

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6044922号
(P6044922)

(45) 発行日 平成28年12月14日(2016. 12. 14)

(24) 登録日 平成28年11月25日(2016. 11. 25)

(51) Int. Cl.	F I	
B 6 3 H 21/20 (2006. 01)	B 6 3 H 21/20	
B 6 3 B 49/00 (2006. 01)	B 6 3 B 49/00	Z
B 6 3 J 3/02 (2006. 01)	B 6 3 J 3/02	A
B 6 3 H 21/17 (2006. 01)	B 6 3 H 21/17	
B 6 3 H 3/10 (2006. 01)	B 6 3 H 3/10	

請求項の数 13 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2012-80941 (P2012-80941)	(73) 特許権者	501204525
(22) 出願日	平成24年3月30日 (2012. 3. 30)		国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術
(65) 公開番号	特開2013-209018 (P2013-209018A)		研究所
(43) 公開日	平成25年10月10日 (2013. 10. 10)		東京都三鷹市新川6丁目38番1号
審査請求日	平成27年3月12日 (2015. 3. 12)	(74) 代理人	100098545
			弁理士 阿部 伸一
		(74) 代理人	100087745
			弁理士 清水 善廣
		(74) 代理人	100106611
			弁理士 辻田 幸史
		(74) 代理人	100111006
			弁理士 藤江 和典
		(74) 代理人	100116241
			弁理士 金子 一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 船舶のハイブリッド運航システムおよびハイブリッド運航船

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

主機関と、
 発電手段と、
 前記発電手段で発電された電力を蓄える蓄電手段と、
 前記蓄電手段から出力される電力により駆動される補助駆動手段と、
 前記主機関および前記補助駆動手段により駆動される船体を推進する推進手段と、
 前記主機関の運転状態と運航計画に基づいて停泊後の荷役におけるエネルギー消費を含むエネルギー収支計画を立案する立案手段と、
 前記エネルギー収支計画に基づいて前記発電手段から前記蓄電手段への充電および前記蓄電手段から前記補助駆動手段への放電を制御するとともに停泊後の荷役に必要な電力を残すように前記補助駆動手段への放電を制御する蓄電制御手段を備えたことを特徴とする船舶のハイブリッド運航システム。

10

【請求項 2】

主機関と、
 前記主機関により駆動される船体を推進する推進手段と、
 発電手段と、
 前記発電手段で発電された電力を蓄える蓄電手段と、
 前記蓄電手段から出力される電力により駆動される補助駆動手段と、
 前記補助駆動手段により前記船体を補助的に推進する動力を生じさせる補助推進手段と

20

前記主機関の運転状態と運航計画に基づいて停泊後の荷役におけるエネルギー消費を含むエネルギー収支計画を立案する立案手段と、

前記エネルギー収支計画に基づいて前記発電手段から前記蓄電手段への充電および前記蓄電手段から前記補助駆動手段への放電を制御するとともに停泊後の荷役に必要な電力を残すように前記補助駆動手段への放電を制御する蓄電制御手段を備えたことを特徴とする船舶のハイブリッド運航システム。

【請求項 3】

前記立案手段は、さらに海象と気象を考慮して前記エネルギー収支計画を立案したことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の船舶のハイブリッド運航システム。

10

【請求項 4】

前記発電手段は、前記主機関で駆動される構成とし、

前記蓄電制御手段は、前記主機関の出力が所定の出力範囲内となるときに、余剰電力を前記蓄電手段に蓄え、前記主機関の出力が前記所定の出力範囲外となるときに、前記蓄電手段から前記補助駆動手段に放電を行う制御をしたことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のうちの 1 項に記載の船舶のハイブリッド運航システム。

【請求項 5】

前記主機関の運転状態を検出する出力検出手段をさらに備え、

前記蓄電制御手段は、前記出力検出手段の検出結果に基づいて、充電および放電を制御したことを特徴とする請求項 4 に記載の船舶のハイブリッド運航システム。

20

【請求項 6】

前記所定の出力範囲以下においては、前記主機関の運転を停止したことを特徴とする請求項 4 あるいは請求項 5 に記載の船舶のハイブリッド運航システム。

【請求項 7】

前記主機関の運転の停止は、港近傍で行ったことを特徴とする請求項 6 に記載の船舶のハイブリッド運航システム。

【請求項 8】

前記発電手段が前記補助駆動手段としての駆動モータを兼ねたことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のうちの 1 項に記載の船舶のハイブリッド運航システム。

【請求項 9】

前記蓄電手段として 2 種類の蓄電手段あるいは 2 系統の蓄電手段を設けたことを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のうちの 1 項に記載の船舶のハイブリッド運航システム。

30

【請求項 10】

前記 2 種類の蓄電手段は、蓄電池とキャパシタであることを特徴とする請求項 9 に記載の船舶のハイブリッド運航システム。

【請求項 11】

前記蓄電制御手段は、電力負荷変化の大きさに応じて前記蓄電池と前記キャパシタの放電を制御したことを特徴とする請求項 10 に記載の船舶のハイブリッド運航システム。

【請求項 12】

前記推進手段として可変ピッチプロペラを用い、前記出力検出手段は前記可変ピッチプロペラの回転数およびピッチ角を検出し、前記蓄電制御手段は前記出力検出手段の検出結果に基づいて充電および放電を制御したことを特徴とする請求項 5 に記載の船舶のハイブリッド運航システム。

40

【請求項 13】

請求項 1 から請求項 12 のいずれか 1 項に記載した船舶のハイブリッド運航システムを搭載したことを特徴とするハイブリッド運航船。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、省エネルギー効果を実現することができる船舶のハイブリッド運航システム

50

およびハイブリッド運航船に関する。

【背景技術】

【0002】

船舶の運航時におけるエネルギー使用量は、荷役（荷積み）、港内操船、通常航海、港内操船、荷役（荷揚げ）という運航モードの変化、さらに風浪等の外力の負荷変動により時間的に変化している。運航モードの変化によるエネルギー使用量の変動は比較的定性的であるが、風浪等の外力の負荷の変化によるエネルギー使用量の変動は比較的短い時間に非定性的に変動する。

船舶の運航時におけるエネルギー効率の向上は、省エネルギー（以下、適宜「省エネ」という。）運航、ひいてはGHG（温室効果ガス）排出量削減に大きく貢献することから、従来、多くの取り組みが行われてきた（例えば、特許文献1～6）。

【0003】

特許文献1には、主機関が作動不能な状態であっても、自らの緊急避難を可能とすることを目的として、主機関と、主機関と結合されて動力断接を行うクラッチと、クラッチの出力軸に直結されるプロペラ軸およびプロペラを有し、動力伝達軸の途中には、動力伝達軸と直結される回転子を備えて、発電又は空転或いは動力補助を行う軸駆動発電機を設け、前記軸駆動発電機を、他の電源装置と接続される電力中央連系盤に接続した船舶推進装置が記載されている。

【0004】

特許文献2には、船舶の入港時以降接岸時までの間、補機発電機を駆動する補機用原動機を効率よい領域で運転することを目的として、入港時に電気推進器部の推力を下げた推進する際にその消費電力が閾値以下になると制御回路により電力貯蔵装置を補機発電機から充電させ、その充電動作中に始動スイッチの始動指令を受ける場合、電力貯蔵装置を放電動作させてパワースタにその放電電力を供給する船舶エネルギーシステムが記載されている。

【0005】

特許文献3には、船舶の走行において、効果的に節電することを目的として、電動機の出力軸上に、カウンターウェイトフライホイールおよび回転速度検知器を設置し、交流発電機の電力出力端をバッテリーユニットに連結した電動船舶の節電動力構造が記載されている。

【0006】

特許文献4には、海洋船における負荷応答特性を改善することを目的として、海洋船上のメインスイッチボードに、ジェネレータにより供給される追加の電気エネルギーを蓄えるように構成される電源バンクを接続した構造が記載されている。

【0007】

特許文献5には、各種の外乱を考慮した上で、定時運航を行うための運航管理を自動的に行うことを目的として、計画運航パターン作成部と、実運航パターン作成部と、船舶の運航時間に関する第1基準を満たす運航パターンを選択する運航時間評価部と、船舶の運航エネルギーに関する第2基準を満たす運航パターンを選択する運航エネルギー評価部とを備えて構成される船舶運航管理装置が記載されている。

【0008】

特許文献6には、船舶の推進のためのプロペラを駆動する交流電動機が、航行中に減速時や潮流などの影響で発電機として駆動されることにより発生する交流電力を、直流電力に変換してキャパシタに蓄えておくことにより、同キャパシタから取り出した直流電力を再び交流電力に変換して、船舶の推進用交流電動機に供給したり、船内電力需要設備へ利用できるようにしたりすることにより、全体として大幅な省エネルギー効果が得られるようにした船用電気推進装置が記載されている。

このように、同文献には、船用電気推進装置として、原動機における出力の制御と、キャパシタにおける蓄電の制御とを気象海象予測値および運航実績値に基づいて総合的に行うことにより船舶を最適状態で運航すべく、気象海象予測電子データ受信器および運航デ

10

20

30

40

50

データベースからの情報に基づいて原動機の制御およびキャパシタの制御を行う最適運航制御システムが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2004-359112号公報

【特許文献2】特開2010-116701号公報

【特許文献3】実用新案登録第3150541号公報

【特許文献4】特表2010-537890号公報

【特許文献5】特開2001-291200号公報

【特許文献6】特開2008-24187号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

特許文献1～4に記載の発明はいずれも、船舶が現在遭遇している状況に応じた機関出力の最適化、風浪等の外力の負荷変動に対応するものである。すなわち、これらは、蓄電手段に効率よく蓄電し、エネルギーが不足した時に蓄電されたエネルギーを使用するアイデアが基本となっている。

特許文献5に記載の発明は、定時運航船の運航管理の自動化を目的とするものであり、特に船舶の運航効率の向上に資するものではない。

特許文献6に記載の発明は、船舶を最適状態で運航して定時入港を行うよう制御するものである。しかし、同文献は、定時入港を行う定期船を主体としたものであるため運航データベースも運航実績値に基づくものであり、また、船舶が入港した後に必要となる例えば荷役に必要なエネルギーも何ら考慮されてない。

このように、従来、1航海全体のエネルギー需給バランスを考慮した上で、エネルギー効率の最適化を図ることは行われていない。特に、不定期船を想定した1航海全体のエネルギー効率の最適化を図ることは全く行われていない。

そこで、本発明は、船が目的地に到達した後の例えば荷役の際のエネルギー需給をも含んだ1航海全体のエネルギー需給バランスを最適化することにより、不定期船でも省エネルギー効果を実現できる船舶のハイブリッド運航システムおよびハイブリッド運航船を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0011】

請求項1に記載の本発明の船舶のハイブリッド運航システムは、主機関と、発電手段と、前記発電手段で発電された電力を蓄える蓄電手段と、前記蓄電手段から出力される電力により駆動される補助駆動手段と、前記主機関および前記補助駆動手段により駆動される船体を推進する推進手段と、前記主機関の運転状態と運航計画に基づいて停泊後の荷役におけるエネルギー消費を含むエネルギー収支計画を立案する立案手段と、前記エネルギー収支計画に基づいて前記発電手段から前記蓄電手段への充電および前記蓄電手段から前記補助駆動手段への放電を制御するとともに停泊後の荷役に必要な電力を残すように前記補助駆動手段への放電を制御する蓄電制御手段を備えたことを特徴とする。

蓄電制御手段が1航海の全体の運航計画を考慮して立案されたエネルギー収支計画に基づいて蓄電手段の充電および放電を行うことにより、1航海の全体としてのエネルギー効率を最適化することができる。ここで「運航計画」とは、港内操船および出港した後の通常航海のみでなく、船舶が目的地に到着した停泊後におけるエネルギー消費をもふまえた計画をいう。例えば、資源やセメント等を運搬するいわゆる不定期船では、船が目的地に到達した後の荷揚げに要するエネルギーをも踏まえたうえ、立案手段により運航計画が立案される。

また、蓄電制御手段が停泊後の荷役に必要な電力を残すように補助駆動手段への放電を制御することにより、停泊後に機関を運転し、発電機によって荷役に要する電気を発生さ

10

20

30

40

50

せる必要がなくせるかその総量を減らすことができ、比較的容量の小さな発電機の搭載で済むことから船体重量と機関スペースを節約することができる。

また、推進手段が主機関および補助駆動手段により駆動力を水に伝える手段を兼ねることができ。

【0012】

請求項2に記載の本発明の船舶のハイブリッド運航システムは、主機関と、前記主機関により駆動される船体を推進する推進手段と、発電手段と、前記発電手段で発電された電力を蓄える蓄電手段と、前記蓄電手段から出力される電力により駆動される補助駆動手段と、前記補助駆動手段により前記船体を補助的に推進する動力を生じさせる補助推進手段と、前記主機関の運転状態と運航計画に基づいて停泊後の荷役におけるエネルギー消費を含むエネルギー収支計画を立案する立案手段と、前記エネルギー収支計画に基づいて前記発電手段から前記蓄電手段への充電および前記蓄電手段から前記補助駆動手段への放電を制御するとともに停泊後の荷役に必要な電力を残すように前記補助駆動手段への放電を制御する蓄電制御手段を備えたことを特徴とする。

蓄電制御手段が1航海の全体の運航計画を考慮して立案されたエネルギー収支計画に基づいて蓄電手段の充電および放電を行うことにより、1航海の全体としてのエネルギー効率を最適化することができる。

また、蓄電制御手段が停泊後の荷役に必要な電力を残すように補助駆動手段への放電を制御することにより、停泊後に機関を運転し、発電機によって荷役に要する電気を発生させる必要がなくせるかその総量を減らすことができ、比較的容量の小さな発電機の搭載で済むことから船体重量と機関スペースを節約することができる。

【0013】

請求項3に記載の本発明は、請求項1又は請求項2に記載の船舶のハイブリッド運航システムにおいて、前記立案手段は、さらに海象と気象を考慮して前記エネルギー収支計画を立案したことを特徴とする。

上記の構成により、立案手段が海象と気象に基づいて主機関に及ぶ外力を精度良く推定することができる。

【0014】

請求項4に記載の本発明は、請求項1から請求項3のうちの1項に記載の船舶のハイブリッド運航システムにおいて、前記発電手段は、前記主機関で駆動される構成とし、前記蓄電制御手段は、前記主機関の出力が所定の出力範囲内となるときに、余剰電力を前記蓄電手段に蓄え、前記主機関の出力が前記所定の出力範囲外となるときに、前記蓄電手段から前記補助駆動手段に放電を行う制御をしたことを特徴とする。

主機関を所定の出力範囲で運転することにより、エネルギー効率の良好なものとすることができる。

【0015】

請求項5に記載の本発明は、請求項4に記載の船舶のハイブリッド運航システムにおいて、前記主機関の運転状態を検出する出力検出手段をさらに備え、前記蓄電制御手段は、前記出力検出手段の検出結果に基づいて、充電および放電を制御したことを特徴とする。

上記の構成により、出力検出手段が検出した主機関の運転状態の検出結果を用いて、蓄電制御手段が充電および放電を制御することができる。

【0016】

請求項6に記載の本発明は、請求項4あるいは請求項5に記載の船舶のハイブリッド運航システムにおいて、前記所定の出力範囲以下においては、前記主機関の運転を停止したことを特徴とする。

上記の構成により、主機関によるエネルギー効率の悪い領域における運転を防止することができる。

【0017】

請求項7に記載の本発明は、請求項6に記載の船舶のハイブリッド運航システムにおいて、前記主機関の運転の停止は、港近傍で行ったことを特徴とする。

上記の構成により、主機関の港内における運転によって生じる排気ガスや騒音などの問題を解消することができる。

【0018】

請求項8に記載の本発明は、請求項1から請求項7のうちの1項に記載の船舶のハイブリッド運航システムにおいて、前記発電手段が前記補助駆動手段としての駆動モータを兼ねたことを特徴とする。

上記の構成により、発電手段および駆動モータを共通にすることができる。

【0019】

請求項9に記載の本発明は、請求項1から請求項8のうちの1項に記載の船舶のハイブリッド運航システムにおいて、前記蓄電手段として2種類の蓄電手段あるいは2系統の蓄電手段を設けたことを特徴とする。

上記の構成により性質の異なる蓄電手段を併用することができる。また、2系統の蓄電手段を設けることとすれば、充電と放電とを切り分けて行うことができる。

【0020】

請求項10に記載の本発明は、請求項9に記載の船舶のハイブリッド運航システムにおいて、前記2種類の蓄電手段は、蓄電池とキャパシタであることを特徴とする。

上記の構成により、発生した電力の大きさや時間に応じた適切な蓄電手段に電力を蓄え、必要な電力の大きさや時間に応じた適切な蓄電手段から電力を供給することができる。

【0021】

請求項11に記載の本発明は、請求項10に記載の船舶のハイブリッド運航システムにおいて、前記蓄電制御手段は、電力負荷変化の大きさに応じて前記蓄電池と前記キャパシタの放電を制御したことを特徴とする。

上記の構成により、船舶において用いられる電力の負荷変化の大きさに応じて、電力の用途に応じた適切な蓄電手段から電力を供給することができる。さらに、例えば補助駆動手段に電力を供給すれば、主機関の負荷変動を抑制することができ、機関効率の向上を図ることができる。

【0022】

請求項12に記載の本発明は、請求項5に記載の船舶のハイブリッド運航システムにおいて、前記推進手段として可変ピッチプロペラを用い、前記出力検出手段は前記可変ピッチプロペラの回転数およびピッチ角を検出し、前記蓄電制御手段は前記出力検出手段の検出結果に基づいて充電および放電を制御したことを特徴とする。

上記のように、可変ピッチプロペラと蓄電制御手段とが共働するように、すなわち相互に関連するようにこれらを制御すれば、主機関による推進手段の駆動と蓄電制御手段による充電放電とを関連させて制御することができる。

【0023】

請求項13に記載の本発明のハイブリッド運航船は、請求項1から請求項12のいずれか1項に記載した船舶のハイブリッド運航システムを搭載したことを特徴とする。

【発明の効果】

【0024】

本発明のハイブリッド運航システムは、1航海の全体としてのエネルギー効率を最適化することができるため、全体最適化による高い省エネルギー効果を実現することが可能となる。特に、運転状態と運航計画に基づいて停泊後の荷役におけるエネルギー消費を含むエネルギー収支計画を立案手段で立案し、蓄電手段の充電および放電を制御するため、不定期船にも適用が可能となる。

また立案手段は、さらに海象と気象を考慮してエネルギー収支計画を精度よく立案可能である。

主機関をエネルギー効率の良好な所定の出力範囲で運転することとすれば、省エネルギー効果をさらに向上させることが可能となる。主機関が所定の出力範囲内で運転され余力のあるときに蓄電手段に余剰電力を蓄え、所定の出力範囲外で蓄電手段から放電を行って補助駆動手段で駆動することにより、主機関をエネルギー効率の良好な所定の出力範囲内

10

20

30

40

50

に戻したり、良好な所定の出力範囲の近傍で運転することが可能となる。

主機関の出力の検出結果を蓄電制御手段による制御に用いる構成、所定の出力範囲以下において主機関の運転を停止する構成とすること、および、主機関の運転停止を港近傍で行う構成とすることは、主機関の一層効率的な運転、および港内における排気ガスや騒音の問題の解決等にも有効である。

停泊後に機関を運転する必要がないように、停泊後の荷役に必要な電力を残すよう補助駆動手段への放電を制御すれば、省エネルギー効果の向上および港での機関の運転による問題の解消にも有効である。

推進手段が主機関および補助駆動手段により駆動される構成、および発電手段および駆動モータを共通のものとする構成によれば、ハイブリッド運航システムの構成を簡略化することが可能である。 10

性質の異なる蓄電手段を併用する構成によれば、適切な蓄電手段を用いて充電および放電を行うことが可能となる。例えば、蓄電手段として蓄電池とキャパシタとを併用すれば、電力の大きさや時間当たりの電力に応じて適切な蓄電手段を用いることができる。また、電力負荷変化に応じて放電を制御することにより、用途に応じた適切な蓄電手段から電力を供給して、省エネルギー効果をさらに向上させることが可能となる。

可変ピッチプロペラと蓄電制御手段とが共働するよう制御すれば、すなわち、出力検出手段が可変ピッチプロペラの回転数およびピッチ角を検出し、蓄電制御手段が出力検出手段の検出結果に基づいて充電および放電を制御すれば、主機関による推進手段の駆動と蓄電制御とを調整して、省エネルギー効果をさらに向上させることが可能となる。さらに補助駆動手段と蓄電制御手段とが共働するよう制御すれば主機関の負荷変動を抑制することができ機関効率の向上を図ることができ、省エネルギー効果の一層の向上につながる。 20

本発明のハイブリッド運航船は、本発明の船舶のハイブリッドシステムを搭載しているから、上述した船舶のハイブリッドシステムと同様の効果を奏することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の第1の実施形態の船舶のハイブリッド運航システムの概略を示すブロック図

【図2】最適な航路を決定する方法を説明する説明図

【図3】1航海全体における船舶の主機関の出力変化の一例を示すグラフ 30

【図4】図1の船舶のハイブリッド運航システムにおいて、立案手段がさらに海象と気象を考慮する場合を説明するグラフ

【図5】本発明の第2の実施形態の船舶のハイブリッド運航システムの概略を示すブロック図

【発明を実施するための形態】

【0026】

本発明は、例えば、荷役時のような目的地に到着した後のエネルギー需要をも含めた比較的長期と考えられる1航海全体のエネルギー需給バランスを推定し、エネルギー収支計画を立案する不定期船を想定した船舶のハイブリッド運航システムである。また、航海毎に最適なエネルギー収支計画を立案する際、気象・海象の予測データを用いて当該船舶に対する外力の影響をも考慮することにより、エネルギー効率をさらに向上させることができる。 40

このように、本発明は、1航海全体のエネルギー需給バランスを考慮することで、1航海全体において消費されるエネルギー全体としての最適化を図り、大きな省エネルギー効果を実現するものである。

【0027】

(第1の実施形態)

図2は最適な航路を決定する方法を説明する説明図である。同図に示すように、船舶による荷物運搬の運航計画を立てる際、運航スケジュールを確保し、遅延により生じる責任を回避することが重視される。すなわち、荷主からの「遅れない」要請に応えることが目 50

的とされる。このため、気象海象の不確実性を踏まえた上で、航海速力を一定として最短航路を選択することが、従来の運航の実態であった。この結果、余裕を持って目的地に到達して船舶が沖待ちをするという事態が生じる。

そこで、気象・海象予測情報を踏まえた上で、最適航海計画（最適航路、最適船速）を立てることにより、定時運航におけるスケジュールの確保や、燃料消費量の削減を図ることも行われる。

しかし、従来、出発地から目的地までの航海において、その場で局所的なエネルギー効率の最適化が図られていたに過ぎない。

【 0 0 2 8 】

図 3 は 1 航海全体における船舶の主機関の出力変化の一例を示すグラフであり、セメントを運ぶ不定期船についての例を示している。同図に示した例では、1 航海が、荷役（荷積み）、港内操船、通常航海、港内操船、および荷役（荷揚げ）からなっている。

荷積みは、一般に陸上の設備を用いて行われる。このため、荷積みのために主機関から大きな出力を得る必要はない。これに対して、荷揚げは、一般に船舶側の設備を用いて行われる。図 3 に示したセメントを運ぶ不定期船の例では、荷揚げにおいて最初の段階で非常に大きな出力を得る必要がある。

【 0 0 2 9 】

しかし、上述したとおり、従来、運航計画において、船舶が出発地および目的地において消費するエネルギーをも考慮して、1 航海全体のエネルギー需給バランスを最適化することは行われていなかった。本発明の発明者は、従来考慮されていなかった停泊時において消費するエネルギーをも考慮してエネルギー収支計画を立案することにより、すなわち、港内操船および通常航海に要するエネルギーに加えて、船舶が停泊しているときに消費するエネルギーをも考慮したエネルギー収支計画を立案しこれに基づいて蓄電制御を行うことにより、1 航海全体のエネルギー効率を向上させて省エネルギー化を実現できることを見いだした。

【 0 0 3 0 】

船舶のライフサイクル（建造、運航、スクラップ）において生じる G H G の 9 8 % は、運航において排出されるものである。このため、船舶の運航を省エネルギー化することは、G H G の抑制に極めて有効である。

例えば、図 3 に破線で示したように、低い出力を維持すると同時に荷揚げに要するエネルギーを蓄えておき、荷揚げの際に蓄えたエネルギーを用いるというエネルギー収支計画を立案し、このエネルギー収支計画に基づいて電力の需給を制御する。このようにすれば、1 航海全体のエネルギー需給バランスを最適化し、省エネルギー化を実現することができる。

この 1 航海全体のエネルギー需給バランスの最適化による省エネルギー化は、図 3 に示したように、目的地における荷役（荷揚げ）のために、通常航海に用いられる所定の出力範囲以上の大出力を発生させる必要がある場合に特に有効である。

【 0 0 3 1 】

図 1 は本実施形態の船舶のハイブリッド運航システムの概略を示すブロック図である。同図に示すように本実施形態の船舶のハイブリッド運航システム 1 0 0 は、主機関 1、プロペラ（推進手段）2、発電手段兼補助駆動手段 3、蓄電手段（蓄電池）4、蓄電手段（キャパシタ）5、立案手段 6、蓄電制御手段 7、気象海象情報取得装置 8、運航計画入力装置 9、船体運動計測装置 1 0 および出力検出手段 1 1 を備えている。

【 0 0 3 2 】

本実施形態では、主機関 1 としてエンジンを用いた場合を説明する。ただし、主機関 1 はエンジンに限られるものではない。例えば、ポッド推進機のように、電気エネルギーのみを用いて駆動力を生じさせるものであってもよい。

プロペラ 2 は、主機関 1 により駆動される船体 1 2 を推進する推進手段であり、本実施形態では、主機関 1 に加えて、発電手段兼補助駆動手段 3 により駆動可能な構成となっている。また、プロペラ 2 として、その羽根のピッチを変化させることができる可変ピッチ

10

20

30

40

50

プロペラを用いてもよい。

【 0 0 3 3 】

発電手段兼補助駆動手段 3 は、蓄電手段 4 および蓄電手段 5 に蓄える電力を発生させる発電手段および、蓄電手段 4 や蓄電手段 5 に蓄えられた電力により船体 1 2 を補助的に推進する動力を生じさせてプロペラ 2 を駆動する補助駆動手段（モータ）としても機能するものである。

【 0 0 3 4 】

発電手段兼補助駆動手段 3 は、プロペラ 2 の軸に直接設けられている。これによりエネルギーロス無くし、プロペラ 2 の軸から直接エネルギーを取り出すことができる。このため、従来のプロペラ 2 の軸にギヤを噛まして回転させる軸発電機と比較して、エネルギー効率が向上する。

また、発電手段兼補助駆動手段 3 は、主機関 1 よりも船首側（図 1 では右側）のプロペラ 2 の軸に設けられている。すなわち、発電手段兼補助駆動手段 3 とプロペラ 2 との間に主機関 1 が位置している。船舶においては、数年に一度、検査のために、プロペラ 2 の軸を船体 1 2 から抜き出す必要があるが、上述した位置に発電手段兼補助駆動手段 3 を設けることにより、プロペラ 2 の軸からの取り外しが容易になる。これにより、船舶検査の際に必要なプロペラ 2 の軸抜き出しにも容易に対応することができる

【 0 0 3 5 】

発電手段兼補助駆動手段 3 は、主機関 1 により駆動されるものである。主機関 1 の運転は所定の出力範囲内で行われるものであり、所定の出力範囲以下においては、その運転を停止する。主機関の運転は、港近傍で停止することが好ましい。

ここで、「所定の出力範囲」とは、主機関 1 のエネルギー効率が良好となる出力範囲をいう。通常、主機関 1 「所定の出力範囲」は、その最大出力の 40% ~ 85% 程度である。また、「港近傍」とは、主機関を運転することによって港内において排気ガスや騒音などの問題が生じる範囲をいう。具体的には着岸バースから 20 船長以内の範囲をいう。

【 0 0 3 6 】

蓄電手段 4 および蓄電手段 5 はいずれも、発電手段兼補助駆動手段 3 で発電された電力を蓄えるものである。本実施形態においては、蓄電手段 4 を電池で構成し、蓄電手段 5 をキャパシタで構成している。このように、本実施形態の船舶のハイブリッド運航システム 100 は、2 種類の蓄電手段、具体的には蓄電池（バッテリー）とキャパシタを備えている。

【 0 0 3 7 】

立案手段 6 は、主機関 1 の運転状態と 1 航海全体の運航計画に基づいてエネルギー収支計画を立案するものであり、例えば、中央演算装置（CPU）などを用いることができる。立案手段 6 は、運航計画入力装置 9 から入力された 1 航海全体の運航計画に基づいて、航路における、風、波浪および海流に関する情報を考慮した上でエネルギー収支計画を立案するものである。航路自体は従来用いられている方法に基づいて決定されるが、当該決定された航路において消費するエネルギーに加えて、船舶が目的地に到着した停泊後において消費するエネルギーを考慮した 1 航海全体のエネルギー収支計画を立案することにより、1 航海全体として消費されるエネルギーを削減することができる。なお、立案手段 6 に 1 航海全体の計画を入力する運航計画入力装置 9 としては、例えば、キーボードなどを用いることができる。

【 0 0 3 8 】

立案手段 6 は、航海中において、気象海象情報取得装置 8 から海象と気象に関する情報を得て、これらから主機関 1 に働く外力を推定してエネルギー収支計画を更新する。気象海象情報取得装置 8 により取得される気象海象情報としては、例えば、3 時間毎に発表される情報を用いることができる。この情報を用いる場合、気象海象情報取得装置 8 により取得された新たな気象海象情報に基づいて、立案手段 6 において立案されたエネルギー収支計画が随時更新される。

【 0 0 3 9 】

10

20

30

40

50

また、立案手段6は、船体運動計測装置10により計測された船体運動をふまえて、エネルギー収支計画を立案、更新する。船体運動をも考慮することにより、主機関1に働く外力の推定精度が向上する。

立案手段6は、以上のように構成され機能するものであるため、不定期船であっても1航海全体のエネルギー効率の最適化を図ることができる。

【0040】

図4は図1の船舶のハイブリッド運航システムにおいて、立案手段6がさらに海象と気象を考慮する場合を説明するグラフである。同図には、海象と気象を考慮する必要がある通常航海(図3参照)のときを示している。同図に示すように、船舶の海に対する速度である対水速度および陸に対する速度である対地速度は、船体12を介して主機関1におよぶ外力の影響を受ける。そこで、立案手段6は、この外力の影響を考慮してエネルギー収支計画を随時更新して、エネルギー収支計画の精度を向上させる。

【0041】

蓄電制御手段7は、立案手段6によるエネルギー収支計画に基づいて発電手段兼補助駆動手段3から蓄電手段4、蓄電手段5への蓄電、および蓄電手段4、蓄電手段5から発電手段兼補助駆動手段3への放電を制御するものである。

本実施形態の蓄電制御手段7は、主機関1の出力が所定の出力範囲内となるとときに、プロペラ2の駆動に要する出力を超えたエネルギーを用いて余剰電力を蓄電手段4および/または蓄電手段5に蓄える。また、主機関1の出力が所定の出力範囲外となるとときに、蓄電手段4および/または蓄電手段5から、発電手段兼補助駆動手段3に放電を行う。ただし、主機関1の出力が所定の出力範囲内であっても、プロペラ2の駆動に要する出力を超えたエネルギー(余力)がない場合、蓄電を行わない。

【0042】

蓄電制御手段7による蓄電手段4、蓄電手段5の充電および放電について、図4を参酌しつつ、以下、より具体的に説明する。同図では、主機関1の所定の出力範囲の下限が1850KWである場合を示している(一点鎖線参照)。

蓄電制御手段7は、主機関1の出力が1850KWより大きく(所定の出力範囲内)となるとときに(X1、3~5)、プロペラ2の駆動に要する出力を超えたエネルギーを用いて余剰電力を蓄電手段4および/または蓄電手段5に蓄える。ただし、この場合も、外力の影響により目標とする速度を実現できないときなどには、主機関1の出力を全てプロペラ2の駆動に使い、蓄電を行わない。また、主機関1の出力が1850KW未満となるとときに(X2)においては、主機関1の運転を停止し、蓄電手段4および/または蓄電手段5の電力を用いて、発電手段兼補助駆動手段3によりプロペラ2を駆動する。これにより、主機関1をエネルギー効率の良好な範囲で運転しつつ、エネルギー収支計画に基づいて後に必要となるエネルギーを蓄電手段4、蓄電手段5に蓄えることができる。

【0043】

船舶のハイブリッド運航システム100は、主機関1の運転状態を検出する出力検出手段11をさらに備えている。出力検出手段11は、例えば、主機関1に供給される燃料の消費量やプロペラ2の回転数を検出する手段を用いることができる。

また、プロペラ2として可変ピッチプロペラを用いる場合、その回転数とピッチ角を検出する手段を用いることができる。この場合、蓄電制御手段7は可変ピッチプロペラの制御と共働して、蓄電手段4、蓄電手段5の充電および放電を制御する。なお、上述したのではなく、軸馬力計等の主機関1の出力を直接計測する出力計を用いることもできる。

蓄電制御手段7は、蓄電手段4、蓄電手段5の充電および放電を制御するために、出力検出手段11の検出結果を用いる。

【0044】

前記蓄電制御手段7は、蓄電手段4と蓄電手段5の放電を、電力負荷変化に応じて制御する。ここで「電力負荷変化」とは、蓄電手段4、蓄電手段5に蓄電されている電力の単位時間当たりの使用量の変化をいう。例えば、電力の単位時間当たりの使用量の変化が小さい場合には長時間の電力供給に適した蓄電手段(蓄電池)4から、電力の単位時間当た

りの使用量の変化が大きい場合には短時間に大きな電力を供給するのに適した蓄電手段（キャパシタ）5から電力が供給されるように制御する。

【0045】

比較的長時間間隔の短い電力負荷変化に対しては、発電のための余力があれば、エネルギー供給源として主機関1を用いて発電手段兼補助駆動手段3による発電を行い、発電した電力を保存するための装置として蓄電手段（キャパシタ）5を用いる。そして、電力が必要な場合、蓄電手段（キャパシタ）5から電力を供給する。

また、比較的長時間間隔の長い電力負荷変化に対しては、発電のための余力があれば、エネルギー供給源として主機関1を用いて発電手段兼補助駆動手段3による発電を行い、発電した電力を保存するための装置として蓄電手段（蓄電池）4を用いる。そして、電力が

10

必要な場合、蓄電手段（蓄電池）4から電力を供給する。このように、電力負荷変化の大きなものを蓄電手段（キャパシタ）5で、小さなものを蓄電手段4（蓄電池）で対応する。ここで、蓄電手段4としては、例えば、リチウム二次電池があげられる。

【0046】

蓄電制御手段7は、停泊後の荷役に必要な電力を残すように発電手段兼補助駆動手段3への放電を制御する。このため、荷役（荷揚げ）に要するエネルギーを得るためだけの目的で主機関1や発電用の機関を運転する必要がなくなる。図3に示したように、荷役には時間間隔の短い中で大きなエネルギーを要する。このため、従来、荷役のために主機関1や発電用の機関を運転して、発電手段兼補助駆動手段3により発電した電力が用いられて

20

いた。そこで、本実施形態の船舶のハイブリッド運航システム100は、立案手段6により立案されたエネルギー収支計画に基づいて、航海中に蓄電手段4、蓄電手段5に蓄えた電力を主として用いて停泊後の荷役を行う。これにより、停泊前の余剰エネルギーを有効に活用することができる。したがって、1航海の全体としてのエネルギー効率を最適化し、省エネルギー化を実現できる。

【0047】

なお、本実施形態では、船舶のハイブリッド運航システム100を油、鉄、セメント等を用いた不定期船に適用した場合を想定している。このため、発電手段兼補助駆動手段3への放電を制御して、停泊後の荷役に必要な電力を残すこととしている。しかし、これは一つの実施形態についての例である。例えば、船員の居住に必要ないわゆるホテルユースとして使用されるものである場合、立案手段6は停泊後の船内使用電力を残すように発電手段兼補助駆動手段3への放電を制御する。これにより、1航海の全体としてのエネルギー効率を最適化し、省エネルギー化を実現できる。

30

【0048】

また、再出港時における港内操船（図2参照）の際に必要な、発電手段兼補助駆動手段3によりプロペラ2を駆動するための電力をも残すようにすれば、港内で主機関1を運転する必要がなくなる。このため、港内における騒音や排気ガスの問題を解消することができる。

【0049】

（第2の実施形態）

本発明の第2の実施形態について、図5に基づいて以下に説明する。図5に示すように、本実施形態の船舶のハイブリッド運航システム200は、主機関1により駆動されるプロペラ2とは別のプロペラ22を駆動する補助駆動手段20を備えている。このため、発電手段兼補助駆動手段3が、発電手段23および補助駆動手段20により構成されている。これらの構成において、船舶のハイブリッド運航システム200は、船舶のハイブリッド運航システム100と相違している。機能の同じ部材については、図5において同じ記号を付し、本実施形態では説明を省略する。

40

【0050】

補助駆動手段20は、プロペラ2とは別のプロペラ22を駆動するものである。プロペ

50

ラ 2 2 は、その回転軸が船体 1 2 の船側方向を向くように設けられている。このため、補助駆動手段 2 0 によりプロペラ 2 を駆動して、船舶が横方向に移動させることができる。補助駆動手段 2 0 は、蓄電手段 4、蓄電手段 5 の電力を用いてプロペラ（スターンスラスト）2 2 を駆動するものであり、蓄電制御手段 7 により制御される。補助駆動手段 2 0 およびプロペラ 2 2 は、例えば、図には記載されていないがバウスラストにより構成することができる。

なお、発電手段 2 3 は、発電手段兼補助駆動手段 3 の発電機能を奏するものである。

【 0 0 5 1 】

本発明は、上述した実施形態の船舶のハイブリッド運航システムを搭載したハイブリッド運航船として実施することもできる。ハイブリッド運航船として実施した場合も、船舶のハイブリッド運航システムについて説明した効果と同様の効果を奏することができる。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 5 2 】

本発明は、1 航海全体におけるエネルギー需給バランスを最適化することによる省エネルギー化を実現する船舶のハイブリッド運航システムとして、運搬対象および航路が様々な不定期船ならびにこれらが決まっている定期船に利用できる。

【符号の説明】

【 0 0 5 3 】

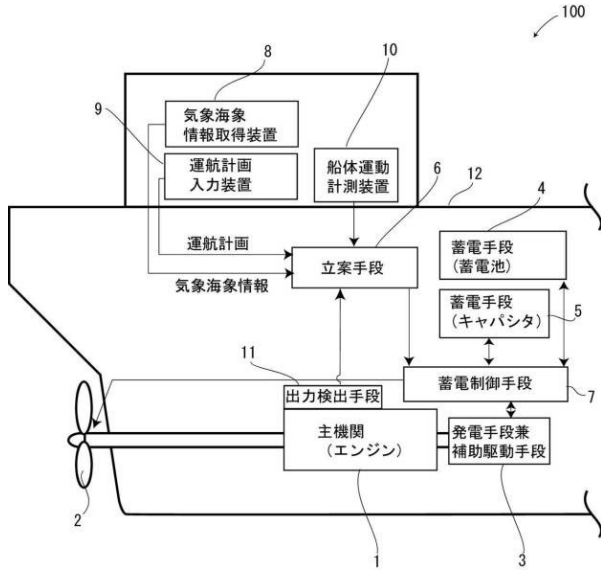
- 1 主機関
- 2 プロペラ（推進手段）
- 2 2 プロペラ（補助推進手段）
- 3 発電手段兼補助駆動手段（駆動モータ）
- 4 蓄電手段（蓄電池）
- 5 蓄電手段（キャパシタ）
- 6 立案手段
- 7 蓄電制御手段
- 8 気象海象情報取得装置
- 9 運航計画入力装置
- 1 1 出力検出手段
- 1 2 船体
- 2 0 補助駆動手段
- 2 3 発電手段
- 1 0 0、2 0 0 船舶のハイブリッド運航システム

10

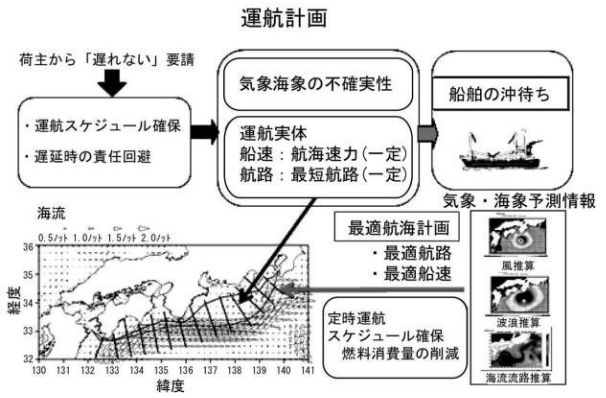
20

30

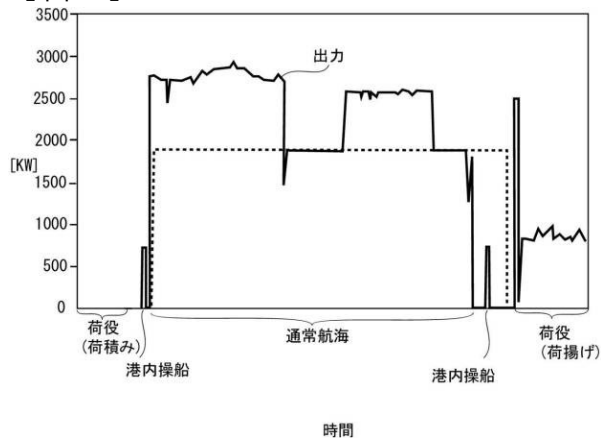
【図1】



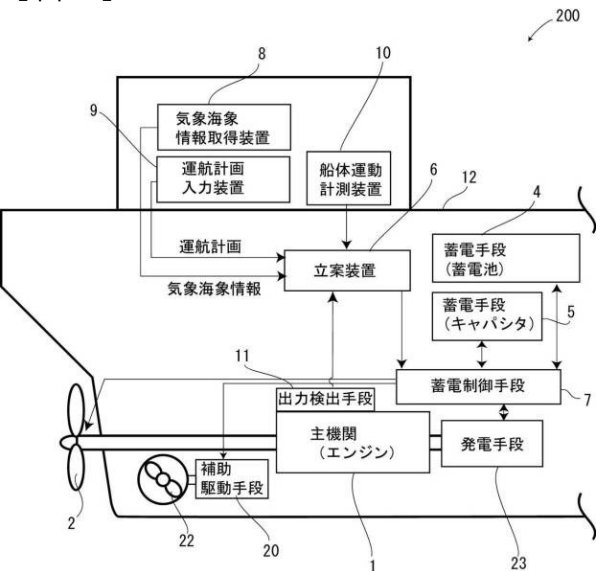
【図2】



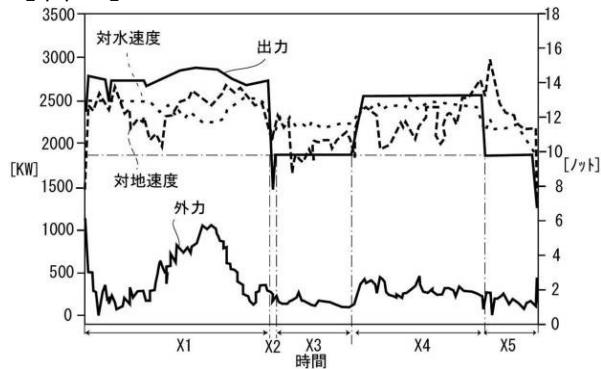
【図3】



【図5】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 3 H 21/12 (2006.01) B 6 3 H 21/12

(72)発明者 加納 敏幸
東京都三鷹市新川 6 丁目 3 8 番 1 号 独立行政法人海上技術安全研究所内

(72)発明者 平田 宏一
東京都三鷹市新川 6 丁目 3 8 番 1 号 独立行政法人海上技術安全研究所内

審査官 中村 泰二郎

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 1 / 1 6 1 2 1 1 (W O , A 2)
特表 2 0 1 1 - 5 0 6 1 8 0 (J P , A)
特表 2 0 1 0 - 5 3 7 8 9 0 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 1 2 6 7 7 6 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 3 5 9 1 1 2 (J P , A)
特表 2 0 1 3 - 5 3 2 0 9 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B 6 3 B , B 6 3 H , B 6 3 J