

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2018-519541

(P2018-519541A)

(43) 公表日 平成30年7月19日 (2018.7.19)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 23/26 (2006.01)	G02B 23/26 B	2H040
A61B 1/00 (2006.01)	A61B 1/00 731	2H042
G02B 5/00 (2006.01)	G02B 5/00 Z	4C161
	G02B 23/26 C	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2017-564877 (P2017-564877)	(71) 出願人	590000248
(86) (22) 出願日	平成28年6月13日 (2016.6.13)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ
(85) 翻訳文提出日	平成30年1月15日 (2018.1.15)		ヴェ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2016/063417		KONINKLIJKE PHILIPS
(87) 国際公開番号	W02016/202710		N. V.
(87) 国際公開日	平成28年12月22日 (2016.12.22)		オランダ国 5656 アーエー アイン
(31) 優先権主張番号	15172925.8		ドーフエン ハイテック キャンパス 5
(32) 優先日	平成27年6月19日 (2015.6.19)		High Tech Campus 5,
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		NL-5656 AE Eindhoven
		(74) 代理人	110001690
			特許業務法人M&Sパートナーズ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像システム、光学要素、及びこれらを使用したカテーテル又は内視鏡

(57) 【要約】

本発明は撮像システムを提供し、この撮像システムは、軸方向に入射した光を、軸方向に間隔を空けた一連の外向きの径方向投影に偏向するための光学要素を備え、さらに、反射された光を収集するための画像収集手段も備える。光学要素は、光学要素に沿って軸方向に連続するポイントに設けられた複数の光偏向面又は機構を備え、各ポイントは、異なる径方向場所にある。光偏向面は、軸方向からそれらに入射した光を径方向に偏向するように設けられ、それにより、各光偏向面は、光学要素から光の径方向投影を生成する。光学要素に沿って投影されたビーム又はビーム束は、連続的な外側環状層が、ファセットによって剥ぎ取られ、構造に沿った異なる複数の軸方向ポイントで外向きに偏向される。

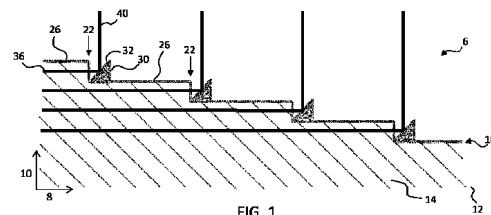


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内腔を撮像するための撮像システムであって、前記撮像システムは、

軸方向に伝播する入力ビームフロントを受け取り、前記入力ビームフロントを、軸方向に間隔を空けた一連の光の環状投影に偏向するための、軸延伸及び半径延伸を有する光学本体と、

間に非ビーム偏向空間を挟んで相互に対して軸方向及び径方向に分離された複数のビーム偏向ファセットであって、前記ビーム偏向ファセットは、前記光学本体に沿って設けられ、前記入力ビームフロントの異なる複数の環状部分を捕えて前記光学本体から外向きに径方向に偏向して、前記光学要素から、軸方向に分離された一連の光の環状投影を生成する、複数のビーム偏向ファセットと、を備える光学要素と、

前記内腔の 1 つ又は複数の面から反射された光を収集するための画像収集手段と、を備える、撮像システム。

【請求項 2】

前記光学本体の前記半径延伸は、軸方向に沿って変化し、前記ビーム偏向ファセットは、前記光学本体の径方向周囲部に沿った、軸方向に連続するポイントに設けられる、請求項 1 に記載の撮像システム。

【請求項 3】

前記光学本体の前記半径延伸は、軸方向に沿って漸進的に減少するか又は漸進的に増加する、請求項 2 に記載の撮像システム。

【請求項 4】

前記ビーム偏向ファセットによって形成される如何なる凸部又は凹部も除外した、前記光学本体の前記半径延伸の全体的なエンベロップは、軸方向に沿って連続して変化する、請求項 2 又は 3 に記載の撮像システム。

【請求項 5】

前記光学本体の前記半径延伸は、軸方向に沿って段階的に変化し、したがって、前記光学本体の前記径方向周囲部は、軸方向に間隔を空けた一連の段付き部分を含む、請求項 2 又は 3 に記載の撮像システム。

【請求項 6】

前記ビーム偏向ファセットは、反射要素で構成され、前記反射要素の各々は、前記段付き部分のうちの 1 つに面するように設けられた反射面を有し、軸方向に入射した光が前記反射要素から外向きに径方向に反射するように角度付けられる、請求項 5 に記載の撮像システム。

【請求項 7】

前記ビーム偏向ファセットは、前記光学本体の前記径方向周囲部の境界を部分的に定める、請求項 2 乃至 5 の何れか一項に記載の撮像システム。

【請求項 8】

前記ビーム偏向ファセットは、前記径方向周囲部の前記段付きセクションを形成し、前記ビーム偏向ファセットの各々は、前記径方向周囲部上の軸方向に反対のポイントに位置決めされた対応する透過ファセットを介して、前記光学要素から外向きに光を偏向するように設けられ、前記反対のポイントは、前記ビーム偏向ファセットから前記光学本体を通る光路に沿って位置決めされる、請求項 7 に記載の撮像システム。

【請求項 9】

前記透過ファセットの各々は、前記光学本体の前記径方向周囲部の境界を部分的に定め、前記ビーム偏向ファセットは、全反射によって光を反射する、請求項 8 に記載の撮像システム。

【請求項 10】

前記透過ファセットの各々につき、前記径方向周囲部に沿った、径方向に平行であり軸方向に近接するポイントに、対応するブロッキングファセットが設けられ、前記ブロッキングファセットは、軸方向から入射した光線を反射して、前記光線が対応す

10

20

30

40

50

る前記透過ファセットを通して透過されるのを防止する、請求項 9 に記載の撮像システム。

【請求項 1 1】

前記光学本体の前記半径延伸は、軸方向に沿って減少し、少なくとも前記光学本体の軸方向部分については、軸方向に連続する前記ビーム偏向ファセットにおける前記半径延伸 r_i は、下式に従い、

【数 1 4】

$$r_{i+1} \geq \frac{\tan \mu - \tan \varphi}{\tan \mu + \tan \varphi} r_i \quad 10$$

ここで、 μ = 前記ビーム偏向ファセットの角度であり、 φ = 前記ビーム偏向ファセットによる反射後の、径方向に対するビームの伝播角度である、請求項 1 0 に記載の撮像システム。

【請求項 1 2】

前記光学本体は、光ファイバを備える、請求項 1 乃至 1 1 の何れか一項に記載の撮像システム。

【請求項 1 3】

ビーム生成手段と、

20

請求項 1 乃至 1 2 の何れか一項に記載の撮像システムと、を備える、カテーテル又は内視鏡であって、

前記光学要素は、前記ビーム生成手段と光通信し、前記ビーム生成手段からの光を前記カテーテル又は前記内視鏡から外向きに径方向に偏向するように設けられる、カテーテル又は内視鏡。

【請求項 1 4】

軸方向に間隔を空けた一連の環状投影を形成するために、軸方向に伝播された光を偏向するステップを含む、内腔を撮像する方法であって、前記方法は、

光学要素で構成される光学本体に沿って入力ビームフロントを軸方向に伝播するステップであって、前記光学要素は、前記内腔内に位置決めされ、前記光学本体は、軸延伸及び半径延伸を有し、前記光学要素はさらに、複数のビーム偏向ファセットを備え、前記ビーム偏向ファセットは、間に非ビーム偏向空間を挟んで相互に対して軸方向及び径方向に分離され、前記入力ビームフロントの異なる複数の環状部分を捕えて前記光学要素から外向きに径方向に偏向して、前記光学要素から、軸方向に分離された一連の光の環状投影を生成するように設けられた、伝播するステップと、

30

前記内腔の 1 つ又は複数の面によって反射された光を画像収集手段によって収集して、それにより前記内腔の撮像を可能にするステップと、を有する、方法。

【請求項 1 5】

光ビームはレーザビームである、請求項 1 4 に記載の方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、光学要素、特に、軸方向に向けられた光を径方向に偏向するための要素を備える、撮像システムに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

多くの内視鏡処置、特に、人間の上気道の開存性を検査又は調査するための処置では、内視鏡は、管状の気道への挿入時に気道の横断面輪郭がカメラによる検査のために照明されるように、外向きに向けられた光のリング（又は径方向平面）を生み出せる光生成手段

50

を有することが望ましい。

【0003】

このような光パターンを提供する、知られている手段の1つは、光ファイバからの視準されたレーザ光を偏向円錐に向けることであり、円錐の傾斜度は、その表面からその周りのすべての方向に入射光を90度で偏向するようなものである。この結果、円錐から外向きに突き出た光の「リング」パターンが作り出され、次いで、このパターンを使用して気道の円周セクションが照明される。特に、この概念には2つの変形がある。第1では、円錐は、反射性の外表面を有し、その先端が入来光の方向に面するように設けられ、したがって、光はその表面から直接、外に反射される。第2では、円錐は、その底面が入来光の方に面するように設けられ、傾斜度は、光ファイバから円錐の内壁に入射した光が全反射によって反対の壁の方向に反射されるように設けられ、光は、この壁を通して透過され、透過時に屈折のせいで最初の入射光に対して90度の経路に偏向する。

10

【0004】

しかし、多くの場合では、気道の開存性を確実に検査するために、気道に沿って間隔を空けた一連のポイントで光の複数のリングパターンを作り出すことが望ましい。現在、これは、カテーテルに沿って複数の照明ユニットを設けることによってしか達成することができず、各照明ユニットは、それ自体のレーザ、光ファイバ（任意選択でGRINレンズ）、及び円錐を有する。これにより、得られるカテーテルは、煩雑になるとともに、生産するのが高価にもなる。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

したがって、軸方向に間隔を空けた複数の光のリングパターンの生成及び撮像を、単一の光源のみを利用して容易にすることができる光学デバイスが望まれている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、特許請求の範囲によって定義される。

【0007】

本発明の一態様によれば、内腔を撮像するための撮像システムが提供される。撮像システムは、

30

光学要素を備え、光学要素は、

軸方向に伝播する入力ビームフロントを受け取り、この入力ビームフロントを、軸方向に間隔を空けた一連の光の環状投影40に偏向するための、軸延伸及び半径延伸を有する光学本体と、

間に非ビーム偏向空間を挟んで相互に対して軸方向及び径方向に分離された複数のビーム偏向ファセット（32、70、72）と、を備え、ビーム偏向ファセットは、光学本体に沿って設けられ、入力ビームフロントの異なる複数の環状部分を捕えて光学本体から外向きに径方向に偏向して、それにより、光学要素から、軸方向に分離された一連の光の環状投影を生成するように構成され、

撮像システムはまた、内腔の1つ又は複数の面から反射された光を収集するための画像収集手段を備える。

40

【0008】

ビーム偏向ファセットの間隔を相互から径方向に（並びに軸方向に）空けることによって、各ファセットは、光学本体を通して又は光学本体に沿って伝播されているビーム全体又はビーム束の、環状「層」又はセクションを受け取るように設けられる。このようにして、ファセットは、径方向の「セクタ」として効果的に使用される。すなわち、各ファセットは、要素に沿った異なる軸方向位置で、伝播する光のリング又は径方向層を1つだけ効果的に「剥ぎ取り」、これを要素から外向きに径方向に偏向するように設けられる。この結果、要素から伝播する、軸方向に間隔を空けた一連の光の平面が作り出され、各平面は、要素から外向きに径方向に投影される。これらの平面は、例えば患者の気道の壁に

50

入射したとき、間隔を空けた光の環を形成し、これらの環は、気道の複数のセクションの検査を可能にする。間隔を空けた光の環の反射を腔の内壁から収集するため及び／又は取り込むための、少なくとも1つの画像収集手段がさらに提供され、それにより、軸方向に間隔を空けた内腔の各部分を撮像するための統合撮像システムが提供される。

【0009】

例では、画像収集手段は、内腔の壁から反射された光又は画像を収集及び／又は方向変換するための、1つ又は複数の光学要素を含む。例における画像収集手段は、1つ又は複数のレンズ、ミラー、他の反射若しくは偏向要素、又は光ファイバを含む。光ファイバは、腔の壁から収集された光又は画像が、外部の画像取込み要素、例えばカメラなどに、光通信されるのを可能にする。しかし、さらに他の例によれば、画像収集手段は、カメラ要素など、反射光を取り込んで画像データを出力として生成するための1つ又は複数の画像取込み要素を含む。

10

【0010】

例によれば、異なる複数の軸方向ゾーン若しくは領域の撮像を容易にするための複数の画像収集手段が提供されるか、又は、すべての環状投影の反射を収集できる単一の手段が提供される。これらは、例えば要素に沿った複数のポイントに設けられた別個のカメラ要素を含むか、又は、その代り、要素に沿った複数のポイントに配置された複数のレンズ及び／若しくは光ファイバを含み、これらのレンズ及び／若しくは光ファイバは、各環状投影の反射を収集し、それらを、光ファイバを介してカメラなどの画像取込み要素（外部に設けられたか若しくは本発明の一部として設けられたかのいずれかの）に光学的に送信若しくは伝播するように構成される。

20

【0011】

光学要素は、軸延伸と半径延伸とを有する主要光学本体又はコアを備える。要素は、第1の軸端部又は近位軸領域で入力ビームフロントを受け取り、この入力ビームフロントの連続的な環状部分が、光学本体に沿って設けられた軸方向に間隔を空けたビーム偏向ファセット上に送達されるのを容易にするように構成される。少なくともいくつかの例では、光学本体は、光学本体のボリュームを通してそれに沿って入力ビームを透過させるか又は搬送するように構成される。この場合、光学本体は、いくつかの場合では例えば光ファイバを含み、又は別法として、本体自体の材料の容積を通してその長さに沿って入力ビームフロントを搬送するか若しくは入力ビームフロントの通過を可能にするように構成された、任意の光学ユニット若しくはコンポーネントを含む。

30

【0012】

しかし、他の例では、光学本体は、そのボリュームを通してビームフロントを透過させず、その代り、単に、光学本体を直に囲む空気（又は他の媒体）を通して伝播している入力ビームフロントの軸方向部分が連続的に偏向又は反射されるのを容易にするように構成された中心光学構造を形成する。後でより詳細に述べる例では、例えば、光学本体は、径方向に先細にされた光学構造を備え、この光学構造は、その軸方向の長さに沿って増大する半径延伸を有し、その（拡張する）径方向周囲部に沿って軸方向に連続するポイントに設けられたビーム偏向ファセットを有する。ビームフロントが、光学本体の軸方向軸とほぼ一致する光軸に沿って本体の近位軸端部の方に伝播されるとき、ビームフロントは光学本体によって本質的に貫通され、ビームフロントが本体の長さに沿って進むのに伴って、ビームフロントの連続的な内側環状セクションが、光学本体の外部に沿って設けられた連続的に設けられた偏向ファセットに入射する。

40

【0013】

すべての例で、光学本体は、単一の結合したユニット式の本体からなり、この本体は、本体の半径延伸全体に延びる単一のビームフロントを受け取り、この単一のビームフロントを、軸方向に間隔を空けた一連の光の環状投影に偏向することができる。このようにして、光学本体は、例えば、ケーシング又は筐体内に容れられた光学部品の組立品を例えば含む代替光学構造と区別される。光学要素は、少なくとも光学本体とビーム偏向ファセットとの組合せから形成され、ビーム偏向ファセットは光学本体と直接に光通信し、したが

50

って、この2つは、光学的に協働して、入力ビームフロントを受け取り、搬送し、複数の出力環状投影に偏向する。

【0014】

このコンテキストにおける用語「環状」は、円形状に限定するものとして理解されるべきでないことに留意されたい。ここで意図される環は、中心の開口の周りの任意の閉ループ又はリングを意味するものと理解されるべきであり、閉ループ又はリングは、次のものに限定されないが円形、楕円形、正方形、長方形、三角形、又は六角形を含めた、任意の特定の形状を有する。「環状」は、このような環の形状又は形をとる（ただし必ずしも連続して又は完全にとは限らない）という意味である。光の環状投影は、例えば、環の1つのセクション又は部分のみの形状をとる投影を含む。

10

【0015】

したがって、光の環状投影は、いくつかの例では、途切れのない環状投影を含むが、他の例では、不連続の環状投影を含む。同様に、ビーム偏向要素によって偏向される入力ビームフロントの環状部分は、いくつかの例では、途切れのない又は完全な光の環を含むが、他の例では、完全な環の方位角セクションのみを含む。

【0016】

光学要素の光学本体は、半径延伸及び軸延伸の観点から定義されるが、これらは、光学要素を円筒又はほぼ円筒の形状に限定するものとして理解されるべきではない。本体は、様々な非限定的な例において、円形、楕円形、正方形、長方形、三角形、又は六角形の横断面を有することがある。本体の半径延伸は、単に、軸方向と直角な方向における本体の延伸を意味するものとして理解されるべきである。同様に、このコンテキストにおける「径方向」は、要素又は本体の軸方向／延伸と直角な任意の方向を指す。ビーム偏向ファセットは、例では、軸方向に入射した光を任意の径方向に偏向するように適合される。すなわち、必ずしも例えば中心の軸方向軸からファセットの位置に直角に延びるベクトルによって定義される特定の径方向にではなく、軸方向に直角な任意の方向に偏向するように適合される。光学本体の半径延伸は、いずれか所与の軸方向ポイントで、すべての径方向で同様（円筒形の場合にそうであるように）ではないことがあり、ある範囲の多角形状のうちのいずれかを生み出すように変化することがある。

20

【0017】

さらに、「軸方向」は、光学要素又は本体の中心の長手方向軸と整合されるという意味であることに留意されたい。この軸は、要素又は本体の、その長さに沿った径方向の原点を定義する。この軸方向の又は長手方向の軸は、直線である必要はなく、例えば曲がっていてもよい。これは、例えば、光学本体がフレキシブルな光ファイバから形成される場合である。

30

【0018】

ビーム偏向ファセットは、軸方向に入射した光を径方向に偏向するように適合された任意の形の表面、ファサード、面、又は表面部分を含む。ファセットは、いくつかの例では、光を所望の方向に向け直すように切られた（例えば、光学本体の本体又はボリュームから）面を含むが、他の例では、専用の光学要素、例えば、ミラー要素、反射体要素、又はマイクロプリズムなどを含む。

40

【0019】

ビーム偏向ファセットは、例では、光学本体の周囲部全体の周りに円周方向に延びる形状及び配置構成にされた環状ファセットを含む。他の場合では、ビーム偏向ファセットは、本体の周囲部の一部のみの周りに延びる形状及び配置構成にされ、それにより環状セクション又は部分を形成する。

【0020】

各ビーム偏向ファセットは、それらの面が径方向に重複しないように、その隣のファセットから径方向に分離される。このようにして、各ファセットは、ビーム又はビーム束の、異なる径方向部分又は層と一致するように設けられる。いくつかの例では、ファセットは、それらの面が相互と径方向に隣接するように、径方向に設けられる。このようにする

50

と、入力ビーム又はビーム束の連続的に偏向される径方向「層」が隣接するので、光源光のうちのどれも無駄にされない。

【0021】

ビーム偏向ファセットは径方向に隣接して設けられてよいが、それらの面の軸方向の配置構成は隣接しない。本発明の実施形態の目的は、軸方向に分離された／間隔を空けた一連の投影を含む長手方向ビームパターンを生成することである。軸方向に隣接するビーム偏向ファセットは、これを達成しない。

【0022】

径方向に向けられるとは、少なくとも部分的に又は実質的に径方向に向けられるという意味であることに留意されたい。特に、本質的な特徴は、ビーム偏向ファセットが、（軸方向に）入射した光を径方向に偏向すること、すなわち、入射光線の伝播方向の径方向成分を増加させるように働くことである。

【0023】

要素又は光学本体の半径延伸は、軸方向に沿って変化し、偏向ファセットは、光学本体の径方向周囲部に沿った、軸方向に連続するポイントに設けられる。

【0024】

径方向周囲部は、光学本体の、その中心の軸方向軸又は長手方向軸の周りに延びる外部表面又は境界という意味である。

【0025】

要素又は本体の半径延伸は、軸方向に沿って漸進的に減少するか又は漸進的に増加する。このようにすると、軸方向に連続的なファセットは、入力ビーム又はビーム束の、径方向に近接する層をそれぞれ偏向するように設けられる。このような配置構成は、必要ではないが、例えば要素の製造を単純化することができる。

【0026】

いくつかの例では、ビーム偏向ファセットによって形成される如何なる凸部又は凹部も除外した、光学本体の半径延伸の全体的なエンベロープは、軸方向に沿って連続して変化する。光学本体は、例えば、軸方向に延び、連続して変化する半径延伸を有する、主要コア構造を備える。ビーム偏向ファセットは、例えばノッチ又は反射性凸部の形で、このコア構造中に又はコア構造上に構築される。「エンベロープ」は、偏向ファセットによって形成される如何なるより小さい機構も除外した、要素の主要コアの形状／構造という意味である。

【0027】

光学本体又は要素の半径延伸は、例では、連続して変化するのとは反対に、軸方向に沿って段階的に変化し、したがって、要素の径方向周囲部は、軸方向に間隔を空けた一連の段付き部分を含む。

【0028】

これらの場合、ビーム偏向ファセットは反射要素で構成され、各反射要素は、上記の段付き部分のうちの1つに面するように設けられた反射面を有し、軸方向に入射した光を要素から外向きに径方向に反射するように角度付けられる。段付き部分は、いくつかの場合では、直接に径方向に平行な（すなわち「垂直な」）段を含むか、又は、傾斜付けられたか若しくは角度付けられた段を含む。各ビーム偏向ファセットは、例えば、径方向に平行な又は角度付けられた各段の方に面した反射面を有するように設けられ、したがって、段のまっすぐな又は傾斜付けられた面を通して透過された光は、ファセット面に入射し、ファセット面によって偏向される。

【0029】

他の例では、ビーム偏向ファセットは、光学本体の径方向周囲部の境界を部分的に定める。この場合、ビーム偏向ファセットは、要素のコア構造自体の中に構築される。径方向周囲部全体が連続して単調に変化する場合、ビーム偏向ファセットは、光学本体又はコア構造中に形成された、軸方向に間隔を空けた一連のノッチの面を含む。別法として、径方向周囲部の段付きセクション自体が、偏向ファセットを形成する。

【0030】

各ビーム偏向ファセットは、径方向周囲部上の軸方向に反対のポイントに位置決めされた対応する透過ファセットを介して、要素から外向きに光を偏向するように設けられ、このポイントは、偏向ファセットから光学本体を通る光路に沿って位置決めされる。

【0031】

この場合、ビーム偏向ファセットに軸方向に入射した光は、光学本体の軸中心の方に内向きに向け直され、特別に設けられた透過ファセットを通して軸方向に反対の側で構造が出る。この透過ファセットは、偏向されたビームが構造の縁部に達したときにビームと一致するように軸方向に設けられ、できるだけ多くの光を透過させ反射しないように角度付けられた面を有する。これらの例によれば、各透過ファセットは、要素のコア自体の中に構築され（すなわち、光学本体の径方向周囲部の境界を部分的に定め）、偏向ファセットからの反射は、全反射を通した反射である。

【0032】

さらに、上の例においては、各透過ファセットにつき、追加で、径方向周囲部に沿った、径方向に平行であり軸方向に近接するポイントに、対応するブロッキングファセットが設けられる。このブロッキングファセットは、軸方向から入射した光線を反射して、これらの光線が対応する透過ファセットを通して透過されるのを防止するように構成される。

【0033】

透過ファセットが、軸方向から入射した光を透過させないことは重要である。というのは、軸方向から入射した光を透過させることは、迷光がこれらのファセットを通して漏出し、生成されたリングパターンと干渉することにつながるからである。ブロッキングファセットは、軸方向に向けられた光線から透過ファセットを効果的に隠す。ブロッキングファセットは、透明な材料で形成されてよいが、軸方向に入射した光を透過させるのではなく反射するように特別に角度付けられる。

【0034】

1組の例では、ブロッキングファセット自体が、偏向ファセットの役割も実施し、要素の本体を横断して、協同的に設けられた第2の透過ファセットの方向に、第1の偏向ファセットと同様に光を向け直すことに留意されたい。第2の透過ファセットは、第1の偏向ファセットに対して、径方向に平行に、且つ軸方向に近接するように位置決めされる。この構成においては、第1の偏向ファセットはさらに、第2の透過ファセットに対するブロッキングファセットとしての第2の役割も果たす。

【0035】

前述の例においては、要素の光学本体の半径延伸は、軸方向に沿って減少し、少なくとも要素の軸方向部分については、軸方向に連続する偏向ファセットにおける半径延伸 r_i は、下式に従う。

【数1】

$$r_{i+1} \geq \frac{\tan \mu - \tan \varphi}{\tan \mu + \tan \varphi} r_i$$

ここで、 μ = 偏向ファセットの角度であり、 φ = 偏向ファセットによる反射後の、径方向に対するビームの伝播角度である。

【0036】

半径延伸の減少は、光学本体の径方向周囲部に位置する、軸方向に連続する偏向ファセット間の、径方向の分離を容易にする。半径は、減少して、連続的なファセットが、他の如何なる環状部分とも干渉せずに、要素に沿って軸方向に伝播されるビーム又はビーム束の異なる環状層又は部分と整合されるのを可能にする。連続的な偏向ファセット間の半径変化は、例えば、先行する偏向ファセットの、（分解された）径方向「高さ」に等しい。あるポイントまでは、連続的な偏向ファセット間の半径変化は等しい。しかし、クリティ

10

20

30

40

50

カルなポイントの後は、各ブロッキングファセットとそれぞれの透過ファセットとの間の軸方向分離がマイナスになる（すなわちそれらの間に分離がなくなる）のを回避するために、半径変化は連続的なファセットにわたって減少し始めなければならない。これは、偏向された光路の角度制約のせいで、クリティカルなポイントの後で起こり始める。

【0037】

任意の例示的な実施形態によれば、光学要素は、光ファイバを備える。光ファイバは、偏向及び／又は透過ファセットを備える光学本体又は主要光学コンポーネントから、空間的に分離される。この場合の光ファイバは、光ビームが配置構成の偏向部に向かう道程で、光ビームを伝播するために通る媒体を提供する。例では、一般的な光供給ファイバの後に位置する屈折率分布型（GRIN）レンズを使用して、光学本体に入る光を視準することができる。別法として、光学本体自体が光ファイバから形成され、偏向ファセットは、コアファイバ中に又はコアファイバ上に構築される。

10

【0038】

任意の例示的な実施形態によれば、画像収集手段は、カメラ要素を含む。例では、これは、光学要素によって生成されたすべての環状投影を、撮像されている腔の内壁からの反射時に取り込むことができる視野を有する、単一のカメラ要素である。例では、提供されるカメラ要素は、撮像されている腔の異なる複数の軸方向領域若しくは径方向領域からの光を撮像するか若しくは取り込むように、又は異なる複数の環状投影を取り込むように構成された、複数の感応性部分又は領域を有する。さらに他の例では、撮像されている腔のそれぞれの複数の軸方向領域又は径方向領域からの光を取り込むための、或いは、異なる複数の環状投影からの光、又は1つ若しくは複数の環状投影の異なる複数の径方向セクションからの光を撮像するか又は取り込むための、複数のカメラ要素が提供される。

20

【0039】

さらに他の例では、代りに、異なる複数の軸方向場所に設けられた複数の画像収集要素との組合せで、単一のカメラ要素が提供される。画像収集要素は、内腔のそれぞれの複数の軸方向領域から反射された光を収集し、それを、提供された単一のカメラ要素に向け直すか又は光学的に通信若しくは送信するように構成される。これらは、例として、複数のレンズ及び／又は光ファイバを含む。

【0040】

本発明の一態様によれば、カテーテル又は内視鏡が提供される。カテーテル又は内視鏡は、

30

ビーム生成手段と、

前述のいずれかの請求項に記載の撮像システムとを備え、撮像システムの光学要素は、ビーム生成手段と光通信し、ビーム生成手段からの光をカテーテル又は内視鏡から外向きに径方向に偏向するように設けられる。

【0041】

本発明のさらに他の態様によれば、軸方向に伝播された光を偏向して、軸方向に間隔を空けた一連の環状投影を形成することを有する、内腔を撮像する方法が、追加的に提供される。この方法は、

40

光学要素で構成される光学本体に沿って入力ビームフロントを軸方向に伝播することであって、光学要素が内腔内に位置決めされ、光学本体が軸延伸及び半径延伸を有し、光学要素がさらに複数のビーム偏向ファセットを備え、ビーム偏向ファセットが、間に非ビーム偏向空間を挟んで相互に対して軸方向及び径方向に分離され、入力ビームフロントの異なる複数の環状部分を捕えて光学要素から外向きに径方向に偏向して、それにより、光学要素から、軸方向に分離された一連の光の環状投影を生成するように設けられた、伝播することと、

内腔の1つ又は複数の面によって反射された光を画像収集手段によって収集して、それにより内腔の撮像を可能にすることと、を有する。

【0042】

この方法の様々な実施形態によれば、入力ビームフロントはレーザビームフロントであ

50

る。

【0043】

次に、本発明の例について、添付の図面を参照しながら詳細に述べる。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】第1の例示的な光学要素を概略的に描く図である。

【図2】第2の例示的な光学要素を概略的に描く図である。

【図3】第3の例示的な光学要素を概略的に描く図である。

【図4】当技術分野で知られている例示的な偏向光学要素を描く図である。

【図5】第4の例示的な光学要素を概略的に描く図である。

【図6】第4の例示的な光学要素に対応する光学図である。

【図7】第5の例示的な光学要素を概略的に描く図である。

【図8】第6の例示的な光学要素を概略的に描く図である。

【図9】第7の例示的な光学要素を概略的に描く図である。

【図10】第8の例示的な光学要素を概略的に描く図である。

【図11】光学要素の一実施形態を組み込んだ例示的なカテーテルを概略的に描く図である。

【図12】光学要素を備える撮像システムの例示的な構成を概略的に描く図である。

【発明を実施するための形態】

【0045】

本発明は、軸方向に入射した光を、軸方向に間隔を空けた一連の外向きの径方向投影に偏向するための光学要素を提供する。この要素は、要素に沿って軸方向に連続するポイントに設けられた複数の光偏向面又は機構を備え、各ポイントは、異なる径方向場所にある。光偏向面は、軸方向からそれらに入射した光を径方向に偏向するように設けられ、それにより、各光偏向面は、要素から光の径方向投影を生成する。要素に沿って投影されたビーム又はビーム束の、連続的な外側環状層が、ファセットによって剥ぎ取られ、構造に沿った異なる複数の軸方向ポイントで外向きに偏向される。

【0046】

図1に、本発明の実施形態による第1の例示的な光学要素6の横断面が示される。要素6は、軸延伸8及び半径延伸10を有し、中心の軸方向軸12の周りで軸対称である。説明の目的で、図には、要素の上半分のみが示されている。要素6は、段階的に減少する半径を有する透明な光ファイバ14からなる主要光学本体を備える。光ファイバの径方向周囲部18は、軸方向に間隔を空けた一連の「垂直な」段部分22を備え、段部分22は、相応に間隔を空けた一連の軸方向に（又は方位角的に）「平坦な」部分26によって分離される。要素は軸対称なので、平坦部分26は、半径が減少し続ける一連の接した円筒を効果的に定義する。各段部分22に近接して、円形又はリング状の光学構造30が位置決めされ、光学構造30は、光ファイバの周りで円周方向に延び、段部分に対して約45度の角度で段部分の方向に面する傾斜面32を有する。

【0047】

図示のように、視準された光36が要素6の長さに沿って軸方向に（水平に）向けられたとき、要素内で種々の径方向レベルで伝播している光線又はビームは、半径が漸進的に減少する連続的に設けられた光学リング構造30によって、種々の軸方向ポイントで捕えられる。反射性の傾斜面（又はファセット）32は、軸方向からそれらに入射した光36を偏向し径方向に向け直して、軸方向に間隔を空けた一連の円形の（又はリング状の）光の投影40を形成するように働く。生成されるリングの幅は、偏向ファセット32に入射するビームの幅に依存し、最大幅は、ファセット32自体の表面積によって制約される。

【0048】

図では、光源光36が、径方向に間隔を空けた複数の個別の光線によって概略的に描かれており、各光線が、ビーム偏向ファセット32のうちの1つと一致する経路に沿って伝播するように示されていることに留意されたい。しかし、これは純粹に説明のためであり

10

20

30

40

50

、実際には、光源光は通常、要素の径方向平面にわたって連続して延びるビームフロントを有する入力ビームを含む。いくつかの場合では、光源光は、要素の軸延伸に沿って平行に伝播するように設けられた径方向に隣接する複数のビームで形成された入力ビーム束を含む。いずれの場合も、各ビーム偏向ファセット 32 は、個々の光線又はビームだけを捕えるのではなく、入力ビーム又はビーム束の異なる環状セクション又は層を捕えるように設けられる。

【0049】

視準された光の光源は、例えば、光学視準要素（例えば屈折率分布型（GRIN）レンズなど）との組合せで、レーザ（別個に設けられた）によって送達される。しかし、TIR コリメータ、視準チャンネル、フレネルレンズ、又はフレネルフォイルなど、他の視準要素が使用されてもよい。

10

【0050】

図 1 の特定の例では光学要素 6 の形状はほぼ円筒形だが、代替例では、要素は異なる 3D 構造を有してもよい。例えば、要素は、高さが連続的に減少する直方体であることがある。この場合、要素の四隅のそれぞれに光の線形「平面」が生成される。したがって、要素はこの場合、要素の長さに沿って軸方向に間隔を空けた一連の不連続な（矩形の）光の環状投影を生み出す。他の投影パターンを生成するために、異なる面数の、他の正「角柱」もまた考えられる。

【0051】

図 2 に、本発明の実施形態による第 2 の例示的な光学要素 6 が示される。この実施形態では、図 1 の実施形態と同じ光学的効果が生み出されるが、追加の光学リング構造 30 を設ける必要はない。その代り、ビーム偏向ファセット 32 は、径方向周囲部 18 に切り込まれたノッチの反射性傾斜面として、光ファイバ（光学本体）14 の構造自体の中に構築される。この場合、要素の半径は、段階的に減少するのではなく連続して減少し（ノッチ自体の幾何形状を除いて）、ノッチは、半径の変化が先行ノッチの高さ以上になるように（重複を避けるために）十分に間隔を空けて、要素に沿った連続的な軸方向位置で周囲部に切り込まれる。各ノッチは、光が軸方向からの入射時に透過される際に通る第 1 の「垂直」面 44 と、第 1 の面 44 に対して約 45 度の角度で配置された第 2 の対向する（傾斜した）面 32 とを有し、したがって、軸方向から第 2 の面 32 に入射した光は、ほぼ径方向に偏向される。

20

30

【0052】

ノッチの傾斜面 32 には、例えば反射性コーティングを付着させる。反射性コーティングは、斜面 32 に選択的に施されてよく、垂直面 44 は、軸方向に入射した光を透過させるために透明のままにされる。

【0053】

前述の両方の例示的な実施形態で、光学要素 6 は、透明な光ファイバ 14 の中に又はその周りに結合され、ファイバは、ビームが径方向に外向きに向け直されるように光の生成源から偏向ファセットに効率的に伝播されるのを容易にする。しかし、これらの実施形態は、所望の光学的効果を達成するために、異なる材料を単一のユニットに結合することを必要とする。これは、透明な材料で形成されなければならない光ファイバに、反射性の材料からなる偏向ファセットを設けなければならないからである。

40

【0054】

この、異なる材料を単一のユニットに結合する要件は、例えば加工、ロジスティックス、及びコスト価格の面を含めた様々な理由で、一般に望ましくない。反射性の要素と透明な要素との両方を含めるための 1 つのユニット又はモジュールが必要とされない実施形態が、好ましい。

【0055】

したがって、図 3 に描かれる第 3 の例示的な実施形態によれば、完全に反射性のエンドピース 14 からなる光学本体を備える光学要素 6 が提供される。エンドピース 14 には、偏向のための光源光が光ファイバ 15（別個に設けられるか又は要素 6 の一部として備わ

50

る)によって提供され、光ファイバ15は、光学本体14自体に対して、軸方向に整合するように位置決めされるがおそらく空間的に分離される。

【0056】

光学本体14は、半径が段階的に増加する本体、すなわち入射光の方向に段階的に増大する本体を含む。光学本体14の径方向周囲部18は、軸方向に間隔を空けた一連の傾斜した段部分22を備え、段部分22は、相応に間隔を空けた一連の軸方向に(又は方位角的に)「平坦な」部分26によって分離される。傾斜した段部分の外表面は、軸方向に入射した光線36を径方向の投影40に偏向するための反射性の偏向ファセット32を形成する。図1の例と同様、光学本体は軸対称であり、この場合、平坦部分26は、傾斜した段部分22によって定義される切頭円錐セクションによって相互から分離された、半径が増加し続ける一連の接した円筒を、効果的に定義する。

10

【0057】

図3に示すように、光学本体14は、光ファイバコア15を通して伝播された光が要素の偏向ファセット32と整合するように、光ファイバコア15と正確に整合されなければならない。1つ又は複数の例によれば、正確な整合は、エンドピース14を光ファイバ15自体のクラディング及び/又はバッファに統合又は結合することによって、補助される。

【0058】

したがって、図3の例は、光をその光源から反射性要素の端部に搬送するのに使用される如何なる(透明な)光ファイバとも別個であり異なる、全体的に反射性の光学本体14を提供することによって、異なる材料を単一のユニットに結合する必要を回避する。

20

【0059】

しかし、代替の解決法は、軸方向に間隔を空けた所望の径方向投影を生成するように特別な形状及び角度に作られた段付き境界部分を有する光ファイバベースの要素を使用して、全反射効果を活用することである。

【0060】

図4に、すべての水平光線50を垂直平面に向け直す全反射型反射体の例の横断面図が描かれる。反射体は、上方境界部分52と下方境界部分54とに概念的に分割される境界を有する透明な円錐を含む。上方境界部分52に軸方向に入射した入来光50は、円錐の本体を通して下向きに反射され、下方境界部分に入射して円錐の外に透過され、そうするのに伴って屈折により屈曲して、それにより、垂直平面と整合された送出光線58が提供される。同様に、下方境界部分54に軸方向に入射した入来光50は、円錐の本体を通して上向きに反射され、次いで上方境界部分52を通して外に透過され、そうするのに伴って屈曲して、垂直に整合された光線になる。

30

【0061】

所望の角偏向を達成するために、円錐の傾斜度又は先端角度は、円錐材料の特定の屈折率に特別に適合されなければならない。図4の特定の例では、屈折率1.5の材料に対して、約38度の円錐先端角度が使用される。

【0062】

円錐によって生み出される軸方向に途切れのない径方向投影ではなく、軸方向に間隔を空けた個別の径方向投影を生成できる全反射ベースの光学要素を提供するために、この円錐の基礎をなす原理を利用することが望ましい。

40

【0063】

これを達成する手段の1つは、円錐を不連続にすることである。すなわち、円錐を切り離して、軸方向に平行な外部境界を有する中間円筒部分によって分離された複数の垂直「スライス」にすることである。しかし、このような実施形態は、光を径方向に屈曲させるための必要角度を有さないファセットを通して迷光が漏出するのを避けるために、非常に注意深い寸法仕様及び制限を必要とする。

【0064】

図5に、図4に示されたコアの原理を利用する例示的な全反射ベースの光学要素6の横

50

断面が示される。この要素は、中心の軸方向軸 1 2 の周りで軸対称である光学本体 1 4 を備え、構造の上半分と下半分の両方が示されている。構造の径方向周囲部 1 8 は、軸方向に平行なセクションによって分離された、軸方向に間隔を空けた一連の段付き領域を含み、各段付き領域は、連続的に設けられた、交互に傾斜した 3 つの面（又はファセット）を含む。第 1 のファセット（図では、その径方向に向かい合うポイントが 7 0 及び 7 2 によって示されている）は、軸方向に入射した光線を、径方向に反対側の第 3 のファセット（その径方向に向かい合うポイントが 7 8 及び 8 0 によって示されている）のセクションに向けて、要素の本体を通して内向きに径方向に偏向する働きをする。第 3 のファセットは、交互に傾斜した中間ファセット（径方向に向かい合うポイントが 7 4 及び 7 6 によって示されている）に接し、この 2 つは共に、構造からの外向きの凸部を形成する。第 3 のファセット 7 8、8 0 は、第 1 のファセット 7 0、7 2 から反射された光が構造のコアを横断して伝播した後で要素の反対側の第 3 のファセットとちょうど一致するように、第 1 のファセットから軸方向に間隔を空けられる。さらに、第 3 のファセットは、構造の径方向に反対側の第 1 のファセットの方向から第 3 のファセットに入射した光のすべてを透過させるように、角度付けられる。

【0065】

第 1 のファセットはさらに、要素内で副次的な役割も果たす。すなわち、この役割は、軸方向に平行な光が第 3 の透過ファセット 7 8、8 0 を通して直接に透過されるのを防止するための、「ブロッキング」ファセットとして働くことである。したがって、要素の上側にある偏向ファセットのポイント 7 0 は、軸方向に入来した光 8 4 を、第 3 の（透過）ファセットの径方向に反対のポイント 8 0 に向けて偏向するが、それとともに、そうする際、軸方向に向けられた光が、透過ファセットの径方向に直接に整合されたポイント 7 8 を通して透過されるのをブロックするようにも働く。

【0066】

光学要素が所望の方式で機能するには、3 つのファセットの角度配向と、ファセットの相対的な軸方向位置と、段付き領域の相対的な径方向位置とがすべて、いくつかの必要な制約及び関係を満たすように制御されなければならない。次に、これらの制約及び関係について、図 6 を参照しながら詳細に論じる。図 6 は、図 5 の実施形態のセクションに対応する光学図を示す。

【0067】

後続の記述では、（説明のために、）軸方向に向けられた光源光が、径方向に隣接する光ビームの束を含むと仮定する。代替例では、光源光は単に、例えば途切れのないビームフロントを有する単一のビームを含む。

【0068】

水平な束の最も外側のリング 8 4 は、第 1 のファセットの上方ポイント 7 0 によって、垂線に対する角度 μ で内側に反射され、リング 8 4 は、垂線に対する角度

【数 2】

$$\varphi$$

で透明な材料を横断し、第 3 のファセットの下方ポイント 8 0 を介して出る。第 3 のファセットの下方ポイント 8 0 は、やはり角度 μ で配置され、第 1 のファセット 7 0 と同じ半径に位置決めされているが軸方向に変位されている。最も外側のリング 8 4 の下部は図示されていないが、この部分は、第 1 のファセットの下方ポイント 7 2 で反射し、第 3 の（透過）ファセットの下方ポイント 8 0 上では反射しないことを検証することができる。第 2 のリング 8 6 も同様にして偏向されることが可能だが、唯一の違いは、要素のこのセクションにおける（径方向の）横断距離が短縮されるので、第 1 の（偏向）ファセット 7 0、7 2 に対する第 3 の（透過）ファセット 7 8、8 0 の軸方向変位がより少ないことである。

【0069】

図 5 及び図 6 の実施形態の設計では、図 6 に関する 1 組の制約式が導出される。

【数 3】

$$\begin{aligned}
 \Delta &= r_1 - r_2 \\
 w &= \Delta \tan \mu \\
 t &= \Delta (\tan \mu - \tan \varphi) \\
 v &= (r_1 + r_2) \tan \varphi - \Delta \tan \mu = (2r_1 - \Delta) \tan \varphi - \Delta \tan \mu \\
 b &= t \cos \varphi \\
 u &= \Delta (\tan \mu - \tan \varphi) \cos \varphi \sin \mu
 \end{aligned} \tag{1}$$

10

【0 0 7 0】

第 1 の（反射）面 7 0 では、入射角は反射角に等しい。このことから、以下のように結論付ける。

【数 4】

$$\varphi = 2\mu - \frac{\pi}{2} \tag{2}$$

20

【0 0 7 1】

μ の値は、下方の第 3 の（透過）面における屈折法則から解くことができる。

【数 5】

$$n_t \sin \vartheta_t = n_a \sin \vartheta_a \tag{3}$$

t、a は、透明材料及び空気を指す。入射角は、容易に構築することができる。

【数 6】

$$\vartheta_t = \pi - 3\mu \tag{4}$$

30

【0 0 7 2】

直角な全反射を有するためには、屈折角は下式を満たすべきである。

【数 7】

$$\vartheta_a = \frac{\pi}{2} - \mu \tag{5}$$

【0 0 7 3】

したがって、 μ の値は、下式から解くことができる。

40

【数 8】

$$\frac{\cos \mu}{\sin 3\mu} = \frac{n_t}{n_a} \tag{6}$$

【0 0 7 4】

μ はまた、第 1 のファセット 7 0 上のすべての視準された光線の入射角でもあることに留意されたい。

【0 0 7 5】

$n_t = 1.5$ 及び $n_a = 1.0$ の場合、以下であることがわかる。

50

$$\mu = 51.9^\circ$$

【0076】

(2) から、要素内部の反射された光線の角度は以下のようになる。
【数9】

$$\varphi = 13.8^\circ$$

【0077】

内部偏向ファセット70に対する入射角 (μ) は、実際、全反射限度
【数10】

10

$$\sin^{-1}(n_a/n_t)$$

よりも大きく、この場合、全反射限度は41.8度である。

【0078】

出ていく光リングの幅 (u) は、入来リング幅 (Δ) の固定割合である。

【0079】

第1の(偏向)ファセット70、72と第3の(出口)ファセット78、80との間で、0でない距離を保つことが重要であり、距離 v はマイナスになるべきでない。この条件から、リング幅に対する以下の制約(すなわち半径減少)を、初期半径 r_1 の関数として

20

【数11】

$$\Delta \leq \frac{2r_1 \tan \varphi}{\tan \mu + \tan \varphi} \quad (7)$$

【0080】

$n_t = 1.5$ 及び $n_a = 1.0$ の場合、 $\Delta \leq 0.32 r_1$ を有する。図5で、第1のリング84の偏向は、第1の(偏向)ファセット70、72と第2の(出口)ファセット78、80との間にいくらかの水平マージンを依然として残す($\Delta = r_1/4$)が、第2のリング86の偏向においては、マージンは残されない($\Delta = r_1/3$)ことを確認することができる。一般に、制約(7)は、リング偏向数が増加するにつれてより制限的になる。

30

【0081】

リング幅をもはや一定に保つことができないポイントから、半径減少を最大化することができ、これは、最初に、 $\Delta = r_i - r_{i+1}$ として(7)から r_{i+1} を解いて以下の再帰式を与え、

【数12】

$$r_{i+1} \geq \frac{\tan \mu - \tan \varphi}{\tan \mu + \tan \varphi} r_i \quad (8)$$

40

次に最小値をとることによって、行うことができる。 $n_t = 1.5$ 及び $n_a = 1.0$ の場合、減少率は約2/3である。言い換えれば、半径の最大3分の1を偏向することができる。

【0082】

全反射実施形態の利点は、他の如何なる材料(又はコーティング)も光コアに追加しなくてよいことである。しかしこの場合、コアは、クラディング及びバッファによる保護を必要とすることがある。

【0083】

第1のファセット対70、72及び第3のファセット対78、80を有するファイバコアが、透明なクラディング内にぴったりと収容される場合、幾何形状は、クラディン

50

グ材料の屈折率に対する最適化を必要とすることがある。光ファイバの通常の屈折率値は、 $n_{core} = 1.62$ 及び $n_{clad} = 1.52$ である。全反射限度は、この場合、以下のとおりである。

【数 13】

$$\sin^{-1}(n_{clad}/n_{core}) = 69.8^{\circ}$$

一方、(6)を満たす必要ファセット角度は、この場合、 51.9 度であり、このことは、このクラディング材料が、ファセット機構を有するコアをぴったりと囲むのに適さないことを意味する。

10

【0084】

上の分析では、空気（又は他の周囲流体）への移行が仮定され、したがって、ファイバコアは、ファセットの周りに空気ポケットを残す透明なエンベロップ又は毛管中に、最もよく収容されることが可能である。図7に、図5及び図6の設計に対する例示的な変形が描かれるが、ここでは、軸方向に間隔を空けた段付き領域のそれぞれの間で、要素の外半径がその元の（最大）延伸に戻る。このようにすると、要素は、外部毛管90によって直接にカプセル化される。というのは、段付き領域間には、一貫した外側半径延伸が構造に沿ってずっとあるからである。

【0085】

20

前述の実施形態のいずれかによれば、要素の形状は、螺旋形をとるように適合されることに留意されたい。この結果、渦巻き形状をとる径方向の外向きの投影が作り出される。

【0086】

例示的な実施形態のいずれかによれば、光源ビームは、コアとクラディングとからなり保護バッファ中に収容された光ファイバ（光学要素に備わるか又は別個に設けられるかのいずれかの）によって、搬送される（コア及びクラディングの屈折率は、例えば、通常はそれぞれ約 1.62 及び 1.52 の値を有する）。

【0087】

視準された光源光は、本発明のいずれかの例では、レーザ光である。

【0088】

30

光学構造は、いくつかの例では、その中心の長手方向（軸方向）軸の周りでフレキシブルである。この場合、ファセット構造は、如何なる曲がった検査チャネルの長手方向形状にも最適に従うために、長手方向コア（すべてのファセット部と一緒に保つ）全体が屈曲又は湾曲できるようにすることによって相互に対して位置を変えるフレキシビリティ及び自由度を有することが有利である。その場合、中間円筒部は（わずかに）屈曲する必要があるが、ファセット部に関連する径方向平面は、局所的な長手方向に整合された正常方向を維持する。残りの光を次のファセットの中心に送達するために、再視準構造を各ファセットの前に搭載することができる。

【0089】

40

さらに他の可能な例によれば、光学要素は、中空の円筒シェル構造で形成された光学本体を備え、外部シェル層は、径方向及び軸方向に間隔を空けたビーム偏向ファセットを備える。この場合、要素の中空中心は、デバイスの光学機能に影響を及ぼすことなく、例えば、電気ケーブル若しくは他のケーブルを積載するのに利用されるか又は流体を搬送するのに利用される。この場合、光源光の視準された円筒が、光学要素の外部シェルを通して伝播される必要がある。これは、例では、光学要素のシェルの寸法と一致するように円形パターンに設けられた、光ファイバとそれぞれのGRINレンズとの専用配置構成によって提供される。別法として、光学要素に沿った伝播のためにビームを円形リングに変換するように適合された、単一の光学要素が提供される。

【0090】

図8に示す別の可能性では、光学要素は、同心円状に間隔を空けた一連の光透過円筒層

50

91で形成された「層状」コアを備え、光透過円筒層91は、非透過材料で形成された中間層92によって相互から光学的に分離される。中間層92は、この場合、ビーム偏向ファセット32を備え、ビーム偏向ファセット32は、各中間層から径方向に突出するように設けられ、径方向に近接する透過層91からの光を外向きの径方向に偏向するように角度付けられた傾斜面を有する。したがって、径方向に偏向された光の各リング又は「平面」は、透過層のうちの一意の1つの中を通る光の偏向から得られる。

【0091】

この実施形態は、ビーム偏向ファセット32が要素の径方向周囲部18の段付き部分22の方に面して設けられる図1の実施形態の適応例である。この適応例の特定の利点の1つは、光学要素が屈曲したときに、分離層92が光の散乱を制限することである。加えて、図1の実施形態とは対照的に、製造中に偏向機構を分離層自体に容易に統合することができる。図1の実施形態では、別個のリング状の光学構造30が提供されて要素のコアに別個に取り付けられる必要がある。

【0092】

1つ又は複数の例によれば、光学要素の光学本体の径方向周囲部の領域からの、入力光の偶発的な又は望ましくない漏出を防止するための機構であって、ビーム偏向ファセットで構成されないか又はビーム偏向ファセットと直接に光通信しない機構を、組み込むことが望ましい。このような実施形態の例が、図9に説明として示される。この実施形態は、図2の例示的な実施形態と同じ構造及び構成からなるが、加えて、光学本体14の径方向周囲部の、各ビーム偏向ファセット32間にある部分を被覆するように設けられた、光ブロッキング又は拘束層又は膜99を備える。光拘束カバー又は膜99は、軸方向軸8と平行でない方向に進んでおりしたがって径方向周囲部18の中間セクションのうちの1つに入射する光線が、光コアから漏出するのを、ブロックするか又は他の手法で防止するように適合される。

【0093】

このような層又は膜が追加されることで、より大きい安定性及び頑強性が要素の光学機能に加わる。というのは、入力ビームフロントが要素に沿って光学本体の軸方向軸とちょうど整合して伝播されない場合でも、要素は依然として効果的に機能することになるからである。このことは、入力ビーム角に対する公差が弱められることを意味し、光学要素の使用を容易且つ単純にし、また場合によっては、光学要素の可能な応用例を拡張する。

【0094】

1つ又は複数の例によれば、光拘束層、膜、又はカバー99は、少なくとも径方向境界18の内表面に入射した光を、完全に又は部分的に吸収するように構成される。他の例では、層又は膜99は、径方向境界18の内表面に入射した光を、完全に又は部分的に反射するように適合される。光の漏出を同様に防止する他の任意の物理的手段もまた使用されてよい。

【0095】

例では、カバー又は層99は、金属反射層を含む。さらに他の例では、層又はエンベロープ99は、任意の不透明材料層、又は、光の透過を防止するように他の手法で適合された層からなる。

【0096】

1つ又は複数の例によれば、カバー又はエンベロープ99は、1つ若しくは複数の相殺的干渉層で構成されるか又は等価に置き換えられる。

【0097】

膜又はカバー99は、ビーム偏向ファセットと整合するスリット又は空間を有する被覆シェルを効果的に形成する。

【0098】

光拘束層99は、例では、光を適切に抑制する材料の層、例えば反射性金属層又はコーティングを、光学要素の光学本体の外周に対して付着させるか被覆するか又は他の手法で施すことによって、形成される。金属コーティングの場合、これは、外周の輪郭、外形、

10

20

30

40

50

又は形状に対応させて金属層をしっかりと曲げるか又は他の手法で成形し、次いで、成形された層を光学要素に施すか又は付着させることによって、実施される。

【0099】

さらに他の例として、図10に、光ブロッキング又は拘束外部層99を含む実施形態の追加の例を示す。ここでは、適切なカバー又は層99が径方向周囲部の中間領域に提供された、図7の実施形態が示されている。

【0100】

代替例では、光ブロッキング被覆層99は、径方向周囲部の中間部分のみに（図9及び図10の例に示されるように）施されるのではなく、光ブロッキングファセット自体の表面にも施される。これは、このような実施形態の製作を単純化する。というのは、偏向ファセットの反射面の形成が、光ブロッキングエンベロープ又は層99の形成と同じプロセスに結合されるからである。

【0101】

本発明は、多くの可能な応用例を有する。前のセクションで論じたように、特に有利な応用例の1つは内視鏡の分野にあり、この分野では、患者の気道の光学検査のために、複数の光のリング状パターンを、気道に沿って間隔を空けたポイントで、各パターンの生成のための別々のレーザを提供することなしに生成できることが望ましい。本発明の実施形態は、このような複数のパターンが、単一のレーザ（又は他の光）光源及び単一の（例えばGRIN）視準レンズのみを用いて生成されるのを可能にする。このことは、これらの要素が組み込まれるカテーテルの大きさ及び複雑さと、このようなカテーテルを製造するコストとの両方を著しく低減する。

【0102】

図11に、上の実施形態で述べた光学要素を組み込んだカテーテル94の説明的な例が概略的に描かれる。透明な毛管96内にカプセル化されたカテーテル94は、レーザ98を備え、レーザ98は、生成されたレーザ光を、軸方向に変位された屈折率分布型（GRIN）レンズ100の方向に伝播するように設けられる。GRINレンズは、光学要素6と光学的に結合される。図11の特定の例では、図1の光学要素が描かれている。カテーテル96は、患者の気道102内に配置されているように示されている。GRINレンズ100を介して光学要素の中を伝播される光源光は、カテーテルに沿った軸方向に間隔を空けたポイントで一連の径方向投影40に偏向され、径方向投影40は、カテーテルから外向きに患者の気道102の壁に向けて径方向に投影されたリングパターンを形成する。

【0103】

図12に、本発明の一実施形態による撮像システムの例示的な配置構成が示されており、この撮像システムは、光学要素と、内腔102の内壁から反射された光を取り込むためのカメラ要素とを備える。図示の例では、撮像システムは、図11に描かれた（且つ上述された）例示的なカテーテル配置構成94内に組み込まれたものとして描かれている。図12の例のカメラ要素は、図示のように2つの（おそらくばらばらの）角度領域にわたって延びる視野を生成するように適合され、第1の領域は、上方の1組の投影のそれぞれから生成された反射を取り込むような角度及び形状にされ、第2の領域は、下方の1組の投影のそれぞれからの反射を取り込むような角度及び形状にされる。投影の上方及び下方の組は、実際には、軸方向に分離された1組の環状投影40の、第1及び第2の（上方及び下方の）径方向領域を含む。さらに、例では、カメラ要素は、円形又は環状の視野にわたって光を取り込むように適合され、この視野のうち、図12に描かれた2つの視野は、平面横断面のみを構成する。

【0104】

さらに他の例によれば、撮像システムは複数のカメラ要素を備え、各カメラ要素は、実質的に異なる視野にわたって光を取り込むように適合される。しかし、これらの視野は、ある程度重複することもある。複数のカメラ要素は、ほぼ同じ軸方向位置に位置決めされるか、又は、例えば、光学要素の長さに沿った、若しくは光学要素を含むカテーテルの長さに沿った、異なる軸方向ポイントに位置決めされる。

【0105】

軸方向に間隔を空けた複数の光のリングを生成することの利点は、カテテルカメラ106又はセンサによって複数の輪郭画像を同時に取り込むことができることである。加えて、平行の光平面は、透明な円筒ウィンドウ（毛管）96の中を通過する際に、ウィンドウ上又はウィンドウ中の追加の円周バーコード又はドットコードを用いて一意にタグ付けされてもよい。このタグ付けにより、複数の輪郭（リング）を、又は複数のリングの径方向セクションを、単一のカメラ画像中で一意に識別することができる。

【0106】

光学要素は、内視鏡内に直接に組み込まれるか、又は、任意の既存の内視鏡との組合せで使用できる別個の照明デバイスに内蔵される。照明ファイバは、非常に細く、分散された照光を提供する。したがって、照明要素が内蔵されていない内視鏡を本発明の実施形態との組合せで 사용할 ことができる。結果として、直径がはるかに小さい内視鏡を作成することができる。

10

【0107】

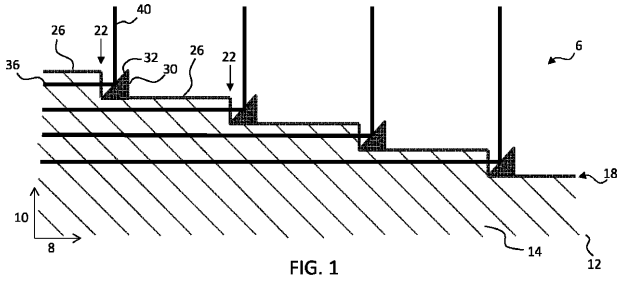
内視鏡オペレータは、規則的な距離にある一連のリングによって気道が照光されたとき、奥行き感を経験することになる。先端ライトを有する最新の内視鏡においては、患者の気道の側面は明るく照光されるが、一方、中心はブラックホールを示すだけであることがしばしば起こる。部分閉塞はより容易に識別可能となる。というのは、これらの閉塞は、より遠いリング（閉塞の後ろの）とカメラ（閉塞の前の）との間の見通し線をブロックすることになるからである。

20

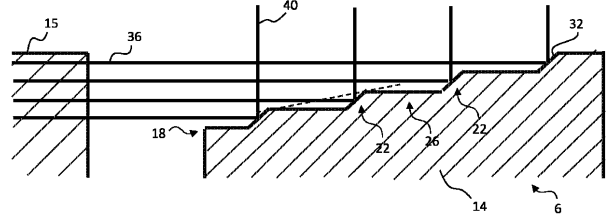
【0108】

図面、開示、及び添付の特許請求の範囲を検討することから、開示される実施形態に対する他の変形が、特許請求される本発明を実践する際に当業者によって理解及び実施されることが可能である。特許請求の範囲において、単語「comprising（有する、含む、備える）」は、他の要素又はステップを除外するものではなく、不定冠詞「a」又は「an」は、複数を除外するものではない。相互に異なる従属請求項においていくつかの手段が列挙されるという単にこのことだけでは、これらの手段の組合せを有利に使用できないことが示されることにはならない。特許請求の範囲における如何なる参照符号も、範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。

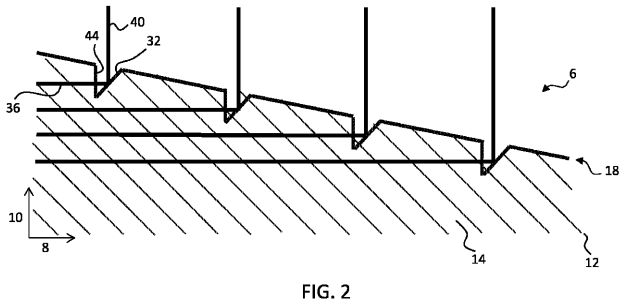
【図 1】



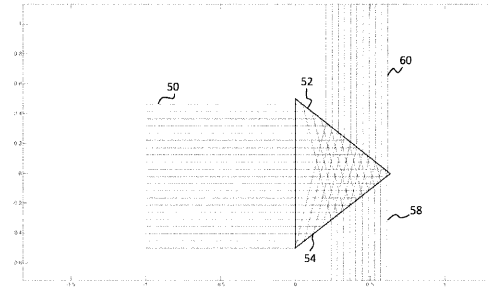
【図 3】



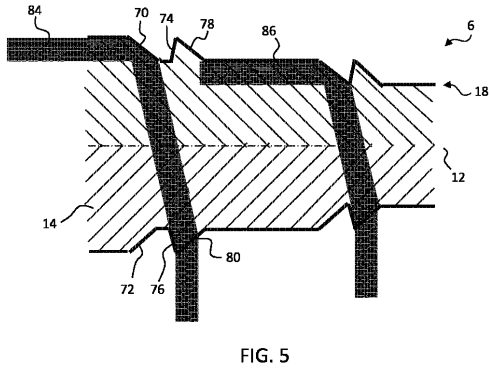
【図 2】



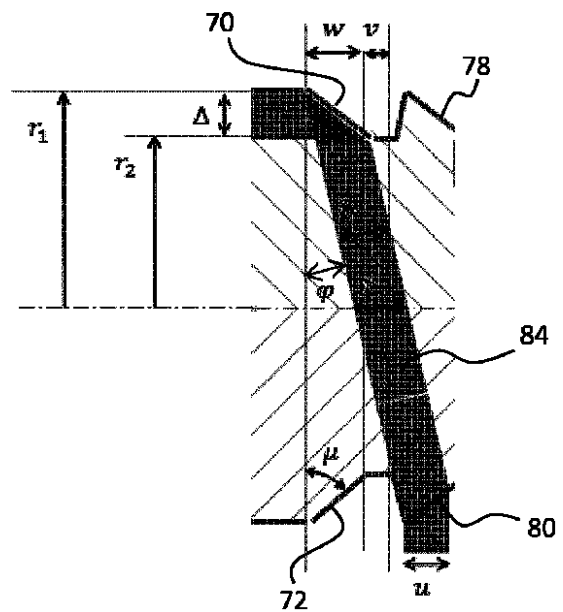
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

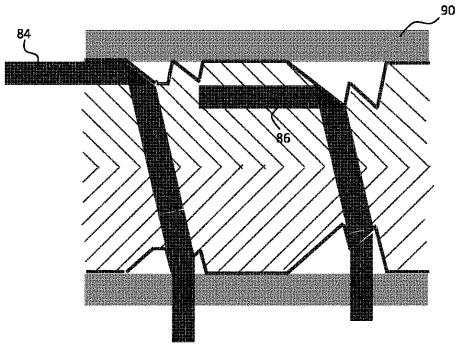


FIG. 7

【図 9】

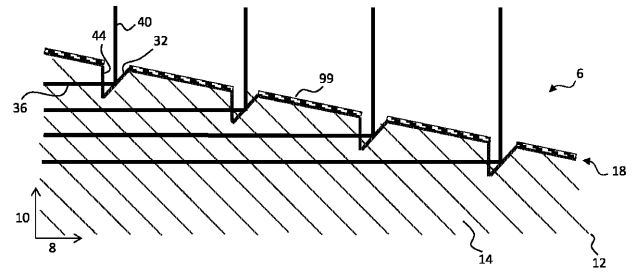


FIG. 9

【図 8】

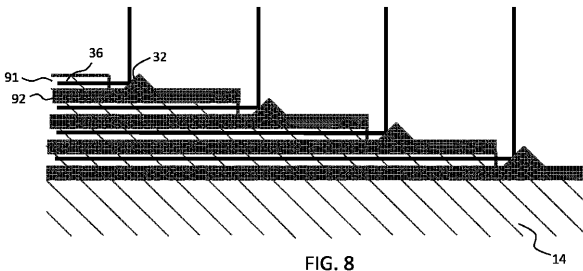


FIG. 8

【図 10】

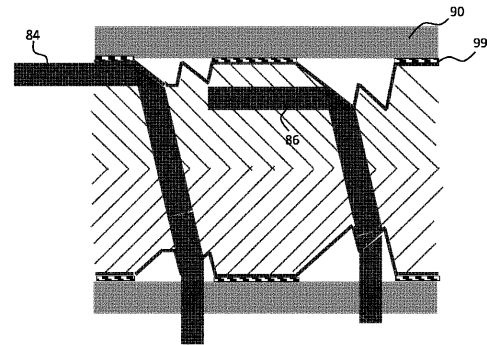


FIG. 10

【図 11】

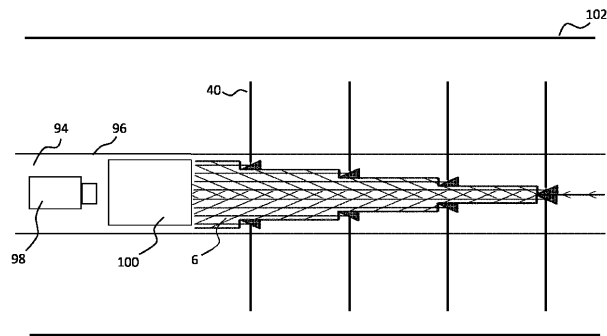


FIG. 11

【図 12】

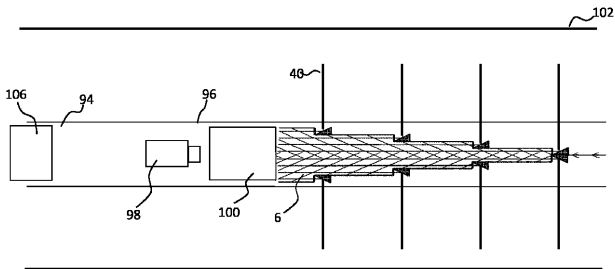


FIG. 12

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/063417

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. A61B1/06 A61B5/107 G03B37/00 A61B1/00 G02B23/24 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B G03B G02B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P	WO 2015/162140 A1 (KONINKL PHILIPS NV [NL]) 29 October 2015 (2015-10-29) page 29, lines 14-26; figure 17 -----	1-5,7, 12-15
X	US 2011/001984 A1 (KELLER HUBERT [DE] ET AL) 6 January 2011 (2011-01-06) paragraphs [0039] - [0051], [0057]; figure 6 -----	1,13
X	US 2007/270717 A1 (TANG JING [US] ET AL) 22 November 2007 (2007-11-22) paragraph [0129]; figure 15 -----	1,12-15
X	WO 2004/078044 A1 (INFRAREDX INC [US]; FURNISH SIMON [US]) 16 September 2004 (2004-09-16) page 30, line 1 - page 31, line 2; figures 1-8 ----- -/-	1,12-15
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 23 August 2016		Date of mailing of the international search report 15/09/2016
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Apostol, Simona

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/063417

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/230715 A1 (REMILLARD JEFFREY THOMAS [US] ET AL) 18 December 2003 (2003-12-18) paragraph [0048] - paragraph [0056]; figures 1,5-6 paragraph [0039] - paragraph [0045] -----	1-5,7-15
X	US 2005/024744 A1 (FALICOFF WAQIDI [US] ET AL) 3 February 2005 (2005-02-03) paragraphs [0077] - [0078], [0101] - [0102]; claims 1-18; figures 1-19 -----	1-15
A	KR 2013 0034573 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR]) 5 April 2013 (2013-04-05) the whole document -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/063417

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2015162140 A1	29-10-2015	WO 2015162140 A1	29-10-2015
		WO 2015162186 A1	29-10-2015
US 2011001984 A1	06-01-2011	BR P11001350 A2	26-07-2011
		CA 2702379 A1	04-11-2010
		CN 101881738 A	10-11-2010
		DE 102009019459 A1	02-12-2010
		DE 202010017482 U1	28-11-2011
		EP 2249147 A2	10-11-2010
		JP 2010261950 A	18-11-2010
		RU 2010117246 A	10-11-2011
		US 2011001984 A1	06-01-2011
US 2007270717 A1	22-11-2007	US 2007270717 A1	22-11-2007
		WO 2008019359 A2	14-02-2008
WO 2004078044 A1	16-09-2004	AU 2003220024 A1	28-09-2004
		EP 1601288 A1	07-12-2005
		EP 2301439 A1	30-03-2011
		JP 4606882 B2	05-01-2011
		JP 2006513773 A	27-04-2006
		WO 2004078044 A1	16-09-2004
US 2003230715 A1	18-12-2003	EP 1372017 A2	17-12-2003
		US 2003230715 A1	18-12-2003
US 2005024744 A1	03-02-2005	EP 1660918 A2	31-05-2006
		EP 2520953 A1	07-11-2012
		US 2005024744 A1	03-02-2005
		WO 2005012952 A2	10-02-2005
KR 20130034573 A	05-04-2013	JP 2013072878 A	22-04-2013
		KR 20130034573 A	05-04-2013

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 ウォルテルボーア ピピヌス マーテン ロベルトゥス

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5

Fターム(参考) 2H040 CA11 CA12 CA24 CA25

2H042 AA02 AA03 AA16 AA19 AA22

4C161 CC06 FF40

专利名称(译)	使用它们的成像系统，光学元件，导管或内窥镜		
公开(公告)号	JP2018519541A	公开(公告)日	2018-07-19
申请号	JP2017564877	申请日	2016-06-13
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦NV哥德堡		
[标]发明人	ウォルテルボーアピピヌスマーテンロベルトウス		
发明人	ウォルテルボーア ピピヌス マーテン ロベルトウス		
IPC分类号	G02B23/26 A61B1/00 G02B5/00		
CPC分类号	A61B1/0615 A61B1/00177 A61B1/00181 A61B1/0607 A61B1/0661 A61B1/07 A61B1/267 A61B5/0084 G02B17/0872 G02B23/2446 G02B23/2461 G02B27/143 G03B15/05 G03B37/005 G03B2215/0582 H04N5/2256 H04N2005/2255		
FI分类号	G02B23/26.B A61B1/00.731 G02B5/00.Z G02B23/26.C		
F-TERM分类号	2H040/CA11 2H040/CA12 2H040/CA24 2H040/CA25 2H042/AA02 2H042/AA03 2H042/AA16 2H042/AA19 2H042/AA22 4C161/CC06 4C161/FF40		
优先权	2015172925 2015-06-19 EP		
其他公开文献	JP2018519541A5		

摘要(译)

本发明提供一种成像系统，其包括用于将轴向入射的光偏转成一系列轴向间隔开的向外径向投影的光学元件，还包括：还提供了用于收集所收集的光的图像收集装置。光学元件包括多个光偏转表面或特征，这些光偏转表面或特征设置在沿光学元件的轴向连续点处，每个点在不同的径向位置处。所述光偏转表面被布置为使入射在其上的光轴向地径向偏转，由此每个光偏转表面产生来自光学元件的光的径向投影。沿光学元件投射的光束或光束通过小平面从连续的外部环形层中剥离，并在沿结构的不同的轴向点处向外偏转。

