

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4518235号  
(P4518235)

(45) 発行日 平成22年8月4日(2010.8.4)

(24) 登録日 平成22年5月28日(2010.5.28)

(51) Int. Cl. F I  
 CO2F 3/26 (2006.01) CO2F 3/26 Z A B  
 CO2F 7/00 (2006.01) CO2F 7/00

請求項の数 9 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-44192 (P2003-44192)                  (22) 出願日 平成15年2月21日 (2003. 2. 21)                  (65) 公開番号 特開2004-249248 (P2004-249248A)                  (43) 公開日 平成16年9月9日 (2004. 9. 9)                  審査請求日 平成17年10月14日 (2005. 10. 14)</p> <p>特許法第30条第1項適用 第14回環境システム計測                  制御学会誌第7巻第2号2002年9月15日発行第2                  37-240ページに発表</p>	<p>(73) 特許権者 000006507                  横河電機株式会社                  東京都武蔵野市中町2丁目9番32号</p> <p>(73) 特許権者 301031392                  独立行政法人土木研究所                  茨城県つくば市南原1番地6</p> <p>(73) 特許権者 500500446                  松江土建株式会社                  島根県松江市学園南二丁目3-5</p> <p>(72) 発明者 田中 宏明                  茨城県つくば市南原1番地6 独立行政法                  人土木研究所内</p> <p>(72) 発明者 佐々木 稔                  茨城県つくば市南原1番地6 独立行政法                  人土木研究所内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 水質浄化システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

水温が異なる密度成層を有する水域において、溶存酸素濃度を改善すべき水塊の水を吸引する吸引手段と、吸引した水に酸素を溶解し、その酸素溶解水を前記吸引した水塊へ吐出する吐出手段と、水深方向に前記改善すべき密度の異なる最低2水深を含むように複数個の温度計を配置し、前記溶存酸素濃度を改善すべき水塊の温度が所定のレベルに達したときに吸引及び吐出を中止するようにしたことを特徴とする水質浄化システム。

【請求項2】

塩分濃度が異なる密度成層を有する水域において、溶存酸素濃度を改善すべき水塊の水を吸引する吸引手段と、吸引した水に酸素を溶解し、その酸素溶解水を前記吸引した水塊へ吐出する吐出手段と、水深方向に前記改善すべき密度の異なる最低2水深を含むように複数個の導電率計を配置し、前記溶存酸素濃度を改善すべき水塊の導電率が所定のレベルに達したときに吸引及び吐出を中止するようにしたことを特徴とする水質浄化システム。

【請求項3】

浮遊物質濃度が異なる密度成層を有する水域において、溶存酸素濃度を改善すべき水塊の水を吸引する吸引手段と、吸引した水に酸素を溶解し、その酸素溶解水を前記吸引した水塊へ吐出する吐出手段と、水深方向に前記改善すべき密度の異なる最低2水深を含むように複数個の浮遊物質濃度計を配置し、前記溶存酸素濃度を改善すべき水塊の浮遊物質濃度が所定のレベルに達したときに吸引及び吐出を中止するようにしたことを特徴とする水質浄化システム。

## 【請求項 4】

前記温度計または前記導電率計又は前記浮遊物質濃度計はフロートから延長された紐に吊るされ、紐の端部が水底に配置したアンカーにより所定位置に固定されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 または請求項 3 に記載の水質浄化システム。

## 【請求項 5】

前記溶存酸素濃度を改善すべき水塊に前記酸素溶解水を吐出するに際しては水面に対して平行若しくは僅かに下方に向けて吐出するようにしたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の水質浄化システム。

## 【請求項 6】

前記溶存酸素濃度を改善すべき水塊に前記酸素溶解水を吐出するに際しては水面に対して垂直方向に吐出した水が水平方向に広がるように構成し、かつ、吐出された水によって水平方向の乱流が発生しない程度の速度で吐出するようにしたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の水質浄化システム。

## 【請求項 7】

前記溶存酸素濃度を改善すべき水塊に前記酸素溶解水を吐出するに際しては、その水塊の水温と同等の温度に冷却するために前記溶存酸素濃度を改善すべき水塊に配置され、コイル状又は蛇行配管を含む配管により配管を延長して構成した冷却手段を設けるとともに、前記冷却手段の、パイプの外側に熱交換用のフィンを複数設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の水質浄化システム。

## 【請求項 8】

溶存酸素濃度を改善すべき水塊が存在する水域を複数領域に分割しそれぞれの領域に所定の距離を隔てて吸引／吐出口を設け、所定時間毎もしくはそれぞれの領域の溶存酸素濃度が所定のレベルに達したときに吸引／吐出口を切替えるようにしたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の水質浄化システム。

## 【請求項 9】

吸引／吐出する水の少なくとも一方の溶存酸素濃度を測定する手段を設け、溶存酸素濃度が所定のレベルに達したときに吸引及び吐出を中止するようにしたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の水質浄化システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は湖沼、池、ダム等の閉鎖性水域等における溶存酸素（以下、DO という）濃度や底層の水質および底質の改善システムに関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

海（港湾）、湖沼、河川、ダム、堰等には生活排水や産業排水等が流入し、汚濁負荷を増大させている。また、港湾、ダム、堰は人工的な閉鎖性水域となり、自浄作用に必要な酸素を供給できなくなる。特に下層は酸素供給が消費量より少なくなり貧酸素状態となってしまう。

## 【0003】

下層水が貧酸素状態に陥ると、底泥中の有機物は嫌気分解され、硫化水素やメタンガス等の生物にとって有害な物質が生成される。

また、底泥が酸素不足になるとリン等の栄養塩が溶出し易くなり、水中の栄養塩濃度を高め、赤潮等、植物プランクトンの異常増殖を引き起こす原因となる。

## 【0004】

図 13 は、港湾、湖沼、ダム、湖等（以下これらを総称して湖沼という）において夏季は水面付近（上層）は温度が高く、水深が下がると急に温度が低下する温度躍層 A が形成された状態を示すもので、水底（下層）付近は温度が一番低くなっている（実線 C は温度分布曲線を示している）。

## 【0005】

10

20

30

40

50

こうした状態では下層の温度が低く密度が大きい水は水塊を形成しており、表層付近の水温が高く密度が小さい水との混ざり合いはほとんどない。

従って、表層付近のD O濃度の高い水は、下層へ供給されることはなく、下層の貧酸素状態は解消されない状態となっている。

【0006】

このようなことは水温により成層化される水域だけでなく、汽水域のように塩分濃度の急激な変化が起きる塩分躍層の形成によっても同様な現象を生ずる。

本発明では、温度や塩分濃度または浮遊物質濃度の急変により密度差が生じ、成層化された水域より深い層を下層と定義する。また、密度差により成層化された領域を密度成層と定義する。

10

【0007】

図14はこのように劣化した下層の水質を改善する従来の装置を示すもので、散気装置によるもの、水流発生装置によるものなどの改善技術があり、図14では湖沼の左側に散気装置による酸素供給技術を右側に水流発生装置による酸素供給技術を示している。

【0008】

先づ、散気装置による酸素供給技術について説明する。散気装置はコンプレッサ22により水底まで空気を送り、これを散気板23から水底に放出するもので、下層の溶存酸素増加、及び連行水による温度躍層の破壊による上層からの溶存酸素を下層に供給することを狙ったものである。

【0009】

20

次に、水流発生装置による酸素供給技術について説明する。図14の右側に示すように、この酸素供給技術においては、水流発生装置を構成するポンプ24によって溶存酸素の豊富な上層の水を吸い、下層に放出することにより周囲の水を連行水とし、下層水と混合させて溶存酸素供給を行うものである。

【0010】

図15は従来技術の他の例(原理図)を示すもので特開平11-47786号公報に記載されたものである。

図15において、20はポンプ船と称され、植物プランクトン及びD O濃度の豊富な湖沼21の表層水を吸水管25を介してポンプ24で吸込み、送水管26にて下層(図中Bの領域)まで送り吐出口27から放出させるものである。

30

【0011】

下層Bと上層(図中Aの領域)の境界は温度躍層28と称され水の密度差が存在する。このため、下層Bへ送り込まれた表層水は下層Bの密度が大きい水と混合して、多少下層Bに留まり、プランクトン増殖を抑制する作用がある。

【0012】

【特許文献1】

特開平11-47785号公報 (第7頁、図8)

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図14の左側に示す水底に配置した散気板から空気を放出する方法では上昇流が発生して底泥を巻き上げ、水質をかえって悪化させてしまうという問題があった。

40

【0014】

次に図14の右側に示す水流発生装置を用いたものや、図15に示す表層水をポンプで吸込み、下層で吐出させるものは上層の水の酸素溶解率が限られており、また、上層の水と下層の水に温度差があるため下層に送られた上層水は上方へ移動してしまい、この場合も改善箇所が限られたものとなり、効率的に問題があった。

【0015】

本発明は上述のような課題を解決するためになされたもので、D O濃度を改善すべき水塊の水を汲み上げて酸素を注入し、高濃度酸素溶解水として再び汲み上げた水塊に戻すことにより、改善すべき水塊に限定し広い領域に渡って効率良く酸素を供給するとともに、底

50

泥を巻き上げることのない水質浄化システムを提供することを目的としている。

【0016】

【課題を解決するための手段】

この目的を達成する為に本発明は、請求項1においては、

水温が異なる密度成層を有する水域において、溶存酸素濃度を改善すべき水塊の水を吸引する吸引手段と、吸引した水に酸素を溶解し、その酸素溶解水を前記吸引した水塊へ吐出する吐出手段と、水深方向に前記改善すべき密度の異なる最低2水深を含むように複数個の温度計を配置し、前記溶存酸素濃度を改善すべき水塊の温度が所定のレベルに達したときに吸引及び吐出を中止するようにしたことを特徴とする。

【0017】

請求項2においては、

塩分濃度が異なる密度成層を有する水域において、溶存酸素濃度を改善すべき水塊の水を吸引する吸引手段と、吸引した水に酸素を溶解し、その酸素溶解水を前記吸引した水塊へ吐出する吐出手段と、水深方向に前記改善すべき密度の異なる最低2水深を含むように複数個の導電率計を配置し、前記溶存酸素濃度を改善すべき水塊の導電率が所定のレベルに達したときに吸引及び吐出を中止するようにしたことを特徴とする。

【0018】

請求項3においては、

浮遊物質濃度が異なる密度成層を有する水域において、溶存酸素濃度を改善すべき水塊の水を吸引する吸引手段と、吸引した水に酸素を溶解し、その酸素溶解水を前記吸引した水塊へ吐出する吐出手段と、水深方向に前記改善すべき密度の異なる最低2水深を含むように複数個の浮遊物質濃度計を配置し、前記溶存酸素濃度を改善すべき水塊の浮遊物質濃度が所定のレベルに達したときに吸引及び吐出を中止するようにしたことを特徴とする。

【0019】

請求項4においては、請求項1又は請求項2または請求項3に記載の水質浄化システムにおいて、

前記温度計または前記導電率計又は前記浮遊物質濃度計はフロートから延長された紐に吊るされ、紐の端部が水底に配置したアンカーにより所定位置に固定されていることを特徴とする。

【0021】

請求項5においては、請求項1乃至3のいずれかに記載の水質浄化システムにおいて、前記溶存酸素濃度を改善すべき水塊に前記酸素溶解水を吐出するに際しては水面に対して平行若しくは僅かに下方に向けて吐出するようにしたことを特徴とする。

【0022】

請求項6においては、請求項1乃至3のいずれかに記載の水質浄化システムにおいて、前記溶存酸素濃度を改善すべき水塊に前記酸素溶解水を吐出するに際しては水面に対して垂直方向に吐出した水が水平方向に広がるように構成し、かつ、吐出された水によって水平方向の乱流が発生しない程度の速度で吐出するようにしたことを特徴とする。

【0023】

請求項7においては、請求項1に記載の水質浄化システムにおいて、前記溶存酸素濃度を改善すべき水塊に前記酸素溶解水を吐出するに際しては、その水塊の水温と同等の温度に冷却するために前記溶存酸素濃度を改善すべき水塊に配置され、コイル状又は蛇行配管を含む配管により配管を延長して構成した冷却手段を設けるとともに、前記冷却手段の、パイプの外側に熱交換用のフィンを複数設けたことを特徴とする。

【0025】

請求項8においては、請求項1乃至3のいずれかに記載の水質浄化システムにおいて、溶存酸素濃度を改善すべき水塊が存在する水域を複数領域に分割しそれぞれの領域に所定の距離を隔てて吸引/吐出口を設け、所定時間毎もしくはそれぞれの領域の溶存酸素濃度が所定のレベルに達したときに吸引/吐出口を切替えるようにしたことを特徴とする。

【0027】

10

20

30

40

50

請求項 9 においては、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の水質浄化システムにおいて、吸引 / 吐出する水の少なくとも一方の溶存酸素濃度を測定する手段を設け、溶存酸素濃度が所定のレベルに達したときに吸引及び吐出を中止するようにしたことを特徴とする。

【 0 0 3 2 】

【 発明の実施の形態 】

図 1 は本発明の水質浄化システムの構成例を示す概略図である。図において、1 は例えば市販の P S A ( Pressure Swing Adsorption ) 方式を用いた酸素発生装置である。2 は酸素発生器に空気を送出するコンプレッサである。3 は吸引ポンプであり、湖沼 2 1 の下層からパイプ 5 a を介して水を汲み上げ、酸素溶解装置 4 に供給する。

【 0 0 3 3 】

酸素溶解装置 4 は例えば特開平 1 1 - 2 0 7 1 6 2 号公報に記載されたようなもので、図では省略するが、汲み上げた水が密閉タンクに注入され、同時に酸素発生装置で生成された酸素が加圧状態で供給される。そして、タンクに貯溜された水の水面に斜め上方向から汲み上げた水を噴射することにより、水に渦巻きを発生させながら酸素を溶け込ませるように構成されている。

【 0 0 3 4 】

上述の装置によれば泡の発生を抑制しながら高濃度の酸素溶解水を生成することができる。

生成された高濃度酸素溶解水は図示しない加圧ポンプ等の加圧手段により加圧されてパイプ 5 b を介して湖沼などの下層水塊に吐出される。

【 0 0 3 5 】

6 ( a , b ) はフロート ( 浮子 ) で、フロート 6 a には所定の箇所に紐 7 a の一端が接続され、他端は水底に配置されたアンカー 8 a に接続されている。なお、この紐は例えばステンレス鋼やプラスチック樹脂等の腐食し難いものが使用され、深さ方向に所定の間隔で複数 ( 図では 6 個 ) の温度センサ ( 9 a ~ 9 f ) が固定されている。なお、温度センサは D O 濃度を改善すべき水塊を含んで最低 2 台あればよい。

【 0 0 3 6 】

1 0 はドーナツ状に形成された浮き輪で、この浮き輪 1 0 には外周を略 3 等分した箇所に 3 本の紐 7 c , 7 d , 7 e の一端が接続されている。そして、紐の他端はアンカー 8 a を中心に所定の半径で描いた円周を略 3 等分した箇所に配置されたアンカー 8 b , 8 c , 8 d に接続されており、浮き輪 1 0 は温度センサ 9 b と 9 c の間に沈められた状態で配置されている。

【 0 0 3 7 】

浮き輪 1 0 には紐 7 b の一端が接続され他端は水面に浮かぶ浮子 6 b に接続されている。この紐 7 b の長さは増水や潮が満ちた場合などにより水面が上昇して浮子 6 a が水中に没しても、6 b のフロートは水中に没しないように余裕が持たせてある。

【 0 0 3 8 】

1 2 は測温抵抗体や熱電対等の温度センサ ( 9 a ~ 9 e ) からの信号を計測信号に変換する温度変換器、1 3 は入出力装置、1 4 は演算機能を有する表示手段であり、水深と水温の関係や水温の制御ポイント、躍層警報設定、制御目標水位、躍層範囲を演算した結果の傾き等が表示される。1 6 は吸引口、1 7 は吐出口である。

【 0 0 3 9 】

図 2 は湖沼 2 1 の近傍に酸素発生装置 1 や酸素溶解装置 4 を配置した場合の本発明による水質浄化システムを示すもので、吐出パイプの先端に冷却手段 1 5 を設けたものである。ここではパイプにドーナツ状のフィンを複数個設けた例を示している。この冷却手段 1 5 の吐出口は水面に対して平行若しくは僅かに下向きにされる。なお、吸引口も平行か僅かに下向きに設けられ、これらは同じ深さの下層に配置されている。

【 0 0 4 0 】

図 3 は図 2 に示す冷却手段 1 5 の詳細 ( a ) と他の実施例 ( b ) を示すもので、( b ) は蛇行配管により下層での滞留時間を長くしている。この他パイプをコイル状に巻いたりし

10

20

30

40

50

てもよい。

なお、吸入／吐出口を平行に維持する手段としては例えば水面に浮かべたフロート船をアンカーで繫留し、この船から平行に、かつ垂直に下層まで2本の棒を降しその棒の先端に水平に固定する。

【0041】

図4は架台を設けたアンカー18を水底に沈め、この架台に吸引口16、吐出口17を水平に固定した例を示す構成図である。

図4において、(1)で示す深さは例えば8m、(2)は7.5m、(3)で示す深さ(温度躍層A)は4mである。また、アンカー18は浮子6により水の吸引／吐出口が僅かに下方に向くように傾斜して配置されている。

10

【0042】

図1, 2, 4において、高濃度酸素溶解水吐出口17が水平若しくは僅かに下方に向けられ、また、吐出口からは高濃度酸素溶解水が吐出される為、吸引／吐出の水量は少ない水量で済む。その結果、水による底泥の巻き上げを防止することができる。なお、吸引されたDO濃度を改善すべき水塊の水は酸素溶解装置4により高濃度に酸素が溶解され、生成された高濃度酸素溶解水は再びDO濃度を改善すべき水塊に吐出されるが、吸引／吐出される途中や地上に配置された酸素溶解装置4で酸素を溶解している間に温度上昇が生じる。

【0043】

その温度上昇は冷却手段により下層の水温と同等に冷却されるので高濃度酸素溶解水と下層の温度差に起因する上方(図2の矢印B方向)への拡散を防止することができ広い範囲に渡って水質浄化が可能である。

20

【0044】

ところで、高濃度酸素溶解水が所定量吐出されると鉛直方向に緩やかな混合が起こりDO濃度を改善すべき水塊(下層領域)の低温レベルが上昇する(又は上層領域の水温が下降する)。温度センサ9はDO濃度を改善すべき水塊の上層と下層の温度変化を監視しており、DO濃度を改善すべき水塊の温度が予め定めた値に達すると温度変換器を介して表示手段14に伝達される。その結果、表示手段の内部に組み込まれた警報機能が作動して吸入／吐出ポンプや酸素発生装置1及び酸素溶解装置4に対して運転の停止信号が出力される。

30

【0045】

なお、広大な湖沼などの場合は1システムだけでは吸入／吐出量が限られ、酸素供給量が酸素消費量を下回ることが考えられる。その場合、湖沼の広さ、水深の具合、季節、流入／流出の程度を考慮して複数のシステムを配置する。

また、1システムで稼動した場合、所定の領域の溶存酸素量が高くなるに従って酸素移動効率が低下する。その場合は、図5に示すように吸引／吐出口を湖沼の所定の領域に複数個配置することも可能である。

【0046】

図5において、A, B, Cで示す部分は湖沼を3領域に区分けした状態を示すもので、それぞれの領域の水底付近にはパイプ5a~5dを介して吸引口16a, 16b, 16c及び吐出口17a, 17b, 17cが所定の距離を隔てて配置されている。18a~18dはパイプ5a~5fの流路を切替える例えば電磁弁である。

40

【0047】

上述の構成において、はじめは電磁弁(a, b)のみが開とされ、領域Aの下層の吸引／吐出がおこなわれ、所定時間経過して酸素移動効率が低下したら電磁弁(a, b)を閉として電磁弁(c, d)のみを開として、領域Bの浄化を行なう。更に所定時間が経過して領域Bの酸素移動効率が低下したら電磁弁(c, d)を閉として電磁弁(e, f)のみを開として、領域Cの浄化を行なう。

【0048】

このように所定時間(日時)毎に又は図5に示すように吸引した下層水の溶存酸素の量を

50

DO濃度計19aで計測し、その計測値が予め定めた所定の値に改善された時点で電磁弁を切換えて運転することにより、1システムの稼動で広範囲の浄化が可能となる。なお、酸素溶解装置4の後段に設けたDO濃度計19bは前段に設けたDO濃度計19aの値と比較して酸素溶解装置4の性能を監視するものである。この場合、所定の領域は深さ方向を含めた立体的な領域を含んでいるものとする。

【0049】

例えば湖沼の底が階段状に深くなっている場合、段差部分の夫々に吸引/吐出口を配置し、最深部のDO濃度が所定の値になった時にはその部分の吸引/吐出を中止し、他の段差部分の吸引/吐出を行なうことにより効率的な酸素の供給が可能となる。

【0050】

図6、図7は本発明の水質浄化システムを用いて、ある貯水池における水塊のDO濃度の改善を行った配置例を示すものである。

図6は本発明の水質浄化システムを設置した貯水池の平面図、図7は図6のセンターラインにおける断面図を示すものである。これらの図に示すように前ダム堤体のフロート28上に設置された酸素溶解装置4から吸引/吐出パイプ5a、5bを延長し貯水池内の前ダム堤体から30mのところ吸入口、70mのところ吐出口を設けた。

【0051】

また、前ダム堤体から50mと110mのところ水深方向の水温とDOを測定するための温度センサおよびDOセンサを設置した。

センサ底部はアンカーで固定し、水面のフロートからケーブルを展張、温度センサは水深0.5cm、1.5m、及び2.5m以深は0.5m間隔で、DO及びORPセンサは湖底面より約1m上となる位置にそれぞれ設置した。吸込、吐出口にはそれぞれ水質分析用のサンプリング目標点とするためのブイを設置した。酸素発生装置は地上に設置したが、圧力容器を含む酸素溶解装置4は堤体付近のフロート28上に設置した。

【0052】

また、この実施例では吸入/吐出口16、17をスピーカー状(末広がり)とし、水が360度の方向から吸引/吐出される構成とした。更に吸入に際しては底泥を吸込み難いように、また、吐出に際しては底泥を巻き上げないように中央部にコーン状の突起を有する円板30を用い、これを吸入/吐出口16、17に所定の距離を隔てて対向して配置した。

【0053】

このような吐出口17から吐出される酸素溶解水は円板30に当たって360度の方向に広がっていくが、この場合の広がり速度によっては乱流となって底泥を巻き上げたり、水域層を乱す原因となる。従って本発明では酸素溶解水が層流状態で広がるように吐出速度を20cm/秒以下とした。

【0054】

図8は運転開始の前日の、堤体から50m地点の水温と水深及びDOの状況を示している。両地点とも水深はおおよそ6.3mとなっていた。この前週の台風の影響によって水温の勾配はなだらかになってしまったため、水温躍層はあまり明確ではないが、湖面付近と底層では10以上の水温差が生じていた。また、DOは4.5m以深では完全に消費されている状況となっていた。

【0055】

この翌日からテスト1として、酸素を溶解させずに20時間、6時間30分ほど停止した後さらに42時間あまりの合計約3日間、90m<sup>3</sup>/hrの流量で30m地点から底層水を汲み上げ70m地点で吐出させる運転を行った。

【0056】

図9はテスト1の前日、運転開始後1日、同3日、及び運転停止3日後の水温と水深の状況を示している。

水温変化の状況から、テスト1によって4m以深の底層水が緩やかに攪拌混合されているものと推測された。表層付近の水温上昇は好天が続いた影響と考えられた。

10

20

30

40

50

## 【0057】

図10は110m地点の水温と水深の状況を示している。50m地点とほぼ同様の結果を示しており、4m以深の水温の推移に、上流方向にも吐出水が拡散し湖底から約2mの高さまでの底層水が攪拌されている様子が顕れていた。終了後3日間の運転停止期間では、テスト1によって攪拌混合した湖底から2mまでの底層水の水温は、深さ方向にむかってなだらかに低下していたテスト1の前日のような状況までは戻らなかった。

## 【0058】

テスト1終了の4日後から、酸素を溶解させた水を底層に戻すテスト2を開始した。吸込み及び吐出流量はテスト1と同じ $90\text{ m}^3/\text{hr}$ で、溶解装置出口で測定した吐出水のDOは運転開始から約5時間で $50\text{ mg/l}$ に達し、その後の装置連続稼働中は $50\sim 60\text{ mg/l}$ 台で推移していた。50m地点のDO上昇が確認された運転開始後35時間経過以降は、水温の状況等を勘案し間欠運転とした。

10

## 【0059】

図11はテスト2の前日から開始5日後までの50m地点の水温と水深及びDOの状況を示している。吐出口の開口部が水深でおよそ5.5mから6mにかけて位置していることから、同地点で吐出位置より1.0~1.5m程度上方まで酸素供給が行われており、また、池底付近では底質によって酸素が消費されているものと考えられる。

## 【0060】

図12は吸入口と吐出口の間である50m地点だけでなく、図6に示す貯水池の提体と垂直方向に引いたセンターラインに沿って、テスト2開始1日後のDOを測定した結果をにまとめたものである。

20

図12によれば、約1日間の底層への高濃度酸素水の供給によって、吸込部(30m地点)と吐出口(70m地点)間だけでなく、上流方向にも酸素の供給ができていることが確認できる。水温に関しても、酸素供給開始後3日目以降、概ね50%以下の稼働率での間欠運転により表層部と底層部で10以上の温度差が保たれており、実験に用いたシステムによって、温度躍層を破壊せずに底層のみへの酸素供給ができることが実証できた。

## 【0061】

本発明の以上の説明は、説明および例示を目的として特定の好適な実施例を示したに過ぎない。したがって本発明はその本質から逸脱せずによくの変更、変形をなし得ることは当業者に明らかである。例えば温度センサ9の固定方法や浮き輪10の形状等は実施例に限

30

## 【0062】

また、実施例では密度変化の検出の目安として温度センサを用いたが、汽水域などで塩水を含む場合は導電率計を用いて密度変化を検出する。また浮遊物質による密度変化がある水域では、浮遊物質濃度計を用いてその密度変化を検出する。

また、パイプ5の流路を切換える手段は電磁弁に限るものではない。

特許請求の範囲の欄の記載により定義される本発明の範囲は、その範囲内の変更、変形を包含するものとする。

## 【0063】

## 【発明の効果】

40

本発明の請求項1~3の発明によれば、水温又は塩分濃度または浮遊物質濃度が異なる密度成層を有する水域において、溶存酸素濃度を改善すべき水塊の水を吸引する吸引手段と、吸引した水に酸素を溶解し、その酸素溶解水を前記吸引した水塊へ吐出する吐出手段と、前記水域の物理現象を検出する検出器とを具備し、前記改善すべき密度の異なる最低2水深を含むように、前記検出器を水深方向に複数個配置すると共に前記溶存酸素濃度を改善すべき水塊に前記酸素溶解水を吐出するに際しては、その水塊の水温又は塩分濃度または浮遊物質濃度が所定のレベルに達したときに吸引及び吐出を中止するようにしたので、下層の水質・底質改善を効果的に行なうと共に、電力の消費を押しさえることができ、経済的な水質浄化システムを実現することができる。

## 【0064】

50

請求項4の発明によれば、検出器がフロートから延長された紐に吊るされ、紐の端部が水底に配置したアンカーにより所定位置に固定されているので所定の領域の水温または導電率又は浮遊物質濃度を連続して監視することができる。

【0065】

請求項5の発明によれば、前記溶存酸素濃度を改善すべき水塊に酸素溶解水を吐出するに際し、水面に対して平行若しくはわずかに下方に向けて吐出するようにしたので底泥を巻き上げることがない。

【0066】

請求項6の発明によれば、前記溶存酸素濃度を改善すべき水塊に酸素溶解水を吐出するに際しては水面に対して垂直方向に吐出した水が水平方向に広がるように構成し、かつ、吐出された水によって水平方向の乱流が発生しない程度の速度で吐出するようにしたので、限定した水塊の水質浄化が可能となる。

10

【0067】

請求項7の発明によれば、コイル状又は蛇行配管を含む配管により配管を延長して構成した冷却手段を設けるとともに、前記冷却手段の、パイプの外側に熱交換用のフィンを複数設けたので、効果的な冷却ができる。

【0069】

請求項8の発明によれば、浄化すべき領域を複数領域に分割しそれぞれの領域に所定の距離を隔てて吸引/吐出口を設け所定時間毎に吸引/吐出口を切替えるようにしたので、所定時間(日時)毎もしくはそれぞれの領域の溶存酸素濃度が所定のレベルに達したときに電磁弁を切替えて運転することにより、1システムの稼動で広範囲の浄化が可能な水質浄化システムを実現することができる。

20

【0070】

請求項9の発明によれば、吸引/吐出する水の少なくとも一方の溶存酸素濃度を測定する手段を設け、溶存酸素濃度が所定のレベルに達したときに吸引及び吐出を中止するようにしたので、電力の消費を押さえることができ、経済的な水質浄化システムを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の一例を示す図である。

【図2】冷却手段を用いた場合の高濃度酸素溶解水の広がり具合を示す図である。

30

【図3】冷却手段の一例を示す図である。

【図4】冷却手段を用いた場合の高濃度酸素溶解水の広がり具合を示す図である。

【図5】冷却手段の一例を示す図である。

【図6】本発明の水質浄化システムを用いて実証テストを行った貯水池の設置平面図である。

【図7】図6のセンターラインでの断面図である。

【図8】実験開始前の50m地点でのDOと水温と水深の関係を示す図である。

【図9】実験開始(テスト1)前後の50m地点での水温と水深の関係を示す図である。

【図10】実験開始(テスト1)前後の70m地点での水温と水深の関係を示す図である。

40

【図11】実験開始(テスト2)後の50m地点でのDOと水温と水深の関係を示す図である。

【図12】実験開始(テスト2)1日後のセンターライン上でのDOと水深の分布を示す図である。

【図13】湖沼などにおける温度躍層の状態を示す図である。

【図14】従来例を示す図である。

【図15】他の従来例を示す図である。

【符号の説明】

1 酸素発生装置

2 コンプレッサ

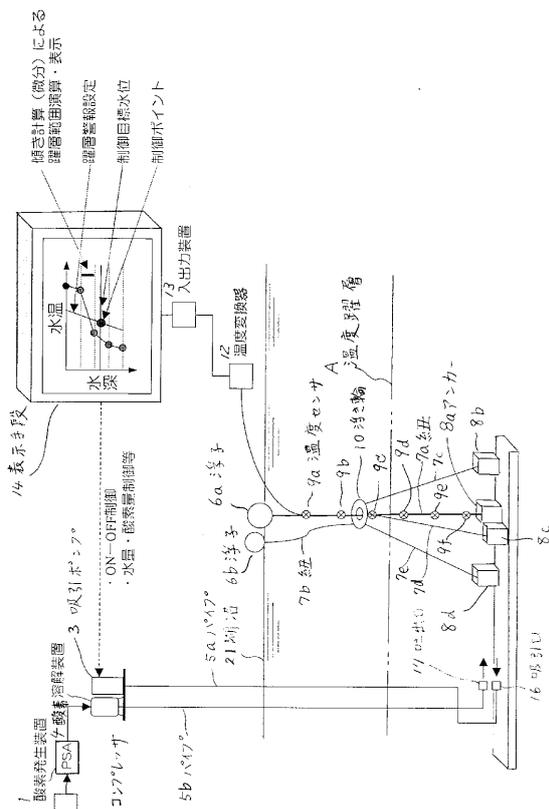
50

- 3 吸引ポンプ
- 4 酸素溶解装置
- 5 a 吸引パイプ
- 5 b 吐出パイプ
- 6 ( a , b ) 浮子
- 7 ( a , b ) 紐
- 8 ( a ~ d ) アンカー
- 9 ( a ~ e ) 温度センサ
- 10 浮き輪
- 12 温度変換器
- 13 入出力装置
- 14 表示手段
- 15 冷却手段
- 16 吸引口
- 17 吐出口
- 18 電磁弁
- 19 DO ( 溶存酸素 ) 計
- 20 ポンプ船
- 21 湖沼
- 28 フロート
- 29 ブイ
- 30 円板

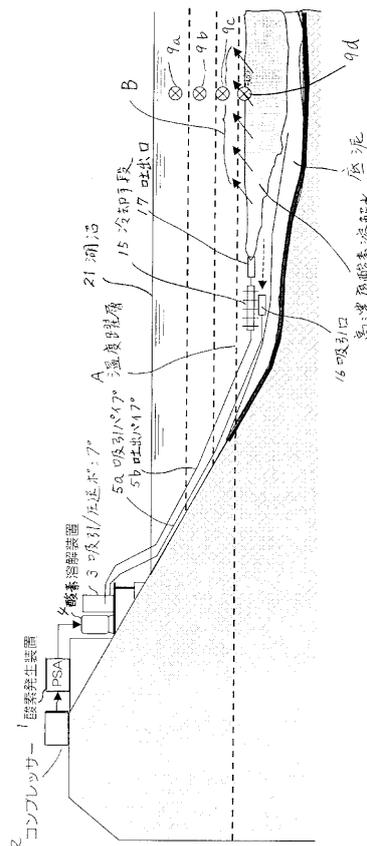
10

20

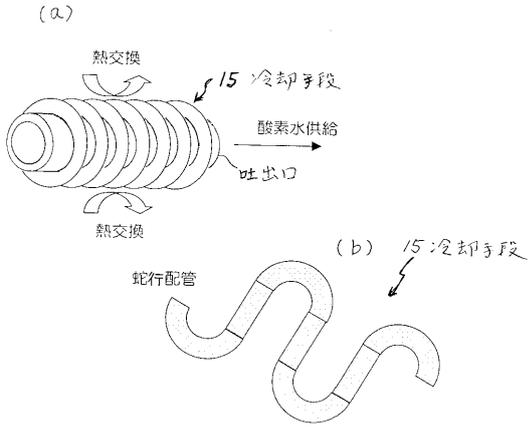
【 図 1 】



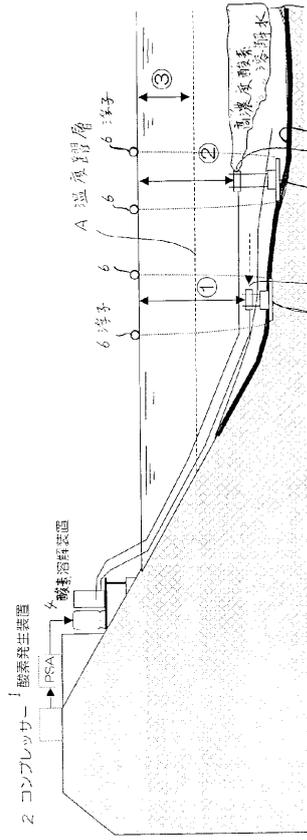
【 図 2 】



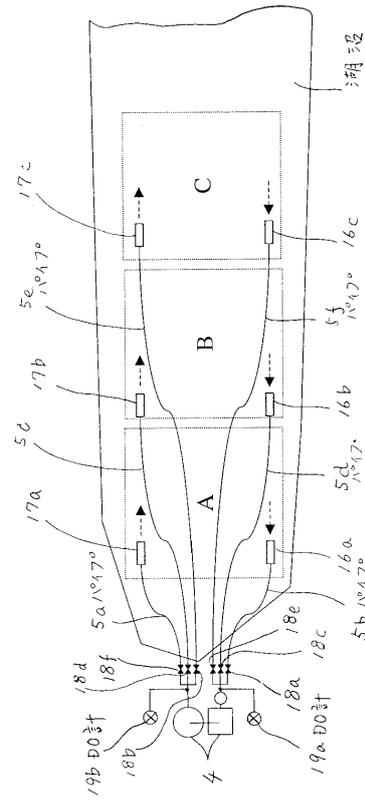
【図3】



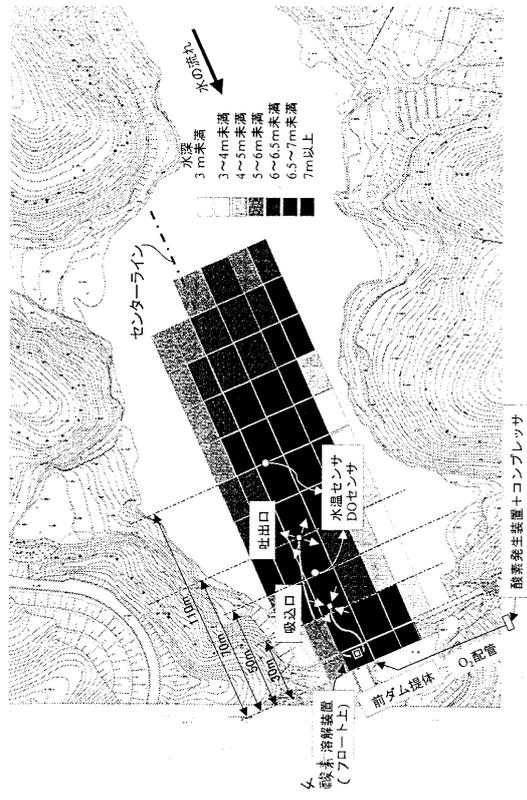
【図4】



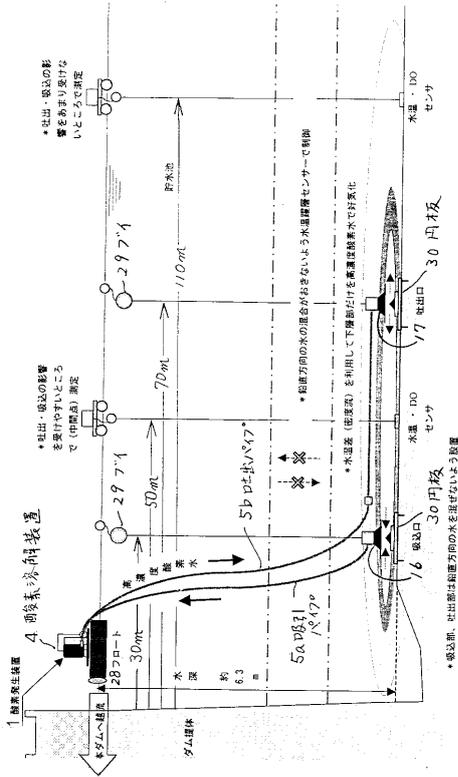
【図5】



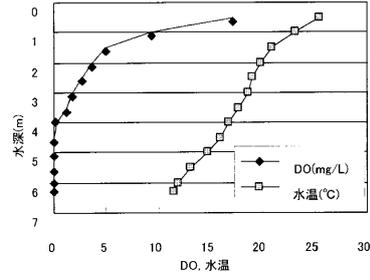
【図6】



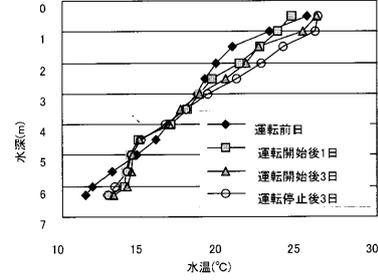
【図 7】



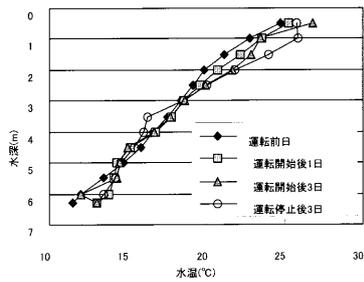
【図 8】



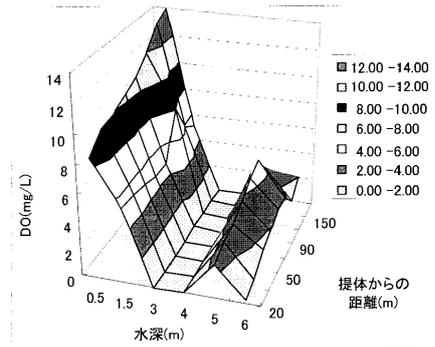
【図 9】



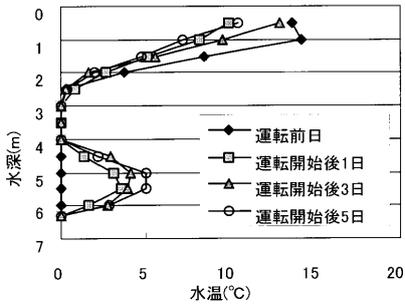
【図 10】



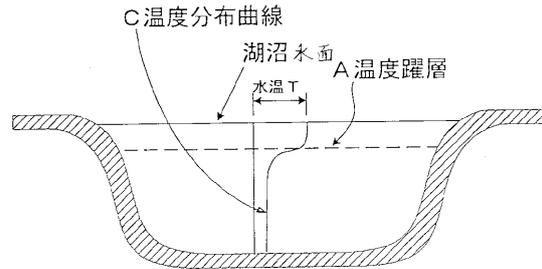
【図 12】



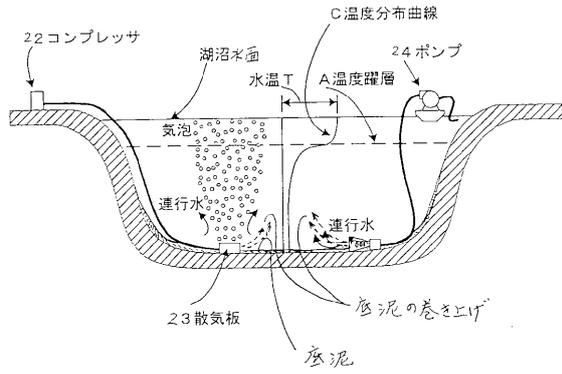
【図 11】



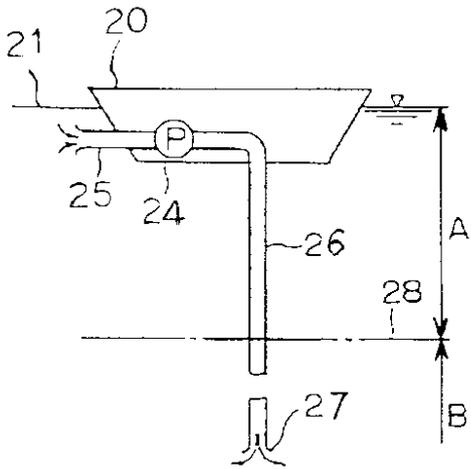
【図 13】



【図14】



【図15】



## フロントページの続き

- (72)発明者 中村 圭吾  
茨城県つくば市南原1番地6 独立行政法人土木研究所内
- (72)発明者 福井 真司  
島根県松江市学園南2丁目3番5号 松江土建株式会社内
- (72)発明者 田中 克知  
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内
- (72)発明者 柴田 省三  
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内

審査官 伊藤 紀史

- (56)参考文献 特開昭58-128196(JP,A)  
特開昭58-153574(JP,A)  
特開平08-312599(JP,A)  
特開平07-047393(JP,A)  
特開昭61-061697(JP,A)  
特開平08-281292(JP,A)  
特開平11-042495(JP,A)  
特開2002-263691(JP,A)  
特開平08-327271(JP,A)  
特開2000-121269(JP,A)  
特開2002-282972(JP,A)  
特表平08-510951(JP,A)  
特開平03-188999(JP,A)  
特開平06-007795(JP,A)  
特開2004-033861(JP,A)  
特開2004-044455(JP,A)  
特開2004-093042(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C02F 3/26  
C02F 7/00