



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
29.10.2008 Patentblatt 2008/44

(51) Int Cl.:
B21D 15/06 (2006.01) **B21D 15/10** (2006.01)
B21D 26/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08014063.5**

(22) Anmeldetag: **06.08.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

- **Greif, Alexander**
75177 Pforzheim (DE)
- **Kämpfe, Andreas, Dr.**
75173 Pforzheim (DE)

(71) Anmelder: **Witzenmann GmbH**
75175 Pforzheim (DE)

(74) Vertreter: **Kaiser, Magnus et al**
Lemcke, Brommer & Partner
Patentanwälte
Bismarckstrasse 16
76133 Karlsruhe (DE)

(72) Erfinder:
• **Glas, Jochen**
78233 Tiefenbronn-Lehningen (DE)

(54) **Hochdruckfester Metallbalg und Verfahren zum Herstellen eines solchen**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen hochdruckfesten Metallbalg und ein Verfahren zum Herstellen eines solchen. Hierbei wird ein Rohrstück aus einem metallischen Werkstoff mittels Innendruckumformung in einen ringgewellten Metallbalg 1 umgeformt. Als metallischer Werkstoff wird ein Werkstoff mit mindestens zwei metastabilen Werkstoffzuständen verwendet. Von diesen Werkstoffzuständen ist einer ein duktiler und einer

ein hochfester Werkstoffzustand. Das Umformen des Rohrstücks in den Metallbalg 1 erfolgt im duktilen Werkstoffzustand; nach dem Umformen wird der Werkstoff in seinen hochfesten Werkstoffzustand überführt. Vorzugsweise wird dies mit einem Profil der Wellungen 2 des Metallbalgs 1 kombiniert, das in Radialrichtung nicht hinterschnitten ist und/oder dessen Profilhöhe h kleiner oder maximal gleich groß ist wie seine Wellenlänge d .

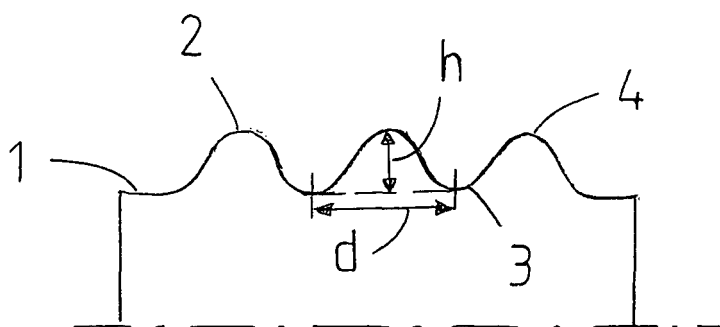


Fig.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen hochdruckfesten Metallbalg mit ringförmiger Wellung sowie ein Verfahren zum Herstellen eines solchen. Bei diesem Verfahren wird ein Rohrstück aus einem metallischen Werkstoff mittels Innendruckumformung in einen ringgewellten Metallbalg umgeformt.

[0002] Das Innendruckumformen erfolgt in der Regel durch Einleiten einer Flüssigkeit in das Rohrstück unter Druck, so dass sich das Rohrstück ausbaucht. Dies wird in einer Matrize vorgenommen, die in periodischen Abständen ein Ausbauchen des Rohrstücks verhindert, so dass eine Vorwelle entsteht. Durch axiales Zusammenfahren der Matrize ergibt sich die erwünschte Wellung und es wird ein Balg hergestellt. Hierbei können die Balgwellen nacheinander in einem Einfachwerkzeug oder gleichzeitig in einem Mehrfachwerkzeug gefertigt werden.

[0003] Bälge für höhere Einsatzdrücke zeichnen sich dabei durch vergleichsweise geringe Profilhöhen aus, wobei bei Bälgen nach dem Stand der Technik die Wellenhöhe stets größer als die Wellenlänge ist, um ein nachträgliches Stauchen des Balges zu ermöglichen und dadurch eine geringe Baulänge und eine niedrige Federate zu erreichen.

[0004] Das Herstellen eines Balgs durch Innendruckumformen konnte bislang allerdings nicht zu einem tatsächlich hochdruckfesten Metallbalg führen. Denn beim Innendruckumformen muss der Umformdruck so groß sein, dass sich der Werkstoff plastisch verformt. Eine beginnende plastische Verformung des Werkstoffs ist andererseits jedoch das für die Druckfestigkeit des Metallbalgs relevante Versagenskriterium. Dies bedeutet, dass der Umformdruck zum Herstellen eines Metallbalgs um so größer sein muss, um so höher die Druckfestigkeit des Metallbalgs sein wird. Der Umformdruck kann allerdings nicht beliebig erhöht werden, da die hieraus resultierenden Kräfte von der Umformmaschine aufgenommen werden müssen. Besonders kritisch sind hierbei die Zuhaltekräfte. Im Ergebnis konnten bislang durch mit Innendruckumformung hergestellten Metallbälgen Betriebsdrücke von 750 bar (statisch) bzw. 300 bar (dauerfest dynamisch) nicht überschritten werden.

[0005] Es gibt nun jedoch eine ganze Reihe von Anwendungen im Hochdruckbereich jenseits dieser Grenzen, in denen Metallbälge große Vorteile bieten können, wobei diese Metallbälge vorzugsweise mittels Innendruckumformen hergestellt werden sollen. Besonders hervorzuheben ist hierbei der Einsatz in Hochdruckventilen, insbesondere Einspritzventilen für Kraftstoffe aller Art, was beispielsweise in der EP-A-1 046 809 beschrieben ist. Für den Einsatz in Benzininjektoren für Kraftfahrzeugmotoren sollte der verwendete Metallbalg pulsierende Drücke bis 850 bar dauerfest ertragen; für Anwendungen in Dieselinjektoren sollte die Druckfestigkeit sogar für pulsierende Drücke von 1400 bar und darüber ausreichen.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Metallbalg und ein Verfahren zur Herstellung eines solchen mittels Innendruckumformen so zu verbessern, dass ein hochdruckfester Metallbalg entsteht bzw. vorliegt.

[0007] Gelöst ist diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch einen Metallbalg mit den Merkmalen des Anspruchs 6. Bevorzugte Weiterbildungen des Verfahrens finden sich in den Ansprüchen 2 bis 5; vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Metallbalgs sind in den Ansprüchen 7 bis 17 niedergelegt.

[0008] Die vorliegende Erfindung beruht also auf der Erkenntnis, dass durch die Verwendung eines Balgwerkstoffs mit mindestens zwei metastabilen Werkstoffzuständen die erzielbare Druckfestigkeit des Metallbalgs vom benötigten Umformdruck beim Herstellen des Metallbalgs entkoppelt werden kann. Denn wenn von den zwei metastabilen Werkstoffzuständen einer ein duktiler Werkstoffzustand und ein zweiter ein hochfester Werkstoffzustand ist, kann das Innendruckumformen zur Herstellung des Metallbalgs im duktilen Werkstoffzustand erfolgen, was vergleichsweise niedrige Umformdrücke erfordert, während der Metallbalg nach dem Umformen in seinen hochfesten Werkstoffzustand überführt werden kann, in welchem der Einsatz des Metallbalgs erfolgt. Beim Überführen des Werkstoffs in seinen hochfesten Zustand wächst die Druckfestigkeit des Metallbalgs in dem Maß, in dem sich die Streckgrenze des Werkstoffs beim Übergang vom duktilen in den festen Werkstoffzustand erhöht. Auf diese Weise ist es möglich, Metallbälge in Hochdruckventilen zu verwenden, wobei diese Metallbälge statischen Drücken über 750 bar Stand halten. In Einspritzventilen für Kraftstoffe kann z.B. eine Nadelabdichtung mit Metallbälgen erfolgen, die dauerfest Druckpulse von 850 bar (Benzin) bzw. 1400 bar (Diesel) und darüber ertragen. Auch Hochdruckventile in der chemischen Industrie zum Abfüllen von Wasserstoff oder Dampfventile für Energieanlagen usw. bieten sich für die Verwendung der erfindungsgemäßen hochdruckfesten Metallbälge an.

[0009] Zur Herstellung des Metallbalgs können metallische Werkstoffe verwendet werden, die vorzugsweisen im duktilen Zustand ein kfz-Kristallgitter aufweisen. Der hochfeste Zustand wird vorzugsweise durch Ausscheidungshärtung erreicht. Als Beispiel seien hier der im "Werkstoff-Handbuch der Deutschen Luftfahrt Teil 1 Metallische Werkstoffe", Herausgeber DIN - Deutsches Institut für Normung e. V. - Normenstelle Luftfahrt, Beuth Verlag GmbH, Ausgabe 1991 beschriebene Werkstoff 1.4564 und die dazu aufgeführten Verfahren zum Erreichen der Härtezustände RH 950 oder TZH 1050 genannt. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung können aber auch metallische Werkstoffe verwendet werden, die im duktilen Zustand ein krz-Gitter aufweisen und martensitisch gehärtet werden.

[0010] Ganz besondere Vorteile ergeben sich im Rahmen der Erfindung, wenn beim Umformen des Rohr-

stücker in den ringgewellten Metallbalg Wellungen erzeugt werden, die ein Profil aufweisen, bei dem die Höhe einer Welle in Radialrichtung nicht größer ist als die Breite dieser Welle in Axialrichtung. Bei periodischen Wellungen ist dann also die Wellenhöhe kleiner als oder höchstens gleich groß wie die Wellenlänge. Wellungen mit solchen Profilen sind nicht gleichmäßig stauchbar, was im Stand der Technik als eher nachteilig empfunden wurde. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist ein ungestauchtes Profil jedoch von besonderem Vorteil.

[0011] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ergeben sich auch Vorteile, wenn beim Umformen Wellungen erzeugt werden die ein in Radialrichtung nicht-hinterschnittenes Profil aufweisen, insbesondere ein U-förmiges oder sinusförmiges Profil. Ein Metallbalg mit einer solchen nicht-hinterschnittenen Wellung weist gegenüber den herkömmlichen Metallbälgen mit S-förmigen oder Ω -förmige Wellen schon aufgrund seiner geometrischen Gegebenheiten eine höhere Druckfestigkeit auf, denn die Wellengeometrie verhindert, dass die Wellen radial zusammengedrückt werden - der Metallbalg leistet wie beim eben erwähnten flachen Profil länger Widerstand gegen ein radiales Kollabieren unter Druckbeaufschlagung.

[0012] Durch eine Kombination von einerseits einer Überführung eines Metallbalgs aus seinem duktilen Werkstoffzustand in seinen hochfesten Werkstoffzustand mit andererseits einer nicht-hinterschnittenen Wellung und einem Profil, dessen Wellenhöhe kleiner als die Wellenlänge ist, ist es in Versuchen gelungen, Metallbälge mit einer vierfach höheren Druckfestigkeit herzustellen, als dies bislang nach dem Stand der Technik möglich war.

[0013] Um die Druckfestigkeit des erfindungsgemäßen Metallbalgs weiter zu erhöhen, kann der Metallbalg mehrlagig hergestellt werden. Hierbei sind die mehreren Lagen zweckmäßigerweise jeweils aus einem Werkstoff hergestellt, der einen duktilen und einen hochfesten Werkstoffzustand aufweist. Hierfür kommen beispielsweise Werkstoffe nach den DIN-Normen 1.4564, 1.4568, 2.4668 oder AM 350 nach ASTM in Frage.

[0014] Andere vorteilhafte Wellengeometrien bestehen im Rahmen der vorliegenden Erfindung darin, dass das Profil der Wellungen an den Innenkremen mindestens einen größeren Krümmungsradius aufweist als an den Außenkremen, d.h. es kann sich um einen konstanten größeren Krümmungsradius handeln, jedoch auch um eine Vielzahl von Krümmungsradien, die stetig ineinander übergehen, wie beispielsweise in einer elliptischen Form. Der Krümmungsradius kann in diesem Zusammenhang auch gegen unendlich gehen, d.h. die Innenkremen der Wellungen können zusätzlich oder alternativ auch mit zylindrischen Abschnitten versehen sein. Solche Wellengeometrien entlasten diejenigen Matrizen- und Umformwerkzeuge beim Innendruckumformen, die durch Verhindern einer Ausbauchung die Innenkremen herstellen. Denn durch den vergrößerten Krümmungsradius bzw. durch die zylindrischen Ab-

schnitte der Innenkremen verringert sich die Flächenpressung auf diese Matrizen- und Umformwerkzeuge. Hierdurch kann bei der Balgherstellung mit höheren Innendrücken umgeformt werden, was die Verwendung eines metallischen Werkstoffs ermöglicht, der schon in seinem duktilen Zustand eine relativ hohe Druckfestigkeit aufweist, oder aber es können mehrere Lagen von metallischen Werkstoffen zu einem mehrlagigen Metallbalg umgeformt werden, der wiederum eine etwa n-fach höhere Druckfestigkeit aufweist, als ein einlagiger Metallbalg.

[0015] Mehrere Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Metallbalgs sind in den beigefügten Zeichnungen dargestellt und nachfolgend beschrieben. Es zeigen:

- Figur 1 einen Metallbalg mit sinusförmigem Profil in schematischer Schnittdarstellung;
- Figur 2 einen Metallbalg mit U-förmigem Profil in schematischer Schnittdarstellung;
- Figur 3 einen Metallbalg mit vergrößerten Radien bzw. Zylinderabschnitten an der Innenkrempe in schematischer Schnittdarstellung;
- Figur 4 einen Metallbalg nach dem Stand der Technik in schematischer Schnittdarstellung.

[0016] Figur 1 zeigt in einer schematischen, geschnittenen Teildarstellung einen erfindungsgemäß ausgebildeten Metallbalg 1 mit - hier - drei Wellungen 2 mit Innenkremen 3 und Außenkremen 4. Die Wellungen 2 sind sinusförmig ausgebildet und somit in Radialrichtung nicht hinterschnitten. Des Weiteren ist das Profil der Wellungen 2 so ausgestaltet, dass eine Höhe h einer Welle in Radialrichtung, also der Abstand zwischen dem radial höchsten Punkt der Außenkrempe der Welle und den beiden radial tiefsten Punkten der beiden benachbarten Innenkremen, kleiner ist als eine Breite d dieser Welle in Axialrichtung, also der axiale Abstand zwischen den beiden tiefsten Punkten der beiden benachbarten Innenkremen der entsprechenden Welle. Da das Profil der Wellungen 2 vorliegend periodisch ausgebildet ist, ist hier also die Wellenhöhe der Wellungen 2 kleiner ausgebildet als deren Wellenlänge. Die gewählte Geometrie der Wellungen 2 führt zu einer hohen geometrischen Druckfestigkeit, die durch die erfindungsgemäße Wahl des metallischen Werkstoffs und das erfindungsgemäße Aushärten desselben nach dem Umformen des Metallbalgs 1 kombiniert ist. Durch diese Kombination des flachen Profils mit einem hochfesten Werkstoff kann eine dynamische Druckfestigkeit größer 500 bar erreicht werden, während derselbe Werkstoff in seinem duktilen Zustand bei den derzeit maximal erreichbaren Fließgrenzen von ca 1200 MPa hinreichend stark hydraulisch umformbar ist.

[0017] Figur 2 zeigt in einer entsprechenden Darstellung einen anderen Metallbalg 1, der mit U-förmigen Wellungen 2 versehen ist und somit ebenfalls in Radialrichtung keine Hinterschnidungen aufweist.

[0018] Figur 3 zeigt - wiederum in einer schematischen

geschnittenen Teildarstellung - weitere Ausführungsbeispiele für einen Metallbalg 1, wobei die links dargestellte Innenkrempe 3 als zylindrischer Abschnitt Z ausgebildet ist, während die rechts dargestellte Innenkrempe 3 einen gegenüber den Außenkrempe 4 stark vergrößerten Krümmungsradius R aufweist.

[0019] Figur 4 zeigt schließlich in einer wiederum entsprechenden Darstellung einen Metallbalg 1 nach dem Stand der Technik mit in Radialrichtung hinterschnittenen Wellungen 2. Die Wellungen 2 weisen ein herkömmliches Ω -förmiges Profil auf.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines hochdruckfesten Metallbalgs, wobei ein Rohrstück aus einem metallischen Werkstoff mittels Innendruckumformung in einen ringgewellten Metallbalg (1) umgeformt wird, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** als metallischer Werkstoff ein Werkstoff mit mindestens zwei metastabilen Werkstoffzuständen verwendet wird, von denen einer ein duktiler und einer ein hochfester Werkstoffzustand mit erhöhter Streckgrenze ist, dass das Umformen des Rohrstücks in den Metallbalg (1) im duktilen Werkstoffzustand erfolgt, und **dass** der Werkstoff des Metallbalgs (1) nach dem Umformen in seinen hochfesten Werkstoffzustand überführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** beim Umformen des Rohrstücks in den ringgewellten Metallbalg (1) Wellungen (2) mit einem Profil erzeugt werden, bei dem die Höhe (h) einer Welle in Radialrichtung kleiner als die oder gleich der Breite (d) dieser Welle in Axialrichtung ist.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** beim Umformen des Rohrstücks in den ringgewellten Metallbalg (1) Wellungen (2) erzeugt werden, die ein in Radialrichtung nicht-hinterschnittenes Profil, insbesondere ein U-förmiges oder sinusförmiges Profil, aufweisen.
4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** ein mehrlagiges Rohrstück in den ringgewellten Metallbalg (1) umgeformt wird.
5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** ein Werkstoff nach den DIN-Normen 1.4564, 1.4568, 2.4668 oder AM 350 nach ASTM verwendet wird.
6. Hochdruckfester Metallbalg mit ringförmiger Wellung (2), **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Metallbalg (1) aus einem metallischen Werkstoff mit mindestens zwei metastabilen Werkstoffzuständen besteht, von denen einer ein duktiler und einer ein hochfester Werkstoffzustand mit erhöhter Streckgrenze ist.
7. Metallbalg nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der metallische Werkstoff in seinem hochfesten Werkstoffzustand martensitische oder gemischt austenitisch/martensitische Eigenschaften aufweist.
8. Metallbalg nach einem der Ansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der metallische Werkstoff in seinem duktilen Werkstoffzustand ein kubisch-raumzentriertes oder kubisch-flächenzentriertes Metallgitter aufweist.
9. Metallbalg nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Wellungen (2) ein Profil aufweisen, bei dem die Höhe (h) einer Welle in Radialrichtung kleiner als die oder gleich der Breite (d) dieser Welle in Axialrichtung ist.
10. Metallbalg nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Wellungen (2) ein in Radialrichtung nicht-hinterschnittenes Profil, insbesondere ein sinusförmiges oder U-förmiges Profil aufweisen.
11. Metallbalg nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Profil der Wellungen (2) an ihren Innenkrempe (3) mindestens einen größeren Krümmungsradius (R) aufweist als an ihren Außenkrempe (4).
12. Metallbalg nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Innenkrempe (3) der Wellungen (2) mit zylindrischen Abschnitten (Z) versehen sind.
13. Metallbalg nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** er mehrlagig ausgebildet ist.

14. Metallbalg nach mindestens einem der Ansprüche
6 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass er aus einem Werkstoff nach den DIN-Normen
1.4564, 1.4568, 2.4668 oder AM 350 nach ASTM 5
besteht.
15. Metallbalg nach mindestens einem der Ansprüche
6 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, 10
dass er in einem Verfahren nach mindestens einem
der Ansprüche 1 bis 5 hergestellt worden ist.
16. Metallbalg nach mindestens einem der Ansprüche
6 bis 15, 15
dadurch gekennzeichnet,
dass er für eine statische Druckbelastung von min-
destens 750 bar und/oder für eine dynamische
Druckbelastung von mindestens 400 bar ausgelegt
ist. 20
17. Metallbalg nach mindestens einem der Ansprüche
6 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass er zur Verwendung in Hochdruckventilen mit 25
Druckpulsen über 400 bar, insbesondere in Ein-
spritzventilen für Kraftstoffe, vorgesehen ist.

30

35

40

45

50

55

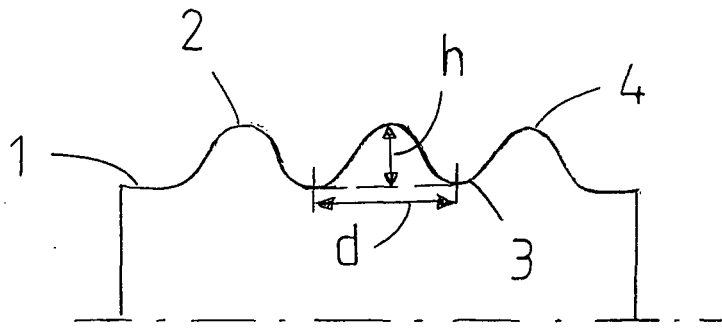


Fig. 1

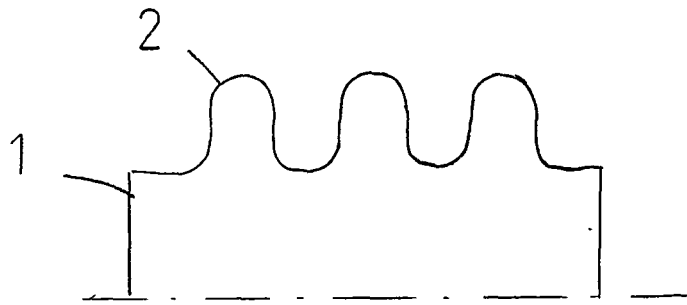


Fig. 2

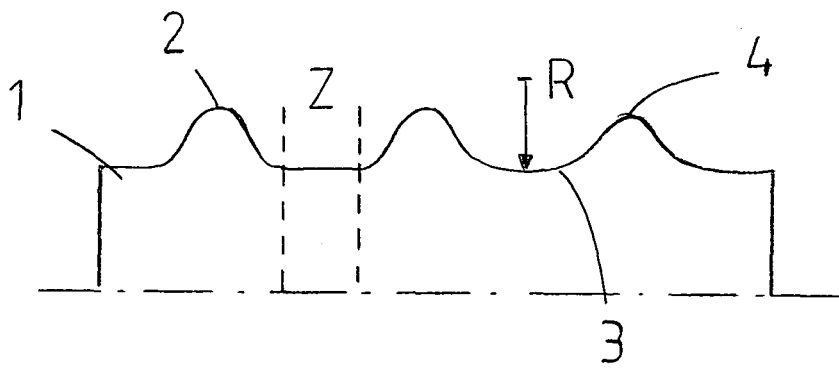


Fig. 3

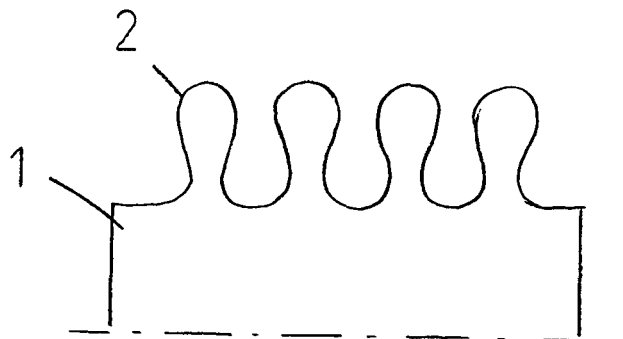


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 01 4063

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	EP 1 199 116 A (OMG AG & CO KG [DE] UMICORE AG & CO KG [DE]) 24. April 2002 (2002-04-24) * Ansprüche 1,6,7; Abbildungen 1,2 *	1-17	INV. B21D15/06 B21D15/10 B21D26/02
Y	DE 102 39 372 B3 (MQ ENGINEERING GMBH [DE]) 11. März 2004 (2004-03-11) * Absatz [0001] * * Absatz [0010] * * Absatz [0013] * * Absatz [0016] * * Zusammenfassung *	1-17	
A	EP 0 623 739 A (VOLKSWAGEN AG [DE]) 9. November 1994 (1994-11-09) * Spalte 4, Zeile 44 - Zeile 53; Anspruch 1 *	1,6	
A	DE 36 14 290 A1 (MESSER GRIESHEIM GMBH [DE]) 29. Oktober 1987 (1987-10-29) * Seite 2, Zeile 43 - Seite 3, Zeile 5; Anspruch 1; Abbildung 1 *	1,6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21D B21C C21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 10. September 2008	Prüfer Ritter, Florian
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 08 01 4063

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-09-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1199116 A	24-04-2002	AT 292529 T	15-04-2005
		BR 0104615 A	28-05-2002
		CN 1349866 A	22-05-2002
		DE 10051946 A1	29-05-2002
		JP 2002205123 A	23-07-2002
		KR 20020033427 A	06-05-2002
		TW 509598 B	11-11-2002
		US 2002046586 A1	25-04-2002
DE 10239372 B3	11-03-2004	KEINE	
EP 0623739 A	09-11-1994	ES 2081722 T3	01-03-1996
DE 3614290 A1	29-10-1987	EP 0243663 A2	04-11-1987
		JP 62278249 A	03-12-1987
		US 4772337 A	20-09-1988

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1046809 A [0005]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Werkstoff-Handbuch der Deutschen Luftfahrt Teil 1
Metallische Werkstoffe. Beuth Verlag GmbH, 1991
[0009]