

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6316433号  
(P6316433)

(45) 発行日 平成30年4月25日 (2018. 4. 25)

(24) 登録日 平成30年4月6日 (2018. 4. 6)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 6 F 3 / 0 4 3 (2006. 01)

G 0 6 F 3 / 0 4 3

G 0 6 F 3 / 0 4 1 (2006. 01)

G 0 6 F 3 / 0 4 1 4 1 2

請求項の数 32 (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2016-537469 (P2016-537469)  
 (86) (22) 出願日 平成26年12月12日 (2014. 12. 12)  
 (65) 公表番号 特表2017-503255 (P2017-503255A)  
 (43) 公表日 平成29年1月26日 (2017. 1. 26)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/070114  
 (87) 国際公開番号 W02015/089453  
 (87) 国際公開日 平成27年6月18日 (2015. 6. 18)  
 審査請求日 平成29年11月27日 (2017. 11. 27)  
 (31) 優先権主張番号 61/915, 361  
 (32) 優先日 平成25年12月12日 (2013. 12. 12)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 62/022, 140  
 (32) 優先日 平成26年7月8日 (2014. 7. 8)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 507364838  
 クアルコム、インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 921  
 21 サン ディエゴ モアハウス ドラ  
 イブ 5775  
 (74) 代理人 100108453  
 弁理士 村山 靖彦  
 (74) 代理人 100163522  
 弁理士 黒田 晋平  
 (72) 発明者 スールヤプラカーシュ・ガンティ  
 アメリカ合衆国・カリフォルニア・921  
 21-1714・サン・ディエゴ・モアハ  
 ウス・ドライブ・5775

早期審査対象出願

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロメカニカル超音波トランスデューサおよびディスプレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、

前記基板に結合されたディスプレイと、

前記ディスプレイに近接する圧電マイクロメカニカル超音波トランスデューサ (PMUT) アレイであって、前記 PMUT アレイの少なくとも一部が前記基板上に存在する、PMUT アレイと、

複数の薄膜トランジスタ (TFT) であって、前記 TFT の少なくとも第 1 のアレイが前記基板上に存在し且つ前記ディスプレイを制御するための回路を含み、前記 TFT の少なくとも第 2 のアレイが前記基板上に存在し且つ前記 PMUT アレイの少なくとも一部を制御するための回路を含む、複数の TFT と、

制御システムと

を備えるディスプレイデバイス。

【請求項 2】

前記制御システムが、

前記 PMUT アレイの少なくとも一部を低周波数モードまたは高周波数モードのうちの少なくとも 1 つで動作させるかどうかの決定を行い、

前記決定に従って前記低周波数モードまたは前記高周波数モードのうちの少なくとも 1 つで動作させるように前記 PMUT アレイの少なくとも一部を制御する、請求項 1 に記載のディスプレイデバイス。

## 【請求項 3】

インターフェースシステムをさらに備え、前記決定が少なくとも部分的に前記インターフェースシステムから受信した入力に従って行われる、請求項 2 に記載のディスプレイデバイス。

## 【請求項 4】

前記低周波数モードが約 50 kHz ~ 200 kHz の周波数範囲に対応する、請求項 2 に記載のディスプレイデバイス。

## 【請求項 5】

前記低周波数モードがジェスチャ検出モードに対応し、前記ディスプレイに近い自由空間ジェスチャが検出される、請求項 2 に記載のディスプレイデバイス。

10

## 【請求項 6】

前記高周波数モードが約 1 MHz ~ 25 MHz の周波数範囲に対応する、請求項 2 に記載のディスプレイデバイス。

## 【請求項 7】

前記高周波数モードが指紋センサモードまたはスタイラス検出モードに対応する、請求項 2 に記載のディスプレイデバイス。

## 【請求項 8】

前記制御システムが、前記 PMUT アレイが前記指紋センサモードで動作する間に取得された指紋データに少なくとも部分的に基づいて認証処理を実行する、請求項 7 に記載のディスプレイデバイス。

20

## 【請求項 9】

メモリシステムをさらに含み、前記認証処理が、  
前記ディスプレイデバイスの表面上に少なくとも 1 つの指を置くように前記ディスプレイを介してプロンプトを提供することと、  
前記 PMUT アレイの少なくとも一部を介して少なくとも 1 つの指紋画像を受信することと、  
前記少なくとも 1 つの指紋画像に対応する受信指紋データを決定することと、  
前記受信指紋データを前記メモリシステム内に記憶された指紋データと比較することを含む、請求項 8 に記載のディスプレイデバイス。

30

## 【請求項 10】

前記制御システムが、  
前記 PMUT アレイの少なくとも一部を前記高周波数モード、前記低周波数モードまたは中周波数モードで動作させるかどうかの決定を行い、  
前記決定に従って前記 PMUT アレイの少なくとも一部を前記高周波数モード、前記低周波数モードまたは前記中周波数モードで動作するように制御する、  
請求項 2 に記載のディスプレイデバイス。

## 【請求項 11】

前記ディスプレイデバイスが、前記制御システムが前記 PMUT アレイの少なくとも一部を前記中周波数モードで動作するように制御している際に、タッチセンサ機能を提供する、請求項 10 に記載のディスプレイデバイス。

40

## 【請求項 12】

前記中周波数モードが約 200 kHz ~ 1 MHz の周波数範囲に対応する、請求項 10 に記載のディスプレイデバイス。

## 【請求項 13】

前記制御システムが、前記 PMUT アレイの第 1 の PMUT 素子を前記低周波数モードで動作するように制御し、前記 PMUT アレイの第 2 の PMUT 素子を前記高周波数モードで動作するように制御する、請求項 2 に記載のディスプレイデバイス。

## 【請求項 14】

前記制御システムが、前記 PMUT アレイの PMUT 素子を前記低周波数モードで動作するとともに前記高周波数モードで動作するように制御する、請求項 2 に記載のディス

50

レイデバイス。

【請求項 15】

前記 P M U T アレイが、圧電マイクロメカニカル超音波トランスデューサ ( p M U T ) アレイまたは容量式マイクロメカニカル超音波トランスデューサ ( c M U T ) アレイである、請求項 1 に記載のディスプレイデバイス。

【請求項 16】

前記制御システムが、波面ビームフォーミング、ビームステアリング、受信側ビームフォーミング、または戻り信号の選択読出しのうちの少なくとも 1 つのために前記 P M U T アレイの少なくとも一部をアドレス指定する、請求項 1 に記載のディスプレイデバイス。

【請求項 17】

前記制御システムが、実質的に平面状、球状、または円筒状の波面を生成するために前記 P M U T アレイの少なくとも一部をアドレス指定する、請求項 16 に記載のディスプレイデバイス。

【請求項 18】

前記制御システムが、少なくとも 1 つの場所において強め合うまたは弱め合う干渉を生成するために前記 P M U T アレイの少なくとも一部をアドレス指定する、請求項 16 に記載のディスプレイデバイス。

【請求項 19】

前記制御システムが、前記 P M U T アレイの P M U T 素子を励起させ、同じ P M U T 素子を介して応答を検出する、請求項 1 に記載のディスプレイデバイス。

【請求項 20】

前記制御システムが、前記 P M U T アレイの第 1 の P M U T 素子を音響送信機として制御し、前記 P M U T アレイの第 2 の P M U T 素子を音響受信機として制御する、請求項 1 に記載のディスプレイデバイス。

【請求項 21】

前記 P M U T アレイの少なくとも一部がアクティブマトリクス P M U T アレイである、請求項 1 に記載のディスプレイデバイス。

【請求項 22】

前記アクティブマトリクス P M U T アレイが駆動回路と感知回路とを含む、請求項 21 に記載のディスプレイデバイス。

【請求項 23】

前記アクティブマトリクス P M U T アレイが、行および列アドレス指定回路、マルチプレクサ回路、デマルチプレクサ回路、ローカル増幅回路、またはアナログ デジタル変換回路のうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 21 に記載のディスプレイデバイス。

【請求項 24】

前記 P M U T アレイの少なくとも一部が前記ディスプレイの一部のみの背後に配置されている、請求項 1 に記載のディスプレイデバイス。

【請求項 25】

前記 P M U T アレイの少なくとも一部が前記ディスプレイの周辺領域内に配置されている、請求項 1 に記載のディスプレイデバイス。

【請求項 26】

前記制御システムが、指紋センサ機能、署名パッド機能、スタイラス検出機能、ジェスチャ検出機能、またはボタン機能のうちの少なくとも 1 つのために前記ディスプレイの周辺領域内に配置された前記 P M U T アレイの一部を制御する、請求項 1 に記載のディスプレイデバイス。

【請求項 27】

前記 P M U T アレイの少なくとも一部が前記ディスプレイの実質的にすべての背後に配置されている、請求項 1 に記載のディスプレイデバイス。

【請求項 28】

前記基板がガラス基板である、請求項 1 に記載のディスプレイデバイス。

10

20

30

40

50

## 【請求項 29】

前記 P M U T アレイの少なくとも一部を制御するための回路、および前記ディスプレイを制御するための回路が、フレックスケールを共有する、請求項 1 に記載のディスプレイデバイス。

## 【請求項 30】

カバーガラスと、

前記カバーガラス上に配置された電極と

をさらに備え、前記電極が、前記 P M U T アレイの少なくとも一部を制御するための回路への上面の電気的接続のために構成されている、請求項 1 に記載のディスプレイデバイス。

10

## 【請求項 31】

前記電極が、前記ディスプレイの周辺部上に配置された少なくとも 1 つの P M U T 素子のための回路との接続のために構成されている、請求項 30 に記載のディスプレイデバイス。

## 【請求項 32】

前記 P M U T アレイの単一の P M U T 素子が、前記ディスプレイの単一のピクセルに対応する、請求項 1 に記載のディスプレイデバイス。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

20

## [ 優先権主張 ]

本出願は、参照により本明細書に組み込まれている、2013 年 12 月 12 日に出願した「MICROMECHANICAL ULTRASONIC TRANSDUCERS AND DISPLAY」と題する米国仮出願第 61/915361 号、および 2014 年 7 月 8 日に出願した「PIEZOELECTRIC ULTRASONIC TRANSDUCER AND PROCESS」と題する米国仮出願第 62/022140 号の優先権を主張するものである。

## 【0002】

本開示は、センサ素子を含むディスプレイに関し、より詳細には、生体感知、画像化、およびタッチまたはジェスチャ認識のための電子センサアレイまたは対話式ディスプレイにおける使用に適した圧電超音波トランスデューサに関する。

30

## 【背景技術】

## 【0003】

液晶ディスプレイ (LCD, liquid crystal display) および有機発光ダイオード (OLED, organic light-emitting diode) タッチスクリーンなどの現在のディスプレイタッチスクリーンは、一般的に、少なくとも 3 つ (たとえば、RGB) のサブピクセル要素を有するピクセルを含み、指のタッチを検出するための覆っている容量式タッチスクリーンに依存している。容量式タッチスクリーンの解像度は、一般的に、指紋画像化またはスタイラス検出のためには不十分であり、容量式タッチスクリーンは、典型的には、タッチスクリーン表面から数ミリメートルに限定されているので、検出の範囲は、一般的に、ジェスチャ検出のためには不十分である。

40

## 【発明の概要】

## 【課題を解決するための手段】

## 【0004】

本開示のシステム、方法、およびデバイスは、各々、いくつかの革新的な態様を有し、それらの態様のどれも、本明細書に開示された所望の属性に単独で関与するものではない。本開示で説明される主題の 1 つの革新的な態様は、ディスプレイに近接して (たとえば、下、横、上、または上方) 配置された圧電マイクロメカニカル超音波トランスデューサ (P M U T, piezoelectric micromechanical ultr

50

asonic transducer) 素子のアレイを含む装置において実施され得る。装置は、制御システムを含むことができる。

【0005】

いくつかの実施形態では、制御システムは、PMUTアレイの少なくとも一部を低周波数モードおよび/または高周波数モードで動作させるかどうかの決定を行うことが可能であり得る。制御システムは、決定に従って低周波数モードおよび/または高周波数モードで動作させるようにPMUTアレイの少なくとも一部を制御することが可能であり得る。ディスプレイデバイスは、インターフェースシステムを含むことができる。いくつかの例では、決定は、少なくとも部分的に、インターフェースシステムから受信した入力に従って行われ得る。

10

【0006】

いくつかの実施形態によれば、低周波数モードは、約50kHz~200kHzの周波数範囲に対応することができる。いくつかの例では、低周波数モードは、ジェスチャ検出モードに対応することができ、ジェスチャ検出モードでは、ディスプレイに近い自由空間ジェスチャが検出され得る。いくつかの実施形態によれば、高周波数モードは、約1MHz~25MHzの周波数範囲に対応することができる。いくつかの例では、高周波数モードは、指紋センサモードまたはスタイラス検出モードに対応することができる。

【0007】

いくつかの実施形態では、制御システムは、PMUTアレイが指紋センサモードで動作する間に取得された指紋データに少なくとも部分的に基づいて認証処理を実行することが可能であり得る。いくつかの例では、装置は、メモリシステムを含むことができる。いくつかのそのような例では、認証プロセスは、以下のステップ、すなわちディスプレイデバイスの表面上に少なくとも1つの指を置くようにディスプレイを介してプロンプトを提供するステップと、PMUTアレイの少なくとも一部を介して少なくとも1つの指紋画像を受信するステップと、少なくとも1つの指紋画像に対応する受信指紋データを決定するステップと、受信指紋データをメモリシステム内に記憶された指紋データと比較するステップとを含むことができる。

20

【0008】

いくつかの実施形態によれば、制御システムは、PMUTアレイの少なくとも一部を高周波数モード、低周波数モード、および/または中周波数モードで動作させるかどうかの決定を行うことが可能であり得る。制御システムは、決定に従ってPMUTアレイの少なくとも一部を高周波数モード、低周波数モード、および/または中周波数モードで動作するように制御することが可能であり得る。いくつかの例では、中周波数モードは、約200kHz~1MHzの周波数範囲に対応することができる。いくつかの実施形態によれば、ディスプレイデバイスは、制御システムがPMUTアレイの少なくとも一部を中周波数モードで動作するように制御しているとき、タッチセンサ機能を提供することが可能であり得る。

30

【0009】

いくつかの実施形態では、制御システムは、PMUTアレイのいくつかのPMUT素子を低周波数モードで動作するように制御し、PMUTアレイの他のPMUT素子を高周波数モードで動作するように制御することが可能であり得る。代替的にまたは付加的に、制御システムは、PMUTアレイの同じPMUT素子を低周波数モードで動作するとともに高周波数モードで動作するように制御することが可能であり得る。いくつかの例では、PMUTアレイは、圧電マイクロメカニカル超音波トランスデューサ(pMUT, piezoelectric micromechanical ultrasonic transducer)アレイまたは容量式マイクロメカニカル超音波トランスデューサ(cMUT, capacitive micromechanical ultrasonic transducer)アレイであり得る。

40

【0010】

いくつかの実施形態によれば、制御システムは、波面ビームフォーミング、ビームステ

50

アリング、受信側ビームフォーミング、または戻り信号の選択読出しのうちの少なくとも1つのためのPMUTアレイの少なくとも一部をアドレス指定することが可能であり得る。たとえば、いくつかの実施形態では、制御システムは、実質的に平面状、球状、または円筒状の波面を生成するためにPMUTアレイの少なくとも一部をアドレス指定することが可能であり得る。いくつかの実施形態では、制御システムは、少なくとも1つの場所において強め合うまたは弱め合う干渉を生成するためにPMUTアレイの少なくとも一部をアドレス指定することが可能であり得る。

【0011】

いくつかの例では、制御システムは、PMUTアレイのPMUT素子を励起させ、同じPMUT素子を介して応答を検出することが可能であり得る。代替的にまたは付加的に、制御システムは、PMUTアレイの第1のPMUT素子を音響送信機として制御し、PMUTアレイの第2のPMUT素子を音響受信機として制御することが可能であり得る。

10

【0012】

いくつかの実施形態によれば、PMUTアレイの少なくとも一部は、アクティブマトリクスPMUTアレイであり得る。いくつかの例では、アクティブマトリクスPMUTアレイは、駆動回路と感知回路とを含むことができる。いくつかの実施形態では、アクティブマトリクスPMUTアレイは、行および列アドレス指定回路、マルチプレクサ回路、デマルチプレクサ回路、ローカル増幅回路、ならびに/またはアナログ デジタル変換回路を含むことができる。

20

【0013】

いくつかの実施形態では、PMUTアレイの少なくとも一部は、ディスプレイの実質的にすべての背後に配置され得る。いくつかのそのような実施形態では、PMUTアレイの単一のPMUT素子は、ディスプレイの単一のピクセルに対応することができる。しかしながら、いくつかの例では、PMUTアレイの少なくとも一部は、ディスプレイの一部のみの背後に配置され得る。

【0014】

代替的にまたは付加的に、PMUTアレイの少なくとも一部は、ディスプレイの周辺領域内に配置され得る。いくつかの実施形態によれば、制御システムは、指紋センサ機能、署名パッド機能、スタイラス検出機能、ジェスチャ検出機能、および/またはボタン機能のためのディスプレイの周辺領域内に配置されたPMUTアレイの一部を制御することが可能であり得る。

30

【0015】

いくつかの例では、PMUTアレイの少なくとも一部は、基板上に配置され得る。いくつかの実施形態によれば、基板は、ガラス基板であり得る。しかしながら、代替の実施形態では、基板は、別の基板材料から形成され得、別の基板材料は、特定の実施形態に応じて透明であってもなくてもよい。

【0016】

いくつかの実施形態によれば、薄膜トランジスタ(TFT, thin film transistor)の少なくとも1つのアレイは、また、基板上に配置され得る。いくつかのそのような実施形態では、TFTの少なくとも1つのアレイは、ディスプレイを制御するための回路を含むことができる。いくつかの例では、TFTの少なくとも1つのアレイは、PMUTアレイの少なくとも一部を制御するための回路を含むことができる。いくつかのそのような実施形態では、PMUTアレイの少なくとも一部を制御するための回路、およびディスプレイを制御するための回路は、フレックスケーブルを共有することが可能であり得る。いくつかの実施形態によれば、ディスプレイを制御するための回路を含むTFTの少なくとも1つのアレイは、第2の基板上に配置され得る。

40

【0017】

いくつかの実施形態では、装置は、カバーガラスと、カバーガラス上に配置された電極とを含むことができる。電極は、PMUTアレイの少なくとも一部を制御するための回路への上面の電氣的接続のために構成され得る。いくつかのそのような実施形態では、電極

50

は、ディスプレイの周辺部上に配置され得る少なくとも1つのPMUT素子のための回路との接続のために構成され得る。

【0018】

他の特徴、態様、および利点は、本開示の検討から明らかになるであろう。本開示の図面および他の図面の相対的な寸法は、縮尺通りに描かれていないことがあることに留意されたい。本開示に図示され、記載されたサイズ、厚さ、配置、材料などは、単なる例としてなされ、限定するものとして解釈されるべきではない。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1A】ディスプレイデバイスの素子の例を示すブロック図である。

10

【図1B】PMUT素子の一例を示す図である。

【図1C】CMUT素子の一例を示す図である。

【図2】PMUT励起のための周波数範囲の例を示すグラフである。

【図3A】PMUTアレイの一例を示す図である。

【図3B】TFT回路素子およびPMUT素子の例を示す図である。

【図3C】TFT回路素子およびPMUT素子の例を示す図である。

【図3D】TFT回路素子およびPMUT素子の例を示す図である。

【図3E】TFT回路素子およびPMUT素子の例を示す図である。

【図3F】TFT回路素子およびPMUT素子の例を示す図である。

【図4】同じ基板上的のアクティブ構成要素およびPMUTアレイの別の例を示す図である

20

。

【図5A】PMUTアレイを含むディスプレイデバイスの一例を示す図である。

【図5B】ディスプレイピクセルのアレイと同一の広がりを持つPMUTアレイを有するディスプレイデバイスの一例を示す図である。

【図5C】LCDディスプレイとPMUTアレイとを含むディスプレイデバイスのための例示的な積層体を示す図である。

【図5D】OLEDディスプレイとPMUTアレイとを含むディスプレイデバイスのための例示的な積層体を示す図である。

【図6A】ディスプレイの一部のみの背後にPMUTアレイを含むディスプレイデバイスの一例を示す図である。

30

【図6B】ディスプレイの周辺部の近くにPMUTアレイを含むディスプレイデバイスの例を示す図である。

【図6C】ディスプレイの周辺部の近くにPMUTアレイを含むディスプレイデバイスの例を示す図である。

【図6D】ディスプレイの周辺部の近くにPMUTアレイを含むディスプレイデバイスの例を示す図である。

【図7A】ディスプレイの周辺領域内に配置されたPMUTアレイの例を示す図である。

【図7B】ディスプレイの周辺領域内に配置されたPMUTアレイの例を示す図である。

【図7C】ディスプレイの周辺領域内に配置されたPMUTアレイの例を示す図である。

【図7D】ディスプレイの周辺領域内に配置されたPMUTアレイの例を示す図である。

40

【図7E】ディスプレイの周辺領域内に配置されたPMUTアレイの例を示す図である。

【図7F】ディスプレイの周辺領域内に配置されたPMUTアレイの例を示す図である。

【図8A】本明細書に記載のような少なくとも1つのPMUTアレイを含むディスプレイデバイスを示すシステムブロック図の一例を示す図である。

【図8B】本明細書に記載のような少なくとも1つのPMUTアレイを含むディスプレイデバイスを示すシステムブロック図の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

様々な図面中の同様の参照番号および名称は、同様の要素を示す。

【0021】

50

以下の説明は、本開示の革新的な態様を説明する目的のための特定の実施形態に向けられている。しかしながら本明細書における教示は、多くの異なる方法で適用することができることは当業者には容易に認識されよう。説明される実施形態は、運動（ビデオなど）または静止（静止画像など）のいずれであっても、テキスト、グラフィック、または絵画のいずれであっても、画像を表示することが可能であり得る任意のデバイス、装置、またはシステムにおいて実施され得る。より具体的には、限定はしないが、携帯電話、マルチメディアインターネット対応セルラー電話、モバイルテレビ受信機、ワイヤレスデバイス、スマートフォン、Bluetooth（登録商標）デバイス、携帯情報端末（PDA, personal data assistant）、ワイヤレス電子メール受信機、ハンドヘルドまたはポータブルコンピュータ、ネットブック、ノートブック、スマートブック、タブレット、プリンタ、コピー、スキャナ、ファクシミリデバイス、全地球測位システム（GPS, global positioning system）、受信機/ナビゲータ、カメラ、デジタルメディアプレーヤ（MP3プレーヤなど）、カムコーダ、ゲームコンソール、腕時計、時計、計算機、TVモニター、フラットパネルディスプレイ、電子読取りデバイス（たとえば、電子書籍リーダー）、モバイル健康デバイス、コンピュータモニター、オートディスプレイ（オドメータおよびスピードメータディスプレイなどを含む）、コクピットコントロールおよび/またはディスプレイ、カメラビューディスプレイ（車両内のリアビューカメラのディスプレイなど）、電子写真、電子ビルボードまたはサイン、プロジェクタ、建築構造物、電子レンジ、冷蔵庫、ステレオシステム、カセットレコーダまたはプレーヤ、DVDプレーヤ、CDプレーヤ、VCR、ラジオ、ポータブルメモリチップ、洗濯機、乾燥機、洗濯機/乾燥機、パーキングメータ、パッケージング（微小電気機械システム（MEMS, microelectromechanical system）を含む電気機械システム（EMS, electromechanical system）アプリケーションならびに非EMSアプリケーションなど）、美的構造物（宝石または衣服上の画像の表示など）、ならびに様々なEMSデバイスなどの様々な電子デバイス内に含まれ得、またはそれらに関連付けられ得ることが企図される。本明細書の教示は、また、限定はしないが、電子スイッチングデバイス、無線周波数フィルタ、センサ、加速度計、ジャイロスコープ、動き感知デバイス、磁力計、家庭用電子機器用の慣性構成要素、家庭用電子機器製品の部品、バラクタ、液晶デバイス、電気泳動デバイス、駆動スキーム、製造プロセス、および電子試験機器などの非ディスプレイ装置において使用され得る。したがって、教示は、図面中に単独で示された実施形態に限定されるものではなく、当業者に容易に明らかであるように、広い適用性を有する。

#### 【0022】

ディスプレイデバイス上、特にモバイルディスプレイデバイス上にジェスチャ検出システムおよび/または指紋画像化システムを設けることは、困難であり得る。容量式タッチシステム（たとえば、投影型静電容量タッチ（PCT, projected capacitive touch））は、一般的にモバイルディスプレイデバイスに含まれる。しかしながら、容量式タッチスクリーンの解像度は、一般に、指紋画像化またはスタイラス検出のためには不十分である。その上、容量式タッチ検出は、典型的には、タッチスクリーン表面から数ミリメートルに限定されるので、容量式タッチスクリーンによって提供される検出の範囲は、一般に、ジェスチャ検出のためには不十分である。

#### 【0023】

本明細書で開示されるいくつかの実施形態は、ディスプレイのバックプレーンの近く（たとえば、下、横、上、または上方）に配置された圧電マイクロメカニカル超音波トランスデューサ（PMUT）素子の1次元または2次元アレイを有する装置を含む。バックプレーンは、たとえば、薄膜トランジスタ（TFT）バックプレーンであり得る。PMUTアレイまたはそのサブアレイは、複数の周波数範囲に対応するモードで動作するように構成可能であり得る。低周波数モードで動作するとき、装置は、ジェスチャ検出が可能であり得る。高周波数モードは、たとえば、指紋センサモード、スタイラス検出モード、またはタッチ検出モードであり得る。いくつかの実施形態では、PMUTアレイまたはサブア

10

20

30

40

50



レイのPMUT素子の一部は、低周波数モードで動作することができ、PMUTアレイまたはサブアレイのPMUT素子の第2の部分は、高周波数モードで動作することができる。いくつかの実施形態では、PMUTアレイのPMUT素子は、低周波数または高周波数モードのいずれかで動作することができる。

#### 【0024】

本開示で説明される主題の特定の態様は、以下の潜在的な利点のうちの1つまたは複数を実現するように実施され得る。いくつかの実施形態は、ジェスチャ検出と指紋画像化の両方が可能なPMUTアレイを提供することができる。いくつかのそのような実施形態では、PMUTアレイは、ディスプレイピクセルのアレイの少なくとも一部を介して超音波信号を送信および受信することが可能であり得る。そのような実施形態は、ディスプレイによって占有されないディスプレイデバイスの周辺領域を減少させることができる。いくつかの実施形態では、PMUTアレイは、また、タッチセンサ機能を提供することができる。いくつかのそのような実施形態では、通常はディスプレイデバイスを備えるタッチスクリーンは、省略され得る。しかしながら、他の実施形態では、指紋センサ、署名パッド、スタイラス検出、ジェスチャ検出、および/またはボタン機能を提供することができるPMUTアレイの少なくとも一部は、周辺領域内に配置され得る。

#### 【0025】

その上、PMUTデバイスは、一般的に、基板の外部の回路への接続がなされたシリコンまたはシリコンオンインシュレータ(SOI, silicon on insulator)基板上に製造されている。そのような構成は、アレイ内のPMUTデバイスの数を制限することがあり、外部回路との多数の相互接続を必要とすることがあり、潜在的に、費用、パッケージング制約、および信号整合における損失を追加することがある。本明細書で提供されるいくつかの実施形態では、PMUTアレイは、同じ基板上のTFT回路と同時製造され得、これは、外部回路との相互接続の数を減少させることができ、潜在的に、費用を減少し、信号整合を向上させることができる。TFT回路とPMUT素子の同時製造は、モバイルディスプレイおよび固定ディスプレイの典型的な大きいアレイサイズを可能にする。同じ(たとえば、共通)基板上のPMUT素子およびTFT回路の同時製造は、ディスプレイデバイス内で組み立てるための部品数を減少させ、ディスプレイデバイスの全体の厚さを減少させることができる。PMUT素子とTFT回路との間の相互接続の多くがTFT基板上の金属トレースを用いて行われ得るとき、外部相互接続の数は、大きいアレイサイズで非常に減少され得る。

#### 【0026】

圧電マイクロメカニカル超音波トランスデューサ(PMUT)アレイは、圧電差動され得る、ダイアフラム、プレート、膜、またはリボンなどの1つまたは複数の微細構造を含むことができる。微細構造の上、内、または下に形成された堆積薄膜圧電層および関連する電極は、超音波を生成するために微細構造を1つまたは複数のモードで作動させるように働くことができる。超音波は、いくつかの実施形態では、自由空間ジェスチャを検出するために使用され得る。他の実施形態では、超音波は、ディスプレイデバイスの表面上のタッチを検出するために使用され得る。より高い周波数(より小さい波長)における超音波は、ディスプレイ表面上に配置されたスタイラスまたは他の小さいもしくは微細に特徴付けられた物体を検出するために使用され得る。いくつかの実施形態では、十分なサイズのアレイにおける高密度(たとえば、1インチ当たり約500ピクセル)のPMUT素子は、スタイラスの先端を検出する、および/またはユーザの確認もしくは認証のための指紋の凹凸を画像化するために使用され得る。PMUT素子は、空気中またはディスプレイの表面上の物体から反射された後に受信され得る超音波を検出するように構成された超音波受信機として使用され得る。PMUTアレイの多くの例は、本開示、および本出願に参照により組み込まれている関連出願において提供される。しかしながら、いくつかの実施形態では、マイクロメカニカル超音波トランスデューサ(MUT)アレイは、容量式マイクロメカニカル超音波トランスデューサ(CMUT)素子などの他のタイプのMUT素子を含むことができる。CMUT素子およびPMUT素子のさらなる説明は、図1Bおよび

図 1 C に関連して以下に説明される。

【 0 0 2 7 】

図 1 A は、ディスプレイデバイスの要素の例を示すブロック図である。この例では、ディスプレイデバイス 40 は、ディスプレイ 30 と、PMUT アレイ 105 と、制御システム 110 とを含む。PMUT アレイ 105 は、ディスプレイ 30 に近接し得る。いくつかの実施形態では、PMUT アレイ 105 は、アクティブディスプレイ領域と同一の広がりを持つことができ、ディスプレイサブピクセル（たとえば、インセル構成）と実質的に同じ平面内に形成され得る。いくつかの実施形態では、PMUT アレイ 105 は、ディスプレイのアクティブ領域の後ろにこれまでに配置されていたディスプレイ 30 と実質的に同じサイズであり得る。いくつかの実施形態では、PMUT アレイ 105 の少なくとも一部は、実質的にディスプレイ 30 全体の後ろに配置され得る。いくつかの実施形態では、PMUT アレイ 105 は、ディスプレイ 30 の一部のみの後ろに配置され得る。代替的にまたは付加的に、PMUT アレイ 105 の少なくとも一部は、ディスプレイモジュールのアクティブディスプレイ領域の外側の領域などの、ディスプレイ 30 の周辺領域内に配置され得る。これらおよび他の構成の多数の例は、本明細書で提供される。

10

【 0 0 2 8 】

ディスプレイ 30 の周辺領域内に配置された PMUT アレイ 105 の一部は、たとえば、指紋センサ機能、タッチパッドもしくは署名（たとえば、スタイラス）パッド機能、スタイラス検出機能、ジェスチャ検出機能、および / またはボタン機能を提供するために、制御システム 110 によって制御され得る。ボタン機能は、認証機能ありまたはなしのディスプレイデバイス 40 のいくつかの態様を制御することを含むことができる。したがって、そのようなボタンは、「認証」ボタンまたは「非認証」ボタンと呼ばれ得る。

20

【 0 0 2 9 】

PMUT アレイ 105 は、たとえば、PMUT アレイであり得、または、いくつかの実施形態では、CMUT アレイであり得る。制御システム 110 は、1 つもしくは複数の汎用シングルもしくはマルチチッププロセッサ、デジタル信号プロセッサ (DSP, digital signal processor)、特定用途向け集積回路 (ASIC, application specific integrated circuit)、フィールドプログラマブルゲートアレイ (FPGA, field programmable gate array) もしくは他のプログラマブル論理デバイス、TFT などのディスクリートゲートもしくはトランジスタロジック、ディスクリートハードウェア構成要素、またはそれらの組合せなどの、1 つまたは複数のプロセッサを含むことができる。制御システム 110 は、少なくとも部分的に、本明細書に記載の方法を実行することが可能であり得る。

30

【 0 0 3 0 】

たとえば、制御システム 110 は、PMUT アレイ 105 の少なくとも一部を低周波数モードまたは高周波数モードで動作させるかどうかを決定することと、決定に従って PMUT アレイ 105 の少なくとも一部を制御することが可能であり得る。ディスプレイデバイス 40 のいくつかの実施形態は、インターフェースシステムを含むことができる。決定プロセスは、少なくとも部分的に、インターフェースシステムから受信した入力に従って実行され得る。インターフェースシステムは、たとえば、1 つまたは複数のネットワークインターフェース、ユーザインターフェース、などを含むことができる。インターフェースシステムは、1 つまたは複数のユニバーサルシリアルバス (USB, universal serial bus) インターフェースシステムまたは類似のインターフェースを含むことができる。インターフェースシステムは、ワイヤレスまたはワイヤードインターフェースを含むことができる。

40

【 0 0 3 1 】

図 2 は、PMUT 励起のための周波数範囲の例を示すグラフである。図 2 では、横軸は、対数目盛りに従って潜在的な励起周波数を示し、縦軸は、PMUT アレイ内の 1 つまたは複数の PMUT 素子からの典型的な出力電圧 (Vout) に対応する。この例では、低

50

周波数モードは、約 50 kHz と 400 kHz との間の周波数範囲に対応し、高周波数モードは、約 5 MHz と 50 MHz との間の周波数範囲に対応する。しかしながら、代替実施形態では、低周波数モードおよび / または高周波数モードは、異なる周波数範囲に対応することができる。いくつかのそのような実施形態では、低周波数モードは、約 50 kHz と 200 kHz との間の周波数範囲に対応することができ、高周波数モードは、約 1 MHz と 25 MHz との間の周波数範囲に対応することができる。代替的にまたは付加的に、いくつかの実施形態では、PMUTアレイは、低周波数範囲と高周波数範囲との間の周波数範囲（たとえば、約 200 kHz ~ 約 1 MHz）に対応する中周波数モードで動作する構成可能であり得る。中周波数モードで動作するとき、装置は、高周波数モードよりもいくぶん低い解像度であるが、タッチセンサ機能とジェスチャ検出機能とを提供することが可能であり得る。

10

#### 【0032】

図1Aを再び参照すると、いくつかの実施形態では、制御システムがPMUTアレイ105の少なくとも一部を低周波数モードで動作させるとき、ディスプレイデバイス40は、ディスプレイデバイス40が高周波数モードで動作しているときよりも比較的大きく空气中に侵入することができる音波を放射することが可能であり得る。いくつかの例では、そのようなより低い周波数の音波は、カバーガラス、タッチスクリーン、ディスプレイアレイ、バックライト、および / または、実施形態に応じて変化し得る他の層などの、様々な上に重なる層を透過することができる。いくつかの実施形態では、より低い周波数の音波は、ディスプレイデバイスのカバーガラスまたはカバーレンズ内の1つまたは複数の穴を透過することができる。様々な構成が、本明細書で開示されている。

20

#### 【0033】

いくつかの実施形態では、PMUTアレイ105から空気中への結合を最適化するために、上に重なる層の1つまたは複数の貫通して、ポートが開口され得る。より低い周波数の音波は、ディスプレイの上方の空気を透過し、ディスプレイデバイス40の表面近くの1つまたは複数の物体から反射され、空気を透過し、上に重なる層を通過して戻り、（たとえば、PMUTアレイ105の）超音波受信機によって検出され得る。したがって、低周波数モードで動作するとき、ディスプレイデバイス40は、ディスプレイの近くの自由空間ジェスチャが検出され得るジェスチャ検出モードで動作することが可能であり得る。

#### 【0034】

30

高周波数モードで動作するとき、ディスプレイデバイス40は、比較的より高い解像度で画像化が可能であり得る。したがって、ディスプレイデバイス40は、タッチ、指紋、スタイラス、および / または、ディスプレイデバイス40の表面上に置かれた指などの物体からの生体情報を検出することが可能であり得る。いくつかの実施形態では、高周波数モードは、タッチ検出モードおよび / またはスタイラス検出モードに対応することができる。いくつかの実施形態では、高周波数モードは、指紋センサモードに対応することができる。

#### 【0035】

いくつかの例では、制御システム110は、PMUTアレイ105の少なくとも一部が指紋センサモードで動作する間、取得された指紋データに少なくとも部分的に基づいて認証プロセスを実行することが可能であり得る。認証プロセスは、ディスプレイデバイスの表面上に少なくとも1つの指を置くようにディスプレイを介してプロンプトを提供することと、PMUTアレイ105の少なくとも一部を介して少なくとも1つの指紋画像を受信することとを含むことができる。いくつかの実施形態では、制御システム110が指紋画像を取得するために制御するPMUTアレイ105の一部は、ディスプレイ30の縁部、側部、または角部などの、ディスプレイデバイス40の周辺領域内に配置され得る。

40

#### 【0036】

制御システム110は、受信した指紋画像に対応する受信指紋データを決定することが可能であり得る。本明細書で使用される「指紋データ」という用語は、指紋特徴点のタイプ、位置、向き、および / または間隔に対応するデータなどの、指紋特徴点を特徴付ける

50

ために使用され得るデータを含む。指紋データは、また、表面指紋のパターンまたは画像情報と、表面下の特徴に関連する他の生体データとを含むことができる。

【0037】

制御システム110は、認証プロセスの一部として、受信した指紋データを記憶された指紋データと比較することが可能であり得る。いくつかの実施形態では、記憶された指紋データは、ディスプレイデバイス40のメモリシステム内に記憶され得る。メモリシステムは、ランダムアクセスメモリ(RAM, random access memory)および/または読み出し専用メモリ(ROM, read only memory)などの、1つまたは複数の非一時的媒体を含むことができる。メモリシステムは、フラッシュメモリ、1つまたは複数のハードドライブなどの、1つまたは複数の他の適切なタイプの非一時的記憶媒体を含むことができる。いくつかの実施形態では、インターフェースシステムは、制御システム110とメモリシステムとの間に少なくとも1つのインターフェースシステムを含むことができる。しかしながら、いくつかの実施形態では、認証プロセスは、インターフェースシステムを介して別のデバイスから記憶された指紋データを取得することを含むことができる。たとえば、記憶された指紋データは、インターネットを介してアクセス可能なサーバ上に存在することができる。

10

【0038】

いくつかの実施形態では、制御システム110は、中周波数モードで動作するようにPMUTアレイ105を制御することが可能であり得る。いくつかの実施形態では、中周波数モードは、約200kHz~1MHzの周波数範囲での動作に対応することができる。ディスプレイデバイス40は、制御システム110が中周波数モードで動作するようにPMUTアレイ105の少なくとも一部を制御しているとき、タッチセンサ機能を提供することが可能であり得る。いくつかの実施形態では、制御システム110は、PMUTアレイ105の少なくとも一部を高周波数モード、低周波数モード、または中周波数モードで動作させるかどうかを決定することと、決定に従って、高周波数モード、低周波数モード、または中周波数モードで動作するようにPMUTアレイ105の少なくとも一部を制御することが可能であり得る。

20

【0039】

いくつかの実施形態では、制御システム110は、波面ビームフォーミング、ビームステアリング、受信側ビームフォーミング、および/または戻り信号の選択読出のためのPMUTアレイ105の少なくとも一部をアドレス指定することが可能であり得る。いくつかの実施形態では、制御システム110は、平面状、円状(球状)、または円筒状の波面などの特定の形状の波面を生成するために、PMUTアレイ105の送信機のアレイを制御することができる。制御システム110は、所望の場所において強め合うまたは弱め合う干渉を生成するためにPMUTアレイ105の送信機のアレイの振幅および/または位相を制御することができる。たとえば、制御システム110は、タッチまたはジェスチャが検出されているディスプレイデバイス40の1つまたは複数の場所において強め合う干渉を生成するために送信機のアレイの振幅および/または位相を制御することができる。

30

【0040】

平面超音波(たとえば、平面波)の生成および放射は、PMUTアレイ105内の多数のPMUT素子を同時に励起し、作動させることによって達成され得、これは、実質的に平坦な波面を有する超音波を生成することができる。PMUTアレイ105内の単一のPMUT素子の作動は、PMUT素子を球面波のソースとして機能させると、順方向に実質的に球面波を生成することができる。代替的には、球面波は、個々のPMUT素子(中心素子)を選択し、励起させ、中心PMUT素子の周りのPMUT素子の第1のリングを決定し、第1のリングを遅延させて作動させ、第1のリングの周りのPMUT素子の第2のリングを決定し、第2のリングをさらに遅延させて作動させるなど必要に応じたことによって生成され得る。励起のタイミングは、実質的に球面の波面を形成するように選択され得る。同様に、円筒波は、PMUT素子の行を円筒波のソースとして機能させると、行におけるPMUT素子のグループを選択し、励起することによって生成され得る。代替的に

40

50

は、円筒波は、PMUT素子の行（中央行）を選択し、励起させ、制御された時間遅延で中央行から等距離のPMUT素子の隣接行を決定し、励起させ、同様に続けることによって生成され得る。励起のタイミングは、実質的に円筒状の波面を形成するように選択され得る。

#### 【0041】

PMUT素子のアレイを同時に励起させることは、PMUTアレイに垂直に進行する超音波平面波を生成することができるが、PMUT励起の位相制御は、位相遅延の量に応じて、様々な方向における平面波の転向を可能にすることができる。たとえば、10度の位相遅延が、波長10分の1の距離を離れて位置するPMUT素子の隣接する行に適用される場合、波面は、法線から約15.5度の角度で平面波を送信することになる。PMUTアレイの前方に配置された物体からのエコー（反射された部分）を検出しながら、異なる角度で平面波を走査することは、物体のおおよその形状、距離、および位置の検出を可能にすることができる。物体の距離および位置の連続的な決定は、空気ジェスチャの決定を可能にする。

#### 【0042】

送信側ビームフォーミングの他の形態が利用され得る。たとえば、PMUTアレイ105内の1組のPMUT素子は、アレイの前方における特定の位置において超音波の波面を集束させるように発射され得る。たとえば、集束波面は、各々の選択されたPMUT素子から生成された波が所定の時間にPMUTアレイの前方の領域内の所定の位置に到達するように、選択されたPMUT素子のタイミング（たとえば、位相）を調整することによって円筒状または球状であり得る。集束波面は、着目点においてかなりより高い音圧を生成することができ、着目点において物体から反射された信号は、PMUTアレイを受信モードで動作させることによって検出され得る。様々なPMUT素子から放射された波面は、焦点領域において強め合って干渉することができる。様々なPMUT素子からの波面は、焦点領域に近い領域において弱め合って干渉することができ、集束されたビームエネルギー（振幅）のさらなる分離を提供し、戻り信号の信号対雑音比を向上させる。同様に、検出がPMUTアレイ105内の様々なPMUT素子のために生じる位相の制御は、受信側ビームフォーミングを可能にし、戻り信号は、空間内の領域からの距離と相関され得、検出領域内の物体の画像を生成するために適宜に組み合わせられ得る。PMUTアレイ105内のPMUT素子から送信された波の周波数、振幅、および位相を制御することは、また、ビーム整形およびビームフォーミングを可能にすることができる。いくつかの実施形態では、PMUTアレイ内のPMUT素子のすべてが、動作モードごとまたはフレームごとに読み出される必要はない。処理時間を節約し、バッテリー寿命の消耗を低減するために、PMUT素子の選択グループによって検出された戻り信号は、取得中に読み出され得る。制御システム110は、波面ビームフォーミング、ビームステアリング、受信側ビームフォーミング、または戻り信号の選択的読出しのためのPMUTアレイの一部に対処するように構成され得る。

#### 【0043】

いくつかの実施形態では、PMUTアレイ105は、1つまたは複数のアクティブマトリクスPMUTアレイを含むことができる。そのような実施形態では、アクティブマトリクスPMUTアレイは、同じ基板上のアクティブ構成要素（たとえば、TFT）を含むことによって、パッシブPMUTアレイのために必要とされ得る多数の外部相互接続を排除することができる。そのようなアクティブ構成要素は、制御システム110の一部であり得る。いくつかのそのようなアクティブマトリクスPMUTアレイは、駆動回路と感知回路の両方を含むことができる。いくつかのそのような実施形態では、TFTは、PMUTアレイ105のPMUT素子を同期して駆動することが可能であり得る。代替的にまたは付加的に、いくつかの実施形態では、TFTは、PMUTアレイ105のPMUT素子を段階的に駆動することが可能であり得る。アクティブマトリクスは、また、PMUTアレイ105のPMUT素子からの戻り信号を検出する感知回路を含むことができる。

#### 【0044】

いくつかの例では、制御システム 110 は、行および列アドレス回路を含むことができる。いくつかの実施形態では、制御システム 110 は、マルチプレクサおよび/もしくはデマルチプレクサ回路、ローカル増幅回路、アナログ デジタル (A/D) 変換回路、ならびに/または他の制御回路を含むことができる。

#### 【0045】

図 1B は、PMUT 素子の一例を示す。PMUT 素子 100a は、超音波を生成するまたは受信した超音波を検出するために PMUT 素子を作動させるために使用され得る圧電層内に窒化アルミニウム (AlN) またはチタン酸鉛ジルコニウム (PZT) などの圧電材料の 1 つまたは複数の層を有することができる。圧電層スタックは、下側電極層 112 と、圧電層 115 と、上側電極層 114 とを含むことができ、圧電層 115 が、下側電極層 112 と上側電極層 114 の少なくとも一部の間に挟まれている。1 つまたは複数の誘電体層 116 は、それぞれ、下側電極層 112 および上側電極層 114 への接続を可能にしながら、金属相互接続層 118 のための電氣的絶縁を提供することができる。圧電層スタックは、機械層 130 の上、下、または上方に配置され得る。アンカー構造 170 は、空洞 120 および基板 160 の上に懸架された PMUT 膜またはダイアフラムを支持することができる。基板 160 は、PMUT 100a を駆動および感知し、視覚表示を生成するための TFT 回路を有することができる。圧電層スタックおよび機械層 130 は、電極層 114 および電極層 112 それぞれにわたり印加された駆動電圧 Va および Vb に応答して、曲がる、たわむ、または振動することができる。PMUT 素子 100a の振動は、駆動電圧の励起周波数によって決定される周波数において超音波 190 を生成することができる。PMUT ダイアフラムに衝突する超音波は、ダイアフラムの屈曲により感知電圧 Va および Vb の生成をもたらすことができる。下にある空洞 120 は、下にある基板 160 に接触することなく、PMUT 素子 100a のたわみを可能にする。PMUT 素子 100a の動作周波数は、高周波数動作、低周波数動作、中周波数動作、または周波数の組合せのために調整され得る。

#### 【0046】

図 1C は、CMUT 素子の一例を示す。CMUT 素子 100b は、アンカー構造 170 によって空洞 120 および基板 160 の上に指示された機械層 130 を有することができる。空洞の下の方の基板上の下側電極 112、および空洞 120 の上方の上側電極 114 は、超音波 190 を生成するために、端子 Va および Vb に印加される励起電圧によって駆動され得る。電極 112 と電極 114 との間の電位差は、CMUT 素子 100b の可撓性ダイアフラムを基板に向けて下向きに引き付ける静電気力を生成させる。静電気力は、この構成では、Va が Vb よりも高いか、または Vb が Va よりも高いかで引き付けられるので、電極のうちの 1 つは、小さい印加 AC 電圧がダイアフラムを上下に駆動することを可能にするために比較的高い DC 電圧でバイアスされる必要があり得るバイアスは、また、空洞 120 の上方の CMUT ダイアフラムのたわみを感知するために必要とされる。

#### 【0047】

PMUT 素子 100a は、製造するのが CMUT 素子 100b よりもいくぶん複雑であるが、一般的に、同様の音響出力を生成するために、CMUT 素子 100b よりも小さい動作電圧を必要とする。PMUT 素子 100a は、CMUT 素子 100b などの静電デバイスのための必然的なプルイン電圧に悩まされることはなく、より完全な範囲の進行を可能にする。さらに、CMUT 素子 100b は、入ってくる超音波の検出を可能にするために有意により高いバイアス電圧を必要とする可能性がある。

#### 【0048】

図 3A は、PMUT アレイの一例を示す。この例では、PMUT アレイ 105 は、いくつかの実施形態ではガラスまたはプラスチック基板であり得る同じ基板 305 上の TFT 回路と同時に製造されている。TFT 回路は、図 1A の制御システム 110 の一部であり得る。

#### 【0049】

TFT 回路は、行および列アドレス指定エレクトロニクスと、マルチプレクサと、ロー

10

20

30

40

50

カル増幅段と、制御回路とを含むことができる。いくつかの例では、TFTの少なくとも1つのアレイは、ディスプレイを制御するための回路を含む。いくつかの実施形態によれば、ディスプレイを制御するための回路を含むTFTの少なくとも1つのアレイは、第2の基板上に配置され得る。いくつかの実施形態では、TFTの少なくとも1つのアレイは、PMUTアレイ105の少なくとも一部を制御するための回路を含む。いくつかのそのような実施形態によれば、PMUTアレイの少なくとも一部を制御するための回路、およびディスプレイを制御するための回路は、フレックスケールを共有することが可能であり得る。

#### 【0050】

図3B～図3Fは、TFT回路要素およびPMUT素子の様々な例を示す。図3Bは、この例ではPMUT素子である単一のPMUT素子310を示す。図3AのPMUTアレイ105などのPMUTアレイは、PMUT素子310および/または本明細書で開示される他のタイプのPMUT素子の複数の例を含むことができる。いくつかの例では、本明細書の他の箇所により詳細に説明されているように、PMUTアレイ105のPMUT素子310の少なくともいくつかは、ディスプレイ30の個々のピクセルに対応することができる。

#### 【0051】

図3Bに示す例では、PMUT素子310は、送信要素(Tx)と受信要素(Rx)の両方として構成され得る。この実施形態では、TFT回路要素315は、ドライバ段と感知段とを含むことができる。したがって、この例では、TFT回路要素315は、PMUT素子310に超音波を放射させることができる。その上、この例では、TFT回路要素315は、PMUT素子310によって感知された超音波に対応する、同じPMUT素子310からの応答を検出することができる。

#### 【0052】

図3Cに示す実施形態では、PMUT素子310aは、音響送信機として機能することができ、第2のPMUT素子310bは、音響受信機として機能することができる。この例では、TFT回路要素315aは、PMUT素子310aを制御することができ、TFT回路要素315bは、PMUT素子310bによって感知された超音波に対応する信号を提供することができる。

#### 【0053】

いくつかの構成では、PMUTアレイ105の異なるPMUT素子310は、(たとえば、ジェスチャのため、および指紋/スタイラス検出のための)低および高周波数動作が可能であり得る。図3Dに示す例では、PMUT素子310cは、高周波数(Hi F)音響送信機および受信機として機能することができ、PMUT素子310dは、低周波数(Lo F)音響送信機および受信機として機能することができる。図3Dでは、PMUT素子310cおよびPMUT素子310dは、ほぼ同じサイズであるように示されているが、いくつかの例では、PMUT素子310cは、PMUT素子310dよりも小さくてもよい。この実施形態では、TFT回路要素315cは、高周波数動作のためのPMUT素子310cを制御することができ、TFT回路要素315dは、低周波数動作のためのPMUT素子310dを制御することができる。

#### 【0054】

他の構成では、同じPMUT素子310は、低および高周波数動作のために使用され得る。図3Eに示す例では、PMUT素子310eは、高周波数音響送信機および受信機として、ならびに、低周波数音響送信機受信機として機能することができる。この実施形態では、TFT回路要素315eは、高周波数動作のためおよび低周波数動作のためのPMUT素子310eを制御することができる。1つの動作モードでは、TFT回路要素315eは、(たとえば、タッチ、スタイラス、もしくは指紋検出のための)高周波数モード、または(たとえば、ジェスチャもしくは低解像度タッチ検出のための)低周波数モードのいずれかで動作するようにPMUT素子310eを制御することができる。別の動作モードでは、TFT回路要素315eは、高周波数モードと低周波数モードとの間を比較的

10

20

30

40

50

速い速度で（たとえば、約5フレーム毎秒と約240フレーム毎秒との間のフレームレートで）反転する交互モードで動作するようにPMUT素子310eを制御することができる。別の動作モードでは、PMUT素子310eは、低解像度ジェスチャおよび高解像度指紋画像化が同時に実行され得るように、高周波数成分と低周波数成分とを有する駆動信号で励起され得る。電子フィルタリングは、様々な周波数における戻り信号を識別するために使用され得る。

#### 【0055】

図3Fは、PMUTアレイ105の一例を示す。図3Fに示すPMUTアレイ105は、たとえば、より大きいPMUTアレイ105の一部であるPMUTサブアレイであり得る。この例では、PMUTアレイ105は、PMUT素子310f~310iを含む。ここで、TFT回路要素315fは、PMUT素子310f~310iを制御するための行および列アドレス指定エレクトロニクスを含む。この例では、TFT回路要素315gは、マルチプレクサ回路とローカル増幅回路とを含む。

10

#### 【0056】

図4は、同じ基板上のアクティブ構成要素およびPMUTアレイの別の例を示す。この例では、PMUTアレイ105およびTFT回路は、両方とも、いくつかの実施形態ではガラスまたはプラスチックであり得る共通基板305上に設けられる。ここで、TFT回路は、行ドライバ405aおよび405b、ならびに、データマルチプレクサおよび制御回路410を含む。ここで、行ドライバ405aおよび405bは、PMUTアレイ105の個々の行をアドレス指定することができる。いくつかの例では、TFT回路は、PMUTアレイ105の個々の列、行、PMUT素子310、および/またはPMUT素子310のグループをアドレス指定することが可能であり得る。

20

#### 【0057】

この例では、フレックスパッド415のアレイは、デバイスの他の構成要素との接続を提供することができる。いくつかの実施形態によれば、図4に示す構成要素は、図1Aのディスプレイデバイス40などのディスプレイデバイスの一部である。したがって、図4に示すTFT回路は、図1Aの制御システム110の一部であり得る。いくつかの実施形態では、フレックスパッド415を介して入力される制御信号および/またはデータは、制御システム110から送信され得、フレックスパッド415を介して出力されるデータは、たとえば、フレックスケーブルを介して、制御システム110に送信され得る。いくつかの例では、TFT回路、およびディスプレイを制御するための回路は、フレックスパッド415に接続されたフレックスケーブルを共有することが可能であり得る。いくつかの実施形態では、TFT回路（および/または制御システム110の他の構成要素）は、波面ビームフォーミング、ビームステアリング、受信側ビームフォーミング、および/または戻り信号の選択的読出しのためのPMUTアレイ105の少なくとも一部をアドレス指定することが可能であり得る。

30

#### 【0058】

図5Aは、PMUTアレイを含むディスプレイデバイスの一例を示す。この例では、ディスプレイデバイス40の単一のディスプレイピクセル505は、PMUTアレイ105の単一のPMUT素子310に対応する。そのような実施形態は、本明細書では「インセル」実施形態と呼ばれることがある。いくつかの実施形態では、PMUT素子310は、ディスプレイ30内の各ディスプレイピクセル505に対応することができる。いくつかの実施形態では、PMUT素子310は、ディスプレイピクセル505の一部内、または、アクティブディスプレイ領域の角部もしくは縁部の近くなどのディスプレイ30の選択領域内に配置され得る。

40

#### 【0059】

この例では、ディスプレイピクセル505は、赤色サブピクセル505aと、緑色サブピクセル505bと、青色サブピクセル505cとを含む。他のインセル実施形態は、異なる数および/または色のサブピクセルを有するディスプレイピクセル505を含むことができる。さらに他のインセル実施形態は、各々がある範囲の色を提供することができる

50



多状態IMODピクセルなどの、サブピクセルを含まないディスプレイピクセル505を有することができる。

#### 【0060】

ディスプレイデバイス40のいくつかの高解像度実施形態では、ディスプレイ30は、1インチ当たり約500ドットまたはピクセルである50ミクロンの間隔またはピッチを有するピクセル500を含むことができる。指紋検出のための十分に高い解像度を有するために、指紋センサアレイは、また、1インチ当たり500ドットまたはピクセル程度の間隔を有することが必要である可能性がある。したがって、図5Aに示すものなどのディスプレイデバイス40のいくつかのインセル実施形態は、指紋センサ機能のための十分な高解像度を有する高解像度ディスプレイ30とPMUTアレイ105とを提供することができる。

10

#### 【0061】

図5Aに示すインセル実施形態では、PMUTアレイ105のPMUT素子310は、ディスプレイ領域の一部がPMUT素子によって利用されるように、表示サブピクセルと実質的に同じ平面内に配置される。そのような実施形態では、PMUT素子310が不透明または実質的に不透明であることが望ましい。他のインセル実施形態では、PMUTアレイ105の各PMUT素子310の一部またはすべては、ディスプレイピクセル505の1つまたは複数の表示サブピクセルの上方または下方に配置され得る。そのような実施形態では、PMUT素子310が透明または実質的に透明であることが望ましい。

#### 【0062】

20

いくつかの実施形態によれば、PMUTアレイ105の少なくとも一部は、ディスプレイ30の実質的にすべての後ろに配置され得る。図5Bは、ディスプレイピクセルのアレイと同一の広がりを持つPMUTアレイを有するディスプレイデバイスの一例を示す。この例では、PMUTアレイ105は、ディスプレイ30の後ろに配置され、ディスプレイピクセル505は、PMUT素子310と観察者510との間にある。この例では、PMUTアレイ105は、任意の適切な材料から形成され得る基板305上に配置される。(たとえば、基板305がディスプレイ30とバックライトパネルとの間に配置された場合)光が基板305を透過することになる実施形態に関して、基板305は、ガラス、プラスチック、または別の透明もしくは実質的に透明な材料であり得る。しかしながら、光が基板305を透過する必要がない場合(たとえば、基板305がバックライトパネルの下に配置された場合、またはディスプレイ30が有機発光ダイオード(OLED)ディスプレイなどの発光ディスプレイである場合)、基板305は、透明もしくは実質的に透明な材料で形成される必要はない。ここで、ディスプレイ30は、いくつかの実施形態ではガラスまたはプラスチック基板であり得る基板515上にディスプレイピクセル505のアレイを含む。

30

#### 【0063】

PMUTアレイ105は、特定の実施形態に応じて様々なタイプのPMUT素子310を含むことができる。いくつかの実施形態では、PMUTアレイ105は、超音波ジェスチャ検出のための低周波数エミッタおよび/または受信機として構成可能なPMUT素子310を含むことができる。いくつかの実施形態では、PMUTアレイ105は、たとえば、超音波指紋、スタイラス、および/または他の生体検出のための高周波数エミッタおよび/または受信機として構成可能なPMUT素子310を含むことができる。いくつかの実施形態では、PMUTアレイ105は、たとえば、ジェスチャ検出および生体感知のための低周波数と高周波数の両方のエミッタおよび/または受信機として構成可能なPMUT素子310を含むことができる。いくつかの構成では、PMUTアレイ105は、認証ボタン機能および/または非認証ボタン機能であり得るボタン機能が可能であるPMUT素子310を含むことができる。いくつかの実施形態では、PMUTアレイ105は、中周波数モードで動作するように構成可能なPMUT素子310を含むことができる。低周波または高周波数モードでの動作よりもいくぶん低い解像度であるが、中周波数モードで動作するとき、ディスプレイデバイス40は、ジェスチャ検出機能および/またはタッ

40

50

チセンサ機能を提供することが可能であり得る。

【0064】

図5Bに示す例では、基板305および基板515は、カップリング剤520を介して接合され得る。ここで、基板515およびカバーガラス525は、接着剤530を介して接合される。カップリング剤520は、シリコン、エポキシなどの接着剤、感圧性接着剤(PSA, pressure-sensitive adhesive)、または、適切な音響特性および光学的特性を有する他の材料を含むことができる。たとえば、カップリング剤520は、基板305および基板515との小さいまたは実質的にゼロの音響インピーダンス不整合を有することができる。同様に、接着剤530は、基板515およびカバーガラス525との小さい音響インピーダンス不整合を有することができる。好ましくは、PMUTアレイ105とカバーガラス525の間には、エアギャップは、実質的に存在しない。

10

【0065】

図5Cは、LCDディスプレイとPMUTアレイとを含むディスプレイデバイスのための例示的なスタックを示す。簡略化のため、スタックの接着剤層は、図示されていない。ここで、ディスプレイデバイス40は、PMUTアレイ105と、バックライトパネル532と、LCDディスプレイモジュール535と、タッチパネル540と、カバーガラス525とを含むことができる。

【0066】

この例では、PMUTアレイ105は、基板305上にpMUTアレイとTFT回路とを含むことができる。ここで、バックライトパネル532は、バックライト基板と、反射膜と、拡散膜と、輝度向上膜(BEF, brightness enhancement film)とを含む。この実施形態では、LCDディスプレイモジュール535は、偏光層と、TFT基板と、TFT回路と、液晶材料と、カラーフィルタと、カラーフィルタガラスとを含む。この例では、タッチパネル540は、この例ではガラスから形成されたタッチパネル基板、ならびに、この実施形態ではインジウムスズ酸化物(ITO)層である透明電極層を含む。いくつかの実施形態では、PMUTアレイ105を制御するためのTFT回路、および、LCDディスプレイモジュール535を制御するためのTFT回路は、フレックスケابلを共有することが可能であり得る。

20

【0067】

図5Dは、OLEDディスプレイとPMUTアレイとを含むディスプレイデバイスのための例示的なスタックを示す。この例では、スタックは、実質的に図5Cに示すものよりも単純である。TFT基板と、TFT回路と、OLED材料とを含むOLEDディスプレイモジュール545は、実質的に図5Cに示すLCDディスプレイモジュール535よりも単純である。その上、OLEDディスプレイモジュール545は、発光ディスプレイモジュールであるので、バックライトパネルは、必要とされない。いくつかの実施形態では、PMUTアレイ105を制御するためのTFT回路、および、OLEDディスプレイモジュール545を制御するためのTFT回路は、フレックスケابلを共有することが可能であり得る。

30

【0068】

上述のように、ディスプレイピクセルのアレイと同一の広がりを持つ「フルサイズ」PMUTアレイ105を有することは、様々な潜在的な利点を提供することができる。しかしながら、ディスプレイ30の背面に取り付けられたフルサイズPMUTアレイ105は、実質的に費用を追加し、ディスプレイデバイスの厚さを増加させる可能性がある。

40

【0069】

いくつかの実施形態によれば、PMUTアレイ105の少なくとも一部は、ディスプレイ30の一部のみの後ろに配置され得る。図6Aは、ディスプレイの一部のみの後ろにPMUTアレイを含むディスプレイデバイスの一例を示す。図6Aに示す要素は、図5Bに示すものと実質的に同様である。しかしながら、図6Aの例では、PMUTアレイ105によって占められる領域605は、実質的にディスプレイ30によって占められる領域6

50

10よりも小さい。

#### 【0070】

いくつかの実施形態では、PMUTアレイ105は、たとえば、超音波指紋、スタイラス、および/または他の生体検出のための高周波数エミッタおよび/または受信機として構成可能なPMUT素子310を含むことができる。いくつかのそのような実施形態では、PMUTアレイ105は、ディスプレイデバイス40の指紋センサ領域または超音波タッチパッド領域に対応することができる。いくつかのそのような実施形態では、PMUTアレイ105は、超音波ジェスチャ検出のための低周波数エミッタおよび/または受信機として構成可能なPMUT素子310を含むことができる。いくつかのそのような実施形態では、ディスプレイデバイス40は、各々がPMUTアレイ105に対応する複数の領域605を含むことができる。いくつかの実施形態では、PMUTアレイ105は、たとえば、ジェスチャ検出および生体感知のための低周波数エミッタおよび/または受信機と高周波数エミッタおよび/または受信機の両方として構成可能なPMUT素子310を含むことができる。いくつかの実施形態では、PMUTアレイ105は、たとえば、より低い解像度のジェスチャ検出および/またはタッチセンサ機能のための中周波数モードで動作するように構成可能なPMUT素子310を含むことができる。

10

#### 【0071】

いくつかの実施形態によれば、PMUTアレイ105の少なくとも一部は、ディスプレイ30の周辺領域内に配置され得る。図1Aの制御システム110などの制御システムは、(指紋センサ機能などの)生体センサ機能、タッチパッドもしくは署名(たとえば、スタイラス)パッド機能、ジェスチャ検出機能、および/またはボタン機能のための、ディスプレイ30の周辺領域内に配置されたPMUTアレイ105の一部を制御することが可能であり得る。

20

#### 【0072】

図6B~図6Dは、ディスプレイの周辺部近くにPMUTアレイを含むディスプレイデバイスの例を示す。図6Bに示すように、ディスプレイデバイス40(その一部が示されている)は、PMUTアレイ105とともに基板660上に形成された視覚的ディスプレイ30を含むことができる。ディスプレイ30は、カバーレンズまたはカバーガラス630に光学的かつ機械的に結合され得る。1つまたは複数の穴180は、音波および超音波190の送信および受信を可能にするために、カバーガラス630において形成され得る。穴180は、たとえば、1つまたは複数の円形の穴、長方形もしくは正方形の穴、長穴、テーパー状の穴、またはスロットを含むことができる。図6Cは、1つまたは複数の穴180が形成されたカバーガラス630に組立体が光学的かつ機械的に結合され、基板660上に形成されたディスプレイ30およびPMUTアレイ105を有するディスプレイデバイス40の一部を示す。穴180は、超音波190の送信および受信を可能にしながら、PMUTアレイ105のためのいくつかの環境的保護を提供するために、シリコーンゲルなどの音響結合剤186で充填され得る。図6Dは、カバーガラス630において形成された穴180の内側に位置する結合剤186の上方に配置された薄いカバーまたはコーティング188を示す。接着剤層184は、保護膜182をカバーガラス630に接続することができ、保護膜は、視覚的ディスプレイ30とともに基板660上に形成され得る。PMUTアレイ105に取り付けられ得る。コーティング188は、ダイヤモンド状炭素(DLC)、アクリル、または、ディスプレイデバイス40のPMUTアレイ105、関連する回路、およびディスプレイ30のための追加の環境的保護を提供しながら、超音波190の伝送のために十分に対応する他の適切なコーティング材料などの、ハードコーティングであり得る。

30

40

#### 【0073】

図7A~図7Fは、ディスプレイの周辺領域内に配置されたPMUTアレイの例を示す。これらの例では、ディスプレイのためのTFT回路、およびPMUTアレイ105のためのTFT回路は、同じ(たとえば、共通)基板上に配置される。

#### 【0074】

50

図7Aでは、たとえば、PMUTアレイ105のためのTFT回路705は、ディスプレイのためのTFT回路730と同じ基板(基板305)上に配置される。ディスプレイは、たとえば、LCDまたはOLEDディスプレイであり得る。ここで、データマルチプレクサおよび制御回路410は、ファンアウト領域710を介してフレックスパッド415に接続され得る。この例では、PMUTアレイ105は、指紋センサまたは超音波タッチパッドとして構成可能な単一のpMUTアレイである。しかしながら、代替実施形態では、PMUTアレイ105の少なくとも一部は、ジェスチャ検出機能および/またはボタン機能などの他の機能のために構成可能であり得る。この実施形態では、PMUTアレイ105は、アクティブディスプレイ領域の外部の、ディスプレイデバイス40の角部において配置される。ディスプレイ領域は、図7Aに示すTFT回路730の領域とほぼ同一の広がりを持ち得る。いくつかの実施形態では、基板305上の1つまたは複数のフレックスパッドは、TFT回路705と外部回路との間の電氣的接続を提供することができる。1つまたは複数のフレックスケابلは、基板305上のフレックスパッド415の少なくとも一部に取り付けられ得、電氣的に接続され得る。たとえば、フレックスケابلは、PMUTアレイ105の少なくとも一部を制御するための回路と、ディスプレイを制御するためのTFT回路730との間で共有され得る。

#### 【0075】

図7Bでは、PMUTアレイ105のためのTFT回路705は、ディスプレイのためのTFT回路730と同じ基板305上に配置される。この例では、PMUTアレイ105は、PMUTサブアレイ105aおよび105bを含む。この実施形態では、PMUTサブアレイ105a~105bは、アクティブディスプレイ領域の外側に配置される。この実施形態では、PMUTサブアレイ105aおよび105bは、ディスプレイデバイス40の、それぞれ、側面715aおよび715bの少なくとも一部に沿って延在する。たとえば、低周波数PMUT素子の一次元列は、ディスプレイデバイス40の第1の側面715aに沿って配置され得、低周波数PMUT素子の別の列は、ディスプレイデバイス40の第2の側面715bに沿って配置され得る。別の例では、第1のPMUT素子は、ディスプレイデバイス40の1つの角部の近くに第1の側面715aに沿って配置され得、第2のPMUT素子は、ディスプレイデバイス40の第2の角部の近くに第1の側面715aに沿って配置され得る。第3および第4のPMUT素子は、ディスプレイデバイス40の第3および第4の角部の近くに第2の側面715bに沿って配置され得る。ディスプレイデバイス40の4つの角部の各々の近くに構成されたPMUT素子は、ディスプレイデバイス40の上方に位置する指、手、または他の物体の三角測量を介するジェスチャ検出を可能にすることができる。サブアレイ内の2つ以上のPMUT素子は、ディスプレイデバイス40の各角部においてまたは1つもしくは複数の側面に沿って構成され得る。いくつかの例では、PMUTサブアレイ105aおよび105bは、ジェスチャ検出のために構成可能であり得る。この実施形態では、PMUTサブアレイ105aおよび105bは、TFT回路705によって駆動され得、ディスプレイデバイス40の2つの角部において配置され得る。代替実施形態では、TFT回路705およびPMUTアレイ105は、指紋センサ機能またはボタン機能などの他の機能のために構成可能であり得る。

#### 【0076】

図7Cでは、PMUTアレイ105は、そのすべてがアクティブディスプレイ領域の外側に配置されたPMUTサブアレイ105a、105b、および105fを含む。図7Bに示す実施形態でのように、PMUTサブアレイ105aおよび105bは、ディスプレイデバイス40の、それぞれ、側面715aおよび715bの一部またはすべてに沿って延在することができる。いくつかの例では、PMUTサブアレイ105aおよび105bは、ジェスチャ検出のために構成可能であり得る。この実施形態では、PMUTサブアレイ105fは、指紋センサまたは超音波タッチパッド機能のために構成可能であり得る。したがって、この例では、PMUTアレイ105のためのTFT回路705は、指紋センサおよびジェスチャ検出機能のためのTFT回路を含むことができる。

#### 【0077】

図7Dでは、PMUTアレイ105は、そのすべてがアクティブディスプレイ領域の外側に配置されたPMUTサブアレイ105g~105iを含む。ここで、ファンアウト領域710およびフレックスパッド415は、PMUTサブアレイ105g~105iのための空間を可能にするようにオフセットされる。この実施形態では、PMUTサブアレイ105g~105iは、ボタン機能のために構成可能であり得る。したがって、この例では、PMUTアレイ105のためのTFT回路705は、ボタン機能のためのTFT回路を含むことができる。ボタン機能は、認証機能ありまたはなしのディスプレイデバイス40のいくつかの態様を制御することを含むことができる。したがって、そのようなボタンは、「認証」ボタンまたは「非認証」ボタンと呼ばれ得る。認証ボタンのためのPMUTサブアレイは、より高い解像度の指紋の画像化を可能にするために、実質的に非認証ボタンのためのPMUTサブアレイよりも多くのPMUT素子310を含むことができる。いくつかの例では、非認証ボタンは、単一のPMUT素子310、PMUT素子310の小さい(たとえば、2×2)アレイ、またはPMUT素子310のより大きいアレイに対応することができる。

#### 【0078】

いくつかの実施形態では、PMUTサブアレイ105g~105iのうちの少なくとも1つは、認証ボタン機能のために構成可能であり得、PMUTサブアレイ105g~105iのうちの少なくとも1つは、非認証ボタン機能のために構成可能であり得る。そのような実施形態では、PMUTアレイ105のためのTFT回路705は、認証ボタン機能(たとえば、指紋センサ機能)および非認証ボタン機能のためのTFT回路を含むことができる。いくつかの実施形態では、認証ボタンは、また、非認証ボタンとして機能することができる。

#### 【0079】

図7Eは、その各々がディスプレイデバイス40の角部において配置され得るPMUTサブアレイ105jおよび105kを含む。この例では、PMUTサブアレイ105jは、指紋センサ機能が可能であり、PMUTサブアレイ105kは、ボタン機能が可能である。したがって、この例では、PMUTアレイ105のためのTFT回路705aは、指紋センサ機能のためのTFT回路を含み、TFT回路705bは、認証ボタン機能または非認証ボタン機能であり得るボタン機能のためのTFT回路を含む。

#### 【0080】

図7Fは、PMUTサブアレイ105a、105b、および105l~105nを含む。図7Bに示す実施形態でのように、PMUTサブアレイ105aおよび105bは、ディスプレイデバイス40の、それぞれ、側面715aおよび715bの一部またはすべてに沿って延在する。この例では、PMUTサブアレイ105aおよび105bは、ジェスチャ検出のために構成可能である。

#### 【0081】

この実施形態では、PMUTサブアレイ105lは、指紋センサ機能とジェスチャ検出機能の両方を提供することができる。ここで、PMUTサブアレイ105mは、ボタン機能が可能である。この例では、PMUTサブアレイ105nは、ジェスチャ検出機能とボタン機能の両方を提供することができる。したがって、この例では、PMUTアレイ105のためのTFT回路705cは、指紋センサ機能およびジェスチャ検出機能のためのTFT回路を含む。ここで、TFT回路705dは、認証ボタン機能または非認証ボタン機能であり得るボタン機能のためのTFT回路、ならびに、ジェスチャ検出機能のためのTFT回路を含む。

#### 【0082】

上記に鑑みて、様々な他の構成が本開示の範囲内であることは、当業者には明らかであろう。たとえば、いくつかの代替実施形態は、ジェスチャ検出機能を提供することができるディスプレイ周辺の各角部に配置されたPMUTサブアレイを含むことができる。PMUTサブアレイは、ジェスチャ検出のための超音波信号を送信および受信するための完全な能力を提供することができる。いくつかの実施形態では、モバイルデバイス上の1つま

10

20

30

40

50

たは複数のマイクロホンは、ジェスチャ検出においてさらに支援するためにPMUT素子によって生成された超音波を受信するために使用され得る。典型的なマイクロホンは、制限されたオーディオ範囲（たとえば、100～10000Hz応答）を有するが、より高性能なオーディオマイクロホンは、180kHzまたは200kHzまでの超音波周波数に応答することができる。マイクロホンは、デバイス面の下部の近くなどの、モバイルデバイス内の様々な場所に配置され得る。高性能電話は、強化されたオーディオ明瞭度および雑音除去のために電話筐体の前面および/または背面上に複数のマイクロホンを有することができる。高周波数応答を有するマイクロホンは、受信モードで動作するPMUT素子とともにジェスチャ検出を助けることができる。したがって、いくつかの代替実施形態では、ジェスチャ検出のために使用された少なくともいくつかの受信機は、ディスプレイデバイスのマイクロホンであり得る。

10

#### 【0083】

いくつかの実施形態では、タッチパネル、およびPMUTアレイ105の少なくとも一部は、共通フレックスケーブルを共有することができる。いくつかの実施形態によれば、タッチパネル基板またはカバーガラスは、ディスプレイ領域の周辺内に配置されたPMUTアレイ105の少なくとも一部との上面の電氣的接続のための追加の電極を有することができる。いくつかのそのような実施形態では、これらの追加の電極は、制御システムの少なくとも一部との電氣的接続性を提供することができる。

#### 【0084】

いくつかのそのような実施形態は、ディスプレイの周辺部に配置され得る、ディスプレイのためおよびPMUTアレイ105の少なくとも一部のための別個の基板上に配置された別個のTFT回路を含む制御システムを有することができる。いくつかのそのような実施形態では、PMUTアレイ105の一部は、指紋センサ機能および/またはジェスチャ検出機能のために構成されており、これらの追加の電極は、TFT回路などの回路との電氣的接続性のために構成され得る。いくつかのそのような実施形態では、PMUTアレイ105の一部は、ボタン機能（たとえば、認証または非認証ボタン機能）のために構成されており、これらの追加の電極は、TFT回路などの回路との電氣的接続性のために構成され得る。

20

#### 【0085】

図8Aおよび図8Bは、本明細書に記載のような少なくとも1つのPMUTアレイを含むディスプレイデバイスを示すシステムブロック図の例を示す。ディスプレイデバイス40は、たとえば、セルラーまたはモバイル電話であり得る。しかしながら、ディスプレイデバイス40またはそのわずかな変形例の同じ構成要素は、また、テレビジョン、コンピュータ、タブレット、電子書籍リーダー、ハンドヘルドデバイス、およびポータブルメディアデバイスなどの様々なタイプのディスプレイデバイスを示す。

30

#### 【0086】

ディスプレイデバイス40は、ハウジング41と、ディスプレイ30と、アンテナ43と、スピーカ45と、入力デバイス48と、1つまたは複数のマイクロホン46とを含む。ハウジング41は、射出成形と真空成形とを含む様々な製造プロセスのうちの任意のものから形成され得る。加えて、ハウジング41は、限定はしないが、プラスチック、金属、ガラス、ゴムおよびセラミック、またはそれらの組合せといった様々な材料から製作され得る。ハウジング41は、異なる色の、または異なるロゴ、絵、もしくはシンボルを含む他の取外し可能な部分と交換可能であり得る取外し可能な部分（図示せず）を含むことができる。

40

#### 【0087】

ディスプレイ30は、本明細書に記載のような、双安定またはアナログディスプレイを含む様々なディスプレイのうちのいずれかであり得る。ディスプレイ30は、また、プラズマ、EL、OLED、STN LCD、もしくはTFT LCDなどのフラットパネルディスプレイ、または、CRTもしくは他の管デバイスなどの非フラットパネルディスプレイを含むことができる。加えて、ディスプレイ30は、ディスプレイベースの干渉変調

50

器 (IMOD, interferometric modulator) を含むことができる。

【0088】

ディスプレイデバイス40の構成要素は、図8B中に概略的に示されている。ディスプレイデバイス40は、ハウジング41を含み、本明細書に少なくとも部分的に開示された追加の構成要素を含むことができる。たとえば、ディスプレイデバイス40は、トランシーバ47に結合され得るアンテナ43を含むネットワークインターフェース27を含む。ネットワークインターフェース27は、ディスプレイデバイス40に表示され得る画像データのソースであり得る。したがって、ネットワークインターフェース27は、画像ソースモジュールの一例であるが、プロセッサ21および入力デバイス48も画像ソースモジュールとして働き得る。トランシーバ47は、調整ハードウェア52に接続されたプロセッサ21に接続される。調整ハードウェア52は、信号を調整する(信号をフィルタリングまたは他の方法で操作するなど)ことが可能であり得る。調整ハードウェア52は、スピーカ45およびマイクロホン46に接続され得る。プロセッサ21は、入力デバイス48およびドライバコントローラ29にも接続され得る。ドライバコントローラ29は、フレームバッファ28およびアレイドライバ22に結合され得、アレイドライバ22はディスプレイアレイ30に結合され得る。図8Bに特に示されていない要素を含むディスプレイデバイス40内の1つまたは複数の要素は、メモリデバイスとして機能することが可能であり得、プロセッサ21と通信することが可能であり得る。いくつかの実施形態では、電源50は、特定のディスプレイデバイス40の設計における実質的にすべての構成要素に電力を提供することができる。

【0089】

この例では、ディスプレイデバイス40は、また、1つまたは複数の直線状または二次元のPMUTアレイ77を含むことができる。いくつかの実施形態では、PMUTアレイ77の少なくとも一部は、ディスプレイ30の後ろに配置され得る。いくつかのそのような実施形態では、PMUTアレイ77は、ディスプレイ30の一部のみの後ろに配置され得るが、他の実施形態では、PMUTアレイ77は、ディスプレイ30の領域の実質的にすべての後ろに配置され得る。いくつかの実施形態では、PMUTアレイ77の少なくとも一部は、ディスプレイアレイ30の1つまたは複数のディスプレイピクセル内に含まれ得る。プロセッサ21は、本明細書に記載のように、PMUTアレイ77を(少なくとも部分的に)制御することができる制御システムの一部であり得る。したがって、本明細書の他の箇所に記載されているように制御システム110は、プロセッサ21、および/または、TFTなどのディスプレイデバイス40の他の要素を含むことができる。

【0090】

いくつかの実施形態では、プロセッサ21(および/または制御システム110の別の要素)は、PMUTアレイ77が低周波数モードで動作しているとき、検出された1つまたは複数のジェスチャに従ってディスプレイデバイス40を制御するための入力を提供することが可能であり得る。いくつかの実施形態では、プロセッサ21(および/または制御システム110の別の要素)は、PMUTアレイ77が中周波数モードで動作しているとき、決定された1つまたは複数のタッチ位置および/または動きに従ってディスプレイデバイス40を制御するための入力を提供することが可能であり得る。いくつかの実施形態では、プロセッサ21(および/または制御システム110の別の要素)は、PMUTアレイ77が高周波数モードで動作しているとき、決定された指紋データまたはスタイラス入力データに従ってディスプレイデバイス40を制御するための入力を提供することが可能であり得る。

【0091】

ネットワークインターフェース27は、ディスプレイデバイス40がネットワークを介して1つまたは複数のデバイスと通信できるように、アンテナ43とトランシーバ47とを含む。ネットワークインターフェース27は、また、たとえば、プロセッサ21のデータ処理要件を軽減するために、いくつかの処理能力を有することができる。ア

ンテナ４３は、信号を送受信することができる。いくつかの実施形態では、アンテナ４３は、IEEE 16.11(a)、(b)、もしくは(g)を含むIEEE 16.11規格、または、IEEE 802.11a、b、g、nを含むIEEE 802.11規格、およびそれらの他の実施形態に従ってRF信号を送受信する。いくつかの他の実施形態では、アンテナ４３は、Bluetooth(登録商標)標準に従ってRF信号を送受信する。携帯電話の場合、アンテナ４３は、符号分割多元接続(CDMA, code division multiple access)、周波数分割多元接続(FDMA, frequency division multiple access)、時分割多元接続(TDMA, time division multiple access)、グローバル・システム・フォー・モバイル・コミュニケーションズ(GSM(登録商標), Global System for Mobile communications)、GSM(登録商標)/汎用パケット無線通信システム(GPRS, General Packet Radio Service)、拡張データGSM(登録商標)環境(EDGE, Enhanced Data GSM(登録商標) Environment)、地上基盤無線(TETRA, Terrestrial Trunked Radio)、広帯域CDMA(WCDMA, Wideband CDMA)、エボリューションデータ最適化(EVDO, Evolution Data Optimized)、1xEVDO、EVDO Rev A、EVDO Rev B、高速パケットアクセス(HSPA, High Speed Packet Access)、高速ダウンリンクパケットアクセス(HSDPA, High Speed Downlink Packet Access)、高速アップリンクパケットアクセス(HSUPA, High Speed Uplink Packet Access)、発展型高速パケットアクセス(HSPA+, Evolved High Speed Packet Access)、ロングタームエボリューション(LTE, Long Term Evolution)、AMPS、または3G技術、4G技術、もしくは5G技術を利用するシステムのような、ワイヤレスネットワーク内で通信するのに使用される他の公知の信号を受信するように設計され得る。トランシーバ４７は、信号がプロセッサ２１によって受信され得、さらにプロセッサ２１によって操作され得るように、アンテナ４３から受信された信号を前処理することができる。トランシーバ４７は、また、信号がアンテナ４３を介してディスプレイデバイス４０から送信され得るように、プロセッサ２１から受信した信号を処理することができる。

#### 【００９２】

いくつかの実施形態では、トランシーバ４７を受信機と置き換えてもよい。また、いくつかの実施形態では、ネットワークインターフェース２７を、プロセッサ２１に送信すべき画像データを記憶または生成することのできる画像ソースと置き換えてもよい。プロセッサ２１は、ディスプレイデバイス４０の全体の動作を制御することができる。プロセッサ２１は、圧縮された画像データなどのデータをネットワークインターフェース２７または画像ソースから受信し、データを生画像データに変換するまたは生の画像データに容易に処理され得るフォーマットに変換する。プロセッサ２１は、処理されたデータを、ドライバコントローラ２９に、または記憶するためのフレームバッファ２８に送ることができる。生データは、典型的には、画像内の各位置における画像特性を識別する情報を指す。たとえば、そのような画像特性は、色と、彩度と、グレースケールレベルとを含むことができる。

#### 【００９３】

プロセッサ２１は、ディスプレイデバイス４０の動作を制御するためにマイクロコントローラ、CPU、または論理ユニットを含むことができる。調整ハードウェア５２は、信号をスピーカ４５に送信し、マイクロホン４６から信号を受信するための増幅器およびフィルタを含むことができる。調整ハードウェア５２は、ディスプレイデバイス４０内の個別構成要素であり得、あるいはプロセッサ２１または他の構成要素内に組み込まれ得る。

#### 【００９４】

10

20

30

40

50



ドライバコントローラ 29 は、プロセッサ 21 によって生成された生画像データを、プロセッサ 21 から直接、または、フレームバッファ 28 から取ることができ、アレイドライバ 22 への高速伝送のために生画像データを適切に再フォーマットすることができる。いくつかの実施形態では、ドライバコントローラ 29 は、生画像データを、ディスプレイアレイ 30 を横切って走査するのに適切な時間順序を有するように、ラスタ状のフォーマットを有するデータフローに再フォーマットすることができる。次いで、ドライバコントローラ 29 は、フォーマット済みの情報をアレイドライバ 22 に送信する。LCD コントローラなどのドライバコントローラ 29 は、しばしば、スタンドアロンの集積回路 (IC, Integrated Circuit) としてシステムプロセッサ 21 に関連付けられるが、そのようなコントローラは、多くの方法で実装され得る。たとえば、コントローラは、ハードウェアとしてプロセッサ 21 内に組み込まれ得、ソフトウェアとしてプロセッサ 21 に組み込まれ得、または、アレイドライバ 22 とともにハードウェア内に完全に集積され得る。

10

#### 【0095】

アレイドライバ 22 は、ドライバコントローラ 29 からフォーマット済みの情報を受信してもよく、ディスプレイの表示要素の x-y マトリクスからの数百本、場合によっては数千本 (またはそれよりも多く) のリード線に 1 秒あたりに何度も印加される互いに平行な 1 組の波形に、映像データを再フォーマットしてもよい。

#### 【0096】

いくつかの実施形態では、ドライバコントローラ 29、アレイドライバ 22、およびディスプレイ 30 は、本明細書に記載のディスプレイのタイプのいずれにも適切である。たとえば、ドライバコントローラ 29 は、従来のディスプレイコントローラ、または多状態 IMOD (MS IMOD, multi state IMOD) ディスプレイ素子コントローラなどの IMOD ディスプレイ素子コントローラであり得る。加えて、アレイドライバ 22 は、従来のドライバ、または (MS IMOD ディスプレイ素子ドライバなどの) 双安定ディスプレイドライバであり得る。さらに、ディスプレイ 30 は、従来のディスプレイアレイ、または (IMOD ディスプレイ素子のアレイを含むディスプレイなどの) 双安定ディスプレイアレイであり得る。いくつかの実施形態では、ドライバコントローラ 29 は、アレイドライバ 22 と一体化され得る。そのような実施形態は、高集積度システム、たとえば、スマートフォン、ポータブル電子デバイス、腕時計またはスモールエリアディスプレイにおいて有益であり得る。

20

30

#### 【0097】

いくつかの実施形態では、入力デバイス 48 は、たとえば、ユーザがディスプレイデバイス 40 の動作を制御することを可能にすることが可能であり得る。入力デバイス 48 は、QWERTY キーボードもしくは電話キーパッドなどのキーパッド、ボタン、スイッチ、ロッカー、タッチ感知スクリーン、ディスプレイアレイ 30 と一体化されたタッチ感知スクリーン、または感圧もしくは感熱膜を含むことができる。マイクロホン 46 は、ディスプレイデバイス 40 のための入力デバイスとして機能することが可能であり得る。いくつかの実施形態では、マイクロホン 46 を介する音声コマンドは、ディスプレイデバイス 40 の動作を制御するために使用され得る。

40

#### 【0098】

電源 50 は、様々なエネルギー貯蔵デバイスを含むことができる。たとえば、電源 50 は、ニッケルカドミウム電池またはリチウムイオン電池のような充電式バッテリーであってもよい。充電式バッテリーを使用する実施形態では、充電式バッテリーは、たとえば、壁コンセントあるいは光起電性デバイスまたはアレイからの電力を使用して充電可能であってもよい。代替的には、充電式バッテリーは、ワイヤレスで充電可能であり得る。電源 50 は、また、再生可能エネルギー源、キャパシタ、または、プラスチック太陽電池もしくは太陽電池塗料を含む太陽電池であり得る。電源 50 は、また、壁コンセントからの電力を受けることができる。

#### 【0099】

50

いくつかの実施形態では、制御プログラマビリティは、電子ディスプレイシステム内の数力所に配置され得るドライバコントローラ29内に存在する。いくつかの他の実施形態では、アレイドライバ22に制御プログラマビリティが存在する。上記で説明した最適化は、任意の数のハードウェアおよび/またはソフトウェア構成要素において、ならびに様々な構成において実施され得る。

#### 【0100】

本明細書で使用されるとき、項目のリストの「少なくとも1つ」という句は、単一のメンバーを含む、これらの項目の任意の組合せを指す。一例として、「a、b、またはcのうちの少なくとも1つ」は、a、b、c、a - b、a - c、b - c、およびa - b - cを包含するものとする。

10

#### 【0101】

本明細書において開示されている実施形態に関連して説明した様々な実例論理、論理ブロック、モジュール、回路およびアルゴリズムステップは、電子ハードウェア、コンピュータソフトウェアまたは両方の組合せとして実装されてもよい。ハードウェアおよびソフトウェアの互換性については、概ね機能に関して説明し、上で説明した様々な実例構成要素、ブロック、モジュール、回路およびステップにおいて例示した。そのような機能がハードウェアに実装されるか、あるいはソフトウェアに実装されるかどうかは、全体的なシステムに課される特定のアプリケーションおよび設計制約で決まる。

#### 【0102】

本明細書で開示された態様に関連して説明された様々な例示的ロジック、論理ブロック、モジュール、および回路を実現するために使用されるハードウェアおよびデータ処理装置は、汎用のシングルチップもしくはマルチチッププロセッサ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)もしくは他のプログラマブル論理デバイス、ディスクリートゲートもしくはトランジスタロジック、ディスクリートハードウェア構成要素、または、本明細書に記載の機能を実行するように設計されたそれらの任意の組合せを用いて実現または実行され得る。汎用プロセッサはマイクロプロセッサであっても、あるいは任意の従来のプロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラまたはステートマシンであってもよい。プロセッサは、また、コンピューティングデバイスの組合せ、たとえば、DSPおよびマイクロプロセッサの組合せ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアと併せて1つもしくは複数の

20

30

#### 【0103】

1つまたは複数の態様では、説明した機能は、本明細書で開示された構造およびそれらの構造的等価物を含む、ハードウェア、デジタル電子回路、コンピュータソフトウェア、ファームウェア、またはそれらの任意の組合せにおいて実現され得る。本明細書に記載の主題の実施形態は、また、1つまたは複数のコンピュータプログラムとして、すなわち、データ処理装置によって実行する、またはデータ処理装置の動作を制御するための、コンピュータ記憶媒体上に符号化されたコンピュータプログラム命令の1つまたは複数のモジュールとして実装され得る。

40

#### 【0104】

それらの機能は、ソフトウェアに実装される場合、1つまたは複数の命令またはコードとして、非一時的媒体などのコンピュータ可読媒体上に記憶されてもあるいはコンピュータ可読媒体を介して送信されてもよい。本明細書で開示した方法またはアルゴリズムのプロセスは、コンピュータ可読媒体上に存在する場合があるプロセッサ実行可能ソフトウェアモジュールにおいて実施されてもよい。コンピュータ可読媒体は、ある場所から別の場所にコンピュータプログラムを転送することを可能にされ得る任意の媒体を含む、コンピュータ記憶媒体と通信媒体の両方を含む。記憶媒体は、コンピュータによってアクセスされる場合がある任意の利用可能な媒体であってもよい。限定ではなく例として、そのよう

50

な非一時的媒体は、RAM、ROM、EEPROM、CD-ROMもしくは他の光ディスク記憶装置、磁気ディスク記憶装置もしくは他の磁気記憶デバイス、または、命令もしくはデータ構造の形式で所望のプログラムコードを記憶するために使用される場合があるとともに、コンピュータによってアクセスされる場合がある任意の他の媒体を含んでもよい。また、いかなる接続もコンピュータ可読媒体と適切に呼ぶことができる。本明細書で使用されるディスク(disk)およびディスク(disc)は、コンパクトディスク(CD, compact disc)、レーザディスク、光ディスク、デジタル多用途ディスク(DVD, digital versatile disc)、フロッピー(登録商標)ディスク、およびblu-rayディスクを含み、ディスク(disk)は、通常、データを磁氣的に再生し、ディスク(disc)は、データをレーザで光学的に再生する。上記の組合せも、コンピュータ可読媒体の範囲内に含まれるべきである。加えて、方法またはアルゴリズムの動作は、コードおよび命令のうちの1つまたは任意の組合せまたはセットとして、コンピュータプログラム製品に組み込まれ得る機械可読媒体およびコンピュータ可読媒体上に存在することができる。

10

#### 【0105】

本開示で説明した実施形態に対する様々な修正は、当業者には容易に明らかであり、本明細書で定義した一般的な原理は、本開示の要旨または範囲から逸脱することなく他の実施形態に適用され得る。したがって特許請求の範囲は、本明細書において示されている実施形態に限定されることは意図されておらず、本開示、本明細書において開示されている原理および新規な特徴と無矛盾の最も広義の範囲と一致するものとする。加えて、当業者は、「上側」および「下側」、「上方」および「下方」、ならびに「上に重なる」および「下に重なる」は、しばしば、図の説明の容易さのために使用され、適切な向きにされたページ上の図面の向きに対応する相対的な位置を示し、実装されるデバイスの適切な向きを反映していないことがあることを容易に理解するであろう。

20

#### 【0106】

別個の実施形態の文脈で本明細書で説明した特定の特徴は、また、単一の実施形態で組合せて実装され得る。それとは逆に、単一の実施形態の文脈で説明されている様々な特徴は、複数の実施形態の中で、個別に、あるいは任意の適切な副組合せで実装することも可能である。さらに、特徴は、上では、場合によっては特定の組合せで作用するものとして説明されており、さらには最初はそのようなものとして特許請求することも可能であるが、特許請求される組合せからの1つまたは複数の特徴は、いくつかのケースでは、組合せから削除することができ、また、特許請求される組合せは、副組合せまたは副組合せの変形形態を対象とすることも可能である。

30

#### 【0107】

同様に、動作は、特定の順序で図面に示されているが、これは、そのような動作が図示された特定の順序またはシーケンシャルな順序で実行されることを、または、所望の結果を達成するためにすべての示された動作が実行されることを必要とするものとして理解されるべきではない。さらに、図面は、1つまたは複数のプロセス例の流れ図の形態で概略的に示すことができる。しかしながら、概略的に示されているプロセス例には、図に示されていない他の操作を組み込むことも可能である。たとえば図に示されている任意の操作の前、後、同時、またはこれらの操作と操作の間に、1つまたは複数の追加操作を実施することができる。特定の状況では、場合によっては多重タスキングおよび並列処理が有利である。さらに、上で説明した実施形態における様々なシステム構成要素の分類は、そのような分類がすべての実施形態に必要であるものとして理解してはならず、説明されているプログラムコンポーネントおよびシステムは、通常、単一のソフトウェア製品の中にまとめて統合することができ、あるいは複数のソフトウェア製品の中にパッケージすることができることを理解すべきである。さらに、他の実施形態も以下の特許請求の範囲内である。いくつかのケースでは、特許請求に記載されているアクションは、異なる順序で実施し、依然として望ましい結果を達成することができる。

40

#### 【符号の説明】

50

## 【 0 1 0 8 】

2 1	プロセッサ	
2 2	アレイドライバ	
2 7	ネットワークインターフェース	
2 8	フレームバッファ	
2 9	ドライバコントローラ	
3 0	ディスプレイ、ディスプレイアレイ	
4 0	ディスプレイデバイス	
4 1	ハウジング	
4 3	アンテナ	10
4 5	スピーカ	
4 6	マイクロホン	
4 7	トランシーバ	
4 8	入力デバイス	
5 0	電源	
5 2	調整ハードウェア	
7 7	P M U T アレイ	
1 0 0 a	P M U T、P M U T 素子	
1 0 0 b	C M U T 素子	
1 0 5	P M U T アレイ	20
1 0 5 a	P M U T サブアレイ	
1 0 5 b	P M U T サブアレイ	
1 0 5 f	P M U T サブアレイ	
1 0 5 g	P M U T サブアレイ	
1 0 5 h	P M U T サブアレイ	
1 0 5 i	P M U T サブアレイ	
1 0 5 j	P M U T サブアレイ	
1 0 5 k	P M U T サブアレイ	
1 0 5 l	P M U T サブアレイ	
1 0 5 m	P M U T サブアレイ	30
1 0 5 n	P M U T サブアレイ	
1 1 0	制御システム	
1 1 2	下側電極層、電極	
1 1 4	上側電極層、電極	
1 1 5	圧電層	
1 1 6	誘電体層	
1 1 8	金属相互接続層	
1 2 0	空洞	
1 3 0	機械層	
1 6 0	基板	40
1 7 0	アンカー構造	
1 8 0	穴	
1 8 2	保護膜	
1 8 4	接着剤層	
1 8 6	音響結合剤	
1 8 8	コーティング	
1 9 0	超音波	
3 0 5	基板	
3 1 0	P M U T 素子	
3 1 0 a	P M U T 素子	50

3 1 0 b	P M U T 素子	
3 1 0 c	P M U T 素子	
3 1 0 d	P M U T 素子	
3 1 0 e	P M U T 素子	
3 1 0 f	P M U T 素子	
3 1 0 g	P M U T 素子	
3 1 0 h	P M U T 素子	
3 1 0 i	P M U T 素子	
3 1 5	T F T 回路要素	
3 1 5 a	T F T 回路要素	10
3 1 5 b	T F T 回路要素	
3 1 5 c	T F T 回路要素	
3 1 5 d	T F T 回路要素	
3 1 5 e	T F T 回路要素	
3 1 5 f	T F T 回路要素	
3 1 5 g	T F T 回路要素	
4 0 5 a	行ドライバ	
4 0 5 b	行ドライバ	
4 1 0	データマルチプレクサおよび制御回路	
4 1 5	フレックスパッド	20
5 0 0	ピクセル	
5 0 5	ディスプレイピクセル	
5 0 5 a	赤色サブピクセル	
5 0 5 b	緑色サブピクセル	
5 0 5 c	青色サブピクセル	
5 1 0	観察者	
5 1 5	基板	
5 2 0	カップリング剤	
5 2 5	カバーガラス	
5 3 0	接着剤	30
5 3 2	バックライトパネル	
5 3 5	L C Dディスプレイモジュール	
5 4 0	タッチパネル	
5 4 5	O L E Dディスプレイモジュール	
6 0 5	P M U Tアレイ 1 0 5 によって占められる領域	
6 1 0	ディスプレイ 3 0 によって占められる領域	
6 3 0	カバーガラス	
6 6 0	基板	
7 0 5	T F T 回路	
7 0 5 a	T F T 回路	40
7 0 5 b	T F T 回路	
7 0 5 c	T F T 回路	
7 0 5 d	T F T 回路	
7 1 0	ファンアウト領域	
7 1 5 a	側面	
7 1 5 b	側面	
7 3 0	T F T 回路	

【図 1 A】

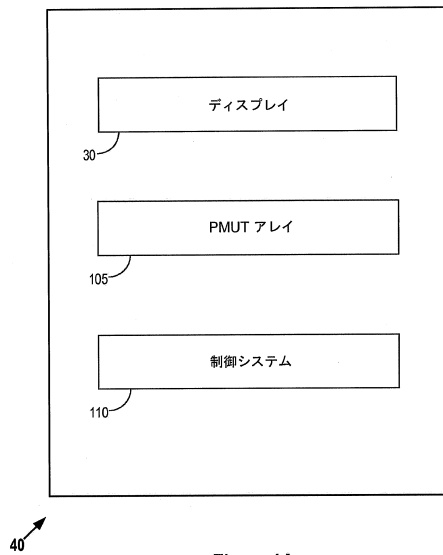


Figure 1A

【図 1 B】

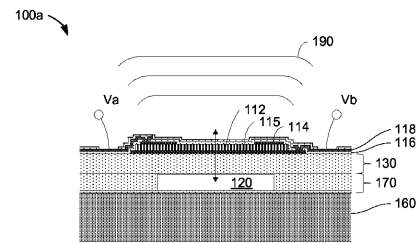


Figure 1B

【図 1 C】

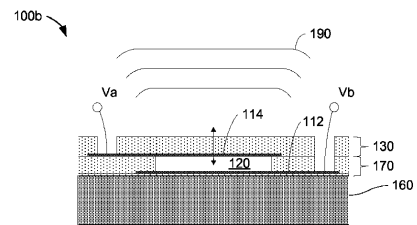


Figure 1C

【図 2】

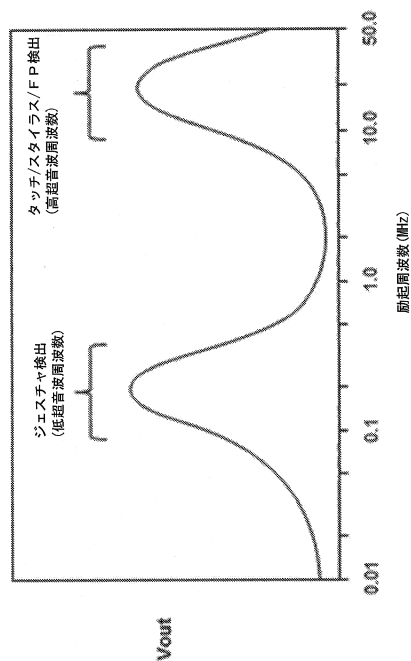


Figure 2

【図 3 B】

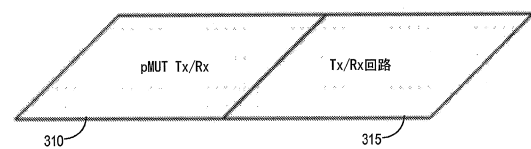


Figure 3B

【図 3 C】

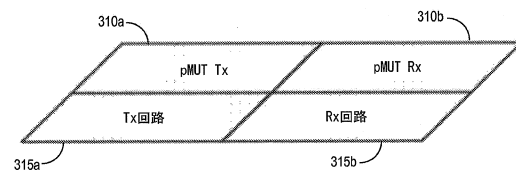


Figure 3C

【図 3 D】

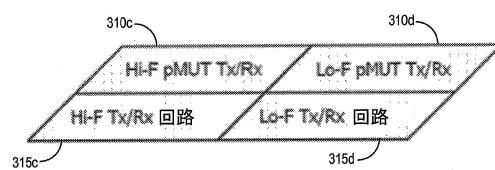


Figure 3D

【図 3 A】

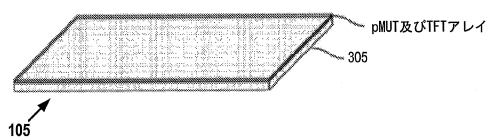


Figure 3A

【図 3 E】

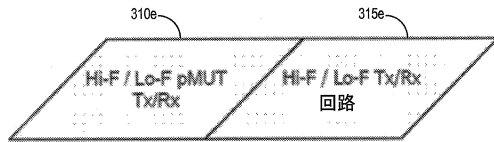


Figure 3E

【図 3 F】

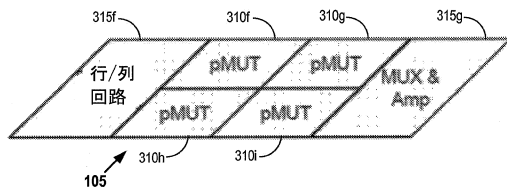


Figure 3F

【図 4】

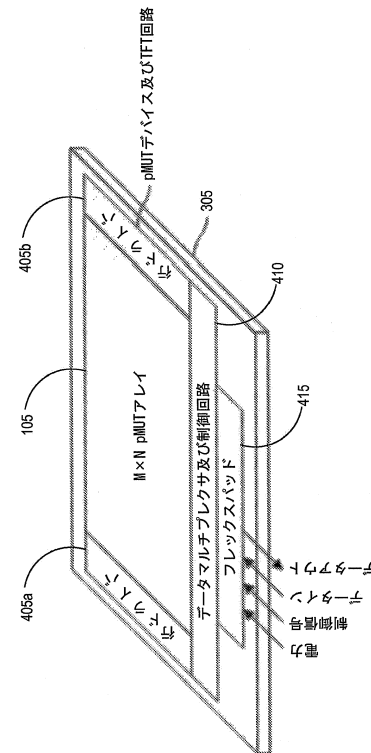


Figure 4

【図 5 A】

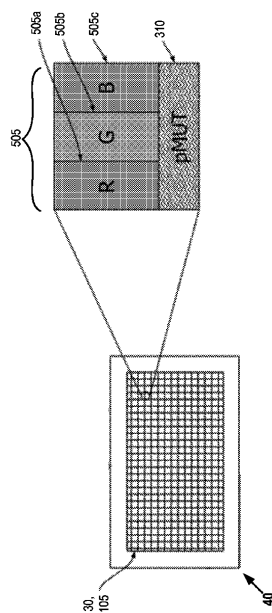


Figure 5A

【図 5 B】

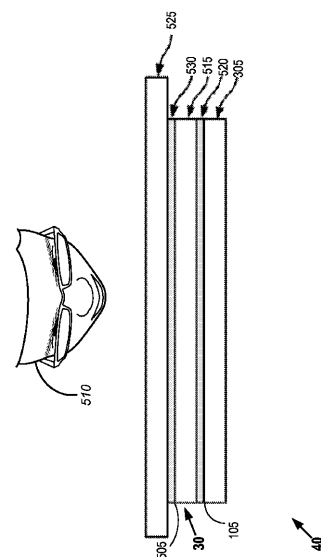


Figure 5B

【図 5 C】

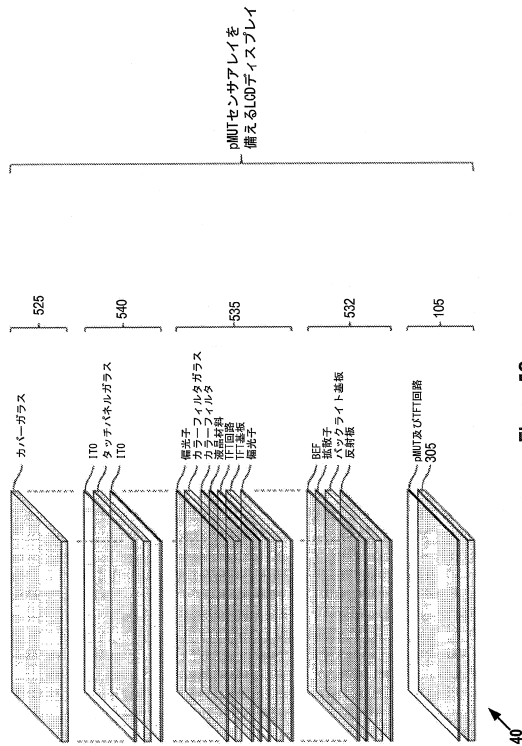


Figure 5C

【図 5 D】

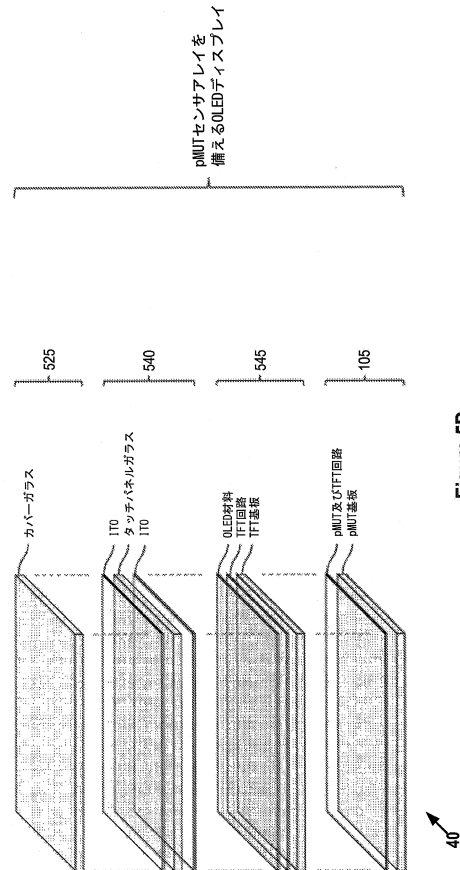


Figure 5D

【図 6 A】

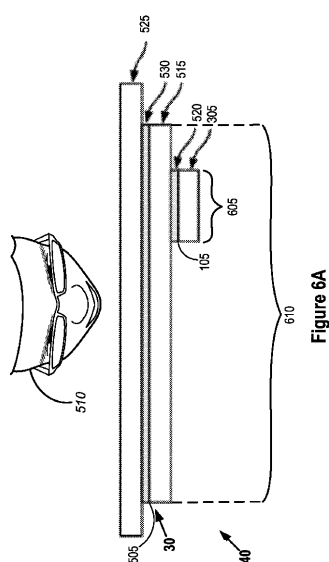


Figure 6A

【図 6 C】

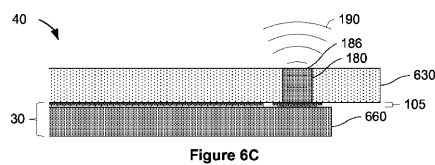


Figure 6C

【図 6 D】

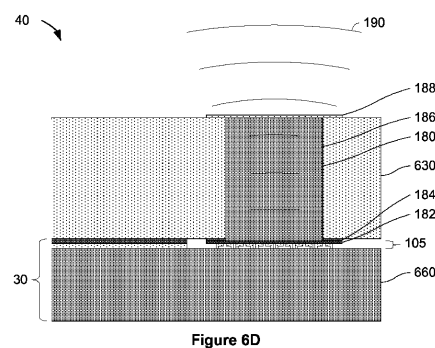


Figure 6D

【図 6 B】

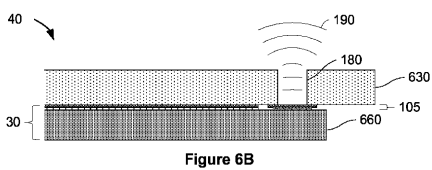


Figure 6B



【図 7 A】

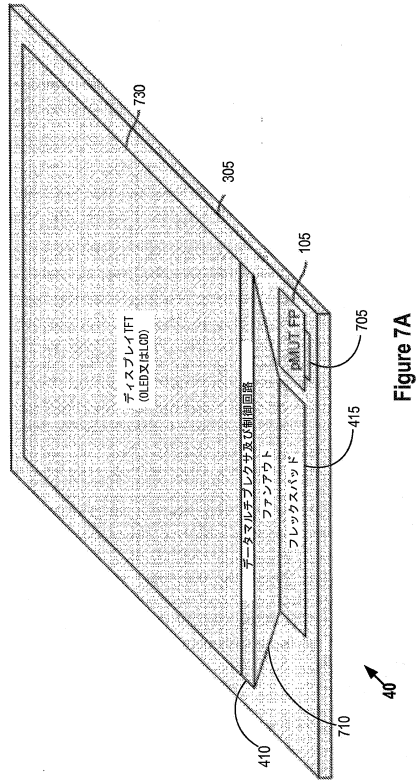


Figure 7A

【図 7 B】

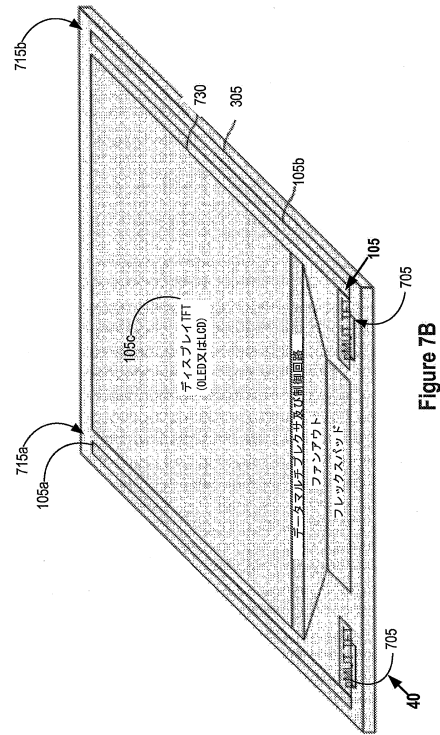


Figure 7B

【図 7 C】

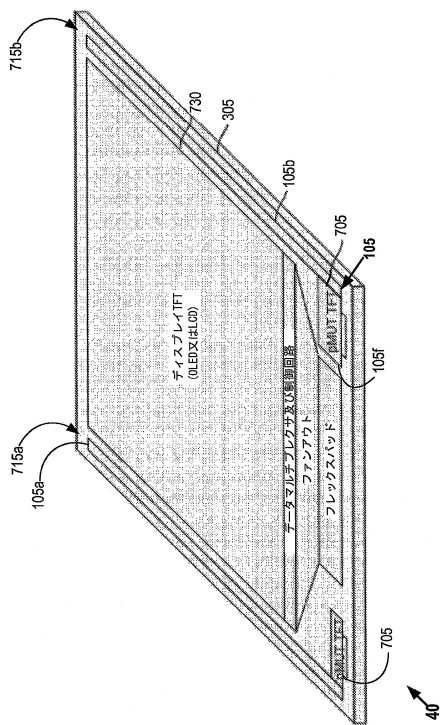


Figure 7C

【図 7 D】

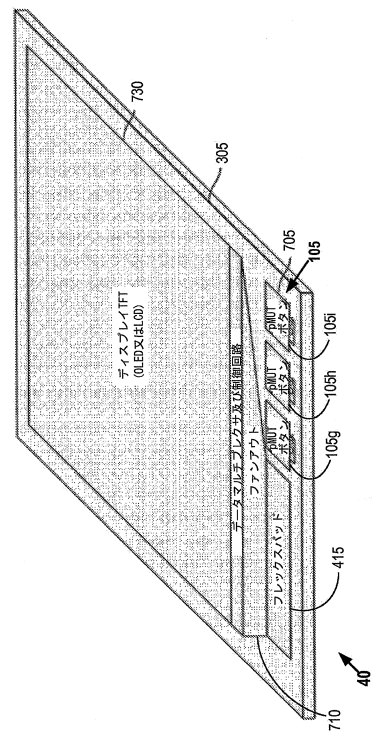
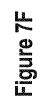
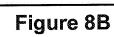


Figure 7D

【 図 7 F 】



【 図 8 B 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 デイヴィッド・ウィリアム・バーンズ  
アメリカ合衆国・カリフォルニア・９２１２１ - １７１４・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライ  
ヴ・５７７５
- (72)発明者 ジョナサン・チャールズ・グリフィス  
アメリカ合衆国・カリフォルニア・９２１２１ - １７１４・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライ  
ヴ・５７７５

審査官 円子 英紀

- (56)参考文献 特開２００４ - ０８８０５６ (ＪＰ, Ａ)  
特開２００９ - ２２３３１７ (ＪＰ, Ａ)  
特開２０１２ - １２５５６０ (ＪＰ, Ａ)  
特開２０１０ - １６５３４１ (ＪＰ, Ａ)  
特開２０１０ - ２１８３６５ (ＪＰ, Ａ)  
特開２００９ - ２３０７３６ (ＪＰ, Ａ)  
特表２０１５ - ５０５６３３ (ＪＰ, Ａ)  
国際公開第２０１０ / ０５３１５６ (ＷＯ, Ａ１)  
特開平１０ - ０４３１８５ (ＪＰ, Ａ)  
特開２００４ - ２７４７２１ (ＪＰ, Ａ)

(58)調査した分野(Int.Cl. , ＤＢ名)

G 0 6 F        3 / 0 4 3  
G 0 6 F        3 / 0 4 1