



(10) **DE 10 2011 087 176 B4** 2018.03.22

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 087 176.4**
(22) Anmeldetag: **28.11.2011**
(43) Offenlegungstag: **31.05.2012**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **22.03.2018**

(51) Int Cl.: **F16L 33/20 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2010-265369 **29.11.2010** **JP**

(72) Erfinder:
Kondo, Masakazu, Anjo, JP; Yoshino, Makoto, Kariya, Aichi, JP

(73) Patentinhaber:
DENSO Air Systems Corporation, Anjo-city, Aichi-pref., JP; DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref., JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:

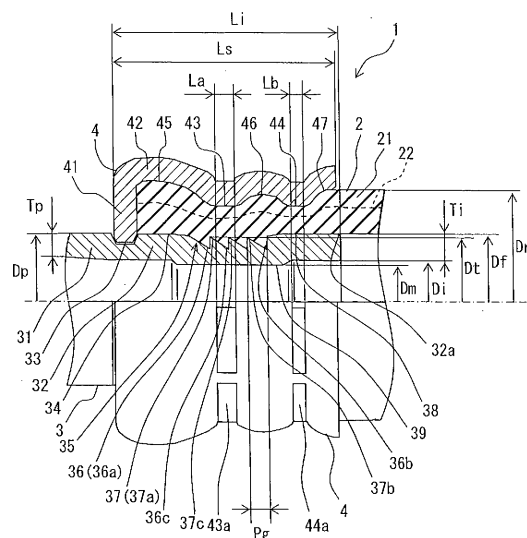
DE	10 2005 028 689	A1
DE	12 47 092	A

(74) Vertreter:
Klingseisen, Rings & Partner Patentanwälte, 80331 München, DE

(54) Bezeichnung: **Rohrverbindung**

(57) Hauptanspruch: Rohrverbindung (1), umfassend:
ein weiches Rohr (2), das aus einem elastischen Material hergestellt ist;
ein hartes Rohr (3), welches einen Einsatzabschnitt (32) umfasst, welcher in ein Inneres von dem weichen Rohr (2) von einem Endabschnitt von dem weichen Rohr (2) eingesetzt wird; und
eine Manschette (4), welche radial außen von dem Einsatzabschnitt (32) und dem weichen Rohr (2) angeordnet ist und welche das weiche Rohr (2) in Richtung zu dem Einsatzabschnitt (32) presst, wobei der Einsatzabschnitt (32) umfasst:
eine gewellte Oberfläche (35, 535, 635, 735), welche an einer äußeren Oberfläche von dem Einsatzabschnitt (32) vorgesehen ist, um ringförmige Nuten und Rippen aufzuweisen, und
eine Säulenoberfläche (38), welche auf der äußeren Oberfläche von dem Einsatzabschnitt angeordnet ist und an einer Spitzenseite von dem Einsatzabschnitt mit Bezug auf die gewellte Oberfläche (35, 535, 635, 735) angeordnet ist, wobei die Manschette (4) umfasst:
einen ersten Abschnitt (43) von kleinem Durchmesser, welcher radial außen von der gewellten Oberfläche (35, 535, 635, 735) angeordnet ist, um das weiche Rohr in Richtung zu der gewellten Oberfläche zu pressen, und
einen zweiten Abschnitt (44) von kleinem Durchmesser, welcher radial außen von der Säulenoberfläche (38) angeordnet ist, um das weiche Rohr in Richtung zu der Säulenoberfläche zu pressen,

wobei zumindest eine der Rippen (37c, 637c, 737c), welche die gewellte Oberfläche (35, 535, 635, 735) definieren, innerhalb eines Bereichs von einer axialen Länge (L_a) des ersten Abschnitts (43) von kleinem Durchmesser angeordnet ist, wobei zumindest einer von Bodenabschnitten (36c) der Nut, welche die gewellte Oberfläche (35, 535, 635, 735) definieren, innerhalb des Bereichs von der axialen Länge (L_a) des ersten Abschnitts (43) von kleinem Durchmesser angeordnet ist und ...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Rohrverbindung.

[0002] Eine Rohrverbindung, welche ein Gummirohr und ein Metallrohr verbindet, ist bekannt gewesen. Zum Beispiel lehren JP 11-311384 A, JP 4-18791 U, JP 5-1793 A und JP 2007-321857 A eine Technik von Rohrverbindungen, die mit einer gewellten Oberfläche versehen sind, die eine Mehrzahl von ringförmigen Nuten und ringförmigen Vorsprüngen an einer äußeren peripheren Wandoberfläche des Metallrohres aufweist. Bei der Rohrverbindung wird das metallische Rohr radial nach innen eingesetzt und in dem Gummirohr angeordnet, und eine metallische Manschette wird außen von dem Gummirohr angeordnet. Des Weiteren wird das Gummirohr zu der gewellten Oberfläche in einer Art und Weise gepresst und eingepasst, dass ein Abschnitt von kleinem Durchmesser, d. h. ein gepresster Abschnitt, durch ein Verformen der Manschette radial nach innen vorgesehen wird. Bei der obigen Struktur wird durch die Kombination der gewellten Oberfläche des Metallrohres und des Abschnitts von kleinem Durchmesser der Manschette weitestgehend verhindert, dass das Gummirohr von dem Metallrohr getrennt wird.

[0003] Gemäß der konventionellen Struktur weist die Manschette einen oder mehrere Abschnitte von kleinem Durchmesser auf. Die Abschnitte von kleinem Durchmesser sind lediglich radial außen von der gewellten Oberfläche angeordnet, da die Abschnitte von kleinem Durchmesser vorgesehen sind, um das Gummirohr an die gewellte Oberfläche zu pressen.

[0004] Bei der herkömmlichen Struktur ist die gewellte Oberfläche jedoch angrenzend zu einem Endabschnitt von dem Metallrohr gebildet. Es können daher Spannungskonzentrationen an dem Gummirohr von dem Endabschnitt von dem Metallrohr auftreten.

[0005] Noch genauer kann in einem Fall der Rohrverbindung, die in JP 2007-321857 A vorgestellt ist, die Spannungskonzentration in dem Gummirohr an dem Endabschnitt von dem Metallrohr auftreten, da der Abschnitt von kleinem Durchmesser der Manschette angrenzend zu dem Endabschnitt des Metallrohres angeordnet ist.

[0006] Des Weiteren ist in JP 11-311384 A und JP 4-18791 U ein gerader Rohrabschnitt, welcher eine vorherbestimmte Länge aufweist, an dem Endabschnitt des Metallrohres gebildet. Bei der oben beschriebenen Struktur wird jedoch die Körpergröße einer Rohrverbindung möglicherweise groß sein.

[0007] Im Hinblick auf die vorangegangenen und andere Probleme ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Rohrverbindung bereitzustellen, wel-

che auf effektive Art und Weise verkleinert werden kann während eines Verbesserns der Haltbarkeit.

[0008] Es ist eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Rohrverbindung bereitzustellen, welche auf effektive Art und Weise verkleinert werden kann bei einem Reduzieren einer Spannungsansammlung bzw. Spannungskonzentration, die auf das weiche Rohr angelegt wird.

[0009] Gemäß einem Beispiel der vorliegenden Erfindung umfasst eine Rohrverbindung ein weiches Rohr, ein hartes Rohr und eine Manschette. Das harte Rohr umfasst einen Einsatzabschnitt, welcher in ein Inneres von dem weichen Rohr von einem Endabschnitt von dem weichen Rohr eingesetzt ist. Die Manschette ist radial außen von dem Einsatzabschnitt und dem weichen Rohr angeordnet und presst das weiche Rohr in Richtung zu dem Einsatzabschnitt. Der Einsatzabschnitt umfasst eine gewellte Oberfläche, welche an einer äußeren Oberfläche von dem Einsatzabschnitt angeordnet ist, und eine Säulenoberfläche, welche auf der äußeren Oberfläche von dem Einsatzabschnitt an einer Seite von einer Spitze mit Bezug auf die gewellte Oberfläche angeordnet ist. Die Manschette umfasst einen ersten Abschnitt von kleinem Durchmesser, welcher radial außen von der gewellten Oberfläche angeordnet ist und welcher das weiche Rohr in Richtung zu der gewellten Oberfläche presst, und einen zweiten Abschnitt von kleinem Durchmesser, welcher radial außen von der zweiten Säulenoberfläche angeordnet ist und welcher das weiche Rohr in Richtung zu der Säulenoberfläche presst.

[0010] Demgemäß kann die Rohrverbindung auf effektive Art und Weise verkleinert werden, während die Haltbarkeit verbessert wird. Des Weiteren ist es möglich, auf effektive Art und Weise eine Spannungsansammlung, welche auf das weiche Rohr angelegt wird, zu reduzieren.

[0011] Die obige und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung, welche unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen erfolgt, deutlicher offenbar werden. In den Zeichnungen ist:

[0012] Fig. 1 eine vergrößerte, teilweise Querschnittsansicht, welche eine Rohrverbindung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0013] Fig. 2 eine Draufsicht, welche eine Rohreinheit zeigt, die mit der Rohrverbindung der ersten Ausführungsform versehen ist;

[0014] Fig. 3 ein Diagramm, welches die Eigenschaften der Rohrverbindung der ersten Ausführungsform angibt;

[0015] Fig. 4 ein Diagramm, welches die Eigenschaften der Rohrverbindung der ersten Ausführungsform angibt;

[0016] Fig. 5 ein Diagramm, welches die Eigenschaften der Rohrverbindung der ersten Ausführungsform angibt;

[0017] Fig. 6 eine vergrößerte, teilweise Querschnittsansicht, welche eine Rohrverbindung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0018] Fig. 7 eine vergrößerte, teilweise Querschnittsansicht, welche eine Rohrverbindung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0019] Fig. 8 eine vergrößerte, teilweise Querschnittsansicht, welche eine Rohrverbindung gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0020] Fig. 9 eine vergrößerte, teilweise Querschnittsansicht, welche eine Rohrverbindung gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0021] Fig. 10 eine vergrößerte, teilweise Querschnittsansicht, welche eine Rohrverbindung gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt; und

[0022] Fig. 11 eine vergrößerte, teilweise Querschnittsansicht, welche eine Rohrverbindung gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0023] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben werden.

Erste Ausführungsform

[0024] Eine erste Ausführungsform wird mit Bezugnahme auf die Fig. 1 bis Fig. 5 beschrieben werden. Die Fig. 1 ist eine vergrößerte, teilweise Querschnittsansicht, welche eine Rohrverbindung 1 gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Die Fig. 2 ist eine Draufsicht, welche eine Rohreinheit 10 zeigt, die mit der Rohrverbindung 1 der ersten Ausführungsform versehen ist.

[0025] Die Rohrverbindung 1 ist an jedem der zwei Enden eines Schlauchs 2 in der flexiblen Rohreinheit 10 gebildet, welche zum Beispiel in einer Kältekreis-

laufvorrichtung eines Fahrzeugs verwendet wird. Die Rohreinheit 10 wird verwendet, um einen Kompressor, der in einem Fahrzeugmotor angeordnet ist, und eine Komponente des Kältekreislaufs des Fahrzeugs zu verbinden. Die Rohreinheit 10 weist ein weiches Rohr auf, das aus einem elastischen Material hergestellt ist, und ein metallisches Verbinderrohr, welches an jedem der zwei Enden von dem weichen Rohr angeordnet ist. Das weiche Rohr ist mit dem Schlauch 2 versehen, welcher im Wesentlichen aus einem elastischen Material wie beispielsweise einem Harzmaterial und Gummi hergestellt ist. Das Verbinderrohr ist ein hartes Rohr und ist mit einem Rohr versehen, das aus einem Metallmaterial hergestellt ist. Die Rohrverbindung 1 verbindet den Schlauch 2 mit dem Rohr 3.

[0026] Die Rohrverbindung 1 weist eine Manschette 4 auf, die aus Metall hergestellt ist. Der Schlauch 2 ist ein Mehrschichtgummrohr. Der Schlauch 2 weist eine Gummischicht 21 und eine Faserschicht 22 auf. Eine äußere Seite von dem Rohr 3 ist mit dem Schlauch 2 in einer Art und Weise bedeckt, dass eine vorherbestimmte Länge von einem Endabschnitt von dem Rohr 3 mit dem Schlauch 2 bedeckt ist. Noch genauer ist die vorherbestimmte Länge des Endabschnitts des Rohres 3 in den Schlauch 2 durch eine Endöffnung des Schlauchs 2 eingesetzt.

[0027] Das Rohr 3 ist aus Aluminium, Kupfer oder Stahl hergestellt. Das Rohr 3 weist einen Vorformabschnitt 31 und einen Einsatzabschnitt 32 auf. Der Vorformabschnitt 31 wird in einer Form einer unverarbeiteten röhrenförmigen Vorform gehalten. Der Einsatzabschnitt 32 wird in den Schlauch 2 von der Endöffnung des Schlauchs 2 über die vorherbestimmte Länge eingesetzt. Eine ringförmige Nut 33, die ein Befestigungsabschnitt für das Befestigung der Manschette 4 ist, ist zwischen dem Vorformabschnitt 31 und dem Einsatzabschnitt 32 gebildet. Die Nut 33 ist in einer äußeren umfänglichen Wandoberfläche des Rohres 3 gebildet.

[0028] Der Einsatzabschnitt 32 weist eine erste Säulenoberfläche 34, eine gewellte Oberfläche 35 und eine zweite Säulenoberfläche 38 auf. Die zweite Säulenoberfläche 38, die gewellte Oberfläche 35 und die erste Säulenoberfläche 34 sind in dieser Reihenfolge von einer Spitzenseite des Einsatzabschnitts 32 her angeordnet.

[0029] Die erste Säulenoberfläche 34 ist als ein Teil einer äußeren Oberfläche des Einsatzabschnitts 32 gebildet und ist in dem Einsatzabschnitt 32 an einer Basisseite von der gewellten Oberfläche 35 angeordnet. Die erste Säulenoberfläche 34 ist angrenzend zu der Nut 33 angeordnet. Die erste Säulenoberfläche 34 ist an einer Stelle vorgesehen, welche die nächste Stelle zu dem Vorformabschnitt 31 in dem Einsatzabschnitt 32 ist. Eine Stelle von dem Einsatzabschnitt 32, in welcher die erste Säulenoberfläche 34 ange-

ordnet ist, wird auch als ein Basisabschnitt bezeichnet. Die erste Säulenoberfläche **34** ist gebildet, um eine vorherbestimmte Länge in einer axialen Richtung von der Rohrverbindung **1** derart aufzuweisen, dass die erste Säulenoberfläche **34** mit einer inneren Oberfläche von dem Schlauch **2** über eine vorherbestimmte Länge in Kontakt steht. Eine Länge der ersten Säulenoberfläche **34** in der axialen Richtung ist kürzer als eine Länge der gewellten Oberfläche **35** in der axialen Richtung.

[0030] Die gewellte Oberfläche **35** (unebene Oberfläche) ist als ein Teil der äußeren Oberfläche des Einsatzabschnitts **32** gebildet und weist eine Mehrzahl von ringförmigen Nuten **36** und eine Mehrzahl von Rippen **37** auf. Die gewellte Oberfläche **35** ist in etwa in einem mittleren Teil des Einsatzabschnitts **32** in der axialen Richtung über eine vorherbestimmte Länge vorgesehen. Die gewellte Oberfläche **35** ist zwischen der ersten Säulenoberfläche **34** und der zweiten Säulenoberfläche **38** angeordnet. Die gewellte Oberfläche **35** ist durch eine Mehrzahl von ringförmigen Schrägen definiert. Die Schrägen umfassen eine kleine Schräge, bei welcher die Oberflächenneigung in Bezug auf die Achse des Rohres **3** gering ist, und eine starke Schräge, bei welcher die Oberflächenneigung mit Bezug auf die Achse des Rohres **3** groß ist. Die Nut **36** und die Rippe **37** sind abwechselnd zueinander angeordnet. Die gewellte Oberfläche **35** weist einen gezackten Querschnitt auf. Bei dem Beispiel, das in der **Fig. 1** gezeigt ist, sind die vier Nuten **36** und die drei Rippen **37** abwechselnd zueinander angeordnet. Die Länge der gewellten Oberfläche **35** in der axialen Richtung ist größer als die Länge der ersten Säulenoberfläche **34** in der axialen Richtung, und sie ist größer als die Länge der zweiten Säulenoberfläche **38** in der axialen Richtung.

[0031] Die Nut **36** ist durch ein Paar von kleinen bzw. schwachen Schrägen und großen Schrägen definiert. Die kleine Schräge weist eine vergleichsweise geringe Neigung mit Bezug auf die Achse des Rohres **3** auf, und die starke Schräge weist eine vergleichsweise große Neigung mit Bezug auf die Achse des Rohres **3** auf. Die kleine Schräge, bei welcher die Neigung vergleichsweise gering ist, ist auf einer Seite der ersten Säulenoberfläche **34** angeordnet, und die starke Schräge, bei welcher die Neigung vergleichsweise groß ist, ist auf einer Seite der zweiten Säulenoberfläche **38** in jeder Nut **36** angeordnet. Bei dem Beispiel der **Fig. 1** ist die starke Schräge der Nut **36** im Wesentlichen senkrecht zu der Achse des Rohres **3**. Die Nut **36** ist radial innen vertieft, so dass die kleine Schräge in Richtung zu dem Spitzenende von dem Einsatzabschnitt **32** weist.

[0032] Die Rippe **37** weist ein Paar von kleinen Schrägen und starken Schrägen auf. Die kleine Schräge weist eine vergleichsweise geringe Neigung mit Bezug auf die Achse des Rohres **3** auf, und

die starke Schräge weist eine vergleichsweise große Neigung mit Bezug auf die Achse des Rohres **3** auf. Die kleine Schräge, bei welcher die Neigung vergleichsweise gering ist, ist auf der Seite der zweiten Säulenoberfläche **38** angeordnet, und die starke Schräge, bei welcher die Neigung vergleichsweise groß ist, ist auf der Seite der ersten Säulenoberfläche **34** in jeder Rippe **37** angeordnet. Bei dem Beispiel der **Fig. 1** ist die starke Schräge der Rippe **37** in etwa senkrecht zu der Achse des Rohres **3**. Die Rippe **37** ragt radial nach außen derart vor, dass die kleine Schräge in Richtung zu dem Spitzenende des Einsatzabschnitts **32** weist bzw. gegenüberliegt.

[0033] Die zweite Säulenoberfläche **38** ist als ein Teil der äußeren Oberfläche von dem Einsatzabschnitt **32** gebildet und ist an der Endseite des Einsatzabschnitts **32** axial außen von der gewellten Oberfläche **35** angeordnet. Die zweite Säulenoberfläche **38** ist an einer Stelle angrenzend zu dem Spitzenende von dem Einsatzabschnitt **32** vorgesehen. Die zweite Säulenoberfläche **38** ist geformt, um eine vorherbestimmte Länge in der axialen Richtung derart aufzuweisen, dass die zweite Säulenoberfläche **38** mit der inneren Oberfläche des Schlauchs **2** um eine vorherbestimmte Länge in Kontakt steht. Die Länge der zweiten Säulenoberfläche **38** in der axialen Richtung ist kürzer als die Länge der gewellten Oberfläche **35** in der axialen Richtung.

[0034] In einer radial inneren Oberfläche des Einsatzabschnitts **32** ist ein Abschnitt **39** von kleinem Durchmesser angeordnet, um zu einer radial inneren Oberfläche von dem gewellten Abschnitt **35** zu entsprechen.

[0035] Der Einsatzabschnitt **32** und die Nut **33** sind in einer Bearbeitung des Endabschnitts des Rohres **3** geformt. Als erstes wird der Einsatzabschnitt **32** in dem Endabschnitt von einem Vorformrohr gebildet. Der Vorgang umfasst einen Schritt, bei welchem die Vorform des Endabschnitts, d. h. ein Abschnitt, der als der Einsatzabschnitt **32** verwendet wird, in der axialen Richtung gepresst wird, um eine Dicke der Vorform in der radialen Richtung zu erhöhen. Des Weiteren umfasst der Vorgang einen Schritt, bei welchem die gewellte Oberfläche **35** radial außen von dem Einsatzabschnitt **32** geformt wird. Die gewellte Oberfläche **35** wird durch einen Walzvorgang geformt. Bei dem Walzvorgang sind der Einsatzabschnitt **32** und eine Formgebungswalze relativ zueinander drehbar in einem Zustand, in welchem die Formgebungswalze auf die äußere Oberfläche von dem Einsatzabschnitt **32** gepresst wird. Dadurch werden die ringförmige Nut **36** und die Rippe **37** in der äußeren Oberfläche von dem Einsatzabschnitt **32** geformt. Die Nut **36** ist somit eine gewalzte Nut. Der Abschnitt **39** von kleinem Durchmesser ist angepasst, eine Dicke der gewellten Oberfläche **35** aufrechtzuerhalten.

[0036] Die Manschette **4** ist aus einem Metall in einer röhrenförmigen Form hergestellt. Die Manschette **4** kann aus dem gleichen Material wie das Rohr **3** gebildet sein. Die Manschette **4** ist radial außen von dem Endabschnitt des Einsatzabschnitts **32** und des Schlauchs **2** angeordnet. Die Manschette **4** ist ein Element, durch welches der Schlauch **2** in Richtung zu dem Einsatzabschnitt **32** gepresst wird. Der Schlauch **2**, das Rohr **3** und die Manschette **4** sind angeordnet, um sich in der radialen Richtung zueinander zu überlappen.

[0037] Die Manschette **4** weist einen ringförmigen Plattenabschnitt **41** und einen zylindrischen Abschnitt auf. Der ringförmige Plattenabschnitt **41** umfasst einen Plattenteil, der sich radial in einer Richtung senkrecht zu der axialen Richtung des Rohres **3** erstreckt. Ein Rand von einer radial inneren Seite von dem ringförmigen Plattenabschnitt **41** steht lose mit der Nut **33** in Eingriff. Die Manschette **4** wird dadurch an dem Rohr **3** gehalten. Die Manschette **4** wird durch das Rohr **3** in der axialen Richtung des Rohres **3** und der radialen Richtung des Rohres **3** gestützt. Ein Endabschnitt von dem zylindrischen Abschnitt **42** ist als ein Basisabschnitt angepasst und ist kontinuierlich mit dem ringförmigen Plattenabschnitt **41** verbunden. Der zylindrische Abschnitt **42** ist an einem Öffnungsrand in einer kreisförmigen Form an dem anderen Endabschnitt davon offen. Der Schlauch **2** wird von dem Öffnungsrand an dem anderen Endabschnitt von dem zylindrischen Abschnitt **4** eingesetzt. Der zylindrische Abschnitt **42** ist ausgebildet, um die radial äußere Seite von dem eingesetzten Teil des Schlauchs **2** zu bedecken.

[0038] Der zylindrische Abschnitt **42** weist eine Mehrzahl von ringförmigen Abschnitten **43**, **44** von kleinem Durchmesser und eine Mehrzahl von ringförmigen Abschnitten **45**, **46**, **47** von großem Durchmesser auf. Der zylindrische Abschnitt **42** weist lediglich den ersten und zweiten Abschnitt **43**, **44** von kleinem Durchmesser bei dem Beispiel der Fig. 1 auf. Die zwei Abschnitte **43**, **44** von kleinem Durchmesser werden als gepresste Abschnitte (zum Beispiel ein gehämmertes Abschnitt, ein gecrimpter Abschnitt) verwendet. Der erste Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser ist angrenzend zu dem Basisabschnitt von dem zylindrischen Abschnitt **42** angeordnet, so dass der erste Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser als ein gepresster Basisseitenabschnitt verwendet wird. Der zweite Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser ist angrenzend zu dem Endabschnitt von dem zylindrischen Abschnitt **42** angeordnet, so dass der zweite Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser als ein endseitiger gepresster Abschnitt verwendet wird. Die Abschnitte **43**, **44** von kleinem Durchmesser und die Abschnitte **45**, **46**, **47** von großem Durchmesser werden abwechselnd einer nach dem anderen in der axialen Richtung angeordnet. Ein äußerer Durchmesser des Abschnitts **43**, **44** von klei-

nem Durchmesser ist kleiner als ein äußerer Durchmesser von dem Abschnitt **45**, **46**, **47** von großem Durchmesser. Ein innerer Durchmesser von dem Abschnitt **43**, **44** von kleinem Durchmesser ist kleiner als ein innerer Durchmesser von dem Abschnitt **45**, **46**, **47** von großem Durchmesser. Ein innerer Durchmesser von den Abschnitten **43**, **44** von kleinem Durchmesser ist kleiner als ein innerer Durchmesser von einem Abschnitt des Schlauchs **2**, welcher durch die Manschette **4** nicht verformt ist. Das heißt, der Schlauch **2** ist teilweise radial nach innen durch die Manschette **4** verformt. Der Schlauch **2** ist an das Rohr **3** durch die Befestigungskraft der Manschette **4** gepresst. Ein Aufnahmeraum, in welchem das Gummimaterial von dem Schlauch **2** verbleibt, ist an der radial inneren Seite von dem Abschnitt **45**, **46**, **47** von großem Durchmesser geformt. Das Material des Schlauchs **2** ist durch den Abschnitt **43**, **44** von kleinem Durchmesser derart verformt, dass das Material des Schlauchs **2** in Richtung zu dem Aufnahmeraum von dem Abschnitt **45**, **46**, **47** von großem Durchmesser bewegt wird. Das Material des Schlauchs **2**, welches radial nach innen durch den Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser verformt wird, wird des Weiteren in die Nut **36** gepresst und bewegt. Ein kleiner leerer Raum (nicht gezeigt) kann zwischen dem Schlauch **2** und dem Bodenabschnitt von der Nut **36** zum Beispiel bestehen.

[0039] Die Manschette **4** weist den ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser und den zweiten Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser auf. Der erste Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser ist an einer radial äußeren Seite von der gewellten Oberfläche **35** gebildet und presst den Schlauch **2** an die gewellte Oberfläche **35**. Der zweite Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser ist an einer radial äußeren Seite von der zweiten Säulenoberfläche **38** gebildet und presst den Schlauch **2** an die zweite Säulenoberfläche **38**. Der erste Abschnitt **45** von großem Durchmesser, welcher zwischen dem ringförmigen Plattenabschnitt **41** und dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser angeordnet ist und einen größeren inneren Durchmesser als den inneren Durchmesser von dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser aufweist, ist in dem zylindrischen Abschnitt **42** angeordnet. Der zweite Abschnitt **45** von großem Durchmesser, welcher zwischen dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser und dem zweiten Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser angeordnet ist und einen größeren inneren Durchmesser als den inneren Durchmesser von dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser und dem zweiten Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser aufweist, ist in dem zylindrischen Abschnitt **42** angeordnet. Der dritte Abschnitt **47** von großem Durchmesser ist in dem zylindrischen Abschnitt **42** angeordnet. Der dritte Abschnitt **47** von großem Durchmesser ist zwischen dem zweiten Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser und dem Öffnungsrand des zylindrischen Abschnitts **42** angeord-

net und weist einen größeren inneren Durchmesser als den inneren Durchmesser des zweiten Abschnitts **44** von kleinem Durchmesser auf. Der innere Durchmesser des dritten Abschnitts **47** von großem Durchmesser wird entlang der axialen Richtung in Richtung zu dem Öffnungsrand des zylindrischen Abschnitts **42** größer. Der innere Durchmesser des dritten Abschnitts **47** von großem Durchmesser wird nicht entlang der axialen Richtung in Richtung zu dem Öffnungsrand des zylindrischen Abschnitts **42** kleiner. Eine axiale Länge von dem Abschnitt **45** von großem Durchmesser, die sich in der axialen Richtung erstreckt, ist größer bzw. länger als diejenige des Abschnitts **46** von großem Durchmesser. Eine axiale Länge des Abschnitts **46** von großem Durchmesser, die sich in der axialen Richtung erstreckt, ist größer als diejenige des Abschnitts **47** von großem Durchmesser. Ein Volumen des Aufnahmeraums zum Aufnehmen des Schlauchmaterials, welches durch den Abschnitt **45** von großem Durchmesser definiert wird, ist größer als ein Volumen des Aufnahmeraums zum Aufnehmen des Schlauchmaterials, welches durch den Abschnitt **46** von großem Durchmesser definiert wird. Das Volumen des Aufnahmeraums zum Aufnehmen des Schlauchmaterials, welches durch den Abschnitt **46** von großem Durchmesser definiert wird, ist größer als ein Volumen des Aufnahmeraums zum Aufnehmen des Schlauchmaterials, welches durch den Abschnitt **47** von großem Durchmesser definiert wird.

[0040] Eine zylindrische Vorform für die Manschette **4** wird in einer Pressbearbeitung derart verarbeitet, dass die Manschette **4**, welche den ringförmigen Plattenabschnitt **41** und den zylindrischen Abschnitt **42** aufweist, geformt wird. Die Manschette **4** wird um das Rohr **3** herum befestigt, und der Schlauch **2** wird zwischen das Rohr **3** und die Manschette **4** eingesetzt. Sodann werden die Abschnitte **43**, **44** von kleinem Durchmesser in der Manschette **4** geformt. Die Manschette **4** wird radial nach innen gepresst und wird plastisch derart verformt, dass die Abschnitte **43**, **44** von kleinem Durchmesser in der Manschette **4** geformt werden. Die Abschnitte **43**, **44** von kleinem Durchmesser werden durch ein Pressen (zum Beispiel Hämmern, Crimpen) unter Verwenden einer Formgebungsform geformt. Die Formgebungsform ist an einer radial äußeren Seite von dem zylindrischen Abschnitt **42** angeordnet. Die Formgebungsform weist eine Mehrzahl von Formgebungsformteilen auf, von denen jedes in einer ringförmigen Form angeordnet ist. Die Formgebungsformteile werden radial nach innen gepresst, so dass die Abschnitte **43**, **44** von kleinem Durchmesser durch das Pressen geformt werden. Daher verbleiben durch die Formgebungsformteile Rillen **43a**, **44a** an der radial äußeren Oberfläche des zylindrischen Abschnitts **42**.

[0041] Die Manschette **4** kann drei Teile aufweisen, d. h. einen Basisabschnitt, einen mittleren Abschnitt

und einen Endabschnitt, die in dieser Reihenfolge von dem ringförmigen Plattenabschnitt **41** aus angeordnet sind. In diesem Fall ist der erste Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser in einem Bereich des mittleren Abschnitts angeordnet. Der zweite Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser ist des Weiteren in einem Bereich von dem Endabschnitt angeordnet. In dem Basisabschnitt ist lediglich der Abschnitt **45** von großem Durchmesser angeordnet.

[0042] Der erste Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser ist radial außen von der gewellten Oberfläche **35** angeordnet. Der erste Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser ist lediglich innerhalb eines axialen Bereichs direkt radial außen von der gewellten Oberfläche **35** angeordnet. Der erste Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser ist nicht direkt radial außen von der ersten Säulenoberfläche **34** und direkt radial außen von der zweiten Säulenoberfläche **38** angeordnet. Noch genauer ist die gewellte Oberfläche **35** angeordnet, um sich mit dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser in der axialen Richtung zu überlappen. Die gewellte Oberfläche **35** überlappt nicht mit dem zweiten Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser in der axialen Richtung.

[0043] Der zweite Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser ist radial außen von der zweiten Säulenoberfläche **38** angeordnet. Der zweite Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser ist lediglich in einem axialen Bereich direkt radial außen von der zweiten Säulenoberfläche **38** angeordnet. Der zweite Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser ist nicht direkt radial außen von der ersten Säulenoberfläche **34** und direkt radial außen von der gewellten Oberfläche **35** angeordnet. Noch genauer ist die zweite Säulenoberfläche **38** angeordnet, um sich mit dem zweiten Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser in der axialen Richtung zu überlappen. Die zweite Säulenoberfläche **38** überlappt nicht mit dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser.

[0044] Eine axiale Länge des ersten Abschnitts **43** von kleinem Durchmesser kann in einer Länge L_a entsprechend zu einer axialen Länge der Rille **43a** eingestellt sein. Eine axiale Länge des zweiten Abschnitts **44** von kleinem Durchmesser kann in einer Länge L_b entsprechend zu einer axialen Länge der Rille **44a** eingestellt sein.

[0045] Zumindest einer von den Bodenabschnitten **36a** der Nuten **36** und zumindest einer von den Stegen **37a** der Rippen **37** sind an einer Stelle angeordnet, welche die axial äußere Seite von dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser ist und zwischen dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser und der Nut **33** liegt, d. h. in einem Bereich des Abschnitts **45** von großem Durchmesser in der axialen Richtung. Zumindest einer von den Bodenabschnitten **36b** der Nuten **36** und zumindest einer

von den Stegen **37b** der Rippen **37** sind an einer Stelle angeordnet, welche die axial äußere Seite von dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser ist und zwischen dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser und dem zweiten Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser liegt, d. h. in einem Bereich des Abschnitts **46** von großem Durchmesser in der axialen Richtung. Gemäß dem in der **Fig. 1** gezeigten Beispiel sind die zwei Bodenabschnitte **36b** und der eine Steg **37b** in dem axialen Bereich des Abschnitts **46** von großem Durchmesser angeordnet. Somit ist zumindest einer von den Bodenabschnitten **36a**, **36b** der Nut **36**, welche die gewellte Oberfläche **35** definieren, an beiden Außenseiten von dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser vorgesehen, welche außen von dem Bereich der axialen Länge L_a des ersten Durchmesserabschnitts **43** liegen.

[0046] Zumindest einer von den Bodenabschnitten **36c** der Nuten **36** und zumindest einer von den Stegen **37c** der Rippen **37** sind innerhalb des Bereichs der axialen Länge L_a des ersten Abschnitts **43** von kleinem Durchmesser angeordnet. Daher ist zumindest einer von den Stegen **37c** der Rippen **37**, welche die gewellte Oberfläche **35** bilden, innerhalb des Bereichs der axialen Länge L_a des ersten Abschnitts **43** von kleinem Durchmesser angeordnet. Des Weiteren ist zumindest einer von den Bodenabschnitten **36c**, welche die gewellte Oberfläche **35** definieren, innerhalb des Bereichs der axialen Länge L_a des ersten Durchmesserabschnitts **43** angeordnet.

[0047] Die Länge L_a ist kürzer als die axiale Länge der gewellten Oberfläche **35**. Die Länge L_a ist im Wesentlichen gleich zu einem Abstandsmaß P_g , welches von der Nut **36** zu der Rippe **37** gemessen wird ($L_a = P_g$). Die Länge L_a und das Abstandsmaß P_g können eingestellt sein, um die nachfolgende Gleichung $L_a \geq P_g$ zu erfüllen. Eine Länge L_b ist kürzer als die axiale Länge der zweiten Säulenoberfläche **38**.

[0048] Die **Fig. 3** ist ein Diagramm, welches Eigenschaften der Rohrverbindung der ersten Ausführungsform angibt. Die horizontale Achse gibt ein Verhältnis (L_a/P_g) der Länge L_a zu dem Abstandsmaß P_g an, und die vertikale Achse gibt einen Kontaktdruck P_{rb} (MPa) an, der an den Steg **37c** der Rippe **37** angelegt wird, welche radial innen von der Vorform des Schlauchs **2** sind. Der Steg **37c** ist im radial Inneren von dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser angeordnet. Um die geforderte Dichtungseigenschaft sicherzustellen, kann es notwendig sein, dass der Kontaktdruck P_{rb} mehr ist oder gleich ist zu einem Schwellenwert P_{th} . Bei der Rohrverbindung **1** wird der hohe Kontaktdruck erreicht, der mehr ist als oder gleich ist zu dem Schwellenwert P_{th} . Ein Entwicklungsdiagramm (TD) ist in der **Fig. 3** gezeigt, bei welchem der Kontaktdruck P_{rb} zunimmt, wenn die Länge L_a zunimmt. Wenn die Länge L_a groß wird,

wird jedoch die Länge der Manschette **4** groß werden. Außerdem kann, je kleiner die Länge von dem Abstandsmaß P_g wird, der höhere Kontaktdruck P_{rb} erreicht werden. Wenn die Länge des Abstandsmaßes P_g klein wird, kann es jedoch schwierig sein, die gewellte Oberfläche **35** zu formen. Daher ist das Verhältnis (L_a/P_g) der Länge L_a zu dem Abstandsmaß P_g innerhalb eines Bereichs derart eingestellt, dass ein vorherbestimmter Kontaktdruck P_{rb} erreicht werden kann und die Größe der Manschette **4** nicht groß wird und eine hohe Produktivität erreicht werden kann. Das Verhältnis (L_a/P_g) der Länge L_a zu dem Abstandsmaß P_g kann innerhalb eines Bereichs derart eingestellt sein, dass das Verhältnis L_a/P_g mehr ist als oder gleich ist zu einer unteren Grenze und weniger ist als oder gleich ist zu einer oberen Grenze. Als der untere Grenzwert kann $L_a/P_g = 0,75$ oder $1,0$ angenommen werden. Als der obere Grenzwert kann $L_a/P_g = 1,5$, $1,75$ oder $2,0$ angenommen werden. Noch genauer kann das Verhältnis L_a/P_g innerhalb eines Bereichs von $0,75$ bis $2,0$ eingestellt sein. Es ist noch weiter wünschenswert, dass das Verhältnis L_a/P_g innerhalb eines Bereichs von $0,75$ bis $1,75$ eingestellt ist. Weiterhin ist es noch mehr wünschenswert bzw. vorteilhaft, dass das Verhältnis L_a/P_g innerhalb eines Bereichs von $0,75$ bis $1,5$ eingestellt sein kann.

[0049] Die Länge L_b ist kürzer als die axiale Länge von der zweiten Säulenoberfläche **38**. Die Länge L_b ist kleiner als die Länge L_a (d. h. $L_a > L_b$). Die Länge L_a kann größer eingestellt sein als oder gleich zu der Länge L_b ($L_a \geq L_b$). Durch das Erfüllen der Beziehung von $L_a \geq L_b$ kann die axiale Länge von dem Abschnitt **47** von großem Durchmesser groß sein. Daher kann der Kontaktdruck (Spannung), der auf den Schlauch **2** angelegt wird, begrenzt werden.

[0050] Eine maximale Dicke T_i des Einsatzabschnitts **32**, welche in der radialen Richtung gemessen wird, ist größer als oder gleich zu einer Dicke T_p des Vorformabschnitts **31**, welche in der radialen Richtung gemessen wird. Dadurch kann die geforderte Festigkeit des Einsatzabschnitts **32** erhöht werden. Die Dicke T_i und die Dicke T_p können eingestellt sein, um die nachfolgende Gleichung $T_i \geq T_p$ zu erfüllen.

[0051] Ein maximaler äußerer Durchmesser D_f der ersten Säulenoberfläche **34** und der zweiten Säulenoberfläche **38** ist geringer als oder gleich zu einem äußeren Durchmesser D_p des Vorformabschnitts **31**. Der äußere Durchmesser D_f und der äußere Durchmesser D_p können eingestellt sein, um die nachfolgende Gleichung $D_f \leq D_p$ zu erfüllen. Ein innerer Durchmesser D_m von dem Abschnitt **39** von kleinem Durchmesser ist kleiner als oder gleich zu einem inneren Durchmesser D_i des Vorformabschnitts **31**. Der innere Durchmesser D_m und der innere Durchmesser D_i können eingestellt sein, um die nachfolgende Gleichung $D_m \leq D_i$ zu erfüllen.

[0052] Ein maximaler äußerer Durchmesser D_t der gewellten Oberfläche **35**, d. h. der äußere Durchmesser D_t an dem Steg der Rippe **37**, ist kleiner als oder gleich zu dem äußeren Durchmesser D_f . Der äußere Durchmesser D_t und der äußere Durchmesser D_f können eingestellt sein, um die nachfolgende Gleichung $D_t \leq D_f$ zu erfüllen. Der äußere Durchmesser D_t ist des Weiteren kleiner als oder gleich zu dem äußeren Durchmesser D_p . Der äußere Durchmesser D_t und der äußere Durchmesser D_p können eingestellt sein, um die nachfolgende Gleichung $D_t \leq D_p$ zu erfüllen.

[0053] Eine Länge L_i des Einsatzabschnitts **32**, welche in der axialen Richtung gemessen wird, ist im Wesentlichen gleich zu einer Länge L_s der Manschette **4**, welche in der axialen Richtung gemessen wird. Die Länge L_i und die Länge L_s können eingestellt sein, um die nachfolgende Gleichung $L_i \geq L_s$ zu erfüllen. Es ist jedoch wünschenswert bzw. vorteilhaft, dass die Länge L_i eingestellt ist, etwas länger zu sein als die Länge L_s . Diese Struktur hindert eine Ecke **32a**, welche radial außen von dem Endabschnitt des Einsatzabschnitts **32** angeordnet ist, daran, eine übermäßige Kontaktkraft auf den Schlauch **2** anzulegen.

[0054] Die **Fig. 4** ist ein Diagramm, welches die Eigenschaften der Rohrverbindung **1** der ersten Ausführungsform angibt. Die horizontale Achse der **Fig. 4** gibt ein Verhältnis (L_i/L_s) der Länge L_s zu der Länge L_i an. Die vertikale Achse der **Fig. 4** gibt einen ursprünglichen Kontaktdruck S_{rb} (MPa) an, der an die Ecke **32a** des Einsatzabschnitts **32** des Schlauchs **2** angelegt wird. Ein dreieckiges graphisches Symbol in der **Fig. 4** zeigt einen Zustand von einer herkömmlichen Rohrverbindung. Das dreieckige graphische Symbol P zeigt den Zustand der **Fig. 1** in JP 2007-321857 A. Ein Schwellenwert S_{th} ist in der **Fig. 4** gezeigt. Der Schwellenwert S_{th} ist der ursprüngliche Kontaktdruck (ursprüngliche Spannung), bei welchem das Gummimaterial des Schlauchs **2** in einem vorherbestimmten Dauerbeanspruchungstest abgezogen wird. Der vorherbestimmte Dauerbeanspruchungstest ist JRA2012, welcher durch die „Japanische Kälte- und Klimatisierungsindustrievereinigung“ („Japan Refrigeration and Air Conditioning Industry Association“) vorgesehen ist und ein Vibrationstest für einen R134a-Kältemittelschlauch einer Kraftfahrzeugklimaanlagenvorrichtung ist. Es ist daher wünschenswert, dass der ursprüngliche Kontaktdruck weniger ist als oder gleich ist zu dem Schwellenwert S_{th} . Bei der herkömmlichen Rohrverbindung kann es schwierig sein, den Kontaktdruck auf niedriger als den Schwellenwert S_{th} zu bringen. Bei der Rohrverbindung **1** der vorliegenden Ausführungsformen kann der ursprüngliche Kontaktdruck auf weniger als den Schwellenwert S_{th} begrenzt werden. Es kann daher verhindert werden, dass das Gummimaterial von dem Schlauch **2** abgerissen wird. Ein Ent-

wicklungsdiagramm (TD) ist in der **Fig. 4** gezeigt, bei welchem der ursprüngliche Kontaktdruck S_{rb} zunimmt, wenn das Verhältnis L_i/L_s abnimmt. Selbst in dem Zustand des unvermeidlichen Entwicklungsdiagramms (TD) kann das Verhältnis L_i/L_s in einem Bereich derart eingestellt werden, dass das Verhältnis L_i/L_s mehr ist als oder gleich ist zu einer unteren Grenze und weniger ist als oder gleich ist zu einer oberen Grenze. Als unterer Grenzwert kann $L_i/L_s = 0,9$ oder $1,0$ angenommen werden. Als oberer Grenzwert kann $L_i/L_s = 1,1$ oder $1,2$ angenommen werden. Das Verhältnis L_i/L_s kann noch genauer innerhalb eines Bereichs von $0,9$ bis $1,2$ eingestellt sein. Es ist noch weiter wünschenswert, dass das Verhältnis L_i/L_s innerhalb eines Bereichs von $0,9$ bis $1,1$ eingestellt ist. Weiterhin ist es noch mehr wünschenswert, dass das Verhältnis L_i/L_s innerhalb eines Bereichs von $1,0$ bis $1,1$ eingestellt wird. Selbst in dem Zustand des unvermeidlichen Entwicklungsdiagramms (TD) kann durch das Einstellen des Verhältnisses L_i/L_s innerhalb des oben beschriebenen Bereichs die Rohrverbindung **1** verkleinert werden, und eine hohe Haltbarkeit bzw. lange Lebensdauer der Rohrverbindung **1** kann erreicht werden.

[0055] Eine Länge L_s der Manschette **4**, welche in der axialen Richtung des Rohres **3** gemessen wird, ist im Wesentlichen gleich zu einem äußeren Durchmesser D_r des Schlauchs **2**. Die Länge L_s kann eingestellt sein, um die nachfolgende Gleichung $L_s \leq D_r$ zu erfüllen. Es ist jedoch wünschenswert, dass die Länge L_s eingestellt ist, um geringfügig kürzer zu sein als der äußere Durchmesser D_r . Die Länge L_s beträgt in etwa 20 mm.

[0056] Die **Fig. 5** ist ein Diagramm, welches die Eigenschaften der Rohrverbindung **1** der ersten Ausführungsform angibt. Die horizontale Achse der **Fig. 5** gibt ein Verhältnis (D_r/L_s) des äußeren Durchmessers D_r zu der Länge L_s als ein Aspektverhältnis der Rohrverbindung **1** an. Die horizontale Achse gibt die Zeit T_{dr} eines vorherbestimmten Dauerbeanspruchungstests an. Die Zeit T_{dr} entspricht der Zeit nach dem Wärmealtern einer Rohrverbindung bei 120°C , so dass bei dem Dauerbeanspruchungstest ein inneres Fluid herausleckt. Ein kreisförmiges graphisches Symbol $P1$ und ein dreieckförmiges graphisches Symbol $P2$ in der **Fig. 5** zeigen einen Zustand der herkömmlichen Rohrverbindung. Das kreisförmige graphische Symbol $P1$ entspricht dem Zustand der **Fig. 6** in JP 2007-321857 A. Das dreieckförmige graphische Symbol $P2$ entspricht dem Zustand der **Fig. 1** in JP 2007-321857 A. Wie es durch die kreisförmigen graphischen Symbole gezeigt ist, gibt ein Entwicklungsdiagramm (TD) in der **Fig. 5** an, dass die Dauerbeanspruchungszeitdauer T_{dr} abnimmt, wenn das Verhältnis D_r/L_s erhöht wird. Bei diesem Dauerbeanspruchungstest ist es erforderlich, dass das innere Fluid nicht herausleckt, nachdem die Testzeit über einen Schwellenwert T_{th} gegangen ist. Bei der Rohr-

verbindung **1** kann selbst in einem Zustand, in welchem das Verhältnis Dr/Ls mehr ist als oder gleich ist zu 1,0, die Dauerbeanspruchungszeit, welche mehr ist als oder gleich ist zu dem Schwellenwert T_{th} , erreicht werden. Die Länge L_s und der äußere Durchmesser Dr können daher eingestellt werden, um die nachfolgende Gleichung $L_s \leq Dr$ zu erfüllen. Das Verhältnis (Dr/L_s) des äußeren Durchmessers Dr zu der Länge L_s kann innerhalb eines Bereichs von einer unteren Grenze zu einer oberen Grenze eingestellt sein. Als unterer Grenzwert kann $Dr/L_s = 1,0$ angenommen werden. Wenn das Verhältnis Dr/L_s weniger als 1,0 ist, wird die Form der Manschette **4** in der axialen Richtung des Rohres **3** schmaler. Als oberer Grenzwert kann $Dr/L_s = 1,1, 1,15$ oder $1,2$ angenommen werden. Das Verhältnis Dr/L_s kann noch genauer innerhalb eines Bereichs von 1,0 bis 1,2 eingestellt sein. Weiterhin ist es noch wünschenswerter, dass das Verhältnis Dr/L_s innerhalb eines Bereichs von 1,0 bis 1,1 eingestellt sein kann. Durch das Einstellen des Verhältnisses Dr/L_s innerhalb des oben beschriebenen Bereichs kann die Rohrverbindung **1** kleiner gemacht werden, und eine hohe Haltbarkeit der Rohrverbindung **1** kann erreicht werden.

[0057] Gemäß dem Beispiel der vorliegenden Ausführungsform ist die Rohrverbindung **1**, welche die zwei Abschnitte **43, 44** von kleinem Durchmesser aufweist, vorgesehen. Der erste Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser und der zweite Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser sind angepasst, um die Dichtigkeit (Befestigung) zwischen dem Schlauch **2** und dem Rohr **3** in der axialen Richtung von dem Rohr **3** aufrechtzuerhalten. Gleichzeitig presst der erste Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser den Schlauch **2** auf die gewellte Oberfläche **35**, so dass der erste Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser effektiver angepasst ist, um die Dichtigkeit aufrechtzuerhalten. Der erste Abschnitt **45** von großem Durchmesser ist des Weiteren zwischen dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser und dem ringförmigen Plattenabschnitt **42** angeordnet, und der erste Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser presst den Schlauch **2** derart, dass das Gummimaterial des Schlauchs **2** in den Aufnahmeraum von dem Inneren von dem Abschnitt **45** von großem Durchmesser gepresst wird. Dadurch wird der Ankerabschnitt, welcher das Gleiten des Schlauchs **2** in der axialen Richtung von dem Rohr **3** begrenzt, in dem ersten Abschnitt **45** von großem Durchmesser geformt, so dass der Ankerabschnitt angepasst ist, die Dichtigkeit aufrechtzuerhalten.

[0058] Im Gegensatz dazu presst der zweite Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser den Schlauch **2** an die zweite Säulenoberfläche **38**, so dass der zweite Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser angepasst ist, um die Dichtigkeit zwischen dem Schlauch **2** und dem Rohr **3** in der axialen Richtung von dem Rohr **3** aufrechtzuerhalten. Des Weiteren ist der zweite Abschnitt **46** von großem Durchmesser zwischen

dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser und dem zweiten Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser angeordnet, und der zweite Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser presst den Schlauch **2** derart, dass das Gummimaterial des Schlauchs **2** in den Aufnahmeraum von dem Inneren von dem Abschnitt **46** von großem Durchmesser gepresst wird. Der Ankerabschnitt, welcher das Gleiten bzw. Rutschen des Schlauchs **2** in der axialen Richtung von dem Rohr **3** begrenzt, wird daher in dem zweiten Abschnitt **46** von großem Durchmesser geformt, so dass der Ankerabschnitt angepasst ist, die Dichtigkeit aufrechtzuerhalten.

[0059] Der erste Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser presst den Schlauch **2** an die gewellte Oberfläche **35**, so dass der erste Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser angepasst ist, um die Dichtungsleistung des Schlauchs **2** und des Rohres **3** aufrechtzuerhalten. Zwischen dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser und der gewellten Oberfläche **35** wird ständig ein hoher Oberflächendruck erzeugt, so dass der hohe Oberflächendruck auf effektive Art und Weise angepasst werden kann, um die hohe Dichtungsleistung zwischen dem Schlauch **2** und dem Rohr **3** aufrechtzuerhalten. Zumindest eine von den Nuten **36** und zumindest eine von den Rippen **37** sind innerhalb des Bereichs der axialen Länge L_a angeordnet, so dass die hohe Dichtungsleistung erreicht werden kann. Noch genauer sind der Bodenabschnitt **36c** der Nut **36** und der Steg **37c** der Rippe **37** innerhalb des Bereichs der axialen Länge L_a angeordnet, so dass die hohe Dichtungsleistung erreicht werden kann. Zumindest eine von den Nuten **36** und zumindest eine von den Rippen **37** sind des Weiteren an beiden Außenseiten von dem Bereich der axialen Länge L_a angeordnet, so dass die hohe Dichtungsleistung erreicht werden kann. Noch genauer sind der Bodenabschnitt **36a** der Nut **36** und der Steg **37a** der Rippe **37** an einer Stelle angeordnet, welche außerhalb von dem Bereich der axialen Länge L_a liegt und eine Basisseite von dem Einsatzabschnitt **32** ist. Der Bodenabschnitt **36b** der Nut **36** und der Steg **37b** der Rippe **37** sind des Weiteren an einer Stelle angeordnet, welche außerhalb von dem Bereich der axialen Länge L_a liegt und eine Spitzenseite von dem Einsatzabschnitt **32** ist, so dass die hohe Dichtungsleistung erreicht werden kann. Der zweite Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser presst des Weiteren den Schlauch **2** an die zweite Säulenoberfläche **38**, so dass der zweite Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser ebenfalls angepasst ist, um die Dichtungsleistung zwischen dem Schlauch **2** und dem Rohr **3** aufrechtzuerhalten.

[0060] Der zweite Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser presst den Schlauch **2** auf die zweite Säulenoberfläche **38**, welche keinen gewellten Abschnitt (unebenen Abschnitt) aufweist, so dass der zweite Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser angepasst

ist, um auf geeignete Art und Weise den Schlauch **2** zu halten. Der zweite Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser und die zweite Säulenoberfläche **38** begrenzen die Bewegung des Schlauchs **2**, welche durch das Unterdrucksetzen und die Vibration in der Rohreinheit **10** erzeugt wird. Der zweite Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser und die zweite Säulenoberfläche **38** klammern den Schlauch **2** nicht übermäßig fest. Der zweite Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser und die zweite Säulenoberfläche **38** begrenzen dadurch die Beschädigung des Schlauchs **2** und begrenzen auch, die Bewegung des Schlauchs **2** auf den angrenzenden Abschnitt von dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser weiterzuleiten.

[0061] Wie es oben diskutiert wurde, pressen bei der vorliegenden Ausführungsform der zweite Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser und die zweite Säulenoberfläche **38** den Schlauch **2** mit einer flachen Oberfläche und begrenzen die Bewegung (Vibration) des Schlauchs **2**. Dadurch wird die Zerstörung des elastischen Materials des Schlauchs **2**, zum Beispiel das Abreißen von Gummi, begrenzt. Des Weiteren bietet die Kombination des ersten Abschnitts **43** von kleinem Durchmesser und der gewellten Oberfläche **35** die konzentrierte Kraft im Inneren der Manschette **4**, auf welche die Bewegung (Vibration) des Schlauchs **2** nicht übertragen wird. Die sichere Dichtungsleistung kann dadurch erreicht werden. Auf diese Weise teilen die beiden Abschnitte **43**, **44** von kleinem Durchmesser die Funktion, so dass sowohl das Verkleinern als auch eine hohe Haltbarkeit der Rohrverbindung **1** erzielt werden kann.

Zweite Ausführungsform

[0062] Eine zweite Ausführungsform wird mit Bezugnahme auf die **Fig. 6** beschrieben werden. Die **Fig. 6** ist eine vergrößerte, teilweise Querschnittsansicht, welche eine Rohrverbindung **1** gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Bei der oben beschriebenen ersten Ausführungsform sind die erste Säulenoberfläche **34**, die gewellte Oberfläche **35** und die zweite Säulenoberfläche **38** an der radial äußeren Oberfläche von dem Einsatzabschnitt **32** angeordnet. Jedoch ist zusätzlich zu der ersten Säulenoberfläche **34**, der gewellten Oberfläche **35** und der zweiten Säulenoberfläche **38** der Einsatzabschnitt **32** mit einer anderen Oberfläche als der Teil von der radial äußeren Oberfläche von dem Einsatzabschnitt **32** vorgesehen. Bei der zweiten Ausführungsform ist ein teilweise konischer Abschnitt **232b** zwischen der zweiten Säulenoberfläche **38** und der Ecke **32a** angeordnet. Der teilweise konische Abschnitt **232b** begrenzt auf effektive Art und Weise den Druck, welcher an den Schlauch **2** angelegt wird. Bei der zweiten Ausführungsform können die anderen Teile der Rohrverbindung **1** ähnlich zu

denjenigen der oben beschriebenen ersten Ausführungsform sein.

Dritte Ausführungsform

[0063] Eine dritte Ausführungsform wird mit Bezugnahme auf die **Fig. 7** beschrieben werden. Die **Fig. 7** ist eine vergrößerte, teilweise Querschnittsansicht, welche eine Rohrverbindung **1** gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Bei der ersten Ausführungsform ist der Einsatzabschnitt **32** ausgestaltet, um die nachfolgende Gleichung $Dt \leq Df$ zu erfüllen. Anstatt der oben beschriebenen Ausgestaltung kann der Einsatzabschnitt **32** ausgestaltet sein, um die nachfolgende Gleichung $Dt > Df$ zu erfüllen. Bei der dritten Ausführungsform sind die Rippen **37** einer gewellten Oberfläche **335** ausgebildet, um einen Zustand zu erfüllen, in welchem ein äußerer Durchmesser Dt der gewellten Oberfläche **35** größer ist als ein äußerer Durchmesser Df der ersten Säulenoberfläche **34** und der zweiten Säulenoberfläche **38**. Bei dieser Struktur wird ein hoher Druck an die Stege **37a**, **37b**, **37c** der Rippen **37** angelegt. Bei dieser Struktur kann des Weiteren der Betrag einer Komprimierung des Schlauchs **2** zwischen dem zweiten Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser und der zweiten Säulenoberfläche **38** vergleichsweise verringert werden, vielmehr als der Betrag der Komprimierung des Schlauchs **2** zwischen dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser und der gewellten Oberfläche **35**. Als ein Ergebnis begrenzt die oben beschriebene Struktur auf effektive Art und Weise die Kraft, welche an den Schlauch **2** angelegt wird. Bei der dritten Ausführungsform können die anderen Teile der Rohrverbindung **1** ähnlich zu denjenigen der oben beschriebenen ersten Ausführungsform sein.

Vierte Ausführungsform

[0064] Eine vierte Ausführungsform wird mit Bezugnahme auf die **Fig. 8** beschrieben werden. Die **Fig. 8** ist eine vergrößerte, teilweise Querschnittsansicht, welche eine Rohrverbindung **1** gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Bei der ersten Ausführungsform sind die Länge L_a und die Länge L_b eingestellt, um die nachfolgende Gleichung $L_a > L_b$ zu erfüllen. Anstatt der oben beschriebenen Beziehung können die axiale Länge L_a von dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser und die axiale Länge L_b von dem zweiten Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser eingestellt sein, um die nachfolgende Gleichung $L_a \geq L_b$ zu erfüllen. Bei der vierten Ausführungsform ist die axiale Länge L_b von dem zweiten Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser eingestellt auf gleich zu der axialen Länge L_a von dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser ($L_a = L_b$). Auch wird bei der vierten Ausführungsform der Schlauch **2** auf geeignete Art und Weise durch den zweiten Abschnitt **44** von kleinem Durch-

messer und die zweite Säulenoberfläche **38** gehalten. Bei der vierten Ausführungsform können die anderen Teile der Rohrverbindung **1** ähnlich zu denjenigen der oben beschriebenen ersten Ausführungsform sein.

Fünfte Ausführungsform

[0065] Eine fünfte Ausführungsform wird mit Bezugnahme auf die **Fig. 9** beschrieben werden. Die **Fig. 9** ist eine vergrößerte, teilweise Querschnittsansicht, welche eine Rohrverbindung **1** gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Bei der ersten Ausführungsform weist die Querschnittsform von der Nut **36** und diejenige von der Rippe **37**, welche auf der gewellten Oberfläche **35** geformt sind, die gezackte Form auf. Bei der fünften Ausführungsform wird eine gewellte Oberfläche **535** verwendet, welche eine ringförmige Säulenoberfläche auf einer Rippe **537** aufweist, wie es in der **Fig. 9** gezeigt ist. Die gewellte Oberfläche **535** umfasst eine ringförmige starke Schräge **535a**, bei welcher die Oberflächenneigung mit Bezug auf die Achse des Rohres **3** groß ist, eine ringförmige Konvexität **535b**, eine ringförmige Säulenoberfläche **535c**, eine ringförmige schwache bzw. kleine Schräge **535d**, bei welcher die Oberflächenneigung mit Bezug auf die Achse des Rohres **3** gering ist, und eine ringförmige Konkavität **535e**. Die gewellte Oberfläche **535** umfasst eine Nut **536** und eine Rippe **537**. Die Nut **536** ist durch die geringe Schräge **535d**, die Konkavität **535e**, die starke Schräge **535a** und die Konvexität **535b** definiert. Die Rippe **537** ist durch die starke Schräge **535a**, die Konvexität **535b**, die Säulenoberfläche **535c**, die geringe Schräge **535d** und die Konkavität **535e** definiert.

[0066] Die Form der gewellten Oberfläche **535** ist ausgebildet, um durch einen Walzvorgang geformt zu sein. Des Weiteren ist die Form der gewellten Oberfläche **535** derart ausgebildet, dass die erforderliche Menge von dem elastischen Material, welches in die Nut **36** eindringt, um die vorherbestimmte Dichtungsleistung und die vorherbestimmte Dichtigkeit zu erzielen, erreicht werden kann.

[0067] Eine Tiefe G_d der gewellten Oberfläche **535**, welche in der radialen Richtung des Rohres **3** gemessen wird, ist auf größer als oder gleich zu 0,3 mm eingestellt. Es ist wünschenswert, dass die Tiefe G_d auf größer als oder gleich zu 0,3 mm und auf kleiner als oder gleich zu 0,75 mm eingestellt ist. Die starke Schräge **535a** weist in Richtung zu dem Basisende von dem Rohr **3** relativ zu der radialen Richtung des Rohres **3**. Ein Winkel Gr_d der starken Schräge **535a** ist auf kleiner als oder gleich zu 30 Grad eingestellt. Es ist wünschenswert, dass der Winkel Gr_d auf mehr als oder gleich zu 0 Grad und auf geringer als oder gleich zu 20 Grad eingestellt ist. Ein Radius R_t (Krümmungsradius) der Konvexität **535b** ist auf mehr

als oder gleich zu 0,1 mm eingestellt. Der Radius R_t kann auf mehr als oder gleich zu 0,1 mm und auf geringer als oder gleich zu 0,3 mm eingestellt sein. Eine Länge L_t der Säulenoberfläche **535c** ist auf kürzer als oder gleich zu einer Hälfte von einem Abstandsmaß P_g ($L_t \leq P_g/2$) eingestellt. Die geringe Schräge **535d** weist in Richtung zu der Spitze von dem Rohr **3** relativ zu der radialen Richtung des Rohres **3**. Ein Winkel Gr_b der geringen Schräge **535d** ist auf größer als der Winkel Gr_d von der starken Schräge **535a** eingestellt. Ein Radius R_b (Krümmungsradius) der Konkavität **535e** ist in etwa gleich zu dem Radius R_t der Konvexität **535b**.

[0068] Gemäß der gewellten Oberfläche **535** bei der fünften Ausführungsform kann die gewellte Oberfläche **535** leicht durch den Walzvorgang geformt werden. Des Weiteren kann das elastische Material des Schlauchs **2** leicht in die gewellte Oberfläche **535** eingeführt werden. Die hohe Dichtungsleistung kann somit bei der Rohrverbindung **1** erzielt werden. Bei der fünften Ausführungsform können die anderen Teile der Rohrverbindung **1** ähnlich zu denjenigen der oben beschriebenen ersten Ausführungsform sein.

Sechste Ausführungsform

[0069] Eine sechste Ausführungsform wird mit Bezugnahme auf die **Fig. 10** beschrieben werden. Die **Fig. 10** ist eine vergrößerte, teilweise Querschnittsansicht, welche eine Rohrverbindung **1** gemäß der sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Anstatt des Schlauchs **2**, der in der ersten Ausführungsform beschrieben ist, wird bei der sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein Schlauch **2** verwendet, der eine Harzschicht **623** als eine am weitesten radial innen liegende Schicht davon aufweist. Des Weiteren wird bei der sechsten Ausführungsform anstatt der gewellten Oberfläche **35** bei der ersten Ausführungsform eine trapezoide gewellte Oberfläche **635** verwendet. Ein Abstandsmaß der Stege der trapezoid gewellten Oberfläche **635** ist größer als dasjenige der gezackten gewellten Oberfläche **35**. Eine Schräge der trapezoid gewellten Oberfläche **635** ist geringer als diejenige der gezackten gewellten Oberfläche **35**. Die gewellte Oberfläche **635** begrenzt das Abreißen der Harzschicht **623**. Bei der sechsten Ausführungsform ist des Weiteren ein Verbindungsmittel zwischen der radial inneren Oberfläche des Schlauchs **2** und dem Einsatzabschnitt **32** angeordnet. Das Verbindungsmittel ist in der **Fig. 10** nicht gezeigt. Der Schlauch **2** ist fest mit dem Einsatzabschnitt **32** durch das Verbindungsmittel verbunden, so dass das Verbindungsmittel angepasst ist, um die Dichtungsleistung des Schlauchs **2** und des Einsatzabschnitts **32** aufrechtzuerhalten.

[0070] Die gewellte Oberfläche **635** umfasst Nuten **636** und Rippen **637**, die abwechselnd in der axialen Richtung angeordnet sind. Ein Bodenabschnitt **636a**

der Nut **636** und eine Ecke **637a** des Stegs der Rippe **637** sind an einer Stelle angeordnet, welche eine axial äußere Seite von dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser ist und zwischen dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser und der ersten Säulenoberfläche **34** liegt. Die Ecke **637a** ist eine von den zwei Ecken der Rippe **637** und ist auf einer Basisseite der Rippe **636** in der axialen Richtung angeordnet. Ein Bodenabschnitt **636b** der Nut **636** ist an einer Stelle angeordnet, welche eine axial äußere Seite von dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser ist und welche zwischen dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser und der zweiten Säulenoberfläche **38** liegt. Des Weiteren sind eine Stegoberfläche **637c** der Rippe **637** und eine Ecke **637d** der Rippe **637** innerhalb eines Bereichs von der axialen Länge La des ersten Durchmesserabschnitts **43** angeordnet. Die Ecke **637d** ist eine von den zwei Ecken der Rippe **637** und ist auf einer Endseite von der Rippe **637** in der axialen Richtung angeordnet. Ein Material des Schlauchs **2**, welches gepresst wird und in Richtung zu der radialen inneren Seite von dem Rohr **3** an dem Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser deformiert wird, wird in jeden Raum an den zwei Nuten **636** bewegt, welche an beiden äußeren Seiten von dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser in der axialen Richtung angeordnet sind. Des Weiteren ist die Menge des Materials des Schlauchs **2**, das in den Bodenabschnitt **636a** bewegt wird, größer als die Menge des Materials des Schlauchs **2**, das in den Bodenabschnitt **636b** bewegt wird. Somit ist der Schlauch **2** dicht an der Ecke **637a** befestigt.

[0071] Auch bei der sechsten Ausführungsform wird der Schlauch **2** auf geeignete Art und Weise durch den zweiten Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser und die zweite Säulenoberfläche **38** gehalten. Der Schlauch **2** kann des Weiteren an dem Einsatzabschnitt **32** durch den ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser und die gewellte Oberfläche **635** befestigt werden. Gemäß der sechsten Ausführungsform ist es möglich, das Abreißen von dem Schlauch **2** zu verringern bzw. zu begrenzen, während man sowohl die Verkleinerung als auch eine hohe Haltbarkeit der Rohrverbindung **1** erzielt. Bei der sechsten Ausführungsform können die anderen Teile der Rohrverbindung **1** ähnlich zu denjenigen der oben beschriebenen ersten Ausführungsform sein.

Siebte Ausführungsform

[0072] Eine siebte Ausführungsform wird mit Bezugnahme auf die **Fig. 11** beschrieben werden. Die **Fig. 11** ist eine vergrößerte, teilweise Querschnittsansicht, welche eine Rohrverbindung **1** gemäß der siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Bei den oben beschriebenen Ausführungsformen ist zumindest eine von den Ecken des Stegs innerhalb des Bereichs der Länge La des ersten Abschnitts **43** von kleinem Durchmesser angeordnet.

Jedoch kann eine Struktur, bei welcher die Ecke nicht innerhalb des Bereichs der Länge La angeordnet ist, verwendet werden. Die siebte Ausführungsform ist ein Beispiel einer Modifikation der sechsten Ausführungsform. Bei der siebten Ausführungsform wird anstatt der gewellten Oberfläche **635** eine gewellte Oberfläche **735** verwendet.

[0073] Die gewellte Oberfläche **735** umfasst eine Mehrzahl von Nuten **736** und Rippen **737**, welche abwechselnd in der axialen Richtung angeordnet sind. Ein Bodenabschnitt **736a** der Nut **736** und eine Ecke **737a** des Stegs der Rippe **737** sind an einer Stelle angeordnet, welche eine axial äußere Seite von dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser ist und welche zwischen dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser und der ersten Säulenoberfläche **34** liegt. Ein Bodenabschnitt **736b** der Nut **736** und eine Ecke **737b** des Stegs der Rippe **737** sind an einer Stelle angeordnet, welche eine axial äußere Seite von dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser ist und welche zwischen dem ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser und der zweiten Säulenoberfläche **38** liegt. Des Weiteren ist eine Stegoberfläche **737c** von einer Rippe **737** innerhalb des Bereichs der axialen Länge La des ersten Abschnitts **43** von kleinem Durchmesser angeordnet.

[0074] Auch bei der siebten Ausführungsform ist der Schlauch **2** auf geeignete Art und Weise durch den zweiten Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser und die zweite Säulenoberfläche **38** gehalten. Der Schlauch **2** kann des Weiteren an dem Einsatzabschnitt **32** durch den ersten Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser und die gewellte Oberfläche **735** befestigt werden. Gemäß der siebten Ausführungsform ist es möglich, das Abreißen des Schlauchs **2** zu begrenzen, während sowohl die Miniaturisierung als auch eine hohe Haltbarkeit der Rohrverbindung **1** erzielt wird. Bei der siebten Ausführungsform können die anderen Teile der Rohrverbindung **1** ähnlich zu denjenigen der oben beschriebenen ersten und sechsten Ausführungsform sein.

Andere Ausführungsformen

[0075] Die bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wurden beschrieben. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf die obigen Ausführungsformen beschränkt, und die obigen Ausführungsformen können auf verschiedene Art und Weise modifiziert werden, ohne den Geist und die Reichweite der Erfindung zu verlassen. Die Ausgestaltung der oben beschriebenen Ausführungsformen ist lediglich beispielhaft.

[0076] Die Erfindung in ihren breiteren Begriffen ist daher nicht auf die spezifischen Details, die repräsentative Vorrichtung und die darstellenden Beispiele, die gezeigt und beschrieben wurden, begrenzt. Die

Reichweite der vorliegenden Erfindung wird durch den Schutzbereich der Ansprüche aufgezeigt und umfasst auch die Veränderungen, welche gleich sind zu und innerhalb des gleichen Bereichs der Reichweite von den Ansprüchen liegen.

[0077] Bei der oben beschriebenen Ausführungsform umfasst zum Beispiel der Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser die lediglich eine ringförmige Rille **43a**. Anstatt dieser Struktur kann der Abschnitt **43** von kleinem Durchmesser durch eine Mehrzahl von Rillen definiert sein. Die gleiche Struktur kann auf den zweiten Abschnitt **44** von kleinem Durchmesser angewendet werden.

[0078] Eine geringe Neigung kann auf der ersten Säulenoberfläche **34** und/oder der zweiten Säulenoberfläche **38** gebildet sein. In diesem Fall können die erste Säulenoberfläche **34** und/oder die zweite Säulenoberfläche **38** als ein Teil einer Oberfläche von einem Konus verwendet werden. Noch genauer können die erste Säulenoberfläche **34** und/oder die zweite Säulenoberfläche **38** ein Teil von einer Oberfläche eines Konus sein, bei welchem der Durchmesser nach und nach gering wird entlang der axialen Richtung von dem Rohr **3** in Richtung zu einer Spitzenseite von dem Einsatzabschnitt **32**.

Patentansprüche

1. Rohrverbindung (**1**), umfassend:
 ein weiches Rohr (**2**), das aus einem elastischen Material hergestellt ist;
 ein hartes Rohr (**3**), welches einen Einsatzabschnitt (**32**) umfasst, welcher in ein Inneres von dem weichen Rohr (**2**) von einem Endabschnitt von dem weichen Rohr (**2**) eingesetzt wird; und
 eine Manschette (**4**), welche radial außen von dem Einsatzabschnitt (**32**) und dem weichen Rohr (**2**) angeordnet ist und welche das weiche Rohr (**2**) in Richtung zu dem Einsatzabschnitt (**32**) presst, wobei der Einsatzabschnitt (**32**) umfasst:
 eine gewellte Oberfläche (**35, 535, 635, 735**), welche an einer äußeren Oberfläche von dem Einsatzabschnitt (**32**) vorgesehen ist, um ringförmige Nuten und Rippen aufzuweisen, und
 eine Säulenoberfläche (**38**), welche auf der äußeren Oberfläche von dem Einsatzabschnitt angeordnet ist und an einer Spitzenseite von dem Einsatzabschnitt mit Bezug auf die gewellte Oberfläche (**35, 535, 635, 735**) angeordnet ist,
 wobei die Manschette (**4**) umfasst:
 einen ersten Abschnitt (**43**) von kleinem Durchmesser, welcher radial außen von der gewellten Oberfläche (**35, 535, 635, 735**) angeordnet ist, um das weiche Rohr in Richtung zu der gewellten Oberfläche zu pressen, und
 einen zweiten Abschnitt (**44**) von kleinem Durchmesser, welcher radial außen von der Säulenoberfläche

(**38**) angeordnet ist, um das weiche Rohr in Richtung zu der Säulenoberfläche zu pressen, wobei zumindest eine der Rippen (**37c, 637c, 737c**), welche die gewellte Oberfläche (**35, 535, 635, 735**) definieren, innerhalb eines Bereichs von einer axialen Länge (L_a) des ersten Abschnitts (**43**) von kleinem Durchmesser angeordnet ist, wobei zumindest einer von Bodenabschnitten (**36c**) der Nut, welche die gewellte Oberfläche (**35, 535, 635, 735**) definieren, innerhalb des Bereichs von der axialen Länge (L_a) des ersten Abschnitts (**43**) von kleinem Durchmesser angeordnet ist und wobei die axiale Länge (L_s) der Manschette (**4**) nicht mehr beträgt als ein äußerer Durchmesser (D_r) des weichen Rohres.

2. Rohrverbindung nach Anspruch 1, wobei der erste Abschnitt (**43**) von kleinem Durchmesser lediglich radial außen von der gewellten Oberfläche (**35, 535, 635, 735**) angeordnet ist und der zweite Abschnitt (**44**) von kleinem Durchmesser lediglich radial außen von der Säulenoberfläche angeordnet ist.

3. Rohrverbindung nach Anspruch 2, wobei die Manschette (**4**) einen ringförmigen Plattenabschnitt (**41**), welcher von dem harten Rohr (**3**) gehalten wird, und einen zylindrischen Abschnitt (**42**) aufweist, welcher mit dem ringförmigen Plattenabschnitt an einer Endseite von dem zylindrischen Abschnitt verbunden ist und ein Öffnungsende auf der anderen Endseite des zylindrischen Abschnitts aufweist, wobei der zylindrische Abschnitt radial außen von dem weichen Rohr (**2**) angeordnet ist und mit dem ersten Abschnitt von kleinem Durchmesser und dem zweiten Abschnitt von kleinem Durchmesser versehen ist, und wobei der zylindrische Abschnitt aufweist:
 einen ersten Abschnitt (**45**) von großem Durchmesser, welcher zwischen dem ringförmigen Plattenabschnitt und dem ersten Abschnitt (**43**) von kleinem Durchmesser angeordnet ist und welcher einen inneren Durchmesser aufweist, der größer ist als derjenige des ersten Abschnitts (**43**) von kleinem Durchmesser,
 einen zweiten Abschnitt (**46**) von großem Durchmesser, welcher zwischen dem ersten Abschnitt (**43**) von kleinem Durchmesser und dem zweiten Abschnitt (**44**) von kleinem Durchmesser angeordnet ist und welcher einen inneren Durchmesser aufweist, der größer ist als derjenige des ersten Abschnitts (**43**) von kleinem Durchmesser und des zweiten Abschnitts (**44**) von kleinem Durchmesser, und
 einen dritten Abschnitt (**47**) von großem Durchmesser, welcher zwischen dem zweiten Abschnitt (**44**) von kleinem Durchmesser und einem Öffnungsende angeordnet ist und welcher einen inneren Durchmesser aufweist, der allmählich in Richtung zu dem Öffnungsende größer wird.

4. Rohrverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei zumindest einer von den Bodenabschnitt-

ten (**36a**, **36b**, **636a**, **636b**, **736a**, **736b**) von den Nuten, welche die gewellte Oberfläche (**35**, **535**, **635**, **735**) definieren, axial außen von einer axialen Länge (L_a) des ersten Abschnitts (**43**) von kleinem Durchmesser angeordnet ist.

5. Rohrverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die axiale Länge (L_a) des ersten Abschnitts (**43**) von kleinem Durchmesser nicht kleiner ist als eine axiale Länge (L_b) des zweiten Abschnitts (**44**) von kleinem Durchmesser.

6. Rohrverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die axiale Länge (L_a) des Abschnitts (**43**) von kleinem Durchmesser nicht kleiner ist als eine Länge eines Abstandsmaßes (P_g) von der gewellten Oberfläche (**35**, **535**, **635**, **735**).

7. Rohrverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei ein Verhältnis (L_i/L_s) einer axialen Länge (L_s) der Manschette (**4**) zu einer axialen Länge (L_i) des Einsatzabschnitts nicht weniger als 0,9 und nicht mehr als 1,1 beträgt.

8. Rohrverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei ein Maximum eines äußeren Durchmessers (D_t) der gewellten Oberfläche (**35**, **535**, **635**, **735**) nicht mehr als ein äußerer Durchmesser (D_p) eines Vorformabschnitts (**31**) des harten Rohres beträgt, der außen von der Manschette angeordnet ist.

9. Rohrverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei eine radiale Dicke (T_p) des Vorformabschnitts (**31**) des harten Rohres, welche außerhalb von der Manschette angeordnet ist, geringer ist als eine maximale Dicke (T_i) des Einsatzabschnitts, welche in einer radialen Richtung gemessen wird.

10. Rohrverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die gewellte Oberfläche (**35**, **535**, **635**, **735**) eine Mehrzahl von gewalzten Nuten (**36**, **536**, **636**, **736**) aufweist.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

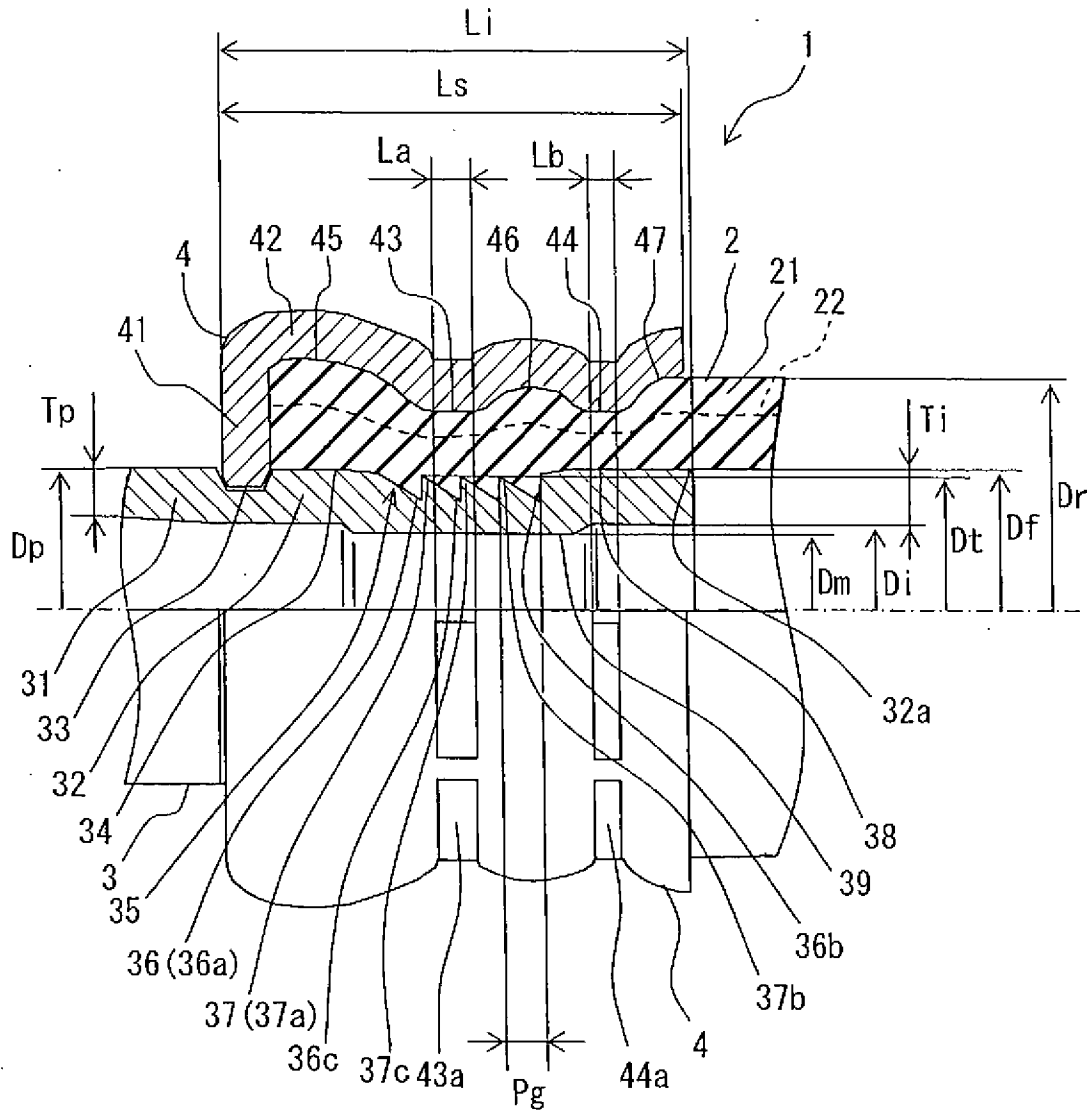


FIG. 2

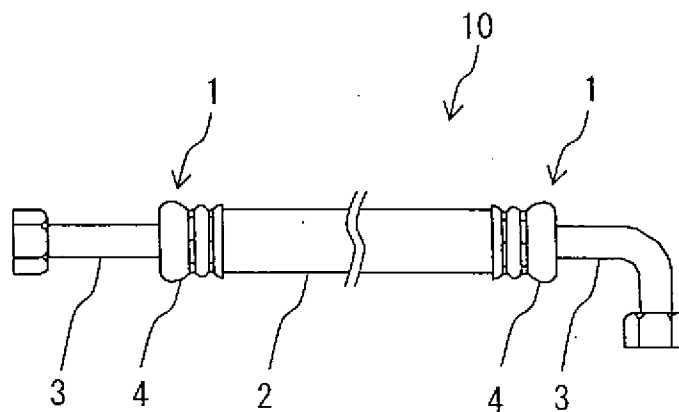


FIG. 3

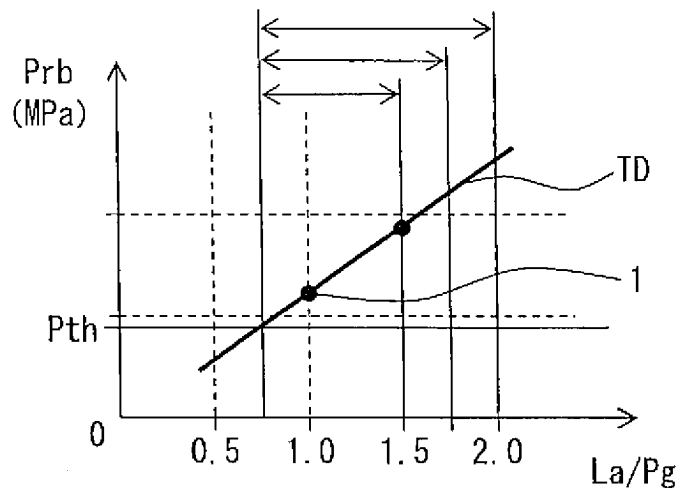


FIG. 4

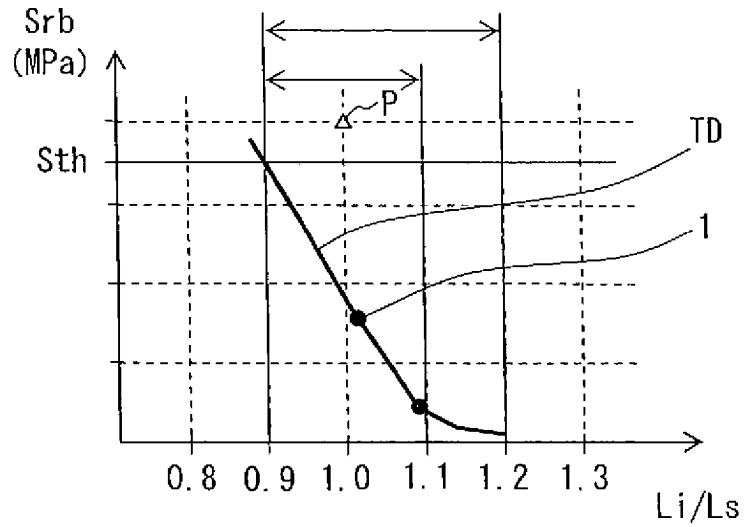


FIG. 5

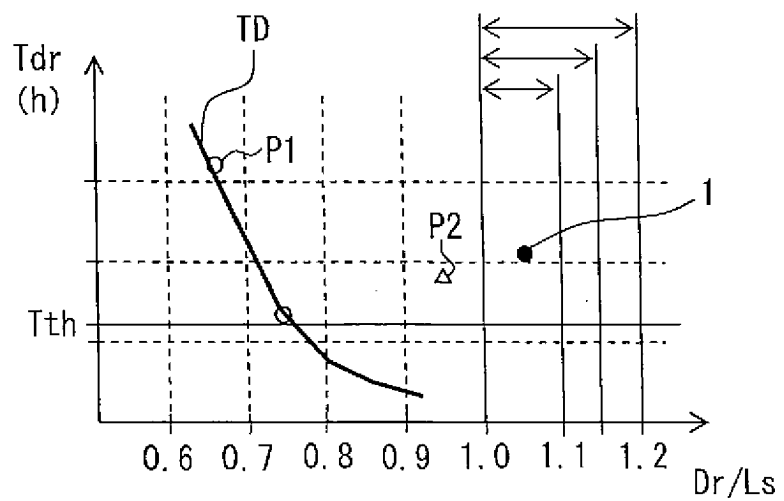


FIG. 6

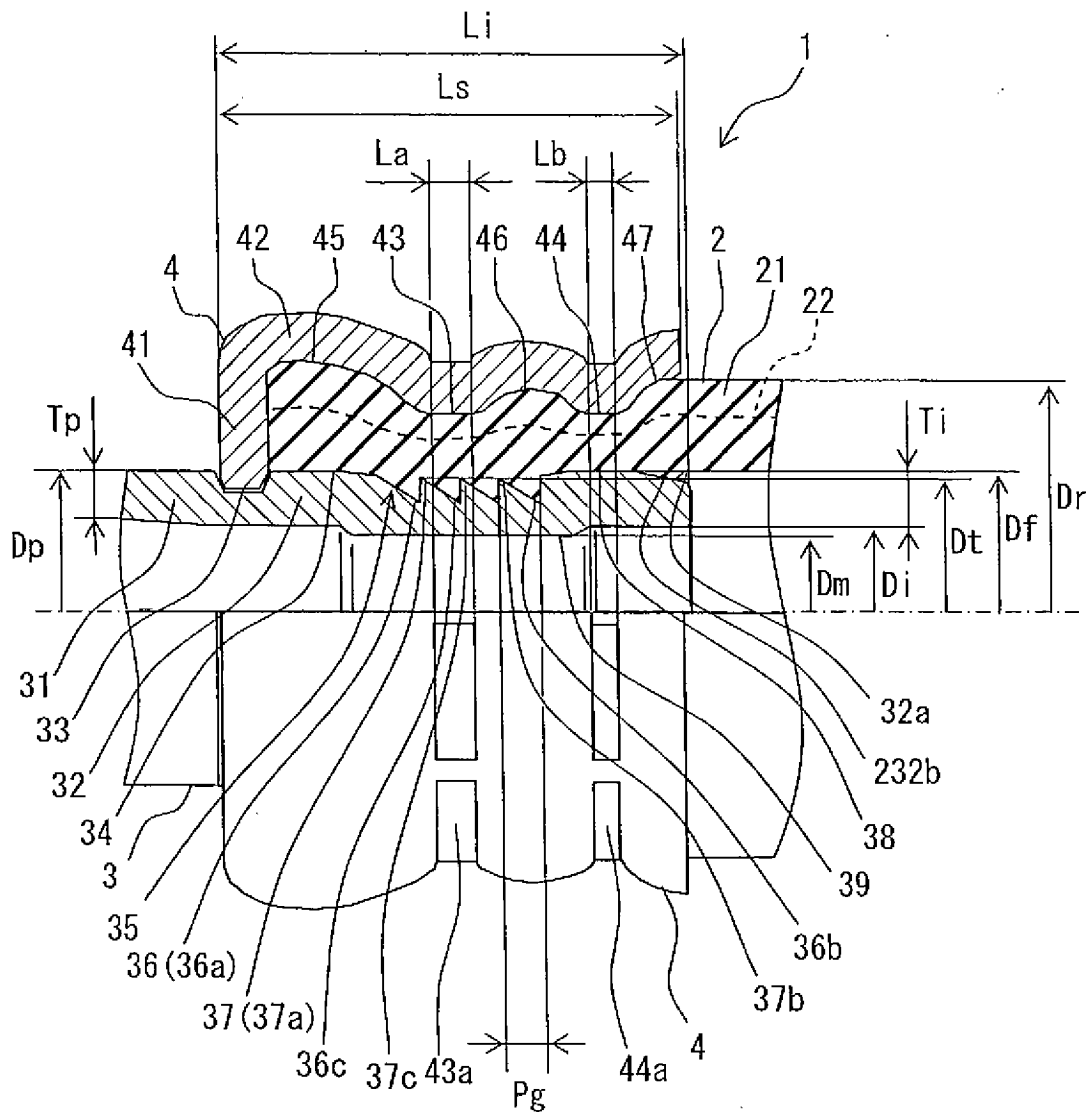


FIG. 7

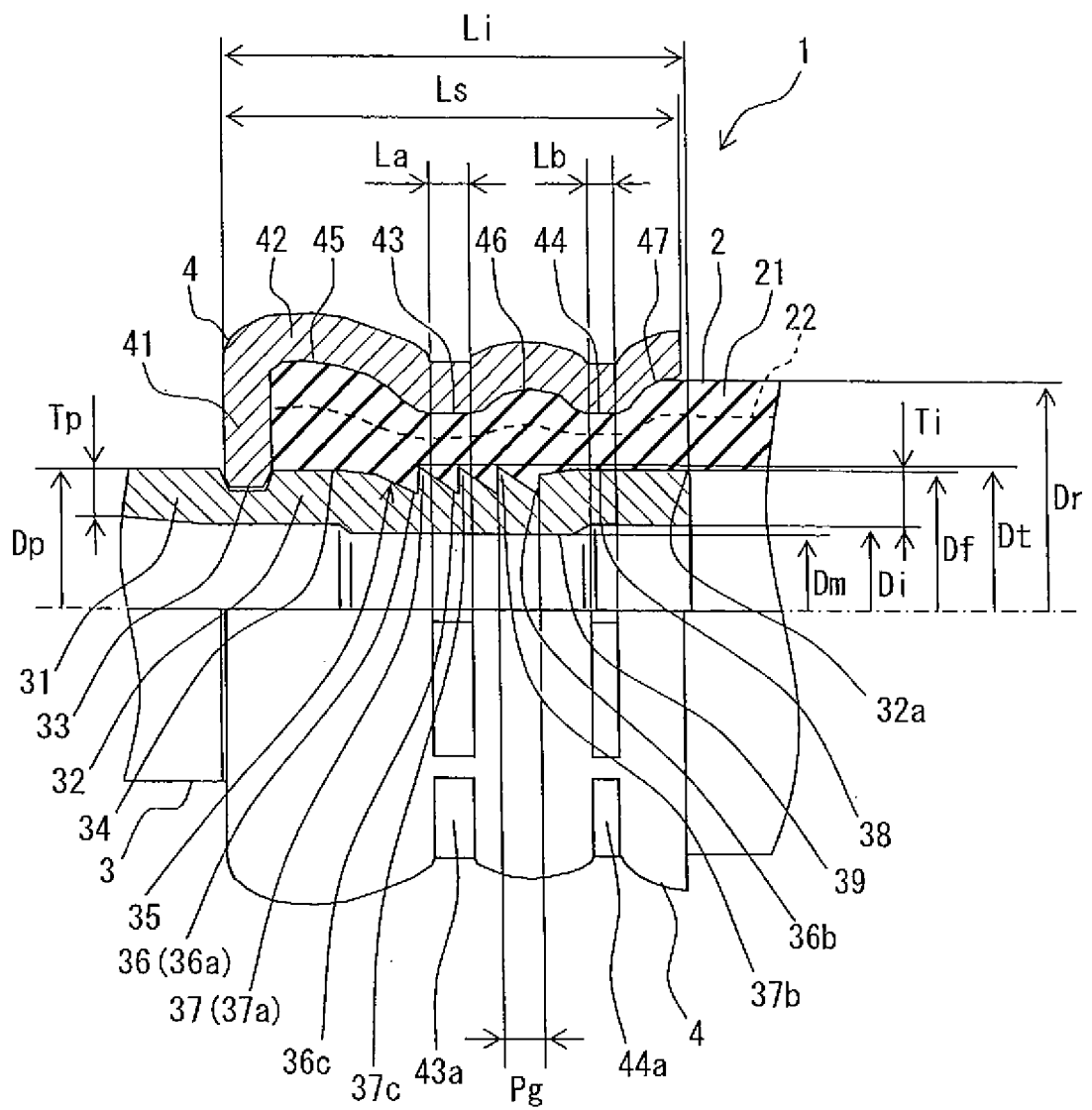


FIG. 8

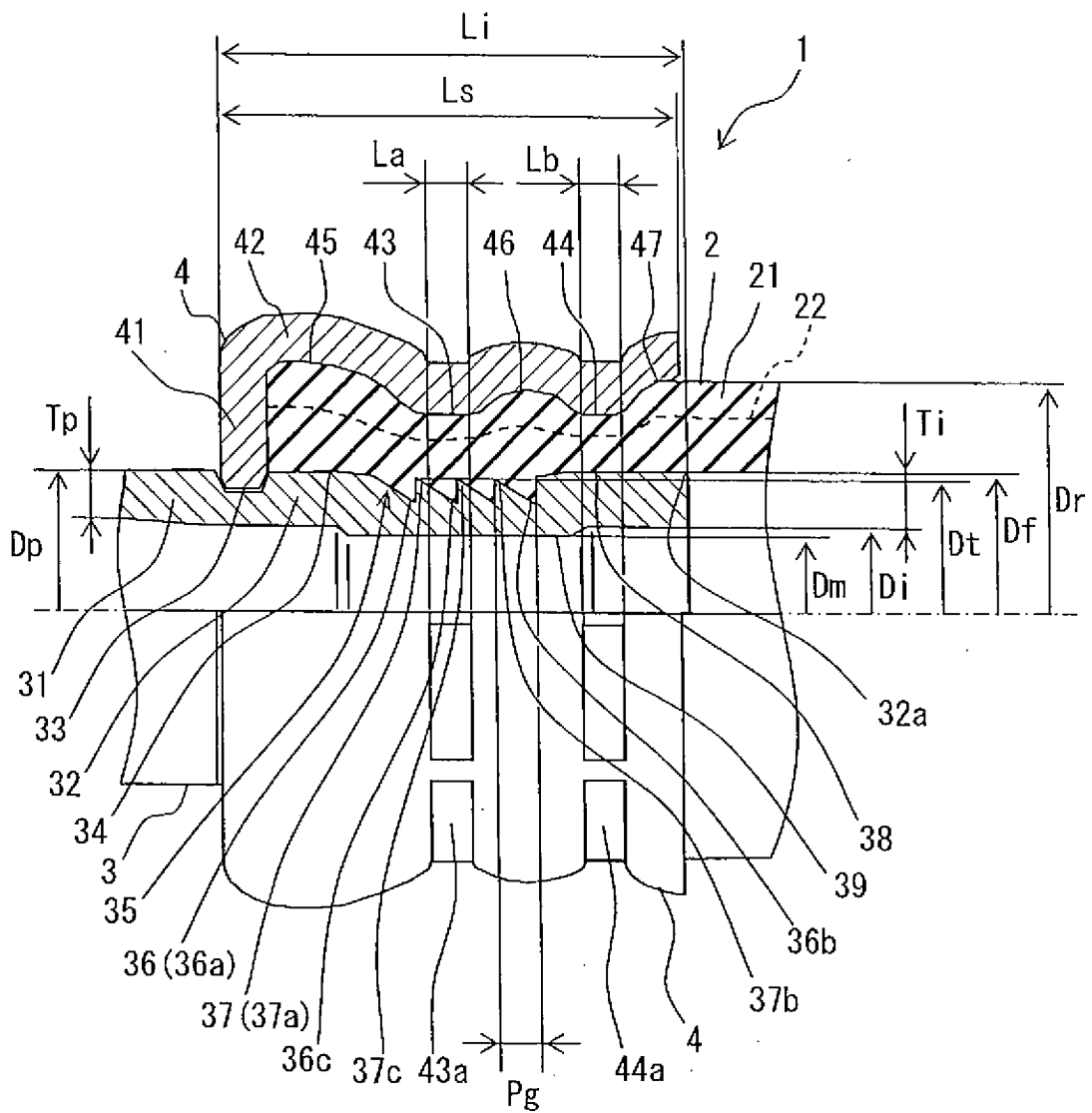


FIG. 9

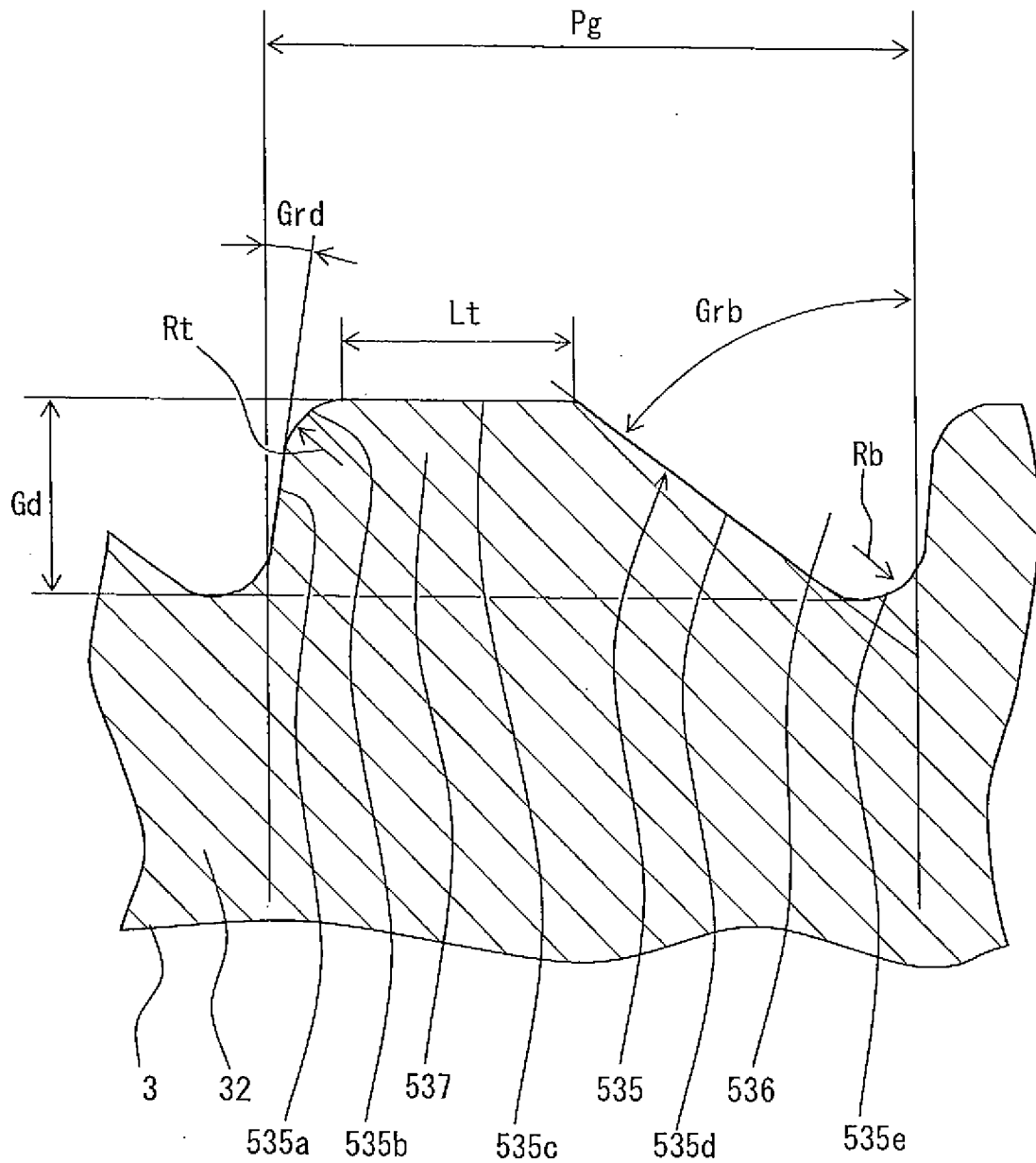


FIG. 10

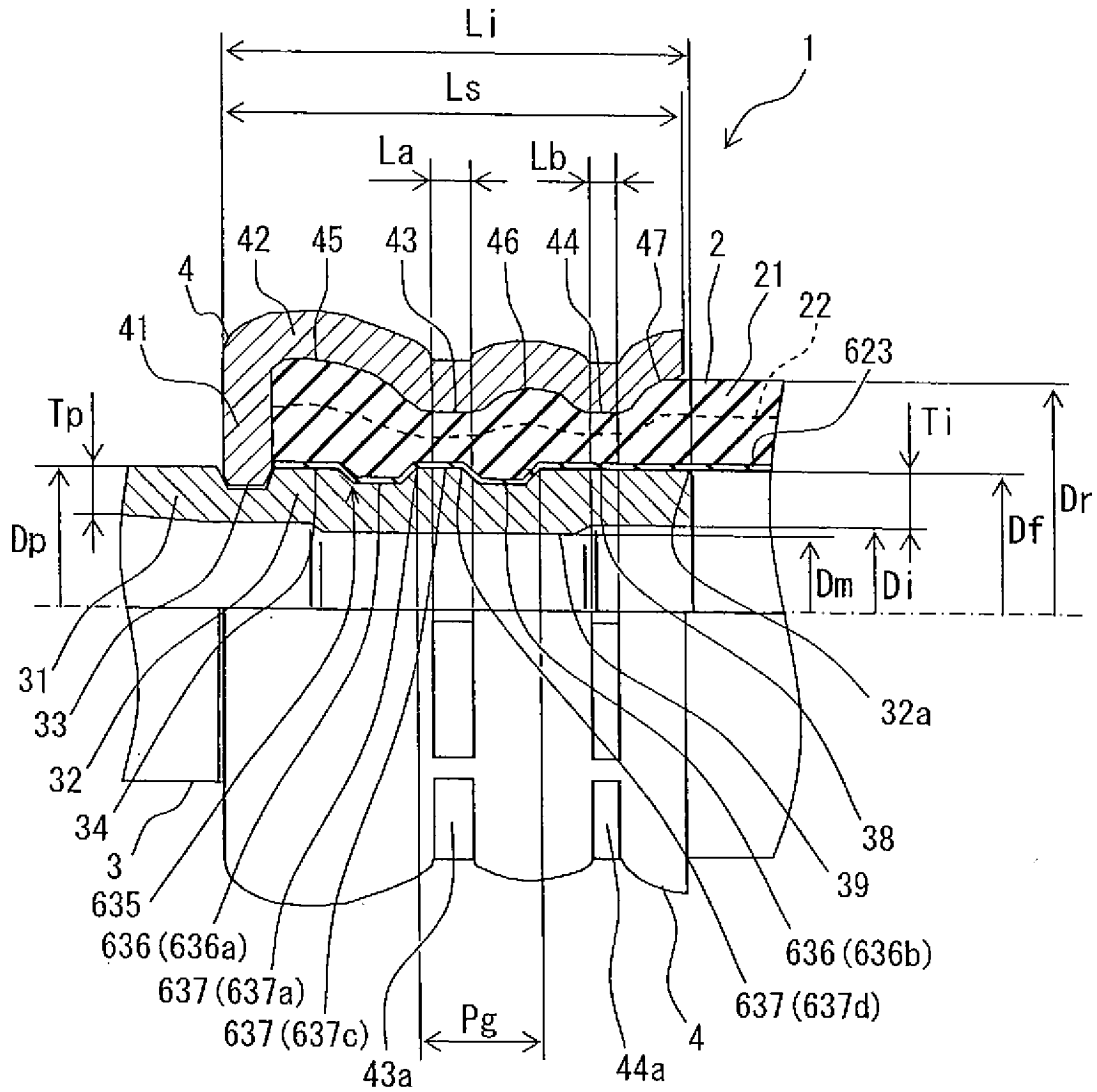


FIG. 11

