

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4713466号
(P4713466)

(45) 発行日 平成23年6月29日(2011.6.29)

(24) 登録日 平成23年4月1日(2011.4.1)

(51) Int. Cl. F I
A 6 1 F 9/00 (2006.01) A 6 1 F 9/00 5 1 0

請求項の数 25 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2006-509921 (P2006-509921)	(73) 特許権者	509118363
(86) (22) 出願日	平成16年4月12日(2004.4.12)		テクノラス ゲーエムペーハー オフタル
(65) 公表番号	特表2006-522671 (P2006-522671A)		モロギッシュェ システム
(43) 公表日	平成18年10月5日(2006.10.5)		ドイツ連邦共和国 ミュンヘン 8562
(86) 国際出願番号	PCT/US2004/011188		2 フェルトキルヒェン ハンスーリート
(87) 国際公開番号	W02004/091458		ルーシュトラーセ 7
(87) 国際公開日	平成16年10月28日(2004.10.28)	(74) 代理人	100073184
審査請求日	平成19年4月9日(2007.4.9)		弁理士 柳田 征史
(31) 優先権主張番号	60/462,649	(74) 代理人	100090468
(32) 優先日	平成15年4月11日(2003.4.11)		弁理士 佐久間 剛
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	フェルバーグ, クレイグ エル.
			アメリカ合衆国 カリフォルニア 926
			77, ラグナ ニゲール, ブリンディ
			シ 29

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 視力を補正するための治療計画に関連する方法、システムおよびアルゴリズム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コンピュータに、患者の眼の視力補正のための治療計画を選択するのを支援させるプログラムであって、該コンピュータに、

患者の眼に関して選択した診断上の入力データタイプを取得するステップと、

入力データをパラメーター化して、患者の眼を予め決められた複数の分類集合の1つに分類するステップと、

前記分類に基づいて患者の視力を潜在的に補正するための実行可能な複数の治療アルゴリズムを決定するステップと、

治療計画の1つの将来の選択のため、治療アルゴリズムに基づく個々の複数の治療計画を提示するステップとを実行させるプログラムであって、

前記分類するステップが、眼が a) 手術前の眼または以前に処置した眼、 b) 規則的な眼または不規則な眼、および c) 混合乱視を伴うか否かに関わらず近視眼、混合乱視を伴うか否かに関わらず遠視眼の一方であるかどうかを決定することを含むことを特徴とするプログラム。

【請求項2】

少なくとも1つの治療アルゴリズムのデフォルトパラメーターを選択的に修正し、治療計画の1つの将来の選択のために、修正された治療計画を提示するステップを含む、請求項1に記載のプログラム。

【請求項3】

10

20

入力データタイプが、ウェーブフロントデータ、トポグラフィデータ、測厚データ、および屈折データの1つまたは複数を含む、請求項1に記載のプログラム。

【請求項4】

入力データタイプが診断ウェーブフロントデータおよび診断角膜データを含み、各々のデータが、ユーザが選択可能な異なるファイルに記憶される、請求項1に記載のプログラム。

【請求項5】

患者の眼の視力補正治療を計画するために使用するシステムであって、

患者の視力に関する診断上の入力データを受信し、眼が a) 手術前の眼または以前に処置した眼、b) 規則的な眼または不規則な眼、および c) 混合乱視を伴うか否かに関わらず近視眼、混合乱視を伴うか否かに関わらず遠視眼の一方であるかどうかを決定し、前記入力データを分析して、使用可能な治療アルゴリズムから、複数の潜在的に使用可能な治療アルゴリズムを決定し、前記入力データ、および予め選択した1つまたは複数のアルゴリズムのデフォルトパラメーターに基づいて、潜在的に使用可能な治療アルゴリズムを処理するための手段と、

それぞれ複数の潜在的に使用可能な治療アルゴリズムに対応する複数の治療計画を表示し、アルゴリズムのデフォルトパラメーター、およびその他の画定された治療に影響するパラメーターを選択的に修正し、修正された個々の複数の治療計画を表示するための手段であって、前記受信する手段に動作可能に接続された手段とを含むシステム。

【請求項6】

表示手段が、好ましい治療計画を選択するようにさらに構成される、請求項5に記載のシステム。

【請求項7】

選択された好ましい治療計画を含む複数の修正された治療計画を選択的に記憶することが可能なデバイス可読記憶媒体をさらに含む、請求項6に記載のシステム。

【請求項8】

前記記憶媒体と動作可能に連絡し、選択された好ましい治療計画を患者の眼に適用するように構成された治療用レーザーアブレーション構成要素をさらに含む、請求項7に記載のシステム。

【請求項9】

複数の修正された治療計画が、レーザーアブレーションショットファイルを記述する個々のインストラクションを含む、請求項6に記載のシステム。

【請求項10】

レーザーアブレーションショットファイルが、患者の眼におけるレーザーアブレーションショットの少なくとも1つの位置および順序の決定を含む、請求項9に記載のシステム。

【請求項11】

前記診断上の入力データが、ウェーブフロントデータのみ、トポグラフィデータのみ、角膜測厚データを含むか否かに関わらず、ウェーブフロントおよびトポグラフィデータのうち少なくとも1つを含む群から選択される、請求項5に記載のシステム。

【請求項12】

比較的多数の使用可能な治療アルゴリズムが、近視治療のみ、乱視治療のみ、乱視を伴う近視治療、乱視を伴う遠視治療、低収差補正治療、高収差補正治療、再治療、球面補正治療、非球面補正治療、LASIK治療、LASEK治療、PRK治療、ノモグラム調節治療、およびカスタマイズされた治療に関連する少なくとも2つを含む群から選択される、請求項5に記載のシステム。

【請求項13】

前記受信手段がソフトウェア駆動計算モジュールを含む、請求項5に記載のシステム。

【請求項14】

前記表示手段が、マルチレベルGUIを表示するディスプレイデバイスを含む、請求項5に記載のシステム。

10

20

30

40

50

【請求項 15】

デバイス可読記憶媒体が、フロッピー（登録商標）ディスク、CD、DVD、コンピュータハードドライブ、および電磁データ記憶手段を含む、請求項7に記載のシステム。

【請求項 16】

治療レーザアブレーション構成要素が、アイトラッカー構成要素に動作可能に接続された角膜組織の光アブレーション用に構成されたレーザシステムを含む、請求項8に記載のシステム。

【請求項 17】

前記受信および表示手段が、それぞれ、計算された治療計画の各々に関してユーザが画定する複数の基準を記憶および表示するように構成される、請求項5に記載のシステム。

10

【請求項 18】

前記マルチレベルGUIが、選択された治療計画の要約データを示すデータディスプレイを示す、請求項14に記載のシステム。

【請求項 19】

前記マルチレベルGUIがスタートアップナビゲーションスクリーンを含む、請求項14に記載のシステム。

【請求項 20】

ユーザが修正可能な優先選択設定およびデフォルト設定を表示するためのスクリーンをさらに含む、請求項19に記載のシステム。

【請求項 21】

診断データファイルを表示するためのスクリーンをさらに含む、請求項19に記載のシステム。

20

【請求項 22】

患者情報を表示するためのスクリーンをさらに含む、請求項19に記載のシステム。

【請求項 23】

治療計画の計算を表示するためのスクリーンをさらに含む、請求項19に記載のシステム。

【請求項 24】

少なくとも2つの治療計画の計算を同時に表示するためのスクリーンをさらに含む、請求項23に記載のシステム。

30

【請求項 25】

データチェックスクリーンをさらに含む、請求項19に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

背景

発明の分野

本発明は、一般にレーザ視力補正の分野を対象とし、詳細には、患者の眼の視力を補正するための治療計画の識別および選択を目的とする方法、システムおよびアルゴリズムを対象とする。

40

【背景技術】

【0002】

関連出願の説明

PRKおよびLASIKと呼ばれる手順による視力をフォトアブレイティブレーザで補正する最も初期の頃から、これらの治療法、および比較的最近のたとえばLASEKは、適用の正確さおよび範囲に関して開発されてきた。比較的最近では、主観的に測定された屈折を生（現在の基準により）前部角膜プロファイル測定値と結合して、ブロードビーム、固定軸レーザビームにより供給される角膜の単純な形状の減算モデルに基づいて、治療アブレーションを決定した。過去15年間では、比較的進歩したレーザが開発され、こうしたレーザは、複雑なショット分類および順序付けの計算に基づく高度の反復で小さい

50

スポットを使用して、かつてに比べて、より正確かつ効率的に、はるかに矯正的にアブレートすることができるようになった。トポグラフィ技術、波面収差測定および分析、レーザ測厚およびその他の診断技術並びに器具類の進歩は、複雑な治療アルゴリズムの開発を推進し、もはや単に患者の顕性屈折を補正して視力を改善するのみならず、高収差を補正し、組織の破壊過程に対する眼の生体力学的反応を補償し、レーザパルス照射による角膜に対する熱加熱の影響を補償し、斜めビーム配置位置によるアブレーションビーム効率を調節する。さらに、無数のノモグラム調節を治療アルゴリズムに適用して、様々な近視、遠視、環境、履歴、および視力の補正に影響を与えるその他のパラメータを考慮する。

【0003】

技術と知識が進歩するに連れて、執刀医にとって、多くの利用可能なレーザプラットフォームのどれが、一意的に特徴のある眼の特定の視力欠陥に最適な治療計画を達成するかを決定するという付随的な問題が生じる。誰でも、適用する治療法は患者の眼の手術前の所見によって決まり、本質的に無数のオプションにつながると合理的に結論するであろう。たとえば、著しい高収差を有する眼は、ウェーブフロントデータに基づいてカスタマイズされたアブレーション手順が適する候補である。しかし、この同じ眼は、主な収差が前部角膜表面に生じる場合、トポグラフィドリブン治療法の候補でもあるだろう。

【0004】

執刀医には、技術レベルに関係なく、どの治療法が患者の眼に最も良く適するかを決定するために利用可能なごくわずかな決定基準がある。たとえば、3種類の治療法オプションがあり、あるオプションは光学像を最適化するが、組織の消耗を代償にし、もう1つのオプションは視力を改善するが、微光条件下におけるコントラスト感度が不良であり、第3のオプションはさらに異なるトレードオフを提供し、執刀医が利用可能な特定の治療オプションが一様になることは急速に明白になるが、実際に検討されているオプションはきわめて少ない。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

したがって、本願発明人は、執刀医が特定の患者の眼を分類し、自動的かつ同時に計算、最適化し、レビューおよび選択のために執刀医に対して表示させることが可能である多様な実行可能治療計画のレビューに基づいて、治療計画を選択するのを支援する方法およびシステムに対する必要性および方法およびシステムの利益を認識している。したがって、以下の説明および添付の請求の範囲に記載する本発明により有利に対処される上記の問題および関連する問題に対する解決方法に対する必要性が認識されている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

発明の概要

本発明は、フォトアブレイティブ屈折矯正手術により患者の視力を補正するための多数の実行可能な治療計画を自動的に決定するためのシステムおよび方法を対象とする。本発明の実施態様は、患者の眼に関して選択した様々な診断上の入力に頼って、利用可能な治療アルゴリズムの比較的大きい群から選択した数種類の治療アルゴリズムによる治療に特に適する眼を分類する。本発明は、選択した入力データおよび利用可能な治療アルゴリズムであって、執刀医がレビュー、修正、および最終的に選択し、患者の眼に適用することが可能なアルゴリズムに基づく様々な治療計画を同時に提示することをさらに目的とする。

【0007】

本発明の一実施態様は、執刀医が患者の眼の視力補正のための治療計画を選択するのを支援するアルゴリズムである。このアルゴリズムは、患者の眼に関して選択した診断上の入力データを取得するステップと、入力データをパラメータ化して、患者の眼を予め決められたいくつかの分類集合の1つに分類するステップと、患者の眼の分類に基づいて患

10

20

30

40

50

者の視力の欠陥を補正するのに適する2種類以上の実行可能な治療アルゴリズムを自動的に決定するステップと、対応する2種類以上の治療計画を治療計画の1つの予想されるオプションとして執刀医に提示するステップとを含む。

【0008】

最初の治療アルゴリズムの計算は、結果確定デフォルトパラメーターに基づく。この実施態様の一態様では、執刀医は、デフォルトパラメーターの一部または全部を選択的に修正し、計算し直した治療計画をレビューし、これらの治療計画の1つを選択して患者の視力を補正する。

【0009】

診断上の入力データは、ウェーブフロントデータ、トポグラフィデータ、測厚データ、屈折データまたはその他の選択した診断情報を含み、これらは単独で、または多様な利用可能な治療アルゴリズムを相互に組み合わせて使用して、特に分類された眼の欠陥を治療する。本発明の例示的な態様では、分類集合は、手術前の眼対以前に処置した眼、規則的な眼対不規則な眼、並びに混合乱視を伴うか否かに関わらず近視および/または遠視の眼を含む。本発明がこれらの例示的な分類に限定されるわけではない点は、評価されるであろう。

10

【0010】

本発明のもう1つの実施態様は、執刀医が患者の眼の視力を補正するための治療計画を選択するのを支援するための方法を対象とする。この方法は、患者の眼に関して選択された入力診断情報を取得するステップと、入力診断情報を分析して、等しい数またはより多数の利用可能な治療アルゴリズムから選択される2つ以上の潜在的に使用可能な治療アルゴリズムを自動的に決定するステップと、予め設定された結果確定デフォルトパラメーターを使用して、潜在的に使用可能な治療アルゴリズムを処理するステップと、潜在的に使用可能な治療アルゴリズムに対応するレビューのために、多数の実行可能な治療計画を執刀医に提示するステップと、デフォルトパラメーターおよびその他の画定された治療パラメーターの1つまたは複数を選択的に修正するステップと、修正されたパラメーターを使用して、2つ以上の潜在的に使用可能な治療アルゴリズムを再度処理するステップと、対応する治療計画をさらにレビューし、診断上の入力情報に基づいて患者の視力を補正するために、執刀医に対して再度提示するステップとを含む。

20

【0011】

一態様では、この方法は、患者の眼に適用するための治療計画の1つを選択するステップをさらに含む。

30

【0012】

もう1つの態様では、計算された治療計画の情報は、執刀医が、執刀医が好ましいと思う基準に基づいて複数の実行可能な治療計画を比較することができるように、最適化および分類することができる。

【0013】

もう1つの態様では、この方法は、好ましい治療計画を自動的に推奨するか、またはその代わりに禁忌の治療計画を警告するステップを含む。

【0014】

前記の両方のプロセス実施態様では、様々な診断、履歴および治療情報の選択、処理、記憶および修正、並びに実行可能な治療計画の表示および選択は、マルチレベルグラフィカルユーザインターフェース(GUI)により達成される。

40

【0015】

本発明によるシステム実施態様は、患者の視力に関する診断上の入力データを受信し、入力データを分析して、等しい数またはより多数の利用可能な治療アルゴリズムから潜在的に使用可能な治療アルゴリズムを自動的に決定し、入力データに基づいて潜在的に使用可能な治療アルゴリズムを処理するための構成要素、並びに患者の視力を補正するために実行可能な治療計画をレビュー、修正および選択することを容易にするマルチレベルグラフィカルユーザインターフェースを表示するための構成要素を備える。このシステムは、

50

計算および選択された治療計画であって、選択された治療計画を患者の眼に提供するために、システムのフォトアブレイティブレーザー構成要素に関して実行可能なインストラクションを含む治療計画を記憶するための記憶媒体にさらに動作可能に結合される。一態様では、受信構成要素は、先行技術で十分に周知されている多様な計算プラットフォームの1つであり、表示構成要素は表示モニタであり、記憶構成要素は、多様な十分に周知されている記憶媒体、たとえばディケット、CDおよびDVDなどの何れかであり、レーザー構成要素は、193nmエキシマーレーザー、または角膜組織をアブレートするのに適するその他のレーザーである。一態様では、アイトラッカーシステムおよび/またはマイクロケラトームデバイスおよび/または診断もしくは治療構成要素は、レーザーシステムと動作可能に連絡する。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

発明の詳細な説明

読者が本発明を明確に理解するのに支援するために、本発明の説明全体に使用する特定の専門用語は、以下の意味を有するものと解釈する：屈折レーザー視力補正の分野では、治療アルゴリズムは、特定タイプの治療の特定のパラメーターを決定するためのプロセス計算として考える。たとえば、近視屈折誤差を補正するためのレーザーアブレーション治療では、所望または目標の角膜プロファイルが決定され、目標プロファイルを取得するために、手術前の角膜表面上におけるレーザーショットの数、順序および配置も決定される。レーザーショットの配置、順序および数の計算は、テクノラスレーザーセッションの略語である「
 . T L Sファイル」として本明細書で呼ぶショットファイルを計算するために使用されるパラメーターである。アブレーションによる光屈折治療を適用するために使用されるレーザーは、特定の治療を実行するために実行可能なインストラクションとして、ショットファイルを使用する。本明細書で使用する治療計画という用語は、プロセスの計画、および画定されたパラメーターに基づいて特定の治療アルゴリズムを処理し、様々な情報により表現される予想上の結果を決定した結果を表し、様々な情報としては、アルゴリズムパラメーター、シミュレートされた術後マップ、シミュレートされたアブレーションプロファイル、測厚データ、光学領の寸法、屈折値、収差情報、トポグラフィ情報、視力の測定指標、およびその他の関連情報、たとえばショットファイルが挙げられる。さらに、眼の分類に関して本明細書で使用する場合、手術前の眼は、以前に角膜屈折矯正手術を受けたこと
 がない眼を意味する。規則的な眼は、眼鏡、コンタクトレンズなどの標準的な目薬を使って補正可能か、または球および円筒補正に限定されるカスタマイズされていないフォトアブレイティブ手術により補正可能な関連視力欠陥を有する眼を意味するが、不規則な眼は、たとえば、円錐角膜の眼、または一般にウェーブフロント測定により特徴付けることができず、トポグラフィまたはその他の全体的な分析を要する眼である。近視、遠視および乱視の眼は、先行技術で十分に周知されているそれぞれの一般的な意味を有する。

20

30

【0017】

図1は、患者の眼の視力補正のための治療計画190を選択するのに支援するためのアルゴリズム100を示す。ステップ110では、取得された様々なタイプの診断上の入力データ110_a、110_b、110_c、110_d...110_nが、処理ソフトウェアに
 対する入力として提供される。これらの診断データタイプとしては、たとえばトポグラフィデータ、測厚データ、屈折データ、および当業者が患者の眼および患者の眼の欠陥を特徴付けるために使用することが可能なその他のデータタイプが挙げられる。データの全部、一部のみまたは様々な組合せは、様々な治療アルゴリズムにより決定されるように取得および/または使用される。ステップ120では、診断上の入力データ110_nは、予め決められた数の分類集合であって、説明する目的でのみタイプA135、タイプB140、タイプC145およびタイプD150と指示する分類集合の1つに分類できるようにパラメーター化する。本発明による一態様では、分類タイプは、手術前の眼対以前に処置した眼、規則的な眼対不規則な眼、乱視、特に混合乱視を伴うか否かに関わらず近視、および単純な乱視および/または混合乱視を伴うか否かに関わらず遠視として決定され、これ

40

50

らの用語は、上記で定義した意味を有する。列挙された特定の分類タイプは、一般に供給業者が専有する特定の治療アルゴリズムに関連する眼および/または視力の欠陥のタイプに対応する。たとえば、当業者が Planoscan (登録商標) 治療法 (Bausch & Lomb Incorporated, Rochester, New York) として周知している治療アルゴリズムは、Technolas 217 (登録商標) レーザシステム (Bausch & Lomb Incorporated, Rochester, New York) を使用して、規則的な近視または遠視の眼を治療するために使用できる。あるいは、米国特許第 5,891,132 号に記載されている類のトポグラフィ的に推進される治療アルゴリズムは、トポグラフィ的な診断上の入力データにより不規則であると決定された眼の治療に適する。もう一つの実施例では、高収差および規則的なトポグラフィが測定されたとして分類された眼は、カスタム Zyoptix (登録商標) 治療アルゴリズム (Bausch & Lomb Incorporated, Rochester, New York) に好ましい候補である。本発明および先行技術の例示的な一実施態様によると、トポグラフィおよび測厚診断情報を判断することにより、眼が以前にフォトアブレイティブレーザー手術を受けたかどうかを決定することができ、たとえば前部表面トポグラフィおよび三角測厚測定値を分析することにより、以前にアブレートした角膜における遷移領域の有無および位置を決定することができる。分類の目的上、眼の不規則性は、たとえば、角膜のトポグラフィまたは分散の対称性 (ダイポール) を検査して決定することができる。ウェーブフロントの測定および分析、顕性屈折、および当業者が周知しているその他の技術は、焦点外れおよび円筒誤差の徴候および大きさ、並びに高収差情報を決定するために使用することができる。患者の眼を分類するためのこうしたタイプの情報を使用すると、どの治療アルゴリズムが、患者の視力の欠陥を補正するための治療計画を考案するのに適しているかを特定するのに役立つ。具体的には、規則的なトポグラフィおよび低いウェーブフロント測定値は、標準のアブレーションが適切な治療法であることを示す。規則的なトポグラフィおよび高いウェーブフロント測定値は、カスタマイズまたは半カスタマイズされたウェーブフロントベースの治療法が最も適していることを示す。規則的なトポグラフィおよび高いウェーブフロント測定値 (つまり、高度にアブレートされた角膜) は、トポグラフィベースの治療またはハイブリッド推進治療が考えられることを示している。この態様では、視覚系全体の高収差ではなく、比較的高い角膜収差に対処する。高いウェーブフロント測定値を伴うか否かに関わらず、不規則なトポグラフィは、屈折矯正手術に禁忌を示し、その代わりに眼鏡もしくはその他の眼のレンズ補正、または眼の手術による補正、たとえば角膜移植を提案する。特定の診断タイプ、眼の分類タイプ、治療アルゴリズムタイプなどについて説明したが、本発明は上記の実施例に限定されるわけではないと考えるべきである。

【0018】

ステップ 130 では、特定の眼の分類に対して実行可能な治療アルゴリズム $160_{a..n}$ のすべては、利用可能なすべての治療アルゴリズム $160_{a..n}$ の予めプログラムされたデータベースから決定される。たとえば、患者の眼は、屈折により、典型的な乱視を伴う近視を有するタイプ A として分類することができ、この場合は治療アルゴリズム $160_{a..n}$ 。または治療アルゴリズム 160_n による治療が適する。ステップ 170 では、複数の治療計画 $190_{a..n}$ は、以下で詳細に説明するディスプレイの形態で提示され、アルゴリズムの決定的な結果である予めプログラムされたデフォルトパラメーターを使用して、適切に特定された治療アルゴリズム $160_{a..n}$ にそれぞれ対応する。

【0019】

デフォルトパラメーターおよび診断上の入力データに基づく複数の治療計画 $190_{a..n}$ は、図 6 - 図 11 の実施例により示すマルチレベルグラフィカルユーザインターフェース (GUI) 312 - 316 の形態のディスプレイスクリーンを介して執刀医に提示される。本発明によると、執刀医は次に、a) 提示された様々な治療計画 ($190_{a..n}$) をレビューし、b) これらの治療計画を記憶媒体 (282) に保存し、c) 予想される適用に応じて治療計画の 1 つ (190_x) を選択し、d) 選択したパラメーターを修正し (ス

10

20

30

40

50

テップ168)、本発明による関連実施態様に関して以下で詳細に説明するように、再度計算された治療計画(190'a-n)を提示される。

【0020】

次に、本発明によるもう1つの実施態様について、図2-図11に関して説明する。図2は、患者の眼の視力を補正するための治療計画290_xの選択を支援するための方法200を図式的に記載する。ステップ210では、選択して取得された選択手術前の診断データ210_{a-n}は、計算モジュール310に提供される(図3)、ステップ220では、この診断データは、等しいかまたはより多数の利用可能な治療アルゴリズム265を含むデータベースから選択された複数の潜在的に使用可能な治療アルゴリズム_{a-n}を決定するために分析され、治療アルゴリズム265は、最初の計算を可能にするために、特定の結果確定デフォルトパラメーターを使って最初にプログラムされる。上記のとおり、特定の診断データ210_{a-n}の分析は、使用可能な治療計画290_{a-n}につながる特定の治療アルゴリズム260_{a-n}の選択を通知する。本発明によると、この連関は、すべての使用可能なアルゴリズム265_{a-n}のデータベースから選択された潜在的に使用可能な治療アルゴリズムに応じて自動的に行われる。ステップ230では、計算モジュールは、様々な結果確定デフォルトパラメーター、たとえばLASIKフラップ厚さ、間質組織の深さ、光学領のサイズ、および/または対応する複数の治療計画290_{a-n}を決定するためのその他を使用して、潜在的に使用可能な治療アルゴリズム260_{a-n}を処理する。これらの様々な治療計画は、ステップ270において、マルチレベルグラフィカルユーザインターフェース(GUI)312(図6)によりディスプレイデバイス370(図3)上で執刀医に対して表示され、図7-図11の様々な表示形式313-316で示される。

【0021】

図7では、たとえば、Zyoptix(登録商標)A治療アルゴリズム、Zyoptix B治療アルゴリズム、Zyoptix C治療アルゴリズムおよびZyoptix D治療アルゴリズムを表す4つの治療計画290_{a-d}が、GUI治療レビューディスプレイ313上に示される。各々の治療計画290_nは、シミュレートされたアブレーションプロファイルマップ、様々な診断測定結果、たとえば光学領の直径および測厚、各々の治療アルゴリズムに関するレーザアブレーションショットの数およびアブレーションの深さ、並びに図7に見られるその他の情報を含む治療に関する様々な情報を含む。図7の例示的な実施態様では、すべての治療法に関して、測厚、主観的屈折、治療による屈折、レーザパルス数、治療時間、最大アブレーション(μm)、残存基質(μm)、および光学領の直径(mm)に関する情報が提供される。Zyoptix AおよびBの治療計画では、6mmの瞳孔直径上の高収差、主観的な顕性屈折(球、円筒、軸)、計算された主観的な顕性屈折に関する瞳孔直径(mm)、および中心アブレーション深さ(μm)に関する情報が提示される。Zyoptix CおよびD治療計画では、提示される情報としては、ジオプタによる手術前のK値(D)、手術前の円錐定数(Q)、治療手術前のK値(D)、および目標手術後の円錐定数(Q')が挙げられる。以下でさらに説明するように、図7の例示的な治療のレビュースクリーン313は、推奨されるかまたは禁忌である治療法を色分けし、なぜ特定の治療計画を使用すべきか、または使用すべきではないかという文字情報を提供する。スクリーンは、「測厚」、「フラップ厚さ」、および「光学領」に関する編集可能なフィールドを提供し、表示されたすべての治療法に関してこれらの値を調節可能にする。デフォルト値も、上記の編集可能なフィールドに復帰する。システムのソフトウェアバージョン、診断ウェブフロント、および関連するコメントを含むトポグラフィファイルに関する選択可能な情報が提供される。瞳孔の変位および瞳孔の回転に関する回転する眼の追跡情報のための選択可能な項目が、さらに提供される。ユーザ入力の変化に基づいて使用可能な治療計画の再計算は、ディスプレイスクリーンから計算される。治療計画および関連するグラフィカルマップは、図11のディスプレイスクリーンにより、図示のように最大化することができる。ヒントボックスは、カーソルの位置に基づいて治療計画の各々に関して表示することが可能であり、たとえば、Zyoptix A:「近

視の非球面性を強化したウェーブフロントベースの治療 (Zyoptix 個別化非球面治療モード) ; Zyoptix B : 「ウェーブフロントベースの治療」 (Zyoptix 個別化治療モード) ; Zyoptix C : 「アブレーション深さが少ない非球面治療」 (Zyoptix 非球面組織保存治療モード) ; および Zyoptix D : 「アブレーション深さが少ない治療」 (Zyoptix 組織保存治療モード) がある。例示的な治療レビュースクリーン GUI は、記憶および選択コマンドの実行を促進し、修正されたデフォルトパラメーターに基づいて警告メッセージを表示する。このスクリーンは、さらに、選択および計算された治療を実行可能な . T L S ファイルにエクスポートして、レーザを適用することを可能にする。光学領の最適化、およびその他の最適化 / 分類機能のためのコマンドも、このスクリーンから実行される。

10

【 0 0 2 2 】

計算された治療計画 2 9 0_{a . . d} の各々は、治療アルゴリズムに必要な初期入力を表すデフォルトパラメーターに基づくという事実により、本発明による方法は、プルダウンメニューによりアクセスされる図 8 の GUI スクリーンディスプレイ 3 1 4 に示すように、ユーザは、ステップ 2 7 5 でデフォルトパラメーターおよび / またはその他の画定された治療パラメーターを選択可能に修正することができる。次に、ユーザは、図 2 のステップ 2 3 0 ' に示す治療アルゴリズムの再処理を要求することができ、その後、再計算された治療計画 2 9 0 ' は、ステップ 2 7 0 ' で再表示される。再計算された治療計画 2 9 0 ' _{a . . d} は、やはり図 7 の 3 1 3 に示すように表示される。このタイプの反復は、執刀医が必要と考える回数だけ行うことができるが、殆どの場合には 1 回の反復で十分である。

20

【 0 0 2 3 】

この実施態様による一態様では、ユーザは、計算された治療計画をステップ 2 8 0 で、最終的に選択された治療計画 2 9 0_x を適用するために使用されるエキシマレーザなどの治療構成要素により読み取り可能であるか、または読み取り可能にする手段を有する記憶媒体 2 8 2 (図 3) に保存することができる。上記のとおり、記憶された各々の治療計画 2 9 0 は、最終的にショットファイル 3 9 9 を含み、このショットファイル 3 9 9 は、所望の光アブレーション治療を眼に適用するための治療用レーザ構成要素により行われる実行可能インストラクションである。ステップ 2 9 0 で保存する前に、GUI は、二人の異なる患者に関する図 9 A および図 9 B のディスプレイ 3 1 5 a , b に示すように、ステップ 2 7 9 でデータチェックスクリーンを表示する。各々のデータチェックスクリーン 3 1 5 は、計算および選択された治療計画に基づく情報を含む。図 9 B に示す第 1 の例示的な実施態様では、データチェックスクリーン 3 1 5 b は、以下の情報を含む：患者の氏名、患者の誕生日、患者の眼、治療アルゴリズムのタイプ、選択した治療球面、選択した治療円筒、選択した治療軸、光学領のサイズ、治療領域、レーザパルスの数、治療時間、最大アブレーション深さ、指定フラップ厚さに対するフラップ下の残存測厚 (L A S I K) 、現在実行しているソフトウェアのバージョン、計算日、診断検査日、器具固有の測厚情報、顕性屈折、およびレーザショット周波数。図 9 A に示すもう 1 つの例示的な実施態様では、データチェックスクリーン 3 1 5 a 内の情報は、主観的な顕性屈折、中心アブレーション深さ、6 mm の瞳孔直径におけるウェーブフロント R M S 値、回転アイトラッカーデータ (使用する場合) 、および「治療の推奨される心取りは、瞳孔の中心である」などのテキストメッセージを含む。特定の治療計画タイプの第 3 の例示的な実施態様では、データチェック情報は、角膜の曲率情報 (K 値) および手術前および手術後の円錐形プロファイル (Q 係数) から成る。

30

40

【 0 0 2 4 】

適切な治療計画がステップ 2 8 0 で保存されると、治療計画 2 9 0_x がステップ 2 9 2 で選択され、ステップ 2 9 6 で潜在的に適用される。

【 0 0 2 5 】

GUI ディスプレー構造および機能のもう 1 つの態様は、やはりプルダウンメニューを介してアクセスされる図 1 0 に示す優先選択スクリーン 3 1 6 である。例示的な実施態様では、優先選択スクリーンは以下を可能にする： (a) すべての異なる治療オプションに

50

対して設定されるデフォルトノモグラム値；(b)デフォルトの仮定フラップ厚さの設定(LASIK)；(c)異なる治療オプションに対するデフォルトの光学領直径の設定；(d)最大アブレーションの限界値、治療時間、レーザパルス数、最小光学領サイズ、最小手術後K値、最大手術後K値、およびフラップ下の最小残存基質厚さ；並びに(e)一定量の過剰または過小補正は、特定の治療に対するノモグラム値として設定することが可能である(たとえば、すべてのタイプA治療計画の球面に0.5Dを追加する)。

【0026】

図4に関するもう1つの態様では、執刀医は、特定の最適化されたパラメーターに基づいて使用可能な治療計画の再評価を望む場合がある。たとえば、図7に示すZyoptix A-D治療計画の場合、光学領(OZ)直径の最適化に基づくすべての治療計画情報を考察することが望ましい。図7に示す治療レビュースクリーン313では、たとえば、OZを最適化するための入力が行われる。実行されると、光学領は、たとえば診断に関するウェーブフロント入力データに基づいて許容可能な程度まで、フラップ下の最小残留基質深さが、ユーザが画定する限界に等しくなるまですべての治療計画で増加される。図2のステップ250では、図4に示すように、OZ252_a、残留基質深さ252_b、および屈折252_cにより示す最適化および分類を計算して、ステップ270"で再表示させることができる。

【0027】

もう1つの態様では、潜在的に使用可能な治療アルゴリズム260_{a-n}の数は少なくとも2つであり、好ましくは近視治療のみ、遠視治療のみ、乱視を伴う近視、乱視を伴う遠視、その他の標準的な低収差補正、高収差補正、再治療補正、組織のアブレーションが少ない球面補正治療、アブレーションの量が少ない非球面補正治療、LASIK治療、LASEK治療、PRK治療、ノモグラム調節治療、およびその他のカスタマイズされた治療を対象とする使用可能な治療アルゴリズム265_{a-n}(図2)の比較的大きい群から選択される。しかし、本発明はこのように限定されるわけではない。

【0028】

本発明の一実施態様によるもう1つの態様では、システムは、選択した治療計画をユーザに自動的に推奨するようにプログラムすることができる。このオプションは、図11の317に示す使用可能な治療計画から好ましい治療計画を色分けして実施することができる。

【0029】

治療計画の性質に基づいて、特定のその他のデフォルトデータ、優先選択データ、警告情報およびその他の結果確定パラメーターは、GUIメニューからアクセス可能にすることができる。たとえば、非球面収差を補正するための特定の治療計画の計算は、回転アイトラッカー情報を必要とする。LASIKベースの治療は、特定のマイクロケラトーム情報を必要とする。

【0030】

本発明によるシステム実施態様300は、図3に略図で示す。診断上の入力210_nは、様々なトポグラフィデバイス、ウェーブフロントセンサ、測厚デバイス、フォロプタ、カスタマイズされた診断用器具、およびそれ自体は本発明の範囲ではなく、本発明の一部ではないその他の眼科用デバイスおよび技術により取得することができる。診断上の入力データを受信し、入力データを分析して、潜在的に使用可能な治療アルゴリズムを決定し、入力データおよびその他のアルゴリズムの結果確定パラメーターに基づいて、潜在的に使用可能な治療アルゴリズムを処理するための手段310は、P.C.またはその他の十分に周知されている形態の計算プラットフォームなどのソフトウェア駆動計算モジュールで良い。ディスプレイ手段370は、一般に、先行技術で十分に周知されているスクリーンであり、上記のとおり、グラフィカルユーザインターフェース312(関連するディスプレイスクリーンおよび機能)を表示するために使用される。本発明の実施態様によるGUIにより、どの機能および属性を提供するかを決定した後、適切なGUIディスプレイおよび計算プロセスを生成することは、コンピュータプログラミングの当業者の

10

20

30

40

50

範囲内である。デバイス可読記憶媒体 282 は、一般にコンピュータのディスク、フロッピー（登録商標）ディスク、CD、DVD、コンピュータハードドライブ、または電磁搬送波であって、データを適切なファイル形式で記憶でき、システムの治療用レーザ構成要素 294 のコンピュータまたは制御構成要素により読み取り可能で、選択された治療計画 290_x を適用するためのショット（.T L S）ファイル 399 を実行することができるものである。フォトアブレーション構成要素 294 は、一般に、波長が 193 nm の発光エキシマレーザ、または角膜組織光アブレーションに適する適切な気体媒体もしくは固体レーザデバイスである。

【0031】

本発明によるもう 1 つの例示的な実施態様は、診断ウェーブフロント感知測定結果および診断角膜トポグラフィおよび測厚測定結果からの使用可能な測定データに基づいて、患者の個々の治療ファイルを作成する治療計画ソフトウェア計算プログラム（以下、「治療プランナー」と記載する）により示す。例示的な一態様では、診断情報は、Zyoptix（登録商標）診断ワークステーション（Bausch & Lomb Incorporated, Rochester, New York）によりアクセスされる。このワークステーションは、連結ザイウエーブ I I 誤差測定器およびオルブスキャン I I z 前部分析器である。ザイウエーブ（誤差測定器）のデータは、「.A T E」（つまり、誤差測定器テクノラスエクスポート）ファイルと呼ばれるファイル内に記憶され、オルブスキャン（角膜）データは、「.O T E」（つまり、オルブスキャンテクノラスエクスポート）ファイル内に記憶される。その後計算された治療データは、上記の「.T L S」ファイル内に記憶され、屈折アブレーション治療の基礎を形成する。例示的な一態様によると、治療は、Zyoptix 視力補正治療として先行技術で周知されており、100 Hz で動作する Technolas 217z エキシマレーザシステムを使って実施される。

【0032】

例示的な実施態様によると、治療プランナー計算ソフトウェアは、ユーザを図 6 に示すメインスクリーンディスプレイ 312 に案内する Windows（登録商標）コンピュータスクリーンのアイコンから選択することにより使用される。ユーザは、「Preferences」（優先選択）というラベルのアイコン 3002 をクリックして、たとえばウェーブフロント診断（.A T E）ファイル用のファイルパス；角膜（.O T E）診断ファイル；および治療データ（.T L S）ファイル；言語優先選択；診療所名などの診療所情報、レーザの製造番号；執刀医名および技術者名などの設定を予め設定することができる。Preferences（優先選択）スクリーンは、特定のデフォルトの設定値を予め設定することも可能にする；たとえば、L A S I K フラップ厚さ；K 値；それぞれ手術前の非球面角膜形状係数および手術後の非球面角膜形状係数を表す Q 値（たとえば Q、Q'）；O Z（光学値）；瞳孔サイズから計算した O Z；および基準屈折値の割合を表すノモグラム。（K 値は、角膜の仰角測定に基づいて計算した中心角膜曲率であり、 $(n - 1) / R$ としてジオプタ単位で表現され、R は眼の半径である。）関心のある読者は、2003 年 6 月 12 日に出版された米国特許出願第 10 / 460801 号「B I C O N I C A B L A T I O N W I T H C O N T R O L L E D S P H E R I C A L A B E R R A T I O N」を参照のこと。この特許出願は、引用することにより、準拠法および規則で認められる最大限の範囲まで、全体的に本願に援用する。前記出願は、本発明の実施態様の治療モードの 1 つである非球面組織保存モードに対するアブレーション治療計画に関する。

【0033】

上記の Preference（優先選択）設定の具体的なディスプレイスクリーン 1202 a、1202 b を図 12 a および図 12 b に示し、これらの図は、本明細書の最初に説明した例示的な一実施態様に関する図 8 および図 10 に示すディスプレイ 314、316 にそれぞれ対応する。ユーザは、Preference（優先選択）設定を保存し、治療プランナープログラムの計算段階に進むか、またはメインメニューに戻るオプションを有する。

10

20

30

40

50

【0034】

この例示的な実施態様によると、患者の選択および治療の計算は、図6に示すメインメニュー画面312上の「Select Patient」（患者選択）アイコン3004で開始する。「Select Patient」（患者選択）アイコンが作動すると、図13に示すディスプレイ画面1302が提示される。上記の「Preference」（優先選択）のセクションで指定したフォルダ内に位置する診断ファイルは、表示されて、それぞれ、OTE（角膜診断データ）ファイル1310、および、ATE（ウェブフロント診断）ファイル1312により記憶される。図示のとおり、表示データは、患者の姓名のウィンドウ1304、問題の眼（OSまたはOD）のウィンドウ1306、並びに、ATEおよびデータ取得の時刻のウィンドウ1308を含む。記憶および表示される情報のその他の配列および内容は、当業者が周知している様々な要因に応じて提示されることは理解されるであろう。例示的な一態様では、.OTEまたは.ATEファイルの選択は、患者または特定の測定結果、たとえば誕生日、屈折値、ファイル名などを明確に特定するのに役立つ追加データ1316を各々のファイル内に提示する。もう一つの態様では、特定のファイルは、データが以前に保存された患者の氏名を入力して、ディスプレイ上に表示される患者探索領域1304を使用することにより、または別の実施例では、患者名のリストをスクロールして、所望の患者を選択することにより、探索することができる。

10

【0035】

別法による一態様では、ユーザは、主観的屈折に基づいて治療を直接計算ことを望む場合があり、この場合、.ATEファイルも.OTEファイルも使用しない。次に、「New Patient」（新患）アイコン1318を選択することができ、その結果、図14に示す患者情報画面1402が提示される。基本的な患者情報は、患者情報画面1402で考察および検証し、修正するか、または入力することができる。例示的な一態様では、以下のデータが患者情報ウィンドウに表示される：患者ID；患者の姓；患者の名前、誕生日；性別；眼（OD/OS）；再治療；主観的屈折（球、円筒、軸）；PPR（予想フォロプタ屈折；つまり、.ATEファイルデータに基づく主観的な顕性屈折値；2002年3月18日に出願された出願番号第10/100782号「OBJECTIVE MEASUREMENT OF EYE REFRACTOPN」を参照。この出願は、引用することにより、準拠法および規則で認められる最大限の範囲まで、全体的に本願に援用する）；測厚（.OTEファイルから、または超音波診断測定もしくはその他の適切な診断測定に基づく）；および瞳孔測定。例示的な一態様では、修正された入力値は、画面で見えるために異なる色で表示されるか、さもなければ区別される。次に、ユーザは、データを検証し、治療計算を継続するか、または前の画面に戻ってデータを再入力するかもしくは取り消す。例示的な一態様では、警告メッセージ（図示しない）は、必要な入力または入力値が予め決められたデフォルト範囲外である場合に提示される。

20

30

【0036】

本発明の例示的な実施態様によると、ユーザは、2つの治療オプションを使用可能である。これらのオプションは、本明細書では、Zyoptix個別治療アルゴリズムおよびZyoptix組織保存アルゴリズムと呼ぶ。Zyoptix個別治療計算オプションは、ウェブフロント情報データ（.ATEファイル）および角膜トポグラフィデータ（.OTEファイル）に基づくウェブフロント最適化治療である。例示的な一態様では、個別治療モードは、近視および遠視治療の計算をサポートする。この態様によると、治療屈折の球および円筒は、ユーザが修正可能な変数である。治療屈折は、PPRの割合で表現される。割合値は、ユーザが修正可能な変数である。治療の光学領域（OZ）も、ユーザが修正可能な変数である。個別治療オプションアルゴリズムは、たとえばTechnolas 217zレーザシステムにより提供される角膜基質上における2mmおよび1mmのレーザスポットの最適化された配置に基づく。治療は、瞳孔の中心上に集中する。この態様では、個別治療オプションは、サイクロトーションおよび瞳孔中心変位などの虹彩認識パ

40

50

ラメーターをサポートする。

【0037】

Z y o p t i x 組織保存治療計算は、主観的屈折、角膜測定値 (K 値) および光学領に基づく。例示的な一態様では、この治療オプションは、アブレーション用の 2 mm および 1 mm 切頭ガウスビームの組合せを使用し、当業者は理解するように、2 mm のハードトップビームプロファイルを使用する P l a n o s c a n 治療と比較した近視治療の組織保存を実証した。組織保存量は、高収差として周知されている光学系の小さい変形をこのモードで補正しようと試みることはないという事実により、上記の個別治療オプションで達成することもできる。手術前の角膜 (K = 4 3 . 3 D) の平均的な正規化形状を仮定する P l a n o s c a n アルゴリズムと比較すると、角膜の急勾配 (K 値) の実際の曲率値は、値を . O T E ファイルからインポートして K 値を入力するか、またはデフォルト値の K = 4 3 . 3 D を使用することにより、組織保存治療モードに含むことができる。このモードにおける治療は瞳孔の中心に集中するか、または執刀医の指示でブルキンエ反射方向に集中する。例示的な実施態様では、. A T E ファイルはこの治療モードに影響しない。関連する別法による態様では、非球面組織保存治療は、選択した手術前および手術後非球面角膜形状係数、Q、Q' を使用して選択することができる。この態様では、円錐表面は、以下の方程式により決定できる：

$$Z = p^2 / R + [R^2 - (1 + Q) p^2]$$

式中

Z は、円錐表面のたるみ、

$$p^2 = x^2 + y^2、$$

R = 曲率中心半径、および

- 1 Q 1 Q 0)、式中、表面は、扁長対称コマ分子または扁平対称コマ分子楕円形、放物線、または双曲線で良い。この実施態様の一態様では、円錐定数 Q (および Q') は双円錐表面；つまり Q (および Q') を画定し、曲率中心半径 R (および R') は x、y の関数であり、x 方向および y 方向で異なる。双円錐表面は、R_x、R_y、Q_x、Q_y (およびそれぞれの手術後の値) を直接指定することを可能にする。当業者は、双円錐のたるみ Z は以下のように表現できることを理解するであろう。

【0038】

$$Z = c_x x^2 + c_y y^2 / 1 + [1 - (1 + Q_x) c_x^2 x^2 - (1 + Q_y) c_y^2 y^2]$$

式中、 $c_z^{b i c o n i c} = - s_x c_x x^2 - s_y c_y y^2 / c_x x^2 + c_y y^2$

および $R_z^{b i c o n i c} = + c_x x^2 + c_y y^2 / - s_x c_x x^2 - s_y c_y y^2$

および $s_x = - (1 + Q_x)$ 、 $s_y = - (1 + Q_y)$

したがって、 $- z^2 c_z^{b i c o n i c} = - 2 z + (c_x x^2 + c_y y^2)$ 、

$z = z' + R^{b i o c o n i c}$ を差し引くと、

$$c_x x^2 + c_y y^2 + c_z^{b i c o n i c} z'^2 = 1 / c_z^{b i c o n i c}$$

および $c_x = 1 / R_x$ 、 $c_y = 1 / R_y$ であるから、

$$x^2 / R_x + y^2 / R_y + z'^2 / R_z^{b i c o n i c} = R_z^{b i c o n i c}、$$

定義 $c_z = - s_x c_x - s_y c_y / 2$

および $= - s_x c_x + s_y c_y / 2$ を採用すると、

$$(連続拡充形式で) c_z^{b i c o n i c} = - s_x c_x^2 x^2 - s_y c_y^2 y^2 / c_x x^2 + c_y y^2 = c_z - (c_x x^2 - c_y y^2) / c_x x^2 + c_y y^2)。$$

【0039】

例示的な一態様では、治療パラメーターに応じて、治療計算スクリーンの 3 種類のオプションがユーザに提示される。先ず、図 15 に示す Treatment Overview (治療概要) スクリーン 1502 は、. O T E ファイルおよび . A T E ファイルの両方が選択され、複数の治療オプションが使用可能である場合に提示される。Treatment Overview (治療概要) スクリーン 1502 から、ユーザは、使用可能な治

10

20

30

40

50

療モードの1つを目的として、計算スクリーンに直接進むか、またはユーザは、表示された2つの治療モードの同時計算を行い、Treatment Overview（治療概要）ウィンドウに表示される結果を直接比較することができる。スクリーン1502上に示されるように、表示パラメータ1504は、（以下で説明する個々の計算スクリーンに記載される項目のほかに）、6mmにおけるZ400（Zernike球面収差係数）、トポグラフィデータから導いた6mm瞳孔直径における円錐定数Q、および.OTEファイルのトポグラフィデータから導いた6mm瞳孔直径における平均K値を含む。入力パラメータ1506は、光学領およびフラップ厚さを含む。計算された出力パラメータ1508は、最大アブレーション、中心アブレーション、残留基質（概算または計算）、治療領域、パルス量、および治療時間を含む。別法によると、図16に示す組織保存計算スクリーン1602は、.OTEファイルのみが選択された場合、.OTEファイルも.ATEファイルも選択されなかった場合、または.OTEおよび.ATEファイルが選択されたが、個別治療モードが、選択された患者に使用可能ではない場合に表示される。第3の別法によるオプションは、図17に示す個別計算スクリーン1702のディスプレイである。このスクリーンは、個別モードが選択されるか、または組織保存モードが、選択された患者に使用可能ではない場合に表示される。

【0040】

図16に示すように、組織保存計算スクリーン1602は、測厚、瞳孔測定および主観的屈折に関連する表示パラメータ1604を含み、入力パラメータ1606は、K値、治療屈折、主観的屈折の割合、光学領およびフラップ厚さを含む。一次出力パラメータ1608は、最大アブレーション、概算残留基質、治療領域、パルス数および治療時間を含む。様々な態様で、概算残留基質の厚さは、計算最大アブレーション値を差し引いた入力フラップ厚さを差し引いた入力測厚値に基づくか、あるいは概算残留基質値は測厚マップデータ、入力フラップ厚さおよび計算アブレーションプロファイルに基づくか、あるいは、必要な場合、残留基質のより正確な（より時間がかかるにも関わらず）計算を選択することができる。Calculate（計算）アイコン1612は、ユーザが計算残留基質厚さを検証することを望む場合、概算残留基質値付近に提供される。

【0041】

図16にさらに示すように、アブレーションプロファイルマップ1610は、アブレーションプロファイルマップ1610は、スクリーン1602上に表示される。図16にさらに示すように、アブレーションプロファイルマップ1610は、スクリーン1602の右側に表示される。一態様では、表示することができる使用可能なマップのプルダウンリストにアクセスするために、マップフィールドが提供される。たとえば、.OTEファイルがロードされなかった場合、手術前のマップは使用可能ではない。.OTEファイルがロードされた場合、軸方向角膜測定（角膜曲率）マップ、前部仰角マップ、後部仰角マップおよび測厚マップを含む手術前のマップは使用可能である。さらに、.OTEファイルがロードされた場合、シミュレートされた手術後測厚マップは使用可能である。例示的な一態様では、アブレーションプロファイルのマップは、治療の計算後にデフォルトで示される。

【0042】

図17は、Personalized Treatment（個別治療）モード計算スクリーン1702を示す。この治療モードでは、表示パラメータ1704は、測厚、瞳孔測定、6mm瞳孔直径における比較的高い（RMS）収差値、ウェーブフロント直径、主観的屈折およびPPRを含む。入力パラメータ1706は、治療屈折、PPRの割合、光学領およびフラップ厚さを含む。計算出力パラメータ1708は、最大アブレーション、中心アブレーション、残留基質（上記のとおり、概算または計算）、治療領域、パルス量および治療時間を含む。マップのプルダウンリストは、やはり使用可能である。たとえば、手術前のマップは、軸方向角膜測定（角膜曲率）マップ、前部仰角マップ、後部仰角マップ、測厚マップ、高ウェーブフロントマップ、および全体ウェーブフロントマップを含む。シミュレートされた手術後前部仰角、軸方向角膜測定および測厚マップも使用

10

20

30

40

50

可能であり、図示のデフォルトのアプレーションプロファイルマップ 1710 も使用可能である。

【0043】

何れかの計算スクリーンから、ユーザは、エクスポートアイコン 1615 を選択し、次に、それぞれ図 18a、b、c に示すようにデータチェックスクリーン 1802 a、b、c を提示する。上記で説明した例示的な実施態様に関して図 9 a、b に示す類似のスクリーンディスプレイ 315 a、b に対応するデータチェックスクリーン 1802 は、ユーザが、. T L S (治療) ファイルを保存する前に、スクリーン情報を再度チェックして印刷することを可能にする。P a t i e n t i n f o r m a t i o n (患者情報) スクリーンまたは個々の計算スクリーンに示すパラメータのほかに、その他の関連情報は、データチェックスクリーンに表示され、こうした情報としては、治療相の数、2 mm および 1 mm ビームの場合のパルス数、特定の治療に使用可能である場合、虹彩認識データ、計算の基礎として使用されるアルゴリズム (近視、遠視、混合乱視)、屈折、基準屈折のタイプ、並びにトポグラフィおよびウェーブフロントの診断からの追加情報が挙げられる。

10

【0044】

ユーザは、データに最終的に納得し、治療の実行を意図する場合、S a v e (保存) アイコン 1804 をクリックすると、. T L S ファイルが形成され、. T L S ファイルは、上記の P r e f e r e n c e s (優先選択) で選択したファイルパス下に保存される。

【0045】

図 19 の表 1 は、本発明の例示的な実施態様により認められるパラメータ値の例示的な範囲を示す。

20

【0046】

本明細書で特に図示および説明する実施態様に関わらず、当業者は、上記の説明および添付の請求の範囲を考慮すると、本発明の精神および範囲を逸脱することなく、本発明の様々な修正および変形が可能であることを理解するであろう。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図 1】図 1 は、患者の眼を分類して、本発明の一実施態様により患者の眼における視力補正のための治療計画を選択するのを支援するためのアルゴリズムの略フローダイアグラムである。

30

【図 2】図 2 は、本発明のもう 1 つの実施態様により、患者の眼の視力補正のための治療計画の選択を支援するための方法の略フローダイアグラムである。

【図 3】図 3 は、本発明の一実施態様により患者の眼における視力補正のための治療を計画するために使用するシステムの略図である。

【図 4】図 4 は、図 2 に示すプロセスステップの略図である。

【図 5】図 5 は、図 2 に示すもう一つのプロセスステップの略図である。

【図 6】図 6 は、本発明の一実施態様によるグラフィカルユーザインターフェース (G U I) のスタートアップディスプレイスクリーンの図である。

【図 7】図 7 は、本発明の一実施態様による G U I のもう 1 つのディスプレイスクリーンの図である。

40

【図 8】図 8 は、本発明の一実施態様による G U I のもう 1 つのディスプレイスクリーンの図である。

【図 9】図 9 は、本発明の一実施態様による G U I のもう 1 つのディスプレイスクリーンの図である。

【図 10】図 10 は、本発明の一実施態様による G U I のもう 1 つのディスプレイスクリーンの図である。

【図 11】図 11 は、本発明の一実施態様による G U I のもう 1 つのディスプレイスクリーンの図である。

【図 12】図 12 a、b は、本発明の例示的な一実施態様による G U I の優先選択ディスプレイスクリーンの図である。

50

【図13】図13は、本発明の例示的な一実施態様によるGUIの患者選択ディスプレイスクリーンの図である。

【図14】図14は、本発明の例示的な一実施態様によるGUIの患者情報ディスプレイスクリーンの図である。

【図15】図15は、本発明の例示的な一実施態様によるGUIの治療概要ディスプレイスクリーンの図である。

【図16】図16は、本発明の例示的な一実施態様によるGUIの具体的な治療オプションディスプレイスクリーンの図である。

【図17】図17は、本発明の例示的な一実施態様によるGUIのもう1つの具体的な治療オプションのディスプレイスクリーンの図である。

【図18】図18a、b、cは、本発明の例示的な一実施態様によるGUIのデータチェックディスプレイスクリーンの図である。

【図19】図19は、本発明の例示的な実施態様によるパラメーター値範囲の表である。

【図1】

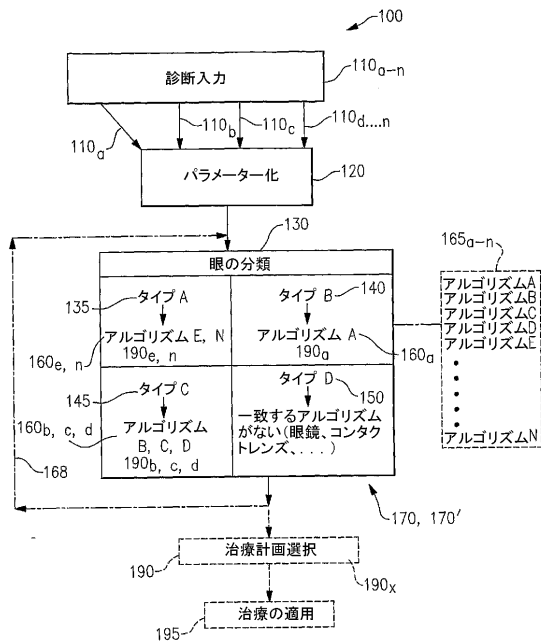


FIG.1

【図2】

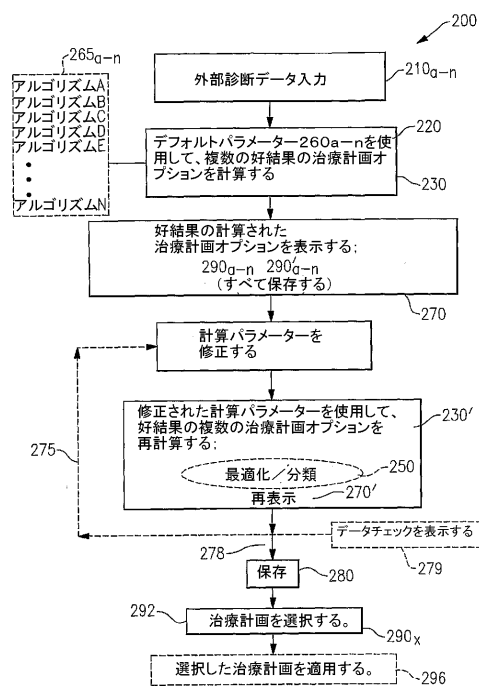


FIG.2

【図3】

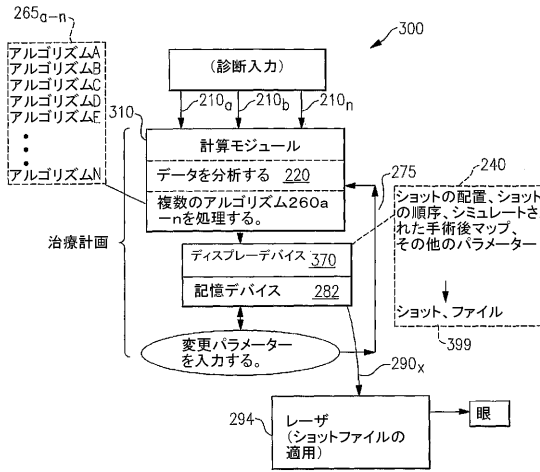


FIG.3

【図4】

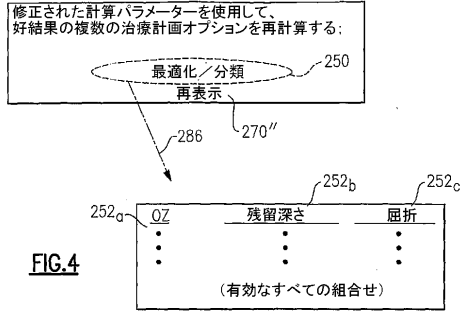


FIG.4

【図5】

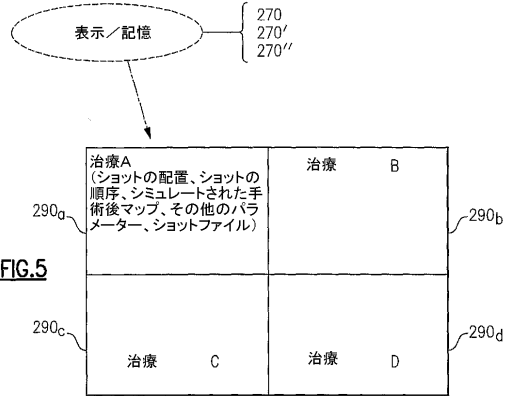


FIG.5

【図6】

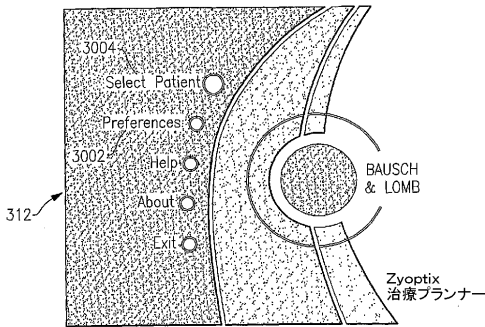


FIG.6

【図7】

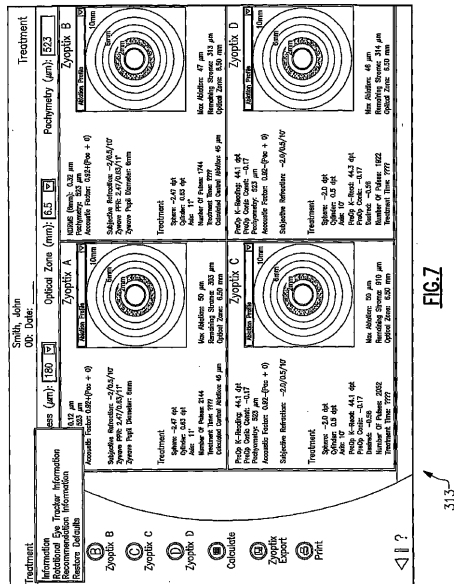


FIG.7

【 12 A 】

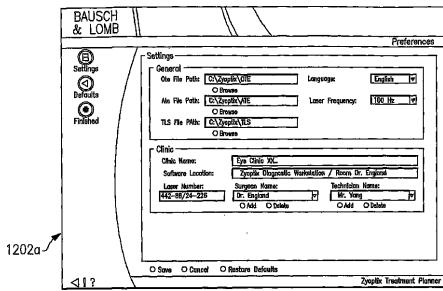


FIG.12A

【 13 】

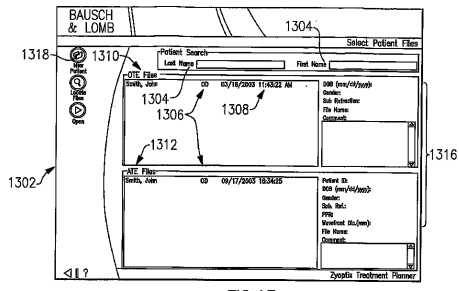


FIG.13

【 12 B 】

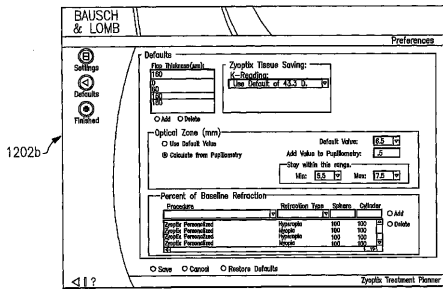


FIG.12B

【 14 】

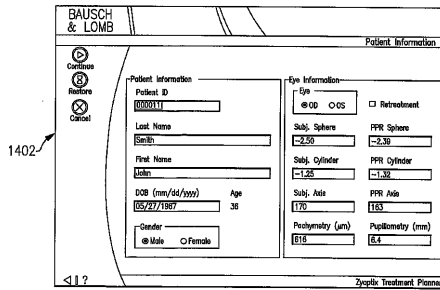


FIG.14

【 15 】

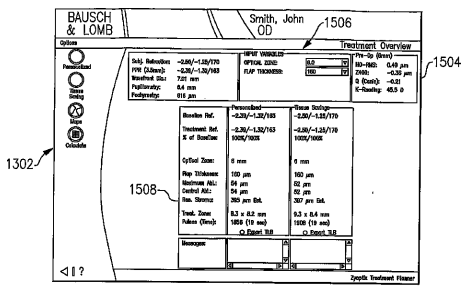


FIG.15

【 17 】

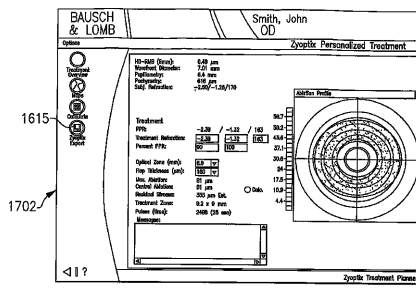


FIG.17

【 16 】

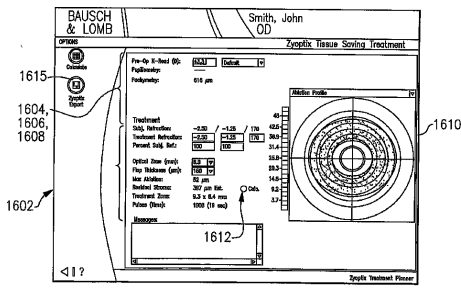


FIG.16

【 18 A 】

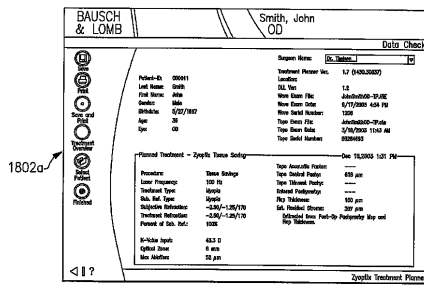


FIG.18A

【 18B 】

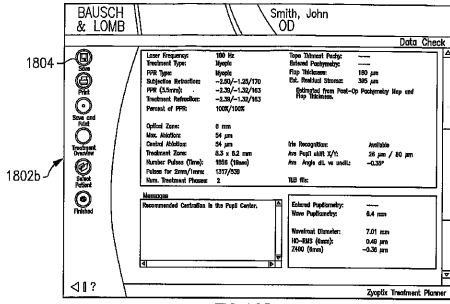


FIG.18B

【 18C 】

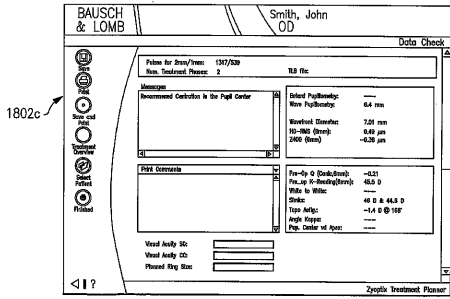


FIG.18C

【 19 】

表

パラメーター	可能な範囲	タイプ
球面	-25 D ~ +10 D	入力
円筒	-10 D ~ +10 D	入力
軸	0° ~ 180°	入力
K値	33 D ~ 53 D	入力
光学傾	4.5mm ~ 8.5mm	入力
フラップ厚さ	0μm ~ 300μm	入力
測厚	300μm ~ 700μm	入力
瞳孔	4mm ~ 11mm	入力
最大アブレーション	~ 250μm	出力
パルス数	~ 9000	出力

FIG.19

フロントページの続き

- (72)発明者 ヒューズ, ロビン
アメリカ合衆国 ニューヨーク 14534, ピッツフォード, ダラム ウェイ 1
- (72)発明者 バイス, ルバート
ドイツ国 デー - 84347 プファーキルヒェン, フランチスカーネシュトラーセ 16
- (72)発明者 ジョンソン, マイケル キース
アメリカ合衆国 ユタ 84404, オグデン, プリンカー アベニュー 1513
- (72)発明者 ダンバッチャー, フロリアン
ドイツ国 デー - 84559 クライブルク, サマーシュトラーセ 5
- (72)発明者 マテウス, アルネ
ドイツ国 デー - 81541 ミュンヘン, エンテンバッハシュトラーセ 14
- (72)発明者 ユーゼッフィ, ゲルハルト
ドイツ国 84028 ランツフート, ライハルトシュトラーセ 1
- (72)発明者 モーリッツ, フリードリッヒ
ドイツ国 81541 ミュンヘン, ドラッハシェルシュトラーセ 4

審査官 津田 真吾

- (56)参考文献 特開2000-300596(JP,A)
特表2002-524144(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61F 9/00 - 11/00