

(19)



(11)

EP 2 881 191 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
11.05.2016 Patentblatt 2016/19

(51) Int Cl.:
B21D 26/14 ^(2006.01) **B21D 26/06** ^(2006.01)
B26F 1/26 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14003976.9**

(22) Anmeldetag: **26.11.2014**

(54) Umformvorrichtung und Umformverfahren zum Erzeugen von Verbindungsansätzen

Forming device and method for producing connection protrusions

Dispositif de déformation et procédé de déformation destinés à la création de saillies de couplage

(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 MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **03.12.2013 DE 102013018089**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.06.2015 Patentblatt 2015/24

(73) Patentinhaber: **AIRBUS DEFENCE AND SPACE
GMBH
DE-85521 Ottobrunn (DE)**

(72) Erfinder:
• **Silvanus, Jürgen
82008 Unterhaching (DE)**
• **Jürgens, Michael
80797 München (DE)**

(74) Vertreter: **Isarpatent
Patent- und Rechtsanwälte Behnisch Barth
Charles
Hassa Peckmann & Partner mbB
Postfach 44 01 51
80750 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-B1- 1 507 608 DE-A1-102009 047 671

EP 2 881 191 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Umformvorrichtung sowie ein entsprechendes Verfahren zum Erzeugen von Verbindungsansätzen, insbesondere an Verstärkungselementen (siehe z.B. DE-A-10 2009 047671).

[0002] Beispielsweise in der Luftfahrttechnik werden vermehrt kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffmaterialien verwendet, da sie sehr gute mechanische Eigenschaften in der Ebene bzw. entlang der Fasererstreckung aufweisen und zusätzlich sehr leichtgewichtig sind, was sie für die Anwendung in der Luftfahrt sehr attraktiv macht. Allerdings werden diese faserverstärkten Kunststoffe nicht als alleiniges Material in beispielsweise Luftfahrzeugen eingesetzt, sondern es existieren weiterhin Bauteile bei denen Metalle bzw. Metalllegierungen als Verstärkung dienen.

[0003] Um beide Materialtypen in beispielsweise einem Luftfahrzeug gemeinsam einsetzen zu können, besteht die Notwendigkeit, die Materialien zu fügen. Um dies zu ermöglichen, werden an Verstärkungselementen wie beispielsweise Verstärkungsblechen Verbindungsansätze, beispielsweise in Form von Pins, an wenigstens einer Breitseite des Verstärkungsbleches, angebracht, die dann in eine Faserstruktur eingebettet werden können und dann beim Aushärten eines Matrixmaterials, mit dem die Faserstruktur getränkt wird, eine mechanische Verbindung zwischen dem Matrixmaterial und dem Verstärkungsblech bilden können.

[0004] Neben faserverstärkten Bauteilen sind auch bestimmte metallische Materialien und Legierungen aufgrund ihrer mechanischen Eigenschaften für solche Anwendungen sehr attraktiv. Dazu gehören beispielsweise AlMgSc-Legierungen, Magnesium bzw. Titan, als auch hochfeste Stähle. Insbesondere bei diesen Materialien ist es jedoch schwierig, in einfacher Methodik die Verbindungsansätze zur späteren Verbindung mit dem Matrixmaterial der Faserstruktur zu erzeugen.

[0005] Diese Verfahren sind sehr aufwendig, da viele Prozessschritte durchgeführt werden müssen, wie Bereitstellen eines zurechtgeschnittenen und geformten Verstärkungsbleches und dann schrittweises Anschweißen bzw. Ansintern der Verbindungsansätze an dessen Oberfläche.

[0006] Bekannt ist es beispielsweise aus S. Ucsnik, "Experimental Investigation of a novel hybrid Metal-Composite Joining Technology", Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, (2009), die Verbindungsansätze durch einen sogenannten "Cold-metal transfer" an metallische Oberflächen anzuschweißen. Alternativ können die Verbindungsansätze auch durch Ansintern an die Oberfläche des gewünschten Verstärkungsbleches erzeugt werden (vgl. P. N. Parkes, "Growth of damage in additively manufactured metal-composite joints", ECCM15, (2012)).

[0007] Es ist auch eine alternative Methode bekannt, bei der Verbindungsansätze aus zurechtgeschnittenen Verstärkungsblechen ausgestanzt werden und dann die

Bleche zurechtgebogen werden. Das Ausstanzen als Umformprozess ist jedoch nur begrenzt bei für eine solche Umformung wenig geeigneten Materialien möglich; insbesondere bei Legierungen wie AlMgSc, oder Magnesium bzw. Titan kann dieses Verfahren nur schwer realisiert werden, da diese Materialien beim Umformen reißen würden.

[0008] Aus der nicht veröffentlichten deutschen Patentanmeldung "Kaltumformverfahren und Umformvorrichtung zum Kaltumformen" der Anmelderin sind eine Vorrichtung und ein Verfahren bekannt, mit denen länglichen Werkstücke umgeformt werden können.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine verbesserte Umformvorrichtung bzw. ein verbessertes Verfahren zum Erzeugen von Verbindungsansätzen an Verstärkungselementen vorzuschlagen.

[0010] Diese Aufgabe wird durch eine Umformvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0011] Eine Verwendung der Umformvorrichtung zum Erzeugen von Verbindungsansätzen bei speziellen Materialien, sowie ein Umformverfahren zum Erzeugen von Verbindungsansätzen an Verstärkungselementen sind Gegenstand der nebengeordneten Ansprüche 9 und 11.

[0012] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0013] Eine Umformvorrichtung zum Erzeugen von Verbindungsansätzen an Verstärkungselementen weist wenigstens eine Druckwellenerzeugungseinrichtung zum Erzeugen wenigstens einer auf eine erste Breitseite eines Verstärkungselements gerichteten Druckwelle sowie eine an einer der ersten Breitseite gegenüberliegenden zweiten Breitseite des Verstärkungselements anzuordnenden Maskeneinrichtung auf, wobei die Maskeneinrichtung mit einem Formblock ausgebildet ist, der zum Erzeugen vorbestimmter Verbindungsansatzformen geformte Ausnehmungen aufweist.

[0014] Wird nun beispielsweise als Verstärkungselement ein zu verformendes Verstärkungsblech zwischen der Druckwellenerzeugungseinrichtung und der Maskeneinrichtung angeordnet und dann eine Druckwelle auf das Verstärkungsblech ausgeübt, verformt sich das Verstärkungsblech in Richtung auf die gegenüberliegend angeordnete Maskeneinrichtung. Da diese Maskeneinrichtung grundsätzlich als Block ausgebildet ist, schmiegt sich das Verstärkungsblech an die Blockform an. Zusätzlich weist die Maskeneinrichtung Ausnehmungen auf, so dass beim Anschmiegen des Verstärkungsbleches an den Formblock über die Druckwelle Bereiche des Verstärkungsbleches in die Ausnehmungen hineingetrieben werden. So bilden sich Vorsprünge in dem Verstärkungsblech aus, die dann als Verbindungsansätze zum Verbinden des Verstärkungsbleches mit einem CFK-Matrixmaterial verwendet werden können.

[0015] Je nach gewünschter Endform der Verbindungsansätze sind auch die Ausnehmungen im Formblock ausgebildet. Sie können beispielsweise keilförmig, quaderförmig, pyramidenförmig, kegelförmig oder zylindrisch ausgebildet sein.

[0016] In bevorzugter Ausführungsform ist die Druckwellenerzeugungseinrichtung zum Erzeugen von Druckwellenimpulsen mit vorbestimmter Pulslänge und mit vorbestimmtem Abstand der Pulse ausgebildet. Bei jedem Druckwellenimpuls, der dann auf das Verstärkungselement ausgeübt wird, wird das Verstärkungselement vorteilhaft stärker verformt. Durch pulsierendes Aufbringen der Verformungskräfte kann vorteilhaft eine schrittweise und vorzugsweise materialschonende Verformung des Verstärkungselementes erzielt werden. Beispielsweise wird eine kurze Pulslänge von etwa 5 Hz bis 13 Hz verwendet, so dass eine vorteilhafte Druckwelle mit einer Leistung zwischen 1000 Joule und 5000 Joule ausgeübt werden kann, ohne dass das Verstärkungselement reißt.

[0017] Insbesondere können durch Ausüben einer Druckwelle auch Materialien verformt werden, bei denen bislang keine geeignete Möglichkeit zum Kaltumformen bekannt ist, beispielsweise Legierungsverstärkungselemente, Mg-Verstärkungselemente und/oder Ti-Verstärkungselemente.

[0018] Vorzugsweise ist die Druckwellenerzeugungseinrichtung mit einer Spuleneinrichtung mit wenigstens einer Spule gebildet. Es wird vorteilhaft das Verstärkungselement über einen Magnetimpuls verformt. Durch die Spule wird bevorzugt ein magnetischer Impuls mit sehr hoher Intensität aufgebracht, so dass vorteilhaft der erforderliche Umformdruck zum Umformen des Verstärkungselementes erzielt werden kann.

[0019] Vorzugsweise weist die Spuleneinrichtung mehrere Spulen, insbesondere Spulen mit unterschiedlichen Geometrien, auf, die nebeneinander angeordnet sind.

[0020] Zum Umformen von Verstärkungselementen mit magnetischen Impulsen ist ein Magnetfeld mit hoher Intensität vorteilhaft, um den erforderlichen Umformdruck auf dem Verstärkungselement zu erreichen. Hochintensive Magnetfelder werden zumeist jedoch nur in einem begrenzten Abmessungsbereich erzielt. Daher ist es vorteilhaft, wenn zum Umformen größerer Flächen von beispielsweise Verstärkungsblechen mehrere Spulen in der Spuleneinrichtung angeordnet werden, die vorzugsweise in ihrem Bereich das nötige hochintensive Magnetfeld erzeugen. So ist es vorteilhaft möglich, einen größeren Bereich des Verstärkungselements wie gewünscht umzuformen.

[0021] Weisen die Spulen nun zusätzlich vorteilhaft unterschiedliche Geometrien auf, ist es weiter auch möglich, in dem Verstärkungselement an unterschiedlichen Positionen unterschiedliche dreidimensionale Geometrien zu erzeugen.

[0022] Bevorzugt ist der Formblock zum Formen einer Fläche eines Verstärkungselements in eine vorgegebene dreidimensionale Form ausgebildet. Gibt der Formblock vorteilhaft eine dreidimensionale Form vor, können neben den Verbindungsansätzen in dem Verstärkungselement auch vorteilhaft großflächige Formen, wie beispielsweise eine L-Form oder eine J-Form, erzeugt wer-

den.

[0023] Vorzugsweise ist eine Positioniereinrichtung zum Verändern der Relativposition der Spuleneinrichtung und des Verstärkungselements und/oder zum Verändern der Relativposition des Formblockes und des Verstärkungselements vorgesehen. Es ist dabei denkbar, dass das Verstärkungselement selbst durch die Positioniereinrichtung verschoben wird, um so an unterschiedlichen Stellen verformt zu werden. Alternativ ist es jedoch auch möglich, den Formblock zu verschieben, insbesondere wenn mehrere Spulen auf der gegenüberliegenden Seite des Verstärkungselements angeordnet sind, um so an mehreren Positionen des Verstärkungselements die Verbindungsansätze bilden zu können. Weiter ist es auch möglich, lediglich die Spuleneinrichtung zu verschieben.

[0024] Vorzugsweise weist die Umformvorrichtung eine Schneideinrichtung zum Zurechtschneiden des Verstärkungselements während des Umformens auf. Zur Weiterverwendung des Verstärkungselements weist dieses nicht nur vorteilhaft die gewünschte Form und die gewünschten Verbindungsansätze auf, sondern ist auch auf eine vorbestimmte vorteilhafte Erstreckung begrenzt. Wird nun das Schneiden des Verstärkungselements gleichzeitig mit dem Umformen in die gewünschte Form bzw. zum Bilden der Verbindungsansätze durchgeführt, kann die Aufbereitung des Verstärkungselements zur Weiterverwendung vorzugsweise in einem einzigen Schritt durchgeführt werden.

[0025] In bevorzugter Ausführungsform ist eine Steuereinrichtung vorgesehen, die zum Ansteuern der Positioniereinrichtung und/oder der Druckwellenerzeugungseinrichtung und/oder der Schneidvorrichtung vorgesehen ist. Durch die Steuereinrichtung kann vorzugsweise vollautomatisch das Verstärkungselement in seine gewünschte Form mit den gewünschten Verbindungsansätzen gebracht werden.

[0026] Vorteilhaft wird die Umformvorrichtung zum Erzeugen von Verbindungsansätzen an Verstärkungselementen verwendet, die aus Legierungen, insbesondere AlMgSc, und/oder Mg und/oder Ti gebildet sind.

[0027] Ein Umformverfahren zum Erzeugen von Verbindungsansätzen an Verstärkungselementen weist die folgenden Schritte auf:

- a) Bereitstellen einer oben beschriebenen Umformvorrichtung, die eine Druckerzeugungseinrichtung und eine Maskeneinrichtung aufweist;
- b) Bereitstellen eines Verstärkungselements;
- c) Anordnen des Verstärkungselements zwischen Druckerzeugungseinrichtung und Maskeneinrichtung;
- d) Erzeugen wenigstens einer Druckwelle in Richtung auf das Verstärkungselement.

[0028] Vorteilhaft wird als Druckwellenerzeugungseinrichtung eine Spuleneinrichtung bereitgestellt, die insbesondere mehrere nebeneinander angeordnete Spulen

aufweist.

[0029] In besonders bevorzugter Ausführungsform wird eine Maskeneinrichtung mit einem Formblock mit zum Erzeugen vorbestimmter Verbindungsansatzformen geformten Ausnehmungen und/oder mit einer dreidimensional geformten Oberfläche bereitgestellt.

[0030] Vorteilhaft werden in Schritt d) mehrere Druckwellenimpulse nacheinander erzeugt.

[0031] Vorteilhaft wird nach Schritt d) die Relativposition von Verstärkungselement und Maskeneinrichtung und/oder von Verstärkungselement und Spuleneinrichtung verändert, wonach wenigstens eine Druckwelle in Richtung auf das Verstärkungselement erzeugt wird.

[0032] Vorzugsweise wird das Verstärkungselement mit aus Legierungen, insbesondere AlMgSc, und/oder Mg und/oder Ti gebildetem Material bereitgestellt.

[0033] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigt:

Fig. 1 eine Umformvorrichtung mit einer Spule und einer Maskeneinrichtung mit Ausnehmungen einer ersten Ausführungsform;

Fig. 2 die Umformvorrichtung aus Fig. 1, wobei die Maskeneinrichtung einen Formblock mit Ausnehmungen einer zweiten Ausführungsform aufweist;

Fig. 3 die Umformvorrichtung aus Fig. 2, wobei der Formblock eine dreidimensionale Form aufweist;

Fig. 4 eine Umformeinrichtung mit mehreren Spulen und einer Maskeneinrichtung;

Fig. 5 eine Draufsicht auf ein Verstärkungselement mit durch die Umformvorrichtung in Fig. 2 bis Fig. 4 erzeugten Verbindungsansätzen; und

Fig. 6 eine Seitenansicht auf das Verstärkungselement aus Fig. 5.

[0034] Fig. 1 zeigt eine Umformvorrichtung 10, mit der an einer Oberfläche 12 eines Verstärkungselements 14, im vorliegenden Beispiel ein Verstärkungsblech, Verbindungsansätze 16 gebildet werden können.

[0035] Die Umformvorrichtung 10 weist eine Druckwellenerzeugungseinrichtung 18 und eine Maskeneinrichtung 20 auf. Weiter ist eine Positioniereinrichtung 22 zum Verändern der Relativposition des Verstärkungsbleches 14 zu der Druckwellenerzeugungseinrichtung 18 bzw. der Maskeneinrichtung 20 vorgesehen. Die Umformvorrichtung 10 weist weiter eine Schneidvorrichtung 24 zum Zurechtschneiden des Verstärkungsbleches 14 auf. Druckwellenerzeugungseinrichtung 18, Positioniereinrichtung 22 und Schneideinrichtung 24 werden von einer Steuereinrichtung 26 angesteuert.

[0036] Die Maskeneinrichtung 20 weist mehrere Ausnehmungen 28 in einem Formblock 30 auf, die in der vorliegenden Ausführungsform in Fig. 1 halbkegelförmig ausgebildet sind.

[0037] Die Druckwellenerzeugungseinrichtung 18 ist durch eine Spuleneinrichtung 32 gebildet, die in der vorliegenden Ausführungsform mit einer Spule 34 gebildet ist.

[0038] Es wird beispielsweise ein Verstärkungselement 14 aus einer Legierung 36, wie AlMgSc 38, oder aus Mg 40 oder aus Ti 42 derart zwischen die Spuleneinrichtung 32 und die Maskeneinrichtung 20 positioniert, dass die Spuleneinrichtung 32 auf einer ersten Breitseite 44 des Verstärkungselements 14 und die Maskeneinrichtung 20 auf einer zweiten Breitseite 46 des Verstärkungselements 14 angeordnet ist. Beispielsweise wird dazu das Verstärkungselement 14 von der Positioniereinrichtung 22 zwischen Maskeneinrichtung 20 und Spuleinrichtung 32 geschoben.

[0039] Nun gibt die Steuereinrichtung 26 ein Signal an die Spuleneinrichtung 32 ab, so dass ein Magnetimpuls bzw. eine Folge von Magnetimpulsen ausgeübt werden, die dafür sorgen, dass sich das Verstärkungselement 14 an die Form der Maskeneinrichtung 20 anschmiegt, so dass sich in dem Bereich der Ausnehmungen 28 die Verbindungsansätze 16 bilden. Gleichzeitig kann die Steuereinrichtung 26 auch ein Signal an die Schneideinrichtung 24 abgeben, so dass diese das Verstärkungselement 14 auf die gewünschte Länge zurechtschneidet.

[0040] Fig. 2 zeigt eine zu der in Fig. 1 gezeigten Umformvorrichtung 10 analoge Umformvorrichtung 10, wobei jedoch die Ausnehmungen 28 in dem Formblock 30 eine andere Form aufweisen, nämlich quaderförmig statt halbkegelförmig.

[0041] Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform der Umformvorrichtung 10, wobei der Formblock 30 eine dreidimensionale Form 48 aufweist, die dann das Verstärkungselement 14 während des Umformverfahrens ebenfalls annimmt. Der Formblock 30 kann hierzu beispielsweise gewölbt sein oder eine L-Form bzw. eine J-Form oder auch andere denkbare dreidimensionale Formen 48 vorgeben.

[0042] In Fig. 4 ist eine Umformvorrichtung 10 gezeigt, bei der die Spuleneinrichtung 32 mehrere Spulen 34 aufweist, die entlang einer Längserstreckung 50 des Verstärkungselements 14 angeordnet sind. So ist es möglich, auch über die Längserstreckung 50 des Verstärkungselements 14 mehrere Bereiche gleichzeitig umzuformen. Die in Fig. 4 gezeigte Positioniereinrichtung 22 kann sowohl das Verstärkungselement 14 als auch die Maskeneinrichtung 20 als auch die Spuleneinrichtung 32 verschieben.

[0043] Fig. 5 und Fig. 6 zeigen Ansichten des fertig geformten Verstärkungselements 14, wobei in Fig. 5 eine Draufsicht auf das Verstärkungselement 14 und in Fig. 6 eine Seitenansicht auf das Verstärkungselement 14 zu sehen ist. Mit Hilfe der Umformvorrichtung 10 wurden Verbindungsansätze 16 mit einer Quaderform gebildet,

die an der Oberfläche 12 des Verstärkungselements 14 angeordnet sind.

[0044] Bisher werden Verstärkungselemente 14 in mehreren und unterschiedlichen Fertigungsschritten produziert und jeder dieser Fertigungsschritte benötigt ein spezielles Werkzeug und eine gewisse Prozesszeit.

[0045] Wegen ihrer mechanischen Eigenschaftsprofile attraktive Materialien scheiden für solche Anwendungen zumeist aus, da sie das Kriterium Umformbarkeit nicht vollständig erfüllen können.

[0046] Zum Herstellen von Verbindungsansätzen 16 sind bisher das sogenannte "Redundant High Efficiency Assembly (RHEA)" bekannt, bei dem die Verstärkungsbleche 14 zunächst geschnitten, dann gebogen und dann ausgestanzt werden, was eine große Anzahl an Prozessschritten und somit auch eine große Prozessdauer mit sich bringt. Weiter bekannt ist auch das sogenannte "Additive Layer Manufacturing", bei dem die Verbindungsansätze 16 an die Verstärkungsbleche 14 angesintert werden, was ebenfalls eine hohe Prozessdauer mit sich bringt. Es wurde auch das sogenannte "Cold Metal Transfer Welding" entwickelt, bei dem die Verbindungsansätze 16 an die Oberfläche 12 der Verstärkungsbleche 14 angeschweißt werden. Auch dieses Verfahren hat eine hohe Anzahl Prozessschritte, was eine lange Prozessdauer mit sich bringt. Zusätzlich besteht das Problem der Präzision dieses Verfahrens.

[0047] Daher wird nun vorgeschlagen, Verstärkungsbleche 14 mit Hilfe von Druckwellen zu fertigen. Dabei kann bei Nutzung von geeigneten Werkzeugen in einem Prozess sowohl das Verstärkungsblech 14 geschnitten als auch umgeformt werden. Es ist also insgesamt eine Verringerung des Fertigungsaufwandes durch Reduzierung der Fertigungsschritte möglich. Weiter ist es durch die Anwendung von Druckwellen auch möglich, hochfeste und anrissgefährdete Materialien umzuformen. Dadurch limitiert das Kriterium Umformbarkeit die Materialauswahl nicht mehr.

Bezugszeichenliste:

[0048]

- 10 Umformvorrichtung
- 12 Oberfläche
- 14 Verstärkungselement
- 16 Verbindungsansatz
- 18 Druckwellenerzeugungseinrichtung
- 20 Maskeneinrichtung
- 22 Positioniereinrichtung
- 24 Schneideinrichtung
- 26 Steuereinrichtung
- 28 Ausnehmung
- 30 Formblock
- 32 Spuleneinrichtung
- 34 Spule
- 36 Legierung
- 38 AlMgSc

- 40 Mg
- 42 Ti
- 44 erste Breitseite
- 46 zweite Breitseite
- 5 48 dreidimensionale Form
- 50 Längserstreckung

Patentansprüche

10

1. Umformvorrichtung (10) zum Erzeugen von Verbindungsansätzen (16) an Verstärkungselementen (14), aufweisend wenigstens eine Druckwellenerzeugungseinrichtung (18) zum Erzeugen wenigstens einer auf eine erste Breitseite (44) eines Verstärkungselements (14) gerichteten Druckwelle, sowie eine an einer der ersten Breitseite (44) gegenüberliegenden zweiten Breitseite (46) des Verstärkungselements (14) anzuordnenden Maskeneinrichtung (20), wobei die Maskeneinrichtung (20) mit einem Formblock (30) ausgebildet ist, der zum Erzeugen vorbestimmter Verbindungsansatzformen geformte Ausnehmungen (28) aufweist.

15

20

25

2. Umformvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckwellenerzeugungseinrichtung (18) zum Erzeugen von Druckwellenimpulsen mit vorbestimmter Pulslänge und mit vorbestimmtem Abstand der Pulse ausgebildet ist.

30

35

3. Umformvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckwellenerzeugungseinrichtung (18) mit einer Spuleneinrichtung (32) mit wenigstens einer Spule (34) gebildet ist.

40

4. Umformvorrichtung (10) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spuleneinrichtung (32) mehrere Spulen (34), insbesondere Spulen (34) mit unterschiedlichen Geometrien, aufweist, die nebeneinander angeordnet sind.

45

5. Umformvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Formblock (30) zum Formen einer Oberfläche (12) eines Verstärkungselements (14) in eine vorgegebene dreidimensionale Form (48) ausgebildet ist.

50

55

6. Umformvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Positioniereinrichtung (22) zum Verändern der Relativposition der Spuleneinrichtung (32) und des Verstärkungselements (14) und/oder zum Verändern der Relativposition des Formblockes (30) und des Verstärkungselements (14) vorgesehen ist.

7. Umformvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Umformvorrichtung (10) eine Schneideinrichtung (24) zum Zurechtschneiden des Verstärkungselements (14) während des Umformens aufweist. 5
8. Umformvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuereinrichtung (26) zum Ansteuern der Positioniereinrichtung (22) und/oder zum Ansteuern der Druckwellenerzeugungseinrichtung (18) und/oder zum Ansteuern der Schneidvorrichtung (24) vorgesehen ist. 10
9. Verwendung der Umformvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zum Erzeugen von Verbindungsansätzen (16) an aus Legierungen (36), insbesondere AlMgSc (38), und/oder Mg (40) und/oder Ti (42) gebildeten Verstärkungselementen (14). 15
10. Umformverfahren zum Erzeugen von Verbindungsansätzen (16) an Verstärkungselementen (14) mit den Schritten 20
- a) Bereitstellen einer Umformvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 mit einer Druckerzeugungseinrichtung (18) und einer Maskeneinrichtung (20); 25
- b) Bereitstellen eines Verstärkungselements (14); 30
- c) Anordnen des Verstärkungselements (14) zwischen Druckerzeugungseinrichtung (18) und Maskeneinrichtung (20); 35
- d) Erzeugen wenigstens einer Druckwelle in Richtung auf das Verstärkungselement (14).
11. Umformverfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass als Druckwellenerzeugungseinrichtung (18) eine Spuleneinrichtung (32) bereitgestellt wird, die insbesondere mehrere nebeneinander angeordnete Spulen (34) aufweist. 40
12. Umformverfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Maskeneinrichtung (20) mit einem Formblock (30) mit zum Erzeugen vorbestimmter Verbindungsansatzformen geformten Ausnehmungen (28) und/oder mit einer dreidimensional geformten Oberfläche (12) bereitgestellt wird. 45
13. Umformverfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt d) mehrere Druckwellenimpulse nacheinander erzeugt werden. 50

14. Umformverfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, dass nach Schritt d) die Relativposition von Verstärkungselement (14) und Maskeneinrichtung (20) und/oder von Verstärkungselement (14) und Spuleneinrichtung (32) verändert wird, wonach wenigstens eine Druckwelle in Richtung auf das Verstärkungselement (14) erzeugt wird.
15. Umformverfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass das Verstärkungselement (14) mit aus Legierungen (36), insbesondere AlMgSc (38), und/oder Mg (40) und/oder Ti (42) gebildetem Material bereitgestellt wird. 55

Claims

1. Shaping device (10) for creating connecting attachments (16) on reinforcing elements (14), comprising at least one pressure wave generating device (18), for generating at least one pressure wave directed onto a first wide face (44) of a reinforcing element (14), and a masking device (20), to be arranged on a second wide face (46) of the reinforcing element (14) opposite the first wide face (44), the masking device (20) being formed with a shaping block (30) which comprises shaped recesses (28) for producing predetermined connecting attachment shapes.
2. Shaping device (10) according to claim 1,
characterised in that the pressure wave generating device (18) is formed to generate pressure wave pulses having a predetermined pulse length and having a predetermined spacing of the pulses.
3. Shaping device (10) according to either claim 1 or claim 2,
characterised in that the pressure wave generating device (18) is formed with a coil device (32) having at least one coil (34).
4. Shaping device (10) according to claim 3,
characterised in that the coil device (32) comprises a plurality of coils (34), in particular coils (34) having different geometries, which are arranged side by side.
5. Shaping device (10) according to any of claims 1 to 4, **characterised in that** the shaping block (30) is formed so as to shape a surface (12) of a reinforcing element (14) into a predetermined three-dimensional shape (48).
6. Shaping device (10) according to any of claims 1 to 5, **characterised in that** a positioning device (22) is provided for changing the relative position of the coil

device (32) and the reinforcing element (14) and/or for changing the relative position of the shaping block (30) and the reinforcing element (14).

7. Shaping device (10) according to any of claims 1 to 6, **characterised in that** the shaping device (10) comprises a cutting device (24) for cutting the reinforcing element (14) to shape during the shaping.
8. Shaping device (10) according to any of claims 1 to 7, **characterised in that** a control device (26) is provided for actuating the positioning device (22) and/or for actuating the pressure wave generating device (18) and/or for actuating the cutting device (24).
9. Use of the shaping device (10) according to any of claims 1 to 8 for producing connecting attachments (16) on reinforcing elements (14) made of alloys (36), in particular AlMgSc (38) and/or Mg (40) and/or Ti (42).
10. Shaping method for producing connecting attachments (16) on reinforcing elements (14), comprising the steps of
 - a) providing a shaping device (10) according to any of claims 1 to 8 comprising a pressure generating device (18) and a masking device (20);
 - b) providing a reinforcing element (14);
 - c) arranging the reinforcing element (14) between the pressure generating device (18) and the masking device (20);
 - d) generating at least one pressure wave directed onto the reinforcing element (14).
11. Shaping method according to claim 10, **characterised in that** a coil device (32) is provided as the pressure wave generating device (18), and in particular comprises a plurality of coils (34) arranged side by side.
12. Shaping method according to either claim 10 or claim 11, **characterised in that** a masking device (20) is provided comprising a shaping block (30) comprising recesses (28) shaped to produce predetermined connecting attachment shapes and/or comprising a three-dimensionally shaped surface (12).
13. Shaping method according to any of claims 10 to 12, **characterised in that** a plurality of pressure wave pulses are generated in succession in step d).
14. Shaping method according to any of claims 10 to 13, **characterised in that** the relative position of the reinforcing element (14) and the masking device (20) and/or of the reinforcing element (14) and the coil device (32) is changed after step d), at least one

pressure wave directed onto the reinforcing element (14) subsequently being generated.

15. Shaping method according to any of claims 10 to 14, **characterised in that** the reinforcing element (14) is provided with material formed from alloys (36), in particular AlMgSc (38) and/or Mg (40) and/or Ti (42).

Revendications

1. Dispositif de déformation (10) destiné à générer des épaulements d'assemblage (16) sur des éléments de renfort (14), présentant au moins un moyen de génération d'ondes de pression (18) destiné à générer au moins une onde de pression dirigée sur un premier côté en largeur (44) d'un élément de renfort (14), ainsi qu'un moyen de masque (20) à disposer sur un second côté en largeur (46) de l'élément de renfort (14) qui est opposé au premier côté en largeur (44), le moyen de masque (20) étant configuré avec un bloc de façonnage (30) qui présente des évidements (28) façonnés pour générer des formes prédéfinies d'épaulements d'assemblage.
2. Dispositif de déformation (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le moyen de génération d'ondes de pression (18) est configuré pour générer des impulsions d'ondes de pression ayant une longueur d'impulsion prédéfinie et une distance d'impulsions prédéterminée.
3. Dispositif de déformation (10) selon une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le moyen de génération d'ondes de pression (18) est formé d'un moyen de bobinage (32) comportant au moins une bobine (34).
4. Dispositif de déformation (10) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le moyen de bobinage (32) présente plusieurs bobines (34), en particulier des bobines (34) qui ont des géométries différentes et sont disposées les unes à côté des autres.
5. Dispositif de déformation (10) selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le bloc de façonnage (30) est configuré pour façonner une surface (12) d'un élément de renfort (14) dans une forme tridimensionnelle (48) prédéfinie.
6. Dispositif de déformation (10) selon une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'**un moyen de positionnement (22) est prévu pour modifier la position relative du moyen de bobinage (32) et de l'élément de renfort

(14) et/ou pour modifier la position relative du bloc de façonnage (30) et de l'élément de renfort (14).

7. Dispositif de déformation (10) selon une des revendications 1 à 6,
caractérisé en ce que le dispositif de déformation (10) présente un moyen de découpe (24) destiné à découper l'élément de renfort (14) pendant la déformation. 5
8. Dispositif de déformation (10) selon une des revendications 1 à 7,
caractérisé en ce qu'un moyen de commande (26) est prévu pour piloter le moyen de positionnement (22) et/ou pour piloter le moyen de génération d'ondes de pression (18) et/ou pour piloter le moyen de découpe (24). 10
9. Utilisation du dispositif de déformation (10) selon une des revendications 1 à 8 pour générer des épaulements d'assemblage (16) sur des éléments de renfort (14) formés à partir d'alliages (36), en particulier de AlMgSc (38) et/ou de Mg (40) et/ou de Ti (42). 20
10. Procédé de déformation destiné à générer des épaulements d'assemblage (16) sur des éléments de renfort (14) comprenant les étapes consistant à : 25
 - a) fournir un dispositif de déformation (10) selon une des revendications 1 à 8 comportant un moyen de génération de pression (18) et un moyen de masque (20) ; 30
 - b) fournir un élément de renfort (14) ;
 - c) disposer l'élément de renfort (14) entre le moyen de génération de pression (18) et le moyen de masque (20) ; 35
 - d) générer au moins une onde de pression en direction de l'élément de renfort (14).
11. Procédé de déformation selon la revendication 10,
caractérisé en ce qu'un moyen de bobinage (32) est fourni pour servir de moyen de génération d'ondes de pression (18) et présente en particulier plusieurs bobines (34) disposées les unes à côté des autres. 40 45
12. Procédé de déformation selon une des revendications 10 ou 11,
caractérisé en ce qu'un moyen de masque (20) est fourni avec un bloc de façonnage (30) qui comporte des évidements (28) façonnés pour générer des formes prédéterminées d'épaulements d'assemblage et/ou une surface (12) façonnée de manière tridimensionnelle. 50 55
13. Procédé de déformation selon une des revendications 10 à 12,
caractérisé en ce que, dans l'étape d), plusieurs

impulsions d'ondes de pression sont générées successivement.

14. Procédé de déformation selon une des revendications 10 à 13,
caractérisé en ce que, après l'étape d), la position relative de l'élément de renfort (14) et du moyen de masque (20) et/ou de l'élément de renfort (14) et du moyen de bobinage (32) est modifiée, puis au moins une onde de pression est générée en direction de l'élément de renfort (14).
15. Procédé de déformation selon une des revendications 10 à 14,
caractérisé en ce que l'élément de renfort (14) est fourni avec un matériau formé à partir d'alliages (36), en particulier de AlMgSc (38) et/ou de Mg (40) et/ou Ti (42) .

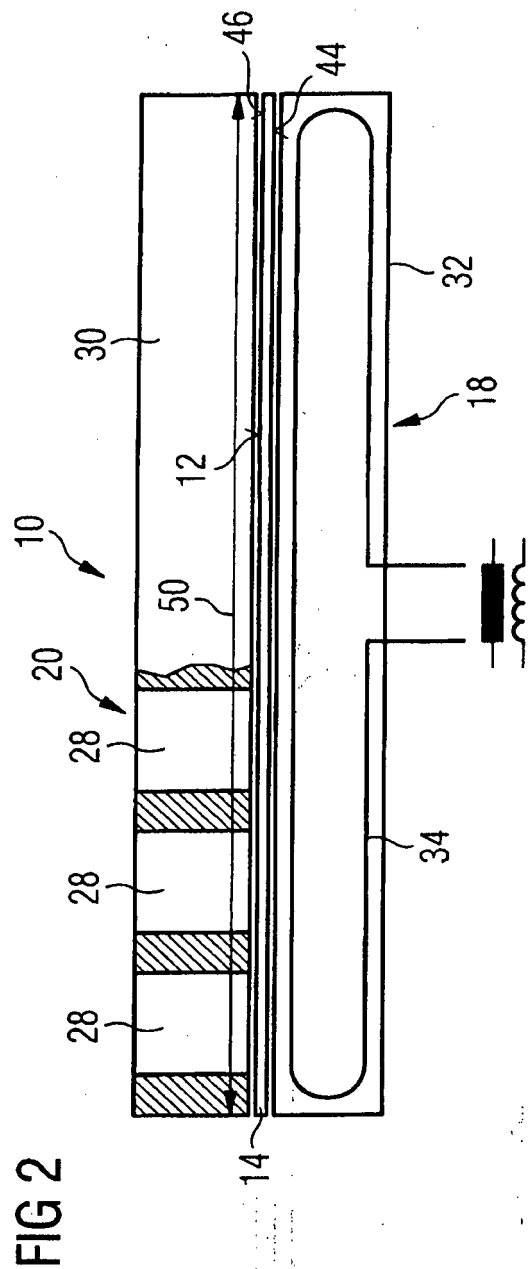
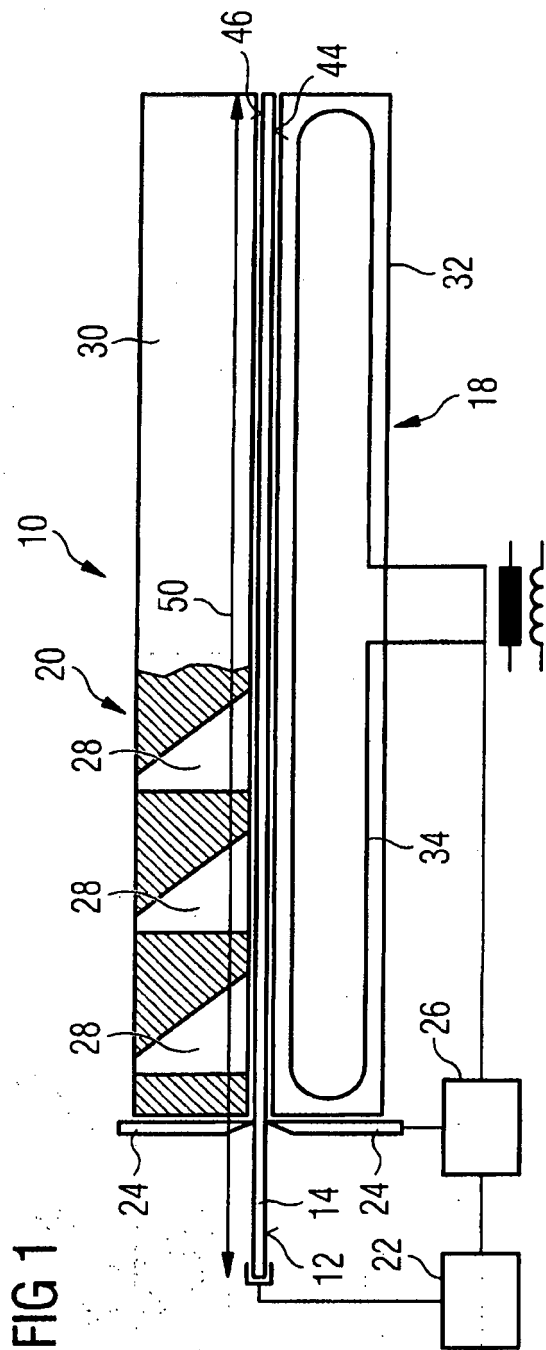


FIG 3

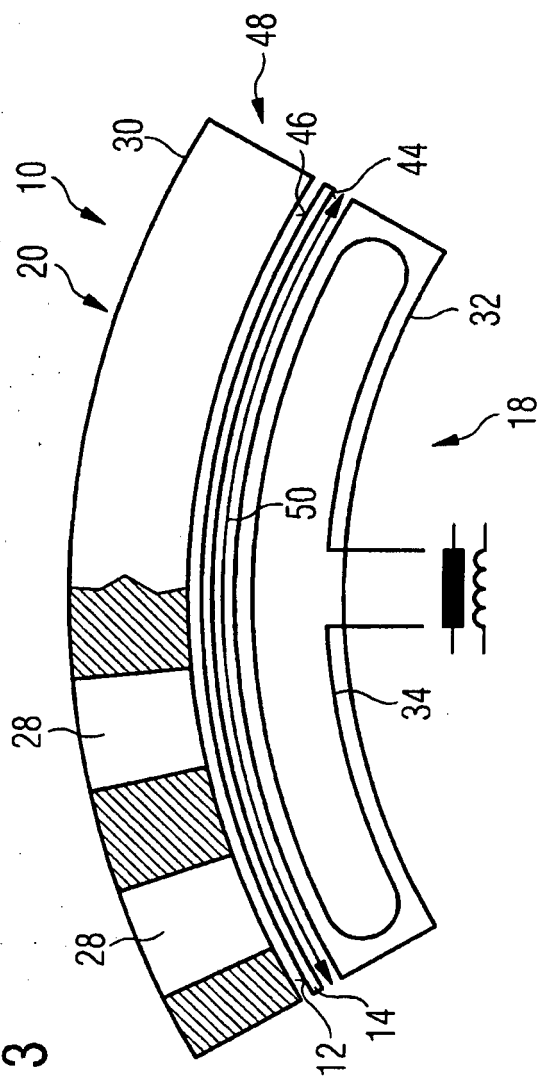


FIG 4

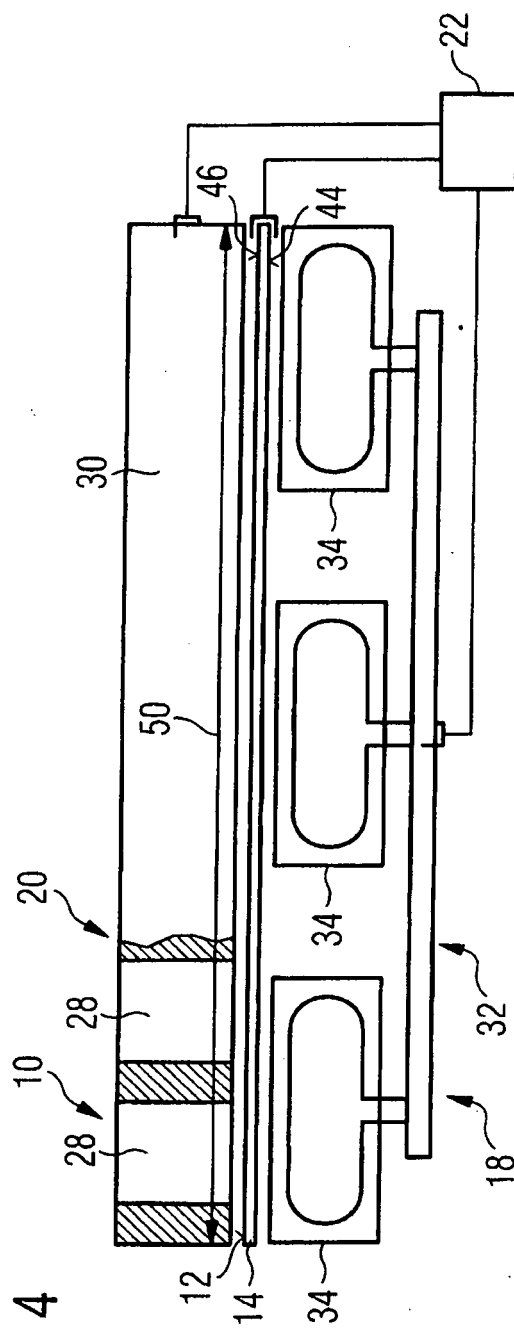


FIG 5

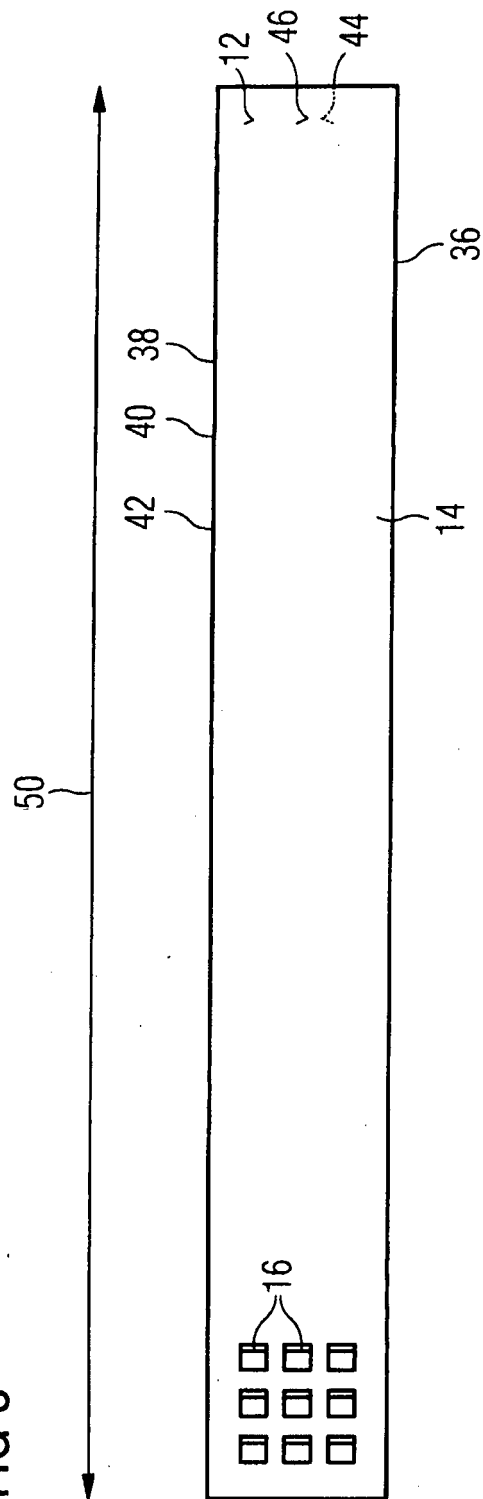
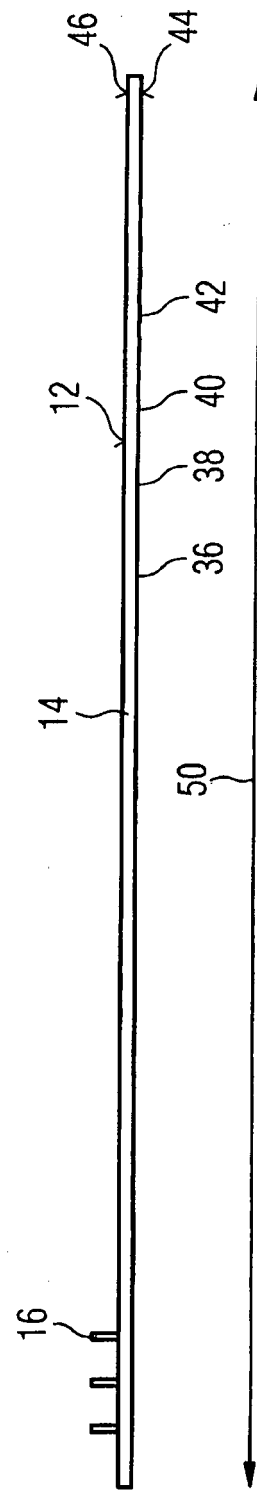


FIG 6



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

- DE 102009047671 A [0001]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **S. UCSNIK.** Experimental Investigation of a novel hybrid Metal-Composite Joining Technology. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 2009 [0006]
- **P. N. PARKES.** Growth of damage in additively manufactured metal-composite joints. *ECCM*, 2012, vol. 15 [0006]