【發明說明書】

【中文發明名稱】

流體消毒設備及方法

【英文發明名稱】

FLUID DISINFECTION APPARATUS AND METHODS

【技術領域】

【0001】本揭示有關於流體消毒設備及方法。特定態樣可包含一紫外線(「UV」)光反應器。

【先前技術】

【0002】如空氣及水之流體可暴露於一劑量之消毒輻射以便殺死微生物及分解有機污染物。例如，該等流體可導入一腔室中，且一UV輻射可由如一UV LED或類似輻射源的一腔室中之一點源輸出。該劑量可定義為該等流體暴露之來自該消毒輻射的能量「Q」(mJ每cm^2)之一量；且可用輻射照度「I」(mW每cm^2)乘以一流體滯留時間「π」(s)的積來計算。劑量Q之態樣可調整。例如，可使用一更強力之UV輻射點源以便藉由增加該UV輻射照度來獲得一劑量之UV輻射。

【發明內容】

【0003】本揭示之一態樣係一示範消毒設備。這設備可包含一本體。該本體可包括：一入口，其延伸穿過該本體以便接收一第一速度之一流體；一反射腔室，其沿著該本體之一軸延伸；及一出口，其延伸穿過該反射腔室之一

端以便由該本體排出該流體。該設備可包含在該本體中之一流體通道以便將一流體由該入口導入該反射腔室。例如，該流體可藉由該流體通道用比該第一速度小之一第二速度導入該反射腔室。該設備亦可包含定位成將一消毒輻射朝向該出口輸出至該反射腔室中的一輻射源。例如，該輻射源可為一UV LED。

【0004】該入口可與該軸大致橫交，且該出口可與該軸大致平行。在某些態樣中，該出口可與該軸同軸；且該輻射源可與該軸同軸使得該消毒輻射之一部份藉由該流體由該出口排出。例如，排出輻射之一部份可進一步消毒該設備下游之流體。通過該軸之該反射腔室的一橫截面可為圓形。該本體及該反射腔室可包括沿該軸之一類似形狀或體積。可使用任何形狀或體積。例如，該類似形狀或體積可為圓柱形、圓錐形、多邊形、角錐形、球形或稜形。

【0005】該反射腔室及該輻射源之尺寸可組配成使該消毒輻射分布在整個反射腔室中。例如，該反射腔室可具有一長度及一直徑，且該長度除以該直徑可等於大約0.5與大約2之間；或大約0.5與大約3之間。在某些態樣中，該軸可延伸在該本體之一第一端與該本體之一第二端之間；該輻射源可設置在該第一端；該反射腔室可設置在該等第一與第二端之間；該出口可延伸穿過該第一端；且該入口可與該第一端相鄰。

【0006】該反射腔室之內表面可包括一反射材料。可使用任一種反射材料，包括UV反射材料。例如，該流體

通道可至少部份地包圍該反射腔室，且該反射腔室可由該本體中沿著軸延伸之一內結構界定。在另一例子中，該輻射源可包括一或多數點源；且該一或多數點源可朝與該軸大致平行之一方向發射該消毒輻射。

【0007】該設備可包含設置在該輻射源與該反射腔室間之一窗。該消毒輻射可通過該窗。且該窗亦可相對該流體密封該輻射源。例如，該消毒輻射可包括在大約200nm至大約320nm間之一波長；或可包括在大約230nm至大約300nm間之一峰波長。該輻射源可為一UV-LED，且可包括各種光學組件，例如一透鏡。

【0008】本揭示之另一態樣係一示範流體消毒方法。這方法可包含：將一第一速度之一流體由一本體之一入口用比該第一速度小之一第二速度導入一反射腔室；使該流體暴露於朝向該出口輸出至該反射腔室中的一消毒輻射；及將該流體由該本體排出延伸穿過該反射腔室之一端的一出口。在某些態樣中，該第二速度可小於該第一速度之50%。

【0009】該本體可包含一流體通道且導引該流體可包含導引該流體通過該流體通道。該反射腔室可具有一長度及一直徑，且該長度除以該直徑可等於大約0.5與大約2之間；或大約0.5與大約3之間。該入口及該出口可設置在該本體之一端，且導引該流體可包含：由該入口朝一第一方向沿著該軸導引該流體；及將該流體朝一第二方向沿著該軸導入反射腔室，其中該第一方向與該第二方向不同。

例如，導引該流體可包含將該流體由該第一方向導引至該第二方向。在另一例子中，導引該流體通過該流體通道亦可包含使該流體至少部份地包圍該反射腔室。例如，可在該本體之一內表面與該反射腔室之一外表面間導引該流體。

【0010】使該流體暴露於該消毒輻射可包含由設置在該本體上之一輻射源輸出該消毒輻射。例如，該方法可包含將該流體由該流體通道分流至該反射腔室中，且該本體之一內表面設置成與該輻射源相鄰。該方法可包含例如由該輻射源之一或多數點源朝向該出口輸出該消毒輻射。該入口可與該出口大致橫交，且該方法亦可包含藉由流體將該消毒輻射之至少一部份排出該出口。該方法亦可包含使該消毒輻射可反射離開該反射腔室之反射表面。在某些態樣中，使該流體暴露於該消毒輻射可包含透過設置在該輻射源與反射腔室間之一窗來輸出該輻射。例如，該消毒輻射可具有在大約200nm至大約320nm間；或在大約230nm至大約290nm間之一波長，使得使該流體暴露於該消毒輻射可包含輸出UV輻射。

【0011】本揭示之又一態樣係另一消毒設備。這設備可包含一本體，該本體包含：一入口，其延伸穿過該本體以便接收一第一速度之一流體；一反射裝置，其沿著該本體之一軸延伸；及一出口，其延伸穿過該反射裝置之一端以便由該本體排出該流體。該設備可包含在該本體中之一流動裝置以便將一流體由該入口導入該反射裝置。該流體

可藉由該流動裝置用比該第一速度小之一第二速度導引。該設備亦可包含定位成將一消毒輻射朝向該出口輸出至該反射裝置中的一輻射裝置。

【0012】該入口可與該軸大致橫交，且該出口可與該軸大致平行。在某些態樣中，該出口可與該軸同軸；且該輻射裝置可與該軸同軸使得該消毒輻射之一部份藉由該流體由該出口排出。例如，排出輻射之一部份可進一步消毒該設備下游之流體。通過該軸之該反射裝置的一橫截面可為圓形。該本體及該反射裝置可包括沿該軸之一類似形狀或體積。可使用任何形狀或體積。例如，該類似形狀或體積可為圓柱形、圓錐形、多邊形、角錐形、球形或稜形。

【0013】該反射裝置及該輻射裝置之尺寸可組配成使該消毒輻射分布在整個反射裝置中。例如，該反射裝置可具有一長度及一直徑，且該長度除以該直徑可等於大約0.5與大約2之間；或大約0.5與大約3之間。在某些態樣中，該軸可延伸在該本體之一第一端與該本體之一第二端之間；該輻射裝置可設置在該第一端；該反射裝置可設置在該等第一與第二端之間；該出口可延伸穿過該第一端；且該入口可與該第一端相鄰。

【0014】該反射裝置之內表面可包括一UV反射材料。可使用任一種反射材料，包括UV反射材料。例如，該流動裝置可至少部份地包圍該反射裝置，且該反射裝置可由在該本體中沿著軸延伸之一內結構界定。在另一例子中，該輻射裝置可包括一或多數點源；且該一或多數點源

可朝與該軸大致平行之一方向發射該消毒輻射。

【0015】該設備亦可包含設置在該輻射裝置與該反射裝置間之一透射裝置。該消毒輻射通過該透射裝置。且該透射裝置可相對該流體密封該輻射裝置。例如，該消毒輻射可包括在大約200nm至大約320nm間之一波長；或在大約230nm至大約300nm間之一峰波長。該輻射裝置可為一UV-LED，且可包括各種光學組件，例如一透鏡。

【0016】本揭示之再一態樣係另一消毒設備。這設備可包含：一蓋，其附接在一本體上；一入口，其延伸穿過該本體以便接收一流體；一反射腔室，其沿著該本體之一軸延伸；及一出口，其延伸穿過該反射腔室之一端以便由該本體排出該流體。該蓋可包含當附接在該本體上時定位成朝向該出口輸出一消毒輻射至該反射腔室中之一輻射源。該本體及/或該蓋可由一導熱材料構成。例如，該蓋可與該本體及該輻射源熱耦合使得來自該輻射源之熱可透過該蓋傳送至該本體中。在另一例子中，該本體及/或該蓋可與該流體熱耦合(例如，與其接觸)使得該熱之至少一部份可傳送至該流體以便冷卻輻射源。

【0017】在此亦揭露相關套組及系統之態樣。可了解的是前述概要及以下詳細說明只是示範及說明用，而非限制以下請求之發明。

【圖式簡單說明】

【0018】加入並構成這說明書之一部份的附圖顯示與文字說明一起用以說明這揭示之原理的示範態樣。

【0019】圖1顯示一示範流體消毒設備。

【0020】圖2顯示沿著圖1所示之一截面線A-A截取的圖1設備的截面圖。

【0021】圖3顯示沿著圖2所示之一截面線B-B截取的圖1設備的俯視圖。

【0022】圖4顯示另一示範流體消毒設備的俯視圖。

【0023】圖5顯示另一示範流體消毒設備的俯視圖。

【0024】圖6顯示一示範流體速度圖。

【0025】圖7顯示一示範輻射照度分布。

【0026】圖8顯示一示範絕對非同相輻射照度。

【0027】圖9顯示一總功率之示範圖。

【0028】圖10顯示一平均劑量之示範圖。

【0029】圖11顯示另一示範流體消毒設備。

【0030】圖12顯示另一示範流體消毒設備。

【0031】圖13顯示另一示範輻射照度分布。

【0032】圖14顯示另一示範輻射照度分布。

【0033】圖15顯示另一示範絕對非同相輻射照度。

【0034】圖16顯示另一示範流體消毒設備。

【0035】圖17顯示另一示範輻射照度分布。

【0036】圖18顯示另一示範流體消毒設備。

【0037】圖19顯示一示範流體消毒方法。

【實施方式】

【0038】以下參照示範流體消毒設備及方法說明本揭示之態樣。某些態樣係參照一本體來說明，且該本體包

含：一反射腔室；一流體通道，用於將一流體導入該反射腔室；及一輻射源，用於將一劑量Q(mJ每cm^2)之一消毒輻射輸出至該反射腔室中。劑量Q可用輻射照度「I」(mW每cm^2)乘以一流體滯留時間「π」(s)的積來計算(「方程式1」)。例如，該反射腔室及流體通道可包括在該本體中之互連體積；該輻射源可為一UV點源，例如一UV LED；且該消毒輻射可包括一UV輻射。除非聲明，否則這些例子係為方便說明而提供且非意圖限制本揭示。因此，在這揭示中所述之觀念可用於使用任一種消毒輻射之任何類似裝置或方法。

【0039】在此說明多數軸。詳而言之，可說明包括一X-X軸、一Y-Y軸及一Z-Z軸的一組三方向軸。各軸可與下一軸橫交以建立一座標系統。該用語「橫交」表示：橫置、或橫越；交叉地設置；或作成與一軸呈直角，且包括垂直及非垂直配置。該用語「縱向」可用以說明相對組件及形貌體。例如，縱向可表示具有比一第二尺寸或寬度長之一第一尺寸或長度的一物體。這些方向用語係為方便說明而提供且除非聲明，否則並未限制這揭示。

【0040】在此使用之用語「包含」、「包含有」或其任何其他變化形係意圖包含一非排他內含物，使得包含多數列舉元件之一設備、方法或其元件不只包括這些元件，亦可包括未明白地列舉或該設備或方法內含之其他元件。除非另外指明，該用語「示範」係以「例子」而非「觀念」之方式使用。在這揭示中可使用各種近似之用語，包括「大

約」及「大致」。大約表示在一所述數字之正或負10%內。

【0041】以下說明一示範消毒設備10之態樣。如圖1所示，消毒設備10可包含可與一輻射源90一起操作而將一最佳能量劑量Q之一消毒輻射傳送至一第一流體F_1的多數流體動力及光學態樣。以下參照在圖1中顯示為沿著一軸Y-Y延伸之一示範本體20來說明設備10之多數流體動力及光學態樣。如圖所示，本體20可包含：通至一流體腔室40之一入口30；一蓋50；在流體腔室40中之一反射腔室70；及離開腔室70之一出口80。

【0042】入口30可延伸穿過本體20之任一部份以便輸入第一流體F_1。如圖1所示，入口30可包含由本體20沿著一軸X-X延伸之一入口結構32及沿著軸X-X延伸穿過本體20用於與流體腔室40連通之一管腔34。例如，第一流體F_1可由一第一軟管或管輸入管腔34，且該第一軟管或管可與入口結構32接合。

【0043】流體腔室40可包含一或多數內形狀或體積。該等內形狀體積中之至少二內形狀體積可互連。如圖2所示，例如，一內結構42可設置在流體腔室40中以界定包括一流動通道44及反射腔室70之二互連內形狀或體積。例如，流動通道44可為在結構42之一外側的一第一互連內形狀或體積且反射腔室70可為在結構42之一內側的一第二互連內形狀或體積。在這例子中，第一流體F_1可：(i)進入入口30；(ii)在本體20中通過管腔34；(iii)進入流動通道44；(iv)藉由通道44導入反射腔室70；(v)在反射腔

室70中暴露於消毒輻射；及(v)離開出口80成為一第二流體F_2。因為該消毒輻射，第二流體F_2會與第一流體F_1不同。例如，第一流體F_1可包含第一量之污染物(例如，微生物及有機污染物)，第二流體F_2可包含第二量之污染物(例如，微生物及有機污染物)，且該第二量可小於該第一量，使流體F_2相對流體F_1被進一步消毒。如下所述，第二流體F_2之其他特性亦會與第一流體F_1不同，例如速度及溫度。

【0044】流體腔室40之一或多數內形狀或體積可包括相同或不同橫截面積。可使用任何規則或不規則形狀的面積，包括圓形、四邊形、多邊形等。如圖3所示，流動通道44及反射腔室70可具有與軸Y-Y同軸之圓形橫截面積。例如，流動通道44可包含沿著軸Y-Y在與管腔34連通之一第一端及與反射腔室70連通之一第二端間延伸的一開口圓柱形體積。在這例子中，該開口圓柱形體積可由以下者界定:(i)在本體20之內表面23與本體20中之一內高度43間沿軸Y-Y的一距離；及(ii)沿著該距離在本體20之一內表面28與結構42之一外表面41間環繞軸Y-Y的一橫截面積。在另一例子中，流動通道44可包括連接其第一與第二端之一導管，且該導管可沿著軸Y-Y延伸，環繞軸Y-Y包圍內結構42，或採用在流體腔室40內之任何其他通路。

【0045】流動通道44之第二端可組配成將第一流體F_1導入反射腔室70。例如，流動通道44之第二端可將第一流體F_1導向組配成將流體F_1重新導向軸Y-Y的本體20之一內表面27，且在內高度43越過結構42並進入反射腔室

70。如圖2所示，內表面27可設置成與軸Y-Y大致橫交以便將流體F_1導向軸Y-Y並進入腔室70。內表面27可包括組配成導引及/或修改第一流體F_1之流動的任何數目形貌體，包括曲線、突起、凸脊等。

【0046】蓋50可附接在本體20之任一部份上且組配成密封流體腔室40。如圖2所示，蓋50可藉由包括黏著劑、熱處理、螺紋等任一種密封構件而附接在本體20之一第一端22上。輻射源90可附接在蓋50上且組配成輸出一消毒輻射至流體腔室40中。例如，輻射源90可包括安裝在蓋50底側上之內隔室54中的一或多數點源及多數相關電子組件。該(等)輻射源可包括一UV-LED，且該消毒輻射可包括該UV輻射，而該UV輻射包括UV-A、UV-B及UV-C之任何組合。在某些態樣中，輻射源90及內隔室54可與軸Y-Y同軸，如圖2所示，其中輻射源90定位成將該消毒輻射朝向出口80輸出至反射腔室70中使得該輻射之一部份藉由第一流體F_1透過出口80由腔室70排出。例如，這配置可容許一或多數UV LED在反射腔室70中施加一第一劑量Q之UV輻射且在腔室70之下游施加一第二劑量Q之UV輻射。

【0047】蓋50或本體20之第一端22中之至少一者可包含組配成將輻射源90密封在蓋50之隔室54內的一窗56。如圖2所示，隔室54可延伸進入蓋50之一底側且窗54可附接在該底側上。例如，窗54可由一輻射穿透射材料構成且該輻射透射材料組配成：(i)當蓋50附接在第一端22

上時，將輻射源90密封在內隔室54內；及(ii)容許該消毒輻射通入腔室40。例如，窗54可包括組配成可供UV輻射通過之一石英或似石英材料。

【0048】如圖1與2所示，蓋50可由一導熱材料(例如，鋁)構成。蓋50亦可組配成藉由第一流體F_1冷卻輻射源90。例如，當附接在本體20上時，蓋50可與第一流體F_1及輻射源90傳導連通，藉此容許流體F_1之溫度冷卻輻射源90之(多數)點源。在另一例子中，蓋50之導熱材料亦可與本體20之一導熱部份傳導連通，藉此容許本體20之全部或某些部份提供另一散熱器。

【0049】流體腔室40之任何內表面可反射。例如，反射腔室70之內表面可由內結構42界定，且至少這些表面可用反射材料製成或塗布。如圖2所示，例如，腔室70之內表面可具有圓柱形表面積，且在流體腔室40內之至少該表面積可反射。可使用包括UV反射材料之任一種反射材料。例如，該UV反射材料可包含以下中之一或多數者：聚四氟乙烯(「PTFE」)、一低密度PTFE、鋁及組配成可提供高漫反射率之一Teflon或似Teflon材料。在某些態樣中，內結構42之內表面可包含一半導體光觸媒材料。例如，該光觸媒材料可藉由UV輻射(例如，UV-C)活化且用於降解有機化合物並使空氣及/或水中含有之病原體失去活性。本體20之內表面及/或內結構42之外表面亦可反射。或者，內結構42可供該消毒輻射透射且本體20之至少內表面27可反射。例如，本體20可由鋁構成，內表面27

可用一UV反射材料塗布，且內結構42可由一UV半透射材料構成。

【0050】在某些態樣中，入口30、流動通道44、反射腔室70及/或出口80可包括多數混合元件，例如組配成進一步調整第一流體F_1在流體腔室40內之流體動力學的多數擋板。亦可包括其他加熱元件(例如，電熱線圈)。例如，該等混合元件及/或出口80可組配成加熱第一流體F_1至一所需使用溫度。在另一例子中，內結構42之各種表面可組配成一混合及/或加熱元件。

【0051】出口80可延伸穿過本體20之任何部份以便由本體20排出第二流體F_2。如圖1所示，出口80可包含沿著軸Y-Y由本體20向外延伸之一出口結構82及沿著軸Y-Y延伸穿過本體20之一管腔84以便透過本體20之內表面23及/或腔室70排出第二流體F_2。例如，第二流體F_2可由管腔84排出本體20且進入可與出口結構82接合之一第二軟管或管。出口80之某些部份可用於修改第一流體F_1之特性。如圖2所示，例如，管腔84可沿著軸Y-Y具有一致直徑，且出口80可包含一選擇節流部份86，該選擇節流部份86具有沿著軸Y-Y變化之一直徑以便在由本體20排出成為第二流體F_2前修改(例如，稍微增加)第一流體F_1之一速度。

【0052】如圖2所示，管腔84之至少一開口可與軸Y-Y同軸，且因此與沿著軸Y-Y之輻射源90對齊。因為這對齊，該消毒輻射之一較大部份可藉由第二流體F_2透過管

腔84由反射腔室70排出，藉此容許在設備10之下游進一步消毒。例如，管腔84之內表面及/或該第二軟管或管可用類似上述之一反射材料製成或塗布。亦如圖2所示，選擇節流部份86可具有比管腔84大之一開口，藉此容許更多消毒輻射被排出。

【0053】如圖2所示，入口30可與出口80大致橫交使得流動通道44及內結構42之互連體積可用於修改第一流體F_1之一特性。例如，入口結構32之管腔34可包括沿著軸X-X延伸之一橫截面形狀，出口結構82之管腔84可包括沿著軸Y-Y延伸之一橫截面形狀，且軸X-X可與軸Y-Y大致橫交。如圖3所示，管腔84及/或出口結構82之橫截面形狀可與軸Y-Y同軸。可使用包括圖3所示之圓形的任何形狀。該特性可包括第一流體F_1之一速度。例如，流體腔室40可組配成接收在入口30為一第一速度之第一流體F_1且將流體F_1用比該第一速度小之一第二速度導入反射腔室70。至少該第一速度可為一噴射流速度。內結構42可組配成在反射腔室70中將流體F_1轉變成該第二速度。在這例子中，在反射腔室70中之第一流體F_1的比較慢第二速度可增加流體F_1之滯留時間，藉此容許當它通過本體20時傳送一最佳劑量Q之消毒輻射至流體F_1。

【0054】在某些態樣中，消毒設備10可組配成在或通過反射腔室70時實現一減速且將該消毒光分布在整個反射腔室70中，因此產生如方程式(1)所示之通過消毒設備10的一最佳劑量Q分布。

【0055】來自一示範計算流體動力學(CFD)模擬之結果顯示在圖6中。如圖所示，流體腔室40之上述構態(例如，包括內結構42)可將在入口30之第一流體F_1的第一速度明顯地降低至在反射腔室70內之第一流體F_1的較慢第二速度，藉此在進行大部分消毒之腔室70中提供一減速分布。

【0056】如圖7所示，輻射源90可將該消毒輻射輸出至反射腔室70中，且腔室70之至少內表面74可組配成藉由在腔室70內反射該輻射使該輻射之效果達到最大。如圖所示，該消毒輻射之一部份可由輻射源90發射，通過窗56且在腔室70之內表面74間反射。反射腔室70之橫截面可在不影響功能之情形下變化。例如，雖然參照具有一圓形之設備10顯示，但圖7可類似地應用於圖4之設備110的四邊形，且該設備110包含類似於設備10之對應元件的一入口130、一流體腔室140、一流動通道144、一反射腔室170及一出口180；或圖5之設備210的多邊形，且該設備210包含類似於設備10之對應元件的一入口230、一流體腔室240、一流動通道244、一反射腔室270及一出口280。該消毒輻射在反射腔室70內之一示範輻射照度分布顯示在圖8中。如圖所示，可獲得通過大部份反射腔室70、170與180一類似輻射照度。

【0057】消毒設備10之效能可與反射腔室70之尺寸相關，例如一縱橫比。如圖2所示，一縱橫比「AR」可定義為沿著軸Y-Y之反射腔室70的一第一尺寸或長度「L」

除以沿著軸X-X之反射腔室70的一第二尺寸或深度「D」的商。在圖2與3中，例如，反射腔室70具有一圓形橫截面形狀時，該第二尺寸或深度D可為該圓形之一直徑。液壓直徑之定義可用來決定非圓形，例如圖4之反射腔室170的四邊形或圖5之反射腔室270的多邊形的AR，其中該AR可等於四乘以該形狀「A」之一面積及該橫截面「P」之一濕周長的積。

【0058】如圖8所示，反射腔室70之AR可明顯地影響沿著腔室70之功率守恆。例如，在圖8中顯示沿軸Y-Y延長腔室70之長度L同時保持腔室70之體積使總UV功率沿著長度L明顯地減少，因此在某一長度L後只傳送一極少劑量。因為這極少劑量不足以消毒，所以圖8亦說明使示範幾何構態之AR最佳化以使在反射腔室70內傳送之劑量Q最大化的好處。

【0059】通過反射腔室70之劑量Q的一示範平均分布顯示在圖9中，藉此說明消毒設備10之光學及流體動力特性可如何實現一劑量Q之最佳分布。

【0060】以下參照包括連續製程及批式製程之示範製程來說明消毒設備10之其他態樣。對第一流體F_1連續地通過本體20之某些連續製程而言，包括其AR之反射腔室70的尺寸可最佳化使得流體F_1在腔室70內獲得減速。在某些態樣中，可使用大於或等於1之一AR。

【0061】對第一流體F_1類似地連續通過本體20之其他連續製程而言，反射腔室70的尺寸可進一步最佳化以使

通過本體20之功率守恆且使傳送至第一流體F_1之劑量Q最大化。例如，腔室70之尺寸可最佳化使得在整個本體20內提供該消毒輻射。對某些形狀或體積之本體20，例如圖1至3所示之圓柱形體積而言，可使用一大約1之AR來使本體20中之功率消耗最小化。

【0062】對該等連續製程而言，圖7顯示輻射照度會如何因使反射腔室70之AR最佳化而受到影響；且圖8顯示若反射腔室70之體積保持不變，則增加該AR會如何減少腔室反射腔室70內之總功率。對某些體積之反射腔室70而言，小於或等於0.5且大於或等於2之AR可用於使用腔室70使通過本體20之劑量Q最大化。例如，圖9顯示在反射腔室70之橫截面內的劑量Q之一平均總分布。

【0063】比較地，對一體積之第一流體F_1可暫時地儲存在反射腔室70內之批式製程而言，若沿著反射腔室70需要更密集輻射照度，可使用較小AR。例如，若輻射源90之功率增加，可使用一小於1之AR。

【0064】以下參照概念地顯示在圖11中之一消毒設備310；概念地顯示在圖12中之一消毒設備410；概念地顯示在圖16中之一消毒設備510；及概念地顯示在圖18中之一消毒設備610來說明其他態樣。消毒設備10之各變化例，如設備110、210、310、410、510與610可包括類似於設備10之元件的元件，但無論如何這些元件都顯示在各100、200、300、400、500或600數字系列內。

【0065】如圖11所示，消毒設備310可包含一本體

320、一入口330、一流體腔室340、一流體通道344、一反射腔室370、一出口380及一輻射源390。本體320可呈圓錐形。例如，圖11之本體320包括一截頭錐形，其中入口330及出口380係在本體320之一第一或基底端，且輻射源390係在本體320之第二或截頭端322。類似於上述者，設備310可包含流體腔室340中之一內結構342以界定包括流動通道344及反射腔室370之至少二互連內形狀或體積。例如，流體通道344及反射腔室370亦可包括類似於沿著軸Y-Y之本體320之截頭錐形的一截頭錐形。

【0066】亦如圖11所示，與輻射源390相鄰的反射腔室370之一第一尺寸可比與出口380相鄰的腔室370之一第二尺寸小。該等第一與第二尺寸可為直徑。在某些態樣中，該等第一與第二尺寸可組配成修改腔室370中之第一流體F_1的一特性。例如，藉由靠近出口380之一管腔384形成渦旋及/或其他渦流情況來進一步減少沿著軸Y-Y之第一流體F_1的速度，較大第二尺寸可增加腔室370中之第一流體F_1的滯留時間。

【0067】如圖12所示，消毒設備410可包含一本體420、一入口430、一流體腔室440、一流體通道444、一反射腔室470、一出口480及一輻射源490。本體420亦可呈圓錐形。例如，圖13之本體420類似地包括一截頭錐形，其中入口430及出口480係在本體420之一第一或截頭端422，且輻射源490係在本體420之一第二或基底端。類似於上述者，設備410可包含流體腔室440中之一內結構442

以界定包括流動通道444及反射腔室470之至少二互連內形狀或體積。例如，流體通道444及反射腔室470亦可包括類似於沿著軸Y-Y之本體420之截頭錐形的一截頭錐形。

【0068】亦如圖12所示，與輻射源490相鄰的反射腔室470之一第一尺寸可比與出口480相鄰的腔室470之一第二尺寸大。該等第一與第二尺寸可為直徑；且可再修改腔室470中之第一流體F_1的一特性。例如，該較小第一尺寸可在腔室470中節流流體F_1，因此在被排出出口480之一管腔484前增加其沿著軸Y-Y之速度。在另一例子中，設備410可組配成在入口430接收一第一速度之第一流體F_1；在腔室470之一第一部份中將該第一速度減少至一第二較慢速度；且如在一固定速度系統中所要求地，在腔室470之一第二部份中將該第二速度逐漸地轉變回到該第一速度。

【0069】如圖13與14所示，輻射源390、490可將該消毒輻射輸出至反射腔室370、470中；且腔室370、470之內表面374、474及腔室370、470之幾何形狀可組配成藉由使該輻射在腔室370、470內反射而使該輻射之效果達到最大。在圖13與14中，例如，該消毒輻射之第一部份可由輻射源390、490發射且在反射腔室370、470之內表面374、474間反射以照射腔室370、470中之第一流體F_1；且該輻射之一第二部份可另外地照射管腔384、484中及其下游之第二流體F_2。如圖15類似地所示，可獲得通過大部份反射腔室370、470之一第一輻射照度，且可在管腔384、484中獲得一第二輻射照度。

【0070】如圖16所示，消毒設備510可包含一本體520、一入口530、一流體腔室540、一流體通道544、一反射腔室570、一出口580及一輻射源590。本體520可呈球形。例如，圖16之本體520包括一球形，其中入口530及出口580係設置成與本體520之一第一端相鄰且輻射源590係設置成與本體520之一第二相對端相鄰。類似於上述者，設備510可包含流體腔室540中之一內結構542以界定包括流動通道544及反射腔室570之至少二互連內形狀或體積。例如，流體通道544及反射腔室570可包括類似於本體520之球形的一球形。

【0071】消毒設備510之態樣可修改以配合本體520、流體通道544及/或反射腔室570之球形。例如，輻射源590可與本體520之一內表面分開。如圖16所示，反射腔室570可包括與流體通道544連通之一開口578且輻射源590可設置在開口578中。例如，一突起554可由在本體520之一第一端向內延伸至開口578中之一第二端。在這例子中，輻射源590可設置在突起554內且組配成透過在突起554之第二端的一窗556輸出。在某些態樣中，突起554可具有一彎曲外表面及/或至本體520之一彎曲過渡段以減少與第一流體F_1之干涉。

【0072】本體520、流體通道544及/或反射腔室570之球形可提供流體動力好處。例如，流體通道554可由本體520之內表面及內結構542之外表面界定，且該等表面可因為球形而具有比設備10、110、210、310或410之對應

表面大的表面積。因此，因為在入口530之第一流體F_1的第一速度可因由該等較大表面積產生之額外阻力而更有效率地轉變成一第二較慢速度，所以本體520可比本體10、110、210、310或410小。設備510之球形亦可提供光學好處。如圖17所示，反射腔室570之球形內表面574可組配成使該輻射在本體520及/或腔室570內反射並在腔室570之一中心將該反射之輻射集中在一體積之第一流體F_1上，藉此使該輻射之效果達到最大。亦如圖17所示，該消毒輻射之至少一部份可藉由第二流體F_2透過出口580排出。

【0073】如圖18所示，消毒設備610可包含一本體620、一入口630、一流體通道644、一反射腔室670、一出口680及一輻射源690。除了以下所述之差異外，設備610之這些元件可類似於設備10之對應元件。例如，輻射源690可比輻射源90更強，因此產生額外熱。可修改設備之態樣以移除該熱。如圖18所示，例如，設備610可包含一蓋650，且該蓋650包含一隔熱層652、一導熱層653及一冷卻裝置657。

【0074】隔熱層652可附接在本體620之一端622上且組配成密封流體腔室640。如圖18所示，輻射源690可安裝在隔熱層652之一內隔室654中，且可使用一窗656將輻射源690密封在隔室654中並使該消毒能量通入上方腔室670。導熱層653可附接在輻射源690及隔熱層652上。因此，由輻射源690產生之額外熱可傳送至層653且由於在本體620與導熱層653間提供一熱中斷之隔熱層652而對本體

620有限或零傳送。

【0075】冷卻裝置657可組配成排出該額外熱。如圖18所示，裝置657可包含一風扇658及一散熱器659。散熱器659可與導熱層653連接或一體成形，且可包括多數翼片。風扇658可包括一電風扇，該電風扇與設備610連接或相鄰且可操作以便藉由導引一空氣流過散熱器659而將該額外熱排出至一周圍環境中。

【0076】在此所述之任一消毒設備10、110、210、310、410、510與610可類似地使用消毒輻射來在一對應反射腔室70、170、270、370、470、570或670內消毒第一流體F_1。這些腔室之流體動力態樣可實質地消去特別在流體F_1具有一高流速(例如，大於1gpm)且該腔室具有一小體積(例如，小於500mL)時使流體F_1短路的噴射速度。因此，反射腔室70、170、270、370、470、570或670中之任一反射腔室可組配成使得流體F_1接受一消毒輻射之最佳劑量Q。例如，各腔室70、170、270、370、470、510、610可依據體積類似地最佳化使得由於水與表面吸收之UV功率損失最小化。

【0077】以下亦參照設備110、210、310、410、510與610說明設備10之多數變化例。設備10之任一變化例可包括任一輻射源90，包括在任一配置中之任一數目的點源。這些變化例之態樣亦可組合，且各組合及重複係本揭示之一部份。例如，本體20及/或蓋50之任一變化例由如鋁、銅、不鏽鋼及/或其他材料之任一導熱材料形成；且任

一導熱材料可耦合在一起以便藉由第一流體F_1冷卻輻射源90。在另一例子中，任一變化例或設備10可類似地包括類似於設備610之一熱中斷及/或冷卻裝置。

【0078】消毒設備10之任一變化例亦可包含可與輻射源90一起操作以控制第一流體F_1及/或第二流體F_2之流動的一控制元件。例如，設備10、110、210、310、410、510或610可包含一上游感測器，該上游感測器係組配成偵測一消毒流體之需求且致動輻射源90、190、290、390、490、590或690以滿足該需求。在另一例子中，設備10、110、210、310、410、510或610可類似地包含一下游感測器，該下游感測器係組配成決定第二流體F_2之一消毒程度，且若該消毒程度無法令人滿意，則關閉在出口80、180、280、380、480、580或680之一操作閥。

【0079】以下參照一示範消毒方法700說明這揭示之其他態樣。為了便於說明，參照消毒設備10說明方法700之態樣，但類似態樣可參照設備110、210、310、410、510及/或610中之任一設備相似地說明。如圖19所示，方法700可包含以下步驟：將一第一速度之第一流體F_1由本體20之入口30用比該第一速度小之一第二速度導入反射腔室70(一「導引步驟720」)；使該流體F_1暴露於朝向出口80輸出至反射腔室70中的一消毒輻射(一「暴露步驟740」)；及將流體F_1由本體20排出延伸穿過該反射腔室之一端的出口80(一「排出步驟760」)。以下說明步驟720、740與760之示範態樣。

【0080】導引步驟720可包含用以接收及/或導引第一流體F_1之任何中間步驟。例如，本體20可包含流體通道44(例如，圖2)，且導引步驟720可包含透過流體通道44將該第一流體F_1導入反射腔室70。在某些態樣中，反射腔室70可具有一長度及一直徑，且該長度除以該直徑可等於大約0.5與大約2之間；或大約0.5與大約3之間。如圖2所示，入口30及出口30可在本體20之一端，且步驟720可包含：由入口30朝一第一方向沿著軸Y-Y導引第一流體F_1；及朝與該第一方向不同之一第二方向將流體F_1導入反射腔室70。例如，將流體F_1由流體通道44導入反射腔室70可包含將流體F_1由該第一方向導引至該第二方向。在某些態樣中，透過流體通道44導引第一流體F_1可包含使流體F_1至少部份地包圍反射腔室70。透過流體通道44導引第一流體F_1亦可包含在本體20之內表面28與反射腔室70之外表面41間導引第一流體F_1。在某些態樣中，步驟720可更包含依據上游感測器致動輻射源90。

【0081】暴露步驟740可包含用於消毒第一流體F_1之任何中間步驟。步驟740可包含由輻射源90輸出該消毒輻射，且該輻射源90可設置在本體20之端22。步驟720及/或740可包含將流體F_1由流體通道44分流至反射腔室70中且本體20之一內表面27設置成與輻射源90相鄰。步驟740可更包含例如由輻射源90之一或多數點源朝向出口80輸出該輻射。在某些態樣中，入口30可與出口80實質地橫交，且該方法可更包含藉由第二流體F_2將該輻射之至少一

部份排出出口80。步驟740亦可包含使該消毒輻射可反射離開反射腔室70之反射表面。

【0082】在另一例子中，暴露步驟740可包含透過窗56輸出該消毒輻射，且該窗56可設置在輻射源90與反射腔室70間之任何地方。在步驟740中，該消毒輻射可具有在大約200nm至大約320nm間；或在大約230nm至大約290nm間之一波長，使得步驟740可包含使流體F_1暴露於一UV輻射。在另一例子中，可透過如組配成可改變該輻射之一光學品質的一透鏡的一光學組件來輸出該消毒輻射。

【0083】排出步驟760可包含用於由本體20排出第一流體F_1成為第二流體F_2之任何中間步驟。例如，步驟760可包含修改流體F_1之特性，例如速度或溫度；及/或依據一下游感測器來操作在出口80之一控制閥。

【0084】雖然在此參照用於特定應用之所示態樣說明本揭示之原理，但該揭示不限於此。所屬技術領域中具有通常知識且可利用在此提供之教示者可了解其他修改例、應用、態樣及等效物之替代例全部落於在此所述之態樣的範圍中。因此，本揭示不應被視為受限於前述說明。

【符號說明】

【0085】

10, 110, 210, 310, 410, 510, 610…(消毒)設備

20, 320, 420, 520, 620…本體

22…第一端

23, 27, 28, 74, 374, 474, 574…內表面

30, 130, 230, 330, 430, 530, 630…入口

32…入口結構

34, 84, 384, 484…管腔

40, 140, 240, 340, 440, 540, 640…流體腔室

42, 342, 442, 542…內結構

43…內高度

44, 344, 444, 544…流體通道；流動通道

50, 650…蓋

54, 654…內隔室

56, 556, 656…窗

70, 170, 270, 370, 470, 570, 670…反射腔室

80, 180, 280, 380, 480, 580, 680…出口

82…出口結構

86…選擇節流部份

90, 390, 490, 590, 690…輻射源

144, 244…流動通道

322…第二或截頭端

422…第一或截頭端

554…突起

578…開口

644…流體通道

652…隔熱層

653…導熱層

657…冷卻裝置

658…風扇

659…散熱器

700…方法

720, 740, 760…步驟

D…深度

F_1…第一流體

F_2…第二流體

L…長度

X-X, Y-Y…軸

201902561

【發明摘要】

【中文發明名稱】

流體消毒設備及方法

【英文發明名稱】

FLUID DISINFECTION APPARATUS AND METHODS

【中文】

本發明揭露示範流體消毒設備及方法之態樣。一態樣係一消毒設備，其包含：一本體，其包含一反射腔室；一流體通道，用於將一流體導入反射腔室；及一輻射源，其定位成將一消毒輻射輸出至該腔室中。該本體可包括一入口及出口。例如，該入口可延伸穿過該本體以便接收一第一速度之一流體；該反射腔室可沿著該本體之一軸延伸；且該出口可延伸穿過該反射腔室之一端以便由該本體排出該流體。在這例子中，該流體通道可將該流體由該入口用比該第一速度小之一第二速度導入該反射腔室；且該輻射源可定位成將該消毒輻射朝向該出口輸出至該反射腔室中。

【英文】

Aspects of exemplary fluid disinfection apparatus and methods are described. One aspect is a disinfection apparatus comprising a body comprising a reflecting chamber, a fluid channel to direct a fluid into reflecting chamber, and radiation source positioned to output a disinfecting radiation into the chamber. The body may include an inlet and outlet. For example, the inlet may extend through the body to receive a fluid at a first velocity; the reflecting chamber may extend along an axis of the body; and the outlet may extend through an end of the reflecting chamber to discharge the fluid from the body. In this example, the fluid channel may direct the fluid from the inlet into the reflecting chamber at a second velocity smaller than the first velocity; and the radiation source may be positioned to output the disinfecting radiation into the reflecting chamber toward the outlet.

【指定代表圖】　圖1

【代表圖之符號簡單說明】

10…(消毒)設備
20…本體
22…第一端
30…入口
32…入口結構
34…管腔
50…蓋
80…出口
82…出口結構
84…管腔
F1…第一流體
F2…第二流體
X-X, Y-Y…軸

【特徵化學式】

(無)

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種反應器設備，其包含：

一本體，其包括：一入口，其延伸穿過該本體以便接收一第一速度之一流體；一反射腔室，其沿著該本體之一軸延伸；及一出口，其延伸穿過該反射腔室之一端以便由該本體排出該流體；

一流體通道，其在該本體中以便用比該第一速度小之一第二速度將一流體由該入口導入該反射腔室；及

一輻射源，其定位成將一消毒輻射朝向該出口輸出至該反射腔室中。

【第2項】 如請求項1之設備，其中該入口與該軸大致橫交，且該出口與該軸大致平行。

【第3項】 如請求項2之設備，其中該出口與該軸同軸。

【第4項】 如請求項3之設備，其中該輻射源與該軸同軸使得該消毒輻射之一部份藉由該流體由該出口排出以便進一步消毒該出口下游之該流體。

【第5項】 如請求項1至4中任一項之設備，其中該本體及該反射腔室包括沿該軸之一類似形狀或體積，且該類似形狀或體積係圓柱形、圓錐形、多邊形、角錐形、球形或稜形。

【第6項】 如請求項1至5中任一項之設備，其中該反射腔室及該輻射源之尺寸係組配成使該消毒輻射分布在整個反射腔室中。

【第7項】 如請求項1至6中任一項之設備，其中該軸延伸在該本體之一第一端與該本體之一第二端之間，該輻射源設置在該第一端上，該反射腔室係在該等第一與第二端之間，且該出口係在該第一端上。

【第8項】 如請求項1至7中任一項之設備，其中該反射腔室之多數內表面包括一UV反射材料。

【第9項】 如請求項1至8中任一項之設備，其中該反射腔室具有一長度及一直徑，且該長度除以該直徑等於大約0.5與大約3之間。

【第10項】如請求項1至9中任一項之設備，其中該長度除以該直徑等於大約0.5與大約2之間。

【第11項】如請求項1至10中任一項之設備，其中該反射腔室由沿著該軸延伸之一內結構界定。

【第12項】如請求項1至11中任一項之設備，更包含設置在該輻射源與該反射腔室間之一窗，其中該窗密封該輻射源來隔絕該流體且該消毒輻射通過該窗以便消毒該流體。

【第13項】如請求項1至12中任一項之設備，其中該消毒輻射包括在大約200nm至大約320nm間之一波長。

【第14項】如請求項1至13中任一項之設備，其中該消毒輻射包括包括在大約230nm至大約300nm間之一峰波長。

【第15項】如請求項1至15中任一項之設備，其中該輻射源係一UV-LED且該消毒輻射包括一UV輻射。