



(10) **DE 10 2018 130 521 A1** 2020.06.04

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 130 521.4**

(22) Anmeldetag: **30.11.2018**

(43) Offenlegungstag: **04.06.2020**

(51) Int Cl.: **B23K 20/12 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT, 38440
Wolfsburg, DE**

(74) Vertreter:

**Schulz Junghans Patentanwälte PartGmbB, 10963
Berlin, DE**

(72) Erfinder:

**Eslami, Nima, 37073 Göttingen, DE; Fricke,
Andreas, 38458 Velpke, DE; Harms, Alexander,
39646 Oebisfelde, DE; Lüdecke, Christoph, 39646
Oebisfelde, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

| | | |
|----|------------------|----|
| DE | 199 48 441 | A1 |
| GB | 2 454 401 | A |
| US | 6 676 008 | B1 |
| US | 2017 / 0 157 720 | A1 |
| EP | 1 077 787 | B1 |
| EP | 1 690 627 | A2 |
| EP | 2 502 698 | A1 |
| EP | 2 990 154 | A1 |
| WO | 2005/ 061 172 | A2 |
| WO | 2013/ 119 154 | A1 |

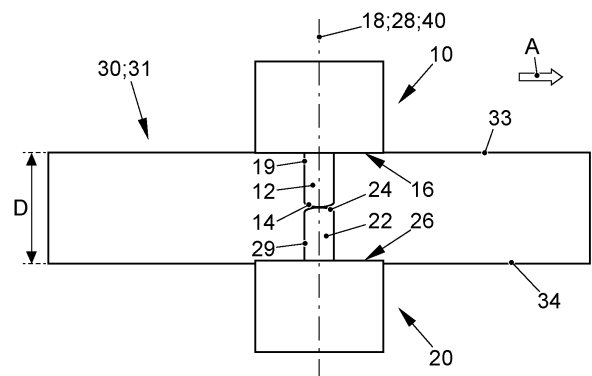
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung eines Bauteilverbands und Kraftfahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteilverbands mittels Rührreibschweißen und ein Kraftfahrzeug.

Die Vorrichtung zur umfasst ein erstes Werkzeugteil (10) mit einem ersten Schaft (12) zur Ausführung einer Rotation zwecks reibungsbedingtem Erwärmen von Material zweier zu fügender Bauteile (31, 32) zum Fügen der Bauteile (31, 32), wobei das erste Werkzeugteil (10) um eine Mittellängsachse (18) des ersten Schafts (12) rotierbar angeordnet ist, sowie einer (12) axial an den ersten Schaft (12) angrenzenden ersten Schulter (16) zur Reibung an ersten Oberflächen (33) der zu fügenden Bauteile (31, 32). Sie umfasst weiterhin ein zweites Werkzeugteil (20) mit einem zweiten Schaft (22) zur Ausführung einer Rotation zwecks reibungsbedingtem Erwärmen von Material der zu fügenden Bauteile (31, 32) zum Fügen der Bauteile (31, 32), wobei das zweite Werkzeugteil (20) um eine Mittellängsachse (28) des zweiten Schafts (22) rotierbar angeordnet ist, sowie einer axial an den zweiten Schaft (22) angrenzenden zweiten Schulter (26) zur Reibung an den ersten Oberflächen (33) gegenüberliegenden zweiten Oberflächen (34) der zu fügenden Bauteile (31, 32).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteilverbunds mittels Rührreibschweißen sowie ein Kraftfahrzeug, insbesondere einen Personenkraftwagen.

[0002] Beim Rührreibschweißen wird ein rotierendes Werkzeug genutzt, um Material zweier zu fügender Bauteile reibungsbedingt zu erwärmen und miteinander zu verbinden. Zu diesem Zweck taucht ein Schaft des rotierenden Werkzeugs in den herzustellenden Bauteilverbund bzw. zwischen die zu fügenden Bauteile ein und bewegt sich entlang der Grenze zwischen den Bauteilen, sodass Material der zu fügenden Bauteile aus dem vor dem Schaft befindlichen Bereich in den hinter dem Schaft befindlichen Bereich transportiert wird. Dabei kommt es zur Vermischung und zum Verschweißen des Materials der beiden Bauteile. Ein wesentlicher Teil des Wärmeeintrags erfolgt dabei über eine an der Bauteiloberfläche reibende Schulter des Werkzeugs. Das Rührreibschweißen ist insbesondere vorteilhaft zum Fügen von Bauteilen unterschiedlicher Materialien.

[0003] Die Wirtschaftlichkeit des Rührreibschweißprozesses hängt in besonderem Maß von der erzielbaren Schweißgeschwindigkeit ab. Zur Steigerung der Geschwindigkeit beim Schweißen hochzähmiger Materialien, beispielsweise Stahl, besteht die Möglichkeit, als zusätzlichen Weg der Wärmeeinbringung die konduktive Erwärmung zu nutzen. Dies ist allerdings im Bereich besser elektrisch leitfähiger Materialien aufgrund der geringen widerstandsbedingten Erwärmung weniger zielführend.

[0004] Weiterhin ist bekannt, dass ein stechender Anstellwinkel des Schweißwerkzeugs das Ergebnis einer Rührreibschweißung verbessert. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Transport plastifizierten Materials unter der Vorderkante der Schulter erleichtert wird und das Material unter der Hinterkante der Schulter besser verdichtet wird.

[0005] Die CA 2 535 603 A1 und die EP 1 690 627 A2 beschreiben ein Rührreibschweißverfahren zum Fügen metallischer Materialien. Dazu wird ein geformtes rotierendes Werkzeug genutzt, welches entlang einer Vorschubrichtung in Bezug zu den zu fügenden Bauteilen bewegt wird und dazu eingerichtet ist, in Bezug auf die Vorschubrichtung vorn gelegenes Material nach hinten zu bewegen, ohne das Material zu verflüssigen. Dabei liegt eine am Werkzeug angebrachte Schulter, die einen größeren Durchmesser aufweist als das rotierende Werkzeug, auf der Oberfläche der zu fügenden Bauteile auf und erwärmt diese durch die bei der rotierenden Bewegung auftretende Reibung. Typischerweise sind die zu fügenden Bauteile fest eingespannt.

[0006] Die WO 2005 061 172 A2 offenbart eine Klemmeinrichtung zur Ausübung einer Klemmkraft auf eine Oberfläche eines Werkstücks. Eine derartige Klemmeinrichtung kann beispielsweise beim Rührreibschweißen eingesetzt werden. Ein entsprechendes Werkzeug kann durch einen an der Klemmeinrichtung vorgesehenen Schlitz eingeführt werden, während das Bauteil beidseitig des Schlitzes eingeklemmt ist.

[0007] Die GB 2 454 401 A beschreibt ein weiterentwickeltes Rührreibschweißverfahren, in welchem das rotierende Werkzeug Si_3N_4 umfasst, die beiden zu verbindenden Bauteile aus einem definierten Material mit einer Dicke von 1,5 mm hergestellt sind und die Drehgeschwindigkeit des rotierenden Werkzeugs 600 Umdrehungen/min beträgt.

[0008] Die EP 1 077 787 B1 offenbart ein Rührreibschweißwerkzeug, das einen Zylinder mit einer Längsachse und einer distalen Schulter und Schulterfläche aufweist. Der während des Rührreibschweißverfahrens in die zu fügenden Bauteile einzutauchende zylindrische Stift, der von der distalen Schulterfläche vortragt, weist einen rhomboidisch gestalteten Vorsprung auf, der radial von der Oberfläche des Stiftes vortragt.

[0009] Weiterhin sind Rührreibschweißwerkzeuge bekannt, die zwei Schultern aufweisen und auch als sogenannte Bobbin-Tools bezeichnet werden. Hierbei ist das zwischen den zu fügenden Werkstücken anzuordnende Werkzeug beidseitig von Schultern begrenzt, sodass bei der Durchführung des Rührreibschweißverfahrens sowohl die Oberseite als auch die Unterseite der zu fügenden Bauteile durch Reibung mittels der Schultern mit Wärmeenergie beaufschlagbar sind. Eine Weiterentwicklung einer derartigen Vorrichtung ist aus der EP 2 990 154 A1 bekannt. Das Werkzeug ist hierbei in wenigstens eines der eine Schulter ausbildenden Bauteile einschraubbar und somit lösbar damit verbunden.

[0010] Die US 6 676 008 B1 beschreibt das Rührreibschweißen von Eckprofilen. Die zu fügende Eckstruktur wird während der Durchführung des Schweißverfahrens mittels einer Eckstützplatte, aufweisend einen horizontalen Abschnitt, einen dazu winklig ausgerichteten Abschnitt und eine dazwischen angeordnete abgerundete Ecke, abgestützt. Die Struktur hat einen höheren Schmelzpunkt als die zu fügenden Bauteile. Beispielsweise kann die Eckstützplatte aus Stahl hergestellt sein, wenn die zu fügende Eckstruktur aus Aluminium besteht. Im Falle eines zu fügenden T-Profiles können zwei derartige Eckstützplatten genutzt werden.

[0011] Die WO 2013 119 154 A1 offenbart eine Stützordnung zur Abstützung einer auf einer Kurve im Raum angeordneten Schweißnaht, die aus zwei

gekrümmten Werkstücken mittels Rührreißschweißen herstellbar ist. Die Stützordnung umfasst einen Stützkörper, der auf der Rückseite der herzustellenden Schweißnaht positionierbar ist und zumindest einen Teil der mittels des Schweißwerkzeugs ausübaren Kompressionskraft aufnimmt. Der Stützkörper weist eine rotierbar angeordnete Schulter auf, mittels welcher von der dem Schweißwerkzeug gegenüberliegenden Seite der zu fügenden Bauteile Wärme in die herzustellende Schweißnaht eintragbar ist.

[0012] Es ist die Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, welche die Herstellung eines Bauteilverbunds mittels Rührreißschweißen rasch und in hoher Qualität ermöglichen.

[0013] Die Aufgabe wird gelöst durch die Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteilverbunds gemäß Anspruch 1 und durch das Verfahren zur Herstellung eines Bauteilverbunds gemäß Anspruch 7. Ausgestaltungen der Vorrichtung sind in den Unteransprüchen 2 bis 6 angegeben, Ausgestaltungen des Verfahrens sind in den Unteransprüchen 8 und 9 angegeben. Darüber hinaus wird ein Kraftfahrzeug, insbesondere ein Personenkraftwagen, gemäß Anspruch 10 zur Verfügung gestellt.

[0014] Ein erster Aspekt der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteilverbunds mittels Rührreißschweißen. Diese umfasst ein erstes Werkzeugteil mit einem ersten Schaft zur Ausführung einer Rotation zwecks reibungsbedingtem Erwärmen von Material zweier zu fügender Bauteile und Bewegen von wärmebedingt festigkeitsgemindertem bzw. fließspannungsgemindertem Material der Bauteile zum Fügen der Bauteile, wobei das erste Werkzeugteil um eine Mittellängsachse des ersten Schafts rotierbar angeordnet bzw. anordbar ist. Der erste Werkzeugteil umfasst weiterhin eine bezüglich der Mittellängsachse des ersten Schaftes axial an den ersten Schaft angrenzende erste Schulter zur Reibung an ersten Oberflächen der zu fügenden Bauteile. Die Vorrichtung umfasst ein zweites Werkzeugteil mit einem zweiten Schaft zur Ausführung einer Rotation zwecks reibungsbedingtem Erwärmen von Material der zu fügenden Bauteile und Bewegen von wärmebedingt festigkeitsgemindertem bzw. fließspannungsgemindertem Material der Bauteile zum Fügen der Bauteile, wobei das zweite Werkzeugteil um eine Mittellängsachse des zweiten Schafts rotierbar angeordnet bzw. anordbar ist. Der zweite Werkzeugteil umfasst weiterhin eine bezüglich der Mittellängsachse des zweiten Schafts axial an den zweiten Schaft angrenzende zweite Schulter zur Reibung an den ersten Oberflächen gegenüberliegenden zweiten Oberflächen der zu fügenden Bauteile.

[0015] Der jeweilige Schaft ist zum Einführen bzw. Eintauchen zwischen die beiden Bauteile eingerich-

tet. Insbesondere werden die beiden Bauteile mittels geeigneter Kräfte aneinandergedrückt bzw. verspannt, sodass zwischen ihnen kein Spalt oder Hohlraum verbleibt. Insbesondere sind Oberflächen der beiden Bauteile, die zum jeweils anderen Bauteil weisen, parallel zueinander ausgerichtet und kontaktieren einander flächig. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass zwischen den Bauteilen ein Spalt verbleibt. Insbesondere ist der jeweilige Schaft zum Einführen bzw. Eintauchen im Wesentlichen mittig zwischen die beiden zu fügenden Bauteile eingerichtet.

[0016] Der erste Schaft und der zweite Schaft sind an unterschiedlichen Werkzeugteilen angeordnet, die typischerweise nicht auf mechanisch feste Weise miteinander verbunden sind. Die beiden Werkzeugteile sind insbesondere unabhängig voneinander rotierbar. Insbesondere ist damit gemeint, dass die beiden Werkzeugteile bei Einhaltung eines im Wesentlichen konstanten Abstands zwischen einander unabhängig voneinander rotierbar sind.

[0017] Insbesondere sind Schaft und Schulter eines jeweiligen Werkzeugteils in Bezug zur Mittellängsachse des jeweiligen Schafts koaxial zueinander angeordnet. Insbesondere weist der Schaft einen im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitt auf. Er kann eine kreiszylinderförmige Grundform aufweisen. Typischerweise weist die Schulter einen im Wesentlichen kreisringförmigen Querschnitt auf.

[0018] Die Schulter ist zur mechanischen Kontaktierung der jeweiligen Oberfläche zwecks Erzeugung von Reibungswärme zum Erwärmen der Bauteile eingerichtet. In Bezug zur Mittellängsachse des jeweiligen Schafts stellt die Schulter eine radiale Erweiterung in Bezug zum Schaft dar. Die Schulter stellt dabei eine typischerweise senkrecht in Bezug zur Mittellängsachse des Schafts ausgerichtete Oberfläche zur Kontaktierung der zu fügenden Bauteile zur Verfügung.

[0019] Der Wärmeeintrag mittels eines jeweiligen Schafts und einer jeweiligen Schulter dient der Verminderung der Fließspannung bzw. der Festigkeit der zu fügenden Bauteile, sodass derart in seiner Fließspannung bzw. Festigkeit gemindertem Material durch den rotierenden und insbesondere in Bezug zu den zu fügenden Bauteilen linear bewegten Schaft bewegt bzw. transportiert werden kann.

[0020] Die beiden Werkzeugteile sind zum Eintauchen in gegenüberliegende Oberflächen der zu fügenden Bauteile konfiguriert, also zur Kontaktierung unterschiedlicher Positionen der zu fügenden Bauteile. Insbesondere ist dies derart vorgesehen, dass die beiden Schäfte aus entgegengesetzten Richtungen in die Grenze der zu fügenden Bauteile eingeführt werden bzw. eintauchen. Beispielsweise sind dabei

der erste Schaft und der zweite Schaft coaxial zueinander ausrichtbar.

[0021] Typischerweise sind die zu fügenden Bauteile nach Art eines Stumpfstoßes in Bezug zueinander positioniert. Beispielweise handelt es sich um flächige Bauteile wie beispielsweise Blechbauteile oder Platinen.

[0022] Die ersten Oberflächen der beiden zu fügenden Bauteile liegen insbesondere nebeneinander in einer ersten gemeinsamen Ebene und die zweiten Oberflächen der Bauteile liegen insbesondere nebeneinander in einer zweiten gemeinsamen Ebene, wobei die zweite Ebene um den Betrag der Bauteildicke der beiden Bauteile von der ersten Ebene beabstandet ist. Mit anderen Worten weisen die beiden Bauteile zumindest im Bereich der herzustellenden Fügeverbindung dieselbe Bauteildicke auf.

[0023] Insbesondere kann die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung von Hochvoltverbindern bzw. Aluminium-Kupfer-Verbindern genutzt werden. Diese können im Anschluss an das Rührreißschweißen gestanzt oder geschnitten werden, beispielsweise im Wesentlichen senkrecht zur Naht.

[0024] Es ist ersichtlich, dass die erfindungsgemäße Lösung aufgrund der beidseitig angeordneten Schultern einen besonders hohen Wärmeeintrag und somit eine erhöhte Schweißgeschwindigkeit ermöglichen. Darüber hinaus ermöglicht der gleichmäßige beidseitige Wärmeeintrag eine hohe Schweißqualität. Die zweiseitige Anordnung der Werkzeugteile ermöglicht weiterhin das Fügen dickerer Bauteile.

[0025] In einer Ausgestaltung weist die Vorrichtung eine Halteeinrichtung zum Halten der zu fügenden Bauteile auf. Insbesondere ist die Halteeinrichtung zum Fixieren der zu fügenden Bauteile konfiguriert.

[0026] Eine Ausgestaltung der Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteilverbunds ist dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung eine Bewegungseinrichtung zur Durchführung einer Relativbewegung zwischen dem ersten Werkzeugteil und dem zweiten Werkzeugteil einerseits und den zu fügenden Bauteilen andererseits aufweist.

[0027] Insbesondere ist die Bewegungseinrichtung zur Durchführung einer translatorischen Relativbewegung eingerichtet. Insbesondere ist eine Relativbewegung zwischen dem ersten und dem zweiten Werkzeugteil einerseits und dem herzustellenden Bauteilverbund andererseits gemeint, wobei das erste und zweite Werkzeugteil relativ zueinander keine translatorische Bewegung ausführen. Insbesondere verläuft die Relativbewegung entlang der Grenze der zu fügenden Bauteile. Die Relativbewegung kann zumindest bereichsweise linear sein.

[0028] Insbesondere ist die Bewegungseinrichtung zur Realisierung einer gemeinsamen Relativbewegung des ersten Werkzeugteils und des zweiten Werkzeugteils parallel zu wenigstens einer Oberfläche der zu fügenden Bauteile eingerichtet. Die Bewegungseinrichtung kann weiterhin zur Kraftausübung auf zumindest eines der beiden Werkzeugteile eingerichtet sein. Insbesondere ist sie zur Kraftausübung auf beide Werkzeugteile in entgegengesetzten Richtungen eingerichtet, sodass die erste Schulter und die zweite Schulter einen betragsmäßig im Wesentlichen gleich großen Anpressdruck auf die jeweiligen Oberflächen der zu fügenden Bauteile ausüben. Beispielweise ist die Bewegungseinrichtung dazu eingerichtet, eine Bewegung der Werkzeugteile entlang der Oberfläche mit einem im Wesentlichen gleichmäßigen Anpressdruck der Schulter auf die jeweilige Oberfläche der zu fügenden Bauteile zu realisieren.

[0029] Alternativ oder ergänzend kann die Bewegungseinrichtung zur Durchführung einer Relativbewegung zwischen dem ersten Werkzeugteil und/oder dem zweiten Werkzeugteil einerseits und der Halteeinrichtung zum Halten der zu fügenden Bauteile andererseits eingerichtet sein.

[0030] Diese Ausgestaltung ermöglicht auf vorteilhafte Weise die einfache, wiederholbare und automatisierbare Herstellung eines Bauteilverbunds aus zwei zu fügenden Bauteilen mittels Rührreißschweißen.

[0031] Eine weitere Ausgestaltung der Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteilverbunds ist dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung einen ersten Antrieb zur Rotation des ersten Werkzeugteils und des zweiten Werkzeugteils aufweist; oder einen ersten Antrieb zur Rotation des ersten Werkzeugteils und einen zweiten Antrieb zur Rotation des zweiten Werkzeugteils aufweist.

[0032] Die Rotation meint eine solche um die Mittellängsachse des jeweiligen Schafts.

[0033] Insbesondere sind beide Werkzeugteile unabhängig voneinander antreibbar. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass nur eines der Werkzeugteile mittels eines entsprechenden Antriebs antreibbar ist und beide Schäfte mittels geeigneter Ausgestaltungen ihrer freien Enden zur Übertragung der rotatorischen Bewegung auf den jeweils anderen Schaft ausgestaltet sind, beispielsweise mittels Verzahnung, sodass beide Werkzeugteile bei mittels des entsprechenden Antriebs ausgeführter Rotation eines Werkzeugteils entsprechend rotieren.

[0034] Die Vorrichtung kann eine Befestigungseinrichtung zur Befestigung der Vorrichtung bzw. des ersten und/oder zweiten Werkzeugteils an einer

Handhabungseinrichtung wie etwa einem Industrieroboter aufweisen.

[0035] Eine weitere Ausgestaltung der Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteilverbunds ist dadurch gekennzeichnet, dass eine erste Stirnfläche des ersten Schafts oder eine zweite Stirnfläche des zweiten Schafts zumindest bereichsweise konvex ausgestaltet ist und die jeweilig andere Stirnfläche zumindest bereichsweise konkav ausgestaltet ist.

[0036] Die Stirnfläche meint im Sinne der Erfindung die endseitige Fläche des Schaftabschnitts. Diese ist an der der Schulter gegenüberliegenden Seite des Schafts angeordnet. Mit anderen Worten sind die freien Enden der Schäfte gemeint, die im Wesentlichen zueinander komplementär konkav und konvex ausgebildet sind. Insbesondere weisen die Stirnflächen beider Schäfte im Wesentlichen zueinander.

[0037] Insbesondere sind die beiden Stirnflächen in ihrer Form komplementär zueinander ausgestaltet, wobei die konvexe Form insbesondere in der Konkavität positioniert bzw. positionierbar ist. Beispielsweise können die Stirnflächen zumindest bereichsweise als Kugelflächen mit demselben Durchmesser ausgestaltet sein.

[0038] Die Stirnfläche eines Schafts eines jeweiligen Werkzeugteils ist typischerweise parallel zur Schulter dieses Werkzeugteils angeordnet.

[0039] Auf diese Weise ist einerseits die von beiden Schäften durchdringbare Tiefe der zu fügenden maximiert, sodass es nicht zu einem unbeeinflussten Bereich zwischen den Schaftenden kommt, wobei gleichzeitig ein direkter Kontakt der beiden Schäfte verhindert wird, was hinsichtlich des Verschleißschutzes vorteilhaft ist. Andererseits ist, insbesondere bei Ausgestaltung der Stirnflächen als Kugelflächen, die relative Anordnung der beiden Stirnflächen zueinander unabhängig von einem zwischen den Schäften realisierten Winkel.

[0040] Alternativ kann das freie Ende eben ausgestaltet sein und insbesondere entlang einer senkrecht zur Mittellängsachse des jeweiligen Schafts ausgerichteten Ebene verlaufen.

[0041] In einer Ausgestaltung der Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteilverbunds ist diese dazu eingerichtet, das erste Werkzeugteil und das zweite Werkzeugteil derart in Bezug zu einander zu positionieren, dass die jeweiligen Mittellängsachsen der Schäfte in einem Winkel β zwischen 1° und 20° , insbesondere zwischen 4° und 10° , zueinander ausgerichtet sind.

[0042] Insbesondere ist die Vorrichtung dazu eingerichtet, das erste Werkzeugteil und/oder das zwei-

te Werkzeugteil derart zu positionieren, dass eine jeweilige Mittellängsachse des Schafts des jeweiligen Werkzeugteils um einen Winkel α zwischen 0.5° und 10° , insbesondere zwischen 2° und 5° , in Bezug zu einer Flächennormalen der ersten bzw. zweiten Oberflächen der zu fügenden Bauteile bzw. mittels der Halteeinrichtung gehaltenen Bauteile geneigt ist.

[0043] Die Positionierung der Werkzeugteile in Bezug zu einander kann beispielsweise durch Bewegung bzw. Positionierung eines Werkzeugteils relativ zum anderen Werkzeugteil oder durch Bewegung bzw. Positionierung beider Werkzeugteile realisiert werden.

[0044] Ein auf diese Weise realisierter Winkel zwischen einem Werkzeugteil und den entsprechenden Oberflächen der zu fügenden Bauteile wird auch als Anstellwinkel des Werkzeugteils bzw. Anstellwinkel in Bezug zur zu jeweiligen Oberfläche bezeichnet.

[0045] Dabei können die einzelnen Werkzeugteile in gleichen oder unterschiedlichen Winkeln in Bezug zu den jeweiligen Oberflächen der zu fügenden Bauteile ausgerichtet oder ausrichtbar sein. Insbesondere ist die Vorrichtung dazu eingerichtet, jedes der Werkzeugteile derart in Bezug zur Halteeinrichtung zu positionieren, dass die Mittellängsachse eines jeweiligen Schafts in einem Winkel α zwischen 0.5° und 10° , insbesondere zwischen 2° und 5° , in Bezug zu wenigstens einer Oberfläche der von der Halteeinrichtung gehaltenen, zu fügenden Bauteilen ausgerichtet ist.

[0046] Diese Ausgestaltung ermöglicht auf vorteilhafte Weise, dass zumindest ein Werkzeugteil und insbesondere beide Werkzeugteile in einem Anstellwinkel schweißen können. Insbesondere ist ein stechender Anstellwinkel gemeint. Auf diese Weise wird das Ergebnis der Rührreibschweißung verbessert, da der Transport des wärmebedingt fließspannungsgeminderten Materials unter der Vorderkante der Schulter erleichtert wird und das Material unter der Hinterkante der Schulter besser verdichtet wird. Somit wird eine besonders hohe Schweißqualität erreicht.

[0047] In einer weiteren Ausgestaltung der Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteilverbunds weist der erste Schaft und/oder der zweite Schaft eine radiale Außenfläche mit wenigstens einem sich von der Außenfläche radial erstreckenden Formelement, insbesondere einem Gewinde, auf. Das Formelement dient der Verdichtung von fließspannungsgemindertem Material der zu fügenden Bauteile bzw. der Bewegung von fließspannungsgemindertem Material der zu fügenden Bauteile aus einer ersten Position in eine zweite Position, wobei die zweite Position weiter d. h. tiefer von der jeweiligen Oberfläche entfernt ist als die erste Position.

[0048] Mit anderen Worten dient das Formelement der Bewegung von entsprechendem Material in die Tiefe der zu fügenden Bauteile bzw. des herzustellenden Bauteilverbunds. Damit ist der Transport von Material aus oberflächennahen Schichten hin zu weiter von der Oberfläche entfernten Schichten gemeint. Die jeweilige Oberfläche, von der die zweite Position weiter entfernt ist als die erste Position, meint diejenige Oberfläche, an der die Schulter desjenigen Werkzeugteils reibt, welches den das Formelement aufweisenden Schaft aufweist.

[0049] Die erste und zweite Position meint eine Position im Inneren wenigstens eines der zu fügenden Bauteile.

[0050] Insbesondere ragt das Formelement radial aus der Außenfläche heraus. Das fließspannungsgeminderte Material meint das wärmebedingt fließspannungsgeminderte Material.

[0051] Die Anordnung des Formelements, beispielsweise des Gewindes, kann auf vorteilhafte Weise den Werkstofffluss in tiefere Schichten der zu fügenden Bauteile verbessern. Auf diese Weise wird eine höhere Festigkeit der Verbindung erzielt. Die Verbindung kann über die gesamte Bauteildicke hergestellt werden, auch wenn ein Abstand zwischen den Stirnflächen besteht.

[0052] Ein zweiter Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteilverbunds mittels Rührreibschweißen, bei dem eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteilverbunds bereitgestellt wird. Das erste Werkzeugteil wird zwecks reibungsbedingten Erwärmens von Material zweier zu fügender Bauteile und Bewegen von wärmebedingt fließspannungsgemindertem bzw. festigkeitsgemindertem Material der Bauteile in Bezug zu den zu fügenden Bauteilen um die Mittellängsachse des ersten Schafts rotiert. Dabei wird eine Relativbewegung zwischen dem ersten Werkzeugteil und ersten Oberflächen der zu fügenden Bauteile realisiert. Das zweite Werkzeugteil wird zwecks reibungsbedingten Erwärmens von Material der Bauteile und Bewegen von wärmebedingt fließspannungsgemindertem bzw. festigkeitsgemindertem Material der Bauteile in Bezug zu den zu fügenden Bauteilen um die Mittellängsachse des zweiten Schafts rotiert. Dabei wird eine Relativbewegung zwischen dem zweiten Werkzeugteil und den ersten Oberflächen gegenüberliegenden zweiten Oberflächen der zu fügenden Bauteile realisiert.

[0053] Das Gegenüberliegen der ersten und zweiten Oberflächen meint, dass erste und zweite Oberflächen an gegenüberliegenden Seiten der beiden Bauteile angeordnet sind, sodass sie im Wesentlichen in entgegengesetzte Richtungen weisen.

[0054] Die beiden Bauteile werden Stoß an Stoß gelegt bzw. nach Art eines Stumpfstoßes in Bezug zueinander positioniert. Die Bewegung entlang der jeweiligen Oberflächen erfolgt insbesondere entlang der Grenzen bzw. Kanten der zu fügenden Bauteile.

[0055] Insbesondere meint die Relativbewegung in Bezug zu den ersten Oberflächen eine translatorische Relativbewegung parallel zu den ersten Oberflächen der zu fügenden Bauteile. Dabei kann das erste Werkzeugteil translatorisch relativ zu den ersten Oberflächen bewegt werden. Insbesondere meint die Relativbewegung in Bezug zu den zweiten Oberflächen eine translatorische Relativbewegung parallel zu den zweiten Bauteilen. Dabei kann das zweite Werkzeugteil translatorisch relativ zu den zweiten Oberflächen bewegt werden.

[0056] Die Relativbewegungen der Werkzeugteile in Bezug zu den zu fügenden Bauteilen können derart erfolgen, dass die beiden Werkzeugteile keine Relativbewegung bzw. keine lineare Relativbewegung zueinander ausführen. Insbesondere werden sie mit gleichen Vorschubgeschwindigkeiten entlang der Bauteiloberfläche bewegt. Die dabei auf den Oberflächen der zu fügenden Bauteile erzeugte Reibung führt zu einer Festigkeitsminderung bzw. Fließspannungsminderung des Materials der Bauteile im geriebenen Bereich, so dass sich das Material beider Bauteile miteinander vermischen bzw. verschweißen lässt.

[0057] Insbesondere kann die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von Hochvoltverbindern bzw. Aluminium-Kupfer-Verbindern verwendet werden. Dazu kann anschließend an die erfindungsgemäßen Verfahrensschritte, bei denen insbesondere eine vergleichsweise lange Schweißnaht erzeugt wird, ein Trennverfahren, beispielsweise Schneiden bzw. Stanzen, zur Herstellung wenigstens eines Hochvoltverbinders bzw. Aluminium-Kupfer-Verbinders durchgeführt werden. Dabei kann eine Trennung im Wesentlichen senkrecht zur Naht erfolgen.

[0058] Insbesondere umfasst eines der zu fügenden Bauteile Aluminium und kann beispielsweise aus Aluminium hergestellt sein, und das andere der zu fügenden Bauteile umfasst Kupfer und kann beispielsweise aus Kupfer hergestellt sein.

[0059] Das Material des ersten und/oder zweiten Bauteils kann dabei ausgewählt sein aus einer Liste von: Kupfer, Aluminium, Magnesium, Kunststoff, Stahl, Titan. Mit anderen Worten können Bauteile jedes der genannten Materialien mit Bauteilen desselben oder eines der anderen Materialien gefügt werden.

[0060] Eine Ausgestaltung des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Relativbewegung zwischen den ersten und zweiten Schäften einerseits und den ersten und zweiten Oberflächen andererseits zumindest zeitabschnittsweise derart erfolgt, dass ein Abstand zwischen einer ersten Stirnfläche des ersten Schafts und einer zweiten Stirnfläche des zweiten Schafts weniger als 30%, insbesondere weniger als 10%, der Bauteildicke **D** beträgt. Die Bauteildicke **D** wird senkrecht zu wenigstens einer ersten Oberfläche und/oder zweiten Oberfläche der zu fügenden Bauteile gemessen.

[0061] Insbesondere werden der erste Schaft und der zweite Schaft ohne wesentliche Unterbrechung bzw. während der gesamten Herstellung der Schweißverbindung wie beschrieben bewegt. Der Abstand meint typischerweise einen minimalen Abstand. Die Bauteildicke der beiden Bauteile ist insbesondere gleich.

[0062] Die Stirnflächen der Schäfte können einander zugewandt ausgerichtet sein. Sie können einander kontaktieren, sodass kein Abstand zwischen ihnen besteht. Alternativ können Sie zwischen einander einen Spalt ausbilden. In diesem Fall wird der im Spalt befindliche Bereich des Materials der zu fügenden Bauteile nicht unmittelbar von den Werkzeugteilen kontaktiert. Allerdings erfolgt durch Sogwirkung infolge der Rotation der Werkzeugteile dennoch eine Durchmischung der Materialien der zu fügenden Bauteile in diesem Bereich. Darüber hinaus kann das Vorhandensein eines sich aus der radialen Außenfläche des ersten und/oder zweiten Schafts radial erstreckenden Formelements die Bewegung von fließspannungsgemindertem Material des ersten bzw. zweiten Bauteils in diesem Bereich ermöglichen bzw. verbessern.

[0063] Mit anderen Worten wird zur Herstellung des Bauteilverbunds die Grenze zwischen den Bauteilen bzw. der herzustellende Bauteilverbund im Wesentlichen vollständig von den beiden Schäften der Werkzeugteile durchfahren. Auf diese Weise kann eine besonders feste Schweißverbindung hergestellt werden, da eine Vermischung und schweißtechnische Verbindung der Materialien der zu fügenden Bauteile über die gesamte Tiefe der Bauteile erfolgt.

[0064] Eine weitere Ausgestaltung des Verfahrens zur Herstellung eines Bauteilverbunds ist dadurch gekennzeichnet, dass die Mittellängsachse des ersten Schafts und/oder die Mittellängsachse des zweiten Schafts während der Bewegung entlang der ersten bzw. zweiten Oberfläche zumindest zeitabschnittsweise derart um den Winkel α in Bezug zu einer Flächennormalen der jeweiligen Oberfläche geneigt ist, dass der jeweilige Schaft in einem stechenden Anstellwinkel in Bezug zur jeweiligen Oberfläche ausgerichtet ist. Insbesondere beträgt der Winkel α zwi-

schen 0.5° und 10° , beispielsweise zwischen 2° und 5° , zur Flächennormalen. Ein stechender Anstellwinkel bedeutet, dass der Winkel α in Bezug zur Vor-schubrichtung geöffnet ist bzw. ein stumpfer Winkel ist.

[0065] Mit anderen Worten ist das jeweilige Werkzeugteil in einem stechenden Anstellwinkel in Bezug zur jeweiligen Oberfläche ausgerichtet. Dabei ist das jeweilige Werkzeugteil um den Winkel α in Bezug zur Flächennormalen der jeweiligen Oberfläche der zu fügenden Bauteile geneigt.

[0066] Die beiden Werkzeugteile können im gleichen oder in unterschiedlichen Winkeln in Bezug zu den zu fügenden Bauteilen ausgerichtet sein.

[0067] Diese Ausgestaltung bringt den Vorteil mit sich, dass durch stechende Anstellwinkel Schweißverbindungen mit besonders hoher Qualität herstellbar sind. Der beanspruchte Winkelbereich hat sich als besonders vorteilhaft hinsichtlich des Transports des Materials unter der Vorderkante der Schulter sowie der Verdichtung des Materials unter der Hinterkante der Schulter erwiesen.

[0068] Ein dritter Aspekt der Erfindung ist ein Kraftfahrzeug, insbesondere ein Personenkraftwagen. Diese umfasst einen mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung und/oder mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Bauteilverbund. Dieser kann ein Verbinder sein, beispielsweise ein Hochvoltverbinder.

[0069] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der in den beiliegenden Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele erläutert.

[0070] Es zeigen

Fig. 1: eine schematische Schnittzeichnung einer ersten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2: die Vorrichtung aus **Fig. 1** in einer alternativen Konfiguration,

Fig. 3 eine schematische Schnittzeichnung einer zweiten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, sowie

Fig. 4 die Vorrichtung aus **Fig. 3** in einer alternativen Konfiguration.

[0071] **Fig. 1** zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteilverbunds bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Schnittzeichnung zeigt den einen rechteckigen Querschnitt aufweisenden herzustellenden Bauteilverbund **30** bzw. eines der zum Bauteilverbund **30**

zu fügenden Bauteile **31**, welches denselben Querschnitt aufweist wie dieser. Die Darstellungsebene verläuft dabei entlang der Grenze der zu fügenden Bauteile **31** und **32**, sodass das diesseits der Grenze angeordnete Bauteil **32** nicht sichtbar ist. Das nicht dargestellte Bauteil **32** weist dieselbe Bauteildicke **D** auf wie das gezeigte Bauteil **31**. Die dargestellte Oberkante des Bauteils **31** bzw. des herzustellenden Bauteilverbunds **30** bezeichnet somit eine erste Oberfläche **33** des dargestellten Bauteils **31**, welche in derselben Ebene verläuft wie die erste Oberfläche **33** des nicht gezeigten Bauteils **32**. Selbiges gilt für die dargestellte Unterkante des Bauteils **31**, welche die zweite Oberfläche **34** des Bauteils **31** sowie die Ebene der zweiten Oberfläche **34** des nicht gezeigten Bauteils **32** bezeichnet.

[0072] Eines der zu fügenden Bauteile ist ein Kupferblech, das andere Bauteil ist ein Aluminiumblech. Die zu fügenden Bauteile **31**, **32** sind nach Art eines in der Darstellungsebene befindlichen Stumpfstoßes in Bezug zueinander positioniert, jeweilige Seitenflächen weisen also zueinander, und senkrecht zur Darstellungsebene aufeinander gepresst, sodass kein Spalt zwischen ihnen besteht. Die Bewegungsrichtung **A** der Vorrichtung verläuft wie mit dem Pfeil gekennzeichnet von links nach rechts. Nach Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens soll der herzustellende Bauteilverbund **30** entlang der Grenze der zu fügenden Bauteile **31**, **32** eine Schweißverbindung aufweisen, in der die Materialien der beiden Bauteile **31**, **32** miteinander vermischt und schweißtechnisch verbunden sind.

[0073] Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist ein erstes Werkzeugteil **10** und ein zweites Werkzeugteil **20** auf, die von gegenüberliegenden Seiten in die zu fügenden Bauteile **30**, **31** eingeführt sind. Ein erstes Werkzeugteil **10** umfasst einen kreiszylindrischen Grundform aufweisenden ersten Schaft **12** mit einer radialen Außenfläche **19** und ist um dessen Mittellängsachse **18** rotierbar angeordnet. Es umfasst eine axial an den ersten Schaft **12** angrenzende erste Schulter **16** zur Reibung an den ersten Oberflächen **33** der zu fügenden Bauteile **31**, **32**. Die erste Schulter **16** ist als kreisringförmige Oberfläche ausgestaltet, welche flächig auf der ersten Oberfläche **33** aufliegt. Der Durchmesser der ersten Schulter **16** weist zum Durchmesser des ersten Schafts **12** ein Verhältnis von etwa 3:1 auf. Eine erste Stirnfläche **14** des ersten Schafts **12** ist konvex bzw. ballig ausgestaltet.

[0074] Das zweite Werkzeugteil **20** ist analog zum ersten Werkzeugteil **10** ausgestaltet und bezüglich einer parallel zur ersten Oberfläche **33** und zur zweiten Oberfläche **34** sowie mittig zwischen diesen beiden Oberflächen **33**, **34** verlaufenden Symmetrieebene gespiegelt. Somit wird auf die obige Beschreibung verwiesen. Durch die koaxialen Anordnung der beiden Werkzeugteile **10**, **20** liegen die beiden Mittel-

längsachsen **18**, **28** der jeweiligen Schäfte an derselben Position. Durch die derartige Anordnung der beiden Werkzeugteile **10**, **20**, dass die jeweiligen Mittellängsachsen **18**, **28** senkrecht zur ersten Oberfläche **33** bzw. zur zweiten Oberfläche **34** ausgerichtet sind, liegt auch die Flächennormale **40** der beiden Oberflächen **33** bzw. **34** in der Position der Mittellängsachsen **18**, **28**.

[0075] Die zweite Stirnfläche **24** des zweiten Schafts **22** weist in dieser Ausgestaltung einen minimalen Abstand zur ersten Stirnfläche **14** des ersten Schafts **12** auf. Dieser beträgt deutlich weniger als 10 % der Bauteildicken **D** der beiden Bauteile **31**, **32**, die senkrecht zur ersten Oberfläche **33** und zur zweiten Oberfläche **34** zwischen diesen gemessen wird. Es ist jedoch ebenfalls möglich, dass der Abstand größer ist oder dass gar kein Abstand vorhanden ist.

[0076] Die Vorrichtung weist weiterhin eine Bewegungsrichtung zur translatorischen Bewegung des ersten Werkzeugteils **10** und des zweiten Werkzeugteils **20** entlang der Bewegungsrichtung **A** relativ zu den zu fügenden Bauteilen **31**, **32** auf, welche aus Gründen der Übersichtlichkeit hier nicht dargestellt ist. Ebenso weist die Vorrichtung einen ersten Antrieb zur Rotation des ersten Werkzeugteils **10** um die Mittellängsachse **18** des ersten Schafts **12** sowie einen zweiten Antrieb zur Rotation des zweiten Werkzeugteils **20** um die Mittellängsachse **28** des zweiten Schafts **22** auf, welche ebenfalls aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt sind.

[0077] Fig. 2 zeigt die Vorrichtung aus Fig. 1 in einer alternativen Konfiguration. Hierbei sind das erste Werkzeugteil **10** sowie das zweite Werkzeugteil **20** in Bezug zur Flächennormalen **40** geneigt, sodass jedes der Werkzeugteile **10**, **20** bei Bewegung des Werkzeugteils **10**, **20** entlang der Bewegungsrichtung **A** in einem stechenden Anstellwinkel in Bezug zur jeweiligen Oberfläche **33**, **34** angeordnet ist. Beide Werkzeugteile **10**, **20** sind dabei derart positioniert, dass die jeweiligen Mittellängsachsen **18**, **28** in einem Winkel α von ca. 3° in Bezug zur Flächennormalen ausgerichtet sind. Die Mittellängsachsen **18**, **28** der Schäfte **12**, **22** sind in einem Winkel β von ca. 6° zueinander ausgerichtet. Durch den stechenden Anstellwinkel wird die Qualität der Schweißverbindung verbessert.

[0078] Die Fig. 3 und Fig. 4 entsprechen im Wesentlichen den Fig. 1 und Fig. 2, sodass auf die obigen Beschreibungsteile verwiesen wird. Die darin gezeigte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung unterscheidet sich lediglich in der Ausgestaltung der Stirnflächen der Schäfte **12**, **22**.

[0079] Die erste Stirnfläche **14** des ersten Schafts **12** der Fig. 3 und Fig. 4 entspricht dabei der konvexen bzw. balligen Form der ersten Stirnfläche **14** des ers-

ten Schafts **12** der **Fig. 1** und **Fig. 2**. Die zweite Stirnfläche **24** des zweiten Schafts **22** der **Fig. 3** und **Fig. 4** ist allerdings konkav ausgestaltet, sodass die beiden Stirnflächen **14**, **24** in den **Fig. 3** und **Fig. 4** komplementär zueinander ausgestaltet sind. Dabei sind die Stirnflächen **14**, **24** in der Darstellungsebene sowie parallel zu Darstellungsebene jeweils kreisbogenförmig mit gleichen Durchmessern ausgestaltet, sodass sie insgesamt jeweils als Teile einer Kugelfläche ausgestaltet sind. Dies ermöglicht die unterschiedliche Positionierung des ersten Werkzeugteils **10** und des zweiten Werkzeugteils **20** bzw. die Einstellung unterschiedlicher Winkel α und β ohne wesentlichen Einfluss auf die Stirnflächen **14**, **24**, wie es in **Fig. 4** dargestellt ist.

[0080] Der zweite Schaft **22** des zweiten Werkzeugteils **20** ist in den **Fig. 3** und **Fig. 4** mit einem geringfügig größeren Durchmesser als der erste Schaft **12** des ersten Werkzeugteils **10** dargestellt. In anderen Ausgestaltungen können die Durchmesser der beiden Schäfte **12**, **22** ein anderes Größenverhältnis zueinander aufweisen oder beispielsweise gleich groß sein.

Bezugszeichenliste

| | |
|-----------|----------------------|
| 10 | Erstes Werkzeugteil |
| 12 | Erster Schaft |
| 14 | Erste Stirnfläche |
| 16 | Erste Schulter |
| 18 | Mittellängsachse |
| 19 | Außenfläche |
| 20 | Zweites Werkzeugteil |
| 22 | Zweiter Schaft |
| 24 | Zweite Stirnfläche |
| 26 | Zweite Schulter |
| 28 | Mittellängsachse |
| 29 | Außenfläche |
| 30 | Bauteilverbund |
| 31 | Erstes Bauteil |
| 32 | Zweites Bauteil |
| 33 | Erste Oberfläche |
| 34 | Zweite Oberfläche |
| 40 | Flächennormale |
| A | Bewegungsrichtung |
| D | Bauteildicke |
| α | Winkel |
| β | Winkel |

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- CA 2535603 A1 [0005]
- EP 1690627 A2 [0005]
- WO 2005061172 A2 [0006]
- GB 2454401 A [0007]
- EP 1077787 B1 [0008]
- EP 2990154 A1 [0009]
- US 6676008 B1 [0010]
- WO 2013119154 A1 [0011]

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteilverbunds (30) mittels Rührreißschweißen, umfassend ein erstes Werkzeugteil (10) mit einem ersten Schaft (12) zur Ausführung einer Rotation zwecks reibungsbedingtem Erwärmen von Material zweier zu fügender Bauteile (31, 32) und Bewegen von wärmebedingt fließspannungsgemindertem Material der Bauteile (31, 32) zum Fügen der Bauteile (31, 32), wobei das erste Werkzeugteil (10) um eine Mittellängsachse (18) des ersten Schafts (12) rotierbar angeordnet bzw. anordbar ist, sowie einer bezüglich der Mittellängsachse (18) des ersten Schafts (12) axial an den ersten Schaft (12) angrenzenden ersten Schulter (16) zur Reibung an ersten Oberflächen (33) der zu fügenden Bauteile (31, 32), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung ein zweites Werkzeugteil (20) mit einem zweiten Schaft (22) zur Ausführung einer Rotation zwecks reibungsbedingtem Erwärmen von Material der zu fügenden Bauteile (31, 32) und Bewegen von wärmebedingt fließspannungsgemindertem Material der Bauteile (31, 32) zum Fügen der Bauteile (31, 32), wobei das zweite Werkzeugteil (20) um eine Mittellängsachse (28) des zweiten Schafts (22) rotierbar angeordnet bzw. anordbar ist, sowie einer bezüglich der Mittellängsachse (28) des zweiten Schafts (22) axial an den zweiten Schaft (22) angrenzenden zweiten Schulter (26) zur Reibung an den ersten Oberflächen (33) gegenüberliegenden zweiten Oberflächen (34) der zu fügenden Bauteile (31, 32) aufweist.

2. Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteilverbunds (30) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung eine Bewegungseinrichtung zur Durchführung einer Relativbewegung zwischen dem ersten Werkzeugteil (10) und dem zweiten Werkzeugteil (20) einerseits und den zu fügenden Bauteilen (31, 32) andererseits aufweist, wobei die Bewegungseinrichtung insbesondere zur Realisierung einer gemeinsamen Relativbewegung des ersten Werkzeugteils (10) und des zweiten Werkzeugteils (20) parallel zu wenigstens einer Oberfläche (33, 34) der zu fügenden Bauteile (31, 32) eingerichtet ist.

3. Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteilverbunds (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung einen ersten Antrieb zur Rotation des ersten Werkzeugteils (10) und des zweiten Werkzeugteils (20) aufweist; oder einen ersten Antrieb zur Rotation des ersten Werkzeugteils (10) und einen zweiten Antrieb zur Rotation des zweiten Werkzeugteils (20) aufweist.

4. Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteilverbunds (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine ers-

te Stirnfläche (14) des ersten Schafts (12) oder eine zweite Stirnfläche (24) des zweiten Schafts (22) zumindest bereichsweise konvex ausgestaltet ist und die jeweilig andere Stirnfläche (24, 14) zumindest bereichsweise konkav ausgestaltet ist.

5. Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteilverbunds (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung dazu eingerichtet ist, das erste Werkzeugteil (10) und das zweite Werkzeugteil (20) derart in Bezug zu einander zu positionieren, dass die jeweiligen Mittellängsachsen (18, 28) der Schäfte (12, 22) in einem Winkel β zwischen 1° und 20° , insbesondere zwischen 4° und 10° , zueinander ausgerichtet sind.

6. Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteilverbunds (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Schaft (12) und/oder der zweite Schaft (22) eine radiale Außenfläche (19, 29) mit wenigstens einem sich von der Außenfläche (19, 29) radial erstreckenden Formelement, insbesondere einem Gewinde, zur Verdichtung von fließspannungsgemindertem Material der zu fügenden Bauteile (31, 32) bzw. zur Bewegung von fließspannungsgemindertem Material der zu fügenden Bauteile (31, 32) aus einer ersten Position in eine zweite Position, wobei die zweite Position weiter von der jeweiligen Oberfläche (33, 34) entfernt ist als die erste Position, aufweist.

7. Verfahren zur Herstellung eines Bauteilverbunds (30) mittels Rührreißschweißen, bei dem

- eine Vorrichtung zur Herstellung eines Bauteilverbunds (30) gemäß einem der Ansprüche 1-6 bereitgestellt wird,

- das erste Werkzeugteil (10) zwecks reibungsbedingten Erwärmens von Material zweier zu fügender Bauteile (31, 32) und Bewegen von wärmebedingt fließspannungsgemindertem Material der Bauteile (31, 32) in Bezug zu den zu fügenden Bauteilen (31, 32) um die Mittellängsachse (18) des ersten Schafts (12) rotiert wird, wobei eine Relativbewegung zwischen dem ersten Werkzeugteil (10) und ersten Oberflächen (33) der zu fügenden Bauteile (31, 32) realisiert wird, sowie

- das zweite Werkzeugteil (20) zwecks reibungsbedingten Erwärmens von Material der Bauteile (31, 32) und Bewegen von wärmebedingt fließspannungsgemindertem Material der Bauteile (31, 32) in Bezug zu den zu fügenden Bauteilen (31, 32) um die Mittellängsachse (28) des zweiten Schafts (22) rotiert wird, wobei eine Relativbewegung zwischen dem zweiten Werkzeugteil (20) und den ersten Oberflächen (33) gegenüberliegenden zweiten Oberflächen (34) der zu fügenden Bauteile (31, 32) realisiert wird.

8. Verfahren zur Herstellung eines Bauteilverbunds (30) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Relativbewegung zwischen den ersten und

zweiten Schäften (12, 22) einerseits und den ersten und zweiten Oberflächen (33, 34) andererseits zumindest zeitabschnittsweise derart erfolgt, dass ein Abstand zwischen einer ersten Stirnfläche (14) des ersten Schafts (12) und einer zweiten Stirnfläche (24) des zweiten Schafts (22) weniger als 30%, insbesondere weniger als 10%, der senkrecht zu wenigstens einer ersten Oberfläche (33) und/oder zweiten Oberfläche (34) der zu fügenden Bauteile (31, 32) gemessenen Bauteildicke D beträgt.

9. Verfahren zur Herstellung eines Bauteilverbunds (30) nach einem der Ansprüche 7 und 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittellängsachse (18) des ersten Schafts (12) und/oder die Mittellängsachse (28) des zweiten Schafts (22) während der Bewegung entlang der ersten bzw. zweiten Oberfläche (33, 34) zumindest zeitabschnittsweise derart um den Winkel α in Bezug zu einer Flächennormalen (40) der jeweiligen Oberfläche (33, 34) geneigt ist, dass der jeweilige Schaft (12, 22) in einem stechenden Anstellwinkel in Bezug zur jeweiligen Oberfläche (33, 34) ausgerichtet ist, wobei der Winkel α insbesondere zwischen 0.5° und 10° , beispielsweise zwischen 2° und 5° , beträgt.

10. Kraftfahrzeug, insbesondere Personenkraftwagen, umfassend einen mit der Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1-6 und/oder mit dem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 7-9 hergestellten Bauteilverbund (30).

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

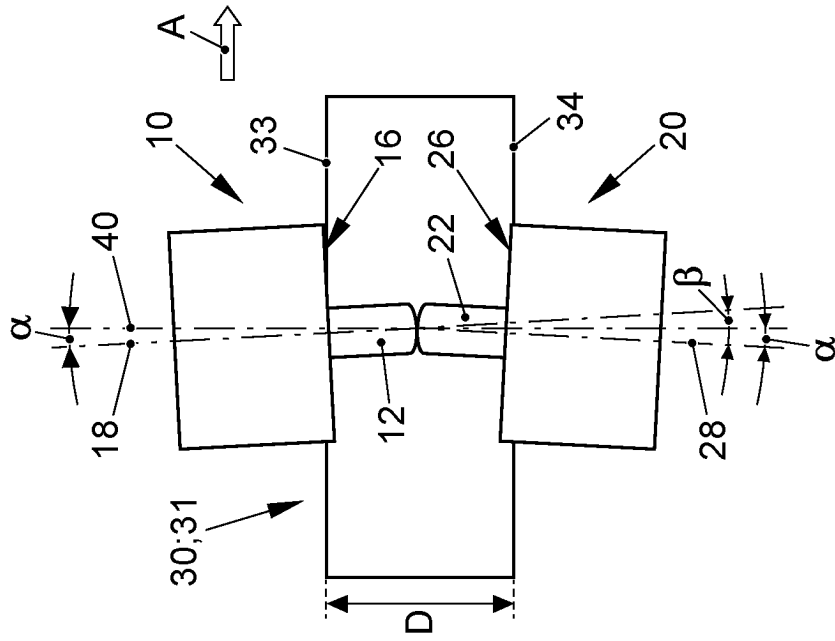


FIG. 2

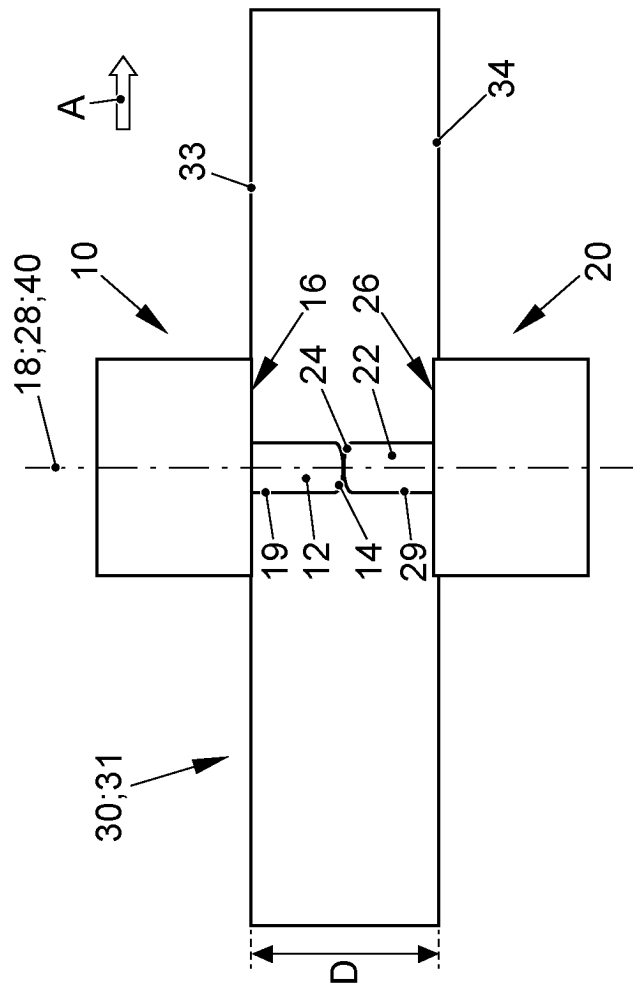


FIG. 1

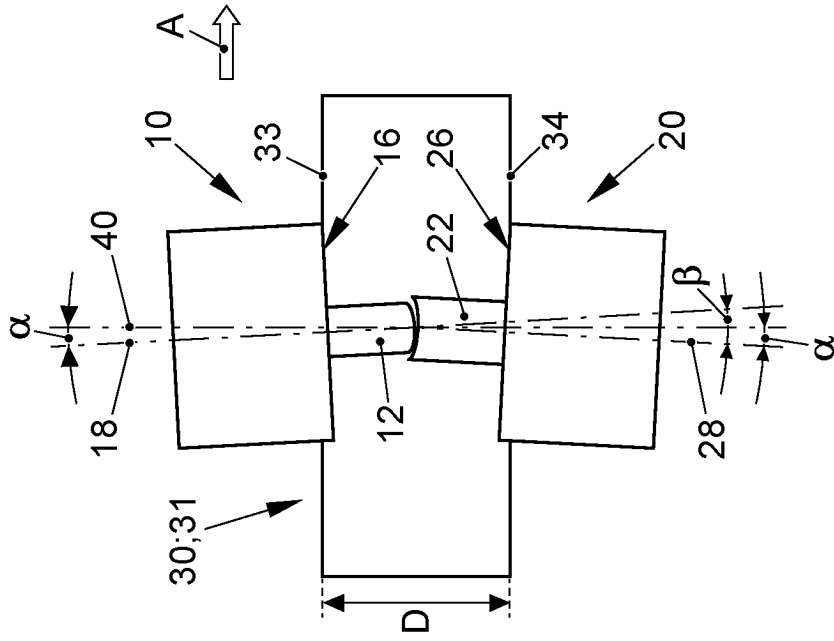


FIG. 4

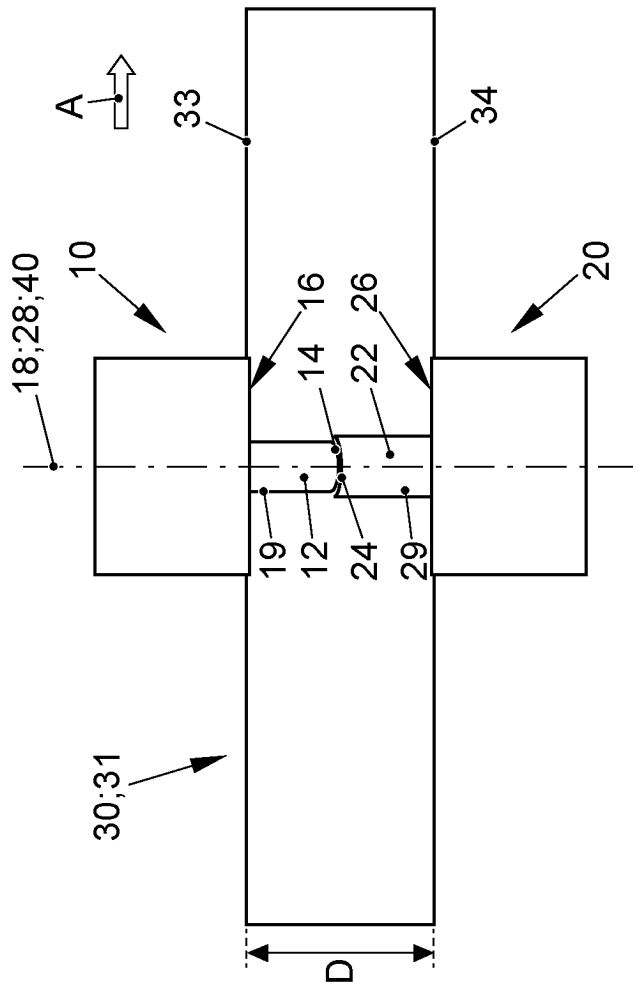


FIG. 3