

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4336323号  
(P4336323)

(45) 発行日 平成21年9月30日(2009.9.30)

(24) 登録日 平成21年7月3日(2009.7.3)

(51) Int.Cl. F 1  
E O 2 B 3/06 (2006.01) E O 2 B 3/06 3 O 1

請求項の数 8 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2005-56303 (P2005-56303)	(73) 特許権者	000001199
(22) 出願日	平成17年3月1日(2005.3.1)		株式会社神戸製鋼所
(65) 公開番号	特開2006-241751 (P2006-241751A)		兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目10番26号
(43) 公開日	平成18年9月14日(2006.9.14)	(74) 代理人	100089196
審査請求日	平成19年9月28日(2007.9.28)		弁理士 梶 良之
		(74) 代理人	100104226
			弁理士 須原 誠
		(72) 発明者	片岡 保人
			兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号
			株式会社神戸製鋼所 神戸総合研究所内
		(72) 発明者	中岡 威博
			兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号
			株式会社神戸製鋼所 神戸総合研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 海水交換型ケーソン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

衝突する波力により海岸が浸食されるのを保護する護岸と、この護岸から沖合方向に延設され、到来する波を受けて緩和させる防波堤とから形成されてなる海水交換型ケーソンにおいて、前記護岸が、衝突する波力により上昇する海水を、この護岸の前壁面と平行方向の流速成分と、この護岸の前壁面から離れる方向の流速成分とを有する海流に変換する海流変換路を備えた複数の護岸ユニットからなることを特徴とする海水交換型ケーソン。

【請求項2】

衝突する波力により海岸が浸食されるのを保護する護岸と、この護岸から沖合方向に延設され、到来する波を受けて緩和させる防波堤とから形成されてなる海水交換型ケーソンにおいて、前記防波堤が、外海側から内海側へ流入する海水を、この防波堤の内海側の壁面と平行方向の流速成分と、この防波堤の内海側の壁面から離れる方向の流速成分とを有する海流に変換する海水導入路を備えた複数の防波堤ユニットからなることを特徴とする海水交換型ケーソン。

【請求項3】

衝突する波力により海岸が浸食されるのを保護する護岸と、この護岸から沖合方向に延設され、到来する波を受けて緩和させる防波堤とから形成されてなる海水交換型ケーソンにおいて、前記護岸が、衝突する波力により上昇する海水を、この護岸の前壁面と平行方向の流速成分と、この護岸の前壁面から離れる方向の流速成分とを有する海流に変換する海流変換路を備えた複数の護岸ユニットからなり、かつ前記防波堤は、外海側から内海側

へ流入する海水を、この防波堤の内海側の壁面と平行方向の流速成分と、この防波堤の内海側の壁面から離れる方向の流速成分とを有する海流に変換する海水導入路を備えた複数の防波堤ユニットからなることを特徴とする海水交換型ケーソン。

【請求項 4】

前記護岸が、波力により上昇する海水が衝突する背面と、この海水を護岸の前壁面に沿って斜め下方に流下させる傾斜面と、この傾斜面を流下する流れ方向を、護岸の前壁面から離れる方向に変換させる衝突面とからなる海流変換路を、この護岸の壁面の長手方向に沿って設けた複数の護岸ユニットからなることを特徴とする請求項 1 または 3 のうちの何れか一つの項に記載の海水交換型ケーソン。

【請求項 5】

前記護岸が、波力により上昇する海水が衝突する背面と、この衝突した海水を受け入れる受水部と、受水部に受水した海水を排出口から護岸の前壁面に沿う一方向に流下させる排水口と、この排水口から流下する海水を受ける底面と、底面で受けたこの海水の流れ方向を護岸の前壁面から離れる方向に変換させる衝突面とからなる海流変換路を、この護岸の壁面の長手方向に沿って設けた複数の護岸ユニットからなることを特徴とする請求項 1 または 3 のうちの何れか一つの項に記載の海水交換型ケーソン。

【請求項 6】

前記防波堤が、外海側の海水を、斜め下方向きであって、かつこの防波堤の内海側の壁面に沿う方向の流速成分を有する方向に向かって、内海側に流入させる海水導入路を設けた複数の防波堤ユニットからなることを特徴とする請求項 2 または 3 のうちの何れか一つの項に記載の海水交換型ケーソン。

【請求項 7】

前記防波堤が、外海側から上部に打ち上げられた海水を、この防波堤の長手方向に沿って斜め下方に流下させる上部傾斜面と、この上部傾斜面を流下する海水の流れ方向を、防波堤から離れる内海側方向に変換させる衝突面とからなる海水導入路とを、この防波堤の上面の長手方向に沿って設けた複数の防波堤ユニットからなることを特徴とする請求項 2 または 3 のうちの何れか一つの項に記載の海水交換型ケーソン。

【請求項 8】

前記防波堤が、外海側の海水を、斜め下方向きであって、かつこの防波堤の内海側の壁面に沿う方向の流速成分を有する方向に向かって、内海側に流入させる海水導入路を設けた複数の防波堤ユニットからなることを特徴とする請求項 7 項に記載の海水交換型ケーソン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、護岸と防波堤とで形成されて港湾、漁港等を構成する海水交換型ケーソンの改善に係り、より詳しくは、護岸や防波堤に衝突する海水の流れを利用して、海水の交換を促進させることにより、港湾海域における海水の水質を効果的に浄化する海水交換型ケーソンに関する。

【背景技術】

【0002】

海水の入れ替わりが緩慢な港湾海域では、海水の密度成層の形成を概念的に示す断面図の図 26 に示すように、河川流入や降水等による淡水が滞留しやすい上、太陽光等により表層水の水温が上昇しやすいため、表層の海水密度が小さくなる傾向にある。これが進行すると表層と底層の海水密度差が大きくなり、いわゆる密度成層が形成される。

【0003】

この密度成層によって、底層では水面からの酸素の供給が遮断され、かつ有機物の分解や海底の泥に生息するバクテリア等により酸素が消費され貧酸素状態になる。また、プランクトンの死骸や動物プランクトンの糞等は底層域に沈降していき、そこで分解されて栄

10

20

30

40

50

養塩（主に窒素とリン）に戻る。

【0004】

このため、底層域では貧酸素状態、富栄養化状態にある。逆に、表層域では酸素が多く含まれ、栄養塩が少ない状態にある。このような密度成層の停滞により、底層域では嫌気性となって、底泥が還元性分解を起こし硫化物を生ずる。このような港湾海域の水質問題に対して、海水交換を効率的に促進して水質浄化する技術が求められている。

【0005】

従来の海水交換を促進する護岸や防波堤について、以下、図27および図28を用いて説明する。図27は、従来の海水浄化型護岸・岸壁を示す断面図であって、堤体53内に遊水室54を設け、遊水室54に連通するスリット状の海水導入口55を堤体前壁56に設けるとともに、海水導入口の下端57を海水面L付近に位置させ、更に、前記遊水室54の海水面と堤体53前方の海水面Lとの水頭差を利用して遊水室54内に導入した海水を堤体53の前方に向けて導出する導水部58を設け、表層の海水を底層に導出する構成としたものである（特許文献1参照。）。 10

【0006】

また、図28は、従来の海水交換機能を有する防波堤を示す、一部断面図で表した斜視図であり、前壁61に設けられた海水面の上下に亘って開口した開口部61aと、後壁62に設けられた海水面下に開口する開口部62aとを介して、港外71と港内72の海水に連通する遊水室63を堤体60内に形成した防波堤73において、前記遊水室63内に後壁62に向かって高くなる斜面65aを有する傾斜壁65を設けて、引き波時の外海方向への戻り流れを防止する構成としたものである（特許文献2参照。）。 20

【0007】

また、本件発明者らは、海水を導入する導入口と導入した海水を導出する導水孔を設けた遊水室を有する堤体において、前記導水孔を、その港湾側に面する断面積が遊水室側の断面積より小さいオリフィス形状にすることにより、遊水室側から港湾側へ流出する海水の流量を、港湾側から遊水室側に流入する流量より格段に多くできる海水交換型護岸堤および防波堤を提案している（特許文献3参照。）。 30

【0008】

しかしながら、上記の海水交換技術は、何れも表層域の海水を底層域に上下方向のみに移送する、いわば一次元的な海水交換技術であるため、護岸や防波堤によって形成される港湾海域内での広範な海水交換を効率的に促進し得ず、前述した港湾内域の水質問題を解消するには不十分であった。 30

【特許文献1】特開2001-159115号公報

【特許文献2】特開平9-41341号公報

【特許文献3】特開2004-156306号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

従って、本発明の目的は、護岸と防波堤とで形成される港湾海域において、上下方向のみならず当該海域の内海側と外海側との水平方向へ海水を交換せしめて、当該港湾内域の水質を浄化改善することが可能な海水交換型ケーソンを提供することにある。 40

【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、本発明の請求項1に係る海水交換型ケーソンが採用した手段は、衝突する波力により海岸が浸食されるのを保護する護岸と、この護岸から沖合方向に延設され、到来する波を受けて緩和させる防波堤とから形成されてなる海水交換型ケーソンにおいて、前記護岸が、衝突する波力により上昇する海水を、この護岸の前壁面と平行方向の流速成分と、この護岸の前壁面から離れる方向の流速成分とを有する海流に変換する海流変換路を備えた複数の護岸ユニットからなることを特徴とするものである。

【0011】

本発明の請求項 2 に係る海水交換型ケーソンが採用した手段は、衝突する波力により海岸が浸食されるのを保護する護岸と、この護岸から沖合方向に延設され、到来する波を受けて緩和させる防波堤とから形成されてなる海水交換型ケーソンにおいて、前記防波堤が、外海側から内海側へ流入する海水を、この防波堤の内海側の壁面と平行方向の流速成分と、この防波堤の内海側の壁面から離れる方向の流速成分とを有する海流に変換する海水導入路を備えた複数の防波堤ユニットからなることを特徴とするものである。

【 0 0 1 2 】

本発明の請求項 3 に係る海水交換型ケーソンが採用した手段は、衝突する波力により海岸が浸食されるのを保護する護岸と、この護岸から沖合方向に延設され、到来する波を受けて緩和させる防波堤とから形成されてなる海水交換型ケーソンにおいて、前記護岸が、衝突する波力により上昇する海水を、この護岸の前壁面と平行方向の流速成分と、この護岸の前壁面から離れる方向の流速成分とを有する海流に変換する海流変換路を備えた複数の護岸ユニットからなり、かつ前記防波堤は、外海側から内海側へ流入する海水を、この防波堤の内海側の壁面と平行方向の流速成分と、この防波堤の内海側の壁面から離れる方向の流速成分とを有する海流に変換する海水導入路を備えた複数の防波堤ユニットからなることを特徴とするものである。

10

【 0 0 1 3 】

本発明の請求項 4 に係る海水交換型ケーソンが採用した手段は、請求項 1 または 3 のうちの何れか一つの項に記載の海水交換型ケーソンにおいて、前記護岸が、波力により上昇する海水が衝突する背面と、この海水を護岸の前壁面に沿って斜め下方に流下させる傾斜面と、この傾斜面を流下する流れ方向を、護岸の前壁面から離れる方向に変換させる衝突面とからなる海流変換路を、この護岸の壁面の長手方向に沿って設けた複数の護岸ユニットからなることを特徴とするものである。

20

【 0 0 1 4 】

本発明の請求項 5 に係る海水交換型ケーソンが採用した手段は、請求項 1 または 3 のうちの何れか一つの項に記載の海水交換型ケーソンにおいて、前記護岸が、波力により上昇する海水が衝突する背面と、この衝突した海水を受け入れる受水部と、受水部に受水した海水を排出口から護岸の前壁面に沿う一方向に流下させる排水口と、この排水口から流下する海水を受ける底面と、底面で受けたこの海水の流れ方向を護岸の前壁面から離れる方向に変換させる衝突面とからなる海流変換路を、この護岸の壁面の長手方向に沿って設けた複数の護岸ユニットからなることを特徴とするものである。

30

【 0 0 1 5 】

本発明の請求項 6 に係る海水交換型ケーソンが採用した手段は、請求項 2 または 3 のうちの何れか一つの項に記載の海水交換型ケーソンにおいて、前記防波堤が、外海側の海水を、斜め下方向きであって、かつこの防波堤の内海側の壁面に沿う方向の流速成分を有する方向に向かって、内海側に流入させる海水導入路を設けた複数の防波堤ユニットからなることを特徴とするものである。

【 0 0 1 6 】

本発明の請求項 7 に係る海水交換型ケーソンが採用した手段は、請求項 2 または 3 のうちの何れか一つの項に記載の海水交換型ケーソンにおいて、前記防波堤が、外海側から上部に打ち上げられた海水を、この防波堤の長手方向に沿って斜め下方に流下させる上部傾斜面と、この上部傾斜面を流下する海水の流れ方向を、防波堤から離れる内海側方向に変換させる衝突面とからなる海水導入路とを、この防波堤の上面の長手方向に沿って設けた複数の防波堤ユニットからなることを特徴とするものである。

40

【 0 0 1 7 】

本発明の請求項 8 に係る海水交換型ケーソンが採用した手段は、請求項 7 項に記載の海水交換型ケーソンにおいて、前記防波堤が、外海側の海水を、斜め下方向きであって、かつこの防波堤の内海側の壁面に沿う方向の流速成分を有する方向に向かって、内海側に流入させる海水導入路を設けた、複数の防波堤ユニットからなることを特徴とするものである。

50

## 【発明の効果】

## 【0018】

本発明の請求項1に係る海水交換型ケーソンによれば、衝突する波力により海岸が浸食されるのを保護する護岸と、この護岸から沖合方向に延設され、到来する波を受けて緩和させる防波堤とから形成されてなる海水交換型ケーソンにおいて、前記護岸が、衝突する波力により上昇する海水を、この護岸の前壁面と平行方向の流速成分と、この護岸の前壁面から離れる方向の流速成分とを有する海流に変換する海流変換路を備えた複数の護岸ユニットからなる構成とすることにより、前記護岸近傍の海域に上下方向のみならず内海側と外海側とを行き交う潮流をも発生せしめて、いわば二次元的な海水交換することが可能となるため、当該港湾海域内の護岸近傍の水質を効果的に浄化改善し得る。

10

## 【0019】

また、本発明の請求項2に係る海水交換型ケーソンによれば、衝突する波力により海岸が浸食されるのを保護する護岸と、この護岸から沖合方向に延設され、到来する波を受けて緩和させる防波堤とから形成されてなる海水交換型ケーソンにおいて、前記防波堤が、外海側から内海側へ流入する海水を、この防波堤の内海側の壁面と平行方向の流速成分と、この防波堤の内海側の壁面から離れる方向の流速成分とを有する海流に変換する海水導入路を備えた複数の防波堤ユニットからなる構成とすることにより、前記防波堤近傍の海域に上下方向のみならず内海側と外海側とを行き交う潮流をも発生せしめて、いわば二次元的な海水交換することが可能となるため、当該港湾海域内の防波堤近傍の水質を効果的に浄化改善し得る。

20

## 【0020】

更に、本発明の請求項3に係る海水交換型ケーソンによれば、衝突する波力により海岸が浸食されるのを保護する護岸と、この護岸から沖合方向に延設され、到来する波を受けて緩和させる防波堤とから形成されてなる海水交換型ケーソンにおいて、前記護岸が、衝突する波力により上昇する海水を、この護岸の前壁面と平行方向の流速成分と、この護岸の前壁面から離れる方向の流速成分とを有する海流に変換する海流変換路を備えた複数の護岸ユニットからなり、かつ前記防波堤は、外海側から内海側へ流入する海水を、この防波堤の内海側の壁面と平行方向の流速成分と、この防波堤の内海側の壁面から離れる方向の流速成分とを有する海流に変換する海水導入路を備えた複数の防波堤ユニットからなる構成とすることにより、港湾海域全域に上下方向のみならず前記内海側から外海側に向かう潮流をも発生せしめて、いわば二次元的な海水交換することが可能となるため、当該港湾全域内の水質を効果的に浄化改善し得る。

30

## 【0021】

更にまた、本発明の請求項4および5に係る海水交換型ケーソンによれば、請求項1または3のうちの何れか一つの項に記載の海水交換型ケーソンにおいて、前記護岸が、衝突する波力により上昇する海水を、この護岸の前壁面と平行方向の流速成分と、この護岸の前壁面から離れる方向の流速成分とを有する海流に変換する具体的な海流変換路を備えた複数の護岸ユニットからなるため、前記護岸の長手方向に沿った二次元的な潮流をも実質的に発生せしめることができる。

## 【0022】

あるいは、本発明の請求項6および7に係る海水交換型ケーソンによれば、請求項2または3のうちの何れか一つの項に記載の海水交換型ケーソンにおいて、前記防波堤が、外海側から内海側へ流入する海水を、この防波堤の内海側の壁面と平行方向の流速成分と、この防波堤の内海側の壁面から離れる方向の流速成分とを有する海流に変換する具体的な海水導入路を備えた複数の防波堤ユニットからなるため、前記防波堤の長手方向に沿って内海側から外海側に向かう二次元的な潮流をも実質的に発生せしめることができる。

40

## 【0023】

更に、本発明の請求項8に係る海水交換型ケーソンによれば、前記防波堤が、二種類の海水導入路を備えた複数の防波堤ユニットからなる構成とすることにより、前記防波堤の長手方向に沿って内海側から外海側に向かう二次元的な潮流を、より確実に発生せしめ得

50

る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明に係る海水交換型ケーソンを、その実施の形態を挙げて図1から図19を参照しながら説明する。本発明におけるケーソンとは、護岸ユニットと防波堤ユニットとにより構築される護岸や防波堤を総称して言うものである。

図1は、本発明の海水交換型ケーソンを、港湾の護岸および防波堤に適用した実施の形態として概念的に示す平面図である。図1に示す符号Cは、港湾を構成する海水交換型ケーソンで、この海水交換型ケーソンCは、陸地Gの海岸に複数の護岸ユニット1により構築された護岸Aと、この護岸Aの両端から沖合方向に延設され、複数の防波堤ユニット2

10

【0025】

即ち、図1において、本発明の実施の形態1に係る海水交換型ケーソンCを形成する護岸Aは、衝突する波力により上昇する海水を、この護岸Aの前壁面3と平行方向の流速成分4と、この護岸Aの前壁面3から離れる方向の流速成分5とを有する海流6に変換する、後述の海流変換路を備えた複数の護岸ユニット1からなり、かつ、海水交換型ケーソンCを形成する防波堤Bは、外海側 $S_1$ から内海側 $S_2$ へ流入する海水を、この防波堤Bの内海側の壁面7と平行方向の流速成分8と、この防波堤の内海側の壁面7から離れる方向の流速成分9とを有する海流10に変換する、後述の海水導入路を備えた複数の防波堤ユニット2からなる。

20

【0026】

上記のような構成をなすことによって、護岸Aの前壁面3と平行方向の流速成分4の集合体と、前記防波堤Bの内海側の壁面7と平行方向の流速成分8の集合体とにより、図1に示す如く、各々護岸Aに沿った潮流11と防波堤Bに沿った潮流12を内海側 $S_2$ に発生させ、上下方向のみならず港湾奥側から外海側 $S_1$ に向かう潮流を作り出し、水平方向の海水交換を促進して効果的な水質浄化を行うのである。

【0027】

次に、図2は、本発明の実施の形態1に係る海水交換型ケーソンCを、港湾の護岸および防波堤に適用した他の例として概念的に示す平面図である。即ち、護岸Aを形成する一部の護岸ユニット1の海流変換路、および防波堤Bを形成する一部の防波堤ユニット2の海水導入路の方向が図1の場合と異なっている。その他については、図1と全く同構成であるから、以下その作用についての説明に止めるものとする。

30

【0028】

即ち、衝突する波力により上昇する海水を、その前壁面3と平行方向の流速成分4とその前壁面3から離れる方向の流速成分5とを有する海流6に変換する海流変換路を備えた護岸ユニット1を、前記平行方向の流速成分4を港湾奥側に向かう方向に構成して護岸Aを形成することによって、前記防波堤Bの内海側の壁面7と平行方向の流速成分8の集合体とにより、各々護岸Aに沿った潮流11と防波堤Bに沿った潮流12を内海側 $S_2$ に発生させ、上下方向のみならず港湾内を反時計回りに内海側 $S_2$ から外海側 $S_1$ に向かう潮流11および12を作り出し、水平方向の海水交換を促進して効果的な水質浄化を行うのである。

40

【0029】

図1および図2においては、本発明の実施の形態1に係る海水交換型ケーソンCは、本発明に係る海水交換型の護岸Aと本発明に係る海水交換型の防波堤Bとで形成される場合で説明したが、本発明に係る海水交換型ケーソンCは、前記護岸Aもしくは防波堤Bの何れか一方が、従来の護岸もしくは防波堤である組み合わせることもできる。

【0030】

例えば、図示はしないが、前記海水交換型ケーソンCが、本発明に係る複数の護岸ユニット1からなる護岸Aと従来の防波堤ユニットからなる防波堤Bで形成されている場合は、護岸Aの前壁面3と平行方向の流速成分4の集合体により、護岸Aに沿った潮流11を

50

内海側  $S_2$  に発生させ、護岸 A 近傍の内海域で上下方向のみならず外海側  $S_1$  に向かう潮流を作り出すことにより、水平方向の海水交換も可能となる。

【 0 0 3 1 】

逆に、前記海水交換型ケーソン C が、従来の複数の護岸ユニットからなる護岸 A と本発明に係る複数の防波堤ユニット 2 からなる防波堤 B で形成されている場合は、防波堤 B の前壁面 7 と平行方向の流速成分 8 の集合体により、防波堤 B に沿った潮流 1 2 を内海側  $S_2$  に発生させ、防波堤近傍の内海域で上下方向のみならず外海側  $S_1$  に向かう潮流を作り出すことにより、水平方向の海水交換も可能となる。

【 0 0 3 2 】

即ち、従来の護岸と防波堤とを組み合わせた海水交換型ケーソンでは、表層域の海水を底層域に上下方向のみに移送する、いわば一次元的な海水交換技術であるため、港湾海域内の海水交換を効果的に促進し得なかったが、上記の如く護岸もしくは防波堤の何れかを、本発明に係る海水交換型ケーソンの形態のものとして組み合わせることにより、少なくとも護岸もしくは防波堤の何れか一方の近傍の内海域が、水平方向の海水交換により効果的に水質浄化されるのである。

【 0 0 3 3 】

次に、図 3 乃至図 6 を参照しながら、本発明の実施の形態 1 に係る海水交換型ケーソン C の構造を説明する。先ず、実施の形態 1 に係る海水交換型ケーソン C の前記護岸 A を形成する護岸ユニット 1 を、前壁面 3 側から見た斜視図である図 3 に示す。前記護岸ユニット 1 は、護岸 A に到来して波力により上昇する海水が衝突する背面 2 0 と、この前壁面 3 に沿って斜め下方に流下させる傾斜面 2 1 と、この傾斜面 2 1 を流下する流れ方向を、護岸 A の前壁面 3 から離れる方向に変換させる衝突面 2 2 とからなる海流変換路 2 3 を、この護岸 A の壁面の長手方向に沿って設けることにより、前述したようにこの護岸 A の前壁面 3 と平行方向の流速成分と、この護岸 A の前壁面 3 から離れる方向の流速成分とを有する海流 6 に変換する作用をなすものである。

【 0 0 3 4 】

その結果として、前記海流 6 の護岸 A の前壁面 3 と平行方向の流速成分により、護岸 A に沿った潮流 1 1 が内海側  $S_2$  に発生する。前記護岸ユニット 1 の傾斜面 2 1 が水平面となす角度は  $10 \sim 30$  度、また海水潮位との位置関係は、傾斜面 2 1 と衝突面 2 2 との交点 P が平均潮位程度の高さとするのが、本発明の目的とする海水交換の効率上好ましい。

【 0 0 3 5 】

次に、前記防波堤 B を形成する本発明の実施の形態 1 に係る海水交換型ケーソン C の防波堤ユニット 2 を、図 4 から図 6 に示す。図 4 は当該防波堤 B の一部を外海側  $S_1$  から見た正面図、図 5 は図 4 を上方向から見た平面図、図 6 は図 4 を右方向から見た側面図である。前記防波堤 B をなす防波堤ユニット 2 は、到来する波の水圧により外海側  $S_1$  の海水  $W_1$  を、斜め下方向きであって、かつこの防波堤 B の内海側  $S_2$  の壁面 7 に沿う方向の流速成分を有する方向に向かって、内海側  $S_2$  に海流 2 5 として流入させる海水導入路 2 6 を設けている。その結果として、前記海流 2 5 の防波堤 B の内海側  $S_2$  の壁面 7 と平行方向の流速成分の集合体により、防波堤 B に沿った潮流 1 2 を発生させる。

【 0 0 3 6 】

図 4 および図 6 中の符号 L は海水面を示し、海水導入路 2 6 の外海側  $S_1$  入口高さを干潮時の海水面 L と同程度となるよう、前記防波堤 B の高さを海底の基礎で調整するのが良い。また、海水導入路 2 6 の直径は  $500 \sim 1,000$  mm、図 5 において海水導入路 2 6 が防波堤 B の内海側  $S_2$  の壁面 7 となす角度は  $50 \sim 70$  度、図 6 において当該海水導入路 2 6 が水平面となす角度は  $10 \sim 30$  度とするのが、前記潮流 1 2 を発生させて外海側  $S_1$  と内海側  $S_2$  との海水を交換させる上で好ましい。

【 0 0 3 7 】

図 7 は、護岸 A を形成する実施の形態 1 に係る海水交換型ケーソン C の護岸ユニット 1 の斜視図 2 における X - X 断面を示す平面図、図 8, 9 は、以下に説明する他の実施の形

10

20

30

40

50

態を示す同一断面部の平面図である。前記実施の形態 1 においては、図 7 の平面図に示す如く、当該ユニット 1 の傾斜面 2 1 を流下する海水の流れ方向を、前壁面 3 から離れる方向の海流 6 に変換させる衝突面 2 2 は、平面図 6 上背面 2 0 に垂直な構成として示したが、図 8 の平面図に示したように衝突面 2 2 と背面 2 0 とのなす角度は、90度を越え、好ましくは図 7 の場合も含み 90 ~ 135 度とするのが良い。角度が 90 度未満であると、潮流 6 の平行方向成分が逆方向に向かい、135 度を越えると傾斜面 2 1 が長くなり過ぎて潮流 6 が失速してしまう。また、図 9 の平面図に示すように、衝突面 2 2 をある曲率 R を有する円弧状に形成することもできる。

【0038】

次に、図 10 乃至図 13 を用いて、以下本発明の実施の形態 2 について説明する。図 10 は、図 1 で示した護岸 A を形成する本発明の実施の形態 2 に係る海水交換型ケーソン C の護岸ユニットを示した斜視図である。符号 1 は、前記護岸 A を形成する護岸ユニットを示し、波力により上昇する海水が衝突する背面 2 0 と、この衝突した海水を受け入れる受水部 3 0 と、受水部 3 0 に受水した海水を排出口から護岸の前壁面 3 に沿う一方向に流下させる排水口 3 1 と、この排水口 3 1 から流下する海水を受ける底面 3 3 と、底面 3 3 で受けたこの海水の流れ方向を護岸 A の前壁面 3 から離れる方向に変換させる衝突面 2 2 とからなる海流変換路 3 2 を、この護岸 A の壁面の長手方向に沿って設けることにより、この護岸 A の前壁面 3 と平行方向の流速成分と、この護岸 A の前壁面 3 から離れる方向の流速成分とを有する海流 6 に変換する作用をなすものである。

【0039】

更に、図 1 で示した防波堤 B を形成する本発明の実施の形態 2 に係る海水交換型ケーソン C の防波堤ユニットについて、図 11 乃至図 13 を用いて以下に説明する。図 11 は防波堤ユニット 2 を外海側  $S_1$  から見た正面図、図 12 は図 11 を上方向から見た平面図、図 13 は図 11 の防波堤 B を右方向から見た側面図を示す。前記防波堤 B は、外海側から上部に打ち上げられた海水を、この防波堤 B の長手方向に沿って斜め下方に流下させる上部傾斜面 4 0 と、この上部傾斜面 4 0 を流下する海水の流れ方向を、防波堤 B から離れる内海側  $S_2$  方向に変換させる衝突面 4 1 とからなる海水導入路 4 2 とを、この防波堤 B の上面の長手方向に沿って設けることにより、この防波堤 B の前壁面 7 と平行方向の流速成分と、前記防波堤 B の内海側  $S_2$  の壁面 7 から離れる方向の流速成分とを有する海流 6 に変換する作用をなすものである。海流 6 の前記防波堤 B の内海側  $S_2$  の壁面 7 と平行方向の流速成分により、防波堤 B に沿った潮流 1 2 を内海側  $S_2$  に発生させて、外海側  $S_1$  との海水交換を効率化ならしめる。

【0040】

図 11 において、防波堤ユニット 2 の上部傾斜面 4 0 が水平面となす角度は 10 ~ 30 度、また海水潮位との位置関係は、傾斜面 4 0 と衝突面 4 1 との交点 Q が平均潮位程度の高さとするのが、本発明の目的とする海水交換の効率上好ましい。また、図には示さないが、前記衝突面 4 1 が防波堤 B の内海側  $S_2$  の壁面 7 となす平面図上の角度は直角である必要はなく、90 度未満に傾斜させて、潮流 6 の壁面 7 との平行方向の流速成分が大きくなるように構成することもできる。

【0041】

図 14 は、護岸 A をなす前記実施の形態 2 に係る海水交換型ケーソン C の護岸ユニット 1 の斜視図 10 における Y - Y 断面を示す平面図、図 15、16 は、以下に説明する他の実施の形態を示す同一断面部の平面図である。前記実施の形態 2 においては、図 14 に示す如く、受水部 3 0 に受水した海水を前壁面 3 から離れる方向の海流 6 に変換させる衝突面 2 2 は、背面 2 0 に垂直な構成として示したが、図 15 の平面図に示したように衝突面 2 2 と背面 2 0 とのなす角度を 90 度を越える角度としても良く、図 8 を用いて説明した場合と同様の理由から、90 ~ 135 度とするのが好ましい。また、図 16 の平面図に示すように、衝突面 2 2 をある曲率 R を有する円弧状に形成することもできる。

【0042】

更に、防波堤 B をなす他の実施の形態に係る海水交換型ケーソン C の防波堤ユニット 2

10

20

30

40

50

を、防波堤 B の一部を外海側  $S_1$  から見た正面図の図 17、図 17 を上方より見た平面図の図 18、図 17 の右方向から見た側面図の図 19 に示す。本実施の形態に示す如く、外海側  $S_1$  から当該ユニット 2 の上部に打ち上げられた海水を、この防波堤 B の長手方向に沿って斜め下方に流下させる上部傾斜面 40 と、この上部傾斜面 40 を流下する海水の流れ方向を、防波堤 B から離れる内海側  $S_2$  方向に変換させる衝突面 41 とからなる海水導入路 42 を、この防波堤 B の上面の長手方向に沿って設けるとともに、外海側  $S_1$  の海水  $W_1$  を、斜め下方向きであって、かつこの防波堤 B の内海側  $S_2$  の壁面 7 に沿う方向の流速成分を有する方向に向かって、内海側  $S_2$  に海流 25 を流入させる海水導入路 26 を設けることもできる。

【0043】

このように、異なる種類の海水導入路 26 および 42 を、前記防波堤 B の長手方向に沿って各々設けることにより、防波堤 B の内海側  $S_2$  の壁面 7 と平行方向の流速成分の集合体が、防波堤 B に沿った潮流 12 を内海側  $S_2$  に発生させて、外海側  $S_1$  との海水交換をより効果的に可能ならしめる。

【0044】

以上、本発明に係る海水交換型ケーソンの実施の形態について、陸地 G の海岸に複数の護岸ユニット 1 により構築された護岸 A と、この護岸 A の両端から沖合方向に延設され、複数の防波堤ユニット 2 により構築された防波堤 B とから港湾を形成する海水交換型ケーソン C につき、図 1 の概念図に則り説明したが、上記実施の形態 2 において説明した図 11 乃至 13 の防波堤 B を、実施の形態 1 に適用することもできる。また逆に、上記実施の形態 1 において説明した図 4 乃至 6 の防波堤 B を、実施の形態 2 に適用することも可能であり、護岸 A と防波堤 B との組み合わせの形態を特に制限するものではない。

【0045】

以上、本発明の請求項 1 乃至 8 に係る海水交換型ケーソンによれば、衝突する波力により海岸が浸食されるのを保護する護岸と、この護岸から沖合方向に延設され、到来する波を受けて緩和させる防波堤とから形成されてなる海水交換型ケーソンにおいて、前記護岸が海流変換路を備えた複数の護岸ユニットからなる、あるいは前記防波堤が海水導入路を備えた複数の防波堤ユニットからなる構成としたことにより、護岸や防波堤の壁面と平行方向の流速成分の集合体が、前記護岸あるいは防波堤に沿う潮流を内海側に発生させて、外海側との海水交換を効果的に可能ならしめる。

【0046】

更に、衝突する波力により海岸が浸食されるのを保護する護岸と、この護岸から沖合方向に延設され、到来する波を受けて緩和させる防波堤とから形成されてなる海水交換型ケーソンにおいて、前記護岸が海流変換路を備えた複数の護岸ユニットからなり、かつ前記防波堤が海水導入路を備えた複数の防波堤ユニットからなる構成としたことにより、上下方向のみならず前記内海側から外海側に向かう潮流をも発生せしめて、いわば二次元的な海水交換することが可能となるため、当該港湾海域内の水質が効果的に浄化改善し得る。

【実施例】

【0047】

次に、図 20 乃至 22 を用いて、本発明の海水交換型ケーソンを形成する護岸の実施例について説明する。図 20 は、本発明の実施例を示す平面図であって、長さ 5 m、幅 5 m、深さ 0.5 m の平面造波水槽 45 に水深 0.3 m の水を張り、図 3 および図 10 を用いて説明した本発明に係る護岸 A のモデル 46 を、図 20 に示すように水槽 45 の一端に造波板 47 に平行になるよう並べ、造波板 47 により一様な波 48 を発生させ、丸印で示した電磁流速計 S を用いて図中に示した X 方向、即ち、護岸モデル 46 に平行方向の流速を測定してその効果を確認した。

【0048】

使用した護岸モデル 46 の具体的寸法 (mm) は、図 21 の 46 a および図 22 の 46 b に示した通りである。また、比較のため従来の護岸として図 27 を用いて説明した特開 2001-159115 号公報に開示されている護岸についても、上記とほぼ同一外形寸

10

20

30

40

50

法のモデルを作成し同様の実験を行った。発生させた波は、波高 7 cm、周期 1.0 s、波長 1.56 m の規則波である。

【0049】

実験結果を表 1 に示す。表中の数値は、図 20 に示した計測位置での X 方向流速の最大値を示している。従来の遊水室下部に導水管を設けただけの図 27 の護岸モデルでは、X 方向の流れがほとんど生じていないが、本発明の護岸モデル 46a, 46b では 50 cm/s 前後の X 方向の流れが生じていることが分かる。

【0050】

【表 1】

	X 方向流速(cm/s)
本発明の護岸モデル (図 21)	54.7
本発明の護岸モデル (図 22)	48.3
従来の護岸モデル (図 27)	2.2

10

【0051】

次に、図 23 乃至図 25 を用いて、本発明の海水交換型ケーソンを形成する防波堤の実施例につき説明する。図 23 は、本発明の実施例を示す平面図であって、上記と同一の平面造波水槽 45 に水深 0.3 m の水を張り、図 4 ~ 6 および図 11 ~ 13 を用いて説明した本発明に係る防波堤モデル 50 を、図 23 に示すように水槽 45 のほぼ中央部に造波板 47 に平行になるよう並べ、造波板 47 により一様な波 48 を発生させ、丸印で示した電磁流速計 S を用いて図中に示した X 方向、即ち防波堤モデル 50 に平行方向の流速を測定してその効果を確認した。

20

【0052】

使用した防波堤モデル 50 の具体的寸法 (mm) は、図 24 の 50a および図 25 の 50b に示す通りである。図 24 の海水導入路 51 は、直径 50 mm の貫通孔を、 $\theta = 60$  度、 $\phi = 20$  度となるよう各ユニットに 3 個開孔した。また、図 25 の上部傾斜面が水平面となす角度  $\alpha$  は 20 度として形成した。比較のため、従来の防波堤として図 28 を用いて説明した特開平 9 - 41341 号公報に開示されている防波堤についても、上記とほぼ同一外形寸法のモデルを作成し同様の実験を行った。発生させた波は、上記と同一の波高 7 cm、周期 1.0 s、波長 1.56 m の規則波である。

30

【0053】

実験結果を表 2 に示す。表中の数値は、図 23 に示した計測位置での X 方向流速の最大値を示している。従来の遊水室内に傾斜壁を設けた防波堤モデルでは X 方向の流れがほとんど生じていないが、本発明の防波堤モデル 50a, 50b では約 60 cm/s もの流れが生じていることが分かる。

【0054】

【表 2】

	X 方向流速(cm/s)
本発明の防波堤モデル (図 24)	58.3
本発明の防波堤モデル (図 25)	62.5
従来の防波堤モデル (図 28)	1.8

40

【0055】

以上の結果から、護岸と防波堤とで形成されて港湾、漁港等を構成する本発明に係る海水交換型ケーソンによれば、港湾海域の上下方向のみならず護岸および防波堤の長手方向に沿って、内海側から外海側に向かう潮流をも発生せしめて、いわば二次元的な海水交換

50

することが可能となるため、当該港湾海域内の水質を効果的に浄化改善し得る。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 6 】

【図 1】護岸と防波堤とで形成されて港湾を構成する本発明に係る海水交換型ケーソンの実施の形態として概念的に示す平面図である。

【図 2】護岸と防波堤とで形成されて港湾を構成する本発明に係る海水交換型ケーソンの他の実施の形態として概念的に示す平面図である。

【図 3】本発明の実施の形態 1 に係る海水交換型ケーソンの護岸を形成する護岸ユニットの斜視図である。

【図 4】本発明の実施の形態 1 に係る海水交換型ケーソンの防波堤を形成する防波堤ユニットの正面図である。

10

【図 5】本発明の実施の形態 1 に係る海水交換型ケーソンの防波堤を形成する防波堤ユニットの平面図である。

【図 6】本発明の実施の形態 1 に係る海水交換型ケーソンの防波堤を形成する防波堤ユニットの側面図である。

【図 7】図 3 の X - X 断面を示す平面図である。

【図 8】本発明の他の実施の形態に係る海水交換型ケーソンの護岸を形成する護岸ユニットを示す、図 3 の X - X 断面部に該当する平面図である。

【図 9】本発明の他の実施の形態に係る海水交換型ケーソンの護岸を形成する護岸ユニットを示す、図 3 の X - X 断面部に該当する平面図である。

20

【図 10】本発明の実施の形態 2 に係る海水交換型ケーソンの護岸を形成する護岸ユニットの斜視図である。

【図 11】本発明の実施の形態 2 に係る海水交換型ケーソンの防波堤を形成する防波堤ユニットの正面図である。

【図 12】本発明の実施の形態 2 に係る海水交換型ケーソンの防波堤を形成する防波堤ユニットの平面図である。

【図 13】本発明の実施の形態 2 に係る海水交換型ケーソンの防波堤を形成する防波堤ユニットの側面図である。

【図 14】図 10 の Y - Y 断面を示す平面図である。

【図 15】本発明の他の実施の形態に係る海水交換型ケーソンの護岸を形成する護岸ユニットを示す、図 10 の Y - Y 断面部に該当する平面図である。

30

【図 16】本発明の他の実施の形態に係る海水交換型ケーソンの護岸を形成する護岸ユニットを示す、図 10 の Y - Y 断面部に該当する平面図である。

【図 17】本発明の他の実施の形態に係る海水交換型ケーソンの防波堤を形成する防波堤ユニットの正面図である。

【図 18】本発明の他の実施の形態に係る海水交換型ケーソンの防波堤を形成する防波堤ユニットの平面図である。

【図 19】本発明の他の実施の形態に係る海水交換型ケーソンの防波堤を形成する防波堤ユニットの側面図である。

【図 20】本発明の海水交換型ケーソンに係る護岸の実施例を示す平面図である。

40

【図 21】本発明の海水交換型ケーソンに係る護岸の実施例において使用した護岸モデルの寸法を示す斜視図である。

【図 22】本発明の海水交換型ケーソンに係る護岸の実施例において使用した他の護岸モデルの寸法を示す斜視図である。

【図 23】本発明の海水交換型ケーソンに係る防波堤の実施例を示す平面図である。

【図 24】本発明の海水交換型ケーソンに係る防波堤の実施例において使用した防波堤モデルの寸法を示す斜視図である。

【図 25】本発明の海水交換型ケーソンに係る防波堤の実施例において使用した他の防波堤モデルの寸法を示す斜視図である。

【図 26】海水の密度成層の形成を概念的に示す断面図である。

50

【図 2 7】従来の海水浄化型護岸・岸壁を示す断面図である。

【図 2 8】従来の海水交換機能を有する防波堤を示す、一部を断面図で表した斜視図である。

【符号の説明】

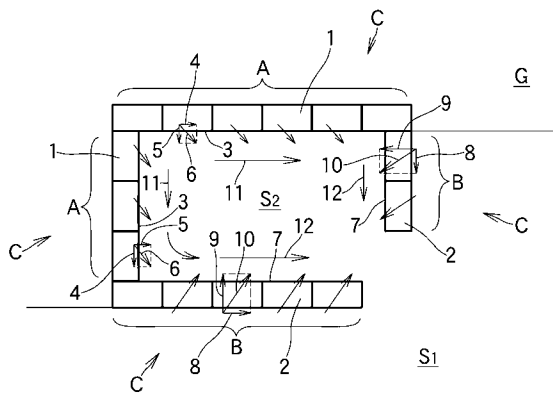
【 0 0 5 7 】

- A ... 護岸,      B ... 防波堤,      C ... 海水交換型ケーソン,      G ... 陸地,
- L ... 海水面,      S ... 電磁流速計,      S<sub>1</sub>... 外海側,      S<sub>2</sub>... 内海側,
- W<sub>1</sub>... 外海側 S<sub>1</sub>の海水,      W<sub>2</sub>... 内海側 S<sub>2</sub>の海水,
- 1 ... 護岸ユニット,      2 ... 防波堤ユニット,      3 ... 護岸 A の前壁面,
- 4 ... 海流 6 の前壁面 3 と平行方向の流速成分,      5 ... 海流 6 の前壁面 3 から離れる方向の流速成分,      6, 10 ... 海流,      7 ... 防波堤 B の内海側 S<sub>2</sub>の壁面,
- 8 ... 海流 10 の壁面 7 と平行方向の流速成分,      9 ... 海流 10 の壁面 7 から離れる方向の流速成分,
- 11 ... 護岸 A に沿った潮流,      12 ... 防波堤 B に沿った潮流,
- 20 ... 背面,      21 ... 傾斜面,      22, 41 ... 衝突面,      23, 32 ... 海流変換路,
- 25 ... 海流,      26, 42 ... 海水導入路,
- 30 ... 受水部,      31 ... 排水口,      33 ... 底面,      40 ... 上部傾斜面,
- 45 ... 平面造波水槽,      46, 46 a, 46 b ... 護岸モデル,      47 ... 造波板,
- 48 ... 発生波,      49 ... 消波材,      50, 50 a, 50 b ... 防波堤モデル

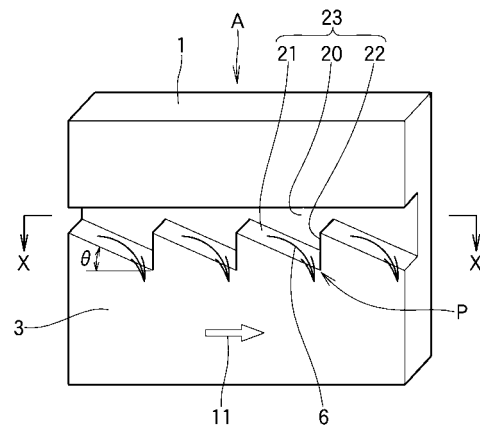
10

20

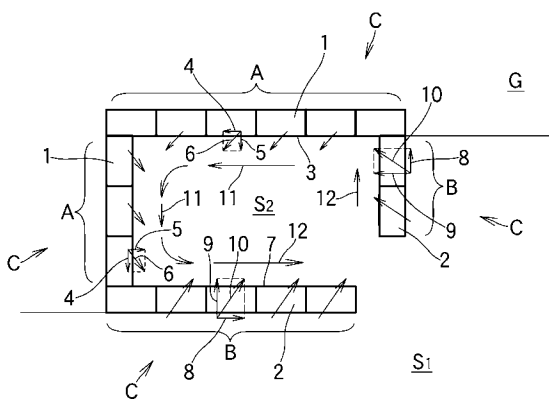
【図 1】



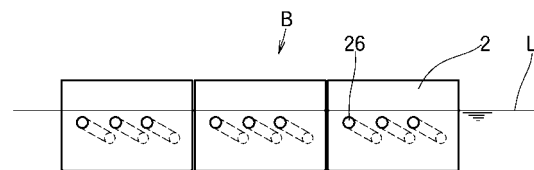
【図 3】



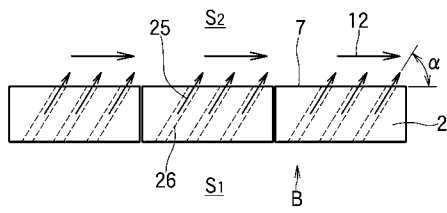
【図 2】



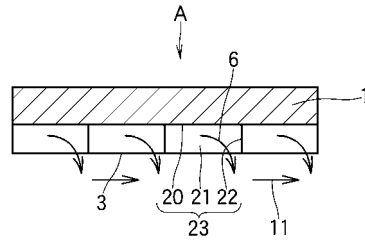
【図 4】



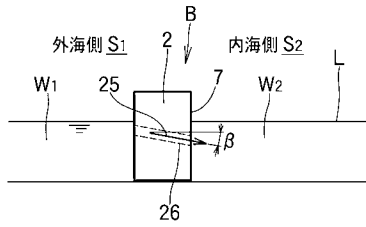
【図5】



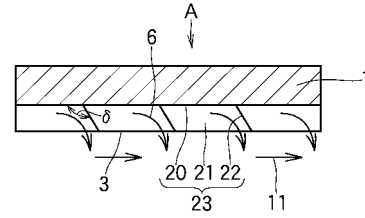
【図7】



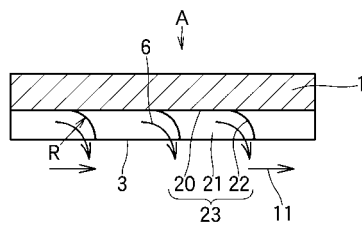
【図6】



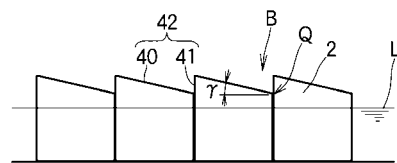
【図8】



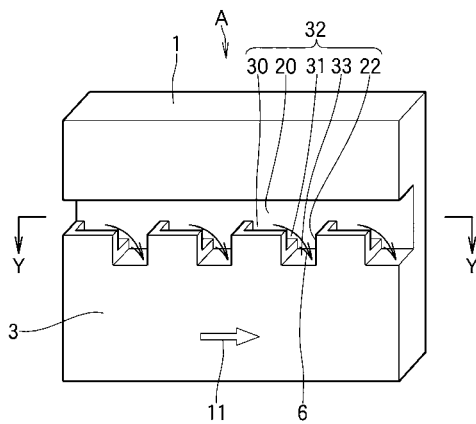
【図9】



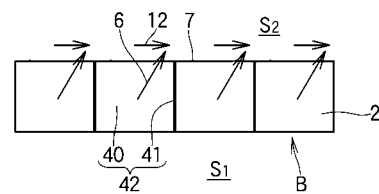
【図11】



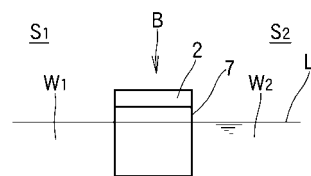
【図10】



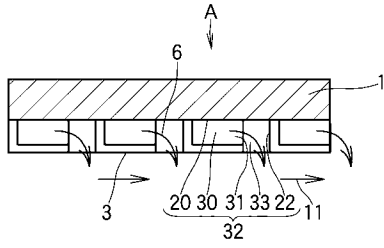
【図12】



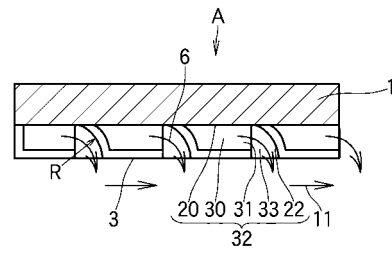
【図13】



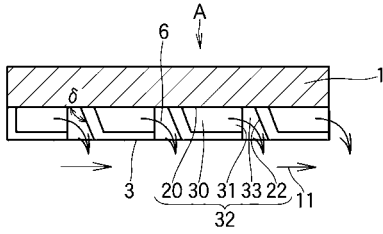
【 図 1 4 】



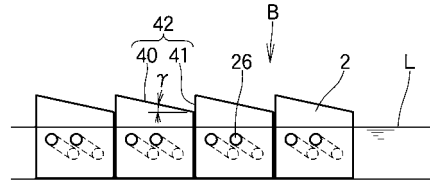
【 図 1 6 】



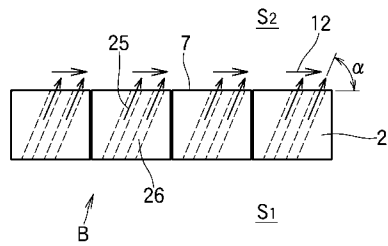
【 図 1 5 】



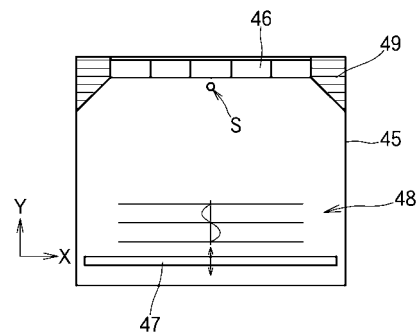
【 図 1 7 】



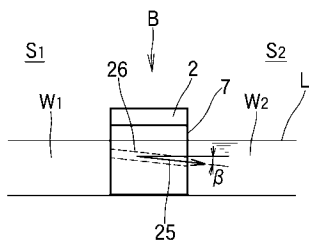
【 図 1 8 】



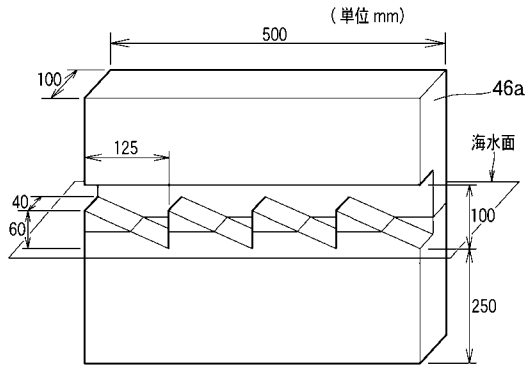
【 図 2 0 】



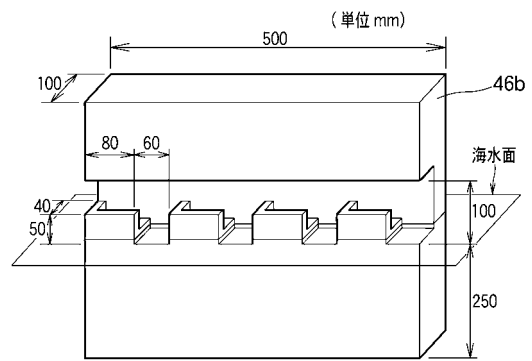
【 図 1 9 】



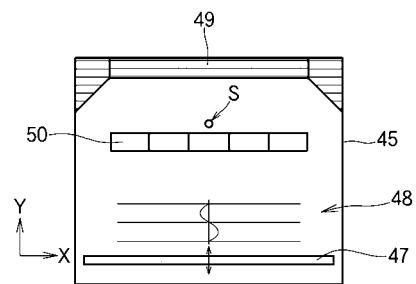
【図 2 1】



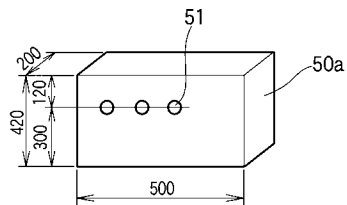
【図 2 2】



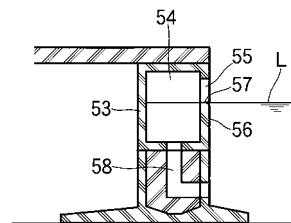
【図 2 3】



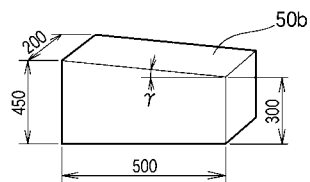
【図 2 4】



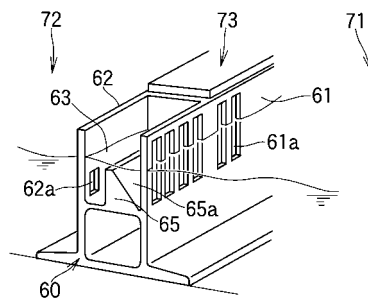
【図 2 7】



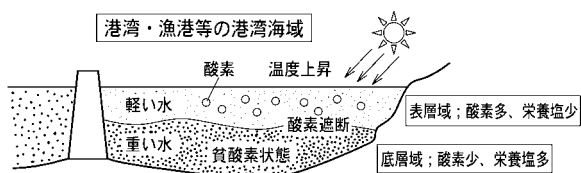
【図 2 5】



【図 2 8】



【図 2 6】



---

フロントページの続き

審査官 小山 清二

- (56)参考文献 特開平10 - 183566 (JP, A)  
特開2000 - 080623 (JP, A)  
特開2003 - 184047 (JP, A)  
特開平04 - 068106 (JP, A)  
特開平08 - 074222 (JP, A)  
特開2002 - 061151 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
E02B 3/06