

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-319002

(P2007-319002A)

(43) 公開日 平成19年12月13日(2007.12.13)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
AO 1 M 21/00 (2006.01)	AO 1 M 21/00 Z	2 B 1 2 1
B 6 3 B 35/32 (2006.01)	B 6 3 B 35/32 Z	2 D 0 2 5
CO 2 F 1/40 (2006.01)	CO 2 F 1/40 J	4 D 0 5 1
CO 2 F 1/48 (2006.01)	CO 2 F 1/48 B	4 D 0 6 1
EO 2 B 15/10 (2006.01)	EO 2 B 15/10 A	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 16 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2006-149094 (P2006-149094)
 (22) 出願日 平成18年5月30日 (2006.5.30)

(71) 出願人 000000239
 株式会社荏原製作所
 東京都大田区羽田旭町11番1号
 (74) 代理人 100102967
 弁理士 大畑 進
 (74) 代理人 100104547
 弁理士 栗林 三男
 (72) 発明者 園友 新太
 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会
 社荏原製作所内
 (72) 発明者 大保 忠司
 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会
 社荏原製作所内

最終頁に続く

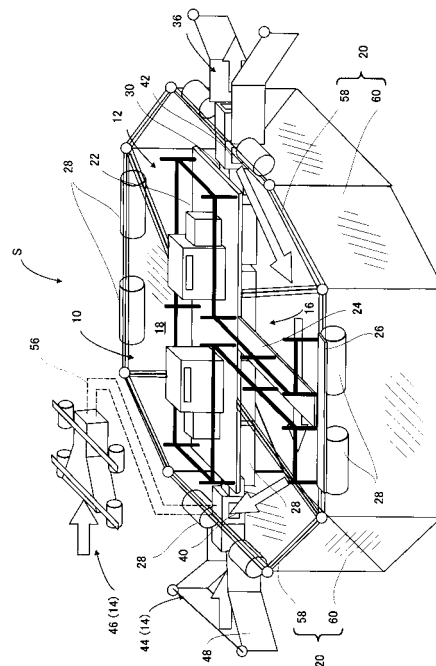
(54) 【発明の名称】 藻類処理船および藻類処理システム

(57) 【要約】

【課題】 藻類を効率よく収集しかつ処理する藻類処理船を提供する。

【解決手段】 この藻類処理船Sは、水域を航行可能な処理船本体10と、処理船本体10に搭載され、藻類の浮力を失わせる不活化装置12と、処理船本体10に搭載され、水域中の藻類を前記不活化装置に導く収集手段14とを有する。処理船本体10を藻類が発生している水域に航行し、水域中の藻類を収集して不活化装置12に導き、藻類の浮力を失わせて放出することにより、藻類を沈降させてその増殖を防止することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水域を航行可能な処理船本体と、
 該処理船本体に搭載され、藻類の浮力を失わせる不活化装置と、
 該処理船本体に搭載され、水域中の藻類を前記不活化装置に導く収集手段と
 を持つことを特徴とする藻類処理船。

【請求項 2】

前記収集手段が前記処理船本体から分離できることを特徴とする請求項 1 に記載された藻類処理船。

【請求項 3】

藻類沈降処理後の処理水の循環手段を有し、複数回の沈降処理ができることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の藻類処理船。

【請求項 4】

前記循環手段は沈降槽を有し、藻類を沈降させながら処理水を循環させることを特徴とする請求項 3 に記載の藻類処理船。

【請求項 5】

前記沈降槽は、前記処理船本体に搭載した沈降槽形成手段により該処理船本体の周囲の水域に形成されることを特徴とする請求項 4 に記載の藻類処理船。

【請求項 6】

藻類の浮力を失わせる不活化装置を有する処理船と、
 水域中の藻類を前記不活化装置に導く誘導手段と
 を持つことを特徴とする藻類処理システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、湖沼や貯水池、ダムなどにおいて発生するアオコと呼ばれる藻類の大量発生および拡散を防止するために用いられる藻類処理船に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、富栄養化の原因によって、各地の湖沼、貯水池、ダム、溜池、水路、あるいは貯水池等において、アオコと呼ばれる藍藻類の大量発生が起こり、悪臭の発生、景観の悪化、浄水場の浄水プロセスへの障害などが発生するなどの問題を引き起こしている。

【0003】

現在、この対策として曝気循環（全層曝気/表層曝気/深水曝気）、物理的制御（布/遠心分離/加圧浮上/マイクロストレーナ）、選択放流（表層放流/任意層放流）、浚渫・低質処理（漂/干し上げ/低泥除去）、河川流入対策（化学的抑制/副ダム/浄化施設の設置）、植物浄化/流路転換、浄化用水導入、噴水などが行われている。

【0004】

例えば、曝気循環や選択放流においては、その効果が曖昧であったり、装置コストや処理コストが高いなどの問題があり、物理的制御においては確実にアオコは除去されるものの、藻類を陸上または船上に取り上げるためにポンプの動力費や人件費が発生するだけでなく、取り出されたアオコは産業廃棄物となるため莫大な処分費が発生してしまうなどの問題が残されている。

【0005】

一方、水中の殺菌方法として、被処理水中に浸漬された電極間にパルス高電圧を印加して行うパルス放電法が知られている。水中でのパルス放電では、放電路付近に紫外線や衝撃波、ラジカルが発生する。この方法は、薬品を使用しない、瞬時に処理ができる、ランニングコストが安い、耐性菌が発生しない、処理水の水温が上昇しないなどの特徴を持つ。

【0006】

10

20

30

40

50

放電路付近にアオコが存在する場合には、発生した衝撃波と高電界により細胞内の気泡が破壊されるためアオコの沈降が起こる。気泡の破壊だけでなく、電界強度の高い領域においては細胞内部も一部破壊される場合があり、生命活動維持できずにアオコが死滅する。パルス放電式処理では発生した衝撃圧力は瞬間的であるため、放電路およびその付近の水はほとんど移動せず、放電による新たな流れが発生しない。このため水流がない水域での処理後のアオコは垂直に沈降し、処理自身による藻類の拡散が起こらない。処理前後のアオコは大きな比重差がないために数分から数十時間で沈降する。沈降したアオコはやがて低水温と日照量の少なさのため光合成を行うことができず、休眠状態となり増殖できなくなる。例えば、文献1には水中パルス放電を用いてアオコを沈降処理する技術が開示されている。

10

【0007】

【特許文献1】特開2003-200172号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

アオコの発生の原因となる藻類は、水中の栄養素、温度、日照量などの条件が重なった時に繁殖する。湖沼のような滞留水域では、季節ごとに深さ方向において所定の温度分布ができる。夏期には水面下0~15mの範囲において温度が急激に変化する温度躍層が形成され、このような温度躍層より上の領域でアオコが成長・増殖すると考えられている。発生したアオコは浮上して水面近くを浮遊するが、浮遊したアオコは水流や湖面上を吹く風に乗り移動するために湖面を移動し、岸やワンド、構造物付近などの水の停留しやすい部分に集まる。湖沼のアオコの除去/増殖防止を行うには、湖沼の中央部だけでなく、移動しているアオコや停留しているアオコも対象としなければならない。

20

【0009】

本発明は、前記事情に鑑みてなされたもので、従来の藻類処理に関する問題を解消し、藻類を効率よく収集しかつ処理する藻類処理船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】

前記目的を達成するために、請求項1に記載の藻類処理船は、水域を航行可能な処理船本体と、該処理船本体に搭載され、藻類の浮力を失わせる不活化装置と、該処理船本体に搭載され、水域中の藻類を前記不活化装置に導く収集手段とを有することを特徴とする。

30

【0011】

請求項1に記載発明によれば、処理船本体を藻類が発生している水域に航行し、水域中の藻類を収集して不活化装置に導き、藻類の浮力を失わせて放出することにより、藻類を沈降させてその増殖を防止する。

【0012】

請求項2に記載の藻類処理船は、請求項1に記載された発明において、前記収集手段が前記処理船本体から分離できることを特徴とする。

請求項2に記載発明によれば、収集手段を処理船本体から分離して操作することで、浅瀬や狭い水域の藻類が不活化装置に導かれて処理可能となる。

40

【0013】

請求項3に記載の藻類処理船は、請求項1又は請求項2に記載の発明において、藻類沈降処理後の処理水の循環手段を有し、複数回の沈降処理ができることを特徴とする。

請求項3に記載発明によれば、藻類沈降処理後の処理水を循環させることで、複数回の沈降処理が可能となり、多量の藻類を含む処理水も順次遅効処理することができる。

【0014】

請求項4に記載の藻類処理船は、請求項3に記載の発明において、前記循環手段は沈降槽を有し、藻類を沈降させながら処理水を循環させることを特徴とする。

請求項4に記載発明によれば、処理水中の藻類は、処理水が循環する途中で沈降槽において沈降し、分離される。

50

【0015】

請求項5に記載の藻類処理船は、請求項4に記載の発明において、前記沈降槽は、前記処理船本体に搭載した沈降槽形成手段により該処理船本体の周囲の水域に形成されることを特徴とする。

請求項5に記載の発明によれば、沈降槽は、処理船本体に搭載した沈降槽形成手段により該処理船本体の周囲の水域に形成されるので、処理船自体はコンパクトになる。

【0016】

請求項6に記載の藻類処理システムは、藻類の浮力を失わせる不活化装置を有する処理船と、水域中の藻類を前記不活化装置に導く外部誘導手段とを有することを特徴とする。

請求項6に記載の藻類処理システムは、水域中の藻類は外部の誘導手段によって不活化装置に導かれ、効率良く処理される。

【発明の効果】

【0017】

請求項1ないし請求項6に記載の発明によれば、藻類を効率よく収集しかつ処理することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、図面に記載の発明の実施形態に基づいて、この発明をより具体的に説明する。

図1および図2は本発明の実施の形態の藻類処理船（以下、処理船）5の全体の構成を示す図である。この処理船5は、湖沼等の所定の水域において移動可能な処理船本体10と、これに搭載された藻類処理装置12とを備えている。藻類処理装置12は、水面付近に浮遊するアオコ等の藻類を収集して藻類処理装置12に導く収集装置14、収集した藻類の気泡を破壊して浮力を失わせる不活化装置16、および処理船本体10の周囲に設置されて藻類を沈降させるための沈降槽18を形成するための沈降槽形成手段20とを備えている。

【0019】

処理船本体10は、藻類処理装置12を搭載する能力と構造を備えていれば、適宜な形式が採用できる。図に示すのは、主板22とそれから横に延びる連結板24によって主板22に結合された副板26と、各部に設置されたフロート28を備えた簡易な形式の双胴船である。主板22には、藻類処理装置12の要部が搭載され、その下部には不活化装置16が設置されている。なお、スクリュー、エンジン、運転室等の駆動装置は図示を省略している。双胴船は水深の浅い場所へも移動ができ、船体の真下中央に不活化装置16を設置できる利点がある。もちろん、他の形式の船でもよいし、他の船に牽引されて移動する形式でも良い。

【0020】

不活化装置16は、この実施の形態ではパルス放電処理装置であり、処理船本体10の船首から船尾に掛けて延びるダクト30と、ダクト30内に配置された（高圧）電極32と、電極32と接地電極（ダクト30）間に高電圧パルスを印加してパルス放電を起こすためのパルス電源および放電盤を備えた放電装置34とを備えている。ダクト30の先端は収集装置14に連絡し、後端は排出口36に連絡している。

【0021】

ダクト30の前後部には送水用の2台のポンプ38a、38bと、沈降槽18に開口する流入口40と流出口42とが設けられている。この例では、流入口40と流出口42はそれぞれ左右に設けられているが、いずれか一方のみでもよい。後段側のポンプ38bは、後述するように循環流を形成するために用いられるもので、前段側のポンプ38aより排水量を多く設定する。2つのポンプ38a、38bの排水量の差の分が循環量となる。循環用の流入口40と流出口42は、それぞれ水面と同じレベルに開口しており、ダクト30中に浮上する藻類は流出口42から排出されやすく、循環用入口から取り入れやすくなっている。ダクト30の断面形状は丸型、角型などいずれでもよい。不活化装置16として、パルス放電を用いる場合には、電界強度の均一性が必要であり、丸型が望ましい。

図 1 には排出口 36 が水面と平行に示されているが、湖底方向へ向けてもよい。この場合、処理後の藻類の沈降を容易にするだけでなく、低水温領域へ移動することで増殖を抑えられる。

【0022】

図 3 はダクト 30 内に配置された放電用の電極 32 を示す図である。(a) は棒または針状の電極 32 であり、(b) は線電極 32 である。(a) の場合、放電領域を広く、かつ、放電を起こしやすくするために、多芯電線やワイヤーを用いて、先端をブラシ状にするのが望ましい。いずれの場合もダクト 30 壁面へ向けて放射状に放電路が進展する。電極 32 を容易に交換するためにダクト 30 へはフランジを用いて固定するのが望ましい。また複数の電極 32 を配置する場合には、互いの電界が影響しないように、電極 32 間に金属のメッシュを配置するのが良い。パルス放電の場合、アーク放電およびストリーマ放電のいずれでも可能だが、ストリーマ放電が望ましい。図示するように、安全のために処理船本体 10 を接地電位とすることが望ましく、放電領域を広くするために電極には正極性の電圧を印加することが望ましい。

10

【0023】

上記のように、アオコの処理のためのパルス放電方式には、アーク放電とストリーマ放電とがある。アーク放電の場合は、アーク点から発生した強力な衝撃が主な作用となる。衝撃波は水中を伝播するために絶縁破壊に必要な電圧が電極印加できればよく、極めて高い電圧は必要ない。ストリーマ放電を発生させるためには高い電圧が必要となるが、あまりに高い電圧では部品や装置における費用や大きさにおける絶縁対策が問題となるため、実用的な電圧が存在する。パルス放電の様式としてアーク放電を用いる場合には電極への印加電圧は 1kV から 100kV がよく、好ましくは 5kV から 30kV がよい。ストリーマ放電を用いる場合には 10kV から 300kV がよく、好ましくは 50kV から 180kV がよい。処理船に積載されているパルス電源はストリーマ放電範囲での電圧調整が可能となっている。

20

【0024】

予備的な実験として、貯水池より採取したアオコ（主にミクロキスティス）を 12L の金属容器に入れ、金属容器中央に電極を配置して、パルス放電処理を行った。パルス電圧は 156kV、放電回数 1～6 回である。(a) 放電処理後のアオコの色変化を調べるため、未処理および放電 6 回後のアオコを写真撮影し、その変化を観察した。(b) 放電処理によるアオコの沈降性の変化を調べるため、未処理および放電 1, 3, 6 回後のアオコをそれぞれ 50cc の容器に移し、すべての容器を同時に攪拌後に静置して、15 時間後の沈降状態を写真撮影して沈降性を比較した。

30

【0025】

その結果、(a) 未処理のアオコは黄緑色であったのに対し、放電 6 回後のアオコは深緑色に変化していた。これは気泡の破壊によりアオコの透過率/反射率が変化していたためと考えられる。1 度の放電で、電極先端を中心とした放電領域のアオコはほぼ完全に反応する。このため、アオコには一度だけ放電を与えればよく、放電領域を重複させないことが有効であることが明らかとなった。

また、(b) 放電数が増えるに従い、アオコの沈殿量が増加していた。放電 6 回ではほぼすべてのアオコが沈殿した。放電毎に攪拌を行って処理しているため、何度も放電を受けたアオコが存在するが、平均的には一回の放電で 2L を処理できることが明らかとなった。

40

【0026】

ストリーマ放電による処理の場合、ストリーマ放電領域の大きさは、電極先端を中心として直径 0.1m～0.3m の球状になる。処理ダクトの直径がこの大きさに近い場合は、電極先端から発生した放電チャネルがしばしば壁面に達し、ストリーマ放電からアーク放電に移行する。一度、アーク放電が発生すると、衝撃波を伴う大音響と、壁面および電極先端の蒸発による損傷が発生してしまう。アーク放電に移行させないためには電極先端とダクト壁面との間に十分な距離を保つことが望ましいが、放電領域に接触しないアオコは影響を受けなくなってしまうため、あまり長くないようにしなければならない。上述の電圧範囲における放電領域の大きさを考えると、対象処理水の水质（電気伝導率）の変化に対応

50

して、直径0.15mから0.5mの間ダクトが取り付けられるようになっている。

【0027】

この処理船では、処理ダクトの流入口および流出口に堰板を取り付け、水面からの取り込み水深を制限できる。アオコが均一に分散しているような処理水においてはまず水深50cm程度までを取水するが、アオコが水面付近に集中しているような場合は、取り込み深さは20cm程から5cmにまで調整できるような構造となっている。

【0028】

上述のようにアーク放電への移行を避けるため、放電で発生する球状の放電領域である放電球がダクト壁面に到達しないようにするが、このためダクト壁面付近には反応しないアオコが流れてゆく。パルス放電装置を2台以上処理船に積載する場合、ダクト内をアオコ濃度が均一な層流で流れるとすると、1度放電を受けた処理水は、再び放電を受けることになり、処理効率が低下する。このため、ダクト内のスクリューは送水だけでなく、処理水の攪拌も行うことで効率的にアオコに放電を与え、かつ消費電力を低減させている。

10

【0029】

処理流量はダクト内にあるスクリューの性能によって決まるが、効率的な処理を行う時には流量と放電頻度（周波数）との間には適当な関係が存在する。流量が少ない場合は放電の頻度を上げて、球状の放電領域の重なりが増えるだけで効率が悪くなり、逆に流量が多い場合には、放電領域が間隔を空けて発生するため、効率の悪い処理となる。最も効率がよい処理の場合は、毎回の放電で発生した球状の放電領域が接する場合であり、その関係は式(1)のようになる。

20

$$v = R \times f \quad (1)$$

ここで v [m/sec] は流速、 R [m] は放電領域の範囲（球の直径）、 f [Hz] は放電頻度である。

【0030】

そこで、この処理船では(1)式の関係を満たすように運転が制御される。このときのパルス放電電源1台あたりの体積効率 η は、ダクト直径を D として

$$\eta = (4/3 \times 3.14 \times (R/2)^3) / (3.14 \times (D/2)^2 \times R) \quad (3)$$

となる。例えば、 $R=0.1$ m、 $D=0.2$ mの場合には、 $\eta=16.7\%$ となり、ひとつのダクトにパルス電源が n 台ある場合の効率 η' は

$$\eta' = (1 - (1 - \eta)^n) \quad (4)$$

30

になる。パルス電源が2台設置されている場合には、沈降層内を処理水が6回循環するように処理を行えば、90%以上のアオコが処理される。いずれのダクト直径でも、ダクト径の指定することで、処理率が90%以上になるように必要な沈降層の循環回数を満たすように制御が行われる。

【0031】

処理ダクトには流量計が取り付けられており、スクリューの実際の流速をモニタする。またダクトの流入口には濁度計も取り付けられている。通常、濁度はアオコ濃度に対応する。濁度計で測定されたデータを参照し、アオコの濃度が十分に低くなれば、上述の循環回数の制御に加え、不必要な循環は行わず、処理を完了することも可能である。

【0032】

40

上記のようなパルス放電処理装置による処理では、藻類細胞を破壊せず、かつ低消費電力であるという利点がある。勿論、超音波、オゾン、キャピテーション、紫外線、加圧、真空、曝気、爆発などによる気泡破壊手段を用いても良いが、これらの手法はパルス放電にくらべ消費電力が大きくなってしまふ。また紫外線、オゾンなどの方法でも利用可能であるが、これらの方法は気泡の破壊よりも細胞膜の破壊などが主な作用となり、細胞膜の破壊によりカビ臭の問題となるジオスミンや2-MIB、毒性を持つミクロキスティンなどの細胞内物質が流出してしまふ。

【0033】

収集装置14は、この実施の形態では、処理船本体10に取り付けられた固定式収集装置44と、移動可能な移動式収集装置46とがある。固定式収集装置44は湖沼の流れや

50

風で移動する藻類を取り込むもので、ダクト30の先端側に設置されており、ラッパ状に外側に広がる吸込部48を有している。固定式収集装置44は、単にフロート28とシート50で構成されるものでもよく、漏斗状の構造物でもよい。吸込部48の水深は水面から温度躍層の間となるが、望ましくは50cm以下、さらに望ましくは20cm以下となる。シート50がメッシュやろ布の場合には、藻類を濃縮して収集できる。

【0034】

吸込部48の先端にクロロフィル測定器のような藻類センサまたは濁度計を取り付け、一定濃度以上の藻類が流入した場合に運転を開始するなどの制御も可能である。また、この収集装置14を水深方向に上下可動にして、藻類センサと組み合わせ、最も藻類の多い水深の水を吸込むようにしてもよい。吸込部48の先端に流木やゴミ、枯葉の流入を防止する流木よけを取り付けるようにしてもよい。この流木よけは格子状のものでも、メッシュ状のものでも構わない。この流木よけは魚類の進入防止の役目も果たす。

10

【0035】

図4(a)は固定式収集装置44の変形例を示すもので、吸込部48の内側に水流発生装置を取り付け、藻類の送り込みを促進するようにしたものである。藻類は壁面に停留しやすいため、この水流発生装置により容易に藻類を装置へ移送できる。

【0036】

図4(b)は吸込部48の底部を傾斜させ、内部に回転ベルト52を有する藻類汲み上げ装置54を設けた場合の図である。藻類が水面付近に存在する場合にはこの方法が有効である。汲み上げ部分をろ過膜で構成することで、藻類を濃縮するようにしてもよい。また、汲み上げ部分を持たない場合、回転ベルト52を不織布などにして、スクレーパーと組み合わせることで濃縮収集ができる。図4(c)は収集装置14の先端に開閉可能な藻類掻き寄せ装置55を取り付けた場合の図である。これにより藻類取り込み領域を広くでき、掻き寄せ装置55を閉じることによってさらに掻き寄せた藻類を逃さずに処理することが可能となる。

20

【0037】

移動式収集装置46は、小型の吸込部48aとポンプ38cとを備え、フレキシブルなホース56によってダクト30に接続されている。図5に示すのは、固定式収集装置44と同様の吸込部48aと、フロート28とを備えている。フロート28の取り付け深さを変えることで、取込深さを変えることができる。この装置の吸込み深さは望ましくは水面から50cm以下、さらに望ましくは20cm以下である。吸込部48aには図示しないハンドルが設けられ、例えば、船上から人手により、あるいはクレーン等の機械によって位置決め操作する。

30

【0038】

湖沼は複雑な地形をしていることが多く、藻類が発生している水域に処理船Sが近づけない場合が多い。藻類は特に水が停留しやすいワンドや構造物の際に停留することが多いため、小型の移動式収集装置46で藻類を収集することが有効になる。特に、岸辺の駆け上がり部分や浅瀬部分は藻類の発生源となる可能性を持つため、これらの場所に投錨して固定することもできる。

【0039】

図6は、他の変形例であり、水面の最表層に存在する藻類の収集を目的とした移動式収集装置46で、吸込部48bの全体形状は扁平で、周囲に均等に吸込口が開き、中央に水中ポンプ38dを備えている。先の場合と同様に、フロート28の取り付け深さを変えることで、その吸込口が水面よりも低い位置になるように設定してある。この装置では表層の藻類は吸込部48bの端より中央に向かって流れ込むため、表層の藻類を全方位から取り込むことが可能である。この装置の取込深さは20cm以下がよいが、望ましくは5cm以下、さらに望ましくは2cm以下である。

40

【0040】

沈降槽18は、処理船本体10からこれを囲むように延びて設置された枠体58から垂下する仕切りスクリーン60から構成されており、これらは処理船Sが目的箇所へ航行す

50

る際は巻き上げて、または取り外して収容することができ、枠体58は処理船本体10上に収納可能になっている。枠体58と仕切りスクリーン60が沈降槽形成手段20を構成している。枠体58にはフロート28が取り付けられ、水上でスクリーン60を支持する際の負荷を軽減している。仕切りスクリーン60の深さは、湖底まで届く必要はなく、例えば藻類が発生すると考えられている温度躍層まででよい。この温度躍層は湖沼などの地形や流入河川の水量などによって異なるが、通常水面から20m以下となる。特に盛夏期においては5m程度にまで浅くなるため、この深さが好ましいものとなる。水深が浅く、温度躍層が存在しない水域では、仕切りスクリーン60の深さは浮上している藻類を堰きとめるだけの長さがあればよい。仕切りスクリーン60は処理船本体10により支持されているので、沈降槽18を設置した状態で処理船本体10を移動させることも、高速でない限り可能である。 10

【0041】

このように構成された処理船Sの動作を説明する。処理船Sは、枠体58および仕切りスクリーン60を収納した状態で目的の場所まで航行し、そこでこれらを展開して沈降槽18を形成する。なお、処理船Sに風向計を取り付け、そのデータを基にして自動的に風上に船首を向けるような操縦システムを設置してもよい。これにより、風に乗り流れてくる藻類を効率的に回収することができる。処理船の上部に帆をつけるなどして簡易に風上へ向けることも可能である。この処理船は左右対称の形状をしており、いずれの方向からも藻類を取り入れることができる。風向計からの情報をもとにダクト内の水流方向を変えて処理を行うことも可能である。湖沼のような電力の供給が困難な場所においては、太陽電池や燃料電池などの蓄電器を用いて処理に必要な電力を供給することも可能である。処理水は、固定式収集装置44および/または移動式収集装置46を用いて収集され、不活化装置16のダクト30に導入されてパルス放電処理を受ける。 20

【0042】

水中でのパルス放電では水中の電極32先端から放電路が形成され、紫外線や衝撃波、高電界、ラジカルが発生する。放電路付近に藻類が存在する場合には、発生した衝撃波や高電界により細胞内の気泡が破壊されるため藻類の沈降が起こる。また気泡の破壊だけでなく、電界強度の高い領域においては細胞内部も一部破壊される場合もあり、生命活動維持できずに藻類が死滅する。パルス放電式処理では発生した衝撃圧力は瞬間的であるため、放電路およびその付近の水はほとんど移動せず、放電による新たな流れが発生しない。このため水流がない水域での処理後の藻類は垂直に沈降する。処理された藻類を含む水は、一部は排出口36から、一部は沈降槽18への流出口42から排出される。流出口42は水面に開口しているので、浮上している藻類はここから多く排出される。 30

【0043】

後段側のポンプ38bは前段側のポンプ38aより排水量が多く設定されているので、沈降槽18内には、図示するような循環流が形成される。循環流は2つのポンプ38a, 38bの排水量の差によって得られるので、これを調整することによって循環流量を調整することができる。流出口42から排出された処理水が沈降槽18内を流れる間に、気泡を破壊された藻類は沈降して分離される。未破壊の藻類は浮上したままでやがて循環流に乗って流入口40からダクト30に流入し、放電処理を受ける。このようにして繰り返し循環処理することにより、藻類濃度の高い処理水を処理することができる。 40

【0044】

収集装置14から取り入れる処理水と、循環する量の割合は、主に処理水に含まれる藻類の量や放電処理による気泡破壊の有効性で決める。藻類量が多い場合、あるいは藻類が沈降しにくいタイプである場合には、循環量の比率を高めるために、前段ポンプ38aの吸込量比率を減らすように調整し、逆に、藻類量が少ない場合、あるいは藻類が沈降しやすいタイプである場合には、循環量の比率を下げるために、後段ポンプ38bの吸込量比率を減らすように調整する。

【0045】

このように、沈降槽18を用いることにより、取り込んだ処理水に十分な処理時間を確 50

保することができる。すなわち、藻類の濃度が高い場合には、ダクト30直通処理では、十分に処理されない藻類をそのまま排出することなく、閉鎖水域を循環させながら処理する。しかも、ダクト30で処理された処理水は、沈降槽18を通過する間に、失活した藻類が沈降するので、ダクト30に戻る時には藻類が減少しており、処理効率も高くなる。循環処理の方法として、流入口40と流出口42とを配管で接続して返送する方法も考えられるが、その場合は設備が過大となり、また途中で沈降したものを分離する手段を設ける等すればさらに大がかりとなってしまう。この実施の形態のように、処理船本体10の周囲をスクリーン60で囲んで閉鎖領域をつくり循環させれば、設備コストが小さく、かつ自然に沈降した藻類を分離する作用を得ることができる。

【0046】

10

図7は、循環量の調整をより効果的に行うようにした変形例を示すものである。この実施の形態では、ダクト30の前後端部と、流入口40と流出口42にそれぞれ開閉弁62a～62dが設けられており、開閉弁62a～62dの調整によって、ダクト30を直通する流量と循環する流量をそれぞれ調整することができる。藻類濃度はダクト内や沈降槽に取り付けられたクロロフィル計や濁度計からの信号をもとに決定する。すなわち、藻類濃度が低い場合、図8(a)に示すように、沈降槽18へ通じる開閉弁62b, 62cを閉とすれば、全てがダクト30を直通する処理となる。この場合は、沈降槽18を使用しないことになるので、枠体58やスクリーン60を収納状態で処理でき、従って、航行中でも処理ができる。

【0047】

20

藻類濃度が中レベルの場合は、図8(b)に示すように全部の開閉弁62a～62dを開とする。この場合は、図7に示すように、図2の場合と同じ処理モードとなり、ポンプ38a, 38b流量差できまる所定の循環比率となる。藻類濃度が高レベルの場合は、図8(b)の運転モードで運転していると沈降槽18内に浮上藻類が溜まってくる。その場合は、図8(c)に示すように、沈降槽18へ通じる開閉弁62b, 62cを開とし、流入口40と排出口36の開閉弁62a, 62dを閉とし、完全な循環処理とする。この場合は、前段のポンプ38aを停止する。このように、この実施の形態では、状況に応じて効率的な運転モードを選択することができる。

【0048】

図9は、沈降槽18内の藻類の停留を防止するための他の実施の形態を示すものである。図9(a)にはスクリーナー64を用いた沈降槽循環手段を示す。1箇所もしくは数箇所にスクリーナー64を配置してダクト30の流出口42から排出される処理水の藻類を停留なく、流入口40へ移送する。図9(b)は沈降槽18中にスクリーン66を垂らし、流路を規制することによって藻類の停留を防止するものである。スクリーン66は気象条件や湖沼の条件の変化に対応できるように、容易に場所を移動できるものが良い。スクリーン66の深さは、表層に停留している藻類の移送を目的としているために、仕切りスクリーン60と同じ程度でもよいが、最表層に藻類が浮遊している場合には1m程度でもよい。沈降槽18やダクト30の流入口40/流出口42に付近に藻類センサを設置し、処理状態に応じて循環量や循環速度を制御することも可能である。

30

【0049】

40

図10～図11は、上記のような処理船Sによる処理をより効率的に行うための処理システムを示す図である。以下の説明では、沈降槽18は必要に応じて用いてもよいし、用いなくてもよい。

この処理システムは、処理船Sと藻類を堰き止めて処理しやすくする分画壁70とから構成されている。すなわち、ダムなどの流入河川を持つ湖沼の流入部に藻類が発生している場合、その下流または風下方向に分画壁70を設置し、その上流側の領域に処理船Sを配置する。これにより、水面付近に浮遊している藻類は、河川の流れや風に運ばれて分画壁70により堰き止められ、効率的に処理船により処理される。

【0050】

分画壁70は、フロート28から吊り下げられたシートからなり、オイルフェンスなど

50

と同じ構造である。その深さは、湖底まで届く必要はなく、藻類が発生すると考えられている温度躍層まででよい。湖底付近は水面よりも水温が低いため、藻類は障害物がない限り水面へと上昇することはなく、ダムなどの水深の深い湖沼に置いては、さらに水深の深い部分に流れてゆく。水深が浅く、温度躍層が存在しない水域では、分画壁 70 の深さは浮上している藻類を堰きとめるだけの長さがあればよい。

【0051】

そして、このように配置した分画壁 70 より上流側の藻類が浮遊している水域に藻類処理船 S を設置し、分画壁 70 上流側に停留している藻類を吸引して沈降処理を行う。沈降処理された藻類は湖底へ向けて沈降するが、処理前後の藻類の比重は大きく変化しないために沈降には数分から数十時間を要する。沈降した藻類は水温の低い水流に乗り、分画壁 70 下方を通り抜け、下流域へと移動する。やがて低水温と日照量の少なさのため休眠状態となり、藻類は増殖できなくなる。

10

このシステムにおいては、上流から枯葉や流木、ゴミ等が流れ、分画壁 70 に停留することが多い。このためこれらの障害物の処理船 S への吸い込みを避けるために、分画壁 70 と処理船 S を分離して配置しておくことが望ましいが、この限りではなく、スペース的な問題があるような場合には分画壁 70 の途中に組み入れても構わない。

【0052】

図 11 (a) は移動式収集装置 46 (図 1、図 5、図 6 参照) を備えた処理船 S を使った藻類処理システムを示すものである。湖沼は複雑な地形をしていることが多く、藻類が発生している水域に処理船 S が近づけない場合が多い。藻類は特に水が停留しやすいワンドや構造物の際に停留することが多いため、小型の移動式収集装置 46 で藻類を収集する。ワンドや駆け上がり部分などは藻類の発生源となる可能性を持つため、発生初期にこの領域を分画壁 70 で隔離し、この分画壁 70 の内部の藻類を処理することで、湖沼全体への拡散を防止できる。

20

【0053】

図 11 (b) は分画壁 70 を多段に用いた処理システムの一例である。この図では分画壁 70 にゲート 72 を持つものを使用している。通常、藻類は流れに乗り上流から下流に移動するが、地形や気象条件、特に風によっては逆流が発生して、上流方向へ移動することがある。このため分画壁 70 で停留させた藻類は上流方向に拡散してしまう恐れが生じる。この拡散を防止するために、この実施の形態では、開閉自在なゲート 72 を持つ分画壁 70 を処理船 S の上流及び下流に配置し、一度収集した藻類を拡散させないようにする。このゲート 72 にネットを取り付けておけば、流木等の障害物を回収できる。もちろん、この処理船 S に小型の移動式収集装置 46 を装備すれば、分画壁 70 で仕切られた水域の角部や分画壁 70 際に停留する藻類を収集できる。

30

【0054】

図 12 および図 13 は、湖沼の水面付近に浮遊する藻類を処理船 S に向けて導くための移動装置を示す図である。水面付近に浮遊する藻類をポンプ等で発生した水流で処理船 S へ向けて移動させて処理することで、効率のよい処理が可能となる。図 12 (a) では、ポンプ 38e によって水流を発生させ、図 12 (b) では水中からの散気装置 74 による散気および気中でのコンプレッサ 76 やブローアによる風で水流を発生させ、また、図 13 では噴水装置 78 で水流を発生させる様子を示す。

40

【0055】

図 14 は、処理船 S あるいは不活化装置 16 を水中に潜行させるような形式とし、移動式収集装置 46 を用いて、表層に浮遊する藻類を沈降処理するものである。この場合、図に示すように、処理船 S の排出口 36 を下方に向けることで低水温域に藻類を吐出して不活性化することが可能である。一方、処理船 S の排出口 36 を水面に向けることで水域内に上下方向の水流が発生して循環ができるため効率的な処理となる。また、このような移動による散気や循環により水に空気中の酸素が溶解して藻類の発生を抑制できるだけでなく、不活化装置 16 と併用することでより一層の増殖防止効果が期待できる。いずれの移動装置も水域の中央に配置するだけでなく、収集装置 14、分画壁 70 や湖岸に設置する

50

ことも可能である。

【0056】

図15は、藻類を堰き止めるだけでなく、処理船Sに向けて誘導する誘導壁80を有する藻類処理システムを示す図である。藻類が問題となるような湖沼では定期的に水質を調査する機会が多い。水質調査船を用いて湖沼中の数箇所でサンプリングを行うことが通常行われている。上述のような固定した分画壁70を利用した場合には、このような調査船や清掃船などの作業船が通過できずに通行の障害となる。このため作業船が通過できる藻類の収集方法が必須となる。

【0057】

この実施の形態の方法では、水流や風で移動する表層の藻類に対し、誘導壁80を設けて処理船Sへと導くようにする。誘導壁80は分画壁70と同様にオイルフェンスと同様の構造が望ましいが、例えば片端にフロート28を取り付けるなどして、湖沼の両岸とを結び付けないようにする。なお、藻類はこの誘導壁80付近に停留するため、前述の移動装置を併用し、移動させて処理船Sへと誘導するようにしてもよい。

10

【0058】

拡散防止用の分画壁70を用いた場合において、その付近の水流速度が比較的早い場合には、藻類が表層の水流とともに分画壁70を押しつけて、分画壁70下方より通過することが起こる。この実施の形態では、このような状況においても、表層の流れを妨げないので、有効である。

【0059】

図16は、複数個の分画壁70を交互に配置し、処理船Sの通行域を広くした場合のシステムである。水流や風で運ばれた藻類は、一部が分画壁70と岸との角部に停留するが、大部分は分画壁70をすり抜けて処理船Sに流入する。角部に停留した藻類は移動式小型種集装置で収集すればよい。このシステムでは、表層の流れを大きく遮断しないために、処理船Sが容易に通過できるだけでなく、水鳥や魚の移動も容易であり、自然への悪影響が小さい。また、岸付近の水深が浅い場合には、処理船Sを座礁させるおそれもなく、安定に稼働できる藻類収集手段となる。

20

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】この発明の実施の形態の処理船の全体の構成を示す斜視図である。

30

【図2】図1の処理船の全体の構成を模式的に示す図である。

【図3】ダクト内のパルス放電電極を示す図で、(a)走査型点電極、(b)固定型線電極を示す図である。

【図4】(a)固定式収集装置、(b)汲み上げ型装置、(c)掻き寄せ型装置を示す図である。

【図5】移動式収集装置を示す断面図である。

【図6】(a)他の移動式収集装置を示す断面図、(b)同じく平面図である。

【図7】処理船の変形例を模式的に示す図である。

【図8】(a)~(c)は、それぞれ図7の処理船の動作モードを示す図である。

【図9】処理水の循環時に沈降層に藻類の停留を防ぐ装置を示す図で、(a)スクリー型、(b)仕切りスクリーン型を示す図である。

40

【図10】(a)、(b)は、この発明の実施の形態の藻類処理システムの動作を示す図である。

【図11】(a)この発明の実施の形態の藻類処理システムを示す図で、移動式収集装置を備えた藻類処理システムを示す図、(b)分画壁で構成した閉鎖水域を利用したシステムを示す図である。

【図12】(a)藻類移動のための水流による移動装置の実施形態を示す図、(b)藻類移動のための散気または風力による移動装置の実施形態を示す図である。

【図13】(a)藻類移動のための噴水による移動装置の実施形態を示す図、(b)藻類移動のための吸引による移動装置の実施形態を示す図である。

50

【図14】この発明の実施形態の藻類処理システムを示す図で、誘導装置と移動装置で構成したシステムを示す図である。

【図15】この発明の実施形態の藻類処理システムを示す図で、誘導装置と移動装置と移動式収集装置で構成されたシステムを示す図である。

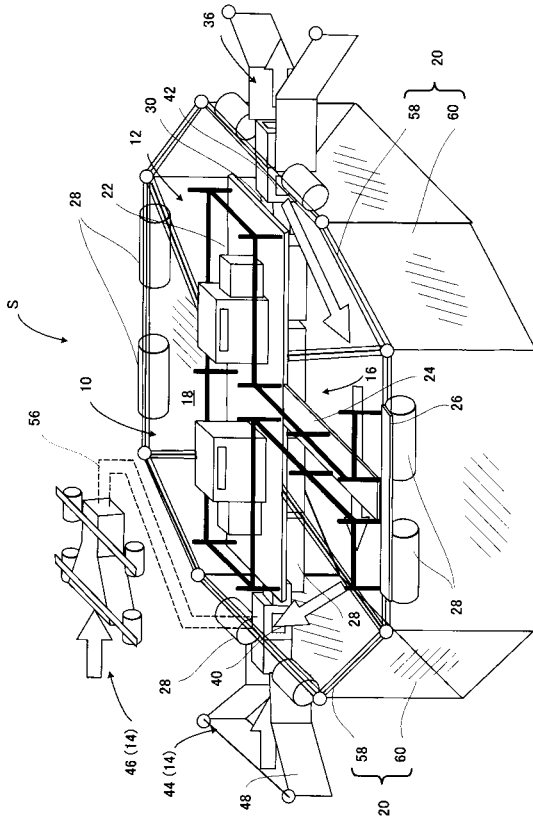
【図16】この発明の実施形態の藻類処理システムを示す図で、複数個の分画壁を交互に配置し、処理船の通行域を広くした場合のシステムを示す図である。

【符号の説明】

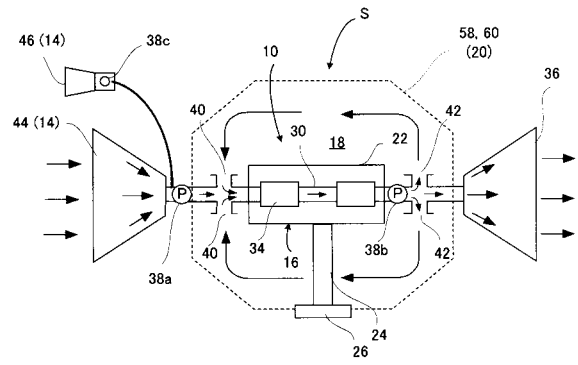
【0061】

10	処理船本体	
12	藻類処理装置	10
14	収集装置	
16	不活化装置	
18	沈降槽	
20	沈降槽形成手段	
22	主板	
24	連結板	
26	副板	
28	フロート	
30	ダクト	
32	電極	20
34	放電装置	
36	排出口	
38 a ~ 38 f	ポンプ	
40	流入口	
42	流出口	
44	固定式収集装置	
46	移動式収集装置	
48、48 a、48 b	吸込部	
50	シート	
52	回転ベルト	30
54	藻類汲み上げ装置	
55	藻類揺き寄せ装置	
56	ホース	
58	枠体	
60	仕切りスクリーン	
62 a ~ 62 d	開閉弁	
64	スクリュー	
66	スクリーン	
70	分画壁	
72	ゲート	40
74	散気装置	
76	コンプレッサ	
78	噴水装置	
80	誘導壁	
S	処理船	

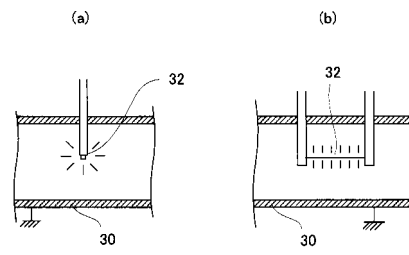
【 図 1 】



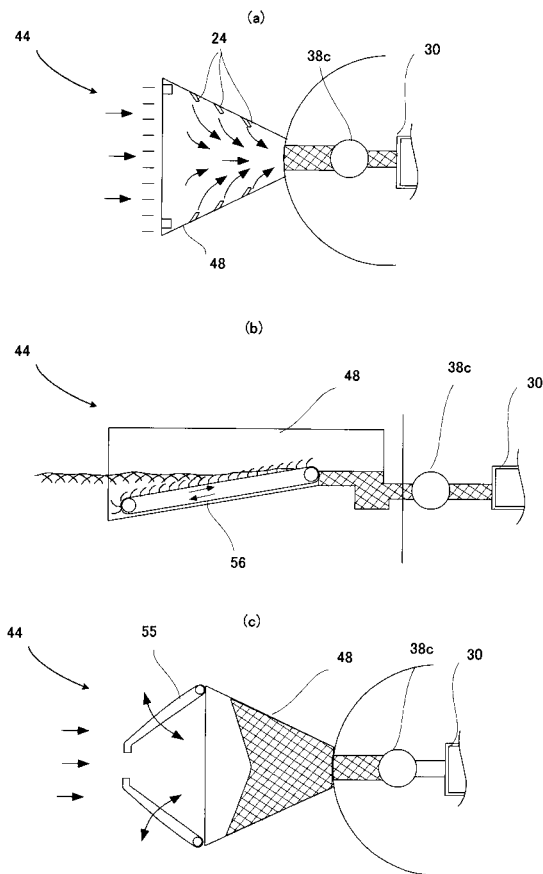
【 図 2 】



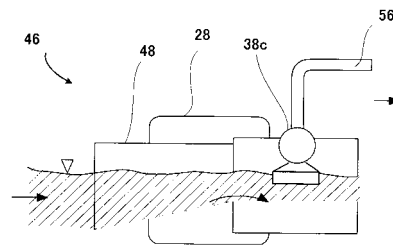
【 図 3 】



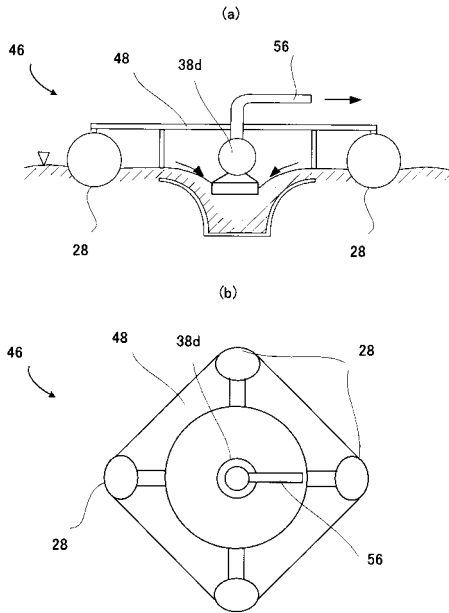
【 図 4 】



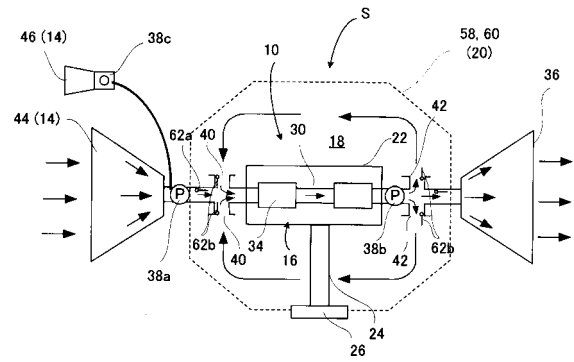
【 図 5 】



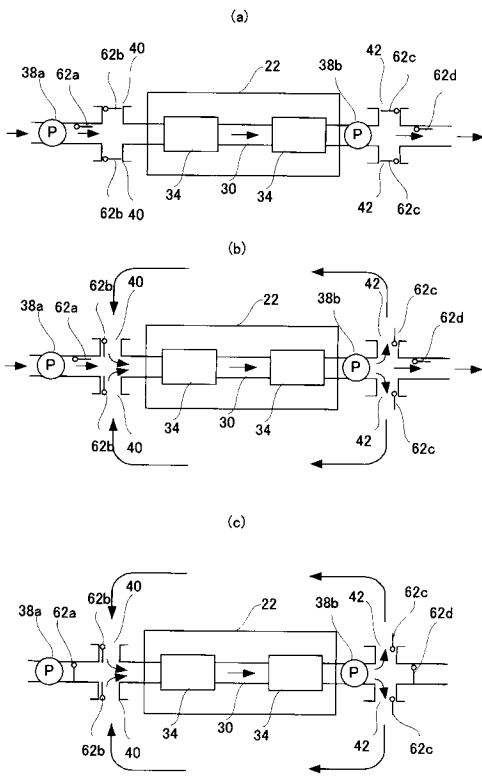
【 図 6 】



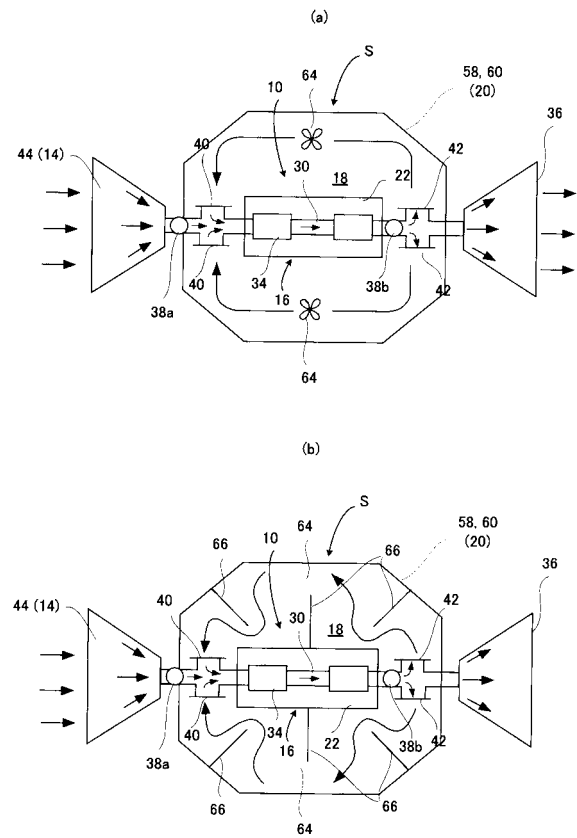
【 図 7 】



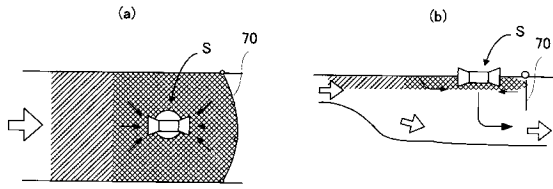
【 図 8 】



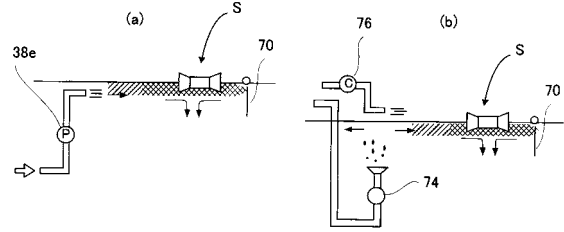
【 図 9 】



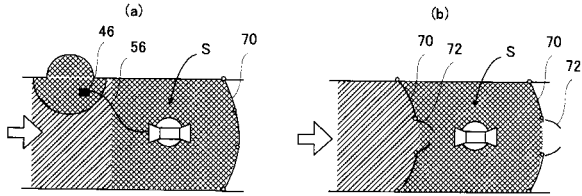
【 図 1 0 】



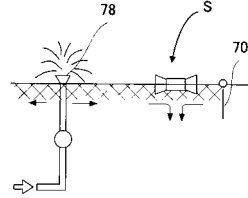
【 図 1 2 】



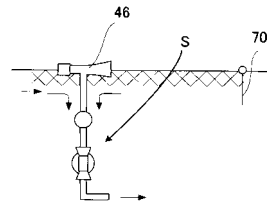
【 図 1 1 】



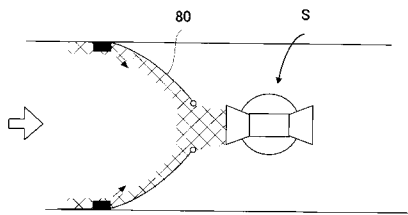
【 図 1 3 】



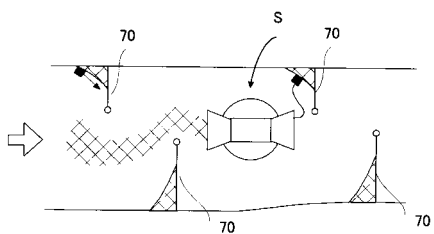
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
B 6 3 B 35/00 (2006.01) B 6 3 B 35/00 Z

- (72)発明者 藤原 久道
 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内
- (72)発明者 市来 勇
 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内
- (72)発明者 小平 雅紀
 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内
- (72)発明者 足立 正
 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内
- (72)発明者 鮎川 正雄
 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内
- (72)発明者 佐々木 賢一
 神奈川県藤沢市本藤沢 4 丁目 2 番 1 号 株式会社荏原総合研究所内

F ターム(参考) 2B121 AA19 DA04 DA08 EA30
 2D025 AA01
 4D051 AA00 AB07 CA02 CA03 CA10 CA11 CA19 CA21 DC02 DD11
 DD23
 4D061 DA09 DB04 EA15 EB01 FA13 FA14