

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7650244号  
(P7650244)

(45)発行日 令和7年3月24日(2025.3.24)

(24)登録日 令和7年3月13日(2025.3.13)

(51)国際特許分類	F I
G 0 3 B 19/07 (2021.01)	G 0 3 B 19/07
G 0 2 B 13/00 (2006.01)	G 0 2 B 13/00
G 0 3 B 35/12 (2021.01)	G 0 3 B 35/12
G 0 3 B 11/00 (2021.01)	G 0 3 B 11/00
G 0 3 B 15/00 (2021.01)	G 0 3 B 15/00
	B
	請求項の数 12 (全15頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2021-571524(P2021-571524)	(73)特許権者	390040660 アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド APPLIED MATERIALS, INCORPORATED アメリカ合衆国 カリフォルニア 95054, サンタ クララ, パウアーズ アヴェニュー 3050 3050 Bowers Avenue Santa Clara CA 95054 U.S.A.
(86)(22)出願日	令和2年4月27日(2020.4.27)	(74)代理人	110002077 園田・小林弁理士法人
(65)公表番号	特表2022-535238(P2022-535238 A)	(72)発明者	フー, ジンシン アメリカ合衆国 カリフォルニア 95054 最終頁に続く
(43)公表日	令和4年8月5日(2022.8.5)		
(86)国際出願番号	PCT/US2020/030036		
(87)国際公開番号	WO2020/247109		
(87)国際公開日	令和2年12月10日(2020.12.10)		
審査請求日	令和5年4月25日(2023.4.25)		
(31)優先権主張番号	62/858,258		
(32)優先日	令和1年6月6日(2019.6.6)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

(54)【発明の名称】 撮像システム及び合成画像を生成する方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮像システムであって、  
2以上のレンズアセンブリと、  
コントローラと  
を含み、各レンズアセンブリは、  
複数のメタレンズフィルタシステムと、  
複数のセンサと  
を含み、前記複数のメタレンズフィルタシステムは、  
複数のメタレンズ及び複数のカラーフィルタを含み、各カラーフィルタは、前記複数のメタレンズのうちの1つに対応し、前記カラーフィルタの中心通過波長は、対応するメタレンズの作用波長と同じであり、  
各センサは、メタレンズフィルタシステムと結合されており、  
前記コントローラは、  
前記2以上のレンズアセンブリの各々の前記複数のメタレンズ各々からのメタレンズ画像を組み合わせる第1のレンズアセンブリからの第1の合成画像と第2のレンズアセンブリからの第2の合成画像とにすること、及び  
複数の合成画像のうち、前記撮像システムのスクリーンに提供する少なくとも1つの合成画像を決定することであって、前記複数の合成画像は、前記第1の合成画像と、前記第2の合成画像と、前記第1の合成画像と前記第2の合成画像とを組み合わせる

10

20

第3の合成画像とを含む、少なくとも1つの合成画像を決定することを行うように構成されたプロセッサを含み、

前記2以上のレンズアセンブリの各々は、異なる焦点距離を有し、

前記2以上のレンズアセンブリのうちの第1のレンズアセンブリは0.5mmから約200.0mmまでの焦点距離を有し、前記2以上のレンズアセンブリのうちの第2のレンズアセンブリは0.5mmから約2000mmまでの焦点距離を有する、撮像システム。

【請求項2】

前記複数のメタレンズフィルタシステムは、少なくとも1つの赤色メタレンズフィルタシステム、少なくとも1つの緑色メタレンズフィルタシステム、及び少なくとも1つの青色メタレンズフィルタシステムを含む、請求項1に記載の撮像システム。

10

【請求項3】

前記複数のメタレンズフィルタシステムは、少なくとも2つの緑色メタレンズフィルタシステムを含む、請求項2に記載の撮像システム。

【請求項4】

前記複数のメタレンズフィルタシステムは、グリッド状に配置され、前記少なくとも1つの赤色メタレンズフィルタシステムのうちの1つは、2つの緑色メタレンズフィルタシステムに隣接して配置され、前記少なくとも1つの青色メタレンズフィルタシステムのうちの1つは、前記少なくとも2つの緑色メタレンズフィルタシステムに隣接して配置されている、請求項3に記載の撮像システム。

【請求項5】

前記2以上のレンズアセンブリは、グリッド状に配置されている、請求項1に記載の撮像システム。

20

【請求項6】

前記2以上のレンズアセンブリは、数が4つであり、前記レンズアセンブリは、2×2グリッド状に配置されている、請求項5に記載の撮像システム。

【請求項7】

1以上の合成画像を生成する方法であって、

2以上のレンズアセンブリを含む撮像システムを光に曝露することを含み、各レンズアセンブリは、

複数のメタレンズフィルタシステムと、

複数のセンサと

を含み、前記複数のメタレンズフィルタシステムは、

複数のメタレンズ及び複数のカラーフィルタを含み、各カラーフィルタは、前記複数のメタレンズのうちの1つと結合され、前記カラーフィルタの中心通過波長は、対応するメタレンズの作用波長と同じであり、

前記複数のメタレンズフィルタシステムは、赤色カラーフィルタを有する少なくとも1つの赤色メタレンズフィルタシステム、緑色カラーフィルタを有する少なくとも1つの緑色メタレンズフィルタシステム、及び青色カラーフィルタを有する少なくとも1つの青色メタレンズフィルタシステムを含み、

各センサは、メタレンズフィルタシステムと結合されており、

前記複数のメタレンズフィルタシステムの各々がメタレンズ画像を生成するように、光が前記複数のメタレンズフィルタシステムを通過し、

前記方法は、更に

前記複数のセンサを前記メタレンズ画像の各々に露光すること、

前記メタレンズ画像をプロセッサに送ること、

前記プロセッサを使用して、前記2以上のレンズアセンブリの各々の前記メタレンズ画像を組み合わせる第1のレンズアセンブリからの第1の合成画像と第2のレンズアセンブリからの第2の合成画像とにすること、並びに

複数の合成画像のうち、前記撮像システムのスクリーンに提供する少なくとも1つの合成画像を決定することであって、前記複数の合成画像は、前記第1の合成画像と、前記第

30

40

50

2の合成画像と、前記第1の合成画像と前記第2の合成画像とを組み合わせ形成される第3の合成画像とを含む、少なくとも1つの合成画像を決定すること

を含み、

前記2以上のレンズアセンブリの各々は、異なる焦点距離を有し、

前記2以上のレンズアセンブリのうちの第1のレンズアセンブリは0.5mmから約200.0mmまでの焦点距離を有し、前記2以上のレンズアセンブリのうちの第2のレンズアセンブリは0.5mmから約2000mmまでの焦点距離を有する、方法。

【請求項8】

前記複数のメタレンズフィルタシステムは、少なくとも2つの緑色メタレンズフィルタシステムを含む、請求項7に記載の方法。

10

【請求項9】

前記複数のメタレンズフィルタシステムは、グリッド状に配置され、前記少なくとも1つの赤色メタレンズフィルタシステムのうちの1つは、2つの緑色メタレンズフィルタシステムに隣接して配置され、前記少なくとも1つの青色メタレンズフィルタシステムのうちの1つは、前記少なくとも2つの緑色メタレンズフィルタシステムに隣接して配置されている、請求項8に記載の方法。

【請求項10】

前記2以上のレンズアセンブリは、グリッド状に配置されている、請求項7に記載の方法。

【請求項11】

20

前記2以上のレンズアセンブリは、数が4つであり、前記2以上のレンズアセンブリは、2×2グリッド状に配置されている、請求項10に記載の方法。

【請求項12】

前記1以上の合成画像は、画像ステッチングアルゴリズムを使用して生成される、請求項7に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[0001] 本発明の実施形態は、装置及び方法に関し、より具体的には、撮像システム及び合成画像を生成する方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

[0002] 写真を撮るために使用される撮像システムは、カメラ及びスキャナを含む様々な用途で当該技術分野において一般的である。撮像システムは、通常、レンズの不完全性によって生じる収差を低減させるために、複数のレンズ、複合レンズ、及びフィルムを含む。ほとんどの透明材料の屈折率は、波長の増加につれて減少する。レンズの焦点距離は屈折率に依存するので、この屈折率のばらつきは集束に影響を及ぼし、色収差をもたらす。色収差を持つレンズは、画像の暗い部分と明るい部分を分離する境界に沿って色の「縞」を引き起こす。

【0003】

40

[0003] 色収差に対処するために、しばしば、複数のレンズ層を有する複合レンズを使用して、画像内の色収差を最小限に抑えるか、又は望ましくは完全に除去する。しかし、複合レンズは、垂直に積み重ねられた複数のレンズを含み、したがって、しばしば嵩張り、スマートフォン及び他のデバイスにレンズ突出 (lens extrusion) 問題を引き起こす。更に、従来の赤外線 (IR) レンズは、一般的に使用される材料の屈折率が低いため、材料の選択が制限されていた。

【0004】

[0004] メタレンズは、伝統的なレンズや複合レンズよりもはるかに小さく (マイクロスケールやナノスケールでのサイズ、厚さはしばしば1µmより小さい)、様々な撮像用途において従来のレンズを置き換えるための有望性を示している。メタレンズ製造はまた、

50

従来の半導体製造と互換性がある。メタレンズの1つの欠点は、従来のレンズよりも更に厳しい色収差を被ることである。メタレンズは、通常、極端に狭い波長の光にのみ有用であるため、フルカラー画像には使用できない。

【0005】

[0005] したがって、広範囲の光波長にわたりメタレンズを利用することができる装置及び方法が必要とされている。

【発明の概要】

【0006】

[0006] 一実施形態では、撮像システムが提供される。該撮像システムは、1以上のレンズアセンブリを含む。各レンズアセンブリは、複数のメタレンズフィルタシステムを含む。複数のメタレンズフィルタシステムは、複数のメタレンズ及び複数のカラーフィルタを含む。各カラーフィルタは、複数のメタレンズのうちの1つと結合され、カラーフィルタの中心通過波長 (central pass-through wavelength) は、対応するメタレンズの作用波長 (working wavelength) と同じである。更に、各レンズアセンブリは、複数のセンサを含む。各センサは、メタレンズフィルタシステムと結合されている。更に、該撮像システムは、コントローラを含む。コントローラは、複数のメタレンズの各々からのメタレンズ画像を組み合わせて合成画像にするように構成されたプロセッサを含む。

【0007】

[0007] 別の実施形態では、撮像システムが提供される。該撮像システムは、1以上のレンズアセンブリを含む。各レンズアセンブリは、複数のメタレンズフィルタシステムを含む。複数のメタレンズフィルタシステムは、複数のメタレンズ及び複数のカラーフィルタを含む。各カラーフィルタは、複数のメタレンズのうちの1つと結合され、カラーフィルタの中心通過波長は、対応するメタレンズの作用波長と同じである。更に、各レンズアセンブリは、複数のセンサを含む。各センサは、メタレンズフィルタシステムと結合されている。更に、該撮像システムは、コントローラを含む。コントローラは、複数のメタレンズの各々からのメタレンズ画像を組み合わせて合成画像にするように構成されたプロセッサを含む。複数のメタレンズフィルタシステムは、少なくとも1つの赤色メタレンズフィルタシステム、少なくとも1つの緑色メタレンズフィルタシステム、及び少なくとも1つの青色メタレンズフィルタシステムを含む。

【0008】

[0008] 別の実施形態では、撮像システムが提供される。該撮像システムは、1以上のレンズアセンブリを含む。各レンズアセンブリは、集束レンズ、及び複数のメタレンズを含むメタレンズアセンブリを含む。更に、該撮像システムは、1以上のレンズアセンブリに結合されたセンサ、及びコントローラを含む。コントローラは、複数のメタレンズの各々からのメタレンズ画像を組み合わせて合成画像にするように構成されたプロセッサを含む。複数のメタレンズは、少なくとも1つの赤色メタレンズ、少なくとも1つの緑色メタレンズ、及び少なくとも1つの青色メタレンズを含む。

【0009】

[0009] 別の実施形態では、1以上の合成画像を生成する方法が提供される。該方法は、1以上のレンズアセンブリを含む撮像システムを光に曝露することを含む。各レンズアセンブリは、複数のメタレンズフィルタシステムを含む。複数のメタレンズフィルタシステムは、複数のメタレンズ及び複数のカラーフィルタを含む。各カラーフィルタは、複数のメタレンズのうちの1つと結合され、カラーフィルタの中心通過波長は、対応するメタレンズの作用波長と同じである。更に、複数のメタレンズフィルタシステムは、少なくとも1つの赤色メタレンズ、少なくとも1つの緑色メタレンズ、及び少なくとも1つの青色メタレンズを含む。更に、各レンズアセンブリは、複数のセンサを含む。各センサは、メタレンズフィルタシステムと結合されている。複数のメタレンズフィルタシステムの各々がメタレンズ画像を生成するように、光が複数のメタレンズフィルタシステムを通過する。更に、該方法は、複数のセンサを複数のメタレンズ画像の各々に露光することによって、センサはメタレンズフィルタシステムに結合されている、複数のセンサを複数のメタ

10

20

30

40

50

レンズ画像の各々に露光すること、複数のメタレンズ画像をプロセッサに送ること、並びに、プロセッサを使用して、複数のメタレンズ画像を組み合わせることで1以上の合成画像にすることを含む。

【0010】

[0010] 該撮像システムは、メタレンズによって引き起こされる任意の色収差を緩和する。というのも、メタレンズの各々は、光を異なる波長範囲に集束させ、個別のメタレンズ画像を生成するからである。メタレンズ画像は、組み合わせられて合成画像になり、したがって、最終画像における色収差が低減される。

【0011】

[0011] 本開示の上述の特徴を詳細に理解できるように、上記で簡単に要約されている実施形態のより詳細な説明が、実施形態を参照することによって得られ、それらの実施形態の一部が添付図面に示される。しかし、本開示は他の等しく有効な実施形態も許容し得ることから、添付の図面が本開示の典型的な実施形態のみを例示しており、よって本開示の範囲を限定すると見なすべきではないことに留意されたい。

10

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1A】[0012] 一実施形態による撮像システムを示す。

【図1B】[0013] 幾つかの実施形態による1以上のレンズアセンブリの配置を示す。

【図1C】幾つかの実施形態による1以上のレンズアセンブリの配置を示す。

【図1D】幾つかの実施形態による1以上のレンズアセンブリの配置を示す。

20

【図1E】幾つかの実施形態による1以上のレンズアセンブリの配置を示す。

【図2A】[0014] 幾つかの実施形態によるメタレンズフィルタシステムの配置を示す。

【図2B】幾つかの実施形態によるメタレンズフィルタシステムの配置を示す。

【図3A】[0015] 一実施形態による複数のメタレンズ特徴の一部分の上面図を示す。

【図3B】[0016] 一実施形態による複数のメタレンズ特徴の一部分の側面図を示す。

【図4】[0017] 一実施形態による合成画像を生成するための方法動作のフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

[0013] 理解を容易にするために、可能な場合には、複数の図に共通する同一の要素を指し示すのに、同一の参照番号を使用した。一実施形態の要素及び特徴は、追加の記述がなくても、他の実施形態に有益に組み込むことができると考えられている。

30

【0014】

[0014] 本明細書で提供される本開示の実施形態は、1以上のレンズアセンブリを使用する撮像システム、及び1以上の合成画像を生成する方法を含む。撮像システムは、物体から反射された光に曝露され、光は、複数のメタレンズフィルタシステムを通してフィルタリングされる。複数のセンサで特定の狭い波長の集束光から生成されるメタレンズ画像は、次いで組み合わせられて合成画像になる。結果として得られる合成画像は、実質的に色収差がない。本明細書で提供される本開示の実施形態は、殊に、メタレンズを使用して合成画像を生成するために使用される撮像システム及びその方法に有用であり得るが、それらに限定されない。

40

【0015】

[0015] 本明細書で使用されるときに、「約」という用語は、公称値からの+/-10%のばらつきを指す。そのようなばらつきは、本明細書で提供される任意の値に含まれ得ることが理解されるべきである。

【0016】

[0016] 図1Aは、一実施形態による撮像システム100を示す。図示されているように、撮像システム100は、コントローラ190、及び1以上のレンズアセンブリ125を含む。図示されているように、1以上のレンズアセンブリ125は、ベース121、複数のメタレンズフィルタシステム135、及び複数のセンサ140を含む。レンズアセンブリ125は、約100µmから約15mmの幅を有し得る。レンズアセンブリ125の間

50

の幅は、用途によって変わり得る。例えば、レンズアセンブリ 125 の間の幅は、伝統的な二次元画像を撮るように修正することができ、又は三次元若しくは立体画像を撮るように幅を大きくすることができる。

【0017】

[0022] 本開示の部分は、撮像システム 100 を白色光に曝露することを説明するが、これは一例であり、撮像システム 100 は、白色光、可視光、又は予めフィルタリングされた光を含むが、これらに限定されない任意のスペクトルの光に曝露され得ることを理解されたい。

【0018】

[0023] メタレンズフィルタシステム 135 は、ベース 121 内に配置される。図示されているように、メタレンズフィルタシステム 135 は、メタレンズ 120 及びカラーフィルタ 122 を含む。メタレンズ 120 は、メタレンズの選択された焦点距離において、ある特定の波長の光を収束させる。カラーフィルタ 122 は、メタレンズ 120 の下方に配置される。カラーフィルタ 122 の中心通過波長は、対応するメタレンズ 120 の作用波長と同じである。例えば、焦点距離が約 1 cm の赤色メタレンズ 120 R は、メタレンズ 120 R から約 1 cm の距離に赤色光を集束させる。次いで、赤色カラーフィルタ 122 R は、赤色メタレンズ 120 R によって生成された画像から非赤色光をフィルタリングし、このフィルタリングされた画像がセンサ 140 R に入射し、その結果、センサによって検知されたメタレンズ画像が得られ、このメタレンズ画像は、大部分が元の物体からの赤色光を含む。赤色メタレンズ 120 R と同じ焦点距離を有する隣接する緑色メタレンズ 120 G は、メタレンズ 120 G から約 1 cm の距離に緑色光を集束させる。次いで、緑色カラーフィルタ 122 G は、緑色メタレンズ 120 G によって生成された画像から非緑色光をフィルタリングし、このフィルタリングされた画像がセンサ 140 G に入射し、その結果、センサによって検知されたメタレンズ画像が得られ、このメタレンズ画像は、大部分が元の物体からの緑色光を含む。メタレンズ画像は、次に、合成画像を作成するために組み合わせられ、これは、以下でより詳細に説明される。その結果、各レンズアセンブリ 125 は、他のレンズアセンブリ 125、125' のものとは異なり得る単一の焦点距離を有する。

【0019】

[0024] 図 1 A は、集束光がカラーフィルタ 122 に集束する前にメタレンズ 120 に入射する白色光を示しているが、カラーフィルタは、メタレンズの前に配置されてもよく、その結果、白色光は、フィルタリング済みの光がメタレンズ 120 に入射する前に、カラーフィルタによってフィルタリングされる。カラーフィルタ 122 は、ベイヤーフィルタ (Bayer filter) などの、当技術分野で使用される任意のものであってよい。カラーフィルタ 122 は、それ自体がメタレンズ又はメタ表面であってもよい。更に、メタレンズ 120 は、ガラス又はプラスチックなどの透明基板を間に挟んで成長させた個々のメタレンズのスタックを含んでよい。

【0020】

[0025] 幾つかの実施形態によれば、1 以上のレンズアセンブリ 125、125' は、異なる焦点距離を有し、レンズアセンブリは、可変焦点レンズシステムを構成する。レンズアセンブリ 125 の焦点距離は、約 0.5 mm から約 2000 mm まで変化し得る。異なる焦点距離により、撮像システム 100 は、様々な距離で物体を正確に撮像することが可能になる。例えば、レンズアセンブリ 125 は、約 0.5 mm の焦点距離を有し、撮像システム 100 に非常に近い物体を撮像することを可能にし、レンズアセンブリ 125' は、2000 mm の焦点距離を有し、撮像システム 100 から非常に遠い物体を撮像することを可能にする。

【0021】

[0026] 図 1 B ~ 図 1 E は、幾つかの実施形態による 1 以上のレンズアセンブリ 125 の配置を示している。図 1 B は、1 つのレンズアセンブリ 125 を有する撮像システム 100 を示している。図 1 C は、2 つのレンズアセンブリ 125 を有する撮像システム 100

10

20

30

40

50

0を示している。図1Dは、 $2 \times 2$ グリッド状の4つのレンズアセンブリ125を有する撮像システム100を示している。図1Eは、 $n \times n'$ レンズアセンブリ125を有する撮像システム100を示し、 $n$ 及び $n'$ は任意の整数である。 $n$ 及び $n'$ は、同じ数であってもよいし、異なる数であってもよい。レンズアセンブリ125は、用途に応じて、図1Dで示されているようなグリッド、螺旋、円、又は任意の他の適切な形状などの任意の適切なパターンで配置され得るが、これらに限定されない。一実施形態によれば、図1Cで示されているように、グリッド状に配置された4つのレンズアセンブリ125が存在する。グリッド内で、レンズアセンブリ125は、 $y$ 方向に間隔 $a$ を有し、 $x$ 方向に間隔 $b$ を有し得る。間隔 $a$ 及び間隔 $b$ は、同じであっても異なってもよい。レンズアセンブリ125は、撮像システム100の目的に応じて、約 $500\ \mu\text{m}$ から約 $10\ \text{cm}$ の間隔を空けられ得る。例えば、単一画像キャプチャでは、レンズアセンブリ125が、約 $500\ \mu\text{m}$ から約 $3\ \text{cm}$ の間隔を空けられ得る。多重画像キャプチャでは、レンズアセンブリ125が、約 $3\ \text{cm}$ から約 $15\ \text{cm}$ の間隔を空けられ得る。

10

#### 【0022】

[0027] 図2A及び図2Bは、幾つかの実施形態によるメタレンズフィルタシステム135の配置を示している。メタレンズフィルタシステム135は、少なくとも1つの赤色メタレンズフィルタシステム135R、少なくとも1つの緑色メタレンズフィルタシステム135G、及び少なくとも1つの青色メタレンズフィルタシステム135Bを含み、例えば、緑色メタレンズフィルタシステムは、緑色メタレンズ120G及び緑色カラーフィルタ122Gを含む。一実施形態によれば、メタレンズフィルタシステム135は、少なくとも2つの緑色メタレンズフィルタシステム135Gを含む。赤色メタレンズフィルタシステム135Rは、白色光をフィルタリングして、約 $600\ \text{nm}$ から約 $700\ \text{nm}$ の波長の赤色光を残し、緑色メタレンズフィルタシステム135Gは、白色光をフィルタリングして、約 $500\ \text{nm}$ から約 $560\ \text{nm}$ の波長の緑色光を残し、青色メタレンズフィルタシステム135Bは、白色光をフィルタリングして、約 $440\ \text{nm}$ から約 $490\ \text{nm}$ の波長の青色光を残す。

20

#### 【0023】

[0028] 図2Aは、赤色メタレンズフィルタシステム135R、緑色メタレンズフィルタシステム135G、及び青色メタレンズフィルタシステム135Bを示している。緑色メタレンズフィルタシステム135Gは、赤色メタレンズフィルタシステム135Rと青色メタレンズフィルタシステム135Bとの間に配置されている。メタレンズフィルタシステム135をこの構成に配置することによって、メタレンズフィルタシステムの総面積を小さくすることができ、レンズアセンブリ125のサイズを小さくすることができる。

30

#### 【0024】

[0029] 図2Bは、赤色メタレンズフィルタシステム135R、2つの緑色メタレンズフィルタシステム135G、及び青色メタレンズフィルタシステム135Bを示している。図示されている構成では、4つのメタレンズフィルタシステム135が、グリッド状に配置され、1つの実施形態によれば、赤色メタレンズフィルタシステム135Rが、2つの緑色メタレンズフィルタシステム135Gに隣接して配置され、青色メタレンズフィルタシステム135Bが、2つの緑色メタレンズフィルタシステム135Gに隣接して配置される。図2Bで示されているように配置されたメタレンズフィルタシステム135は、色差分解能(chrominance resolution)よりも高い輝度分解能を実現するために使用され得る。

40

#### 【0025】

[0030] 図2A及び図2Bは、赤色、緑色、及び青色用のメタレンズフィルタシステム135を示しているが、レンズアセンブリ120内に任意のカラーメタレンズフィルタシステムを配置することができる。さらに、IR及びUVなどの不可視光用のメタレンズフィルタシステム135も使用できることが企図される。

#### 【0026】

[0031] 図3Aは、一実施形態による複数のメタレンズ特徴305の一部分300の上

50

面図を示している。メタレンズ120は、メタレンズ特徴305の反復パターンを含む。メタレンズ特徴305は、基板310上に成長させたナノサイズのカラム(column)である。メタレンズ特徴305は、フィルタリングする光の所望のスペクトルに応じて異なる形状を有する。メタレンズ特徴305は、実質的に、円形、三角形、正方形、長方形、又は凹凸形状を有し得る。メタレンズ特徴305は、シリコン、酸化ケイ素、窒化ケイ素、チタン、酸化チタン、酸化タンタル、酸化ジルコニウム、酸化ハフニウム、砒化ガリウム、窒化ガリウム、及び酸化ニオブなどの、任意の適切な高屈折率材料から作製され得るが、これらに限定されない。基板310は、ガラスなどの任意の典型的な透明基板であってよい。基板310は、その上に配置された任意の数の層を含み得る。

#### 【0027】

[0032] 図3Bは、一実施形態による複数のメタレンズ特徴305の一部分300の側面図を示している。メタレンズ特徴305は、約20nmから約500nmの半径rを有する。メタレンズ特徴305は、約10nmから約2 $\mu$ mの高さhを有する。メタレンズ特徴305は、約30nmから約500nmの分離距離dだけ互いから間隔を空けられている。メタレンズ特徴305の半径、高さ、形状、材料、及び特徴分離距離は、光の狭い波長帯域以外の全てをフィルタリングするメタレンズ120を生成するように選択される。例えば、赤色メタレンズ120Rに白色光が入射すると、赤色メタレンズ120Rは赤色光のみを集束させる。

#### 【0028】

[0033] 一実施形態では、メタレンズ120R、120G、120Bが、円形又は楕円形のカラムを有するメタレンズ特徴305を有し、カラムは、二酸化ケイ素(SiO<sub>2</sub>)、シリコン(Si)、二酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)、チタン(Ti)、又は窒化ガリウム(GaN)材料を含み、カラムは、約30nmから500nmの半径を有し、カラムは、約10nmから2 $\mu$ mの高さを有し、カラムは、約30nmから500nmの分離を有する。

#### 【0029】

[0034] 図1Aに戻って参照すると、メタレンズフィルタシステム135は、該当するメタレンズフィルタシステムに応じて、メタレンズフィルタシステムによってフィルタリングされた赤色光、緑色光、又は青色光のフィルタリング済みメタレンズ画像を、対応するセンサ140に送る。センサ140は、フォトセンサなどのような光情報を受け取り、解読することができる任意のセンサである。センサ140は、メタレンズ画像をコントローラ190に送る。

#### 【0030】

[0035] プログラマブルコンピュータなどのコントローラ190は、センサコネクタ141によってセンサ140に接続され、レンズアセンブリ125から送られたメタレンズ画像を処理する。センサコネクタ141は、限定はしないが、ワイヤ、光ファイバ、又は無線ローカルエリアネットワーク(LAN)、Wi-Fi、超高周波(UHF)電波、若しくはBLUETOOTH(登録商標)などの無線接続などのような、任意の種類の日データ接続であってよい。図示されているように、コントローラ190は、プロセッサすなわち中央処理装置(CPU)192と、メモリ194と、サポート回路196(例えば、入力/出力回路、電源、クロック回路、キャッシュなど)とを含む。メモリ194は、CPU192に接続される。メモリ194は、非一過性のコンピュータ可読媒体であり、1以上の容易に利用可能なメモリ(例えば、ランダムアクセスメモリ(RAM)、読出し専用メモリ(ROM)、フロッピーディスク、ハードディスク、又は他の形状のデジタルストレージ)であってよい。加えて、単一のコンピュータとして図示されているが、コントローラ190は、例えば、複数の独立して動作するプロセッサ及びメモリを含む分散システムであってもよい。このアーキテクチャは、メタレンズ画像などのセンサ140から送られた画像を受け入れて解析するために、コントローラ190のプログラミングに基づいて、撮像システム100の様々な実施形態に適応可能である。

#### 【0031】

[0036] プロセッサ192は、メタレンズ画像を組み合わせて合成画像を作成する。プ

10

20

30

40

50

ロセッサ 192 は、アルファ合成又は画像ステッチングなどのような、このタスク用の任意の標準アルゴリズムを使用する。一実施形態によれば、プロセッサ 192 は、画像ステッチングアルゴリズムを使用する。上記の実施例では、メタレンズフィルタシステム 135 が、赤色、緑色、及び青色であり、合成画像は、赤 緑 青 (RGB) カラーモデルから生成される。しかし、メタレンズフィルタシステム 135 の任意の適切なセットは、例えば、シアン、マゼンタ、及びイエローメタレンズなどのような適切なカラーモデルと共に使用されてよく、シアン マゼンタ イエロー (CMY) カラーモデルが、合成画像を作成するために使用され得る。プロセッサ 192 によるメタレンズ画像の組み合わせは、色収差が低減された合成画像を可能にする。

#### 【0032】

[0037] したがって、プロセッサ 192 は、メタレンズ画像を取得し、それらを組み合わせてフルカラー合成画像にし、プロセッサは、スクリーンコネクタ 181 を介して、合成画像をスクリーン 180 に送る。スクリーンコネクタ 181 は、ワイヤ、光ファイバ、又は Wi-Fi や BLUETOOTH (登録商標) などのような無線接続などの、任意の種類データ接続であってよいが、これらに限定されない。スクリーン 180 は、モニタ又はテレビなどのような任意の種類適切なディスプレイであってもよい。スクリーン 180 は、標準精細度、高精細度 (HD)、又は超高精細度 (UHD) などのような任意の解像度を有し得る。スクリーン 180 は、液晶ディスプレイ (LCD)、発光ダイオード (LED) ディ스플레이、有機 LED (OLED) ディ스플레이などであってよい。撮像システム 100 がカメラの部分である場合、スクリーン 180 は、ユーザが撮像した写真を見るためのカメラの部分であってよい。撮像システム 100 がスマートフォン又は他の携帯電話の部分である場合、スクリーン 180 は、電話のスクリーンの部分であってもよいし、電話のスクリーンであってもよい。

#### 【0033】

[0038] メタレンズ画像は、非常に特有の波長の光 (赤、緑、青など) に焦点が合わされ、設計されたもの以外の他の波長は、メタレンズフィルタシステム 135 によってフィルタリングされ、したがって、メタレンズ画像内の色収差が低減される。合成画像がメタレンズ画像の組み合わせによって生成されるときに、合成画像における色収差は最小化される。

#### 【0034】

[0039] 各レンズアセンブリ 125 は、各レンズアセンブリが異なる焦点距離を有することができ、したがって、各合成画像は異なることになるので、個別の合成画像を提供することができることに留意されたい。例えば、短い焦点距離を有するレンズアセンブリ 125 によって近接している物体から取得された画像は、非常に長い焦点距離を有するレンズアセンブリ 125' によって取得された画像よりも実質的に焦点が合うことになる。この場合、プロセッサ 192 は、合成画像のそれぞれをスクリーン 180 に送るように構成され、そこでユーザは、どの画像を選択して保存するかを選ぶことができる。プロセッサ 192 は、どの合成画像が焦点が合っているかなどのような、スクリーンに提供する最良の品質の合成画像をどのように選択するかに関するアルゴリズムを含み得る。一実施形態によれば、プロセッサ 192 は、合成画像のうちのどれをスクリーン 180 に提供するかを決定し、プロセッサは、選ばれた合成画像をスクリーンに提供する。また、プロセッサ 192 は、2つの合成画像を組み合わせて、第3の合成画像を作成するようにも構成され得る。例えば、合成画像のうちの1つが近焦点で生成され、合成画像のうちの別の1つが遠焦点で生成される場合、2つの合成画像は、組み合わせられて完全な被写界深度を有する第3の合成画像になり得る。この場合、撮像システム 100 は、光場 (light-field) 撮像システムにおいて使用することができ、シーン内の光の強度も、及び光線が空間内を進行する方向も、それら両方を考慮することができる。

#### 【0035】

[0040] 説明された撮像システム 100 は、レンズのサイズを小さくしなければならない用途に有用である。例えば、撮像システム 100 は、スマートウォッチなどのようなウ

10

20

30

40

50

エアラブルデバイスにおいて、又はスマートフォンにおいて使用され得る。メタレンズフィルタシステム135は、メタレンズカメラの大きな視野、開口数、及び高効率最適化のために設計スペースを節約する。

【0036】

[0041] 図4は、一実施形態による合成画像を作成するための方法動作400のフロー図である。図1A～図1E及び図4を併用して本方法のステップについて説明するが、当業者には、本方法のステップを任意の順序で実行するよう構成された任意のシステムが、本明細書で説明される実施形態の範囲に入ることが分かるであろう。

【0037】

[0042] この方法は、動作410で始まり、ここで、1以上のレンズアセンブリ125を含む撮像システム100が光に曝露される。1以上のレンズアセンブリ125は、物体から反射された光に曝露され、光は、下方のメタレンズフィルタシステム135に入射する。メタレンズフィルタシステム135内のメタレンズ120によって光が集束されると、集束した光はカラーフィルタ122を通過し、その結果、1色のフィルタリングされた光が得られる。例えば、赤色メタレンズフィルタシステム135Rは、フィルタリングされた赤色光のみを生成する。

【0038】

[0043] 動作420では、各センサ140が、フィルタリングされた光に曝露されて、メタレンズ画像の各々を作成する。

【0039】

[0044] 動作425では、各センサ140が、各メタレンズフィルタシステム135の対応するメタレンズ画像を、センサコネクタ141によってプロセッサ192に送る。

【0040】

[0045] 動作430では、プロセッサ192が、複数のメタレンズ画像を組み合わせる合成画像にする。合成画像は、上述のアルゴリズムのいずれかによって作成することができる。一実施形態によれば、合成画像は、画像ステッチングアルゴリズムによって生成される。例えば、2つのレンズアセンブリ125があり、各レンズアセンブリが3つのメタレンズフィルタシステム135を含む場合、3つのメタレンズ画像の2つの組が組み合わされて2つの合成画像にされ、合計6つのメタレンズ画像がプロセッサ192によって組み合わせられる。

【0041】

[0046] 幾つかの実施形態では、任意選択的な動作440において、撮像システム100が、2つ以上のレンズアセンブリ125、125'を含み、レンズアセンブリは、異なる焦点距離を有し、レンズアセンブリは、可変焦点レンズシステムを構成し、プロセッサ192は、合成画像のうちのどれをスクリーン180に提供するかを決定する。例えば、短い焦点距離を有するレンズアセンブリ125によって近接している物体から取得された画像は、非常に長い焦点距離を有するレンズアセンブリ125'によって取得された画像よりも実質的に焦点が合うことになる。プロセッサ192は、どの合成画像が焦点が合っているかなどのような、スクリーンに提供する最良の品質の合成画像をどのようにして選択するかに関するアルゴリズムを含み得る。

【0042】

[0047] 動作450では、プロセッサ192が、スクリーンコネクタ181を介して、1以上の合成画像をスクリーン180に提供する。プロセッサ192は、1以上の合成画像の全てをスクリーン180に提供することができ、そこでユーザは、どの合成画像を保存するかを選択することができる。上述したように、プロセッサ192は、合成画像のうちのどれをスクリーンに送るかを自動的に決定することができる。また、プロセッサ192は、2つの合成画像を組み合わせ、第3の合成画像を作成するように構成することもできる。例えば、合成画像のうちの1つが近焦点で生成され、合成画像のうちの別の1つが遠焦点で生成される場合、2つの合成画像は、組み合わせられて完全な被写界深度を有する第3の合成画像になり得る。この場合、撮像システム100は、光場撮像システムにお

10

20

30

40

50

いて使用することができ、シーン内の光の強度も、及び光線が空間内を進行する方向も、それら両方を考慮することができる。

【 0 0 4 3 】

[0048] 上述されたように、撮像システム 1 0 0 は、プロセッサ 1 9 2 に結合された 1 以上のレンズアセンブリ 1 2 5 を含む。物体から反射された光がレンズアセンブリ 1 2 5 に入射すると、メタレンズフィルタシステム 1 3 5 は、センサ 1 4 0 に入射する光をフィルタリングする。各メタレンズフィルタシステム 1 3 5 は、光を特定の波長に集束させ、センサ 1 4 0 においてメタレンズ画像を生成する。メタレンズ画像はプロセッサ 1 9 2 に送られ、プロセッサはメタレンズ画像を組み合わせて 1 以上の合成画像にする。プロセッサ 1 9 2 は、1 以上の合成画像をスクリーン 1 8 0 に送る。

10

【 0 0 4 4 】

[0049] 説明されるような撮像システム 1 0 0 は、メタレンズ 1 2 0 によって引き起こされる任意の色収差を緩和する。何故ならば、メタレンズの各々は、異なる波長の光を収束させるからである。メタレンズ画像は、組み合わせられて合成画像になり、合成画像は、低減された色収差を有する。レンズアセンブリ 1 2 5 は、従来レンズよりも小さくすることができる。更に、レンズアセンブリ 1 2 5 は、複数の複合レンズを必要とせず、したがって、レンズアセンブリの嵩張りを最小限に抑えることができる。

【 0 0 4 5 】

[0050] 上記は本発明の実装形態を対象としているが、本発明の基本的な範囲から逸脱することなく、本発明の他のさらなる実装形態を考案することもでき、本発明の範囲は、以下の特許請求の範囲によって決定される。

20

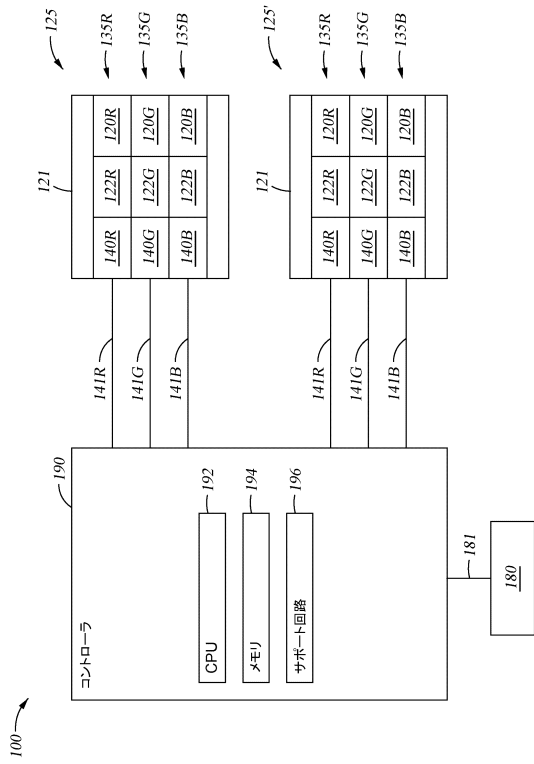
30

40

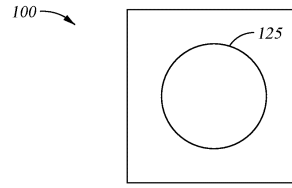
50

【図面】

【図 1 A】



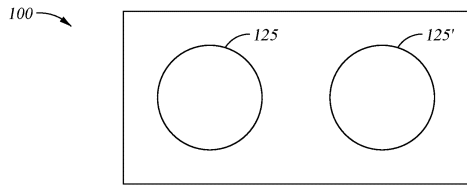
【図 1 B】



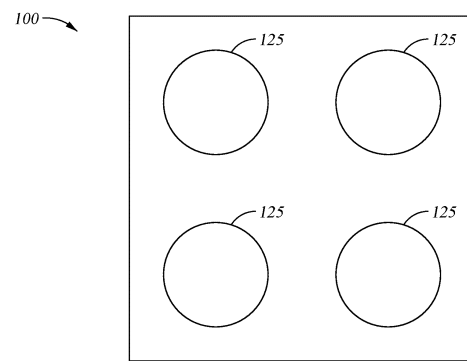
10

20

【図 1 C】




【図 1 D】

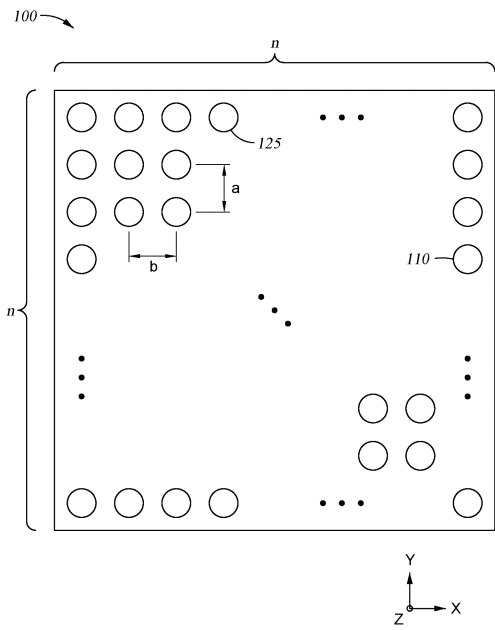



30

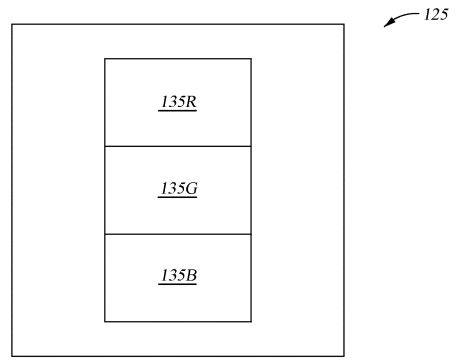
40

50

【 1 E】




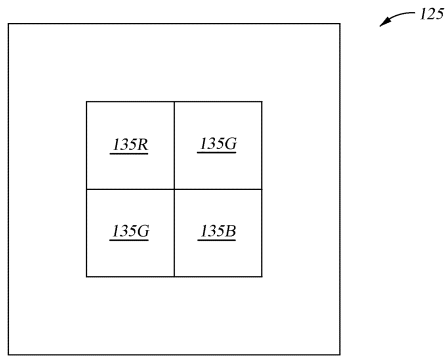
【 2 A】




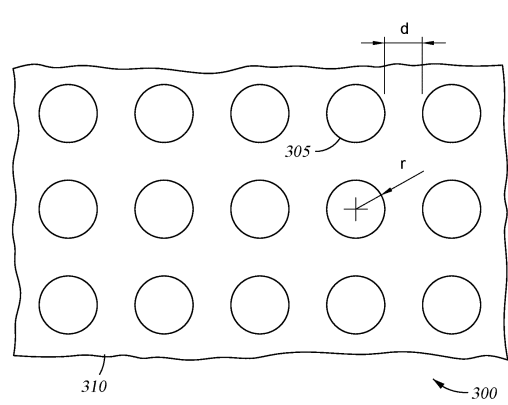
10

20

【 2 B】



【 3 A】

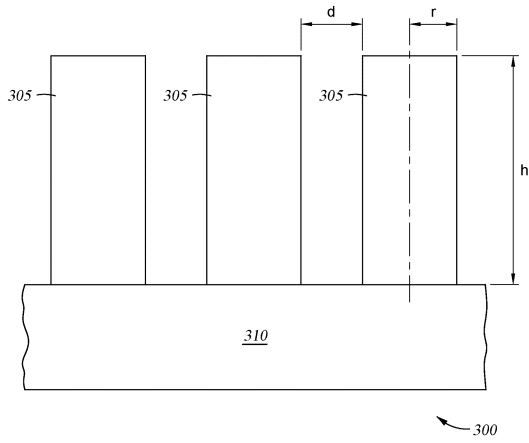


30

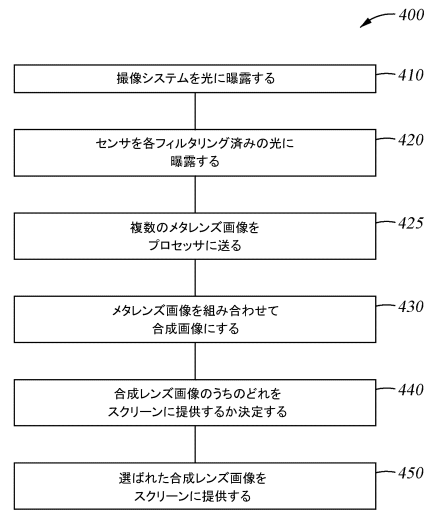
40

50

【図 3 B】



【図 4】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

## (51)国際特許分類

G 0 6 T 5/50 (2006.01)

F I

G 0 6 T 5/50

5 4 , サンタ クララ , パウアーズ アヴェニュー 3 0 5 0 , エム/エス 1 2 6 9 , シー/オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド , ロー デパートメント

## (72)発明者

シュー , ヨンアン

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0 5 4 , サンタ クララ , パウアーズ アヴェニュー 3 0 5 0 , エム/エス 1 2 6 9 , シー/オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド , ロー デパートメント

## (72)発明者

ゴデット , ルドヴィーク

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0 5 4 , サンタ クララ , パウアーズ アヴェニュー 3 0 5 0 , エム/エス 1 2 6 9 , シー/オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド , ロー デパートメント

## (72)発明者

アーガマン , ナーマ

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0 5 4 , サンタ クララ , パウアーズ アヴェニュー 3 0 5 0 , エム/エス 1 2 6 9 , シー/オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド , ロー デパートメント

## (72)発明者

フィッサー , ロバート ヤン

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0 5 4 , サンタ クララ , パウアーズ アヴェニュー 3 0 5 0 , エム/エス 1 2 6 9 , シー/オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド , ロー デパートメント

審査官 越河 勉

## (56)参考文献

特開 2 0 1 6 - 1 9 7 8 7 8 ( J P , A )

国際公開第 2 0 0 5 / 0 4 1 5 6 2 ( W O , A 1 )

特表 2 0 0 7 - 5 2 0 1 0 7 ( J P , A )

特開 2 0 1 5 - 1 8 1 2 1 4 ( J P , A )

米国特許出願公開第 2 0 1 8 / 0 2 8 4 4 2 8 ( U S , A 1 )

米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 0 3 4 5 0 0 ( U S , A 1 )

特開 2 0 1 8 - 1 5 3 4 7 9 ( J P , A )

米国特許出願公開第 2 0 1 8 / 2 0 8 4 4 2 8 ( U S , A 1 )

米国特許出願公開第 2 0 1 9 / 0 0 9 8 1 8 7 ( U S , A 1 )

米国特許第 1 0 4 0 3 6 6 8 ( U S , B 2 )

米国特許出願公開第 2 0 2 0 / 0 3 8 8 6 4 4 ( U S , A 1 )

米国特許出願公開第 2 0 0 6 / 0 0 5 4 7 8 2 ( U S , A 1 )

中国特許出願公開第 1 0 1 4 2 7 3 7 2 ( C N , A )

米国特許出願公開第 2 0 1 2 / 0 1 8 9 2 9 3 ( U S , A 1 )

米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 3 1 6 1 4 7 ( U S , A 1 )

米国特許出願公開第 2 0 0 6 / 0 1 8 7 3 1 2 ( U S , A 1 )

米国特許出願公開第 2 0 1 8 / 0 0 2 0 1 4 8 ( U S , A 1 )

米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 1 3 4 6 9 9 ( U S , A 1 )

米国特許出願公開第 2 0 1 1 / 0 0 8 0 4 8 7 ( U S , A 1 )

米国特許第 0 8 9 8 8 5 6 6 ( U S , B 2 )

## (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

G 0 3 B 1 9 / 0 7

G 0 2 B 1 3 / 0 0

G 0 3 B 3 5 / 1 2

G 0 3 B 1 1 / 0 0

G 0 3 B 1 5 / 0 0

G 0 6 T 5 / 5 0