

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6820339号
(P6820339)

(45) 発行日 令和3年1月27日(2021.1.27)

(24) 登録日 令和3年1月6日(2021.1.6)

(51) Int.Cl.

A61F 9/013 (2006.01)
A61F 9/008 (2006.01)

F 1

A 6 1 F 9/013 1 O O
A 6 1 F 9/008 1 2 O F
A 6 1 F 9/008 1 2 O E

請求項の数 14 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2018-529282 (P2018-529282)
 (86) (22) 出願日 平成28年12月13日 (2016.12.13)
 (65) 公表番号 特表2018-537202 (P2018-537202A)
 (43) 公表日 平成30年12月20日 (2018.12.20)
 (86) 國際出願番号 PCT/IB2016/057563
 (87) 國際公開番号 WO2017/103774
 (87) 國際公開日 平成29年6月22日 (2017.6.22)
 審査請求日 令和1年7月31日 (2019.7.31)
 (31) 優先権主張番号 14/973,117
 (32) 優先日 平成27年12月17日 (2015.12.17)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73) 特許権者 319008904
アルコン インコーポレイティド
スイス国, 1701 フリブル, リュ
ルイーダフリー 6
(74) 代理人 100099759
弁理士 青木 篤
(74) 代理人 100123582
弁理士 三橋 真二
(74) 代理人 100092624
弁理士 鶴田 準一
(74) 代理人 100114018
弁理士 南山 知広
(74) 代理人 100117019
弁理士 渡辺 陽一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】眼科減張切開ならびに関連する装置およびシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

眼科手術用レーザシステムであって、
 レーザビームを発生させるように構成されたレーザ源と、
 走査送達システムであって、
 眼標的領域に前記レーザビームを向けることと、
 眼の前記眼標的領域において走査パターンに沿って前記レーザビームを走査することと
 を行うように構成された走査送達システムと、

前記走査送達システムと通信するシステムコントローラであって、前記眼標的領域において眼組織を減張するための切目のパターンをもたらすために、前記走査パターンに沿って前記レーザビームを走査するように前記走査送達システムを制御するように構成され、前記切目のパターンの各切目は、前記眼組織を通して部分的にのみ延在する、システムコントローラと、を含んでおり

前記眼組織は、前面および後面を有する層を含み、
前記切目のパターンの少なくとも1つの切目は、前記後面から始まり、
前記切目のパターンは、前記眼組織の前記前面および前記後面から交互に始まる切目を含む、

眼科手術用レーザシステム。

【請求項 2】

10

前記システムコントローラは、

前記走査送達システムを制御する命令セットを格納するように構成されたメモリと、

前記格納された命令セットに対応する制御信号を前記走査送達システムに出力するよう
に構成された制御信号発生器であって、前記制御信号は、前記走査送達システムに対して
前記走査パターンに沿って前記レーザビームを走査するように命令する、制御信号発生器と

を含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記パターンは、平行線の組、切断メッシュ、切断格子、または互い違いの切目のパタ
ーンの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載のシステム。

10

【請求項 4】

前記切目のパターンは、前記眼の角膜の周囲に同心円状に延在する 1 つまたは複数の弧
を含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記 1 つまたは複数の弧の各々は、互いに間隔を空けて配置された複数の切目によって
画定されている、請求項 4 に記載のシステム。

20

【請求項 6】

前記切目のパターンの第 1 の弧の少なくとも 1 つの切目は、前記切目のパターンの第 2
の弧の少なくとも 1 つの切目と少なくとも部分的に位置合わせされ、それにより、前記角
膜の中心から始まる放射線は、前記第 1 の弧および前記第 2 の弧の両方の切目を通過する
、請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記切目のパターンの少なくとも 1 つの切目は、前記切目のパターンの少なくとも 1 つ
の他の切目と異なる半径または角度で延在する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記切目のパターンは、前記切目のパターンの 2 つの端部間の前記眼標的領域の中心部
分と周縁部分との間に未切断眼組織のメッシュ構造をもたらす、請求項 1 に記載のシステ
ム。

【請求項 9】

前記眼組織は、前面および後面を有する層を含み、

30

前記切目のパターンの前記切目の各々は、前記眼組織の前記前面と前記後面との間の厚
さの約 10 % ~ 約 80 % だけ前記眼組織を通って延在する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記切目のパターンは、半径方向において接線方向と異なるように前記眼組織の領域の
弾性特性を変更するように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 11】

半径方向における弾性は、接線方向における弾性よりも 2 : 1 以上の倍率で増大される
、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 12】

前記切目のパターンは、

40

前記眼の角膜の第 1 の側における第 1 の切目の組と、

前記第 1 の側とは反対側の前記角膜の第 2 の側における第 2 の切目の組と
を含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 13】

前記切目のパターンは、前記角膜の第 3 の側における第 3 の切目の組であって、前記第
3 の側は、前記角膜の周囲において前記第 1 の側と前記第 2 の側との間に配置されている
、第 3 の切目の組をさらに含む、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 14】

前記切目のパターンは、前記眼の角膜から半径方向外向きに延在する 1 つまたは複数の
線を含む、請求項 1 に記載のシステム。

50

以上

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書に開示する実施形態は、眼の手術を行う方法およびシステムに関連し得る。より詳細には、本明細書に記載する実施形態は、視覚障害を矯正するために患者の眼を切開することに関連し得る。

【背景技術】

【0002】

眼科マイクロ手術処置では、患者の眼のさまざまな組織を精密に切断および／または除去することが必要であり得る。これらの処置のいくつかは、角膜の曲率の円柱異常として定義される角膜乱視を矯正するために行われ得る。これらの処置は、通常、眼の角膜輪部および角膜において、まとめて弧状切開と呼ばれる、角膜輪部減張切開（LRI）および乱視矯正角膜切開（AK）として知られる切開を行うことを含む。これらの切目は、正確に配置されると、角膜輪部および角膜において組織を減張し、それにより角膜曲率を矯正するのに役立ち得る。LRI処置は、通常、眼の角膜輪部および角膜領域において眼組織の深さの80%～90%を通して貫通する長い弧状切開部を使用する。これらの処置は、切開部の配置に高水準の精度を必要とする場合があり、かつわずかな範囲の乱視を矯正するのみであり得る。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

従って、眼組織の強度および完全性を維持しながら、より広範囲の乱視のより精密な眼科手術および矯正を可能にする改善された装置、システムおよび方法が依然として必要とされている。

20

【課題を解決するための手段】

【0004】

提示される解決法は、組織層を通して部分的にのみ延在する切開部のパターンを眼組織に作成する独特な解決法により、依然として対処されていない医学的必要性を満たす。これらのパターンは、間隔を空けて配置されかつ線分および弧に沿って位置合わせされる切開部を含むことができる。さらに、パターンは、眼組織の前面および後面の両方において始まり得る。これらの切開部パターンは、眼組織の全体的な強度および完全性を維持しながら、眼組織のより優れた弾性とともににより精密な成形を提供することができる。

30

【0005】

いくつかの実施形態と一貫して、眼科手術用レーザシステムを提供することができる。眼科手術用レーザシステムは、レーザ源を含むことができる。レーザ源は、レーザビームを発生させるように構成され得る。眼科手術用レーザシステムは、走査送達システムも含むことができる。走査送達システムは、眼標的領域にレーザビームを向けることと、眼の眼標的領域において走査パターンに沿ってレーザビームを走査することとを行うように構成され得る。眼科手術用レーザシステムは、走査送達システムと通信するシステムコントローラも含むことができる。システムコントローラは、眼標的領域において眼組織を減張するための切目のパターンをもたらすために、走査パターンに沿ってレーザビームを走査するように走査送達システムを制御するように構成され得る。切目のパターンの各切目は、眼組織を通して部分的にのみ延在することができる。

40

【0006】

いくつかの実施形態と一貫して、眼科手術処置を行う方法を提供することができる。本方法は、レーザ源によってレーザビームを発生させるステップと、眼標的領域にレーザビームを向けるステップと、眼標的領域における眼組織を減張するための切目のパターンをもたらすために、眼標的領域内で走査パターンに沿ってレーザビームを走査するステップ

50

とを含むことができる。切目のパターンの各切目は、眼組織を通して部分的にのみ延在することができる。

【0007】

本開示のさらなる態様、特徴および利点は、以下の詳細な説明から明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】眼科手術用レーザシステムの概略図を示す。

【図2】従来技術による角膜輪部減張切開術を示す患者の眼の正面図を示す。

【図3】切開線3-3に沿った図2の眼の断面図を示す。

10

【図4】切開部の組を示す患者の眼の正面図を示す。

【図5】切開線5-5に沿った図4の眼の断面図を示す。

【図6】切開部の組を示す減張された眼組織の領域を示す。

【図7】応力下での図6の眼組織の領域を示す。

【図8】切開部の組を示す患者の眼の正面図を示す。

【図9】切開線9-9に沿った図8の眼の断面図を示す。

【図10】切開部の組を示す減張された眼組織の領域を示す。

【図11】応力下での図10の眼組織の領域を示す。

【図12】前面および後面に切開部がある応力がかけられた眼組織の領域の断面図を示す。

20

。【図13】切開部の組を示す眼組織の応力がかけられた領域を示す。

【図14】切開部の組を示す眼組織の応力がかけられた領域を示す。

【図15】切開部の組を示す眼組織の応力がかけられた領域を示す。

【図16】切開部の組を示す眼組織の応力がかけられた領域を示す。

【図17】二組の切開部を示す患者の眼の正面図を示す。

【図18】切開部の3つの組を示す患者の眼の正面図を示す。

【図19】切開部の組を示す眼組織の応力がかけられた領域を示す。

【発明を実施するための形態】

【0009】

図面において同じ符号を有する要素は、同じまたは同様の機能を有する。

30

【0010】

以下の説明において、いくつかの実施形態について説明する具体的な詳細が示され得る。しかしながら、これらの具体的な詳細のいくつかまたはすべてなしに、開示する実施形態が実施され得ることが当業者に明らかになるであろう。本明細書では、具体的かつ/または例示的であるが、ただし限定しない実施形態が提示され得る。当業者であれば、本明細書に具体的に記載されていないが、他の材料が本開示の範囲および趣旨内にあり得ることを理解するであろう。

【0011】

本開示は、組織を機械的に変形させるかまたはその弾性特性を変更し、それにより眼の形状およびその屈折特性を変更するために眼組織を切開する装置、システムおよび方法について記載する。たとえば、患者の眼の強膜、角膜または角膜輪部における切開部により、眼組織が角膜の曲率の変化を促進するように伸張することを可能にすることができる。さらに、異なる形状または深さの切開部が多数の方法で眼組織を成形し得る。いくつかのタイプの切開部により、眼組織の伸張の範囲を、その強度を損なうことなく増大させることができる。乱視等、眼の形状の異常は、切開部または切開部の組を使用して矯正することができる。

40

【0012】

本開示の装置、システムおよび方法は、多数の利点を提供する。たとえば、以下の通りである。

【0013】

50

(1) 本開示は、所望の形状を達成するために必要な眼組織内への切込み深さを小さくすることができる。眼組織の80%~90%以上を二分する既存の方法は、下にある組織に損傷をもたらし、感染の可能性を増大させ、眼組織に対して切開部裂開をもたらし得る。本開示の切開部の組は、乱視を矯正するために眼組織のより浅い深さで適用することができる。組織を通して部分的に切断する切開部のパターンは、広範囲の乱視を矯正するのに十分であり得る。

【0014】

(2) 本開示は、眼組織のより優れた強度保持を可能にすることができます。特に、切開部パターンは、切開部の周囲に配置された未切断眼組織を含むことができる。この未切断組織は、手術組織領域全体に強度および完全性を与えることができる。眼組織層を通してより浅い深さで部分的にのみ切断することも、眼組織に対する強度および完全性の増大を促進することができる。

10

【0015】

(3) 本開示により、以前の方法よりも広範囲の乱視を治療することができます。特に、切開部の組は、組織強度を損なうことなく眼組織の広い領域を減張するように設計することができます。切開部の組はまた、眼の異なる領域に切開部を含むことができ、角膜乱視のより優れた矯正を可能にする。

【0016】

(4) 本開示は、生物測定学を行う際に必要な精度がより低い一方、矯正的結果をもたらすことができる。既存の方法は、切断前に切開部位に沿った角膜の厚さの正確な測定に依存し得る。計算違いにより、処置が有効でなくなり、下にある眼組織が損傷することになり得る。本開示は、より低侵襲な処置による眼組織の減張の増大を可能にすることにより、角膜計算におけるより大きい誤差範囲を可能にすることができます。

20

【0017】

(5) 本開示は、眼の手術を行う際に必要な精度がより低い一方、矯正的結果をもたらすことができる。特に、既存の方法は、所望の結果を達成するために、切開部の正確な配置とともに正確な切開部長さに依存し得る。誤った切開部を訂正する処置は、複雑であり得、追加の健康的リスクを伴い得る。本開示は、切開部の配置においてより大きい誤差範囲を可能にすることができます。特に、切開部の組の集合的な効果を、複数の小さい切開部の形状、数、深さおよび配置を変更することによって有効に微調整することができる。

30

【0018】

(6) 本開示は、より予測可能な屈折結果をもたらすことができる。特に、本開示は、特定の角膜の曲率に対する切開部パターンのより完全なカスタマイズを可能にすることにより、より精密な手術処置を可能にすることができます。より大きい乱視に対処するために、さまざまな切開部パターンも使用することができる。さらに、本開示は、手術処置を行う際の変動に対するより高い耐性を可能にすることができます。

【0019】

図1は、眼科手術用レーザシステム100を示す。眼科手術用レーザシステム100は、レーザビーム140を発生するように構成された手術用レーザ源130を含むことができる。眼科手術用レーザシステム100は、患者120の眼110の眼標的領域にレーザビーム140を向けるように構成された走査送達システム150も含むことができる。さらに、走査送達システム150は、眼110の眼標的領域の走査パターンに沿ってレーザビーム140を走査するように構成され得る。

40

【0020】

眼科手術用レーザシステム100は、システムコントローラ160も含むことができる。システムコントローラ160は、眼標的領域において眼組織300を減張するための切目または切開部250のパターンをもたらすために、走査パターンに沿ってレーザビーム140を走査するように走査送達システム150を制御するように構成され得る。パターンのいくつかは、眼組織300を通って部分的に延在する切開部250を含む。切開部250は、多くの異なる深さ、角度および向きを有することができる。図4~図19は、例

50

示的な切開部 250 を示し得る。

【0021】

システムコントローラ 160 は、メモリ 180 および制御信号発生器 170 を含むことができる。メモリ 180 は、走査送達システム 150 を制御する命令セットを格納するように構成され得る。場合により、制御信号発生器 170 は、格納された命令セットに対応する制御信号を走査送達システム 150 に出力するように構成され得る。特に、制御信号は、走査送達システム 150 に対して走査パターンに沿ってレーザビーム 140 を走査するように命令することができる。

【0022】

図 2 は、従来技術による眼の処置による患者 120 の眼 110 の正面図を示す。本開示の目的に対して関連する眼 110 の領域は、角膜 210、角膜輪部 220、強膜 230、水晶体 240 および / または眼 110 の他の好適な解剖学的構造を含むことができる。概して、既存の角膜輪部減張および乱視矯正角膜切開処置は、眼 110 の角膜輪部 220 における単一の弧状切開部 200、または横方向に対向する切開部の対を含み得る。

10

【0023】

図 3 に示すように、既存の処置における切開部 200 は、眼組織 300 の層を略完全に貫通し得る。しかしながら、こうした切開部 200 では、眼組織 300 に切開部 200 を正確に配置し、切開部 200 の場所において組織 300 の厚さを正確に確認し、切開部 200 の屈折結果を予測するために高精度の測定が必要であり得る。さらに、単一の切開部 200 を使用することにより、可能な屈折矯正の量が非常に制限され得る。また、切開部 200 が眼組織 300 内にそのように深く入るため、眼組織 300 の完全性が損なわれ得、望ましくない結果に至り得る。

20

【0024】

図 4 は、眼 110 の正面図で見た本開示の例を示す。この場合、1つまたは複数の線分または弧を形成する切開部 250 の組を角膜 210 または角膜輪部 220 の眼組織 300 に作成することができる。しかしながら、本開示は、眼の強膜 230 および角膜 210 とともに、水晶体 240 および結合組織を含む眼組織 300 の他の層において切開部 250 を作成することを企図する。この切開部 250 の組は、平行な線の組、切取メッシュ、切取格子または互い違いの切目 250 のパターンの形態をとることができる。切開部 250 の組は、1つ、2つ、3つ、4つまたはそれより多くの個々の切開部を含むことができる。

30

【0025】

図 4 に示すように、切開部 250 は、角膜 210 の周囲に同心円状に延在する弧を形成することができる。特に、1つまたは複数の弧の各々は、各切開部 250 の周囲に未切断眼組織を残して、互いに間隔を空けて配置された複数の切開部 250 によって画定することができる。弧は、互いに対して互い違いであるかまたはかみ合うことができる。特に、1つの弧の切開部 250 を別の弧の切開部 250 に少なくとも部分的に位置合わせすることができる。角膜 210 の中心から始まる放射線は、両弧の切開部 250 を通過することができる。切開部 250 のパターンの外側境界間に位置する未切断眼組織の上で線分をトレースすることができるよう、切開部 250 間に十分な空間を配置することができる。

40

【0026】

切開部 250 の1つまたは複数は、角膜 210 に対して、他の切開部 250 と異なる半径、角度、深さ、長さ、間隔等で延在することができる。切開部 250 は、垂直以外のさまざまな角度で眼組織 300 内に延在することも可能である。たとえば、切開部 250 は、眼組織 300 の前面 460 に対して垂直に延在することができる。切開部 250 はまた、垂線からさまざまな角度の大きさで作成することができる。場合により、垂線から約 10 度～約 20 度、垂線から約 20 度～約 45 度、垂線から約 45 度～約 80 度、ならびに / またはより大きいおよび小さい両方の他の好適な値で切開部 250 を作成することができる。さらに、切開部のパターンは、異なる角度で眼組織 300 に入る個々の切開部 250 を含むことができる。いずれの場合も、所望の乱視矯正に基づいて切開部 250 の特定

50

のパラメータを選択することができる。

【0027】

図5は、眼110の角膜210、角膜輪部220または強膜230に作成することができる切開部250を示す、患者120の眼110の断面図を示す。切開部250は、眼組織300を通って部分的に延在することができる。概して、角膜210におけるまたはその近くの眼組織300の厚さは、約600μmであり得る。切開部250の深さ260は、組織厚さの10%～80%、厚さの20%～75%、厚さの30%～70%、厚さの40%～60%、ならびに/またはより大きいおよび小さい両方の他の好適な値であり得る。場合により、これらの割合は、それぞれ約60μm～480μm、120μm～450μm、180μm～420μmおよび240μm～360μm、ならびに/またはより大きいおよび小さい両方の他の好適な値に対応することができる。有利には、切開部250の深さ260は、従来技術による方法より小さくすることができる。切開部250に対して選択される深さ260は、角膜210に対する形状の変化とともに、眼組織300の眼標的領域の強度に影響を与える。

【0028】

図6および図7は、眼組織300の領域を示す。図6は、いくつかの切開部250を含む減張された眼組織300の領域を示す。切開部250自体は、図示するような直線状線分、弧状線分、多角形、橢円形、他の好適な形状および/またはそれらの組合せを含む任意の好適な断面形状を有することができる。場合により、切開部250は、1つまたは複数の他の切開部250と平行に配置することができる。たとえば、図6では、2つの切開部250は互いに平行に配置されている。図示するように、2つの切開部250は、両方ともそれらの間を横切る線に対して垂直とすることができ、それは、それらが互いに平行であることを示す。互いに平行な軸に沿って、切開部250の異なるサブセットを配置することができる。たとえば、図6の左側の3つの切開部250は、中間の3つの切開部250および右側の3つの切開部に対して平行であり得る。

【0029】

切開部250は、複数の切開部250を含む1つまたは複数の線分または弧を形成することができる。線分または弧は、互いに等しく間隔を空けて配置するか、または異なる距離だけ分離することができる。線分または弧は、場合により互いに対して平行であり得る。線分または弧を形成する切開部250は、未切断眼組織300によって囲まれ得る。特に、切開部250は、未切断眼組織のメッシュ構造をもたらすことができる。こうしたメッシュ構造により、角膜210の形状の大きい変動を可能にしながら、標的領域における眼組織300に強度を与えることができる。メッシュ構造の境界は、眼標的領域の中心部分、および(たとえば、図6の側部境界として画定される)眼標的領域の周縁部分とともに、(たとえば、図6の上部境界および下部境界によって画定される)切開部パターンの2つの外側境界であり得る。図6の例では、切開部250は、眼組織300を通過する水平線が2つ以上の切開部250を通過するように互い違いであり、かつ/または十分な深さであり得る。

【0030】

図7は、応力下での切開部250を含む眼組織300の領域を示す。この応力は、眼110の内圧によってもたらされ得、外部圧力源によって倍加され得る。未切断眼組織のメッシュ構造は、この例では、切開部250の周囲の結合組織として見ることができる。

【0031】

切開部250は、眼組織300の弾性特性を変更することができる。図7の例では、角膜210に対して接線方向の構成で垂直切開部250を配置することができる。特に、接線方向(この例では垂直方向)における眼組織300の弾性特性は、半径方向(この場合には水平方向)における眼組織300の弾性特性と異なる程度に変更することができる。

【0032】

図7の例では、眼組織300の弾性は、接線方向におけるよりも半径方向において切開部250によって大きくされ得る。半径方向における弾性は、接線方向における弾性より

も 1 . 5 : 1 以上、 2 : 1 以上、 3 : 1 以上、 ならびに / またはより大きいおよび小さい両方の他の好適な値の倍率で増大することができる。逆に、角膜 210 に対して半径方向の構成で切開部 250 を配置することにより、接線方向における眼組織 300 の弾性を半径方向の弾性と比較して大きくすることができる。

【 0 0 3 3 】

図 8 および図 9 は、眼 110 の前面 460 および後面 470 の両方に作成された切開部 250 を示す。前面 460 および後面 470 は、図 12 に関連してより詳細に見ることができる。本開示のレーザシステム 100 は、さまざまな深さ 260、270 で眼組織 300 を切断するように構成され得る。さらに、1つまたは複数の切開部 250 は、眼組織 300 の後面 470 に起点を有することができる。これらの切開部 250 は、後面 470 から深さ 270 まで延出するように構成され得る。 10

【 0 0 3 4 】

場合により、切開部 250 は、眼組織 300 の前面 460 および後面 470 の両方から同じ切開部パターンで始まることができる。さらに、切開部 250 は、眼組織 300 の前面 460 および後面 470 から交互に始まることができる。さらに、切開部 250 は、眼組織 300 の領域の内部構造において(たとえば、前面 460 と後面 470 の間で)始まり、いずれの面 460、470 も通り抜けることなく眼組織 300 を通って延在することができる。

【 0 0 3 5 】

切開部 250 の交互の構成は、図 10 ~ 図 12 にさらに示され得る。図 10 は、眼組織 300 の後面 470 から始まっている切開部 250 の中心の線を示す一方、切開部 250 の外側の線は、眼組織 300 の前面 460 から始まっている。図 10 は、前面 460 を示し得る。後面 470 から始まっている切開部 250 の中心の線は、切開部 250 が眼組織 300 を通って完全に延在しないことを示すように想像線で示すことができる。図 11 は、応力下での眼組織 300 における切開部 250 の同じ構成を示す。 20

【 0 0 3 6 】

図 12 は、応力下での眼組織 300 における交互の切開部 250 の組の断面図を示す。ここで、切開部 250 は、眼組織 300 の領域の前面 460 からの始まりと、後面 470 からの始まりとの間で交互になっている。切開部 250 の深さ 260、270 は、眼組織 300 の弾性特性に対して直接の影響を与えることができる。場合により、眼組織 300 における切開部 250 の交互のパターンにより、組織 300 は、応力下で横方向に曲がることができ、他の切開部パターンにより、組織 300 は、単一の面 460、470 に沿って伸張することができる。この曲げ特徴により、組織 300 への切断が深すぎることにより組織強度を損なうことなく、応力下で眼組織 300 のより大きい伸長を可能にすることができる。 30

【 0 0 3 7 】

曲げ特徴は、軸 430、440、450 によって示され得る。軸 430、440、450 は、眼組織 300 の層に対して垂直であり得る。図 12 の例を参照すると、軸 430、440、450 は、応力下で眼組織 300 において切開部 250 が作成された場所でトレースすることができる。軸 430、440、450 は、眼組織 300 が切開部 250 を含まない場合、平行であり得る。軸 430、440、450 は、眼組織 300 が応力下にありかつ切開部 250 を含む場合、互いに対し斜めにまたは非平行に延在することができる。 40

【 0 0 3 8 】

軸 430、440、450 間の角度 α 、 β は、切開部深さ 260、270 または応力が増大するに従って増大し得る。特に、角度 α は、その真下の切開部 250 の深さ 260 が増大するに従って増大し得る。角度 β は、隣接する切開部 250 がより大きい深さ 270 で作成されるか、または組織 300 に対してより大きい応力が与えられる結果としても増大し得る。同様に、角度 β は、その真上の切開部 250 の深さ 270 が増大するに従い、かつ隣接する切開部 250 の深さ 260 に応じて大きくなり得る。角度 α 、 β の大きさは 50

、横方向における眼組織 300 の弾性に関連し得る。角度 、 は、約 0 度～約 25 度、約 5 度～約 15 度、もしくは約 10 度～約 20 度、ならびに / またはより大きいおよび小さい両方の他の好適な値であり得る。

【 0039 】

図 13～図 16 は、切開部パターンのいくつかの例を示す。図 13 では、切開部 250 の中心の線は、眼組織 300 の層の前面 460 に作成することができる一方、切開部 250 の外側の線は、後面 470 に作成することができる。

【 0040 】

図 14 は、3 つの線分を含む切開部 250 のパターンを示す。各線分は、眼組織 300 の長さに沿って前面 460 および後面 470 から交互に始まっている切開部 250 を含むことができる。後面 470 の切開部 250 を合わせてグループにすることができ、前面 460 の切開部 250 を合わせてグループにすることができる。

【 0041 】

図 15 は、切開部 250 の対角線が前面 460 または後面 470 のいずれかにおいて共通の起点を共有する、切開部 250 の別の交互パターンを示す。

【 0042 】

図 16 は、前面 460 の切開部 250 が Z 字型パターンを形成することができる、切開部 250 のパターンを示す。前面 460 の切開部 250 は、後面 470 の切開部 250 によって囲まれ得る。

【 0043 】

図 17 および図 18 は、他の例示的な切開部パターンを示す。図 17 は、角膜 210 の一方の面に配置された切開部 250 の 1 つまたは複数の弧を含む切開部パターンを示す。角膜 210 の反対側に同様のパターンを配置することができる。角膜 210 の周囲において図 17 に示す 2 つの組間に切開部 250 の第 3 の組または第 4 の組を配置することができる。

【 0044 】

図 18 は、他の切開部パターンを示す。眼 110 の右側において、切開部 250 は、1 つまたは複数の弧を形成することができる。1 つまたは複数の弧は、角膜 210 の周囲に同心円状に配置することができる。眼 110 の左上において、角膜 210 に対して接線方向に配置された線分で切開部 250 を作成することができる。眼 110 の左下において、角膜 210 から半径方向に延在する線分で切開部 250 を配置することができる。図 17 および図 18 に示す例示的なパターンのすべてが、上述したように、眼組織 300 の前面 460 または後面 470 で始まる切開部 250 を含むことができる。本開示は、平行線、橢円形線分および多角形パターンを含む線分の他の向きおよび形状を企図することができる。

【 0045 】

線分を形成する切開部 250 の数とともに、所与の切開部パターンにおける別個の線分の数を変更することができる。切開部パターン内で線分または弧を形成することができる切開部 250 の数は、2 切開部～20 切開部、2 切開部～10 切開部、2 切開部～6 切開部、ならびに / またはより大きいおよび小さい両方の他の好適な値を含むことができる。単一の線分または弧が切開部パターンを形成することができるが、他の場合、2 つ、3 つ、4 つまたは 5 つの線分または弧が切開部パターンを形成することができる。單一切開部パターンにおいて、上記線および形状の組合せも可能であり得る。

【 0046 】

図 19 は、別の例示的な切開部パターンを示す。この場合、直線状軸 320 に中心を置く切開部 250 の中心の線は、弧状軸 310、330 を有する 2 本の弧状線によって囲まれ得る。弧状線の一方を角膜 210 に対して凸状位置で配置することができる一方、他方を角膜 210 に対して同心または略同心とすることができる。さらに、外側の線の 1 つまたは複数の軸 310、330 は、内側の線の軸 320 と交差することができる。さまざまな弧状線の導入により、角膜 210 のより正確な成形を可能にすることができます。

10

20

30

40

50

【0047】

本開示は、眼科手術処置を行う方法も含む。たとえば、レーザ源130を用いることにより、レーザビーム140を発生させることができる。眼標的領域にこのビーム140を向けることができる。眼標的領域において眼組織300を減張するための切開部のパターンをもたらすために、眼標的領域内で走査パターンに沿ってレーザビーム140を走査することができる。場合により、切開部250は、眼組織300を通して部分的にのみ延在する。上で説明したように、切開部のパターンは、平行線の1つもしくは複数の組、切断メッシュ、切断格子もしくは互い違いの切開部のパターン、またはそれらの組合せを含むことができる。さらに、切開部250は、眼組織300の前面460または後面470のいずれからも始まることができる。

10

【0048】

本明細書に記載する実施形態は、眼組織において切開を行う装置、システムおよび方法を提供することができる。上述した例は、限定するものではなく本質的に例示的なものであり得る。当業者であれば、本開示の範囲内にあるように意図される開示されている実施形態と一貫する他のシステムを容易に考案することができる。従って、本出願は、以下の特許請求の範囲によってのみ限定され得る。

【図1】

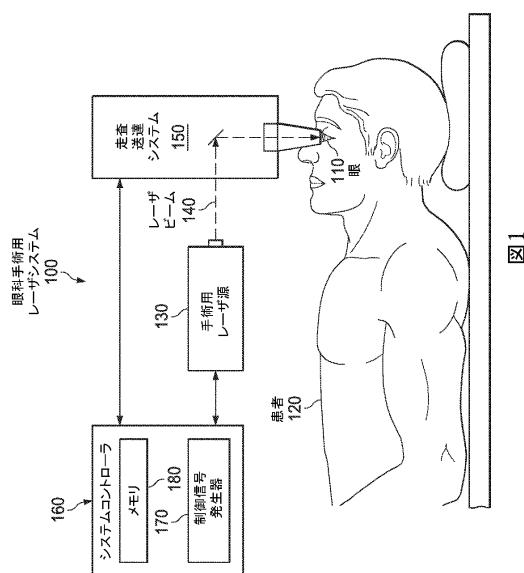
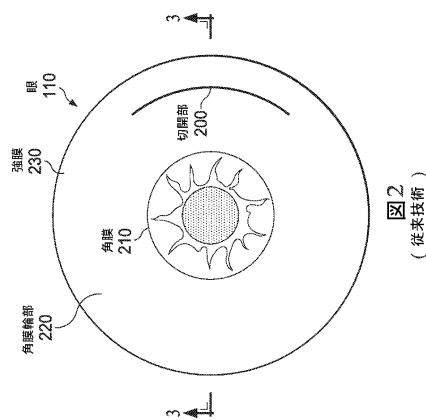


図1

【図2】

図2
(従来技術)

【図3】

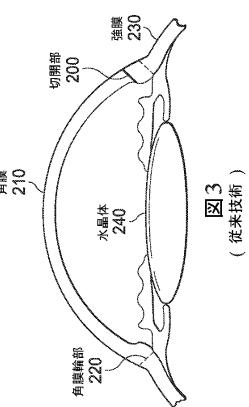


図3

【図4】

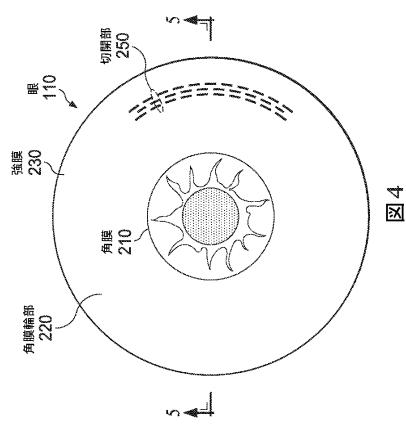


図4

【図5】

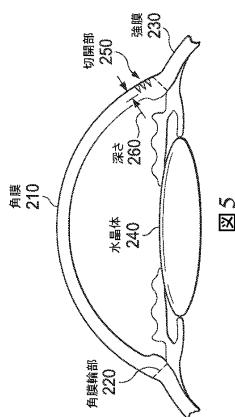


図5

【図7】

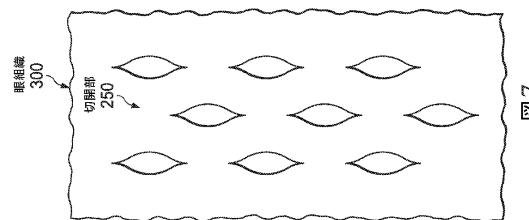


図7

【図6】

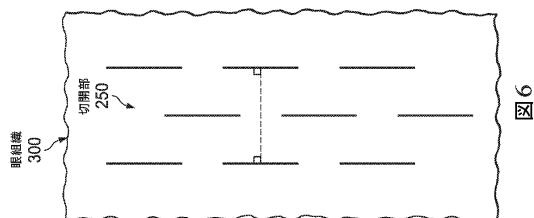


図6

【図8】

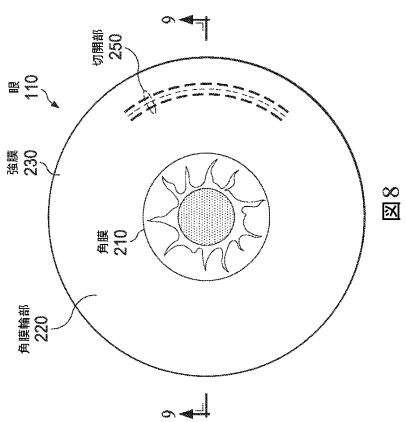


図8

【図 9】

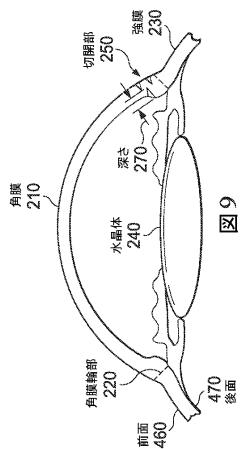


図9

【図 10】

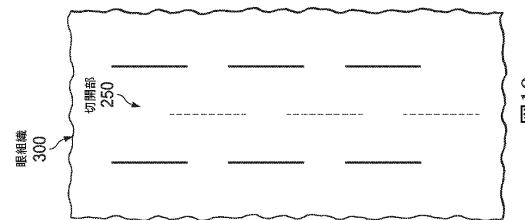


図10

【図 11】

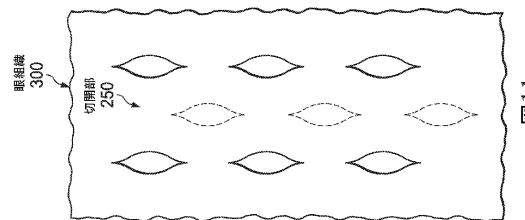


図11

【図 12】

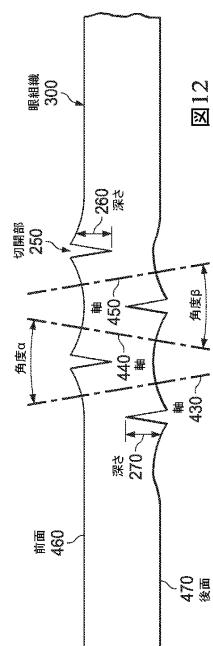


図12

【図 13】

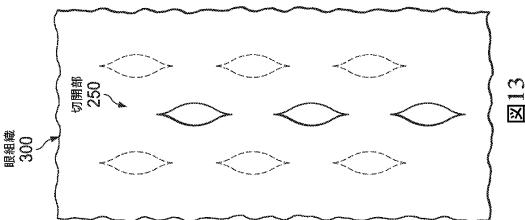


図13

【図 14】

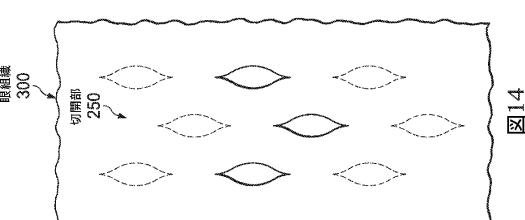


図14

【図15】

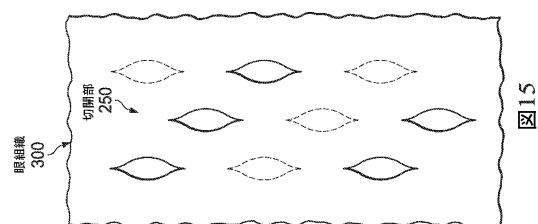


図15

【図17】

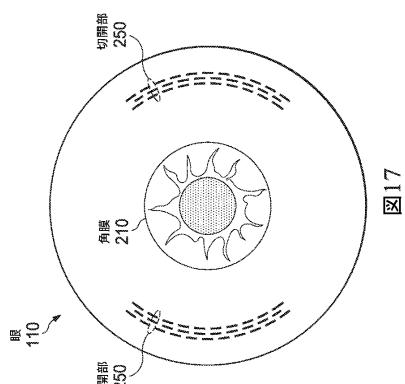


図17

【図16】

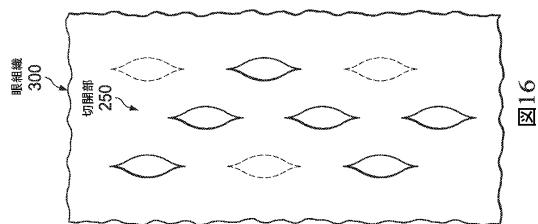


図16

【図18】

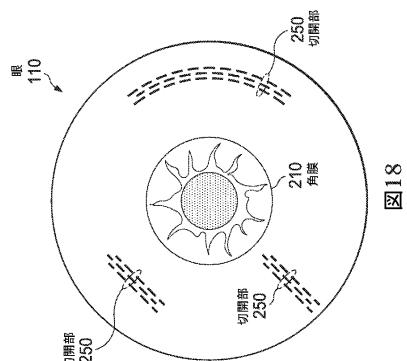


図18

【図19】

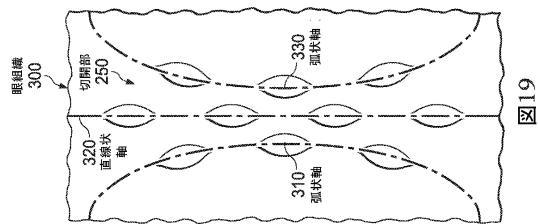


図19

フロントページの続き

(74)代理人 100173107

弁理士 胡田 尚則

(72)発明者 フェレンク ラクシ

アメリカ合衆国, カリフォルニア 92630, レイクフォレスト, レイクフォレスト ドライブ
20511, レイクフォレスト サイト, シー/オー アルコン

審査官 細川 翔多

(56)参考文献 米国特許出願公開第2012/0296321(US, A1)

特表2014-503259(JP, A)

米国特許出願公開第2011/0040293(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61F 9/013

A61F 9/008