

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5596701号  
(P5596701)

(45) 発行日 平成26年9月24日(2014.9.24)

(24) 登録日 平成26年8月15日(2014.8.15)

(51) Int. Cl. F 1  
G 0 2 B 23/12 (2006.01) G 0 2 B 23/12

請求項の数 12 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2011-540746 (P2011-540746)	(73) 特許権者	512067159
(86) (22) 出願日	平成21年11月9日 (2009.11.9)		エクセリス インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2012-512427 (P2012-512427A)		アメリカ合衆国、バージニア州 2210
(43) 公表日	平成24年5月31日 (2012.5.31)		2、マククリーン、スイート 1700、1
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/063674		650 タイソンス ブールバード
(87) 国際公開番号	W02010/074824	(74) 代理人	100099759
(87) 国際公開日	平成22年7月1日 (2010.7.1)		弁理士 青木 篤
審査請求日	平成24年11月7日 (2012.11.7)	(74) 代理人	100092624
(31) 優先権主張番号	12/334, 738		弁理士 鶴田 準一
(32) 優先日	平成20年12月15日 (2008.12.15)	(74) 代理人	100122965
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 水谷 好男
		(74) 代理人	100141162
			弁理士 森 啓
		(74) 代理人	100160716
			弁理士 遠藤 力

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 視準合わせを強化した視覚システム、及び視準合わせ方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力部、及び出力部を有する光学アセンブリフレームと、  
前記光学アセンブリフレームの前記入力部に配置される対物レンズアセンブリであって、  
X Y Z 直交座標の Z 方向に延伸する対物レンズ光軸を有する対物レンズアセンブリと、  
前記光学アセンブリフレームの前記出力部に配置される接眼レンズアセンブリであって、  
前記対物レンズ光軸に平行であり、かつ前記対物レンズ光軸から  $2 \times X$  の距離オフセットされる接眼レンズ光軸を有する接眼レンズアセンブリと、  
前記対物レンズアセンブリ、及び前記接眼レンズアセンブリの間に配置される画像増強管であって、前記対物レンズ光軸、及び前記接眼レンズ光軸に平行な画像増強管光軸を有し、前記画像増強管光軸は、前記対物レンズ光軸、及び前記接眼レンズ光軸の双方から半分オフセットされ、その距離は前記 X Y Z 直交座標の X Y 平面にあり且つ  $2 \times X$  の半分である X である画像増強管と、

前記画像増強管の周囲に配置され、前記光学アセンブリフレームに結合される画像増強管コレットと、を具備し、

前記画像増強管コレットは、前記光学アセンブリフレームに前記画像増強管を固定することを特徴とする光学システム。

【請求項 2】

前記画像増強管は、反転画像増強管を具備する請求項 1 に記載の光学システム。

【請求項 3】

前記反転画像増強管は、前記接眼レンズアセンブリに前記対物レンズアセンブリを光学的な位置合わせする請求項 2 に記載の光学システム。

【請求項 4】

前記画像増強管と、前記接眼レンズアセンブリとの間の空間をさらに具備する請求項 1 に記載の光学システム。

【請求項 5】

前記画像増強管コレットは、前記フレームの前記入力部に調整可能なように結合される請求項 1 に記載の光学システム。

【請求項 6】

対物レンズアセンブリホルダを有する入力部、及び

接眼レンズアセンブリホルダを有する出力部、

を含む光学フレームと、

前記対物レンズアセンブリホルダ内部に配置される対物レンズアセンブリであって、対物レンズ光軸を有する対物レンズアセンブリと、

前記接眼レンズアセンブリホルダ内部に配置される接眼レンズアセンブリであって、前記対物レンズ光軸に平行であり、かつ前記対物レンズ光軸から  $2 \times$  の距離離される接眼レンズ光軸を有する接眼レンズアセンブリと、

前記対物レンズアセンブリ、及び前記接眼レンズアセンブリの間に配置され、かつ前記対物レンズアセンブリに近接する前記フレームに結合される反転画像増強管であって、前記対物レンズ光軸、及び前記接眼レンズアセンブリ軸の間の  $2 \times$  の半分である  $X$  の距離に配置される反転画像増強管軸を有する反転画像増強管と、を具備し、

前記光軸は互いに平行であり且つ XYZ 直交座標の Z 方向に延伸し、 $X$  は XYZ 直交座標の XY 平面にある、ことを特徴とする光学システム。

【請求項 7】

前記反転画像増強管は、前記光学フレームの前記入力部に結合される請求項 6 に記載の光学システム。

【請求項 8】

前記画像増強管に固定され、かつ前記光学フレームに固定されるコレットをさらに具備する請求項 7 に記載の光学システム。

【請求項 9】

前記対物レンズアセンブリは、前記コレットによって調整可能なように前記対物レンズアセンブリホルダに結合される請求項 8 に記載の光学システム。

【請求項 10】

視準合わせされた光学装置の製造方法であって、

a) 入力部、及び出力部を有する光学アセンブリフレームを提供する工程と、

b) 対物レンズ光軸を有する対物レンズアセンブリを提供する工程と、

c) 前記光学アセンブリフレームの前記入力部に前記対物レンズアセンブリを固定的に結合する工程と、

d) 前記対物レンズ光軸に平行であり、かつ前記対物レンズ光軸から  $2 \times$  の距離オフセットされる接眼レンズ光軸を有する接眼レンズアセンブリを提供する工程と、

e) 前記光学アセンブリフレームの前記出力部に前記接眼レンズアセンブリを固定的に結合する工程と、

f) 前記対物レンズ光軸、及び前記接眼レンズ光軸に平行である画像増強管光軸を有する画像増強管を、前記対物レンズアセンブリ、及び前記接眼レンズアセンブリの間に挿入する工程と、

g) 前記対物レンズ光軸、及び前記接眼レンズ光軸の双方から  $X$  の距離オフセットさせて前記画像増強管光軸を位置合わせする工程と、

h) 前記光学アセンブリフレームに前記画像増強管を固定する工程と、を具備し、

前記光軸は互いに平行であり且つ XYZ 直交座標の Z 方向に延伸し、 $X$  は XYZ 直交座標の XY 平面にある、ことを特徴とする製造方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 1 1】

前記画像増強管挿入工程は、前記接眼レンズ光軸に前記対物レンズ光軸を光学的な位置合わせする工程を具備する請求項 1 0 に記載の製造方法。

## 【請求項 1 2】

工程 g) は、前記画像増強管に位置合わせツールを結合する工程を具備する請求項 1 0 に記載の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【背景技術】

## 【0 0 0 1】

単眼鏡などのような単一動力の視覚補助装置において、装置は、出力光軸が入力光軸に一致するときに、装置に入射する光のビームが、装置に存在する光のビームに平行になるように、視準合わせされる。装置が製造される間、典型的には技術者は、装置を調整し、装置の互いに関連する構成素子を固定し、かつ装置が十分に視準合わせされたかを判定することが必要な双方向処理によって、光軸の位置合わせをする。装置が十分に視準合わせされていない場合、技術者は、先に固定された互いに関連する装置の構成要素を解放し、装置を再調整しなければならない。この処理によって、装置を所望の程度の視準に必ずしも視準合わせできない可能性がある。したがって、所望の程度の視準に出力光軸を入力光軸に視準合わせをする機構を含む単眼鏡を提供するニーズが存在する。

10

## 【発明の概要】

## 【課題を解決するための手段】

20

## 【0 0 0 2】

簡明にいうと、本発明は、光学システムとして提供される。光学システムは、光学アセンブリフレームであって、入力部と、出力部と、光学アセンブリフレームの入力部に配置される対物レンズアセンブリとを具備する。対物レンズアセンブリは、対物レンズ中央光軸を有する。接眼レンズアセンブリは、フレームの出力部に配置される。接眼レンズアセンブリは、対物レンズ中央光軸に平行であり、かつ対物レンズ中央光軸からある距離オフセットされる接眼レンズ中央光軸を有する。画像増強管は、対物レンズアセンブリと、接眼レンズアセンブリとの間に配置される。画像増強管は、対物レンズ中央光軸、及び接眼レンズ中央光軸に平行な画像増強管光軸を有する。画像増強管光軸は、対物レンズ中央光軸、及び接眼レンズ中央光軸の双方からほぼ半分の距離オフセットされる。

30

## 【0 0 0 3】

加えて、本発明は、対物レンズアセンブリホルダを有する入力部と、接眼レンズアセンブリホルダを有する出力部とを含む光学フレームを具備する光学システムをさらに提供する。対物レンズアセンブリは、対物レンズアセンブリホルダの内部に配置される。対物レンズアセンブリは、対物レンズアセンブリ軸を有する。接眼レンズアセンブリは、接眼レンズアセンブリホルダの内部に配置される。接眼レンズアセンブリは、対物レンズアセンブリ軸に平行であり、かつ対物レンズアセンブリ軸からある距離離される接眼レンズアセンブリ軸を有する。反転画像増強管は、対物レンズアセンブリと、接眼レンズアセンブリとの間に配置される。反転画像増強管は、対物レンズアセンブリに近接するフレームに結合され、対物レンズアセンブリ軸、及び接眼レンズアセンブリ軸の間の距離のほぼ半分の距離に配置される反転画像増強管軸を有する。

40

## 【0 0 0 4】

また、本発明は、視準合わせされた光学装置の製造方法であって、入力部、及び出力部を有する光学アセンブリフレームを提供する工程と、対物レンズ中央光軸を有する対物レンズアセンブリを提供する工程と、光学アセンブリフレームの入力部に対物レンズアセンブリを固定的に結合する工程と、対物レンズ中央光軸に平行であり、かつ対物レンズ中央光軸からある距離オフセットされる接眼レンズ中央光軸を有する接眼レンズアセンブリを提供する工程と、光学アセンブリフレームの出力部に接眼レンズアセンブリを固定的に結合する工程と、対物レンズ中央光軸、及び接眼レンズ中央光軸に平行である画像増強管光軸を有する画像増強管を、対物レンズアセンブリ、及び接眼レンズアセンブリの間に挿入

50

する工程と、対物レンズ中央光軸、及び接眼レンズ中央光軸の双方からほぼ半分の距離オフセットさせて画像増強管光軸を位置合わせする工程と、光学アセンブリフレームに画像増強管を固定する工程とを具備する製造方法を提供する。

【 0 0 0 5 】

前述の要約は、以下の発明の典型的な実施形態の詳細な説明と同様に、本明細書に組み込まれ、かつ本明細書の一部を構成する添付図面とともに理解するとき、より理解されることになる。本発明の説明のために、図示される典型的な実施形態に示される。しかしながら、本発明は、図示される精密な配置、及び手段に限定されないことを理解すべきである。図面において、いくつかの図を通して、同一の素子を示すために、同一の参照符号が採用される。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 6 】

【図 1】本発明の典型的な実施形態に従う単眼鏡の長手方向側面を示す図である。

【図 2】主要な構成要素における位置合わせの相違を誇張して示す図 1 の単眼鏡のの長手方向側面を示す図である。

【図 3】図 1 の単眼鏡の部分断面の長手方向側面を示す図である。

【図 4】図 2 に示す主要な構成要素の軸の間の距離を概略的に示す図である。

【図 5】図 1 の単眼鏡のフレームに結合されるコレットのフランジの一部の拡大された断面透視図である。

【図 6】図 1 の単眼鏡に結合される位置合わせ装置を概略的に示す図である。

20

【図 7】図 1 に示す 2 つの単眼鏡を組み合わせる双眼鏡の典型的な実施形態を概略的に示す図である。

【図 8】図 1 の単眼鏡の光学的な位置合わせを実行する工程のフローチャートを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 7 】

本明細書において特定の専門用語が便宜上の理由のみで使用される。特定の専門用語は、本発明における限定として理解されることはない。専門用語は、具体的に言及される単語、専門用語の派生語、及び類似を意味する単語を含む。本明細書で使用するとき、用語「入力」は、本明細書で単眼鏡が使用位置にあるときにユーザからより遠い方向を意味するように規定され、用語「出力」は、本明細書で単眼鏡が使用位置にあるときにユーザにより近い方向を意味するように規定される。用語「光学的な位置合わせ」は、無限目標に焦点合わせされる装置の対物レンズアセンブリに、視準合わせされた光のビームを入力し、入力ビーム、及び出力ビームが平行になるようにゼロジオプタ (zero diopter) 位置に設定される接眼レンズアセンブリから生じる視準合わせされた光のビームを出力する処理を意味するように規定される。

30

【 0 0 0 8 】

本発明の典型的な実施形態が以下に説明される。しかしながら、この開示に基づいて、本発明の典型的な実施形態により本発明が限定されないことを理解すべきである。

【 0 0 0 9 】

40

概して図を参照すると、本発明の典型的な実施形態に従う光学システムの内部構成要素は、単眼鏡 100 として示される。典型的な単眼鏡 100 は、単に単眼鏡として使用でき、また暗視ゴーグル (night vision goggle、NVG) システム (図示せず) の一部として使用できる。暗視ゴーグルを使用して、暗い環境で可視性を強化するために環境光、又は赤外線光を増大する。単眼鏡 100 は、頭部搭載システム、又は携帯システムの一部にできる。また、単眼鏡 100 は、ライフル銃、さらに戦車などのような兵器システムの視界として使用できる。さらに、単眼鏡 100 は、焦点合わせ、及び視準に必要な光学システムに組み込むことができる。

【 0 0 1 0 】

図 1 を参照すると、典型的な単眼鏡 100 は、外部環境から光を受光する入力部 102

50

と、増強された画像をユーザ（図示せず）に伝送する出力部 104 とを含む。単眼鏡 100 の主要な構成要素は、図 1 に示すように左から右に、出力部 104 の接眼レンズアセンブリ 110 と、画像増強管 120 と、入力部 102 の対物レンズアセンブリ 130 とであり、これら全ては、光学フレーム 140 に搭載される。

#### 【0011】

接眼レンズアセンブリ 110 は、内部に配置される複数の接眼レンズ（図示せず）を含んでもよい。複数の接眼レンズは、対物レンズアセンブリ 130 により最初に捕捉される画像の視準を合わせ、かつ画像を拡大する。さらに、接眼レンズアセンブリ 110 は、接眼レンズアセンブリ筐体 112 と、z 軸 Z に概して平行に伸びる接眼レンズアセンブリ光軸 114 とを含む。

10

#### 【0012】

対物レンズアセンブリ 130 は、内部に配置される複数の対物レンズ（図示せず）を含んでもよい。対物レンズは、ユーザ（図示せず）が見るために、画像増強管 120 を介して接眼レンズアセンブリ 110 に伝送される画像の視準を合わせ、かつ画像を拡大する。さらに、対物レンズアセンブリ 130 は、対物レンズアセンブリ筐体 132 と、z 軸 Z に概して平行に伸びる接眼レンズアセンブリ光軸 134 とを含む。接眼レンズアセンブリ光軸 114 は、ほぼ 0.5 ミリメートルなどのわずかな距離対物レンズアセンブリ光軸 134 からオフセットしてもよい。しかしながら、当業者は、オフセット距離を、0.5 ミリメートルよりも大きくしてもよく、0.5 ミリメートルよりも小さくしてもよいことを理解することになるであろう。このオフセットは、距離「 $2 \times$ 」として定量化できる。図 2 は、距離  $2 \times$  を説明するために、接眼レンズアセンブリ 110、画像増強管 120、及び対物レンズアセンブリ 130 の誇張された関係を示す。

20

#### 【0013】

ここで、図 3 に示す単眼鏡 100 の部分断面図を参照すると、光学フレーム 140 は、内部に接眼レンズアセンブリ筐体 112 を保持する出力部 141 を含む。出力部 141 は、光学フレーム 140 に対して固定位置に接眼レンズアセンブリ筐体 112 を受け入れ、かつ保持するような大きさである環状リングを含む。図示されないが、接眼レンズアセンブリ筐体 112 は、ねじ接続、ボルト接続を含むが、これらに限定されず、いくつかの公知の方法のいずれかによって、出力部 141 に結合できる。

#### 【0014】

また、光学フレーム 140 は、対物レンズアセンブリ筐体 132 が挿入される入力部 142 を含む。入力部 142 は、光学フレーム 140 に対して固定位置に対物レンズアセンブリ筐体 132 を受け入れ、かつ保持するような大きさである環状リング 144 を含む。環状リング 144 は、対物レンズアセンブリ筐体 132 上に対になるねじ山 135 を受け入れるような大きさであるねじ山 145 を含む。環状リング 144 と、対物レンズアセンブリ筐体 132 との間のねじ結合は、対物レンズアセンブリ 130 を光学フレーム 140 に固定するだけでなく、z 軸 Z 上に、対物レンズアセンブリ 130 の調整を可能にすることによって、画像増強管 120 に対する対物レンズアセンブリ 130 の焦点位置の調整が可能になる。

30

#### 【0015】

また、入力部 142 は、環状リング 144 の外周に沿って概して等距離の間隔があけられる複数のねじ開口 146 を含む。明確にするために、図 3 において、ただ 1 つの開口 146 が示される。典型的な実施形態において、入力部 142 は、3 つのねじ開口 146 を含む。ねじ開口 146 を使用して、画像増強管 120 を光学フレーム 140 に固定する。

40

#### 【0016】

図 2 を再び参照すると、画像増強管 120 は、画像増強管筐体 122 と、z 軸 Z に概して平行に伸びる画像増強管光軸 124 とを含む。画像増強管 120 は、画像増強管光軸 124 と、対物レンズアセンブリ光軸 134 との間の距離が「 $x$ 」となり、画像増強管光軸 124 と、接眼レンズアセンブリ光軸 114 との間の距離もまた「 $x$ 」となるように、x 軸 X、及び y 軸 Y の双方に沿って位置合わせされる。接眼レンズアセンブリ筐体 11

50

2、接眼レンズアセンブリ光軸 1 1 4、対物レンズアセンブリ筐体 1 3 2、及び対物レンズアセンブリ光軸 1 3 4 に対する画像増強管筐体 1 2 2、及び画像増強管光軸 1 2 4 の位置が、図 4 に概略的に示される。x は、図 4 の紙面のような x 軸 X、及び y 軸 Y により規定される面に沿ういずれの方向にしてもよい。

【 0 0 1 7 】

接眼レンズアセンブリ光軸 1 1 4、及び対物レンズアセンブリ光軸 1 3 4 が、同一平面上にあり、かつ画像増強管光軸 1 2 4 が、レンズアセンブリ光軸 1 1 4、及び対物レンズアセンブリ光軸 1 3 4 から等距離にあり、かつ同一平面にあるとき、位置合わせが実行される。

【 0 0 1 8 】

画像増強管 1 2 0 は、1 8 0 度ツイストを有する光ファイバ素子 1 2 6 を有する反転画像増強管である。ツイストは、画像増強管光軸 1 2 4 に交差する画像反転を提供し、接眼レンズアセンブリ 1 1 0、及び対物レンズアセンブリ 1 3 0 に対する画像増強管 1 2 0 の位置の調整による位置合わせが可能になる。

【 0 0 1 9 】

再び図 1、及び 3 を参照すると、画像増強管 1 2 0 は、概してチューブ状の形状であり、かつ画像増強管 1 2 0 が挿入可能な大きさであるホルダ、又はコレット 1 5 0 によりフレーム 1 4 0 に結合される。コレット 1 5 0 の出力部 1 5 2 は、コレット 1 5 0 の外周に沿って長手方向に伸びる複数のフィンガ 1 5 4 を含む。フィンガ 1 5 4 それぞれは、コレット 1 5 0 から放射状に外に広がる突起部 1 5 6 を含む。ロッキングカラー 1 5 7 は、突起部 1 5 6 の上に配置され、画像増強管 1 2 0 にコレット 1 5 0 を固定するために、突起部全体を締め付ける。

【 0 0 2 0 】

コレット 1 5 0 の入力部 1 5 8 は、コレット 1 5 0 から放射状に外に伸びるフランジ 1 6 0 を含む。フランジ 1 6 0 は、フランジの周囲を囲んで等距離の間隔があげられる複数のボルト孔 1 6 2 を含む。典型的な実施形態において、フランジ 1 6 0 は、3 つの貫通ボルト孔 1 6 2 を含む。ボルト孔 1 6 2 は、フレーム 1 4 0 の入力部 1 4 2 のねじ開口 1 4 6 の数、及び位置に対応するように間隔があげられる。

【 0 0 2 1 】

図 5 の断面図を参照すると、ボルト 1 6 4 は、それぞれのボルト孔 1 6 2 に挿入されて、フレーム 1 4 0 にコレット 1 5 0 を固定する。ボルト孔 1 6 2 それぞれは、ボルト 1 6 4 と、ボルト孔 1 6 2 の側面との間にギャップ 1 6 6 があるように、それぞれのボルト 1 6 4 の口径よりも十分に大きな口径を有する。ギャップ 1 6 6 により、単眼鏡 1 0 0 の光学的な位置合わせをするために、接眼レンズアセンブリ光軸 1 1 4、及び対物レンズアセンブリ光軸 1 3 4 のそれぞれから所望の距離 x に画像増強管光軸 1 2 4 を位置合わせするように対物レンズアセンブリ 1 3 0 に対して x 軸 X、及び y 軸 Y の双方に沿って、コレット 1 5 0、及び画像増強管 1 2 0 の十分な調整が可能になる。

【 0 0 2 2 】

また、図 6 を参照すると、フランジ 1 6 0 は、コレット 1 5 0 にボルト 1 7 2 を介して位置合わせツール 3 0 0 を結合するのに使用される 2 つの位置合わせボルト孔 1 7 0 を含む。位置合わせツール 3 0 0 を使用して、画像増強管光軸 1 2 4 が、接眼レンズアセンブリ光軸 1 1 4、及び対物レンズアセンブリ光軸 1 3 4 のそれぞれから距離 x であるように、接眼レンズアセンブリ 1 1 0、及び対物レンズアセンブリ 1 3 0 に画像増強管 1 2 0 を位置合わせすることができる。

【 0 0 2 3 】

位置合わせツール 3 0 0 は、x 軸 X、y 軸 Y、及び z 軸 Z のそれぞれに沿って無限に移動可能な調整アーム 3 1 0 を含む。調整アーム 3 1 0 は、アーム 3 1 0 が調整されるときに画像増強管 1 2 0 が x 軸 X、y 軸 Y、及び z 軸 Z に沿ってアーム 3 1 0 とともに移動するように、コレット 1 5 0 に解放可能なように係合する弓状自由部 3 1 2 を含む。

【 0 0 2 4 】

10

20

30

40

50

図8のフローチャートを参照すると、ステップ802において、接眼レンズアセンブリ光軸114、及び対物レンズアセンブリ光軸134に対する画像増強管光軸124の位置合わせは、操作アーム310を画像増強管200にコレット500を介して結合することによって、実行できる。ステップ804において、操作アーム310、及びコレット150は、x軸X、及びy軸Yに沿って移動し、ステップ806において、画像増強管200の位置合わせは、光学位置合わせのための公知のツール(図示せず)を使用して決定される。ステップ808において、画像増強管200が接眼レンズアセンブリ光軸114、及び対物レンズアセンブリ光軸134それぞれの間の画像増強管光軸124の所望の距離xが達成されるようなx軸X、及びy軸Yに沿った所望の位置合わせでない場合、ステップ804、及び806は、このような位置合わせが達成されるまで繰り返される。

10

**【0025】**

ステップ808において、接眼レンズアセンブリ光軸114、及び対物レンズアセンブリ光軸134それぞれの間の画像増強管光軸124の所望の距離xが達成されるように、画像増強管200が、x軸X、及びy軸Yに沿った所望の位置合わせされると、ステップ810において、z軸Zに沿って調整して、ステップ812において、画像増強管120は、図5に示すようにフレーム140にコレット150が固定されるように、ボルト164がねじ開口146に装着することができる。コレット150がフレーム140に固定された後に、ステップ814において、アーム132は、コレット150から除去できる。

**【0026】**

20

図7を参照すると、単眼鏡100と同一の第2の単眼鏡200を、単眼鏡100と併せて使用して、双眼鏡210を形成できる。第2の単眼鏡200は、単眼鏡100に構造的に類似してもよい。第1、及び第2の単眼鏡100、及び200は、双眼鏡フレーム212に解放可能なように接続される。単眼鏡100、及び200の1つを修理、又は交換する必要がある場合、その単眼鏡は、双眼鏡フレーム212から除去されて、修理、又は交換される。

**【0027】**

本発明は、特定の実施形態を参照して本明細書で図解され、かつ説明されるが、本発明は、図示される詳細に限定されることを意図しない。むしろ、本発明から逸脱することなしに、様々な修正が、クレームの範囲、及びクレームの均等の範囲内で詳細に行うことができる。本発明の典型的な実施形態は、本明細書で図示され、かつ説明されているが、このような実施形態は、一例としてのみ提供されることが理解されるであろう。多くの変形、変化、及び置換が、本発明の範囲を逸脱することなしに当業者により思い付けられることになる。したがって、添付されるクレームは、本発明の精神、及び範囲に含まれるものとして、このような全ての変形に広がることが意図される。

30

【 図 1 】

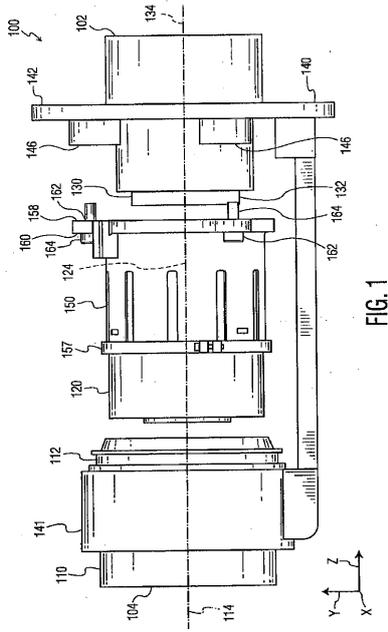


FIG. 1

【 図 2 】

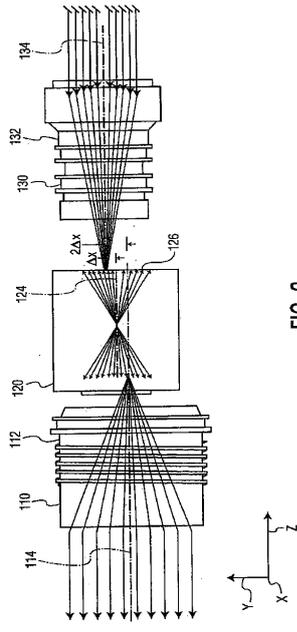


FIG. 2

【 図 3 】

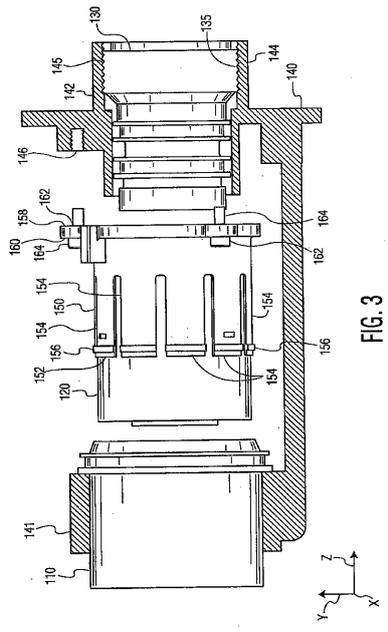


FIG. 3

【 図 4 】

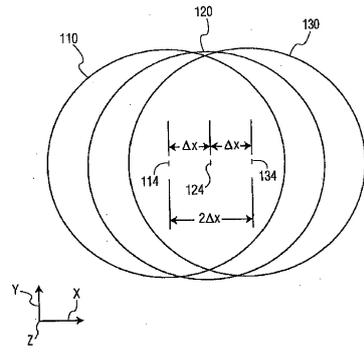


FIG. 4

【図5】

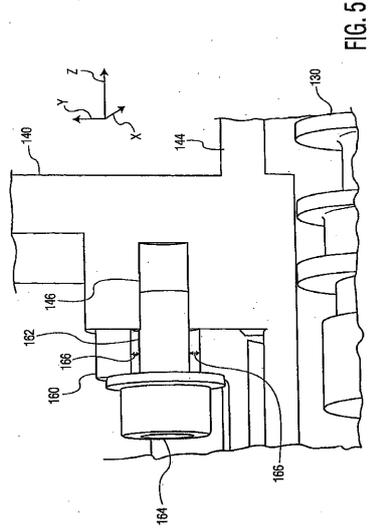


FIG. 5

【図6】

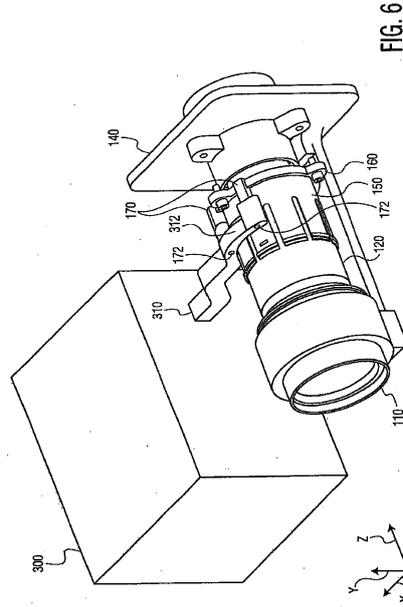


FIG. 6

【図7】

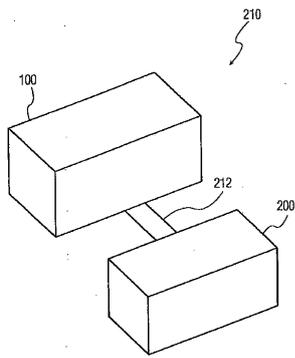


FIG. 7

【図8】

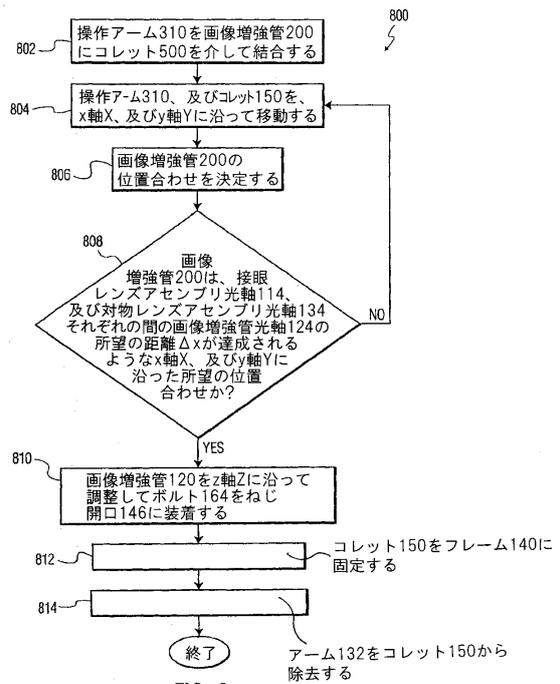


FIG. 8

## フロントページの続き

- (72)発明者 ローリン ヒース ブラウン  
アメリカ合衆国, バージニア 24153, サレム, マウンテン アベニュー 1112
- (72)発明者 ニルス トーマス  
アメリカ合衆国, バージニア 24085, イーグル ロック, サンセット ロード 766
- (72)発明者 ケビン シュリフ  
アメリカ合衆国, フロリダ 33884, ウィンター ヘブン, サンタ ローサ ドライブ 252
- (72)発明者 トッド ネフ  
アメリカ合衆国, バージニア 24135, サレム, コロナド ドライブ 1230

審査官 殿岡 雅仁

- (56)参考文献 米国特許第03737667(US, A)  
米国特許出願公開第2001/0022685(US, A1)  
米国特許出願公開第2008/0043322(US, A1)  
米国特許出願公開第2007/0103796(US, A1)  
特開昭62-061019(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G02B 23/00 - 23/22  
G02B 7/00 - 7/24