

(19)



(11)

**EP 2 108 467 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:

**14.10.2009 Patentblatt 2009/42**

(51) Int Cl.:

**B21D 22/22 (2006.01)**(21) Anmeldenummer: **09156326.2**(22) Anmeldetag: **26.03.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**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 SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

**AL BA RS**(30) Priorität: **11.04.2008 DE 102008018656**(71) Anmelder: **ThyssenKrupp Steel AG****47166 Duisburg (DE)**

(72) Erfinder:

- **Flehmig, Thomas**  
**40885, Ratingen (DE)**
- **Savvas, Konstantinos**  
**46045 Oberhausen (DE)**

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack****Patent- und Rechtsanwälte  
Bleichstraße 14  
40211 Düsseldorf (DE)****(54) Verfahren zur Herstellung von hochmaßhaltigen Halbschalen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Umformen von Platinen durch Ziehen in einem Werkzeug mit einem Stempel, einer Matrize und einem Niederhalter. Die Aufgabe, ein gattungsgemäßes Verfahren zum Umformen von Platinen durch Ziehen in einem Werkzeug zur Verfügung zu stellen, mit welchem hochmaßhaltige, umgeformte Platinen, insbesondere Halbschalen, erzeugt werden können, die aufgrund der hohen Maßhaltigkeit besonders gut im Kraftfahrzeugbau verwendbar sind, wird dadurch gelöst, dass eine Platine mit einer Vielzahl eingebrachter Aufwölbungen in ein Werkzeug eingebracht wird, der Niederhalter in den Flanschbereich

chen der Platine in einem ersten Verfahrensabschnitt in eine erste Position gebracht wird, welche der Höhe der Aufwölbungen des Flanschbereichs der Platine addiert zur Platinendicke entspricht, der Niederhalter die Flanschbereiche der Platine in dieser Position niederhält, die Platine unter Verwendung des Stempels im ersten Verfahrensabschnitt im Werkzeug vorgeformt wird und in einem zweiten Verfahrensabschnitt der Niederhalter und der Stempel in die Endlagen gebracht werden, so dass die Platine durch den Stempel zur Endform umgeformt wird und der Niederhalter die Aufwölbungen der Flanschbereiche der Platine glättet.

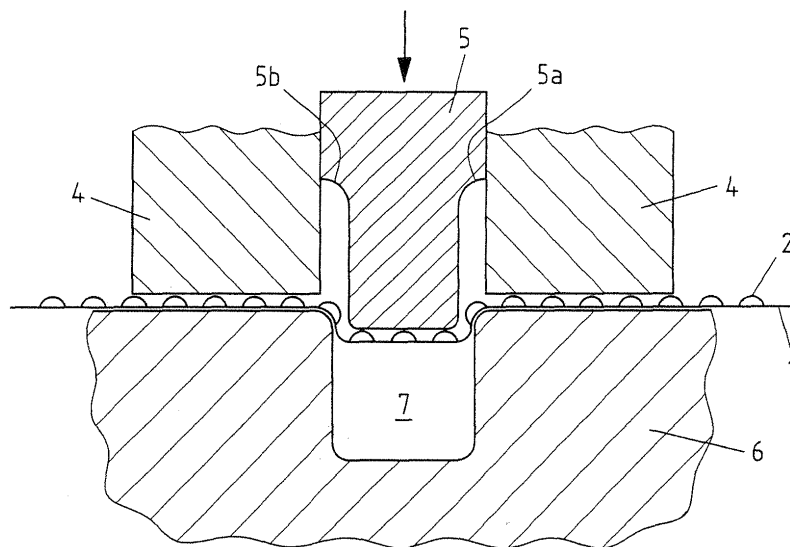


Fig.4

**EP 2 108 467 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Umformen von Platinen durch Ziehen in einem Werkzeug mit einem Stempel, einer Matrice und einem Niederhalter.

**[0002]** Die Maßhaltigkeit von Halbschalenteilen, welche durch Ziehen einer Platine hergestellt werden, ist regelmäßig Gegenstand von Qualitätsproblemen in der Fertigung. Hohe Anforderungen an die Maßhaltigkeit werden insbesondere im Kraftfahrzeugbau gestellt, da die Halbschalenteile häufig mit anderen Bauteilen oder Halbschalenteilen zusammenwirken oder mit diesen gefügt werden müssen. Die Maßhaltigkeit von umgeformten Platinen wird wesentlich dadurch beeinflusst, dass durch Umformprozesse Spannungen in die Platinen eingebracht werden, welche sich durch eine Rückfederung der umgeformten Platine nach dem Umformen bemerkbar machen. Dies verringert die Maßhaltigkeit der umgeformten Platine deutlich und erschwert den Herstellungsprozess für hoch präzise Bauteile erheblich. Bislang wurde dieses Problem gelöst, indem eine Vorform hergestellt wurde, um diese in einem weiteren Werkzeug zur Endform umzuformen. Durch den Zwischenschritt der Vorformerstellung sind einerseits die pro Umformschritt eingebrachten Dehnungen nicht so groß. Andererseits hingegen entstehen aufgrund des Zwischenschrittes der Herstellung einer Zwischenform relativ hohe Kosten. Vor allem die Umformwerkzeuge für die Vorform aber auch die Verlängerung der Herstellzeiten durch zwei getrennte Arbeitsschritte führen zu einer Kostenbelastung des Gesamtprozesses bis zur Herstellung des fertigen Bauteils.

**[0003]** Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 197 42 818 A1 ist daneben die Herstellung eines Strukturbauteils für Kraftfahrzeuge bekannt, welches ein Verstärkungsblech aufweist, das durch Vertiefungen und Erhöhungen eine Verformungsreserve bei der Verformung des Grundblechs und des Verstärkungsblechs bereitstellt. Das mit Erhöhungen und Vertiefungen versehene Verstärkungsblech soll eine Faltenbildung bzw. eine Rissbildung während der gemeinsamen Umformung mit dem Grundblech verhindern. Die genannte deutsche Offenlegungsschrift beschäftigt sich also mit der Umformung verstärkter bzw. "gepatchter" Platinen. Zwar können für das Verstärkungsblech Risse und Faltenbildung während der Umformung durch Bereitstellen von Verformungsreserven in Form der Aufwölbungen verhindert werden. Die Maßhaltigkeit der umgeformten Platine außerhalb des verstärkten Bereichs wird allerdings nicht verbessert.

**[0004]** Die europäische Patentschrift EP 1 708 832 B1 offenbart ein Innenhochdruckumformen einer Platine mit Aufwölbungen und/oder Vertiefungen, wobei durch die Aufwölbungen/Vertiefungen der maximale Umformgrad erhöht werden soll. Innenhochdruckumformung ist nur in Kombination mit geschlossenen Hohlprofilen anwendbar. Daher werden keine Halbschalen mit diesem Verfahren hergestellt. Zudem ist die wirkmedienbasierte

Umformung sehr aufwändig und verhältnismäßig teuer gegenüber dem konventionellen Tiefziehen.

**[0005]** Von diesem Stand der Technik ausgehend hat sich die vorliegende Erfindung zur Aufgabe gestellt, ein Verfahren zum Umformen von Platinen durch Ziehen in einem Werkzeug mit einem Stempel, einer Matrice und einem Niederhalter zur Verfügung zu stellen, mit welchem hochmaßhaltige, umgeformte Platinen erzeugt werden können, die aufgrund der hohen Maßhaltigkeit besonders gut im Kraftfahrzeugbau verwendbar sind.

**[0006]** Gemäß einer ersten Lehre der vorliegenden Erfindung wird die oben aufgezeigte Aufgabe für ein gattungsgemäßes Verfahren dadurch gelöst, dass eine Platine mit einer Vielzahl eingebrachter Aufwölbungen in ein Werkzeug, beispielsweise ein Gesenk, eingebracht wird, der Niederhalter in den Flanschbereichen der Platine in einem ersten Verfahrensabschnitt in eine erste Position gebracht wird, welche der Höhe der Aufwölbungen der Flanschbereiche der Platine addiert zur Platinendicke entspricht, der Niederhalter die Flanschbereiche der Platine in dieser Position niederhält, die Platine unter Verwendung des Stempels im ersten Verfahrensabschnitt im Werkzeug vorgeformt wird und in einem zweiten Verfahrensabschnitt der Niederhalter und der Stempel in die Endlagen gebracht werden, so dass die Platine durch den Stempel zur Endform umgeformt wird und der Niederhalter die Aufwölbungen der Flanschbereiche der Platine glättet.

**[0007]** Es hat sich gezeigt, dass durch das erfindungsgemäße Verfahren beim Umformen der Platinen Verformungsreserven zur Verfügung gestellt werden können und die Platine während des Umformens auf ihrer gesamten Querschnittslänge gestaucht werden kann. Durch die verbesserten Verformungsreserven aufgrund der Materialbereitstellung in den Aufwölbungen, sind größere Umformgrade beim Ziehen erzielbar. Es können durch die Stauchung der Platine auf ihrer gesamten Querschnittslänge vorhandene Spannungen ausgerichtet werden. Dies führt zu besonders maßhaltigen Bauteilen, da eine Rückfederung oder eine Rückumformung der Bauteile dann hauptsächlich in eine Richtung erfolgt. Erfindungsgemäß wird im ersten Verfahrensabschnitt die Verformungsreserve insbesondere in den Übergangsbereichen zwischen Stempel und Ziehradius, welche durch die Aufwölbungen zur Verfügung gestellt werden, genutzt. Im zweiten Verfahrensabschnitt, welcher eher einem Prägen entspricht, erfolgt dann die Stauchung der Aufwölbungen und damit des nahezu fertig geformten Bauteils über seine gesamte Querschnittsfläche. Beide Verfahrensabschnitte finden vorzugsweise im gleichen Werkzeug, beispielsweise im gleichen Gesenk statt, so dass gegenüber dem bisher bekannten Vorformen deutliche Kosteneinsparungen ermöglicht und gleichzeitig hochmaßhaltige Bauteile zur Verfügung gestellt werden können.

**[0008]** Besonders ausgeprägt ist der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens bei der Herstellung von halbschalenförmigen Bauteilen, d.h. bei Bauteilen, die beim

konventionellen Herstellverfahren häufig von einer starken Rückfederung betroffen sind. Das erfindungsgemäße Verfahren führt zu einer deutlichen Reduzierung der Rückfederung und damit zu einer wesentlichen Steigerung der Maßhaltigkeit der Halbschalen.

**[0009]** Gemäß einer ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung bleiben während des ersten Verfahrensabschnitts die Aufwölbungen in der vorgeformten Platine bestehen und in dem zweiten Verfahrensabschnitt wird zuerst der Niederhalter und anschließend der Stempel in die Endlagen gebracht, so dass zuerst im Bereich des Niederhalters und dann im restlichen Bereich die Aufwölbungen geglättet werden. Hierdurch können die Spannungen im gezogenen Bauteil besonders gut und prozesssicher ausgerichtet werden.

**[0010]** Vorzugsweise bestehen gemäß einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung die Platinen aus Stahl oder einer höher- oder höchstfesten Stahllegierung. Insbesondere umgeformte Bauteile aus Stahl oder Stahllegierungen neigen zu Problemen im Hinblick auf die Maßhaltigkeit durch Rückfederungen, so dass das erfindungsgemäße Verfahren bei diesen Werkstoffen besonders vorteilhaft ist. Höher- und höchstfeste Stahllegierungen bieten den Vorteil besonders geringe Wanddicken bei gleichbleibender Festigkeit zur Verfügung zu stellen, so dass Gewichtseinsparungen möglich sind.

**[0011]** Vorzugsweise sind gemäß einer nächsten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens am Ende des Ziehvorgangs alle Aufwölbungen der Platine geglättet, so dass die maximale Verformungsreserve der Platine ausgenutzt wird und gleichzeitig eine Reduzierung der Rückfederung erfolgt ist.

**[0012]** Werden die Aufwölbungen im ersten Verfahrensabschnitt in Einlaufbereichen zwischen Flansch und Zargen gestreckt, sind aufgrund des zusätzlich zur Verfügung gestellten Materials besonders hohe Umformgrade des Ziehradius möglich.

**[0013]** Weist der Stempel des Werkzeugs eine Erweiterung in Richtung des Ziehradius auf, welche den Ziehradius am Bauteil erzeugt, kann eine unerwünschte Eckenbildung beim zweiten Verfahrensabschnitt verhindert werden.

**[0014]** Sollen in bevorzugter Weise die Aufwölbungen im Zargenbereich aufrechterhalten werden, wird ein Ziehspalt zwischen Platine und Werkzeug größer oder gleich der Höhe der Aufwölbungen addiert zu der Blechdicke bereitgestellt. Dies wird insbesondere dann benötigt, wenn im Wesentlichen senkrechte Zargen unter Aufrechterhaltung der Aufwölbungsstruktur hergestellt werden sollen.

**[0015]** Ist der Ziehspalt zwischen Platine und Werkzeug annähernd Null, kann die Glättung aller Aufwölbungen der Platine im zweiten Verfahrensabschnitt erfolgen.

**[0016]** Ein Kompromiss zwischen guter Verformungsreserve, einfacher Umformbarkeit und einem optimierten Materialfluss kann dadurch erreicht werden, dass gemäß einer nächsten weitergebildeten Ausführungsform des

erfindungsgemäßen Verfahrens die Oberfläche der mit Aufwölbungen versehenen Platine 0,1-10% größer ist als die einer ebenen Platine.

**[0017]** Bevorzugt sind als Aufwölbungen Noppen mit einer kreisförmigen, elliptischen, vieleckigen und/oder lang gestreckten Öffnungsfläche vorgesehen, die ein- oder wechselseitig angeordnet sein können. Diese können einfach in vorgelagerten Prozessen zur Herstellung der Platinen, beispielsweise durch bandweises Prägen unter Verwendung von Walzen, bereitgestellt werden.

**[0018]** Um einer ungleichmäßigen Verteilung der Verformungsreserven der Platine während der Umformung vorzubeugen, sind die Aufwölbungen auf der Platine derart angeordnet, dass auf der Platine gleichverteilte ebene Zwischenräume zwischen den Aufwölbungen entstehen. Besonders wichtig ist dies im Falle der Verwendung von beispielsweise Aufwölbungen mit elliptischen und/oder langgestreckten Öffnungsflächen.

**[0019]** Schließlich wird die oben aufgezeigte Aufgabe gemäß einer zweiten Lehre der vorliegenden Erfindung durch die Verwendung einer mit dem erfindungsgemäßen Verfahren umgeformten Platine als Strukturbauteil, insbesondere im Kraftfahrzeugbau gelöst. Wie bereits oben erwähnt, zeichnen sich die entsprechenden Strukturbauteile durch eine besonders hohe Maßhaltigkeit aus und sind daher besonders gut für den Einsatz im Kraftfahrzeugbau gut. Aufgrund des einfachen Verfahrens und der hohen Umformgrade, welche mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erzielt werden können, können dem Fahrzeugbau damit besonders komplexe, hochmaßhaltige Strukturbauteile bzw. Halbschalen zur Verfügung gestellt werden. Je nach Bedarf und Einbausituation kann der Flansch am Strukturbauteil entfernt werden.

**[0020]** Es gibt nun eine Vielzahl von Möglichkeiten, das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von umgeformten Platinen bzw. die erfindungsgemäße Verwendung der entsprechend umgeformten Platinen auszugestalten und weiterzubilden. Hierzu wird verwiesen auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche sowie auf die Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung. Die Zeichnung zeigt in

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer gemäß einem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zu verwendenden Platine mit Aufwölbungen,

Fig. 2, 3 schematische Draufsichten auf unterschiedliche Aufwölbungen einer Platine,

Fig. 4 bis 7 eine schematische Schnittansicht eines Werkzeugs in Form eines Gesenks während der Durchführung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0021]** Zunächst zeigt Fig. 1 in einer perspektivischen Ansicht eine Platine 1, welche eine Vielzahl von Aufwölbungen 2 aufweist. Vorzugsweise sind die Aufwölbungen regelmäßig angeordnet und, wie in Fig. 1 angedeutet, mit einer kreisförmigen Öffnungsfläche versehen. Es können aber auch andere Aufwölbungen auf der Platine vorgesehen sein, wie beispielsweise Fig. 2 und 3 zeigen. In Fig. 2 ist ein Ausschnitt einer Platine in einer Draufsicht dargestellt, wobei Aufwölbungen 2' mit einer quadratischen Grundfläche und einer regelmäßigen Anordnung vorgesehen sind. In Fig. 3 sind langgestreckte Wulste 2'' als Aufwölbungen vorgesehen. Die Aufwölbungen dienen zur Bereitstellung von Verformungsreserven der Platine, wie sie bei einer erfindungsgemäßen Umformung in einem Werkzeug bereitgestellt werden müssen, um hochmaßhaltige Bauteile herzustellen.

**[0022]** Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zeigt Fig. 4 in einer schematischen Schnittansicht eines Gesenks 3 zur Herstellung einer Halbschale aus einer Platine durch Ziehen. Das Gesenk 3 weist einen Niederhalter 4, einen Stempel 5 und eine Matrize 6 auf, wobei die Platine 1 in die Matrize 6 unter Verwendung des Stempels 5 gezogen wird. Wie Fig. 4 zu erkennen ist, wird der Niederhalter 4, entsprechend dem ersten erfindungsgemäßen Verfahrensabschnitt, in eine Position gebracht, die der Höhe der Aufwölbungen addiert zur Platinendicke entspricht. In dieser Position hat der Niederhalter 4 über die Aufwölbungen 2 Kontakt mit der Platine 1 und hält so die Platine 1 während des ersten Verfahrensabschnitts in Position.

**[0023]** Der Stempel 5 formt nun die mit den Aufwölbungen 2 versehene Platine 1 im Bereich der Vertiefung 7 der Matrize 6 um. Durch Einfahren des Stempels 5 in die Matrize 6 werden die Aufwölbungen im Bereich des Ziehradius zwischen der späteren Zarge der umgeformten Platine 1 und dem durch die Niederhalter 4 gehaltenen Flanschbereich der Platine 1 aufrechterhalten bzw. bleiben bestehen, wie Fig. 5 zeigt.

**[0024]** In Fig. 5 ist das Ende des ersten Verfahrensabschnitts des Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Durch die Wahl der Position der Niederhalter 4 und das Vorsehen eines Ziehspaltes 8, welcher größer oder gleich der Höhe der Aufwölbungen addiert zur Platinendicke ist, wird erreicht, dass die Materialreserven zum Richten der Spannungen durch die Aufwölbungen zu einem großen Teil bis zum Ende des Vorformens erhalten bleiben.

**[0025]** Ein vollständiges Herausdrücken der Aufwölbungen im Bereich des Niederhalters 4, d.h. im Bereich des Flansches der Halbschale, wird dadurch erreicht, dass der Niederhalter weiter heruntergefahren wird, wie in Fig. 6 zu erkennen ist.

**[0026]** Fig. 7 zeigt das Gesenk 3 aus Fig. 4 am Ende des zweiten Verfahrensabschnitts in der Ausführung mit einem einteiligen Stempel. Im Falle von senkrechten Zargen, wie im vorliegend dargestellte Ausführungsbeispiel, kann der Spalt beim Vorformen bzw. Vorziehen beispielsweise auch durch einen teleskopartigen Stempel-

aufbau analog zum Stempel 5' erreicht werden. Dieser weist im Vorzug zunächst einen entsprechenden großen Spalt 8 auf. Durch Absenken des teleskopartigen umhüllenden Fertig-Stempels wird letztlich der Spalt beseitigt. Eine Umformung auf die Endform der Halbschale kann aber auch durch einen Stempel erreicht werden, welcher beispielsweise ausfahrbare Prägeelemente aufweist, mit welchen der Stempel die Platine zur Endform formt. Ein Stempelwechsel im zweiten Verfahrensabschnitt ist damit nicht unbedingt notwendig. Stempel dieser Art sind in den Figuren nicht dargestellt.

**[0027]** Der Stempel 5' weist noch Erweiterungen 5a und 5b auf, die den Bereich des Ziehradius zwischen Zarge und Flanschbereich um- bzw. ausformen. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine Stauchung über den gesamten Querschnitt des Bauteils erreicht, indem die Aufwölbungen vollständig aus der Platine 1 am Ende des zweiten Verfahrensabschnitts herausgedrückt werden bzw. geglättet sind. Die umgeformte Platine, d.h. die vorliegende Halbschale, weist deshalb eine besonders hohe Maßhaltigkeit auf, da aufgrund des Stauchens über die gesamte Querschnittsfläche eingebrachte Spannungen im Wesentlichen vollständig abgebaut und gezielt gerichtet werden können, so dass nahezu keine Rückfederungen auftreten. Gleichzeitig kombiniert das erfindungsgemäße Verfahren diesen Vorteil mit der Bereitstellung sehr großer Umformgrade, welche insbesondere bei der Verwendung von Platinen aus höher- oder höchstfesten Stählen vorteilhaft sind.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Umformen von Platinen durch Ziehen in einem Werkzeug mit einem Stempel, einer Matrize und einem Niederhalter, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Platine mit einer Vielzahl eingebrachter Aufwölbungen in ein Werkzeug eingebracht wird, der Niederhalter in den Flanschbereichen der Platine in einem ersten Verfahrensabschnitt in eine erste Position gebracht wird, welche der Höhe der Aufwölbungen des Flanschbereichs der Platine addiert zur Platinendicke entspricht, der Niederhalter die Flanschbereiche der Platine in dieser Position niederhält, die Platine unter Verwendung des Stempels im ersten Verfahrensabschnitt im Werkzeug vorgeformt wird und in einem zweiten Verfahrensabschnitt der Niederhalter und der Stempel in die Endlagen gebracht werden, so dass die Platine durch den Stempel zur Endform umgeformt wird und der Niederhalter die Aufwölbungen der Flanschbereiche der Platine glättet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des ersten Verfahrensabschnitts die Auf-

wölbungen in der vorgeformten Platine bestehen bleiben und in dem zweiten Verfahrensabschnitt zuerst der Niederhalter und anschließend der Stempel in die Endlagen gebracht wird, so dass zuerst im Bereich des Niederhalters und dann im restlichen Bereich die Aufwölbungen geglättet werden. 5

turbauteil, insbesondere im Kraftfahrzeugbau.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Platine aus Stahl, vorzugsweise aus einer höher- oder höchstfesten Stahllegierung besteht. 10
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Aufwölbungen im ersten Verfahrensabschnitt in Einlaufbereichen des Stempels zwischen Flansch und Zargen gestreckt werden. 15
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Stempel des Werkzeugs eine Erweiterung in Richtung des Ziehradius aufweist, welche den Ziehradius am Bauteil im zweiten Verfahrensabschnitt erzeugt. 20
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
im ersten Verfahrensschritt ein Spalt im Bereich der Zargen bereitgestellt wird, welcher größer oder gleich der Höhe der Aufwölbungen addiert zur der Blechdicke ist. 25 30
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
in der Endformung der Spalt zwischen Platine und Werkzeug annähernd Null ist. 35
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Oberfläche der mit Aufwölbungen versehenen Platine 0,1-10% größer ist als die einer ebenen Platine. 40
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
als Aufwölbungen Noppen mit einer kreisförmigen, elliptischen, vieleckigen und/oder langgestreckte Öffnungsfläche vorgesehen sind. 45
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Aufwölbungen auf der Platine derart angeordnet sind, dass auf der Platine gleichverteilte, ebene Zwischenräume zwischen den Aufwölbungen entstehen. 50 55
11. Verwendung einer gemäß einem Verfahren nach Anspruch 1 bis 10 umgeformten Platine als Struk-

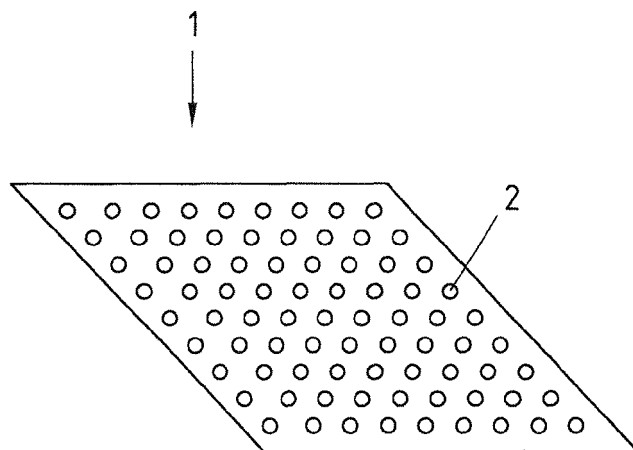


Fig.1

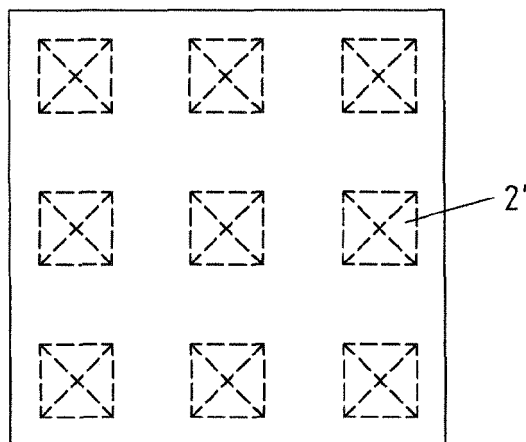


Fig.2

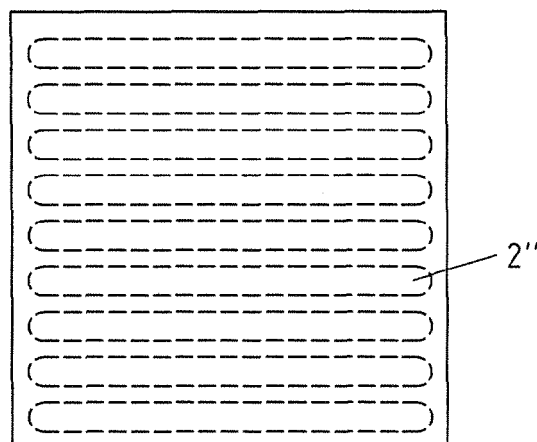


Fig.3

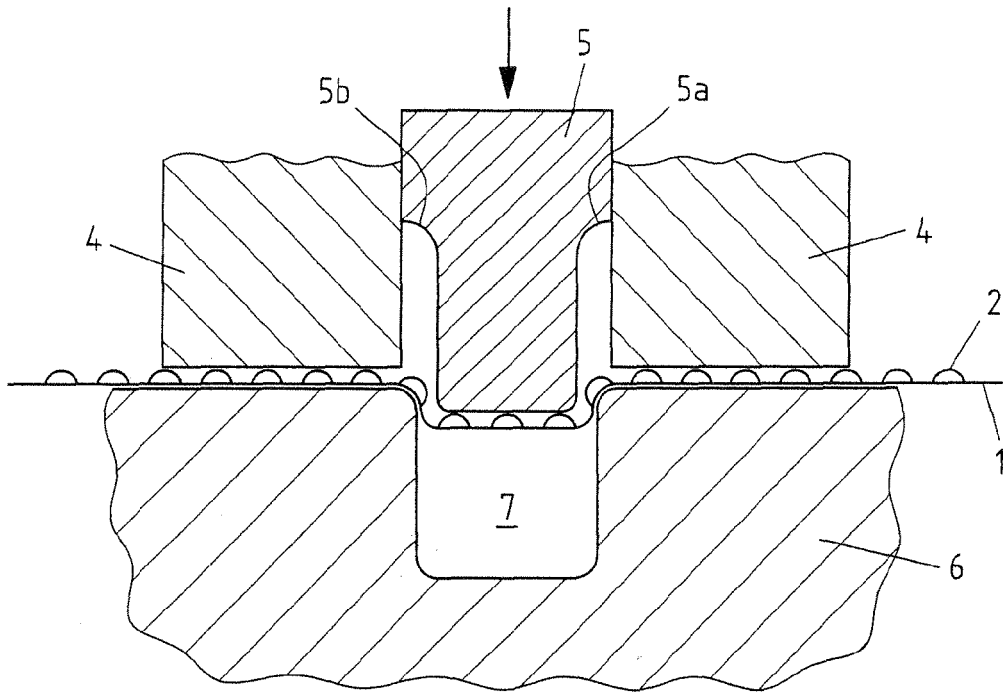


Fig.4

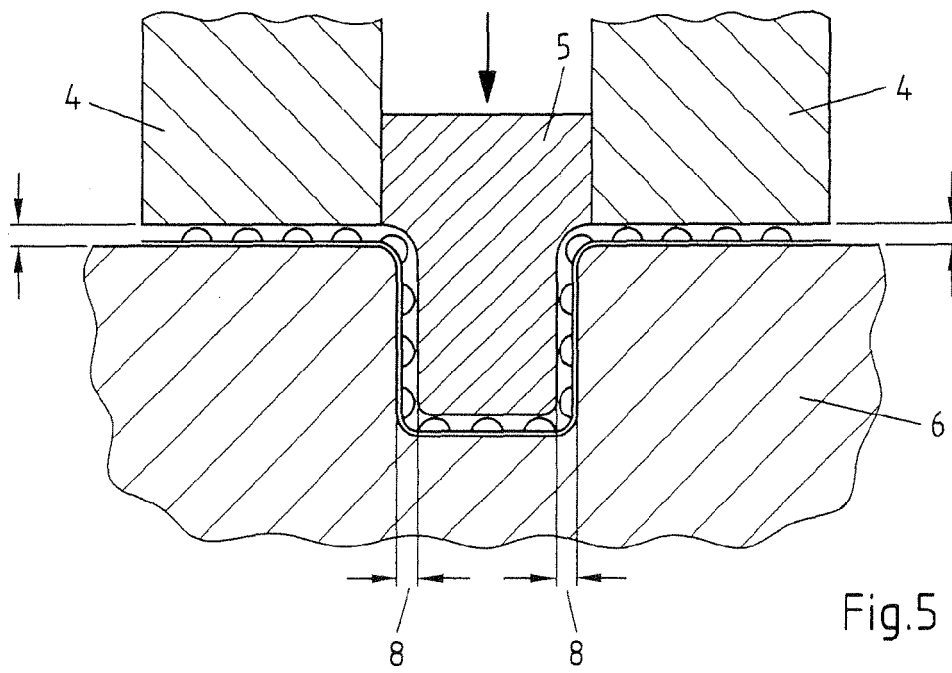


Fig.5

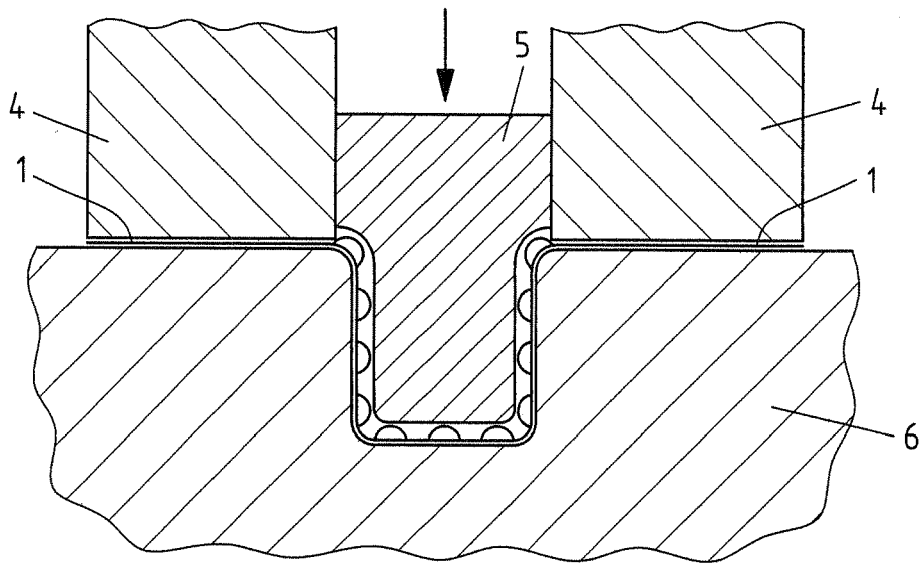


Fig.6

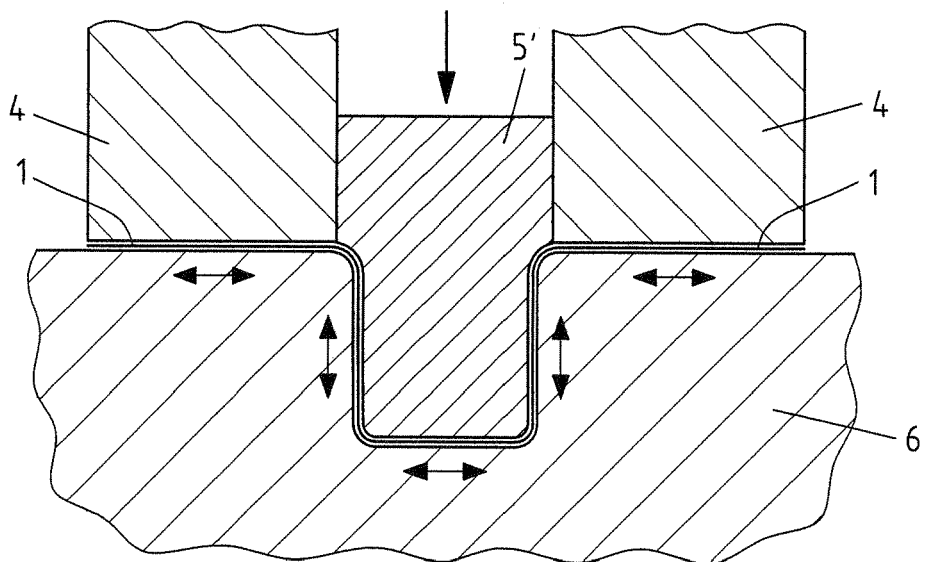


Fig.7



**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 19742818 A1 [0003]
- EP 1708832 B1 [0004]