

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. April 2019 (25.04.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/076987 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F16J 3/04 (2006.01) B21D 15/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/078422

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Oktober 2018 (17.10.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 124 162.0
17. Oktober 2017 (17.10.2017) DE

(71) Anmelder: **BOA BALG- UND KOMPENSATOREN-TECHNOLOGIE GMBH** [DE/DE]; Lorenzstrasse 2-6, 76297 Stutensee (DE).

(72) Erfinder: **SCHILL, Andreas**; Sperberweg 4, 76297 Stutensee (DE).

(74) Anwalt: **DREISS PATENTANWÄLTE PARTG MBB**; Friedrichstraße 6, 70174 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

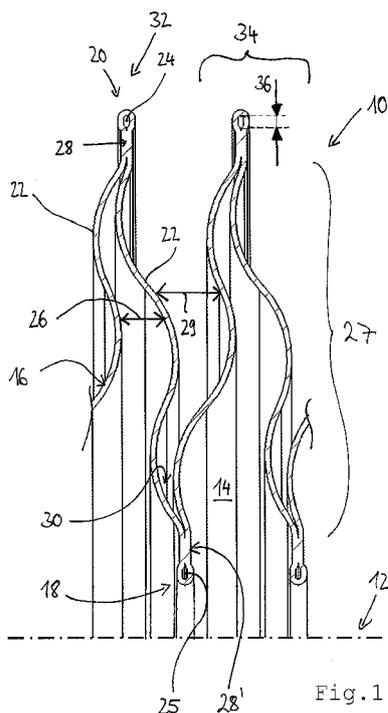
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METAL BELLOWS AND METHOD FOR PRODUCING A METAL BELLOWS

(54) Bezeichnung: METALLBALG UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES METALLBALGS



(57) Abstract: The invention relates to a metal bellows (10), comprising a bellows wall (16), which extends around a longitudinal axis (12) and encloses a bellows interior (14), the bellows wall (16) having inner folds (18) and outer folds (20), which are connected to each other by means of wall flanks (22). Said metal bellows is designed and developed in such a way, with a view to the economical production of a sufficiently durable and deformable metal bellows, that the inner folds (18) and/or the outer folds (20) are formed in such a way that said folds each enclose an annular space (24, 25). The invention further relates to a method for producing a metal bellows (10).

(57) Zusammenfassung: Ein Metallbalg (10), mit einer sich um eine Längsachse (12) erstreckenden und einen Balginnenraum (14) umschließenden Balgwandung (16), wobei die Balgwandung (16) Innenfalten (18) und Außenfalten (20) aufweist, die über Wandungsflanken (22) miteinander verbunden sind, ist im Hinblick auf eine kostengünstige Herstellung eines hinreichend haltbaren und verformbaren Metallbalgs derart ausgestaltet und weitergebildet, dass die Innenfalten (18) und/oder die Außenfalten (20) derart geformt sind, dass diese jeweils einen Ringraum (24, 25) umschließen. Ein Verfahren zur Herstellung eines Metallbalgs (10) ist angegeben.

WO 2019/076987 A1

5

10

15

20 **Titel: Metallbalg und Verfahren zum Herstellen eines
Metallbalgs**

Beschreibung

25 Die Erfindung betrifft einen Metallbalg, mit einer sich um
eine Längsachse erstreckenden und einen Balginnenraum
umschließenden Balgwandung, wobei die Balgwandung
Innenfalten und Außenfalten aufweist, die über
Wandungsflanken miteinander verbunden sind. Zudem betrifft
30 die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen eines
Metallbalgs.

Metallbälge und Verfahren zur Herstellung von Metallbälgen
sind aus dem Stand der Technik bekannt, wobei eine Bauweise
35 von Metallbälgen darin besteht, dass ein Metallrohr durch

Innendruck beaufschlagt und zu einem Metallbalg verformt wird (Faltenbalg), wie beispielsweise in DE 20 2011 102 549 U1 beschrieben. Dadurch lassen sich Metallbälge kostengünstig herstellen. Bei einer weiteren Bauweise wird ein Metallbalg durch mehrere gewellte Scheiben gebildet, wobei benachbarte Scheiben wechselweise an deren Innenseite und an deren Außenseite miteinander verschweißt werden (Membranbalg), wie zum Beispiel in DE 20 2013 007 501 U1 beschrieben. Dadurch können bessere Verformungseigenschaften des Balges, bspw. höhere mögliche Längungen erzielt werden.

Bei einem Faltenbalg ist von Nachteil, dass dessen Verformung, beispielsweise dessen Längung, und dessen Haltbarkeit vergleichsweise begrenzt sind. Bei einem Membranbalg ist von Nachteil, dass dessen Herstellung durch Verschweißen konstruktiv aufwändig und daher vergleichsweise teuer ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine kostengünstige Herstellung eines hinreichend haltbaren und verformbaren Metallbalgs zu ermöglichen.

Die Erfindung löst die Aufgabe durch einen Metallbalg mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Danach zeichnet sich der Metallbalg dadurch aus, dass die Innenfalten und/oder die Außenfalten derart geformt sind, dass diese insbesondere in deren radialen Endbereichen (Faltenendbereich) jeweils einen Ringraum einschließen.

Auf diese Weise ist ein Metallbalg geschaffen, der vorteilhafte Verformungseigenschaften aufweist, so können große Axialbewegungen ausgeglichen und eine hohe Längung und Verkürzung (Kompression) erreicht werden. Dies gelingt auf Grund der Tatsache, dass durch die Ausgestaltung der Innenfalten und/oder der Außenfalten mit Ringräumen die auf die Falten wirkenden Belastungen, bspw. bei axialer Verformung (z.B. Verkürzung), reduziert sind. Dies hat Vorteile beim Einsatz des Metallbalgs, da eine verbesserte Haltbarkeit erzielt werden kann. Zudem ist durch die Falten mit Ringräumen eine kostengünstige Herstellung des Metallbalgs durch Innenhochdruckumformung (oftmals auch "Hydroforming" bezeichnet) und Stauchen des Metallbalgs ermöglicht, da eine Beschädigung der Falten vermieden werden kann. Mit anderen Worten weist der vorgeschlagene Metallbalg in seiner Verwendung die Vorteile eines Membranbalges auf, ist jedoch kostengünstiger herstellbar. Die Innenfalten können auch als "innere Falten" und die Außenfalten auch als "äußere Falten" bezeichnet werden.

20

Die Falte, die den Ringraum einschließt, kann im Querschnitt die Form einer Schlaufe, Öse oder dergleichen aufweisen. Der Ringraum kann nicht ausschließlich, bspw. abschnittsweise, einen kreisförmigen, elliptischen oder ovalen Querschnitt aufweisen. Hierbei sind symmetrische oder unsymmetrische Ausgestaltungen möglich. Bei dem vorliegenden Metallbalg handelt es sich insbesondere um einen durch Innenhochdruckumformung hergestellten und anschließend verformten, insbesondere gestauchten, Faltenbalg.

30

Der Übergang von benachbarten Wandungsflanken zu einer an diesen Wandungsflanken ausgebildeten Falte, z.B. von zwei benachbarten Wandungsflanken zu einer Außenfalte, ist
5 insbesondere derart ausgebildet, dass Abschnitte benachbarter Wandungsflanken direkt aneinander anliegen (Kontaktbereich). Dieser Kontaktbereich liegt an der diesen Wandungsflanken zugewandten Seite des Ringraums. Durch das direkte Anliegen ist der Ringraum geschlossen. Die
10 benachbarten Wandungsflanken können im Kontaktbereich einen Linienkontakt (z.B. Kreislinie) oder einen flächigen Kontakt (z.B. Kreisring) ausbilden.

Diese Kontaktbereiche bewirken eine Begrenzung der
15 Biegebelastung an den jeweils den Wandungsflanken radial gegenüberliegenden Begrenzungen der Ringräume der Innen- und Außenfalten durch Umlenkung der Balg-Axial-Bewegungen in ein Abrollen der aneinander angrenzenden Wandungsflanken aufeinander.

20 Im Konkreten sind die Innenfalten und Außenfalten insbesondere kontinuierlich miteinander verbunden, und zwar über zwischenliegende Wandungsflanken. Der Abstand zwischen zwei benachbarten Wandungsflanken, die an eine
25 identische Falte angrenzen, kann auch als „Teilung“ bezeichnet werden. Bezogen auf die Längsachse ist die Innenfalte radial innen und die Außenfalte radial außen angeordnet (radiale Richtung orthogonal zur Längsachse orientiert). Die Innenfalte bildet ein „Tal“. Die
30 Außenfalte bildet einen „Berg“. Eine Außenfalte und die an

diese Außenfalte angrenzenden Wandungsflanken bilden eine Wellung. Entlang der Längsachse benachbarte Wellungen sind über eine Innenfalte miteinander verbunden.

5 Im Rahmen einer bevorzugten Ausgestaltung können die Innenfalten und/oder die Außenfalten den Ringraum jeweils unmittelbar umschließen. Dies bedeutet, dass die Wandungen der Falten direkt an die Ringräume grenzen. Hierdurch ist eine konstruktiv einfache Ausgestaltung der Falten ohne
10 weitere Bestandteile ermöglicht (Außenfalte/Innenfalte und/oder Ringraum frei von weiteren Bestandteilen). Zudem umschließen die Innenfalten und/oder die Außenfalten den Ringraum jeweils insbesondere vollständig. Auch dies trägt zu einer konstruktiv einfachen Ausgestaltung bei.

15 In vorteilhafter Weise können die Wandungsflanken gleichsinnig oder gegensinnig gewellt sein. Dadurch ist die Stabilität der Wandungsflanken erhöht. Zudem ist von Vorteil, dass bei Kompression des Metallbalgs benachbarte
20 Wandungsflanken flächig, ggf. großflächig, aneinander anliegen können. Die Wandungsflanken können im Querschnitt S-förmig oder schlangenlinienförmig (mäanderförmig bzw. hin- und hergehend) ausgebildet sein.

25 In zweckmäßiger Weise können die Wandungsflanken kontinuierlich in die Innenfalten und/oder die Außenfalten übergehen. Mit anderen Worten können die Wandungsflanken und die Außenfalten und/oder die Innenfalten einstückig ausgebildet sein. Somit kann eine Schwächung der
30 Wandungsflanken und/oder der Falten in Form von

Sollbruchstellen vermieden werden. Insbesondere sind die Wandungsflanken und/oder die Falten frei von radialen Schweißnähten (Schweißnaht entlang der Längsachse des Metallbalges kann vorhanden sein).

5

Im Konkreten kann die Balgwandung an den Außenfalten eine geringere Wandstärke aufweisen als an den Innenfalten. Dadurch ist die Balgwandung insbesondere auf Grund der Innenhochdruckumformung an den Außenfalten elastischer als
10 an den Innenfalten, wobei die Ausgestaltung der Außenfalten mit Ringräumen die Außenfalten vor Überlastung schützt.

Im Rahmen einer bevorzugten Ausgestaltung kann der Ringraum in radialer Richtung eine Höhe (Höhe des Ringraums
15 orthogonal zur Längsachse) aufweisen, die weniger als 50 Prozent, vorzugsweise weniger als 30 Prozent, weiter vorzugsweise weniger als 20 Prozent, der Höhe zwischen Außenfalte und Innenfalte beträgt. Dadurch lässt sich eine
20 hinreichende Entlastung der Falten erzielen, ohne die Herstellung oder die Verformung des Metallbalgs im Betrieb zu sehr einzuschränken.

Die eingangs genannte Aufgabe wird auch durch ein Verfahren zum Herstellen eines Metallbalgs gelöst, insbesondere eines
25 Metallbalgs wie voranstehend beschrieben. Danach zeichnet sich der Metallbalg durch folgende Schritte aus:

- Einlegen eines Metallrohrs (Halbzeug) in ein Formwerkzeug,
- Verformen des Metallrohrs zu einem Metallbalg durch
30 Beaufschlagen des Metallrohrinnenraums mit einem unter

Druck stehenden Wirkmedium, wobei durch Zusammenwirken mit Formelementen des Formwerkzeugs Innenfalten, Außenfalten und Wandungsflanken des Metallbalgs ausgebildet werden, und - Stauchen des Metallbalgs entlang dessen Längsachse, wobei
5 die Innenfalten und/oder die Außenfalten derart verformt werden, dass diese jeweils einen insbesondere geschlossenen Ringraum einschließen oder bilden.

Hinsichtlich der mit dem Verfahren erzielbaren Vorteile
10 wird auf die voranstehenden Ausführungen zum Metallbalg verwiesen.

Im Rahmen einer bevorzugten Ausgestaltung können während des Verformens des Metallrohrs zu einem Metallbalg die
15 Wandungsflanken derart verformt werden, dass diese gleichsinnig oder gegensinnig gewellt sind. Dadurch wird den Wandungsflanken die gewellte Struktur auf konstruktiv besonders günstige Weise aufgebracht, wobei diese Aufbringung gemeinsam innerhalb lediglich eines
20 Arbeitsschrittes erfolgt. Durch die gewellte Struktur wird die Steifigkeit der Wandungsflanken erhöht.

In vorteilhafter Weise kann das Stauchen des Metallbalgs dadurch erfolgen, dass die Formelemente des Formwerkzeugs
25 entlang der Längsachse des Metallbalges verfahren werden, insbesondere bis die Wandungsflanken und/oder die Formelemente miteinander auf Block liegen. Dadurch ist in einem Arbeitsschritt eine zuverlässige Aufbringung von Merkmalen auf den Metallbalg ermöglicht, wobei das „auf
30 Block liegen“ zuverlässig das Ende der Verformung

- signalisiert. Mit anderen Worten werden die Formelemente des Formwerkzeugs entlang der Längsachse des Metallbalges aufeinander zu bewegt, bis die Wandungsflanken und/oder die Formelemente miteinander auf Block liegen und eine weitere
5 Stauchung des Metallbalges nicht möglich ist. Dabei liegt ein Formwerkzeug zwischen zwei Wandungsflanken, die über eine Innenfalte oder eine Außenfalte miteinander verbunden sind.
- 10 Im Rahmen einer bevorzugten Ausgestaltung können das Verformen des Metallrohrs zu einem Metallbalg und das Stauchen des Metallbalgs durch dasselbe Formwerkzeug erfolgen. Dadurch ist die kostengünstige Herstellung des Metallbalgs abermals begünstigt, da lediglich ein
15 Formwerkzeug benötigt und eine Handhabung des Metallbalgs zum Umlagern in ein weiteres Werkzeug nicht erforderlich ist. Durchlaufzeiten, apparative Hilfsmittel zur Umlagerung und Stellfläche in einer Fertigung können eingespart werden.
- 20 Zur weiteren Ausgestaltung des Verfahrens zur Herstellung eines Metallbalgs können die im Zusammenhang mit dem Metallbalg beschriebenen Maßnahmen dienen.
- 25 Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figur näher erläutert, wobei gleiche oder funktional gleiche Elemente teilweise nur einmal mit Bezugszeichen versehen sind. Es zeigen:

Figur 1 eine Ausführungsform des Metallbalgs in einer schematischen Schnittansicht (Teilschnitt).

Figur 1 zeigt einen Metallbalg, der insgesamt mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnet ist. Der Metallbalg 10 weist eine sich um eine Längsachse 12 erstreckende und einen Balginnenraum 14 umschließende Balgwandung 16 auf. Die Balgwandung 16 weist Innenfalten 18 und Außenfalten 20 auf, die über Wandungsflanken 22 miteinander verbunden sind.

10

Die Innenfalten 18 und die Außenfalten 20 sind derart geformt, dass von den Innenfalten 18 und von den Außenfalten 20 jeweils ein Ringraum 24, 25 eingeschlossen ist. Der entlang der Längsachse 12 orientierte innenliegende Abstand 26 zwischen zwei benachbarten Wandungsflanken 22 nimmt zur Außenfalte 20, also ausgehend von der Innenfalte 18 nach radial außen, zunächst ab, bis Abschnitte der Wandungsflanken 22 in einem Kontaktbereich 28 direkt aneinander anliegen und einen flächigen Kontakt ausbilden. Im Ringraum 24 nimmt der Abstand 26 wieder zu. Mit anderen Worten folgt auf einen Bereich, in dem benachbarte Wandungsflanken 22 voneinander beabstandet sind (beabstandeter Bereich 27), nach außen der Kontaktbereich 28 und darauf der Ringraum 24.

25

Entsprechendes gilt für den entlang der Längsachse 12 orientierten außenliegenden Abstand 29 zwischen zwei benachbarten Wandungsflanken 22. Der außenliegende Abstand 29 nimmt nach radial innen zunächst ab, bis Abschnitte der Wandungsflanken 22 in einem Kontaktbereich 28' direkt

30

aneinander anliegen und einen flächigen Kontakt ausbilden. Im Ringraum 25 nimmt der Abstand 29 wieder zu. Mit anderen Worten folgt auf einen Bereich, in dem benachbarte Wandungsflanken 22 voneinander beabstandet sind

5 (beabstandeter Bereich 27) nach innen der Kontaktbereich 28' und darauf der Ringraum 25.

Im Querschnitt bilden die Innenfalte 18 und Außenfalte 20 jeweils eine Öse, Schlaufe oder Schleife aus. Eine
10 Innenfalte 18 bildet ein Tal 30. Eine Außenfalte 20 bildet einen Berg 32. Eine Außenfalte 20 und die an diese Außenfalte 20 angrenzenden Wandungsflanken 22 bilden eine Wellung 34. Die Außenfalten 20 umschließen den Ringraum 24 jeweils unmittelbar und vollständig. Die Innenfalten 18
15 umschließen den Ringraum 25 unmittelbar und vollständig.

Die Wandungsflanken 22 sind gleichsinnig gewellt. Dies bedeutet, dass die Wandungsflanken 22 derart gewellt sind, dass benachbarte Wandungsflanken 22 bei Kompression des
20 Metallbalgs 10 größtenteils aneinander anliegen. Die Wandungsflanken 22 weisen im Querschnitt ein schlangelinienförmiges Profil auf.

Die Wandungsflanken 22, die Innenfalten 18 und die
25 Außenfalten 20 gehen kontinuierlich ineinander über, sind also einstückig ausgebildet. Die Wandungsflanken 22, die Innenfalten 18 und/oder die Außenfalten 20 sind somit frei von radialen Schweißnähten. Die Balgwandung 16 weist an den Außenfalten 20 eine geringere Wandstärke auf als an den
30 Innenfalten 18.

Der Ringraum 24, 25 weist in radialer Richtung jeweils eine Höhe 36 auf, die im vorliegenden Ausführungsbeispiel weniger als 20 Prozent der Höhe zwischen einer Außenfalte 20 und der Innenfalte 18 beträgt.

Das Verfahren zum Herstellen eines Metallbalgs 10 arbeitet folgendermaßen:

10 Zunächst wird ein insbesondere mit einer Längsnaht verschweißtes Metallrohr, das ein Halbzeug für einen noch zu fertigenden Metallbalg 10 darstellt, in ein Formwerkzeug (nicht dargestellt) eingelegt (manuelles oder maschinelles Einlegen).

15

Anschließend erfolgt ein Verformen des Metallrohrs zu einem Metallbalg 10 durch Beaufschlagen des Metallrohrinnenraums mit einem unter Druck stehenden Wirkmedium, beispielsweise einem Wasser-Öl-Gemisch. Durch Zusammenwirken mit Formelementen des Formwerkzeugs (nicht dargestellt) werden Innenfalten 18, Außenfalten 20 und Wandungsflanken 22 des Metallbalgs 10 ausgebildet.

20

Danach erfolgt ein Stauchen des Metallbalgs 10 entlang dessen Längsachse 12, wobei die Innenfalten 18 und die Außenfalten 20 derart verformt werden, dass diese jeweils den innenliegenden Ringraum 24, 25 einschließen. Die Innenfalten 18, die Außenfalten 20 und/oder der Ringraum 24, 25 können die voranstehend bereits beschriebenen Eigenschaften aufweisen.

25

30

Während des Verformens des Metallrohrs zu einem Metallbalg 10 werden die Wandungsflanken 22 derart verformt, dass diese gleichsinnig oder gegensinnig (nicht dargestellt) gewellt sind. Nach Verformung weisen die Wandungsflanken 22
5 im Querschnitt eine Schlangenlinienform auf.

Das Stauchen des Metallbalgs 10 erfolgt dadurch, dass die Formelemente des Formwerkzeugs (nicht dargestellt) entlang der Längsachse 12 des Metallbalgs 10 derart verfahren und
10 aufeinander zu bewegt werden, bis die Wandungsflanken 22 und/oder die Formelemente miteinander auf Block liegen.

Das Verformen des Metallrohrs zu einem Metallbalg 10 und das Stauchen des Metallbalgs 10 erfolgen durch dasselbe
15 Formwerkzeug (nicht dargestellt).

Patentansprüche

1. Metallbalg (10), mit einer sich um eine Längsachse
5 (12) erstreckenden und einen Balginnenraum (14)
umschließenden Balgwandung (16), wobei die Balgwandung
(16) Innenfalten (18) und Außenfalten (20) aufweist,
die über Wandungsflanken (22) miteinander verbunden
sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenfalten
10 (18) und/oder die Außenfalten (20) derart geformt
sind, dass diese jeweils einen Ringraum (24, 25)
einschließen.
2. Metallbalg (10) nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, dass die Innenfalten (18) und/oder die
15 Außenfalten (20) den Ringraum (24, 25) jeweils
unmittelbar umschließen.
3. Metallbalg (10) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, dass die Wandungsflanken (22)
gleichsinnig oder gegensinnig gewellt sind.
- 20 4. Metallbalg (10) nach einem der voranstehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die
Wandungsflanken (22) kontinuierlich in die
Innenfalten (18) und/oder in die Außenfalten (20)
übergehen.
- 25 5. Metallbalg (10) nach einem der voranstehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die
Balgwandung (16) an den Außenfalten (20) eine

geringere Wandstärke aufweist als an den Innenfalten (18).

6. Metallbalg (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Ringraum (24, 25) in radialer Richtung eine Höhe (36) aufweist, die weniger als 50 Prozent, vorzugsweise weniger als 30 Prozent, weiter vorzugsweise weniger als 20 Prozent, der Höhe zwischen Außenfalte (20) und Innenfalte (18) beträgt.
- 10 7. Verfahren zum Herstellen eines Metallbalgs (10), insbesondere eines Metallbalgs (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei das Verfahren durch folgende Schritte gekennzeichnet ist:
- 15 - Einlegen eines Metallrohrs in ein Formwerkzeug,
 - Verformen des Metallrohrs zu einem Metallbalg (10) durch Beaufschlagen des Metallrohrinnenraums mit einem unter Druck stehenden Wirkmedium, wobei durch Zusammenwirken mit Formelementen des Formwerkzeugs Innenfalten (18), Außenfalten (20) und Wandungsflanken (22) des Metallbalgs (10) ausgebildet werden, und
 - 20 - Stauchen des Metallbalgs (10) entlang dessen Längsachse (12), wobei die Innenfalten (18) und/oder die Außenfalten (20) derart verformt werden, dass diese jeweils einen Ringraum (24, 25) einschließen.
- 25 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass während des Verformens des Metallrohres zu einem Metallbalg (10) die Wandungsflanken (22) derart

verformt werden, dass diese gleichsinnig oder gegensinnig gewellt sind.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Stauchen des Metallbalgs (10) dadurch erfolgt, dass die Formelemente des Formwerkzeugs entlang der Längsachse (12) des Metallbalges (10) verfahren werden, insbesondere bis die Wandungsflanken (22) und/oder die Formelemente miteinander auf Block liegen.
- 10 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Verformen des Metallrohrs zu einem Metallbalg (10) und das Stauchen des Metallbalgs (10) durch dasselbe Formwerkzeug erfolgen.

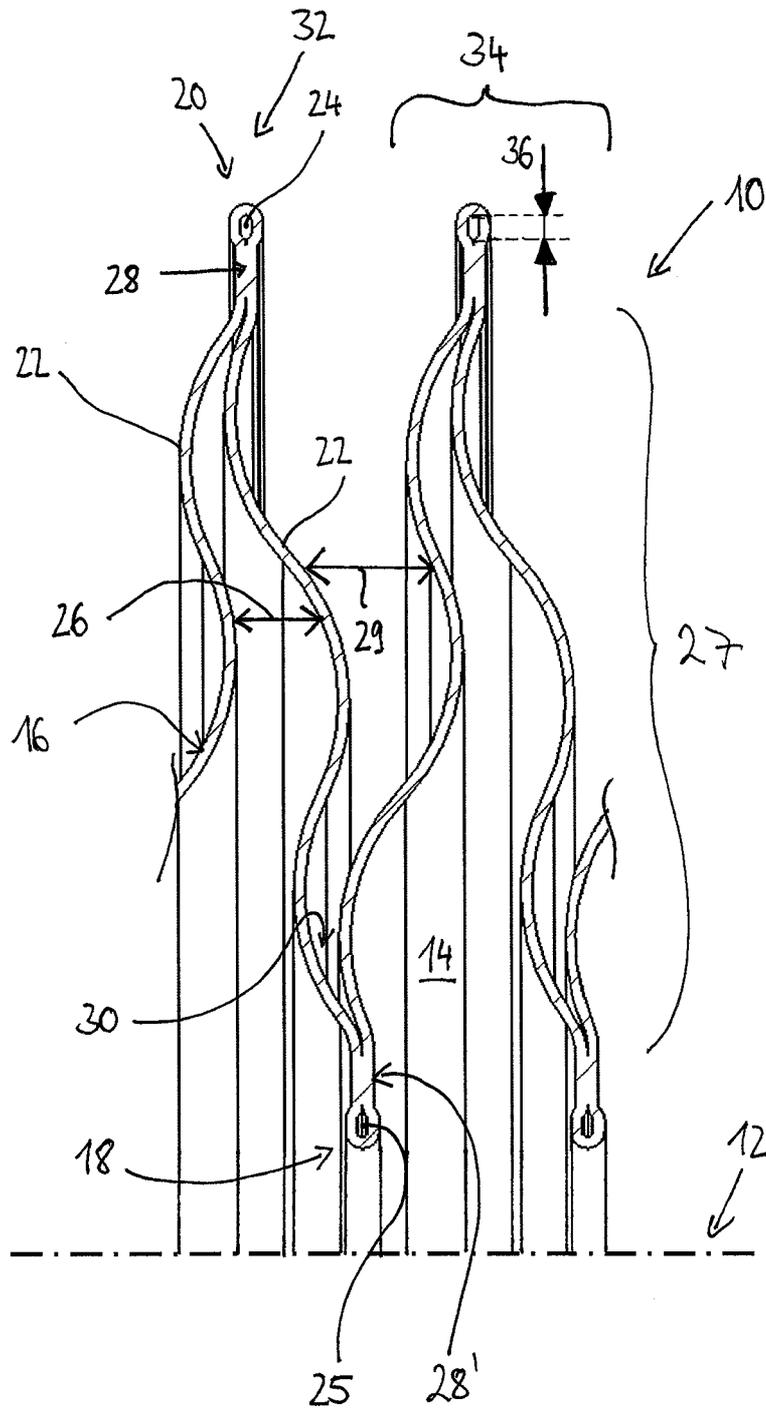


Fig.1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/078422

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>F16J 3/04</i> (2006.01)i; <i>B21D 15/10</i> (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F16J; B21D; F15B; F01N; F16L Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3233632 A (VOITIK ROBERT M) 08 February 1966 (1966-02-08) column 1, lines 11-16 column 1, line 70 - column 2, line 39 figures 1-4	1-6
X	JP S4729043 U (UNKNOWN) 02 December 1972 (1972-12-02) figures 1, 2(a), 2(b), 3(a), 3(b)	1-6
X	JP S5620863 A (TOKYO RASENKAN SEISAKUSHO KK) 26 February 1981 (1981-02-26) figures 1-4	1-6
X	WO 2017146399 A1 (UNION CO LTD [KR]) 31 August 2017 (2017-08-31) figures 5, 6a, 6b, 6c & EP 3421746 A1 (UNION CO LTD [KR]) 02 January 2019 (2019-01-02) paragraphs [0044] - [0049] figures 5, 6a, 6b, 6c	1-10
A	GB 917806 A (MADS CLAUSEN) 06 February 1963 (1963-02-06) page 2, line 89 - page 3, line 26 figures 1-3	7-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 17 January 2019		Date of mailing of the international search report 24 January 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Van Wel, Oscar Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/078422

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 3233632 A	08 February 1966	NONE	
JP S4729043 U	02 December 1972	JP S4729043 U	02 December 1972
		JP S5117393 Y2	11 May 1976
JP S5620863 A	26 February 1981	NONE	
WO 2017146399 A1	31 August 2017	CN 107306502 A	31 October 2017
		EP 3421746 A1	02 January 2019
		KR 101700285 B1	26 January 2017
		WO 2017146399 A1	31 August 2017
EP 3421746 A1	02 January 2019	CN 107306502 A	31 October 2017
		EP 3421746 A1	02 January 2019
		KR 101700285 B1	26 January 2017
		WO 2017146399 A1	31 August 2017
GB 917806 A	06 February 1963	CH 378269 A	15 June 1964
		DK 90887 C	15 May 1961
		GB 917806 A	06 February 1963

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F16J3/04 B21D15/10
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F16J B21D F15B F01N F16L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 233 632 A (VOITIK ROBERT M) 8. Februar 1966 (1966-02-08) Spalte 1, Zeilen 11-16 Spalte 1, Zeile 70 - Spalte 2, Zeile 39 Abbildungen 1-4	1-6
X	JP S47 29043 U (UNKNOWN) 2. Dezember 1972 (1972-12-02) Abbildungen 1, 2(a), 2(b), 3(a), 3(b)	1-6
X	JP S56 20863 A (TOKYO RASENKAN SEISAKUSHO KK) 26. Februar 1981 (1981-02-26) Abbildungen 1-4	1-6
X	WO 2017/146399 A1 (UNION CO LTD [KR]) 31. August 2017 (2017-08-31) Abbildungen 5, 6a, 6b, 6c -/--	1-10

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. Januar 2019

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

24/01/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Wel, Oscar

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	-& EP 3 421 746 A1 (UNION CO LTD [KR]) 2. Januar 2019 (2019-01-02) Absätze [0044] - [0049] Abbildungen 5, 6a, 6b, 6c ----- GB 917 806 A (MADS CLAUSEN) 6. Februar 1963 (1963-02-06) Seite 2, Zeile 89 - Seite 3, Zeile 26 Abbildungen 1-3 -----	7-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/078422

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3233632	A	08-02-1966	KEINE	
JP S4729043	U	02-12-1972	JP S4729043 U	02-12-1972
			JP S5117393 Y2	11-05-1976
JP S5620863	A	26-02-1981	KEINE	
WO 2017146399	A1	31-08-2017	CN 107306502 A	31-10-2017
			EP 3421746 A1	02-01-2019
			KR 101700285 B1	26-01-2017
			WO 2017146399 A1	31-08-2017
EP 3421746	A1	02-01-2019	CN 107306502 A	31-10-2017
			EP 3421746 A1	02-01-2019
			KR 101700285 B1	26-01-2017
			WO 2017146399 A1	31-08-2017
GB 917806	A	06-02-1963	CH 378269 A	15-06-1964
			DK 90887 C	15-05-1961
			GB 917806 A	06-02-1963