(19)日本国特許庁(JP)　　(12)公開特許公報(A)　　(11)公開番号
特開2022-154395
(P2022-154395A)
(43)公開日　令和4年10月13日(2022.10.13)

(51)国際特許分類　　F I
Ｂ６３Ｈ　9/02 (2006.01)　　Ｂ６３Ｈ　9/02

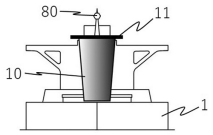
審査請求　未請求　請求項の数　13　　ＯＬ　（全12頁）

(21)出願番号　特願2021-57420(P2021-57420)
(22)出願日　令和3年3月30日(2021.3.30)

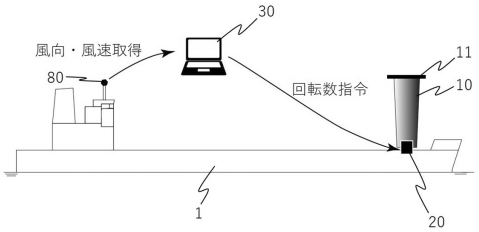
(71)出願人　501204525
国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
東京都三鷹市新川６丁目３８番１号
(74)代理人　100098545
弁理士　阿部 伸一
(74)代理人　100189717
弁理士　太田 貴章
(72)発明者　久米 健一
東京都三鷹市新川６丁目３８番１号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内

(54)【発明の名称】　船舶の風力推進システム、及び風力推進システムを装備した船舶

(57)【要約】
【課題】マグヌス効果を利用し推力を得るローターの効果の増大もしくは同一推力を得る場合に小型化できる船舶の風力推進システムと船舶を提供すること。
【解決手段】風力を利用して船舶を推進する風力推進システムであって、船舶の船体１に立設され、回転しながら風力を受け推進力を発生する上方に行くほど直径の大きくなる形状を有したローター手段１０、１０Ａと、ローター手段１０、１０Ａを回転駆動する回転駆動手段２０と、ローター手段１０、１０Ａの立設状態と回転駆動手段２０の回転駆動を制御する制御手段３０とを備える。
【選択図】図１



(a)



(b)

【特許請求の範囲】
【請求項１】
風力を利用して船舶を推進する風力推進システムであって、
前記船舶の船体に立設され、回転しながら前記風力を受け推進力を発生する上方に行くほど直径の大きくなる形状を有したローター手段と、前記ローター手段を回転駆動する回転駆動手段と、前記ローター手段の立設状態と前記回転駆動手段の回転駆動を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする船舶の風力推進システム。
【請求項２】
前記ローター手段が、前記上方に行くほど直径の大きくなる形状として伸縮自在の入れ子形状を成すテレスコピック構造を有したことを特徴とする請求項１に記載の船舶の風力推進システム。
【請求項３】
前記テレスコピック構造を有した前記ローター手段を伸縮させる伸縮駆動手段と、伸縮を設定する伸縮設定手段をさらに備え、前記伸縮設定手段の設定により、前記制御手段が前記伸縮駆動手段を制御して前記ローター手段を伸縮させ、前記立設状態を制御することを特徴とする請求項２に記載の船舶の風力推進システム。
【請求項４】
前記ローター手段を伸縮させる前記伸縮駆動手段を前記回転駆動手段で兼ねたことを特徴とする請求項３に記載の船舶の風力推進システム。
【請求項５】
前記ローター手段が、前記上方に行くほど直径の大きくなる形状として逆円錐台構造を有したことを特徴とする請求項１に記載の船舶の風力推進システム。
【請求項６】
前記ローター手段の前記立設状態を傾倒状態に変更する立設傾倒手段と、前記立設状態と前記傾倒状態を設定する立設傾倒設定手段をさらに備え、前記立設傾倒設定手段の設定により、前記制御手段が前記立設傾倒手段を制御して前記ローター手段を立設傾倒させ、前記立設状態を制御することを特徴とする請求項５に記載の船舶の風力推進システム。
【請求項７】
前記ローター手段が、上端部に円板状の端板を有したことを特徴とする請求項１から請求項６のいずれか１項に記載の船舶の風力推進システム。
【請求項８】
前記ローター手段の立設位置を変更する立設位置変更手段と、前記立設位置の変更を設定する立設位置変更設定手段をさらに備えたことを特徴とする請求項１から請求項７のいずれか１項に記載の船舶の風力推進システム。
【請求項９】
前記船舶に搭載された風向および風速を検出する風向および風速検出手段による前記風向および前記風速の検出結果に基づいて、前記制御手段が前記回転駆動手段の回転を制御することを特徴とする請求項１から請求項８のいずれか１項に記載の船舶の風力推進システム。
【請求項１０】
前記風向および前記風速の検出結果に基づいて、前記ローター手段の前記テレスコピック構造ごとの前記回転数を変えることを特徴とする請求項２から請求項４のいずれか１項を引用する請求項９に記載の船舶の風力推進システム。
【請求項１１】
前記風向および前記風速の検出結果に基づいて、前記制御手段が前記ローター手段の前記立設状態を自動的に制御することを特徴とする請求項９又は請求項１０に記載の船舶の風力推進システム。
【請求項１２】
複数基の前記ローター手段を前記船体に設けたことを特徴とする請求項１から請求項１１のいずれか１項に記載の船舶の風力推進システム。

【請求項１３】
請求項１から請求項１２のいずれか１項に記載の船舶の風力推進システムを船体に備えたことを特徴とする風力推進システムを装備した船舶。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、マグヌス効果を利用して船舶を推進する船舶の風力推進システム、及び風力推進システムを装備した船舶に関する。
【背景技術】
【０００２】
船舶の省エネ化のために、マグヌス効果を利用し推力を得るローターを装備した船舶は近年少しずつ増えてきている。
ここで、特許文献１には、ハルと、船舶の推進のための推進機と、運転可能状態では船舶に鉛直に据えられる少なくとも一つの回転可能シリンダーを有し、シリンダーが、硬質外側表面と、シリンダーを長手軸のまわりに回転させるためのモータードライブと、シリンダーを運転不能姿勢に変位させるための変位部材を有し、モータードライブがシリンダーの内側に位置している、収納可能マグナス効果ローターを備えている船舶が開示されている。
また、特許文献２には、船舶に推力をもたらすためにマグヌス効果の使用を可能にする機械的帆システムとして、船舶の甲板レベルより下に位置付けられるサイロと、サイロ内に取り付けられ、且つ第１の帆シリンダ及び第２の帆シリンダを支持するリフトキャリッジと、リフトキャリッジをサイロ内に選択的に位置付けるために制御システムに結合される少なくとも第１の駆動モータとを含み、制御システムは、第１及び第２の帆シリンダを配置するためにサイロ内の頂部位置にリフトキャリッジを位置付けるよう、少なくとも１つの第１の駆動モータを制御するよう動作可能である、機械的帆システムが開示されている。
また、特許文献３には、キャンバス地などの可撓性材料で形成された折り畳み可能なエンベロープを膨張によって直立させ、長手方向軸周りに回転させる、折り畳み自在のマグナス効果をもつローターが開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特表２０１３－５１９５８６号公報
【特許文献２】特表２０１４－５１６８７４号公報
【特許文献３】米国特許第４４０１２８４号明細書
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
特許文献１から特許文献３に記載のローターは、円筒形か又は上部が下部よりも細くなった形状であり、大きな推力を得るためにはローターの直径および全高を大きくして対応しなければならない。ところが、ローターの直径や全高を大きくすることは船橋からの死角を増やすこととなり航海における危険性が増す。また、ローターの全高を大きくすることは荷役時のクレーン操作に支障をきたすことも考えられる。
そこで本発明は、マグヌス効果を利用し推力を得るローター（いわゆるフレットナーローター）について、その効果の増大もしくは同一推力を得る場合に小型化することができる船舶の風力推進システム、及び風力推進システムを装備した船舶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】
【０００５】
請求項１記載に対応した船舶の風力推進システムにおいては、風力を利用して船舶を推

進する風力推進システムであって、船舶の船体に立設され、回転しながら風力を受け推進力を発生する上方に行くほど直径の大きくなる形状を有したローター手段と、ローター手段を回転駆動する回転駆動手段と、ローター手段の立設状態と回転駆動手段の回転駆動を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする。

請求項１に記載の本発明によれば、上方に行くほど直径の大きくなる形状を有したローター手段により風速分布を有効に利用し、従来のローター手段と比べて、全高が同じ場合にマグヌス効果により得られる推力を増大することができ、小型化も可能となる。

【０００６】

請求項２記載の本発明は、ローター手段が、上方に行くほど直径の大きくなる形状として伸縮自在の入れ子形状を成すテレスコピック構造を有したことを特徴とする。

請求項２に記載の本発明によれば、ローター手段を伸縮自在とすることで、推力が得られない向風時にはローター手段を縮小して受圧面積を減少させ抵抗を低減することや船橋からの死角を減らすこと等ができる。

【０００７】

請求項３記載の本発明は、テレスコピック構造を有したローター手段を伸縮させる伸縮駆動手段と、伸縮を設定する伸縮設定手段をさらに備え、伸縮設定手段の設定により、制御手段が伸縮駆動手段を制御してローター手段を伸縮させ、立設状態を制御することを特徴とする。

請求項３に記載の本発明によれば、制御手段が伸縮設定手段の設定に従ってローター手段を伸縮させることで、ローター手段をより効率的に運用することができる。

【０００８】

請求項４記載の本発明は、ローター手段を伸縮させる伸縮駆動手段を回転駆動手段で兼ねたことを特徴とする。

請求項４に記載の本発明によれば、伸縮時には使用しない回転駆動手段を利用することで、コストや設置スペースを低減することができる。

【０００９】

請求項５記載の本発明は、ローター手段が、上方に行くほど直径の大きくなる形状として逆円錐台構造を有したことを特徴とする。

請求項５に記載の本発明によれば、上方に行くほど直径の大きくなる逆円錐台構造のローター手段により風速分布を有効に利用し、従来の円筒状等のローター手段よりも効率よく推力を得ることができる。

【００１０】

請求項６記載の本発明は、ローター手段の立設状態を傾倒状態に変更する立設傾倒手段と、立設状態と傾倒状態を設定する立設傾倒設定手段をさらに備え、立設傾倒設定手段の設定により、制御手段が立設傾倒手段を制御してローター手段を立設傾倒させ、立設状態を制御することを特徴とする。

請求項６に記載の本発明によれば、状況に応じて立設傾倒設定手段の設定に従って制御手段がローター手段の立設状態を立設傾倒させることで、推力が得られない向風時にはローター手段を傾倒して受圧面積を減少させ抵抗を低減することや船橋からの死角を減らすこと等、船舶をより効率的に運用することができる。

【００１１】

請求項７記載の本発明は、ローター手段が、上端部に円板状の端板を有したことを特徴とする。

請求項７に記載の本発明によれば、ローター手段が発生する推力をさらに増大することができる。

【００１２】

請求項８記載の本発明は、ローター手段の立設位置を変更する立設位置変更手段と、立設位置の変更を設定する立設位置変更設定手段をさらに備えたことを特徴とする。

請求項８に記載の本発明によれば、ローター手段の立設位置を変更可能とすることで、風力推進をしない場合等にローター手段の立設位置を移動させ、例えば荷役作業をスムー

ズに進めること等ができる。
【００１３】
請求項９記載の本発明は、船舶に搭載された風向および風速を検出する風向および風速検出手段による風向および風速の検出結果に基づいて、制御手段が回転駆動手段の回転を制御することを特徴とする。
請求項９に記載の本発明によれば、ローター手段による推力を効率的に発生させ、省エネ効果を高めることができる。
【００１４】
請求項１０記載の本発明は、風向および風速の検出結果に基づいて、ローター手段のテレスコピック構造ごとの回転数を変えることを特徴とする。
請求項１０に記載の本発明によれば、ローター手段による推力を効率的に増大させることができる。
【００１５】
請求項１１記載の本発明は、風向および風速の検出結果に基づいて、制御手段がローター手段の立設状態を自動的に制御することを特徴とする。
請求項１１に記載の本発明によれば、制御手段が、推力が得られる条件下ではローター手段を伸長又は鉛直に立て、推力が得られない条件下ではローター手段を縮小又は傾倒させる制御を自動で行うことにより、船員の手を煩わせることなく省エネ効果を高めることができる。
【００１６】
請求項１２記載の本発明は、複数基のローター手段を船体に設けたことを特徴とする。
請求項１２に記載の本発明によれば、ローター手段から得られる推力を増大させて、より一層の省エネを図ることができる。
【００１７】
請求項１３記載に対応した風力推進システムを装備した船舶においては、船舶の風力推進システムを船体に備えたことを特徴とする。
請求項１３に記載の本発明によれば、従来と同サイズでより効果の高いローター手段、又は従来よりも小型で同一推力を得られるローター手段を備えるため、航海の安全性や荷役時の制約を満足しつつ省エネ効果を最大化した船舶を提供することができる。
【発明の効果】
【００１８】
本発明の船舶の風力推進システムによれば、上方に行くほど直径の大きくなる形状を有したローター手段により風速分布を有効に利用し、従来のローター手段と比べて、全高が同じ場合にマグヌス効果により得られる推力を増大することができ、小型化も可能となる。
【００１９】
また、ローター手段が、上方に行くほど直径の大きくなる形状として伸縮自在の入れ子形状を成すテレスコピック構造を有した場合には、ローター手段を伸縮自在とすることで、推力が得られない向風時にはローター手段を縮小して受圧面積を減少させ抵抗を低減することや船橋からの死角を減らすこと等ができる。
【００２０】
また、テレスコピック構造を有したローター手段を伸縮させる伸縮駆動手段と、伸縮を設定する伸縮設定手段をさらに備え、伸縮設定手段の設定により、制御手段が伸縮駆動手段を制御してローター手段を伸縮させ、立設状態を制御する場合には、制御手段が伸縮設定手段の設定に従ってローター手段を伸縮させることで、ローター手段をより効率的に運用することができる。
【００２１】
また、ローター手段を伸縮させる伸縮駆動手段を回転駆動手段で兼ねた場合には、伸縮時には使用しない回転駆動手段を利用することで、コストや設置スペースを低減することができる。

【００２２】
　また、ローター手段が、上方に行くほど直径の大きくなる形状として逆円錐台構造を有した場合には、上方に行くほど直径の大きくなる逆円錐台構造のローター手段により風速分布を有効に利用し、従来の円筒状等のローター手段よりも効率よく推力を得ることができる。
【００２３】
　また、ローター手段の立設状態を傾倒状態に変更する立設傾倒手段と、立設状態と傾倒状態を設定する立設傾倒設定手段をさらに備え、立設傾倒設定手段の設定により、制御手段が立設傾倒手段を制御してローター手段を立設傾倒させ、立設状態を制御する場合には、状況に応じて立設傾倒設定手段の設定に従って制御手段がローター手段の立設状態を立設傾倒させることで、推力が得られない向風時にはローター手段を傾倒して受圧面積を減少させ抵抗を低減することや船橋からの死角を減らすこと等、船舶をより効率的に運用することができる。
【００２４】
　また、ローター手段が、上端部に円板状の端板を有した場合には、ローター手段が発生する推力をさらに増大することができる。
【００２５】
　また、ローター手段の立設位置を変更する立設位置変更手段と、立設位置の変更を設定する立設位置変更設定手段をさらに備えた場合には、ローター手段の立設位置を変更可能とすることで、風力推進をしない場合等にローター手段の立設位置を移動させ、例えば荷役作業をスムーズに進めること等ができる。
【００２６】
　また、船舶に搭載された風向および風速を検出する風向および風速検出手段による風向および風速の検出結果に基づいて、制御手段が回転駆動手段の回転を制御する場合には、ローター手段による推力を効率的に発生させ、省エネ効果を高めることができる。
【００２７】
　また、風向および風速の検出結果に基づいて、ローター手段のテレスコピック構造ごとの回転数を変える場合には、ローター手段による推力を効率的に増大させることができる。
【００２８】
　また、風向および風速の検出結果に基づいて、制御手段がローター手段の立設状態を自動的に制御する場合には、制御手段が、推力が得られる条件下ではローター手段を伸長又は鉛直に立て、推力が得られない条件下ではローター手段を縮小又は傾倒させる制御を自動で行うことにより、船員の手を煩わせることなく省エネ効果を高めることができる。
【００２９】
　また、複数基のローター手段を船体に設けた場合には、ローター手段から得られる推力を増大させて、より一層の省エネを図ることができる。
【００３０】
　また、本発明の風力推進システムを装備した船舶によれば、従来と同サイズでより効果の高いローター手段、又は従来よりも小型で同一推力を得られるローター手段を備えるため、航海の安全性や荷役時の制約を満足しつつ省エネ効果を最大化した船舶を提供することができる。
【図面の簡単な説明】
【００３１】
【図１】本発明の実施形態による風力推進システムを装備した船舶の概要図
【図２】同立設傾倒手段を示す図
【図３】同立設位置変更手段を示す図
【図４】同制御ブロック図
【図５】海面上での高度ごとの風速を示す図
【図６】ローター手段の推力分布図

【図７】本発明の他の実施形態による風力推進システムにおけるローター手段を装備した船舶の正面概要図
【図８】同ローター手段の伸縮構造の概要図
【図９】同制御ブロック図
【発明を実施するための形態】
【００３２】
本発明の実施形態による船舶の風力推進システム、及びその風力推進システムを装備した船舶について説明する。
図１は本実施形態による船舶の風力推進システムを装備した船舶の概要図であり、図１（ａ）は正面図、図１（ｂ）は右側面図である。また、図２は立設傾倒手段を示す図、図３は立設位置変更手段を示す図、図４は制御ブロック図、図５は海面上での高度ごとの風速を示す図、図６はローター手段の推力分布図である。
船舶の風力推進システムは、風力を利用して船舶を推進する風力推進システムであって、船舶の船体１に鉛直に立設され回転しながら風力を受け推進力を発生するローター手段１０と、ローター手段１０を回転駆動する伸縮駆動手段を兼ねたモーター等の回転駆動手段２０と、ローター手段１０の立設状態と回転駆動手段２０の回転駆動を制御する制御手段３０と、ローター手段１０の立設状態を傾倒状態に変更する立設傾倒手段４０と、立設状態と傾倒状態を設定する立設傾倒設定手段５０と、ローター手段１０の立設位置を変更する立設位置変更手段６０と、立設位置の変更を設定する立設位置変更設定手段７０を備える。
また、船舶には、風向および風速を検出する風向および風速検出手段８０が搭載されている。
【００３３】
ローター手段１０は、上方に行くほど直径が大きくなる形状としている。
図５に示すように、海面上では、海面から鉛直方向に離れるほど風速が大きくなるような風速分布となっている。そのため、高さ方向に漸次大きくなるように直径を変化させたローター手段１０は、従来の円筒状のローター手段と比べた場合に、風速分布を有効に利用できるので全高が同じでも得られる推力が大きくなる。また別の見方をすれば、従来の円筒状のローター手段が所定の全高で得られる推力を、より小さい全高で得ることができる。
このように、上方に行くほど直径の大きくなる形状を有したローター手段１０により風速分布を有効に利用し、従来の円筒状のローター手段と比べて、同じ全高での推力を増大させ、又は同じ推力を得るための全高を減じて小型化することができる。ローター手段の小型化により、航海の安全性が高まり、荷役時の制約が少なくなる。
【００３４】
制御手段３０は、回転数設定部３１に設定されている目標回転数と、風向および風速の検出結果に基づいて、回転数制御器３２により回転駆動手段２０の回転を制御する。また、回転数制御器３２は、ローター手段１０の伸縮時に回転駆動手段２０を切り替え伸縮を制御する。
図６に示すように、マグヌス効果を利用するローター手段１０は、船体１に対して横風から斜追風時に推力が最大となる一方で、向風側では船首方向への揚力（推力）が発生しないか弱い。よって制御手段３０は、例えば、横風又は斜追風が吹いている場合はローター手段１０を風速に応じた適切な回転速度で回転させ、向風が吹いている場合はローター手段１０の回転を止める制御を行う。これにより、ローター手段１０による推力を効率的に発生させ、省エネ効果を高めることができる。
【００３５】
ローター手段１０は、上方に行くほど直径の大きくなる形状として、逆円錐台構造を有する。上方に行くほど直径の大きくなる逆円錐台構造のローター手段１０により風速分布を有効に利用し、従来の円筒状等のローター手段１０よりも効率よく推力を得ることができる。

また、ローター手段１０は、上端部に円板状の端板１１を有する。円板状の端板１１を有することで、ローター手段１０が発生する推力をさらに増大することができる。

【００３６】

図４に示すように、ローター手段１０は、回転数設定部３１を引っ張ることにより伸ばす設定ができ、押し込むことにより縮める設定ができ、伸縮駆動手段を兼ねた回転駆動手段２０により伸縮が可能である。また、回転数設定部３１を回すことにより、ローター手段１０の回転数の増減ができ、機能的に回転数設定部３１が伸縮設定手段を兼ねている。また、図２に示すように、立設傾倒手段４０により、鉛直に立設した状態（図２（ａ））から略水平の傾倒状態（図２（ｂ））に変更可能である。立設傾倒手段４０は、例えば、ローター手段１０の下部に設けられた油圧式起伏台などである。

ローター手段１０の立設状態は、立設傾倒設定手段５０を用いて任意に設定することができる。制御手段３０は、立設傾倒設定手段５０に設定にされている立設状態に基づいて立設傾倒手段４０を制御し、ローター手段１０を鉛直に立てたり傾倒させたりする。状況に応じて立設傾倒設定手段５０の設定に従って制御手段３０がローター手段１０の立設状態を立設傾倒することで、推力が得られない向風時にはローター手段１０を傾倒して受圧面積を減少させ抵抗を低減したり船橋からの死角を減したりする等、船舶をより効率的に運用することができる。

例えば、ローター手段１０が鉛直に立っていると荷役時のクレーン操作に支障をきたすときなどは、立設傾倒手段４０によりローター手段１０の立設状態を傾倒状に変更することで、荷役作業をスムーズに進めることができる。

【００３７】

また、風向および風速検出手段８０による風向および風速の検出結果に基づいて、制御手段３０がローター手段１０の立設状態を自動的に制御することもできる。

推力が得られる条件下（横風時又は斜追風時など）ではローター手段１０の立設状態を鉛直に立った状態とし、推力が得られない条件下（向風時など）ではローター手段１０の立設状態を傾倒状態に変更するように制御手段３０が自動制御することで、船員の手を煩わせることなく省エネ効果を高めることができる。

【００３８】

図３に示すように、ローター手段１０は、立設位置変更手段６０により、立設位置を変更可能である。立設位置変更手段６０は、例えば、ローター手段１０の下部に設けられたレール状の油圧式移動台などである。

ローター手段１０を立設させる位置は、立設位置変更設定手段７０を用いて任意に設定することができる。制御手段３０は、立設位置変更設定手段７０に設定されている立設位置までローター手段１０を移動させる。

ローター手段１０の立設位置を変更可能とすることで、風力推進をしない場合等にローター手段１０の立設位置を移動させられるため、例えば、ローター手段１０が船首に位置していると荷役時のクレーン操作に支障をきたすときなどは、立設位置変更手段６０によりローター手段１０を船長方向中央付近に移動させることで、荷役作業をスムーズに進めることができる。

なお、伸縮駆動手段（回転駆動手段２０）、立設傾倒手段４０、及び立設位置変更手段６０は、任意に組み合わせて使用が可能であり、いずれか一つでもよく、無くてもよい。また、これらを設けない場合、その状況に応じて回転数設定部３１が伸縮設定手段を兼ねることの変更や、立設傾倒設定手段５０、立設位置変更設定手段７０の変更ができる。

【００３９】

また、複数基のローター手段１０を船体１に設けることもできる。

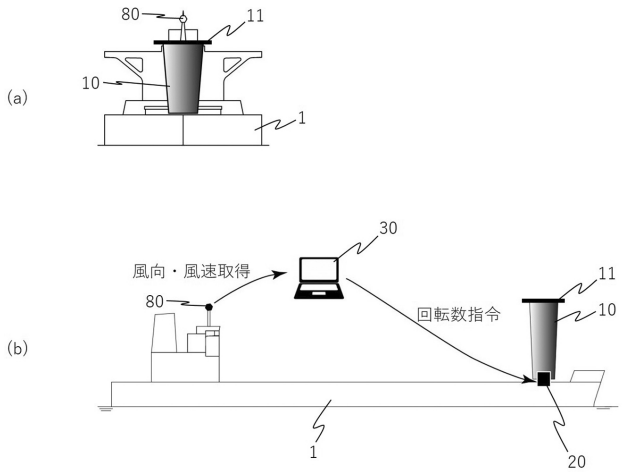
これにより、ローター手段１０から得られる推力を増大させて、より一層の省エネを図ることができる。

【００４０】

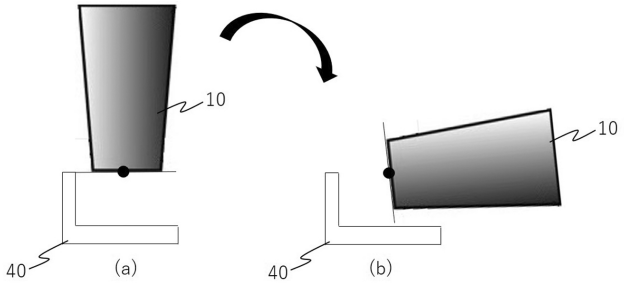
次に、本発明の他の実施形態による船舶の風力推進システム、及びその風力推進システムを装備した船舶について説明する。なお、上記した実施形態と同一機能部材には同一符

号を付して説明を省略する。
図７は本実施形態におけるローター手段を装備した船舶の正面概要図である。図８はテレスコピック構造を有するローター手段の伸縮構造の概要図であり、図８（ａ）はボールねじを用いた伸縮駆動手段を示し、図８（ｂ）は油圧シリンダを用いた伸縮駆動手段を示している。図９は制御ブロック図である。
本実施形態の船舶の風力推進システムは、ローター手段１０Ａが、上方に行くほど直径の大きくなる形状として、伸縮自在の入れ子形状を成すテレスコピック構造を有する。また、テレスコピック構造を有したローター手段１０Ａを伸縮させる伸縮駆動手段９０と、立設状態としての伸縮を設定する伸縮設定手段１００を専用設定手段として備える。
テレスコピック構造の各段は円筒形状であり、上の段の径はその一つ下の段の径よりも大きく、すなわち上の段になるほど径が大きくなっている。これにより、ローター手段１０Ａを図７（ａ）に示すように伸長させ、又は図７（ｂ）に示すように縮小させることができる。
マグヌス効果を利用するローター手段１０Ａは、船体１に対して横風から斜追風時に推力が最大となる一方で、向風時には船首方向への揚力（推力）が発生しないか弱いため、省エネ効果が得られないどころか寧ろ抵抗となる。そこで、ローター手段１０Ａを伸縮自在とすることで、推力が得られない向風時にはローター手段１０Ａを縮小して受圧面積を減少させ抵抗を低減することができる。また、ローター手段１０Ａを縮小することで、船橋からの死角を減らすこと等もできる。
【００４１】
制御手段３０は、ローター手段１０Ａが伸長した状態にあるとき、風向および風速検出手段８０による風向および風速の検出結果に基づいて、ローター手段１０Ａのテレスコピック構造ごとの回転数を変えることもできる。
上述のように海面上では海面から鉛直方向に離れるほど風速が大きくなるため、揚力発生効果の少ない下段の回転数を上段よりも減ずるなど、風向および風速に応じて各段での回転数を変えることで、ローター手段１０Ａによる推力を増大させ、入力エネルギーを節約することができる。
【００４２】
また、風向および風速検出手段８０による風向および風速の検出結果に基づいて、制御手段３０はローター手段１０Ａの立設状態を自動的に制御する。
制御手段３０が、横風時又は斜追風時など推力が得られる条件下ではローター手段１０Ａを伸ばして立設状態を伸長状態とし、向風時など推力が得られない条件下ではローター手段１０Ａを縮めて立設状態を縮小状態とする制御を自動で行うことにより、船員の手を煩わせることなく省エネ効果を高めることができる。
【００４３】
図８に示すように、伸縮駆動手段９０は、ローター手段１０Ａの内部において高さ方向に配置された立設部９１と、立設部９１を動作させる動作部９２を有する。
伸縮駆動手段９０にボールねじを用いる場合は、立設部９１をねじ軸、ナット、ボール等により構成し、動作部９２をモーターとする。動作部９２により立設部９１を回転させることで、立設部９１に装着されているローター手段１０Ａを容易に伸縮させることができる。
また、伸縮駆動手段９０に油圧シリンダを用いる場合は、立設部９１をシリンダチューブと、その内部に配置したピストンロッド等により構成し、動作部９２を油圧発生装置とする。動作部９２により立設部９１を伸長又は縮小させることで、立設部９１に装着されているローター手段１０Ａを容易に伸縮させることができる。
ローター手段１０Ａの伸縮は、伸縮設定手段１００を用いて任意に設定することができる。制御手段３０は、伸縮設定手段１００に入力された設定に基づいて伸縮駆動手段９０を制御し、ローター手段１０Ａを伸縮させる。風向等に応じて制御手段３０が伸縮設定手段１００の設定に従って自動的にローター手段１０Ａを伸縮させることで、ローター手段１０Ａをより効率的に運用することができる。

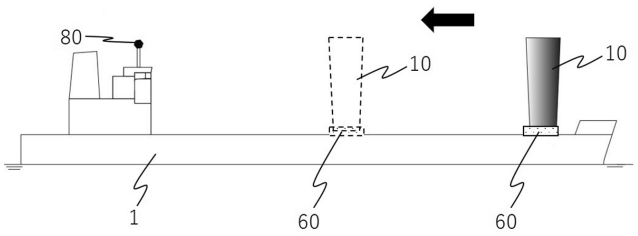
【００４４】
　また、伸縮駆動手段９０にボールねじを用いる場合は、動作部９２を回転駆動手段２０で兼ねることができる。
　伸縮時には使用しない回転駆動手段２０を利用することで、動作部９２としてのモーター等を別個に設ける場合と比べてコストや設置スペースを低減することができる。
【産業上の利用可能性】
【００４５】
　本発明は、船舶に適用することで、航海の安全性や荷役時の制約を満足しつつ省エネ効果を最大化することができる。
【符号の説明】
【００４６】
１　船体
１０、１０Ａ　ローター手段
１１　端板
２０　回転駆動手段（伸縮駆動手段）
３０　制御手段
３１　回転数設定部（伸縮設定手段）
４０　立設傾倒手段
５０　立設傾倒設定手段
６０　立設位置変更手段
７０　立設位置変更設定手段
８０　風向および風速検出手段
９０　伸縮駆動手段
１００　伸縮設定手段
【図面】
【図１】



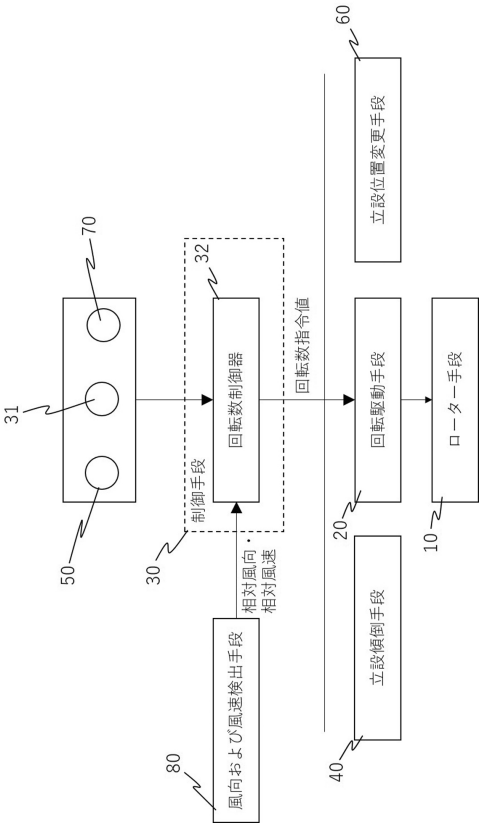
【図２】



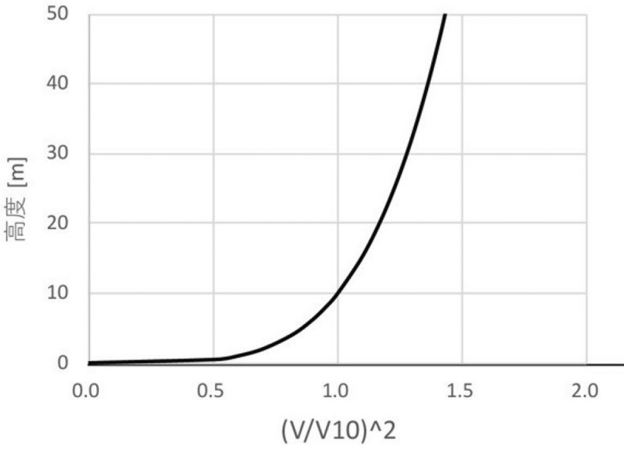
【図３】


80
10
10
1
60
60

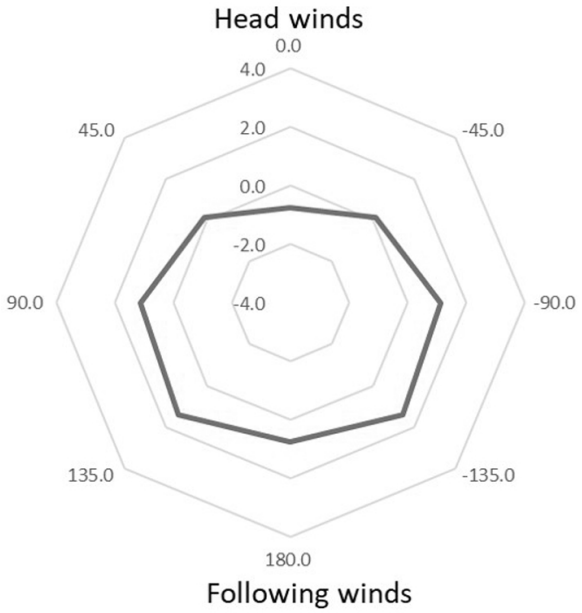
【図４】


60
立設位置変更手段
70
32
31
回転数制御器
回転数指令値
回転駆動手段
ローター手段
制御手段
50
30
20
10
相対風向・相対風速
立設傾倒手段
風向および風速検出手段
80
40

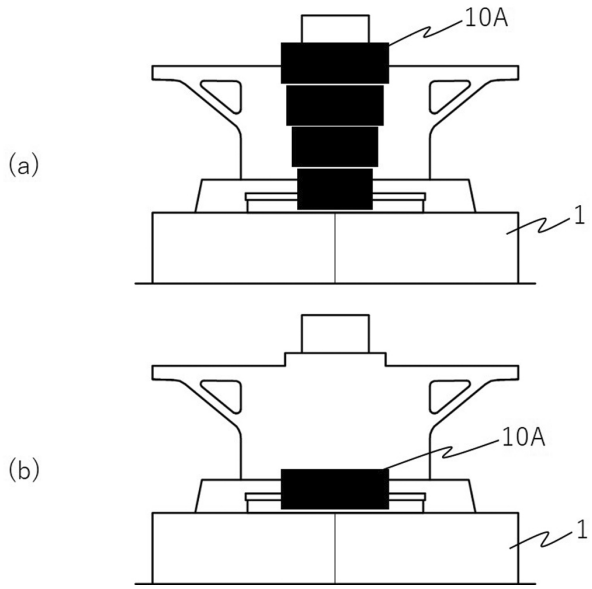
【図５】


50
40
30
20
10
0
高度 [m]
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
(V/V10)^2

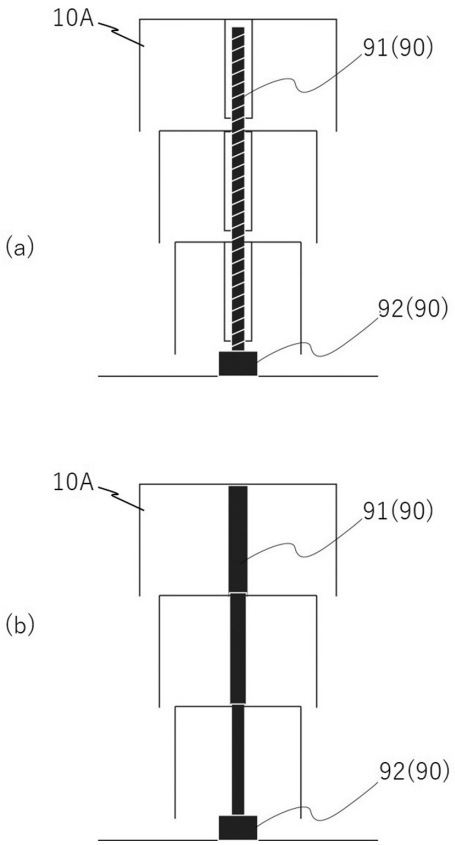
【図６】


Head winds
0.0
4.0
2.0
0.0
-2.0
-4.0
45.0
-45.0
90.0
-90.0
135.0
-135.0
180.0
Following winds

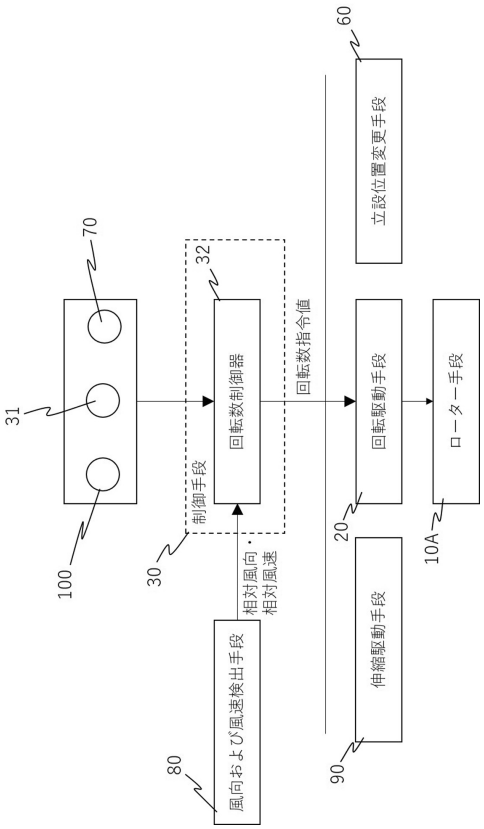
【図７】


(a)
10A
1
(b)
10A
1

【図８】


10A
91(90)
(a)
92(90)
10A
91(90)
(b)
92(90)

【図９】


60
立設位置変更手段
70
32
31
回転数制御器
回転数指令値
制御手段
回転駆動手段
ローター手段
20
10A
100
30
相対風向・
相対風速
伸縮駆動手段
風向および風速検出手段
80
90