

(12)

## Patentschrift

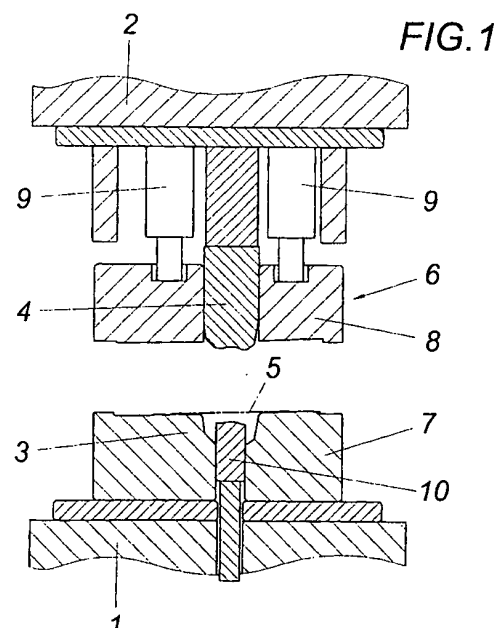
- (21) Anmeldenummer: A 1349/2007 (51) Int. Cl.<sup>8</sup>: **B21D 22/06** (2006.01)  
**B21D 24/06** (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 2007-08-29  
(43) Veröffentlicht am: 2008-08-15

- (56) Entgegenhaltungen:  
JP 57031417A US 5016458A  
US 5067336A

- (73) Patentanmelder:  
WEBA WERKZEUGBAU BETRIEBS  
GMBH  
A-4407 DIETACH (AT)

### (54) VERFAHREN ZUM KALTVERFORMEN EINES BLECHZUSCHNITTES AUS HOCHFESTEM STAHL

- (57) Es wird ein Verfahren zum Kaltverformen eines Blechzuschnittes (5) aus hochfestem Stahl durch ein Tiefziehen beschrieben, wobei der randsseitig in einer Blechhalterung (6) eingespannte Blechzuschnitt (5) zwischen zwei während eines Formhubes schließbaren Formwerkzeugen (3, 4) geformt wird. Um vorteilhafte Ziehbedingungen zu schaffen, wird vorgeschlagen, dass der Blechzuschnitt (5) zunächst unter Anlage an wenigstens einem der Formwerkzeuge (3, 4) durch einen Hub der geschlossenen Blechhalterung (6) bei offenen Formwerkzeugen (3, 4) oder durch einen Hub der Formwerkzeuge (3, 4) bei offener Blechhalterung (6) unter einem selbständigen Kräfteausgleich weitgehend frei vorgeformt wird, bevor der Blechzuschnitt (5) nach dem Erreichen der Endlage der Blechhalterung (6) bzw. nach seinem Einspannen in der Blechhalterung (6) durch das Schließen der Formwerkzeuge (4) in seine Endform gebracht wird.



Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Kaltverformen eines Blechzuschnittes aus hochfestem Stahl durch ein Tiefziehen, wobei der randsseitig in einer Blechhalterung eingespannte Blechzuschnitt zwischen zwei während eines Formhubes schließbaren Formwerkzeugen geformt wird.

Das Kaltverformen von Blechen bringt gegenüber deren Warmverformung erhebliche Vorteile unter anderem hinsichtlich der Taktzeiten und des Energieaufwandes mit sich, doch ergeben sich bei der Kaltverformung Einschränkungen bezüglich der Bearbeitung von Blechen aus hochfesten Stählen, weil mit zunehmender Zugfestigkeit die Rissgefahr beim Kaltverformen von Blechzuschnitten steigt, sodass Blechzuschnitte aus Stählen mit einer Zugfestigkeit größer als 800 kN/mm<sup>2</sup> nicht mehr einer Kaltverformung unterworfen werden, und zwar insbesondere dann, wenn ein Tiefziehteil mit einer aufwändigeren Formgebung herzustellen ist. Höhere Zugfestigkeiten beispielsweise bis zu 1200 kN/mm<sup>2</sup> sind jedoch vielfach für Bauteile gefragt, die größeren Belastungsanforderungen bei vergleichsweise geringen Gewichten genügen sollen, wie dies vor allem im Fahrzeugbau der Fall ist.

Um insbesondere dünne Bleche einem vergleichsweise hohen Verformungsgrad durch ein Tiefziehen unterwerfen zu können, ist es bekannt (US 5 016 458 A, US 5 067 336 A), ein stempelartiges, elastisches Ziehkissen vorzusehen, mit dessen Hilfe der randseitig eingespannte Blechzuschnitt in eine Formmatrize eingezogen und dabei vorgeformt wird, weil sich das elastische Ziehkissen aufgrund einer teilweisen Abstützung entweder an der Formmatrize oder an einem die Formmatrize durchsetzenden, nachgiebig gelagerten Kern zufolge der Volumskonstanz des Ziehkissens entsprechend verformt. Wegen der Verformung des Ziehkissens kann der Blechzuschnitt einer der Endform zum Teil gegensinnigen Vorverformung unterworfen werden, um ein für einen höheren Umformungsgrad vorteilhaftes Fließen des Werkstoffes in örtlichen Bereichen zu erzwingen, in denen sonst kein Werkstofffluss in diesem Ausmaß erreicht wird. Diese zwangsweise Vorformung des Blechzuschnittes ist jedoch nicht geeignet, die Rissgefahr beim Tiefziehen von Blechen aus hochfestem Stahl zu unterdrücken. Dies gilt auch bei einer anderen stufenweisen Kaltverformung eines Blechzuschnittes (JP 57 03 14 17 A), bei der die stufenweise Vorformung durch gesonderte Ziehkolben erzwungen wird.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Kaltverformen eines Blechzuschnittes der eingangs geschilderten Art so auszugestalten, dass trotz des Einsatzes von Blechzuschnitten aus einem hochfesten Stahl Konstruktionsteile mit einer aufwändigeren Formgebung durch ein Tiefziehen hergestellt werden können, ohne eine vermehrte Rissgefahr in Kauf nehmen zu müssen.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, dass der Blechzuschnitt zunächst unter Anlage an wenigstens einem der Formwerkzeuge durch einen Hub der geschlossenen Blechhalterung bei offenen Formwerkzeugen oder durch einen Hub der Formwerkzeuge bei offener Blechhalterung unter einem selbstständigen Kräfteausgleich weitgehend frei vorgeformt wird, bevor der Blechzuschnitt nach dem Erreichen der Endlage der geschlossenen Blechhalterung bzw. nach seinem Einspannen in der Blechhalterung durch das Schließen der Formwerkzeuge in seine Endform gebracht wird.

Durch die Mitnahme des in der Blechhalterung eingespannten Blechzuschnittes während des Hubes der Blechhalterung gegenüber einem der Formwerkzeuge wird zunächst erreicht, dass sich der Blechzuschnitt an dieses einen Ziehstempel bildenden Formwerkzeug anlegt und frei um die sich dabei ergebenden Anlagestellen gebogen wird, und zwar unter einem selbstständigen Kräfteausgleich, sodass sich im Rahmen dieser weitgehend freien Vorformung des Blechzuschnittes keine örtlichen Spannungsüberhöhungen aufbauen können, die bei der nachfolgenden Zwangsformung zwischen den beiden Formwerkzeugen zu einer Rissbildung Anlass geben könnten. Ähnliche Voraussetzungen werden geschaffen, wenn der Blechzuschnitt in einer ersten Vorformung vom Ziehstempel bei offener Blechhalterung eingezogen wird, weil sich der am Rand des Matrizenwerkzeuges abstützende Blechzuschnitt unter einer weitgehend freien

Verformung um den Ziehstempel biegen kann, bis der Blechzuschnitt in der Blechhalterung tiefziehgerecht eingespannt und der eigentliche Tiefziehvorgang durch das Schließen der Formwerkzeuge vorgenommen wird. Mit Hilfe dieses zweistufigen Kaltverformens mit einer einleitenden, weitgehend freien Biegeverformung des Blechzuschnittes um die Anlegestellen an  
5 wenigstens einem Formwerkzeug gelingt es in überraschender Weise Blechzuschnitte auch aus hochfesten Stählen durch eine Kaltverformen maßhaltig mittels eines Tiefziehverfahrens zwischen zwei Formwerkzeugen herzustellen.

Um eine vorteilhafte Führung des vorgeformten Blechzuschnittes während des Formhubes beim  
10 Schließen der beiden Formwerkzeuge zu ermöglichen, kann der Blechzuschnitt während des Formhubes der Formwerkzeuge durch einen federnd beaufschlagten Gegenhalter an das einen Ziehstempel bildende Formwerkzeug angedrückt gehalten werden. Kommt dieser Gegenhalter bereits während der Endphase der Vorformung des Blechzuschnittes zum Einsatz, so kann die Vorformung unter Umständen besser an die Endform des aus dem Blechzuschnitt herzustellen-  
15 den Blechprofils angeglichen werden, ohne eine ins Gewicht fallende Beeinträchtigung der Umformeigenschaften des vorgeformten Blechzuschnittes durch die zusätzliche Verformung in Kauf nehmen zu müssen.

Zur Durchführung des Umformverfahrens zur Herstellung eines Blechprofils aus einem Blech-  
20 zuschnitt durch ein Tiefziehen kann von einer herkömmlichen Presse mit zwei Formwerkzeugen im Pressenober- und -unterteil und mit einer Blechhalterung zum Einspannen des Blechzuschnittes zwischen zwei Blechhaltern ausgegangen werden. Es muss lediglich dafür gesorgt werden, dass die geschlossene Blechhalterung gegenüber einem der Formwerkzeuge zu einem den Blechzuschnitt um dieses Formwerkzeug biegenden Biegehub verstellbar gelagert ist,  
25 sodass auf den sich an diesem Formwerkzeug anlegenden Blechzuschnitt über die einen Hub ausführende Blechhalterung eine Biegebelastung ausgeübt werden kann, die für die angestrebte freie Vorformung des Blechzuschnittes sorgt, bevor nach dem Erreichen der Endlage der Blechhalterung der eigentliche Tiefziehvorgang durch ein Schließen der beiden Formwerkzeuge durchgeführt und die Endform des Blechzuschnittes erreicht wird.

Besonders einfache Konstruktionsverhältnisse ergeben sich in diesem Zusammenhang, wenn die beiden Blechhalter der Blechhalterung federnd gegenüber den zugehörigen Pressenteilen abgestützt sind, wobei der dem als Matrize ausgebildeten Formwerkzeug zugeordnete Blechhalter diesem Formwerkzeug in Richtung des Formhubes der Presse vorgelagert ist. Mit der  
35 Beaufschlagung der Presse werden demnach die beiden Formwerkzeuge gegeneinander bewegt, bis der Blechzuschnitt in der Blechhalterung eingespannt und dann mit Hilfe die Blechhalterung um das stempelartige Formwerkzeug gebogen wird. Diese freie Vorformung des Blechzuschnittes endet mit dem Erreichen der Endlage der Blechhalterung. Während des folgenden Formhubes greifen die beiden Formwerkzeuge ineinander und bringen den vorgeformten  
40 Blechzuschnitt in seine Endform. Wegen der federnden Abstützung der Blechhalterung sowohl gegenüber dem Ober- als auch dem Unterteil der Presse bedarf es keines zusätzlichen Antriebes für die Blechhalterung, obwohl ein solcher Antrieb grundsätzlich möglich wäre. Die auf die Blechhalter der Blechhalterung einwirkenden Federkräfte müssen lediglich so aufeinander abgestimmt werden, dass mit dem Formhub der Presse der gewünschte Biegehub durch die  
45 Blechhalterung sichergestellt wird, und zwar unter Berücksichtigung der aufzubringenden Biegekräfte.

Eine freie Vorformung des Blechzuschnittes kann aber auch dadurch sichergestellt werden, dass der Blechhalter, der dem einen Ziehstempel bildenden Formwerkzeug zugehört, diesem  
50 Formwerkzeug gegenüber in Richtung des Formhubes der Presse zurückgesetzt und gegen Federkraft verstellbar gelagert ist. In diesem Fall wird nämlich der am Rand des matrizenförmigen Formwerkzeuges abgestützte Blechzuschnitt durch das stempelförmige Formwerkzeug um dieses Formwerkzeug im Wesentlichen frei gebogen, weil der Rand des Blechzuschnittes noch keine Einspannung durch die Blechhalter erfährt und vom Rand des matrizenförmigen Formwerkzeuges abheben kann. Erst während des fortschreitenden Formhubes wird der vorgeformte  
55

Blechzuschnitt zwischen den Blechhaltern der Blechhalterung tiefziehgerecht eingespannt, um die Endform des Zuschnittes beim Schließen der Formwerkzeuge zu erzielen. Während des eigentlichen Tiefziehvorganges kann das als Matrize dienende, dem Ziehstempel gegenüberliegende und mit dem zugehörigen Blechhalter unnachgiebig im Pressenteil gehaltene Formwerkzeug einen federnd beaufschlagten Gegenhalter für das den Ziehstempel bildende Formwerkzeug aufnehmen, um eine vorteilhafte Anpassung des Blechzuschnittes an seine Endform während des Tiefziehvorganges zu ermöglichen.

Anhand der Zeichnung wird das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 bis 4 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Kaltverformen eines Blechzuschnittes aus hochfestem Stahl in einem schematischen Axialschnitt in verschiedenen Arbeitsstellungen und die

Fig. 5 bis 8 eine den Fig. 1 bis 4 entsprechende Darstellung einer Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Kaltverformen eines Blechzuschnittes.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 bis 4 ist eine Presse vorgesehen, deren feststehender Unterteil mit 1 und deren mit einem entsprechenden Druck beaufschlagbarer Oberteil mit 2 bezeichnet sind. An diesen Pressenteilen 1 und 2 sind zwei Formwerkzeuge 3 und 4 druckfest abgestützt, wobei das Formwerkzeug 3 eine Matrize und das Formwerkzeug 4 einen Ziehstempel bilden. Zum Einspannen des durch eine Kaltverformung zu bearbeitenden Blechzuschnittes 5 ist eine Blechhalterung 6 vorgesehen, die einen unteren und einen oberen Blechhalter 7 und 8 umfasst. Während der untere dem Formwerkzeug 3 zugeordnete Blechhalter 7 mit diesem Formwerkzeug 3 eine Baueinheit bildet, stützt sich der obere Blechhalter 8 über Gasdruckfedern 9 am Pressenoberteil 2 ab. Die Anordnung ist dabei so getroffen, dass bei offenen Formwerkzeugen 3 und 4 der dem Formwerkzeug 4 mit dem Ziehstempel zugeordnete Blechhalter 8 gegenüber dem Ziehstempel in Richtung des Formhubes zurückgesetzt ist, wie dies der Fig. 1 entnommen werden kann. Wird der Pressenoberteil 2 mit einem Druck beaufschlagt und gegen den Pressenunterteil 1 angestellt, so trifft das stempelartige Formwerkzeug 4 vorab auf den auf das matrizenartige Formwerkzeug 3 aufgelegten Blechzuschnitt 5 auf, wobei die randseitige Abstützung des Blechzuschnittes 5 am Formwerkzeug 3 zu einer Biegung des Blechzuschnittes 5 um das stempelartige Formwerkzeug 4 führt, und zwar unter einer freien Verformung, weil die Randabschnitte des Blechzuschnittes 5 noch nicht in der Blechhalterung 6 eingespannt sind. Die Randbereiche des Blechzuschnittes 5 können daher vom Formwerkzeug 3 abgehoben werden, bis sie an dem oberen Blechhalter 8 anschlagen und durch diesen wieder gegen das Formwerkzeug 3 zurückgebogen werden. In der Fig. 2 ist diese Stellung des Formwerkzeuges 4 dargestellt. Der in dieser Weise vorgeformte Blechzuschnitt 5 wird dann während des weiteren Formhubes des Pressenoberteils 2 durch den Ziehstempel in die Matrize gezogen, wobei der vorgeformte Blechzuschnitt 5 zwischen den Blechhaltern 7 und 8 der Blechhalterung 6 tiefziehgerecht eingespannt gehalten wird. Durch einen sich beispielsweise auf einem Luftkissen federnd abstützenden Gegenhalter 10, der den Blechzuschnitt 5 in Anlage am Ziehstempel hält, wird der Tiefziehvorgang durch das Schließen der beiden Formwerkzeuge 3 und 4 unterstützt, wie dies in der Fig. 3 veranschaulicht ist. Nach dem vollständigen Schließen der Formwerkzeuge 3 und 4 gemäß der Fig. 4 ist die Endform des Blechzuschnittes 5 erreicht.

Die Schließstellung der Formwerkzeuge 3 und 4 wird durch Anschläge 11 sichergestellt, die den Formhub des Pressenoberteils 2 begrenzen.

Die Ausführungsform nach den Fig. 5 bis 8 unterscheidet sich von der nach den Fig. 1 bis 4 vor allem durch die Steuerung der Blechhalterung 6, die wiederum einen unteren und einen oberen Blechhalter 7 und 8 aufweist. Es sind jedoch beide Blechhalter 7 und 8 gegenüber den zugehörigen Pressenteilen 1 und 2 durch Gasdruckfedern 9 abgestützt, allerdings mit unterschiedlichen Druckkräften, sodass während des Formhubes des Pressenoberteils 2 der obere Blechhalter 8 zufolge seiner größeren Beaufschlagungskraft den unteren Blechhalter 7 gegen die Beaufschlagung durch seine Gasdruckfedern 9 verlagert, bis die Blechhalterung 6 ihre durch

einen Anschlag 12 bestimmte Endlage erreicht. In der Fig. 5 ist jene Pressenstellung gezeigt, in der der Blechhalter 6 gerade geschlossen wird. Während des weiteren Formhubes wird der Blechzuschnitt 5 mit Hilfe der abwärts bewegten Blechhalterung 6 unter einer freien Vorformung um das einen Ziehstempel bildende untere Formwerkzeug 3 gebogen, bis die in der Fig. 6 dargestellte, anschlagbegrenzte Endlage der Blechhalterung 6 erreicht ist. Während des weiteren Formhubes wird das obere Formwerkzeug 4 unter einer Einfederung der Gasdruckfedern 9 des Oberstempels 2 gegen den Blechzuschnitt 5 gedrückt, um diesen mit Hilfe des stempelförmigen Formwerkzeuges 3 in das matrizenförmige Formwerkzeug 4 einzuziehen. Fig. 7 zeigt eine Zwischenstellung, bevor die Schließstellung der Formwerkzeuge 3 und 4 nach der Fig. 8 erreicht ist.

Unabhängig davon, ob eine Ausführung nach den Fig. 1 bis 4 oder nach den Fig. 5 bis 8 eingesetzt wird, wird der kalt umzuformende Blechzuschnitt 5 zunächst durch einen eine freie Vorverformung sicherstellenden Biegehub um das einen Ziehstempel bildende Formwerkzeug 3 bzw. 4 gebogen, und zwar unter einem weitgehend freien Kräftespiel, was eine wesentliche Voraussetzung dafür ist, Blechzuschnitte 5 aus hochfestem Stahl bis zu einer Zugfestigkeit von 1200 kN/mm<sup>2</sup> kalt zu verformen, weil durch diese freie Vorverformung vor dem eigentlichen Tiefziehvorgang beim Schließen der beiden Formwerkzeuge 3, 4 eine deutliche Überhöhung der sich aufbauenden Spannung weitgehend vermieden werden kann.

### Patentansprüche:

1. Verfahren zum Kaltverformen eines Blechzuschnittes aus hochfestem Stahl durch ein Tiefziehen, wobei der randsseitig in einer Blechhalterung eingespannte Blechzuschnitt zwischen zwei während eines Formhubes schließbaren Formwerkzeugen geformt wird, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Blechzuschnitt (5) zunächst unter Anlage an wenigstens einem der Formwerkzeuge (3, 4) durch einen Hub der geschlossenen Blechhalterung (6) bei offenen Formwerkzeugen (3, 4) oder durch einen Hub der Formwerkzeuge (3, 4) bei offener Blechhalterung (6) unter einem selbständigen Kräfteausgleich weitgehend frei vorgeformt wird, bevor der Blechzuschnitt (5) nach dem Erreichen der Endlage der Blechhalterung (6) bzw. nach seinem Einspannen in der Blechhalterung (6) durch das Schließen der Formwerkzeuge (4) in seine Endform gebracht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Blechzuschnitt (5) während des Formhubes der Formwerkzeuge (3, 4) durch einen federnd beaufschlagten Gegenhalter (10) an das einen Ziehstempel bildende Formwerkzeug (4) angedrückt gehalten wird.
3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zum Kaltverformen eines Blechzuschnittes aus hochfestem Stahl durch ein Tiefziehen nach Anspruch 1 oder 2 mit einer zwei Formwerkzeuge im Pressenober- und -unterteil aufnehmenden Presse und mit einer Blechhalterung zum Einspannen des Blechzuschnittes zwischen zwei Blechaltern, *dadurch gekennzeichnet*, dass die geschlossene Blechhalterung (6) gegenüber einem der Formwerkzeuge (3, 4) zu einem den Blechzuschnitt (5) um dieses Formwerkzeug (3) biegenden Biegehub verstellbar gelagert ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass die beiden Blechhalter (7, 8) der Blechhalterung (6) federnd gegenüber den zugehörigen Pressenteilen (1, 2) abgestützt sind, wobei der dem als Matrize ausgebildeten Formwerkzeug (4) zugeordnete Blechhalter (8) diesem Formwerkzeug (4) in Richtung des Formhubes der Presse vorgelagert ist.
5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zum Kaltverformen eines Blechzuschnittes aus hochfestem Stahl durch ein Tiefziehen nach Anspruch 1 oder 2 mit einer zwei Formwerkzeuge im Pressenober- und -unterteil aufnehmenden Presse und mit einer Blechhalterung zum Einspannen des Blechzuschnittes zwischen zwei Blechaltern, *dadurch gekennzeichnet*

zeichnet, dass der Blechhalter (8), der dem einen Ziehstempel bildenden Formwerkzeug (4) zugehört, diesem Formwerkzeug (4) gegenüber in Richtung des Formhubes der Presse zurückgesetzt und gegen Federkraft verstellbar gelagert ist.

- 5 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass das als Matrize dienende, dem Ziehstempel gegenüberliegende und mit dem zugehörigen Blechhalter (7) unnachgiebig im Pressenteil (1) gehaltene Formwerkzeug (3) einen federnd beaufschlagten Gegenhalter (10) für das den Ziehstempel bildende Formwerkzeug (4) aufweist.

10

## Hiezu 4 Blatt Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55



FIG.2

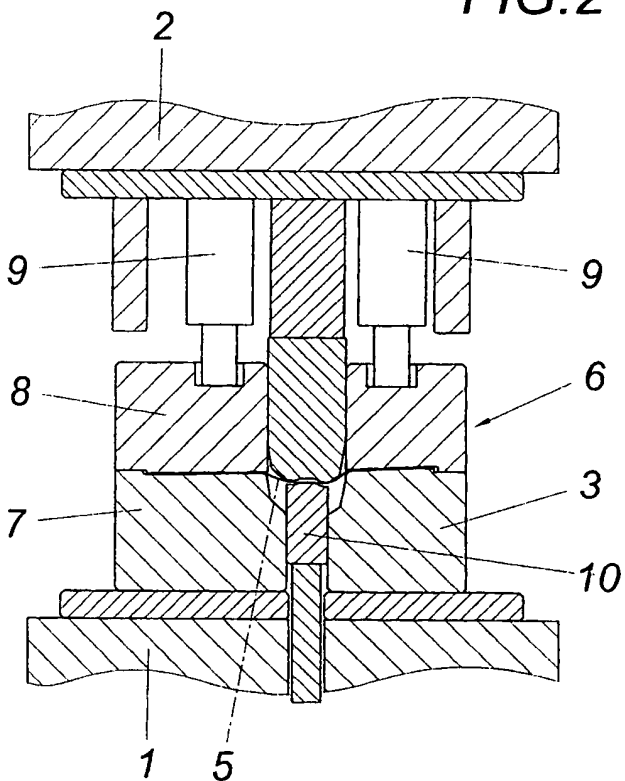


FIG.1

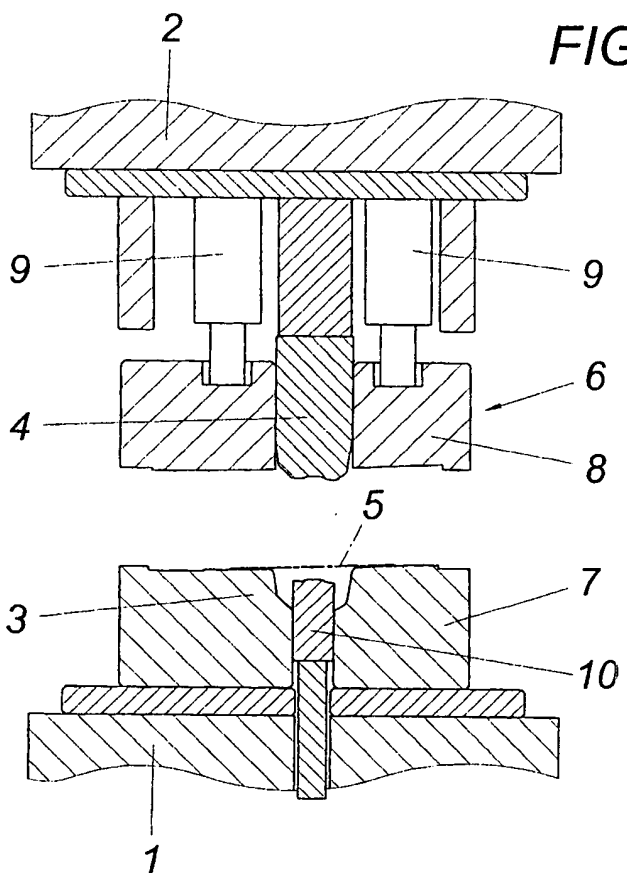




FIG.4

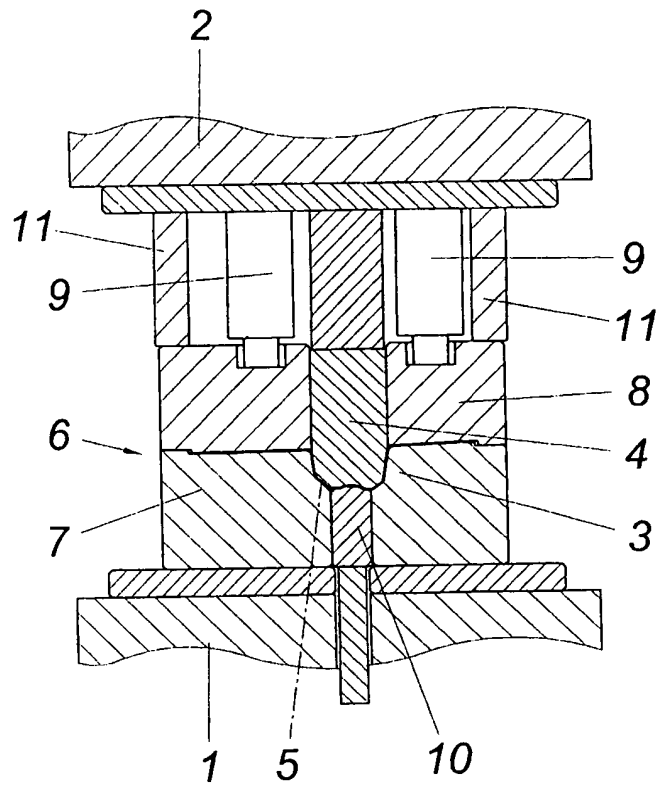


FIG.3

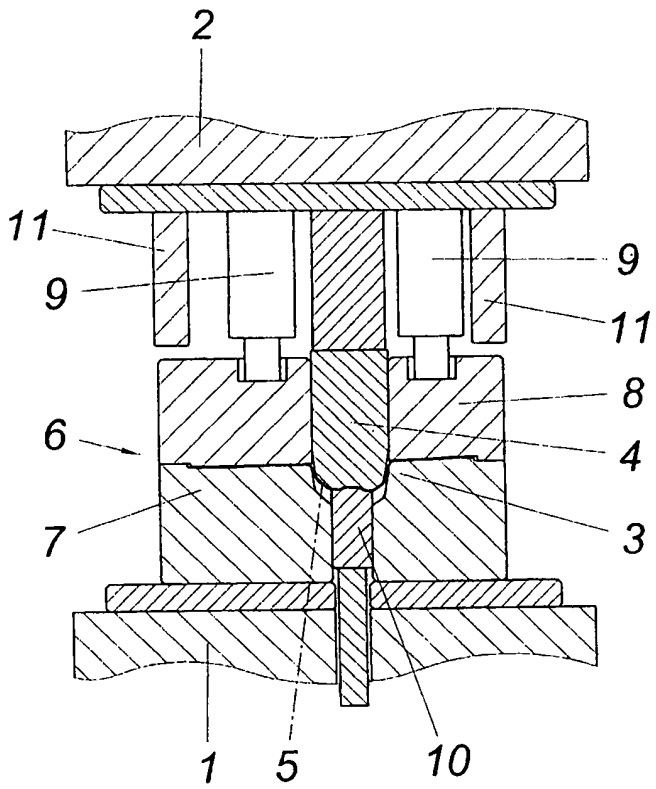






FIG.5

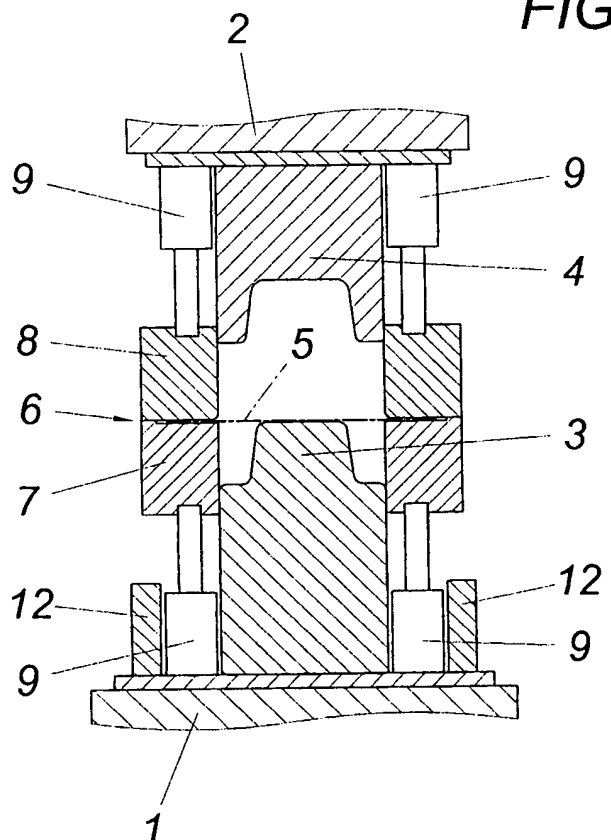


FIG.6

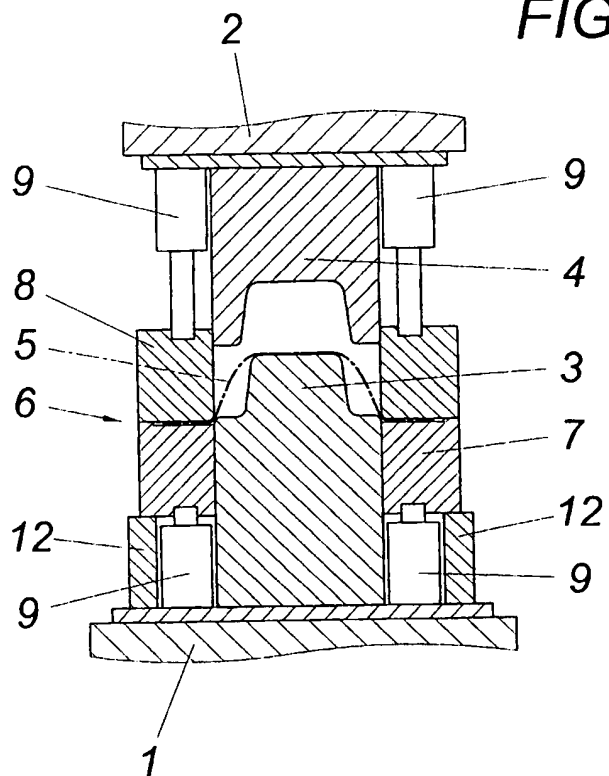




FIG.8

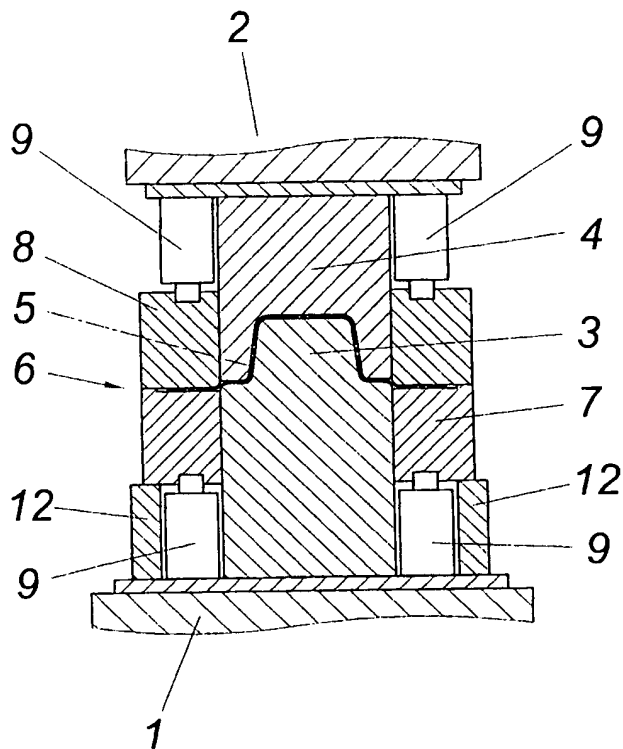


FIG.7

