

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4278380号
(P4278380)

(45) 発行日 平成21年6月10日 (2009. 6. 10)

(24) 登録日 平成21年3月19日 (2009. 3. 19)

(51) Int. Cl. F I
GO 2 B 3/00 (2006. 01) GO 2 B 3/00 A
GO 1 B 11/00 (2006. 01) GO 1 B 11/00 H

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2002-556262 (P2002-556262)	(73) 特許権者	503455363
(86) (22) 出願日	平成13年12月21日 (2001. 12. 21)		レイセオン カンパニー
(65) 公表番号	特表2004-518158 (P2004-518158A)		アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 O
(43) 公表日	平成16年6月17日 (2004. 6. 17)		2451 ウォルサム ウィンター スト
(86) 国際出願番号	PCT/US2001/050562		リート 870
(87) 国際公開番号	W02002/056064	(74) 代理人	100058479
(87) 国際公開日	平成14年7月18日 (2002. 7. 18)		弁理士 鈴江 武彦
審査請求日	平成16年11月26日 (2004. 11. 26)	(74) 代理人	100084618
(31) 優先権主張番号	09/752, 493		弁理士 村松 貞男
(32) 優先日	平成12年12月28日 (2000. 12. 28)	(74) 代理人	100092196
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 橋本 良郎
		(74) 代理人	100095441
			弁理士 白根 俊郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 疑似ランダム化されたぼかされた赤外線画像形成素子アレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ぼかされた画像の形成素子のアレイを具備し、このぼかされた画像の形成素子のアレイは基板の表面に形成された複数のぼかされた画像の形成素子によって構成されており、

ぼかされた画像の形成素子のアレイの各ぼかされた画像の形成素子は、入射光に焦点を結ばせるための曲面の表面をそれぞれ有しており、それらの曲面を規定している曲率半径および軸方向の焦点の位置までの距離が広がり制限された範囲内で分布されている値からランダムに選択された値を有しており、

ぼかされた画像の形成素子により形成される焦点の位置と、ぼかされた画像の形成素子をぼかす効果のない素子とした場合の画像の形成素子による照射ビームの焦点平面位置における光学的位相との両者は決定理論により定められた制限された範囲内で疑似ランダムに変化されている光学システム。

【請求項 2】

基板が入射エネルギーの波長帯域に対して透明な材料で構成されている請求項 1 記載の光学システム。

【請求項 3】

ぼかされた画像の形成素子は入射エネルギーを屈折させるレンズレットである請求項 1 記載の光学システム。

【請求項 4】

ぼかされた画像の形成素子は入射エネルギーを反射させるミラーレットである請求項 1 記

載の光学システム。

【請求項 5】

光学システムはさらに前記ぼかされた画像の形成素子をぼかす効果のない素子とした場合の画像の形成素子の焦点平面位置の近くに配置された検出器と、情景から検出器へ与えられる光エネルギーの焦点を結ぶ光学系とを含んでいる請求項 1 記載の光学システム。

【請求項 6】

検出器は赤外線検出器である請求項 5 記載の光学システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光学システムに関し、特に、制御された方法で光ビームの焦点を外させて焦点の外れた光ビームにおける干渉効果を避けることのできるぼかされた画像形成素子アレイに関する。

【0002】

【従来の技術】

1つの通常の形態では、映像赤外線（IR）光学センサ（焦点平面アレイまたはFPA検出器）は典型的に光学システムの焦点平面に位置している数千、数万の多数の個々の電子光学的検出器素子から構成されている。検出器素子は適切な光路を通して情景を観察し、情景に応答する電気出力を生成する。検出器素子の材料および、または構造は、電磁放射の、例えば赤外線エネルギーを含む異なった波長範囲（波長帯域）に感応するように選択される。検出器素子は平坦なアレイに配置され、各検出器素子は画像の1つの画素を提供している。検出器素子の出力はデジタル処理されて再構成された電子画像を形成し、それはさらに解析される。

【0003】

理想的には、全ての検出器素子は入射エネルギーに同様に応答し、入射エネルギーに対して同様に比例した各検出器素子信号出力を生成する。しかしながら、実際には現在の技術の限界内で、個々の異なった検出器素子は少し異なって応答することが予測される。時間の経過、冷却の変化、または使用により画素応答特性の変化が検出器アレイ中で生成される可能性がある。これらの偏差は理想的な同一の応答特性とは異なった利得、ゼロ点のオフセット効果、非線形性、その他の変動を生じる。このような変動の結果として完全に均一な赤外線入力情景がFPA検出器に与えられても検出器出力は完全に均一にはならない。

【0004】

多量生産される検出器が製造中に理想的なものから外れることを少なくし、またサービス中に生じる理想的ではない応答特性を補償するための種々の技術が知られている。較正および実時間サービス技術が検出器素子中の不均一性を補償するために開発されている。これらの技術の幾つかはある期間中ぼかされない画像が検出器により観察され、別の期間にはぼかされた画像が検出器により観察されるように画像を制御可能にぼけさせることを必要とする。有効なシステム性能は干渉効果により生成された不十分な平滑さ、または人工的な情景特徴により顕著な構造のないぼかされた画像を必要とする。検出器に到達する平均入射エネルギーの実質的な減少はまたは悪影響を有し、それによってぼかされた画像は検出器の感度範囲の外側に多量のエネルギーが散逸されてはならず、大きい角度の散乱が制御されなければならない。

【0005】

情景の制御されたぼかされた画像に対してチャレンジが行われ、それに使用される種々の技術が提供されている。例えば知られている1つの方法では、情景は異なった光路長（厚さおよび屈折率）の2つの光学的に透明な素子を通して検出器素子アレイにより観察される。一方の素子は検出器アレイの焦点平面上に画像が焦点を結ぶように選択され、他方の素子は検出器アレイの焦点平面から縦方向に変位されるように選択される。動作可能であるが、実際にはぼかされた画像が不十分であり、情景の比較的高い空間周波数特徴が依然として識別されることが赤外線センサに対して発見された。

10

20

30

40

50

【0006】

別の方法は、米国特許第5,867,307号明細書に記載されており、従来技術を改良し、多くの応用で適切なぼかされた画像性能を提供する。しかしながら、干渉効果がぼかされた画像中に存在する場合が存在し、或いは情景エネルギーの許容できない損失を生じる結果として過度にぼかされた画像を生じる場合が存在する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

したがって、特に、赤外線ミサイルの追跡装置のような制限された空間限定を有するシステムにおいて、赤外線検出器素子のための意図的で、制御されたぼかされた画像形成素子のための改良された方法が必要とされる。本発明はこのような要求を満足させ、さらに、

10

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、ぼかされた画像形成素子アレイを有する光学システムを提供する。制御されたぼかされた画像を得る方法は広い波長帯域の光学システムに適用可能であるが、特に、赤外線システムに対して重要である。ぼかされた画像形成素子アレイはぼかされる程度の制御を可能にされる。さらに、それは検出器によって検出される画像を誤って導く可能性のあるぼかされた画像における干渉の影響を避けることを可能にする。その結果、情景の入力画像は較正およびサービス要求の両者に対して制御可能にぼかされることができる。ぼかされた画像形成素子アレイは利用可能な製造技術と適合するように設計される。

20

【0009】

本発明によれば、光学システムは、ぼかされた画像形成素子の表面アレイを有する基体を含み、その形成素子の焦点の公称の焦点平面位置からの変化および公称の焦点平面位置の光学的位相の変化の少なくとも一方は疑似ランダムであるが決定論的に変化している。ぼかされた画像形成素子は画像に制御されたぼけを導入する光学素子である。ぼかされた画像形成素子は入射する赤外線エネルギーに対して透明な材料、例えば約3~5マイクロメートルの中域波長の赤外線範囲に対してはシリコンのような基板材料のレンズレットでよい。その代わりにぼかされた画像形成素子は光エネルギーを反射するミラーレットであってもよい。1つの応用では赤外線システムはさらに公称の焦点平面位置付近に位置する検出器と情景から検出器上へ光エネルギーの焦点を結ぶ光学系とを含んでいる。

30

【0010】

同一またはほぼ同一のぼかされた画像形成素子のアレイは検出器の平面とは少し異なったぼかされた画像の焦点平面に入射ビームの焦点を結ばせる。ぼかされているが、本発明者は、このような規則的なぼかされた画像形成素子から典型的に生じる干渉効果を発見した。本発明は、個々のぼかされた画像形成素子を通過するエネルギーの焦点および、または位相を疑似ランダムに変化させる。すなわち、設計プロセスで与えられた制限内のランダムな変化が存在する。

【0011】

典型的な場合には、ぼかされた画像形成素子の焦点および、または軸方向オフセットは公称の焦点平面位置に関して分布によって規定された1組の値からランダムに選択された位置にあり、その分布はその広がりが広くなり過ぎることを阻止するように切取られた(truncated)分布であることが好ましい。例えば、その分布は平均値のいずれかの側の±1の標準偏差(または他の固定された値)で切取られることができる。標準、平坦その他の分布のような種々の分布が使用可能である。標準分布は好ましい実施形態で使用するのに都合がよいが、本発明の実施はそれに限定されない。ぼかされた画像形成素子は公称の焦点平面位置からの軸方向オフセットと曲率によってそれぞれ規定された表面を有して折、それにおいて、各ぼかされた画像形成素子の曲率および軸方向オフセットはそれぞれの分布または切取られた分布によって規定された1組の値からランダムに選択された値である。

40

【0012】

50

したがって、本発明は、検出器に到達する情景エネルギーを過度に減少させることなく、ぼかされる量を制御可能とし、ぼかされた画像における干渉効果を避けることのできるぼかされた画像形成素子のアレイを提供する。本発明のその他の特徴および利点は、本発明の原理の例示している添付図面と関連した好ましい実施形態の以下の詳細な説明から明らかにされるであろう。しかしながら、本発明の技術的範囲はこの好ましい実施形態に限定されるものではない。

【0013】

【発明の実施の形態】

図1は、好ましい実施形態の情景を観察し、情景の電子的表示を生成する赤外線センサ光学システム20を示している（この説明は他の波長で動作するセンサシステムにも同様に適用可能である）。赤外線センサ光学システム20は光学系22を含んでいる。この光学系22は図では単一のレンズとして示されているが、通常は複数のレンズおよび、または反射鏡および恐らくはその他の光学素子を含んでいる。光学系22は情景からのビーム24を焦点平面アレイのような赤外線検出器28の公称の焦点平面位置26に焦点を結ばせる（公称の焦点平面位置26は検出器28の公称の焦点平面であるが、以下説明するぼかされた画像形成素子アレイの焦点平面は公称の焦点平面から僅かに変化している）。検出器28は入射する焦点を結ぶビーム24を検出器の電子装置30によって処理するために電気信号に変換する。検出器28は赤外線エネルギーの種々の波長帯域範囲で動作可能であり、検出器の電子装置30は技術的に知られている。

【0014】

焦点を結ぶビーム24は検出器28に到達する前にぼかされた画像形成素子アレイ32を通過する。図2に示された特定の重要な1応用においては、ぼかされた画像形成素子アレイ32は回転ホイール34上に支持されている。ぼかされた画像形成素子アレイ32は、この実施例では回転ホイール34の180度のセグメントを占めている。回転ホイール34の残りの部分はぼかされた画像を形成しない部分36である。焦点を結ぶビーム24を横切る回転ホイール34の回転は検出器28上にぼかされた画像とぼかされない画像との交互のパターンを生成する。その結果得られる電気信号は検出器電子装置30によって処理されて情景の性質に関する情報が得られ、そうでない場合には得られない。この信号処理は技術的に知られており、本発明の技術的範囲のものではなく、ぼかされた画像形成素子アレイ32および赤外線システムのその他の物理的素子の構成に関係している。

【0015】

図3はぼかされた画像形成素子アレイ32の一部の平面図である。ぼかされた画像形成素子アレイ32は複数のぼかされた画像形成素子38から構成され、密接してパックされた形態で一緒にパックされることが好ましい。ぼかされた画像形成素子38は制御されたぼかされた画像を形成する。ぼかされた画像形成素子38はレンズレットと呼ばれる透明な屈折素子またはミラーレットと呼ばれる反射素子のいずれでもよい。屈折性のレンズレットは関係する波長帯域に対して透明な材料で作られなければならないが、一方、反射性のミラーレットは透明な材料で作られる必要はない。レンズレットを含む応用は現在最も好ましく、図1～5に関係して詳細に説明され、一方ミラーレットについては図10で説明される。

【0016】

ぼかされた画像形成素子38の好ましい構成は、図3に示されるような六角形の密接してパックされたアレイであるが、正方形のアレイまたは三角形のアレイのような他の密接してパックされたアレイも代わりに使用可能である。ぼかされた画像形成素子は密接してパックされたアレイ以外の形態で配置されてもよいが、そのような配置は光学的に効率が劣る。図3のぼかされた画像形成素子アレイ32の個々のセル40は以下の基準に対して番号が付けられる。

【0017】

図4に示されるように屈折レンズレット39を使用するぼかされた画像形成素子アレイ32は入射赤外線エネルギー線の波長帯域に対して透明な材料で作られた基板42を備えている。このような透明な材料の基板42は種々の赤外線波長帯域に対して技術的に知られている。約

10

20

30

40

50

3 ~ 5 マイクロメートルの中域の赤外線波長帯域に対して基板42の好ましい構成材料はシリコンである。他の材料もまた使用されることができる。例えば、約8 ~ 12 マイクロメートルの長い赤外線波長帯域に対してはゲルマニウムが使用され、1 ~ 3 マイクロメートルの近赤外線波長帯域に対しては溶融シリカが使用され、可視波長帯域に対してはプラスチックが使用されることができる。

【0018】

基板42はその表面にぼかされた画像形成素子38を有しており、その2つのぼかされた画像形成素子38' および38''が図4に示されている。屈折レンズレット39の形態のぼかされた画像形成素子38は個々の小型レンズであり、それらは以下説明するような方法で制御されて相互に異なって作られている。一般に、ぼかされた画像形成素子38の焦点は公称の焦点平面位置26から疑似ランダムであるが決定論的に変化され、および、または焦点を結ぶビーム24の光学的位相は実線44' , 44''によって概略的に示されるように公称の焦点平面位置26で変化する。基準として破線46はぼかされた画像形成素子アレイ32のない場合(すなわち情景と検出器28との間に回転ホイール34のぼかされた画像を形成しない部分36が位置する場合)の焦点を結ぶビーム24を示している。

10

【0019】

図5はぼかされた画像形成素子38に対して使用される幾何学的形状および関連する構成を詳細に示している。示されたぼかされた画像形成素子38は好ましくは球状の湾曲したぼかされた画像形成素子38の場合に曲率半径 R_c を有する基板42に関して湾曲した凹面である。ぼかされた画像形成素子38は非球面(例えば放物面)の湾曲面を有する複雑な形状であってもよい。ぼかされた画像形成素子38のアレイはまた凸面であってもよく、単一のアレイ中に凹面と凸面の2つが配置された湾曲面を有するぼかされた画像形成素子であってもよい。

20

【0020】

頂点48は検出器28の公称の焦点平面位置26に最も接近しているレンズレット39の表面の部分である。頂点48の位置は最初の基板42の表面(ぼかされた画像形成素子に機械加工または成形される前の表面)からの平均距離 D プラス軸方向オフセット(情景と検出器28との間の軸方向50に平行に測定される)として説明される。これはぼかされた画像形成素子38のアレイの値が平均値 D に関して個々に変化されることによって統計的に記述されるために使用される。

30

【0021】

図6は赤外線システム20の製造および使用の好ましい方法を示している。1組の必要な赤外線システムパラメータがブロック60で選択される。このシステムパラメータのセットはぼかされた画像形成素子アレイ32の製造における製造限定要件と共にブロック62のようにぼかされた画像形成素子アレイを設計するのに使用される。ぼかされた画像形成素子アレイ32はブロック66のように得られた設計パラメータに対して製造される。ブロック60からのシステムパラメータはまたブロック68で赤外線システム20の他の部品、例えば、光学システム22および赤外線検出器28等を製造するために使用される。他の部品およびぼかされた画像形成素子アレイ32は一緒に組立てられて赤外線システム20がブロック70で形成され、ブロック72で動作される。

40

【0022】

図7は、図6のぼかされた画像形成素子アレイ32に対するブロック60, 62, 64の詳細な処理を示している。一般に、設計方法は本発明の重要な特徴を構成し、それにおいてはぼかされた画像形成素子38の焦点52(したがって曲率半径 R_c)および軸方向オフセットの少なくとも1つが疑似ランダムであるが決定論的な方法で変化される。種々のぼかされた画像形成素子38の焦点52(したがって曲率半径 R_c)の軸方向位置(すなわち、方向50に平行に測定した位置)は同じではなく、および、または種々のぼかされた画像形成素子38の軸方向オフセットは同じではない。好ましくは種々のぼかされた画像形成素子38の種々の焦点(および曲率半径 R_c)の軸方向位置は同じではなく、種々のぼかされた画像形成素子38の軸方向オフセットは同じではない。

50

【0023】

焦点52の軸方向位置、曲率半径 R_c 、および軸方向オフセット の変化は無限の範囲から選択されたランダムな値を有していない。もしも、それらが余りにも大きい範囲にわたってランダムであるならば、値の幾つかは有効にぼかされた画像に対しては過大または過小すぎる。すなわち、もしもぼかされた画像が小さすぎる場合には、情景からの特徴は検出器28の映像中に現れて、ぼかされた画像形成素子アレイ32の値は失われる。ぼかされた画像が大き過ぎれば、検出器アレイを照射する情景はぼかされたフレームとぼかされないフレームとでは過度に異なり、アレイの均一な補正は有効に行われぬ。何故ならばそれは各画素の信号レベルに依存しているからである。過度のぼかされた画像は情景の照射（強度）を減少させる。

10

【0024】

それ故、焦点52の軸方向位置、曲率半径 R_c 、および軸方向オフセット の値は疑似ランダム的に決定され、それにおいて、ランダム値はシステムの光学的設計と一致したパラメータの定められた統計的な変化から選択され、無限の範囲からランダム数として選択されるのではない。好ましい方法において、各パラメータの統計的分布は規定され、それは好ましくは値が過度に小さく、或いは過度に大きくないことを確実にするために切取られた分布の形態である。パラメータのランダム値はこの分布内から選択される。したがって、この設計プロセスはそれらの値を得るために疑似ランダムな決定論的な手順で得られ、したがって値のランダム分布とは異なっている。

【0025】

妥当な赤外線システムパラメータ60はぼかされた画像形成素子に対するパラメータ、すなわち：ぼかされた画像形成素子のパッキング形態（例えば密接してパックされた六角形が好ましい）80、ぼかされた画像の中心間の間隔（ぼかされた画像形成素子アレイ32のセル40の中心間の距離）82、ぼかされた画像形成素子の湾曲プロフィール（すなわち、好ましくは単一の球面、或いは放物曲線のような湾曲した非球面）84のようなパラメータが含まれる。ぼかされた画像形成素子のパッキング形態は効率および光の最大の透過に対して選択され、密接してパックされた六角形が好ましい。ぼかされた画像の中心間の間隔はビームの直径、検出器の画素の寸法、および点光源に対する所望のぼかされた直径に応じて選択される。実際には、最大の中心間の間隔は、良好な統計的なぼかされた画像を得るためにビームにより与えられた少なくとも約50以上のぼかされた画像形成素子を有することが必要であることにより決定される。最小の中心間の間隔は、再現性のある製造が困難である光の波長より小さいぼかされた画像形成素子間隔が限度で製造条件を考慮して決定される。ぼかされた画像形成素子の湾曲プロフィールは、個々のぼかされた画像のパワーと、焦点を結ぶスポットの均一性と、製造の容易性を考慮して選択され、球面が好ましい。

20

30

【0026】

さらに一般的な光学パラメータはシステムのハードウェアコンポーネントの利用性と光学的要求にしたがって選択される。これ等には検出器28の画素の寸法86、公称の光学的解像度88、光学システムのF番号90および光学ビームのフットプリント（点光源に対する検出器アレイ上のビームの寸法）92等が含まれる。

【0027】

ぼかされた画像形成素子アレイ32の製造上の限定事項64もまた与えられる。ぼかされた画像形成素子アレイ32の製造は基板42の表面に正確に規定されたぼかされた画像を形成することを要求される。利用可能な製造プロセスが実際に製造される幾何学的限定を与える。本発明の方法により、これらの製造上の限定事項は設計プロセスにおいて考慮に入れられ、設計されるぼかされた画像形成素子アレイ32が実際に確実に製造されるようにしている。製造上の限定事項はまた、ブロック94に示される関係する波長帯域における赤外線透過の要求に合致する利用可能な材料の屈折率を含んでいる。製造上の限定事項はまた、ブロック96に示される選択された機械加工処理により製作されることのできるぼかされた画像形成素子38の表面の寸法および深さを含む。好ましい方法はぼかされた画像形成素子38の反応性イオンエッチングである。

40

50

【 0 0 2 8 】

赤外線システム60および製造上の限定事項64は設計ステップ62へ与えられる。この設計ステップ62では光伝播シミュレーションモデルがブロック98で最初に使用される。動作モデルには、アリゾナ州 Tucson の Breault リサーチオーガニゼーションから得られるアドバンスシステムアナリシスパッケージおよび光学リサーチアソシエーションから得られるコードV光デザインパッケージが含まれる。屈折性の特性のその他の光学モデルが使用されてもよい。一般にこれらの光伝播シミュレーションモデルは情景から光学システム22により、および種々のぼかされた画像形成素子アレイ32に対するオプションにより光路/波頭を計算し、検出器28におけるぼかされた画像のシミュレーションを生成する。

【 0 0 2 9 】

利用可能な光伝播シミュレーションモデルは数学的計算影響を与えるので十分ではない可能性がある。それ故、シミュレーションの結果はブロック100で特定の光波頭エラーについての考慮を使用して経験的に調整され、経験的パラメータにはぼかされた画像エッジ散乱効果102および表面仕上げ散乱効果104が含まれる。その結果、ぼかされた画像のパワーレンジの決定が行われる。このレンジの情報から他の制御可能なパラメータの分布および制限が108で設定される。ランダム選択は標準的なランダム選択手順を使用してブロック110においてこれらのパラメータから行われる。この経験的プロセスを助けるためにシミュレーションおよびテストの予測に基づいてプロトタイプが構築された。これらのプロトタイプはぼかされた画像の中心間の間隔、深さ、半径の範囲を有する。計算されたぼかの程度および均一性はテストにより観察された散乱効果とバランスされた。

【 0 0 3 0 】

図6および7に記載した手順は他の部分は通常のもと同じである赤外線システム20に対するプロトタイプのレンズレットのぼかされた画像形成素子アレイ32を設計し、製造するために使用された。アレイは約3~5マイクロメートルの波長の中域赤外線波長帯域に対して設計され、シリコン基板が使用された。図3に示された六角形の密接してパックされたアレイが使用された。代表的なケースでは、それぞれの場合にセル40の中心間の間隔は583マイクロメートルであり、セルのコーナー間の直径は674マイクロメートルであった。平均距離Dは16マイクロメートルであった。設計はレンズレットの球形形状に基づいており、その形状は反応性イオンエッチングにより製造するのに適しており、正常の(ガウス)分布の曲率半径 R_c 、および平均から ± 1 の標準偏差において切取られたカットオフの軸方向オフセットを有し、ぼかされた画像が過大にも過小にもならないことが確保された。結果的に得られた曲率半径 R_c の平均および標準偏差はそれぞれ17038マイクロメートルおよび11355マイクロメートルであった。結果的に得られた軸方向オフセット(16マイクロメートルの距離Dに関して計算された)の平均および標準偏差はそれぞれ0および3マイクロメートルであった。

【 0 0 3 1 】

これらの分布からランダム値がぼかされた画像形成素子アレイ32を規定するセル40のアレイに対して選択された。図8および9は図3で番号を付けられたレンズレットアレイに対してこの手順により選択された曲率半径 R_c および軸方向オフセットに対するアレイの値から抜粋された例示的な値である。全アレイに対するパラメータの一部分のみがここに示されており、全体のアレイはもっと大きいものである。

【 0 0 3 2 】

これらの分布を使用して、プロトタイプのぼかされた画像形成素子アレイ32がフォトリソグラフおよび反応性イオンエッチング技術により製造された。

【 0 0 3 3 】

プロトタイプのぼかされた画像形成素子アレイ32の特性が測定された。人為的なものが少なく、観察できる干渉効果のない平滑なぼかされた画像が得られた。比較のために米国特許第5,867,307号明細書に記載されたようなぼかされたフィルム装置が準備された。匹敵するぼかされたレベルで、検出器28に到達する画像中で失われるエネルギーは前記米国特許第5,867,307号明細書に記載された装置では情景エネルギーの18%であり、一方、本発明

10

20

30

40

50

で検出器28に到達する画像中で失われるエネルギーは約5%であった。すなわち、本発明によるエネルギー損失は前記米国特許第5,867,307号明細書に記載された装置の1/3より少ない。この結果は非常に顕著なものである。何故ならば、本発明によるぼかされた画像形成素子アレイ32はぼかされた画像とぼかされない画像とのま画像強度に大きい変化はなく、本発明はぼんやりした画像を所定の光学システムおよび検出器で解析することを可能にするからである。

【0034】

前述の説明は主として好ましい実施形態について行われ、それにおいてぼかされた画像形成素子38は屈折レンズレット39である。ぼかされた画像形成素子38はまた光学システム中で使用される反射性のミラーでもよく、その場合にはぼかされた画像の光ビームは反射されて検出器その他の応用装置へ導かれる。図10は2個のそのようなミラーレット54を示している。ミラーレット54は、その表面を反射性に形成されてもよく、或いは焦点を結ぶビーム24の反射を行わせる全反射を行う透明な基板材料で作られてもよい。純粋に反射性のミラーレットの場合には、構成材料は特定の波長帯域に対して選択される必要はない。ぼかされた画像形成素子38、特にレンズレットに対して行った前述の説明による適当な原理は、屈折性ではなく反射性であることに関係した変更によって同様にミラーに対して適用可能であり、ここで参考とされる。

10

【0035】

本発明は例示の目的で特定の実施形態について詳細に説明したが、特許請求の範囲に記載された本発明の技術的範囲を逸脱することなく、種々の変更、修正が可能である。したがって、本発明は、特許請求の範囲の記載によってのみ限定される。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】 赤外線センサシステムの概略図。

【図2】 回転ホイールの半分を占めるぼかされた画像形成素子アレイの正面図。

【図3】 ぼかされた画像形成素子アレイの一部の平面図。

【図4】 図3の線4-4に沿った屈折性ぼかされた画像形成素子アレイの2個のレンズレットの概略断面図。

【図5】 曲率半径およびオフセットの定義を示すための単一のレンズレットの拡大した概略図。

【図6】 ぼかされた画像形成素子アレイの設計および製造方法を示すブロック図。

30

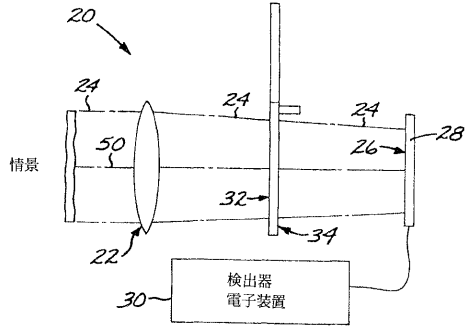
【図7】 ぼかされた画像形成素子アレイの詳細な設計方法を示すブロック図。

【図8】 1つの適用に対するぼかされた画像形成素子アレイの曲率半径 R_c の選択された1組の値の曲率半径マトリックスの一部のテーブルの図。

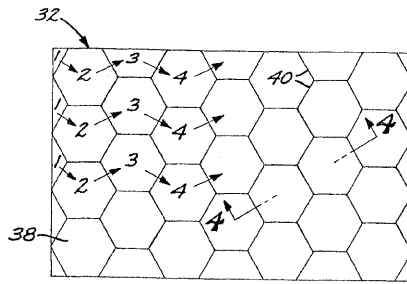
【図9】 図8の同じ適用に対するぼかされた画像形成素子アレイの軸方向オフセットの選択された1組の値のオフセットマトリックスの一部のテーブルの図。

【図10】 2個のミラーレットの概略断面図。

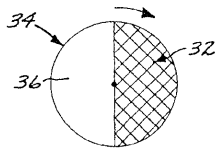
【図1】



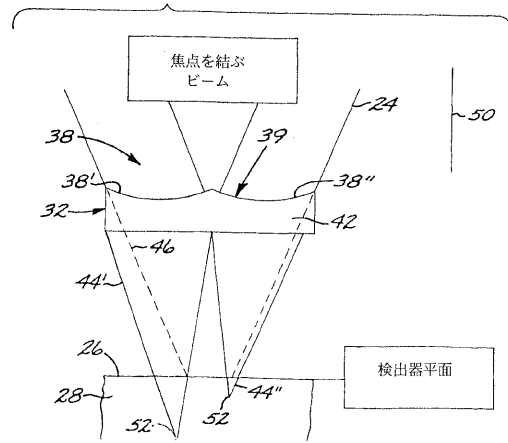
【図3】



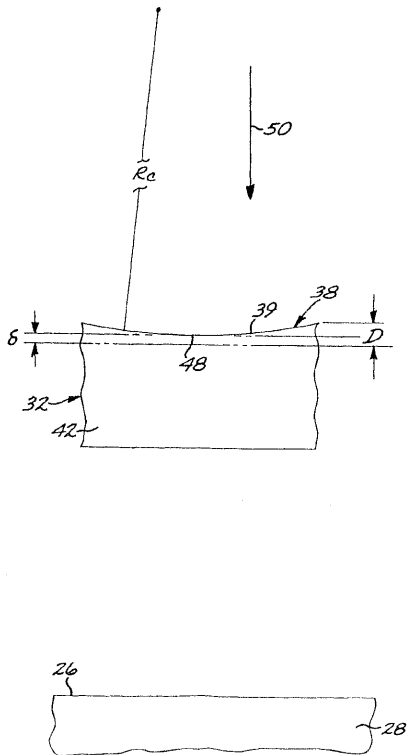
【図2】



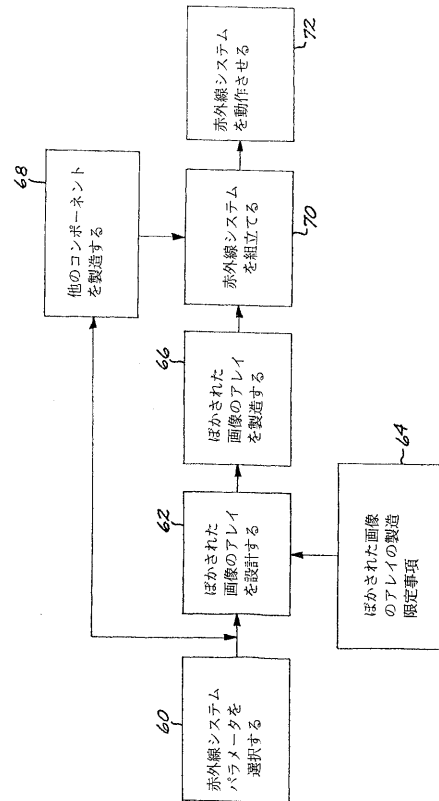
【図4】



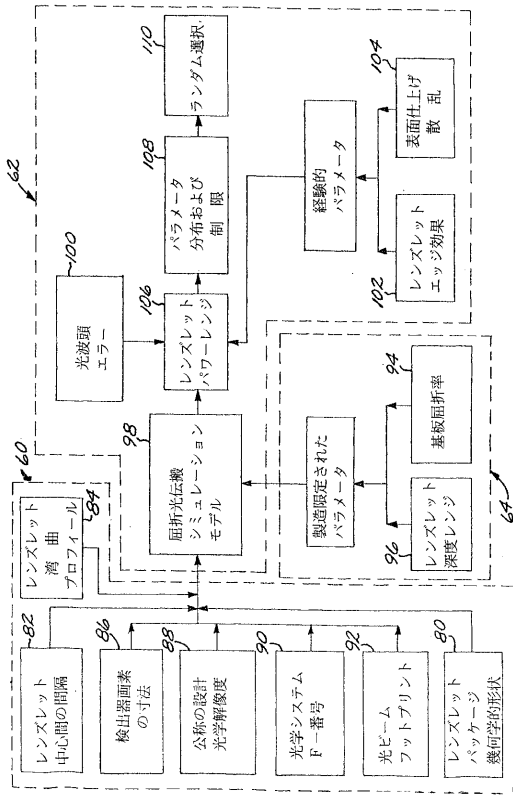
【図5】



【図6】



【図7】



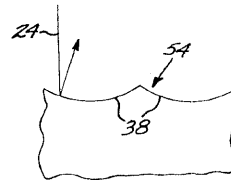
【図8】

R ₀	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	11865.23	16204.56	8346.033	25831.41	17719.6	27146.97	20622.05	242222.86	20233.07
2	7302.977	23787.57	11777.9	12657.62	13641.87	21877.92	6639.039	6791.505	6638.944
3	17372.98	71634.75	14494.87	9912.803	15930.73	20257.4	25545.18	14948.09	9236.44
4	18097.571	19991.57	8319.545	18655.33	16782.18	11518.53	19222.37	22768.17	28356.76
5	9793.257	6289428	6462.834	20409.34	10152.66	14029.06	9705.567	28257.7	27825.76
6	14610.25	11819.02	12485.37	16576.67	8930.83	12016.28	10580.36	27462.37	25212.01

【図9】

δ	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.30609	2.7449	0.917	2.8015	-1.7002	1.7223	-0.98495	-2.3174	-2.5248
2	-1.3553	-1.4711	0.57985	2.039	-0.41552	-0.64846	-0.53592	1.0722	2.3205
3	-0.42485	-0.1328	0.055923	0.96914	-1.8498	1.5889	0.12905	-0.02495	-1.1475
4	2.6752	-0.42788	-2.7619	-1.4635	0.84012	-2.773	-0.92391	0.33128	0.99193
5	-2.6959	0.12709	2.7943	1.886	1.6865	-0.98173	-2.9689	-2.6862	0.70711

【図10】



フロントページの続き

- (72)発明者 ヒューイット、アンソニー・ビクター
アメリカ合衆国、アリゾナ州 85711-3037 タクソン、イー・ノース・リージェンシー
・サークル 5020
- (72)発明者 サッケティ、ニコラス・バート
アメリカ合衆国、アリゾナ州 85745-1025 タクソン、ウエスト・アベニーダ・クレスタ
3056

審査官 森口 良子

- (56)参考文献 国際公開第00/052511(WO, A1)
特開2000-048613(JP, A)
特開平06-331806(JP, A)
特開平08-129205(JP, A)
特開昭63-065430(JP, A)
特開2000-155201(JP, A)
特開平11-170079(JP, A)
特開平11-166830(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 3/00
G01B 11/00