



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.01.2017 Patentblatt 2017/03

(51) Int Cl.:
B21J 15/02 ^(2006.01) **B21J 15/12** ^(2006.01)
B21J 15/28 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16172776.3**

(22) Anmeldetag: **03.06.2016**

(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
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
 Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder:
 • **Woelke, Florian**
71229 Leonberg (DE)
 • **Dieterle, Martin**
71636 Ludwigsburg (DE)

(74) Vertreter: **Thürer, Andreas**
Bosch Rexroth AG
DC/IPR
Zum Eisengiesser 1
97816 Lohr am Main (DE)

(30) Priorität: **17.07.2015 DE 102015213433**

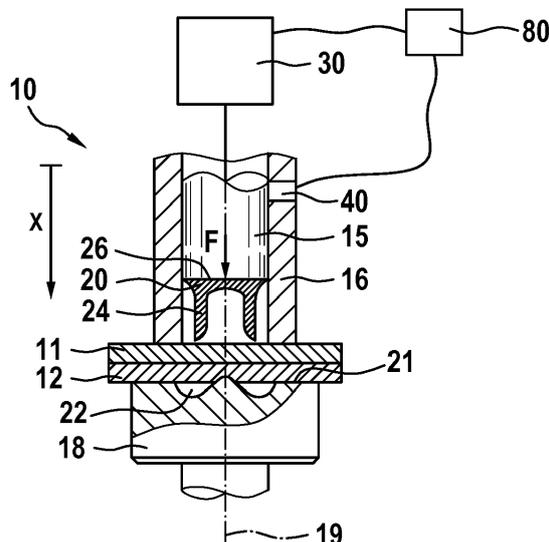
(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(54) **VERFAHREN ZUM VERBINDEN WENIGSTENS ZWEIER BAUTEILE MITTELS EINER STANZNIETVORRICHTUNG UND FERTIGUNGSEINRICHTUNG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden wenigstens zweier Bauteile (11, 12) mittels einer Stanznietvorrichtung (10), wobei die wenigstens zwei Bauteile (11, 12) zwischen einem Stempel (15) und einem Gegenhalter (18) angeordnet werden, wobei ein zwischen dem Stempel (15) und einem dem Stempel zugewandten Bauteil (11) der wenigstens zwei Bauteile angeordneter Niet (20) mittels des Stempels (15) in die we-

nigstens zwei Bauteile (11, 12) eingedrückt wird, indem der Stempel (15) mit einer Kraft beaufschlagt wird, wobei wenigstens eine beim Eindrücken des Niets (20) beteiligte Komponente (11, 12, 15, 18, 20) beim Eindrücken mittels eines Schwingungserzeugers (30) in Schwingung versetzt wird, wobei ein Verlauf einer Frequenz des Schwingungserzeugers (30) während des Eindrückens des Niets (20) ermittelt wird.

Fig. 2(a)



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden wenigstens zweier Bauteile mittels einer Stanznietvorrichtung, eine Recheneinheit zu dessen Durchführung sowie eine Fertigungseinrichtung mit einer Stanznietvorrichtung.

Stand der Technik

[0002] Verfahren zum Stanznieten dienen zum Verbinden mindestens zweier in einem Verbindungsbereich insbesondere eben ausgebildeter Bauteile (Fügepartner). Ein Stanznietverfahren zeichnet sich dadurch aus, dass ein Vorlochen der miteinander zu verbindenden Bauteile nicht erforderlich ist. Vielmehr wird ein Niet mittels eines Stempels oder eines Stempelwerkzeugs in die wenigstens zwei Bauteile eingedrückt, wobei durch einen entsprechend geformten Gegenhalter, bspw. in Form einer Matrize, der mit dem Stempelwerkzeug zusammenwirkt, sichergestellt ist, dass der Niet oder die Bauteile sich in einer bestimmten Art und Weise verformen, um eine kraft- und formschlüssige Verbindung zwischen den Bauteilen herzustellen.

[0003] Weiterhin sind bspw. aus der EP 2 318 161 B1 oder der DE 10 2014 203 357 A1 sog. Ultraschall-Stanznietverfahren bekannt, bei denen ein Schwingungserzeuger, wie bspw. ein Ultraschall-Generator verwendet wird, um ein oder mehrere Komponenten beim Verbinden der Bauteile in Schwingung zu versetzen. Durch diese Schwingung wird bspw. die aufzuwendende Kraft zum Eindrücken des Niets reduziert.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Erfindungsgemäß werden ein Verfahren zum Verbinden wenigstens zweier Bauteile mittels einer Stanznietvorrichtung, eine Recheneinheit zu dessen Durchführung sowie eine Fertigungseinrichtung mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche vorgeschlagen. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

Vorteile der Erfindung

[0005] Ein erfindungsgemäßes Verfahren dient zum Verbinden wenigstens zweier Bauteile mittels einer Stanznietvorrichtung. Dabei werden die wenigstens zwei Bauteile zwischen einem Stempel und einem Gegenhalter angeordnet, ein zwischen dem Stempel und einem dem Stempel zugewandten Bauteil der wenigstens zwei Bauteile angeordneter Niet wird mittels des Stempels in die wenigstens zwei Bauteile eingedrückt, indem der Stempel mit einer Kraft beaufschlagt wird und es wird wenigstens eine beim Eindrücken des Niets beteiligte Komponente beim Eindrücken mittels eines Schwingungserzeugers in Schwingung versetzt. Dabei wird ein Verlauf einer Frequenz des Schwingungserzeugers während des Eindrückens des Niets ermittelt. Als Verlauf der Frequenz kann dabei insbesondere ein zeitlicher Verlauf und/oder ein örtlicher Verlauf ermittelt werden, z.B. die Frequenz als Funktion der Zeit und/oder die Frequenz als Funktion einer Position des Stempels.

[0006] Bei herkömmlichen Stanznietverfahren kann eine Kraft als Funktion der Position des Stempels für eine Qualitätsbewertung des Stanznietprozesses herangezogen werden. Dabei kann bspw. untersucht werden, ob sich der Kraftverlauf innerhalb gewisser Grenzwerte, bspw. einer sog. Hüllkurve, bewegt. Bei einem Stanznietverfahren, bei dem eine Schwingung in den Verbindungsbereich einbracht wird, bspw. indem der Stempel in Schwingung versetzt wird, kann ein solcher Kraftverlauf oftmals nur unter größerem Aufwand für eine Qualitätsbewertung herangezogen werden, da die Kraft auf den Stempel durch die Schwingung oszilliert.

[0007] Durch die Erfassung des Verlaufs der Frequenz des Schwingungserzeugers und insbesondere dem Ermitteln eines Zusammenhangs dieser Frequenz mit der Position des Stempels und/oder der Zeit kann für Stanznietverfahren mit Schwingungseinkopplungen eine einfache Möglichkeit zur Qualitätsbewertung zur Verfügung gestellt werden. Der Grund hierfür liegt darin, dass die Frequenz des Schwingungserzeugers keine bzw. nur geringe Oszillationen aufweist. Verschiedene relevante Punkte im Verlauf des Nietvorgangs sind dabei ebenso gut erkennbar wie bei einem Kraftverlauf bei einem konventionellen Stanznietverfahren. Weiterhin wird sich dabei zunutze gemacht, dass sich die Frequenz des Schwingungserzeugers trotz einer eingestellten Grundfrequenz während des Nietvorgangs zumindest geringfügig ändert. Dieser Änderungen können dabei hinreichend genau ermittelt werden. Zweckmäßig ist dabei, wenn die Ermittlung des Verlaufs online bzw. in Echtzeit erfolgt, da dann sogar während des Nietvorgangs ggf. Maßnahmen zur Behebung eines Fehlers erfolgen können.

[0008] Allgemein gültige Prozess- und Qualitätsbewertungskriterien, wie sie mit einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Verfügung gestellt werden können, sind zudem oftmals eine Grundvoraussetzung für eine Einführung einer neuen Technologie in eine Serienanwendung.

[0009] Vorzugsweise wird der Verlauf der Frequenz auf Anzeigemitteln, insbesondere graphisch, dargestellt. Hierbei

kann es sich bevorzugt bspw. um ein Display handeln, auf dem der Verlauf der Frequenz graphisch dargestellt wird. Dies ermöglicht eine besonders einfache und anschauliche Darstellung des Verlaufs bspw. für einen Bediener der Stanznietvorrichtung, der den Nietvorgang somit sehr schnell beurteilen kann.

[0010] Vorteilhafterweise wird der Verlauf der Frequenz mit einem zugehörigen Stanznietvorgang verknüpft und auf einem Speichermedium abgespeichert. Damit ist eine Dokumentation des Nietvorgangs und dessen Qualität möglich ("Logbuchfunktion"). Bspw. können auf diese Weise später fehlerhafte Nietverbindungen leicht aufgefunden oder erklärt werden. Zudem ist eine solche Dokumentation für industrielle Anwendungen oftmals vorgeschrieben.

[0011] Es ist von Vorteil, wenn der Verlauf der Frequenz für eine Qualitätsbewertung eines zugehörigen Stanznietvorgangs und/oder einer in diesem Stanznietvorgang erzeugten Verbindung der wenigstens zwei Bauteile verwendet wird. Wie bereits erwähnt, ist durch die Ermittlung des Verlaufs der Frequenz einfache Qualitätsbewertung möglich. Eine solche Qualitätsbewertung kann dabei bspw. auch wenigstens zum Teil automatisch erfolgen, so dass bspw. ein Bediener der Stanznietvorrichtung automatisch darauf hingewiesen wird, wenn eine schlechte oder fehlerhafte Nietverbindung erzeugt worden ist.

[0012] Besonders bevorzugt ist es dabei, wenn für die Qualitätsbewertung die Frequenz des Schwingungserzeugers mit Grenzwerten, die insbesondere in Abhängigkeit von den wenigstens zwei Bauteilen vorgegeben werden, verglichen wird. Diese Grenzwerte können bspw. als sog. Hüllkurve vorliegen, innerhalb welcher die Funktion verlaufen soll. Je nach zu verbindenden Bauteilen, insbesondere deren Material, und/oder je nach verwendetem Niet können die Grenzwerte dabei entsprechend vorgegeben werden. Diese Grenzwerte können dabei bspw. auf Testmessungen beruhen.

[0013] Es ist von Vorteil, wenn der Verlauf der Frequenz zusätzlich zu einem weiteren Verfahren und/oder einer weiteren Qualitätskenngröße für die Qualitätsbewertung verwendet wird. Bei dem weiteren Verfahren kann es sich bspw. um die eingangs erwähnte Ermittlung der Kraft als Funktion der Position des Stempels handeln. Wenngleich die Kraft als Funktion der Position des Stempels bei Stanznietverfahren mit Schwingungseinkopplung ggf. etwas aufwändiger zu ermitteln sein mag als bei Stanznietverfahren ohne Schwingungseinkopplung, so können auf diese Weise dennoch sehr einfach zwei redundante Verfahren bzw. Qualitätskenngrößen zur Qualitätsbewertung bei Stanznietverfahren mit Schwingungseinkopplung zur Verfügung gestellt werden. Zwei redundante Bewertungskriterien sind aus Gründen der Prozesssicherheit oftmals sogar gefordert. Zudem wird sich hier zunutze gemacht, dass der Frequenz-Positions-Verlauf mit dem Kraft-Positions-Verlauf korreliert. Insbesondere ist auch der Verlauf der Frequenz einfacher zu ermitteln und zu beurteilen, als dies bspw. mit oftmals bei Stanznietverfahren ohne Schwingungseinkopplung als redundantes System verwendeten Kraftmessdosen und einem zusätzlichen Positionsmesssystem ist. Ebenso ist dies kostengünstiger und benötigt weniger Bauraum.

[0014] Vorteilhafterweise wird der Verlauf der Frequenz für eine Überprüfung einer Funktionsfähigkeit des Schwingungserzeugers verwendet. Dies ist insbesondere bspw. in Kombination mit der Qualitätsbewertung möglich, bei der die Frequenz des Schwingungserzeugers mit Grenzwerten, die insbesondere in Abhängigkeit von den wenigstens zwei Bauteilen vorgegeben werden, verglichen wird. Auf diese Weise wird eine sehr einfache Möglichkeit zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit des Schwingungserzeugers zur Verfügung gestellt.

[0015] Vorzugweise werden weiterhin eine Gesamtdicke der wenigstens zwei Bauteile und eine Länge des Niets erfasst. Damit kann zum einen bereits vor Beginn des Nietvorgangs der Vorgang gestoppt werden, wenn bspw. der Niet zu lang ist. Zum anderen kann jedoch bspw. auch im Zusammenhang mit dem Verlauf der Leistung erkannt werden, an welcher relativen Stelle der Bauteile sich der Niet bzw. dessen Spitze gerade befindet.

[0016] Vorteilhafterweise werden die Gesamtdicke der wenigstens zwei Bauteile und/oder die Länge des Niets anhand des Verlaufs der Frequenz ermittelt. Während dies bislang bspw. anhand der Kraft als Funktion der Position des Stempels erfolgen konnte ist dies nunmehr sehr einfach auch über einen Frequenzverlauf, welcher sich bereits beim ersten Kontakt des Stempels mit dem Nitelement ändert, möglich.

[0017] Es ist von Vorteil, wenn als Schwingungserzeuger ein Schall-Generator, insbesondere ein Ultraschall-Generator, verwendet wird. Hierbei handelt es sich um eine einfache Methode zur Schwingungserzeugung. Zudem ist bei einem Schall- bzw. Ultraschall-Generator eine einfache Erfassung der Leistung möglich.

[0018] Vorteilhafterweise umfasst die wenigstens eine beim Eindrücken des Niets beteiligte Komponente der Stanznietvorrichtung den Niet, den Stempel, den Gegenhalter und/oder wenigstens eines der wenigstens zwei Bauteile. Durch die Einkopplung einer Schwingung über verschiedene Komponenten kann sowohl Wärme erzeugt werden, die den Nietvorgang vereinfacht, als auch eine nötige Kraft auf den Niet zum Eindrücken in die Bauteile verringert werden. Insbesondere für letzteres ist es zweckmäßig, den Stempel in Schwingung zu versetzen. Hierzu kann bspw. der Stempel direkt an den Schwingungserzeuger angekoppelt sein bzw. sogar Teil des Schwingungserzeugers sein. Nichtsdestotrotz können auch zusätzlich oder alternativ andere der genannten Komponenten in Schwingung versetzt werden, um den Nietvorgang zu verbessern.

[0019] Eine erfindungsgemäße Recheneinheit, z.B. eine Steuereinheit oder ein Steuergerät für eine Stanznietvorrichtung, ist, insbesondere programmtechnisch, dazu eingerichtet, ein erfindungsgemäßes Verfahren durchzuführen.

[0020] Eine erfindungsgemäße Fertigungseinrichtung weist eine Stanznietvorrichtung mit einem Stempel, einem Gegenhalter und einem Schwingungserzeuger, und eine erfindungsgemäße Recheneinheit auf. Vorzugweise weist die

Fertigungseinrichtung auch Anzeigemittel auf, die dazu eingerichtet sind, den Verlauf der Frequenz, insbesondere graphisch, darzustellen.

[0021] Bzgl. der Vorteile einer erfindungsgemäßen Fertigungseinrichtung sei an dieser Stelle zur Vermeidung von Wiederholungen auf die obigen Ausführungen zum erfindungsgemäßen Verfahren verwiesen.

[0022] Eine erfindungsgemäße Recheneinheit, z.B. ein eine Steuereinheit oder ein Steuergerät für eine Stanznietvorrichtung, ist, insbesondere programmtechnisch, dazu eingerichtet, ein erfindungsgemäßes Verfahren durchzuführen.

[0023] Auch die Implementierung des Verfahrens in Form eines Computerprogramms ist vorteilhaft, da dies besonders geringe Kosten verursacht, insbesondere wenn ein ausführendes Steuergerät noch für weitere Aufgaben genutzt wird und daher ohnehin vorhanden ist. Geeignete Datenträger zur Bereitstellung des Computerprogramms sind insbesondere magnetische, optische und elektrische Speicher, wie z.B. Festplatten, Flash-Speicher, EEPROMs, DVDs u.a.m. Auch ein Download eines Programms über Computernetze (Internet, Intranet usw.) ist möglich.

[0024] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

[0025] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachfolgend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0026] Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlich beschrieben.

Figurenbeschreibung

[0027]

Figur 1 zeigt vereinfacht und schematisch eine erfindungsgemäße Fertigungseinrichtung in einer bevorzugten Ausführungsform.

Figuren 2a bis 2d zeigen eine Stanznietvorrichtung bei verschiedenen Phasen der Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens in einer bevorzugten Ausführungsform.

Figur 3 zeigt einen Kraft-Positions-Verlauf bei einem Stanznietverfahren ohne Schwingungseinkopplung.

Figuren 4a und 4b zeigen Kraft-Positions-Verläufe und Frequenz-Positions-Verläufe bei einem erfindungsgemäßen Verfahren in verschiedenen bevorzugten Ausführungsformen.

Detaillierte Beschreibung der Zeichnung

[0028] In Figur 1 ist vereinfacht und schematisch eine erfindungsgemäße Fertigungseinrichtung 100 in einer bevorzugten Ausführungsform gezeigt. Bei der Fertigungseinrichtung 100 kann es sich bspw. um einen Industrieroboter in einer Fertigungshalle, bspw. für einen automobilen Karosseriebau, handeln.

[0029] Die Fertigungseinrichtung 100 weist dabei eine auf einem Boden angeordnete Trägerstruktur 3 und zwei daran angeordnete, miteinander verbundene und bewegliche Arme 4 und 5 auf. Am Ende des Armes 5 ist eine Stanznietvorrichtung 10 angeordnet, welche in den Figuren 2a bis 2d detaillierter beschrieben wird.

[0030] Weiterhin ist eine Recheneinheit 80 gezeigt, bei der es sich bspw. um eine Steuereinheit für die Stanznietvorrichtung 10 handelt. Die Recheneinheit 80 kann zudem auch als Steuereinheit für die gesamte Fertigungseinrichtung, d.h. neben der Stanznietvorrichtung insbesondere auch für die Ansteuerung der beweglichen Arme vorgesehen sein. Weiterhin sind Anzeigemittel 90, bspw. ein Display, vorgesehen, auf denen bspw. aktuelle Betriebsparameter der Stanznietvorrichtung angezeigt werden können.

[0031] In den Figuren 2a bis 2d ist die Stanznietvorrichtung 10 bei verschiedenen Phasen der Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens in einer bevorzugten Ausführungsform dargestellt. Die Stanznietvorrichtung 10 weist einen Stempel 15 auf, der beispielhaft einen runden Querschnitt aufweist.

[0032] Der Stempel 15 ist von einem hülsenförmigen Niederhalter 16 radial umgeben und relativ zu diesem in Längsrichtung beweglich angeordnet. Insbesondere ist der Stempel 15 mit einem hier nicht dargestellten Antrieb, bspw. einem hydraulischen oder pneumatischen Antrieb, gekoppelt, der dazu dient, eine zum Eindrücken eines Niets 20 in die beiden Bauteile 11, 12 benötigte Kraft F aufzubringen.

[0033] Ebenfalls ist der Niederhalter 16 dazu eingerichtet, gegen die Oberfläche des dem Stempel 15 zugewandten Bauteils 11 mit einer Niederhalterkraft zu drücken. Hierzu kann bspw. ein eigener Antrieb vorgesehen sein. Jedoch kann der Niederhalter auch an den Antrieb des Stempels 15 gekoppelt sein, bspw. mittels einer Feder.

[0034] Auf der dem Stempel 15 und dem Niederhalter 16 gegenüberliegenden Seite der beiden Bauteile 11, 12 ist

eine als Gegenhalter wirkende Matrize 18 angeordnet. Der Stempel 15 und die Matrize 18 sind in Richtung einer Längsachse 19, in deren Richtung auch der Niederhalter 16 beweglich angeordnet sind, relativ zueinander bewegbar. Der Niederhalter 16 und die Matrize 18 dienen dazu, die beiden Bauteile 11, 12 zwischen dem Niederhalter 16 und der Matrize 18 während der Bearbeitung durch den Stempel 15 einzuspannen bzw. zusammenzudrücken. Die Matrize 18 weist auf der dem Bauteil 12 zugewandten Seite eine ebene Oberseite 21 auf, von der eine mulden- bzw. kühlenförmige Ausnehmung 22 ausgeht.

[0035] Der Niet 20 besteht bevorzugt aus einem gegenüber den Werkstoffen der beiden Bauteile 11, 12 härteren Material, zumindest im Bereich des Nietschaftes 24. Die dem Bauteil 11 abgewandte, ebene Oberseite 26 ist in Wirkverbindung mit dem Stempel 15 angeordnet, der an der Oberseite 26 des Niets 20 flächig anliegt.

[0036] Der Stempel 15 ist mit einem Schwingungserzeuger 30 zur Erzeugung von Schwingungen bzw. Vibrationen wirkverbunden. Insbesondere werden mittels des Schwingungserzeugers 30 Ultraschallschwingungen mit einer Schwingweite (Abstand zwischen maximaler positiver und negativer Amplitude einer Schwingung) zwischen 10 μm und 110 μm (bzw. einer Amplitude zwischen 5 μm und 55 μm) und einer Frequenz zwischen 15 kHz und 35 kHz erzeugt.

[0037] Diese Schwingungen 15 werden von dem Schwingungserzeuger 30 über den Stempel 15 in den Niet 20 eingekoppelt. Die Einkopplungsrichtung der Vibrationen des Schwingungserzeugers 30 kann dabei bspw. parallel zur Längsachse 19, das heißt parallel zur Fügerrichtung des Niets 20 in die Bauteile 11, 12 erfolgen. Der Schwingungserzeuger 30 ist an die Recheneinheit 80 angebunden, so dass eine Leistung des Schwingungserzeugers 30 an die Recheneinheit 80 übermittelt werden kann bzw. dass die Leistung von der Recheneinheit 80 erfasst werden kann.

[0038] Weiterhin ist beispielhaft ein Positionssensor 40 gezeigt, der dazu eingerichtet ist, eine Position x des Stempels 15 zu erfassen. Diese Position x kann dabei an die Recheneinheit 80 übermittelt werden. Die Position des Stempels kann jedoch bspw. auch über den Antrieb des Stempels ermittelt werden, bspw. bei einem Kugelgewindetrieb über eine Steigung des Gewindes und einer Anzahl an Umdrehungen.

[0039] Die in Figur 2a gezeigte Phase des erfindungsgemäßen Verfahrens stellt einen Beginn des Stanznietverfahrens dar, bei dem der Nietschaft 24 in Wirkverbindung mit der Oberseite des Bauteils 11 gelangt. Dabei wird der Stempel 15 mit der Kraft F gegen das dem Stempel 15 zugewandte Bauteil 11 gedrückt.

[0040] In einer in Figur 2b gezeigten weiteren Phase, d.h. während des weiteren Verlaufs des Nietvorgangs und unter Unterstützung der in die Bauteile 11, 12 eingekoppelten Schwingungen schneidet bzw. stanzt der Nietschaft 24 sich zunächst in das Bauteil 11 ein. Dabei werden die beiden Bauteile 11, 12 plastisch verformt, wobei das der Ausnehmung 22 zugewandte Bauteil 12 in den entsprechenden Bereichen in die Ausnehmung 22 eingedrückt wird.

[0041] Während des weiteren Bewegungswegs bzw. der weiteren Abwärtsbewegung des Niets 20 entsprechend der Figur 2c wird der Nietschaft 24 im Bereich der Ausnehmung 22 nach außen gespreizt, wodurch die beiden Bauteile 11, 12 in Axialrichtung sicher form- und kraftschlüssig miteinander verbunden werden.

[0042] Wesentlich dabei ist, dass entsprechend der Figur 2d, die die Endposition des Niets 20 zeigt, dass der Nietschaft 24 nicht aus dem Bauteil 12 herausragt bzw. dieses nicht vollständig durchdringt.

[0043] Nachdem der Niet 20 die in der Figur 2d dargestellte Endposition erreicht hat, bei der die Oberseite 26 des Niets 20 zumindest in etwa bündig mit der Oberseite des Bauteils 11 abschließt, wird anschließend der Stempel 15 wieder von den Bauteilen 11, 12 in entgegengesetzte Richtung nach oben bewegt.

[0044] In Figur 3 ist ein beispielhafter Kraft-Positions-Verlauf bei einem Stanznietverfahren ohne Schwingungseinkopplung gezeigt. Dabei ist eine Kraft F gegenüber einer Zeit t aufgetragen. Mit $F(x)$ ist dabei ein Verlauf einer Kraft F, die zum Eindrücken des Niets auf den Stempel ausgeübt wird, als Funktion gegenüber der Position x des Stempels beim Eindrücken angegeben. Hierzu sein angemerkt, dass hierbei lediglich eine relative Position x des Stempels relevant ist.

[0045] Weiterhin ist eine Hüllkurve mit den Grenzwerten G_{11} und G_{21} eingezeichnet, die maximal bzw. minimal zulässige Werte für die Kraft F bzw. die Funktion $F(x)$ kennzeichnen. Bspw. können Nietvorgänge, bei denen die Funktion $F(x)$ die Grenzwerte unter- bzw. überschreitet, als von zu geringer Qualität aussortiert werden.

[0046] Weiterhin sind weitere Grenzwerte G_{12} und G_{22} gezeigt, die innerhalb der Hüllkurve mit den Grenzwerten G_{11} und G_{21} liegen. Diese Grenzwerte können bspw. als Warnkurve dienen, so dass bspw., wenn diese Grenzwerte unter- bzw. überschritten werden, eine Korrekturmaßnahme eingeleitet werden kann oder aber die zugehörige Nietverbindung als problematisch eingestuft werden kann.

[0047] Weiterhin ist ein Fenster 301 gezeigt, das beispielhaft eine prozessrelevante Stelle, hier eine Endposition, angibt. In einem solchen Fenster können weitere, einzuhaltende Grenzwerte festgelegt werden.

[0048] In Figur 4a sind ein Kraft-Positions-Verlauf und ein Frequenz-Positions-Verlauf bei einem erfindungsgemäßen Verfahren in einer bevorzugten Ausführungsform gezeigt. Dabei sind eine Frequenz f bzw. eine Kraft F gegenüber einer Position x aufgetragen. In diesem Beispiel werden ein kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK) und ein Aluminium-Blech als zu verbindende Bauteile verwendet.

[0049] Mit $f_1(x)$ ist dabei ein Verlauf einer Frequenz f_1 eines Schwingungserzeugers, die beim Eindrücken des Niets auftritt, als Funktion gegenüber der Position x des Stempels beim Eindrücken bei einem erfindungsgemäßen Verfahren in einer bevorzugten Ausführungsform angegeben. Mit $F_1(x)$ ist dabei ein Verlauf einer Kraft F_1 , die zum Eindrücken

des Niets auf den Stempel ausgeübt wird, als Funktion gegenüber der Position x des Stempels beim Eindrücken bei einem erfindungsgemäßen Verfahren in einer bevorzugten Ausführungsform angegeben.

[0050] Die Frequenz ändert sich hier bspw. bei einer Grundfrequenz von 15 kHz in einem Bereich zwischen ca. 15,08 kHz und 15,34 kHz. Die Kraft reicht von 0 kN bis ca. 12 kN. Zudem ist deutlich zu sehen, dass die beiden Verläufe $f_1(x)$ und $F_1(x)$ miteinander korrelieren. Insbesondere sind der Beginn und das Ende des Nietvorgangs in beiden Verläufen zu erkennen.

[0051] Weiterhin ist auch zu sehen, dass der Verlauf $f_1(x)$ der Frequenz eine geringe Streubreite aufweist. Somit ist hier sehr einfach eine Qualitätsbewertung bspw. anhand einer Hüllkurve und/oder eines oder mehrere prozessrelevanter Fenster, wie dies für den Kraft-Positions-Verlauf in Figur 3 gezeigt ist, möglich.

[0052] In Figur 4b sind ein Kraft-Positions-Verlauf und ein Frequenz-Positions-Verlauf bei einem erfindungsgemäßen Verfahren in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform gezeigt. Dabei sind eine Frequenz f bzw. eine Kraft F gegenüber einer Position x aufgetragen. In diesem Beispiel werden beispielhaft drei Aluminium-Bleche als zu verbindende Bauteile verwendet.

[0053] Mit $f_2(x)$ ist dabei ein Verlauf einer Frequenz f_2 eines Schwingungserzeugers, die beim Eindrücken des Niets auftritt, als Funktion gegenüber der Position x des Stempels beim Eindrücken bei einem erfindungsgemäßen Verfahren in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform angegeben. Mit $F_2(x)$ ist dabei ein Verlauf einer Kraft F_2 , die zum Eindrücken des Niets auf den Stempel ausgeübt wird, als Funktion gegenüber der Position x des Stempels beim Eindrücken bei einem weiteren erfindungsgemäßen Verfahren in einer bevorzugten Ausführungsform angegeben.

[0054] Die Frequenz ändert sich hier bspw. bei einer Grundfrequenz von 15 kHz in einem Bereich zwischen ca. 15,10 kHz und 15,55 kHz. Die Kraft reicht von 0 kN bis ca. 20 kN. Zudem ist deutlich zu sehen, dass die beiden Verläufe $f_1(x)$ und $F_1(x)$ miteinander korrelieren. Insbesondere sind der Beginn und das Ende des Nietvorgangs in beiden Verläufen zu erkennen. Ebenso korrelieren die Verläufe über deren gesamten Verlauf sehr stark.

[0055] Weiterhin ist auch in diesem Beispiel zu sehen, dass der Verlauf $f_1(x)$ der Frequenz eine geringe Streubreite aufweist. Somit ist auch hier sehr einfach eine Qualitätsbewertung bspw. anhand einer Hüllkurve und/oder eines oder mehrere prozessrelevanter Fenster, wie dies für den Kraft-Positions-Verlauf in Figur 3 gezeigt ist, möglich.

[0056] Die in den Figuren 4a und 4b gezeigten Frequenzverläufe können bspw. ermittelt werden, indem die Frequenz vom Schwingungserzeuger als digitales Signal zur Verfügung gestellt wird. Eine Auswertung ist bspw. durch eine genaue Erfassung von Abständen von Triggerzeitpunkten möglich. Auch kann eine Auswertung ggf. durch entsprechend geeignete Messumformer erfolgen, die das Frequenzsignal in ein analoges Standardsignal, bspw. ein Spannungs- oder Stromsignal, umwandeln. Die zugehörige Position kann bspw. mittels des in Figur 2a gezeigten Positionssensors 40 ermittelt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbinden wenigstens zweier Bauteile (11, 12) mittels einer Stanznietvorrichtung (10), wobei die wenigstens zwei Bauteile (11, 12) zwischen einem Stempel (15) und einem Gegenhalter (18) angeordnet werden, wobei ein zwischen dem Stempel (15) und einem dem Stempel zugewandten Bauteil (11) der wenigstens zwei Bauteile angeordneter Niet (20) mittels des Stempels (15) in die wenigstens zwei Bauteile (11, 12) eingedrückt wird, indem der Stempel (15) mit einer Kraft (F) beaufschlagt wird, wobei wenigstens eine beim Eindrücken des Niets (20) beteiligte Komponente (11, 12, 15, 18, 20) beim Eindrücken mittels eines Schwingungserzeugers (30) in Schwingung versetzt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Verlauf einer Frequenz (f) des Schwingungserzeugers (30) während des Eindrückens des Niets (20) ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein örtlicher Verlauf und/oder ein zeitlicher Verlauf der Frequenz (f) ermittelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Verlauf der Frequenz (f) für eine Qualitätsbewertung eines zugehörigen Stanznietvorgangs und/oder einer in diesem Stanznietvorgang erzeugten Verbindung der wenigstens zwei Bauteile (11, 12) verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei für die Qualitätsbewertung die Frequenz (f) des Schwingungserzeugers mit Grenzwerten (G'_{11} , G'_{12}), die insbesondere in Abhängigkeit von den wenigstens zwei Bauteilen (11, 12) vorgegeben werden, verglichen wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, wobei der Verlauf der Frequenz (f) zusätzlich zu einem weiteren Verfahren und/oder einer weiteren Qualitätskenngröße (F) für die Qualitätsbewertung verwendet wird.

EP 3 117 923 A1

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Verlauf der Frequenz (f) für eine Überprüfung einer Funktionsfähigkeit des Schwingungserzeugers (30) verwendet wird.
- 5 7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei weiterhin eine Gesamtdicke der wenigstens zwei Bauteile (11, 12) und eine Länge des Niets (20) ermittelt werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die Gesamtdicke der wenigstens zwei Bauteile (11, 12) und/oder die Länge des Niets (20) anhand des Verlaufs Frequenz (f) ermittelt werden.
- 10 9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Verlauf der Frequenz (f) auf Anzeigemitteln (90), insbesondere graphisch, dargestellt wird.
10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Verlauf der Frequenz (f) mit einem zugehörigen Stanznietvorgang verknüpft und auf einem Speichermedium abgespeichert wird.
- 15 11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei als Schwingungserzeuger (30) ein Schall-Generator, insbesondere ein Ultraschall-Generator, verwendet wird.
- 20 12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine beim Eindringen des Niets (20) beteiligte Komponente der Stanznietvorrichtung den Niet (20), den Stempel (15), den Gegenhalter (18) und/oder wenigstens eines der wenigstens zwei Bauteile (11, 12) umfasst.
- 25 13. Recheneinheit (80) für eine Stanznietvorrichtung (10), die dazu eingerichtet ist, ein Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche durchzuführen.
- 30 14. Fertigungseinrichtung (100) aufweisend eine Stanznietvorrichtung (10) mit einem Stempel (15), einem Gegenhalter (18) und einem Schwingungserzeuger (30), und eine Recheneinheit (80) nach Anspruch 12, und vorzugsweise weiterhin aufweisend Anzeigemittel (90).
- 35 15. Computerprogramm, das eine Recheneinheit (80) veranlasst, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12 durchzuführen, wenn es auf der Recheneinheit (80) ausgeführt wird.
- 40 16. Maschinenlesbares Speichermedium mit einem darauf gespeicherten Computerprogramm nach Anspruch 15.
- 45
- 50
- 55

Fig. 1

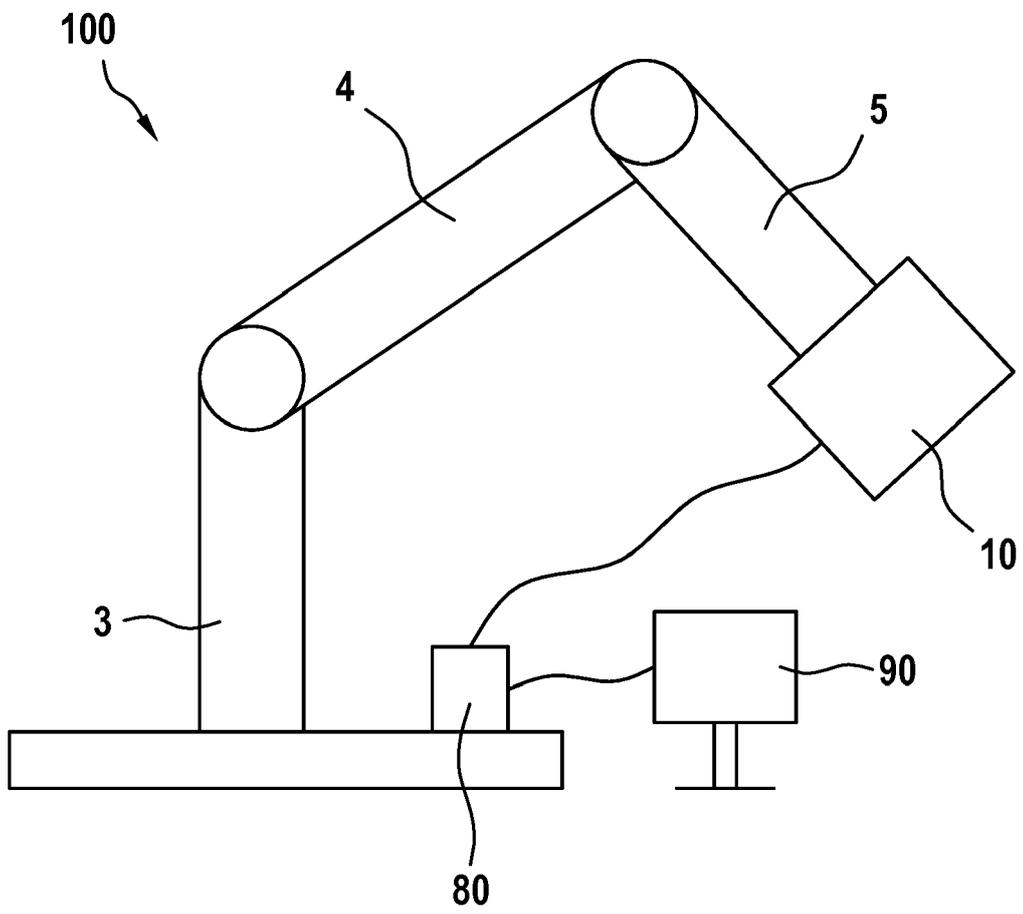


Fig. 2(a)

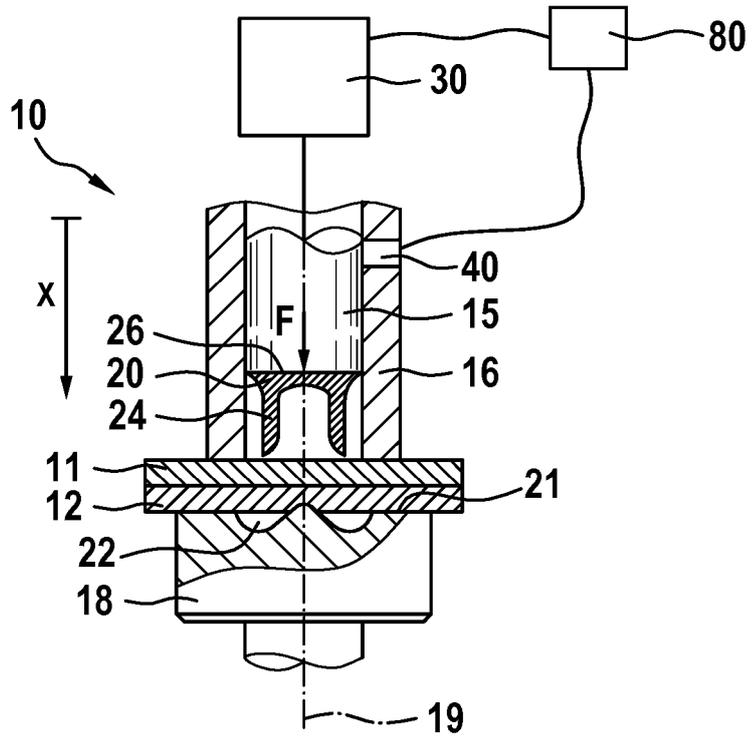


Fig. 2(b)

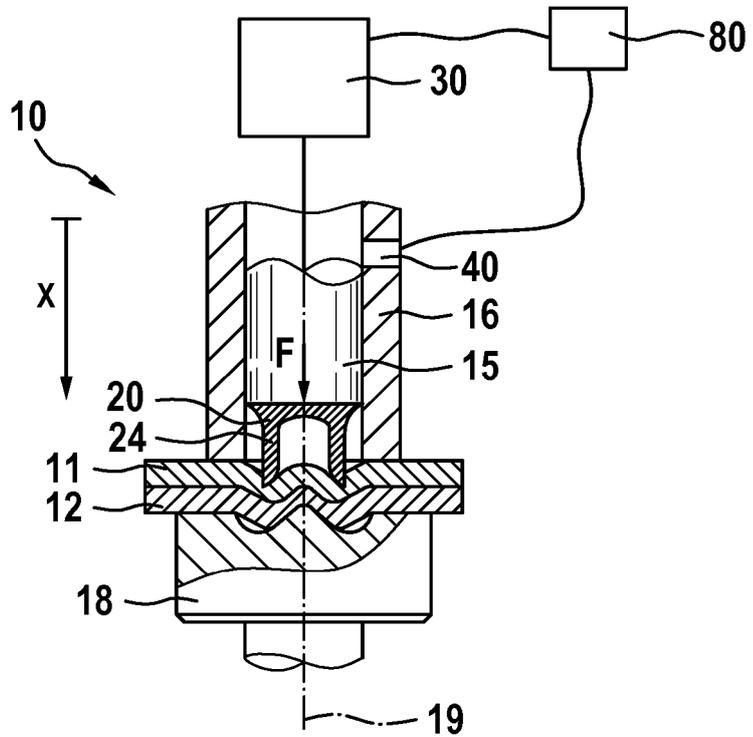


Fig. 2(c)

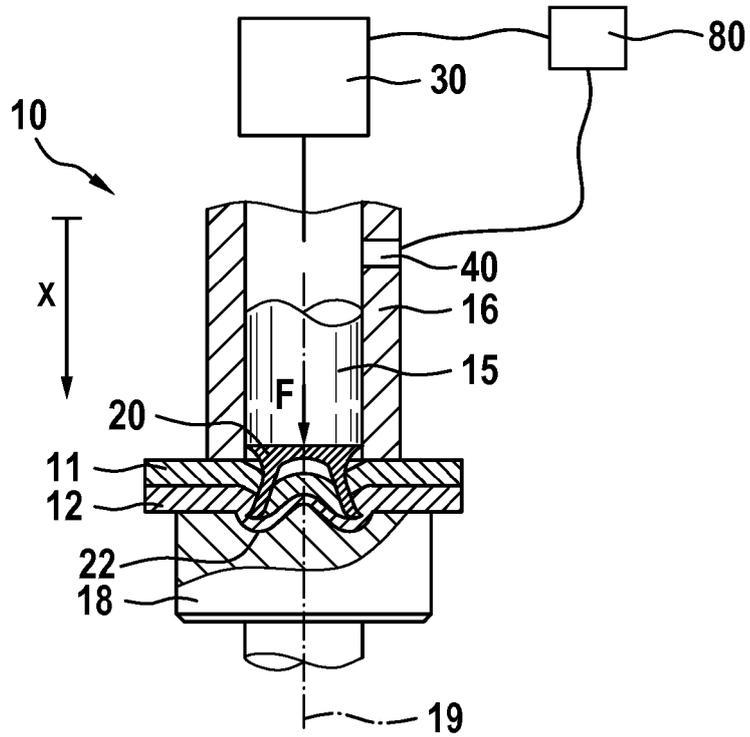


Fig. 2(d)

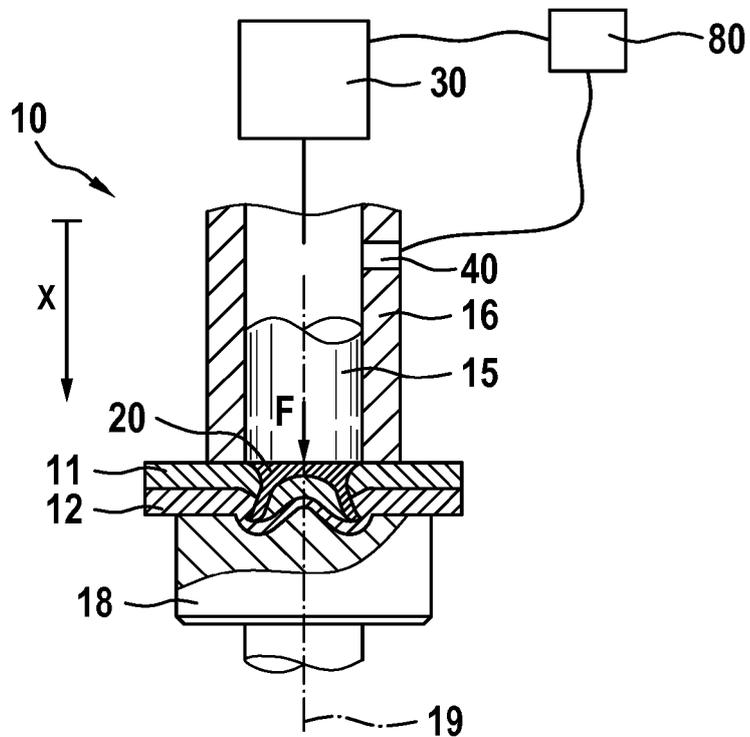


Fig. 3

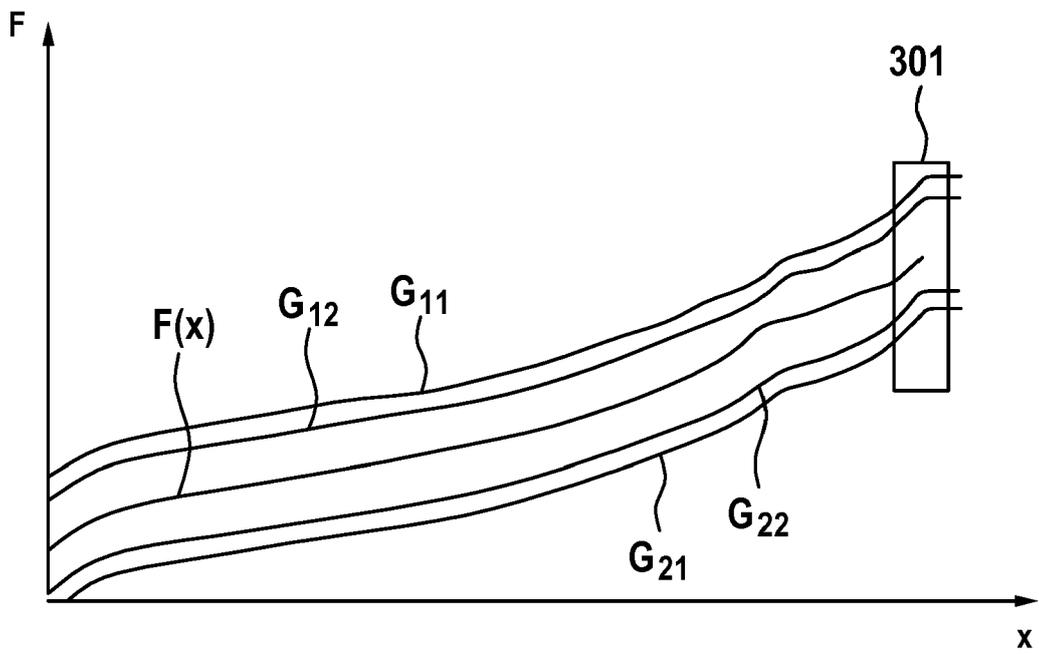


Fig. 4(a)

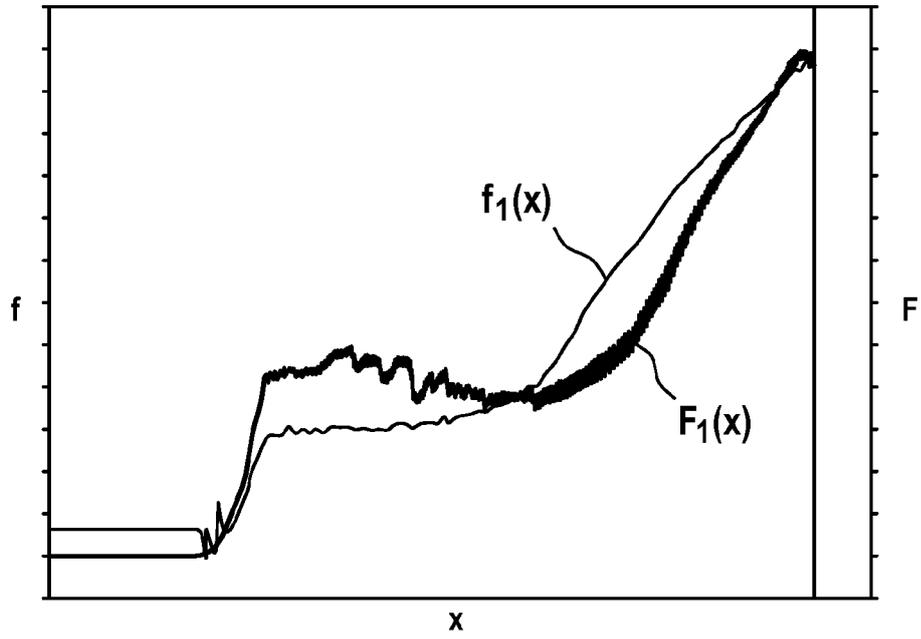
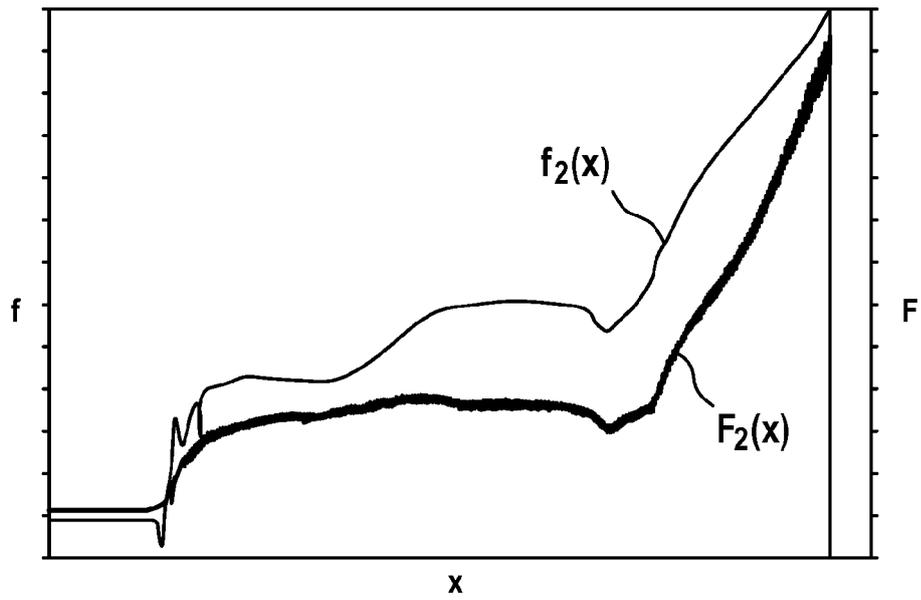


Fig. 4(b)





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 16 17 2776

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2013 000388 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 17. Juli 2014 (2014-07-17)	1-5,9-16	INV. B21J15/02 B21J15/12 B21J15/28
Y	* Absätze [0001], [0038], [0039], [0053], [0056], [0057]; Abbildungen *	6-8	
X	EP 2 754 512 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 16. Juli 2014 (2014-07-16)	1-5,9-16	
Y	* Absätze [0001], [0028], [0032], [0035]; Abbildungen *		
Y	EP 1 533 054 A2 (NEWFREY LLC [US]) 25. Mai 2005 (2005-05-25)	7,8	
Y	* Absätze [0006], [0008]; Abbildungen 1,2 *		
Y	EP 0 893 179 A2 (EMHART INC [US]) 27. Januar 1999 (1999-01-27)	6	
	* Spalte 3, Zeilen 28-48; Abbildungen *		
	* Spalte 4, Zeilen 44-58 *		
	* Spalte 5, Zeile 58 - Spalte 6, Zeile 3 *		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21J B21D F16B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 2. Dezember 2016	Prüfer Charvet, Pierre
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 16 17 2776

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

02-12-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102013000388 A1	17-07-2014	KEINE	

15	EP 2754512 A1	16-07-2014	CN 103920843 A	16-07-2014
			EP 2754512 A1	16-07-2014

	EP 1533054 A2	25-05-2005	EP 1533054 A2	25-05-2005
			JP 2005153008 A	16-06-2005
			US 2005111911 A1	26-05-2005
20	-----			
	EP 0893179 A2	27-01-1999	DE 19731222 A1	28-01-1999
			EP 0893179 A2	27-01-1999
			EP 0970766 A2	12-01-2000
			ES 2392952 T3	17-12-2012
25			JP 4129317 B2	06-08-2008
			JP H1190575 A	06-04-1999
			PT 970766 E	03-12-2012
			US 2001003859 A1	21-06-2001

30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2318161 B1 [0003]
- DE 102014203357 A1 [0003]