

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7687828号  
(P7687828)

(45)発行日 令和7年6月3日(2025.6.3)

(24)登録日 令和7年5月26日(2025.5.26)

(51)国際特許分類	F I
B 6 3 B 59/04 (2006.01)	B 6 3 B 59/04 A
C 2 3 F 13/02 (2006.01)	C 2 3 F 13/02 G
C 2 3 F 13/06 (2006.01)	C 2 3 F 13/02 A
	C 2 3 F 13/06

請求項の数 3 (全9頁)

(21)出願番号	特願2021-12407(P2021-12407)	(73)特許権者	000006208
(22)出願日	令和3年1月28日(2021.1.28)		三菱重工業株式会社
(65)公開番号	特開2022-115694(P2022-115694 A)		東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
(43)公開日	令和4年8月9日(2022.8.9)	(74)代理人	100149548
審査請求日	令和5年12月27日(2023.12.27)		弁理士 松沼 泰史
		(74)代理人	100162868
			弁理士 伊藤 英輔
		(74)代理人	100161702
			弁理士 橋本 宏之
		(74)代理人	100189348
			弁理士 古都 智
		(74)代理人	100196689
			弁理士 鎌田 康一郎
		(72)発明者	横山 裕
			東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 防食装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

導電性を有する船体を有する船舶に設けられる防食装置であって、  
前記船体の外表面に設けられた複数の絶縁体と、  
該絶縁体を介して前記船体に取り付けられ、プロペラを防食する複数の犠牲陽極と、  
該犠牲陽極とは異なる場所に設けられた複数の補助陽極と、  
前記犠牲陽極と前記船体との間に設けられた複数の第一可変抵抗器と、  
前記補助陽極と前記船体との間に設けられた複数の第二可変抵抗器と、  
を備え、  
前記船体内に、前記防食装置に対して電力を供給することで防食電流を発生させる電源を  
備えていない防食装置。

10

【請求項2】

前記船体の外表面に設けられ、水中電界を検知するセンサ部と、  
該センサ部からの入力に基づいて、前記第一可変抵抗器、及び第二可変抵抗器の抵抗値  
を変化させる制御部と、  
をさらに備える請求項1に記載の防食装置。

【請求項3】

導電性を有する船体を有する船舶に設けられる防食装置であって、  
前記船体の外表面に設けられた複数の絶縁体と、  
該絶縁体を介して前記船体に取り付けられ、プロペラを防食する複数の犠牲陽極と、

20

該犠牲陽極とは異なる場所に設けられた複数の補助陽極と、  
前記犠牲陽極と前記船体との間に設けられた複数の第一可変抵抗器と、  
前記補助陽極と前記船体との間に設けられた複数の第二可変抵抗器と、  
前記犠牲陽極と前記第一可変抵抗器の間に設けられた第一電流計と、  
前記補助陽極と前記第二可変抵抗器の間に設けられた第二電流計と、  
前記船体の外表面に設けられ、水中電界を検知するセンサ部と、  
該センサ部からの入力に基づいて、前記第一可変抵抗器、及び第二可変抵抗器の抵抗値  
を変化させる制御部と、  
を備え、

前記制御部は、前記第一電流計、及び前記第二電流計の計測した電流値に基づいて前記第一可変抵抗器、及び第二可変抵抗器の抵抗値を変化させるように構成されている防食装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、防食装置に関する。

【背景技術】

【0002】

船舶が海水中を航行している際、主に鉄で形成された船体と、銅合金で形成されたプロペラとの間で、海水を介して電池が形成されることが知られている。これにより、鉄よりも電位の低い銅合金で形成されたプロペラが陽極となり、腐食が進行してしまう。このような腐食を防止するために、船体に犠牲陽極を設ける技術が広く用いられている（例えば下記特許文献1参照）。犠牲陽極とは、例えば亜鉛等、鉄よりも電位の低い金属で形成された電極である。鉄よりも電位が低いことから、船体に代わって犠牲陽極が陽極となり、プロペラとの間に防食電流を発生させる。これにより、プロペラの腐食を防ぐことができるとされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2007-76495号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、近年では上記の防食電流に起因した水中電界（UEP：Underwater Electric Potential）を検知して船舶の存在を検知する防衛装置が開発されている。したがって、必要に応じて防食電流の大きさを変化させることが可能な技術に対する要請が高まっている。

【0005】

本開示は上記課題を解決するためになされたものであって、必要に応じて防食電流の大きさを変化させることが可能な防食装置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】

【0006】

上記課題を解決するために、本開示に係る防食装置は、導電性を有する船体を有する船舶に設けられる防食装置であって、前記船体の外表面に設けられた複数の絶縁体と、該絶縁体を介して前記船体に取り付けられた複数の犠牲陽極と、前記犠牲陽極と前記船体との間に設けられた複数の第一可変抵抗器と、前記補助陽極と前記船体との間に設けられた複数の第二可変抵抗器と、を備え、前記船体内に、前記防食装置に対して電力を供給することで防食電流を発生させる電源を備えていない。

本開示に係る防食装置は、導電性を有する船体を有する船舶に設けられる防食装置であって、前記船体の外表面に設けられた複数の絶縁体と、該絶縁体を介して前記船体に取り

10

20

30

40

50

付けられ、プロペラを防食する複数の犠牲陽極と、該犠牲陽極とは異なる場所に設けられた複数の補助陽極と、前記犠牲陽極と前記船体との間に設けられた複数の第一可変抵抗器と、前記補助陽極と前記船体との間に設けられた複数の第二可変抵抗器と、前記犠牲陽極と前記第一可変抵抗器の間に設けられた第一電流計と、前記補助陽極と前記第二可変抵抗器の間に設けられた第二電流計と、をさらに備え、前記船体の外表面に設けられ、水中電界を検知するセンサ部と、該センサ部からの入力に基づいて、前記第一可変抵抗器、及び第二可変抵抗器の抵抗値を変化させる制御部と、を備え、前記制御部は、前記第一電流計、及び前記第二電流計の計測した電流値に基づいて前記第一可変抵抗器、及び第二可変抵抗器の抵抗値を変化させるように構成されている。

【発明の効果】

10

【0007】

本開示によれば、必要に応じて防食電流の大きさを変化させることが可能な防食装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本開示の第一実施形態に係る防食装置の構成を示す模式図である。

【図2】本開示の第二実施形態に係る防食装置の構成を示す模式図である。

【図3】本開示の第三実施形態に係る防食装置の構成を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

20

<第一実施形態>

(船舶の構成)

以下、本開示の第一実施形態に係る防食装置100について、図1を参照して説明する。防食装置100は船舶Sに設けられることで各部に対する防食を施すための装置である。図1に示すように、船舶Sは、船体1と、プロペラ4と、防食装置100と、を備えている。

【0010】

船体1は、導電性を有する金属材料で形成されている。一例として船体1は鉄で形成され、その表面には塗膜が設けられている。図1は、船体1の下部が海水中に没している状態を表している。つまり、船体1の外表面1Bは海水に曝されている。

30

【0011】

プロペラ4は、船体1の後方に設けられ、船体1に推進力を与えるための装置である。プロペラ4は、プロペラ本体41と、シャフト42と、接地部43と、軸受5と、を有している。プロペラ本体41は、複数の羽根を有する。シャフト42はプロペラ本体41の中心軸に沿って延びる棒状をなしている。シャフト42は、軸受5を介して中心軸回りに回転可能な状態で船体1に支持されている。

【0012】

シャフト42の船体1の内側の一部には接地部43が設けられている。接地部43は、船体1とプロペラ4とを電氣的に接続(接地)するために設けられている。具体的には、第一配線L1を通じて接地部43と船体1とが電氣的に接続されている。

40

【0013】

また、プロペラ4は、一例として銅合金で形成されている。つまり、プロペラ4は、上述した鉄で形成されている船体1よりも電位が高い。

【0014】

(防食装置の構成)

防食装置100は、複数の絶縁体2と、犠牲陽極3と、複数の補助陽極6と、複数の第一可変抵抗器R1、第二可変抵抗器R2と、を有している。それぞれの絶縁体2は、船体1の外表面1Bに間隔をあけて固定されている。絶縁体2としてはゴム等の樹脂材料が好適に用いられる。これら絶縁体2にはそれぞれ犠牲陽極3、又は補助陽極6が取り付けられている。つまり、犠牲陽極3、補助陽極6は絶縁体2を介して船体1の外表面1Bに固

50

定されている。

【 0 0 1 5 】

犠牲陽極 3 は、例えば亜鉛のように、鉄よりも電位の低い金属材料によって形成されている。これら絶縁体 2、及び犠牲陽極 3 は、船体 1 の外表面 1 B のうち、プロペラ 4 の近傍に設けられている。

【 0 0 1 6 】

第一可変抵抗器 R 1 は、抵抗値を自在に変化させることが可能な抵抗器である。上記の犠牲陽極 3 と船体 1 とは、第二配線 L 2 によって電氣的に接続されている。第一可変抵抗器 R 1 は、この第二配線 L 2 上に設けられている。また、第二可変抵抗器 R 2 は、第一可変抵抗器 R 1 とは異なる場所に複数設けられている。第二可変抵抗器 R 2 も抵抗値を自在に変化させることが可能な抵抗器である。補助陽極 6 と船体 1 とは、第三配線 L 3 によって電氣的に接続されている。第二可変抵抗器 R 2 は、この第三配線 L 3 上に設けられている。防食装置 1 0 0 は以上のように構成され、外部から電力を供給する外部電源を備えていない。

【 0 0 1 7 】

次に、防食装置 1 0 0 の動作について説明する。船舶 S が通常の航海を行っている際には、防食装置 1 0 0 では、電位の最も低い金属種が陽極となって電池回路を形成する。図 1 の例では、電位の最も低い亜鉛等で形成された犠牲陽極 3 が陽極となり、亜鉛よりも電位の高い銅合金で形成されたプロペラ 4 が陰極となる。

【 0 0 1 8 】

これにより、犠牲陽極 3 とプロペラ 4 との間の海水を経て、プロペラ 4 の接地部 4 3、第一配線 L 1、及び船体 1 が導通する。さらに、船体 1 と犠牲陽極 3 とが第二配線 L 2 を介して導通する。このような電池回路が形成されることにより、犠牲陽極 3 とプロペラ 4 との間に防食電流 A 1 が生じる。これにより、プロペラ 4 と船体 1 との間に生じる電流が小さく抑えられ、プロペラ 4 の腐食を抑制することが可能となる。

【 0 0 1 9 】

さらに、犠牲陽極 3 から海水を経て船体 1 に至る回路も形成される。この回路では船体 1 の外表面 1 B に設けられた塗膜の抵抗によって、上記の防食電流 A 1 よりも小さな防食電流 A 2 が形成される。

【 0 0 2 0 】

ここで、近年では上記の防食電流 A 1 を検知して船舶 S の存在を検知する防衛装置が開発されている。したがって、必要に応じて防食電流 A 1 の大きさを変化させることが可能な技術に対する要請が高まっている。

【 0 0 2 1 】

そこで、本実施形態では、第二配線 L 2 上に第一可変抵抗器 R 1 が設けられている。防食装置 1 0 0 を用いて水中電界の大きさを変化させるには、まずこの第一可変抵抗器 R 1 の抵抗値を変化させる。可変抵抗器 R の抵抗値を変化させることで、上述した電池回路を流れる電流、つまり犠牲陽極 3 とプロペラ 4 との間に流れる電流（防食電流 A 1）の大きさが変化する。

【 0 0 2 2 】

より具体的には、第一可変抵抗器 R 1 の抵抗値を大きくなる方向に調整することで、防食電流 A 1 の大きさを小さくすることができる。一方、防食電流 A 1 を再び大きくするには、可変抵抗器 R の抵抗値を小さくなる方向に調整すればよい。具体的には抵抗値を 0 とすればよい。このように、上記構成によれば、防食電流 A 1 によって形成される水中電界の大きさを必要に応じてコントロールすることが可能となる。また、上記構成では、外部電源による大きな電力の供給を受けることなく、水中電界の大きさをコントロールすることができる。なお、上記の絶縁体 2 は、防食電流 A 1 が犠牲陽極 3 から船体 1 に直接流れ、可変抵抗器 R を通らなくなってしまうことを防ぐために設けられている。

【 0 0 2 3 】

ここで、図 1 に劣化部 P として示すように、船体 1 の外表面 1 B 上で塗膜が剥離するか

10

20

30

40

50

、又は塗膜の化学構造が経年変化することで、当該劣化部 P の塗膜の抵抗値が小さくなる場合がある。

【 0 0 2 4 】

この場合、防食装置 1 0 0 を運用していると、この劣化部 P の船体 1 が陽極となって、プロペラ 4 との間のマクロセル電流が増加することがある。具体的には、劣化部 P ( 船体 1 ) を陽極として、海水中、プロペラ 4 、第一配線 L 1 を経て船体 1 に至る電池回路が支配的になることでマクロセル電流が発生する。特に、劣化部 P がプロペラ 4 から大きく離間している場合、双極子モーメントが大きくなることによって遠方における水中電界が増大する虞がある。

【 0 0 2 5 】

しかしながら、本実施形態では、プロペラを防食する犠牲陽極 3 の他に複数の補助陽極 6 が外表面 1 B 上に設けられており、船体の塗装に劣化部が生じていない場合は補助陽極 6 の第三配線 L 3 上の可変抵抗 R 2 は最大にして、不必要な防食電流を遮断し、船体塗装に劣化部 P が生じた場合にのみ、最も近傍に位置する補助陽極 6 の第三配線 L 3 上の可変抵抗 R 2 を低下させることによって劣化部 P との間に防食電流 A p を発生させる。この場合、遠方の犠牲陽極 3 から防食電流が流れる場合と比較して双極子モーメントが小さくなるため、劣化部 P に起因する遠方の水中電界の増大を回避することができる。

【 0 0 2 6 】

以上、本開示の第一実施形態について説明した。なお、本開示の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記の構成に種々の変更や改修を施すことが可能である。例えば、上記第一実施形態では、犠牲陽極 3 及び補助陽極 6 として亜鉛を用いた例について説明した。しかしながら、犠牲陽極 3 及び補助陽極 6 としては亜鉛の他、アルミニウム、マグネシウム、鉄等、銅よりも電位の低い金属であればいずれも好適に用いることができる。また、それらに微量元素としては、アルミニウム、亜鉛、カドミウム、マグネシウム、インジウム、チタン、鉄、スズ、マンガン等を含んでも良い。

【 0 0 2 7 】

< 第二実施形態 >

続いて、本開示の第二実施形態について、図 2 を参照して説明する。なお、上記の第一実施形態と同様の構成については同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。図 2 に示すように、本実施形態に係る防食装置 1 0 0 は、上記第一実施形態で説明した構成に加えて、センサ部 S と、入力部 7 0 と、水中電界分布予測部 8 0 と、制御部 9 0 と、をさらに備えている。

【 0 0 2 8 】

センサ部 S は、船体 1 の外表面 1 B に設けられ、海水中の電位 ( 水中電界 ) を計測する装置である。具体的にはセンサ部 S は二つの電極を有しており、一方の電極が計測した電位を基準電位とし、他方の電極が計測した電位を実際の値として検知する。したがって、センサ部 S は 1 つのみならず、複数設けられていることが望ましい。なお、図 2 では図示簡略化のため、1 つのみのセンサ部 S を図示している。

【 0 0 2 9 】

センサ部 S によって計測された電位は、電気信号として入力部 7 0 に送られる。入力部 7 0 は、水中電界分布予測部 8 0 にこれら計測値を送信する。水中電界分布予測部 8 0 は、入力された複数の計測結果から、船体 1 の外表面 1 B 近傍における水中電界の計測値から船体 1 周辺から遠方にかかる水中電界の分布を予測する。この分布は、電気信号として制御部 9 0 に送られる。制御部 9 0 は、水中電界分布予測部 8 0 から入力された水中電界の分布に基づいて、必要に応じて上述の可変抵抗器 R の抵抗値を変化させる。

【 0 0 3 0 】

上記構成によれば、センサ部 S が検知した実際の水中電界の大きさに基づいて、制御部 9 0 は第一可変抵抗器 R 1 、第二可変抵抗器 R 2 の抵抗値を変化させる。これにより、船体塗装の劣化等の要因で経年的に変化する水中電界の大きさや分布形状に応じて、防食電流 A 1 、A p ( 図 1 に基づいて第一実施形態で説明したものと同様である。 ) をより自在

10

20

30

40

50

かつ精緻にコントロールすることによって、遠方の水中電界の増加を防ぐことができる。

【 0 0 3 1 】

以上、本開示の第二実施形態について説明した。なお、本開示の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記の構成に種々の変更や改修を施すことが可能である。

【 0 0 3 2 】

< 第三実施形態 >

次に、本開示の第三実施形態について、図 3 を参照して説明する。なお、上記の各実施形態と同様の構成については同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。図 3 に示すように、本実施形態に係る防食装置 1 0 0 は、上記第二実施形態で説明した構成に加えて、複数の電流計 M をさらに備えている。

【 0 0 3 3 】

電流計 M は、第二配線 L 2、第三配線 L 3 上でそれぞれ抵抗器 R 1、抵抗器 R 2 よりも犠牲陽極 3 側、補助陽極 6 側に設けられている。電流計 M はこの第二配線 L 2、第三配線 L 3 を流れる電流の大きさを計測し、電気信号として制御部 9 0 に送る。

【 0 0 3 4 】

制御部 9 0 は、上述の第二実施形態で説明したセンサ部 S による水中電界の分布情報に加えて、第二配線 L 2、第三配線 L 3 を流れる電流の大きさに基づいて、可変抵抗器 R の抵抗値を変化させる。つまり、制御部 9 0 には、ある時点で生じている防食電流 A 1、A p ( 図 1 に基づいて第一実施形態で説明したものと同様である。 ) の大きさが電気信号としてフィードバックされることになる。制御部 9 0 は、この電気信号に基づいて、フィードバック制御を行い、防食電流 A 1、A p の大きさをコントロールする。

【 0 0 3 5 】

このように、上記構成によれば、電流計 M の計測した実際の電流値に基づいて、制御部 9 0 は第一可変抵抗器 R 1、第二可変抵抗器 R 2 の抵抗値を変化させる。これにより、防食電流 A 1、A p の大きさが制御部 9 0 にフィードバックされることとなり、制御部 9 0 によって水中電界の大きさをさらに自在かつ精緻にコントロールすることが可能となる。

【 0 0 3 6 】

以上、本開示の第三実施形態について説明した。なお、本開示の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記の構成に種々の変更や改修を施すことが可能である。

【 0 0 3 7 】

< 付記 >

各実施形態に記載の防食装置 1 0 0、及び防食装置 1 0 0 の運用方法は、例えば以下のように把握される。

【 0 0 3 8 】

( 1 ) 第 1 の態様に係る防食装置 1 0 0 は、導電性を有する船体 1 を有する船舶 S に設けられる防食装置 1 0 0 であって、前記船体 1 の外表面 1 B に設けられた複数の絶縁体 2 と、該絶縁体 2 を介して前記船体に取り付けられ、プロペラを防食する犠牲陽極 3 と、該犠牲陽極 3 とは異なる場所に設けられた複数の補助陽極 6 と、前記犠牲陽極 3 と前記船体 1 との間に設けられた第一可変抵抗器 R 1 と、前記補助陽極 6 と前記船体 1 との間に設けられた複数の第二可変抵抗器 R 2 を備える。

【 0 0 3 9 】

上記構成によれば、第一可変抵抗器 R 1 の抵抗値を変化させることで、犠牲陽極 3 とプロペラ 4 との間に流れる電流 ( 防食電流 A 1 ) の大きさを変化させることができる。これにより、水中電界の大きさを必要に応じてコントロールすることが可能となる。

【 0 0 4 0 】

( 2 ) 第 2 の態様に係る防食装置 1 0 0 は、前記船体 1 の外表面 1 B に設けられ、水中電界を検知するセンサ部 S と、該センサ部 S からの入力に基づいて、前記第一可変抵抗器 R 1、及び第二可変抵抗器 R 2 の抵抗値を変化させる制御部 9 0 と、をさらに備える。

【 0 0 4 1 】

上記構成によれば、センサ部 S が検知した実際の水中電界の大きさに基づいて、制御部

10

20

30

40

50

90は第一可変抵抗器R1、第二可変抵抗器R2の少なくとも一方の抵抗値を変化させる。これにより、水中電界の大きさをより自在かつ精緻にコントロールすることができる。

【0042】

(3)第3の態様に係る防食装置100は、前記犠牲陽極3と前記第一可変抵抗器R1の間に設けられた第一電流計M1と、前記補助陽極6と前記第二可変抵抗器R2の間に設けられた第二電流計M2と、をさらに備え、前記制御部90は、前記第一電流計M1、第二電流計M2の計測した電流値に基づいて前記第一可変抵抗器R1、及び第二可変抵抗器R2の抵抗値を変化させるように構成されている。

【0043】

上記構成によれば、第一電流計M1、第二電流計M2の計測した実際の電流値に基づいて、制御部90は第一可変抵抗器R1、第二可変抵抗器R2の抵抗値を変化させる。これにより、防食電流A1の大きさが制御部90にフィードバックされることとなり、制御部90によって水中電界の大きさをさらに自在かつ精緻にコントロールすることが可能となる。

【符号の説明】

【0044】

100 防食装置

1 船体

1B 外表面

2 絶縁体

3 犠牲陽極

4 プロペラ

5 軸受

6 補助陽極

41 プロペラ本体

42 シャフト

43 接地部

70 入力部

80 水中電界分布予測部

90 制御部

A1, A2, Ap 防食電流

L1 第一配線

L2 第二配線

L3 第三配線

M1 第一電流計

M2 第二電流計

P 劣化部

R1 第一可変抵抗器

R2 第二可変抵抗器

S センサ部

10

20

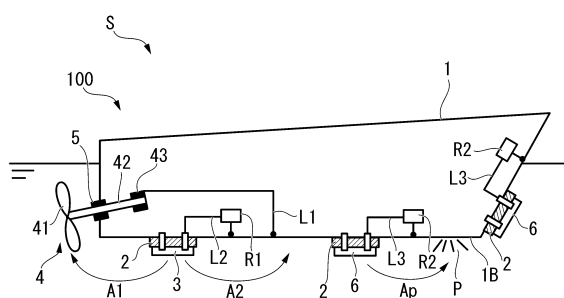
30

40

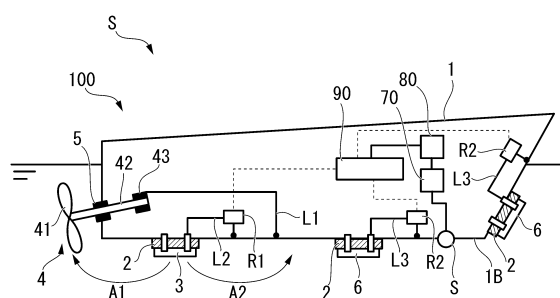
50

【図面】

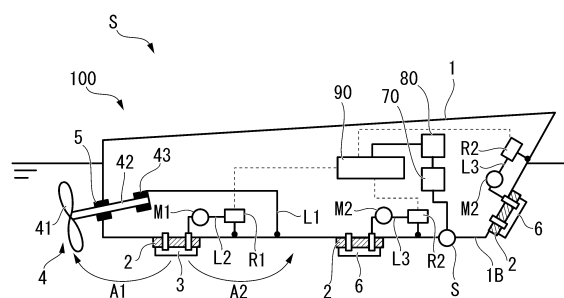
【 図 1 】



【圖 2】



【 図 3 】



20

30

40

50



## フロントページの続き

- 三菱重工業株式会社内  
(72)発明者 向井 洋介  
東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内  
(72)発明者 田上 直人  
東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内  
(72)発明者 江川 薫  
東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内  
(72)発明者 谷 俊宏  
東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内  
(72)発明者 植田 貴彦  
東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内  
(72)発明者 湯浅 吉隆  
東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内  
(72)発明者 田中 敬一郎  
東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内  
審査官 渡邊 義之  
(56)参考文献 特開2019-157174(JP,A)  
特公昭35-8922(JP,B1)  
特公昭48-39141(JP,B1)  
実開昭57-196164(JP,U)  
米国特許第5416314(US,A)  
中国特許出願公開第101967644(CN,A)  
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
B63B 59/04  
C23F 13/00 - 13/22