

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6355244号
(P6355244)

(45) 発行日 平成30年7月11日 (2018. 7. 11)

(24) 登録日 平成30年6月22日 (2018. 6. 22)

(51) Int. Cl. F 1
CO2F 1/32 (2006.01) CO2F 1/32
HO1L 33/00 (2010.01) HO1L 33/00 H

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-134834 (P2014-134834)	(73) 特許権者	504190548
(22) 出願日	平成26年6月30日 (2014. 6. 30)		国立大学法人埼玉大学
(65) 公開番号	特開2016-10789 (P2016-10789A)		埼玉県さいたま市桜区下大久保2 5 5
(43) 公開日	平成28年1月21日 (2016. 1. 21)	(73) 特許権者	390014074
審査請求日	平成29年5月16日 (2017. 5. 16)		前澤工業株式会社
			東京都中央区新川一丁目5番17号
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100089037
			弁理士 渡邊 隆
		(74) 代理人	100094400
			弁理士 鈴木 三義

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 紫外線照射装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水等の流体に紫外線を照射する紫外線照射装置であって、
 内部を流体が流れる管体に、該管体の外部から紫外線を透過させる透過面と前記管体の内部で紫外線を反射させる反射面とを設け、

前記管体の外部に設けられていて前記管体の透過面を通して内部を流れる流体に紫外線を照射する紫外線発光ダイオードを備え、

前記透過面は前記管体が紫外線を透過させる透過管に形成されると共に、該透過管の一部の外面または内面に前記反射面が設けられ、

前記紫外線発光ダイオードから照射される紫外線は流体の流れ方向に対して傾斜する方向に照射して前記反射面で反射させることを特徴とする紫外線照射装置。

10

【請求項 2】

前記紫外線発光ダイオードは、前記管体の周方向に複数配列されている請求項 1 に記載された紫外線照射装置。

【請求項 3】

前記紫外線発光ダイオードが管体の周方向に配列された環状ユニットは、前記管体の長手方向に間隔を開けて複数組配列されている請求項 1 または 2 に記載された紫外線照射装置。

【請求項 4】

前記反射面は前記管体の内面が紫外線を反射する反射管によって構成されると共に、該

20

反射管の一部を開口して外部から紫外線を透過させる窓体を設けて前記透過面とした請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載された紫外線照射装置。

【請求項 5】

水等の流体に紫外線を照射する紫外線照射装置であって、

内部を流体が流れる管体に、該管体の外部から紫外線を透過させる透過面と前記管体の内部で紫外線を反射させる反射面とを設け、

前記管体の外部に設けられていて前記管体の透過面を通して内部を流れる流体に紫外線を照射する紫外線発光ダイオードを備え、

前記管体の内部には反射部材が配設され、前記反射部材は前記管体の流路断面を複数等分に分割する構成であり、

前記紫外線発光ダイオードから照射された紫外線は流体の流れ方向に対して傾斜する方向に照射して、前記反射部材で反射させると共に前記反射面で反射させることを特徴とする紫外線照射装置。

【請求項 6】

水等の流体に紫外線を照射する紫外線照射装置であって、

内部を流体が流れる管体に、該管体の外部から紫外線を透過させる透過面と前記管体の内部で紫外線を反射させる反射面とを設け、

前記管体の外部に設けられていて前記管体の透過面を通して内部を流れる流体に紫外線を照射する紫外線発光ダイオードを備え、

前記紫外線発光ダイオードが管体の周方向に配列された環状ユニットは、前記管体の長手方向に間隔を開けて複数組配列され、

前記管体の外面に固定配置された第一の前記環状ユニットに対して、その前後に反射面を配設した第二の前記環状ユニットを移動可能に配置し、前記第一及び第二の環状ユニットの間と前記第二の環状ユニットの上流側または下流側とに前記反射面を設定して紫外線の連続する反射領域を形成し、

前記紫外線発光ダイオードから照射される紫外線は流体の流れ方向に対して傾斜する方向に照射して前記反射面で反射させることを特徴とする紫外線照射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水処理等の流体処理に用いる紫外線照射装置に関し、例えば浄水処理や下水処理等において、紫外線を照射して流体中の微生物の不活性化や殺菌等の処理を行うようにした紫外線照射装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、我が国の水道法により、上水道の水は塩素消毒によって水中の微生物等の消毒、殺菌が行われている。しかしながら、耐塩素性病原生物であるクリプトスポリジウム及びジアルジア(以下、クリプトスポリジウム等という)は塩素によって殺菌できないため、紫外線を照射して不活性化させることで上水の安全性を高めている。

このような水処理設備として、例えば特許文献 1 や 2 に記載されたものが知られている。

【0003】

特許文献 1 に記載された紫外線ランプを備えた水処理施設では、水が流通する管路内の紫外線ランプから照射された紫外線によって、水中の微生物の殺菌や有機物の酸化処理を行っている。なお、紫外線ランプが破損することを考慮して紫外線ランプ全体を覆う保護管を設けている。

さらに、地震等で紫外線ランプと保護管が破損した場合には、紫外線ランプの上流側と下流側を遮断し、排水弁を開けることで紫外線ランプの水銀や保護管の破損したかけらを一旦排水受け槽に受けて、その後、重金属吸着塔に導入することでガラスの破片を回収し、水銀を吸着するようにしている。

10

20

30

40

50

【0004】

また、特許文献2に記載された紫外線発光ダイオードを備えた配管では、水を流す管の内部に紫外線（UV）発光ダイオード（LED）を突出させ、その電気接続部を管の外側に位置させ、管内の水の流れ方向に直交する方向に突出する紫外線発光ダイオードからの発光によって水中の微生物を不活性化したり有機体を駆除したりするようにしている。

また、図9は特許文献2に関連する紫外線発光ダイオードを管体に装着した水処理装置を示すものであり、内部を上水用の水が流れる管体100の外周部に、紫外線発光ダイオード101を周方向に配列させた処理手段103が取り付けられている。そして、殺菌処理時には、管体100内の水流に直交する方向に紫外線発光ダイオード101から紫外線を照射して水流中の微生物を不活性化させる等の処理をしている。

10

【0005】

なお、社団法人日本水道協会2012年発行の水道施設設計指針によれば、流体中の微生物を殺菌等の処理をするには、紫外線照射槽を通過する水量の95%以上に対して紫外線（波長253.7nm付近）の照射量を常時10mJ/cm²以上確保しなければならないとしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2004-188274号公報

【特許文献2】特開2009-532200号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上述した特許文献1に記載された水処理施設では、水中に紫外線ランプを設置しているため、紫外線を全方向に照射できる利点はあるが、ランプや保護管が破損した場合には、水銀やガラスの破片等が水中に飛散するため、下流側の浄水施設等に送られる水に水銀や破片等が混入しないように遮断弁やバイパス管を設けたり、破損した紫外線ランプの水銀やランプ破片等を回収するために排水受け槽や重金属吸着塔を設置しなければならなかった。そのため、水処理装置の構成が複雑である上に、上水の安全性を考えると好ましくなかった。

30

【0008】

また、特許文献2に記載された水処理装置では、管体内を流れる水流が増大した場合には、管体に配設した紫外線発光ダイオードから水流に直交して紫外線を照射するだけでは上記照射量を満たすことができず、十分な殺菌効果を発揮できないという欠点があった。

【0009】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、管体内を流れる流体に紫外線を照射して微生物を確実に不活性化し、殺菌する紫外線照射装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

40

本発明による紫外線照射装置は、水等の流体に紫外線を照射する紫外線照射装置であって、内部を流体が流れる管体の外部から紫外線が透過する透過面と管体の内部の紫外線を反射する反射面とを設け、管体の外部に設けられていて管体の透過面を通して内部を流れる流体に紫外線を照射する紫外線発光ダイオードを備え、前記透過面は前記管体が紫外線を透過させる透過管に形成されると共に、該透過管の一部の外面または内面に前記反射面が設けられ、紫外線発光ダイオードから照射される紫外線は流体の流れ方向に対して傾斜する方向に照射して反射面で反射させることを特徴とする。

本発明によれば、流体が流れる管体の外に設けた紫外線発光ダイオードから管体の透過面を通して紫外線を流体内に照射させ、更に管体の反射面で紫外線を反射させて再度流体内に照射させ、流体に対する紫外線の照射と反射面での反射とを繰り返すことで流体中の

50

微生物を確実に不活性化させたり殺菌させたりすることができる。

さらに、紫外線は流体の流れ方向に対して傾斜する方向に照射されているので、管内を流れる流体に対して、停止している流体に紫外線を照射する場合と同等の照射時間つまり照射量を確保することが可能となる。

【0011】

また、紫外線発光ダイオードは管体の周方向に複数配列されていることが好ましい。

管体の周方向に紫外線発光ダイオードを複数配列させることで、管内を流れる流体全域に効率よく紫外線を照射させて反射面で反射させて再度紫外線を照射するので、効率良く流体中の微生物の不活性化や殺菌を行える。

【0012】

また、紫外線発光ダイオードが管体の周方向に配列された環状ユニットは、管体の長手方向に間隔を開けて複数組配列されていることが好ましい。

一の環状ユニットの紫外線発光ダイオードから紫外線を流体中に照射して微生物を不活性化したり殺菌したりするためには、紫外線強度が所定値以上であることが必要であり、紫外線が反射面での反射を繰り返すことで複数回流体に照射できると共に、紫外線強度が低下する領域に別個の環状ユニットを配設して紫外線発光ダイオードから新たな紫外線を照射することで、流体中の微生物を不活性化させたり殺菌させたりする紫外線の領域を連続して長く設定できるので、大量の流体であっても必要な照射時間つまり照射量を確保することが可能となり、確実に微生物の不活性化や殺菌を行える。

【0013】

また、透過面は、管体が紫外線を透過させる透過管であって該透過管に形成されると共に、透過管の一部の外面または内面に反射面が設けられていることが好ましい。

これにより、透過面を管体である透過管によって簡単に形成することができる。

【0014】

また、反射面は管体の内面が紫外線を反射する反射管によって構成されると共に、該反射管の一部を開口して外部から紫外線を透過させる窓体を設けて前記透過面としてもよい。

これにより、反射面を管体の内面に簡単に形成することができる。

【0015】

また、管体の内部には反射部材が配設され、紫外線発光ダイオードから照射された紫外線は反射部材で反射するようにしてもよい。

管体の内径が大きくて紫外線の照射光や反射光が管体の他端まで届かない場合には、反射部材を管体内に設置して反射するまでの光路長を短くすることで確実に流体中の微生物に照射光や反射光を照射できる。

また、本発明による紫外線照射装置は、水等の流体に紫外線を照射する紫外線照射装置であって、内部を流体が流れる管体に、該管体の外部から紫外線を透過させる透過面と前記管体の内部で紫外線を反射させる反射面とを設け、前記管体の外部に設けられていて前記管体の透過面を通して内部を流れる流体に紫外線を照射する紫外線発光ダイオードを備え、前記管体の内部には反射部材が配設され、前記反射部材は前記管体の流路断面を複数等分に分割する構成であり、前記紫外線発光ダイオードから照射された紫外線は流体の流れ方向に対して傾斜する方向に照射して、前記反射部材で反射させると共に前記反射面で反射させることを特徴とする。

この場合、管体の流路が均等に分割されるので、管内の流体に対して紫外線照射量等も均等化することが可能となる。

【0016】

本発明による紫外線照射装置は、水等の流体に紫外線を照射する紫外線照射装置であって、内部を流体が流れる管体に、該管体の外部から紫外線を透過させる透過面と前記管体の内部で紫外線を反射させる反射面とを設け、前記管体の外部に設けられていて前記管体の透過面を通して内部を流れる流体に紫外線を照射する紫外線発光ダイオードを備え、前記紫外線発光ダイオードが管体の周方向に配列された環状ユニットは、前記管体の長手方

10

20

30

40

50

向に間隔を開けて複数組配列され、前記管体の外面に固定配置された第一の前記環状ユニットに対して、その前後に反射面を配設した第二の前記環状ユニットを移動可能に配置し、前記第一及び第二の環状ユニットの間と前記第二の環状ユニットの上流側または下流側に前記反射面を設定して紫外線の連続する反射領域を形成し、前記紫外線発光ダイオードから照射される紫外線は流体の流れ方向に対して傾斜する方向に照射して前記反射面で反射させることを特徴とする。

固定の第一の環状ユニットに対して可動の第二の環状ユニットを反射面と共に移動させることで、管体中の流体の量に応じて所定強度の照射光や反射光が流体中の微生物を照射できる反射領域を広い範囲に設定することができる。

【発明の効果】

10

【0017】

本発明による紫外線照射装置によれば、紫外線発光ダイオードを管体の外部に設け、紫外線発光ダイオードから照射する紫外線は管体を通して水等の流体の流れ方向に対して傾斜する方向に照射し、管体の外面または内面に設けた反射面で反射させることで繰り返して紫外線を流体に照射できるため、紫外線によって流体中の微生物を効率的に不活性化したり殺菌したりすることができて処理量を増大できる。

また、流体に対して紫外線の照射時間が長くなるので、流体の流れ方向に広範囲に紫外線発光ダイオードを配置する必要がなく、紫外線照射装置を低コストに製造することができる。

【図面の簡単な説明】

20

【0018】

【図1】本発明の第一実施形態における上水を流す管体の外側に紫外線発光ダイオードの環状ユニットを配列させた紫外線照射装置を示す要部断面図である。

【図2】図1に示す紫外線発光ダイオードの管体に対する設置角度と紫外線の進路を示す断面図である。

【図3】第一実施形態の第一変形例による紫外線照射装置を示す要部断面図である。

【図4】第一実施形態の第二変形例による紫外線照射装置を示す説明図である。

【図5】第二実施形態による紫外線照射装置において、管体の内部に反射部材を配設させた構成を示す要部断面図である。

【図6】図5に示す第二実施形態による紫外線照射装置における管体内に反射部材を設けた構成を示す長手方向に直交する要部断面図である。

30

【図7】第二実施形態の変形例による管体内に設けた反射部材を示す長手方向に直交する要部断面図である。

【図8】第三実施形態による紫外線照射装置において管体の外側に環状ユニットと反射部材を配列させた構成を示す要部断面図である。

【図9】従来の管体に設けた紫外線照射装置を示す図であり、(a)は管体の側面図、(b)は管体の長手方向に直交する断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の実施形態による水路の紫外線照射装置について添付図面を参照して説明する。

40

図1及び図2は本発明の第一実施形態による紫外線照射装置1を示すものである。図1に示す紫外線照射装置1は、水等の流体に紫外線を照射する紫外線照射装置であり、水路2に接続されていて内部を水等の流体が流れる管体3と、その管体3の外部から紫外線を透過する透過面3aと、その管体3の内部の紫外線を反射する反射面4とを設け、更に管体3の外部に設けられていて管体3の透過面3aを通して内部を流れる流体に紫外線を照射する紫外線発光ダイオード7を備えている。この、紫外線発光ダイオード7から照射される紫外線は水の流れ方向に対して傾斜する方向に照射して反射面4で反射させている。

紫外線照射装置1を流れる流体は、例えば平成19年厚生労働省が設定した「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」内のリスクレベル3に該当する水源原水または、

50

適正に処理を行った凝集沈殿ろ過水が一般的である。

【0020】

透過面3aは、管体3の少なくとも一部の配管を紫外線を透過する石英管等の透過管で構成すると共に、その透過管の一部の外面に反射面4が設けられている。この透過管からなる管体3の外側面に設けられた円筒状の反射面4は、例えば銀の蒸着や、ステンレス管等で管体3に密着または当接して形成されている。なお、反射面4は、管体3の少なくとも一部の配管部分の内面を鏡面仕上げし、紫外線の反射効率を高めたステンレス管等の反射管で構成し、その反射管の一部を開口4aで開口させて外部から紫外線を透過させる石英ガラス等の窓体を設けることで透過面3aとすることも可能である。

【0021】

そして、石英管等の透過管からなる管体3の領域には、反射面4の外面にリング状に形成された環状ユニット6が配設されている。環状ユニット6は管体3の外側においてその長手方向に所定間隔を開けて複数組、例えば2組設置されており、その上流側の一方を符号6Aで示し、下流側の他方を符号6Bで示すものとする。環状ユニット6にはその周方向に所定間隔を開けて紫外線発光ダイオード(LED)7が配列されている。しかも、紫外線発光ダイオード7から照射される紫外線Lは、水流の方向Wに対して直交する方向に照射される従来の照射方向と相違して、水流の方向Wに対して鋭角の角度 α をなすように傾斜して照射される。

【0022】

なお、第一実施形態の紫外線照射装置1の第一変形例として、図3に示すように、環状ユニット6Cを設けてもよい。この環状ユニット6cは、紫外線発光ダイオード7の直近に反射板8を設けて紫外線を反射させる構成を有し、紫外線は反射面4の開口4aと管体3の透過面3aを通して管体3内の水流に斜めに照射させるようにしている。この環状ユニット6Cの照射については、紫外線発光ダイオード7から照射される管体3の外側で水の流れと平行の紫外線Lを、反射板8を介して管体3内に或る入射角度 α を以て入射させることができる。この場合、反射板8の角度を調整することによって入射角度 α を調整できる。

【0023】

本第一実施形態において、図2に示すように、紫外線発光ダイオード7の射出口から発光される紫外線Lは管体3である石英管等の透過管の透過面3aを透過するが、反射面4は透過しないため、反射面4に紫外線Lを通過させるための開口4aが各紫外線発光ダイオード7毎に形成されている。しかも紫外線Lが水流の方向Wに対して角度 α で走行するように、環状ユニット6内で各紫外線発光ダイオード7を所定角度傾斜させて配列させている。反射面4は環状ユニット6の下流側、即ち紫外線照射方向の管体3に配設されている。

【0024】

また、紫外線発光ダイオード7から発光する紫外線による処理方法は、管体3内の水道原水中の耐塩素性病原生物(微生物)であるクリプトスポリジウム等に紫外域の光エネルギーを加えることで核酸(DNA)を損傷させて不活性化する方法である。そのためには、紫外線照射領域を通過する水量の95%以上に対して、紫外線(特に波長253.7nm付近)の照射量を常時10mJ/cm²以上確保することが必要である(この照射強度を設計値という)。しかも処理対象とする水は濁度2度以下、色度5度以下、波長253.7nm付近の紫外線の透過率が75%を超えるものとする(紫外線吸光度が0.125abs./10mm未満)。なお、紫外線照射量(mJ/cm²)は照射強度(mW/cm²)と照射時間(s)との積である。

【0025】

環状ユニット6の各紫外線発光ダイオード7から所定角度 α の傾斜で射出される紫外線Lは管体3の水流を通過して管体3の壁面を通過し反射面4で全反射して管体3内の水流中に戻ることになる。そして、管体3の外側に設けた各紫外線発光ダイオード7から照射する紫外線Lは、反射面4で反射して水流の方向Wに照射することを繰り返すことで光の

10

20

30

40

50

強度が次第に弱くなる。

そこで、第二環状ユニット 6 B を任意の間隔で設けることにより、光の照射強度を増加させて、装置内のいかなる所においても設計値を満たす照射強度を維持させ、水流に対する所定の紫外線照射量を確保させることができ、安全性が向上する。このように、環状ユニット 6 A, 6 B を複数設けることにより、流体の流量が増加つまり流速が早くなっても対応することができる。

【0026】

これによって、管体 3 内を流れる水に対して 2 組の環状ユニット 6 A, 6 B を所定間隔を開けて管体 3 の外側に設置することで、クリプトスポリジウム等を不活性化するのに十分な時間と距離に亘って、紫外線 L をその間の水量の 95% 以上に照射できることになる。換言すれば、2 組の環状ユニット 6 A, 6 B によって水量の 95% 以上に対して紫外線 L の照射量を常時 10 mJ/cm^2 以上確保できる程度の水量を設定して、原水貯留槽から管体 3 内に流すように制御する。

【0027】

本第一実施形態による紫外線照射装置 1 は上述の構成を備えており、次に紫外線照射方法を説明する。

紫外線照射装置 1 は、本装置を通過する被処理水に対して、石英管等の透過管からなる管体 3 の上流側に設けた第一環状ユニット 6 A 内の各紫外線発光ダイオード 7 から水流の流れ方向 W に対して角度 α を以て紫外線 L を照射している。各紫外線 L は傾斜角度 α で水流を照射し、クリプトスポリジウム等を不活性化させて石英管等の透過管の管体 3 を透過してその外側の反射面 4 で全反射し、再度水流を照射してクリプトスポリジウム等を不活性化させる。こうして、紫外線 L は管体 3 の外側に設けた反射面 4 で反射されて水中のクリプトスポリジウム等を不活性化させながら、次第に光の強度が低下する。

【0028】

そして、第一環状ユニット 6 A による紫外線 L の照射強度が設計値以下になる前の領域には第二環状ユニット 6 B が配設されており、この環状ユニット 6 B の各紫外線発光ダイオード 7 から新たな紫外線 L が同様に角度 α で管体 3 内の水流に照射され、反射面 4 での反射を繰り返しながら水流中のクリプトスポリジウム等を不活性化させる。

こうして、水路 2 の管体 3 内を流れる水流に対して水流の方向 W に所定間隔離間した 2 組の環状ユニット 6 A, 6 B の各紫外線発光ダイオード 7 から所定範囲にわたって照射される紫外線 L によって、水流中のクリプトスポリジウム等を連続して不活性化または殺菌させる。なお、第一環状ユニット 6 A と第二環状ユニット 6 B の距離は、第一環状ユニット 6 A の各紫外線発光ダイオード 7 の光強度が例えば照射量として 10 mJ/cm^2 より低下する前の位置を最大距離とすることが好ましい。

【0029】

上述したように、本第一実施形態による紫外線照射装置 1 によれば、管体 3 の外側に所定の間隔を開けて設けた環状ユニット 6 A, 6 B の各紫外線発光ダイオード 7 から紫外線 L を所定角度 α で水流に照射させ、管体 3 の外側の反射面 4 で全反射させながら水流に繰り返して紫外線を照射することで、水中の微生物を紫外線によって効率的に不活性化したり殺菌したりすることができる。しかも、複数組の環状ユニット 6 A, 6 B によって連続して長い距離に亘って所定強度以上の紫外線を水流に照射できるため、確実に水中の微生物を不活性化したり殺菌したりでき、水の処理量が増大する。

【0030】

また、環状ユニット 6 A, 6 B を複数段設置したため、一方の環状ユニット 6 の紫外線発光ダイオード 7 が故障した場合でも、他方の環状ユニット 6 の紫外線発光ダイオード 7 によって水流への紫外線照射が行える。しかも、環状ユニット 6 A, 6 B を管体 3 の外部に設置したため、故障やメンテナンス等の際に取り外しが容易で修理や点検を容易に行える。また、環状ユニット 6 や紫外線発光ダイオード 7 が破損しても水中に混入することはない。

【0031】

なお、本発明は上述の第一実施形態による紫外線照射装置 1 に限定されるものではなく、本発明の要旨を変更しない範囲で適宜の変更や置換等が可能であり、これらはいずれも本発明に含まれる。以下に、本発明の他の実施形態や変形例について説明するが、上述の実施形態と同一または同様な部分、部材には同一の符号を用いて説明を省略する。

【0032】

上述した第一実施形態では、2組の環状ユニット 6 A, 6 B を所定間隔で配列させたが、管体 3 が比較的小径であれば、或いは水量が少なければ、環状ユニット 6 と反射面 4 を 1 組配設しただけでもよい。この場合でも、管体 3 の外側に配列した環状ユニット 6 内の紫外線発光ダイオード 7 から紫外線 L を管体 3 内の水流に照射し反射面 4 で反射を繰り返すことで、所定長さ範囲に亘って水流の 95% 以上に対して常時 10 mJ/cm^2 以上の

10

紫外線照射量（光強度）を確保できて、効率的に微生物の不活性化や殺菌を行える。

また、2組の環状ユニット 6 A, 6 B では水流中の微生物の不活性化や殺菌が不十分な程度に管体 3 の内径や水量または流速が大きい場合には 3 組以上の環状ユニット 6 を所定間隔に設定して反射面 4 を配設すればよい。

【0033】

次に図 4 は本発明の第一実施形態による紫外線照射装置 1 の第二変形例を示すものである。本変形例によれば、石英管等の透過管である管体 3 の内面側に例えば蒸着やステンレス等による円筒状の反射面 4 が配設されている。

本変形例による紫外線照射装置 1 によれば、紫外線発光ダイオード 7 から照射された紫外線 L は、石英管等の透過管である管体 3 を透過することなく、その内側で反射して水流に戻るため、紫外線 L の強度の低下を抑えて、より効率的に紫外線を水流に照射することができる。

20

【0034】

次に本発明の第二実施形態による紫外線照射装置 10 について図 5 及び図 6 により説明する。

本発明において、管体 3 の内径が比較的大きい場合、管体 3 の外側から斜めに水流に照射する紫外線 L が管体 3 の内径全幅に届かない、または届くとしても微生物を不活性化するのに必要な照射量（例えば 10 mJ/cm^2 以上）以下になってしまう場合、或いは 1 ～ 2 回程度の反射で光の強度が衰弱してしまう恐れがある。本第二実施形態による紫外線照射装置 10 はこのような場合でも必要な光強度を維持できるようにしたものである。

30

【0035】

即ち、本第二実施形態では、管体 3 の内部に第一環状ユニット 6 A から第二環状ユニット 6 B 内の紫外線発光ダイオード 7 の光が必要な照射量（例えば 10 mJ/cm^2 以上）を維持すべき範囲にわたって反射板 11 を反射部材として設置した。即ち、反射板 11 は管体 3 の内面を 1/4 円に区画するように断面十字状のものを上記範囲以上にわたって形成した。

【0036】

この構成によれば、図 6 に示すように、管体 3 の内面側に配設した 1/4 円筒状の反射面 4 と管体 3 の中心を角部として直角に仕切った反射板 11 とによって囲われた 4 つの断面扇形のスペース 12 に仕切ることができる。そのため、各環状ユニット 6 に配列させた紫外線発光ダイオード 7 から水流の方向 W へ斜めに照射される紫外線 L は直角をなす反射板 11 のいずれか一方に反射して他方で更に反射して円筒状の反射面 4 に向かうので、そのスペース 12 内の水流の全てに確実に強い光強度の紫外線を照射することができる。

40

【0037】

本第二実施形態によれば、比較的大径の管体 3 の内部を反射板 11 で断面扇形の 4 つのスペース 12 に区切ったことで、紫外線 L が反射するまでの距離が 1/2 以下に短くなり、より長い距離に亘って必要な光強度を維持して水中の微生物を確実に不活性化できる。

【0038】

なお、上述した第二実施形態では、管体 3 の内面側に反射面 4 を形成したが、管体 3 の外面側に反射面 4 を形成してもよい。

50

また、本実施形態による紫外線照射装置 10 は、管体 3 の内面を仕切る反射板 11 を十字形状にして 4 つのスペース 12 に区画した構成に限定されるものではない。例えば、管体 3 を 1/2 円の半円状に仕切る反射板 11 を配設してもよいし、或いは図 7 に示すように、管体 3 の内面を 120° 間隔に仕切った放射状の 3 面の反射板 11 で形成して、3 つのスペース 12 を形成してもよい。本発明では、管体 3 の内面を区切る反射板 11 の数は任意である。

【0039】

次に本発明の第三実施形態による紫外線照射装置 15 を図 8 によって説明する。

本実施形態において、管体 3 は石英管等の透過管でできており、管体 3 の外側に設けた環状ユニット 6A、6B のうち例えば上流側に位置する第一環状ユニット 6A は管体 3 に固定されており、その下流側に配置した第二環状ユニット 6B は管体 3 に沿って往復移動可能とされている。

10

【0040】

しかも、第二環状ユニット 6B はその上流側と下流側に筒状の反射面 16a、16b が設けられている。上流側の反射面 16a は例えば軟質で変形可能なフィルム状のシートからなり、シートの内面には紫外線を反射させる反射膜が塗布または被覆され、或いはシートが反射材で形成されている。反射膜は銀の蒸着や反射性シート等がよく、反射性で軟質の材料であれば任意のものを採用できる。

上流側の反射面 16a は第一環状ユニット 6A を乗り越えて第一ばね 17 等によって引っ張られた状態に保持される。また、第一環状ユニット 6A の下流側の近傍には反射面 16a を管体 3 の外面に押さえつけるリング状のガイド部材 18 が固定配置されている。

20

【0041】

また、下流側の反射面 16b は上流側の反射面 16a と同一材質であってもよいし、ステンレス等の剛性の高い円筒状の反射材でもよい。そして、下流側の反射面 16b の下部には第二ばね 19 が接続されて、下流側の反射面 16b を下流側に引っ張っている。そして、第一ばね 17 の付勢力は第二ばね 19 の付勢力より大きく設定されており、第二環状ユニット 6B はガイド部材 18 に当接または近接した位置を基準位置とする。

【0042】

しかも第二環状ユニット 6B または下流側の反射面 16b には第二環状ユニット 6B を低速で下流側に引っ張る巻き取りモータ 20 等の駆動手段が連結され、巻き取りモータ 20 の ON 状態で、第二環状ユニット 6B は第一ばね 17 と第二ばね 19 の付勢力の差に打ち勝って管体 3 にガイドされつつ下流側に移動して上流側の反射面 16a が引き伸ばされた位置、即ち、第一環状ユニット 6A の各紫外線発光ダイオード 7 の光強度が例えば照射量として 10 mJ/cm² より低下する前の位置まで第二環状ユニット 6B を移動可能とする。

30

【0043】

そして、第一及び第二環状ユニット 6A、6B の各紫外線発光ダイオード 7 から射出される斜め方向の光が、水流を照射して管体 3 を透過して反射面 16a、16b で反射して管体 3 内に向かうようにしている。そして、巻き取りモータ 20 が OFF 状態になると、第二環状ユニット 6B は第一ばね 17 と第二ばね 19 の付勢力の差によって第一環状ユニット 6A に向けてゆっくり戻ることになる。

40

なお、第二環状ユニット 6B が上流側から下流側に移動する際には、管体 3 内の水流は次第に増大し、下流側から上流側に戻る際には水流と逆方向になるので水流を低減して紫外線の照射範囲が短くても水量全体を紫外線 L で照射して微生物を不活性化できる程度に低減するよう制御する。

【0044】

本第三実施形態による紫外線照射装置 15 は上述の構成を備えており、次に紫外線照射方法を説明する。本実施形態において、第二環状ユニット 6B がガイド部材 18 を介して第一環状ユニット 6A に近接した初期位置にある状態から、管体 3 内の水量の増加に応じて、巻き取りモータ 20 を ON して第二環状ユニット 6B を管体 3 に沿って下流側に引っ

50

張ることで、その上流側の反射面 16 a を次第に下流側に引き出す。その際、第一及び第二環状ユニット 6 A、6 B の各紫外線発光ダイオード 7 から水流の斜め方向に射出する紫外線の光強度が必要な強度を有する範囲で、水中の微生物を十分不活性化できる程度の水量となるように調整する。

【0045】

第二環状ユニット 6 B の上流側の反射面 16 a は巻き取りモータ 20 で引っ張られるため、第一環状ユニット 6 A の下流側に配設したガイド部材 18 でガイドされて、管体 3 の外面に密着するようにガイドされる。また、下流側の反射面 16 b は剛性の高いステンレス製等であるから、反射面の領域を所定長さに維持しながら下流側に移動し、水流中の微生物を不活性化する反射領域を次第に増大させる。

10

そして、上流側の反射面 16 a が最大に延びた領域で水流中の微生物を不活性化する反射領域が最大になり、管体 3 内の被処理水量も最大になる。第二環状ユニット 6 B をこの状態に保持して継続して大きな水量に対して所定の光強度の紫外線 L を所定の範囲にわたって照射できる

【0046】

その後、管体 3 を流れる水量を減少した場合でも、第一及び第二環状ユニット 6 A、6 B と上下流側の反射面 16 a、16 b の範囲を最大に維持して水流の殺菌等をしてよい。

なお、水量の減少に応じて第二環状ユニット 6 B を第一環状ユニット 6 A 側に移動させるには、巻き取りモータ 20 を OFF にして第一ばね 17 と第二ばね 19 の付勢力の差によって第二環状ユニット 6 B を上流側に移動させてもよい。第二環状ユニット 6 B を上流側に移動させることで反射面 16 a、16 b による紫外線 L の反射範囲が減少し、水量の減少に対応させることができる。

20

【0047】

上述のように本第三実施形態による紫外線照射装置 15 によれば、管体 3 内の水量が次第に増大する場合、これに応じて固定状態の第一環状ユニット 6 A に対して可動の第二環状ユニット 6 B を下流側に移動させて第一環状ユニット 6 A との間の反射面 16 a を長くすることで紫外線 L の反射領域を増大させて微生物を不活性化または殺菌できる領域を増大できる。

また、水量が減少した場合には、そのままの状態を維持するか、第二環状ユニット 6 B を第一環状ユニット 6 A に近づけることで、各紫外線発光ダイオード 7 から射出する高強度の紫外線 L の領域を短い範囲に集中させることができ、水中の微生物の不活性化または殺菌の効率が向上する。

30

【0048】

なお、上述の第三実施形態では、固定の第一環状ユニット 6 A の下流側に可動の第二環状ユニット 6 B を配設したが、これに代えて第一環状ユニット 6 A の上流側に可動の第二環状ユニット 6 B を配設して上流側に移動可能としてもよい。

また、第二環状ユニット 6 B は巻き取りモータ 20 によらず手動で移動させてもよい。

また、上述した各実施形態では、リング状の環状ユニット 6 内に紫外線発光ダイオード 7 を配列させたが、環状ユニット 6 を設けずに紫外線発光ダイオード 7 を直接管体 3 の外側に設置してもよい。

40

【0049】

また、上述した各実施形態では、紫外線照射装置として上水用の水を不活性化したり殺菌したりする消毒装置について説明したが、本発明は上水に限定されることなく、下水や工業用水等、或いは他の流体等、各種の流体中に含まれる微生物を紫外線で不活性化したり殺菌したりする装置に適用できる。

なお、管体 3 における第一環状ユニット 6 A と第二環状ユニット 6 B の配設間隔について、第一環状ユニット 6 a における各紫外線発光ダイオード 7 の光強度が例えば照射量として 10 mJ/cm^2 より小さく低下した位置に第二環状ユニット 6 B を設置してもよく、この場合でも各環状ユニット 6 A、6 B によって個別に水流を殺菌できる。

50

【符号の説明】

【0050】

- 1、10、15 紫外線照射装置
- 2 水路
- 3 配管
- 4 反射面
- 6 環状ユニット
- 6A 第一環状ユニット
- 6B 第二環状ユニット
- 7 紫外線発光ダイオード
- 11 反射板
- 12 スペース
- 16a 上流側の反射面
- 16b 下流側の反射面
- 17 第一ばね
- 18 ガイド部材
- 19 第二ばね
- 20 巻き取りモータ
- L 紫外線

10

【図1】

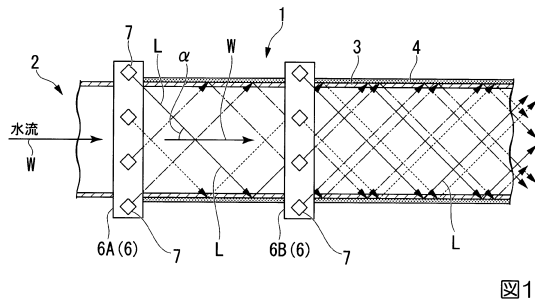


図1

【図3】

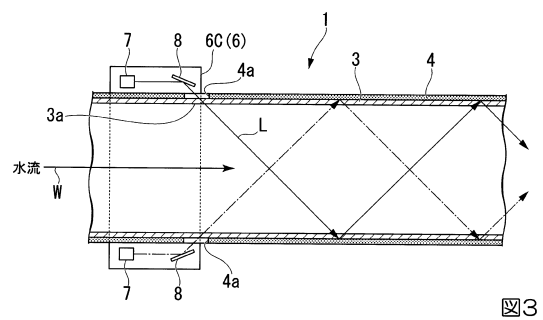


図3

【図2】

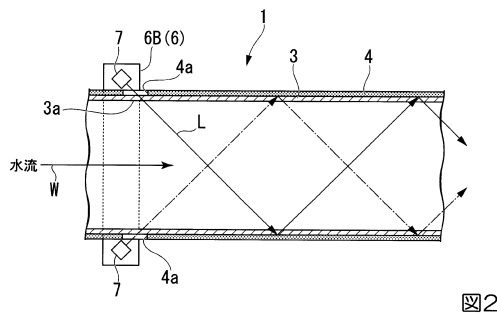


図2

【図4】

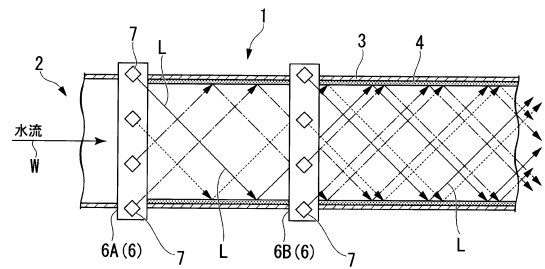


図4

【図 5】

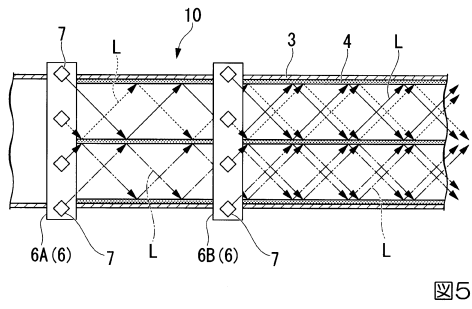


図5

【図 7】

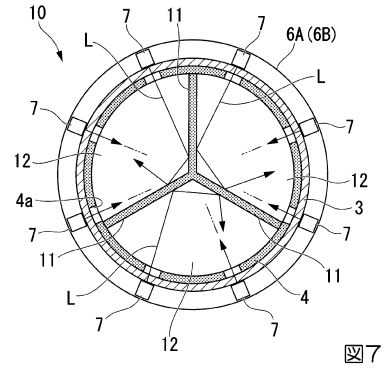


図7

【図 6】

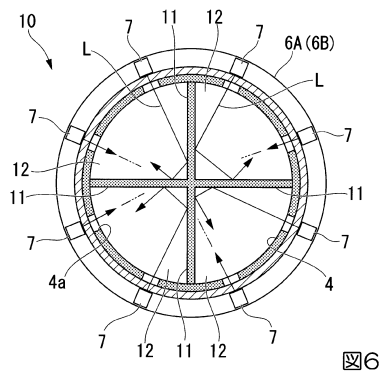


図6

【図 8】

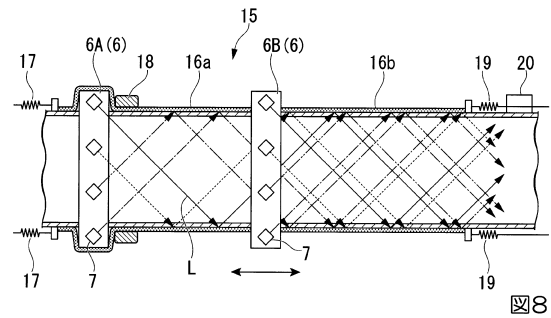
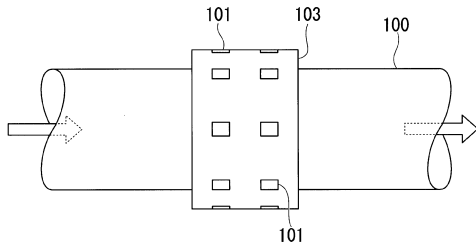


図8

【図 9】

(a)



(b)

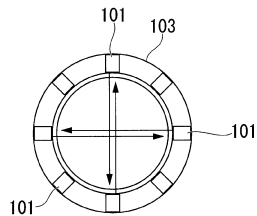


図9

フロントページの続き

(74)代理人 100108453

弁理士 村山 靖彦

(72)発明者 鎌田 憲彦

埼玉県さいたま市桜区下大久保255 国立大学法人埼玉大学内

(72)発明者 松本 公寿

東京都中央区新川一丁目5番17号 前澤工業株式会社内

審査官 菊地 寛

(56)参考文献 国際公開第01/060418 (WO, A1)

特開2013-240487 (JP, A)

特開2011-016074 (JP, A)

特開2013-158722 (JP, A)

特開2008-136940 (JP, A)

特開2013-056159 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C02F 1/32

A61L 2/10