

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5828358号
(P5828358)

(45) 発行日 平成27年12月2日(2015.12.2)

(24) 登録日 平成27年10月30日(2015.10.30)

(51) Int. Cl.	F I
H02J 17/00 (2006.01)	H02J 17/00 B
B63J 99/00 (2009.01)	H02J 17/00 X
	B63J 99/00 A

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2014-510185 (P2014-510185)	(73) 特許権者	000000099
(86) (22) 出願日	平成25年4月10日 (2013.4.10)		株式会社 I H I
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/060820		東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(87) 国際公開番号	W02013/154131	(74) 代理人	100175802
(87) 国際公開日	平成25年10月17日 (2013.10.17)		弁理士 寺本 光生
審査請求日	平成26年6月20日 (2014.6.20)	(74) 代理人	100064908
(31) 優先権主張番号	特願2012-92176 (P2012-92176)		弁理士 志賀 正武
(32) 優先日	平成24年4月13日 (2012.4.13)	(74) 代理人	100167553
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 高橋 久典
		(72) 発明者	新妻 素直
			東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会 社 I H I 内
		審査官	岩田 淳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 給電装置及び給電方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

船舶に設けられた受電構造であって、
陸地側の給電コイルから非接触で受電可能な受電コイルと、
前記船舶の舷側外面を形成する外壁面形成部と、を備え、
前記受電コイルは前記外壁面形成部よりも前記船舶の内側に設けられており、
前記外壁面形成部において前記受電コイルと対向する部分に、電磁界が透過する材料か
らなる電磁界透過部が設けられる受電構造を備えた船舶へ給電する給電装置であって、
陸地側に設けられ、前記電磁界透過部を介して前記受電コイルに給電する給電コイルと

、
前記給電コイルに供給される供給電力を計測する供給電力計測部と、
前記給電コイルから前記受電コイルが受けた受電電力の計測値を船舶側から受ける受信
部と、

前記供給電力計測部により計測した前記供給電力と、前記受信部により受けた前記受電
電力の前記計測値とに基づいて、前記給電コイルから前記受電コイルへの電力伝送の効率
を複数回算出し、当該複数の効率の平均値を算出する効率算出部と、

陸地側に設けられ、前記給電コイルを移動させる移動装置と、
前記効率算出部により算出した前記平均値に基づいて、前記移動装置を制御して前記給
電コイルを移動させることにより、前記受電コイルに対する前記給電コイルの位置を調整
する制御装置と、を備える給電装置。

【請求項 2】

前記電磁界透過部の前記材料はプラスチックである請求項 1 に記載の給電装置。

【請求項 3】

前記プラスチックは、繊維強化プラスチックである請求項 2 に記載の給電装置。

【請求項 4】

船舶に設けられた受電構造であって、

陸地側の給電コイルから非接触で受電可能な受電コイルと、

前記船舶の舷側外面を形成する外壁面形成部と、を備え、

前記受電コイルは前記外壁面形成部よりも前記船舶の内側に設けられており、

前記外壁面形成部において前記受電コイルと対向する部分に、電磁界が透過する材料からなる電磁界透過部が設けられる受電構造を備えた船舶へ給電する給電装置であって、

陸地側に設けられ、前記電磁界透過部を介して前記受電コイルに給電する給電コイルと

、前記給電コイルを支持する支持体と、

前記支持体に取り付けられた吸着装置と、を備え、

前記給電コイルが、前記電磁界透過部を介して前記受電コイルに対向した状態で、前記吸着装置は、船舶の舷側外面の設置範囲に吸着し、

前記設置範囲は、当該設置範囲の外よりも滑らかである給電装置。

【請求項 5】

前記吸着装置は、バキュームカップであり、

前記バキュームカップの排気のためのチューブと、前記排気のオンオフを切り替える排気バルブと、前記オンオフが切り替わるように前記排気バルブに電気的な指令を送るロープスイッチとを更に備える請求項 4 に記載の給電装置。

【請求項 6】

料金装置を更に備え、

前記ロープスイッチは、前記料金装置に入れられたお金に応じて、前記排気バルブに前記指令を送る請求項 5 に記載の給電装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の給電装置を用いた給電方法であって、

前記船舶が停泊した時に、前記受電コイルに対して前記給電コイルを配置する第 1 のステップと、

前記給電コイルから前記受電コイルに前記電磁界透過部を介して電力を一時的に供給する第 2 のステップと、

前記第 2 のステップにおける、前記給電コイルから前記受電コイルへの前記電力伝送の効率の平均値を前記効率算出部により算出する第 3 のステップと、を備え、

前記受電コイルに対する前記給電コイルの位置を変えながら、前記第 1 ~ 第 3 のステップを所定回数繰り返し、

前記制御装置により、前記第 3 のステップにおいて算出した前記平均値のうち最も高い平均値が得られた前記給電コイルの位置に、前記給電コイルを配置し、この状態で、前記給電コイルから前記受電コイルへ継続して給電する給電方法。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の給電装置を用いた給電方法であって、

前記船舶が停泊している間に、前記給電コイルから前記受電コイルへ継続して給電しながら、前記給電コイルから前記受電コイルへの前記電力伝送の効率の平均値を前記効率算出部により算出する算出ステップを備え、

前記移動装置により前記給電コイルの位置を変えながら、前記算出ステップを所定回数繰り返し、

前記制御装置により、前記算出ステップにおいて算出した前記平均値のうち最も高い平均値が得られた前記給電コイルの位置に、給電コイルを配置する給電方法。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、船舶の受電構造、給電装置及び給電方法に関する。

本願は、2012年4月13日に日本に出願された特願2012-92176号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】

【0002】

船舶において必要とされる電力を、非接触で船舶に供給することが行われている。このような給電方法の一例は、下記の特許文献1に記載されている。

【0003】

特許文献1では、次のように給電を行っている。停泊中の船舶に非接触で給電するために、陸地側に、給電コイルを設け、船舶側に、受電コイルを設ける。給電コイルに高周波（例えば、10kHz～30kHz）の交流電流を流して、受電コイルに電力を生じさせる。受電コイルに生じた電力を、船舶内に設けた電力システムに供給している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】日本国特開2010-11696号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1では、船舶の外壁から突出するように受電コイルを設けている。そのため、受電コイルが、航行の妨げになる可能性がある。

一方、受電コイルによる受電が終わった後に、受電コイルを船舶内に引き入れることも考えられる。この場合には、受電コイルを引き入れる手間がかかる。

【0006】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、船舶側に設けた受電コイルにより船舶の外部から船舶へ給電する場合に、受電コイルが航行の妨げにならず、かつ、船舶への給電を終えた後に、受電コイルを船舶内に引き入れる手間を無くすことができる船舶の受電構造、給電装置及び給電方法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】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明の第1の態様に係る受電構造は、船舶に設けられた受電構造であって、陸地側の給電コイルから非接触で受電可能な受電コイルと、前記船舶の舷側外面を形成する外壁面形成部と、を備え、前記受電コイルは前記外壁面形成部よりも前記船舶の内側に設けられており、前記外壁面形成部において前記受電コイルと対向する部分に、電磁界が透過する材料からなる電磁界透過部が設けられる。

【0008】

また、本発明の第2の態様に係る受電構造は、前記第1の態様に係る受電構造において、電磁界透過部の前記材料は、プラスチックである。また、本発明の第3の態様に係る受電構造は、前記第2の態様に係る受電構造において、このプラスチックは、繊維強化プラスチックである。

【0009】

本発明の第1の態様に係る給電装置は、上述の受電構造を備えた船舶へ給電する装置であって、陸地側に設けられ、前記電磁界透過部を介して前記受電コイルに給電する給電コイルと、前記給電コイルに供給される供給電力を計測する供給電力計測部と、前記給電コイルから前記受電コイルが受けた受電電力の計測値を船舶側から受ける受信部と、前記供給電力計測部により計測した前記供給電力と、前記受信部により受けた前記受電電力の前記計測値とに基づいて、前記給電コイルから前記受電コイルへの電力伝送の効率を算出する効率算出部と、陸地側に設けられ、前記給電コイルを移動させる移動装置と、前記効率

10

20

30

40

50

算出部により算出した前記効率に基づいて、前記移動装置を制御して前記給電コイルを移動させることにより、前記受電コイルに対する前記給電コイルの位置を調整する制御装置と、を備える。

【0010】

また、本発明の第1の態様に係る給電方法は、上述の給電装置を用いた給電方法であって、前記船舶が停泊した時に、前記受電コイルに対して前記給電コイルを配置する第1のステップと、前記給電コイルから前記受電コイルに前記電磁界透過部を介して電力を一時的に供給する第2のステップと、前記第2のステップにおける、前記給電コイルから前記受電コイルへの前記電力伝送の効率を前記効率算出部により算出する第3のステップと、を備え、前記受電コイルに対する前記給電コイルの位置を変えながら、前記第1～第3のステップを所定回数繰り返し、前記制御装置により、前記第3のステップにおいて算出した前記効率のうち最も高い効率を得られた前記給電コイルの位置に、前記給電コイルを配置し、この状態で、前記給電コイルから前記受電コイルへ継続して給電する。

10

【0011】

また、本発明の第2の態様に係る給電方法は、上述の給電装置を用いた給電方法であって、前記船舶が停泊している間に、前記給電コイルから前記受電コイルへ継続して給電しながら、前記給電コイルから前記受電コイルへの前記電力伝送の効率を前記効率算出部により算出する算出ステップを備え、前記移動装置により前記給電コイルの位置を変えながら、前記算出ステップを所定回数繰り返し、前記制御装置により、前記算出ステップにおいて算出した前記効率のうち最も高い効率を得られた前記給電コイルの位置に、給電コイルを配置する。

20

【0012】

さらに、本発明の第2の態様に係る給電装置は、上述の受電構造を備えた船舶へ給電する装置であって、陸地側に設けられ、前記電磁界透過部を介して前記受電コイルに給電する給電コイルと、前記給電コイルを支持する支持体と、前記支持体に取り付けられた吸着装置と、を備え、前記給電コイルが、前記電磁界透過部を介して前記受電コイルに対向した状態で、前記吸着装置は、船舶の舷側外面に吸着する。

【発明の効果】

【0013】

本発明によると、受電コイルが、船舶の外壁面形成部よりも内側に設けられ、外壁面形成部において、受電コイルと対向する部分に、電磁界が透過する材料からなる電磁界透過部が設けられる。この構成により、受電コイルは、船舶の舷側外面から突出することなく、陸地側の給電コイルから、電磁界透過部を介して非接触で受電可能となる。

30

したがって、受電コイルが船舶の航行の妨げになることがなく、かつ、船舶への給電を終えた後に、受電コイルを船舶内に引き入れる必要もない。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施形態による受電構造を備えた船舶と、本発明の第1実施形態による給電装置を示す図である。

【図2】陸地側と船舶側の回路構成を示す図である。

40

【図3】船舶が停泊した時における船舶への第1の給電方法を示すフローチャートである。

【図4】船舶が停泊している間における船舶への第2の給電方法を示すフローチャートである。

【図5】本発明の第2実施形態による給電装置を示す図である。

【図6】岸に停泊した船舶に給電を開始するまでの手順を示すフローチャートである。

【図7】本発明の第2実施形態の変形例による給電装置を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明の好ましい実施形態を図面に基づいて説明する。なお、各図において共通する部

50

分には同一の符号を付し、重複した説明を省略する。

【0016】

図1は、本発明の実施形態による受電構造10を備えた船舶1と、本発明の第1実施形態による給電装置3を示す。図1は、船舶1の前後方向から見た図である。

【0017】

船舶1は、受電構造10により、陸地に設けられた給電装置3の給電コイル5から端子を用いず非接触で受電可能である。

【0018】

受電構造10は、船舶1が岸に停泊している時に陸地側の給電コイル5から非接触で受電可能な受電コイル7と、船舶1の舷側外面（すなわち、舷側外板の外面）を形成する外壁面形成部9と、を備える。外壁面形成部9において受電コイル7と対向する部分には、電磁界（電界と磁界）が透過する材料からなる電磁界透過部9aが設けられる。外壁面形成部9である舷側外板において、受電コイル7が対向する部分をくり抜くことにより形成された貫通穴に電磁界透過部9aが埋め込まれる。受電コイル7は外壁面形成部9よりも船舶1の内側に設けられている。

10

【0019】

本実施形態によると、少なくとも、外壁面形成部9において受電コイル7と対向する部分は、電磁界（電界と磁界）が透過する材料からなる電磁界透過部9aである。これにより、受電コイル7は、陸地側の給電コイル5から、電磁界透過部9aを介して非接触で受電可能である。

20

【0020】

電磁界透過部9aの材料は、好ましくは、繊維強化プラスチック（FRP：fiber reinforced plastics）である。ただし、電磁界透過部9aの材料は、これに限定されず、例えば、プラスチックであってもよい。プラスチックを強化する繊維は、炭素繊維、ガラス繊維、ポリエチレン繊維、アミラド繊維などであり、繊維の方向性を持たせたまま、プラスチックを繊維間にしみこませたり、繊維方向が異なるように複数重ねたり、もしくは、細かく切断した繊維をプラスチックに混合させたりする。電磁界が通過するが、受電コイル7が支持体41と直接接触しないようにすることができ、コイル7や電気配線等金属でできた部材が海水による腐食を防止することができる。電磁界透過部9aと外壁面形成部9の間は、弾性を有するゴム等によりシールをすることが望ましい。

30

なお、外壁面形成部9において、受電コイル7が、その軸方向に対向する部分（例えば図1において破線Aで囲んだ部分）のみを電磁界透過部9aとしてよい。代わりに、船舶1の外壁面形成部9の全体を、電磁界透過部9aとしてもよい。

【0021】

本実施形態の受電構造10によると、受電コイル7は、船舶1の舷側外面から突出することなく、陸地側の給電コイル5から、電磁界透過部9aを介して非接触で受電可能となる。

したがって、受電コイル7が船舶1の航行の妨げになることがない。また、船舶1への給電を終えた後に、受電コイル7を船舶1内に引き入れる必要もないので、受電の開始と終了に要する時間が短くなる。

40

【0022】

図2は、給電装置3と受電コイル7を含む回路構成を示す。

【0023】

本発明の第1実施形態による給電装置3は、図1および図2に示すように、給電コイル5、供給電力計測部11、受信部13、効率算出部15、移動装置17、および、制御装置19を備える。

【0024】

給電コイル5は、陸地側に設けられる。給電コイル5が受電コイル7に近接した状態で、給電コイル5と受電コイル7により電磁気結合回路が形成される。この状態で、給電コ

50

イル5に交流電力が供給されることにより、給電コイル5は、電磁界透過部9aを通して受電コイル7に非接触で電力を送る。なお、上述の電磁気結合回路は、電磁誘導方式または電磁界共鳴方式によるものである。図2において、給電コイル5に2つのコンデンサ6が直列に接続されており、受電コイル7にコンデンサ8が並列に接続されている。

【0025】

供給電力計測部11は、給電コイル5に供給される電力を計測する。供給電力計測部11は、給電コイル5へ供給される電圧の計測値 $V_1(t)$ と、給電コイル5へ供給される電流の計測値 $I_1(t)$ とを乗じて得られる電力の計測値 $P_1(t)$ を出力する。図2に示されるように、給電装置3には、整流回路21とインバータ23と外部電源25が設けられている。整流回路21は、外部電源25からの交流電力を直流電力に変換する。インバータ23は、整流回路21からの直流電力を、交流電力に変換して給電コイル5に供給する。電圧の計測値 $V_1(t)$ と電流の計測値 $I_1(t)$ は、それぞれ、整流回路21からの直流電圧と直流電流を、整流回路21とインバータ23との間で計測した値である。電圧の計測値 $V_1(t)$ と電流の計測値 $I_1(t)$ は、それぞれ、図2に示す電圧計測器27と電流計測器29により計測される。

10

【0026】

受信部13は、受電コイル7による受電量の計測値を船舶1側から受ける。この受電量の計測値(電力の計測値) $P_2(t)$ は、給電コイル5から受電コイル7へ供給された電圧の計測値 $V_2(t)$ と、給電コイル5から受電コイル7へ供給された電流の計測値 $I_2(t)$ とを乗じて得られる。

20

【0027】

図2に示されるように、船舶1には、整流回路31、受電量計測部33、および、送信部35が設けられている。整流回路31は、受電コイル7からの交流電力を直流電力に変換して船舶1内の負荷32に供給する。なお、負荷32の代わりに、蓄電装置を設けてもよい。受電量計測部33は、整流回路31からの直流電圧の計測値 $V_2(t)$ と、整流回路31からの直流電流の計測値 $I_2(t)$ を乗じた値を受電量の計測値 $P_2(t)$ として算出する。電圧の計測値 $V_2(t)$ と電流の計測値 $I_2(t)$ は、それぞれ、図2に示す電圧計測器37と電流計測器39により計測される。送信部35は、受電量計測部33が算出した電力の計測値 $P_2(t)$ を、無線で受信部13に送信する。

30

【0028】

効率算出部15は、供給電力計測部11が計測した電力の計測値 $P_1(t)$ と、船舶1側の送信部35から受けた電力の計測値 $P_2(t)$ とに基づいて、給電コイル5から受電コイル7への電力伝送の効率を計測する。この効率は、次の式により算出される。

【0029】

【数1】

$$\varepsilon = P_2(t) / P_1(t)$$

【0030】

移動装置17は、陸地側に設けられ、陸地に対して給電コイル5を移動させて給電コイル5の位置を変える。移動装置17は、船舶1の舷側外面に沿った水平方向、および鉛直方向に給電コイル5を移動させて、給電コイル5の位置を調整できるように構成される。すなわち、移動装置17は、給電コイル5が取り付けられた可動体17aと、可動体17aを水平方向と鉛直方向に移動させる移動機構17bと、可動体17aを移動させるための動力を移動機構17bに与える動力源(図示せず)と、を有する。なお、移動装置17は、船舶1の舷側外面に沿った水平方向と鉛直方向に給電コイル5を移動させるだけでなく、船舶1の舷側外面と直交する方向にも給電コイル5を移動させるように構成されてもよい。

40

【0031】

陸地に対して静止している外部電源25から、陸地に対して移動する可動体17aに取

50

り付けられた給電コイル5へ、ケーブル18により電力が供給される。ケーブル18は、移動装置17の可動体17aの位置変化に追従できるように、変形自在に撓んでいてもよいし、ドラムから巻出し自在となっていてよい。整流回路21とインバータ23は、可動体17aに設けられてもよいし、陸地に対して静止するように外部電源25側に設けられてもよい。

【0032】

制御装置19は、移動装置17を制御して給電コイル5を移動させる。特に、制御装置19は、効率算出部15により算出した効率に基づいて、移動装置17を制御して給電コイル5を移動させることにより、受電コイル7に対する給電コイル5の位置を調整する。すなわち、制御装置19は、後述のステップS6の制御を行う。

10

【0033】

次に、上述した本発明の第1実施形態による給電装置3を用いた給電方法を述べる。

【0034】

図3は、船舶1が停泊した時における船舶1への第1の給電方法を示すフローチャートである。

【0035】

ステップS1では、船舶1が、航行を終えて、予め定められた岸に停泊する。図1に示されるように、この時、船舶1は、岸壁に設けられた緩衝材2に当たることにより、岸壁に直接当たらないようにされる。

【0036】

ステップS2では、停泊した船舶1の受電コイル7に対して給電コイル5を配置する。すなわち、ステップS1で停泊した船舶1の受電コイル7に対向する位置に、給電装置3における移動装置17の可動体17aに取り付けられた給電コイル5を位置させるように移動機構17bを配置または動作させる。

20

【0037】

なお、ステップS1において船舶1の受電コイル7が、陸地側に設けられている給電コイル5に対向するように、船舶1が停泊することにより、ステップS1によりステップS2における配置も終了するようにしてもよい。

【0038】

ステップS3では、給電コイル5から受電コイル7に電力を一時的に供給する。この時、給電コイル5への供給電力(すなわち、電力の計測値 $P_1(t)$)を供給電力計測部11により計測し、受電コイル7に供給された電力(すなわち、電力の計測値 $P_2(t)$)を受電量計測部33により計測する。

30

【0039】

なお、ステップS3において、水面または海面の波で船舶1が揺れることを考慮して、給電コイル5への供給電力を異なる時点で複数回計測し、これにより得た複数の計測値の平均値を、次のステップS4で使用する電力の計測値 $P_1(t)$ としてよい。同様に、ステップS3において、受電コイル7に供給された電力を異なる時点で複数回計測し、これにより得た複数の計測値の平均値を、次のステップS4で使用する電力の計測値 $P_2(t)$ としてよい。

40

【0040】

ステップS4では、ステップS3で行われた給電コイル5から受電コイル7への給電について、電力伝送の効率を効率算出部15により算出する。すなわち、ステップS3で計測した電力の計測値 $P_1(t)$ と電力の計測値 $P_2(t)$ に基づいて、効率算出部15により、電力伝送の効率を算出する。

【0041】

ステップS5において、ステップS2、S3、S4を設定した複数回だけ(好ましくは3回以上の回数)行ったかを判断する。これらの複数回の間で、ステップS2により配置される給電コイル5の受電コイル7に対する位置が(例えば10cmまたは20cm程度)異なっている。これらの位置は、水平方向に異なっていてよく、鉛直方向に異なっ

50

いてもよく、または、水平方向と鉛直方向に間隔をおいて碁盤目状に点在していてもよい。ステップ S 5 の判断が肯定である場合（すなわち、ステップ S 2、S 3、S 4 が設定された複数回行われた場合）には、ステップ S 6 へ進み、ステップ S 5 の判断が否定である場合（すなわち、ステップ S 2、S 3、S 4 が行われた回数が設定された複数回未満である場合）には、ステップ S 2 へ戻る。ここで、船舶 1 が海面に浮いている場合、数分程度ないしそれ以下の時間内であれば、潮の満ち引きにより船舶 1 の陸地に対する位置は大きく変動することはない。したがって、給電コイル 5 の陸地に対する位置を、給電コイル 5 の受電コイル 7 に対する位置の代わりに用いてよい。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 6 において、制御装置 1 9 により、移動装置 1 7 を制御して、複数回のステップ S 4 で算出した複数の効率のうち最も高い効率 が得られた位置に、給電コイル 5 を配置する。この状態で、給電コイル 5 から受電コイル 7 へ継続して給電する。

10

【 0 0 4 3 】

このような給電方法により、給電コイル 5 から受電コイル 7 への電力伝送を継続して効率よく行うことができる。また、受電コイル 7 に対する給電コイル 5 の位置決めのために、船舶 1 の舷側外面に、受電コイル 7 の位置を示す精密な目印を設けなくてもよくなる。

【 0 0 4 4 】

この給電方法において、上述の電磁気結合回路は、好ましくは、電磁界共鳴方式によるものである。この場合には、受電コイル 7 に対する給電コイル 5 の位置がずれていても、給電コイル 5 から受電コイル 7 への電力伝送の効率が低下しにくい。これにより、受電コイル 7 に対する給電コイル 5 の位置が、海面の波による船舶 1 の揺れで変動しても電力伝送効率の低下を抑制することができ、波の揺れによる効率変動量を下げることができる。

20

【 0 0 4 5 】

図 4 は、船舶 1 が停泊している間における船舶 1 への第 2 の給電方法を示すフローチャートである。この給電方法では、船舶 1 が停泊している間に、給電コイル 5 から受電コイル 7 へ継続して給電しながら、次のステップ S 1 1、S 1 2、S 1 3、S 1 4 を時間間隔をおいて繰り返す。この給電方法は、例えば、上述のステップ S 6 の後に行われる。

【 0 0 4 6 】

ステップ S 1 1 では、制御装置 1 9 により給電コイル 5 の位置を変える。すなわち、給電コイル 5 の現時点の位置から別の位置へ、移動装置 1 7 が給電コイル 5 を少しだけ（例えば 10 cm 程度）移動させる。

30

【 0 0 4 7 】

ステップ S 1 2 では、ステップ S 1 1 で給電コイル 5 の位置を変えた状態で、給電コイル 5 から受電コイル 7 への電力伝送の効率 を効率算出部 1 5 により算出する。この算出は、上述のステップ S 4 と同じ方法で行われる。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 1 3 において、ステップ S 1 1、S 1 2 を行った回数が、予め設定された複数回（好ましくは 3 回以上の回数）に達したかを判断する。この判断が肯定である場合（すなわち、ステップ S 1 1、S 1 2 が設定された複数回行われた場合）には、ステップ S 1 4 へ進み、この判断が否定である場合（すなわち、ステップ S 1 1、S 1 2 が行われた回数が設定された複数回未満である場合）には、ステップ S 1 1 へ戻る。なお、一例としては、設定回数を 4 回とし、ステップ S 1 1 において給電コイル 5 の位置を現時点の位置から上、下、左、右にそれぞれ 1 回ずつ変えればよい。

40

【 0 0 4 9 】

その後、ステップ S 1 4 において、制御装置 1 9 により、複数回のステップ S 1 2 で算出した複数の効率のうち最も高い効率 が得られた給電コイル 5 の位置に、給電コイル 5 を配置する。

【 0 0 5 0 】

このようなステップ S 1 1、S 1 2、S 1 3、S 1 4 を時間間隔（例えば 1 分以上 5 分以内の間隔）をおいて行う。したがって、潮の干満や喫水の変化により、受電コイル 7 に

50

対する給電コイル5の位置が、電力伝送効率を低下させる位置へ変わっても、電力伝送効率が高まる位置へ給電コイル5の位置が修正される。

【0051】

図5は、本発明の第2実施形態による給電装置103の構成を示す。この給電装置3は、上述した受電構造10を備えた船舶1に給電する。図5は、船舶1の前後方向から見た図である。第2実施形態による給電装置103は、供給電力計測部11、受信部13、効率算出部15、移動装置17、および、制御装置19を備えず、代わりに、給電コイル5を支持する支持体41、および、支持体41に取り付けられた吸着装置43を備える点において、第1実施形態による給電装置3と異なる。

【0052】

図5において、給電装置103は、給電コイル5を支持する支持体41と、支持体41に取り付けられた吸着装置43と、を備える。給電コイル5が、電磁界透過部9aを介して受電コイル7に対向した状態で、吸着装置43は、船舶1の舷側外面に吸着可能である。

【0053】

吸着装置43は、好ましくは、支持体41に取り付けられたバキュームカップである。バキュームカップは、変形自在なチューブ45を通して吸引源（図示せず）によりその内部の空気が吸引されることにより、舷側外面に吸着可能である。なお、吸引源は、例えば真空ポンプである。

【0054】

吸着装置43の設置範囲は、吸着装置43が舷側外面に吸着している状態で、給電コイル5と受電コイル7とが、電磁界透過部9aを介して互いに対向する所定範囲に、予め定められる。例えば、舷側外面において、吸着装置43の設置範囲を、吸着装置43（バキュームカップ）が吸着しやすいように滑らかな表面にしておき、設置範囲外を吸着装置43が吸着しにくい粗い表面にしておく。

【0055】

このような設置範囲において、次のように図6の手順で吸着装置43による吸着がなされる。

【0056】

図6は、岸に停泊した船舶1に給電を開始するまでの手順を示すフローチャートである。

【0057】

ステップS21において、船舶1の受電コイル7の位置は、事前に大まかに分かっているので、船舶1が岸に停泊したら、受電コイル7の位置に給電コイル5を近づける。

【0058】

ステップS22において、次に、吸着装置43を舷側外面に吸着させる。

【0059】

ステップS23において、この状態で、支持体41（すなわち、吸着装置43）を舷側外面と反対側へ引っ張る。

これにより、吸着装置43が舷側外面から外れた場合には、支持体41の位置をずらして、再び、ステップS22において、吸着装置43を別の位置で舷側外面に吸着させ、ステップS23において、この状態で、支持体41を舷側外面と反対側へ引っ張る。

支持体41を舷側外面と反対側へ引っ張っても、吸着装置43が舷側外面から外れなくなるまで、このようなステップS22とステップS23の動作を繰り返す。

【0060】

ステップS23において、支持体41を舷側外面と反対側へ引っ張っても、吸着装置43が舷側外面から外れない場合には、吸着装置43が上述の設置範囲内で舷側外面に吸着していると判断されるので、ステップS24に進む。

【0061】

ステップS24において、吸着装置43が舷側外面に吸着した状態で、給電コイル5か

10

20

30

40

50

ら受電コイル7へ給電を開始する。この後、潮の干満や喫水の変化により、岸に対する吸着装置43の位置が変化する。チューブ45は、この位置変化に追従できるように変形自在に撓んでいる。

【0062】

第2実施形態の給電装置103によると、ステップS23により吸着装置43が舷側外面から外れない場合には、以降において、給電コイル5は、例えば水面または海面の波により船舶1および受電コイル7と一体で動く。したがって、安定した給電が可能となる。

また、ステップS23で吸着装置43が舷側外面から外れないかの判断により、受電コイル7の位置(すなわち設置範囲)を探ることができるので、受電コイル7の位置を示す精密な目印を要しない。

10

【0063】

なお、第2実施形態による給電装置103において、給電コイル5と受電コイル7により形成される上述の電磁気結合回路が電磁界共鳴方式によるものである場合には、受電コイル7に対する給電コイル5の位置がずれていても、給電コイル5から受電コイル7への電力伝送の効率が低下しにくい。これにより、受電コイル7に対する給電コイル5の位置決めが粗くても、電力伝送効率の低下を抑制することができる。

【0064】

第2実施形態による給電装置103には、上述の供給電力計測部11、受信部13、効率算出部15、移動装置17、および、制御装置19が設けられていない。第2実施形態による給電装置103の他の構成は、第1実施形態による給電装置3の構成と同じである。

20

【0065】

なお、第2実施形態による給電装置103において、整流回路21とインバータ23は、支持体41に設けられてもよいが、好ましくは、給電コイル5から受電コイル7への給電時に、陸地に対して静止するように外部電源25の側に設けられる。

【0066】

また、第2実施形態による給電装置103において、図7に示されるように、チューブ45の途中に排気バルブ47が設けられ、支持体41と岸壁との間にロープスイッチ48が設けられていてもよい。

排気バルブ47は、ロープスイッチ48からの電氣的な指令により、排気のオンオフを切り替える。なお、通常状態では、排気バルブ47は排気しないように設定されている。

30

ロープスイッチ48は、スイッチ48aおよびロープ48bを備える。ロープ48bが張っているかたるんでいるかに応じてスイッチ48aのオンオフが切り替わる。これにより、ロープ48bが張っているかたるんでいるかを電氣的に検出できる。ロープ48bの長さは、通常の給電を行う状態ではロープ48bがたるみ、ロープ48bが張ったときであってもケーブル18およびチューブ45が張らない(すなわち、たるみがある)ように設定される。

意図しない船舶1の動きや悪天候等により、支持体41が吸着したまま船舶1が岸壁から離れることがある。この場合、ロープスイッチ48のロープ48bが張ってスイッチ48aのオンオフが切り替わることにより、ロープスイッチ48から排気バルブ47に排気するよう電氣的指令が与えられる。排気バルブ47から排気が行われると、チューブ45の真空状態が解除される。これにより、支持体41に取り付けられた吸着装置43の船舶1の舷側外面に対する吸着が解除されて支持体41が船舶1から離れるため、ケーブル18やチューブ45の破損を防止することができる。なお、排気バルブ47からの排気と同時に、吸引源(真空ポンプ)の作動も停止させるとより好ましい。

40

【0067】

上述した実施形態において示した各構成部材の諸形状や組み合わせ等は一例であって、本発明の趣旨から逸脱しない範囲において、構成の付加、省略、置換、およびその他の変更が可能である。本発明は前述した説明によって限定されることはなく、添付のクレームの範囲によってのみ限定される。

50

【 0 0 6 8 】

例えば、第1実施形態の給電装置3または第2実施形態の給電装置103において、料金装置（図示せず）が設けられてもよい。この場合、料金装置に、お金を入れると、このお金に応じた時間だけ、給電コイル5から受電コイル7に給電するようになっている。当該時間が経過したら、例えば、外部電源25から給電コイル5への電力供給が停止し、または、第1実施形態であれば給電コイル5が受電コイル7から遠ざかるように可動体17aが移動し、第2実施形態であれば吸着装置43が、舷側外面への吸着を停止して舷側外面から外れるようになっている。なお、チューブ45の途中に排気バルブ47が設けられている場合には、排気バルブ47に排気するよう電気指令を与えることにより、吸着装置43が舷側外面から外れるようしてもよい。

10

【産業上の利用可能性】

【 0 0 6 9 】

本発明によると、受電コイルが、船舶の外壁面形成部よりも内側に設けられ、外壁面形成部において、受電コイルと対向する部分に、電磁界が透過する材料からなる電磁界透過部が設けられる。この構成により、受電コイルは、船舶の舷側外面から突出することなく、陸地側の給電コイルから、電磁界透過部を介して非接触で受電可能となる。

したがって、受電コイルが船舶の航行の妨げになることがなく、かつ、船舶への給電を終えた後に、受電コイルを船舶内に引き入れる必要もない。

【符号の説明】

【 0 0 7 0 】

20

- 1 船舶
- 2 緩衝材
- 3 , 103 給電装置
- 5 給電コイル
- 6 コンデンサ
- 7 受電コイル
- 8 コンデンサ
- 9 外壁面形成部
- 9 a 電磁界透過部
- 10 受電構造
- 11 供給電力計測部
- 13 受信部
- 15 効率算出部
- 17 移動装置
- 17 a 可動体
- 17 b 移動機構
- 18 ケーブル
- 19 制御装置
- 21 整流回路
- 23 インバータ
- 25 外部電源
- 27 電圧計測器
- 29 電流計測器
- 31 整流回路
- 32 負荷
- 33 受電量計測部
- 35 送信部
- 37 電圧計測器
- 39 電流計測器
- 41 支持体

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-011696(JP,A)
特開2009-177921(JP,A)
特開2004-194444(JP,A)
特開2006-345588(JP,A)
特開平10-028332(JP,A)
国際公開第2011/006884(WO,A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60L 1/00 - 3/12
7/00 - 13/00
15/00 - 15/42
B63B 1/00 - 69/00
B63J 1/00 - 99/00
H02J 17/00