



(11) **EP 4 166 257 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.04.2023 Patentblatt 2023/16

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B22D 19/00^(2006.01) B22D 19/02^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22201192.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B22D 19/0054; B22D 19/0081; B22D 19/02

(22) Anmeldetag: **12.10.2022**

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

(72) Erfinder:
• **PILLE, Christoph**
28359 Bremen (DE)
• **STUMM, Lukas**
28359 Bremen (DE)
• **STRUß, Adrian**
28359 Bremen (DE)

(30) Priorität: **13.10.2021 DE 102021211572**

(74) Vertreter: **Pfenning, Meinig & Partner mbB**
Patent- und Rechtsanwälte
Joachimsthaler Straße 10-12
10719 Berlin (DE)

(71) Anmelder: **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.**
80686 München (DE)

(54) **VERBUNDGUSSVERFAHREN UNTER VERFORMUNG EINES EINLEGETEILS ZUR VERMEIDUNG VON EIN- ODER ABRISSEN ZWISCHEN GUSMETALL UND EINLEGETEIL SOWIE VERBUNDBAUTEIL**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum gießtechnischen Verbinden eines Einlegeteils (2) mit einem Gussmetall (1) zu einem Verbundbauteil. Dabei wird bei einem Umgießen des Einlegeteils (2) mit dem Gussmetall (1) zwischen dem Gussmetall (1) und dem Einlegeteil (2) eine Verbindung hergestellt, ausgeführt als formschlüssige Verbindung durch Infiltration einer Oberflächenstruktur des Einlegeteils (2) mit dem Gussmetall (1) und/oder als stoffschlüssige Verbindung durch Bildung einer intermetallischen Phase zwischen dem Einlegeteil (2) und dem Gussmetall (1). Das Einlegeteil (1) ist verformbar ausgestaltet, so dass bei eintretendem Volumenschrumpf (A) des Gussmetalls über die Verbindung zwischen dem Gussmetall (1) und dem Einlegeteil (2) eine Verformung (C) des Einlegeteils (2) bewirkt wird, die dem Volumenschrumpf (A) folgt, zur Vermeidung von Ein- oder Abrissen zwischen Gussmetall (1) und Einlegeteil (2). Die Erfindung betrifft auch ein entsprechend hergestelltes Verbundbauteil.

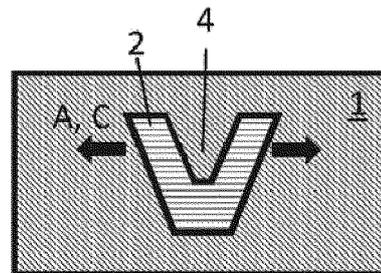


Fig. 4b

EP 4 166 257 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung liegt auf dem Gebiet der Gießereitechnik. Insbesondere betrifft sie ein Verfahren zum Verbundgießen, bei dem Spannungen und/oder Rissbildung in einer Verbundzone vorteilhaft vermieden werden können.

[0002] Gießtechnisch hergestellte Materialverbunde zwischen z.B. Aluminiumguss und Kupfer-Halbzeug oder zwischen Aluminiumguss und Aluminium-Halbzeug, aber auch allgemein zwischen Metallguss und nicht-metallischem Fügepartner wie Polymer oder Faserverbundkunststoff, weisen oft eine Rissbildung innerhalb oder nahe der Verbundzone auf. Die so entstehenden Risse führen in der Regel zu einer Beeinträchtigung der mechanischen Eigenschaften (insbesondere der Festigkeit) sowie der elektrischen und thermischen Leitfähigkeit. Insbesondere bei Komponenten, die eine optimale elektrische oder thermische Verbindung erfordern (z. B. hybrid-gegossene Rotoren für Asynchronmaschinen mit Verbundbauweise aus Kupferstäben und gegossenen Aluminium-Kurzschlussringen, oder auch Wärmespreizer) führt Rissbildung innerhalb der Verbundzone zu erhöhtem elektrischen und/oder thermischen Widerstand und somit Leistungsverlust sowie zu Problemen bei der thermischen Entwärmung.

[0003] Das Problem der Rissbildung im Verbundguss wird im Stand der Technik bislang nicht zufriedenstellend gelöst.

[0004] Dokument EP 2 606 560 B1 schlägt eine Oberflächenvergrößerung für die Verbundzone vor, wodurch eine nicht vollständig vermeidbare Rissbildung in ihrer Auswirkung abgeschwächt wird.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, die Rissbildung und die damit einhergehenden Nachteile in den hergestellten Bauteilen zu vermeiden.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum gießtechnischen Verbinden eines Einlegeteils mit einem Gussmetall gemäß Anspruch 1. Ebenso gelöst wird die Aufgabe durch ein entsprechend hergestelltes Verbundbauteil gemäß dem nebengeordneten Anspruch.

[0007] Bei dem Verfahren wird ein Einlegeteil gießtechnisch mit einem Gussmetall zu einem Verbundbauteil verbunden. Dabei wird bei einem Umgießen des Einlegeteils mit dem Gussmetall zwischen dem Gussmetall und dem Einlegeteil eine Verbindung hergestellt. Diese Verbindung ist ausgeführt als formschlüssige Verbindung, die durch Infiltration einer Oberflächenstruktur des Einlegeteils mit dem Gussmetall gebildet wird. Alternativ oder zusätzlich ist die Verbindung als stoffschlüssige Verbindung ausgeführt, die durch Bildung einer intermetallischen Phase zwischen dem Einlegeteil und dem Gussmetall oder zwischen einer Zwischenschicht (bspw. aus Zinn) auf dem Einlegeteil und dem Gussmetall bewirkt wird. Das Einlegeteil ist dabei verformbar ausgestaltet, so dass bei eintretendem Volumenschrumpf des Gussmetalls, über die Verbindung zwischen dem

Gussmetall und dem Einlegeteil, eine Verformung des Einlegeteils bewirkt wird. Diese Verformung folgt dem Volumenschrumpf und vermeidet so Ein- oder Abrisse zwischen Gussmetall und Einlegeteil.

[0008] Es wird also vorgeschlagen, der Rissbildung z.B. durch eine geeignete geometrische Gestaltung der einzugießenden Komponente (Einlegeteil) entgegenzuwirken, indem diese so gestaltet ist, dass sie durch Geometrieänderung den Zugspannungen innerhalb der Verbundzone aufgrund der erstarrenden Metallschmelze nachgeben kann und so die Spannungen innerhalb der Verbundzone verringert werden. Die Erfinder haben erkannt, dass der Grund für die Rissbildung in Zugspannungen in der Verbundschicht liegt, die entstehen, wenn bei der Erstarrung des Metallgusses sowie Abkühlung des eingegossenen oder umgossenen Eingießteils ein Volumenschrumpf einsetzt. Insbesondere beim Verbundguss von Aluminiumguss mit einem metallischen Halbzeug wie z.B. Kupfer entstehen sog. intermetallische Phasen, die i.d.R. spröde sind und deren Festigkeit i.d.R. geringer ist als die auftretenden Zugspannungen durch den erstarrungsbedingten Schrumpf des vergossenen Metalls.

[0009] Das Einlegeteil kann zum Beispiel ein metallisches Halbzeug sein oder ein metallisches Halbzeug umfassen. Das Einlegeteil kann beispielsweise als Kupferstab ausgeführt sein, der, insbesondere geometrisch bedingt, eine entsprechende Verformbarkeit aufweist. Das Einlegeteil kann aber z.B. auch als Kunststoffteil, insbesondere Faserverbundkunststoffteil, ausgeführt sein, das eine entsprechende Verformbarkeit aufweist. Möglichkeiten zur Realisierung der Verformbarkeit für die möglichen Einlegeteile werden nachfolgend noch näher erläutert.

[0010] Typischerweise werden die einzugießenden Einlegeteile (z.B. der Kupferstab) nicht massiv ausgeführt, sondern werden in einer verformbaren, nachgebenden Bauweise konstruiert. So können die Einlegeteile bei Schwindung des umgebenden Gussmetalls nachgeben bevor es zum Riss in der Verbundzone kommt, wenn Zugspannungen an den Außenflächen der Einlegeteile wirken.

[0011] Beispielsweise kann das Einlegeteil eine geometrische Ausgestaltung aufweisen, die eine Nachgiebigkeit bei von außen wirkendem Zug ermöglicht. Beispielsweise kann das Einlegeteil einen Knick und/oder einen Entlastungseinschnitt und/oder einen Hohlraum aufweisen.

[0012] Es kann allgemein vorgesehen sein, dass das Einlegeteil vor dem Umgießen zusammengepresst wird. Dem Volumenschrumpf des Gussmetalls folgend kann das Einlegeteil während des Abkühlens aus der zusammengepressten Form wieder in Richtung seiner ursprünglichen Form verformt werden.

[0013] Das Einlegeteil kann z.B. als eingeschnittenes Blech oder Stab oder Profil ausgeführt sein.

[0014] Das Einlegeteil kann beispielsweise auch aus einem Hohlprofil gebildet sein. Beispielsweise kann es

sich um ein Rohr handeln. Dieses kann insbesondere vor dem Umgießen zusammengepresst werden, z.B. zu einer abgeflachten, elliptischen Form. Dem Volumenschwund des Gussmetalls folgend kann es während des Abkühlens aus der zusammengepressten Form wieder in Richtung seiner ursprünglichen Form verformt werden.

[0015] Insbesondere können bei dem Verfahren Einlegeteile aus Kupfer, die als verformbare Langteile ausgeführt sind, zum Einsatz kommen. Diese können z.B. mit Aluminium umgossen werden. Dadurch, dass die Einlegeteile die beschriebene Verformbarkeit aufweisen, z.B. realisiert durch irgendeine der hierin genannten Ausgestaltungen, kann auf die erfindungsgemäße Weise dem Problem entgegengewirkt werden, dass gerade bei solchen Materialpaarungen aufgrund der vergleichsweise hohen thermischen Leitfähigkeit von Kupfer eine schnelle Wärmeabführung an der Kontaktstelle mit der Metallschmelze erfolgt und somit hier die Erstarrung des Metallgusses einsetzt. Hierdurch wird eine gerichtete Erstarrung und Schwindung erwirkt, beginnend am Einleger, hin zu den länger heiß bleibenden Bereichen des Metallgusses, wodurch entsprechende Zugkräfte an der Kontaktstelle zum Einleger (d.h. in der Verbundzone) resultieren. Dieser Effekt bewirkt, dass Abrisse in besonderem Maße auftreten können, wenn der Gussanteil vom Einlegeteil "wegschrumpft". Ein analoger Effekt erfolgt an der Kontaktstelle des Metallgusses mit der Gießform, die i.d.R. kälter ist als die Metallschmelze. Beim Verbundguss nach erfindungsgemäßem Verfahren erfolgt somit typischerweise eine zweiseitige Erstarrungsrichtung des Metallgusses, jeweils von den äußeren Kontaktflächen zu Einlegeteil und Gießform hin zu einer Zone des Metallgusses, die den am längsten heiß bleibenden Bereich darstellt.

[0016] Die oben beschriebenen Effekte gelten aber auch für den Verbundguss gleichartiger Metalle, die anmeldungsgemäß ebenfalls vorgesehen sein können. Z.B. können ein Einlegeteil und ein Gussmetall, die jeweils aus einer Aluminiumlegierung gebildet sind, miteinander verbunden werden. Es kann auch ein Aluminium-Halbzeug als Einlegeteil mit sehr reinem Aluminium-Gussmaterial (vorzugsweise Rotorenaluminium in der Qualität 99,5 oder 99,7 oder 99,8) verbunden werden.

[0017] Wie erwähnt, kann eine Verbindung zwischen dem Einlegeteil und dem Gussmetall insbesondere durch intermetallische Phasen bewirkt werden. Das Verfahren kann eine Temperaturführung zur Unterstützung der Ausbildung der intermetallischen Phase umfassen.

[0018] Anmeldungsgemäß kann eine Oberflächenvergrößerung am Einlegeteil vorgesehen werden. Die Oberflächenvergrößerung wird dabei typischerweise zumindest an der Oberfläche des Einlegeteils vorgesehen, die mit dem Gussmetall in Kontakt kommt und an der die das Einlegeteil verformenden Zugkräfte angreifen. Die Oberflächenvergrößerung kann bspw. makroskopisch oder mikroskopisch ausgeführt sein. Die Oberflächenvergrößerung kann bspw. Rillen, Vertiefungen, Beulen oder ähnliches aufweisen. Durch die Oberflächenvergrö-

ößerung kann eine für die Bildung der intermetallischen Phase zur Verfügung stehende Fläche vergrößert und so die stoffschlüssige Verbindung verstärkt werden.

[0019] Es kann beispielsweise sein, dass intermetallische Phasen nicht oder nicht mit ausreichender Qualität bzw. Festigkeit erzeugt werden können. Insbesondere in solchen Fällen kann das Einlegeteil an seiner Oberfläche, die mit dem Gussmetall in Kontakt kommt und an der die das Einlegeteil verformenden Zugkräfte angreifen, eine Oberflächenstruktur zum Herstellen einer formschlüssigen Verbindung aufweisen. Diese Oberflächenstruktur kann dabei als Alternative oder zusätzlich zu der intermetallischen Phase vorgesehen sein. Die Oberflächenstruktur zum Herstellen einer formschlüssigen Verbindung kann ein makroskopische und/oder mikroskopische Strukturierung aufweisen, z.B. mit Hinterschneidungen. Während des Umgießens mit Metallschmelze infiltriert das Gussmetall und erzeugt so alternativ oder zusätzlich zur intermetallischen stoffschlüssigen Verbindung eine formschlüssige Verbindung.

[0020] Die Erfinder haben erkannt, dass insbesondere dann, wenn ein Verbundguss von Aluminium-Aluminium vorgesehen ist, es vorkommen kann, dass eine stoffschlüssige Verbindung durch eine Oxidschicht zumindest teilweise verhindert wird. Hier können vorteilhaft die erwähnten makroskopischen und/oder mikroskopischen Strukturierungen eingesetzt werden. Eingesetzt werden können solche Strukturierungen insbesondere auch bei der gießtechnischen Verbindung von Aluminiumguss und nicht-metallischen Einlegeteilen, z.B. bei Einlegeteilen aus Faserverbundkunststoff. Wie in dieser Anmeldung beschrieben können aber auch Beschichtungen auf dem Einleger zum Einsatz kommen, die eine stoffschlüssige Verbindung in diesem Teilabschnitt des Einlegers gezielt vermeiden.

[0021] Es kann vorgesehen sein, dass das Einlegeteil ganz oder nur teilweise von der Metallschmelze umgossen wird.

[0022] Es kann vorgesehen sein, dass in einem Teilbereich des Einlegeteils eine Anbindung an das Gussmetall verhindert wird. Beispielsweise kann dies durch eine Oberflächenbeschaffenheit des Einlegeteils in dem Teilbereich erreicht werden. Dies kann z.B. bewirkt werden durch Oxidation in dem Teilbereich oder durch Beschichtung des Teilbereichs mit einem geeignetem Material, das eine stoffschlüssige Anbindung der Metallschmelze mit dem Einlegeteil verhindert. Dadurch kann eine Verformung des Einlegeteils in eine bestimmte Richtung begünstigt werden, indem solche Flächen entsprechend behandelt werden, an denen keine Zugkräfte wirken sollen, die diese sonst z.B. die angestrebte Verformung behindern würden.

[0023] In möglichen Ausführungen weist das Einlegeteil eine Aussparung auf. Es kann sich hierbei z.B. um ein Inneres des möglichen Knicks, Hohlräume oder Entlastungseinschnitts handeln.

[0024] Es kann vorgesehen sein, dass ein Inneres einer solchen Aussparung nicht mit dem Gussmetall in

Kontakt kommt.

[0025] Alternativ oder zusätzlich kann es vorgesehen sein, dass das Innere der Aussparung zwar mit dem Gussmetall in Kontakt kommt, innerhalb der Aussparung eine Anbindung an das Gussmetall aber wie oben erläutert vermieden wird. Das wird beispielsweise durch Bereitstellen der entsprechenden Oberbeschaffenheit für das Einlege­teil in diesem Bereich bewirkt. Dies kann bspw. durch Oxidation des entsprechenden Bereichs im Inneren der Ausnehmung erfolgen und/oder durch Beschichtung mit geeignetem Material, das eine stoffschlüssige Anbindung der Metallschmelze mit dem Einlege­teil abschnittsweise in diesem Teilbereich verhindert.

[0026] Es kann vorgesehen sein, dass in der Aussparung ein Füllmaterial angeordnet wird. Hierdurch kann ebenfalls eine Anbindung an das Gussmetall in diesem Bereich vermieden werden.

[0027] Ein Füllmaterial kann aber alternativ oder zusätzlich auch eingesetzt werden, um die Verformung des Einlege­teils zu unterstützen. Das Füllmaterial, das sich in der Ausnehmung befindet, wird dann so gewählt und angeordnet, dass es sich unter Wärmeeinwirkung während des Fertigungsprozesses ausdehnt und die Verformung so unterstützt, vorzugsweise während der Schwindungsphase des Gussmetalls.

[0028] Das Einlege­teil kann also eine erste Komponente mit einer entsprechenden Ausnehmung (eine Öffnung, ein Hohlraum eines Hohlprofils, ein Entlastungseinschnitt etc., wie oben beschrieben) aufweisen, wobei in der Ausnehmung eine zweite Komponente in Form des Füllmaterials eingebracht ist, die sich unter Wärmeeinwirkung ausdehnt. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die zweite Komponente aus einem Material gebildet ist, das sich unter Wärmeeinwirkung stärker ausdehnt als die erste Komponente und/oder das Gussmetall. Dadurch kann die vorgesehene Verformung des Einlege­teils während des Fertigungsprozesses unterstützt werden.

[0029] Das Einlege­teil kann beispielsweise aus miteinander verbundenen, insbesondere gestapelten, Halbzeugen gebildet sein. Insbesondere kann es sich um Kupferhalbzeuge handeln, die miteinander verbunden werden. Bei dem Verfahren können die Lagen vor dem Umgießen insbesondere durch Kleben, Vakuumfügen, Heften oder lockeres Stanznieten miteinander verbunden werden. Dem Volumenschwund des Gussmetalls folgend können sich die Halbzeuge des Einlege­teils während des Abkühlens voneinander lösen, so dass sich das Halbzeug verformt. Sie folgen dabei dem Schwund des Gussmetalls und verhindern ein Ablösen vom Gussmetall.

[0030] Bei dem Verfahren kann für das Umgießen des Einlege­teils beispielsweise ein Druckgussverfahren oder ein Niederdruckgussverfahren oder ein Gegendruck-Kokillengussverfahren oder ein Kokillengussverfahren oder ein Schwerkraftgussverfahren oder ein Feingussverfahren verwendet werden.

[0031] Das Verfahren eignet sich besonders für die Herstellung von Bauteilen, bei denen eine besonders gute elektrische oder thermische Anbindung gewünscht ist. Das Verfahren kann daher mit besonderem Vorteil für die Herstellung von (Teilen von) Asynchronmaschinen eingesetzt werden. Ebenso kann das Verfahren vorteilhaft für die Herstellung von Bauteilen mit Kühlstrukturen oder für die Herstellung von Karosserie- oder Fahrwerkskomponenten im Kraftfahrzeugbau eingesetzt werden.

[0032] Vorgeschlagen wird auch das Verbundbauteil, hergestellt nach dem beschriebenen Verfahren. Es umfasst das Einlege­teil und das Gussmetall. Insbesondere umfasst es das Einlege­teil gemäß irgendeiner der hierin beschriebenen Ausführungen und das Gussmetall gemäß irgendeiner der hierin beschriebenen Ausführungen.

[0033] Solche erfindungsgemäßen Verbundbauteile enthalten also das charakteristische verformbare Einlege­teil. Sie können dabei insbesondere eine besonders gute elektrische oder thermische Leitfähigkeit aufweisen, die bspw. in Laborversuchen nachprüfbar ist. Überdies zeichnen sich die Verbundbauteile in der Regel durch eine rissfreie oder besonders rissarme intermetallische Phase aus.

[0034] Das Verbundbauteil kann beispielsweise als Rotor für einen elektrischen Antrieb ausgeführt sein. Dieses kann eingelegte und gießtechnisch angebundene Nutstableiter aus bspw. Kupfer oder Aluminium oder einem anderem leitfähigen Material umfassen. Vorzugsweise weisen die Komponenten des Verbundbauteils eine elektrisch leitfähige Verbindung auf. Beispielsweise ist es für eine Asynchronmaschine vorgesehen.

[0035] Das Verbundbauteil kann beispielsweise als gegossenes Gehäuse mit eingelegten und gießtechnisch angeordneten Wärmeleitstrukturen ausgebildet sein. Die Wärmeleitstrukturen können durch die Einlege­teile, beispielsweise aus Kupfer, gebildet sein. Vorzugsweise wird in einem solchen Verbundbauteil eine thermisch leitfähige Verbindung zur Verbesserung der Wärmeableitung und/oder Kühlung des Gehäuses über die angeordneten Wärmeleitstrukturen vorgesehen.

[0036] Das Verbundbauteil kann beispielsweise als Karosserie- oder Fahrwerkskomponente im Kraftfahrzeugbau ausgebildet sein.

[0037] Das Verbundbauteil kann einen konstruktiven Verbundaufbau aufweisen, der aus dem Gussmetall und einem oder mehreren Einlege­teilen gebildet ist. Insbesondere kann es sich um Profil- oder Blech-Einlege­teile handeln, die beispielsweise aus Aluminium sind. Die Einlege­teile können in ihrer chemischen Zusammensetzung dem Gussmetall gleichen aber insbesondere dazu unterschiedlich sein. Z.B. können sowohl Gussmetall als auch Einlege­teile Aluminium oder ein anderes bestimmtes Metall enthalten. Die Einlege­teile können aber eine Materialzusammensetzung oder Legierung enthalten, die nicht mit dem Gussmetall identisch ist und z.B. im Gegensatz zum Gussmetall verbesserte mechanische Eigenschaften aufweisen. Solche Verbundbauteile kön-

nen im Vergleich zu konventionellen Gussteilen insbesondere besonders komplex geformt und/oder besonders großflächig sein. Dies kann beispielsweise ermöglicht werden durch eine Kombination aus Gussmetall mit komplex geformten oder besonders großflächigen oder langen Profil- oder Blechelementen als Einlegeteilen, deren Geometrie für sich nicht oder nur unter Akzeptanz von Gießfehlern oder nur sehr aufwändig gießbar wäre. Die anmeldungsgemäß mögliche Verbindung zwischen Einlegeteilen und Gussmetall als Verbindungselement bzw. Knotenbereiche ermöglicht beispielsweise großflächige oder groß dimensionierte oder komplex gestaltete Gussteile unter Vermeidung von typischen Gießfehlern innerhalb dieser Bereiche der Einlegeteile, die ansonsten gießtechnisch gebildet werden müssten. Insbesondere kann es sich vorzugsweise um eine Karosserie- und/oder Fahrwerkskomponente im Kraftfahrzeugbau handeln. Etwa können die eingelegten Halbzeuge, die bspw. eine Länge von vorzugsweise mindestens 50 cm oder vorzugsweise mindestens 1m aufweisen, dazu dienen, bei großen (Karosserie-)Teilen ein benötigtes Gussvolumen zu reduzieren, wobei ein insgesamt homogenes Bauteil erzeugt wird, das aber als Verbundbauteil hergestellt ist. Komplexe Abschnitte des angestrebten Bauteils können in beispielhaften Ausführungen auch vorteilhaft durch den Gussanteil realisiert werden, z.B. Knotenbereiche, Rippenstrukturen zur Versteifung des Bauteils, Grundrahmenkonstruktionen, o.ä. So sind besonders großvolumige Bauteile kostengünstig und mit gesicherter Materialqualität insbesondere in den Bereich der Einlegeteile herstellbar, auch wenn diese Bauteile komplexe Merkmale aufweisen.

[0038] Es versteht sich, dass die hier im Zusammenhang mit dem Verfahren beschriebenen Aspekte auch für das damit hergestellte Bauteil und seine Zwischenprodukte beansprucht werden können und umgekehrt.

[0039] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Figuren beispielhaft näher erläutert. Darin zeigen

- Fig. 1a, b die Herstellung eines Verbundbauteils, wobei ein Gussmetall einem Volumenschwupf unterliegt
- Fig. 2 eine Rissbildung in einer intermetallischen Phase zwischen einem Gussmetall und einem Einlegeteil
- Fig. 3a, b die Herstellung eines Verbundbauteils mit einem Einlegeteil gemäß einer ersten Ausführungsform,
- Fig. 4a, b die Herstellung eines Verbundbauteils mit einem Einlegeteil gemäß einer zweiten Ausführungsform,
- Fig. 5a, b die Herstellung eines Verbundbauteils mit einem Einlegeteil gemäß einer dritten Ausführungsform,
- Fig. 6a, b die Herstellung eines Verbundbauteils mit einem Einlegeteil gemäß einer vierten Ausführungsform,
- Fig. 7a, b die Herstellung eines Verbundbauteils mit

Fig. 8

5

Fig. 9

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

einem Einlegeteil gemäß einer fünften Ausführungsform,

die Herstellung eines Verbundbauteils mit einem Einlegeteil mit einer Oberflächenstruktur zum Herstellen einer formschlüssigen Verbindung, und

die Herstellung eines Verbundbauteils mit einem Einlegeteil mit einer Oberflächenvergrößerung.

[0040] Fig. 1a und b illustrieren eine Problematik, die bei der Herstellung von Verbundgussteilen auftreten kann. Das Verbundgussteil umfasst, wie in Fig. 1a dargestellt, ein Einlegeteil 2 und ein dieses Einlegeteil umgebendes Gussmetall 1. Hier handelt es sich bei dem Einlegeteil 2 beispielhaft um einen Nutstab eines Asynchronmaschinen-Rotors, der aus Kupfer gefertigt ist. Er ist umgeben von dem Gussmetall 1, bei dem es sich beispielhaft um Aluminium handelt. Wenn das Einlegeteil 2, wie in den Figuren 1a und 1b gezeigt, umgossen wird, entsteht eine intermetallische Phase zwischen dem Aluminiumguss und dem Kupfer-Halbzeug. Eine solche intermetallische Phase schafft eine Verbindung zwischen den beiden Komponenten. Beim Erstarren erfährt der Metallguss-Anteil eine Schrumpfung A, wie in der Figur 1b durch Pfeile dargestellt ist. Der Metallguss-Anteil schwindet dabei, indem er von der kältesten Stelle hin zur wärmsten Stelle kontrahiert. In diesem Zusammenhang ist i.d.R. die Gießform eine kalte Stelle, wie auch der Einleger eine weitere kalte Stelle sein kann, die die Richtung der Schwindung des Gussmetalls beeinflusst.

[0041] Es ist vorteilhaft, wenn der Einleger ohne Vorwärmung im Gießprozess für den Umguss eingelegt wird. Vorzugsweise wird hierdurch Oxidation vermieden und dadurch die Bildung einer Verbundzone optimiert.

[0042] Das bedeutet, dass der Gussanteil nicht auf den Kupferstab aufschumpft, sondern sich vom Kupferstab weg kontrahiert (siehe wieder die entsprechenden Pfeile A). Es entstehen beim Erstarren des gießtechnischen Anteils durch den Schrumpfung A des Gussmetalls 1 also Spannungen in der Verbundzone zwischen Einlegeteil 2 und Gussmetall 1, insbesondere wirkt diese Wirkkette der Zugspannungen am Einlegeteil 2. Verschärft kann diese Problematik noch dadurch werden, dass auch das Einlegeteil 2 beim Abkühlen eine Schrumpfung B erfährt. Die beschriebenen Mechanismen können zur Bildung eines Spalts oder Risses 4 zwischen dem Gussmetall 1 und dem Einlegeteil 2 führen, der sich negativ auf die Leistungsfähigkeit des herzustellenden Bauteils auswirkt.

[0043] Fig. 2 illustriert mit höherem Detailgrad einen Riss 4, der in einer intermetallischen Phase 3 zwischen Einlegeteil 2 und Gussmetall 1 entstanden ist. Für die Materialpaarung Aluminiumguss-Kupfer liegt die Festigkeit bspw. zwischen 40-70 MPa. Die durch den Schrumpfung A, B von Metallschmelze 1 und Einlegeteil 2 induzierten Spannungen in der Grenzfläche bzw. Verbundzone übersteigen in der Regel die Festigkeit der intermetalli-

schen Phase 3 und es kommt zu einer zumindest partiellen Abtrennung der Verbundpartner und somit zu dem gezeigten Riss 4. Aufgabe der Erfindung ist es, solche Risse zu vermeiden.

[0044] Durch die nachfolgend in den Figuren 3a bis 7b gezeigten Ausführungen wird das ermöglicht. All den Ausführungen liegt das Konzept zugrunde, dass zum gießtechnischen Verbinden des Einlegeteils 2 mit einem Gussmetall 1 zu einem Verbundbauteil, beim Umgießen des Einlegeteils 2 mit dem Gussmetall 1 zwischen dem Gussmetall 1 und dem Einlegeteil 2 eine Verbindung hergestellt wird. Diese ist jeweils ausgeführt als formschlüssige Verbindung durch Infiltration einer Oberflächenstruktur des Einlegeteils 2 mit dem Gussmetall 1 und/oder als stoffschlüssige Verbindung durch Bildung einer intermetallischen Phase 3 zwischen dem Einlegeteil 2 und dem Gussmetall 1. Das Einlegeteil 1 ist dabei immer verformbar ausgestaltet, so dass bei eintreten dem Volumenschwupf A des Gussmetalls über die Verbindung zwischen dem Gussmetall 1 und dem Einlegeteil 2 eine Verformung C des Einlegeteils 2 bewirkt wird, die dem Volumenschwupf A folgt, zur Vermeidung von Ein- oder Abrissen zwischen Gussmetall 1 und Einlegeteil 2.

[0045] Fig. 3a, b zeigen eine erste Ausführungsform, durch die die Rissbildung vorteilhaft vermieden wird. Dabei wird ein V-förmiges Einlegeteil 2 aus z.B. gebogenem Blech oder anderem dünnwandigen Material bereitgestellt. Dieses Einlegeteil 2 wird unten von der Metallschmelze 1 umgossen während eine oben liegende Aussparung des V-förmigen Einlegeteils 2 nicht mit der Metallschmelze 1 in Kontakt kommt. Die Metallschmelze 1 verbindet sich durch Ausbildung einer intermetallischen Phase 3 mit dem Einlegeteil 1. Optional können makroskopische oder mikroskopische Strukturen an dem Einlegeteil 1 die Verbindung unterstützen. Das Einlegeteil 1 liegt dabei zunächst noch in einer komprimierten Konfiguration vor (Fig. 3a). Wenn die Metallschmelze 1 den Volumenschwupf A erfährt, zieht die Metallschmelze 1 das mit ihr verbundene Einlegeteil 1 mit sich. Das Einlegeteil 1 erfährt also eine dem Schwupf A folgende Verformung C. Für diese Verformung C werden nur verhältnismäßig geringe Kräfte benötigt, die deutlich unterhalb der Festigkeit der Verbindung zwischen Einlegeteil 2 und Metallschmelze 1 liegen. Die Verformung C wird also bewirkt und ein Ablösen des Einlegeteils von der Metallschmelze wird vorteilhaft vermieden. Das Einlegeteil 2 liegt dann in einer expandierten Konfiguration vor, die Verbindung ist dabei aber intakt (Fig. 3b).

[0046] Dieses Einlegeteil 2 gemäß der Ausführung aus Fig. 3a, b kann z.B. in einem Gießwerkzeug auf einen passenden Dorn aufgesteckt werden. Der Dorn sorgt dafür, dass das Einlegeteil 2:

- a. in der gewünschten Position während des Gießens fixiert bleibt und
- b. nicht durch die Schmelze zusammengedrückt werden kann,
- c. auf der Innenseite nicht von der Schmelze umgossen

werden kann und

d. die Seiten des Einlegeteils 2, nach einer stoffschlüssigen Anbindung an die Metallschmelze 1, ein Verformung C erfahren, die flexibel der Schwindung A der Metallschmelze 1 folgt. Alternativ kann auch ein Kern aus später herauslösbarem Material (sog. "verlorener Kern") die Funktion des Dornes übernehmen.

[0047] Fig. 4a, b zeigen eine zweite Ausführungsform. Das Einlegeteil 2 ist geformt als Profilstab mit einem Entlastungseinschnitt 4. Dabei sorgt ein dünner Schnitt oder Spalt im breiten Bereich des einzugießenden Einlegeteils 2 dafür, dass die beiden langen Seitenflächen den auftretenden Zugspannungen bei der Schwindung nachgeben können. Es wird also eine dem Schwupf A der Metallschmelze folgende Verformung C ermöglicht. Das ist aus dem Vergleich der Figuren 4a und 4b miteinander zu sehen und überdies durch die Pfeile gekennzeichnet. Somit wird ein Abriss der stoff- und/oder formschlüssigen Verbindung verhindert, insbesondere auf den Außenseiten des Einlegeteils 1.

[0048] In der Ausführung kann es vorgesehen sein, dass die Flächenverhältnisse derart angepasst sind, dass eine Infiltration des Entlastungseinschnitts 4 durch die Schmelze akzeptabel ist, indem innerhalb des Spaltes z.B. eine erheblich kleinere Kontaktfläche besteht. Alternativ oder zusätzlich kann ein Füllmaterial in Form eines permanentverbleibenden Kerns oder eines später herauslösbaren Kerns die Ausnehmung gegen ein Eindringen der Schmelze schützen. In einer weiteren möglichen Ausgestaltung kann die Ausnehmung des Entlastungseinschnitts 4 eine Oberflächenbeschaffenheit besitzen, so dass bei einer Infiltration bewusst keine Anbindung zwischen der Schmelze und dem Einleger entsteht, z.B. durch partielle Oxidation, Beschichtung, Trennstoff o.ä. auf der Oberfläche in diesem Bereich.

[0049] Fig. 5a, b zeigen eine dritte Ausführungsform. Das Einlegeteil 2 ist als Rohr ausgebildet. Gezeigt ist ein Rechteckrohr, wahlweise kann aber auch ein Rundrohr, ein ovales Rohr oder eine andere Rohrgeometrie eingesetzt werden. Das Rohr liegt zunächst in neutralem, unverformtem Zustand vor (Fig. 5a). Das Rohr ist so dimensioniert und ausgestaltet, dass die Wandstärke den auftretenden Spannungen bei der Schwupfung A des Metallgusses nachgeben kann, d.h., dass eine der Schwupfung A folgende Verformung C des Rohres stattfindet, so dass keine Risse in der Verbundzone entstehen können.

[0050] Um ein Kollabieren des Rohres in druckunterstützten Gießverfahren wie dem Druckguss zu verhindern, kann das Rohr in möglichen Ausführungen mit einem Füllmaterial gefüllt sein, das dem äußeren Druck entgegenwirkt. Das Füllmaterial kann im Rohr verbleiben oder aber nach dem Abkühlen entfernt werden.

[0051] Fig. 6a, b zeigen eine vierte Ausführungsform. Hier ist ein Einlegeteil 2 gezeigt, das einen vor dem Umgießen zusammengedrückt / komprimierten Hohlkörper

per umfasst. Ähnlich wie bei der dritten Ausführungsform handelt es sich um ein Rohr. Dieses wird aber vor dem Umgießen zusammengedrückt, insbesondere möglichst vollständig zusammengedrückt, so dass z.B. ein flach gepresstes Rohr entsteht. Es wird also ein kompaktes und stabiles Einlege­teil 2 erreicht, mit einem Trenn- bzw. Dehnungsraum in der Mitte, der bei von außen auf das Einlege­teil 2 bzw. die Verbundzone 3 wirkenden Zugspannungen nachgeben kann und zu einer Verformung C in Form einer Ausbeulung des Einlege­teils 2 führt, die dem Schrumpf A der Metallschmelze 1 folgt (Fig. 6b).

[0052] In der gezeigten Ausführung umfasst das Einlege­teil 2 zusätzlich zu dem Rohr, das eine erste Komponente 2.1 mit einem Hohlraum darstellt, eine in dem Hohlraum eingebrachte zweite Komponente in Form eines Füllmaterials 2.2. Diese zweite Komponente in Form des Füllmaterials 2.2 ist aus einem Material, das sich bei Erwärmung ausdehnt, und zwar stärker als sich die erste Komponente 2.1 dabei ausdehnt. Hierdurch kann die Verformung C noch weiter unterstützt werden.

[0053] Bezugnehmend auf die Figuren 3a, 3b, 4a, 4b, 5a, 5b, 6a, 6b sei erwähnt, dass bei sämtlichen Einlege­teilen 2 mit Ausnehmungen in Form von Öffnungen, Spalten oder Hohlräumen im Rahmen dieser Erfindung optional eine zweite Komponente in Form von Füllmaterial vorgesehen sein kann, die in die Öffnung, den Spalt oder den Hohlraum eingebracht wird, und die sich bei Erwärmung thermisch ausdehnt. Auf diese Weise kann in Varianten dieser genannten Ausführungen der von außen auf das Einlege­teil 2 bzw. auf die Verbundzone wirkenden Zugspannung entgegengewirkt und eine Verformung des Einlege­teils 2 in Erstarrungsrichtung des Gussmetalls 1 unterstützt werden. Hierdurch wird die Stärke der auf die Verbundzone 3 wirkenden Zugspannung reduziert.

[0054] Fig. 7a, b zeigen eine fünfte Ausführungsform. Es wird ein Einlege­teil 2 bereitgestellt, das aus einer Mehrzahl von metallischen Halbzeugen 2.3 in Form von Blechen gebildet ist, die lösbar zusammen gefügt sind. Hier kommt z.B. Kleben, Vakuumfügen, Heften, lockeres Stanznieten, o.ä. zum Einsatz. Das so hergestellte Einlege­teil 2 wird anschließend umgossen. Bei Wirkung der Zugspannungen auf die äußere Verbundzone der Halbzeuge 2.3 gibt die mittlere Fügeverbindung nach, so dass sich die Bleche voneinander trennen und voneinander weg bewegen. Das Einlege­teil 1 wird somit verformt, wobei auch hier die Verformung C dem Schrumpf des Gussmetalls 1 folgt.

[0055] Fig. 8 zeigt, dass bei der Herstellung des Verbundgussteils ein Einlege­teil 2 verwendet wird, das eine Oberflächenstruktur 5 aufweist, die das Herstellen einer formschlüssigen Verbindung ermöglicht. Zu diesem Zweck weist die Oberflächenstruktur 5 Hinterschneidungen auf. Die Hinterschneidungen können in verschiedenen Ausführungsformen mikroskopisch oder makroskopisch ausgeführt werden. Die auf diese Weise erzielbare formschlüssige Verbindung kann als zusätzliche Verbindung zur intermetallischen Phase 3, die im Zusammen-

hang mit Figur 2 erläutert wurde, bereitgestellt werden. Sie kann aber auch als Alternative bereitgestellt werden, insbesondere dann, wenn eine intermetallische Phase bei der gewählten Materialpaarung nicht realisierbar ist, etwa weil ein Kunststoff-Einlege­teil verwendet wird. Solche Oberflächenstrukturen 5 können für jede der Ausgestaltungen aus den Figuren 3a-7b (1.-5. Ausführungsform) vorgesehen werden. Insbesondere werden die Oberflächenstrukturen 5 dann auf den Seiten der Einlege­teile 1 angeordnet, an denen die durch den Schrumpf A verursachten Zugkräfte wirken.

[0056] Fig. 9 zeigt, dass bei der Herstellung des Verbundgussteils ein Einlege­teil 2 verwendet wird, das eine Oberflächenvergrößerung 6 aufweist. Diese Oberflächenvergrößerung kann dabei makroskopisch oder mikroskopisch ausgeführt sein. Sie kann Rillen oder Vertiefungen oder Beulen umfassen. Die Oberflächenvergrößerung 6 bewirkt eine Stärkung der intermetallischen Phase 3, da für die Bildung der intermetallischen Phase 3 zusätzliche Fläche bereitgestellt wird. Anders ausgedrückt wird dadurch eine stoffschlüssige Verbindung zwischen Einlege­teil 2 und Gussmetall 1 verstärkt. Solche Oberflächenvergrößerungen 6 können für jede der Ausgestaltungen aus den Figuren 3a-7b (1.-5. Ausführungsform) vorgesehen werden. Insbesondere werden die Oberflächenvergrößerungen 6 dann auf den Seiten der Einlege­teile 1 angeordnet, an denen die durch den Schrumpf A verursachten Zugkräfte wirken.

30 Bezugszeichenliste

[0057]

1	Gussmetall
35 2	Einlege­teil
2.1	Erste Komponente des Einlege­teils
2.2	Füllmaterial des Einlege­teils
2.3	Halbzeuge des Einlege­teils
40 3	Verbundzone
4	Riss
5	Oberflächenstruktur zum Herstellen einer formschlüssigen Verbindung
6	Oberflächenvergrößerung
45 A	Volumenschrumpf des Gussmetalls
B	Volumenschrumpf des Einlege­teils
C	Verformung des Einlege­teils

50 **Patentansprüche**

1. Verfahren zum gießtechnischen Verbinden eines Einlege­teils (2) mit einem Gussmetall (1) zu einem Verbundbauteil,

wobei bei einem Umgießen des Einlege­teils (2) mit dem Gussmetall (1) zwischen dem Gussme-

- tall (1) und dem Einlegeteil (2) eine Verbindung hergestellt wird, ausgeführt als formschlüssige Verbindung durch Infiltration einer Oberflächenstruktur des Einlegeteils (2) mit dem Gussmetall (1) und/oder als stoffschlüssige Verbindung durch Bildung einer intermetallischen Phase (3) zwischen dem Einlegeteil (2) und dem Gussmetall (1), wobei das Einlegeteil (1) verformbar ausgestaltet ist, so dass bei eintretendem Volumenschwund (A) des Gussmetalls über die Verbindung zwischen dem Gussmetall (1) und dem Einlegeteil (2) eine Verformung (C) des Einlegeteils (2) bewirkt wird, die dem Volumenschwund (A) folgt, zur Vermeidung von Ein- oder Abrissen zwischen Gussmetall (1) und Einlegeteil (2).
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Einlegeteil (2) eine geometrische Ausgestaltung aufweist, die eine Nachgiebigkeit bei von außen wirkendem Zug ermöglicht, vorzugsweise einen Knick und/oder einen Hohlraum und/oder einen Entlastungseinschnitt (4).
 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in einem Teilbereich des Einlegeteils (2), insbesondere innerhalb einer Aussparung, eine Anbindung an das Gussmetall (1) durch eine Oberflächenbeschaffenheit des Einlegeteils (2) in diesem Teilbereich verhindert wird.
 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Einlegeteil (2) aus einer Mehrzahl Halbzeugen gebildet wird, die vor dem Umgießen miteinander verbunden werden, insbesondere durch Kleben, Vakuumfügen, Heften oder lockeres Stanznieten.
 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Einlegeteil (2) aus einem Hohlprofil, insbesondere einem Rohr, gebildet wird.
 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Einlegeteil (2) ein metallisches Halbzeug ist oder ein oder mehrere metallische Halbzeuge (2.3) umfasst.
 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei innerhalb einer Aussparung des Einlegeteils (2) ein Füllmaterial (2.2) angeordnet wird.
 8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei sich das Füllmaterial (2.2) unter Wärmeeinwirkung ausdehnt und so die Verformung (C) des Einlegeteils (2) während des Fertigungsprozesses unterstützt.
 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Einlegeteil (2) eine Oberflächenstruktur (5) zum Herstellen einer formschlüssigen Verbindung aufweist, insbesondere mit mikroskopischen und/oder makroskopischen Hinterschneidungen.
 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Einlegeteil (2) eine Oberflächenvergrößerung (6) aufweist, vorzugsweise durch mikroskopische und/oder makroskopische Strukturen wie Rillen, Vertiefungen oder Beulen.
 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Einlegeteil (2) vor dem Umgießen zusammengepresst wird.
 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei für das Umgießen ein Druckgussverfahren oder ein Niederdruckgussverfahren oder ein Gegendruck-Kokillengussverfahren oder ein Kokillengussverfahren oder ein Schwerkraftgussverfahren oder ein Feingussverfahren verwendet wird.
 13. Verbundbauteil, hergestellt nach einem Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, das Einlegeteil (2) und das Gussmetall (1) umfassend.
 14. Verbundbauteil nach Anspruch 13, ausgeführt als
 - Rotor für einen elektrischen Antrieb mit eingelegten und gießtechnisch angeordneten Nutstableitern aus Kupfer oder Aluminium oder einem anderem leitfähigen Material, vorzugsweise mit einer elektrisch leitfähigen Verbindung, vorzugsweise für eine Asynchronmaschine, oder als
 - gegossenes Gehäuse mit eingelegten und gießtechnisch angeordneten Wärmeleitstrukturen aus Kupfer, vorzugsweise mit einer thermisch leitfähigen Verbindung zur Verbesserung der Wärmeableitung und/oder Kühlung des Gehäuses über die angeordneten Wärmeleitstrukturen oder als
 - Karosserie- oder Fahrwerkskomponente im Kraftfahrzeugbau.
 15. Verbundbauteil nach Anspruch 13 oder 14, einen konstruktiven Verbundaufbau aus dem Gussmetall (1) und einem oder mehreren Profil- oder Blech-Einlegeteilen (2), vorzugsweise aus Aluminium, aufweisend, wobei die Einlegeteile (2) in ihrer chemischen Zusammensetzung dem Gussmetall (1) gleichen, aber vorzugsweise dazu unterschiedlich sind, wobei es sich vorzugsweise um eine Karosserie- oder Fahrwerkskomponente im Kraftfahrzeugbau handelt.

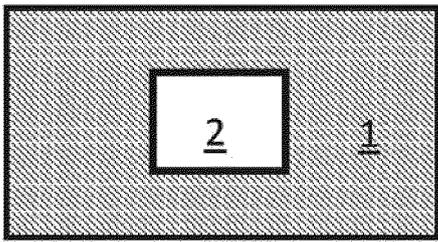


Fig. 1a

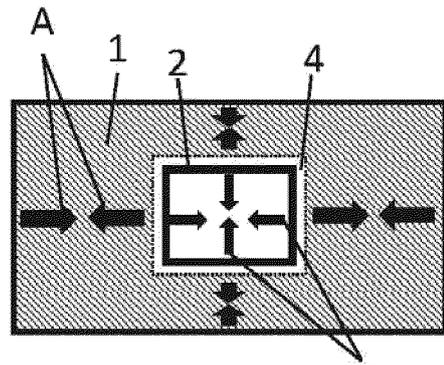


Fig. 1b

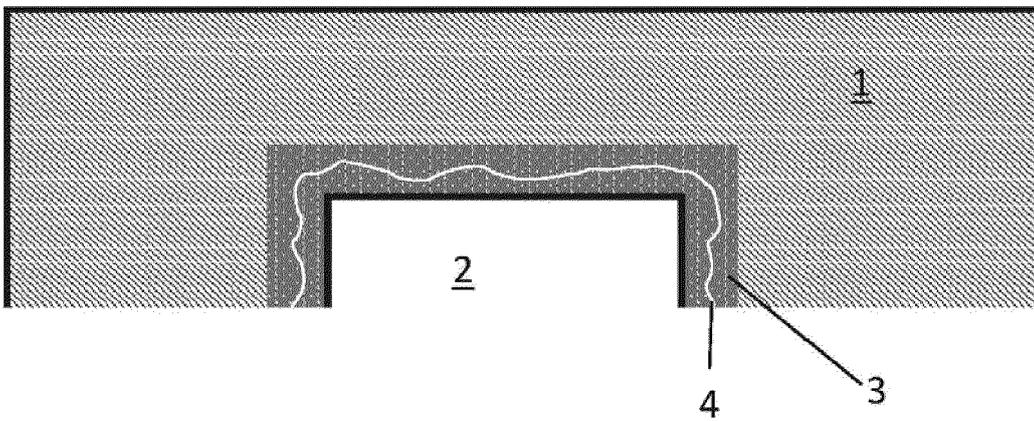


Fig. 2

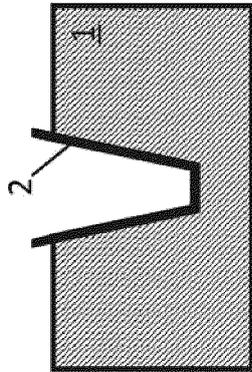


Fig. 3a

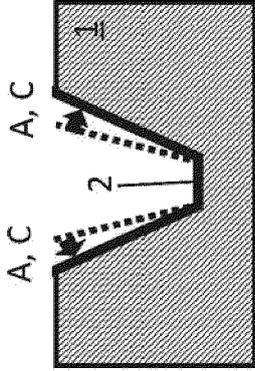


Fig. 3b

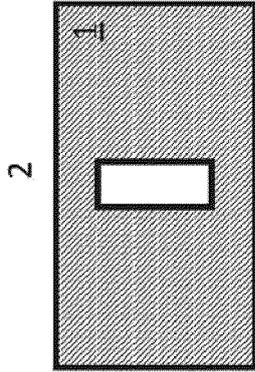


Fig. 5a

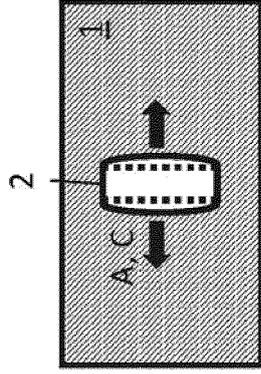


Fig. 5b

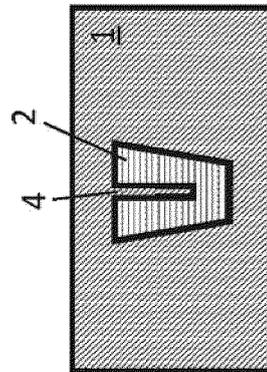


Fig. 4a

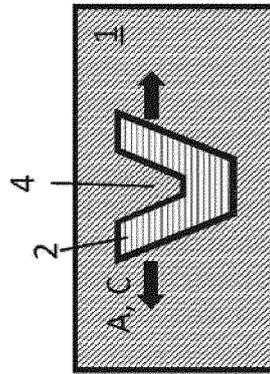


Fig. 4b

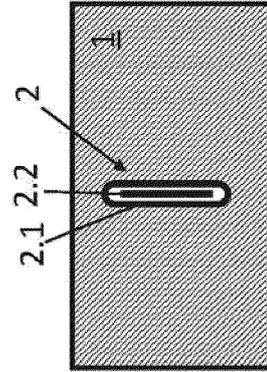


Fig. 6a

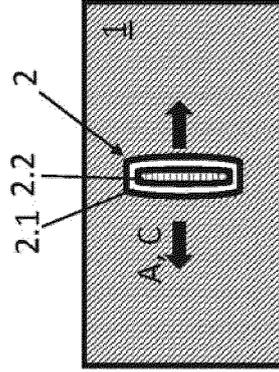


Fig. 6b

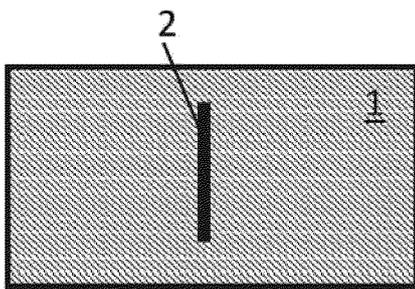


Fig. 7a

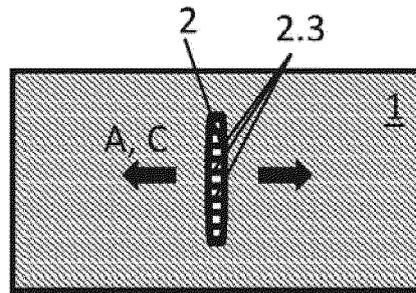


Fig. 7b

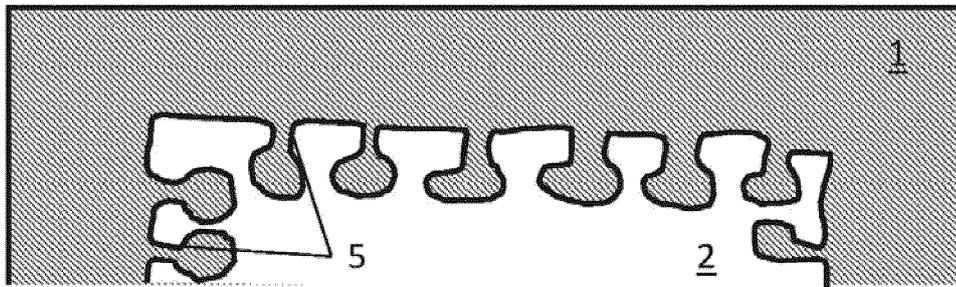


Fig. 8

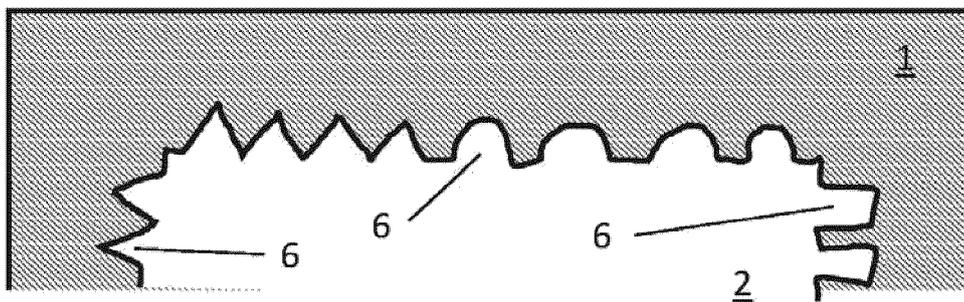


Fig. 9



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 20 1192

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 945 070 A (HAUSER FRANK WILLIAM) 23. März 1976 (1976-03-23) * Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 25 * * Spalte 1, Zeile 48 - Zeile 65 * * Spalte 3, Zeile 2 - Zeile 24 * * Spalte 3, Zeile 34 - Zeile 49 * * Spalte 4, Zeile 27 - Zeile 41 * * Abbildungen 5,8 *	1-15	INV. B22D19/00 B22D19/02
X	EP 0 276 593 A1 (PEUGEOT [FR]; CITROEN SA [FR]) 3. August 1988 (1988-08-03)	1-5,7-15	
A	* Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 7 * * Spalte 1, Zeile 18 - Zeile 22 * * Spalte 1, Zeile 40 - Zeile 46 * * Spalte 2, Zeile 31 - Zeile 51 * * Abbildung 1 *	6	
X	JP H11 179522 A (ISUZU MOTORS LTD; RYOBI LTD) 6. Juli 1999 (1999-07-06) * Absätze [0001], [0002], [0018] - [0022], [0031] * * Abbildungen 1-3,5,6 *	1-15	RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC)
X	JP S49 127012 A (-) 5. Dezember 1974 (1974-12-05) * Seite 52 - Seite 53 * * Abbildungen *	1-15	B22D
X	DE 11 2008 003577 B4 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 24. März 2016 (2016-03-24)	1-4,6,9-15	
A	* Absätze [0001], [0002], [0026], [0027], [0035], [0045] - [0047] * * Abbildungen 3,10 *	5,7,8	
-/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. Februar 2023	Prüfer Grave, Christian
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 22 20 1192

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2016/165947 A1 (SIEMENS AG [DE]) 20. Oktober 2016 (2016-10-20)	1-6, 9-15	
A	* Seite 1, Zeile 33 - Zeile 38 * * Seite 2, Zeile 14 - Seite 3, Zeile 25 * * Seite 6, Zeile 25 - Seite 7, Zeile 17 * * Seite 9, Zeile 31 - Seite 10, Zeile 22 * * Abbildungen 4,5 * -----	7, 8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. Februar 2023	Prüfer Grave, Christian
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04/C03)

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

EP 22 20 1192

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-02-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3945070 A	23-03-1976	KEINE	
EP 0276593 A1	03-08-1988	EP 0276593 A1 FR 2608476 A1	03-08-1988 24-06-1988
JP H11179522 A	06-07-1999	JP 3663867 B2 JP H11179522 A	22-06-2005 06-07-1999
JP S49127012 A	05-12-1974	JP S5313574 B2 JP S49127012 A	11-05-1978 05-12-1974
DE 112008003577 B4	24-03-2016	CN 101910665 A DE 112008003577 T5 US 2009176122 A1 WO 2009088692 A2	08-12-2010 05-01-2011 09-07-2009 16-07-2009
WO 2016165947 A1	20-10-2016	CN 107534368 A EP 3082227 A1 EP 3248271 A1 US 2018123432 A1 WO 2016165947 A1	02-01-2018 19-10-2016 29-11-2017 03-05-2018 20-10-2016

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2606560 B1 [0004]