(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2005-313827
(P2005-313827A)
(43)公開日　平成17年11月10日(2005.11.10)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
B63B 49/00	B63B 49/00	Z	
B63H 9/04	B63H 9/04	Z	
B63H 21/21	B63H 21/21		

審査請求 未請求　請求項の数 3　ＯＬ　（全 10 頁）

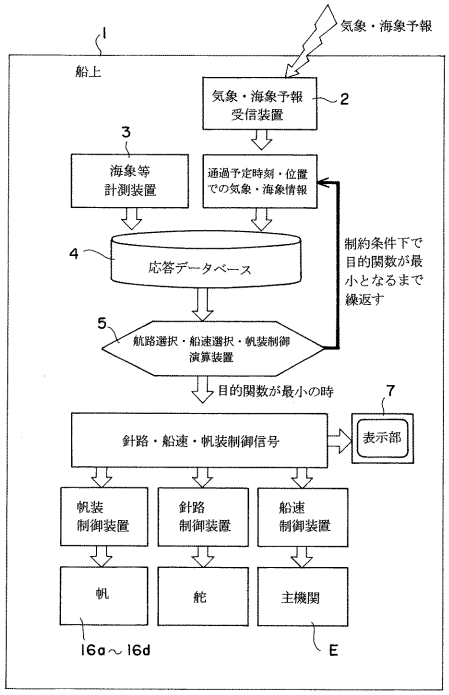
(21)出願番号　特願2004-136212 (P2004-136212)
(22)出願日　平成16年4月30日 (2004.4.30)

(71)出願人　501204525
独立行政法人海上技術安全研究所
東京都三鷹市新川６丁目３８番１号
(71)出願人　000232818
日本郵船株式会社
東京都千代田区丸の内２丁目３番２号
(71)出願人　592243999
社団法人日本造船研究協会
東京都港区虎ノ門一丁目１５番１６号　船舶振興ビル
(74)代理人　100071401
弁理士　飯沼　義彦
(74)代理人　100106747
弁理士　唐沢　勇吉

最終頁に続く

(54)【発明の名称】帆装船用航海計画支援システム

(57)【要約】
【課題】　本発明は、推進用の主機関と帆とを備えた船舶が、Ａ港からＢ港への航海に際し、帆の有効利用を図るため、気象海象予報の変化に応じＡ，Ｂ両港間における多数の通過点の各位置を順次改訂してゆくことにより、主機関の燃料消費量の節減ひいてはCO_2ガスの排出量の減少をもたらすようにした帆装船用航海計画支援システムを提供することを課題とする。
【解決手段】　船首側から船尾側へ順次立設された複数の帆と推進用主機関とを備えた船舶のための航海計画支援システムにより、出港時に気象海象予報に応じて各帆の有効利用を図るべくＡ港からＢ港までの多数の通過点を有する初期航路の選択が行われるが、第１通過点に到達した際には、そのときの新たな気象海象予報に応じて第２通過点以後のＢ港までの新航路が設定され、以下、順次各通過点に到達するごとに新航路の設定が行われるとともに、船速の選択も行われる。なお、上記帆は単一でもよい。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
Ａ港からＢ港へ到る航路を航行すべく推進用の主機関と帆とを備える船舶のための航海計画支援システムにおいて、風向に応じ上記帆の有効利用を図るべく、出航時に予め受信した気象海象予報に応じ上記帆の最適設定角を用いてＡ港から第１通過点，第２通過点，第３通過点，・・・，第（ｎ－１）通過点，第ｎ通過点を経由しＢ港へ到る初期航路の選択を行う航路選択手段と、隣接する上記通過点相互の各区間における船速の設定および同船速を得るための上記主機関の出力設定を行う船速選択手段とを備え、上記航路選択手段は、上記船舶が上記初期航路における第１通過点を経由する際に予め受信した新たな気象海象予報に応じ上記の第２通過点，第３通過点，・・・，第（ｎ－１）通過点，第ｎ通過点の各位置を改訂して第１次改訂航路の選択を行い、さらに、上記船舶が上記第１次改訂航路における上記第２通過点を経由する際に予め受信した新たな気象海象予報に応じ上記の第３通過点，・・・，第（ｎ－１）通過点，第ｎ通過点の各位置を改訂して第２次改訂航路の選択を行い、以下同様の手順により新たな気象海象予報に応じ各通過点の位置を改訂して第（ｎ－１）次改訂航路まで順次航路の選択を行う手段を備え、上記船速選択手段は、上記航路の選択に応じて上記各区間における船速の改訂および同船速を上記帆の推力と協働して得るための上記主機関の出力設定を行う手段を備えたことを特徴とする、帆装船用航海計画支援システム。
【請求項２】
上記の航路選択手段および船速選択手段に基づいて、上記の各通過点における通過予定時刻の設定も行われることを特徴とする、請求項１に記載の帆装船用航海計画支援システム。
【請求項３】
上記帆は船首側から船尾側へ順次複数の帆として立設されており、各帆の最適設定角は、船首側から船尾側へ所要の間隔で立設された第１の帆，第２の帆，第３の帆，・・・を船体に対する所定の風向において迎角ゼロとした初期状態から一斉に同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に旋回させながら、まず第１の帆について最大の推力を得るための最適設定角を求め、ついで第１の帆をその最適設定角で停止させたまま第２の帆，第３の帆，・・・をさらに同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に旋回させながら第２の帆について最大の推力を得るための最適設定角を求め、以下順次同様の手順により各帆について求めたものであることを特徴とする、請求項１または２に記載の帆装船用航海計画支援システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、推進用の主機関と帆とを備えた船舶のための航海計画支援システムに関するもので、多数の通過点を経由する航路について、気象海象予報に応じて上記帆の利用を十分に図れるように上記通過点の位置を順次改訂できるようにしたものである。
【背景技術】
【０００２】
従来の航海計画では、帆を備えることなく主機関のみで航走する船舶の場合、Ａ港からＢ港に到る航路について、最短迂回航法など種々の航法による航路の設定が行われている。そして、気象・海象の影響を考慮しながら最短時間で到着するように航路を逐次設定し、またそのときの航海速力の分析を行えるようになっている。
さらに、Ａ港出航後に、熟練した船長の継続的な判断により適切に航路，船速を調整しながらＢ港への到着を早期に達成することも可能になっている。
しかしながら、推進用主機関と共に帆も備えた船舶では、帆の利用を十分に行って主機関の消費燃料の節減を図り、かつ、主機関からのCO_2ガス排出量の減少を図ることが求められている。
【特許文献１】特開平５－２９８６００号公報

【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００３】
本発明は、推進用の主機関と帆とを備えた船舶が、Ａ港からＢ港への航海に際し、帆の有効利用を図るため、気象海象予報の変化に応じＡ，Ｂ両港間における多数の通過点の各位置を順次改訂してゆくことにより、主機関の燃料消費量の節減ひいてはCO_2ガスの排出量の減少をもたらすようにした帆装船用航海計画支援システムを提供することを課題とする。
【課題を解決するための手段】
【０００４】
本発明の帆装船用航海計画支援システムは、Ａ港からＢ港へ到る航路を航行すべく推進用の主機関と帆とを備える船舶のための航海計画支援システムにおいて、風向に応じ上記帆の有効利用を図るべく、出航時に予め受信した気象海象予報に応じ上記帆の最適設定角を用いてＡ港から第１通過点，第２通過点，第３通過点，・・・，第（ｎ－１）通過点，第ｎ通過点を経由しＢ港へ到る初期航路の選択を行う航路選択手段と、隣接する上記通過点相互の各区間における船速の設定および同船速を得るための上記主機関の出力設定を行う船速選択手段とを備え、上記航路選択手段は、上記船舶が上記初期航路における第１通過点を経由する際に予め受信した新たな気象海象予報に応じ上記の第２通過点，第３通過点，・・・，第（ｎ－１）通過点，第ｎ通過点の各位置を改訂して第１次改訂航路の選択を行い、さらに、上記船舶が上記第１次改訂航路における上記第２通過点を経由する際に予め受信した新たな気象海象予報に応じ上記の第３通過点，・・・，第（ｎ－１）通過点，第ｎ通過点の各位置を改訂して第２次改訂航路の選択を行い、以下同様の手順により新たな気象海象予報に応じ各通過点の位置を改訂して第（ｎ－１）次改訂航路まで順次航路の選択を行う手段を備え、上記船速選択手段は、上記航路の選択に応じて上記各区間における船速の改訂および同船速を上記帆の推力と協働して得るための上記主機関の出力設定を行う手段を備えたことを特徴としている。
【０００５】
また、本発明の帆装船用航海計画支援システムは、上記の航路選択手段および船速選択手段に基づいて、上記の各通過点における通過予定時刻の設定も行われることを特徴としている。
【０００６】
さらに、上記帆は、船首側から船尾側へ順次複数の帆として立設されており、各帆の最適設定角は、船首側から船尾側へ所要の間隔で立設された第１の帆，第２の帆，第３の帆，・・・を船体に対する所定の風向において迎角ゼロとした初期状態から一斉に同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に旋回させながら、まず第１の帆について最大の推力を得るための最適設定角を求め、ついで第１の帆をその最適設定角で停止させたまま第２の帆，第３の帆，・・・をさらに同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に旋回させながら第２の帆について最大の推力を得るための最適設定角を求め、以下順次同様の手順により各帆について求めたものであることを特徴としている。
【発明の効果】
【０００７】
本発明の帆装船用航海計画支援システムでは、出航時に、予め受信した気象海象予報に応じ、主機関による推力と帆の最適設定角を用いて得られる推力とにより、Ａ港から第１通過点，第２通過点，・・・を順次通過してＢ港へ到る初期航路の選択が行われ、第１通過点に到達した際には新たな気象海象予報に応じて帆の有効利用が図れるように第２通過点以後の各通過点の位置について改訂が行われ、以下順次各通過点に到達した際に、そのときの気象海象予報に応じて、それ以後の各通過点の位置が帆の有効利用をもたらすように改訂されてゆくので、主機関の燃料消費についての大幅な節減が期待される。
【０００８】
そして、隣接する上記通過点相互の各区間における船速の設定および同船速を上記帆の

推力と協働して得るための上記主機関の出力設定を行う船速選択手段が設けられるので、上記航路に沿う船舶の運航が適切に行われるようになり、Ｂ港への到着予定時刻の確保も容易に行われるようになる。

【０００９】

また、上記の航路選択手段および船速選択手段に基づいて、上記の各通過点における通過予定時刻の設定も行われると、上記船舶の航海が更に適切に行われるようになって、Ｂ港への定時到着が予定通り達成されるようになる。

【００１０】

さらに、上記帆は、船首側から船尾側へ順次複数の帆として立設されており、各帆の最適設定角として、船首側から船尾側へ所要の間隔で立設された第１の帆，第２の帆，第３の帆，・・・を船体に対する所定の風向において迎角ゼロとした初期状態から一斉に同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に旋回させながら、まず第１の帆について最大の推力を得るための最適設定角を求め、ついで第１の帆をその最適設定角で停止させたまま第２の帆，第３の帆，・・・をさらに同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に旋回させながら第２の帆について最大の推力を得るための最適設定角を求め、以下順次同様の手順により各帆について求めたものが採用されると、各帆と船体との相互干渉や、帆どうしの相互干渉を含めて、各帆の最適設定角が求められるので、各帆の有効利用が更に的確に行われるようになる。

【００１１】

このようにして、本発明の帆装船用航海計画支援システムによれば、帆の有効利用により主機関の出力が大幅に軽減されるので、その燃料消費量も大幅に節減されるようになり、ひいてはCO_2ガスの発生量が著しく減少して、環境負荷の軽減に寄与することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１２】

推進用の主機関と船首側から船尾側へ順次立設された複数の帆とをそなえた船舶が、Ａ港からＢ港へ到る航路で、Ａ港を出航する際の気象海象予報に応じ各帆の有効利用を図れるように、第１通過点，第２通過点，・・・，第（ｎ－１）通過点，第ｎ通過点を有する初期航路を選択され、第１通過点を通過する際には、そのときの新たな気象海象予報に応じて帆の有効利用を図れるように、新たな第２通過点，第３通過点，・・・，第（ｎ－１）通過点，第ｎ通過点を経由してＢ港へ到る第１次改訂航路が選択され、以下順次各通過点を通過するごとに、その通過時の気象海象予報に対応して帆の有効利用を図るための通過点位置の改訂を伴う航路の選択が行われて、常に風向，風速等に対処した帆の有効利用と、これに伴う主機関の燃料消費量の節減とがもたらされるようになる。

【００１３】

また、各通過点の位置の改訂を伴う航路の選択が行われるごとに、隣接する上記通過点相互の各区間における船速の設定および同船速を各帆の推力と協働して実現するための主機関の出力設定を行う船速選択手段が設けられる。

【００１４】

そして、船首側から船尾側へ順次立設された複数の帆の各最適設定角は、各帆と船体との相互干渉および帆どうしの相互干渉に配慮して、実船または模型船により風向を所要角度（例えば５度）ずつ変えながら、最大推力を得られるように船首寄りの帆から船尾寄りの帆まで一斉に旋回させるようにして、船首寄りの帆より順次求めた各帆の最適設定角が採用される。

【実施例】

【００１５】

図１は本発明の１実施例としての帆装船用航海計画支援システムを示すブロック図、図２（ａ），（ｂ）は上記帆装船用航海計画支援システムにおけるフローチャート、図３は上記帆装船用航海計画支援システムによる航路選択の態様を示す平面図、図４は上記帆装船用航海計画支援システムにより選択された航路を従来の帆の無い船舶の航路と比較して

示す説明図、図５は帆装船における帆の最適設定角を求めるための実験例を示す平面図である。

【００１６】

図５に示すように、本実施例では、推進用の主機関Ｅと船首側から船尾側へ順次立設された複数の帆16ａ～16ｄとを備える船舶11のための航海計画支援システムとして、図１に示す設備１が船上に設けられている。

すなわち、設備１には、気象海象予報受信装置２が設けられるとともに海象等計測装置３も設けられており、これらの装置２，３からの計測内容や受信内容に基づいて応答データベース４を介し針路選択，船速制御および帆装制御を行うための演算装置５が設けられている。

【００１７】

また、演算装置５において、目的関数が最小の時に得られる帆装制御信号，針路制御信号および船速制御信号に基づいて、帆装制御装置，針路制御装置および船速制御装置を介し、帆16ａ～16ｄ，舵および主機関Ｅの制御が行われるようになっている。

【００１８】

ところで、演算装置５における航路選択に際しては、図３に示すように、Ａ港を出航する船舶11が、出航の際に受けた気象海象予報に基づき、後述する各帆16ａ～16ｄの最適設定角を用いて、主機関Ｅとの併用により、Ａ港からＢ港に到るまでの第１通過点（イ），第２通過点（ロ），第３通過点（ハ），第４通過点（ニ），・・・，第（ｎ－１）通過点（セ），第ｎ通過点（ス）を経由する初期航路が設定される。

【００１９】

このようにして設定された初期航路に沿うように、演算装置５からの制御信号によって帆，舵および主機関の制御が行われるが、この船舶が第１通過点（イ）を経由する際に、予め受信した新たな気象海象予報に応じて帆の有効利用を図れるように、上記の第２通過点（ロ），第３通過点（ハ），第４通過点（ニ），・・・，第（ｎ－１）通過点（セ），第ｎ通過点（ス）の各位置を改訂して、それぞれ第２通過点（ロ－１），第３通過点（ハ－１），第４通過点（ニ－１），・・・，第（ｎ－１）通過点（セ－１），第ｎ通過点（ス－１）とする第１次改訂航路の選択が行われる。

【００２０】

さらに、船舶11が上記第１次改訂航路における第２通過点（ロ－１）を経由する際には、予め受信した気象海象予報に応じ、上記の第３通過点（ハ－１），第４通過点（ニ－１），・・・，第（ｎ－１）通過点（セ－１），第ｎ通過点（ス－１）を、それぞれ第３通過点（ハ－２），第４通過点（ニ－２），・・・，第（ｎ－１）通過点（セ－２），第ｎ通過点（ス－２）とする第２次改訂航路の選択が行われる。

このようにして、新たな気象海象予報に応じ演算装置５における航路選択は、第（ｎ－１）次改訂航路まで順次行われる。

【００２１】

また、演算装置５における船速選択手段は、上述のように航路の選択が行われるのに応じて、隣り合う上記通過点の相互間の区間における船速の改訂および同船速を帆16ａ～16ｄの推力と協働して得るための主機関Ｅの出力設定を行うようになっている。

【００２２】

さらに、演算装置５における航路選択手段および船速選択手段に基づいて、上記の各通過点における通過予定時刻の設定も行われるようになっていて、その予定時刻は、前述のように改訂された航路と共に、表示部７に表示される。

【００２３】

図２の（ａ）図に示すフローチャートは、図１に示す応答データベース４の構築を示している。また、図２の（ｂ）図は、上記応答データベースに基づく最適化演算の態様を示している。

【００２４】

図５は、帆装船としての船舶11について、各帆16ａ～16ｄの風Ｗに対する最適設定角を

求めるための実験手段を示している。
実船としての船舶11は、岸壁12に係留されており、係留索13～15のうち船長方向の係留索15には張力計16が介装されている。
【００２５】
そして、船上において船首側から船尾側へ所要の間隔で立設された第１の帆16ａ，第２の帆16ｂ，第３の帆16ｃおよび第４の帆16ｄは、いずれも図示しない遠隔制御可能の駆動機構を介して鉛直線のまわりに同じ回転方向および同じ回転速度で旋回させたり個別に停止させたりできるように構成されている。
上述の構成により、各帆16ａ～16ｄの最適設定角の探索は、風Ｗを受けて各帆16ａ～16ｄで発生する推力による船長方向の係留索15の張力を、張力計16にて計測することにより行われる。
【００２６】
まず、各帆16ａ～16ｄを船体に対する風Ｗの所定の風向において迎角ゼロとした初期状態から一斉に同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に旋回させながら、張力計16を用いて、第１の帆16ａにつき最大の推力を得るための最適設定角（船体中心線に対する角度）αを求める。
【００２７】
ついで、第１の帆16ａを、その最適設定角αで停止させたまま第２の帆16ｂ，第３の帆16ｃ，・・・をさらに同じ回転方向および同じ回転速度で鉛直線のまわりに徐々に旋回させながら、張力計16を用いて第２の帆16ｂにつき最大の推力を得るための最適設定角βを求め、以下順次同様の手順により各帆の最適設定角γ，δを求める操作が行われる。
【００２８】
このような帆16ａ～16ｄの最適設定角α～δの探索は、風Ｗに対する実船11の向きを係留索13～15の調節により順次所要の角度（例えば５度）ずつ変えながら行われ、このようにして得られた各帆16ａ～16ｄについての多様なデータが実船11における帆の制御系に用いられる。
【００２９】
上述のごとき帆装船の帆の最適設定角探索手段では、各帆16ａ～16ｄについて、船体との相互干渉および帆どうしの相互干渉による影響を加えた状態で最適設定角を探索することが可能になり、しかも能率よく短時間で探索作業を行うことができる。
【００３０】
上述の本実施例の帆装船用航海計画支援システムでは、出航時に、予め受信した気象海象予報に応じ、主機関Ｅによる推力と各帆16ａ～16ｄの最適設定角α～δを用いて得られる推力とによって、Ａ港から第１通過点，第２通過点，・・・を順次通過してＢ港へ到る初期航路の選択が行われ、第１通過点（イ）に到達した際には新たな気象海象予報に応じて帆16ａ～16ｄの有効利用が図れるように第２通過点以後の各通過点の位置について改訂が行われ、以下順次各通過点に到達した際に、そのときの気象海象予報に応じて、それ以後の各通過点の位置が帆16ａ～16ｄの有効利用をもたらすように改訂されてゆくので、主機関Ｅの燃料消費についての大幅な節減が期待され、CO_2ガス排出量も著しく減少して環境負荷の軽減に寄与することができる。
【００３１】
そして、隣接する上記通過点相互の各区間における船速の設定および同船速を上記帆16ａ～16ｄの推力と協働して得るための主機関Ｅの出力設定を行う船速選択手段（演算装置５）が設けられるので、航路に沿う船舶11の運航が適切に行われるようになり、Ｂ港への到着予定時刻の確保も容易に行われるようになる。
【００３２】
また、上記の航路選択手段および船速選択手段に基づいて、上記の各通過点における通過予定時刻の設定も行われるので、船舶11の航海が更に適切に行われるようになって、Ｂ港への定時到着が予定通り達成されるようになる。
【００３３】

図４は、Ａ港からＢ港へ到る大圏航路Ｒと比較できるように、本発明の帆装船用航海計画支援システムを用いた場合の全航路Ｐと従来の帆をもたないディーゼル船の航路Ｑとを示しており、本発明のシステムを用いた主機関付き帆装船の場合は、航路Ｐの選択により最短距離となる大圏航路Ｒにできるだけ沿うようにしながら帆に受ける風を利用して、航海距離を極力減少させるとともに、主機関の燃料消費量の節減を図ることが可能になる。

【００３４】

また、本発明の帆装船用航海計画支援システムでは、風が追風になるのに適応させるため或る海域では船速を低下させたり、また他の海域では波浪が厳しくなる前に通過してしまうように増速を図ったりすることが行われる。

【産業上の利用可能性】

【００３５】

本発明の帆装船用航海計画支援システムは、主機関と帆とを備えるとともに舵を備えた船舶に用いられるものとして記載されているが、操舵機能を有するようにポッドプロペラを鉛直線まわりに旋回可能に備えた船舶の場合も、本システムの利用が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【００３６】

【図１】本発明の１実施例としての帆装船用航海計画支援システムを示すブロック図である。

【図２】（ａ），（ｂ）は上記帆装船用航海計画支援システムにおけるフローチャートである。

【図３】上記帆装船用航海計画支援システムによる航路選択の態様を示す平面図である。

【図４】上記帆装船用航海計画支援システムにより選択された航路を従来の帆の無い船舶の航路と比較して示す説明図である。

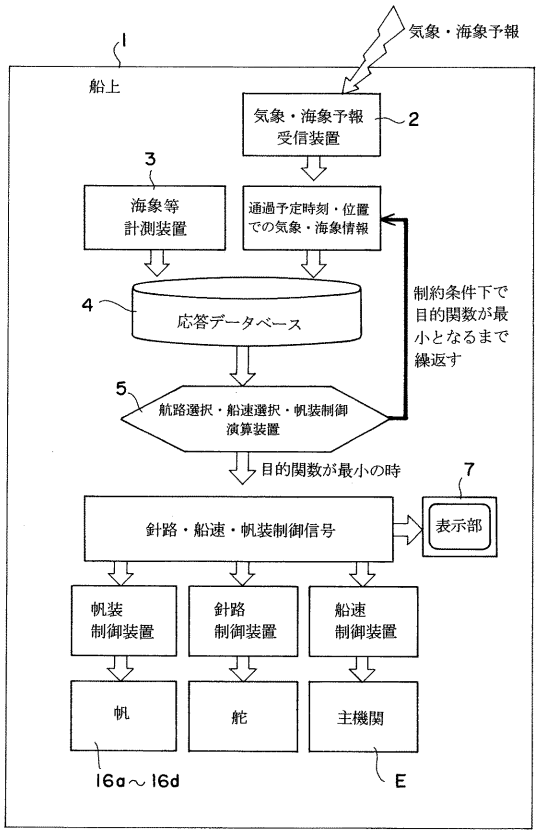
【図５】帆装船における帆の最適設定角を求めるための実験例を示す平面図である。

【符号の説明】

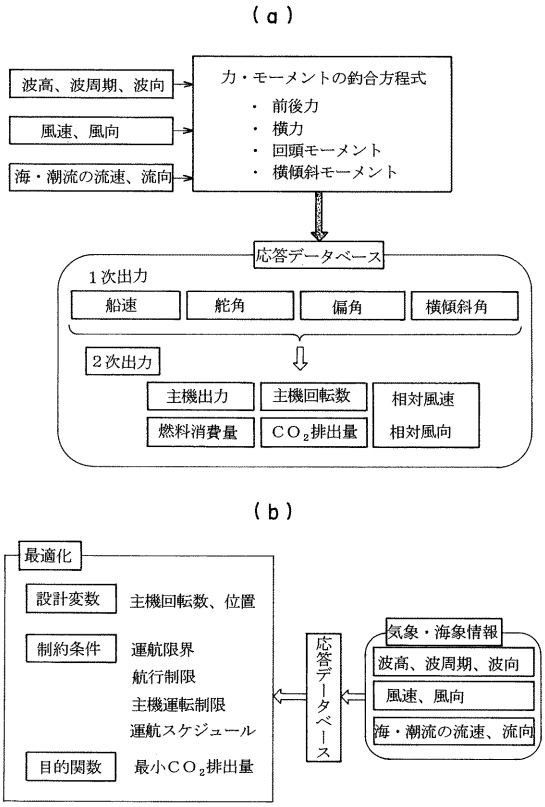
【００３７】

１　航海計画支援システム設備
２　気象海象予報受信装置
３　海象等計測装置
４　応答データベース
５　演算装置
７　表示部
11　船舶
12　岸壁
13～15　係留索
16　張力計
16ａ～16ｄ　帆
Ｐ，Ｑ，Ｒ　航路

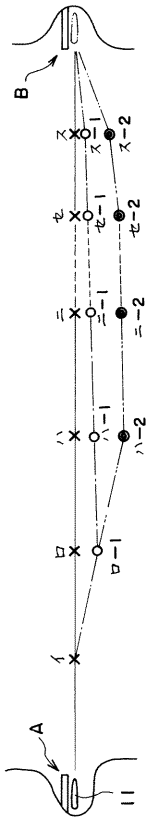
【図１】


気象・海象予報
1
船上
気象・海象予報
受信装置
2
3
海象等
計測装置
通過予定時刻・位置
での気象・海象情報
制約条件下で
目的関数が最
小となるまで
繰返す
4
応答データベース
5
航路選択・船速選択・帆装制御
演算装置
目的関数が最小の時
7
表示部
針路・船速・帆装制御信号
帆装
制御装置
針路
制御装置
船速
制御装置
帆
舵
主機関
16a～16d
E

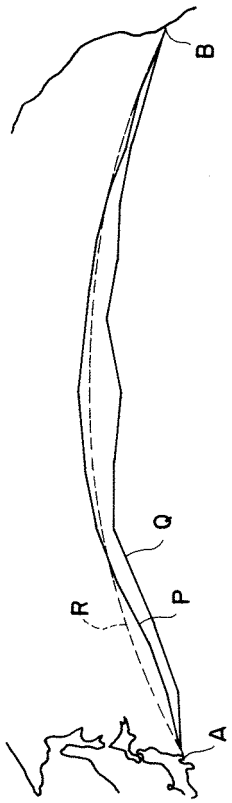
【図２】


(a)
波高、波周期、波向
風速、風向
海・潮流の流速、流向
力・モーメントの釣合方程式
・前後力
・横力
・回頭モーメント
・横傾斜モーメント
応答データベース
1次出力
船速
舵角
偏角
横傾斜角
2次出力
主機出力
主機回転数
相対風速
燃料消費量
CO_2排出量
相対風向
(b)
最適化
設計変数
主機回転数、位置
制約条件
運航限界
航行制限
主機運転制限
運航スケジュール
目的関数
最小CO_2排出量
応答データベース
気象・海象情報
波高、波周期、波向
風速、風向
海・潮流の流速、流向

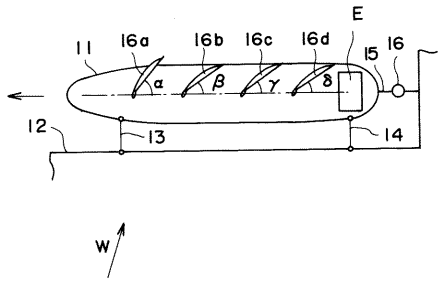
【図３】


B
A

【図４】


B
Q
R
P
A

【図５】



フロントページの続き

(72)発明者　辻本　　勝
東京都三鷹市新川６丁目３８番１号　独立行政法人　海上技術安全研究所内
(72)発明者　上野　道雄
東京都三鷹市新川６丁目３８番１号　独立行政法人　海上技術安全研究所内
(72)発明者　藤田　　裕
東京都足立区西伊興４丁目１０番２５号
(72)発明者　廣岡　秀昭
神奈川県川崎市宮前区宮前平１丁目２番１号