



(10) **DE 10 2018 005 130 A1** 2019.01.03

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 005 130.8**

(22) Anmeldetag: **28.06.2018**

(43) Offenlegungstag: **03.01.2019**

(51) Int Cl.: **G06F 3/0485 (2013.01)**

(30) Unionspriorität:
1710466.2 **29.06.2017** **GB**

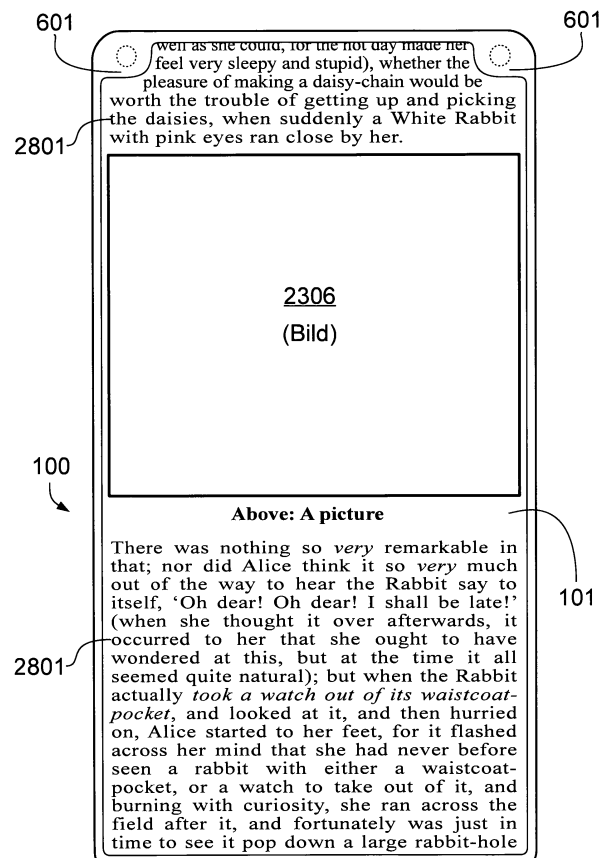
(72) Erfinder:
Pantel, Lothar, 69151 Neckargemünd, DE

(71) Anmelder:
**inodyn NewMedia GmbH, 69151 Neckargemünd,
DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Mobiles Gerät mit Frontkamera und Verfahren zur Maximierung der nutzbaren Bildschirmfläche**

(57) Zusammenfassung: Ein mobiles Gerät (100) mit Bildschirm (101), zum Beispiel ein Smartphone, hat am linken, rechten, oberen und/oder unteren Rand des Bildschirms (101) dünne oder gebogene Ränder (106, 107, 301). Um trotz der dünnen Ränder optische Sensoren (102) und/oder Emittler (1001) unterzubringen (z.B. ein Frontkameranomodul mit Objektiv), hat das Display-Panel (401) an zwei (oder mehr) Ecken Ausschnitte (601), in denen die optischen Sensoren (102) und/oder Emittler (1001) platziert werden. Die Ausschnitte (601) können überwiegend konvex geformt sein, wodurch, bezogen auf das Gehäuse, die nutzbare Bildschirmfläche maximiert wird. Eine Ausführungsform zeigt einen scrollbaren Bildschirminhalt (2306, 2801), der sich über die gesamte Höhe des Bildschirms (101) erstreckt, so dass der oberste Teil des Bildschirminhalts zwischen zwei Ausschnitten (601) angezeigt wird. Um das Layout anzupassen, können die auf dem Bildschirm (101) dargestellten Objekte (2306, 2801) nach Relevanz kategorisiert werden.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft mobile Geräte mit Bildschirm und Frontkamera und insbesondere Verfahren und Systeme, die den Bildschirm vergrößern.

Stand der Technik

[0002] Herkömmliche Smartphones, Phablets, Tablet-Computer oder vergleichbare mobile elektronische Geräte enthalten eine Frontkamera auf der Vorderseite des mobilen Geräts. Auf der Vorderseite des mobilen Geräts befindet sich auch ein Bildschirm, der mit einer Displaytechnologie wie z.B. LCD oder AMOLED ausgestattet ist. Der Bildschirm kann länglich sein und ein Seitenverhältnis von z.B. 16:9, 2:1, 19, 5:9 oder 21:9 haben.

[0003] Ein mobiles Gerät mit einem länglichen Bildschirm kann vom Benutzer horizontal oder vertikal ausgerichtet werden, woraus zwei Betriebsmodi folgen, die als „Landscape Mode“ und „Portrait Mode“ bezeichnet werden. Die Ausrichtung kann auch mit den Begriffen „Querformat“ und „Hochformat“ beschrieben werden. Beispielsweise kann ein Benutzer ein Smartphone horizontal halten (Querformat) und ein Video oder einen Film im Vollbildmodus auf dem Bildschirm anschauen.

[0004] Die Frontkamera eines mobilen Geräts kann für Videotelefonie oder zur Aufnahme eines Selbstporträts verwendet werden, das allgemein als „Selfie“ bezeichnet wird. In den letzten Jahren hat sich die Auflösung der Frontkamera erhöht, und es ist davon auszugehen, dass die Auflösung auch in Zukunft weiter steigen wird, um es dem Anwender zu ermöglichen, „Selfies“ in höchster Qualität aufzunehmen oder hochwertige 4K-Videos aufzunehmen. Die Auflösung könnte sich künftig beispielsweise von 8 Megapixel auf 13 Megapixel erhöhen. Daher sind in einigen Ausführungsformen hochwertige Kameraobjektive und ein ungestörter Lichtweg (für die Frontkamera) unerlässlich.

[0005] Die Patentanmeldungen US2017/0123454 A1, US2017/0123453 A1 und US2017/0123452 A1, mit dem Titel „Camera integrated into a display“, die Patentanmeldung US2017/0123575 A1, mit dem Titel „Optical sensors disposed beneath the display of an electronic device“, die Patentanmeldung US2017/0124933 A1, mit dem Titel „Mobile device with display overlaid with at least a light sensor“, die Patentanmeldungen US2017/0126979 A1 und US2017/0126937 A1, mit dem Titel „Apparatus and method to maximize the display area of a mobile device“ und die Patentanmeldung US2015/0271392 A1, mit dem Titel „Sys-

tem and method for coordinating image capture in a camera hidden behind a display device“ schlagen vor, die Frontkamera unter den Bildschirm des mobilen Geräts zu platzieren. Jedoch können je nach Displaytechnologie des Bildschirms (z.B. LCD, OLED, Micro-LED, usw.) kleine opake oder halbtransparente Strukturen, die für den Betrieb des Bildschirms notwendig sind, das erfasste Bild der Frontkamera verschleiern oder trüben, da der Strahlengang durch den Bildschirm hindurchgehen muss. Darüber hinaus muss bei LCD-Panels oft auch eine Difforschicht entfernt werden, damit sie für den Einsatz als transparentes Display geeignet sind, und die Polarisationsfilter der LCD-Panels begrenzen zwangsläufig die Transmissionseffizienz von unpolarisiertem Licht. Dies kann die Lichtempfindlichkeit einer Frontkamera verringern, die sich unter einem Bildschirm befindet, insbesondere bei schlechten Lichtverhältnissen.

Darstellung der Erfindung

[0006] Die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beziehen sich auf mobile elektronische Geräte mit einem Bildschirm und mit mindestens einem nach vorne gerichteten optischen Sensor oder Emitter (z.B. eine nach vorne gerichtete Kamera, ein optischer Bildsensor, eine IR-LED oder eine andere optische Komponente). Beispiele für mobile elektronische Geräte sind Smartphones, Phablets, Tablet-Computer, Smartwatches, Subnotebooks oder Laptops. Der Schutzzumfang der Erfindung wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche festgelegt. In den abhängigen Patentansprüchen sind vorteilhafte Ausführungsformen, Alternativen und optionale Merkmale spezifiziert.

[0007] In einigen Ausführungsformen hat ein mobiles elektronisches Gerät dünne Ränder am linken, rechten, oberen und/oder unteren Rand des Bildschirms bzw. des Display-Panels. Um trotz eines zu dünnen Randes (z.B. zu dünn für ein Frontkameranomodul mit Objektiv) optische Sensoren und/oder optische Emitter unterzubringen, haben zwei (oder mehr) Ecken des Display-Panels eine Aussparung bzw. einen Ausschnitt. Die optischen Sensoren (**102**) und/oder Emitter (**1001**) werden in diesen Ausschnitten untergebracht. Optional können die Ausschnitte überwiegend konvex geformt sein, wodurch die verbleibende Bildschirmfläche maximiert wird.

[0008] Beispiel: Mobiles elektronisches Gerät (**100**) mit einem Display-Panel (**401**), einer Frontkamera (**102**) und einem Computersystem (**200**), welches mit dem Display-Panel (**401**) und der Frontkamera (**102**) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Display-Panel (**401**) mindestens einen ersten Ausschnitt (**601**) an der linken oberen Ecke und einen zweiten Ausschnitt (**601**) an der rechten oberen Ecke hat, und dass die Frontkamera (**102**) zumindest teilweise im Bereich des ersten Ausschnitts (**601**) oder

im Bereich des zweiten Ausschnitts (601) angeordnet ist, wobei die Frontkamera (102) zumindest im Bereich des ersten oder zweiten Ausschnitts (601) einen ungehinderten Lichtweg (406) hat, und dass das Computersystem (200) so konfiguriert oder programmiert ist:

a) dass auf dem Display-Panel (401) ein scrollbarer Bildschirminhalt angezeigt wird, der sich nahtlos über die gesamte Höhe des Display-Panels (401) erstreckt, so dass der oberste Teil des Bildschirminhalts zwischen dem ersten Ausschnitt (601) und dem zweiten Ausschnitt (601) angezeigt wird,

b) dass aufgrund einer Benutzereingabe festgestellt wird, dass der Bildschirminhalt vertikal gescrollt werden soll,

c) dass, basierend auf der aktuellen vertikalen Scrollposition des Bildschirminhalts, Objektkategorien eines oder mehrerer Bildschirmobjekte (2306, 2801) bestimmt werden, die sich mit dem Bereich des ersten Ausschnitts (601) oder des zweiten Ausschnitts (601) überlappen, wobei die Objektkategorien mindestens Textzeilen (2801) und Bilder (2306) umfassen,

d) dass während des Scrollens ein wiederholt aktualisierter Bildschirminhalt darstellt wird, wobei:

jedes Bildschirmobjekt, das zur Kategorie der Textzeilen (2801) gehört und sich mit dem Bereich des ersten Ausschnitts (601) oder des zweiten Ausschnitts (601) überlappt, durch Reduzierung der Buchstabenbreite modifiziert wird, wobei die ursprüngliche Buchstabenhöhe und der ursprüngliche Zeilenabstand beibehalten werden, und wobei die Länge jeder Textzeile (2801) auf eine vorgegebene Form angepasst wird, die sich zumindest teilweise von der Form des ersten Ausschnitts (601) oder des zweiten Ausschnitts (601) ableitet,

und wobei

jedes Bildschirmobjekt, das zur Kategorie der Bilder (2306) gehört, in unveränderter Größe dargestellt wird, so dass Teile des Bildschirmobjekts, die sich mit dem Bereich des ersten Ausschnitts (601) oder des zweiten Ausschnitts (601) überlappen, unsichtbar sind.

[0009] Die genannten und viele weitere Gesichtspunkte der Erfindung werden dem Fachmann nach dem Lesen der Beschreibung zu den Ausführungsformen offenkundig.

Figurenliste

[0010] Weitere Merkmale, Vorteile und Einsatzmöglichkeiten werden aus den Zeichnungen ersichtlich. Alle beschriebenen und/oder abgebildeten Merkma-

le, allein oder in beliebiger Kombination, bilden den Gegenstand der Erfindung.

Fig. 1 zeigt ein herkömmliches Smartphone.

Fig. 2 ist eine schematische Darstellung des Computersystems des Smartphones.

Fig. 3 zeigt die Vorderseite einer ersten Ausführungsform (oberer Teil des Gehäuses).

Fig. 4 zeigt eine Schnittansicht der ersten Ausführungsform von **Fig. 3**.

Fig. 5 zeigt eine weitere Schnittansicht der ersten Ausführungsform von **Fig. 3**.

Fig. 6 zeigt weitere Aspekte zur Vorderseite der ersten Ausführungsform.

Fig. 7 ist eine perspektivische Ansicht einer zweiten Ausführungsform.

Fig. 8 zeigt die Vorderseite einer dritten Ausführungsform.

Fig. 9 zeigt die Vorderseite einer vierten Ausführungsform.

Fig. 10 zeigt die Vorderseite einer fünften Ausführungsform.

Fig. 11 zeigt die Rückseite der fünften Ausführungsform.

Fig. 12 zeigt die fünfte Ausführungsform in der Draufsicht.

Fig. 13 zeigt die fünfte Ausführungsform von unten.

Fig. 14 ist eine Seitenansicht der fünften Ausführungsform.

Fig. 15 zeigt die Vorderseite einer sechsten Ausführungsform.

Fig. 16 ist eine perspektivische Ansicht einer siebten Ausführungsform.

Fig. 17 zeigt eine Schnittansicht der siebten Ausführungsform von **Fig. 16**.

Fig. 18 ist eine perspektivische Ansicht einer achten Ausführungsform.

Fig. 19 zeigt die Vorderseite einer neunten Ausführungsform.

Fig. 20 ist ein Flussdiagramm, das von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung verwendet wird.

Fig. 21 ist ein weiteres Flussdiagramm, das von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung verwendet wird.

Fig. 22 ist ein Flussdiagramm, das weitere Aspekte der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 23 zeigt Bildschirmobjekte, die auf einem Bildschirm angezeigt werden.

Fig. 24 zeigt Bildschirmobjekte, die in Position und Größe geändert wurden.

Fig. 25 zeigt Bildschirmobjekte, die in der Größe reduziert und diagonal verschoben wurden.

Fig. 26 zeigt ein E-Book als Beispiel.

Fig. 27 zeigt ein E-Book mit angepasster Länge der Textzeilen.

Fig. 28 zeigt eine scrollbare HTML-Webseite oder ein E-Book / App mit scrollbaren Seiten.

Fig. 29 zeigt die gleiche HTML-Webseite (oder E-Book / App), welche um eine Zeile nach unten gescrollt wurde.

Fig. 30 zeigt einen scrollbaren Bildschirminhalt mit Textzeilen und Bildern.

Fig. 31 zeigt den Bildschirminhalt von **Fig. 30** um ein paar Zeilen nach unten gescrollt.

Fig. 32 zeigt eine Ausführungsform mit einer ununterbrochenen Statusleiste.

Fig. 33 zeigt eine Herangehensweise, wie die Größe eines Breitbildfilms maximiert werden kann.

Fig. 34 ist ein weiteres Beispiel für die in **Fig. 33** gezeigte Herangehensweise.

Fig. 35 ist noch ein weiteres Beispiel für die in **Fig. 33** gezeigte Herangehensweise.

Fig. 36 zeigt eine Ausführungsform mit einem Statusindikator (Viertelkreis) neben der Frontkamera.

Fig. 37 zeigt eine Ausführungsform mit einem Computerspiel und akustischen Emittieren an allen vier Ecken.

Fig. 38 ist eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform mit gekrümmten Kanten.

Fig. 39 ist eine Draufsicht auf die Ausführungsform von **Fig. 38**.

Fig. 40 ist eine Vorderansicht der Ausführungsform von **Fig. 38**.

Fig. 41 ist eine rechte Seitenansicht der Ausführungsform von **Fig. 38**.

Fig. 42 zeigt eine Ausführungsform mit einer mechanischen Tastatur unter dem Bildschirm.

Fig. 43 zeigt ein faltbares Smartphone.

Ausführung der Erfindung

[0011] **Fig. 1** zeigt ein herkömmliches Smartphone **100** als Beispiel für ein mobiles Gerät. Die Zeichnung zeigt einen Bildschirm **101** mit Touchscreen-Funktionalität, das Objektiv **102** einer Frontkamera, eine Hörmuschel **103** (Lautsprecher für Telefonate),

einen kombinierten Näherungs- und Lichtsensor **104** und eine Status-LED **105** (z.B. Betriebszustand des Smartphones **100**: Ein, Aus, Laden des Akkus). Ein Grafiksubsystem **108** (in das Gerät **100** integriert und in **Fig. 1** gestrichelt dargestellt) ist für die Generierung des Bildschirminhalts auf dem Bildschirm **101** verantwortlich.

[0012] Wie in **Fig. 1** zu sehen ist, haben herkömmliche Smartphones **100** typischerweise einen dünnen Rand **106** an der linken Seite des Bildschirms **101** und einen dünnen Rand **107** an der rechten Seite des Bildschirms **101**. Aus dem Beispiel in **Fig. 1** ist auch ersichtlich, dass zumindest oben, auf der Vorderseite des Smartphones **100**, ein breiter Rand erforderlich ist, um das Objektiv **102** (für die Frontkamera), die Hörmuschel **103** (für den Telefon-Lautsprecher), den Näherungs-/Lichtsensor **104** und die Status-LED **105** unterzubringen.

[0013] **Fig. 2** ist eine schematische Darstellung des Computersystems **200** eines Smartphones **100** oder eines ähnlichen Gerätes (z.B. Tablet-Computer, Smartwatch oder Spielekonsole). Das Computersystem **200** kann bestehen aus: Einem Prozessor **201** (CPU), einem Hauptspeicher **202** (RAM), mindestens einem nichtflüchtigen Speicher **203** (z.B. Flash-Speicher, SSD oder Speicherkarte), einer I/O-Schnittstelle **204** inklusive Netzwerkschnittstelle, Sensoren und Emittieren (z.B. WLAN, Mobilfunk, Näherungssensor, Kamera, Beschleunigungssensor, Lautsprecher, LEDs, etc.), einem Bildschirm **101** mit Touchscreen-Funktionalität sowie weitere bekannte Komponenten. Die Komponenten des Computersystems **200** können über ein Bussystem **205** oder über andere bekannte oder geeignete Vorrichtungen miteinander gekoppelt werden.

[0014] Anweisungen **206** zum Ausführen auf dem Prozessor **201** und Daten (z.B. Textdaten, Vektordaten und Bitmap-Bilddaten) können im Hauptspeicher **202** und/oder im nichtflüchtigen Speicher **203** abgelegt werden. Beispielsweise kann der Prozessor **201** Anweisungen **206** (gespeichert im Hauptspeicher **202** und/oder im nichtflüchtigen Speicher **203**) ausführen, um Bitmap-Bilddaten (ebenfalls gespeichert im Hauptspeicher **202** und/oder im nichtflüchtigen Speicher **203**) zu verarbeiten, die auf dem Bildschirm **101** mittels des Grafiksubsystems **108** angezeigt werden. Der Hauptspeicher **202** und/oder der nichtflüchtige Speicher **203** kann, unter anderem, Anweisungen zur Verarbeitung von Sensordaten, Anweisungen zur Verarbeitung von Mediendaten und andere Anweisungen enthalten, die für die nachfolgend beschriebenen Aufgaben erforderlich sind. Eine Touchscreen-Eingabe (z.B. eine Geste zum Blättern einer Seite) kann vom Touchscreen des Bildschirms **101** erkannt und über das Bussystem **205** an den Prozessor **201** gemeldet werden.

[0015] Das Computersystem **200** gemäß **Fig. 2** stellt eine Hardwareplattform dar, auf der alle nachfolgenden Ausführungsformen (und alle weiteren in dieser Spezifikation beschriebenen Komponenten) implementiert werden können. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass das Computersystem **200**, welches in das mobile Gerät (z.B. Smartphone **100**) integriert ist, von jedem bekannten oder geeigneten Systemtyp sein kann.

[0016] **Fig. 3** bis **Fig. 6** zeigen eine erste Ausführungsform in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung. **Fig. 3** zeigt die Vorderseite des oberen Teils eines Smartphones **100**. **Fig. 4** zeigt eine Schnittansicht des Smartphones **100**, wie sie in der durch die Schnittrlinie **4-4** (in **Fig. 3**) gekennzeichneten Schnittebene und in der mittels Pfeile angegebenen Richtung dargestellt wird. Eine weitere Schnittansicht des Smartphones **100** ist in **Fig. 5** zu sehen, die in der durch die Schnittrlinie **5-5** gekennzeichneten Schnittebene dargestellt wird. **Fig. 6** ist eine Ansicht der Vorderseite des Smartphones **100**, die weitere Aspekte der ersten Ausführungsform zeigt. Wie durch die geschwungenen Bruchlinien angedeutet, können das Smartphone **100** und der Bildschirm **101** ein anderes, z.B. größeres Seitenverhältnis haben. Beispielsweise kann der Bildschirm **101** ein Seitenverhältnis von **16:9**, **21:9**, **2:1**, **3:1** usw. aufweisen.

[0017] Bezugnehmend auf die in **Fig. 4** und **Fig. 5** gezeigten Schnittansichten kann das Smartphone **100** aus mehreren Schichten bestehen: Die Vorderseite des Gehäuses kann aus einem Deckglas **405** bestehen. Ein längliches Display-Panel **401** kann unter dem Deckglas **405** angeordnet werden, und eine mit ICs bestückte Leiterplatte **404** (PCB) kann unter dem Display-Panel **401** angeordnet werden. Optional kann ein transparentes Touchscreen-Panel (z.B., kapazitiver Touchscreen) zwischen dem Deckglas **405** und dem Display-Panel **401** angeordnet werden, oder die berührungsempfindliche Schicht kann in das Display-Panel **401** integriert werden. Wie in **Fig. 4** und **Fig. 5** dargestellt, kann die Leiterplatte **404** unter anderem mit einem Grafiksубsystem **108** (z.B. einer GPU), einem Frontkameramodul **402** (z.B. mit CCD- oder CMOS-Sensor), einem Näherungs-/ Lichtsensor **104**, einer Status-LED **105** und einem Telefon-Lautsprecher **403** bestückt werden. Der Telefon-Lautsprecher **403** kann von jedem bekannten oder geeigneten Lautsprecher-Typ sein, einschließlich piezoelektrischer Lautsprecher.

[0018] In **Fig. 4** und **Fig. 5** wird das restliche Gehäuse des Smartphones **100** (z.B. Rückseite) als gestrichelte Linie dargestellt. Weitere Informationen zum Aufbau eines Smartphones **100** finden sich in der Patentanmeldung US2014/0135071 A1 mit dem Titel „Mobile terminal“. Weitere Informationen zu einem Kameramodul finden sich in der Patentanmeldung US2015/0077629 A1 mit dem Titel „Camera module“.

Weitere Informationen über einen Näherungssensor finden sich im Patent US8996082 B2 mit dem Titel „Proximity sensor arrangement having a cold mirror in a mobile device“.

[0019] Das Display-Panel **401** (dargestellt in **Fig. 4** bis **Fig. 6**) erzeugt Bilder durch elektrische Signale (z.B. vom Grafiksубsystem **108**). Die vom Display-Panel **401** erzeugten Bilder sind auf dem Bildschirm **101** sichtbar. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass das Display-Panel **401** von jedem bekannten oder geeigneten Display-Typ sein kann, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Flüssigkristall-Displays, Mikro-LED-Displays und organische lichtemittierende Displays (organic light emitting diode, OLED).

[0020] Beispielsweise kann das Display-Panel **401** ein LC-Panel (Flüssigkristall-Display) sein. Das LC-Panel kann ein Dünnschichttransistor (TFT)-Substrat, ein Farbfiltersubstrat und LC-Moleküle enthalten, die zwischen das TFT-Substrat und das Farbfiltersubstrat injiziert werden. Das TFT-Substrat kann Gate-Leitungen und Datenleitungen enthalten, die als Matrizen implementiert sind. An Kreuzungspunkten der Gateleitungen und der Datenleitungen können Dünnschichttransistoren (TFT) eingesetzt werden. Eine Signalspannung wird an eine gemeinsame Elektrode angelegt, die zwischen einer Pixelelektrode und dem Farbfiltersubstrat angeordnet ist. Flüssigkristallmoleküle werden entsprechend der Signalspannung zwischen der Pixelelektrode und der gemeinsamen Elektrode ausgerichtet und steuern so die Lichtdurchlässigkeit. Das Farbfiltersubstrat kann einen Farbfilter und die gemeinsame Elektrode enthalten, wobei der Farbfilter rote, grüne und blaue Filter aufweist. Die gemeinsame Elektrode kann aus einem transparenten leitfähigen Material wie Indiumzinnoxid (ITO) oder Indiumzinkoxid (IZO) bestehen.

[0021] An der Ober- und Unterseite des LC-Panels können zwei Polarisationsfilter angeordnet werden. Die Polarisationsfilter können über Kreuz angeordnet werden. Der unter dem LC-Panel angeordnete Polarisationsfilter dient zur Polarisierung des auf das LC-Panel einfallenden Lichts, der auf dem LC-Panel angeordnete Polarisationsfilter dient als Analysator. Eine Hintergrundbeleuchtung kann unter dem LC-Panel angebracht werden. Die Hintergrundbeleuchtungseinheit kann eine Diffusionsfolie, eine Reflexionsfolie und eine Prismenfolie enthalten.

[0022] Alternativ kann das Display-Panel **401** auch als Aktiv-Matrix-OLED-Display ausgeführt werden, das aus mehreren Schichten besteht, z.B. einer Kathodenschicht, organische aktive Schichten, einem Dünnschichttransistor-Array (TFT) und einem Substrat. Eine aktive Matrix aus OLED-Pixeln erzeugt bei elektrischer Aktivierung Licht (Lumineszenz). Die aktive Matrix aus OLED-Pixeln kann auf

dem Dünnschichttransistor-Array (TFT) aufgebracht werden oder darin integriert werden. Das Dünnschichttransistor-Array (TFT) steuert den Stromfluss zu jedem Pixel. Es können bekannte TFT-Backplane-Technologien verwendet werden, wie z.B. polykristallines Silizium (Poly-Si) und amorphes Silizium (a-Si). Weitere Informationen finden sich in der Patentanmeldung US2017/0162111 A1 mit dem Titel „Display Apparatus“. Optional kann das Display-Panel **401** mit einem In-Cell Touch Panel ausgestattet werden, welches ein kapazitives Sensor-Array integriert.

[0023] Fig. 3 zeigt ein Gehäuse des Smartphones **100**, welches durch einen dünnen Rand **301**, **106**, **107** an der oberen, linken und rechten Bildschirmbegrenzung gekennzeichnet ist. Insbesondere ist im vorliegenden Beispiel der obere Rand **301** sehr schmal. Der Vorteil ist unter anderem ein größerer Bildschirm und/oder kleinere Gehäuseabmessungen. Beispielsweise können die Gehäuseränder **301**, **106**, **107** eine Breite von 4mm, 2mm, 1,5mm, 1 mm, 0,5mm oder weniger aufweisen. Optional kann jeder Rand **301**, **106**, **107** eine andere Breite haben. Die erste Ausführungsform verfügt über eine Hörmuschel **103** (für den in Fig. 4 gezeigten Telefon-Lautsprecher **403**), die als langer, schmaler Spalt ausgeführt ist. Beispielsweise kann der Spalt der Hörmuschel **103** eine Breite von 1 mm, 0,5 mm oder weniger haben.

[0024] Damit trotz des dünnen Gehäuserandes **301** an der oberen Bildschirmbegrenzung optische Sensoren und/oder Emmitter bzw. das Objektiv **102** einer Frontkamera untergebracht werden können, hat die linke obere Ecke und die rechte obere Ecke des Display-Panels **401** einen Ausschnitt **601**. Dies ist in Fig. 6 in einem Beispiel dargestellt: Ein Ausschnitt **601** in der linken oberen Ecke und ein Ausschnitt **601** in der rechten oberen Ecke wurden vom Display-Panel **401** „entfernt“. Im vorliegenden Beispiel haben die Ausschnitte **601** an den Ecken des Display-Panels **401** eine konvexe Form. Ein Ausschnitt **601**, der überwiegend eine konvexe Form hat, kann von Vorteil sein, da hierdurch die verbleibende Fläche des Display-Panels **401** maximiert wird und dennoch das Objektiv **102** der Frontkamera (oder andere Sensoren/Emmitter) untergebracht werden können. Zur Veranschaulichung wird in Fig. 6 das Display-Panel **401** mittels eines Musters hervorgehoben. Das dargestellte Muster („grau“) könnte den Bildschirm **101** bzw. das Display-Panel **401** im ausgeschalteten Zustand darstellen.

[0025] Fig. 4 zeigt eine Schnittebene 4-4 durch den oben Teil des Bildschirms **101**. Das Frontkameramodul **402** und das dazugehörige Objektiv **102** sind unter dem Deckglas **405** im Bereich des linken Ausschnitts **601** so angeordnet, dass im vorliegenden Beispiel das Frontkameramodul **402** und das Objektiv **102** den Hohlraum auf der Höhe des Display-Panels

401 ausfüllen. Die gestrichelte Linie **406** zeigt den freien Strahlengang des Frontkameramoduls **402**, welcher lediglich durch das Deckglas **405** führt. Dadurch kann das Kamerasystem (Frontkameramodul **402** und Objektiv **102**) die gesamte Gehäusehöhe des Smartphones **100** nutzen. Je nach Ausführungsform kann dies von Vorteil sein, da im Vergleich zu einer Anordnung der Frontkamera unter dem Display-Panel **401** (wie im Stand der Technik vorgeschlagen) die Länge des Linsensystems des Frontkameramoduls **402** maximiert werden kann. Die Länge eines Linsensystems kann ein limitierender Faktor für qualitativ hochwertige Aufnahmen sein, und die Anordnung der Frontkamera unter dem Display-Panel **401** kann die maximale Länge des Linsensystems um die Dicke des Display-Panels **401** reduzieren.

[0026] In Weiterführung des in Fig. 4 gezeigten Beispiels sind der Näherungs-/Lichtsensor **104** und die Status-LED **105** unter dem Deckglas **405** im Bereich des rechten Ausschnitts **601** so angeordnet, dass sie den Hohlraum in Höhe des Display-Panels **401** zumindest teilweise ausfüllen. Die gestrichelten Linien **406** zeigen die Strahlengänge des Näherungs-/Lichtsensors **104** und der Status-LED **105**.

[0027] Sowohl das Display-Panel **401** als auch die optischen Sensoren/Emmitter (Objektiv **102**, Näherungs-/Lichtsensor **104**, Status-LED **105**) können gemeinsam mit einem transparenten Material (wie z.B. transparenter Kunststoff oder Glas **405**) abgedeckt werden, wie in den Beispielen in Fig. 4 und Fig. 5 gezeigt und in Fig. 3 mittels schräg gestellter Schattierungslinien (in einem Winkel von 45 Grad) angedeutet.

[0028] Vergleicht man die in Fig. 4 und Fig. 5 dargestellten Schnittansichten, so zeigt sich, dass die Breite des Display-Panels **401** in der Region der Ausschnitte **601** reduziert ist. Dies wird durch die punktierten Projektionslinien veranschaulicht. Bei anderen Ausführungsformen können optional nur opake und/oder halbtransparente Schichten des Display-Panels **401** „ausgeschnitten“ werden, d.h. transparente Schichten des Display-Panels **401** können bestehen bleiben. Die Vorgehensweise kann von der Technologie des Display-Panel **401** abhängen (z.B. LC-Panel oder AMOLED).

[0029] Die Frontkamera (Frontkameramodul **402** und Objektiv **102**) und andere optische oder akustische Sensoren und Emmitter (z.B., Näherungs-/Lichtsensor **104**, Status-LED **105**, Taschenlampe, optische Infrarot-Emitter, IR- oder UV-Sensoren, Fingerabdrucksensoren, Irisscanner oder Sensor(en) zur Gesichtserkennung, zum Facetracking oder zum Eyetracking) können in allen vier Ecken des Smartphone-Gehäuses, in den beiden oberen Ecken, in den beiden unteren Ecken, in den Ecken auf der linken oder rechten Seite des Gehäuses, in diagonal

angeordneten Ecken oder nur in einer Ecke untergebracht sein. Auch die Ausschnitte **601** (aus dem Display-Panel **401**) und das Gehäuse des Smartphones **100** können unterschiedliche Formen haben, d.h. jeder Ausschnitt **601** (und das Gehäuse) kann eine Form haben, die sich von den in den Zeichnungen dieser Spezifikation gezeigten Formen unterscheidet. Beispielsweise kann die Form der Ausschnitte **601** zwischen einem Viertelkreis (wie in **Fig. 6** dargestellt) und einem Quadrat oder Rechteck variieren. In einigen Ausführungsformen können die Ausschnitte **601** die Form eines Quadrats oder Rechtecks mit abgerundeten Kanten haben oder die Form eines Quadrats oder eines Rechtecks mit scharfen Kanten oder jede andere geeignete Form. Die folgenden Zeichnungen zeigen exemplarisch verschiedene mögliche Positionen für die Sensoren und Emitter. Des Weiteren zeigen die Zeichnungen Beispiele für verschiedene Formen der aus dem Display-Panel **401** „herausgeschnittenen“ Ausschnitte **601**.

[0030] **Fig. 7** zeigt eine perspektivische Ansicht einer zweiten Ausführungsform. Die zweite Ausführungsform entspricht der ersten Ausführungsform, mit dem Unterschied, dass es eine zweite Frontkamera gibt, mit welcher Selbstporträtaufnahmen („Selfies“) in stereoskopischem **3D** unterstützt werden, Videos in stereoskopischem **3D** aufgenommen werden können oder andere Daten auf Basis von stereoskopischer Informationen generiert werden können (z.B. Tiefendaten oder ein Bokeh-Effekt). Das Objektiv **701** der zweiten Frontkamera befindet sich in der rechten oberen Ecke des Bildschirms **101**. Die Gehäusebreite des Smartphones **100** ist für die interaxiale Separation zwischen den beiden Objektiven **102**, **701** geeignet. Interaxiale Separation bezieht sich auf den Abstand zwischen den Zentren zweier Kameraobjektive. (Die interokulare Separation bzw. der Augenabstand bezieht sich auf den Abstand zwischen den Zentren des menschlichen Auges.)

[0031] Alternativ kann die zweite Frontkamera ein Weitwinkelobjektiv **701** oder ein Ultraweitwinkelobjektiv **701** haben, während die erste Frontkamera ein „normales“ Frontkameraobjektiv **102** verwendet. Beispielsweise kann das Weitwinkelobjektiv **701** einen Blickwinkel (angle of view, AOV) von 120 Grad haben, was die Aufnahme von „Gruppen-Selfies“ vereinfacht. In anderen Ausführungsformen kann die zweite Frontkamera verwendet werden, um Informationen über die Bildtiefe bzw. die Tiefenschärfe zu erhalten (depth of field, DOF) und auch um „Selfies“ zu erzeugen, deren Hintergrund unscharf ist (Bokeh-Effekt). In einer weiteren Ausführungsform kann die zweite Frontkamera als Iris-Scanner oder als Infrarotkamera eingesetzt werden, um per Iris-Scan oder per Gesichtserkennung das Smartphone **100** zu entsperren.

[0032] **Fig. 8** zeigt als Beispiel die Vorderseite einer dritten Ausführungsform. Auf dem Bildschirm **101** wird ein Bildschirminhalt dargestellt. Im Vergleich zur ersten Ausführungsform befindet sich das Objektiv **102** der Frontkamera in der rechten oberen Ecke des Bildschirms **101**. In der linken oberen Ecke des Bildschirms **101** befindet sich stattdessen eine elektronische Leuchteinheit **801** (oder ein anderer optischer Emitter), welche sich zumindest teilweise im Bereich des Display-Ausschnitts **601** befindet. Die elektronische Leuchteinheit **801** kann beispielsweise eine Flash-LED, eine Blitzlichtlampe, eine Video-Leuchte oder eine IR-LED sein, um z.B. die Aufnahme von „Selfies“ bei schlechten Lichtverhältnissen zu verbessern. Eine Video-Leuchte oder eine IR-LED kann auch zur Beleuchtung von Videoaufnahmen eingesetzt werden oder als Autofokus-Assistenzlampe bei schlechten Lichtverhältnissen. In anderen Ausführungsformen kann auch eine Warnleuchte, eine Warnlampe oder ein Alarmsignal zur Diebstahlsicherung in einem der Display-Ausschnitte **601** untergebracht werden.

[0033] **Fig. 9** zeigt die Vorderseite einer vierten Ausführungsform mit einer Frontkamera (Objektiv **102**) in der linken oberen Ecke, einem Lichtleiter **901** (der mehrere optische Sensoren und Emitter kombiniert) in der rechten oberen Ecke, einem UV-Sensor **902** in der linken unteren Ecke und einem Fingerabdrucksensor **903** in der rechten unteren Ecke des Display-Panels **401**.

[0034] Zur Erfassung eines Live-Scans des Fingerabdrucks sind verschiedene Technologien bekannt, unter anderem optische Fingerabdrucksensoren, kapazitive Fingerabdrucksensoren, RF (radio frequency) basierte Fingerabdrucksensoren, thermische Fingerabdrucksensoren, piezoresistive Fingerabdrucksensoren, Ultraschall basierte Fingerabdrucksensoren oder piezoelektrische Fingerabdrucksensoren. Beispielsweise kann der Fingerabdrucksensor **903** ein optischer Fingerabdrucksensor oder ein kapazitiver Fingerabdrucksensor sein.

[0035] Der Lichtleiter **901** kann einen Lichtstrahl zwischen der äußeren Umgebung und den Sensoren und Emittlern im Inneren des Smartphones **100** übertragen. So kann der Lichtleiter **901** beispielsweise einen Näherungssensor, einen Lichtsensor, eine Status-LED (Geräte-Status: „Ein“, „Aus“ und „Akku wird geladen“) und eine Flash-LED kombinieren. Der Näherungssensor und/oder der Lichtsensor können für die Zeit, in der die Flash-LED aufleuchtet, deaktiviert oder ignoriert werden. Ein möglicher Vorteil bei Verwendung eines Lichtleiters **901** ist, dass sich der optische Eindruck der linken oberen Ecke (Objektiv **102**) und der rechten oberen Ecke (Lichtleiter **901**) ähneln, da sich in beiden Ecken nur ein optisches Bauteil befindet. Weitere Informationen über Lichtleiter finden sich in den Patentanmeldungen US2017/0126868 A1

und US2017/0124377 A1 mit dem Titel „System and method for reducing the number of ports associated with a mobile device“.

[0036] Im Beispiel aus **Fig. 9** ist ein Hochtöner **905** (ein Lautsprecher zur Wiedergabe hoher Frequenzen) unterhalb des Display-Panels **401** angeordnet, wobei sich der Hochtöner **905** in der Nähe eines schmalen Spalts **904** im oberen Rand des Smartphones **100** befindet. Außerdem befindet sich ein Tieftöner **906** (ein Lautsprecher zur Wiedergabe tiefer Frequenzen) unterhalb des Display-Panels **401** und in der Nähe des Hochtöners **905**. Der Hochtöner **905** und der Tieftöner **906** (oder Mitteltöner) können mittels einer Frequenzweiche an die I/O-Schnittstelle **204** (gemäß **Fig. 2**) angeschlossen werden. Die Frequenzweiche kann das Audiosignal in zwei (oder mehr) Frequenzbereiche aufteilen.

[0037] Im Vergleich zur Hörmuschel **103** aus **Fig. 3** kann der schmale Spalt **904** aus **Fig. 9** noch kleiner bzw. schmaler sein, da nur hohe Frequenzen durch diese Öffnung hindurch dringen müssen. Beispielsweise könnten ein paar kleine Löcher (statt eines Spalts) ausreichen. Für die vom Tieftöner **906** (oder Mitteltöner) erzeugten tiefen Frequenzen ist keine Öffnung erforderlich.

[0038] Optional kann ein zweites Paar Hochtöner **905** und Tieftöner **906** (oder Mitteltöner) in der Nähe eines zweiten schmalen Spalts **904** im unteren Rand des Smartphones **100** angeordnet werden. Dies ermöglicht die Wiedergabe von Stereo-Ton, wenn der Benutzer das Smartphone **100** horizontal hält, beispielsweise während der Wiedergabe eines Films im Querformat.

[0039] **Fig. 10** zeigt die Vorderseite einer fünften Ausführungsform, die durch eine „punktsymmetrische“ Anordnung gekennzeichnet ist, d.h. in diesem Beispiel befindet sich sowohl in der linken oberen Ecke als auch in der rechten unteren Ecke des Bildschirms **101** eine Frontkamera (Objektiv **102**). Außerdem befindet sich ein optischer Infrarot-Emitter **1001** (z.B. IR-LED) sowohl in der rechten oberen Ecke als auch in der linken unteren Ecke des Bildschirms **101**. Der optische Infrarot-Emitter **1001** (IR-LED) kann das Gesicht des Benutzers, z.B. bei schlechten Lichtverhältnissen, ausleuchten, um Gesichtserkennung, Facetracking oder Eyetracking mit Hilfe der Frontkamera (Objektiv **102**) zu ermöglichen. Beispielsweise kann der optische Infrarot-Emitter **1001** Punkte oder Muster auf das Gesicht des Benutzers projizieren, um die Bestimmung der Gesichtsform zu ermöglichen bzw. zu erleichtern.

[0040] Aufgrund der Symmetrie kann der Benutzer das Smartphone um 180 Grad drehen, und in der linken oberen Ecke steht weiterhin eine Frontkamera zur Verfügung. (Bei der Aufnahme von „Selfies“

oder bei der Videotelefonie ist der obere Rand des Smartphones **100** in der Regel der bevorzugte Platz für die Frontkamera.) Ein Orientierungssensor oder Beschleunigungssensor, angeschlossen an die I/O-Schnittstelle **204** (gemäß **Fig. 2**), kann die Richtung der Schwerkraft messen. Durch die Bestimmung der aktuellen Ausrichtung des Smartphones **100** kann das Computersystem **200** die (derzeit) oberste Frontkamera zur Bildaufnahme aktivieren. Der Bildschirm kann um 180 Grad gedreht werden, sobald der Benutzer das „symmetrische“ Smartphone **100** um ca. 180 Grad gedreht hat.

[0041] **Fig. 11** zeigt die Rückseite des „symmetrischen“ Smartphones **100** aus **Fig. 10**. Zwei nach hinten gerichtete Kameras (Objektiv **1101**) können sich jeweils in der Nähe der oberen und unteren Kante auf der Rückseite des Smartphones **100** befinden. Die jeweils obere Kamera kann die aktive Kamera sein, oder beide Kameras können gleichzeitig verwendet werden, um im Querformat stereoskopische 3D-Bilder aufzunehmen. Alternativ kann sich auch eine einzelne nach hinten gerichtete Kamera in der Mitte der Rückseite befinden, so wie es in **Fig. 11** durch das punktiert dargestellte Objektiv **1102** angedeutet ist.

[0042] **Fig. 12** bis **Fig. 14** zeigen weitere Ansichten der fünften Ausführungsform. **Fig. 12** zeigt eine Draufsicht von oben, **Fig. 13** zeigt eine Draufsicht von unten und **Fig. 14** zeigt eine Seitenansicht des „symmetrischen“ Smartphones **100**. Anstelle eines Flachbildschirms **101**, wie in **Fig. 7** als Beispiel dargestellt, können alle in dieser Spezifikation offenbarten Ausführungsformen mit einem leicht gekrümmten Bildschirm **101** ausgeführt werden, wie in **Fig. 14** dargestellt.

[0043] **Fig. 15** zeigt eine Draufsicht auf eine sechste Ausführungsform. In der linken oberen Ecke des Bildschirms **101** befindet sich eine Frontkamera (Objektiv **102**), in der rechten oberen Ecke ein Näherungs- und Lichtsensor **104**, in der linken unteren Ecke eine Status-LED **105** und in der rechten unteren Ecke ein Fingerabdrucksensor **903**. Die Status-LED **105** könnte die Betriebszustände „Ein“, „Aus“ und „Akku des Smartphones **100** wird geladen“ signalisieren.

[0044] Der Platz, der von den oben genannten optischen Sensoren und/oder Emittieren an den Ecken des Bildschirms **101** belegt wird, kann zusätzlich für Sensortasten verwendet werden. Sobald eine Sensortaste angetippt wird, kann eine definierte Funktion ausgelöst werden.

[0045] In der sechsten Ausführungsform werden die Sensortasten an den Ecken des Bildschirms **101** für Navigationsfunktionen einer Benutzeroberfläche verwendet, wodurch zusätzlicher Platz auf dem Bildschirm **101** gewonnen wird, z.B. für Anwendungen („Apps“). Die Benutzeroberfläche kann Teil eines Be-

triebssystems sein, das auf dem Computersystem **200** des Smartphones **100** läuft.

[0046] Beispielsweise zeigt ein herkömmliches Smartphone in der Regel eine Navigationsleiste mit Softkeys am unteren Rand des Touchscreen-Displays an (z.B. „Home“, „Back“, „Recent apps“), in etwa so wie in **Fig. 10**. Im Hinblick auf die in **Fig. 15** gezeigte sechste Ausführungsform steht der für die Navigationsleiste benötigte Platz nun für andere Zwecke zur Verfügung - im Beispiel aus **Fig. 15** sind dies die Sprechblasen einer Chat- oder Messenger-App.

[0047] Die Sensortasten gemäß **Fig. 15** befinden sich vor den optischen Sensoren und/oder Emittlern **104**, **105**, **903**. In einer Ausführungsform können die Sensortasten mittels der Touchscreen-Funktionalität des normalen Bildschirms **101** realisiert werden: Sobald an einer Ecke des Touchscreens, und zwar genau an der Stelle eines optischen Sensors oder Emitters **104**, **105**, **903**, eine Tippgeste bzw. Berührung erkannt wird, wird dies als Eingabe für die dedizierten Sensortasten „Home“, „Back“ oder „Recent apps“ interpretiert. Dazu kann ein transparentes Touchscreen-Panel verwendet werden, das sich über die gesamte Vorderseite des Smartphones **100** erstreckt. Dieses Touchscreen-Panel kann zwischen dem Deckglas **405** und dem Display-Panel **401** angeordnet werden.

[0048] Alternativ kann in anderen Ausführungsformen jede Sensortaste einen eigenen, dedizierten Tastsensor haben. Die dedizierten Tastsensoren können an die I/O-Schnittstelle **204** angeschlossen werden (gemäß **Fig. 2**) und können als transparente kapazitive Tastsensoren, als transparente resistive Tastsensoren oder mittels optischer Bilderfassung realisiert werden. Bei der optischen Bilderfassung können die vorhandenen optischen Sensoren (z.B. Frontkamera **102**, Lichtsensor **104**, Fingerabdrucksensor **903**) als Tastsensoren für die Sensortasten umfunktioniert werden. Beispielsweise kann gemäß **Fig. 15** der Näherungs- und Lichtsensor **104** (welcher auch den Abstand zu einem Finger messen könnte) als Tastsensor für die Sensortaste „Recent apps“ herangezogen werden.

[0049] Die optischen Sensoren und Emittler **104**, **105**, **903** können von gedruckten Symbolen **1501**, **1502**, **1503** umgeben bzw. umschlossen sein. Die gedruckten Symbole **1501**, **1502**, **1503** können der Navigationsfunktionalität der Benutzeroberfläche und/oder des Betriebssystems dienen. Dies ist in **Fig. 15** dargestellt: Das gedruckte Symbol **1501** (schematisches Haus) dient als „Home-Taste“, d.h. Anwendung verlassen und zurück zum Homescreen; das gedruckte Symbol **1502** (schematischer Pfeil) dient als „Zurück-Taste“, d.h. zurück zum vorherigen Bildschirm; und das gedruckte Symbol **1503** (Quadrat) dient als „Letzte Apps-Taste“ für zuletzt verwendete

Anwendungen und Favoriten. Die gedruckten Symbole **1501**, **1502**, **1503** können die optischen Sensoren und/oder Emittler **104**, **105**, **903** vollständig umgeben, wie in **Fig. 15** dargestellt, oder nur teilweise. Beispielsweise kann anstelle des schematischen Pfeils **1502**, welcher die Status-LED **105** vollständig umschließt, ein Wendepfeil aufgedruckt werden, der die Status-LED **105** nur teilweise umschließt.

[0050] Die gedruckten Symbole **1501**, **1502**, **1503** können (z.B. in weißer Farbe) auf die Vorderseite des Deckglases **405** oder vorzugsweise auf die Innenseite des Deckglases **405** gedruckt werden. Alternativ können die gedruckten Symbole **1501**, **1502**, **1503** auf eine transparente Schicht gedruckt werden, die unter dem Deckglas **405** angeordnet ist und sich vor den optischen Sensoren und/oder Emittlern **104**, **105**, **903** befindet; beispielsweise ein transparentes Touchscreen-Panel oder eine dedizierte Schicht wie zum Beispiel eine Kunststoffolie.

[0051] Die gedruckten Symbole **1501**, **1502**, **1503** sollten eine geeignete Form und Position haben, so dass der Strahlengang der optischen Sensoren und/oder Emittler **102**, **104**, **105**, **903** nicht blockiert wird. Beispielsweise kann ein Zahnradsymbol, das aus der äußeren Form des Zahnrads besteht, einen Setup-Bildschirm oder eine Setup-Funktion des Betriebssystems repräsentieren. Außerdem sollten die gedruckten Symbole **1501**, **1502**, **1503** keinen Teil des aktiven Bildschirmbereichs des Display-Panels **401** verdecken. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die aufgedruckten Symbole **1501**, **1502**, **1503** nicht vom Display-Panel **401** angezeigt werden, um den verfügbaren Platz auf dem Bildschirm **101** für andere Bildschirminhalte zu maximieren.

[0052] **Fig. 16** zeigt eine perspektivische Ansicht einer siebten Ausführungsform des Smartphones **100**. In der rechten oberen Ecke befindet sich eine Frontkamera (Objektiv **102**) und in der linken oberen Ecke ein Lichtleiter **901**, der mehrere optische Sensoren und Emittler (z.B. Näherungs- und Lichtsensor) kombiniert. **Fig. 17** zeigt in einer Schnittansicht das Smartphone **100** wie es in **Fig. 16** per Schnittlinie **17-17** gekennzeichnet ist. Wie in den Zeichnungen zu sehen ist, hat der Bildschirm **1601** bzw. das Display-Panel **1702** links und rechts einen gebogenen Displayrand **1602** und außerdem am oberen Rand einen weiteren gebogenen Displayrand **1603**.

[0053] Das Display-Panel **1702** kann ein flexibles Display sein, welches es ermöglicht, das Display-Panel **1702** an den Rändern zu biegen, zu rollen oder zu krümmen. Ein flexibles OLED-basiertes Display kann beispielsweise aus einem flexiblen Substrat bestehen, auf dem die elektrolumineszierende organische Schicht aufgebracht ist.

[0054] Es kann zu Problemen führen, wenn ein flaches Display zusätzlich zur linken und rechten Kante an weiteren Kanten gebogen wird: Das Biegen eines flachen Display-Panels am oberen Rand - zusätzlich zum linken und rechten Rand - kann das Display-Panel an den Ecken knautschen, Falten werfen oder abknicken oder kann zu Problemen beim Laminieren führen.

[0055] Um zu vermeiden, dass das Display-Panel **1702** an den Ecken knautscht, Falten wirft oder geknickt wird, haben in der siebten Ausführungsform die linke obere und die rechte obere Ecke des Display-Panels **1702** einen Ausschnitte **601**, welcher im Wesentlichen eine konvexe Form hat, beispielsweise ein Rechteck, ein Viertelkreis, eine ovale Form oder eine gebogene Form; siehe auch das Beispiel aus **Fig. 6**. Hierdurch werden die oben beschriebenen Probleme wirksam vermieden: Die zwei Ausschnitte **601** an den oberen Ecken ermöglichen das gleichzeitige Biegen des Display-Panels **1702** an zwei orthogonalen Kanten **1602**, **1603**. Das Objektiv **102** und der Lichtleiter **901** sind im Bereich der Ausschnitte **601** angeordnet, so dass die Ausschnitte **601** zwei Aufgaben gleichzeitig übernehmen.

[0056] Wie aus der Schnittansicht gemäß **Fig. 17** ersichtlich, befindet sich ein flexibles Display-Panel **1702** (z.B. ein flexibles OLED-basiertes Display) unter einem Deckglas **1701**. Das Deckglas **1701** hat oben einen gebogenen Displayrand **1603** und dementsprechend ist das Display-Panel **1702** an der Oberkante nach hinten gebogen. In **Fig. 17** wird das restliche Gehäuse des Smartphones **100** (z.B. Gehäuseunterseite) als punktierte Linie dargestellt.

[0057] Durch das nach hinten Biegen der linken, rechten und oberen Kante eines flexiblen Display-Panels **1702** (in Richtung der Rückseite) können die äußeren horizontalen und vertikalen Abmessung des Smartphones **100** reduziert werden - unter Beibehaltung der ursprünglichen (nutzbaren) Oberfläche des Display-Panels **1702**. Mit anderen Worten: Das Smartphone **100**, gemäß **Fig. 16** und **Fig. 17**, verfügt über eine maximale Bildschirmoberfläche und minimierte Außenmaße. In einigen Ausführungsformen kann das flexible Display-Panel **1702** einen Ausschnitt **601** an allen vier Ecken haben, wobei die Unterkante des Display-Panels **1702** - ähnlich der Oberkante - nach hinten gebogen ist.

[0058] Optional kann, wie in **Fig. 17** dargestellt, ein piezoelektrischer Lautsprecher **1703** (z.B. Piezo Film Speaker mit Piezo-Aktuator) unter dem Display-Panel **1702** angebracht werden. Der piezoelektrische Lautsprecher **1703** kann als Telefon-Lautsprecher (Hörmuschel) dienen.

[0059] **Fig. 18** zeigt eine perspektivische Ansicht einer achten Ausführungsform. Die achte Ausführungs-

form entspricht der siebten Ausführungsform (gemäß **Fig. 16** und **Fig. 17**), außer dass anstelle des piezoelektrischen Lautsprechers **1703** zwei Telefon-Lautsprecher **1802**, **1803** unterhalb (oder in der Nähe) der Ausschnitte **601** in den oberen linken und rechten Ecken angeordnet sind, d.h. je ein Telefon-Lautsprecher **1802**, **1803** liegt in der Nähe des Lichtleiters **901** und des Objektivs **102** der Frontkamera. Wie in der Zeichnung dargestellt, kann die Hörmuschel für jeden Telefon-Lautsprecher **1802**, **1803** (links und rechts) aus mehreren kleinen Löchern oder Öffnungen **1801** bestehen, die den Lichtleiter **901** links und das Objektiv **102** rechts teilweise umgeben oder umkreisen, wobei sich die Löcher oder Öffnungen **1801** noch im Bereich der beiden (konvexen) Ausschnitte **601** des Display-Panels **1702** befinden, so dass die Schallwellen nicht durch das benachbarte Display-Panel **1702** blockiert werden.

[0060] Dieser Ansatz maximiert die verbleibende Fläche des Bildschirms **1601** und ermöglicht gleichzeitig die notwendigen Öffnungen für die Telefon-Lautsprecher **1802**, **1803**. Die kleinen Löcher oder Öffnungen **1801** können jede geeignete Anordnung oder Form haben. Beispielsweise können die kleinen Löcher oder Öffnungen **1801** in einem Viertelkreis angeordnet werden. Zudem kann anstelle von mehreren kleinen Löchern **1801** jede Öffnung (links und rechts) aus einem gekrümmten Schlitz oder Spalt bestehen.

[0061] Im Ergebnis verfügt das Smartphone **100** gemäß **Fig. 18** für Telefonate über zwei Telefon-Lautsprecher bzw. zwei „Hörmuscheln“: ein Telefon-Lautsprecher **1802** in der linken oberen Ecke und ein Telefon-Lautsprecher **1803** in der rechten oberen Ecke des Bildschirms **1601**. Während eines Telefonats kann der Benutzer den jeweils oberen Telefon-Lautsprecher **1802**, **1803** des Smartphones **100** verwenden, während er/sie das Smartphone **100** an sein/ihr Ohr hält. Unter „oberen Telefon-Lautsprecher“ ist in diesem Zusammenhang der Telefon-Lautsprecher **1802**, **1803** in einer höheren Position zu verstehen, während das Smartphone **100** wie ein Telefonhörer an das Ohr gehalten wird, d.h., der Benutzer hält die obere Ecke des Smartphones **100** an sein/ihr Ohr, während sich die untere Ecke des Smartphones **100** auf der Höhe des Halses befindet.

[0062] Je nachdem, ob der Benutzer das Smartphone **100** an das linke oder an das rechte Ohr hält, kann die Smartphone-Ecke mit dem Lichtleiter **901** (links in **Fig. 18**) oder die Smartphone-Ecke mit dem Objektiv **102** (rechts in **Fig. 18**) die Stelle mit dem obersten Telefon-Lautsprecher sein, und da der Benutzer den obersten Telefon-Lautsprecher an sein Ohr hält, kann der untere Telefon-Lautsprecher (auf der Höhe des Halses) abgeschaltet werden.

[0063] Um die aktuelle Ausrichtung des Smartphones **100** zu bestimmen, kann ein Orientierungssensor oder Beschleunigungssensor **1804** verwendet werden. Der Beschleunigungssensor **1804** kann an die I/O-Schnittstelle **204** (gemäß **Fig. 2**) angeschlossen werden und die Richtung der Schwerkraft messen. Bezogen auf das in **Fig. 18** gezeigte Koordinatensystem **1805** kann z.B. der Telefon-Lautsprecher **1803** (rechts, nahe der Linse **102**) abgeschaltet werden, wenn die Schwerkraft primär in die positive Richtung der X-Achse zeigt. Zeigt die Schwerkraft hauptsächlich in die negative Richtung der X-Achse, kann der Telefon-Lautsprecher **1802** (links, in der Nähe des Lichtleiters **901**) abgeschaltet werden. Optional können in anderen Ausführungsformen beide Telefon-Lautsprecher **1802**, **1803** (links und rechts) gleichzeitig arbeiten und ggf. den Schall auf das Ohr fokussieren.

[0064] Der oben beschriebene Ansatz in Bezug auf die achte Ausführungsform ist nicht auf Smartphones **100** mit gebogenen Displayrändern beschränkt. Ebenso kann ein Smartphone **100** mit einem flachen Bildschirm **101**, wie das in **Fig. 7** abgebildete Smartphone **100**, zwei Telefon-Lautsprecher aufweisen, die in den Ausschnitten **601** des Bildschirms **101** untergebracht sind oder nahe der Ausschnitte **601** angeordnet sind, wobei der jeweils untere Telefon-Lautsprecher abgeschaltet werden kann, oder wobei beide Telefon-Lautsprecher den Ton des Telefonats ausgeben.

[0065] **Fig. 19** zeigt, als neunte Ausführungsform, die Vorderseite einer Smartwatch **1900**, welche als weiteres Beispiel für ein mobiles Gerät dient. Die Smartwatch **1900** und der Bildschirm **101** können ein beliebiges Seitenverhältnis haben. In diesem Beispiel hat der Bildschirm **101** (bzw. das Display-Panel **401**) einen konvexen Ausschnitt **601** in der rechten oberen Ecke und einen konvexen Ausschnitt **601** in der linken unteren Ecke. Dementsprechend befindet sich in der rechten oberen Ecke das Objektiv **102** einer Frontkamera und in der linken unteren Ecke eine LED-Leuchte **1901**. Alternativ können sich die beiden Ausschnitte **601** und die Sensoren/Emitter **102**, **1901** in der linken oberen und rechten unteren Ecke oder einer beliebigen anderen Ecke befinden. Die LED-Leuchte **1901** kann als Blitzlicht für Fotos oder als Notfall-Taschenlampe verwendet werden. Die Frontkamera (Objektiv **102**) kann zur Aufnahme eines „Selfies“ verwendet werden. Im Beispiel gemäß **Fig. 19** wird vom Bildschirm **101** ein Bild oder ein Foto dargestellt, das sich nahtlos über die gesamte Breite und Höhe des Bildschirms **101** erstreckt.

[0066] Optional können die beiden konvexen Ausschnitte **601** (für das Objektiv **102** und die LED-Leuchte **1901**) zusätzlich als Sensortasten gemäß der sechsten Ausführungsform verwendet werden. Die Sensortasten können in diesem Fall zum Bedie-

nen von Funktionen der Smartwatch **1900** eingesetzt werden.

[0067] Die in **Fig. 3** bis **Fig. 19** dargestellten Ausführungsformen maximieren die effektiv verfügbare Fläche des Bildschirms **101**, **1601** bzw. des Display-Panels **401**, **1702** bezogen auf die Außenabmessungen des mobilen Geräts **100**, **1900**. Wenn jedoch eine herkömmliche Benutzeroberfläche oder eine herkömmliche Anwendung (App), die vom Computersystem **200** ausgeführt wird, Bildschirminhalte im „Vollbild“ über die gesamte Höhe und/oder Breite des Display-Panels **401** anzeigt, können Teile des Bildschirminhalts aufgrund der Ausschnitte **601** an den Ecken fehlen. Um dies zu vermeiden, können einige Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung die in **Fig. 20**, **Fig. 21** und **Fig. 22** dargestellten Flussdiagramme verwenden. Die Flussdiagramme können als Hardwareschaltung oder per Software auf dem Computersystem **200** implementiert werden. Eine Hardware-Implementierung kann als Field Programmable Gate Array (FPGA) oder als anwendungsspezifische integrierte Schaltung (application specific integrated circuit, ASIC) realisiert werden. Eine Softwarelösung kann auf dem Prozessor **201** und/oder dem Grafiksubsystem **108** gemäß **Fig. 2** laufen. Bei dem Prozessor **201** und dem Grafiksubsystem **108** kann es sich zum Beispiel um eine CPU mit integrierter Grafikprozessoreinheit (GPU) handeln.

[0068] Der vom Grafiksubsystem **108** gerenderte und mittels des Display-Panels **401**, **1702** auf dem Bildschirm **101**, **1601** dargestellte Bildschirminhalt kann aus grafischen Objekten bzw. Bildschirmobjekten bestehen, die hier als „Objekte“ bezeichnet werden. Um die Objekte auf dem Bildschirm **101**, **1601** zu positionieren und/oder um die Größe der Objekte zu skalieren, kann ein Koordinatensystem (X, Y) verwendet werden. Mögliche Objekte, die von einer Anwendung auf dem Computersystem **200** und/oder vom Betriebssystem verwendet werden, sind beispielsweise Bildelemente, Icons, Schaltflächen, Textzeilen, Balken, Rahmen, usw.

[0069] Das Flussdiagramm **2000**, wie in **Fig. 20** dargestellt, kann verwendet werden, um einzelne Bildschirmobjekte bzw. Grafikobjekte („Objekte“) zu handhaben, die auf dem Bildschirm **101**, **1601** aufgrund der Ausschnitte **601** fehlen würden. Dies kann geschehen, bevor die Objekte vom Grafiksubsystem **108** gerendert werden. In Schritt **2001** des Flussdiagramms **2000** wird geprüft, ob das fragliche Objekt von einem Ausschnitt **601** betroffen ist. Durch den Vergleich der X- und Y-Koordinaten der äußeren Form des Objekts mit den entsprechenden X- und Y-Koordinaten der äußeren Form des Ausschnitts **601** kann beispielsweise festgestellt werden, ob sich das Objekt und der Ausschnitt **601** überlappen oder „kollidieren“. Wenn sich das Objekt und der Ausschnitt **601** nicht überlappen, kann das Objekt ohne Änderun-

gen durch das Grafiksubsystem **108** gerendert werden (d.h. Position und Größe bleiben wie ursprünglich vorgesehen). Dies geschieht in Schritt **2002**.

[0070] Andernfalls, wenn sich das Objekt und der Ausschnitt **601** überlappen, wird in Schritt **2003** der Objekttyp bzw. die Objektkategorie ermittelt. Die von der Benutzeroberfläche und/oder von den Anwendungen verwendeten Objekte können in Abhängigkeit von ihren Eigenschaften wie Verwendungszweck, Größe, Relevanz usw. kategorisiert werden. Beispielsweise kann es eine Kategorie von essentiellen Elementen geben, die für die Benutzerinteraktion erforderlich sind, wie Icons, Schaltflächen, Textzeilen, Kontrollkästchen, Dropdown-Boxen, Schieberegler und andere Steuerelemente. Außerdem kann es z.B. eine Kategorie von weniger wichtigen Elementen geben, wie Rahmen, Balken, Bilder und die Außenlinie von Dialogkästen und Sprechblasen.

[0071] Optional kann der Benutzer über ein Konfigurationsmenü oder eine Setup-Option die Relevanz oder die Prioritätsstufe von Objekttypen oder Kategorien als persönliche Präferenz konfigurieren. So kann der Benutzer selbst entscheiden, welche Bildschirmobjekte (Bilder, Texte, usw.) als essentiell bzw. wichtig erachtet werden. Diese Option gilt für alle nachfolgenden Fälle.

[0072] In Schritt **2004** wird geprüft, ob das betreffende Objekt zum Typ der Dekorations- oder Trennelemente gehört (z.B. Rahmen, Balken, Hintergrundfarbe, die Außenlinie von Dialogboxen oder Sprechblasen). Ist dies der Fall, wird das Objekt in Schritt **2005** vom Grafiksubsystem **108** unverändert dargestellt (unter Verwendung der ursprünglichen Position und Größe), da davon ausgegangen wird, dass der Bildschirminhalt auch dann noch verständlich ist, wenn beispielsweise die äußere Linie eines Rahmens oder einer Dialogbox durch einen Ausschnitt **601** unterbrochen wird.

[0073] In Schritt **2006** wird geprüft, ob es sich bei dem betreffenden Objekt um einen Fließtext (fortlaufender Text mit Zeilenumbruch) handelt. Falls dies zutrifft, wird der Fließtext, in Abhängigkeit von der Lage der Ausschnitte **601** im Display-Panel **401**, neu formatiert. Dies geschieht in Schritt **2007**. Falls das Display-Panel **401** einen Ausschnitt **601** in der linken oberen Ecke hat, erfolgt die Neuformatierung durch Einrücken der obersten Zeile(n), und wenn sich ein Ausschnitt **601** in der unteren linken Ecke befindet, erfolgt die Neuformatierung durch Einrücken der untersten Zeile(n), so dass sich der Fließtext und der Ausschnitt **601** nicht mehr überschneiden. Hat das Display-Panel **401** einen Ausschnitt **601** in der oberen oder unteren rechten Ecke, erfolgt die Umformatierung durch Verschieben der Position des Zeilenumbruchs (nach links), so dass sich das letzte Wort bzw. die letzten Wörter der betroffenen ober-

ten oder untersten Zeile(n) nicht mehr mit dem/den Ausschnitt(en) **601** überschneiden; d.h. nach der Umformatierung ist/sind die betroffene(n) Zeile(n) kürzer. Die Anzahl der gekürzten Zeilen ist abhängig von der Schriftgröße und der Höhe des/der Ausschnitte(s) **601**.

[0074] In Schritt **2008** wird geprüft, ob es sich um ein Fullscreen-Video, ein Computerspiel oder eine Fullscreen-3D-Grafik handelt, im Folgenden als Fullscreen-Objekt bezeichnet. Fullscreen-Objekte können sich nahtlos über die gesamte Höhe und/oder Breite des Bildschirms **101** erstrecken. Fullscreen-Objekte werden bei Bedarf über das separate Flussdiagramm **2100** in **Fig. 21** gehandhabt (Unterprogramm-Aufruf in Schritt **2009**). Dies wird weiter unten beschrieben.

[0075] Als nächstes, da es sich bei dem fraglichen Objekt nicht um einen „Sonderfall“ handelt (wie z.B. Trennelemente, Fullscreen-Objekte oder Fließtext), wird in Schritt **2010** geprüft, ob es möglich ist, die Position des Objekts zu verschieben. Dies kann von benachbarten Objekten und den Lücken zwischen den Elementen abhängen, siehe **Fig. 22** bis **Fig. 25** und die zugehörige Beschreibung weiter unten. Wenn es möglich ist, das Objekt (und ggf. benachbarte Objekte) zu verschieben, wird das Objekt in Schritt **2011** von dem/den Ausschnitt(en) **601** so „weggeschoben“, dass sich das Objekt und der/die Ausschnitt(e) **601** nicht mehr überlappen. Typischerweise wird dabei das Objekt (und eventuell benachbarte Objekte) horizontal, vertikal oder etwas in Richtung der Bildschirmmitte verschoben.

[0076] Wenn es aus irgendeinem Grund nicht möglich ist, die Position des Objekts zu verschieben (z.B. können auch benachbarte Objekte unverrückbar sein), müssen je nach Objekttyp spezielle Aktionen durchgeführt werden. Dies geschieht in den folgenden Schritten, beginnend mit Schritt **2012**.

[0077] Handelt es sich bei dem fraglichen Objekt um eine einzelne Textzeile, wie z.B. einem Titel, einer Beschriftung oder einer Überschrift (welche nicht verschoben werden kann), wird in Schritt **2013** die Schriftgröße oder die Zeichenbreite der Textzeile so reduziert, dass sich die Textzeile und der/die Ausschnitt(e) **601** nicht mehr überlappen.

[0078] In Bezug auf Schritt **2014**, wenn das fragliche Objekt ein essentielles Element ist, das für die Benutzerinteraktion benötigt wird (z.B. ein Icon, eine Schaltfläche, eine Checkbox, eine Dropdown-Box, ein Schieberegler oder ein anderes Steuerelement), ist es möglicherweise nicht sinnvoll, die Größe dieses Objekts erheblich zu reduzieren, da dies die Benutzerfreundlichkeit beeinträchtigen könnte. Stattdessen kann die Größe anderer, weniger wichtiger oder weniger relevanter Objekte reduziert werden.

Essentielle Objekte werden vom separaten Flussdiagramm **2200** in **Fig. 22** gehandhabt und werden weiter unten beschrieben (Unterprogramm-Aufruf in Schritt **2015**).

[0079] In anderen Ausführungsformen kann der gesamte Bildschirminhalt in Schritt **2015** so verkleinert werden, dass sich das essentielle Element und der/die Ausschnitt(e) **601** nicht mehr überlappen. (Ersatzweise kann links, rechts, oben und/oder unten ein Rand (z.B. in schwarz) eingefügt werden, je nach Lage des/der Ausschnitt(e) **601**.) Im Ergebnis wird das essentielle Element weit weniger verkleinert, da auch alle anderen Objekte auf dem Bildschirm ein wenig verkleinert werden. Optional kann die Breite und die Höhe unabhängig voneinander skaliert werden.

[0080] In Schritt **2016** wird geprüft, ob es sich bei dem fraglichen Objekt um ein Bildelement handelt. Das Bildelement kann ein Bitmap-Bild sein, das in einem bekannten Dateiformat wie BMP, JPG, GIF oder PNG gespeichert ist. Ist das Objekt ein Bildelement, kann in Schritt **2017** eine Texterkennung durchgeführt werden, d.h. der Bitmap-Inhalt des Bildelements kann mittels optischer Zeichenerkennung (optical character recognition, OCR) analysiert werden. Alle bekannten Techniken können für den OCR-Prozess verwendet werden, einschließlich (aber nicht beschränkt auf) Zeilen- und Worterkennung, Zeichenisolierung oder -segmentierung, Zeichenerkennung mittels Matrixabgleich und/oder Merkmalsextraktion.

[0081] Als nächstes, in Schritt **2018**, wenn der OCR-Prozess keinen relevanten Text und keine relevanten Wörter, Zahlen, Zeichen, Logos oder andere Symbole gefunden hat, die sich mit dem/den Ausschnitt(en) an der/den Ecke(n) des Bildschirms **101** überschneiden **601**, kann das Bildelement vom Grafiksubsystem **108** ohne Änderungen gerendert werden (Position und Größe wie ursprünglich vorgesehen, siehe Schritt **2019** im Flussdiagramm), da davon auszugehen ist, dass Bildbereiche ohne Zeichen oder Symbole für den Anwender weniger wichtig sind. Andere Ausführungsformen können ohne OCR-Prozess implementiert werden, d.h. alle Bilder werden ohne Änderungen gerendert (Schritt **2019**, wobei die Schritte **2017** und **2018** übersprungen werden), und es wird angenommen, dass Bilder oder Fotos in der Regel keine wesentlichen Informationen in der Nähe der Bildränder enthalten. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass das Bildelement Text oder Zeichen an anderen Stellen enthalten kann, die sich nicht mit dem/den Ausschnitt(en) **601** überschneiden. In einem solchen Fall (z.B. ein Symbol oder ein Text in der Bildmitte) kann die Position und Größe des Bildelements unverändert bleiben.

[0082] Andernfalls, wenn relevante Symbole oder Zeichen (z.B. der Anfang eines Wortes) im Bereich eines Ausschnitts **601** gefunden werden, kann das

Bildelement in Schritt **2020** auf eine kleinere Größe skaliert werden. Durch die kleinere Größe kann das Bildelement nun (teilweise) vom Ausschnitt **601** weg bewegt werden, so dass relevante Symbole oder Zeichen im Bild sichtbar sind.

[0083] Alternativ, anstatt das Bildelement auf eine kleinere Größe zu skalieren, können die relevanten, aber (teilweise) unsichtbaren Symbole oder Texte, die an der Ecke des Bildelements vorgefunden werden, an eine andere Stelle im Bild kopiert werden (d.h. weiter weg von der Ecke). Dies kann durch Bildverarbeitung und/oder Bildmanipulation erfolgen; z.B. durch Kopiervorgänge, die auf das Bitmap-Bild angewendet werden. Der neue Ort für das/die Symbol(e) oder die Texte wird vorzugsweise so gewählt, dass keine wichtigen Bildbereiche von dem/den verschobenen Symbol(en) oder Text verdeckt oder beeinträchtigt werden. Das/die Symbol(e) oder der Text können als Block inklusive Hintergrund verschoben werden oder aus dem Bildhintergrund extrahiert werden, z.B. durch Objekterkennung und/oder OCR, so dass der ursprüngliche Bildhintergrund an der neuen Stelle teilweise sichtbar bleibt.

[0084] Wenn das fragliche Objekt keiner der oben aufgeführten Kategorien angehört, kann in Schritt **2021** des Flussdiagramms **2000** das (unbekannte) Objekt auf eine kleinere Größe skaliert und leicht verschoben werden, so dass sich das Objekt und der/die Ausschnitt(e) **601** nicht mehr überlappen.

[0085] In anderen Ausführungsformen kann eine Unterstützung für weitere Objekttypen implementiert werden. Beispielsweise kann eine Analyse von Vektorgrafiken und/oder grafischen Primitiven (z.B. Ellipse, Kreis, Rechteck oder Polygon) ergänzt werden: Die Linien und/oder Verzweigungspunkte von Vektorgrafiken oder grafischen Primitiven können nach Relevanz kategorisiert werden, und die Vektorgrafiken oder grafischen Primitiven können so skaliert werden, dass nur weniger wichtige Teile (z.B. eine durchgehende Polylinie) durch den/die Ausschnitt(e) **601** unterbrochen werden.

[0086] Wenn das Display-Panel **401**, **1702** mehr als einen Ausschnitt **601** hat, z.B. Ausschnitte **601** an den oberen linken und rechten Ecken, kann für jeden Ausschnitt **601** die im Flussdiagramm **2000** (gemäß **Fig. 20**) beschriebene Vorgehensweise angewendet werden.

[0087] Das Flussdiagramm **2100**, dargestellt in **Fig. 21**, kann verwendet werden, um Fullscreen-Objekte wie Fullscreen-Videos, Computerspiele und Fullscreen-3D-Grafiken zu handhaben. Fullscreen-Objekte können sich nahtlos über die gesamte Höhe und/oder Breite des Bildschirms **101** erstrecken. Beispielsweise kann ein Display-Panel **401** einen Ausschnitt **601** an der linken oberen Ecke und einen Aus-

schnitt **601** an der rechten oberen Ecke haben; ein Fullscreen-Objekt wie z.B. ein Computerspiel kann beispielsweise im Hochformat dargestellt werden und sich nahtlos über die gesamte vertikale Bildschirmhöhe des Display-Panels **401** erstrecken, d.h. vom oberen Rand bis zum unteren Rand des Display-Panels **401**, so dass der oberste Teil des Fullscreen-Objekts (z.B. des Computerspiels) zwischen dem linken oberen Ausschnitt **601** und dem rechten oberen Ausschnitt **601** angezeigt wird. In einem anderen Beispiel wird eine 3D-Grafikszene im Querformat dargestellt; die 3D-Grafikszene kann sich nahtlos über die gesamte horizontale Bildschirmbreite des Display-Panels **401** erstrecken, d.h., vom linken Rand bis zum rechten Rand des Display-Panels **401**.

[0088] In Schritt **2101** des Flussdiagramms **2100** (siehe **Fig. 21**) wird der Objekttyp oder die Kategorie des Fullscreen-Objekts bestimmt. Fullscreen-Objekte können beispielsweise nach Zweck oder Relevanz kategorisiert werden.

[0089] In Schritt **2102** wird geprüft, ob der Objekttyp „3D-Grafik“ ist, z.B. ein Computerspiel. Typischerweise besteht die Grafik eines Computerspiels, die von einer 3D-Engine erzeugt wird, aus zwei Teilen: der 3D-Grafikszene (mit Objekten wie Landschaft, Gebäuden, Fahrzeugen, Menschen und Tieren) und einer Overlay-Ebene (mit eingeblendeten Objekten wie einem Punktestand, einem Tachometer, einer Statusmeldung oder einem Text-Overlay). In Bezug auf Schritt **2103** können eingeblendete Objekte separat verschoben und mit dem Flussdiagramm **2000** gemäß **Fig. 20** gehandhabt werden. (Siehe „Textzeile“ und „Bildelement“ in Schritt **2012**, Schritt **2013** und Schritt **2016** bis **2020**.) Die 3D-Grafikszene kann vom Grafiks subsystem **108** ohne Änderungen über die gesamte Breite und/oder Höhe des Bildschirms **101** gerendert werden. In diesem Beispiel wird davon ausgegangen, dass eingeblendete Objekte wie ein Punktestand gut sichtbar sein sollten, während die 3D-Grafikszene auch dann noch brauchbar ist, wenn einige Bereiche an den Ecken des Bildschirms **101** aufgrund der Ausschnitte **601** fehlen.

[0090] In Schritt **2104** wird geprüft, ob der Objekttyp „Fullscreen-Video“ ist, z.B. ein Live-Stream oder die Wiedergabe einer Videodatei. Die Videodatei kann in einem bekannten Dateiformat wie MP4 oder AVI gespeichert sein. In diesem Beispiel wird das Fullscreen-Video im „Landscape Mode“ angezeigt, d.h. der Benutzer hält das Smartphone **100** horizontal.

[0091] Wenn das aktuelle Objekt ein Fullscreen-Video ist, wird das Seitenverhältnis des Fullscreen-Videos in Schritt **2105** überprüft. Wenn das Seitenverhältnis des Fullscreen-Videos und das Seitenverhältnis des Display-Panels **401**, **1702** ungefähr gleich sind, kann in Schritt **2106** die Ausgabe des Videos auf eine etwas kleinere Größe skaliert werden, so dass

die Ecken des Videos besser sichtbar sind. Dies wird als „Windowboxing“ bezeichnet. Wenn beispielsweise sowohl das Fullscreen-Video als auch das Display-Panel **401**, **1702** ein Seitenverhältnis von **16:9** haben, kann das Video unter Beibehaltung des ursprünglichen Seitenverhältnisses des Videos leicht verkleinert werden. Dadurch werden die unsichtbaren Bereiche an den Ecken des Videos kleiner, die aufgrund der Ausschnitte **601** fehlen. (Optional kann der Benutzer das gewünschte Verhalten als Voreinstellung festlegen.)

[0092] In Schritt **2107** wird geprüft, ob das Fullscreen-Video ein breiteres, d.h. größeres Seitenverhältnis („wide-screen aspect ratio“) hat als das Display-Panel **401**, **1702**. Dies wäre zum Beispiel der Fall, wenn das Fullscreen-Video ein Spielfilm im Panavision®- oder CinemaScope®-Format 2,35:1 ist, während das Display-Panel **401**, **1702** ein Seitenverhältnis von 1,78:1 hat, besser bekannt als **16:9**.

[0093] Wenn das Seitenverhältnis des Fullscreen-Videos größer ist als das Seitenverhältnis des Display-Panels **401**, **1702**, wird in Schritt **2108** das Fullscreen-Video in einem Modus angezeigt, der eine neue Variante des „Letterboxing“ ist: Horizontale Balken, typischerweise schwarze Balken, werden am oberen und/oder unteren Rand des Fullscreen-Videos hinzugefügt, wobei das Fullscreen-Video im Querformat über die gesamte Breite des Display-Panels **401**, **1702** dargestellt wird, so dass aufgrund der gewählten Anordnung die Ausschnitte **601** des Display-Panels **401**, **1702** zumindest teilweise in den horizontalen Balken untergebracht sind. Im Ergebnis ist das Fullscreen-Video - trotz der Ausschnitte **601** an den Ecken des Display-Panels **401**, **1702** - vollständig oder größtenteils sichtbar.

[0094] Anderenfalls, wenn das Seitenverhältnis des Fullscreen-Videos kleiner ist als das Seitenverhältnis des Display-Panels **401**, **1702**, wird in Schritt **2109** das Fullscreen-Video in einem Modus angezeigt, der als „Pillarboxing“ bezeichnet wird. Beispielsweise kann das Fullscreen-Video ein klassisches Seitenverhältnis von **4:3** haben und das Display-Panel **401**, **1702** hat ein Seitenverhältnis von **16:9**. In einem anderen Beispiel hat das Fullscreen-Video ein Seitenverhältnis von **16:9** und das Display-Panel **401**, **1702** ein Seitenverhältnis von **21:9**. In beiden Fällen werden vertikale Balken (z.B. in schwarz) auf der linken und/oder rechten Seite des Fullscreen-Videos (im Querformat) so eingefügt, dass sich die Ausschnitte **601** des Display-Panels **401**, **1702** im Bereich der vertikalen Balken befinden. Im Ergebnis ist das Fullscreen-Video - trotz der Ausschnitte **601** an den Ecken des Display-Panels **401**, **1702** - vollständig oder größtenteils sichtbar.

[0095] Wenn das fragliche Fullscreen-Objekt nicht zu den oben genannten Kategorien gehört, kann in

Schritt **2110** das (unbekannte) Fullscreen-Objekt auf eine kleinere Größe skaliert werden und ggf. leicht verschoben werden, so dass sich das Fullscreen-Objekt und die Ausschnitte **601** nicht mehr überlappen. In anderen Ausführungsformen kann eine Unterstützung für weitere Objekttypen implementiert werden.

[0096] In der Beschreibung zu **Fig. 20**, Schritt **2011** wird erwähnt, dass die Möglichkeit, ein Objekt zu verschieben, von benachbarten Objekten abhängen kann, die eine erforderliche Verschiebung des Objekts blockieren. Das Flussdiagramm **2200** in **Fig. 22** handhabt solche Situationen. (Wenn auf benachbarte Objekte keine Rücksicht genommen werden würde, würden sich das verschobene Objekt und die benachbarten Objekte überlappen.)

[0097] In Schritt **2201** des Flussdiagramms **2200** aus **Fig. 22** wird zunächst geprüft, ob benachbarte Objekte in die Quere kommen, wenn das aktuelle Objekt vom Ausschnitt **601** wegbewegt wird. Wenn keine Objekte die Verschiebung blockieren, wird das aktuelle Objekt in Schritt **2202** so verschoben, dass sich kein Teil des Objekts mit dem Ausschnitt **601** überlappt. Das Objekt kann horizontal, vertikal, diagonal oder in jede beliebige Richtung versetzt werden.

[0098] Anderenfalls, falls benachbarte Objekte die Verschiebung des aktuellen Objekts blockieren, wird in Schritt **2203** geprüft, ob das/die benachbarte(n) Objekt(e) verschoben werden können, und falls zutreffend, wird/werden das/die benachbarte(n) Objekt(e) je nach Bedarf so verschoben, dass auch das aktuelle Objekt verschoben werden kann (und zwar weg vom Ausschnitt **601**). Dies geschieht in Schritt **2204**. Da das/die benachbarte(n) Objekt(e) wiederum durch andere benachbarte Objekte blockiert werden könnte(n), kann zu diesem Zweck ein rekursiver Algorithmus verwendet werden. Je nach Anordnung müssen nicht alle benachbarten Objekte verschoben werden.

[0099] Wenn es nicht möglich ist, die notwendigen Positionsänderungen vorzunehmen, d.h. wenn mindestens ein benachbartes Objekt aus irgendeinem Grund nicht bewegt werden kann, wird in Schritt **2205** geprüft, ob das aktuelle Objekt wichtiger ist als das/die „unflexible(n)“ benachbarte(n) Objekt(e). Zu diesem Zweck können die Objekte nach Zweck, Relevanz, Größe etc. kategorisiert werden. Beispielsweise kann es essentielle Objekte mit hoher Relevanz geben (z.B. eine Schaltfläche, eine Checkbox, eine Dropdown-Box oder einen Schieberegler) und Dekorationsobjekte mit geringer Relevanz (z.B. ein Rahmen oder ein Bild). Eine Kategorisierung nach Zweck und/oder Relevanz kann auch beinhalten, zwischen interaktiven und statischen Elementen zu unterscheiden. Des Weiteren ist es weniger problematisch, die Größe eines großen Objekts zu reduzieren.

[0100] Wenn das aktuelle Objekt (z.B. eine Schaltfläche) wichtiger ist als jedes „unflexible“ benachbarte Objekt (z.B. Bilder), dann werden die benachbarten Objekte in Schritt **2206** auf eine kleinere Größe skaliert, und der gewonnene Platz wird verwendet, um das aktuelle Objekt vom Ausschnitt **601** wegzubewegen, damit es vollständig sichtbar wird. Ist das aktuelle Objekt weniger wichtig als das/die benachbarte(n) Objekt(e), wird in Schritt **2207** die Größe des aktuellen Objekts reduziert, so dass (dank der kleineren Größe) das aktuelle Objekt zumindest geringfügig vom Ausschnitt **601** entfernt werden kann.

[0101] Optional kann eine Liste mit allen auf dem Bildschirm beteiligten und/oder betroffenen Objekten nach Relevanz sortiert werden. Auf diese Weise sind die am wenigsten wichtigen Objekte bekannt. Die am wenigsten wichtigen Objekte sind möglicherweise bevorzugte Kandidaten, bei denen die Größe reduziert werden kann.

[0102] **Fig. 23** zeigt grafische Objekte einer herkömmlichen Anwendung (App), die nicht für die vier Ausschnitte **601** an den Ecken des Bildschirms **101** optimiert ist. Ein mittelgroßes Bildelement **2301** (z.B. ein Logo, Symbol oder anderes Design), befindet sich in der linken oberen Ecke des Bildschirms **101**. In diesem Beispiel ist der obere Teil des Buchstabens „L“ durch den Ausschnitt **601** unsichtbar. Vier kleine Icons **2302** bis **2305** befinden sich rechts neben dem Bildelement **2301**. In diesem Beispiel sind die Icons essentielle Elemente der Benutzeroberfläche und müssen sichtbar sein. Das letzte Icon **2305** ist jedoch durch den Ausschnitt **601** in der rechten oberen Ecke teilweise unsichtbar, wodurch das Icon **2305** praktisch unkenntlich bzw. unbrauchbar wird. Der Bildschirminhalt im unteren Bereich des Bildschirms **101** besteht aus einem großen Bildelement **2306** mit einem Foto, z.B. einer JPG-Bilddatei. Der Text in der rechten unteren Ecke des Bildelements **2306** ist Teil der Bitmap-Daten des Bildes (und kein separater Textstring). Wie man sehen kann, wurde der Name nach „Photo taken by ...“ durch den Ausschnitt **601** abgeschnitten (und ist somit nicht zu erkennen).

[0103] Das Betriebssystem, auf dem die herkömmliche App läuft, kann die Größe und Position der grafischen Objekte nach dem in Flussdiagramm **2000** (**Fig. 20**) und Flussdiagramm **2200** (**Fig. 22**) beschriebenen Ansatz so anpassen, dass alle relevanten oder essentiellen Elemente sichtbar sind. Die in **Fig. 24** gezeigte Lösung basiert auf der Vorgabe, Objekte horizontal zu verschieben.

[0104] Eine Analyse der Relevanz von Icon **2305** (Schritt **2003** im Flussdiagramm **2000**) zeigt, dass Icon **2305** essentiell ist und horizontal nach links verschoben werden muss. Diese Verschiebung wird durch die benachbarten Icons **2302**, **2303**, **2304** blo-

ckiert, die ebenfalls essentiell sind und außerdem zu klein sind, um ihre Größe zu reduzieren, so dass mittels Flussdiagramm **2200** entschieden wird, dass alle vier Icons nach links verschoben werden müssen (z.B. rekursiver Algorithmus). Das mittelgroße Bildelement **2301** hat eine geringere Bedeutung und ist so groß, dass eine Verkleinerung akzeptabel ist, siehe Schritt **2203** und Schritt **2205** im Flussdiagramm **2200**.

[0105] Optional kann eine optische Zeichenerkennung (OCR) auf das mittelgroße Bildelement **2301** angewendet werden. Die Analyse könnte ergeben, dass die Buchstaben (in „LOGO“) relativ groß sind und dass es akzeptabel ist, wenn ein Teil des Buchstabens „L“ unsichtbar bleibt. Das Bildelement **2301** wird folglich verkleinert, aber nur leicht nach rechts verschoben.

[0106] Hinsichtlich des großen Bildelements **2306** aus **Fig. 24** findet die optische Zeichenerkennung (OCR) in der rechten unteren Ecke den kleinen Text „Photo taken by ...“ (siehe Schritt **2017** im Flussdiagramm **2000**). Daher wird das Bildelement **2306** gemäß Schritt **2020** verkleinert und horizontal nach links verschoben, so dass der Name „Alice“ sichtbar wird. Da in der linken unteren Ecke des Bildelements **2306** (per OCR) keine relevanten Symbole oder Zeichen gefunden wurden, ist es akzeptabel, dass diese Ecke des Fotos durch den Ausschnitt **601** „abgeschnitten“ wird. Alternativ kann, wie in **Fig. 25** gezeigt, eine Vorschrift angewendet werden, nach der die Objekte diagonal zur Mitte des Bildschirms **101** bewegt werden, wie durch die beiden Pfeile **2501** angedeutet.

[0107] Optional können fortgeschrittenere Methoden angewendet werden, wie z.B. ein trainiertes neuronales Netzwerk, um die Anordnung der grafischen Objekte auf dem Bildschirm zu optimieren. Neuronale Netze können so trainiert werden, dass sie wichtige Objekte von weniger wichtigen Objekten unterscheiden, und sie können mit einer Reihe von bevorzugten Layouts trainiert werden, die sowohl optisch ansprechend als auch benutzerfreundlich sind, wobei die Ausschnitte **601** je nach Bedarf gemieden werden. Das System kann häufig genutzte Anwendungen („Apps“) erkennen und sich das beste Layout für die jeweilige App merken. Außerdem können neuronale Netze aus dem Nutzerverhalten lernen: Wenn der Benutzer zum Beispiel das aktuelle Layout (welches von einem neuronalen Netzwerk erzeugt wurde) deaktiviert, könnte das Layout unvorteilhaft sein.

[0108] **Fig. 26** bis **Fig. 30** zeigen ein Beispiel bei dem auf dem Bildschirm **101** eine HTML-Webseite oder die Seite eines E-Book dargestellt wird. Je nach Ausführungsform kann ein Webbrowser oder eine dedizierte Reader-App, die auf dem Smartphone **100** läuft, für die Darstellung des Inhalts der HTML-Webseite oder des E-Books zuständig sein. Im Bei-

spiel nach **Fig. 26** ist der Fließtext **2601** nicht für die vier Ausschnitte **601** an den Ecken des Bildschirms **101** optimiert. Im Ergebnis werden einige Worte der Geschichte („Alice's Adventures in Wonderland“, gemeinfrei) abgeschnitten oder fehlen ganz an den Ecken. Beispielsweise ist das Wort „by“ durch den Ausschnitt **601** in der rechten oberen Ecke vollständig unsichtbar.

[0109] In **Fig. 27** wird eine Ausführungsform gezeigt, die den Fließtext **2601** bei den Ausschnitten **601** links einrückt und rechts die Position des Zeilenumbruchs so anpasst, dass kein Teil des Textes durch die Ausschnitte **601** unsichtbar wird; siehe Schritt **2007** im Flussdiagramm **2000**. Optional kann, wie in **Fig. 27** gezeigt, die Größe des Einzugs und die Position des Zeilenumbruchs von Zeile zu Zeile variieren, um die Länge der Zeilen an die konvexe Form der Ausschnitte **601** anzupassen.

[0110] Wie aus einem Vergleich zwischen **Fig. 27** und **Fig. 26** ersichtlich, haben sich die Zeilenumbrüche des gesamten ersten Absatzes der Geschichte geändert; z.B. gibt es eine neue siebte Zeile (mit dem Wortlaut: „conversations?“). Wenn der Text der Geschichte z.B. in einem Webbrowser nach unten gescrollt wird, würde sich mindestens der Zeilenumbruch des obersten Absatzes während des Scrollens permanent ändern, was zu einer schlechten Benutzererfahrung führen kann. Daher ist die Ausführungsform nach **Fig. 27** möglicherweise nur dann sinnvoll, wenn die Seiten nicht scrollbar sind; z.B. kann der Benutzer die Seiten eines E-Books mittels einer Wischgeste auf dem Touchscreen (nach links oder rechts) umblättern.

[0111] Die Ausführungsform gemäß **Fig. 28** und **Fig. 29** dient dazu, einen Textblock **2801** nach oben und unten zu scrollen, ohne dass das oben erwähnte Problem der ständig wechselnden Zeilenumbrüche auftritt (z.B. im obersten Absatz). Dies wird erreicht, indem die Buchstabenbreite (bzw. Schriftbreite) und/oder der Buchstabenabstand (bzw. Zeichenabstand) unter Beibehaltung der ursprünglichen Buchstabenhöhe und des ursprünglichen Zeilenabstandes dynamisch verändert wird.

[0112] Dies ist in **Fig. 28** dargestellt: Die Buchstabenbreite der ersten beiden Zeilen und der letzten beiden Zeilen wurde so reduziert, dass alle Wörter der Originalzeilen (wie in **Fig. 26** dargestellt, nur ohne die Ausschnitte **601**) in die reduzierte Breite zwischen den Ausschnitten **601** passen; beispielsweise werden die Wörter „sitting by“ weiterhin in der ersten Zeile und nicht in der zweiten Zeile angezeigt (wie dies in **Fig. 27** der Fall ist). Am oberen und/oder unteren Rand des Bildschirms **101** kann die Buchstabenbreite und/oder der Buchstabenabstand von Zeile zu Zeile variieren, um die Länge der Zeilen an die konvexe Form der Ausschnitte **601** anzupassen. Da sich

die vertikale Position der Zeilen während des Scrollens der Seite permanent ändert, kann die Buchstabenbreite und/oder der Buchstabenabstand für Zeilen, die sich im Bereich der Ausschnitte **601** befinden, fortlaufend angepasst werden - so lange bis der Benutzer aufhört zu scrollen.

[0113] Fig. 29 zeigt den gleichen Textblock **2801** um eine Zeile nach unten gescrollt: Während die erste Zeile der Geschichte jetzt unsichtbar ist, wurde die Buchstabenbreite der zweiten und dritten Zeile reduziert, da sie jetzt die obersten Zeilen auf dem Bildschirm **101** sind. Wie ein Vergleich zwischen Fig. 29 und Fig. 28 zeigt, haben sich die Wortumbrüche (z.B. im ersten Absatz) nicht geändert, was zu einer guten Benutzererfahrung beim Scrollen führt. Daher ist die Ausführungsform gemäß Fig. 28 und Fig. 29 besonders gut geeignet für einen scrollbaren Text, wie z.B. eine HTML-Webseite, die in einem Webbrowser dargestellt wird.

[0114] Fig. 30 und Fig. 31 zeigen ein weiteres Beispiel: Das Display-Panel **401** des Smartphones **100** hat an den oberen Ecken einen „oberen linken Ausschnitt“ **601** und einen „oberen rechten Ausschnitt“ **601**. Das Computersystem **200** des Smartphones **100** kann so konfiguriert oder programmiert werden, dass ein scrollbarer Bildschirminhalt auf dem Display-Panel **401** angezeigt wird; z.B. eine HTML-Webseite (die von einem Webbrowser dargestellt wird), ein scrollbares Dokument, ein scrollbares E-Book oder andere scrollbare Inhalte von einer App, die auf dem Computersystem **200** läuft. Der scrollbare Bildschirminhalt erstreckt sich nahtlos über die gesamte Höhe des Display-Panels **401**, so dass der oberste Teil des Bildschirminhalts zwischen dem oberen linken und dem oberen rechten Ausschnitt **601** angezeigt wird.

[0115] Das Computersystem **200** stellt aufgrund einer entsprechenden Benutzereingabe fest, dass der Bildschirminhalt vertikal gescrollt werden soll; z.B. kann der Benutzer eine (vertikale) Wischgeste auf dem Touchscreen **101** ausführen. Anschließend kann das Computersystem **200** anhand der aktuellen vertikalen Scrollposition des Bildschirminhalts ein oder mehrere Bildschirmobjekte identifizieren, die sich mit dem Bereich des oberen linken oder oberen rechten Ausschnitts **601** überlappen und die Objektkategorien dieser Bildschirmobjekte gemäß Flussdiagramm **2000** bestimmen (Fig. 20). Es kann z.B. die Objektkategorie „Textzeile“ und die Objektkategorie „Bildelement“ geben. Das in Fig. 30 gezeigte Bildelement **2306** kann eine Zeichnung oder ein Foto sein und gehört der Kategorie „Bildelement“ an. Die Zeilen der Textblöcke **2801** gehören der Kategorie „Textzeile“ an.

[0116] Während des Scrollens kann das Grafiksystem **108** kontinuierlich aktualisierte Bildschirmhalte wiedergeben (z.B. mit einer definierten Bildra-

te) - mindestens so lange wie das Scrollen andauert. Jede Textzeile der Textblöcke **2801**, die sich mit dem Bereich des oberen linken oder oberen rechten Ausschnitts **601** überlappt, kann durch Reduzierung der Buchstabenbreite und/oder des Buchstabenabstands angepasst werden, wobei die ursprüngliche Buchstabenhöhe und der ursprüngliche Zeilenabstand beibehalten werden. Die Länge jeder Textzeile kann auf eine vorgegebene Form angepasst werden, die sich zumindest teilweise aus der Form des oberen linken oder oberen rechten Ausschnitts **601** ergibt. Dies wird in Fig. 30 durch die drei obersten Zeilen des oberen Textblocks **2801** dargestellt. Da sich die vertikale Position der Zeilen beim Scrollen des Bildschirminhalts permanent ändert, kann die Buchstabenbreite und/oder der Buchstabenabstand für jede Textzeile, die sich im Bereich der Ausschnitte **601** befinden, kontinuierlich angepasst werden - bis der Benutzer aufhört zu scrollen.

[0117] Bildschirmobjekte der Kategorie „Bildelement“, wie z.B. das Bildelement **2306** in Fig. 30, können vom Grafiksystem **108** ohne Größenänderung, d.h. in Original- oder Sollgröße, gerendert werden, da davon ausgegangen wird, dass ein Bild auch dann noch brauchbar ist, wenn ein Bereich am Bildrand durch den oberen linken oder oberen rechten Ausschnitt **601** unsichtbar ist. Diese Situation ist in Fig. 31 dargestellt, in der der Bildschirminhalt von Fig. 30 um ca. sechs Zeilen nach unten gescrollt ist.

[0118] Die in Fig. 20 bis Fig. 31 offenbarten Ausführungsformen behandeln die fehlenden Bildschirmbereiche an den Ecken des Display-Panels **401**, **1702** durch selektives Skalieren und/oder Verschieben von grafischen Objekten, beispielsweise durch Verkleinern der Buchstabenbreite in einer bestimmten Textzeile. Anstatt auf Objektebene zu arbeiten (d.h. mit grafischen Bildschirmobjekten), kann auch der gesamte Bildschirminhalt auf Pixelebene angepasst werden, wie in den folgenden Ausführungsformen beschrieben.

[0119] In einer Ausführung werden alle horizontalen Pixelzeilen auf der Höhe der Ausschnitte **601** (d.h. alle Pixelzeilen am oberen und/oder unteren Rand des Bildschirms **101**) einzeln auf eine kürzere Breite skaliert, so dass die Breite jeder Pixelzeile auf die konvexe Form der Ausschnitte **601** „zugeschnitten“ ist. Es entsteht ein Bildschirminhalt mit Verzerrungen in der Nähe der Ausschnitte **601** - jedoch ist der gesamte Bildschirminhalt sichtbar, es fehlen keine Bereiche. Der Effekt ist teilweise vergleichbar mit Fig. 29: Es gäbe signifikante Verzerrungen in der Nähe des Ausschnitts **601** in der linken oberen Ecke, fast keine Verzerrungen in der Mitte und signifikante Verzerrungen in der Nähe des Ausschnitts **601** in der rechten oberen Ecke. Das Ausmaß der Verzerrungen kann reduziert werden, indem die Übergänge geglättet werden und ein kleiner Teil des Bildschirms ungenutzt gelas-

sen wird, und zwar unterhalb der oberen Ausschnitte **601** und/oder oberhalb der unteren Ausschnitte **601**. Die Vorgehensweise, einen kleinen Teil unterhalb und/oder oberhalb der Ausschnitte **601** ungenutzt zu lassen (d.h. eine vorgegebene Form zu verwenden, die sich leicht von der Form der Ausschnitte **601** unterscheidet) kann auch auf die in **Fig. 28** bis **Fig. 31** dargestellten Ausführungsformen angewendet werden.

[0120] In einer anderen Ausführungsform werden vertikale Pixelreihen (die links und rechts von den Ausschnitten **601** betroffen sind) auf eine kürzere Länge skaliert, so dass die Höhe jeder Pixelreihe auf die konvexe Form der Ausschnitte **601** „zugeschnitten“ ist. Da vertikale Pixelreihen in diesem Beispiel länger sind als horizontale Pixelzeilen, können Verzerrungen in vielen Bereichen des Bildschirms reduziert werden.

[0121] In einer weiteren Ausführungsform, insbesondere wenn Fotos oder andere Bilder angezeigt werden sollen, kann die horizontale und vertikale Skalierung kombiniert werden. Optional können die Ecken des Bildes weich ausgeblendet werden, kontrastarm dargestellt werden oder unscharf gemacht werden.

[0122] Die im Flussdiagramm **2000** (**Fig. 20**), Flussdiagramm **2100** (**Fig. 21**) und Flussdiagramm **2200** (**Fig. 22**) skizzierte Vorgehensweisen identifizieren essentielle und weniger wichtige Elemente bzw. Bereiche auf dem Bildschirm und gestalten das Layout entsprechend um. In anderen Ausführungsformen kann der Anwender selbst entscheiden, ob der fehlende Bildschirminhalt (der aufgrund der Ausschnitte **601** an den Ecken unsichtbar ist) essentiell ist.

[0123] Wenn beispielsweise ein Foto im Vollbild (d.h., volle Breite und/oder Höhe) auf dem Bildschirm **101** angezeigt wird, und sich keine essentiellen Bildbereiche an den Ecken des Fotos befinden (normalerweise ist dies der Fall), ist es akzeptabel, dass die Ecken des Fotos von den Ausschnitten **601** „abgeschnitten“ werden, und folglich gibt es für den Benutzer keine Veranlassung den aktuellen Anzeigemodus (z.B. Standard-Modus) zu ändern.

[0124] Andernfalls, wenn auf dem Bildschirm **101** z.B. der Text eines E-Books dargestellt wird (wie in **Fig. 26**), wird der Benutzer feststellen, dass Wörter abgeschnitten sind oder fehlen, z.B. an den oberen Ecken des Bildschirms **101**. Daher führt der Benutzer eine definierte Benutzereingabe durch, woraufhin das Betriebssystem den gesamten Bildschirminhalt etwa um die Höhe der oberen Ausschnitte **601** nach unten verschiebt (siehe **Fig. 32**). Dadurch werden vorübergehend die oberen Zeilen des E-Books vollständig sichtbar. Der verfügbare Platz zwischen den beiden oberen Ausschnitten **601** kann genutzt wer-

den, um eine Statusleiste **3201** mit nützlichen Informationen und/oder Symbolen wie Signalstärke, Zeit und Batteriestatus anzuzeigen. Die Statusleiste **3201** kann eine beliebige Höhe haben. Beispielsweise ist die in **Fig. 32** dargestellte Statusleiste **3201** etwas kleiner als die Höhe der Ausschnitte **601**, und die Statusleiste in **Fig. 8** hat ungefähr die gleiche Höhe wie die Ausschnitte **601**. In anderen Ausführungsformen kann die Höhe der Statusleiste **3201** größer sein als die Höhe der Aussparungen **601**.

[0125] Der Anwender kann zwischen einer „maximierten Ansicht“ gemäß **Fig. 26**, einer „Detailansicht“ gemäß **Fig. 32** (und ggf. weiteren Ansichten oder Layouts) wechseln, indem er/sie eine definierte Benutzereingabe durchführt. Beispielsweise kann eine Touchscreen-Geste verwendet werden, wie z.B. ein „Swipe-down“ von der oberen Kante des Bildschirms **101** (beginnend am oberen Rand). In anderen Ausführungsformen kann eine neuartige „Drag-along“- oder „Drag-away“-Geste verwendet werden, wie vorgeschlagen im US-Patent 9,323,340 B2 mit dem Titel „Method for gesture control“. Um mit der neuartigen „Drag-along“- oder „Drag-away“-Geste zwischen „maximierter Ansicht“ und „Detailansicht“ zu wechseln, kann der Benutzer den Touchscreen an beliebiger Stelle berühren (nicht notwendigerweise am Rand) und dann, während er seinen Finger unbewegt lässt, das Smartphone **100** unter den unbewegten Finger verschieben, so dass der unbewegte Finger auf dem Touchscreen gleitet. Sobald die Geste vom Betriebssystem erkannt wird, wechselt das System je nach Richtung der Umschaltbewegung (z.B. vorwärts oder rückwärts) zwischen den Ansichten.

[0126] Darüber hinaus kann mit verschiedenen bewegungsbasierten Gesten zwischen der „maximierten Ansicht“ und der „Detailansicht“ umgeschaltet werden. Zum Beispiel kann der Benutzer das Smartphone **100** (ungefähr) um die X-Achse des Koordinatensystems **1805** neigen bzw. drehen, und zwar in einer schnellen Vorwärts- und Rückwärtsbewegung, was bewirkt, dass das Betriebssystem zwischen den Ansichten wechselt.

[0127] Alternativ können druckempfindliche Sensoren, die an die I/O-Schnittstelle **204** angeschlossen sind, in den Rahmen des Smartphones **100** eingebettet werden, so dass ein „Quetschen“ des Telefons erkannt wird: Ein Zusammendrücken des Rahmens kann einen Wechsel zwischen der „maximierten Ansicht“ und der „Detailansicht“ auslösen.

[0128] Andere Ausführungsformen können Eye-tracking verwenden, um zwischen den Ansichten zu wechseln. Das Eye-tracking kann mit optischen Sensoren durchgeführt werden, die sich im Bereich der Ausschnitte **601** befinden: Ist die aktuelle Ansicht z.B. eine „maximierte Ansicht“, wie in **Fig. 26** abgebildet, und schaut der Benutzer eine der oberen Ecken (mit

dem Ausschnitt **601**) für einen definierten Zeitraum an, wird dies vom Eyetracking-System erkannt, und das Betriebssystem wechselt in die „Detailansicht“ gemäß **Fig. 32**. Wenn der Benutzer längere Zeit nicht mehr auf eine der oberen Ecken schaut, kann das Betriebssystem wieder auf die (bevorzugte) „maximierte Ansicht“ umschalten.

[0129] In einigen Ausführungsformen, insbesondere wenn das Umschalten zwischen den Ansichten per Touchscreen-Geste, Bewegungssteuerung, oder durch Zusammendrücken des Smartphone-Rahmens erfolgt, schaltet das Betriebssystem nach einer definierten Zeitspanne automatisch von der „Detailansicht“ (gemäß **Fig. 32**) auf die standardmäßige „maximierte Ansicht“ (gemäß **Fig. 26**) zurück, da davon ausgegangen werden kann, dass es nur eine kurze Zeit dauert, bis der Benutzer den (zuvor abgeschnittenen) Text in der Ecke erfasst bzw. gelesen hat. Die definierte Zeitspanne kann im Setup als Präferenz einstellbar sein.

[0130] In mindestens einer Ausführungsform kann ein Popup-Fenster oder eine Variante einer Bildschirmlupe verwendet werden, welche den fehlenden (bzw. vom Ausschnitt **601** abgeschnittenen) Bildschirminhalt in einem anderen Bereich des Bildschirms **101** anzeigt und, falls gewünscht, vergrößert. Das Popup-Fenster oder die Bildschirmlupe kann vom Benutzer über ein langes Drücken („long press“) auf die Ecke des Touchscreens aktiviert werden. Alternativ kann ein drucksensitiver Touchscreen verwendet werden, der verschiedene Stufen einer Krafteinwirkung auf die Oberfläche unterscheiden kann.

[0131] Ein Wechsel zwischen den Ansichten bzw. Bildschirm-Layouts ist nicht auf die oben genannten Beispiele beschränkt. Je nach Ausführungsform kann die Anzahl der Ansichten bzw. Layouts größer oder kleiner sein. Beispielsweise kann in einer weiteren Ausführungsform eine Benutzereingabe bzw. Geste (oder mehrere Gesten) den Wechsel zwischen einem angepassten Layout (gemäß **Fig. 20**, **Fig. 22** und **Fig. 24**), einem verzerrten Layout (horizontales und/oder vertikales Skalieren auf Pixelebene), dem ursprünglichen Layout (wie beispielsweise in **Fig. 23** oder **Fig. 26** dargestellt) und einem Layout mit einer Statusleiste (gemäß **Fig. 32**) bewirken. Darüber hinaus kann der Benutzer über ein Konfigurationsmenü oder eine Setup-Option das bevorzugte Layout oder die bevorzugte Ansicht für jede auf dem Smartphone **100** installierte Anwendung (App) festlegen. Das bevorzugte Layout oder die bevorzugte Ansicht kann automatisch aktiviert werden, sobald eine bekannte Anwendung gestartet wird.

[0132] **Fig. 33** zeigt eine Ausführungsform eines Smartphones **100** (mit einer Frontkamera **102**), welche die Größe eines Breitbildfilms **3301** im Vergleich zu den Außenmaßen des Smartphones **100** maxi-

miert. Der Breitbildfilm **3301** kann ein Spielfilm sein und ein Seitenverhältnis von z.B. 2,35:1, 2,39:1, 2,40:1 oder 2,66:1 haben. Der Breitbildfilm **3301** kann über ein Netzwerk oder drahtloses Netzwerk gestreamt werden oder lokal aus einer Videodatei, wie z.B. einer MP4- oder AVI-Datei, abgespielt werden. In **Fig. 33** ist das Smartphone **100** im Querformat dargestellt, und die folgende Beschreibung basiert auf dieser Ausrichtung.

[0133] Das Smartphone **100** kann beispielsweise ein längliches Display-Panel **401** haben (im Querformat ausgerichtet), wobei das Display-Panel **401** einen oberen Ausschnitt **601** an einer der oberen Ecken hat und einen unteren Ausschnitt **601** an einer der unteren Ecken. Optional kann die Höhe des oberen Ausschnitts **601** in etwa der Breite des oberen Ausschnitts **601** entsprechen, so wie in **Fig. 33** dargestellt. Ebenso kann die Höhe und die Breite des unteren Ausschnitts **601** in etwa gleich sein. Der obere und untere Ausschnitt **601** können in einigen Ausführungsformen (zumindest teilweise) die Form eines Viertelkreises haben. Diese Form hat den Vorteil, dass die Fläche des oberen und unteren Ausschnitts **601** minimiert wird, während die verbleibende Fläche des Display-Panels **401** maximiert wird.

[0134] Ein Frontkameramodul mit Objektiv **102** kann (zumindest teilweise) im Bereich des oberen Ausschnitts **601** (oder, in einer anderen Ausführungsform, im Bereich des unteren Ausschnitts **601**) untergebracht werden. In einigen Ausführungsformen, wie in **Fig. 33** dargestellt, ist das frontseitige Objektiv **102** (der Kamera) teilweise vom Rand des Ausschnitts **601** umschlossen bzw. „eingekreist“, und zwar (im Wesentlichen) mit einem konstanten oder minimierten Abstand, so dass die verbleibende Fläche des Display-Panels **401** maximiert wird. Optional kann ein optischer Emitter, beispielsweise eine IR-LED **1001**, (zumindest teilweise) im Bereich der anderen Aussparung **601** untergebracht werden; in **Fig. 33** ist die IR-LED **1001** in der unteren Aussparung **601** dargestellt.

[0135] Ein Computersystem **200** (welches mit dem Display-Panel **401**, dem Frontkameramodul und dem optischen Emitter verbunden ist) kann so konfiguriert oder programmiert werden, dass ein Breitbildfilm **3301** auf dem Display-Panel **401** angezeigt wird. Der Breitbildfilm **3301** wird in Querformat angezeigt und erstreckt sich nahtlos über die gesamte (horizontale) Breite des Display-Panels **401**, d.h. vom linken Rand bis zum rechten Rand des Display-Panels **401**. Der Breitbildfilm **3301** wird dabei horizontal zwischen dem oberen Ausschnitt **601** und dem unteren Ausschnitt **601** angezeigt.

[0136] Oberhalb des Breitbildfilms **3301** kann sich auf dem Bildschirm ein „oberer horizontaler Balken“ befinden, z.B. eine schwarzer Balken. Der obere ho-

horizontale Balken **3302** erstreckt sich bis in den Bereich des oberen Ausschnitts **601**, so dass der obere Ausschnitt **601** (zumindest teilweise) im oberen horizontalen Balken **3302** untergebracht ist. Ein unterer horizontaler Balken **3303**, z.B. ein schwarzer Balken, kann sich unterhalb des Breitbildfilms **3301** befinden und sich in den Bereich des unteren Ausschnitts **601** erstrecken, so dass der untere Ausschnitt **601** (zumindest teilweise) im unteren horizontalen Balken **3303** untergebracht ist.

[0137] Der obere horizontale Balken **3302** kann, wie im Beispiel gemäß **Fig. 33** gezeigt, eine Höhe haben, die der Höhe des oberen Ausschnitts **601** entspricht, und der untere horizontale Balken **3303** kann eine Höhe haben, die der Höhe des unteren Ausschnitts **601** entspricht. In anderen Ausführungsformen, wie den Beispielen aus **Fig. 34** und **Fig. 35**, kann die Höhe des oberen und/oder des unteren horizontalen Balkens **3302**, **3303** größer oder kleiner sein als die Höhe des/der Ausschnitt(e) **601**.

[0138] Ein „erster dünner Rand“ **301** (des Gehäuses) kann neben der linken Seite des Breitbildfilms **3301** angeordnet sein, und ein „zweiter dünner Rand“ **301** kann so neben der rechten Seite des Breitbildfilms **3301** angeordnet sein, dass die äußere horizontale Abmessung des Smartphonegehäuses annähernd der Bildbreite des Breitbildfilms **3301** entspricht. Folglich wird die Größe des Breitbildfilms **3301** - bezogen auf die Außenmasse des Smartphones **100** - maximiert, und dies ist trotz des Platzbedarfs der nach vorne gerichteten Kamera **102** möglich.

[0139] **Fig. 34** zeigt ein Beispiel, bei dem der Bildschirm **101** des Smartphones **100** einen Ausschnitt **601** an allen vier Ecken hat. Der Benutzer kann das Smartphone **100** horizontal halten (Querformat), und der Breitbildfilm **3301** wird über die gesamte Breite des Bildschirms **101** angezeigt. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, ist der Breitbildfilm **3301** vollständig sichtbar - es werden keine Ecken des Films **3301** durch die Ausschnitte **601** „abgeschnitten“. Die Ausführungsform, gemäß **Fig. 34**, ist in der Lage, den Film größer als ein herkömmliches Smartphone (mit den gleichen Gehäuseabmessungen) darzustellen.

[0140] In einigen Ausführungsformen kann, wie in **Fig. 33** und **Fig. 34** gezeigt, das Gehäuse bzw. der äußere Gehäuserahmen des Smartphones **100** stark abgerundete Ecken **3304** aufweisen und zwar mit einem Krümmungsradius, der größer oder wesentlich größer ist als die Breite der dünnen Ränder **106**, **107**, **301** an der linken, rechten, oberen und/oder unteren Bildschirmbegrenzung (des Display-Panels **401**). Wie in **Fig. 33** und **Fig. 34** dargestellt, kann der Krümmungsradius der abgerundeten Ecken **3304** des Gehäuses in etwa dem Krümmungsradius der Aussparung(en) **601** entsprechen, die, wie oben beschrieben, die Form eines Viertelkreises haben. Dadurch

wird das frontseitige Objektiv **102** der Kamera (oder der optische Emitter **1001**) im Wesentlichen symmetrisch zwischen einer abgerundeten Ecke **3304** des Gehäuses und einem abgerundeten Ausschnitt **601** umschlossen. Diese Vorgehensweise kann die Größe bzw. das Volumen des Smartphonegehäuses minimieren, während die verfügbare Fläche des Display-Panels **401** maximiert wird. Dies ist zum Beispiel vorteilhaft, wenn das Smartphone **100** in eine Tasche gesteckt wird.

[0141] In anderen Ausführungsformen können die Ausschnitte **601** eine Form haben, die sich von den in **Fig. 33** und **Fig. 34** gezeigten Viertelkreisen unterscheidet. **Fig. 35** zeigt beispielsweise eine Ausführungsform, bei der der obere und untere Ausschnitt **601** die Form eines Rechtecks mit abgerundeten Ecken hat. In einer weiteren Ausführungsform können die Ausschnitte **601** die Form eines Quadrats haben. Außerdem kann das Display-Panel **401** ein beliebiges Seitenverhältnis haben, was in **Fig. 33** und **Fig. 35** durch gebogene Bruchlinien angedeutet ist.

[0142] Bei der Aufnahme eines Selbstporträts („Selfie“) mit der Frontkamera (Objektiv **102**) oder bei der Aufnahme eines Videos kann der Betriebszustand der Frontkamera (bzw. des Frontkameramoduls **402**) auf dem Bildschirm **101** durch einen Viertelkreis **3601** angezeigt werden, der das Objektiv **102** der Frontkamera umrundet bzw. „umkreist“ - wie in **Fig. 36** veranschaulicht. Der im Viertelkreis **3601** dargestellte Grafikinhalt kann z.B. ein schematisiertes Kameraobjektiv repräsentieren und/oder eine andere Statusanzeige. Darüber hinaus können die im Viertelkreis **3601** dargestellten Grafikinhalte animiert sein und Betriebsmodi bzw. den Status der Frontkamera anzeigen, wie beispielsweise „Aufnahme“, „Bereit“, „Standby“, „Inaktiv“, „Blitzlicht erforderlich“, usw. Optional kann die Animation der Grafik innerhalb des Viertelkreises **3601** eine Rotation beinhalten, bei der das Objektiv **102** der Frontkamera den fiktiven Drehpunkt bzw. Mittelpunkt darstellt.

[0143] Im vorliegenden Beispiel gemäß **Fig. 36** befindet sich das schematisierte Kameraobjektiv bzw. die Statusanzeige (Viertelkreis **3601**) in unmittelbarer Nähe zum rechten oberen Ausschnitt **601** des Display-Panels **401**. In anderen Ausführungsformen, z.B. wenn sich das Objektiv **102** an einer anderen Ecke befindet oder wenn das Smartphone **100** über eine zweite Frontkamera verfügt (siehe Objektiv **701** in **Fig. 7**), kann das schematisierte Kameraobjektiv bzw. die Statusanzeige (Viertelkreis **3601**) einen anderen Ausschnitt **601** des Display-Panels **401** umgeben.

[0144] Der im Beispiel gemäß **Fig. 36** dargestellte Bildschirminhalt enthält das „Sucherbild“ des „Selfies“ bzw. des Videos. Das Sucherbild erstreckt sich nahtlos vom oberen Rand des Bildschirms **101** bis

zum unteren Rand des Bildschirms **101**. Der Bildschirminhalt wird ohne Statusleiste **3201** angezeigt, um die Größe des Sucherbildes zu maximieren und um den Viertelkreis **3601**, der den Ausschnitt **601** umgibt, vollständig darstellen zu können. Den Ausschnitt **601** mit einem Viertelkreis **3601** zu umgeben bzw. zu „umkreisen“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Endpunkte des Viertelkreises **3601** an den vertikalen und horizontalen Kanten des Bildschirms **101** angrenzen, wie in **Fig. 36** dargestellt.

[0145] Die oben beschriebene Vorgehensweise verbessert die visuelle Darstellung, da durch die Verwendung einer Statusanzeige in Form eines Viertelkreises **3601** (z.B. schematisiertes Kameraobjektiv), der den Ausschnitt **601** (und damit das Objektiv **102**) umgibt, eine markante und relativ große Statusanzeige (Betriebszustand der Frontkamera) sichtbar gemacht werden kann, während gleichzeitig der verbleibende bzw. verfügbare Platz für das Sucherbild maximiert wird. Es ist beispielsweise bekannt, dass, wenn ein Kamera-Statussymbol zu klein ist oder in einer Statusleiste voller Symbole „untergeht“, der Benutzer unter Umständen versäumt, eine laufende Aufnahme zu stoppen, usw.

[0146] Wenn auf dem Bildschirm **101** ein Foto (oder ein anderes Bild) im Fullscreen-Modus dargestellt werden soll (d.h. unter Verwendung der vollen Breite und Höhe des Display-Panels **401**), können die Eckbereiche des Fotos optional schwarz ausgeblendet werden (mit einem weichen Übergang), insbesondere an Ecken des Display-Panels **401**, die einen Ausschnitt **601** haben. Auf diese Weise sind die Ausschnitte **601** weniger auffällig. Die Ecke(n) des Fotos können auch in eine andere Farbe überblendet werden, z.B. die Farbe des Gehäuses des Smartphones **100**.

[0147] In **Fig. 4** ist das Objektiv **102** der Frontkamera (im Bereich des Ausschnitts **601**) unter dem Deckglas **405** angeordnet. In anderen Ausführungsformen kann das Deckglas **405** jedoch ein kleines Loch oder eine Öffnung im Bereich des Objektivs **102** haben, und das Objektiv **102** kann so in die Öffnung eingefügt werden, dass das Objektiv **102** leicht aus dem Deckglas **405** herausragt. Dies kann die Länge des Linsensystems des Frontkameramoduls **402** maximieren, da die Länge eines Linsensystems ein limitierender Faktor für qualitativ hochwertige Aufnahmen sein kann. Darüber hinaus ermöglichen die in dieser Offenbarung beschriebenen Lösungen die Herstellung von besonders dünnen Smartphones **100**.

[0148] Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der/die Ausschnitt(e) **601** an den Ecke(n) des Display-Panels **401**, **1702** optische und/oder akustische Sensoren und/oder Emmitter eines beliebigen bekannten oder geeigneten Typs aufnehmen können, einschließlich, aber nicht beschränkt auf, Näherungs-

sensoren, Lichtsensoren, Infrarotsensoren, Ultraviolett-Sensoren, Status-LEDs, Blitzlichter, Taschenlampen, optische Infrarot-Emitter (z.B. IR-LEDs), Fingerabdrucksensoren, Irisscanner, Sensoren zur Gesichtserkennung, zum Facetracking oder zum Eye-tracking, Ultraschall-Näherungssensoren oder Lautsprecher (z.B. piezoelektrische Lautsprecher oder andere akustische Emmitter). Des Weiteren wird darauf hingewiesen, dass die in den Zeichnungen dargestellten Positionen der optischen und/oder akustischen Sensoren und/oder Emmitter beliebig getauscht oder vervielfacht werden können.

[0149] **Fig. 37** zeigt beispielsweise eine Ausführung mit Ausschnitten **601** an allen vier Ecken des Bildschirms **101**. Je ein akustischer Emmitter **3701**, z.B. ein Lautsprecher, ist im Bereich (oder in der Nähe) jedes Ausschnitts **601** untergebracht. Die vier akustischen Emmitter oder Lautsprecher **3701** sind mit der I/O-Schnittstelle **204** des Computersystems **200** verbunden, und bei einer Tonausgabe erhält der Benutzer den Ton aus allen vier Ecken des Smartphones **100**. Auf dem Computersystem **200** kann ein Computerspiel **3702** ausgeführt werden. Das Computerspiel **3702** kann auf dem Bildschirm **101** im Fullscreen-Modus angezeigt werden, so dass der oberste Teil des Computerspiels **3702** zwischen den beiden oberen Ausschnitten **601** und der unterste Teil zwischen den beiden unteren Ausschnitten **601** angezeigt wird. Dadurch wird die dargestellte Größe des Computerspiels **3702** im Verhältnis zu den Außenmaßen des Smartphones **100** maximiert.

[0150] **Fig. 38** bis **Fig. 41** zeigen ein weiteres Beispiel: Das Smartphone **100** verfügt über einen Bildschirm **1601** mit gebogenen Displayrändern, und zwar links, rechts und oben - dies entspricht der siebten Ausführungsform aus **Fig. 16** und **Fig. 17**. Die beiden oberen Ausschnitte **601** haben mehrere kleine Löcher oder Öffnungen **1801** jeweils für einen Telefon-Lautsprecher **1802** links und einen Telefon-Lautsprecher **1803** rechts (nicht abgebildet). Der Ausschnitt **601** in der rechten oberen Ecke beherbergt außerdem eine erste Frontkamera (Objektiv **102**) und eine elektronische Leuchteinheit (Flash-LED **801**), der Ausschnitt **601** in der linken oberen Ecke beherbergt eine zweite Frontkamera (Objektiv **701**) und eine optische Anzeige (Status-LED **105**). Die Status-LED **105** kann beispielsweise anzeigen, dass der Akku des Smartphones **100** geladen wird.

[0151] Optional kann, wie in **Fig. 42** dargestellt, eine konventionelle Tastatur **4201** mit mechanischen Tasten im unteren Bereich des Smartphones **100** integriert werden. Während eine mechanische Tastatur **4201** nützlich für Benutzereingaben sein kann, kann das Smartphone **100** an der oben Bildschirmbegrenzung weiterhin einen dünnen Rand **301** oder einen gebogenen Displayrand **1603** aufweisen (siehe hierzu **Fig. 16**), wodurch die Größe des Bildschirms **101**

maximiert wird. Aufgrund des dünnen Randes **301** an der oberen Kante des Bildschirms **101** ist es außerdem möglich, eine mechanische Tastatur **4201** mit einem Breitbild-Display-Panel **401**, **1702** zu kombinieren, wobei das Breitbild-Display-Panel **401**, **1702** ein vorteilhaftes Seitenverhältnis hat - z.B. ein Seitenverhältnis von **16:9**.

[0152] Die dünnen Ränder **106**, **107**, **301** am linken, rechten, oberen und/oder unteren Rand des Display-Panels **401** können eine beliebige Breite haben, z.B. die Breite der Ränder **106**, **107**, **301** aus **Fig. 35**, **Fig. 42** oder **Fig. 43**. In anderen Ausführungsformen können die Ränder **106**, **107**, **301** extrem dünn sein, so dass die Ränder nahezu unsichtbar werden und im allgemeinen Sprachgebrauch als „randlos“, „bezel-less“ oder „bezel-free“ bezeichnet werden. Außerdem kann ein Bildschirm **101** mit dünnen Rändern als „edge-to-edge display“ bezeichnet werden. Die Ränder von Deckgläsern **405**, **1701** können, je nach Variante, als **2D**, **2.5D** oder **3D** „curved glass display“ bezeichnet werden.

[0153] In den Zeichnungen der vorliegenden Offenbarung werden Aspekte der Erfindung mit einem Smartphone **100** und einer Smartwatch **1900** dargestellt. Jedoch kann jedes andere elektronische Gerät verwendet werden, einschließlich, aber nicht beschränkt auf, Mobiltelefone, Phablets, Tablet-Computer, Subnotebooks, Laptops, Spielkonsolen oder Wearable Computers (auch bekannt als „body-borne computers“ oder Wearables, z.B. ein in die Kleidung integriertes Touchscreen-Gerät oder Display). Darüber hinaus kann das elektronische Gerät mit einem faltbaren Bildschirm (z.B. faltbares OLED) ausgestattet sein, oder mit einem einklappbaren Bildschirm. Das Display-Panel **401**, **1702** kann ein biegsames Display, ein rollbares Display, ein elastisches Display, ein 3D-Display, ein autostereoskopisches 3D-Display, ein holografische Display sein, oder ein anderes geeignetes Display.

[0154] **Fig. 43** zeigt ein Beispiel für ein faltbares Smartphone **100** mit einem faltbaren Bildschirm **101**. Die Faltkante bzw. Biegekante **4301** wird durch eine Punkt-Strichlinie angedeutet. In anderen Ausführungsformen kann die Faltkante **4301** vertikal verlaufen (anstatt horizontal, wie in **Fig. 43**). Das Smartphone **100** verfügt über zwei Frontkameras (Objektive **102** und **701**) und zwei optische Emittier (Flash-LED **801** und IR-LED **1001**), welche in den oberen Ausschnitten **601** untergebracht sind. Die oberen Ausschnitte **601** haben eine längliche, vertikale Form. In den unteren Ausschnitten **601** befindet sich je ein Fingerabdrucksensor **903**.

[0155] Für die Patentansprüche werden die Ränder (bzw. „dünnen Ränder“) **106**, **107**, **301**, die den Bildschirm **101** umgeben, definiert als der Abstand zwischen dem äußeren Gehäuserahmen des mobilen

Geräts **100** und dem Beginn des aktiven Bildschirmbereichs (der den Bildschirminhalt anzeigt).

Bezugszeichenliste

100	Smartphone / mobiles Geräte
101	Bildschirm mit Touchscreen
102	Objektiv der Frontkamera
103	Hörmuschel (für Telefon-Lautsprecher)
104	Näherungssensor und/oder Lichtsensor
105	Status-LED / optische Anzeige
106	Dünnere Rand (links im Hochformat oder oben im Querformat)
107	Dünnere Rand (rechts im Hochformat oder unten im Querformat)
108	Grafiksubsystem (z.B. GPU)
200	Computersystem des mobilen Gerätes
201	Prozessor (CPU)
202	Hauptspeicher (RAM)
203	Nichtflüchtiger Speicher (z.B. Flash Memory, SSD, Memory Card)
204	I/O-Schnittstelle (inkl. Network Interface und Sensoren, usw.)
205	Bussystem (Computer-Bus)
206	Anweisungen und Daten
301	Dünnere Rand (oben im Hochformat oder rechts/links im Querformat)
401	Display-Panel (z.B. LC-Panel oder OLED-Panel)
402	Frontkameramodul
403	Telefon-Lautsprecher (für Hörmuschel)
404	Leiterplatte (bestückt mit ICs)
405	Deckglas (Vorderseite)
406	Strahlengang / Lichtweg
601	Ausschnitt (an der Ecke des Display-Panels)
701	Objektiv einer zweiten Frontkamera

801	Elektronische Leuchteinheit (z.B. Flash-LED)	2101 - 2110	Schritte des Flussdiagramms
		2200	Flussdiagramm
901	Lichtleiter	2201 - 2207	Schritte des Flussdiagramms
902	UV-Sensor	2301	Mittelgroßes Bildelement
903	Fingerabdrucksensor	2302 - 2305	Kleine Icons
904	Schmaler Spalt (für Hochtöner)	2306	Großes Bildelement
905	Hochtöner	2501	Pfeil: Vorschrift, nach der die Objekte diagonal zur Mitte bewegt werden
906	Tieftöner (oder Mitteltöner)		
1001	optischer Infrarot-Emitter (z.B. IR-LED)	2601	Fließtext
		2801	Textblock (mit Textzeilen)
1101	Objektiv einer nach hinten gerichteten Kamera	3201	Statusleiste
1102	Objektiv einer nach hinten gerichteten Kamera - in der Mitte der Rückseite	3301	Breitbildfilm
		3302	Oberer horizontaler Balken
		3303	Unterer horizontaler Balken
1501	Gedrucktes Symbol für „Home key“	3304	Abgerundete Ecken des Gehäuses
1502	Gedrucktes Symbol für „Back key“	3601	Statusanzeige der Frontkamera (Viertelkreis)
1503	Gedrucktes Symbol für „Recent apps key“	3701	Akustischer Emitter (z.B., Lautsprecher)
1601	Bildschirm mit gebogenen Displayrändern	3702	Fullscreen Computerspiel (z.B., mit 3D-Grafik)
1602	Gebogener Displayrand, links und/oder rechts	4201	Tastatur mit mechanischen Tasten
1603	Gebogener Displayrand, oben	4301	Biegekante von faltbarem Smartphone
1701	Deckglas mit gebogenen Displayrändern		
1702	Display-Panel mit gebogenen Displayrändern (z.B., flexibles OLED)		
1703	Piezoelektrischer Lautsprecher		
1801	Kleine Löcher oder Öffnungen für Telefon-Lautsprecher		
1802	Telefon-Lautsprecher, links		
1803	Telefon-Lautsprecher, rechts		
1804	Orientierungssensor / Beschleunigungssensor		
1805	Koordinatensystem		
1900	Smartwatch / mobiles Geräte		
1901	LED-Leuchte		
2000	Flussdiagramm		
2001 - 2021	Schritte des Flussdiagramms		
2100	Flussdiagramm		

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 2017/0123454 A1 [0005]
- US 2017/0123453 A1 [0005]
- US 2017/0123452 A1 [0005]
- US 2017/0123575 A1 [0005]
- US 2017/0124933 A1 [0005]
- US 2017/0126979 A1 [0005]
- US 2017/0126937 A1 [0005]
- US 2015/0271392 A1 [0005]
- US 2014/0135071 A1 [0018]
- US 2015/0077629 A1 [0018]
- US 8996082 B2 [0018]
- US 2017/0162111 A1 [0022]
- US 2017/0126868 A1 [0035]
- US 2017/0124377 A1 [0035]
- US 9323340 B2 [0125]

Patentansprüche

1. Mobiles elektronisches Gerät (100) mit einem Display-Panel (401), einer Frontkamera (102) und einem Computersystem (200), welches mit dem Display-Panel (401) und der Frontkamera (102) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Display-Panel (401) mindestens einen ersten Ausschnitt (601) an der linken oberen Ecke und einen zweiten Ausschnitt (601) an der rechten oberen Ecke hat, und dass die Frontkamera (102) zumindest teilweise im Bereich des ersten Ausschnitts (601) oder im Bereich des zweiten Ausschnitts (601) angeordnet ist, wobei die Frontkamera (102) zumindest im Bereich des ersten oder zweiten Ausschnitts (601) einen ungehinderten Lichtweg (406) hat, und dass das Computersystem (200) so konfiguriert oder programmiert ist:

a) dass auf dem Display-Panel (401) ein scrollbarer Bildschirminhalt angezeigt wird, der sich nahtlos über die gesamte Höhe des Display-Panels (401) erstreckt, so dass der oberste Teil des Bildschirminhalts zwischen dem ersten Ausschnitt (601) und dem zweiten Ausschnitt (601) angezeigt wird,
b) dass aufgrund einer Benutzereingabe festgestellt wird, dass der Bildschirminhalt vertikal gescrollt werden soll,
c) dass, basierend auf der aktuellen vertikalen Scrollposition des Bildschirminhalts, Objektkategorien eines oder mehrerer Bildschirmobjekte (2306, 2801) bestimmt werden, die sich mit dem Bereich des ersten Ausschnitts (601) oder des zweiten Ausschnitts (601) überlappen, wobei die Objektkategorien mindestens Textzeilen (2801) und Bilder (2306) umfassen,
d) dass während des Scrollens ein wiederholt aktualisierter Bildschirminhalt dargestellt wird, wobei: jedes Bildschirmobjekt, das zur Kategorie der Textzeilen (2801) gehört und sich mit dem Bereich des ersten Ausschnitts (601) oder des zweiten Ausschnitts (601) überlappt, durch Reduzierung der Buchstabenbreite modifiziert wird, wobei die ursprüngliche Buchstabenhöhe und der ursprüngliche Zeilenabstand beibehalten werden, und wobei die Länge jeder Textzeile (2801) auf eine vorgegebene Form angepasst wird, die sich zumindest teilweise von der Form des ersten Ausschnitts (601) oder des zweiten Ausschnitts (601) ableitet, und wobei jedes Bildschirmobjekt, das zur Kategorie der Bilder (2306) gehört, in unveränderter Größe dargestellt wird, so dass Teile des Bildschirmobjekts, die sich mit dem Bereich des ersten Ausschnitts (601) oder des zweiten Ausschnitts (601) überlappen, unsichtbar sind.

2. Mobiles elektronisches Gerät (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der scrollbare Bildschirminhalt eine scrollbare Webseite ist, ein scrollbares Dokument ist, ein scrollbares E-Book ist

oder ein scrollbarer Inhalt einer Anwendung ist, die von dem Computersystem (200) ausgeführt wird.

3. Mobiles elektronisches Gerät (100) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Länge jeder Textzeile (2801) durch eine Kombination aus Reduzierung der Buchstabenbreite und Reduzierung des Buchstabenabstands in der Länge angepasst wird.

4. Mobiles elektronisches Gerät (100) nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Computersystem (200) zusätzlich so konfiguriert oder programmiert ist:

a) dass die Relevanz von beeinträchtigten Bildschirmobjekten (2301, 2305) ermittelt wird, die sich mit dem Bereich des ersten Ausschnitts (601) oder des zweiten Ausschnitts (601) überlappen,
b) dass die Relevanz von blockierenden Bildschirmobjekten (2302, 2303, 2304) ermittelt wird, die ein Verschieben der beeinträchtigten Bildschirmobjekte (2301, 2305) verhindern,
c) dass die am wenigsten relevanten Bildschirmobjekte (2301, 2306) ermittelt werden,
d) dass mindestens ein weniger relevantes Bildschirmobjekt (2301) verkleinert wird, und dass mindestens ein beeinträchtigtes Bildschirmobjekt (2305) verschoben wird.

5. Mobiles elektronisches Gerät (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mobile elektronische Geräte (100) ein Smartphone ist.

6. Verfahren zur Herstellung eines mobilen elektronischen Geräts (100) mit einem Display-Panel (401), einer Frontkamera (102) und einem Computersystem (200), welches mit dem Display-Panel (401) und der Frontkamera (102) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Display-Panel (401) mindestens einen ersten Ausschnitt (601) an der linken oberen Ecke und einen zweiten Ausschnitt (601) an der rechten oberen Ecke hat, und dass die Frontkamera (102) zumindest teilweise im Bereich des ersten Ausschnitts (601) oder im Bereich des zweiten Ausschnitts (601) angeordnet wird, wobei die Frontkamera (102) zumindest im Bereich des ersten oder zweiten Ausschnitts (601) einen ungehinderten Lichtweg (406) hat, und dass das Computersystem (200) so konfiguriert oder programmiert wird:

a) dass auf dem Display-Panel (401) eine scrollbare Bildschirminhalt angezeigt wird, der sich nahtlos über die gesamte Höhe des Display-Panels (401) erstreckt, so dass der oberste Teil des Bildschirminhalts zwischen dem ersten Ausschnitt (601) und dem zweiten Ausschnitt (601) angezeigt wird,
b) dass aufgrund einer Benutzereingabe festgestellt wird, dass der Bildschirminhalt vertikal gescrollt werden soll,

c) dass, basierend auf der aktuellen vertikalen Scrollposition des Bildschirminhalts, Objektkategorien eines oder mehrerer Bildschirmobjekte (2306, 2801) bestimmt werden, die sich mit dem Bereich des ersten Ausschnitts (601) oder des zweiten Ausschnitts (601) überlappen, wobei die Objektkategorien mindestens Textzeilen (2801) und Bilder (2306) umfassen,

d) dass während des Scrollens ein wiederholt aktualisierter Bildschirminhalt darstellt wird, wobei jedes Bildschirmobjekt, das zur Kategorie der Textzeilen (2801) gehört und sich mit dem Bereich des ersten Ausschnitts (601) oder des zweiten Ausschnitts (601) überlappt, durch Reduzierung der Buchstabenbreite modifiziert wird, wobei die ursprüngliche Buchstabenhöhe und der ursprüngliche Zeilenabstand beibehalten werden, und wobei die Länge jeder Textzeile (2801) auf eine vorgegebene Form angepasst wird, die sich zumindest teilweise von der Form des ersten Ausschnitts (601) oder des zweiten

Ausschnitts (601) ableitet, und wobei

jedes Bildschirmobjekt, das zur Kategorie der Bilder (2306) gehört, in unveränderter Größe dargestellt wird, so dass Teile des Bildschirmobjekts, die sich mit dem Bereich des ersten Ausschnitts (601) oder des zweiten Ausschnitts (601) überlappen, unsichtbar sind.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der scrollbare Bildschirminhalt eine scrollbare Webseite ist, ein scrollbares Dokument ist, ein scrollbares E-Book ist oder ein scrollbarer Inhalt einer Anwendung ist, die von dem Computersystem (200) ausgeführt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Länge jeder Textzeile (2801) durch eine Kombination aus Reduzierung der Buchstabenbreite und Reduzierung des Buchstabenabstands in der Länge angepasst wird.

9. Mobiles elektronisches Gerät (100) nach Anspruch 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Computersystem (200) zusätzlich so konfiguriert oder programmiert ist:

a) dass die Relevanz von beeinträchtigten Bildschirmobjekten (2301, 2305) ermittelt wird, die sich mit dem Bereich des ersten Ausschnitts (601) oder des zweiten Ausschnitts (601) überlappt,

b) dass die Relevanz von blockierenden Bildschirmobjekten (2302, 2303, 2304) ermittelt wird, die ein Verschieben der beeinträchtigten Bildschirmobjekte (2301, 2305) verhindern,

c) dass die am wenigsten relevanten Bildschirmobjekte (2301, 2306) ermittelt werden,

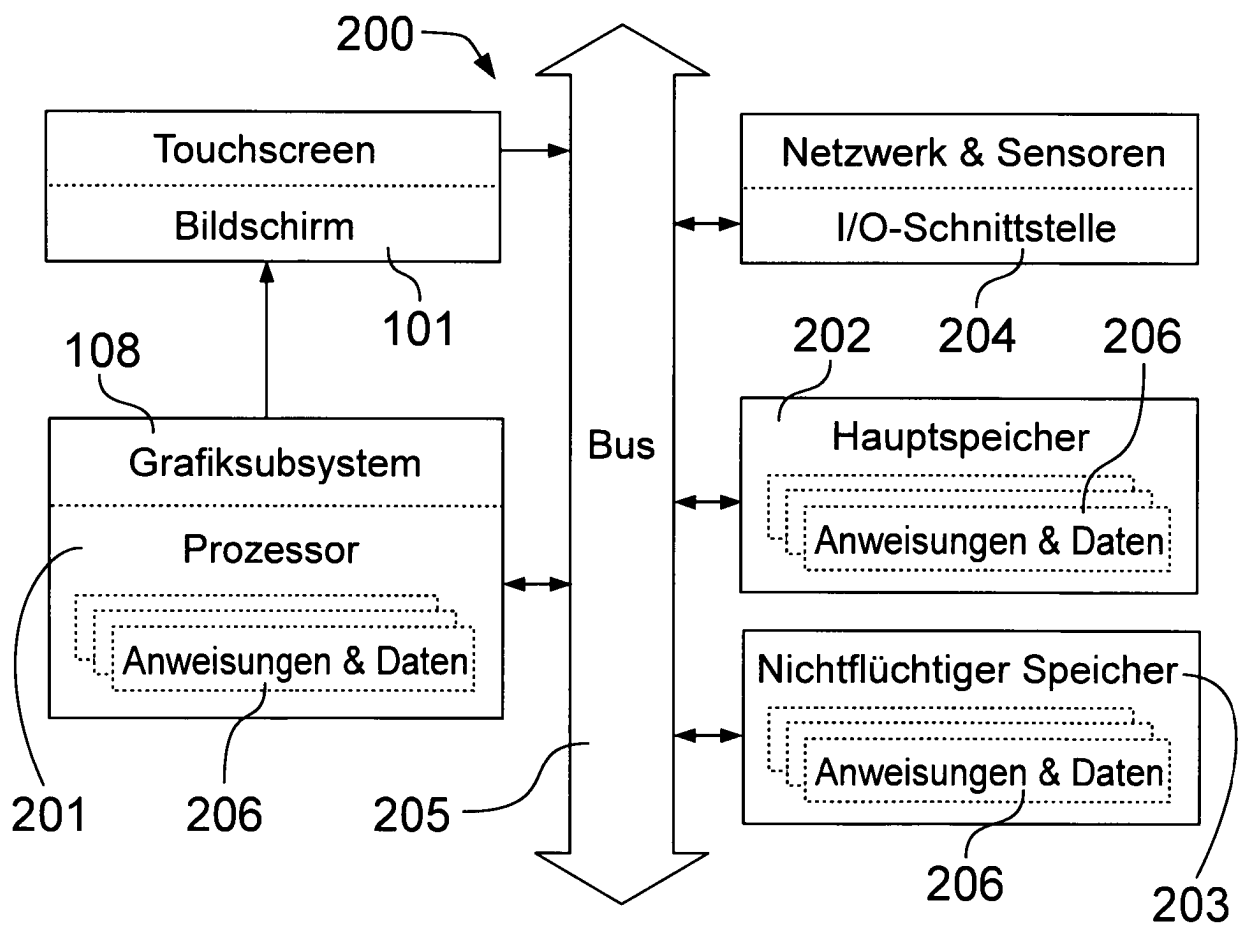
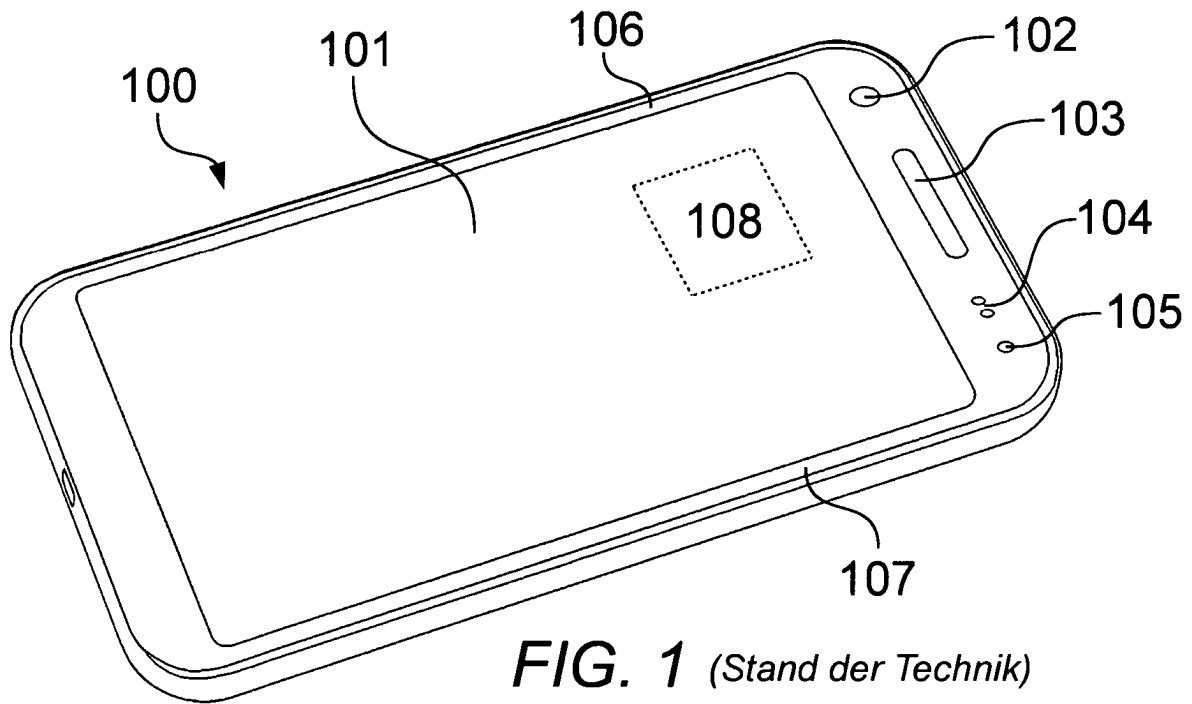
d) dass mindestens ein weniger relevantes Bildschirmobjekt (2301) verkleinert wird, und dass min-

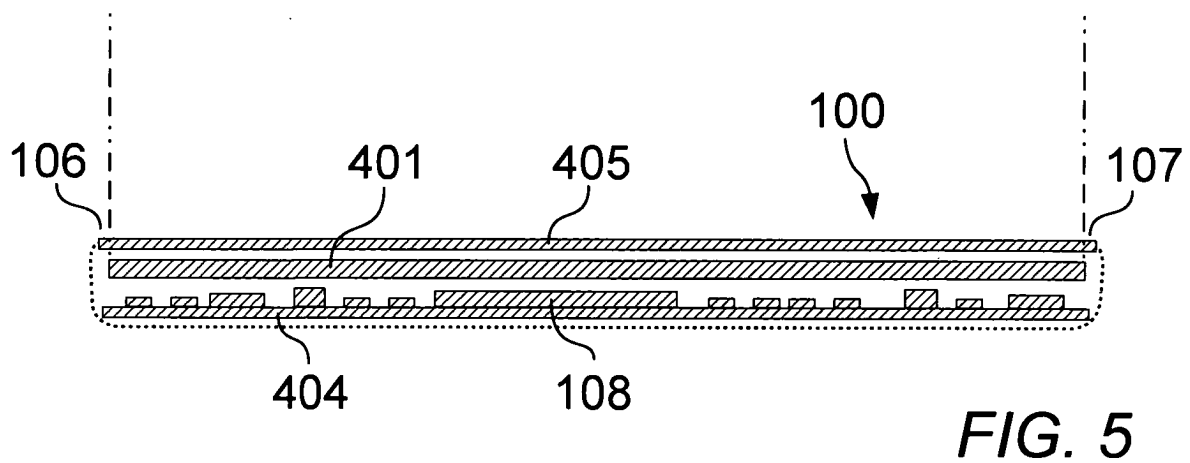
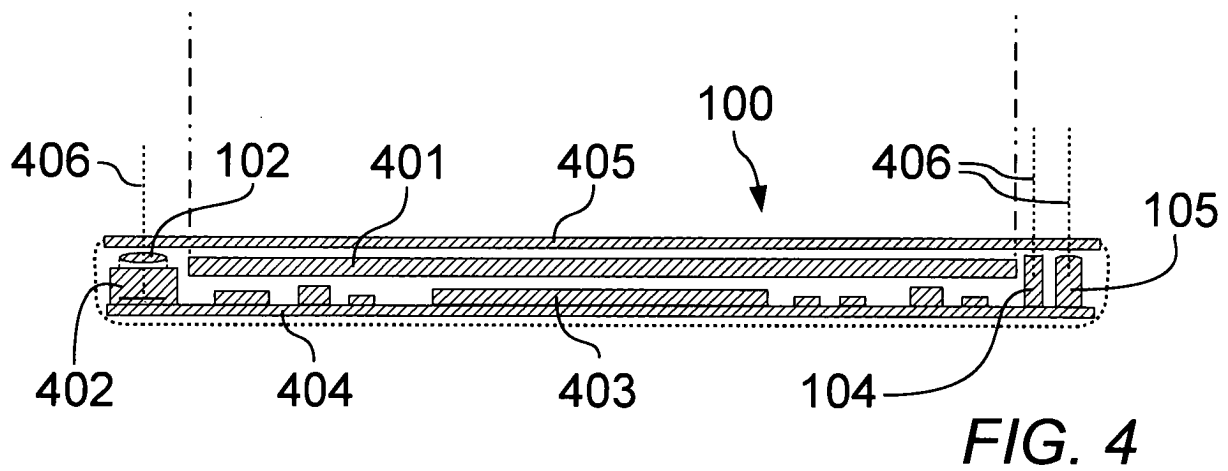
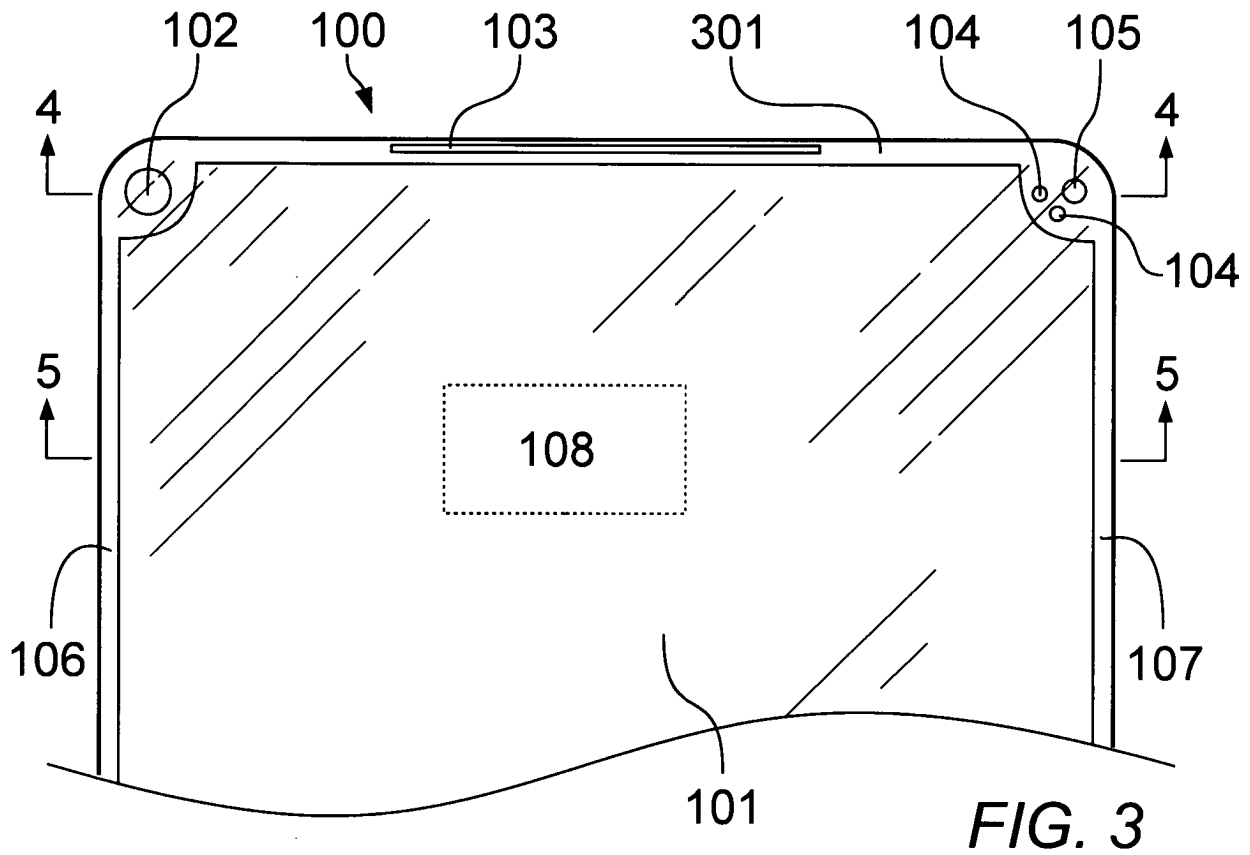
destens ein beeinträchtigtes Bildschirmobjekt (2305) verschoben wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mobile elektronische Gerät (100) ein Smartphone ist.

Es folgen 34 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen





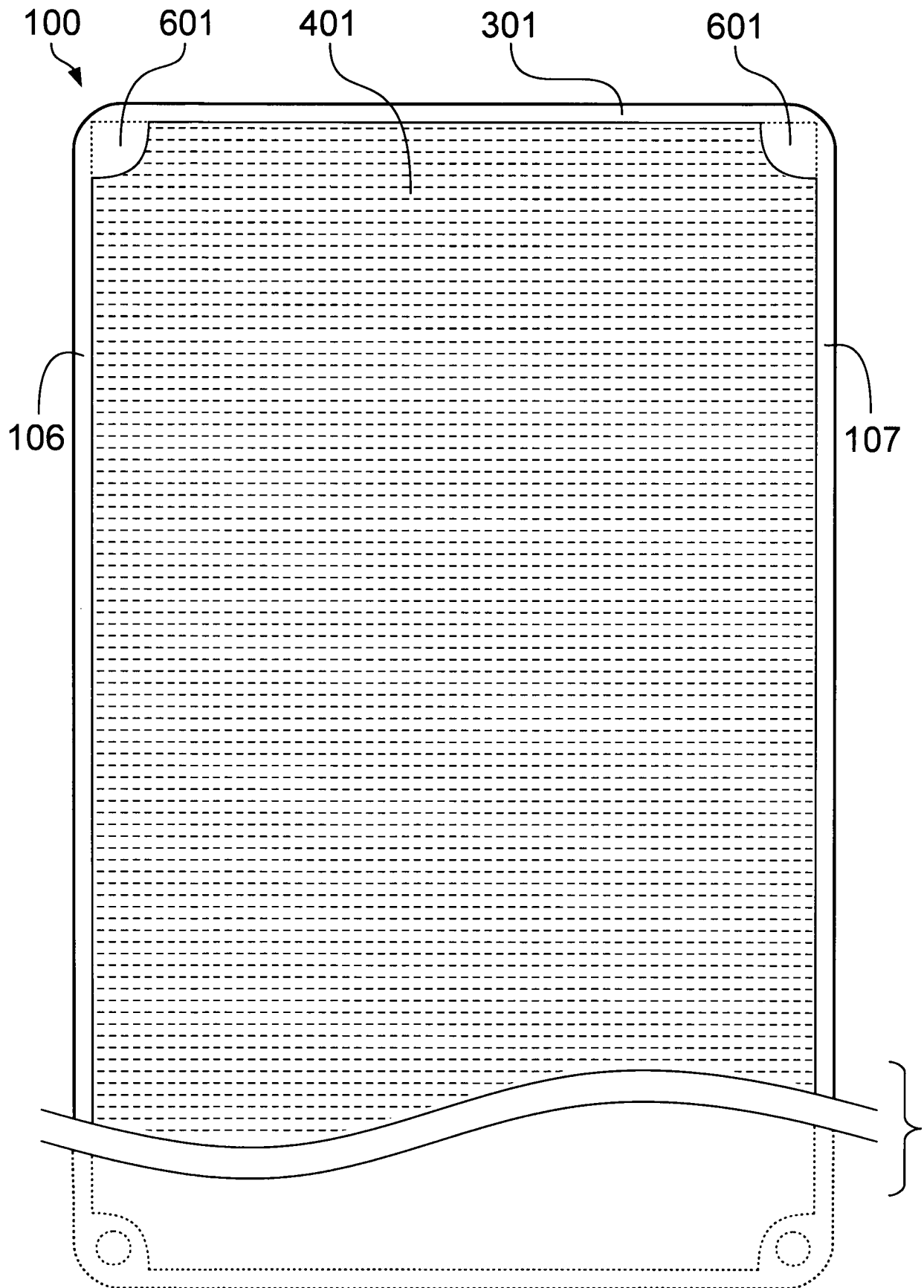


FIG. 6

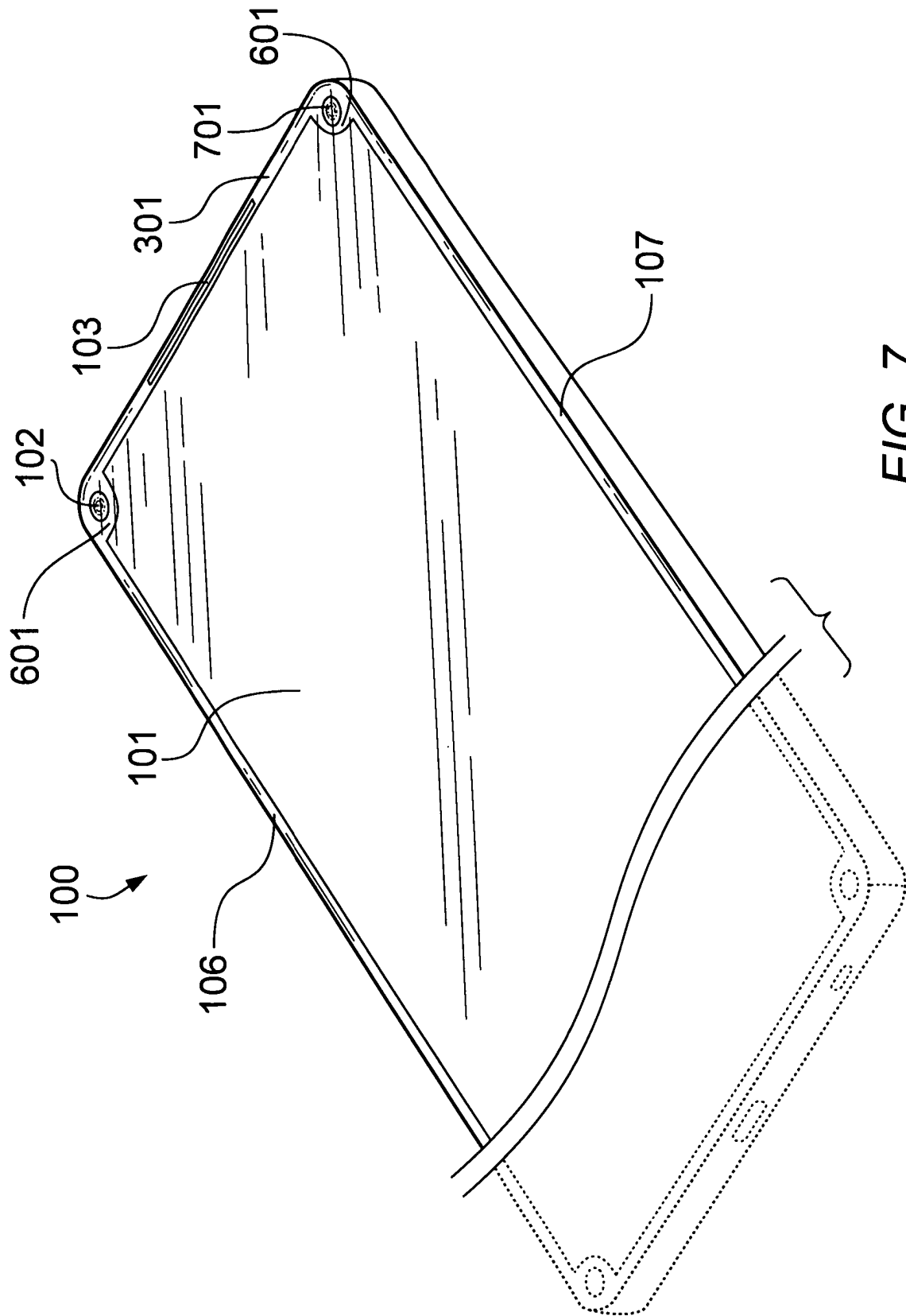


FIG. 7

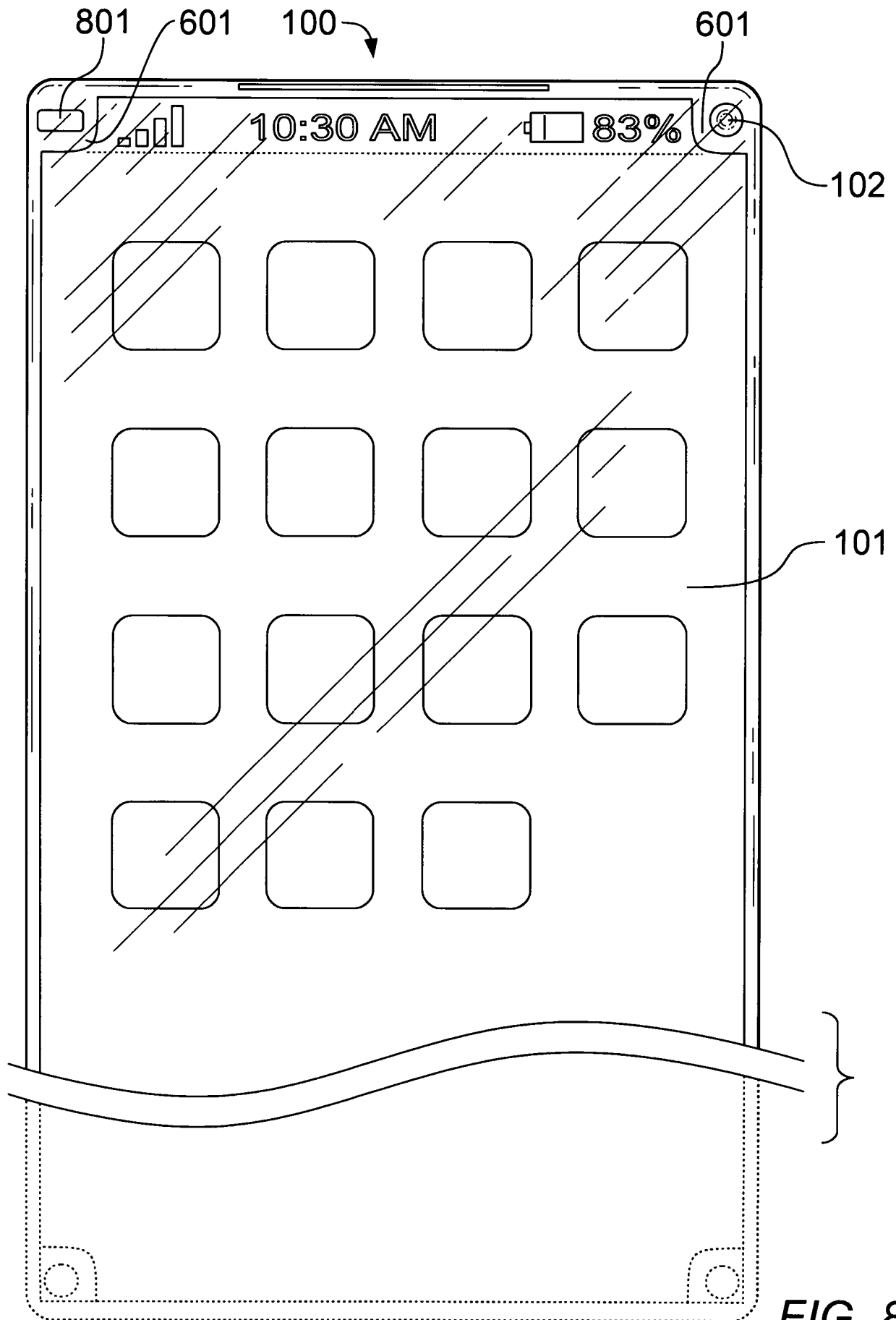


FIG. 8

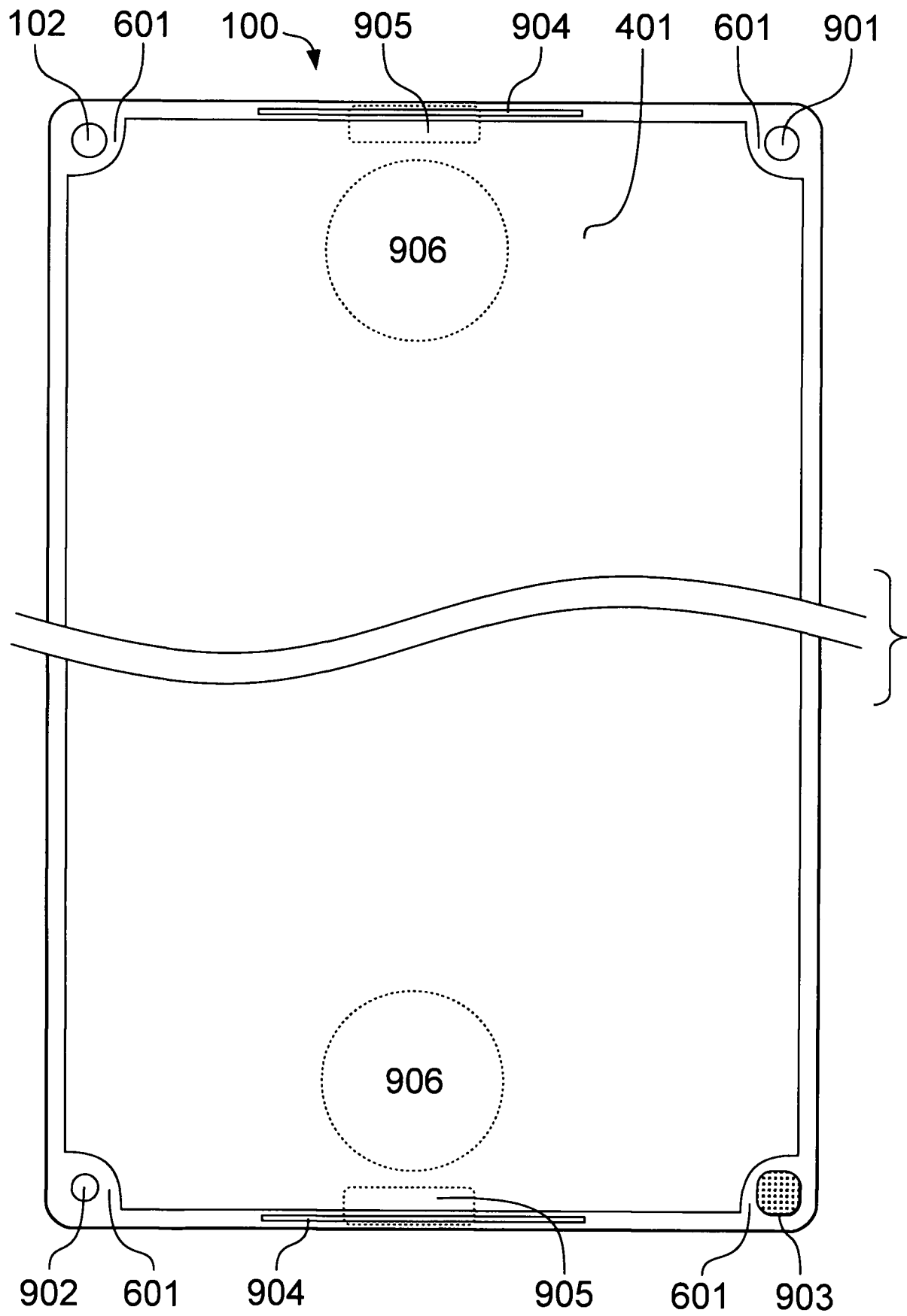


FIG. 9

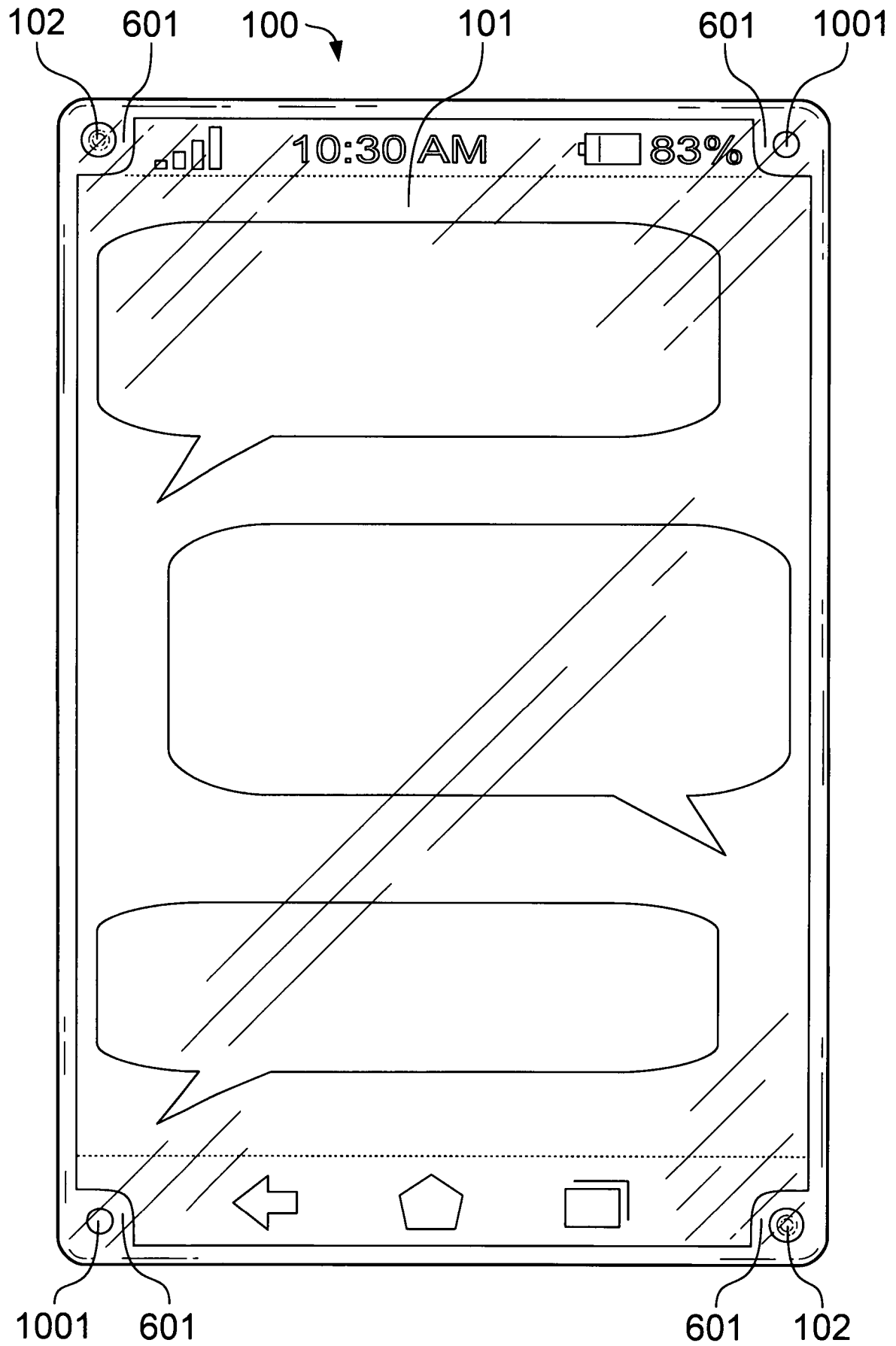
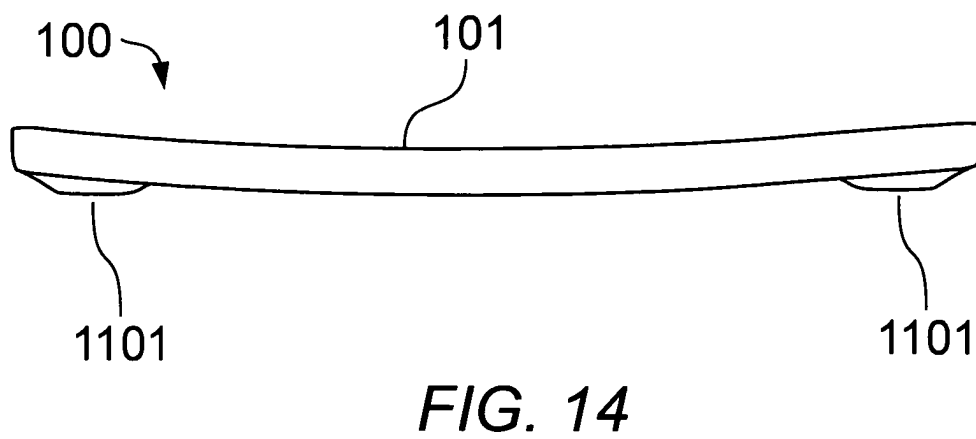
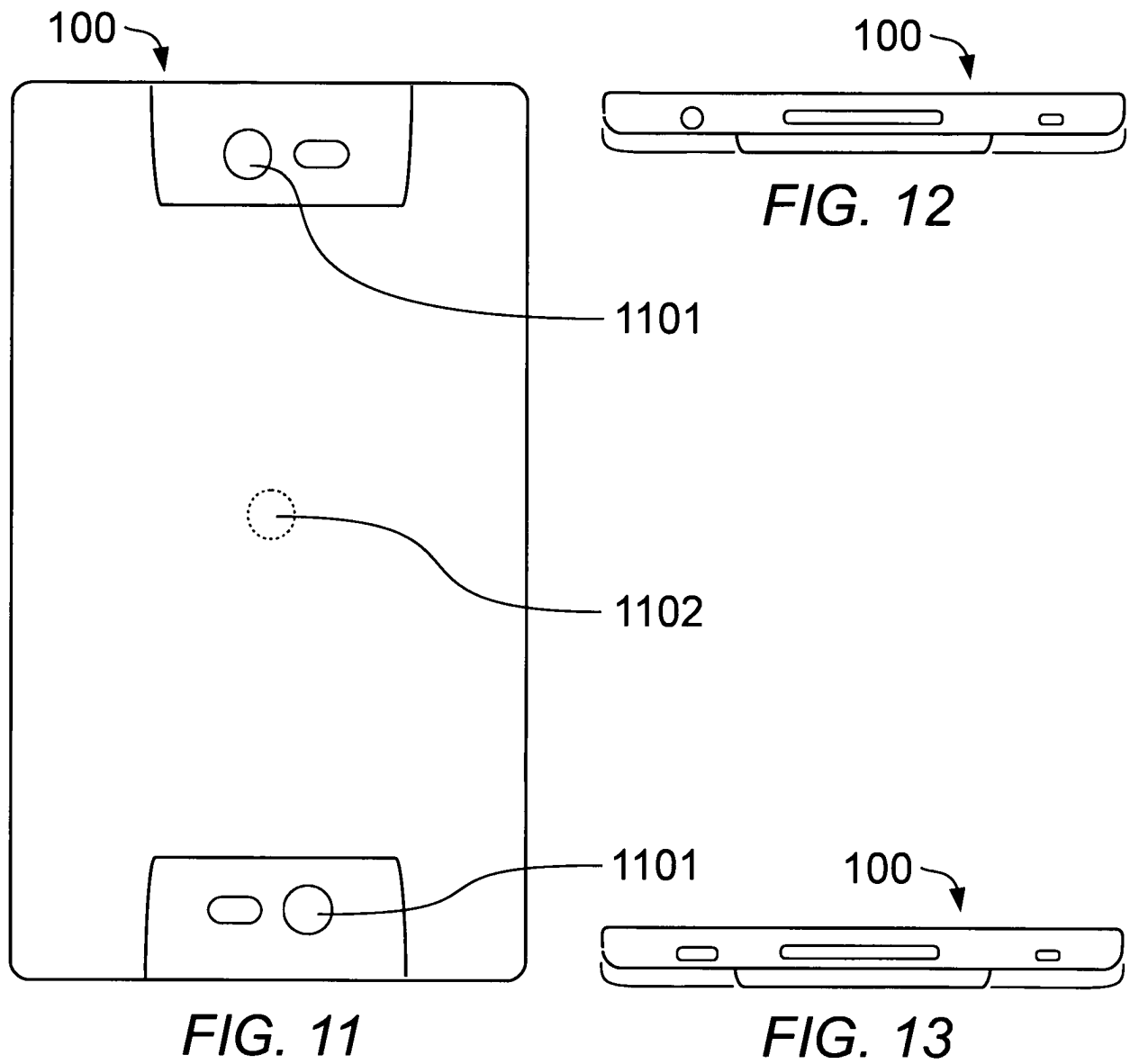


FIG. 10



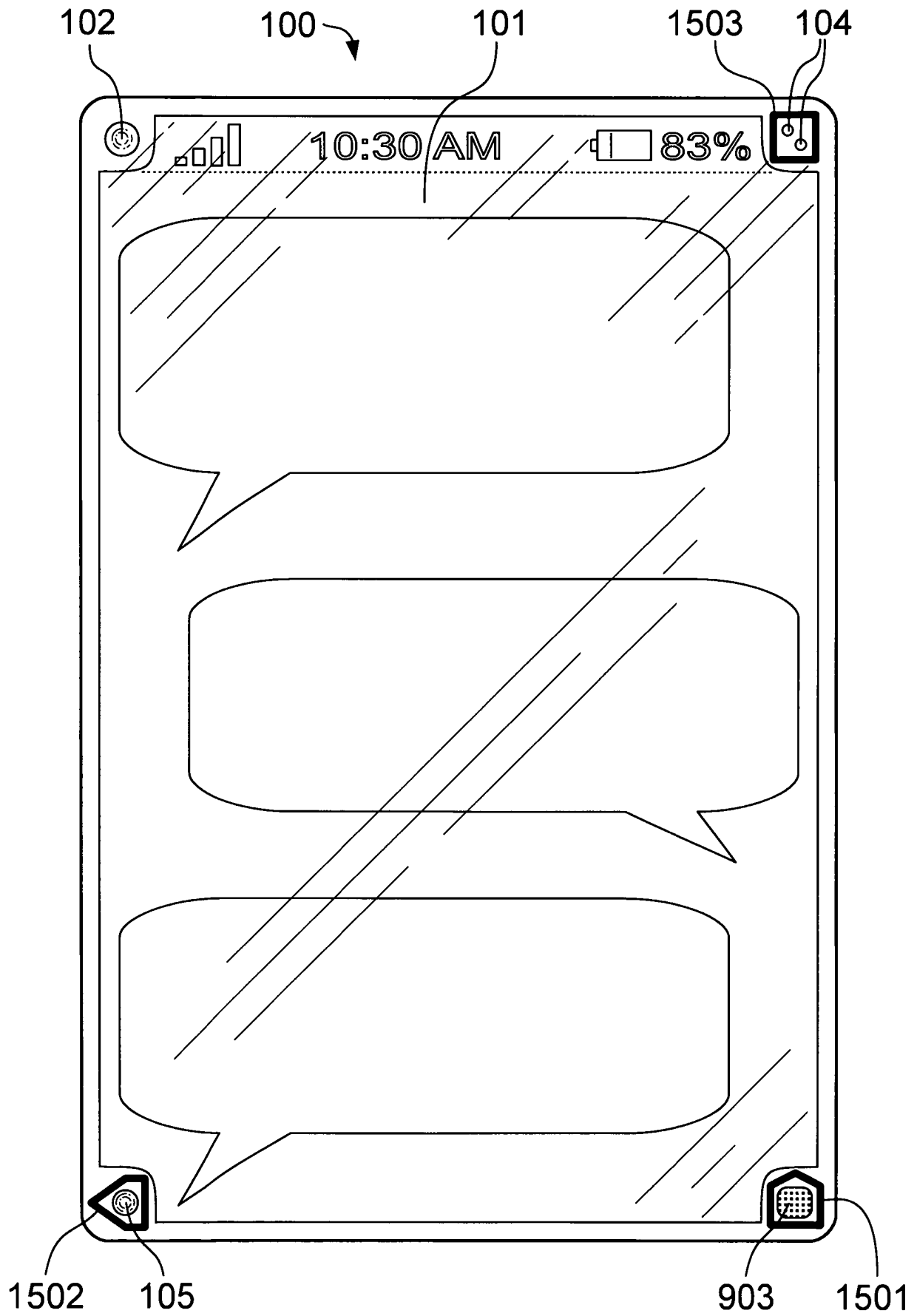


FIG. 15

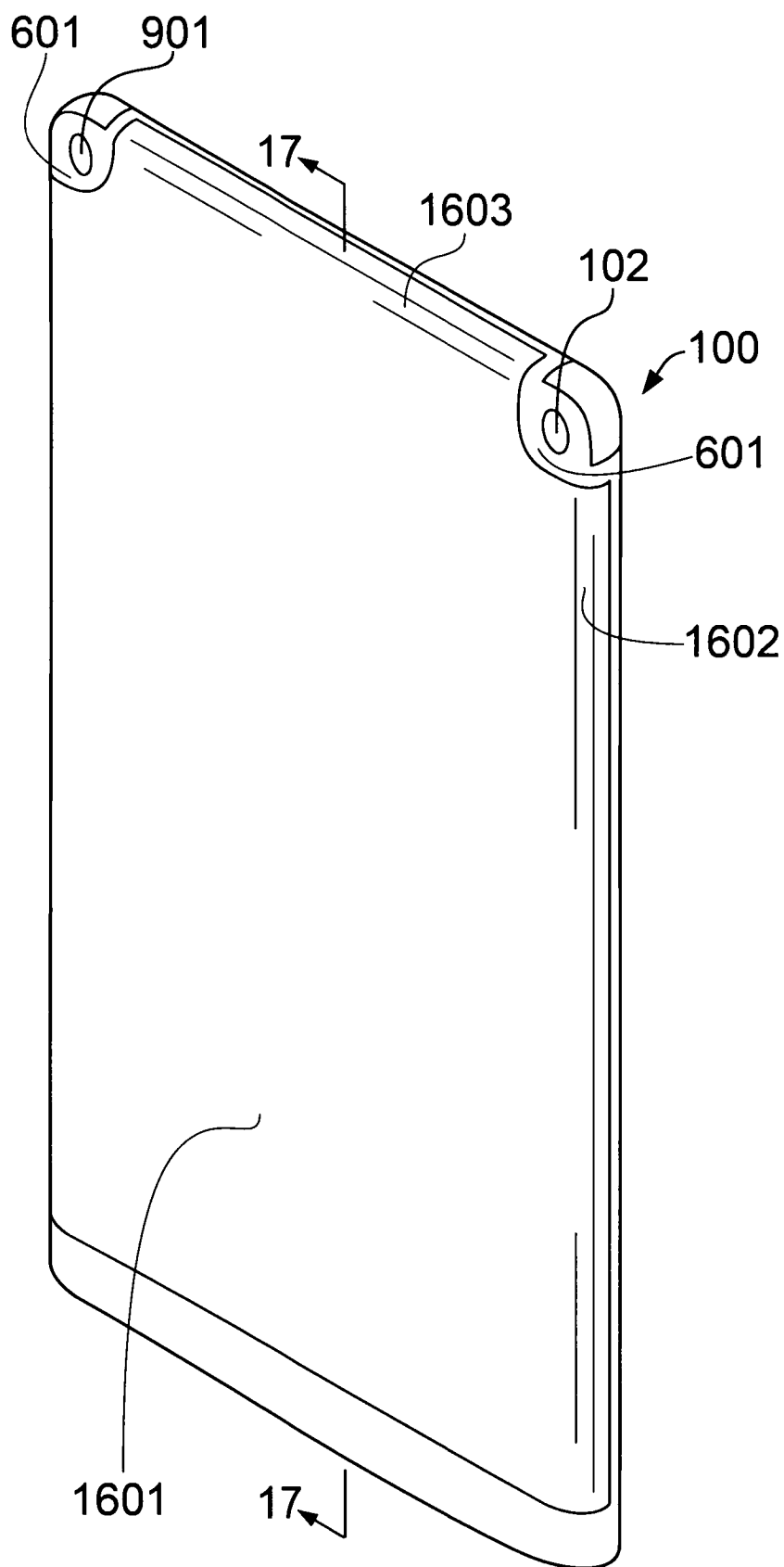


FIG. 16

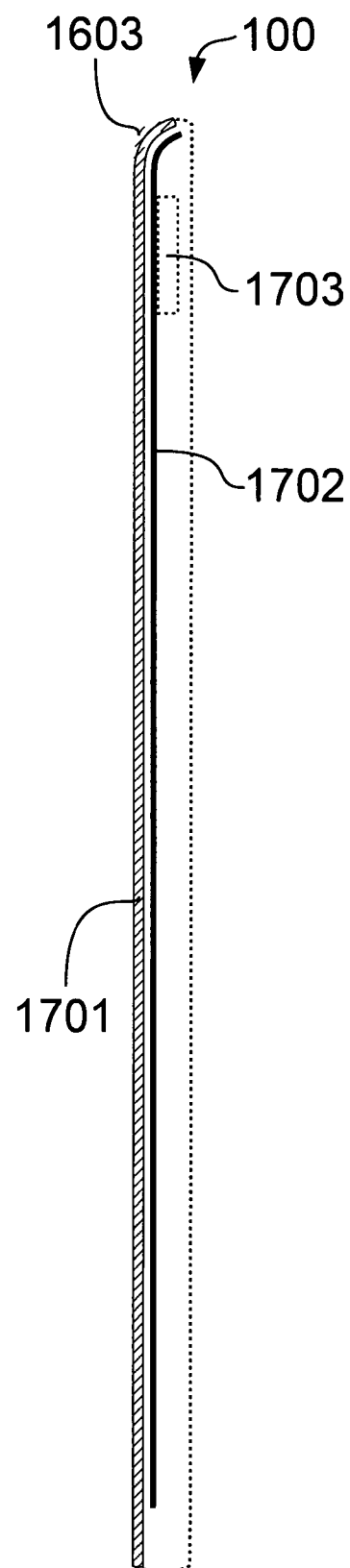


FIG. 17

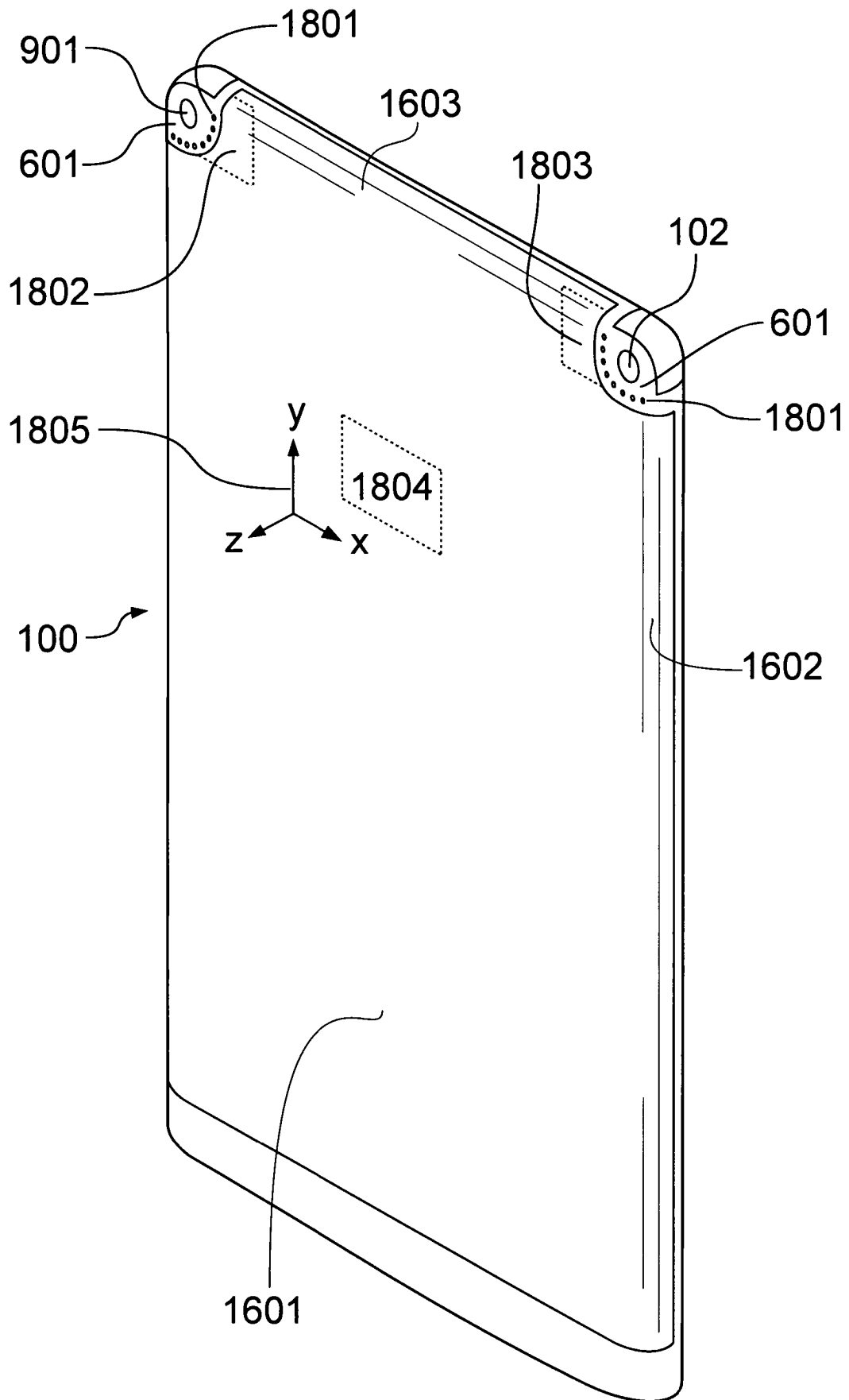


FIG. 18

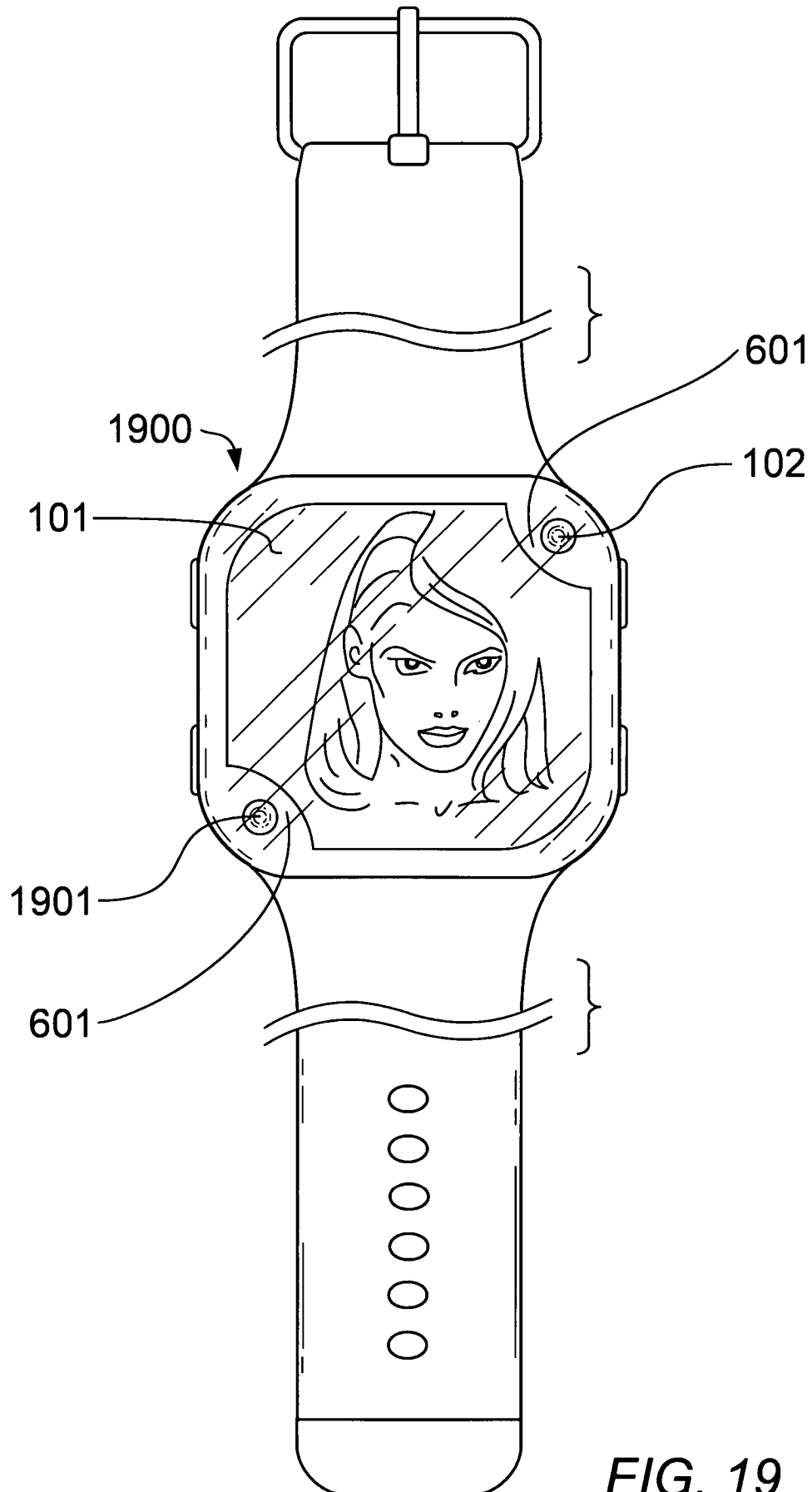


FIG. 19

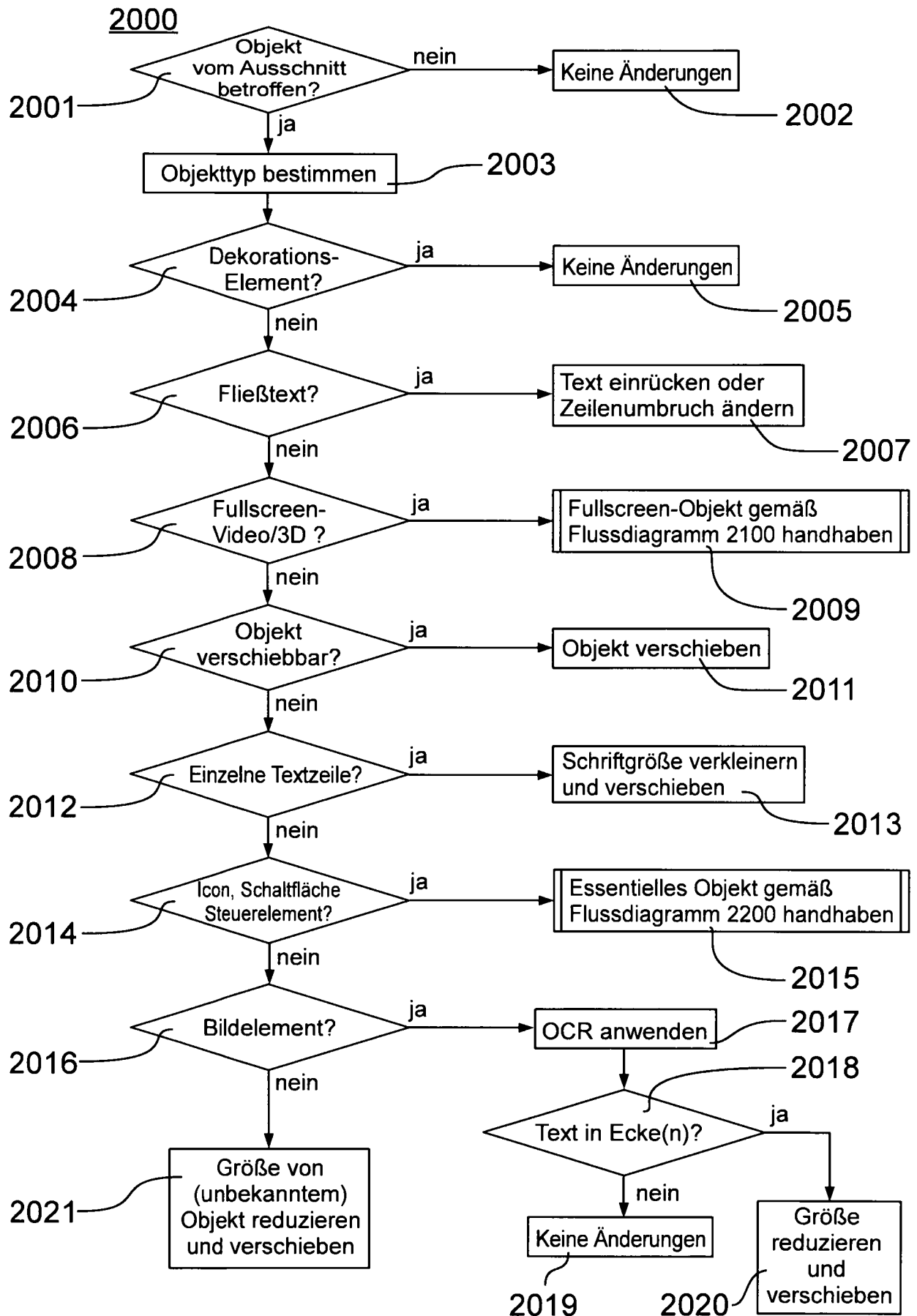


FIG. 20

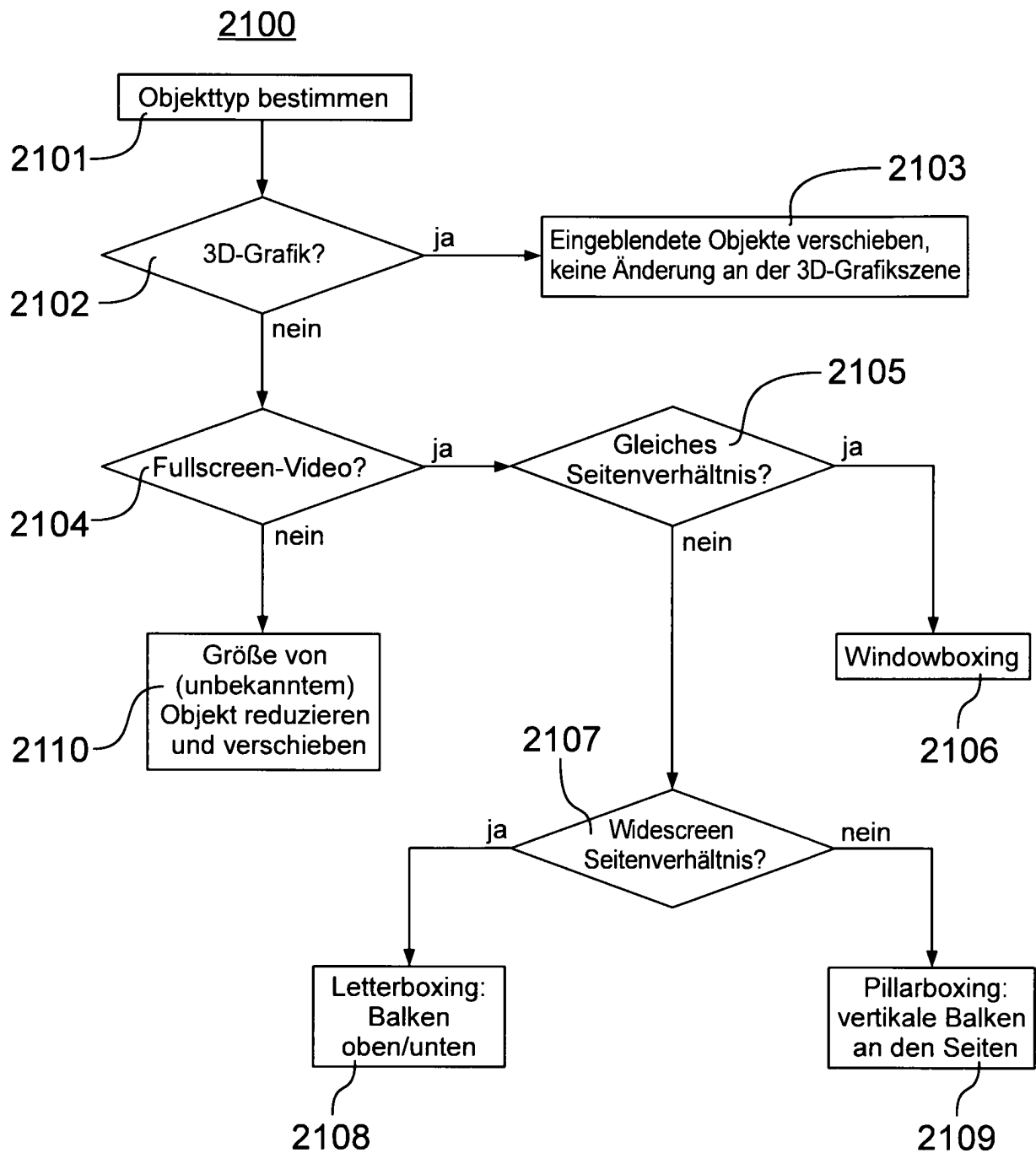
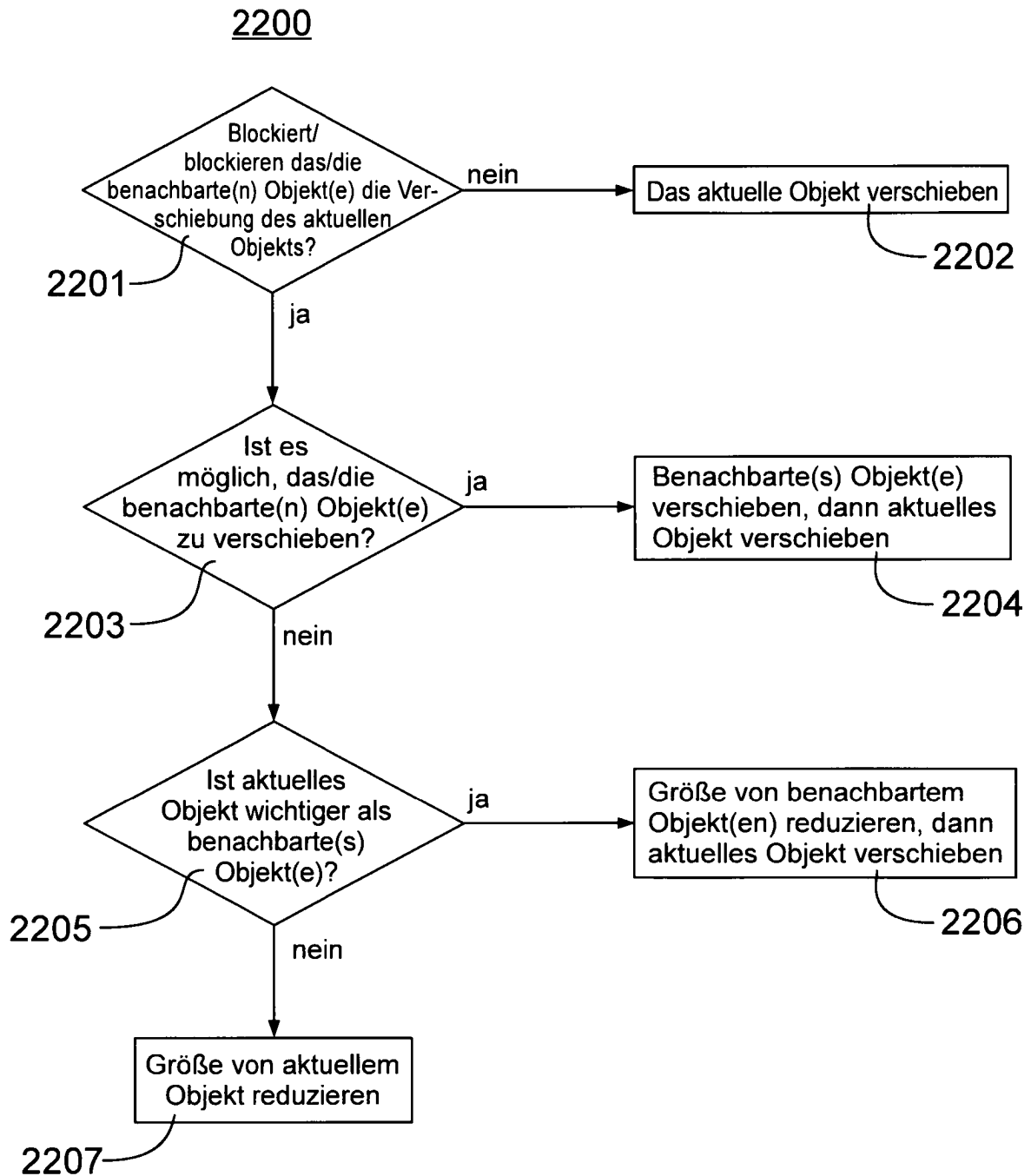


FIG. 21

**FIG. 22**

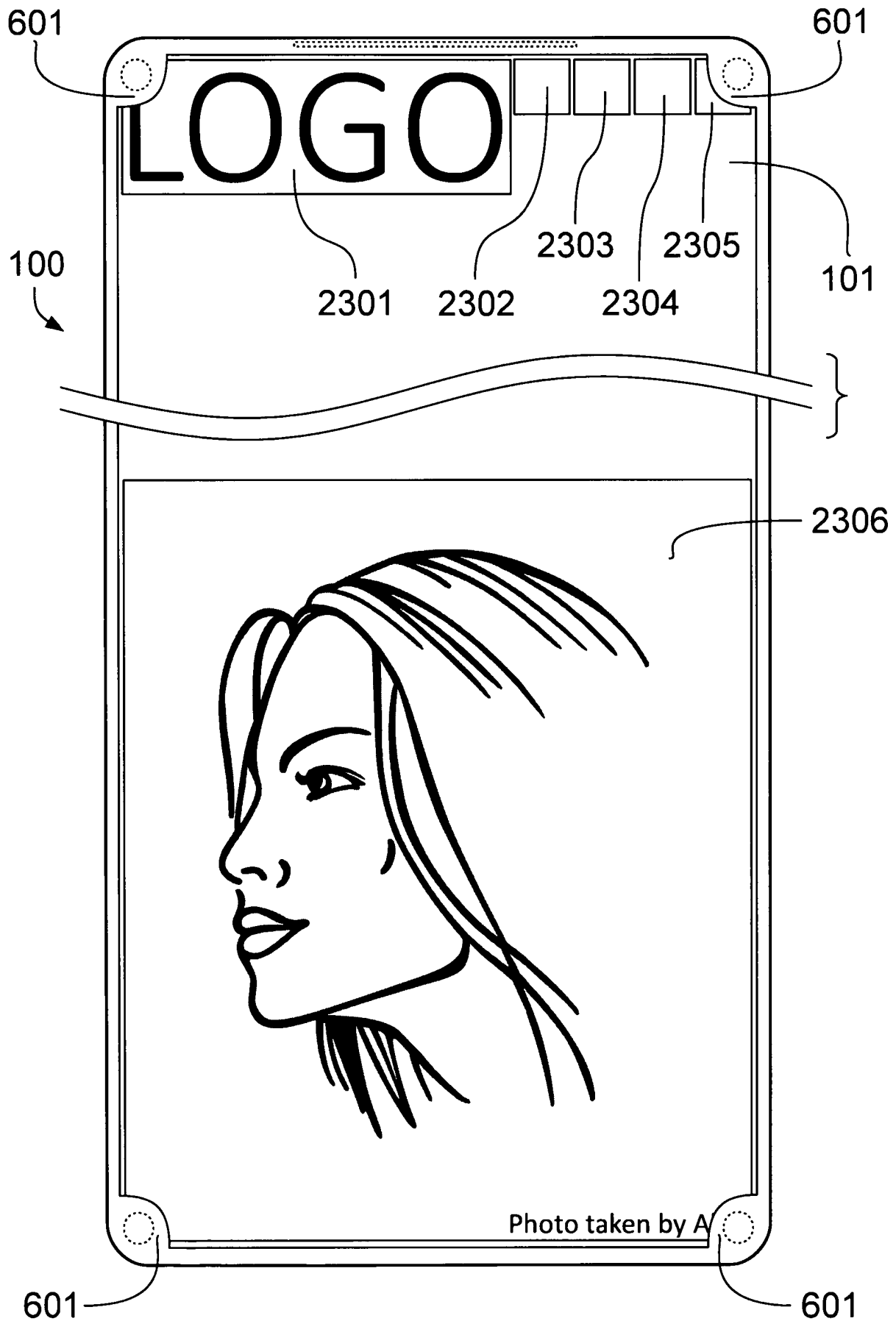


FIG. 23

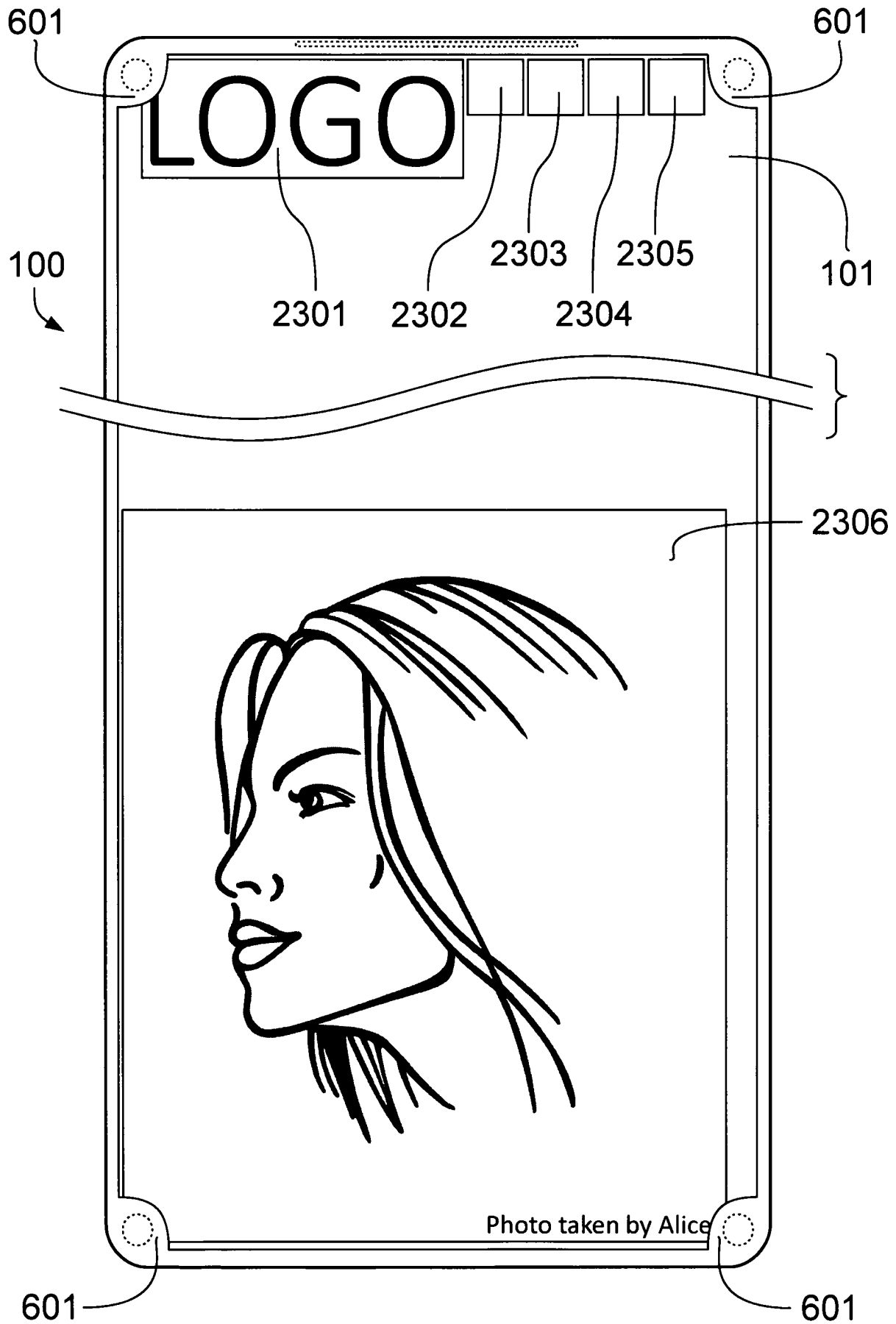


FIG. 24

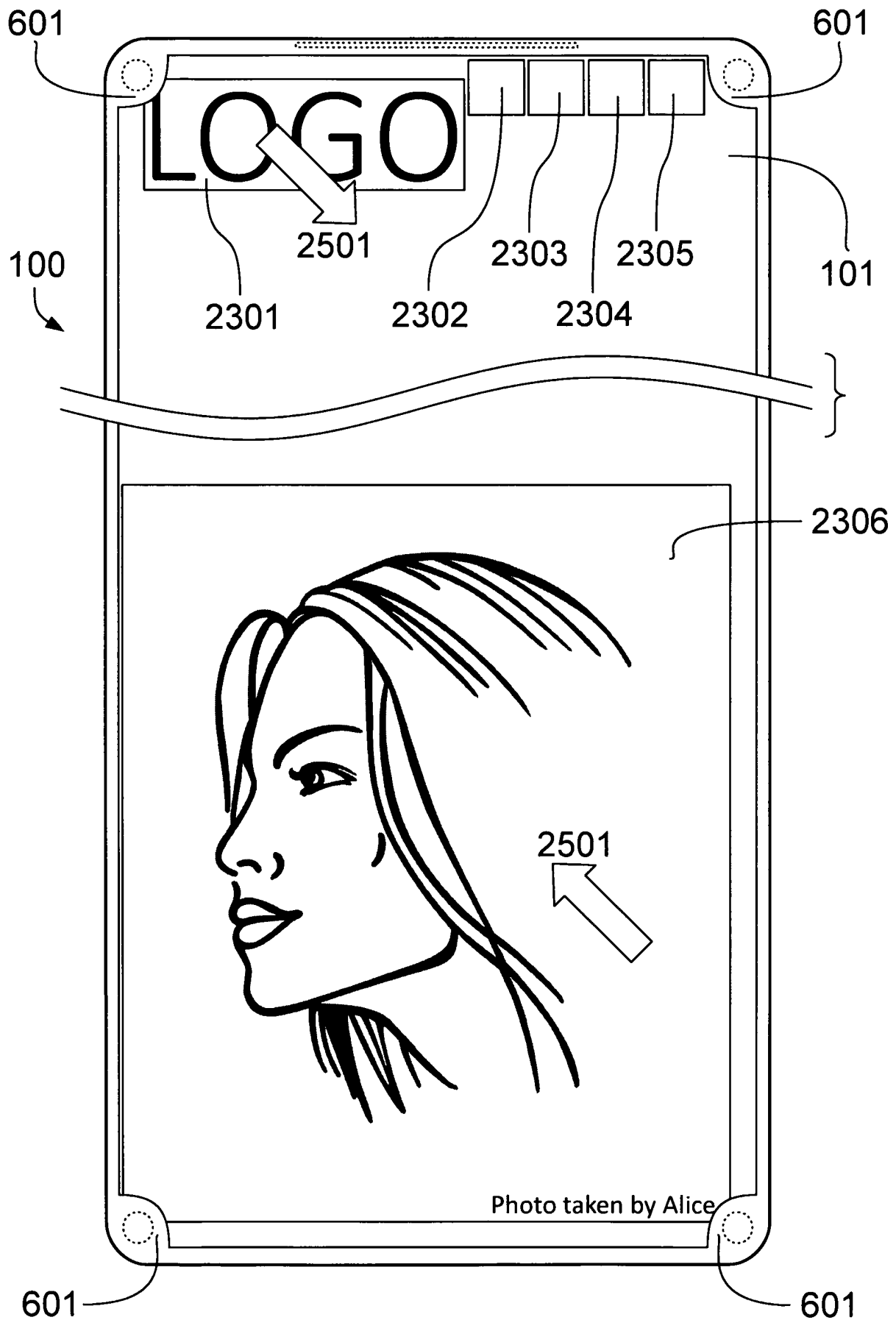


FIG. 25

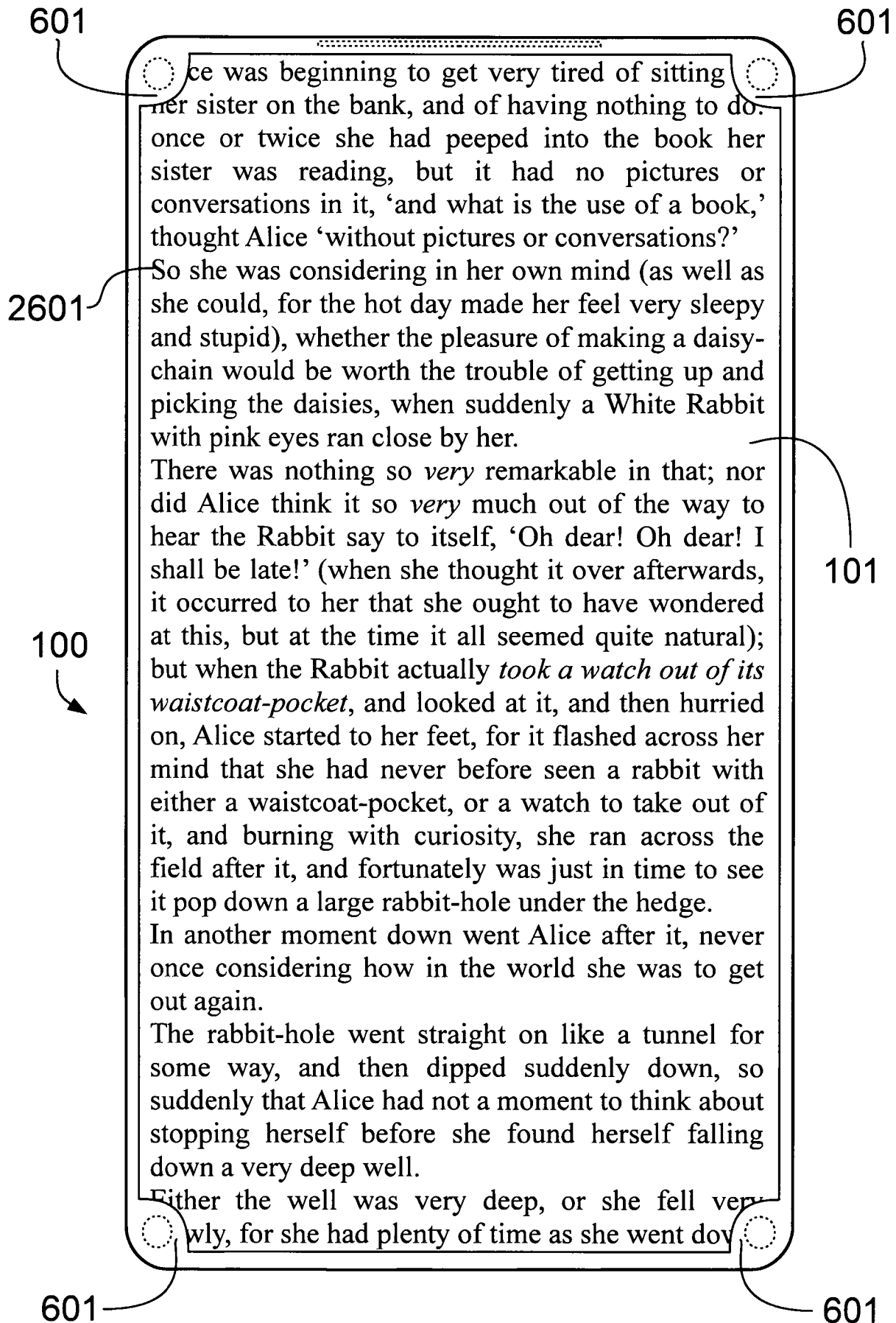
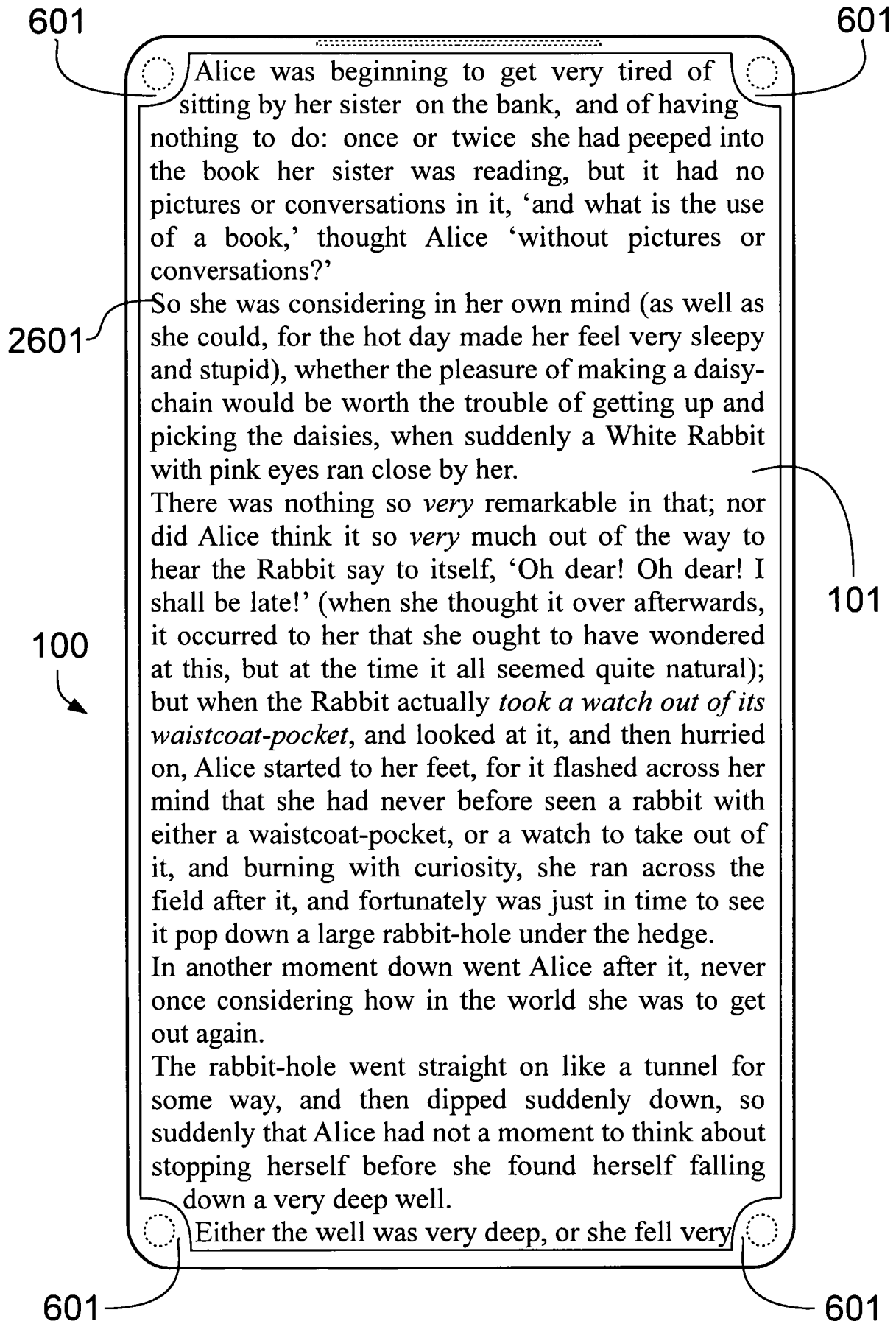


FIG. 26

**FIG. 27**

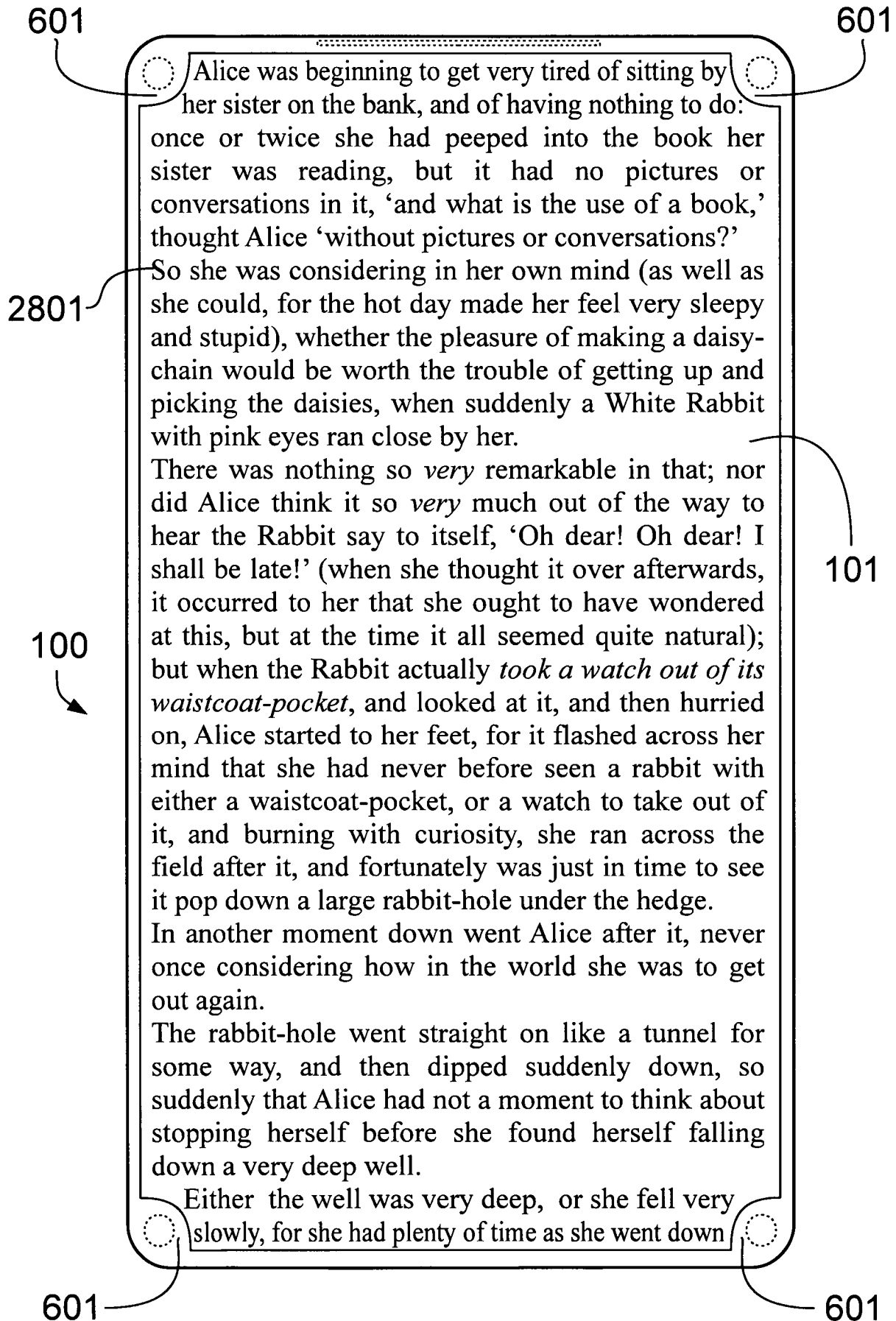


FIG. 28

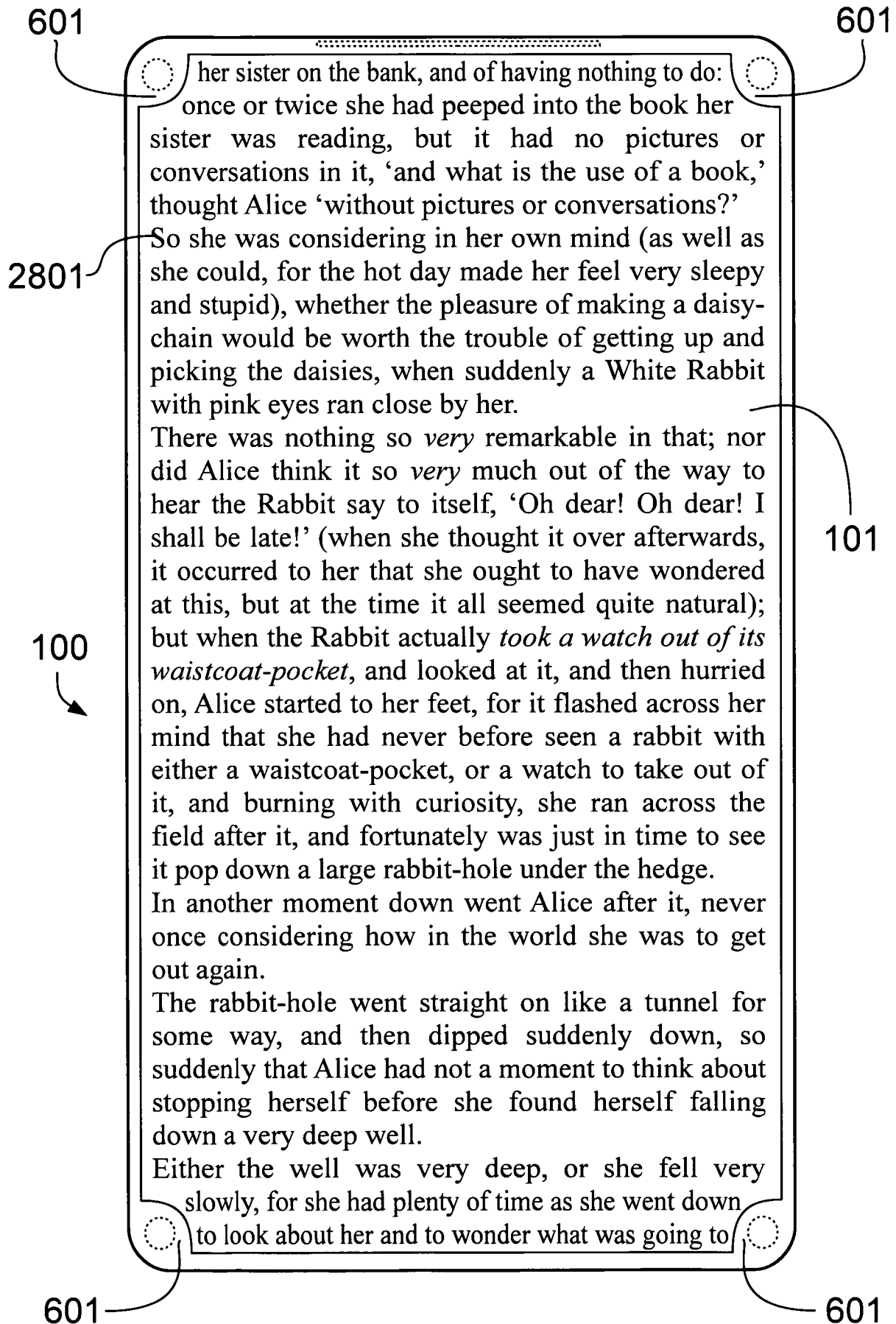


FIG. 29

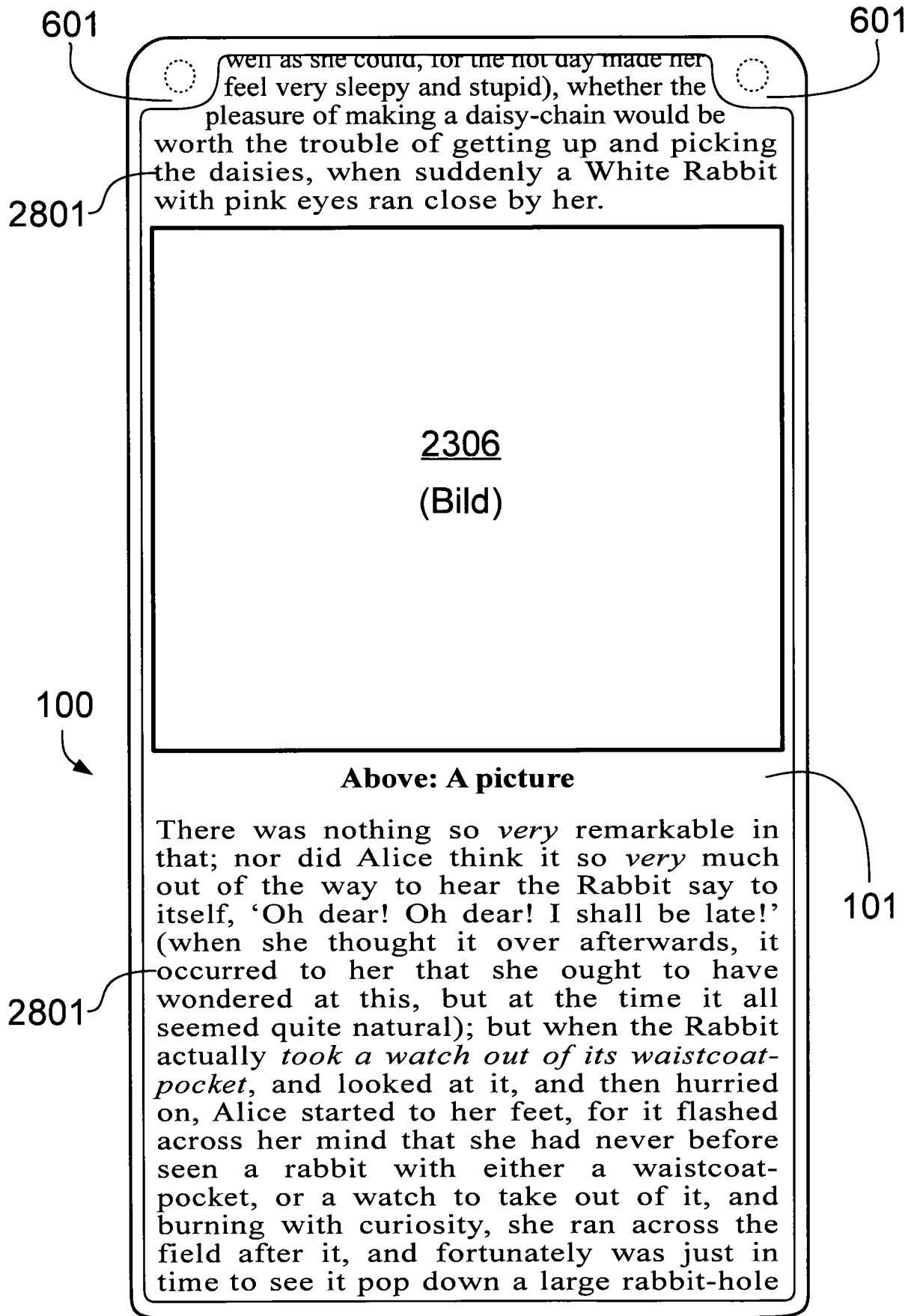


FIG. 30

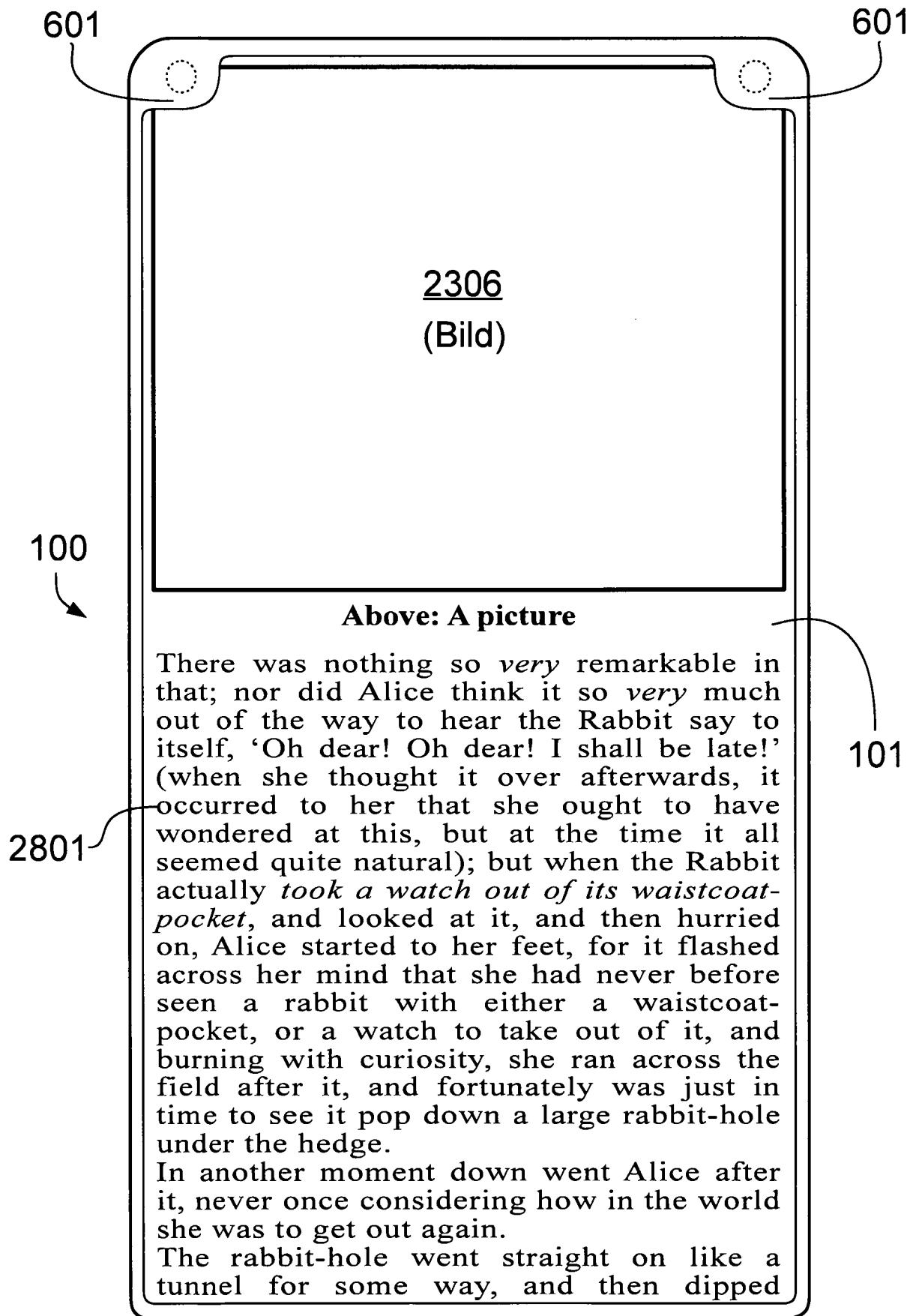


FIG. 31

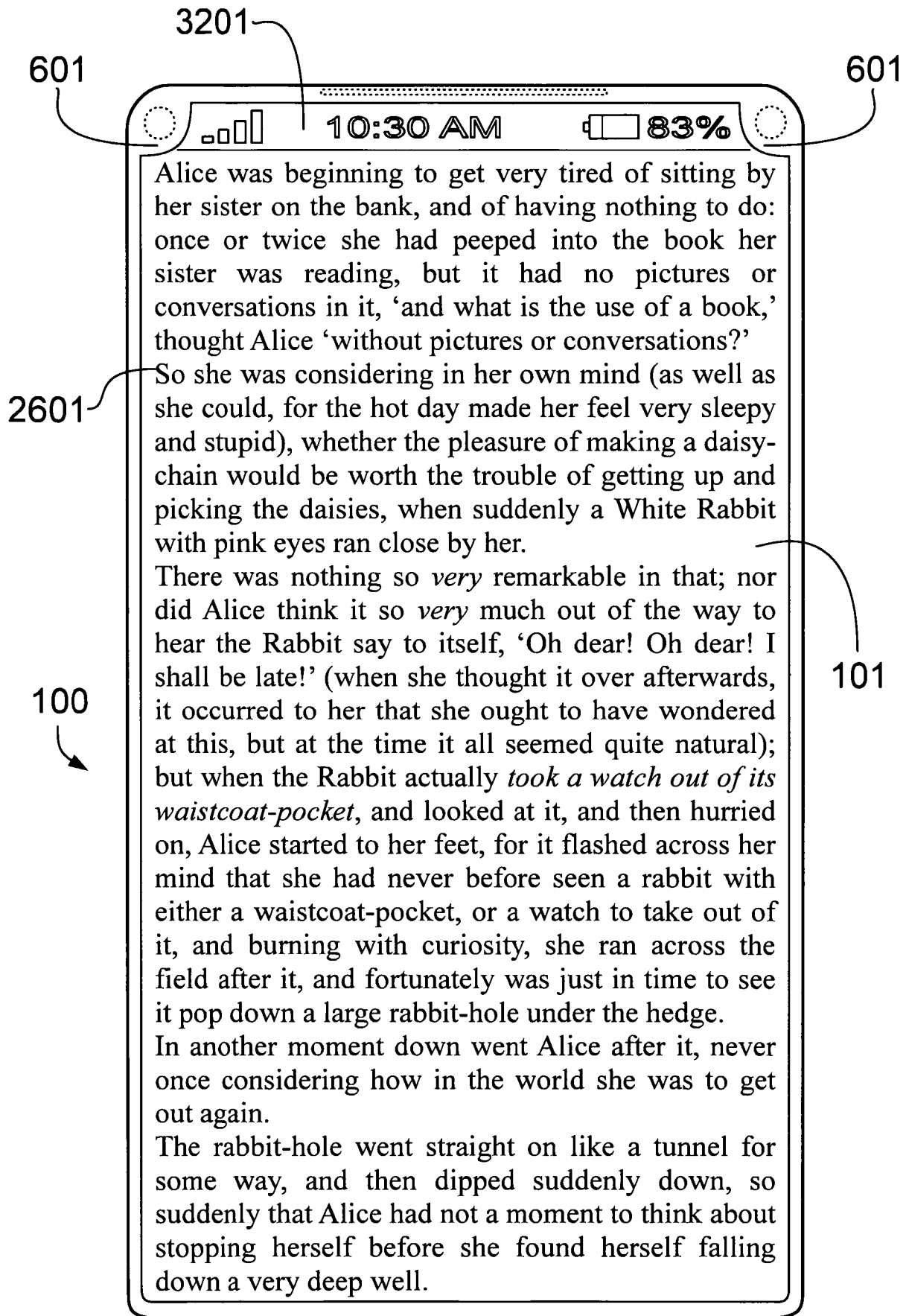


FIG. 32

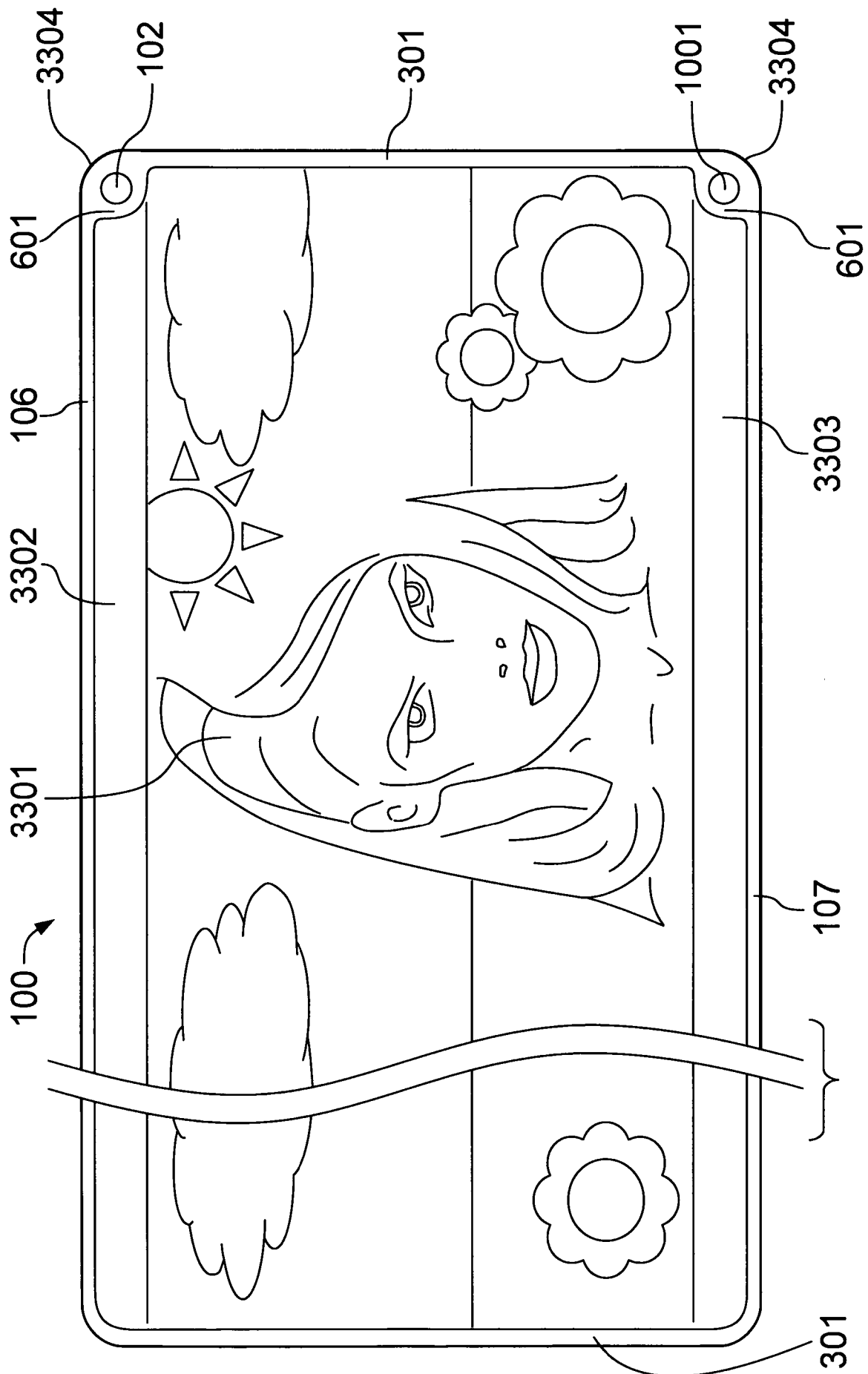


FIG. 33

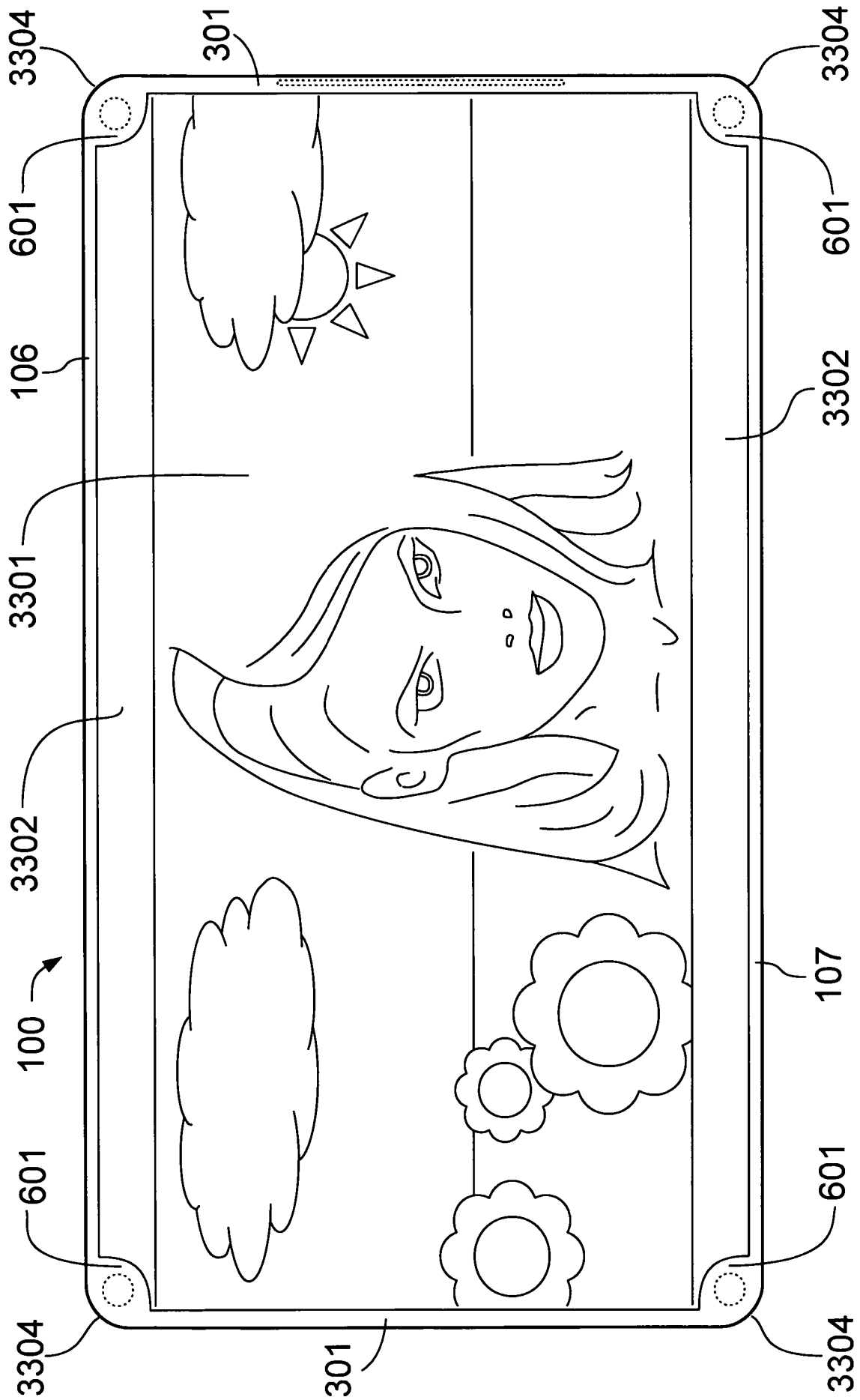


FIG. 34

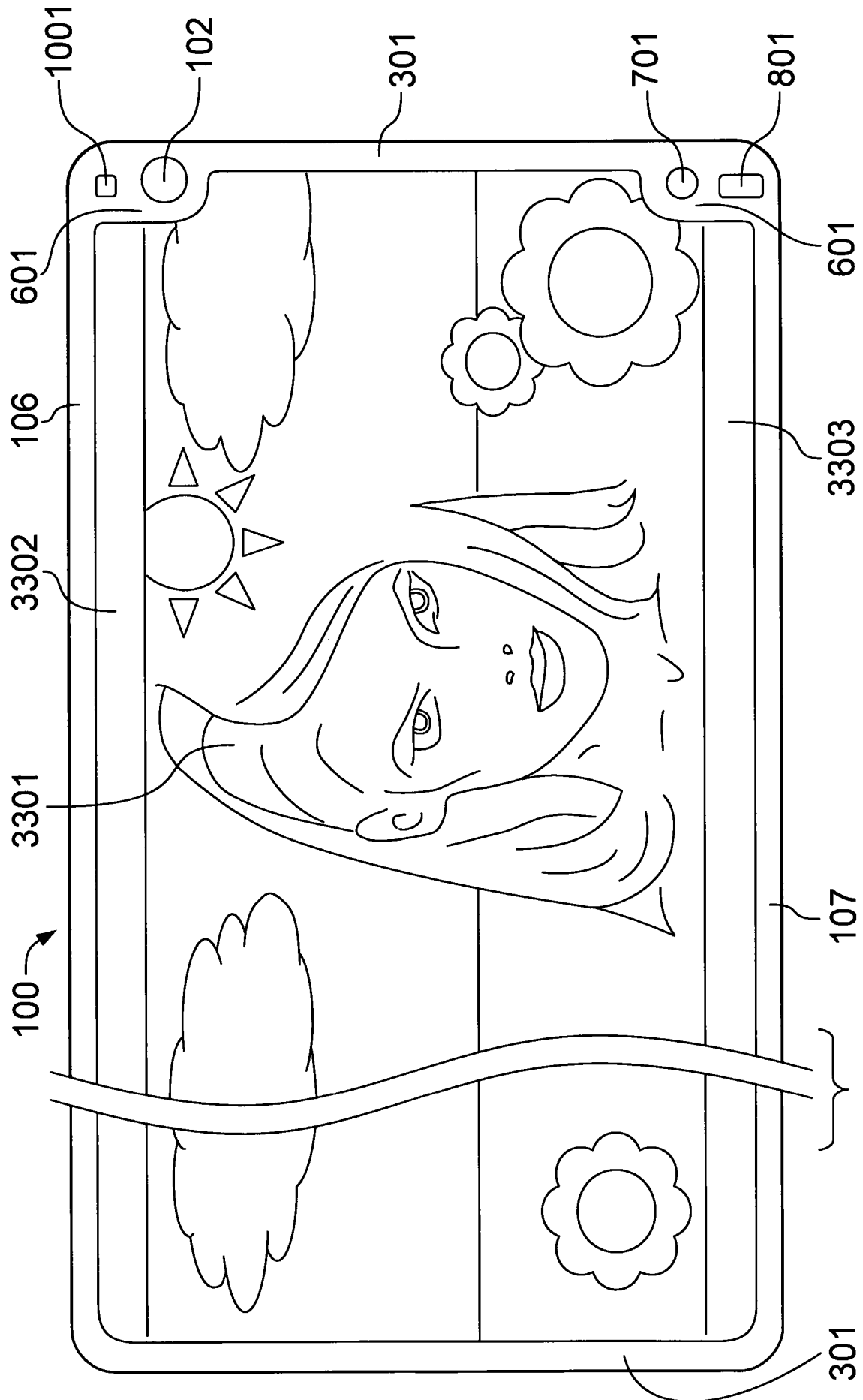


FIG. 35

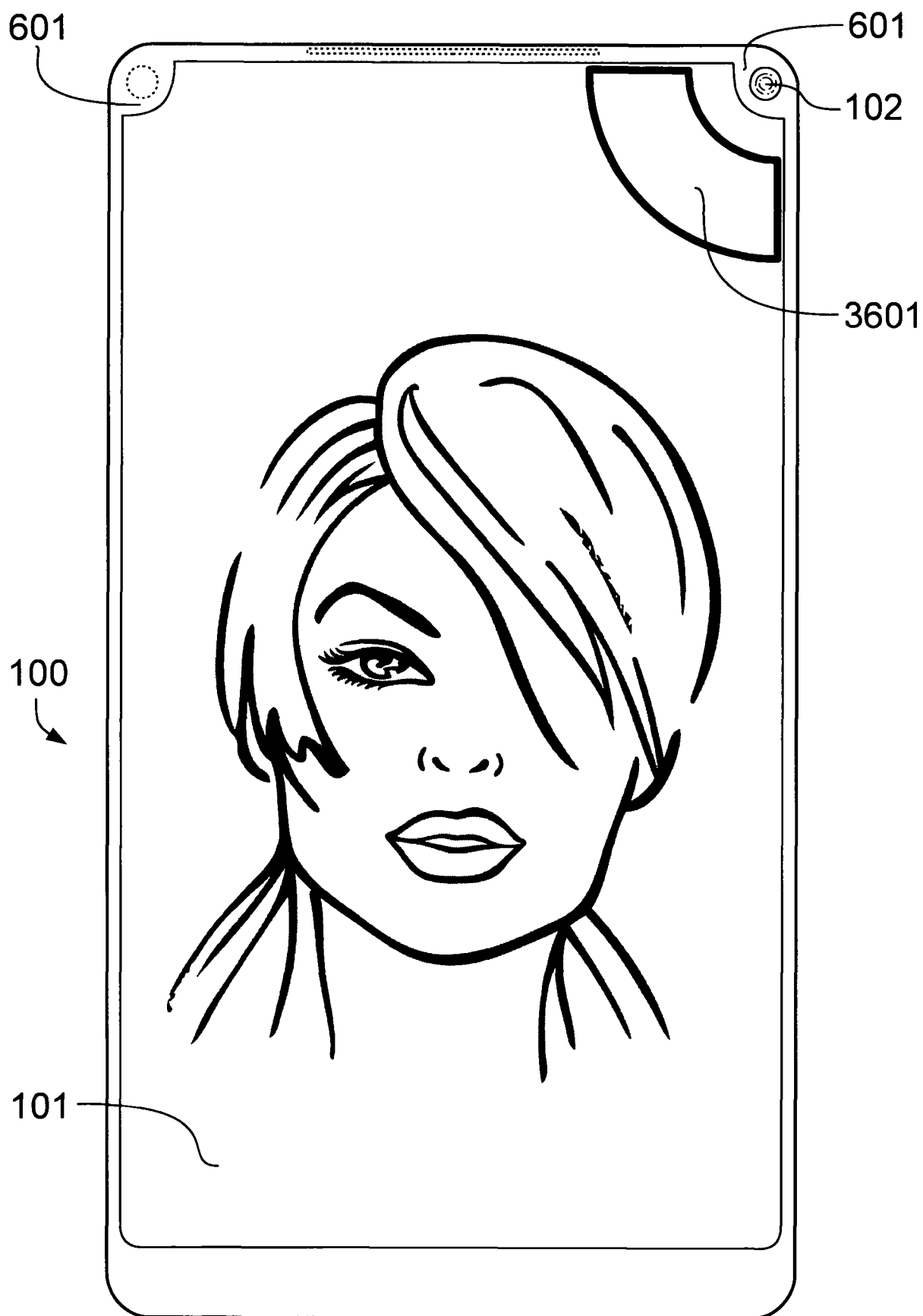
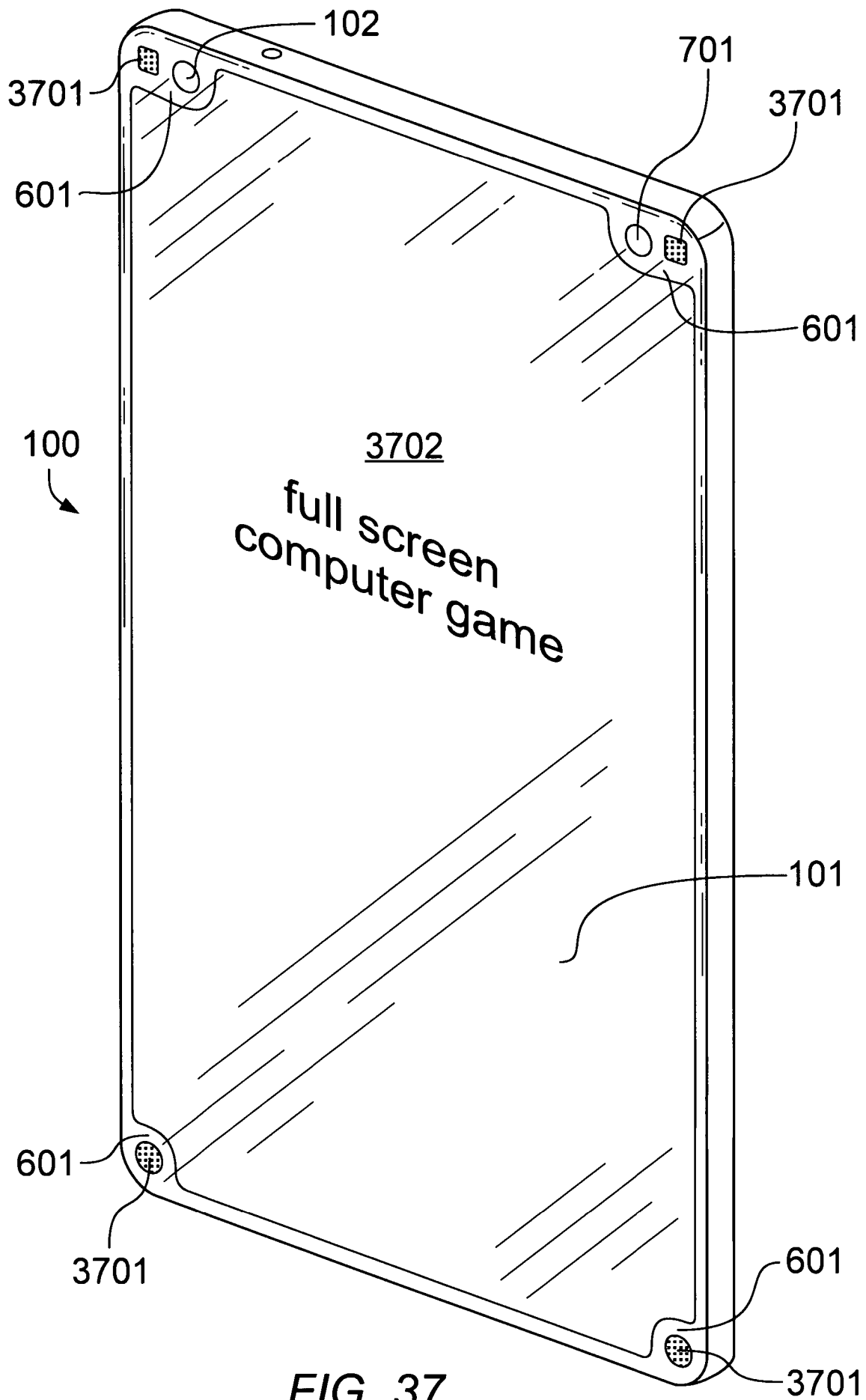


FIG. 36



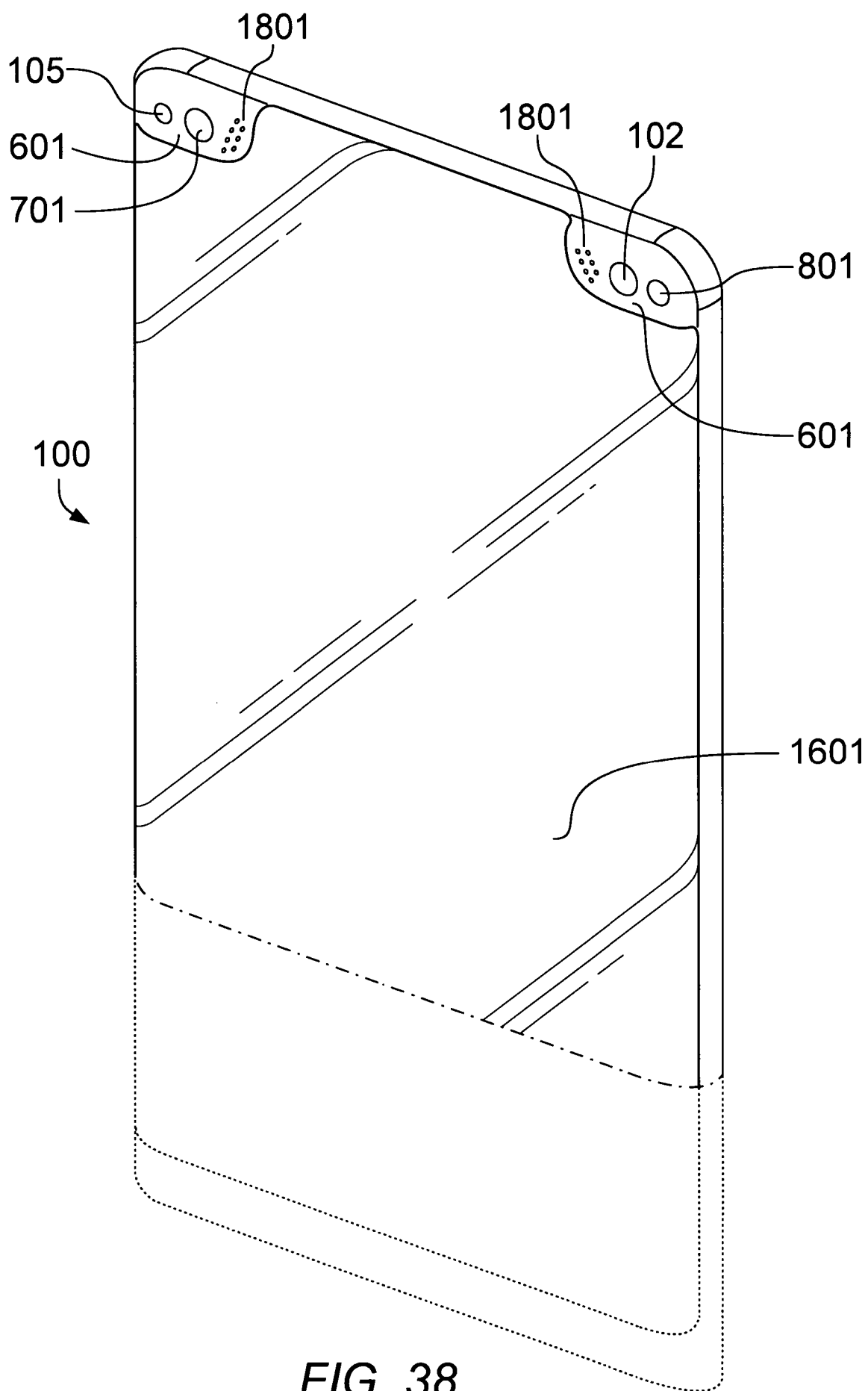


FIG. 38

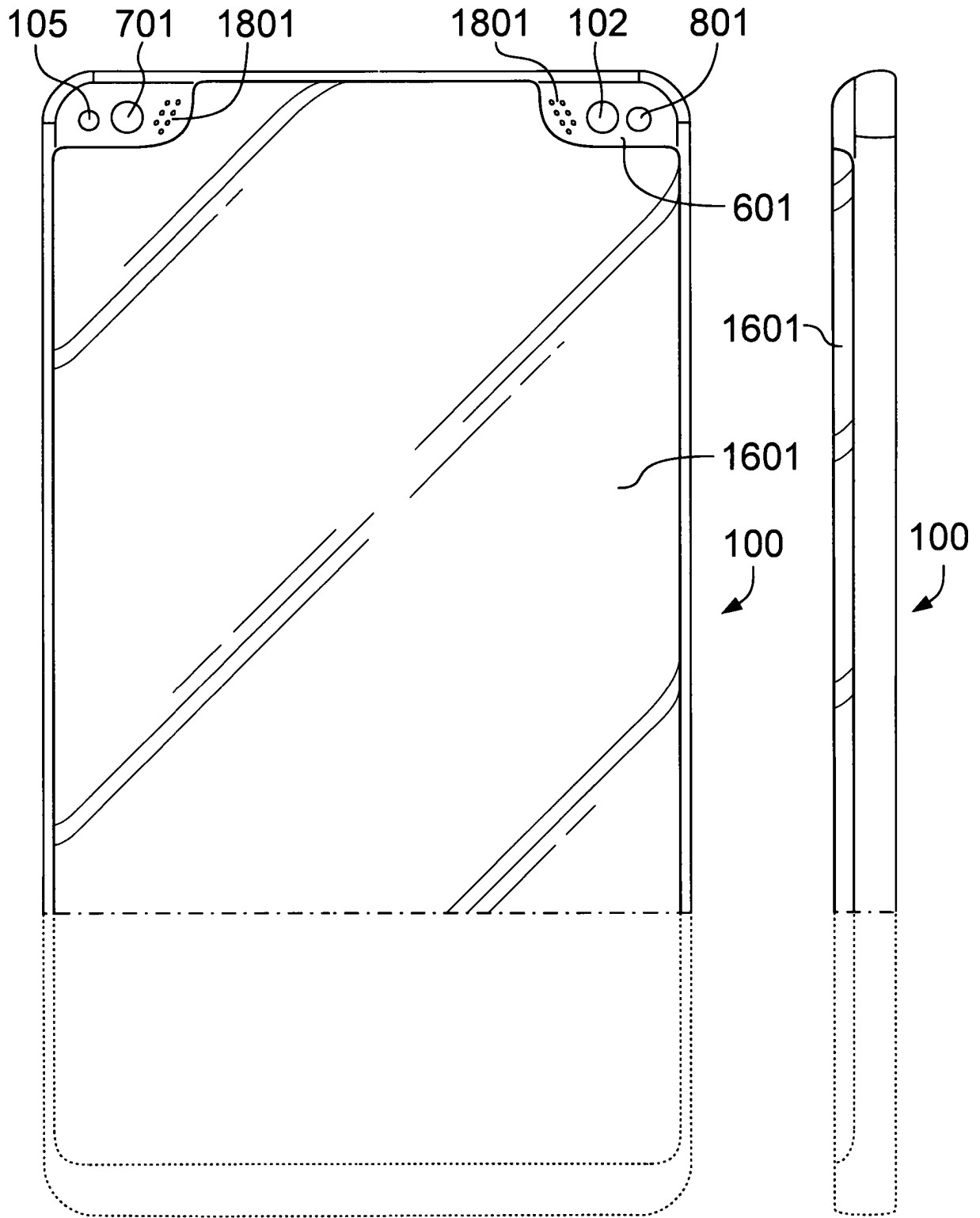
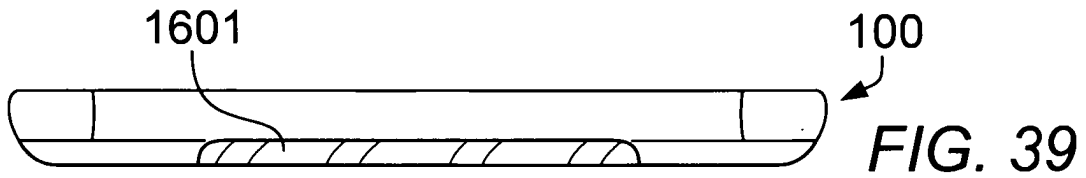


FIG. 40

FIG. 41

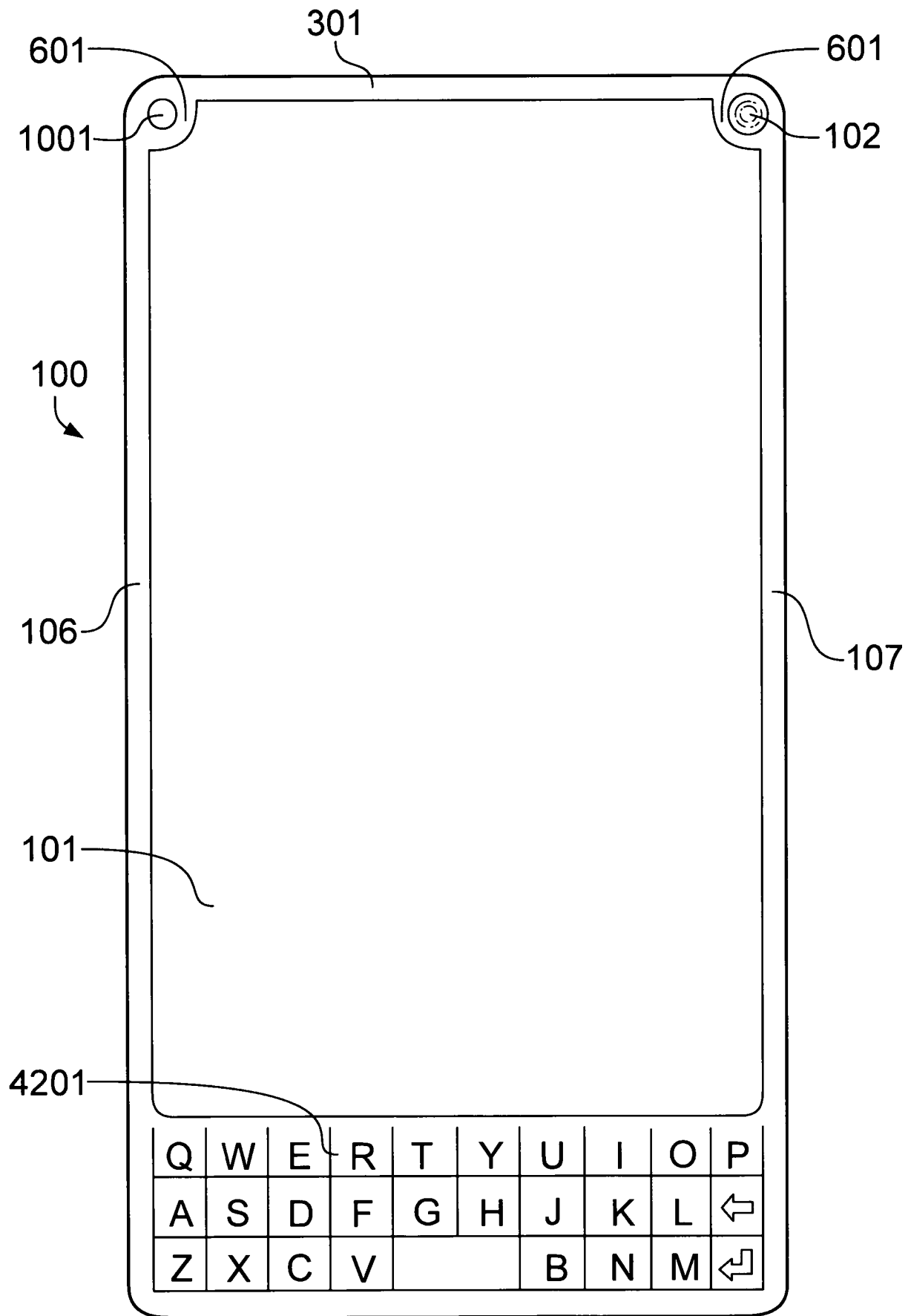


FIG. 42

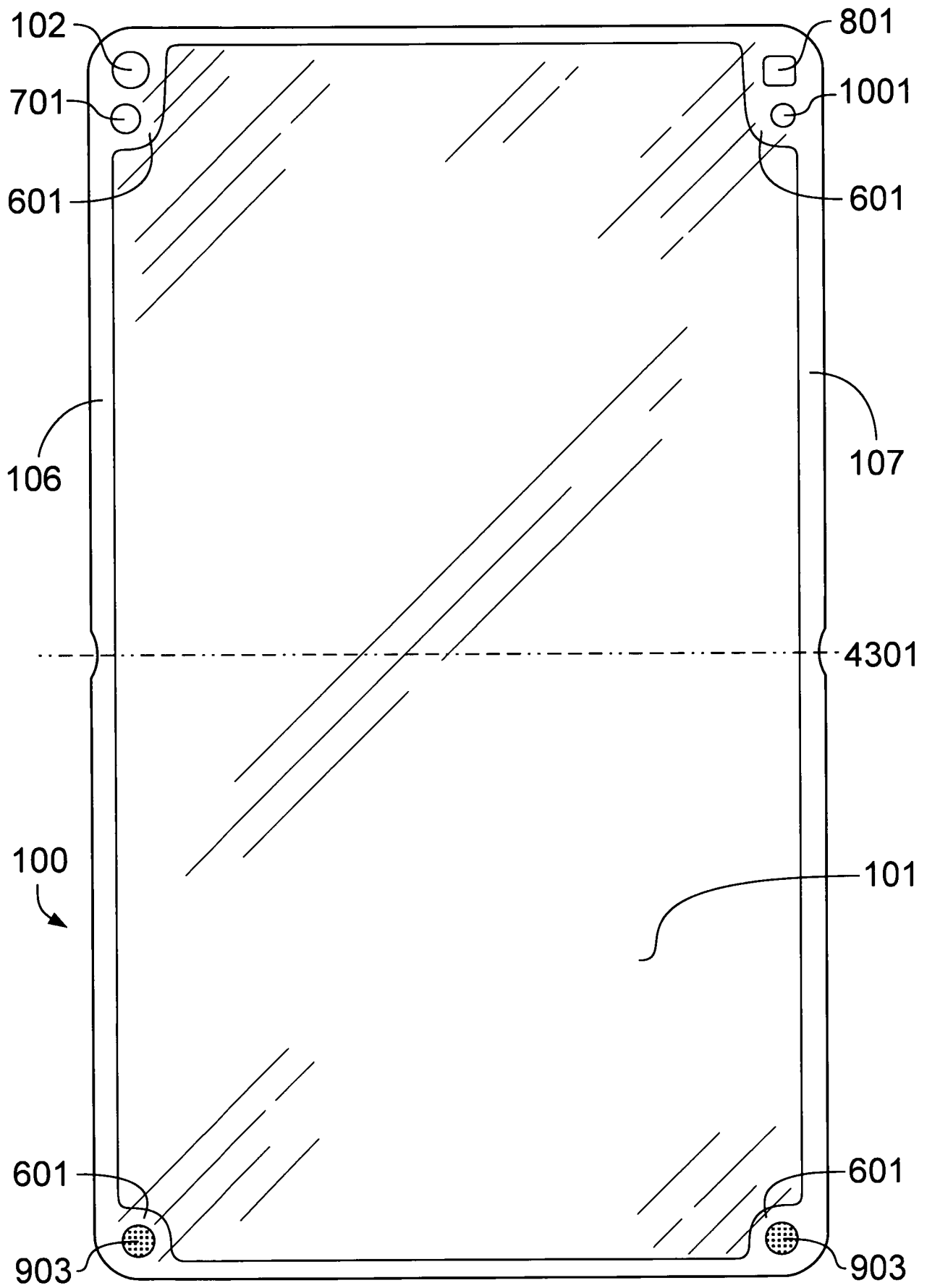


FIG. 43