

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6521982号
(P6521982)

(45) 発行日 令和1年5月29日(2019.5.29)

(24) 登録日 令和1年5月10日(2019.5.10)

(51) Int. Cl. F I
A 6 1 B 90/20 (2016.01) A 6 1 B 90/20
G 0 2 B 21/00 (2006.01) G 0 2 B 21/00

請求項の数 16 (全 33 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-544032 (P2016-544032) (86) (22) 出願日 平成26年9月19日 (2014.9.19) (65) 公表番号 特表2016-536093 (P2016-536093A) (43) 公表日 平成28年11月24日 (2016.11.24) (86) 国際出願番号 PCT/US2014/056643 (87) 国際公開番号 W02015/042460 (87) 国際公開日 平成27年3月26日 (2015.3.26) 審査請求日 平成29年9月12日 (2017.9.12) (31) 優先権主張番号 61/920, 451 (32) 優先日 平成25年12月23日 (2013.12.23) (33) 優先権主張国 米国 (US) (31) 優先権主張番号 61/923, 188 (32) 優先日 平成26年1月2日 (2014.1.2) (33) 優先権主張国 米国 (US)</p>	<p>(73) 特許権者 514329097 キャンプレックス インコーポレイテッド アメリカ合衆国 テネシー州 38138 ジャーマンタウン センター オーク ウェイ 3011 スイート 102 (74) 代理人 100116872 弁理士 藤田 和子 (72) 発明者 テサー ジョン アメリカ合衆国 テネシー州 38138 ジャーマンタウン センター オーク ウェイ 3011 スイート 102 審査官 吉川 直也</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 手術可視化システム及びディスプレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

医療装置であって、

手術部位のビデオ画像を取得するように構成される少なくとも1つのビデオカメラであって、当該少なくとも1つのビデオカメラは、前記手術部位を含むように構成される視野を有する手術用顕微鏡カメラであり、前記手術用顕微鏡カメラは、前記手術部位の手術用顕微鏡視界を提供するように構成される、少なくとも1つのビデオカメラと、

ディスプレイハウジングと、

前記ディスプレイハウジング内に配置される複数の電子ディスプレイであって、前記複数の電子ディスプレイの各々は、2次元画像を生成するように構成される複数のピクセルを含み、前記複数の電子ディスプレイのうちの少なくとも1つは、前記手術用顕微鏡カメラから2次元画像を生成するように構成される、複数の電子ディスプレイと、

前記ディスプレイハウジングに対して前記少なくとも1つのビデオカメラを移動させるように構成された移動制御システムであって、前記移動制御システムに動作可能に結合された少なくとも1つの電子機械装置を制御するように構成された制御システムを含む移動制御システムと、を備え、

前記少なくとも1つの電子機械装置は、オペレータの入力に基づいて、移動、ピッチ - ヨー、及び / 又は作動距離のうちの少なくとも1つを調整するように構成され、

前記少なくとも1つの電子機械装置は、オペレータによって特定された位置に、前記少なくとも1つのビデオカメラを向けるように構成され、

10

20

前記複数の電子ディスプレイは、人間の眼の視野において重複された画像を提示するように構成され、前記重複された画像は、前記複数の電子ディスプレイのうちの第1の電子ディスプレイからの少なくとも1つの画像、及び前記複数の電子ディスプレイのうちの第2の電子ディスプレイからの少なくとも1つの画像を含み、前記第2の電子ディスプレイは、前記第1の電子ディスプレイとは異なり、

前記手術用顕微鏡カメラは、直接視手術用顕微鏡と結合されない、医療装置。

【請求項2】

前記複数の電子ディスプレイのうちの少なくとも1つは、透過型ディスプレイパネルを備える、請求項1に記載の医療装置。

10

【請求項3】

前記重複された画像は、前記手術部位の第2の部位のビデオに重複された手術部位の第1の部位のビデオを含み、前記第1の部位は、前記第2の部位内に含まれる、請求項1に記載の医療装置。

【請求項4】

前記第1の部位のビデオは、前記第2の部位のビデオに対して拡大される、請求項3に記載の医療装置。

【請求項5】

前記ディスプレイハウジングを含む両眼閲覧アセンブリを更に備える、請求項1に記載の医療装置。

20

【請求項6】

前記両眼閲覧アセンブリは、複数の接眼レンズを更に備え、前記複数の接眼レンズは、前記ディスプレイハウジング内に配置される前記複数の電子ディスプレイの視界を提供するように構成され、前記複数の接眼レンズは、左接眼レンズ及び右接眼レンズを備え、各接眼レンズは、管状である、請求項5に記載の医療装置。

【請求項7】

閲覧多関節アームであって、前記両眼閲覧アセンブリは、前記閲覧多関節アームに配置され、前記閲覧多関節アームは、前記両眼閲覧アセンブリの一部を調整するように構成される、閲覧多関節アームと、

第2の多関節アームであって、前記手術用顕微鏡カメラは、前記第2の多関節アームに配置され、前記手術用顕微鏡カメラは、前記両眼閲覧アセンブリとは独立に配置されうる、第2の多関節アームと、
を更に備える、請求項5に記載の医療装置。

30

【請求項8】

前記手術用顕微鏡カメラは、前記両眼閲覧アセンブリよりも小さい、請求項5に記載の医療装置。

【請求項9】

前記両眼閲覧アセンブリは、前記手術部位への経路を形成する前記ディスプレイハウジングにおいて開口部を通じて前記複数の接眼レンズのうちの1つの接眼レンズからの光学経路を介して手術用顕微鏡視界を提供しないように構成される、請求項6に記載の医療装置。

40

【請求項10】

前記手術用顕微鏡カメラは、前記手術部位からの光を受け付ける光学入力を有し、前記複数の接眼レンズから前記手術用顕微鏡カメラの前記光学入力への距離は、前記両眼閲覧アセンブリのサイズよりも大きくなく、使用時には、外科医は、前記複数の電子ディスプレイに表示される画像を、前記複数の接眼レンズを通じて閲覧しながら、前記手術用顕微鏡カメラ下の手術部位において人間工学的に手術を行う、請求項6に記載の医療装置。

【請求項11】

外部モニタを更に備える、請求項1に記載の医療装置。

【請求項12】

50

前記外部モニタは、アームに配置される、請求項 1 1 に記載の医療装置。

【請求項 1 3】

2 つの外部モニタを更に備える、請求項 1 に記載の医療装置。

【請求項 1 4】

前記 2 つの外部モニタの少なくとも一方は、アームに配置される、請求項 1 3 に記載の医療装置。

【請求項 1 5】

前記移動制御システムは、制御部材の移動を検出するように構成されたセンサを介して前記移動制御システムと動作可能に結合された前記制御部材を備え、

前記センサは、前記移動制御システムの 1 つまたは複数の部品と接続される、請求項 1 に記載の医療装置。

10

【請求項 1 6】

前記移動制御システムの粗い制御が、前記少なくとも一つの電子機械装置を使用せずに実現されうる一方で、前記移動制御システムの精密な制御は、前記少なくとも一つの電子機械装置を使用により実現されうる、請求項 1 に記載の医療装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本願は、2013年9月20日に提出された、発明の名称「SURGICAL VISUALIZATION SYSTEMS」の米国仮出願番号第61/880,808号、2013年9月23日に提出された、発明の名称「SURGICAL VISUALIZATION SYSTEMS」の米国仮出願番号第61/920,451号、2013年12月26日に提出された、発明の名称「SURGICAL VISUALIZATION SYSTEMS」の米国仮出願番号第61/921,051号、2013年12月27日に提出された、発明の名称「SURGICAL VISUALIZATION SYSTEMS」の米国仮出願番号第61/921,389号、2013年12月30日に提出された、発明の名称「SURGICAL VISUALIZATION SYSTEMS」の米国仮出願番号第61/922,068号、及び2014年1月2日に提出された、発明の名称「SURGICAL VISUALIZATION SYSTEMS」の米国仮出願番号第61/923,188号、の優先権の利益を主張するものである。

20

30

【0002】

本開示の実施形態は、手術中に使用するための手術可視化システム及びディスプレイに関する。

【背景技術】

【0003】

いくつかの外科手術は、大規模な切開の使用を含む。これらの開腹手術処置は、手術具及び外科医の片方又は両方の手のための素早いアクセスを提供し、ユーザが、直接、又は手術用顕微鏡又は拡大鏡の助けにより、手術部位を視覚的に観察することができ、かつ手術部位で作業することを可能にする。開腹手術は、非常に大きな欠点と関連するが、相対的に大きな開腹は、痛み、瘢痕化及び感染症のリスクと共に長い回復時間をもたらす。これらの有害な効果を低減するために、低侵襲手術を提供するための技術が開発されている。内視鏡検査、腹腔鏡検査、関節鏡検査、咽頭 - 喉頭鏡検査のような低侵襲手術技術と共に、可視化のための手術用顕微鏡を用いる小切開処置は、典型的な開腹手術よりも非常に小さな切開を用いる。そして、特別なツールは、小切開を通じて手術部位へアクセスするために用いられることができる。しかし、小さなアクセス開口部のため、外科医の視界及び手術部位の作業スペースは限定される。いくつかの場合、内視鏡、腹腔鏡等のような可視化装置は、ユーザが手術部位を閲覧することを可能にするために、切開を通じて経皮的に挿入されることができる。

40

【0004】

50

腹腔鏡、内視鏡又は手術用顕微鏡を通じてユーザに利用可能な視覚情報は、アプローチのトレードオフを含む。よって、低侵襲手術で使用するための改善された可視化システムの需要が存在する。

【発明の概要】

【0005】

本開示のシステム、方法及び装置は、それぞれいくつかの革新的な態様を有し、その1つが本明細書で開示される所望の特性に単独で関与するものではない。

【0006】

第1の態様では、ディスプレイハウジングと、ディスプレイハウジング内に開口部とを含む医療装置が提供される。前記医療装置は、また、前記ディスプレイハウジング内に配置され、二次元画像を生成するように構成される複数のピクセルを含む電子ディスプレイを含む。前記医療装置は、また、前記ディスプレイハウジング内に配置され、光学経路に沿って配置される複数のレンズ素子を備えるディスプレイ光学系を含む。前記ディスプレイ光学系は、前記電子ディスプレイから前記二次元画像を受信し、前記光学経路に沿ってほぼ一定に維持する断面を有するビームを生成し、前記ディスプレイハウジングの前記開口部を出るコリメートされたビームを生成するように構成される。

【0007】

第1の態様の一部の実施形態では、前記ディスプレイ光学系は、前記光学経路を折り曲げるように構成される光学再方向付け素子を更に備える。第1の態様の別の実施形態では、前記光学再方向付け素子は、ミラー又はプリズムを含む。第1の態様の別の実施形態では、前記ディスプレイ光学系は、迷光 (s t r a y l i g h t) を低減しつつ、前記電子ディスプレイから受信された光を前記ディスプレイハウジングの前記開口部へ向けるように構成される。

【0008】

第1の態様の一部の実施形態では、前記ディスプレイ光学系は、迷光を低減するように構成されるバッフルを更に備える。別の実施形態では、前記ディスプレイ光学系は、4つ以下のバッフルを備える。別の実施形態では、前記ディスプレイ光学系は、4つ以下のミラーを備える。別の実施形態では、第1のバッフルは、前記電子ディスプレイと前記光学経路に沿う第1のバッフルとの間に配置され、第1のミラーは、前記ディスプレイから前記開口部への前記光学経路に沿う前記複数のレンズ素子の前に配置される。更に別の実施形態では、少なくとも3つのバッフルは、前記ディスプレイから前記開口部への前記光学経路に沿う前記複数のレンズ素子の前に配置される。更に別の実施形態では、少なくとも2つのミラーは、前記ディスプレイから前記開口部への前記光学経路に沿う前記複数のレンズ素子の前に配置される。

【0009】

第1の態様の一部の実施形態では、前記ディスプレイ光学系は、射出瞳を有し、前記電子ディスプレイは、前記射出瞳と平行ではない。第1の態様の一部の実施形態では、前記ディスプレイハウジングの前記開口部は、手術用顕微鏡用の両眼アセンブリと一致するように構成される搭載インターフェースを含む。別の実施形態では、前記ディスプレイ光学系の射出瞳は、前記両眼アセンブリの接眼レンズの入射瞳と同じ大きさ又は前記両眼アセンブリの接眼レンズの入射瞳よりも小さい。

【0010】

第1の態様の一部の実施形態では、前記医療装置は、第2の電子ディスプレイと、ステレオ視を提供するように構成される第2の電子ディスプレイ光学系と、を更に備える。第1の態様の一部の実施形態では、医療装置は、前記電子ディスプレイと通信し、前記電子ディスプレイに画像を提供するように構成される処理電子機器を更に備える。別の実施形態では、前記処理電子機器は、外科装置上の1以上のカメラからの画像を受信するように構成される。別の実施形態では、前記処理電子機器は、手術用顕微鏡視界 (s u r g i c a l m i c r o s c o p e v i e w) を提供する1以上のカメラからの画像を受信するように構成される。

10

20

30

40

50

【0011】

第1の態様の一部の実施形態では、前記光学経路は、16.2インチ以下であり、前記電子ディスプレイの発光部は、5インチ以上の対角線寸法(diagonal measurement)を有する。第1の態様の一部の実施形態では、前記光学経路は、18.7インチ以下であり、前記電子ディスプレイの発光部は、8インチ以上の対角線寸法を有する。第1の態様の一部の実施形態では、前記ディスプレイ光学系は、集光鏡を更に備える。第1の態様の一部の実施形態では、対物レンズ、ビームポジショニング光学系及び接眼レンズを含む閲覧アセンブリを更に備え、前記閲覧アセンブリは、前記ディスプレイハウジングの前記開口部を出る前記コリメートされたビームを受信するように構成される。第1の態様の一部の実施形態では、前記電子ディスプレイは、4インチから9インチの対角線発光部(diagonal light-emitting portion)を有する。第1の態様の一部の実施形態では、前記電子ディスプレイから、前記ディスプレイ光学系の最後の素子への光学経路長は、少なくとも9インチである。別の実施形態では、前記電子ディスプレイから、前記ディスプレイ光学系の最後の素子への光学経路長は、20インチ未満である。

10

【0012】

第2の態様では、ハウジング及び接眼レンズを含む閲覧アセンブリであって、前記接眼レンズは、前記ハウジング内に配置される電子ディスプレイに視界(view)を提供するように構成される、閲覧アセンブリを含む医療装置が提供される。前記医療アセンブリは、前記閲覧アセンブリに配置され、手術部位の手術用顕微鏡視界を提供するように構成される光学アセンブリを含む。前記光学アセンブリは、補助ビデオカメラと、前記補助ビデオカメラを前記閲覧アセンブリと結合し、前記補助ビデオカメラの方向を前記閲覧アセンブリに対して変更するように構成されるジンバルと、を含む。前記医療装置は、前記光学アセンブリ及び前記電子ディスプレイと接続され、少なくとも1つの物理プロセッサを含む画像処理システムを含む。前記画像処理システムは、前記補助ビデオカメラにより取得されるビデオ画像を受信し、受信された前記ビデオ画像に基づいて出力ビデオ画像を提供し、前記出力ビデオ画像が前記接眼レンズを通じて閲覧できるように前記出力ビデオ画像を前記電子ディスプレイ上に提示するように構成される。前記ジンバルは、第1の位置と第2の位置との間で前記補助ビデオカメラのピッチを調整するように構成され、前記補助ビデオカメラは、前記第1の位置において床に垂直な第1の閲覧角度と、前記第2の位置において前記床と約10度以内に平行である第2の閲覧角度と、を有する。

20

30

【0013】

第2の態様の一部の実施形態では、前記ジンバルは、2つの旋回軸を含む。別の実施形態では、前記補助ビデオカメラのピッチを調整するように構成される第1の旋回軸と、前記床に垂直な軸に周りに前記補助ビデオカメラを回転するように構成される第2の旋回軸と、を含む。

【0014】

第2の態様の一部の実施形態では、前記ジンバルは、前記第1の位置と第3の位置との間で前記補助ビデオカメラのピッチを調整するように構成され、前記補助ビデオカメラは、前記第1の閲覧角度から180度以下である前記第3の位置における第3の閲覧角度を有する。第2の態様の一部の実施形態では、前記ジンバルは、電子制御される。第2の態様の一部の実施形態では、前記光学アセンブリは、患者の一部の斜位像(oblique view)を提供するように構成される。別の実施形態では、前記閲覧アセンブリの前記接眼レンズの方向は、前記補助ビデオカメラの方向が、前記患者の一部の前記斜位像を提供するために変化したときに、固定されたままであるように構成される。

40

【0015】

第2の態様の一部の実施形態では、前記ジンバルは、前記第1の位置と前記第2の位置との間で前記補助ビデオカメラの前記閲覧角度を滑らかに調整するように構成される。第2の態様の一部の実施形態では、前記補助ビデオカメラは、ステレオビデオカメラを含み、前記接眼レンズは、一对の接眼レンズを含む。第2の態様の一部の実施形態では、前記

50

医療装置は、前記閲覧アセンブリに取り付けられたカメラアームを更に備える。

【0016】

第3の態様では、ディスプレイハウジングを含む医療装置が提供される。前記医療装置は、前記ディスプレイハウジング内に配置される複数の電子ディスプレイを含み、前記複数の電子ディスプレイの各々は、二次元画像を生成するように構成される複数のピクセルを含む。前記複数の電子ディスプレイは、人間の眼の視界に重複された画像を提示するように構成される。

【0017】

第3の態様の一部の実施形態では、前記医療装置は、前記ディスプレイハウジングに結合された両眼閲覧アセンブリを更に備える。第3の態様の一部の実施形態では、前記複数の電子ディスプレイの少なくとも1つは、透明ディスプレイパネルを備える。第3の態様の一部の実施形態では、前記重複された画像は、手術部位の第2の部分のビデオに重複される手術部位の第1の部分のビデオを含み、前記第1の部分は、前記第2の部分内に含まれる。別の実施形態では、前記第1の部分のビデオは、前記第2の部分のビデオに対して拡大される。

【0018】

一部の実施形態では、医療装置は、手術部位を含むように構成されうる視野 (field of view) を有するカメラを含むことができ、前記カメラは、前記手術部位の手術用顕微鏡視界を提供するように構成される。一部の実施形態では、前記医療装置は、ハウジング及び複数の接眼レンズを含む両眼閲覧アセンブリを含むことができ、前記複数の接眼レンズは、前記ハウジング内に配置される少なくとも1つのディスプレイに視界を提供するように設計される。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記カメラにより取得される画像を受信し、少なくとも1つのディスプレイ上に出力ビデオ画像を提示するように設計される画像処理システムを含みうる。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記カメラを前記両眼閲覧アセンブリに対して移動するように設計される移動制御システムを含むことができ、前記移動制御システムは、前記カメラを少なくとも第1の軸及び第2の軸に沿って前記両眼閲覧アセンブリに対して移動し、かつ前記カメラを前記両眼閲覧アセンブリに対して回転するために、前記移動制御システムに対して動作可能に結合された制御部材を含む。

【0019】

第4の態様では、前記移動制御システムは、前記カメラが取り付けられた可動プラットフォームを含む移動システムを含むことができ、前記可動プラットフォームは、前記両眼閲覧アセンブリと前記カメラとの間に配置され、かつ少なくとも第1の軸及び第2の軸に沿って前記両眼閲覧アセンブリに対して移動可能である、医療装置が提供される。一部の実施形態では、前記移動システムは、前記可動プラットフォームに動作可能に結合された電子機械装置を含みうる。

【0020】

第4の態様の一部の実施形態では、前記移動制御システムは、前記カメラが取り付けられた電子機械装置を含むピッチ-ヨー調整システム (pitch-yaw adjustment system) を含むことができ、前記ピッチ-ヨー調整システムは、前記カメラを、前記第1の軸に平行な軸に周りに前記両眼閲覧アセンブリに対して回転するように構成され、かつ前記カメラを前記第2の軸に平行な軸に周りに回転するように設計される。一部の実施形態では、前記制御部材は、前記制御部材の移動を検出するように設計されるセンサを介して前記移動制御システムと動作可能に結合され、前記センサは、前記移動制御システムの1以上の部品と接続される。一部の実施形態では、前記制御部材は、前記制御部材の移動を検出するように設計される1以上のセンサを有するジンバルを介して前記移動制御システムと動作可能に結合され、前記センサは、前記移動制御システムの1以上の部品と接続されうる。

【0021】

第4の態様の一部の実施形態では、前記移動制御システムは、前記両眼閲覧アセンブリ

10

20

30

40

50

に取り付けられうる。一部の実施形態では、前記移動制御システムは、多関節アームに取り付けられうる。一部の実施形態では、前記カメラは、アームを介して前記移動制御システムに取り付けられうる。一部の実施形態では、前記医療装置は、前記移動制御システムに動作可能に結合された1以上の電子機械装置を制御するための制御システムを含みうる。一部の実施形態では、前記制御システムは、前記移動制御システムのための1以上のプリセット位置を含みうる。

【0022】

第5の態様では、ディスプレイと、複数のカメラと、プロセッサと、を含む医療装置が提供され、前記カメラの少なくとも1つは、手術用顕微鏡視界を提供し、前記複数のカメラは、手術野の蛍光発光を撮像するように構成される第1のカメラと、前記手術野の非蛍光画像を生成するように構成される第2のカメラと、を備え、前記プロセッサは、前記複数のカメラからのビデオを受信し、前記カメラの前記第1のカメラからの第1の蛍光発光ビデオ及び前記カメラの前記第2のカメラからの非蛍光発光ビデオを前記ディスプレイに表示する構成される。

10

【0023】

第5の態様の一部の実施形態では、前記第1及び第2のカメラは、異なるスペクトル応答を有する。第5の態様の特定の実施形態では、前記第1及び第2のカメラは、赤外を検知し、それ以外を検知しない。

【図面の簡単な説明】

【0024】

図面を通して、参照番号は、参照要素間の一般的な対応を示すために再度用いられうる。図面は、本明細書に記載される例示的な実施形態を示すために提供され、本開示の範囲を限定することを意図するものではない。

20

【0025】

【図1】図1は、直接視手術用顕微鏡と同様の画像を提供するように構成されうる画像化システムを有する手術視覚化システムの実施形態を示す。

【図2】図2は、多関節アームに取り付けられた一例の手術閲覧システムを示し、当該システムは、両眼閲覧プラットフォーム上に搭載される1以上のカメラを含む。

【図3A】図3A及び3Bは、両眼閲覧プラットフォームに取り付けられたアイソセンターポジショニングシステムを含む一例の手術閲覧システムを示す。

30

【図3B】図3A及び3Bは、両眼閲覧プラットフォームに取り付けられたアイソセンターポジショニングシステムを含む一例の手術閲覧システムを示す。

【図4A】図4A及び4Bは、両眼閲覧プラットフォームの下に搭載された光学画像化システムを有する手術視覚化システムの実施形態を示す。

【図4B】図4A及び4Bは、両眼閲覧プラットフォームの下に搭載された光学画像化システムを有する手術視覚化システムの実施形態を示す。

【図5A】図5A - 5Eは、図4A及び4Bに示されるもののような、立体手術閲覧システムで使用するための光学画像化システムの実施形態を示す。

【図5B】図5A - 5Eは、図4A及び4Bに示されるもののような、立体手術閲覧システムで使用するための光学画像化システムの実施形態を示す。

40

【図5C】図5A - 5Eは、図4A及び4Bに示されるもののような、立体手術閲覧システムで使用するための光学画像化システムの実施形態を示す。

【図5D】図5A - 5Eは、図4A及び4Bに示されるもののような、立体手術閲覧システムで使用するための光学画像化システムの実施形態を示す。

【図5E】図5A - 5Eは、図4A及び4Bに示されるもののような、立体手術閲覧システムで使用するための光学画像化システムの実施形態を示す。

【図6A】図6Aは、手術視覚化システム、移動制御システム及びイメージャの実施形態の前面図である。

【図6B】図6Bは、移動制御システム及びイメージャを有する図6Aの実施形態の前面図である。

50

【図6C】図6Cは、図6Aの移動制御システムの実施形態の部分断面図である。

【図7】図7は、手術視覚化システム、移動制御システム及びイメージャの実施形態の側面図である。

【図8】図8は、移動制御システムの実施形態の背面図である。

【図9A】図9A - 9Dは、接眼レンズを通じて1つのディスプレイ又は一对のディスプレイに視界を提供するように構成される一例のディスプレイ光学系を示す。

【図9B】図9A - 9Dは、接眼レンズを通じて1つのディスプレイ又は一对のディスプレイに視界を提供するように構成される一例のディスプレイ光学系を示す。

【図9C】図9A - 9Dは、接眼レンズを通じて1つのディスプレイ又は一对のディスプレイに視界を提供するように構成される一例のディスプレイ光学系を示す。

10

【図9D】図9A - 9Dは、接眼レンズを通じて1つのディスプレイ又は一对のディスプレイに視界を提供するように構成される一例のディスプレイ光学系を示す。

【図10A】図10A - 10Gは、ディスプレイの接眼レンズ画像を伝えるように構成される一例のディスプレイ光学系を示し、閲覧アセンブリと交わる光路は、バッフルを通じて低減又は排除される。

【図10B】図10A - 10Gは、ディスプレイの接眼レンズ画像を伝えるように構成される一例のディスプレイ光学系を示し、閲覧アセンブリと交わる光路は、バッフルを通じて低減又は排除される。

【図10C】図10A - 10Gは、ディスプレイの接眼レンズ画像を伝えるように構成される一例のディスプレイ光学系を示し、閲覧アセンブリと交わる光路は、バッフルを通じて低減又は排除される。

20

【図10D】図10A - 10Gは、ディスプレイの接眼レンズ画像を伝えるように構成される一例のディスプレイ光学系を示し、閲覧アセンブリと交わる光路は、バッフルを通じて低減又は排除される。

【図10E】図10A - 10Gは、ディスプレイの接眼レンズ画像を伝えるように構成される一例のディスプレイ光学系を示し、閲覧アセンブリと交わる光路は、バッフルを通じて低減又は排除される。

【図10F】図10A - 10Gは、ディスプレイの接眼レンズ画像を伝えるように構成される一例のディスプレイ光学系を示し、閲覧アセンブリと交わる光路は、バッフルを通じて低減又は排除される。

30

【図10G】図10A - 10Gは、ディスプレイの接眼レンズ画像を伝えるように構成される一例のディスプレイ光学系を示し、閲覧アセンブリと交わる光路は、バッフルを通じて低減又は排除される。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下の説明は、本開示の革新的な態様を説明する目的の特定の実施形態に関するものである。しかし、当業者は、本明細書での開示が、多数の異なる手法に適用されうることを明示的に理解するであろう。説明される実施形態は、手術部位の可視化を提供するように構成されうる任意の装置又はシステムに実装されてもよい。よって、本開示は、単に図面に図示され、かつ本明細書に記載される実施形態に限定されるものではなく、当業者にと

40

【0027】

手術可視化システム手術部位の改善された視覚化を提供するために、手術装置は、複数の集積カメラを備えうる。カメラのそれぞれは、手術部位のはっきりと見える視界 (view) をキャプチャする。一部の実施形態では、複数のカメラからの画像は、手術部位の操作を容易にするために表示されてもよい。複数のカメラからの、タイル化、個別化及び/又はステッチ化された画像は、ユーザに手術部位の視界を提供しうる。ユーザは、表示される画像を選択し、手術時に有用性が向上されて表示される。本明細書で用いられるような用語「画像 (imagery 及び images)」は、1以上のビデオカメラからキャプチャされたビデオ及び/又は画像を含む。ビデオからの画像は、しばしば、ビデオ画

50

像又は単に画像とも呼ばれる。用語「画像 (images)」は、スチール画像又はスナップショットとも呼ばれる。ビデオフィールド又はビデオストリームは、また、カメラからのビデオ画像のようなビデオ画像を説明するために用いられてもよい。

【0028】

ビデオカメラは、例えば、CCD又はCMOSセンサアレイ又は他のタイプの検出器アレイを含んでもよい。フレームグラバ (frame grabber) は、カメラからのデータをキャプチャするように構成されてもよい。例えば、フレームグラバは、Matrox Solios eA/XA, 4入力アナログフレームグラバボードであってもよい。キャプチャされた画像の画像処理がなされてもよい。このような画像処理は、例えば、DDR3-1333 SDRAMを有する2つのIntel Six Core Xeon E5645 2.4 GHzプロセッサを有するMatrox Supersight SHB-5520によるMatrox Supersight E2により行われうる。このシステムは、2つのMatrox Solios eA/XA, 4入力、アナログフレームグラバボードを用いて8又はそれ以上のカメラ入力をサポートするように設計されうる。より多い又はより少ないカメラが採用されてもよい。一部の実施形態では、フィールドプログラマブルゲートアレイ (FPGA) は、カメラから受信されるイメージをキャプチャ及び/又は処理するために用いられうる。例えば、画像処理は、Xilinx series 7 FPGAボードにより行われうる。他のハードウェアデバイスは、同様に、用いられることができ、ASIC, DSP, コンピュータプロセッサ、グラフィックボード等を含む。ハードウェアデバイスは、スタンドアロンデバイスであることができ、又は例えば、PCIカード又はPCIeカードのようなローカルコンピュータバスを通じてコンピューティングシステムへ集積される拡張カードであってもよい。

【0029】

図1は、手術可視化システムの一例の実施形態を示す。図示されるように、システム1は、3つのアーティキュレーティングアーム5、7及び7bが延びるコンソール及び電子機器3を含む。第1のアーティキュレーティングアーム5は、閲覧プラットフォーム9をその遠位端に搭載する。閲覧プラットフォームは、2つの接眼レンズ11を含んでもよく、標準的な手術用顕微鏡閲覧プラットフォームと同様に構成されてもよい。しかし、一部の実施形態では、従来の手術用顕微鏡又はヘッドマウントディスプレイとは異なり、閲覧プラットフォーム9は、外科医又は他のユーザが、プラットフォーム、例えば、プラットフォームのアーチャを介して直接的に見る閲覧装置に方向付けられない。一部の実施形態では、ユーザが、閲覧プラットフォームを通じて直接的に閲覧可能であるかどうかに関わらず、手術可視化システム1は、表示されるビデオが、手術用顕微鏡カメラの移動から切り離されるようにビデオを表示するように構成されることができ、ユーザは、接眼レンズ11又はユーザ調整位置を移動せずに、手術用顕微鏡カメラの位置及び/又は方向を調整することができる。以下により詳細に説明されるように、閲覧プラットフォーム9は、外科医又はユーザが手術部位を閲覧するために用いるカメラからの信号を受信したディスプレイを含んでもよい。

【0030】

一部の実施形態では、カメラは、閲覧プラットフォーム9に搭載されることができ、カメラは、手術部位のイメージを提供するように構成されうる。よって、カメラは、従来の手術用顕微鏡と同様のイメージを提供するために用いられることができる。例えば、閲覧プラットフォーム9上のカメラは、ズームを用いて変更可能な、作業距離又は閲覧プラットフォームから患者への距離を提供するように構成されうる。バーチャル作業距離は変更することができ、ここで、作業距離は、少なくとも約150 mm及び/又は約450 mm以下、少なくとも約200 mm及び/又は約400 mm以下、又は少なくとも250 mm及び/又は約350 mm以下であることができる。作業距離は、外科医によって選択及び/又は変更されうる。一部の実施形態では、作業距離は、ユーザ又は外科医に対して接眼レンズ11の位置及び/又は方向に影響しない。一部の実施形態では、本明細書により詳

10

20

30

40

50

細に説明されるように、閲覧プラットフォーム9に搭載されるカメラは、外科医が、外科医の手、手術具又はその両方を用いるディスプレイにより提供されるイメージと仮想的な相互作用することを可能にするために、ジェスチャ認識を提供するようにために用いられる。

【0031】

第2のアーティキュレーティングアーム5は、その遠位端に、入力及びディスプレイ装置13を搭載している。一部の実施形態では、入力及びディスプレイ装置13は、ユーザが使用可能な各種メニュー及びコントロールオプションを有するタッチスクリーンディスプレイを備える。一部の実施形態では、タッチスクリーンは、10本の指からのマルチタッチ入力を受け付けるように構成されることができ、ユーザが、ディスプレイ上のバーチャルオブジェクトと相互作用することを可能にする。例えば、術者は、表示された画像の各種態様を調節するために入力装置13を使用してもよい。各種実施形態では、手術用顕微鏡視界を提供するビデオカメラを組み込む外科医用ディスプレイは、フリースタandingのアーティキュレーティングアームに搭載されてもよい。フラットパネルディスプレイタッチスクリーン13は、電気/流体コンソールの上部の傾斜/回転装置に位置付けられてもよい。

【0032】

手術具17は、両方とも電気ケーブル19によりコンソール3に接続されうる。手術具17は、例えば、切断具、洗浄具、患者を切除するために用いられる装置、又は他のこのような装置を含む。他の実施形態では、手術具17は、例えば、WiFi (IEEE 802.11a/b/g/n)、Bluetooth (登録商標)、NFC、WiGig (IEEE 802.11ad) 等により、コンソール3と無線通信されてもよい。手術具17は、例えば、画像及び/又はビデオデータのような画像を提供するように構成される1以上のカメラを含んでもよい。各種実施形態では、ビデオデータは、例えば、ベース3内に位置付けられる、ビデオスイッチャー、カメラコントロールユニット(CCU)、ビデオプロセッサ又は画像処理モジュールへ送信されうる。ビデオスイッチングモジュールは、閲覧プラットフォーム9へディスプレイビデオを出力してもよい。術者は、閲覧プラットフォーム9の接眼レンズ11を通じて表示されたビデオを閲覧してもよい。一部の実施形態では、双眼鏡は、表示されたビデオの3D視を可能にする。以下により詳細に説明されるように、閲覧プラットフォーム9を通じて閲覧される、表示されたビデオは、手術具17上のカメラの2又はそれ以上から形成される(例えば、ステッチ又はタイル化)合成ビデオを含んでもよい。

【0033】

使用時には、術者は、低侵襲手術を実行するために手術具17を使用してもよい。術者は、閲覧プラットフォーム9において表示されたイメージにより手術部位を閲覧してもよい。よって、閲覧プラットフォーム(外科医ディスプレイシステム)9は、上述したような標準的な手術用顕微鏡と同様の態様で使用してもよいが、閲覧プラットフォームは、ユーザが、プラットフォーム9を通じて、閲覧プラットフォーム9の底部におけるアパーチャを介して接眼レンズから光学経路を介して手術部位を直接見る直接閲覧装置である必要はない。各種実施形態では、そうではなく、閲覧プラットフォーム9は、接眼レンズを覗くことによりユーザに閲覧可能な画像を形成する液晶又は発光ダイオードディスプレイ(例えば、LCD、AMLCD、LED、OLED等)のような複数のディスプレイを含む。したがって、1つ異なる点は、閲覧プラットフォーム9自体が、顕微鏡対物レンズ又は検出器又は他の画像キャプチャ機構を必要としないことである。そうではなく、画像データは、手術具17のカメラを通じて取得される。画像データは、コンソール3内のカメラコントロールユニット、ビデオプロセッサ、ビデオスイッチャー又は画像プロセッサにより処理され、表示されたイメージは、閲覧プラットフォーム9に含まれる、表示装置、例えば、液晶又はLEDディスプレイを通じて閲覧プラットフォーム9において術者により閲覧可能となってもよい。一部の実施形態では、閲覧プラットフォーム9は、カメラ及びディスプレイを用いて標準的な手術用顕微鏡と同様の視野を提供することができ、閲覧プ

10

20

30

40

50

プラットフォームの標準的な手術用顕微鏡光学経路に加えて又は閲覧プラットフォームの標準的な手術用顕微鏡光学経路と共に用いられることができる。特定の実施形態では、閲覧プラットフォーム9は、手術用顕微鏡視界を提供することができ、ここで、閲覧角度、閲覧距離、作業距離、ズーム設定、焦点設定等の変更は、閲覧プラットフォーム9の移動から切り離される。特定の実施形態では、画像化システム18の位置、ピッチ(pitch)、ヨー(yaw)及び/又はロール(roll)は、閲覧プラットフォーム9から切り離されており、画像化システム18は、移動及び/又は再度方向付けることができる一方で、外科医は、接眼レンズ11を通じてビデオを閲覧しつつ、固定されたままでありうる。

【0034】

第3のアーム7bは、直接視手術用顕微鏡と同様のビデオを提供するように構成される画像化システム18を含みうる。画像化システム18は、その後、部位の上の位置(例えば、手術部位の約15-45cm上)又は所望の角度からの作業部位又は操作部位のビデオを含みうる電子顕微鏡のような視野(electronic microscope-like view)を提供するように構成される手術画像化システムを提供するように構成されうる。ディスプレイからのイメージャ18を切り離すことにより、外科医は、閲覧接眼レンズを調整することなく、所望又は選択された視点を提供するために手術画像化システムを操作することができる。これは、従来の直接視操作顕微鏡システムと比べて、外科医にとって心地良さ、高い機能及び一貫性をより向上されたレベルで有利に提供することができる。本明細書に記載されるように一部の実施形態では、イメージャ18は、

【0035】

閲覧プラットフォーム9は、屈折誤差及び老眼用に調整可能である広視野接眼レンズ(wide field-of-view oculars)11を備えうる。一部の実施形態では、接眼レンズ11又は眼鏡は、立体視を提供するために、追加で、偏光板を含んでもよい。閲覧プラットフォーム9は、アーム7又は7bによって支持されることができ、手術を行うための場所にいながら、接眼レンズ11を通じてディスプレイ13をユーザにとって心地良く閲覧するために配置される。例えば、ユーザは、閲覧プラットフォーム9を再度方向付ける及び/又は再度位置付けるために、アーム7又は7bを旋回及び移動することができる。

【0036】

一部の実施形態では、画像処理システム及びディスプレイシステムは、ディスプレイを閲覧するときに、調節及び/又は輻輳を低減又は排除するために、ほぼ無限遠に配置される画像を表示するように構成される。ディスプレイ光学系は、1以上のレンズ及び1以上の再方向付け素子(redirection elements)(例えば、ミラー、プリズム)を含むことができ、一对の接眼レンズ、対物レンズ及び/又はチューニングプリズム又はミラーを含む両眼閲覧アセンブリにより画像化されうるディスプレイから光を提供するように構成される。液晶ディスプレイのようなディスプレイデバイスは、対物レンズ、並びに閲覧プラットフォーム9内の一对の接眼レンズ及びディスプレイ光学系で画像化されうる。両眼アセンブリ及びディスプレイ光学系は、無限遠にディスプレイの画像を生成するように構成される。このような配置は、外科医による調節の量を潜在的に低減する。接眼レンズは、また、外科医の近視又は遠視を解決するために(例えば、焦点又はパワーの)アジャストメントを有してもよい。よって、外科医又は他のユーザは、日常処方眼鏡を他の活動用に装着しているときであっても、眼鏡を装着せずに、接眼レンズを通じてディスプレイを閲覧してもよい。

【0037】

一部の実施形態では、閲覧プラットフォーム9は、電子顕微鏡のような画像化性能を提供するように構成される1以上のイメージャを含みうる。図2は、アーティキュレーティングアーム7に取り付けられた手術画像化システム51の一例を示し、システム51は、閲覧プラットフォーム9に搭載された1以上のカメラ18を含む。カメラ18は、作業部位のイメージを提供するように構成されうる。画像データは、ユーザが閲覧プラットフォーム9に搭載された接眼レンズ11を用いて閲覧可能であるディスプレイに提示されうる。このデザインは、他の直接視顕微鏡に似せるために用いられうるが、追加の機能を提供するように構成されることもできる。例えば、手術画像化システム51は、閲覧プラットフォーム9又はアーティキュレーティングアーム7なしで、可変作業距離を有するように構成されうる。手術画像化システム51は、電子ズーム及び/又は倍率、画像回転、画像強調、ステレオ画像等のような画像処理機能を提供するように構成されうる。また、カメラ18からのイメージは、開創器からのイメージ、手術具カメラからのイメージ等と組み合わせられうる。一部の実施形態では、手術画像化システム51は、蛍光画像を提供しうる。

10

【0038】

説明は、開創器からの画像を考慮しているが、多くの実施形態は、開創器上に配置されないが、他の医療装置に配置される少なくとも1つの補助カメラ及び1以上の他のカメラを含んでもよい。これらの医療装置は、内視鏡、腹腔鏡、関節鏡等のような身体へ導入される装置を含んでもよい。

【0039】

よって、閲覧プラットフォーム9に含まれる少なくとも1つのディスプレイのような一又はそれ以上のディスプレイは、補助カメラ18のような一又はそれ以上のカメラを用いる手術用顕微鏡視界を提供すると共に、開創器ではないこのような医療装置に配置される一又はそれ以上のカメラからの視界を表示するために使用されてもよい。一部の実施形態では、例えば、開創器、手術具及び他の医療装置のような任意の組み合わせにおける各種のソースからのカメラは、手術プラットフォームと共に補助カメラ18からの手術用顕微鏡視界上のディスプレイで閲覧されてもよい。本明細書に記載されるように、ディスプレイは、3Dを提供してもよく、それにより、画像及びグラフィックのいずれかが3Dで提供されてもよい。

20

【0040】

各種実施形態では、バーチャルタッチスクリーンは、補助カメラ18又は閲覧プラットフォーム9に搭載された他のバーチャルタッチスクリーンカメラによって提供されてもよい。したがって、一部の実施形態では、ユーザは、補助カメラ及び/又はバーチャルタッチスクリーンカメラの視野におけるジェスチャを提供してもよく、処理モジュールは、入力としてジェスチャを認識するように構成されることができる。バーチャルディスプレイが、補助カメラ18の記載で説明されるが、他のカメラ、例えば、バーチャルリアリティ入力カメラに補助カメラ18を追加して用いられてもよい。これらのカメラは、閲覧プラットフォーム9又は第3のアーム7bのようなものに配置されてもよい。本明細書に記載されるように、ディスプレイは、3Dを提供してもよく、よって、バーチャルリアリティインターフェースは、3Dで現れる。これは、閲覧体験の没入品質を向上させ、ディスプレイ上のビデオ情報の詳細及び/又はリアルな表現を促進する。

30

【0041】

一部の実施形態では、図3Aに示されるように、手術画像化システム51は、閲覧プラットフォーム9に取り付けられるアイソセンタポジショニングシステム52を含む。アイソセンタポジショニングシステム52は、単一のポイント53、すなわち、アイソセンタで実質的に指し示されるように、カメラを移動及び方向付けるように構成される単一のトラック又はガイドを含みうる。一部の実施形態では、第2のトラック又はガイドは、2次元に沿って移動を提供する直交する第1のガイドに取り付けられうる一方で、アイソセンタ53へ向かう指示角度を実質的に維持する。他の構成は、また、アーティキュレーティングアーム、電気機械エレメント、湾曲摩擦板等のようなアイソセンタを指し示す機能を

40

50

提供するために用いられうる。一部の実施形態では、図3Bに示されるように、画像化システムは、アイソセンタに移動するように構成される。手と眼の連携を向上又は最大限にするため、これは、システムのユーザの器用さを向上されるために用いられうる。このような向上された器用さは、長い及び/又は困難な手術にとって必須となりうる。表示された実施形態では、取得システムの視野は、ディスプレイシステム及びユーザの視野と一致するために水平となるように構成される。図3Bに示されるように、各種実施形態では、ステレオ画像化システムは、ステレオカメラからのビデオを閲覧するユーザの混乱を回避するために、位置の範囲に亘って移動されたときに、水平な構成に維持されてもよい。ディスプレイと取得システムとの間の共通の相対的な水平を維持することにより、ユーザは、ディスプレイにおける物体を操作するために、相対的に容易にハンドモーションを変換することができ、これは、ディスプレイと取得システムとの間の共通の相対的な水平により取得の変換がなされる場合でなくてもよい。

10

【0042】

図3A及び3Bに示される実施形態では、アイソセンタアセンブリは、ディスプレイシステム又は別の独立したシステムの一部であることができる。例えば、閲覧プラットフォーム9は、カメラ18から別のアーティキュレーテッドアームに搭載されることができる。よって、手術画像化システムのディスプレイ及び画像取得は、図1に示される実施形態と同様に切り離されうる。ディスプレイからアイソセンタカメラ18を切り離すことにより、例えば、外科医が、長時間又は心地良くない位置又は角度で両眼を通じて見る必要がないという人間工学的な利点が提供される。各種実施形態では、ディスプレイ及び取得システムの両方に対する共通の相対的な水平も用いられる。

20

【0043】

一部の実施形態では、対象の手術部位と画像との間の距離、例えば、作業距離は、少なくとも20cm及び/又は約40cm以下、少なくとも10cm及び/又は約50cm以下、少なくとも約5cm及び/又は約1m以下でありうる。

【0044】

ユーザは、作業距離を選択するために手術画像化システム51とやりとりすることができ、これは、処置を通じて固定されうる又は任意の時点で調整されうる。作業距離の変更は、グラフィカルユーザインタフェースのようなユーザインタフェース上のエレメントを用いて、又は回転可能なリング、ノブ、ペダル、レバー、ボタン等のような物理的なエレメントを用いて実現されうる。一部の実施形態では、作業距離は、手術可視化システムで用いられるケーブル及び/又はチュービング上の少なくとも一部に基づくシステムにより選択される。例えば、ケーブル及び/又はチュービングは、実行される処置の種類についての手術画像化システム51に対する情報を伝えるように構成されるRFIDチップ又はEEPROM又は他のメモリストレージを含みうる。ENT/Head/Neck処置については、典型的な作業距離は、約40cmに設定されうる。一部の実施形態では、ユーザの過去の好みは、作業距離を選択するために、少なくとも部分的に薦められ、かつ使用される。

30

【0045】

一部の実施形態では、焦点調整の総計は、カメラ18及びアーム7を位置付けることにより手動で実現されうる。精密な焦点調整は、ファインフォーカスリングのような他の物理的な素子を用いてなれることができる、又は電子的に実現することができる。

40

【0046】

一部の実施形態では、手術画像化システム51の倍率は、物理的又は仮想的なユーザインタフェースエレメントにより選択されうる。倍率は変更されることができ、倍率は、約1xから約6xの範囲、約1xから約4xの範囲、又は約1xから約2.5xの範囲でありうる。実施形態は、2.5xから6xのいずれか又は2.5xから6xの間で変更されることができてもよい。これらの範囲外の値も可能である。例えば、システム51は、約-2xから約10xの範囲、約-2xから約8xの範囲、約-2xから約4xの範囲、-0.5xから約4xの範囲、又は-0.5xから約10xの範囲で拡大縮小及び画像反転

50

を提供するように構成されうる。手術画像化システム 5 1 は、従来の手術室顕微鏡の問題を解決するために、ズーム構成及び焦点調整を切り離すように構成されうる。一部の実施形態では、手術画像化システム 5 1 は、手術用顕微鏡視界を提供するために用いられる。一部の実施形態では、手術画像化システム 5 1 は、シーンを直接視することに替えて、電子ディスプレイを提供することにより、器械近視 (instrument myopia) を切り離すことができる。電子ディスプレイは、倍率調整間で接眼レンズを調整せずに、ユーザがディスプレイを閲覧できる、変更した倍率において焦点合わせされるように構成されうる。また、各種実施形態では、接眼レンズは、無限遠で連続的な視界を提供するように構成されうる。しかし、一部の実施形態では、手術画像化システムの主体的なユーザは、電子ディスプレイにより提供される弛緩した視界を用いるのではなく、接眼レンズの調節レベルを選択してもよい。しかし、電子ディスプレイは、各種実施形態では、焦点を維持することができ、接眼レンズ調整は、各種ビデオ取得システムの焦点に影響を与えない。よって、主体的なユーザによる調整は、例えば、カメラ/取得システムが焦点を維持できるときに、ビデオを表示する他のディスプレイを閲覧するシステムの他のユーザの閲覧に影響を与えない。一部の実施形態では、手術画像化システム 5 1 は、画像が、より大きな作業距離 (例えば、広い被写界深度による距離) を移動するときに、焦点合わせを維持するように、相対的に閉じた作業距離に焦点合わせされることができる (例えば、相対的に狭い被写界深度による距離)。よって、手術画像化システム 5 1 は、全体の作業距離に亘って焦点合わせされることができ、拡大又はズーム調整がなされた後に、システムの再焦点合わせの必要を低減又は排除することができる。

10

20

【0047】

図 4 A 及び 4 B は、閲覧プラットフォーム 9 の下に搭載される光学システム 5 3 を有する手術画像化システム 5 1 の実施形態を示す。図示されるように、光学コンポーネントは、コンポーネントの構造を示すためにフリースタンディングのように示されるが、実際には、光学コンポーネント 5 3 は、閲覧プラットフォームに取り付けられる構造内又は構造上に搭載される。一部の実施形態では、光学システム 5 3 及び/又は (上述した) カメラ 1 8 は、モジュール形式であることができ、かつ手術画像化システム 5 1 による使用のために選択及び交換されうる。米国特許仮出願第 6 1 / 8 8 0 , 8 0 8 号、米国特許仮出願第 6 1 / 9 2 1 , 0 5 1 号、米国特許仮出願第 6 1 / 9 2 1 , 3 8 9 号、米国特許仮出願第 6 1 / 9 2 2 , 0 6 8 号、及び米国特許仮出願第 6 1 / 9 2 3 , 1 8 8 号のそれぞれからの段落 [0 4 8 9] は、参照により本明細書に組み込まれる。

30

【0048】

光学システム 5 3 は、ステレオ画像データを画像化システム 5 1 へ提供するように構成される。光学システム 5 3 は、閲覧プラットフォーム 9 の下の画像化システムの物理的な拡張 (例えば、長さ) を減少させるために、閲覧プラットフォーム 9 の下に光学経路を折り畳むために旋回プリズム (turning prism) 5 4 を含む。

【0049】

一部の実施形態では、光学システム 5 3 は、グリノー式システムを含み、ここで、各眼の光学経路は、別々の光学コンポーネントを有する。一部の実施形態では、光学システム 5 3 は、グリノー式システムを含み、ここで、各眼の光学経路は、共通の対物レンズを通過する。グリノー式システムであることが好ましく、ここで、画像化センサは、ガリレイ式システムと比較して、画像データをキャプチャ及び伝達するために用いられる。ガリレイ式システムは、対物レンズの周辺を通過する各眼の光学経路に対する光線により、イメージに収差をもららしうる。これは、各光学経路がその独自の光学系を有するときには、グリノー式では発生しない。また、ガウス式システムは、使用される対物レンズが、レンズの所望の広角品質及びそのサイズに少なくとも部分的に基づいて相対的に高価であるため、より高価となりうる。

40

【0050】

光学システム 5 3 は、2つの右角度プリズム 5 4 と、2つのズームシステム 5 5 と、2つの画像センサ 5 6 と、を含みうる。これは、従来の手術室顕微鏡とは異なる。なぜなら

50

、光学経路は、直接視光学システムではなく画像センサへ導くためである。

【0051】

一部の実施形態では、光学システム53は、相対的に一定のFナンバー（F-number）を有しうる。これは、例えば、作業距離及び/又は倍率に基づいてシステムの焦点距離及び/又はアパーチャを変更することにより実現されることができ、一部の実施形態では、焦点距離が変化すると、眼の経路は、側方に離れて（又は一緒に）移動することができ、プリズム54は、適切な輻輳角を提供するために回転することができ、アパーチャは、焦点距離と直径との比を相対的に一定な値に維持するために、直径を変更することができる。これは、画像センサ56における相対的に一定の輝度を生成することができ、これは、表示される相対的に一定な輝度をユーザにもたらしすることができる。これは、本明細書に記載される手術可視化システムのようなシステムにおいて有利となることができ、複数のカメラが用いられ、焦点長さ、倍率、作業距離及び/又はアパーチャを補償するための照明を変化させることは、システムにおける他のカメラで取得されるイメージに不利な影響を与えうる。一部の実施形態では、照明は、画像センサ56における相対的に一定な輝度を提供するように、焦点長さ及び/又はアパーチャにおける変化を補償するために変化されることができ、

10

【0052】

光学アセンブリ53は、可変焦点距離及び/又はズーム機能を提供するように構成されるズームシステム55を含みうる。ガリレイ式立体視システムは、通常、共通の、2つの眼の経路に対する対物レンズを含む。この光学システムが、画像センサ56で画像化されるとき、補償が困難となる収差、ウェッジ効果等を生成しうる。一部の実施形態では、手術画像化システム51は、ステレオ経路の少なくとも1つを、対物レンズを通じて1つの中央位置に再度中央に配置するように構成されるガリレイ式光学システムを含むことができ、これは、いくつかのアプリケーションで有利となりうる。

20

【0053】

一部の実施形態では、リアルタイム可視化システムは、グリノー式システムを使用する。これは、各ステレオ経路のための別々の光学コンポーネントを有しうる。光学アセンブリ53は、可変倍率及び/又はアフォーカルズームを提供するように構成され、かつ約1xから約6xの範囲、約1xから約4xから約4xの範囲、又は約1xから約2.5の範囲の倍率で動作するように構成されうる。

30

【0054】

グリノー式アセンブリ53の最も遠い部分は、典型的には、焦点距離のものに適切に設定された作動距離を有する直接視手術室顕微鏡の対物レンズと同様の機能であることができる。作動距離及び一部の実施では焦点長さは、例えば、約20cmから約40cmの間であり得る。一部の実施形態では、作業距離は、15cmから40cm又は45cmで調整可能となってもよい。これらの範囲外の別の値も可能である。一部の実施形態では、手術画像化システム51は、光学アセンブリ53の一部又は光学アセンブリ53全体の焦点長さを変化させるように構成されるオプト-メカニカルフォーカスエレメントを含む。

【0055】

図5A-5Eは、図4A-4Bを参照して本明細書で説明されるような立体視手術画像化システムで使用するための光学アセンブリ53の実施形態を示す。図5Aは、閲覧プラットフォーム9の近傍に又は隣接して置かれているレンズトレイン55に沿う組織57からセンサ56への光学経路を折り曲げるための回転プリズム54を使用するように構成される光学アセンブリ53の一例の側面図を示す。これは、相対的にコンパクトな距離において相対的に長い光学経路を有利に提供しうる。

40

【0056】

図5Bは、立体視画像化システムにおいて輻輳角を変化させるように構成される光学アセンブリの実施形態の正面図を示す。プリズム54は、図5Aに示される回転プリズム54であることができる。プリズム54は、輻輳角を変化させるために回転されるように構成されることができ、その結果、輻輳点及び/又は作業距離を変化させる。プリズム5

50

4 から対象 5 7 (例えば、組織) への距離でありうる作業距離は、ユーザが選択可能又は調整可能でありうる。各種実施形態では、対象 5 7 への作業距離が増加することにより、輻輳角は減少する。その逆に、作業距離が小さくなると、輻輳角は増加する(例えば、 $1 > 2$)。これは、レンズ経路 5 5 が固定され、作業距離が調整可能な場合に有利となりうる。ステレオイメージは、ユーザによりディスプレイ 5 9 で閲覧されることができる。

【0057】

図 5 C は、ほぼ一定の輻輳角を維持するように構成される光学アセンブリ 5 3 の実施形態の正面図を示す。光学アセンブリ 5 3 は、各光学経路に対する 2 つのプリズム 5 4 a 及び 5 4 b を含むことができ、プリズム 5 4 a 及び 5 4 b は、移動及び/又は回転することができる。例えば、作業距離が減少するとき、プリズムの第 1 のセット 5 4 a は、プリズムの第 2 セット 5 4 b の間の実効距離を減少させるために互いに向かって回転することができる。次に、プリズムの第 2 セット 5 4 b は、共通の対象で収束するように、変化した角度に対して補償するために回転することができる。プリズムの第 2 セット 5 4 b は、固定されたレンズ経路 5 5 (例えば、ビューファインダに対するそれらの位置を固定した) の下に光を方向付けうるプリズムの第 1 のセット 5 4 a へ光を方向付けることができる。相対的に固定された輻輳角を提供することにより、作業距離の変化は、ユーザが再度焦点合わせをする必要がなくなる。一定の輻輳角、特に心地良い角度を維持することは、外科医が、長時間の困難な処置を行うようなユーザの負担を軽減する。

【0058】

図 5 D は、狭い挿入チューブ 6 0 (例えば、処置時に身体に部分的に挿入されるチューブ) を通じて立体視イメージを閲覧可能である実質的に狭い輻輳角を提供するように構成される光学アセンブリ 5 3 の実施形態の正面図を示す。同様のアセンブリ 5 3 は、図 5 C を参照して説明されるときに使用されることができ、輻輳角は、挿入チューブ 6 0 を通じて閲覧するために、ほぼ一定又は少なくとも十分に狭く維持されることができる。

【0059】

図 5 E は、レンズ経路 5 5 を側方、例えば、互いに向かう又は離れる方向に移動することにより、ほぼ一定の輻輳角を提供するように構成される光学アセンブリ 5 3 の実施形態の正面図を示す。プリズム 5 4 は、ほぼ一定の向きを有するようにさせることができ(例えば、作業距離の変更のために回転しない)、作業距離の変更のための補償は、光学経路を分離する又は結合するために光学経路を横方向に移動することにより実現されうる。光学経路の移動は、例えば、電気-機械アクチュエータ、スライド、アーティキュレーティングアーム等を含む適切な手段を用いて実現されうる。これは、レンズ経路が移動するように構成されるときに、プリズムの 1 つのセットのみが用いられるので、プリズムの 2 つのセットを有する実施形態よりも光学アセンブリを簡素化することができる。

【0060】

十分に狭い輻輳角を維持するように構成される光学アセンブリ 5 3 の実施形態は、角度を減少させ、かつステレオ経路の 1 つのクリッピングを回避することを可能にすることにより、ステレオアクセスが、外科的な挿入を狭くすることができるため、有利となりうる。例えば、左及び右レンズ経路は、互いに近接して移動することができ、プリズムは、その距離に対して適切な輻輳角を調整することができる。別の例として、左及び右レンズ経路は、固定されて維持されることができ、ほぼ一定に輻輳角を維持しながらレンズ経路に沿って光を向けるように構成される各経路に対してプリズムのセットが設定されることができる。一部の実施形態では、ズームが変更されるとき、例えば、深さキューを変更することは、ユーザの眼及び/又は脳を混乱させないため、輻輳角を一定に維持することは、ユーザにとって視覚的な補助となりうる。また、一定の輻輳はユーザのストレスを少なくする。

【0061】

移動制御システム

図 6 A - C は、医療プロフェッショナル又はアシスタントのような手術視覚化システム

10

20

30

40

50

1のオペレータが、1以上のイメージャ18の移動を制御することを可能にするように構成されるうる移動制御システム10100の構成要素の実施形態を示す。このようなイメージャは、両眼ディスプレイユニット9の接眼レンズ11又は眼鏡を通じて手術顕微鏡視を提供するカメラを含んでもよい。各種実施形態では、移動制御システムは、接眼レンズ11の位置を変えずにイメージャ18を移動することを可能にし、それにより、オペレータは、イメージャ18により提供される視野を変更しつつ、人間工学に基づく位置(ergonomic position)のままにすることができる。イメージャ18は、両眼ディスプレイユニット9上、又は別々のプラットフォーム又は多関節アーム上のような他の場所上に配置されうる。追加して、手術視覚化システム1で移動制御システム10100を使用する、一般的に扱いにくく、複雑であり、光学収差を導入する可能性のある、異なる従来の多関節光学系は、より大きな光学明瞭性及び移動の範囲を有する簡素化されたシステムをもたらしうる。なお、移動制御システム10100の説明は、本明細書では医療処置の状況で説明されるが、移動制御システム10100は、他の種類の視覚化及び画像化システムで使用されることが当業者によって理解されるべきである。イメージャ18の移動は、手術処置、歯科処置等のような活動前及び/又は活動時に行われうる。イメージャ18の移動は、医療プロフェッショナル又は他のオペレータが接眼レンズ11を通じて変更することを有利に可能にし、例えば、医療処置の経過又は異なる外科処置用の経過時に有益となる異なる手術顕微鏡のような電子視覚化を提供する。

10

【0062】

一部の実施形態では、イメージャ18の移動の制御は、10100のような単一の制御部材を用いて実現されうる。これは、移動制御システム10100の片手操作を可能にするための利点を提供し、これは、例えば、医療プロフェッショナルが、外科技術を行うこと等のような他のタスクのために第2の手を用いながら、第1の手のみを用いて1以上のイメージャ18を移動することを可能にする。なお、移動制御システム10100の説明は、本明細書では医療処置の状況で説明されるが、移動制御システム10100は、他の種類の視覚化及び画像化システムで使用されることが理解されるべきである。

20

【0063】

操作

図6A-Cに示されるように、一部の実施形態では、ジョイスティックのような制御部材10110は、イメージャ18を移動する、イメージャ18のピッチ、ヨー及び/又はロールを調整する、及び/又はイメージャ18の作業距離を調整するために用いられうる。一部の実施形態では、接眼レンズ11は、イメージャ18を移動する、イメージャ18のピッチ、ヨー及び/又はロールを調整する、及び/又はイメージャ18の作業距離を調整するときに、移動しないままでありうる。移動、ピッチ、ヨー及び/又はロールの調整、及び/又は作業距離の調整を制御するための単一制御部材10110の機能は、オペレータが、その操作の複数の態様を制御するために、制御部材10110を離す必要がないときに、装置の動作を有益に簡素化することができる。例えば、オペレータは、イメージャ18を移動し、続いて、制御部材10110を離さないで、ピッチ及び/又はヨーを調整することができる、それにより、システムの使いやすさを向上させ、このシステムを使用するときの効率を向上させる。

30

40

【0064】

図6Cに示されるように、制御部材10110のような移動制御システム10100の1以上の制御部材、及び/又は1以上のイメージャアーム(図7参照)は、各種のジョイントを用いて移動制御システム10100の構成要素に取り付けられることができる、及び/又はリモートジョイスティック又はトグルのような移動制御システム10100から隔てられうる。一部の実施形態では、制御部材10110は、移動制御システム10100へのアタッチメントのためのジョイントを含みうる。例えば、図示される実施形態に示されるように、制御部材10110は、ジョイント10111を含みうる。一部の実施形態では、ジョイントの1以上は、制御部材及び/又はイメージャアームの移動を検出するための部品を含みうる。例えば、ジョイントの1以上は、制御部材及び/又はジョイント

50

の周りのイメージアームの回転及び/又は移動を検出するための1以上のセンサを含みうる。これらのセンサからの信号は、1以上の電子機械部品のような移動制御システムの他の部品を制御するために用いられうる。

【0065】

本開示の目的のために、x軸の周りのジョイント10111のようなジョイントについての回転は、以下、「ピッチ(pitch)」又は「チルト(tilt)」と呼ばれ、y軸の周りのジョイント10111のようなジョイントについての回転は、以下、「ヨー(yaw)」又は「パン(pan)」と呼ばれる。

【0066】

図示される実施形態に示されるように、ジョイント10111は、部材10220に形成されるソケットに受け入れられる球体ジョイントであり、それにより、ボール-アンド-ソケットアタッチメントを形成する。当業者にとって明らかであるように、他の種類の搭載機構は、制御部材10110を取り付けると共に、イメージアームを移動制御システム10100の部品へ取り付けるために用いられてもよい。例えば、ジンバルのようなジョイントは、ジンバルの周りの回転自由度を制限するように用いられうる。他の種類のジョイントは、移動の種類に応じて用いられ、移動制御システムは、可能となるように設計される。例えば、ヨーを除き、ピッチのみが必要な場合、一つの回転自由度を有するジョイントを使用することができる。一部の実施形態では、制御部材10110は、移動制御システム10100から離れて配置されうる。

【0067】

一般的な実施形態

一部の実施形態では、図6A及び6Bの参照を続けると、移動制御システム10100は、両眼ディスプレイユニット9のようなアタッチメント構造に取り付けられ、1以上のイメージャ18を支持することができる。図示される実施形態に示されるように、移動制御システム10100は、一般的に両眼ディスプレイユニット9の下に方向づけられ、一部の実施形態では、移動制御システム10100が、両眼ディスプレイユニット9の外側ハウジングをあまり超えないような大きさでありうる。これは、より小さいフォームファクター(form factor)を有利に提供することができ、それにより、移動制御システム10100が医療処置時に医療プロフェッショナル及びアシスタントと干渉する可能性を低減する。他の実施形態では、アタッチメント構造は、これに限定されないが、専用多関節アーム又はディスプレイアームのような手術視覚化システム1の他の構成要素でありうる。一部の実施形態では、移動制御システム10100は、両眼ディスプレイユニット9又は取り付けられる他のプラットフォームの外側ハウジングを大きく超えることができる。これは、イメージャ18の大きな移動の自由度が、望まれる状況で、又は制御部材10110が、移動制御システム10100と両眼ディスプレイユニット9との間の取付点の上に配置される実施形態において有利となりうる。

【0068】

図6A及び6Bの参照を続けると、上記の一部で説明されたように、移動制御システム10100は、両眼ディスプレイユニット9に対する面に沿って1以上の取り付けられたイメージャ18の移動を可能にするように構成されうる。一部の実施形態では、両眼ディスプレイユニット9は、固定されるが、1以上のイメージャ18は、移動される。例えば、操作テーブル10101に平行な移動制御システム10100で両眼ディスプレイユニット9に取り付けられるとき、1以上のイメージャ18は、操作テーブル10101に平行な面に沿って移動されうる。図示される実施形態に示されるように、移動制御システム10100は、x軸及びy軸の両方に沿って移動されうる(これは、シートを通じて垂直に投影する)。これは、医療プロフェッショナルが、外科医による心地良い閲覧のための接眼レンズ11の視野に配置することを有利に可能にし、それにより、長時間の処置時の外科医の身体的な負担を低減する。

【0069】

一部の実施形態では、移動制御システム10100上の中央にあるイメージャ18をx

軸、y軸及びz軸のゼロとして定義し、移動制御システム10100は、完全に延伸した(at full extension)x軸及びy軸に沿って約±500mm、完全に延伸したx軸及びy軸に沿って約±400mm、完全に延伸したx軸及びy軸に沿って約±300mm、完全に延伸したx軸及びy軸に沿って約±200mm、又は完全に延伸したx軸及びy軸に沿って約±100mmの両眼ディスプレイユニット9に対する移動の範囲を有しうる。一部の実施形態では、1つの軸に沿う完全な延伸は、他の軸に沿う完全な延伸よりも大きくなりうる。例えば、一部の実施形態では、x軸に沿う完全な延伸は、約±175mmである一方、y軸延伸は、x軸の完全な延伸の4分の3、x軸の完全な延伸の2分の1、x軸の完全な延伸の4分の1、又は1と0との間の任意の他の比でありうる。一部の実施形態では、y軸に沿う両眼ディスプレイユニット9に対する移動の範囲は、約±87.5mmでありうる。これは、y軸がモーションの全範囲を有することを可能にすることが、医療プロフェッショナル及び/又はアシスタントと干渉する場合に、有利となりうる。

10

【0070】

これらの比は、x軸の移動の範囲が、y軸の完全な延伸の4分の3、y軸の完全な延伸の2分の1、y軸の完全な延伸の4分の1、又は1と0との間の任意の比でありうるように、反転されることができる。更に、一部の実施形態では、イメージャ18は、「負」の方向よりも「正」の方向に更に移動することができる。例えば、x軸に沿って、イメージャ18は、-100mmから500mmへ移動してもよい。これらの範囲外のモーション範囲も可能である。当業者に明らかであるように、x軸及びy軸に沿う両眼ディスプレイユニット9に対する最大移動は、より高い操縦性、ヨー及び/又はピッチ角度、作業距離、サイズ制約、及び他のこのような要因の間でバランスを提供するように選択されうる。

20

【0071】

上記の一部で説明され、以下でより詳細に説明されるように、一部の実施形態では、イメージャ18の移動は、所望の方向において、制御部材10110のような1以上の制御部材を移動することにより行われうる。一部の実施形態では、制御部材10110は、ステッパモータ、リニアモータ等を用いる電子機械システムを介して移動を提供するために、移動制御システム10100と電気的に結合されうる。例えば、制御部材10110のジョイントは、制御部材10110の移動を検出するための部品を含みうる。これらのセンサからの信号は、イメージャ18を移動するためにステッパモータ、リニアモータ等のような1以上の電子機械部品のような移動制御システムの他の部品を制御するために用いられうる。電子機械部品は、イメージャ18が取り付けられうる可動プラットフォームに結合されうる。一部の実施形態では、制御部材10110は、電子機械的なアシストなしで、移動制御システム10100と物理的に接続されうる。

30

【0072】

当業者に理解されるべきように、移動制御システム10100は、図示される実施形態で説明されるように、操作テーブル10101に平行な面又はxy面に沿って単に移動する必要はない。一部の実施形態では、移動の面は、移動制御システム10100が接続される量の方角によって定義されうる。一部の実施形態では、移動制御システム10100は、非平面移動及び/又は1より多い面に沿う移動のために構成されうる。一部の実施形態では、例えば、ティップ(tip)及びチルト(tilt)段階は、角度モーションを提供する。ロータリー(rotary)ステージは、また、ロータリーモーションを提供するために用いられうる。

40

【0073】

図6A及び6Bの参照を続けると、上記の一部で説明されるように、移動制御システム10100は、1以上の取り付けられたイメージャ18の回転をジョイントの周りで可能にするように構成されることができ、ジョイントは、移動制御システム10100の部品及び/又は移動制御システム10100から隔てられた部品に取り付けられうる。一部の実施形態では、移動制御システム10100は、制御部材10110のような制御部材と共にイメージャ18及び/又はイメージャアームを、両眼ディスプレイユニット9に対し

50

て「ピッチ」又は「チルト」及び「ヨー」又は「パン」することを可能にするように設計されることができる。一部の実施形態では、両眼ディスプレイユニット9は、固定される一方で、1以上のイメージャ18の「チルト」及び「ヨー」又は「パン」は、調整される。ピッチ又はヨーは、イメージャ18が移動された後に、イメージャ18が、手術部位上の中央にある視線を有することを可能にする。これは、医療プロフェッショナル又はアシスタントが医療処置時に閲覧角度を調整することを有利に可能にする。これは、医療プロフェッショナルが、視野を妨げる別の要素によって物体を直ぐに閲覧できない状況で有益となりうる。このような状況下では、医療プロフェッショナルは、イメージャ18を移動することができ、同一の通常領域が異なる角度から閲覧されるように、イメージャの閲覧角度を調整することができる。

10

【0074】

一部の実施形態では、移動制御システム10100(図6Aに示されるように)に垂直な方向にイメージャ18をピッチ及びヨーのゼロとして定義し(すなわち、図6A)、移動制御システム10100は、それぞれ約±60度の範囲内、それぞれ約±50度の範囲内、それぞれ約±40度の範囲内、それぞれ約±30度の範囲内、それぞれ約±20度の範囲内、又はそれぞれ約±10度の範囲内の両眼ディスプレイユニット9に対するピッチ及びヨーの両方を可能にすることができる。一部の実施形態では、ピッチ及びヨーは、異なる調整範囲を有する。例えば、一部の実施形態では、ヨーは、約±40度の調整範囲を有することができる一方で、ピッチは、ヨーの約4分の3、ヨーの約2分の1、ヨーの約4分の1又は1から0の他の比の調整範囲を有することができる。一部の実施形態では、ピッチは、約±20度の調整範囲を有する。

20

【0075】

ヨー及びピッチの調整範囲は、x軸及びy軸両方に沿う完全な延伸での距離に対応する。例えば、一部の実施形態では、ピッチ及びヨーは、移動制御システム10100が任意の方向に完全に延伸されるとき、イメージャ18が手術部位上の中央にあるままであるように、選択される。一部の実施形態では、イメージャ18と手術部位との間の作業距離は、約±175mmのx軸に沿う移動の範囲及び約±87.5mmのy軸に沿う移動の範囲で、約200mmでありうる。手術部位を中央にあるままにするために、ピッチ調整範囲は、±20度であり、ヨー調整範囲は、±40度でありうる。このように、完全な延伸が両方の方向に同一である必要はないため、ピッチ及びヨー調整範囲は、また、延伸の差を一致させるために異なりうる。作業距離が調整されるような別の実施形態では、ピッチ及びヨー調整範囲は、移動制御システム10100が少なくとも1つの作業距離において任意の方向に完全に延伸されるとき、イメージャ18が手術部位上の中央にあるままであるように、選択される。例えば、作業距離が約200mmから400mmの間で調整される実施形態では、ヨー及びピッチ調整範囲は、それぞれ約±20度及び約±10度であり、400mmの作業距離で中央に位置することを可能にする。

30

【0076】

また、一部の実施形態では、イメージャ18は、更に「負」の角度よりも「正」の角度で調整する。例えば、ヨーは、-5度から15度の間で変動してもよい。

【0077】

上記の一部で説明され、以下に更に詳細に説明されるように、一部の実施形態では、両眼ディスプレイユニット9に対するイメージャ18のピッチ及び/又はヨーを増加又は減少させることは、制御部材10110のような1以上の制御部材のピッチ及び/又はヨーを増加又は減少させることにより実現される。一部の実施形態では、制御部材10110は、ステッパモータ、リニアモータ等を用いて電子機械システムを介してピッチ及びヨーを提供するために、移動制御システム10100に電氣的に結合される。例えば、制御部材10110のジョイントは、制御部材10110のピッチ及び/又はヨーを検出するための部品を含みうる。一部の実施形態では、制御部材10110のジョイントは、制御部材10110のピッチ及び/又はヨーを検出するジンバルでありうる。これらのセンサからの信号は、イメージャ18のピッチ及び/又はヨーを調整するために、ステッ

40

50

パーモータ、リニアモータ等のような1以上の電子機械部品のような移動制御システムの他の部品を制御するために用いられうる。当業者に理解されるべきように、一部の実施形態では、移動制御システム10100は、z軸のような他の軸に沿って回転を可能にするように構成されうる。一部の実施形態では、移動制御システム10100は、電子機械アシストなしで、移動制御システム10100と物理的に接続されうる。

【0078】

また、一部の実施形態では、移動制御システム10100は、イメージャ18と手術部位との間の作業距離を調整するように構成されうる。一部の実施形態では、両眼ディスプレイユニット9は、固定されたままであり、一方で、イメージャ18の作業距離は、調整される。一部の実施形態では、作業距離は、約1mから約10mm、約800mmから約50mm、約600mmから約100mm、又は約400mmから約200mmの間で変動しうる。一部の実施形態では、制御部材10110は、ステッパモータ、リニアモータ等を用いて1以上の電子機械部品を介して作業距離調整を提供するために、移動制御システムと電気的に結合されうる。例えば、制御部材10110のジョイントは、長手軸の周りの制御部材10110の回転を検出するための部品を含みうる。これらのセンサからの信号は、イメージャ18のピッチ及び/又はヨーを調整するために、ステッパモータ、リニアモータ等のような1以上の電子機械部品のような移動制御システムの他の部品を制御するために用いられうる。一部の実施形態では、移動制御システム10100は、電子機械アシストなしで、移動制御システム10100と物理的に接続されうる。

【0079】

一部の実施形態では、移動制御システム10100は、イメージャ18及び/又はイメージャアームを移動するための移動システム、イメージャ18及び/又はイメージャアームのピッチ及び/又はヨーを調整するためのピッチ-ヨー調整システム、制御部材10110のような制御部材、及びイメージャ18が取り付けられうる1以上のイメージャアームを含みうる。一部の実施形態では、作業距離調整システムは、イメージャ18及び/又はイメージャアームの作業距離の調整を可能にしうるように含まれうる。なお、移動システム、ピッチ-ヨーシステム及び/又は作業距離調整システムは、別々に又は組み合わせて用いられうる。これが当業者によって理解されるべきである。

【0080】

移動、ピッチ-ヨーシステム及び/又は作業距離調整システムの操作は、制御部材10110のような制御部材を用いて行われうる。一部の実施形態では、制御部材10110は、移動、ピッチ-ヨーシステム及び/又は作業距離調整システムと動作可能に結合されうる。例えば、上述したように一部の実施形態では、制御部材は、移動、ピッチ-ヨーシステム及び/又は作業距離調整システムを制御するために電子機械システムに結合されうる。制御部材は、移動制御システム10100の部品に直接取り付けられうる、又は隔てて配置されうる(例えば、セパレートモジュール上のトグル又はジョイスティック)。一部の実施形態では、制御部材は、電子機械装置を用いないように、移動、ピッチ-ヨーシステム及び/又は作業距離調整システムに直接結合されうる。一部の実施形態では、オペレータは、電子機械装置あり又はなしで、移動、ピッチ-ヨーシステム及び/又は作業距離調整システムを制御することのオプションを与えられうる。例えば、オペレータは、処置の特定の部分について電子機械装置なしで、移動、ピッチ-ヨーシステム及び/又は作業距離調整システムを制御し、処置の他の部分において移動、ピッチ-ヨーシステム及び/又は作業距離調整システムを制御するためにこのような電子機械装置を用いることができる。別の例として、一部の実施形態では、移動制御システム10100の粗い制御は、電子機械装置を使用せずに実現されうる一方で、移動制御システム10100の精密な制御は、電子機械装置の使用により実現されうる、その逆、又は2つの組み合わせも実現されうる。

【0081】

一部の実施形態では、移動制御システム10100は、電子機械装置の機能を制御する制御システムを含みうる。一部の実施形態では、電子機械部品は、電子機械構成部品が、

10

20

30

40

50

移動、ピッチ - ヨーシステム及び/又は作業距離調整システムをオペレータの入力に基づいて特定の位置に向けるようにプログラムされうる。例えば、電子機械部品は、電子機械部品が、オペレータからのコマンドを受信すると、プリセットされた位置又は以前の位置へ戻るようにプログラムされうる。別の例として、電子機械部品は、オペレータがイメージャ 18 について所望の位置を特定し、制御システムが所望の位置に移動、ピッチ - ヨーシステム及び/又は作業距離調整システムと結合される電子機械装置を制御するように、プログラムされうる。

【0082】

図7を参照すると、一部の実施形態では、イメージャアーム 10120 及びイメージャ 18 は、イメージャ 18 が患者の頭部の側に向けられるように取り付けられうる。例えば、一部の実施形態では、イメージャ 18 は、ヨーク 10125 を用いてイメージャアーム 10120 に取り付けられ、ヨーク 10125 は、イメージャ 18 のピッチ、ヨー及び/又はロールの粗い及び/又は精密な制御を可能にするように設計されうる。一部の実施形態では、ヨーク 10125 は、1以上の旋回軸を有し、1以上の旋回軸は、オペレータが頭部の側を閲覧しうるように手術室の床に平行な閲覧角度をイメージャ 18 が有することを可能にするように構成されうる。一部の実施形態では、ヨーク 10125 は、イメージャが頭部の後ろの部分に向けられるようにイメージャ 18 が回転することを可能にするように構成されうる。

【0083】

一部の実施形態では、イメージャ 18 は、少なくとも2つの回転自由度及び/又は少なくとも1つの移動自由度を提供する移動制御システム 10130 上に配置されうる。一部の実施形態では、移動制御システム 10130 は、2つの回転自由度及び少なくとも1つの移動自由度を提供しうる。例えば、図8に示されるように、移動制御システム 10130 は、移動制御システム 10130 の軸 10135 に沿って回転を可能にする、及び/又は軸 10140 に沿って回転を可能にすることができる。また、図示される実施形態に示されるように、移動制御システムは、x軸及びy軸の両方に沿って移動することが可能でありうる。一部の実施形態では、装置 10130 は、少なくとも1つの移動自由度を提供しうる。

【0084】

図示される実施形態に示されるように、移動制御システム 10130 は、制御部材 10145 のような1以上の制御部材を含みうる。制御部材 10145 は、制御部材 10145 の長手軸が軸 10135 と平行及び/又は一直線上にあるように配置されうる。これは、制御部材 10145 を回転することにより、イメージャ 18 が軸 10135 の周りを回転することを有利に可能にしうる。一部の実施形態では、制御部材 10145 は、イメージャ 18 と機械的に結合されうる。一部の実施形態では、制御部材 10145 は、電子機械システムを介してイメージャ 18 と結合されうる。例えば、制御部材 10145 は、制御部材 10145 の回転を検出するためのセンサを含み、ステッパモータ、リニアモータ等のような電子機械部品を介してイメージャ 18 を回転するためにセンサから受信されるデータを用いることができる。

【0085】

図示される実施形態に示されるように、移動制御システム 10130 は、回転可能に結合されうる第1のプレート要素 10150 及び第2のプレート要素 10155 を含みうる。第2のプレート要素 10155 は、イメージャ 18 が取り付けられうる第1及び第2の支持体 10160, 10165 を含みうる。一部の実施形態では、第1及び第2のプレート要素 10150, 10155 は、2つのプレート要素 10150, 10155 の回転軸が軸 10140 と平行及び/又は一直線上にあるように回転可能に結合されうる。

【0086】

一部の実施形態では、制御部材 10145 は、装置の移動を制御するための1以上のスイッチ及び/又はアクチュエータを含みうる。例えば、アクチュエータ 10170 は、移動制御システム 10130 がイメージャ 18 を回転及び/又は移動するために操作される

10

20

30

40

50

ように、装置 10130 を解除することができる機構と結合されうる。一部の実施形態では、スイッチ及び/又はアクチュエータは、移動制御システム 10130 を回転及び/又は移動するために電子機械システムと結合されうる。

【0087】

ディスプレイのための光学系

図 9A - 9D は、ディスプレイ光学系 11005 の最後のレンズ 11015 からの光を受け付ける接眼レンズ（図示せず）を通じてディスプレイ 11010 の視界を提供するように構成される例示的なディスプレイ光学系 11005 を示す。ディスプレイ光学系 11005 は、外科医の両眼の入射瞳（entrance pupil）又はその近傍に出射瞳（exit pupil）を形成する。これらの入射瞳及び出射瞳は、例えば、サイズ及び形状がかなり一致される。一部の実施形態では、ディスプレイ光学系 11005 の出射瞳は、ディスプレイを閲覧するために用いられる接眼レンズの入射瞳と同じサイズ又はそれよりも小さいサイズでありうる。接眼レンズは、外科医の眼の入射瞳と（例えば、サイズ及び形状が）一致される出射瞳を形成する。一部の実施形態では、ディスプレイ光学系 11005 は、第 1 のレンズ素子 11012 と最後のレンズ素子 11015 との間の相対的に一定な断面を有するビームを生成するように構成され、ここで、当該断面は、相対的に小さい。有利には、これは、ディスプレイ光学系 11005 が、相対的に小さい又はコンパクトなパッケージに含まれることを可能にし、相対的に小さい光学素子を使用することを可能にする。一部の実施形態では、最後のレンズ 11015 は、ディスプレイ光学系 11005 を出るビームをコリメートする。図 11A に示される光線のレンズ 11015 の左への終端は、ディスプレイ光学系 11005 の出射瞳である。一部の実施形態では、ディスプレイ光学系 11005 の出射瞳は、ユーザがディスプレイ 11010 を閲覧することを可能にするように構成される両眼閲覧アセンブリの入射瞳として、同じサイズ又はより小さくなるように構成され、同じ位置に配置される。

【0088】

ディスプレイ光学系 11005 のレンズは、ユーザ及び両眼に対して好ましく配置される位置に入射瞳を形成することにより、ディスプレイの高度に色補正された視界を形成する。一重項及び結合レンズの組み合わせは、このような補正を提供する。ディスプレイ光学系 11005 は、小さいビームカラム又は光線束を維持しつつ、このような補正を提供するように設計されてもよく、これは、ミラーの追加及びコンパクトなパッケージの取得を許容する。各種実施形態では、歪みのない画像を生成することは、このような補正を提供するために、適切に設計されたこのようなレンズ群なしでは困難である。この補正は、色補正と共に歪み補正も含む。

【0089】

ディスプレイ光学系 11005 は、有利には、相対的に小さく、コンパクトなレンズアセンブリが、相対的に大きなディスプレイ 11010 の視界を提供することを可能にする。ディスプレイ光学系 11005 は、これに限定されないが、約 0.86 インチ（22 mm）以下、少なくとも 0.86 インチ（22 mm）及び/又は約 10 インチ以下、少なくとも約 1 インチ及び/又は約 9 インチ以下、少なくとも約 2 インチ及び/又は約 8 インチ以下、又は少なくとも 4 インチ及び/又は約 6 インチ以下である対角線を有するディスプレイを含む、変更したサイズのディスプレイ 11010 で動作するように構成されうる。ディスプレイは、一部の実施形態では、例えば、約 5 インチ又は約 8 インチの対角線を有してもよい。ディスプレイ光学系 11005 の総光学経路長は、約 9 インチ以下、少なくとも約 9 インチ及び/又は約 20 インチ以下、少なくとも約 10 インチ及び/又は約 19 インチ以下、少なくとも約 14 インチ及び/又は約 18 インチ以下でありうる。ディスプレイ光学系 11005 は、レンズ、ミラー、プリズム及び光路に沿って光を方向付ける及び操作するように構成される他の光学素子を含みうる。ディスプレイ光学系 11005 は、プライマリディスプレイ、外科医ディスプレイ、アシスタントディスプレイ、可能な他のディスプレイ又はこれらの組み合わせと共に用いることができる。

【0090】

10

20

30

40

50

図9Aに示される例示的なディスプレイ光学系11005は、約16.2インチ(412 mm)の総光学経路長を有する。これは、5インチのディスプレイ11010の画像を提供するように構成される。ディスプレイ光学系11005は、経路に沿ってディスプレイ11010からの光を方向付けるように構成されるレンズ11012を含むことができ、ここで、ディスプレイ11010からの光は、相対的に狭い断面を有する経路に沿って方向付けられる。各種実施形態では、ディスプレイから受け付けられる光は、例えば、レンズ11012又はディスプレイに最も近いレンズによって、初めに、ビームサイズに実質的に低減され、より狭いビームが生成される。特定の実施形態では、例えば、レンズ11012又はディスプレイに最も近いレンズは、 20° 、 25° 、 30° を超える角度(半角)で光を収集し、光のビームサイズを低減する。ディスプレイ光学系11005の素子を相対的に小さくかつコンパクトになることを可能にするため、この設計は、有利である。一部の実施形態では、ディスプレイ光学系11005のレンズ11012の後の光学ビームの断面は、相対的に一定となるように構成されうる。この構成は、光学経路に存在する折り畳み又は再方向付けミラーを小さく維持することを可能にする。

10

【0091】

図9Bは、一对の接眼レンズを通じてステレオディスプレイ11010a, 11010bの視界を提供するように構成される両眼ディスプレイ光学系11005を示す。両眼ディスプレイ光学系11005は、図9Aに示される光学設計に基づくことができ、レンズ11012の前の光学経路の1以上の素子11014を含むことができ、光学経路の長さを維持しつつ、光学系の物理サイズを低減する。これらの素子は、ディスプレイ11010a, 11010bからレンズ11012への光を再度方向付けるように構成されるミラー、プリズム、及び/又は他の光学素子を含みうる。一部の実施形態では、素子11014は、光学経路を再度方向付け、ディスプレイ11010a, 11010bからの光線を収束する湾曲ミラーを含む。一部の実施形態では、素子11014は、光線の輻輳に実質的に影響を与えないが、光学経路を再度方向付ける(例えば、平坦な反射面を有する)ミラー又はプリズムを含む。一部の実施形態では、例えば、ミラーのような反射面上のビーム入射の形状のため、ミラーの反射面又は断面は、非円形であり、例えば、楕円である。よって、各種実施形態では、ミラー又は他の反射面の断面は、別の、例えば、直交方向よりも長い方向となる可能性がある。これらの素子は、よりコンパクトなシステムに提供するために光学経路を折り曲げてよい。このようなシステムは、したがって、ディスプレイから接眼レンズへの、それらの組み合わせの閲覧プラットフォームの長さ及び/又は幅よりも長い光学経路長を有してもよい。

20

30

【0092】

一部の実施形態では、ディスプレイ光学系11005は、少なくとも4つのミラー又は4以下のミラーを含みうる。特定の実施形態では、2つのミラーは、ディスプレイ11010から出射瞳への光学経路を折り曲げるために用いられ、2つの見方は、第1のレンズ11012とディスプレイ11010との間に配置される。一部の実施形態では、ディスプレイ光学系11005は、少なくとも4つのレンズ又は4以下のレンズを含む。

【0093】

図9Cに示されるディスプレイ光学系11005は、約18.7インチ(475 mm)の総光学経路長を有する。これは、8インチのディスプレイ11010の画像を提供するように構成される。ディスプレイ光学系11005は、経路に沿ってディスプレイ11010からの光を方向付けるように構成されることができ、ここで、ディスプレイ11010からの光は、相対的に狭い断面を有する経路に沿って方向付けられ、ディスプレイ光学系11005を相対的に小さくかつコンパクトにすることを可能にする。一部の実施形態では、(例えば、両眼閲覧アセンブリへの入口前の出射瞳への)ディスプレイ光学系11005のレンズ11012の後の光学ビームの断面は、相対的に一定となるように構成されうる。この構成は、光学経路に存在する折り曲げ又は再度方向付けミラーを小さく維持することを可能にする。ディスプレイ光学系11005は、相対的に高い解像度を有するディスプレイ11010と共に使用されるように構成されうる。

40

50

【 0 0 9 4 】

図 9 D に示されるディスプレイ光学系 1 1 0 0 5 は、約 9 . 3 インチ (2 3 7 m m) の総光学経路長を有する。これは、この場合、0 . 9 インチ (2 2 m m) の小さなディスプレイ 1 1 0 1 0 の画像を提供するように構成される。当該ディスプレイが、図 9 A - 9 C に関連して説明された実施形態のディスプレイよりも小さいため、光学経路は、より短くなり、小さなスペースに適合する。ディスプレイ光学系 1 1 0 0 5 は、経路に沿ってディスプレイ 1 1 0 1 0 からの光を再度方向付けるように構成されることができ、ここで、ディスプレイ 1 1 0 1 0 からの光は、相対的に狭い断面を有する経路にそって方向付けられ、ディスプレイ光学系 1 1 0 0 5 を相対的に小さくかつコンパクトにすることを可能にする。一部の実施形態では、ディスプレイ光学系 1 1 0 0 5 のレンズ 1 1 0 1 2 の後の光学経路の断面は、相対的に一定となるように構成されうる。この構成は、光学経路に存在する折り曲げ又は再度方向付けミラーを小さく維持することを可能にする。相対的に短い光学経路長に少なくとも部分的に基づいて、ディスプレイ光学系 1 1 0 0 5 は、第 2 のディスプレイ又はアシスタントディスプレイと共に用いられるように構成されうる。

10

【 0 0 9 5 】

図 1 0 A - 1 0 G は、ディスプレイ 1 1 3 1 0 の視界を提供するように構成される例示的なディスプレイ光学系 1 1 3 0 0 を示し、ディスプレイ光学系 1 1 3 0 0 は、出射瞳 1 1 3 0 5 を有し、ここで、閲覧アセンブリハウジング 1 1 3 1 5 と交差する光路は、バッフル又はアパーチャ 1 1 3 2 0 を通じて低減又は排除され、バッフルは、アパーチャを有するパネルを含む。図 1 0 A は、ディスプレイ 1 1 3 1 0 から出射瞳 1 1 3 0 5 への光を方向付けるように構成される他の光学素子と共に、ディスプレイ 1 1 3 1 0 を含むディスプレイ光学系 1 1 3 0 0 の例示的な実施形態を示す。光路は、黒線でトレースされ、ディスプレイ 1 1 3 1 0 から出射瞳 1 1 3 0 5 への光路の束の末端を示す。図 1 0 B は、一例の閲覧アセンブリハウジング 1 1 3 1 5 に置かれるようなこの同一のディスプレイ光学系 1 1 3 0 0 を示す。ディスプレイ光学系 1 1 3 0 0 がこのように構成されるとき、ディスプレイ 1 1 3 1 0 からの光 1 1 3 2 0 の部分は、ハウジング 1 1 3 1 5 の外側に有り、これは、経路に沿うハウジングの側壁に反射及び/又は散乱される光を、出射瞳 1 1 3 0 5 に導く。これは、例えば、コントラストを低減することによる、接眼レンズで閲覧されるディスプレイ 1 1 3 1 0 の画像の質の劣化のような望まれない結果を招く。ディスプレイ光学系 1 1 3 0 0 は、出射瞳 1 1 3 0 5 で、コリメートされたビームを提供するように構成され、対物レンズ及び接眼レンズを含む両眼閲覧アセンブリは、閲覧アセンブリハウジング 1 1 3 1 5 に一致し、ディスプレイ 1 1 3 0 を閲覧する。

20

30

【 0 0 9 6 】

一部の実施形態では、1 以上のバッフル又はアパーチャ 1 1 3 2 5 は、ディスプレイ光学系 1 1 3 0 0 に組み込まれ、ハウジング 1 1 3 1 5 と交差する光の量を低減又は排除する。アパーチャは、接眼レンズにより側壁の視界を低減するように配置され、それにより、側壁で反射される、収集された光を低減する。図 1 0 C は、アパーチャのないディスプレイ光学系 1 1 3 0 0 の一例の実施形態を示す。ディスプレイ光学系は、閲覧アセンブリ内の光路を再度方向付けるためのミラー M 1、M 2、M 3 及び M 4 を含む。ミラー M 1、M 2、M 3 及び M 4 は、航路を折り曲げ、ディスプレイ光学系 1 1 3 0 0 は、小さいフットプリントを有するよりコンパクトなハウジングに含まれることができる。また、各種実施形態では、ミラー M 1、M 2、M 3 及び M 4 は、アーム上のハウジングを支持するように構成されるサポーティングカラムの周りの光学経路ラップ (o p t i c a l p a t h w r a p s) を折り曲げる。各種実施形態では、カラムは、電気信号、電力及び照明ファイバのための導管である。例えば、F P G A 等を有する電子基板は、ディスプレイの上部に配置されうる。(例えば、M I P I 2 信号)の信号インテグリティ (s i g n a l i n t e g r i t y) が、短いケーブルルーティングで維持されうるため、このような構成は、有益である。その周りに光学経路が包まれるサポートカラムに対する開口部 1 1 3 0 7 は、図 1 0 B で見られる。ディスプレイ光学系は、ディスプレイ 1 1 3 1 0 から出射瞳 1 1 3 0 5 への経路に沿って光路を形成 (例えば、コリメート) するために、レンズチ

40

50

ューブL1のレンズを含む。レンズチューブL1は、ディスプレイ11310から出射瞳11305へほぼ全ての光伝達を含む相対的に狭い光学経路を維持するために用いられる。図10Dは、ミラーM4とディスプレイ11310との間に追加されるアパーチャ11325を有する図10Cからのディスプレイ光学系11300の例示的な実施形態を示す。図10Eは、ミラーM3と最後のミラーM4との間に追加されるアパーチャ11325を有する図10Cからのディスプレイ光学系11300の例示的な実施形態を示す。図10Fは、レンズチューブL1とミラーM3との間に追加されるアパーチャ11325を有する図10Cからのディスプレイ光学系11300の例示的な実施形態を示す。

【0097】

図10Gは、レンズチューブL1とミラーM3との間、ミラーM3とミラーM4との間、及びミラーM4とディスプレイ11310との間の、図10Dから10Fに示される全ての位置で追加されるアパーチャ11325を有する、図10Cからのディスプレイ光学系11300の例示的な実施形態を示す。この構成の性能のシミュレーションは、望まれない光、例えばハウジング11315の内部ハウジングから反射又は散乱された後に到達する光の放射強度が約3.6倍低減されたが、ディスプレイ11310からの出射瞳11305での放射強度は、放射強度の変化が10%未満であることを実質的に意味するほど一定に保持されたままであることを示している。

【0098】

一部の実施形態では、ディスプレイ光学系11300は、少なくとも4つのバッフル又は4つ以下のバッフルを含みうる。特定の実施では、4つのバッフルは、第1のレンズとディスプレイ11310との間の光学経路に含まれうる。一部の実施では、2つのミラーは、第1のレンズとディスプレイ11310との間の光学経路に含まれうる。一部の実施形態では、光学経路は、ディスプレイ11310から、第1のバッフル、第1のミラー、第2のバッフル、第2のミラー及び第1のレンズの前のだい3のバッフルの順で含まれうる。

【0099】

一部の実施形態では、ディスプレイは、例えば、投影ディスプレイ又は高解像度（例えば、300ppiを超える）の最新のフレキシブルLCD又はOLEDディスプレイのいずれかの湾曲面であることができる。湾曲ディスプレイは、以下の2つの利点を提供する。ディスプレイのための画像化光学系は、フラットパネルよりも複雑さが低減される、及びディスプレイの各ピクチャエレメントの円錐又は開口数は、閲覧光学系及びディスプレイの周辺に向かって方向付けられることができ、それにより、口径食(vignetting)を受けにくい輝いた画像を提供する。

【0100】

一部の実施形態では、ディスプレイは、単一のバックライトを有する2又はそれ以上の透過型ディスプレイを備える立体ディスプレイであることができ、ここで、透過型ディスプレイパネルは、外科医の焦点の異なる平面を提供するために積層される。透過型ディスプレイは、アクティブマトリクス液晶ディスプレイ(active matrix liquid crystal displays (“AMLCD”))又は他のタイプの透過型ディスプレイでありうる。バックライトは、蛍光性ランプ、LEDのまた他の適切な光源でありうる。異なる焦点面に位置付けられるディスプレイを有することにより、異なる焦点面からの画像データは、データを複数の焦点面から単一の画像へ組み合わせるシステムと比べて、相対的に少ない画像処理及び/又は圧縮で外科医に提示されてもよい。一部の実施形態では、多数のカメラは、変化する深さ又は変化する焦点距離を有して位置付けられ、異なる焦点面におけるディスプレイは、表示された画像内の特徴の位置を識別する際に外科医を補助する表示を形成するために、異なる深さに位置付けられる又は焦点合わせされるカメラからの画像データを表示するように構成される。

【0101】

ディスプレイは、オーバーレイ、術前CT、MR又は例えば、従来の手術ナビゲーションシステム（例えば、Medtronic StealthStation又はTre

10

20

30

40

50

on, Stryker Surgical Navigation System, 又は Brainlab) からの他の 3D 画像データセットとして示すことができる。各種実施形態では、画像に加えて、ディスプレイは、数値データ及び/又はテキストを提供することができる。例えば、各種実施形態では、ディスプレイは、距離又はツール測定、透明ツールレンダリング、カメラ認識情報(例えば、特定の光学センサに起因する合成画像の位置が、その部位の周囲の境界の認識を生成してもよい)、上下方向、経過時間、及び/又は手術において前回からの 1 以上の光学センサからのキャプチャされた 1 以上のスチール画像のような情報をオーバーレイすることができる。トラッキングシステムは、従来の手術ナビゲーションシステムに 5 - DOF (degrees of freedom) 又は 6 - DOF 位置及び方向情報を提供することができる。他の情報、グラフィック、英数字又は他のものが提供されうる。

10

【0102】

ツール画像は、広い視界の画像に対して拡大されることができ、画像スケールリングの変化は、手術具が内及び外に移動すると、発生する。一部の実施形態では、ディスプレイの実施形態のためのビジュアルメタファーは、小さな領域で検査及び作業を行うためのハンドヘルド拡大眼鏡のものであり、一方で、状況認識を提供するために視野のより周辺の領域において低倍率(必要な場合)で大きなワークピースを見る。手術具の画像は、例えば、背景画像に重畳されることができ、それにより、背景画像の一部をブロックすることができる。各種実施形態では、手術具の画像は、ステレオであってもよい。

【0103】

一部の実施形態では、蛍光情報が表示されうる。赤外のような異なる波長で撮像するカメラは、手術部位又はそこに含まれる物体を撮像することができる。一部の実施形態では、例えば、蛍光物質を注入し、蛍光を誘起する光で領域を照射することにより、構成は、蛍光からなりうる。このような技術は、腫瘍等のような対象の特定の構成の位置及び/又は境界を識別及び/又は強調するために有益である。蛍光又は対象の他の波長は、手術用顕微鏡視界を提供する 1 以上のカメラのような手術野を画像化する 1 以上のカメラにより検出されてもよい。一部の実施形態では、蛍光又は対象の他の波長により生成される画像は、他のカメラからの 1 以上の画像に重ね合わせられる。フィルタリングは、望まれない波長を除去し、可能であればコントラストを増加させるために提供されうる。フィルタは、励起光を除去しうる。一部の実施形態では、放出画像コンテンツ(例えば、蛍光組織)は、放出しない(例えば、蛍光ではない組織)画像コンテンツに解析及び重ね合わせられうる。蛍光波長が不可視である(例えば、赤外の蛍光発光)ような各種実施形態では、蛍光コンテンツの人口色演出は、蛍光発光する組織を可視化するように、実際の蛍光色に置き換えて用いられうる。

20

30

【0104】

本開示に記載される実施の各種変更は、当業者にとって明らかであり、本明細書に定義される一般原理は、本開示の趣旨又は範囲を逸脱しない限り他の実施に適用されてもよい。よって、特許請求の範囲は、本明細書に示される実施に限定されることを意図するものではないが、本開示、本明細書に開示される原理及び新規な構成と一致する最も広い範囲と合致するものである。

40

【0105】

別々の実施形態の文脈において本明細書で説明された特定の構成は、単一の実施形態と組み合わせられて実施されることもできる。その逆に、単一の実施形態の文脈で説明される各種構成は、別々の複数の実施形態又は任意の適切なサブコンビネーションで実施されてもよい。また、構成は、特定の実施形態で機能するように上記で説明され、このように初めにクレーム化されているが、クレーム化された組み合わせからの一又はそれ以上構成は、一部の場合には、組み合わせから削除されることができ、クレーム化された組み合わせは、サブコンビネーション又はサブコンビネーションのバリエーションに関するものであってもよい。

【図1】

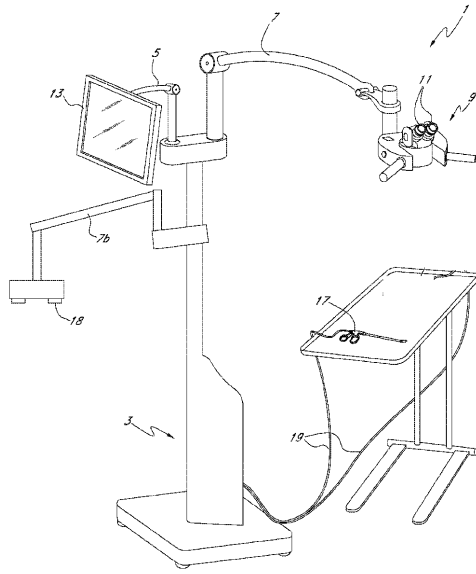


FIG. 1

【図2】

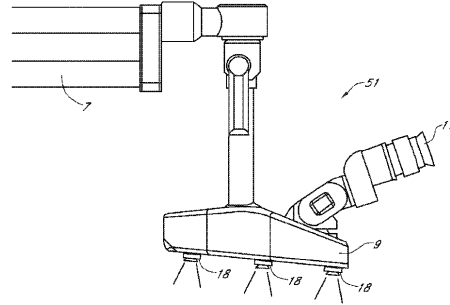


FIG. 2

【図3A】

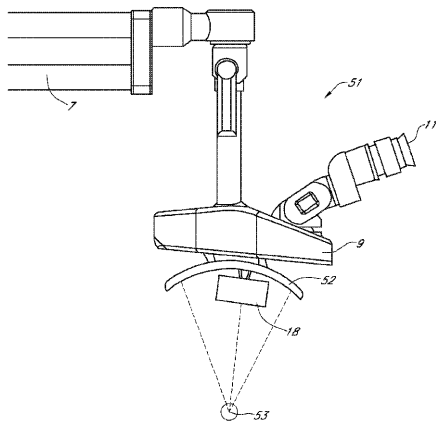
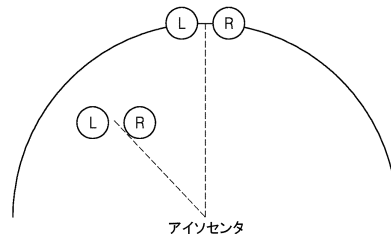
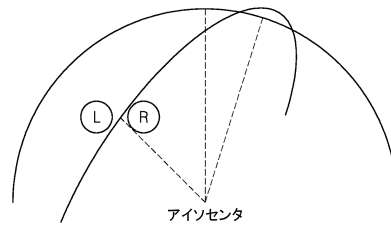


FIG. 3A

【図3B】



ディスプレイは、ユーザに対して人間工学的に有利な
 閲覧位置と一致する水平を提供する。
 アイソセンタは、ディスプレイの水平に平行な2つの眼
 の間の位置として定義される。



【図4A】

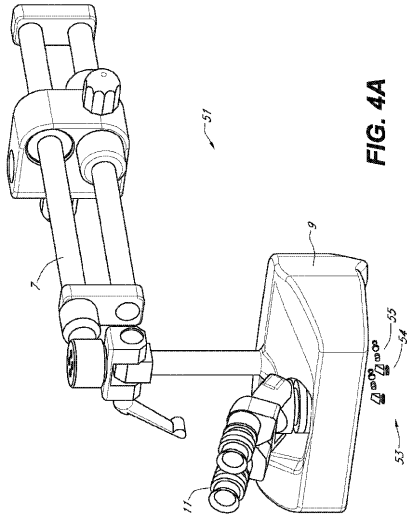


FIG. 4A

【図4B】

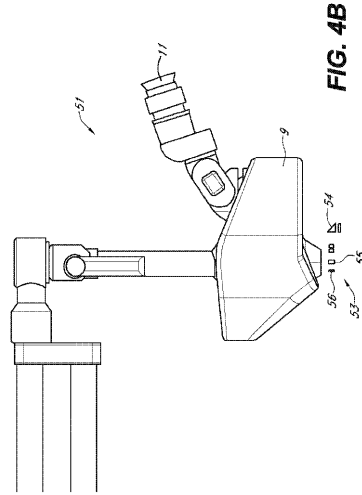
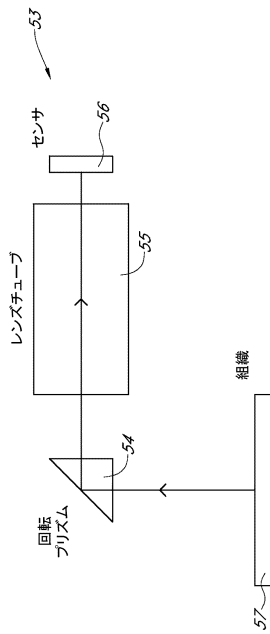
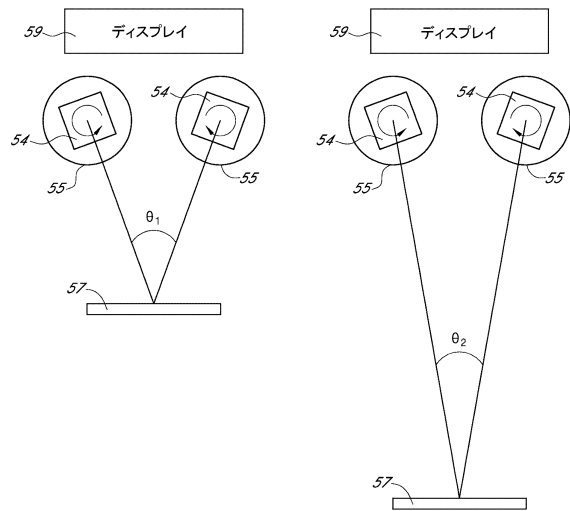


FIG. 4B

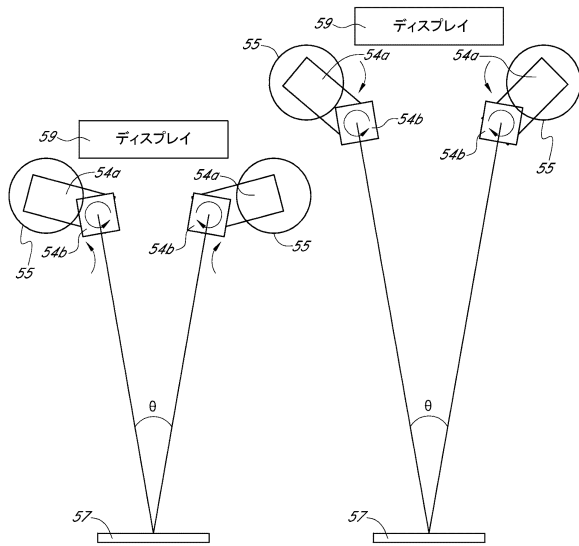
【図5A】



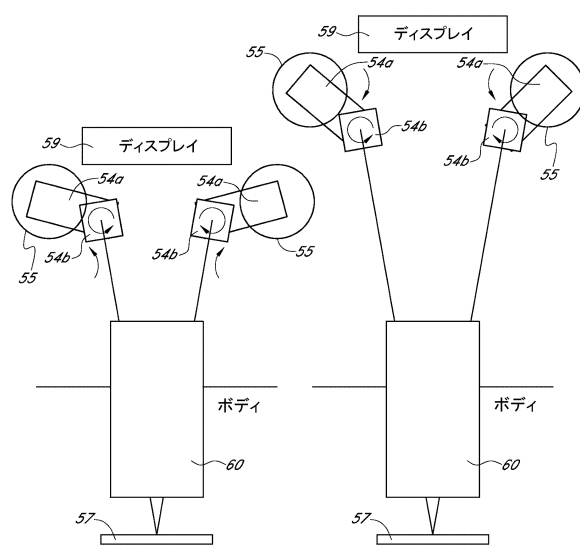
【図5B】



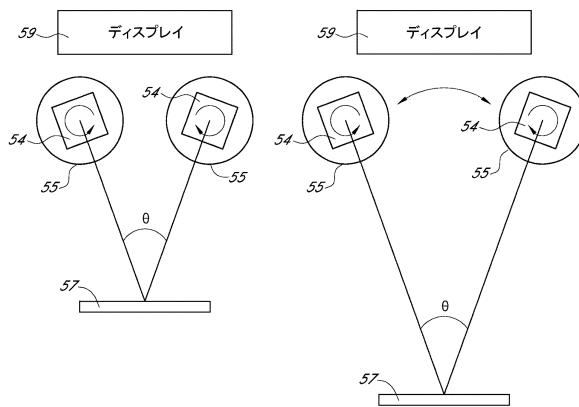
【図5C】



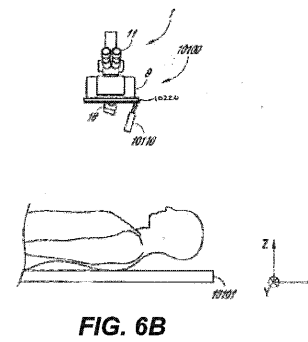
【図5D】



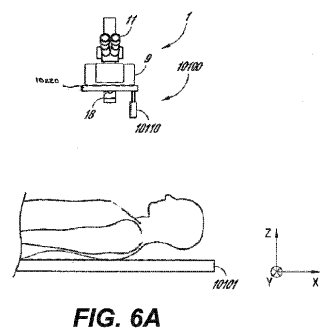
【図5E】



【図6B】



【図6A】



【 図 6 C 】

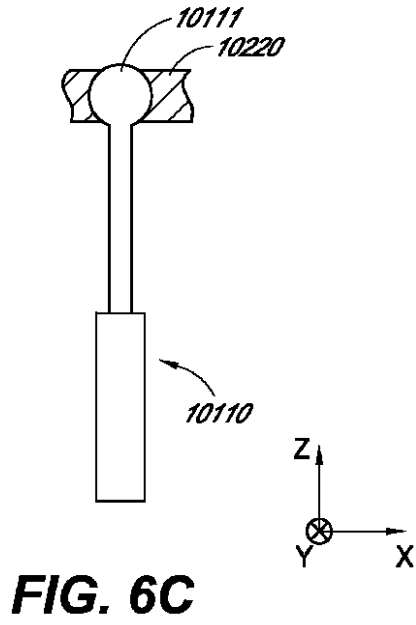


FIG. 6C

【 図 7 】

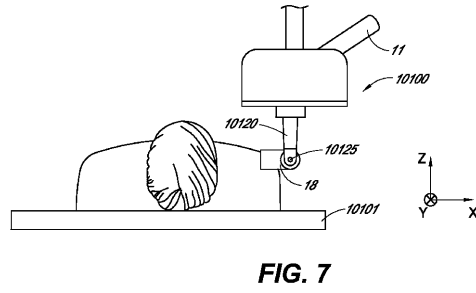


FIG. 7

【 図 8 】

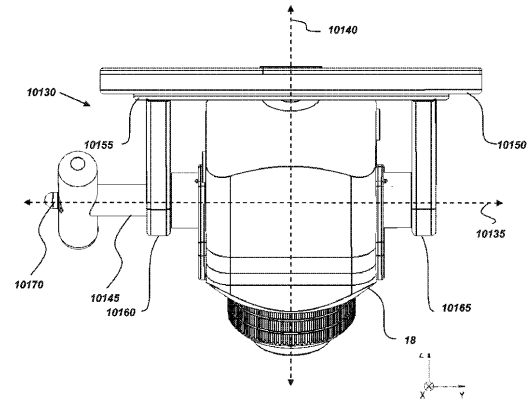


FIG. 8

【 図 9 A 】

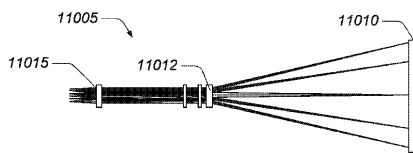


FIG. 9A

【 図 9 D 】

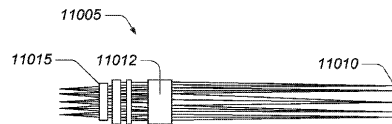


FIG. 9D

【 図 9 B 】

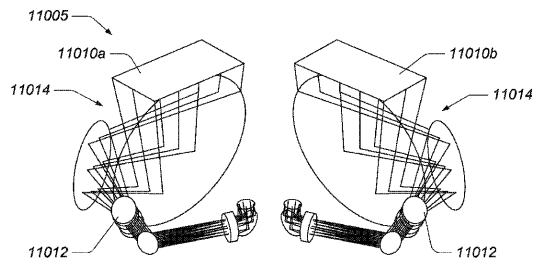


FIG. 9B

【 図 10 A 】

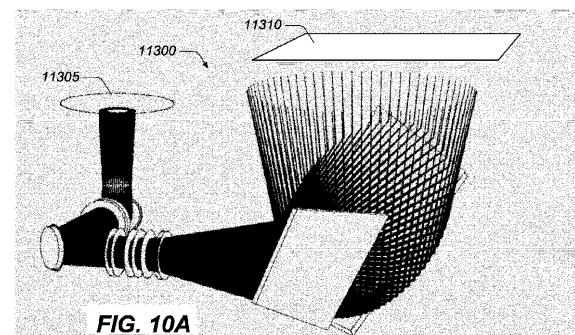


FIG. 10A

【 図 9 C 】

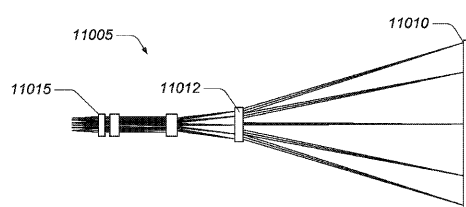
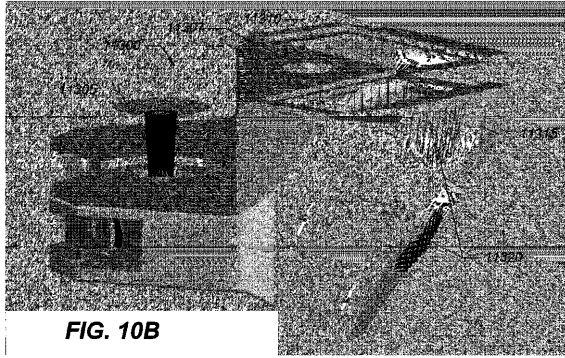
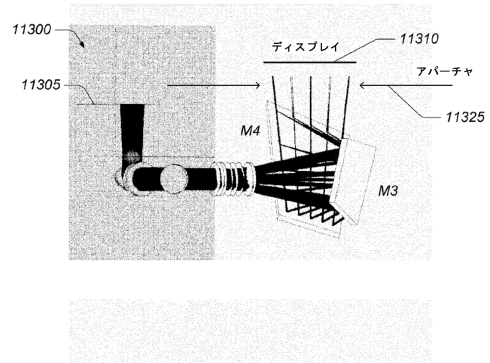


FIG. 9C

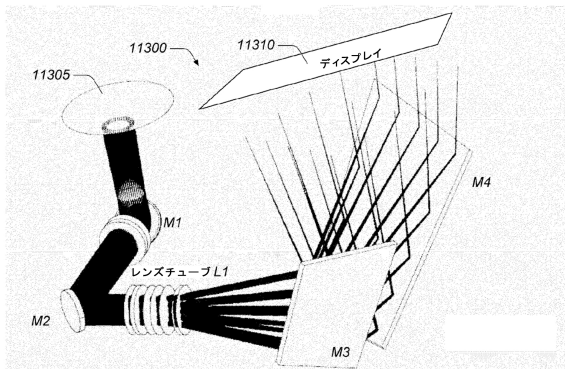
【図10B】



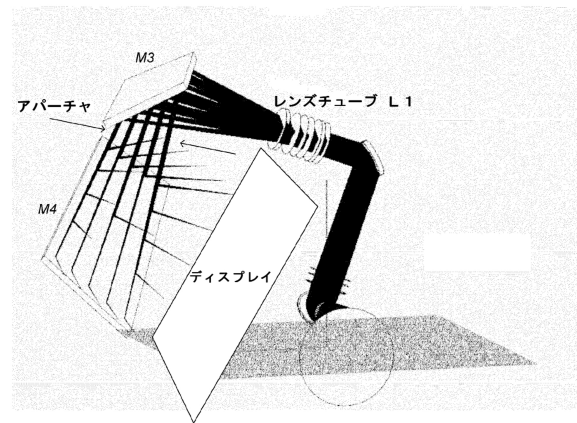
【図10D】



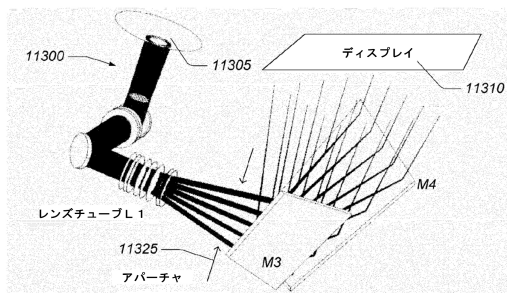
【図10C】



【図10E】



【図10F】



【図10G】

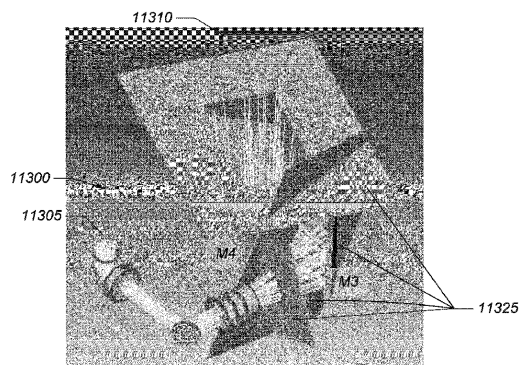


FIG. 10G

フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 61/921,051
(32)優先日 平成25年12月26日(2013.12.26)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 61/880,808
(32)優先日 平成25年9月20日(2013.9.20)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 61/922,068
(32)優先日 平成25年12月30日(2013.12.30)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 61/921,389
(32)優先日 平成25年12月27日(2013.12.27)
(33)優先権主張国 米国(US)

- (56)参考文献 特開2001-117049(JP,A)
特開平07-261094(JP,A)
特開2001-161638(JP,A)
特開2009-288296(JP,A)
特開2002-011022(JP,A)
特開2001-087212(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 90/20
G02B 21/00