

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2013年5月10日(10.05.2013)



(10) 国際公開番号  
**WO 2013/065805 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*A61B 3/12* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/078397
- (22) 国際出願日: 2012年11月1日(01.11.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2011-241722 2011年11月2日(02.11.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニデック(NIDEK.CO., LTD) [JP/JP]; 〒4430038 愛知県蒲郡市拾石町前浜34番地14 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (71) 出願人(米国についてのみ): 滝井通浩(TAKII Michihiro) [JP/JP]; 〒4430038 愛知県蒲郡市拾石町前浜34番地14 Aichi (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

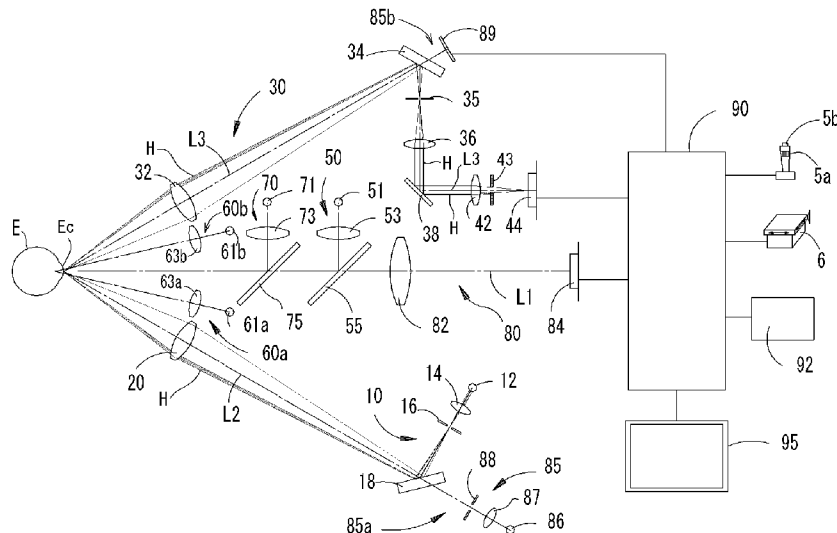
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: CORNEAL IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 角膜撮影装置



(57) Abstract: [Problem] To acquire an endothelial image that has ensured brightness and resolution of the image and is suitable for observation and analysis. [Solution] A corneal imaging device provided with an optical system for imaging a cornea site of the eye, the optical system including an illumination optical system for irradiating an illuminating light flux toward the cornea and a light-receiving optical system for receiving a reflected light flux from the cornea with a light detector, the light-receiving optical system being arranged at an incline with respect to the optical axis of the illumination optical system, wherein the corneal imaging device comprises an optical limiting means for asymmetrically limiting the light flux with respect to the optical axis, the optical limiting means being provided on a light path of the optical system for imaging the cornea site of the eye.

(57) 要約: 【課題】 像の明るさ及び解像力を確保し、観察、解析に適した内皮画像を取得する。【解決手段】 照明光束を角膜に向けて照射する照明光学系と、照明光学系の光軸に対して傾斜して配置され、角膜からの反射光束を光検出器により受光する受光光学系とを有し、眼の角膜部位を撮影するための光学系を備える角膜撮影装置において、眼の角膜部位を撮影するための光学系の光路中に設けられ、光束を光軸に関して非対称に制限する光制限手段を備える。



WO 2013/065805 A1

## 明 細 書

**発明の名称：角膜撮影装置**

### 技術分野

[0001] 本発明は、被検者眼の角膜部位の画像を撮影する角膜撮影装置に関する。

### 背景技術

[0002] 角膜撮影装置としては、例えば、照明光源からの照明光を角膜に向けて斜めから照射し、その角膜からの反射光束を撮像素子により受光して非接触にて角膜内皮の細胞像を得る装置が知られている（特許文献1参照）。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開平8－206080号公報

### 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、従来では、円形絞りや矩形絞りが光学系の光軸に対して対称に配置されていた。しかしながら、本発明者の分析によれば、上記のような装置は、物体を斜め方向から観察するという特殊な物面を有する光学系であるため、収差の影響によって、レンズの周辺部を通過する一部の光束が結像に対して悪影響を及ぼし、像の質の低下に寄与していることが明らかになった。円形絞りや矩形絞りの開口を単純に絞り径を小さくした場合、収差の影響は減少するが、結果的に像が暗くなり、解像力の低下につながってしまう。

[0005] 本発明は、上記問題点を鑑み、像の明るさ及び解像力が確保され、観察、解析に適した内皮画像を取得できる角膜内皮細胞撮影装置を提供することを技術課題とする。

### 課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、本発明は以下のような構成を備えることを特徴とする。

[0007] (1)

照明光束を角膜に向けて照射する照明光学系と、照明光学系の光軸に対して傾斜して配置され、角膜からの反射光束を光検出器により受光する受光光学系とを有し、眼の角膜部位を撮影するための光学系を備える角膜撮影装置において、

前記眼の角膜部位を撮影するための光学系の光路中に設けられ、光束を光軸に関して非対称に制限する光制限手段を備えることを特徴とする角膜撮影装置。

(2)

前記光制限手段は、光束の集光点から離れた位置に配置される(1)の角膜撮影装置。

(3)

前記光制限手段は、前記受光光学系に設けられた対物レンズの中心部を通過する光を前記光検出器に向けて通過させると共に、前記対物レンズの周辺部を通過する光を非対称に制限する(1)～(2)のいずれかの角膜撮影装置。

(4)

前記角膜部位を撮影するための光学系は、角膜の内皮細胞を撮影するための光学系であって、前記照明光学系は、角膜に対して斜め方向から照明光束を照射し、前記受光光学系は、角膜からの反射光束を角膜での正反射方向から受光する(1)～(3)のいずれかの角膜撮影装置。

(5)

前記照明光学系と前記受光光学系は、中心軸に対して対称に配置されており、

前記光制限手段は、

前記受光光学系に設けられた対物レンズの中心部を通過する光を前記光検出器に向けて通過させ、

前記対物レンズの周辺部を通過する光のうち、前記中心軸側の光を通過させ、前記中心軸側とは反対の方向の光を制限する

(1) ~ (4) のいずれかの角膜撮影装置。

(6)

前記照明光学系と前記受光光学系は、中心軸に対して対称に配置されており、

前記光制限手段は、

前記受光光学系に設けられた対物レンズの中心部を通過する光を前記光検出器に向けて通過させ、

前記対物レンズの周辺部を通過する光のうち、前記中心軸側とは反対の方向の光を通過させ、前記中心軸側の光を制限する

(1) ~ (4) のいずれかの角膜撮影装置。

は、角膜に対して斜め方向から照明光束を照射し、前記受光光学系は、角膜からの反射光束を角膜での正反射方向から受光する請求項 1 ~ 3 のいずれかの角膜撮影装置。

(7)

被検眼の前眼部正面像を観察する観察光学系を有し、

前記照明光学系と前記受光光学系は、中心軸に対して対称に配置されており、

前記観察光学系の観察光軸は、前記中心軸である (1) ~ (7) のいずれかの角膜撮影装置。

(8)

前記光制限手段は、前記受光光学系に配置され、前記角膜からの反射光束を非対称に制限する (1) ~ (7) のいずれかの角膜撮影装置。

(9)

前記光制限手段は、前記照明光学系に配置され、前記照明光束を非対称に制限する (1) ~ (7) のいずれかの角膜撮影装置。

(10)

前記光制限手段は、前記光軸に対して非対称な開口が形成された開口部と、前記開口部の外側に形成された遮光部と、を備える (1) ~ (9) のいづ

れかの角膜撮影装置。

(11)

光制限手段は、非対称な絞り、非対称な開口を持つレンズホルダ、光学部材への非対称なコーティングのいずれかである(1)～(10)のいずれかの角膜撮影装置。

### 発明を実施するための形態

[0008] <概要>

本発明の実施形態に係る装置は、被検者眼の角膜部位の画像を撮影する装置に関し、照明光束を角膜に向けて照射する照明光学系、角膜からの反射光束を光検出器により受光する受光光学系を有し、眼の角膜部位を非接触にて撮影するための光学系を備える。

[0009] 照明光学系と受光光学系の光軸は、同軸ではなく、被検眼上において交わるような関係を持つ。例えば、本装置は、一般的なスペキュラマイクロスコープ（角膜内皮細胞撮影装置）のように角膜に対して斜め方向から光を照射して、角膜での正反射方向から反射光を受光する光学系を有する。照明光学系及び受光光学系は、ある中心軸に対して対称に配置されると有利である。

[0010] 本装置は、照明光束又は反射光束を光軸に関して非対称に制限することにより、像の明るさを確保しつつ、結像に悪影響を及ぼす光束をカットする。これにより、角膜画像の品質を向上させる。

[0011] 反射光束を非対称に制限する手段としては、非対称な絞り、非対称な開口を持つレンズホルダ、光学部材への非対称なコーティングなどが用いられる。光制限手段は、光を制限できればよく、光を遮光する遮光部材が用いられると有利である。他にも、光を減衰する減衰部材（例えば、10%透過／90%遮光のコーティングが施された光学部材）が用いられる。

[0012] 非対称な光制限手段は、照明光学系又は受光光学系の光路中に設けられる。照明光学系に配置された場合、非対称な光制限手段は、照明光束を非対称

に制限することにより、角膜からの反射光束において結像に悪影響を及ぼす成分を照明光路にて事前に制限する。一方、受光光学系に配置された場合、非対称な光制限部材は、反射光束の一部を制限することにより、角膜からの反射光束において結像に悪影響を及ぼす成分を受光光路にて制限する。

[0013] 非対称な光制限手段は、光を集光させる作用を持つ集光レンズ（対物レンズ、リレーレンズ、撮像レンズ、等）の近傍に配置されると有利である。また、非対称な光制限手段は、集光光学系を形成する複数のレンズの間に配置されると有利である。いいかえれば、非対称な光制限手段は、光束の集光点（結像点）から離れた位置に配置されると有利である。このような配置により、観察範囲の広範囲に亘って一様に光束が制限される。この場合、そのような効果が得られるように非対称な光制限手段が配置されればよい。

[0014] 非対称な光制限手段は、受光光学系での対物レンズの中心部を通過する光を光検出器に向けて通過させると共に、その周辺部を通過する光を非対称に制限するのが有利である。対物レンズの周辺部（光軸から一定距離離れた領域）を通過する光のうち、中心軸側の光が光検出器に向けて通過され、その反対側の光が制限される。このような手段は、その反対側の光が収差等によって結像に悪影響を及ぼす場合に有利である。中心軸側の光は、結像に寄与するため、結像性能と像の明るさの確保の両立が可能となる。

[0015] 受光光学系での対物レンズの周辺部を通過する光を光軸に関して非対称に制限するためには、その一部の光が光検出器に受光されるのを回避されればよい。そこで、受光光学系の光路において、光が対物レンズを通過する前に制限する手段、又は対物レンズを通過した後、光が光検出器に受光される前に制限する手段が設けられることが有利である。もちろん、照明光学系の光路において、悪影響を及ぼす反射光の発生を事前に制限する手段が設けられることにより、受光光学系での対物レンズの周辺部を通過する光を非対称に制限してもよい。

[0016] また、受光光学系での対物レンズの周辺部における中心軸側を通過する光が収差等によって結像に悪影響を及ぼす場合、非対称な光制限手段の非対称

性は、逆に形成されるのが有利である。

[0017] 本装置には、前眼部正面像を観察する観察光学系が設けられると有利である。観察光学系の観察光軸は、互いに対称に配置される照明光学系及び受光光学系の中心軸として用いられると有利である。照明光学系及び受光光学系は、観察光軸に対して左右対称に配置されると有利であり、非対称な光制限手段は、角膜からの反射光束を受光光学系の光軸に対して水平方向に関して非対称に制限する。

[0018] <実施例>

以下、図面に沿って、本実施形態に係る装置の実施例を具体的に説明する。図1は、本実施例に係る角膜撮影装置の外観側方構成図である。

[0019] 装置100は、いわゆる据え置き型の装置であって、基台1と、基台1に取り付けられた顔支持ユニット2と、図示なき摺動機構により基台1上で移動可能に設けられた移動台3と、移動台3に対して移動可能に設けられ、後述する撮影系及び光学系を収納する撮影部（装置本体）4と、を備える。

[0020] 撮影部4は、移動台3に設けられたXYZ駆動部6により、被検眼Eに対して左右方向（X方向）、上下方向（Y方向）及び前後方向（Z方向）に移動される。移動台3は、ジョイスティック5の操作により、基台1上をXZ方向に移動される。また、検者が回転ノブ5aを回転操作することにより、撮影部4はXYZ駆動部6のY駆動によりY方向に移動される。ジョイスティック5の頂部には、スタートスイッチ5bが設けられている。表示モニター9は、撮影部4の検者側に設けられている。なお、本実施形態では、図示なき摺動機構又はXYZ駆動部6により撮影部4が眼Eに対して相対的に移動される。

[0021] 図2は、撮影部4に収納された光学系を上方から見たときの光学配置と、制御系の構成の一例を示す概略構成図である。図3は第1投影光学系、第2投影光学系を被検者側からみたときの図である。光学系の全体構成は、照明光源12からの照明光を角膜Ecに向けて斜めから照射する照明光学系10と、内皮細胞を含む角膜Ecからの反射光を第1撮像素子44により受光す

ることにより内皮細胞画像を取得する撮像光学系（受光光学系）30と、正面から角膜Ec中心部に向けてアライメント指標を投影する正面投影光学系50と、斜めから角膜Ecに向けて無限遠のアライメント指標を投影する第1投影光学系60a, 60bと、複数の斜め方向から角膜Ec周辺部に向けて有限遠のアライメント指標をそれぞれ投影する第2投影光学系65a~65d（図3参照）、眼Eに対して内部から固視標を投影する内部固視光学系70と、前眼部像を正面から観察する前眼部観察光学系80と、眼Eに対する撮影部4のZ方向におけるアライメント状態を検出するためのZアライメント検出光学系85と、を有する。以下に、個々の具体的構成について説明する。

[0022] 照明光学系10は、内皮撮影用の可視光を発する照明光源（例えば、可視LED、フラッシュランプ）12、集光レンズ14、スリット板16、可視光反射・赤外透過のダイクロイックミラー18、投光レンズ20、を有する。照明光源12から発せられた光は、集光レンズ14を介してスリット板16を照明する。そして、スリット板16を通過したスリット光は、ダイクロイックミラー18を介して投光レンズ20によって収束され、角膜に照射される。ここで、スリット板16と角膜Ecは、対物レンズ20に関して略共役な位置に配置されている。

[0023] 撮像光学系30は、光軸L1に関して照明光学系10と左右対称であり、対物レンズ32、可視光反射・赤外透過のダイクロイックミラー34、マスク35、第1結像レンズ36、全反射ミラー38、第2結像レンズ42、非対称スリット43、第1の二次元撮像素子（例えば、二次元CCD、CMOS、等）44を有する。マスク35は、対物レンズ32に関して角膜Ecと略共役な位置に配置されている。第1結像レンズ（リレーレンズ）36、及び第2結像レンズ（撮像レンズ）42は、内皮像を撮像素子44上に結像させる結像光学系を形成する。撮像素子44は、撮像光学系30のレンズ系に関して角膜Ecと略共役な位置に配置されている。

[0024] <非対称な光制限手段の構成>

図2において、ハッチングHは、内皮画像の結像に対して悪影響を及ぼし、像の質の低下に寄与する光束を示しており、この光束は、対物レンズ32の周辺部において、中心軸（光軸L1）側とは反対側を通過する。

[0025] 図4は、非対称絞り43の構成について説明するための正面図である。非対称絞り43は、照明光学系10からの光の角膜での反射によって取得される光を左右非対称に遮光する絞りである。絞り43は、水平方向に長手方向を持ち光軸L3に関して水平方向に非対称な開口部43aと、開口部43aの外側に形成された遮光部43bとを有する。そして、絞り43は、その開口部43aが、受光光学系の光軸L3に対して水平方向に偏心するように配置されている。

[0026] 開口部43aは、光軸L3を含む中心領域の光を撮像素子44に向けて通過させると共に、光軸L3から離れた周辺領域の光のうち、光軸L3に対してハッチングHに相当する光と対称な光を撮像素子44に向けて通過させる。

[0027] 遮光部43bは、ハッチングHに相当する光を遮光する部分を含み、光軸L3から離れた周辺領域の光のうち、ハッチングHの光と上下の光を遮光する。すなわち、図4の非対称絞り43は、受光光学系30において上下領域を通過する光を遮光する遮光部を兼ねる。なお、遮光部43bの部分は、一部の光を通過する減光作用を持つ部材であってもよい。

[0028] 開口部43aの形状は、図4のような矩形に限定されず、光軸L3に関して水平方向に非対称であればよい。例えば、多角形、円形、楕円形、等の形状であってもよい、

図2に戻る。照明光学系10による角膜反射光は、光軸L3方向（斜め方向）に向かい、対物レンズ32によって収束された後、ダイクロイックミラー34によって反射され、マスク35にて一旦結像され、内皮細胞像を取得する際にノイズとなる光が遮光される。そして、マスク35を通過した光は、第1結像レンズ36、全反射ミラー38、第2結像レンズ42、非対称絞り43を介して二次元撮像素子44に結像される。これにより、高倍率の角

膜内皮細胞像が取得される。なお、撮像素子４４の出力は、制御部９０に接続され、取得された画像は、メモリ９２に記憶される。また、細胞像はモニタ９５に表示される。

[0029] マスク３５は、内皮反射以外のノイズ光を遮光するのに対し、非対称絞り４３は、角膜内皮からの光の内、ハッチングＨに相当する光を含む結像に悪影響を与える光を非対称に遮光する。

[0030] このような非対称絞り４３によれば、ハッチングＨに相当する光とは対称関係にある光をカットせず撮像素子４４に結像させることにより内皮画像の明るさを確保できると共に、結像性能の低下に影響を及ぼすハッチングＨに相当する光を遮光することにより収差を多く含んだ光が除去され、解像力の高い鮮明な内皮画像が得られる。

[0031] 非対称絞り４３は、図２では、第２結像レンズ４２から撮像素子４４の間に配置されたが、これに限定されない。例えば、非対称絞り４３は、撮影光学系３０の光路中に配置され、ハッチングＨに相当する光線を含む角膜からの反射光を制限する一方、ハッチングＨに相当する光とは対称関係にある光を通過させる。より具体的には、角膜から対物レンズ３２までの間、対物レンズ３２から第１結像点（マスク３５）までの間、第１結像点から第１結像レンズ３６までの間、第１結像レンズ３６～第２結像レンズ４２の間に配置される。もちろん、非対称絞り４３の配置位置に応じて、開口部４３ａ／遮光部４３ｂのサイズは、適宜設定される。

[0032] 他の構成としては、非対称絞り４３は、照明光学系１０の光路中に配置され、角膜への照明光の制限によって、ハッチングＨに相当する光線を含む角膜からの反射光の発生を事前に制限する。より具体的には、非対称絞り４３は、光源１２～スリット１６までの間、スリット１６～対物レンズ２０までの間、対物レンズ２０～角膜までの間、に配置される。

[0033] 非対称絞り４３は、集光レンズ（例えば、対物レンズ３２、第１結像レンズ３６、第２結像レンズ４２、対物レンズ２０、集光レンズ１４）の近傍に配置されることにより、結像に悪影響を及ぼす光線（ハッチングＨ）を角膜

上の撮像領域全域に関して一様に遮光できる。集光レンズが、複数のレンズ群からなる場合、そのレンズ群中に配置されてもよい（例えば、結像光学系における第1結像レンズ36と第2結像レンズ42の間）。すなわち、非対称絞り43は光の集光点（結像点）から離れた位置に置かれると、有利である。

[0034] これに対し、集光点（結像点）の近傍（マスク35、撮像素子44の近傍）に配置される場合、角膜上の各撮像領域からの光が分離している。このため、結像に悪影響を及ぼす光について、一部の撮像領域からの光を遮光できても、他の撮像領域からの光を遮光できない。もちろん、そのような構成であっても、ある程度の効果は得られる。

[0035] 正面投影光学系50は、赤外光源51、投光レンズ53、ハーフミラー55、を有し、XYアライメント検出用の赤外光を観察光軸L1方向から角膜Ecに投影する。光源51から発せられた赤外光は、投光レンズ53により平行光束に変換された後、ハーフミラー55により反射され、角膜Ecの中心部に投影され、指標i10が形成される（図5参照）。

[0036] 第1投影光学系60a、60bは、光軸L1に対して所定の角度でそれぞれ傾斜して配置されている。第1投影光学系60a、60bは、赤外光源61a、61bと、コリメータレンズ63a、63bと、をそれぞれ有し、光軸L1を挟んで左右対称に配置され、眼Eに対して無限遠の指標を投影する（図2参照）。なお、第1投影光学系60a、60bは、光軸L1を通る水平方向と略同一経線上に配置されている（図3参照）。

[0037] 光源61a、61bから出射された光は、コリメータレンズ63a、63bによりそれぞれコリメートされた後、角膜Ecに投影され、指標i20、i30が形成される（図5参照）。

[0038] 第2投影光学系65a～65dは、光軸L1に対しそれぞれ傾斜して配置されている。第2投影光学系65a～65dは、赤外光源66a～66dをそれぞれ有し、光軸L1を挟んで左右対称に配置され、眼Eに対して有限遠の指標を投影する。なお、第2投影光学系65a、65bは、光軸L1に対

して上方に配置され、Y方向に関して互いに同じ高さに配置されている。また、第2投影光学系65c、65dは、光軸L1に対して下方に配置され、Y方向に関して互いに同じ高さに配置されている。また、第2投影光学系65a、65bと、第2投影光学系65c、65dは、光軸L1を挟んで上下対称な関係で配置されている。

[0039] ここで、光源66a、66bからの光は角膜Ecの上部に向けて斜め上方向から照射され、光源66a、66bの虚像である指標i40、i50が形成される。また、光源66c、66dからの光は角膜Ecの下部に向けて斜め下方向から照射され、光源66c、66dの虚像である指標i60、i70が形成される（図5参照）。

[0040] 上記のような指標投影光学系によれば、指標i10は、眼Eの角膜頂点に形成される（図5参照）。また、第1投影光学系60a、60bによる指標i20、i30は、指標i10と同じ水平位置において、指標i10に関し左右対称に形成される。さらに、第2投影光学系65a、65bによる指標i40、i50は、指標i10より上方において、指標i10に関し左右対称に形成される。第2投影光学系65c、65dによる指標i60、i70は、指標i10より下方において、指標i10に関し左右対称に形成される。

[0041] 内部固視光学系70は、可視光源（固視灯）71、投光レンズ73、可視反射・赤外透過のダイクロイックミラー74、を有し、眼Eを正面方向に固視させるための光を眼Eに投影する。光源71から発せられた可視光は、投光レンズ73により平行光束に変換された後、ダイクロイックミラー75により反射され、眼Eの眼底に投影される。また、図示無き外部固視光学系が前述の第1投影光学系及び第2投影光学系の近傍に配置される。

[0042] 図2に戻る。前眼部観察光学系80は、対物レンズ82、前眼部正面像を取得するための二次元撮像素子84、を有し、第2の撮像素子84を有し、前眼部像及びアライメント指標を第2撮像素子84により撮像する。二次元撮像素子84としては、例えば、2次元CCDイメージセンサ（Charge coup

led device image sensor)、二次元CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor Image Sensor) が用いられる。なお、上記構成に限定されず、内皮撮影光路と前眼部観察光路とを結合する光路結合部材を設け、角膜内皮を撮像するための第1の撮像素子が、前眼部正面像を取得するための第2の撮像素子を兼用する構成であってもよい。

[0043] 図示なき前眼部照明光源により照明された前眼部は、ダイクロイックミラー75、ハーフミラー55、対物レンズ82を介して二次元撮像素子84に撮像される。また、同様に、正面投影光学系50、第1投影光学系60a、60bと、第2投影光学系65a~65d、による角膜反射像は二次元撮像素子84に受光される。

[0044] 撮像素子84の出力は制御部90に接続され、図5に示すように、モニタ95には、撮像素子84によって撮像された前眼部像が表示される。なお、モニタ95上に電子的に表示されるレチクルLTは、XYアライメントの基準を示している。なお、観察光学系80は、眼Eに対する撮影部4のアライメント状態（アライメントのずれ方向／偏位量）を検出するための検出光学系を兼用する。

[0045] Zアライメント検出光学系85は、角膜Ecに向けて斜め方向から検出用光束を投光する投光光学系85aと、投光光学系85aによる角膜反射光束を受光する受光光学系85bと、を有する。そして、投光光学系85aの光軸L2と受光光学系85bの光軸L3は、観察光軸L1に関して左右対称な位置に配置される。

[0046] 投光光学系85aは、例えば、赤外光を発する照明光源86、集光レンズ87、ピンホール板88、レンズ20からなる。ここで、ピンホール板88と角膜Ecは、レンズ20に関して略共役な位置に配置される。受光光学系85bは、例えば、レンズ32、一次元受光素子（ラインセンサ）89からなる。ここで、一次元受光素子89と角膜Ecは、レンズ32に関して略共役な位置に配置される。

[0047] 光源86から出射された赤外光は、集光レンズ87を介してピンホール板

８８を照明する。そして、ピンホール板８８の開口を通過した光は、レンズ２０を介して角膜Ｅｃに投光される。そして、その角膜反射光は、レンズ３２、ダイクロイックミラー３４を介して受光素子８９にて受光される。

[0048] 受光素子８９の出力は制御部９０に接続され、眼Ｅに対するＺアライメント検出に利用される。ここで、受光素子８９上に受光されるアライメント光束は、Ｚ方向における撮影部４と眼Ｅとの位置関係によって受光位置が変化される。例えば、制御部９０は、受光素子８９からの検出信号において角膜反射光の位置を検出し、Ｚ方向のアライメント状態を検出する。なお、受光素子８９を用いたアライメント検出は、眼Ｅに対する精密なアライメントのために利用される。

[0049] 制御部９０は、装置全体の制御を行う。そして、制御部９０には、回転ノブ５ａ、スタートスイッチ５ｂ、ＸＹＺ駆動部６、二次元撮像素子４４、８４、各光源、記憶手段としてのメモリ９２、モニタ９５、が接続されている。

[0050] なお、実施形態に関して、上記に示した例に限定されるものではなく、当業者の設計思想の範囲内において種々の変容が可能である。

## 図面の簡単な説明

[0051] [図１]本実施例の装置の外観について説明する外観概略図である。

[図２]撮影部に収納された光学系を上方から見たときの光学配置と、制御系の構成の一例を示す概略構成図である。

[図３]第１投影光学系、第２投影光学系を被検者側からみたときの図である。

[図４]非対称絞り４３の構成について説明するための正面図である。

[図５Ａ]角膜中心部の内皮を撮影する場合の前眼部観察画面の一例を示す図であり、アライメントずれがある場合の表示例である。

[図５Ｂ]角膜中心部の内皮を撮影する場合の前眼部観察画面の一例を示す図であり、アライメントが適正な状態における表示例である。

## 符号の説明

[0052] ４ 撮影部（装置本体）

## 6 駆動部

1 0 照明光学系

1 2 照明光源

3 0 撮像光学系

4 3 非対称スリット

6 0 a, 6 0 b 第1投影光学系

6 5 a～6 5 d 第2投影光学系

8 0 前眼部観察光学系

8 5 Zアライメント検出光学系

8 5 a 投光光学系

8 5 b 受光光学系

9 0 制御部

9 2 メモリ

9 5 モニタ

## 請求の範囲

- [請求項1] 照明光束を角膜に向けて照射する照明光学系と、照明光学系の光軸に対して傾斜して配置され、角膜からの反射光束を光検出器により受光する受光光学系とを有し、眼の角膜部位を撮影するための光学系を備える角膜撮影装置において、
- 前記眼の角膜部位を撮影するための光学系の光路中に設けられ、光束を光軸に関して非対称に制限する光制限手段を備えることを特徴とする角膜撮影装置。
- [請求項2] 前記光制限手段は、光束の集光点から離れた位置に配置される請求項1の角膜撮影装置。
- [請求項3] 前記光制限手段は、前記受光光学系に設けられた対物レンズの中心部を通過する光を前記光検出器に向けて通過させると共に、前記対物レンズの周辺部を通過する光を非対称に制限する請求項1～2のいずれかの角膜撮影装置。
- [請求項4] 前記角膜部位を撮影するための光学系は、角膜の内皮細胞を撮影するための光学系であって、前記照明光学系は、角膜に対して斜め方向から照明光束を照射し、前記受光光学系は、角膜からの反射光束を角膜での正反射方向から受光する請求項1～3のいずれかの角膜撮影装置。
- [請求項5] 前記照明光学系と前記受光光学系は、中心軸に対して対称に配置されており、
- 前記光制限手段は、
- 前記受光光学系に設けられた対物レンズの中心部を通過する光を前記光検出器に向けて通過させ、
- 前記対物レンズの周辺部を通過する光のうち、前記中心軸側の光を通過させ、前記中心軸側とは反対の方向の光を制限する
- 請求項1～4のいずれかの角膜撮影装置。
- [請求項6] 前記照明光学系と前記受光光学系は、中心軸に対して対称に配置さ

れており、

前記光制限手段は、

前記受光光学系に設けられた対物レンズの中心部を通過する光を前記光検出器に向けて通過させ、

前記対物レンズの周辺部を通過する光のうち、前記中心軸側とは反対の方向の光を通過させ、前記中心軸側の光を制限する

請求項 1 ～ 4 のいずれかの角膜撮影装置。

は、角膜に対して斜め方向から照明光束を照射し、前記受光光学系は、角膜からの反射光束を角膜での正反射方向から受光する請求項 1 ～ 3 のいずれかの角膜撮影装置。

[請求項7]

被検眼の前眼部正面像を観察する観察光学系を有し、

前記照明光学系と前記受光光学系は、中心軸に対して対称に配置されており、

前記観察光学系の観察光軸は、前記中心軸である請求項 1 ～ 7 のいずれかの角膜撮影装置。

[請求項8]

前記光制限手段は、前記受光光学系に配置され、前記角膜からの反射光束を非対称に制限する請求項 1 ～ 7 のいずれかの角膜撮影装置。

[請求項9]

前記光制限手段は、前記照明光学系に配置され、前記照明光束を非対称に制限する請求項 1 ～ 7 のいずれかの角膜撮影装置。

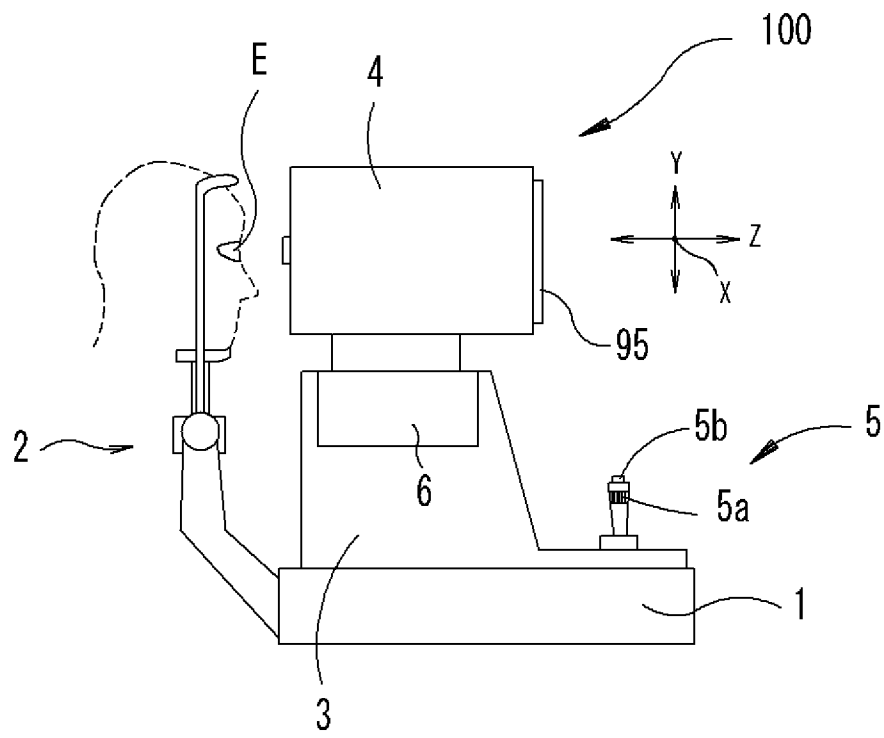
[請求項10]

前記光制限手段は、前記光軸に対して非対称な開口が形成された開口部と、前記開口部の外側に形成された遮光部と、を備える請求項 1 ～ 9 のいずれかの角膜撮影装置。

[請求項11]

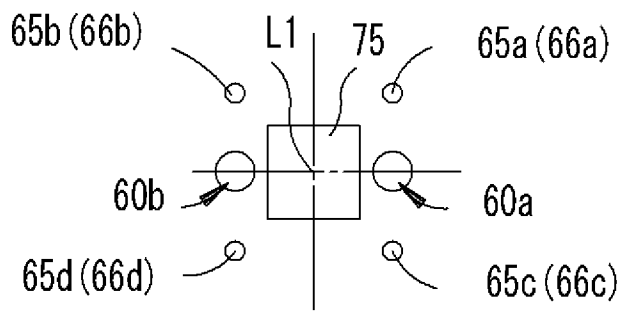
光制限手段は、非対称な絞り、非対称な開口を持つレンズホルダ、光学部材への非対称なコーティングのいずれかである請求項 1 ～ 4 項 1 ～ 10 のいずれかの角膜撮影装置。

[図1]

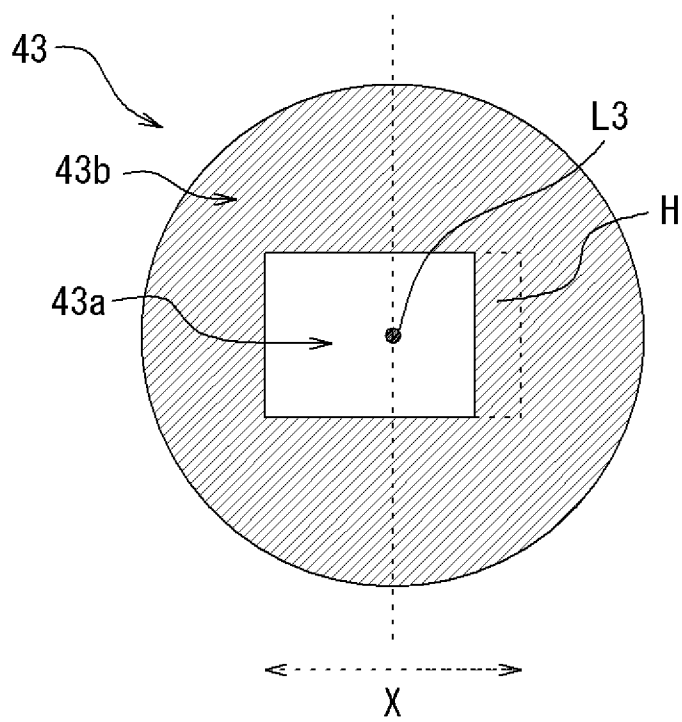




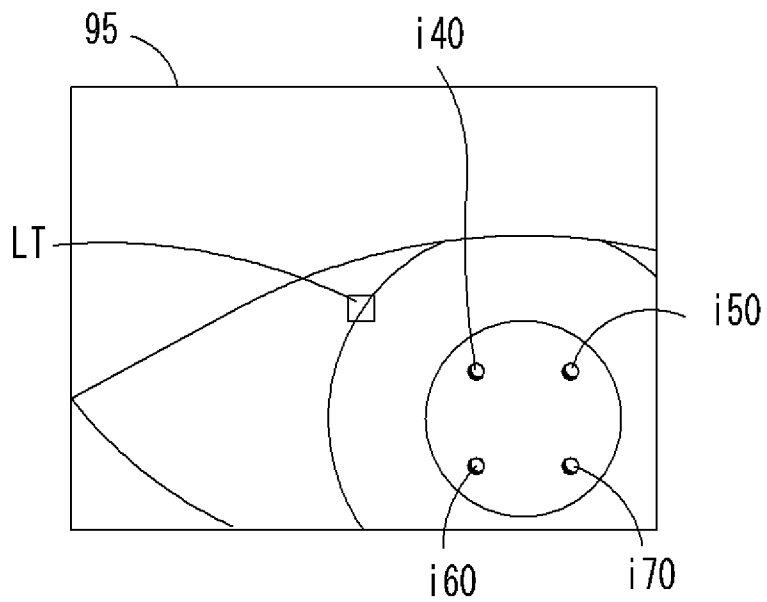
[図3]



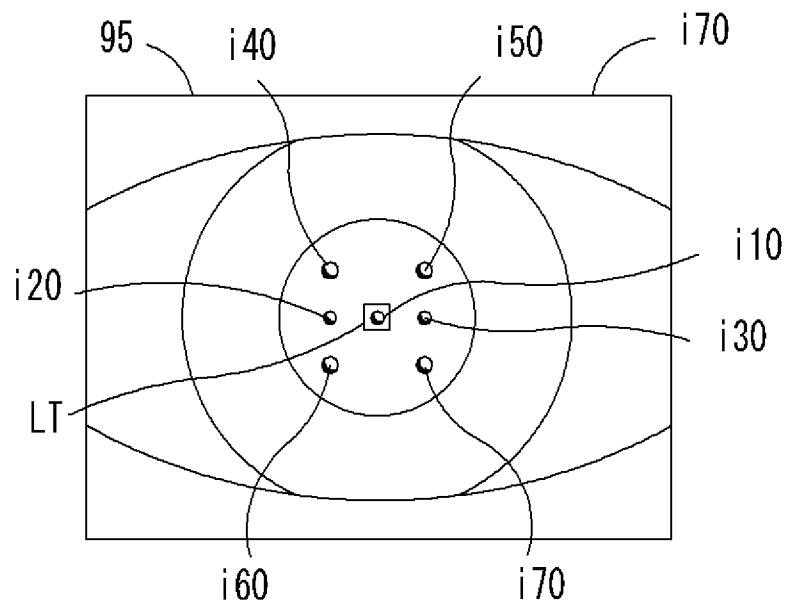
[図4]



[図5A]



[図5B]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/078397

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B3/12 (2006.01) i

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)

A61B3/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                         | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X<br>A    | JP 08-117189 A (Topcon Corp.),<br>14 May 1996 (14.05.1996),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none) | 1, 4, 8, 11<br>2      |
| A         | JP 05-123295 A (Konan Inc.),<br>21 May 1993 (21.05.1993),<br>fig. 2<br>(Family: none)                      | 1, 2, 4, 8, 11        |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ 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 application or patent 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
09 January, 2013 (09.01.13)Date of mailing of the international search report  
22 January, 2013 (22.01.13)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/078397

## Box No. 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.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
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 No. 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:

- (Invention 1) the inventions of claims 1, 2, 4, 8 and 11
- (Invention 2) the invention of claim 3
- (Invention 3) the invention of claim 5
- (Invention 4) the invention of claim 6
- (Invention 5) the invention of claim 7
- (Invention 6) the invention of claim 9
- (Invention 7) the invention of claim 10

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 additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
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.:  
The inventions of claims 1, 2, 4, 8 and 11

### Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A61B3/12(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A61B3/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| 日本国実用新案公報   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 3 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 3 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 3 年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                  | 関連する<br>請求項の番号   |
|-----------------|----------------------------------------------------|------------------|
| X<br>A          | JP 08-117189 A（株式会社トプコン）1996.05.14, 全文、全図（ファミリーなし） | 1, 4, 8, 11<br>2 |
| A               | JP 05-123295 A（株式会社コーナン）1993.05.21, 図2（ファミリーなし）    | 1, 2, 4, 8, 11   |

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 9 . 0 1 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 1 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

九鬼 一慶

2 Q

4 4 0 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2

## 第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。  
つまり、
2. ☐ 請求項 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってP C T規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

- （発明1）請求項1，2，4，8，11に係る発明
- （発明2）請求項3に係る発明
- （発明3）請求項5に係る発明
- （発明4）請求項6に係る発明
- （発明5）請求項7に係る発明
- （発明6）請求項9に係る発明
- （発明7）請求項10に係る発明

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

請求項1，2，4，8，11に係る発明

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。