

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 715 066 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**25.10.2006 Patentblatt 2006/43**

(51) Int Cl.:  
**C21D 1/673 (2006.01)**      **B21D 37/16 (2006.01)**  
**B30B 15/34 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **05028585.7**

(22) Anmeldetag: **28.12.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI  
SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

**AL BA HR MK YU**

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

(71) Anmelder: **Benteler Automobiltechnik GmbH  
33104 Paderborn (DE)**

(72) Erfinder:

• **Bohner, Friedrich  
33813 Oerlinghausen (DE)**

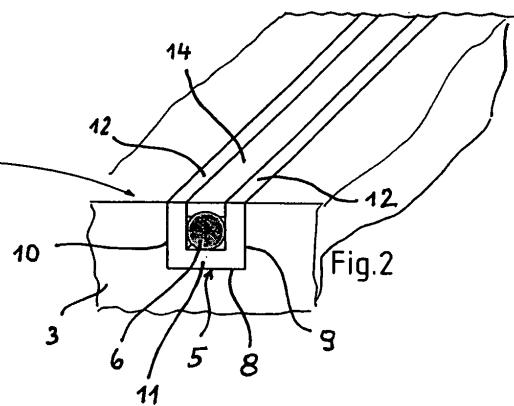
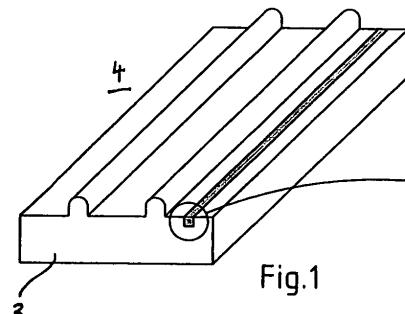
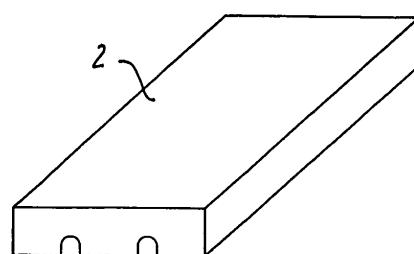
- **Schiwek, Andreas  
33098 Paderborn (DE)**
- **Böhmer, Werner  
34439 Willebadessen (DE)**
- **Kovro, Martin  
33098 Paderborn (DE)**

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

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

(57) Bei einer Vorrichtung zum Umformen bzw. Presshärten von Metallblechen sind im Umformwerkzeug Heizelemente (6) integriert, um das Metallblech im Umformraum Bereichsweise zu beheizen und durch gezielte

Temperierung das Werkstoffgefüge zu beeinflussen. Zur Steigerung der Effizienz der Wärmebehandlung sind die Heizelemente (6) gegenüber den benachbarten Wandungen (8,9,10) des Umformwerkzeugs durch eine Isolierschicht (11,12) wärmegedämmt.



EP 1 715 066 A1

## 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 Gefügezustand herbeiführt, ist ein konventioneller mit Schnittmessern durchgeführte Rand-/Lochbeschnitt der Formbauteile sehr verschleiß- und kostenintensiv. Alternative Schneideverfahren, 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 weicheres 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 langsameres Abkühlen beim Härtprozess 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 Presenwerkzeug Einsätze oder zusätzliche Heizelemente vorgesehen, um in gezielten Bereichen eine verminderte Abkühlung beim Härtprozess zu erzielen, so dass diese Bereiche am Ende des Prozesses ein weicheres 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 5 Wärmeabfuhr temperiert werden können.

**[0008]** Die besondere Schwierigkeit besteht jedoch grundsätzlich darin, stark unterschiedliche Abkühlgradienten bei möglichst geringen Übergängen zwischen harten und weichen Zonen, also innerhalb weniger Millimeter 10 an ein und demselben Formbauteil zu realisieren.

**[0009]** 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 15 stark unterschiedliche Abkühlgradienten in engen räumlichen Grenzen am Formteil realisiert werden können.

**[0010]** Die Lösung dieser Aufgabe besteht nach der Erfindung in einer Vorrichtung gemäß den Merkmalen 20 von Patentanspruch 1.

**[0011]** Kernpunkt der Erfindung bildet die Maßnahme, das im Umformwerkzeug integrierte Heizelement ganz oder bereichsweise gegenüber den benachbarten Wandungen des Umformwerkzeugs durch eine Isolierschicht 25 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 30 deutlich besser vorgenommen werden. Ein Wärmeabfluss in benachbarte Bereiche des Umformwerkzeugs wird vermieden.

**[0012]** Die im Umformraum beheizten Bereiche des Formbauteils kühlen beim Härteprozess, also während sie 35 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 langsamem Abkühlgeschwindigkeit wird an den vorher beheizten Stellen kein 40 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 45 hochwertiger durchgeführt werden können. Auch die eingesetzten Bearbeitungswerkzeuge, wie Messer oder Stanzwerkzeuge, unterliegen einem deutlich geringeren Verschleiß und erreichen wesentlich höhere Standzeiten.

**[0013]** Vorteilhafte Weiterbildungen des grundsätzlichen Erfindungsgedankens sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche 2 bis 9.

**[0014]** Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind 55 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 Blechplatine bzw. des Formbau-

teils 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.

**[0015]** Erfindungsgemäß sind zumindest ein, vorzugsweise mehrere Heizelemente in Ausnehmungen des Umformwerkzeugs integriert, wobei das Heizelement zu den benachbarten Wandungen des Umformwerkzeugs durch eine Isolierschicht wärmedämmmt ist, so dass ein Wärmeabfluss ins Umformwerkzeug vermieden wird und die Wärme primär nur in Richtung zur Werkzeugoberfläche abgegeben wird.

**[0016]** 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.

**[0017]** 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. Wärmedämmegenschaften 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  $\lambda \leq 2 \text{ W/Km}$  an.

**[0018]** 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.

**[0019]** Bei einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist das Heizelement durch eine Abdeckung zum Umformraum hin begrenzt. Die Abdeckung schließt zweckmäßigerverweise das Heizelement und die Isolierschicht zum Umformraum hin ab, so dass die Werkzeugoberfläche, auf der die umzuformende Blechplatine 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  $\lambda$  von  $\geq 10 \text{ W/Km}$  aufweisen.

**[0020]** Kupfer beispielsweise weist eine Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  von  $394 \text{ W/Km}$  auf. Auch der Einsatz einer Abdeckung aus Eisen ist möglich. Eisen besitzt eine Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  von  $73 \text{ W/Km}$ .

**[0021]** Im Rahmen der Erfindung ist insbesondere daran gedacht, das Heizelement an allen zum Umformwerkzeug benachbarten Seiten durch eine Isolierschicht wärmedämmen, also am Boden und an den Seitenwänden. Grundsätzlich kann je nach Ausführungsform aller-

dings auch nur eine bodenseitige Isolierung oder eine Isolierung der Seitenwände vorgesehen sein.

**[0022]** Die Erfindung ist nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher beschrieben. Es zeigen:

5 Figur 1 in perspektivischer Darstellungsweise, technisch vereinfacht, einen Ausschnitt aus einem Umformwerkzeug mit einem integrierten Heiz-element;

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

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

Figur 4 eine weitere alternative Ausführungsform.

20 **[0023]** In den Figuren 1 bis 4 tragen einander entsprechende Bauteile jeweils die gleichen Bezugszeichen.

**[0024]** Die Figur 1 zeigt in perspektivischer Darstellungsweise technisch schematisiert einen Ausschnitt aus einem Umformwerkzeug 1 einer erfindungsgemäßen

25 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 Um-

30 formraum 4 ausgebildet. Im Umformraum 4 kann eine zuvor auf eine bestimmte Umformtemperatur erwärmte Metallblechplatine aufgenommen und dann durch Gegeneinanderverlagern von Oberwerkzeug 2 und Unterwerkzeug 3 formgebend abgepresst werden. Noch im 35 Umformwerkzeug 1 eingespannt wird das Formbauteil abgekühlt und gehärtet. Hierbei wird grundsätzlich am Formbauteil ein harter martensitischer Gefügezustand eingestellt.

**[0025]** Zur gezielten Einstellung eines weicheren 40 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.

**[0026]** 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.

**[0027]** 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 beheizt werden können.

**[0028]** Das Heizelement 6, 7 ist zu den benachbarten 55 Wandungen 8, 9, 10 des Umformwerkzeugs 1 bzw. des Unterwerkzeugs 3 hin durch eine Isolierschicht 11, 12, 13 getrennt und wärmedämmmt. 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 Glasfasermatte oder aus Glimmer.

**[0029]** 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 Wärmedämmung vorgesehen.

**[0030]** 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  $\lambda$  auf, die größer oder gleich 10 W/Km beträgt.

**[0031]** Durch die Heizelemente 6, 7 kann eine gezielte Temperierung des Formbauteils im Umformraum 4 erfolgen. Die erfindungsgemäße Isolierung bzw. Wärmedämmung 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 langsam Abkühlgeschwindigkeit weisen diese vorher beheizten Bereiche ein weicheres Werkstoffgefüge auf, so dass hier Schneide- oder Lochoperationen einfacher und formtreuer bei geringerem Werkzeugverschleiß durchgeführt werden können.

#### Bezugszeichen:

**[0032]**

- 1 - Umformwerkzeug
- 2 - Oberwerkzeug
- 3 - Unterwerkzeug
- 4 - Umformraum
- 5 - Ausnehmung
- 6 - Heizelement
- 7 - Heizelement
- 8 - Boden v. 5
- 9 - Seitenwand v. 5
- 10 - Seitenwand v. 5
- 11 - Isolierschicht
- 12 - Isolierschicht
- 13 - Isolierschicht
- 14 - Abdeckung

#### 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, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizelement (6, 7) durch eine Isolierschicht (11, 12, 13) gegenüber dem Umformwerkzeug (1) gedämmt ist.
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.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizelement (6) durch eine Abdeckung (14) zum Umformraum (4) begrenzt ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdeckung (14) aus einem Material mit einer Wärmeleitfähigkeit  $\lambda \geq 10$  W/Km besteht.

50

55

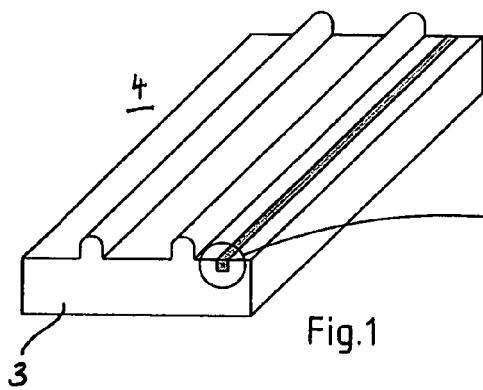
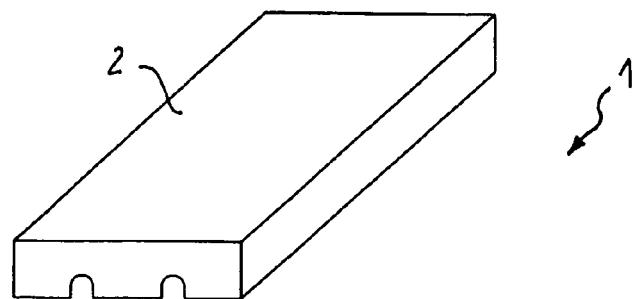


Fig.1

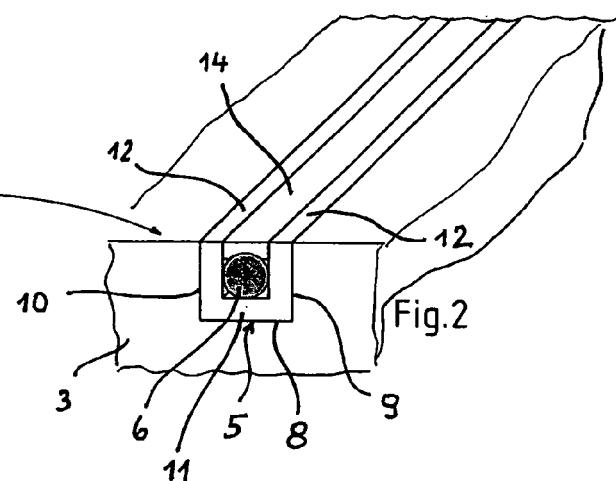


Fig.2

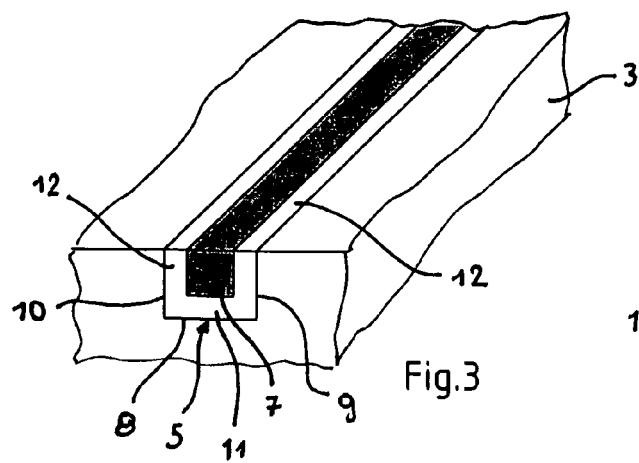


Fig.3

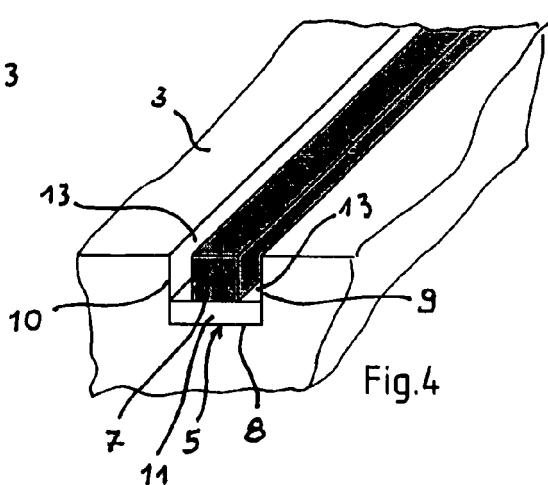


Fig.4



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	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) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * -----	1-9	INV. C21D1/673 B21D37/16 B30B15/34
D,A	DE 197 23 655 A1 (SSAB HARDTECH AB, LULEA, SE) 11. Dezember 1997 (1997-12-11) * Spalte 2, Zeile 30; Abbildung 4 *	1	
A	DE 103 23 746 A1 (DAIMLERCHRYSLER AG) 9. Dezember 2004 (2004-12-09) * Absatz [0027]; Abbildung 3 *	1	
RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)			
C21D B21D B30B			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
2	Recherchenort  Den Haag	Abschlußdatum der Recherche  2. August 2006	Prüfer  Rischard, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
EPO FORM 1503/03.82 (P04C03)			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 05 02 8585

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

02-08-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 59229242	A	22-12-1984	KEINE		
DE 19723655	A1	11-12-1997	GB	2313848 A	10-12-1997
			SE	9602257 A	08-12-1997
			US	5916389 A	29-06-1999
DE 10323746	A1	09-12-2004	KEINE		

**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]