



(10) DE 10 2009 021 373 A1 2010.11.18

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: 10 2009 021 373.2

(22) Anmeldetag: 14.05.2009

(43) Offenlegungstag: 18.11.2010

(51) Int Cl.⁸: **B29C 65/16** (2006.01)

(71) Anmelder:

**LZH Laserzentrum Hannover e.V., 30419
Hannover, DE; Universität Bremen, 28359 Bremen,
DE**

(74) Vertreter:

Wagner Dr. Herrguth, 30163 Hannover

(72) Erfinder:

**Jäschke, Peter, 21256 Handeloh, DE; Herzog, Dirk,
30163 Hannover, DE; Kern, Manuel, 30625
Hannover, DE; Purol, Holger, 27446 Selsingen, DE;
Peters, Christian, 28201 Bremen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

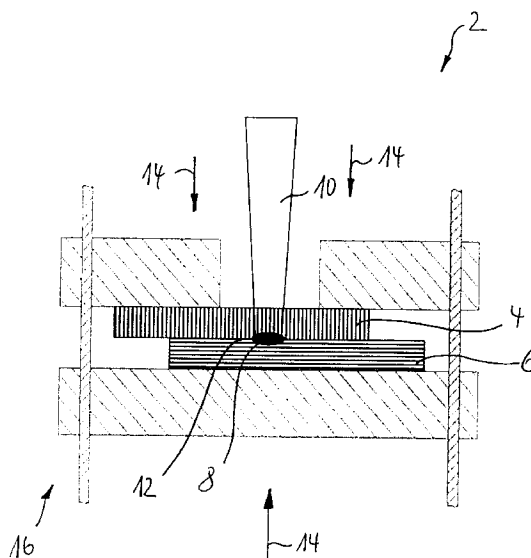
**DE 60 2004 007624 T2
DE 10 2005 052825 A1
DE 103 03 534 A1**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Fügen von Bauteilen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Fügen von Bauteilen 4, 4', 6, 6', die wenigstens teilweise aus thermoplastischem Material bestehen und von denen wenigstens eines langfaserverstärkt ist, wobei die Bauteile 4, 4', 6, 6' in einer Fügezone 8, 8', 8'', 8''' miteinander verschweißt werden. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Bauteile 4, 4', 6, 6' mittels durch Laserstrahlung 10 erzeugten Wärmeeintrags in die Fügezone 8, 8', 8'', 8''' verschweißt werden, wobei wenigstens eines der Bauteile 4, 4', 6, 6' wenigstens teilweise für die Laserstrahlung 10 transparent ist und wobei die Laserstrahlung 10 von wenigstens einem der Bauteile 4, 4', 6, 6' wenigstens teilweise absorbiert wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art zum Fügen von Bauteilen, die wenigstens teilweise aus thermoplastischem Material bestehen und von denen wenigstens eines langfaserverstärkt ist.

[0002] Leichtbaukonstruktionen haben sich in vielen Bereichen etabliert und dienen beispielsweise innerhalb der Verkehrstechnik dazu, vor dem Hintergrund stetig steigender Energiekosten und kontinuierlich sinkender Energiereserven den Energiebedarf deutlich zu reduzieren. Dahingehend werden für Leichtbaukonstruktionen nicht nur Leichtmetalle eingesetzt, sondern auch Kunststoffe, die zu erheblichen Gewichts- bzw. Kostenreduzierungen beitragen.

[0003] Neben der Gewichtsreduzierung ist es ebenso notwendig, die gewünschten Bauteilsicherheiten bzw. Bauteilfestigkeiten gewährleisten zu können. Daher haben sich Faserverbundwerkstoffe, wie es kohlenstoff-, aramid-, naturfaser- oder glasfaserverstärkte Kunststoffe sein können, als prädestiniert erwiesen, da sie neben einer geringen Dichte auch eine hohe spezifische Festigkeit und Steifigkeit aufweisen.

[0004] Das Verbinden von faserverstärkten Kunststoffen erfolgt durch unterschiedliche form-, kraft- bzw. stoffschlüssige Fügeverfahren, wobei insbesondere Klebtechnologien zum Fügen entsprechender Bauteile weit verbreitet sind. Die Verwendung von Klebstoffen hat jedoch den entscheidenden Nachteil, daß die erforderliche Adhäsion nicht zerstörungsfrei prüfbar ist, so daß zusätzliche Schraub- bzw. Nietverbindungen verwendet werden, um die Verbindung von Bauteilen sicherstellen zu können. Ferner sind einige CFK-Arten nicht miteinander verklebbar.

[0005] Verfahren zum Fügen von Bauteilen, die wenigstens teilweise aus thermoplastischem Material bestehen und von denen wenigstens eines langfaserverstärkt ist, sind beispielsweise bekannt durch DE 10 2007 003 357 A1, DE 10 2007 020 389 A1 sowie JP 2001 355 313 A.

[0006] Aus DE 10 2007 003 357 A1 ist ein Verfahren der betreffenden Art zum Fügen von Bauteilen bekannt, bei dem die Bauteile in einer Fügezone miteinander verschweißt werden. Aus der Druckschrift ist die Verwendung von Reibschweiß-, Induktionsschweiß- sowie Heizelementschweißverfahren zum Fügen der Bauteile bekannt.

[0007] Langfaserverstärkte Kunststoffe sind im allgemeinen dadurch gekennzeichnet, daß die zur Verstärkung verwendeten Fasern mindestens eine Länge von 1 bis mindestens 25 mm aufweisen. Erfindungsgemäß werden unter langfaserverstärkten

Bauteilen auch endlosfaserverstärkte Bauteile verstanden. Dabei können die Langfasern auch z. B. mit Kurzfasern kombiniert werden, deren Länge in der Regel unter 1 mm liegt. Zur Verstärkung des Kunststoffs können die Langfasern direkt aus einem Pastifizierextruder in eine Presse eingegeben werden.

[0008] Bei dem bekannten Verfahren hat sich als nachteilig erwiesen, daß das Fügen der Bauteile vergleichsweise aufwendig und zeitintensiv ist.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art zum Fügen von Bauteilen anzugeben, das insbesondere die Prozeßgeschwindigkeit zum Fügen von Bauteilen erhöht und gleichfalls eine hohe Sicherheit der Schweißverbindung ermöglicht.

[0010] Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebene Erfindung gelöst, indem die Bauteile mittels durch Laserstrahlung erzeugten Wärmeeintrags in die Fügezone verschweißt werden, wobei wenigstens eines der Bauteile wenigstens teilweise für die Laserstrahlung transparent ist und wobei die Laserstrahlung von wenigstens einem der Bauteile wenigstens teilweise absorbiert wird.

[0011] Daraus ergibt sich der Vorteil, daß ein Verschweißen von Bauteilen in sehr kurzen Zeiträumen möglich ist. Die Komponenten zur Durchführung des Verfahrens sind auf einfache Art und Weise transportierbar, so daß das Verfahren an unterschiedlichen Orten durchgeführt werden kann. Zudem kann das Verfahren auch an schwer zugänglichen Stellen durchgeführt werden, wie sie beispielsweise bei Reparaturarbeiten auftreten.

[0012] Darüber hinaus bietet das Verfahren die Vorteile, daß ein Verschweißen von Bauteilen sehr gut steuerbar bzw. regelbar sowie automatisierbar ist, wodurch es sehr gut für die Serienfertigung einsetzbar ist.

[0013] Durch Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Fügen von Bauteilen können auch Schweißverbindungen hergestellt werden, die gegenüber den bekannten Schweißverfahren höher belastbar sind. Darüber hinaus ist es möglich, auf einfache und schnelle Weise mehrere Bauteile miteinander zu verschweißen, indem beispielsweise der Fokus der Laserstrahlung entsprechend der gewünschten Fügezone angepaßt wird. Dadurch ist ein gezieltes Verschweißen von Bauteilen sichergestellt.

[0014] Als Material für ein langfaserverstärktes Bauteil ist beispielsweise kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK) verwendbar. Als Material für ein für Laserstrahlung transparentes Bauteil sind z. B. kurzfaserverstärkte oder unverstärkte Materialien verwendbar, wie es glasfaserverstärkte Kunststoffe

(GFK) sein können.

[0015] Ferner sind Aramidfasern und Naturfasern sowie Kombinationen der genannten wie auch weiterer Fasern zur Verstärkung der Bauteile verwendbar.

[0016] Erfindungsgemäß wird unter der Eigenschaft "wenigstens teilweise transparent" auch eine vollständige Transparenz verstanden.

[0017] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung ist dadurch gegeben, daß die Laserstrahlung wenigstens teilweise an Fasern und/oder einer Faserbeschichtung des langfaserverstärkten Bauteiles absorbiert wird. Dadurch ist es möglich, den Energieeintrag zum Verschweißen der Bauteile durch die Anordnung der Fasern und die relative Position des Laserstrahls zur Faser bzw. Faserorientierung zu lenken. Durch die Absorption der Laserstrahlung an den Fasern erfolgt eine Erwärmung des die Fasern umgebenden Materials, wodurch die Bauteile miteinander verbunden werden können.

[0018] Darüber hinaus ist es möglich, daß das Material wenigstens eines der Bauteile Absorber enthält, durch die die Laserstrahlung absorbiert wird, wie es eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung vorsieht. Aufgrund dessen können die Bereiche, die dem Verschweißen von Bauteilen dienen, gezielt ausgebildet werden. Ferner ist es dadurch ermöglicht, den Energieeintrag durch Platzierung der Absorber zu beeinflussen, wodurch die Fügezone gezielt ausgebildet werden kann. Zudem ist durch Verwendung der Absorber die Absorptionsfähigkeit des Materials beeinflussbar, so daß beispielsweise die Absorptionsfähigkeit des Materials durch Verwendung von Absorbieren gesteigert werden kann.

[0019] Als Absorber sind unterschiedliche Mittel einsetzbar, so daß eine vorteilhafte Weiterbildung dadurch gekennzeichnet ist, daß wenigstens ein Bauteil verwendet wird, das als Absorber Partikel und/oder Additive und/oder Klebstoffe und/oder Farbstoffe und/oder dergleichen Zusatzstoffe enthält. Für das Fügen von Bauteilen ist es damit ausreichend, daß lediglich ein Bauteil Absorber enthält. Infolgedessen kann auf einfache Art und Weise die Absorptionsfähigkeit eines Bauteiles bezüglich der Laserstrahlung beeinflusst werden, indem beispielsweise Farbstoffe oder Farbpartikel in das Material des Bauteiles eingebracht werden. Darüber hinaus sind Additive für die Absorption der Laserstrahlung nutzbar, die z. B. dem Material des Bauteiles beigemischt sind.

[0020] Bei Verwendung eines ohnehin in dem Material des Bauteiles vorhandenen Farbstoffes als Absorber ist Laserstrahlung ohne Veränderung insbesondere der mechanischen Bauteileigenschaften absorbierbar.

[0021] Ferner ist es möglich, gezielt Füllstoffe zu verwenden, die im Bauteil angeordnet sind. Die Absorptionsfähigkeit kann auch dadurch beeinflusst werden, daß Zusatzstoffe, wie es beispielsweise auch Bauelemente sein können, in oder an dem Bauteil angeordnet sind. Die Anordnung des Absorbers kann unterschiedlich sein und beispielsweise in wie auch am Bauteil erfolgen.

[0022] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß die Laserstrahlung an der Oberfläche und/oder in unmittelbarer Nähe zur Oberfläche wenigstens eines der Bauteile absorbiert wird. Die Oberfläche dient damit zur Ausbildung einer Fügezone, so daß erfindungsgemäß unter unmittelbarer Nähe ein Bereich verstanden wird, dessen Abstand zu der der Fügezone zugewandten Oberfläche geringer ist als sein Abstand zu der der Fügezone abgewandten Oberfläche des Bauteiles. Damit verbunden ist der Vorteil, daß der Bereich der Fügezone unterschiedlich groß ausgebildet werden kann, wodurch die mechanische Belastbarkeit der Fügezone an die jeweils gestellten Anforderungen anpaßbar ist. Außerdem ergibt sich auf diese Weise eine höhere Effizienz.

[0023] Zudem sieht eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung vor, daß die Laserstrahlung an wenigstens einer laserabsorbierenden Schicht, insbesondere Beschichtung, wenigstens eines der Bauteile absorbiert wird.

[0024] Ein damit verbundener Vorteil bezieht sich auf ein gezieltes Einbringen der Wärmeentwicklung, so daß beispielsweise eine Beschichtung des Bauteiles dazu dienen kann, die Laserstrahlung an der Oberfläche des Bauteiles zu absorbieren. Ferner können die Schichten auch innerhalb des Bauteiles angeordnet sein, so daß die Laserstrahlung im Volumen des Bauteiles absorbiert wird.

[0025] Darüber hinaus ist es möglich, die Schicht gezielt in dem Bauteil anzuordnen, indem beispielsweise Absorber verwendet werden, die eine entsprechende Schicht in dem Bauteil ausbilden. Daneben ist die Ausbildung einer entsprechenden laserabsorbierenden Schicht auch durch die Materialzusammensetzung bzw. den Materialaufbau des Bauteiles möglich.

[0026] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß wenigstens zwei langfaserverstärkte Bauteile mittels wenigstens eines weiteren wenigstens abschnittsweise für die Laserstrahlung transparenten Bauteiles miteinander verschweißt werden, indem jeweils wenigstens eine Fügezone jeweils zwischen einem der langfaserverstärkten Bauteile und dem weiteren Bauteil gebildet wird. Dadurch ergibt sich der Vorteil, daß zwei langfaserverstärkte Bauteile, die zunächst nicht miteinander

der direkt verschweißbar sind, über ein zusätzliches Bauteil miteinander verschweißt werden können.

[0027] Erfindungsgemäß wird unter transparent auch die Eigenschaft einer teilweisen Transparenz verstanden.

[0028] Es entsteht insbesondere der Vorteil, daß durch ein derartiges Verschweißen der langfaserverstärkten Bauteile die Eigenschaften des dadurch entstehenden Gesamtbauteiles gezielt beeinflußt werden können.

[0029] Langfaserverstärkte Bauteile zeichnen sich beispielsweise durch eine geringe Verformbarkeit aus, die erfindungsgemäß dadurch kompensierbar ist, daß ein weiteres Bauteil für das Verschweißen der langfaserverstärkten Bauteile verwendet wird, das eine höhere Verformbarkeit bzw. Elastizität aufweist. Infolgedessen können beispielsweise auch Bauteilspannungen abgebaut werden, so daß eine Verformung des weiteren Bauteils bzw. der weiteren Bauteile ein Versagen der langfaserverstärkten Bauteile verhindert. Somit kann die Betriebssicherheit der gefügten Bauteile erhöht werden.

[0030] Als weiteres Bauteil ist erfindungsgemäß auch ein Fluid verwendbar, welches z. B. durch die Laserstrahlung aushärtbar bzw. verfestigbar ist. Das Fluid kann zudem nach dem Schweißvorgang dauerelastisch ausgebildet sein. Das Fluid kann auch flüchtig sein, so dass es lediglich für den Schweißvorgang ein- bzw. aufgebracht wird und insbesondere durch die entstehende Wärme bzw. Wirkung der Laserstrahlung während des Verschweißens wenigstens teilweise schwindet.

[0031] Zur Sicherstellung einer guten Verschweißbarkeit ist eine Weiterbildung der Erfindung dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein langfaserverstärktes Bauteil verwendet wird, dessen Fasern wenigstens abschnittsweise in einer Matrix angeordnet sind, die wenigstens teilweise aus einem thermoplastischen Werkstoff besteht oder einen thermoplastischen Werkstoff enthält. Dabei kann ein erfindungsgemäßes Verfahren dadurch gekennzeichnet sein, daß der thermoplastische Werkstoff ein thermoplastisches Elastomer ist oder ein thermoplastisches Elastomer enthält, wie es eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung vorsieht.

[0032] Dadurch entsteht der Vorteil, daß das Fügen von Bauteilen auch unter geringem Energieeintrag in das Bauteil möglich ist.

[0033] Darüber hinaus sieht eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung vor, daß wenigstens ein langfaserverstärktes Bauteil verwendet wird, dessen Fasern wenigstens abschnittsweise in einer Matrix angeordnet sind, die wenigstens teilweise aus ei-

nem duroplastischen Werkstoff besteht oder einen duroplastischen Werkstoff enthält.

[0034] Das Fügen von Bauteilen kann erfindungsgemäß auch dadurch erreicht werden, daß wenigstens eines der Bauteile wenigstens eine Übergangszone aufweist, innerhalb derer sich die Transparenz des Bauteiles für die Laserstrahlung räumlich verändert, wobei die Fügezone entlang der Kontaktfläche zwischen den Bauteilen in einem Bereich höherer Transparenz gebildet wird. Für das Fügen von Bauteilen ist es damit ausreichend, daß ein Bauteil eine Übergangszone aufweist, die ein Verschweißen von Bauteilen ermöglicht, die mittels Laserstrahlung direkt nicht verschweißbar sind, wie es z. B. laserstrahlundurchlässige Bauteile sind.

[0035] Ferner ist es möglich, daß sich die Transparenz des Bauteiles für die Laserstrahlung in der Übergangszone allmählich ändert, wie es eine andere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung vorsieht. Dadurch kann die Übergangszone z. B. durch Veränderung der Absorberverteilung bzw. -konzentration im Material gebildet werden. Erfindungsgemäß kann sich die Übergangszone auch über das ganze Bauteil erstrecken.

[0036] Zudem besteht eine weitere zweckmäßige Weiterbildung der Erfindung darin, daß wenigstens eines der Bauteile durch Kohlefasern und/oder Aramidfasern und/oder Glasfasern und/oder Naturfasern verstärkt ist.

[0037] Eine weitere zweckmäßige Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß wenigstens ein langfaserverstärktes Bauteil und ein unverstärktes oder kurzfaserverstärktes Bauteil miteinander verschweißt werden.

[0038] Überdies ist eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung dadurch gegeben, daß in die Fügezone wenigstens abschnittsweise ein Zusatzwerkstoff eingebracht wird. Dadurch entsteht der Vorteil, daß durch den Zusatzwerkstoff die mechanische Belastbarkeit der Fügestelle erhöht werden kann, beispielsweise indem der Zusatzwerkstoff die Bauteile zusätzlich klebstoffartig miteinander verbindet.

[0039] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert, in der Ausführungsbeispiele für die Anwendung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Fügen von Bauteilen dargestellt sind. Das erfindungsgemäße Verfahren wird anhand einer beispielartigen Vorrichtung sowie verschiedener beispielartiger Fügestellen, die durch Anwendung eines erfindungsgemäßen Verfahrens beispielsweise mittels der beispielartigen Vorrichtung herstellbar sind, dargestellt. Dabei bilden alle beanspruchten, beschriebenen und in der Zeichnung dargestellten Merkmale für sich genommen so-

wie in beliebiger Kombination miteinander den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen und deren Rückbezügen sowie unabhängig von ihrer Beschreibung bzw. Darstellung in der Zeichnung.

[0040] Die Figuren der Zeichnung zeigen eine Auswahl von Beispielen für die Durchführung bzw. Anwendung eines erfindungsgemäßen Verfahrens in jeweils einer zur besseren Übersicht auf die das Verständnis unterstützenden Elemente detailreduzierten Darstellung. Die Darstellungen sind daher weder maßstabs- noch detailgetreu. Gleiche oder ähnliche Bestandteile sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0041] Es zeigt:

[0042] Fig. 1 eine stark schematisierte Darstellung eines Vorrichtungsbeispiels zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens in einer Schnittdarstellung,

[0043] Fig. 2 ein erstes Anwendungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verfahren in der gleichen Darstellungsweise wie in Fig. 1,

[0044] Fig. 3 ein zweites Anwendungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verfahren in der gleichen Darstellungsweise wie in Fig. 1,

[0045] Fig. 4 ein drittes Anwendungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verfahren in der gleichen Darstellungsweise wie in Fig. 1,

[0046] Fig. 5 ein viertes Anwendungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verfahren in der gleichen Darstellungsweise wie in Fig. 1,

[0047] Fig. 6 ein fünftes Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verfahren in der gleichen Darstellungsweise wie in Fig. 1,

[0048] Fig. 7 ein sechstes Anwendungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verfahren in der gleichen Darstellungsweise wie in Fig. 1,

[0049] Fig. 8 ein siebtes Anwendungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verfahren in der gleichen Darstellungsweise wie in Fig. 1,

[0050] Fig. 9 ein achttes Anwendungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verfahren in der gleichen Darstellungsweise wie Fig. 1,

[0051] Fig. 10 ein neuntes Anwendungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verfahren in der gleichen Darstellungsweise wie Fig. 1,

[0052] Fig. 11 ein zehntes Anwendungsbeispiel für

ein erfindungsgemäßes Verfahren in der gleichen Darstellungsweise wie Fig. 1.

[0053] Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung **2** zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Dabei wird ein Bauteil **4** verwendet, das aus einem thermoplastischen Kunststoff besteht, der unverstärkt ist. Das Bauteil **4** wird mit dem Bauteil **6** verschweißt, wobei das Bauteil **6** aus kohlenstoffverstärktem Kunststoff besteht. Die beiden Bauteile **4**, **6** werden in einer Fügezone **8** miteinander verschweißt, wobei der dazu notwendige Wärmeeintrag erfindungsgemäß durch Laserstrahlung **10** erzeugt wird. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Laserstrahlung **10** nicht fokussiert. Sofern erforderlich, kann erfindungsgemäß auch mit fokussierter oder defokussierter Laserstrahlung **10** gearbeitet werden. Dabei ist das Bauteil **4** für die Laserstrahlung **10** transparent, und das Bauteil **6** absorbiert die Laserstrahlung **10** im Bereich der Fügezone **8** an seiner Oberfläche **12**. Durch die Absorption der Laserstrahlung **10** erwärmt sich das Material des Bauteils **6** wie auch das Material des Bauteils **4**, so daß die beiden Bauteile **4**, **6** in der Fügezone **8** miteinander verschweißt werden.

[0054] Während des Schweißprozesses werden die beiden Bauteile **4**, **6** mit einer Fügekraft **14** beaufschlagt, die über eine Halteeinrichtung **16** der Vorrichtung **2** erzeugt wird. In diesem Ausführungsbeispiel überlappt das Bauteil **4** das Bauteil **6**, so daß die Bauteile **4**, **6** nach Art eines Überlappungsstoßes angeordnet sind und in dieser Anordnung miteinander verschweißt werden.

[0055] Fig. 2 zeigt ein erstes Anwendungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei das Bauteil **4** aus einem kohlenstofffaserverstärkten Kunststoff besteht, der eine Übergangszone **18** aufweist. Die Übergangszone bildet einen Übergang vom kohlenstofffaserverstärkten Kunststoff zu einem glasfaserverstärkten oder unverstärkten Kunststoff, in der sich die Transparenz des Bauteiles **4** für die Laserstrahlung **10** räumlich verändert, wobei die Fügezone **8** entlang der Kontaktfläche **20** zwischen den Bauteilen **4**, **6** in dem Bereich **22** höherer Transparenz gebildet wird.

[0056] Fig. 3 zeigt ein zweites Anwendungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verfahren, wobei zwei langfaserverstärkte Bauteile **6**, **6'** mittels eines weiteren für die Laserstrahlung **10** transparenten Bauteiles **4** miteinander verschweißt werden, indem eine Fügezone **8**, **8'** jeweils zwischen einem der langfaserverstärkten Bauteile **6**, **6'** und dem weiteren Bauteil **4** gebildet wird. Dazu überlappt in diesem Ausführungsbeispiel das weitere Bauteil **4** sowohl das Bauteil **6** als auch das Bauteil **6'**. Die Bauteile **6**, **6'** berühren sich an einer Stoßfläche **24**, so daß die Bauteile **6**, **6'** nach Art eines Stumpfstoßes zueinander angeordnet

sind und in dieser Anordnung über das Bauteil 4 miteinander verbunden sind.

[0057] Fig. 4 zeigt ein drittes Anwendungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verfahren, bei dem das Verschweißen der Bauteile 6, 6' gemäß dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel erfolgt, wobei in diesem Beispiel zwei weitere Bauteile 4, 4' verwendet werden, die einander parallel gegenüberliegend angeordnet sind, so daß die Bauteile 6, 6' zwischen den Bauteilen 4, 4' angeordnet sind. Die Bauteile 6, 6' werden wiederum nach Art eines Stumpfstoßes zueinander angeordnet und über die Bauteile 4, 4' miteinander verbunden, wobei das Bauteil 4 in einer Fügezone 8 mit dem Bauteil 6 und in einer Fügezone 8' mit dem Bauteile 6' verschweißt wird.

[0058] In analoger Weise wird das Bauteil 4' mit dem Bauteil 6 in einer Fügezone 8'' und mit dem Bauteil 6' in einer Fügezone 8''' verschweißt. Die beiden Bauteile 4, 4' sind zum Verschweißen mit den Bauteilen 6, 6' für die Laserstrahlung 10 transparent. Die Verschweißung der Bauteile kann gleichzeitig erfolgen. Die Fügezonen 8, 8', 8'', 8''' können allerdings auch nacheinander erzeugt werden, indem die Laserstrahlung 10 zunächst auf die Fügezone 8 fokussiert wird und nach Verschweißen des Bauteiles 4 mit dem Bauteil 6 das Bauteil 4 mit dem Bauteil 6' verschweißt wird. Daraufhin erfolgt in gleicher Art und Weise das Verschweißen des Bauteiles 4' mit den Bauteilen 6, 6'.

[0059] Fig. 5 zeigt ein viertes Anwendungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verfahren, bei dem ein Bauteil 4 mit einem Bauteil 6 verschweißt wird, wobei in diesem Ausführungsbeispiel die Enden 26, 26' der Bauteile 4, 6 so angefast sind, daß die Kontaktfläche 20 zu Horizontalen geneigt ist. Die Kontaktfläche 20 kann dabei auch treppenstufenartig ausgebildet sein. Es ist erfindungsgemäß auch möglich, daß eines der Bauteile 4, 6 eine räumlich variierende Transparenz aufweist.

[0060] Fig. 6 zeigt ein fünftes Anwendungsbeispiel, bei dem das Bauteil 6 und das Bauteil 6' nach Art eines Stumpfstoßes zueinander angeordnet sind und in dieser Anordnung miteinander verbunden werden, wobei ein weiteres für die Laserstrahlung transparentes Bauteil 4 für das Verschweißen der Bauteile 6, 6' verwendet wird.

[0061] Die Enden 26, 26' der Bauteile 6, 6' sind jeweils angefast und nach Art eines Stumpfstoßes für eine V-Naht angeordnet und in dieser Anordnung miteinander über das Bauteil 4 verbunden. Zum Verschweißen der Bauteile 6, 6' ist das Bauteil 4 im Querschnitt dreieckförmig ausgebildet und wird in einer Fügezone 8 mit dem Bauteil 6 und in einer Fügezone 8' mit dem Bauteil 6' verschweißt. Dadurch werden die beiden Bauteile 6, 6' miteinander verbunden,

ohne daß diese direkt miteinander verschweißt werden.

[0062] In diesem Ausführungsbeispiel besteht das Bauteil 4 aus einem unverstärkten Material oder einem glasfaserverstärkten Material, und die Bauteile 6, 6' bestehen aus einem langfaserverstärkten Material. Die Zuordnung der Werkstoffe kann jedoch beispielsweise auch umgekehrt werden.

[0063] Fig. 7 zeigt ein sechstes Anwendungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verfahren, das analog zum fünften Ausführungsbeispiel ausgebildet ist, jedoch mit dem Unterschied, daß die "angefasteten" Enden 26, 26' der Bauteile 6, 6' treppenstufenartig ausgebildet sind.

[0064] Fig. 8 zeigt ein siebtes Anwendungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verfahren. Dabei werden die Bauteile 4, 6 miteinander verschweißt, indem das Ende 26 des Bauteiles 4 nach Art einer Gabel ausgebildet ist, in die das Ende 26' des Bauteiles 6 formschlußartig eingreift. Die Bauteile 4, 6 werden durch zwei Fügezonen 8, 8' miteinander verbunden. Erfindungsgemäß ist es auch möglich, daß die Bauteile 4, 6 durch weitere Fügezonen miteinander verbunden werden.

[0065] Fig. 9 zeigt ein achttes Anwendungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verfahren, bei dem das Bauteil 4 rechtwinklig zum Bauteil 4' nach Art eines T-Stoßes angeordnet ist. Die Bauteile 6, 6' sind im Querschnitt dreieckförmig ausgebildet und beidseitig zum Bauteil 4 derart angeordnet, daß das Bauteil 6 mit dem Bauteil 4 in einer Fügezone 8 und mit dem Bauteil 4' in einer Fügezone 8' verschweißt werden. Auf analoge Weise wird das Bauteil 6' mit den Bauteilen 4, 4' jeweils in einer Fügezone 8'', 8''' verschweißt. Die Bauteile 4, 4' werden auf diese Weise durch die Bauteile 6, 6' miteinander verbunden. Die Bauteile 4, 4' sind langfaserverstärkt und die Bauteile 6, 6' bestehen aus einem unverstärkten bzw. glasfaserverstärkten Material.

[0066] Fig. 10 zeigt ein neuntes Anwendungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verfahren, bei dem die Bauteile 4, 4' auf gleiche Weise wie im achten Ausführungsbeispiel zur Bildung eines T-Stoßes angeordnet sind. Im Unterschied zum achten Anwendungsbeispiel sind die Bauteile 6, 6' winkelförmig geformt. Das Verschweißen der Bauteile 6, 6' mit den Bauteile 4, 4' erfolgt in den Fügezonen 8, 8', 8'', 8''' auf gleiche Weise wie im achten Anwendungsbeispiel.

[0067] Fig. 11 zeigt ein zehntes Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verfahren, bei dem die Bauteile 4, 4' auf gleiche Weise wie im achten bzw. neunten Ausführungsbeispiel zur Bildung eines T-Stoßes angeordnet sind. Im Unterschied dazu sind

die Bauteile **6**, **6'** jedoch geradlinig nach Art einer Lasche geformt, so daß sie über ihre Stoßflächen **24**, **24'** mit dem Bauteil **4** und über ihre Oberflächen **12**, **12'** mit dem Bauteil **4'** verbunden sind.

[0068] Die Laserstrahlung kann zur Bildung der Fügezonen **8**, **8'**, **8''**, **8'''** in jeweils unterschiedlichen Winkelstellungen zum Bauteil **4** bzw. Bauteil **4'** bzw. zum Bauteil **6** bzw. Bauteil **6'** angeordnet sein. Die Fügezonen **8**, **8'**, **8''**, **8'''** können auch ein Zusatzmittel, beispielsweise einen Klebstoff aufweisen. Ferner kann auch wenigstens eine der Fügezonen **8**, **8'**, **8''**, **8'''** ausschließlich durch Verwendung eines Klebstoffs ausgebildet sein, so daß unterschiedlich hergestellte Fügezonen **8**, **8'**, **8''**, **8'''** miteinander zum Verbinden der Bauteile **4**, **4'** verwendet werden.

[0069] Die dargestellten Anwendungsbeispiele stellen keine abschließende Auflistung der Anwendungsmöglichkeiten für ein erfindungsgemäßes Verfahren dar. So ist die genannte Zuweisung der Werkstoffarten zu den einzelnen Bauteilen variierbar. Ferner kann die Laserstrahlung aus unterschiedlichen Richtungen eingebracht werden. Die Herstellung der Verschweißung kann in einem Arbeitsschritt, aber auch in verschiedenen Arbeitsschritten erfolgen. Zudem ist das erfindungsgemäße Verfahren auch mit anderen Schweißverfahren kombinierbar, so daß die Fügezonen durch unterschiedliche Verfahren hergestellt sein können.

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

- DE 102007003357 A1 [0005, 0006]
- DE 102007020389 A1 [0005]
- JP 2001355313 A [0005]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Fügen von Bauteilen, die wenigstens teilweise aus thermoplastischem Material bestehen und von denen wenigstens eines langfaserverstärkt ist,

bei dem die Bauteile in einer Fügezone miteinander verschweißt werden,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Bauteile (4, 4', 6, 6') mittels durch Laserstrahlung (10) erzeugten Wärmeeintrags in die Fügezone (8, 8', 8'', 8''') verschweißt werden,

wobei wenigstens eines der Bauteile (4, 4', 6, 6') wenigstens teilweise für die Laserstrahlung (10) transparent ist und

wobei die Laserstrahlung (10) von wenigstens einem der Bauteile (4, 4', 6, 6') wenigstens teilweise absorbiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserstrahlung (10) wenigstens teilweise an Fasern und/oder einer Faserbeschichtung des langfaserverstärkten Bauteiles absorbiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Material wenigstens eines der Bauteile (4, 4', 6, 6') Absorber enthält, durch die die Laserstrahlung (10) absorbiert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Bauteil (4, 4', 6, 6') verwendet wird, das als Absorber Partikel und/oder Additive und/oder Füllstoffe und/oder Farbstoffe und/oder dergleichen Zusatzstoffe enthält.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserstrahlung (10) an der Oberfläche (12, 12') und/oder in unmittelbarer Nähe zur Oberfläche (12, 12') wenigstens eines der Bauteile (4, 4', 6, 6') absorbiert wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserstrahlung (10) an wenigstens einer laserabsorbierenden Schicht, insbesondere Beschichtung, wenigstens eines der Bauteile (4, 4', 6, 6') absorbiert wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei langfaserverstärkte Bauteile mittels wenigstens eines weiteren wenigstens abschnittsweise für die Laserstrahlung (10) transparenten Bauteiles miteinander verschweißt werden, indem jeweils wenigstens eine Fügezone (8, 8', 8'', 8''') jeweils zwischen einem der langfaserverstärkten Bauteile und dem weiteren Bauteil gebildet wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenig-

tens ein langfaserverstärktes Bauteil verwendet wird, dessen Fasern wenigstens abschnittsweise in einer Matrix angeordnet sind, die wenigstens teilweise aus einem thermoplastischen Werkstoff besteht oder einen thermoplastischen Werkstoff enthält.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der thermoplastische Werkstoff ein thermoplastisches Elastomer ist oder ein thermoplastisches Elastomer enthält.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein langfaserverstärktes Bauteil verwendet wird, dessen Fasern wenigstens abschnittsweise in einer Matrix angeordnet sind, die wenigstens teilweise aus einem duroplastischen Werkstoff besteht oder einen duroplastischen Werkstoff enthält.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eines der Bauteile wenigstens eine Übergangszone (18) aufweist, innerhalb derer sich die Transparenz des Bauteiles (4, 4', 6, 6') für die Laserstrahlung (10) räumlich verändert, wobei die Fügezone (8, 8', 8'', 8''') entlang der Kontaktfläche (20) zwischen den Bauteilen (4, 4', 6, 6') in einem Bereich höherer Transparenz gebildet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Transparenz des Bauteiles (4, 4', 6, 6') für die Laserstrahlung (10) in der Übergangszone (18) allmählich ändert.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eines der Bauteile (4, 4', 6, 6') durch Kohlefasern und/oder Aramidfasern und/oder Glasfasern und/oder Naturfasern verstärkt ist.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein langfaserverstärktes Bauteil und ein unverstärktes oder kurzfaserverstärktes Bauteil miteinander verschweißt werden.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in die Fügezone (8, 8', 8'', 8''') wenigstens abschnittsweise ein Zusatzwerkstoff eingebracht wird.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

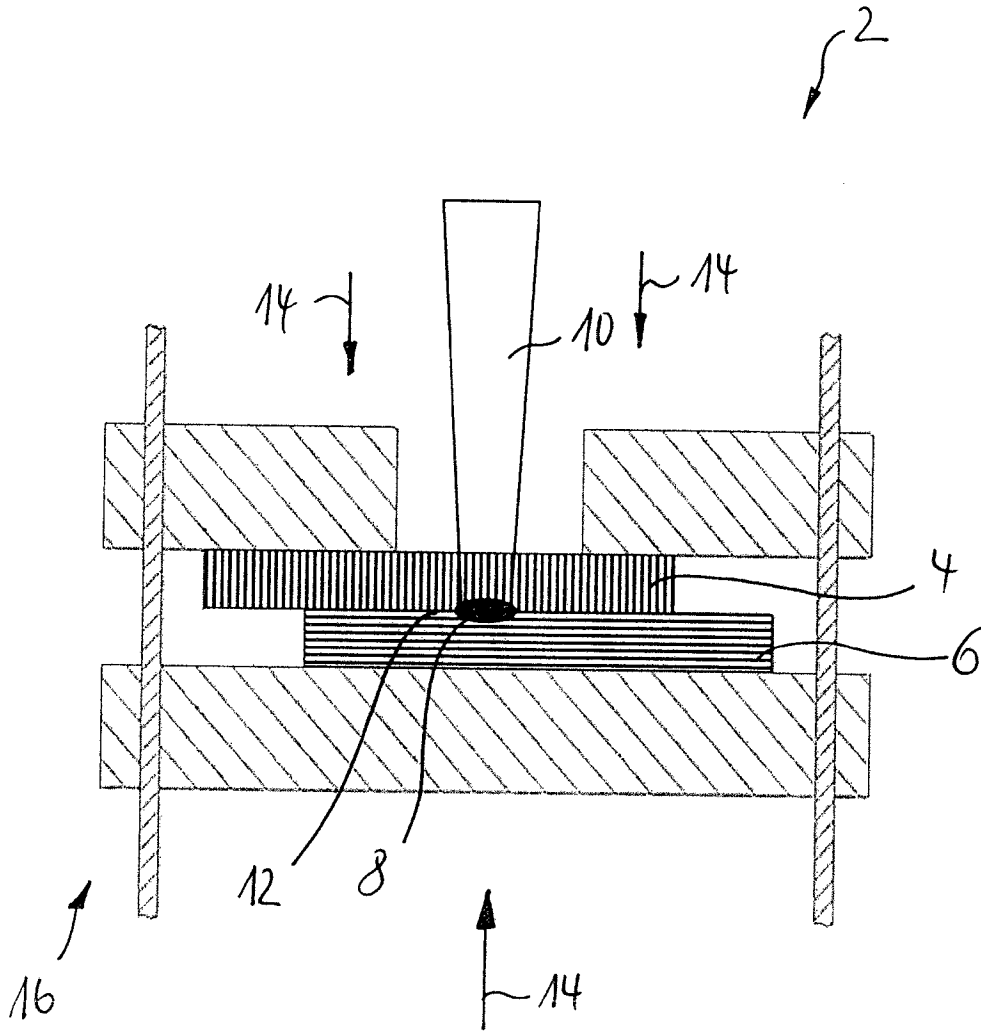
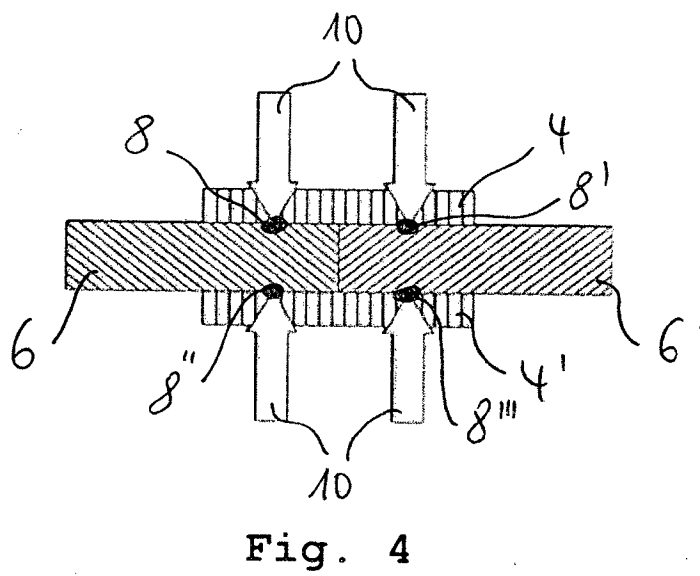
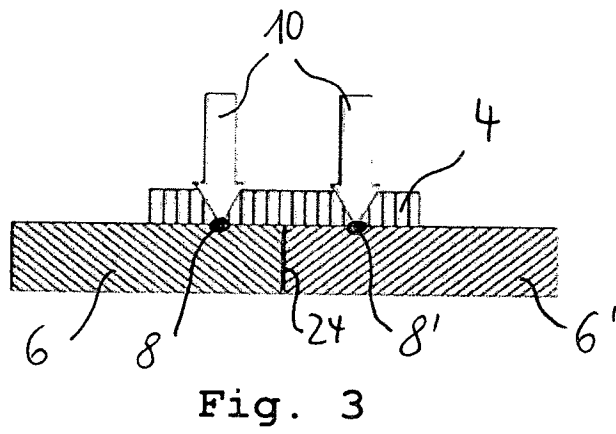
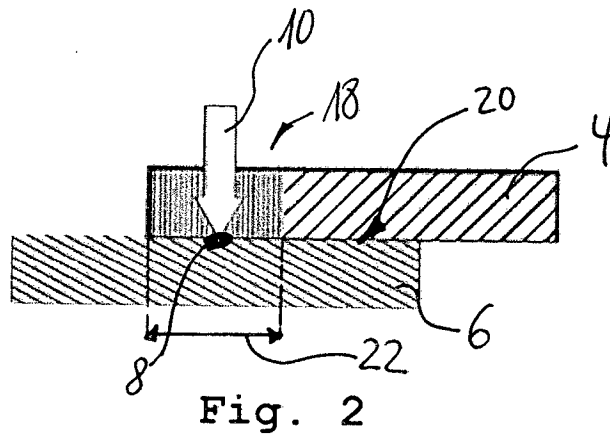


Fig. 1



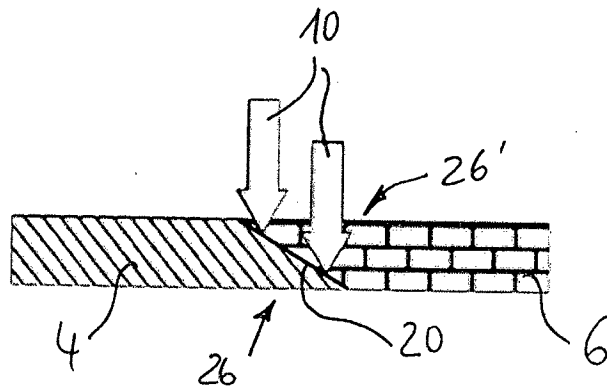


Fig. 5

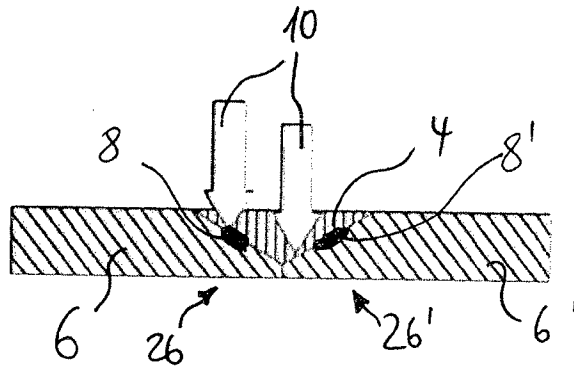


Fig. 6

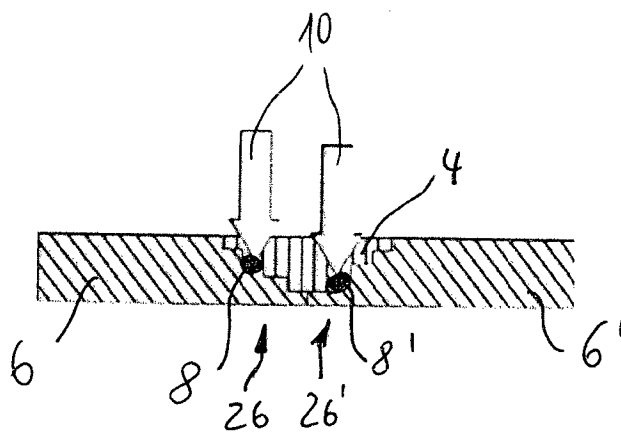


Fig. 7

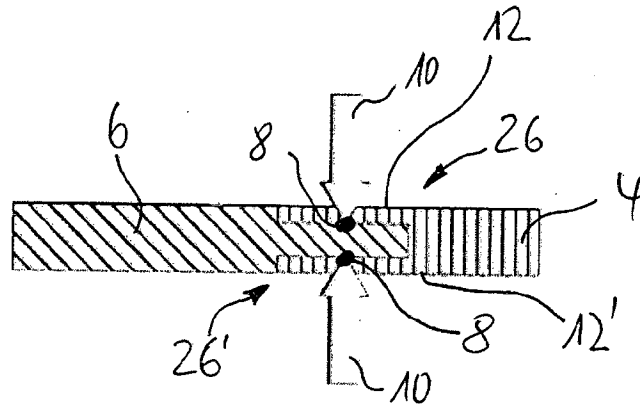


Fig. 8

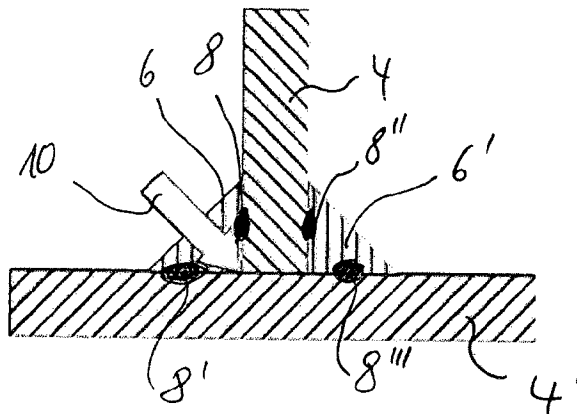


Fig. 9

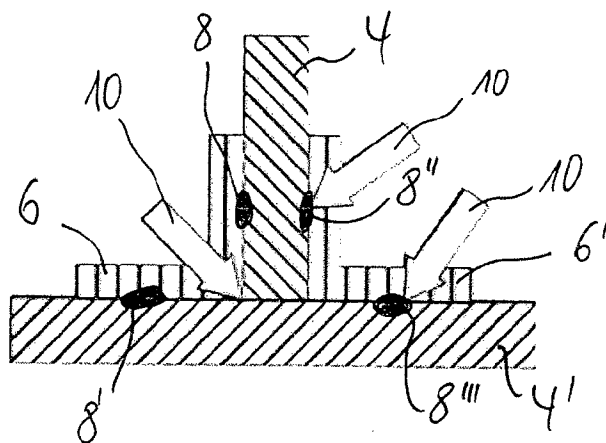


Fig. 10

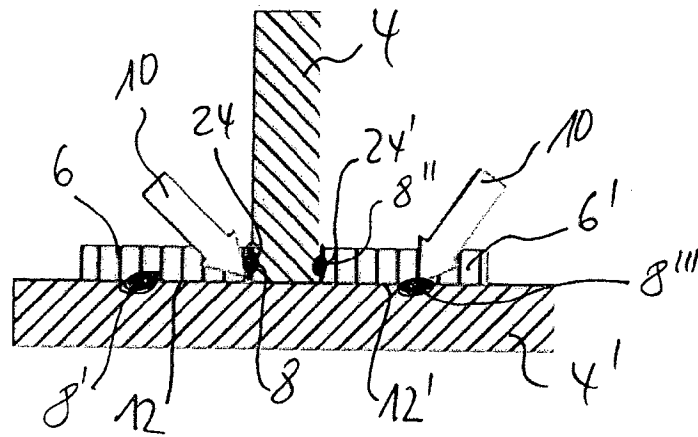


Fig. 11