

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-22267
(P2020-22267A)

(43) 公開日 令和2年2月6日(2020.2.6)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)
HO2J 50/12 (2016.01)		HO2J 50/12		5G503
HO2J 50/50 (2016.01)		HO2J 50/50		
HO2J 7/00 (2006.01)		HO2J 7/00	P	
HO1F 38/14 (2006.01)		HO2J 7/00	301D	
		HO1F 38/14		
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 20 頁)				

(21) 出願番号 特願2018-144125 (P2018-144125)
(22) 出願日 平成30年7月31日 (2018.7.31)

(71) 出願人 314012076
パナソニックIPマネジメント株式会社
大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(74) 代理人 110002000
特許業務法人栄光特許事務所
(72) 発明者 榎場 亮祐
大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
ソニック株式会社内
(72) 発明者 江口 和弘
大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
ソニック株式会社内
(72) 発明者 小柳 芳雄
大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
ソニック株式会社内

最終頁に続く

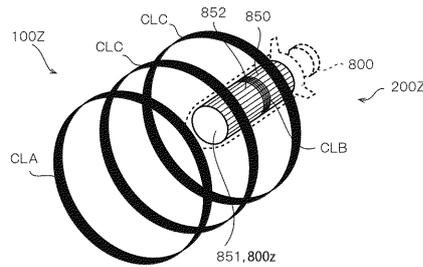
(54) 【発明の名称】 受電装置、送電装置および水中給電システム

(57) 【要約】

【課題】 受電装置が弱磁性の筐体を有する場合でも、水中での非接触電力伝送における伝送効率の低下を抑制できる受電装置を提供する。

【解決手段】 水中に配置される受電装置であって、弱磁性材料で形成された筐体と、筐体の外側を包囲し、強磁性材料で形成された強磁性体と、強磁性体の外側に巻回された受電コイルと、を備える。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

水中に配置される受電装置であって、
弱磁性材料で形成された筐体と、
前記筐体の外側を包囲し、強磁性材料で形成された強磁性体と、
前記強磁性体の外側に巻回された受電コイルと、
を備える受電装置。

【請求項 2】

センサ、を更に備え、
前記センサは、前記筐体の外側に配置され、データを検出して取得し、
前記強磁性体は、前記筐体の外側に配置される前記センサに対向する位置では不在である、
請求項 1 に記載の受電装置。

10

【請求項 3】

前記受電装置は、水中を移動する水中航走体である、
請求項 1 または 2 に記載の受電装置。

【請求項 4】

前記受電装置は、水中に固定的に設置される、
請求項 1 または 2 に記載の受電装置。

【請求項 5】

水中において、弱磁性材料で形成された筐体を有する受電装置に電力を送電する送電装置であって、
磁界を介して、前記受電装置の受電コイルに電力を伝送する送電コイルを含む 1 つ以上の伝送コイルと、
前記伝送コイルの半径方向外側を包囲し、強磁性材料で形成された強磁性体と、
を備える送電装置。

20

【請求項 6】

送電装置及び受電装置を備え、水中に配置された前記送電装置が前記受電装置に電力を供給する水中給電システムであって、
前記受電装置は、
弱磁性材料で形成された筐体と、
前記筐体の外側を包囲し、強磁性材料で形成された第 1 の強磁性体と、
前記第 1 の強磁性体の外側に巻回された受電コイルと、
を備え、
前記送電装置は、
磁界を介して、前記受電装置の前記受電コイルに電力を伝送する送電コイルを含む 1 つ以上の伝送コイルと、
前記伝送コイルの半径方向外側を包囲し、強磁性材料で形成された第 2 の強磁性体と、
を備える水中給電システム。

30

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】**【0001】**

本開示は、水中において電力を受電する受電装置、水中において電力を送電する送電装置、及び水中給電システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、送電装置としての水中基地局が、受電装置としての水中航走体との間で、磁気共方式を用いて非接触で電力伝送することが知られている（例えば特許文献 1 参照）。この送電装置は、送電用共鳴コイルと、風船と、風船制御機構と、を具備する。送電用共鳴コイルは、磁界共鳴方式により受電装置の受電用共鳴コイルに非接触で電力伝送する。風船

50

は、送電用共鳴コイルを内包する。風船制御機構は、風船を電力伝送時に膨張させることにより、送電用共鳴コイルと受電用共鳴コイルとの間の水を排除する。

【 0 0 0 3 】

また、13.56MHz帯の周波数を用いる電磁誘導方式を利用して、電力とデータをIC搭載媒体に送信するアンテナ装置が知られている（例えば特許文献2参照）。このアンテナ装置は、信号電流が給電される少なくとも1つの給電ループアンテナと信号電流が給電されない少なくとも1つの無給電ループアンテナを有し、給電ループアンテナが発生する磁界を利用して無給電ループアンテナにも信号電流を発生させ、給電ループアンテナの通信範囲を拡大させる点を開示している。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献1 】 特開2015-015901号公報

【 特許文献2 】 特開2005-102101号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

水中航走体である自立型無人潜水機（AUV: Autonomous Underwater Vehicle）等の水中で受電する受電装置の筐体には、通常、弱磁性体（非磁性体）であるアルミニウムが使用される。この筐体の側面に線材を巻き付けて受電コイルを成形した場合、弱磁性体であるアルミニウムの導電性のため、インダクタンスが低下し、Q値が低下する。また、アルミニウムの導電率が大きいので、磁界によって渦電流が発生して筐体が発熱する。

【 0 0 0 6 】

本開示は、上述した従来の状況に鑑みて案出され、受電装置が弱磁性の筐体を有する場合でも、水中での非接触電力伝送における伝送効率の低下を抑制できる受電装置、送電装置及び水中給電システムを提供する。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本開示の一態様は、水中に配置される受電装置であって、弱磁性材料で形成された筐体と、前記筐体の外側を包囲し、強磁性材料で形成された磁性体と、前記磁性体の外側に巻回された受電コイルと、を備える受電装置である。

【 0 0 0 8 】

本開示の一態様は、水中において、弱磁性材料で形成された筐体を有する受電装置に電力を送電する送電装置であって、磁界を介して、前記受電装置の受電コイルに電力を伝送する送電コイルを含む1つ以上の伝送コイルと、前記伝送コイルの半径方向外側を包囲し、強磁性材料で形成された磁性体と、を備える送電装置である。

【 0 0 0 9 】

本開示の一態様は、送電装置及び受電装置を備え、水中に配置された送電装置が受電装置に電力を供給する水中給電システムであって、受電装置は、弱磁性材料で形成された筐体と、前記筐体の外側を包囲し、強磁性材料で形成された第1の磁性体と、前記第1の磁性体の外側に巻回された受電コイルと、を備え、前記送電装置は、磁界を介して、前記受電装置の前記受電コイルに電力を伝送する送電コイルを含む1つ以上の伝送コイルと、前記伝送コイルの半径方向外側を包囲し、磁性材料で形成された第2の磁性体と、を備える水中給電システムである。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、受電装置が弱磁性の筐体を有する場合でも、水中での非接触電力伝送における伝送効率の低下や筐体の発熱を抑制できる。

【 図面の簡単な説明 】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

【図 1】本実施形態の電力伝送システムが置かれる環境の一例を示す図

【図 2】電力伝送システムの構成例を示すブロック図

【図 3】無線給電を行う際の送電コイル構造体および受電コイル構造体の位置関係を示す斜視図

【図 4】受電コイル構造体の外観を示す斜視図

【図 5】図 4 の矢印 F - F 方向から見た受電コイル構造体の断面およびその一部を拡大して示す図である。

【図 6】図 4 の矢印 G - G 方向から見た受電コイル構造体の断面およびその一部を拡大して示す図

【図 7】受電コイル、送電コイルおよび中継コイルのインダクタンスおよび Q 値を計算するための電力伝送モデルの一例を示す図

【図 8】電力伝送モデルの等価回路を示す図

【図 9】送電コイル、2 つの中継コイル、および受電コイルの性能を表すパラメータテーブルを示す図

【図 10】他の送電コイル構造体および受電コイル構造体の位置関係を示す斜視図である。

【図 11】図 10 の矢印 H - H 方向から見た送電コイル構造体および受電コイル構造体の断面図である。

【図 12】図 10 の矢印 I - I 方向から見た送電コイル構造体および受電コイル構造体の断面図

【図 13】他の送電コイル構造体を含む電力伝送システムの概略を示す斜視図

【図 14】他の受電コイル構造体を搭載した A U V の外観を示す断面図

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

以下、適宜図面を参照しながら、本開示に係る受電装置、送電装置および水中給電システムを具体的に開示した実施形態（以下、「本実施形態」という）である電力伝送システムを詳細に説明する。但し、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。なお、添付図面及び以下の説明は、当業者が本開示を十分に理解するために提供されるのであって、これらにより特許請求の範囲に記載の主題を限定することは意図されていない。

【 0 0 1 3 】

（本開示の一形態を得るに至った経緯）

海水中で磁気共鳴方式により電力を伝送する場合、海水は導電率が高いので、電磁界の減衰が大きい。このため、受電コイルを、電磁界の減衰の少ない媒質（例えば空気）で覆うことが検討される。しかし、受電コイルを電磁界の減衰の少ない媒質で覆っても、電磁界の減衰を十分に低減することは難しく、また、受電コイルを囲むためには、大きな空間が必要となる。以下の実施形態では、一例として、受電コイルにコア（磁心）を設け、コアに電磁界を集中させることで、水中（例えば海水中）における電磁界の減衰を低減する。

【 0 0 1 4 】

図 1 は、本実施形態の電力伝送システム 10 が置かれる環境の一例を示す図である。電力伝送システム 10 は、送電装置 100、受電装置 200、及び複数のコイル C L を備える（図 2 参照）。送電装置 100 は、受電装置 200 に対して、複数のコイル C L を介して、磁気共鳴方式に従ってワイヤレス（無接点）で電力伝送する。配置されるコイル C L の数は、n 個であり、任意である。

【 0 0 1 5 】

コイル C L は、例えば、環状に形成され、樹脂のカバーで被覆されて絶縁される。また

10

20

30

40

50

、コイルCLは、例えばキャブタイヤケーブルで形成されてよい。コイルCLは、例えば、ヘリカルコイルやスパイラルコイルでよい。ヘリカルコイルは、同一平面内ではなく、磁気共鳴方式による電力の伝送方向（単に「伝送方向」とも称する）に沿って、螺旋状に巻回された（ヘリカル巻きで形成された）環状のコイルである。スパイラルコイルは、同一平面内において巻回された（スパイラル巻きで形成された）環状のコイルである。スパイラルコイルによれば、コイルCLの厚みを確保することが困難な場合でも、コイルCLを薄型化できる。ヘリカルコイルによれば、巻回されたコイルCLの内部の空間を広く確保し得る。図1では、一例としてスパイラルコイルが用いられる。

【0016】

コイルCLは、送電コイルCLA及び受電コイルCLBを含む。送電コイルCLAは、一次コイル（Primary Coil）であり、受電コイルCLBは、二次コイル（Secondary Coil）である。また、コイルCLは、送電コイルCLAと受電コイルCLBとの間に配置された1つ以上の中継コイルCLC（Booster Coil）を含んでもよい。中継コイルCLC同士は、略平行に配置され、中継コイルCLCにより形成される開口面の半分以上が重なる。複数の中継コイルCLC間の間隔は、例えば中継コイルCLCの半径以上確保される。中継コイルCLCは、送電コイルCLAによる電力伝送を補助する。

10

【0017】

送電コイルCLAは、送電装置100に設けられる。受電コイルCLBは、受電装置200に設けられる。中継コイルCLCは、送電装置100に設けられても、受電装置200に設けられても、送電装置100及び受電装置200とは別に設けられてもよい。中継コイルCLCは、一部が送電装置100に設けられ、他の一部が受電装置200に設けられてもよい。

20

【0018】

送電装置100は、その一部が船舶50に設置されてもよいし、その他の箇所、例えば陸上に設置された給電設備1200に配置されてもよい。受電装置200は、移動可能な水中航走体60（例えば潜水艇70や水底掘削機80）や固定的に設置される受電装置（例えば地震計、監視カメラ、地熱発電機）に設置されてよい。図1では、水中航走体60として、潜水艇70を例示する。各コイルCLは、水中（例えば海中）に配置される。

【0019】

潜水艇70は、例えば、遠隔操作無人探査機（ROV：Remotely Operated Vehicle）、無人潜水艇（UUV：Unmanned Underwater Vehicle）、又は自立型無人潜水機（AUV：Autonomous Underwater Vehicle）800を含んでもよい。ここでは、潜水艇70として、AUV800を用いる場合を詳細に説明する。

30

【0020】

船舶50の一部は、水面90（例えば海面）より上部つまり水上に存在し、船舶50の他の一部は、水面90よりも下部つまり水中に存在する。船舶50は、水上で移動可能であり、例えばデータ取得場所の水上へ自由に移動可能である。船舶50に設置された送電装置100と送電コイルCLAとの間は、電力ケーブル280により接続される。電力ケーブル280は、水上のコネクタを介して、例えば送電装置100内のドライバ151（図2参照）と接続される。

40

【0021】

AUV800は、水中を潜行する。例えば、水上の船舶50からの指示により、データ取得ポイントへ自由に移動可能である。船舶50からの指示は、各コイルCLを介した通信により伝送されてもよいし、その他の通信方法により伝送されてもよい。

【0022】

各コイルCLは、例えば等間隔に配置される。隣り合うコイルCL間の距離（コイル間隔）は、例えば5mである。コイル間隔は、例えばコイルCLの直径の半分程度の長さである。伝送周波数は、水中（例えば海中）での磁界強度の減衰量を考慮すると、例えば4

50

0 kHz以下であり、10 kHz未満とされることが好ましい。また、10 kHz以上の送信周波数で電力伝送する場合には、電波法の規定に基づいて所定のシミュレーションを行う必要があり、10 kHz未満の場合にはこの作業を省略できる。尚、伝送周波数が低周波であるほど、電力伝送距離が長くなり、コイルCLが大きくなり、コイル間隔が長くなる。なお、伝送周波数は、例えば通信信号が重畳される場合、40 kHzよりも高い周波数でもよい。

【0023】

伝送周波数は、コイルCLのインダクタンス、コイルCLの直径、コイルのCLの巻き数等のコイル特性に基づき定まる。コイルCLの直径は、例えば数m～数10mである。また、コイルCLの太さが太い程、つまりコイルCLの線径が大きい程、コイルCLでの電気抵抗が減り、電力損失が小さくなる。また、コイルCLを介して伝送される電力は、例えば50W以上であり、kWオーダーでもよい。

10

【0024】

また、送電装置100は、コイルの線材が巻かれる、1つ以上のボビンbnを備えてよい。ボビンbnの材料は、非導電性又は弱磁性の材料でよく、例えば、ポリ塩化ビニル、アクリル、ポリエステル等の樹脂が用いられてよい。なお、ボビンの材料は、誘電性を有してもよい。例えば、ボビンの材料としてポリ塩化ビニルを用いると、安価で入手し易く、加工し易くなる。ボビンbnが非導電性を有することで、送電装置100は、コイルCLに流れる交流電流に起因して発生する磁界が、ボビンbnに吸収されることを抑制できる。

20

【0025】

図1では、水中給電(例えば海中給電)を行うために、水中に浮遊するボビンbn10を含む給電スタンド1000Cと、海底に配置されたボビンbn11を含む給電スタンド1000Dとが設置される。

【0026】

給電スタンド1000Cでは、筒状のボビンbn10の外周には、送電コイルCLA11及び中継コイルCLC11が巻回されて配置される。送電コイルCLA11には、電力ケーブル280が接続されており、海上に係留している船舶50から電力ケーブル280を介して電力が供給される。また、電力ケーブル280は、給電スタンド1000Cを海中で浮遊状態に支持する。浮遊状態では、筒状のボビンbn10の両側の開口は、水平方向を向いてよい。AUV800は、浮遊状態にある給電スタンド1000Cの出入口に対し、水平方向に進出し、ボビンbn10の内部に留まって受電してよい。

30

【0027】

給電スタンド1000Dは、海底910に埋め込まれた2本の支柱1101の上部に固定される。給電スタンド1000Dの出入口は、水平方向を向いてよい。給電スタンド1000Dでは、筒状のボビンbn11に送電コイルCLA12が巻回されて配置され、中継コイルCLCは配置されていない。送電コイルCLA12には、海底910に這わされた電力ケーブル280Aが接続され、給電設備1200から電力ケーブル280Aを介して電力が供給されてよい。AUV800は、海底910に設置された給電スタンド1000Dの出入口に対し、水平方向に進出し、ボビンbn11の内部に留まって受電してよい。

40

【0028】

図2は、電力伝送システム10の構成例を示すブロック図である。電力伝送システム10は、前述したように、送電装置100及び受電装置200を備える。送電装置100は、電源110、ADC(AC/DC Converter)120、CPU(Central Processing Unit)130、情報通信部140、及び送電回路150を備える。

【0029】

ADC120は、電源110から供給される交流電力を直流電力に変換する。変換された直流電力は、送電回路150へ送られる。

50

【 0 0 3 0 】

C P U 1 3 0 (プロセッサの一例) は、送電装置 1 0 0 の各部 (例えば電源 1 1 0、A D C 1 2 0、情報通信部 1 4 0、送電回路 1 5 0) の動作を統括する。

【 0 0 3 1 】

情報通信部 1 4 0 は、受電装置 2 0 0 との間で通信される通信データを変調又は復調するための変復調回路 1 4 1 を含む。情報通信部 1 4 0 は、例えば、送電装置 1 0 0 から受電装置 2 0 0 への制御情報を、コイル C L を介して送信する。情報通信部 1 4 0 は、例えば、受電装置 2 0 0 から送電装置 1 0 0 へのデータを、コイル C L を介して受信する。このデータには、例えば、受電装置 2 0 0 により水中探査や水底探査された探査結果のデータが含まれる。情報通信部 1 4 0 により、水中航走体 6 0 がデータ収集等の作業を行いながら、水中航走体との間で迅速にデータ通信できる。

10

【 0 0 3 2 】

送電回路 1 5 0 は、ドライバ 1 5 1 及び共振回路 1 5 2 を含む。ドライバ 1 5 1 は、A D C 1 2 0 からの直流電力を所定の周波数の交流電圧 (パルス波形) に変換する。共振回路 1 5 2 は、コンデンサ C A と送電コイル C L A とを含んで構成され、ドライバ 1 5 1 からのパルス波形の交流電圧から正弦波波形の交流電圧を生成する。送電コイル C L A は、ドライバ 1 5 1 から印加される交流電圧に応じて、所定の共振周波数で共振する。尚、送電コイル C L A は、送電装置 1 0 0 の出力インピーダンスにインピーダンス整合される。

【 0 0 3 3 】

なお、ドライバ 1 5 1 が変換することで得られる交流電圧に係る所定の周波数は、送電装置 1 0 0 と受電装置 2 0 0 との間での電力伝送の伝送周波数に相当し、共振周波数に相当する。伝送周波数は、例えば、各コイル C L の Q 値に基づき設定されてよい。

20

【 0 0 3 4 】

受電装置 2 0 0 は、受電回路 2 1 0、C P U 2 2 0、充電制御回路 2 3 0、2 次電池 2 4 0、及び情報通信部 2 5 0 を備える。

【 0 0 3 5 】

受電回路 2 1 0 は、整流回路 2 1 1、レギュレータ 2 1 2、及び共振回路 2 1 3 を含む。共振回路 2 1 3 は、コンデンサ C B と受電コイル C L B とを含んで構成され、送電コイル C L A から送電された交流電力を受電する。尚、受電コイル C L B は、受電装置 2 0 0 の入力インピーダンスにインピーダンス整合される。整流回路 2 1 1 は、受電コイル C L B に誘起された交流電力を直流電力に変換する。レギュレータ 2 1 2 は、整流回路 2 1 1 から送られる直流電圧を、2 次電池 2 4 0 の充電に適合する所定の電圧に変換する。

30

【 0 0 3 6 】

C P U 2 2 0 (プロセッサの一例) は、受電装置 2 0 0 の各部 (例えば受電回路 2 1 0、充電制御回路 2 3 0、2 次電池 2 4 0、情報通信部 2 5 0) の動作を統括する。

【 0 0 3 7 】

充電制御回路 2 3 0 は、2 次電池 2 4 0 の種別に応じて 2 次電池 2 4 0 への充電を制御する。例えば、2 次電池 2 4 0 がリチウムイオン電池の場合、充電制御回路 2 3 0 は、定電圧で、レギュレータ 2 1 2 からの直流電力により 2 次電池 2 4 0 への充電を開始する。

【 0 0 3 8 】

2 次電池 2 4 0 は、送電装置 1 0 0 から伝送された電力を蓄積する。2 次電池 2 4 0 は、例えばリチウムイオン電池である。

40

【 0 0 3 9 】

情報通信部 2 5 0 は、送電装置 1 0 0 との間で通信される通信データを変調又は復調するための変復調回路 2 5 1 を含む。情報通信部 2 5 0 は、例えば、送電装置 1 0 0 から受電装置 2 0 0 への制御情報を、コイル C L を介して受信する。情報通信部 2 5 0 は、例えば、受電装置 2 0 0 から送電装置 1 0 0 へのデータを、コイル C L を介して送信する。このデータには、例えば、受電装置 2 0 0 により水中探査や水底探査された探査結果のデータが含まれる。情報通信部 2 5 0 により、水中航走体 6 0 がデータ収集等の作業を行いながら、船舶 5 0 との間で迅速にデータ通信できる。

50

【 0 0 4 0 】

尚、中継コイル C L C は、送電コイル C L A 及び受電コイル C L B と同様に、コンデンサ C C とともに共振回路を構成する。つまり、本実施形態では、共振回路が水中において多段に配置されることで、磁気共鳴方式により電力が伝送される。

【 0 0 4 1 】

次に、送電装置 1 0 0 から受電装置 2 0 0 への電力伝送について説明する。共振回路 1 5 2 では、送電装置 1 0 0 の送電コイル C L A に電流が流れると送電コイル C L A の周囲に磁場が発生する。発生した磁場の振動は、同一の周波数で共振する中継コイル C L C を含む共振回路又は受電コイル C L B を含む共振回路 2 1 3 に伝達される。

【 0 0 4 2 】

中継コイル C L C を含む共振回路では、磁場の振動により中継コイル C L C に電流が励起され、電流が流れ、中継コイル C L C の周囲に更に磁場が発生する。発生した磁場の振動は、同一の周波数で共振する他の中継コイル C L C を含む共振回路又は受電コイル C L B を含む共振回路 2 1 3 に伝達される。

【 0 0 4 3 】

共振回路 2 1 3 では、中継コイル C L C 又は送電コイル C L A の磁場の振動により、受電コイル C L B に交流電流が誘起される。誘起された交流電流が整流され、所定の電圧に変換され、2 次電池 2 4 0 に充電される。

【 0 0 4 4 】

図 3 は、水中において無線給電を行う際の送電コイル構造体 1 0 0 Z および受電コイル構造体 2 0 0 Z の位置関係を示す斜視図である。送電コイル構造体 1 0 0 Z は、送電装置 1 0 0 に設けられる送電コイルに関する構造体、又は、送電コイル及び中継コイルに関する構造体である。受電コイル構造体 2 0 0 Z は、受電装置 2 0 0 に設けられる受電コイルに関する構造体である。なお、水中が海水中であることを主に例示するが、海水中以外の水中であってもよい。

【 0 0 4 5 】

送電コイル構造体 1 0 0 Z は、1 つの送電コイル C L A と 2 つの中継コイル C L C が海水中で水平方向に並ぶように配置された構造を有する。なお、図 3 では、ポピン b n が省略されているが、ポピン b n が存在しても不在でもよい。中継コイル C L C の数は、2 つでなくてもよく、1 つでも 3 つ以上でもよく、更に中継コイル C L C が設けられなくてもよい。送電コイル C L A 及び中継コイル C L C は、例えば 1 0 回巻きの電線を被覆材（カバー）で密閉して成形される。電線は、例えば銅線である。被覆材には、絶縁性、弾力性、耐候性を有する材料（例えばゴムや樹脂）が用いられる。なお、コイル C L は、被覆材で覆われた電線を 1 0 回巻くことで成形されてもよい。

【 0 0 4 6 】

送電コイル構造体 1 0 0 Z の内側では、受電コイル構造体 2 0 0 Z が進退自在である。受電コイル構造体 2 0 0 Z は、A U V 8 0 0 の筐体に収容されてもよいし、A U V 8 0 0 の筐体の一部を覆うように形成されてもよいし、A U V 8 0 0 の筐体の全部を覆うように形成されてもよい。ここでは、受電コイル構造体 2 0 0 Z が A U V 8 0 0 の筐体の一部を覆うように形成される場合を示す。また、A U V 8 0 0 の筐体の内部は、中空部分が存在してよい。中空部分には、各種機器（例えば各種演算装置や各種センサ）が配置されてよい。なお、A U V 8 0 0 の航走予定位置が水深の深い位置である場合、水圧に抗するように、A U V 8 0 0 の筐体内の中空部分に油が充填されてよい。

【 0 0 4 7 】

図 4 は、受電コイル構造体 2 0 0 Z の外観例を示す斜視図である。受電コイル構造体 2 0 0 Z は、透磁率の高い磁性体（強磁性体）であるコア（磁心）8 5 0 と、コア（磁心）8 5 0 を巻回するように配置された受電コイル C L B と、を含む構造を有する。コア 8 5 0 は、A U V の筐体（弱磁性体 8 5 1）と筐体の周囲に巻回される磁性体（例えばフェライト 8 5 2）とを含んでよい。コア 8 5 0 には、透磁率が低い磁性体（弱磁性体）が用いられてもよい。コア 8 5 0 は、A U V 8 0 0 の筐体を模した円柱状の弱磁性体の側面に、

10

20

30

40

50

磁性材料を貼ることで成形されてよい。なお、磁性体は、円柱状の弱磁性体の側面に沿うように筒状に成形されてよいし、弱磁性体の側面に貼られるようにシート状に成形されてもよい。また、磁性体は、円柱状の弱磁性体の側面（AUV800の筐体の側面に相当）に限らず、その前面（AUV800の筐体の前面に相当）と背面（AUV800の筐体の背面に相当）に貼られてもよい。円柱状の弱磁性体には、例えば、軽くて錆びにくく切削し易いアルミニウムが用いられる。なお、弱磁性体としては、アルミニウムに限らず、ステンレス、チタン、樹脂等が用いられてもよい。また、磁性材料として、本実施形態では、一例として、厚さ2mmのフェライト852が用いられる。フェライトは、電気を通しにくいので、磁界が発生しても発熱が少なく、また、錆びないので、取り扱い易い。なお、磁性材料（強磁性材料）として、フェライトに限らず、ケイ素鋼板やパーマロイ等を用いることも可能である。なお、強磁性材料は、弱磁性材料よりも透磁率が高いことを示す。

10

【0048】

受電コイルCLBの内側にコア850を設けた場合、送電コイルCLA又は中継コイルCLCで発生する磁界は、コア850を形成するフェライト852の内部に集中するとともに、発生した磁界によって、フェライト852の内部に磁束を生じさせる。これにより、受電コイル構造体200Zでは、受電コイルCLBの内側に多くの磁力線が集まる。

【0049】

図3に示すように、2段目（図3の右側）の中継コイルCLCの内側にAUV800が進入し、2段目の中継コイルCLCと受電コイルCLBとが略同一平面上で対向した位置に到達すると、水中において無線給電が開始される。なお、中継コイルCLCでなく、送電コイルCLA側からの送電コイルCLAの内側にAUV800が進入した場合も同様であり、送電コイルCLAと受電コイルCLBとが略同一平面上で対向した位置に到達すると、水中において無線給電が開始される。

20

【0050】

図5は、図4の矢印F-F方向から見た受電コイル構造体200Zの断面およびその一部を拡大して示す図である。図6は、図4の矢印G-G方向から見た受電コイル構造体200Zの断面およびその一部を拡大して示す図である。受電コイルCLBは、例えば10回巻きの電線856を被覆材855で密閉することで成形される。被覆材855は、絶縁性、弾力性、耐候性を有する材料であればよく、ここではゴムが用いられてよい。受電コイル構造体200Zは、コア850の外周に、成形された受電コイルCLBを装着することで一体化される。コア850の外周と受電コイルCLBの被覆材855との接触面には、これらが分離しないように接着材が塗布されてよい。なお、接着剤による接着以外の方法で、コア850と受電コイルCLBとの一体化が行われてもよい。

30

【0051】

図7は、受電コイルCLB、送電コイルCLA及び中継コイルCLCのインダクタンスおよびQ値を計算するための電力伝送モデル15の一例を示す図である。この電力伝送モデル15では、送電コイルCLAの図中下方に中継コイルCLCが2段に配置される。送電コイルCLAの直径は例えば2000mmであり、その巻き数は例えば10回である。また、送電コイルCLAの導体の直径（線径）は例えば13.9mmであり、被覆材の厚みは例えば2.1mmである。したがって、この導体の断面積は、例えば100mm²である。また、2つの中継コイルCLCの仕様は、送電コイルCLAと同じでよい。

40

【0052】

受電コイルCLBは、2段目の中継コイルCLC（図7では下方の中継コイルCLC）と略同一平面になるように対向している。受電コイルCLBの直径は例えば500mmであり、その巻き数は例えば10回である。また、受電コイルCLBの導体の直径（線径）は例えば9.1mmであり、その被覆材855の厚みは例えば3.2mmである。したがって、この導体の断面積は、例えば38mm²である。

【0053】

また、各コイル間隔（送電コイルCLAと中継コイルCLCの間の距離）は、コイルC

50

Lの直径の半分程度の長さである。したがって、各コイル間隔は1000mmである。コア850の材質・寸法等は、前述したとおりである。

【0054】

図8は、電力伝送モデル15の等価回路を示す図である。この等価回路では、送電装置100の共振回路152は、インダクタンスの値としてインダクタンスL1を有する送電コイルCLA及びキャパシタンスの値としてキャパシタンスC1を有するコンデンサCAを含む。1段目の中継コイルCLC（図7では上方の中継コイルCLC）を含む共振回路は、インダクタンスの値としてインダクタンスL2を有する中継コイルCLC及びキャパシタンスの値としてのキャパシタンスC2を有するコンデンサCCを含む。2段目の中継コイルCLC（図7では下方の中継コイルCLC）を含む共振回路は、インダクタンスの値としてインダクタンスL3を有する中継コイルCLC及びキャパシタンスの値としてキャパシタンスC3を有するコンデンサCCを含む。受電装置200の共振回路213は、インダクタンスの値としてインダクタンスL4を有する受電コイルCLB及びキャパシタンスの値としてキャパシタンスC4を有するコンデンサCBを含む。

10

【0055】

送電コイルCLA、2つの中継コイルCLC、及び受電コイルCLBのそれぞれについて、インダクタンスおよびQ値を導出（例えば検出、計算）する。図9は、送電コイルCLA、2つの中継コイルCLC、及び受電コイルCLBの性能を表すパラメータテーブルTbを示す図である。このパラメータテーブルTbには、フェライト852がある場合とフェライト852が無い場合におけるインダクタンス及びQ値が示される。ここで、Q値は、共振回路の共振のピークの鋭さを表す。Q値が高い程、コイルCLによる電力の伝送効率が向上する。Q値は、角周波数 ω 、抵抗成分R、インダクタンス成分L、キャパシタンス成分Cを用いると、 $Q = \omega L / R = 1 / \omega C R$ で示される。また、角周波数 ω は、インダクタンス成分L、キャパシタンス成分Cを用いると、 $\omega = (1 / LC)^{1/2}$ で示される。

20

【0056】

図9に示すように、送電コイルCLAのインダクタンス値は、フェライト852が無い場合に400 μ H程度であるのに対し、フェライト852が有る場合に414 μ Hと僅かに大きくなるが、ほぼ同じである。また、送電コイルCLAのQ値は、フェライト852の有無によらず、値55とほぼ同じである。

30

【0057】

1段目の中継コイルCLCのインダクタンス値は、フェライト852が無い場合に400 μ H程度であるのに対し、フェライト852が有る場合に408 μ Hと僅かに大きくなるが、ほぼ同じである。また、1段目の中継コイルCLCのQ値（Q2）は、フェライト852の有無によらず、値55とほぼ同じである。

【0058】

2段目の中継コイルCLCのインダクタンス値は、フェライト852が無い場合に400 μ H程度であるのに対し、フェライト852が有る場合に453 μ Hと少し大きくなる。また、2段目の中継コイルCLCのQ値（Q3）は、フェライト852の有無によらず、値55とほぼ同じである。

40

【0059】

受電コイルCLBのインダクタンス値は、フェライト852が無い場合に40 μ H程度であるのに対し、フェライト852が有る場合に291 μ Hと7倍以上に大きくなる。また、受電コイルCLBのQ値は、フェライト852が無い場合に値10以下であるのに対し、フェライト852が有る場合に値69と高くなる。

【0060】

例えば、例えばPC（Personal Computer）のプロセッサは、これらのコア850の有無に応じたインダクタンス値及びQ値を基に、電力伝送モデル15を用いてシミュレーションを行う。プロセッサは、2段目の中継コイルCLCと受電コイルCLBの相互インダクタンスM34を導出（例えば算出）する。プロセッサは、相互インダクタンスM34を

50

用いて、例えば式(1)に従い、2段目の中継コイルCLCと受電コイルCLBの結合係数 k_{34} を算出してよい。

$$k_{34} = M_{34} / (L_3 \cdot L_4)^{1/2} \quad (1)$$

なお、 $(L_3 \cdot L_4)^{1/2}$ は、 $(L_3 \cdot L_4)$ の平方根を示し、「 \cdot 」は乗算符号を示す。

【0061】

例えばPCのプロセッサは、算出した結合係数 k_{34} と、2段目の中継コイルCLCのQ値である Q_3 と、受電コイルCLBのQ値である Q_4 と、を用いて、例えば式(2)に従い、電力の最大伝送効率 η_{max} を算出してよい。

【数1】

$$\eta_{max} = \frac{(k_{34}Q_{34})^2}{\{1 + \sqrt{1 + (k_{34}Q_{34})^2}\}^2} \dots\dots (2)$$

ここで、 $Q_{34} = (Q_3 \cdot Q_4)^{1/2}$ を表す。なお、 $(Q_3 \cdot Q_4)^{1/2}$ は、 $(Q_3 \cdot Q_4)$ の平方根を示し、「 \cdot 」は乗算符号を示す。また、上記計算の実行主体は、汎用コンピュータ(例えばPC(Personal Computer))のプロセッサでよい。

【0062】

なお、結合係数 k_{34} は、伝達関数であるZパラメータを使って、式(3)に示すように表現することも可能である。

【数2】

$$k_{34} = \frac{\text{Im}[Z_{34}]}{\sqrt{\text{Im}[Z_{33}]\text{Im}[Z_{44}]}} \dots\dots (3)$$

【0063】

このように、本実施形態の受電装置200は、水中に配置され、弱磁性材料で形成された筐体の一部である弱磁性体851と、弱磁性体851の外側を包囲し強磁性材料で形成されたフェライト852(強磁性体の一例)と、強磁性体の外側に巻回された受電コイルCLBと、を備える。

【0064】

このように、受電コイルCLBの内側に磁性体であるコア(磁心)850が設けられる。コア850は、弱磁性体である円柱状のアルミニウムの側面の少なくとも一部を覆うように、強磁性材料であるフェライト852がアルミニウムの側面に貼られることで成形される。これにより、受電装置200は、受電コイルCLBのインダクタンス及びQ値を高めることができる。したがって、AUV800が弱磁性の筐体を有する場合でも、水中での非接触電力伝送における伝送効率の低下を抑制できる。また、外部からの磁界及びフェライト852内部で発生した磁束による磁力線がフェライト内部に集中して、導電性を有するアルミニウムに向かうことを抑制できる。これにより、受電装置200は、コア850がAUV800の筐体である場合、筐体にアルミニウムが使用されても、渦電流によるアルミニウムの発熱を抑制できる。

【0065】

また、コア850が存在することで、送電コイルCLAと受電コイルCLBを貫く磁束が増える。また、受電装置200は、コイル同士の結合係数が大きくなり、電磁界(電力)の伝送効率を上げることができる。また、フェライト852は、導電性を有するが、海水と比べて導電率が低く、電磁界の減衰を低減させる。したがって、受電装置200は、電力の伝送損失を抑えることができる。

【0066】

10

20

30

40

50

また、受電装置 200 は、水中を移動する水中航走体として AUV 800 でよい。この場合、受電装置 200 は、AUV 800 の移動の自由度を確保しつつ、水中での電力伝送効率を向上して充電できる。

【0067】

(送電コイル構造体の他の構成例 1)

上記実施形態では、受電コイル CLB の内側に配置されたコア (磁心) 850 の外周に強磁性材料であるフェライトが貼られることを例示した。他の構成例 1 では、受電コイル CLB に加え、送電コイル CLA 及び 2 つの中継コイル CLC の少なくとも 1 つの外周に強磁性材料であるフェライトが設けられることを例示する。

【0068】

図 10 は、他の送電コイル構造体 100 Y 及び受電コイル構造体 200 Z の位置関係を示す斜視図である。送電コイル構造体 100 Y は、送電装置 100 に設けられる送電コイルに関する構造体、又は、送電コイル及び中継コイルに関する構造体である。図 11 は、図 10 の矢印 H - H 方向から見た送電コイル構造体 100 Y 及び受電コイル構造体 200 Z の断面図である。図 12 は、図 10 の矢印 I - I 方向から見た送電コイル構造体 100 Y 及び受電コイル構造体 200 Z の断面図である。電力伝送システムにおいて、上記実施形態と同一の構成要素については、同一の符号を用いることで、その説明を省略又は簡略化する。

【0069】

送電コイル構造体 100 Y においても、1 つの送電コイル CLA と 2 つの中継コイル CLC が海水中で水平方向に並ぶように配置される。また、送電コイル構造体 100 Y は、送電コイル CLA および 2 つの中継コイル CLC の外周に強磁性体であるフェライト 181 が貼られた構造を有する。即ち、フェライト 181 は、送電コイル CLA と 2 つの中継コイル CLC を覆うように筒状に形成される。つまり、フェライト 181 は、送電コイル CLA 及び中継コイル CLC のそれぞれが形成する円周の外側に配置される。フェライト 181 の厚さは、受電側のコア 850 に設けられたフェライト 852 と同じ 2 mm でよい。

【0070】

この送電コイル構造体 100 Y では、送電コイル CLA 及び中継コイル CLC で発生する磁界は、送電コイル CLA 及び中継コイル CLC の半径方向外側に配置されたフェライト 181 により、外側に漏れにくく、フェライト 181 の内部に集中し、また、フェライト 181 の内部に磁束を生じさせる。したがって、送電コイル構造体 100 Y の内側には、多くの磁力線が集まる。

【0071】

また、上記実施形態と同様、受電コイル CLB は、10 回巻きの電線 856 を被覆材 855 で密閉して成形される。被覆材 855 は、絶縁性、弾力性、耐候性を有する材料であればよく、例えばゴムが用いられる。受電コイル構造体 200 Z は、コア 850 の外周に、成形された受電コイル CLB を巻き付けることで一体化されてよい。また、コア 850 の外周と受電コイル CLB の被覆材 855 との接触面には、これらが分離しないように、例えば接着材が塗布されてもよいし、接着以外の方法で一体化されてもよい。

【0072】

受電コイル CLB の内側にコア 850 が存在する場合、送電コイル構造体 100 Y の内側の磁界は、フェライト 852 の内部に集中し、また、フェライト 852 の内部で磁束を生じさせる。したがって、受電コイル構造体 200 Z では、受電コイル CLB の内側に多くの磁力線が集まる。したがって、電力伝送システム 10 における電力の伝送効率が高まる。

【0073】

中継コイル CLC の内側に AUV 800 が進入し、中継コイル CLC と受電コイル CLB とが略同一平面上で対向する位置に到達すると、水中において無線給電が開始される。なお、中継コイル CLC 側からでなく、送電コイル CLA 側から AUV 800 が進入した

10

20

30

40

50

場合も同様であり、送電コイルC L Aと受電コイルC L Bとが略同一平面上で対向する位置に到達すると、水中において無線給電が開始される。

【0074】

このように、他の構成例1の送電装置100は、他の送電コイル構造体100Yを用いて、水中において、弱磁性材料で形成された筐体800zを有するAUV800に電力を送電してよい。送電装置100は、磁界を介して、受電装置200の受電コイルC L Bに電力を伝送する送電コイルC L Aを含む1つ以上のコイルC L（伝送コイルの一例）と、コイルC Lの半径方向外側を包囲し、強磁性材料で形成されたフェライト852と、を備えてよい。

【0075】

これにより、送電コイルC L A及び中継コイルC L Cで発生する磁界は、フェライト181により送電コイルC L A及び中継コイルC L Cの半径方向外側に漏れることを抑制できる。つまり、送電コイルC L A及び中継コイルC L Cで発生する磁界は、フェライト181の内部に集中し、また、フェライト181の内部に磁束を生じさせる。フェライト181は、導電性を有するが、海水と比べて導電率が低く、電磁界の減衰を低減できる。したがって、送電コイル構造体100Yの内側では、多くの磁力線が集まる。これにより、送電装置100は、電力の伝送効率を一層高めることができる。また、送電装置100は、送電コイルC L A及び中継コイルC L Cの外周に、強固に成形されたフェライト181が貼られた場合、送電コイルC L Aおよび2つの中継コイルC L Cを連結する連結体として機能させることもできる。この場合、送電装置100は、送電コイルC L A及び中継コイルC L Cが巻き付けられるボビンbnを不要にできる。

【0076】

他の構成例1の電力伝送システム10（水中給電システムの一例）は、送電装置100及び受電装置200を備え、水中に配置された送電装置100が受電装置200に電力を供給する。受電装置200は、弱磁性材料で形成された筐体800zと、筐体800zの外側を包囲し、強磁性材料で形成されたフェライト852（第1の強磁性体の一例）と、フェライト852の外側に巻回された受電コイルC L Bと、を備えてよい。送電装置100は、磁界を介して、受電装置200の受電コイルC L Bに電力を伝送する送電コイルC L Aを含む1つ以上のコイルC Lと、コイルC Lの半径方向外側を包囲し、強磁性材料で形成されたフェライト181（第2の強磁性体の一例）と、を備えてよい。

【0077】

これにより、送電コイルC L Aおよび中継コイルC L Cで発生する磁界は、外側に漏れることなく、外側のフェライト181の内部に集中し、また、外側のフェライト181の内部に磁束を生じさせる。また、外部からの磁界およびフェライト181内部で発生した磁束による磁力線が受電コイルC L Bの内側のフェライト852内部に集中して、例えば導電性を有するアルミニウムで形成された筐体に向かわなくなる。これにより、電力伝送システム10は、コア850がAUV800の筐体である場合、筐体にアルミニウム等の弱磁性材料が使用されても、渦電流によるアルミニウムの発熱を防止できる。

【0078】

（送電コイル構造体の他の構成例2）

上記実施形態では、送電コイル構造体は、送電コイルおよび中継コイルが巻回されたボビンを有することを説明した。他の構成例2では、送電コイル構造体は、複数の送電コイル及び中継コイルが連結体を介して連結された構造を有する。

【0079】

図13は、他の送電コイル構造体100Xを含む電力伝送システム10Aの概略を示す斜視図である。送電コイル構造体100Xは、送電装置100に設けられる送電コイルに関する構造体、又は、送電コイル及び中継コイルに関する構造体である。各コイルC Lは、連結体1030と接続され、例えば等間隔に配置される。隣り合うコイルC L間の距離（コイル間隔）は、例えば5mである。コイル間隔は、例えばコイルC Lの直径の半分程度の長さである。図13では、連結体1030の数が3つであるが、これに限られない。

10

20

30

40

50

連結体 1030 の下端側には、錘 1040 が接続される。また、連結体 1030 の上端側には、ブイ (Buoy) 1045 が接続される。

【0080】

錘 1040 により、連結体 1030 の移動を規制でき、連結体 1030 に固定された各コイル CL の移動を規制できる。よって、電力伝送システム 10A は、水中において水流が発生しても、錘 1040 により各コイル CL の移動が規制されるので、送電コイル CL A 及び中継コイル CL C と受電コイル CL B との位置関係を安定化でき、コイル CL を用いた電力伝送の効率が低下することを抑制できる。

【0081】

また、連結体 1030 の下端側に錘 1040 が接続され、連結体 1030 の上端側にブイ 1045 が接続されることで、錘 1040 が水底側、ブイ 1045 が水面側となり、連結体 1030 が水面 90 と略水平となる姿勢を維持できる。よって、各コイル CL により定義される面は、水面 90 と略垂直となり、磁界共鳴方式によって水平方向 (水面と平行な方向) に電力伝送できる。

10

【0082】

尚、錘 1040 は、連結体 1030 の運搬時には連結体 1030 から取り外され、連結体 1030 の運搬が終了し、所定の位置に設置される際に、連結体 1030 に錘 1040 が取り付けられてもよい。これにより、連結体 1030 の運搬が容易になる。

【0083】

このように、他の送電コイル構造体 100X では、送電コイル構造体 100X の内側に、AUV 800 が進入しやすく、給電が簡単になる。また、送電コイル構造体 100X が軽量であり、しかもコンパクトに収納可能であるので、運搬が容易である。

20

【0084】

なお、連結体 1030 は、海水中に浮遊した状態で姿勢が維持されてもよいし、海底に設置された支柱に固定された状態で姿勢が維持されてもよい。

【0085】

なお、各コイル CL により定義される面が、水面 90 と略水平とされてもよい。この場合、電力伝送システム 10A は、磁界共鳴方式によって水深方向 (水面と略垂直な方向) に電力伝送できる。

【0086】

30

(受電コイル構造体の他の構成例 3)

上記実施形態では、受電コイル構造体 200Z において、コア 850 の外周全体、つまり円柱状の弱磁性体 851 の側面が全周に亘ってフェライト 852 で被覆されていた。構成例 3 の受電コイル構造体では、コアの一部がフェライトで被覆されない場合を示す。

【0087】

図 14 は、他の受電コイル構造体 200Y を搭載した AUV 800 の外観を示す断面図である。受電コイル構造体 200Y は、受電装置 200 に設けられる受電コイルに関する構造体である。他の受電コイル構造体 200Y では、弱磁性体 851 を覆うフェライト 852 の一部を切り欠いた開口部 852z が形成される。この開口部 852z には、例えば AUV 800 に搭載されたカメラ 951 の撮像窓が露出する。これにより、カメラ 951 がフェライト 852 によって画角が遮られることを回避できる。

40

【0088】

なお、フェライト 852 の側面に形成される開口部は、1 つに限らず複数であってもよい。また、開口部は、カメラの撮像窓に限らず、他の各種機器や各種構成部を覆わないように設けられてもよい。例えば、開口部は、超音波センサ等の受音面が露出する位置に形成されてもよい。

【0089】

このように、他の構成例 3 の受電装置 200 は、カメラ 951 (センサの一例) を備えてよい。カメラ 951 は、AUV 800 の筐体の外側に配置され、データを検出して取得してよい。フェライト 852 は、筐体の外側に配置されるセンサに対向する位置では、不

50

在でよい。

【0090】

これにより、受電装置200は、AUV800に搭載されるカメラ951やセンサ等の機器の動作に支障を与えることなく、送電コイル構造体から送電される電力の伝送効率を高めることができる。このように、受電装置200は、カメラ951をフェライト852で覆う場合と比較すると、センサの検出精度の低下を抑制して、電力伝送効率を向上できる。

【0091】

以上、図面を参照しながら実施形態について説明したが、本開示はかかる例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

【0092】

上記実施形態及び他の各構成例では、受電装置200は、海底に設置された発電機等でもよい。この場合、受電装置200は、水中に固定的に設置される。このように、海底に固定的に設置された構造物であって、構造物を移動させて充電することが困難である場合でも、送電装置100が受電装置200に近づくことで、水中での電力伝送効率を向上して充電できる。

【0093】

上記実施形態及び他の各構成例では、送電コイルCLA及び複数の中継コイルCLCの配列方向が海水中で横向き（水平方向）に配置されたが、縦向き（垂直方向）に配置されてもよい。縦向きの場合、送電コイルCLA及び中継コイルCLCの面は、水面と略平行となる。縦向きに配置される場合、AUV800に搭載される受電コイルCLBも磁界方向に合わせるように縦向きに搭載されてもよい。つまり、受電コイルCLBの面が水面と略平行となってよい。また、送電コイルCLA及び中継コイルCLCが連結体を介して接続される送電コイル構造体の場合、送電コイル構造体が縦向きに配置されても、AUV800は、送電コイル構造体に対し水平方向に進入および退出可能でよい。一方、送電コイルCLA及び中継コイルCLCがボビンbnに巻回されて配置される送電コイル構造体の場合に、送電コイル構造体が縦向きに配置された場合、AUV800は、ボビンbnの上端および下端に位置するボビンbnの開口部から送電コイル構造体の内側に進入してよい。

【0094】

上記実施形態では、プロセッサは、物理的にどのように構成してもよい。また、プログラム可能なプロセッサを用いれば、プログラムの変更により処理内容を変更できるので、プロセッサの設計の自由度を高めることができる。プロセッサは、1つの半導体チップで構成してもよいし、物理的に複数の半導体チップで構成してもよい。複数の半導体チップで構成する場合、上記実施形態の各制御をそれぞれ別の半導体チップで実現してもよい。この場合、それらの複数の半導体チップで1つのプロセッサを構成すると考えることができる。また、プロセッサは、半導体チップと別の機能を有する部材（コンデンサ等）で構成してもよい。また、プロセッサが有する機能とそれ以外の機能とを実現するように、1つの半導体チップを構成してもよい。また、複数のプロセッサが1つのプロセッサで構成されてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0095】

本開示は、受電装置が弱磁性の筐体を有する場合でも、水中での非接触電力伝送における伝送効率の低下を抑制できる受電装置、送電装置及び水中給電システム等に有用である。

【符号の説明】

【0096】

10 電力伝送システム

10

20

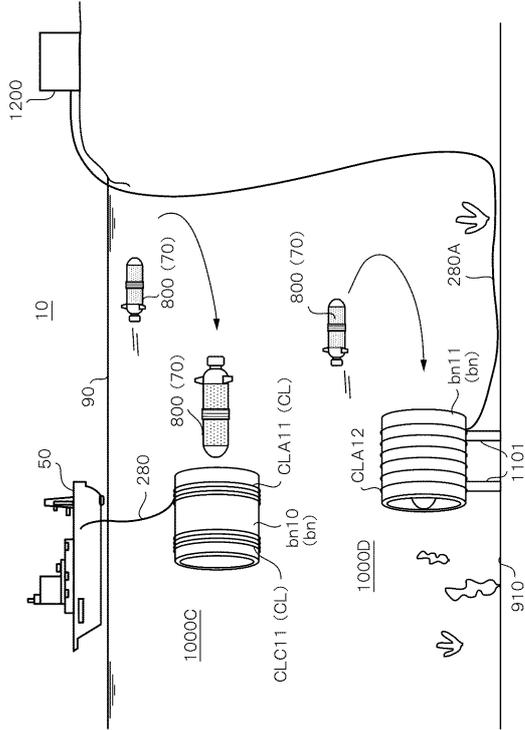
30

40

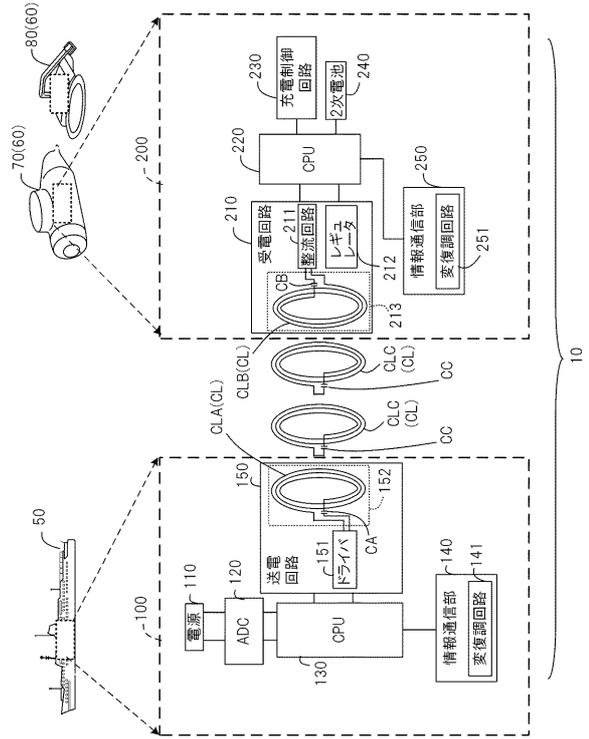
50

1 5	電力伝送モデル	
5 0	船舶	
6 0	水中航走体	
7 0	潜水艇	
8 0	水底掘削機	
9 0	水面	
9 5	水底	
1 0 0	送電装置	
1 0 0 Z , 1 0 0 Y	送電コイル構造体	
1 1 0	電源	10
1 2 0	A D C	
1 3 0	C P U	
1 4 0	情報通信部	
1 4 1	変復調回路	
1 5 0	送電回路	
1 5 1	ドライバ	
1 5 2	共振回路	
1 8 1	フェライト	
2 0 0	受電装置	
2 0 0 Z , 2 0 0 Y	受電コイル構造体	20
2 1 0	受電回路	
2 1 1	整流回路	
2 1 2	レギュレータ	
2 2 0	C P U	
2 3 0	充電制御回路	
2 4 0	2次電池	
2 5 0	情報通信部	
2 5 1	変復調回路	
2 8 0 , 2 8 0 A	電力ケーブル	
8 0 0 , 8 0 0 A	A U V	30
8 0 0 z	筐体	
8 5 0	コア(磁心)	
8 5 1	弱磁性体	
8 5 2	フェライト	
8 5 5	被覆材	
8 5 6	電線	
9 1 0	海底	
9 5 1	カメラ	
1 0 0 0 C , 1 0 0 0 D	給電スタンド	
1 0 3 0	連結体	40
1 0 4 0	錘	
1 0 4 5	ブイ	
1 1 0 1	支柱	
1 2 0 0	給電設備	
b n , b n 1 0 , b n 1 1	ボビン	
C L	コイル	
C L A , C L A 1 1 , C L A 1 2	送電コイル	
C L B	受電コイル	
C L C , C L C 1 1	中継コイル	
T b	パラメータテーブル	50

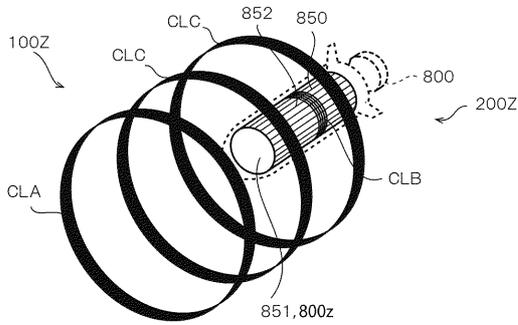
【図1】



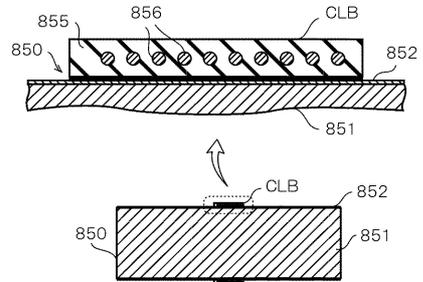
【図2】



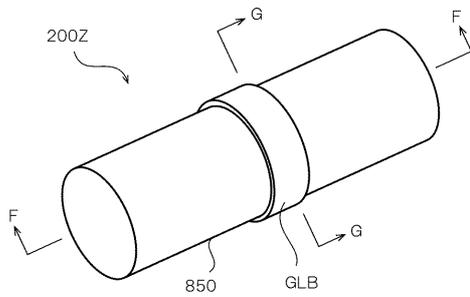
【図3】



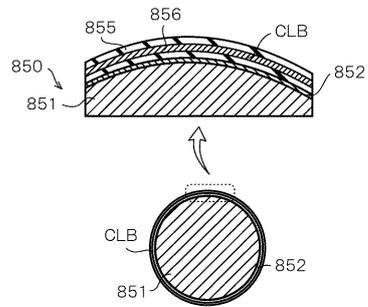
【図5】



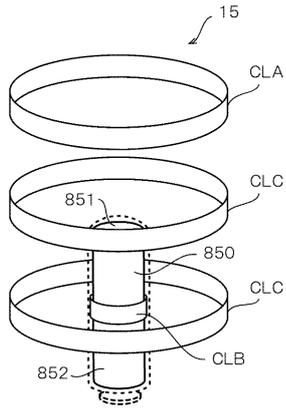
【図4】



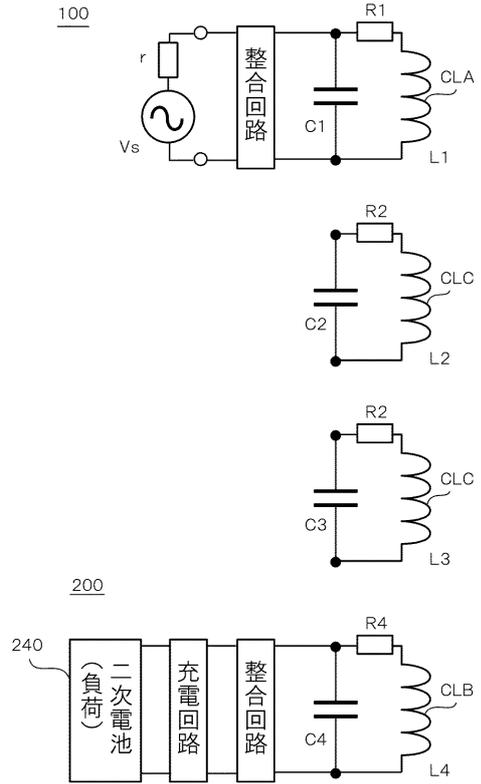
【図6】



【図7】



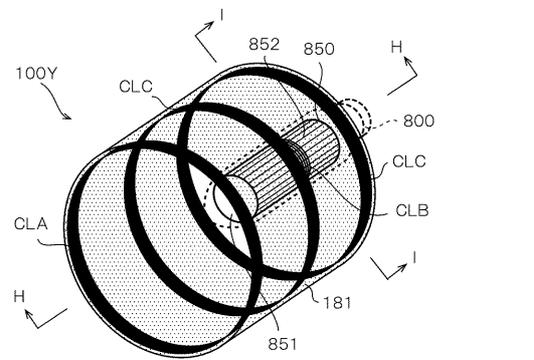
【図8】



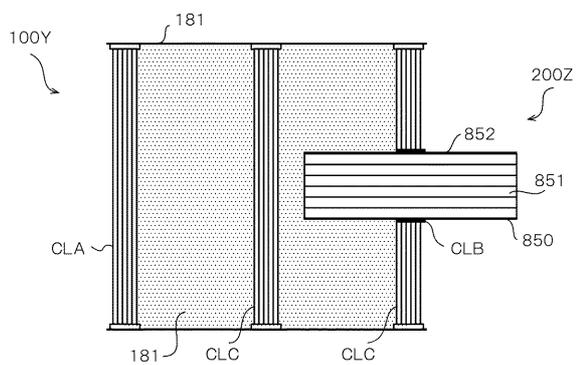
【図9】

結合係数	フェライトあり 0.27程度		フェライトなし 0.02程度	
	コイル	インダクタンス	Q値	Q値
CLA	L1	414 μH	55	55程度 インダクタンス 400 μH程度
CLC	L2	408 μH	56	55程度 インダクタンス 400 μH程度
CLC	L3	453 μH	54	55程度 インダクタンス 400 μH程度
CLB	L4	291 μH	69	10以下 インダクタンス 40 μH程度

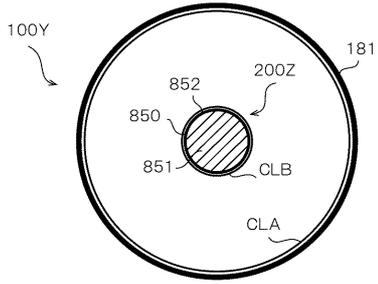
【図10】



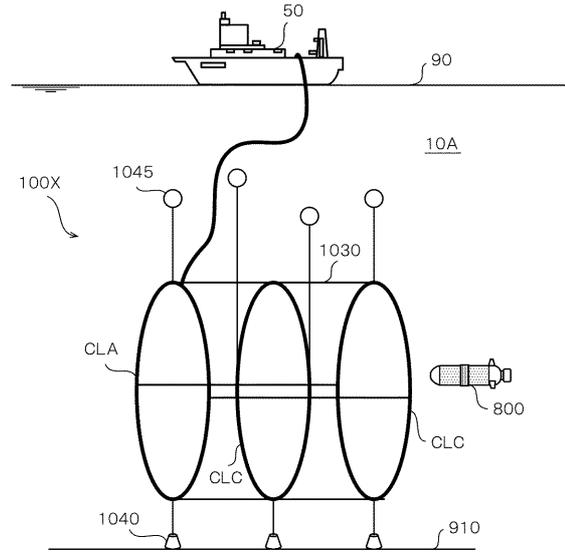
【図11】



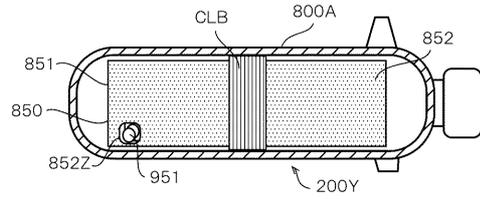
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(72)発明者 岡本 克也

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 川田 壮一

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 八木 達雄

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

Fターム(参考) 5G503 AA01 BA01 BA02 BB01 GB08 GD02 GD03 GD04