明　細　書

発明の名称 ：

船舶によるエネルギー輸送システム及びエネルギー輸送方法

技術分野

[0001] 本発明は、発電設備から受領設備までのエネルギーの輸送を船舶により海路にて行うシステム及び方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、再生可能エネルギーによる電力の安定供給の観点から、洋上での風力発電に注目が集まっている。洋上は陸上に比べて風が強く、また障害物がなく安定した風が得られることから、洋上風力発電によれば効率的かつ安定的に発電を行うことができるとされている。また、洋上であれば人の居住地から離れた場所に発電装置を設置できるため、騒音問題などが発生しにくく、より発電効率の高い大型の風車の設置が可能である。

[0003] 従来、洋上風力発電システムにおいては、海底又は海中に送電ケーブルを敷設し、洋上の発電装置によって発電した電気をこの海底の送電ケーブルによって陸上の電力系統まで送ることとしている。例えば、特許文献１には、海底の地形によらずに送電線を敷設するために、複数の洋上風力発電設備の間に送電線を浮遊した状態で設置した配線システムが開示されている。また、特許文献２には、洋上風力発電の発電電力を全国に安定的に供給するために、陸地を取り囲むようにして洋上の風力発電設備間を接続した環状の電力輸送網を設けるとともに、この洋上の輸送網から陸地への送電線を設けた電力輸送網システムが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１４－０９３９０２号公報

特許文献2：特開２０１４－１５８３６３号公報

特許文献3：特開２０１３－５０９５２２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、従来のシステムは、洋上の風力発電設備で発電した電気を陸上の受領設備へと送電するために送電ケーブルを海底又は海中に設置して、この送電ケーブルによって電気を輸送することとしている。しかし、このような従来のシステムは、送電ケーブルの設置やメンテナンスに時間とコストが掛かることに加えて、次のような様々な課題がある。

[0006] 例えば、送電ケーブルを用いる場合、風力発電設備の設置箇所が沿岸近くに制限されることになる。沿岸近くには安定的に十分な風力が得られない場所もあり、風力発電による発電効率が低下してしまう。また、沿岸近くには居住地や漁業地がある場合も多く、風力発電設備の設置について周辺住民の同意や理解が得られない場合がある。

[0007] また、送電ケーブルを設置するには、例えば国や自治体から許可を得るための手続きや、その設置工事に時間を要するために、風力発電設備の稼働開始まで多くの時間がかかる。

[0008] また、送電ケーブルを設置した場合、海中又は海底の自然環境に影響を与える恐れがあり、その設置には十分に注意しなければならず、環境条件によっては送電ケーブルを設置できない場合がある。

[0009] また、送電ケーブルは海底又は海中に固定されていることから、洋上の風力発電設備からの送電先に選択肢が存在しない。つまり、洋上風力発電設備からは常に一定の受領設備にしか直接送電することができない。このため、風力発電設備から任意の場所へ送電するには、陸上の電力系統を常に経由する必要があり、送電効率が悪いという問題がある。

[0010] また、洋上の風力発電設備には、設置やメンテナンス、入れ替えのコストの観点から、蓄電池を設置しておくことが難しく、また設置できたとしても小型の蓄電池にとどまる。このため、洋上風力発電の場合、一般的には発電とほぼ同時のタイミングで売電先を決める必要がある。例えば電力需要の少ない時間帯や地域で発電した場合、売電によって得られる利益が少なくなる

という問題がある。

[0011] 一方で、特許文献３では、着脱式のバッテリーユニットを備えた洋上の風力発電設備が開示されている。この特許文献３では、風力発電設備のバッテリーユニットをクレーンによって取り外して船舶に搭載し、バッテリーユニットから供給される電気を船舶の駆動エネルギー又は機器利用エネルギーに利用することが提案されている。しかしながら、特許文献３では、風力発電設備で発電した電気を船舶で消費することが提案されているに過ぎず、風力発電設備で発電した電気を陸地に輸送する方法やシステムは開示されていない。

[0012] そこで、本発明は、電気等のエネルギー源を、海底の送電ケーブル等の供給ラインによらずに、発電設備から受領設備へと効率的に輸送する手段を提供することを主な目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 本発明の発明者は、従来技術の課題を解決する手段について鋭意検討した結果、発電設備から受領設備までのエネルギー輸送を船舶により海路にて行うことで、送電ケーブル等を用いたエネルギー輸送方法が抱える様々な問題を解決できるようになるという知見を得た。そして、本発明者は、上記知見に基づけば従来技術の課題を解決できることに想到し、本発明を完成させた。具体的に説明すると、本発明は以下の構成又は工程を有する。

[0014] 本発明の第１の側面は、エネルギー輸送システムに関する。本発明に係るシステムは、基本的に、エネルギー源の保持手段を備えた輸送船と、この輸送船外に配置されて輸送船の保持手段にエネルギー源を供給する発電設備と、この輸送船外に配置されて輸送船の保持手段からエネルギー源の供給を受ける受領設備を含む。

[0015] 本発明における「エネルギー源」には、電気に加えて、電気と互換性を持つエネルギー源が含まれる。例えば、エネルギー源には、電気の他に、水素、熱、位置エネルギー、運動エネルギーなど、電気との互換性を持ち、現実的に運用可能な効率で一定期間保持できるものが含まれる。なお、発電設備

から輸送船に供給されるエネルギー源と、輸送船から受領設備に供給されるエネルギー源は、必ずしも同じ種類である必要はない。例えば、発電設備から輸送船に水素を供給し、輸送船にて水素から電気を発生させ、輸送船から受領設備に電気を供給することとしてもよい。「発電設備」としては、風力発電に限らず、太陽光発電、潮力発電、地熱発電、水力発電、バイオマス発電、火力発電、原子力発電など公知の方法によって発電を行う設備を採用できる。また、発電設備は、洋上の設備であることが好ましいが、離島や沿岸など、洋上の輸送船に対してエネルギー源を直接又は間接的に供給可能な陸上の場所に設けられていてもよい。なお、発電設備には、例えば発電装置や、変電装置、送電装置、蓄電装置、エネルギー源の変換装置など、輸送船にエネルギー源を供給するために必要となる様々な装置が含まれる。「受領設備」は、輸送船からエネルギー源を受け取ることのできる設備であり、陸上の施設の他、輸送船から供給されたエネルギー源によって駆動する船舶や車両、列車、航空機などを含む。例えば、エネルギー源が電気の場合、輸送船から供給を受けた電気を公共の電力系統へと送電する変電装置などが、ここにいう受領設備に該当する。

[0016] 上記構成のように、発電設備から受領設備までのエネルギー輸送を輸送船によって海路にて行うことで、例えば次のような利点がある。

[0017] まず、本発明によれば発電設備の設置場所の制限を緩和することができる。例えば洋上の風力発電設備を陸地から遠く離れたより風況の良い場所に設置することができるようになるため、発電の効率と安定性を高めることができる。

[0018] また、本発明によれば、従来のように送電ケーブルを海底に敷設する必要がなくなるため、風力発電を開始するための初期投資を抑えることができる。また、風力発電設備の稼働開始まで期間を短縮できる。

[0019] また、本発明では海底の送電ケーブルが不要であることから、海中又は海底の自然環境への影響を最低限に抑えることができる。

[0020] また、本発明では、送電ケーブルではなく輸送先によってエネルギー源を

輸送するため、発電設備からのエネルギー輸送先を自由に選択することができる。例えば、洋上の発電設備から電力需要の高い地域や商業設備、病院、公共設備などにエネルギー源を直接輸送することが可能となる。

[0021] また、本発明では、輸送船にエネルギー源の保持手段が搭載されていることから、売電先のタイミングをある程度自由に選択することができる。例えば電力需要の高い時間帯に電力需要の高い地域に対して輸送船を航行させることで、エネルギー源の販売単価を高めることができる。

[0022] 本発明に係るエネルギー輸送システムにおいて、輸送船の保持手段は蓄電池（二次電池）であってもよい。この場合、発電設備にて得られた電気は、必要に応じて変電（電圧変換及び／又は直流と交流の相互変換）を行ったうえで、輸送船に対して直接供給される。「蓄電池」には、電気エネルギーを化学エネルギーに変換して保存する液体電池や全固体電池の他、電気エネルギーを回転運動等の物理的エネルギーに変換して保存するフライホイール型電池等の機械式電池が含まれる。機械式電池は、液体電池等と比較し、エネルギーの保存方法が化学反応ではないため火災や爆発などのリスクが少なく、またその寿命も通常のリチウム電池と比較して長いというメリットがある。

[0023] 本発明に係るエネルギー輸送システムにおいて、輸送船の保持手段は水素タンクであってもよい。この場合、発電設備で得られた電気を用いて水電解装置等によって水素ガスを生成し、得られた水素ガスを輸送船の水素タンクに供給する。また、輸送船から受領設備へ水素ガスを供給し、受領設備において水素ガスを用いて燃料電池等によって発電を行う。なお、水電解装置は、発電設備に設けられていてもよいし、輸送船に設けられていてもよい。また、燃料電池は、受領設備に設けられていてもよいし、輸送船に設けられていてもよい。

[0024] 本発明に係るエネルギー輸送システムにおいて、発電設備は洋上に設置されていることが好ましい。洋上に発電設備を設置しておくことで、例えば風力発電であれば安定的かつ効率良く発電できる。また、沿岸の居住地や漁業

地などに影響を与えることもない。

[0025] 本発明に係るエネルギー輸送システムにおいて、輸送船は、洋上において、ケーブルを介して、洋上の発電設備からエネルギー源の供給を受けることができるように構成されていることが好ましい。このように、洋上の発電設備と洋上の輸送船とをケーブルで繋ぎ、輸送船を発電設備付近に係留したままエネルギー源の供給を行うことで、例えば保持手段（蓄電池や水素タンク）を積み替える作業が不要となる。これにより、発電設備から輸送船に対して効率的にエネルギー源の供給が可能となる。

[0026] 本発明に係るエネルギー輸送システムにおいて、発電設備は離島や沿岸などの陸上に設置されていてもよい。例えば、風況の良い離島なども発電設備の設置場所として利用できる。また、既存の陸上の発電設備を本発明のシステムに組み込むことも可能である。同様に、受領設備もまた離島や沿岸などの陸上に設置することができる。例えば、離島で発電した電気を輸送船によって需要の高い本島の陸地へ輸送したり、あるいは本島の陸地で発電された電気を輸送船によって離島へ輸送することもできる。

[0027] 本発明に係るエネルギー輸送システムにおいて、輸送船は、洋上において、ケーブルを介して、陸上の受領設備にエネルギー源を供給することができるように構成されていることが好ましい。このように、陸上の受領設備と洋上の輸送船とをケーブルで繋ぎ、輸送船を受領設備付近の港に係留したままエネルギー源の供給を行うことで、例えば保持手段（蓄電池や水素タンク）を積み替える作業が不要となる。これにより、輸送船から受領設備に対して効率的にエネルギー源の供給が可能となる。

[0028] 本発明に係るエネルギー輸送システムにおいて、受領設備は、輸送船から供給を受けたエネルギー源を動力源として航行可能な船舶であってもよい。例えば、本システムでは、輸送船からのエネルギー源の供給によって他の船舶を航行させることができる。ここにいう他の船舶の例は、電気を動力源とするモータ船や、水素を動力源とする燃料電池船である。これにより、他の船舶は、港に立ち寄ることなく、洋上にて効率的に輸送船からエネルギーの

供給を受けることができる。なお、保持手段を搭載した輸送船から同じく保持手段を搭載した他の輸送船へエネルギー源を供給することも可能である。この場合、ここにいう他の輸送船が受領設備に該当する。

[0029] 本発明に係るエネルギー輸送システムにおいて、保持手段は輸送船から取り外し可能に構成されていてもよい。この場合、例えば輸送船が港に到着した後、受領設備へエネルギー供給するのではなく、保持手段をクレーン等によって港に下ろすこともできる。また、輸送船から取り外された保持手段を、トラックや列車などによって陸上輸送することとしてもよい。これにより、例えば送電線が設置されていない地方、山林、工事現場などへエネルギー源を個別に配送することができる。また、電力系統の弱い場所へエネルギー源の供給も可能となる。また、港に下ろした保持手段を、そのまま予備電源として保存することもできる。さらに、輸送船の保持手段（バッテリー等）が取外し可能なものである場合、輸送船から他の船舶へ保持手段を載せ替えることもできる。

[0030] 本発明の第２の側面は、エネルギー輸送方法に関する。本発明に係る輸送方法では、エネルギー源の保持手段を備えた輸送船により、輸送船外の発電設備から輸送船外の受領設備へエネルギー源を輸送する。例えば、本発明に係る輸送方法は、発電設備によりエネルギー源を生成する工程と、発電設備から輸送船へエネルギー源を供給する工程と、輸送船によってエネルギー源を輸送する工程と、輸送船から受領設備へエネルギー源の供給する工程を含む。

発明の効果

[0031] 本発明によれば、電気等のエネルギー源を、送電ケーブル等の供給ラインによらずに、発電設備から受領設備へと効率的に輸送することができる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]図１は、本発明に係るエネルギー輸送システムの概要を、電気輸送を例に挙げて示している。

[図2]図２は、輸送船の主たる構成要素の例を示したブロック図である。

[図3]図３は、洋上の風力発電設備から輸送船への充電方法の例を模式的に示している。

[図4]図４は、輸送船から受領設備への放電方法の例を模式的に示している。

[図5]図５は、輸送船からコンテナを取り外す方法の例を模式的に示している

[図6]図６は、発電装置から電力系統までの送電スキームについて２つのパターンを例に挙げて示している。

[図7]図７は、エネルギー輸送システムの応用例を示したブロック図である。特に、図７は、電気と代替又は併用して輸送船によって水素の輸送する方法を示している。

発明を実施するための形態

[0033] 以下、図面を用いて本発明を実施するための形態について説明する。本発明は、以下に説明する形態に限定されるものではなく、以下の形態から当業者が自明な範囲で適宜変更したものも含む。

[0034] 図１は、本発明に係るエネルギー輸送システム及びエネルギー輸送方法の一実施形態を示している。図１に示した実施形態に係るエネルギー輸送システム１００では、輸送船１０により、海路にて、洋上の発電設備２０から陸上の受領設備３０までの電気輸送が行われる。まず、図１を参照して、本発明の概要について説明する。

[0035] 図１に示されるように、発電設備２０では、一又は複数の浮体式の風力発電装置２１が変電装置２２に対してアレイケーブル２３によって接続されている。例えば、風力発電装置２１によって発電された交流の電気は、変電装置２２によって直流に変換される。また、輸送船１０が発電設備２０付近に到着すると、変電装置２２で変換された直流の電気が充電用のケーブルを介して輸送船１０が備える蓄電池（エネルギー源の保持手段）へと供給される。このように、輸送船１０への電気の供給は洋上にてケーブルを介して行うことが好ましい。また、蓄電池の充電を終えた輸送船１０は、海路にて所定の受領設備３０に向かって航行する。受領設備３０は、例えば変電装置３１と送電ケーブル３２を備える。輸送船１０が受領設備３０付近に到着すると

、蓄電池によって保持されていた直流の電気が放電用のケーブルを介して変電装置３１へと供給される。変電装置３１では、電気を直流から交流へと変換し、変電所等を含む公共の電力系統２００へと送電する。

[0036] このようにして、本発明では、基本的に、蓄電池を備えた輸送船１０により、洋上の発電設備２０から陸上の受領設備３０、延いては電力系統２００（送電網）へと電気エネルギーの輸送が行われる。輸送船１０の動力源にもよるが、例えば電気を動力源とするモータ式の輸送船１０であっても３００～５００ｋｍ程度は充電無しで洋上を航行できる。このため、洋上の発電設備２０から陸上の受領設備３０までの距離は３００～５００ｋｍ程度離れたものとすることが可能である。

[0037] 図２は、輸送船１０の主たる構成要素を示してる。特に、本実施形態において、輸送船１０は、電気を動力源とするモータ式のものである。ただし、輸送船１０は、化石燃料を動力源とする内燃機関式のものであってもよいし、モータと内燃機関を併用するハイブリッド式のものであってもよい。さらに、輸送船１０は、水素を動力源とするものであってもよい。例えば、水素を動力源として利用する場合、輸送船１０は、燃料電池によって発電した電気によってモータを駆動する燃料電池式のものであってもよいし、水素を内燃機関で燃焼させることにより動力を得る水素エンジン式のものであってもよい。

[0038] 図２に示されるように、輸送船１０は、コンテナ１０ａと船体１０ｂを備える。コンテナ１０ａは、船体１０ｂに対して着脱可能に構成されている。また、船体１０ｂは、コンテナ１０ａを取り外した状態であっても、独自に航行できるように構成されたものである。

[0039] コンテナ１０ａは、発電設備２０から受領設備３０までの輸送の対象となるエネルギー源（具体的には電気）を保持するための要素である。コンテナ１０ａに蓄えられた電気は、発電設備２０から受領設備３０までの輸送することを目的としたものであるため、その輸送中は基本的には輸送船１０やその船内の機器の動力源として消費されずにそのまま保持される。ただし、後

述ように、緊急時等においては、コンテナ１０ａ内に蓄電された電気を輸送船１０の動力源等として利用することもできる。

[0040] コンテナ１０ａは、充放電口１１と、複数のバッテリセル１２と、バッテリ制御装置１３を含む。充放電口１１は、各バッテリセル１２に対して充電及び放電を行うためのインターフェースであり、充放電ケーブル４０（図３参照）を挿し込むことができる。バッテリセル１２は、コンテナ１０ａ内に搭載された蓄電池である。バッテリセル１２の搭載数に応じて、輸送船１０のコンテナ１０ａに蓄電可能な電気容量を調整できる。例えば輸送船１０の大きさにもよるが、コンテナ１０ａは２００～６０００ＭＷｈの電気容量を確保できる。バッテリ制御装置１３は、各バッテリセル１２に接続されており、各バッテリセル１２への電気の充電量／放電量や充電速度／放電速度を制御するための制御回路である。バッテリ制御装置１３は、回路基板上に、ＣＰＵ、制御プログラムを格納したメモリ、外部サーバ装置との通信機器、及びバッテリセル１２の充電状態等を検知するためのセンサ機器などが搭載されている。

[0041] なお、本実施形態では、コンテナ１０ａが船体１０ｂから着脱できるように構成されているが、さらにコンテナ１０ａから各バッテリセル１２が着脱できるように構成されていてもよい。一方、各バッテリセル１２がコンテナ１０ａに対して着脱可能である場合、コンテナ１０ａ自体は船体１０ｂに着脱不能に固定することとしてもよい。さらに、本実施形態では、バッテリ制御装置１３がコンテナ１０ａ内に搭載されているが、このような構成に代えて、バッテリ制御装置１３を船体１０ｂ側に搭載することもできる。

[0042] 輸送船１０の船体１０ｂは、基本的には、電気を動力源としたモータ式の一般的な船舶と同様の構成を持つ。すなわち、船体１０ｂは、駆動用バッテリ１４と、インバータ１５と、モータ１６を備える。駆動用バッテリ１４は、輸送船１０や内部機器の動力源として消費される電気を保持する。インバータ１５は、駆動用バッテリ１４から出力された電気を制御あるいは変換してモータ１６に供給する。モータ１６は、インバータ１５から受け取った電

気を動力に変える。例えば、モータ１６は、不図示のシャフトを通じてスクリュープロペラを回転させることで、輸送船１０の推進力を得る。

[0043] このように船体１０ｂは、輸送用の電気を貯蔵するバッテリセル１２とは別に駆動用バッテリ１４を有しているため、バッテリセル１２内の電気を消費せずに航行が可能である。ただし、本実施形態において、駆動用バッテリ１４は、バッテリ制御装置１３を介して、バッテリセル１２と電気的に接続されている。このため、緊急時等においては、バッテリセル１２内の電気を駆動用バッテリ１４に供給するができる。その結果、輸送船１０は、バッテリセル１２内の電気を動力源として航行することも可能となる。

[0044] また、図示は省略するが、輸送船１０は、エネルギー源として電気に代えて水素を輸送するものであってもよい。この場合、コンテナ１０ａ内にはバッテリセル１２に代えて水素タンクを搭載すればよい。また、輸送船１０は、水素を動力源として航行するものであってもよい。この場合、船体１０ｂ内には駆動用バッテリ１４に代えて燃料電池を搭載すればよい。なお、電気を動力源とする輸送船１０によって水素を輸送することもできるし、水素を動力源とする輸送船１０によって電気を輸送することもできる。

[0045] 図３は、発電設備２０から輸送船１０のバッテリセル１２へ電気を供給する方法を模式的に示している。発電設備２０から輸送船１０への電力供給は、基本的に、輸送船１０が洋上に留まった状態で、充放電ケーブル４０を介して行われる。電力供給を受けるにあたり、輸送船１０は、碇を降ろして発電設備２０の付近に停泊することとしてもよいし、碇を降ろさずにモータやスクリュープロペラを制御することで発電設備２０の付近に停留することとしてもよい。なお、充放電ケーブル４０は、輸送船１０に備え付けられたものであってもよいし、発電設備２０に備え付けられたものであってもよい。また、発電設備２０からの輸送船１０への電力供給は、基本的に、受領設備３０まで輸送するエネルギー源としての電力（バッテリセル１２に蓄積されるもの）を供給することを目的として行われる。なお、発電設備２０から輸送船１０に対して、輸送船１０によって消費される動力源としての電力（駆

動用バッテリ１４に蓄積されるもの）を供給することも可能であるが、あくまでそれが主目的となるわけではない。

[0046] 図３（ａ）に示した方式では、輸送船１０は、充放電ケーブル４０を吊り下げて把持するためのロボットアーム５０を備える。ロボットアーム５０によって充放電ケーブル４０を把持することで、充放電ケーブル４０を海面につけずに輸送船１０への充電を行うことができる。

[0047] また、ロボットアーム５０は、充放電ケーブル４０の把持部位の空間位置（水平位置及び垂直位置）を一定に維持するためのスタビライザ機構を備えることが好ましい。スタビライザ機構は、機械的に把持部位の空間位置を維持するものであってもよい。また、スタビライザ機構は、加速度センサ及びジャイロセンサ等のセンサ機器からの検知情報に基づいて把持部位の空間位置を維持するように、電子的に制御を行うものであってもよい。輸送船１０への電力供給は洋上で行われるものであり、波や潮の影響を受けやすい。このため、輸送船１０のロボットアーム５０にスタビライザ機構を搭載することで、充放電ケーブル４０が不用意に充放電口から脱落したり、あるいは充放電ケーブル４０に故障や断線が生じることを未然に防ぐことができる。

[0048] 図３（ｂ）に示した方式は、より単純なものであり、海面又は海中に充放電ケーブル４０を浮遊させた状態で、発電設備２０から輸送船１０への電力供給が行われる。この場合、輸送船１０にロボットアーム５０を搭載する必要がないため、輸送船１０の製造コストが抑えられる。なお、充放電ケーブル４０が海面に浮遊しやすいように、この充放電ケーブル４０にウキ４１を取り付けることとしてもよい。

[0049] 図４は、輸送船１０から受領設備３０へ電気を供給する方式を模式的に示している。輸送船１０から受領設備３０への電力供給も、基本的に、輸送船１０が洋上に留まった状態で、充放電ケーブル４０を介して行われることが好ましい。ただし、陸上の受領設備３０へ電気を供給する場合において、受領設備３０付近に港がある場合には、輸送船１０をこの港に停泊させることとしてもよい。

[0050] 図４（ａ）に示した方式では、陸上の変電装置３１が受領設備３０として機能する。輸送船１０のバッテリセル１２に蓄積された電気は、ロボットアーム５０によって把持された充放電ケーブル４０を介して、陸上の変電装置３１へと供給される。バッテリセル１２には、直流の電気が蓄積されているため、変電装置３１は、直流の電気を交流に変換したうえで、送電ケーブル３２を経由して交流の電気を電力系統２００へと送電する。なお、図示は省略するが、図３（ｂ）に示した方式と同様に、輸送船１０にロボットアーム５０を搭載せず、充放電ケーブル４０を海面に浮遊させた状態で、輸送船１０から変電装置３１に対して電気を供給することとも可能である。

[0051] 図４（ｂ）に示した方式では、輸送船１０とは別の船舶３４が受領設備３０として機能する。船舶３４の例は、電気を動力源として航行するモータ式の船舶である。この場合、輸送船１０に搭載されたバッテリセル１２から船舶３４に対して電気を供給することで、船舶３４は洋上にて駆動用バッテリを充電することができる。このように、輸送船１０からのエネルギー源の供給先は、電力系統２００に接続された陸上の変電装置３１に限らず、電気等のエネルギー源を必要とする洋上の船舶３４とすることもできる。

[0052] また、図示は省略するが、輸送船１０からのエネルギー源の供給先は、陸上の自動車（ＥＶやＦＣＶ）であってもよいし、商業施設や、病院、住宅、公共交通機関などの様々な場所に直接エネルギー源を供給することも可能である。このように、本発明では、輸送船１０によるエネルギー源の輸送先を自由に選択することが可能となる。

[0053] 図５は、輸送船１０からコンテナ１０ａを取り外して個別に配送する方法を示している。前述したように、輸送船１０は、バッテリセル１２を格納したコンテナ１０ａを船体１０ｂから取り外すことができるように構成されている。このため、例えば、図５に示したように、輸送船１０を港に停泊させた後、クレーン３１０によってコンテナ１０ａを船体１０ｂから取り外して、そのコンテナ１０ａをトレーラ３２０に積み込むことができる。これにより、大容量のコンテナ１０ａを様々な地域や場所へ個別に配送できる。例え

ば送電線が設置されていない地方や、山林、工事現場などへエネルギー源（電気）を自由に配送することが可能である。なお、コンテナ１０ａの配送手段は、トレーラ３２０に限らず、列車等の他の陸上輸送手段や、ヘリコプターや飛行機等の航空輸送手段、貨物船等の海上輸送手段を利用することもできる。また、コンテナ１０ａを港に下ろして、そのまま予備電源として保存することも可能である。

[0054] 図６は、本発明において想定される２パターンの送電スキームを示している。図６（ａ）に示したパターンでは、風力発電設備２０の発電装置２１にジェネレータ２１ａのみが搭載されており、コンバータは搭載されていない。このため、発電装置２１によって発電した交流の電気は、変電装置２２において直流に変換される。また、その際に、変電装置２２は、電気を２００ｋＶ～５００ｋＶ程度の高電圧の直流電気（ＨＶＤＣ）に変換する。そして、変電装置２２から輸送船１０には、この高圧直流電気が供給される。このように、輸送船１０のバッテリセルに高電圧化した直流電気を充電することで、輸送中の電力ロスを抑えることができる。

[0055] また、輸送船１０から受領設備３０への電力供給も、高圧直流電気によって行われる。このため、受領設備３０側にも、高圧直流電気用の集電盤３３と変電装置３１を設けておく必要がある。輸送船１０のバッテリセルによって保持されていた電気は、集電盤３３を通じで変電装置３１へ供給される。変電装置３１は、高圧直流電気を１００Ｖ～２５０Ｖ程度の各地域の基準に即した交流電気に変換した上で、送電ケーブル３２を通じて電力系統２００へと送電する。

[0056] 一方で、図６（ｂ）に示したパターンでは、風力発電設備２０の発電装置２１にジェネレータ２１ａとコンバータ２１ｂが搭載されている。このため、各発電装置２１において、ジェネレータ２１ａで発電した交流電気をコンバータ２１ｂによって直流に変換することができる。この場合、変電装置２２では、発電装置２１から得られた直流電気を高電圧化する処理のみが行われる。なお、輸送船１０に対して高圧直流電気が供給することは、図６（ａ

）のパターンと同じである。また、受領設備３０の構造についても、図６（ａ）のパターンと同じである。

[0057] 次に、図７を参照して、前述した本発明の実施形態の応用例について説明を行う。前述の実施形態では、発電設備２０において、風力発電装置２１Ａを用いて発電を行っていた。一方で、図７の応用例では、風力発電装置２１Ａに限らず、太陽光発電装置２１Ｂや、潮力発電装置２１Ｃ、地熱発電装置２１Ｄ、水力発電装置２１Ｅ、バイオマス発電装置２１Ｆなどの再生可能エネルギーを利用した発電方法を採用することも可能である。また、その他に、火力発電装置や原子力発電装置を利用することもできる。発電設備２０では、これらの発電装置２１Ａ～２１Ｆ等の中から選択した一種を発電に利用してもよいし、複数種類の発電装置を組み合わせて発電に利用することもできる。なお、各発電装置は既に公知であるため、各発電装置の詳細な構成については説明を割愛する。

[0058] また、前述の実施形態では、輸送用のエネルギー源として電気を利用していた。つまり、発電装置２１で発電した電気をバッテリセル１２を搭載した輸送船１０に充電して輸送する。このため、図７の上段に示した輸送系のように、発電設備２０では、変電装置２２によって電気を交流から直流に変換した上で輸送船１０のバッテリセル１２に充電し、また受領設備３０でも、バッテリセル１２から供給された電気を変電装置３１によって直流から交流に変換した上で電力系統２００へと送電している。

[0059] 一方で、図７の応用例では、輸送用のエネルギー源として水素を利用することもできる。この場合、発電設備２０では、発電装置２１によって発電した電気を水電解装置２４に供給する。水電解装置２４は、電気を利用して水を電気分解して高純度の水素ガスを発生させる。水電解装置２４によって生成された水素ガスは、洋上に停泊又は停留している輸送船１０に対して、水素ガス用の供給ノズル（供給ライン）を介して供給される。輸送船１０は、水素タンク１７を備えており、水電解装置２４から供給された水素ガスはこの水素タンク１７に貯留される。なお、水素ガスの供給ラインは、図３（ａ

）に示した例に倣って、輸送船１０のロボットアーム５０によって保持することが好ましい。

[0060] 水素タンク１７への充填が完了すると、輸送船１０は受領設備３０に向かって航行する。水素を輸送用のエネルギー源として利用する場合、受領設備３０には燃料電池３５が設けられる。この燃料電池３５には、輸送船１０の水素タンク１７から供給ノズル（供給ライン）を介して水素ガスが供給される。燃料電池３５は、輸送船１０から供給を受けた水素と空気中の酸素とを化学反応させることによって発電する。燃料電池３５によって得られた電気は、必要に応じて変電を行った上で、電力系統２００へ送電される。このように、輸送船１０によって水素を輸送することによって、発電設備２０で得られたエネルギー源を受領設備３０へと届けることができる。

[0061] 本発明に係るエネルギー輸送システム１００は、図７に示した電気の輸送系（上段）と水素の輸送系（下段）のどちらか一方を含むものであってもよいし、これらの輸送系の両方を含むものであってもよい。すなわち、必要に応じて、電気の輸送と水素の輸送を選択して実行することができる。

[0062] 以上、本願明細書では、本発明の内容を表現するために、図面を参照しながら本発明の実施形態の説明を行った。ただし、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、本願明細書に記載された事項に基づいて当業者が自明な変更形態や改良形態を包含するものである。

産業上の利用可能性

[0063] 本発明は、エネルギー輸送システム及びエネルギー輸送方法に関する。例えば、本発明は、発電事業及び送電事業において好適に利用し得る。

符号の説明

[0064]

１０…輸送船	１０ａ…コンテナ
１０ｂ…船体	１１…充放電口
１２…バッテリセル	１３…バッテリ制御装置
１４…駆動用バッテリ	１５…インバータ
１６…モータ	１７…水素タンク

２０…発電設備
２１…発電装置
２１ａ…ジェネレータ
２１ｂ…コンバータ
２２…変電装置
２３…アレイケーブル
２４…水電解装置
３０…受領設備
３１…変電装置
３２…送電ケーブル
３３…集電盤
３４…船舶
３５…燃料電池
４０…充放電ケーブル
４１…ウキ
５０…ロボットアーム
１００…エネルギー輸送システム
２００…電力系統
３１０…クレーン
３２０…トレーラ

請求の範囲

[請求項1] エネルギー源の保持手段を備えた輸送船と、

前記輸送船外に配置され、前記保持手段にエネルギー源を供給する発電設備と、

前記輸送船外に配置され、前記保持手段からエネルギー源の供給を受ける受領設備と、を備えた

エネルギー輸送システム。

[請求項2] 前記保持手段は、蓄電池である

請求項１に記載のシステム。

[請求項3] 前記保持手段は、水素タンクである

請求項１に記載のシステム。

[請求項4] 前記発電設備は、洋上に配置されている

請求項１に記載のシステム。

[請求項5] 前記輸送船は、洋上において、ケーブルを介して、前記発電設備からエネルギー源の供給を受ける

請求項４に記載のシステム。

[請求項6] 前記受領設備は、陸上に配置されている

請求項１に記載のシステム。

[請求項7] 前記輸送船は、洋上において、ケーブルを介して、前記受領設備にエネルギー源を供給する

請求項６に記載のシステム。

[請求項8] 前記受領設備は、前記輸送船から供給を受けたエネルギー源を動力源として航行可能な船舶である

請求項１に記載のシステム。

[請求項9] 前記保持手段は、前記輸送船から取り外し可能に構成されている

請求項１に記載のシステム。

[請求項10] エネルギー源の保持手段を備えた輸送船により、前記輸送船外の発電設備から前記輸送船外の受領設備へエネルギー源を輸送する

エネルギー輸送方法。