

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7564828号
(P7564828)

(45)発行日 令和6年10月9日(2024.10.9)

(24)登録日 令和6年10月1日(2024.10.1)

(51)国際特許分類

FI

G 0 6 T 5/70 (2024.01)

G 0 6 T 7/593(2017.01)

H 0 4 N 13/239 (2018.01)

H 0 4 N 13/254 (2018.01)

G 0 6 T 5/70

G 0 6 T 7/593

H 0 4 N 13/239

H 0 4 N 13/254

請求項の数 10 (全23頁)

(21)出願番号	特願2021-568800(P2021-568800)	(73)特許権者	502161508
(86)(22)出願日	令和2年5月22日(2020.5.22)		シナプティクス インコーポレイテッド
(65)公表番号	特表2022-536253(P2022-536253 A)		アメリカ合衆国, 9 5 1 3 1 カリフォルニア州, サンノゼ, マッケイ ドライブ 1 1 0 9
(43)公表日	令和4年8月15日(2022.8.15)	(74)代理人	100205350
(86)国際出願番号	PCT/US2020/034301		弁理士 狩野 芳正
(87)国際公開番号	WO2020/247195	(74)代理人	100117617
(87)国際公開日	令和2年12月10日(2020.12.10)		弁理士 中尾 圭策
審査請求日	令和5年5月16日(2023.5.16)	(72)発明者	ゴーヴ, ロバート・ジェイ
(31)優先権主張番号	62/857,740		アメリカ合衆国, 9 5 1 3 1 カリフォルニア州, サンノゼ, マッケイ ドライブ 1 2 5 1
(32)優先日	令和1年6月5日(2019.6.5)	審査官	岡本 俊威
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(31)優先権主張番号	16/654,290		
(32)優先日	令和1年10月16日(2019.10.16)		
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 アンダーディスプレイ画像センサ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の表示ピクセルを備えるディスプレイと、
第1光を発するように構成された、前記ディスプレイと近接する第1光源と、
前記第1光の反射が前記複数の表示ピクセルによって部分的に遮られることによって生成される第2光を検出し、前記第2光に少なくとも部分的に基づく第1画像を撮影するように構成された、前記ディスプレイの背後に配置された第1カメラと、
前記ディスプレイに近接する、第2画像を撮影するように構成された第2カメラと、
前記第1カメラによって撮影された前記第1画像から前記複数の表示ピクセルによって生じるノイズの繰り返しのパターンをフィルタリングによって除去してフィルタリングされた画像を生成するように構成された画像フィルタと、
前記フィルタリングされた画像及び前記第2画像に少なくとも部分的に基づいて、前記第1カメラ及び前記第2カメラの視野（FOV）内の1以上の物体についての深度情報を生成するように構成された深度マップ生成器と、
を備える、
デバイス。
【請求項2】
前記第1光が近赤外線（NIR）光であり、
前記第1カメラ及び前記第2カメラのそれぞれが前記NIR光を検出するように構成される、

請求項 1 のデバイス。

【請求項 3】

前記第 1 光が近赤外線（N I R）光であり、

前記第 1 カメラが前記 N I R 光を検出するように構成され、前記第 2 カメラが可視光を検出するように構成される、

請求項 1 のデバイス。

【請求項 4】

空のスペースが、前記複数の表示ピクセルの各表示ピクセルを他の表示ピクセルから分離し、

前記空のスペースは前記反射を伝達するように構成される、

請求項 1 のデバイス。

【請求項 5】

前記第 1 カメラが、前記ディスプレイの前記複数の表示ピクセルに位置整合された複数の第 1 光学センサを備える、

請求項 1 のデバイス。

【請求項 6】

前記複数の第 1 光学センサの各光学センサが前記ディスプレイの領域の表示ピクセルに位置整合され、

前記領域が、繰り返しのピクセルパターンを構成する複数の表示ピクセルを含む、

請求項 5 のデバイス。

【請求項 7】

前記画像フィルタが、ニューラルネットワークモデルを用いて前記ノイズの繰り返しのパターンを前記第 1 カメラによって撮影された前記第 1 画像からフィルタリングによって除去する、

請求項 1 のデバイス。

【請求項 8】

前記画像フィルタが、点像分布逆関数変換を用いて前記ノイズの繰り返しのパターンを前記第 1 カメラによって撮影された前記第 1 画像からフィルタリングによって除去する、

請求項 1 のデバイス。

【請求項 9】

第 1 カメラによって撮像された第 1 画像であり、第 1 光源により発された第 1 光の反射が前記第 1 カメラの前に配置されたディスプレイの複数の表示ピクセルによって部分的に遮られることによって生成される第 2 光に少なくとも部分的に基づく第 1 画像を受信することと、

前記ディスプレイに近接する第 2 カメラによって撮影された第 2 画像を受信することと、前記第 1 カメラによって撮影された前記第 1 画像から前記複数の表示ピクセルによって生じるノイズの繰り返しのパターンをフィルタリングによって除去してフィルタリングされた画像を生成することと、

前記フィルタリングされた画像及び前記第 2 画像に少なくとも部分的に基づいて、前記第 1 カメラ及び前記第 2 カメラの視野（F O V）内の 1 以上の物体についての深度情報を生成することと、

を含む、

方法。

【請求項 10】

処理システムであって、

プロセッサと、

メモリであって、前記プロセッサによって実行されたときに、前記処理システムに、

第 1 カメラによって撮像された第 1 画像であり、第 1 光源により発された第 1 光の反射が前記第 1 カメラの前に配置されたディスプレイの複数の表示ピクセルによって部分的に遮られることによって生成される第 2 光に少なくとも部分的に基づく第 1 画像を受信す

10

20

30

40

50

ることと、

前記ディスプレイに近接する第2カメラによって撮影された第2画像を受信することと、

前記第1カメラによって撮影された前記第1画像から前記複数の表示ピクセルによって生じるノイズの繰り返しのパターンをフィルタリングによって除去してフィルタリングされた画像を生成することと、

前記フィルタリングされた画像及び前記第2画像に少なくとも部分的に基づいて、前記第1カメラ及び前記第2カメラの視野（FOV）内の1以上の物体についての深度情報を生成することと、

を実行させる命令を記憶するメモリと、

を備える、

処理システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本実施形態は、一般には、イメージングのためのシステム及び方法に関し、具体的には、アンダーディスプレイ画像センサに関する。

【背景技術】

【0002】

スマートフォン、タブレット、ラップトップ、及び、その他のコンピューティングシステムといった多くの電子機器は、カメラとディスプレイを含む。多くの場合、カメラはデバイスのうちの、遮蔽されない環境のビューを提供する領域に配置される。よって、ディスプレイと同じ表面に統合される場合、カメラは、ノッチ又は切り欠きの内部に、ディスプレイに隣接して配置されることが多い。このことは、しばしば、大きく、見栄えの悪い黒い境界線をディスプレイの周囲に生じさせ、デバイスの外観を損ない、デバイスの画面と本体の比率が制限させる場合がある。

【発明の概要】

【0003】

この要約は、以下の詳細な説明において更に説明される概念の選択を、簡略な態様で紹介するために提供される。この要約は、請求された主題のキーとなる特徴、又は、必須の特徴を特定することを意図したものではなく、請求された主題の範囲を制限することを意図したものでもない。

【0004】

デバイスが開示される。このデバイスは、ディスプレイと、光を発するように構成された、ディスプレイと近接する第1光源と、を備える場合がある。このデバイスは、第1光源により発された光の反射を検出するように構成された、ディスプレイの背後に配置された第1カメラを更に含む場合がある。第1カメラは、ディスプレイに部分的に遮られる反射に少なくとも部分的に基づく第1画像を撮影するように更に構成される場合がある。デバイスは、ディスプレイに近接する、第2画像を撮影するように構成された第2カメラを更に含む場合がある。加えて、デバイスは、第1及び第2画像に少なくとも部分的に基づいて、第1及び第2カメラの視野（field of view）（FOV）内の1以上の物体についての深度情報を生成するように構成された深度マップ生成器を含む場合がある。

【図面の簡単な説明】

【0005】

本実施形態は、例として示されており、添付の図面の図によって限定されることを意図するものではない。

【0006】

【図1】図1は、いくつかの実施形態に係る、電子デバイスのブロック図である。

【0007】

10

20

30

40

50

【図 2】図 2 は、いくつかの実施形態に係る、電子デバイスのブロック図である。

【0008】

【図 3 A】図 3 A は、いくつかの実施形態に係る、例示的な電子システムを示す図である。

【0009】

【図 3 B】図 3 B は、いくつかの実施形態に係る、例示的な電子システムを示す図である。

【0010】

【図 3 C】図 3 C は、いくつかの実施形態に係る、例示的な電子システムを示す図である。

【0011】

【図 3 D】図 3 D は、いくつかの実施形態に係る、例示的な電子システムを示す図である。

【0012】

【図 4】図 4 は、いくつかの実施形態に係る、例示的な電子システムの断面を示す図である。

【0013】

【図 5】図 5 は、いくつかの実施形態に係る、電子システムのディスプレイを示す図である。

【0014】

【図 6】図 6 は、いくつかの実施形態に係る、ディスプレイの下部に配置されたカメラによって撮影された例示的な画像を示す図である。

【0015】

【図 7】図 7 は、いくつかの実施形態に係る、表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルと、光学センシング素子の例示的な配列を示す図である。

【0016】

【図 8】図 8 は、いくつかの実施形態に係る、画像処理システムのブロック図である。

【0017】

【図 9】図 9 は、いくつかの実施形態に係る、物体又は光景についての深度情報を生成するための例示的な動作を示す例示的なフローチャートである。

【0018】

【図 10 A】図 10 A は、アンダーディスプレイカメラによって撮影された例示的な画像を示す図である。

【0019】

【図 10 B】図 10 B は、図 10 A をフィルタリングした後の例示的な画像を示す図である。

【0020】

【図 11】図 11 は、いくつかの実施形態に係る、例示的な 3 D 画像を示す図である。

【0021】

【図 12】図 12 は、いくつかの実施形態に係る、深度情報の応用例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下の説明では、本開示の十分な理解を提供するために、具体的なコンポーネント、回路、及び、処理の例のような、多くの具体的な詳細が示される。本明細書で使われる「結合された」という言葉は、直接に接続されている、又は、仲介する 1 以上のコンポーネント又は回路を介して接続されていることを意味する。更に、以下の説明において、及び、説明を目的として、本開示の態様の十分な理解を提供するために、特定の命名法が用いられる。しかし、例示的な実施形態を実施するために、これらの具体的な詳細が必要でない場合があることが当業者には明らかであろう。他の例では、本開示が不明確になることを避けるために、周知の回路及びデバイスがブロック図の形式で示される。以下の詳細な説明のいくつかの部分は、過程、論理ブロック、処理、及び、コンピュータのメモリ内のデータビットへの操作を他の記号で表現したもの、という形で提示されている。回路素子又はソフトウェアブロック間の相互接続は、バス又は単一の信号線として示される場合がある。バスのそれぞれは、代替的に単一の信号線であってもよく、単一の信号線のそれぞれ

10

20

30

40

50

は、代替的にバスであっても良く、単一の信号線又はバスは、コンポーネント間の通信のための無数の物理的又は論理的なメカニズムのうちの任意の1以上を表し得る。

【0023】

後述の議論から明らかなように、特にそうでないと述べられていない場合には、本出願を通して、「アクセスする」、「受信する」、「送信する」、「用いる」、「選択する」、「決定する」、「正規化する」、「乗算する」、「平均する」、「モニタする」、「比較する」、「適用する」、「更新する」、「計測する」、「導出する」、等のような表現を用いて行われる議論は、コンピュータシステム（又は同様の電子計算デバイス）のアクション及び処理を参照していると認められる。これらのコンピュータシステム（又は同様の電子計算デバイス）は、コンピュータシステムのレジスタ及びメモリ内の物理的な（電子的な）量として示されるデータを、コンピュータシステムのメモリまたはレジスタ、又は他のそのような情報ストレージ、伝送器、又は表示デバイス内の物理量として同様に示される他のデータに操作及び変換する。

【0024】

本明細書で説明されている技術は、特定の方法で実施されると特に記載されない限り、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、又は、それらの任意の組み合わせで実施され得る。モジュール又はコンポーネントとして説明されている任意の構成は、集積ロジックデバイスにまとめて実装されるか、又は、個別に分離されているが相互運用が可能なロジックデバイスとして実装される場合もある。ソフトウェアで実装される場合、本技術は、実行されたときに上述の1以上の方法を実現する命令を含む、コンピュータ読取り可能な非一時的記憶媒体によって少なくとも部分的に実現される場合がある。コンピュータ読取り可能な非一時的記憶媒体は、コンピュータプログラム製品の一部を形成する場合がある。なお、コンピュータプログラム製品は、梱包材を含む場合がある。

【0025】

非一時的なプロセッサ読取り可能な記憶媒体は、同期ダイナミックランダムアクセスメモリ (synchronous dynamic random access memory) (SDRAM) のようなランダムアクセスメモリ (random access memory) (RAM)、リードオンリーメモリ (read only memory) (ROM)、不揮発性ランダムアクセスメモリ (non-volatile random access memory) (NVRAM)、電子的消去可能プログラマブルリードオンリーメモリ (electrically erasable programmable read-only memory) (EEPROM)、フラッシュメモリ、他の既知の記憶媒体等、を備える場合がある。本技術は追加的に、あるいは代替的に、少なくとも一部が、コードを命令又はデータ構造の形で伝達または通信し、かつ、コンピュータ又は他のプロセッサによってアクセス、読取り、及び／又は、実行が可能な、プロセッサ読取り可能な通信媒体によって実現され得る。

【0026】

本明細書で開示される実施形態に関して説明される様々な例示的な論理ブロック、モジュール、回路、及び、命令は、1以上のプロセッサによって実行され得る。本明細書で用いられる「プロセッサ」という言葉は、任意の汎用プロセッサ、従来のプロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、及び／又は、メモリに記憶された1以上のソフトウェアプログラムのスクリプト又は命令を実行可能な状態機械、を示す場合がある。

【0027】

本開示の態様は、電子システム又はデバイスのディスプレイの背後に実装可能なイメージングのためのシステム及び方法を提供する。いくつかの実施形態では、電子システムは、ディスプレイ、少なくとも1つの照明器（本明細書では「第1光源」とも呼ばれる）、及び、2以上のカメラ（本明細書では「カメラセンサ」とも呼ばれる）を含むイメージングシステムを備える場合がある。いくつかの実施形態では、ディスプレイは、例えば、有機発光ダイオード (organic light-emitting diode) (OLED) ディスプレイ、又は、マイクロ発光ダイオード (micro light-em

t t i n g d i o d e) (マイクロLED) ディスプレイといった多孔性ディスプレイを含む場合がある。照明器は、NIR発光ダイオード (light-emitting diode) (LED)、又は、赤外線 (infrared) (IR) スペクトルの光の波長を放射可能な他の光源を含む場合がある。該カメラは、IRスペクトルの光を検出するように構成される場合がある (なお、これらのカメラは、本明細書では「NIRカメラ」とも呼ばれる)。更に、該カメラは、閾値距離だけ分離される場合がある。カメラどうしが分離された距離により、イメージングシステムはカメラのFOV内の物体についての深度情報を収集し得る。例えば、各カメラは物体の画像を撮影する場合がある。この画像から物体に関する深度情報を抽出するために、立体視が用いられ得る。

【0028】

いくつかの実施形態では、カメラがディスプレイの下に配置される場合がある。この構成においては、ディスプレイ内の表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルによってカメラのFOVが部分的に遮られる場合がある。しかしながら、本開示の態様は、少なくとも一部の光が透過するように、ディスプレイが、表示ピクセル及び／又はディスプレイサブピクセルの間に「孔」または空のスペースを含み得ることを認識している。いくつかの実施形態では、ニューラルネットワークモデル (例えば、畳み込みニューラルネットワーク (convolutional neural network) (CNN)) を用いて、「スクリーンドア効果」といった、ディスプレイの表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルによって引き起こされ得るノイズ又は干渉をフィルタリングにより除去する場合がある。得られた画像は、したがって、深度検知、及び／又は、他の画像処理に適するものである。これにより、他の利点の中でも、見栄えの悪い黒い境界線、切り欠き、またはノッチが、ディスプレイのベゼルに不要となる。さらに、電子システムの画面と本体の比率が向上する場合があり、電子システムがインフィニティディスプレイをサポートし得る。

【0029】

図1は、いくつかの実施形態に係る、電子デバイス100 (「デバイス100」とも呼ばれる) のブロック図である。電子デバイス100は、照明器108、ディスプレイ102、第1カメラ104、第2カメラ106、及び、深度マップ生成器134を備える。

【0030】

照明器108は、イメージングされる物体または光景を照明するように構成される。いくつかの実施形態では、照明器108は、IR光 (例えば、NIR光) を発するように構成される場合がある。さらに、照明器108は、LED (例えば、NIRのLED) を含む場合がある。あるいは、照明器108は、ディスプレイ102内の表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルを含む場合がある。さらに、いくつかの実施形態では、デバイス100は、1より多い照明器108を含み得る。

【0031】

ディスプレイ102は、視覚情報をユーザに表示し、ユーザ入力を受信し、及び／又は、イメージングされる物体または光景からの光を第1カメラ104及び第2カメラ106へ伝達するように構成される。ディスプレイ102は、表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルの間に孔又はギャップを含む、OLEDディスプレイまたはマイクロLEDディスプレイといった多孔性ディスプレイを備える場合がある。いくつかの実施形態では、ディスプレイ102は、イメージングされる物体または光景からの光を第1カメラ104及び第2カメラ106に伝達するように構成された透明層を備える場合がある。

【0032】

第1カメラ104及び第2カメラ106はそれぞれ、ディスプレイ102の前の物体又は光景の画像を撮影するように構成される。第1カメラ104及び第2カメラ106はそれぞれ、能動型ピクセルセンサのアレイ (例えば、フォトダイオード、相補的金属酸化物半導体 (complementary metal oxide semiconductor) (CMOS) の画像センサアレイ、電荷結合素子 (charge coupled device) (CCD) のアレイ)、及び／又は、可視スペクトル、IRスペクトル、又は、紫外線スペクトルの光の波長を検出可能な他の任意のセンサを備える場合がある。

いくつかの実施形態では、第1カメラ104及び第2カメラ106はそれぞれに、IRスペクトル又は非可視光のスペクトルの光を検出するように構成される場合がある。更に、第1カメラ104及び第2カメラ106はそれぞれ、ディスプレイ102によって放出及び／又は伝達される可視光をフィルタリングする、又は、排斥するように構成され得る。他の実施形態では、第1カメラ104及び第2カメラ106の両方が、可視光を検出するように構成される場合がある。あるいは、第1カメラ104はNIR光を検出するように構成される場合があり、第2カメラ106は可視光を検出するように構成される場合がある。

【0033】

図1に示すように、第1カメラ104及び第2カメラ106は共に、ディスプレイ102の背後に（又は、ディスプレイ102に近接して）配置される。この構成により、イメージングされる物体または光景からの光は、それがカメラ104及び106へ向かってディスプレイ102を通過するにあたり屈折又は曲がる場合がある。さらに、ディスプレイ102内の表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルは、カメラのFOVを部分的に遮蔽し得る。しかしながらそれでも、上記のように、ディスプレイ102が多孔性であることにより一部の光がディスプレイ102を通過してカメラに到達するので、第1カメラ104及び第2カメラ106はそれぞれディスプレイ102を通して物体または光景をイメージングし得る。更に、第1カメラ104及び第2カメラ106はそれぞれ、物体または光景が近景又は遠景のいずれでもイメージングされる広範囲イメージングを実行するように構成される場合がある。なお、図1の例では2つのカメラが示されているが、電子デバイス100の他の実装では、1つのカメラのみを含む場合がある。あるいは、複数の実装では、2つより多くのカメラを含む場合がある。

【0034】

深度マップ生成器134は、第1カメラ104及び第2カメラ106によってイメージングされた物体又は光景についての深度情報を決定するように構成される場合がある。より詳しくは、深度マップ生成器134は、第1カメラ104及び第2カメラ106によって撮影された画像を受信するように構成される場合がある。また、深度マップ生成器134は、画像を結合し、画像から深度情報を抽出するために、立体視を用いる場合がある。

【0035】

動作している間、照明器108は、光116を発して、第1カメラ104及び第2カメラ106の前の光景を照明する場合がある。光景内の物体は、光116の少なくとも一部を反射して、例えば反射光116R(1)及び反射光116(R2)として、ディスプレイ102へと返す場合がある。反射光116R(1)及び反射光116R(2)の一部は、ディスプレイ102内の表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルによって遮られる場合がある。一方、反射光116R(1)及び116R(2)の残りは、表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルの間の孔またはギャップを通過し得る。孔を通過した反射光116R(1)及び反射光116R(2)は、それぞれ、第1カメラ104及び第2カメラ106によって検出され得る。第1カメラ104は、第1画像144として検出される反射光116R(1)を撮影し、第2カメラ106は、第2画像166として検出される反射光116R(2)を撮影する場合がある。更に、深度マップ生成器134は、第1画像144及び第2画像166を受信し、画像を組み合わせ、物体についての深度情報135を抽出する場合がある。

【0036】

図2は、いくつかの実施形態に係る、電子デバイス200（「デバイス200」とも呼ばれる）のブロック図である。電子デバイス200は、図1の電子デバイス100の実施形態である場合がある。図2に示すように、第1カメラ204は、ディスプレイ202の背後に配置され、第2カメラ206は、ディスプレイ202に近接して（又は、ディスプレイ202及び照明器208と同じ平面上に）配置される。いくつかの実施形態では、第1カメラ204は、NIRカメラである場合がある。また、第2カメラ206は、可視スペクトル（例えば、光の色成分である赤、緑、青（RGB）を含む）の光を検出するよう

に構成される場合がある（「RGBカメラ」）。他の実施形態では、第2カメラ206は、NIRカメラである場合がある。

【0037】

動作している間、照明器208は、光216を発して、第1カメラ204及び第2カメラ206の前の光景を照明する場合がある。光景内の物体は、光216の少なくとも一部を反射して、例えば反射光216（R）（1）及び反射光216（R）（2）として、ディスプレイ202へと返す場合がある。図2に示すように、反射光216（R）（1）（及び／又は、太陽又は他の照明器からの光）が第2カメラ206によって検出され、第2画像266として撮影される。更に、反射光216（R）（2）は、ディスプレイ202内の表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルによって遮られる。一方、反射光216（R）（2）の残りは、表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルの間の孔またはギャップを通過する。第1カメラ204によって検出された反射光216（R）（2）は、第1画像244として撮影される。図1を参照して上記で説明したように、深度マップ生成器234は、第1画像244及び第2画像266を受信し、これらを組み合わせて、物体についての深度情報235を抽出する場合がある。

【0038】

図3Aは、いくつかの実施形態に係る、例示的な電子システム300Aを示す。電子システム300Aは、図1及び図2の電子デバイス100、及び／又は、200の実施形態であり得る。図3Aに示すように、電子システム300Aは、ディスプレイ302と、カメラ304と、カメラ306と、を備える。

【0039】

ディスプレイ302は、OLEDディスプレイ又はマイクロLEDディスプレイのような、表示ピクセル及び／又は表示サブピクセル間に孔又はギャップを有する多孔性ディスプレイを備える場合がある。カメラ304及びカメラ306はそれぞれ、能動型ピクセルセンサのアレイ（例えば、フォトダイオード、CMOSイメージセンサアレイ、CCDアレイ、及び／又は、可視スペクトル、赤外線スペクトル、又は紫外線スペクトルの波長の光を検出可能な他の任意のセンサ）を備える場合がある。更に、カメラ304及びカメラ306は、物体または光景が近景又は遠景のいずれでもイメージングされる広範囲イメージングを実行するように構成される場合がある。なお、図3Aの例では2つのカメラが示されているが、電子システム300Aの他の実装では、図3Aで示されたよりも少ない、あるいはより多いカメラを含む場合がある。いくつかの実施形態では、カメラ304及びカメラ306はそれぞれ、物体の画像を撮影することによる深度感知をサポートするように構成される場合がある。そして、物体の深度及び／又は3次元（3D）構造を感知するために画像を組み合わせるため、立体視が用いられる場合がある。更に、動作している間、電子システム300Aは、イメージングされる光景又は物体に対して垂直、水平、又は対角線の向きに配置あるいは取り付けられる場合があることに留意されたい。

【0040】

いくつかの実施形態では、カメラ304及びカメラ306は、ディスプレイ302の下に配置される場合がある。この構成においては、ディスプレイ302内の表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルが、カメラのFOVを部分的に遮蔽する場合がある。しかしながら、ディスプレイ302が多孔性であることにより、カメラ304及びカメラ306はディスプレイ302を通して物体または光景をイメージングし得る。言い換えると、ディスプレイ302は、ピクセル及び／又はサブピクセルの間に、孔又は空のスペースを有する場合がある。光が（後に更に説明される照明器308のような）光源から発されたときに、この光は電子システム300Aの前の物体又は構造に反射し、その後ディスプレイ302の孔又は空のスペースを通過してカメラ304及びカメラ306に到達し得る。いくつかの実施形態では、カメラ304及び／又はカメラ306のうち少なくとも1つは、IRスペクトル又は非可視スペクトルの光を検出するように構成されたNIRカメラである。このNIRカメラは、ディスプレイ302によって放出される光などの可視光をフィルタリング又は排斥する場合がある。いくつかの他の実施形態では、カメラ304又はカメ

ラ 3 0 6 の 1 つは、R G B カメラである場合がある。

【 0 0 4 1 】

なお、ディスプレイ 3 0 2 内のピクセルがカメラ 3 0 4 及び／又はカメラ 3 0 6 へと透過する光を少なくとも部分的に遮断するため、これらのカメラによって撮影される画像は、ノイズ又は干渉（例えば、「スクリーンドア効果」）を含み得る。いくつかの実施形態では、カメラ 3 0 4 及びカメラ 3 0 6 によって撮影された画像のノイズ又は歪みをフィルタリングにより除去するために、ニューラルネットワークモデル（例えば、C N N）が使用される場合がある。例えば、C N N は、ディスプレイ 3 0 2 の表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルによって引き起こされるスクリーンドア効果について認識する、又は、推論を生成するために学習される場合がある。スクリーンドア効果を除去することにより、得られた画像は、深度感知、及び／又は、更なる画像分析に適する場合がある。

10

【 0 0 4 2 】

図 3 B は、いくつかの実施形態に係る、例示的な電子システム 3 0 0 B を示す。電子システム 3 0 0 B は、図 1、2、及び 3 A を参照して説明された、電子デバイス 1 0 0 及び／又は電子デバイス 2 0 0、及び／又は、電子システム 3 0 0 A の実施形態である場合がある。図 3 B に示すように、照明器 3 0 8 は、電子システム 3 0 0 B の角の近くに配置される場合がある。さらに、照明器 3 0 8 は、ディスプレイ 3 0 2 の下、ディスプレイ 3 0 2 と同じ平面上、ディスプレイ 3 0 2 のベゼル内、又は、これらの任意の組み合わせで配置され得る。いくつかの実施形態では、照明器 3 0 8 は、イメージングされる物体又は光景を照明するように構成される場合がある。例えば、照明器 3 0 8 は、I R 光を用いて物体又は光景を照明するように構成された、L E D（例えば、N I R の L E D）、表示ピクセル、及び／又は、表示サブピクセルを備える場合がある。

20

【 0 0 4 3 】

図 3 C は、いくつかの実施形態に係る、例示的な電子システム 3 0 0 C を示す。電子システム 3 0 0 C は、図 1、2、3 A、及び 3 B を参照して説明された、電子デバイス 1 0 0 及び／又は 2 0 0、及び／又は、電子システム 3 0 0 A 及び／又は 3 0 0 B の実施形態である場合がある。図 3 C に示すように、カメラ 3 0 4 及びカメラ 3 0 6 は、電子システム 3 0 0 C の中央領域に、長軸に沿って配置される場合がある。図 3 B と比べて、図 3 C のカメラ 3 0 4 及びカメラ 3 0 6 は、より短い距離で分離されている。その結果、図 3 C のカメラ 3 0 4 及びカメラ 3 0 6 が深度を感知する最大距離は、図 3 B のカメラのそれよりも制限され得る。また、図 3 C では、カメラ 3 0 4 及びカメラ 3 0 6 のそれぞれの横に 2 つの照明器 3 0 8 が配置されることにも留意されたい。照明器 3 0 8 は、ディスプレイ 3 0 2 の下、ディスプレイ 3 0 2 と同じ平面上、ディスプレイ 3 0 2 のベゼル内、又は、これらの任意の組み合わせで配置される場合がある。いくつかの実施形態では、照明器 3 0 8 は、イメージングされる物体又は光景を照明するように構成される場合がある。例えば、照明器 3 0 8 は、I R 光を用いて物体又は光景を照明するように構成された N I R の L E D を備える場合がある。

30

【 0 0 4 4 】

図 3 D は、いくつかの実施形態に係る、例示的な電子システム 3 0 0 D を示す。電子システム 3 0 0 D は、図 1、図 2、図 3 A - C を参照して説明された、電子デバイス 1 0 0 及び／又は 2 0 0、及び／又は電子システム 3 0 0 A - 3 0 0 C の実施形態である場合がある。図 3 D に示すように、カメラ 3 0 4 及びカメラ 3 0 6 は、電子システム 3 0 0 D の中央領域に、短軸に沿って配置される場合がある。図 3 C とは対照的に、図 3 D のカメラ 3 0 4 及びカメラ 3 0 6 はより短い距離で分離されている。その結果、図 3 D のカメラ 3 0 4 及びカメラ 3 0 6 が深度を感知する最大距離は、図 3 C のカメラのそれよりも制限され得る。また、図 3 D では、照明器 3 0 8 は、電子システム 3 0 0 D の角の近くに、及び、電子システム 3 0 0 D の中央付近に、長軸に沿って配置されることにも留意されたい。照明器 3 0 8 は、ディスプレイ 3 0 2 の下、ディスプレイ 3 0 2 と同じ平面上、ディスプレイ 3 0 2 のベゼル内、又は、これらの任意の組み合わせで配置される場合がある。いくつかの実施形態では、照明器 3 0 8 は、イメージングされる物体又は光景を照明するよう

40

50

に構成される場合がある。例えば、照明器 308 は、I R 光を用いて物体又は光景を照明するように構成された N I R の L E D を備える場合がある。

【0045】

図 4 は、いくつかの実施形態に係る、電子システム 400 の断面を示す。図 4 に示すように、電子システム 400 は、ディスプレイ層 402、照明器 408、及びカメラモジュール 410 を含む。電子システム 400 は図 1 及び図 3 A-D を参照して説明された、電子デバイス 100、及び／又は電子システム 300 A-300 D の例示的な実施形態である場合がある。

【0046】

ディスプレイ層 402 は、O L E D ディスプレイ又はマイクロ L E D ディスプレイのような、多孔性ディスプレイの複数の層を含み得る。図 4 に示すように、ディスプレイ層 402 は、表示面 414、及び、発光層 418 を備える場合がある。いくつかの実施形態では、発光層 418 は、複数の表示ピクセル、及び／又は、表示サブピクセルを備え、それぞれの表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルの間には穴、ギャップ、又は、空のスペースを有する場合がある。いくつかの実施形態では、複数のディスプレイ層 402 のうち少なくとも 1 層は、イメージングされる物体又は光景からの光をカメラ 404 及びカメラ 406 へと伝達するように構成された透明層を備える場合がある。更に、図 4 に示すように、イメージングされる物体又は光景からの光は、光路 416 に沿って伝搬し、カメラ 404 及びカメラ 406 へ向かってそれがディスプレイ層 402 及びレンズ 412 を通過するにあたり屈折又は曲がる場合がある。

【0047】

いくつかの実施形態では、照明器 408 は、ディスプレイ層 402 に隣接して配置される場合がある。照明器 408 は、ディスプレイ層 402 の下、ディスプレイ層 402 と同じ平面上、電子システム 400 のベゼル内、又は、これらの任意の組み合わせで配置される場合がある。照明器 408 は、イメージングされる物体又は光景を照明するように構成される場合がある。例えば、照明器 408 は、I R 光を用いて物体又は光景を照明するように構成された、L E D (例えば、N I R の L E D)、表示ピクセル、及び／又は、表示サブピクセルを備える場合がある。

【0048】

図 4 に示すように、カメラモジュール 410 は、ディスプレイ層 402 の下に配置され、カメラ 404 及びカメラ 406 と、レンズ 412 と、を備える場合がある。カメラ 404 及びカメラ 406 は、物体または光景を近景又は遠景のいずれでもイメージングされる広範囲イメージングのために構成された N I R の C M O S センサを備える場合がある。カメラ 404 及びカメラ 406 は、指、手、及び、頭といった物体を迅速に感知するように更に構成される場合がある。更に、電子システム 400 は 2 つのカメラを備えるため、カメラ 404 及びカメラ 406 は、深度感知をサポートするように構成され得る。深度感知の解像度は、カメラ 404 とカメラ 406 の間の距離である分離 D に依存し得る。言い換えれば、距離 D が大きいほど、カメラ 404 及びカメラ 406 から導出可能な深度情報の量は大きくなる。いくつかの実施形態では、カメラ 404 及びカメラ 406 は、周囲光感知 (a m b i e n t l i g h t s e n s i n g) (A L S) 機能をサポートするために、低電力モードといった複数のモードで動作するように構成される場合がある。

【0049】

動作している間、照明器 408 は、電子システム 400 の前の物体又は光景を照明する場合がある。例えば、照明器 408 は、I R 光を発する場合がある。そして、この光は、物体又は光景で反射し、電子システム 400 に戻ってくる場合がある。反射された I R 光の移動経路が、光路 416 として図 4 に示されている。図 4 に示すように、光路 416 は、表示面 414 を通過して発光層 418 へ到達する。発光層 418 では、反射された I R 光の一部がディスプレイ層 402 の表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルで遮られ得る。しかし、反射された I R 光の少なくとも一部は、表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルの間の孔又は空のスペースを通過し得る。そして、残存した I R 光は、残りのディ

スプレイ層 402 及びレンズ 412 を通ってカメラ 404 及びカメラ 406 へ伝搬する。カメラ 404 及びカメラ 406 はそれぞれ、反射された IR 光を別々の画像として撮影する場合がある。

【0050】

本開示の態様は、カメラ 404 及びカメラ 406 をディスプレイ層 402 の下に配置することにより、カメラ 404 及びカメラ 406 によって撮影された画像が「スクリーンドア効果」（図 6 に示される）、歪み、又は、IR 光がディスプレイ層 402 を通過することによって引き起こされる他のアーティファクトを含み得ることを認識している。以下でより詳細に説明されるように、このような歪みをフィルタリングするために、ニューラルネットワークモデル（例えば、CNN）が用いられる場合がある。撮影された画像がフィルタリングされると、撮影された画像から深度情報を抽出するために、立体視が用いられ得る。いくつかの態様において、深度情報は、深度マップを構築するために用いられる場合がある。いくつかの他の実施形態では、3D 画像を生成するために、深度情報が用いられる場合がある。さらに、いくつかの態様では、深度情報は、生体識別、生体認証、又は、生体トラッキング、あるいは他のアプリケーションのために使用される場合がある。

【0051】

図 5 は、いくつかの実施形態に係る、電子システム 500 のディスプレイを示す。電子システム 500 は、図 1、図 2、図 3A-3D、及び、図 4 を参照して説明したように、電子デバイス 100 及び／又は電子デバイス 200、及び／又は、電子システム 300A-300D 又は電子システム 400 の例示的な実施形態である場合がある。

【0052】

電子システム 500 は、ディスプレイ 502 を備える場合がある。ディスプレイ 502 は、OLED ディスプレイ又はマイクロ LED ディスプレイを含む多孔性ディスプレイである場合があるが、これに限定されない。言い換えると、ディスプレイ 502 は、孔、ギャップ、又は、空のスペースによって分離された表示ピクセル及び／又は表示サブピクセル（図 5 では灰色の長方形で示される）を含む場合がある。図 5 に示すように、表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルのパターンは、ディスプレイ 502 の限定された領域 522A にわたって変化し得る。しかしながら、本開示の態様は、パターンが、ディスプレイ 502 のより大きい領域 522B 及び領域 522C にわたり繰り返される場合があることを認識している。本開示の態様は、表示パターン及び／又は表示サブピクセルのパターンにおける変化のために、撮影された画像の歪みがランダムに、及び／又は、一貫性なく現れる場合があることをさらに認識している。しかしながら、アンダーディスプレイの光学センシング素子（例えば、図 7 の光学センシング素子 704）を繰り返しのピクセルパターンで整列させることによって、歪みの変化は各光センシング要素にわたって同じとなり得る、あるいは、実質的に類似し得る。なお、表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルは、形状及びサイズが異なる場合があり、それらは、行及び列、円形構成、又は別の構成で配置される場合がある。

【0053】

図 6 は、いくつかの実施形態に係る、ディスプレイの下に配置されたカメラによって撮影された例示的な画像 600 を示す図である。画像 600 は、例えば、図 1、2、3A-3D 及び 4 のカメラ 104、106、204、304、306、404 又は 406 といった、多孔性ディスプレイの背後又は直下に配置されたカメラによって撮影され得る。図 6 に示すように、画像 600 は、暗線及び明点のグリッド、又は、「スクリーンドア効果」を含む。暗線は、図 5 に示される表示ピクセルパターンと同様の、表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルのパターンに対応する。暗線は、表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルが、IR 光の一部がディスプレイを通過することをブロックすることにより生成される。一方、明点は、表示ピクセル及び／又は表示サブピクセル間のギャップ又は孔に対応する。明点は、下にあるカメラに向かってディスプレイの孔又はギャップを通過する IR 光によって生成される。

【0054】

いくつかの実施形態では、アンダーディスプレイカメラによって撮影された画像は、スクリーンドアの複数の層（又はスクリーンドアの積層体）を通してアンダーディスプレイカメラが同時にイメージングしているかのように現れるグリッド、又は、スクリーンドア効果を含む場合がある。ここで、スクリーンドアの各層は異なるピッチ（例えば、孔のサイズ又は密度）を有する。このような実施形態では、IR光は、スクリーンドア層の表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルの間の孔（又はギャップ）を通過する場合がある。更に、IR光の各点は水平方向及び垂直方向の異なる位置に拡散される（例えば、点像分布関数として）。また、IR光の各点は画像にわたって同様の方法で拡散され、これは大きな歪みをもたらす場合がある。

【0055】

図6に示すように、画像600の一部は、ディスプレイの表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルによって不明瞭になっている。言い換えれば、表示ピクセル及び／又は表示サブピクセルは、感知に利用可能なIR光の量を低減し、アンダーディスプレイカメラのFOVを事実上遮る場合がある。そのため、スクリーンドア効果、歪み、又は他のアーティファクトを除去するために、アンダーディスプレイカメラによって撮影された画像をフィルタリング又は校正することが望ましい場合がある。

【0056】

図7は、いくつかの実施形態に係る、表示ピクセル及び／又は表示サブピクセル702（「表示ピクセル702」）と、光学センシング素子704と、の例示的な配置700を示す。表示ピクセル702はそれぞれ、図4、5、及び／又は、6に示される表示ピクセルの例示的な実施形態である場合がある。光学センシング素子704は、個別に、又は、まとめて、例えば、図1、2、3A-3D、及び、4を参照して説明されたカメラ104、106、204、304、306、404、又は、406のようなカメラの実施形態である場合がある。

【0057】

いくつかの実施形態では、表示ピクセル702は、例えば、OLEDディスプレイ又はマイクロLEDディスプレイといった多孔性ディスプレイの一部である場合がある。光学センシング素子704はそれぞれ、NIRのCMOSセンサを含む場合がある。光学センシング素子704はそれぞれ、対応するマイクロレンズ712を有する場合がある。図7では、6つの表示ピクセル702のみが示されているが、実際の実施形態では、アンダーディスプレイイメージングシステム700は、ほとんど如何なる数の表示ピクセル702（例えば、数百、数千、数百万、又は、それ以上）と、対応する数の光学センシング素子704及びマイクロレンズ712と、を含み得る。

【0058】

図7の例では、表示ピクセル702は、光学センシング素子704と位置整合される場合がある。いくつかの実施形態では、光学センシング素子704はそれぞれ、図5の例示的な領域522B又は領域522Cといった、繰り返しのピクセルパターンを含むディスプレイの領域に位置整合され得る。この配列により、スクリーンドア効果又は他の歪みは、光学センシング素子704によって撮影された画像において、均質なパターン、又は、繰り返しのパターンとして現れる場合がある。本開示の態様は、歪みの繰り返しのパターンが、撮影された画像からフィルタリングにより除去しやすい場合があるということを認識している。例えば、ニューラルネットワークモデルは、より簡単に、画像内の繰り返しのパターンを認識するように学習され得るものであり、パターンが繰り返しているときには、スクリーンドア効果に対するより強力なフィルタリングを提供し得る。

【0059】

本開示の態様は、更に、明るい環境、又は、日当たりの良い環境で物体がイメージングされると、表示ピクセル702はサチュレーションするか、又は、ウォッシュアウトする場合があることを認識している。結果として、一部の表示ピクセルは、明るい環境と暗い環境の両方でイメージングすることには適していない場合がある。いくつかの実施形態では、表示ピクセル702は、非線形型のピクセル、又は、対数型のピクセルを含む場合があ

10

20

30

40

50

る。このような対数ピクセルによって蓄積される電荷は、光の明度又は強度に対して非線形に変化するため、表示ピクセル 702 は、明暗両方の条件でのイメージングによく適している場合がある。

【0060】

図 8 は、いくつかの実施形態に係る、画像処理システム 800 のブロック図である。画像処理システム 800 は、デバイスインタフェース 810、プロセッサ 820、及び、メモリ 830 を備える。本明細書での議論の目的で、図 8 のプロセッサ 820 は、デバイスインタフェース 810 及びメモリ 830 と接続されるものとして示されている。実際の実施形態では、デバイスインタフェース 810、プロセッサ 820、及び／又は、メモリ 830 は、1 以上のバス（簡略化のために図示せず）を用いて一緒に結合される場合がある。なお、いくつかの実施形態では、画像処理システム 800 は、図 1、2、3A-3D、4、及び、5 を参照して説明された電子デバイス 100 及び／又は 200、及び／又は、電子システム 300A-300D、400、及び／又は、500 のうちの任意の特定用途向け集積回路（application specific integrated circuit）（ASIC）、又は、他の集積回路（integrated circuit）（IC）であってもよい。

【0061】

デバイスインタフェース 810 は、1 以上のカメラ（簡略化のために図示せず）及び／又はディスプレイを含む（しかしこれらに限定されない）入力デバイスに信号を送信し、入力デバイスから信号を受信する場合がある。いくつかの実施形態では、デバイスインタフェース 810 は、カメラインタフェース 814 及びカメラインタフェース 816 を含む得る。カメラインタフェース 814 及びカメラインタフェース 816 はそれぞれ、異なるカメラと通信するために用いられる場合がある。例えば、第 1 カメラインタフェース 814 は、物体又は光景の画像を撮影するために、起動信号を第 1 カメラに送信し、第 1 カメラからセンサ情報を受信する場合がある。更に、第 2 カメラインタフェース 816 は、同じ物体及び／又は光景の画像を撮影するために、第 2 カメラに起動信号を送信し、第 2 カメラからセンサ情報を受信する場合がある。いくつかの実施形態では、デバイスインタフェース 810 は、ディスプレイインタフェース 812 をさらに含む場合がある。ディスプレイインタフェース 812 は、ディスプレイと通信するために、及び／又は、画像処理システム 800 のユーザに視覚的なインタフェースを提供するために使用される場合がある。

【0062】

メモリ 830 は、カメラインタフェース 814 及び／又はカメラインタフェース 816 を介して受信した画像を記憶するための画像バッファ 831 を備える場合がある。メモリ 830 はまた、少なくとも次の SW モジュールを記憶し得る、非一時的なコンピュータ読取り可能な媒体（例えば、EPROM、EEPROM、フラッシュメモリ、ハードドライブ等といった、1 以上の不揮発性メモリ素子）を備える場合がある。

●カメラインタフェース 814 及び／又はカメラインタフェース 816 を介して受信した画像をフィルタリングする画像フィルタリング SW モジュール 832 であり、画像フィルタリング SW モジュール 832 は更に以下を備える：

○カメラインタフェース 814 及び／又はカメラインタフェース 816 を介して受信した画像からノイズをフィルタリング、低減、又は、除去するニューラルネットワークモデル 833 と、

●カメラインタフェース 814 及び／又はカメラインタフェース 816 を介して受信した画像内の物体又は造作物についての深度情報を決定する深度マップ SW モジュール 834 であり、深度マップ SW モジュール 834 は更に以下を備える：

○カメラインタフェース 814 及び／又はカメラインタフェース 816 をそれぞれ介して受信した画像のペアから深度情報を抽出する立体視サブモジュール 835；

○深度情報に少なくとも部分的に基づいて 3D 画像を生成する 3D イメージングサブモジュール 836；及び、

○深度情報に少なくとも部分的に基づいて、対象又は物体を識別し、認証し、及び／

10

20

30

40

50

又は、トラッキングする生体識別、生体認証、及び生体トラッキング (biometric identification, authentication, and tracking) (BIAT) サブモジュール 837。

【0063】

各SWモジュールは、プロセッサ820によって実行されると、画像処理システム800に対応する機能を実行させる命令を含む。

【0064】

例えば、プロセッサ820は、画像フィルタリングSWモジュール832（又は「画像フィルタ」）を実行して、カメラインタフェース814及び／又はカメラインタフェース816を介して受信した画像をフィルタリングする場合がある。画像フィルタリングSWモジュール832を実行する際に、プロセッサ820は、ニューラルネットワークモデル833を用いて、カメラインタフェース814及び／又はカメラインタフェース816を介して受信した画像から（スクリーンドア効果のような）ノイズをフィルタリング、低減、又は、除去する場合がある。プロセッサ820は、更に、深度マップSWモジュール834を実行して、カメラインタフェース814及び／又はカメラインタフェース816を介して受信された画像内の物体又は造作物の深度情報を決定すること場合がある。深度マップSWモジュール834を実行する際に、プロセッサ820は、立体視サブモジュール835、3Dイメージングサブモジュール836、及び／又は、BIATサブモジュール837を用いる場合がある。例えば、プロセッサ820は、立体視サブモジュール835を実行して、カメラインタフェース814及びカメラインタフェース816を介してそれぞれに受信された画像のペアから深度情報を抽出する場合がある。プロセッサ820は更に、3Dイメージングサブモジュール836を実行して、深度情報に少なくとも部分的に基づいて、3D画像を生成する場合がある。プロセッサ820はまた、BIATサブモジュール837を実行して、深度情報に少なくとも部分的に基づいて、画像内の対象又は物体を識別、認証、及び／又は、トラッキングする場合がある。

【0065】

図9は、いくつかの実施形態に係る、物体又は光景に関する深度情報を生成するための例示的な動作900を示す例示的なフローチャートを示す。図1を参照して、動作900は、電子デバイス100によって実行される場合がある。

【0066】

電子デバイス100は、電子ディスプレイの背後に配置された第1カメラによって撮影された物体の第1画像を受信する場合がある（910）。第1画像は、少なくとも部分的に、照明器（又は、第1光源）によって発される光（例えば、NIR光）の反射に基づく場合がある。

【0067】

電子デバイス100はまた、電子ディスプレイに近接する第2カメラによって撮影された物体の第2画像を受信する場合がある（920）。いくつかの実施形態では、第2カメラは、図2に示されるように、電子ディスプレイ及び照明器と同じ平面上に配置される場合がある。

【0068】

電子デバイス100が第1画像及び第2画像を受信した後、電子デバイス100は、画像を処理して深度情報を生成する場合がある（930）。いくつかの実施形態では、第1画像及び第2画像のノイズ又は歪みは、1以上のニューラルネットワークモデルを用いてフィルタリングされる場合がある。上記で説明したように、深度情報は、第1カメラ及び第2カメラのFOV内の物体の距離又は深度を示す場合がある。また、深度情報は、少なくとも部分的に第1及び第2の画像に基づく場合がある。いくつかの実施形態では、電子デバイス100は、第1画像及び第2画像を組み合わせ、物体に関する画像から深度情報を抽出する場合がある。

【0069】

図10Aは、アンダーディスプレイカメラによって撮影された例示的な画像1010を

示している。図8を参照して、画像1010は、アンダーディスプレイカメラから、例えば、カメラインタフェース814に送信される場合がある。そして、カメラインタフェース814は、記憶するために、画像1010を画像バッファ831に送信する場合がある。図10Aに示すように、画像1010は、スクリーンドア効果によって不明瞭になっている。したがって、歪みを除去するために画像1010をフィルタリングすることが望ましい場合がある。

【0070】

図10Bは、図10Aの画像1010のフィルタリング後の画像である例示的な画像1020を示す。図8を参照して、画像1020を生成するために、画像バッファ831は、画像1010を画像フィルタリングSWモジュール832に送信する場合がある。画像フィルタリングSWモジュール832は、ニューラルネットワークモデル833を用いて、画像1010からスクリーンドア効果をフィルタリングにより除去する場合がある。得られた画像が画像1020であり、図10Bに示すように、この画像は人物をより明確に表している。

【0071】

いくつかの実施形態では、ニューラルネットワークモデル833は、撮影された画像からスクリーンドア効果又は他のノイズをフィルタリングにより除去するように学習されたCNNを含む場合がある。言い換えれば、CNNは、不明瞭な物体又は光景の画像から、元の物体又は光景の画像、又は、物体又は光景が明確な画像を推測するように学習される場合がある。いくつかの実施形態では、CNNは、元の物体又は光景の画像を少なくとも1つと、物体又は光景の不明瞭な画像を少なくとも1つと、を受信し、処理することによって学習され得る。いくつかの実施形態では、CNNの代わりに、又はCNNに加えて、点像分布逆関数変換を用いて画像をフィルタリングする場合がある。このように、画像フィルタリングSWモジュール832は、ニューラルネットワークモデル833及び／又は点像分布逆関数変換を用いて、アンダーディスプレイカメラからの画像をフィルタリングする場合がある。

【0072】

図11は、いくつかの実施形態に係る、例示的な3D画像1110を示す。例示的な3D画像1110を生成するために、図8を参照して、2つのアンダーディスプレイカメラのそれぞれは、人々のグループの画像を同時に撮影する場合がある。撮影された画像は、カメラインタフェース814及びカメラインタフェース816にそれぞれ送信される場合がある。次に、カメラインタフェース814及びカメラインタフェース816は、記憶するために、画像を画像バッファ831に送信する場合がある。続いて、画像バッファ831は、画像を画像フィルタリングSWモジュール832に送信する場合がある。画像フィルタリングSWモジュール832は、ニューラルネットワークモデル833を用いて画像からスクリーンドア効果又は他の任意の歪みを除去する場合がある。そして、深度マップSWモジュール834は、立体視サブモジュール835を用いて、フィルタリングされた画像を組合わせ、画像から深度情報を抽出する場合がある。

【0073】

いくつかの実施形態では、深度マップSWモジュール834は立体視の代わりに、あるいは立体視に加えて、画像のペアから深度情報を決定するために他の方法を使用する場合がある。例えば、図4及び図8を参照して、カメラモジュール410は、特別な光学系を用いる場合がある。また、深度マップSWモジュール834は、深度情報を抽出するために、回折光学系、（あるカメラの絞り又はFOVが別のカメラの絞りもしくはFOVと異なるところの）多重開口若しくは多重FOV、又は、符号化又は位相開口を有する特別なアルゴリズムを用いる場合がある。他の例として、深度マップSWモジュール834は、1つのカメラを用いて1つの範囲の波長（例えば、可視光）を感知し、別のカメラを用いて別の範囲の波長（例えば、IR光）を感知する場合がある。次に、深度マップSWモジュール834は、2つのカメラによって撮影された画像を三角測量して、深度情報を抽出する場合がある。

【0074】

深度情報が抽出されると、3Dイメージングサブモジュール836は、深度情報に少なくとも部分的に基づいて、図11の3D画像1110を生成する場合がある。いくつかの実施形態では、3Dイメージングサブモジュール836によって処理される2つの画像のうちの1つは、標準的な光学RGBカメラからの色情報（又はRGB情報）を含み得る。3Dイメージングサブモジュール836は、色情報を3D画像に重ねて、カラー3D画像を生成する場合がある。

【0075】

いくつかの実施形態では、3Dイメージングサブモジュール836は、ディスプレイインタフェース812を介して、3D画像をディスプレイに投影するように構成される場合がある。更に、3Dイメージングサブモジュール836は、3D画像を修正又は回転するように構成される場合があり、これにより、ユーザが3D画像と相互作用することができるようになる。例えば、いくつかの態様では、3Dイメージングサブモジュール836は、ボケ焦点機能を提供するように構成され得る。言い換えれば、3D画像がディスプレイインタフェース812を介してディスプレイに投影されるとき、ユーザは、3D画像のうちどの部分に焦点を合わせて表示するか、及び、3D画像のうちどの部分をぼやけて、又は、焦点を外して表示するか、を決定可能である場合がある。任意のぼやけた部分に関して、ユーザは、ぼやけの程度又は種類を調整可能である場合がある。

【0076】

図12は、いくつかの実施形態に係る、深度情報の応用例を示す。図8を参照して、深度マップSWモジュール834は、BIATサブモジュール837を用いて、深度情報に少なくとも部分的に基づいて、画像内の対象又は物体を識別、認証、及び／又はトラッキングする場合がある。例えば、図12に示すように、イメージング1210の間に、カメラA及びカメラBはそれぞれ人物の画像を撮影する場合がある。上記で説明したように、画像フィルタリングSWモジュール832は、ニューラルネットワークモデル833を用いて画像から歪みを除去する場合があり、深度マップSWモジュール834は、立体視サブモジュール835を用いて画像から深度情報を抽出する場合がある。次に、3Dイメージングサブモジュール836は、画像からの深度情報に少なくとも部分的に基づいて、3D画像1220といった3D画像を生成する場合がある。

【0077】

いくつかの実施形態では、BIATサブモジュール837は、例えば3D画像1220内の人物といった、3D画像内の任意の対象、物体、又は、造作物を識別する場合がある。例えば、BIATサブモジュール837は、3D画像1220を、記憶されたデータ（例えば、人物、及び／又は、ユーザの参照画像）と比較する場合がある。BIATサブモジュール837が3D画像1220と記憶されたデータとの間での一致を検出した場合、BIATサブモジュール837は、3D画像1220内の人物の身元を認証又は検証するか、又は、単に人物が3D画像1220内に存在すると決定する。これに応じて、深度情報に少なくとも部分的に基づく生体識別及び／又は認証を実行するために、BIATサブモジュール837が用いられる場合がある。

【0078】

いくつかの実施形態では、BIATサブモジュール837は、生体トラッキングを実行するように更に構成される場合がある。例えば、図12を参照して、3D画像1220は、第1時刻にカメラによって撮影された2つの画像に対応し得る。BIATサブモジュール837は、3D画像1220内の人物の位置を決定し、次いで、その位置を、例えば、画像バッファ831に記憶する場合がある。次に、BIATサブモジュール837は、第2時刻にカメラによって撮影された2つの画像に基づく3D画像を受信する場合がある。ここで、第2時刻は、第1時刻に後続する。次に、BIATサブモジュール837は、第2時刻に対応する3D画像内の人物を識別及び／又は認証する場合がある。BIATサブモジュール837が、第2時刻に対応する3D画像内の人物が、第1時刻に対応する3D画像1220内の人物と同じであると決定した場合、BIATサブモジュール837は、

10

20

30

40

50

第2時刻に対応する3D画像内の人物の位置を決定し、その位置を、例えば、画像バッファ831に記憶する場合がある。そして、BIATサブモジュール837は、時間の経過に伴う人物の位置又は動きをトラッキングするために、第1時刻及び第2時刻に対応する3D画像の記憶された位置を使用する場合がある。他の実施形態では、BIATサブモジュール837は、目、指、又は、手などの物体をトラッキングするように構成される場合があり、及び／又は、BIATサブモジュール837は、ジェスチャ認識及び／又は空中タッチを実行するように構成される場合がある。BIATサブモジュール837は、更に、心拍（すなわち、脈拍）又は血圧などの生体指標を識別及び／又は追跡するように構成され得る。

【0079】

いくつかの態様では、BIATサブモジュール837は、3D画像を記憶したデータと比較する前に、3D画像内の対象又は物体の距離を回転及び／又は変更することによって、より堅固な識別、認証、及び／又は、トラッキングを実行し得る。特定の認証アルゴリズムは、正確に分析するために、ユーザの顔を（例えば、カメラに直接向けるなど）カメラのFOVのうち特定の方向や位置に配置することを必要とすることに留意されたい。そのため、図12の3D画像1220を参照して、BIATサブモジュール837は、3D画像1220内の人の顔が、3D画像1230の方向のような望ましい方向（例えば、参照画像内の人の顔と同様の方向）に一致するように3D画像1220を回転させるように構成される場合がある。そして、BIATサブモジュール837は、（人の目、鼻、口、及び／又は、他の容易に識別可能な造作物の全体的な配置のような）3D画像1230内の特定のデータポイントを分析して、3D画像1230を記憶した参照画像と比較する場合がある。したがって、BIATサブモジュール837は、識別、認証、及び／又は、トラッキングをより効果的に実行し得る。

【0080】

なお、特定の撮影画像（例えば、不明瞭にされた、又は、フィルタリングされた画像）及び画像コンテンツ（例えば、3D画像又は識別された人物、物体、又は光景）は、図1、2、3A-3D、4、5の、電子デバイス100及び／又は200のいずれか、及び／又は、電子システム300A-300D、400及び／又は500のいずれかの内の安全なりポジトリ（例えば、信頼される環境）に記憶される場合がある。安全なりポジトリは、電子システムの他の部分から仮想的及び／又は物理的に分離されている場合があり、信頼される環境内にあるアプリケーション及び／又はハードウェアのみが安全なりポジトリに記憶されたデータにアクセスし得る。いくつかの態様では、安全なりポジトリは、少なくとも部分的に、メモリ830内に形成される場合がある。よって、特定の撮影画像と画像コンテンツは、メモリ830のうちの安全なりポジトリ内（例えば、画像バッファ831内）に記憶される場合がある。

【0081】

いくつかの実施形態では、ニューラルネットワークモデル833は、少なくとも部分的に、図1、2、3A-3D、4、5の、電子デバイス100及び／又は200のいずれか、及び／又は、電子システム300A-300D、400及び／又は500のいずれかの内の、信頼される環境内に存在し得る。ニューラルネットワークモデル833を信頼される環境内に置くことにより、ニューラルネットワークモデル833は、保護された撮影画像及び画像コンテンツによって（例えば、CNNを用いた）機械学習が実行可能となる。

【0082】

当業者は、様々な異なる任意のテクノロジー及び技術を用いて、情報及び信号が表し得ることを理解するであろう。例えば、上述の説明を通して参照され得るデータ、命令、コマンド、情報、信号、ビット、記号、及び、チップは、電圧、電流、電磁波、磁界又は粒子、光場又は粒子、あるいは、これらの任意の組合せによって表し得る。

【0083】

さらに、当業者は、本開示の態様に関連して説明された様々な例示的な論理ブロック、モジュール、回路、及び、アルゴリズムのステップが、電気的なハードウェア、コンピュ

10

20

30

40

50

ータソフトウェア、又は、両者の組合せとして実装し得ることを理解しよう。このハードウェアとソフトウェアの交換可能性を明確に図示するために、例示的な様々なコンポーネント、ブロック、モジュール、回路、及び、ステップが、一般に、その機能の観点で上述のように説明されてきた。このような機能がハードウェア又はソフトウェアの何れで実装されるかは、システム全体に要求される特定のアプリケーションとデザイン上の制約に依存する。当業者は説明された機能を特定のアプリケーション毎に様々な方法で実装し得るが、そのような実装上の決定が、本開示の範囲からの逸脱を引き起こすと解釈されてはならない。

【0084】

本開示の態様に関連して説明された方法、手順、又はアルゴリズムは、ハードウェアにより直接的に、プロセッサによって実行されるソフトウェアモジュールにより、あるいは、両者の組合せにより、具体化され得る。ソフトウェアモジュールは、RAMメモリ、フラッシュメモリ、ROMメモリ、EPROMメモリ、EEPROMメモリ、レジスタ、ハードディスク、リムーバブルディスク、CD-ROM、又は、当技術分野において既知の他の形式の記憶媒体に常駐し得る。例示的な記憶媒体は、プロセッサが記憶媒体から情報を読み取り、記憶媒体に情報を書き込むことができるように、プロセッサに接続される。あるいは、記憶媒体はプロセッサに統合されてもよい。

【0085】

前述の明細書では、その具体的な例を参照して実施形態が説明されてきた。しかしながら、添付の特許請求の範囲に提示されているように、本開示のより広い範囲を逸脱することなく、それらに対して様々な変形や変更が成し得ることは明らかであろう。したがって、明細書及び図面は、限定的な意味ではなく例示的な意味で解釈される。

10

20

30

40

50

【図面】
【図 1】

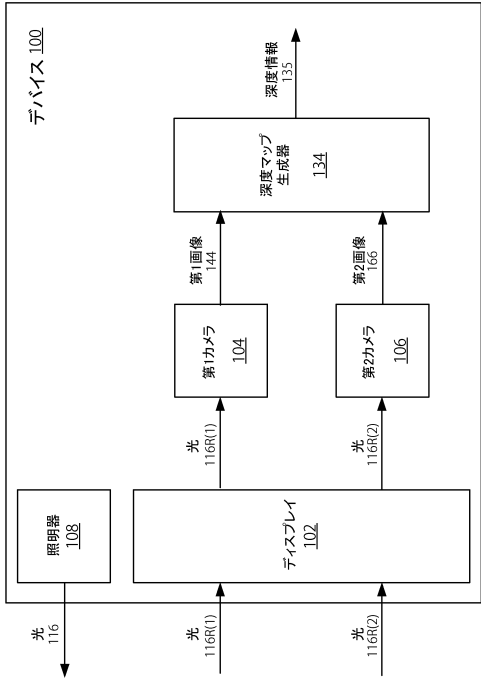


FIG. 1

【図 2】

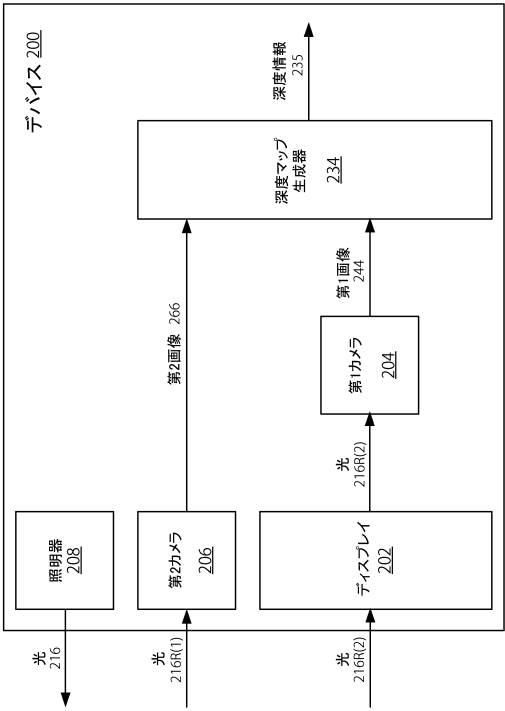


FIG. 2

【図 3 A】

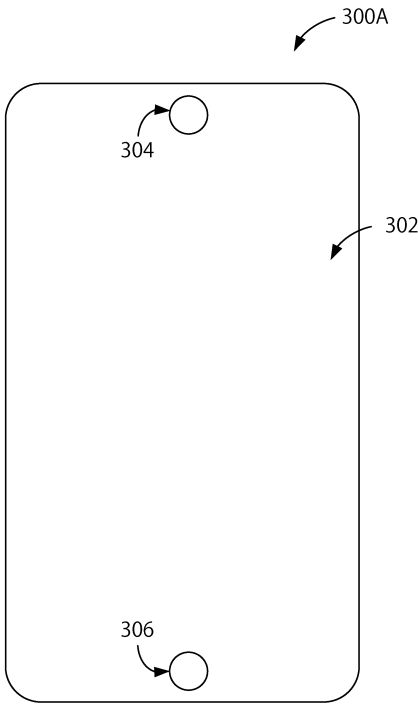


FIG. 3A

【図 3 B】

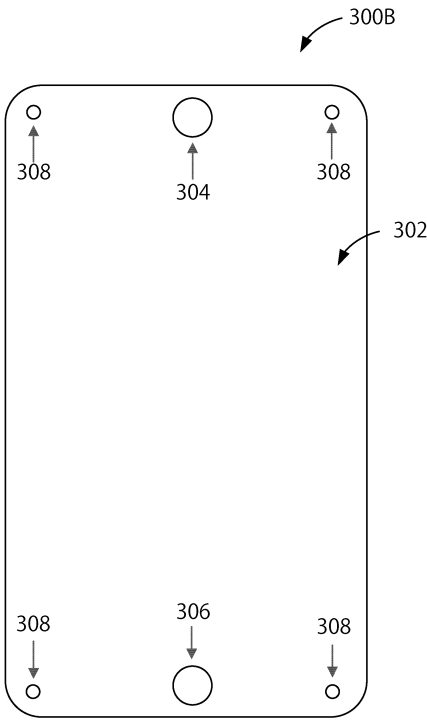


FIG. 3B

10

20

30

40

50

【図 3 C】

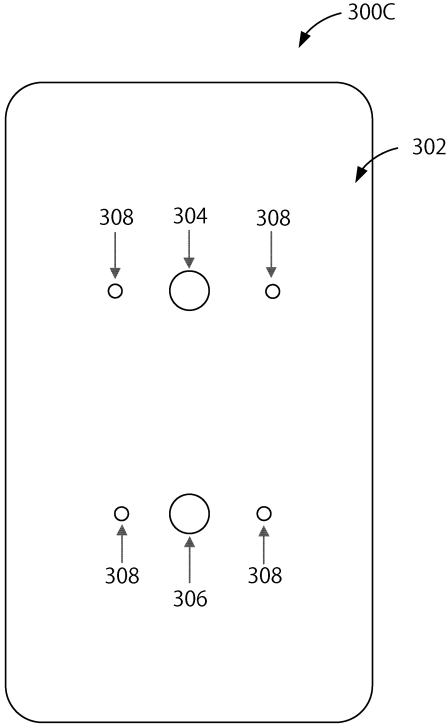


FIG. 3C

【図 3 D】

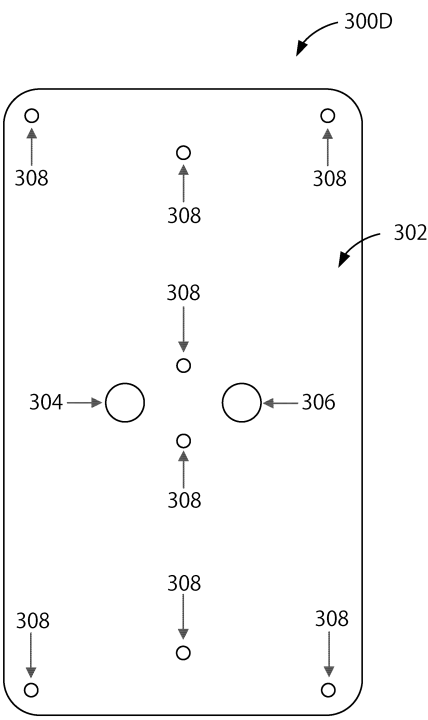


FIG. 3D

【図 4】

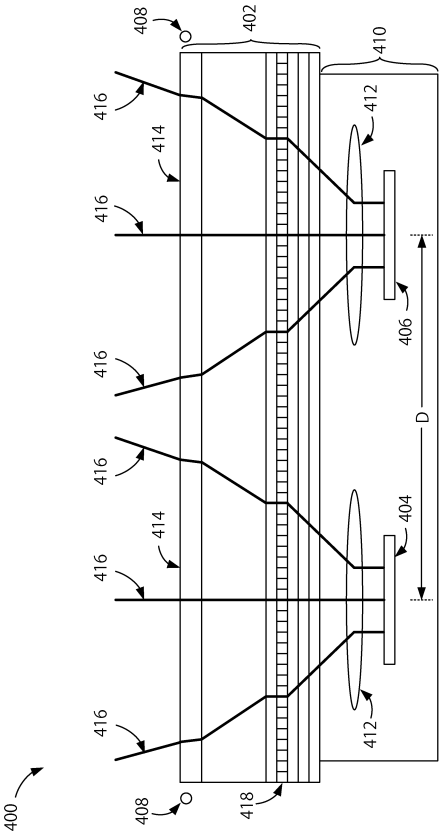


FIG. 4

【図 5】

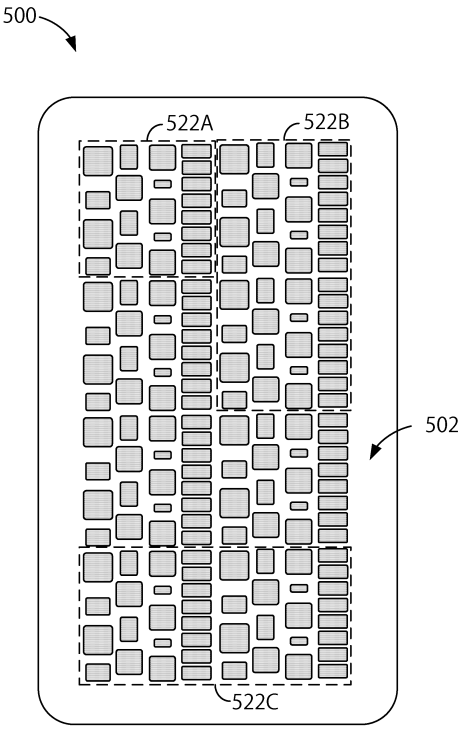


FIG. 5

10

20

30

40

50

【図 6】

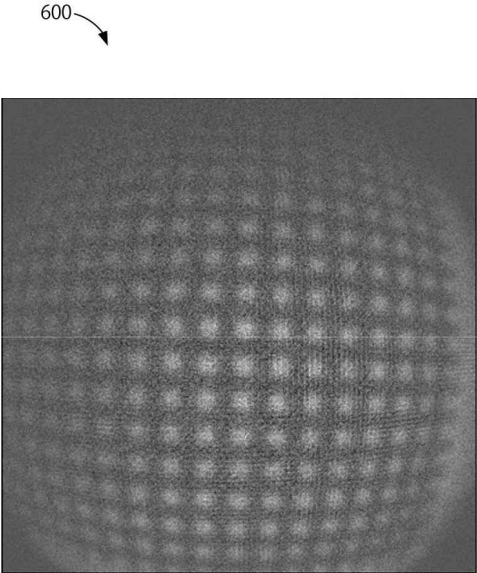


FIG. 6

【図 7】

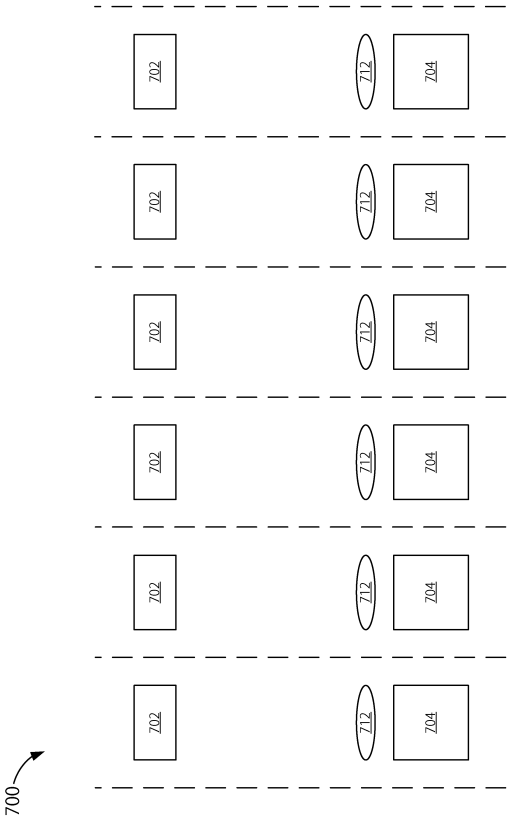


FIG. 7

【図 8】

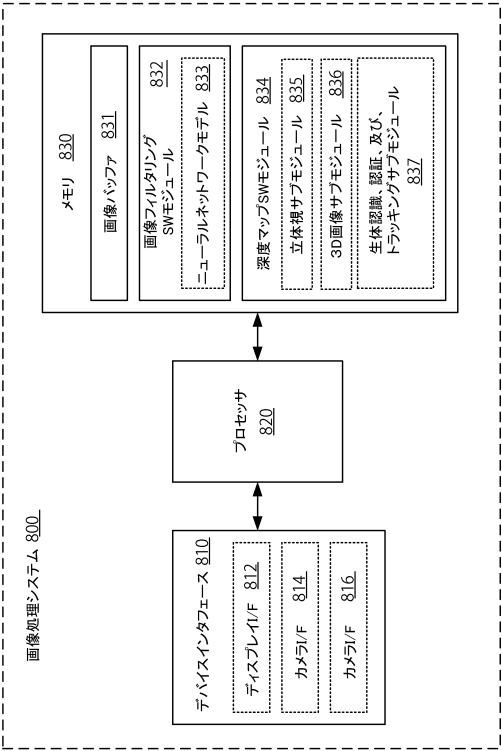


FIG. 8

【図 9】

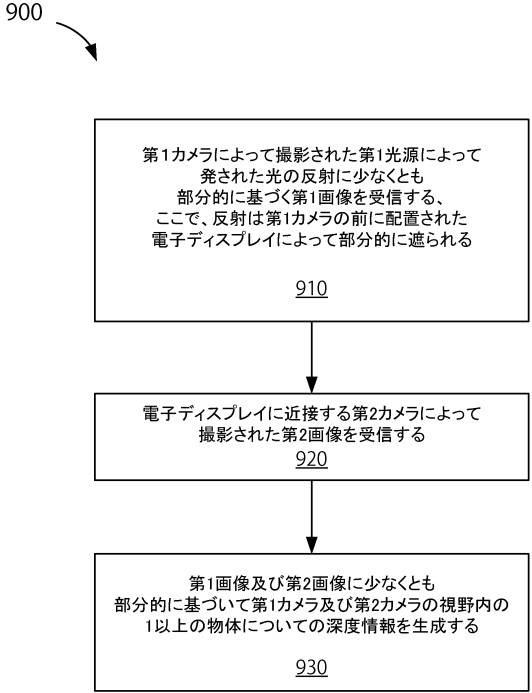


FIG. 9

10

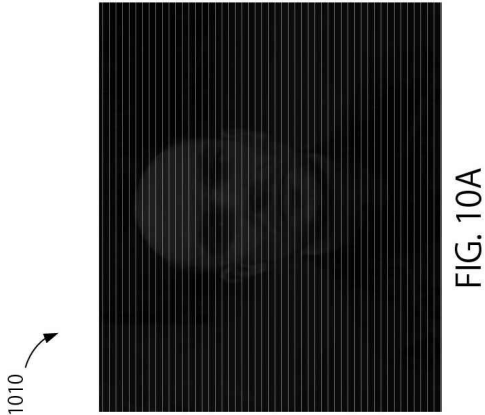
20

30

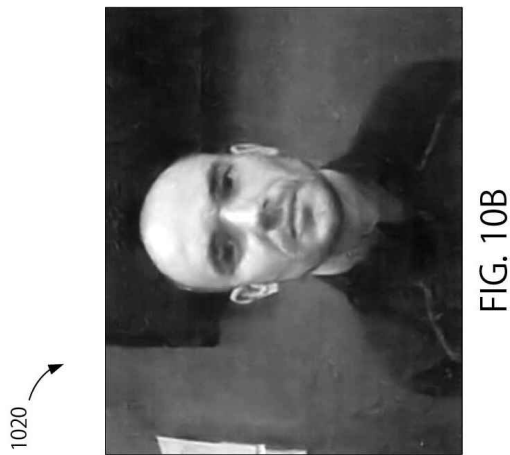
40

50

【図 1 0 A】



【図 1 0 B】

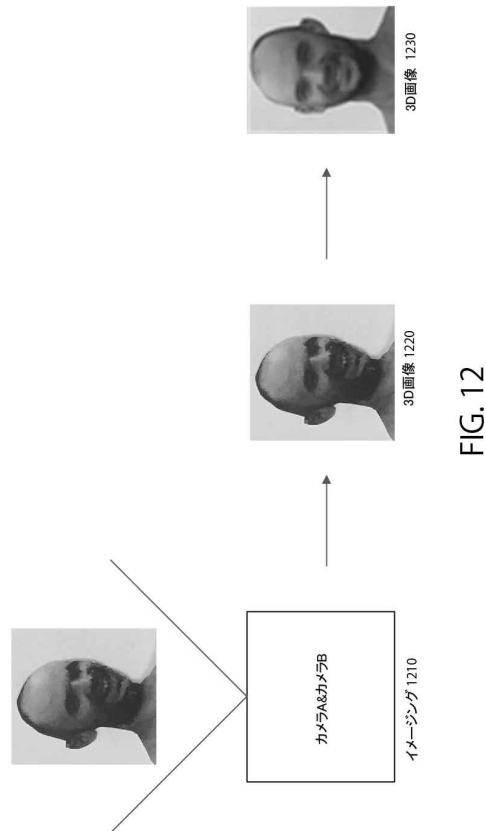


10

【図 1 1】



【図 1 2】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
- (56)参考文献
米国特許出願公開第2018/0198980 (US, A1)
特開2010-250789 (JP, A)
特開2017-041727 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G06T 1/00
G06T 5/00- 5/94
G06T 7/50- 7/593
H04N 13/20-13/296