

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4789397号

(P4789397)

(45) 発行日 平成23年10月12日 (2011.10.12)

(24) 登録日 平成23年7月29日 (2011.7.29)

(51) Int. Cl.	F I
A 6 1 C 3/02 (2006.01)	A 6 1 C 3/02 Z
A 6 1 B 5/00 (2006.01)	A 6 1 B 5/00 1 O 1 A
A 6 1 C 19/04 (2006.01)	A 6 1 C 19/04 J

請求項の数 25 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2002-572875 (P2002-572875)	(73) 特許権者	509102063
(86) (22) 出願日	平成14年3月21日 (2002.3.21)		デンツプライ カナダ リミテッド
(65) 公表番号	特表2004-528883 (P2004-528883A)		カナダ国、オンタリオ州 エル4エル 4
(43) 公表日	平成16年9月24日 (2004.9.24)		エイ3、ウッドブリッジ、バイナル コー
(86) 国際出願番号	PCT/CA2002/000409		ト 161
(87) 国際公開番号	W02002/074160	(74) 代理人	100077665
(87) 国際公開日	平成14年9月26日 (2002.9.26)		弁理士 千葉 剛宏
審査請求日	平成17年2月22日 (2005.2.22)	(72) 発明者	カラズィバン、ナイム
審査番号	不服2008-21694 (P2008-21694/J1)		カナダ国、ケベック州 エイチ7ブイ 4
審査請求日	平成20年8月25日 (2008.8.25)		エイ9、ラヴァル、ベルナルドーペロー
(31) 優先権主張番号	2,341,105		230、スイート 221、ネクス テク
(32) 優先日	平成13年3月21日 (2001.3.21)		ノロジーズ インコーポレイテッド内
(33) 優先権主張国	カナダ (CA)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 歯石検出除去システム及びその方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

歯石の検出・除去システムであって、
 歯石を除去するために歯に沿って変位するのに適合した遠位端を有するプローブと、
 前記遠位端の先端に配置された少なくとも1つの光案内手段と、
 を有し、
 前記遠位端の前記先端は、少なくとも1つの耐摩耗性陶磁によって耐摩耗性を示し、
 さらに、前記光案内手段からの光を集めて前記歯石の特性に関連付ける測定を行うとき、
 前記プローブの操作によって信号を得る分析手段を有するとともに、
前記少なくとも1つの光案内手段を介して集められた光は、歯石又は歯の腐食のスペクトル反射特性として赤外線に関連する各波長を含むことを特徴とする歯石の検出・除去システム。

10

【請求項 2】

請求項1記載の検出・除去システムにおいて、前記少なくとも1つの光案内手段は、歯に沿って変位する歯石除去器具の遠位端部の外側に延在していることを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 3】

請求項1記載の検出・除去システムにおいて、前記少なくとも1つの光案内手段は、前記歯石除去器具の前記遠位端部の側面を配向することを特徴とする歯石の検出・除去システム。

20

【請求項 4】

請求項 1 記載の検出・除去システムにおいて、前記遠位端部は、遠位端部を損耗から保護する交換可能な保護カバーを備えることを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 5】

請求項 1 記載の検出・除去システムにおいて、前記集められた光は、歯石の色又は歯の腐食の色に関連する各波長を含むことを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 6】

請求項 1 記載の検出・除去システムにおいて、さらに、前記歯の周辺に流体を供給する洗浄システムを含むことを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 7】

請求項 6 記載の検出・除去システムにおいて、前記洗浄システムは、流体供給チューブと流体源とを含み、前記流体供給チューブは、歯又は歯の近傍の一領域に対して入射光を照射する光照射手段、前記検出手段及び前記歯石除去器具の前記端部近傍に位置する排出口を有し、前記流体源は、前記流体供給チューブの前記排出口の上流で前記供給チューブと連通することを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 8】

請求項 7 記載の検出・除去システムにおいて、前記供給チューブは、前記歯石除去器具の前記遠位端部内側に延在する遠位部分を有することを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 9】

請求項 7 記載の検出・除去システムにおいて、前記洗浄システムは、前記プローブのハウジング内に、前記供給チューブを介して前記排出口に連通するリザーバを含むことを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 10】

請求項 1 記載の検出・除去システムにおいて、前記光照射手段及び前記検出手段は、前記歯石除去器具の前記遠位端部近傍に位置する遠位部分を有する少なくとも 1 つの光案内手段を含み、前記光案内手段は、前記遠位部分に着脱可能に接続される近位部分を含み、前記遠位部分の作業端部を前記近位部分から選択的に離脱させて前記遠位部分及び前記作業端部を破棄して新しいものと交換することが可能であるか、又は前記遠位部分及び前記作業端部を消毒した後、前記近位端部に戻されて再使用されることを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 11】

請求項 1 記載の検出・除去システムにおいて、前記信号が光、音、振動の少なくともいずれか 1 つを含むことを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 12】

請求項 1 記載の検出・除去システムにおいて、前記プローブが、音波歯石除去器、超音波歯石除去器、回転歯石除去器、圧電歯石除去器の群から選択された電力駆動具であることを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 13】

請求項 1 項記載の検出・除去システムにおいて、前記歯石除去器具は凹部を有するハンドルを有し、前記凹部は、貯水タンク及び電力を供給する電池の少なくともいずれか一方を収容することを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 14】

請求項 1 記載の検出・除去システムにおいて、前記遠位端が、前記少なくとも 1 つの光案内手段を挿入する管を有する管状体であることを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 15】

請求項 2 記載の検出・除去システムにおいて、1 つ以上の所定範囲の波長を有する前記反射光の測定値が、歯石の特性を示す第 1 の所定範囲の値であるか、又は、歯石以外の人工物の特性を示す第 2 の所定範囲の値ではないときに前記歯石除去器具のオペレータ又は

10

20

30

40

50

前記歯石除去器具に対して信号を発する分析システムを備え、

前記分析システムは、患者の履歴を保存したり更新したりするためのソフトウェアを含むことを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 16】

請求項 15 記載の検出・除去システムにおいて、前記管状体が直線形状であることを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 17】

請求項 1 記載の検出・除去システムにおいて、前記端部が、金属本体に耐摩耗性ダイヤモンドコーティングがなされたものであることを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 18】

請求項 1 記載の検出・除去システムにおいて、前記端部が陶磁からなることを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 19】

請求項 1 記載の検出・除去システムにおいて、前記分析手段に結合された光源が、水又は血液の存在による反射で歯石を検出するのに適した赤外線を発光し、前記集められる光が反射された赤外光を含むことを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 20】

歯石の検出・除去システムであって、

遠位端部材及び近位端ハンドルと、歯石を除去するために歯に沿って変位するのに適合した先端とを有し、前記遠位端部材が前記ハンドルを取り外し可能に取り付ける近位端コネクタを含み、且つ湾曲した部位及び前記先端を有する歯石除去具と、

前記歯石除去具の外表面に取り外し可能に固定されるように適合され、且つ前記遠位端の近傍から延在するとともに、前記端部の歯との接触点から陥没した少なくとも 1 つの光案内手段と、

前記少なくとも 1 つの光案内手段を介して光を運搬する光源と、

前記少なくとも 1 つの光案内手段から光を集める光検出手段と、

前記歯石の特性に関連付ける測定を行うとき、前記光検出手段の操作によって信号を得る分析手段を有することを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 21】

請求項 20 記載の検出・除去システムにおいて、前記少なくとも 1 つの光案内手段は、前記歯石除去器具の前記遠位端部近傍に位置し、前記遠位部分は、前記作業端部に沿って選択的に変位可能であって、前記作業端部の損耗に合わせて前記遠位部分の位置が調整されることを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 22】

請求項 20 記載の検出・除去システムにおいて、前記歯石除去器具の除去モードと前記検出手段の検出モードとを切り換える手動スイッチを備えることを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 23】

請求項 20 記載の検出・除去システムにおいて、前記歯石除去器具の除去モードと前記検出手段の検出モードとを調整可能な頻度で自動的に切り換える自動スイッチを備えることを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 24】

請求項 20 記載の検出・除去システムにおいて、前記歯石除去具が、音波歯石除去器、超音波歯石除去器、回転歯石除去器、圧電歯石除去器の群から選択された電力駆動具であることを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【請求項 25】

請求項 20 記載の検出・除去システムにおいて、前記光源が、水又は血液の存在による反射で歯石を検出するのに適した赤外線を発光し、前記集められる光が反射された赤外光を含むことを特徴とする歯石の検出・除去システム。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】**【0001】****発明の背景****【0002】****1. 発明の技術分野**

本発明は、歯石、より具体的には、歯肉縁下歯石の検出及び除去に関するものである。

【0003】**2. 従来技術の説明**

例えば、スクレイパや音波器具、超音波器具を用いて歯石を除去することは、歯周病の予防や治療に大切である。歯周病は、歯槽骨B、歯肉G、歯根膜（歯周靱帯）等の歯周組織の病気である。歯石は、歯面に蓄積した歯垢が石灰化したものである。歯肉縁上歯石及び歯肉縁下歯石S（図2参照）は、除去しなくてはならない。その理由は、歯石がバクテリアを含む多孔質の物質であるため、歯石上で病原性のバクテリアが繁殖し易いからである。

【0004】

図1に示す健康な歯周組織では、歯周ポケットは存在しない。しかしながら、図2に示すように歯周組織が歯周病に罹患している場合には、歯肉Gの内側面Oと歯Tの歯根Rとの間に歯周ポケットPが形成される。この歯周ポケットPが歯根膜（歯周靱帯）Lによって端部側で（apically）閉塞されるので、当該歯周ポケットPには、歯肉縁下歯石Sが形成される。

【0005】

従って、深刻な健康上の問題を引き起こすような歯周病を予防するため、歯の表面に形成された歯石を除去することが大切である。しかしながら、歯石の除去は困難であり、手探りのような方法で行われる。一般的に、歯肉縁下歯石は、歯肉によって隠れているため、通常の状態では目視することができない。オペレータは、歯肉の裏側に存在する歯肉縁下歯石を除去する際、プローブを用いた触知によって歯石を探さなければならないが、歯肉縁下歯石を視認することができないため、侵襲的の外科処置によらずに歯石を完全に除去することはできない。

【0006】

米国特許第5,230,621号公報及び米国特許第5,326,365号公報には、内視鏡を用いて歯肉縁下歯石を除去する方法及び装置が開示されている。このシステムでは、内視鏡プローブが歯肉ポケットや歯肉溝に挿入され、歯肉縁下歯根のプレーニング（planing）、スケーリング（scaling）、また、他の医療器具によって行われるその他の歯垢除去処置のプロセスや効果を内視鏡によって視認することができる。また、内視鏡装置を備えた医療器具によって歯肉縁下歯面に付着した物質を除去するようにしてもよい。この場合、オペレータは、歯垢除去器具を使用している際、この器具を視認したり、案内したりすることができる。すなわち、オペレータは、画像をモニタに表示されている内視鏡が捕らえた画像を目視することによって歯肉縁下歯石の存在を確認することができる。このシステムは効率的であるが、モニタを目視するためにオペレータが患者の口内を直接視認することを中断しなければならないという煩雑さがある。さらに、このシステムは、モニタとハードウェア（関連機器）が必要であるため、比較的高価である。

【0007】

このような観点から、モニタを必要とせずに歯肉縁下歯石の存在を自動的に検出する歯石除去器具等を使用した歯科器具、すなわち、モニタを目視する必要がなく、オペレータが患者の口から目を離さないで作業に集中できるような歯科器具が必要とされている。このような器具によって、歯石除去器具を使用している最中にオペレータの診断を支援するシステムが提供され、オペレータの歯肉縁下歯石を除去する作業が容易になる。

【0008】**発明の要旨**

本発明の目的は、歯肉縁下歯石を含む歯石を検出するための新規なシステムを提供する

ことにある。

【0009】

本発明の別の目的は、歯石のスペクトル反射特性に基づいて歯石を自動的に検出する新規な歯石検出システムを提供することにある。

【0010】

本発明のさらなる目的は、歯肉縁下歯石を検出した際、視覚信号、音信号、触覚又はその他の信号をオペレータや歯石除去装置に発するシステムを提供することにある。歯石除去装置に伝送する場合は、信号は器具を制御するであろう。歯石の検出は、歯肉縁下領域における測定によって得られた1つ以上の所定範囲にある各波長の検出をすることであり、当該波長によって歯石の存在を示すスペクトル反射特性を適切に判別することができる。

10

【0011】

従って、本発明によれば、

歯に沿って変位する歯石除去器具と、

前記歯又は前記歯の近傍の一領域に対して入射光を照射する光照射手段と、

前記領域で反射した光を集光する検出手段と、

1つ以上の所定範囲の波長を有する前記反射光の測定値が、歯石の特性を示す第1の所定範囲の値であるか、又は、歯石以外の人工物の特性を示す第2の所定範囲の値ではないときに前記歯石除去器具のオペレータ又は前記歯石除去器具に対して信号を発する分析システムと、

20

を備え、

前記信号に呼応して、前記領域又はその近傍において歯石を除去するように前記歯石除去器具を駆動することが可能であることを特徴とする歯石検出除去装置が提供される。

【0012】

また、本発明によれば、

(a) 検出器具を用いて入射光及び自然に存在する光源のいずれか一方を歯の一領域に照射するステップと、

(b) 前記検出器具を用いて前記歯の前記領域で反射した光を集光し測定するステップと、

(c) 前記反射光を分析し、前記反射光が歯石の存在を示しているか否かを判定するステップと、

30

(d) 前記ステップ(c)において歯石の存在が検出されたとき、歯石除去装置のオペレータ又は歯石除去器具に対して信号を発するステップと、

(e) 前記検出器具が実質的に前記領域に位置したまま、前記歯石除去器具を用いて前記領域から歯石を除去するステップと、

を有することを特徴とする歯から歯石検出除去方法が提供される。

【0013】

電動歯石除去器具又は歯石除去器具には、音波歯石除去器、超音波歯石除去器、回転歯石除去器、圧電歯石除去器、全ての手動器具(例えば、キューレット)、又は、歯科オペレータが歯石を除去する目的に適した全ての器具が含まれる。

40

【0014】

本発明の本質を概略的に説明したが、以下、本発明に係る好ましい実施の形態につき、添付図面を参照して詳細に説明する。

【0015】

好ましい実施の形態の説明

本発明は、内視鏡のような装置として作用する歯石除去器具を用いて歯肉縁下歯石の存在を自動的に検出するシステム10に関する。この歯石除去器具は、歯石の電磁スペクトル反射特性に基づく光学的な方法によって、前記歯石除去器具が歯と歯肉の間に挿入されて歯に存在する歯石と相対した際に、歯の健康的な部分、歯肉、血液及び歯石以外の人工物(artefact)から歯石を区別することができる。

50

【 0 0 1 6 】

より具体的には、システム 1 0 は、3つの主要な機構、すなわち、(1) 光学部品を含む歯石除去システムと、(2) ケーシングを含む歯石検出システムと、(3) 制御システムを含む。ケーシング内には、光学部品、光源、データ収集用部品及び信号処理を行うための電子機器のほか、水道や水源 3 0 に接続可能な注水口が設けられている(但し、注水口は選択的な特徴である)。全ての部品 1 0 0 0 は、通常、電動歯石除去器具(例えば、キャビトロン(Cavitron、登録商標)やキューレット)で用いられるものであり、光ファイバ及び電動歯石除去器具で使用される全てのケーブルを含むケーブルストランドを含む。ケーブルストランドは、歯石除去器具の挿入部をケーシングに接続する。制御システムは、診断時に歯石除去システムの電動歯石除去器具を駆動させることが可能である。制御システムは、例えば、(i) 手動制御装置若しくはオペレータ O P が駆動する電動ペダル、又は、(i i) 電動歯石除去器具を診断との関係で駆動させるモジュール(例えば、電子部品若しくは電子機械部品等)である。

10

【 0 0 1 7 】

実際には、システム 1 0 は、歯石除去器具の挿入部 1 2 を含む。挿入部 1 2 の先端部には、歯石を検出する光学システムを含む。このような光学システムは、当該先端部の外側に設けられてもよい。光学システムは、光ファイバ、すなわち、歯肉縁下領域に光を照射するための 1 本以上の光照射ファイバ 1 4 と、当該領域におけるスペクトル反射特性を判定するために、検査部位又は歯周部位によって反射される光を受光する 1 本以上の検出ファイバ 1 6 (但し、プリズム、ミラー等の光ファイバ以外の手段も用いられる)とを含む。光照射機能及び検出機能の双方を有する単一の光ファイバを使用するようにしてもよいことが理解されよう。電動歯石除去器具の挿入部 1 2 は、歯周ポケット P に挿入される湾曲した先端部分 6 0 を有する。光照射ファイバ 1 4 及び検出ファイバ 1 6 は、先端部分 6 0 内に含まれ、先端部分 6 0 の開放された自由端部、すなわち、遠位端部 3 6 まで延在する。従って、光照射ファイバ 1 4 及び検出ファイバ 1 6 の各遠位端部は、遠位端部 3 6 に位置する。先端部分 6 0 は、先が細く尖った形状や、平坦な形状等でもよい。

20

【 0 0 1 8 】

電動歯石除去器具の挿入部 1 2 は、ハンドル 1 8 を含む。電動歯石除去器具の挿入部 1 2 は、さらにコネクタ 4 6 を含み、コネクタ 4 6 は、例えばハンドル 1 8 の近位端部に位置する。電動歯石除去器具の同じシステムによって、歯肉縁下領域に水を噴射或いは注入する。歯周ポケット P は、検出効率を高めるために洗浄される。

30

【 0 0 1 9 】

ペダルによって洗浄システムと電動歯石除去器具を同時に駆動させる従来の電動歯石除去器具と異なり、電動歯石除去器具を駆動させなくとも、洗浄システムを用いることが可能である。

【 0 0 2 0 】

ケーブルストランド 3 2 は、電動歯石除去器具の挿入部 1 2 と、ケーシング 3 4 内に設けられた電子システムとを接続する。ケーシング 3 4 の形状及び寸法を、外部電源及び給水チューブ 3 3 を介して水源 3 0 に接続される電動歯石除去器具のケーシングの形状及び寸法とすることにより、システム S が携帯可能となる(図 6 に示されるように、ケーシング 3 4 が、内蔵される電池 3 1 から電源を供給される場合を除く。また、水源 3 0 は、ケーシング 3 4 に一体化される携帯リザーバであってもよい)。電動歯石除去器具の挿入部 1 2 内の光照射及び検出ファイバ 1 4、1 6 の遠位部分は、光を伝搬する。また、ケーブルストランド 3 2 の一部である光照射及び検出ファイバ 1 4、1 6 の近位部分は、さらにケーシング 3 4 へ光を伝送したり、ケーシング 3 4 から光を伝送される。ケーブルストランド 3 2 は、光照射及び検出ファイバ 1 4、1 6 及び電動歯石除去器具のケーブルに通常用いられる部品を支持すると同時に保護する(電動歯石除去器具のケーブルは、給水チューブ 3 3 の一部及び挿入部用の電源の一部を含む)。ケーブルストランド 3 2 は、電動歯石除去器具の挿入部 1 2 のハンドル 1 8 の近位端部 3 3 に設けられるコネクタ 4 6 に着脱自在に接続される。これにより、電動歯石除去器具の挿入部 1 2 はケーブルストランド 3

40

50

2 から離脱可能であり、電動歯石除去器具の挿入部 1 2 だけを加圧滅菌器 (autoclave)、医療用滅菌器 (chemiclave) 等の消毒装置へ運ぶことが可能となる。コネクタ 4 6 は光ファイバのコネクタとして機能し、挿入部 1 2 をケーブルストランド 3 2 から分離可能にする。また、挿入部 1 2 又はその一部をシステムから分離可能にし、挿入部の適切な部分を消毒可能にさえできれば、このような光学的なコネクタを設けなくともよい。代替的に、電動歯石除去器具の挿入部 1 2 は使い捨てとし、消毒しないで破棄してもよい。

【 0 0 2 1 】

特定の部位 (すなわち、歯周ポケット P) に光を照射する 1 つ以上の光照射ファイバ 1 4 の各々は、光源に面する一方の端部と、電動歯石除去器具の挿入部 1 2 の自由遠位端部 3 6 に位置する他端部とを有する。光源は、光波長選択フィルタを備えていてもよいし、備えていなくてもよい。各ファイバ 1 4 は、ケーブルストランド 3 2 と電動歯石除去器具の挿入部 1 2 との間のコネクタ 4 6 で中断 (又は分断) されている。

10

【 0 0 2 2 】

1 つ以上の検出ファイバ 1 6 の各々は、歯周部位から反射した光 (紫外線、可視光線、赤外線等の電磁波) を受け取るために使用される。この検出ファイバ 1 6 は、歯周ポケット P を照射する光照射ファイバ 1 4 と同一のものでよい。各検出ファイバ 1 6 は、電動歯石除去器具の挿入部 1 2 の遠位端部 3 6 に位置する一端部と、光検出器又は電子光変換器 3 8 に面する他端部を有する。光検出器又は電子光変換器は、光波長選択フィルタを備えていてもよいし、備えていなくてもよい。各ファイバ 1 6 は、ケーブルストランド 3 2 と電動歯石除去器具の挿入部 1 2 との間のコネクタ 4 6 で分断 (切断) されている。電子又は光学フィルタを、電子路 (electronic path) 又は光路に沿った場所の何処かに設けることも可能である。

20

【 0 0 2 3 】

この検出器 3 8 は、ケーシング 3 4 内に収容された電子システムに接続されている。

【 0 0 2 4 】

検出器において、又は検出器から出力された信号から、検出を容易にするために電子的又は物理的 (光学的) にフィルタ処理を行うシステムによって、例えば、歯石が存在しない部分で生じた波長又は検出に不要な波長が除去される。これによって、有意な信号を強調することが可能である。フィルタ処理システムは、信号を 2 つ以上の異なるスペクトル領域から分離することも可能である。

30

【 0 0 2 5 】

フィルタ処理を行った後に得られた信号又はフィルタ処理を経ずに直接検出器から得られた信号は、電子プロセッサによって分析され、電動歯石除去器具の挿入部 1 2 の遠位端部 3 6 に歯石が存在するか否かが判断される。

【 0 0 2 6 】

歯石が検出されると、光、音、又は他の手段でオペレータが感知可能なインジケータが駆動され、電動歯石除去器具の挿入部 1 2 の遠位端部 3 6 によって検査された領域に歯石が存在するという情報がオペレータにもたらされる。歯石が検出された際、オペレータに知らせると同時に、又はオペレータに知らせずに、システムは、制御ボックス 4 0 0 を駆動させて電動歯石除去器具の挿入部 1 2 の遠位端部 3 6 により歯石を除去するように、歯石除去器具の挿入部 1 2 の電源を投入することが可能である。例えば、インジケータが電動歯石除去器具の挿入部 1 2 上に設けられた発光インジケータ 4 2 である場合、ケーシング 3 4 内で発生した光は、1 つ以上の光ファイバ 4 4 によってケーシング 3 4 と電動歯石除去器具の挿入部 1 2 のハンドル 1 8 との間で伝送される。光は、最終的に、ハンドル 1 8 に設けられたインジケータ 4 2 に伝送される (図 7 a、図 7 b 参照)。従って、オペレータは、歯石が検出されると、光ファイバ 4 4 によって伝送された光を視認することができる。また、ハンドル 1 8 上に位置し、ケーシング 3 4 に設けられたスイッチに電氣的に接続された警告用 LED (発光ダイオード) から、歯石が検出された際、自動的に光信号を発生させるようにしてもよい。

40

【 0 0 2 7 】

50

ケーブルストランド 3 2 の端部に設けられたコネクタ 4 6 によって、電動歯石除去器具の挿入部 1 2 のハンドル 1 8 とケーブルストランド 3 2 とを着脱可能に接続することができる(図 4、図 4 a 参照)。ケーブルストランド 3 2 は、光照射光ファイバ 1 4、検出光ファイバ 1 6、給水チューブ及び電源を含む電動歯石除去器具のケーブルに通常用いられる部品、電動歯石除去器具の挿入部 1 2 上の発光インジケータ 4 2 のための光ファイバ 4 4 等を収容する可撓性の鞘として機能する。

【 0 0 2 8 】

ケーシング 3 4 は、電気を投入するための電源 4 8 と、1 つ以上の光源 5 0 と、光検出器 3 8 と、電子カード 4 0 等のための入力部を備える電子プロセッサ及びメモリチップと、断続器(スイッチ) 5 4 と、装置の較正処理を行うボタン 4 0 1 と、検出感度を調整する 1 つ以上の制御用ボタン 4 0 2 と、患者の歯及び歯周の特徴に対して較正する 1 つ以上の制御用ボタン 4 0 3 と、スピーカ 5 6 のスイッチをオン/オフする中断器 4 0 4 とを含んでもよい。電源 4 8 は、外部電源でも内部電源でもよい。光源 5 0 としては、ハロゲン電球、ダイオード、レーザ、レーザダイオード等が含まれ、光波長選択フィルタによってフィルタ処理されるものでもよく、フィルタ処理されないものでもよい。電子カード 4 0 は、例えば、情報を記憶したり、コンピュータやプリンタ等の電子システムに情報を伝送するために使用される。電子プロセッサは、少なくとも 1 つのトランジスタを含む。スピーカ 5 6 は、音を発してオペレータに歯石の存在を知らせるための発生器若しくは増幅器 5 8 を備えるか、又は、歯石が検出された際に電動歯石除去器具の挿入部 1 2 を自動的に駆動させる電子/電気システムを備える。出力(power)の強さは、歯石信号が強ければ 10 20 (high)、電動歯石除去器具が強く出力するように、歯石に対応する信号の強さに比例させてもよく、させなくともよい。

【 0 0 2 9 】

従って、システム 1 0 は、光照射ファイバ 1 4 を介して適切なスペクトル成分を有する光を歯周ポケット内に伝送することができ、歯周ポケットを構成するか歯周ポケットに存在する組織及び人工物によって反射された光を、検出ファイバ 1 6 を介して取り込むことができる。検出ファイバ 1 6 は、光照射ファイバ 1 4 と同じものでもよいし、別個のものでもよい。この反射光は、ケーシング 3 4 内に存在する光検出器 3 8 によって検出されて分析される。歯周ポケットを構成するか歯周ポケットに存在する組織及び人工物によって反射される入射光のスペクトル成分の変化に基づいて、光検出器 3 8 の信号を電子的分析 30 又は電子機械的分析(例えば、電子光学的又は情報科学的アルゴリズム)にかけ、電動歯石除去器具の挿入部 1 2 の遠位端部 3 6 が歯石の近傍にあるか否かが判定される。反射光のスペクトル成分が歯石の存在を示す所定範囲内にあれば、電子的分析又は電子機械的分析によって、オペレータに対し、知覚可能な信号を発するか、又は電動歯石除去器具の挿入部 1 2 を駆動させる。知覚可能な信号を発するとともに、電動歯石除去器具の挿入部 1 2 を駆動させてもよい。例えば、ハンドル 1 8 上の発光インジケータ 4 2 が光ファイバ 4 4 を介して駆動される。光ファイバ 4 4 は、ケーシング 3 4 内で発生した光をインジケータ 4 2 に伝送する。なお、音や振動等の信号を用いてもよい。

【 0 0 3 0 】

ポケット 1 2 に挿入されて歯石を除去する電動歯石除去器具の挿入部 1 2 の一部のような、作業端部が損耗する既存の電動歯石除去器具(歯石除去器、超音波キューレット、圧電キューレット、手動キューレット等)に対応するために、作業端部の内側及び外側において組み合わされる本光学システムは、そのような損耗に対処するように設計されることが求められる。振動する装置では、作業端部は使用に応じて縮小する。さらに、この作業端部は、横方向に損耗する。他方で、ほとんど損耗しないか、全く損耗しない作業端部を製造することも可能である。これは、耐損耗コーティング(例えばダイヤモンド)を施したり、非常に固い原料(例えば、陶磁、金属等)を使用したり、他の方法を用いることにより実現される。

【 0 0 3 1 】

もし光ファイバや光学手段 8 0 が光学システムで用いられるならば、光ファイバや光学

10

20

30

40

50

手段 80 は近接する構造体上に接着されるか、単に並置されてもよい。例えば、遠位端部又は作業端部 60 に画成され水が緩衝物として機能する内腔部内に接着されるか、並置されてもよい。ファイバを接着するためには、エポキシ系接着剤を用いることができる。構成によっては、生物学的適合性を有する接着剤や、消毒可能な (sterilisable) 接着剤等を用いてもよい。

【0032】

さらに、精度を高め機械的応力に耐えるために、構造体に対し光学手段を銀や他の合金で溶接して固定することも可能である。

【0033】

光学手段 80 を作業端部 60 の内側又は外側に通過させるために、従来の加工技術、鋳造等を用いることが可能である。例えば、非常に小径 (例えば 3 ミル) の孔部を設けるために EDM 加工を用いてもよい。

10

【0034】

光ファイバは、25 ミクロン以下の径を有していてもよく、これにより作業端部 60 の設計に自由度を与える。

【0035】

1) ファイバ等の光学手段 80 は、作業端部の内側に一体化される。

【0036】

i. 中央部

光学手段は、作業端部の中央に位置する。

20

【0037】

ii. 側面部

光学手段は、底部で観察する代わりに、キャプチャ端部 82 が横方向に面するように挿入されてもよい (図 17 参照)。湾曲する先端部分 60 の両側にキャプチャ端部 82 が存在してもよい。歯の表面がキャプチャ端部に面している場合、この形状がより効果的であるので、作業端部を回転させることが可能である。

【0038】

iii. 複合化

複合化 (光照射用及び検出用) された光学手段を有し、一度に多数の領域を検査することができる。

30

【0039】

iv. 可動性

光学手段は、作業端部から独立して移動可能であり、光学部品アセンブリを変位させることができる (図 12 の可動性光学アセンブリ 120 を参照)。通常電動歯石除去器具の作業端部は損耗するが、光照射用の光学手段を可動とすることは、損耗に対処する 1 つの方法である (図 12 参照)。

【0040】

v. キャプチャアセンブリの端部に位置する光学手段 (一体化又は非一体化)

レンズ等の光学部品は、キャプチャ端部の末端において用いることができる。この部品は、例えば、底部よりも側部の放射をよりよく集光するように、放射を所望の方向に変化させるために用いられる。例えば、膨張可能な部材が用いられる。この光学部品は可撓性である。

40

【0041】

vi. コーティング

損耗を防止するために作業端部にコーティングが施される。例えば、ダイヤモンド、陶磁、エポキシ、プラスチック等が用いられる。

【0042】

vii. トンネル (tunnel)

損耗する作業端部内に位置する光学手段の一部は、所要の放射に対し透過性を有する材料で製造される (図 13 及び図 13a の参照符号 122 参照)。また、その材料は、作

50

業端部と同じ進度 (rate) で損耗してもよい。例えば、光ファイバは、作業端部における末端の 3 mm を除いて光を照射してもよい。

【 0 0 4 3 】

v i i i . 複数の光ファイバ

光学手段として複数の光ファイバを用いることが可能である。

【 0 0 4 4 】

i x . 単一の光ファイバ

光学素子として光照射用及び検出用に単一の光ファイバを用いることが可能である。

【 0 0 4 5 】

x . 他の光学部品

光学手段には、ミラー及び/又はプリズムを設けたり (図 1 4 の参照符号 1 2 4 参照)、他の回折光学部品若しくは反射光学部品を設けることが可能である。挿入部は、歯肉を拡大しよく見えるように設計されてもよい。

【 0 0 4 6 】

2) ファイバ等の光学手段 8 0 は、作業端部 6 0 の外側に位置する (図 8 及び図 8 a 参照)。

【 0 0 4 7 】

光学手段は、独立したアセンブリとして作業端部構造体の外側に配置されてもよい。光学部品の一部を外部に配置することにより、起こりうる作業端部構造体の損耗に影響を受けることがない。例えば、この外部システムは、光学手段を含む非常に小さな内径を有するチューブ 8 4 から構成されてもよい。このアセンブリは、作業端部 6 0 に平行に挿入される。この光学アセンブリは、歯の表面 T S (図 8 a 参照) を調べるために作業端部 (図 8 参照) によって変位可能であってもよい。この種のアセンブリは、キャプチャ端部 6 0 を位置決めするためにより大きな自由度を付与する。また、このシステムは、如何なる電動除去器具にも適合するように設計されることが可能であり、普遍的な仕様 (universal) とすることができる。このシステムは、使い捨てにしてもよい。上記の通り、光学手段は、複合化されたり、コーティングを有したり、トンネル構造を有したり、複数の光ファイバを有する構造としたり、若しくは単数の光ファイバを有する構造としたり、他の光学部品を使用することが可能である。

【 0 0 4 8 】

3 . 交換可能な部品 (一体化構成)

i . 単独で又は組み合わされて交換可能な部品

1 . 末端

作業端部の末端は、光学手段と一緒に交換可能であるか又は光学手段と関係なく交換可能な部品としてもよい。

【 0 0 4 9 】

2 . 作業端部

作業端部自体は、光学手段と一緒に使い捨て可能であるか又は光学手段と関係なく使い捨ての部品としてもよい。例えば、作業端部及び光学手段の両方が使い捨てであってもよく (図 9 b 及び図 9 c 参照)、又は、光学手段が永続して用いられる一方、作業端部が使い捨てであってもよい (図 9 d 参照)。この場合、作業端部は内腔部を有するスリーブ形状をなし、内腔部に光学手段が摺動可能に挿入されている。

【 0 0 5 0 】

3 . 光ファイバアセンブリ (例えば、可動光ファイバ)

光ファイバアセンブリは、使い捨てであってもよく、例えば、プラスチック、ガラス、又は他の材料の単一ファイバ光学部品であってもよい。例えば、作業端部の内腔部に光学ケーブルを通してよい。又は、連続光ファイバ光伝送システム (continuous fiber optic optical feeding system) を使用する軟組織用若しくは硬組織用レーザー機器のように、作業端部の外部に設けられてもよい。

【 0 0 5 1 】

4. カバー又はコーティング

作業端部は、損耗を防ぐようにカバー 76 (図 11 参照) で覆われてもよい。このようなカバーは、光学手段が外部にある場合だけでなく、一体化されている場合にも用いられてよい。カバーは、金属やテフロン (登録商標) 製であってもよく、可撓性、硬化性である (マイラー (Mylar)、P T F E 等)。カバーは、放射光が光学手段のキャプチャ端部まで十分に通過するように孔部を有していてもよい。電磁波が十分通過する材料で作られている限り、そのような単数又は複数の孔部を設けなくともよい。

【0052】

i i . 固定方法

1 . ねじ - 圧力

作業端部を押圧するねじは、光学手段を固定する。

2 . 摩擦、半径方向の締め付け - 共通のチャック (chuck) 又はバー固定システム (burr fixation system)

3 . 圧入

4 . 接着 - 例えば、加圧滅菌器で分解し交換可能な部品を取り除くことが可能な接着剤を用いる。接着剤は青色光、紫外線等の放射により固化させることができる。

5 . 回転によるねじ止め - 例えば、空気音波装置 (air sonic apparatus)

ねじ部が作業端部又は交換可能な部品に設けられる。これによって、光学手段が作業端部の他の部分又は挿入部のハンドルにある振動部に固定される。

【0053】

4 . 作業端部の構成に用いられることが可能であり、損耗に好適に耐性のある材料

i . チタン

i i . ステンレス鋼、400 シリーズ、例えば 420、高硬度金属、ハンマーによる高硬度金属 (hammer-hardened)、冷間引抜き又は冷延金属 (cold-drawn or cold-rolled metal)

i i i . 他のステンレス鋼

i v . セラミック

v . プラスチックス

v i . 他の好適な金属

v i i . 他の好適な材料

【0054】

5 . 以下を含む光学素子

i . グラスファイバ

i i . 他の材料製のファイバ

i i i . プラスチックファイバ (ポリエステル等)

i v . 透明接着剤

v . マルチ (Multi)

v i . モノ (Mono)

v i i . バイ (Bi)

v i i i . プリズム

プリズムは、光を適当な方向に偏向させ、所望の方向の光路に導く。このような光学手段は、光を所望の方向に導くプリズムに直接放射線の焦点を合わせるワイヤレスハンドピース (wireless-handpiece) を用いる場合にのみ使用してもよい。

i x . ミラー

x . 透明な陶磁材 (セラミック)

図 9 及び図 9 a は、異なる 2 つの使い捨て用先端部 90、92 を示す。先端部 90、92 は、クランプやナット等の留め具 94、又は他のねじ部を有する係合部材、クリップ、接着剤、ろう付け等 (図 9 a の参照符号 96 における接合参照) によってハンドル 18 又は他の部材に着脱自在に固定される。図 10 は、ハンドル 18 又は他の部材にクランプ 99 によって着脱自在に固定される他の使い捨て用先端部 98 を示す。

【 0 0 5 5 】

図 9 b 及び図 9 c は、ハンドル 1 8 に着脱自在に固定される他の使い捨て用先端部 1 3 2 を示す。ここで、作業端部及び光学手段の両方とも使い捨てであり、使い捨て用先端部 1 3 2 における、光学手段 8 0 の永続的に使用される部分と使い捨ての部分との間に光学的接続 1 3 3 が設けられる。

【 0 0 5 6 】

図 9 d は、他の使い捨て用先端部 1 3 4 を示す。ここで、作業端部は使い捨てであるが、光学手段 8 0 は永続的に使用され、作業端部には内腔部 1 3 6 を有するスリーブが設けられる。光学手段 8 0 は、摺動可能に内腔部 1 3 6 へ挿入される。

【 0 0 5 7 】

ここで述べられた全ての使い捨て用先端部は、実質的に使い捨てでなくともよく、それらの先端部は、再利用のために、簡単に外すことができ、消毒して湾曲する先端部分 6 0 に戻してもよい。

【 0 0 5 8 】

図 5 a ~ 図 5 c は、本発明による改変された手動キューレット 1 3 0 を示す。キューレット 1 3 0 は、湾曲する先端部分 6 0 からキャプチャ端部 8 2 まで延在する光学手段 8 0 を有する。キューレット 1 3 0 は、歯石を検出でき、従来の除去機能によって、検出された歯石を除去するために用いられる。

【 0 0 5 9 】

特に図 4 b に示される通り、光照射ファイバ 1 4 は、2 つの L E D 6 2、6 4 からの光を電動歯石除去器具の挿入部 1 2 の遠位端部 3 6 まで伝送するために使用される。L E D 6 2、6 4 は、発光スペクトル成分が互いに異なり、ケーシング 3 4 内に配置されている。2 つの L E D 6 2、6 4 から発せられた光は、光を伝送する際にある波長を透過させ、別の波長を反射させるような波長選択性を有する 2 色性ミラー（2 色性ビームスプリッタ）を用いて光照射ファイバ 1 4 内でカップリングされる。このような 2 色性ミラー（2 色性ビームスプリッタ）は、ミラーが反射性又は透過性となる波長の範囲に応じて、ホットミラー、又は、コールドミラーと呼ばれる。L E D 6 2、6 4 から発せられた光を結合させ、光照射ファイバ 1 4 内にカップリングさせるために、2 色性ミラー（2 色性ビームスプリッタ）を用いる代わりに、「Y 字」構成の一組のレンズ等、適切な手段を用いることができる。図 4 b は、光照射ファイバ 1 4 内でのカップリングを示している。参照符号 6 6 は、レンズを示し、参照符号 6 8 は、約 4 5 度又は他の適切な角度をつけられた 2 色性ビームスプリッタを示す。2 色性ビームスプリッタは、L E D 6 2 によって発せられた波長の範囲の光を透過させ、L E D 6 4 によって発せられた 5 波長の範囲の光を反射する。

【 0 0 6 0 】

L E D 6 2、6 4 は、スペクトル帯域に基づいて選定される。つまり、歯石の反射特性と、歯と歯肉との間（歯及び歯肉の健康又は不健康な部分）に挿入される電動歯石除去器具の挿入部によって相対する可能性のある歯石以外の人工物の反射特性とが、血液の存在下であっても異なるようになる。実際、これらのスペクトル帯域では、血液によるスペクトルの伝送の影響は最低限になる。スペクトル帯域の選定は、電磁スペクトルの波長範囲が 4 0 0 n m ~ 1 , 0 0 0 n m における歯石の反射特性について、スペクトル測定することによって行われた。このスペクトル測定は、血液が存在する場合及び血液が存在しない場合のそれぞれについて行われた。L E D 6 2 は、赤色領域のスペクトルを発する。スペクトルのピークは、約 6 2 5 n m であり、スペクトルの範囲は、6 0 0 n m ~ 6 5 0 n m である。L E D 6 4 の発するスペクトルの範囲は、8 0 0 n m ~ 9 2 0 n m である。L E D 6 2、6 4、又は他の適切な光源は、歯石を判別するのに適切な波長であれば、緑色領域のスペクトル等、他の波長でも動作する。

【 0 0 6 1 】

本システム 1 0 の検出方式によれば、以下のような動作が行われる。歯周ポケット P を構成する又は歯周ポケット P に存在する人工物によって反射した光は、検出ファイバ 1 6 によって受光され、ケーシング 3 4 内に設けられたフォトダイオードに伝送され、電気信

10

20

30

40

50

号に変換される。歯によって反射され、検出ファイバ16によって伝送される光の電子的検出は、「ロックイン」検出（又は位相検出）方式に基づいて行われるが、他の信号処理方法を採用することも可能である。通常、この方式は、所定かつ既知の変調周波数で光源の強度を変調することによって行われる。この変調周波数を光源の光学的周波数と混同してはいけない。変調された光は、被検査物に伝送され、被検査物との相互作用の結果、光検出器によって検出され、電気信号に変換される。この電気信号は、復調され、光源を変調した周波数の成分のみが抽出される。この方式によって、極めて小さな信号を非常に効率的に検出することができる。

【0062】

本システム10においては、2つの光源（LEDの数を1又は3のように2より大きく又は小さくするように変更可能であるが、本システム10の場合はLED62、64を使用している）を異なる周波数で変調することによって、双方のLEDによって発せられた光を単一のフォトダイオードを用いて検出することができる。各LEDの2つの変調周波数でフォトダイオードの電気信号を復調することによって、このLED62、64に対応する2つのスペクトル帯域において、歯によって反射した光の量を測定することができる。歯によって反射した光の量の度合いは、各LED62、64の発光チャネルに対応する2つのロックイン回路の出力側において信号V1、V2として表れ、電子的分析又は電子機械的分析（例えば処理アルゴリズム）にて利用される。

【0063】

本明細書中で説明するロックイン検出は2つの目的で使用される。

【0064】

（1）検出を行う際、単一の検出器に対し、選定されたスペクトル帯域の双方の光が発せられるが、この光を電氣的に分離することを可能とする。（2）歯によって反射された光の度合いは非常に小さいため、感度に優れたロックイン方式を検出に用いる。ロックイン回路の出力側の信号V1、V2は、ケーシング34の電子プロセッサによってリアルタイムに処理される。この電子プロセッサは、他の電子部品とともにケーシング34に組み付けられている。このプロセッサは、処理アルゴリズム（又は他の手段）がプログラムされている。処理アルゴリズム（又は他の手段）によって2つの信号V1とV2との比、 $y = V1 / V2$ が求められる（この比を求める順序は、特に限定されない）。この比が歯石に関連する範囲の値であれば（この範囲は、校正測定によって予め決められている）、電動歯石除去器具の挿入部は歯石上に位置する。この場合、アルゴリズム（又は他の手段）に従って、警告音を発するための信号が出力される。なお、この警告音は、オペレータによって停止することが可能である。また、ケーシング34内の警告用LEDが駆動され、警告用LEDから光が発せられる。警告用LEDから発せられた光は、光ファイバ44を介して電動歯石除去器具の挿入部のハンドル18に設けられたインジケータ42に伝送され、視認可能である。

【0065】

歯石が存在する比yの値の範囲は、異なるレベル（量）の血液が存在する各々の場合で、歯における様々な健康な部位と、歯石が存在する部位とで数多くの測定を行うことによって決定される。これらの測定値を知ることによって、健康な部位での測定の場合と、歯石が存在する部位での測定の場合との双方におけるデータが得られる。グラフ上にこれらのデータをヒストグラムとして示すことによって、歯石が存在する場合の数値範囲を求めることができる。この検出方法によれば、従来の触知による検出よりもより効果的な結果を得ることが可能である。

【0066】

オペレータは、（1）電動歯石除去器具の挿入部を用いて歯石の場所を検出し、（2）歯石が検出された領域で、電動歯石除去器具の挿入部を用いて従来の方法で歯石を除去する。（3）その後、オペレータは、電動歯石除去器具の挿入部を用いて歯肉縁下歯石の除去が完了したことを確認する。（2）及び（3）のステップは、歯石が検出されなくなるまで繰り返される。オペレータは、歯周ポケットPに供給される水を給水レギュレータ2

10

20

30

40

50

8の位置を調整することによって制御することもできる(図7b、8、9、13a及び13bの注水口72及び排水口74参照)。給水のために、電磁弁105をフットペダル106又は電動歯石除去器具の挿入部12のハンドル18に設けられる制御装置で操作してもよい。オペレータOPが、電子システムから知覚可能な刺激、すなわち、信号(この信号としては、例えば、インジケータ42を介した光ファイバ44からの発光のほか、ブザーや振動等、インジケータ42に代替的、又は追加的な手段が含まれる)を受けたとき、オペレータは、電動歯石除去器具の挿入部12の遠位端部36の部位に何らかの歯肉縁下歯石が存在することを知り、視覚的に電動歯石除去器具の挿入部12の遠位端部36の位置を確認できる。そこで、オペレータは、(2)のステップを行い、電力が供給された電動歯石除去器具の挿入部を用いて該当部位に残っている歯石を除去する。

10

【0067】

電動歯石除去器具の挿入部12は歯石検出手段のみに用いてもよい。

【0068】

電動歯石除去器具の挿入部12は歯石除去器具のみに用いてもよい。

【0069】

電動歯石除去器具の挿入部12は連続的に電源をONにし、歯石が検出される特定の領域に使用してもよい。

【0070】

オペレータは、触知や他の情報による判断でシステム10に従うかどうか決定し、必要に応じて介入してもよい。例えば、診断に応じて、電動歯石除去器具の自動的な駆動を中断してもよい。

20

【0071】

上述した実施の形態においては、LED62、64から発せられる光をカップリングするために、2色性ミラーとレンズを用いた特定の方法を説明したが、例えば、「Y字」構成を用いて各LEDからの光をカップリングしてファイバ内に導くようにする等、他の構成を採用することもできる。基本的に、光をカップリングしてファイバ16内に導くことができればよい。

【0072】

例えば、図15aは、2つの光ファイバ102、104を単一の光ファイバ106に融合させることによって行ったカップリング100を示す。2つのLED108、110が用いられ、各LEDは、一对のレンズ112、114を介して光を発する。参照符号116は、融合した領域を示している。この方法は、WDMカプラとして商業的に知られている。

30

【0073】

図15bは、2つの光を結合するために「Y字」構成を採用する別のカップリング200を示す。より具体的には、2つのLED202、204が一对のレンズ206、208の後方に配置されている。LED202、204から発せられた光は、レンズ206、208を通過する。レンズ206、208は、光を光ファイバ210の端部に集める。参照符号212は、ファイバ210の光軸を示している。

【0074】

図15cは、「Y字」構成を採用した、また別のカップリング300を示している。この構成では、一对のレンズ310、312の後方にそれぞれ配置された4つのLED302、304、306、308から発せられた4つの光がカップリングされる。LED302、304、306、308から発せられた光は、レンズ310、312を通過する。レンズ310、312は、光を光ファイバ314の端部に集める。参照符号316は、ファイバ314の光軸を示している。「Y字」構成を採用した別のカップリングでは、図15b、図15cにおいて示したカップリング200、300のように2つのLEDや4つのLEDを用いるのではなく、3つのLEDを用いることも可能であることが理解できよう。

40

【0075】

50

また、上述した検出方式、すなわち、ロックイン検出方式ではなく、別の検出方式を採用してもよい。ノイズの影響をあまり受けることなく、歯周ポケットPに存在する歯石と他の人工物との判別ができる方式であれば、どのような方式を採用することもできる。さらに、数値システムにおいて、赤や緑等の異なる波長を有する例えば2つのLEDを、ある遅延間隔で繰り返し交互に駆動させることができる。なお、これらのLEDは、同じ周波数を有する場合もある。

【0076】

上述した処理アルゴリズム（又は他の手段）の代替的なものとして、上述した比 y を使わないで信号 V_1 、 V_2 を組み合わせることが考えられる。「歯石に該当する」データと「歯石に該当しない」データとの分類は、二次元空間上で行われる。例えば、 V_1 と V_2 の関係をプロットしたり、 V_1 と V_2 の関数と、この関数とは別個の V_1 と V_2 の関数との関係をプロットしたりすることによって行われる。2つ以上のLEDを使用したり、レーザ、ハロゲンランプ、スペクトルランプ、フィルタ付ランプ等の他の光源を使用したりする場合には、二次元以上の情報が収集及び分析される。

10

【0077】

さらに、上述した方式に代替的なものとして、歯によって反射された光のスペクトルを測定するのにスペクトルメータを用いた上、このスペクトルが歯石に対応するスペクトルであるか、他の人工物に対応するスペクトルであるかをアルゴリズムに従って判定するようにしてもよい。受信したスペクトルを分析し、このスペクトルを歯石のスペクトルと比較して歯石の存在を検出するのに適切な方法であれば、どのような方法を用いてもよい。

20

【0078】

本システムは、検出スペクトルを変化させることによって、特異なスペクトル特性を有して接近が制限される口腔内に存在する他のもの、例えば、虫歯、歯周靱帯（periodontal ligament）、炎症を起こしている（充血している）歯肉、歯垢、歯科用詰め物、黒色腫（melanoma）、トレーシング物質（tracing substance）で印を付けられた物質等を検出するために用いてもよい。例えば、歯垢は、検出システムに歯垢の境界値に対応するパラメータを入力することにより検出することができる。さらに、（患者の教育手段として用いられる）エリトロシン（erythrosyne）等の着色剤によって歯垢を発見できることに基づき、そのような着色剤のスペクトルのパラメータを入力しておけば、歯垢を検出する他の方法となりうる。歯の表面を滑らかにしようとする積極的な治療（aggressive treatment）に対し、歯周の治療は、歯石及び歯垢をより選択的に除去しようとしてもよい。歯垢検出システムは、歯垢を限定された力で取除するとともに、歯石をより大きな力で除去し、現在のところ過度にこすることによって傷ついている歯根表面を保護することが可能である。

30

【0079】

さらに、本システム10が再校正機能を有するようにしてもよい。電動歯石除去器具の挿入部で検査される領域に多量の血液が存在し、システム10による適切な読み取りができないため、この領域における歯石の存在を正確に判定できないような場合に警告信号が発せられるようにしてもよい。

【0080】

電動歯石除去器具の挿入部、具体的には、光照射ファイバ14及び/又は検出ファイバ16が損耗して効率的な使用ができなくなった際、交換が必要であることを示す機能を含むようにしてもよい。このような状態は、ケーシング34内に設けられた電子システムによって受け取られる光が不十分になったときに検出される。

40

【0081】

オペレータに対し、図示した光ファイバ44等のインジケータを用いて歯石の存在を示す光等の信号をオペレータに対して発するだけでなく、オペレータによる診断作業を補助するために、システム10に、当該システム内で発生した電子信号等の情報を表示するモニタを含むようにしてもよい。

【0082】

50

また、例えば、電子カード 40 を含むコンピュータやソフトウェアによって構成される電子システムからデータを収集する手段 35 を含むようにしてもよい。このデータは、患者の記録として記録媒体に保存される。記録媒体は、診察記録が追記できるものであればいかなる種類であってもよい。本実施の形態のシステム 10 においては、400 nm ~ 1,000 nm の範囲の反射特性が調査され、反射特性がこの範囲にある光源 (LED 62、64) が使用された。しかしながら、400 nm 未満の光を発する紫外線の範囲にある光源や、1,000 nm を超える光を発する遠赤外線 の範囲にある光源を用いることも考えられる。

【0083】

歯石のほか、エナメル、歯根表面、歯肉、血液、虫歯、歯の詰め物等、様々な人工物のスペクトル応答が知られている。これらの人工物を示すスペクトル特性でないスペクトル特性が検出されたとき、システム 10 が、オペレータに対し、歯石の存在を示す信号を発するように、例えばプログラムすることができる。つまり、システム 10 が、これらの歯石以外の人工物のスペクトル特性のみを検出した場合には、検査した領域に歯石は存在しない。

【0084】

歯石は、歯周ポケット P に存在する他の人工物が応答する程には紫外線の光に応答しないので、紫外線を歯に照射した場合、蛍光が無ければ (又はほとんど無ければ) 歯石が存在することになる。

【0085】

また、歯石には付着するが、他の人工物には付着しないトレーシング物質 (例えば、エリトロシン (erythrosine) 等の有機染料) を用いてもよい。歯を光源で照らすと、トレーシング物質が特定の波長光を発する。この波長が検出されれば、歯石が存在する。また、歯石の成分と反応し、特定の波長の光を自然に発する物質を用いてもよい。この自然発光による光は、光学プローブによって集光される。特定の波長が検出されれば、歯石が存在する。この方法は、患者の口元で光源を使用することなしに実行することができる。

【0086】

歯石の検出は、非発光性の電磁波長や他の同様の方法、例えば、赤外線、紫外線、圧電、超音波、磁気共鳴、影等を用いて行うこともできる。

【0087】

本発明は、既知のトレーシング物質と特別な結合性 (affinity) を有する歯周又は歯の人工物を検出する (例えば、エリトミシンマーカ (erytomysine marker) と歯垢との結合による赤色反射) ために使用することが可能である。トレーシング物質は、特定の反射特性を有し、所望の物質に対し結合性を有するトレーシング物質を利用してその所望の物質を検出する。

【0088】

歯を照射し、反射した光を集光するために、反射光の強度が分析に十分なものであれば、光ファイバ以外の手段 (例えば、プリズム、ミラー、透明なチューブ等) を用いてもよい。

【0089】

上述した通り、水は、検出工程の効率を高めることもあるが、本システムにおける検出工程には必須ではない。本発明で用いられる給水システムは、選択される電動歯石除去器具の構成と同じものが望ましい。電動歯石除去器具が給水装置を含んでいない場合、水はキャプチャ端部近傍で供給されることが可能である。この給水は、外部チューブ、作業端部に組み付けられるチューブ、又は他の好適な手段から行われることが可能である。

【0090】

給水タンク 70 を含み、検出システムの全て、又は少なくとも大部分がハンドルに位置するコンパクトなシステム (図 6 参照) を用いることも可能である。この構成では、ケーブルストランド内に光ファイバを有する必要性が低減するか、又は光ファイバを使用しなくともよくなる。この場合、照射システムからの照射光が、直接用いられて光学素子によ

10

20

30

40

50

って作業端部の先端に向かって偏向する（図14a及び図14b参照）。このコンパクトなシステムは、所要の部材を全て含んでいてもよい。水の供給は、内部でも外部からでもよい。

【0091】

本発明は、歯周ポケットの深さを測定し、測定結果がコンピュータ等に電子的に伝送される歯周ポケット測定装置を含むことが可能である。

【0092】

自動検出システムは、オペレータが歯石を落とす作業中に、調査中の領域のイメージを伝送するためのディスプレイスクリーンやそれと等価な形式（mode）によって置き換えられてもよい。

10

【0093】

本発明は、高感度及び高特異性を有する検出システムを提供しているが、より良好で信頼性のある結果を得るために、1以上の検出システムを組み合わせることも可能である。例えば、本発明の検出システムと、電磁スペクトルの異なる領域における反応を分析するシステム、又はある電磁スペクトル領域における異なる強さでの照射に対する反応を分析するシステムとを組み合わせることが可能である。

【0094】

集光システムに対し独立に、歯及び歯周部位（例えば、歯の咬合部）に光を照射する照射システムと、照射部位からの放射を集光する独立な集光システムを使用することも可能である。

20

【0095】

本発明において、3つの診断方法が用いられてよい。1つ目は、集光手段からオペレータに視覚情報を伝送し、オペレータが表示されるイメージに基づいて診断を下す方法である。2つ目は、集められた放射をオペレータに対する刺激に変換し、オペレータが歯石を検出できるようにする方法である。例えば、集光された赤外線放射をその放射（第一の放射）に対応する視認可能な放射に変換するか、又は第一の放射に対応する可聴刺激に変換してもよい。3つ目は、ここに述べられたシステムをより明確に用いる方法であり、集光された放射を電子電気処理することにより歯石に対応する放射であるか否かを判定する方法である。

【0096】

30

本検出システムが機能するための最小限の条件とは、集光された放射が特有の性質を持つということである。本システムは、基本的に、観察される部位を照射して得られる放射の強度を収集する。従って、収集された放射CRの全体的な強度と歯石に対応する所定の値（又は値の範囲）とを比較して歯石を検出することが可能である。他の二次的なパラメータを測定してもよい。

【0097】

観察される部位からの放射は、直接又は間接的に収集することが可能であることに着目されたい。観察される部位からの放射は、血液、水、歯垢、歯周ポケットに導入される他の物質等（蛍光液体等）を透過して収集システムによって集光されている可能性もある。

【0098】

40

光学手段のキャプチャ端部の先端において、1以上の光学部品（例えば、可撓性レンズ）によって放射光の特性を変化させることが可能である。1以上の光学部品は、歯石又は他の歯石以外の物質との光学的又は機械的相互作用に基づいて電磁放射の性質を変化させる。

【0099】

図16a～図16cは、以下に説明される3つの診断シーケンスを示す。図16aでは、集光を行い、ディスプレイ装置を用いて、例えば、集収された信号の色を表示するように光ファイバの前部に配置された拡大レンズを用いてオペレータが診断作業を行う。図16bは、集光、電子変換を行い、ディスプレイ装置を用いて、例えば、視認されない赤外線を視感光線（luminous ray）に変換してオペレータが診断作業を行う診断シーケンスを

50

示す。図 1 6 c は、集光を行い、本発明のシステムを用いて診断作業が行われ、診断結果がオペレータ及び／又は機器に伝送される診断シーケンスを示す。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 0 0 】

【図 1】図 1 a は、歯と歯周組織を示す概略縦断面図であり、図 1 は、図 1 a の破線で囲繞した部分 1 - 1 の拡大図である。

【図 2】歯根と歯肉の間の歯周ポケットを示し、歯周ポケットに歯肉縁下歯石が存在している状態を示す図 1 と同様の概略図である。

【図 3】本発明に係る歯石検出システムを備える歯石除去器具を示す概略図である。

【図 4】図 4 及び図 4 a は、図 3 に示すコネクタシステムの概略拡大部分説明図であり、図 4 b は、図 3 に示すケーシングの幾つかの構成要素を示す概略説明図である。

【図 5】図 5 a、図 5 b、図 5 c は、それぞれ、本発明に係る歯石検出除去キューレットの斜視図、正面図、拡大説明図である。

【図 6】本発明に係る他の歯石検出除去器具を示す斜視図である。

【図 7】図 7 a 及び図 7 b は、それぞれ、図 4 及び図 4 a に示す歯石検出除去器具の縦断面図及び拡大説明図である。

【図 8】図 8 は、本発明に係る他の歯石検出除去器具の一部を示す斜視図であり、図 8 a は、図 8 に示す歯石検出除去器具が歯の表面に向かって変位し歯の表面上に位置する状態を示す概略説明図である。

【図 9】図 9 及び図 9 a は、それぞれ、使い捨て用先端部を有する本発明に係る他の歯石検出除去器具の一部を示す斜視図及び拡大説明図であり、図 9 b 及び図 9 c は、それぞれ、使い捨て用先端部を有する本発明に係るさらに他の歯石検出除去器具の一部を示す縦断面図及び分解正面図であり、図 9 d は、使い捨て用先端部を有する本発明に係るさらに他の歯石検出除去器具の一部を示す縦断面分解図である。

【図 1 0】本発明に係るさらに他の歯石検出除去器具の一部を示す斜視図である。

【図 1 1】本発明に係るさらに他の歯石検出除去器具の一部を示す斜視図である。

【図 1 2】本発明に係るさらに他の歯石検出除去器具の一部を示す正面図である。

【図 1 3】図 1 3 及び図 1 3 a は、それぞれ、本発明に係る歯石検出除去器具の一部を示す斜視図及び拡大説明図である。

【図 1 4】本発明に係るさらに他の歯石検出除去器具の一部を示す斜視図である。

【図 1 5】図 1 5 a、図 1 5 b、図 1 5 c は、幾つかの光線を結合させ、1 つ以上の光ファイバの中にカップリングさせる 3 つの方法を説明する概略図である。

【図 1 6】図 1 6 a、図 1 6 b、図 1 6 c は、3 つの診断シーケンスを説明する概略図である。

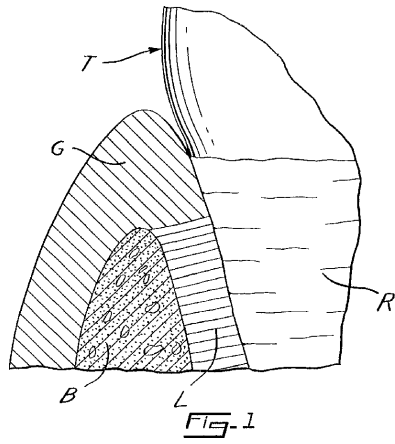
【図 1 7】本発明に係るさらに他の歯石検出除去器具の一部を示す斜視図である。

10

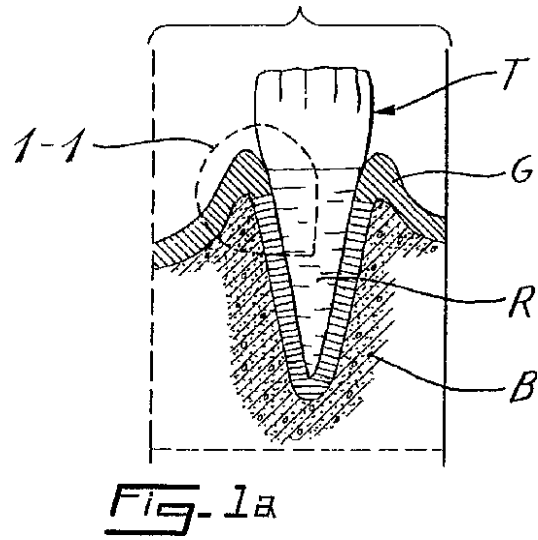
20

30

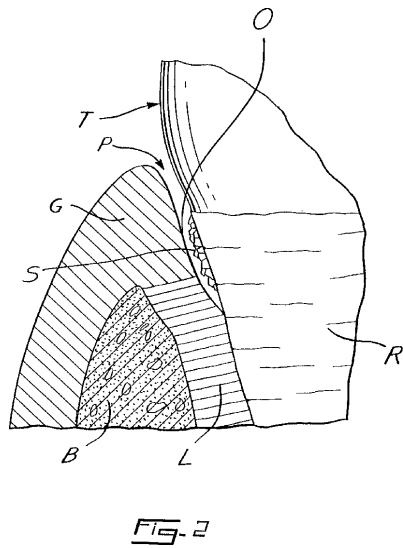
【図 1】



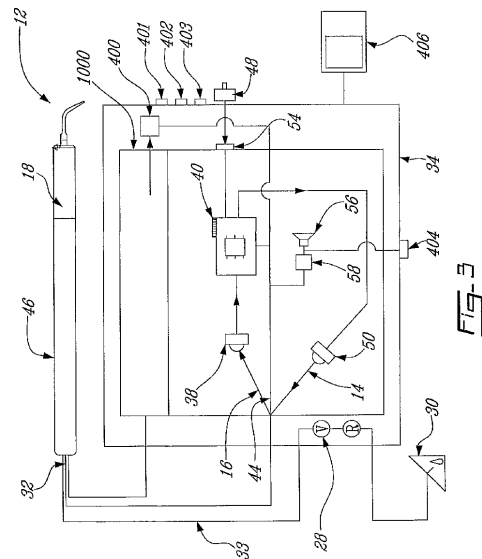
【図 1 a】



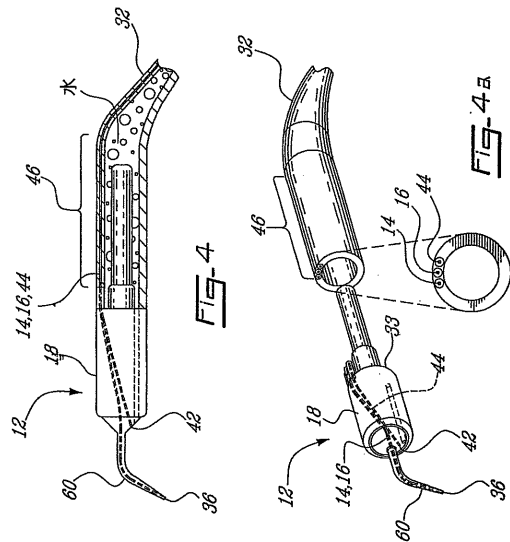
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 4 b】

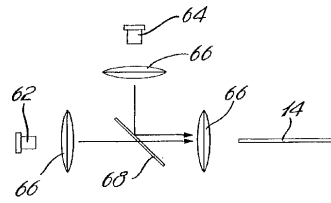


Fig. 4b

【図 5 a】

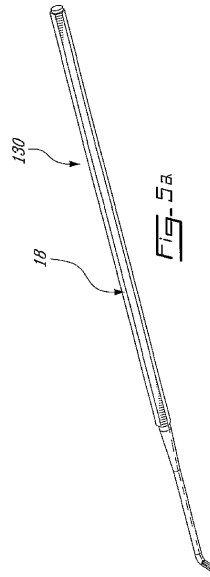


Fig. 5a

【図 5 b】

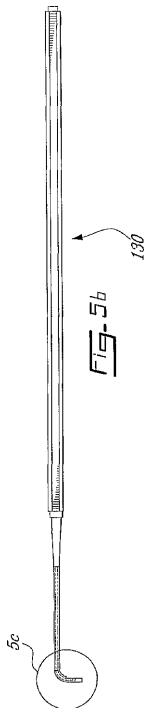


Fig. 5b

【図 5 c】

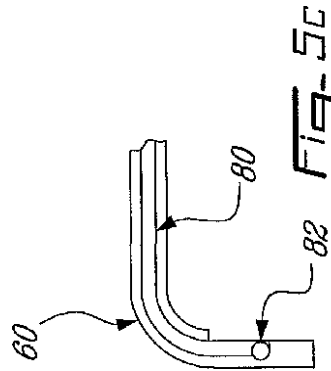
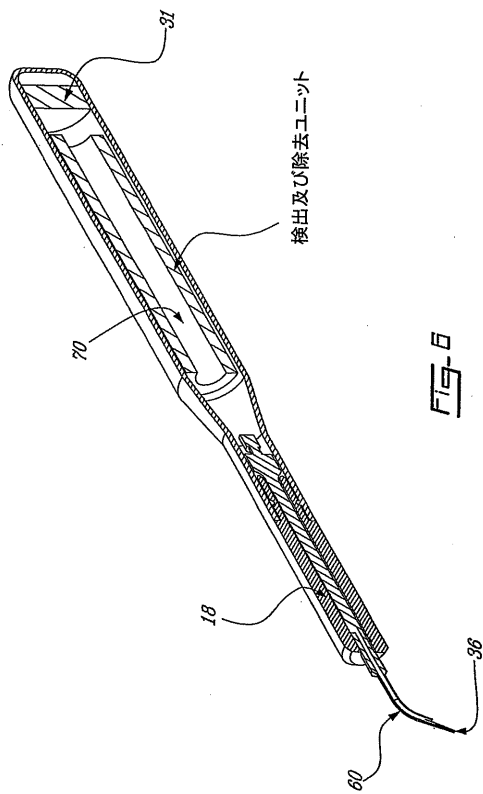
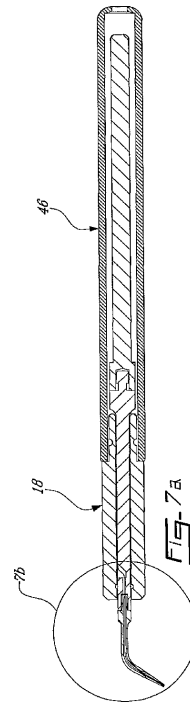


Fig. 5c

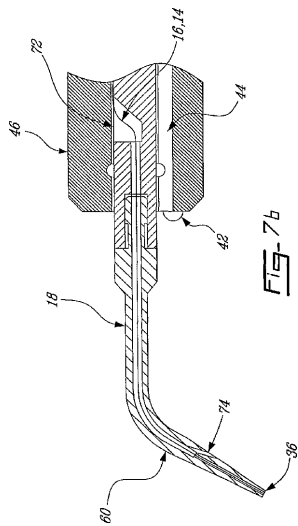
【図 6】



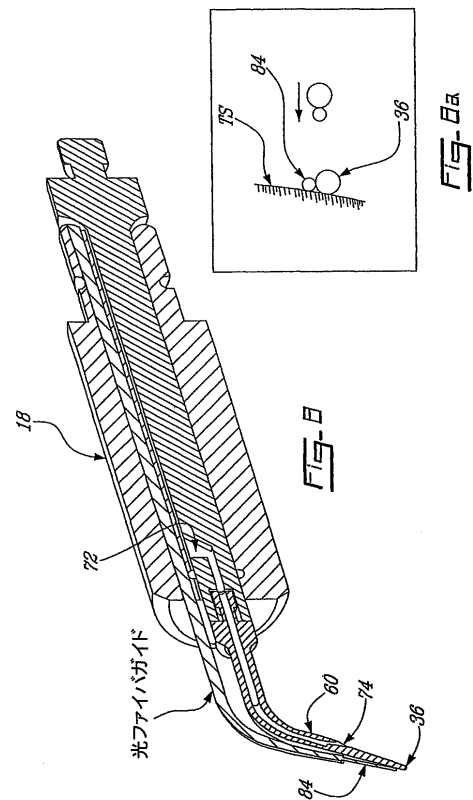
【図 7 a】



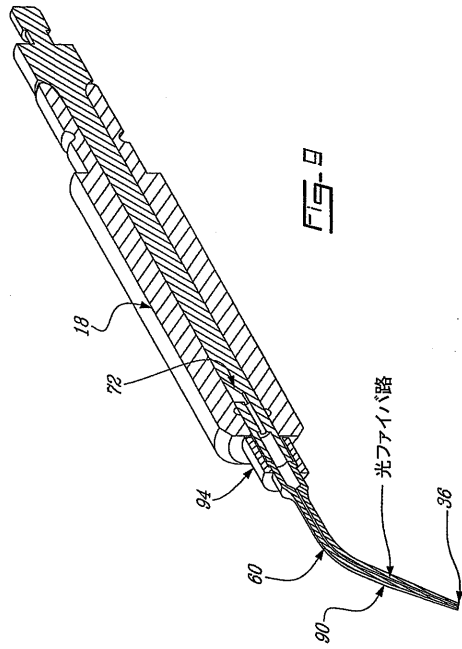
【図 7 b】



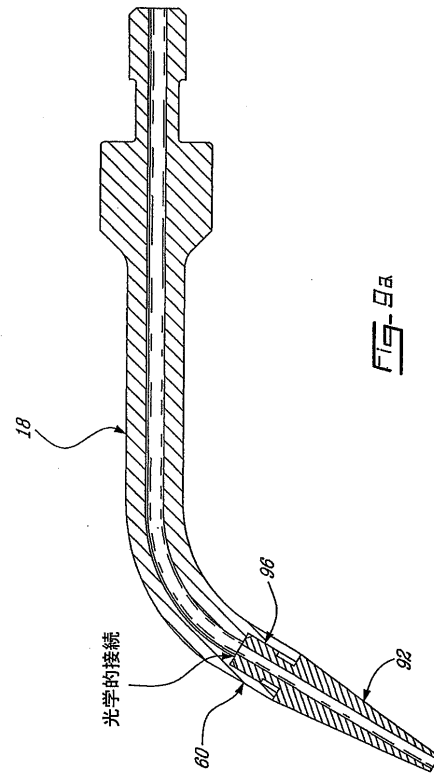
【図 8】



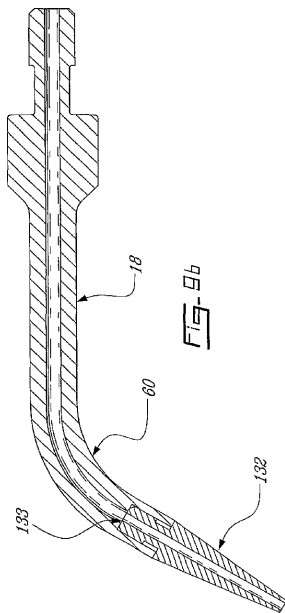
【図 9】



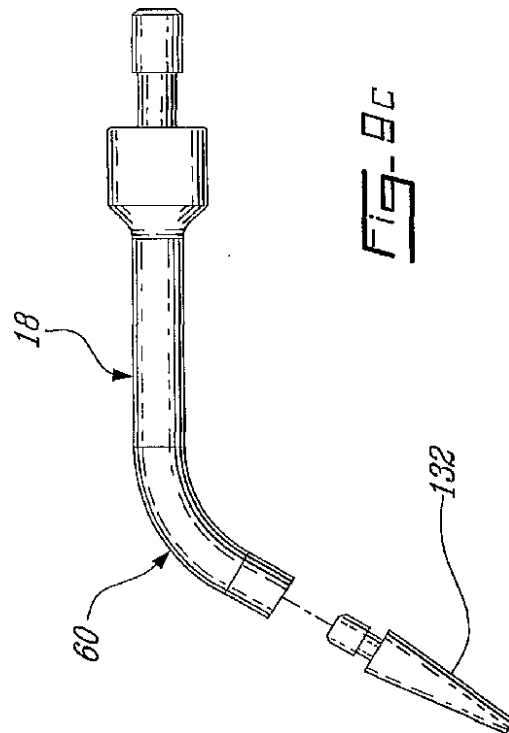
【図 9 a】



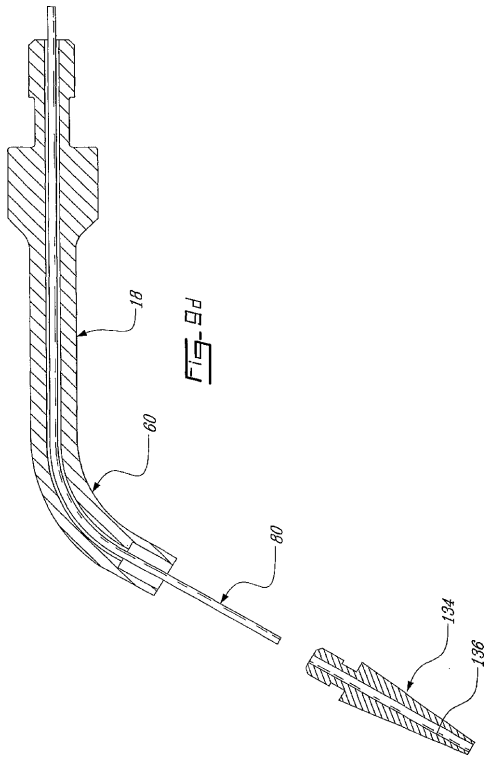
【図 9 b】



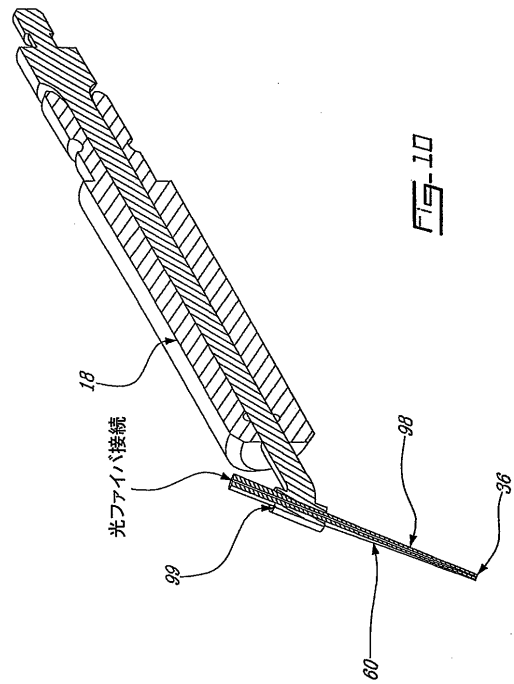
【図 9 c】



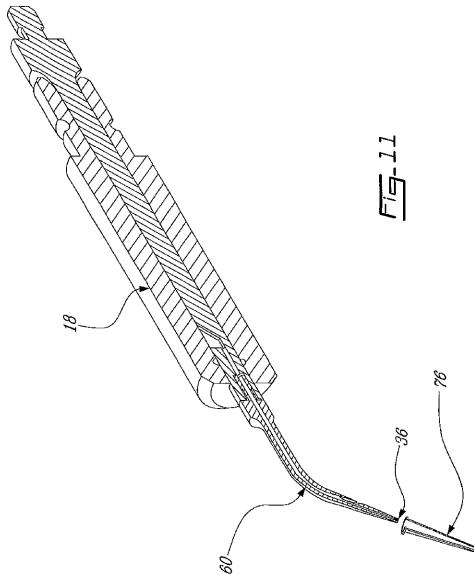
【図 9 d】



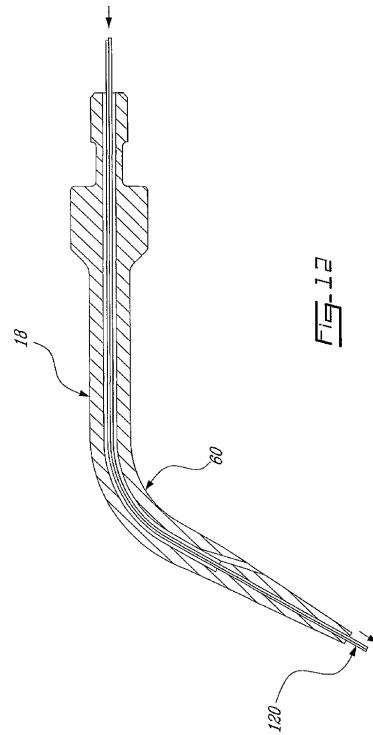
【図 10】



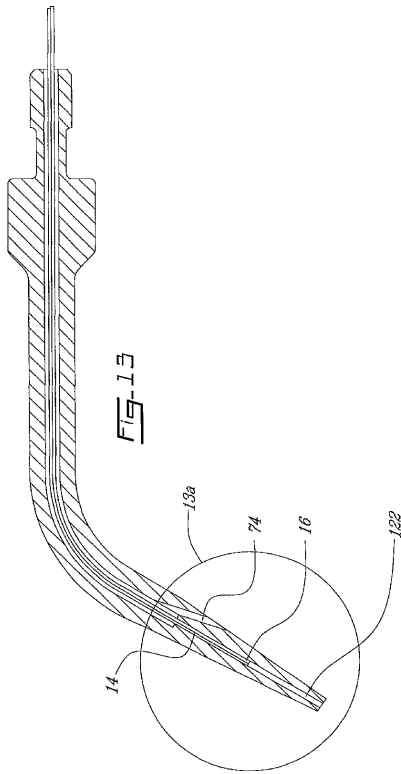
【図 11】



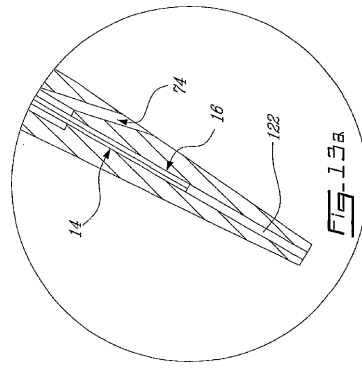
【図 12】



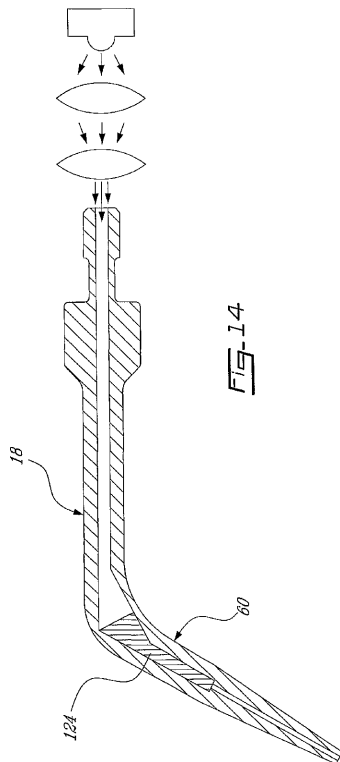
【図 13】



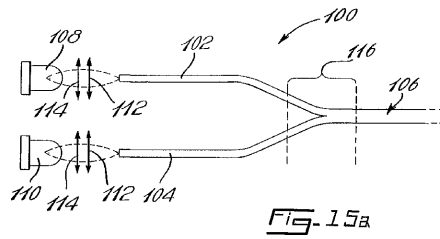
【図 13 a】



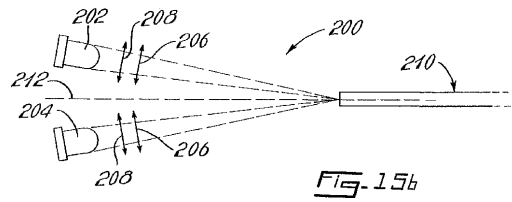
【図 14】



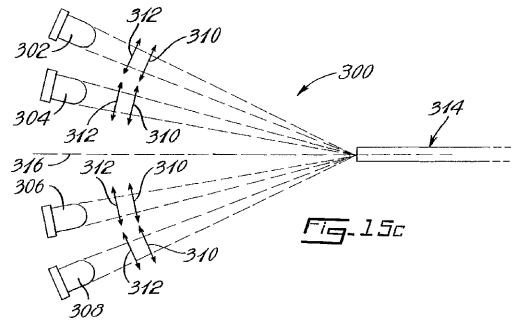
【図 15 a】



【図 15 b】



【図 15 c】



【図 16】

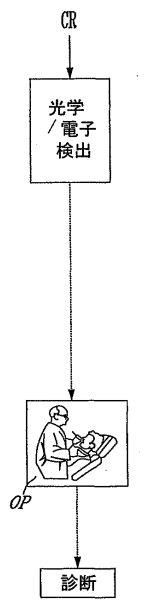


Fig-16a

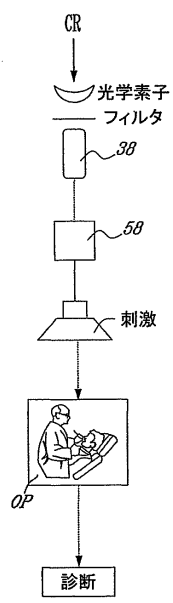


Fig-16b

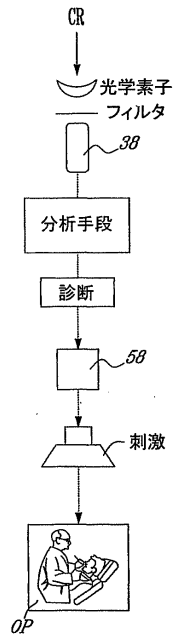


Fig-16c

【図 17】

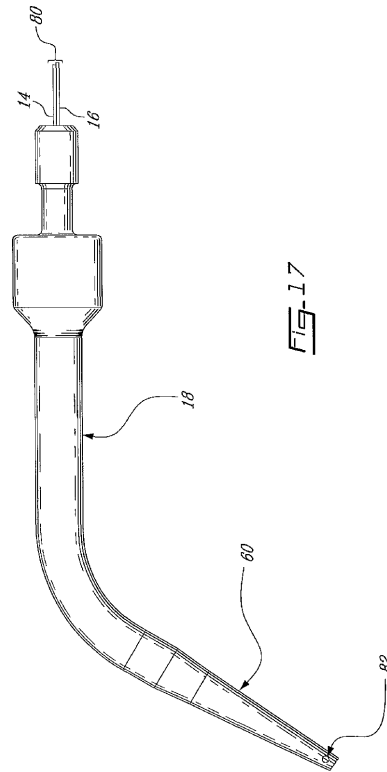


Fig-17

フロントページの続き

(72)発明者 モンティーニ、エマニュエル
カナダ国、ケベック州 ジェイ０アール １ビー０、サン - タン - デ - ラク、シェマン デ ピン
６２

(72)発明者 エイヨット、フランソワ
カナダ国、ケベック州 エイチ７エイ ２ビー８、ラヴァル、デ チュール ７４３６

合議体

審判長 高木 彰

審判官 寺澤 忠司

審判官 関谷 一夫

(56)参考文献 特表平７ - ５０２４４１（ＪＰ，Ａ）
特開平１０ - ３１４１９４（ＪＰ，Ａ）
実開昭６１ - １７１９１３（ＪＰ，Ｕ）
特開２０００ - ２４０１３（ＪＰ，Ａ）
西独国特許出願公開第４０１５０６６（ＤＥ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

A61C3/02

A61B5/00

A61C19/04