

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **87109782.0**

51 Int. Cl. 4: **B63B 35/08**

22 Anmeldetag: **07.07.87**

30 Priorität: **09.09.86 DE 3630578**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.03.88 Patentblatt 88/12

84 Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB IT NL SE

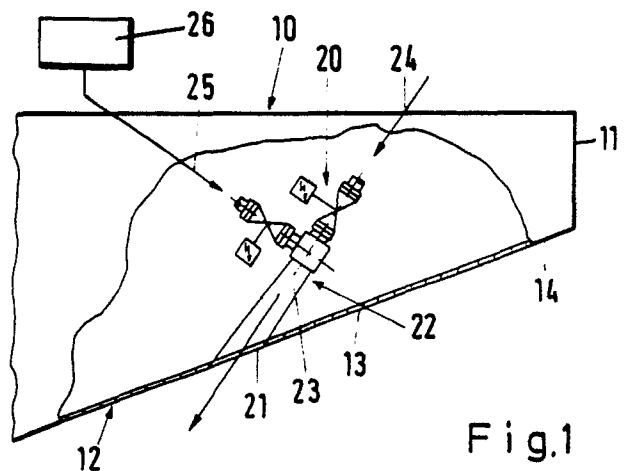
71 Anmelder: **Thyssen Nordseewerke GmbH**
Am Zungenkal
D-2970 Emden(DE)

72 Erfinder: **Herkens, Hermann, Dipl.-Ing.**
Sielweg 66
D-2970 Emden(DE)
Erfinder: **Schüler, Oskar, Dipl.-Ing.**
Fichtenstrasse 7
D-2956 Warsingsfehn(DE)

74 Vertreter: **Patentanwälte Dipl.-Ing. J. Richter**
Dipl.-Ing. F. Werdermann
Neuer Wall 10
D-2000 Hamburg 36(DE)

54 **Eisbrechendes Schiff.**

57 Zur Verminderung der an der Außenhaut (13) des Schiffskörpers eines eisbrechenden Schiffes wirkenden Adhäsions- und Reibungskräfte von Schnee und Eis, insbesondere der Kräfte ruhender Reibung bei einem Festkommen des Schiffes in Eishindernissen, werden in dem Schiffskörper vorhandene und zur Verfügung stehende Wärmequellen verwendet, um die kritischen Außenhautzonen (13) des Schiffskörpers warmzuhalten, wobei ein Gemisch aus Außenwasser (24) und heißen Abgasen (25) der Maschinenanlagen (26) in den kritischen Außenhautzonen ausgestoßen wird.



EP 0 260 395 A2

Eisbrechendes Schiff

Die Erfindung betrifft ein eisbrechendes Schiff.

Bei Schiffen mit traditionellen eisbrechenden Schiffen mit spitzen Bugen werden über die Schiffsaußenhaut, insbesondere im Wasserlinienbereich der keilförmigen Bugwasserlinien und der vorderen Schultern der Schiffen sehr hohe Außenkräfte horizontal in die Eisfläche eingeleitet, wobei die Eisfläche durch Kompressions- und Biegebrüche zerstört wird. Die hohen Außenkräfte, besonders in diesen kritischen Außenhautzonen, führen zu sehr hohen, dem Biegebruch der Eisfläche und der Propulsion des Schiffes entgegenwirkenden Reibungskraft-Komponenten.

Bei Schiffen mit günstiger Bugform zum Eisbrechen werden vor dem Schiff Bruchlinien im Eis erzeugt, die quer zur Schiffslängsachse verlaufen und somit Eisschollen erhalten werden, die zunächst eine Breite haben, die der Breite des Schiffskörpers entsprechen. Diese Eisschollen werden unter den Schiffskörper gedrückt, in einer gewissen Tiefe planmäßig in zwei Hälften zerbrochen und danach zu den Seiten abgeführt. Bei diesem Vorgang wird die Eisscholle mit ihrer ursprünglichen Oberfläche von der Außenhaut des Vorschiffs geführt. An ihrer Vorderkante stützt sich die Scholle gegen das ungebrochene Eis. Die Stützkraft, welche schräg von unten nach vorn gegen das ungebrochene Eis wirkt, ist in ihrer Wirkrichtung mit einer Komponente jener Kraft entgegengesetzt, welche das Eis vor dem Schiff in die eingangs geschilderte schiffsbreite Scholle zerkleinern soll; sie wirkt also brechkraftmindernd. Gleichzeitig muß das Schiff die Längskomponente dieser Kraft durch erhöhten Propellerschub aufbringen. Da auch die Längskomponente der Brechkraft durch den Schub des Propellers aufgebracht werden muß, wirkt sich die Abstützung der gebrochenen Scholle und aller hinter ihr liegenden Schollen nach vorn gleich zweifach im Propellerschub aus, wobei alle unter dem Schiffsboden "klebenden" Schollen gemeinsam zweifach wirken, und zwar erstens durch die dem Schub entgegengesetzte Reibkraftkomponente und zweitens durch die der brechenden Kraft entgegengesetzte Reibkraftkomponente. Die erste Reibkraftkomponente fördert somit einen höheren Propellerschub auch dann, wenn die Reibung einer anderen Umgebung als von dem vorne liegenden Eis aufgenommen wurde. Die zweite Komponente löscht einen Teil der brechenden Kraft aus, so daß das Schiff durch weitere Erhöhung des Schubes noch höher auf das Eis geschoben werden müßte, als wenn keine Reibkraft vorhanden wäre.

Aus der DE-A 21 12 334 ist ein Schiff mit Eisbrecherbug bekannt, dessen Rumpf in ein Unterwasser-Vorschiff mit zwei keilförmig ausgebildeten Eisbrecherstegen übergeht, die zwischen sich eine Rinne einschließen. Am hinteren Ende der Rinne ist eine schneepflugartige Leitvorrichtung unter dem Schiffsboden angeordnet. Die dabei entstehenden vielen kleinen Eisschollen sind nicht unter die seitliche feste Eisdecke schiebbar, sondern sie schwimmen in den Zwischenraum zwischen dem Schiffskörper und der seitlichen festen Eisdecke auf und verursachen an der Schiffsaußenhaut eine erhöhte Reibung bzw. sie sammeln sich in der Rinne und gleiten mitschiffs unter dem Schiff bis in den Propellerbereich. Daher hat ein solches Schiff einen erhöhten Leistungsbedarf und die Propeller sind der schädigenden Wirkung von Eisschollen ausgesetzt.

Des weiteren ist durch die EP-A 00 79 002 die Form eines Vorschiffs, z.B. für Eisbrecher, bekannt. Hierzu ist ein Schiff für eine Fahrt in offenem oder eisbedecktem Wasser mit einem oberhalb der Wasserlinie liegenden, pontonförmigen Vorschiff, das parallel zueinander verlaufende Seitenwände und eine sich über die gesamte Schiffsbreite erstreckende und im Unterwasserschiff eine ebene und stark nach vorn geneigt ausgebildete Stirnfläche aufweist, die nach hinten zu in einen Mittelkiel übergeht, und mit einem Hinterschiff und mit in diesem untergebrachten Antriebseinrichtungen versehen ist, in der Weise ausgebildet, daß die Seitenkanten im Übergangsbereich der Vorschiffsseitenwände zur Stirnfläche in Seitenkantenlängsrichtung verlaufend gekrümmt und gegenüber den von den Vorschiffsseitenwänden gebildeten Ebenen seitlich derart hervortretend sind, daß der Abstand zwischen den unter der Konstruktionswasserlinie liegenden Seitenkanten die größte Breite des Unterwasserschiffes bildet, wobei die Unterseiten der Spanten zwischen den beiden Seitenkanten von dem Punkt der Schiffslänge an, an dem die Stirnfläche in den Mittelkiel übergeht, bis zu dem Punkt, an dem dieser den Schiffsboden erreicht, querschiffs nach unten durchgewölbt oder durchgeknickt ausgebildet sind. Aufgrund dieser konstruktiven Ausgestaltung soll ein Schiff mit einem geringen Leistungsbedarf für den Vortrieb ohne großen technischen, konstruktiven Aufwand und insbesondere mit eisbrechenden Eigenschaften geschaffen sein, wobei die Bedingungen für den Scherbruch einer einteiligen Scholle aus der festen Eisdecke noch günstiger gestaltet und die Führung der Scholle unter das

Wasser bei verminderter Gefahr der Schollenzerkleinerung zu vielen Bruchstücken verbessert wird, so daß das seitliche Verbringen der Scholle unter die feste Eisdecke noch zuverlässiger erzielt wird.

Bei allen eisbrechenden Schiffen wirkt sich die Abstützung der gebrochenen Eisscholle und der hinter dieser liegenden Eisschollen nach vorne mehrfach im Propellerschub aus. Diese Abstützung nach vorne wäre nicht erforderlich, wenn keine Reibungskräfte zwischen der Schiffshaut und der Eisoberfläche der untergetauchten Eisschollen vorhanden wären. Diese Reibungskräfte können nie ganz verhindert werden, jedoch hängt ihre Größe entscheidend von der Ausführung des Kontaktes zwischen der Eisoberfläche und der Schiffshaut ab. Von entscheidender Bedeutung ist dabei das Vorhandensein eines Schmierfilms zwischen der Schiffshaut und dem Eis. Selbst wenn kein Wasser in den Raum zwischen der Schiffshaut und dem Eis eindringen kann, bildet sich bei ausreichend großer Relativbewegung zwischen dem Schiff und dem Eis aufgrund der Reibungswärme von selbst ein Schmierfilm aus Schmelzwasser. Hinzu kommt noch, daß der thermische Zustand dieses Bereiches so beschaffen ist, daß die Schmelzwärme größer ist als die abgeführte Wärme. Dies trifft aber bei langsamen Schiffsbewegungen, d.h. im Grenzbereich der Eisbrechfähigkeit des Schiffes und bei sehr tiefen Außentemperaturen nicht mehr zu. Die bei solcher geringen Geschwindigkeit erzeugte nur kleine Reibungswärme wird durch das sehr kalte umgebende Eis und durch den ebenfalls sehr kalten Stahl der Schiffshaut schnell wieder abgeführt, so daß günstigstenfalls eine trockene Reibung mit der Folge einer sehr hohen Reibungskraft eintritt. Bei Stillstand der Bewegung kann es sogar zu einem Festfrieren der Eisscholle mit dem Stahl der Außenhaut kommen, so daß ein Lösen der Eisscholle vom Schiff nur mit erhöhtem Aufwand möglich ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem eisbrechenden Schiff den Eisbrechwiderstand durch Verminderung der Außenhautreibung zu mindern.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein eisbrechendes Schiff vorgeschlagen, bei dem erfindungsgemäß zur Verminderung der an der Außenhaut des Schiffskörpers wirkenden Adhäsions- und Reibungskräfte von Schnee und Eis, insbesondere der Kräfte ruhender Reibung bei einem Festkommen des Schiffes in Eishindernissen, in dem Schiffskörper vorhandene Wärmequellen zur Warmhaltung kritischer Außenhautzonen verwendet werden.

Eine erfindungsgemäße Lösungsform sieht vor: In den Außenhautzonen des Schiffskörpers, in denen eine verstärkte Reibung oder Adhäsionskräfte auftreten, sind Austrittsöffnungen

vorgesehen, durch die ein Gemisch aus Außenwasser und heißen Abgasen der Maschinenanlagen ausgestoßen wird. Während bei den gebräuchlichen Eisdüsenanlagen durch Treibwasser in den als Ejektoren wirkenden Düsen Luft angesaugt wird, so daß am Ejektorausstritt ein Luft/Wasser-Gemisch entsteht, wird nach der erfindungsgemäßen Lösung ein Abgas/Wasser-Gemisch verwendet, wobei das Abgas der Maschinenanlage, d.h. der Schiffshauptantriebsmaschine, entnommen wird. Das für das Gemisch erforderliche Abgas der Schiffshauptantriebsmaschine wird zwischen dieser und dem Schalldämpfer von der zum Schornstein führenden Abgasleitung abgenommen. Das Abgas wird dabei über ein Gebläse den Düsen zugeführt und da die Düsen während des Betriebes als Ejektoren wirken, kann der Gebläsedruck niedrig gehalten werden. Die Abgastemperatur zwischen dem Abgaskessel und dem Schalldämpfer in der von der Schiffshauptantriebsmaschine kommenden Abgasleitung liegt je nach Art, Auslegung und Belastung der Schiffshauptantriebsmaschine über 180° C. Die Energiebelastung durch das verwendete Gebläse beträgt z.B. bei 20 Düsen und einem Gebläsedruck von 100 mm WS etwa 2 kW. Wird die Treibwasserzufuhr gestoppt, schützt das weiterhin aus der Düse austretende heiße Abgas die Anlagen vor dem Einfrieren.

Der Vorteil der Verwendung eines Abgas/Wasser-Gemisches liegt darin, daß das Düsensystem von der kalten Außenluft unabhängig ist. Je nach Abgasmenge, Abgastemperatur und Treibwassermenge tritt sogar eine geringe Erwärmung des Treibwassers in der Düse auf. Bei geschlossenen Treibwasserarmaturen erfolgt eine ständige Beheizung der Düsen und der Düsenaustritte durch das austretende Abgas als Schutz vor dem Einfrieren. Die Einrichtung zur Herabsetzung des Eisreibungswiderstandes mit den Düsen ist vorzugsweise in der geeigneten Stirnfläche des Vorschiffes vorgesehen, jedoch auch eine Anordnung der Düsen im gesamten Schiffskörperaußenhautbereich, d.h. in allen kritischen Außenhautzonen, ist möglich, wobei die Anordnung im Bereich des Vorschiffs bevorzugt ist, um hier zur Erwärmung der Außenhaut der Stirnfläche beizutragen.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung werden die Außenhautzonen des Schiffskörpers, in denen eine stärkere Eisreibung oder Adhäsionskräfte auftreten, vom Innenraum des Schiffskörpers her erwärmt. Diese Erwärmung erfolgt vorzugsweise von Innen durch Anordnung von an die Außenhaut des Schiffskörpers grenzenden Tanks oder Kammern für Wasser, Betriebsstoffe oder Flüssiglading, wobei die Tankflüssigkeiten durch Erwärmung auf mindestens eine etwas ober-

halb des Gefrierpunktes des Außenwassers liegende Temperatur erfolgt. Die Erwärmung vom Innenraum des Schiffskörpers kann jedoch auch durch Entlangführen heißer Maschinengase an den erforderlichen Außenhautflächen oder durch Entlangfördern heißer Betriebsflüssigkeiten an den erforderlichen Außenhautflächen erfolgen.

Ist das eisbrechende Schiff vorzugsweise mit einem annähernd pontonförmigen Vorschiff mit zwei die größte Breite des Unterwasserschiffes bildenden Seitenkanten versehen, die die an dem Schiffsbug hinter ihnen schmaler werdende Wasserlinie durchdringen, so ermöglicht eine derartige Vorschiffsausgestaltung mit Austrittsöffnungen für ein Abgas/ Wasser-Gemisch die Überwindung der bei den bekannten Eisbrechern aufgezeigten Probleme durch Zuführen von Wärme. Dadurch, daß die gesamte Schiffsaußenhaut der geneigten Stirnfläche des Vorschiffs, an welchem bereits gebrochene Eisschollen entlanggleiten, erwärmt werden, wird die Abfuhr der Reibungswärme unmöglich, so daß auch im Stillstand des Schiffes stets ein Wasserschmierfilm erhalten bleibt, der die eingangs erwähnte doppelte Wirkung der bereits gebrochenen Eisschollen auf den Eisbrechewiderstand herabsetzt. Die Wärmezufuhr wird dabei in der Weise durchgeführt, daß ein über der Außenhaut befindliches Medium, vornehmlich Ballastwasser oder Treibstoff, mittels Heizvorrichtungen auf einer konstanten Temperatur einige Grade über dem Schmelzpunkt des Eises gehalten wird.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 in einer schematischen Seitenansicht die Anordnung einer mittels eines Abgas/Treibwassergemisches betriebenen Düse in der Außenhaut der geneigten Stirnfläche eines pontonförmig ausgebildeten Vorschiffs,

Fig. 2 in einer schematischen Ansicht den Betrieb der Düse mittels Abgas, welches der von der Schiffshauptantriebsmaschine kommenden Abgasleitung entnommen wird,

Fig. 3 in einer Seitenansicht das Vorschiff eines eisbrechenden Schiffes mit einer Außenhauterwärmungseinrichtung,

Fig. 4 teils in einer Seitenansicht, teils in einem senkrechten Schnitt eine Ausführungsform der Außenhauterwärmungseinrichtung, bei der die Erwärmung mittels Ballastwassers oder Treibstoff erfolgt und

Fig. 5 teils in Ansicht, teils in einem senkrechten Schnitt eine weitere Ausführungsform einer Vorschiffsaußenhauterwärmungsvorrichtung, die

aus einem von einem flüssigen oder gasförmigen Medium durchströmten Rohrleitungssystem besteht.

In den Fig. 1, 3 bis 5 ist als Ausführungsbeispiel ein pontonförmiges Vorschiff 10 eines Schiffskörpers 100 eines eisbrechenden Schiffes bezeichnet. Dieses eisbrechende Schiff weist im Vorschiff 10 eine über einen wesentlichen Teil der Schiffsbreite sich erstreckende, nach vorn oben geneigte Stirnfläche 12 auf. Diese Stirnfläche 12 ist an ihren äußeren seitlichen Rändern durch zwei in Längsrichtung vorzugsweise teilweise gekrümmte Seitenkanten 14 begrenzt, von denen in den Fig. 1, 3 bis 5 nur die eine Seitenkante sichtbar dargestellt ist. Diese Seitenkanten 14 können gegenüber dem darüberliegenden Schiffskörper seitlich hervortreten. Die Stirnfläche 12 des Vorschiffs 10 kann von vorn nach hinten zunehmend querschiffs nach unten durchgewölbt oder durchgeknickt sein; neben einer ebenen Ausgestaltung der stark nach vorn geneigt ausgebildeten Stirnfläche 12 des Vorschiffs 10 kann diese Stirnfläche 12 auch konvex oder konkav gewölbt sein. Seitlich geht die Stirnfläche 12 des Vorschiffs 10 in Seitenwände 11 über; von diesen beiden Seitenwänden ist in den Fig. 1, 3 bis 5 nur eine Seitenwand sichtbar dargestellt. Die Außenhaut der Stirnfläche 12 des Vorschiffs 10 ist bei 13 angedeutet.

Im Bereich der Außenhaut 13 des Schiffskörpers 100 und/oder in der Außenhaut der geneigten Stirnfläche 12 des Vorschiffs 10, also im Bereich des Vorstevens, ist eine Einrichtung 20 zur Herabsetzung des Eisreibungswiderstandes vorgesehen (Fig. 1).

Diese Einrichtung 20 zur Herabsetzung des Eisreibungswiderstandes besteht aus einer Anzahl von in der Außenhaut 13 bzw. in der Außenhaut der Stirnfläche 12 ausgebildeten Austrittsöffnungen 21, durch die ein Gemisch aus Außenwasser und heißen Abgasen der Maschinenanlage 26 ausgestoßen wird. Bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist in der Außenhaut 13 der Stirnfläche 12 eine Austrittsöffnung 21 dargestellt. Im Bereich dieser Austrittsöffnung 21 ist eine Düse 22 angeordnet, die als Ejektor ausgebildet ist, was bei 23 angedeutet ist. Über 24 erfolgt die Treibwasserzuführung zu der Düse 22, während in Pfeilrichtung 25 die Zufuhr von Abgas erfolgt, und zwar über entsprechend vorgesehene, in der Zeichnung nicht dargestellte Rohrleitungen.

Die Austrittsöffnungen sind in der Außenhaut überall dort vorgesehen, wo kritische Außenhautzonen warm gehalten werden sollen, um die an der Außenhaut 13 des Schiffskörpers 100 wirkenden Reibungskräfte durch Schnee und Eis zu vermindern. Neben in dem Schiffskörper vor-

handenen Wärmequellen können auch im Schiffskörper vorhandene Energiequellen zur Erzeugung höherer frequenter Schwingungen herangezogen werden.

Die Abnahme des Abgases für die Düsen 22 erfolgt von der Abgasleitung 28, die von der Schiffshauptantriebsmaschine 26 kommt und in den Schornstein 30 geführt wird. In der Abgasleitung 28 sind entsprechend Fig. 2 ein Abgaskessel 27 und ein Schalldämpfer 29 angeordnet. Die Abnahme des Abgases zu den Düsen 22 erfolgt vorzugsweise zwischen dem Abgaskessel 27 und dem Schalldämpfer 29 über eine in die Abgasleitung 28 mündende Leitung 28a, die zu der Düse 22 bzw. den Düsen 22 führt, wobei in diese Leitung 28a ein Gebläse 32 eingeschaltet ist. Über dieses Gebläse 32 wird Abgas der Abgasleitung 28 entnommen und der Düse 22 zugeführt. Die Zufuhr des Abgases zu der Düse 22 ist über eine bei 33 angedeutete Drei-Wege-Klappe regelbar. Die Rückführung des Abgases von der Drei-Wege-Klappe erfolgt über die Leitung 28b wieder in die Abgasleitung 28, und zwar wie dies aus Fig. 2 ersichtlich ist, zwischen dem Schalldämpfer 29 und dem Schornstein 30.

Das von der Abgasleitung 28 abgezogene Abgas weist in den meisten Fällen eine Temperatur auf, die über 180°C liegt. Bei höheren Abgastemperaturen ist die Möglichkeit gegeben, durch in die Leitung 28a eingeschaltete Wärmeaustauscher die Abgastemperatur auf die jeweils erforderliche oder gewünschte Temperatur zu bringen.

Die Anordnung der Düsen 22 erfolgt vorzugsweise in der Außenhaut 13 des Schiffskörpers, und zwar in den kritischen Außenzonen, die warm gehalten werden sollen oder in der Außenhaut der Stirnfläche 12 des Vorschiffs 10, wie in Fig. 1 dargestellt. Die Anzahl der vorgesehenen Düsen 22 wird sich jeweils nach der Größe der warm zu haltenden Zone oder der Stirnfläche 12 richten. Es besteht jedoch darüber hinaus auch die Möglichkeit, in weiteren Vorschiffsbereichen oder in der Außenhaut des sich an das Vorschiff anschließenden Schiffskörpers im Unterwasserbereich Düsen anzuordnen, vermittels der eine Herabsetzung des Eisreibungswiderstandes vorgenommen werden kann, wobei dann auch alle diese Düsen mit einem Gemisch aus Abgas/Treibwasser betrieben werden.

Die in Fig. 3 bis 5 dargestellte Ausführungsform zeigt ein Vorschiff 10 für ein eisbrechendes Schiff mit geneigter, vorzugsweise ebenen Stirnfläche 12, die auch als konvex oder konkav gewölbte Fläche ausgebildet sein kann. Die Außenhaut 13 der Stirnfläche 12 des Vorschiffs 10 ist ebenfalls mit einer Einrichtung 120 zur Herabsetzung des Eisreibungswiderstandes versehen, wobei jedoch diese Einrichtung 120 aus einer die

geneigte Stirnfläche 12 bzw. die Außenhaut 13 dieser Stirnfläche 12 erwärmenden Vorrichtung 50 besteht, so daß die Stirnfläche 12, soweit diese Reibungskontakt mit gebrochenem Eis hat, durch Zufuhr von Wärme auf einer Temperatur oberhalb des Schmelzpunktes des Eises gehalten wird. Die feste Eisdecke ist in Fig. 3 bei 60 angedeutet und mit 61 sind die gebrochenen Eisschollen bezeichnet, wobei von den gebrochenen Eisschollen 61 die Eisschollen 61a, 61b an der Außenwand 13 der Stirnfläche 12 des Vorschiffs 10 entlanggleiten.

Die Außenhautzonen des Schiffskörpers, in denen eine stärkere Eisreibung oder Adhäsionskräfte auftreten, können auch vom Innenraum des Schiffskörpers her erwärmt werden, wobei diese Erwärmung durch Anordnung von an die Außenhaut des Schiffskörpers grenzenden Tanks oder Kammern 51 für Wasser, Betriebsstoffe oder Flüssiglading, wobei die Tankflüssigkeiten durch Erwärmung auf mindestens eine etwas oberhalb des Gefrierpunktes des Außenwassers liegende Temperatur gebracht wird, oder durch Entlangführen heißer Maschinengase an den erforderlichen Außenhautflächen erfolgt. Auch kann die Erwärmung vom Innenraum des Schiffskörpers aus durch Entlangfördern heißer Betriebsflüssigkeiten an den erforderlichen Außenhautflächen erfolgen.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, die kritischen Außenhautzonen durch eine wellenförmige Ausgestaltung der Außenhaut flächenmäßig zu vergrößern, und damit die Wärmeeinbringung zu verstärken. Bei zweckmäßiger Anordnung des Wellenprofils in Richtung der Stromlinien können gleichzeitig Slamming-Erscheinungen im Seegang gemildert werden.

Die Erwärmungsvorrichtung 50 für die Außenhaut 13 der Stirnfläche 12 des Vorschiffs 10 kann, wie die Fig. 4 und 5 zeigen, in verschiedenster Weise ausgebildet sein. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn die Erwärmungsvorrichtung 50 aus einem entlang der betreffenden Außenhautzonen geführten Rohrleitungssystem 51 besteht, das von einem flüssigen oder gasförmigen Medium im Kreislauf durchflossen ist und das mittels einer Heizvorrichtung 52 auf einer konstanten und über der Schmelztemperatur des Eises liegenden Temperatur gehalten wird.

Nach Fig. 4 besteht die Erwärmungsvorrichtung 50 aus einer über der geneigten Stirnfläche 12 angeordneten Kammer 51, die sich über die gesamte Stirnfläche erstreckt, wobei diese Kammer 51 die in Fig. 4 gezeigte Ausgestaltung aufweisen kann, jedoch besteht auch die Möglichkeit, der Kammer 51 die bei 51a angedeutete Form zu geben.

Diese Kammer 51 dient zur Aufnahme z.B. von Wasser, Ballastwasser, Betriebsstoffen oder Flüssigladelungen; jedoch kann die Kammer 51 auch mit einem anderen, vorzugsweise flüssigen Medium gefüllt sein. Dieses Medium, z.B. Ballastwasser oder Treibstoff, ist mittels einer außerhalb oder innerhalb der Kammer 51 angeordneten Heizvorrichtung 52 aufheizbar. Bei dem in Fig. 4 gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Heizvorrichtung 52 im Innenraum der Kammer 51 angeordnet, so daß der Wärmeübergang der Heizvorrichtung 52 auf das Medium in der Kammer 51 direkt erfolgt. Ist die Heizvorrichtung 52 außerhalb der Kammer 51 im Vorschiff 10 angeordnet, dann wird das Medium in dem Innenraum der Kammer 51 über ein in der Zeichnung nicht dargestelltes Rohrleitungssystem im Kreislauf unter Verwendung einer Pumpe durch diese Heizvorrichtung 52 geleitet, so daß das Medium in einer Kammer 51 immer die jeweils gewünschte Temperatur aufweist.

Als Heizvorrichtung 52 kann eine elektrische Widerstandsheizung Verwendung finden, jedoch auch Wärmeaustauscher können zur Anwendung gelangen, die z.B. mit dem Abgas der Schiffshauptantriebsmaschine betrieben werden, so daß keine zusätzlichen Energiequellen für das Beheizen der Vorrichtung 52 erforderlich werden. Jedoch auch andersartig ausgebildete herkömmliche Heizvorrichtungen können zur Anwendung gelangen. Wesentlich ist, daß die gesamte Stirnfläche 12 bzw. deren Außenhaut 13 durch Zufuhr von Wärme auf einer Temperatur oberhalb des Schmelzpunktes des Eises gehalten wird. Vorzugsweise wird die Außenhaut 13 auf einer konstanten und einige Grade über der Schmelzpunkttemperatur des Eises liegenden Temperatur gehalten. Die Anordnung der Kammer 51 erfolgt vorzugsweise in den Bereichen der Außenhaut des Schiffskörpers, die warm gehalten werden sollen. Neben einer einzigen Kammer können auch mehrere einzelne Kammern vorgesehen sein. Anstelle von Kammern können auch Behälter zur Anwendung gelangen, die mit der zu erwärmenden Außenhaut Kontakt haben, wobei dann die Behälter aus einem Material bestehen, das eine hohe Wärmeleitfähigkeit aufweist.

Eine weitere Ausführungsform einer Erwärmungsvorrichtung 50 für die Außenhaut 13 des Vorschiffs 10 ist in Fig. 5 dargestellt. Hier besteht die Erwärmungsvorrichtung 50 aus einem Rohrleitungssystem 151, durch das im Kreislauf ein gasförmiges oder flüssiges Medium hindurchgeleitet wird, wobei als gasförmiges Medium Abgase verwendet werden, die der Schiffshauptantriebsmaschine abgenommen werden, oder es werden flüssige Medien verwendet, die über eine bei 152 angedeutete Heizvorrichtung auf die jeweils erforderliche Temperatur gebracht und auf dieser Temperatur dann auch gehalten werden. Der Kreislauf

für das die Außenhaut 13 erwärmende Medium ist mit 153 bezeichnet. Der Umlauf des Mediums erfolgt mittels einer bei 154 angedeuteten Pumpe. Das Rohrleitungssystem 151 kann aus in Schiffskörperlängsrichtung auf der Innenseite der Außenhaut 13 angeordneten Rohrleitungen, aus quer zur Schiffslängsrichtung verlaufenden Rohrleitungen oder auch aus gitterförmig zusammengestellten Rohrleitungen bestehen.

Des weiteren besteht die Möglichkeit, die Stirnfläche 12 mit einem in der Zeichnung nicht dargestellten Kammersystem zu versehen, durch das erwärmte, d.h. heiße Abgase oder ein erwärmtes flüssiges Medium ständig hindurchgeleitet wird, welches seine Wärme an die Außenhaut 13 abgibt und diese auf die jeweils gewünschte Temperatur gebracht wird.

Ist das eisbrechende Schiff mit inem annähernd pontonförmigen Vorschiff mit zwei die größte Breite des Unterwasserschiffs bildenden Seitenkanten, die die an dem Schiffsbug hinter ihnen schmaler werdende Wasserlinie durchdringen, versehen, so können die Seitenkanten mit Heizeinrichtungen für eine erhöhte Wärmezufuhr versehen sein. Die Heizeinrichtung ist derart regelbar ausgebildet, daß die Wärmezufuhr in den Seitenkanten eine Temperatur erzeugt, die einen den Eisverhältnissen angepaßten gewünschten Schmierfilm aus Schmelzwasser sicherstellt.

Vorzugsweise ist die Wasserschmierfilmdicke den jeweiligen Eisbrechzuständen optimal angepaßt, d.h. die Temperatur der Erwärmungseinrichtung ist in Anpassung an die jeweils erforderliche Schmierfilmdicke anpaßbar. Das aus den Austrittsöffnungen im Schiffsboden austretende Wasser ist umleitbar und kann ohne Luftzusatz oder Gaszusatz an den Seiten oberhalb der Seitenkanten querab zur Längsachse des Schiffes ausgestoßen werden.

Um mit einem möglichst kleinen Wärmebedarf eine optimale Wirkung zu erzielen, kann die Stirnfläche 12 mit einem Wellenprofil oder einer anderen geeigneten Profilierung versehen sein, wobei sich die Einziehungen und Erhebungen des Wellenprofils in Schiffskörperlängsrichtung erstrecken. Dadurch wird die Oberfläche der Außenhaut vergrößert und die Erwärmung der Außenhaut optimiert.

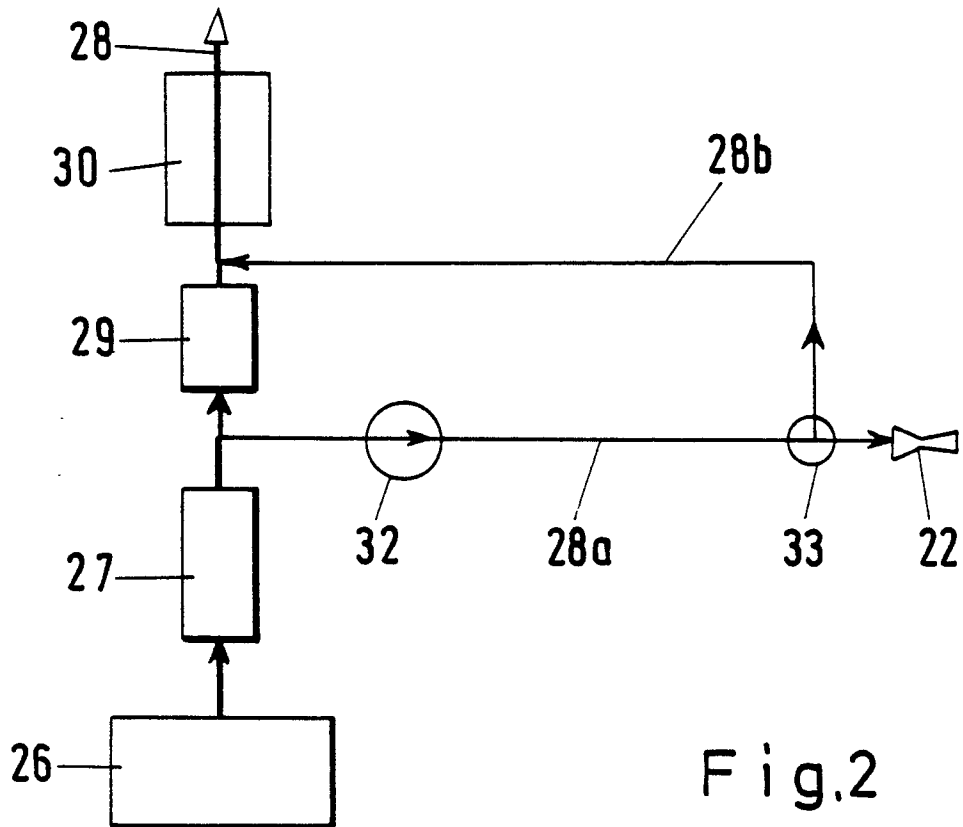
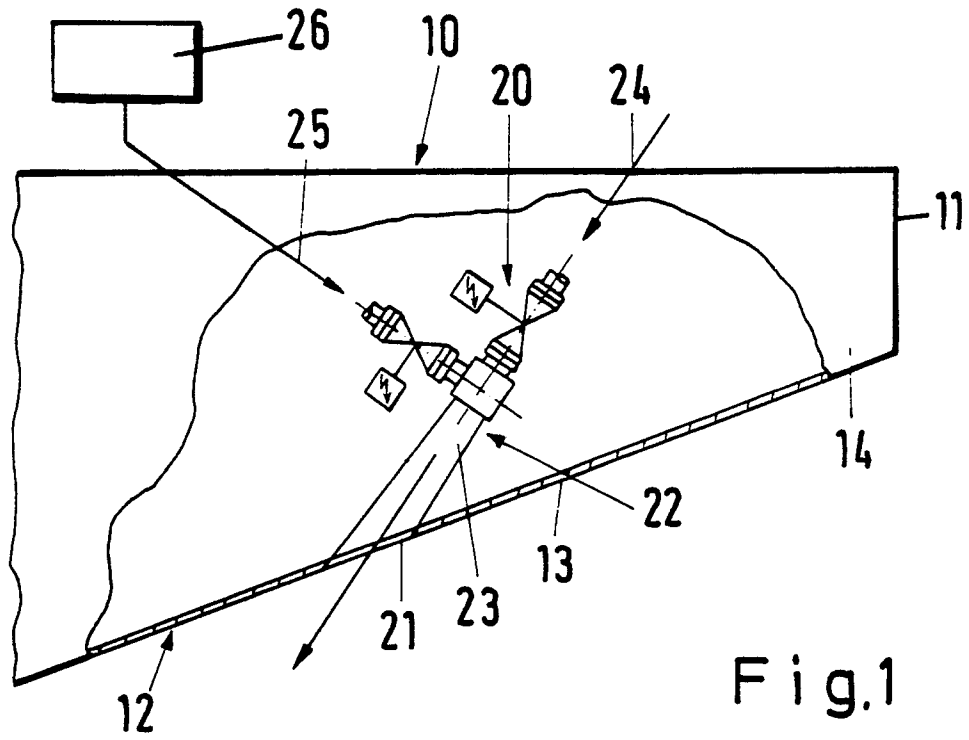
Vorzugsweise erfolgt die Erwärmung der Außenhaut 13 der Stirnfläche 12 des Vorschiffs 10 in demjenigen Bereich der Außenhaut, in dem die gebrochenen Eisschollen 61a, 61b entlanggleiten, jedoch auch eine Erwärmung der gesamten Außenhaut des Schiffskörpers im Unterwasserbereich ist möglich.

4

5

6

7



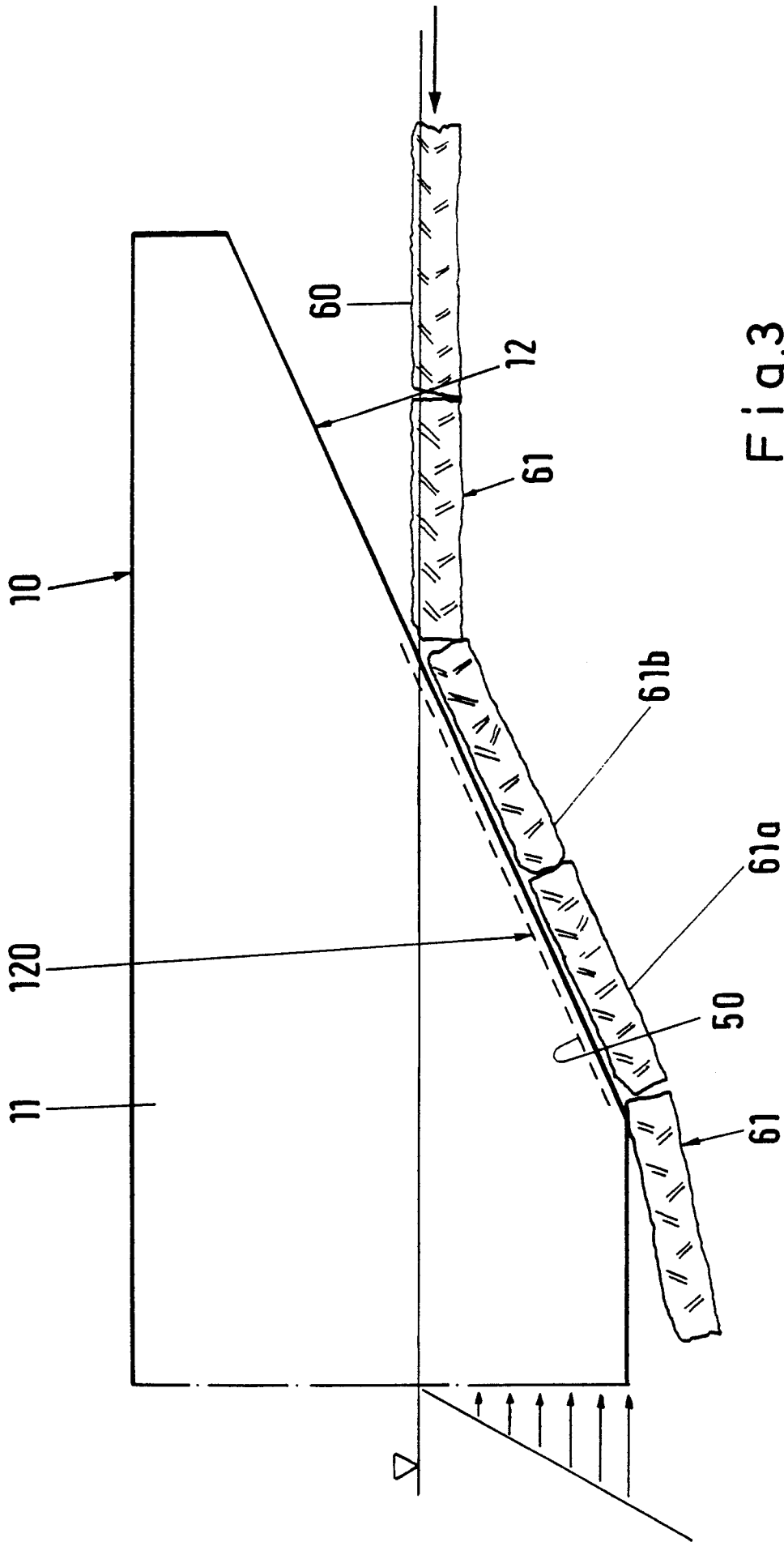


Fig.3

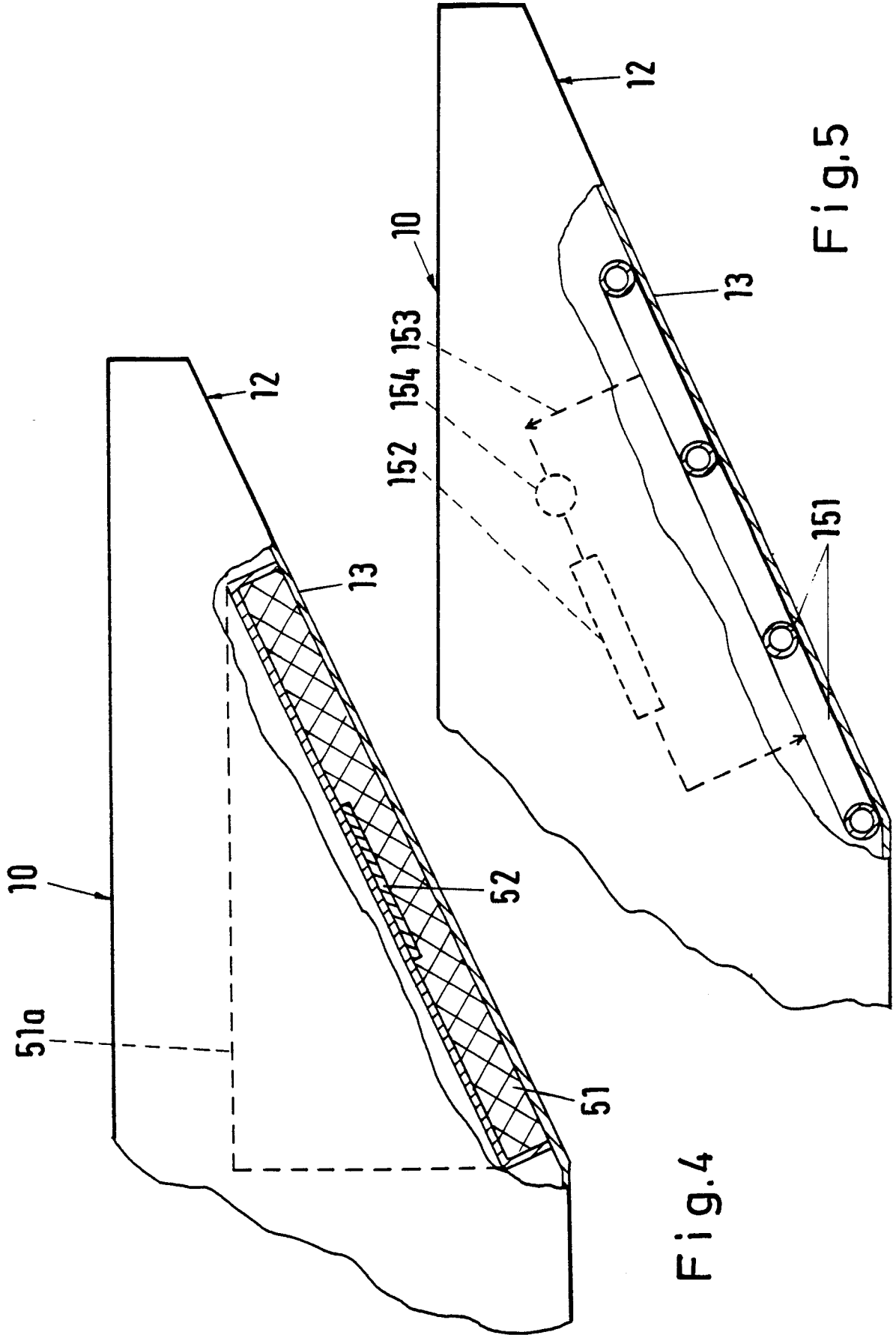


Fig.4

Fig.5