

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6535004号
(P6535004)

(45) 発行日 令和1年6月26日(2019.6.26)

(24) 登録日 令和1年6月7日(2019.6.7)

(51) Int.Cl.

C02F 1/32 (2006.01)
A61L 2/10 (2006.01)

F 1

C02F 1/32
A61L 2/10

請求項の数 39 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2016-537887 (P2016-537887)
 (86) (22) 出願日 平成26年8月29日 (2014.8.29)
 (65) 公表番号 特表2016-531746 (P2016-531746A)
 (43) 公表日 平成28年10月13日 (2016.10.13)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/053380
 (87) 国際公開番号 WO2015/031739
 (87) 国際公開日 平成27年3月5日 (2015.3.5)
 審査請求日 平成29年8月24日 (2017.8.24)
 (31) 優先権主張番号 61/871,630
 (32) 優先日 平成25年8月29日 (2013.8.29)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 513002669
 クリスタル アイエス, インコーポレーテッド
 CRYSTAL IS, INC.
 アメリカ合衆国, ニューヨーク州 12183, グリーン アイランド, コーホース
 アベニュー 70
 (73) 特許権者 516045632
 ムー, クレイグ
 MOE, Craig
 アメリカ合衆国, 12110 ニューヨーク, ラッサム, ダイク ロード 6
 (74) 代理人 100066980
 弁理士 森 哲也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】紫外線の均一分散の液体処理の装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流体処理装置であって、
 内部に流れる流体を含む流体セルであって、前記流体セルは、流体入口と、流体出口と、
 流体入口および出口の間に流体連結される処理領域と、紫外光を拡散反射する内面と、
 を有する流体セルと、

前記流体セルの第1の端部に配置され、紫外線を拡散反射する側壁を有する第1の端部
 キャップと、

前記流体セルの第1の端部の反対側の前記流体セルの第2の端部に配置され、紫外線を
 拡散反射する側壁を有する第2の端部キャップと、

前記流体セルと前記第1の端部キャップの間に配置される第1の窓であって、前記第1
 の端部キャップに流体が流入するのを防止して、紫外線を透過する前記第1の窓と、

前記流体セルと前記第2の端部キャップの間に配置される第2の窓であって、前記第2
 の端部キャップに流体が流入するのを防止して、紫外線を透過する前記第2の窓と、

前記第1の端部キャップに紫外線光を放射するように配置される1以上の第1の紫外線
 源と、

前記第2の端部キャップに紫外線光を放射するように配置される1以上の第2の紫外線
 源と、

前記1以上の第1の紫外線源のそれぞれと前記第1の端部キャップの内部との間に配置
 される第3の窓であって、それぞれ前記第1の端部キャップの側壁内に配置され、紫外線

10

20

を透過する第3の窓と、

前記1以上の第2の紫外線源のそれぞれと前記第2の端部キャップの内部との間に配置される第4の窓であって、それぞれ前記第2の端部キャップの側壁内に配置され、紫外線を透過する第4の窓と、を有し、

前記第1の端部キャップの前記側壁は前記紫外線の少なくとも1部を前記処理領域に拡散反射するように構成されていることを特徴とする、流体処理装置。

【請求項2】

前記処理領域を紫外線が直接照射するように配置される1以上の紫外線源を有し、前記紫外線は前記流体セルの前記内面によって拡散反射される請求項1に記載の流体処理装置。

10

【請求項3】

更に、

前記処理領域に直接紫外線を放射するための1以上の第3の紫外線源と、

前記1以上の第3の紫外線源のそれぞれと前記処理領域の間に配置され、紫外線を透過する第5の窓と、を有する請求項1に記載の流体処理装置。

【請求項4】

前記第1の端部キャップは前記処理領域から離れて配置される平面な端面を有する円錐台の形状とすることでき、前記第1の端部キャップの端面の面積は前記第1の窓の面積より小さい、請求項1に記載の流体処理装置。

【請求項5】

前記第1の端部キャップの端面は紫外線を拡散反射する、請求項1に記載の流体処理装置。

20

【請求項6】

前記第1の端部キャップの端面は紫外線を鏡面反射する、請求項1に記載の流体処理装置。

【請求項7】

前記第2の端部キャップは前記処理領域から離れて配置される平面な端面を有する円錐台の形状であり、前記第2の端部キャップの前記端面の面積は前記第2の窓の面積より小さい、請求項1に記載の流体処理装置。

【請求項8】

前記第2の端部キャップの端面は紫外線を拡散反射する、請求項1に記載の流体処理装置。

30

【請求項9】

前記第2の端部キャップの端面は紫外線を鏡面反射する、請求項1に記載の流体処理装置。

【請求項10】

前記第1および第2の紫外線源のそれぞれは発光ダイオードを含む、請求項1に記載の流体処理装置。

【請求項11】

前記1以上の第1の紫外線源および前記1以上の第2の紫外線源の紫外線は均一に前記処理領域を照射する、請求項1に記載の流体処理装置。

40

【請求項12】

前記1以上の第1の紫外線源および前記1以上の第2の紫外線源の紫外線は、前記第1および前記第2の窓との間に配置される空間を均一に照射する、請求項1に記載の流体処理装置。

【請求項13】

前記流体入口および前記流体出口間の流れ方向に対して垂直な流体セルの周囲は円形である、請求項1に記載の流体処理装置。

【請求項14】

前記流体入口および流体出口間の流れ方向に対して垂直な前記流体セルの周囲はnが3

50

~ 8 の自然数である n 角形である、請求項 1 に記載の流体処理装置。

【請求項 1 5】

前記流体入口および前記流体出口間の流れ方向に対して垂直な流体セルの周囲は、六角形である、請求項 1 に記載の流体処理装置。

【請求項 1 6】

前記第 1 の端部キャップまたは前記第 2 の端部キャップの周囲は円形である、請求項 1 に記載の流体処理装置。

【請求項 1 7】

前記第 1 の端部キャップまたは前記第 2 の端部キャップの周囲は $n = 3 \sim 8$ の n 角形を規定する、請求項 1 に記載の流体処理装置。

10

【請求項 1 8】

前記第 1 の端部キャップのおよび / または第 2 の端部キャップの周囲は六角形である、請求項 1 に記載の流体処理装置。

【請求項 1 9】

前記流体セルの前記内面、前記第 1 の端部キャップの前記側壁、前記第 2 の端部キャップの前記側壁の少なくとも 1 つは 1 mm 以上の厚みを有するポリテトラフルオロエチレンを含む、請求項 1 に記載の流体処理装置。

【請求項 2 0】

前記ポリテトラフルオロエチレンの厚みは 1 mm ~ 10 mm の範囲から選択される、請求項 1 9 に記載の流体処理装置。

20

【請求項 2 1】

前記第 1 の窓または前記第 2 の窓の少なくとも 1 つは、水晶、溶融シリカ、又はサファイヤの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載の流体処理装置。

【請求項 2 2】

前記第 1 の端部キャップまたは第 2 の端部キャップの少なくとも 1 つの形状は、前記処理領域から離れて配置される先端を有する円錐、または、前記処理領域から離れて配置される平坦な端面を有する円柱である、請求項 1 に記載の流体処理装置。

【請求項 2 3】

前記流体セルは、橢円形の管を含み、前記流体入口および前記流体出口は、前記管の対向端部に配置され、かつ前記流体の流れが前記処理領域を通過する流体の流れに対して垂直になるように、前記流体入口および前記流体出口が配置される、請求項 1 に記載の流体処理装置。

30

【請求項 2 4】

流体処理装置であって、
内部に流れる流体を含む流体セルであって、前記流体セルは、流体入口と、流体出口と、流体入口および出口の間に配列される処理領域と、紫外光を拡散反射する内面と、を有する流体セルと、

前記流体処理装置の第 1 内面に向けて紫外線光を放射するように配置される 1 以上の第 1 の紫外線源であって、前記第 1 内面は紫外線を拡散反射し、処理領域に少なくとも 1 部の紫外線が拡散反射するように構成される 1 以上の第 1 の紫外線源と、

40

前記 1 以上の第 1 の紫外線源と前記処理領域の間に配置され、紫外線を透過する第 1 の窓と、

前記流体セルの第 1 の端部に配置され、紫外線を拡散反射する側壁を有する第 1 の端部キャップと、

前記第 1 の端部キャップと前記処理領域の間に配置され、前記第 1 の端部キャップに流体が流入するのを防止して、紫外線を透過する第 2 の窓と、を有し、

前記流体処理装置の前記第 1 内面は前記第 1 の端部キャップの前記側壁の 1 部を少なくとも含み、前記第 1 の窓の少なくとも 1 つは前記第 1 の端部キャップの前記側壁内に配置される、流体処理装置。

【請求項 2 5】

50

前記流体セルは前記流体入口近傍の第1の端面と、流体出口近傍の第2の端面を有し、前記第1の端面と前記第2の端面は紫外線を拡散反射する、請求項24に記載の流体処理装置。

【請求項26】

前記流体セルは前記流体入口近傍の第1の端面と、流体出口近傍の第2の端面を有し、前記第1の端面と前記第2の端面は紫外線を鏡面反射する、請求項24に記載の流体処理装置。

【請求項27】

前記流体セルの内面は、1mm以上の厚みを有するポリテトラフルオロエチレンを含む、請求項24に記載の流体処理装置。

10

【請求項28】

前記流体セルの内面は、1mm~10mmの範囲の厚みを有するポリテトラフルオロエチレンを含む、請求項27に記載の流体処理装置。

【請求項29】

前記第1の窓は、それぞれ水晶、溶融シリカ、又はサファイヤの少なくとも1つを含む、請求項24に記載の流体処理装置。

【請求項30】

前記流体入口と前記流体出口間の流れ方向に対して垂直な前記流体セルの周囲は、円形である、請求項24に記載の流体処理装置。

【請求項31】

前記流体入口および前記流体出口間の流れ方向に対して垂直な前記流体セルの周囲は、 $n = 3 \sim 18$ のn角形を規定する、請求項24に記載の流体処理装置。

20

【請求項32】

前記流体入口および前記流体出口間の流れ方向に対し垂直な前記流体セルの周囲は六角形である、請求項24に記載の流体処理装置。

【請求項33】

更に、前記流体セルの前記第1の端部の反対側の前記流体セルの第2の端部に配置され、紫外線を拡散反射する側壁を有する第2の端部キャップを有し、

前記流体処理装置の前記第1内面は前記第2の端部キャップの前記側壁の1部を少なくとも含み、前記第1の窓の少なくとも1つは前記第2の端部キャップの前記側壁内に配置される、請求項24に記載の流体処理装置。

30

【請求項34】

前記第2の端部キャップの前記側壁は、1mm以上の厚みを有するポリテトラフルオロエチレンを含む、請求項33に記載の流体処理装置。

【請求項35】

前記流体セルの内面は、1mm~10mmの範囲の厚みを有するポリテトラフルオロエチレンを含む、請求項34に記載の流体処理装置。

【請求項36】

前記第1の端部キャップの前記側壁は、1mm以上の厚みを有するポリテトラフルオロエチレンを含む、請求項24に記載の流体処理装置。

40

【請求項37】

前記第1の端部キャップの前記側壁は、1mm~10mmの厚みを有するポリテトラフルオロエチレンを含む、請求項33に記載の流体処理装置。

【請求項38】

前記第1の紫外線源はそれぞれ発光ダイオードを有する、請求項24に記載の流体処理装置。

【請求項39】

前記1以上の第1の紫外線源からの紫外線は前記処理領域を均一に照射する、請求項24に記載の流体処理装置。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】**【0001】**

各種実施形態において、本発明は、紫外線（紫外線）放射の液体処理に関する。

（関連出願）

この出願は、引用により本明細書に組み込まれた2013年8月29日に出願の米国仮特許出願第61/871,630号の利益および優先権を主張する。

【背景技術】**【0002】**

水を含む液体は、多くの国内および産業的な目的、例えば飲食、食品調製、製造、化学製品の処理および浄化のために一般的に使用される。通常、使用の前に液体を浄化する必要がある。セラミック・フィルタのようなフィルタは、液体から微粒子のおよび化学不純物を除去するために通常使用される。加えて、液体は、液体に存在する可能性のある微生物および有害な病原体を中性化するために、紫外線にさらすことができる。短波長（例えば100nm～320nm）紫外線の照射は殺菌効果を有する。すなわち、紫外線放射は多くの細胞微生物のDNAを崩壊させることにより実質的にそれらを破壊するかまたは無害にする。紫外線照射は、液体中に存在し得る微生物の成長および／または再生を実質的に防止することもできる。

10

【0003】

流れる液体への紫外線の殺菌効果は紫外線、エネルギー密度に依存する。すなわち、照射のフルーエンスは、照射パワーおよび照射時間に関係する。照射パワーは放射線の供給源に供給される電力に依存し、照射時間は液体の流れ速度に依存する。しかしながら、概してLEDによって発される紫外線には、流体が殺菌される照射量を近似できない強度のガウス分布有する。このように、この種のLEDを備える装置は紫外線強度の不均一な分布を有する傾向があり、非効率的な消毒をもたらす。すなわち、この種の高い出力レベルが装置の特定地域内のフルーエンスの必要なレベルより大きなレベルを生む場合であっても、過剰なLED電力が処理装置の全体の横断面内の放射線の所望のフルーエンスを達成することが必要とされる。

20

【0004】

加えて、さまざまな液体を消毒するに必要とされるパワーは、消毒装置の複数のLEDの使用を必要とし得る。紫外線LEDは10,000時間以上を上回る寿命を理論的には有することができるが、それらは故障する、そして、複数のLED装置の1台の装置の故障は紫外線発光およびこのように非効率的なおよび／または不十分な消毒の更なる偏在に結果としてなる傾向がある。

30

【0005】

以上からして、均一なレベルの照射を効率的に生成し、LED故障の場合であっても強靭である、強殺菌のための紫外線 LEDを利用する液体処理装置の必要性がある。

【発明の概要】**【0006】**

本発明の各種実施形態において、流れる流体は所望の殺菌効果を有するのに十分な紫外線を浴びる。それによって、従来の装置によって呈されるエネルギーの無駄なしで、流体を実質的に浄化する。本発明の実施形態は、流体が強度の実質的に同一の配布を有する紫外線を浴びる流体セルを提供する（すなわち、面積の関数として）。このように、処理有効性は、処理量の全ての断面積全体にわたって実質的に同一である。さらに、実質的に同一の強度分配は、紫外線源を操作する過剰なパワーを必要としないで、セル中を流れるすべての液体が処理されることを確証する。すなわち、不均一性エネルギー分布を生成する従来装置のように他の領域が最小限の殺菌エネルギーを受信するように、若干の領域を露出過度にするよりはむしろ、紫外線源の発光はちょうど所望の殺菌効果を成し遂げることができる実質的に同一のレベルに維持されることができる。

40

【0007】

本発明の好ましい実施形態において、紫外線の実質的に同一の強度分布は、少数（又は

50

ただ 1 つ) の紫外線源(例えば点光源)例えば L E D および/またはレーザーからのものさえ、効果的に紫外線を分散する 1 以上の高い拡散反射表面の使用によって可能になる。

一般に、紫外線源は非常に紫外線透過な窓を貫通する流体セルに光を照射、光源からの紫外線は結果的に高い均一性を有して処理領域に拡散反射される。例えば、鏡面反射または全反射(T I R)よりはむしろ、紫外線源からの光は好ましくは高い拡散反射により流体セル内で少なくとも最初は反射される。拡散反射(s)から、多くの異なる角度の紫外線源からの光が反射し、紫外線源の数を最小化すると共に、紫外線の効果的な分布は完成する。一旦光が最初に流体セル装置の範囲内で拡散反射されると、それは 1 以上の他の表面からの拡散反射および/または鏡反射により拡散されることができて、および/または流体セル、例えば、処理領域の中で分散されることができる。このように、ガウス分布(例えば紫外線 L E D)の放射線を発している紫外線源さえ、処理領域の断面積の関数として、紫外線の実質的に同一の強度を生じるために利用することができる。

【 0 0 0 8 】

紫外線源自体が処理領域自体の中で配置されるのではなく紫外線透過な窓の後に通常配置されるので、不完全又は故障した紫外線源の置換は全ての流体セル装置の分解なしで達成されることができる。それらの放射表面(少なくとも、大部分の光が放射される主要な放射表面)が直接的な照準線のない光を他の紫外線源および/またはそれと共に通常配置される紫外線透明な窓に発するように、紫外線源が配置される。すなわち 1 つの紫外線光源から流体セルに発される光の最も、または、実質的にすべては、光のいかなる部分が他の紫外線源の紫外線透過な窓の方向を向く前に、少なくとも 1 の表面によって拡散反射される。この装置は、このように、他の紫外線源の紫外線透過な窓による流体セルからの漏出および/または他の紫外線源自体による吸収による紫外線の損失を最小化するかまたは実質的に除去する。紫外線源の 1 以上は、ガウス・エネルギー分配を有する紫外線を発することができる。

【 0 0 0 9 】

本願明細書において使用されるように、「拡散性」材料および表面は、特に、少なくとも一部の波長は約 100 ナノメートル~約 320 ナノメートルの範囲の紫外線に対し、少なくとも 60 % の拡散反射率を光に示す。好適な拡散性表面は、ランパート理想的な反射率(すなわち 100 % の拡散反射率)を近似し、少なくとも約 100 ナノメートル~約 320 ナノメートル範囲の一部の波長の紫外線に対する最低 75 %、少なくとも 90 %、少なくとも 93 % または少なくとも 98 % の拡散反射率を有する。(同様に、本願明細書において使用されるように、「鏡」材料および表面は、少なくとも一部の波長が約 100 ナノメートル~約 320 ナノメートルの範囲にある光に対して、少なくとも 60 %、少なくとも 75 % または少なくとも 90 % の鏡反射率を有する。この種の材料は金属および/または金属的なコーティング、例えばアルミニウムを含むことができる。) 拡散性材料は多孔性か半多孔性でもよく、および/または、そこから拡散反射を促進するために、凸凹の表面を有することができる。

【 0 0 1 0 】

拡散性材料(または少なくともその反射面)は、ポリテトラフルオロエチレン(P T F E)、例えば、ドイツのエインゲンのバーゴフ・フッ素樹脂テクノロジー社から入手可能な光学 P T F E を含むかまたは基本的に成ることができる。P T F E がその化学的および機械的不活性のため従来の水公衆衛生において利用されたにもかかわらず、この種の従来の装置は、紫外線の浄化のために利用しないかまたは構成要素自体を通過する紫外線の伝送を可能にする十分に薄い P T F E 成分を利用しない。本発明の好ましい実施形態は反射面自体による浄化紫外線の透過を防止するのに十分な厚みを有する拡散反射体を利用する。これによって、紫外線強度のいかなる実質的な減少がなく拡散反射によって処理領域の実質的に均一な照明を促進する。例えば、通常、本発明の実施形態において利用される P T F E 成分は 1 mm 以上、2 mm 以上または 5 mm 以上さえ厚みを有するが、従来の透過性 P T F E 材料は 1 mm の数分の 1 以下の厚みを有する。拡散反射材料は流体セルに利用される紫外線を少なくとも実質的に通さない(即ち透過しない)ので、この流体セルは

10

20

30

40

50

そこから光が装置に入るように紫外線源ごとに紫外線透過窓を有する。この種の窓は、例えば、少なくとも一部の波長範囲が約100nm～約320nmの範囲の1以上の材料を含むことができるかまたは基本的に成ることができる。この種の材料の例としては、水晶、溶融シリカまたはサファイアが挙げられる。

【0011】

本発明の実施形態は、全ての開示が引用によって本願明細書に組み込まれる、2010年6月10日に出願された米国特許出願第12/813,293号に記載されるさまざまな特徴を包含する。

【0012】

一側面において、本発明の実施形態は、内部に流体を含む流体セル、流体セルの第1の端部に配置される第1の端部キャップ、流体セルの第1の端部の反対側の流体セルの第2の端部に配置される第2の端部キャップ、流体セルと第1の端部キャップの間に配置される第1の窓、流体セルと第2の端部キャップの間に配置される第2の窓、第1の端部キャップに紫外線光を放射するように配置される1以上の第1の紫外線光源、第2の端部キャップに紫外線光を放射するように配置される1以上の第2の紫外線光源を有するか、本質的に成る流体処理装置を構成する。流体セルは、(i)流体入口、(ii)流体出口、(iii)流体入口および出口の間に流体連結される処理領域、および(iv)紫外(紫外線)光を拡散反射する内面を有する。第1の端部キャップおよび第2の端部キャップは、紫外線を拡散反射する1以上の側壁を有する。第1の窓は、第1の端部キャップに流体が流入するのを実質的に防止して、紫外線を実質的に透過する。第2の窓は、実質的に第2の端部キャップに流体が流入するのを防止して、紫外線を実質的に透過する。第1の端部キャップの側壁は、処理領域に少なくとも一部の紫外線を拡散反射するように構成される(例えば、大きさ、形状、および/または、角度によって)。第2の端部キャップの側壁は、処理領域に少なくとも一部の紫外線を拡散反射する(例えば、大きさ、形状、および/または角度によって)ように構成される。

【0013】

本発明の実施形態は、以下の1以上を様々な組合せのいずれかに含むことができる。第3の窓は、1以上の第1の紫外線光源の1以上(または各々でもよい)と第1の端部キャップの内部との間に配置されることができる。各第3の窓は、第1の端部キャップの側壁の中で配置されていてもよいし、紫外線を実質的に透過してもよい。第4の窓は、1以上の第2の紫外線光源の1以上(または各々でもよい)と第2の端部キャップの内部との間に配置される。各第4の窓は、第2の端部キャップの側壁の中で配置されていてもよく、紫外線を実質的に透過してもよい。1以上の第3の紫外線光源は、処理領域(例えば、流体セルおよび/または処理領域の側壁から)に直接紫外線を放射するために配置されることができる。1以上の第3の紫外線光源からの紫外線は、流体セルの内面によって、拡散反射されることができる。第5の窓は、第3の紫外線光源1以上(または各々でもよい)と処理領域との間に配置されることができる。各第5の窓は、処理領域の側壁の中に配置されていてもよく、紫外線を実質的に透過してもよい。

【0014】

第1の端部キャップは処理領域から離れて配置される実質的に平面な端面を有する円錐台の形状とすることができます、第1の端部キャップの端面の面積は第1の窓の面積よりも小さくてもよい。第1の端部キャップの端面は、紫外線を拡散反射してもよいか、紫外線を鏡面反射してもよい。第2の端部キャップは処理領域から離れて配置される実質的に平面な端面を有する円錐台の形状とすることができます、第2の端部キャップの端面の面積は第2の窓の面積よりも小さくてもよい。第2の端部キャップの端面は、紫外線を拡散反射してもよいか、紫外線を鏡面反射してもよい。第1および/または第2の紫外線光源の1以上(または各々でもよい)は、発光ダイオードを含むことができるかまたは基本的に成ることができます。1以上の第1の紫外線光源および1以上の第2の紫外線光源の紫外線は、実質的に均一に処理領域を照射することができます。1以上の第1の紫外線光源および1以上の第2の紫外線光源からの紫外線は、実質的に均一に第1および第2の窓との間に配置される空間を照射

10

20

30

40

50

することができる。

【0015】

流体入口および流体出口間の流れ方向に対して実質的に垂直な流体セルの周囲は、実質的に円形でもよい。流体入口および流体出口間の流れ方向に対して実質的に垂直な流体セルの周囲は、 n 角形 ($n=3 \sim 8$) を規定することができる。流体入口および流体出口間の流れ方向に対して実質的に垂直な流体セルの周囲は、実質的に六角形でもよい。第1および/または第2の端部キャップの周囲は、実質的に円形であってもよい。第1および/または第2の端部キャップの周囲は、 $n=3 \sim 8$ の n 角形を規定してもよい。第1および/または第2の端部キャップの周囲は、実質的に六角形でもよい。

【0016】

流体セルの内面、第1の端部キャップの側壁および/または第2の端部キャップの側壁は、1 mm以上の厚さを有するポリテトラフルオロエチレンを含むことができるか、基本的に成ることができるかまたは、成ることができる。流体セル(少なくとも処理領域において)第1の端部キャップおよび/または第2の端部キャップは、1 mm以上の厚さを有するポリテトラフルオロエチレンを含むことができるか、基本的に成ることができるかまたは、成ることができる。ポリテトラフルオロエチレンの厚みは、1 mm ~ 10 mmの範囲から選択されることができる。第1の窓および/または第2の窓は、水晶、溶融シリカおよび/またはサファイヤを含むことができるか、基本的に成ることができるかまたは、成ることができる。第1および/または第2の端部キャップは(i) 処理領域から離れて配置される先端を有する円錐、または、処理領域から離れて配置される平面な端面を有するシリンダの形状であってよい。流体セルは、橢円形の管を含むことができるかまたは基本的に成ることができる。流体入口および流体出口は、管の対向端部に配置されることができる。流体の流れが処理領域通過する流体の流れに対して約垂直になるように、流体入口および流体出口を配置することができる。

【0017】

別の態様においては、本発明の実施形態は、内部に流入流体を含む流体セルと、流体処理装置の第1の内面の方へ紫外線を放射するために配置される1以上の第1の紫外線源と、1以上の第1の紫外線源および処理領域の1以上(または各々でもよい)との間に配置した第1の窓とを含むか、または本質的に成る。流体セルは、(i) 流体入口と、(ii) 流体出口と、流体入力および出口との間に配置される処理領域と、(iv) 紫外(UV)光に反射する内面とを有する。第1の内面は、紫外線を拡散反射し、処理領域に少なくとも一部の紫外線が拡散反射するように(例えば、大きさ、形状、および/または、角度によって)構成される。第1の窓はそれぞれ紫外線を実質的に透過する。

【0018】

本発明の実施形態は、以下の1以上を様々な組合せのいずれかに含むことができる。流体セルの内面は紫外線を拡散反射してもよく、流体処理装置の第1の内面は流体セルの一部の内面でもよく、および/または、各第1の窓は流体セルの側壁の中で配置されてもよい。流体セルは流体入口近傍の第1の端面と、流体出口近傍の第2の端面を有することができる。第1および第2の端面は、紫外線を拡散反射してもよいか、紫外線を鏡面反射してもよい。流体セルの内面は(または流体セル自体、なくとも処理領域でもよい)、1 mm以上の厚さを有するポリテトラフルオロエチレンを含むことができるか、基本的に成ることができるかまたは、成ることができる。ポリテトラフルオロエチレンの厚みは、1 mm ~ 10 mmの範囲から選択されることができる。1以上の(または各々でもよい)第1の窓は、水晶、溶融シリカおよび/またはサファイヤを含むことができるか、基本的に成ることができるかまたは、成ることができる。

【0019】

流体入口と流体出口間の流れ方向に対して実質的に垂直な流体セルの周囲は、実質的に円形でもよい。流体入口および流体出口間の流れ方向に対して実質的に垂直な流体セルの周囲は、 $n=3 \sim 18$ の n 角形を規定することができる。流体入口および流体出口間の流れ方向に対して実質的に垂直な流体セルの周囲は、実質的に六角形でもよい。第1の端部

10

20

30

40

50

キャップは、流体セルの第1の端部に配置されることがある。第1の端部キャップは、紫外線に拡散反射する側壁を有することができる。液体処理装置の第1の内面は、第1の端部キャップの一部の側壁を含むことができるか、基本的に成ることができるかまたは、少なくとも成ることができる。第1の窓のうちの少なくとも1つは、第1の端部キャップの側壁内に配置されることがある。第2の端部キャップは、流体セルの第1の端部の反対側において流体セルの第2の端部に配置されることがある。第2の端部キャップは、紫外線に拡散反射する側壁を有することができる。液体処理装置の第1の内面は、第2の端部キャップの一部の側壁を含むことができるか、基本的に成ることができるかまたは、少なくとも成ることができる。第1の窓のうちの少なくとも1つは、第2の端部キャップの側壁内に配置されることがある。第1および/または第2の端部キャップの側壁(または全部でもよい)は、1mm以上の厚さを有するポリテトラフルオロエチレンを含むことができるか、基本的に成ることができるかまたは、成ることができる。ポリテトラフルオロエチレンの厚みは、1mm~10mmの範囲から選択されることがある。第2の窓は、第2の端部キャップおよび処理領域との間に配置されることがある。第2の窓は、実質的に第2の端部キャップに流体の流れを防止することができるか、および/または、紫外線を実質的に透過することができる。第2の窓は、第1の端部キャップおよび処理領域との間に配置されることがある。第2の窓は、実質的に流体が第1の端部キャップに流れこむのを防止することができ、および/または、紫外線を実質的に透過することができる。少なくとも1の(そして、各々でもよい)第1の紫外線源は、発光ダイオードを含むことができるかまたは基本的に成ることができる。1以上の第1の紫外線源からの紫外線は、実質的に一様に処理領域を照射することができる。

【0020】

さらに他の態様では、本発明の実施形態は、流体を処理する方法を特徴とする。流体は、(i)流体入口、(ii)流体出口、(iii)流体入力および出口との間に配置される処理領域および(iv)紫外(紫外線)光に反射する内面を有する流体セルを通過して流される。1以上の紫外線源から発される紫外線は拡散反射されて実質的に一様に処理領域を均一に照射し、それによって処理領域中を流れる流体を処理する。

【0021】

本発明の実施形態は、以下の1以上を様々な組合せのいずれかに含むことができる。紫外線の一部は、拡散反射されるか、または、鏡面反射されることがある。少なくとも1の紫外線源は、流体から実質的に分離される端部キャップに、紫外線を照射することができる。端部キャップは、処理領域に少なくとも一部の紫外線を拡散反射することができる。流体セルの内面は、紫外線を鏡面反射してもよいか、紫外線を拡散反射してもよい。紫外線は、1mm以上の厚さを有するポリテトラフルオロエチレンを含んでいるか、基本的に成っているかまたは、成っている表面から、拡散反射されることがある。ポリテトラフルオロエチレンの厚みは、1mm~10mmの範囲から選択されることがある。1以上の紫外線源は、流体セル外側に配置されてもよく、1以上の窓によって流体セルと分離されてもよい。1以上の窓は、紫外線を実質的に透過してもよい。

【0022】

これらおよび他の、目的は、本願明細書において開示される本発明効果および特徴に沿って、以下の説明、添付の図面および請求項の参照によってより明らかになる。また、本願明細書において記載されている各種実施形態の特徴は排他的でなくて、さまざまな組合せおよび並べ替えが有り得ることを理解すべきである。ここで使用しているように、「実質的に」の用語は±10%であり、いくつかの実施形態によっては±5%を意味する。「本質的に成る」という用語は、本願明細書において定められない限り、基本的に、機能に貢献する他の材料を除外することを意味する。それにもかかわらず、他の材料は、集合的に、または、個々に、微量に存在してもよい。本願明細書において、「放射線」と「光」の用語は、特に明記しない相互に取り換えられて利用される。

【0023】

図面において、同じ参照符号は、異なる図にわたって同じ部分を意味する。また、図面

10

20

30

40

50

は必ずしも寸法を表すものではなく、本発明の原則を例示するために一般に強調されることがある。以下の説明では、本発明の各種実施形態は、以下の図面に関して記載されている。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】図1は、本発明の各種実施形態の紫外線照射による流体の浄化装置の断面概略図である。

【図2】本発明の各種実施形態の紫外線照射による流体の浄化装置の断面概略図である。

【図3】本発明の各種実施形態の紫外線照射による流体浄化の装置の断面概略図である。

【図4A】本発明の各種実施形態の紫外線照射を経た流体の浄化のための装置用の端部キヤップの断面概略図である。 10

【図4B】本発明の各種実施形態の紫外線照射を経た流体の浄化のための装置用の端部キヤップの断面概略図である。

【図5A】本発明の各種実施形態の紫外線照射を経た流体の浄化のための装置用の端部キヤップの断面概略図である。

【図5B】各種実施形態の紫外線照射を経た流体の浄化のための装置のための流体セルの断面概略図である。

【図6A】本発明の各種実施形態の外線照射を経た流体の浄化のための装置用の端部キヤップの断面概略図である。

【図6B】本発明の各種実施形態の紫外線照射を経た流体の浄化のための装置用の端部キヤップの断面概略図である。 20

【図7】本発明の各種実施形態の紫外線照射を経た流体の浄化のための装置のモデルの断面概略図である。

【図8A】本発明の各種実施形態の光が拡散反射される図7のモデル化された装置内の位置の関数としての発光レベルのグラフである。

【図8B】本発明の各種実施形態の光が拡散反射される図7のモデル化された装置内の位置の関数としての発光レベルのグラフである。

【図9A】本発明の各種実施形態の光が拡散反射される図7のモデル化された装置内の位置の関数としての発光レベルのグラフである。

【図9B】本発明の各種実施形態の光が拡散反射される図7のモデル化された装置内の位置の関数としての発光レベルのグラフである。 30

【図10A】本発明の各種実施形態の光が拡散反射される図7のモデル化された装置内の位置の関数としての発光レベルのグラフである。

【図10B】本発明の各種実施形態の光が拡散反射される図7のモデル化された装置内の位置の関数としての発光レベルのグラフである。

【図11A】本発明の各種実施形態の光が拡散反射される図7のモデル化された装置内の位置の関数としての発光レベルのグラフである。

【図11B】本発明の各種実施形態の光が拡散反射される図7のモデル化された装置内の位置の関数としての発光レベルのグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0025】

図1は、本発明の各種実施形態の例示的な浄化装置100を示すものである。装置100は、流体流入口105と、流体排出口110、2つの端部キヤップ115と、流体セル120と、各端部キヤップ115を流体セル120から切り離す紫外線透過窓125を有する。1以上の紫外線源130（例えば、紫外線LEDおよび/またはレーザー）は、紫外線透過窓135による端部キヤップ115の各々に、約100nmと320nmの間の波長を有する紫外線を発する。端部キヤップ115は拡散性材料を含むことができるかまたは基本的に成ることができ、このように少なくとも、各端部キヤップ115の側壁140は光源130からの紫外線を拡散反射する。このように、図示されるように各光源130からの光は側壁140にぶつかり、広範囲の角度にわたって拡散反射される。結果とし 50

て、紫外線が紫外線透過窓 125 を貫通して流体セル 120 に入るときに、流体セル 120 は高い均一性で照明される。

【0026】

入口 105 から放射口 110 へと流れる流体（例えば液体、水）は、流体セル 120 の中に均一に分散された光によって照射されて、実質的に殺菌される。光は拡散反射により分配されて、従って、流体セル 120 を非常に均一に照射するので、全体のエネルギーレベル（すなわち光源 130 に電力を供給するに必要とされるエネルギー消費レベル）が最小化され、照射の最小レベル（例えば、要求される殺菌又は消毒の効果のために）が達成される。すなわち、照射の最小レベルは、充分な反射光が不足するいかなる「暗い空間」も補償するためにより高いレベルで流体セル 120 の部分を放射線にさらす必要なしで提供される。次に更に詳細に示されるように、特に鏡反射率および／または TIR を使用する装置と比較したときに、本発明の実施形態の拡散反射による光分散は均一性のより高いレベルを有する照射の最小レベルを優位に達成する。このように、従来の溶液と比較して、少しの光源および／またはより少ない電力消費でありながら、本発明の実施形態は有益な殺菌および／または消毒の効果を提供する。

【0027】

図 1 は各端部キャップ 115 に光を発している 1 つの光源 130 だけを示しているが、本発明の他の実施形態は各端部キャップ 115 に光を発する複数の光源 130 を包含する。

各光源 130 は、異なる紫外線透過窓 135 を通過する光を放射ことができる。各発光源は、端部キャップ 115 の内に配置される異なる紫外線透過窓 135 を貫通して光を照射することができ、または 1 以上の発光源 130 はそれぞれ、単 1 の共通の紫外線透過窓 135 を貫通して端部キャップ 115 に光を各々照射することができる。光源 130 は、光放射のそれらの主要な方向（例えば、主要な放射表面からの照射方向）が直接他の光源 130 または他の紫外線透過窓 135 へ向かないように、配置される。すなわち、一部の光が他の光源 130 または他の紫外線透過窓 135 の方向を向く前に、各光源 130 からの光は少なくとも 1 回拡散側壁 140（および／または装置 100 の他の拡散性表面）から反射する傾向にある。光源 130 および／または紫外線透過窓 135 を貫通する装置から通過による休止によって失われる光（あるとしても）の量を最小化するかまたは減らしながら、この装置は装置 100 内で紫外線の分散を最大にする。

【0028】

図 1 に示されるように、装置 100 は、紫外線透過窓 135 によって流体セル 120 に直接紫外線を照射する 1 以上の光源 145（例えば、点光源、LED 及び／又はレーザー）を有することもでき、これによって流体セル 120 内の紫外線量を増大させる。他の実施形態において、光源 145 およびそれらのそれぞれの紫外線透過窓 135 は省略され、流体セル 120 の内で分散される唯一の光は 1 以上の端部キャップ 115 から流体セル 120 に照射される。光源 145 が存在する実施形態において、好ましくは流体セル 120 の内面 150 は拡散性であるが鏡面性であってもよい。本発明の好ましい実施形態は、光が流体セル 120 に入る前に紫外線を端部キャップ 115 内に均一に分散するので、光は装置 100 の消毒の有効性を減らすことなく流体セル 120 内で実質的に鏡面的に反射される。表面 150（および／または装置 100 の他の表面）が鏡面である本発明の実施形態において、表面の装置 100 の一部は、その上に鏡面材料（例えば、金属、例えばアルミニウム）の内側コーティングを有する拡散性材料を含むことができるかまたは基本的に成ることができる。

【0029】

図 1 は 2 つの円錐台形の端部キャップ 115 を有する装置 100 を示すが、本発明の各種実施形態はただ 1 つの端部キャップ 115 を有する。図 2 は、そのような典型的な装置 200 を表す。このような実施形態では、他の紫外線透過窓 125 が省略されることができると共に、紫外線透過窓 125 は端部キャップ 115 に近接して配置される。1 つの端部キャップ 115 の反対側の装置 200 の内面 210 は好ましくは拡散性であるが、若干

10

20

30

40

50

の実施形態では鏡面であってもよい。図示されるように、1つの端部キャップ115だけを有する装置200は窓135を経て流体セル120に直接紫外線を放射する1以上の光源145を有することができるが、本発明の他の実施形態では、光源145（そして、それらのそれぞれの窓135）は省略され、流体セル120の中の紫外線は端部キャップ115だけから生じる。いくつかの実施形態では、図2に示すように、1以上の光源220は、表面210に配置される窓135を貫通して流体セル120に紫外線を放射することができる。上記したように、この種の光源（および、特定の装置の内のすべての他の光源）は好ましくは他の光源と直接対向せず、光はそこから光源または窓135の方向に向かう前に可能な限り少なくとも1回好ましくは拡散反射される。

【0030】

10

本発明の若干の実施形態は端部キャップ115を省略し、流体セル120に直接光を放射する1以上の光源145は照明の唯一の光源である。図3は、そのような例示の装置300を示す。このような実施形態では、流体セル120の全ての内面は端面310を含み、好ましくは拡散性である。但し、若干の実施形態において、一方または両方の端面310は鏡面である。図3に示すように、1以上の光源145は一方または両方の端面310に配置される窓135を経て流体セル120に光を放射することができる。但し、好ましい実施形態において、この種の光源145は1つの端面310で配置されるだけであり、または、この種の光源145は直接対向しない。これにより、この種の光が他の光源および／または窓135の方向を向く前に、これにより放射される光の少なくとも1つの拡散反射を促進する。光源145が一方または両方の端面310貫通して放射する実施形態において、この種の光源145に対向する端部表面310は、流体セル120内の光源145により放射される光の均一な製再分布を容易にするために、好ましくは鏡面であるよりはむしろ拡散性である。

20

【0031】

図1および2は端部キャップ115を円錐台として例示するが、それぞれ図4Aおよび4Bに示されるように、他の形態において、端部キャップ115の1以上は円錐でも、あるいは円筒状でもよい。各種実施形態において、装置100は、端部キャップ115に光を放射する各々、異なる形状および／または数の光源130を有する2つの端部キャップを有する。端部キャップ115が円錐台（またはシリンダ）であるときに、各端部キャップ115の端面155は拡散性でも鏡面でもよい。本発明の若干の実施形態において、図4Bに示すように、1以上の光源130は、端面155内に配置される窓135による光を発する。この種の実施形態は、好ましくは、1つの端面だけで155を発している光源130を有するが、光源へと反射される光の量を最小化すると共に逆の端面155は能率的に光を再分散するために拡散性である。

30

【0032】

図5Aに示されるように、流体セル120は、円形の断面形状を有することができる。しかしながら、他の実施形態では図5Bに示すように、流体セル120は、非円形の多角形の横断面を有する。例えば、流体セル120の横断面は、n3（すなわち三角形）から18のn角形でもよい。各種実施形態において、nは、4（すなわち正方形）6（すなわち、六角形（図5Bで示す））12または18である。同様に、図6Aに示すように、1以上の端部キャップ115は、円形の断面形状を有することができる。しかしながら、他の実施形態では図6Bに示すように、端部キャップ115は、非円形の多角形の横断面を有する。

40

例えば、端部キャップ115の横断面はnが3（すなわち三角形）から18のn角形でもよい。各種実施形態において、nは、4（すなわち正方形）6（すなわち、六角形（図6Bで示す））12または18である。本発明の若干の実施形態において、流体セル120および／または非円形の多角形の横断面を有する1以上の端部キャップ115の使用は、より少ない空間（例えば、円形横断面を有する構成要素と比較されるときに）内で、拡散反射された光の均一な分散を促進する。

【0033】

50

上記したように、本発明の実施形態が1以上の拡散反射を経て流体セルの中で紫外線を再分散するので、装置のサイズおよび形状が実質的に同一のときでも、この種の実施形態は鏡面反射および/またはTIRだけを利用している紫外線殺菌液より能率的に、発光の最小限の所望のレベルを達成する（または、同等に、同じ入力電力において照射のより大きな最小レベルを達成する）。1連のシミュレーションは、純粹な鏡反射および/またはTIRと比較して拡散反射によって限られる紫外線のこの優れたパフォーマンスを示すために実行された。図7は装置700の概略図であるが、装置100に極めて似ており、シミュレーションのために利用される。シミュレーションのために、150mmの全長710を有する流体セル120が使用され、流体セル120内の紫外線透過窓125の1つから約1mmの位置720、及び流体セル120の中の約中間点の位置730（すなわち窓125の各々から約75mm）において流体セル内の照射レベルがシミュレーションされた。流体セル120は、60mmの直径を有する円形横断面を有するとみなされた。装置700は、各端部キャップ115に紫外線照射する1つの60mWの紫外線LEDを包含する。1組のシミュレーションのために、端部キャップ115の表面140および流体セル120の表面150は、90%の拡散反射率を有するPTFEであるとみなされた。比較のため、他の組のシミュレーションは、表面140、150が完全な鏡面である（またはTIRを経て制限された光）とみなした。

【0034】

図8Aは、拡散反射する装置700の流体セルの円形横断面の上の紫外線発光レベルのグラフである。図8Bは、同じ拡散反射する装置700の円形横断面の中心を貫通する位置720において流体セル120を横断する距離の関数とした照射レベルのグラフである。図示されるように、端部キャップ115のうちの1つから間隔を置いて配置される距離においても、流体セル120の横断面全体で、照射は非常に均一である。照射のピークは約3.6mW/cm²であり、一方で、最小限の照射は約2.4mW/cm²である。図9Aおよび9Bは、流体セル120の中央の位置730における拡散反射装置700のための等価なグラフである。図示するように、照射は流体セル120の横断面全体に非常に均一のままである。ピークの照射は約3.36mW/cm²であり、最小限の照射は約2.4mW/cm²である。

【0035】

図10Aは、TIRによって光を制限する装置700の位置720の流体セル120の円形横断面の上の紫外線照射レベルのグラフであり、図10BはTIRによって光を制限する同じ装置700の円形横断面の中心を貫通する位置720における流体セル120を横断する距離に対する照射レベルのグラフである。図示されるように、図8Aおよび8Bのグラフと比較したとき、照射は流体セル120の横断面全体においてそれほど均一ではない。ピークの照射は約4.6mW/cm²であり、最小限の照射は約1.8mW/cm²である。図11Aおよび11Bは、流体セル120の中央に、730でTIRによって光を限っている装置700のための等価なグラフである。図示されるように、照射は流体セル120の横断面全体にわたって非常に不均一性である。ピークの照射は約4.3mW/cm²であり、最小限の照射は約1.5mW/cm²である。

【0036】

下表は、1定の入力電力により、TIRによって光を制限する装置700と比較して位置720および730で拡散反射している装置700による最小限の照射の改良点の要約を示したものである。上記のように、拡散反射する装置700は、33%および60%との間の最小限の照の向上を示す。このように、散反射率によって可能とされる紫外線の高い金一な分散のために、本発明の実施形態の装置のいかなる特定の最小限の照射レベルに達するのにより少ない電力を必要とする。

【0037】

【表1】

	最小照射 (TIR)	最小照射 (拡散反射)	改良
位置 720	1. 8	2. 4	33 %
位置 730	1. 5	2. 4	60 %

【0038】

下表は、図 8 A ~ 11 B に示される照射レベルの標準偏差を比較することによる本発明の実施形態の拡散反射率による照射の均一性の改良が示すものである。表に示されるように上記のように、拡散反射装置 700 は照射の均一性の 21 % と 24 % の間の改良を示している。このように、拡散反射率によって可能にされる紫外線の高い均一な分散のため本発明の実施形態の装置において最小限の所望の照射レベルにはるかに超えるレベルで流体セルの一部を照射することによってより少ない入力電力が浪費される。

10

【0039】

【表2】

	照射の標準偏差 (TIR)	照射の標準偏差 (拡散反射)	改良
位置 720	1. 83	1. 44	21 %
位置 730	1. 85	1. 40	24 %

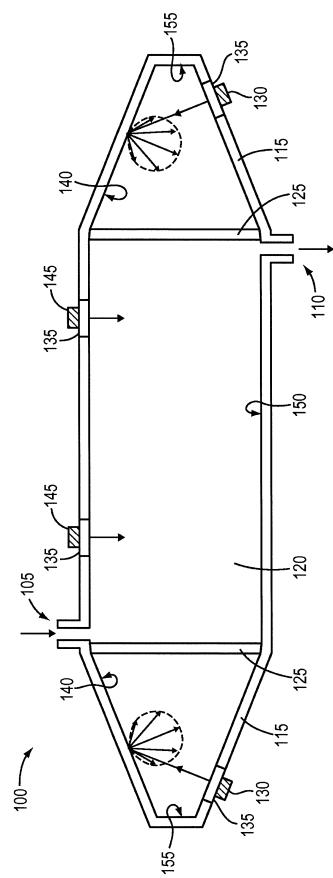
20

【0040】

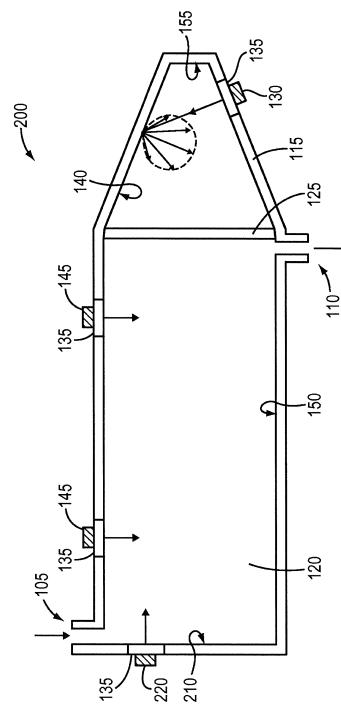
本願明細書において使用される条件および表現は説明の用語として限定的でなく使用されるものであり、この種の条件および表現の使用において、図面と共に記載されるいかなる構成要素またはその一部を除外する意図ではない。しかし、請求される発明の範囲内においてさまざまな変形態様が可能であることが認識される。

30

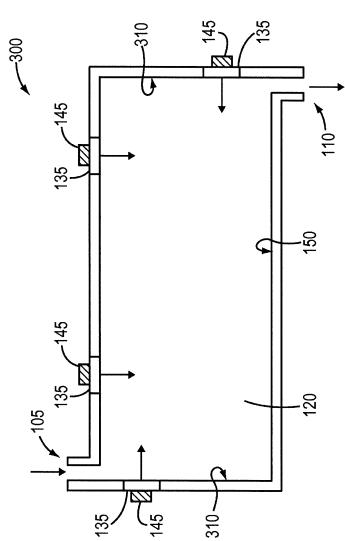
【 四 1 】



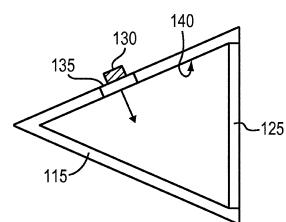
【 图 2 】



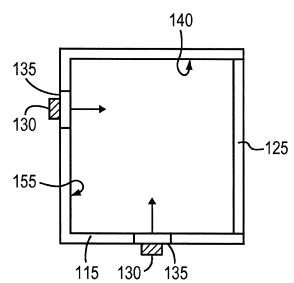
【 四 3 】



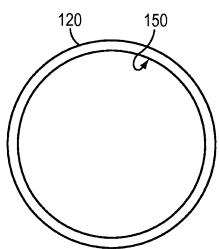
【図4A】



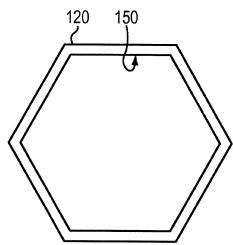
【 図 4 B 】



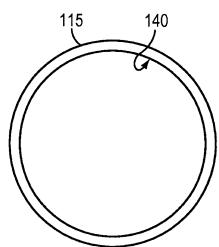
【図 5 A】



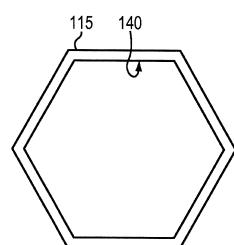
【図 5 B】



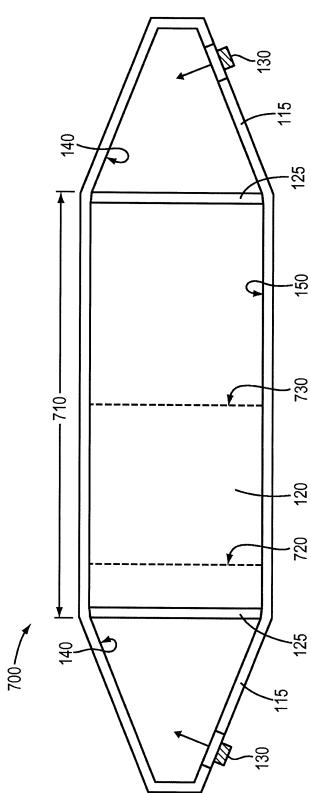
【図 6 A】



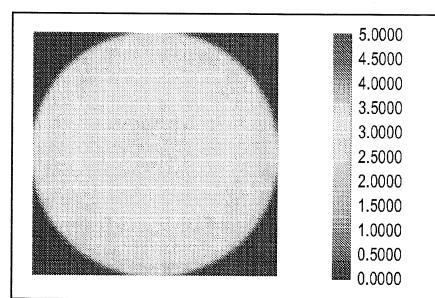
【図 6 B】



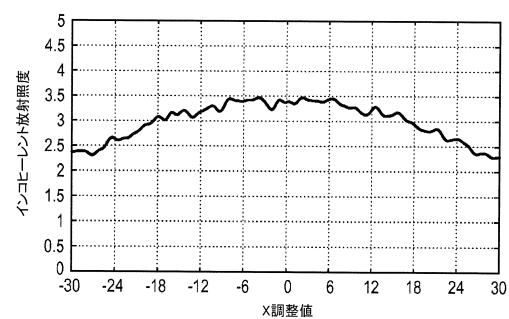
【図 7】



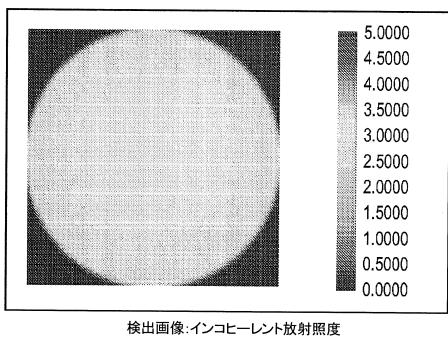
【図 8 A】



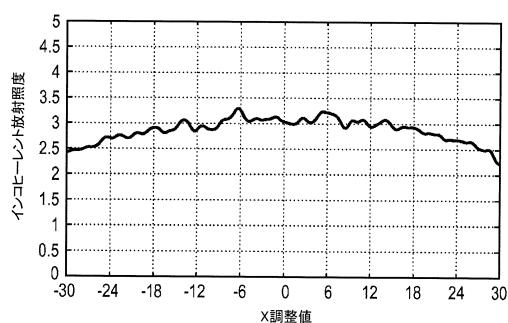
【図 8 B】



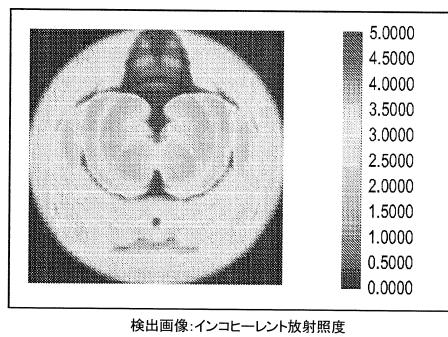
【図 9 A】



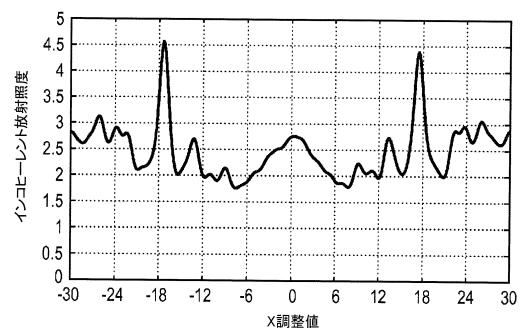
【図 9 B】



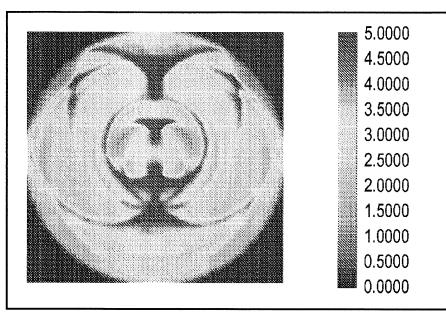
【図 10 A】



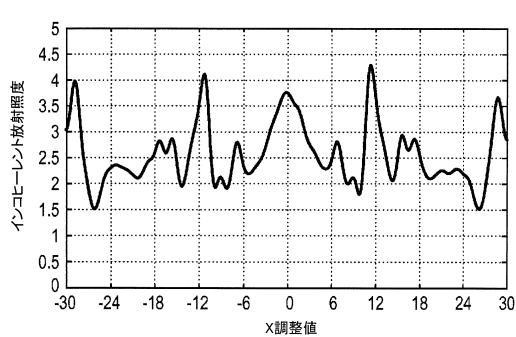
【図 10 B】



【図 11 A】



【図 11 B】



フロントページの続き

(74)代理人 100103850

弁理士 田中 秀 てつ

(74)代理人 100105854

弁理士 廣瀬 一

(74)代理人 100115679

弁理士 山田 勇毅

(72)発明者 ムー, クレイグ

アメリカ合衆国, 12110 ニューヨーク, ラッサム, ダイク ロード 6

(72)発明者 チエン, ジエンフォン

アメリカ合衆国, 12065 ニューヨーク, クリフトン パーク, アパートメント 405, ク

レセント ビスチャー フェリー ロード 1400

(72)発明者 ランディブ, ラユル, ヴィー.

アメリカ合衆国, 12309 ニューヨーク, ニスカユナ, ジェシカ レーン 94

審査官 高橋 成典

(56)参考文献 特開2013-158722(JP, A)

特表2009-506860(JP, A)

特表2007-502200(JP, A)

特開2011-016074(JP, A)

特開昭63-162090(JP, A)

特開平11-290656(JP, A)

特開昭64-067293(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C02F 1/30 - 1/32

A61L 2/00 - 2/28

11/00 - 12/14