

(19)



(11)

EP 1 549 447 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.01.2007 Patentblatt 2007/04

(51) Int Cl.:
B21D 39/03 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03753483.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2003/010843

(22) Anmeldetag: **30.09.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/030844 (15.04.2004 Gazette 2004/16)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM DAUERHAFTEN VERBINDEN VON EINANDER ÜBERLAPPENDEN, PLATTENFÖRMIGEN BAUTEILEN**

METHOD AND DEVICE FOR PERMANENTLY JOINING OVERLAPPING, PLATE-SHAPED PARTS

PROCEDE ET DISPOSITIF PERMETTANT D'ASSEMBLER DE MANIERE DURABLE DES COMPOSANTS CHEVAUCHANTS EN FORME DE PLAQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE GB

• **MAUERMANN, Reinhard**
01309 Dresden (DE)

(30) Priorität: **30.09.2002 DE 10245604**

(74) Vertreter: **Grünecker, Kinkeldey,**
Stockmair & Schwanhäusser
Anwaltssozietät
Maximilianstrasse 58
80538 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.07.2005 Patentblatt 2005/27

(73) Patentinhaber: **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.**
80686 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 229 254 **DE-A- 3 532 900**
US-A- 4 897 912

(72) Erfinder:
• **DIETRICH, Stephan**
01187 Dresden (DE)

EP 1 549 447 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum dauerhaften Verbinden von einander überlappenden, plattenförmigen Bauteilen, insbesondere von Blechen, durch umformendes Herstellen einer Hinterschneidung zwischen den Bauteilen.

[0002] Daneben betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum dauerhaften Verbinden von einander überlappenden, plattenförmigen Bauteilen, insbesondere von Blechen, durch umformendes Herstellen einer Hinterschneidung zwischen den Bauteilen, mit einem Stempelwerkzeug, das entlang einer Hauptarbeitsrichtung auf ein Gegenwerkzeug zu und von diesem weg bewegbar ist. Ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung nach den Oberbegriffen der Ansprüche 1 bzw. 8 sind z.B. aus Dokument DE-A 35 32 900 bekannt.

[0003] In der blechverarbeitenden Industrie werden Einzelteile durch Fertigungsverfahren der mechanischen Fügechnik verbunden. Vor allem in der Automobilindustrie werden in der Massenfertigung preiswerte Verfahren eingesetzt, bei denen zumindest zwei Bauteile durch plastische Verformung derselben ohne Vorloch und ohne die Verwendung zusätzlicher Hilfsfügeteile miteinander verbunden werden.

[0004] Aus dem Stand der Technik sind seit vielen Jahren Verfahren und Vorrichtungen zum Verbinden von sich überlappenden, insbesondere plattenförmigen, Bauteilen bekannt, bei denen durch lokale Umformung der miteinander zu fügenden Bauteile eine hinterschnittige Verbindung hergestellt wird. Diese Verfahren werden in der Fachliteratur als Durchsetzfügen bzw. Clinchen bezeichnet.

[0005] Bei diesen Verfahren wird ein Überlappungsbereich der zwei oder mehr miteinander zu verbindenden Bauteile zwischen einem Stempelwerkzeug und einem Gegenwerkzeug (Matrize) angeordnet. Dieses Stempelwerkzeug wird dann direkt in den Fügebereich der (beiden) Bauteile mit hoher Kraft eingedrückt, wodurch beide Bauteile im Bereich des Stempelangriffs zunächst in eine in der Matrize ausgebildeten Ausnehmung tiefgezogen werden, und danach der Bodenbereich der tiefgezogenen Flächenteile breitgequetscht wird.

[0006] Die Matrize ist dabei so ausgebildet, dass sich bei der Breitquetschung des Bodenbereiches der tiefgezogenen Flächenteile Hinterschneidungen zwischen den Bauteilen ausbilden können. Man unterscheidet die verwendeten Verfahren hierbei jeweils nach den unterschiedlichen Ausführungsformen der jeweiligen Matrizen. Bekannt sind die Verwendung starrer einteiliger Matrizen, z.B. aus der DE 35 32 900 A1, der DE 36 13 324 A1 oder der DE199 29 375 A1. Daneben sind starre mehrteilige Matrizen, z.B. aus der DE 39 23 18 A1, bewegliche mehrteilige Matrizen, z.B. aus der DE 31 06 313 A1 oder der DE 37 13 083 A1 und Mischformen, z.B. aus der DE 101 16 736 A1 bekannt.

[0007] Allen diesen unterschiedlichen Verfahren gemeinsam ist die Verwendung einer konturierten Matrize

als Gegenwerkzeug. Die Konturierung ermöglicht lokal ein Tiefziehen bzw. Durchsetzen der zu verbindenden Bauteile mittels einer Ausnehmung, in die der Werkstoff der Bauteile hineingeformt werden kann.

[0008] Weiterhin gestattet die Konturierung durch ihre spezifische Form oder durch die Beweglichkeit einzelner Teile der Matrize einen Werkstofffluss in radialer Richtung, was zur Ausbildung der Hinterschneidung führt.

[0009] Bei allen derartigen Verfahren ist jedoch eine genaue axiale Ausrichtung der Werkzeuge zueinander, insbesondere von Matrize und Stempel, zwingend erforderlich, um qualitätsgerechte Verbindungen herstellen zu können. In der Praxis führt das zu einer hohen erforderlichen Fertigungsgenauigkeit für die Werkzeuge und Maschinen sowie zu einem hohen Zeitaufwand für das Einrichten dieser Fügevorrichtungen.

[0010] Darüber hinaus müssen die Fügevorrichtungen sehr steif ausgelegt werden, damit die hohen Kräfte beim Fügevorgang und dadurch verursachte Aufbiegungen an den Fügevorrichtungen nicht zum Entstehen von qualitätsmindernden Versätzen der Werkzeuge zueinander führen.

[0011] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zum mechanischen Verbinden von zumindest teilweise übereinander angeordneten, plattenförmigen Bauteilen zu schaffen, mit Hilfe dessen sichere und qualitativ hochwertige Verbindungen von Bauteilen kostengünstiger und zuverlässiger als bisher hergestellt werden können.

[0012] Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art derart zu verbessern, dass die Anforderungen an die Fertigungstoleranzen und an das Ausrichten der Werkzeuge der Vorrichtung reduziert werden können, um so die Prozeßsicherheit zu erhöhen.

[0013] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zum dauerhaften Verbinden von einander überlappenden, plattenförmigen Bauteilen, mit den **Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs 1**.

[0014] Bevorzugte Weiterbildungen des Erfindungsgegenstandes sind in den Unteransprüchen dargelegt.

[0015] Des Weiteren wird die Aufgabe gelöst durch eine Vorrichtung zum dauerhaften Verbinden von einander überlappenden, plattenförmigen Bauteilen mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs 8.

[0016] Bevorzugte Weiterbildungen des Erfindungsgegenstandes sind in den Unteransprüchen dargelegt.

[0017] Mit der Erfindung wird es möglich, durch das Zusammenwirken von einem Stempelwerkzeug und einem Gegenwerkzeug dauerhafte Verbindungen zwischen zumindest teilweise übereinander angeordneten plattenförmigen Bauteilen, insbesondere Blechen, herzustellen, wobei die hergestellte Verbindung Hinterschneidungsbereiche aufweist, die eine geometrische Verhakung der zu verbindenden Bauteile bilden.

[0018] Unter flächig soll hier im wesentlichen "eben" oder "plan" verstanden werden.

[0019] Durch das flächige Gegenwerkzeug, das vorzugsweise in Form eines flachen Ambosses ausgebildet ist, ist die axiale Ausrichtung von Amboss und Stempel zueinander im Gegensatz zu den herkömmlichen Clinchverfahren von untergeordneter Bedeutung. Die notwendige Fertigungsgenauigkeit für die Werkzeuge und Maschinen sinkt ebenso wie der Zeitaufwand für das Einrichten der Fügevorrichtungen.

[0020] Während des Fügevorganges aufgrund der hohen Kräfte zwischen Amboss und Stempel entstehende Versätze haben keinen bzw. nur geringen Einfluss auf die Herausbildung der Verbindung. Die Prozeßsicherheit des Verfahrens steigt, da das Gegenwerkzeug aufgrund seiner flachen Form geringerem Verschleiß unterliegt, und die Qualität unabhängig von einer genauen Ausrichtung der Werkzeuge zueinander ist.

[0021] Die erzeugte Verbindung weist einen geometrischen Hinterschneidungsbereich auf, wodurch eine Vorbehandlung zur Aktivierung der Oberfläche der miteinander zu verbindenden Fügepartner nicht erforderlich ist.

[0022] Bei der vorliegenden Erfindung kann somit eine hinterschnittene Verbindung ähnlich einer Clinchverbindung erzeugt werden. Im Gegensatz zu traditionellen Clinchverbindungen erfolgt die Herausbildung der Verbindung jedoch nicht durch einen Tiefziehvorgang mit einem nachfolgenden Breitquetschen des Bodenbereiches der tiefgezogenen Flächenteile, die eine Matrize mit einer Ausnehmung erfordern, sondern durch einen Rückwärtsfließpressvorgang, gefolgt von einem Breitquetschen des unter einer Stempelstimfläche verbliebenen Materials, wobei der Vorgang mit einem gleichzeitigen Aufstauchen des Halsbereiches kombiniert sein kann.

[0023] Bei dem Eindrücken des Stempels kommt es bei Begrenzung der Niederhalterkraft zu einem der Stempelbewegung entgegengesetzten Werkstofffluss und somit zur Herausbildung einer Erhebung auf der Seite des Gegenwerkzeugs.

[0024] Im weiteren Prozessverlauf hat nur diese Erhebung Kontakt mit dem Gegenwerkzeug. Bei dem Breitquetschen des aus der Ebene des unteren Bleches gedrückten Werkstoffes in dieser Erhebung bildet sich dann durch radialen Werkstofffluss die Hinterschneidung heraus. Die üblicherweise für das Verfahren des Clinchens notwendige Ausnehmung des Gegenwerkzeuges ist für die Realisierung dieses Verfahrensprinzips nicht erforderlich.

[0025] Anschließend an das Ausbilden der Hinterschneidung kann vorzugsweise eine weitere Stempelbewegung in Richtung eines Flachdrückens des Verbindungsbereiches der beiden Werkstücke erfolgen. Hierbei ist auf entsprechende Kraftbegrenzung zur Werkzeugsicherheit zu achten.

[0026] Eine Taumelbewegung des Fügestempels zur Realisierung der Herausbildung der Hinterschneidung ist nicht erforderlich. Sie kann jedoch zur Senkung der Fügekkräfte überlagert werden. Eine solche überlagerte Be-

wegung kann eine Kreis- oder eine Rosettenform haben.

[0027] Weiterhin kann der aktiven axialen Vorschubbewegung auch eine zusätzliche zyklische Kraft überlagert werden. Bei Anwendung der Taumelüberlagerung mit Rosettenform gemeinsam mit der zyklischen Kraftüberlagerung werden beide Überlagerungen so aufeinander abgestimmt, dass die Taumelrichtung des Stempels und die zyklische zusätzliche Stempelkraft in einer eindeutigen Abhängigkeit zueinander stehen. Einer bestimmten Taumelrichtung des Stempels, vorzugsweise bei Zunahme des Taumelwinkels bis zum maximalen Taumelwinkel α in Taumelrichtung nach außen, wird die maximale Überlagerungskraft zugeordnet, um einen optimalen Werkstofffluss zu erzielen.

[0028] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform enthält das erfindungsgemäße Verfahren einen Schritt des Bewegens eines Niederhalters auf das Gegenwerkzeug zu, und dadurch erfolgt ein Ausüben einer definierten Haltekraft auf die Bauteile während der plastischen Verformung. Weiterhin ist ein zusätzlicher Schritt des Stabilisierens der Bauteile mittels eines Gegenhalters denkbar, durch den die Bauteile entgegen der Bewegungsrichtung des Stempelwerkzeuges zu diesem hingedrängt werden.

[0029] Hierbei ist es möglich, daß die Bewegung des Stempelvorsprungs auf das Gegenwerkzeug zumindest während eines Teils des Stempelweges mit einer Taumelbewegung überlagert wird. Die Taumelbewegung kann kreis- oder rosettenförmig erfolgen. Auch ist es wünschenswert, daß der Stempel, der Niederhalter und/oder der Gegenhalter hydraulisch, pneumatisch, magnetisch, mechanisch oder piezoelektrisch kraftbeaufschlagt werden, wobei vorzugsweise die Kraftbeaufschlagung mittels eines oder mehrerer Impulse erfolgt.

[0030] Ebenso ist es denkbar, daß die Kraftbeaufschlagung während zumindest eines Teils des Stempelweges durch Überlagerung einer zusätzlichen zyklischen Kraft erfolgt, wobei bei Anwendung der Taumelüberlagerung mit Rosettenform oder Taumelwinkel des Stempels und die zusätzliche zyklische Stempelkraft in eindeutiger Abhängigkeit zueinander aufeinander abgestimmt sind.

[0031] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Kraftbeaufschlagung des Niederhalters gesteuert und nimmt insbesondere an einem definierten Punkt der Bewegung des Stempels stark zu. Dadurch werden die entgegen der Bewegungsrichtung des Stempels gerichtete Bewegung der Bauteile gestoppt und umgekehrt.

[0032] Bei einem solchen Verfahren ist es möglich, daß die an einem definierten Punkt der Bewegung des Stempels die entgegen der Bewegungsrichtung des Stempels gerichtete Bewegung der Bauteile durch einen Stempelabsatz gestoppt wird und umgekehrt. Auch ist es möglich, daß an einem definierten Punkt der Bewegung des Stempels die entgegen der Bewegungsrichtung des Stempels gerichtete Bewegung der Bauteile durch einen mittelbaren oder unmittelbaren mechani-

schen Anschlag des Niederhalters am Stempel gestoppt wird und umgekehrt. Vorzugsweise erfolgt im Anschluß an die Ausbildung der Hinterschneidung eine Werkzeugbewegung in Richtung eines Flachdrückens der Erhebung.

[0033] Bei einer Vorrichtung zum dauerhaften Verbinden von einander überlappenden, plattenförmigen Bauteilen, insbesondere von Blechen, durch umformendes Herstellen einer Hinterschneidung zwischen den Bauteilen, insbesondere zur Durchführung des zuvor genannten Verfahrens, weist diese ein Stempelwerkzeug, das entlang einer Hauptarbeitsrichtung auf ein Gegenwerkzeug zu und von diesem weg bewegbar ist, auf, wobei das Gegenwerkzeug an seiner dem Stempelwerkzeug zugewandten Seite, zumindest im gesamten Bereich des Stempelwerkzeuges, insbesondere einer Stempelstimfläche und eines Stempelabsatzes, vorzugsweise auch eines Niederhalters, im Wesentlichen flächig ausgebildet ist. Hierbei ist es wünschenswert, daß ein Hauptkörper des Stempelwerkzeuges an seiner dem Gegenwerkzeug zugewandten Seite einen Stempelabsatz aufweist, aus dem ein Stempelabsatz hervorragt.

[0034] Vorzugsweise ist zumindest ein Hauptkörper des Stempelwerkzeuges von einem Niederhalter umgeben, der relativ zu dem Hauptkörper bewegbar ist. Der Hauptkörper ist vorzugsweise relativ zu dem Niederhalter mittels eines Vorspannelementes, insbesondere einer Niederhalterfeder, entgegen einer Vorschubrichtung des Stempelwerkzeuges vorgespannt.

[0035] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Hauptkörper des Stempelwerkzeuges zumindest während eines Teiles seiner Bewegung auf das Gegenwerkzeug zu in einer Taumelbewegung bewegbar. Dabei ist eine an dem Stempelabsatz angeordnete Stempelstimfläche im Wesentlichen flach, insbesondere eben, leicht ballig oder leicht kegelig ausgebildet. Hierbei kann der Stempelvorsprung zur Stempelstimfläche hin leicht verjüngt ausgebildet sein.

[0036] Es ist möglich, daß eine an den Stempelabsatz angeordnete Stempelstimfläche im Wesentlichen rechtwinklig zu einer Hauptarbeitsrichtung oder zu dieser geringfügig geneigt ist. Auch ist denkbar, daß ein Übergang von der Stempelstimfläche zu einer Mantelfläche des Stempelvorsprungs in Form eines Radius oder eine Schleppkurve ausgebildet ist. Ebenso ist es möglich, daß ein Übergang von der Stempelstimfläche zu einer Mantelfläche des Stempelvorsprungs in Form einer Fase oder eine Doppelfase ausgebildet.

[0037] Hierbei ist das den Übergang vom der Stempelstimfläche zur Mantelfläche bildendes Formelement kleiner als 0,2 Millimeter. Bei allen Ausführungsformen ist das Gegenwerkzeug vorzugsweise als einteiliger Amboss ausgebildet, wobei dessen dem Stempelwerkzeug zugewandte Seite als eine im Wesentlichen flache, insbesondere ebene, leicht ballige oder leicht kegelige Auflagefläche für die Bauteile ausgebildet ist.

[0038] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Auflagefläche des Gegenwerkzeuges

größer als die an den Bauteilen ausgebildete Erhebung, vorzugsweise größer als die ihm zugewandte Projektionsfläche des Stempelwerkzeuges, insbesondere aber des Stempelvorsprungs und des Stempelabsatzes, der auch von dem Niederhalter gebildet sein kann. Wünschenswert ist, daß die Abmessungen der Auflagefläche des Gegenwerkzeuges größer oder im Wesentlichen gleich den äußeren Abmessungen des Niederhalters sind.

[0039] Sowohl ein der Stempelstimfläche gegenüberliegender Bereich der Auflagefläche des Gegenwerkzeuges als auch ein dem Stempelabsatz gegenüberliegender Bereich der Auflagefläche des Gegenwerkzeuges liegen vorzugsweise im Wesentlichen auf einer zur Hauptarbeitsrichtung senkrechten Ebene. Die Auflagefläche ist zumindest im Bereich der Projektion der Stempelstimfläche und des Stempelabsatzes, vorzugsweise auch des Niederhalters, frei von Absätzen oder Ausnehmungen ausgebildet.

[0040] Bei diesen Ausführungsformen ist es denkbar, daß der Amboss des Gegenwerkzeuges zumindest teilweise von einem Gegenhalter umgeben ist, der relativ zu dem Amboss in Hauptarbeitsrichtung bewegbar ist. Dieser Gegenhalter kann pneumatisch, hydraulisch, magnetisch, mechanisch und/oder piezoelektrisch mit einer Kraft beaufschlagbar sein, die einer Stempel- und/oder Niederhalterkraft entgegengerichtet ist.

[0041] Gemäß einer Ausführungsform weisen der Hauptkörper des Stempelwerkzeuges, der Niederhalter, der Amboss und/oder der Gegenhalter kreis- oder ringförmige Querschnitte auf. Alternativ weisen der Hauptkörper des Stempelwerkzeuges, der Niederhalter, der Amboss und/oder der Gegenhalter einen von einer Kreisform abweichenden Querschnitt, insbesondere einen eckigen Querschnitt auf.

[0042] Weitere bevorzugte Ausführungsformen des Verfahrens und der Vorrichtung sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

[0043] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer schematischen Zeichnung beispielsweise und mit weiteren Einzelheiten näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 a) - c) eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung bei Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, hierbei:

Fig. 1a) einen Ausgangszustand,
Fig. 1 b) einen Zwischenzustand, und
Fig. 1 c) einen Endzustand nach dem Verbinden;
Fig. 2 a) - c) eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem auf Block fahrenden Niederhalter bei Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, hierbei:

Fig. 2a) einen Ausgangszustand,
Fig. 2b) einen Zwischenzustand, und
Fig. 2c) einen Endzustand nach dem Verbinden;
Fig. 3 a) - d) eine dritte Ausführungsform der erfin-

- Fig. 3a) denungsgemäßen Vorrichtung mit einem Amboss mit gefedertem Aussering und mit einem auf Block fahrenden Niederhalter bei Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, hierbei:
- Fig. 3b) einen Ausgangszustand, einen ersten Zwischenzustand vor dem Eindringen des Stempelwerkzeuges in die Bauteile,
- Fig. 3c) einen weiteren Zwischenzustand nach Ausbilden einer temporären Erhebung, und
- Fig. 3d) einen Endzustand nach dem Verbinden der Bauteile; und
- Fig. 4 eine alternative Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem Stempelwerkzeug mit taumelndem Stempel bei Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens in einem Zwischenzustand.

[0044] Anhand der Figuren 1 a) bis 1 c) wird nunmehr ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert werden. Bei der Beschreibung der Ausführungsformen werden der Anschaulichkeit halber die Bewegungsrichtungen und die relativen Anordnungen der Komponenten mit den Begriffen "oben" und "unten", wie in den Figuren dargestellt, bezeichnet; es versteht sich, dass jede andere räumliche Anordnung entsprechend möglich ist.

[0045] Bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel wird ein oberes Bauteil 1 mit einem unteren Bauteil 2 verbunden. Im Ausgangszustand, wie in Fig. 1a dargestellt, werden die beiden miteinander zu verbindenden Bauteile 1, 2 auf einer im Wesentlichen flachen Auflagefläche 3c des Gegenwerkzeuges 3, vorzugsweise einem einteiligen Amboss 3b, angeordnet.

[0046] Zur Herstellung der Verbindung wird dann ein Stempelwerkzeug 4 mit einem Hauptkörper 4e und einem Niederhalter 5 in Richtung der Bauteile 1, 2 entlang einer Hauptarbeitsrichtung A auf das Gegenwerkzeug 3 zu bewegt. Mit dem Niederhalter 5 wird hydraulisch, pneumatisch, piezoelektrisch, magnetisch oder durch Federn eine definierte Haltekraft auf die Bauteile 1, 2 ausgeübt.

[0047] An der dem Gegenwerkzeug 3 zugewandten (unteren) Seite des Hauptkörpers 4e ist ein Stempelvorsprung 4b ausgebildet, dessen Querschnitt vorzugsweise geringer ist, als der Querschnitt des übrigen (oberen) Teils des Hauptkörpers 4e. Am Übergang ist ein Stempelabsatz 4a ausgebildet, der vorzugsweise in einer Ebene flach und orthogonal oder flach und geringfügig (z.B. bis zu ca. 6°) geneigt zu einer Hauptarbeitsrichtung A liegt.

[0048] Zu Beginn des eigentlichen Clinchvorganges wird sodann der Stempelvorsprung 4b hydraulisch, pneumatisch, magnetisch, piezoelektrisch oder mechanisch mit hoher Kraft in die Bauteile 1, 2 hineingedrückt.

Der vorderste (unterste) Abschnitt des Stempelvorsprungs 4b, der als Stempelstirnfläche 4c bezeichnet wird, dringt hierbei durch den Querschnitt des oberen Bauteils 1 bis in das Bauteil 2 vor, jedoch ohne eines der Bauteile zu durchstoßen, so dass während des gesamten Vorganges vor der Stempelstirnfläche noch Werkstoff aller zu verbindender Bauteile verbleibt.

[0049] Dabei wird der jeweilige Werkstoff der zu verbindenden Bauteile 1, 2 lokal verdrängt und bewegt sich erst radial nach außen und dann kontrolliert vom Niederhalter 5 und/oder vom Stempelabsatz 4a entgegen der Bewegungsrichtung des Stempelhauptkörpers 4e nach oben.

[0050] Es kommt zum Abheben der Bauteile 1, 2 von der Auflagefläche 3c des Gegenwerkzeuges 3 (Amboss 3b). Indem die Abschnitte der Bauteile 1, 2, die nicht zwischen der Stempelstirnfläche 4c und der Auflagefläche 3c des Gegenwerkzeuges 3 eingespannt sind, von dem weggedrückten Werkstoff der Bauteile nach oben (zum Stempelwerkzeug 4 hin) bewegt werden, bildet sich im Bereich des Stempelvorsprungs 4b eine Erhebung 2a heraus.

[0051] Nur in diesem Bereich besteht hierbei auf der Unterseite des unteren Bauteils 2 noch Kontakt des unteren Bauteiles 2 mit dem Amboss 3b. In Fig. 1 b ist ein Zwischenzustand dargestellt, bei dem man dies gut erkennen kann.

[0052] Sobald der Werkstoff des oberen Bauteiles 1 Kontakt zum Absatz 4a des Stempelhauptkörpers 4e hat, wird die weitere Bewegung des Werkstoffes der zu verbindenden Bauteile 1, 2 entgegen der Richtung der Stempelbewegung behindert. Die herausgebildete Erhebung 2a wird deshalb bei weiterer Zustellung des Stempelwerkzeuges 4 in ihrer Größe reduziert, und der noch unter der Stirnfläche 4c des Stempels 4 befindliche Werkstoff muss radial nach außen fließen. Dabei bildet sich, wie in Fig. 1c gezeigt, eine Hinterschneidung 1a heraus.

[0053] Das Verhältnis der Querschnitte bzw. Durchmesser von Stempelvorsprung 4b und Stempelabsatz 4a kann in Abhängigkeit von der Festigkeit der zu verbindenden Materialien und der Fügekraft so gewählt werden, dass kein bleibender Eindruck des Stempelabsatzes 4a im oberen Bauteil 1 verursacht wird.

[0054] Der Stempelvorsprung 4b kann leicht konisch gestaltet sein, um ein einfaches Herausziehen des Stempelvorsprungs aus den miteinander verbundenen Bauteilen 1, 2 zu gewährleisten. Die am Stempelvorsprung 4b angeordnete Stempelstirnfläche 4c ist vorzugsweise flach, insbesondere eben, oder aber leicht ballig oder leicht kegelig ausgebildet.

[0055] Hierbei ist ein Übergang von der Stempelstirnfläche 4c zu einer Mantelfläche 4d des Stempelvorsprungs 4b in Form eines Radius oder einer Schleppkurve ausgebildet; der Übergang von der Stempelstirnfläche 4c zur Mantelfläche 4d des Stempelvorsprungs 4b kann jedoch auch in Form einer Fase oder einer Doppelfase ausgebildet sein, wobei in jedem Falle vorzugsweise das den Übergang vom der Stempelstirnfläche 4c zur Man-

telfläche 4d bildende Formelement kleiner als 0,2 Millimeter ist.

[0056] Wie in den Figuren der ersten Ausführungsform gezeigt, ist das Gegenwerkzeug 3 als einteiliger Amboss 3b ausgebildet, dessen dem Stempelwerkzeug 4 zugewandte Seite als eine im Wesentlichen flache, insbesondere ebene, aber auch als leicht ballige oder leicht kegelige Auflagefläche 3c für die Bauteile 1,2 ausgebildet ist.

[0057] Hierbei ist bei jeder Ausführungsform die Auflagefläche 3c des Gegenwerkzeuges 3 größer als der Durchmesser einer Erhebung 2a, so dass der Werkstoff der Bauteile 1, 2 nicht neben der Auflagefläche seitlich vorbeigedrückt werden kann. Vorzugsweise sind die Abmessungen der Auflagefläche 3c des Gegenwerkzeuges 3 größer oder im Wesentlichen gleich den äußeren Abmessungen des Niederhalters 5.

[0058] Ein der Stempelstirnfläche 4c gegenüberliegender Bereich der Auflagefläche 3c des Gegenwerkzeuges 3 als auch ein dem Stempelabsatz 4a gegenüberliegender Bereich der Auflagefläche 3c des Gegenwerkzeuges 3 liegen im Wesentlichen auf einer zur Hauptarbeitsrichtung A senkrechten Ebene, wobei eine leichte Wölbung der gesamten Oberfläche nach oben oder unten jedoch denkbar ist.

[0059] In jeder der Ausführungsformen ist die Auflagefläche 3c frei von Absätzen, Ausnehmungen, Senkungen, Vertiefungen oder dergleichen ausgebildet.

[0060] Hierbei ist es sowohl denkbar, dass der Hauptkörper 4e des Stempelwerkzeuges 4, der Niederhalter 5, und/oder der Amboss 3b kreis- oder kreisringförmige Querschnitte aufweisen, wie auch, dass der Hauptkörper 4e des Stempelwerkzeuges 4, der Niederhalter 5, und/oder der Amboss 3b einen von einer Kreisform abweichenden Querschnitt, insbesondere einen eckigen Querschnitt aufweisen. Die einzelnen Komponenten sind vorzugsweise aufeinander abgestimmt, jedoch auch unabhängig von einander bewegbar ausgebildet.

[0061] Im Folgenden wird ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Figuren 2a) bis 2c) beschrieben. Bauteile und Komponenten, die den zuvor beschriebenen entsprechen, tragen dieselben Bezugszeichen und werden nur soweit als erforderlich erneut beschrieben.

[0062] Eine Vorrichtung zum dauerhaften Verbinden von zwei oder mehreren flachen Bauteilen ist in einem weitem Ausführungsbeispiel in Fig. 2 zu sehen. Im Ausgangszustand, wie in Fig. 2a gezeigt, liegen die (beiden) miteinander zu verbindenden Bauteile 1,2 wieder auf dem flachen Gegenwerkzeug 3, hier dem Amboss 3b, auf.

[0063] Zur Herstellung der Verbindung wird ein Stempelwerkzeug 4 hydraulisch, pneumatisch, magnetisch, piezoelektrisch oder mechanisch mit hoher Kraft in Richtung der Bauteile 1,2 bewegt. In dieser Ausführungsform weist das Stempelwerkzeug 4 einen Stempelhauptkörper 4e, einen Niederhalter 5, einen Stempelträger 6, eine Niederhalterhülse 7 und eine Niederhalterfeder 8 auf.

[0064] Zuerst setzt der Niederhalter 5 auf den zu verbindenden Bauteilen 1, 2 auf. Die Niederhalterfeder 8 wird hierbei zusammengedrückt. Sodann kommt die Stirnfläche 4c des Stempelvorsprungs 4b des Stempelhauptkörpers 4e in Kontakt mit dem oberen Bauteil 1.

[0065] Der Stempelvorsprung 4b wird nun ganz oder teilweise in die Bauteile 1,2 hineingedrückt. Dabei wird der Werkstoff der zu verbindenden Bauteile 1,2 lokal verdrängt und bewegt sich erst radial nach außen und dann kontrolliert vom Niederhalter 5 entgegen der Bewegungsrichtung des Stempelwerkzeuges 4 nach oben. Es kommt zum Abheben der Bauteile 1,2 vom Amboss 3b. Nur im Bereich der sich herausbildenden Erhebung 2a auf der Unterseite des unteren Bauteils 2 besteht noch Kontakt des unteren Bauteiles 2 mit dem Amboss 3b. In Fig. 2b ist ein Zwischenzustand dargestellt, bei dem man dies gut erkennen kann.

[0066] Sobald ein oberer Anschlag 5a des Niederhalters 5 in Kontakt mit einem unteren Anschlag 6a des Stempelträgers 6 gelangt, wird die weitere Bewegung des Werkstoffes der zu verbindenden Bauteile 1, 2 entgegen der Richtung der Stempelbewegung behindert. Die herausgebildete Erhebung 2a wird deshalb bei weiterer Zustellung des Stempelwerkzeuges 4 in ihrer Größe reduziert und der noch unter der Stirnfläche 4c des Stempelvorsprungs 4b des Stempelhauptkörpers 4e befindliche Werkstoff muss radial nach außen fließen.

[0067] Dabei bildet sich, wie in Fig. 2c gezeigt, eine Hinterschneidung 1a heraus. Das Verhältnis der Abmessungen (bzw. Durchmesser) von Stempelstirnfläche 4c und Unterseite des Niederhalters 5 kann in Abhängigkeit von der Festigkeit der zu verbindenden Materialien und der Fügekraft so gewählt werden, dass kein bleibender Eindruck des Niederhalters 5 im oberen Bauteil 1 verursacht wird.

[0068] Ein drittes Ausführungsbeispiel ist in den Fig. 3a) bis 3d) zu sehen. Bauteile und Komponenten, die den zuvor beschriebenen entsprechen, tragen dieselben Bezugszeichen und werden nur soweit als erforderlich erneut beschrieben.

[0069] In einem Ausgangszustand, wie in Fig. 3a gezeigt, liegen die (beiden) miteinander zu verbindenden Bauteile 1,2 auf einem vorzugsweise gefederten oder anderweitig mit Druck beaufschlagten Gegenhalter 3a (Außenring) eines Ambosses 3b des Gegenwerkzeuges 3 auf.

[0070] Zur Herstellung der Verbindung werden der Niederhalter 5 und der Hauptkörper 4e des Stempelwerkzeuges 4 in Richtung der Bauteile 1,2 bewegt. Mit dem Niederhalter 5 wird hydraulisch, pneumatisch, piezoelektrisch, magnetisch, mechanisch oder auf andere Weise, insbesondere z.B. durch Federn, eine definierte Kraft auf die Bauteile 1,2 und auf den Gegenhalter 3a ausgeübt. Die Kraft, mit der der Niederhalter 5 beaufschlagt wird, ist vorzugsweise größer gewählt als die entgegengesetzt wirkende Kraft des Gegenhalters 3a.

[0071] Dadurch wird, wie in Fig. 3b dargestellt, der Gegenhalter 3a so weit zurückgedrückt, bis die zu verbindenden

denden Bauteile 1,2 auf dem Amboss 3b aufsetzen. Der Stempelvorsprung 4b wird dann, wie zuvor beschrieben, mit hoher Kraft in die Bauteile 1,2 hineingedrückt. Dabei wird der Werkstoff der zu verbindenden Bauteile 1,2 lokal verdrängt und bewegt sich erst radial nach außen und dann kontrolliert von Niederhalter 5 wie vom Gegenhalter 3a entgegen der Bewegungsrichtung des Stempelwerkzeuges 4 nach oben. Es kommt dadurch zu einem Abheben der Bauteile 1,2 vom Amboss 3b.

[0072] Nur im Bereich der sich herausbildenden Erhebung 2a auf der Unterseite des unteren Bauteils 2 besteht sodann noch Kontakt des unteren Bauteiles 2 mit der Auflagefläche des Gegenwerkzeuges 3, dem Amboss 3b.

[0073] Im Gegensatz zu den bereits beschriebenen Ausführungsbeispielen wird der sich der Stempelbewegung entgegen bewegendes Werkstoff nicht mehr durch die gesamte Niederhalterkraft in seiner Bewegung gehindert, sondern nur durch die Differenz der Kräfte, die auf den Niederhalter 5 und den Gegenhalter 3a wirken. Dadurch können bei minimaler Behinderung des Abhebens der Bauteile 1,2 vom Amboss 3b hohe Haltekräfte aufgebracht werden, die eine Durchbiegung der Bauteile 1, 2 oder eine Spaltbildung zwischen den Bauteilen vermeiden.

[0074] Hierbei ist es sowohl denkbar, dass der Gegenhalter 3a einen kreis- oder kreisringförmigen Querschnitt aufweist, wie auch, dass der Gegenhalter 3a einen von einer Kreisform abweichenden Querschnitt, insbesondere einen eckigen Querschnitt aufweist. Die einzelnen Komponenten (Hauptkörper 4e des Stempelwerkzeuges 4, Niederhalter 5, Amboss 3b und Gegenhalter 3a) sind vorzugsweise aufeinander abgestimmt, jedoch auch unabhängig von einander bewegbar ausgebildet.

[0075] In Fig. 3c ist ein weiterer Zwischenzustand dargestellt. Sobald der Werkstoff des oberen Bauteiles 1 Kontakt zum Absatz 4a des Stempelhauptkörpers 4e hat, wird die weitere Bewegung des Werkstoffes der zu verbindenden Bauteile entgegen der Richtung der Stempelbewegung behindert. Die herausgebildete Erhebung 2a wird deshalb bei weiterer Zustellung des Stempelwerkzeuges 4 in ihrer Größe reduziert, und der noch unter der Stirnfläche 4c des Stempelvorsprungs 4b befindliche Werkstoff muss radial nach außen fließen. Dabei bildet sich, wie in Fig. 3d gezeigt, eine Hinterschneidung 1a heraus.

[0076] Durch die hohe Kraft, mit der der Niederhalter 5 in diesem Ausführungsbeispiel beaufschlagt werden kann, ohne dass der Verbindungsprozess, beeinträchtigt wird, erfolgt ein problemloses Abstreifen der gefügten Bauteile 1,2 vom Stempelvorsprung 4b nach dem Fügevorgang beim Auseinanderfahren der Werkzeuge 3, 4.

[0077] Das Verhältnis der Querschnitte (Durchmesser) von Stempelstirnfläche 4c und Stempelsatz 4 kann in Abhängigkeit von der Festigkeit der zu verbindenden Materialien und der Fügekraft wiederum so gewählt werden, dass kein bleibender Eindruck des Stempelabsatzes 4a im oberen Bauteil 1 verursacht wird.

[0078] Auch bei diesem Ausführungsbeispiel sind keine hohen Genauigkeiten bezüglich der Koaxialität vom Stempelwerkzeug 4 zum Gegenwerkzeug 3 erforderlich, da der Gegenhalter 3a keinen Anteil an der Ausformung der Verbindung hat und nur eine Halteaufgabe übernimmt. Zur Erzielung hoher Kräfte bei geringen Wegen können sowohl der Niederhalter 5 als auch der Gegenhalter 3a bereits im Ausgangszustand vorgespannt sein.

[0079] Ein alternatives (viertes) Ausführungsbeispiel, dessen Lehre mit jedem der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele kombinierbar ist (wie auch die ersten drei Ausführungsbeispiele untereinander), ist in Figur 4 dargestellt.

[0080] Hierbei wird gezeigt, dass dem Stempelhauptkörper 4e des Stempelwerkzeuges 4 zur Kraftreduzierung auch eine Tumbelbewegung mit einem maximalen Tumbelwinkel α zwischen der Hauptarbeitsrichtung A und einer Achse B des Stempelhauptkörpers 4e überlagert werden kann.

[0081] Wichtig ist hierbei, dass, wie in den bereits erläuterten Ausführungsbeispielen beschrieben, die Kraft des Niederhalters 5 so bemessen ist, dass eine Durchbiegung der zu verbindenden Bauteile 1, 2 oder eine Spaltbildung zwischen den beiden Bauteilen 1, 2 weitestgehend vermieden wird, aber gleichzeitig eine Herausbildung der Erhebung 2a und damit eine der axialen Bewegung des Stempelhauptkörpers 4e entgegengerichtete Bewegung der Bauteile 1,2 ermöglicht wird. Ein Gegenhalter 3a, wie im 3. Ausführungsbeispiel gezeigt, kann hierzu vorgesehen werden.

[0082] Sobald der Werkstoff des oberen Bauteiles 1 in Kontakt mit dem Absatz 4a des Stempelhauptkörpers 4e gelangt, wird die weitere Bewegung des Werkstoffes der zu verbindenden Bauteile 1, 2 entgegen der Richtung der Stempelbewegung behindert. Die herausgebildete Erhebung 2a wird deshalb bei weiterer Zustellung des Stempelwerkzeuges 4 in ihrer Größe reduziert und der noch unter der, vorzugsweise kegelig ausgebildeten, Stirnfläche 4c des Stempelhauptkörpers 4 befindliche Werkstoff muss radial nach außen fließen. Dabei bildet sich, wie in den anderen Ausführungsbeispielen beschrieben, eine Hinterschneidung heraus.

[0083] Das Verhältnis der Durchmesser von Stempelstirnfläche 4c und Stempelabsatz 4a kann in Abhängigkeit von der Festigkeit der zu verbindenden Materialien und der Fügekraft wiederum so gewählt werden, dass kein bleibender Eindruck des Stempelabsatzes 4a im oberen Bauteil 1 verursacht wird.

[0084] Es versteht sich, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sowie der erfindungsgemäßen Vorrichtung auch mehr als zwei Bauteile miteinander verbindbar sind. Ebenso ist klar, dass auch oder ausschließlich das Gegenwerkzeug als bewegte Komponente ausgebildet sein kann. Die Anordnung der Werkzeuge im Raum ist ebenfalls beliebig.

[0085] Auch ist denkbar eine Mehrzahl von Verbindungen gleichzeitig zu erwirken. Die geometrische Kontur der Werkzeuge sowie der Fügestellen ist im wesentli-

chen beliebig wählbar.

[0086] Als Werkstoff für die zu fügenden Bauteile sind alle elastisch verformbaren Materialien, insbesondere Bleche und Kunststoffe, denkbar. Die einzelnen Bauteile können auch aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum dauerhaften Verbinden von einander überlappenden, plattenförmigen Bauteilen (1, 2), insbesondere von Blechen, durch umformendes Herstellen einer Hinterschneidung (1a) zwischen den Bauteilen (1, 2) in einem Arbeitshub mit den Einzelschritten:

- Anordnen der zu verbindenden Bauteile (1, 2) zwischen einem Stempelvorsprung (4b) eines Stempelwerkzeuges (4) und einer Auflagefläche (3c) eines Gegenwerkzeuges (3), **gekennzeichnet durch** :

- Eindrücken des Stempelvorsprungs (4b) in die zu verbindenden Bauteile (1, 2) unter Ausbildung einer temporären Erhebung (2a) auf der dem Gegenwerkzeug (3) zugewandten Seite der Bauteile (1, 2) und Trennung von Bereichen derselben außerhalb eines Einflussbereiches des Stempelvorsprungs (4b) von einer Auflagefläche (3c) des Gegenwerkzeuges (3), und
- Ausbilden einer Hinterschneidung (1a) der Bauteile (1, 2) **durch** weitere Reduzierung einer Bodendicke in der Erhebung (2a),

wobei ein Niederhalter (5) auf das Gegenwerkzeug (3) zu bewegt wird, und **dadurch** eine definierten Haltekraft auf die Bauteile (1, 2) während der plastischen Verformung ausgeübt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** einen zusätzlichen Schritt des Stabilisierens der Bauteile (1, 2) mittels eines Gegenhalters (3a), **durch** den die Bauteile (1, 2) entgegen der Bewegungsrichtung des Stempelwerkzeuges (4) zu diesem hin gedrängt werden.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewegung des Stempelvorsprungs (4b) auf das Gegenwerkzeug (3) zu zumindest während eines Teils des Stempelweges mit einer Taumelbewegung überlagert wird, wobei die Taumelbewegung vorzugsweise kreis- oder rosettenförmig erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stempel (4), der Niederhalter (5) und/oder der Gegenhalter (3a) hydraulisch, pneumatisch, magnetisch, mechanisch

oder piezoelektrisch kraftbeaufschlagt werden, wobei vorzugsweise die Kraftbeaufschlagung mittels eines oder mehrerer Impulse erfolgt.

5. Verfahren nach Ansprüche 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftbeaufschlagung während zumindest eines Teils des Stempelweges durch Überlagerung einer zusätzlichen zyklischen Kraft erfolgt, wobei bei Anwendung der Taumelüberlagerung mit Rosettenform der Taumelwinkel des Stempels und die zusätzliche zyklische Stempelkraft in eindeutiger Abhängigkeit zueinander aufeinander abgestimmt sind.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftbeaufschlagung des Niederhalters (5) gesteuert erfolgt und insbesondere an einem definierten Punkt der Bewegung des Stempels (4) stark zunimmt und **dadurch** die entgegen der Bewegungsrichtung des Stempels (4) gerichtete Bewegung der Bauteile (1, 2) stoppt und umkehrt, oder daß die an einem definierten Punkt der Bewegung des Stempels (4) die entgegen der Bewegungsrichtung des Stempels (4) gerichtete Bewegung der Bauteile (1, 2) durch einen Stempelabsatz (4a) gestoppt wird und umgekehrt, oder daß an einem definierten Punkt der Bewegung des Stempels (4) die entgegen der Bewegungsrichtung des Stempels (4) gerichtete Bewegung der Bauteile (1, 2) durch einen mittelbaren oder unmittelbaren mechanischen Anschlag (6a) des Niederhalters (5) am Stempel gestoppt wird und umgekehrt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Anschluss an die Ausbildung der Hinterschneidung (1a) eine Werkzeugbewegung in Richtung eines Flachdrückens der Erhebung (2a) erfolgt.
8. Vorrichtung zum dauerhaften Verbinden von einander überlappenden, plattenförmigen Bauteilen (1, 2), insbesondere von Blechen, durch umformendes Herstellen einer Hinterschneidung (1 a) zwischen den Bauteilen (1, 2) mit: einem Stempelwerkzeug (4), das entlang einer Hauptarbeitsrichtung (A) auf ein Gegenwerkzeug (3) zu und von diesem weg bewegbar ist, wobei ein Hauptkörper (4e) des Stempelwerkzeuges (4) an seiner dem Gegenwerkzeug (3) zugewandten Seite einen Stempelabsatz (4a) aufweist, aus dem ein Stempelvorsprung (4b) hervorragt, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gegenwerkzeug (3) an seiner dem Stempelwerkzeug (4) zugewandten Seite flächig ausgebildet ist, und der Hauptkörper (4e) des Stempelwerkzeuges (4) von einem Niederhalter (5) umgeben ist, der relativ zu dem Hauptkörper (4e) auf die Bauteile (1, 2) bewegbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hauptkörper (4e) relativ zu dem Niederhalter (5) mittels eines Vorspannelementes, insbesondere einer Niederhalterfeder (8), entgegen einer Vorschubrichtung des Stempelwerkzeuges (4) vorgespannt ist. 5
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hauptkörper (4e) des Stempelwerkzeuges (4) zumindest während eines Teiles seiner Bewegung auf das Gegenwerkzeug (3) zu in einer Taumelbewegung bewegbar ist. 10
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine an dem Stempelabsatz (4b) angeordnete Stempelstimfläche (4c) im Wesentlichen flach, insbesondere eben, leicht ballig oder leicht kegelig ausgebildet ist, wobei vorzugsweise der Stempelvorsprung (4b) zur Stempelstimfläche (4c) hin leicht verjüngt ausgebildet ist. 15 20
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine an den Stempelabsatz (4b) angeordnete Stempelstimfläche (4c) im wesentlichen rechtwinklig zu einer Hauptarbeitsrichtung (A) oder zu dieser geringfügig geneigt ist. 25
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Übergang von der Stempelstimfläche (4c) zu einer Mantelfläche (4d) des Stempelvorsprungs (4b) in Form eines Radius oder einer Schleppkurve ausgebildet ist, oder ein Übergang von der Stempelstimfläche (4c) zu einer Mantelfläche (4d) des Stempelvorsprungs (4b) in Form einer Fase oder einer Doppelfase ausgebildet ist wobei in jedem Falle vorzugsweise das den Übergang von der Stempelstimfläche (4c) zur Mantelfläche (4d) bildendes Formelement kleiner als 0,2 Millimeter ist. 30 35
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gegenwerkzeug (3) als einteiliger Amboss (3b) ausgebildet ist, dessen dem Stempelwerkzeug (4) zugewandte Seite als eine im Wesentlichen flache, insbesondere ebene, leicht ballige oder leicht kegelige Auflagefläche (3c) für die Bauteile (1,2) ausgebildet ist, wobei vorzugsweise die Auflagefläche (3c) des Gegenwerkzeuges (3) größer als die an den Bauteilen (1,2) ausgebildete Erhebung (2a) ist. 40 45 50
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abmessungen der Auflagefläche (3c) des Gegenwerkzeuges (3) größer oder im Wesentlichen gleich den äußeren Abmessungen des Niederhalters (5) sind und/oder daß die Auflagefläche (3c) frei von Absätzen oder Ausnehmungen ausgebildet ist. 55

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** sowohl ein der Stempelstimfläche (4c) gegenüberliegender Bereich der Auflagefläche (3c) des Gegenwerkzeuges (3) als auch ein dem Stempelabsatz (4a) gegenüberliegender Bereich der Auflagefläche (3c) des Gegenwerkzeuges (3) im Wesentlichen auf einer zur Hauptarbeitsrichtung (A) senkrechten Ebene liegen..
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Amboss (3b) des Gegenwerkzeuges (3) zumindest teilweise von einem Gegenhalter (3a) umgeben ist, der relativ zu dem Amboss (3b) in Hauptarbeitsrichtung (A) bewegbar ist, wobei vorzugsweise der Gegenhalter (3a) pneumatisch, hydraulisch, magnetisch, mechanisch und/oder piezoelektrisch mit einer Kraft beaufschlagbar ist, die einer Stempel- und/oder Niederhalterkraft entgegengerichtet ist.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hauptkörper (4e) des Stempelwerkzeuges (4), der Niederhalter (5), der Amboss (3b) und/ oder der Gegenhalter (3a) kreis- oder kreisringförmige Querschnitte aufweisen, oder daß der Hauptkörper (4e) des Stempelwerkzeuges (4), der Niederhalter (5), der Amboss (3b) und/oder der Gegenhalter (3a) einen von einer Kreisform abweichenden Querschnitt, insbesondere einen eckigen Querschnitt aufweisen.

Claims

1. A method for permanently joining overlapping plate-shaped parts (1, 2), particularly metal sheets, by producing an undercut (1a) between the parts (1, 2) in a deforming manner in a working stroke, the method comprising the individual steps:
- disposing the parts to be joined (1, 2) between a protrusion (4b) of a punch tool (4) and a support area (3c) of a counter-tool (3), **characterized by**
 - pressing the punch protrusion (4b) into the parts (1, 2) to be joined with formation of a temporary elevation (2a) on the side of the parts (1, 2) that faces the counter-tool (3), and separating areas thereof outside a sphere of influence of the punch protrusion (4b) from a support area (3c) of the counter-tool (3), and
 - forming an undercut (1a) in the parts (1, 2) by further reducing a bottom thickness in the elevation (2a),

wherein a hold-down means (5) is moved towards the counter-tool (3), and a defined holding force is

thereby exerted on the parts (1, 2) during plastic deformation.

2. The method according to claim 1, **characterized by** an additional step of stabilizing the parts (1, 2) by means of a counter-holder (3a) by which the parts (1, 2) are pressed in a direction opposite to the direction of movement of the punch tool (4) towards said tool.
3. The method according to any one of claims 1 or 2, **characterized in that** the movement of the punch protrusion (4b) towards the counter-tool (3) is superposed with a tumble movement at least over part of the punch path, the tumble movement being preferably carried out in the form of a circle or rosette.
4. The method according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** the punch (4), the hold-down means (5) and/or the counter-holder (3a) are force-actuated hydraulically, magnetically, mechanically or piezoelectrically, the force actuation being preferably carried out by means of one or several pulses.
5. The method according claim 4, **characterized in that** the force actuation for at least part of the punch path is carried out by superimposing an additional cyclic force, the tumble angle of the punch and the additional cyclic punch force being matched to one another clearly in dependence upon one another upon application of a tumble superposition in the form of a rosette.
6. The method according to any one of claims 4 or 5, **characterized in that** the force actuation of the hold-down means (5) is carried out in a controlled way and strongly increases particularly at a defined point of the movement of the punch (4), and the movement of the parts (1, 2) that is directed opposite to the direction of movement of the punch (4) is thereby stopped and reversed, or that at a defined point of the movement of the punch (4) the movement of the parts (1,2) that is directed opposite to the direction of movement of the punch (4) is stopped and reversed by a punch shoulder (4a), or that at a defined point of the movement of the punch (4) the movement of the parts (1, 2) that is directed opposite to the direction of movement of the punch (4) is stopped and reversed by an indirect or direct mechanical stop (6a) of the hold-down means (5) on the punch.
7. The method according to any one of claims 1 to 6, **characterized in that** following the formation of the undercut (1a) a tool movement is carried out for flattening the elevation (2a).
8. A device for permanently joining overlapping plate-shaped parts (1, 2) particularly metal sheets, by pro-

ducing an undercut (1a) between the parts (1, 2) in a deforming manner, comprising:

a punch tool (4) which is movable along a main working direction (A) towards and away from a counter-tool (3), a main body (4e) of the punch tool (4) being provided at its side facing the counter-tool (3) with a punch shoulder (4a) from which a punch protrusion (4b) projects,

characterized in that

the counter-tool (3) is configured to be planar on its side facing the punch tool (4), and the main body (4e) of the punch tool (4) is surrounded by a hold-down means (5) which is movable relative to the main body (4e) towards the parts (1, 2).

9. The device according to claim 8, **characterized in that** the main body (4e) is biased relative to the hold-down means (5) by means of a biasing element, particularly a hold-down spring (8), in a direction opposite to an advance direction of the punch tool (4).
10. The device according to any one of claims 8 or 9, **characterized in that** the main body (4e) of the punch tool (4) is movable at least for part of its movement towards the counter-tool (3) in a tumbling movement.
11. The device according to any one of claims 8 to 10, **characterized in that** a punch face (4c) which is arranged on the punch shoulder (4b) is configured to be substantially flat, particularly planar, slightly spherical or slightly conical, the punch protrusion (4b) being preferably configured to be slightly tapering towards the punch face (4c).
12. The device according to any one of claims 8 to 11, **characterized in that** a punch face (4c) which is arranged on the punch shoulder (4b) is substantially at a right angle relative to a main working direction (A) or is slightly inclined relative to said direction.
13. The device according to any one of claims 8 to 12, **characterized in that** a transition is formed from the punch face (4c) to a lateral surface (4d) of the punch protrusion (4b) in the form of a radius or a drag curve, or a transition is formed from the punch face (4c) to a lateral surface (4d) of the punch protrusion (4b) in the form of a bevel or a double bevel, the shaped element which forms the transition from the punch face (4c) to the lateral surface (4d) being preferably smaller than 0.2 millimeter at any rate.
14. The device according to at any one of claims 8 to 13, **characterized in that** the counter-tool (3) is designed as a one-part anvil (3b) whose side facing the punch tool (4) is configured as a substantially

flat, particularly planar, slightly spherical or slightly conical support area (3c) for the parts (1, 2), the support area (3c) of the counter-tool (3) being preferably greater than the elevation (2a) formed on the parts (1, 2).

15. The device according to claim 14, **characterized in that** the dimensions of the support area (3c) of the counter-tool (3) are larger than or substantially equal to the external dimensions of the hold-down means (5) and/or that the support area (3c) is configured without shoulders or recesses.

16. The device according to any one of claims 14 or 15, **characterized in that** both a portion of the support area (3c) of the counter-tool (3) that is opposite to the punch face (4c) and a portion of the support area (3c) of the counter-tool (3) that is opposite to the punch shoulder (4a) are substantially in a plane perpendicular to the main working direction (A).

17. The device according to any one of claims 14 to 16, **characterized in that** the anvil (3b) of the counter-tool (3) is surrounded at least in part by a counter-holder (3a) which is movable relative to the anvil (3b) in the main working direction (A), the counter-holder (3a) being preferably actuable pneumatically, hydraulically, magnetically, mechanically and/or piezo-electrically by a force that is opposite to a force of the punch and/or hold-down means.

18. The device according to any one of claims 8 to 17, **characterized in that** the main body (4e) of the punch tool (4), the hold-down means (5), the anvil (3b) and/or the counter-holder (3a) have circular or annular cross-sections, or that the main body (4e) of the punch tool (4), the hold-down means (5), the anvil (3b) and/or the counter-holder (3a) have a cross-section differing from a circular shape, particularly a polygonal cross-section.

Revendications

1. Dispositif pour la liaison longue durée de pièces (1, 2) se chevauchant l'une sur l'autre et en forme de plaques, particulièrement des tôles, par la fabrication par déformation d'une contre-dépouille (1a) entre les pièces (1, 2) dans une course de travail avec les étapes individuelles:

- la placement des pièces (1, 2) à relier entre une saillie de poinçon (4b) d'un outil de poinçonnage (4) et une surface d'appui (3c) d'un contre-outil (3),

caractérisé par :

- l'enfoncement de la saillie de poinçon (4b) dans les pièces (1, 2) à relier par la formation d'un bossage (2a) temporaire sur le côté des pièces (1, 2) tourné contre le contre-outil (3) et la séparation de zones de celles-ci en-dehors d'une zone d'influence de la saillie de poinçon (4b) d'une surface d'appui (3c) du contre-outil (3), et
- la formation d'une contre-dépouille (1a) des pièces (1, 2) par un rétrécissement supplémentaire d'une épaisseur de fond dans le bossage (2a), moyennant quoi un serre-flanc (5) est déplacé vers le contre-outil (3) et ainsi une force de retenue définie est exercée sur les pièces (1, 2) pendant la déformation plastique.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé par** une étape supplémentaire de stabilisation des pièces (1, 2) au moyen d'un contre-support (3a) par lequel les pièces (1, 2) sont poussées contre le sens de mouvement de l'outil de poinçonnage (4) en direction de celui-ci.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le mouvement de la saillie de poinçon (4b) vers le contre-outil (3) est superposé au moins pendant une partie de la course du poinçon à un mouvement de nutation, le mouvement de nutation étant réalisé de préférence en forme de cercle ou de rosace.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le poinçon (4), le serre-flanc (5) et/ou le contre-support (3a) sont sollicités par une force hydraulique, magnétique, mécanique et/ou piézoélectrique, la sollicitation en force étant de préférence réalisée au moyen d'une ou plusieurs impulsions.

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la sollicitation en force est réalisée pendant au moins une partie de la course du poinçon par superposition d'une force cyclique supplémentaire, moyennant quoi en appliquant la superposition en nutation avec une forme en rosace, l'angle de nutation du poinçon et la force de poinçonnage cyclique supplémentaire sont définis l'un par rapport à l'autre et l'un sur l'autre dans une dépendance évidente.

6. Procédé selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** la sollicitation en force du serre-flanc (5) est réalisée par une commande et particulièrement augmente fortement sur un point défini du mouvement du poinçon (4) et arrête et inverse ainsi le mouvement des pièces (1, 2) dirigé contre le sens de mouvement du poinçon (4), ou que sur un point défini du mouvement du poinçon (4) le mouvement des pièces (1, 2) dirigé contre le sens de mouvement du poinçon (4) est arrêté par une butée de poinçon (4a)

- et inversement, ou que sur un point défini du mouvement du poinçon (4), le mouvement des pièces (1, 2) dirigé contre le sens de mouvement du poinçon (4) est arrêté sur le poinçon par une butée mécanique (6a) directe ou indirecte du serre-flan (5) et inversement.
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** dans le raccord sur la réalisation de la contre-dépouille (1a), un mouvement de l'outil se produit dans le sens d'un aplatissement du bossage (2a). 10
 8. Dispositif pour la liaison longue durée de pièces (1, 2) se chevauchant l'une sur l'autre et en forme de plaques, particulièrement des tôles, par la fabrication par déformation d'une contre-dépouille (1a) entre les pièces (1, 2) avec : un outil de poinçonnage (4) qui est mobile le long d'un sens de travail principal (A) sur un contre-outil (3) vers et depuis celui-ci, un corps principal (4a) de l'outil de poinçonnage (4) présentant une butée de poinçon (4a) sur son côté tourné contre le contre-outil (3) duquel une saillie de poinçonnage (4b) dépasse, **caractérisé en ce que** le contre-outil (3) est formé de manière plane sur son côté tourné contre l'outil de poinçonnage (4), et le corps principal (4e) de l'outil de poinçonnage (4) est entouré d'un serre-flan (5) qui est mobile sur les pièces (1, 2) par rapport au corps principal (4e). 20 25 30
 9. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le corps principal (4e) par rapport au serre-flan (5) est précontraint au moyen d'un élément de précontrainte, particulièrement d'un ressort de serre-flan (8), contre un sens de poussée de l'outil de poinçonnage (4). 35
 10. Dispositif selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce que** le corps principal (4e) de l'outil de poinçonnage (4) est mobile dans un mouvement de nutation au moins pendant une partie de son mouvement vers le contre-outil (3). 40
 11. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce qu'une** surface frontale de poinçon (4c) placée sur la butée de poinçon (4) est formée de manière essentiellement plate, particulièrement plane, légèrement convexe ou légèrement conique, la saillie de poinçon (4b) étant formée de préférence légèrement rétrécie en direction de la surface frontale de poinçon (4c). 45 50
 12. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 11, **caractérisé en ce qu'une** surface frontale de poinçon (4c) placée sur la saillie de poinçon (4b) est essentiellement orthogonale par rapport à un sens de travail principal (A) ou légèrement inclinée par rapport à celui-ci. 55
 13. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 12, **caractérisé en ce qu'un** passage de la surface frontale de poinçon (4c) à une surface d'enveloppe (4d) de la saillie de poinçon (4b) est en forme de rayon ou de tractrice ou un passage de la surface frontale de poinçon (4c) à une surface d'enveloppe (4d) de la saillie de poinçon (4b) est biseauté ou doublement biseauté, moyennant quoi dans tous les cas l'élément de déformation formant le passage de la surface frontale de poinçon (4c) à une surface d'enveloppe (4d) est de préférence inférieur à 0,2 millimètres.
 14. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 13, **caractérisé en ce que** le contre-outil (3) est formé comme une enclume monobloc (3b) dont le côté tourné contre l'outil de poinçonnage (4) est formé comme une surface d'appui (3c) pour les pièces (1, 2) essentiellement plate, particulièrement plane, légèrement convexe ou légèrement conique, moyennant quoi de préférence la surface d'appui (3c) du contre-outil (3) est plus grande que le bossage (2a) formé sur les pièces (1, 2).
 15. Dispositif selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** les dimensions de la surface d'appui (3c) du contre-outil (3) sont supérieures ou essentiellement égales aux dimensions extérieures du serre-flan (5) et/ou que la surface d'appui (3c) est formée sans butée ni évidement.
 16. Dispositif selon la revendication 14 ou 15, **caractérisé en ce qu'aussi** bien une zone de la surface d'appui (3c) du contre-outil (3) opposée à la surface frontale de poinçon (4c), qu'une zone de la surface d'appui (3c) du contre-outil (3) opposée à la butée de poinçon (4a), reposent essentiellement sur un plan vertical par rapport au sens de travail principal (A).
 17. Dispositif selon l'une des revendications 14 à 16, **caractérisé en ce que** l'enclume (3b) du contre-outil (3) est au moins partiellement entourée d'un contre-support (3a) qui est mobile par rapport à l'enclume (3b) dans le sens de travail principal (A), moyennant quoi le contre-support (3a) peut être alimenté de préférence par une force hydraulique, magnétique, mécanique et/ou piézoélectrique qui est dirigée contre une force de poinçon et/ou de serre-flan.
 18. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 17, **caractérisé en ce que** le corps principal (4e) de l'outil de poinçonnage (4), le serre-flan (5), l'enclume (3b) et/ou le contre-support (3a) présentent des sections transversales circulaires ou annulaires, ou que le corps principal (4e) de l'outil de poinçonnage (4), le serre-flan (5), l'enclume (3b) et/ou le contre-support (3a) présentent une section transversale s'écartant

d'une forme circulaire, particulièrement une section transversale polygonale.

5

10

15

20

25

30

35

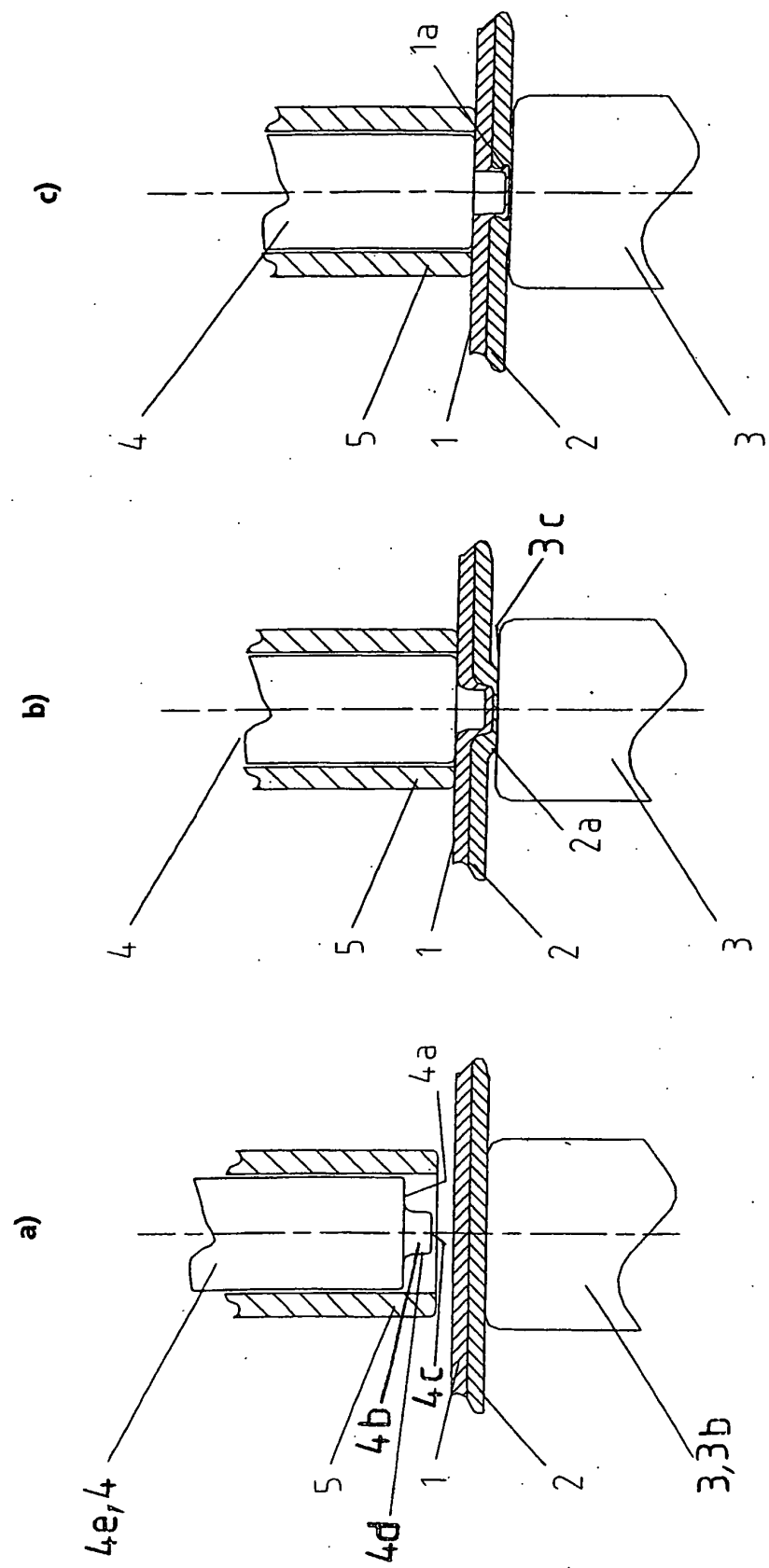
40

45

50

55

Fig. 1



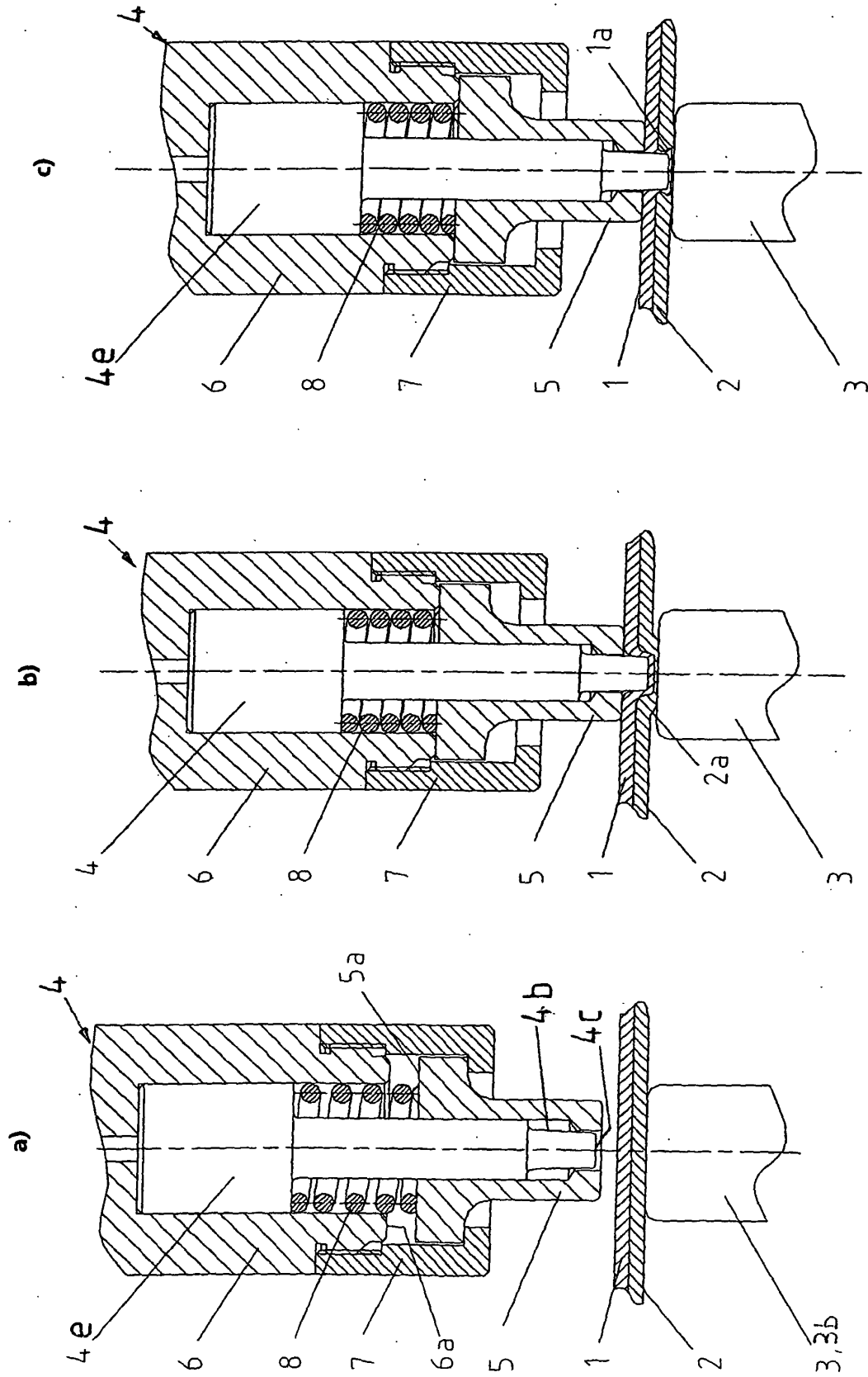


Fig. 2

Fig. 3

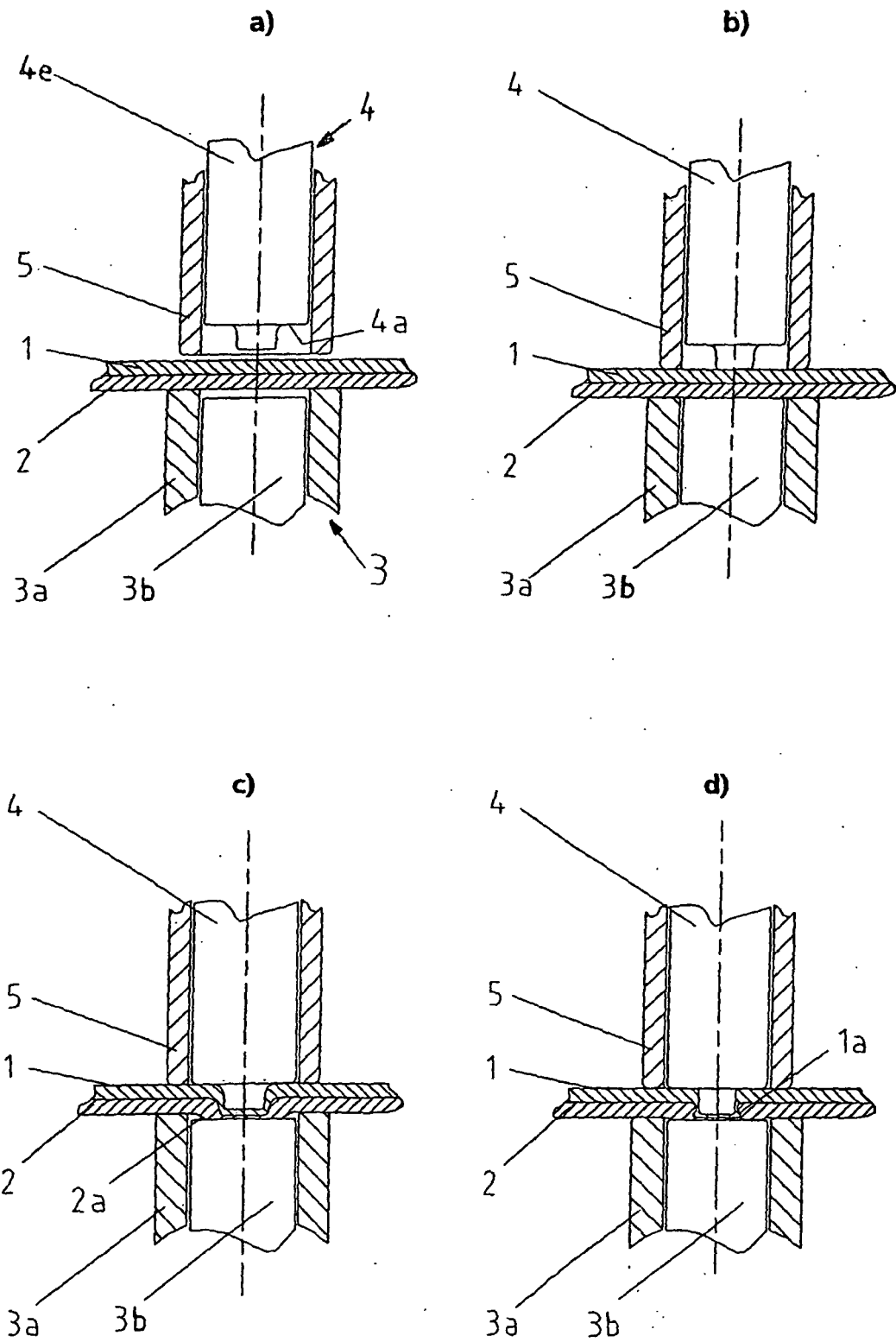


Fig. 4

