



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 000 678 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**17.05.2000 Patentblatt 2000/20**

(51) Int Cl.7: **B21D 26/02**

(21) Anmeldenummer: **99810965.6**

(22) Anmeldetag: **22.10.1999**

(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**

(71) Anmelder: **Alusuisse Technology & Management  
AG**  
**8212 Neuhausen am Rheinfall (CH)**

(72) Erfinder:  
• **Hein, Jörg**  
**78256 Steisslingen (DE)**  
• **Kampmann, Lutz**  
**8222 Beringen (CH)**

(30) Priorität: **06.11.1998 DE 19851327**

(54) **Hohlprofil od.dgl. Werkstück zum Umformen durch Innenhochdruck, Verfahren zum Herstellen eines Profils aus Leichtmetall und Vorrichtung dafür**

(57) Bei einem Hohlprofil od. dgl. Werkstück aus einer Metallegierung mit Eckbereiche bildenden Stirn- und Seitenwänden unterschiedlicher Dicke, das durch in seinem Profilraum mittels eines strömbaren Wirkmedium erzeugten Innenhochdruck behandelt wird, schließt an die dickere Wandung der die Ecke bildenden Paarung aus Stirnwand und Seitenwand ein von der Eck-

ke ausgehender Endabschnitt der dünneren Wandung an, dessen Dicke jener der dickeren Wandung etwa entspricht. Die Länge des Endabschnittes der dünneren Wandung beträgt etwa 10 bis 30 mm, bevorzugt 12 bis 20 mm, und die Dicke des Endabschnittes ist konstant; letzterer geht an einer Innenstufe in den dünneren Bereich der dünneren Wandung über.

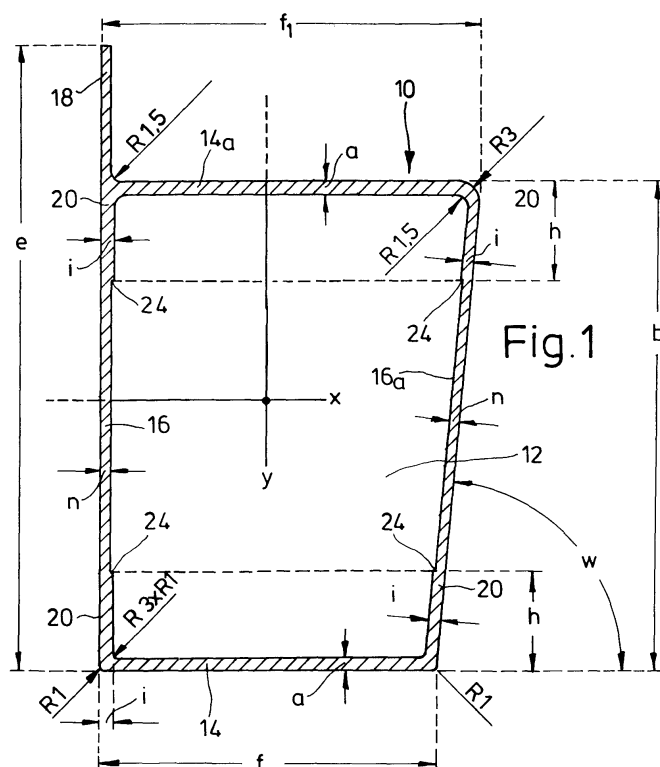


Fig.1

EP 1 000 678 A2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Hohlprofil od. dgl. Werkstück aus einer Metallegierung mit Eckbereiche bildenden Stirn- und Seitenwänden unterschiedlicher Dicke, das durch in seinem Profilraum mittels eines strömbar

**[0002]** Beim sog. Innenhochdruck-Umformen (IHU-Verfahren) wird das Hohlprofil durch Innendruck ausgedehnt. Zusätzlich kann das Hohlprofil mittels wenigstens eines Stempels nachgeschoben werden, der am Werkstück stirnseitig angreift. Auf diese Weise kann letzteres aufgeweitet, gestaucht bzw. expandiert werden.

**[0003]** Beim Kalibrieren führen Ecken oder plötzliche Waddickenänderungen im Werkstück zu ungleichmäßiger Verformung. Auch dehnen sich Wandungen unterschiedlicher Dicke beim Innenhochdruck-Umformen ungleichmäßig aus. Gehen von einer Ecke zwei solch unterschiedliche Wandungen aus, so werden beide Wandungen durch den Innendruck an das Werkzeug gedrückt. Die dickere Wandung bleibt dort fast stehen, während die dünnere Wandung -- geringeren Widerstandsmomentes -- in die Ecke gezogen wird. Dies führt zu einer Verjüngung der dünneren Wandung zum Eckbereich hin.

**[0004]** In Kenntnis dieser Gegebenheiten hat sich der Erfinder das Ziel gesetzt, die oben beschriebenen Nachteile des Innenhochdruck-Umformens zu beheben, um eine durch die Bauteilschwächung entstehende Rissgefahr zu unterbinden sowie eine konstante Wanddicke für thermische Verbindung zu schaffen.

**[0005]** Zur Lösung dieser Aufgabe führt die Lehre des unabhängigen Patentanspruches; die Unteransprüche geben günstige Weiterbildungen an. Zudem fallen in den Rahmen der Erfindung alle Kombinationen aus zumindest zwei der in der Beschreibung, der Zeichnung und/oder den Ansprüchen offenbarten Merkmale.

**[0006]** Erfindungsgemäß schließt an die dickere Wandung der die Ecke bildenden Paarung aus Stirnwand und Seitenwand ein von der Ecke ausgehender Endabschnitt der dünneren Wandung an, dessen Dicke etwa jener der dickeren Wandung entspricht.

**[0007]** Wird das Wirkmedium in den abgedichteten Profilraum eingeleitet, kann in letzteren ein Überdruck erzeugt werden, ohne dass eine Verjüngung der dünneren Wandung zum Eckbereich hin erfolgen würde.

**[0008]** Da im Einflussbereich der Ecke die dünnere Wandung etwa genauso dick ausgebildet ist wie die dickere Wandung, kommt es zu keiner Ausdünnung. In weiterer Entfernung der Ecke ist die Reibung zwischen Werkzeugwand und Werkstück groß genug, so dass sich die Verjüngung nicht dorthin verlagern kann.

**[0009]** Versuche haben bestätigt, dass eine Verstärkung einer Länge von 10 bis 20 mm ausreicht, d. h. die Länge des Endabschnittes der dünneren Wandung beträgt erfindungsgemäß etwa 8 bis 30 mm, bevorzugt 10 bis 20 mm.

**[0010]** Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist die Dicke des Endabschnittes konstant, und dieser geht an einer Innenstufe in den dünneren Bereich der dünnen Wandung über. Bei einer anderen Ausgestaltung ist ein sich querschnittlich von der dickeren Wandung weg verjüngender Endabschnitt vorgesehen.

**[0011]** Auch ist erfindungsgemäß ein querschnittlich zwischen der dickeren Wandung und der dünneren Wandung gekrümmter Endabschnitt möglich, der dann bevorzugt eine teilkreisförmige Innenkontur jenes Querschnittes oder eine parabelartige Innenkontur aufweist.

**[0012]** Wenn es sich nicht um komplizierte Formen handelt, werden Aluminiumhohlprofile in der IHU-Anlage auf Endmaß expandiert. Bisher werden auf diese Weise die Ausgangsprofile mit 1 bis 2 % Untermaß verarbeitet. Die Erfindung erfasst auch eine neue Berechnung, die den Ansprüchen 8 und 9 zu entnehmen ist; die Dimensionierung der Ausgangsprofile kann durch folgende Gleichungen erfolgen:

$$\text{Ausgangsprofil} = \text{Endmaß} - \text{elastische Dehnung} - \text{obere Toleranz} \quad (1)$$

$$L_{\text{end}} \cdot 0,990 - \text{ToI}_{\text{OT}} \leq L \leq L_{\text{end}} \cdot 0,999 - \text{ToI}_{\text{OT}} \quad (2)$$

**[0013]** Durch die Auswahl eines nach dieser Rechnung -- bevorzugt mit der Vorrichtung nach Anspruch 10 -- vorgefertigten Werkstücks werden folgende Vorteile erzielt:

- Eckradien werden besser ausgeformt;
- die Rissanfälligkeit wird geringer;
- es wird weniger Innendruck zum Ausformen benötigt; dies führt zu
  - . einer kleineren Presse,
  - . Energieersparnis,

geringeren Zuhaltekräften.

**[0014]** Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt in:

Fig. 1: einen Querschnitt durch ein Hohlprofil;

Fig. 2: einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 1;

Fig. 3,4: weitere Ausgestaltungen des in Fig. 2. dargestellten Querschnitts.

**[0015]** Beim sogenannten Innenhochdruck-Umformen (IHU) wird ein --aus einer Aluminiumlegierung auf dem Wege des Strangpressens erzeugtes -- Hohlprofil 10 durch einen in seinem Profilraum 12 eingestellten Innendruck aufgeweitet. Das Hohlprofil 10 weist zwei Stirnwände 14, 14<sub>a</sub> einer Wanddicke a von  $2 \pm 0,2$  mm auf, die in einem äußeren Abstand b von hier etwa 74 mm an eine zu ihnen rechtwinkelig verlaufende Seitenwand 16 angeformt sind. Die Gesamtlänge e dieser einends mittels einer Außenrippe 18 verlängerten Seitenwand 16 mißt hier etwa 95 mm.

**[0016]** Die Stirnwände 14 und 14<sub>a</sub> sind von unterschiedlicher Länge f (etwa 51 mm) und f<sub>1</sub> (etwa 58 mm), so dass die zweite Seitenwand 16<sub>a</sub> des Hohlprofils 10 in einem Außenwinkel w von etwa 85° zur Ebene der kürzeren Stirnwand 14 geneigt ist. In den an die Stirnwände 14, 14<sub>a</sub> anschließenden Endabschnitt 20 einer Länge h von 15 mm der Seitenwände 16, 16<sub>a</sub> beträgt deren Wanddicke i  $1,8 \pm 0,2$  mm und geht dann an einer Innenstufe 22 auf eine Wanddicke n von  $1,5 \pm 0,2$  mm zurück. Der Übergang zwischen den Endabschnitten 20 der Seitenwände 16, 16<sub>a</sub> und den Stirnwänden 14, 14<sub>a</sub> ist jeweils gerundet.

**[0017]** Fig. 2 verdeutlicht eine Ecke 22 des Hohlprofils 10, die von der Stirnwand 14<sub>a</sub> und dem angrenzenden Endabschnitt 20 konstanter Wanddicke i der Seitenwand 16 gebildet wird, wobei letzterer bei der Innenstufe 24 in den dünneren Abschnitt der Seitenwand 16 übergeht.

**[0018]** Die Ecke der Fig. 3 zeigt einen sich von der Stirnwand 14<sub>a</sub> weg konisch verjüngenden Endabschnitt 20<sub>a</sub> der Länge h<sub>1</sub>, Fig. 4 einen innenseitig gekrümmt in die Stirnwand 14<sub>a</sub> übergehenden Endabschnitt 20<sub>b</sub> parabelähnlicher Kontur.

## Patentansprüche

1. Hohlprofil od. dgl. Werkstück aus einer Metallegierung mit Eckbereiche bildenden Stirn- und Seitenwänden unterschiedlicher Dicke, das durch in seinem Profilraum mittels eines strömbaren Wirkmedium erzeugten Innenhochdruck behandelt wird,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass an die dickere Wandung (Dicke a) der die Ecke (22) bildenden Paarung aus Stirnwand (14, 14<sub>a</sub>) und Seitenwand (16, 16<sub>a</sub>) ein von der Ecke ausgehender Endabschnitt (20, 20<sub>a</sub>, 20<sub>b</sub>) der dünneren Wandung (Dicke n) anschließt, dessen Dicke (i) jener der dickeren Wandung etwa entspricht.
2. Hohlprofil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge (h, h<sub>1</sub>) des Endabschnittes (20, 20<sub>a</sub>, 20<sub>b</sub>) der dünneren Wandung (16, 16<sub>a</sub>) etwa 10 bis 30 mm, bevorzugt 12 bis 20 mm, beträgt.
3. Hohlprofil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke (i) des Endabschnittes (20) konstant ist und dieser an einer Innenstufe (24) in den dünneren Bereich der dünneren Wandung (16, 16<sub>a</sub>) übergeht.
4. Hohlprofil nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch ein sich querschnittlich von der dickeren Wandung (14, 14<sub>a</sub>) weg verjüngenden Endabschnitt (20<sub>a</sub>).
5. Hohlprofil nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch einen querschnittlich zwischen der dickeren Wandung (14, 14<sub>a</sub>) und der dünneren Wandung (16, 16<sub>a</sub>) gekrümmten Endabschnitt (20<sub>b</sub>).
6. Hohlprofil nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch eine teilkreisförmige Innenkontur des Querschnittes.
7. Hohlprofil nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch eine parabelartige Innenkontur des Querschnittes.
8. Verfahren zum Herstellen eines Profils aus Leichtmetall, vor allem aus einer Aluminiumlegierung, insbesondere eines Profils nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit den folgenden Schritten:

## EP 1 000 678 A2

- (a) Ermitteln zumindest eines Maßes eines Ausgangsprofils,
- (b) Herstellen des Ausgangsprofils mit dem Maß nach Schritt (a),
- (c) Verformen des Ausgangsprofils auf ein im Endmaß aufweisendes Endprofil, insbesondere durch Innenhochdruck-Umformen,

5 wobei Schritt (a) in Abhängigkeit vom Endmaß abzüglich einer elastischen Dehnung abzüglich eines oberen Toleranzmaßes durchgeführt wird.

- 10 **9.** Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangsmaß des Ausgangsprofils mittels der Formel

$$L_{\text{end}} \cdot 0,990 - \text{ToI}_{\text{oT}} \leq L \leq L_{\text{end}} \cdot 0,999 - \text{ToI}_{\text{oT}}$$

15 ermittelt wird,  
worin:

20 L das Ausgangsmaß,  
L<sub>end</sub> das Endmaß,  
ToI<sub>oT</sub> das obere Toleranzmaß.

- 10.** Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zum Herstellen eines Profiles aus Leichtmetall, insbesondere aus einer Aluminiumlegierung, gekennzeichnet durch

- 25 - Mittel zum Bestimmen eines Ausgangsmaßes eines Ausgangsprofils,  
- Mittel zum Herstellen des Ausgangsprofils,  
- Mittel für das Expandieren des Ausgangsprofils, insbesondere für das Innenhochdruckumformen,

30 wobei die Mittel zum Bestimmen des Ausgangsmaßes des Ausgangsprofils zum Ermitteln einer Längendimension ausgebildet sind.

35

40

45

50

55

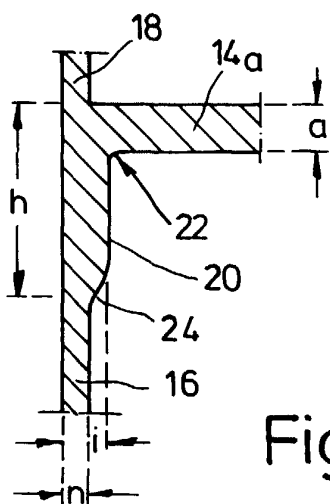
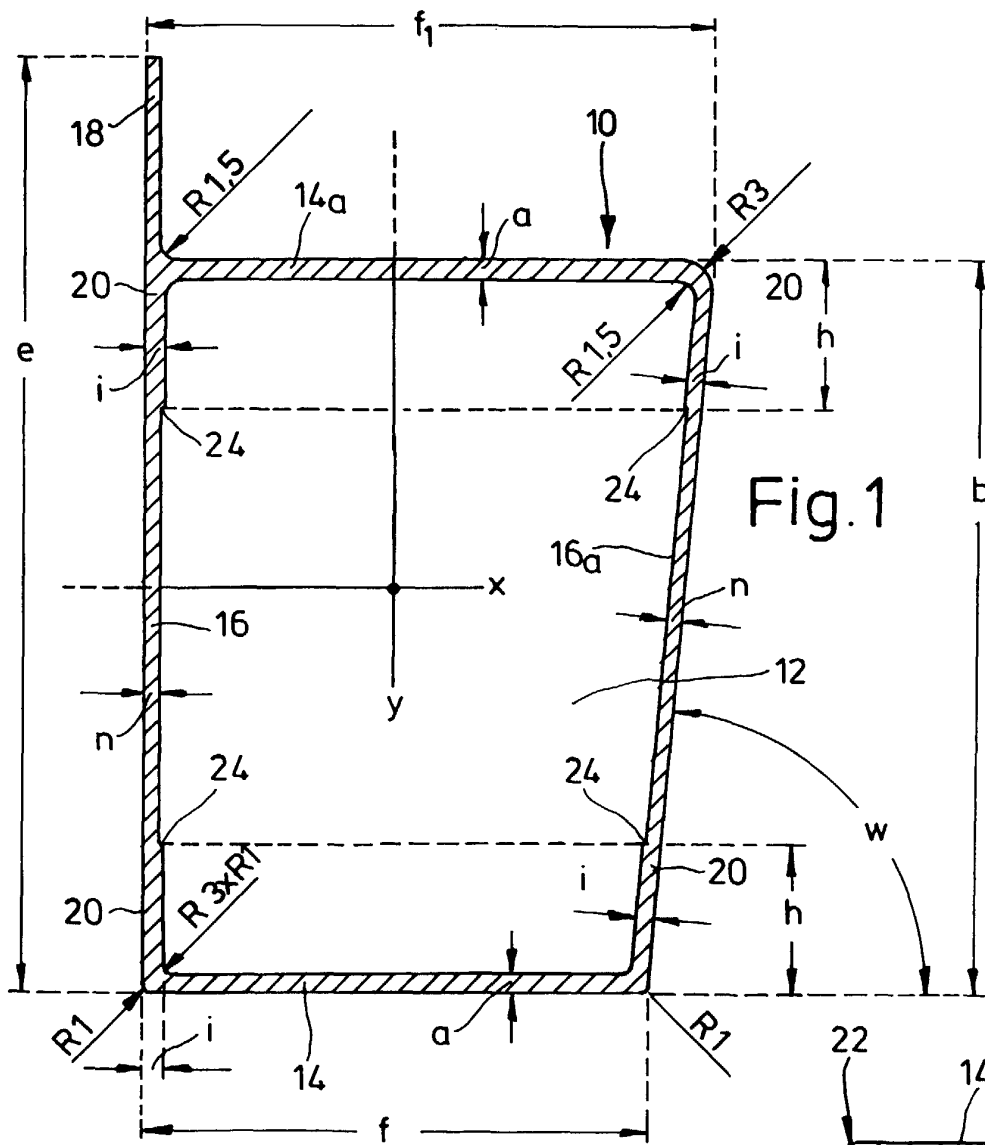


Fig. 2

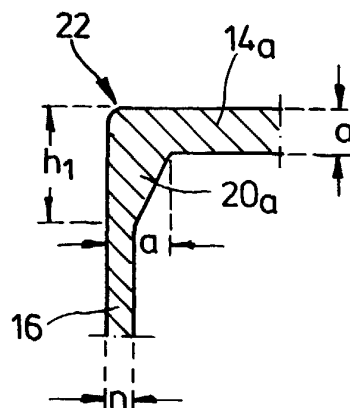


Fig. 3

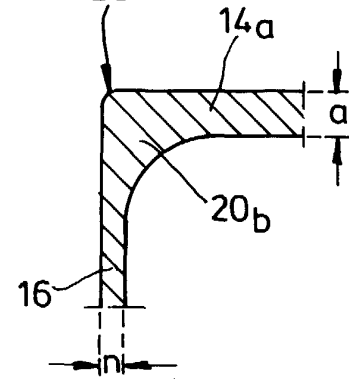


Fig. 4