

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2013-529570

(P2013-529570A)

(43) 公表日 平成25年7月22日(2013.7.22)

(51) Int.Cl.

B63B 1/38 (2006.01)
B63B 9/04 (2006.01)

F 1

B 6 3 B 1/38
B 6 3 B 9/04

テーマコード (参考)

Z

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2013-515893 (P2013-515893)
 (86) (22) 出願日 平成23年6月22日 (2011.6.22)
 (85) 翻訳文提出日 平成25年2月18日 (2013.2.18)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2011/060497
 (87) 國際公開番号 WO2011/161187
 (87) 國際公開日 平成23年12月29日 (2011.12.29)
 (31) 優先権主張番号 61/357,380
 (32) 優先日 平成22年6月22日 (2010.6.22)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 PA201070283
 (32) 優先日 平成22年6月22日 (2010.6.22)
 (33) 優先権主張国 デンマーク(DK)

(71) 出願人 512330868
 マースク・オリー・オ・ゲ・ガス・アクティーゼルスカブ
 MAERSK OLE O G GAS
 A/S
 デンマーク、デ・コ-1263 コペンハーゲン・コ、エスプラナデン、50
 (74) 代理人 110001195
 特許業務法人深見特許事務所
 (72) 発明者 カプタイン、ビーテル・カレル・アントン
 デンマーク、デ・コ-2900 ヘルプ
 、ニ尔斯・アンデルセンスバイ、53

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】船のハルに対する抵抗の低減

(57) 【要約】

船のハルに対する抵抗を低減させるための泡を発生させるための機構を開示する。泡発生装置は、ハルの外面に取付け可能であり、機構は、発生させた泡の泡サイズを制御するための1つ以上のマイクロ流体装置を含む。

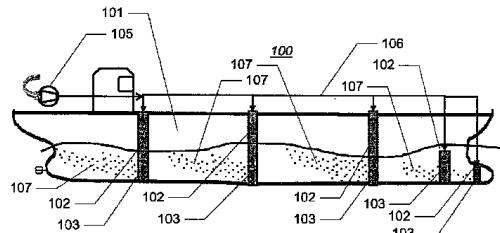


Fig. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

船のハルに対する抵抗を低減させるための流体の泡を発生させるための機構であって、泡発生装置は、ハルの外面に取付け可能であり、機構は、前記泡を発生させるための1つ以上のマイクロ流体装置を含む、機構。

【請求項 2】

マイクロ流体装置は、発生させた泡の泡サイズを制御するよう適合される、請求項1に記載の機構。

【請求項 3】

少なくとも1つのマイクロ流体装置は、
- 流体の流れを供給するための入口ポートと、
- 船のハルに対する抵抗を低減させるための流体の泡を発生させるための第1のノズルを含む第1の経路とを含み、前記第1の経路は、中央チャンバを介して前記入口ポートと流体連通しており、前記少なくとも1つのマイクロ流体装置はさらに、
- 前記第1のノズルを通る流れを制御するよう構成された第1の制御入口を含む第1の制御経路を含み、前記第1の制御入口は、前記中央チャンバを介して前記入口ポートおよび前記第1の経路と流体連通している、請求項1または2に記載の機構。

【請求項 4】

少なくとも1つのマイクロ流体装置はさらに、
- 船のハルに対する抵抗を低減させるための流体の泡を発生させるための第2のノズルを含む第2の経路を含み、前記第2の経路は、前記中央チャンバを介して前記入口ポートおよび前記第1の制御入口と流体連通しており、前記第1の制御入口はさらに、前記第2のノズルを介して流れを制御するよう構成される、請求項1から3に記載の機構。

【請求項 5】

少なくとも1つのマイクロ流体装置は、前記第1の制御入口を介して第1の制御流れを前記中央チャンバに供給することにより、前記入口ポートから前記第1のノズルへの総流れ抵抗を高めるよう構成される、請求項3または4に記載の機構。

【請求項 6】

少なくとも1つのマイクロ流体装置は、前記第1の制御入口を通って流れる第1の制御流れを前記中央チャンバに供給することにより、前記第1の経路を通る流れを前記第2の経路へと切換えるよう構成され、これにより、前記第1の経路を通って流れたであろう流れのうち少なくとも50%は、前記第2の経路を通って流れるよう向きが変えられる、請求項4または5に記載の機構。

【請求項 7】

前記少なくとも1つのマイクロ流体装置はさらに、
- 前記第1のノズルおよび前記第2のノズルを通る流れを制御するための第2の制御入口を含む第2の制御経路を含み、前記第2の制御入口は、前記中央チャンバを介して、前記入口ポート、前記第1のノズル、前記第2のノズルおよび前記第1の制御入口と流体連通している、請求項4から6のいずれかに記載の機構。

【請求項 8】

少なくとも1つのマイクロ流体装置は、前記第2の制御入口を通る第2の制御流れを前記中央チャンバに供給することにより、前記第2の経路を通る流れを前記第1の経路へと切換えるよう構成され、これにより、前記第2の経路を通って流れたであろう流れの少なくとも50%は、前記第1の経路を通って流れるよう向きが変えられる、請求項4から7のいずれかに記載の機構。

【請求項 9】

前記少なくとも1つのマイクロ流体装置はさらに、前記第1の制御経路および前記第2の制御経路を接続するフィードバック経路を含み、これにより、前記第1の制御出口および前記第2の制御出口が直接流体連通する、請求項7または8に記載の機構。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

第1の制御経路および／または第2の制御経路は、第1の制御経路および／または第2の制御経路を通る制御流れを発生させるよう構成された制御システムと流体連通している、請求項3から9のいずれかに記載の機構。

【請求項11】

装置は、請求項1から10のいずれかに規定される複数のマイクロ流体装置を含む、請求項1から10のいずれかに記載の機構。

【請求項12】

時間の経過とともに変化する流れである泡形成流体の流れを供給することにより、制御可能な泡サイズを有する泡を発生させるよう適合される、請求項1から11のいずれかに記載の機構。 10

【請求項13】

マイクロ流体装置は、マイクロ流体発振器および／またはマイクロ流体発振器フリップフロップおよび／またはマイクロ流体增幅器および／またはマイクロ流体スイッチを含む、請求項1から12のいずれかに記載の機構。

【請求項14】

機構は、既存の船に取付け可能である改装可能な装置である、請求項1から13のいずれかに記載の機構。

【請求項15】

流体を泡の形状で排出するための複数の排出ノズルを備える、請求項1から14のいずれかに記載の機構。 20

【請求項16】

複数セットのマイクロ流体装置を含み、各セットのマイクロ流体装置は、それぞれの泡サイズを有する泡を発生させるよう適合され、前記機構は、泡形成流体の供給流れを、前記セットのマイクロ流体装置のうち周波数とは異なる1つのセットまたはサブセットに選択的に方向付けるための流れセレクタを含む、請求項1から15のいずれかに記載の機構。

【請求項17】

各セットのマイクロ流体装置は、それぞれの予め定められた周波数で泡を発生させるよう適合される、請求項16に記載の機構。

【請求項18】

流体は空気などの気体である、請求項1から17のいずれかに記載の機構。 30

【請求項19】

機構は、2つ以上の層を含む層構造を含み、層のうち少なくとも1つは、1つ以上のマイクロ流体装置のうち少なくとも一部を形成する微細構造を含む、請求項1から18のいずれかに記載の機構。

【請求項20】

層のうち少なくとも1つは、1つ以上のマイクロ流体装置のうち少なくとも一部を形成する微細構造面を含む、請求項19に記載の機構。

【請求項21】

機構は、船のハルに機構を接合するための接合面と、接合面とは反対側にある凸状の外面とを含む、請求項1から20のいずれかに記載の機構。 40

【請求項22】

流体を排出するための複数の排出ノズルを含み、各々の排出ノズルを囲む表面区域には親水性の表面が設けられている、請求項1から21のいずれかに記載の機構。

【請求項23】

1つ以上のマイクロ流体装置の各々は、経路および／またはチャンバの平面的なシステムとして形成される、請求項1から22のいずれかに記載の機構。

【請求項24】

マイクロ流体手段を含む装置を含む船のためのハルであって、前記装置は、流体の源に接続された複数の開口部を有し、前記複数の開口部は、流体が前記ハルに沿って流れる際 50

に、ハルに向かう水の境界層において泡を形成するように、前記開口部を通じて流体を放出することができるよう配置され、流体発振器または別個の流体増幅器は、加圧下の空気の前記源と前記複数の開口部の各々との間に接続され、前記流体発振器または流体増幅器の各々は、開口部から放出される泡の泡サイズを変えることができるように制御可能である、ハル。

【請求項 25】

船の穴に対する抵抗を低減させるための微泡を発生させるために船の外側に取付けられるよう適合された、マイクロ流体手段を含む装置の使用。

【請求項 26】

船のハルに対する抵抗を低減させる方法であって、

- ハルの外面に対して、請求項1から23のいずれかに記載の機構を取付けるステップと、

- 機構の排出ノズルを通じて前記泡発生流体を水中に排出することにより、ハルと前記ハルの周囲の水との間の境界において泡発生流体の泡を発生させるステップと、

- 時間の経過とともに変化する流れである泡形成流体の流れを供給することにより、発生させた泡のサイズを制御するステップとを含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

発明の分野

この発明は、概して、船のハルの抵抗を低減させるための泡、特に微泡、の発生に関する。

【背景技術】

【0002】

発明の背景

船のハルの摩擦抵抗（抵抗とも称される）を低減させることができが一般に望ましい。というのも、これにより、船の運行速度の上昇および／または燃料消費の低減をもたらし得るからである。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

JP 10119875Aは、船本体の球形船首の表面に設置されたチャンバ上に排出ノズルを形成することによって、かつ、空気圧供給手段によってチャンバに供給される空気圧を排出ノズルから噴出させて、泡および空気層が浸水面と接触したままの状態で境界層上で干渉されることによって、船に対する摩擦抵抗を下げるためのシステムを開示する。排出ノズルはチャンバの前板によって形成され、当該前板はいくつかの孔を有する。空気圧は上記いくつかの孔から水中に噴射されて、これにより、複数個の泡を、これら泡が流線に沿って分散されて浸水面を覆うような態様で排出ノズルの外側で発生させるようする。これにより摩擦を低下させる。

【0004】

GB 2429435Aは、空気潤滑装置を有する船舶のハルを開示する。空気潤滑装置は、ハルおよび竜骨の外側に取付けられた多孔質膜に加圧空気を供給するための空気ポンプ、または、船舶の竜骨およびハルに取付けられるかもしくは船舶のハル内に装着される空気ダクトのシステムを含む。

【0005】

JP 10175587Aは、ハルの摩擦抵抗の発生を減らすために小さな気泡が境界層に供給される方法を開示する。泡は、いくつかの小さな出入り口が所与のピッチで形成されている多孔板から吹出される。

【0006】

CN 2652812Yは、空洞、接続管路、圧力空気電力機械および多孔質シリコン板

10

20

30

40

50

を含み、抵抗低減に用いられる微泡発生器を開示する。

【0007】

しかしながら、上述の先行技術のシステムは、船のハルに据付けることのできる泡発生器による泡の発生を開示しているものの、さまざまな運転条件下、たとえばさまざまな速度、水温、喫水などの条件下で、船のハルの抵抗または摩擦抵抗を効率的に低減させるための微泡を発生させる方法を提供するという課題を残している。

【課題を解決するための手段】

【0008】

概要

この明細書中において、船のハルの抵抗を低減させるための泡を発生させるための機構を開示する。ここで、泡発生装置はハルの外面に取付け可能であり、当該機構は、発生させた泡のうち特定の泡サイズを有する泡を発生させるためのマイクロ流体装置を含む。泡は、ハルの周囲の水の境界層において、すなわち、ハルと周囲の水との間の界面において、形成される。

10

【0009】

発生させた泡の泡サイズは、マイクロ流体装置によって、たとえば泡形成流体の流れを制御することによって、制御可能であってもよく、これにより、泡サイズが効率的に制御されて、さらには、さまざまな運転条件でも効率的かつ制御可能に抵抗を低減させることが可能となる。

20

【0010】

概して、マイクロ流体装置は、幾何学的に小規模に、典型的にはサブミリメートルのスケールにまで抑制された流体を正確に制御かつ操作することを可能にする。概して、マイクロ流体装置は、横寸法が3mm未満、たとえば1mm未満、たとえば500マイクロメートル未満、たとえば100nm～500マイクロメートルである少なくとも1本の流体経路を備えた装置を含み得る。微小規模での流体の挙動は、表面張力、エネルギー散逸および流体抵抗などの要因がシステムを特色付けている点で、「マイクロ流体」挙動とは異なり得る。経路が約100ナノメートルから数100マイクロメートルである小規模の場合、流体の運動量の作用を粘度の作用と比較したものであるレイノルズ数は非常に低くなり得る。これにより、結果として、流体同士が従来通りの意味では混合しない可能性があり、流体間の分子輸送が拡散により行われる可能性がある。

30

【0011】

マイクロ流体装置という語は、微細加工された経路を通る連続的な流体の流れを操作するための好適な如何なるマイクロ流体構造をも指す。流体の流れを開始させる場合、外部の圧力源、外部の機械的ポンプ、一体化された機械的マイクロポンプによって、または毛細管力と動電的機構との組合せによって実現されてもよい。

【0012】

発生させた泡は、微泡、すなわち直径が1mm未満、たとえば $200\text{ }\mu\text{m}$ 未満、たとえば $150\text{ }\mu\text{m}$ 未満、たとえば $100\text{ }\mu\text{m}$ 未満、たとえば $50\text{ }\mu\text{m}$ 未満などの泡であってもよく、これにより、十分な浮力を維持しつつ効率的に抵抗を低減させ得る。発生させる泡のサイズを合わせることにより、抵抗低減を向上させ、さまざまな運転条件に適合させ得る。微泡は、空気などの泡形成流体の流れもしくは供給、または、別の好適な気体もしくは気体の混合物、さらには液体、の流れもしくは供給を制御することによって発生させてよい。泡形成流体という語は、船のハルを囲む水中に放出される際に泡を形成する液体、気体または気体の混合物、たとえば空気などの如何なる好適な流体をも指すよう意図される。いくつかの実施例においては、当該機構は、複数セットのマイクロ流体装置を含み、各セットのマイクロ流体装置は、それぞれの予め定められた周波数で泡を発生させるよう適合される。当該機構は、泡形成流体の供給流を、上記セットのマイクロ流体装置のうち上記周波数とは異なる1つのセットまたはサブセットに選択的に方向付けるための流れセレクタを含む。

40

【0013】

50

いくつかの実施例においては、マイクロ流体装置は、時間の経過とともにたとえば周期的に変化する流れである泡形成流体の制御可能な流れを供給することにより、制御可能な泡サイズを有する泡を発生させるよう適合される。たとえば、マイクロ流体装置は周期的に変化する流れを作り出すよう適合され得る。好適なマイクロ流体装置の例には、マイクロ流体発振器、マイクロ流体発振器フリップフロップ、マイクロ流体増幅器、マイクロ流体スイッチ、および／またはそれらの組合せが含まれる。たとえば、発生させた泡のサイズおよび／または周波数は、周期的に変化する流れの周波数、たとえば発生させた泡の発生周波数、を選択および／または制御することによって制御されてもよい。したがって、マイクロ流体装置は、制御可能な流体増幅器および／または制御可能な流体発振器および／または制御可能な流体スイッチを含み得る。

10

【0014】

発生させた泡の流れの周波数を制御可能にすることはさらなる利点である。というもの、これにより、隣接する泡同士の間隔を制御し、こうして、発生させた泡の合着を減らすかまたはさらには最小限にするように、泡の周波数を選択および／または制御することが可能となるからである。

【0015】

いくつかの実施例においては、当該機構は既存の船に据付けることができる改装可能な装置である。当該機構は、たとえば、当該機構が取付けられる表面を適切に洗浄しつつ準備することを可能にするために、乾ドックにある船に据付けられてもよい。当該機構は、溶接、エポキシ接着剤などの好適な水中接合技術によって水中でも据付け可能であり得る。

20

【0016】

概して、機構は、溶接、接着剤、エポキシ樹脂接合、2成分のエポキシ樹脂接合、永久磁石などの磁石など、またはこれらの組合せなどの如何なる好適な取付け手段によってもハルの外面、たとえば船の底部および／または側壁に取付け可能であり得る。

【0017】

機構は、発生させた泡のための複数の排出ノズルまたは他の好適な出口、たとえば、泡形成流体を泡の形状で排出するノズル、を含み得る。1つ以上のマイクロ流体装置の各々は、1つ以上の排出ノズルと流体連通し得る。ノズルは、特定のハルに特有の、ならびに／または所望の泡サイズおよび／もしくは形状に特有の設計およびレイアウトを有し得る。発生させた泡の出口は、マイクロ流体装置からの流出を促進するために、たとえば親水性または疎水性のコーティング、たとえばテフロン（登録商標）コーティングによって覆われてもよい。

30

【0018】

機構はさらに、マイクロ流体装置に泡形成流体を供給するための1つ以上の供給経路を含み得る。加えて、当該機構は、マイクロ流体装置の動作パラメータを制御するように、流体たとえば泡形成流体の制御流れをマイクロ流体装置に供給するための1つ以上の制御経路を含み得る。

【0019】

一実施例においては、機構は、船のハルの外側に取付け可能である1つ以上の帯状体および／または薄板および／または板として形成される。板または帯状体の形状は、1つ以上の特定のハル形状および寸法に合うよう適合され得る。当該機構は、鋼などの金属、ポリマー、プラスチック、シリコーン、P D M S、複合材料などおよび／またはこれらの組合せで作られてもよい。機構が有し得る厚さ（すなわち、船のハルの外面に対して直交する寸法）は、20mm未満、たとえば10mm未満など、たとえば7mm未満、たとえば5mm未満、たとえば3mm未満、たとえば2mm未満など、1mm未満、またはさらには約0.5mm未満であってもよく、これにより、機構が発生させた付加的な抵抗を低減させる。機構の外面および／またはノズルの内面、さらにはマイクロ流体装置および／または経路の内面は、好適な防汚剤でコーティングされ得るかまたは防汚剤を含み得る。

40

【0020】

50

機構は、たとえば、基層、1つ以上の中間層およびカバー層を有する層構造として形成されてもよい。層のうち1つ以上は、たとえば当該層の表面に設けられてマイクロ流体装置を形成する微細構造を含み得る。各々のマイクロ流体装置は、単層に配置されてもよく、または、さまざまな層の微視的特徴の組合せによって形成されてもよい。基層は、ハルに取付け可能な裏当て面を備えていてもよく、中間層を支持する。基層は、たとえば溶接によって、好適な接着剤、磁石などによって、たとえば船のハルに接合され得る鋼などの金属で作られてもよい。中間層および/または他の層は、マイクロ流体構造を形成し得る好適な材料で作られてもよい。好適な材料の例には、ポリマー、プラスチック、シリコン、P D M S、ステンレス鋼などの金属など、またはこれらの組合せが含まれる。マイクロ流体構造は、マイクロ流体構造を作り出すための任意の好適なプロセスによって、たとえば好適なエッティングプロセスによって、層のうち1つ以上の層において形成され得る。層のうち1つ以上の層はさらに、排出ノズルなどに泡形成流体を送り込むために泡形成流体を供給するための1つ以上の経路などを含み得る。排出ノズルはカバー層に形成されてもよい。代替的には、ノズルは、中間層において、たとえば中間層の端縁において設けられてもよい。

10

【0021】

機構は、空気圧縮機に、または泡形成流体を供給するための別の流体供給機構に接続可能であり得る。同様に、機構は、当該機構の動作を制御するための制御部に接続可能であり得る。

20

【0022】

この明細書中においては、船のハルに対する抵抗を低減させるための流体の泡を発生させるための機構を開示する。ここで、泡発生装置は、ハルの外面に取付け可能であり、機構は、発生させた泡の泡サイズを制御するための1つ以上のマイクロ流体装置を含む。少なくとも1つのマイクロ流体装置は、

- 流体の流れを供給するための入口ポートと、
- 船のハルに対する抵抗を低減させるための流体の泡を発生させるための第1のノズルを含む第1の経路とを含み、上記第1の経路は、中央チャンバを通って上記入口ポートと流体連通しており、当該マイクロ流体装置はさらに、
- 上記第1のノズルを通る流れを制御するよう構成された第1の制御入口を含む第1の制御経路を含み、上記第1の制御入口は、上記中央チャンバを介して上記入口ポートおよび上記第1の経路と流体連通している。

30

【0023】

結果として、さまざまなサイズの微泡を生成することができ、可撓性があり単純なシステムが提供される。泡サイズを制御するための制御経路を用いることにより、直接的に複雑な流れ制御機能を備えない単純な中心の流体源、たとえば単純な圧縮機、が用いられる。

【0024】

入口ポート、第1のノズルおよび/または第1の制御入口の断面が有し得る最大幅は、3 mm未満、たとえば1 mm未満、たとえば500マイクロメートル未満、たとえば100 nm~500マイクロメートルであり得る。

40

【0025】

いくつかの実施例においては、少なくとも1つのマイクロ流体装置はさらに、

- 船のハルに対する抵抗を低減させるための流体の泡を発生させるための第2のノズルを含む第2の経路を備える。上記第2の経路は、上記中央チャンバを介して上記入口ポートおよび上記第1の制御入口と流体連通している。上記第1の制御入口はさらに、上記第2のノズルを通る流れを制御するよう構成される。

【0026】

結果として、流れは、第1のノズルと第2のノズルとの間で周期的に切換えられ得る。これは、第1のノズルと第2のノズルとの間で流れを切換える周波数を変えることによって、発生させた微泡のサイズを制御するのに用いられてもよい。たとえば、いくつかの状

50

況下では、周波数を上げることによって、より小さな微泡が作り出され、周波数を下げることによって、より大きな微泡が作り出される。

【0027】

第2のノズルの断面が有し得る最大幅は、3mm未満、たとえば1mm未満、たとえば500マイクロメートル未満、たとえば100nm~500マイクロメートルであり得る。

【0028】

いくつかの実施例においては、少なくとも1つのマイクロ流体装置は、上記第1の制御入口を介して第1の制御流れを上記中央チャンバに供給することによって、上記入口ポートから上記第1のノズルへの総流れ抵抗を高めるよう構成される。

10

【0029】

結果として、第1の経路を通る流れが一時的に低下する可能性がある。これは、発生させた微泡のサイズを制御するのに用いられてもよい。

【0030】

第1の制御流れは過渡的であってもよく、たとえば、第1の制御流れが有し得る時間の長さは、10秒、5秒、2秒、1秒、200ミリ秒、100ミリ秒、50ミリ秒、25ミリ秒または10ミリ秒以下であり得る。第1の制御流れは、入口ポートを通る平均流量よりも実質的に低い平均流量を有していてもよい。第1の制御流れは、入口ポートを通る平均流量の50%、25%、15%または10%未満に相当する平均流量を有していてもよい。第1の制御流れは、マイクロ流体装置が単一の経路を備える場合と複数の経路を備える場合との両方において、上記入口ポートから上記第1のノズルへの総流れ抵抗を高める可能性がある。第1の制御流れは、中央チャンバに渦流を作り出すことによって流れ抵抗を高める可能性がある。流れ抵抗は、少なくとも50%、100%、500%、5000%または無限大に上げられてもよい。第1の制御流れは、周波数に応じて周期的に繰返されてもよく、このため、第1のノズルを通る流れは、周期的に著しく減らされてもよく、たとえば周期的に停止されてもよい。第1の制御流れが繰返される周波数により、発生させた微泡のサイズが決定されてもよく、たとえば、いくつかの状況下では、周波数を上げることによって、より小さな微泡が作り出され、周波数を下げることによって、より大きな微泡が作り出される。

20

【0031】

いくつかの実施例においては、少なくとも1つのマイクロ流体装置は、上記第1の制御入口を通って流れる第1の制御流れを上記中央チャンバに供給することにより、上記第1の経路を通る流れを上記第2の経路へと切換えるよう構成される。これにより、上記第1の経路を通って流れたであろう流れのうち少なくとも50%、60%、80%、95%、99%または100%が、上記第2の経路を通って流れよう方向を変えられる。

30

【0032】

第1の制御流れは過渡的であってもよく、たとえば、第1の制御流れが有し得る時間の長さは、10秒、5秒、2秒、1秒、200ミリ秒、100ミリ秒、50ミリ秒、25ミリ秒または10ミリ秒以下であり得る。第1の制御流れは、入口ポートを通る平均流量よりも実質的に低い平均流量を有していてもよい。第1の制御流れは、入口ポートを通る平均流量の50%、25%、15%または10%未満に相当する平均流量を有していてもよい。第1の制御流れは、第1の制御流れ信号を生成する周波数に応じて周期的に繰返されてもよい。

40

【0033】

いくつかの実施例においては、上記少なくとも1つのマイクロ流体装置はさらに、

- 上記第1のノズルおよび上記第2のノズルを通る流れを制御するための第2の制御入口を含む第2の制御経路を含む。上記第2の制御入口は、上記中央チャンバを介して上記入口ポート、上記第1の経路、上記第2の経路および上記第1の制御入口と流体連通している。

【0034】

50

第2の制御入口の断面が有し得る最大幅は、3mm未満、たとえば1mm未満、たとえば500マイクロメートル未満、たとえば100nm~500マイクロメートルであり得る。

【0035】

いくつかの実施例においては、少なくとも1つのマイクロ流体装置は、上記第2の制御入口を通って流れる第2の制御流れを上記中央チャンバに供給することによって、上記第2の経路を通る流れを上記第1の経路に切換えるよう構成され、これにより、上記第2の経路を通って流れたであろう流れの少なくとも50%、60%、80%、95%、99%または100%が、上記第1の経路を通って流れるよう方向を変えられる。

【0036】

第2の制御流れは過渡的であってもよく、たとえば、第2の制御流れが有し得る時間の長さは、10秒、5秒、2秒、1秒、200ミリ秒、100ミリ秒、50ミリ秒、25ミリ秒または10ミリ秒以下であり得る。第2の制御流れは、入口ポートを通る平均流量よりも実質的に低い平均流量を有し得る。第1の制御流れは、入口ポートを通る平均流量の50%、25%、15%または10%未満に相当する平均流量を有し得る。第2の制御流れは、第2の制御流れ信号を生成する周波数に応じて周期的に繰返されてもよい。第1の制御流れおよび第2の制御流れは同期した態様で繰返されてもよい。第1の制御流れ信号は第2の制御流れ信号と同じ周波数を有していてもよい。第1の制御流れ信号は、第2の制御流れ信号に対して180度位相シフトされてもよい。これは、第1の制御流れ信号および第2の制御流れ信号の周波数を変えることによって、発生させた微泡のサイズを制御するのに用いられてもよく、この流れは、第1のノズルと第2のノズルとの間でより高速またはより低速で切換わってもよく、こうして、より大きな微泡またはより小さな微泡を作り出すことができ、たとえば、いくつかの状況下では、周波数を上げることによって、より小さな微泡が作り出され、周波数を下げることによって、より大きな微泡が作り出される。

【0037】

いくつかの実施例においては、上記少なくとも1つのマイクロ流体装置はさらに、上記第1の制御経路および上記第2の制御経路を接続するフィードバック経路を含む。これにより、上記第1の制御出口および上記第2の制御出口は直接流体連通する。

【0038】

結果として、制御流れ発生システムがなくても制御流れが作り出され得る。

いくつかの実施例においては、第1の制御経路および/または第2の制御経路は、第1の制御経路および/または第2の制御経路を通る制御流れを発生させるよう構成された制御システムと流体連通している。

【0039】

制御システムは、好適な制御流れ信号を発生させることのできる処理ユニットによって制御されてもよい。制御システムは、複数のマイクロ流体装置と平行に連結されてもよい。制御システムは手動で制御されてもよく、または、船の環境条件、たとえば水流量（船の速度）、水温、または、抵抗の低減に対する微泡の作用に影響を及ぼす他の水パラメータ、に適した制御流れ信号を自動的に生成することのできるアルゴリズムを含んでいてもよい。制御システムは、流体発生装置、たとえば圧縮機、ポンプ、または、制御流れを発生させるための他の好適な装置、を含み得る。

【0040】

いくつかの実施例においては、装置は、上に規定されるような複数のマイクロ流体装置を含む。装置は、少なくとも10、20、40、70、100、200または2000個のマイクロ流体装置を含んでいてもよい。

【0041】

この発明は、上述および下記の装置と、対応する方法、装置、使用および/または製品とを含むさまざまな局面に関する。これらの対応する方法、装置、使用および/または製品は、各々、第1の上述の局面に関連付けて説明された恩恵および利点のうち1つ以上を

もたらし、かつ、第1の上述の局面に関連付けて説明された実施例および／または添付の特許請求の範囲に記載された実施例に対応する1つ以上の実施例を有する。

【0042】

特に、この明細書中に開示された泡発生機構を含む船のためのハルをこの明細書中において開示する。ハルの実施例は、マイクロ流体手段を含む装置を含み得る。ここで、装置は、流体、たとえば加圧空気などの気体、の源に接続された複数の開口部を有し、上記複数の開口部は、上記開口部を通じて流体を放出することができるよう配置され、これにより、泡が、ハルの表面周囲の水の境界層において形成される。ここで、流体発振器または流体增幅器は、上記流体源と上記複数の開口部の各々との間に接続され、上記流体発振器または流体增幅器の各々は、開口部から放出される泡の泡サイズを変えることができるよう、制御可能である。

10

【0043】

さらに、ハルの抵抗を低減させるための微泡を発生させるために船のハルの外側に取付けられるよう適合された、マイクロ流体手段を含む装置の使用が、この明細書中に開示される。

【0044】

図面の簡単な説明

この発明の上述および／または付加的な目的、特徴および利点を、添付の図面を参照しつつ、この発明の実施例の以下の例示的かつ非限定的な詳細な説明によってさらに明らかにする。

20

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】泡発生機構を含む船を概略的に示す図である。

【図2】泡発生機構を概略的に示す図である。

【図3】2つのノズルに交互に供給を行うマイクロ流体発振器を概略的に示す図である。

【図4】2セットのノズルに交互に供給を行うマイクロ流体発振器を概略的に示す図である。

【図5】複数セットのマイクロ流体発振器を含む機構の実施例を概略的に示す図である。

【図6】泡発生機構の別の実施例を概略的に示す図である。

30

【図7】泡発生機構の断面図を概略的に示す図である。

【図8】マイクロ流体発振器などの複数セットのマイクロ流体装置を含む機構の別の例を示す図である。

【図9a】この発明のいくつかの実施例に従ったマイクロ流体装置を示す図である。

【図9b】この発明のいくつかの実施例に従ったマイクロ流体装置を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0046】

詳細な説明

以下の説明においては、添付の図面を参照して、本発明が如何に実施され得るかを例示によって示す。

40

【0047】

図1は、泡発生機構を含む船を概略的に示す。概して100と示される船は、この明細書中に記載されるように、船100に装着されるハル101と、1つ以上の泡発生機構102とを含む。各々の泡発生機構102は、供給ダクト106を介して泡発生機構102に圧縮空気を供給するための圧縮機105に対して供給ダクト106を通じて接続される。たとえば、圧縮機は、周囲空気を取り込んで圧縮し、任意には、フロー剤を小量追加してもよい。船の後部に位置決めされた圧縮機が図1に示されているが、この圧縮機が船上の好適な如何なる位置にあってもよく、および／または、空気取込み口が好適な如何なる方向にも向けられ得ることが理解されるだろう。泡発生機構は、排出ノズル103を備え、そこから、圧縮空気が、ハルの周囲の水の境界層において微泡107を形成するように放出される。

50

【0048】

図1の例においては、複数の泡発生機構102は、船のハルの長さに沿って分散されたそれぞれの位置に配置される。各々の機構は、竜骨に近い位置からハルに沿って上向きに延在する。各々の機構102は、船が水中を移動する間、排出ノズル103から後方かつ上方に広がるそれぞれの微泡107の流れを発生させる。さまざまな実施例においては、機構の数および配置が異なっていてもよいことが認識されるだろう。たとえば、いくつかの実施例においては、たとえば船のハルの前部に配置された単一の機構で十分であり得るが、他の実施例においては、2つ、3つまたはそれ以上の機構が船のハルの長さに沿って分散されてもよい。各々の船について、機構の最適な数および配置は、模型および／もしくは流れシミュレーションによって、ならびに／または試行錯誤を行うことによって決定されてもよい。

10

【0049】

ノズルの孔を介して小さな泡を吹出す場合、マイクロメートルスケールの泡を発生させるために孔を可能な限り小さくするだけでは不十分であるかもしれない。この理由として、孔の端縁を形成する固体表面に対して成長した泡を付着させる湿潤力の存在が挙げられる。この固定力が阻害されない限り、その容積に比例する泡の浮力がこの泡に対する（典型的にはその接触外周部に比例する）固定抑制力を上回るまで、泡が成長することとなり、結果として破裂してしまう。この低圧力オフセットの場合には、力平衡により、通常、孔の直径よりも1回り大きなサイズの泡 (the bubble at a size an order of magnitude larger than) を破裂させてしまう。さらに、固体表面の湿潤性が重要である。泡が孔の外周より広い領域にわたって表面と接触する場合、たとえば、固体表面が疎水性である場合、成長した泡の気相が、より広い区域にわたる固体表面との第2の固定力を発生されることとなり、浮力が大きくなる。このため、この浮力に打ち勝つための泡容積が必要となるだろう。表面が親水性であれば、この引力は存在しない。

20

【0050】

小さい孔から泡を発生させることに伴う第2の問題点として、泡サイズの多分散性と、泡同士の間の間隔が不規則であることにより泡の大群が短時間で凝集してしまうことが挙げられる。小さな泡が形成されたとしても、凝集によってその利点が直ちに減じられる可能性がある。

30

【0051】

小さい孔から泡を発生させることに伴う第3の問題点は、細孔のノズル列におけるかまたは多孔性セラミック材料を通るチャネリングに関係している。形成されるうち最大の泡は、経路の抵抗を最小にしてしまい、ノズル列または多孔性セラミック材料における並行する浸透プロセス中に他のすべての泡よりも優先的に大きくなる。

30

【0052】

この明細書に開示される泡発生機構102の実施例においては、泡サイズが、上述の問題点のうち少なくともいくつかを回避するマイクロ流体装置によって制御される。

40

【0053】

図2は、泡発生機構の断面図を概略的に示す。図2aは、機構の断面図を水平面で示す。船の前進中における船のハルに対する水の流れの方向は、矢印220によって示される。

【0054】

機構202は、基層213を有する層構造であり、この基層213の裏当て面は、接合層218によって、図2に図示のとおり船のハル201の外面に接合される。さらに、層構造202は、好適な接合技術によって、ともに挟まれる2つ以上の付加的な層211および212を含み得る。たとえば、機構の層は、ステンレス鋼で作られるかまたはプラスチックなどの1つ以上の他の好適な材料で作られ、船のハルに固定することのできる帯状体または板／薄板であってもよい。層211、212、213は、ともに溶接されてもよく、および／または、好適な接着材料、たとえばエポキシベースの材料によって接着されてもよい。基層は、溶接、好適な接着性物質、たとえばエポキシベースの接着性物質、磁

50

石などによって船のハルに接合されてもよい。機構 202 は中間層 212 を含み、この中間層 212 に、1つ以上のマイクロ流体装置 215、たとえばマイクロ流体発振器、がたとえば好適なエッチングプロセスによって埋込まれる。たとえば、流体装置 215 はスキンミル加工されてもよく、または化学的 / 静電的にステンレス鋼の帯状体にエッチングされてもよい。図 2 b は、中間層 212 の一部の断面図を垂直面で示したものであり、1列に配置された2つのマイクロ流体装置を示す。中間層が、1つ以上の列に配置された3つ以上の流体装置、たとえば、並んだ構成で配置されて1つ以上の列を形成する数百個またはさらには数千個のこのような装置、を含み得ることが認識されるだろう。概して、マイクロ流体装置 215 の1つ以上の列は、水面下の位置から船の竜骨に向かって下方に配置されてもよい。各々のマイクロ流体装置 215 は、マイクロ流体装置 215 に圧縮空気を供給する供給経路 206 に対してダクト 214 を介して接続される。各々のマイクロ流体装置は、マイクロ流体装置 215 によって排出される空気を排出ノズル 203 および 204 にそれぞれ供給する2つの排出ポートまたはダクト 218 および 217 を有する。中間層 212 はカバー層 211 によって覆われる。カバー層は凸状の外面を有していてもよく、それぞれの層の後縁および前縁は、全体的に翼状の形状を機構にもたらすように傾斜させられてもよい。

10

【0055】

図 2 の例においては、機構は、単列のマイクロ流体装置を含む单一の中間層 212 を含む。代替的な実施例においては、機構は複数の中間層を含んでいてもよく、たとえば、これら複数の中間層はすべて、基層 213 とカバー層 211 との間に挟まれていてもよい。たとえば、マイクロ流体装置のさまざまな部分が、それぞれの層の表面にエッチングまたはミル加工されてもよく、その後、マイクロ流体装置を形成するように互いに位置合わせされ、接合されてもよい。代替的または付加的には、各々の中間層は、それぞれ一列のマイクロ流体装置を含んでもよく、これらの一列のマイクロ流体装置には、それぞれの供給ダクトによって圧縮空気が供給され、それぞれの列の排出ノズルが設けられている。このため、排出ノズルの数が増える可能性があり、および / または、マイクロ流体装置を備えた1つ以上の付加的な層を挿入することによって、さまざまな泡サイズを発生させるための複数列のノズルを構築することができる。さらに、基層および / またはカバー層はまた、マイクロ流体装置および / またはその部分を含み得る。

20

【0056】

図 2 の例においては、機構の後縁に位置決めされ、船の船尾に面するノズルが示される。しかしながら、代替的または付加的には、マイクロ流体装置が、帯状体の前縁および / または中央領域にそれらのノズルを備えて配置され得ることが認識されるだろう。

30

【0057】

図 3 は、2つのノズル 303 および 304 のそれぞれに交互に供給を行うマイクロ流体発振器 315 を概略的に示す。発振器は、概して平坦な構成であるため、層構造の層のうち1つ以上、たとえば図 2 の中間層 212、に配置することができる。マイクロ流体発振器 315 は、加圧空気または別の好適な泡形成流体のための供給経路に接続可能な入口ポート 314 と、分離路へと供給を行う噴流形成経路 319 とを備える。この分離路は、排出ポート 303 および 304 においてそれぞれ終端する1対の分岐経路 316 および 317 から構成される。排出ポートは、対応する排出ノズルを形成し得るかまたは対応する排出ノズルに接続され得る。これら対応する排出ノズルにおいては、泡形成流体が周囲の水中へと出て行き、泡を形成する。発振器はさらに制御経路 321a および 321b を含む。これら制御経路 321a および 321b は、噴流形成経路 319 の下流および上記対の分岐経路の上流において、発振器の相互作用区域 322 における向かい合った（流れ方向に対して）横方向のポートに接続される。図 3 の例においては、制御経路 321a および 321b は、フィードバックループ 321c を介して互いと流体連通している。

40

【0058】

使用時に、圧縮空気が、供給経路、たとえば図 2 の供給経路 206、から入口ポート 314 に差込まれる。いくつかの実施例においては、噴流形成経路 319 の断面寸法が下流

50

方向に向かって小さくなっていてもよく、これにより、注入された流れの速度が増し得る。空気流が相互作用区域 322 を通過すると、この流れにより、制御経路 321a および 321b における制御流体中に、振動する圧力波が形成される。制御流体は、液体または空気などの気体であってもよい。振動する圧力波は、分岐経路 316 および 317 のうちの 1 つに噴射流を押込む。制御流体中の圧力波がフィードバックループ 321c を介して前後に振動すると、噴流が 2 つの分岐経路間で交互に切換えられ、こうして、分岐経路の各々において空気流の振動破裂を引起す。破裂が排出ポート 303 および 304 によって形成されるかまたは排出ポート 303 および 304 に接続される排出ノズルのうちの 1 つに達すると、気泡が生じる。泡の成長は、振動破裂の期間だけ、このため、発振器 315 の振動周波数によって、制限される。特に、泡が、同じ大きさの排出ノズルを通る空気の一定の流れによって発生させ得る泡よりも小さい間は、この泡の成長が止まる可能性がある。さらに、各々の分岐経路における破裂が相対位相差に応じて振動するので、泡が排出ノズル 303 および 304 から交互に発生し、こうして、隣接するノズルから生じる泡の分離を向上させる。制御経路がフィードバックループを形成するよう接続される場合、付加的な制御供給経路は不要である。振動破裂の頻度は、いくつかの方法で、たとえばフィードバックループの長さを変えることによって、選択することができるかまたはさらには変更することができる。

10

【0059】

代替的な実施例においては、制御経路 321a および 321b が、フィードバックループによって互いに接続されることに加えて、または接続される代わりに、それぞれの制御供給経路に接続され得ることが認識されるだろう。このような実施例においては、制御供給経路は、たとえば以下の図 7 に関連付けて説明されるように、1 つ以上の脈動圧力源、たとえば音源、に接続されてもよい。このため、マイクロ流体装置が増幅器として動作する可能性があり、この場合、脈動圧力波が制御経路 321a および 321b に加えられ、これにより、分岐経路において空気流の振動破裂がもたらされることとなる。脈動圧力源の周波数を制御することにより、発生させた泡のサイズが制御され得る。たとえば、液体を霧状化する文脈において U.S. 5,24,660 に開示されるように、加圧空気の脈動破裂を発生させるためのマイクロ流体装置の代替的な実施例が用いられ得ることがさらに認識されるだろう。

20

【0060】

層構造の板、薄板または他の層に形成されるマイクロ流体装置を設けることにより、泡発生機構は、比較的平坦な構造として実現されてもよく、これにより、抵抗を過度に増加させることなく、船のハルに当該機構を固定することが可能となる。たとえば、図 2 の層構造の合計厚みは、20mm 未満、たとえば 10mm 未満、たとえば 5 ~ 7mm またはさらにはそれ以下であり得る。

30

【0061】

いくつかの実施例においては、排出ノズル 303 および 304 を囲む表面、ならびに/または、少なくとも排出ノズル付近にある分岐経路の内面のうち少なくとも一部が、泡の放出を促進するために、好適なコーティング、たとえば疎水性コーティング、親水性コーティング、テフロン（登録商標）コーティングなどで覆われてもよい。

40

【0062】

図 4 は、2 セットのノズル 403 および 404 のそれぞれに対して交互に供給を行うマイクロ流体発振器 415 を概略的に示す。このように、各々の発振器または他のマイクロ流体装置がそれぞれのノズル列に供給を行い得るので、排出ノズルの数が増える可能性がある。

【0063】

概して、いくつかの実施例においては、マイクロ流体装置の周波数は、たとえば、上述のとおりマイクロ流体増幅器の制御経路に加えられる圧力パルスの周波数を制御することによって、または、1 つ以上のマイクロ流体発振器を他のマイクロ流体装置、たとえばマイクロ流体発振器に流れ込む圧縮空気の流れの圧力を変えるよう構成されたマイクロ流体

50

増幅器、と組合せることによって、ならびに／または、他の場合には、たとえばマイクロ流体発振器に流れ込む圧縮空気のパラメータおよび／もしくはフィードバックループにおける制御流体のパラメータ、たとえば圧力および／もしくは温度、を変えることによって、制御可能である。たとえば、電熱線は、制御流体の温度を制御するための層構造に埋込まれてもよい。

【0064】

代替的には、機構は、各々が異なる周波数で動作することにより異なるサイズの泡を発生させるよう適合されたマイクロ流体発振器などの2セット以上のマイクロ流体装置を含み得る。これが示される図5においては、装置は、515a、515bおよび515cで示される3セットのマイクロ流体発振器を含んでおり、これら3セットのマイクロ流体発振器は、それぞれの供給経路506a、506b、506cによって供給を受ける。各セットのマイクロ流体発振器は、共通の振動周波数を有しているが、異なるセットのマイクロ流体発振器は、たとえばそれぞれのフィードバックループの長さによって規定されるさまざまな周波数を有する。結果として、当該セットのマイクロ流体装置のうちの1つに選択的に空気を供給することにより、異なるサイズの泡が作り出される可能性がある。

10

【0065】

図5の機構は、図2に関連付けて説明されたとおり基層213ならびに付加的な2つの層212および211を含む層構造である点で、図2に示される機構と類似している。基層213は、船のハル201の外面に装着される。中間層212は、いくつかのマイクロ流体装置515aおよび515cと、対応する供給経路506aおよび506cとを含み、基層213とカバー層211との間に挟まれる。図5の実施例においては、カバー層211も構築され、さらなるセットのマイクロ流体装置515bおよび供給経路506bを含む。たとえば、マイクロ流体装置515aおよび515cは、カバー層に面する中間層の表面に設けられてもよく、マイクロ流体装置515bは、中間層に面するカバー層の表面に設けられてもよい。

20

【0066】

各セットのマイクロ流体装置のうちいくつかのマイクロ流体装置は、それらの排出ノズルがそれぞれの列に配置されるように並んだ構成で配置される。図5においては、3つのマイクロ流体装置の列を含む機構の一部が示される。機構がそれぞれの列に配置される多数の装置を含み得ることが認識されるだろう。図5の実施例においては、マイクロ流体装置515aの排出ノズル503aおよび504aは機構の後縁に配置され、マイクロ流体装置515bの排出ノズル503bおよび504bは機構の中心線に沿って配置され、マイクロ流体装置515cの排出ノズル503cおよび504cは機構の前縁に配置される。

30

【0067】

図6は、泡発生機構の別の実施例を概略的に示す。図6aは、泡発生機構の断面図を概略的に示す。図6の機構は、基層213、中間層212およびカバー層211を含む図2に示される実施例に類似している。図6b～図6dは、それぞれの層の部分の上面図を示す。図示された部分は単一のマイクロ流体発振器を含む。しかしながら、機構が、並んだ構成で配置されたこのような多数の発振器を含み得ることが理解されるだろう。特に、図6bは、基層の一部、すなわち中間層に面する表面、の上面図を示す。図6cは、中間層212の一部の上面図を示し、図6dは、カバー層211の一部の底面図、すなわち中間層に面する表面を示している。図6の例においては、機構は、供給経路に接続された複数のマイクロ流体装置615を含む。3つの層がすべて構築されており、マイクロ流体装置615および／または供給経路のそれぞれの部分を備える。基層213は、マイクロ流体装置の主たるマイクロ流体構造、この場合、図3に関連付けて説明されたようにマイクロ流体発振器、を備える。基層に埋込まれた構造は、入口ポート314、噴流形成経路319、相互作用区域322、制御経路321aおよび321b、フィードバックループ321c、ならびに、それぞれの排出ポート603および604において終端する分岐経路316および317を含む。

40

50

【0068】

中間層212は投入経路617と、排出経路633および644とを含む。中間層の投入経路および排出経路は、中間層全体を通って延在する穴を通して形成され、それぞれ、投入ポート314ならびに分岐経路の終端603および604に揃えて位置合わせして形成される。こうして、投入経路617は、入口ポート314と供給経路606との間に流体連通をもたらす。カバー層211が中間層の幅全体にわたっては延在せず、中間層の表面の端縁部分を露出させたままにしているため、排出経路633および644は機構の外面へと延在し、こうして、それぞれの排出ノズルを形成する。カバー層211は、供給経路606を、たとえばカバー層の底面における細長い凹部の形状で含む。

【0069】

図7は、泡発生機構の断面図を概略的に示す。図7aは、機構の断面図を水平面で示す。船の前進中に船のハルに対して相対的に水が流れる方向が矢印720によって示される。

【0070】

機構702は、それが、基層713を有する層構造として形成され、この基層713の裏当て面が、図7に図示のとおり接合層718によって船のハル701の外面に接合される点で、図2の機構に類似している。さらに、層構造702は、図2に関連付けて全てが説明されたとおり、好適な接合技術によってともに挟まれる2つ以上の付加的な層711および712を含み得る。

【0071】

機構702は、中間層712を含み、この中間層712には、図2に関連付けて説明したとおり、たとえば好適なエッティングプロセスによって1つ以上のマイクロ流体装置715、たとえばマイクロ流体発振器、が埋込まれる。図7bは、中間層712の一部の断面図を垂直面で示したものであり、1列に配置された2つのマイクロ流体装置を示す。

【0072】

各々のマイクロ流体装置715は、マイクロ流体装置715に圧縮空気を供給する供給経路706に対してダクト714を介して接続される、各々のマイクロ流体装置は2つの排出ポートまたはダクト716および717を有し、これら2つの排出ポートまたはダクト716および717は、それぞれ、マイクロ流体装置715によって排出ノズル703および704に排出される空気を供給する。中間層712は、図2に関連付けて全て説明されたように、カバー層711によって覆われる。マイクロ流体装置715は、それぞれ、2つのノズル703および704に交互に供給を行うマイクロ流体発振器である。マイクロ流体発振器715は、それが、図3に関連付けて全て説明されたとおり、加圧空気のための供給経路706に接続された入口ポート714と、排出ポート703および704においてそれぞれ終端する1対の分岐経路716および717からなる分離路に対して供給を行う噴流形成経路719とを有する点で、図3に示されるマイクロ流体発振器に類似している。発振器は制御経路721aおよび721bをさらに含む。これら制御経路721aおよび721bは、噴流形成経路719の下流および上記対の分岐経路の上流において、発振器の相互作用区域722における向かい合った（流れ方向に対して）横方向のポートに接続される。

【0073】

図7の機構は、以下の点で図2の機構および図3のマイクロ流体発振器とは異なる。すなわち、制御経路721aおよび721bがそれぞれの制御供給経路723aおよび723bに接続され、これにより、制御経路の各々と、加圧空気または別の好適な流体の制御流れを制御経路721aおよび721bにそれぞれ供給するための制御供給経路のそれぞれとの間に流体連通をもたらすようにしている点である。各々の制御供給経路は、対応する脈動圧力源（明確には図示せず）、たとえば音源、に接続される。脈動圧力源は加圧空気の脈動圧力を与えるよう制御される。特に、圧力源は、脈動圧力源によって課される周波数で発振器715を振動させるようにするために、同じ周波数で、但し互いにに対して期間の半分だけ位相をずらした状態で、制御経路721aおよび721bにおける圧力を変

10

20

30

40

50

えるよう制御されてもよい。

【0074】

図8は、各々が異なる周波数で動作することにより異なるサイズの泡を発生させるよう適合されたマイクロ流体発振器などの複数セットのマイクロ流体装置を含む機構の別の例を示す。機構802は、たとえば図5に関連付けて説明されたとおり、各々が供給経路806a、806b、806cからそれぞれ供給を受ける3セットのマイクロ流体発振器（それぞれ815a、815bおよび815cと示される）を含む。各セットのマイクロ流体発振器は共通の振動周波数を有しているが、異なるセットのマイクロ流体発振器は、たとえばそれぞれのフィードバックループの長さによって規定される異なる周波数を有する。結果として、当該セットのマイクロ流体装置のうちの1つに選択的に空気または別の流体を供給することにより、異なるサイズの泡が作り出される可能性がある。このために、供給経路806a～806cが、流れセレクタ875と流体連通するよう接続され、この流れセレクタ875がさらに、流体管876を介して流体源805、たとえば空気を圧縮するための圧縮機、に接続される。こうして、泡形成流体が、流体源から流れセレクタ875に供給される。この流れセレクタ875は、供給経路806a～806cのうちの1つと、このため当該セットのマイクロ流体装置815a～815cのうちの1つとに対して流体を選択的に方向付けるよう制御可能である。

10

【0075】

図9aは、この発明のいくつかの実施例に従ったマイクロ流体装置900を示す。マイクロ流体装置は、入口ポート901、第1の経路902、第2の経路904、第1の制御経路907、および第2の制御経路909を含む。第1の経路902および第2の経路904は、中央チャンバ906を介して入口ポート901、第1の制御経路907および第2の制御経路909と流体連通している。第1の経路902は、微泡を発生させるための第1のノズル903を含む。第2の経路は、微泡を発生させるための第2のノズル905を含む。第1の制御経路907は第1の制御入口908を含み、第2の制御経路909は第2の制御入口910を含む。第1の制御経路907は、第1の制御出口908および第2の制御出口910が上記フィードバック経路を介して直接流体連通するように、フィードバック経路によって第2の制御経路909に接続されてもよい。加えて、または代替的には、第1の制御経路907および／または第2の制御経路909は、制御流れを発生させるよう構成された制御システムと流体連通していてもよい。

20

【0076】

図9bは、この発明のいくつかの実施例に従ったマイクロ流体装置900を示す。ここで、マイクロ流体装置は経路およびノズルをそれぞれ1つしか含まない。

30

【0077】

いくつかの実施例を詳細に記載および図示してきたが、本発明はこれらに限定されず、添付の特許請求の範囲に規定される主題の範囲内で他の方法で具体化されてもよい。特に、他の実施例が利用されてもよく、構造的かつ機能的な変形例もこの発明の範囲から逸脱することなく実施可能であることが理解されるはずである。

【0078】

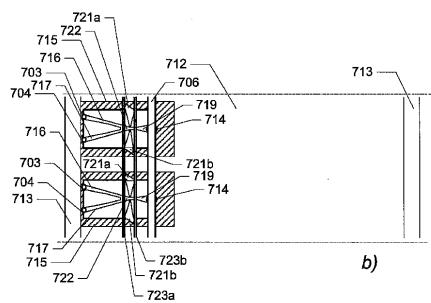
いくつかの手段を列挙する装置クレームにおいては、これらの手段のうちいくつかは、ハードウェアのうち全く同一のアイテムによって具体化することができる。いくつかの方策が相互に異なる従属請求項に記載されるかまたはさまざまな実施例において説明されているが、これは単に、これらの方策の組合せを有利に用いることができないことを示しているわけではない。

40

【0079】

この明細書で用いられる場合、「含む（comprises/comprising）」という語は、記載された特徴、整数、ステップまたは構成要素の存在を特定するものとされるが、1つ以上の他の特徴、整数、ステップ、構成要素またはこれらの群の存在または追加を排除するものではないことが強調されなければならない。

【図 7 b)】



【図 8】

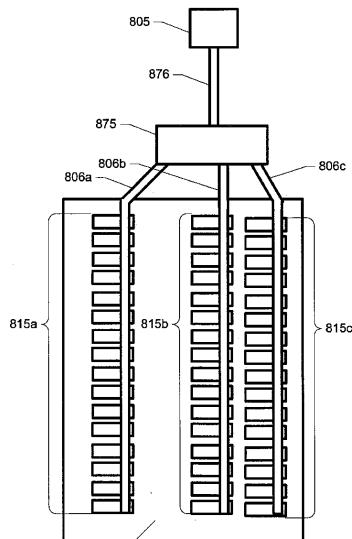


Fig. 8

【図 9 a】

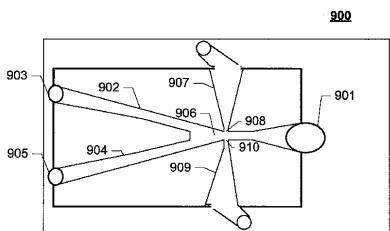


Fig. 9a

【図 9 b】

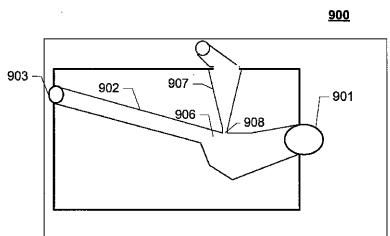


Fig. 9b

【手続補正書】

【提出日】平成24年4月23日(2012.4.23)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

船のハルに対する抵抗を低減させるための流体の泡を発生させるための機構であって、泡発生装置は、ハルの外面に取付け可能であり、機構は、前記泡を発生させるための1つ以上のマイクロ流体装置を含み、機構は、2つ以上の層を含む層構造を含み、層のうち少なくとも1つは、1つ以上のマイクロ流体装置のうち少なくとも一部を形成する微細構造を含み、前記層のうち少なくとも1つは、1つ以上のマイクロ流体装置に接続してマイクロ流体装置に圧縮空気を供給するための供給経路を含む、機構。

【請求項2】

マイクロ流体装置は、発生させた泡の泡サイズを制御するよう適合される、請求項1に記載の機構。

【請求項3】

少なくとも1つのマイクロ流体装置は、

- 流体の流れを供給するための入口ポートと、
- 船のハルに対する抵抗を低減させるための流体の泡を発生させるための第1のノズルを含む第1の経路とを含み、前記第1の経路は、中央チャンバを介して前記入口ポートと流体連通しており、前記少なくとも1つのマイクロ流体装置はさらに、
 - 前記第1のノズルを通る流れを制御するよう構成された第1の制御入口を含む第1の制御経路を含み、前記第1の制御入口は、前記中央チャンバを介して前記入口ポートおよび前記第1の経路と流体連通している、請求項1または2に記載の機構。

【請求項4】

少なくとも1つのマイクロ流体装置はさらに、

- 船のハルに対する抵抗を低減させるための流体の泡を発生させるための第2のノズルを含む第2の経路を含み、前記第2の経路は、前記中央チャンバを介して前記入口ポートおよび前記第1の制御入口と流体連通しており、前記第1の制御入口はさらに、前記第2のノズルを介して流れを制御するよう構成される、請求項1から3に記載の機構。

【請求項5】

少なくとも1つのマイクロ流体装置は、前記第1の制御入口を介して第1の制御流れを前記中央チャンバに供給することにより、前記入口ポートから前記第1のノズルへの総流れ抵抗を高めるよう構成される、請求項3または4に記載の機構。

【請求項6】

少なくとも1つのマイクロ流体装置は、前記第1の制御入口を通って流れる第1の制御流れを前記中央チャンバに供給することにより、前記第1の経路を通る流れを前記第2の経路へと切換えるよう構成され、これにより、前記第1の経路を通って流れたであろう流れのうち少なくとも50%は、前記第2の経路を通って流れるよう向きが変えられる、請求項4または5に記載の機構。

【請求項7】

前記少なくとも1つのマイクロ流体装置はさらに、

- 前記第1のノズルおよび前記第2のノズルを通る流れを制御するための第2の制御入口を含む第2の制御経路を含み、前記第2の制御入口は、前記中央チャンバを介して、前記入口ポート、前記第1のノズル、前記第2のノズルおよび前記第1の制御入口と流体連通している、請求項4から6のいずれかに記載の機構。

【請求項8】

少なくとも 1 つのマイクロ流体装置は、前記第 2 の制御入口を通る第 2 の制御流れを前記中央チャンバに供給することにより、前記第 2 の経路を通る流れを前記第 1 の経路へと切換えるよう構成され、これにより、前記第 2 の経路を通って流れたであろう流れの少なくとも 50 % は、前記第 1 の経路を通って流れるよう向きが変えられる、請求項 4 から 7 のいずれかに記載の機構。

【請求項 9】

前記少なくとも 1 つのマイクロ流体装置はさらに、前記第 1 の制御経路および前記第 2 の制御経路を接続するフィードバック経路を含み、これにより、前記第 1 の制御出口および前記第 2 の制御出口が直接流体連通する、請求項 7 または 8 に記載の機構。

【請求項 10】

第 1 の制御経路および / または第 2 の制御経路は、第 1 の制御経路および / または第 2 の制御経路を通る制御流れを発生させるよう構成された制御システムと流体連通している、請求項 3 から 9 のいずれかに記載の機構。

【請求項 11】

装置は、請求項 1 から 10 のいずれかに規定される複数のマイクロ流体装置を含む、請求項 1 から 10 のいずれかに記載の機構。

【請求項 12】

時間の経過とともに変化する流れである泡形成流体の流れを供給することにより、制御可能な泡サイズを有する泡を発生させるよう適合される、請求項 1 から 11 のいずれかに記載の機構。

【請求項 13】

マイクロ流体装置は、マイクロ流体発振器および / またはマイクロ流体発振器フリップフロップおよび / またはマイクロ流体增幅器および / またはマイクロ流体スイッチを含む、請求項 1 から 12 のいずれかに記載の機構。

【請求項 14】

機構は、既存の船に取付け可能である改装可能な装置である、請求項 1 から 13 のいずれかに記載の機構。

【請求項 15】

流体を泡の形状で排出するための複数の排出ノズルを備える、請求項 1 から 14 のいずれかに記載の機構。

【請求項 16】

複数セットのマイクロ流体装置を含み、各セットのマイクロ流体装置は、それぞれの泡サイズを有する泡を発生させるよう適合され、前記機構は、泡形成流体の供給流れを、前記セットのマイクロ流体装置のうち周波数とは異なる 1 つのセットまたはサブセットに選択的に方向付けるための流れセレクタを含む、請求項 1 から 15 のいずれかに記載の機構。

【請求項 17】

各セットのマイクロ流体装置は、それぞれの予め定められた周波数で泡を発生させるよう適合される、請求項 16 に記載の機構。

【請求項 18】

流体は空気などの気体である、請求項 1 から 17 のいずれかに記載の機構。

【請求項 19】

層のうち少なくとも 1 つは、1 つ以上のマイクロ流体装置のうち少なくとも一部を形成する微細構造面を含む、請求項 1 に記載の機構。

【請求項 20】

機構は、船のハルに機構を接合するための接合面と、接合面とは反対側にある凸状の外側とを含む、請求項 1 から 19 のいずれかに記載の機構。

【請求項 21】

流体を排出するための複数の排出ノズルを含み、各々の排出ノズルを囲む表面区域には親水性の表面が設けられている、請求項 1 から 20 のいずれかに記載の機構。

【請求項 2 2】

1つ以上のマイクロ流体装置の各々は、経路および／またはチャンバの平面的なシステムとして形成される、請求項1から2 1のいずれかに記載の機構。

【請求項 2 3】

マイクロ流体手段を含む装置を含む船のためのハルであって、前記装置は、流体の源に接続された複数の開口部を有し、前記複数の開口部は、流体が前記ハルに沿って流れる際に、ハルに向かう水の境界層において泡を形成するように、前記開口部を通じて流体を放出することができるよう配置され、流体発振器または別個の流体増幅器は、加圧下の空気の前記源と前記複数の開口部の各々との間に接続され、前記流体発振器または流体増幅器の各々は、開口部から放出される泡の泡サイズを変えることができるように制御可能であり、機構は、2つ以上の層を含む層構造を含み、層のうち少なくとも1つは、1つ以上のマイクロ流体装置のうち少なくとも一部を形成する微細構造を含み、前記層のうち少なくとも1つは、1つ以上のマイクロ流体装置に接続してマイクロ流体装置に圧縮空気を供給するための供給経路を含む、ハル。

【請求項 2 4】

船の穴に対する抵抗を低減させるための微泡を発生させるために船の外側に取付けられるよう適合された、マイクロ流体手段を含む、請求項1から2 2のいずれかに記載の装置の使用。

【請求項 2 5】

船のハルに対する抵抗を低減させる方法であって、

- ハルの外面に対して、請求項1から2 2のいずれかに記載の機構を取付けるステップと、
- 機構の排出ノズルを通じて前記泡発生流体を水中に排出することにより、ハルと前記ハルの周囲の水との間の境界において泡発生流体の泡を発生させるステップと、
- 時間の経過とともに変化する流れである泡形成流体の流れを供給することにより、発生させた泡のサイズを制御するステップとを含む、方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2011/060497

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B63B1/38 B01F3/04 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B63B B01F
--

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
--

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT
--

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2009/260561 A1 (TAKAHASHI YOSHIAKI [JP]) 22 October 2009 (2009-10-22)	1,11,14, 15,18, 21,22,25
Y	the whole document	2-10,12, 13,16, 17,19, 20,23, 24,26
Y	----- WO 2008/053174 A1 (UNIV SHEFFIELD [GB]; ZIMMERMAN WILLIAM BAUER JAY [GB]; TESAR VACLAV [C] 8 May 2008 (2008-05-08)	2-10,12, 13,16, 17,19, 20,23, 24,26
A	the whole document ----- -----	1 -/-

<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.
--

<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
--

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report
--

1 August 2011

09/08/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016
--

Authorized officer

Lindner, Volker

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2011/060497

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 524 660 A (DUGAN JEFFREY S [US]) 11 June 1996 (1996-06-11)	2-10,12, 13,16, 19,20, 23,24,26
A	the whole document -----	1
Y	US 7 080 664 B1 (AYER GEORGE [CA]) 25 July 2006 (2006-07-25)	2-10,12, 13,16, 19,20, 23,24,26
A	the whole document -----	1
Y	US 5 613 456 A (KUKLINSKI ROBERT [US]) 25 March 1997 (1997-03-25)	17
A	the whole document -----	1
A	US 6 186 085 B1 (KATO HIROHARU [JP] ET AL) 13 February 2001 (2001-02-13) the whole document -----	1
A	US 2002/014192 A1 (TAKAHASHI YOSHIAKI [JP] ET AL) 7 February 2002 (2002-02-07) the whole document -----	1
A	EP 0 903 287 A2 (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND [JP]; KATO HIROHARU [JP]) 24 March 1999 (1999-03-24) the whole document -----	1
A	JP 10 119875 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND) 12 May 1998 (1998-05-12) cited in the application abstract; figures -----	1
A	JP 10 175587 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND) 30 June 1998 (1998-06-30) cited in the application abstract; figures -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2011/060497

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2009260561	A1	22-10-2009		EP 2277770 A1 EP 2272748 A1 JP 4183048 B1 JP 2009274463 A JP 2009274704 A JP 4286313 B1 JP 2009274705 A JP 2009274706 A WO 2009128210 A1 WO 2009128211 A1 KR 20100125405 A KR 20100127860 A US 2011000418 A1		26-01-2011 12-01-2011 19-11-2008 26-11-2009 26-11-2009 24-06-2009 26-11-2009 26-11-2009 22-10-2009 22-10-2009 30-11-2010 06-12-2010 06-01-2011
WO 2008053174	A1	08-05-2008		AU 2007315935 A1 CA 2667840 A1 EP 2081666 A1 GB 2443396 A JP 2010508143 A KR 20090098963 A US 2010002534 A1		08-05-2008 08-05-2008 29-07-2009 07-05-2008 18-03-2010 18-09-2009 07-01-2010
US 5524660	A	11-06-1996		NONE		
US 7080664	B1	25-07-2006		NONE		
US 5613456	A	25-03-1997		NONE		
US 6186085	B1	13-02-2001		CA 2238036 A1 CN 1208384 A EP 0865985 A1 FI 981259 A		12-06-1997 17-02-1999 23-09-1998 31-07-1998
US 2002014192	A1	07-02-2002		KR 20010095242 A		03-11-2001
EP 0903287	A2	24-03-1999		BR 9803759 A CA 2244615 A1 CN 1209405 A FI 981784 A NO 983797 A		14-12-1999 22-02-1999 03-03-1999 23-02-1999 23-02-1999
JP 10119875	A	12-05-1998		NONE		
JP 10175587	A	30-06-1998		NONE		

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,R,S,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW