

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7204485号
(P7204485)

(45)発行日 令和5年1月16日(2023.1.16)

(24)登録日 令和5年1月5日(2023.1.5)

(51)国際特許分類

A 6 1 L	2/10 (2006.01)	A 6 1 L	2/10
H 0 5 K	7/20 (2006.01)	H 0 5 K	7/20
C 0 2 F	1/32 (2023.01)	H 0 5 K	7/20
		C 0 2 F	1/32

F I

P

F

1/32

請求項の数 31 (全25頁)

(21)出願番号 特願2018-555798(P2018-555798)
 (86)(22)出願日 平成29年1月19日(2017.1.19)
 (65)公表番号 特表2019-505350(P2019-505350)
 A)
 (43)公表日 平成31年2月28日(2019.2.28)
 (86)国際出願番号 PCT/CA2017/050061
 (87)国際公開番号 WO2017/124191
 (87)国際公開日 平成29年7月27日(2017.7.27)
 審査請求日 令和2年1月16日(2020.1.16)
 (31)優先権主張番号 62/280,630
 (32)優先日 平成28年1月19日(2016.1.19)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 米国(US)

(73)特許権者 505093792
 ザ ユニバーシティ オブ ブリティッシュ
 コロンビア
 THE UNIVERSITY OF B
 RITISH COLUMBIA
 カナダ国 V 6 T 1 Z 3 ブリティッシュ
 コロンビア バンクーバー アグロノミー¹
 ロード 1 0 3 - 6 1 9 0 インダストリ
 リエゾン オフィス
 (74)代理人 100091982
 弁理士 永井 浩之
 (74)代理人 100091487
 弁理士 中村 行孝
 (74)代理人 100082991
 佐藤 泰和

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 UV - L E D フォトリアクタのための放熱装置および方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

紫外線(UV)放射線を流体流に照射するための紫外線(UV)リアクタであって、熱伝導性材料を含む流体導管と、回路領域を含む第1の表面を有する熱伝導基板を備えるプリント回路基板(PCB)と、前記熱伝導基板の前記第1の表面の前記回路領域を覆うはんだマスクと、前記PCBに動作可能に接続されているUV発光ダイオード(UV-LED)であり、放射線を前記流体導管へと方向付けるように配向されている、UV-LEDと、を備え、

前記PCBの前記熱伝導基板の前記第1の表面の熱接触領域は、はんだマスクコーティングがなく、前記熱伝導性材料は、前記熱伝導基板の前記第1の表面の前記熱接触領域に熱結合されている、紫外線(UV)リアクタ。

【請求項2】

前記UV-LEDは、前記UV-LEDから前記流体導管へと第1の方向において延伸する主光軸を有するように、放射線を方向付けるように配向され、前記熱伝導基板の前記第1の表面は、平面であり、前記熱伝導基板の前記第1の表面の法線ベクトルは、実質的に前記第1の方向に配向されている、請求項1に記載のリアクタ。

【請求項3】

前記UV-LEDは、前記UV-LEDから前記流体導管へと第1の方向において延伸する主光軸を有するように、放射線を方向付けるように配向され、

前記主光軸は、流体が前記流体導管を通って流れるときに、前記流体導管を通る前記流体が流れる方向とほぼ平行である、請求項 1 に記載のリアクタ。

【請求項 4】

前記熱伝導性材料は、前記熱伝導基板の前記第 1 の表面の熱接触領域と熱接触している、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のリアクタ。

【請求項 5】

前記熱伝導性材料と前記 P C B の前記熱伝導基板の前記第 1 の表面との間の前記熱接触が、前記熱伝導性材料と前記熱伝導基板の前記第 1 の表面との間に介在する熱接触強化構成要素を含む、請求項 4 に記載のリアクタ。

【請求項 6】

前記熱接触強化構成要素が、熱伝導性かつ変形可能な熱パッド、または熱伝導性ゲルまたはペーストを含む、請求項 5 に記載のリアクタ。

【請求項 7】

前記熱伝導性材料と前記 P C B の前記熱伝導基板の前記第 1 の表面との間の前記熱接触は、前記熱伝導性材料と前記熱伝導基板の前記第 1 の表面との間に介在する熱伝導中間構成要素を含む、請求項 4 から 6 のいずれか一項に記載のリアクタ。

【請求項 8】

前記 P C B の前記はんだマスクコーティングが前記 P C B の前記熱接触領域から除去される、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載のリアクタ。

【請求項 9】

前記熱伝導基板の前記第 1 の表面および前記 U V - L E D は、前記熱伝導基板の第 1 の側にある、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載のリアクタ。

【請求項 10】

前記流体導管の入口と前記流体導管の出口との間の前記流体導管内の流体流路の一部は、前記熱伝導基板の第 1 の側と反対の前記熱伝導基板の第 2 の側にある、請求項 9 に記載のリアクタ。

【請求項 11】

前記熱伝導性材料は、前記流体導管の 1 つまたは複数の熱伝導壁内にある、請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載のリアクタ。

【請求項 12】

前記熱伝導性材料は、前記リアクタの 1 つまたは複数の熱伝導壁内にある、請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載のリアクタ。

【請求項 13】

流体が前記流体導管を通って流れるとき、前記流体導管を通って流れる前記流体は、前記 1 つまたは複数の熱伝導壁と接触して、前記 1 つまたは複数の熱伝導壁から前記流体に熱を放散する、請求項 11 または 12 に記載のリアクタ。

【請求項 14】

前記流体が前記流体導管を通って流れるとき、前記流体導管を通って流れる前記流体と前記 1 つまたは複数の熱伝導壁との間の前記接触は、少なくとも部分的に、前記リアクタの U V 活性領域内で生じる、請求項 13 に記載のリアクタ。

【請求項 15】

前記 1 つまたは複数の熱伝導壁は、少なくとも 1 つの熱伝導性材料を含む、請求項 11 から 14 のいずれか一項に記載のリアクタ。

【請求項 16】

前記 1 つまたは複数の熱伝導壁は、少なくとも 1 つの熱伝導性材料から成る、請求項 1 から 14 のいずれか一項に記載のリアクタ。

【請求項 17】

前記流体導管は、熱伝導管本体によって画定されている、請求項 1 から 16 のいずれか一項に記載のリアクタ。

【請求項 18】

10

20

30

40

50

前記流体導管は、複数の流体流路であって、前記複数の流体流路の各流体流路が熱伝導性材料を備える、複数の流体流路と、前記複数の流体流路のうちの少なくとも2つの端部に配置され、前記少なくとも2つの流体流路間に流体連通を提供するように成形されたマニホールドとを備え、

前記熱伝導性材料の前記熱伝導基板の前記第1の表面への前記熱結合は、前記マニホールドの前記熱伝導基板の前記第1の表面への熱結合を含む、請求項1から17のいずれか一項に記載のリアクセタ。

【請求項19】

前記流体導管は、複数の流体流路であって、前記複数の流体流路の各流体流路が熱伝導性材料を備える、複数の流体流路を備え、

前記熱伝導性材料の前記PCBの前記熱伝導基板の前記第1の表面への前記熱結合は、前記複数の流体流路と前記熱伝導基板の前記第1の表面との間に介在する熱伝導マニホールドを含む、請求項1から17のいずれか一項に記載のリアクセタ。

【請求項20】

前記熱伝導基板は、前記流体導管の入口と前記流体導管の出口との間の前記流体導管内の流体流路の一部を画定する壁を備える、請求項1から19のいずれか一項に記載のリアクセタ。

【請求項21】

前記流体導管は、前記熱伝導性材料を含む少なくとも1つの流体導管画定壁を備える、請求項1から20のいずれか一項に記載のリアクセタ。

【請求項22】

流体流に紫外線(UV)放射線を照射するための紫外線(UV)リアクセタであって、流体が流れることを可能にするための1つまたは複数の熱伝導壁によって画定される流体導管と、

熱伝導性プリント回路基板上に動作可能に取り付けられた少なくとも1つのUV発光ダイオード(UV-LED)であって、前記UV-LEDは、放射線を前記流体導管に導くように配向されている、UV-LEDと

を備え、

前記UV-LEDは、前記UV-LEDから前記流体導管へと第1の方向において延伸する主光軸を有するように、放射線を方向付けるように配向され、

前記プリント回路基板ははんだマスクコーティングがない熱接触領域を含む平面の第1の表面を有し、

熱伝導基板の前記第1の表面の法線ベクトルは、実質的に前記第1の方向と平行に配向されており、

前記プリント回路基板の前記熱接触領域は、前記流体導管の前記1つまたは複数の熱伝導壁に熱接触する、紫外線(UV)リアクセタ。

【請求項23】

前記流体導管の前記1つまたは複数の熱伝導壁に熱接触している熱接触強化構成要素をさらに備え、前記プリント回路基板の前記熱接触領域は、前記熱接触強化構成要素に熱接触して、前記プリント回路基板の前記熱接触領域、前記熱接触強化構成要素、および前記流体導管の前記1つまたは複数の熱伝導壁の間に熱接触を提供する、請求項22に記載のリアクセタ。

【請求項24】

前記プリント回路基板の前記熱接触領域、前記熱接触強化構成要素、および前記流体導管の前記1つまたは複数の熱伝導壁との間の前記熱接触が、直接的にまたは他の熱伝導性構成要素を通じてのいずれかで行われる、請求項23に記載のリアクセタ。

【請求項25】

前記流体導管が、前記1つまたは複数の熱伝導壁によって画定された複数の流体流路と、前記複数の流体流路の間で流体を方向付けるように成形されているマニホールドとを備える、請求項23または24に記載のリアクセタ。

10

20

30

40

50

【請求項 26】

前記熱接触強化構成要素は、前記プリント回路基板の前記熱接触領域と前記マニホールドとの間に配置され、前記プリント回路基板の前記熱接触領域および前記マニホールドと熱接触する、熱伝導性かつ変形可能な熱パッドを含む、請求項 25 に記載のリアクセタ。

【請求項 27】

前記流体導管の前記 1 つまたは複数の熱伝導壁と前記プリント回路基板の前記熱接触領域との間の熱接触は、前記流体導管の前記 1 つまたは複数の熱伝導壁と前記プリント回路基板の前記熱接触領域との間に介在する熱伝導中間構成要素を含む、請求項 22 から 26 のいずれか一項に記載のリアクセタ。

【請求項 28】

前記熱伝導基板の前記第 1 の表面の法線ベクトルは、実質的に前記第 1 の方向に配向されている、請求項 22 から 27 のいずれか一項に記載のリアクセタ。

【請求項 29】

流体流に紫外線 (UV) 放射線を照射するための紫外線 (UV) リアクセタであって、流体が流れることを可能にするための 1 つまたは複数の熱伝導壁によって画定される流体導管と、

熱伝導性プリント回路基板上に動作可能に取り付けられた少なくとも 1 つの UV 発光ダイオード (UV - LED) であって、前記 UV - LED は、放射線を前記流体導管に導くように配向されている、UV - LED と

を備え、

前記プリント回路基板ははんだマスクコーティングがない熱接触領域を含み、

前記プリント回路基板の前記熱接触領域は、前記流体導管の前記 1 つまたは複数の熱伝導壁に熱接触し、

前記 UV - LED は、前記プリント回路基板の第 1 の側にあり、前記プリント回路基板の前記熱接触領域は、前記プリント回路基板の第 1 の側の裏側の前記プリント回路基板の第 2 の側にある、リアクセタ。

【請求項 30】

流体流に紫外線 (UV) 放射線を照射するための紫外線 (UV) リアクセタであって、入口および出口を有する流体導管と、

第 1 の側および前記第 1 の側と反対の第 2 の側を有する熱伝導基板を備えるプリント回路基板 (PCB) であって、前記 PCB の前記熱伝導基板の前記第 2 の側が、前記流体導管の入口と前記流体導管の出口との間の前記流体導管内の流体流路の一部に面している、PCB と、

前記熱伝導基板の前記第 1 の側において前記 PCB 上に動作可能に接続されている UV 発光ダイオード (UV - LED) であって、放射線を前記流体導管内に導くように配向されている、UV - LED と

を備える、紫外線 (UV) リアクセタ。

【請求項 31】

前記 PCB は、前記熱伝導基板の前記第 2 の側の回路領域と、前記熱伝導基板の前記第 2 の側の回路領域を覆うはんだマスクと、前記熱伝導基板の前記第 2 の側の熱接触領域は、はんだマスクコーティングがない、請求項 30 に記載の UV リアクセタ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

関連出願の参照

本出願は、2016年1月19日に出願された「HEAT DISSIPATION APPARATUS AND METHODS FOR UV-LED PHOTOREACTORS」と題する米国特許出願第 62/280,630 号の優先権を主張する。米国のために、本出願は、2016年1月19日に出願された「HEAT DISSIPATION APPARATUS AND METHODS FOR UV-LED PHOTOR

10

20

30

40

50

FACTORS」と題する米国特許出願第62/280,630号の、米国特許法第119条に基づく利益を主張する。米国特許出願第62/280,630号は、あらゆる目的のために、参照により本明細書に組み込まれる。

【0002】

本発明は、流体を照射するために使用される紫外光(放射線)発光ダイオード(UV-LED)リアクタの熱管理に関する。特定の実施形態は、UV-LEDおよび/またはUV-LEDフォトリアクタに使用される他の発熱する電子デバイスに放熱を提供するための装置および方法を提供する。

【背景技術】

【0003】

紫外線(UV)リアクタ、UV放射線を投射するリアクタ、は、多くの光反応、光触媒反応、および光開始反応に適用される。UVリアクタの用途の1つは、水および空気の浄化である。特に、近年、UVリアクタは、水処理の最も有望な技術の1つとして台頭している。従来技術のUVリアクタシステムは、典型的には、UV放射線を発生させるために低および中圧水銀ランプを使用する。

【0004】

発光(放射線放出)ダイオード(LED)は、典型的には、LEDによって放出される放射線が(多くの用途のために)単色(すなわち単一波長)であると考えられるような狭い帯域幅の放射線を放出する。LED技術の最近の進歩により、LEDは、DNA吸収のための波長および光触媒活性化のために使用することができる波長を含む種々の波長のUV放射線を生成するように設計することができる。UV-LEDは、限定ではなく、コンパクトで堅牢な設計、より低い電圧および電力要件、ならびに高い周波数によってオンおよびオフする能力を含む、従来の水銀UVランプと比較して利点を有する。UV-LEDのこれらの利点によって、UV-LEDは、UVリアクタシステムにおいてUVランプに取って代わるための魅力的な代替物となっている。この置換はまた、新しい用途の新規のUVリアクタの開発を可能にする。

【0005】

UV-LEDリアクタは、一般に、水の殺菌などの用途で流体を照射するために使用され得る。しかし、典型的なUV-LEDリアクタでは、リアクタ内で使用されるUV-LED(または他の電子デバイス)が相当に加熱される。UV-LEDフォトリアクタに使用されるUV-LEDの過度の加熱は、放射出力を減少させ、UV-LEDの有効寿命を減少させ、かつ/または放出される放射線のピーク波長をシフトさせる可能性がある。UV-LEDの放射出力および/またはその寿命性能は、適切な熱管理(例えば、放熱)によって大幅に向上し得る。UV-LEDによって生成される熱は、UV-LEDに電子的に接続された(例えば、同じプリント回路基板(PCB)に搭載された)他の電子構成要素の性能に悪影響を及ぼし得、かつ/または、その逆をあり得る。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

関連技術の前述の例およびこれに関連する制限は、例示的であり排他的ではないことを意図している。関連技術の他の制限は、明細書の読解および図面の検討を受けて当業者に明らかになるであろう。

【課題を解決するための手段】

【0007】

以下の実施形態およびその態様は、例示的かつ説明的なものであり、範囲を限定するものではないことが意図されたシステム、ツールおよび方法と関連して説明および図示されている。様々な実施形態において、上記の問題の1つまたは複数が低減または排除されており、一方で、他の実施形態は他の改善に関する。

【0008】

本発明の態様は、UV-LEDによって生成される熱を放散することを含む、UV-L

10

20

30

40

50

EDによって生成される熱の熱管理のための装置および方法を提供する。熱管理は、UV-LED放射出力および/またはUV-LEDの動作寿命を向上させることができる。特定の実施形態は、流体流を照射するためのUV-LEDおよび/またはUV-LEDフォトリアクタに使用される他の電子デバイスに放熱を提供するための装置および方法を提供する。非限定的な例として、UV-LEDリアクタは、水処理リアクタなどの流体処理リアクタであってもよい。

【0009】

本発明のいくつかの態様によれば、UV-LEDフォトリアクタの流体流路を通って流れる流体は、UV-LEDおよび/またはフォトリアクタの他の電子デバイスによって生成される熱を放散するために使用される。UVリアクタは、照射される流体の一部がUV-LEDまたはUV-LED回路基板の近傍で循環するように、および/または、流体導管の壁に熱伝導材料を組み込むことによって構成される。放熱は、1つまたは複数のUV-LEDがフォトリアクタの少なくとも1つの流体導管限定壁に動作可能に接続されているLEDプリント回路基板(PCB)の高熱伝導材料を熱的に結合することによって達成され得る。フォトリアクタのこのような流体導管を画定する壁(複数可)もまた、高熱伝導材料から作成されてもよい。この熱結合によって、UV-LEDによって生成される熱は、高熱伝導PCBおよびフォトリアクタの少なくとも1つの高熱伝導管画定壁(複数可)を通って拡散し、結果、流体は、フォトリアクタの導管内を流れるときに、UV-LED(複数可)によって生成される熱を、UV-LED(複数可)からフォトリアクタの導管画定壁(複数可)を介して放散させる。この構成では、UV-LEDが接続されているPCBを、直接的に、または、リアクタの他の熱伝導部品を介して、もしくは、UV-LED(複数可)が接続されているPCBの側面から他の熱伝導材料を通じて、流体導管に接続することができる。いくつかの実施形態では、典型的なはんだマスクコーティングを有しない(またはこのはんだマスクコーティングを除去した)金属コアPCBの領域(例えば、縁部)を介して、熱結合が達成され得、これは結果として熱伝導性が高い。この構成は、熱管理、ひいてはUV-LED(複数可)および対応するUV-LEDフォトリアクタの放射出力および寿命を改善することができる。

10

20

30

【0010】

本発明の一態様は、流体流にUV放射線を照射するための紫外線(UV)リアクタを提供する。リアクタは、流体が流れることを可能にするための1つまたは複数の熱伝導壁を備える熱伝導管本体によって画定される流体導管と、プリント回路基板(PCB)に動作可能に接続されたUV発光ダイオード(UV-LED)とを備え、UV-LEDは放射線を流体導管に導くように配向されている。PCBは、第1の表面を有する熱伝導基板を含む。熱伝導管本体は、PCBの熱伝導基板の第1の表面と熱的に接觸している。熱は、UV-LEDから熱伝導基板、熱伝導基板の第1の表面と熱伝導管本体との間の熱接觸を介して、熱伝導管本体の1つまたは複数の熱伝導壁から流体導管を通って流れる流体へと放散される。

【0011】

UV-LEDは、UV-LEDから流体導管へと第1の方向に延伸する主光軸を有するように放射線を方向付ける配向されてもよい。熱伝導基板の第1の表面は、実質的に第1の方向に配向された法線ベクトルを有する平面であってもよい。いくつかの実施形態では、第1の面の法線ベクトルの向きが、実質的に第1の方向にあることは、法線ベクトルと第1の方向との間の角度差が任意の面において25°未満であることを意味する。いくつかの実施形態では、この角度差は15°未満である。いくつかの実施形態では、この角度差は5°未満である。

40

【0012】

熱伝導管本体とPCBの熱伝導基板の第1の表面との間の熱接觸は、熱伝導管本体と熱伝導基板の第1の表面との間に介在する熱接觸強化構成要素を含むことができる。熱接觸強化構成要素は、熱伝導管本体とPCBの熱伝導基板との間の熱接觸抵抗を減少させる(熱接觸伝導率を増加させる)ことができる。熱接觸強化構成要素は、熱伝導性かつ変形可

50

能な熱パッドを含むことができる。熱接触強化構成要素は、熱伝導性ゲルまたはペーストを含むことができる。熱伝導管本体とP C Bの熱伝導基板の第1の表面との間の熱接触は、熱伝導管本体と熱伝導基板の第1の表面との間に介在する熱伝導中間構成要素を含むことができる。

【 0 0 1 3 】

P C Bは、熱伝導基板の第1の表面が露出している熱接触領域を含むことができる。熱伝導管本体と熱伝導基板の第1の表面との間の熱接触は、熱接触領域内で行うことができる。P C Bのはんだマスクコーティングが、P C Bの熱接触領域から除去される。P C Bは、熱接触領域に隣接する回路領域内の熱伝導基板の第1の表面を覆うはんだマスクを含むことができ、U V - L E Dは回路領域内に位置する。

10

【 0 0 1 4 】

流体導管を通って流れる流体は、流体導管の1つまたは複数の熱伝導壁と接触して、流体導管の1つまたは複数の熱伝導壁から流体に熱を放散することができる。流体導管を通って流れる流体と流体導管の1つまたは複数の熱伝導壁との間の接触は、少なくとも部分的に、リアクタのU V活性領域内で生じ得る。

【 0 0 1 5 】

熱伝導管本体は、複数の流体流路であって、各流体流路は、1つまたは複数の熱伝導壁によって画定される、複数の流体流路と、複数の流体流路のうちの少なくとも2つの端部に配置され、少なくとも2つの流体流路の間に流体連通をもたらすように成形されたマニホールドとを備えることができる。熱伝導管本体と熱伝導基板の第1の表面との間の熱接触はマニホールドと熱伝導基板の第1の表面との間の熱接触を含んでもよい。マニホールドは、複数の流体流路と一体的に形成されてもよい。マニホールドは、複数の流体流路に接合され、熱的に接触してもよい。

20

【 0 0 1 6 】

主光軸は、流体導管を通る流体流の方向とほぼ平行であってもよい。熱伝導管本体が複数の長手方向に延伸する流体流路を含む場合、主光軸は、複数の長手方向に延伸する流体チャネルを通る流体流の長手方向とほぼ平行であり得る。光軸がU V - L E Dから流体導管まで延伸する第1の方向は、複数の流体流路のうちの少なくとも1つの流体流の長手方向に対向し得る。光軸がU V - L E Dから流体導管まで延伸する第1の方向は、付加的にまたは代替的に、複数の流体流路のうちの少なくとも1つの流体流の長手方向と同じであつてもよい。

30

【 0 0 1 7 】

本発明の別の態様は、流体流にU V放射線を照射するための紫外線(U V)リアクタにおける熱管理の方法を提供する。この方法は、1つまたは複数の熱伝導壁を備える熱伝導管本体によって画定される流体導管を通じて流体が流れることを可能にすることと、U V発光ダイオード(U V - L E D)をプリント回路基板(P C B)に動作可能に接続することであって、P C Bは、第1の表面を有する熱伝導基板を含む、接続することと、放射線を流体導管内に導くためにU V - L E Dを配向させることと、熱伝導管本体とP C Bの熱伝導基板の第1の表面との間に熱接触を形成することとを含み、熱は、U V - L E Dから熱伝導基板、熱伝導基板の第1の表面と熱伝導管本体との間の熱接触を介して、熱伝導管本体の1つまたは複数の熱伝導壁から、流体導管を通って流れる流体へと放散される。

40

【 0 0 1 8 】

この方法は、本明細書に記載されたリアクタ、ならびに、これを作製、組み立て、および/または使用する方法の特徴と同様の特徴を含むことができる。

【 0 0 1 9 】

上述の例示的な態様および実施形態に加えて、さらなる態様および実施形態が、図面を参照し、以下の詳細な説明を検討することによって明らかになるであろう。

【 0 0 2 0 】

例示的な実施形態が、図面の参照される図に示されている。本明細書に開示される実施形態および図は、限定的ではなく例示的なものと考えられることが意図される。

50

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1A】本発明の例示的な実施形態によるUV-LEDリアクタの概略斜視図である。

【図1B】図1AのUV-LEDリアクタの概略側面断面図である。

【図1C】図1AのUV-LEDリアクタのPCBに動作可能に接続されたUV-LEDの概略正面図である。

【図1D】図1AのUV-LEDリアクタの概略上面断面図である。

【図1E】図1AのUV-LEDリアクタの概略拡大斜視図である。

【図2】本発明の例示的な実施形態によるUV-LEDリアクタの一部分の斜視図である。

【図3A】本発明の例示的な実施形態によるUV-LEDリアクタの概略斜視図である。

10

【図3B】図3AのUV-LEDリアクタの概略側面図である。

【図4】本発明の例示的な実施形態によるUV-LEDリアクタの概略上面図である。

【図5】本発明の例示的な実施形態によるUV-LEDリアクタの概略上面図である。

【図6】本発明の例示的な実施形態によるUV-LEDリアクタの概略上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下の説明全体を通して、特定の詳細が、当業者により完全な理解を提供するために記載される。しかしながら、周知の要素は、本開示を不必要に不明瞭にすることを避けるために詳細に図示または説明されていないことがある。したがって、説明および図面は、限定的な意味ではなく例示的な意味で考慮されるべきである。

20

【0023】

文脈が他に指示しない限り、「流体」（本明細書で使用する場合）は、液体（限定されないが水を含む）および／または気体（限定されないが空気を含む）を指す。

【0024】

文脈がそうでないと指示しない限り、「紫外線」（本明細書で使用される場合）は、可視スペクトルの紫端の波長より短いがX線の波長よりも長い波長を有する電磁放射線を指す。典型的には、紫外線は、約10nmから約400nmの波長を有する電磁放射線を指す。

【0025】

本出願では、「熱接触」という語句を使用している。文脈がそうでないと指示しない限り、熱接触は、金属間または金属程度の熱伝導率を有する構成要素間の物理的接触のような2つ以上の熱伝導性構成要素間の物理的接触を含むと理解されるべきである。例えば、いくつかの実施形態では、金属程度の熱伝導率を有し、「熱接触」を行うことができる材料は、室内の温度および圧力における典型的なステンレス鋼の熱伝導率の少なくとも60%の熱伝導率を有する材料を含むことができる。いくつかの実施形態では、このような材料は、室内の温度および圧力において10W/（mK）より大きい熱伝導率を有する。いくつかの実施形態では、このような材料は、室内の温度および圧力において12W/（mK）より大きい熱伝導率を有する。いくつかの状況において、構成要素間の熱接触は、熱接触強化構成要素によって強化され得る。そのような熱接触強化構成要素は、熱接触している2つ以上の構成要素の間の熱伝導率を高めるペースト、ゲル、変形可能な固体などを含むことができる。

30

【0026】

本出願は、材料および構成要素を「熱伝導性」または「熱伝導」として説明している。文脈上他に指示がない限り、これらの語句は、金属程度の熱伝導率を有する材料および構成要素を指すと理解すべきである。例えば、いくつかの実施形態では、金属程度の熱伝導率を有し、「熱伝導性」または「熱伝導」であるとして説明されている材料および／または構成要素は、室内の温度および圧力における典型的なステンレス鋼の熱伝導率の少なくとも60%の熱伝導率を有する材料を含むことができる。いくつかの実施形態では、このような材料は、室内の温度および圧力において10W/（mK）より大きい熱伝導率を有する。いくつかの実施形態では、このような材料は、室内の温度および圧力において12W/（mK）より大きい熱伝導率を有する。

40

50

W / (m K) より大きい熱伝導率を有する。

【 0 0 2 7 】

本技術は、流体中の光反応を引き起こすために、1つまたは複数のソリッドステート紫外線 (UV) エミッタ (例えば、UV 発光 (放射線放出) ダイオード (UV - LED) 、 UV を放出する誘電体薄膜など) によって動作するリアクタ (フォトリアクタ) を対象とする。UV によって活性化される1つまたは複数の光触媒構造を、光触媒反応のためにフォトリアクタに使用することができる。UV 放射線と反応させて、光開始酸化反応のためのヒドロキシルラジカルなどの高活性ラジカルを生成するために、化学酸化剤をリアクタに添加することもできる。本明細書に記載の UV - LED リアクタの実施形態は、構成要素を一体化することによって、効率的かつコンパクトであり得、それらの流体環境および光学環境の両方を正確に制御することができる。UV - LED リアクタは、1つまたは複数の特別に設計された流路と、流路を流れる流体を照射するように構成された少なくとも1つの UV - LED とを備える。

【 0 0 2 8 】

UV - LED リアクタの実施形態は、直接光反応、および / または光触媒反応、および / または光開始酸化によって微生物 (例えば、細菌およびウイルス) を不活性化し、および / または化学汚染物質 (例えば、有害な有機化合物) などの微小汚染物質を分解することによって、水を浄化するために使用することができる。流体 (例えば、水) は、例えば、電気ポンプを使用して強制対流によって UV - LED リアクタを流れる。UV - LED (複数可) は、壁プラグ、太陽電池または電池によって給電することができる。UV - LED (複数可) は、水が流れるかまたは流れるのを止めると、自動的にオンおよびオフにすることができる。二酸化チタンまたは他の適切な光触媒のような光触媒を、中実基板 (流体が基板上を通過する) または穿孔基板 (流体が基板を通過する) 上に固定することができる。いくつかの実施形態では、光触媒、触媒担体、および / または共触媒の組み合わせを、流体流路内の基板に配置することができる。妥当な場合、化学酸化剤をリアクタに注入することができる。化学酸化剤は、過酸化水素、またはオゾン、または他の化学物質であってもよい。妥当な場合、化学還元剤をリアクタに注入することができる。

【 0 0 2 9 】

UV 放射線源として1つまたは複数の UV - LED を用いて動作するリアクタは、限定ではなく、コンパクトで堅牢な設計、より低い電圧および電力要件、ならびに高い周波数によってオンおよびオフする能力を含む、従来の水銀 UV ランプに優る利点を有する。UV ランプとは異なり、UV - LED は個々の小さなサイズの放射線源である。それらは、従来の水銀 UV ランプの配置と比較して、より高い自由度でリアクタ内に位置決めすることができる。さらに、UV - LED リアクタの性能は、本明細書に記載のリアクタ幾何形状に対する最適化によって改善され得る。特に、本明細書に記載の UV - LED リアクタの実施形態は、1つまたは複数の UV - LED (および / または UV - LED リアクタの電子デバイス) から熱を放散するように最適化され得、それにより、UV - LED の放射出力および有効寿命の向上が促進される。

【 0 0 3 0 】

UV - LED の寿命を延長または維持するために、UV - LED リアクタを通じて流れ、UV - LED リアクタによって照射される流体が、UV - LED によって生成される熱を、照射される流体に伝達することによって、処理されている流体を介して UV - LED から熱を放散することによって、UV - LED の熱管理に使用され得る。UV - LED リアクタは、照射される流体の一部が UV - LED または UV - LED 回路基板の近傍で循環するように、および / または、リアクタの流体導管の壁に熱伝導材料を組み込むことによって構成され得る。

【 0 0 3 1 】

図 1 A ~ 図 1 E は、本発明の例示的な実施形態による UV - LED リアクタ 10 を示す。UV - LED リアクタ 10 は、熱伝導管本体 21 によって画定される流体導管 20 と、プリント回路基板 (PCB) 40 に動作可能に接続され、放射線を流体導管 20 に導くよ

10

20

30

40

50

うに配向された少なくとも 1 つの UV - LED 30 とを備える。より具体的には、UV - LED 30 は、第 1 の方向 33 に沿って UV LED 30 から導管 20 内の流体に向かつて延伸する主光軸 31 を有することによって、放射線を流体導管 20 に向けるように配向される。熱伝導管本体 21 は、1 つまたは複数の熱伝導チャネル壁 24 を備え、熱伝導チャネル壁はリアクタ 10 内に流体流路 22 を画定する。流体導管 20 に入るおよび流体導管 20 から出る流体(例えば水)のための入口 26 および出口 28 がそれぞれ設けられている。流体流が入口 26 からリアクタ 10 に入り、長手方向に延伸する流路 22 を通つて流れ、隣接する内側流路 22 の端部において旋回し、出口 28 から出ることを示す矢印 35 によって、主な流体流方向が図 1 A および図 1 D に示されている。UV LED 30 と流路 22 との間の熱伝導本体 21 に、石英または石英ガラス窓のような UV 透過窓 29 を埋め込むことができる。当業者には理解されるように、UV - LED リアクタ 10 は、UV - LED 30 のためのドライバ回路(例えば、図 2 に示す LED ドライバ 32)、マイクロコントローラ、電源ポート、オン/オフスイッチなどを含むことができる。図面を不明瞭にすることを避けるために、これらの一般的な構成要素はいずれも、図 1 A ~ 図 1 E には示されていない。コリメートレンズ、収束レンズ、および/もしくは他のレンズ(図示せず)、またはそれらの組み合わせを含む 1 つまたは複数のレンズを、UV - LED リアクタ 10 内で UV - LED 30 と流体流路 22 との間に配置して、UV - LED 放射パターンを、各 UV - LED 30 に対応する主光軸 31 に沿つて、長手方向に延伸する流体流路 22 へと集束させることができる。

【0032】

PCB 40 は、第 1 の表面 41 A を有する熱伝導基板 41 を含む。熱伝導基板 41 の第 1 の表面 41 A は、ほぼ平面であり、法線ベクトル n を有する。図 1 B に示すように、法線ベクトル n は、実質的に第 1 の方向 33(すなわち、放射線が UV - LED 30 から流体導管 20 に向けられる方向)に向けられてもよい。いくつかの実施形態では、第 1 の表面 41 A の法線ベクトル n の向きが、実質的に第 1 の方向 33 にあることは、法線ベクトル n と第 1 の方向 33 との間の角度差が任意の面において 25° 未満であることを意味する。いくつかの実施形態では、この角度差は 15° 未満である。いくつかの実施形態では、この角度差は 5° 未満である。熱伝導管本体 21 は、PCB 40 の熱伝導基板 41 の第 1 の表面 41 A と熱接触している。このようにして、熱は、UV - LED 30 から熱伝導基板 41、熱伝導基板 41 の第 1 の表面 41 A と熱伝導管本体 21 との間の熱接触を介して、熱伝導管本体 21 の 1 つまたは複数の熱伝導壁 24 から流体導管 20 を流れる流体へと放散される。

【0033】

図 1 A ~ 図 1 E の UV - LED リアクタを参照すると、リアクタ 10 は、長手方向に延伸する流体流路 22 のアレイを備え、そのような各流路 22 は、任意選択的に対応する放射線集束素子(図示せず)を通じて、および、例示の実施形態では、UV 透過窓 29 を通じて、1 つの対応する UV - LED 30 によって照射される。他の実施形態では、各流路 22 は、2 つ以上の対応する UV - LED によって照射されてもよく、各 UV - LED 30 からの放射を集束させるために、複数の放射線集束素子が組み込まれてもよい(各 UV - LED 30 のための 1 つまたは複数の集光要素および/または UV LED 30 の間で共有される 1 つまたは複数の放射線集束素子)を含む。対応する UV - LED 30 および/または対応する放射線集束素子は、それらの対応する長手方向に延伸する流路 22 の長手方向端部に位置決めされてもよい。リアクタ 10 は、放射線を 1 つの対応する流路 22 に向けるように配向されたいくつかの UV - LED 30 を含むことができる(すなわち、多対 1 の LED および流路の比率)。リアクタ 10 は、異なる UV 波長を放出するいくつかの UV - LED 30 を含むことができる。これは、相乗効果をもたらし、光反応および光触媒反応の速度を増加させることができる。流体が一方の長手方向に延伸するチャネル 22 から別の長手方向に延伸するチャネル 22 へと蛇行経路内で流れることを可能にするために、隣接する一対の流体流路 22 が、例えば、マニホールド(図 2 に示すマニホールド 160 など)または他の何らかの適切なポートを介して一端で接続され得る。図 1 A ~ 図 1

E に示される例示的な実施形態から分かるように、流体は複数の長手方向に延伸するチャネル 22 を通って進み、流体が UV - LED リアクタ 10 を入口 26 と出口 28 との間で移動するときに複数回通過する。

【 0 0 3 4 】

図 1 A ~ 図 1 E の UV - LED リアクタ 10 を参照すると、流体は、UV - LED リアクタ 10 を出入りして流れ、長手方向に延伸する流路 22 を通過し、UV - LED 30 からの UV 放射線によって照射される。例示の実施形態では、UV - LED 30 は、流体導管 20 および長手方向に延伸する各流体流路 22 の各々の一端に位置決めされる。UV - LED 30 からの放射線の主光軸 31 (任意選択的に上述したレンズによって任意に集束された後) は、第 1 の方向 33 に延伸する。これらの第 1 の方向 33 は、長手方向に延伸するチャネル 22 における流体流の長手方向とほぼ平行であり得、長手方向に延伸する流路 22 の長手方向延伸にほぼ平行であり得る。図 1 A ~ 図 1 E は、リアクタ 10 の一端から照射されている流体導管 20 の例示の流路 22 を示す。一般に、UV - LED リアクタの流体導管流路は、流路の長手方向の一方または両方の端部から照射されてもよい。いくつかの実施形態では、UV - LED は、長手方向に対向する UV - LED からの放射線の主光軸が、対向するが平行な長手方向になり得るように、UV - LED リアクタの対向する長手方向端部に配置することができる。

10

【 0 0 3 5 】

UV - LED 30 および / またはリアクタ 10 の他の発熱する電子デバイス (図示せず) によって生成される熱を、UV - LED 30 (および / または他の電子デバイス) から放散させるために、UV - LED 30 を通じて流れ、UV - LED 30 によって照射されている流体を使用することができる。図 1 A ~ 図 1 E に示す例示的な実施形態では、照射される流体が UV - LED 30 および PCB 40 の近傍で循環するように、リアクタ 10 が構成される。リアクタ 10 はまた、UV - LED および PCB 40 から熱を放散させるための熱伝導チャネル壁 24 を備える熱伝導材料 (熱伝導) 導管本体 21 を組み込んでいる。具体的には、熱伝導管本体 21 は、PCB 40 の熱伝導基板 41 の第 1 の表面 41 A と熱接触している。このようにして、熱は、UV - LED 30 から熱伝導基板 41 、熱伝導基板 41 の第 1 の表面 41 A と熱伝導管本体 21 との間の熱接触を介して、熱伝導管本体 21 の 1 つまたは複数の熱伝導壁 24 から流体導管 20 を流れる流体へと放散される。UV - LED リアクタ 10 の UV 活性領域内 (すなわち、UV - LED (複数可) 30 からの UV 放射線によって照射されるリアクタ 10 の領域内) で熱交換が起こる。

20

【 0 0 3 6 】

いくつかの実施形態では、リアクタ 10 は、任意選択的に、熱伝導管本体 21 と PCB 40 の熱伝導基板 41 の第 1 の表面 41 A との間の熱接触に介在し得る熱接触強化構成要素 50 (図 1 E に示す) を含んでもよい。熱接触強化構成要素 50 は、パラフィンろうおよび / またはシリコーンベースの材料を含むがこれに限定されない熱伝導性材料を含む。いくつかの実施形態では、熱接触強化構成要素 50 は、熱伝導管本体 21 と第 1 の表面 41 A との間の物理的接触における小さな凹凸を充填するために変形可能である (例えば、変形可能なパッドまたは変形可能なゲルもしくはペースト)。熱伝導管本体 21 と第 1 の表面 41 A との間に介在するとき、熱接触強化構成要素 50 は、熱伝導管本体 21 と第 1 の表面 41 A との間の熱接触抵抗を減少させる (熱接触伝導率を増加させる) ことができる。熱接触強化構成要素 50 は任意選択であり、すべての実施形態において必須ではない。

30

【 0 0 3 7 】

UV - LED 30 は、回路領域 42 において PCB 40 に動作可能に接続されている。回路領域 42 において、PCB は、回路領域 42 内のはんだマスクコーティング 42 A によって覆われてもよい (少なくとも大部分にわたって)。いくつかの実施形態では、熱伝導管本体 21 と PCB 40 の熱伝導基板 41 の第 1 の表面 41 A との間の熱接触を容易にするために、露出した熱接触領域 44 が第 1 の表面 41 A に設けられる。熱接触領域 44 は、熱伝導管本体 21 と熱接触している第 1 の表面 41 A の部分であってもよい。はんだマスクコーティング 42 A は、熱接触領域 44 内でヘッド伝導 PCB 基板 41 の第 1 の表

40

50

面 41A から除去することができる。例えば、図 1C に最もよく見られるように、熱接触領域 44（例えば、はんだマスク 42 を欠いている）は、PCB40 の縁部の周りに配置することができ、ただし、熱接触領域 44 は、電子部品が取り付けられておらず、電気的に接続されていない、PCB40 の他の適切な領域に配置されてもよい）。PCB40 のはんだマスクコーティング 42 は、非限定的な例として、レーザ切断、エッチングなどによって除去されて、熱伝導管本体 21 と PCB40 の熱伝導基板 41 の第 1 の表面 41A との間に熱接触を提供して、LED30、PCB40、チャネル壁（複数可）24、およびリアクタ 10 を流れる流体の間の熱伝達を容易にすることができます。いくつかの実施形態では、PCB40 の縁部における熱接触領域 44 の幅は数ミリメートルであってもよい。一般に、熱接触領域 44 の寸法が大きくなればなるほど、熱伝達率は高くなる。しかし、熱接触領域 44 の寸法を大きくすると、リアクタ 10 全体のサイズが大きくなり得るため、トレードオフが存在する。PCB40 の熱伝導基板層 41 を露出させるために外側層（例えばはんだマスク 42）を除去することにより、PCB40 と流体導管 20 の熱伝導性チャネル壁 24 との間の熱接触 / 結合が著しく改善され、そのため、UV-LED30 からの熱を、チャネル 22 を通じて移動する流体に伝達することができる（例えば、流体流路 22 を画定するチャネル壁（複数可）24 の表面積が大きいため、チャネル 22 内の移動する流体の性質のため、および、一般的に PCB40 の温度よりも低い、流路 22 の内部の流体の温度のため）。

【0038】

図 2 は、本発明の例示的な実施形態による UV-LED リアクタ 100 の部分斜視図を示す。リアクタ 100 の多くの特徴および構成要素は、リアクタ 10 の特徴および構成要素と同様であり、数字「1」が先頭に付された同じ参照番号が、リアクタ 10 のものと同様であるリアクタ 100 の特徴および構成要素を示すために使用されている。しかしながら、UV-LED リアクタ 100 は、UV-LED リアクタ 10 とは異なり、UV-LED リアクタ 100 の熱伝導管本体 121 が熱伝導マニホールド 160 を備え、マニホールドは、図 1A ~ 図 1E に関連して上述したように、1 つの長手方向に延伸する流路 122 から別の長手方向に延伸する流路 122 に流体が流れることを可能にするために、長手方向の一端において流路 122 間で流体流を誘導する。図 2 には示されていないが、リアクタ 100 は、その反対側の長手方向端部に別のマニホールド 160 を有することができる。熱伝導マニホールド 160 は、導管本体 121 の熱伝導チャネル壁 124 と一体的に形成されてもよく、または導管本体 121 の熱伝導壁 124 と熱的に接触して接合されてもよい。

【0039】

上述したリアクタ 10 のように、UV-LED リアクタ 100 は、熱伝導管本体 121 によって画定される流体導管 120 と、プリント回路基板（PCB）140 に動作可能に接続され、放射線を流体導管 120 に導くように配向された少なくとも 1 つの UV-LED 130 とを備える。より具体的には、UV-LED 130 は、第 1 の方向 133 に沿って UV-LED 130 から導管 120 内の流体に向かって延伸する主光軸 131 を有することによって、放射線を流体導管 120 に向けるように配向される。熱伝導管本体 121 は、1 つまたは複数の熱伝導チャネル壁 124 を備え、熱伝導チャネル壁はリアクタ 110 内に流体流路 122 を画定する。PCB140 は、第 1 の表面 141A を有する熱伝導基板 141 を含む。熱伝導基板 141 の第 1 の表面 141A は、ほぼ平面であり、法線ベクトル n を有する。図 2 に示すように、法線ベクトル n は、実質的に第 1 の方向 133（すなわち、放射線が UV-LED 130 から流体導管 120 に向けられる方向）に向けられてもよい。いくつかの実施形態では、第 1 の表面 141A の法線ベクトル n の向きが、実質的に第 1 の方向 133 にあることは、法線ベクトル n と第 1 の方向 133 との間の角度差が任意の面において 25° 未満であることを意味する。いくつかの実施形態では、この角度差は 15° 未満である。いくつかの実施形態では、この角度差は 5° 未満である。熱伝導管本体 121 は、PCB140 の熱伝導基板 141 の第 1 の表面 141A と熱接触している。このようにして、熱は、UV-LED 130 から熱伝導基板 141、熱伝導基板 141 の第 1 の表面 141A と熱伝導管本体 121 との間の熱接触（マニホールド 160

10

20

30

40

50

を介する)を介して、熱伝導管本体121の1つまたは複数の熱伝導壁124から流体導管120を流れる流体へと放散される。

【0040】

上述したリアクタ10と同様に、リアクタ100は、熱接触強化構成要素150がマニホールド160とPCB140の熱伝導基板141の第1の表面141Aとの間に(熱接触領域144において)介在することを除いて、上述の熱接触強化構成要素150と同様の特徴を有する熱接触強化構成要素150を含むことができる。例示の図2の実施形態のリアクタ100はまた、熱伝導本体121のマニホールド160とPCB140の第1の表面141とを互いに熱的に接触したままにし、それによって、空隙を最小化し、熱伝導率を高めるために、適切な締結具(図示せず)によってマニホールド160に結合され得る(例えば、ステンレス鋼を含むがこれに限定されない剛性材料から作製される)圧力板118をも備える。

【0041】

上述したリアクタ10と同様に、PCB140は、LED130が配置される回路領域142を含み、回路領域142ははんだマスク142Aで覆われてもよい。上述したリアクタ10と同様に、はんだマスク142Aは、熱接触領域144において熱伝導基板141の表面141Aから除去されてもよく、または熱接触領域144ははんだマスク142Aを欠いてもよい。図2は、例示の実施形態では、LED130と同じPCB140上に配置されたUV-LEDドライバ回路132を示す。これは必須ではなく、UV-LEDドライバ回路132は、空間が設計上の制約となる場合、他の場所に配置されてもよい。

【0042】

リアクタ100の長手方向の一方の端部のみが図2に示されているが、同じ概念が流路122の長手方向の他方の端部に適用されてもよい。すなわち、流路122内の流体は、長手方向の他方の端部からUV-LEDによって照射されてもよく、このようなUV-LED(および/またはリアクタ100の他の電子構成要素)によって生成される熱は、長手方向の一方の端部について本明細書において説明されているのと同じように除去することができる。

【0043】

図1A～図1Eおよび図2に示す例示的な実施形態において、UV-LEDリアクタは、1つのUV-LEDまたはUV-LEDのアレイのいずれかによって照射される流体が対応する長手方向に流れる一連の長手方向に延伸する流路を備える。図1A～図1Eおよび図2の実施形態のようなマルチチャネルリアクタでは、流体流は、チャネルを並列または直列(流路がそれらの端部において流体連通している場合、流体流は一方の流路から他方の流路へ進む)に進むことができる。図3A～3Bに示す例示的な実施形態では、UV-LEDリアクタ200は、1つまたは複数のUV-LED230で照射される流体が対応する長手方向に流れる单一の長手方向に延伸する流体流路222を備える熱伝導管本体221によって画定される流体導管220を備える。主な流体流方向は図3A～図3Bにおいて矢印235で示され、入口226からUV-LEDリアクタ200に入り、長手方向に延伸する流路222を通って流れ、出口228から出る流体を示す。UV-LED放射線は、1つまたは複数の収束レンズおよびコリメートレンズのような集束素子(ここには図示せず)を介して集束される。リアクタチャネル222内の長手方向に流れる流体は、チャネル222の長手方向においてUV-LED(複数可)230からの集束放射によって照射される。UV-LED(複数可)230は、流路122の一端または両端に位置決めすることができる。流体に供給される全UV線量(UVフルエンス)は、流体流量を調整すること、および/または、UV-LED放射強度を調節すること、および/または、UV-LEDの数をオン/オフすることによって制御することができる。リアクタ200の多くの特徴および構成要素は、リアクタ10の特徴および構成要素と同様であり、数字「2」が先頭に付された同じ参照番号が、リアクタ10のものと同様であるリアクタ200の特徴および構成要素を示すために使用されている。

【0044】

図1A～図1Eおよび図2に示す例示的な実施形態において、UV-LEDリアクタは、一方の端部において1つのUV-LEDまたはUV-LEDのアレイによって照射される流体が対応する長手方向に流れる一連の長手方向に延伸する流路を備える。図1A～図1Eおよび図2の実施形態のようなマルチチャネルリアクタでは、UV-LED30からの放射線（任意選択的に上述のレンズによって集束された後）および長手方向に延伸するチャネル22内の流体流の主な方向は、長手方向に延伸する流路22の長手方向延伸にはほぼ平行な長手方向に沿っている。いくつかの実施形態では、UV-LEDからの放射線が長手方向に延伸する流路の長手方向延伸および流路内の流体の主な流体流方向にはほぼ直交するように、UV-LEDは、付加的または代替的に流路に沿って位置決めされてもよい。例えば、図4は、本発明の例示的な実施形態によるUV-LEDリアクタ300の上面断面図を示す。リアクタ300の多くの特徴および構成要素は、リアクタ10の特徴および構成要素と同様であり、数字「3」が先頭に付された同じ参照番号が、リアクタ10のものと同様であるリアクタ300の特徴および構成要素を示すために使用されている。

【0045】

図4に示される例示的な実施形態から分かるように、流体は複数の長手方向に延伸するチャネル322（熱伝導管本体321およびその熱伝導壁324によって画定される）を通って進み、流体がUV-LEDリアクタ300を通って入口と出口（ここでは示さず）との間で移動するときに複数回通過する。UV-LED330および/またはリアクタ300の他の発熱する電子デバイス（図示せず）によって生成される熱を、UV-LED330（および/または他の電子デバイス）から放散させるために、チャネル322を通って流れ、UV-LED330によって照射されている流体を使用することができる。図4に示す例示的な実施形態では、照射される流体がUV-LED330のUV活性領域内で循環するように、リアクタ300が構成される。より具体的には、UV-LED330は、第1の方向に沿ってUV-LED330から導管320内の流体に向かって延伸する主光軸を有することによって、放射線を流体導管320に向けるように配向される。熱伝導管本体321は、1つまたは複数の熱伝導チャネル壁324を備え、熱伝導チャネル壁はリアクタ310内に流体流路322を画定する。PCB340は、第1の表面を有する熱伝導基板を含む。熱伝導基板の第1の表面は、概して平面であり、実質的に第1の方向（すなわち、放射線がUV-LED330から流体導管320に向けられる第1の方向）に配向され得る法線ベクトルnを有する。実質的に第1の方向の意味は、本明細書の他の箇所に記載された意味を有することができる。熱伝導管本体321は、PCB340の熱伝導基板の第1の表面と熱接触している。このようにして、熱は、UV-LED330から熱伝導基板、熱伝導基板の第1の表面と熱伝導管本体321との間の熱接触を介して、熱伝導管本体321の1つまたは複数の熱伝導壁324から流体導管320を流れる流体へと放散される。図4に示すリアクタ300は、上述したリアクタ10, 110と同様の他の特性および構成要素を含むことができる。

【0046】

図5は、本発明の例示的な実施形態によるUV-LEDリアクタ400の上面断面図を示す。UV-LEDリアクタ400は、一連の長手方向に積み重ねられたリアクタ300を含む。流体は、図4に関連して上述したように、入口および出口（ここには図示せず）の間でUV-LEDリアクタ400を通って進む。リアクタ400によって利用される熱管理技法は、図4に関連して上述した熱管理技法と同様である。リアクタ400の多くの特徴および構成要素は、リアクタ10の特徴および構成要素と同様であり、数字「4」が先頭に付された同じ参照番号が、リアクタ10のものと同様であるリアクタ400の特徴および構成要素を示すために使用されている。

【0047】

本明細書に記載の長手方向に延伸する流体流路は、円形、半円形、正方形、矩形、三角形、台形、六角形などを含むが、これらに限定されない任意の適切な形状をとることができる断面を有する。これらの断面は、熱管理を改善することによってリアクタの性能を向上させることができる。例えば、円形断面を有する流体流路は、リアクタのUV-LED

10

20

30

40

50

(および/または他の電子デバイス)に最適な熱管理を提供することができる。図6に示す例示的な実施形態では、UV-LEDリアクタ500は、三角形断面を有する長手方向に延伸する流体流路522を含む。流体は、図4に関連して上述したように、入口および出口(ここには図示せず)の間でUV-LEDリアクタ500を通って進む。リアクタ500によって利用される熱管理技法は、図4に関連して上述した熱管理技法と同様である。リアクタ500の多くの特徴および構成要素は、リアクタ10の特徴および構成要素と同様であり、数字「5」が先頭に付された同じ参照番号が、リアクタ10のものと同様であるリアクタ500の特徴および構成要素を示すために使用されている。

【0048】

本明細書で説明する熱管理技法は、PCB上に接続されたUV-LEDを含む電子機器から熱を放散するために流体(典型的には水)を利用する。これは、PCBの熱伝導基板と、流路(および/またはマニホールド)内を移動する流体で連続的に冷却される流体導管熱伝導壁との間の熱接触を最大限にすることによって達成される。熱伝導管本体とPCBの熱伝導基板との間の熱接触の熱接触抵抗は、本明細書の他の箇所に記載されているように、熱間隙を埋めるために、変形可能で熱伝導性の熱接触強化構成要素(例えば熱接触構成要素50, 150)を、熱伝導管本体とPCBの熱伝導基板の第1の表面との間に介在させること、および/または、PCBの縁部(または他の領域(複数可))からはんだマスクコーティングを除去することによって、大幅に低減することができる。そのような熱接触強化構成要素は任意選択である。

10

【0049】

ヒートシンク(複数可)を使用すること、または、またはPCBの背部(すなわち、UV-LEDが接続されている側の反対側)において流体流を通過させることなど、能動的または受動的な熱除去および熱管理の他の技法を、本明細書に記載の放熱装置および方法と組み合わせて使用することもできる。

20

【0050】

UV-LEDリアクタ(図示せず)のいくつかの実施形態は、長手方向に延伸する流体流路を通る流体を照射する複数のUV-LEDを備える。いくつかの実施形態(ここには図示せず)では、複数の放射線集束素子が組み込まれており(各UV-LEDに対して1つ)、各UV-LEDからの放射線は、対応する集束素子によって集束される。いくつかの実施形態では、1つまたは複数のLEDから成るグループが、任意の適切な内容で、1つまたは複数の対応する集束素子(または1つまたは複数の対応する集束素子内からの1つまたは複数の対応するレンズ)から成るグループを共有することができる。例えば、合計9個のLEDおよび3個のレンズがあってもよく、LEDは3つのLEDから成る3つのグループにグループ化され、3つのLEDから成る各グループからの放射が、LEDグループに対応する単一のレンズを通過する。複数のUV-LEDを組み込んだUV-LEDリアクタが、相対的に大きな断面を有する空孔を有する流体流路に特に適し得る。複数のUV-LEDは、流体流路を照射するために単一のUV-LEDによって操作される実施形態と比較して、そのような流体流路における放射照度を増加させることによって照射範囲を最大にするのを助けることができる。

30

【0051】

本発明のUV-LEDリアクタは、多くの光反応、光触媒リアクタおよび光開始反応に使用することができる。1つの特定の用途は、水の浄化または他のUV透過性流体の浄化である。水処理は、直接光反応、光触媒反応および/または光開始酸化反応による、微生物(例えば細菌およびウイルス)の不活性化および化学汚染物質(例えば毒性有機化合物)などの微小汚染物質の分解によって達成され得る。水は、電気ポンプなどの流体移動デバイスの使用によってUV-LEDリアクタを通って流れることができる。UV-LEDは、壁プラグ、太陽電池または電池によって給電することができる。妥当な場合、光触媒は、流体が通過する中実基板、および/または例えばメッシュ、スクリーン、金属フォーム、布もしくはそれらの組み合わせを含む、流体が通過する有孔基板上に固定化され得る。固体および/または有孔基板上に支持された光触媒は、長手方向に延伸する流体流路内

40

50

に位置決めすることができる。光触媒はまた、断面を部分的または全体的に覆うように、流体流路の断面内に位置決めすることもできる。光触媒が流路の断面全体を覆う場合、流体が光触媒基板を通過することを可能にするために有孔基板を使用することができる。光触媒はUV-LEDからの集束UV放射線を照射され、UV-LED光触媒リアクタが提供される。光触媒は、二酸化チタン、または任意の他の光触媒を含んでもよい。特定の実施形態では、1つまたは複数の光触媒、触媒担体および共触媒の組み合わせが、固体および/または有孔基板（複数可）上に設けられる。妥当な場合、化学酸化剤のような化学反応剤をUVリアクタに注入することができる。化学酸化剤は、過酸化水素、オゾン、または他の化学物質を含んでもよい。UV-LEDは、外部信号によって自動的にオン/オフすることができる。リアクタは、静的ミキサ、ボーテックスジェネレータ、バッフル等のような、導管内の流体流を抑制するための1つまたは複数の構成要素を含むことができる。

【0052】

いくつかの実施形態では、静的ミキサ、ボーテックスジェネレータ、バッフルなどを長手方向に延伸する流体流路に配備して、流体流路を通過する際に混合を増加させ、かつ/または流体流を回転させることができる。これは、より均一なUV線量を送達することによって、またはリアクタ内で光触媒が存在する光触媒表面付近の物質移動を改善することによって、UV-LEDリアクタの性能を向上させることができる。静的ミキサ、ボーテックスジェネレータ、バッフルなどはまた、流体流路内のUV放射線フルエンス率プロファイルに合致するように、様々な入来する流動様式に適応するように動的に調整することができる流れ制約要素としての役割を果たすことができる。

【0053】

本明細書に記載のUV-LEDリアクタの実施形態の熱伝導管本体は、アルミニウム、ステンレス鋼、または金属、合金、高強度プラスチックなどのような他の十分に強固な材料から作成されていてもよい。流体流路を画定する流体導管の内壁は、内壁に入射する放射線の任意の部分を流体に反射するために、高いUV反射率を有する材料から作成されるか、または、当該材料によってコーティングされる（必ずしも必要ではない）ことが可能である。

【0054】

本明細書に記載された実施形態は、特定の特徴および流体流路構成またはレンズ構成などを有して提示されているが、本明細書に記載の特徴または構成の任意の他の適切な組み合わせがUV-LEDリアクタに存在し得ることを理解されたい。

【0055】

さらに、UV-LEDリアクタは、異なるピーク波長のUV-LEDを組み込んで、相乗効果を引き起こして光反応効率を高めることができる。

【0056】

いくつかの実施形態では、UV-LEDリアクタは、UV-LEDのアレイによって照射される、石英または石英ガラス窓で覆われた平坦な流路を含む。この構成には、2つの別個の形式を有し得る。

a. チャネル（複数可）（平行チャネルを含む）を流れる流体が、主に流路長（または主流方向）の軸に垂直な方向においてUV-LEDによって照射される。この場合、LED（複数可）は流路の長さに沿って位置決めされる。流れは主にUV-LEDの下/上を移動し、照射される。

b. チャネル（複数可）を流れる流体が、主に流路長（または主流方向）の軸に平行な方向においてUV-LEDによって照射される。この場合、LED（複数可）は流路（複数可）の一端または両端に位置決めされる。流れは主にUV-LEDに向かってまたはUV-LEDから外方に移動し、照射される。

【0057】

これらの構成のいずれにおいても、UV放射線への流体の曝露を制御することができる。流路およびUV-LEDアレイは、流れが所望の数のLEDに曝露されるように配置され得る。設計は、单一流路、一連の平行な流路、または複数の流路からなるスタックであ

10

20

30

40

50

つてもよい。流体に供給される全UV線量は、流量を調整すること、および／または、UV-LED強度を調節すること、および／または、UV-LEDの数をオン／オフすることによって制御することができる。この設計は、薄い平らなUV-LEDリアクタの製造を可能にする。例えば、いくつかの実施形態では、UV-LDリアクタは、流体のための入口ポートおよび出口ポートを有し、形状および寸法の点で、スマートフォンのサイズとほぼ同じであってもよい。

【0058】

いくつかの実施形態では、主な照射方向が流れの主方向に対して垂直になるように、複数のLEDが、長手方向に延伸する流体流路の長さに沿って位置決めされる。LED（複数可）は、長手方向に延伸する流体流路の一方の側に沿って、または対向する両側に沿って位置決めされてもよい。この流れは主にUV-LEDの下（または上）に移動し得、長手方向に延伸する流体流路を通って長手方向に進むときに照射され得る。チャネルの内壁は、流体への放射線伝達を促進するために、高いUV反射率を有する材料から作成されるか、またはそれによってコーティングされ得る。流体が1つのチャネルから別のチャネルに移動するために、2つの隣接する流体流路が一端において接続されていてもよい（流体はリアクタを多段に通過する）。UV-LED放射パターンを調整するために、コリメートレンズ、発散レンズ、収束レンズ、および他のレンズを含む種々のレンズをUV-LEDリアクタに設置することができる。

【0059】

UV-LEDリアクタの特定の用途は、例えば、使用場所の用途における、低～中程度の流量の水の処理および処置を含む。さらに、本明細書に記載の実施形態によるUV-LEDリアクタは、そのコンパクトな構成および高い効率に起因して、器具（例えば、冷蔵庫、冷凍庫、水冷器、コーヒーマシン、給水器、製氷機など）、健康管理または医療デバイスまたは設備、歯科用機器、および清潔な水の使用を必要とする任意の他のデバイスに組み込むことができる。UV-LEDリアクタは、デバイスに組み込まれてもよく、既存のデバイスに追加物として適用されてもよい。例えば、UV-LEDリアクタは、UV-LEDリアクタがデバイス内で使用される（例えば、デバイスの送水管を通過する）水を処理するように、送水管のいすこかに位置決めされてもよい。これは、パイプを通過する間に流体が照射／処理される必要がある場合、またはパイプの内部に潜在的な微生物バイオフィルムの形成を防止する必要がある場合、または使用前にパイプラインの端部において流れが処理される必要がある場合に、特に興味深いものであり得る。UV-LEDリアクタは、1つまたは複数の他の形態の水浄化方法（ろ過など）と共にデバイスに組み込まれてもよい。次に、UV-LEDリアクタの例示的な使用場所の流体処理応用形態を、図7～図9を参照して説明する。

【0060】

図7は、入口パイプ626、出口パイプ628、および給水栓605を備え、水の処理のためにUV-LED630によって操作されるUV-LEDリアクタ610を組み込んだ水処理システム600を示す。水は、入口626を介してリアクタ610に入り、UV-LEDリアクタ610を通過し、一般的な使用のために出口パイプ638から出て給水栓605に進む前にUV-LED630から放出されるUV放射線によって照射される。概略的な流体流方向が矢印で示されている。リアクタ610の多くの特徴および構成要素は、リアクタ10の特徴および構成要素と同様であり、数字「6」が先頭に付された同じ参照番号が、リアクタ10のものと同様であるリアクタ600の特徴および構成要素を示すために使用されている。

【0061】

いくつかの実施形態では、UV-LEDリアクタは、冷蔵庫、水冷器、コーヒーメーカー、自動販売機などのような、人間による消費のために水（または水ベースの流体）を分配または使用する器具に組み込まれてもよい。人間による消費に使用される水は高度の浄化が必要である。例えば、冷蔵庫、冷凍庫、および水冷器の主な給水設備は、有害な病原体を含む可能性がある。これは、水道網に分配される前に水が適切に処理されない可能性の

ある途上国および遠隔地において特に懸念される。さらに、その特定の構造に起因して、冷蔵庫／冷凍庫の送水管は、バイオフィルムおよび微生物汚染を起こしやすいものであり得る。一般的に、ポリマーチューブが、屋外の氷および飲料水において使用されるために、水を主給水設備から冷蔵庫に移送する。特に水が使用されていないとき、細菌性バイオフィルムが送水管内に形成する可能性がある（例えば、バイオフィルムは8時間以内に形成する可能性がある）。間欠的な水使用パターンは、水柱全体が、日中長時間にわたって送水管内に停滞する原因となる。給水管が、表面上の細菌のコロニー形成およびバイオフィルムの形成を受けやすいことは、よく認識されている問題である。

【0062】

水の流れの開始および停止に応答して、リアクタのUV-LEDを自動的にオンおよびオフにすることができる。センサは、流体流を検出し、UV-LEDをオンまたはオフにするためにリアクタに信号を送信するために使用することができる。UV-LEDリアクタは、（消費のための）送水管から出る水の中の微生物汚染を減少させ、感染リスクを低下させることができる。これは、UV-LEDの動作条件によって容易になる。例えば、UV-LEDは様々な温度で動作することができ、高い頻度でオンとオフとを切り替えることができ、これは特に冷蔵庫および水冷器用途にとって重要である。

10

【0063】

人間による消費を意図した水または水ベースの流体（例えば、コーヒーまたは他の飲料）を分配または使用する任意の器具は、水を処理するために本明細書に記載の実施形態によるUV-LEDリアクタを組み込むことができる。例えば、図8は、本体711と、水／氷ディスペンサー714に水を送るためのパイプ713とを備える冷蔵庫700を示す。冷蔵庫700には、UV-LEDリアクタ710が組み込まれている。リアクタ710の多くの特徴および構成要素は、リアクタ10の特徴および構成要素と同様であり、数字「7」が先頭に付された同じ参照番号が、リアクタ10のものと同様であるリアクタ710の特徴および構成要素を示すために使用されている。パイプ713内を流れる水はUV-LEDリアクタ710を通過し、水／氷ディスペンサー714に入る前にUV放射線によって照射される。概略的な流体流方向が矢印で示されている。同様に、UV-LEDリアクタを組み込むことから利益を得ることができる他の器具には、冷凍庫、製氷機、冷凍飲料機、水冷器、コーヒーメーカー、自動販売機などが含まれるが、これらに限定されない。

20

【0064】

本明細書に記載された実施形態によるUV-LEDリアクタの他の用途には、手術、洗浄または清浄な水を必要とする別の目的のために、健康管理または歯科関連または医療用デバイスまたは設備内でまたはそれによって使用される水または他の流体の処理が含まれる。特に、多くの健康管理用途では、水質が飲料水よりも高い水準であることが要求される。本明細書に記載されるUV-LEDリアクタの効率およびコンパクト性は、それらのリアクタを、医療機器における実施のための従来のUVランプリアクタよりも魅力的にすることができる。

30

【0065】

例えば、図9は、本体821と、UV-LEDリアクタ810を収容するパイプ823とを含む血液透析器800を示す。パイプ823を流れる水は、血液透析器での使用に先立ち、処理のためにUV-LEDリアクタ810を通過する。リアクタ810の多くの特徴および構成要素は、リアクタ10の特徴および構成要素と同様であり、数字「8」が先頭に付された同じ参照番号が、リアクタ10のものと同様であるリアクタ810の特徴および構成要素を示すために使用されている。同様に、UV-LEDリアクタを組み込むことから利益を得ることができる他の器具には、限定されるものではないが、結腸洗浄治療機器、および洗浄または手術のために水を供給する歯科機器などが含まれる。

40

【0066】

歯科機器の用途に関して、歯科ユニットウォーターライン（DUWL）の調査は、バイオフィルムの形成が問題であり、DUWLにおいて同定された細菌の大部分が遍在するものであることを示している。このような細菌は家庭の水分配システムでは少ない数しか存

50

在しないかもしれないが、歯科ユニットの、空孔の狭い送水管の内腔表面にバイオフィルムとして繁栄する可能性がある。汚染された D U W L からの微生物は、作業ユニットハンドピースによって生成されるエアロゾルおよび跳ねによって転移する。様々な研究は、D U W L における微生物汚染の低減の必要性を強調している。

【 0 0 6 7 】

いくつかの実施形態では、ユニットに使用される水を処理するために U V - L E D リアクタを歯科ユニットに組み込むことができる。U V - L E D リアクタは、歯科ユニット（歯科用椅子など）に一体化されてもよく、または U V - L E D リアクタは、使用前に水を処理するために、水スプレーを保持する歯科用椅子のトレイ（アシスタントトレイ）内、もしくは、水スプレー・ハンドル内、もしくは、送水管を通じた他のいすこかに配置されてもよい。インスタントオンおよびオフを含む機能が、歯科ユニットに組み込まれた U V - L E D リアクタに含まれてもよい。

【 0 0 6 8 】

いくつかの実施形態は、パルスモードで動作する U V - L E D を含む。例えば、L E D は高周波でパルスされてもよい。この動作モードは、光触媒効率を高めるために光反応速度および光触媒の電子 - 正孔再結合に影響を及ぼし得る。

【 0 0 6 9 】

いくつかの実施形態では、U V - L E D は自動的にオンおよびオフするようにプログラムすることができる。例えば、流体流がリアクタ内での移動を開始または停止するとき（使用場所での適用における水浄化に有用であり得る）、または特定の時間間隔をおいて U V - L E D をオン / オフすることが望ましい場合がある。U V - L E D のオン / オフ状態を制御するために、流体流路内の流体の動きを検出するためにセンサを使用することができる。代替的に、ユーザは、直接的に（例えば、スイッチをオンまたはオフにすることによって）、または間接的な動作として（例えば、タップをオンおよびオフにすることによって）、センサを物理的に起動することができる。この特徴は、有利にはリアクタによって使用されるエネルギーを節約することができる。別の例として、微生物の可能性のある成長、未処理の上流の流体からの微生物の拡散を防止するために、および / または、任意のバイオフィルム形成を防止するために、U V リアクタチャンバがある時間作動していないときに U V リアクタチャンバを洗浄するために、特定の時間間隔をおいて U V - L E D をオン / オフすることが望ましい場合がある。U V - L E D のオン / オフ状態を制御するために、マイクロコントローラを適用して、特定の時間間隔をおいて（例えば数時間に一度）、U V - L E D を一定時間（例えば数秒間）にわたってオンにするように、プログラムすることができる。

【 0 0 7 0 】

いくつかの実施形態では、U V - L E D の少なくともいくつかは、信号を受信することに応答して、その出力を調整するように、または自動的にオンもしくはオフにするようにプログラムすることができる。この信号は、例えば、U V - L E D リアクタを通過する流体の流量（または他の測定可能な特性）が変化するときに生成されてもよい。流体が水である実施形態では、測定可能な特性は、水質または汚染物質の濃度を示すもので得る。水質指標の例には、U V 透過率および濁度が含まれる。この構成は、特定の動作条件に基づいて適切な放射線エネルギーが流体に向けられることを促進することができる。

【 0 0 7 1 】

いくつかの実施形態では、例えば液晶ディスプレイ（L C D）または放射線信号（有色 L E D など）などの視覚インジケータを U V - L E D リアクタ上に、または別の目に見える場所（例えば、用途が水処理の場合はタップ）に設けて、リアクタおよび U V - L E D の状態をユーザに通知することができる。一例として、U V - L E D がオンであるときに、L C D 上の標識を表示することができ、または、U V - L E D の「オン」状態をユーザに示す有色 L E D をオンにすることができる。

【 0 0 7 2 】

本明細書に記載された放熱および熱管理方法および装置を組み込むことができる U V -

10

20

30

40

50

LEDベースのフォトリアクタのさらなる例示的な実施形態は、参照により本明細書に組み込まれる、2016年1月19日に出願された「HEAT DISSIPATION APPARATUS AND METHODS FOR UV-LED PHOTOREACTORS」と題する米国特許出願第62/280,630号に記載されている。

【0073】

用語の解釈

文脈が明確に別途必要としない限り、明細書および特許請求の範囲全体を通して、

・「備える(*comprise*)」、「備えている(*comprising*)」などは、排他的または網羅的な意味とは対照的に包括的な意味で解釈されるべきであり、言い換えれば、「含むが、これに限定されない」という意味である。10

・「接続されている」、「結合されている」、またはその任意の変形は、2つ以上の要素間の直接的または間接的な任意の接続または結合を意味する。要素間の結合または接続は、物理的、論理的、またはそれらの組み合わせとすることができます。

・「本明細書における」、「上記(*above*)」、「下記(*below*)」および類似の意味の単語は、本明細書を記述するために使用される場合、本明細書の任意の特定の部分ではなく、本明細書全体を参照するものとする。

・「または」は、2つ以上の項目のリストを参照して、その単語の以下の解釈すべてをカバーする、すなわち、リスト内の項目のいずれか、リスト内のすべての項目、および、リスト内の項目の任意の組み合わせ。

・単数形「*a*」、「*an*」および「*the*」には、適切な複数形の意味も含まれる。20

【0074】

本明細書および任意の添付の特許請求の範囲(存在する場合)に使用される、「長手方向」、「横方向」、「水平」、「前」、「後」、「上部」、「下部」、「下方」、「上方」、「下」などの方向を示す語は、説明および図示された装置の特定の方向に依存する。本明細書に記載される主題は、様々な代替的な向きを想定することができる。したがって、これらの方向の用語は厳密に定義されておらず、狭義に解釈されるべきではない。

【0075】

構成要素(例えば、基板、アセンブリ、デバイス、マニホールドなど)が上記で言及されている場合、他に示されない限り、その構成要素への言及(「手段」への言及を含む)は、その構成要素の均等物として、本明細書で説明した図解されている例示的な実施形態における機能を実行する開示された構造と構造的に同等ではない構成要素を含む、記載された構成要素の機能を実行する(すなわち、機能的に同等である)任意の構成要素を含むものとして解釈されるべきである。30

【0076】

システム、方法、および装置の特定の例は、説明のために本明細書に記載されている。これらは例にすぎない。本明細書で提供される技術は、上記の例示的なシステム以外のシステムに適用することができる。本発明の実施において、多くの変更、修正、追加、省略、および置換が可能である。本発明は、特徴、要素および/もしくは動作を同等の特徴、要素および/もしくは動作に置き換えること、異なる実施形態からの特徴、要素および/もしくは動作を混合およびマッチングすること、本明細書に記載の実施形態からの特徴、要素および/もしくは動作を、他の技術の特徴、要素、および/もしくは動作と組み合わせること、ならびに/または、記載された実施形態から特徴、要素および/もしくは動作の組み合わせを省略することによって得られる変形を含む、当業者には明らかである記載された実施形態に対する変形を含む。40

【図面】

【図 1 A】

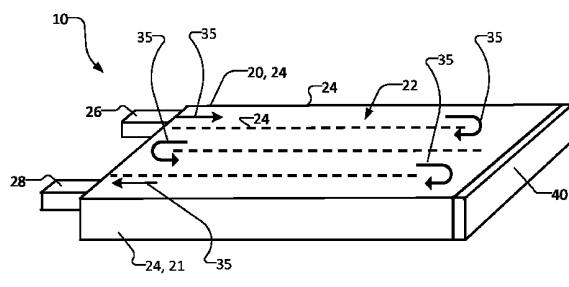


FIGURE 1A

【図 1 B】

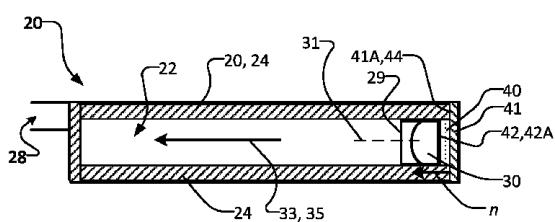


FIGURE 1B

10

【図 1 C】

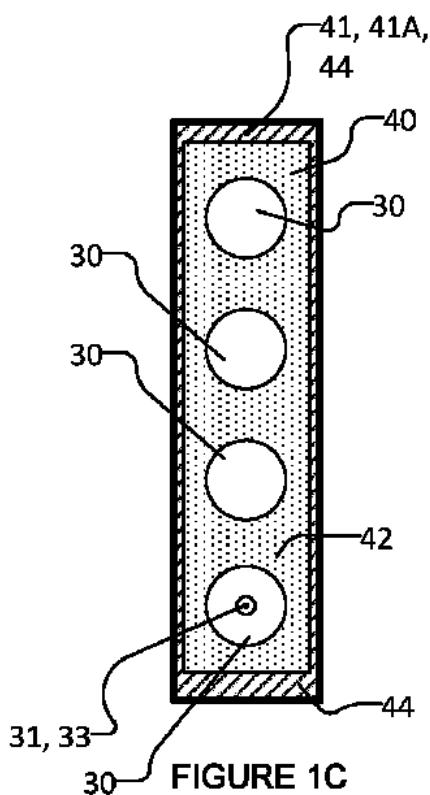


FIGURE 1C

【図 1 D】

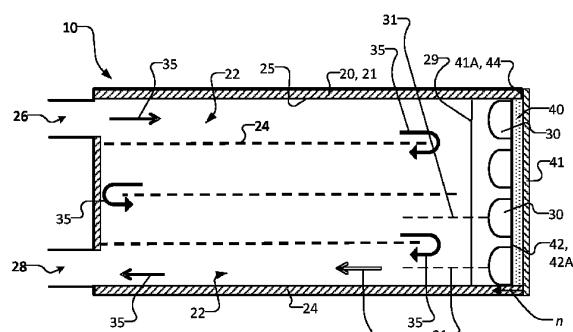


FIGURE 1D

20

30

40

50

【図 1 E】

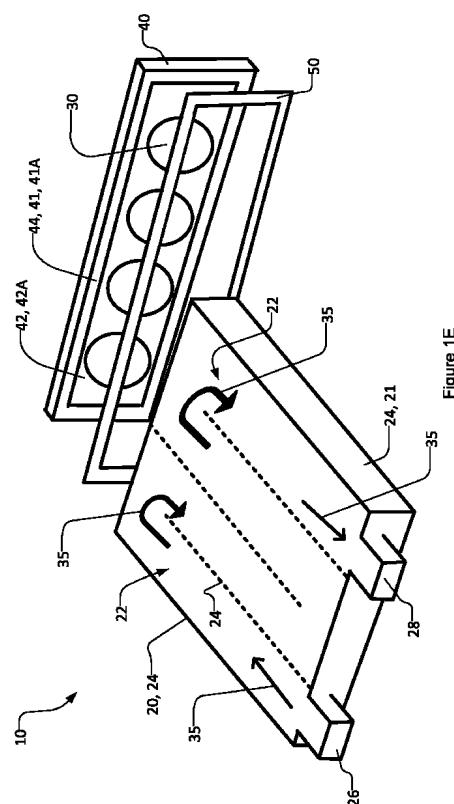


Figure 1E

【図 2】

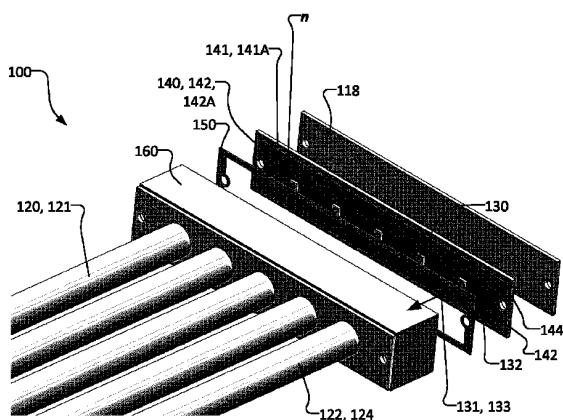


FIGURE 2

10

20

30

【図 3 A】

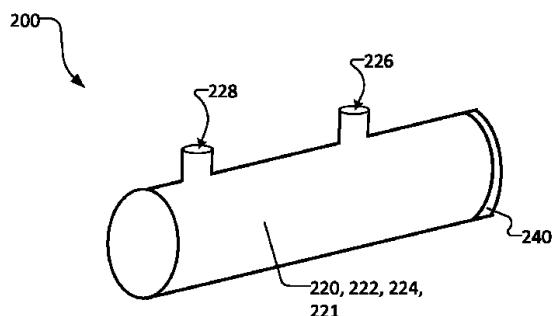


FIGURE 3A

【図 3 B】

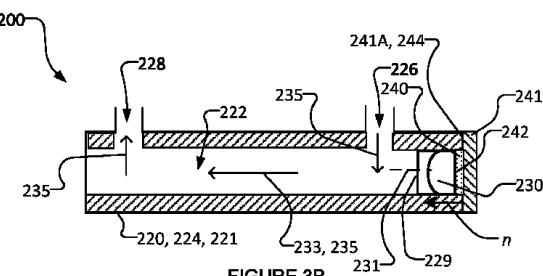
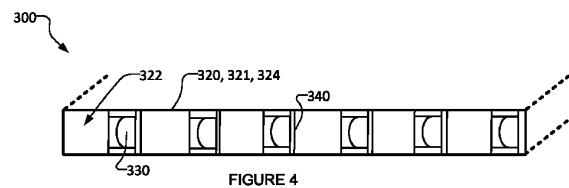


FIGURE 3B

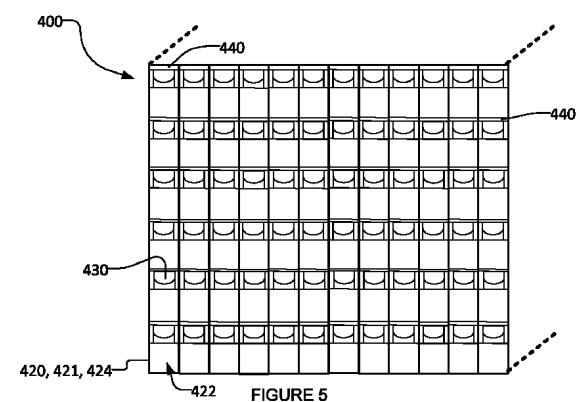
40

50

【図 4】

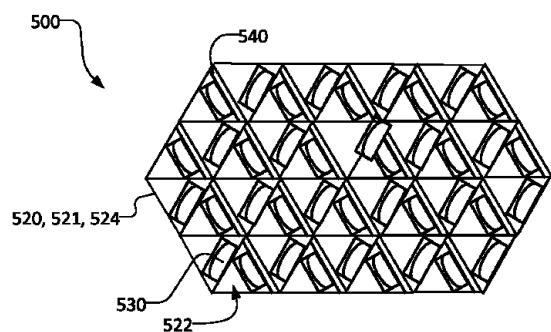


【図 5】

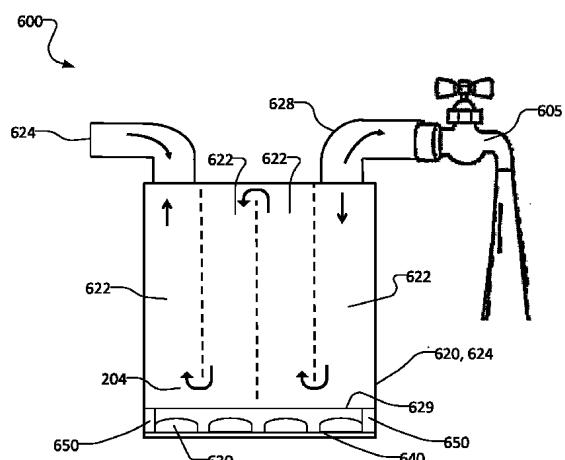


10

【図 6】



【図 7】



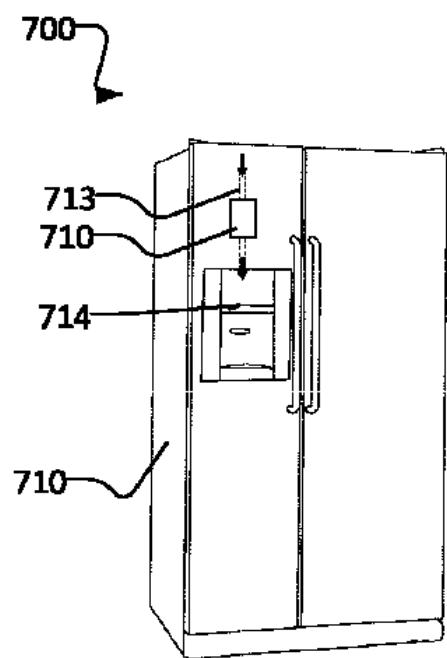
20

30

40

50

【図 8】



【図 9】

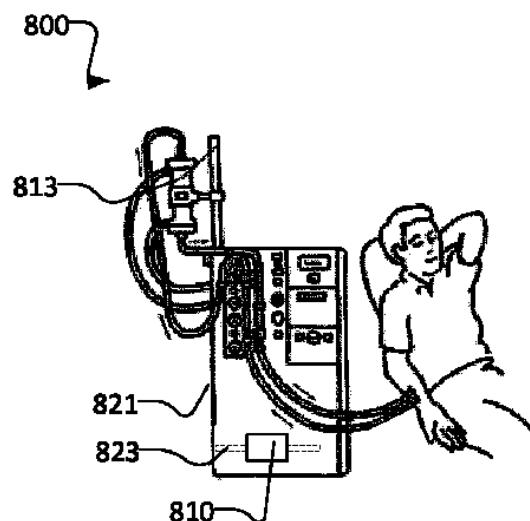


Figure 9

20

Figure 8

30

40

50

フロントページの続き

(74)代理人 100105153

弁理士 朝倉 悟

(74)代理人 100120385

弁理士 鈴木 健之

(72)発明者 ファリボルツ、タギープール

カナダ国ブリティッシュコロンビア州、バーナビー、エドモンズ、ストリート、103-7108

審査官 岡田 三恵

(56)参考文献 米国特許出願公開第2015/0129776(US, A1)

特開2017-060668(JP, A)

特開2010-264238(JP, A)

特開2014-161767(JP, A)

米国特許出願公開第2012/0228236(US, A1)

米国特許出願公開第2010/0294726(US, A1)

米国特許出願公開第2015/0114912(US, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , DB名)

A 61 L 2 / 10

H 05 K 7 / 20

C 02 F 1 / 32