(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3989314号
(P3989314)
(45)発行日　平成19年10月10日(2007.10.10)　(24)登録日　平成19年7月27日(2007.7.27)

(51)Int.Cl.　F I
E01D 15/14 (2006.01)　E01D 15/14

請求項の数 3　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願2002-198440(P2002-198440)
(22)出願日　平成14年7月8日(2002.7.8)
(65)公開番号　特開2004-36341(P2004-36341A)
(43)公開日　平成16年2月5日(2004.2.5)
審査請求日　平成17年6月14日(2005.6.14)

(73)特許権者　594141727
関西国際空港株式会社
大阪府泉佐野市泉州空港北１番地
(73)特許権者　595138052
財団法人沿岸技術研究センター
東京都千代田区隼町３番１６号　住友半蔵門ビル
(74)代理人　100070091
弁理士　久門　知
(74)代理人　100087491
弁理士　久門　享
(72)発明者　坂　克人
大阪府泉佐野市泉州空港北１番地　関西国際空港株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】浮体式橋梁の係留システム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
橋面を構成する複数の上部構造と、該上部構造同士を支持する１以上の浮力体、及びこれらを係留する係留装置から成る浮体式橋梁において、前記浮力体を、該浮力体に設置した定反力型防舷材と、該定反力型防舷材に直列に接続させた係留索とによって地盤に固定し、且つ、前記上部構造同士を、少なくとも鉛直軸回りの回転自由度を有する枢支手段により枢支すると共に、該枢支手段の両側に所定の間隔を隔てて前記上部構造の鉛直軸回りの回転エネルギーを蓄えて前記上部構造を初期位置に復帰させる弾性拘束手段を設置することを特徴とする浮体式橋梁の係留システム。
【請求項２】
橋梁両端の上部構造を、少なくとも鉛直軸回りの回転自由度を有する枢支装置によって橋台上に枢支することを特徴とする請求項１記載の浮体式橋梁の係留システム。
【請求項３】
枢支装置が、鉛直軸回りの回転自由度のほか、上部構造の橋軸方向への移動を許容する移動自由度を備えていることを特徴とする請求項２記載の浮体式橋梁の係留システム。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
この発明は、沿岸部、河川、或いは湖などに架橋される橋梁において、橋梁の中間に位置する橋脚部の基礎を浮力体とした浮体式橋梁の係留システムに関するものである。

【０００２】
【従来の技術】
浮体式橋梁は、車輌や人を通行させるための橋面を支える上部構造と、この上部構造を支持する浮力体、及びこれらを係留する係留装置から構成され、橋梁中間の地盤や水深などの影響を受けないこと、橋梁両端の地盤反力を低減できること、或いは橋梁両端の地盤沈下などに柔軟に対応できることなどの多くの利点がある。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、浮体式橋梁は、橋梁中間の橋脚部の基礎に浮力体を用いているために、潮位の変動、或いは風や波の影響などによって動揺するという欠点がある。
【０００４】
また、道路橋として使用する場合には、道路としての使用性が求められ、供用時（通常、風速２０ｍ／ｓｅｃ程度以下）には、橋梁の変位を許容値以内に収める必要がある。
【０００５】
この発明は、上記の欠点などを解決するためになされたものであり、その目的とするところは、道路橋として供用する場合には、橋梁の変位を許容値以内に収める一方、暴風時や大地震時には、橋梁の変位を許して橋梁に作用する外力の発散を計る浮体式橋梁の係留システムを提供することにある。
【０００６】
【課題を解決するための手段】
上記の課題を解決するため、この発明は、次のように構成されている。
【０００７】
（１）　橋面を構成する複数の上部構造と、該上部構造同士を支持する１以上の浮力体、及びこれらを係留する係留装置から成る浮体式橋梁において、前記浮力体を、該浮力体に設置した定反力型防舷材と、該定反力型防舷材に直列に接続させた係留索とによって地盤に固定し、且つ、前記上部構造同士を、少なくとも鉛直軸回りの回転自由度を有する枢支手段により枢支すると共に、該枢支手段の両側に所定の間隔を隔てて前記上部構造の鉛直軸回りの回転エネルギーを蓄えて前記上部構造を初期位置に復帰させる弾性拘束手段を設置することを特徴とする浮体式橋梁の係留システム。
【０００８】
（２）　橋梁両端の上部構造を、少なくとも鉛直軸回りの回転自由度を有する枢支装置によって橋台上に枢支することを特徴とする（１）記載の浮体式橋梁の係留システム。
【０００９】
（３）　枢支装置が、鉛直軸回りの回転自由度のほか、上部構造の橋軸方向への移動を許容する移動自由度を備えていることを特徴とする（２）記載の浮体式橋梁の係留システム。
【００１０】
【発明の実施の形態】
以下、この発明の実施の形態を図面を用いて説明する。なお、この実施形態では、単純桁３連の上部構造と、２函の浮力体から構成される浮体式道路橋を例に説明する。
【００１１】
図１及び図２において、１は、浮体式道路橋であり、浮体式道路橋１は、３連の単純桁２ａ，２ｂ，２ｃから成る上部構造２と、２函の浮力体３とから構成され、浮力体３は、後で説明する定反力型の防舷材に直列に接続されたケーブルやチェーンなどの係留索４によって地盤５に固定されている。図中、６は、アンカーブロックを示している。
【００１２】
上部構造２の中央に位置する中央桁２ａは、２函の浮力体３，３間に固定され、中央桁２ａの両側に設置された緩衝桁２ｂ，２ｃは、その一端が中央桁２ａ上に支持され、他端が橋台７上に支持されている。
【００１３】

図３に示すように、中央桁２ａと緩衝桁２ｂ，２ｃ間には、第３及び第４の２種類の支持装置８，９が設置されている。第４の支持装置９は、第３の支持装置８の両側に等しい間隔を隔てて設置されている。

【００１４】

中央桁２ａの桁中央に設置された第３の支持装置（タイプ３）８は、図５（ａ）及び（ｂ）に示すように、雄部８ａと雌部８ｂとが自在継手８ｃを介して結合され、雌部８ｂによって雄部８ａの橋軸（Ｘ軸）方向、及び橋軸に直交する軸（Ｙ軸）方向（以下、橋直方向という）の変位、並びに鉛直軸（Ｚ軸）方向の負反力が拘束される一方、雄部８ａの橋軸（Ｘ軸）、橋直（Ｙ軸）、鉛直軸（Ｚ軸）回りの回転、及び鉛直軸（Ｚ軸）方向の正反力が許容されるようになっている（「表１」参照）。また、雌部８ｂは、中央桁２ａの桁中央上面に固定され、雄部８ａは、緩衝桁２ｂ，２ｃの桁中央下面に固定される。

【００１５】

【表１】

	橋軸Ｘ	橋直Ｙ	鉛直Ｚ		回転θｘ	回転θｙ	回転θｚ
			正反力	負反力			
Type-1	free	FIX	free	FLX	free	free	free
Type-2	free	free	FIX	free	free	free	free
Type-3	FLX	FIX	free	FIX	free	free	free
Type-4	Elas	Elas	Elas	Elas	free	free	free

【００１６】

第３支持装置の左右両側に設置させた第４の支持装置（タイプ４）９は、図６（ａ）及び（ｂ）に示すように、ゴム板と金属板とを交互に多段に積層して成る公知の弾性拘束体９ａを主体とし、弾性拘束体９ａの下部は、無蓋容器９ｂの底面上に固定され、弾性拘束体９ａの上部には、ヒンジ９ｃが取り付けられている。ヒンジ９ｃのピン９ｄは、橋直（Ｙ軸）方向を指向し、「表１」に記載の機能を備えている。また、無蓋容器９ｂは、中央桁２ａの両サイド上面に固定され、ヒンジ９ｃの自由端は、緩衝桁２ｂ，２ｃの両サイド下面に固定される。

【００１７】

図４に示すように、橋台７と緩衝桁２ｂ，２ｃ間には、第１及び第２の２種類の支持装置１０，１１が設置されている。第２の支持装置１１は、第１の支持装置１０の両側に等しい間隔を隔てて設置されている。

【００１８】

橋台７の中央に設置された第１の支持装置（タイプ１）１０は、図７（ａ）及び（ｂ）に示すように、樋型の雌部１０ａと、雌部１０ａの長手（Ｘ軸）方向に移動可能な雄部１０ｂとから成り、雄部１０ｂは、フランジ付きの軸部１０ｃと、軸部１０ｃに回転自在に取り付けられた車輪１０ｄ、及びフランジ１０ｅの左右両側に固着された断面Ｌ字形の摺動部１０ｆから構成され、摺動部１０ｆは、雌部１０ａの内側に設けられた長手方向の溝１０ｇに沿って摺動するようになっている。また、雌部１０ａの溝側壁面には、雄部の車輪１０ｄが転動するレール１０ｈが設けられている。

【００１９】

第１の支持装置１０は、雌部１０ａによって雄部１０ｂの橋直（Ｙ軸）方向の変位が拘束されると共に、鉛直（Ｚ軸）方向の負反力が拘束されるが、雄部１０ｂの橋軸（Ｘ軸）、橋直（Ｙ軸）及び鉛直軸（Ｚ軸）回りの回転、及び鉛直（Ｚ軸）方向の正反力が許容されるようになっている（「表１」参照）。また、雌部１０ａは、橋台７の中央上面に固定さ

れ、雄部１０ｂは、緩衝桁２ｂ，２ｃの桁中央下面に固定される。

【００２０】

第１の支持装置１０の左右両側に設置させた第２の支持装置（タイプ２）１１は、図８（ａ）及び（ｂ）に示すように、主に、凹型レール１１ａと、該レール１１ａの長手（Ｘ軸）方向に移動可能な自在継手１１ｂから形成されている。その上、自在継手１１ｂの移動を円滑にするため、自在継手１１ｂの雄部１１ｃの下部に方形のスライド板１１ｄを固定すると共に、凹型レール１１ａの左右両側に細長い抑え板１１ｅが取り付けられている。また、スライド板１１ｄの横幅は、凹型レール１１ａの溝幅より、若干、狭くなっており、橋直（Ｙ軸）方向にも若干移動可能になっている。

【００２１】

この第２の支持装置１１は、鉛直軸（Ｚ軸）方向の正反力が拘束されるが、雄部１１ｃの橋軸（Ｘ軸）及び橋直（Ｙ軸）方向の変位、並びに橋軸（Ｘ軸）、橋直（Ｙ軸）、鉛直軸（Ｚ軸）回りの回転、及び鉛直軸（Ｚ軸）方向の負反力が許容されるようになっている（「表１」参照）。また、自在継手１１ｂの雌部１１ｆは、緩衝桁２ｂ，２ｃの両サイド下面に固定され、凹型レール１１ａは、自在継手１１ｂの雌部１１ｆに対向する橋台７上面に固定される。

【００２２】

図９及び図１０に示すように、定反力型の防舷装置１２は、主に、浮力体３上に斜め下向きに固定された本体１３と、該本体１３にその長手方向に所定の範囲だけ移動可能に取り付けられた角筒型の可動部１４と、可動部１４を支える２基の油圧ジャッキ１５と、可動部１４の先端に取り付けられた定反力型の防舷材１６とから構成され、係留索４は、定反力型の防舷材１６の先端に取り付けた天板１７のブラケット１８に取り付けられている。また、可動部１４の先端中央の上下両側には、それぞれ、ストッパー１９が取り付けられ、更に、可動部１４の先端と天板１７間には、複数の垂れ防止チェーン２０が架橋されている。図中、２１はカバーを示している。

【００２３】

次に、上記係留システムの作用について説明する。

道路橋として供用中（通常、風速２０ｍ／ｓｅｃ程度以下）において、橋軸（Ｘ軸）方向の水平外力に対しては、直列に連結した係留索４及び反力型防舷材１６によって抵抗する。

【００２４】

一方、浮体式道路橋１に橋直（Ｙ軸）方向からの水平力Ｆを受けた場合、図１１に示すように、橋直（Ｙ軸）方向に所定の距離を隔てて設置した２個の第３の支持装置９の弾性拘束体９ａには、浮力体３の橋直（Ｙ軸）方向の水平変位ｅに伴う鉛直軸（Ｚ軸）８回りの回転ρによる反力ρ′が生じ、この偶力反力ρ′により鉛直軸（Ｚ軸）８回りの回転変位が抑えられる。

【００２５】

即ち、上部構造２は、橋直（Ｙ軸）方向に所定の距離を隔てた２個の第３の支持部材９の弾性拘束体９ａの剪断バネによって鉛直軸（Ｚ軸）８回りの回転変位を弾性拘束することになる。

【００２６】

また、暴風時や大地震時には、浮力体３上に設置した定反力型の防舷材１６と、該定反力型の防舷材１６に直列に接続された係留索４、及び中央桁２ａと緩衝桁２ｂ，２ｃとの接続部に設置した弾性拘束体９ａなどが変位して浮体式道路橋１に作用する外力を発散させる。

【００２７】

以上の説明では、単純桁３連の上部構造と、２函の浮力体から構成される浮体式道路橋を例に説明したが、この発明は、複数の単純桁から成る上部構造と、１函以上の浮力体を備えた浮体式構造物に幅広く適用することができる。

【００２８】

また、係留索４は、上記のように、ケーブルやチェーンなどを用いるから、地盤変動による特性変化が少ないこと、復元特性を持つこと、過大な変位を防ぐことなどの長所を有する。また、メンテナンス上は、シムなどを用いてその長さを調整し、特性を管理できる長所を有する。また、全体特性としては、長周期化が計れ、地震力の低減が計れる長所を有する。

【００２９】

また、第４の支持装置９は、偶力による回転弾性バネとして作用するほか、弾性拘束体９ａの剛性の調整により、固有周期の調整、強いては変位制御が可能である。また、橋軸直角方向の軸に対しての回転が自由であるため、上部構造２は、地盤変動の影響による応力が発生しないという長所を有する。

【００３０】

また、定反力型の防舷材１６は、エネルギーを吸収することから免震機能を有する。また、ノックオフ機能、つまり、トリガー機能を有する。また、全体機能として、長周期化が計れ、地震力の低減が計れる長所を有する。

【００３１】

上記のように、係留索４と定反力型防舷材１６とを直列に結合すると、各々の長所が加算されると共に、復元性を持つことにより、道路橋としての使用性が向上する。また、定反力性を持つことにより、衝撃的な荷重への対応性が向上し、耐荷性が向上する。

【００３２】

上記係留索４及び定反力型防舷材１６に、更に、弾性拘束体としての第４の支持装置９が加わることにより、上部構造２の橋軸直角方向変位が制御可能となり、平面線形の変動量を低減でき、以て、道路橋としての使用性が向上する。

【００３３】

また、橋直方向運動の固有周期の調整が可能であり、その結果、定反力性を持つことにより、地震や波浪の卓越周期から固有周期を外すことが可能となり、耐荷性が向上する。

【００３４】

【発明の効果】

上記のように、この発明は、橋面を構成する複数の上部構造と、該上部構造同士を支持する１以上の浮力体、及びこれらを係留する係留装置から成る浮体式橋梁において、前記浮力体を、該浮力体に設置した定反力型防舷材と、該定反力型防舷材に直列に接続させた係留索とによって地盤に固定し、且つ、前記上部構造同士を、少なくとも鉛直軸回りの回転自由度を有する枢支手段により枢支すると共に、該枢支手段の両側に所定の間隔を隔てて前記上部構造の鉛直軸回りの回転を拘束する拘束手段を設置するので、道路橋として供用する場合などには、橋梁の変位を許容値以内に収めることが可能となった。

【００３５】

一方、暴風時や大地震時には、橋梁の変位を、ある程度、許して橋梁に作用する外力を発散させることができるので、橋梁の破損などを免れることが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図１】この発明の係留システムを適用した浮体式橋梁の側面図である。

【図２】図１の浮体式橋梁の平面図である。

【図３】図２のＡ－Ａ′断面図である。

【図４】図２のＢ－Ｂ′断面図である。

【図５】（ａ）第３支持装置の一部断面を含む正面図、（ｂ）第３支持装置の一部断面を含む側面図である。

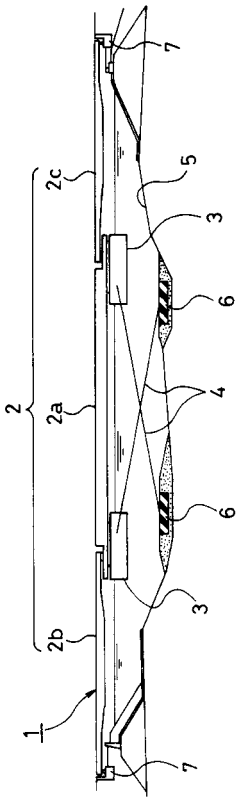
【図６】（ａ）第４支持装置の一部断面を含む正面図、（ｂ）第４支持装置の一部断面を含む側面図である。

【図７】（ａ）第１支持装置の横断面、（ｂ）第１支持装置の一部断面を含む側面図である。

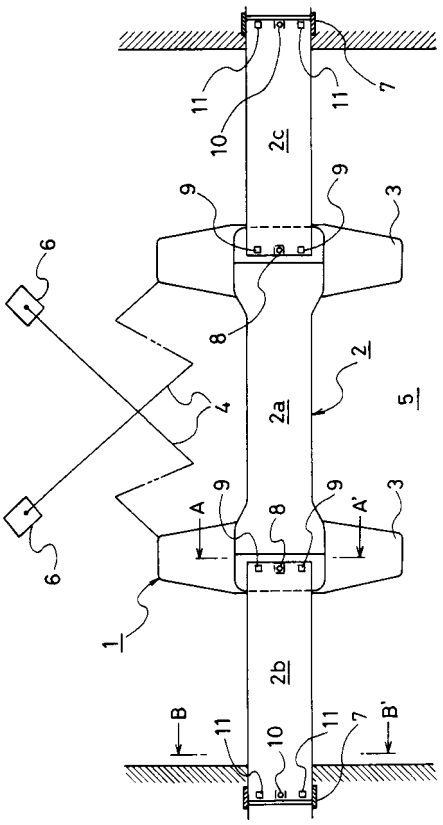
【図８】（ａ）第２支持装置の一部断面を含む正面図、（ｂ）第２支持装置の一部断面を含む側面図である。

【図９】定反力型防舷装置の平面図である。
【図１０】図９のＣ－Ｃ′断面図である。
【図１１】この発明に係る浮体式橋梁係留システムの作用説明図である。
【符号の説明】
１　浮体式橋梁
２　上部構造
３　浮力体
４　係留索
５　地盤
８　枢支手段
９　拘束手段
１６　定反力型防舷材

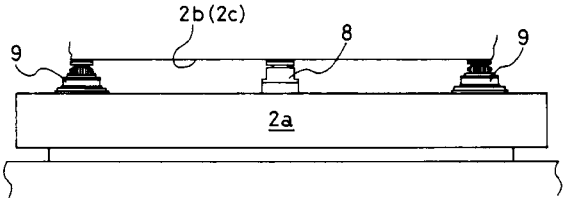
【図１】



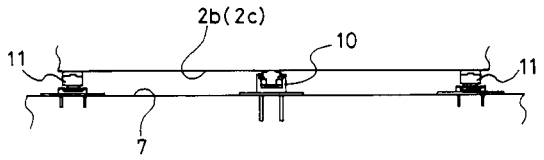
【図２】



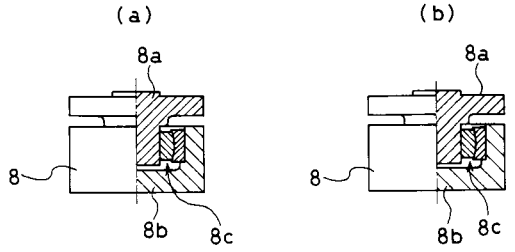
【図３】



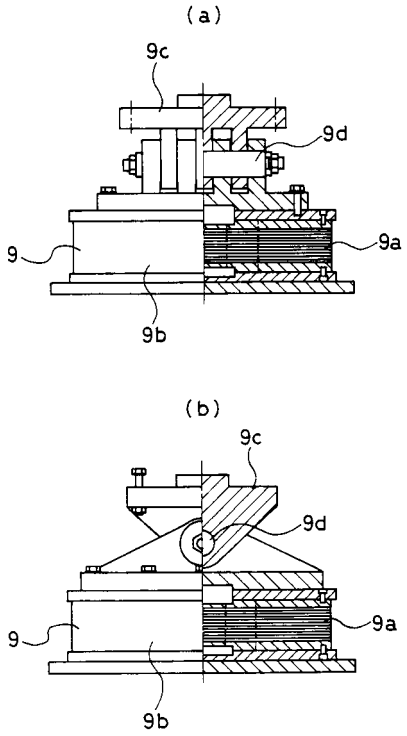
【図４】



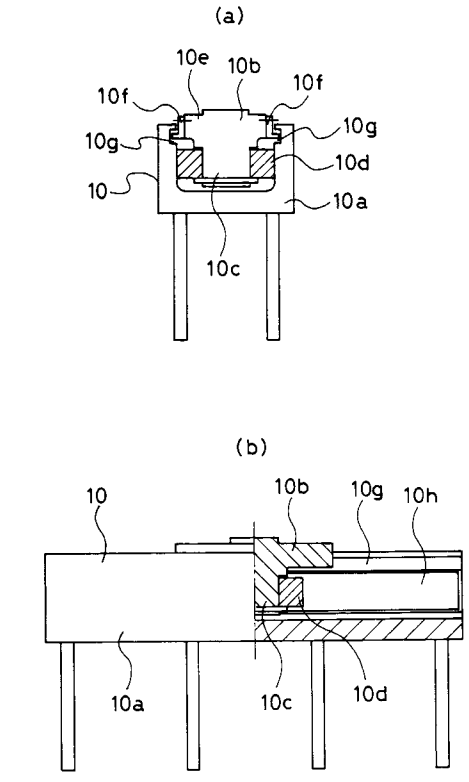
【図５】



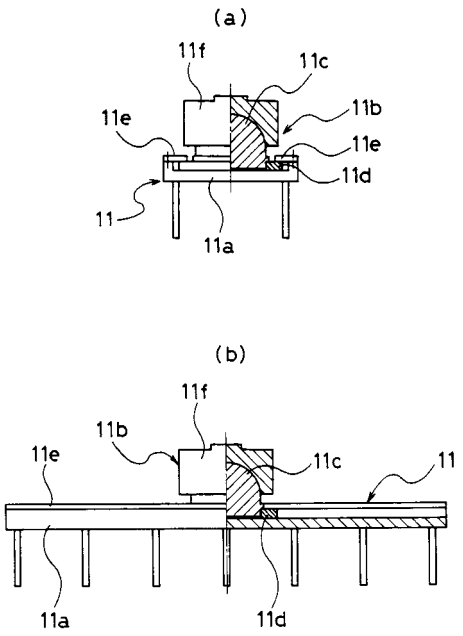
【図６】



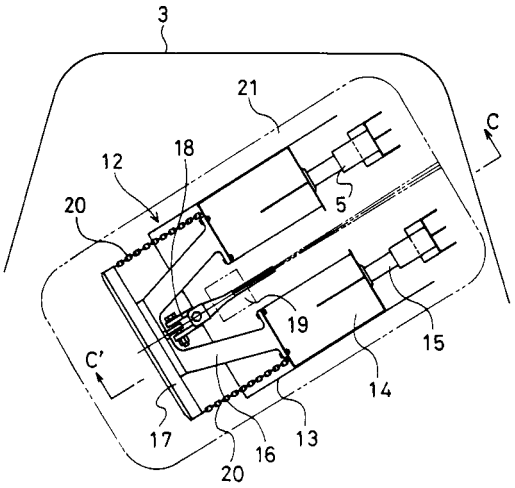
【図７】



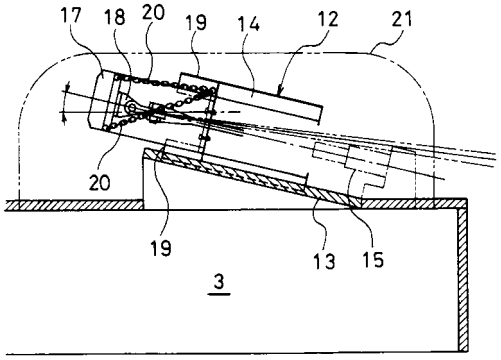
【図８】



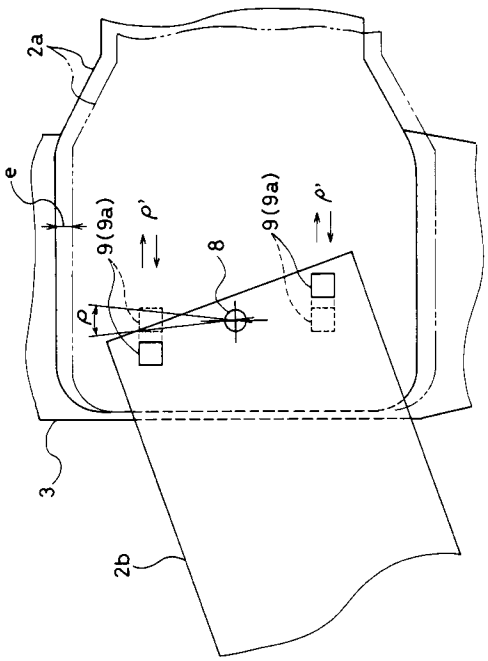
【図９】


3
21
C
12
18
20
5
19
15
C'
14
17
16
13
20

【図１０】


17
18
20
19
14
12
21
20
19
13
15
3

【図１１】


2a
e
9(9a)
ρ'
8
9(9a)
ρ'
ρ
3
2b

フロントページの続き

(72)発明者　中野　勉
東京都千代田区隼町３－１６　財団法人沿岸開発技術研究センター内

審査官　深田　高義

(56)参考文献　実公昭５７－００６５７１（ＪＰ，Ｙ２）
実開昭６３－０２３３０７（ＪＰ，Ｕ）
特開２０００－１０８９８４（ＪＰ，Ａ）
実開昭６１－００６４９５（ＪＰ，Ｕ）
特開平０９－００３８５２（ＪＰ，Ａ）
実開昭５１－１０９６２５（ＪＰ，Ｕ）
実開平０３－１０８５９８（ＪＰ，Ｕ）
特開平０６－０８１３１８（ＪＰ，Ａ）
実開平０３－１１１６０８（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
E01D　15/14