(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 579 005 A1**

(12) # EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **93110036.6**

(51) Int. Cl.5: **B21J 5/12**

(22) Anmeldetag: **23.06.93**

(30) Priorität: **23.06.92 DE 4220523**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.01.94 Patentblatt 94/03

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE DK ES FR GB IT LI SE

(71) Anmelder: **HIRSCHVOGEL UMFORMTECHNIK GmbH GESENKSCHMIEDE UND PRESSWERK**
Mühlstrasse 6
D-86920 Denklingen(DE)

(72) Erfinder: **Pischel, Walter**
Thüringer Strasse 9
D-8912 Kaufering(DE)
Erfinder: **Kettner, Peter**
Säulingstrasse 13
D-8911 Denklingen(DE)

(74) Vertreter: **Schmidt-Evers, Jürgen, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte Mitscherlich & Partner
Postfach 33 06 09
D-80066 München (DE)

(54) **Verfahren zum Herstellen eines einen Pressabschnitt aufweisenden Werkstücks und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.**

(57) Bei einem Verfahren zum Herstellen eines einen Profilabschnitt (4) aufweisenden Werkstücks (1) aus kalt verformbarem metallischen Material, bei dem ein Rohling (17) zunächst durch vorzugsweise warmes Schmieden in eine vorläufige Form gebracht wird, wird der Abschnitt (4) an den Rohling (17) durch den Schmiedevorgang mit Übermaß vorgeformt, und der Abschnitt (4) wird dann zur Erzeugung des Profils mit Endmaß (b1) durch eine Reduktionsöffnung (22) gedrückt.

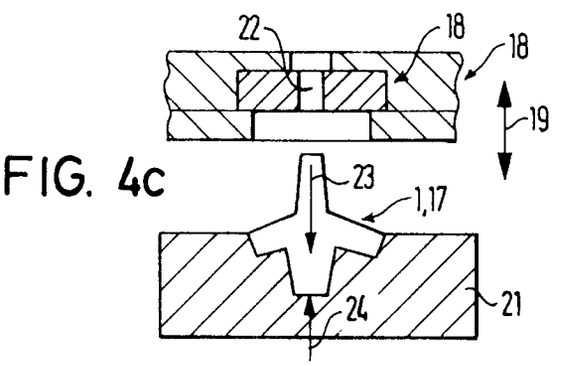


FIG. 4c

EP 0 579 005 A1

Die Erfindung bezieht sich auf ein verfahren und eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 7.

Bei der spanlosen Umformung von Werkstükken wird vorzugsweise der Umformvorgang Schmieden angewendet, weil hierdurch nicht nur eine kostengünstige Herstellung möglich ist, sondern beim Schmieden wird auch die Festigkeit des Werkstücks vergrößert, was in den meisten Anwendungsfällen erwünscht ist.

Ein Mangel der Umformung durch Schmieden besteht jedoch darin, daß paßgenaue Flächen nicht erzeugt werden können. Dies beruht zum einen darauf, daß die Oberflächenqualität einer geschmiedeten Fläche nicht den Anforderungen einer Paßfläche entspricht und zum anderen bei der nach dem Warmschmieden erfolgenden Abkühlung mit Spannungsverzug zu rechnen ist, der zu einer weiteren Beeinträchtigung der Oberflächenqualtität und Maßgenauigkeit führen kann.

Insbesondere bei solchen Werkstücken, die einen Abschnitt hoher Paßgenauigkeit und einen Abschnitt mit geringeren Anforderungen an die Paßgenauigkeit aufweisen, ist man dazu übergegangen, das Werkstück zweistückig herzustellen, wobei der Werkstückabschnitt mit geringerer Anforderung an die Paßgenauigkeit geschmiedet wird und der Werkstückabschnitt hoher Paßgenauigkeit z. B. durch besondere Bearbeitungsmaßnahmen, gegebenenfalls spanabhebend, paßgenau hergestellt wird.

Das vorliegende Problem stellt sich insbesondere bei einem Werkstück mit zwei, insbesondere hinsichtlich ihrer Oberflächenpräzisionen unterschiedliche, vorzugsweise mit einem Positionierabschnitt wie einem Befestigungsfuß und einem eine andere Funktion, z. B. eine Antriebsfunktion ausübenden Werkstückabschnitt. Ein typischer Fall für ein solches Werkstück ist ein an einem Rad oder einer Stange montierbarer Zahn eines Zahnrads. Für ein solches Werkstück ist eine hohe Festigkeit erwünscht, wobei das Befestigungs- oder Fußteil des Zahnes paßgenau gehalten werden muß. Bisher war es üblich, ein solches Werkstück zweistükkig herzustellen und die beiden Werkstückabschnitte miteinander zu verschweißen, wobei der Befestigungsabschnitt vor oder nach dem Schweißen gegebenenfalls spanabhebend auf Maßgenauigkeit bearbeitet wurde.

Bei einem bekannten montierbaren Zahn ist ein solcher Befestigungsabschnitt durch einen plattenförmigen Steg gebildet, der eine paßgenaue Breitenabmessung aufweist und damit zwischen zwei Befestigungsflansche eines Rades paßt und daran verschraubt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs angegebenen Art so zu verbessern, daß das Werkstück bei Gewährleistung einer hohen Festigkeit und Paßgenauigkeit einstükkig hergestellt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruches 1 bzw. 7 gelöst.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird der Profilabschnitt am Werkstück einteilig durch insbesondere warmes Schmieden hergestellt, wobei der den Profilabschnitt auf Paßmaß bringende Bearbeitungsvorgang dadurch erfolgt, daß bei einer axialen Relativverschiebung zwischen dem Werkstück bzw. dem Profilabschnitt und einer Matrize der Profilabschnitt mit seinem freien Ende zuerst durch die Reduzieröffnung der Matrize gedrückt wird. Hierdurch erhält der Profilabschnitt nicht nur eine hohe Paßgenauigkeit, sondern die Oberfläche des Profilabschnitts wird durch das Reduzieren weiter verfestigt, wobei eine einfache, schnelle und somit kostengünstige Herstellung möglich ist. Bei diesem Reduziervorgang können wahlweise das Werkstück und/oder die Matrize bewegt werden.Der Reduziervorgang findet vorzugsweise bei Raumtemperatur statt.

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich bei allen kaltverfombaren Werkstoffen, insbesondere Metallen, vorzugsweise Stahl, vorteilhaft durchführen.

Es ist zwar an sich bekannt, Werkstücke durch ein sog. Verjüngen bzw. Reduzieren paßgenau zu verformen, jedoch ist dies bisher nur an im Querschnitt runden Profilabschnitten mittels einer Matrize mit einem entsprechenden runden Matrizenloch durchgeführt worden.

Durch die im Anspruch 7 enthaltene Vorrichtung wird es dagegen auch ermöglicht, von einer runden Form abweichende Querschnittsformen, insbesondere längliche Querschnittsformen durch Verjüngen bzw. Reduzieren herzustellen.

In den Unteransprüchen sind Merkmale enthalten, die zur Problemlösung beitragen, die Festigkeit und Lebensdauer der Matrize verbessern, reduzierte Flächen hoher Formgenauigkeit ermöglichen, und außerdem vorteilhafte Vorrichtungsmerkmale schaffen, die eine schnelle, genaue und hochleistungsfähige Herstellung ermöglichen.

Nachfolgend werden die Erfindung und weitere durch sie erzielbare Vorteile anhand von bevorzugten Ausgestaltungen näher erläutert. Es zeigt

- Fig. 1 ein nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestelltes Werkstück in der Seitenansicht;
- Fig. 2 das Werkstück in der Stirnansicht von links;
- Fig. 3 einen Rohblock in perspektivischer Darstellung, aus dem das Werkstück spanlos durch Umformen hergestellt wird;
- Fig. 4a einen ersten Umformungsvorgang am Rohblock in der Seiten-

ansicht;

Fig. 4b, 4c zwei weitere Umformungsvorgänge des Werkstücks;

Fig. 5 eine Matrize in der Draufsicht;

Fig. 6 den Halbschnitt VI-VI in Fig. 5;

Fig. 7 den Teilschnitt VII-VII in Fig. 5.

Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist das Werkstück ein montierbarer Zahn 1 eines nur in Fig. 2 teilweise angedeuteten Zahnrades 2, wobei der Zahn 1 einstückig aus einem Zahnkopf 3, einem Befestigungsfuß in Form einer Platte oder eines Steges 4 und einem Basisteil 5 besteht, das zwischen dem Zahnkopf 3 und dem Steg 4 angeordnet ist, und von dem sich der Zahnkopf 3 und der Steg 4 einander entgegengesetzt erstrecken, nämlich bei der Anordnung gemäß Fig. 1 vertikal nach oben bzw. vertikal nach unten entlang der vertikalen Mittellinie 6, zu der der Zahn 1 beim vorliegenden Ausführungsbeispiel symmetrisch ausgebildet ist.

Im vorliegenden Fall handelt es sich um den Zahn 1 eines Ketten-Zahnrades. In einem solchen Fall weist der Zahnkopf 3 einen zentralen Mitnehmerzapfen 7 auf, der in ein Kettenglied einfaßt und gleichzeitig zwischen zwei mit diesem Kettenglied verbundene Kettenglieder einfaßt. Der Zahnkopf 3 ist an seinen Seitenflächen an die Form der ihm zugewandten Kettenglieder angepaßt.

Bei der vorliegenden Ausgestaltung ist die Breite b der platten- bzw. stegförmigen Basis schmaler als die Breite B der vorhandenen Zahnkrone 10 und nur geringfügig breiter als die Breite b1 des Stegs 4. Auch bezüglich seiner Länge L ist das Basisteil 5 größer bemessen als der Steg 4 mit seiner Länge L1, so daß das Basisteil an beiden Stirnseiten den Steg 4 zapfenförmig überragt. An beiden Breitseiten des Stegs 4 ist ein sich von seiner Unterseite 11 im mittleren Bereich nach oben erstreckender zungenförmiger Flächenbereich 12 vorhanden, der gegenüber der zugehörigen Seitenfläche 13a, 13b geringfügig vertieft ist. Die zueinander im wesentlichen parallelen Seitenflächen 13a, 13b bilden ein Paßmaß, mit dem der Zahn 1 zwischen parallelen Paßflächen 14a, 14b des Zahnrades 2 eingesetzt und gehalten ist, z.B. durch zwei oder eine angedeutete Querschraube, die den Steg 4 und benachbarte Wände des Zahnrades 2 in Löchern durchfaßt (nicht dargestellt), die vorzugseise nach dem Umformen gebohrt werden. Die freien Ecken des Stegs 4 sind vorzugsweise gerundet.

Im folgenden wird die Herstellung des Zahnes 1 durch spanloses Umformen beschrieben. Gemäß Fig. 4a wird zunächst der Steg 4 in einem andeutungsweise schematisch dargestellten Gesenk mit einem Gesenkunterteil 15a und einem Gesenkoberteil 15b aus einem quaderförmigen Rohling 17 warm vorgeschmiedet, wobei der geschmiedete Abschnitt sich zweidimensional ausdehnt und den flachen Steg 14 bildet.

Für einen weiteren Umformschritt wird der zu bildende Zahn 1 in ein anderes, ebenfalls nur schematisch angedeutetes Gesenk mit einem Gesenkunterteil 16a und einem Gesenkoberteil 16b eingesetzt und längs der Mittellinie 6 wirksame Druckkräfte warm geschmiedet, wobei insbesondere die Zahnkrone 10 in ihre endgültige Form gebracht wird. Der im Gesenkunterteil 16a aufgenommene Steg 4 wird bei dem vorherigen Schmiedevorgang oder bei dem jetzigen Schmiedevorgang auf eine Breite b2 vorgeformt, die nicht nur gegenüber der Breite b1 ein Übermaß von einigen Zehntel Millimetern aufweist, sondern auch zur Unterseite 12 hin konvergent, d.h. leicht keilförmig geformt ist bzw. wird, um ihn aus dem Gesenkunterteil 16a herausnehmen zu können, was aufgrund der leicht keilförmigen Formgebung gewährleistet ist. In den Fig. 4a bis 4c ist diese Konizität zwecks Verdeutlichung größer dargestellt, in Wirklichkeit beträgt die vorhandene Neigung etwa 0° 30'.

Ein weiterer Umformschritt besteht gemäß Fig. 4c darin, den Steg 4 bezüglich seiner Breite b2 mittels einer Matrize 18 bei Relativverschiebung zu reduzieren und zwar auf das Fertigmaß b1. Bei dieser Reduzierung wird die Breite b1 um einige Zehntel Millimeter verringert, wobei ebene, saubere und maß- bzw. paßgenaue Seitenflächen 13a, 13b mit einer feinen Oberflächengüte entstehen. Das Reduzieren kann durch eine Verschiebung der Matrize 18 relativ zum ortsfest gehaltenen Zahn 1 erfolgen, wie es in Fig. 4c dargestellt ist. In diesem Fall ist der Zahn 1 durch ein gegen die Zahnkrone 10 entgegen der vorzugsweise vertikal, insbesondere nach unten gerichteten Schubrichtung 19 der Matrize 18 wirksames Druckstück 21 abgestützt. Es ist auch möglich, die Matrize 18 ortsfest zu halten und den Zahn 1 mittels des Druckstücks 21 durch die Matrizenöffnung 22 zu drücken. Nach dem jeweiligen Vorschub ist die Matrize 18 wieder abzuziehen, wobei der Zahn 1 zu halten ist. Bei dem Druckstück 21 kann es sich um ein Aufnahmeteil handeln, das einem Gesenkteil ähnlich ist. Nach oder parallel zum Abziehen der Matrize 18 kann der soweit fertig geformte Zahn 1 aus seiner Halterung entnommen oder ausgestoßen werden. Die Matrize 18 ist in einem ortsfesten oder hin und her beweglichen Matrizenhalter 18a drehfest gehalten.

Abschließend sei bemerkt, daß die der Reduzierkraft 23 entgegengesetzte Stützkraft 24, die gegen die Formfläche der Zahnkrone 10 wirkt, keine Verformungen dieser Formfläche hervorruft, wenn eine flächige Anlage vorhanden ist.

Die Matrize 18 weist ein längliches, hier etwa rechteckiges Matrizenloch 22 auf, wobei die Materialbreite b3 an den Breitseiten 26 des Matrizenlochs 22 größer ist als die Materialbreite b4 an den

Schmalseiten 27 des Matrizenlochs 22.

Vorzugsweise ist die Matrize 18 außen kreisrund und in einer entsprechend geformten Aufnahme des Matrizenhalters 18a drehgesichert aufgenommen.

Die Länge L2 des Matrizenlochs 22 ist um einige mm größer bemessen als die Länge L1 des Stegs 14, so daß er nur breitseitig reduziert wird.

Formendes Element der Matrize 18 ist je ein Wulst 28 auf den breitseitigen Wänden des Matrizenlochs 22, der im Querschnitt keilförmig oder gerundet geformt ist, so daß sich konvergente Reduzierflächen 28a und hinterschnittene Freiflächen 28b ergeben. Der Neigungswinkel W1 der Reduzierflächen 28a beträgt vorzugsweise etwa 15°, der der Freiflächen 28b vorzugsweise etwa 9°. In den außerhalb des Reduzierbereichs R liegenden Innenecken ist das Matrizenloch 18 gerundet, siehe Radien r1. Vorzugsweise sind die Wülste 28 in ihrer Längsrichtung geringfügig konvex gekrümmt, was durch den Radius r2 verdeutlicht ist. Dies deshalb, weil im mittleren Bereich der reduzierten Fläche das Material beim Reduzieren einen größeren Widerstand entgegensetzt als im äußeren Bereich und deshalb nach dem Reduzieren im mittleren Bereich etwas oder mehr expandiert als im Außenbereich. Dies wird durch die geringfügig konvexen Wülste 28 ausgeglichen, so daß sich nach dem Reduzieren ebene und parallele Seitenflächen 13a, 14a ergeben.

Die plattenförmige Matrize 18 besteht aus hochfestem, harten Material, insbesondere legierten Stahl.

Um bis in den Bereich des Basisteils 5 reduzieren zu können, sind an der Eingangssseite und schmalseitig am Matrizenloch 22 zwei Freiräume in Form von Ausnehmungen 31 für die stirnseitigen Zapfen des Basisteils in der Matrize 18 vorgesehen, deren Ecken 32 ebenfalls gerundet sind, wodurch die Festigkeit der Matrize 18 vergrößert wird.

An den Schmalseiten 27 des Matrizenlochs 18 sind in den vorhandenen Wandungen Sollbruchstellen 33 vorzugsweise in Form von keilförmigen Kerben vorgesehen, die sich über die gesamte Länge der schmalseitigen Wandungen erstrecken.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines einen Profilabschnitt (4) aufweisenden Werkstücks (1) aus kalt verformbarem metallischen Material, bei dem ein Rohling (17) zunächst durch vorzugswise warmes Schmieden in eine vorläufige Form gebracht wird,
   dadurch gekennzeichnet,
   daß der Abschnitt (4) an den Rohling (17) durch den Schmiedevorgang mit Übermaß vorgeformt wird und der Abschnitt (4) dann zur Erzeugung des Profils mit Endmaß (b1) vorzugsweise kalt (Raumtemperatur) bei einer axialen Relativverschiebung zwischen dem Werkstück (1) und einer Reduktionsöffnung (22) durch die Reduktionsöffnung (22) gedrückt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet,
   daß der Abschnitt (4) bei einem ersten Formvorgang flach gedrückt wird (Fig. 4a).

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
   dadurch gekennzeichnet,
   daß der Abschnitt (4) bei einem zweiten Formvorgang (Fig. 4b) in Richtung auf das Werkstück (1) mit Schmidedruck vorzugsweise in einem Gesenk beaufschlagt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3,
   dadurch gekennzeichnet,
   daß beim zweiten Formvorgang (Fig. 4b) gleichzeitig das Werkstück (1) durch entgegengesetzten Druck vorzugsweise im Gesenk geschmiedet wird.

5. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
   dadurch gekennzeichnet,
   daß der Abschnitt (4) mit länglicher Querschnittsform vorgeformt und nur an seinen breitseitigen Seitenflächen (13a, 14) reduziert wird.

6. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
   dadurch gekennzeichnet,
   daß das Werkstück (1) mit einer Form für einen Kettenzahn geformt wird.

7. Vorrichtung oder Matrize zur Durchführung des Verfahrens nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
   dadurch gekennzeichnet,
   daß die Matrizenöffnung (22) eine längliche, insbesondere im wesentlichen rechteckige, Querschnittsform aufweist und nur die breitseitigen Wandungen (26) der Matrizenöffnung (22) Reduzierflächen, insbesondere Reduzierwülste (28) aufweisen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7,
   dadurch gekennzeichnet,
   daß die Breitenabmessungen (b3) der Matrize (18) zwischen ihrem Umfang und der Breitseite (26) des Matrizenlochs (22) größer sind als an den Schmalseiten (27) des Matrizenlochs (22).

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Reduzierflächen (28) in Umfangsrichtung geringfügig konvex gekrümmt sind.

10. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsform der Matrize (18) rund ist.

FIG. 2

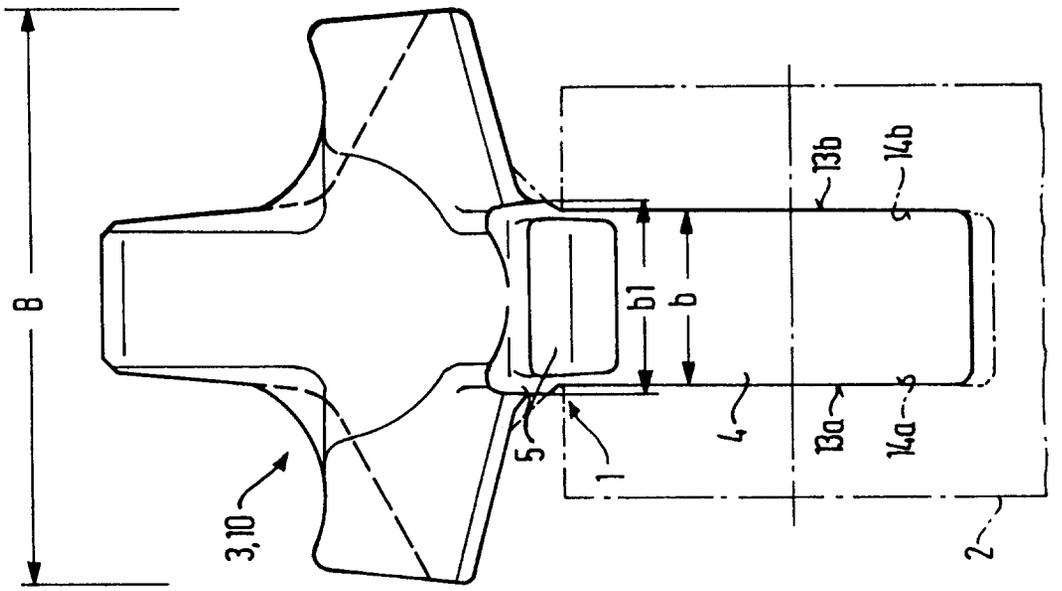


FIG. 1

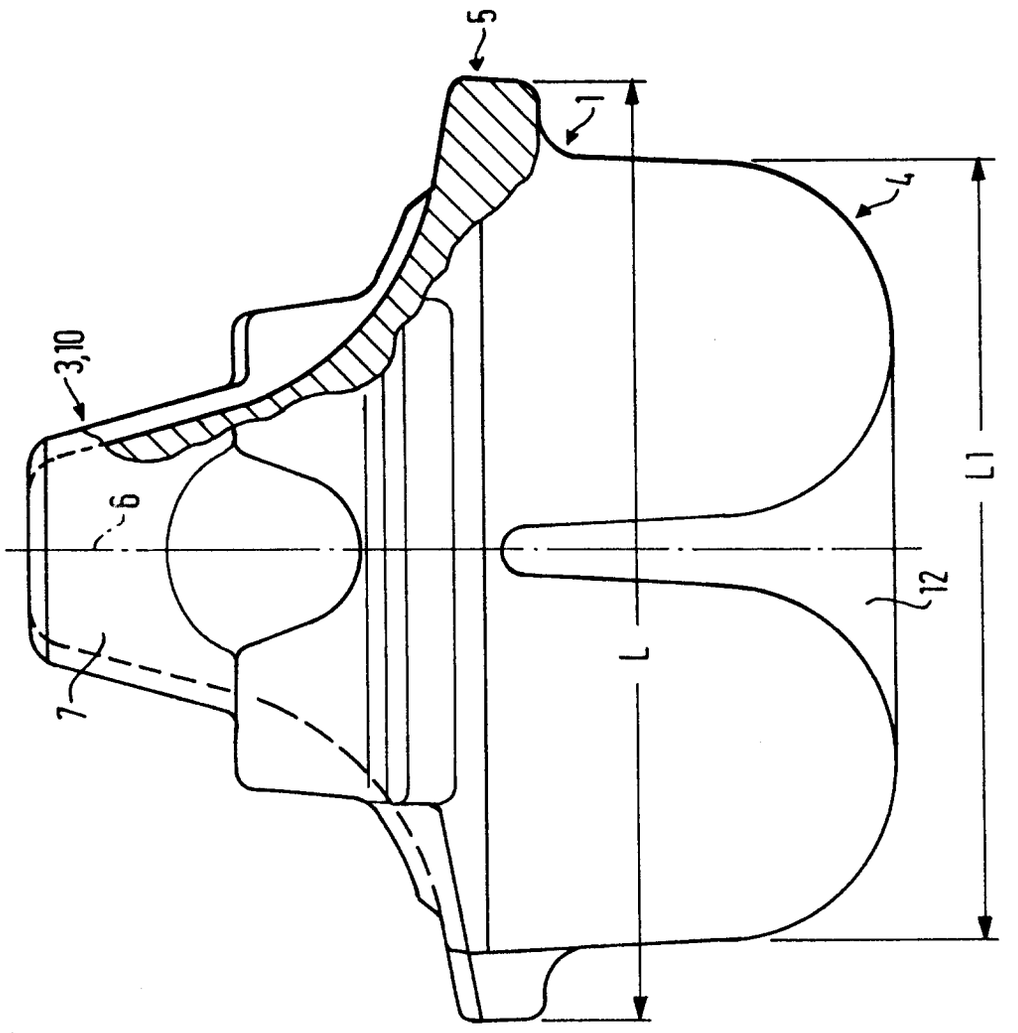


FIG. 3

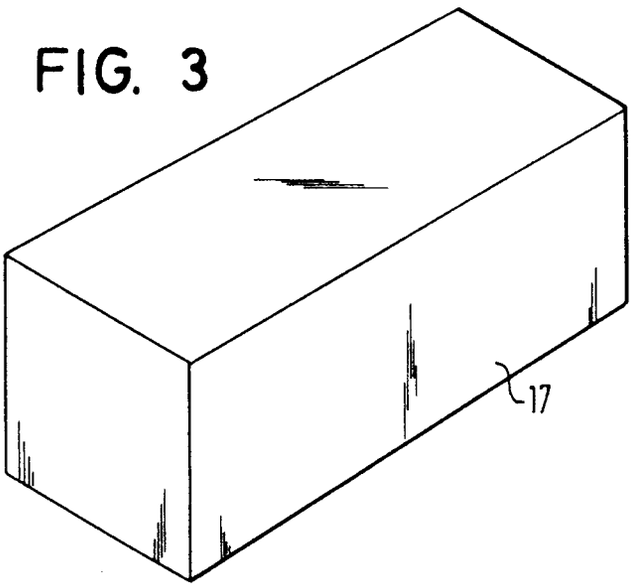


FIG. 4a

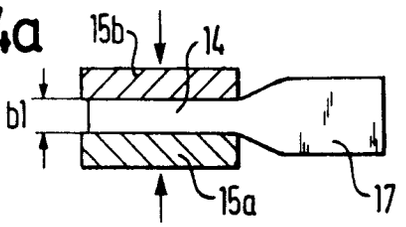
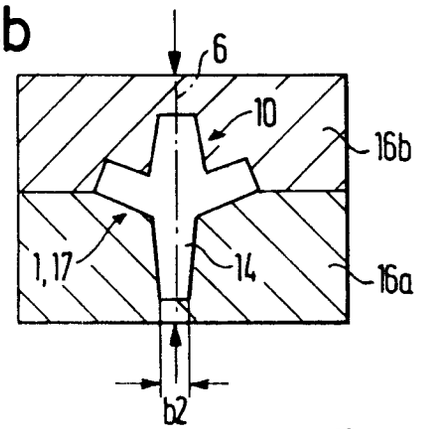


FIG. 4b



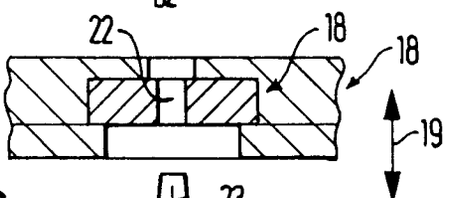


FIG. 4c

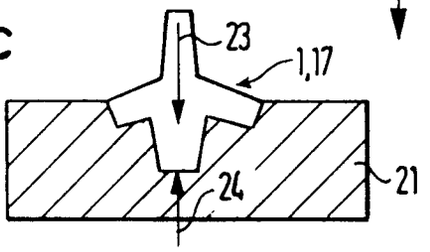


FIG. 5

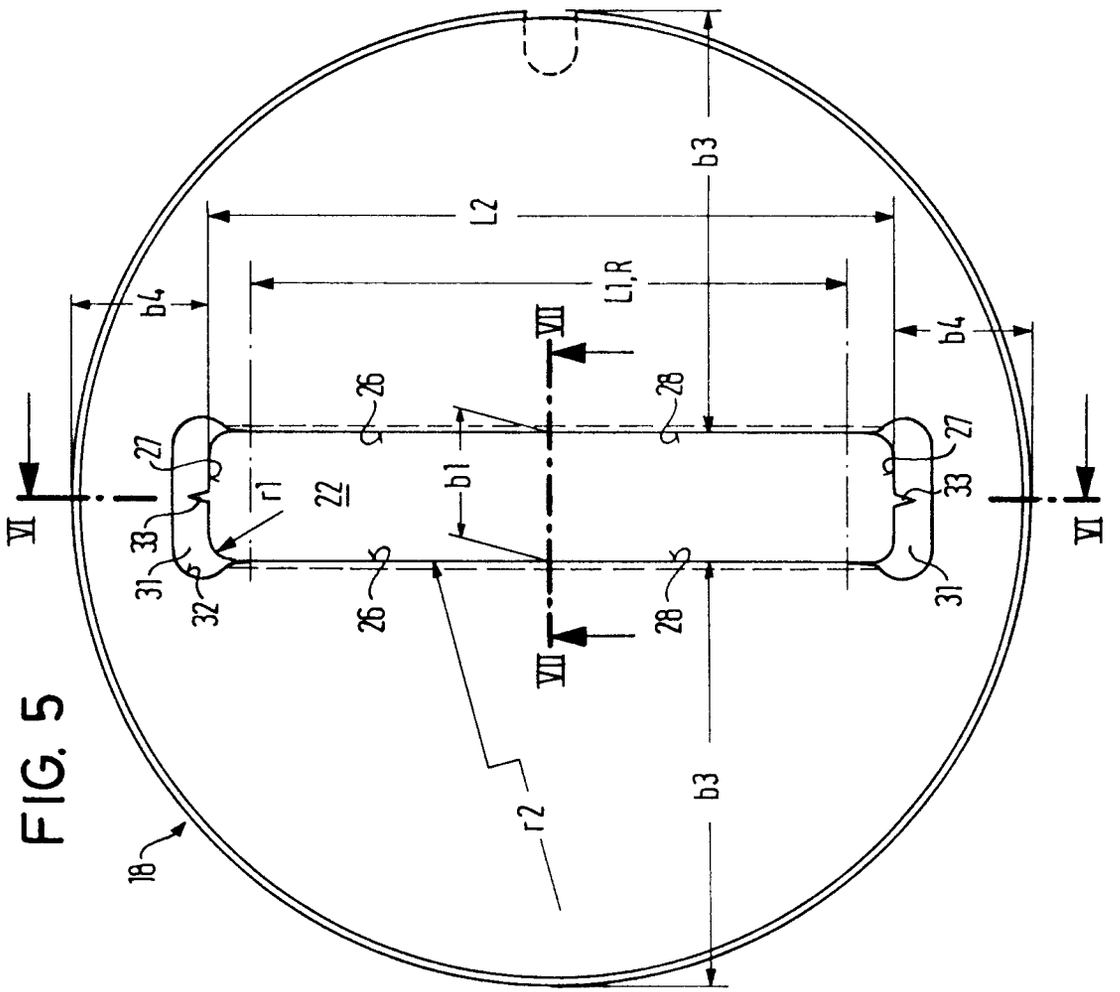


FIG. 6

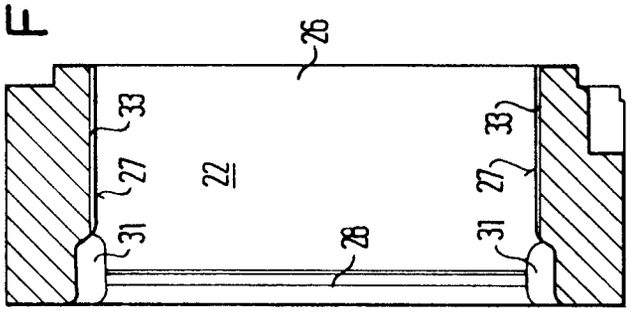
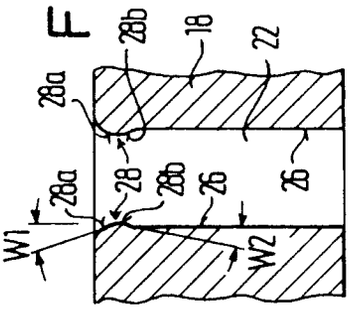


FIG. 7



Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 93 11 0036

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X A	EP-A-0 015 693 (STEVENS & BULLIVANT LTD) * Seite 4, Zeile 18 - Zeile 34; Abbildungen *	1 3,4	B21J5/12
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7, no. 179 (M-234)(1324) 9. August 1983 & JP-A-58 81 535 (NISSAN JIDOSHA KK) 16. Mai 1983 * Zusammenfassung *	1	
A	FR-A-1 010 230 (ROSENKRANZ) * Abbildungen 2-4 *	7,8,10	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)

B21J
B21K
B21C

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	21 OKTOBER 1993	BARROW J.

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 andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P0403)