(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 526707 B1 2024-11-15**

(12) # Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 9258/2022
(86) PCT-Anmeldenummer: PCT/JP22042022
(22) Anmeldetag: 11.11.2022
(45) Veröffentlicht am: 15.11.2024

(51) Int. Cl.: ***F04D 29/22*** (2006.01)
F04D 29/42 (2006.01)

(30) Priorität:
29.11.2021 JP 2021-193366 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
US 2016097400 A1
US 2019345955 A1
GB 2058218 A
US 2011027071 A1

(73) Patentinhaber:
Morita Corporation
6691339 Hyogo (JP)
Waseda University
1698050 Tokyo (JP)

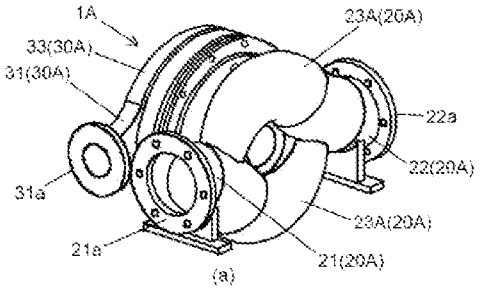
(72) Erfinder:
Kawahara Takuma
1080014 Tokyo (JP)
Miyagawa Kazuyoshi
1698050 Tokyo (JP)

(74) Vertreter:
BEER & PARTNER PATENTANWÄLTE KG
1070 Wien (AT)

(54) **Kreiselpumpe, Kreiselpumpenvorrichtung und Feuerwehrfahrzeug**

(57) Eine Kreiselpumpe 1A, 1B umfasst: ein Zentrifugalschaufelrad 10; ein Einlassgehäuse 20A, 20B, das mit einer Ansaugöffnung des Zentrifugalschaufelrads 10 verbunden ist; ein Auslassgehäuse 30A, 30B, das mit einer Auslassöffnung des Zentrifugalschaufelrads 10 verbunden ist; einen gekrümmten Diffusor 50, der zwischen dem Zentrifugalschaufelrad 10 und dem Auslassgehäuse 30A, 30B vorgesehen ist und der eine Leitschaufel 51 aufweist; und einen Verwirbelungsteil 23A, 23B, der eine Flüssigkeit verwirbelt, die in das Zentrifugalschaufelrad 10 einströmt, wobei der gekrümmte Diffusor 50 von der radialen Richtung des Zentrifugalschaufelrads 10 zu der axialen Richtung gekrümmt ist und eine Strömungswegfläche aufweist, die stromabwärts weiter allmählich abnimmt, und der Verwirbelungsteil 23A, 23B die Flüssigkeit in der gleichen Richtung verwirbelt wie die Drehrichtung des Zentrifugalschaufelrads 10. Somit ist die Kreiselpumpe 1A, 1B hocheffizient, weist eine ausgezeichnete Ansaugleistung auf und ermöglicht eine Verringerung der Größe.

FIG. 1



AT 526707 B1 2024-11-15

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kreiselpumpe, eine Kreiselpumpenvorrichtung und ein Feuerwehrfahrzeug.

STAND DER TECHNIK

[0002] In einem Feuerwehrfahrzeug ist eine Pumpe mit höherem Wirkungsgrad erforderlich, und es ist notwendig, die Pumpe und die Rohre in einem engen Raum innerhalb einer Fahrzeugkarosserie anzuordnen.

[0003] Hier offenbart die Patentliteratur 1 eine Hochdruckpumpe mit einem Saugströmungsweg zum Vorverwirbeln einer Saugflüssigkeit in einer Richtung, die der Drehung eines Schaufelrads entgegengesetzt ist. In der Patentliteratur 1 wird eine Spiralform des Saugströmungswegs gebildet, um eine Strömung mit einer Wirbelkomponente in einer Richtung zu erhalten, die einer Drehrichtung des Schaufelrads an einem Spiralauslass, das heißt einem Schaufelradeinlass, entgegengesetzt ist.

[0004] Patentliteratur 2 offenbart eine Kreiselpumpe, bei der ein unteres Lager und eine Wellendichtungsvorrichtung weggelassen sind, eine Pumpenstruktur von einem Überhangtyp ist, ein Schaufelrad ein Einzelsaugschaufelrad ist, das an einer Hauptwelle durch einen Spaltring befestigt ist, ein Induktor vor dem Schaufelrad angeordnet ist und ein Pumpengehäuse in einer Trommelform gebildet ist, um eine Vorwirbelkammer bereitzustellen.

[0005] Ferner offenbart die Patentliteratur 3 eine Doppelsaugkreiselpumpe mit einer umgekehrten Vorwirbelstruktur, bei der vertikal geteilte Gehäuse durch einen horizontalen Flansch verbunden und integriert sind.

[0006] Ferner offenbart die Patentliteratur 4 eine Pumpenvorrichtung zum Reduzieren des Strömungswiderstands in einem Wassersaugrohr, Verbessern der Kavitationsleistung und Verkürzen der Zeit, bis die Wasserabgabe beginnt. Die Pumpenvorrichtung enthält eine Wasseransaugöffnung, mit der ein Wassersaugschlauch verbunden ist; eine Wasserauslassöffnung, mit der ein Wasserauslassschlauch verbunden ist; ein Wassersaugrohr, das die Wasseransaugöffnung mit einer Pumpenansaugöffnung einer Pumpe verbindet; ein Rückschlagventil, das mit einer Pumpenauslassöffnung der Pumpe verbunden ist; und ein Wasserauslassrohr, das das Rückschlagventil mit der Wasserauslassöffnung verbindet, wobei das Wassersaugrohr eine Diffusorverbindung ist, die eine Durchgangsquerschnittsfläche auf einer Pumpenseite aufweist, die größer als eine Durchgangsquerschnittsfläche auf einer Wasseransaugöffnungsseite ist.

ZITATLISTE

PATENTLITERATUR

[0007] Patentliteratur 1: JPH06-123298A
Patentliteratur 2: Mikrofilm der japanischen

[0008] Gebrauchsmusteranmeldung Nr. S61-066926 (JPS62-179394U)
Patentliteratur 3: JP2011-252477A
Patentliteratur 4: JP2017-070720A

[0009] Weitere Kreiselpumpen sind aus US 2016097400 A1, US 2019345955 A1, GB 2058218 A und US 2011027071 A1 bekannt.

ÜBERBLICK ÜBER DIE ERFINDUNG

TECHNISCHES PROBLEM

[0010] In einem Fall, in dem eine Pumpe in einem engen Raum innerhalb einer Fahrzeugkarosserie, wie beispielsweise einem Feuerwehrfahrzeug, montiert ist, ist es erwünscht, dass die Pumpe im Wirkungsgrad verbessert und verkleinert wird, während ein notwendiger Druck sichergestellt wird, um Probleme wie beispielsweise die Erzeugung eines Luftreservoirs aufgrund einer Rohrleitungsstruktur, eine Erhöhung des Rohrleitungswiderstands aufgrund einer Komplikation der Rohrleitungsstruktur, eine Verringerung der Pumpenleistung aufgrund einer Verringerung des auslassseitigen Drucks und eine Begrenzung der Kavitationsleistung zu bewältigen.

[0011] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kreiselpumpe mit hoher Effizienz, ausgezeichneter Saugleistung und Möglichkeit zur Verkleinerung, eine Kreiselpumpenvorrichtung, die die Kreiselpumpe beinhaltet, und ein Feuerwehrfahrzeug, das die Kreiselpumpenvorrichtung beinhaltet, bereitzustellen.

LÖSUNG FÜR DAS PROBLEM

VORTEILHAFTE EFFEKTE DER ERFINDUNG

[0012] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, eine Kreiselpumpe mit hoher Effizienz, ausgezeichneter Saugleistung und Möglichkeit zur Verkleinerung, eine Kreiselpumpenvorrichtung, die die Kreiselpumpe beinhaltet, und ein Feuerwehrfahrzeug, das die Kreiselpumpenvorrichtung beinhaltet, bereitzustellen.

KURZE FIGURENBESCHREIBUNG

[0013] Fig. 1 zeigt Außenansichten einer Kreiselpumpe gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0014] Fig. 2 ist ein Schaubild der inneren Anordnung der Kreiselpumpe.

[0015] Fig. 3 ist eine Ansicht, die eine Strömung auf einer Einlassseite der Kreiselpumpe zeigt.

[0016] Fig. 4 ist ein Schaubild, das einen Induktor zeigt.

[0017] Fig. 5 zeigt Ansichten des Zentrifugalschaufelrads.

[0018] Fig. 6 ist eine vergrößerte Ansicht eines Abschnitts, wo ein gekrümmter Diffusor vorgesehen ist.

[0019] Fig. 7 zeigt Außenansichten einer Kreiselpumpe gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0020] Fig. 8 ist ein Schaubild der inneren Anordnung der Kreiselpumpe.

[0021] Fig. 9 zeigt Schaubilder eines Einlassrohrs und eines In-Rohr-Wirbelabschnitts.

[0022] Fig. 10 zeigt Vergleichsansichten einer Meridianebenen-Form der Kreiselpumpe gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel.

[0023] Fig. 11 zeigt Vergleichsschaubilder der Pumpenleistung.

[0024] Fig. 12 zeigt Schaubilder der Saugleistung der Kreiselpumpe.

[0025] Fig. 13 zeigt Anordnungsansichten einer Kreiselpumpenvorrichtung, die an einem Feuerwehrfahrzeug montiert ist.

[0026] Fig. 14 zeigt Vergleichsschaubilder der Anordnungen von Flüssigkeitsansaugrohren und Flüssigkeitsauslassrohren.

[0027] Fig. 15 zeigt Vergleichsschaubilder eines Rückschlagventils.

[0028] Fig. 16 zeigt Schaubilder des Ausstoßpumpens in der Kreiselpumpenvorrichtung.

[0029] Fig. 17 zeigt Schaubilder, die sich auf die einseitige Abgabe der Kreiselpumpe beziehen.

[0030] Fig. 18 zeigt Schaubilder des Ausstoßpumpens in einer Kreiselpumpenvorrichtung im Stand der Technik.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0031] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist es möglich, eine Kreiselpumpe zu verwirklichen, die eine höhere Effizienz aufweist, eine ausgezeichnete Saugleistung aufweist und im Vergleich zu einer Kreiselpumpe nach Stand der Technik verkleinert werden kann.

[0032] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kann die Pumpeneffizienz weiter verbessert werden.

[0033] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kann die Pumpeneffizienz weiter verbessert werden. Ferner ist es möglich, eine Turbulenz einer Strömung, die durch Verkleinerung der Kreiselpumpe verursacht wird, im Vergleich zu der Kreiselpumpe nach Stand der Technik zu verbessern.

[0034] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist es möglich, dass der Verwirbelungsabschnitt, der dazu vorgesehen ist, die Flüssigkeit zu verwirbeln, bevor die Flüssigkeit in das Zentrifugalschaufelrad einströmt, eine relativ einfache Anordnung aufweist. Da die Strömungswegfläche in dem Wirbelabschnitt stromabwärts allmählich abnimmt, ist es ferner möglich, die Turbulenz der Strömung, die durch die Anordnung der Statorschaufeln verursacht wird, zu verbessern.

[0035] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist es durch Fixieren beider Enden der Statorschaufel an einem anderen Element möglich, Festigkeit sicherzustellen, während die Dicke der Statorschaufel reduziert wird, und stabil eine Wirbelströmung zu erzeugen. Ferner, obwohl eine Länge von vorne nach hinten (eine Länge in einer axialen Richtung) der Zentrifugalpumpe durch Bereitstellen der Statorschaufeln länger wird, dient die Kappe der rotierenden Welle des Zentrifugalschaufelrads auch als ein Befestigungspunkt des anderen Endes der Statorschaufel, womit eine Zunahme der Länge unterdrückt werden kann.

[0036] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist es möglich, eine Störung der Strömung, die durch die Anordnung der Statorschaufeln verursacht wird, zu unterdrücken.

[0037] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist es möglich, das Auftreten von Kavitation in dem Zentrifugalschaufelrad zu unterdrücken und das Erreichen einer Kavitationsleistungsgrenze zu verzögern.

[0038] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann eine Anordnung von Rohren vereinfacht werden, da die Verwirbelungsströmung in dem Einlassgehäuse erzeugt werden kann und bewirkt wird, dass das Fluid nicht aus der axialen Richtung, sondern aus der radialen Richtung in das Zentrifugalschaufelrad einströmt.

[0039] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist es möglich, die in das Zentrifugalschaufelrad einströmende Flüssigkeit leicht zu verwirbeln und die Kreiselpumpe zu verkleinern und die Anzahl der Rohre zu reduzieren.

[0040] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist es möglich, die Kreiselpumpe zu verkleinern und die Anzahl der Rohre zu reduzieren.

[0041] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann die Länge der Rohre kürzer gemacht werden als die der Rohre nach Stand der Technik, was zu einer Verringerung des Gewichts der Rohre führt. Ferner ist es möglich, die Größe der Pumpenvorrichtung zu reduzieren und einen Freiheitsgrad bei der Anordnung der Rohre und dergleichen zu erhöhen.

[0042] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kann, da die Anzahl der Optionen der Position, mit der das andere Ende des Gasphasensaugrohrs verbunden ist, zunimmt, ein Freiheits-

grad der Verbindung erhöht werden.

[0043] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist es möglich, die Anordnung von Rohren weiter zu vereinfachen und das Gewicht der Rohre weiter zu reduzieren und einen Laderaum zu sichern.

[0044] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist es möglich, den durch das Rückschlagventil verursachten Energieverlust zu reduzieren und die Effizienz der Pumpenvorrichtung zu verbessern.

[0045] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist es möglich, ein Feuerwehrfahrzeug bereitzustellen, in dem die Kreiselpumpe oder die Kreiselpumpenvorrichtung mit einer verringerten Größe montiert ist, während sie eine höhere Effizienz und Saugleistung als im Stand der Technik aufweist.

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0046] Nachfolgend werden Kreiselpumpen, Kreiselpumpenvorrichtungen und Feuerwehrfahrzeuge gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben. Fig. 1 zeigt Außenansichten einer Kreiselpumpe gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel, wobei Fig. 1 (a) eine perspektivische Ansicht ist, gesehen von einer Einlassgehäuseseite, Fig. 1 (b) eine perspektivische Ansicht ist, gesehen von einer Auslassgehäuseseite, und Fig. 1 (c) eine Seitenansicht ist. Fig. 2 ist ein Schaubild der inneren Anordnung der Kreiselpumpe. Fig. 3 ist eine Ansicht, die eine Strömung auf einer Einlassseite der Kreiselpumpe zeigt.

[0047] Eine Kreiselpumpe 1A gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel enthält ein Zentrifugalschaufelrad 10, ein Einlassgehäuse 20A, das mit einer Ansaugöffnung des Zentrifugalschaufelrads 10 verbunden ist, ein Auslassgehäuse 30A, das mit einer Auslassöffnung des Zentrifugalschaufelrads 10 verbunden ist, einen Induktor 40, der zwischen dem Einlassgehäuse 20A und dem Zentrifugalschaufelrad 10 vorgesehen ist, und einen gekrümmten Diffusor 50, der zwischen dem Zentrifugalschaufelrad 10 und dem Auslassgehäuse 30A vorgesehen ist. Das Zentrifugalschaufelrad 10 ist zwischen dem Einlassgehäuse 20A und dem Auslassgehäuse 30A angeordnet. Ferner ist ein Lagerkasten 15, der eine rotierende Welle 16 des Zentrifugalschaufelrads 10 aufnimmt, auf einer Auslassgehäuseseite 30A angeordnet.

[0048] Das Einlassgehäuse 20A enthält gehäuseinterne Verwirbelungsabschnitte 23A als Verwirbelungsabschnitte, einen ersten Einlassabschnitt 21, der ein Einlass des gehäuseinternen Verwirbelungsabschnitts 23A ist, und einen zweiten Einlassabschnitt 22, der der andere Einlass des gehäuseinternen Verwirbelungsabschnitts 23A ist. Eine Einlassöffnung 21a des ersten Einlassabschnitts 21 ist in eine Richtung gerichtet, und eine Einlassöffnung 22a des zweiten Einlassabschnitts 22 ist in die andere Richtung gerichtet. Die Richtung der Einlassöffnung 21a des ersten Einlassabschnitts 21 und die Richtung der Einlassöffnung 22a des zweiten Einlassabschnitts 22 unterscheiden sich voneinander um ungefähr 180 Grad in einer horizontalen Richtung. Rohrleitungsdurchmesser (Innendurchmesser) des ersten Einlassabschnitts 21 und des zweiten Einlassabschnitts 22 betragen zum Beispiel 120 bis 160 mm.

[0049] Der gehäuseinterne Verwirbelungsabschnitt 23A ist ein spiralförmiger Einlassabschnitt mit einer Form, die entlang einer Umfangsrichtung des Zentrifugalschaufelrads 10 gekrümmt ist. Der gehäuseinterne Verwirbelungsabschnitt 23A (spiralförmiger Einlassabschnitt) ist dazu vorgesehen, zu bewirken, dass eine aus dem ersten Einlassabschnitt 21 eintretende Flüssigkeit und eine aus dem zweiten Einlassabschnitt 22 eintretende Flüssigkeit aus einer radialen Richtung in das Zentrifugalschaufelrad 10 einströmen, während die Flüssigkeit durch einen erzeugten Drehimpuls vorverwirbelt wird. Somit kann die Kreiselpumpe 1A gemäß der vorliegenden Ausführungsform eine Verwirbelungsströmung in dem Einlassgehäuse 20A erzeugen.

[0050] In Fig. 3 zeigen weiße Pfeile eine Strömungsrichtung der aus dem ersten Einlassabschnitt 21 eintretenden Flüssigkeit an, Wa zeigt eine Einströmposition der aus dem ersten Einlassabschnitt 21 eintretenden Flüssigkeit an, schwarze Pfeile zeigen eine Strömungsrichtung der aus dem zweiten Einlassabschnitt 22 eintretenden Flüssigkeit an und Wb zeigt eine Einströmposition

der aus dem zweiten Einlassabschnitt 22 eintretenden Flüssigkeit an. Wie in Fig. 3 gezeigt, ist es ideal, dass sich die Positionen, an denen die Flüssigkeit aus der radialen Richtung in das Zentrifugalschaufelrad 10 einströmt, zwischen der aus dem ersten Einlassabschnitt 21 eintretenden Flüssigkeit und der aus dem zweiten Einlassabschnitt 22 eintretenden Flüssigkeit um ungefähr 180 Grad unterscheiden. Eine Verwirbelungsrichtung der aus dem ersten Einlassabschnitt 21 in das Zentrifugalschaufelrad 10 einströmenden Flüssigkeit ist die gleiche wie eine Verwirbelungsrichtung der aus dem zweiten Einlassabschnitt 22 in das Zentrifugalschaufelrad 10 einströmenden Flüssigkeit, und die Verwirbelungsrichtungen sind eine Vorwärtsrichtung in Bezug auf eine Drehrichtung des Zentrifugalschaufelrads 10.

[0051] Durch Anordnen von Schaufeln oder dergleichen in einem Strömungsweg des gehäuseinternen Verwirbelungsabschnitts 23A, der vom ersten Einlassabschnitt 21 durchgehend ist, und in einem Strömungsweg des gehäuseinternen Verwirbelungsabschnitts 23A, der vom zweiten Einlassabschnitt 22 durchgehend ist, ist es auch möglich, die Flüssigkeit entlang der Umfangsrichtung des Zentrifugalschaufelrads 10 zu verwirbeln. Durch Ausbilden des gehäuseinternen Verwirbelungsabschnitts 23A in der Spiralform wie in der vorliegenden Ausführungsform ist es jedoch möglich, die in das Zentrifugalschaufelrad 10 einströmende Flüssigkeit zuverlässig zu verwirbeln, und es ist möglich, die Kreiselpumpe 1A zu verkleinern und die Anzahl der Rohre zu reduzieren. Flächenänderungsraten des Strömungswegs des gehäuseinternen Verwirbelungsabschnitts 23A, der vom ersten Einlassabschnitt 21 durchgehend ist, und des Strömungswegs des gehäuseinternen Verwirbelungsabschnitts 23A, der vom zweiten Einlassabschnitt 22 durchgehend ist, werden durch den Drehimpuls des strömenden Fluids bestimmt.

[0052] Das Auslassgehäuse 30A enthält Ausströmabschnitte 33, einen ersten Auslassabschnitt 31, der ein Auslass des Ausströmabschnitts 33 ist, und einen zweiten Auslassabschnitt 32, der der andere Auslass des Ausströmabschnitts 33 ist. Eine Ausströmöffnung 31a des ersten Auslassabschnitts 31 ist in eine Richtung gerichtet, und eine Ausströmöffnung 32a des zweiten Auslassabschnitts 32 ist in die andere Richtung gerichtet. Die Richtung der Ausströmöffnung 31a des ersten Auslassabschnitts 31 und die Richtung der Ausströmöffnung 32a des zweiten Auslassabschnitts 32 unterscheiden sich voneinander um ungefähr 180 Grad in der horizontalen Richtung. Rohrleitungsdurchmesser (Innendurchmesser) des ersten Auslassabschnitts 31 und des zweiten Auslassabschnitts 32 betragen zum Beispiel 60 bis 90 mm. Der Ausströmabschnitt 33 ist ein spiralförmiger Auslassabschnitt mit einer Form, die entlang der Umfangsrichtung des Zentrifugalschaufelrads 10 gekrümmt ist. Der Ausströmabschnitt 33 (spiralförmiger Auslassabschnitt) ist dazu vorgesehen, die aus dem Zentrifugalschaufelrad 10 ausströmende Flüssigkeit zu dem ersten Auslassabschnitt 31 und dem zweiten Auslassabschnitt 32 zu leiten. Die Positionen, an denen bewirkt wird, dass die Flüssigkeit aus dem Zentrifugalschaufelrad 10 in der radialen Richtung ausströmt, unterscheiden sich zwischen dem Strömungsweg zu dem ersten Auslassabschnitt 31 und dem Strömungsweg zu dem zweiten Auslassabschnitt 32 um ungefähr 180 Grad.

[0053] Der Ausströmabschnitt 33 kann eine Spiralform mit einem Auslass, der nach oben weist, einer Struktur, in der das Fluid in der axialen Richtung ausströmt, oder dergleichen aufweisen. Durch Ausbilden des Ausströmabschnitts 33 in der Spiralform und Bereitstellen von zwei Ausläs-sen, um zu bewirken, dass die Flüssigkeit in der radialen Richtung wie in der vorliegenden Ausführungsform ausströmt, ist es jedoch möglich, die Kreiselpumpe 1A zu verkleinern und die Anzahl der Rohre zu reduzieren. Flächenänderungsraten des Strömungswegs des Ausströmabschnitts 33, der zum ersten Auslassabschnitt 31 durchgehend ist, und des Strömungswegs des Ausströmabschnitts 33, der zum zweiten Auslassabschnitt 32 durchgehend ist, werden durch den Drehimpuls des strömenden Fluids bestimmt.

[0054] Fig. 4 ist ein Schaubild, das eine Vorderfläche des Induktors zeigt.

[0055] Durch Bereitstellen des Induktors 40, der ein Axialströmungsschaufelrad ist, ist es möglich, das Auftreten von Kavitation in dem Zentrifugalschaufelrad 10 zu reduzieren und das Erreichen einer Kavitationsleistungsgrenze zu verzögern. Als Induktor 40 kann ein Druckwirbelinduktor, bei dem eine Umfangskomponente einer Strömungsgeschwindigkeit des Fluids, das in die Zentrifugalpumpe 1A strömt, proportional zu einem Radius ist, oder ein Freistrahlinduktor, bei

dem eine Umfangskomponente einer Strömungsgeschwindigkeit des Fluids, das in die Zentrifugalpumpe 1A strömt, umgekehrt proportional zum Radius ist, verwendet werden, aber der Druckwirbelinduktor ist bevorzugt. Durch Anwenden des Druckwirbelinduktors kann eine Nabenseite 42 des Induktors 40 im Durchmesser reduziert werden und ein Kopf der gesamten Kreiselpumpe 1A kann leicht gewährleistet werden.

[0056] Da ferner bewirkt wird, dass die Flüssigkeit aus der radialen Richtung in den Induktor 40 einströmt, während sie durch den gehäuseinternen Verwirbelungsabschnitt 23A (spiralförmiger Einlassabschnitt) mit der Spiralform vorverwirbelt wird, ist es möglich, in dem Induktor 40 bereitgestellte Schaufeln 41 in der axialen Richtung stehen zu lassen und einen Spalt zwischen den Schaufeln 41 zu vergrößern. Dementsprechend kann eine Durchbruchströmungsrate erhöht werden. Ferner wird die Saugleistung des Induktors 40 verbessert.

[0057] Fig. 5 zeigt Ansichten des Zentrifugalschaufelrads, wobei Fig. 5 (a) eine Vorderansicht ist und Fig. 5 (b) eine Ansicht ist, wie sie in der Richtung des Pfeils A in Fig. 5 (a) betrachtet wird. Eine linke Hälfte von Fig. 5 (a) zeigt einen Zustand, in dem die linke Hälfte nicht mit einer Abdeckkappe abgedeckt ist.

[0058] Das Zentrifugalschaufelrad 10 umfasst eine Nabe 11, die an der rotierenden Welle 16 befestigt ist, eine Mehrzahl von Hauptschaufeln 12, die in der Umfangsrichtung angeordnet sind, Teilerschaufeln 13, die jeweils zwischen den Hauptschaufeln 12 angeordnet sind und eine kürzere Länge als die Hauptschaufel 12 aufweisen, und eine Abdeckkappe 14, die die Hauptschaufeln 12 abdeckt. Die Hauptschaufel 12 und die Teilerschaufel 13 sind abwechselnd angeordnet.

[0059] Die Hauptschaufel 12 und die Teilerschaufel 13 sind um einen vorbestimmten Betrag in der Strömungsrichtung der Flüssigkeit geneigt, um einen Neigungswinkel β bereitzustellen. Fig. 5 (b) zeigt den Neigungswinkel β (Flächenwinkel) der Hauptschaufel 12 und der Teilerschaufel 13. Der Neigungswinkel β an einer Hinterkante aller Hauptschaufeln 12 und der Neigungswinkel β an einer Hinterkante der Teilerschaufel 13 im Zentrifugalschaufelrad 10 sind gleich. Der Neigungswinkel β wird unter Berücksichtigung der Strömung auf einer stromabwärtigen Seite, wie etwa der Form des gekrümmten Diffusors 50, eingestellt, aber der Neigungswinkel β beträgt vorzugsweise mindestens 2 Grad und höchstens 7 Grad in der Strömungsrichtung von der Nabenseite 11 zu der Abdeckkappenseite 14 und bevorzugter mindestens 4 Grad und höchstens 5 Grad in der Strömungsrichtung von der Nabenseite 11 zu der Abdeckkappenseite 14. Dementsprechend kann eine Meridianebenen-Geschwindigkeitsverteilung von der Nabe 11 zu der Abdeckkappe 14 auf eine vorbestimmte Geschwindigkeitsverteilung eingestellt werden und die Pumpeneffizienz kann weiter verbessert werden.

[0060] Fig. 6 ist eine vergrößerte Ansicht eines Abschnitts der in Fig. 2 gezeigten Kreiselpumpe, wo der gekrümmte Diffusor vorgesehen ist.

[0061] Der gekrümmte Diffusor 50 weist Leitschaufeln 51 auf, ist in der axialen Richtung von der radialen Richtung des Zentrifugalschaufelrads 10 gebogen, und eine Strömungswegfläche des gekrümmten Diffusors 50 nimmt stromabwärts allmählich ab.

[0062] Vorzugsweise weist die Leitschaufel 51 eine Form auf, die auf einer Vorderkantenseite 51a, die eine Einlassseite ist, einen Neigungswinkel von mehr als 0 Grad und höchstens 10 Grad in einer Meridionalströmungsrichtung von der Nabenseite 11 zu der Abdeckkappenseite 14 aufweist und auf einer Hinterkantenseite 51b, die eine Auslassseite ist, einen Neigungswinkel von mehr als 0 Grad und höchstens 10 Grad in einer Meridionalströmungsrichtung von der Abdeckkappenseite 14 zu der Nabenseite 11 aufweist. Ferner ist es bevorzugter, dass der Neigungswinkel auf der Vorderkantenseite 51a mindestens 3 Grad und höchstens 5 Grad beträgt und der Neigungswinkel auf der Hinterkantenseite 51b mindestens 1 Grad und höchstens 3 Grad beträgt. Es sei angemerkt, dass die „Meridionalströmungsrichtung" eine Strömungsrichtung in einem Fall ist, in dem die Strömung in der Pumpe auf die Meridianebene projiziert wird.

[0063] Dementsprechend kann die Pumpeneffizienz weiter verbessert werden. Der Neigungswinkel auf der Vorderkantenseite 51a und der Neigungswinkel auf der Hinterkante 51b können gleich sein, das heißt 3 Grad betragen.

[0064] Als nächstes wird eine Kreiselpumpe gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben. Die gleichen funktionellen Elemente wie diejenigen des ersten Ausführungsbeispiels sind mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und eine Beschreibung davon wird weggelassen.

[0065] Fig. 7 zeigt Außenansichten der Kreiselpumpe gemäß dem zweiten Ausführungsbespiel, wobei Fig. 7 (a) eine Seitenansicht, Fig. 7 (b) eine Vorderansicht, Fig. 7 (c) eine Rückansicht und Fig. 7 (d) eine Unteransicht ist. Fig. 8 ist ein Schaubild der inneren Anordnung der Kreiselpumpe.

[0066] Eine Kreiselpumpe 1B gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel enthält das Zentrifugalschaufelrad 10, ein Einlassgehäuse 20B, das mit einer Ansaugöffnung des Zentrifugalschaufelrads 10 verbunden ist, ein Einlassrohr 24, das mit einem Einlass des Einlassgehäuses 20B verbunden ist, ein Auslassgehäuse 30B, das mit einer Auslassöffnung des Zentrifugalschaufelrads 10 verbunden ist, den Induktor 40, der stromaufwärts des Zentrifugalschaufelrads 10 vorgesehen ist, und den gekrümmten Diffusor 50, der zwischen dem Zentrifugalschaufelrad 10 und dem Auslassgehäuse 30B vorgesehen ist.

[0067] Das Zentrifugalschaufelrad 10 ist zwischen dem Einlassgehäuse 20B und dem Auslassgehäuse 30B angeordnet. Ferner ist der Lagerkasten 15, der die rotierende Welle 16 des Zentrifugalschaufelrads 10 aufnimmt, auf der Auslassgehäuseseite 30B angeordnet.

[0068] Ähnlich wie bei der oben beschriebenen ersten Ausführungsform umfasst das Zentrifugalschaufelrad 10 die Nabe 11, die an der rotierenden Welle 16 befestigt ist, die Mehrzahl von Hauptschaufeln 12, die in einer Umfangsrichtung angeordnet sind, die Teilerschaufeln 13, die jeweils zwischen den Hauptschaufeln 12 angeordnet sind und eine kürzere Länge als die Hauptschaufeln 12 aufweisen, und die Abdeckkappe 14, das die Hauptschaufeln 12 abdeckt. Die Hauptschaufel 12 und die Teilerschaufel 13 sind abwechselnd angeordnet.

[0069] Ein Spitzenende der rotierenden Welle 16 ist mit einer Kappe 17 abgedeckt. Ein Spitzenendabschnitt der Kappe 17 steht von einem stromaufwärtigen Endabschnitt des Einlassrohrs 24 vor.

[0070] Das Einlassgehäuse 20B weist in einer Vorderansicht eine im Wesentlichen kreisförmige Form auf, und ein Durchgangsloch, durch das die rotierende Welle 16 des Zentrifugalschaufelrads 10 und ein Fluid strömen, ist in einem zentralen Abschnitt der kreisförmigen Form ausgebildet. Die Flüssigkeit strömt in das Zentrifugalschaufelrad 10 in einer axialen Richtung.

[0071] Das Auslassgehäuse 30B weist in der Vorderansicht eine im Wesentlichen kreisförmige Form auf, und ein Durchgangsloch, durch das die rotierende Welle 16 des Zentrifugalschaufelrads 10 strömt, ist in einem zentralen Abschnitt der kreisförmigen Form ausgebildet. Das Auslassgehäuse 30B weist eine Spiralform mit einer Auslassöffnung 30Ba auf, die nach oben weist, und die aus dem Zentrifugalschaufelrad 10 in das Auslassgehäuse 30B eintretende Flüssigkeit strömt in der Umfangsrichtung und wird aus der Auslassöffnung 30Ba ausgelassen.

[0072] Fig. 9 zeigt Ansichten des Einlassrohrs und des In-Rohr-Wirbelabschnitts, wobei Fig. 9 (a) eine Vorderansicht ist, Fig. 9 (b) eine Rückansicht ist und Fig. 9 (c) eine Querschnittsansicht entlang einer Linie A-A von Fig. 9 (b) ist.

[0073] Das Einlassrohr 24 ist ein gerades Rohr, und der stromaufwärtige Endabschnitt des Einlassrohrs 24 ist mit einem Flüssigkeitssaugrohr 60 (siehe Fig. 13) durch Flanschverbindung oder dergleichen verbunden, und ein stromabwärtiger Endabschnitt des Einlassrohrs 24 ist mit dem Einlassgehäuse 20B verbunden.

[0074] Ein In-Rohr-Wirbelabschnitt 23B, der als der Wirbelabschnitt dient, ist innerhalb des Einlassrohrs 24 bereitgestellt. Der In-Rohr-Wirbelabschnitt 23B ist durch ringförmiges Anordnen einer Mehrzahl von Statorschaufeln ausgebildet, die jeweils eine verdrehte Form aufweisen und dazu vorgesehen sind, die strömende Flüssigkeit in einer Richtung zu verwirbeln. Die Form, die Abmessungen und dergleichen jeder Schaufel können entsprechend eingestellt werden. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Dicke jeder Schaufel von einem Basisende zu einem Spitzenende konstant, und die Krümmung an einer Basisendseite ist größer als die Krümmung an

einer Spitzenendseite. Die Verwirbelungsrichtung der Flüssigkeit durch den In-Rohr-Wirbelabschnitt 23B ist die Vorwärtsrichtung in Bezug auf die Drehrichtung des Zentrifugalschaufelrads 10. Indem die Flüssigkeit, die vorverwirbelt wurde, auf diese Weise in das Zentrifugalschaufelrad 10 einströmt, ist es möglich, eine Kreiselpumpe zu verwirklichen, die eine höhere Effizienz und ausgezeichnete Saugleistung aufweist als die nach Stand der Technik. Da der Verwirbelungsabschnitt der In-Rohr-Verwirbelungsabschnitt 23B ist, kann die Flüssigkeit mit einer relativ einfachen Anordnung vorverwirbelt werden.

[0075] Ein Ende (Spitzenende) der Statorschaufel, das den In-Rohr-Wirbelabschnitt 23B ausbildet, ist an einer Innenfläche des Einlassrohrs 24 befestigt, und das andere Ende (Basisende) der Statorschaufel ist an einer Außenfläche der Kappe 17 des Zentrifugalschaufelrads 10 befestigt. Durch Fixieren beider Enden der Statorschaufel an dem anderen Element auf diese Weise ist es möglich, Festigkeit sicherzustellen, während die Dicke der Statorschaufel reduziert wird, Vibrationen der Statorschaufel zu verhindern und stabil die Wirbelströmung zu erzeugen. Ferner, obwohl eine Länge von vorne nach hinten (eine Länge in einer axialen Richtung) der Zentrifugalpumpe 1B durch Bereitstellen der Statorschaufel länger wird, dient die Kappe 17 auch als ein Befestigungspunkt des anderen Endes der Statorschaufel, womit eine Zunahme der Länge unterdrückt werden kann.

[0076] Wie in (c) von Fig. 9 gezeigt, ist die Kappe 17 in einer Stromlinienform mit einem größeren Durchmesser auf der stromabwärtigen Seite als auf einer stromaufwärtigen Seite ausgebildet, und dementsprechend nimmt die Strömungswegfläche des Abschnitts, wo der In-Rohr-Wirbelabschnitt 23B bereitgestellt ist, stromabwärts allmählich ab. Da das andere Ende (Basisende) der Statorschaufel an der Kappe 17 mit der Stromlinienform befestigt ist, ist die Schaufellänge auf der stromaufwärtigen Seite größer als die Schaufellänge auf der stromabwärtigen Seite. Durch allmähliches Verringern der Strömungswegfläche in dem In-Rohr-Wirbelabschnitt 23B stromabwärts ist es möglich, die Turbulenz der Strömung, die durch Bereitstellen der Statorschaufeln in dem Einlassrohr 24 verursacht wird, zu verbessern. Ferner kann durch Ausbilden der Kappe 17 in der Stromlinienform die Turbulenz der Strömung unterdrückt werden, und die Strömung kann stabilisiert werden. Wie oben beschrieben, kann eine stabile Wirbelströmung durch die Kombination des durch die Statorschaufeln ausgebildeten In-Rohr-Wirbelabschnitts 23B und der Kappe 17 mit der Stromlinienform (Geschossform) erzeugt werden, und die Länge von vorne nach hinten der Kreiselpumpe 1B kann verkürzt werden, um eine Verringerung der Größe und des Gewichts zu erreichen.

[0077] Der Induktor 40 ist zwischen dem Zentrifugalschaufelrad 10 und dem In-Rohr-Wirbelabschnitt 23B angeordnet. Die Drehrichtung des Induktors 40 ist die gleiche wie die Richtung, in der die Flüssigkeit durch den In-Rohr-Wirbelabschnitt 23B verwirbelt wird. Die Saugleistung des Induktors 40 kann verbessert werden, indem bewirkt wird, dass die Flüssigkeit in den Induktor 40 strömt, während sie durch den In-Rohr-Wirbelabschnitt 23B vorverwirbelt wird. Ferner ist es möglich, das Auftreten von Kavitation in dem Zentrifugalschaufelrad 10 zu reduzieren und das Erreichen einer Kavitationsleistungsgrenze zu verzögern.

[0078] Der gekrümmte Diffusor 50 weist Leitschaufeln 51 auf, ist in der axialen Richtung von der radialen Richtung des Zentrifugalschaufelrads 10 gebogen, und eine Strömungswegfläche des gekrümmten Diffusors 50 nimmt stromabwärts allmählich ab.

[0079] Ähnlich wie beim ersten Ausführungsbespiel weist die Leitschaufel 51 vorzugsweise eine Form auf, die auf der Vorderkantenseite 51a, die eine Einlassseite ist, einen Neigungswinkel von mehr als 0 Grad und höchstens 10 Grad in einer Meridionalströmungsrichtung von der Nabenseite 11 zu der Abdeckkappenseite 14 aufweist und auf der Hinterkantenseite 51b, die eine Auslassseite ist, einen Neigungswinkel von mehr als 0 Grad und höchstens 10 Grad in der Meridionalebenen-Strömungsrichtung von der Abdeckkappenseite 14 zu der Nabenseite 11 aufweist. Ferner ist es bevorzugter, dass der Neigungswinkel auf der Vorderkantenseite 51a mindestens 3 Grad und höchstens 5 Grad beträgt und der Neigungswinkel auf der Hinterkantenseite 51b mindestens 1 Grad und höchstens 3 Grad beträgt. Dementsprechend kann die Pumpeneffizienz weiter verbessert werden.

[0080] Als Nächstes werden Vorteile der Kreiselpumpe gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung im Vergleich zu der Pumpe nach Stand der Technik beschrieben.

[0081] Fig. 10 zeigt Vergleichsansichten einer Meridionalform, in der Fig. 10 (a) eine Radialeinströmtyp-Kreiselpumpe gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung (Beispiel I) ist und Fig. 10 (b) eine Axialeinströmtyp-Zweistufenausgleichsturbinenpumpe im Stand der Technik (Vergleichsbeispiel I) ist.

[0082] In beiden Pumpen erfüllt die Saugbedingung „Normalbetrieb bei einem Saugwasserkopf von -3 m von einer Pumpeneinlassposition", und die Pumpenleistung erfüllt „Klasse A-2", die einen technischen Standard einer Feuerlöschpumpe definiert. Drehzahlen der Kreiselpumpe 1A des Beispiels I und der Pumpe des Vergleichsbeispiels I betragen 600 bis 3250 U/min.

[0083] In der Kreiselpumpe 1A von Beispiel I ist es möglich, Raum einschließlich der Rohre zu sparen, da die Flüssigkeit in der radialen Richtung strömt. Da der Druck in einer Stufe erhöht wird, kann die axiale Länge verkürzt werden.

[0084] Fig. 11 zeigt Vergleichsschaubilder der Pumpenleistung, wobei Fig. 11 (a) einen Kopfbeiwert und Fig. 11 (b) einen Wirkungsgrad zeigen. In Fig. 11 (a) und (b) stellen horizontale Achsen einen Strömungsratenbeiwert dar. In Fig. 11 (a) gibt „●" Daten der Kreiselpumpe 1A des Beispiels I an, „○" zeigt Daten der Pumpe des Vergleichsbeispiels I. In Fig. 11 (b) zeigt „▲" Daten der Kreiselpumpe 1A des Beispiels I und „Δ" zeigt Daten der Pumpe des Vergleichsbeispiels I.
Ein Strömungsratenbeiwert φ (phi) wird durch die folgende Gleichung (1) ausgedrückt, ein Kopfbeiwert ψ (psi) wird durch die folgende Gleichung (2) ausgedrückt und ein Wirkungsgrad ε (epsilon) wird durch die folgende Gleichung (3) ausgedrückt.

[Gleichung 1]

$$\phi = \frac{Q}{D^3 \omega} \quad \cdots (1)$$

[Gleichung 2]

$$\psi = \frac{gH}{u^2} \quad \cdots (2)$$

[Gleichung 3]

$$\varepsilon = \frac{\mu}{\mu_0} \quad \cdots (3)$$

[0085] Dabei ist Q eine Strömungsrate [m^3/min], H ist ein Kopf [m], ω ist eine Winkelgeschwindigkeit [rad/s], u ist eine Laufradaußendurchmesser-Umfangsgeschwindigkeit [m/s], μ ist ein Wirkungsgrad der Pumpe, μ0 ist ein Auslegungspunktwirkungsgrad von Vergleichsbeispiel I, g ist eine Gravitationsbeschleunigung [m/s^2], ρ ist eine Dichte der Flüssigkeit [kg/m^3] und D ist ein Laufradauslassdurchmesser [m].

[0086] Wie in Fig. 11 (a) gezeigt, versteht es sich, dass die Kreiselpumpe 1A von Beispiel I den Kopf, der ausgegeben werden kann, stärker begrenzt als die Pumpe von Vergleichsbeispiel I. Wie in Fig. 11 (b) gezeigt, ist der Wirkungsgrad der Kreiselpumpe 1A von Beispiel I im Vergleich zu der Pumpe von Vergleichsbeispiel I deutlich verbessert.

[0087] Fig. 12 ist ein Schaubild, das die Saugleistung der Kreiselpumpe von Beispiel I zeigt. Fig. 12 (a) ist ein Diagramm des Kopfbeiwerts, eine vertikale Achse stellt den Kopfbeiwert dar und eine horizontale Achse stellt einen positiven Nettosaugkopf (NPSH) dar. Ferner zeigen Fig. 12 (b) bis (d) einen Bereich, in dem Kavitation in der Nähe des Zentrifugalschaufelrads auftritt, wobei Fig. 12 (b) einen Fall zeigt, in dem NPSH = 0,3 m, Fig. 12 (c) einen Fall zeigt, in dem NPSH = 0,6 m, und Fig. 12 (d) einen Fall zeigt, in dem NPSH = 2,4 m.

[0088] Hinsichtlich der Saugleistung werden die Kreiselpumpe 1A von Beispiel I und die Pumpe von Vergleichsbeispiel I verglichen.

[0089] Der positive Nettosaugkopf (NPSH (Hsv)) wird durch die folgende Gleichung (4) ausge-

drückt. Der NPSH, bei dem der Pumpenkopfbeiwert von einem stationären Zustand um 3 % abnimmt und das Pumpen nicht ausgeführt werden kann, ist als H_{sv} definiert.

[Gleichung 4]

$$NPSH(H_{sv}) = \frac{p_1 - p_v}{\rho g} \qquad \cdots (4)$$

[0090] Dabei ist p_1 ein statischer Einlassdruck (Verlust) [Pa], p_v ist ein gesättigter Dampfdruck [Pa], ρ ist eine Flüssigkeitsdichte [kg/m^3] und g ist eine Gravitationsbeschleunigung [m/s^2].

[0091] Eine spezifische Sauggeschwindigkeit S wird durch die folgende Gleichung (5) unter Verwendung von H_{sv} ausgedrückt.

[Gleichung 5]

$$S = n\frac{\sqrt{Q}}{H_{sv}^{0.75}} \qquad \cdots (5)$$

[0092] Dabei ist n eine Drehzahl [U/min] und Q ist eine Strömungsrate [m^3/min].

[0093] Wenn die spezifische Sauggeschwindigkeit S aus der Gleichung (5) basierend auf den jeweiligen Drehzahlen n und Strömungsraten Q berechnet wird, beträgt die spezifische Sauggeschwindigkeit S der Pumpe von Vergleichsbeispiel I 1737, die spezifische Sauggeschwindigkeit S der Kreiselpumpe 1A von Beispiel I beträgt 4988, und es versteht sich, dass die Kreiselpumpe 1A von Beispiel I in der Saugleistung der Pumpe von Vergleichsbeispiel I überlegen ist.

[0094] Wie oben beschrieben, ist es durch Bereitstellen des Einlassgehäuses 20A mit den zwei Einlassöffnungen 21a, 22a in der radialen Richtung und durch Anwenden der Einlassvorverwirbelung möglich, die Kreiselpumpe 1A mit einer höheren Effizienz und einer ausgezeichneten Saugleistung im Vergleich zu der Kreiselpumpe nach Stand der Technik zu verwirklichen.

[0095] Insbesondere durch Einstellen der Verwirbelungsrichtung des Vorverwirbelns auf die Vorwärtsrichtung in Bezug auf die Drehrichtung des Zentrifugalschaufelrads 10 können die hohe Effizienz und die Saugleistung leicht gleichzeitig erreicht werden.

[0096] Fig. 13 zeigt Anordnungsansichten der Kreiselpumpenvorrichtung, die an einem Feuerwehrfahrzeug montiert ist, wobei Fig. 13 (a) eine Draufsicht sind und Fig. 13 (b) eine Seitenansicht ist.

[0097] Die Kreiselpumpenvorrichtung enthält die Kreiselpumpe 1A, Flüssigkeitssaugrohre 60, die jeweils einen Flüssigkeitssaugschlauchverbindungsabschnitt 61 aufweisen, mit dem ein Flüssigkeitssaugschlauch verbunden ist, Flüssigkeitsauslassrohre 70, die jeweils einen Flüssigkeitsauslassschlauchverbindungsabschnitt 71 aufweisen, mit dem ein Flüssigkeitsauslassschlauch verbunden ist, und Einweg-Rückschlagventile 80, die in den Flüssigkeitsauslassrohren 70 vorgesehen sind.

[0098] In dem Feuerwehrfahrzeug, an dem die Kreiselpumpenvorrichtung montiert ist, sind die jeweiligen Flüssigkeitssaugschlauchverbindungsabschnitte 61 an einer rechten Seitenfläche und einer linken Seitenfläche der Fahrzeugkarosserie angeordnet, und die jeweiligen Flüssigkeitsausstoßschlauchverbindungsabschnitte 71 sind an der rechten Seitenfläche und der linken Seitenfläche der Fahrzeugkarosserie angeordnet. Dementsprechend kann die Verbindung des Flüssigkeitssaugschlauchs und die Verbindung des Flüssigkeitsausstoßschlauchs entweder von der linken Seite oder der rechten Seite aus ausgeführt werden.

[0099] Das Flüssigkeitssaugrohr 60 enthält den Flüssigkeitssaugschlauchverbindungsabschnitt 61 an einem Ende des Flüssigkeitssaugrohrs 60, und das andere Ende des Flüssigkeitssaugrohrs 60 ist mit dem Einlassgehäuse 20A der Kreiselpumpe 1A verbunden. Ferner sind Verzweigungsflüssigkeitsansaugrohre 62, die jeweils mit einem flüssigkeitsansaugseitigen Weiterleitungsabschnitt 63 an einem Spitzenende des flüssigkeitsansaugseitigen Weiterleitungsabschnitts 63 versehen sind, zwischen einem Ende und dem anderen Ende des Flüssigkeitsansaugrohrs 60 verbunden. Die jeweiligen flüssigkeitsansaugseitigen Weiterleitungsabschnitte 63 sind an der rech-

ten Seitenfläche und der linken Seitenfläche der Fahrzeugkarosserie angeordnet und mit einem Weiterleitungsschlauch verbunden, der verwendet wird, um eine Feuerlöschflüssigkeit oder dergleichen, die von einem anderen Feuerwehrfahrzeug oder dergleichen gesendet wird, weiterzuleiten.

[00100] Das Flüssigkeitsauslassrohr 70 enthält an einem Ende des Flüssigkeitsauslassrohrs 70 einen ersten Flüssigkeitsauslassschlauchverbindungsabschnitt 71A und einen zweiten Flüssigkeitsauslassschlauchverbindungsabschnitt 71B, der an einer Fahrzeugrückseite des ersten Flüssigkeitsauslassschlauchverbindungsabschnitts 71A angeordnet ist, als die Flüssigkeitsauslassschlauchverbindungsabschnitte 71, und das andere Ende des Flüssigkeitsauslassrohrs 70 ist mit dem Auslassgehäuse 30A der Kreiselpumpe 1 verbunden. Der erste Flüssigkeitsauslassschlauchverbindungsabschnitt 71A ist in einem verzweigten Flüssigkeitsauslassrohr 72 vorgesehen, das zwischen einem Ende und dem anderen Ende des Flüssigkeitsauslassrohrs 70 verbunden ist. Der zweite Flüssigkeitsauslassschlauchverbindungsabschnitt 71B ist auf einer geraden Linie mit dem Flüssigkeitsauslassrohr 70 vorgesehen. Mit dem ersten Flüssigkeitsauslassschlauchverbindungsabschnitt 71A und dem zweiten Flüssigkeitsauslassschlauchverbindungsabschnitt 71B kann auch ein Weiterleitungsschlauch, der zum Weiterleiten einer Feuerlöschflüssigkeit oder dergleichen zu einem anderen Feuerwehrfahrzeug oder dergleichen verwendet wird, als ein Flüssigkeitsauslassschlauch verbunden sein.

[00101] Ferner kann, obwohl nicht gezeigt, die Kreiselpumpe gemäß der zweiten Ausführungsform auch am Feuerwehrfahrzeug montiert sein, und das Flüssigkeitssaugrohr 60 und das Flüssigkeitsauslassrohr 70 können mit einer Seite oder einer Rückseite des Feuerwehrfahrzeugs verbunden sein.

[00102] Fig. 14 zeigt Vergleichsschaubilder der Anordnungen eines Flüssigkeitsansaugrohrs und eines Flüssigkeitsauslassrohrs, in denen Fig. 14 (a) eine Draufsicht einer Kreiselpumpenvorrichtung (Beispiel II) ist, die die Radialeinströmtyp-Kreiselpumpe gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst, Fig. 14 (b) eine Seitenansicht der Kreiselpumpenvorrichtung ist, Fig. 14 (c) eine Draufsicht einer Axialeinströmtyp-Kreiselpumpenvorrichtung im Stand der Technik (Vergleichsbeispiel II) ist und Fig. 14 (d) eine Seitenansicht der Axialeinströmtyp-Kreiselpumpenvorrichtung ist. Schwarze Pfeile in Fig. 14 zeigen eine Strömung auf einer Flüssigkeitsansaugseite an und weiße Pfeile zeigen eine Strömung auf einer Flüssigkeitsauslassseite an.

[00103] In der Kreiselpumpenvorrichtung des Vergleichsbeispiels II, wie in Fig. 14 (c) und (d) gezeigt, wird die Flüssigkeit, die aus dem Flüssigkeitsansaugrohr 160 einströmt, von der radialen Richtung zu der axialen Richtung gebogen und strömt dann in das Zentrifugalschaufelrad 10, und die Flüssigkeit, die aus dem Zentrifugalschaufelrad 10 ausströmt, erreicht den Flüssigkeitsauslassrohrverbindungsabschnitt über ein Flüssigkeitsauslassrohr 170, das ein gebogenes Rohr ist.

[00104] Andererseits ist in der Zentrifugalpumpenvorrichtung von Beispiel II, wie in (a) und (b) von Fig. 14 gezeigt, das Flüssigkeitssaugrohr 60 auf einer geraden Linie mit dem Einlassgehäuse 20A angeordnet, und das Flüssigkeitsauslassrohr 70 ist auf einer geraden Linie mit dem Auslassgehäuse 30A angeordnet. Dementsprechend kann die Länge der Rohre kürzer gemacht werden als die der Rohre nach Stand der Technik, was zu einer Verringerung des Gewichts der Rohre führt. Ferner kann die Größe der Pumpenvorrichtung reduziert werden und ein Freiheitsgrad bei der Anordnung kann erhöht werden.

[00105] In der Kreiselpumpenvorrichtung von Vergleichsbeispiel II, wie in Fig. 14 (d) gezeigt, weisen ein Rohrachsenzentrum 160x des Flüssigkeitssaugrohrs 160 und ein Rohrachsenzentrum 170x des Flüssigkeitsauslassrohrs 170 unterschiedliche Höhen von einem Installationsboden auf.

[00106] Andererseits sind in der Kreiselpumpenvorrichtung von Beispiel II, wie in Fig. 14 (b) gezeigt, ein Rohrachsenzentrum 60x des Flüssigkeitssaugrohrs 60 und ein Rohrachsenzentrum 70x des Flüssigkeitsauslassrohrs 70 auf der gleichen Höhe angeordnet. Dementsprechend können das Flüssigkeitssaugrohr 60 und das Flüssigkeitsauslassrohr 70 auf der gleichen Ebene angeordnet sein, und eine Rohrstruktur, in der ein Abschnitt, der in der gesamten Kreiselpumpenvor-

richtung nach oben vorsteht, nur das Einlassgehäuse 20A und das Auslassgehäuse 30A ist, ist abgelegt. Somit ist es durch weiteres Vereinfachen der Anordnung von Rohren möglich, das Gewicht der Rohre weiter zu reduzieren und einen Laderaum zu gewährleisten.

[00107] Fig. 15 zeigt Vergleichsansichten des Rückschlagventils, in denen Fig. 15 (a) eine vergrößerte Ansicht der Nähe eines Rückschlagventils der in Fig. 13 (a) gezeigten Kreiselpumpenvorrichtung von Beispiel II und Fig. 14 (a) ist, Fig. 15 (b) eine vergrößerte Ansicht der Nähe eines Rückschlagventils der in Fig. 14 (d) gezeigten Kreiselpumpenvorrichtung von Vergleichsbeispiel II ist und Fig. 15 (c) eine strukturelle Ansicht des in Vergleichsbeispiel II verwendeten Rückschlagventils ist. Pfeile in Fig. 15 (c) zeigen die Strömungsrichtung der Flüssigkeit an.

[00108] Das Rückschlagventil verhindert Rückfluss der Flüssigkeit, die aus der Kreiselpumpe ausgelassen wird, und verhindert, dass Luft von der Flüssigkeitsauslassrohrseite in die Kreiselpumpe eintritt, wenn die Kreiselpumpe durch die Vakuumpumpe hochgepumpt wird. In der Kreiselpumpenvorrichtung von Vergleichsbeispiel II wird ein sogenanntes T-förmiges Rückschlagventil, wie in Fig. 15 (c) gezeigt, für die Rohrstruktur verwendet. Da sich eine Strömungsrichtung des T-förmigen Rückschlagventils ändert, kann der Energieverlust zunehmen.

[00109] Andererseits kann in der Kreiselpumpenvorrichtung von Beispiel II, da das Flüssigkeitsauslassrohr 70 auf einer geraden Linie mit dem Auslassgehäuse 30A angeordnet ist, das Einweg-Rückschlagventil 80 verwendet werden. Da das Einweg-Rückschlagventil 80 die Strömungsrichtung vor und nach dem Ventil nicht ändert, kann der Energieverlust reduziert und die Effizienz der Kreiselpumpenvorrichtung verbessert werden.

[00110] Fig. 16 zeigt Schaubilder des Ausstoßpumpens in der Kreiselpumpenvorrichtung gemäß Beispiel II, wobei Fig. 16 (a) einen Rückströmungsbereich zeigt und Fig. 16 (b) einen Verbindungspunkt an dem anderen Ende eines Gasphasensaugrohrs zeigt. Andererseits zeigt Fig. 18 Schaubilder des Ausstoßpumpens in der Kreiselpumpenvorrichtung gemäß Vergleichsbeispiel II, wobei Fig. 18 (a) einen Rückströmungsbereich zeigt und Fig. 18 (b) einen Verbindungspunkt an dem anderen Ende eines Gasphasensaugrohrs zeigt.

[00111] Die Kreiselpumpenvorrichtung enthält eine Ausstoßvorrichtung, die dazu vorgesehen ist, Gas in dem Flüssigkeitssaugschlauch, der mit dem Flüssigkeitssaugschlauchverbindungsabschnitt 61 verbunden ist, zu dem Einlassgehäuse 20A auszustoßen, und ist in der Lage, das Ausstoßpumpen auszuführen. Das Ausstoßpumpen wird ausgeführt, um eine weitere Wasserausstoßströmungsrate während des Wasserausstoßes sicherzustellen, und das Pumpen wird unter Verwendung einer Differenz zwischen einem Unterdruck unmittelbar vor der Kreiselpumpe 1A und dem Atmosphärendruck ausgeführt.

[00112] Die Ausstoßvorrichtung enthält ein Gasphasensaugrohr 90, das ein Ende, das mit einer Seite des Flüssigkeitssaugschlauchverbindungsabschnitts 61 verbunden ist, der mit dem Flüssigkeitssaugschlauch (außerhalb eines Stopfens) verbunden ist, und das andere Ende, das mit dem Einlassgehäuse 20A verbunden ist, enthält. Das Gas, das den Flüssigkeitssaugschlauch füllt, wird allmählich durch das Gasphasensaugrohr 90 ausgestoßen, das als Ausstoßrohrleitung dient, und der Flüssigkeitssaugschlauch wird mit einer flüssigen Phase gefüllt.

[00113] In der Kreiselpumpe 1A wird in Abhängigkeit von dem Betriebsverfahren der Rückströmungsbereich, der in einer Donutform (Kreisringform) ausgebildet ist, wenn von der Vorderseite der Pumpe betrachtet, in dem Rohr in der Nähe einer Einlassseite des Zentrifugalschaufelrads 10 erzeugt. Der Rückflussbereich tritt immer auf, und es ist schwierig, den Rückfluss zu beseitigen. Da Wasser, das durch die Kreiselpumpe 1A unter Druck gesetzt wird, zu dem Rückströmungsbereich zurückfließt, wird das Ausstoßpumpen des Wasserpumpens durch eine Druckdifferenz von der Atmosphäre zu einem signifikanten negativen Effekt. Daher muss das andere Ende des Gasphasensaugrohrs 90, das mit einer Wandfläche des Einlassgehäuses 20A verbunden ist, den Rückflussbereich vermeiden.

[00114] In der Kreiselpumpenvorrichtung von Vergleichsbeispiel II, wie in Fig. 18 (a) gezeigt, wird der Rückflussbereich auf einer Wandfläche auf einer Außendurchmesserseite in einem Rohr 120 in der Nähe einer Einlassseite eines Zentrifugalschaufelrads 110 erzeugt. Daher ist, wie in Fig.

18 (b) gezeigt, das andere Ende eines Gasphasensaugrohrs 190 im Allgemeinen nicht an einer Position „A‘“ in der Nähe der Einlassseite des Zentrifugalschaufelrads 110 mit dem Rohr verbunden, sondern an einer Position „B‘“, die von der Einlassseite des Zentrifugalschaufelrads 110 um einen vorbestimmten Abstand getrennt ist, um den Rückflussbereich zu vermeiden. Da jedoch der Druck niedriger wird, wenn die Position näher an dem Zentrifugalschaufelrad 110 ist, besteht die Möglichkeit, dass die Ausstoßpumpleistung verschlechtert wird, wenn der Verbindungspunkt an dem anderen Ende des Gasphasensaugrohrs 190 von dem Zentrifugalschaufelrad 110 weg bewegt wird. Andererseits wird auch in der Kreiselpumpenvorrichtung von Beispiel II, wie in Fig. 16 (a) gezeigt, im Einlassgehäuse 20A der Rückflussbereich auf der Wandfläche auf der Außendurchmesserseite in der Nähe der Einlassseite des Zentrifugalschaufelrads 10 erzeugt. Da jedoch das Einlassgehäuse 20A eine Spiralform aufweist, wie in Fig. 16 (b) gezeigt, kann an einer Position „A“ nahe der Einlassseite das andere Ende des Gasphasensaugrohrs 90 mit einer Wandfläche auf der Innendurchmesserseite verbunden sein, wo kein Rückflussbereich erzeugt wird. Dementsprechend kann die Ausstoßrohrleitung an einer Position vorgesehen sein, an der der Druck niedrig ist, während der Rückströmungsbereich, der in der Donutform ausgebildet ist, vermieden wird. Da die Flüssigkeit in dem Einlassgehäuse 20A verwirbelt, ist ferner der Druck, der auf den Abschnitt weg von dem Zentrifugalschaufelrad 10 ausgeübt wird, niedriger als der der Kreiselpumpenvorrichtung von Vergleichsbeispiel II. Daher ist es selbst in einem Fall, in dem das andere Ende des Gasphasensaugrohrs 90 mit einer Position „B“ verbunden ist, die um einen vorbestimmten Abstand von der Einlassseite des Zentrifugalschaufelrads 10 getrennt ist, um den Rückflussbereich zu vermeiden, möglich, eine Abnahme der Ausstoßleistung zu verringern. Wie oben beschrieben, kann das andere Ende des Gasphasensaugrohrs 90 mit der Position „A“ unmittelbar vor dem Zentrifugalschaufelrad 10 verbunden sein, und selbst im Fall des Verbindens mit der zweiten Position „B“, die relativ weit entfernt ist, ist es möglich, eine Abnahme der Ausstoßleistung zu verringern. Dementsprechend nimmt die Anzahl der Optionen der Position, mit der das andere Ende des Gasphasensaugrohrs 90 verbunden ist, zu und ein Freiheitsgrad der Verbindung nimmt zu.

[00115] Als nächstes wird ein Effizienzverbesserungsverfahren in einem Fall beschrieben, in dem die Kreiselpumpe 1A gemäß der ersten Ausführungsform auf einer Seite entladen wird.
Fig. 17 zeigt Schaubilder, die sich auf die einseitige Abgabe der Kreiselpumpe beziehen, wobei Fig. 17 (a) die Kreiselpumpe in einem Zustand zeigt, in dem die einseitige Abgabe aus der Auslassöffnung 31a des ersten Auslassabschnitts 31 durch Schließen der Auslassöffnung 32a des zweiten Auslassabschnitts 32 ausgeführt wird, und Fig. 17 (b) und (c) eine Umfangsdruckverteilung an den Auslässen des Zentrifugalschaufelrads zeigen. In Fig. 17 (b) und (c) stellt eine vertikale Achse den Kopfbeiwert dar und eine horizontale Achse stellt einen Winkel (Grad) dar. Die Auslassöffnung 31a des ersten Auslassabschnitts 31 kann geschlossen werden, um die einseitige Abgabe aus der Auslassöffnung 32a des zweiten Auslassabschnitts 32 auszuführen.

[00116] Die folgende Tabelle 1 zeigt einen Kopfbeiwert zum Zeitpunkt der beidseitigen Entladung und einen Kopfbeiwert zum Zeitpunkt der einseitigen Entladung.

[TABELLE 1]

Kopfbeiwert ψ	Zweiseitige Abgabe	Einseitige Abgabe
Induktor	0,045	0,21
Zentrifugalschaufelrad	0,69	0,72
Gesamt	0,73	0,74

[00117] In Fig. 17 (b) sind Daten zum Zeitpunkt der beidseitigen Abgabe durch eine Einpunkt-Kettenlinie angegeben, und Daten, wenn die Abgabeströmungsrate aus der Auslassöffnung 32a des zweiten Auslassabschnitts 32, der zum Zeitpunkt der einseitigen Abgabe vollständig geschlossen ist, auf einen Strömungsratenbeiwert von 0 eingestellt ist, sind durch eine gepunktete Linie angegeben. Die folgende Tabelle 2 zeigt einen Vergleich zwischen der Leistung zum Zeitpunkt der beidseitigen Abgabe und der Leistung zum Zeitpunkt der einseitigen Entladung.

[TABELLE 2]

Drehzahl	n	2300	
Strömungsratenbeiwert	φ	0,309	
Betrieb		Zweiseitige Abgabe	Einseitige Abgabe
Kopfbeiwert	ψ	0,66	0,56
Effizienz	ε	1	0,78

[00118] Wie in Tabelle 2 gezeigt, kann in dem Feuerwehrfahrzeug bei der einseitigen Abgabe, bei der die Flüssigkeit nur von einer der rechten Seitenfläche und der linken Seitenfläche ausgestoßen wird, die Strömung zu einem des ersten Auslassabschnitts 31 und des zweiten Auslassabschnitts 32 vorgespannt werden, und somit wird die Pumpeneffizienz im Vergleich zu der bei der beidseitigen Abgabe verringert.

[00119] Andererseits sind in Fig. 17 (c) Daten, wenn die Abgabeströmungsrate aus der Auslassöffnung 32a des zweiten Auslassabschnitts 32, der zum Zeitpunkt der einseitigen Abgabe vollständig geschlossen ist, auf einen Strömungsratenbeiwert von 0 eingestellt ist, durch eine gepunktete Linie angegeben, und Daten, wenn die Abgabeströmungsrate aus der Auslassöffnung 32a des zweiten Auslassabschnitts 32, der zum Zeitpunkt der einseitigen Abgabe teilweise geöffnet ist, auf einen Strömungsratenbeiwert von 0,01 eingestellt ist, sind durch eine durchgezogene Linie angegeben. Die folgende Tabelle 3 zeigt einen Leistungsvergleich zwischen den beiden.

[TABELLE 3]

Drehzahl	n	2300	
Strömungsratenbeiwert	φ	0,31-0	0,30-0,01
Betrieb		Einseitige Abgabe	Einseitige Abgabe
Kopfbeiwert	ψ	0,56	0,59
Effizienz	ε	0,78	0,83

[00120] Wie in Tabelle 3 gezeigt, ist zu erkennen, dass die Pumpeffizienz wiederhergestellt wird, wenn die Strömung aus dem Rohr an der geschlossenen Seite sogar nur ein wenig ist. Dementsprechend ist es bevorzugt, das linke und das rechte Rohr (den ersten Auslassabschnitt 31 und den zweiten Auslassabschnitt 32) durch ein Umgehungsrohr zu verbinden und die einseitige Strömung zu verhindern.

BEZUGSZEICHENLISTE

1 Kreiselpumpe

10 Zentrifugalschaufelrad

11 Nabe

12 Hauptschaufel

13 Teilerschaufel

14 Abdeckkappe

16 rotierende Welle

17 Kappe

20A, 20B Einlassgehäuse

21 erster Einlassabschnitt

22 zweiter Einlassabschnitt

23A gehäuseinterner Verwirbelungsabschnitt

23B In-Rohr-Wirbelabschnitt

24 Einlassrohr

30A, 30B Auslassgehäuse

31 erster Auslassabschnitt

32 zweiter Auslassabschnitt

33 Ausströmabschnitt

40 Induktor

50 gekrümmter Diffusor

51 Leitschaufel

51a Vorderkantenseite

51b Hinterkantenabschnitt

60 Flüssigkeitssaugrohr

60x Rohrachsenzentrum

61 Flüssigkeitssaugschlauchverbindungsabschnitt

70 Flüssigkeitsauslassrohr

70x Rohrachsenzentrum

71 Flüssigkeitsauslassschlauchverbindungsabschnitt

80 Einweg-Rückschlagventil

90 Gasphasensaugrohr

β Neigungswinkel

Patentansprüche

1. Eine Kreiselpumpe (1), umfassend:
ein Zentrifugalschaufelrad (10);
ein Einlassgehäuse (20A, 20B), das mit einer Ansaugöffnung des Zentrifugalschaufelrads (10) verbunden ist;
ein Auslassgehäuse (30A, 30B), das mit einer Auslassöffnung des Zentrifugalschaufelrads (10) verbunden ist;
einen Diffusor (50); und
einen Verwirbelungsabschnitt (23A), der eine in das Zentrifugalschaufelrad (10) einströmende Flüssigkeit verwirbelt,
wobei der Verwirbelungsabschnitt (23A) die Flüssigkeit in der gleichen Richtung wie eine Drehrichtung des Zentrifugalschaufelrads (10) verwirbelt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Diffusor (50) gekrümmt und zwischen dem Zentrifugalschaufelrad (10) und dem Auslassgehäuse (30A, 30B) vorgesehen ist, dass der gekrümmte Diffusor (50) eine Leitschaufel (51) aufweist, dass der gekrümmte Diffusor (50) in einer axialen Richtung von einer radialen Richtung des Zentrifugalschaufelrads (10) gebogen ist, und dass eine Strömungswegfläche des gekrümmten Diffusors (50) stromabwärts allmählich abnimmt.

2. Kreiselpumpe nach Anspruch 1,
wobei das Zentrifugalschaufelrad (10) eine Nabe (11), die an einer rotierenden Welle (16) befestigt ist, eine Mehrzahl von Hauptschaufeln (12), die in einer Umfangsrichtung angeordnet sind, und eine Abdeckkappe (14), das die Hauptschaufeln (12) abdeckt, umfasst, und wobei die Leitschaufel (51) eine Form aufweist, die auf einer Vorderkantenseite (51a) einen Neigungswinkel von mehr als 0 Grad und höchstens 10 Grad in einer Meridianebenen-Strömungsrichtung von einer Nabenseite (11) aufweist und auf einer Hinterkantenseite (51b) einen Neigungswinkel von mehr als 0 Grad und höchstens 10 Grad in der Meridianebenen-Strömungsrichtung von einer Abdeckkappenseite (14) aufweist.

3. Kreiselpumpe nach Anspruch 2,
wobei in dem Zentrifugalschaufelrad (10) eine Teilerschaufel (13) zwischen den Hauptschaufeln (12) vorgesehen ist, wobei die Teilerschaufel (13) eine kürzere Länge als die Hauptschaufeln (12) aufweist, und
wobei ein Neigungswinkel an Hinterkanten (51b) der Hauptschaufel (12) und der Teilerschaufel (13) von der Nabenseite (11) zu der Abdeckkappenseite (14) mindestens 2 Grad und höchstens 7 Grad beträgt.

4. Kreiselpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
wobei ein In-Rohr-Wirbelabschnitt (23B) innerhalb eines Einlassrohrs (24), das mit dem Einlassgehäuse (20A, 20B) verbunden ist, als der Wirbelabschnitt bereitgestellt ist,
wobei eine Mehrzahl von Statorschaufeln ringförmig in dem In-Rohr-Wirbelabschnitt (23B) angeordnet ist, wobei eine Strömungswegfläche des In-Rohr-Wirbelabschnitts (23B) stromabwärts allmählich abnimmt.

5. Kreiselpumpe nach Anspruch 4,
wobei ein Ende der Statorschaufel am Einlassrohr (24) befestigt ist und das andere Ende der Statorschaufel an einer Kappe (17) befestigt ist, die ein Spitzenende einer rotierenden Welle (16) des Zentrifugalschaufelrads (10) abdeckt.

6. Kreiselpumpe nach Anspruch 5,
wobei die Kappe (17) in einer Stromlinienform mit einem größeren Durchmesser auf einer stromabwärtigen Seite als auf einer stromaufwärtigen Seite ausgebildet ist.

7. Kreiselpumpe nach einem der Ansprüche 4 bis 6, ferner umfassend:
einen Induktor (40), der zwischen dem In-Rohr-Wirbelabschnitt (23B) und dem Zentrifugalschaufelrad (10) bereitgestellt ist,
wobei eine Drehrichtung des Induktors (40) die gleiche ist wie eine Richtung, in der die Flüssigkeit durch den In-Rohr-Wirbelabschnitt (23B) verwirbelt wird.

8. Kreiselpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
wobei als Verwirbelungsabschnitt (23A) ein gehäuseinterner Verwirbelungsabschnitt (23A) in dem Einlassgehäuse (20A, 20B) vorgesehen ist, wobei der gehäuseinterne Verwirbelungsabschnitt (23A) bewirkt, dass die Flüssigkeit aus einer radialen Richtung in das Zentrifugalschaufelrad (10) einströmt, während die Flüssigkeit entlang einer Umfangsrichtung des Zentrifugalschaufelrads (10) verwirbelt,
wobei das Einlassgehäuse (20A, 20B) einen ersten Einlassabschnitt (21), der ein Einlass des gehäuseinternen Verwirbelungsabschnitts (23A) ist, und einen zweiten Einlassabschnitt (22), der der andere Einlass des gehäuseinternen Verwirbelungsabschnitts (23A) ist, enthält, und
wobei eine Verwirbelungsrichtung der Flüssigkeit, die aus dem ersten Einlassabschnitt (21) in das Zentrifugalschaufelrad (10) einströmt, und eine Verwirbelungsrichtung der Flüssigkeit, die aus dem zweiten Einlassabschnitt (22) in das Zentrifugalschaufelrad (10) einströmt, die gleiche sind wie die Drehrichtung des Zentrifugalschaufelrads (10).

9. Kreiselpumpe nach Anspruch 8,
wobei der gehäuseinterne Verwirbelungsabschnitt (23A) eine Form aufweist, die entlang der Umfangsrichtung des Zentrifugalschaufelrads (10) gekrümmt ist.

10. Kreiselpumpe nach Anspruch 8 oder 9,
wobei das Auslassgehäuse (30A, 30B) enthält:
einen Ausströmabschnitt (33), der die aus dem Zentrifugalschaufelrad (10) ausströmende Flüssigkeit zu einem Auslass leitet;
einen ersten Auslassabschnitt (31), der ein Auslass des Ausströmabschnitts (33) ist; und
einen zweiten Auslassabschnitt (32), der der andere Auslass des Ausströmabschnitts (33) ist, und
der Ausströmabschnitt (33) eine Form aufweist, die entlang der Umfangsrichtung des Zentrifugalschaufelrads (10) gekrümmt ist.

11. Eine Kreiselpumpenvorrichtung, umfassend:
die Kreiselpumpe (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 10; ein Flüssigkeitssaugrohr (60), enthaltend:
ein Ende, das einen Flüssigkeitssaugschlauchverbindungsabschnitt (61) enthält, mit dem ein Flüssigkeitssaugschlauch verbunden ist; und das andere Ende, das mit dem Einlassgehäuse (20A, 20B) der Kreiselpumpe (1) verbunden ist; und
ein Flüssigkeitsauslassrohr (70), enthaltend:
ein Ende, das einen Flüssigkeitsauslassschlauchverbindungsabschnitt (71) enthält, mit dem ein Flüssigkeitsauslassschlauch verbunden ist; und
das andere Ende, das mit dem Auslassgehäuse (30A, 30B) der Kreiselpumpe (1) verbunden ist,
wobei das Flüssigkeitssaugrohr (60) auf einer geraden Linie mit dem Einlassgehäuse (20A, 20B) angeordnet ist und das Flüssigkeitsauslassrohr (70) auf einer geraden Linie mit dem Auslassgehäuse (30A, 30B) angeordnet ist.

12. Kreiselpumpenvorrichtung nach Anspruch 11, ferner umfassend:
eine Ausstoßvorrichtung, die Gas in dem Flüssigkeitssaugschlauch, der mit dem Flüssigkeitssaugschlauchverbindungsabschnitt (61) verbunden ist, zu dem Einlassgehäuse (20A, 20B) ausstößt,
wobei die Ausstoßvorrichtung ein Gasphasensaugrohr (90) enthält, das ein Ende, das mit einer Seite des Flüssigkeitssaugschlauchverbindungsabschnitts (61) verbunden ist, der mit dem Flüssigkeitssaugschlauch verbunden ist, und das andere Ende, das mit dem Einlassgehäuse (20A, 20B) verbunden ist, enthält, und
wobei das andere Ende des Gasphasensaugrohrs (90) mit einer Position des Einlassgehäuses (20A, 20B) verbunden ist, die weiter von dem Zentrifugalschaufelrad (10) entfernt ist als eine Position, an der ein Rückstrom von dem Zentrifugalschaufelrad (10) auftritt, oder mit einer Innendurchmesserseite des Einlassgehäuses (20A, 20B) an der Position, an der der Rückstrom auftritt.

13. Kreiselpumpenvorrichtung nach Anspruch 11 oder 12,
wobei ein Rohrachsenzentrum (60x) des Flüssigkeitssaugrohrs (60) und ein Rohrachsenzentrum (70x) des Flüssigkeitsauslassrohrs (70) auf der gleichen Höhe angeordnet sind.

14. Kreiselpumpenvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
wobei das Flüssigkeitsauslassrohr (70) ein Einweg-Rückschlagventil (80) enthält.

15. Feuerwehrfahrzeug, an dem die Kreiselpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 oder die Kreiselpumpenvorrichtung nach den Ansprüchen 11 bis 14 montiert ist.

Hierzu 17 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

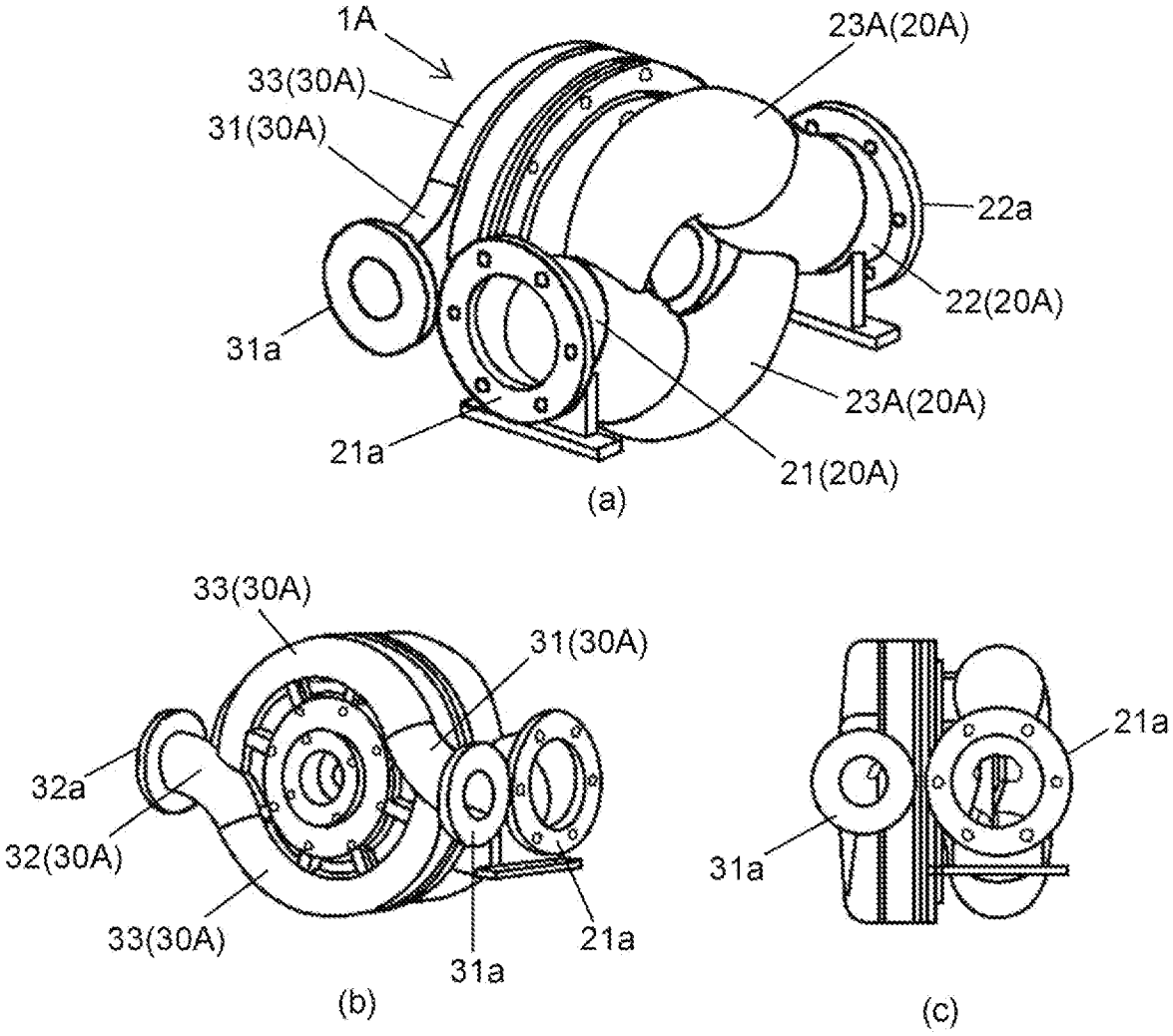

1A
33(30A)
31(30A)
31a
21a
23A(20A)
22a
22(20A)
23A(20A)
21(20A)
(a)
33(30A)
31(30A)
32a
32(30A)
33(30A)
31a
21a
(b)
21a
31a
(c)

FIG. 2

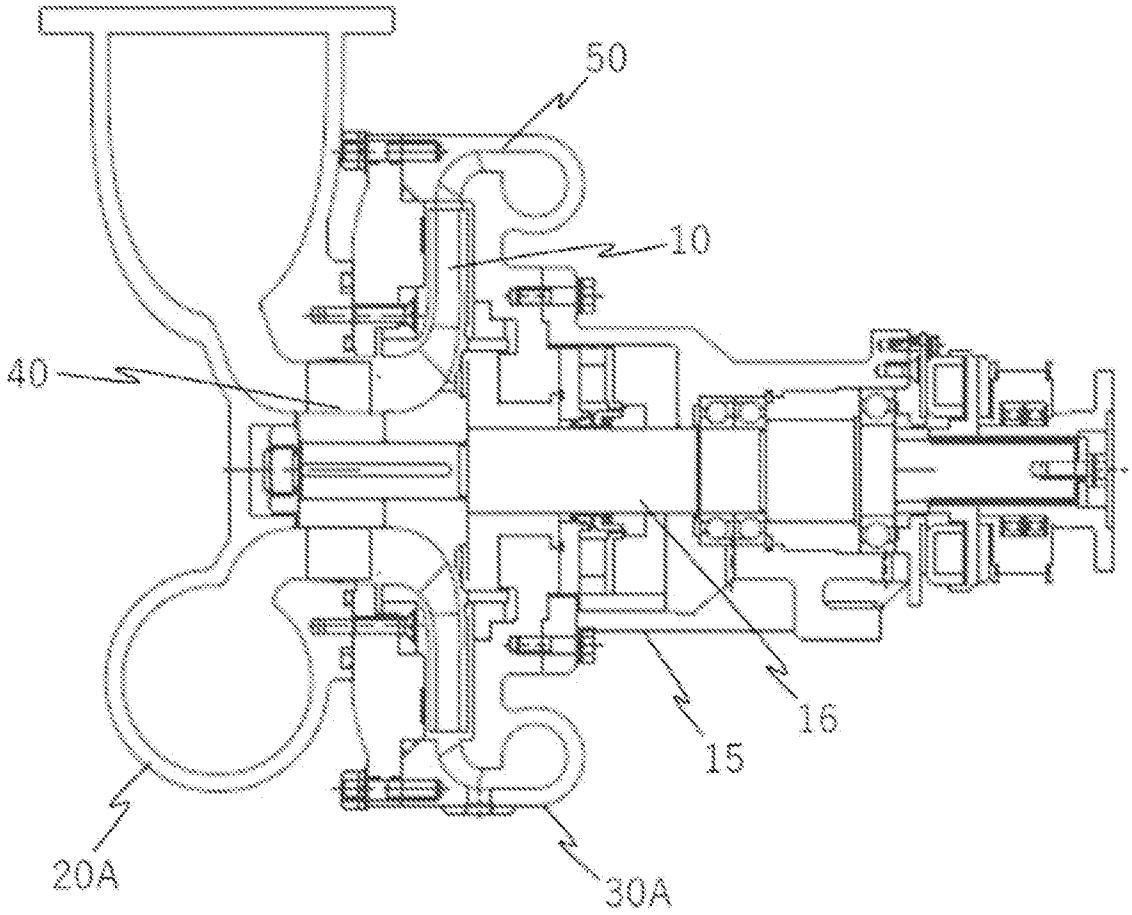


FIG. 3

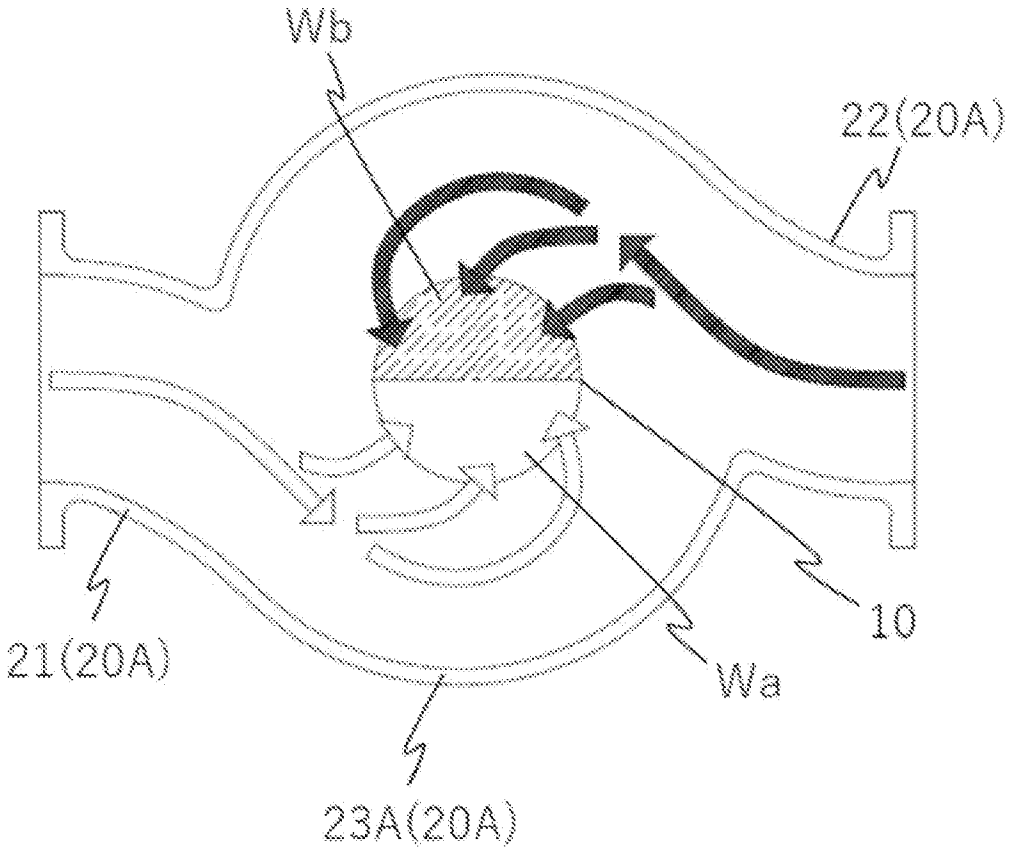


FIG. 4

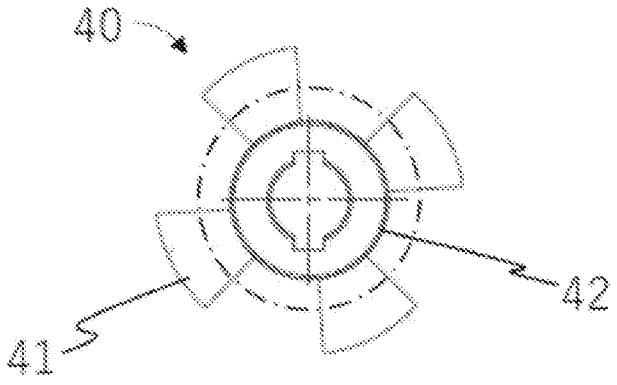
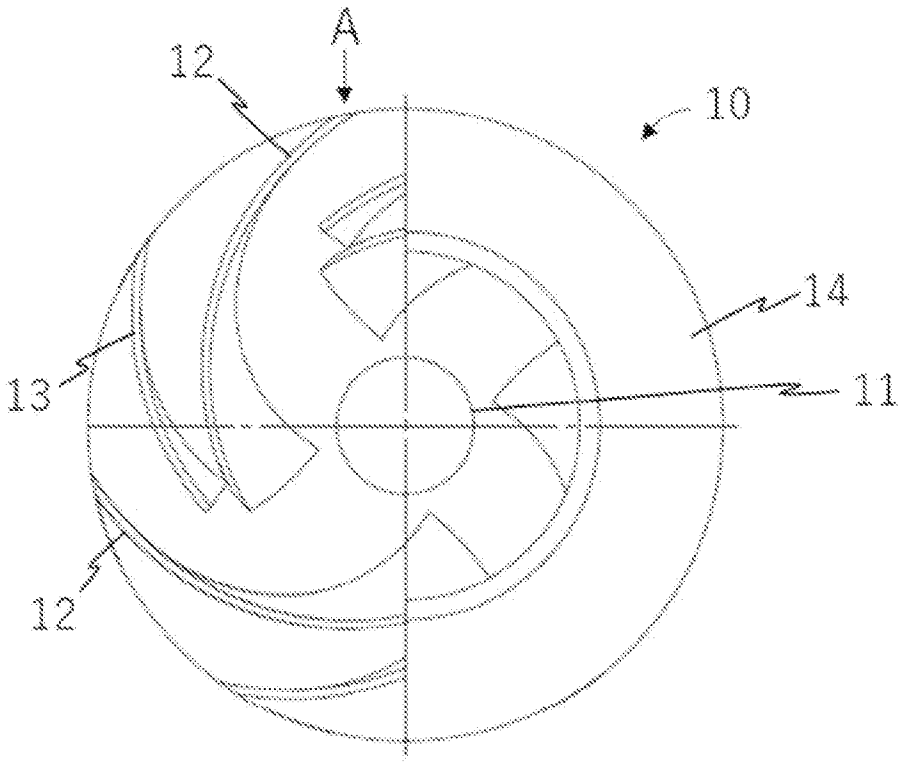
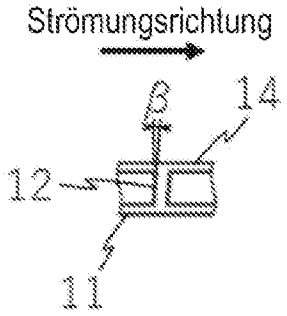


FIG. 5



(a)



(b)

FIG. 6

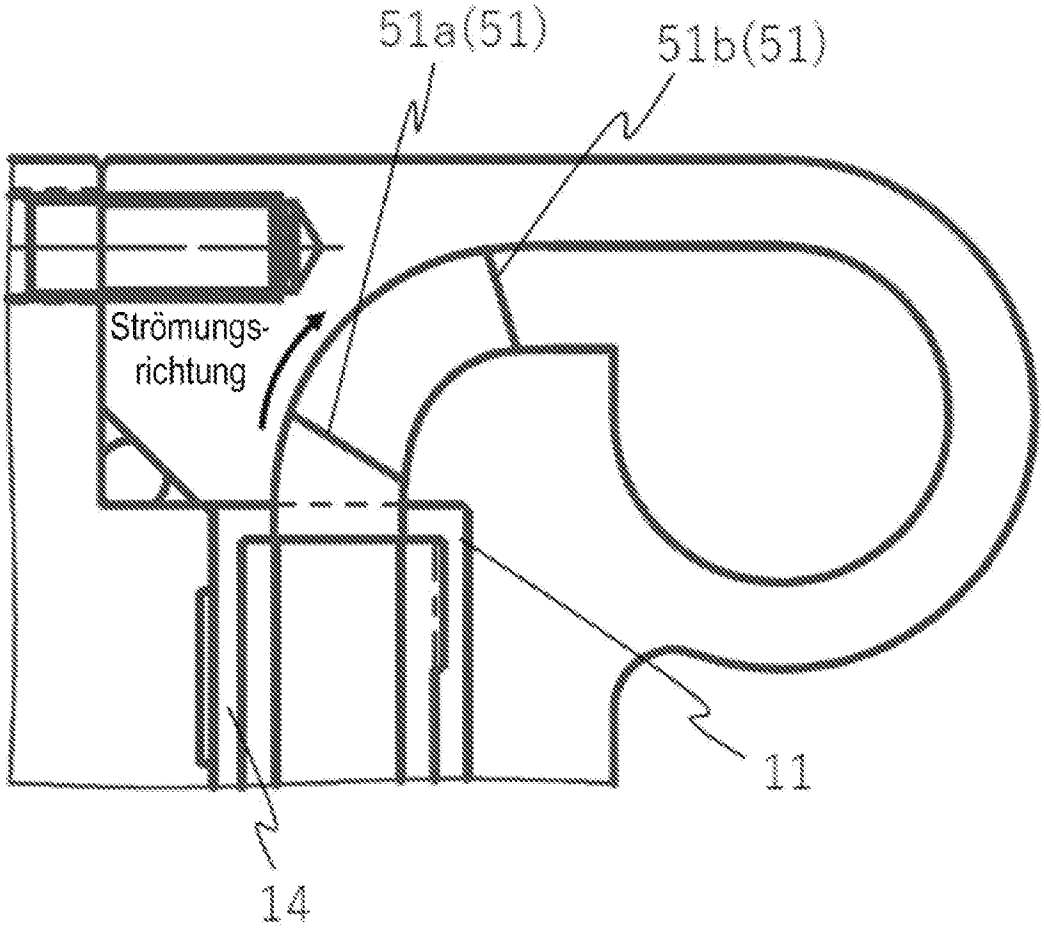
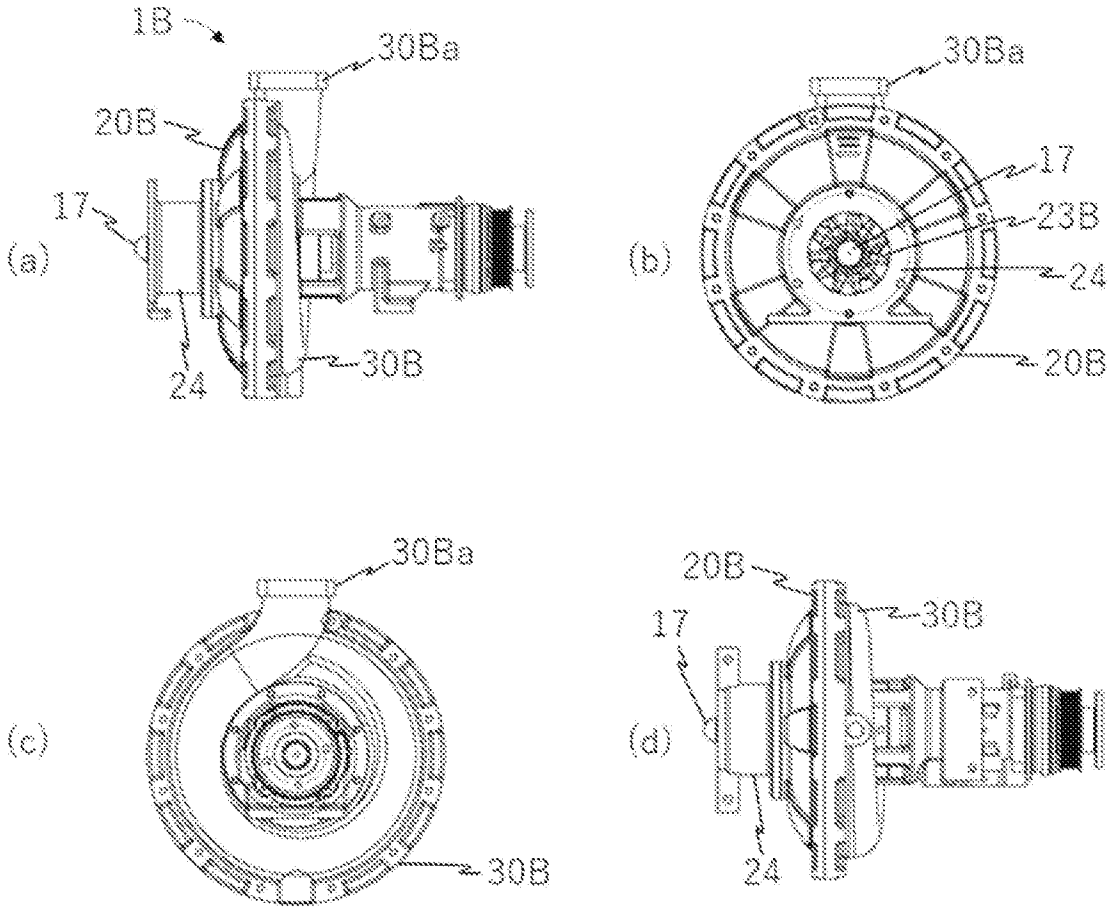


FIG. 7


1B
30Ba
20B
17
(a)
24
30B
(b)
30Ba
17
23B
24
20B
(c)
30Ba
30B
(d)
20B
17
30B
24

7/17

FIG. 8

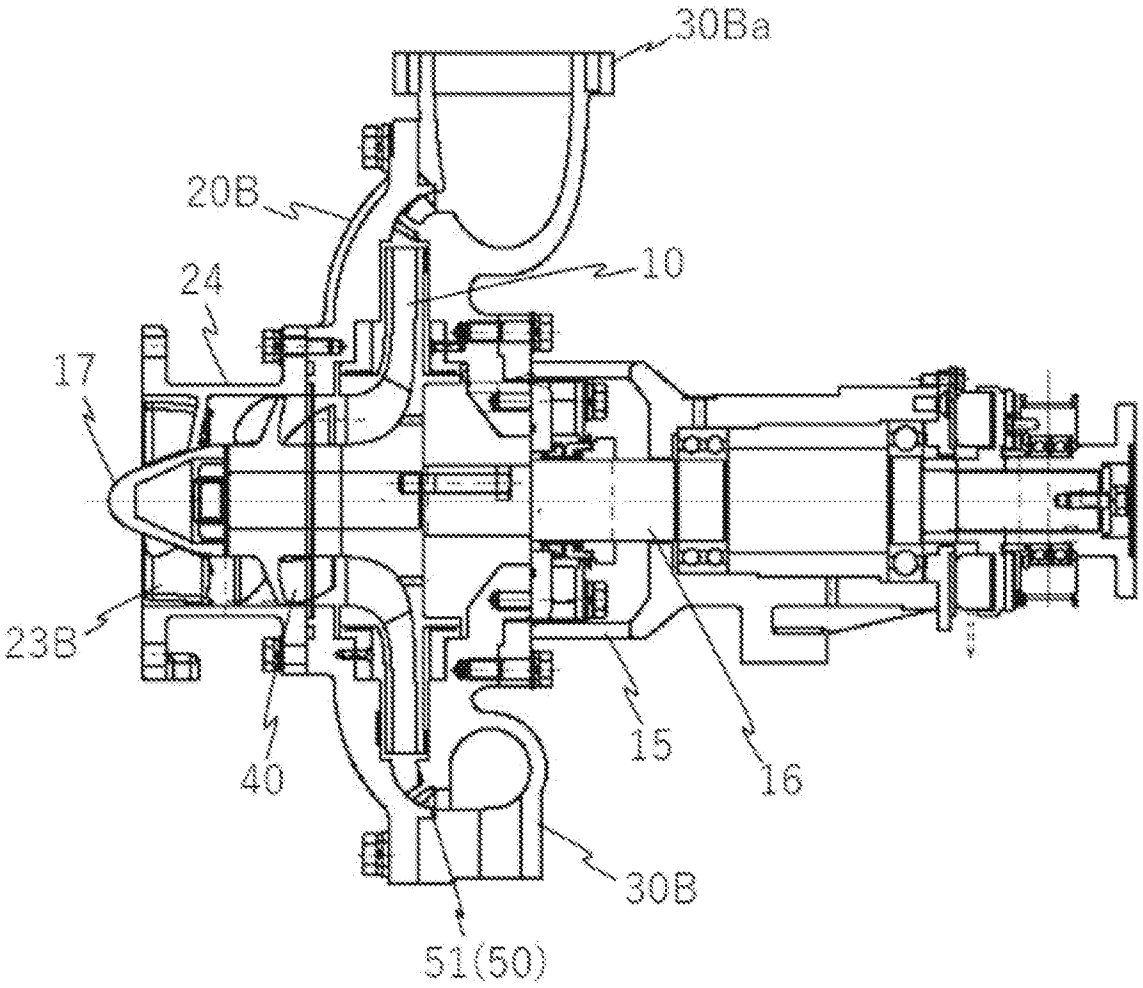
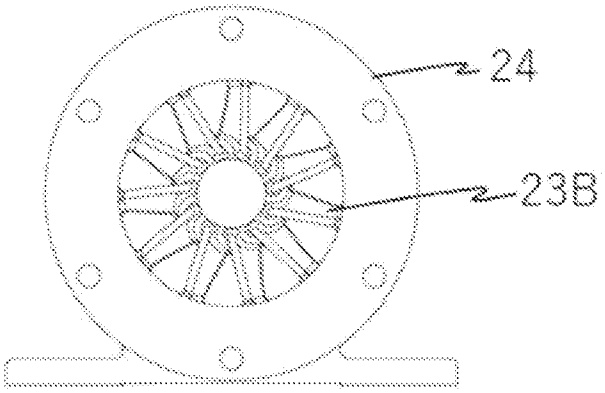
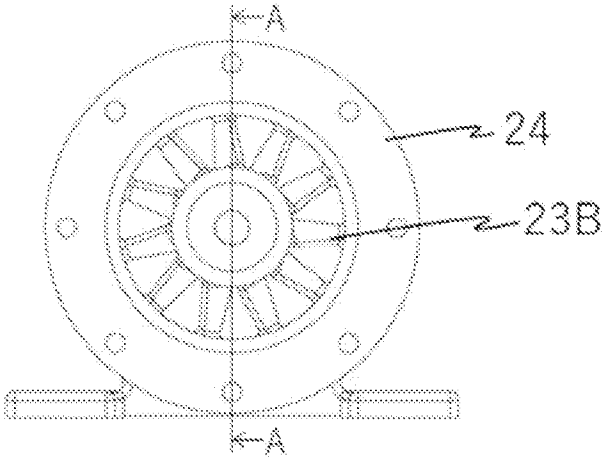


FIG. 9

(a)



(b)



(c)

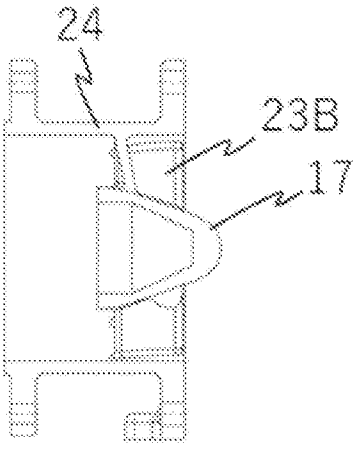
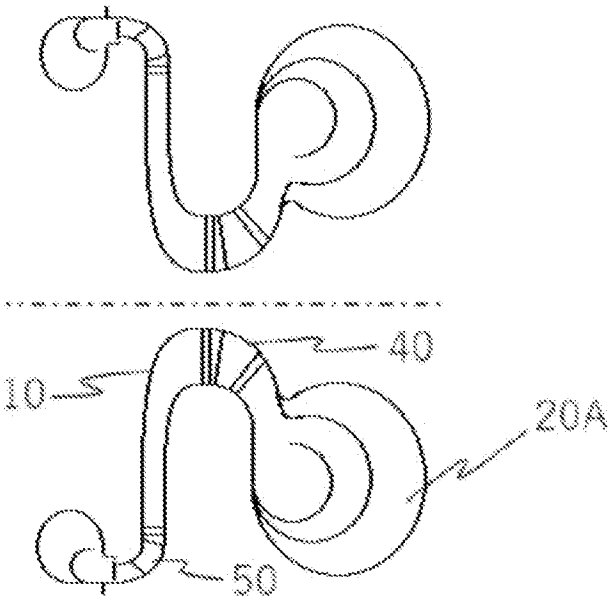
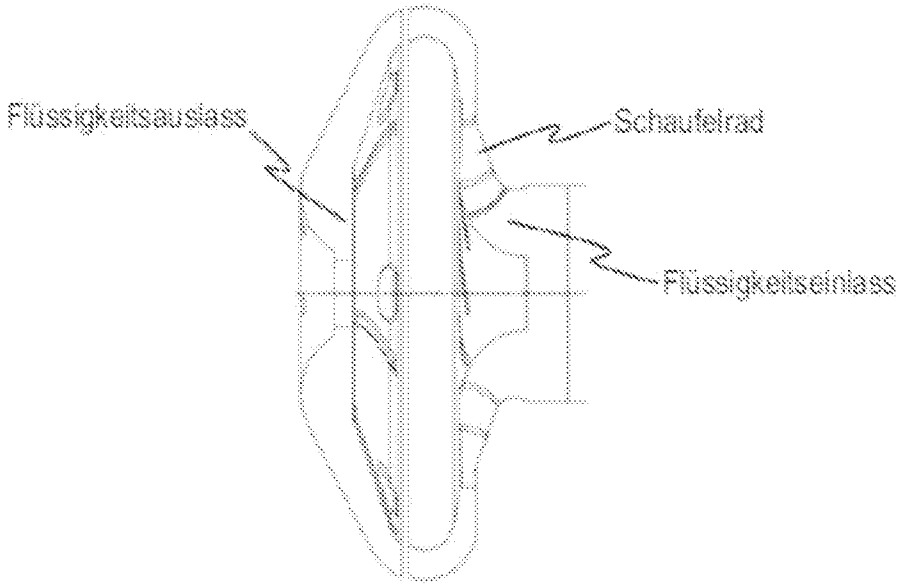


FIG. 10

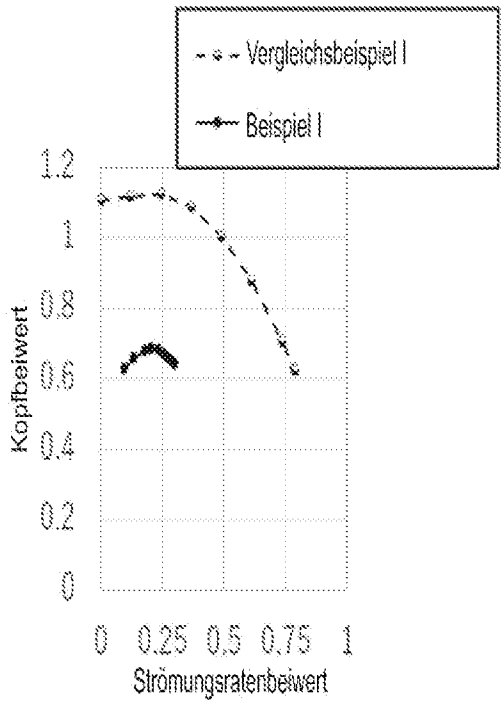

40
10
20A
50

(a)

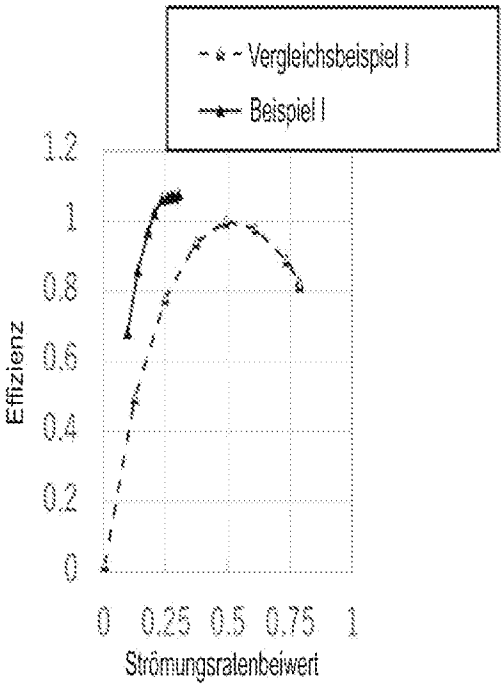

Flüssigkeitsauslass
Schaufelrad
Flüssigkeitseinlass

(b)

FIG. 11

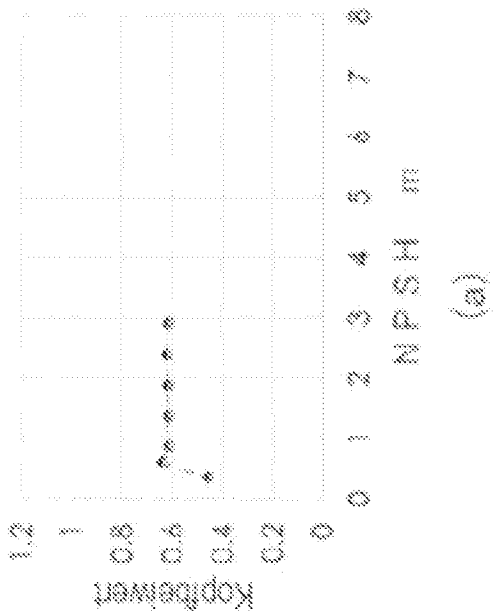

Vergleichsbeispiel I
Beispiel I
Kopfbeiwert
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0 0.25 0.5 0.75 1
Strömungsratenbeiwert

(a)


Vergleichsbeispiel I
Beispiel I
Effizienz
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0 0.25 0.5 0.75 1
Strömungsratenbeiwert

(b)

FIG. 12


Kopfbeiwert
1,2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
0 1 2 3 4 5 6 7 8
NPSH m

(a)

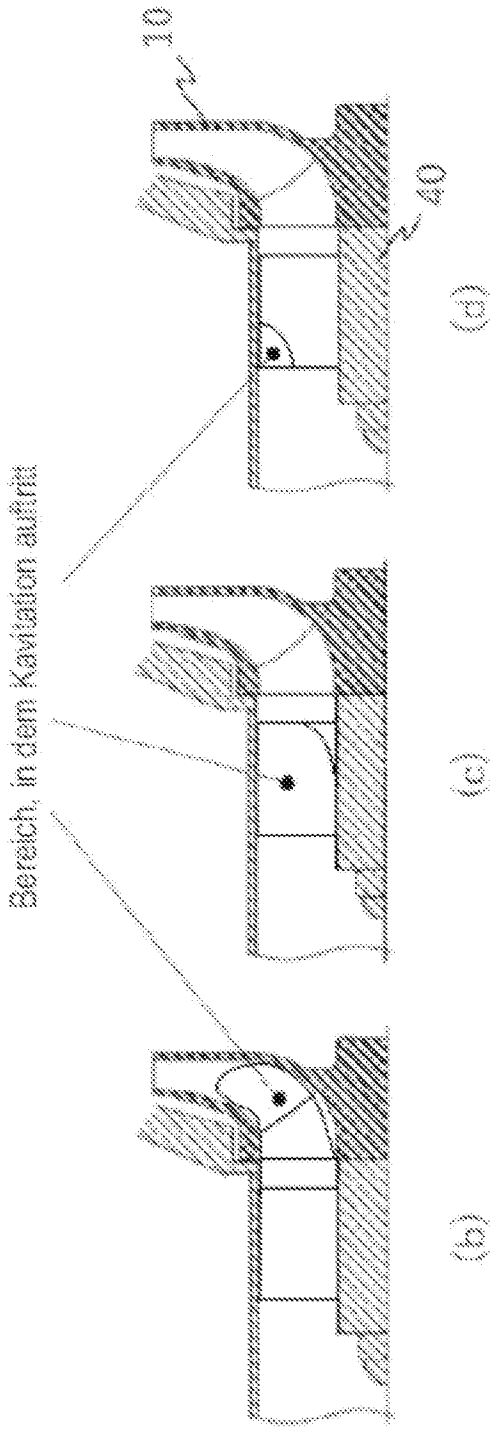
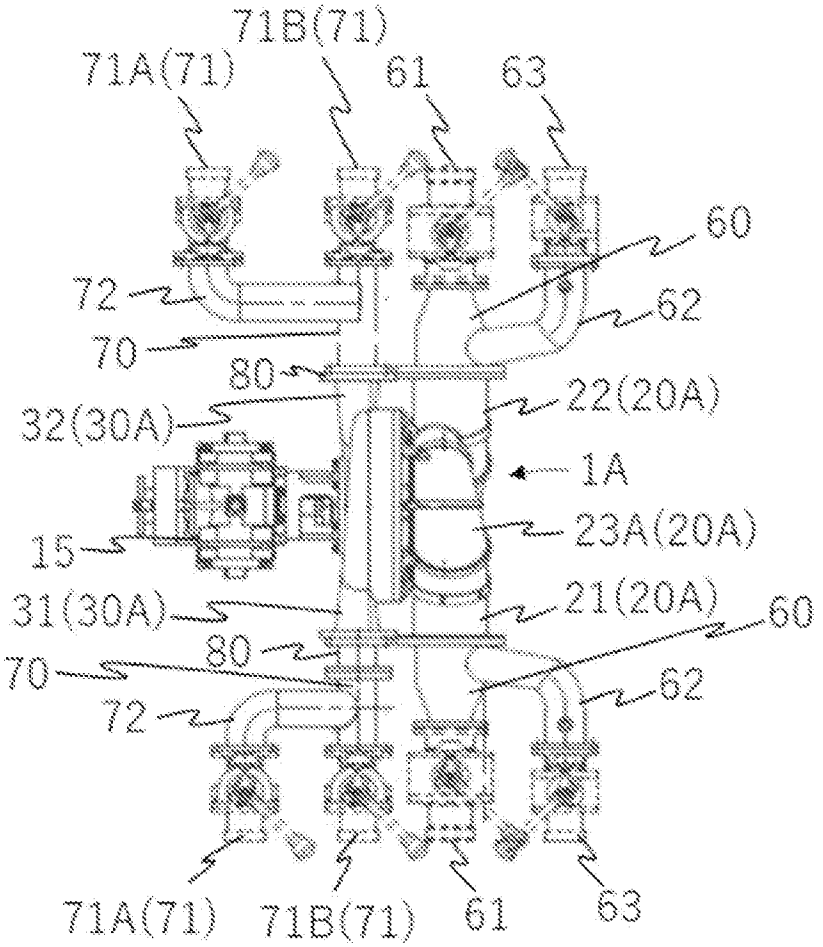
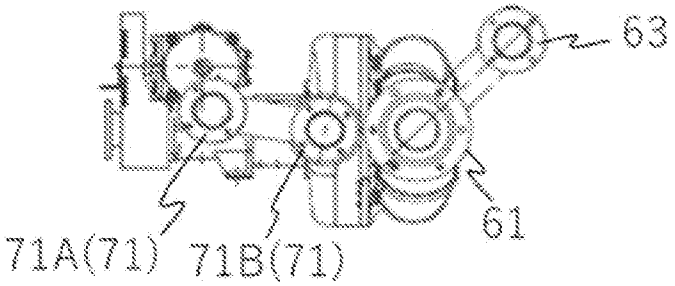

10
40
Bereich, in dem Kavitation auftritt
(d)
(c)
(b)

FIG. 13


71B(71)
71A(71)
61
63
60
72
62
70
80
22(20A)
32(30A)
1A
23A(20A)
15
31(30A)
21(20A)
60
80
70
62
72
71A(71)
71B(71)
61
63

(a)


63
61
71A(71)
71B(71)

(b)

FIG. 14

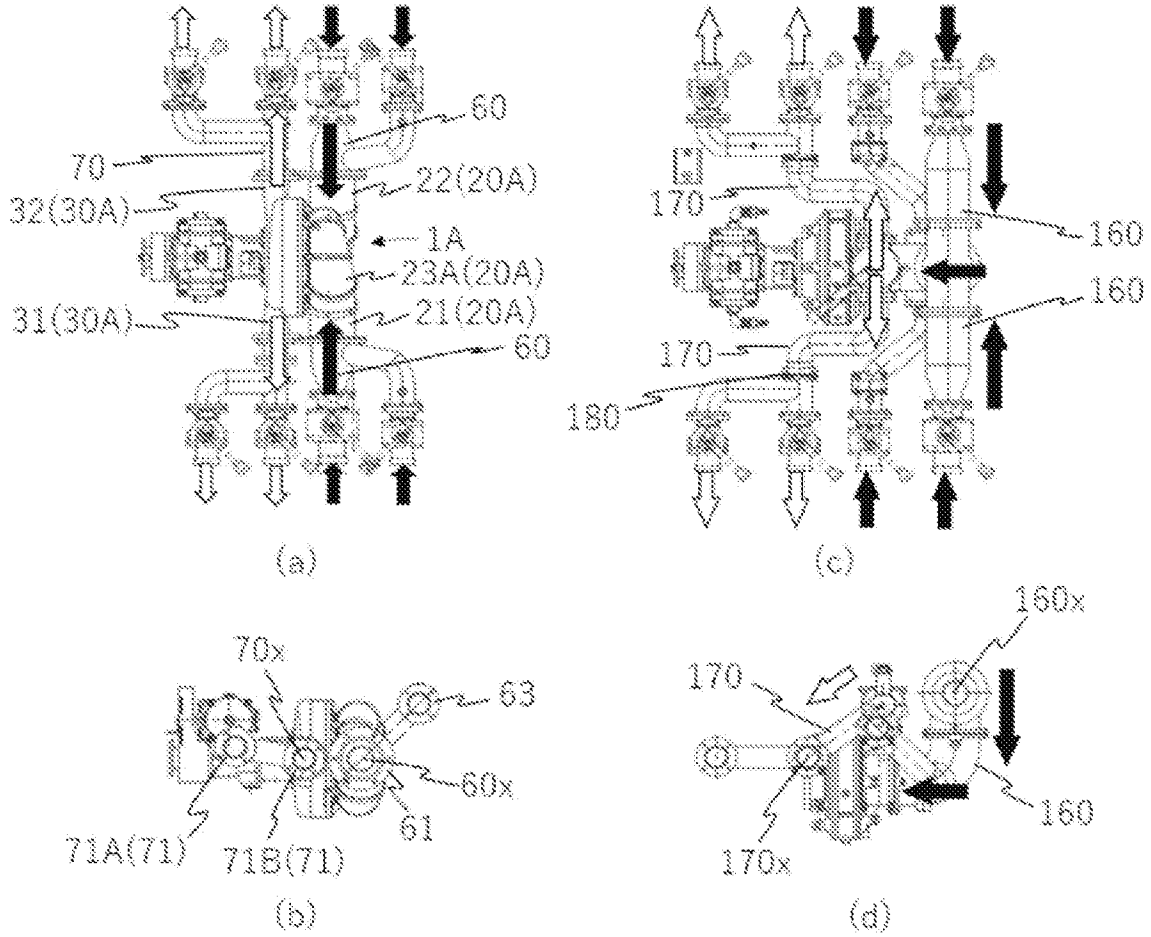

60
70
22(20A)
32(30A)
1A
23A(20A)
31(30A)
21(20A)
60
(a)
170
160
160
170
180
(c)
70x
63
60x
61
71A(71)
71B(71)
(b)
160x
170
160
170x
(d)

FIG. 15

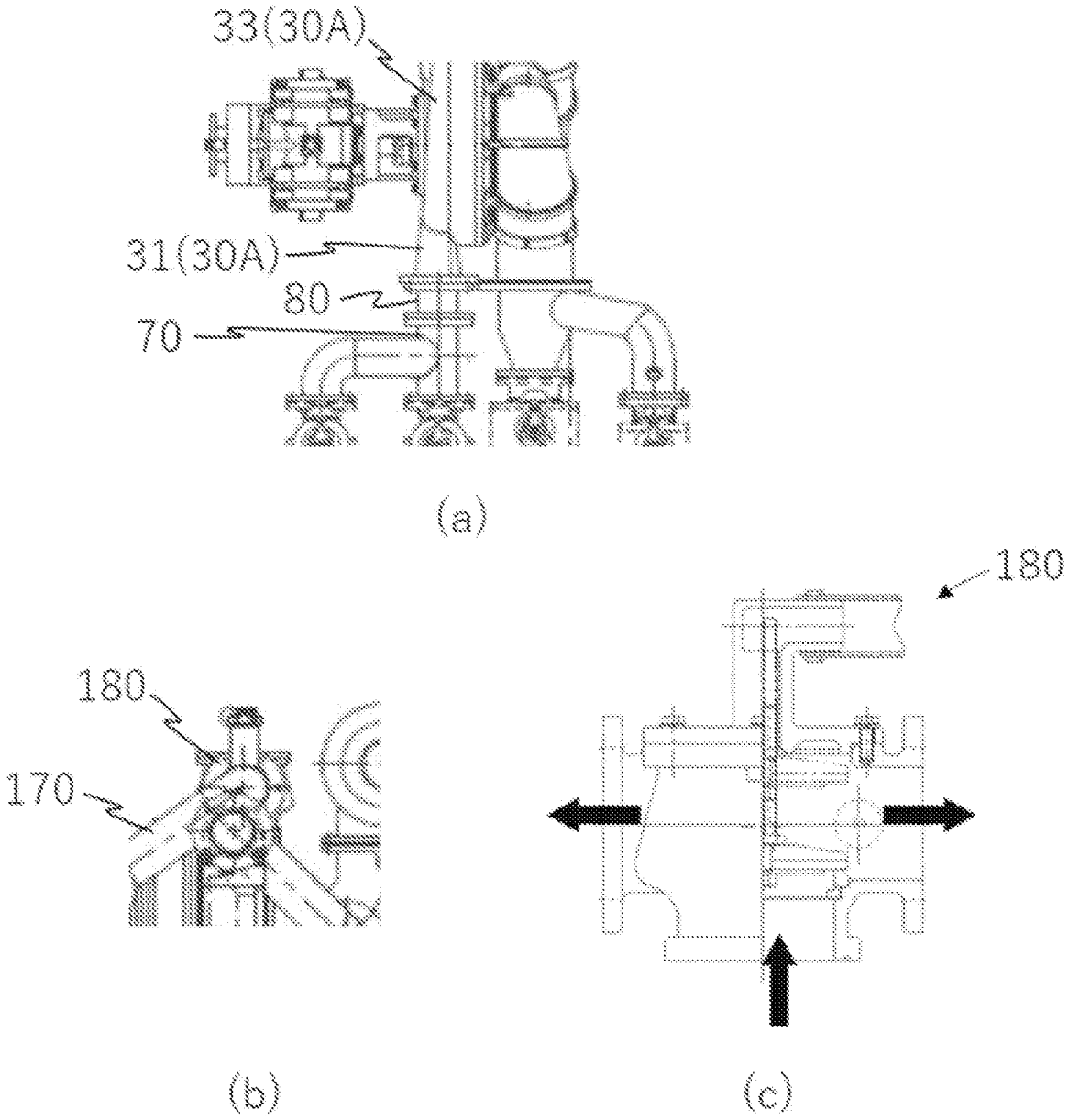
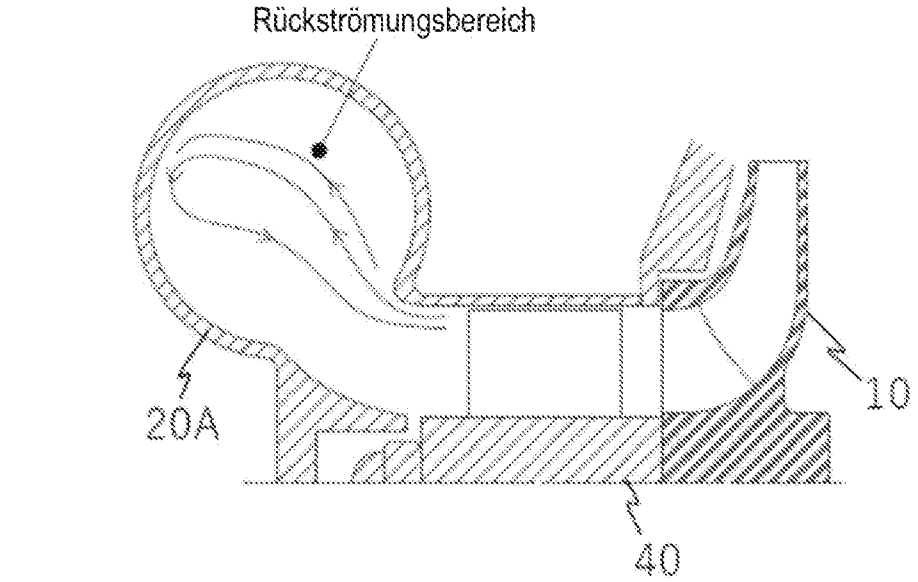
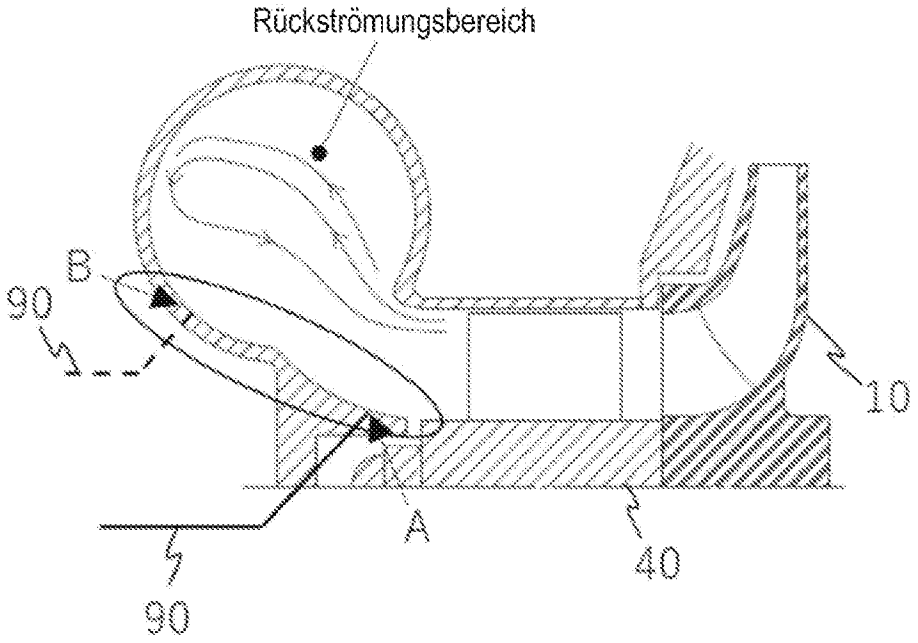


FIG. 16


Rückströmungsbereich
20A
10
40

(a)


Rückströmungsbereich
B
90
10
A
40
90

(b)

FIG. 17

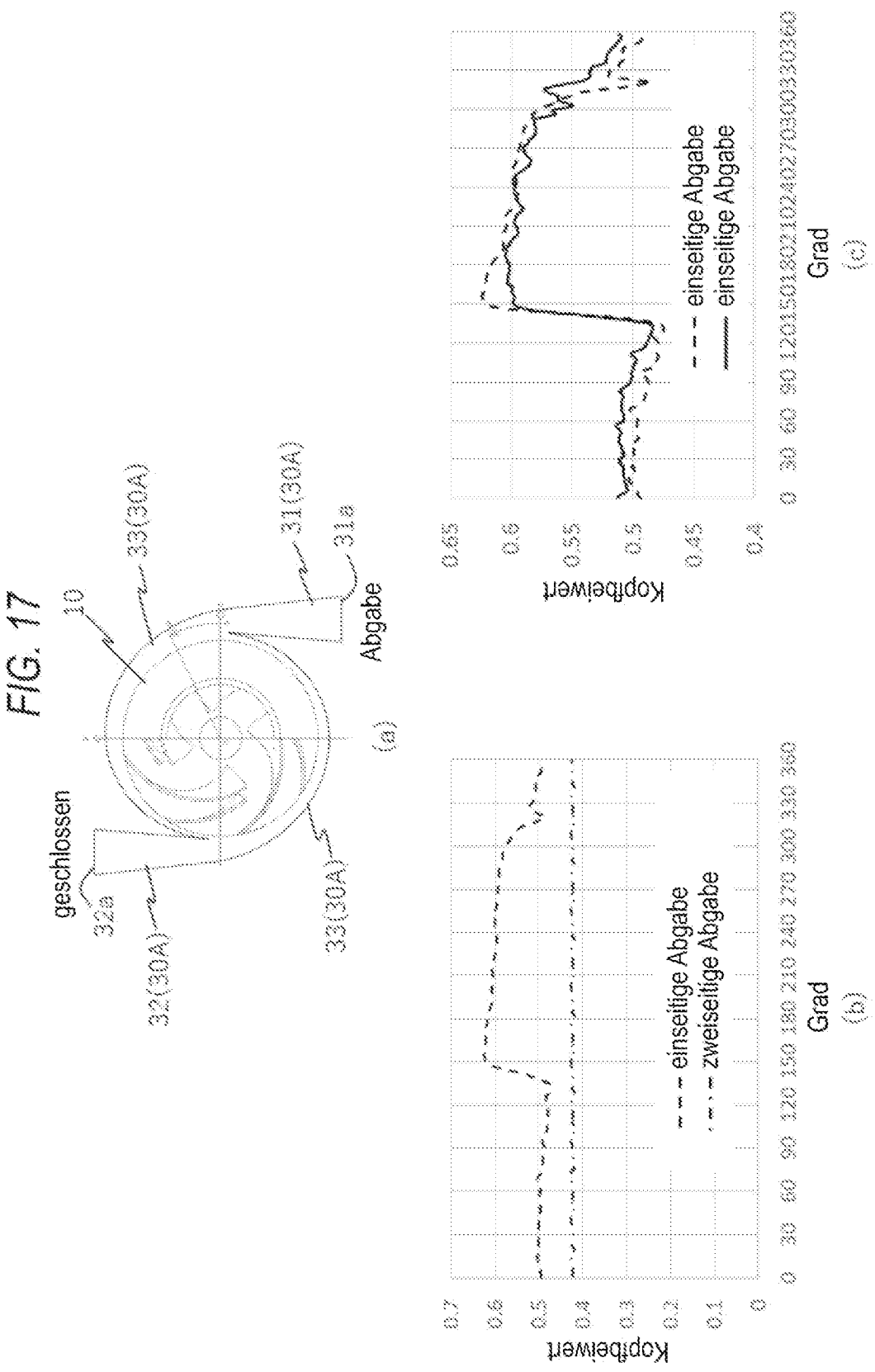
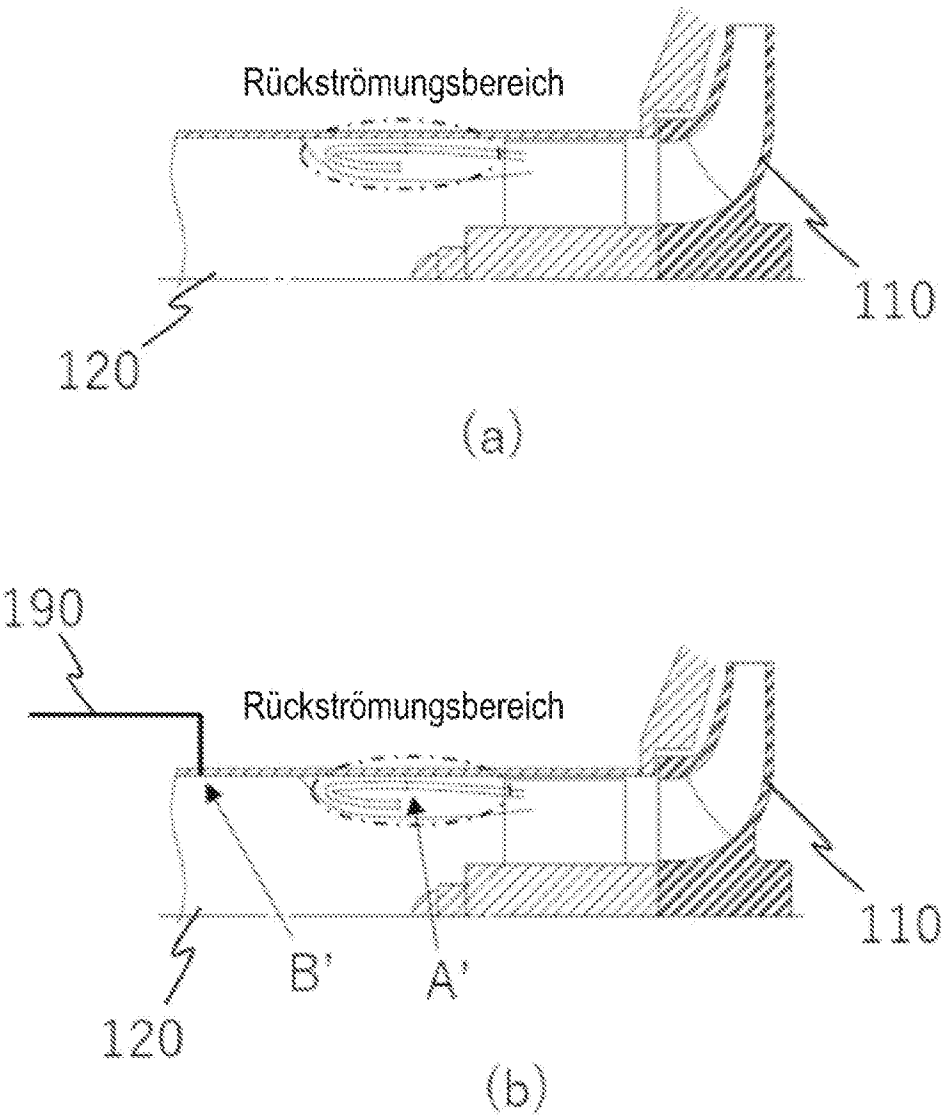

10
33(30A)
31(30A)
31a
Abgabe
geschlossen
32a
32(30A)
33(30A)
(a)
Kopfbeiwert
einseitige Abgabe
zweiseitige Abgabe
Grad
(b)
Kopfbeiwert
einseitige Abgabe
einseitige Abgabe
Grad
(c)

FIG. 18


Rückströmungsbereich
110
120
(a)
190
Rückströmungsbereich
110
B'
A'
120
(b)