

(19)



(11)

EP 2 713 021 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

02.04.2014 Patentblatt 2014/14

(51) Int Cl.:

F01N 1/02 (2006.01)

B63G 8/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13181539.1**

(22) Anmeldetag: **23.08.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME

(30) Priorität: **01.10.2012 DE 102012217931**

(71) Anmelder: **ThyssenKrupp Marine Systems GmbH
24143 Kiel (DE)**

(72) Erfinder:

- **Wilken, Claas
24106 Kiel (DE)**
- **Becker, Dipl.-Ing. Roland
24226 Heikendorf (DE)**

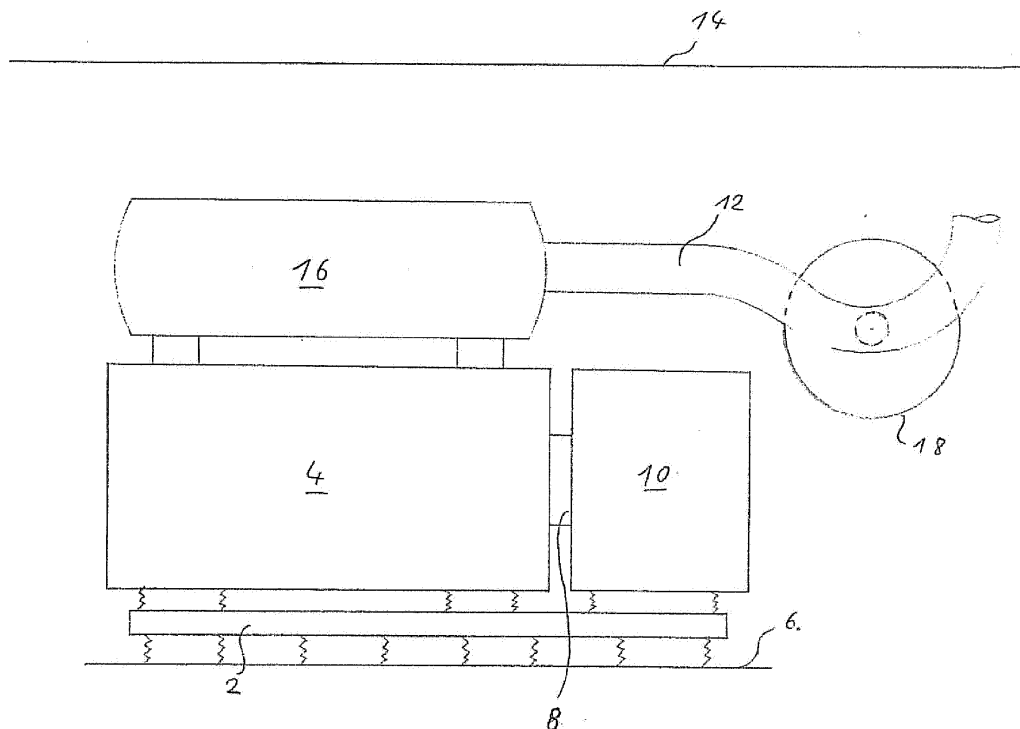
(74) Vertreter: **Patentanwälte Vollmann & Hemmer
Wallstraße 33a
23560 Lübeck (DE)**

(54) **Unterseeboot**

(57) Ein Unterseeboot weist mindestens einen Verbrennungsmotor (4) mit einer daran angeschlossenen Abgasleitung (12) auf. Die Abgasleitung (12) ist mit ei-

nem Helmholtz-Resonator (18) gekoppelt, dessen Resonanzfrequenz in Abhängigkeit von der Abgastemperatur gesteuert ist.

Fig. 1



EP 2 713 021 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Unterseeboot.

[0002] Bei der Konzeption militärischer Unterseeboote gehört es zu den grundlegenden Aufgaben, an Bord befindliche Geräuschquellen zu eliminieren oder die Geräuschentwicklung zumindest in größtmöglichem Maße zu reduzieren. So ist es bei diesel-elektrisch angetriebenen Unterseebooten erforderlich, den während des Betriebs der Dieselmotoren entstehenden Abgasschall zu verringern. Hierzu werden bislang in die Abgasleitung eingebaute Absorptionsschalldämpfer verwendet. Zwar wird der Abgasschall mit diesen Absorptionsschalldämpfern in einem großen Frequenzbereich gedämpft, es hat sich aber gezeigt, dass die Zündfrequenzen von in dem Unterseeboot befindlichen Verbrennungsmotoren trotz der Absorptionsschalldämpfer in der Außenumgebung des Unterseeboots noch deutlich wahrnehmbar sind.

[0003] Die Aufgabe der Erfindung besteht nun darin, ein Unterseeboot zu schaffen, bei dem die Frequenzpegel der von in dem Unterseeboot angeordneten Verbrennungsmotoren erzeugten Zündfrequenzen in ausreichendem Maße verringert werden.

[0004] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Unterseeboot mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen. Vorteilhafte Weiterbildungen dieses Unterseeboots ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie aus der Zeichnung. Hierbei können die in den Unteransprüchen angegebenen Merkmale jeweils für sich oder in geeigneter Kombination miteinander das Unterseeboot nach Anspruch 1 weiter ausgestalten.

[0005] Das erfindungsgemäße Unterseeboot weist mindestens einen Verbrennungsmotor mit einer daran angeschlossenen Abgasleitung auf. Bei dem Verbrennungsmotor kann es sich generell um jeden in einem Unterseeboot eingesetzten Verbrennungsmotor handeln. Vorzugsweise ist dieser Verbrennungsmotor aber ein Dieselmotor, der einem zum Aufladen einer Batterieanlage verwendeten Generator vorgeschaltet ist.

[0006] Gemäß der Erfindung ist die Abgasleitung mit einem Helmholtz-Resonator gekoppelt. Helmholtz-Resonatoren weisen üblicherweise einen Resonatorhals auf, an dem sich ein Resonatortopf, dessen Innenquerschnitt größer als derjenige des Resonatorhalses ist, anschließt. Zusätzlich zu dem Helmholtz-Resonator können in der Abgasleitung ein oder mehrere Absorptionsschalldämpfer angeordnet sein.

[0007] Helmholtz-Resonatoren eignen sich in besonderem Maße dazu, den Pegel einer bestimmten Frequenz zu verringern. In dem erfindungsgemäßen Unterseeboot soll der an der Außenseite der Abgasleitung angekoppelte Helmholtz-Resonator den von der Zündfrequenz des Verbrennungsmotors verursachten Abgasschall verringern. Allerdings verändert sich die Frequenz dieses Abgasschalls temperaturabhängig während der Anlaufphase des Motors und in Abhängigkeit von der abgenommenen Leistung des Verbrennungsmotors. Um

diesem Umstand Rechnung zu tragen, ist gemäß der Erfindung vorgesehen, dass die Resonanzfrequenz des Helmholtz-Resonators in Abhängigkeit von der Abgastemperatur gesteuert ist.

[0008] Es ist bekannt, die Resonanzfrequenz eines Helmholtz-Resonators durch Verändern des Volumens des Resonatorhalses und/oder des Resonatortopfes zu verändern. Dementsprechend ist gemäß der Erfindung vorgesehen, die Resonanzfrequenz des Helmholtz-Resonators dadurch zu steuern, dass das Volumen von Resonatorhals und/oder Resonatortopf in Abhängigkeit von der Abgastemperatur an die sich mit der Abgastemperatur ändernden Frequenz des Abgasschalls angepasst wird. Diese Maßnahme stellt sicher, dass der Abgasschall auch bei temperaturbedingten Frequenzänderungen, beispielsweise beim Anfahren des Verbrennungsmotors oder bei Änderung der abgenommenen Leistung des Verbrennungsmotors mit dem Helmholtz-Resonator in bestmöglicher Weise verringert wird und günstigstenfalls eliminiert wird.

[0009] Zur Steuerung der Resonanzfrequenz des erfindungsgemäß verwendeten Helmholtz-Resonators können die Länge des Resonatortopfes, dessen Querschnitt sowie die Länge oder der Querschnitt des Resonatorhalses veränderbar ausgebildet sein. Konstruktive Ausgestaltungen von Helmholtz-Resonatoren, die dies ermöglichen, sind aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt. Konstruktiv besonders einfach kann zur Steuerung der Resonanzfrequenz des Helmholtz-Resonators die Länge des Resonatorhalses veränderbar sein. Insofern ist erfindungsgemäß eine Ausgestaltung bevorzugt, bei der der Resonatorhals des Helmholtz-Resonators eine einstellbare Länge aufweist. Hierbei wird die Länge des Resonatorhalses derart gesteuert, dass sie sich bei einer Temperaturzunahme des Abgases vergrößert und sich bei einer Abnahme der Abgastemperatur verringert.

[0010] Diese einstellbare Länge des Resonatorhalses wird vorzugsweise dadurch erreicht, dass der Resonatorhals teleskopierbar ausgebildet ist. Demzufolge weist der Resonatorhals zumindest zwei ineinandergreifende Abschnitte auf, die in gewissem Maße relativ zueinander bewegbar sind, wodurch sich die Länge des Resonatorhalses bei quasi gleichbleibendem Querschnitt des Resonatorhalses verändern. Neben der teleskopierbaren Ausgestaltung des Resonatorhalses sind auch andere konstruktive Lösungen denkbar, die eine einstellbare Länge des Resonatorhalses ermöglichen. Beispielsweise lässt sich diese einstellbare Länge des Resonatorhalses auch bei einer Ausgestaltung der Außenwandung des Resonatorhalses erzielen, bei der zwei Abschnitte des Resonatorhalses über eine Gewindeverbindung miteinander verbunden sind.

[0011] Bei einer teleskopierbaren Ausgestaltung des Resonatorhalses ist bevorzugt vorgesehen, dass ein Abschnitt des Resonatorhalses von einer Ringkammer gebildet wird, deren Volumen in Teleskopierrichtung, d. h. in Längsrichtung des Resonatorhalses veränderbar ist. In diesem Fall wird die Ringkammer zweckmäßigerweise

in Teleskopierrichtung des Resonatorhalses von einer Wandung begrenzt, die unter Veränderung des Volumens der Ringkammer in einem gewissen Bereich in Teleskopierrichtung des Resonatorhalses verschiebbar ist. Auf dieser Wandung kann ein zweiter Abschnitt des Resonatorhalses angeordnet sein oder diese Wandung kann von einem zweiten Abschnitt des Resonatorhalses gebildet sein, welcher in die Ringkammer eingreift.

[0012] In diesem Zusammenhang ist vorteilhaft eine Ausgestaltung vorgesehen, bei der der Resonatorhals einen hohlzylindrischen, doppelwandigen Abschnitt aufweist. Hierbei bildet ein Zwischenraum zwischen einer inneren Wandung und einer äußeren Wandung die Ringkammer, in welcher ein ringförmiger Kolben eingreift, der den zweiten Abschnitt des Resonatorhalses bildet. Die zwischen der inneren und äußeren Wandung des doppelwandigen Abschnitts des Resonatorhalses ausgebildete Ringkammer kann vorteilhaft zur Aufnahme von Mitteln dienen, mit denen dessen verschiebbare Wandung bzw. der zweite Abschnitt des Resonatorhalses in Abhängigkeit von der Abgastemperatur bewegt werden kann.

[0013] Bevorzugt ist die Ringkammer mit einem Fluid gefüllt. Ziel dieser Maßnahme ist es, eine bei Erwärmung des Fluids stattfindende Volumenausdehnung des Fluids dazu zu nutzen, das Volumen der Ringkammer und damit einhergehend die Länge des Resonatorhalses zu vergrößern. Die Art des in der Ringkammer gefüllten Fluids ist grundsätzlich beliebig, wobei das geeignetste Fluid typischerweise in Abhängigkeit von der konstruktiven Ausgestaltung des Helmholtz-Resonators und der erforderlichen Längenänderung des Resonatorhalses zu wählen ist.

[0014] Zweckmäßigerweise sollte sich die Temperatur des in der Ringkammer befindlichen Fluids in direkter Abhängigkeit von der Abgastemperatur ändern. Um dies sicherzustellen, ist die Ringkammer vorzugsweise in wärmeleitender Verbindung mit der Abgasleitung angeordnet. D. h. die Ringkammer ist derart angeordnet, dass ein Wärmefluss von dem Abgas zu dem Fluid in der Ringkammer stattfinden kann.

[0015] In besonders einfacher Weise wird dieser Wärmefluss von dem Abgas zu dem Fluid dann möglich, wenn, wie es gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung vorgesehen ist, die Ringkammer ein direkt an die Abgasleitung angrenzender Abschnitt des Resonatorhalses ist, sodass die Wärme des Abgases direkt über die Außenwandung der Abgasleitung und eine Innenwandung der Ringkammer auf das Fluid in der Ringkammer übertragen werden kann.

[0016] Alternativ zu einem in einem in einer Ringkammer mit veränderbarem Volumen angeordneten Fluid kann bei einer teleskopierbaren Ausgestaltung des Resonatorhalses, bei der zwei Resonatorhalsabschnitte über eine Gewindeverbindung miteinander verbunden sind, vorteilhafterweise auch ein Bimetallfederelement vorgesehen sein, das mit einem Abschnitt des Resonatorhalses derart bewegungsgekoppelt ist, dass dieser

Abschnitt des Resonatorhalses durch eine temperaturbedingte Verformung des Bimetallfederelements relativ zu dem anderen Abschnitt des Resonatorhalses verdreht wird, wodurch sich die Länge des Resonatorhalses ändert. Hierbei kann die Bewegungskopplung des Bimetallfederelements mit dem entsprechenden Abschnitt des Resonatorhalses direkt erfolgen, das Bimetallfederelement also direkt mit diesem Abschnitt des Resonatorhalses verbunden sein, oder es kann eine indirekte Bewegungskopplung des Bimetallfederelements mit diesem Abschnitt des Resonatorhalses vorgesehen sein, wobei zwischen dem Bimetallfederelement und dem teleskopierbaren Abschnitt des Resonatorhalses eine Mechanik zur Bewegungsübertragung angeordnet ist.

[0017] Zweckmäßigerweise ist bei Einsatz eines Bimetallfederelements dieses in wärmeleitender Verbindung mit der Abgasleitung angeordnet. So ist das Bimetallfederelement bevorzugt direkt an der Außenseite der Abgasleitung angeordnet. Hierbei ist das Bimetallfederelement bevorzugt außenseitig des Resonatorhalses angeordnet, sodass die Bewegungskopplung des Bimetallfederelements mit dem teleskopierbaren Abschnitt des Resonatorhalses außenseitig des Resonatorhalses erfolgt. Nachfolgend ist die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der Zeichnung zeigt jeweils schematisch stark vereinfacht

Fig. 1 in einer Prinzipskizze einen Abschnitt eines Unterseeboots mit einem darin angeordneten Verbrennungsmotor mit daran angeschlossener Abgasleitung, welche mit einem Helmholtz-Resonator gekoppelt ist,

Fig. 2 den in Fig. 1 dargestellten Helmholtz-Resonator in vergrößerter perspektivischer Darstellung und

Fig. 3 in einer vergrößerten Schnittdarstellung einen Resonatorhals des in den Figuren 1 und 2 dargestellten Helmholtz-Resonators.

Fig. 4 in einer vergrößerten Schnittdarstellung einen Resonatorhals eines Helmholtz-Resonators mit gewindeartiger Teleskopier-einrichtung und

Fig. 5 Schnittansicht entlang einer Schnittnlinie V - V in Fig. 4

[0018] In dem in Fig. 1 dargestellten Abschnitt eines Unterseeboots ist auf einem Fundament 2 ein Verbrennungsmotor 4 schwingungsgedämpft gelagert. Bei dem Verbrennungsmotor 4 handelt es sich um einen Dieselmotor. Das Fundament 2 ist schwingungsgedämpft auf einem Deck 6 des Unterseeboots gelagert. Über seine Antriebswelle 8 ist der Verbrennungsmotor 4 mit einem Generator 10 gekoppelt, der auf dem Fundament 2

schwingungsgedämpft neben dem Verbrennungsmotor 4 aufgestellt ist. Der Generator 10 dient zum Aufladen einer in der Zeichnung nicht dargestellten Batterieanlage des Unterseeboots.

[0019] An dem Verbrennungsmotor 4 ist eine Abgasleitung 12 angeschlossen. Die Abgasleitung 12 ist in Fig. 1 nur teilweise dargestellt und führt, aus Fig. 1 nicht ersichtlich, durch eine Druckkörperwandung 14 nach außerhalb des Druckkörpers des Unterseeboots. Direkt ausgangsseitig des Verbrennungsmotors 4 ist in der Abgasleitung 12 ein Absorptionsschalldämpfer 16 angeordnet.

[0020] Ausgangsseitig des Absorptionsschalldämpfers 16 ist die Abgasleitung 12 mit einem Helmholtz-Resonator 18 gekoppelt. Der Helmholtz-Resonator 18 dient insbesondere dazu, den von der Zündfrequenz des Verbrennungsmotors 4 verursachten Abgasschall zu verringern und günstigstenfalls vollständig zu eliminieren. Wie insbesondere aus Fig. 2 deutlich wird, weist der Helmholtz-Resonator 18 einen Resonatorhals 20 auf, der direkt an der Abgasleitung 12 angeschlossen ist. An dem von der Abgasleitung 12 abgewandten Ende des Resonatorhalses 20 schließt sich ein Resonatortopf 22 des Helmholtz-Resonators 18 an, der zu dem Resonatorhals 20 hin offen, ansonsten aber geschlossen ausgebildet ist. Zur Schaffung einer Strömungsverbindung von der Abgasleitung 12 in den Helmholtz-Resonator 18 ist an der Abgasleitung 12 eine Öffnung 24 ausgebildet (Fig. 3). Über diese Öffnung 24 kann von dem Verbrennungsmotor 4 erzeugtes Abgas in dem in Wesentlichen rohrförmig ausgebildeten Resonatorhals 20 und von dort in den hohlzylindrisch ausgebildeten Resonatortopf 22 strömen.

[0021] Um die Resonatorfrequenz des Helmholtz-Resonators 18 in Abhängigkeit von der Temperatur des Abgases steuern zu können, ist dessen Resonatorhals 20 teleskopierbar ausgebildet. Hierzu ist ein direkt an die Abgasleitung 12 anschließender Abschnitt des Resonatorhalses 20 doppelwandig mit einer inneren rohrförmigen Wandung 24 und einer hierzu konzentrisch angeordneten äußeren rohrförmigen Wandung 26 gestaltet. Ein Zwischenraum zwischen der inneren Wandung 24, die sich direkt außenseitig der an der Abgasleitung 12 ausgebildeten Öffnung 24 anschließt, und der äußeren Wandung 26 bildet eine Ringkammer 30. Diese Ringkammer 30 wird an einem Ende von der Außenseite der Abgasleitung 12 verschlossen. Das andere, von der Abgasleitung 12 abgewandte Ende der Ringkammer 30 ist offen ausgebildet. In dieses offene Ende der Ringkammer 30 greift ein ringförmiger Kolben 32 ein, der an einer dem Resonatorhals 20 zugewandten Stirnseite des Resonatortopfes 22 angeordnet ist und dort eine Öffnung 34 umgibt, die eine Strömungsverbindung von dem Resonatorhals 20 zu dem Resonatortopf 22 bildet. Der Kolben 32 ist in der Ringkammer 30 mit geringem Spiel in Längsrichtung des Resonatorhalses beweglich geführt und bildet einen zweiten Abschnitt des Resonatorhalses 20. Die Öffnung 34 umgebend ist an der dem Resona-

torhals 20 zugewandten Stirnseite des Resonatortopfes 22 ein rohrförmiger Vorsprung 36 ausgebildet, der mit geringem, radialem Spiel in den Resonatorhals 20 eingreift.

[0022] In der Ringkammer 30 ist ein Raum, der von der Außenseite der Abgasleitung 12 und dem Ende des Kolbens 32 begrenzt wird, vollständig mit einem Fluid gefüllt. Kommt es beispielsweise während des Anfahrens des Verbrennungsmotors 4 zu einer Zunahme der Abgastemperatur, führt dies auch zu einer Temperaturzunahme des in der Ringkammer 30 befindlichen Fluids. Dies wiederum bewirkt eine Wärmeausdehnung des in der Ringkammer 30 befindlichen Fluids, wodurch der in der Ringkammer 30 eingreifende Kolben 32 von dem Fluid in Richtung von der Abgasleitung 12 weggedrückt wird, sodass sich die Länge des Resonatorhalses 20 vergrößert, der Resonatorhals 20 also teleskopiert wird. In umgekehrter Weise bewirkt eine Verringerung der Abgastemperatur aufgrund der damit verbundenen Abnahme der Fluidtemperatur eine Volumenverringering des Fluids in der Ringkammer 30, wodurch sich der Kolben 32 in Richtung der Abgasleitung 12 bewegt, sodass sich die Länge des Resonatorhalses verringert. Bei geeigneter konstruktiver Auslegung des Helmholtz-Resonators 18 sowie bei Wahl eines geeigneten Fluids ermöglicht dies die Resonanzfrequenz des Helmholtz-Resonators 18 derart zu steuern, dass der von der Zündfrequenz des Verbrennungsmotors 4 hervorgerufene Abgasschall günstigstenfalls eliminiert wird, zumindest aber in ganz erheblichem Maße verringert wird.

[0023] Bei dem in den Figuren 4 und 5 dargestellten Resonatorhals 20' ist ein Rohrstück 38 an der Außenseite der Abgasleitung 12 mit dieser verschweißt. Das Rohrstück 38, welches einen ersten feststehenden Abschnitt des Resonatorhalses 20' bildet, umschließt hierbei die an der Abgasleitung 12 ausgebildete Öffnung 24.

[0024] Um das Rohrstück 38 herum ist eine Hülse 40 angeordnet. Die Hülse 40 ist um eine Mittelachse A des Resonatorhalses 20' drehbar. Im Bereich eines an die Abgasleitung 12 angrenzenden Endes der Hülse 40 ist ein Vorsprung 42 ausgebildet, der radial in das Innere der Hülse 40 ragt. Dieser Vorsprung 42 greift in eine an dem Außenumfang des Rohrstücks 38 ausgebildete Nut 44 ein, die sich um den gesamten Umfang des Rohrstücks 38 erstreckt. Dies verhindert, dass sich die Hülse 40 in Richtung der Mittelachse A des Resonatorhalses 20 bewegen kann. Ausgehend von einem an der Abgasleitung 12 abgewandten Ende der Hülse 40 weist die Hülse 40 ein Innengewinde 46 auf. Das Innengewinde 46 endet an einem an dem Innenumfang der Hülse 40 angrenzend an den Vorsprung 42 ausgebildeten Freistich 48.

[0025] An dem Innengewinde 46 der Hülse 40 ist ein Rohrstück 50 verschraubt. Hierzu weist das Rohrstück 50 ein Außengewinde 52 auf. Das Rohrstück 50 bildet einen zweiten Abschnitt des Resonatorhalses 20', an dem ein Resonatortopf 22 angeordnet ist, wobei eine Öffnung 34 eine Strömungsverbindung von dem Resona-

torhals 20' zu dem Resonatorkopf 22 bildet. An der Innenseite des Rohrstücks 50 ist ausgehend von einem der Abgasleitung 12 zugewandten Ende des Rohrstücks 50 eine parallel zur Mittelachse A des Resonatorhalses 20' ausgerichtete Längsnut 54 ausgebildet. In diese Längsnut 54 greift eine Passfeder 56 ein, die in einer an der äußeren Mantelfläche des Rohrstücks 38 ausgebildeten Ausnehmung 58 festgelegt ist. Hierdurch ist das Rohrstück 50 gegen ein Verdrehen um die Mittelachse A des Resonatorhalses 20' gesichert.

[0026] An der äußeren Mantelfläche der Hülse 40 ist in einem an die Abgasleitung 12 angrenzenden Bereich ein Hebel 60 angeordnet, der sich radial nach außen erstreckt. Wie aus Fig. 5 deutlich wird, ist mit dem Hebel 60 ein an der Außenseite der Abgasleitung 12 befestigtes Bimetallfederelement 62 verbunden. Das Bimetallfederelement 62 ist als eine Spiralfeder ausgebildet.

[0027] Erhöht sich die Temperatur in der Abgasleitung 12, führt dies zu einer Erwärmung des Bimetallfederelements 62, welches sich daraufhin ausdehnt. Hierdurch wird eine Kraft auf den Hebel 60 ausgeübt, die bewirkt, dass sich das Rohrstück 50 aus dem Innengewinde 46 der Hülse 40 herausschraubt, so dass sich die Länge des Resonatorhalses 20' und damit dessen Volumen vergrößert. In umgekehrter Weise hat eine Verringerung der Abgastemperatur zur Folge, dass sich das Bimetallfederelement 62 zusammenzieht, wodurch sich das Rohrstück 50 weiter in die Hülse 40 einschraubt und sich Länge und Volumen des Resonatorhalses 20' verringern.

Bezugszeichenliste

[0028]

2	Fundament
4	Verbrennungsmotor
6	Deck
8	Antriebswelle
10	Generator
12	Abgasleitung
14	Druckkörperwandung
16	Absorptionsschalldämpfer
18	Helmholtz-Resonator
20, 20'	Resonatorhals
22	Resonatorkopf
24	Öffnung
26	Wandung
28	Wandung
30	Ringkammer
32	Kolben
34	Öffnung
36	Vorsprung
38	Rohrstück
40	Hülse
42	Vorsprung
44	Nut
46	Innengewinde
48	Freistich

50	Rohrstück
52	Außengewinde
54	Längsnut
56	Passfeder
58	Ausnehmung
60	Hebel
62	Bimetallfederelement
A	Mittelachse

10

Patentansprüche

1. Unterseeboot mit mindestens einem Verbrennungsmotor (4) und einer daran angeschlossenen Abgasleitung (12), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abgasleitung (12) mit einem Helmholtz-Resonator (18) gekoppelt ist, dessen Resonanzfrequenz in Abhängigkeit von der Abgastemperatur gesteuert ist.
2. Unterseeboot nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Resonatorhals (20) des Helmholtz-Resonators (18) eine einstellbare Länge aufweist.
3. Unterseeboot nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Resonatorhals (20) teleskopierbar ausgebildet ist.
4. Unterseeboot nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Abschnitt des Resonatorhalses (20) von einer Ringkammer (30) gebildet wird, deren Volumen in Teleskopierichtung des Resonatorhalses (20) veränderbar ist.
5. Unterseeboot nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Resonatorhals (20) einen hohlzylindrischen, doppelwandigen Abschnitt aufweist, wobei ein Zwischenraum zwischen einer inneren Wandung (26) und einer äußeren Wandung (28) die Ringkammer (30) bildet, in welche ein ringförmiger Kolben (32) eingreift, welcher einen zweiten Abschnitt des Resonatorhalses (20) bildet.
6. Unterseeboot nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ringkammer (30) mit einem Fluid gefüllt ist.
7. Unterseeboot nach einem der Ansprüche 4 - 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ringkammer (30) in wärmeleitender Verbindung mit der Abgasleitung (12) angeordnet ist.
8. Unterseeboot nach einem der Ansprüche 4 - 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ringkammer (30) ein direkt an die Abgasleitung angrenzender Abschnitt des Resonatorhalses (20) ist.
9. Unterseeboot nach einem der Ansprüche 2 - 8, **da-**

durch gekennzeichnet, dass Bimetallfederelement vorgesehen ist, welches mit einem teleskopierbaren Abschnitt des Resonatorhalses (20) bewegungsgekoppelt ist.

5

10. Unterseeboot nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bimetallfederelement in wärmeleitender Verbindung mit der Abgasleitung (12) angeordnet ist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

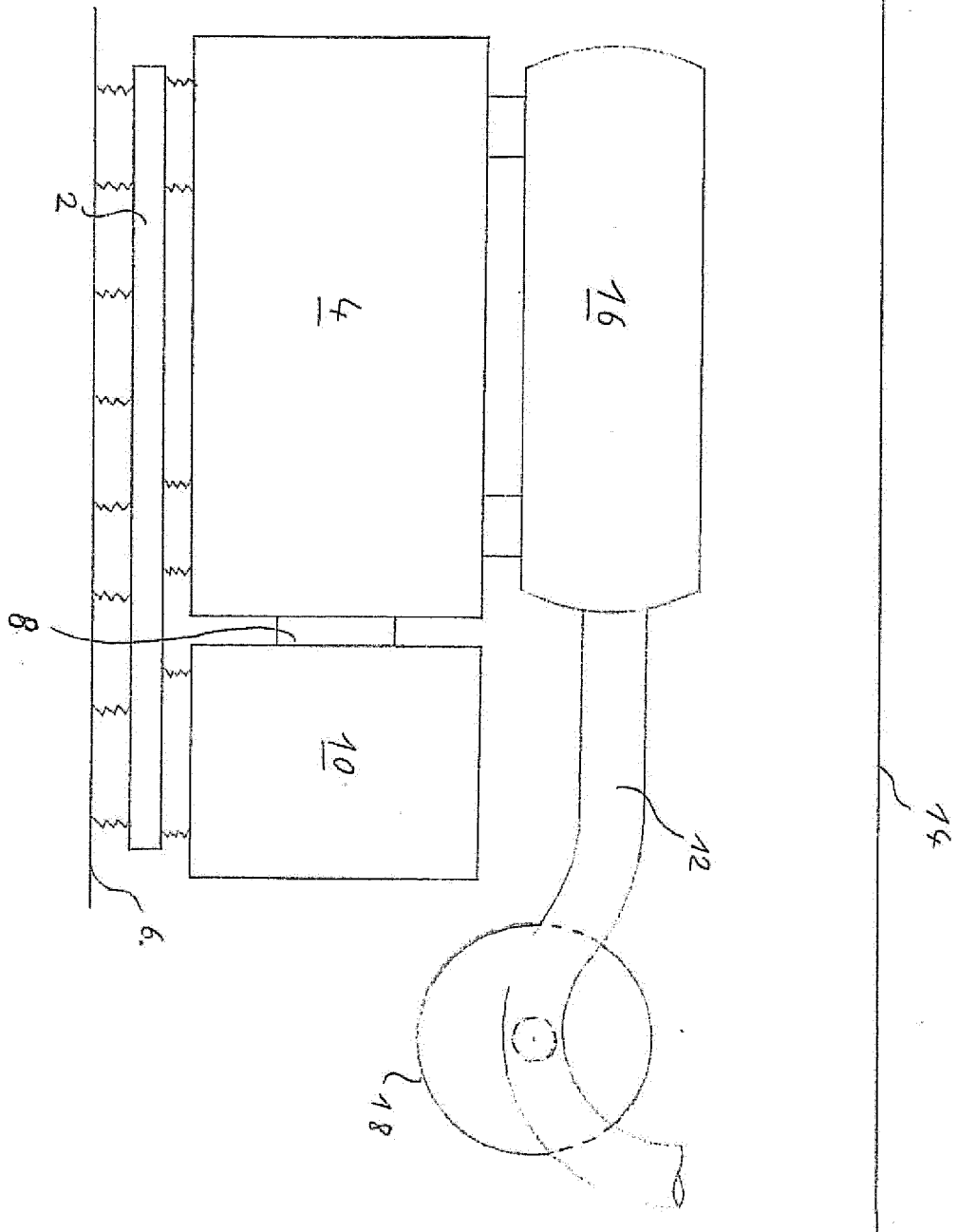


Fig. 2

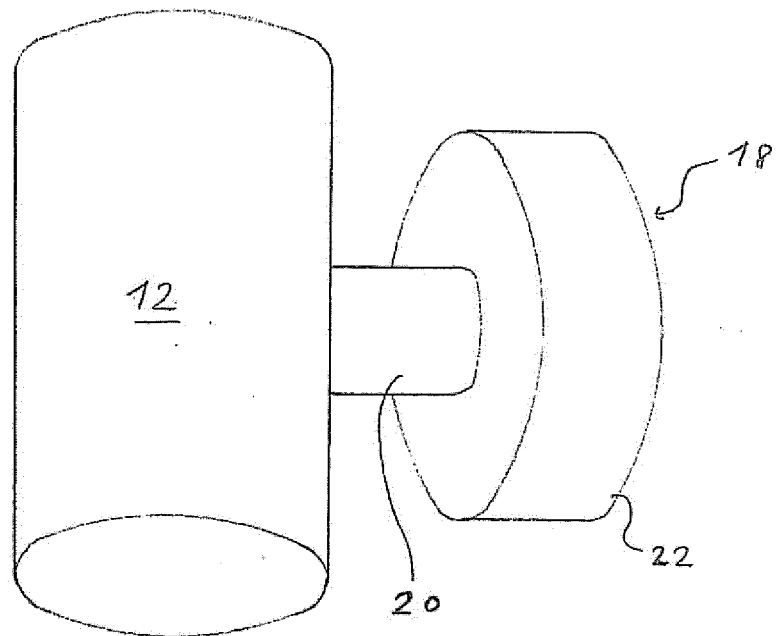


Fig. 3

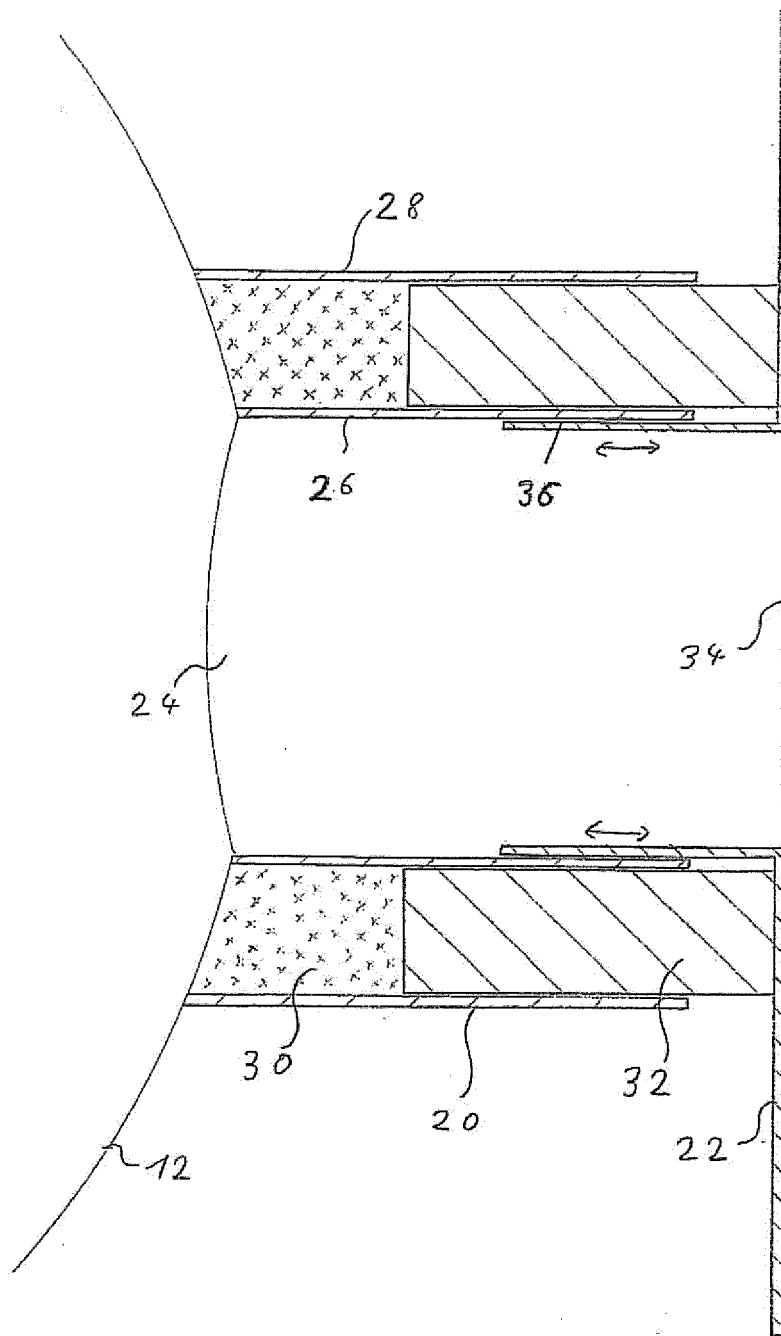


Fig. 4

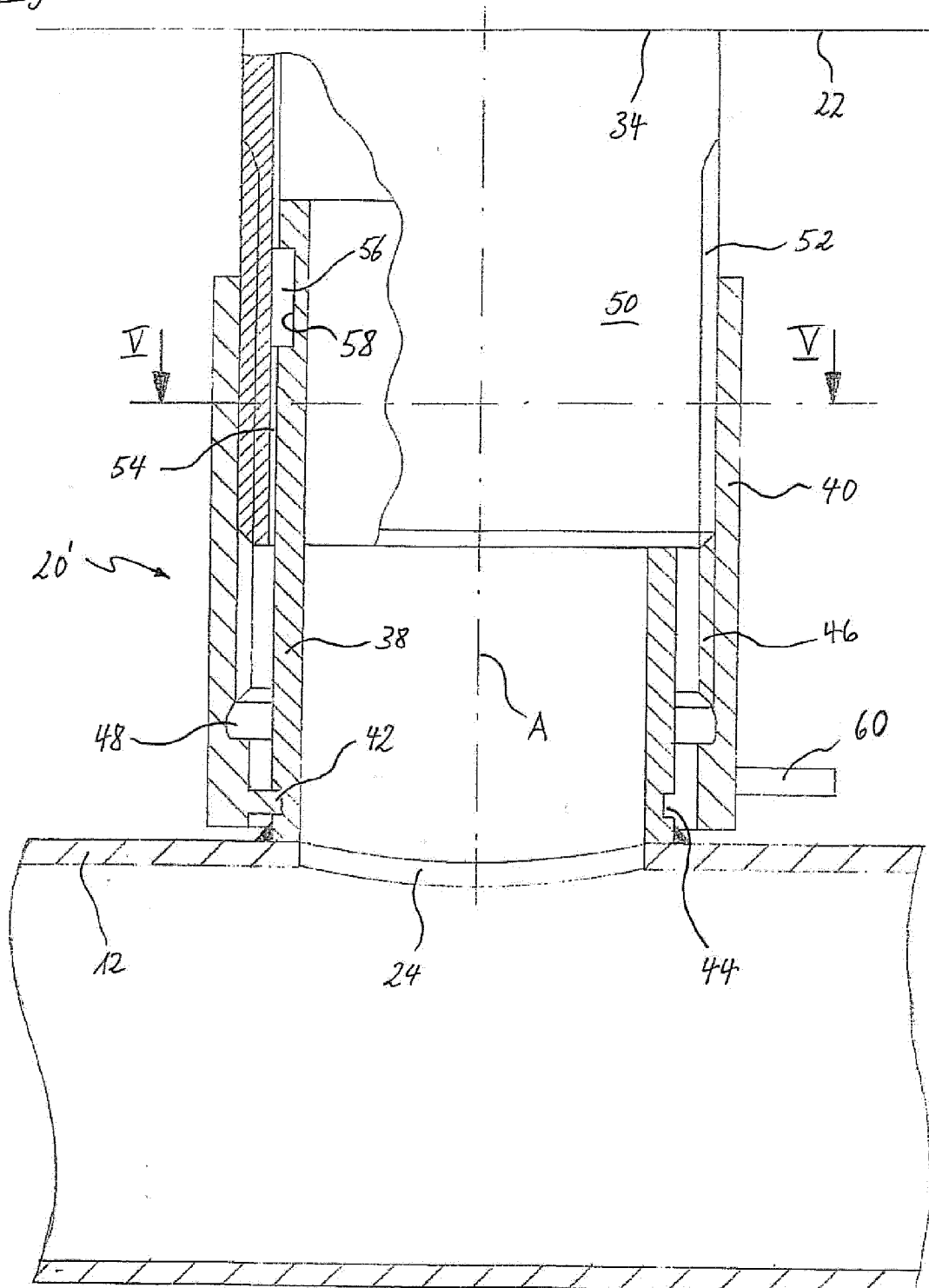


Fig. 5

