

(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
27. August 2020 (27.08.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/170098 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B23K 20/12 (2006.01) B23K 101/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/IB2020/051252

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Februar 2020 (14.02.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 104 134.1
19. Februar 2019 (19.02.2019) DE

(71) Anmelder: NEMAK, S.A.B. DE C.V. [MX/MX]; Libramiento Arco Vial Km 3.8, García, Nuevo León 66000 (MX).

(72) Erfinder: SCHUEDDEKOPF, Sven; Hagenstraße 18, 60314 Frankfurt (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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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,

(54) Title: TOOL FOR FRICTION STIR WELDING AND METHOD FOR PRODUCING PANELS

(54) Bezeichnung: WERKZEUG ZUM REIBRÜHRSCHEIßEN UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN VON PANEELN

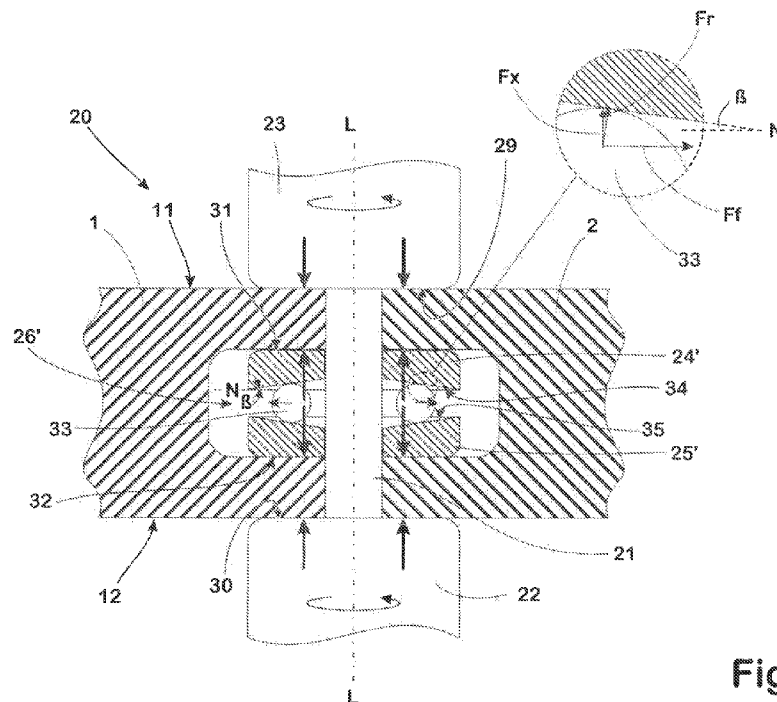


Fig. 5

(57) Abstract: The invention provides a tool for friction stir welding, which makes it possible, with reduced effort, to connect together two panel elements, joined edge-to-edge, by friction stir welding, in which panel elements a tunnel is formed in the region of the abutting side faces by recesses formed in a channel-like manner in the side faces in question. To this end, the tool has a central shaft (21), formed in a pin-like manner and provided for coupling to a drive device, a first friction shoulder (22) carried by the central shaft (21), a second friction shoulder (23) carried by the central shaft (21) at a distance from the first friction shoulder (22) in the longitudinal direction (LR) of the central shaft (21), two supporting shoulders (24, 25) carried by the central shaft (21) and arranged between the friction shoulders (22, 23), one of which supporting shoulders (24, 25) is mounted in an axially displaceable manner on the central shaft (21), and an



WO 2020/170098 A1

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)

elastic element (26), which is arranged between the supporting shoulders (24, 25) and exerts an elastic force on the axially displaceable supporting shoulder (24, 25), said force being directed in the direction (LR) of the friction shoulder (22, 24) arranged in each case closest to the axially displaceable supporting shoulder (24, 25). According to the invention, the actuating device (26') comprises an actuator (33) which, in use, is driven outwardly in a radial direction away from the central shaft (21) of the tool (20') by the centrifugal forces (Ff) then acting and, in the process, acts on an oblique face (34, 35) formed on the respective supporting shoulder (24', 25').

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung stellt ein Werkzeug für das Reibrührschweißen zur Verfügung, welches es mit vermindertem Aufwand ermöglicht, zwei auf Stoß gefügte Paneelelemente durch Reibrührschweißen miteinander zu verbinden, bei denen im Bereich der aneinanderstoßenden Seitenflächen durch in die betreffenden Seitenflächen kanalartig eingeformte Ausnehmungen ein Tunnel gebildet ist. Hierzu weist das Werkzeug eine zentrale stiftartig ausgebildet und zum Ankoppeln an eine Antriebseinrichtung vorgesehene Achse (21), eine von der zentralen Achse (21) getragene erste Reibschulter (22), eine in Längsrichtung (LR) der zentralen Achse (21) in einem Abstand zu der ersten Reibschulter (22) von der zentralen Achse (21) getragene zweite Reibschulter (23), zwei von der zentralen Achse (21) getragene, zwischen den Reibschultern (22, 23) angeordnete Stützsultern (24, 25), von denen eine auf der zentralen Achse (21) axial verschiebbar gelagert ist, und ein elastisches Element (26) auf, das zwischen den Stützsultern (24, 25) angeordnet ist und auf die axial verschiebbare Stützsulter (24, 25) eine elastische Kraft ausübt, welche in Richtung (LR) der zu der axial verschiebbaren Stützsulter (24, 25) jeweils nächstbenachbart angeordneten Reibschulter (22, 23) gerichtet ist. Erfindungsgemäß umfasst die Stelleinrichtung (26') ein Stellglied (33), das im Gebrauch durch die dann wirkenden Fliehkräfte (Ff) in radialer Richtung nach außen weg von der zentralen Achse (21) des Werkzeugs (20') getrieben wird und dabei gegen eine an der jeweiligen Stützsulter (24', 25') ausgebildete Schrägfläche (34, 35) wirkt.

Werkzeug zum Reibrührschweißen und Verfahren zum Herstellen von Paneelen

Die Erfindung betrifft ein Werkzeug zum Reibrührschweißen, wobei das Werkzeug eine zentrale Achse, die stiftartig ausgebildet und zum Ankoppeln an eine Antriebseinrichtung vorgesehen ist, eine erste Reibschulter, die von der zentralen Achse getragen ist, eine zweiten Reibschulter, die in Längsrichtung der zentralen Achse in einem Abstand zu der ersten Reibschulter von der zentralen Achse getragen ist, zwei von der zentralen Achse getragene Stützsultern, die zwischen den Reibschultern angeordnet sind und von denen mindestens eine auf der zentralen Achse axial verschiebbar gelagert ist, und eine Stelleinrichtung umfasst, die zwischen den Stützsultern angeordnet und dazu eingerichtet ist, im Gebrauch mindestens auf die axial verschiebbare Stützsulter eine Kraft auszuüben, welche in Richtung der zu der axial verschiebbaren Stützsulter jeweils nächstbenachbart angeordneten Reibschulter gerichtet ist.

Ebenso betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen von Paneelen aus Paneelelementen, die aus einem verschweißbarem Werkstoff vorgefertigt sind, wobei bei die Paneelelemente mit einem Werkzeug der voranstehend angegebenen Art reibrührverschweißt werden.

Ein Werkzeug dieser Art ist hinaus aus der EP 2 995 411 A1 bekannt. Als Stelleinrichtung dient bei diesem Werkzeug eine Kombination aus Tellerfedern,

die die axial verschiebbaren Stützsultern mit einer elastischen, in Richtung der jeweils zugeordneten Reibschulter gerichteten Kraft belasten.

Eine Zusammenfassung von aus dem weiteren Stand der Technik bekannten Werkzeugen für das Reibrührschweißen enthält die DE 10 2005 030 800 A1. Wie dort erläutert und in der WO 93/10935 näher beschrieben, werden zum Reibrührschweißen die miteinander zu verschweißenden Werkstücke in Kontakt gebracht. In die so zwischen den Werkstücken gebildete Fügezone wird ein um seine Längsachse drehend angetriebener Stift eines Reibrührwerkzeugs eingeführt, bis eine oberhalb des Schweißstiftes an dem Werkzeug angeordnete Schulter auf der Oberfläche der Werkstücke sitzt. Dabei wird durch die Relativbewegung zwischen dem Stift und den Werkstücken Reibungswärme generiert, so dass die zueinander in der Fügezone benachbarten Werkstoffbereiche der Werkstücke einen plastifizierten Zustand einnehmen und das Material der Werkstücke in der Fügezone miteinander vermischt wird. Das Werkzeug wird, während der rotierende Schweißstift in Kontakt mit dem in der Fügezone vorhandenen Material steht, kontinuierlich entlang der Verbindungslinie zwischen den miteinander zu verschweißenden Werkstücken bewegt, so dass in einem kontinuierlich fortschreitenden Vorgang der um den Schweißstift sich befindende Werkstoff aufgeweicht, vermischt und anschließend verfestigt wird. Wie in der DE 10 2005 030 800 A1 weiter erläutert, kann es abhängig von der jeweils zu bewältigenden Schweißaufgabe zweckmäßig sein, die Reibschulter mit der Drehbewegung des Schweißstifts zu verkoppeln, um eine möglichst intensive Bearbeitung der Fügezone zu bewirken. Bei anderen Anwendungen kann es jedoch auch zweckmäßig sein, die Reibschulter von der Drehung des Schweißstifts zu entkoppeln, um die Gefahr der Entstehung von Verzug in der Fügezone zu minimieren. Gleichzeitig kann der Schweißstift in axialer Richtung verstellbar ausgebildet sein, um die Tiefe an die jeweils gegebene Materialdicke anpassen zu können, bis zu der der Schweißstift in das Material der miteinander zu verschweißenden Werkstücke eintaucht.

Neben dem voranstehend erläuterten Stand der Technik ist aus der US 2009/0230173 A1 ein mehrschultriges Reibrührschweißwerkzeug bekannt, das eine zentrale Achse aufweist, die zum Ankoppeln an eine Antriebseinrichtung vorgesehen ist. Die zentrale Achse ist als Gewindestange ausgebildet und trägt zwei Reibrührmodule sowie den Reibrührmodulen jeweils zugeordnete Schultern. Die Schultern und Reibrührmodule sind koaxial zur zentralen Achse ausgerichtet und über zu deren Gewinde korrespondierende Gewinde mit der zentralen Achse verkoppelt. Auf diese Weise kann die relative Position der Reibrührmodule und der Schultern durch Verdrehung der zentralen Achse oder der betreffenden Bauteile verstellt werden. Gleichzeitig erfolgt über die zentrale Achse der Drehantrieb der Reibrührmodule und der Schultern zum Reibrührverschweißen von gegeneinander stoßenden Blechbauteilen.

Typischerweise sind Paneelelemente, für deren Verschweißung ein erfindungsgemäßes Werkzeug besonders geeignet ist und aus denen sich durch Anwendung eines erfindungsgemäßen Verfahrens großflächige Paneele herstellen lassen, aus einem Leichtmetallwerkstoff gefertigt und werden auf Stoß gefügt. Gerade zwischen aneinanderstoßenden Paneelelementen kann eine Schweißverbindung besonders schnell und wirtschaftlich durch Reibrührschweißen hergestellt werden.

Hierbei ergibt sich eine besondere Herausforderung dann, wenn die Paneelelemente an ihren im gefügten Zustand gegeneinander stoßenden Seitenflächen kanalartige Ausnehmungen aufweisen, die, wenn die Paneelelemente auf Stoß gefügt sind, einen Tunnel bilden, der bei horizontaler Ausrichtung der Paneelelemente an seiner Ober- und seiner Unterseite jeweils durch einen seitlich von den Paneelelementen abstehenden Materialabschnitt begrenzt und als solcher von der Ober- und Unterseite der Paneelelemente her unzugänglich ist.

Bei derart gestalteten Paneelelementen lässt sich mit konventionellen Reibrührwerkzeugen, die bezogen auf eine horizontale Ausrichtung der

Paneelemente jeweils nur von der freien Ober- oder Unterseite her gegen die auf Stoß gefügten, miteinander zu verschweißenden Paneelemente wirken, keine ordnungsgemäße Verschweißung gewährleisten. So fehlt beim Einsatz von derart konventionellen Werkzeugen, die nur von einer Außenseite her an die Paneelemente angesetzt werden können, ein Gegenlager, welches sicherstellt, dass das Material der reibrührbearbeiteten Materialabschnitte der Paneelemente in einem für eine ordnungsgemäße Verschweißung ausreichenden Maße erwärmt wird und sich infolgedessen die Materialien der Paneelemente im Bereich der Schweißzone ausreichend vermischen.

Um dieses Problem zu lösen und beim Verschweißen von Paneelementen der voranstehend erläuterten Art eine glatte Schweißnaht mit ebenen Oberflächen zu erhalten, ist in der JP 2004/042115 A die Verwendung von spulenartigen Reibrührwerkzeugen vorgeschlagen worden, bei denen auf einer zentralen Achse jeweils eine Reibschulter und, in Achsrichtung beabstandet dazu, eine Stützsulter angeordnet ist. Der Abstand zwischen der Stützsulter und der Reibschulter ist dabei so eingestellt, dass sie der Dicke der in der Fügezone zwischen den Paneelementen aufeinanderstoßenden, den Tunnel zwischen den Paneelementen begrenzenden Materialabschnitte entspricht. Im Schweißbetrieb bildet die zentrale Achse des Werkzeugs den Schweißstift, der entlang der Fügenaht zwischen den miteinander zu verschweißenden Materialabschnitten der Paneelemente geführt wird. Da die Reibschulter und die Stützsulter jeweils drehfest mit der zentralen Achse verbunden sind, werden über die während des Schweißbetriebs auf der freien Oberseite der aneinanderstoßenden Materialabschnitte der Paneelemente aufsitzenden Reibschulter einerseits und durch die an der dem Tunnel zwischen den Paneelementen zugeordneten Fläche der Materialabschnitte anliegende Stützsulter andererseits Reibwärme erzeugt. Um eine optimale Abstützung während des Schweißvorgangs zu gewährleisten, ist die von der Stützsulter ausgeübte Anpresskraft größer als die von der Reibschulter gegen die freie Oberfläche der Seite. Indem in dieser Art jeweils ein in der voranstehend

erläuterten Weise gestaltetes Werkzeug entlang der bei horizontaler Ausrichtung der miteinander zu verschweißenden Paneelemente oberen Fügenaht und entlang der bei dieser Ausrichtung unten liegenden Fügenaht bewegt wird, lassen sich die Paneelemente in einem Zug miteinander verschweißen, obwohl der im Bereich der aneinanderstoßenden Seitenflächen gebildete Tunnel über seine Länge unzugänglich ist.

Vor dem Hintergrund des voranstehend erläuterten Standes der Technik hat sich die Aufgabe ergeben, ein Werkzeug für das Reibrührschweißen zu schaffen, welches es mit vermindertem Aufwand ermöglicht, zwei auf Stoß gefügte Paneelemente durch Reibrührschweißen miteinander zu verbinden, bei denen im Bereich der aneinanderstoßenden Seitenflächen durch in die betreffenden Seitenflächen kanalartig eingeformte Ausnehmungen ein Tunnel gebildet ist.

Darüber hinaus sollte ein Verfahren angegeben werden, welches auf einfache Weise erlaubt, derart ausgebildete und auf Stoß gefügte Paneelemente reibrührzuverschweißen.

Die Erfindung hat diese Aufgabe durch ein Werkzeug, das mindestens die in Anspruch 1 genannten Merkmale aufweist, und ein Verfahren gelöst, das mindestens die in Anspruch 10 angegebenen Verfahrensschritte umfasst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben und werden wie der allgemeine Erfindungsgedanke nachfolgend im Einzelnen erläutert.

Ein erfindungsgemäßes Werkzeug zum Reibrührschweißen umfasst demnach in Übereinstimmung mit dem eingangs erläuterten Stand der Technik

- eine zentrale Achse, die stiftartig ausgebildet und zum Ankoppeln an eine Antriebseinrichtung vorgesehen ist,

- eine erste Reibschulter, die von der zentralen Achse getragen ist,
- eine zweite Reibschulter, die in Längsrichtung der zentralen Achse in einem Abstand zu der ersten Reibschulter von der zentralen Achse getragen ist,
- zwei von der zentralen Achse getragene Stützsultern, die zwischen den Reibschultern angeordnet sind und von denen mindestens eine auf der zentralen Achse axial verschiebbar gelagert ist,

und

- eine Stelleinrichtung, die zwischen den Stützsultern angeordnet und dazu eingerichtet ist, im Gebrauch mindestens auf die axial verschiebbare Stützsulter eine Kraft auszuüben, welche in Richtung der zu der axial verschiebbaren Stützsulter jeweils nächstbenachbart angeordneten Reibschulter gerichtet ist.

Erfindungsgemäß umfasst nun die Stelleinrichtung ein Stellglied, das im Gebrauch durch die dann wirkenden Fliehkräfte in radialer Richtung nach außen weg von der zentralen Achse des Werkzeugs getrieben wird und dabei gegen eine an der jeweiligen Stützsulter ausgebildete Schrägfläche wirkt.

Die erfindungsgemäß vorgesehene Stelleinrichtung ist somit nach Art einer Fliehkraftkupplung ausgebildet und wirkt in Abhängigkeit von der Drehzahl des Werkzeugs. Hierzu umfasst die Stelleinrichtung ein Stellglied, das im Gebrauch durch die auf dieses Stellglied wirkenden Fliehkräfte in radialer Richtung nach außen weg von der zentralen Achse des Werkzeugs getrieben wird und dabei gegen eine an der jeweiligen Stützsulter ausgebildete Schrägfläche wirkt. Die Radialbewegung des Stellglieds wird so in eine gegen die zu ihm nächstbenachbarte Reibschulter gerichtete Axialbewegung umgelenkt. Auf diese Weise werden aus den hohen Drehzahlen, mit der Reibrührwerkzeuge der hier in Rede stehenden Art im Gebrauch betrieben werden, hohe Andruckkräfte erzeugt, die sich günstig auf den Schweißverlauf und das Schweißergebnis der Reibrührverschweißung auswirken..

Im praktischen Gebrauch dient die zentrale Achse eines erfindungsgemäßen Werkzeugs als Schweißstift, durch den über die Höhe der zwischen den aneinanderstoßenden Paneelementen vorhandenen Fügenähte durch Reibung so viel Wärme eingetragen wird, dass das Material im Bereich der Fügezone zwischen den Paneelementen aufweicht, sich vermischt und so eine intensive stoffschlüssige Verbindung eingeht, durch die nach dem Erstarren die Paneelemente fest miteinander verbunden sind. Dabei trägt die zentrale Achse zwei Stützsultern, die sich im Gebrauch in dem zwischen den miteinander zu verschweißenden Paneelementen vorhandenen Tunnel befinden und von dort aus die Materialabschnitte, die den Tunnel bei horizontaler Ausrichtung der Paneelemente an seiner Ober- und Unterseite begrenzen, während der Reibrührverschweißung stützen. Die Stützkraft wird dabei über eine Stelleinrichtung erzeugt, die zwischen den Stützsultern angeordnet ist und im Gebrauch mindestens eine Stützsulter, welche axial beweglich an der zentralen Achse gelagert ist, gegen die dem Tunnel zugewandte Fläche des ihr zugeordneten Materialabschnitts drückt. Auf diese Weise ist unabhängig von der jeweiligen Materialstärke des betreffenden Materialabschnitts und ohne aufwändige Einstellarbeiten sichergestellt, dass die axial verschiebbare Stützsulter den ihr zugeordneten Materialabschnitt mit der jeweils erforderlichen Anpresskraft stützt.

Die zweite Sulter kann in ihrer Achsstellung an der zentralen Achse so fixiert sein, dass sie mit fest eingestellter Anpresskraft vom Tunnel aus gegen den jeweils anderen Materialabschnitt drückt und auf diese Weise eine ausreichende Stützwirkung entfaltet.

Als besonders praxisgerecht erweist sich hier jedoch eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Werkzeugs, bei der beide Stützsultern axial verschiebbar an der zentralen Achse gelagert und im Gebrauch jeweils mittels einer Stelleinrichtung in Richtung der zu ihnen jeweils nächstbenachbart angeordneten Reibsulter mit einer Kraft belastet sind. Bei einem derart ausgestalteten Werkzeug entfällt jeglicher Justageaufwand für die Einstellung

der von den Stützsultern aufgebrachten Anpresskräfte. Stattdessen wirken die Stützsultern jeweils mit einer definierten, durch die jeweilige Stelleinrichtung erzeugten Kraft gegen die dem Tunnel zugewandte Fläche des ihnen jeweils zugeordneten Materialabschnitts. Als besonders günstig erweist sich dabei die elastisch federnde Kraftbeaufschlagung, da auf diese Weise Variationen der Dicke der miteinander zu verschweißenden Materialabschnitte der Paneelemente ohne weiteres ausgeglichen werden.

Wie schon erwähnt, dient die zentrale Achse im Gebrauch als Reibrührstift, über den die erforderliche Wärmeenergie durch Reibung in das Material eingebracht wird, das die jeweilige Fügenaht zwischen den miteinander zu verschweißenden Paneelementen seitlich begrenzt. Die zentrale Achse kann zu diesem Zweck an ihren Umfangflächen mit einer Oberflächenstruktur versehen sein, die die Reibung zwischen dem mit der zentralen Achse in Kontakt kommenden Material der reibrührzuverschweißenden Paneelemente erhöht. Ebenso kann die Formgebung der zentralen Achse so gewählt werden, dass ein optimaler Energieeintrag in das betreffende Material erzielt wird. Hierzu kann die zentrale Achse eine von einem Kreis abweichende Querschnittsform aufweisen. So sind beispielsweise vieleckige Querschnitte, insbesondere drei- oder mehreckige Querschnitte denkbar, so dass an der Umfangsfläche der Achse Kanten ausgebildet sind, die nicht nur die Reibung zwischen dem Material der zu verschweißenden Paneele erhöhen, sondern gegebenenfalls auch für eine dreh feste Ankopplung der Stütz- oder Reibschultern an die zentrale Achse genutzt werden können.

Dabei muss die zentrale Achse nicht notwendig aus einem Stück gefertigt sein. Vielmehr ist es auch möglich, die zentrale Achse aus zwei oder mehr einzelnen Bauteilen zusammenzusetzen. Dies kann den Vorteil haben, dass die betreffenden Bauteile entsprechend ihrer Funktion geformt sein können. So kann beispielsweise in dem Bereich, in dem die zentrale Achse mit dem Material der die Fügenähte begrenzenden Materialabschnitte in Berührung kommt, die zentrale Achse eine besondere Oberflächenstruktur oder besondere

mechanische Eigenschaften aufweisen, während sie in dem Bereich, in dem die Stützsultern axial verschiebbar sind, in einer für diesen Zweck optimalen Weise ausgestaltet sein kann. Dabei können die einzelnen Abschnitte der zentralen Achse aus einzelnen Bauteilen gebildet sein, die ihren jeweiligen Funktionen entsprechende Eigenschaften oder Formgebungen besitzen.

Auch bei einem erfindungsgemäßen Werkzeug kann für den Eintrag maximaler Reibungswärme in die Fügezone, in der die Schweißverbindung ausgebildet werden soll, zweckmäßig sein, mindestens eine der Stützsultern drehfest mit der zentralen Achse zu verkoppeln.

Aus denselben Gründen kann es zweckmäßig sein, mindestens eine der Reibsultern drehfest mit der zentralen Achse zu verkoppeln.

Jedoch können sich auch Einsatzfälle ergeben, bei denen es aus den schon aus dem eingangs diskutierten Stand der Technik bekannten Gründen sinnvoll ist, die Stützsultern oder die Reibsultern von der Drehbewegung der zentralen Achse zu entkoppeln, so dass die jeweils drehentkoppelte Stützsulter oder Reibsulter im Gebrauch keine Drehung um die Längsachse der zentralen Achse ausführt.

Insbesondere dann, wenn die Stütz- oder Reibsultern von der Drehbewegung der zentralen Achse entkoppelt sind, können die Stütz- oder Reibsultern auch nach Art eines schuhförmigen Absatzes oder desgleichen ausgebildet sein, um eine großflächige Abstützung oder Reibbelastung der Fügezone zwischen den miteinander zu verschweißenden Paneelelementen zu bewirken. Auch ist es möglich, mindestens eine der Stützsultern so auszubilden, dass die betreffende Stützsulter an den seitlichen Begrenzungsflächen des zwischen den aneinanderstoßenden Paneelelementen gebildeten Tunnels geführt und auf diese Weise die zentrale Achse abgestützt ist.

Eine optimale Belastungsverteilung ergibt sich bei einem erfindungsgemäßen Werkzeug im Gebrauch dann, wenn die Reibschultern, die Stützsultern und das mindestens eine elastisches Element coaxial in Bezug auf die zentrale Achse ausgerichtet sind. Dies gilt insbesondere dann, wenn mindestens eine der Reibschultern oder der Stützsultern drehfest mit der zentralen Achse verbunden ist.

Ebenso erweist es sich im Fall, dass mindestens eine der Reibschultern oder der Stützsultern drehfest mit der zentralen Achse verbunden ist, als günstig, wenn die mit dem Material der Paneelemente in Kontakt kommenden Stirnflächen der Reibschultern oder der Stützsultern ringscheibenförmig sind und die zentrale Achse durch das Zentrum der so geformten Stirnflächen geführt ist.

Den voranstehenden Erläuterungen zum erfindungsgemäßen Werkzeug entsprechend umfasst das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen von Paneelen, die aus zwei aus verschweißbarem Werkstoff vorgefertigten Paneelementen zusammengesetzt sind, die an einander zugeordneten Seitenflächen jeweils eine kanalartig sich längs der betreffenden Seitenfläche erstreckende Ausnehmung aufweisen, folgende Arbeitsschritte:

- Bereitstellen der zwei Paneelemente;
- Fügen der Paneelemente derart, dass ihre mit den kanalartigen Ausnehmungen versehenen Seitenflächen in einer Fügezone gegeneinander, insbesondere stumpf gegeneinander, stoßen und in der Fügezone durch die kanalartigen Ausnehmungen ein sich längs der Fügezone erstreckender Tunnel gebildet ist, der bei horizontaler Ausrichtung der Paneelemente an seiner Ober- und seiner Unterseite jeweils durch stegartig seitlich von dem jeweiligen Paneelement abstehende Materialabschnitte der Paneelemente begrenzt ist, von denen die der Oberseite zugeordneten Materialabschnitte in einer ersten

Fügenreihe und die der Unterseite zugeordneten Materialabschnitte in einer zweiten Fügeverbindung gegeneinander stoßen,

- Reibschweißverfahren der Paneelemente, indem ein ausgebildetes Werkzeug mit seiner als Rührstift wirkenden zentralen Achse entlang der Fügeverbindung zwischen den Paneelementen geführt wird, wobei die eine Reibschulter auf die freie Oberfläche an der Oberseite und die andere Reibschulter auf die freie Oberfläche an der Unterseite wirken und mindestens eine der Stützscheren elastisch gegen die dem Tunnel zugewandte Fläche von zwei aneinander stoßenden Materialabschnitten der Paneelemente gedrückt wird.

Im Fall, dass die Stützscheren drehfest mit der zentralen Achse verkoppelt sind, werden während des Reibschweißens die Materialabschnitte der aneinanderstoßenden und miteinander zu verschweißenden Paneelemente jeweils sowohl von ihrer freien, vom Tunnel zwischen den Paneelementen abgewandten Außenfläche als auch von ihrer dem Tunnel zugewandten Fläche her reibschweißbelastet.

Ein erfindungsgemäßes Werkzeug und ein erfindungsgemäßes Verfahren eignen sich in besonderer Weise zum Reibschweißverfahren von Paneelementen, die aus einem Leichtmetallwerkstoff, insbesondere einem Aluminiumwerkstoff, bestehen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels darstellend näher erläutert. Es zeigen jeweils schematisch:

Fig. 1 ein dem Stand der Technik entsprechendes Werkzeug beim Verschweißen von zwei horizontal ausgerichteten Paneelementen im Querschnitt;

Fig. 2 die für das Verschweißen bereitgestellten Paneelemente in horizontaler Ausrichtung in einer der Fig. 1 entsprechenden Ansicht;

Fig. 3 die Paneelemente gemäß Fig. 1 und 2 in auf Stoß gefügtem Zustand in einer der Fig. 1 entsprechenden Ansicht;

Fig. 4 die Paneelemente gemäß den Fig. 1 bis 3 bei der Reibrührverschweißung mittels des in Fig. 1 dargestellten Werkzeugs in einer den Fig. 1 bis 3 entsprechenden Ansicht;

Fig. 5 ein erfindungsgemäßes Werkzeug in einer der Fig. 1 entsprechenden Darstellung.

Die Paneelemente 1,2 sind in konventioneller Weise beispielsweise durch Strangpressen als Hohlkammerprofile aus einem hierzu aus dem Stand der Technik bekannten Aluminiumwerkstoff vorgefertigt. In die Seitenflächen ihrer Längsseiten 3,4 sind jeweils kanalartige Ausnehmungen 5,6 eingeformt, die sich über die Länge der jeweiligen Längsseite 3,4 erstrecken und die bei der in den Figuren gewählten horizontalen Ausrichtung an ihrer oberen und unteren Seite jeweils durch einen Materialabschnitt 7a,7b,8a,8b des jeweiligen Paneelements 1,2 begrenzt sind. Die Basis der kanalartigen Ausnehmungen 5,6 ist dabei durch die der jeweiligen Längsseite 3,4 zugeordneten Seitenflächen von jeweils einem Steg 9,10 des jeweiligen Paneelements 1,2 gebildet, so dass die Ausnehmungen 5,6 eine U-förmige Querschnittsform besitzen.

Zum Verschweißen werden die Paneelemente 1,2 auf Stoß gefügt (Fig. 3), indem ihre Längsseiten 3,4 aneinanderstoßend so ausgerichtet werden, dass die Außenflächen 11,12 der Paneelemente 1,2 in einer Ebene liegen und sich die Stirnflächen ihrer bei horizontaler Ausrichtung der Paneelemente 1,2 oberen Materialabschnitte 7a,8a in einer oberen Fügenaht 13a und ihre unteren Materialabschnitte 7b,8b in einer unteren Fügenaht 13b berühren.

Die Ausnehmungen 5,6 der Paneelemente 1,2 bilden zwischen den in dieser Weise aneinanderstoßenden Paneelementen 1,2 einen Tunnel 14, der bei der in den Figuren 1 – 4 gewählten horizontalen Ausrichtung an seiner Oberseite durch die Materialabschnitte 7a,8a und an seiner Unterseite durch die Materialabschnitte 7b,8b der Paneelemente 1,2 begrenzt ist.

Das in Fig. 1 und 4 dargestellte, dem eingangs erörterten Stand der Technik entsprechende Werkzeug 20 zum Reibrührverschweißen weist eine nach Art eines bei konventionellen Reibrührwerkzeugen vorgesehenen Schweißstifts ausgebildete zentrale Achse 21 auf, die an einen hier nicht gezeigten, konventionell ausgebildeten Drehantrieb angekoppelt ist. Der nicht gezeigte Drehantrieb treibt die zentrale Achse 21 um ihre Längsachse L rotierend an.

Am unteren Ende der zentralen Achse 21 ist eine erste Reibschulter 22 in drehfester Verbindung mit der zentralen Achse 21 gehalten. Eine zweite Reibschulter 23 ist in Längsrichtung der zentralen Achse 21 versetzt ebenfalls in drehfester Verbindung an der zentralen Achse 21 gehalten. Dabei ist die zweite Reibschulter 23 mit einer hier nicht gezeigten lösbaren Stelleinrichtung ausgestattet, mittels derer die Position der Reibschulter 23 an der zentralen Achse 21 fixiert ist. Nach Lösen ihrer Stelleinrichtung kann die Reibschulter 23 in Längsrichtung LR der zentralen Achse 21 verstellt werden.

Zwischen den beiden Reibschultern 22,23 sind zwei Stützsultern 24,25 an der zentralen Achse 21 angeordnet. Die Stützsultern 24,25 sind dabei in Längsrichtung LR verschiebbar und in drehfester Verbindung an der zentralen Achse 21 gelagert.

Die Stützsultern 24,25 sind bei dem in Fig. 1 und 4 dargestellten, dem Stand der Technik entsprechenden Werkzeug durch eine zwischen ihnen angeordnete Stelleinrichtung 26, die als elastisches Element ausgebildet ist, in Richtung der zu ihnen jeweils nächstbenachbarten Reibschulter 22,23 mit einer elastischen Kraft belastet. Die Stelleinrichtung 26 ist dazu durch ein Paket von Tellerfedern

27,28 gebildet, die so gegeneinander ausgerichtet sind, dass die Stützschulter 24 in Richtung der Reibschulter 22 und die Stützschulter 25 in Richtung der Reibschulter 23 gedrückt wird.

Die Reibschultern 22,23, die Stützschultern 24,25 und die die Stelleinrichtung 26 bildenden Tellerfedern 27,28 sind coaxial zur zentralen Achse 21 ausgerichtet und jeweils so geformt, dass die zentrale Achse 21 durch sie hindurch geführt werden kann. An den einander zugeordneten Stirnflächen der Reibschultern 22,23 und der Stützschultern 24,25 sind dementsprechend ringförmige ebene Anlageflächen 29,30,31,32 gebildet, durch deren Zentrum die zentrale Achse 21 verläuft.

Zum Start der Reibrührverschweißung wird das Werkzeug 20 an einem seitlich offenen Ende des Tunnels 14 so positioniert und eingerichtet, dass bei horizontaler Ausrichtung der auf Stoß gefügten Paneelemente 1,2, seine erste Reibschulter 23 an der bei horizontaler Ausrichtung der Paneelemente 1,2 unteren Außenfläche 12 der Paneelemente 1,2 und die obere Reibschulter 22 auf der oberen Außenfläche 11 der Paneelemente 1,2 sitzt. Gleichzeitig sitzen die Stützschultern 24,25 in dem Tunnel 14 und werden von der Stelleinrichtung 26 gegen die ihnen jeweils zugeordneten, dem Tunnel 14 zugewandten Flächen der Materialabschnitte 7a,8a und 7b,8b gedrückt.

Anschließend wird das Werkzeug 20 mittels des mit seiner zentralen Achse 21 verkoppelten Drehantriebs um seiner Längsachse L rotierend und in einer kontinuierlichen Vorwärtsbewegung längs der Fügenähte 13a,13b angetrieben. Die nun in das Material der in den Fügenähten 13a,13b aneinander stoßenden Materialabschnitte 7a,8a;7b,8b eintauchende zentrale Achse 21 wirkt als Schweißstift, durch dessen Rotation und der damit einhergehenden Reibung so viel Wärme in das betreffende Material eingebracht wird, dass diese aufweicht, sich vermischt und, nachdem das Werkzeug 20 weiterbewegt worden ist, sich wieder verfestigt, so dass die Paneelemente 1,2 miteinander unlösbar stoffschlüssig schweißverbunden sind. Die Stützschultern 24,25 stützen dabei

die Materialabschnitte 7a,8a;7b,8b und stellen sicher, dass sich in den Fügenähten 13a,13b über die gesamte Dicke der in ihnen zusammenstoßenden Materialabschnitte 7a,8a;7b,8b eine ordnungsgemäße Materialvermischung ergibt. Gleichzeitig gewährleisten die Stützsultern 24,25 genauso wie die Reibsultern 22,23 an der jeweiligen Außenfläche 11,12 der Paneelelemente 1,2, dass sich eine optimal ebene Schweißnaht an der dem Tunnel 14 zugeordneten Seite der Materialabschnitte 7a,8a,7b,8b ergibt.

Die in Fig. 5 dargestellte erfindungsgemäße Ausgestaltung eines Werkzeugs 20' zum Reibrührschweißen unterscheidet sich von dem Werkzeug 20 hinsichtlich der Ausgestaltung seiner Stalleinrichtung 26' und seiner Stützsultern 24',25'. Sämtliche Bauteile des Werkzeugs 20', die mit den korrespondierenden Bauteilen des Werkzeugs 20 hinsichtlich ihrer Gestaltung und Funktion übereinstimmen, sind daher mit den Bezugszeichen versehen, die schon beim Werkzeug 20 verwendet worden sind.

Beim Werkzeug 20' ist die Stalleinrichtung 26' durch Kugeln 33 gebildet, die lose zwischen den Stützsultern 24',25' angeordnet sind. Dabei sind die im Übrigen wie die Stützsultern 24,25 geformten Stützsultern 24',25' an ihrer Unterseite mit einer kegelförmig angeschrägt umlaufenden Schrägfläche 34,35 versehen. Diese fällt bei der oberen Stützsulter 24' die Schrägfläche 34 ausgehend von ihrem der zentralen Achse 21 zugeordneten inneren Rand in radialer Richtung bis zu ihrem äußeren Rand unter einem auf die Normale N zur zentralen Achse 21 bezogenen Winkel β ab, wogegen die Schrägfläche 35 bei der unteren Stützsulter 25' ausgehend von deren der zentralen Achse 21 zugeordneten inneren Rand in radialer Richtung bis zu deren äußeren Rand ebenfalls unter dem Winkel β ansteigt.

Im Gebrauch rotieren die mit der zentralen Achse 21 drehfest verbundenen Stützsultern 24',25' und mit ihnen die Kugeln 33 mit hoher Drehzahl, so dass die lose zwischen den Stützsultern 24',25' sitzenden Kugeln 33 in Folge der dabei wirkenden Fliehkräfte F_f entlang der Schrägflächen 34,35 in radialer

Richtung nach außen getrieben werden. Demzufolge üben die Kugeln 33 auf die Schrägflächen 34,35 eine resultierende Kraft F_{res} aus, die sich aus der Fliehkraft F_r und einer achsparallel zur zentralen Achse 21 ausgerichteten Kraft F_x ergibt, für die gilt $F_x = F_f \times \sin(\beta) \times \cos(\beta)$. In Folge der im Gebrauch auftretenden Fliehkräfte F_f werden die Stützsultern 24',35' somit mit der achsparallel zur zentralen Achse 21 wirkenden Kraft F_x gegen die ihnen jeweils zugeordnete, dem Tunnel 14 zugewandte Fläche der Materialabschnitte 7a,8a;7b,8b gedrückt und stützen so die Materialabschnitte 7a,8a;7b,8b während des Schweißvorgangs.

BEZUGSZEICHEN

1,2	Paneeelemente
3,4	Längsseiten der Paneeelemente 1,2
5,6	Ausnehmungen der Paneeelemente 1,2
7a,7b	bei horizontaler Ausrichtung obere Materialabschnitte der Paneeelemente 1,2
8a,8b	bei horizontaler Ausrichtung untere Materialabschnitte der Paneeelemente 1,2
9,10	Stege der Paneeelemente 1,2
11,12	Außenfläche der Paneeelemente 1,2
13a,13b	Fügenähte
14	durch die Ausnehmungen 5,6 gebildeter Tunnel
20,20'	Werkzeuge zum Reibrührverschweißen der Paneeelemente 1,2
21	zentrale Achse der Werkzeuge 20,20'
22,23	Reibschultern der Werkzeuge 20,20'
24,25	Stützsultern des Werkzeugs 20
24',25'	Stützsultern des Werkzeugs 20'
26	Stelleinrichtung des Werkzeugs 20
26'	Stelleinrichtung des Werkzeugs 20'
27,28	Tellerfedern der Stelleinrichtung 26
29-32	Anlageflächen der Stützsultern 24,25 und der Reibschultern 22,23
33	Kugeln der Stelleinrichtung 26'
34,35	Schrägfläche Stützsultern 24',25'
β	Winkel zwischen den Schrägflächen 34,35 und der Normale N
Ff	in radialer Richtung bezogen auf die zentrale Achse ausgerichtete, auf die Kugeln 33 im Gebrauch wirkende Fliehkräfte
Fx	in axialer Richtung auf die Stützsultern 24',25' im Gebrauch wirkende Kräfte
Fres	von den Kugeln 33 im Gebrauch auf die Schrägflächen 34,35 ausgeübte Kraft
L	Längsachse der zentralen Achse 21
LR	Längsrichtung der zentralen Achse 21
N	Normale zur zentralen Achse 21

PATENTANSPRÜCHE

1. Werkzeug zum Reibrührschweißen

- mit einer zentralen Achse (21), die stiftartig ausgebildet und zum Ankoppeln an eine Antriebseinrichtung vorgesehen ist,
 - mit einer ersten Reibschulter (22), die von der zentralen Achse (21) getragen ist,
 - mit einer zweiten Reibschulter (23), die in Längsrichtung (LR) der zentralen Achse (21) in einem Abstand zu der ersten Reibschulter (22) von der zentralen Achse (21) getragen ist,
 - mit zwei von der zentralen Achse (21) getragene Stützsultern (24',25'), die zwischen den Reibschultern (22,23) angeordnet sind und von denen mindestens eine auf der zentralen Achse (21) axial verschiebbar gelagert ist, und
 - mit einer Stelleinrichtung (26'), die zwischen den Stützsultern (24',25') angeordnet und dazu eingerichtet ist, im Gebrauch mindestens auf die axial verschiebbare Stützsulter (24',25') eine Kraft auszuüben, welche in Richtung (LR) der zu der axial verschiebbaren Stützsulter (24',25') jeweils nächstbenachbart angeordneten Reibschulter (22,23) gerichtet ist,
- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Stelleinrichtung (26') ein Stellglied (33) umfasst, das im Gebrauch durch die dann wirkenden Fliehkräfte (Ff) in radialer Richtung nach außen weg von der zentralen Achse (21) des Werkzeugs (20') getrieben wird und dabei gegen eine an der jeweiligen Stützsulter (24',25') ausgebildete Schrägfläche (34,35) wirkt.

2. Werkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass beide Stützsultern (24',25') axial verschiebbar an der zentralen Achse (21) gelagert und im Gebrauch jeweils mittels der Stelleinrichtung (26') in Richtung (LR) der zu ihnen jeweils nächstbenachbart angeordneten Reibschulter (22,23) mit einer Kraft belastet sind.
3. Werkzeug nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützsultern (24',25') gemeinsam durch die zwischen ihnen angeordnete Stelleinrichtung (26') im Gebrauch mit der gegen die jeweils nächstbenachbart angeordnete Reibschulter (22,23) gerichteten Kraft belastet sind.
4. Werkzeug nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zentrale Achse (21) aus zwei oder mehr Teilen zusammengesetzt ist, die drehfest miteinander verkoppelt sind.
5. Werkzeug nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Stützsultern (24',25') drehfest mit der zentralen Achse (21) verkoppelt ist.
6. Werkzeug nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Reibschultern (22,23) drehfest mit der zentralen Achse (21) verkoppelt ist.
7. Werkzeug nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Reibschultern (22,23), die Stützsultern (24',25') und die Stelleinrichtung (26') coaxial in Bezug auf die zentrale Achse (21) ausgerichtet sind.

8. Werkzeug nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die einander zugewandten Stirnflächen (29,30) der Reibschultern (22,23) ringförmig sind.
9. Werkzeug nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützsultern (24',25') ringscheibenförmig sind.
10. Verfahren zum Herstellen von Paneelen, die aus zwei aus verschweißbarem Werkstoff vorgefertigten Paneelelementen (1,2) zusammengesetzt sind, die an einander zugeordneten Seitenflächen jeweils eine kanalartig sich längs der betreffenden Seitenfläche erstreckende Ausnehmung (5,6) aufweisen, umfassend folgende Arbeitsschritte:
 - Bereitstellen der zwei Paneelelemente (1,2);
 - Fügen der Paneelelemente (1,2) derart, dass ihre mit den kanalartigen Ausnehmungen (5,6) versehenen Seitenflächen gegeneinander stoßen und durch die kanalartigen Ausnehmungen (5,6) ein Tunnel (14) gebildet ist, der bei horizontaler Ausrichtung der Paneelelemente (1,2) an seiner Ober- und seiner Unterseite jeweils durch stegartig seitlich von dem jeweiligen Paneelelement (1,2) abstehende Materialabschnitte (7a,7b;8a,8b) der Paneelelemente (1,2) begrenzt ist, von denen die der Oberseite zugeordneten Materialabschnitte (7a,8a) in einer ersten Fügenaht (13a) und die der Unterseite zugeordneten Materialabschnitte (7a,7b) in einer zweiten Fügenaht (13b) gegeneinander stoßen;
 - Reibrührverschweißen der Paneelelemente (1,2), indem ein gemäß einem der voranstehenden Ansprüche ausgebildetes Werkzeug (20') mit seiner als Schweißstift wirkenden zentralen Achse (21) entlang der

Fügenähte (13a,13b) zwischen den Paneelementen (1,2) geführt wird, wobei die eine Reibschulter (22) auf die freie Oberfläche (11) an der Oberseite und die andere Reibschulter (23) auf die freie Oberfläche (12) an der Unterseite der Paneelemente (1,2) wirken und wobei die Stützsultern (24',25') in dem Tunnel (14) angeordnet sind und mindestens eine der Stützsultern (24',25') von der Stalleinrichtung (26') gegen die dem Tunnel (14) zugewandte Fläche von zwei aneinander stoßenden Materialabschnitten (7a,8a;7b,8b) der Paneelemente (1,2) gedrückt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Stützsultern (24',25') drehfest mit der zentralen Achse (21) verkoppelt sind, so dass während des Reibrührverschweißens die Materialabschnitte (7a,8a;7b,8b) jeweils sowohl von ihrer freien, vom Tunnel (14) zwischen den Paneelementen (1,2) abgewandten Außenfläche (11,12) als auch von ihrer dem Tunnel (14) zugewandten Fläche her reibrührbelastet werden.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Paneelemente (1,2) aus einem Leichtmetallwerkstoff bestehen.

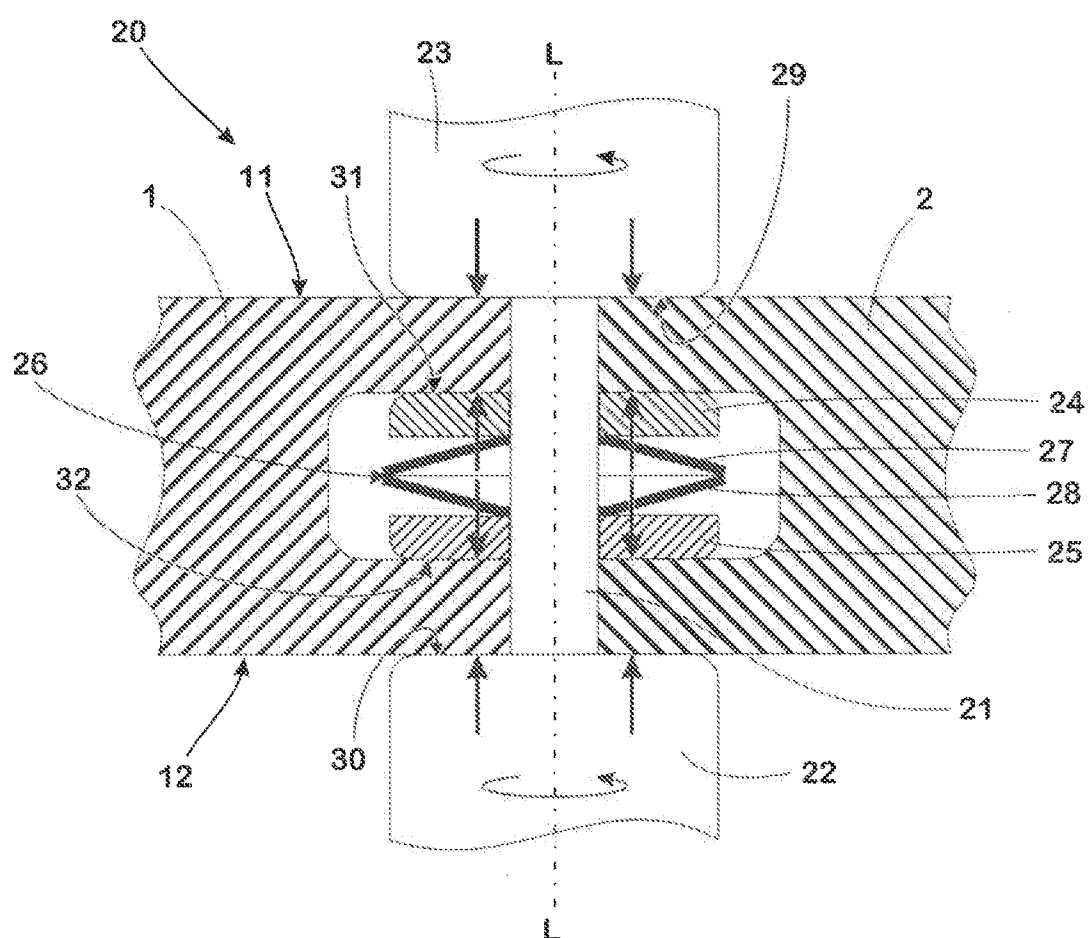


Fig. 1

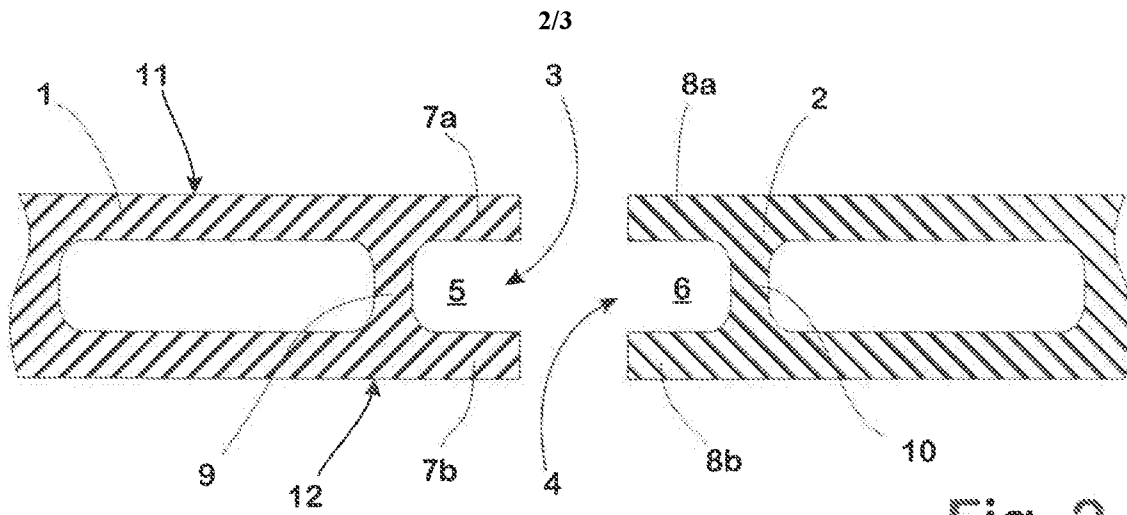


Fig. 2

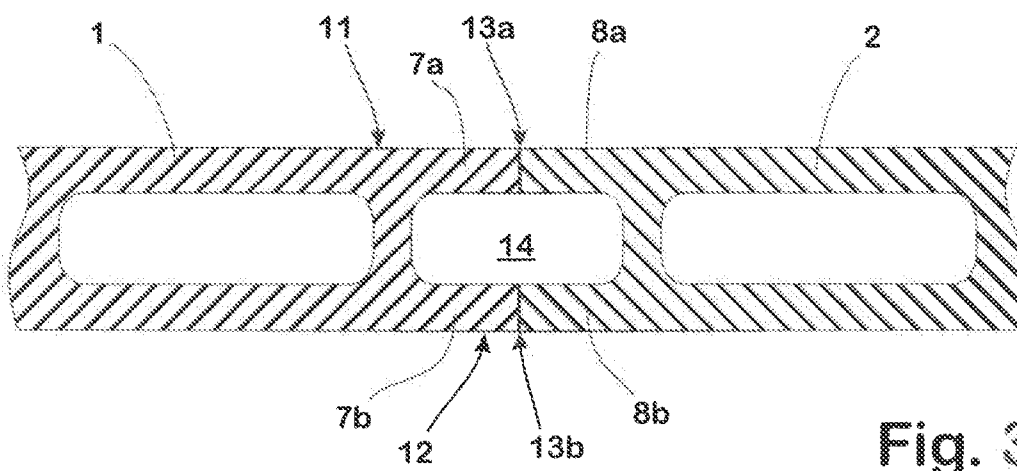


Fig. 3

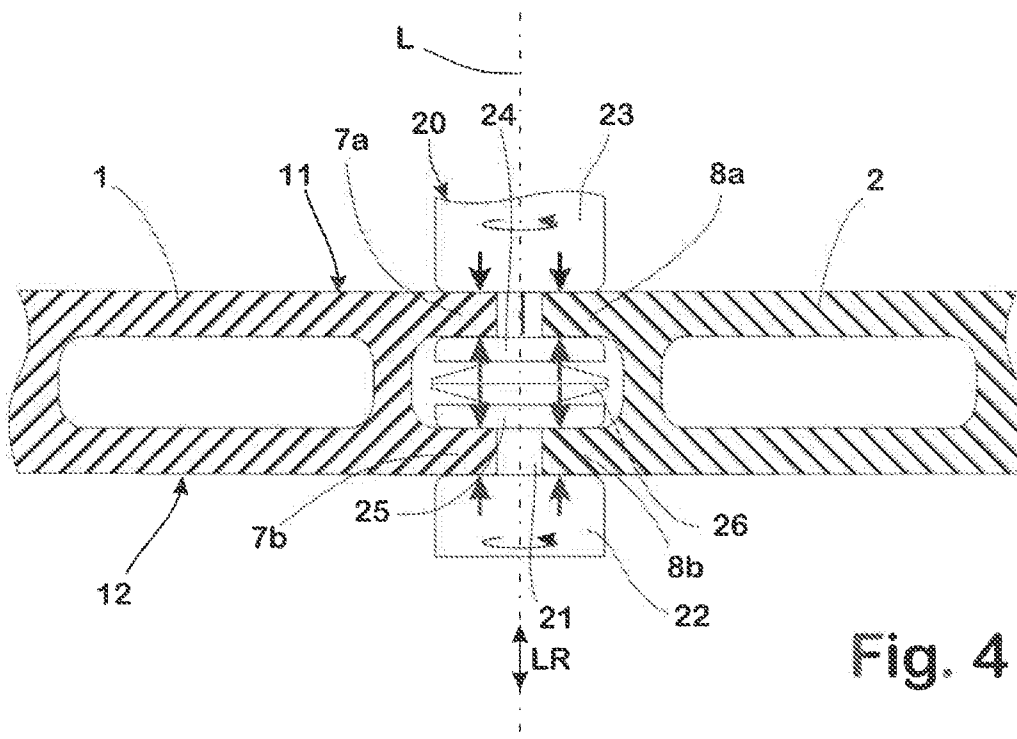


Fig. 4

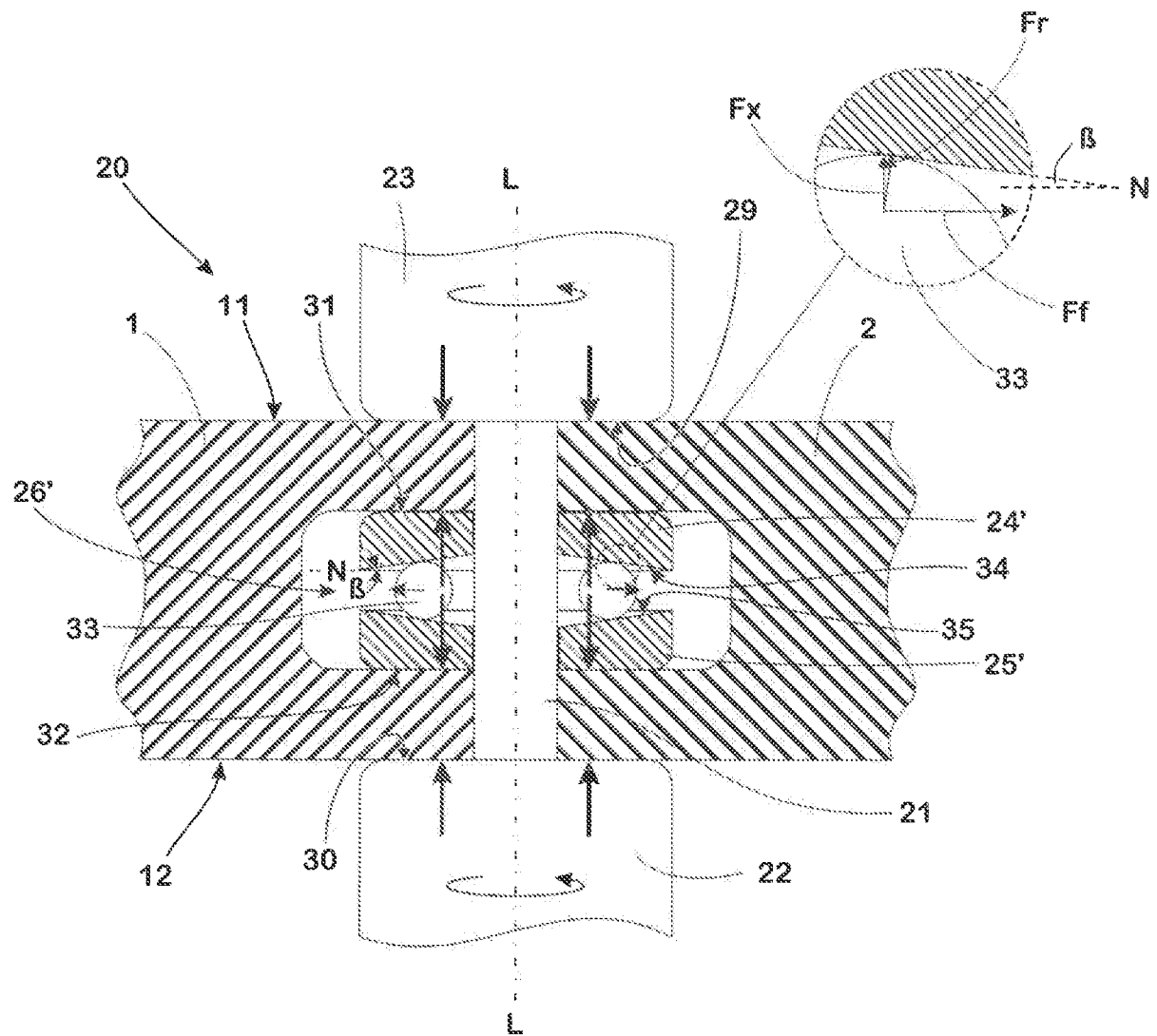


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2020/051252

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*B23K 20/12*(2006.01); *B23K 101/04*(2006.01)n

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)

B23K

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.
A	EP 2995411 A1 (HELMHOLTZ ZENTRUM GEESTHACHT ZENTRUM FÜR MATERIAL UND KÜSTENFORSCHUNG) 16 March 2016 (2016-03-16) cited in the application abstract figures 1,2,4	1-12
A	JP 2012250277 A (KAWASAKI HEAVY IND LTD) 20 December 2012 (2012-12-20) abstract figure *	1-12
A	JP 2008012550 A (NIPPON SHARYO SEIZO KK) 24 January 2008 (2008-01-24) figure 3	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

23 April 2020

Date of mailing of the international search report

12 May 2020

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

Perret, William

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/IB2020/051252

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
EP	2995411	A1	16 March 2016	NONE	
JP	2012250277	A	20 December 2012	JP 5848528 B2	27 January 2016
				JP 2012250277 A	20 December 2012
JP	2008012550	A	24 January 2008	JP 4619999 B2	26 January 2011
				JP 2008012550 A	24 January 2008

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/IB2020/051252

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B23K20/12

ADD. B23K101/04

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B23K

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.
A	EP 2 995 411 A1 (HELMHOLTZ ZENTRUM GEESTHACHT ZENTRUM FÜR MATERIAL UND KÜSTENFORSCHUNG) 16. März 2016 (2016-03-16) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Abbildungen 1,2,4 -----	1-12
A	JP 2012 250277 A (KAWASAKI HEAVY IND LTD) 20. Dezember 2012 (2012-12-20) Zusammenfassung Abbildung *	1-12
A	JP 2008 012550 A (NIPPON SHARYO SEIZO KK) 24. Januar 2008 (2008-01-24) Abbildung 3 -----	1-12

☐ 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

23. April 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/05/2020

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

Perret, William

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/IB2020/051252

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2995411	A1	16-03-2016	KEINE
JP 2012250277	A	20-12-2012	JP 5848528 B2 27-01-2016
			JP 2012250277 A 20-12-2012
JP 2008012550	A	24-01-2008	JP 4619999 B2 26-01-2011
			JP 2008012550 A 24-01-2008