(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. November 2010 (18.11.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/130438 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B29C 65/16 (2006.01) *B29K 309/08* (2006.01)
B29C 65/50 (2006.01) *B29K 307/04* (2006.01)
B29C 73/00 (2006.01) *B29K 105/12* (2006.01)
B29K 105/08 (2006.01) *B29K 101/12* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/002932

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Mai 2010 (12.05.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 021 373.2 14. Mai 2009 (14.05.2009) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **LZH LASERZENTRUM HANNOVER E.V.** [DE/DE]; Hollerithallee 8, 30419 Hannover (DE). **UNIVERSITÄT BREMEN** [DE/DE]; Bibliothekstrasse 1, 28359 Bremen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **JÄSCHKE, Peter** [DE/DE]; Hauptstr. 51, 21256 Handeloh (DE). **HERZOG, Dirk** [DE/DE]; Lister Kirchweg 16, 30163 Hannover (DE). **KERN, Manuel** [DE/DE]; Wallmodenstr. 14, 30625 Hannover (DE). **PUROL, Holger** [DE/DE]; Schoshusen 5, 27446 Selsingen (DE). **PETERS, Christian** [DE/DE]; Buntensteinweg 108, 28201 Bremen (DE).

(74) Anwalt: **WAGNER, Carsten**; Burckhardtstr. 1, 30163 Hannover (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR JOINING COMPONENTS

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM FÜGEN VON BAUTEILEN

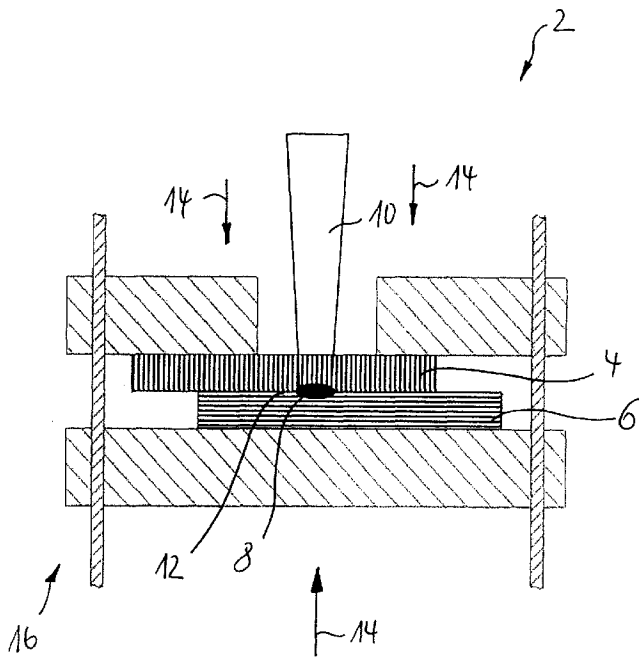

Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for joining components (4, 6) made at least partially of thermoplastic material and of which at least one is reinforced with long fibers, wherein the components (4, 6) are welded to each other in a joint zone. The components (4, 6) are thereby welded in the joint zone (8) by means of heat input generated by laser radiation (10), wherein at least one (4) of the components (4, 6) is at least partially transparent to the laser radiation (10) and wherein the laser radiation (10) is at least partially absorbed by at least one (6) of the components (4, 6). According to the invention, the laser radiation (10) is absorbed essentially in fibers and/or in a fiber coating of the component reinforced with long fibers.

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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/130438 A1

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

ist und wobei die Laserstrahlung (10) von wenigstens einem (6) der Bauteile (4, 6) wenigstens teilweise absorbiert wird. Erfindungsgemäß wird die Laserstrahlung (10) im wesentlichen an Fasern und/oder einer Faserbeschichtung des langfaserverstärkten Bauteiles absorbiert.

Verfahren zum Fügen von Bauteilen

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.

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.

Vor dem Hintergrund der Gewichtsreduzierung ist es 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.

Das Fügen von faserverstärkten Kunststoffen erfolgt durch unterschiedliche form-, kraft- bzw. stoffschlüssige Fügeverfahren, wobei insbesondere Klebetech-

BESTÄTIGUNGSKOPIE

nologien 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.

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.

Aus DE 10 2007 003 357 A1 ist ein Verfahren 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 Heizelementschweißfahren zum Fügen der Bauteile bekannt.

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.

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

Durch DE 103 03 534 A1 und DE 10 2005 052 825 A1 sind Verfahren zum Fügen von aus thermoplastischem Ma-

terial bestehenden Bauteilen mittels Laserstrahlung bekannt.

Durch DE 60 2004 007 624 T2 ist ein Verfahren der betreffenden Art zum Fügen von Bauteilen, die wenigstens teilweise aus thermoplastischem Material bestehen und von denen wenigstens eines langfaserverstärkt ist, bekannt. Bei dem bekannten Verfahren werden die Bauteile in einer Fügezone miteinander verschweißt, wobei die Bauteile mittels durch Laserstrahlung erzeugten Wärmeeintrags in die Fügezone verschweißt werden, wobei wenigstens eins der Bauteile wenigstens teilweise für die Laserstrahlung transparent ist und wobei die Laserstrahlung von wenigstens einem der Bauteile wenigstens teilweise absorbiert wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Durchführung des bekannten Verfahrens zu vereinfachen.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebene Erfindung gelöst.

Erfindungsgemäß wird die Laserstrahlung im wesentlichen an Fasern und/oder einer Faserbeschichtung des langfaserverstärkten Bauteiles absorbiert. Beispielsweise und insbesondere können erfindungsgemäß zwei lasertransparente und aus einem thermoplastischen Material bestehende Bauteile, von denen eines kohlenstofffaserverstärkt und das andere glasfaserverstärkt ist, miteinander verbunden werden, wobei die zur Umwandlung des Laserlichtes in Wärme notwendige Absorption zumindest weit überwiegend an der handelsüblichen Kohlefaser erfolgt. Auf diese Weise sind zusätzlich in das thermoplastische Material eingebrachte Absorber nicht notwendig. Außerdem ist eine besondere Beschichtung der Kohlefasern nicht nötig. Die Erfindung ist besonders vorteilhaft bei Anwendungen, bei denen die Kohlefasern als Langfasern oder Endlosfasern vorliegen.

Unter einer Absorption der Laserstrahlung "im wesentlichen" an Fasern und/oder einer Faserbeschichtung des langfaserverstärkten Bauteiles wird erfindungsgemäß verstanden, daß die Absorption wenigstens weit überwiegend, vorzugsweise vollständig oder im wesentlichen vollständig an den Fasern des langfaserverstärkten Bauteiles, beispielsweise Kohlefasern, erfolgt. Insbesondere wird unter einer Absorption der Laserstrahlung "im wesentlichen" an Fasern und/oder einer Faserbeschichtung verstanden, daß das langfaserverstärkte Bauteil zusatzabsorberfrei ist. Zur Absorption der Laserstrahlung enthält das Bauteil somit neben den verstärkenden Fasern, insbesondere Kohlefasern, keine oder zumindest nahezu keine zusätzlich hinzugefügten Absorber.

Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß ohnehin verwendete Materialien mit bekannten Eigenschaften ohne besondere Modifikation miteinander gefügt werden können.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß das Verschweißen der Bauteile sehr gut steuerbar bzw. regelbar sowie automatisierbar ist, wodurch es sehr gut für die Serienfertigung verwendbar ist.

Durch Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Fügen von Bauteilen können Schweißverbindungen hergestellt werden, die hoch belastbar sind. Darüber hinaus ist es möglich, auf einfache und schnelle Weise mehrere Bauteile miteinander zu verschweißen.

Als Material für ein langfaserverstärktes Bauteil ist beispielsweise kohlenstoffaserverstärkter Kunststoff (CFK) verwendbar. Als Material für ein für Laserstrahlen transparentes Bauteil sind z. B. kurzfaserverstärkte und/oder unverstärkte Materialien verwendbar, wie es beispielsweise glasfaserverstärkte Kunststoffe

(GFK) sein können. Das für die Laserstrahlung transparente Bauteil kann jedoch auch langfaserverstärkt und/oder endlosfaserverstärkt sein, beispielsweise mit Glasfasern oder anderen für die Laserstrahlung transparenten Fasern.

Erfindungsgemäß 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.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß die Laserstrahlung an Fasern 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.

Zudem sieht eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung vor, daß die Laserstrahlung an wenigstens einer laserabsorbierenden Schicht wenigstens eines der Bauteile absorbiert wird. Ein damit verbundener Vorteil bezieht sich auf ein gezieltes Einbringen der Wärmeentwicklung, so daß beispielsweise eine Beschichtung des Bauteiles dazu dienen kann, die Laser-

strahlung an der Oberfläche des Bauteiles zu absorbieren. Ferner kann die Schicht bzw. können die Schichten auch innerhalb des Bauteiles angeordnet sein, so daß die Laserstrahlung im Volumen des Bauteiles absorbiert wird. Darüber hinaus ist es möglich, die Schicht gezielt in dem Bauteil anzuordnen, indem beispielsweise Fasern verwendet werden, die eine entsprechende Schicht in dem Bauteil ausbilden.

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

Erfindungsgemäß wird unter "transparent" auch die Eigenschaft einer teilweisen Transparenz verstanden.

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

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.

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 enstehende Wärme bzw. Wirkung der Laserstrahlung während des Verschweißens wenigstens teilweise schwindet.

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

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 und wobei

wenigstens eines der Bauteile lasertransparente Fasern, insbesondere Glasfasern, enthält. 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.

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.

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

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

Eine andere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß die beim Verschweißen von zwei Bauteilen mittels eines weiteren, für die Laserstrahlung transparenten Bauteiles die miteinander zu verschweißenden Bauteile kohlefaserverstärkt sind und das weitere, für die Laserstrahlung transparente Bauteil glasfaserverstärkt ist. Bei dieser Ausführungsform wird ein System aus zwei kohlefaserverstärkten und einem glasfaserverstärkten Bauteil durch das glasfaserverstärkte Bauteil hindurch verschweißt.

Bei der vorgenannten Ausführungsform ist es grund-

sätzlich möglich, daß jedes der kohlefaserverstärkten Bauteile innig mit dem glasfaserverstärkten Bauteil verbunden wird, so daß über das glasfaserverstärkte Bauteil indirekt eine Verbindung der kohlefaserverstärkten Bauteile erzielt ist. Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht jedoch insoweit vor, daß das weitere Bauteil so ausgebildet ist und/oder die Verfahrensparameter so gewählt werden, daß die zu verschweißenden Bauteile miteinander innig verbunden werden. Bei dieser Ausführungsform ist eine direkte innige Verbindung der miteinander zu verschweißenden Bauteile erzielt.

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 sowie 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.

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.

Es zeigt:

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

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

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

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

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

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

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

Fig. 8 ein siebstes Anwendungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verfahren in der gleichen Darstellungsweise wie in Fig. 1,

Fig. 9 ein achtes Anwendungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verfahren in der gleichen Darstellungsweise wie Fig. 1,

Fig. 10 ein neuntes Anwendungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verfahren in der glei-

chen Darstellungsweise wie Fig. 1,

Fig. 11 ein zehntes Anwendungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verfahren in der gleichen Darstellungsweise wie Fig. 1.

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.

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.

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.

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.

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.

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'.

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.

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.

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.

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 auch anders gewählt werden.

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

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.

Fig. 9 zeigt ein achtes 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' wer-

den 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.

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' winkelartig 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.

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.

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.

Die dargestellten Anwendungsbeispiele stellen kei-

ne 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.

Erfindungsgemäß ist es insbesondere möglich, zwei kohlefaserverstärkte Bauteile mittels eines glasfaserverstärkten Bauteiles durch das glasfaserverstärkte Bauteil hindurch zu verschweißen, und zwar in einer Weise, daß auch die beiden kohlefaserverstärkten Bauteile bei diesem Prozeß innig miteinander verbunden werden. Hierbei beinhaltet die Erfindung die Erkenntnis, daß die Wärmeleitung von Kohlefasern senkrecht zur Faserrichtung für den Prozeß maßgeblich ist.

Die Erfindung beinhaltet ferner die Erkenntnis, daß bei Verwendung von zwei kohlefaserverstärkten Bauteilen an einer Stoßkante mit einer aufgelegten Lage aus glasfaserverstärktem Kunststoff durch Wärmeleitung eine innige Verbindung an der Stoßkante erzeugt wird.

Ferner beinhaltet die Erfindung folgende Erkenntnisse:

i) Das erfindungsgemäße Verfahren wurde für das Fügen von Kunststoffen auf Basis von Polyamid 6.6 (PA 6.6) qualifiziert. Als laserabsorbierender Fügepartner kam endloskohlefaserverstärktes PA 6.6 (CF PA 6.6) zum Einsatz. Als lasertransparenter Fügepartner wird PA 6.6 mit Kurzglasfaserverstärkung von bis zu 50% verwendet. Für sämtliche Materialkombinationen wurden Scherzug-

festigkeiten gemessen sowie die Schweißnahtausbildung anhand von Querschliffen evaluiert. Das erfindungsgemäße Verfahren im Zusammenhang mit PA 6.6 konnte sowohl im Konturschweißverfahren als auch im Quasi-Simultan-Verfahren erfolgreich durchgeführt werden. Unter Verwendung einer pyrometerbasierten Prozeßbeobachtung konnte erfolgreich eine Leistungsregelung zur Homogenisierung der Schweißnahtausbildung realisiert werden.

ii) Die unter i) beschriebenen Arbeiten wurden ebenso für den Matrixwerkstoff Polyphenylensulfit (PPS) durchgeführt. Im Gegensatz zu PA 6.6 kamen hier unverstärkte und glasmattenverstärkte PPS-Werkstoffe als lasertransparente Fügepartner zum Einsatz.

iii) Mit den unter i) und ii) beschriebenen Werkstoffkombinationen wurde erstmalig Kombinationen bestehend aus CFPA 6.6. - CFPA 6.6 sowie CF PPS - CF PPS unter Verwendung eines dritten lasertransparenten Fügepartners geschweißt.

iv) Unter Verwendung eines lasertransparenten Fügepartners bestehend aus glasmattenverstärktem PPS konnte erstmalig eine direkte Überlappverbindung von CF PPS und CF PPS dergestalt realisiert werden, daß durch Wärmeleitung hindurch ein CF PPS Bauteil durch eine Schweißverbindung mit einem weiteren darunter befindlichen CF PPS Bauteil erzeugt wurde.

v) Das erfindungsgemäße Fügeverfahren eignet sich insbesondere für die Realisierung von Reparaturen von Composite-Werkstoffen.

Weitere Erkenntnisse im Zusammenhang mit der Erfindung sind in den Veröffentlichungen "Laserdurchstrahlschweißen thermoplastischer Composites - Grundlegende Untersuchungen zum Einfluss der Kohlenstofffaserverstärkung und - orientierung auf die Schweißnahtausbildung - Laser transmission welding of thermoplastic

composites - Fundamental investigations into the influence of the carbon fibre reinforcement and orientation on the weld formation", "Joining Plastics 4/09,", S. 247 - 255 sowie "Laserstrahlschweißen kohlenstofffaserverstärkter Kunststoffe - Prozesssicheres Fügen ohne Zusatzstoffe", Ingenieurspiegel 1/2010, S. 64-66, festgehalten. Beide vorgenannten Veröffentlichungen werden hiermit durch Bezugnahme vollinhaltlich in die vorliegende Anmeldung aufgenommen. Die in den beiden Veröffentlichungen offenbarten Merkmale bilden zusammen mit den in der vorliegenden Anmeldung offenbarten Merkmalen eine Gesamtoffenbarung der Erfindung. Dabei bilden alle offenbarten Merkmale für sich sowie in beliebiger Kombination miteinander den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Beschreibung bzw. Darstellung sowie unabhängig von dem Ort der Offenbarung.

Patentansprüche

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

wobei die Bauteile in einer Fügezone miteinander verschweißt werden,

wobei 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,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Laserstrahlung im wesentlichen an Fasern und/oder einer Faserbeschichtung des langfaserverstärkten Bauteiles absorbiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserstrahlung an Fasern an der Oberfläche und/oder in unmittelbarer Nähe zur Oberfläche wenigstens eines der Bauteile absorbiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserstrahlung an wenigstens einer laserabsorbierenden Schicht wenigstens eines der Bauteile absorbiert wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, 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.

5. 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 thermoplastischen Werkstoff besteht oder einen thermoplastischen Werkstoff enthält.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der thermoplastische Werkstoff ein thermoplastisches Elastomer ist oder ein thermoplastisches Elastomer enthält.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, 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 und wobei wenigstens eines der Bauteile lasertransparente Fasern, insbesondere Glasfasern, enthält.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Transparenz des Bauteiles für die Laser-

strahlung in der Übergangszone allmählich ändert.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eines der Bauteile durch Kohlefasern und/oder Glasfasern verstärkt ist.

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

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß beim Verschweißen von zwei Bauteilen mittels eines weiteren für die Laserstrahlung transparenten Bauteiles die miteinander zu verschweißenden Bauteile kohlefaserverstärkt sind und das weitere, für die Laserstrahlung transparente Bauteil glasfaserverstärkt ist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Bauteil so ausgebildet ist und/oder die Verfahrensparameter so gewählt werden, daß die zu verschweißenden Bauteile miteinander innig verbunden werden.

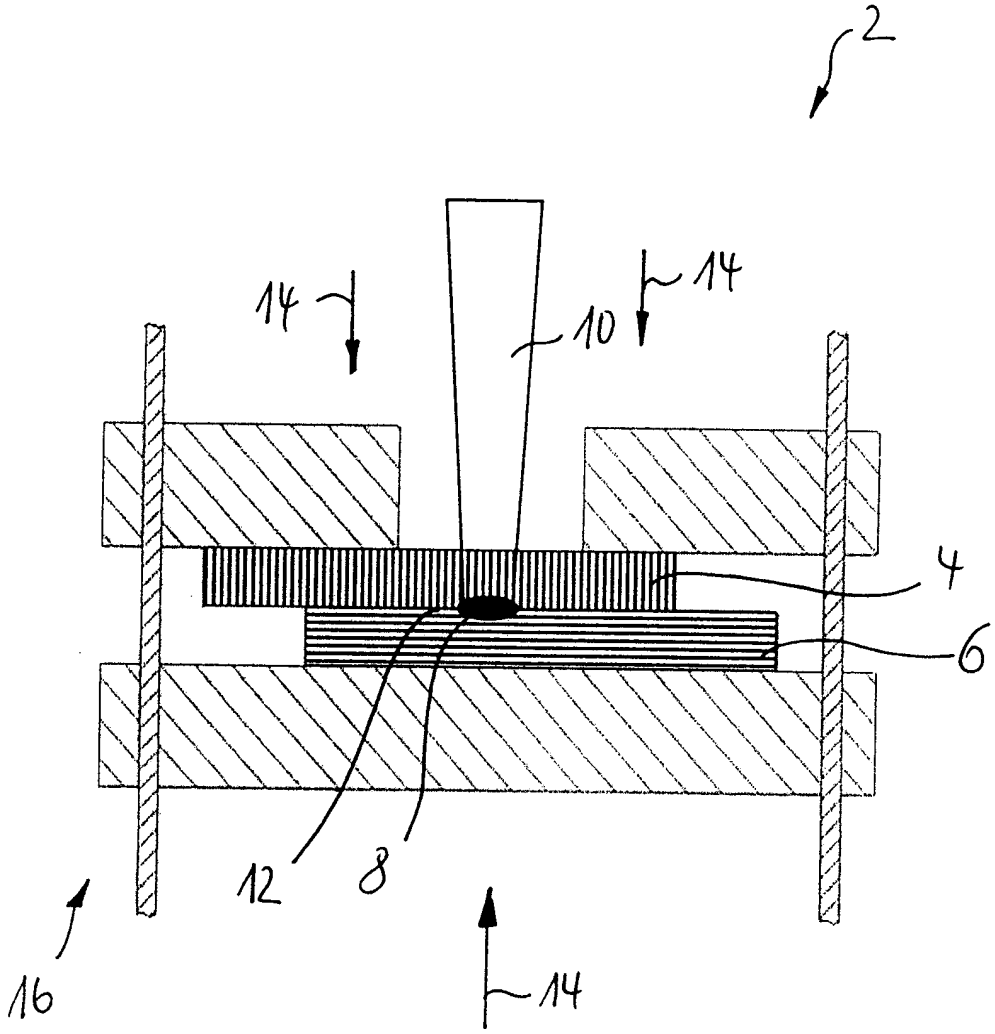

Fig. 1

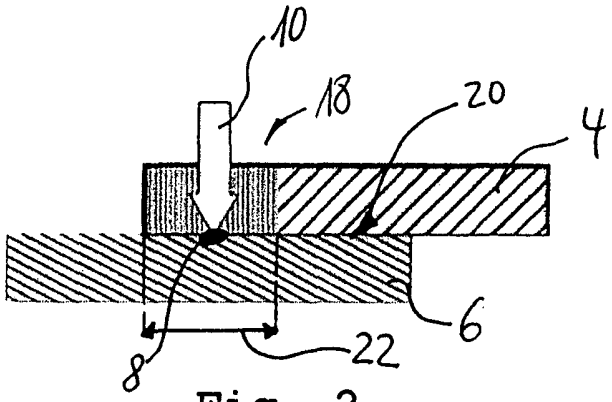

Fig. 2

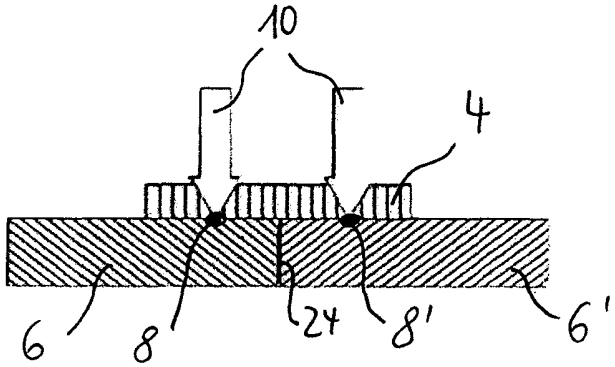

Fig. 3

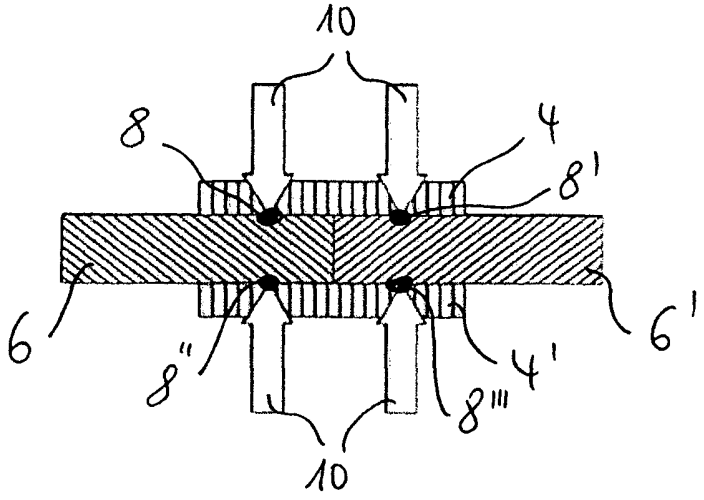

Fig. 4

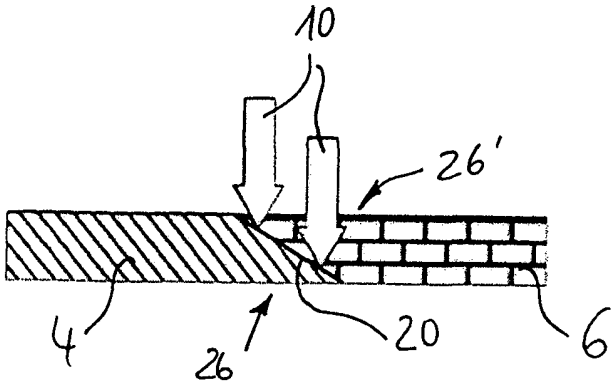

Fig. 5

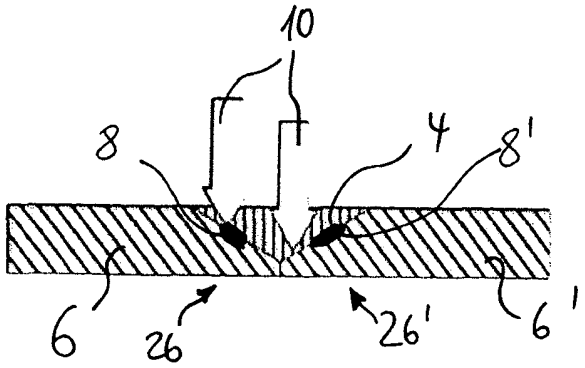

Fig. 6

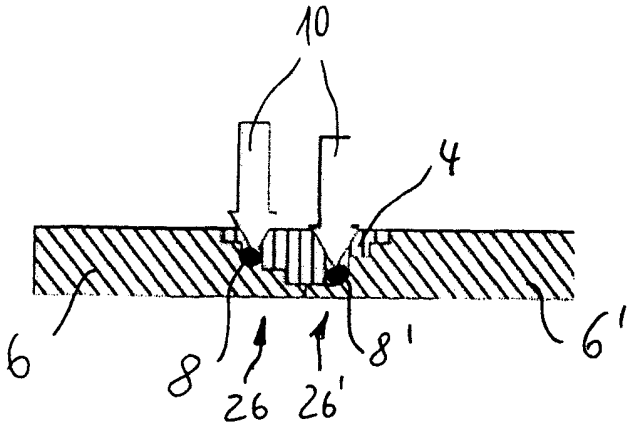

Fig. 7

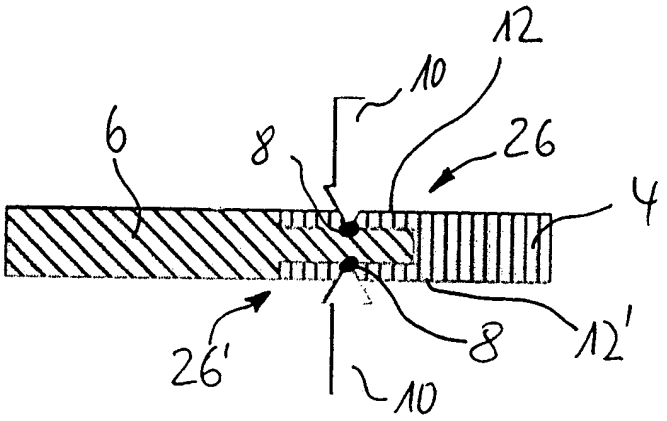

Fig. 8

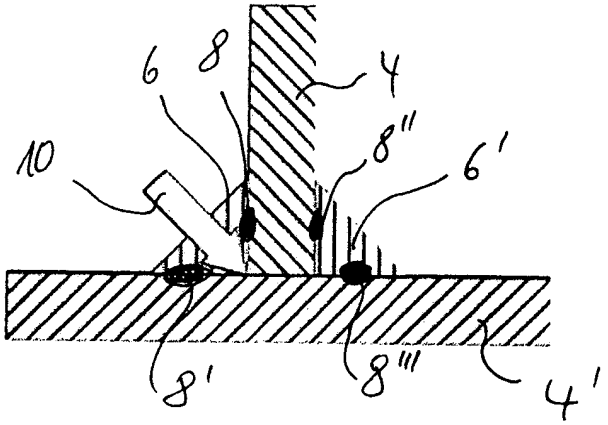

Fig. 9

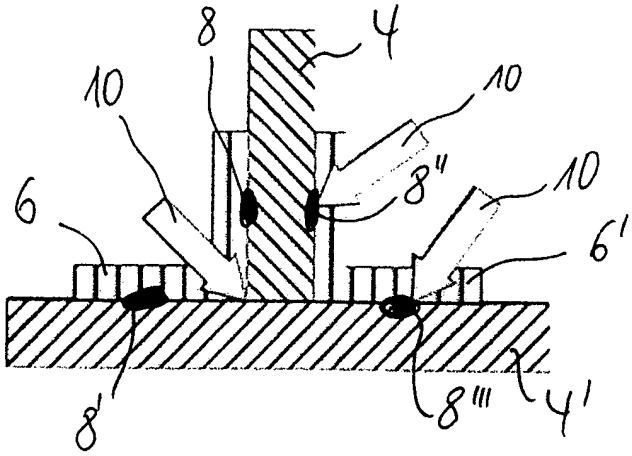

Fig. 10

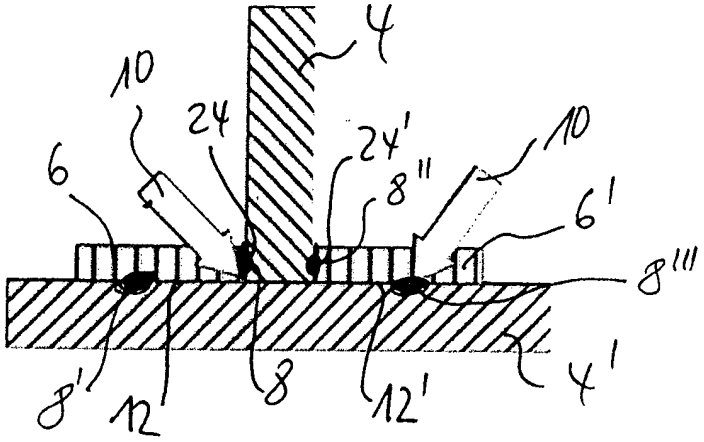

Fig. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/002932

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B29C65/16
ADD. B29C65/50 B29C73/00 B29K105/08 B29K309/08 B29K307/04
B29K105/12 B29K101/12
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P	PETER JÄSCHKE ET AL: "Laserdurchstrahlschweissen thermoplasticher composites - grundlegende Untersuchungen zum Einfluss der Kohlenstofffaserverstaerkung und -orientierung auf die Schweissnahtausbildung - Laser transmission welding of thermoplastic composites - Fundamental investigations into the influence of carbon fibr" JOINING PLASTICS,, no. 4, 26 November 2009 (2009-11-26), pages 247-255, XP009137728 ISSN: 1864-3450 cited in the application page 249, column 2, lines 18-22, 36-40, 44-45; figures 1,2 page 254, column 4, lines 3-9,22-28 ----- -/--	1,2,5,9, 10

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
2 September 2010	07/10/2010

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Carré, Jérôme

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 939 254 A1 (UBE INDUSTRIES [JP]) 2 July 2008 (2008-07-02) page 4, lines 29-30; claim 1; figures 2A,2B paragraph [0065]	1
A	DE 60 2004 007624 T2 (ORIENT CHEMICAL IND [JP]) 10 April 2008 (2008-04-10) cited in the application paragraph [0053]; figures 1,2	1
A	JP 2008 075077 A (MITSUBISHI ENG PLASTIC CORP) 3 April 2008 (2008-04-03) paragraphs [0040], [0042], [0091], [0110]; figure 1	1
A	ROSSELLI F ET AL: "Effects of processing on laser assisted thermoplastic tape consolidation" COMPOSITES, IPC BUSINESS PRESS LTD. HAYWARDS HEATH, GB LNKD-DOI:10.1016/S1359-835X(97)00072-9, vol. 28, no. 12, 1 January 1997 (1997-01-01), pages 1023-1033, XP004101217 ISSN: 0010-4361 page 1024, left-hand column, lines 29-34; figures 1,3	1
A	JP 59 174315 A (HITACHI SHIPBUILDING ENG CO) 2 October 1984 (1984-10-02) * abstract; figures 1-3	1
A	JP 2008 230224 A (TORAY DU PONT KK) 2 October 2008 (2008-10-02) * abstract paragraph [0012]	1
A	GREWELL D ET AL: "Relationship Between Optical Properties and Optimized Processing Parameters for Through-transmission Laser Welding of Thermoplastics" JOURNAL OF REINFORCED PLASTICS AND COMPOSITES, TECHNOMIC PUBLISHING, US LNKD-DOI:10.1177/0731684404030732, vol. 23, no. 3, 1 January 2004 (2004-01-01), pages 239-247, XP007901665 ISSN: 0731-6844 page 240, line 10 - page 241, line 6	1

-/--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/002932

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	ALI YOUSEFPOUR: "Fusion Bonding/Welding of Thermoplastic Composites" JOURNAL OF THERMOPLASTIC COMPOSITE MATERIALS,, vol. 17, no. 4, 1 January 2004 (2004-01-01), pages 303-341, XP009100998 ISSN: 1530-7980 page 325, lines 10-12	1
A,P	DIRK HERZOG ET AL: "Laserstrahlschweissen kohlenstofffaserverstärkter Kunststoffe - Prozesssischeres Fügen ohne Zusatzstoffe" INGENIEURSPIEGEL, PUBLIC VERLAG GMBH, BINGEN, DE, no. 1, 15 February 2010 (2010-02-15), page 64,66, XP009137866 ISSN: 1868-5919 cited in the application page 66, column 1, lines 26-29; figure 3	1,2,4,5, 9,10,12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2010/002932

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1939254 A1	02-07-2008	WO 2007046536 A1	26-04-2007
		US 2009159034 A1	25-06-2009
DE 602004007624 T2	10-04-2008	CN 1751091 A	22-03-2006
		EP 1593709 A1	09-11-2005
		WO 2004072175 A1	26-08-2004
		KR 20050107405 A	11-11-2005
		US 2006142451 A1	29-06-2006
JP 2008075077 A	03-04-2008	NONE	
JP 59174315 A	02-10-1984	JP 1423709 C	15-02-1988
		JP 62027661 B	16-06-1987
JP 2008230224 A	02-10-2008	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/002932

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B29C65/16
ADD. B29C65/50 B29C73/00 B29K105/08 B29K309/08 B29K307/04
B29K105/12 B29K101/12
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B29C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X,P	PETER JÄSCHKE ET AL: "Laserdurchstrahlschweissen thermoplasticher composites - grundlegende Untersuchungen zum Einfluss der Kohlenstofffaserverstaerkung und -orientierung auf die Schweissnahtausbildung - Laser transmission welding of thermoplastic composites - Fundamental investigations into the influence of carbon fibr" JOINING PLASTICS,, Nr. 4, 26. November 2009 (2009-11-26), Seiten 247-255, XP009137728 ISSN: 1864-3450 in der Anmeldung erwähnt Seite 249, Spalte 2, Zeilen 18-22, 36-40, 44-45; Abbildungen 1,2 Seite 254, Spalte 4, Zeilen 3-9,22-28 ----- -/--	1,2,5,9, 10

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
2. September 2010	07/10/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Carré, Jérôme

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/002932

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 939 254 A1 (UBE INDUSTRIES [JP]) 2. Juli 2008 (2008-07-02) Seite 4, Zeilen 29-30; Anspruch 1; Abbildungen 2A,2B Absatz [0065] -----	1
A	DE 60 2004 007624 T2 (ORIENT CHEMICAL IND [JP]) 10. April 2008 (2008-04-10) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0053]; Abbildungen 1,2 -----	1
A	JP 2008 075077 A (MITSUBISHI ENG PLASTIC CORP) 3. April 2008 (2008-04-03) Absätze [0040], [0042], [0091], [0110]; Abbildung 1 -----	1
A	ROSSELLI F ET AL: "Effects of processing on laser assisted thermoplastic tape consolidation" COMPOSITES, IPC BUSINESS PRESS LTD. HAYWARDS HEATH, GB LNKD-DOI:10.1016/S1359-835X(97)00072-9, Bd. 28, Nr. 12, 1. Januar 1997 (1997-01-01), Seiten 1023-1033, XP004101217 ISSN: 0010-4361 Seite 1024, linke Spalte, Zeilen 29-34; Abbildungen 1,3 -----	1
A	JP 59 174315 A (HITACHI SHIPBUILDING ENG CO) 2. Oktober 1984 (1984-10-02) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 -----	1
A	JP 2008 230224 A (TORAY DU PONT KK) 2. Oktober 2008 (2008-10-02) * Zusammenfassung Absatz [0012] -----	1
A	GREWELL D ET AL: "Relationship Between Optical Properties and Optimized Processing Parameters for Through-transmission Laser Welding of Thermoplastics" JOURNAL OF REINFORCED PLASTICS AND COMPOSITES, TECHNOMIC PUBLISHING, US LNKD-DOI:10.1177/0731684404030732, Bd. 23, Nr. 3, 1. Januar 2004 (2004-01-01), Seiten 239-247, XP007901665 ISSN: 0731-6844 Seite 240, Zeile 10 - Seite 241, Zeile 6 -----	1

-/--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/002932

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	ALI YOUSEFPOUR: "Fusion Bonding/Welding of Thermoplastic Composites" JOURNAL OF THERMOPLASTIC COMPOSITE MATERIALS,, Bd. 17, Nr. 4, 1. Januar 2004 (2004-01-01) , Seiten 303-341, XP009100998 ISSN: 1530-7980 Seite 325, Zeilen 10-12	1
A,P	DIRK HERZOG ET AL: "Laserstrahlschweissen kohlenstofffaserverstärkter Kunststoffe - Prozesssisches Fügen ohne Zusatzstoffe" INGENIEURSPIEGEL, PUBLIC VERLAG GMBH, BINGEN, DE, Nr. 1, 15. Februar 2010 (2010-02-15), Seite 64,66, XP009137866 ISSN: 1868-5919 in der Anmeldung erwähnt Seite 66, Spalte 1, Zeilen 26-29; Abbildung 3	1,2,4,5, 9,10,12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/002932

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1939254 A1	02-07-2008	WO 2007046536 A1	26-04-2007
		US 2009159034 A1	25-06-2009
DE 602004007624 T2	10-04-2008	CN 1751091 A	22-03-2006
		EP 1593709 A1	09-11-2005
		WO 2004072175 A1	26-08-2004
		KR 20050107405 A	11-11-2005
		US 2006142451 A1	29-06-2006
JP 2008075077 A	03-04-2008	KEINE	
JP 59174315 A	02-10-1984	JP 1423709 C	15-02-1988
		JP 62027661 B	16-06-1987
JP 2008230224 A	02-10-2008	KEINE	