

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 534 443 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
22.03.2006 Patentblatt 2006/12

(21) Anmeldenummer: **03702561.6**

(22) Anmeldetag: **29.01.2003**

(51) Int Cl.:
B21C 23/12 ^(2006.01) **B21C 35/02** ^(2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2003/000893

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/022256 (18.03.2004 Gazette 2004/12)

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON STRUKTURBAUTEILEN AUS EINEM STRANGPRESSPROFIL

METHOD FOR THE PRODUCTION OF STRUCTURE COMPONENTS FROM AN EXTRUDED
PROFILE

PROCEDE DE FABRICATION DE COMPOSANTS STRUCTURELS A PARTIR D'UN PROFILE
EXTRUDE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CZ DE FR IT NL

(30) Priorität: **05.09.2002 DE 10241028**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.06.2005 Patentblatt 2005/22

(73) Patentinhaber: **Erbslöh Aktiengesellschaft**
42553 Velbert (DE)

(72) Erfinder:
• **LINDNER, Karl-Heinz**
45481 Mülheim (DE)

• **BIRKENSTOCK, Alf**
42579 Heiligenhaus (DE)

(74) Vertreter: **Sparing, Rolf Klaus et al**
Bonnekamp & Sparing,
Patentanwälte,
Goltsteinstrasse 19
40211 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 706 843 EP-A- 1 201 348
DE-A- 10 110 035 DE-A- 10 120 953
GB-A- 1 603 653 US-A1- 2002 003 012

EP 1 534 443 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Strukturbauteilen aus einem Strangpreßprofil, insbesondere bestehend aus Aluminium (Al), Magnesium (Mg), oder deren Legierungen, welches nach dem Austreten aus der Matrize der Strangpresse zum Zwecke seiner Ausformung als gerades oder bogenförmiges bzw. gerundetes Profil von einem oder mehreren Führungswerkzeugen geführt wird, wonach ein Endabschnitt mit einem Trennwerkzeug abgetrennt und einer oder mehreren weiteren Bearbeitungsstationen nacheinander zugeführt wird.

[0002] Ein derartiges Verfahren ist in der Fachwelt, z.B. auf dem Gebiet der PKW-Herstellung, bekannt. Das im Automobilbau bekannte Space-Frame-Konzept verwendet derartige Strangpreßprofile aus Aluminium sowohl als gerade Profile als auch in Form gerundeter Profile. Ein Herstellungsverfahren hierfür ist beispielsweise in der europäische Patentschrift EP 0706843 B1 beschrieben.

[0003] Mit wachsender Bedeutung des Leichtbaus bei der Konstruktion von Kraftfahrzeugen werden neben Aluminiumprofilen zunehmend auch solche aus dem Werkstoff Magnesium oder aus Legierungen der beiden Werkstoffe, z.B. AlMgSi, AlZnMg, MgAl₃Zn₁ (AZ 31) oder MgMn₂ (AM 503) eingesetzt. Bei der Herstellung von Strukturbauteilen aus den genannten Werkstoffen treten nicht unerhebliche Probleme auf, die insbesondere zu tun haben mit den herstellungsbedingten Querschnittsdeformationen bei gebogenen Strangpreßprofilen sowie deren Rückfederung, die schwer beherrschbar ist und daher bei der Weiterverarbeitung zusätzliche Kosten verursacht, z.B. wenn eine automatisierte Fertigung angestrebt wird. Bei nachfolgenden Bearbeitungsvorgängen, wie Spanen oder Fügen, werden häufig Eigenspannungen derartiger Strangpreßprofile freigesetzt, die nur schwer beherrschbar sind und die Einhaltung der erforderlichen Genauigkeit in Frage stellen.

[0004] Gesucht ist daher ein neues Fertigungskonzept, bei welchem ausgehend vom Strangpreßverfahren Strukturbauteile mit besonders hoher Genauigkeit hinsichtlich der Abmessung des Profilquerschnitts und ggf. ihrer Krümmung bei gleichzeitiger Absenkung der Kosten bzw. vertretbar niedriger Kostensteigerung herstellbar sind.

[0005] Um den technischen Anforderungen zu genügen wurde bereits vorgeschlagen, eine Kalibrierung der Kontur und des Querschnitts mittels Innenhochdruckumformung (IHU) des Strangpreßprofils vorzunehmen. Nachteilig sind hierbei allerdings die extrem hohen Werkzeugkosten.

[0006] Andererseits ist es schwierig oder sogar unmöglich, zumindest aber mit unvertretbar hohem Aufwand verbunden, Strangpreßprofile mit der für das Endprodukt erforderlichen Genauigkeit direkt, d.h. als unmittelbares Ergebnis des Strangpreßprozesses herzustellen.

[0007] Auch nach dem bekannten Verfahren der direkten Rundung des Strangpreßprofils beim Austritt aus der Matrize durch Ausüben einer gesteuerten Querkraft zum Biegen des Profils bereitet die Erzielung der erforderlichen Konturtreue besonders bei dreidimensionalen Profilen mit variabler Krümmung kaum überwindbare technische Schwierigkeiten. Demgegenüber besteht ein wesentlicher Vorschlag gemäß der vorliegenden Erfindung darin, daß nach dem Abtrennen eines Abschnitts des Strangpreßprofils mittels eines Trennwerkzeugs der abgetrennte Endabschnitt unter Erhaltung der Wärme des heißen Stranges im heißen Zustand mittels Greifwerkzeugen einem Warmumformprozeß zugeführt wird. Mit diesem Schritt wird erreicht, daß die Wärme des heißen Stranges für den nachgeschalteten Warmumformprozeß erhalten bleibt, wobei als Ergebnis dieses Warmumformprozesses einbaufertige Komponenten herstellbar sind. Dabei kann das je nach Werkstoff geeignete Arbeitsfenster in Bezug auf die Umformtemperatur bei optimalem Umformvermögen für Aluminium oder Magnesium oder für Aluminium/Magnesium-Legierungen ohne zusätzlichen Energieaufwand oder ohne großen Energieaufwand, z.B. durch Kühlen des Werkstücks verwirklicht werden.

[0008] Im Interesse der Herstellung verkaufsfähiger Produkte kommen anstelle eines aufwendigen Umformprozesses, bspw. in der Ausgestaltung der Innenhochdruckumformung, bevorzugt wirtschaftlich günstige Warmumformprozesse wie beispielsweise Schmieden oder Prägen in Frage.

[0009] Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß es die Möglichkeit bietet, geringere Genauigkeitsanforderungen hinsichtlich der Kontur des Strangpreßprofils in Kauf zu nehmen, da der Warmumformschritt gleichzeitig zum Kalibrieren zwecks Erzielung der genauen Gestalt des fertigen Strukturbauteils genutzt werden kann.

[0010] Ein zusätzlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß durch dessen Einbeziehung des Prozeßschrittes der Warmumformung eine Erhöhung der Wertschöpfung dadurch ermöglicht wird, daß im selben Prozeßschritt weitere Gestaltungsmerkmale des Endprodukts verwirklicht werden können wie das Einbringen von Löchern, das Erzeugen kleiner Ausformungen oder dergleichen.

[0011] Infolge der geringeren Genauigkeitsanforderungen an das Strangpreßprofil kann die Strangpreßgeschwindigkeit erhöht werden, womit eine wirtschaftlichere Nutzung der in ihrer Anschaffung mit hohen Kosten verbundenen Strangpreßanlage möglich wird.

[0012] Bei der Herstellung von Strukturbauteilen aus Magnesium oder Magnesium-Legierungen ist es zur Erhaltung des Gefüges zweckmäßig, daß die Fertigungskette ganz oder teilweise in Schutzgas gehüllt ist, nämlich von der Strangpresse bis hin zum Warmumformprozeß. In diesem Zusammenhang wurde bereits vorgeschlagen, auch den der Strangpresse vorgeschalteten Gießprozeß ebenfalls in einer inerten Atmosphäre durch-

zuführen.

[0013] Gemäß einem weiteren Erfindungsvorschlag ist vorgesehen, daß Al- und Mg-Halbfertigteile mittels Reibrührschweißens zu neuen Strukturbauteilen miteinander verbunden werden. Dies kann zweckmäßig in einem Schweiß- und Bearbeitungszentrum geschehen, welches der an den Warmumformprozeß anschließenden Warmaushärtung nachgeordnet ist.

[0014] Alternativ dazu kommt das Verbinden von Al- und Mg-Bauteilen durch Kleben in Frage. Hierbei ist zu beachten, daß die Klebstoffkomponenten nach dem Warmumformprozeß aufgetragen werden, so daß in der nachfolgenden Warmaushärtung die Endfestigkeit erzielt wird.

[0015] Eine mögliche Ausgestaltung des Umformprozesses besteht darin, daß die Strangpreßprofile in einem IHU-Schritt (Innenhochdruckumformung) weiterverarbeitet werden. Die damit verbundenen hohen Werkzeugkosten sprechen jedoch vielfach gegen den Einsatz des wegen seiner Genauigkeit an sich wünschenswerten IHU-Verfahrens. Zum Kalibrieren von Al-Bauteilen ist die IHU wie üblich stets als Kaltumformung ausgestaltet; bei Mg-Bauteilen handelt es sich hingegen vorteilhaft um einen Warmumformprozeß. Auf diese Weise wird erstmals die Ausbildung einer ungünstigen hexagonalen Metallgitterstruktur vermieden.

[0016] Als wesentlich günstigeres Umformverfahren ist das Schmieden in Betracht zu ziehen; möglich ist auch ein als Warmumformung ausgeführter Prägeschritt, dem gegenüber dem Schmieden eine höhere Genauigkeit zukommt. Auch eine sequentielle Abfolge beider Verfahren kann ggfs. vorteilhaft sein.

[0017] Um beispielsweise in einem Warmumformprozeß durch Schmieden hergestellte Strukturbauteile mit einer gewünschten hohen Formgenauigkeit zu erhalten, ist es erfindungsgemäß vorteilhaft, daß der Warmumformprozeß auch einen Kalibrierschritt umfaßt, welcher beispielsweise an das Schmieden anschließt.

[0018] Allen Verfahrensschritten ist gemeinsam, daß sie zu ihrer Optimierung eine genaue Temperatursteuerung erfordern. Ausgehend von der Wärme des heißen Stranges aus der Strangpresse geht es darum, diese für den anschließenden Warmumformprozeß auszunutzen, d.h. für die Warmumformung denjenigen Temperaturbereich sicherzustellen, innerhalb welchem in Anpassung an den verarbeiteten Werkstoff ein optimales Umformergebnis zu erwarten ist.

[0019] In diesem Sinne ist nach einem weiteren erfindungsgemäßen Vorschlag vorgesehen, daß im Warmumformprozeß die Warmumformtemperatur oder vor anderen Bearbeitungsstationen die Bearbeitungstemperatur durch Kühlen des Werkstücks auf die für die jeweilige Legierung des herzustellenden Werkstücks optimale Temperatur eingestellt wird.

[0020] Für die Herstellung von Mg-Strukturbauteilen bedeutet dies vorteilhafterweise die Einstellung einer Warmumformtemperatur von 180°C bis 400°C, vorzugsweise 225° bis 280°C.

[0021] Bei einer sog. aushärtbaren Aluminium-Knetlegierung (Al-Mg-Si-Legierungen) liegt eine geeignete Temperatur für die Warmumformung nach dem Strangpressen unter 200°C. Hierbei hat die Abkühlung des stranggepreßten Profils zweckmäßigerweise derart schroff zu erfolgen, daß es nicht zu Mg₂Si-Ausscheidungen in einem Temperaturbereich von 520°C bis 200°C kommt. Der anschließende Warmumformschritt ist dann in möglichst kurzer Zeit durchzuführen, um auch hier das volle Umformvermögen dieses Werkstoffes auszunutzen; bevor es zur Materialhärtung durch Mg₂Si-Ausscheidungen kommt.

[0022] Für die Herstellung von Al-Strukturbauteilen ist es erfindungsgemäß vorteilhaft, die Warmumformtemperatur zwischen 300°C und 600°C, vorzugsweise zwischen 400°C und 520°C einzustellen; ist ein Prägeschritt vorgesehen, so ist es zweckmäßig, die Umformtemperatur eher an der Obergrenze des genannten Temperaturbereichs, also nahe 600°C einzustellen.

[0023] Im Rahmen der Erfindung können sich bei der Verarbeitung von Al- und Mg-Strukturbauteilen an den Warmumformprozeß weitere Bearbeitungsstationen anschließen, bevorzugt die Warmaushärtung im Wärmeofen und danach verschiedene mechanische Bearbeitungsstationen, wobei das Werkstück vor der Warmaushärtung in einer vorgeschalteten Kühlzone gekühlt werden kann. Die Kühlzone kann aber auch vor dem Warmumformprozeß vorgesehen sein. Dies trifft insbesondere auf die Verarbeitung von aushärtbaren Al-Knetlegierungen zu. Wie bereits vorstehend zum Ausdruck gebracht, geht es dabei um die Vermeidung einer unerwünschten Gefügehärtung durch Mg₂Si-Ausscheidungen.

[0024] Um eine optimierte Verkettung des gesamten Fertigprozesses zu verwirklichen, ist - schon aufgrund der hohen Prozeßtemperaturen - eine weitgehende Automatisierung vorteilhaft. Insbesondere kann man dadurch das Zwischenlagern von Halbfertigteilen vermeiden.

[0025] Diesem Ziel dienen weitere Ausgestaltungen der Erfindung, wonach das Werkstück zwischen den Bearbeitungsstationen von Greifwerkzeugen in Art von HandlingRobotern übergeben wird und ferner, daß Führungs- und Trennwerkzeuge ebenfalls jeweils in Art von Robotern ausgebildet sind, nämlich als Führungs- und Trennroboter. Während die Führungsroboter außerhalb des Strangs raumfest abgestützt sind, um Verformungskräfte übernehmen zu können, ermöglichen die Trennroboter deren Bewegung mit dem Strang, indem sie auf dem austretenden Strang im Bereich der Trennstelle fixiert sind, zumindest solange die Trenneinrichtung des Trennroboters arbeitet.

[0026] Die Führungsroboter besitzen eine Führungseinrichtung, die in einer zur Preßebene senkrechten Ebene bewegbar und/oder um seine Längsachse drehbar ist. Sie dient zum Verformen des Strangpreßprofils innerhalb einer Ebene mit konstantem oder variablem Radius und zum Tordieren des Profils um seine Längsach-

se.

[0027] Ferner ist vorteilhaft, daß die Taktzeiten, mit welcher die Prozeß- und Bearbeitungsschritte aufeinanderfolgen, maßgeblich an die jeweilige Strangpreßgeschwindigkeit angepaßt werden. Dementsprechend ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß für die Herstellung von Al-Strukturbauteilen nach dem Strangpressen eine Vervielfachung, z.B. eine Verdoppelung der für Mg-Strukturbauteile erforderlichen Herstellungskette eingerichtet wird. Dies ergibt sich als Folge deutlich höherer Strangpreßgeschwindigkeiten bei Aluminium-Komponenten (bis 25 m/min) gegenüber Magnesium-Komponenten (bis 1,5 m/min).

[0028] Bei der Herstellung von Strukturbauteilen aus gerundeten Strangpreßprofilen, welche besonders häufig im Karosseriebau vorkommen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß wenigstens ein Führungsroboter abhängig vom Preßweg des Strangpreßprofils sowie vom jeweiligen Krümmungsverlauf Weg-gesteuert wird, wobei der Preßweg direkt am austretenden Strang mittels einer am Führungsroboter befestigten Sensoreinrichtung gemessen werden kann.

[0029] Das Strangpreßprofil wird dabei von dem Führungsroboter verformt und zweckmäßig durch einen Handlingroboter gestützt, um schließlich von einem Trennroboter abgelängt zu werden. Bei einfacher Geometrie des Bauteils kann zur Abstützung auch ein Auslauftisch genügen.

[0030] In der Minimalausstattung kann für das erfindungsgemäße Fertigungsverfahren neben dem Trennroboter und einem Handlingroboter, der das abgetrennte Bauteil aufnimmt und dem Warmumformprozeß zuführt, ggf. nur ein Führungsroboter erforderlich sein, der das Runden des geradlinig aus der Strangpresse austretenden Strangpreßprofils übernimmt und dieses gleichzeitig unterstützt. Unter bestimmten geometrischen Voraussetzungen können damit sowohl gerade als auch beliebig gekrümmte Bauteile hergestellt werden. Für besonders komplexe Bauteile, die z.B. mit variablen Radien gerundet und auch noch durch Tordieren verformt werden, sind wenigstens zwei Führungsroboter zweckmäßig.

[0031] Die Robotertechnik erfordert einen besonders großen Aufwand für die Herstellung räumlich gerundeter Strangpreßprofile mit variabler Krümmung. Bei der Verwirklichung derartiger Konturen sind neben einem Weg-Sensor mindestens zwei Raumachsen und der Verdrehwinkel numerisch zu steuern. Dabei kann das dreidimensional gekrümmte Strangpreßprofil nicht mehr auf einem Auslauftisch abgesetzt werden, sondern muß im Raum von zwei oder mehreren Handlingrobotern derart unterstützt werden, daß eine unerwünschte Deformation des noch weichen Strangpreßprofils vermieden wird.

[0032] Im Folgenden werden zwei Ausführungsbeispiele für die erfindungsgemäß vorgeschlagene Fertigungskette beschrieben.

Fig. 1 zeigt ein Blockdiagramm zu einer Fertigungskette für ein Al-Strukturbauteil;

Fig.. 2 zeigt ein Blockdiagramm zu einer Fertigungskette für ein Mg-Strukturbauteil.

[0033] Soweit die beiden Fertigungsketten gemäß den Fig. 1 und 2 übereinstimmen, werden die gleichen Bezugsziffern verwendet.

[0034] Gemäß Fig. 1 sind einer Strangpresse 1, ein oder mehrere Führungsroboter 2 nachgeschaltet, die mittels einer Weg-Steuerung 4 gesteuert sind. Die Führungsroboter 2 besitzen Führungseinrichtungen, z.B. in Form von Rollenkäfigen, welche das aus der Strangpresse 1 extrudierte Strangpreßprofil führen bzw. stützen und - im Falle eines gerundeten Profils - mit konstanter oder variabler Krümmung in einer Ebene oder im Raum verformen. Dazu ist es erforderlich, den Weg des die Presse verlassenden Strangpreßprofils exakt zu messen, was vorteilhaft mit einem berührungslosen Weg-Sensor einer Weg-Steuerung 4 geschieht, sowie die Krümmung zu messen, was vorzugsweise durch drei berührungsfrei arbeitende optische Sensoren geschieht, die quer zum Profil verfahrbar auf Schienen angeordnet sind.

[0035] Je nach Komplexität der Kontur des Strangpreßprofils und abhängig von dessen Formstabilität im heißen Zustand können bis zu drei Handlingroboter 3 erforderlich sein, welche ohne Ausübung von Verformungskräften das Profil fassen, stützen und schließlich an einen nachfolgenden Trennroboter 5 weitergeben, der mit einem Trennwerkzeug, beispielsweise in Form einer Kreissäge versehen ist, die während einer kurzen Unterbrechung des Strangpreßvorgangs das Strangpreßprofil durchtrennt. Alternativ dazu besteht die Möglichkeit, eine fliegende Säge einzusetzen, die ohne Unterbrechung des Strangpreßvorgangs das Strangpreßprofil durchtrennt, indem sie zusammen mit dem Trennroboter, an dem sie befestigt ist, mit dem Strangpreßprofil mitbewegt wird.

[0036] Im Falle einer dreidimensionalen Kontur des gerundeten Strangpreßprofils sind eine Mehrzahl mitlaufender Handlingroboter 3 erforderlich, welche so gesteuert sind, daß sie beim Erreichen einer Endposition in eine Startposition zurückgeführt werden können, so daß vorzugsweise stets zwei Handlingroboter 3 am Strangpreßprofil angreifen, während ein dritter Handlingroboter 3 umgesetzt wird. Bei dreidimensional gerundeten bzw. gekrümmten Bauteilen kann es vorteilhaft sein, anstatt eines Führungsroboters 3 mit einem Rollenkäfig, durch den sich der austretende Strang hindurchbewegt, mindestens zwei Führungsroboter einzusetzen, die mit einem Greifersystem versehen sind, welches in der Lage ist, das Strangpreßprofil fest zu fassen, um auch Momente auf dieses übertragen zu können, so daß die jeweils gewünschte dreidimensionale Kontur des Strangpreßprofils bestehend aus Krümmungen und Verdrehungen erzielbar ist. In diesem Fall übernehmen die Führungsroboter 2 jeweils auch die Aufgabe eines Handlingroboters 3.

[0037] Das abgetrennte Strangpreßprofil wird von einem Handlingroboter 3 übernommen, welcher es entwe-

der direkt dem Warmumformprozeß 8 oder einer diesem vorgeschalteten Kühlzone 9 zuführt (Fig. 1). Nach Durchlaufen des Warmumformprozesses 8, z.B. in einem Schmiedegesenk, wird das fertiggeformte Strukturbauteil wiederum über Handlingroboter 3 oder eine andere Transporteinrichtung dem Prozeßschritt der Warmaushärtung 10 unterworfen, bevor es z.B. mittels weiterer Handlingroboter 3 einem nachgeschalteten Bearbeitungszentrum zugeführt wird.

[0038] Falls das Al-Strukturbauteil gemäß Fig. 1 mit weiteren Mg-Modulen zu verbinden ist, erfolgt dies entweder durch Kleben 7 vor der Warmaushärtung 10 oder in einem Schweiß- und Bearbeitungszentrum 11 für Reibrührschweißen von Al-Mg-Modulen. Eine weitere spanabhebende Bearbeitung kann in einem herkömmlichen Bearbeitungszentrum 12 erfolgen. Erst danach kann das fertige Strukturbauteil an den Versand 13 abgegeben werden.

[0039] Die in Fig. 1 gestrichelt eingezeichnete Kühlzone 9 ist nur für spezielle Werkstoffe erforderlich, bei denen eine schroffe Abkühlung vor dem Warmumformprozeß 8 unumgänglich ist, wie dies beispielsweise auf aushärtbare Aluminium-Knetlegierungen (Al-Mg-Si-Legierungen) zutrifft. Bei diesen Legierungen kommt es darauf an, in einem Temperaturbereich von 520° bis 200°C eine Härtung durch Mg₂Si-Ausscheidungen zu vermeiden.

[0040] Fig. 2 betrifft die Herstellung von Strukturbaukomponenten aus Mg oder Mg-Legierungen. Dort ist eine durch einen gestrichelten Rahmen 14 angedeutete Inertgasatmosphäre erforderlich, um die unveränderte Gefügestruktur des verarbeiteten Werkstoffs sicherzustellen. Die Inertgasatmosphäre umfaßt alle Fertigungsschritte vom Ausgang aus der Strangpresse 1 bis zum Eingang in den Warmumformprozeß 8.

[0041] An den Warmumformprozeß 8 kann sich eine Kühlzone 9 anschließen, welche einer Beschleunigung des Verfahrensablaufs dient, d.h. eine raschere Zuführung des Strangpreßprofils an die nachfolgende Aushärtung im Wärmeofen 10 ermöglicht. Eine derartige Kühlzone 9 ist selbstverständlich auch im Zusammenhang mit der Prozeßführung gemäß Fig. 1 denkbar. Ggfs. kann das Bauteil vor der Warmaushärtung 10 mit weiteren Komponenten oder Modulen durch Kleben 7 verbunden werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Strukturbauteilen aus einem Strangpreßprofil, insbesondere bestehend aus Al, Mg oder deren Legierungen, welches nach dem Austreten aus der Matrizie der Strangpresse (1) zum Zwecke seiner Ausformung als gerades oder bogenförmiges bzw. gerundetes Profil von einem oder mehreren Führungswerkzeugen (2) geführt wird, wonach ein Endabschnitt mit einem Trennwerkzeug abgetrennt und einer oder mehreren weiteren Bearbeitungsstationen nacheinander zuge-

führt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** der abgetrennte Endabschnitt nach dem Trennvorgang unter Erhaltung der Wärme des heißen Stranges im heißen Zustand mittels Greifwerkzeugen einem Warmumformprozeß (8) zugeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei der Herstellung von Mg-Strukturbauteilen, die Fertigungskette ganz oder teilweise in Schutzgas gehüllt ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei der Herstellung von Werkstücken aus Al- und Mg-Strukturbauteilen diese mittels Reibrührschweißens (11) oder Kleben (7) miteinander verbunden werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Warmumformprozeß (8) als Innenhochdruckumformung, Schmieden oder Prägen ausgestaltet ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Warmumformprozeß (8) einen Kalibrierschritt umfaßt.

6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** vor dem Warmumformprozeß (8) die Warmumformtemperatur oder vor anderen Bearbeitungsstationen die Bearbeitungstemperatur durch Kühlen des Werkstücks auf die optimale Prozeßtemperatur eingestellt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** für die Herstellung von Mg-Strukturbauteilen die Warmumformtemperatur zwischen 180°C und 400°C, vorzugsweise 225°C bis 280°C, beträgt.

8. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** für die Herstellung von Al-Strukturbauteilen die Warmumformtemperatur zwischen 300 °C und 600°C, vorzugsweise 400 bis 520°C beträgt.

9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** als weitere Bearbeitungsstationen nach dem Warmumformprozeß (8) die Warmaushärtung (10) und danach die mechanische Bearbeitung folgen, wobei das Bauteil vor der Warmaushärtung (10) in einer vorgeschalteten Kühlzone (9) gekühlt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Werkstück zwischen den Bearbeitungsstationen von Greifwerkzeugen in Art von Handlingrobotern (3), welche dem Strangpreßprofil folgen, übergeben wird.
11. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß Führungs- und Trennwerkzeuge jeweils in Art von Robotern, nämlich als Führungs- (2) und Trennroboter (5) ausgebildet sind.
12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß Führungsroboter (2) jeweils außerhalb des Strangpreßprofils raumfest abgestützt und mit einer Führungseinrichtung versehen sind, die in einer zur Preßebene senkrechten Ebene bewegbar und/oder um seine Längsachse drehbar ist.
13. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß Trennroboter (5) jeweils in Reichweite einer Trennstelle fest mit dem Strangpreßprofil verbunden sind, zumindest während die Trenneinrichtung arbeitet.
14. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß zur Herstellung von Strukturbauteilen mit variabler Krümmung wenigstens ein das Strangpreßprofil greifender Führungsroboter (2) abhängig vom Preßweg sowie vom Krümmungsverlauf des Strangpreßprofils Weg-gesteuert wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Preßweg direkt am austretenden Strang mittels einer am Führungsroboter (2) befestigten Sensoreinrichtung gemessen wird.
16. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Strangpreßprofil zu seiner Ausformung durch mehrere rückführbar gesteuerte Führungsroboter (2) geführt wird.
17. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Taktzeiten, mit welcher die Prozeß- und Bearbeitungsschritte aufeinander folgen, maßgeblich an die Strangpreßgeschwindigkeit angepaßt werden.
18. Verfahren nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet,
daß für die Herstellung von Al-Strukturbauteilen

nach dem Strangpressen mindestens eine Verdoppelung der für Mg-Strukturbauteile erforderlichen Herstellungskette eingerichtet wird.

- 5 19. Verfahren nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Strangpreßprofil von mindestens einem Führungsroboter (2) verformt wird, wobei wenigstens zwei Handlingroboter (3) abwechselnd an den Stranganfang zurückgeführt werden und das austretende Strangpreßprofil unterstützen.

Claims

- 15 1. A method for manufacturing structural components from an extruded section, especially consisting of Al, Mg or their alloys, which after its exit from the die of the extrusion press (1), is guided by one or a plurality of guide tools (2) for the purpose of forming it into a straight, an arc-shaped or a rounded section, respectively, after which an end section is separated by a separating tool and is fed successively to one or a plurality of processing stations, **characterized in that**, after the separating step, the separated end section is fed in the hot state by means of gripping tools to a hot-forming process (8) retaining the heat of the hot section.
- 20 2. The method according to claim 1, **characterised in that**, for manufacturing Mg structural components, the production chain is completely or partly enveloped by protective gas.
- 25 3. The method according to claim 1, **characterised in that**, for the manufacturing of workpieces made of Al and Mg structural components, these are joined together by means of friction stir welding (11) or adhesion (7).
- 30 4. The method according to claim 1, **characterised in that** the hot-forming process (8) is configured as internal high-pressure forming, forging or embossing.
- 35 5. The method according to claim 1, **characterised in that** the hot-forming process (8) comprises a calibration step.
- 40 6. The method according to claim 1, **characterised in that** before the hot-forming process (8), the hot-forming temperature or before either processing stations, the processing temperature is adjusted to the optimum process temperature by cooling the workpiece.
- 45 7. The method according to claim 6, **characterised in that**, for the manufacture of Mg structural components, the hot-forming temperature is between 180
- 50
- 55

°C and 400°C, preferably 225 °C to 280 °C.

8. The method according to claim 6, **characterised in that**, for the manufacture of Al structural components, the hot-forming temperature is between 300°C and 600 °C, preferably 400 °C to 520 °C. 5
9. The method according to claim 1, **characterised in that** as further processing stations the hot-forming process (8) is followed by artificial ageing (10) and then by mechanical processing, wherein the component is cooled in a preceding cooling zone (9) before the artificial ageing (10). 10
10. The method according to claim 1, **characterised in that** the workpiece is transferred between the processing stations by gripping tools in the form of handling robots (3) which follow the extruded section. 15
11. The method according to claim 1, **characterised in that** guide and separating tools are each constructed in the fashion of robots, namely as guiding (2) and separating robots (5). 20
12. The method according to claim 11, **characterised in that** guiding robots (2) are each supported in a spatially fixed position outside the extruded section and are provided with a guiding device which is moveable in a plane perpendicular to the pressing plane and/or is rotatable about its axis of rotation. 25
13. The method according to claim 11, **characterised in that** separating robots (5) are each connected firmly to the extruded section in the range of a separating point, at least while the separating device is operating. 30
14. The method according to claim 1, **characterised in that**, for the manufacture of structural components having a variable curvature, at least one guiding robot (2) gripping the extruded section is path-controlled depending on the pressing path and on the curvature trend of the extruded section. 35
15. The method according to claim 14, **characterised in that** the pressing distance is measured directly on the emerging strand by means of a sensor device attached to the guiding robot (2). 40
16. The method according to claim 15, **characterised in that** the extruded section is guided to its forming by several reversibly controlled guiding robots (2). 45
17. The method according to claim 1, **characterised in that** the cycle times with which the process and processing steps follow one another are substantially matched to the extrusion speed. 50

18. The method according to claim 17, **characterised in that**, for the manufacture of Al structural components, at least one doubling of the production chain required for Mg structural components is installed after the extrusion press.

19. The method according to claim 16, **characterised in that** the extruded section is deformed by at least one guiding robot (2) wherein at least two handling robots (3) can be alternately returned to the beginning of the strand and support the emerging extruded section.

15 Revendications

1. Procédé de fabrication de composants structuraux à partir d'un profilé extrudé, en particulier en Al, Mg ou leurs alliages, lequel profilé extrudé est guidé par un ou plusieurs outils de guidage (2) après la sortie de la matrice de l'extrudeuse (1) afin de le conformer en profilé droit ou incurvé respectivement arrondi, une portion d'extrémité étant séparée au moyen d'un outil de séparation et amenée successivement à une ou plusieurs autres stations de traitement, **caractérisé en ce que** la portion d'extrémité séparée est amenée à l'état chaud au moyen d'outils de préhension à un processus de formage à chaud (8) après le processus de séparation en maintenant la chaleur de l'élément extrudé. 20
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** lors de la fabrication de composants structuraux en Mg, la chaîne de fabrication est totalement ou partiellement enveloppée dans un gaz de protection. 25
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** lors de la fabrication de pièces à partir de composants structuraux en Al et Mg, ces pièces sont reliées entre elles par soudage par friction (11) ou par collage (7). 30
4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le processus de formage à chaud (8) est un processus de formage à pression interne élevée, un processus de forgeage ou un processus d'estampage. 35
5. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le processus de formage à chaud (8) comporte une étape d'étalonnage. 40
6. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'avant** le processus de formage à chaud (8) ou avant de passer par d'autres stations de traitement, la température de formage à chaud ou respectivement la température de traitement est réglée 45

à la température de processus optimale en refroidissant la pièce.

7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** pour fabriquer des composants structuraux en Mg, la température de formage à chaud est comprise entre 180°C et 400°C, avantageusement entre 225°C et 280°C.
8. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** pour fabriquer des composants structuraux en Al, la température de formage à chaud est comprise entre 300°C et 600°C, avantageusement entre 400°C et 520°C.
9. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** comme autres stations de traitement suivent le traitement de durcissement à chaud (10) puis le traitement mécanique après le processus de formage à chaud (8), dans lequel le composant est refroidi avant le traitement de durcissement à chaud (10) dans une zone de refroidissement (9) située en amont.
10. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la pièce est passée entre les stations de traitement au moyen d'outils de préhension du type robots de manipulation (3) qui suivent le profilé extrudé.
11. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** des outils de guidage et de séparation sont conformés chacun à la façon de robots, c'est-à-dire en robots de guidage (2) et en robots de séparation (5).
12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** des robots de guidage (2) sont supportés de façon fixe à l'extérieur du profilé extrudé et sont dotés d'un dispositif de guidage qui est mobile dans un plan perpendiculaire au plan d'extrusion et/ou qui est apte à tourner autour de son axe longitudinal.
13. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** des robots de séparation (5) sont chacun reliés fixes au profilé extrudé dans le rayon d'action d'une station de séparation, au moins pendant le fonctionnement du dispositif de séparation.
14. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** lors de la fabrication de composants structuraux de courbure variable, au moins un robot de guidage (2) qui saisit le profilé extrudé est commandé en fonction de la course de l'extrudeuse ainsi que de la courbure du profilé extrudé.
15. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** la course de l'extrudeuse est mesurée direc-

tement au niveau de la pièce extrudée qui sort au moyen d'un dispositif à capteur fixé sur le robot de guidage (2).

- 5 16. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** le profilé extrudé est guidé jusqu'à son dé-moulage par plusieurs robots de guidage (2) commandes de façon à pouvoir reculer.
- 10 17. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les durées de cycle avec lesquelles les étapes de processus et de traitement se succèdent, sont adaptées à la vitesse d'extrusion.
- 15 18. Procédé selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** pour fabriquer des composants structuraux en Al après l'extrusion, il faut au moins doubler la chaîne de fabrication nécessaire aux composants structuraux Mg.
- 20 19. Procédé selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** le profilé extrudé est déformé par au moins un robot de guidage (2), au moins deux robots de manipulation (3) étant ramenés alternativement au début de la pièce extrudée et supportant le profilé extrudé sortant.
- 25

30

35

40

45

50

55

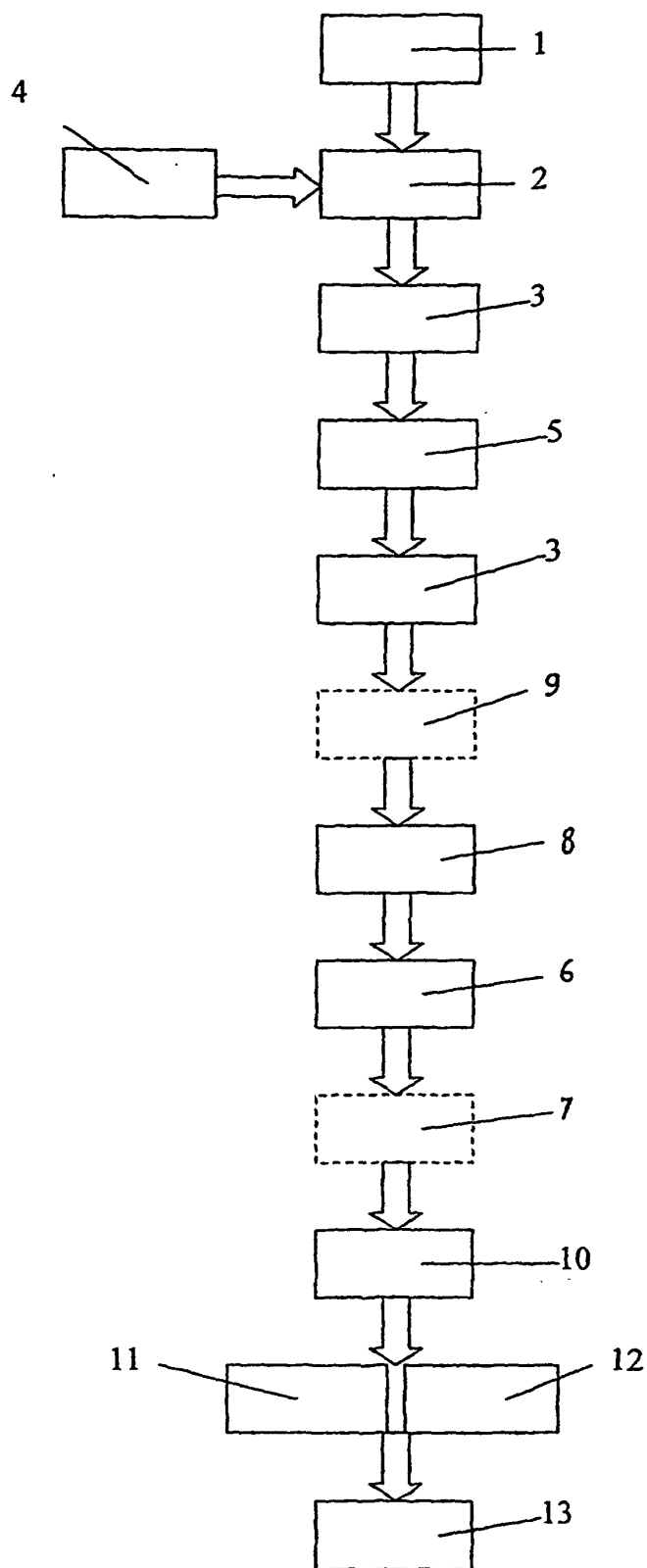


Fig. 1

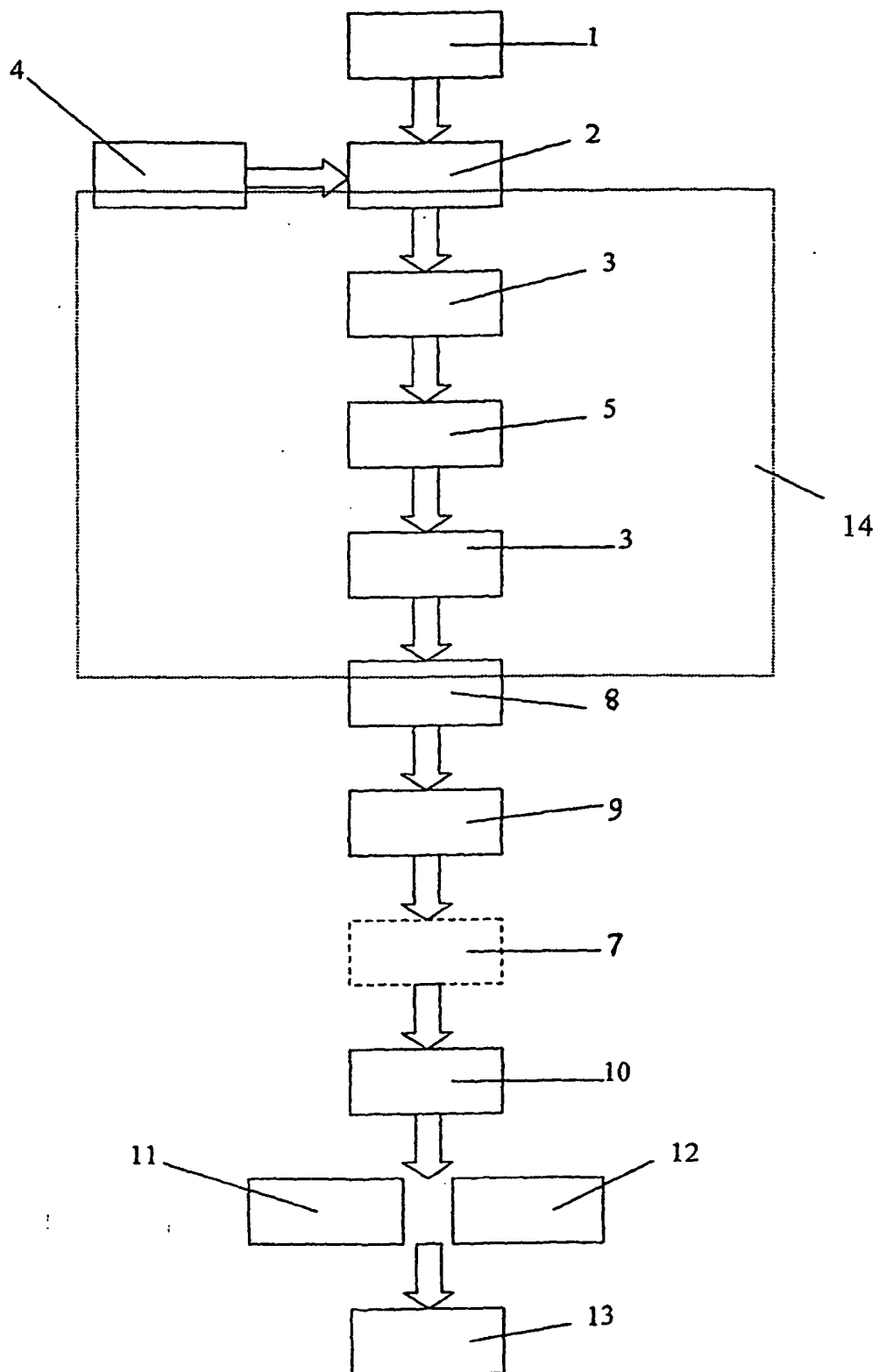


Fig. 2