

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4455059号  
(P4455059)

(45) 発行日 平成22年4月21日(2010.4.21)

(24) 登録日 平成22年2月12日(2010.2.12)

(51) Int.Cl.

F 1

A61B 1/00 (2006.01)  
G02B 21/00 (2006.01)  
G02B 23/26 (2006.01)A61B 1/00 300Y  
G02B 21/00  
G02B 23/26 A

請求項の数 9 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2003-556843 (P2003-556843)	(73) 特許権者	504243970 マウナ ケア テクノロジーズ フランス国、F-75010 パリ、リュ ・ドンギャン、9
(86) (22) 出願日	平成14年12月20日(2002.12.20)	(74) 代理人	100090099 弁理士 伊藤 宏
(65) 公表番号	特表2005-512746 (P2005-512746A)	(72) 発明者	ヴィエルローブ、ベルトラン フランス国、F-94300 ヴァンセン ヌ、リュ・デスチエンヌ・オルブ、8
(43) 公表日	平成17年5月12日(2005.5.12)	(72) 発明者	ジュネ、マガリー フランス国、F-75012 パリ、ク ール・ド・ヴァンセンヌ、74
(86) 国際出願番号	PCT/FR2002/004481	(72) 発明者	ベリエ、フレデリック フランス国、F-92400 クールブボ ア、リュ・ド・ストラスブル、66
(87) 国際公開番号	WO2003/056378		最終頁に続く
(87) 国際公開日	平成15年7月10日(2003.7.10)		
審査請求日	平成17年10月17日(2005.10.17)		
(31) 優先権主張番号	01/16980		
(32) 優先日	平成13年12月28日(2001.12.28)		
(33) 優先権主張国	フランス(FR)		

(54) 【発明の名称】特に内視鏡用の共焦点式イメージング装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

可撓性光ファイバからなるイメージガイド(1)を備えた共焦点式イメージング装置、特に内視鏡用の共焦点式イメージング装置であって：

イメージガイド(1)の近位端側には：照明用ビームを生成する光源(2)と、前記ビームを角度方向に走査する手段(3)と、偏向されたビームをイメージガイド(1)のいづれかのファイバへ交互に導入する手段(4)と、照明用ビームと反射信号とを分離する手段(5)と、空間的フィルター手段(6)と、前記信号を検出する手段(7)と、検出された信号を分析しデジタル処理すると共に表示するための電子制御手段(8)を備え、

イメージガイド(1)の遠位端側には：照明されたファイバから出る照明用ビームを集束させるようになった光学ヘッド(9)を備え、

この装置の特徴は、角度方向走査手段(3)は、共鳴ラインミラー(M1)および可変周波数型検流式スクリーンミラー(M2)と、最初に2つのミラー(M1、M2)を共役させ次いでスクリーンミラー(M2)とイメージガイドへの導入手段(4)とを共役させるようになった2つの無焦点式光学系とを備え、夫々の光学系は初期の波面品質(WFE)を遵守し、かつ、ファイバのコアの直径に等しい焦点スポットの強度の空間的分布(PSF)を有すること、および、無焦点式光学系は標準型のレンズと前記標準型レンズの残留収差を補正する補正用レンズとを有することからなるイメージング装置。

## 【請求項 2】

無焦点式光学系は4つのレンズ(L1～L4；L5～L8)を備え、そのうちイメージ面に関して

10

20

対称的に配置されたレンズ (L2、L3；L6、L7) はフィールドの湾曲を補正すると共に波面の誤差を最小化するのを可能にする補正用二枚玉レンズであることを特徴とする請求項 1 に基づく装置。

【請求項 3】

導入手段 (4) は、角度方向走査をイメージガイドの並進方向走査に変換するようになった 1 組のレンズ (L10) と、前記 1 組のレンズ (L10) の残留フィールド湾曲を補正するのを可能にする上流の二枚玉レンズ (L9) とを備えていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に基づく装置。

【請求項 4】

前記 1 組のレンズ (L10) は三枚玉レンズであることを特徴とする請求項 3 に基づく装置。

10

【請求項 5】

ノイズ反射を濾過手段 (6) の外に廃棄するべくイメージガイドの入口に配置されたガラス板を備えていることを特徴とする請求項 1 から 4 のいづれかに基づく装置。

【請求項 6】

ノイズ反射を照明された光ファイバの外に廃棄するべくイメージガイドの出口に配置されたガラス板を備えていることを特徴とする請求項 1 から 5 のいづれかに基づく装置。

【請求項 7】

ラインミラー (M1) は 4 kHz の周波数で共鳴するミラーであることを特徴とする請求項 1 から 6 のいづれかに基づく装置。

20

【請求項 8】

スクリーンミラー (M2) は 0 ~ 300Hz の可変周波数を有することを特徴とする請求項 1 から 7 のいづれかに基づく装置。

【請求項 9】

検出された信号を分析しデジタル処理すると共に表示するための電子制御手段 (8) は、ラインミラー (M1) とスクリーンミラー (M2) の運動を同期制御すると共に走査された照明用ビームの位置をあらゆる瞬間に知るようになった同期カード (21) を有することを特徴とする請求項 1 から 8 のいづれかに基づく装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、可撓性ファイバの束 (バンドル) を用いた形式の、特に内視鏡用の、共焦点式イメージング装置に関する。共焦点式の特徴は、照明と検出に同一の光路を用いること、および、表面下の分析面から来る信号の空間的濾過にある。

【0002】

本発明の応用分野は、ヒト又は動物に対する生物組織の生体内 (in-vivo) 分析 (例えば皮膚科の分野では外部的、或いは、内部的で可撓性ファイバの束を通すことの可能な内視鏡の操作用導管を用いてアクセス可能)、並びに、バイオプシー採取に由来する組織サンプルの生体外 (ex-vivo) 分析、および、細胞生物学における培養体の試験管内 (in-vitro) 分析である。更に、本発明の装置は製造された機械装置の内部の分析に使用することができる。

40

【0003】

現在のところ、消化器科、呼吸器科、婦人科、泌尿器科、ORL、皮膚科、眼科、心臓科、神経科の医療分野が想定される。

【背景技術】

【0004】

直径の小さな (数百ミクロン) 可撓性ファイバ束を使用することは、内視鏡の操作用導管との接続のために必要であるが、それはまた光ファイバの束 (その一端に集束用光学ヘッドを備えている) がサンプルマトリックス上の測定アームのように自動的に操作されるような自動試験システムにとっても有利である。更に、内視鏡の用途とは独立に、光学へ

50

ツドの小型化はまた位置決め精度を増大させると共に自動化用途における機械的慣性を低減するために有利である。

#### 【0005】

より詳しくは、本発明の装置は、平行な照明用ビームを生成する所定波長の輻射線を放出する光源を有する形式のものである。この照明用ビームは次いで照明路と検出路を分けるために例えば分離板によって分離される。照明用ビームは次に光学機械的ミラー装置によって角度方向に2つの空間方向に偏向される（走査）。角度方向に走査されたビームは次いで光学手段が受け取り、その焦点面内に位置し整頓された数万本の可撓性光ファイバの束からなるイメージガイドにビームを導入（インジェクト）する。従って、所与の瞬間に10には、ビームの所与の1つの角位置についてイメージガイドの1本の光ファイバに導入を行う。操作中は、イメージを形成するべく所与の1つのラインについて点から点へと、かつ、或るラインの後に次のラインへと、ミラーを用いてビームを角度方向に偏向しながら、イメージガイドを構成する光ファイバに順次に導入を行う。イメージガイド（場合によつては内視鏡の操作用導管内に予め配置されている）に導入されたビームは、案内され、そこから出現し、観察したいサイトを点から点へと照明するのを可能にする光学手段によつて捕捉される。各瞬間ににおいて、組織を照明するスポットは後方散乱され、入射ビームとは逆の進路を取る。後方散乱された光束は、従つて、イメージガイドに再導入され、そこから出現し、走査装置に到達し、次いで分離板によって検出路に送られ、それから濾過用の穴に集束される。光束は次いで例えばフォトマルチプライア又はアバランシュ・フォトダイオードによって検出される。フォトセンサから出た信号は積分され、スクリーンに表示するべく数値化される。

この形式の装置は特に国際特許出願WO 00/16151に記載されている。

#### 【0006】

生物組織を分析するときに遭遇する困難は、ノイズ信号に対して後方散乱された有用な信号の比率が小さいことに関連しており、これは生成されたイメージが許容されるためには光学進路の全長に沿って出来るだけ最良の照明用ビームの品質（特に波面の品質と、ファイバのコアの直径に出来るだけ接近しなければならない焦点スポットの強度の空間的分布に関して）が確保されることを必要とする。イメージガイドの近位端の側においては、エネルギー面および空間面における照明用ビームの劣化は、特にイメージガイドの入口で起こる寄生的反射（ノイズ反射）に起因していると共に、走査装置および導入装置のところにおける光学的伝達の欠陥（フィールドの変形、波面のエラー）に起因している。

#### 【0007】

前述した国際特許出願WO 00/16151においては、走査装置は共鳴式および/又は検流式の光学機械的ミラー装置を備え、イメージガイドへの導入装置は集束用レンズL4又は顕微鏡の対物レンズを有する。

#### 【発明の開示】

#### 【0008】

本発明の目的は、イメージガイドの入口における照明用ビームの品質が改良され、従つて、イメージの品質も改良されているような装置を提供することにある。本発明の目的は、また、低コストで、実施が簡単で、小型化可能で、実用化可能な解決を提供することにある。

#### 【0009】

本発明は、可撓性光ファイバからなるイメージガイドを備えた共焦点式イメージング装置、特に内視鏡用の共焦点式イメージング装置であつて：

- イメージガイドの近位端側には：照明用ビームを生成する光源と、前記ビームを角度方向に走査する手段と、偏向されたビームをイメージガイドのいづれかのファイバへ交互に導入する手段と、照明用ビームと反射信号とを分離する手段と、空間的フィルター手段と、前記信号を検出する手段と、検出された信号を分析しデジタル処理すると共に表示するための電子制御手段を備え、

- イメージガイドの遠位端側には：照明されたファイバから出る照明用ビームを集束さ

10

20

30

40

50

せるようになった光学ヘッドを備えた、  
装置を提供する。

【0010】

本発明の特徴は、角度方向走査手段は、共鳴ラインミラーおよび可変周波数型検流式スクリーンミラーと、最初に2つのミラーを共役させ次いでスクリーンミラーとイメージガイドへの導入手段とを共役させるようになった2つの無焦点式光学系とを備え、夫々の光学系は初期の波面品質(WFE)を遵守し、かつ、ファイバのコアの直径に等しい焦点スポットの強度の空間的分布(PSF)を有することからなる。

【0011】

この光学手段があるので、照明用ビームの品質を保障することができると共に、ファイバからファイバへの結合のレートを均一化し最適化することができる。 10

【0012】

夫々の光学系は、走査とイメージガイド(標準型レンズの残留収差を補正する機能を有する追加的な特注品のレンズに結合されている)への導入を可能にする一組の標準型のレンズか、或いは、非常に高品質の一組の特注品のレンズからなる。

【0013】

特別の実施態様においては、無焦点式光学系は4つのレンズを備え、そのうちイメージ面に関して対称的に配置された補正用二枚玉レンズはフィールドの湾曲を補正すると共に波面の誤差を最小化するのを可能にする。

【0014】

残留収差を更に最小化するため、イメージガイドへの導入手段は、照明用ビームの角度方向走査をイメージガイド(その上流には前記1組のレンズの残留フィールド湾曲を補正するようになった二枚玉レンズが設けてある)の並進方向走査に変換するようになった1組のレンズを備えている。 20

【0015】

好ましくは、本発明によれば、検出された信号を分析しデジタル処理すると共に表示するための電子制御手段は、ラインミラー(M1)とスクリーンミラー(M2)の運動を同期制御すると共に走査された照明用ビームの位置をあらゆる瞬間に知るようになった同期カードを有する。

【0016】

本発明の特徴や他の利点は本発明の実施例に係る装置を概略的に示す図1を参照にした以下の実施例の記載に従い明らかとなろう。 30

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

図1には、光軸に垂直な断面XYの平面P内において所与の深さに位置するサイトのイメージを形成するための装置が提案してある。この装置は数万本の可撓性光ファイバからなるイメージガイド1を有し、

-イメージガイド1の近位端側には、照明用ビームを生成する光源2と、前記ビームを角度方向に走査する手段3と、偏向されたビームをイメージガイド1のいづれかのファイバへ交互に導入する手段(インジェクション手段)4と、照明用ビームと反射信号とを分離する手段5と、空間的フィルター手段6と、前記信号を検出する手段7と、検出された信号を分析しデジタル処理すると共に表示するための電子制御手段8があり、 40

-イメージガイド1の遠位端側には、イメージガイドのうちの照明されたファイバから出る照明用ビームを光学ヘッド9の接触領域11の下の平面P内の集束点10に対して集束させるための光学ヘッド9がある。

これらの手段の詳細を以下に説明する。

【0018】

イメージガイド1は光源2を搬送して表面下の分析領域へアクセスするのを可能にする。光学ヘッド9が内視鏡の操作用導管内に挿入されるようになっている場合には、イメージガイドはそれに適合する寸法(診療用途に応じて直径数ミリメートル)を有しなければ 50

ならない。イメージガイドは整頓された可撓性光ファイバの束からなり、被覆で覆われている。良好な空間的解像度を得るために、充分なファイバと小さなコア間間隔を有する任意のガイドを使用することができる。例えば、コア直径 $2.5 \mu m$ 、コア間間隔 $4 \mu m$ の30000本のファイバからなる住友マーク(商標)のガイド、或いは、コア直径 $2 \mu m$ 、コア間間隔 $3.7 \mu m$ の30000本のファイバからなる藤倉マーク(商標)のガイドを使用することができる。本発明によれば、ファイバは、走査手段3と導入手段4により、アドレスされたやり方で順番に1本づつ照明される。イメージガイドの有効直径は従って照明された1本のファイバのコアの直径に対応している。

#### 【0019】

イメージガイド1の両端部には、ノイズ反射をファイバ束の入口で起こる反射については濾過手段6の外に拒否し、かつ、イメージガイドの出口で起こる反射については照明された光ファイバの外に拒否するため、充分な厚さをもったガラス板(図1には示していない)が設けてある。これらのガラス板は反射光を最小限にするため反射防止処理してある。

10

#### 【0020】

光源2は、 $683 nm$ のレーザダイオードからなり、 $/10$ に等しいかそれ以下の非常に良好な品質の波面を提供しなければならない。本発明によれば、このダイオードは有用な信号をイメージガイド1の入口で起こるノイズ反射から同期検出により分離するべくパルスされる。変形として、固体レーザ又はガスレーザを使用することができるが、組織内における吸収が最小となるような $600 \sim 800 nm$ 帯域内の波長の選択は広くないし、更に、同等の出力に対するコストはかなり大きい。

20

#### 【0021】

照明用ビームと戻り信号を分離するための手段5は、この実施例では、調節機能用の $50/50$ 分離キューブからなる。 $50/50$ 分離プレートを使用することも可能である。

#### 【0022】

走査手段3は、光源2のレーザダイオードと同一の光学的品質(これが各ファイバに導入されるであろう)のダイオードマトリックスを複製する機能を有する。これはファイバ毎に信号ガイドを照明するために光源の搬送および複写システム内に存在する収差を補正するのを可能にする標準的でない光学的手段の組合せを必要とする。この走査手段は2つのミラーM1およびM2と2つの光学系からなる。ミラーM1は $4 kHz$ の周波数で共鳴する“ライン”ミラーであり、ミラーM2は $0 \sim 300 Hz$ の可変周波数を有する検流式の“スクリーン”ミラーである。夫々の光学系は各々4つのレンズL1～L4およびL5～L8で構成され、最初に2つのミラーを共役させるのを可能にし、次に、スクリーンミラーM2とイメージガイド1の入口を共役させるのを可能にする。これらの光学系は：

30

- 導入手段4の後の焦点スポットの強度の空間的分布(FEP又はPSF - Point Spread Function)を拡大し、かつ、イメージガイド1内の結合を劣化させることがある収差、
- イメージガイドの被覆内で光束を伝播させる(これはガイドの端部のPSFを悪化させるおそれがあり、その結果、イメージの解像度を悪化させるおそれがある)ことがある収差、

を呈してはならない。

#### 【0023】

40

レンズL2～L3およびL6～L7はイメージ面に関して対称的に配置された同一の補正用二枚玉レンズである。これは、フィールドの湾曲を補正すると共に軸線の外の無焦点系(L1～L4およびL5～L8)の使用に因る波面の誤差を最小化することにより、イメージガイドへの導入を均一にするのを可能にする。

#### 【0024】

導入手段4：導入手段は最小の収差を呈するものでなければならず、かつ、屈折限界に近い集束スポットを形成し、もって、アドレスされたファイバ(ファイバのコアの直径に等しいPSF)と最良の結合を実現するため、波面の品質を悪化させてはならない。導入手段は特注の二枚玉レンズL9と標準型の三枚玉レンズL10からなる。二枚玉レンズL9は三枚玉レンズL10の残留収差(即ち、フィールドの湾曲)を補正するのを可能にする。

50

## 【0025】

空間的濾過手段 6 は、レンズL11と、照明用ファイバの選択しか許容しない（ノイズ信号を生成するおそれのある隣接するファイバの選択は許容しない）濾過用穴Tからなる。濾過用穴のサイズは、ファイバの束の入口と濾過用穴との間の光学系の倍率を除いて、ファイバのコアの直径に対応するようなものである。

## 【0026】

光学ヘッド 9 は、照明された光ファイバから出る光束を収斂させることを可能にする複数の光学手段と、2つのガラス板とを備え、これらのガラス板の一方はイメージガイドの出口にある前述したものであり、他方はサイトと接触するに至るようになっていてアダプト用インデックスを形成する窓である。これらの光学手段は次のような特徴を有する： 10

- 数十～数百ミクロンの深さにおける組織の分析を可能にすること、
- PSFを拡大したり変形したりすることなくイメージガイドの出口における組織のPSFを複写するべく収差を最小限にすること、
- 波面の品質を最適化することによりイメージガイドへの戻りの結合率を最適化すること、
- 場合により、内視鏡の走査導管のサイズに適合するサイズ。

光学手段は例えば特性の対物レンズを形成するレンズ系からなる。

## 【0027】

検出手段 7 は、信号センサーとして信号を連続的に入力するアバランシュ型フォトダイオードを有し、信号ガイドの両端から来るノイズ信号はセンサーを飽和させないため有用信号と同じ大きさのオーダーにされる。イメージガイドの入口におけるノイズ反射の残部の抑制は次にデジタル式の時間的濾過によって行われる。 20

## 【0028】

検出された信号を分析しデジタル処理すると共に表示するための電子制御手段 8 は次のようなカードを有する：

- レーザ光源の変調カード 20。このカードは、規則的な間隔（4のオーダーのサイクル比）のパルス（10ns T 100ns）を生成するため、比較的高い周波数（100MHzのオーダー）に光源を変調するのを可能にする。
- 次の機能を有する同期カード 21：

  - 走査（即ち、ラインミラーM1とスクリーンミラー M2の運動）を同期制御する機能； 30
  - 斯く走査されたレーザスポットの位置をあらゆる瞬間に知る機能、
  - 検出前のレーザ光源からのパルスの発信を同期する機能、
  - マイクロコントローラ（それ自体も制御される）を介して他の全てのカードを管理する機能；
  - 特にインピーダンスの調節と積分を行うアナログ回路と、アナログ・デジタル・コンバータと、信号をフォーマットするプログラム可能な論理回路（例えば、FGPA）を有する検出カード 22；
  - 可変周波数デジタルデータのストリームを処理してスクリーン 24 に表示することの可能なデジタル収集カード 23；
  - グラフィックカード 25。 40

## 【0029】

イメージ処理 は次のように行われる。検出カードからの生の情報はフォーマットされ、表示可能かつ解釈可能にするべく処理される。数万本の光ファイバからなるイメージガイドを走査することによるイメージの収集方法は、イメージに特異性をもたらし適切な処理を生じさせる。

## 【0030】

2 グループの処理が行われる：

1. 第1グループは、収集した信号を較正することを目的として処理するプロセスからなる。従って、収集プロセスに固有のレーザ／ガイド結合の欠陥およびシステムのある種のノイズに起因する欠陥を除去することができる。較正は走査の制御の精度と時間の安定性 50

に応じて異なる形態をとり得る。これらの処理は基本的に一次元的である。

2. 第2グループは、光機械的プロセスに特有のイメージ処理(2Dおよび2D+時間)を統合することにより解釈を改良するのを可能にする。これらの処理はイメージ回復プロセスからなり、小さな動きを除去するためその後に迅速整列プロセスが行われる。これらの処理は収集期間に比較して迅速である。これらのアルゴリズムは完全に自動的であり、イメージの性質に適合している。

【0031】

言うまでもなく種々の変化形が可能であり、特に、ラインミラーM1に関しては他の周波数(例えば、8kHz)で共鳴するものでも可能であり、無焦点光学系は完全に特注品でもよいし或いは他の1組の適当な補正用レンズを備えていてもよい。

10

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本発明のイメージング装置の模式図である。

【図1】

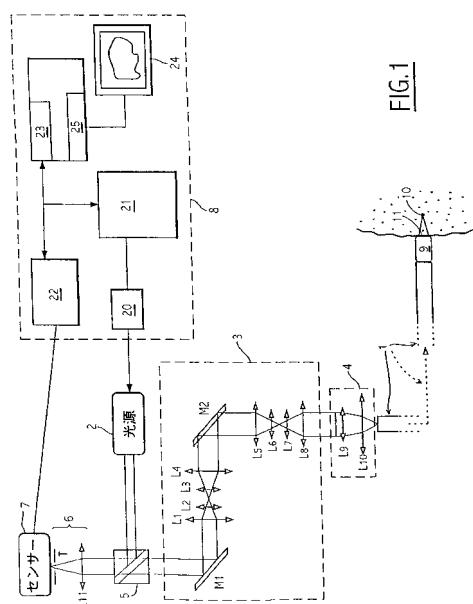
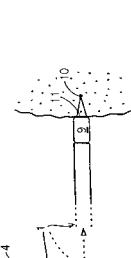


FIG.1



---

フロントページの続き

- (72)発明者 ラコンム、フランソワ  
フランス国、F - 92370 シャビル、アベニュ・ロジェ・サレングロ、2173
- (72)発明者 ペルシャン、アメリカ  
フランス国、F - 75013 パリ、リュ・デ・コルドリエール、24
- (72)発明者 ラ・グウアレ、ジョルジュ  
フランス国、F - 75012 パリ、リュ・ド・ロッテンブル、3
- (72)発明者 マルティ、サンドラ  
フランス国、F - 92000 ナンテール、アレ・ド・ラ・ダンス、2
- (72)発明者 ブーリオー、ステファン  
フランス国、F - 77420 シャン・スュール・マルヌ、アレ・デ・シャルミーユ、4

審査官 谷垣 圭二

- (56)参考文献 特表平05-508031 (JP, A)  
国際公開第00/016151 (WO, A1)  
特開平11-142335 (JP, A)  
特開平11-173821 (JP, A)  
特開平05-224127 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

- A61B 1/00  
G02B 21/00  
G02B 23/26

专利名称(译)	特别是，用于内窥镜的共焦成像装置		
公开(公告)号	<a href="#">JP4455059B2</a>	公开(公告)日	2010-04-21
申请号	JP2003556843	申请日	2002-12-20
[标]申请(专利权)人(译)	莫纳基技术公司		
申请(专利权)人(译)	莫纳克亚技术		
当前申请(专利权)人(译)	莫纳克亚技术		
[标]发明人	ヴィエルローブベルトラン ジュネマガリー ベリエフレデリック ラコンムフランソワ ベルシャンアメリカン ラグワアレジヨルジュ マルティサンドラ ブーリオーステファン		
发明人	ヴィエルローブ、ベルトラン ジュネ、マガリー ベリエ、フレデリック ラコンム、フランソワ ベルシャン、アメリカン ラグワアレ、ジョルジュ マルティ、サン德拉 ブーリオー、ステファン		
IPC分类号	A61B1/00 G02B21/00 G02B23/26 A61B1/04 A61B1/07 G02B23/24		
CPC分类号	A61B1/00188 A61B1/00165 A61B1/042 A61B1/07 A61B2562/0242 G02B23/2469		
FI分类号	A61B1/00.300.Y G02B21/00 G02B23/26.A		
代理人(译)	伊藤 宏		
优先权	2001016980 2001-12-28 FR		
其他公开文献	JP2005512746A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

根据本发明的装置包括由柔性光纤构成的图像引导装置(1)，并且具有光源(2)，角度扫描装置(3)，任一光纤的引入装置用于分离照明光束和反射信号的装置，用于空间滤波的装置，用于检测信号的装置，以及用于数字处理检测到的信号的装置并且电子控制装置(8)用于与显示器一起显示在端侧有一个光学头(9)，用于聚焦照射光束，留下被照射的光纤。本发明的特征，所述扫描装置(3)包括谐振线镜(M1)和可变频率振镜型屏幕镜(M2)，则屏幕镜第一缀合到两个反射镜(M1，M2)(M2)和用于图像引导的引入装置(4)彼此共轭。

〔 図 1 〕

