

(19)



(11)

EP 2 754 512 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.07.2014 Patentblatt 2014/29

(51) Int Cl.:
B21J 15/02 ^(2006.01) **B21J 15/12** ^(2006.01)
B21J 15/36 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13196899.2**

(22) Anmeldetag: **12.12.2013**

(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

(71) Anmelder: **Volkswagen Aktiengesellschaft
38440 Wolfsburg (DE)**

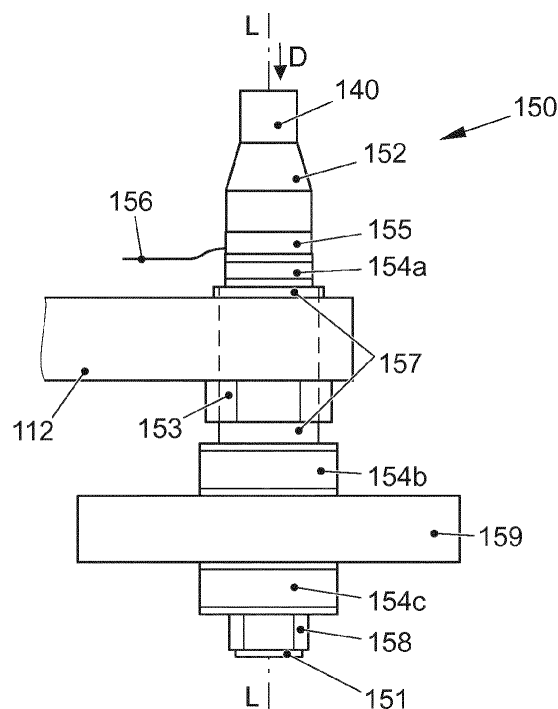
(72) Erfinder:
• **Amedick, Jürgen
31228 Peine (DE)**
• **Wiethop, Philipp
38116 Braunschweig (DE)**
• **Klawitter, Günter
30938 Großburgwedel (DE)**

(30) Priorität: **11.01.2013 DE 102013000388**
11.01.2013 DE 102013000387

(54) **Fügevorrichtung und Verfahren zum vorloCHFREIEN Fügen von Bauteilen mittels kraftimpulsbeaufschlagtem Fügeelement**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Fügevorrichtung zum vorloCHFREIEN Fügen von wenigstens zwei Bauteilen (210, 220) mittels Fügeelement (300), das in einer axialen FügeRichtung (L) mit einem stoßartigen Fügeimpuls in die zu fügenden Bauteile (210, 220) eingetrieben wird. Die Matrize (140) ist gegenüber dem matrizenSeitigen Rahmenschkel (112) des C-förmigen Rahmens (110) bedingt entkoppelt und ist mit einem auf

der anderen Seite des matrizenSeitigen Rahmenschkels (112) angeordneten Massekörper (159) verbunden, wobei dieser Massekörper (159) gegenüber dem matrizenSeitigen Rahmenschkel (112) in der FügeRichtung (D) des Fügeelements (300) nachgiebig gelagert ist, so dass dieser den beim Fügen auf die Matrize (140) einwirkenden Restfügeimpuls aufnehmen kann.

**FIG. 3****EP 2 754 512 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Fügevorrichtung zum vorloCHFreen Fügen von wenigstens zwei Bauteilen mittels Fügeelement, welches (an einer Fügestelle) in einer axialen FÜgerichtung mit einem stoßartigen FÜgeimpuls in die zu fÜgenden Bauteile eingetrieben wird, wobei die Fügevorrichtung einen C-förmigen Rahmen mit zwei sich gegenüberliegenden Rahmenschenkeln, zwischen denen die zu fÜgenden Bauteile während des FÜgevorgangs positioniert werden, und ein Setzwerkzeug und eine Matrize, die sich gegenüberliegend an den Rahmenschenkeln des Rahmens angeordnet sind, aufweist.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum vorloCHFreen Fügen von wenigstens zwei Bauteilen mit wenigstens einem FÜgeelement, welches (ohne Vorlochen) in einer axialen FÜgerichtung mit einem stoßartigen FÜgeimpuls in die zu fÜgenden Bauteile eingetrieben wird.

[0003] Eine Fügevorrichtung eingangs genannter Art dient dem mechanischen Verbinden von Bauteilen mit Hilfe wenigstens eines FÜgeelements bzw. FÜgehilfsteils bei zweiseitiger FÜgestellenzugänglichkeit. Das Fügen der Bauteile erfolgt an einer vorgesehenen FÜgestelle ohne Vorlochen, wozu die Bauteile sich überlappend zwischen den Rahmenschenkeln des C-förmigen Rahmens positioniert werden und anschließend das FÜgeelement mit dem Setzwerkzeug gegen die Matrize in die zu fÜgenden Bauteile eingetrieben und hierdurch eine formschlüssige und/oder kraftschlüssige FÜgeverbindung erzeugt wird. Hierbei werden die auftretenden FÜgekräfte, zuweilen im zwei- bis dreistelligen kN-Bereich, vom C-förmigen Rahmen aufgenommen. Die zu fÜgenden Bauteile können an mehreren FÜgestellen nacheinander mit derselben FÜgevorrichtung gefÜgt werden. Die Verfahrensbewegungen können mit einem Fertigungsroboter oder dergleichen bewerkstelligt werden, an dem die FÜgevorrichtung angebunden ist.

[0004] Ist eines der zu fÜgenden Bauteile aus einem höherfesten Werkstoff gebildet sind hohe FÜgekräfte erforderlich, die vom Setzwerkzeug gegen die Matrize aufgebracht werden müssen. Auch andere Randbedingungen können zu hohen FÜgekräften führen. Um hohe FÜgekräfte aufzunehmen, muss der C-förmige Rahmen steif ausgeführt sein, wodurch dieser entweder schwer und massig und/oder sperrig und unhandlich (aufgrund von störenden Versteifungskonturen bzw. Störkonturen) ist. Ferner muss auch die Krafterzeugungseinrichtung des Setzwerkzeugs für eine solche hohe FÜgekraft ausgelegt sein, was ebenfalls eine schwere Bauweise bedingt. Abhilfe bieten hier FÜgevorrichtungen bei denen das FÜgeelement mit einem vom Setzgerät bzw. Setzwerkzeug erzeugten Kraftimpuls (im Folgenden als FÜgeimpuls bezeichnet) an der FÜgestelle mit einer hohen Geschwindigkeit in die zu fÜgenden Bauteile eindringt, wobei die FÜgeverbindung innerhalb weniger Millisekunden herbeigeführt wird.

[0005] Zum Stand der Technik wird auf die Patent-

schriften DE 10 2005 054 242 A1 und DE 10 2005 038 973 A1 derselben Anmelderin verwiesen.

[0006] Aus der DE 197 29 368 A1 ist eine Fügevorrichtung mit C-förmigen Rahmen bekannt, die einen Schlagmechanismus aufweist, mit dem ein FÜgeelement durch mehrere aufeinanderfolgende Stöße in die zu fÜgenden Bauteile eingeschlagen werden kann. Ferner ist die Matrize gegenüber dem matrizenseitigen Rahmenschenkel federnd bzw. elastisch gelagert. Die für die Herstellung einer FÜgeverbindung benötigte FÜgekraft wird nicht in einem einzelnen Hub (FÜgehub) aufgebracht.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Fügevorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, die wenigstens einen mit dem Stand der Technik einhergehenden Nachteil nicht oder zumindest nur in einem verminderten Umfang aufweist.

[0008] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine erfindungsgemäße Fügevorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Mit einem nebengeordneten Anspruch erstreckt sich die Lösung der Aufgabe auch auf ein erfindungsgemäßes Verfahren zum vorloCHFreen Fügen von wenigstens zwei Bauteilen mit Hilfe einer erfindungsgemäßen Fügevorrichtung. Weiterbildungen und Ausgestaltungen ergeben sich analog für beide Erfindungsgegenstände sowohl aus den abhängigen Ansprüchen als auch aus den nachfolgenden Erläuterungen.

[0009] Die erfindungsgemäße Fügevorrichtung zum vorloCHFreen Fügen von wenigstens zwei Bauteilen mittels FÜgeelement, welches in einer axialen FÜgerichtung mit einem stoßartigen FÜgeimpuls in die zu fÜgenden Bauteile eingetrieben wird, umfasst einen C-förmigen Rahmen, der zwei sich gegenüberliegende Rahmenschenkel, zwischen denen die zu fÜgenden Bauteile positioniert werden, aufweist, und umfasst ferner ein Setzwerkzeug und eine Matrize, die sich gegenüberliegend an den Rahmenschenkeln angeordnet sind. Die Matrize ist gegenüber dem matrizenseitigen Rahmenschenkel bedingt (d. h. im Rahmen konstruktiver Vorgaben) entkoppelt, wozu die Matrize bspw. in der FÜgerichtung des FÜgeelements nachgiebig am matrizenseitigen Rahmenschenkel gelagert bzw. gehalten ist, so dass ein beim Eintreiben des FÜgeelements in die Bauteile von der Matrize aufgenommener Restfügeimpuls nur teilweise und/oder nur mit zeitlichem Versatz auf den matrizenseitigen Rahmenschenkel übertragen bzw. in den Rahmenschenkel eingeleitet wird.

[0010] Die erfindungsgemäße Fügevorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Matrize mit einem (im Sinne von wenigstens einem) auf der anderen Seite des matrizenseitigen Rahmenschenkels angeordneten Massekörper verbunden ist, wobei dieser Massekörper gegenüber dem matrizenseitigen Rahmenschenkel in der FÜgerichtung des FÜgeelements nachgiebig gelagert ist, so dass dieser den beim Fügen auf die Matrize einwirkenden Restfügeimpuls aufnehmen kann.

[0011] Bevorzugt ist die erfindungsgemäße Fügevorrichtung für die Anbindung an einen Mehrachs-Fertigungsroboter vorgesehen und weist ein entsprechendes

Anschlusselement bzw. einen Flanschabschnitt oder dergleichen auf.

[0012] Die erfindungsgemäße Fügevorrichtung kann mit verschiedenen Fügeelementarten betrieben werden, wobei das Setzwerkzeug und die Matrize jeweils dementsprechend ausgestaltet sind. Bei einem Fügeelement handelt es sich insbesondere um einen Niet, insbesondere einen Vollstanzniet oder Hohlstanzniet, ein Widerstandsschweißelement, ein nagelförmiges bzw. T-förmiges Fügeelement oder dergleichen.

[0013] Bei den zu fügenden Bauteilen handelt es sich bspw. um (metallische) Blechbauteile oder blechähnliche Bauteile aus Kunststoff und Kunststoffverbundmaterial (bspw. CFK), metallische und nicht-metallische Profilteile, Metallgussteile, Kunststoffgussteile und dergleichen, in beliebiger Kombination (Mischbau). Insbesondere handelt es sich um Karosseriebauteile zur Herstellung eines Karosserieverbundbauteils oder einer Fahrzeugkarosserie. Die Erfindung ermöglicht eine großserientaugliche Mischbaufügetechnik mit kurzen Taktzeiten. Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Bauteile zusätzlich miteinander verklebt werden. An einer Fügestelle können zwei oder mehr Bauteile mit einem Fügeelement gefügt werden. Die erfindungsgemäße Fügevorrichtung kann auch zum mechanischen Anbinden eines Fügeelements an einem einzelnen Bauteil verwendet werden, bspw. zum Einstanzen einer Stanzmutter, eines Stanzbolzens oder dergleichen. Die erfindungsgemäße Fügevorrichtung ist auch für reine Schneid- oder Stanzprozesse verwendbar.

[0014] Bevorzugt ist vorgesehen, dass wenigstens eines der zu fügenden Bauteile aus einem höherfesten Werkstoff und insbesondere aus einem höherfesten Stahlblechmaterial, wie bspw. einem pressgeharteten Stahlblech, gebildet ist. Unter einem höherfesten Werkstoff wird vorrangig ein Werkstoff verstanden, der eine Zugfestigkeit von mindestens 800 MPa und insbesondere von mindestens 1000 MPa aufweist. Ein pressgehartetes Stahlblechmaterial kann eine Zugfestigkeit von bis zu 1500 MPa und mehr aufweisen.

[0015] Zum Fügen bzw. Verbinden der Bauteile werden diese zwischen den sich gegenüberliegenden Rahmenschenkel positioniert oder umgekehrt. Anschließend wird das zu setzende Fügeelement durch das Setzwerkzeug mit einem stoßartigen Fügeimpuls beaufschlagt und in einer einzelnen ununterbrochenen, ausschließlich axialen Fügebewegung an der Fügestelle mit hoher Auftreffgeschwindigkeit in die zu fügenden Bauteile eingetrieben. Bevorzugt liegt die Auftreffgeschwindigkeit des Fügeelements im Bereich von 2 m/s [Meter pro Sekunde] bis 99 m/s oder 100 m/s und beträgt bspw. ca. 30 m/s bis ca. 50 m/s, so dass das Fügeelement beim Auftreffen auf das obere bzw. dem Setzwerkzeug zugewandte Bauteil einen hohen Fügeimpuls aufweist. Auf diese Weise können insbesondere auch Bauteile aus höherfesten Werkstoffen ohne Vorlochen miteinander gefügt werden. Die zu fügenden Bauteile können, je nach Verfahrensvariante, an der Fügestelle von dem Fügeelement durch-

drungen oder nur teilweise durchdrungen werden. Auch vorgelochte Bauteile, wobei insbesondere das obere Bauteil vorgelocht ist, können mit der erfindungsgemäßen Fügevorrichtung gefügt werden.

[0016] Der mit der erfindungsgemäßen Fügevorrichtung ausführbare Fügevorgang ist einstufig, d. h. pro Fügevorgang wird vom Setzwerkzeug nur ein einzelner Hub (Fügehub) ausgeführt. Ein Nageln (bspw. ein Stanznageln oder dergleichen) mit mehreren aufeinanderfolgenden Stößen (mittels Hammer- oder Schlagmechanismus oder dergleichen), wie in der DE 197 29 368 A1 beschrieben, ist nicht vorgesehen, sondern eine schlagartige oder auch schussartige Arbeitsweise, bevorzugt nach dem Kolbenschubprinzip. Der von dem Setzwerkzeug bzw. Setzgerät erzeugte stoßartige Fügeimpuls, welcher insbesondere mit einem Fügestempel oder Fügekolben auf das Fügeelement übertragen wird, wird durch das Auftreffen des Fügeelements und durch die stattfindende Verformung der Bauteile und des Fügeelements abgeschwächt. Der Restfügeimpuls wird von der Matrize (auch als Gegenhalter bezeichnet) aufgenommen und würde ohne weitere Maßnahmen über den matrizenseitigen Rahmenschenkel in den C-förmigen Rahmen abgeleitet werden. Dies führt zu dynamischen Belastungen des Rahmens, was vor allem ein Aufbiegen bzw. Aufweiten und/oder Aufschwingen bzw. Nachschwingen des Rahmens, insbesondere an den freien Enden der Rahmenschenkel, mit erheblichen nachteiligen Einflüssen auf den Fügevorgang zur Folge haben würde.

[0017] Indem bei der erfindungsgemäßen Fügevorrichtung die Matrize gegenüber dem matrizenseitigen Rahmenschenkel bedingt entkoppelt ist, wird verhindert, dass der von der Matrize während des Fügevorgangs aufgenommene Restfügeimpuls direkt in den matrizenseitigen Rahmenschenkel eingeleitet wird.

[0018] Die Entkopplung der Matrize gegenüber dem matrizenseitigen Rahmenschenkel wird insbesondere durch eine nachgiebige Lagerung erreicht. Unter einer nachgiebigen Lagerung (bzw. Anordnung oder Halterung oder auch Befestigung) der Matrize wird verstanden, dass diese in Fügerichtung und auch entgegen der Fügerichtung gegenüber dem matrizenseitigen Rahmenschenkel relativbeweglich und in axialer Fügerichtung längsbeweglich gelagert ist (also einen Translationsfreiheitsgrad aufweist), wobei die Relativbeweglichkeit bzw. Längsbeweglichkeit eingeschränkt ist, was bspw. durch Anschläge, Federwege oder dergleichen bewerkstelligt ist. Durch die Relativbeweglichkeit bzw. Längsbeweglichkeit ist eine konstruktiv bedingte, d. h. in Grenzen vorgegebene, Entkopplung der Matrize gegenüber dem matrizenseitigen Rahmenschenkel herbeigeführt. Die Entkopplung verhindert eine direkte Übertragung des von der Matrize aufgenommenen Restfügeimpulses in den matrizenseitigen Rahmenschenkel.

[0019] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die bedingt entkoppelte Matrize mit wenigstens einem auf der anderen Seite des matrizenseitigen Rahmenschenkels

angeordneten Massekörper verbunden ist. Der Massekörper ist gegenüberliegend der Matrize auf der anderen Seite des matrizeseitigen Rahmenschenkels angeordnet, wobei eine Kraftflussverbindung bzw. Kraftkopplung zwischen der Matrize und dem Massekörper besteht. Die Matrize ist dabei innerhalb des zwischen den Rahmenschenkeln befindlichen Arbeitsraums angeordnet und der Massekörper ist außerhalb dieses Arbeitsraums angeordnet. Der Massekörper ist, wie bevorzugt auch die Matrize, gegenüber dem matrizeseitigen Rahmenschenkel in der Fügeichtung des Fügeelements nachgiebig gelagert, so dass dieser den beim Fügen auf die Matrize einwirkenden Restfügeimpuls aufnehmen kann, derart, dass der auf die Matrize einwirkende bzw. von der Matrize aufgenommenen Restfügeimpuls als Stoßwelle auf den Massekörper geleitet wird, der sich hieraufhin durch Impulsübertragung relativ zum matrizeseitigen Rahmenschenkel bewegen kann. D. h. der von der Matrize aufgenommene Restfügeimpuls wird nach außen (aus dem Arbeitsraum heraus) über den matrizeseitigen Rahmenschenkel hinweg auf den Massekörper übertragen und dort, in Abhängigkeit von dessen Masse, in eine Bewegung umgesetzt. Insbesondere durchläuft hierbei die Stoßwelle im Wesentlichen ungehindert den matrizeseitigen Rahmenschenkel, ohne dass dieser hiervon beeinflusst wird (Prinzip des Newton-Pendels).

[0020] Die erfindungsgemäßen Maßnahmen führen zu einer erheblichen Abschwächung und/oder Dämpfung des von der Matrize aufgenommenen Restfügeimpulses. Ferner kann vor allem auch eine zeitliche Verzögerung bei der Weitergabe des von der Matrize aufgenommenen Restfügeimpulses in den matrizeseitigen Rahmenschenkel erreicht werden. Die Abschwächung und/oder Dämpfung führt dazu, dass die Auswirkungen auf das Aufweiten und/oder Aufschwingen des Rahmens minimiert werden. D. h. der matrizeseitige Rahmenschenkel und der C-förmige Rahmen müssen nicht den gesamten Restfügeimpuls aufnehmen. Eine zeitliche Verzögerung führt insbesondere dazu, dass der von der Matrize aufgenommene Restfügeimpuls erst am Ende oder nach dem Fügevorgang (womit hier insbesondere der eigentliche Setzvorgang beim Einbringen des Fügeelements in die Bauteile gemeint ist) in den matrizeseitigen Rahmenschenkel weitergeleitet und insbesondere in abgeschwächter Form weitergeleitet wird, so dass ein Aufweiten und/oder Aufschwingen des Rahmens, wenn überhaupt, erst zu einem hinsichtlich des Füge- bzw. Setzvorgangs unkritischen späten Zeitpunkt erfolgt.

[0021] Die Erfindung setzt nicht an der Gestaltung des Rahmens an, sondern geht einen anderen Weg. Damit kann auf rahmenseitige Versteifungsmaßnahmen (wie bspw. eine massive und schwere Ausführung oder eine aufwändige und sperrige Fachwerkkonstruktion) weitgehend verzichtet werden, so dass der C-förmige Rahmen der erfindungsgemäßen Fügevorrichtung auch bei großer Ausladung (die nutzbare Länge der Rahmenschenkel kann bspw. 600 mm und mehr betragen) ein geringes

Gewicht und eine kompakte Bauweise aufweisen kann und zu einem geringen Anlagengewicht (umfassend Fertigungsroboter, Fügevorrichtung und gegebenenfalls Zusatzkomponenten) beiträgt. Insbesondere kann ein so genannter Leichtbau-C-Rahmen verwendet werden, der bspw. eine besonders leichte Fachwerkkonstruktion bzw. -struktur und/oder Rahmenteile aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) aufweist. Ferner können prinzipiell auch "weiche" C-Rahmen bzw. C-Bügel eingesetzt werden.

[0022] Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Matrize und der Massekörper über einen gemeinsamen Matrizenhalter am matrizeseitigen Rahmenschenkel angeordnet bzw. befestigt sind, wobei der Matrizenhalter zum matrizeseitigen Rahmenschenkel relativbeweglich ist. Dies ermöglicht auch eine einstückige Ausbildung von Matrize und Matrizenhalter. Bevorzugt weist der Matrizenhalter einen Grundkörper auf, der die Matrize und den wenigstens einen Massekörper verbindet.

[0023] Insbesondere ist vorgesehen, dass am Matrizenhalter wenigstens eine mit der Matrize zusammenwirkende Federeinrichtung und/oder wenigstens eine mit dem Massekörper zusammenwirkende Federeinrichtung angeordnet ist. Eine solche Federeinrichtung kann bspw. der federnden Lagerung der Matrize oder des Massekörpers am Matrizenhalter dienen. Eine solche Federeinrichtung kann auch dazu dienen, die Matrize oder den Massekörper direkt oder indirekt federnd gegen den matrizeseitigen Rahmenschenkel abzustützen. Eine Federeinrichtung wandelt Bewegungsenergie in Federenergie um und umgekehrt. Bei der Federeinrichtung kann es sich bspw. um eine Spiralfeder, Tellerfeder oder dergleichen handeln. Eine Federeinrichtung kann mehrere Federelemente gleicher oder unterschiedlicher Art umfassen. Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Federeinrichtung eine Elastomerfedereinrichtung ist oder zumindest eine solche Elastomerfeder umfasst, wie nachfolgend noch näher erläutert.

[0024] In bevorzugter Weise ist am Matrizenhalter ergänzend zu wenigstens einer Federeinrichtung auch wenigstens eine Dämpfer- bzw. Dämpfungseinrichtung vorgesehen, die auftretende Schwingungen (der Matrize, des Massekörpers oder des Matrizenhalters im gesamten) dämpfen kann.

[0025] Anstatt wenigstens einer separat ausgebildeten Federeinrichtung und wenigstens einer separat ausgebildeten Dämpfungseinrichtung kann am Matrizenhalter wenigstens eine mit der Matrize zusammenwirkende Feder-Dämpfungseinrichtung und/oder wenigstens eine mit dem Massekörper zusammenwirkende Feder-Dämpfungseinrichtung angeordnet sein. Eine solche Feder-Dämpfungseinrichtung (bzw. Feder-Dämpfer-Einrichtung) ist als integrale Baueinheit bzw. als ein Bauteil ausgebildet. Bspw. handelt es sich bei der Feder-Dämpfungseinrichtung um eine Elastomerfedereinrichtung, die wenigstens eine Elastomerfeder aufweist. Eine Elastomerfeder vereint in sich federnde und dämpfende Eigenschaften, so dass eine eventuell vorzusehende se-

parate Dämpfungseinrichtung nicht erforderlich ist.

[0026] Durch Abstimmung kann die (wenigstens eine) Federeinrichtung mit den Massen der Matrize, des Matrizenhalters und/oder des Massekörpers, der quasi eine Zusatzmasse bereitstellt, wenigstens ein Feder-Masse-System und insbesondere ein gedämpftes Feder-Masse-System (Feder-Dämpfer-Masse-System), sofern auch (wenigstens) eine Dämpfungseinrichtung vorgesehen ist, bilden. Ein solches Feder-Masse-System kann aufgrund der gegebenen physikalischen Gesetzmäßigkeiten den zeitlichen Reaktionsverlauf nach der Aufnahme des Restfügeimpulses durch die Matrize insbesondere im Hinblick auf den Fügevorgang positiv beeinflussen. Ferner können die auf den matrizenseitigen Rahmenschenkel übertragenen Reaktionskräfte erheblich reduziert werden, wodurch das Aufweiten bzw. Aufedern zwischen den Rahmenschenkeln vermindert wird. Je nach Größe, Bauart, Anordnung und Kombination wenigstens eines Massekörpers, wenigstens einer Federeinrichtung, und wenigstens einer Dämpfungseinrichtung können unterschiedliche Effekte in unterschiedlichen Ausmaßen erzielt und eine individuelle Anpassung an den Fügevorgang erreicht werden.

[0027] Bevorzugt ist vorgesehen, dass der (wenigstens eine) Massekörper, die (wenigstens eine) Federeinrichtung, die (wenigstens eine) Dämpfungseinrichtung und/oder die (wenigstens eine) Feder-Dämpfungseinrichtung als separate und vorzugsweise auch austauschbare Bauteile ausgebildet sind, die insbesondere austauschbar bzw. austauschbar am Matrizenhalter befestigt sind. Bevorzugt sind diese Bauteile einstellbar ausgebildet, um die damit erzielten Effekte anpassen und insbesondere auch exakt einstellen zu können. Der Matrizenhalter kann einen Befestigungsmechanismus bzw. Haltemechanismus aufweisen, der derart ausgebildet ist, dass ein direktes Wechseln des Massekörpers, der Federeinrichtung, der Dämpfungseinrichtung und/oder der Feder-Dämpfungseinrichtung ermöglicht wird. Unter einem direkten Wechseln bzw. Austauschen wird verstanden, dass diese Komponenten ausgewechselt werden können, ohne dass hierzu der Matrizenhalter vom C-förmigen Rahmen abgebaut werden muss. Durch Auswechseln dieser Bauteile kann eine individuelle Anpassung an den Fügevorgang erreicht werden.

[0028] An der Matrize, am Massekörper und/oder am Matrizenhalter kann wenigstens ein zeitlich auflösender Messsensor angeordnet sein, der für eine Prozessüberwachung, wie nachfolgend noch näher erläutert, verwendbar ist. Bevorzugt handelt es sich um einen Kraftmesssensor (bspw. ein Piezokraftmeselement) und/oder einen Beschleunigungssensor (Beschleunigungsaufnehmer).

[0029] Die erfindungsgemäße Fügevorrichtung kann an einer Handhabungsvorrichtung, wobei es sich insbesondere um einen Mehrachs-Fertigungsroboter handelt, angebunden sein, um diese mit der Handhabungsvorrichtung bzw. dem Fertigungsroboter im Raum bewegen zu können. Da die erfindungsgemäße Fügevorrichtung

leicht und handlich ausgestaltet sein kann, werden schnelle Bewegungen und hohe Beschleunigungen bzw. Verzögerungen ermöglicht. Ferner kann die Handhabungsvorrichtung bzw. der Fertigungsroboter mit verhältnismäßig klein dimensionierten Antriebsaggregaten (hinsichtlich Baugröße und Leistung bzw. Energieaufnahme) ausgestattet sein. Auch der erforderliche Platz bzw. Raumbedarf fällt verhältnismäßig gering aus.

[0030] Das erfindungsgemäße Verfahren zum vorloCHFfreien Fügen von wenigstens zwei Bauteilen sieht vor, dass mit Hilfe bzw. unter Verwendung einer erfindungsgemäßen Fügevorrichtung wenigstens ein Fügeelement mit einem stoßartigen Fügeimpuls in die zu fügenden Bauteile eingetrieben wird. Hierzu werden die zu fügenden Bauteile zwischen den Rahmenschenkeln, d. h. im Arbeitsraum, des C-förmigen Rahmens positioniert oder umgekehrt. Während des Fügevorgangs, wobei ein Fügeelement mit einem stoßartigen Fügeimpuls bzw. mit einer hohen Auftreffgeschwindigkeit in die zu fügenden Bauteile eingetrieben wird, wird der auf die Matrize einwirkende Restfügeimpuls auf den Massekörper bzw. dessen Zusatzmasse übertragen. Im Weiteren wird auf die vorausgehenden und auch nachfolgenden Erläuterungen verwiesen.

[0031] Werden mehrere Fügeelemente zum Fügen der Bauteile verwendet, können der C-förmige Rahmen und/oder die zu fügenden Bauteile nach jedem Fügevorgang, also nachdem ein Fügeelement an einer Fügestelle gesetzt wurde, relativ zueinander bewegt werden, was bspw. mit Hilfe der Handhabungsvorrichtung bewerkstelligbar ist. Das erfindungsgemäße Verfahren dient insbesondere der Herstellung eines Karosserieverbundbauteils oder einer Fahrzeugkarosserie.

[0032] Bevorzugt ist eine automatisierte Prozessüberwachung eines mit der erfindungsgemäßen Fügevorrichtung durchgeführten Fügevorgangs vorgesehen, was insbesondere in Echtzeit erfolgen kann. Hierzu können bspw. die von einem Messsensor (wie obenstehend erläutert) generierten Messsignale zur Feststellung einer fehlerfreien Fügeverbindung (bzw. i.O.-Verbindung) automatisch ausgewertet werden. Das automatische Auswerten kann mit einem Computer erfolgen, wobei ein aufgenommener Kraft-Zeit-Verlauf oder Schwingungsverlauf im Gesamten oder abschnittsweise (oder auch sonstige aufgenommene bzw. erfasste charakteristische Prozessgrößen) mit Sollvorgaben für eine fehlerfreie Fügeverbindung verglichen wird. Mit der Prozessüberwachung können insbesondere die mechanisch funktionellen Eigenschaften der hergestellten Fügeverbindung, insbesondere deren Tragfähigkeit, verifiziert werden. Dadurch wird auch eine Prozessüberwachung zur Überprüfung (und gegebenenfalls auch Dokumentation) gleichbleibender mechanischer Verbindungseigenschaften ermöglicht.

[0033] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden beispielhaften Beschreibung mit Bezug auf die Figuren. Die hierbei mit Bezug auf die Figuren verwendeten Richtungsangaben

sind nur beispielhaft und können von realen Gegebenheiten abweichen. Die in den schematischen und nicht maßstabsgetreuen Figuren gezeigten und/oder nachfolgend erläuterten Merkmale können, unabhängig von konkreten Merkmalskombinationen, allgemeine Merkmale der Erfindung sein. Ferner sind die Merkmale der gezeigten und/oder erläuterten Ausführungsmöglichkeiten im Rahmen der Erfindung kombinierbar.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Fügevorrichtung in einer perspektivischen Ansicht.

Fig. 2 zeigt eine Matrizenhalterung an der Fügevorrichtung gemäß Fig. 1 in einer Seitenansicht.

Fig. 3 zeigt eine andere Ausführungsmöglichkeit einer Matrizenhalterung an der Fügevorrichtung gemäß Fig. 1 in einer Seitenansicht.

Fig. 4 zeigt eine andere Ausführungsmöglichkeit einer erfindungsgemäßen Fügevorrichtung mit Fachwerkrahmen in einer Seitenansicht.

Fig. 5 zeigt in mehreren Diagrammen mögliche Kraft-Zeit-Verläufe für eine Reaktionskraft an den Matrizenhalterungen gemäß Fig. 2 und 3.

[0034] Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Fügevorrichtung 100, die einen C-förmigen Rahmen 110 mit zwei sich gegenüberliegenden Rahmenschenkeln 112 und 114 aufweist. Mit 120 ist ein Flanschabschnitt zur Anbindung der Fügevorrichtung 100 an einen nicht gezeigten Fertigungsroboter bezeichnet. Ein solcher Flanschabschnitt kann sich ebenso an einem der Rahmenschenkel 112 und/oder 114 befinden. Am oberen Rahmenschenkel 114 ist ein Setzwerkzeug bzw. Setzgerät 130 angeordnet. Am gegenüberliegenden unteren Rahmenschenkel 112 ist eine mit dem Setzwerkzeug 130 korrespondierende Matrize 140 angeordnet. Die Fügeachse ist mit L bezeichnet.

[0035] Die Fügevorrichtung 100 dient dem mechanischen Fügen von zwei (oder mehr) sich überlappenden Bauteilen 210 und 220 mittels Fügeelement 300. Hierzu werden die zu fügenden Bauteile 210 und 220 im Arbeitsraum zwischen den Rahmenschenkeln 112 und 114 angeordnet und an der Fügestelle mit dem Mundstück 131 des Setzwerkzeugs 130 gegen die Matrize 140 fixiert, was eine zweiseitige Fügestellenzugänglichkeit voraussetzt. Bei der Verwendung von Klebstoffen wird dieser dabei verpresst. Gegebenenfalls kann ein separater Niederhalter zum Fixieren der Bauteile 210 und 220 an der Fügestelle vorgesehen sein. Anschließend wird im Setzwerkzeug 130 das Fügeelement 300 in der Fügerichtung D durch das Mundstück 131 hindurch beschleunigt, bspw. mit einem einen einzelnen Fügehub ausführenden Fügestempel oder Fügekolben, und dringt mit hoher Geschwindigkeit und einem hiermit einhergehenden hohen Fügeimpuls in die zu fügenden Bauteile 210 und 220 ein,

wobei innerhalb weniger Millisekunden, gegebenenfalls auch in weniger als einer Millisekunde, eine formschlüssige Fügeverbindung herbeigeführt wird. Durch Verfahren der Fügevorrichtung 100 können auf gleiche Weise an anderen Fügestellen weitere Fügeverbindungen zwischen den Bauteilen 210 und 220 erzeugt werden. Das Setzwerkzeug 130 kann magnetisch oder elektromagnetisch, elektrisch (bspw. mittels elektrischer Felder) oder pneumatisch betrieben werden.

[0036] Ein während des Fügevorgangs und insbesondere während des Setzvorgangs von der Matrize 140 aufgenommener Restfügeimpuls würde ohne weitere Maßnahmen direkt in den matrizenseitigen Rahmenschenkel 112 abgeleitet werden, was zu einem mit S bezeichneten Aufbiegen bzw. Aufweiten und/oder Aufschwingen des Rahmens 110 zwischen den Rahmenschenkeln 112 und 114 führen würde. Dies hätte unter anderem einen Fluchtungsfehler (Winkelversatz und Lateralversatz, bezogen auf die gemeinsame Fügeachse L) zwischen dem Setzwerkzeug 130 und der Matrize 140 zur Folge, was wiederum nachteiligen Einfluss auf die hergestellte Fügeverbindung hätte.

[0037] Um dies zu vermeiden ist vorgesehen, dass die Matrize 140 gegenüber dem matrizenseitigen Rahmenschenkel 112 in der Fügerichtung D des Fügeelements 300 nachgiebig gelagert und somit gegenüber dem matrizenseitigen Rahmenschenkel 112 bedingt entkoppelt ist, so dass der beim Eintreiben des Fügeelements 300 von der Matrize 140 aufgenommene Restfügeimpuls nur teilweise und/oder nur mit zeitlichem Versatz auf den matrizenseitigen Rahmenschenkel 112 übertragen wird. Ferner ist vorgesehen, dass die Matrize 140 mit einem Massekörper, welcher auf der anderen, von der Matrize 140 abgewandten Seite des matrizenseitigen Rahmenschenkels 112 angeordnet ist, verbunden ist, wobei dieser Massekörper gegenüber dem matrizenseitigen Rahmenschenkel 112 in der Fügerichtung D des Fügeelements 300 ebenfalls nachgiebig gelagert bzw. aufgehängt ist, so dass dieser den beim Fügen auf die Matrize 140 einwirkenden Restfügeimpuls bzw. Stoß aufnehmen kann.

[0038] Fig. 2 zeigt eine nicht erfindungsgemäße Anordnung der Matrize 140 am matrizenseitigen Rahmenschenkel 112. Die Matrize 140 ist mit einem Matrizenhalter 150 mittelbar am matrizenseitigen Rahmenschenkel 112 befestigt. Der Matrizenhalter 150 weist einen sich axial erstreckenden, stabartigen Grundkörper 151 auf (axiale Erstreckung entspricht der Fügeachse L; siehe Fig. 1), an dem eine Matrizenaufnahme 152 für die Matrize 140 ausgebildet ist. Alternativ können der Grundkörper 151 und die Matrize 140 einstückig ausgebildet sein. Der Grundkörper 151 erstreckt sich durch eine im matrizenseitigen Rahmenschenkel 112 ausgebildete Bohrung.

[0039] Mit einer Exzenterbuchsenanordnung kann die Ausrichtung der Matrize 140 zur Fügeachse L eingestellt und nachgestellt werden. Zu dieser Exzenterbuchsenanordnung gehört eine Exzenterbuchse 157, die mit einem

radial vorspringenden Bund auf der Oberseite bzw. Innenseite des matrizenseitigen Rahmenschenkels 112 aufliegt, sich durch die Bohrung im matrizenseitigen Rahmenschenkel 112 hindurch erstreckt und an der Unterseite bzw. Außenseite des matrizenseitigen Rahmenschenkels 112 mit der Befestigungsmutter 153 gesichert ist. Der Grundkörper 151 kann sich in axialer Richtung L relativ zu der hülsenartig ausgebildeten Exzenterbuchse 157 bewegen.

[0040] Zwischen der Matrizenaufnahme 152, die schenkelseitig mit einer radial vorspringenden Schulter ausgebildet ist, und dem Rahmenschenkel 112 sind eine erste und eine zweite Elastomerfeder 154a und 154b angeordnet. Die Elastomerfedern 154a und 154b weisen jeweils einen zwischen Metallscheiben angeordneten Elastomerkörper auf. Zwischen den Elastomerfedern 154a und 154b befindet sich ein Kraftmesssensor 155, mit dem während eines Fügevorgangs eine der Setzrichtung D entgegenwirkende Reaktionskraft erfasst werden kann. Mit 156 ist das Anschlusskabel des Kraftmessensors 155 bezeichnet. Der Matrizenhalter 150 kann eine nicht dargestellte Stanzbutzenabführung aufweisen.

[0041] Die erste und die zweite Elastomerfeder 154a und 154b sind auf Seite der Matrize 140 angeordnet. Die Matrize 140 wird über die Elastomerfedern 154a und 154b entkoppelt am matrizenseitigen Rahmenschenkel 112 abgestützt. Ferner weist die Matrizenaufnahme 150 eine dritte Elastomerfeder 154c auf, die bezüglich des Rahmenschenkels 112 an der von der Matrize 140 abgewandten Seite angeordnet ist. Die dritte Elastomerfeder 154c ist über die Exzenterbuchse 157 zur Mutter 153 axial beabstandet. Durch Drehen der zentralen Spann- und Verschlussmutter 158 können die Vorspannungen der Elastomerfedern 154a, 154b und 154c und somit deren Feder- und Dämpfungseigenschaften verändert und eingestellt werden. Konstruktive Details sind nicht dargestellt.

[0042] Die Matrize 140 ist gegenüber dem matrizenseitigen Rahmenschenkel 112 entlang der Fügeachse L in der Fügerichtung D des Fügeelements 300 nachgiebig gelagert. D. h. der Matrizenhalter 150 bzw. dessen Grundkörper 151 ist zusammen mit der Matrize 140 zum matrizenseitigen Rahmenschenkel 112 entlang der Fügeachse L relativbeweglich. Aufgrund der axialen Relativbeweglichkeit zwischen dem Matrizenhalter 150 und dem matrizenseitigen Rahmenschenkel 112 sind diese Komponenten nicht starr miteinander verbunden.

[0043] Der während eines Fügevorgangs bzw. Setzvorgangs (d. h. beim Setzen des Fügeelements 300) von der Matrize 140 aufgenommene Restfügeimpuls führt dazu, dass sich die Matrize 140 zusammen mit dem Grundkörper 151 in der Fügerichtung D (gemäß Darstellung nach unten bzw. nach außen) bewegt. Hierbei werden die Elastomerfedern 154a und 154b gespannt und (nach oben bzw. nach innen wirkende) Rückstellkräfte erzeugt. Dies führt schließlich zu einer der Fügerichtung D entgegengesetzten Rückstellbewegung des Grundkörpers 151 (nach oben bzw. nach innen), wobei es zu

einem Überspringen kommen kann. Hierbei wird die dritte Elastomerfeder 154c gespannt und eine (nach unten bzw. nach außen wirkende) Rückstellkraft erzeugt. Der von der Matrize 140 aufgenommene Restfügeimpuls kann somit eine Schwingung des Matrizenhalters 150 (zusammen mit der Matrize 140) relativ zum matrizenseitigen Rahmenschenkel 112 bewirken, wobei diese Schwingung durch die Dämpfungswirkungen der Elastomerfedern 154a, 154b und 154c gedämpft wird. Dies führt dazu, dass der beim Eintreiben des Fügeelements 300 von der Matrize 140 aufgenommene Restfügeimpuls nur teilweise und/oder nur mit zeitlichem Versatz auf den matrizenseitigen Rahmenschenkel 112 übertragen wird. Dadurch kann das Aufweiten und/oder Aufschwingen S des Rahmens 110 minimiert und/oder in ein bezüglich des Fügevorgangs bzw. Setzvorgangs unkritisches Zeitfenster verlagert werden.

[0044] Fig. 3 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführungsmöglichkeit eines Matrizenhalters 150. Gleiche Komponenten und Elemente sind mit den selben Bezugszeichen wie in Fig. 2 bezeichnet. Bei dieser Ausführungsmöglichkeit sind auf Seite der Matrize 140 ein Kraftmesssensor 155 und eine erste Elastomerfeder 154a angeordnet. An der von der Matrize 140 abgewandten Seite sind eine zweite Elastomerfeder 154b, ein Massekörper 159 und eine dritte Elastomerfeder 154c angeordnet. Mit 157 ist eine Exzenterbuchse bezeichnet, wie im Zusammenhang mit der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsmöglichkeit erläutert. Die Elastomerfedern 154, der Kraftmesssensor 155 und der Massekörper 159 sind ringartig ausgebildet und werden formschlüssig auf dem durchragenden stabartigen Grundkörper 151 gehalten. Die Befestigung erfolgt durch die zentrale Mutter 158. Durch Lösen der Mutter 158 können der Massekörper 159 und die massekörperseitigen Elastomerfedern 154b und 154c ausgewechselt werden, ohne dass hierzu der gesamte Matrizenhalter 150 vom matrizenseitigen Rahmenschenkel 112 abgebaut werden muss. Der Massekörper 159 kann einteilig oder mehrteilig (bspw. in Form einzelner Masse- bzw. Gewichtsscheiben) ausgebildet sein. Ferner können die in Fig. 2 und Fig. 3 gezeigten Merkmale im Rahmen der Erfindung zu weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsmöglichkeiten kombiniert werden.

[0045] Der über die beiden benachbarten Elastomerfedern 154b und 154c abgestützte Massekörper 159 ist zum Grundkörper 151 in axialer Richtung L relativbeweglich, wobei der Grundkörper 151 seinerseits zum matrizenseitigen Rahmenschenkel 112 relativbeweglich ist. Die mittlere Elastomerfeder 154b kann gegebenenfalls weggelassen werden. Der Massekörper 159 stellt eine träge Zusatzmasse bereit, die bzw. deren Trägheit so zu sagen dem von der Matrize 140 aufgenommenen Restfügeimpuls entgegenwirkt, wobei die Elastomerfedern 154b/154c und der Massekörper 159 aufeinander abgestimmt sind und ein Feder-Masse-System bilden. Die matrizenseitige Elastomerfeder 154a spielt hierbei gegenüber den masseseitigen Elastomerfedern 154b und

154c nur eine untergeordnete Rolle und kann gegebenenfalls auch weggelassen werden. Die für die Erfindung wesentliche Zusatzmasse bzw. der Massekörper 159 und das in Zusammenarbeit mit den Elastomerfedern 154b und 154c gebildete Feder-Masse-System bzw. Feder-Dämpfer-Masse-System befindet sich außerhalb des von den Rahmenschenkeln 112 und 114 aufgespannten Arbeitsraums der Fügevorrichtung 100. Der Massekörper 159 kann bspw. eine Masse im Bereich von mehreren Hundert Gramm bis zu mehreren Kilogramm aufweisen. Im Übrigen gelten analog die Erläuterungen zu der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsmöglichkeit.

[0046] Bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsmöglichkeit wird der von der Matrize 140 aufgenommene Restfügeimpuls ebenfalls nicht direkt in den matrizenseitigen Rahmenschenkel 112 eingeleitet, sondern wird als Stoßwelle durch den Matrizenhalter 151 über den matrizenseitigen Rahmenschenkel 112 hinweg zunächst auf die Zusatzmasse des Massekörpers 159 verlagert und wird von dort zeitversetzt wieder zurückverlagert (Newtonsche Wippe) und abgeschwächt bzw. abgedämpft in den matrizenseitigen Rahmenschenkel 112 eingeleitet, was bezüglich des Fügevorgangs bzw. Setzvorgangs zu einem unkritischen späten Zeitpunkt erfolgt. Mit anderen Worten formuliert heißt dies, dass der durch den Grundkörper 151 mit der Matrize 140 verbundene Massekörper 159 durch den von der Matrize 140 aufgenommenen Restfügeimpuls in der Fügeichtung D beschleunigt wird, indem die Matrize 140 den aufgenommenen Restfügeimpuls an den Massekörper 159 abgibt (d. h. der Restfügeimpuls wird in die Zusatzmasse übertragen) und dadurch selbst nicht beschleunigt wird (Prinzip des Newtonschen Pendels). Dadurch kann das Aufweiten und/oder Aufschwingen S des Rahmens 110 erheblich reduziert werden. Dies hat Einfluss auf den zeitlichen Kraftverlauf einer am Matrizenhalter 150 gemessenen Reaktionskraft (siehe Fig. 5), wodurch der Fügevorgang und insbesondere der Setzvorgang positiv beeinflusst werden.

[0047] Sowohl in der Ausführungsmöglichkeit gemäß Fig. 2 als auch in der Ausführungsmöglichkeit gemäß Fig. 3 können Spiralfedern, Tellerfedern oder dergleichen anstelle von Elastomerfedern vorgesehen sein. Eine Dämpfung kann mit separaten Dämpfungseinrichtungen bzw. Dämpfungselementen bewerkstelligt werden.

[0048] Fig. 5 zeigt mehrere mit den Kraftmesssensoren 155 aufgenommene Kraft-Zeit-Verläufe (Kraft-Zeit-Diagramme) für gleiche mit der Fügevorrichtung 100 durchgeführte Fügevorgänge. Die gemessene Reaktionskraft ist jeweils in Kilonewton [kN] (Ordinatenachse) über der Zeit in Millisekunden [ms] (Abszissenachse) abgetragen. Die dargestellten Kraft-Zeit-Verläufe können bspw. mit Hilfe des zwischen Matrize 140 und matrizenseitigem Rahmenschenkel 112 angeordneten und somit matrizen nah positionierten Messsensors 155 erfasst bzw. registriert werden. Die matrizen seitigen Elastomerfedern 154 bewirken hierbei eine mechanische Glättung des Messsignals. Bei dem Messsensor 155 handelt es

sich bevorzugt um ein Piezokraftmesselement. Eine hohe Messfrequenz von bspw. 200 kHz ermöglicht eine präzise zeitliche Auflösung des erzeugten Messsignals.

[0049] Fig. 5a zeigt den Kraftverlauf $F(t)$ der gemessenen Reaktionskraft an einen Matrizenhalter 150 ohne Federeinrichtungen, Dämpfungseinrichtungen und Zusatzmassen. Der zerklüftete Kraftverlauf $F(t)$ weist mehrere zum Teil ähnlich hohe Spitzen auf. Fig. 5b zeigt den Kraftverlauf für einen Matrizenhalter gemäß Fig. 3 der lediglich mit einer Zusatzmasse und ohne Feder- und Dämpfungseinrichtungen ausgestattet ist. Gegenüber dem in Fig. 5a gezeigten Kraftverlauf weist dieser Kraftverlauf weniger Spitzen, dafür jedoch höhere Spitzenwerte auf. Insgesamt zeigt sich jedoch eine Harmonisierung des Kraftverlaufs, was unter anderem für die Anlagenbelastung vorteilig ist. Fig. 5c zeigt analog zu Fig. 5b den Kraftverlauf bei einer höheren Zusatzmasse am Matrizenhalter (ohne Feder- und Dämpfungseinrichtungen). Fig. 5d zeigt analog zu Fig. 5b den Kraftverlauf bei zusätzlich verbauten Elastomerfedern. Fig. 5e zeigt analog zu Fig. 5c den Kraftverlauf bei zusätzlich verbauten Elastomerfedern. Fig. 5f zeigt den Kraftverlauf bei einem Matrizenhalter gemäß Fig. 2, der keine Zusatzmassen aufweist.

[0050] Die in den Fig. 5d, 5f und 5e gezeigten Kraftverläufe $F(t)$ weisen nur noch zwei ausgeprägte Spitzen bzw. Maxima auf. Die zeitlich erste und höhere Spitze (Stanzpeak) repräsentiert das Auftreffen des Fügeelements 300 auf das obere Bauteil 210. Die zweite Spitze repräsentiert das Anschlagen des Fügeelementkopfs 310 am oberen Bauteil 210 zum Ende des Setzvorgangs. Der durch die Elastomerfedern 154 und gegebenenfalls Zusatzmassen 159 geglättete Kraftverlauf bzw. Signalverlauf kann hervorragend für eine automatisierte Echtzeit-Prozessüberwachung zur Feststellung einer fehlerfreien Fügeverbindung herangezogen werden.

[0051] Die Erfindung ermöglicht es, die Fügevorrichtung 100 mit einem verhältnismäßig leichten Rahmen 110 auszustatten. Der C-förmige Rahmen 110 muss im Mindesten so konzipiert sein, dass dieser die beim Aufsetzen des Mundstücks 131 zum Fixieren der Bauteile 210 und 220 gegen die Matrize 140 wirkenden statischen Kräfte, die bspw. im Bereich bis 9 kN liegen können, weitgehend verformungsfrei aufnehmen kann. Durch die Erfindung können die bei einem Fügevorgang bzw. Setzvorgang auftretenden dynamischen Kräfte gehandhabt werden, ohne dass hierfür der C-förmige Rahmen 110 übermäßig versteift und dadurch schwer und sperrig bzw. unhandlich ausgeführt werden muss. Ferner kann der C-förmige Rahmen zumindest teilweise aus Leichtbauwerkstoffen, wie bspw. Aluminium oder faserverstärkten Kunststoff, insbesondere kohlenstofffaserverstärkten Kunststoff (CFK), gebildet sein. Auch Gusslegierungen, die zuweilen sehr gute schwingungsdämpfende Eigenschaften aufweisen, können verwendet werden. Somit kann der C-förmige Rahmen zumindest teilweise auch aus einer Aluminium- und/oder Magnesiumgusslegierung gebildet sein.

[0052] Fig. 4 zeigt einen C-förmigen Rahmen 110 mit einer Fachwerkstruktur, der sich für die Erfindung besonders gut eignet. Der Fachwerkrahmen 110 ist sehr leicht und, da dieser nur verhältnismäßig geringe dynamische Kräfte aufnehmen muss, auch ausreichend steif. Bei dem Fachwerkrahmen 110 sind die Rahmenschenkel 112 und 114 jeweils aus zwei Streben gebildet. Das Setzwerkzeug 130 ist mit einem Linearstellantrieb bzw. einer Zustelleinheit 135 am oberen Rahmenschenkel 114 befestigt. Mit dem Stellantrieb 135 kann das Setzwerkzeug 130 in axialer Richtung L bewegt werden, um das rohrartige Mundstück 131 auf die zwischen den Rahmenschenkeln 112 und 114 befindlichen und zu fügenden Bauteile aufzusetzen und eine Fixierung dieser Bauteile für den nachfolgenden Fügevorgang herbeizuführen.

[0053] Ein Vorteil einer erfindungsgemäßen Fügevorrichtung ist deren geringes Gewicht, was zu einem geringen Anlagengewicht beiträgt. Weiterhin wird eine gute und vor allem auch flinke Handhabung, insbesondere an einem Fertigungsroboter, ermöglicht. Zudem wird aufgrund nicht vorhandener oder nur geringer Störkonturen auch eine gute Zugänglichkeit zu den Fügestellen, insbesondere an und in Fahrzeugkarosserien, ermöglicht. Weitere Vorteile sind eine geringe Geräuschentwicklung (gedämpftes Schlaggeräusch) während des Fügevorgangs und insbesondere während des Setzvorgangs (in Bezug auf konventionelle Impulsfügevorrichtungen), eine Unabhängigkeit gegenüber den Werkstoffen der zu fügenden Bauteile und die erzielbaren extrem kurzen Prozesszeiten, was zu kurzen Taktzeiten führt. Diese Faktoren begünstigen den bevorzugten Einsatz im Großserienmaßstab.

Bezugszeichenliste

[0054]

100	Fügevorrichtung
110	Rahmen
112	Rahmenschenkel (matrizenseitig)
114	Rahmenschenkel
120	Flansch
130	Setzwerkzeug
131	Mundstück
135	Stellantrieb (Zustelleinheit)
140	Matrize (Gegenhalter)
150	Matrizenhalter
151	Grundkörper

152	Matrizenaufnahme
153	Mutter
5 154	Federeinrichtung (Elastomerfeder)
155	Messsensor (Kraftmesssensor)
156	Anschlusskabel
10 157	Exzenterbuchse
158	Mutter
15 159	Massekörper
210	oberes Bauteil
220	unteres Bauteil
20 300	Fügeelement
D	Fügerichtung
25 F(t)	Kraftverlauf
L	Fügeachse
S	Aufweitung / Aufschwingung
30	

Patentansprüche

1. Fügevorrichtung (100) zum vorlochfreien Fügen von wenigstens zwei Bauteilen (210, 220) mittels Fügeelement (300), das in einer axialen Fügerichtung (L) mit einem stoßartigen Fügeimpuls in die zu fügenden Bauteile (210, 220) eingetrieben wird, mit einem C-förmigen Rahmen (110), der zwei sich gegenüberliegende Rahmenschenkel (112, 114) aufweist, zwischen denen die zu fügenden Bauteile (210, 220) positioniert werden, und mit einem Setzwerkzeug (130) und einer Matrize (140), die sich gegenüberliegend an den Rahmenschenkeln (112, 114) angeordnet sind, wobei die Matrize (140) gegenüber dem matrizenseitigen Rahmenschenkel (112) bedingt entkoppelt ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Matrize (140) mit einem auf der anderen Seite des matrizenseitigen Rahmenschenkels (112) angeordneten Massekörper (159) verbunden ist, wobei dieser Massekörper (159) gegenüber dem matrizenseitigen Rahmenschenkel (112) in der Fügerichtung (D) des Fügeelements (300) nachgiebig gelagert ist, so dass dieser den beim Fügen auf die Matrize (140) einwirkenden Restfügeimpuls aufnehmen kann.
2. Fügevorrichtung (100) nach Anspruch 1,

- dadurch gekennzeichnet, dass**
die Matrize (140) und der Massekörper (159) über einen gemeinsamen Matrizenhalter (150) am matrizeseitigen Rahmenschenkel (112) befestigt sind, wobei der Matrizenhalter (150) zum matrizeseitigen Rahmenschenkel (112) relativbeweglich ist. 5
3. Fügevorrichtung (100) nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
am Matrizenhalter (150) wenigstens eine mit der Matrize (140) zusammenwirkende Federeinrichtung (154a) und/oder wenigstens eine mit dem Massekörper (159) zusammenwirkende Federeinrichtung (154b, 154c) angeordnet ist. 10 15
4. Fügevorrichtung (100) nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
am Matrizenhalter (150) ergänzend zu wenigstens einer Federeinrichtung (154) auch wenigstens eine Dämpfungseinrichtung vorgesehen ist, welche auftretende Schwingungen dämpfen kann. 20
5. Fügevorrichtung (100) nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
am Matrizenhalter (150) wenigstens eine mit der Matrize (140) zusammenwirkende Feder-Dämpfungseinrichtung (154a) und/oder wenigstens eine mit dem Massekörper (159) zusammenwirkende Feder-Dämpfungseinrichtung (154b, 154c) angeordnet ist. 25 30
6. Fügevorrichtung (100) nach einem der vorausgehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Massekörper (159) als separates Bauteil ausgebildet ist. 35
7. Fügevorrichtung (100) nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Matrizenhalter (150) einen Befestigungsmechanismus für den Massekörper (159) aufweist, der derart ausgebildet ist, dass ein direktes Wechseln des Massekörpers (159) ermöglicht wird. 40
8. Fügevorrichtung (100) nach einem der vorausgehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der C-förmige Rahmen (110) ein Leichtbau-C-Rahmen ist. 45
9. Fügevorrichtung (100) nach einem der vorausgehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
an der Matrize (140), am Massekörper (159) und/oder am Matrizenhalter (150) wenigstens ein zeitlich auflösender Messsensor (155) angeordnet ist, der für eine Prozessüberwachung verwendbar ist. 50 55
10. Verfahren zum vorloCHFfreien Fügen von wenigstens zwei Bauteilen (210, 220), insbesondere zur Herstellung eines Karosserieverbundbauteils oder einer Fahrzeugskarosserie, wobei mit Hilfe einer Fügevorrichtung (100) gemäß einem der vorausgehenden Ansprüche wenigstens ein Fügeelement (300) mit einem stoßartigen Fügeimpuls in die zu fügenden Bauteile (210, 220) eingetrieben wird.

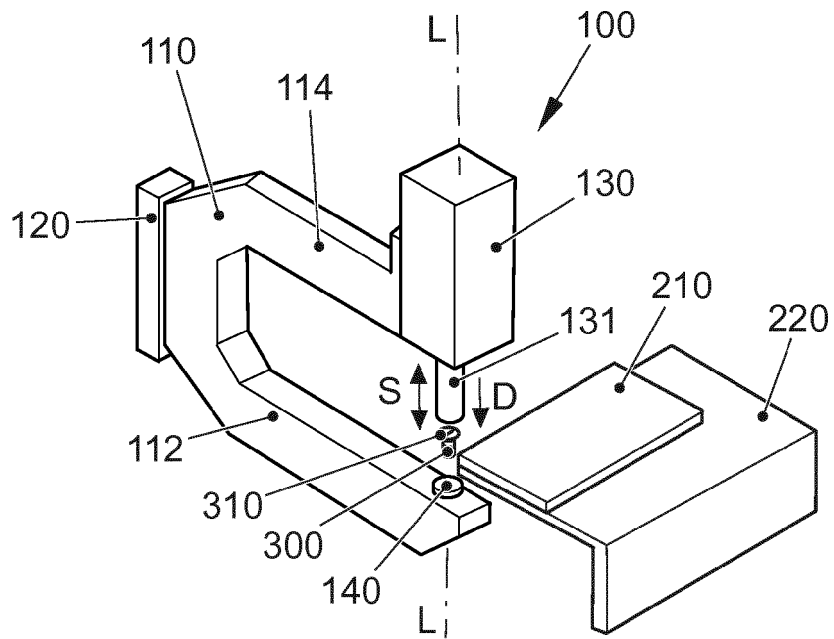


FIG. 1

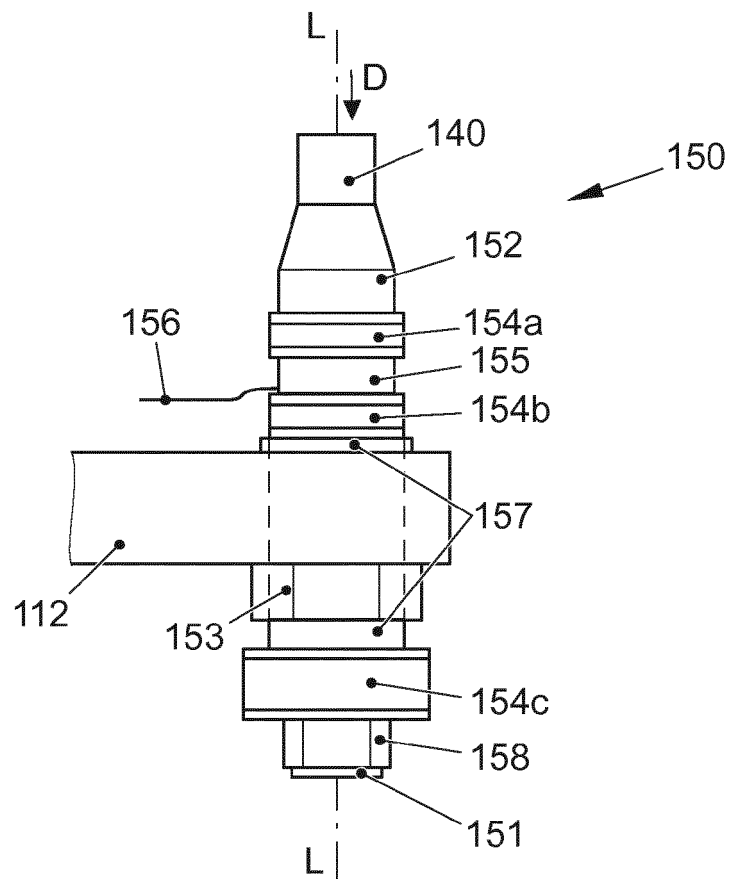


FIG. 2

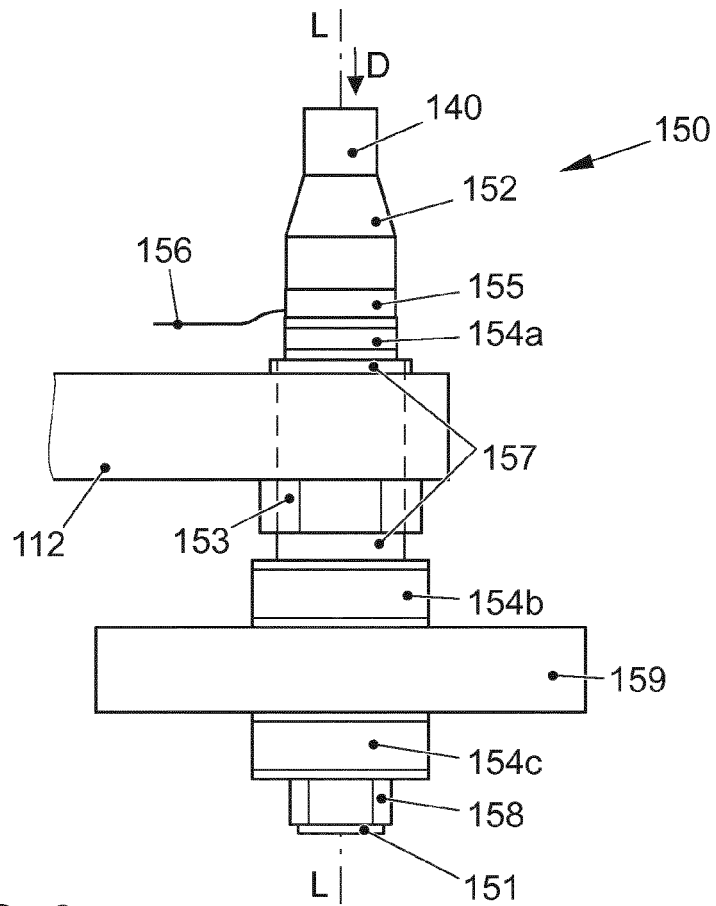


FIG. 3

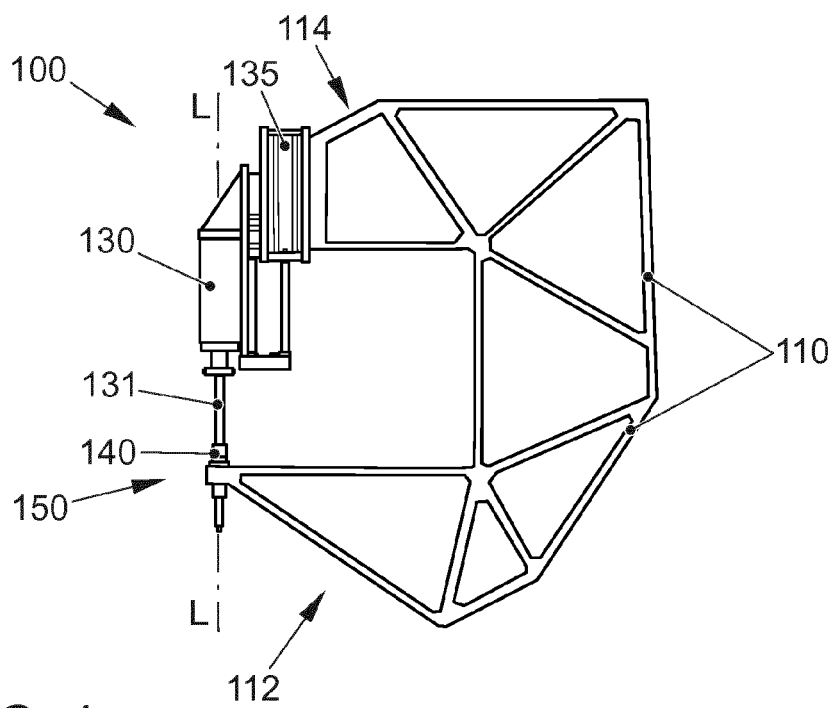


FIG. 4

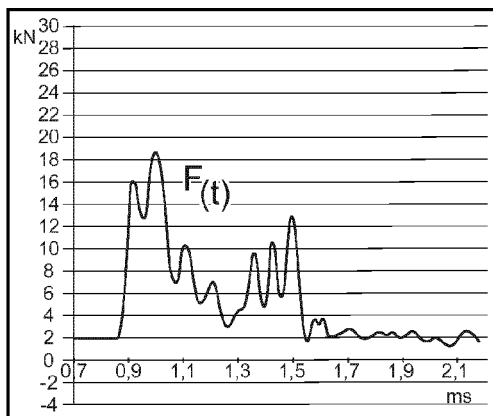


FIG. 5a

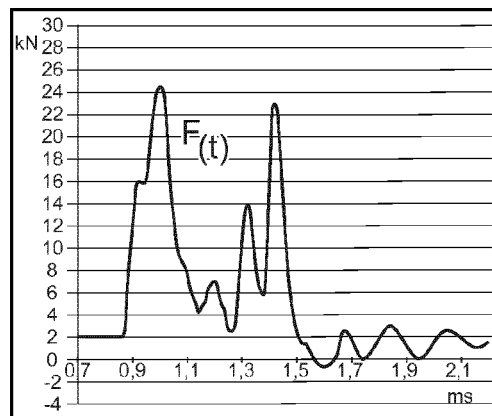


FIG. 5b

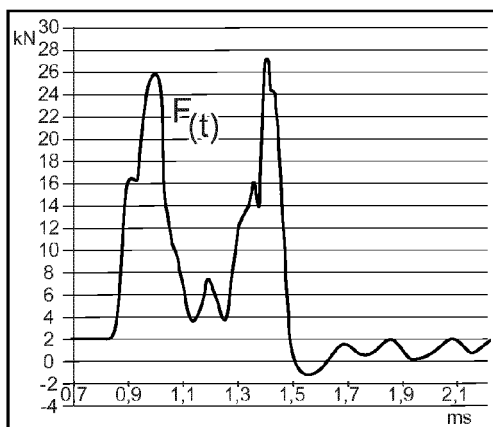


FIG. 5c

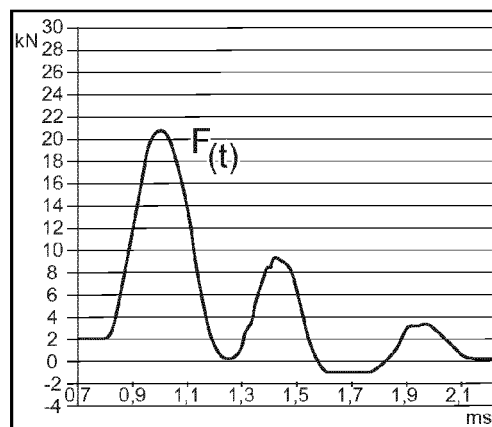


FIG. 5d

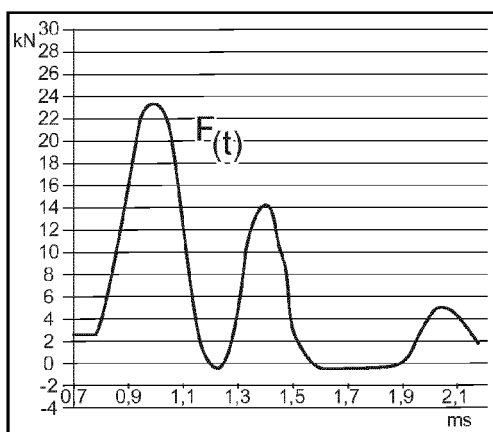


FIG. 5e

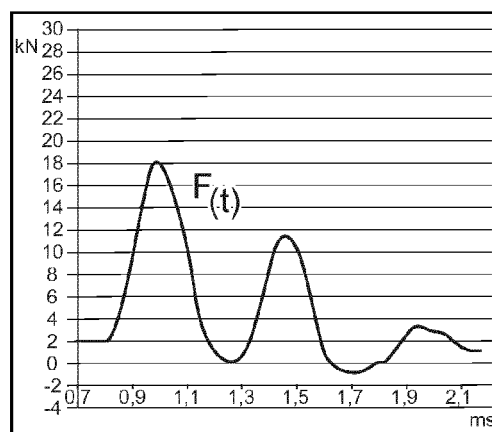


FIG. 5f



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 19 6899

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)
A,D	DE 197 29 368 A1 (HAHN ORTWIN [DE]) 14. Januar 1999 (1999-01-14) * Spalte 6, Zeilen 24-46; Abbildung 3 * -----	1,10	INV. B21J15/02 B21J15/12 B21J15/36
A	DE 407 860 C (WILHELM STRUMPELMEIER) 6. Januar 1925 (1925-01-06) * Seite 2, Zeilen 21-37; Abbildungen 1-2 * -----	1	
A	DE 679 734 C (E H DR PHIL H C ERNST HEINKEL) 12. August 1939 (1939-08-12) * Seite 2, Zeilen 29-55; Abbildung 2 * -----	1	
A	EP 1 108 480 A2 (HAHN ORTWIN [DE]) 20. Juni 2001 (2001-06-20) * Absätze [0011] - [0016]; Abbildungen 1-3 * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21J
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. April 2014	Prüfer Augé, Marc
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres 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 13 19 6899

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.

17-04-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19729368 A1	14-01-1999	DE 19729368 A1	14-01-1999
		EP 0890397 A1	13-01-1999
		US 6199271 B1	13-03-2001
		US 2001002506 A1	07-06-2001
DE 407860 C	06-01-1925	KEINE	
DE 679734 C	12-08-1939	KEINE	
EP 1108480 A2	20-06-2001	BR 0004885 A	25-09-2001
		DE 10060035 A1	09-08-2001
		EP 1108480 A2	20-06-2001
		JP 2001179468 A	03-07-2001

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

- DE 102005054242 A1 **[0005]**
- DE 102005038973 A1 **[0005]**
- DE 19729368 A1 **[0006] [0016]**