

(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2016-194381

(P2016-194381A)

(43) 公開日 平成28年11月17日(2016. 11. 17)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 2 5 B 9/00 (2006.01)	F 2 5 B 9/00 3 1 1	
F 2 5 B 27/02 (2006.01)	F 2 5 B 9/00 Z	
	F 2 5 B 27/02 C	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2015-73615 (P2015-73615)  
 (22) 出願日 平成27年3月31日 (2015. 3. 31)

(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  
 (71) 出願人 595084070  
 第三船用工業株式会社  
 大阪府大東市諸福3丁目12-33  
 (71) 出願人 000125369  
 学校法人東海大学  
 東京都渋谷区富ヶ谷2丁目28番4号  
 (74) 代理人 100098545  
 弁理士 阿部 伸一  
 (74) 代理人 100087745  
 弁理士 清水 善廣

最終頁に続く

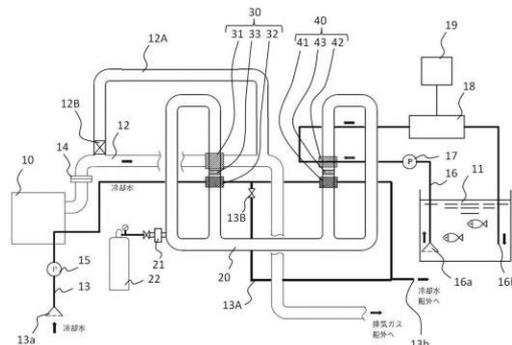
(54) 【発明の名称】 熱音響機関冷水製造装置及び熱音響機関冷水製造装置付き船舶

(57) 【要約】

【課題】 冷凍機内部、水又は冷水が凍結せず、所望温度の冷水を安定して供給できる熱音響機関冷水製造装置、及びその熱音響機関冷水製造装置を搭載した熱音響機関冷水製造装置付き船舶を提供すること。

【解決手段】 作動ガスを封入した気柱管と、気柱管に設けた原動機と冷凍機を有し、原動機で原動機側高温熱交換器と原動機側低温熱交換器の温度差を利用して作動ガスを振動させ、冷凍機で作動ガスの振動により冷凍機側高温熱交換器と冷凍機側低温熱交換器に温度差を付け冷却を行う熱音響機関において、冷凍機側高温熱交換器で熱媒体と熱交換を行い、冷凍機側低温熱交換器で水を冷却し冷水を得るとともに、冷水の温度を検出する冷水温度検出手段と、冷水の温度を間接的に制御する間接温度制御手段とを備え、間接温度制御手段を制御して冷水温度検出手段で検出される冷水の温度を所定範囲に保つことを特徴とする熱音響機関冷水製造装置。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

作動ガスを封入した気柱管と、前記気柱管に設けた原動機と冷凍機を有し、前記原動機で原動機側高温熱交換器と原動機側低温熱交換器の温度差を利用して前記作動ガスを振動させ、前記冷凍機で前記作動ガスの振動により冷凍機側高温熱交換器と冷凍機側低温熱交換器に温度差を付け冷却を行う熱音響機関において、前記冷凍機側高温熱交換器で熱媒体と熱交換を行い、前記冷凍機側低温熱交換器で水を冷却し冷水を得るとともに、前記冷水の温度を検出する冷水温度検出手段と、前記冷水の温度を間接的に制御する間接温度制御手段とを備え、前記間接温度制御手段を制御して前記冷水温度検出手段で検出される前記冷水の温度を所定範囲に保つことを特徴とする熱音響機関冷水製造装置。

10

**【請求項 2】**

前記間接温度制御手段は、前記冷凍機側高温熱交換器を通過する前記熱媒体の供給量を制御する熱媒体供給量制御手段であることを特徴とする請求項 1 に記載の熱音響機関冷水製造装置。

**【請求項 3】**

前記間接温度制御手段は、前記冷凍機側低温熱交換器で冷却される前記水又は冷却後の前記冷水に常温水を混ぜて前記水又は前記冷水の温度を制御するものであることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の熱音響機関冷水製造装置。

**【請求項 4】**

前記間接温度制御手段は、加熱手段により前記水又は前記冷水を加熱し前記水又は前記冷水の温度を制御するものであることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のうちの 1 項に記載の熱音響機関冷水製造装置。

20

**【請求項 5】**

前記冷水の温度の前記所定範囲は、前記冷凍機側低温熱交換器部で前記水が凍結を起こさない温度であることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のうちの 1 項に記載の熱音響機関冷水製造装置。

**【請求項 6】**

前記冷凍機側低温熱交換器で冷却する前記水が供給されない又は前記水が無い場合には前記熱音響機関の運転を行わないことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のうちの 1 項に記載の熱音響機関冷水製造装置。

30

**【請求項 7】**

前記冷水を供給する対象としての水槽と、前記水槽と前記冷凍機側低温熱交換器の間で前記水又は前記冷水を循環する循環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 6 のうちの 1 項に記載の熱音響機関冷水製造装置。

**【請求項 8】**

前記水を前記冷水として貯える水槽をさらに備え、前記水槽と前記冷凍機側低温熱交換器の間で直接熱交換を行うことを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のうちの 1 項に記載の熱音響機関冷水製造装置。

**【請求項 9】**

前記水槽は、生け簀であること特徴とする請求項 7 又は請求項 8 に記載の熱音響機関冷水製造装置。

40

**【請求項 10】**

原動機側高温熱交換器において燃料を燃焼して動力を得るエンジンからの排気ガスと熱交換を行ったことを特徴とする請求項 1 から請求項 9 うちの 1 項に記載の熱音響機関冷水製造装置。

**【請求項 11】**

前記冷凍機側高温熱交換器を通過する前記熱媒体として前記エンジンの冷却水を用い、前記冷却水を前記原動機側低温熱交換器を通過させた後、前記冷凍機側高温熱交換器を通過させたことを特徴とする請求項 10 に記載の熱音響機関冷水製造装置。

**【請求項 12】**

50

請求項 1 から請求項 11 のうちの 1 項に記載の熱音響機関冷水製造装置を搭載したことを特徴とする熱音響機関冷水製造装置付き船舶。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱音響機関を利用した熱音響機関冷水製造装置、及び熱音響機関冷水製造装置を搭載した熱音響機関冷水製造装置付き船舶に関する。

【背景技術】

【0002】

食品工場や船舶等においては、食品や漁獲物等の鮮度保持のための冷水を供給する冷水製造装置（冷凍機）が用いられている。現在用いられている冷水製造装置は、電動コンプレッサ又は主機で駆動する方式のため、定期的に駆動部のメンテナンスが必要であり、燃料の消費量も大きい。

これに対し、熱音響機関を利用した冷水製造装置であれば、熱音響機関は可動部を持たないため、メンテナンス周期の延長を実現でき、また、工場排熱やエンジン排熱を利用することによる省エネが可能である。さらに構造を単純化することで製造コストの削減が可能である。

ここで、熱音響機関とは、自励振動を用いてピストン等の可動部品を用いることなく熱源からエネルギー回生を行うデバイスである。管内に狭い流路の束（蓄熱器）を設置し、蓄熱器両端の温度差をある臨界値以上にすると、管内の流体が自励振動を起こす。この作用は熱力学的に原動機と見ることが出来る。そして、熱音響機関は、熱入力と音響パワーの相互変換が可能であることから、音響パワーを入力することで、熱出力を取り出すことが出来る。よって、熱入力で音響パワーを発生させ、発生した音響パワーで冷凍を行う熱音響冷凍機を実現することが出来る。

【0003】

ここで特許文献 1 及び特許文献 2 には、集光レンズを用いて集光した太陽光熱を、ファイバーを通して熱音響冷却装置の高温側熱源として導き反対側に冷熱源を得て、その冷熱エネルギーをヒートパイプを介して準備槽に伝え、準備槽で水槽又は養殖・栽培槽から送り出された循環水を冷却することによって、水槽又は養殖・栽培槽の水温を間接的に下げる装置が開示されている。

また、特許文献 3 には、排気ガスの温度が変化しても熱音響現象による音波を安定して発生させることを目的として、温度センサで排気ガスの温度を測定し、その測定した温度に基づいて原動機の高温熱交換器に供給される排気ガス流量を調整するようにした、音波を発生する原動機を備えた排熱回収装置が開示されている。

また、特許文献 4 には、作動流体の熱音響自励振動を確実に発生させることを目的として、内燃機関の冷却水と空気とを冷媒として選択的に供給可能に構成され、冷却水または空気により蓄熱器の端部を冷却する低温熱交換器を備え、蓄熱器の両端部間の温度差が所定値を下回った際には、低温熱交換器に空気が供給されるようにした熱音響エンジンが開示されている。

また、特許文献 5 には、所望の冷凍出力を確実に発生することができる熱音響冷凍機の提供を目的として、高温及び低温熱交換器と共に熱音響エンジンを構成する蓄熱器が、伸縮スタックと、この伸縮スタックを伸縮させるアクチュエータとを含み、伸縮スタックの全長を変化させて蓄熱器の両端部間に形成される温度勾配を変化させる熱音響冷凍機が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2012 - 167919 号公報

【特許文献 2】特開 2012 - 165727 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献3】特開2006-2738号公報

【特許文献4】特開2005-180397号公報

【特許文献5】特開2005-188841号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

冷凍機部で水を冷却することで冷水を得る方式の熱音響機関冷水製造装置においては、水の温度を下げ過ぎると冷凍機の内部や水が凍結し、装置の機能が停止してしまう。また、冷凍機の内部や水が一旦凍結すると解凍するのは容易ではない。

特許文献1及び特許文献2には、熱音響機関の冷凍機部で水を冷却する装置が記載されているが、冷凍機部や水の凍結に関する問題とその解決方法については何ら記載されていない。

また、特許文献3～5においても、熱音響機関の冷凍機や水の凍結に関する問題とその解決方法については何ら記載されていない。

【0006】

そこで本発明は、冷凍機内部、水又は冷水が凍結せず、所望温度の冷水を安定して供給できる熱音響機関冷水製造装置、及びその熱音響機関冷水製造装置を搭載した熱音響機関冷水製造装置付き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】

【0007】

請求項1記載に対応した熱音響機関冷水製造装置においては、作動ガスを封入した気柱管と、気柱管に設けた原動機と冷凍機を有し、原動機で原動機側高温熱交換器と原動機側低温熱交換器の温度差を利用して作動ガスを振動させ、冷凍機で作動ガスの振動により冷凍機側高温熱交換器と冷凍機側低温熱交換器に温度差を付け冷却を行う熱音響機関において、冷凍機側高温熱交換器で熱媒体と熱交換を行い、冷凍機側低温熱交換器で水を冷却し冷水を得るとともに、冷水の温度を検出する冷水温度検出手段と、冷水の温度を間接的に制御する間接温度制御手段とを備え、間接温度制御手段を制御して冷水温度検出手段で検出される冷水の温度を所定範囲に保つことを特徴とする。請求項1に記載の本発明によれば、冷水の温度を原動機側の制御によることなく冷凍機側の制御で所定範囲に保つことができる。また、冷水の温度を所定範囲に保つことで、冷凍機内部、水又は冷水の凍結が防止でき、所望温度の冷水を安定して供給できる。

請求項2記載の本発明は、間接温度制御手段は、冷凍機側高温熱交換器を通過する熱媒体の供給量を制御する熱媒体供給量制御手段であることを特徴とする。例えば、熱媒体の供給量を増して冷凍機側高温熱交換器の温度を上昇させることによって冷凍機側低温熱交換器の温度を上昇させることができ、又その逆も可能である。したがって請求項2に記載の本発明によれば、冷凍機側高温熱交換器を通過する熱媒体の供給量を間接温度制御手段によって制御することで、冷凍機側高温熱交換器及び冷凍機側低温熱交換器の温度を上下させ、冷凍機側低温熱交換器で冷却することにより得られる冷水の温度を所定範囲に保つことができる。

請求項3記載の本発明は、間接温度制御手段は、冷凍機側低温熱交換器で冷却される水又は冷却後の前記冷水に常温水を混ぜて水又は冷水の温度を制御するものであることを特徴とする。請求項3に記載の本発明によれば、冷凍機側低温熱交換器に供給される水の温度は、常温水を混ぜることで上げることができるので、水に混ぜる常温水の量の増減によって、水又は冷水の温度を制御することができる。

請求項4記載の本発明は、間接温度制御手段は、加熱手段により水又は冷水を加熱し水又は冷水の温度を制御するものであることを特徴とする。請求項4に記載の本発明によれば、冷水の温度が下がり過ぎた場合には、水又は冷水を加熱することによって冷水の温度を上昇させることができるので、水又は冷水の加熱量の増減によって、水又は冷水の温度を制御することができる。

請求項5記載の本発明は、冷水の温度の所定範囲は、冷凍機側低温熱交換器部で水が凍

10

20

30

40

50

結を起こさない温度であることを特徴とする。請求項 5 に記載の本発明によれば、冷凍機内部又は近傍の水の凍結が原因で熱音響機関冷水製造装置の機能が停止することを防止できる。

請求項 6 に記載の本発明は、冷凍機側低温熱交換器で冷却する水が供給されない又は水が無い場合には熱音響機関の運転を行わないことを特徴とする。請求項 6 に記載の本発明によれば、無駄なエネルギー使用を抑制し、冷凍機内部の残存している水や水滴の凍結が原因で、例えば運転再開時に熱音響機関冷水製造装置の機能が損なわれることを防止できる。

請求項 7 に記載の本発明は、冷水を供給する対象としての水槽と、水槽と冷凍機側低温熱交換器の間で水又は冷水を循環する循環手段をさらに備えたことを特徴とする。請求項 7 に記載の本発明によれば、水槽と冷凍機側低温熱交換器の間を水又は冷水が循環する、伝熱効率の高い循環型の熱音響冷水製造装置を提供することができる。

請求項 8 に記載の本発明は、水を冷水として貯える水槽をさらに備え、水槽と冷凍機側低温熱交換器の間で直接熱交換を行うことを特徴とする。請求項 8 に記載の本発明によれば、冷凍機側低温熱交換器が水槽を冷やすことによって水槽内の水温を制御する、構成が簡素化された直結型の熱音響冷水製造装置を提供することができる。

請求項 9 に記載の本発明は、水槽は、生け簀であること特徴とする。請求項 9 に記載の本発明によれば、生け簀の水を直接冷却して水温を制御し、生け簀に投入した漁獲物などの生息や鮮度を保つことができる。

請求項 10 に記載の本発明は、原動機側高温熱交換器において燃料を燃焼して動力を得るエンジンからの排気ガスと熱交換を行ったことを特徴とする。請求項 10 に記載の本発明によれば、エンジンの排気ガスを有効利用して、原動機側高温熱交換器を効率よく加熱することができる。

請求項 11 に記載の本発明は、冷凍機側高温熱交換器を通過する熱媒体としてエンジンの冷却水を用い、冷却水を原動機側低温熱交換器を通過させた後、冷凍機側高温熱交換器を通過させたことを特徴とする。請求項 11 に記載の本発明によれば、エンジンの冷却水を有効利用して、原動機側低温熱交換器及び冷凍機側高温熱交換器の温度を効率よく制御することができる。

請求項 12 に記載に対応した熱音響機関冷水製造装置付き船舶においては、請求項 1 から請求項 11 のうちの 1 項に記載の熱音響機関冷水製造装置を搭載したことを特徴とする。請求項 12 に記載の本発明によれば、原動機側の制御を要することなく冷水の温度を冷凍機側の制御で所定範囲に保つことができ、また、冷水の温度を所定範囲に保つことで、冷凍機内部、水又は冷水の凍結を防止して所望温度の冷水を安定供給できる熱音響機関冷水製造装置を搭載した船舶を提供することができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0008】

本発明によれば、冷水の温度を原動機側の制御によることなく冷凍機側の制御で所定範囲に保つことができる。また、冷水の温度を所定範囲に保つことで、冷凍機内部、水又は冷水の凍結が防止でき、所望温度の冷水を安定して供給できる。

また、間接温度制御手段は、冷凍機側高温熱交換器を通過する熱媒体の供給量を制御する熱媒体供給量制御手段である場合には、冷凍機側高温熱交換器を通過する熱媒体の供給量を間接温度制御手段によって制御することで、冷凍機側高温熱交換器及び冷凍機側低温熱交換器の温度を上下させ、冷凍機側低温熱交換器で冷却することにより得られる冷水の温度を所定範囲に保つことができる。

また、間接温度制御手段は、冷凍機側低温熱交換器で冷却される水又は冷却後の冷水に常温水を混ぜて水又は冷水の温度を制御するものである場合には、冷凍機側低温熱交換器に供給される水の温度は、常温水を混ぜることで上げることができるので、水に混ぜる常温水の量の増減によって、水又は冷水の温度を制御することができる。

また、間接温度制御手段は、加熱手段により水又は冷水を加熱し水又は冷水の温度を制御するものである場合には、冷水の温度が下がり過ぎた場合には、水又は冷水を加熱する

10

20

30

40

50

ことによって冷水の温度を上昇させることができるので、水又は冷水の加熱量の増減によって、水又は冷水の温度を制御することができる。

また、冷水の温度の所定範囲は、冷凍機側低温熱交換器部で水が凍結を起こさない温度である場合には、冷凍機内部又は近傍の水の凍結が原因で熱音響機関冷水製造装置の機能が停止することを防止できる。

また、冷凍機側低温熱交換器で冷却する水が供給されない又は水が無い場合には熱音響機関の運転を行わない場合には、無駄なエネルギー使用を抑制し、冷凍機内部の残存している水や水滴の凍結が原因で、例えば運転再開時に熱音響機関冷水製造装置の機能が損なわれることを防止できる。

また、冷水を供給する対象としての水槽と、水槽と冷凍機側低温熱交換器の間で水又は冷水を循環する循環手段をさらに備えた場合には、水槽と冷凍機側低温熱交換器の間を水又は冷水が循環する、伝熱効率の高い循環型の熱音響冷水製造装置を提供することができる。

また、水を冷水として貯える水槽をさらに備え、水槽と冷凍機側低温熱交換器の間で直接熱交換を行う場合には、冷凍機側低温熱交換器が水槽を冷やすことによって水槽内の水温を制御する、構成が簡素化された直結型の熱音響冷水製造装置を提供することができる。

また、水槽は、生け簀である場合には、生け簀の水を直接冷却して水温を制御し、生け簀に投入した漁獲物などの生息や鮮度を保つことができる。

また、原動機側高温熱交換器において燃料を燃焼して動力を得るエンジンからの排気ガスと熱交換を行った場合には、エンジンの排気ガスを有効利用して、原動機側高温熱交換器を効率よく加熱することができる。

また、冷凍機側高温熱交換器を通過する熱媒体としてエンジンの冷却水を用い、冷却水を原動機側低温熱交換器を通過させた後、冷凍機側高温熱交換器を通過させた場合には、エンジンの冷却水を有効利用して、原動機側低温熱交換器及び冷凍機側高温熱交換器の温度を効率よく制御することができる。

また、請求項 1 から請求項 11 のうちの 1 項に記載の熱音響機関冷水製造装置を船舶に搭載した場合には、冷水の温度を原動機側の制御を要することなく冷凍機側の制御で所定範囲に保つことができ、また、冷水の温度を所定範囲に保つことで、冷凍機内部、水又は冷水の凍結を防止して所望温度の冷水を安定供給できる熱音響機関冷水製造装置を搭載した船舶を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】本発明の一実施形態による熱音響機関冷水製造装置の基本構成を示す概略構成図

【図 2】同熱音響機関冷水製造装置の冷凍機側部分を示す図

【図 3】本発明の他の実施形態による熱音響機関冷水製造装置の冷凍機側部分を示す図

【図 4】本発明の更に他の実施形態による熱音響機関冷水製造装置の冷凍機側部分を示す図

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下に、本発明の実施形態による熱音響機関冷水製造装置及び熱音響機関冷水製造装置付き船舶について説明する。

【0011】

図 1 は本発明の一実施形態による熱音響機関冷水製造装置の基本構成を示す概略構成図である。

本実施形態による熱音響機関冷水製造装置は、燃料を燃焼して動力を得るエンジン 10 と漁獲物などを投入する生け簀（水槽） 11 を備えた船舶に搭載されている。生け簀 11 には水（海水又は清水又はこれらの混合水）が貯水される。

熱音響機関冷水製造装置は、ヘリウムなどの作動ガスを封入した気柱管 20 と、気柱管 20 に設けた原動機 30 と冷凍機 40 を有し、原動機 30 で原動機側高温熱交換器 31 と

10

20

30

40

50

原動機側低温熱交換器 3 2 の温度差を利用して作動ガスを振動させ、冷凍機 4 0 で作動ガスの振動により冷凍機側高温熱交換器 4 1 と冷凍機側低温熱交換器 4 2 に温度差を付け冷却を行う熱音響機関を備えている。

熱音響機関において、冷凍機側高温熱交換器 4 1 で熱媒体と熱交換を行い、冷凍機側低温熱交換器 4 2 で水を冷却して冷水を得、その冷水を生け簀 1 1 に供給することで生け簀 1 1 の水温を所望の冷水温に下げ、生け簀 1 1 に投入した漁獲物などの生息や鮮度を保つことができる。

#### 【 0 0 1 2 】

気柱管 2 0 は金属製又は樹脂製の円筒パイプからなり、原動機 3 0 側と冷凍機 4 0 側はそれぞれループ状に形成されており、原動機 3 0 側のループと冷凍機 4 0 側のループは一本の円筒パイプで接続されている。

原動機 3 0 側のループに設置された原動機 3 0 は、一端に原動機側高温熱交換器 3 1 を備え、他端に原動機側低温熱交換器 3 2 を備え、原動機側高温熱交換器 3 1 と原動機側低温熱交換器 3 2 の間に狭い流路の束である原動機蓄熱器 3 3 を備えている。

冷凍機 4 0 側のループに設置された冷凍機 4 0 は、一端に冷凍機側高温熱交換器 4 1 を備え、他端に冷凍機側低温熱交換器 4 2 を備え、冷凍機側高温熱交換器 4 1 と冷凍機側低温熱交換器 4 2 の間に狭い流路の束である冷凍機蓄熱器 4 3 を備えている。

また、原動機 3 0 側のループの気柱管 2 0 には、安全弁 2 1 を介して作動ガス容器 2 2 が接続されている。作動ガス容器 2 2 にはヘリウムなどの作動ガスが充填されている。

#### 【 0 0 1 3 】

エンジン 1 0 には、排気管 1 2 と、冷却水管 1 3 が接続されている。

排気管 1 2 は、一端がフランジ 1 4 を介してエンジン 1 0 に接続され、他端が船外（大気又は水中）に開放されている。排気管 1 2 にはエンジン 1 0 から排出された高温の排気ガスが流れる。

冷却水管 1 3 は、一端に吸込口 1 3 a を有し、他端に吐出口 1 3 b を有する。冷却水管 1 3 には、吸込口 1 3 a から取り込まれてポンプ 1 5 によってエンジン 1 0 側に送水され、エンジン 1 0 を冷却する冷却水として使用される海水又は清水が流れる。エンジン 1 0 を冷却した冷却水は、冷却水管 1 3 の吐出口 1 3 b から船外へ排水される。

排気管 1 2 の経路の途中には、原動機側高温熱交換器 3 1 が接続されている。また、排気管 1 2 は、原動機側高温熱交換器 3 1 を迂回するバイパス排気管 1 2 A と、排気ガスの経路を切り換えてバイパス排気管 1 2 A へと導くためのバイパス排気切換え弁 1 2 B を備えている。原動機側高温熱交換器 3 1 に排気管 1 2 を接続することで、原動機側高温熱交換器 3 1 を加熱する熱媒体としてエンジン 1 0 から排出された高温の排気ガスを用いることができる。したがって、エンジン 1 0 の排気ガスを有効利用して、原動機側高温熱交換器 3 1 を効率よく加熱することができる。

冷却水管 1 3 の経路の途中には、原動機側低温熱交換器 3 2 と冷凍機側高温熱交換器 4 1 が接続されている。冷凍機側高温熱交換器 4 1 は、原動機側低温熱交換器 3 2 の下流側に配置されている。また、冷却水管 1 3 は、冷凍機側高温熱交換器 4 1 を迂回するバイパス冷却水管 1 3 A と、冷却水の経路を切り換えてバイパス冷却水管 1 3 A と導くためのバイパス冷却水切換え弁 1 3 B を備えている。原動機側低温熱交換器 3 2 と冷凍機側高温熱交換器 4 1 に冷却水管 1 3 を接続することで、原動機側低温熱交換器 3 2 と冷凍機側高温熱交換器 4 1 を冷却する熱媒体としてエンジン 1 0 の冷却水を用いることができる。このように、冷凍機側高温熱交換器 4 1 を通過する熱媒体としてエンジン 1 0 の冷却水を用い、冷却水を原動機側低温熱交換器 3 2 を通過させた後、冷凍機側高温熱交換器 4 1 を通過させることによって、エンジン 1 0 の冷却水を有効利用して、原動機側低温熱交換器 3 2 及び冷凍機側高温熱交換器 4 1 の温度を効率よく制御することができる。特に、海水又は清水をエンジン 1 0 の冷却水に利用する船舶において有効である。

なお、本実施形態においては、エンジン 1 0 の信頼性維持を優先して、エンジン 1 0 を通過した後の冷却水を熱音響機関で利用しているが、取り込んだ海水又は清水（冷却水）が、原動機側低温熱交換器 3 2 と冷凍機側高温熱交換器 4 1 を通過した後にエンジン 1 0

10

20

30

40

50

を通過するように冷却水管 13 を構成してもよい。この場合は、エンジン 10 の熱によって温度が上昇する前の冷却水で、原動機側低温熱交換器 32 と冷凍機側高温熱交換器 41 を冷却することができるので、熱音響機関の効率を向上させることができる。また、冷却水管 13 を分岐させて、あるいはエンジン 10 と熱音響機関に吸込口と冷却水管をそれぞれ設けて、エンジン 10 と熱音響機関とで冷却水を分けてもよい。この場合は、エンジン 10 と熱音響機関の双方を、ほぼ常温の海水又は清水で冷却することができる。

#### 【0014】

また、本実施形態による熱音響機関冷水製造装置は、循環水管 16 を備えている。循環水管 16 の経路の途中には、冷凍機側低温熱交換器 42 が接続されている。

循環水管 16 は、循環ポンプ 17 を備え、生け簀 11 と冷凍機側低温熱交換器 42 の間で水及び冷水を循環させる。なお、循環ポンプ 17 の流量は、後述する PLC (Programmable Logic Controller) 及び電磁接触器 (リレー) で制御される。

循環水管 16 は、一端に吸込口 16a を有し、他端に吐出口 16b を有する。吸込口 16a 及び吐出口 16b は、生け簀 11 内に配置されている。吸込口 16a から汲み上げられた生け簀 11 の水 (海水又は清水) は、循環ポンプ 17 によって冷凍機側低温熱交換器 42 に供給される。冷凍機側低温熱交換器 42 に供給された水は、冷凍機側低温熱交換器 42 で冷却されて冷水となり、吐出口 16b から生け簀 11 に戻される。

冷凍機側低温熱交換器 42 の出口側と吐出口 16b の間の循環水管 16 には、温度を調節する温度調節機安全装置 18 と、温度調節機安全装置 18 を制御する制御装置 19 が接続されている。

このように、本実施形態による熱音響機関冷水製造装置においては、循環手段を用いて、生け簀 (水槽) 11 と冷凍機側低温熱交換器 42 の間を水又は冷水が循環する、循環型の熱音響冷水製造装置としている。生け簀の 11 の水を冷凍機側低温熱交換器 42 で直接冷却しているため冷却効率がよく、また循環ポンプ 17 で循環される水が冷凍機側低温熱交換器 42 内を流れて通過するため、伝熱効率を高くすることができる。

なお、循環水管 16 を略し、冷凍機側低温熱交換器 42 が生け簀 (水槽) 11 の側面又は下方等に接続する構成としてもよい。つまり、水を冷水として貯える生け簀 11 を備え、生け簀 11 と冷凍機側低温熱交換器 42 の間で直接熱交換を行うこともできる。この場合には、冷凍機側低温熱交換器 42 が生け簀 11 を冷やすことによって生け簀 11 内の水温を制御する、直結型の熱音響冷水製造装置とすることができる。この直結型の熱音響冷水製造装置の場合、循環水管 16 や循環ポンプ 17 が不要となるため、構成が簡素化できる。

#### 【0015】

また、本実施形態による熱音響機関冷水製造装置は、冷水の温度を検出する冷水温度検出手段と、冷水の温度を間接的に制御する間接温度制御手段とを備え、間接温度制御手段を制御して冷水温度検出手段で検出される冷水の温度を所定範囲に保つ。

図 2 を用いて、この冷水温度検出手段及び間接温度制御手段を説明する。図 2 は本実施形態による熱音響機関冷水製造装置の冷凍機 40 側部分を示す図である。循環ポンプ 17 の流量は、PLC 51 及び電磁接触器 (リレー) 52 で制御される。PLC 51 及び電磁接触器 (リレー) 52 にはバッテリー 53 が接続されている。循環ポンプ 17 の下流側には水の流量を調節する流量調節弁 54 を備えている。また、冷凍機 40 の下流側の循環水管 16 には冷水の流量を計測する流量計 55 を備えている。この流量計 55 は、冷凍機側低温熱交換器 42 の冷却能力を算出したり、流量調節弁 54 の制御のために利用されるが、必ずしも設置する必要はない。

#### 【0016】

冷水温度検出手段として、複数の水温計 56、57、58 を備えている。水温計 56 は冷凍機側低温熱交換器 42 の出口近傍の循環水管 16 に設置され、水温計 57 は冷凍機側低温熱交換器 42 の入口近傍の循環水管 16 に設置され、水温計 58 は吸込口 16a と循環ポンプ 17 の間の循環水管 16 に設置されている。なお、水温計は必ずしも複数設置す

10

20

30

40

50

る必要はないが、例えば冷凍機側低温熱交換器 4 2 内の凍結防止の観点からは、冷却された冷却水の温度を検出する水温計 5 6 が設置されていることが望ましい。また、凍結防止の観点からは、冷凍機側低温熱交換器 4 2 の温度を検出してもよい。また、水温計 5 6、5 7、5 8 は、循環水管 1 6 や冷凍機側低温熱交換器 4 2 の内部に直接臨ませるタイプ、循環水管 1 6 や冷凍機側低温熱交換器 4 2 の表面に設置するタイプ等各種の型式が選択可能である。

間接温度制御手段として、冷凍機側高温熱交換器 4 1 の入口近傍の冷却水管 1 3 には、冷凍機側高温熱交換器 4 1 を通過する熱媒体（エンジン 1 0 の冷却水）の供給量を制御する熱媒体供給量制御手段である電磁バルブ 5 9 を備えている。冷凍機側高温熱交換器 4 1 の温度を上昇させることによって冷凍機側低温熱交換器 4 2 の温度を上昇させることができ、又その逆も可能である。したがって、冷水の温度低下を止めようとする場合には、電磁バルブ 5 9 を閉動作させて冷却水を供給しないことで冷凍機側高温熱交換器 4 1 の温度を上昇させる。すると冷凍機側低温熱交換器 4 2 の温度が上昇するので、冷水の温度低下を止めることができる。一方、冷水の温度を下げようとする場合には、電磁バルブ 5 9 を開動作させて冷却水を供給することで冷凍機側高温熱交換器 4 1 の温度を低下させる。すると冷凍機側低温熱交換器 4 2 の温度が低下するので、冷水温度を下げるができる。このように、電磁バルブ 5 9 の開閉動作で冷却水の供給を制御することによって冷水の温度を制御することができる。したがって、水温計 5 6、水温計 5 7 又は水温計 5 8 で計測した冷水温度に基づいて、電磁バルブ 5 9 の開閉により冷却水の供給を制御することで冷水の温度を所定範囲に保つことができる。

なお、電磁バルブ 5 9 を閉動作させる際には、バイパス冷却水切換え弁 1 3 B を開けてバイパス冷却水管 1 3 A に冷却水を流すことで、冷却水は冷凍機側高温熱交換器 4 1 を迂回して船外へ排水される。図 1 に示すようにバイパス冷却水切換え弁 1 3 B は、バイパス冷却水管 1 3 A のみを開閉することにより切換えを行う型式のものを採用しているが、冷却水管 1 3 も開閉する型式の完全切換え型のものを採用してもよい。

なお、電磁バルブ 5 9 の代わりに流量調節弁又はポンプ等を用いて冷却水の流量を制御してもよい。この場合には、冷水温度を細かく制御することが可能となる。

#### 【 0 0 1 7 】

このように、本実施形態による熱音響機関冷水製造装置は、原動機 3 0 側の制御によることなく冷凍機 4 0 側の制御で冷水の温度を所定範囲に保つことができる。冷水の温度を所定範囲に保つことで、生け簀 1 1 の温度を適温に保つことができるとともに、冷凍機側低温熱交換器 4 2 の内部、水又は冷水の凍結が防止され、装置の稼働が安定する。

なお、冷水の温度の所定範囲は、冷凍機側低温熱交換器 4 2 で水が凍結を起こさない温度とすることで、冷凍機 4 0 の内部又は近傍の水の凍結が原因で熱音響機関冷水製造装置の機能が停止することを防止できる。この所定範囲は、水の海水 / 清水の別や、水の流動状況などによって変動しうるが、例えば約 - 1 0 ~ 約 4 2 の範囲とすることができる。なお、確実に水の凍結を防止しつつ漁獲物の鮮度を保持するためには、約 0 ~ 約 1 0 の範囲とすることが好ましい。

また、直結型の熱音響冷水製造装置とした場合においても同様に、冷凍機側低温熱交換器 4 2 の部分で水が凍結を起こさない温度とする。

#### 【 0 0 1 8 】

また、冷凍機側低温熱交換器 4 2 で冷却する水が供給されない又は水が無い場合には、バイパス排気切換え弁 1 2 B（排気管 1 2 側機構は略）を開けてバイパス排気管 1 2 A に排気ガスを流すことで、排気ガスが原動機側高温熱交換器 3 1 を流れないようにする。原動機側高温熱交換器 3 1 を排気ガスが流れなければ、原動機側高温熱交換器 3 1 と原動機側低温熱交換器 3 2 の温度差が縮小するので作動ガスの振動が抑えられる。したがって、熱音響機関の運転を止めることができる。

このように、冷凍機側低温熱交換器 4 2 で冷却する水が供給されないか、水が無い場合には、熱音響機関の運転を行わないことで、無駄なエネルギー使用を抑制し、冷凍機側低温熱交換器 4 2 の内部の残存している水や水滴が凍結して、例えば運転再開時に循環がで

きなかったり水の流量が減ったりして装置の機能が損なわれることを防止できる。  
なお、原動機 30 で発生した音を遮断することによって熱音響機関の運転を止めてもよい。

#### 【0019】

図 3 を用いて、本発明の他の実施形態による間接温度制御手段を説明する。図 3 は本発明の他の実施形態による熱音響機関冷水製造装置の冷凍機 40 側の部分を示す図である。なお、上記した実施例と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施形態による間接温度制御手段は、電磁バルブ 59 を備える他に、冷凍機側低温熱交換器 42 で冷却される水に常温水（好ましくは、10 から 25 の水）を混ぜて冷水の温度を制御する点において上記した実施例と異なる。

本実施形態による間接温度制御手段は、吸込口 16 a と循環ポンプ 17 の間の循環水管 16 に接続された供給管 61 と、流量調節弁 54 の下流側で冷凍機側低温熱交換器 42 との間の循環水管 16 に接続された排水管 62 を備える。供給管 61 には、水中から汲み上げられて循環水管 16 内の水に合流する常温水（海水又は清水）が流れる。排水管 62 には、循環水管 16 から分岐して船外へ排水される水又は水と常温水の混合水が流れる。

また、間接温度制御手段は、供給管 61 に設けられた電磁バルブ 63 と、排水管 62 に設けられた電磁バルブ 64 と、供給管 61 が循環水管 16 に接続する位置と吸込口 16 a の間の循環水管 16 に設けられた電磁バルブ 65 を備えている。電磁バルブ 63、64 及び 65 の開閉によって常温水の供給及び水又は混合水の排水が制御される。

#### 【0020】

水温計 56、水温計 57 又は水温計 58 で計測される冷水の温度が所定範囲よりも低くなりそうなときには、冷水の温度低下を止める必要がある。この場合には、電磁バルブ 64 を閉、電磁バルブ 63 及び電磁バルブ 65 を開とすることで、生け簀 11 から汲み上げた水に常温水を混ぜる。水に常温水を混ぜることによって、冷凍機側低温熱交換器 42 に供給される水の温度を上げることができるので、それに伴い冷水の温度を高くすることができる。

また、電磁バルブ 64 及び電磁バルブ 65 を閉、電磁バルブ 63 を開とし、常温水だけを冷凍機側低温熱交換器 42 に通した場合には、より温度の高い冷水を得やすくなる。

また、水に常温水を混ぜることによって循環水量が多くなり過ぎた場合には、電磁バルブ 64 を開として水を船外へ排水することによって循環水量を調節する。なお、生け簀 11 内の水をオーバーフロー等によって排水してもよい。

また、電磁バルブ 63 を閉、電磁バルブ 64 及び電磁バルブ 65 を開として、生け簀 11 の水の一部を船外へ排水することで生け簀 11 内の水量を減らすように調節することもできる。電磁バルブ 63 を開、電磁バルブ 64 を閉として、生け簀 11 内の水量を増やすように調節することもできる。

なお、図 3 においては、冷凍機側低温熱交換器 42 の上流側の水に常温水を混ぜる例を示したが、冷凍機側低温熱交換器 42 で冷却された冷水に常温水を混ぜてもよい。これにより冷水の温度が生け簀 11 に供給するには低すぎる場合等に、さらに冷水の温度を調整することができる。

#### 【0021】

図 4 を用いて、本発明の更に他の実施形態による間接温度制御手段を説明する。図 4 は本発明の更に他の実施形態による熱音響機関冷水製造装置の冷凍機 40 側部分を示す図である。なお、上記した実施例と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施形態による間接温度制御手段は、電磁バルブ 59 を備えると共に、冷凍機側低温熱交換器 42 で冷却される水に常温水を混ぜて冷水の温度を制御できる他に、加熱手段により水を加熱し水及び冷水の温度を制御する点において上記した実施例と異なる。

本実施形態による間接温度制御手段は、循環水管 16 から一旦分岐し、下流側で循環水管 16 に合流する加熱バイパス管 71 と、加熱バイパス管 71 に配置された熱交換器 72 を備える。加熱バイパス管 71 の分岐側となる一端及び合流側となる他端は、流量調節弁 54 の下流側で冷凍機側低温熱交換器 42 との間の循環水管 16 に接続されている。

加熱バイパス管 7 1 の一端と他端との間の循環水管 1 6 には電磁バルブ 7 3 を備え、熱交換器 7 2 に入る前の加熱バイパス管 7 1 には電磁バルブ 7 4 を備え、熱交換器 7 2 を出た後の加熱バイパス管 7 1 には電磁バルブ 7 5 を備えている。また、電磁バルブ 7 4 と熱交換器 7 2 との間の加熱バイパス管 7 1 には排水管 6 2 が接続されており、排水管 6 2 は、電磁バルブ 6 4 の他に、分岐した排水管 6 2 に逆止弁 7 6 を備えている。

熱交換器 7 2 の内部には、排気管 1 2 から分岐した分岐排気管 7 7 が通されており、分岐排気管 7 7 には、エンジン 1 0 から排出された高温の排気ガスが流れる。

#### 【 0 0 2 2 】

この構成において、電磁バルブ 7 3 を閉、電磁バルブ 7 4 及び電磁バルブ 7 5 を開とすることで、循環水管 1 6 を流れている水を加熱バイパス管 7 1 に流すことができる。

加熱バイパス管 7 1 を流れる水は、熱交換器 7 2 で排ガスの熱によって加熱されて循環水管 1 6 に戻り、冷凍機側低温熱交換器 4 2 に供給される。加熱バイパス管 7 1 に水を流すことで、冷凍機側低温熱交換器 4 2 に供給される水の温度を上げることができるので、それに伴い冷水の温度を高くすることができる。

このように、加熱手段を設けて水を加熱することによって、冷水の温度が下がり過ぎた場合には冷水の温度を上昇させることができる。また、冷水の温度を下げようとする場合には、電磁バルブ 7 4 及び電磁バルブ 7 5 を閉じることで水が加熱バイパス管に流れないようにすることができる。したがって、水の加熱量の増減によって、水の温度を制御することで、冷凍機 4 0 の内部の凍結を防止したり、生け簀 1 1 の水温を調節したりすることができる。

なお、冷凍機側低温熱交換器 4 2 と吐出口 1 6 b との間の循環水管 1 6 に加熱バイパス管 7 1 を接続し、冷水を加熱して水及び冷水の温度を制御してもよい。

また、加熱手段は、排ガスではなく、エンジン 1 0 を出た後のエンジン冷却水を利用するものとしてもよい。

#### 【 0 0 2 3 】

以上、各実施形態で説明したように、本発明の熱音響機関冷水製造装置は、冷凍機内部、水又は冷水が凍結せず、所望温度の冷水を安定して供給できる。

また、その熱音響機関冷水製造装置を搭載した船舶を提供することができる。

#### 【 産業上の利用可能性 】

#### 【 0 0 2 4 】

本発明の熱音響機関冷水製造装置は、冷凍機内部、水又は冷水が凍結せず、所望温度の冷水を安定して供給でき、さらに排熱を有効活用することもできるため、食品工場や船舶等において、食品や漁獲物等の鮮度保持のために活用することができる。

また、本発明の熱音響機関冷水製造装置を海洋や湖沼で使用する船舶に搭載して活用することもできる。

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 2 5 】

- 1 0 エンジン
- 1 1 生け簀
- 1 2 排気管
- 1 3 冷却水管
- 1 6 循環水管
- 1 7 循環ポンプ
- 2 0 気柱管
- 3 0 原動機
- 4 0 冷凍機
- 3 1 原動機側高温熱交換器
- 3 2 原動機側低温熱交換器
- 4 1 冷凍機側高温熱交換器
- 4 2 冷凍機側低温熱交換器

10

20

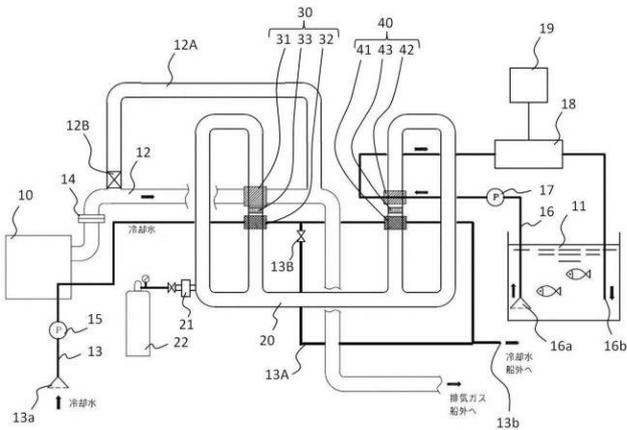
30

40

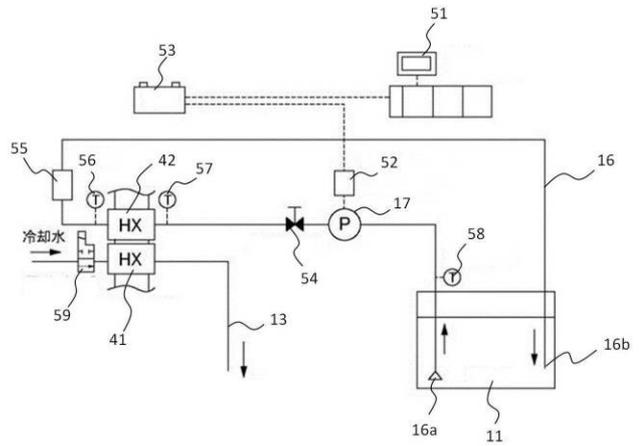
50

- 5 9 電磁バルブ
- 6 1 供給管
- 6 2 排水管
- 6 3、6 4、6 5 電磁バルブ
- 7 1 加熱バイパス管
- 7 2 熱交換器
- 7 3、7 4、7 5 電磁バルブ

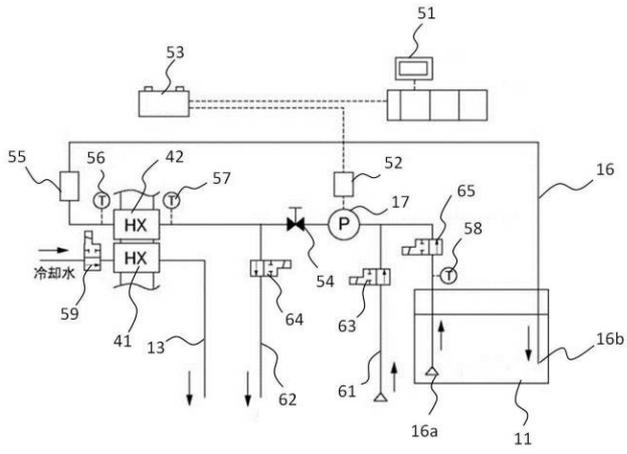
【図 1】



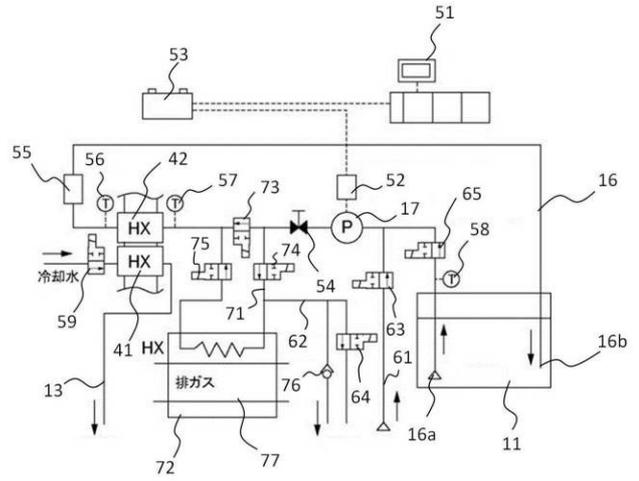
【図 2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100106611

弁理士 辻田 幸史

(74)代理人 100116241

弁理士 金子 一郎

(72)発明者 平田 宏一

東京都三鷹市新川6丁目3番1号 独立行政法人海上技術安全研究所内

(72)発明者 南方 信雄

大阪府大東市諸福3丁目1番3号 第三船用工業株式会社内

(72)発明者 長谷川 真也

神奈川県平塚市北金目四丁目1番1号 東海大学内