

(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
2019年4月4日(04.04.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/064864 A1

(51) 国際特許分類:

A61L 2/10 (2006.01)

C02F 1/32 (2006.01)

G02B 5/10 (2006.01)

G02B 17/00 (2006.01)

(72) 発明者: 中村 真人(NAKAMURA, Masato).

(74) 代理人: 鷲 田 公 一 (WASHIDA, Kimihito);
〒1600023 東京都新宿区西新宿 1 - 2 3 - 7 新
宿ファーストウェスト 8 階 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/027832

(22) 国際出願日: 2018年7月25日(25.07.2018)

(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 2017-188148 2017年9月28日(28.09.2017) JP

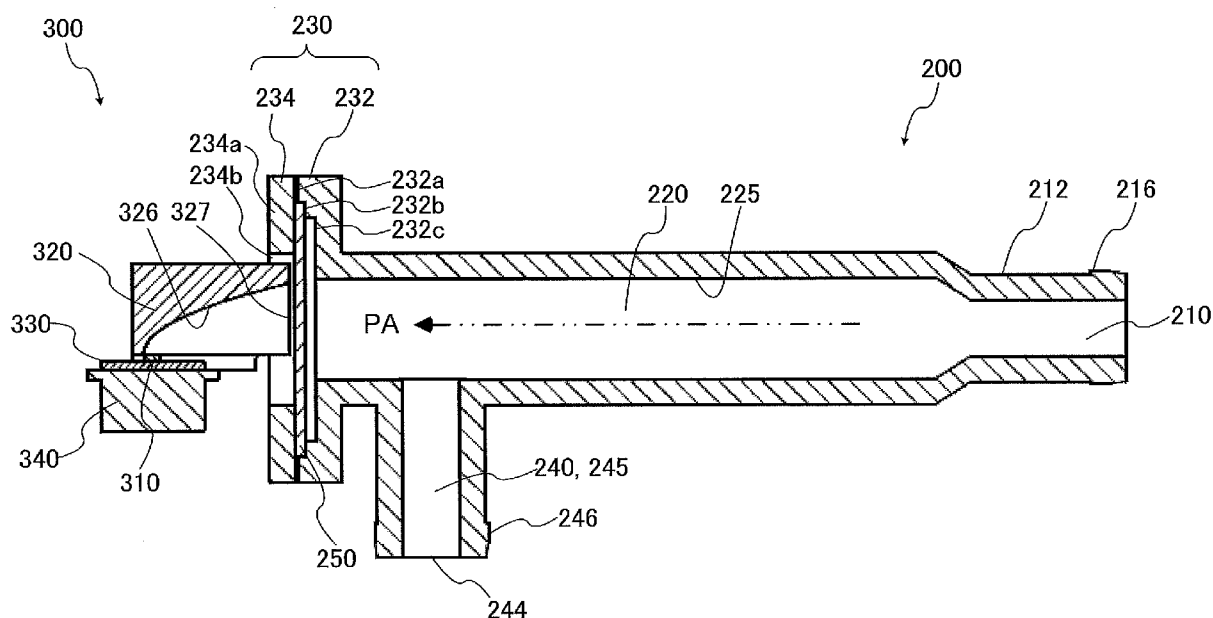
(71) 出願人: 株 式 会 社 エ ン プ ラ ス (ENPLAS
CORPORATION) [JP/JP]; 〒3320034 埼玉県川
口市並木 2 丁目 3 0 番 1 号 Saitama (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: ULTRAVIOLET STERILIZATION DEVICE AND ULTRAVIOLET IRRADIATION DEVICE

(54) 発明の名称: 紫外線殺菌装置および紫外線照射装置

100



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide an ultraviolet sterilization device that can increase the ultraviolet irradiance near the center of a treatment flow path even at a position far from a light emitting element. This ultraviolet sterilization device comprises: a flow path tube having a linear treatment flow path therein; a light emitting element for emitting ultraviolet rays; and a reflector having a reflection surface for reflecting ultraviolet rays emitted from the light emitting element and collecting and directing the ultraviolet rays to the flow path tube. The ultraviolet sterilization

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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

device irradiates a fluid flowing in the linear treatment flow path with ultraviolet rays and sterilizes the fluid.

(57) 要約: 本発明は、発光素子から離れた位置でも、処理流路の中心付近での紫外線の照度を高めることができる、紫外線殺菌装置を提供することを目的とする。本発明の紫外線殺菌装置は、直線状の処理流路を内部に有する流路管と、紫外線を発光する発光素子と、前記発光素子から発光された紫外線を反射して前記流路管に向けて集光する反射面を有するリフレクタと、を有し、直線状の処理流路を流通する流体に対し紫外線を照射して前記流体を殺菌処理する、紫外線殺菌装置である。

明 細 書

発明の名称：紫外線殺菌装置および紫外線照射装置

技術分野

[0001] 本発明は、紫外線殺菌装置および紫外線照射装置に関する。

背景技術

[0002] 紫外線を用いて液体などの流体を殺菌処理できることは広く知られている。たとえば、特許文献1には、軸方向に延びる流路に対して、上記軸方向に紫外線を照射して、流路内を流通する液体を殺菌する流体殺菌装置が記載されている。

[0003] 具体的には、特許文献1に記載の流体殺菌装置は、軸方向に延びる処理流路を区画する流路管と、上記流路管の一方の端部の近傍に設けられ、上記処理流路に向けて上記一方の端部から上記軸方向に紫外線を照射する広配向角の発光素子（LED光源）と、を有する。上記光源から広角に照射された紫外線は、流路管の内面で反射されながら処理流路の長手方向（軸方向）に伝播していき、処理流路の内部の流体を殺菌する。

[0004] 特許文献1では、指向角半値幅が 120° 程度となる広配向角の発光素子を、指向角半値幅の範囲内の紫外線の全てが処理流路の内部に入射するように配置することが好ましいとされている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2017-104230号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 流路管を流通する流体に対して効果的に殺菌効果を得るためには、流通する流体をできるだけ高い照度もしくは長い時間、またはその両方で処理することが望ましい。

[0007] 特許文献1に記載の流体殺菌装置のように広配向角の発光素子を使用する

場合、通常、発光素子から光を出射すると、発光面近傍では、発光面に対する出射光のなす角度が垂直または垂直付近となる部分（光束の中心部）において高い照度を得られるが、発光面に対する出射光のなす角度が平行に近づくにつれ照度は低くなる。そのため、上記光束の中心部を処理流路の中心付近と略一致させれば、処理流路の中心付近での照度がより高くなるようにも思われる。しかし、広配向角の発光素子から発光された光は発光面からの距離が遠くなるにつれてより広い範囲に光束が広がるため、光源から離れるにつれて照度分布が均一になりやすく、かつ、照度が低下しやすい。そのため、特許文献1に記載の流体殺菌装置では、発光素子の近傍では、処理流路の中心でも高い照度を得られ得るが、発光素子から離れると、処理流路の中心での照度を高くしにくく、結果として処理流路の全体において高い照度または長い時間で処理することが難しく、殺菌効果を十分には高めにくい。

[0008] そこで、本発明は、処理流路の内部を流通する流体に発光素子からの紫外線を照射して上記流体を殺菌する紫外線殺菌装置であって、処理流路全体での殺菌効果を高めることができる、紫外線殺菌装置および紫外線照射装置を提供することをその目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記の課題を解決するための、本発明に関する紫外線殺菌装置は、直線状の処理流路を流通する流体に対し紫外線を照射して前記流体を殺菌処理する、前記直線状の処理流路を内部に有する流路管と、紫外線を発光する発光素子と、前記発光素子から発光された紫外線を反射して前記流路管に向けて集光する反射面を有するリフレクタと、を有する、紫外線殺菌装置である。

[0010] また、上記の課題を解決するための、本発明に関する紫外線照射装置は、直線状の処理流路を流通する流体に対し紫外線を照射して前記流体を殺菌処理するための、紫外線を発光する発光素子と、前記発光素子から発光された紫外線を反射して前記流路管が配置される方向に向けて集光する反射面を有するリフレクタと、を有する、紫外線照射装置である。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、処理流路全体での殺菌効果を高めることができる、紫外線殺菌装置および紫外線照射装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1は、本発明の一実施形態に係る紫外線殺菌装置を示す、流路管の流体流通方向に沿う方向かつ鉛直方向における断面図である。

[図2]図2は、透明板保持部と透明板固定蓋とを分解した、流路管の端部の模式的な前方斜視分解図である。

[図3]図3は、リフレクタの模式的な斜視図である。

[図4A]図4Aは、リフレクタの平面図である。

[図4B]図4Bは、リフレクタの底面図である。

[図4C]図4Cは、リフレクタの正面図である。

[図4D]図4Dは、リフレクタの背面図である。

[図4E]図4Eは、リフレクタの側面図である。

[図4F]図4Fは、リフレクタの4F-4F線における断面図である。

[図5]図5は、発光素子から発光された紫外線に含まれる代表的な光線の光路を示す光路図である。

[図6A]図6Aは、リフレクタの平面図である。

[図6B]図6Bは、リフレクタの底面図である。

[図6C]図6Cは、リフレクタの正面図である。

[図6D]図6Dは、リフレクタの背面図である。

[図6E]図6Eは、リフレクタの側面図である。

[図6F]図6Fは、リフレクタの6F-6F線における断面図である。

[図7]図7は、発光素子から発光された紫外線に含まれる代表的な光線の光路を示す光路図である。

[図8A]図8Aは、リフレクタを用いずに、処理流路に対向させて配置した発光素子から発光された紫外線が、透明板を介して処理流路に照射されときの光路図の一例である。

[図8B]図8Bは、本発明の一実施形態の一態様に係る、リフレクタを有する

紫外線照射装置を用いたときに、発光素子から発光された紫外線が、透明板を介して処理流路に照射されるとききの光路図の一例である。

[図8C]図8Cは、本発明の一実施形態の別の態様に係る、リフレクタを有する紫外線照射装置を用いたときに、発光素子から発光された紫外線が、透明板を介して処理流路に照射されるとききの光路図の一例である。

[図9A]図9Aは、本明細書に記載した設定条件1および設定条件3による照度分布のシミュレーションにおいて、透明板からの距離をX軸、当該距離における照度をY軸にプロットして得られた、設定条件1および設定条件3における中心照度の分布を示すグラフである。

[図9B]図9Bは、本明細書に記載した設定条件1および設定条件3による照度分布のシミュレーションにおいて、透明板からの距離をX軸、当該距離における照度をY軸にプロットして得られた、設定条件1および設定条件3における周縁部照度の分布を示すグラフである。

[図10A]図10Aは、本明細書に記載した設定条件1および設定条件3による照度分布のシミュレーションにおいて、透明板から8mmの位置における、処理流路の軸PAからの距離をX軸、当該距離における照度をY軸にプロットして得られた、設定条件1および設定条件3における照度の分布を示すグラフである。

[図10B]図10Bは、本明細書に記載した設定条件1および設定条件3による照度分布のシミュレーションにおいて、透明板から72mmの位置における、処理流路の軸PAからの距離をX軸、当該距離における照度をY軸にプロットして得られた、設定条件1および設定条件3における照度の分布を示すグラフである。

[図11A]図11Aは、本明細書に記載した設定条件2および設定条件3による照度分布のシミュレーションにおいて、透明板からの距離をX軸、当該距離における照度をY軸にプロットして得られた、設定条件2および設定条件3における中心照度の分布を示すグラフである。

[図11B]図11Bは、本明細書に記載した設定条件2および設定条件3による

照度分布のシミュレーションにおいて、透明板からの距離をX軸、当該距離における照度をY軸にプロットして得られた、設定条件2および設定条件3における周縁部照度の分布を示すグラフである。

[図12A]図12Aは、本明細書に記載した設定条件2および設定条件3による照度分布のシミュレーションにおいて、透明板から8mmの位置における、処理流路の軸PAからの距離をX軸、当該距離における照度をY軸にプロットして得られた、設定条件2および設定条件3における照度の分布を示すグラフである。

[図12B]図12Bは、本明細書に記載した設定条件2および設定条件3による照度分布のシミュレーションにおいて、透明板から72mmの位置における、処理流路の軸PAからの距離をX軸、当該距離における照度をY軸にプロットして得られた、設定条件2および設定条件3における照度の分布を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の一実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

[0014] [紫外線殺菌装置の構成]

図1は、流路管200および紫外線照射装置300を有する、本実施の形態に係る紫外線殺菌装置100を示す、流路管200の流体流通方向に沿う方向かつ鉛直方向における断面図である。なお、本明細書において流体は、液体および気体など、処理流路を流通し得る物質を包含する意味で使用する。

[0015] 流路管200は、処理される流体が一端側から他端側に流通する直線状の処理流路220を内部に有する。処理流路220の末端を構成する流路管200の端部230には、処理流路220に接して、紫外線を透過可能な透明板250が配置されている。

[0016] 紫外線照射装置300は、紫外線を発光する発光素子310と、発光素子310から発光された紫外線を集光して一方向に出射するリフレクタ320と、を有する。紫外線照射装置300は、流路管200の端部230に面し

た処理流路 220 の外側に配置され、処理流路 220 を流通する流体に対し、リフレクタ 320 によって集光された紫外線を、透明板 250 を介して、直線状の処理流路 220 の上記直線方向かつ処理流路 220 内を上記流体が流通する方向とは対向する方向に照射する。

[0017] (流路管)

流路管 200 は、内面が略円柱状に形成された流路壁 225 を有する直線状の管である。流路管 200 は、一体成形された、流入口 210、処理流路 220 の外周を規定する流路壁 225、端部 230 および流出口 240 を有し、流入口 210、処理流路 220 および流出口 240 は、この順に連通して流体が流通可能に構成される。

[0018] 流入口 210 は、紫外線の照射により殺菌処理される流体を処理流路 220 に導入するための、流路管 200 の一端側に設けられた開口部であり、外部の流体供給装置と連結して流体供給装置からの流体を処理流路 220 に流通可能に構成される。たとえば、図 1 に示すように、流入口 210 は、流体供給装置からのホースを嵌め込み可能に狭窄された嵌込部 212 を有してもよい。また、嵌込部 212 は、処理流路 220 の下流側に向けて突出した爪状の形状を有する、上記ホースの挿入を阻害しにくい上記ホースに係留して上記ホースの自由な拔出を阻害する流入係留部 216 を有してもよい。

[0019] 処理流路 220 は、処理される流体を流通させる直線状の流路であり、直線状の処理流路 220 の上記直線方向に形成される軸 PA に対して回転対称な形状を有する略円柱状の流路である。処理流路 220 は、紫外線の照射により流体を十分に殺菌処理できる大きさであればよい。たとえば、発光素子 1 個あたりの光出力が 30 mW である場合、処理流路 220 は、内径を 5 cm 以下とすることができ、流路長を 2 cm 以上 30 cm 以下とすることができ、なお、本明細書において、処理流路の軸 PA とは、処理流路 220 の流体の流通方向に直交する方向に沿った断面における処理流路 220 中心を結ぶ仮想直線を意味する。

[0020] 流路壁 225 は、流路管 200 の内壁面であり、内面が略円柱状に形成さ

れて、処理流路 220 の外周を規定する。

[0021] 端部 230 は、処理流路 220 の流入口 210 とは反対側の端部である。端部 230 は、処理流路 220 の内径および透明板 250 の外径よりも大きい外径を有する透明板保持部 232 と、透明板保持部 232 に接合されて透明板 250 を固定する透明板固定蓋 234 と、を有する。

[0022] 流出口 240 は、端部 230 の近傍に形成された、処理流路 220 を流通して流体を排出するための、流路管 200 の他端側に設けられた開口部であり、処理流路 220 の流体を外部に流通可能に構成される。流出口 240 は、処理流路 220 内を流通する流体の流通方向と、流出口 240 から排出される流体の流通方向と、が同一直線上にならない位置に形成される。たとえば、流出口 240 は、端部 230 の近傍において処理流路 220 と略直交する方向に形成すればよい。このとき、図 1 に示すように、流出口 240 の開口 244 を処理流路 220 の周囲よりも離れた位置に設けて、処理流路 220 から開口 244 までを連通する流出流路 245 を設けてもよい。流入口 210 は、流体を流体貯蔵部などに導くためのホースを嵌め込み可能な形状を有してもよい。また、流出口 240 は、処理流路 220 の上流側に向けて突出した爪状の形状を有する、上記ホースの挿入を阻害しにくい上記ホースに係留して上記ホースの自由な拔出を阻害する流出係留部 246 を有してもよい。

[0023] 透明板 250 は、端部 230 に保持されて、紫外線照射装置 300 から照射された紫外線を処理流路 220 の内部へと導く窓となる、紫外線を透過可能な部材である。また、透明板 250 は、処理流路の外周の一部となり、端部 230 からの流体の流通方向への漏れ出しを抑止する。

[0024] 図 2 は、透明板保持部 232 と透明板固定蓋 234 とを分解した、端部 230 の模式的な前方斜視分解図である。なお、理解を容易にするため、図 2 には、透明板 250（破線）も示す。また、図 2 および以下の記載では説明は省略するが、透明板保持部 232 および透明板固定蓋 234 は、これらを接合するためのネジを挿入するネジ孔などを有してもよいし、透明板固定蓋

234は、リフレクタ320と接合するためのネジ孔などを有してもよい。

[0025] 透明板保持部232は、端部外壁部232a、紫外線を透過する透明板250が嵌め込まれて配置される円柱形の嵌入部である透明板配置部232b、および透明板250と流体が接する領域となる円柱形の嵌入部である流速緩和部232c、を有する。端部外壁部232a、透明板配置部232bおよび流速緩和部232cは、外側から内側に向けてこの順に形成される。

[0026] 端部外壁部232aは、処理流路220の内径および透明板250の外径よりも大きい外径を有する円柱状の部材である。端部外壁部232aは、さらにその内側に透明板配置部232bが円形に嵌入形成されているため、透明板固定蓋234と対向する表面が2つの同心円に挟まれた形状となる。端部外壁部232aは、透明板250を固定できる大きさおよび強度を有すればよい。端部外壁部232aは、透明板固定蓋234の固定外壁部234aと接合するためのネジ孔（不図示）を有してもよい。

[0027] 透明板配置部232bは、端部外壁部232aより内側に形成された、透明板250の外径と略同一の外径を有する円柱形の嵌入部である。透明板配置部232bは、さらにその内側に流速緩和部232cが円柱形に嵌入形成されているため、底面が2つの同心円に挟まれた形状の、一定の深さを有する嵌入部となる。透明板配置部232bは、端部外壁部232aの外径よりも小さく、かつ、流速緩和部232cの外径よりも大きい外径を有し、透明板配置部232bおよび流速緩和部232cによって形成される底面である段差部に透明板250を保持する。透明板配置部232bの深さは、透明板250の厚みと略同一であればよい。上記2つの同心円の間の幅は、透明板250を保持できる大きさであればよい。

[0028] 流速緩和部232cは、透明板配置部232bより内側に形成された円柱形の嵌入部である。流速緩和部232cは、さらにその内側に処理流路220が開口されているため、底面が2つの同心円に挟まれた形状の、一定の深さを有する嵌入部となる。流速緩和部232cは、透明板配置部232bおよび透明板250の外径よりも小さく、かつ、処理流路220の外径よりも

大きい外径を有し、処理流路を流通してきた流体の流速を緩和して（遅くして）、処理流路 220 を流れてきた流体から透明板 250 への衝撃による透明板 250 の破損および傷つきなどを抑制する空間を形成する。流速緩和部 232c の深さは、処理流路 220 を流通してきた流体が十分に流速緩和部 232c 中に広がることのできる深さであればよい。流速緩和部 232c の大きさは、上記段差部に透明板 250 を保持できる大きさであればよい。

[0029] 透明板固定蓋 234 は、透明板保持部 232 の端部外壁部 232a と接合し、透明板配置部 232b に配置された透明板 250 を外側（処理流路 220 とは反対側）から固定する。透明板固定蓋 234 は、固定外壁部 234a と、固定外壁部 234a の内側に形成された貫通孔である紫外線照射孔 234b と、を有する。

[0030] 固定外壁部 234a は、端部外壁部 232a と接合可能であり、かつ、端部外壁部 232a と接合したときに透明板 250 とも当接して透明板 250 を位置固定する。固定外壁部 234a は、端部外壁部 232a と接合して透明板 250 を固定できる大きさおよび強度を有すればよい。固定外壁部 242a は、紫外線照射装置 300 のリフレクタ 320 と接合するためのネジ孔（不図示）を有してもよい。

[0031] 紫外線照射孔 234b は、透明板 250 の外径よりも小さく、かつ処理流路 220 の外径よりも大きい外径を有する、固定外壁部 234a に形成された貫通孔である。紫外線照射孔 234b の外径は、流速緩和部 232c の外径よりも大きくてもよいし、小さくてもよい。紫外線照射孔 234b は、紫外線照射装置 300 のリフレクタ 320 から出射された紫外線を透過させる。透過された紫外線は、透明板 250 を介して、処理流路 220 に導かれる。リフレクタ 320 と透明板 250 との間の距離を近づけて、リフレクタ 320 から出射された紫外線が空气中を伝播する間の光量の損失を抑制する観点からは、紫外線照射孔 234b は、リフレクタ 320 の紫外線出射側の外周を貫通孔の内部に収容できる形状を有することが好ましい。

[0032] 流入口 210 から処理流路 220 に導入された流体は、流入口 210 から

端部 230 までの間の処理流路 220 を流通する間に、透明板 250 を介して紫外線照射装置 300 からの紫外線を照射され、殺菌処理される。その後、殺菌処理された流体は、流出口 240 から排出される。なお、流体の一部は、処理流路 220 において紫外線を照射されて殺菌処理された後、端部 230 の方向には向かわずに流出口 240 から直接に排出される。いずれの流れを流通する流体に対しても、処理流路 220 を流通する間に紫外線の照射によって十分な殺菌が可能である。

[0033] 上記流体は、殺菌処理を行うべき処理流路を流通し得る物質であればよく、たとえば、液体であれば水などとすることができる。また、上記流体は、飲用水および農業用水などを含む上水、および工場などからの排水を含む下水とすることができる。

[0034] 上記流体の流速は、処理流路 220 を流通する間の紫外線の照射によって十分に殺菌がなされる速さであればよく、たとえば、発光素子 1 個あたりの光出力が 30 mW であり、流体が液体の場合、10 l/min 以下とすることができる。

[0035] 流路管 200 は、流通する流体の圧力によって変形または破損しにくい材料から形成され、たとえば金属材料および樹脂材料などから形成される。また、いずれも処理流路 220 の外周を規定する、流路壁 225 および端部 230（特に流速緩和部 232c）の内面は、紫外線の反射率が高い材料から形成されていてもよく、紫外線の反射率が低い材料から形成されていてもよい。

[0036] 前記内面が紫外線の反射率が高い材料から形成されている場合、たとえば、流路壁 225 および端部 230 の内面は、鏡面研磨されたアルミニウム（Al）およびポリテトラフルオロエチレン（PTFE）などから形成されることが好ましく、より化学的に安定しかつ紫外線の反射率も高い PTFE から形成されることがより好ましい。流路壁 225 および端部 230 の内面が、紫外線の反射率が高い材料から形成されると、紫外線照射装置 300 から処理流路 220 に導入された紫外線のうち、わずかに拡がりながら伝播する

光線を、これらの内面で反射することが可能である。

[0037] 一方、前記内面が紫外線の反射率が低い材料から形成されている場合、たとえば、光線がなるべく内面で反射せずに流路管200内を進むように、前記リフレクタの形状を設計することで、高い殺菌効率を維持することができる。そうすることで、たとえば、塩化ビニルなどの安価な材料を流路管に使用することができ、装置のコストダウンが可能である。

[0038] 透明板250は、紫外線を透過可能な材料から形成される。たとえば、透明板250は、波長200nm以上350nm以下の紫外線を透過可能な材料から形成されることが好ましく、より殺菌効率が高い波長260nm以上290nm以下の紫外線を透過可能な材料から形成されることがより好ましい。透明板250の材料の例には、石英(SiO_2)、サファイア(Al_2O_3)および非晶質のフッ素系樹脂などの、上記波長の紫外線に対する透過率が高い材料が含まれる。

[0039] (紫外線照射装置)

紫外線照射装置300は、基板330上に実装された発光素子310と、発光素子310から発光された紫外線を集光するリフレクタ320と、を有する。

[0040] 発光素子310は、紫外線を発光可能な素子であり、たとえば中心波長またはピーク波長が200nm以上350nm以下、好ましくはより殺菌効率が高い波長である260nm以上290nm以下である、発光ダイオード(LED)などとすることができる。

[0041] 発光素子310は、配向角が広いことが好ましく、たとえば明るさ強度がピーク値の50%となる方向間の角度である指向角半値幅が60°以上のLEDであることが好ましい。

[0042] 発光素子310は、基板330上に実装され、基板330は、基板取付部340に取り付けられる。

[0043] リフレクタ320は、発光素子310から発光された紫外線を反射して集光する反射面326、および集光された紫外線を出射する出射口327を有

する、集光部材である。

[0044] 図3は、リフレクタ320の模式的な斜視図である。図4A、図4B、図4C、図4D、図4Eおよび図4F、ならびに図5は、後述する条件1および条件2を満たすリフレクタの形状を示す図である。また、図6A、図6B、図6C、図6D、図6Eおよび図6F、ならびに図7は、後述する条件1および条件3を満たすリフレクタの形状を示す図である。

[0045] 図4Aおよび図6Aは、リフレクタ320の平面図であり、図4Bおよび図6Bは、リフレクタ320の底面図であり、図4Cおよび図6Cは、リフレクタ320の正面図であり、図4Dおよび図6Dは、リフレクタ320の背面図であり、図4Eおよび図6Eは、リフレクタ320の側面図であり、図4Fおよび図6Fは、リフレクタ320の4F-4F線または6F-6F線における断面図である。図5および図7は、発光素子310から発光された紫外線に含まれる代表的な光線の光路を示す光路図である。

[0046] 図3、図4A～図4Fおよび図6A～図6Fに示すように、リフレクタ320は、以下に詳述する反射面326となる形状の内面を有する筐体322と、筐体322の側面に張り出した筐体固定部323と、を有する。

[0047] リフレクタ320は、筐体固定部323の底面に向けて筐体固定部323に形成されたネジ孔323aにネジを差し込んで、基板330とともに基板取付部340に固定して取り付けられる。さらに、リフレクタ320は、筐体固定部323の正面に向けて筐体固定部323に形成されたネジ孔323bにネジを差し込んで、流路管200の透明板固定蓋234（特には固定外壁部234a）に固定して取り付けられる。

[0048] このとき、リフレクタ320は、筐体322の底面が、発光素子310の上面と略同一平面上となる位置に取り付けられることが好ましい。ただし、リフレクタ320は、筐体322の底面が、発光素子310の上面よりも鉛直方向上方に位置するように取り付けられてもよい。

[0049] 発光素子310を実装した基板330とともにリフレクタ320を基板取付部340に取り付けると、リフレクタ320の底面に形成された開口部3

25 またはその外部に発光素子 310 が配置され、発光素子 310 の上面には筐体 322 の内面である反射面 326 が対向して配置される。また、リフレクタ 320 を透明板固定蓋 234 に取り付けると、リフレクタ 320 の正面に形成された開口部（出射口 327）は透明板 250 を介して処理流路 220 と対向して配置される。このとき、発光素子 310 の光軸 OA は処理流路 220 の軸 PA と略直交し、反射面 326 で反射された紫外線の光束が出射口 327 から出射する方向に向けて設定される仮想軸 EA は、発光素子 310 の光軸 OA とは直交し、かつ、処理流路 220 の軸 PA とは平行になる。これにより、発光素子 310 から発光された紫外線は、反射面 326 で反射されて集光され、出射口 327 から出射されて、透明板 250 を介して処理流路 220 に照射される。なお、発光素子の光軸 OA とは、発光素子 310 からの立体的な出射光束の中心の光線を意味する。

[0050] より具体的には、筐体 322 の内面は、紫外線を反射する反射面 326 であり、発光素子 310 から発光された紫外線を、発光素子 310 の光軸 OA とは略直交する方向に反射し、かつ集光して、出射口 327 の方向（仮想軸 EA の進行方向でもある。）に進行させる。

[0051] 反射面 326 は、断面が放物線に類似し（図 1、図 4 F、図 5、図 6 F および図 7 参照）、かつ、反射された紫外線の出射方向に向けて設定される仮想軸 EA のひとつに対して回転対称となり、ただし上記回転対称とした立体形状の内、発光素子 310 から発光された紫外線の反射に寄与しない部分を切断した形状を有する。反射面 326 は、反射面 326 を放物面と見なしたときにその焦点と見なされる位置 FP に発光素子 310 が配置されたとき、発光素子 310 から発光された紫外線を反射して、その大部分が、出射口 327 から処理流路 220 の方向に向かう出射光線となる形状を有する。

[0052] より具体的には、発光素子 310 の発光中心から出射された紫外線に含まれるひとつの光線の出射角を $\theta 1$ 、出射角 $\theta 1$ で発光されて反射面 326 で反射された光線が出射口 327 から出射する出射角を $\theta 2$ とするとき、反射面 326 は、発光素子 310 から発光された紫外線を、以下の条件 1 を満た

すように反射し得る形状を有することが好ましい。

[0053] 条件1： $-60^{\circ} < \theta 1 < -5^{\circ}$ および $5^{\circ} < \theta 1 < 60^{\circ}$ の範囲において、ある発光光線が前記反射面で反射してなる反射光線の出射角 $\theta 2$ の絶対値は、当該発光光線の出射角 $\theta 1$ の絶対値よりも小さい

[0054] なお、図5および図7に示すように、 $\theta 1$ は、発光素子310の発光中心から発光された紫外線に含まれる1つの光線（以下、単に「発光光線」ともいう。）が、発光素子310の光軸OAに対してなす角度（ 0° 以上 90° 以下）である。本明細書では、ある発光光線が、光軸OAに対して出射方向EDとは反対方向（仮想軸EAの進行方向とは反対の方向であり、発光素子310から流路管200に向かう方向とは反対方向であり、発光素子310から出射口327に向かう方向とも反対方向である。）に傾斜して進行するとき、当該発光光線がなす角度 $\theta 1$ を正の値とし、ある発光光線が、光軸OAに対して出射方向（仮想軸EAの進行方向であり、発光素子310から流路管200に向かう方向であり、発光素子310から出射口327に向かう方向でもある。）に傾斜して進行するとき、当該発光光線がなす角度 $\theta 1$ を負の値とする。

[0055] また、図5および図7に示すように、 $\theta 2$ は、発光素子310から発光されて反射面326で反射された後の紫外線に含まれる1つの光線（以下、単に「反射光線」ともいう。）が、仮想軸EAに対してなす角度（ 0° 以上 90° 以下）である。本明細書では、ある反射光線が、処理流路220の軸PAおよび仮想軸EAに対して光軸OAの進行方向に傾斜して進行するとき、当該反射光線がなす角度 $\theta 2$ を正の値とし、ある反射光線が、処理流路220の軸PAおよび仮想軸EAに対して光軸OAの進行方向とは反対の方向に傾斜して進行するとき、当該反射光線がなす角度 $\theta 2$ を負の値とする。

[0056] 条件1は、 $-60^{\circ} < \theta 1 < -5^{\circ}$ および $5^{\circ} < \theta 1 < 60^{\circ}$ の範囲において、出射光線が拡がらず、出射口327の方向に集光されることを意味する。条件1を満たすことで、発光素子310から発光されて反射された紫外線に含まれる光線は、その大部分が、出射口327から処理流路220の方

向に向かう出射光線となる。そのため、条件 1 を満たすリフレクタ 320 を有する紫外線照射装置 300 から出射される紫外線は、拡がりにくく、流路壁 225 で反射せずに処理流路 220 中をその長さ方向により短い経路で伝播しやすい。これにより、紫外線照射装置 300 から照射された紫外線は、処理流路 220 中での照度が低下しにくく、より高い照度を保ったまま処理流路 220 内のより長い距離を伝播することが可能である。

[0057] 本実施形態の一態様において、処理流路における流体の殺菌効率をより高める観点から、反射面 326 は、発光素子 310 から発光された紫外線を、上記条件 1 とともに、以下の条件 2 を満たすように反射し得る形状を有することが好ましい。

条件 2 : $-50^{\circ} < \theta 1 < 50^{\circ}$ の範囲において、 $\theta 2$ の最大値と $\theta 2$ の最小値との差は 3° 未満である

[0058] 条件 2 は、 $-50^{\circ} < \theta 1 < 50^{\circ}$ の範囲において、出射光線が仮想軸 EA からさほど傾斜しないことを意味する。条件 2 を満たすことで、発光素子 310 から発光されて反射された紫外線は、反射光線の大部分が集合する光束の中心部の照度がより高いまま、集光されて伝播していく。そのため、条件 2 を満たすリフレクタを有する紫外線照射装置 300 から出射される紫外線は、出射口から離れた位置までも光束の中心部の照度がより高い状態を保ったまま処理流路 220 内を伝播していきやすい。

[0059] なお、反射面 326 は、上記焦点と見なされる位置 FP に発光素子 310 が配置されたときに、条件 1 および条件 2 を満たし得る形状を有すればよい。

[0060] 本実施形態の別の態様において、処理流路における流体の殺菌効率をより高める観点から、反射面 326 は、発光素子 310 から発光された紫外線を、上記条件 1 とともに、以下の条件 3 を満たすように反射し得る形状を有することが好ましい。

条件 3 : $-40^{\circ} < \theta 1 < 55^{\circ}$ の範囲において、 $\theta 1$ が小さくなるにつれて $\theta 2$ は大きくなる

- [0061] 条件3は、 $-40^{\circ} < \theta 1 < 55^{\circ}$ の範囲において、出射光線が互いに重ならず拡がっていくことを意味する。条件3を満たすことで、発光素子310から発光されて反射された紫外線は光束の中心部に集まったスポット状になりやすく、より均一な照度分布を保ったまま伝播していきやすい。
- [0062] なお、反射面326は、上記焦点と見なされる位置FPに発光素子310が配置されたときに、条件1および条件3を満たし得る形状を有すればよい。
- [0063] 上記いずれの態様においても、紫外線照射装置300は、出射口327から出射する紫外線の輝度が最も高くなる光束の中心部が、処理流路220の軸PAにより近くなる位置に配置されることが好ましく、上記光束の中心部が処理流路220の軸PAと略一致する位置に配置されることがより好ましい。なお、紫外線照射装置300から出射する紫外線では、発光素子310の発光面が配置された位置から光軸OAの進行方向に少しずれた位置が出射口327から出射する紫外線の光束の中心部となるので、発光素子310は、発光面の位置が処理流路220の軸PAに対して、光軸OAの進行方向とは反対方向にずれた位置となるように配置されることが好ましい。
- [0064] 紫外線照射装置300は、たとえば金属材料、ガラスおよび樹脂材料などから形成される。ただし、反射面326は、紫外線の反射率が高い材料から形成されることが好ましい。たとえば、反射面326は、鏡面研磨されたアルミニウム（Al）、ガラスおよび樹脂材料などの表面に配置されたアルミニウム膜、ならびにポリテトラフルオロエチレン（PTFE）などから形成されることが好ましい。前記アルミニウム膜の作製方法は特に制限されず、たとえば、真空蒸着等により作製できる。
- [0065] また、反射面326は、流路管内の光線の進行を制御する観点から、紫外線が拡散反射する面であるよりも鏡面反射する面であることが好ましい。
- [0066] 図8Aは、リフレクタを用いずに、処理流路に対向させて配置した発光素子から発光された紫外線が、透明板を介して処理流路に照射されときの光路図の一例である。発光された紫外線は、広い角度に拡がりながら、処理流

路に照射される。このとき、処理流路の流路壁を紫外線の反射率が高い材料で形成すれば、照射された紫外線は流路壁で反射されながら処理流路内を伝播していく。しかし、紫外線の多くが流路壁で反射されると、処理流路内での照度分布の制御が困難であり、処理流路の中心である軸 P A 付近の照度をより高くすることは困難である。また、紫外線の多くが流路壁で反射されると、紫外線に含まれるそれぞれの光線は処理流路 220 中をその長さ方向により長い経路で伝播するため、処理流路 220 の中を長さ方向に向かうにつれ照度が低下しやすい。

[0067] 図 8 B は、本実施形態の上記一態様に係る、条件 1 および条件 2 を満たすリフレクタ 320 を有する紫外線照射装置 300 を用いたときに、発光素子 310 から発光された紫外線が、透明板を介して処理流路に照射されるとききの光路図の一例である。さらに、透明板 250 を通過した紫外線は、処理流路の中心である軸 P A 付近の照度がより高い状態を保ったまま、処理流路内を伝播していく。

[0068] 図 8 C は、本実施形態の上記別の態様に係る、条件 1 および条件 3 を満たすリフレクタ 320 を有する紫外線照射装置 300 を用いたときに、発光素子 310 から発光された紫外線が、透明板を介して処理流路に照射されるとききの光路図の一例である。さらに、透明板 250 を通過した紫外線は、処理流路 220 内を均一に拡がりつつ、処理流路 220 内を伝播していく。

[0069] このように、本実施形態に係る紫外線照射装置 300 を用いると、処理流路内での照度分布の制御が容易である。また、上記一態様に係る紫外線照射装置 300 を用いると、紫外線に含まれるそれぞれの光線は処理流路 220 中をその長さ方向により短い経路で伝播するため、処理流路 220 中の長さ方向へのより長い距離を高い照度を保ったまま伝播できる。

[0070] また、本実施形態によれば、発光素子 310 から発光された紫外線は、リフレクタ 320 で集光されて処理流路 220 に照射される。そのため、本実施形態は、発光素子 310 から発光された紫外線の光路を制御して、処理流路 220 内での紫外線の照度分布を調整しやすい。

[0071] また、本実施形態によれば、反射面 3 2 6 が条件 1 を満たすリフレクタ 3 2 0 で発光された紫外線を集光するため、処理流路 2 2 0 中での紫外線の照度が低下しにくく、紫外線が処理流路 2 2 0 中の長さ方向への長い距離を伝播することが可能である。

[0072] また、本実施形態の上記一態様によれば、反射面 3 2 6 が条件 2 を満たすリフレクタ 3 2 0 で発光された紫外線を集光するため、出射口から離れた位置までも処理流路の中心である軸 P A 付近の照度がより高い状態を保ったまま、紫外線が処理流路 2 2 0 内を伝播していきやすい。

また、本実施形態の上記他の態様によれば、反射面 3 2 6 が条件 3 を満たすリフレクタ 3 2 0 で発光された紫外線を集光するため、出射された紫外線は光束の中心部に集まったスポット状になりにくく、より均一な照度分布を保ったまま伝播していきやすい。

[0073] このように、本実施形態では、発光素子から出射される紫外線の光を流路管に向けて集光する反射面で反射させ、紫外線の光束を制御することで、処理流路全体での殺菌効果をより高めることができる。

[0074] [照度分布のシミュレーション結果]

以下、紫外線照射装置 3 0 0 を有する紫外線殺菌装置 1 0 0 を用いて処理流路 2 2 0 に紫外線を照射したときの、処理流路 2 2 0 内での紫外線の照度分布シミュレーションした結果を示す。また、比較のため、紫外線照射装置 3 0 0 を有さない紫外線殺菌装置を用いて、処理流路に対向させて配置した発光素子から発光された紫外線を処理流路に照射したとき（図 8 A 参照）の、処理流路での紫外線の照度分布シミュレーションした結果も示す。

[0075] シミュレーションは、以下の設定条件で行った。

[0076] （設定条件 1 および 2）

図 1 に示されるように、基板取付部 3 4 0 に、LED である発光素子 3 1 0 が実装された基板、および条件 1 および条件 2（実施例 1）、または条件 1 および条件 3（実施例 2）を満たす反射面 3 2 6 を有するリフレクタ 3 2 0 を取り付けて、紫外線照射装置 3 0 0 とした。なお、発光素子 3 1 0 は、

リフレクタ 320 の反射面 326 を放物面とみなしたときに焦点となる位置 F P に配置した。また、リフレクタ 320 は、その底面が、発光素子 310 の上面と同一平面上になるように取り付けた。紫外線照射装置 300 を、流路壁 225 が紫外線を反射する処理流路 220 を有する流路管 200 に固定して取り付けた。このとき、発光素子 310 の上面が処理流路 220 の軸 P A よりわずかに鉛直方向下方になるように、紫外線照射装置 300 を配置した。

[0077] 発光素子 310、リフレクタ 320、透明板 250 および処理流路 220、ならびにそれぞれの位置関係は、以下のように設定した。

- ・発光素子の中心波長： 265 nm
- ・発光素子の指向角半値幅： 105°
- ・発光素子の出射面の外径： $\phi 3\text{ mm}$ （チップサイズは $1\text{ mm} \times 1\text{ mm}$ ）
- ・発光素子の光軸と透明板との間の距離： 30.4 mm
- ・リフレクタの出射口の形状： 半円形
- ・リフレクタの出射口の内径： $\phi 32\text{ mm}$
- ・透明板の厚み： 2 mm
- ・処理流路の断面形状： 円形
- ・処理流路の内径： 20 mm
- ・処理流路の長さ： 140 mm
- ・処理流路内の流体： 水（ H_2O ）

[0078] この紫外線照射装置における、実施例 1 の発光光線が発光素子 310 の光軸 O A に対してなす角度 $\theta 1$ と、反射光線が仮想軸 E A に対してなす角度 $\theta 2$ と、の関係を、表 1 に、実施例 2 の前記 $\theta 1$ と、前記 $\theta 2$ と、の関係を表 2 に示す。

[0079]

[表1]

$\theta 1 (^{\circ})$	$\theta 2 (^{\circ})$
60	-0.3
55	-0.3
50	-0.4
45	-0.4
40	-0.4
35	-0.4
30	-0.4
25	-0.4
20	-0.4
15	-0.4
10	-0.5
5	-0.5
0	-0.5
-5	-0.5
-10	-0.5
-15	-0.6
-20	-0.6
-25	-0.6
-30	-0.7
-35	-0.7
-40	-0.7
-45	-0.8
-50	-0.8
-55	-0.9
-60	-1.0

[0080]

[表2]

$\theta 1 (^{\circ})$	$\theta 2 (^{\circ})$
60	-8.1
55	-8.0
50	-7.6
45	-7.1
40	-6.4
35	-5.6
30	-4.7
25	-3.8
20	-2.8
15	-1.9
10	-1.0
5	-0.2
0	0.7
-5	1.5
-10	2.2
-15	2.9
-20	3.6
-25	4.4
-30	5.1
-35	5.7
-40	6.1
-45	5.8
-50	4.6
-55	3.6
-60	-1.8

[0081] (設定条件3)

比較のため、同一の発光素子を、処理流路の軸PAと発光素子の光軸OAとが一致する位置に、処理流路と対向して配置した。発光素子の出射面と透明板との間の距離は、0.1mmとした。それ以外は、設定条件1および2

と同一に設定した。

[0082] (シミュレーション 1)

設定条件 1 および設定条件 3 において、処理流路の長さ方向（透明板から 7.5 mm～135.5 mm）における、処理流路の軸 P A 上での照度（以下、単に「中心照度」ともいう。）の分布、ならびに、処理流路の上端、下端、右端および左端における照度のうち最小の値（以下、単に「周縁部照度」ともいう。）の分布、をそれぞれ調べた。

[0083] 図 9 A は、透明板からの距離を X 軸、当該距離における照度を Y 軸にプロットして得られた、設定条件 1 および設定条件 3 における中心照度の分布を示すグラフである。図 9 A において、実線は設定条件 1 におけるシミュレーション結果を、破線は設定条件 3 におけるシミュレーション結果を、それぞれ示す。紫外線照射装置 300 を用いる設定条件 1 では、紫外線照射装置 300 を用いない設定条件 3 と比較して透明板からより離れた位置まで、高い中心照度を維持したまま紫外線が処理流路内を伝播した。

[0084] 図 9 B は、透明板からの距離を X 軸、当該距離における照度を Y 軸にプロットして得られた、設定条件 1 および設定条件 3 における周縁部照度の分布を示すグラフである。図 9 B において、実線は設定条件 1 におけるシミュレーション結果を、破線は設定条件 3 におけるシミュレーション結果を、それぞれ示す。紫外線照射装置 300 を用いる設定条件 1 では、紫外線照射装置 300 を用いない設定条件 3 と比較して透明板からより離れた位置まで、高い周縁部照度を維持したまま紫外線が処理流路内を伝播した。

[0085] これらの結果から、紫外線照射装置 300 を用いる設定条件 1 では、紫外線照射装置 300 を用いない設定条件 3 と比較して、処理流路の断面方向の全域において、より高い照度を維持したまま紫外線が処理流路内を伝播することがわかる。

[0086] (シミュレーション 2)

設定条件 1 および設定条件 3 において、透明板から 8 mm の位置における処理流路の軸 P A を通る水平線上での照度分布、および透明板から 72 mm

の位置における処理流路の軸 P A を通る水平線上での照度分布、をそれぞれ調べた。

[0087] 図 10 A は、透明板から 8 mm の位置における、処理流路の軸 P A からの距離を X 軸、当該距離における照度を Y 軸にプロットして得られた、設定条件 1 および設定条件 3 における照度の分布を示すグラフである。図 10 A において、実線は設定条件 1 におけるシミュレーション結果を、破線は設定条件 3 におけるシミュレーション結果を、それぞれ示す。

[0088] 図 10 B は、透明板から 72 mm の位置における、処理流路の軸 P A からの距離を X 軸、当該距離における照度を Y 軸にプロットして得られた、設定条件 1 および設定条件 3 における照度の分布を示すグラフである。図 10 B において、実線は設定条件 1 におけるシミュレーション結果を、破線は設定条件 3 におけるシミュレーション結果を、それぞれ示す。

[0089] 紫外線照射装置 300 を用いる設定条件 1 では、透明板から 8 mm の位置および透明板から 72 mm の位置の両方とも、処理流路の軸 P A に近い位置に照度分布のピークが形成された。一方で、紫外線照射装置 300 を用いない設定条件 3 では、透明板から 8 mm の位置では処理流路の軸 P A に近い位置に照度分布のピークが形成されたものの、透明板から 72 mm の位置では照度分布のピークが形成されなかった。

[0090] これらの結果から、紫外線照射装置 300 を用いる設定条件 1 では、紫外線照射装置 300 を用いない設定条件 3 と比較して、処理流路 220 の長さ方向へのより長い距離を、高い中心照度を維持したまま紫外線が伝播することがわかる。

[0091] (シミュレーション 3)

前記シミュレーション 1 において、設定条件 1 を設定条件 2 に変更し、同様のシミュレーションを行った。

[0092] 図 11 A は、透明板からの距離を X 軸、当該距離における照度を Y 軸にプロットして得られた、設定条件 2 および設定条件 3 における中心照度の分布を示すグラフである。図 11 A において、実線は設定条件 2 におけるシミュ

レーション結果を、破線は設定条件3におけるシミュレーション結果を、それぞれ示す。紫外線照射装置300を用いる設定条件2では、紫外線照射装置300を用いない設定条件3と比較して透明板からより離れた位置まで、高い中心照度を維持したまま紫外線が処理流路内を伝播した。

[0093] 図11Bは、透明板からの距離をX軸、当該距離における照度をY軸にプロットして得られた、設定条件2および設定条件3における周縁部照度の分布を示すグラフである。図11Bにおいて、実線は設定条件2におけるシミュレーション結果を、破線は設定条件3におけるシミュレーション結果を、それぞれ示す。紫外線照射装置300を用いる設定条件2では、紫外線照射装置300を用いない設定条件3と比較して透明板からより離れた位置まで、高い周縁部照度を維持したまま紫外線が処理流路内を伝播した。

[0094] これらの結果から、紫外線照射装置300を用いる設定条件2では、紫外線照射装置300を用いない設定条件3と比較して、処理流路220の断面方向の全域において、より高い照度を維持したまま処理流路220の長さ方向へのより長い距離を紫外線が伝播することがわかる。

[0095] (シミュレーション4)

前記シミュレーション2において、設定条件1を設定条件2に変更し、同様のシミュレーションを行った。

[0096] 図12Aは、透明板から8mmの位置における、処理流路の軸PAからの距離をX軸、当該距離における照度をY軸にプロットして得られた、設定条件2および設定条件3における照度の分布を示すグラフである。図12Aにおいて、実線は設定条件2におけるシミュレーション結果を、破線は設定条件3におけるシミュレーション結果を、それぞれ示す。

[0097] 図12Bは、透明板から72mmの位置における、処理流路の軸PAからの距離をX軸、当該距離における照度をY軸にプロットして得られた、設定条件2および設定条件3における照度の分布を示すグラフである。図12Bにおいて、実線は設定条件2におけるシミュレーション結果を、破線は設定条件3におけるシミュレーション結果を、それぞれ示す。

[0098] 透明板から8mmの位置における中心照度と周縁部照度との間の差は、紫外線照射装置300を用いる設定条件2において紫外線照射装置300を用いない設定条件3よりも小さかった。紫外線照射装置300を用いる設定条件2では、透明板から72mmの位置でも、中心照度と周縁部照度との間の差が小さいまま紫外線が伝播していた。

[0099] これらの結果から、紫外線照射装置300を用いる設定条件2では、紫外線照射装置300を用いない設定条件3と比較して、処理流路の長さ方向のより長い距離まで、より均一な照度分布を維持したまま紫外線が処理流路内を伝播することがわかる。

[0100] [その他の実施形態]

なお、上記実施形態は、発明を実施するにあたっての具体化の一例を示したものに過ぎず、これによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならない。すなわち、本発明はその要旨、またはその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

[0101] たとえば、上記実施形態では、処理流路を流通する流体の流通方向とは対向する方向に紫外線を照射する位置に紫外線照射装置を配置していたが、流体の流通方向に沿った方向に紫外線を照射する位置に紫外線照射装置を配置してもよい。

[0102] また、照度分布をより均一にして処理流路内部の全体をより均一に殺菌するため、紫外線照射装置を回転させながら、処理流路に紫外性を照射してもよい。

[0103] 本出願は、2017年9月28日出願の日本国出願番号2017-188148号に基づく優先権を主張する出願であり、当該出願の明細書、特許請求の範囲および図面に記載された内容は本出願に援用される。

産業上の利用可能性

[0104] 本発明によれば、紫外線殺菌装置による、処理流路内を流通する流体の殺菌効果をより高めることが可能である。したがって、本発明により、上水や農業用の流体などの殺菌への紫外線殺菌装置の普及および当該技術分野のさ

らなる発展が期待される。

符号の説明

- [0105] 1 0 0 紫外線殺菌装置
- 2 0 0 流路管
- 2 1 0 流入口
- 2 1 2 嵌込部
- 2 1 6 流入係留部
- 2 2 0 処理流路
- 2 2 5 流路壁
- 2 3 0 端部
- 2 3 2 透明板保持部
- 2 3 2 a 端部外壁部
- 2 3 2 b 透明板配置部
- 2 3 2 c 流速緩和部
- 2 3 4 透明板固定蓋
- 2 3 4 a 固定外壁部
- 2 3 4 b 紫外線照射孔
- 2 4 0 流出口
- 2 4 4 開口
- 2 4 5 流出流路
- 2 4 6 流出係留部
- 2 5 0 透明板
- 3 0 0 紫外線照射装置
- 3 1 0 発光素子
- 3 2 0 リフレクタ
- 3 2 2 筐体
- 3 2 3 筐体固定部
- 3 2 3 a、3 2 3 b ネジ孔

- 3 2 5 開口部
- 3 2 6 反射面
- 3 2 7 出射口
- 3 3 0 基板
- 3 4 0 基板取付部

請求の範囲

[請求項1] 直線状の処理流路を流通する流体に対し紫外線を照射して前記流体を殺菌処理する紫外線殺菌装置であって、
前記直線状の処理流路を内部に有する流路管と、
前記紫外線を発光する発光素子と、
前記発光素子から発光された前記紫外線を反射して前記流路管に向けて集光する反射面を有するリフレクタと、を有する、紫外線殺菌装置。

[請求項2] 前記リフレクタは、前記反射面が前記発光素子の発光面と対向する位置に配置され、

前記リフレクタの前記反射面は、前記発光素子の光軸を含む断面において、前記発光素子の発光中心から発光された発光光線の出射角 $\theta 1$ 、および前記発光光線が前記反射面で反射してなる反射光線の出射角 $\theta 2$ 、について下記条件1が満たされるように、前記発光素子から発光された紫外線を反射する形状を有する、請求項1に記載の紫外線殺菌装置。

条件1： $-60^{\circ} < \theta 1 < -5^{\circ}$ および $5^{\circ} < \theta 1 < 60^{\circ}$ の範囲において、ある発光光線が前記反射面で反射してなる反射光線の出射角 $\theta 2$ の絶対値は、当該発光光線の出射角 $\theta 1$ の絶対値よりも小さい

(ただし、前記発光素子の発光中心から発光される紫外線に含まれる1つの発光光線が前記発光素子の光軸に対してなす角度を $\theta 1$ とし、このとき、前記発光光線が前記光軸に対して前記流路管に向かう方向とは反対方向に傾斜して進行するとき、当該発光光線がなす角度 $\theta 1$ を正の値とし、前記発光光線が前記光軸に対して前記流路管に向かう方向に傾斜して進行するとき、当該発光光線がなす角度 $\theta 1$ を負の値とし、

前記リフレクタの反射面で反射された紫外線に含まれる1つの反射光線が前記処理流路の軸に対してなす角度を $\theta 2$ とし、このとき、前

記反射光線が前記処理流路の軸に対して前記光軸の進行方向に傾斜して進行するとき、当該反射光線がなす角度 $\theta 2$ を正の値とし、前記反射光線が前記処理流路の軸に対して前記光軸の進行方向とは反対の方向に傾斜して進行するとき、当該反射光線がなす角度 $\theta 2$ を負の値とする。)

[請求項3] 前記リフレクタの前記反射面は、前記出射角 $\theta 1$ および前記出射角 $\theta 2$ が、さらに下記条件2が満たされるように、前記発光素子から発光された紫外線を反射する形状を有する、請求項2に記載の紫外線殺菌装置。

条件2： $-50^\circ < \theta 1 < 50^\circ$ の範囲において、 $\theta 2$ の最大値と $\theta 2$ の最小値との差は 3° 未満である

[請求項4] 前記リフレクタの前記反射面は、前記出射角 $\theta 1$ および前記出射角 $\theta 2$ が、さらに下記条件3が満たされるように、前記発光素子から発光された紫外線を反射する形状を有する、請求項2に記載の紫外線殺菌装置。

条件3： $-40^\circ < \theta 1 < 55^\circ$ の範囲において、 $\theta 1$ が小さくなるにつれて $\theta 2$ は大きくなる

[請求項5] 前記発光素子は、前記処理流路の軸とは略直交する方向に前記紫外線を発光する向きに配置される、請求項1～4のいずれか1項に記載の紫外線殺菌装置。

[請求項6] 前記発光素子は、発光面の位置が、前記処理流路の軸に対して、前記発光素子の光軸の進行方向とは反対方向にずれた位置となるように配置される、請求項1～5のいずれか1項に記載の紫外線殺菌装置。

[請求項7] 前記発光素子および前記リフレクタは、前記処理流路の外部に配置される、請求項1～6のいずれか1項に記載の紫外線殺菌装置。

[請求項8] 前記流路管は、前記処理流路の端部に紫外線を透過可能な透明板を有し、

前記リフレクタは、前記集光された紫外線を、前記透明板を介して

前記処理流路に照射する位置に配置される、請求項 7 に記載の紫外線殺菌装置。

[請求項9] 前記リフレクタは、前記反射面が前記発光素子の発光面と対向する位置、かつ、前記処理流路の一端側に配置され、

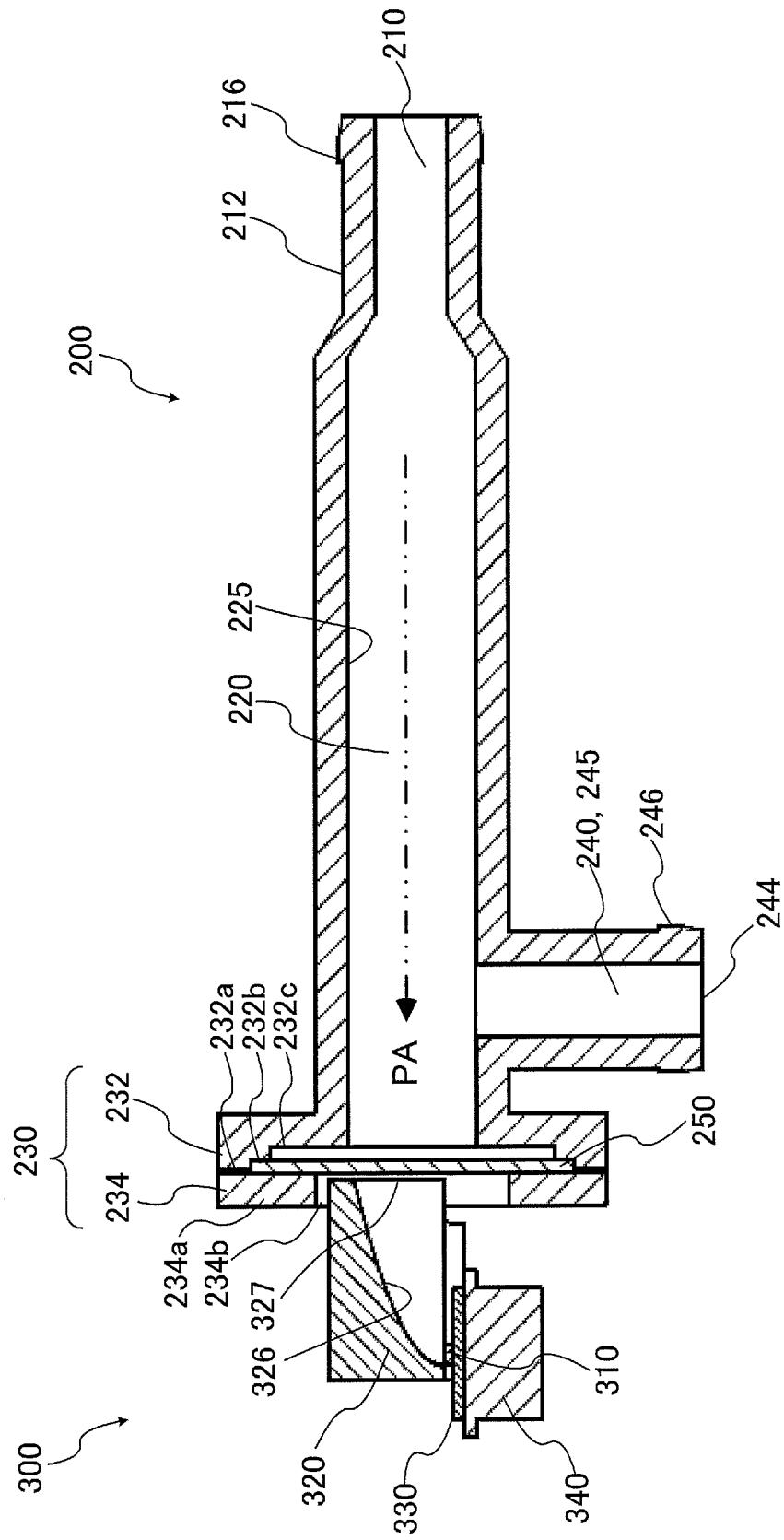
前記処理流路を流通する流体は、前記処理流路の他端側から前記一端側に流通する、請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の紫外線殺菌装置。

[請求項10] 直線状の処理流路を流通する流体に対し紫外線を照射して前記流体を殺菌処理するための紫外線照射装置であって、

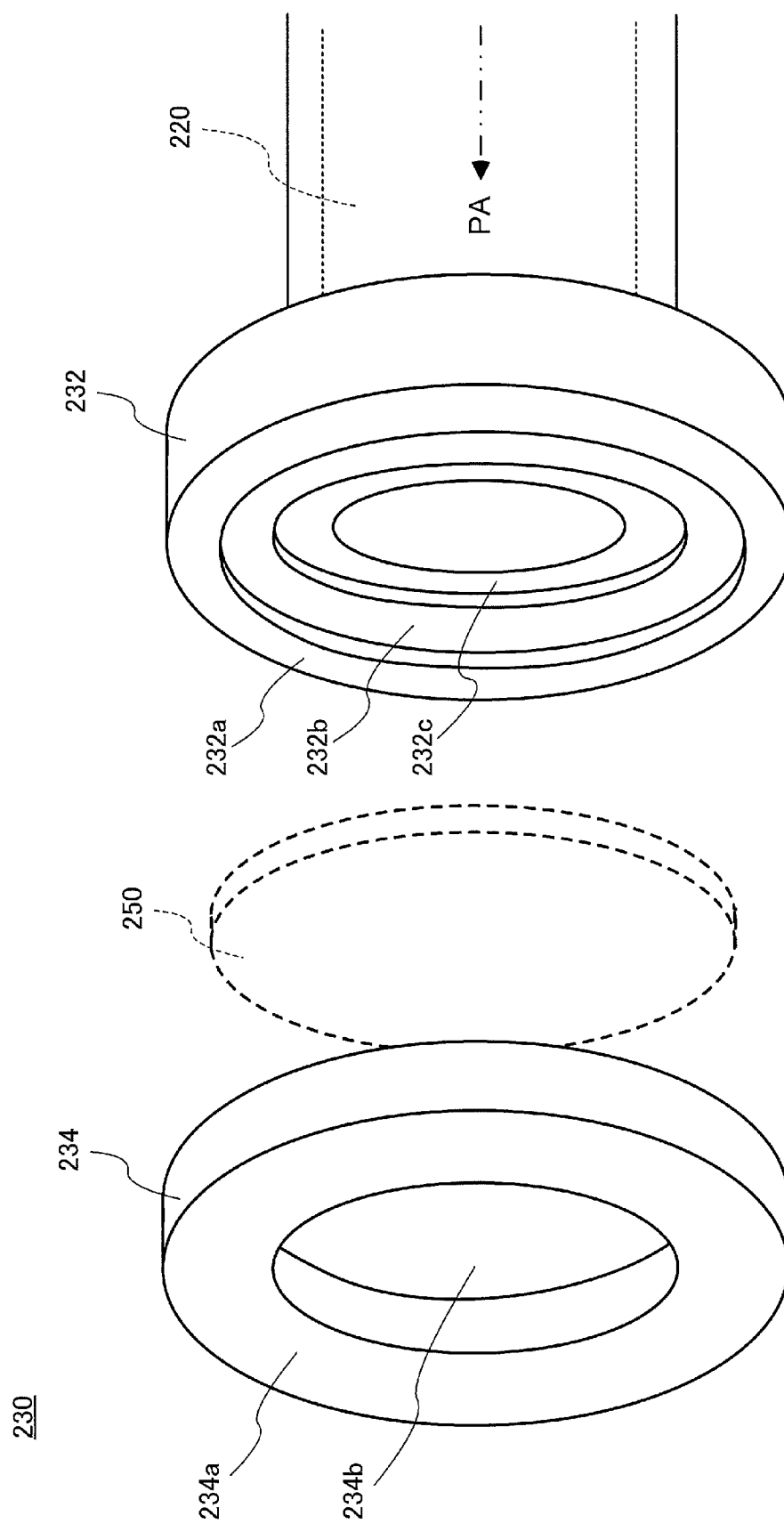
紫外線を発光する発光素子と、

前記発光素子から発光された紫外線を反射して前記流路管が配置される方向に向けて集光する反射面を有するリフレクタと、を有する、紫外線照射装置。

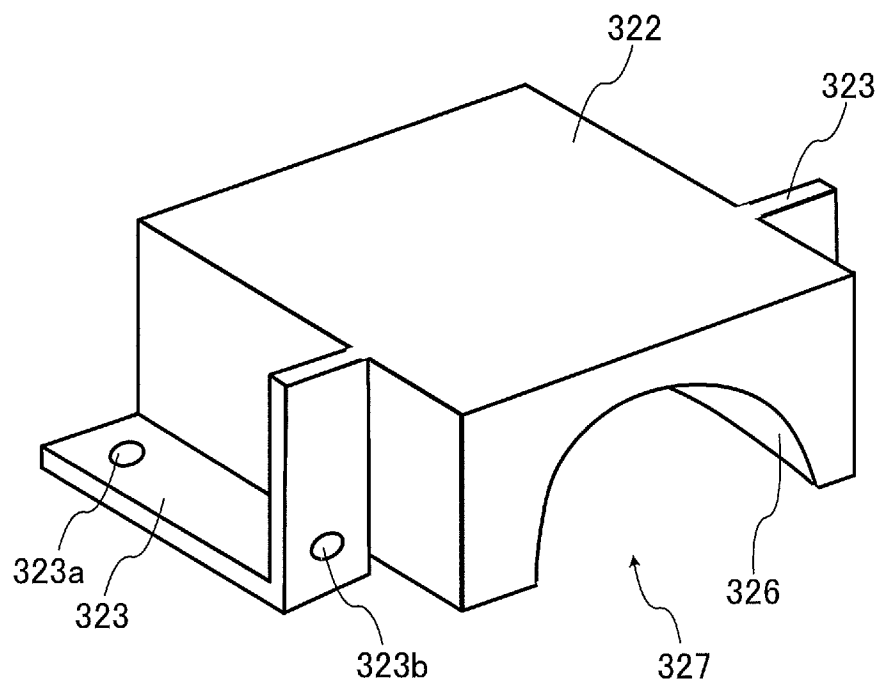
[図1]



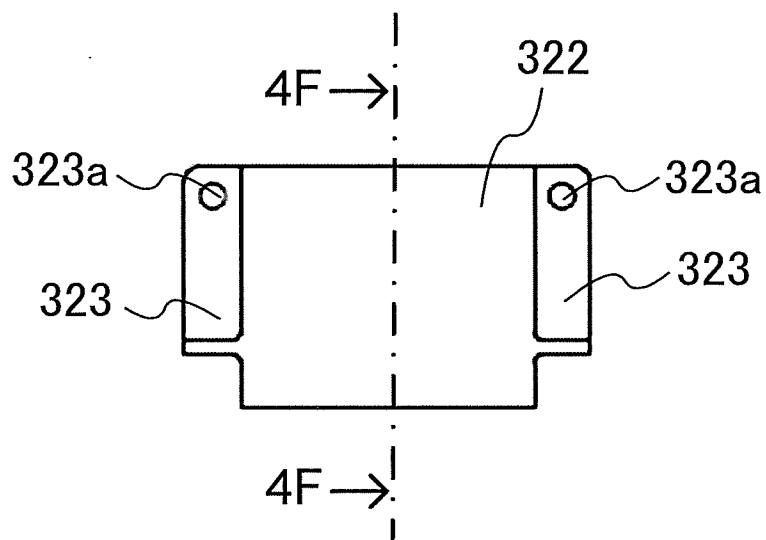
[図2]



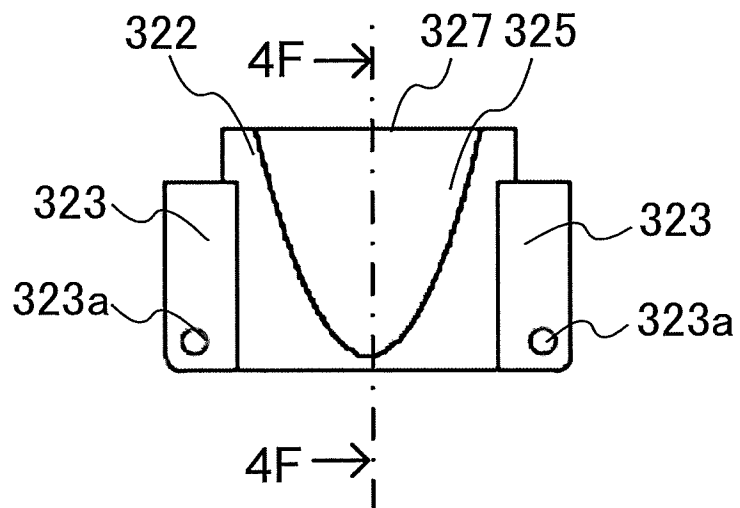
[図3]

320

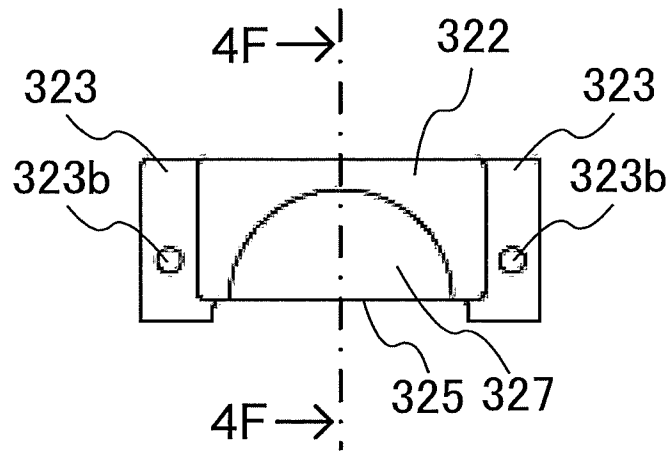
[図4A]



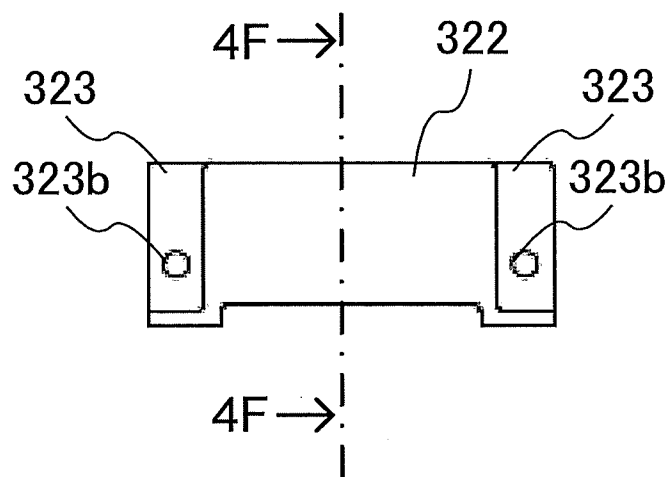
[図4B]



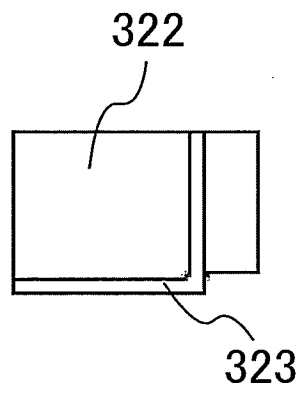
[図4C]



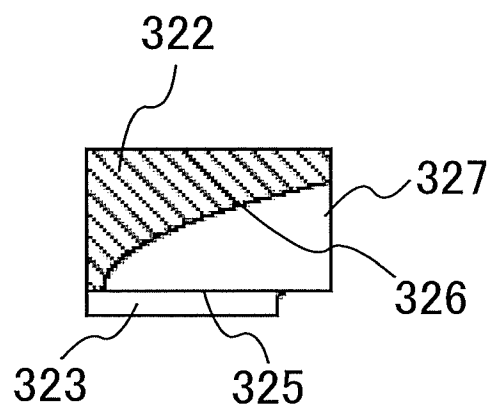
[図4D]



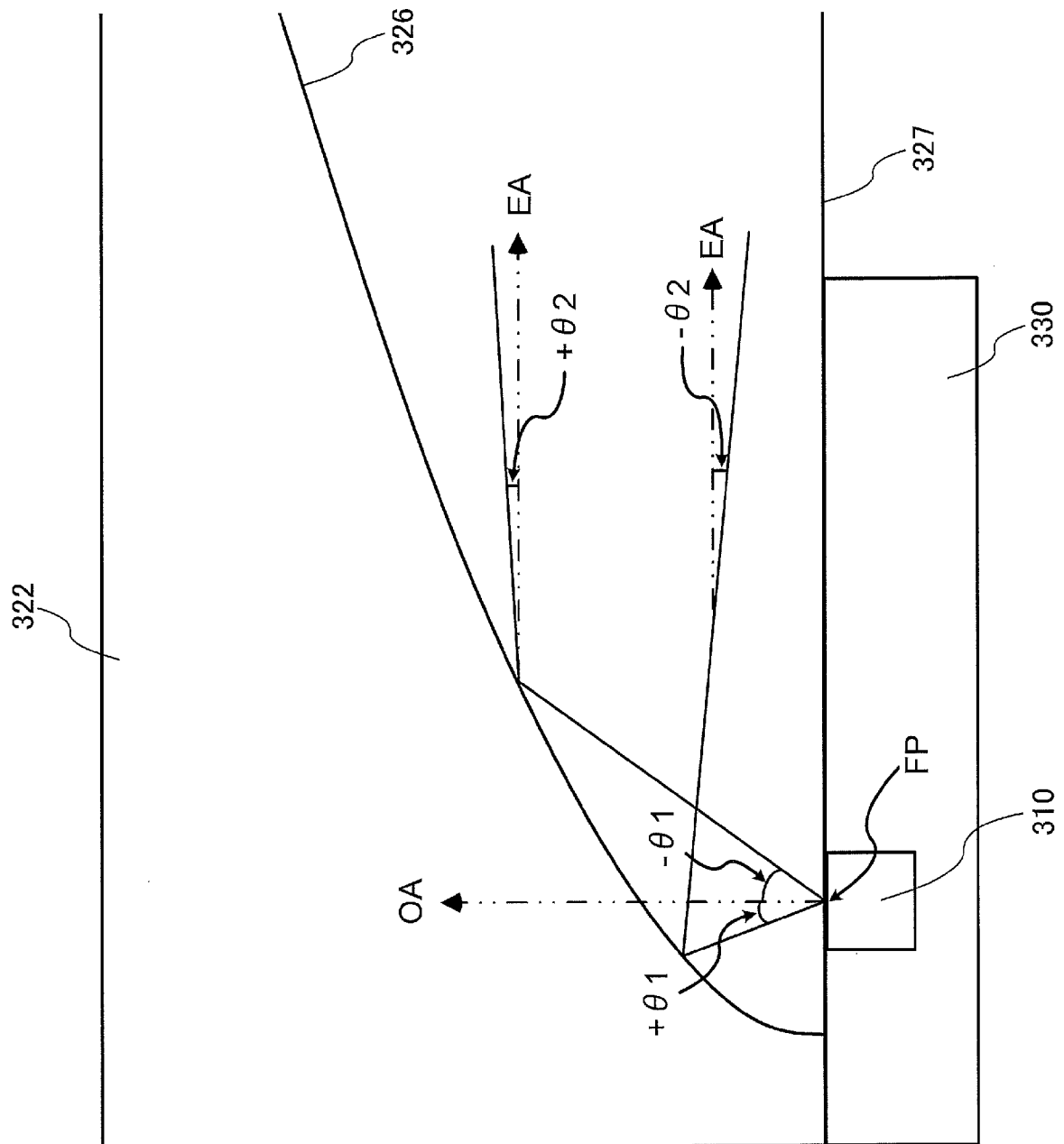
[図4E]



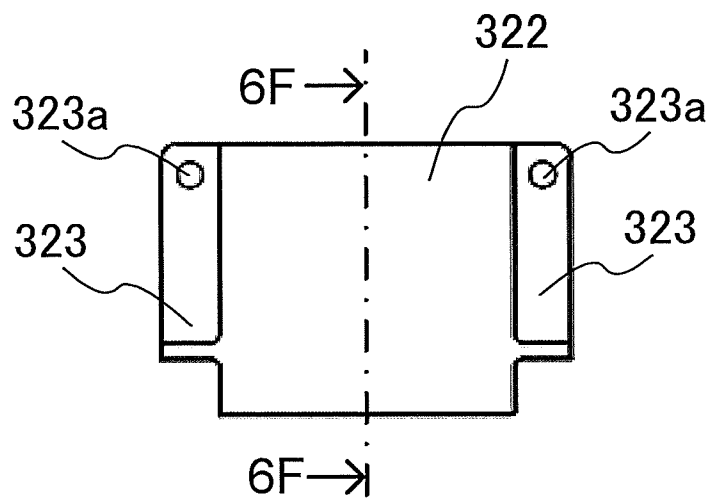
[図4F]



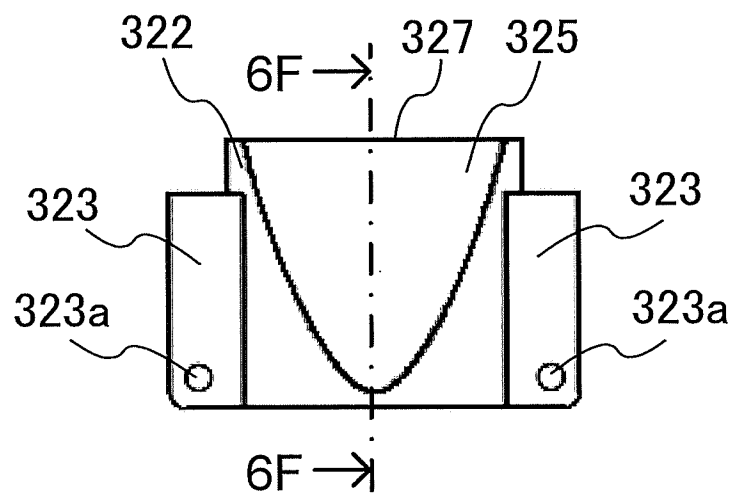
[図5]



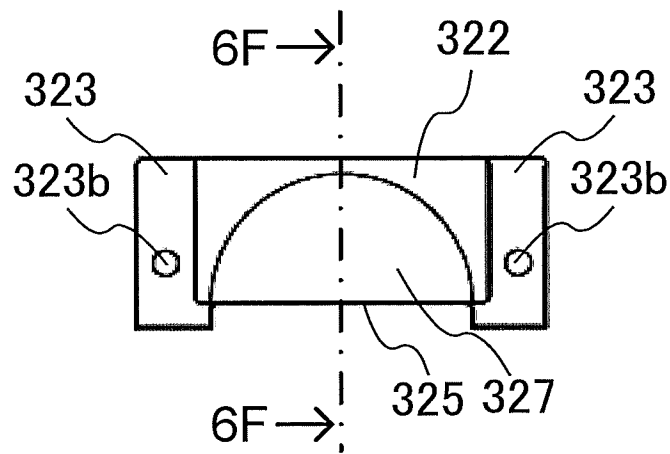
[図6A]



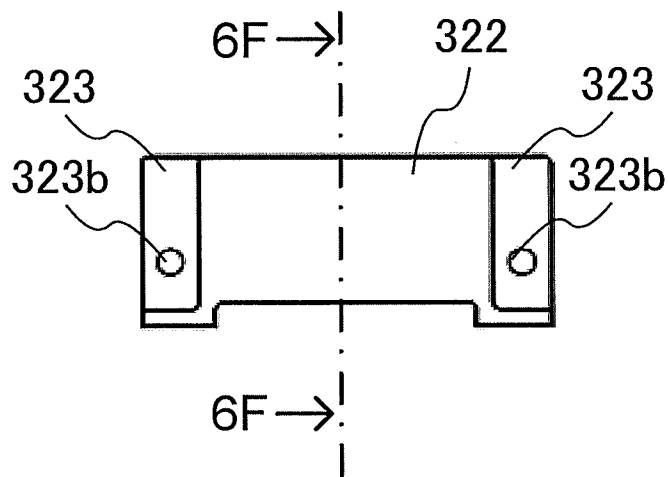
[図6B]



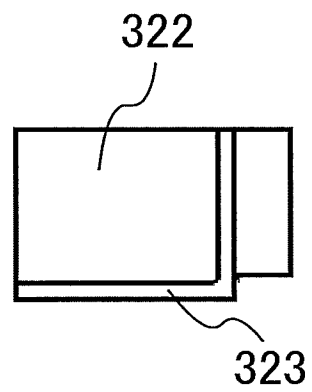
[図6C]



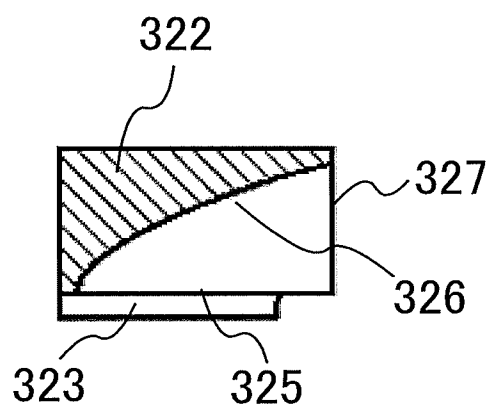
[図6D]



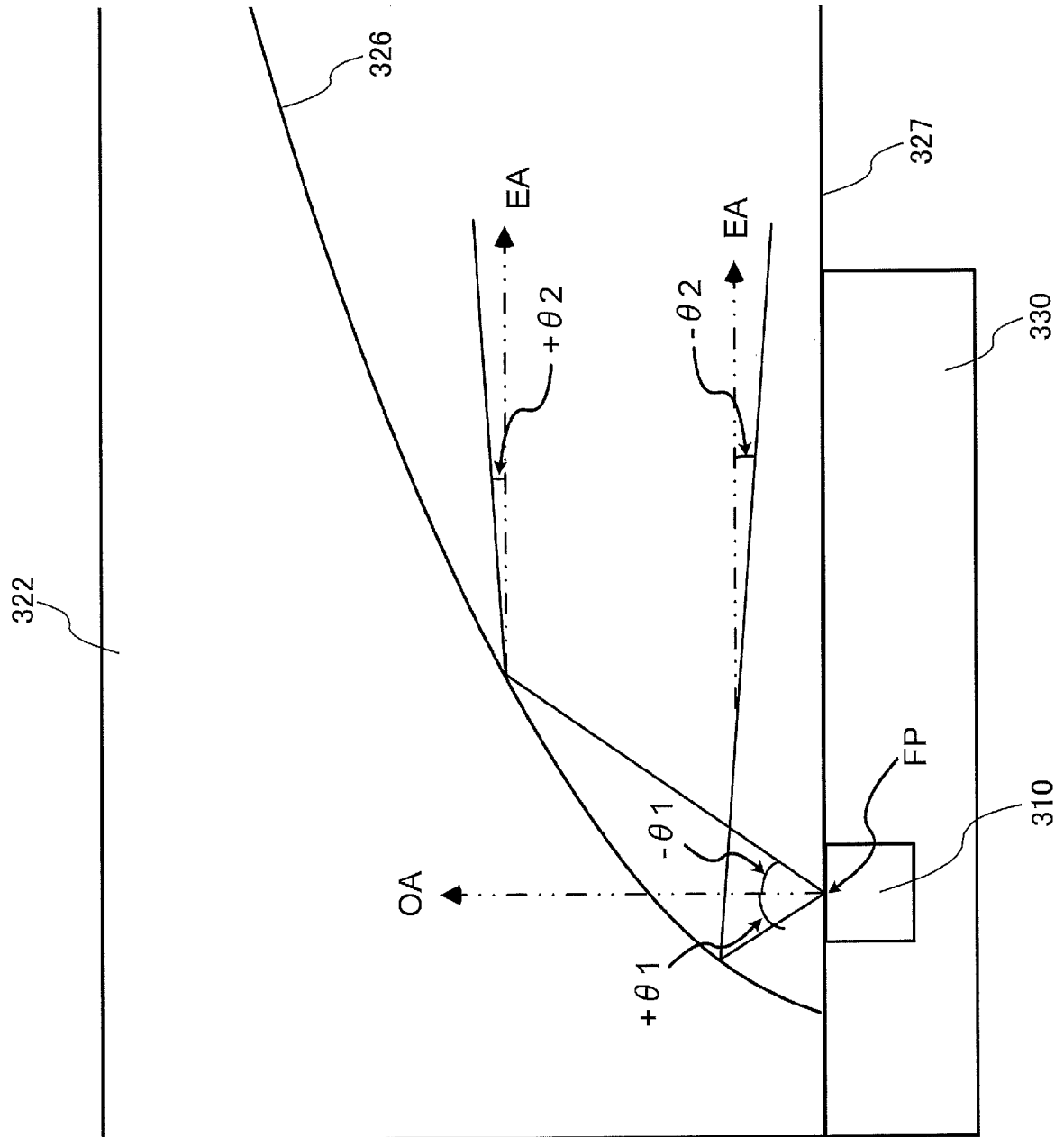
[図6E]



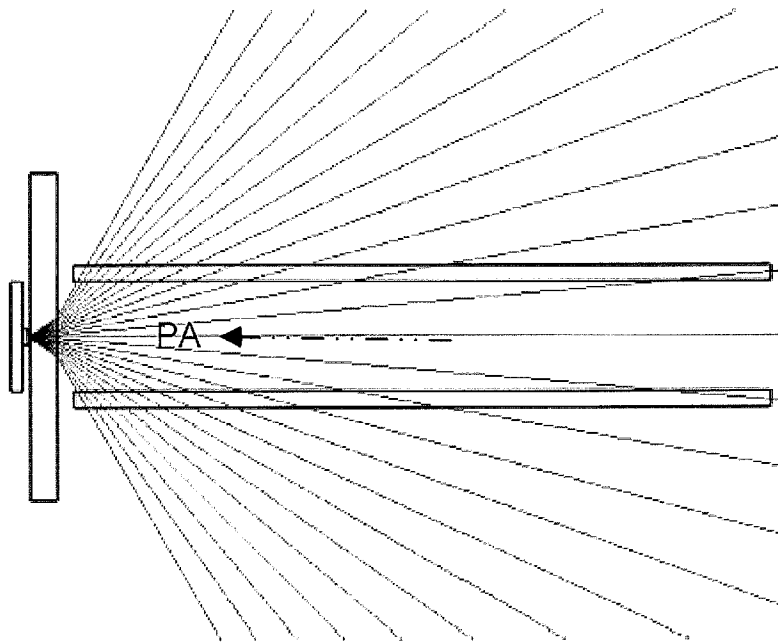
[図6F]



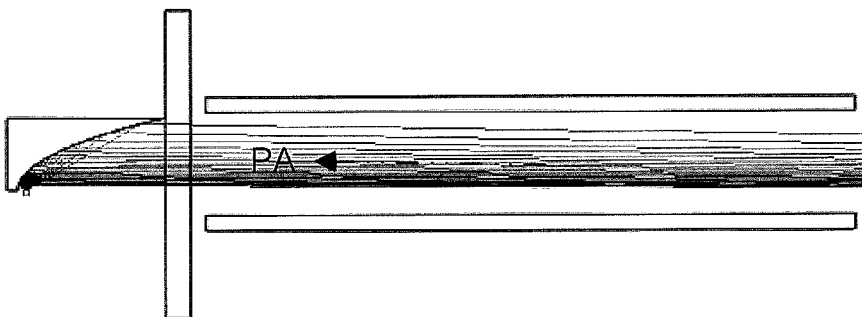
[図7]



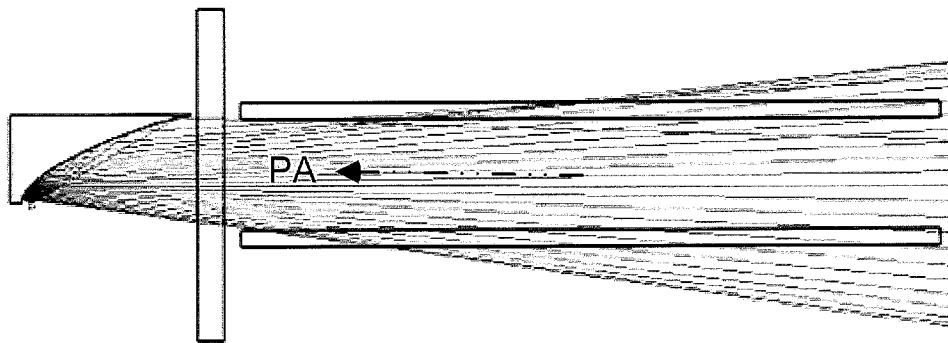
[図8A]



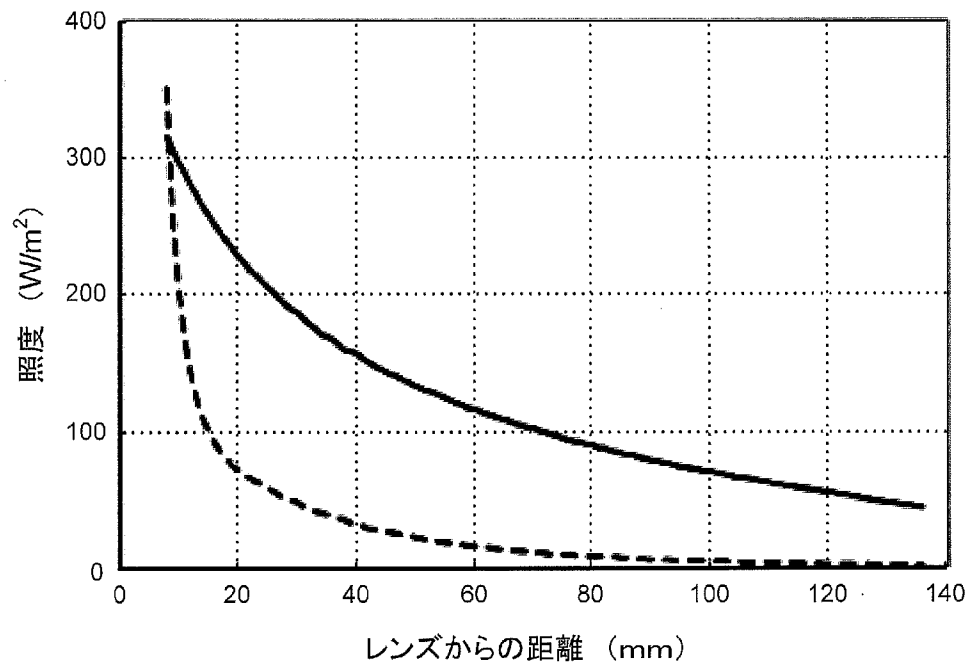
[図8B]



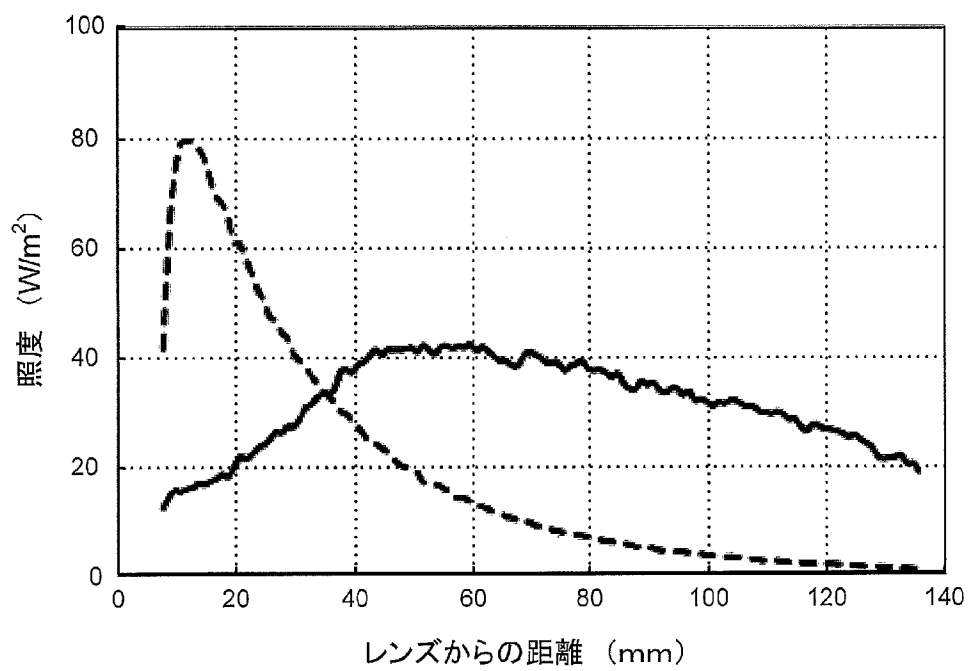
[図8C]



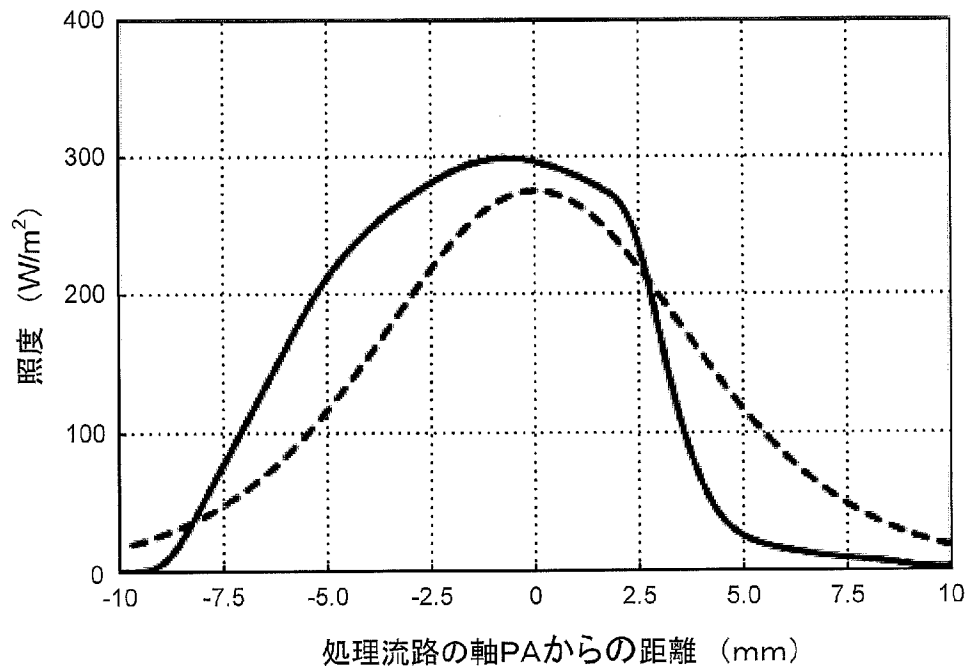
[図9A]



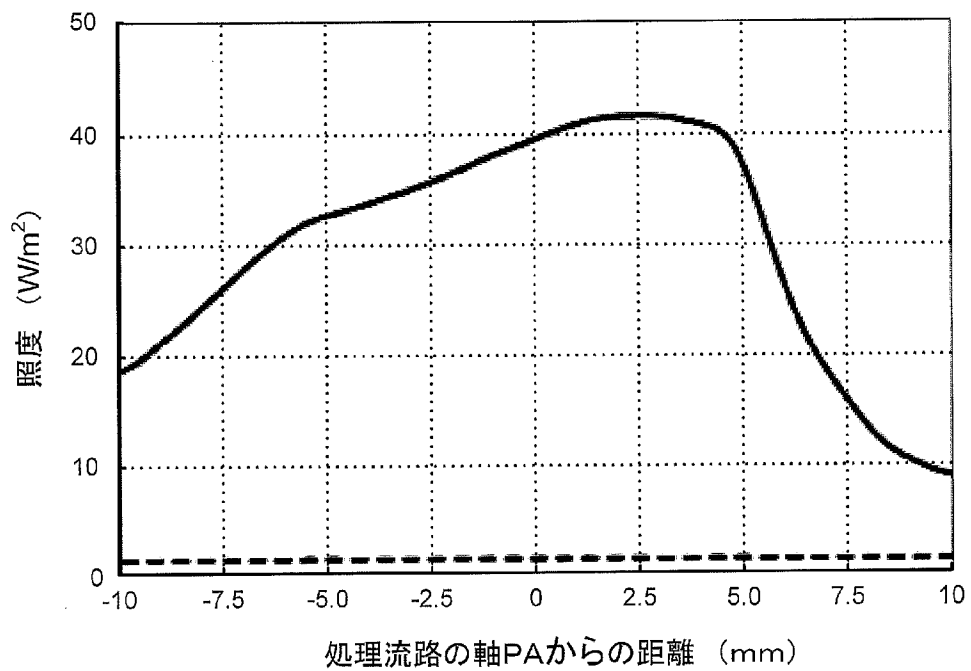
[図9B]



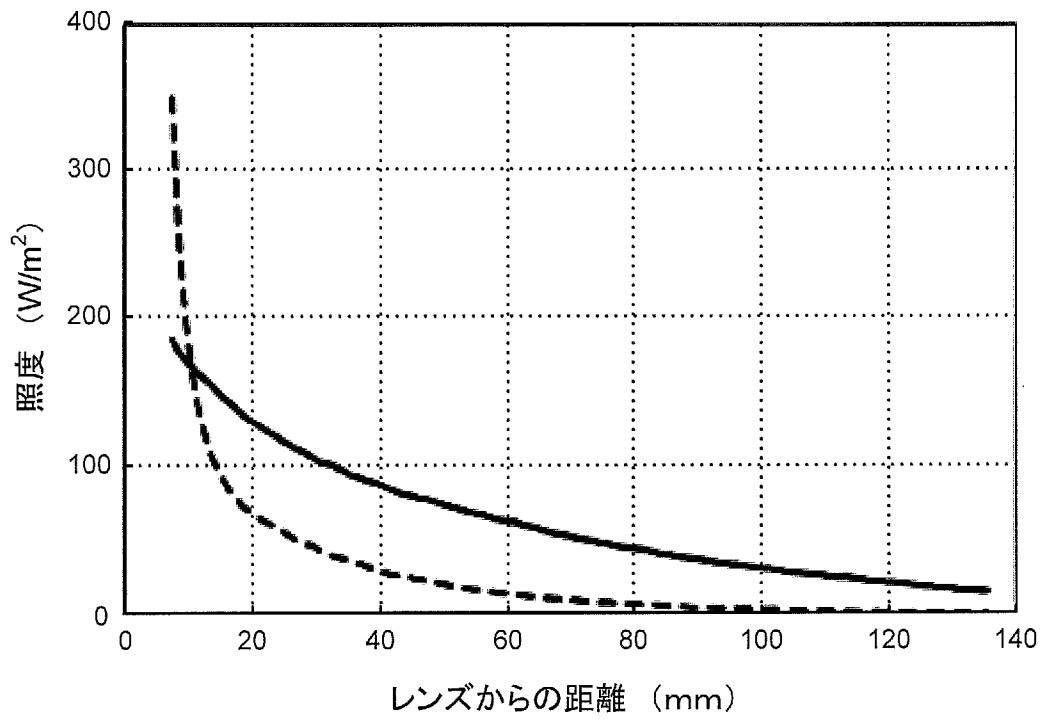
[図10A]



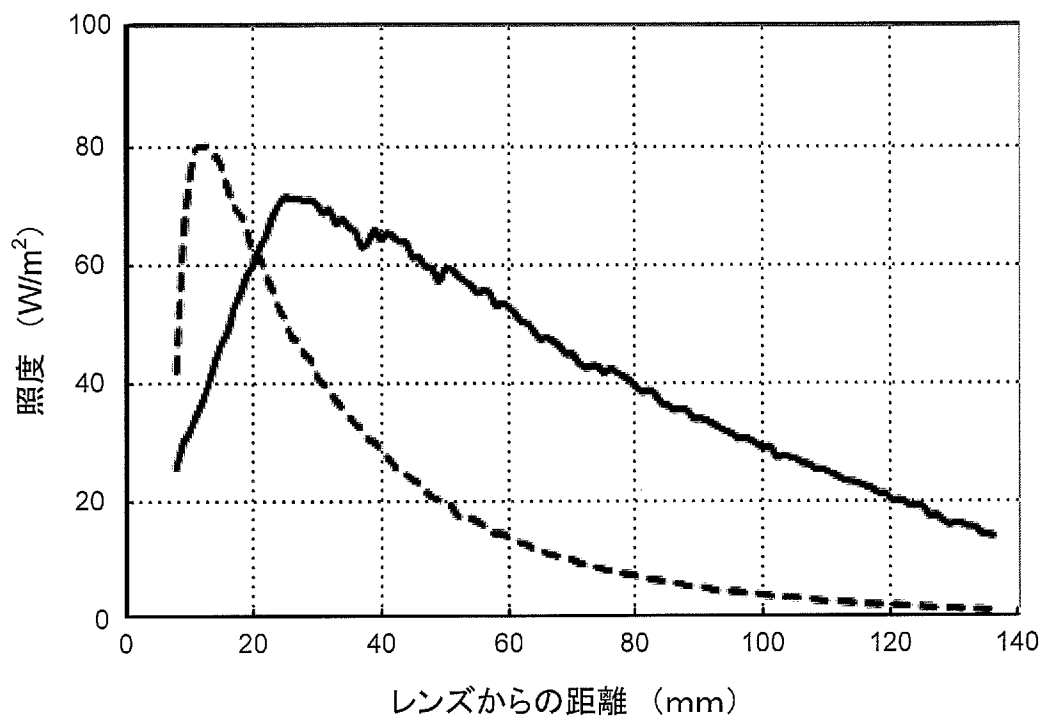
[図10B]



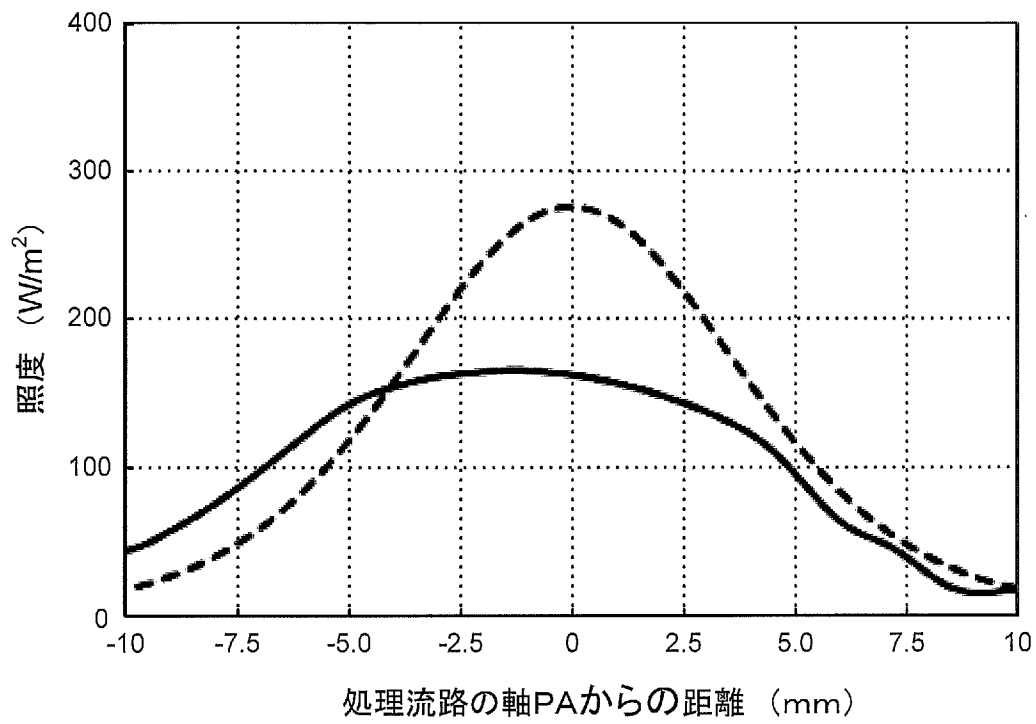
[図11A]



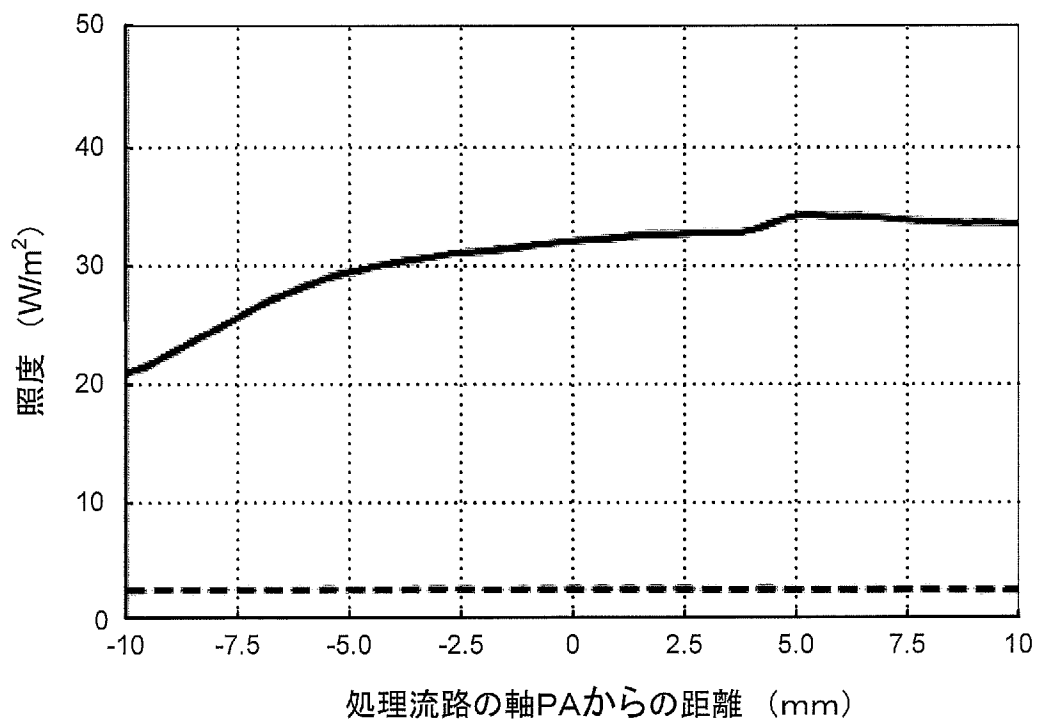
[図11B]



[図12A]



[図12B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/027832

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. A61L2/10 (2006.01) i, C02F1/32 (2006.01) i, G02B5/10 (2006.01) i, G02B17/00 (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)

Int. Cl. A61L2/10, C02F1/32, G02B5/10, G02B17/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 Y A	WO 2017/056902 A1 (NIKKISO CO., LTD.) 06 April 2017, paragraphs [0037]-[0039], fig. 6 & JP 2017-64610 A & CN 107921405 A & TW 201718411 A	1, 7-8, 10 6, 9 2-4
X Y	JP 11-512000 A (GLAZMAN, Mark) 19 October 1999, page 15, lines 13-28, fig. 4 & US 5635133 A, column 7, lines 40-61, fig. 4 & WO 1997/007831 A1 & EP 848617 A1 & NO 980844 A & CA 2228454 A	1, 5, 7-8, 10 6, 9
Y	WO 2013/175931 A1 (NOK CORP.) 28 November 2013, example 2, fig. 5 & US 2015/0129777 A1, paragraphs [0048]-[0064], fig. 5 & GB 2519243 A & CN 104334198 A & KR 10-2015-0008413 A	6



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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
23.08.2018

Date of mailing of the international search report
04.09.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/027832

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 84565 C2 (KRANZRAPEN GMBH) 19 September 1929, fig. 1 (Family: none)	9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61L2/10(2006.01)i, C02F1/32(2006.01)i, G02B5/10(2006.01)i, G02B17/00(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（IPC））

Int.Cl. A61L2/10, C02F1/32, G02B5/10, G02B17/00

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 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 請求項の番号
X Y A	WO 2017/056902 A1（日機装株式会社）2017.04.06, [0037]-[0039], 図6 & JP 2017-64610 A & CN 107921405 A & TW 201718411 A	1, 7-8, 10 6, 9 2-4
X Y	JP 11-512000 A（グレイズマン, マーク）1999.10.19, 第15頁 第13-28行, 図4 & US 5635133 A, 第7欄第40-61行, 図4 & WO 1997/007831 A1 & EP 848617 A1 & NO 980844 A & CA 2228454 A	1, 5, 7-8, 10 6, 9

☑ 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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23.08.2018

国際調査報告の発送日

04.09.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

森 健一

4 V

9263

電話番号 03-3581-1101 内線 3483

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の 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 請求項の番号
Y	WO 2013/175931 A1 (NOK株式会社) 2013. 11. 28, 実施例 2, 図 5 & US 2015/0129777 A1, [0048]-[0064], FIG. 5 & GB 2519243 A & CN 104334198 A & KR 10-2015-0008413 A	6
Y	JP 84565 C2 (クラルツランペン、ゲゼルシャフト、ミット、ベシユ レンクテルハフツング) 1929. 09. 19, 第 1 図 (ファミリーなし)	9