

(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
10. Mai 2012 (10.05.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/059079 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B23K 20/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2011/001855

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Oktober 2011 (18.10.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 049 872.6
1. November 2010 (01.11.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **OTTO BOCK HEALTHCARE GMBH** [DE/
DE]; Max-Näder-Straße 15, 37115 Duderstadt (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MOSLER, Lüder**
[DE/DE]; Wolfsgärten 3, 37115 Duderstadt (DE).

(74) Anwalt: **STORNEBEL, Kai**; Gramm, Lins & Partner
GbR, Theodor-Heuss-Straße 1, 38122 Braunschweig
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, 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.

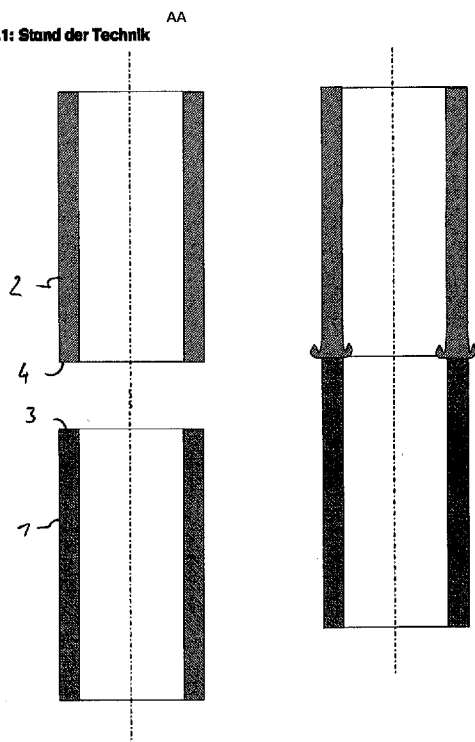
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FRICTION WELD CONNECTION

(54) Bezeichnung : REIBSCHWEISSVERBINDUNG

Fig.1: Stand der Technik



AA Prior art

(57) Abstract: The invention relates to a friction weld connection between a first component (10) with a first melting temperature, said first component being rotationally symmetrical in the region of the weld seam, and a second component (20) with a melting temperature that is lower in comparison to the first component (10), said second component being rotationally symmetrical in the region of the weld seam. The aim of the invention is to provide a friction weld connection with which an improved dynamic strength can be achieved. This is achieved in that the first component (10) has a larger material cross-section on the end face (12) facing the weld joint (30) than the second component (20) in the unwelded state.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Reibschweißverbindung zwischen einer ersten im Bereich der Schweißnaht rotationssymmetrischen Komponente (10) mit einer ersten Schmelztemperatur und einer zweiten im Bereich der Schweißnaht rotationssymmetrischen Komponente (20) mit einer gegenüber der ersten Komponente (10) niedrigeren Schmelztemperatur. Aufgabe der Erfindung ist es, eine Reibschweißverbindung bereitzustellen, mit der eine verbesserte dynamische

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/059079 A2



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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)*

Reibschweißverbindung

Die Erfindung betrifft eine Reibschweißverbindung zwischen einer ersten, im Bereich der Schweißnaht rotationssymmetrischen Komponente mit einer ersten Schmelztemperatur und einer zweiten im Bereich der Schweißnaht rotationssymmetrischen Komponente mit einer gegenüber der ersten Komponente niedrigeren Schmelztemperatur.

Beim Reibschweißen werden die Werkstücke an den Stoßflächen gegeneinander bewegt und unter Ausnutzung der hierbei entstehenden Reibungs- und Umformungswärme unter Anwendung von Kraft ohne Schweißzusatz geschweißt. Reibschweißen eignet sich vor allem zum Verbinden von rotationssymmetrischen Teilen untereinander und mit anderen Formteilen. Dabei wird beispielsweise ein Teil in Rotation relativ zu dem anderen Teil versetzt, wodurch die sich berührenden Stirnflächen der Teile aneinander reiben und erwärmen. In der ersten Phase, der sogenannten Reibphase, steigt die Temperatur in der Reibfläche und einer dünnen Randschicht beider Teile auf Schmiedetemperatur an. Sobald die zum Schweißen erforderliche Plastizität des Werkstoffes erreicht ist, wird die Rotation abgebremst und der Axialdruck erhöht. In dieser zweiten Phase, der sogenannten Stauchphase, werden die Teile miteinander verbunden. Während der Reibphase wird bereits ein Schweißwulst gebildet, durch den Stauchvorgang wird plastizierter Werkstoff unter Vergrößerung des Schweißwulstes ausgepresst, wodurch die Fügeteile axial etwas verkürzt werden. Mit dem Reibschweißen lassen sich in relativ kurzer Zeit ohne den Einsatz von Zusatzwerkstoffen bei hoher Genauigkeit Werkstoffkombinationen miteinander verschweißen. Der Verfahrensablauf kann voll automatisiert werden. Allerdings tritt der Schweißwulst beidseitig der Stirnflächen auf, darüber hinaus muss Werkstoff zum Ausgleich des Schweißwulstes zugegeben werden.

Aus der DE 102 16 175 C1 ist ein Bauteil aus unterschiedlichen Kunststoffteilen bekannt, die jeweils reibverschweißt sind. Die Kunststoffteile weisen eine unterschiedliche Schmelztemperatur auf.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Im Bereich der Stirnflächen der beiden zu verschweißenden Teile wird es gemäß dem Stand der Technik angestrebt, einen möglichst kontinuierlichen Querschnitt zu erhalten, um den Wärmehaushalt in beiden Werkstücken ähnlich zu gestalten und eine Kerbwirkung zu vermeiden. Dadurch werden
5 Verbindungen mit einer hohen statischen Festigkeit erzielt.

Nachteilig daran ist, dass bei einer schwingenden Belastung die Schweißnaht reißen kann.

- 10 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Reibschweißverbindung bereitzustellen, mit der eine verbesserte dynamische Festigkeit bei einem verringerten Bearbeitungsaufwand erzielt werden kann.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Reibschweißverbindung mit
15 den Merkmalen des Hauptanspruches gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Figuren dargestellt.

Die erfindungsgemäße Reibschweißverbindung zwischen einer ersten, im
20 Bereich der Schweißnaht rotationssymmetrischen Komponente mit einer ersten Schmelztemperatur und einer zweiten im Bereich der Schweißnaht rotationssymmetrischen Komponente mit einer gegenüber der ersten Komponenten niedrigeren Schmelztemperatur sieht vor, dass die erste Komponente im unverschweißten Zustand an der der Schweißfuge
25 zugewandten Stirnseite einen größeren Materialquerschnitt als die zweite Komponente aufweist. Durch die Erhöhung des Materialquerschnittes im Bereich der Schweißfuge ist es möglich, dass die dynamische Festigkeit der Schweißverbindung erhöht wird, da die Spannungen innerhalb der Schweißnaht geringer als im restlichen Werkstück gehalten werden. Eine
30 Querschnittsvergrößerung bzw. ein größerer Materialquerschnitt an dem Werkstück mit einer höheren Schmelztemperatur ermöglicht die Nutzung der Materialaufstauung des Werkstückes mit der niedrigeren Schmelztemperatur zur Vergrößerung der Schweißnaht, so dass auch eine Vergrößerung der

Schweißfuge ohne Überstand des Schweißwulstes bereitgestellt werden kann. Da sich bei dem Reibschweißen von Werkstücken mit unterschiedlichen Schmelzpunkten während des Schweißprozesses nur dasjenige Werkstück mit der niedrigeren Schmelztemperatur verformt, staut sich im Schweißprozess nur das erweichte Material mit dem niedrigeren Schmelzpunkt auf und bildet eine Verdickung aus. Ist die Schweißfläche des Werkstückes mit der höheren Schmelztemperatur größer als die Schweißfläche oder Stirnfläche des Werkstückes mit der niedrigeren Schmelztemperatur, bildet sich somit ein idealerweise glatter Übergang zwischen den Komponenten und kann eine verringerte Kerbwirkung aufgrund eines angenähert kontinuierlichen Konturverlaufs bereitgestellt werden. Die Erhöhung des Materialquerschnittes ist bei rohrförmigen Komponenten besonders wirksam, so dass sich die Reibschweißverbindung besonders für Rohr oder Rohrabschnitte eignet, jedoch auch für Vollmaterialien eingesetzt werden kann. Es besteht auch die Möglichkeit, dass die Komponenten stirnseitig mit Stegen oder Rändern versehen sind, die sich von einem Vollmaterial erstrecken und die als zu verschweißendes Material eingesetzt werden.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass an der Stirnseite der ersten Komponente, also der Komponente mit der höheren Schmelztemperatur, ein sich in Axialrichtung erstreckender Vorsprung angeordnet ist, der verhindert, dass sich das aufgeschmolzene und nach außen wegdrängende Material während der Reib- und Stauchphase seitlich nach außen über die Kontur der rohrförmigen Komponenten erstreckt. Die Kontur des sich in Axialrichtung erstreckenden Vorsprungs kann dabei geeignet gewählt werden, beispielsweise in Gestalt eines Radius, einer Schräge oder dergleichen. Ebenfalls ist eine im Wesentlichen L-förmige Kontur im Längsschnitt möglich, so dass sich der Vorsprung im Wesentlichen rechtwinklig von der Stirnfläche der ersten Komponente erstreckt.

Der Vorsprung kann beispielsweise auch dadurch ausgebildet sein, dass an der Stirnseite der ersten Komponente eine die Ausnehmung mit einer zumindest zu einem Rand hin ansteigende Kontur ausgebildet ist. Die nach

außen ansteigende Kontur verhindert das Ausweichen des aufgeschmolzenen Materials der zweiten Komponente während Reibphase und insbesondere während der Stauchphase.

5 Besonders vorteilhaft ist es, wenn in der Stirnfläche der ersten Komponente eine umlaufende Nut eingearbeitet ist, so dass sich beidseitig von der zweiten Komponente eine Materialwand in Axialrichtung erstreckt. Dadurch kann das aufgeschmolzene Material der zweiten Komponente effektiv umgeleitet werden, so dass bei einer entsprechenden Dimensionierung der Nut der entstehende
10 Schweißwulst vollständig aufgenommen werden kann, wodurch dieser kaschiert wird und nicht mehr spanend entfernt werden muss. Neben einer verbesserten Verbindung der beiden Komponenten werden dadurch auch die Bearbeitungskosten reduziert.

15 Die Nut kann im unverschweißten Zustand der ersten Komponente eine Querschnittskontur aufweisen, die mit der Kontur der Stirnseite der zweiten Komponente korrespondiert, wobei die Dimensionierung der Nutbreite etwas größer als die Breite der Stirnseite der zweiten Komponente gewählt sein kann, um ein leichtes Einführen der zweiten Komponente ebenso wie das
20 Ausweichen des aufgeschmolzenen Materials von der Stirnfläche weg zu ermöglichen. Es kann auch vorgesehen sein, dass an der Nut ein Radius ausgebildet ist, so dass eine Umlenkung des aufgeschmolzenen Materials leichter erfolgen kann als bei einem eckigen Nutquerschnitt. Ebenfalls ist es möglich, dass der Nutgrund einen Radius aufweist, während die Stirnfläche der
25 zweiten Komponente eine eckige Kontur aufweist. Durch die Ausgestaltung einer Nut kann neben der Schweißverbindung auch eine mechanische, formschlüssige Verbindung der beiden Komponenten bereitgestellt werden, die eine zusätzliche dynamische Festigkeit bereitstellt. Eine solche Ausgestaltung ist insbesondere bei rohrförmigen Komponenten vorteilhaft.

30

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die erste Komponente einen sich in Richtung auf die zu verschweißende Stirnseite vergrößernden Materialquerschnitt aufweist, also dass sich die Wandstärke der im Bereich der

Schweißnaht rotationssymmetrischen Komponente in Richtung auf die Stirnseite vergrößert. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von dem sogenannten „Auftulpen“. Dadurch werden abrupte Querschnittsänderungen vermieden, wodurch die Kerbwirkung reduziert wird. Bevorzugt findet die Vergrößerung des Materialquerschnittes kontinuierlich statt, um einen möglichst gleichmäßigen Übergang und einen gleichmäßigen Kraftverlauf zu ermöglichen. Das Auftulpen kann auch bei Rohren erfolgen.

Die zu verschweißenden Komponenten und nicht nur die Bereiche beiderseits der Schweißnaht sind bevorzugt rotationssymmetrisch oder rohrförmig ausgebildet, wobei die erste Komponente bevorzugt aus Titan oder einer Titanlegierung und die zweite Komponente bevorzugt aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der beigefügten Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1- eine Reibschweißverbindung gemäß dem Stand der Technik;

Figur 2 - eine erfindungsgemäße Reibschweißverbindung; sowie

Figur 3- eine Variante der Reibschweißverbindung mit einer umlaufenden Nut.

In der Figur 1 ist eine herkömmliche Reibschweißverbindung zwischen einer ersten Komponente 1 und einer zweiten Komponente 2 dargestellt. Die erste Komponente 1 weist im Vergleich zur zweiten Komponente 2 einen höheren Schmelzpunkt auf. Beide Komponenten weisen einen rotationssymmetrischen, rohrförmigen Querschnitt mit einer gleichen Materialstärke im Bereich der Stirnseiten 3, 4 auf. Werden die beiden Komponenten 1, 2 miteinander reibverschweißt, ergibt sich eine Reibschweißverbindung, wie in der rechten Darstellung gezeigt. Das Material der zweiten Komponente 2 plastiziert wesentlich stärker und wird schneller teigig als das Material der ersten

Komponente 1. Nach der Stauchphase, in der unter einem erhöhten Axialdruck beide Komponenten 1, 2 aufeinander zu bewegt werden, bildet sich eine Materialaufstauung sowohl auf der Innenseite als auch auf der Außenseite der Schweißfuge. Eine solche Materialaufstauung muss dann in der Regel durch
5 Nachbearbeiten, beispielsweise Schleifen, Fräsen oder Drehen entfernt werden.

In der Figur 2 ist eine erfindungsgemäße Ausgestaltung der Reibschweißverbindung dargestellt. Die erste Komponente 10 ist aus einem
10 ersten Werkstoff aufgebaut, der eine höhere Schmelztemperatur als der Werkstoff der zweiten Komponente 20 hat. Die erste Komponente 10 ist als rohrförmiges, rotationssymmetrisches Bauteil ausgebildet und weist eine der zweiten Komponente 20 zugewandte Stirnseite 12 auf, die breiter ist als die Stirnseite 21 der zweiten Komponente 20 im unverschweißten Zustand. In der
15 Figur 2 ist bereits der verschweißte Zustand der beiden Komponenten 10, 20 dargestellt, die Abmessungen der Stirnseite der zweiten Komponente kann an dem einer Schweißfuge 30 abgewandten Ende entnommen werden. Die Materialaufwölbung beiderseits der Stirnseite 21 der zweiten Komponente 20 ist zu erkennen. Der Materialquerschnitt der ersten Komponente 10 im Bereich
20 der Schweißfuge 30 ist dabei so bemessen, dass der Schweißwulst durch das Aufstauchen der zweiten Komponente 20 sich nicht über die Außenkontur oder die Innenkontur der ersten Komponente 10 erstreckt. Die Wandstärke der ersten Komponente 10 ist im Wesentlichen konstant, ebenso der der zweiten Komponente 20.

25 Eine Variante der Erfindung ist in der Figur 2 durch die gestrichelte Linie 11 innerhalb der ersten Komponente 10 dargestellt. Die gestrichelte Linie 11 deutet die Kontur der ersten Komponente 10 an, die in der Schweißfuge 30 im Vergleich zu dem restlichen Teil der ersten Komponente 10 wesentlich
30 verbreitet ist. Der kontinuierliche Übergang von einer Materialstärke der rohrförmigen ersten Komponente 10, die der Materialstärke der zweiten Komponente 20 entspricht, zu einer ungefähr doppelt so breiten Stirnfläche 21 ist deutlich zu erkennen.

In der Figur 3 ist eine Variante der Erfindung gezeigt, bei der in der ersten Komponente eine Nut 15 in die Stirnseite eingearbeitet ist, so dass sich beiderseits der in die Nut 15 eingeführten zweiten Komponente 20 ein axialer Vorsprung 13, 14 in Richtung auf die zweite Komponente 20 erstreckt. Die Kontur der Nut 15 kann dabei so ausgebildet sein, dass die Stirnfläche 12 der ersten Komponente 10 eine im Wesentlichen ebene Kontur aufweist, so dass die im unverschweißten Zustand ebenfalls ebene Stirnfläche 21 der zweiten Komponente 20 plan aufliegen kann. Die Nut 15 selbst ist breiter als der Querschnitt der Stirnseite 12 der unverschweißten zweiten Komponente 20, so dass sich aufgeschmolzenes Material während der Stauchphase seitlich vorbei nach oben aus der Nut 15 heraus bewegen kann. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist sowohl die Breite als auch die Tiefe der Nut 15 so bemessen, dass die Schweißwulst in dem Werkstück innerhalb der Nut 15 verbleibt, so dass keinerlei Nachbearbeitung mehr notwendig ist. Der Nutgrund der Nut 15 weist an den Übergängen zu den axial orientierten Vorsprüngen oder Wandungen 13, 14 einen Radius auf, so dass eine sanfte Umleitung und damit eine möglich gleichmäßige Materialanbindung der beiden Komponenten 10, 20 erreicht wird. Die Schweißfuge 30 wird durch die Nut 15 über die Breite der zweiten Komponente 20 hinaus vergrößert. Zudem wird durch die Nutwandungen 13, 14 eine zusätzliche mechanische Verbindung zwischen den beiden Komponenten 10, 20 bereitgestellt, so dass insgesamt die Reibschweißverbindung eine höhere Festigkeit aufweist.

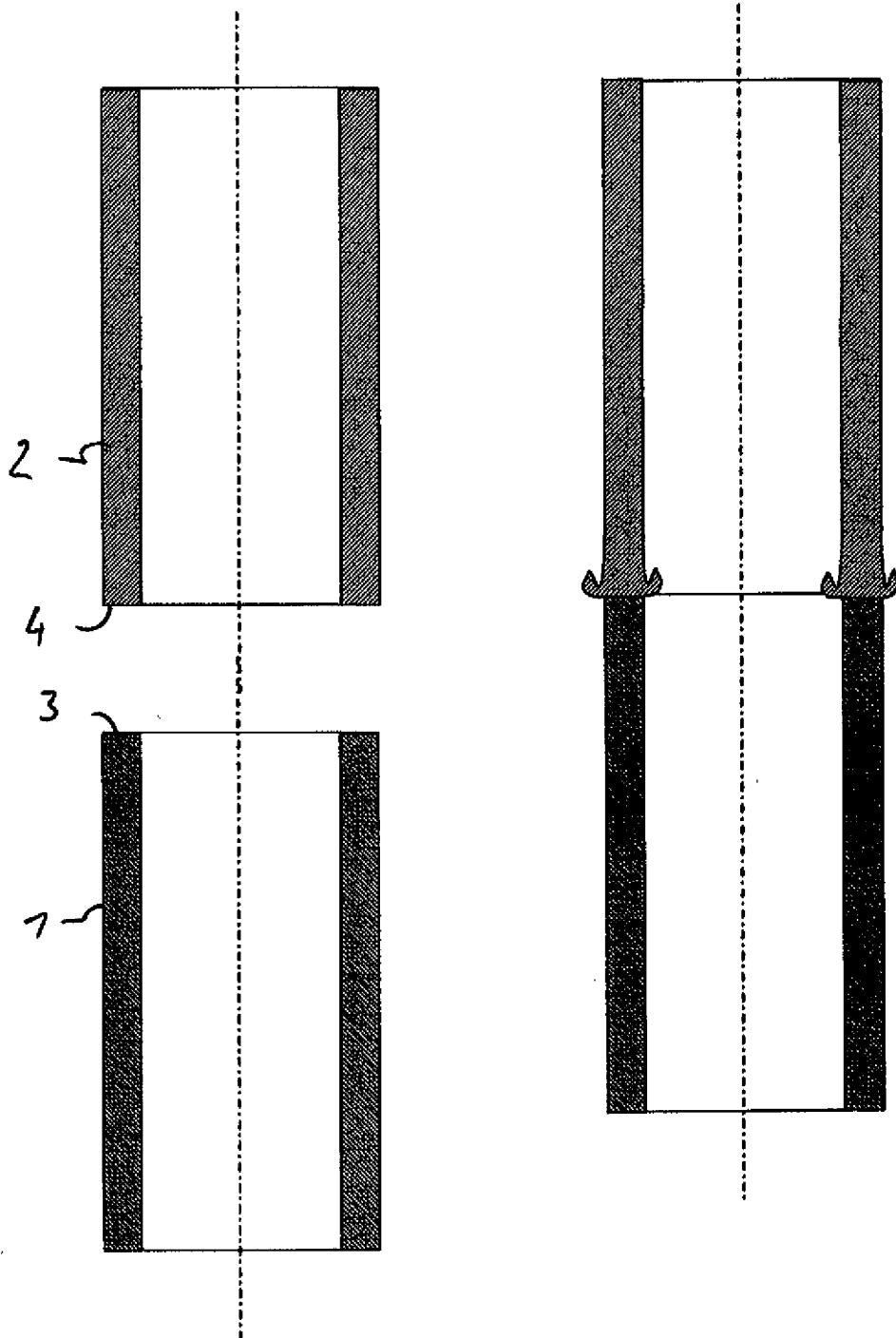
Es ist auch möglich und vorgesehen, dass eine sich in Richtung auf die Stirnfläche 12 erweiternde Kontur wie in der Figur 2 dargestellt, für die erste Komponente 10 in Verbindung mit einer eingearbeiteten Nut 15 verwendet wird. Neben einer rohrförmigen Ausgestaltung kann auch eine Ausgestaltung aus einem Vollmaterial für die Komponenten gewählt werden.

Patentansprüche

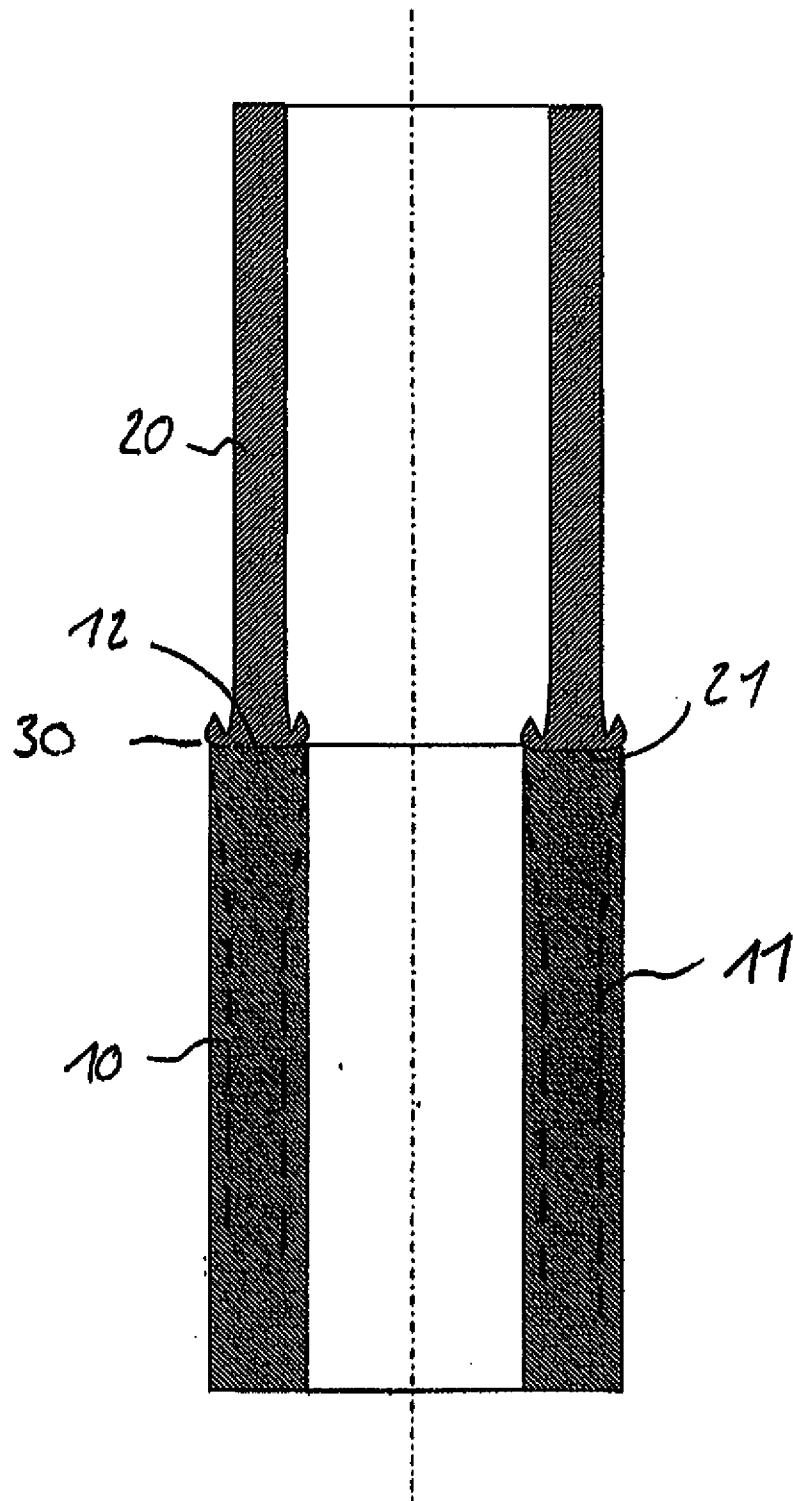
1. Reibschweißverbindung zwischen einer ersten, im Bereich der Schweißnaht rotationssymmetrischen Komponente (10) mit einer ersten Schmelztemperatur und einer zweiten, im Bereich der Schweißnaht rotationssymmetrischen Komponente (20) mit einer gegenüber der ersten Komponente (10) niedrigeren Schmelztemperatur, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Komponente (10) im unverschweißten Zustand an der der Schweißfuge (30) zugewandten Stirnseite (12) einen größeren Materialquerschnitt als die zweite Komponente (20) aufweist.
2. Reibschweißverbindung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Stirnseite (12) der ersten Komponente (10) zumindest ein sich in Axialrichtung erstreckender Vorsprung (13, 14) angeordnet ist.
3. Reibschweißverbindung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Stirnseite (12) der ersten Komponente (10) eine Ausnehmung mit einer zumindest zu einem Rand hin ansteigenden Kontur ausgebildet ist.
4. Reibschweißverbindung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Stirnseite der ersten Komponente (10) eine umlaufende Nut (15) eingearbeitet ist.
5. Reibschweißverbindung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nut (15) im unverschweißten Zustand der ersten Komponenten (10) eine Querschnittskontur aufweist, die mit der Kontur der Stirnseite der zweiten Komponente (20) korrespondiert.
6. Reibschweißverbindung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nut (15) breiter als der Materialquerschnitt der Stirnseite (21) der zweiten Komponente (20) ist.

7. Reibschweißverbindung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Nut (15) ein Radius ausgebildet ist.
8. Reibschweißverbindung nach einem der voranstehenden Ansprüche,
5 **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Komponente (10) einen sich in Richtung auf die zu verschweißende Stirnseite (12) vergrößernden Materialquerschnitt aufweist.
9. Reibschweißverbindung nach einem der voranstehenden Ansprüche,
10 **dadurch gekennzeichnet**, dass die zu verschweißenden Komponenten (10, 20) rotationssymmetrisch und/oder rohrförmig ausgebildet sind.
10. Reibschweißverbindung nach einem der voranstehenden Ansprüche,
15 **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Komponente (10) aus Titan oder einer Titan-Legierung und die zweite Komponente (20) aus Aluminium oder einer Aluminium-Legierung besteht.

Fig.1: Stand der Technik

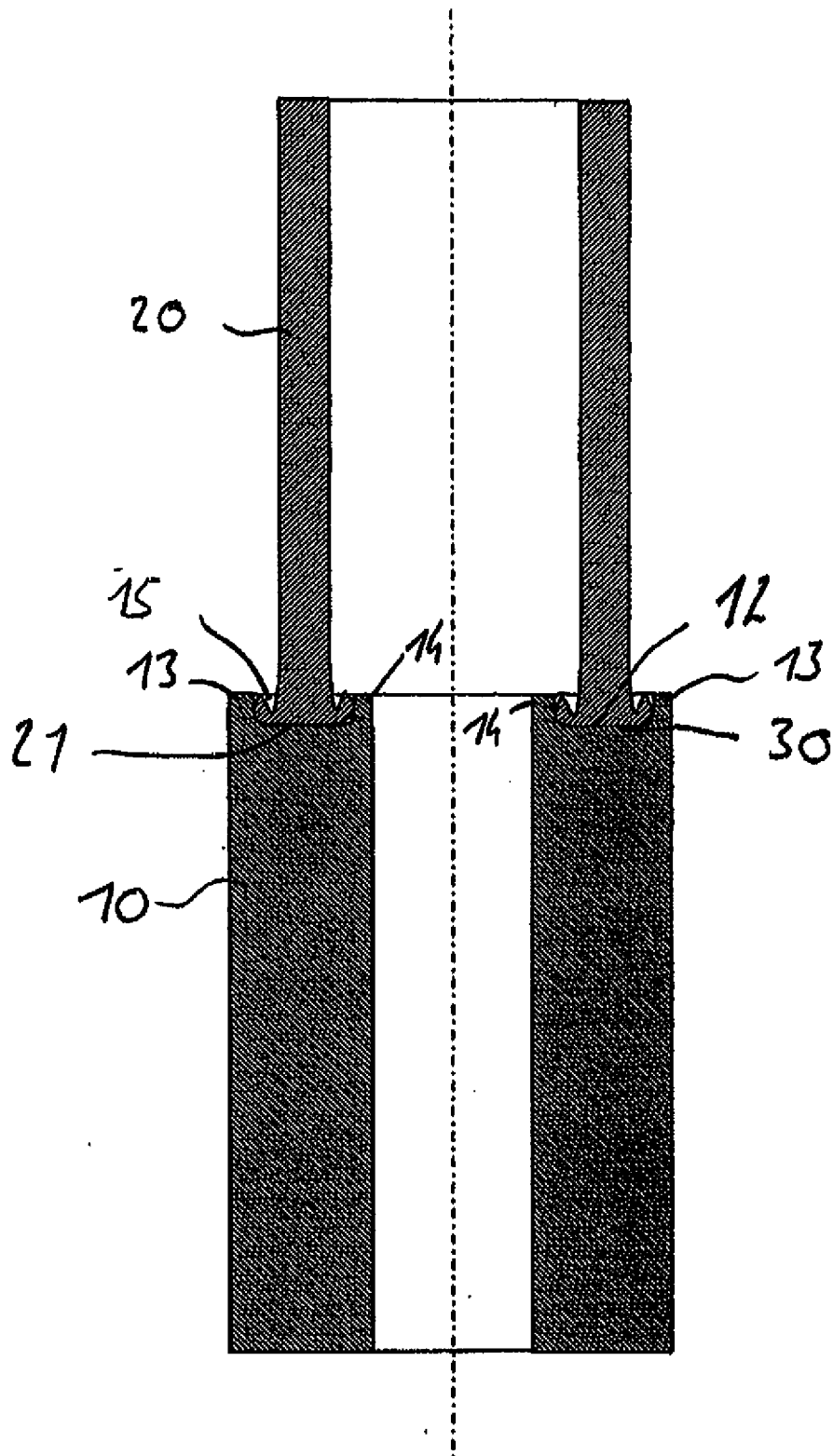


2/3



Figur 2

3/3



Figur 3