

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 6 月 19 日(19.06.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/091828 A1

- (51) 国際特許分類:
B01D 24/46 (2006.01) *E03B 3/04* (2006.01)
B01D 29/66 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/078977
- (22) 国際出願日: 2013 年 10 月 25 日(25.10.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-273514 2012 年 12 月 14 日(14.12.2012) JP
- (71) 出願人: 日立造船株式会社 (HITACHI ZOSEN CORPORATION) [JP/JP]; 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北 1 丁目 7 番 8 9 号 Osaka (JP). 株式会社ナガオカ (NAGAOKA INTERNATIONAL CORPORATION) [JP/JP]; 〒5970092 大阪府貝塚市二色北町 1 番 1 5 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 乾 真規 (INUI, Masaki); 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北 1 丁目 7 番 8 9 号 日立造船株式会社内 Osaka (JP). 新里 英幸 (NIIZATO, Hideyuki); 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北 1 丁目 7 番 8 9 号 日立造船株式会社内 Osaka (JP). 井上 隆之 (INOUE, Takayuki); 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北 1 丁目 7 番 8 9 号 日立造船株式会社内 Osaka (JP). 柳本

洋一 (Yanagimoto, Youichi); 〒5950055 大阪府貝塚市二色北町 1 番 1 5 号 株式会社ナガオカ内 Osaka (JP). 大岩 忠男 (Oiiwa, Tadao); 〒5950055 大阪府貝塚市二色北町 1 番 1 5 号 株式会社ナガオカ内 Osaka (JP). 三村 等 (Mimura, Hitoshi); 〒5950055 大阪府貝塚市二色北町 1 番 1 5 号 株式会社ナガオカ内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 溝上 哲也, 外 (MIZOGAMI, Tetsuya et al.); 〒5500004 大阪府大阪市西区靱本町 1-10-4 本町井出ビル 2 F Osaka (JP).

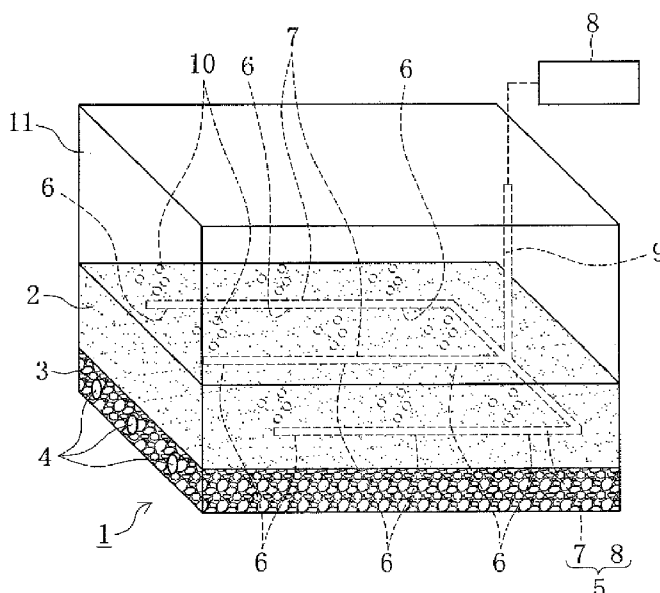
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: CLEANING SYSTEM FOR SAND FILTRATION LAYER

(54) 発明の名称: ろ過砂層の洗浄システム



(57) Abstract: [Problem] To provide a more compact cleaning apparatus for a sand filtration layer, and reduce the scale of operations and the running costs. [Solution] The cleaning system (1) is designed for use in a seawater permeation intake apparatus (5) for intake of seawater having permeated through a sand filtration layer (2) and a supporting gravel layer (3) on the seabed through intake pipes (4) buried in the supporting gravel layer (3), in order to remove from the sand filtration layer (2) suspended matter that could cause clogging. The system is provided with: diffuser tubes (7) buried in the sand filtration layer (2) and having air holes (6); and a compressed air delivery means (8) for feeding air into the diffuser tubes (7). The filtration sand of the sand filtration layer (2) is agitated by jetting air from the air holes (6), removing suspended matter that has become admixed or deposited in the sand filtration layer (2). [Effect] As compared with conventional systems that inject water or seawater into a sand filtration layer, the cleaning equipment can be more compact, and the scale of operations and running costs can be reduced.

(57) 要約:

[続葉有]



(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

【課題】砂ろ過層の洗浄設備を小型化し、工事規模やランニングコストを低減する。【解決手段】海底のろ過砂層 2 及び支持砂利層 3 を浸透してきた海水を、支持砂利層 3 に埋設された取水管 4 で取水する海水浸透取水設備 5 の、前記ろ過砂層 2 から目詰まりの原因となる懸濁物質を取り除く洗浄システム 1 である。ろ過砂層 2 に埋設され、噴気孔 6 を有した散気管 7 と、この散気管 7 に空気を送り込む圧縮エア—送出手段 8 とを備える。噴気孔 6 から空気を噴出させることによりろ過砂層 2 のろ過砂を攪拌し、ろ過砂層 2 に混入又は堆積した懸濁物質を取り除く。【効果】ろ過砂層に水又は海水を注入する従来の方式と比較して洗浄設備を小型化し、工事規模やランニングコストを低減できる。

明 細 書

発明の名称：ろ過砂層の洗浄システム

技術分野

[0001] 本発明は、海底に設置される海水浸透取水設備のろ過砂層から目詰まりの原因となる懸濁物質を取り除く、ろ過砂層の洗浄システムに関するものである。

背景技術

[0002] 例えば海水淡水化プラントにおいて、不純物のより少ない清浄な海水を得るために、海底に支持砂利層とろ過砂層を設置し、これらの層を浸透してきた海水を支持砂利層に埋設された取水管で取水する海水浸透取水設備が利用されている（例えば、特許文献１の図１）。

[0003] この海水浸透取水設備で実施される浸透取水法は、取水を続けていると、ろ過砂層の目詰まりの原因となる例えばシルトやプランクトンなどの懸濁物質（以下、単に「懸濁物質」という。）がろ過砂層の表面に堆積し、内部にも混入する。そのため、この懸濁物質によって、ろ過砂層内の空隙が次第に詰まった状態となる。また、空隙が詰まって圧力損失が大きくなった状態を放置していると、ろ過砂層が完全に閉塞し、最終的には取水ができなくなる。そこで、海水浸透取水設備で実施される浸透取水法では、ろ過砂層から懸濁物質を定期的に取り除いて洗浄する必要がある。

[0004] 従来、海水浸透取水設備では、一般的な砂ろ過装置と同様、ろ過砂層内に水又は海水を注入することによりろ過砂を攪拌し、逆洗浄する方法が採られている。

[0005] しかし、海底に設置される浸透取水設備は、取水エリアが広大となった場合に、洗浄に必要な水又は海水の量も取水エリアの面積に応じて大きくなる。そのため、洗浄設備は大型化し、工事規模が大きくなり、ランニングコストも高くなる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2004-33993号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明が解決しようとする問題点は、従来のろ過砂層の洗浄システムは、ろ過砂層に水又は海水を注入する方式のため、洗浄設備が大型化し、工事規模やランニングコストが増大する要因になっていた点である。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明は、ろ過砂層に水又は海水を注入する従来の方式と比較して設備を小型化でき、低コストで、かつ、優れた洗浄能力を発揮する、ろ過砂層の洗浄システムを提供することを目的としている。

[0009] 上記の目的を達成するために、本発明は、

海底のろ過砂層及び支持砂利層を浸透してきた海水を、前記支持砂利層に埋設された取水管で取水する海水浸透取水設備の、前記ろ過砂層から目詰まりの原因となる懸濁物質を取り除いて洗浄するシステムであって、

前記ろ過砂層に埋設され、噴気孔を有した散気管と、この散気管に空気を送り込む圧縮エア一送出手段とを備え、前記噴気孔から前記空気を噴出させることにより前記ろ過砂層のろ過砂を攪拌し、前記ろ過砂層に混入又は堆積した前記懸濁物質を取り除くことを最も主要な特徴としている。

[0010] 上記本発明によれば、ろ過砂層に埋設された散気管に圧縮エア一送出手段から空気を送り込むことにより、散気管に設けた噴気孔から高圧の空気が噴出する。そして、この噴気孔から噴出する高圧の空気の気泡により、ろ過砂が攪拌されるので、ろ過砂層の内部に混入または表面に堆積した懸濁物質を取り除くことができる。

発明の効果

[0011] 本発明は、ろ過砂に対する作動流体として圧縮空気を使用するので、ろ過砂層に水又は海水を注入する従来の方式と比較して設備を小型化し、工事規

模やランニングコストを低減できる。また、本発明は、圧縮エア一送出手段から散気管に定期的に空気を送り込むことにより、ろ過砂層の目詰まりを確実に防止できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の洗浄システムの構成を説明する図である。

[図2]散気管の横断面図であり、(a)はろ過砂が流入しにくい噴気孔の位置の範囲を説明する図、(b)は図1の実施例における噴気孔の位置を示す図である。

[図3]噴気孔の干渉を避ける実施例を示す図であり、(a)は噴気孔を左右交互に千鳥状に配置する構成の図、(b)は噴気孔を同じ位置で左右に設け、隣接する他の散気管の噴気孔とは位置をずらす構成の図である。

[図4]噴気孔の形状をノズル状とする実施例を示す図であり、(a)は噴気孔の周囲を押し出し成形する場合の図、(b)は別部材でノズルを取り付ける場合の図、(c)は(b)のノズルの形状を説明する図である。

[図5]散気管を波状に曲げたものとする実施例を示す図であり、(a)は平面図、(b)は正面図、(c)は側面図である。

[図6]散気管をジョイント式で波状に曲げたものとする実施例の説明図であり、(a)は1つのユニットを示す正面図、(b)は複数のユニットを連結した状態を示す正面図、(c)は側面図である。

[図7]散気管の埋設深度((a):100mm、(b):300mm、(c):500mm、(d):1000mm)と、気泡の噴出範囲の関係を確認した試験結果のイメージ図である。

[図8]散気管の埋設深度((a):300mm、(b):500mm)と、噴気孔1孔あたりの気泡の噴出範囲の関係を確認した試験結果のイメージ図である。

[図9]散気管に送り込む空気の体積流量((a):80L/min、(b):150L/min、(c):300L/min)と、気泡の噴出範囲の関係を確認した試験結果のイメージ図である。

[図10]噴気孔の周囲をろ過砂の径よりも小さい孔径のネットで覆う実施例を示す図である。

[図11]噴気孔の周囲をろ過砂の径よりも小さい孔径の多孔質体で覆う実施例の図であり、(a)は多孔質体を取り付ける前の状態を示す図、(b)は噴気孔の位置に多孔質体を取り付けた状態を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0013] 以下、本発明を実施するための形態を、図1～図11を用いて詳細に説明する。

実施例

[0014] 図1において、1は、海底に設置されろ過砂層2及び支持砂利層3を浸透してきた海水を、支持砂利層3に埋設された取水管4で取水する海水浸透取水設備である。取水管4は、取水孔を有する管であり、集水ポンプと接続することにより、ろ過砂層2及び支持砂利層3を浸透してきた海水を取水するものである。

[0015] 5は、ろ過砂層2に埋設され、噴気孔6を有する散気管7と、この散気管7に空気を送り込む圧縮エア一送手段8とで構成され、ろ過砂層2の目詰まりの原因となる懸濁物質を取り除いて洗浄する本発明の洗浄システムである。

[0016] 本実施例では、散気管7は、水平方向に複数本並べて埋設されている。各散気管7は、集合管9と接続されており、集合管9がコンプレッサや空圧タンクなどで構成される圧縮エア一送手段8と接続されている。本実施例の各散気管7は直管であり、一定間隔で噴気孔6が設けられている。10は、噴気孔6から噴出された空気の気泡を示している。

[0017] 本発明は、上記散気管7をろ過砂層2に埋設したので、圧縮エア一送手段8から定期的に空気を散気管7に送り込んで、噴気孔6から高圧の空気を噴出させることにより、ろ過砂層2のろ過砂を攪拌し、ろ過砂層2の内部に混入または表面に堆積した懸濁物質を、ろ過砂層2の上方の海水11中に巻き上げて洗浄することができる。海水11中に巻き上げられた懸濁物質は、

例えば波浪や潮流によって取水エリアの系外に排出される。

[0018] 図2は、散気管7の横断面図である。噴気孔6は、図2(a)において矢印で示すように、海底における設置時に水平方向よりも下向きとなる範囲に設けることが望ましい。噴気孔6を設ける位置を上向きとした場合は、洗浄を行わない待機時に散気管7内にろ過砂が流入し易くなるからである。噴気孔6を設ける位置を水平方向よりも下向きとした場合は、散気管7の内圧が外部よりも高ければ、ろ過砂の流入を防止できる。

[0019] また、噴気孔6の孔径は、散気管7内へのろ過砂の逆流を抑制する目的で、ろ過砂の平均粒径の5倍以下のサイズとする方が望ましい。

[0020] 図1の実施例では、図2(b)に示すように、散気管7の断面の設置時における鉛直下方向の下端を基準(0°)とした場合、左右に $\pm 30^\circ$ 回転させた位置に噴気孔6を2つ設けている。また、噴気孔6の向きは、散気管7の管中心から放射状になるようにしている。以上の構成によれば、散気管7内への砂の流入を防止できると共に、1本の散気管7であっても広範囲に高圧の空気を噴出できる。

[0021] 本発明は、管全体から気泡が出る多孔質の散気管を使用しても良いが、供給空気量が同じであれば、図2(b)の方式の方が、より高圧の空気を噴出させることができ、噴気孔6の周囲のろ過砂に対する洗浄効果が高まる。

[0022] 噴気孔6は、散気管7を平面から見た図3に示すように、隣接する他の散気管7の噴気孔6と干渉しない位置に設ける方が、空気の噴出力が阻害されず、全体として洗浄効果が高まる。具体的には、図3(a)に示すように、1つの散気管7に対し噴気孔6は左右交互に配置し、隣接する他の散気管7との間で噴気孔6の位置を揃えて、噴気孔6を千鳥状に配置する構成が採用できる。

[0023] また、他の実施例として、図3(b)に示すように、1つの散気管7に対し噴気孔6を同じ位置で左右に設け、隣接する他の散気管7の噴気孔6とは位置をずらす構成を採用しても良い。

[0024] 図2に示す散気管7の構成では、ろ過砂層2の洗浄終了時に散気管7の内

圧が外圧よりも小さくなると、散気管 7 内に海水と共にろ過砂が逆流する可能性がある。この逆流したろ過砂が散気管 7 内に蓄積し続けると、最悪の場合、散気管 7 が閉塞する虞がある。

[0025] そこで、本発明では、噴気孔 6 の形状は、散気管 7 の外部側に突出したノズル状とする方が、仮に、散気管 7 内にろ過砂が逆流しても、次の洗浄時等に外部に排出され易くなるので、好適である。

[0026] 具体的には、図 4 (a) に示すように、噴気孔 6 の周囲 6 a を押し出し成形することで噴気孔 6 の形状をノズル状とする構成が採用できる。また、図 4 (b) に示すように、散気管 7 に対し別部材でノズル 6 b を取り付けても良い。ノズル 6 b の取付け位置は、海底での設置時に鉛直下方向を基準 (0°) として、例えば $\pm 60^{\circ}$ 回転させた位置に設ければ良い。

[0027] この別部材とするノズル 6 b は、図 4 (c) に示すように、外形は円筒状であるが、内側に截頭円錐状 (頂部を水平方向に切除した円錐の形状) に成形されたノズル面 6 b a を有している。このようなノズル 6 b は、例えばゴムや合成樹脂を成形して製作することができる。

[0028] また、本発明では、ろ過砂の逆流を防止することを目的として、散気管 7 の形状は、海底における設置時に噴気孔 6 の位置が上下方向に最も低い位置となるように、波状に曲げられている構成を採用しても良い。

[0029] 具体的には、例えば、図 5 (a) ~ (c) に示すように散気管 7 を波状に曲げることにより、噴気孔 6 を設けた位置が、海底における設置時に上下方向に最も低い位置となるようにする。このようにすれば、仮に、散気管 7 内にろ過砂が逆流しても、傾斜により噴気孔 6 へ向けてろ過砂が誘導されるので、次の洗浄時等に容易に外部に排出することができる。

[0030] また、波状に曲げる場合、散気管 7 は、図 6 に示すように、複数のユニット 7 a を連結して構成されるジョイント式の散気管としても良い。図 6 の実施例では、図 6 (a) に示すような形状のユニット 7 a を、図 6 (b) 及び (c) に示すように所要の数だけ連結した散気管を用いることで、ろ過砂が外部に排出され易くなるという図 5 の実施例と同様の効果が得られる。

[0031] 散気管 7 の埋設深度（ろ過砂層 2 の表面から散気管 7 の噴気孔 6 までの距離）は、浅すぎると、ろ過砂層 2 内で気泡が拡散せずに噴気孔 6 の直上でのみ気泡 10 が噴出する上、波浪や船舶の通行による海底の洗掘により、散気管 7 が海中に露出する虞もある。一方で、散気管 7 の埋設深度は、深すぎると、ろ過砂層 2 の抵抗が大きくなり、気泡 10 がろ過砂層 2 の上方の海中へ噴出せず、ろ過砂層 2 中に空気だまりが発生して、均質な洗浄が行えない。

[0032] そこで、本発明者らは、散気管群（噴気孔径 2 mm、噴気孔の取付け角度 30°、噴気孔ピッチ 300 mm、散気管の間隔 300 mm）を、埋設深度 100 mm、300 mm、500 mm、1000 mm で設置した場合における、気泡 10 の噴出範囲を確認する試験を行った。図 7 は、その試験結果を示す、ろ過砂層 2 を平面の方向から見たイメージ図である。

[0033] 埋設深度 100 mm（図 7（a））では、深度が浅いため噴気孔 6 から噴出した空気が分散する距離が不足し、気泡 10 は専ら噴気孔 6 の上方に噴出し、気泡 10 のサイズも大きなものとなった。そのため、散気管 7 の間に気泡 10 が噴出しない範囲が発生し、洗浄範囲内を均一に洗浄することは不可能であった。

[0034] 埋設深度 300 mm（図 7（b））では、気泡 10 の噴出範囲は、後述する埋設深度 500 mm の場合と比較すれば、気泡がやや分散しにくく噴気孔 6 の上方に大きな気泡が噴出し易い傾向はあったが、概ね散気管 7 の設置範囲に均一に噴出することが確認された。

[0035] 埋設深度 500 mm（図 7（c））では、散気管 7 の設置範囲に最も均一に気泡 10 が噴出することが確認された。

[0036] 埋設深度 1000 mm（図 7（d））では、ろ過砂層 2 が厚くなったことで抵抗が増加し、気泡 10 は散気管 7 の設置範囲外である壁面や集合管付近から噴出しやすくなり、散気管 7 の設置範囲内を均一に洗浄することは不可能であった。

[0037] 以上の試験結果に埋設深度 200 mm 及び 700 mm とした場合の評価も加え、表 1 にまとめる。評価は「5」が最も良い、「1」が最も悪いで、5 段階

で評価した。

[0038] [表1]

埋設深度	気泡の状態	評価
100mm	噴気孔の直上に表れ、散気管の間に気泡が噴出しない範囲が発生。洗浄範囲内を均一に洗浄することは不可能。	1
200mm	埋設深度300mm～500mmの結果には劣るが、散気管の設置範囲に噴出し、実用可能。	3
300mm	散気管の設置範囲に概ね均一に噴出することが確認された。	4
500mm	散気管の設置範囲に最も均一に噴出することが確認された。	5
700mm	埋設深度300mm～500mmの結果には劣るが、散気管の設置範囲に噴出し、実用可能。	3
1000mm	散気管の設置範囲外から噴出。散気管の設置範囲内を均一に洗浄することは不可能。	1

[0039] 表1より、散気管7の埋設深度は、評価が「3」以上である200～700mmの範囲とすることが望ましい。また、散気管7の埋設深度は、「4」以上の評価が確認された300～500mmの範囲とする方がより望ましい。

[0040] 次に、散気管7の配置間隔について説明する。図1の実施例のように、散気管7を複数本水平方向に並べて埋設する場合、各散気管7の配置間隔は、100～600mmの範囲とすることが望ましい。

[0041] 散気管7の配置間隔は、密に並べ過ぎると、散気管7が海水の浸透を阻害し、取水率が低下するという問題がある。逆に、散気管7を疎に並べ過ぎると、ろ過砂層2に気泡が均質に噴出しないという問題がある。本発明者らが検討したところによると、これらの問題が生じない、散気管7の好適な配置間隔は100～600mmの範囲である。

[0042] また、噴気孔6の配置ピッチについて説明する。図1の実施例のように、1つの散気管7に対し噴気孔6を複数設ける場合、噴気孔6の配置ピッチは

、１００～７００mmの範囲とすることが望ましい。

[0043] 噴気孔６の配置ピッチは、小さくし過ぎると、圧縮エア一送出手段８から送り込む圧縮空気の容量を増大させる必要がある。逆に、噴気孔６の配置ピッチを大きくしすぎると、洗浄範囲がまばらになる。本発明者らが検討したところによると、これらの問題が生じない、散気管７の好適な配置間隔は１００～７００mmの範囲である。

[0044] さらに、本発明者らは、散気管群（噴気孔径２mm、噴気孔の取付け角度３０°、１噴気孔あたりの空気の体積流量１０Ｌ／min）を、埋設深度３００mm及び５００mmで設置した場合における、噴気孔１孔あたりの気泡の噴出範囲を確認する試験を行った。図８は、その試験結果を示す、ろ過砂層２を平面の方向から見たイメージ図である。１噴気孔あたりの空気の体積流量は、噴気孔６の位置での圧力と温度の条件によるものである。

[0045] 上記試験の結果、何れの深度の場合でも、散気管７に送り込む空気の量を増加させるに従い、噴気孔６から噴出する気泡１０の範囲１２は大きくなり、最終的には、図８に示すように、散気管７の軸方向を長軸とする楕円状になった。

[0046] 気泡１０が噴出する範囲１２が楕円状になる理由として、散気管７の近傍ではろ過砂層２の空隙率が大きく気泡が移動しやすいこと、散気管７に気泡１０が付着し散気管７の軸方向に沿って気泡１０が移動することなどが考えられる。

[0047] 気泡１０が噴出する楕円状の範囲１２の大きさは、埋設深度３００mm（図８（a））の場合、長軸の長さＬ１が３５～４０cm、短軸の長さＬ２が２５～３０cmとなった。一方、埋設深度５００mm（図８（b））の場合、長軸の長さＬ１が４０～４５cm、短軸の長さＬ２が３０～３５cmとなった。

[0048] このように本発明者らが行った試験によれば、１つの噴気孔６から噴出される気泡１０の範囲は、散気管７の埋設深度にも依存することが確認された。これは、散気管７の埋設深度を深くする程、気泡１０はろ過砂層２の表面に達するまでの間に分散し、広がるためと考えられる。

- [0049] 以上より、散気管 7 の埋設深度を 300～500mm の範囲とする場合は、散気管 7 の配置間隔は、100～300mm の範囲とすることが好ましい。
- [0050] また、散気管 7 の埋設深度を 300～500mm の範囲とする場合は、噴気孔 6 の配置ピッチは、150～500mm の範囲とすることが好ましい。
- [0051] さらに、本発明者らは、散気管群（噴気孔径 2mm、噴気孔の取付け角度 30°、噴気孔ピッチ 300mm、散気管の間隔 300mm、埋設深度 500mm）に送り込む空気の体積流量と、気泡の噴出範囲との関係を確認する試験を行った。図 9（a）～（c）は、空気の体積流量 80L/min、150L/min、300L/min の各条件で試験したときの試験結果を示す、ろ過砂層 2 を平面の方向から見たイメージ図である。
- [0052] 散気管 7 に送り込む空気の体積流量が 150L/min（1 噴気孔あたり 10L/min）までの間は、空気の体積流量の増加に伴い、気泡 10 の噴出範囲は徐々に広がることが確認された。
- [0053] 散気管 7 に送り込む空気の体積流量が 150～200L/min（1 噴気孔あたり 10～13L/min）の範囲では、散気管 7 の設置範囲に均一に気泡が分散されることが確認された。
- [0054] 散気管 7 に送り込む空気の体積流量が 200L/min（1 噴気孔あたり 13L/min）を超える場合は、噴出する気泡 10 の径が大きくなることが確認された。気泡 10 の径が大きくなると、気泡 10 に付随してろ過砂が舞い上がりやすくなり、ろ過砂が流出する虞がある。
- [0055] 以上より、前述の試験条件（噴気孔径 2mm、噴気孔の取付け角度 30°、噴気孔ピッチ 300mm、散気管の間隔 300mm、埋設深度 500mm）での、圧縮エア－送出手段 8 から散気管 7 に送り込む空気の体積流量は、1 噴気孔あたりの流量が 10～13L/min の範囲とすることが好ましい。ただし、噴気孔ピッチや散気管の間隔が前記の実験条件と変われば、体積流量の範囲は変動すると予想される。このため、体積流量の範囲は 2～30L/min の範囲とすることが好ましい。
- [0056] 以上説明したように、本発明は、ろ過砂に対する作動流体として圧縮空気

を使用するので、ろ過砂層に水又は海水を注入する従来の方式と比較して設備を小型化し、工事規模やランニングコストを低減できる。また、本発明は、圧縮エア一送出手段から散気管に定期的に空気を送り込むことにより、ろ過砂層の目詰まりを確実に防止できる。

[0057] 本発明は、前記の例に限るものではなく、各請求項に記載の技術的思想の範疇であれば適宜実施の形態を変更しても良いことは言うまでもない。

[0058] 例えば上記の実施例では、圧縮エア一送出手段 8 から空気を送り込みろ過砂層を逆洗浄したときに、ろ過砂層 2 の上方に巻き上げられた懸濁物質は、波浪や潮流を利用して取水エリアの系外に排出する例を開示したが、懸濁物質を取り除く手段はこれに限らない。例えば、ろ過砂層 2 の上方に吸水ポンプと接続された吸水管を設け、ろ過砂層 2 の上方に巻き上げられた懸濁物質を、吸水管から吸引するように構成しても良い。

[0059] また、上記の実施例では、ろ過砂が噴気孔から散気管内に逆流しないようにする構成として、噴気孔は海底における設置時に水平方向よりも下向きとなる範囲にのみ設ける構成や、噴気孔自体をノズル状とする構成（図 4（a））、噴気孔に別部材のノズルを取り付ける構成（図 4（b））などを開示したが、ろ過砂の逆流を防止する手段はこれらに限らない。

[0060] 例えば、図 10 に示すように、散気管 7 をろ過砂の径よりも小さい孔径のネット 13 で覆うことにより、ろ過砂の逆流を防止しても良い。あるいは、図 11 に示すように、ろ過砂の径よりも小さい孔径の輪状の多孔質体 14 を、散気管 7 の噴気孔 6 の位置に取り付けることにより、ろ過砂の逆流を防止しても良い。

[0061] 上記いずれの構成を用いた場合も、噴気孔 6 を設ける範囲を水平方向よりも下側に限定する必要は無くなり、噴気孔 6 を散気管 7 の全周のどの位置に設けた場合でも、ろ過砂の逆流を防止できる。なお、図 10 では、ネット 13 を散気管 7 全体に取り付ける例を示したが、ネット 13 は、図 11 の実施例と同様、噴気孔 6 が存在する位置にのみ取り付けても良い。

符号の説明

- [0062] 1 海水浸透取水設備
2 ろ過砂層
3 支持砂利層
4 取水管
5 洗浄システム
6 噴気孔
7 散気管
8 圧縮エアー送出手段

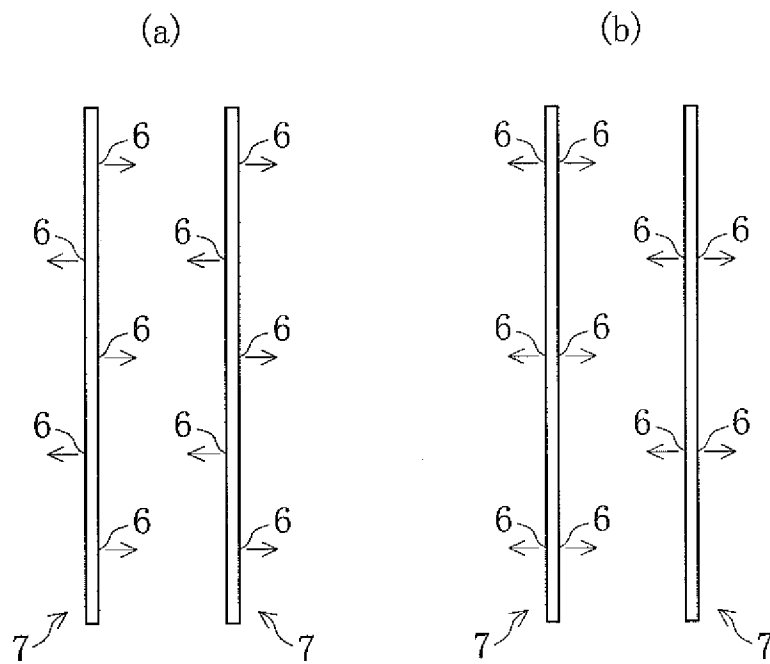
請求の範囲

- [請求項1] 海底のろ過砂層及び支持砂利層を浸透してきた海水を、前記支持砂利層に埋設された取水管で取水する海水浸透取水設備の、前記ろ過砂層から目詰まりの原因となる懸濁物質を取り除いて洗浄するシステムであって、
- 前記ろ過砂層に埋設され、噴気孔を有した散気管と、この散気管に空気を送り込む圧縮エア送出手段とを備え、前記噴気孔から前記空気を噴出させることにより前記ろ過砂層のろ過砂を攪拌し、前記ろ過砂層に混入又は堆積した前記懸濁物質を取り除くことを特徴とする洗浄システム。
- [請求項2] 前記散気管の埋設深度は、200～700mmの範囲としたことを特徴とする請求項1に記載の洗浄システム。
- [請求項3] 前記散気管を複数本並べて埋設し、各散気管の配置間隔は、100～600mmの範囲としたことを特徴とする請求項1又は2に記載の洗浄システム。
- [請求項4] 前記噴気孔の配置ピッチは、100～700mmの範囲としたことを特徴とする請求項1～3の何れかに記載の洗浄システム。
- [請求項5] 前記噴気孔は、海底における設置時に水平方向よりも下向きとなる範囲に設けたことを特徴とする請求項1～4の何れかに記載の洗浄システム。
- [請求項6] 前記噴気孔の孔径は、前記ろ過砂の平均粒径の5倍以下のサイズとしたことを特徴とする請求項1～5の何れかに記載の洗浄システム。
- [請求項7] 前記噴気孔は、隣接する他の散気管の噴気孔と干渉しない位置に設けたことを特徴とする請求項1～6の何れかに記載の洗浄システム。
- [請求項8] 前記噴気孔の形状は、前記散気管の外部側に突出したノズル状であることを特徴とする請求項1～7の何れかに記載の洗浄システム。
- [請求項9] 前記散気管の形状は、海底における設置時に前記噴気孔の位置が上下方向に最も低い位置となるように、波状に曲げられていることを特

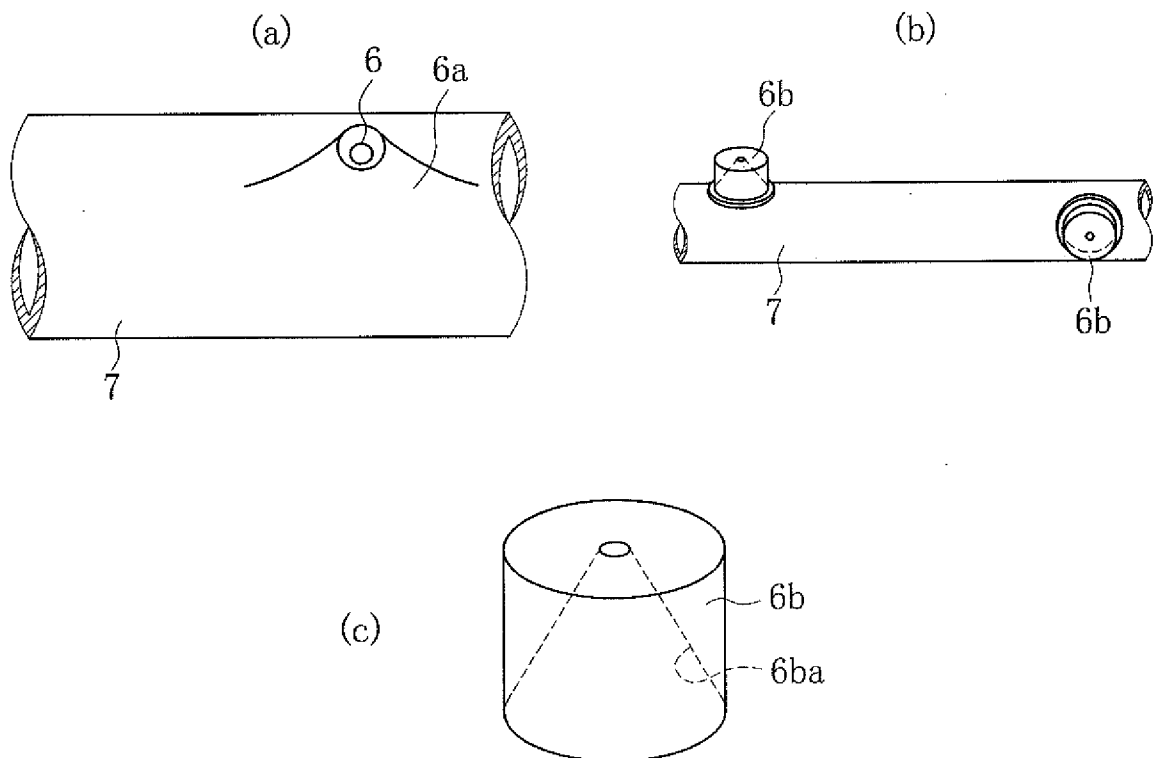
徴とする請求項 1 ～ 8 の何れかに記載の洗浄システム。

[請求項10] 前記圧縮エア－送出手段から前記散気管に送り込む 1 噴気孔あたりの空気の体積流量は、 $2 \sim 30 \text{ L} / \text{min}$ の範囲としたことを特徴とする請求項 1 ～ 9 の何れかに記載の洗浄システム。

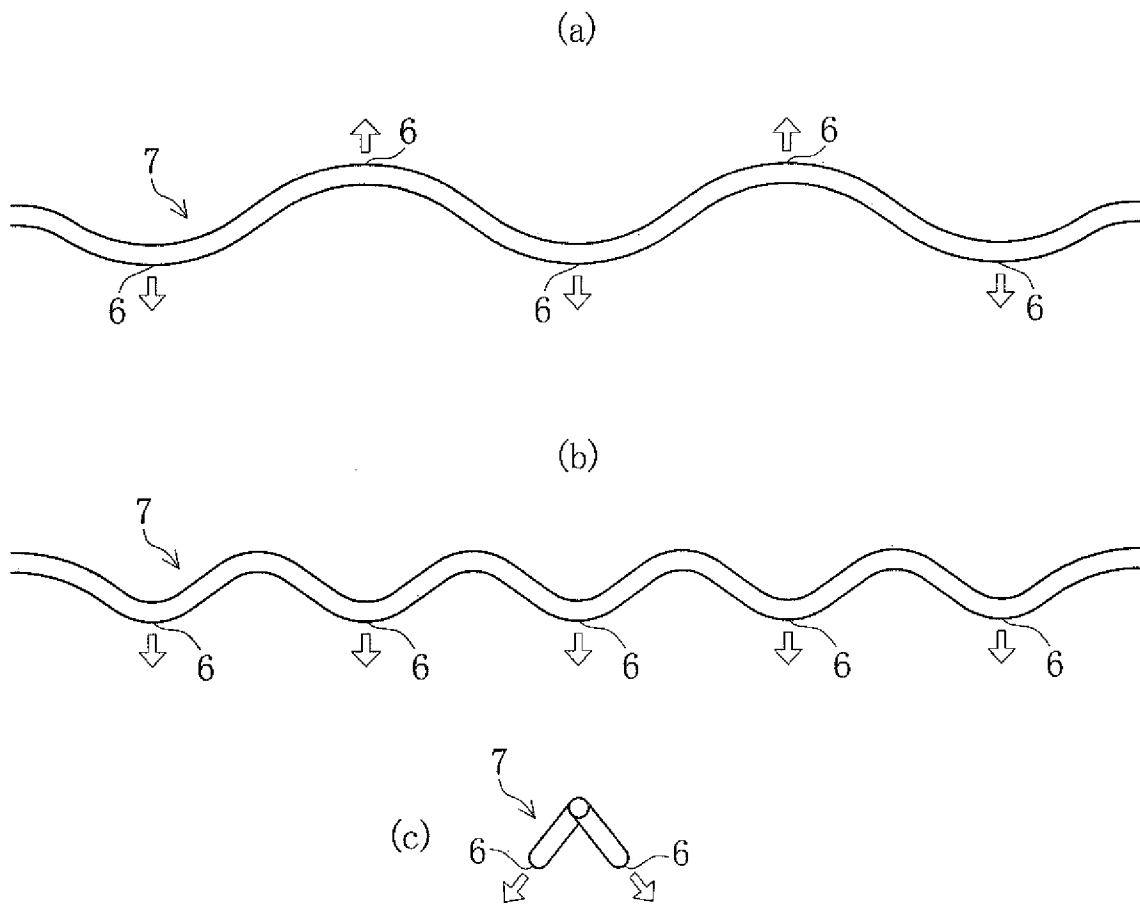
[図3]



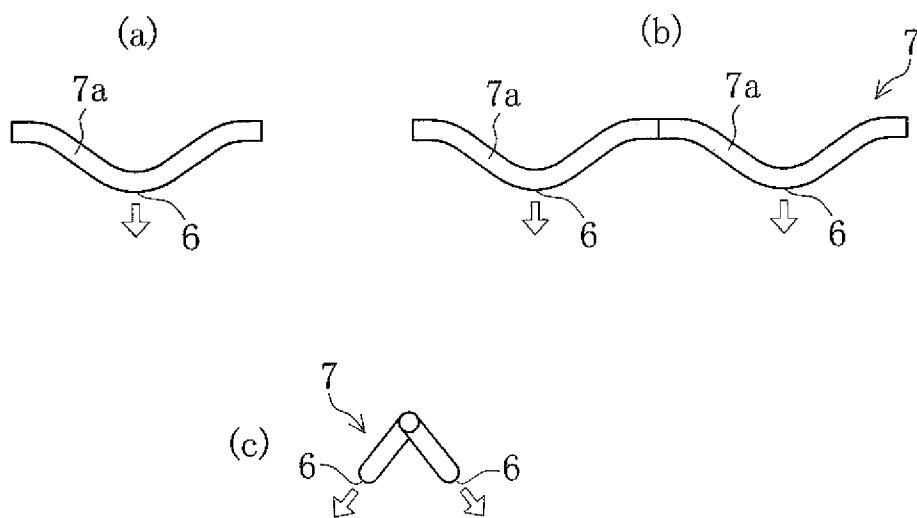
[図4]



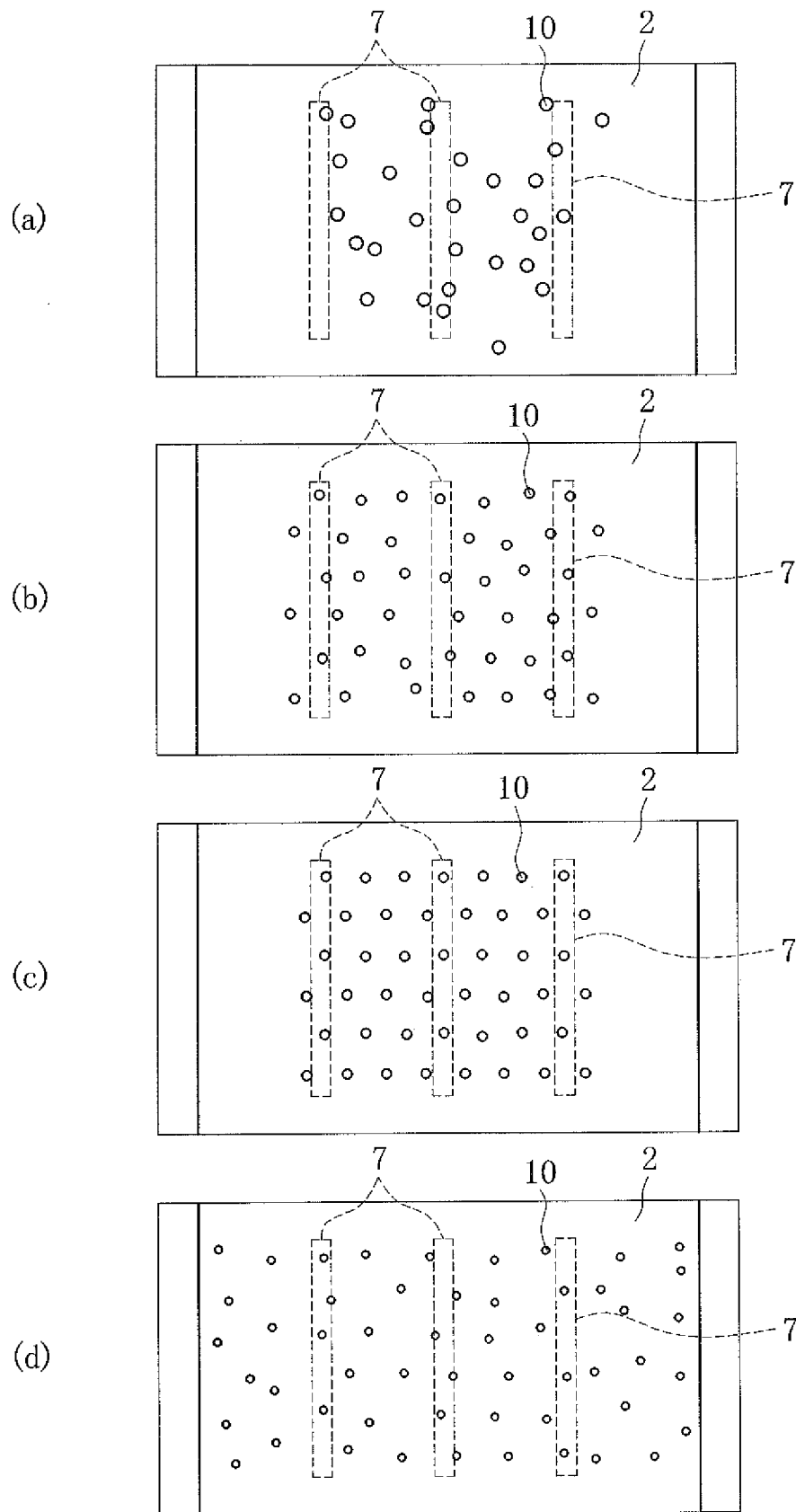
[図5]



[図6]

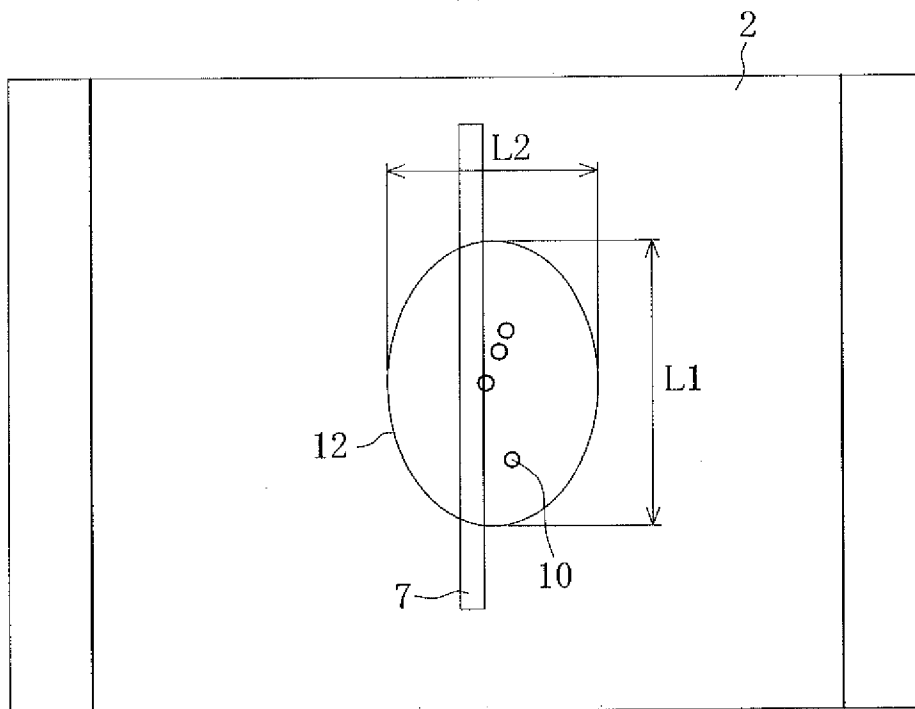


[図7]

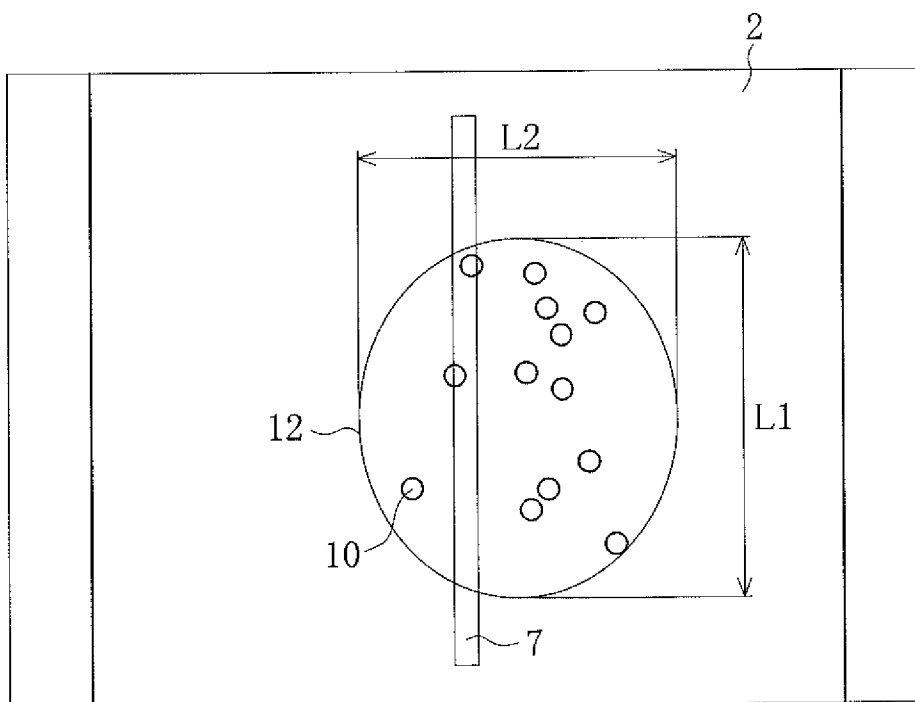


[図8]

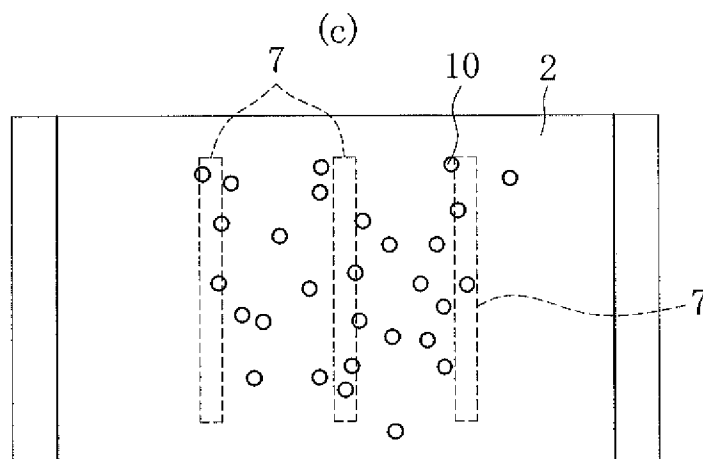
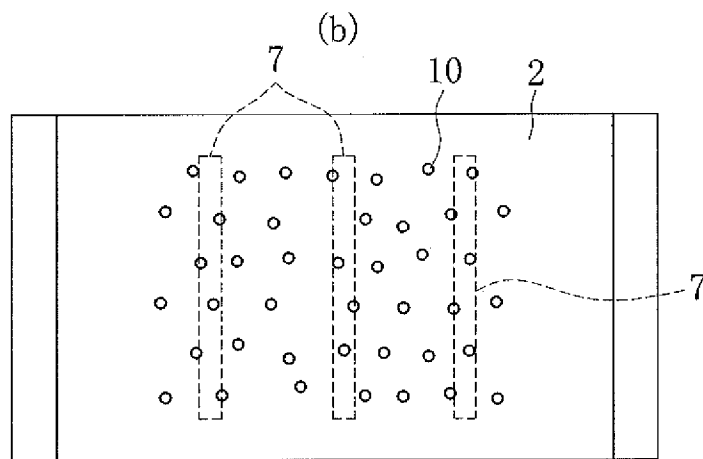
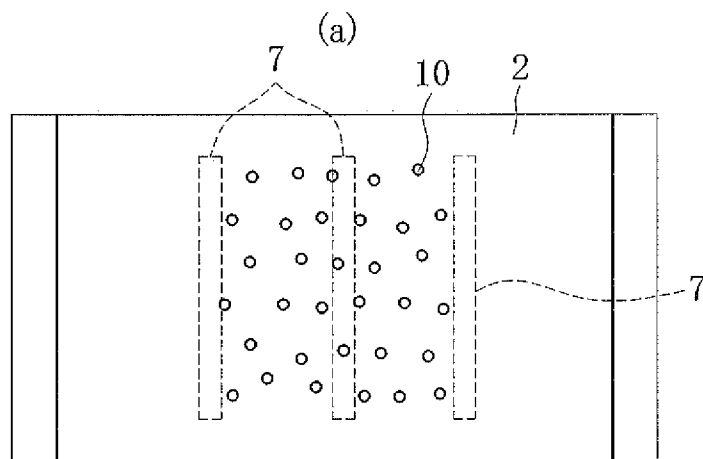
(a)



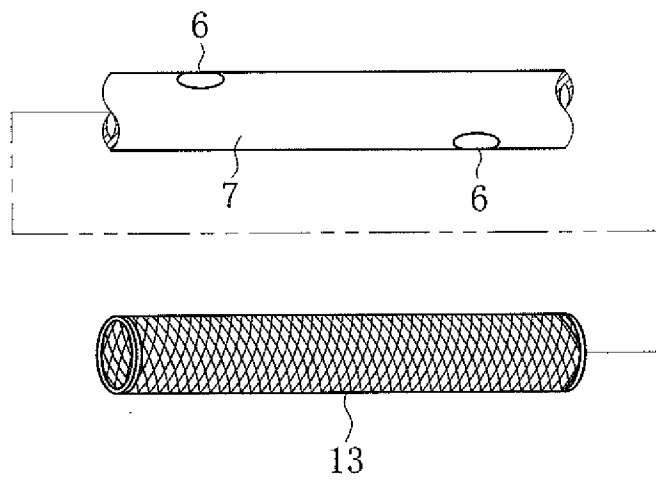
(b)



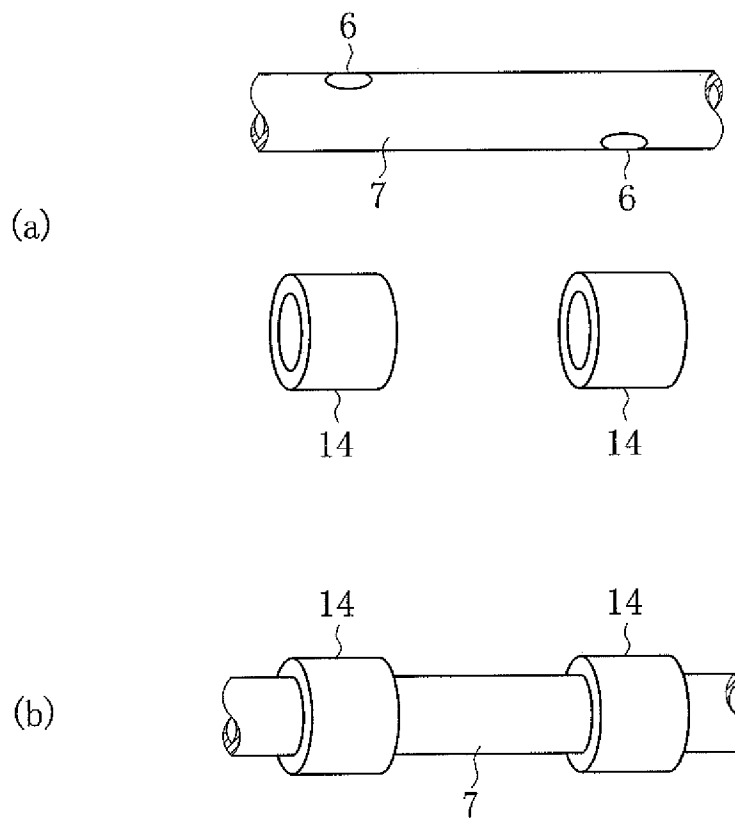
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/078977

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D24/46(2006.01)i, B01D29/66(2006.01)i, E03B3/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01D24/46, B01D29/66, E03B3/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-246711 A (Hitachi Zosen Corp.), 13 December 2012 (13.12.2012), claims; paragraph [0040] (Family: none)	1-8, 10
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 33948/1982 (Laid-open No. 137409/1983) (Ise Chemicals Corp.), 16 September 1983 (16.09.1983), pages 5 to 8; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-8, 10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
04 February, 2014 (04.02.14)

Date of mailing of the international search report
18 February, 2014 (18.02.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/078977

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 133720/1974 (Laid-open No. 59966/1976) (Suido Kiko Kaisha, Ltd.), 12 May 1976 (12.05.1976), claims (Family: none)	3
A	JP 7-289813 A (Hitachi Chemical Co., Ltd.), 07 November 1995 (07.11.1995), entire text (Family: none)	1-10
A	JP 2000-186351 A (Kumagai Gumi Co., Ltd.), 04 July 2000 (04.07.2000), entire text (Family: none)	1-10
A	JP 58-45708 A (Kurita Water Industries Ltd.), 17 March 1983 (17.03.1983), entire text (Family: none)	1-10
P,X	JP 2013-75268 A (Hitachi Zosen Corp.), 25 April 2013 (25.04.2013), claims; examples; fig. 1 to 2 & WO 2013/046930 A1	1-8,10
P,X	JP 2013-181371 A (Hitachi Zosen Corp.), 12 September 2013 (12.09.2013), claims; examples; fig. 1 to 9 (Family: none)	1-8,10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B01D24/46(2006.01)i, B01D29/66(2006.01)i, E03B3/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B01D24/46, B01D29/66, E03B3/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2012-246711 A（日立造船株式会社）2012. 12. 13, 【特許請求の範囲】、【0040】（ファミリーなし）	1-8, 10
Y	日本国実用新案登録出願 57-33948 号（日本国実用新案登録出願公開 58-137409 号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（伊勢化学工業株式会社）1983. 09. 16, 5-8 頁、第 1-2 図（ファミリーなし）	1-8, 10

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 4 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

中村 泰三

4 Q

9 0 4 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 8

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	日本国実用新案登録出願 49-133720 号(日本国実用新案登録出願公開 51-59966 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (水道機工株式会社) 1976.05.12, 実用新案登録請求の範囲 (ファミリーなし)	3
A	JP 7-289813 A (日立化成工業株式会社) 1995.11.07, 全文 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2000-186351 A (株式会社熊谷組) 2000.07.04, 全文 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 58-45708 A (栗田工業株式会社) 1983.03.17, 全文 (ファミリーなし)	1-10
P, X	JP 2013-75268 A (日立造船株式会社) 2013.04.25, 【特許請求の範囲】、【実施例】、第 1-2 図 & WO 2013/046930 A1	1-8, 10
P, X	JP 2013-181371 A (日立造船株式会社) 2013.09.12, 【特許請求の範囲】、【実施例】、第 1-9 図 (ファミリーなし)	1-8, 10