

(19)



(11)

EP 1 715 066 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
28.08.2013 Patentblatt 2013/35

(51) Int Cl.:
C21D 1/673 (2006.01) **B21D 37/16** (2006.01)
B30B 15/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05028585.7**

(22) Anmeldetag: **28.12.2005**

(54) **Vorrichtung zum Umformen und Presshärten von Metallblechen, mit integrierten Heizelementen**

Device for forming and press hardening metal sheet, with integrated heating elements

Outil de formage et de trempe sous pression de tôles d'acier, avec éléments chauffants intégrés

(84) Benannte Vertragsstaaten:
ES FR

(30) Priorität: **19.04.2005 DE 102005018240**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.10.2006 Patentblatt 2006/43

(73) Patentinhaber: **Benteler Automobiltechnik GmbH**
33102 Paderborn (DE)

(72) Erfinder:
 • **Bohner, Friedrich**
33813 Oerlinghausen (DE)
 • **Schiwek, Andreas**
33098 Paderborn (DE)
 • **Böhmer, Werner**
34439 Willebadessen (DE)

• **Koyro, Martin**
33098 Paderborn (DE)

(74) Vertreter: **Ksoll, Peter**
Bockermann Ksoll
Griepenstroh Osterhoff
Patentanwälte
Bergstrasse 159
44791 Bochum (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 10 323 746 DE-A1- 19 723 655

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 009, Nr. 107**
(M-378), 11. Mai 1985 (1985-05-11) -& JP 59 229242
A (SUMITOMO KINZOKU KOGYO KK), 22.
Dezember 1984 (1984-12-22)

EP 1 715 066 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Umformen von Metallblechen, welche ein Umformwerkzeug mit einem Umformraum aufweist, wobei das Metallblech im Umformraum durch zumindest ein Heizelement bereichsweise beheizbar ist.

[0002] Die Warmumformung von Metallblechen als solches ist bekannt, beispielsweise durch die DE 24 52 486 A1 ebenso wie durch die GB 1 490 535 A. Hierbei werden die Metallbleche, vorzugsweise Stahlblechplatten, in einer Wärmebehandlungsanlage erhitzt, anschließend heiß in das Pressenwerkzeug eingelegt und umgeformt. Noch im Pressenwerkzeug eingespannt werden die Blechprofilbauteile gehärtet. Ein wesentlicher Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass gehärtete Blechprofilbauteile mit komplizierter Form erzeugt werden können, und zwar bei hoher Formgenauigkeit.

[0003] Bestimmte warmgeformte Bauteile, vor allem aus hochfestem Stahlblech, beispielsweise B-Säulen, müssen zur Einhaltung der vorgegebenen Maßtoleranzen noch randseitig beschnitten werden. Darüber hinaus werden viele Formbauteile nach dem Warmumformen noch gelocht. Da der Warmformprozess einen sehr harten martensitischen Gefügestand herbeiführt, ist ein konventioneller mit Schnittmesser durchgeführte Rand-/Lochbeschnitt der Formbauteile sehr verschleiß- und kostenintensiv. Alternative Schneidverfahren, wie z.B. der Beschnitt mittels Laserstrahlung, sind aufgrund der hohen Anlagenkosten ebenfalls extrem kostenintensiv.

[0004] Um einen konventionellen Rand-/Lochbeschnitt durchführen zu können, sollten die Bereiche, in denen ein Beschnitt erfolgen muss, ein deutlich weiches Gefüge aufweisen. Hierzu gibt es verschiedene Ansatzpunkte.

[0005] Eine Möglichkeit besteht darin, das Formbauteil nach der Warmumformung einer zusätzlichen Wärmebehandlung zu unterziehen, um das Werkstoffgefüge in den zu bearbeitenden Bereichen wieder zu erweichen. Aufgrund des notwendigen zusätzlichen Prozesses führt dies jedoch zwangsläufig zu einer Steigerung der Herstellungskosten, was sich nachteilig auf die Wirtschaftlichkeit des Gesamtprozesses auswirkt.

[0006] Die zweite Möglichkeit besteht darin, den Warmumform- bzw. Härteprozess so auszulegen, dass in den zu beschneidenden Bereichen ein langsames Abkühlen beim Härten erfolgt. Dies ist in den derzeit verwendeten konventionellen Warmumformwerkzeugen, die auf ein möglichst schnelles Abkühlen der Formteile abzielen, nur bedingt möglich. Vorschläge hierzu sind aus der DE 197 23 655 A1 bekannt. Hier sind im Pressenwerkzeug Einsätze oder zusätzliche Heizelemente vorgesehen, um in gezielten Bereichen eine verminderte Abkühlung beim Härten zu erzielen, so dass diese Bereiche am Ende des Prozesses ein weiches Werkstoffgefüge aufweisen.

[0007] Auch die DE 101 62 441 A1 beschreibt ein Ver-

fahren zum Herstellen von Kraftfahrzeugbauteilen aus Metallblechen in einem Umformwerkzeug mit einem Formraum, wobei zur Steuerung des Werkstoffflusses Formraumbereiche gezielt durch Wärmezufuhr und/oder Wärmeabfuhr temperiert werden können.

[0008] Aus PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 009, Nr. 107 (M-378), 11. Mai 1985 (1985-05-11) -& JP 59 229242 A (SUMITOMO KINZOKU KOGYO KK), 22. Dezember 1984 (1984-12-22) ist eine Vorrichtung zum Umformen von Metallblechen bekannt, welche ein Umformwerkzeug mit einem Umformraum aufweist, wobei das Metallblech im Umformraum durch zumindest ein Heizelement bereichsweise beheizbar ist. Das Heizelement ist in einer Ausnehmung des Umformwerkzeugs angeordnet und ragt bereichsweise in den Umformraum.

[0009] Die besondere Schwierigkeit besteht jedoch grundsätzlich darin, stark unterschiedliche Abkühlgradienten bei möglichst geringen Übergängen zwischen harten und weichen Zonen, also innerhalb weniger Millimeter an ein und demselben Formbauteil zu realisieren.

[0010] Der Erfindung liegt ausgehend vom Stand der Technik die Aufgabe zugrunde, eine anlagen- und anwendungstechnisch verbesserte Vorrichtung zum Umformen von Metallblechen zu schaffen, bei der insbesondere stark unterschiedliche Abkühlgradienten in engen räumlichen Grenzen am Formteil realisiert werden können um zu beschneidende und/oder lochende Bereiche in einem weichen gut schneidbaren Gefügestand zu belassen.

[0011] Die Lösung dieser Aufgabe besteht nach der Erfindung in einer Vorrichtung gemäß den Merkmalen von Patentanspruch 1.

[0012] Kernpunkt der Erfindung bildet die Maßnahme, das im Umformwerkzeug integrierte Heizelement ganz oder bereichsweise gegenüber den benachbarten Wänden des Umformwerkzeugs durch eine Isolierschicht wärmezudämmen. Hierdurch kann die Effektivität des Heizelements mit einer gezielten Wärmeübertragung auf bestimmte eng bzw. lokal begrenzte Bereiche bzw. Zonen des Formbauteils gesteigert werden. Die Beeinflussung des Werkstoffgefüges am Formbauteil kann damit deutlich besser vorgenommen werden. Ein Wärmeabfluss in benachbarte Bereiche des Umformwerkzeugs wird vermieden.

[0013] Das Heizelement ist durch eine Abdeckung zum Umformraum hin begrenzt. Die Abdeckung schließt zweckmäßigerweise das Heizelement und die Isolierschicht zum Umformraum hin ab, so dass die Werkzeugoberfläche, auf der die umzuformende Blechplatte beim Umformvorgang gleitet, homogen gestaltet ist. Die Abdeckung besteht aus einem Material mit guter Wärmeleitfähigkeit, beispielsweise aus Kupfer. So ist eine gute Wärmeübertragung in Richtung auf das Formbauteil im Umformraum sichergestellt. Grundsätzlich sollte das Material der Abdeckung eine Wärmeleitfähigkeit λ von ≥ 10 W/Km aufweisen.

[0014] Kupfer beispielsweise weist eine Wärmeleitfä-

higkeit λ . von 394 W/Km auf. Auch der Einsatz einer Abdeckung aus Eisen ist möglich. Eisen besitzt eine Wärmeleitfähigkeit λ . von 73 W/Km.

[0015] Die im Umformraum beheizten Bereiche des Formbauteils kühlen beim Härtprozess, also während sie eingespannt im Umformwerkzeug sind, nicht aus. Erst nach dem Öffnen des Verformungswerkzeugs kühlen die Stellen mit einer erheblich geringeren Abkühlgeschwindigkeit an Luft ab. Aufgrund der langsamen Abkühlgeschwindigkeit wird an den vorher beheizten Stellen kein hartes martensitisches Gefüge im Formbauteil erzeugt. Es lässt sich an diesen Stellen eine Bauteilhärte ähnlich dem unvergüteten Werkstoffzustand erzielen, so dass nachgeschaltete Bearbeitungsschritte, also insbesondere Schneide- oder Lochoperationen, besser und qualitativ hochwertiger durchgeführt werden können. Auch die eingesetzten Bearbeitungswerkzeuge, wie Messer oder Stanzwerkzeuge, unterliegen einem deutlich geringeren Verschleiß und erreichen wesentlich höhere Standzeiten.

[0016] Vorteilhafte Weiterbildungen des grundsätzlichen Erfindungsgedankens sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche 2 bis 7.

[0017] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind räumlich stark begrenzte Gefügeeinstellungen des Werkstoffs eines Formteils im Warmformprozess möglich. Dies geschieht durch die gezielt gerichtete Beheizung des Formbauteils beim Umformvorgang, um den jeweiligen Bereich der Blechplatte bzw. des Formbauteils während des Umformprozesses auf einer erhöhten Temperatur zu halten und anschließend vergleichsweise langsam an Luft abzukühlen. Auf diese Weise wird der zu beschneidende Bereich in einem weichen gut schneidbaren Gefügezustand belassen.

[0018] Erfindungsgemäß sind zumindest ein, vorzugsweise mehrere Heizelemente in Ausnehmungen des Umformwerkzeugs integriert, wobei das Heizelement zu den benachbarten Wandungen des Umformwerkzeugs durch eine Isolierschicht wärmegeklämt ist, so dass ein Wärmeabfluss ins Umformwerkzeug vermieden wird und die Wärme primär nur in Richtung zur Werkzeugoberfläche abgegeben wird.

[0019] Die Konfiguration der Heizelemente ist insbesondere geometrisch so abgestimmt, dass gezielt diejenigen Bereiche des Formbauteils temperiert werden, die weich bleiben sollen. Im Umformwerkzeug sind hierzu Vertiefungen, Nuten oder ähnliche Ausnehmungen vorgesehen, in die ein Heizelement eingebracht ist.

[0020] Als Isolierschicht können keramische Isoliermaterialien oder Glasfasermaterialien zum Einsatz gelangen. Auch Isolierschichten aus Glimmer sind für den erfindungsgemäßen Zweck geeignet. Da auch Luft gute Isolier- bzw. Wärmedämmeigenschaften aufweist, kann die Isolierschicht auch als Luftspalt ausgebildet sein. Möglich ist ferner eine Kombination der Isolierung aus einem Isoliermaterial und einem Luftspalt. Als Material für die Isolierschicht bietet sich eine technische Keramik mit einer Wärmeleitfähigkeit $\lambda \leq 2$ W/Km an.

[0021] Als Wärmequelle sind elektrische Heizelemente, z.B. Hochleistungsheizpatronen, ebenso denkbar wie kleine mit einem heißen Medium durchströmte Rohre. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass für das elektrische Beheizen großer Werkzeugbereiche relativ hohe Leistungsdichten zur Verfügung gestellt werden müssen.

[0022] Im Rahmen der Erfindung ist insbesondere daran gedacht, das Heizelement an allen zum Umformwerkzeug benachbarten Seiten durch eine Isolierschicht wärmezudämmen, also am Boden und an den Seitenwänden. Grundsätzlich kann je nach Ausführungsform allerdings auch nur eine bodenseitige Isolierung oder eine Isolierung der Seitenwände vorgesehen sein.

[0023] Die Erfindung ist nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 in perspektivischer Darstellungsweise, technisch vereinfacht, einen Ausschnitt aus einem Umformwerkzeug mit einem integrierten Heizelement;

Figur 2 den Ausschnitt A der Figur 1 in vergrößerter Darstellungsweise;

Figur 3 eine alternative Ausführungsform eines Umformwerkzeugs mit integriertem Heizelement in perspektivischer Darstellungsweise und

Figur 4 eine weitere alternative Ausführungsform.

[0024] In den Figuren 1 bis 4 tragen einander entsprechende Bauteile jeweils die gleichen Bezugszeichen.

[0025] Die Figur 1 zeigt in perspektivischer Darstellungsweise technisch schematisiert einen Ausschnitt aus einem Umformwerkzeug 1 einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, beispielsweise einer Presse. Vom grundsätzlichen Aufbau her weist das Umformwerkzeug 1 ein Oberwerkzeug 2 und ein Unterwerkzeug 3 auf, die in der Kontur aufeinander gegengleich abgestimmt sind. Zwischen Oberwerkzeug 2 und Unterwerkzeug 3 ist ein Umformraum 4 ausgebildet. Im Umformraum 4 kann eine zuvor auf eine bestimmte Umformtemperatur erwärmte Metallblechplatte aufgenommen und dann durch Gegeneinanderverlagern von Oberwerkzeug 2 und Unterwerkzeug 3 formgebend abgepresst werden. Noch im Umformwerkzeug 1 eingespannt wird das Formbauteil abgekühlt und gehärtet. Hierbei wird grundsätzlich am Formbauteil ein harter martensitischer Gefügezustand eingestellt.

[0026] Zur gezielten Einstellung eines weicheren Werkstoffgefüges in bestimmten Bereichen ist das abgepresste Formbauteil im Umformraum 4 bereichsweise beheizbar. Hierzu ist in einer Ausnehmung 5 des Umformwerkzeugs 1 ein Heizelement 6 bzw. 7 integriert.

[0027] Die Figur 2 zeigt ein Heizelement 6 mit kreisrundem Querschnitt, wohingegen das Heizelement 7 gemäß der Darstellung in den Figuren 3 und 4 einen quadratischen Querschnitt aufweisen mit einer Kantenlänge

von beispielsweise 4 mm bis 8 mm.

[0028] Die Länge der Heizelemente 6, 7 ist entsprechend den jeweiligen Anforderungen am Formbauteil wählbar. Die Heizelemente 6, 7 lassen sich biegen, so dass auch gekrümmte kurvige Werkzeugbereiche be-

heizt werden können.
[0029] Das Heizelement 6, 7 ist zu den benachbarten Wandungen 8, 9, 10 des Umformwerkzeugs 1 bzw. des Unterwerkzeugs 3 hin durch eine Isolierschicht 11, 12, 13 getrennt und wärmege-dämmt. Bei den Ausführungsformen gemäß den Figuren 2 und 3 ist eine Isolierschicht 11 unterhalb des Heizelements 6, 7 am Boden 8 der Ausnehmung vorgesehen, Ferner ist auch randseitig zwischen dem Heizelement 6, 7 und den Seitenwänden 9, 10 der Ausnehmung 5 eine Isolierschicht 12 angeordnet. Die Isolierschicht 11, 12 besteht aus Keramik, einer Glasfaser-matte oder aus Glimmer.

[0030] Bei der Ausführungsform gemäß Figur 4 ist eine Isolierschicht 11 aus Keramik oder Glimmer am Boden 8 der Ausnehmung 5 integriert. Zwischen dem Heizelement 7 und den Seitenwänden 9, 10 der Ausnehmung 5 ist als Isolierschicht 13 jeweils ein Luftspalt zur Wärme-dämmung vorgesehen.

[0031] Oberseitig zum Umformraum hin ist das Heizelement 6 gemäß der Ausführungsform von Figur 2 durch eine Abdeckung 14 aus einem Material mit guter Wärmeleitfähigkeit, beispielsweise Kupfer, abgeschlossen. Das Material der Abdeckung weist eine Wärmeleitfähigkeit λ auf, die größer oder gleich 10 W/Km beträgt.

[0032] Durch die Heizelemente 6, 7 kann eine gezielte Temperierung des Formbauteils im Umformraum 4 erfolgen. Die erfindungsgemäße Isolierung bzw. Wärme-dämmung der Heizelemente 6, 7 zum Umformwerkzeug 1 hin verhindert einen nachteiligen Wärmeabfluss in das Werkzeug, so dass die Beheizung des Formbauteils effektiv ausgeführt wird. Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind auch extrem unterschiedliche Abkühlgradienten innerhalb von nur wenigen Millimetern am Formbauteil zu realisieren. Die im Umformwerkzeug 1 beheizten Bereiche des Formbauteils kühlen beim Zuhalten der Presse nicht bzw. kaum aus. Erst nach dem Öffnen des Umformwerkzeugs 1 erfolgt eine Abkühlung des Formbauteils mit geringer Abkühlgeschwindigkeit an Luft. Aufgrund dieser langsamen Abkühlgeschwindigkeit weisen diese vorher beheizten Bereiche ein weiches Werkstoffgefüge auf, so dass hier Schneide- oder Lochope-rationen einfacher und formtreuer bei geringerem Werkzeugverschleiß durchgeführt werden können.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Umformen von Metallblechen, welche ein Umformwerkzeug mit einem Umformraum aufweist, wobei das Metallblech im Umformraum durch zumindest ein Heizelement bereichsweise beheizbar ist, welches in einer Ausnehmung des Umformwerkzeugs angeordnet ist und das Heizelement

(6, 7) durch eine Isolierschicht (11, 12, 13) gegenüber dem Umformwerkzeug (1) gedämmt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizelement (6) durch eine Abdeckung (14) zum Umformraum (4) begrenzt ist, und die Abdeckung (14) aus einem Material mit einer Wärmeleitfähigkeit $\lambda \geq 10$ W/Km besteht.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Isolierschicht (11) zwischen dem Heizelement (6, 7) und dem Boden (8) der Ausnehmung (5) vorgesehen ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Isolierschicht (12, 13) zwischen dem Heizelement (6, 7) und den Seitenwänden (9, 10) der Ausnehmung (5) vorgesehen ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Isolierschicht (11, 12) aus Keramik besteht.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Isolierschicht (11, 12) aus Glimmer besteht.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Isolierschicht (11, 12) aus Glasfasermaterial besteht.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Isolierschicht (13) durch einen Luftspalt gebildet ist.

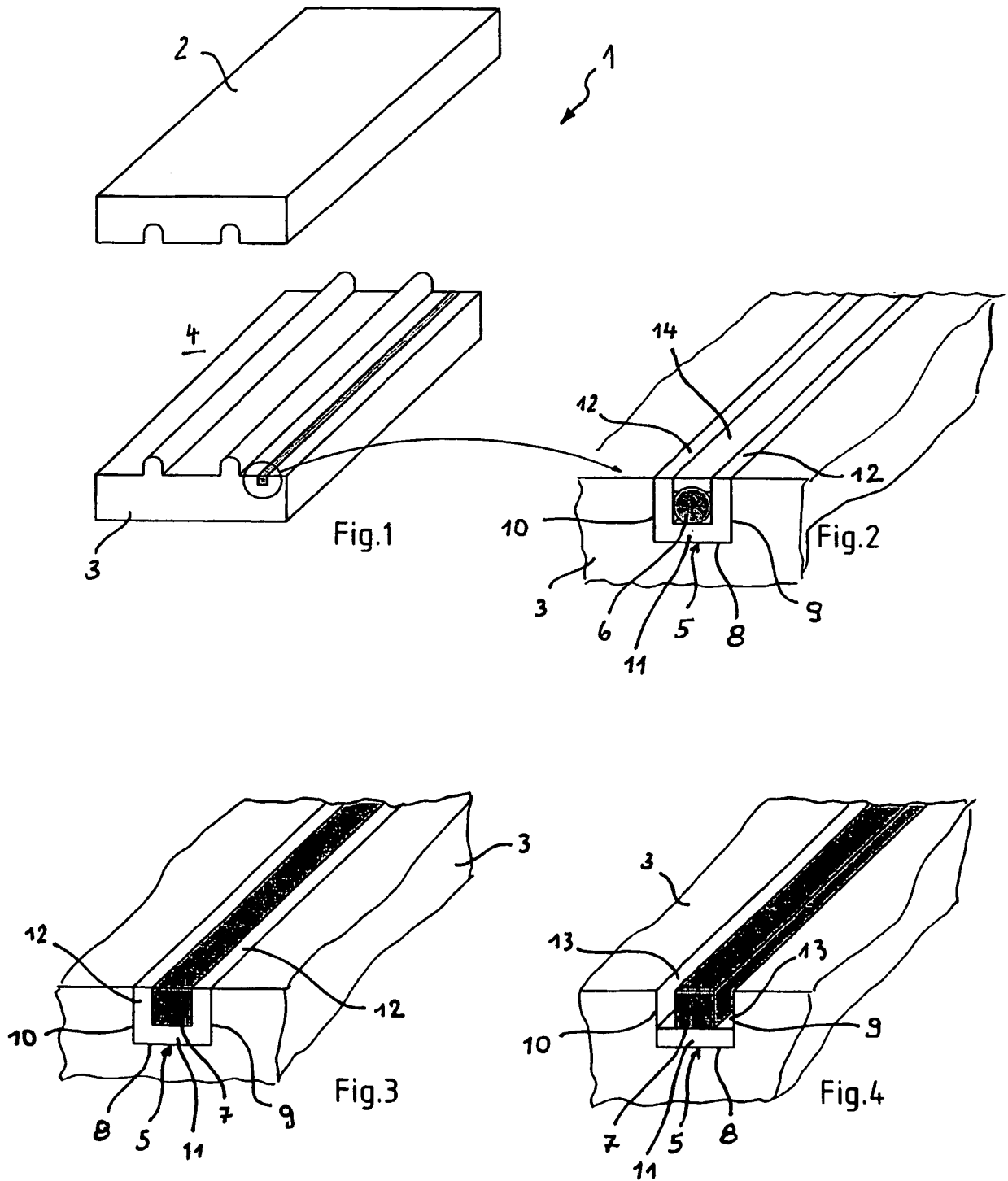
Claims

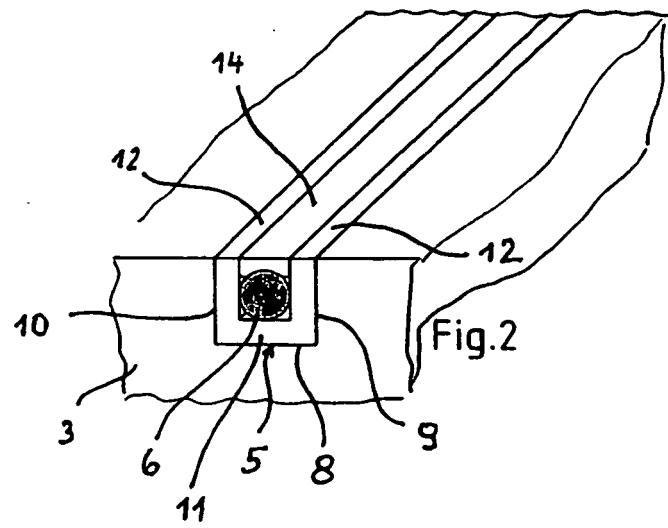
1. Apparatus for forming sheet metal, comprising a forming tool with a forming cavity, the sheet metal being adapted to be heated in regions in the forming cavity by at least one heating element which is arranged in a recess of the forming tool, and the heating element (6, 7) being insulated from the forming tool (1) by an insulating layer (11, 12, 13), **characterised in that** the heating element (6) is delimited by a cover (14) relative to the forming cavity (4), and the cover (14) consists of a material with a heat conductance $\lambda \geq 10$ W/Km.
2. Apparatus according to claim 1, **characterised in that** an insulating layer (11) is provided between the heating element (6, 7) and the bottom (8) of the recess (5).
3. Apparatus according to claim 1 or 2, **characterised in that** an insulating layer (12, 13) is provided between the heating element (6, 7) and the side walls (9, 10) of the recess (5).

4. Apparatus according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** the insulating layer (11, 12) consists of ceramics.
5. Apparatus according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** the insulating layer (11, 12) consists of mica. 5
6. Apparatus according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** the insulating layer (11, 12) consists of fibreglass material. 10
7. Apparatus according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** the insulating layer (13) is formed by an air gap. 15

Revendications

1. Dispositif de formage de tôles métalliques, qui présente un outil de formage avec un espace de formage, dans lequel la tôle métallique peut être chauffée par sections dans l'espace de formage par au moins un élément chauffant, qui est disposé dans un évidement de l'outil de formage et l'élément de chauffage (6, 7) est isolé de l'outil de formage (1) par une couche isolante (11, 12, 13), **caractérisé en ce que** l'élément chauffant (6) est délimité par un revêtement (14) sur l'espace de formage (4) et le revêtement (14) est constitué d'un matériau ayant une conductibilité thermique $\lambda \geq 10$ W/Km. 20 25 30
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** est prévu une couche isolante (11) entre l'élément chauffant (6, 7) et le fond (8) de l'évidement (5). 35
3. Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisé en ce qu'il** est prévu une couche isolante (12, 13) entre l'élément chauffant (6, 7) et les parois latérales (9, 10) de l'évidement (5). 40
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la couche isolante (11, 12) est constituée de céramique. 45
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la couche isolante (11, 12) est constituée de mica. 50
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la couche isolante (11, 12) est constituée d'un matériau à base de fibres de verre. 55
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la couche isolante (13) est formée par un interstice d'air.





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 2452486 A1 [0002]
- GB 1490535 A [0002]
- DE 19723655 A1 [0006]
- DE 10162441 A1 [0007]
- JP 59229242 A [0008]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- *PATENT ABSTRACTS OF JAPAN*, 11. Mai 1985, vol. 009 (107 [0008])