



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 088 610 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.04.2001 Patentblatt 2001/14

(51) Int. Cl.⁷: **B22D 11/12**

(21) Anmeldenummer: **00121082.2**

(22) Anmeldetag: **28.09.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **29.09.1999 DE 19946549**

(71) Anmelder: **SMS Demag AG
40237 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder:
• **Streubel, Hans
40699 Erkrath (DE)**

• **Lemke, Jürgen, Dr.
19294 Malliss (DE)**
• **Grothe, Horst
41564 Kaarst (DE)**

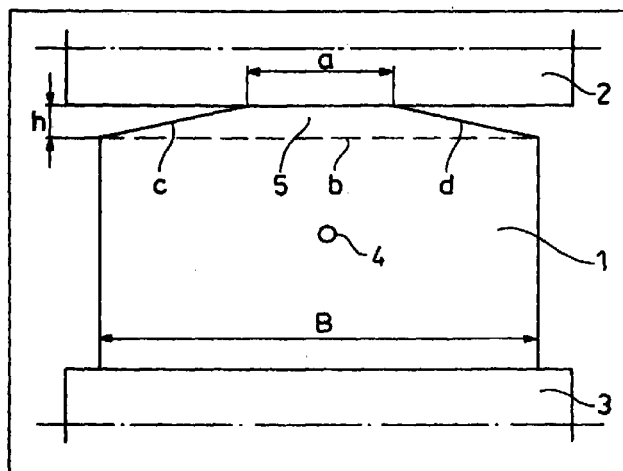
(74) Vertreter:
**Valentin, Ekkehard, Dipl.-Ing.
Patentanwälte Hemmerich, Valentin, Ghske,
Grosse,
Hammerstrasse 2
57072 Siegen (DE)**

(54) **Verfahren zum Herstellen von stranggegossenen Stahlerzeugnissen sowie Strangiessvorrichtung hierzu**

(57) Um stranggegossene Stahlerzeugnisse herzustellen, die einen verminderten Grad an Kernseigerungen und einen hohen Kernverdichtungsgrad aufweisen, wird der Strang mit mindestens einer einseitigen Profilüberhöhung (5, 6, 7, 8a, 8b) als Funktion der Kokillenform vergossen und während der sich anschließenden Strangverformung im Bereich der Resterstarrung die

jeweilige Profilüberhöhung zurückgewalzt, indem das Verformungsmittel (2, 3) über die jeweilige Profilüberhöhung eine gerichtete Krafteinleitung in das Stranginnere zur Kernverdichtung bewirkt. Gleichzeitig wird eine entsprechende Vorrichtung vorgeschlagen.

Fig. 1



EP 1 088 610 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von stranggegossenen Stahlerzeugnissen in einer Stranggießvorrichtung, das einen Verformungsschritt des Gießerzeugnisses im Bereich der Resterstarrung des Strangs umfaßt. Zudem betrifft die Erfindung eine Stranggießvorrichtung hierzu, umfassend eine Kokille sowie Mittel, die entlang der Stranggießbahn angeordnet und zueinander beweglich sind, um eine Verformung des abgezogenen Gießerzeugnisses durchzuführen. Ein solche - geringe - Verformung ist auch unter den Begriffen Softreduction bekannt.

[0002] Beim Stranggießen erstarrt der kontinuierlich gegossene Strang über die Bildung einer festen Strangschale in der Kokille, um während des sich anschließenden Abziehvorgangs in Richtung Strangmitte zu erstarren. Dabei kommt es an der Erstarrungsfront zu Anreicherungen von Legierungselementen. Diese verursachen im durcherstarrten Strang Kernseigerungen, die wiederum für Inhomogenitäten und ungleichmäßige Eigenschaften über dem Strangquerschnitt und damit im Endprodukt verantwortlich sind. Durch voreilende Brückenbildung kommt es zu Kernporositäten. Des weiteren kann die metallische Schrumpfung mit abnehmender Temperatur zu inneren Spannungen führen, die wiederum Risse verursachen können.

[0003] Als ein Mittel zur Minimierung der Seigerungen an der Erstarrungsfront und Erhöhung der Kerndichte ist das Verfahren der Softreduction bekannt, bei dem es zu einem geringfügigen Verwalzen des noch nicht vollständig durcherstarrten Stranges und damit des noch flüssigen Kerns kommt.

[0004] In der deutschen Offenlegungsschrift 1 602 127 wird ein Verfahren zur Beseitigung von Innenfehlern von Gießprodukten beschrieben, das insbesondere bei Halbzeug zur Anwendung kommt. Hierbei werden die Innenpartien des Halbzeugs durch Ausübung eines Preßdrucks auf nur einen Teil mindestens einer Seitenfläche des Halbzeugs verdichtet, wobei die nicht dem Preßdruck ausgesetzten Teile des Halbzeugs Widerstand gegen eine Formänderung leisten können und damit mindestens teilweise eine Dehnung verhindern. Zudem ist offenbart, daß der Block auch mit teilweisen Ausbauchungen an einer oder mehreren Seiten gegossen werden kann, die beim Drücken oder Walzen unter Verdichtung der Innenpartien eingedrückt werden. Diese Ausbauchungen dürfen aber nur so groß sein, daß die vom Werkzeug bzw. von den Walzen nicht verformten Teile genügend Widerstand gegen eine Verlängerung leisten. Bestimmte konkrete geometrische Formen sind für die Ausbauchungen nicht angegeben.

[0005] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zur Herstellung von Stranggießprodukten mit einem verminderten Grad an Kernseigerungen und hohem Kernverdichtungsgrad zu schaffen.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruch 2 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen offenbart. Erfindungswesentlich ist die Kombination der geringförmigen Verformung des Strangs im Bereich der Resterstarrung mit einer Erhöhung der Kernverdichtung durch gerichtete Krafteinleitung der Verformungskraft über die jeweilige Strangprofilüberhöhung in das Stranginnere.

[0007] Die jeweilige Strangprofilüberhöhung ist — im Querschnitt betrachtet - im wesentlichen trapezförmig ausgebildet mit - bei Knüppel-, Block- und Brammenformaten zueinander parallel verlaufenden - Grundseiten a, b, wobei die kurze Grundseite a des Trapezes die Kontaktfläche zwischen Strang und Verformungsmittel bildet. Als Verformungsmittel kommen Walzen oder Rollen in Frage. Es wurde festgestellt, daß gerade die Ausbildung der Strangquerschnittsform mit trapezförmig ausgebildeten Profilüberhöhungen sehr gute Eigenschaften zur Kernverdichtung bieten.

[0008] Bei dem Querschnitt eines nach einer ersten Ausführungsform des Verfahrens hergestellten Stranges entspricht die lange Grundseite b der trapezförmigen Profilüberhöhung in etwa dem Grundformat des Strangquerschnitts, ausgehend von Knüppel-, Block- oder Brammenformaten.

[0009] Bei dem Querschnitt eines nach einer zweiten Ausführungsform des Verfahrens hergestellten Stranges ist die lange Grundseite b der trapezförmigen Profilüberhöhung kleiner als das Grundformat des Strangquerschnitts für Knüppel-, Block- und Brammenformate. Dies ist vorteilhaft, weil die sich auf die Kernverdichtung günstig auswirkende trapezförmige Querschnittsgeometrie über eine Mehrzahl von Umformstichen bei der Softreduction im wesentlichen bis zum letzten Umformstich erhalten bleibt, d.h. die trapezförmige Profilüberhöhung ändert zwar ihre Höhe, im wesentlichen aber nicht ihre trapezförmige Grundform. Bei einer solchen Geometrie des Stranges findet selbst bei dem letzten Stich des Verformungsprozesses noch eine deutliche Kernumformung und damit —verdichtung statt. Wegen der Höhenänderung besteht des weiteren der Vorteil, daß die Strangprofilierung nach der Softreduction im wesentlichen beseitigt ist, d.h. an das Stranggrundformat angepaßt ist. Die Höhe des Trapezes ist in Abhängigkeit der Strangabmessungen und der Anzahl der Umformstiche zu wählen.

[0010] Nach dem Querschnitt eines nach einer dritten Ausführungsform des Verfahrens hergestellten Stranges sind die Übergänge zwischen der Grundseite a der jeweiligen trapezförmigen Profilüberhöhung und den beiden nicht parallelen Seiten c, d gekrümmt ausgebildet. Bevorzugt sind große Krümmungsradien. Diese Ausführungsform dient insbesondere zur praktischen Realisierung der optimierten Profilierungsform mit einer trapezförmigen Profilüberhöhung, wobei die lange Grundseite b kleiner als das Stranggrundformat ist.

[0011] Nach einer vierten Ausführungsform weist der Strang sowohl an seiner Losseite als auch an seiner Festseite eine trapezförmige Profilüberhöhung auf. Los- und Festseite des Strangs sind in Abhängigkeit der Anordnung der "festen" bzw. "losen" Rollen zum Strang definiert. Die festen Rollen sind über ein entsprechendes Gerüst mit dem Fundament verankert, während die losen Rollen in Abhängigkeit von den festen Rollen zur Variation eines definierten Rollenspaltes verstellbar sind. Bei der Ausbildung des Stranges mit beidseitigen Profilüberhöhung ist sowohl möglich, daß die lange Grundseite b in etwa dem Grundformat des Strangquerschnitts entspricht oder daß die Grundseite b kleiner ist als das Grundformat.

[0012] Neben einer Strangüberhöhung als Funktion der Kokille, die in Richtung Kerninneres zurückgewalzt wird, ist alternativ oder zusätzlich auch das jeweilige Verformungsmittel profiliert ausgebildet. Dies empfiehlt sich beispielsweise bei einem Rundformat als Ausgangsprodukt, wobei dann die Rolle an der Festseite vorteilhafterweise profiliert ist.

[0013] Es wird vorgeschlagen, daß der Verformungsschritt in einem oder in bis zu drei Teilverformungsschritten abläuft. Insbesondere soll der erste Verformungsschritt einen höheren Umformgrad als bei den nachfolgenden Umformstichen aufweisen, um die günstige Wirkung der optimal trapezförmigen Ausbildung der Profilüberhöhung auszunutzen. Eine andere bevorzugte Schrittabfolge ist die Durchführung von zwei —dann relativ starken— gleichmäßigen Umformstichen. Gerade die zweite Schrittabfolge führt dazu, daß mit dem Ende des Umformvorgangs die Profilierung nicht mehr vorhanden ist.

[0014] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Figuren näher beschrieben. Hierbei zeigen:

Figur 1 den Querschnitt eines nach einer ersten Ausführungsform des Verfahrens hergestellten Stranges, wobei die lange Grundseite b der trapezförmigen Profilüberhöhung auf der Losseite dem Grundformat des Strangquerschnitts entspricht;

Figur 2 den Querschnitt eines nach einer zweiten Ausführungsform des Verfahrens hergestellten Stranges, wobei die lange Grundseite b der trapezförmigen Profilüberhöhung kleiner als das Grundformat des Strangquerschnitts ist;

Figur 3 den Querschnitt eines nach einer dritten Ausführungsform des Verfahrens hergestellten Stranges, wobei die Übergänge zwischen der Grundseite a der jeweiligen trapezförmigen Profilüberhöhung und den beiden nicht parallelen Seiten c und d gekrümmt ausgebildet ist;

Figur 4 den Querschnitt eines nach einer vierten Ausführungsform des Verfahrens hergestellten Stranges, wobei der Strang sowohl an seiner Losseite als auch an seiner Festseite eine trapezförmige Profilüberhöhung aufweist.

[0015] Figur 1 zeigt den Querschnitt eines Strangblockes 1, hier vom Blockformat von 430 (Breite) x 320 (Dicke) mm. Der Block weist auf seiner Losseite eine trapezförmige Profilüberhöhung 5 auf. Die lange Seite b des Trapezes entspricht der Blockbreite B von 430 mm. Die kurze Seite a entspricht in etwa 1/3 der Blockbreite B. Die beiden nicht parallelen Seiten des Trapezes sind mit c und d bezeichnet. Die Profilüberhöhung hat die Höhe h. Zur Verformung sind die sich gegenüberliegenden Rollen 2 an der Losseite und Rolle 3 an der Festseite vorgesehen, hier beispielhaft als ein Paar Rollen im Querschnitt dargestellt. Das Kerninnere, welches während des geringen Verformungseinflusses im schmelzflüssigen Zustand unter Druckaufbringung auf die Profilüberhöhung des Stranges gezielt zusammengedrückt wird, ist mit 4 gekennzeichnet.

[0016] Die Teile der Figur 2, die mit denen der Figur 1 übereinstimmen, sind mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Die trapezförmige Profilüberhöhung 6 des Strangquerschnitts nach Figur 2 unterscheidet sich im Hinblick zur denjenigen nach Figur 1 in der Länge der langen Seite b des Trapezes, die mit b' bezeichnet wird. Die Länge der kurzen Seite a des Trapezes ist unverändert. Die hier dargestellte Profilierung zeigt Vorteile bei der Krafteinbringung in das Kerninnere 4 sowie bei dem höheren Zurückwalzungsgrad am Ende des Verformungsbereichs. Die im Vergleich zu Figur 1 kürzeren Seiten sind mit c' und d' bezeichnet.

[0017] Eine Abwandlung der Ausführungsform nach Figur 2 zeigt die Figur 3, indem die Übergänge zwischen der kurzen Seite a und der Blockaußenseite an den jeweils nicht parallelen Seiten des Trapezes c" und d" nicht winklig, sondern gekrümmt ausgebildet sind. Es ergibt sich eine Profilüberhöhung 7.

[0018] Figur 4 zeigt einen Strangquerschnitt, wobei der Strang sowohl an seiner Losseite als auch an seiner Festseite eine Profilüberhöhung 8a, 8b aufweist, die bei dieser Ausführungsform symmetrisch ausgebildet sind ($a_1 = a_2$; $b_1 = b_2 = B$). Anhand dieses Beispiels sollen weitere bevorzugte, aber nicht einschränkende, Geometrien der Trapezgrundform beschrieben werden als:

$$b_1 = b_2 < B;$$

$$1/3B < a_1 < 2/3B \text{ und } 1/3B < a_2 < 2/3B \text{ oder } a_2 < 0,8B;$$

$$c=d>0,7a \text{ oder } c=d<0,3a;$$

$$0,01D < y_0 < 0,05D \text{ und } 0,01D < y_u < 0,05D \text{ oder } 0,005D < y_u < 0,03D$$

mit b_1, b_2 : lange Grundseite des Trapezes;
 B: Breite des Stranges an der Seite der Profilüberhöhung;
 a_1, a_2 : kurze Grundseite des Trapezes;
 10 c, d nicht parallele Seiten des Trapezes;
 D: Dicke des Stranges;
 y_0, y_u : Höhe der Profilüberhöhungen.

Patentansprüche

- 15 1. Verfahren zum Herstellen von stranggegossenen Stahlerzeugnissen in einer Stranggießvorrichtung, das einen Verformungsschritt des Gießerzeugnisses im Bereich der Resterstarrung umfaßt,
dadurch gekennzeichnet,
 20 daß der Strang mit mindestens einer einseitigen Profilüberhöhung (5, 6, 7, 8a, 8b) als Funktion der Kokillenform vergossen wird und daß während der sich anschließenden Strangverformung im Bereich der Resterstarrung die jeweilige Profilüberhöhung zurückgewalzt wird, indem das Verformungsmittel (2, 3) über die jeweilige Profilüberhöhung eine gerichtete Krafteinleitung in das Stranginnere zur Kernverdichtung bewirkt.
- 25 2. Vorrichtung zum Stranggießen von Stahl zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, umfassend eine Kokille sowie Mittel, die entlang der Stranggießbahn angeordnet und zueinander beweglich sind, um eine geringe Verformung des Gießerzeugnisses durchzuführen,
dadurch gekennzeichnet,
 30 daß mindestens eine Seite der Kokille ein profiliertes Gießformat aufweist zur Erzeugung mindestens einer Profilüberhöhung (5, 6, 7, 8a, 8b) über die Stranglänge im wesentlichen in Höhe des Strangkerns und daß die Verformungsmittel (2, 3) jeweils die Profilüberhöhung unter Verdichten des Strangkerns (4) zurückverformen.
- 35 3. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die jeweilige Profilüberhöhung im wesentlichen trapezförmig ausgebildet ist mit Grundseiten a, b, wobei die kurze Grundseite a des Trapezes die Kontaktfläche zwischen Strang und Verformungsmittel bildet.
- 40 4. Vorrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die lange Grundseite b der trapezförmigen Profilüberhöhung kleiner oder gleich der Breite des Strangquerschnitts ist.
- 45 5. Vorrichtung nach den Ansprüchen 4,
dadurch gekennzeichnet,
 50 daß die kurze Grundseite a des trapezförmigen Profilüberhöhung mindestens 1/3 und maximal 2/3 der Breite des Strangquerschnitts (B) beträgt.
- 55 6. Vorrichtung nach den Ansprüchen 3 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Übergänge zwischen der Grundseite a der jeweiligen trapezförmigen Profilüberhöhung und den beiden nicht parallelen Seiten c, d der jeweiligen trapezförmigen Profilüberhöhung gekrümmt ausgebildet sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,

daß der Strang sowohl an seiner Los- und Festseite eine Strangprofilüberhöhung (8a, 8b) aufweist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Verformungsmittel profiliert ausgebildet sind.

9. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

daß der Verformungsschritt in einem oder in bis zu drei Teilverformungsschritten abläuft.

10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,

daß der erste Teilverformungsschritt einen größeren Umformgrad als die nachfolgenden Teilverformungsschritte aufweist.

11. Verfahren nach Anspruch 1 oder 10,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Verformung im Richtbereich der Stranggießvorrichtung stattfindet.

Fig. 1

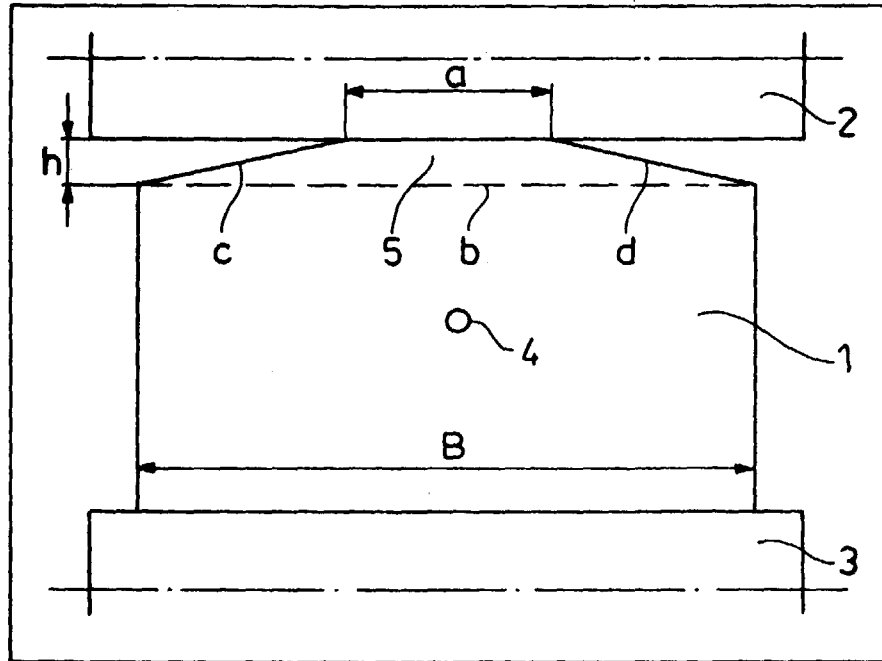


Fig. 2

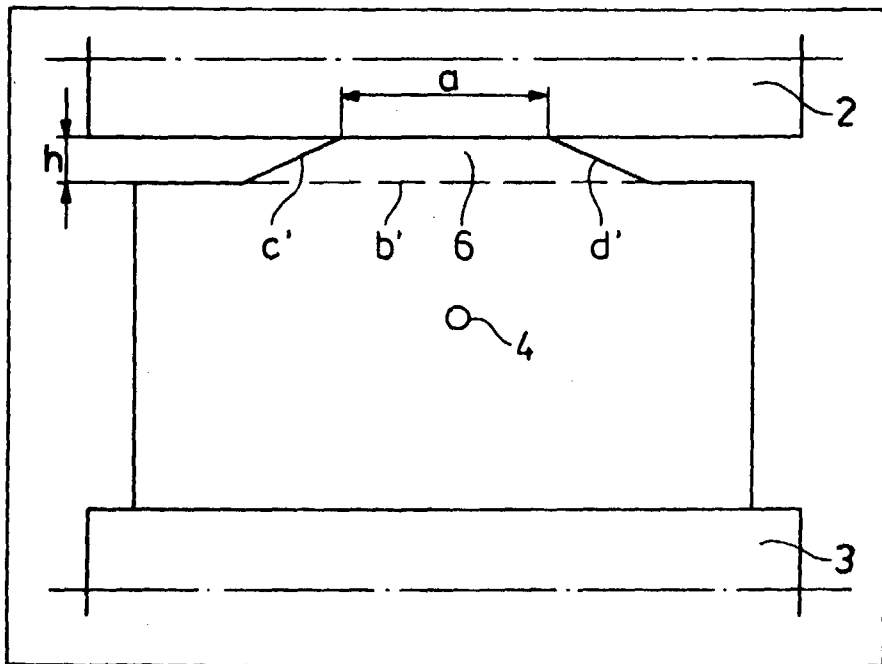


Fig. 3

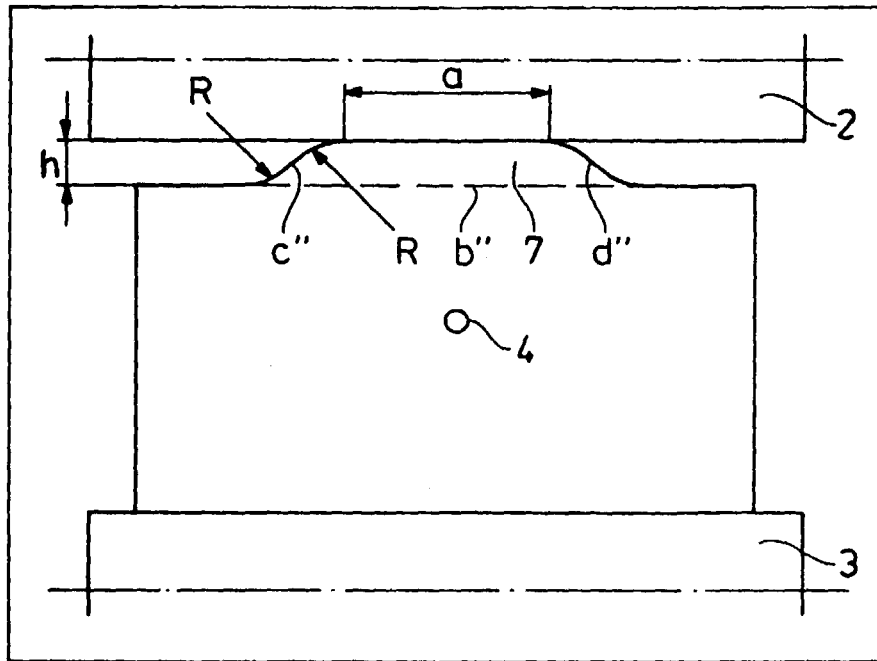
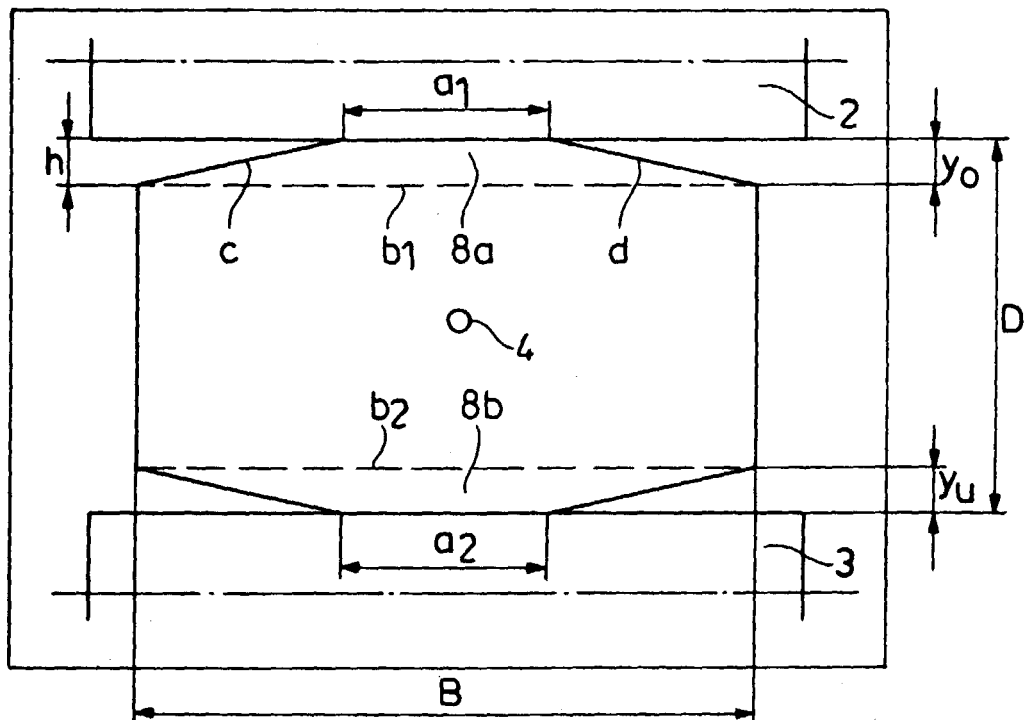


Fig. 4





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 12 1082

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 351 (M-1003), 30. Juli 1990 (1990-07-30) & JP 02 121760 A (KAWASAKI STEEL CORP), 9. Mai 1990 (1990-05-09) * Zusammenfassung *	1-4,7	B22D11/12
A	US 5 348 075 A (PERRY ROBERT M ET AL) 20. September 1994 (1994-09-20) * Spalte 2, Zeile 56 - Spalte 4, Zeile 6; Abbildungen 4-6 *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 06, 30. April 1998 (1998-04-30) & JP 10 052743 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 24. Februar 1998 (1998-02-24) * Zusammenfassung *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B22D B21B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 2. Februar 2001	Prüfer Mailliard, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		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 (FwC003)

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

EP 00 12 1082

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 Daten des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

02-02-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 02121760 A	09-05-1990	KEINE	
US 5348075 A	20-09-1994	AT 93423 T	15-09-1993
		AT 85917 T	15-03-1993
		AU 3857989 A	12-01-1990
		AU 3860689 A	12-01-1990
		DE 68905046 D	01-04-1993
		DE 68905046 T	09-06-1993
		DE 68908717 D	30-09-1993
		DE 68908717 T	23-12-1993
		EP 0440650 A	14-08-1991
		EP 0419570 A	03-04-1991
		WO 8912517 A	28-12-1989
		WO 8912516 A	28-12-1989
		WO 8912519 A	28-12-1989
		US 5188167 A	23-02-1993
JP 10052743 A	24-02-1998	KEINE	

EPO FORM P/461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr. 12/82