

(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2008-519631

(P2008-519631A)

(43) 公表日 平成20年6月12日(2008.6.12)

(51) Int.Cl.

A 6 1 F 9/007 (2006.01)

F 1

A 6 1 F 9/00 502
A 6 1 F 9/00 510

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2007-540732 (P2007-540732)
 (86) (22) 出願日 平成17年10月19日 (2005.10.19)
 (85) 翻訳文提出日 平成19年5月11日 (2007.5.11)
 (86) 國際出願番号 PCT/IB2005/003119
 (87) 國際公開番号 WO2006/051364
 (87) 國際公開日 平成18年5月18日 (2006.5.18)
 (31) 優先権主張番号 10/987,542
 (32) 優先日 平成16年11月12日 (2004.11.12)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

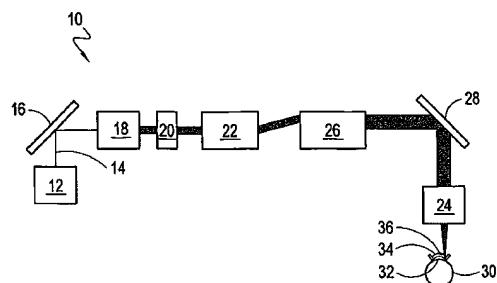
(71) 出願人 502381346
 20/10 パーフェクト ビジョン オ
 プティッシュ グラエテ ゲーエムペーハー
 ドイツ国 ディー 69123 ハイデル
 ベルグ アム トオベンフェルド 21/
 1
 (74) 代理人 100066692
 弁理士 浅村 皓
 (74) 代理人 100072040
 弁理士 浅村 肇
 (74) 代理人 100093702
 弁理士 山本 貴和
 (74) 代理人 100087217
 弁理士 吉田 裕

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】基質内の走査パターン用のシステム及び方法

(57) 【要約】

あらかじめ選択された角膜組織 32 の表面下のボリュームを光破碎して、角膜の屈折特性を変えるための方法が開示される。具体的には、実質的に円錐形の面を有する少なくとも1つの基質のボリュームが光破碎される。このために、通常はレーザ源 12、レーザ・スキャナ 22、及び1つ又は複数の光学要素 18 を有するレーザ装置 10 が使用される。一実施例では、基質の各ボリュームが実質的に円錐形の面を有する、複数の基質のボリュームが逐次的に光破碎されて、隣接する基質の空洞を形成する。特定の実装形態では、円錐形の各面が、眼の前面を通る基準軸と同一直線上になるように位置調整され、且つ眼 30 の前面に垂直に位置調整することが可能な円錐軸を定める。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

前面及び基質を有する、眼の基質内屈折治療用の方法であって、

前記眼に対する基準系を確立するステップであって、前記基準系が、前記眼の前面を通り、且つそれに対して実質的に垂直に位置調整された軸を含むステップと、

前記軸から半径方向のある距離の所にある基質内の表面下焦点にレーザ・ビームを方向付けて、前記焦点にある基質組織を光破碎するステップと、

前記焦点を所定の経路に沿って走査して基質のボリュームを光破碎するステップであって、前記基質のボリュームが、互いに円錐軸を定める実質的に平行な円錐形の面によって境界を定められ、前記円錐軸が前記基準軸と同一直線上にあるステップと
10 を含む方法。

【請求項 2】

前記円錐形の面が第1の面及び第2の面であり、前記第1の面が直円錐体の一部である請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記直円錐体が頂点を定め、前記第1の円錐形の面が前記頂点を含む請求項2に記載の方法。

【請求項 4】

前記眼が光軸を有し、前記基準軸が前記光軸と実質的に同一直線上にある請求項2に記載の方法。

【請求項 5】

前記円錐体がテーオ角度を定め、前記テーオ角度が0度～50度の範囲である請求項2に記載の方法。

【請求項 6】

前記所定の経路が、前記基準軸に平行なゼロ以外の成分を有する変位ベクトルによって特徴付けられる焦点ずれを含む請求項1に記載の方法。

【請求項 7】

前記所定の経路が、前記基準軸に対してゼロ以外の方位角成分を有する変位ベクトルによって特徴付けられる焦点ずれを含む請求項1に記載の方法。

【請求項 8】

基質組織が、前記所定の経路に沿って最初の焦点位置及び最後の焦点位置に対して光破碎され、前記最初の焦点位置が、前記最後の焦点位置より前記眼の前面から遠くに配置される請求項1に記載の方法。

【請求項 9】

前記基質のボリュームが第1の基質のボリュームを含み、前記方法が、実質的に円錐形の面を有する第2の基質のボリュームを光破碎するために、焦点を所定の経路に沿って走査するステップをさらに含む請求項1に記載の方法。

【請求項 10】

前記走査ステップが複数の基質のボリュームを光破碎して、隣接するレンズ形の空洞を作成し、基質の各ボリュームが、互いに円錐軸を定める実質的に平行な円錐形の面によって境界を定められ、前記円錐軸が前記基準軸と同一直線上にある請求項1に記載の方法。

【請求項 11】

基質を有する眼に対する基質内の屈折治療の方法であって、

前記基質内の表面下焦点にレーザ・ビームを方向付けて、前記焦点にある基質組織を光破碎するステップと、

前記焦点を第1の所定の経路に沿って走査して、実質的に円錐形の面を有する第1の基質のボリュームを光破碎するステップと、

前記焦点を第2の所定の経路に沿って移動させて、実質的に円錐形の面を有し、前記第1の基質のボリュームと隣接している第2の基質のボリュームを光破碎するステップとを含む方法。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

前記第1の円錐形の面が第1の直円錐体の一部であり、前記第2の円錐形の面が第2の直円錐体の一部である請求項11に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記第1の直円錐体が頂点を定め、前記第1の円錐形の面が前記頂点を含む請求項12に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記眼が光軸を有し、前記第1の円錐体が第1の円錐軸を定め、前記第2の円錐体が第2の円錐軸を定め、前記第1及び第2の円錐軸が前記光軸と同一直線上にある請求項12に記載の方法。

10

【請求項 1 5】

前記眼が前面及び光軸を有し、前記第1の直円錐体が第1の頂点を定め、前記第2の直円錐体が第2の頂点を定め、前記走査ステップが前記移動ステップの前に実施され、前記第1及び第2の頂点が、前記第1の頂点を前記第2の頂点より前記前面から遠くに配置した状態で前記光軸上に配置される請求項12に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記第2の円錐形の面が前記第2の頂点を含む請求項15に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記実質的に円錐形の面が円錐軸を定め、前記円錐軸のまわりの360度未満の方位角に対応している（<360度）請求項11に記載の方法。

20

【請求項 1 8】

眼の基質内屈折治療用のシステムであって、前記眼が前面を有し、前記前面を通り、且つそれに対して垂直に位置調整された基準軸を定め、

外科用レーザ・ビームを発生させる手段と、

前記レーザ・ビームを、前記軸から半径方向のある距離の所にある基質内の表面下焦点に方向付けて、前記焦点にある基質組織を光破碎する手段と、

前記焦点を所定の経路に沿って走査して基質のボリュームを光破碎する手段であって、前記基質のボリュームが円錐軸を定める実質的に円錐形の面を有し、前記円錐軸が前記基準軸と実質的に同一直線上にある手段と

を含むシステム。

30

【請求項 1 9】

前記レーザ・ビームがパルス赤外レーザであり、前記レーザ・ビームは、各パルスが100フェムト秒～1ピコ秒の範囲のパルス幅を有する一連のパルスを含む請求項18に記載のシステム。

【請求項 2 0】

前記方向付けの手段が、前記レーザ・ビームを1μm～11μmの範囲の直径を有する焦点に集束させる請求項18に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は一般に、眼のレーザ手術技術に関する。より詳細には、本発明は、あらかじめ選択された角膜組織の表面下のボリュームを光破碎するための装置及び方法に関する。本発明は特に、ただしそれだけには限らないが、角膜の屈折特性を矯正するために、角膜からある体積の基質組織を除去するのに有用である。

40

【背景技術】**【0002】**

広く実施されている生体内レーザ角膜切開術（LASIK）の処置では、マイクロケラトームを用いて患者の角膜を切開し、フラップを作成する。次いでフラップを持ち上げ、エキシマ・レーザを用いて逐次的に切除される基質組織の床を露出させる。切除後、フラップを戻し、治癒させる。この方法は、視覚異常を矯正するのにある程度の成果を挙げて

50

いるが、いくつかの欠点も有している。例えば、L A S I K 処置用の適切なフラップの作成は大きな労力を要し、外科医の技能及び眼と手の協応に大きく依存する。さらに、マイクロケラトームを用いると、しばしば凹凸のある切開部が生じ、それによって、凹凸のある内部のフラップ面が切除された組織の比較的滑らかな床の上に戻されたとき、視覚障害が引き起こされる可能性がある。

【0003】

L A S I K を用いた角膜の再形成に代わる別法として、比較的短いパルス幅を有する一連のレーザ・パルスを、患者の角膜内部の所定の表面下の位置にある焦点に向けることが可能である。次いで、この焦点を用いて、焦点にある組織を正確且つ精密に光破碎することができる。例えば、赤外パルスを最小限のエネルギー損失で角膜組織を通過させ、表面下焦点に送ることができる。患者の角膜内部の所定の表面下の位置に集束させたパルス・レーザ・ビームを用いる処置の例が、「Method for Reshaping the Eye」という名称の発明に対してB i l l e 等に発行された、米国特許第4907586号に開示されている。

10

【0004】

より詳細には、パルス・レーザによる組織の光破碎は、「レーザ誘起光学破壊（l a s e r induced optical breakdown）」（L I O B）と呼ばれる過程によって生じる。具体的には、L I O B 過程できわめて高い局所的な電場が生成されるため、レーザの焦点において組織の破壊が生じる。この高い電場は組織原子の電子結合エネルギーを上回り、その結果、マイクロプラズマ、衝撃波及びキャビテーション気泡が生じる。通常、蒸発した組織は約30～60分以内に角膜から放散する。重要なことは、各焦点で生成されたキャビテーション気泡は、眼圧をうけて崩壊する。結果として、この過程を用いて角膜を効率的に再形成することができる。

20

【0005】

角膜の再形成に対する表面下の光破碎の使用を考えると、角膜についての解剖学の一般知識が役立つ。詳細には、角膜は構造的に区別することができる複数層の組織からなる。角膜の様々な層とは、後部の方向に眼の外側から眼の内側へ向かって順番に、上皮層、ボーマン膜、基質、デスマ膜及び内皮層である。こうした様々な構造のうち、基質が最も広く、一般に約400ミクロンの厚みがある。このため、屈折矯正処置における除去には、一般的に基質組織が選択される。

30

【0006】

基質についてさらに詳しく考えると、それは一般に、確認及び区別することが可能な約200のラメラ層からなる。基質内のこれらのラメラ層はそれぞれ、角膜自体と同様にある程度ドーム形をしており、約9ミリメートルの直径を有する円形領域にわたって延びている。各層は複数のラメラを含んでいる。内部に特定のラメラが存在する層全体とは異なり、層内の各ラメラは、わずか約10分の1ミリメートル（0.1mm）～1と2分の1ミリメートル（1.5mm）の短い距離の間に延びている。最後に、個々のラメラは、層に垂直な方向にはそれぞれ約2ミクロンの厚みしかないことに留意されたい。

【0007】

前述の一般的な構造の中で、基質が著しく異方性であることを理解されたい。具体的には、ラメラ内部の組織の強度は、ラメラの各層を一緒に保持する接着組織によってもたらされる強度の約50倍である。この基質における強度と方向の関係のため、ラメラ層に垂直に延びるボリューム内の組織を光破碎する方が、ラメラ層に沿って延びるボリューム内の組織を光破碎するより効率的である。

40

【0008】

前述の考察に加えて、光破碎処置の効率及び精度に影響を及ぼす可能性がある他の要因は、レーザが目標位置にある焦点に到達するためにたどる光路である。この点に関しては、レーザが以前に光破碎された位置を通過しなければならない場合、ビームが歪められる可能性があることが理解される。この好ましくない歪みは、焦点の位置とサイズの両方に影響を及ぼし、不正確な結果をまねく恐れがある。

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

前述のことと照らして、本発明の目的は、一般にラメラ層の方向に垂直に延びる形を有する基質のボリュームを光破碎するための装置及び方法を提供することである。本発明の他の目的は、外科用レーザを、以前に光破碎された位置を通過するビーム経路上に配置することを避けて目標位置に到達させる、あらかじめ選択された基質のボリュームを光破碎するための装置及び方法を提供することである。本発明の他の目的は、使いやすく、実装が比較的簡単で、比較的費用効果の高い角膜の屈折特性矯正用の装置及び方法を提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、あらかじめ選択された角膜組織のボリュームを光破碎するための装置及び方法を対象とするものである。特定の実施例では、基質内の表面下の位置に集束されるパルス赤外レーザ・ビームを用いて、ある体積の基質組織を蒸発させる。本発明のある用途では、あらかじめ選択された角膜組織のボリュームを蒸発させて基質内に隣接する空洞を作成することによって、視覚異常（例えば近視、遠視など）を矯正することができる。空洞が眼圧をうけて崩壊すると、角膜は新しい形及び曲率をとるようになる。

【0011】

本発明の一態様では、複数の基質の位置それぞれに対する座標を特定することによって始まる方法が開示される。具体的には、各位置における光破碎によって、互いに円錐軸を定める実質的に平行な2つの円錐形の面によって境界を定められる基質のボリュームの光破碎が生じるように、基質の位置が選択される。特定されたこれらの座標を用いてパルス・レーザ・ビームが最初の基質の位置にある焦点に導かれ、そこで組織を光破碎する。次に、特定されたすべての位置で光破碎が行われるまで、焦点が所定の経路に沿って、特定されたある位置から次へと走査される。このために、通常はレーザ源、レーザ・スキナ、及び1つ又は複数の光学要素を有するレーザ装置が用いられる。ある例示的な構成では、レーザ装置は使用できる状態で、レーザ源、3次元で走査するためのレーザ・スキナ、望遠鏡として配置された複数のレンズ、ミラー及び切断レンズを含むことができる。処置によっては、角膜をレーザ源に対して安定させ、眼の前面をあらかじめ選択された曲率半径Rに合致させるために、コンタクト・レンズを使用することができる。

20

【0012】

本発明の一実装形態では、複数の基質のボリュームが逐次的に光破碎されて、隣接する基質の空洞を形成する。この実施形態では、基質の各ボリュームはそれぞれ、実質的に平行な2つの円錐形の面によって境界を定められる。例えば、基質の各ボリュームを、それぞれが各円錐体の一部である実質的に平行な面を有するように光破碎することができる。さらに、各円錐面を円錐軸のまわりに部分的に延ばすだけでもよい。別の言い方をすれば、各円錐面が円錐軸のまわりの360度未満の方位角に対応するようにすることができる（ $\alpha < 360$ 度）。或いは、円錐面が円錐軸のまわり全体に延びるようにすることもできる（ $\alpha = 360$ 度）。

30

【0013】

面が円錐体の頂点を含む場合もあれば、基質のボリュームの面が円錐体の頂点から間隔をおいた円錐部分からなる場合もある。いずれの場合も、操作者が望むように生成される面を選択することができる。ある特定の実施形態では、円錐形の各面が、眼の前面を通る基準軸と同一直線上になるように位置調整され、且つ前面に直交するように位置調整された円錐軸を有する直円錐体を画定する。

40

【0014】

先に示したように、光破碎は所定の経路に沿って行われる。本発明の一実装形態では、所定の経路は、基準軸に対してゼロ以外の方位角成分を有する変位ベクトルによって特徴付けられる焦点ずれを含む。この実施形態では、光破碎は一般に、最初の焦点位置を最後

50

の焦点位置より眼の前面から遠くに配置して、最初の焦点位置から最後の焦点位置まで行われる。場合によっては、この技術を用いて、外科用レーザを、以前に光破碎された位置を通過するビーム経路上に配置せずに目標位置に到達させることを保証することができる。

【0015】

本発明の新規な特徴並びに本発明自体は、その構造とその動作の両方について、付随する記述と共に取り上げられる添付図面から最もよく理解されよう。各図面において、類似の参照記号は類似の部分を指している。

【実施例】

【0016】

まず図1を参照すると、(レーザ誘起光学破壊(LIOB)の効果によって)基質内で表面下を光破碎するための眼科用レーザ・システムが示され、概して10と表記してある。図1に示すように、システム10は、パルス・レーザ・ビームを発生させ、レーザ・ビームを第1のビーム経路14に沿って方向付けるレーザ源12を含んでいる。レーザ源12の典型的な実施例には、1 fs～約100 psのパルス幅、近赤外の動作波長、及び1 kHz～1 MHzの範囲の反復周波数を有する全固体フェムト秒(fs)レーザが含まれる。

【0017】

引き続き図1を参照すると、レーザ源12で生成されたレーザ・ビームがビーム経路14に沿って方向付けられ、そこで45度のミラー16を用いて反射されることが分かる。ビームは、ミラー16からガリレイ望遠鏡18として配置された複数のレンズ内に向けられる。望遠鏡18ではレーザ・ビームが拡大され、主シャッタ20へ送られる。主シャッタ20は安全要素として働く。シャッタ20を通過した後、ビームは走査ユニット22に入る。

【0018】

走査ユニット22は、レーザ・ビームを3次元走査するための手段を含んでいる。適切な走査ユニット22についてのより詳細な記述、及びその動作は、同時係属で共有される「Beam Steering System for Corneal Laser Surgery」という名称の米国特許出願第10/821402号に記載されており、その全体を参照によって本明細書に援用する。

【0019】

システム10では、制御信号が单一プロセッサ(図示せず)へ送られ、そこで、例えばリアルタイムのオペレーティング・システムによって処理され、適切なハードウェア・ツールによって評価される。処置又は較正中にレーザ出力又は位置決めにエラーが生じた場合、主シャッタ20を作動させてビームを遮断し、有害な放射線が患者の眼に到達するのを防ぐ。

【0020】

引き続き図1を参照すると、走査ユニット22を出た後、ビームが切断レンズ24へ中継されることが分かる。具体的には、図示するように、ビームはまず望遠鏡として配置された複数のレンズ26を通過し、次いで45度のダイクロイック・ミラー28によって反射される。ダイクロイック・ミラー28によって、ミラー28及び切断レンズ24を経由して、顕微鏡(図示せず)によって患者の眼30を観察することが可能になる。角膜32を切断レンズ24に対して安定させるために、システム10が、一般に透過性PMMAでできたコンタクト・レンズ34を含んでいることも分かる。さらに図示するように、コンタクト・レンズ34は、角膜32の前面36をコンタクト・レンズ34に合致させるように、角膜32と接触して配置される。通常、合致させる角膜32は、約7.5 mm～約11.0 mmの範囲の曲率半径Rを有している。ほとんどの場合、(角膜外面の自然な曲率に近い)約8.8 mmの曲率半径Rが用いられる。

【0021】

患者の眼30の固定及び位置調整は通常、コンタクト・レンズ34及び位置調整装置(

10

20

30

40

50

図示せず)を用いて行われる。このために、コンタクト・レンズ34に取り付けられた、又はコンタクト・レンズ34と一体化された眼の安定化要素(図示せず)を用いて、コンタクト・レンズ34が眼30に適用され、それに対して保持される。眼の安定化要素は、眼30に対して中央に置かれた後、真空を適用することによって固定される。次に、位置調整装置が、切断レンズ24のビーム出口と位置調整装置との間に配置される。電動式の患者用の椅子を用いて、眼30及び眼の安定化要素を位置調整装置に向かって移動させる。眼の安定化要素と位置調整装置との間の接続は、適切なx-yの整合を維持するよう自動調心式になっている。さらにその構成によって、患者の眼30と切断レンズ24との間の正確な「z」方向の距離が与えられる。位置調整装置と眼の安定化要素との間の接触が確立されると、圧力センサ(図示せず)を用いて眼30の圧力が測定される。システムの固定及び位置調整、並びにその動作についてのより詳しい記述は、同時係属で共有される「System and Method for Positioning a Patient for Laser Surgery」という名称の米国特許出願第10/790625号に記載されており、その全体を参照によって本明細書に援用する。

【0022】

図2は、レンズ形の基質の空洞38を作成するために光破碎された角膜32を示している。レンズ形の空洞38を示しているが、レンズ形の形状は例示的なものにすぎず、システム10を用いてレンズ形以外の他の形状を有する空洞を光破碎することも可能であることを理解されたい。図2はさらに、空洞38が8つの基質のボリューム40a~hの光破碎によって形成されたことを示している。図示するように、基質のボリューム40はそれぞれ、実質的に円錐形の面を有するように形成され、そのうちボリューム40eに対応する例示的な円錐面42を表示してある。通常の処置では、これらのボリューム40a~hは逐次的に光破碎されて、隣接する基質の空洞38を形成する。図示した空洞38の場合、基質の各ボリューム40a~hは、それぞれの実質的な円錐体の一部である面を有し、その円錐体は眼30の光軸44と同一線上にある円錐軸を有している。さらに、円錐体の頂点46を含むボリューム(例えばボリューム40g)もあれば、円錐体の頂点から間隔をおいた円錐部分のみからなるボリューム(例えばボリューム40b)もある。空洞38を作成するために、ボリューム40は通常、ボリューム40aで始まりボリューム40hで終わる連続した順番で光破碎される。図2には示されていないが、一部のボリューム(例えばボリューム40a)は通常、ボリューム40hの光破碎中に部分的に又は完全につぶされることを理解されたい。

【0023】

図3に示すように、各ボリューム40a~h内において、光破碎は所定の経路に沿って行われる。通常は図3に示すように、所定の経路は、光軸44に対してゼロ以外の方位角成分を有する変位ベクトルによって特徴付けられる、焦点ずれを含む可能性がある。この実装形態では、光破碎は、一般に矢印48の方向に、相対的に後方の焦点50aから相対的に前方の焦点50bへと進む。この技術を用いて、外科用レーザを、以前に光破碎された位置を通過するビーム経路上に配置せずに目標位置に到達させることを保証することができる。

【0024】

図4は、レンズ形の基質の空洞38の光破碎された部分について、別の図を示している。図4から、ボリューム40gは実質的に平行な2つの円錐形の面42a、bによって境界を定められていることが分かる。さらに図4は、これらの円錐形の面42a、bが互いに円錐軸44を画定することも示している。さらに図示するように、面42aは、約0度~約50度の間であるテバ角度を有する直円錐体の一部である。処理直径が約12mmの場合、角度は約40度に等しくなる($= 40^\circ$)。

【0025】

図5及び6は、ボリューム40a'~40c'を有する(空洞38'を表記した)別の基質の空洞を示している。図示するように、基質の空洞38'の場合、各ボリューム40a'~40c'は、実質的に平行な2つの円錐形の面によって境界を定められる。例えば

10

20

30

40

50

、ボリューム $40a'$ は、円錐形の面 $42a'$ 及び $42b'$ によって境界を定められている。さらに、各ボリューム $40a' \sim 40c'$ に対する円錐形の面が、そのそれぞれの円錐体に対する円錐頂点を含んでいることも分かる。さらに図6に最もよく示されるように、ボリューム $40a' \sim 40c'$ はそれぞれ、円錐軸 $44'$ のまわり全体に延びている。また図5では、空洞 $38'$ が円錐形の切除されていないボリューム 52 を囲んでいることが分かる。

【0026】

図7は、(空洞 $38a'$ 及び空洞 $38b'$ と表記した)2つの基質の空洞を有する切除パターンの別の実施例を示している。図7は、空洞 $38a'$ がボリューム $40a' \sim 40c'$ を含み、空洞 $38b'$ がボリューム $40d' \sim 40f'$ を含んでいることを示している。基質の空洞 $38a'$ 及び $38b'$ の場合、各ボリューム $40a' \sim 40f'$ は、実質的に平行な2つのそれぞれの円錐形の面によって境界を定められている。例えばボリューム $40a'$ は、円錐形の面 $42a'$ 及び $42b'$ によって境界を定められている。ただし図示するように、図6に示した実施例とは異なり、基質の空洞 $38a'$ 及び $38b'$ では、各ボリューム $40a' \sim 40f'$ が1対の円錐形の面を有し、円錐形の各面が、円錐軸 $44'$ のまわりの180度未満の方位角に対応している。したがって、各ボリューム $40a' \sim 40f'$ は円錐軸 $44'$ のまわり全体には延びていない。一実施形態では、空洞 $38a'$ 全体が切除され、次いで空洞 $38b'$ が切除される。或いは、図7に示した切除パターンを、ON-OFF式の全円のラスタ走査を用いて切除することもできる。このように、ボリューム $40a'$ 、ボリューム $40d'$ 、ボリューム $40b'$ 、ボリューム $40e'$ 、ボリューム $40c'$ 、ボリューム $40f'$ の順番でボリュームを逐次的に切除することによって、空洞 $38a'$ 、 $38b'$ が切除される。

【0027】

本明細書において詳細に示し、開示した基質内の走査パターン用の特定のシステム及び方法によって、目的を達成し、本明細書で前述した利点を提供することが十分に可能であるが、それらは現在のところ好ましい本発明の実施例を例示するものにすぎず、添付の特許請求の範囲に記述したもの以外の、本明細書に示した構造又は設計の詳細に限定するものではないことを理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】あらかじめ選択された角膜組織のボリュームを光破碎するためのシステムについて、主要な光学部品を示す概略図である。

【図2】角膜の屈折特性を変えるために、光破碎されてレンズ形の基質の空洞が作成された角膜の拡大断面図である。

【図3】基質を通る焦点の経路を示す概略図である。

【図4】本発明の方法によって作成された円錐形の面を示す部分断面図における、光破碎された基質の空洞の斜視図である。

【図5】本発明の方法によって作成された円錐形の面を示す部分断面図における、光破碎された別の基質の空洞の斜視図である。

【図6】図5に示した光破碎された基質の空洞の上面図である。

【図7】円錐軸のまわりの180度未満の方位角に対応する円錐面が作成されている、光破碎された基質の空洞の上面図である。

10

20

30

40

【図 1】

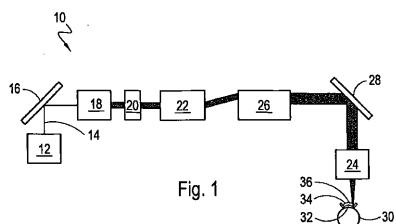


Fig. 1

【図 2】

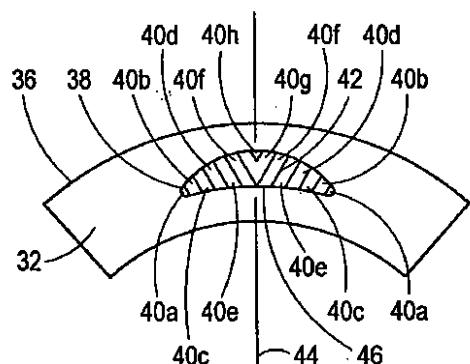


Fig. 2

【図 3】

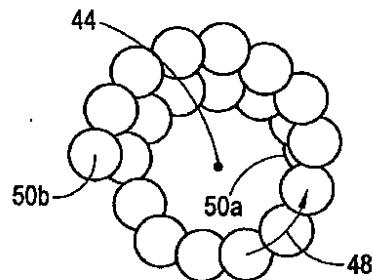


Fig. 3

【図 4】

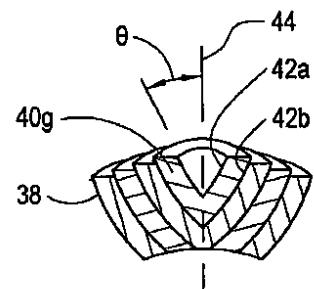


Fig. 4

【図 5】

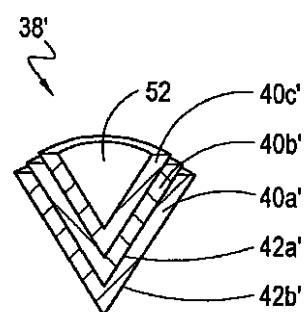


Fig. 5

【図 6】

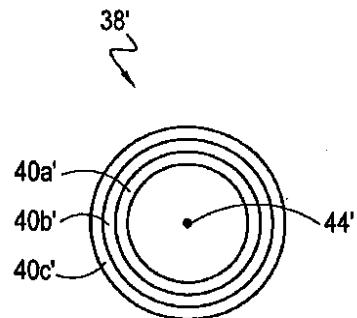


Fig. 6

【図 7】

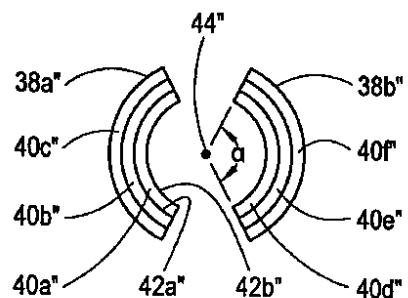


Fig. 7

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2005/003119

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61F9/01		
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) A61F		
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 practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 325 792 B1 (SWINGER CASIMIR A ET AL) 4 December 2001 (2001-12-04) column 12, line 48 - column 36, line 31; figures ----- US 2003/212387 A1 (KURTZ RONALD M ET AL) 13 November 2003 (2003-11-13) paragraph '0054!; figure 4	18-20 18
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 document 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 *G* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the International search report	
2 February 2006	21/02/2006	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Palentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Ruff, C	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB2005/003119

Box II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.: 1-17
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
Rule 39.1(iv) PCT - Method for treatment of the human or animal body by surgery
2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:
3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/IB2005/003119

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6325792	B1 04-12-2001	NONE	
US 2003212387	A1 13-11-2003	US 2005165386 A1	28-07-2005

フロントページの続き

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

(72)発明者 クーン、トビアス

ドイツ連邦共和国、ハイデルベルグ、 ドッセンハイマー ラントシュトラーセ 71

(72)発明者 ロエゼル、フリーデル

ドイツ連邦共和国、マンハイム、 バッセルマンシュトラーセ 38