



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 13 018 T2 2004.08.05**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 945 199 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 13 018.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 105 853.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **23.03.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **29.09.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **26.11.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **05.08.2004**

(51) Int Cl.7: **B21K 21/02**
C22F 1/06

(30) Unionspriorität:

7913598 **26.03.1998** **JP**

37232698 **28.12.1998** **JP**

37232798 **28.12.1998** **JP**

37232898 **28.12.1998** **JP**

(73) Patentinhaber:

**Tokyo Seitan Inc., Niigata, JP; Sony Corp.,
Tokio/Tokyo, JP**

(74) Vertreter:

Strehl, Schübel-Hopf & Partner, 80538 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR

(72) Erfinder:

**Seki, Isao, Minamiuonuma-gun, Niigata-ken, JP;
Hama, Shigeo, Kumagaya-shi, Saitama-ken, JP;
Taniike, Shigehiro, Minamiuonuma-gun,
Niigata-ken, JP; Watanabe, Fukashi,
Kumagaya-shi, Saitama-ken, JP; Kakizaki,
Masahiko, Tokyo, JP; Seki, Shinji,
Minamiuonuma-gun, Niigata-ken, JP**

(54) Bezeichnung: **Geschmiedetes Gehäuse aus Magnesiumlegierung und Verfahren zu dessen Herstellung**

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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0001] Die Erfindung betrifft ein dünnes, geschmiedetes Gehäuse aus einer Magnesiumlegierung, das für leichte, stabile Gehäuse für kleine elektronische Geräte und Medien geeignet ist, sowie ein Verfahren zum Herstellen eines derartigen dünnen geschmiedeten Gehäuses.

[0002] Da Magnesium von den derzeit dem praktischen Gebrauch zugeführten Metallmaterialien die kleinste Dichte von 1,8 aufweist, bestehen für Magnesiumlegierungen große Erwartungen und Anwendungsmöglichkeiten als leichte, stabile Materialien als Alternative zu Aluminium mit einer Dichte von 2,7 und dessen Legierungen. Magnesiumlegierungen können für Teile von Luft- und Raumfahrzeugen, Landtransport-Fuhrparks, Fracht-Fuhrparks, Industriemaschinen und Werkzeugen, elektronischen Anlagen, Telekommunikationsanlagen, landwirtschaftlichen Maschinen, Bergbaumaschinen, Büroausstattung, optischen Einrichtungen, Sportgeräten usw. verwendet werden.

[0003] Magnesiumlegierungen zeigen jedoch eine viel schlechtere Bearbeitbarkeit bei plastischer Verformung als Aluminiumlegierungen. Demgemäß werden Magnesiumlegierungen derzeit im Allgemeinen als Gesenk-Gussteile geliefert. Um die Gießfähigkeit und die mechanische Festigkeit zu verbessern, wird Magnesium mit Aluminium, Zink usw. legiert. Zirkonium kann zugesetzt werden, um für Festigkeit und Zähigkeit zu sorgen, und Mangan kann zugesetzt werden, um die Kristallkörner der Magnesiumlegierungen feiner zu machen. Auch können die Erdelemente und Silber zugesetzt werden, um für Wärmebeständigkeit zu sorgen.

[0004] Jedoch sind Gussteile aus Magnesiumlegierungen auf relativ dicke Erzeugnisse beschränkt, da es extrem schwierig ist, Magnesiumlegierungen zu dünnen Erzeugnissen zu gießen. Außerdem können Gießdefekte wie Poren und Einschlüsse wie Oxide, die beim Gießen unvermeidlich sein, in Gussteilen aus Magnesiumlegierungen enthalten sein und auf deren Oberfläche erscheinen. Die Mängel der Gussteile und die Einschlüsse beeinträchtigen die mechanische Festigkeit der Gussteile aus Magnesiumlegierungen, und wenn sie an der Oberfläche erscheinen, beeinflussen sie die Korrosionsbeständigkeit und das Oberflächenaussehen derselben.

[0005] In jüngerer Zeit wurde ein sogenanntes Halbfestverfahren vorgeschlagen, das Aufmerksamkeit auf sich zieht, um Teile aus Magnesiumlegierungen in einem Temperaturbereich, in dem eine feste und eine flüssige Phase gemeinsam vorliegen, unter Verwendung einer Spritztechnik herzustellen. Durch dieses Herstellverfahren erhaltene Erzeugnisse verfügen über feine Kristallstrukturen ohne den dritten, wie sie in üblichen Gussteilen vorhanden sind, und sie verfügen auch über eine höhere Dichte mit weniger

Poren als Gesenk-Gussteile, wodurch sie einer Wärmebehandlung unterzogen werden können. Durch dieses Verfahren können Teile aus Magnesiumlegierungen von nur 1,5 mm oder weniger hergestellt werden. Dennoch ist das Halbfest-Herstellverfahren dahingehend nachteilig, dass durch es hergestellte Teile aus Magnesiumlegierungen nicht notwendigerweise frei von Defekten und Oxideinschlüssen im Inneren und an der Oberfläche sind. Bei Defekte und Oxideinschlüssen können gute Oberflächenzustände wie betreffend das Aussehen und die Korrosionsbeständigkeit nicht erzielt werden.

[0006] Ein anderes Verfahren zum Herstellen dünner Erzeugnisse aus Magnesiumlegierungen ist ein Ziehverfahren. Zum Ziehverfahren gehört das Gießen einer Magnesiumlegierung zu einem Barren; Schmieden des Barrens zum Entfernen oder Verringern von Defekten und Segregation; Schneiden oder Walzen des geschmiedeten Erzeugnisses auf eine geeignete Länge oder Dicke zum Herstellen einer dünnen Platte; und Ziehen der dünnen Platte in eine gewünschte Form. Das Ziehverfahren ist in den japanischen Patentoffenlegungen Nr. 6-55230 und 6-328155, in Summary of the 89th Autumn Convention of the Light Alloys Association, 1995, S. 179-180, usw. offenbart.

[0007] Die japanische Patentoffenlegung Nr. 6-55230 offenbart, dass das Tiefziehen einer dünnen Magnesiumlegierungsplatte mit einem Gesenk mit einem Stempel und einem Flanschabschnitt mit einer Erwärmung auf eine Oberflächentemperatur von 175-500°C ausgeführt werden kann. Gemäß Summary of the 89th Autumn Convention wird eine 1 mm dicke Scheibenplatte aus einer Magnesiumlegierung (AZ31) mit einem Durchmesser von 60-65 mm einem Tiefziehvorgang mit einem Stempel mit einem Radius von 40 mm und einem Schulterradius von 12 mm und einem Gesenk mit einem Hohlraum mit einem Innendurchmesser von 43 mm und einem Schulterradius von 8 mm bei einem Ziehdruck von 1000 kgf unterzogen.

[0008] Das Tiefziehverfahren ist jedoch nur bei Erzeugnissen mit glatten Oberflächen geeignet, so dass es nicht gelingt, Erzeugnisse mit Vorsprüngen herzustellen. Außerdem würde ein kleinerer Schulterradius des Gesenks als der Obige zur Rissen in den sich ergebenden Erzeugnissen an den inneren Bodenkanten und den Ecken führen, wodurch es nicht gelingt, Erzeugnisse mit scharfen Bodenrändern und Ecken herzustellen.

[0009] Da elektronische Schaltkreise und Elemente hoch integriert und in jüngerer Zeit dichter hergestellt werden, wird bei vielen Anwendungen, wie bei Mobiltelekommunikations-Geräten wie Funktelefonen, Notebook- oder mobilen PCs elektronischen Aufzeichnungsmedien wie CDs, Minidisks usw., einer Miniaturisierung und Gewichtsverringering nachgegangen. Gehäuse für diese Geräte und Medien bestehen derzeit meistens aus Aluminiumlegierungen, wobei jedoch eine weitere Gewichtsverringering erwünscht

ist, während eine mechanische Festigkeit erhalten bleibt, die der von Aluminiumlegierungen entspricht oder besser ist. Magnesiumlegierungen sind wegen ihrer kleinen Dichte und ihrer hohen mechanischen Festigkeit vielversprechend, wenn sie zu dünnen Gehäusen mit scharfen Bodenkanten, Ecken und Vorsprüngen geschmiedet werden können.

[0010] Die japanische Patentoffenlegung Nr. 6-172949 offenbart ein Magnesiumlegierungsteil wie ein Autorad usw. sowie ein Schmiedeverfahren zum Herstellen eines derartigen Magnesiumlegierungsteils. Dieses Schmiedeverfahren umfasst (a) Schmieden eines Gussteils aus einer Magnesiumlegierung bei einer Temperatur von 300–400°C, um ein geschmiedetes Teil mit einer mittleren Kristallgröße von 100 µm oder weniger herzustellen; und (b) das geschmiedete Teil wird einer T₆-Temperaturbehandlung unterzogen, zu der eine Lösungsbehandlung und eine Alterungsbehandlung gehören. Das geschmiedete Teil wird eine Endbearbeitung wie einer Drückbankbearbeitung und Walzen unterzogen. Bei einem speziellen Beispiel wird der obige Schmiedeschritt (a) unter den Bedingungen ausgeführt, dass das Gussteil aus der Magnesiumlegierung auf 400°C erwärmt wird, das Gesenk auf 250°C erwärmt wird und die Schmiedegeschwindigkeit 10 mm/s beträgt. Bei einer mittleren Kristallgröße von 100 µm oder weniger verfügt die geschmiedete Magnesiumlegierung über verbesserte Korrosionsbeständigkeit und mechanische Festigkeit.

[0011] Die durch die japanische Patentoffenlegung Nr. 6-172949 vorgeschlagene Technik zielt jedoch auf große, dicke Teile wie Autoräder usw. ab, wobei Schwierigkeiten beim Schmieden extrem dünner Erzeugnisse mit scharfen Bodenkanten, Rändern und Vorsprüngen nicht gemeistert werden. Es ist auch erforderlich, dass die T₆-Wärmebehandlung über eine lange Zeitperiode andauert. Wenn die Technik gemäß der japanischen Patentoffenlegung Nr. 6-172949 auf geschmiedete Gehäuse aus Magnesiumlegierungen angewandt würde, könnten die sich ergebenden geschmiedeten Gehäuse nicht mit nur 1,5 mm oder weniger mit scharfen Bodenkanten, Ecken und Vorsprüngen hergestellt werden, da das Gesenk auf 250°C den Körper der Magnesiumlegierung zu weit abkühlt, um ein gleichmäßiges plastisches Fließen (Metallfließen) der Magnesiumlegierungen während des Schmiedens zu erzielen.

AUFGABE UND ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0012] Demgemäß ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein leichtes, dünnes geschmiedetes Gehäuse aus einer Magnesiumlegierung mit scharfen Bodenkanten, Ecken und Vorsprüngen zu schaffen.

[0013] Eine andere Aufgabe der Erfindung ist es, ein leichtes, dünnes geschmiedetes Gehäuse aus einer Magnesiumlegierung mit scharfen Bodenkanten, Ecken und Vorsprüngen zu schaffen, das an der

Oberfläche im Wesentlichen schlierenfrei ist.

[0014] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum genauen und billigen Herstellen eines derartigen leichten, dünnen geschmiedeten Gehäuses aus einer Magnesiumlegierung zu schaffen.

[0015] Als Forschungsergebnis im Hinblick auf die obigen Aufgaben haben die Erfinder die folgenden Tatsachen herausgefunden, die zum Abschluss der Erfindung führten:

(1) ein gleichmäßiges Metallfließen kann während des Schmiedens dann erzielt werden, wenn der zu schmiedende Magnesiumlegierungskörper auf eine Temperatur nahe seinem Schmelzpunkt erwärmt wird, während dafür gesorgt wird, dass die Magnesiumlegierung lokal nicht durch durch starke Reibung erzeugte Wärme schmilzt.

(2) Wenn die Magnesiumlegierung mit großem Verdichtungsverhältnis geschmiedet wird, treten an der Oberfläche der sich ergebenden geschmiedeten Erzeugnisse auffällige Schlieren auf.

(3) Wenn eine dünne Platte aus einer Magnesiumlegierung einem Grobschmieden bei begrenztem Verdichtungsverhältnis unterzogen wird, fließen die mit der Gesenkfläche in Kontakt stehenden Flächen der Magnesiumlegierungsplatte im Wesentlichen nicht, und es fließt nur das Innere der Magnesiumlegierungsplatte plastisch in der Querrichtung. Im Ergebnis können gute oder Oberflächenbedingungen der Magnesiumlegierungsplatte aufrechterhalten werden.

[0016] Demgemäß sorgt die Erfindung für ein dünnes geschmiedetes Gehäuse, das integral aus einer dünnen Platte mit Vorsprüngen auf einer oder beiden Flächen besteht, wobei die Platte nur 1,5 mm oder weniger dick ist. Die das dünne geschmiedete Gehäuse bildende dünne Platte ist vorzugsweise nur 1 mm oder weniger dick.

[0017] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist das dünne geschmiedete Gehäuse an der Oberfläche im Wesentlichen schlierenfrei.

[0018] Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform verfügt das dünne geschmiedete Gehäuse über scharfe Bodenkanten und Ecken, deren Innenflächen über Krümmungsradien von ungefähr 2 mm oder weniger, insbesondere ungefähr 1 mm oder weniger verfügen, und scharfe Vorsprünge, deren Schultern Krümmungsradien von ungefähr 2 mm oder weniger, spezieller 1 mm oder weniger aufweisen.

[0019] Durch die Erfindung ist ferner ein Verfahren zum Herstellen eines dünnen geschmiedeten Gehäuses aus einer Magnesiumlegierung geschaffen, bei dem ein Schmiedevorgang durch mindestens zwei Schritte ausgeführt wird, nämlich einen ersten Schmiedeschritt zum Grobschmieden eines auf 350–500°C vorerwärmten Magnesiumlegierungskörpers mittels eines ersten, auf 350–450°C erwärmten Gesenks, um ein geschmiedetes Zwischenerzeugnis herzustellen; und einen zweiten Schmiedeschritt zum

Präzisionsschmieden des auf 350–500°C vorerwärmten geschmiedeten Zwischenerzeugnisses durch ein zweites, auf 300–400°C erwärmtes Gesenk.

[0020] Bei einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Verfahren zum Herstellen eines dünnen geschmiedeten Gehäuses aus einer Magnesiumlegierung, das integral aus einer dünnen Platte mit einer Dicke von 1,5 mm oder weniger mit Vorsprüngen auf einer oder beiden Blechen besteht, (a) Ausführen eines ersten Schmiedeschritts zum Grobschmieden einer auf 350–500°C vorerwärmten Magnesiumlegierungsplatte mit einem ersten, auf 350–450°C erwärmten Gesenk, um ein geschmiedetes Zwischenerzeugnis mit einem Verdichtungsverhältnis von 75% oder weniger herzustellen; und (b) Ausführen eines zweiten Schmiedeschritts zum Präzisionsschmieden des auf 300–500°C vorerwärmten geschmiedeten Zwischenerzeugnisses durch ein zweites, auf 300–400°C erwärmtes Gesenk mit einem Verdichtungsverhältnis von 30% oder weniger.

[0021] Die grob zu schmiedende Magnesiumlegierungsplatte verfügt vorzugsweise über eine Dicke von ungefähr 3 mm oder weniger. Der erste Schmiedeschritt wird vorzugsweise bei einem Verdichtungsdruck von 3–30 Tonnen/cm² und einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 10–500 mm/s ausgeführt. Der zweite Schmiedeschritt wird vorzugsweise bei einem Verdichtungsdruck von 1–20 Tonnen/cm² und einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 1–200 mm/s ausgeführt.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0022] **Fig. 1** ist eine schematische Ansicht, die auf der Oberfläche des Schmiedeerzeugnisses erscheinende Schlieren zeigt;

[0023] **Fig. 2** ist eine schematische Ansicht, die das Metallfließen der Magnesiumlegierung beim erfindungsgemäßen Schmiedeverfahren zeigt;

[0024] **Fig. 3** ist eine schematische Seitenansicht, die eine Schmiedemaschine zum Herstellen des erfindungsgemäßen dünnen geschmiedeten Gehäuses zeigt;

[0025] **Fig. 4** ist eine vertikale Querschnittsansicht, die ein Paar von Gesenkblöcken zeigt, die vertikal angeordnet sind, um den ersten Schmiedeschritt der Erfindung auszuführen;

[0026] **Fig. 5** ist ein vertikaler Teilquerschnitt, der Kantenbereiche der Gesenkblöcke des ersten Schmiedegesenks zeigt, die sich in einem offenen Zustand befinden;

[0027] **Fig. 6** ist ein vertikaler Teilquerschnitt, der Kantenbereiche der Gesenkblöcke des ersten Schmiedegesenks zeigt, die sich in einem geschlossenen Zustand befinden;

[0028] **Fig. 7** ist ein vertikaler Teilquerschnitt, der Kantenbereiche der Gesenkblöcke des zweiten Schmiedegesenks zeigt, die sich in einem offenen Zustand befinden;

[0029] **Fig. 8** ist eine perspektivische Ansicht, die ein typisches Beispiel eines erfindungsgemäßen dünnen geschmiedeten Gehäuses zeigt;

[0030] **Fig. 9** ist eine guerschnittsansicht entlang der Linie X-X in der **Fig. 8**;

[0031] **Fig. 10** ist ein Flussdiagramm zum Veranschaulichen eines typischen Beispiels der Schmiedeschritte bei der Erfindung;

[0032] **Fig. 11** ist eine Draufsicht, die Linien zeigt, wie sie auf die Oberfläche der zu schmiedenden Magnesiumlegierungsplatte aufgemalt werden; und

[0033] **Fig. 12** ist eine vertikale Querschnittsansicht, die ein Paar von Gesenkblöcken zeigt, die vertikal angeordnet sind, um den ersten Schmiedeschritt gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung auszuführen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[1] Magnesiumlegierungen

[0034] Eine Magnesiumlegierung zur Verwendung bei der Erfindung sollte über hervorragende Schmiedbarkeit verfügen, um ein dünnes Gehäuse mit scharfen Bodenkanten, Ecken und Vorsprüngen herzustellen, deren Innenflächen vorzugsweise über Krümmungsradien von ungefähr 2 mm oder weniger, spezieller von ungefähr 1 mm oder weniger verfügen. Demgemäß verfügt die bei der Erfindung verwendete Magnesiumlegierung über eine Zusammensetzung mit 1–6 Gewichts% Al, 0–2 Gewichts% Zn und 0,5 Gewichts% oder weniger Mn, wobei der Rest im Wesentlichen aus Mg und unvermeidlichen Verunreinigungen besteht.

[0035] Wenn die Aluminiummenge weniger als 1 Gewichts% beträgt, verfügt die Magnesiumlegierung über schlechte Zähigkeit, obwohl sie gut schmiedbar ist. Wenn dagegen die Aluminiummenge mehr als 6 Gewichts% beträgt, zeigt die Magnesiumlegierung schlechte Schmiedbarkeit und Korrosionsbeständigkeit. Die bevorzugte Aluminiummenge beträgt 2–4 Gewichts%, insbesondere ungefähr 3 Gewichts%.

[0036] Zink hat ähnliche Effekte wie Aluminium. Aus dem Gesichtspunkt der Schmiedbarkeit und des Metallfließens her sollte Zn 0–2 Gewichts% betragen. Die bevorzugte Menge an Zn beträgt 0–1 Gewichts%.

[0037] Wenn Mn mit kleiner Menge zugesetzt wird, wirkt es so, dass es die Mikrostruktur der Magnesiumlegierungen verbessert. Aus dem Gesichtspunkt mechanischer Eigenschaften sollte Mn 0,5 Gewichts% oder weniger betragen.

[0038] Die Magnesiumlegierung kann andere Elemente wie Seltenerdmetalle, Lithium, Zirkonium usw. mit solchen Mengen enthalten, dass die Schmiedbarkeit, die mechanische Festigkeit usw. der Magnesiumlegierungen nicht nachteilig beeinflusst werden, im Allgemeinen mit einer Gesamtmenge von nur 0,2 Gewichts% oder weniger.

[0039] Magnesiumlegierungen, die den obigen Zu-

sammensetzungsbedingungen genügen, sind kommerziell als AZ31 (Al: ungefähr 3 Gewichts%, Zn: ungefähr 1 Gewichts%, Mn: 0,2–0,3 Gewichts%, Mg und unvermeidliche Verunreinigungen: Rest) AM20 (Al: ungefähr 2 Gewichts%, Mn: ungefähr 0,5 Gewichts%, Mg und unvermeidliche Verunreinigungen: Rest) usw. in ASTM verfügbar.

[2] Herstellung eines dünnen geschmiedeten Gehäuses

[0040] Der Magnesiumlegierungskörper wird vorzugsweise durch mindestens zwei Schritte zu einem dünnen geschmiedeten Gehäuse hergestellt. Bei einer bevorzugten Ausführungsform verfügt der Schmiedevorgang über einen ersten Schmiedeschritt und einen zweiten Schmiedeschritt. Falls erforderlich, kann zwischen dem ersten und dem zweiten Schmiedeschritt ein weiterer Schmiedeschritt eingefügt werden.

(1) Erster Schmiedeschritt

(a) Form des Magnesiumlegierungskörpers

[0041] Der Magnesiumlegierungskörper kann in jeder beliebigen Form vorliegen, wie rechteckig, quaderförmig, zylindrisch usw., solange er auf eine gewünschte Form schmiedbar ist. Jedoch hat es sich gezeigt, dass dann, wenn der Magnesiumlegierungskörper mit einer dicken Volumenform vorliegt, das sich ergebende Schmiedeerzeugnis an der Oberfläche Schlieren aufweist. Der Begriff "Schlieren" bedeutet Male, die Spuren eines plastischen Fließens der Magnesiumlegierung, wie es während des Schmiedeprozesses auftritt, anzeigen. Die **Fig. 1** zeigt ein Beispiel von Schlieren, wie sie entstehen, wenn eine Magnesiumlegierung mit zylindrischer Grundform geschmiedet wird. In der **Fig. 1** kennzeichnet **1** den Umfang des runden Magnesiumlegierungszylinders, und **2** kennzeichnet sogenannte Schlieren, die Spuren eines plastischen Fließens der Magnesiumlegierung sind.

[0042] Die Forschung hat gezeigt, dass dann, wenn ein dünner Magnesiumlegierungskörper mit niedrigem Verdichtungsverhältnis geschmiedet wird, Schlieren unterdrückt werden können, da bei niedrigem Verdichtungsverhältnis kein gestörtes plastisches Fließen auftritt. Der hier verwendete Begriff "Verdichtungsverhältnis" bedeutet ein durch die Formel $[(t_0 - t_f)/t_0] \times 100$ ausgedrücktes Verhältnis (Prozentsatz), wobei t_0 die ursprüngliche Dicke des zu schmiedenden Magnesiumlegierungskörpers ist und t_f die Dicke des geschmiedeten Erzeugnisses ist.

[0043] Der Mechanismus des plastischen Fließens der Magnesiumlegierung, ohne dass es zu Schlieren kommt, ist in der **Fig. 2** dargestellt, wobei eine dünne Magnesiumlegierungsplatte **3** zwischen einem Paar Gesenkblöcke **21**, **22** geschmiedet wird. Da beide Flächen **3a**, **3a** der Magnesiumlegierungsplatte **3** in

engem Kontakt mit den Gesenkflächen **21a**, **22a** stehen, wenn sie durch die Gesenkblöcke **21**, **22** verdichtet wird, fließen die beiden Flächen **3a**, **3a** der Magnesiumlegierungsplatte **3** während des Schmiedeprozesses nicht wesentlich. Nur ein innerer Teil der Magnesiumlegierungsplatte **3** fließt plastisch ein seitlicher Richtung, wie es durch die Pfeile A, A in der **Fig. 2** dargestellt ist.

[0044] Es wurde herausgefunden, dass das Verdichtungsverhältnis beim ersten Schmiedeschritt vorzugsweise innerhalb von 75% und beim zweiten Schmiedeschritt vorzugsweise innerhalb von 30% liegt, um Schlieren an den sich ergebenden dünnen geschmiedeten Gehäusen ausreichend zu unterdrücken. Um die obigen Verdichtungsverhältnisse zu erzielen, ist der Magnesiumlegierungskörper vorzugsweise eine dünne Plattenform mit einer Dicke von ungefähr 3 mm oder weniger. Bei einer derartigen dünnen Magnesiumlegierungsplatte kann der obige Mechanismus des plastischen Fließens dazu genutzt werden, ein dünnes geschmiedetes Gehäuse ohne Schlieren herzustellen. Da die ursprünglichen Oberflächenbedingungen der Magnesiumlegierungsplatten an den geschmiedeten Erzeugnissen im Wesentlichen beibehalten sind, ist es bevorzugt, Magnesiumlegierungsplatten mit extrem kleiner Oberflächenrauigkeit zu verwenden. Übrigens kann das Verdichtungsverhältnis im Fall eines Magnesiumlegierungs-Rundstabs im Allgemeinen mehr als 80% betragen.

[0045] Insbesondere im Fall des Herstellens eines geschmiedeten Gehäuses mit einer Dicke von ungefähr 1,5 mm oder weniger mit einer Beschichtung aus anodischer Oxidation, um Metallglanz zu zeigen, ist es wesentlich, eine dünne Magnesiumlegierungsplatte von ungefähr 3 mm oder weniger, vorzugsweise ungefähr 2 mm oder weniger, insbesondere ungefähr 1–1,5 mm Dicke zu schmieden.

[0046] Obwohl die Größe der Magnesiumlegierungsplatte abhängig vom Verdichtungsverhältnis bestimmt werden kann, ist es bevorzugt, dass sie so groß oder geringfügig größer wie die Bodenfläche des schließlich erhaltenen dünnen geschmiedeten Gehäuses ist. Wenn die Magnesiumlegierungsplatte zu groß ist, besteht die Wahrscheinlichkeit, dass die sich ergebenden dünnen geschmiedeten Gehäuse an Bodenkanten und Ecken Runzeln aufweisen, was die Ausbeute der Enderzeugnisse senkt. Wenn dagegen die Magnesiumlegierungsplatte zu klein ist, ist es unwahrscheinlich, dass die sich ergebenden dünnen geschmiedeten Gehäuse am Umfang gleichmäßige Dicke zeigen.

(b) Vorerwärmen des Magnesiumlegierungskörpers

[0047] Der zu schmiedende Magnesiumlegierungskörper wird als Erstes gleichmäßig auf eine Temperatur von 350–500°C vorerwärmt, die geringfügig höher als seine Schmiedetemperatur ist. Die Vorerwärmungstemperatur des Magnesiumlegierungskörpers

ist hier als Temperatur der Atmosphäre innerhalb eines Elektroofens definiert, in dem der Magnesiumlegierungskörper erwärmt wird. Der vorerwärmte Magnesiumlegierungskörper kühlt im Allgemeinen um ungefähr 50°C ab, während er dem Elektroofen entnommen wird und bereit zum Schmieden in einem Gesenk platziert wird. Demgemäß ist die Vorerwärmungstemperatur für den Magnesiumlegierungskörper im Allgemeinen ungefähr 50°C höher als die Schmiedetemperatur.

[0048] Wenn die Vorerwärmungstemperatur niedriger als 350°C ist, fließt die Magnesiumlegierung während des Schmiedeprozesses nicht gleichmäßig in den Hohlraum, so dass es nicht gelingt, die Dicke des sich ergebenden geschmiedeten Gehäuses zu nur ungefähr 1,5 mm oder weniger auszubilden. Wenn dagegen die Vorerwärmungstemperatur höher als 500°C ist, würde der Magnesiumlegierungskörper vollständig oder teilweise schmelzen, was dazu führen würde, dass an der Oberfläche extreme Metallschlieren auftreten würden, was es unmöglich machen würde, ein dünnes geschmiedetes Gehäuse hoher Qualität zu erhalten. Auch kann eine höhere Temperatur zu übermäßiger Oxidation und selbst einem Abbrennen der Magnesiumlegierung während des Schmiedeprozesses führen. Die bevorzugte Vorerwärmungstemperatur des Magnesiumlegierungskörpers beträgt 350–450°C, spezieller 400–450°C.

[0049] Wenn der Magnesiumlegierungskörper an Luft erwärmt wird, wird eine Fläche desselben stark oxidiert, was die Schmiedbarkeit, die Korrosionsbeständigkeit und das Oberflächenaussehen des sich ergebenden dünnen geschmiedeten Gehäuses nachteilig beeinflusst. Demgemäß sollte das Vorerwärmen des Magnesiumlegierungskörpers in Vakuum oder in einer Inertgasatmosphäre wie Argongas usw. ausgeführt werden.

[0050] Die Vorerwärmungszeit wird abhängig von der Größe des Magnesiumlegierungskörpers bestimmt. Zum Beispiel beträgt sie für einen zylindrischen Magnesiumlegierungskörper von ungefähr 30 mm Durchmesser und 10–30 mm Länge ungefähr 10–20 Minuten. Wenn der Magnesiumlegierungskörper in Form einer dünnen Platte mit einer Dicke von ungefähr 3 mm oder weniger vorliegen würde, wäre eine Vorerwärmungszeit von nur 5–15 Minuten ausreichend.

(c) Schmiedebedingungen

[0051] Der erste Schmiedeschritt kann am Magnesiumlegierungskörper unter Bedingungen einer gesenkten Temperatur von 350–400°C, eines Verdichtungsdrucks von 3–30 Tonnen/cm², einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 10–500 mm/s und eines Verdichtungsverhältnisses von 75% oder weniger ausgeführt werden. Die Gesenkttemperatur entspricht beinahe der ersten Schmiedetemperatur. Wenn die Gesenkttemperatur niedriger als 350°C ist, wird der vorerwärmte Magnesiumlegierungskörper durch den

Kontakt mit dem Gesenk so abgekühlt, dass während des ersten Schmiedeschritts kein ausreichendes Metallfließen erzielt werden kann, was zu einer grobgeschmiedeten Oberfläche führt. Wenn dagegen die Gesenkttemperatur höher als 450°C ist, kann das geschmiedete Erzeugnis den Gesenken nicht leicht entnommen werden. Die bevorzugte Gesenkttemperatur beträgt 360–420°C. Es sei darauf hingewiesen, dass die erste Schmiedetemperatur um ungefähr 50–80°C niedriger als die Temperatur ist, bei der die Magnesiumlegierung zu schmelzen beginnt, um zu verhindern, dass die Magnesiumlegierung während des ersten Schmiedeschritts örtlich schmilzt.

[0052] Der Druck, mit dem der Magnesiumlegierungskörper durch ein Paar von Gesenkblöcken verdichtet wird, beträgt 3 Tonnen/cm² oder mehr. Wenn der Verdichtungsdruck weniger als 3 Tonnen/cm² beträgt, kann das sich ergebende geschmiedete Zwischenerzeugnis nicht vollständig dünn ausgebildet werden. Die Obergrenze für den Verdichtungsdruck kann im Allgemeinen abhängig vom Verdichtungsverhältnis bestimmt werden. Ferner könnte ein zu hoher Verdichtungsdruck zu Schäden an Bodenkanten usw. des Gesenks führen. Außerdem können selbst dann, wenn der Verdichtungsdruck 30 Tonnen/cm² überschreitet, keine weiteren Verbesserungen an der Qualität der geschmiedeten Erzeugnisse erzielt werden. Demgemäß kann die Obergrenze des Verdichtungsdrucks 30 Tonnen/cm² betragen. Der bevorzugte Verdichtungsdruck beim ersten Schmiedeschritt beträgt 5–25 Tonnen/cm².

[0053] Die Verdichtungsgeschwindigkeit des Magnesiumlegierungskörpers kann 10–500 mm/s betragen. Wenn die Verdichtungsgeschwindigkeit kleiner als 10 mm/s ist, ist die Produktivität für die geschmiedeten Zwischenerzeugnisse zu niedrig. Wenn dagegen die Verdichtungsgeschwindigkeit mehr als 500 mm/s beträgt, kann das metallische Fließen der Verdichtung der Magnesiumlegierungskörpers nicht folgen, was zu einem gestörten metallischen Fließen führt, das extreme Schlieren an der Oberfläche zur Folge hat. Die bevorzugte Verdichtungsgeschwindigkeit im ersten Schmiedeschritt beträgt 50–300 mm/s.

[0054] Im ersten Schmiedeschritt beträgt das Verdichtungsverhältnis vorzugsweise innerhalb von 75%, um Schlieren an den sich ergebenden geschmiedeten Zwischenerzeugnissen ausreichend zu unterdrücken. Wenn das Verdichtungsverhältnis 75% überschreitet, wäre es schwierig, das Auftreten von Schlieren an den Oberflächen der sich ergebenden geschmiedeten Zwischenerzeugnisse zu verhindern. Das bevorzugtere Verdichtungsverhältnis im ersten Verdichtungsdruck beträgt 15–50%, insbesondere 18–45%.

[0055] Das Schmieden kann mechanisch oder hydraulisch ausgeführt werden. Die **Fig. 3** zeigt ein typisches Beispiel einer Schmiedemaschine zum Ausführen des erfindungsgemäßen Schmiedeverfahrens. Die Schmiedemaschine **30**, die durch eine mechanische Kraft betätigbar ist, verfügt über einen Hal-

terahmen **31** zum drehbaren Halten eines durch einen Motor (nicht dargestellt) angetriebenen Schwungrads **32**. Mit dem Schwungrad **32** ist exzentrisch eine Achse **33** verbunden, die durch das obere Ende einer Verbindungsstange **34** drehbar gehalten ist, und eine drehbar durch das untere Ende der Verbindungsstange **34** gehaltene Achse **35** ist drehbar mit einem beweglichen Halter **36** verbunden. Der bewegliche Halter **36** ist entlang am Halterahmen **31** montierten Führungen **37**, **37** nach oben und unten bewegbar. Ein oberer Gesenkblock **38** ist am beweglichen Halter **36** befestigt und ein unterer Gesenkblock **39** ist am Boden des Halterahmens **31** befestigt. Der obere Gesenkblock **38** und der untere Gesenkblock **39** sind vertikal zueinander ausgerichtet, um einen Hohlraum zum Schmieden des Magnesiumlegierungskörpers *W* zu bilden.

[0056] Wie es in der **Fig. 4** dargestellt ist, kann der obere Gesenkblock **38** über ein Stempelteil **42** verfügen, und der untere Gesenkblock **39** kann über einen Hohlraum **45** verfügen, um den Stempelteil **42** aufzunehmen, um einen Raum zu bilden, in dem der Magnesiumlegierungskörper *W* grob geschmiedet wird. Jeder Gesenkblock **38**, **39** verfügt über einen Heizer **46** und ein Thermoelement **47**. Das Stempelteil **42** und der Hohlraum **45** verfügen über Seitenwände **42a**, **45a**, die unter einem größeren Winkel Θ als diejenigen des zweiten Schmiedegesenks verlaufen, um im ersten Schmiedeschritt für ein gleichmäßiges metallisches Fließen zu sorgen. Vom Stempel **42** und vom Hohlraum **45** verfügt einer über Aussparungen **48** zum Erzeugen von Vorsprüngen an mindestens einer Fläche des geschmiedeten Zwischenerzeugnisses. Die Aussparungen **48** liegen für ein gleichmäßiges Fließen des Metalls mit im Wesentlichen schwach schräger Form vor. Demgemäß verfügt das sich ergebende geschmiedete Zwischenerzeugnis über eine ähnliche Form wie das endgültige dünne geschmiedete Gehäuse, wobei Bodenkanten, Ecken und Vorsprünge über größere Krümmungsradien verfügen.

[0057] Wie es in der **Fig. 5** dargestellt ist, verfügen die Schultern **42b** des Stempelteils **42** und der Bodenkanten **45b** des Hohlraums **45** vorzugsweise über relativ große Krümmungsradien r_1 bzw. r_2 . Bei einer bevorzugten Ausführungsform beträgt der Krümmungsradius r_1 1 mm oder mehr, insbesondere 2–7 mm, und der Krümmungsradius r_2 beträgt 0,5 mm oder mehr, insbesondere 0,5–2 mm. Bei derartigen Krümmungsradien r_1 und r_2 kann in den Bodenkantenbereichen gleichmäßiges metallisches Fließen erzielt werden, wie es in der **Fig. 6** dargestellt ist.

(2) Zweiter Schmiedeschritt

(a) Vorerwärmen des geschmiedeten Zwischenerzeugnisses

[0058] Das im ersten Schmiedeschritt erhaltene geschmiedete Zwischenerzeugnis wird in Vakuum oder

einer Inertgasatmosphäre wie Argongas usw. gleichmäßig auf eine Temperatur von 300–500°C vorerwärmt. Wenn die Vorerwärmungstemperatur des geschmiedeten Zwischenerzeugnisses niedriger als 300°C ist, tritt entlang der Hohlraumfläche des Schmiedegesenks während des zweiten Schmiedeschritts kein gleichmäßiges Fließen des Metalls auf, wodurch es nicht gelingt, die Kontur der Hohlraumfläche des zweiten Schmiedegesenks genau auf das schließlich erhaltene dünne geschmiedete Gehäuse zu übertragen. Wenn dagegen die Vorerwärmungstemperatur höher als 500°C ist, kann das geschmiedete Zwischenerzeugnis in Abschnitten schmelzen, die einer zu starken Reibung unterliegen, was dazu führt, dass an der Oberfläche extreme Schlieren auftreten. Die bevorzugte Vorerwärmungstemperatur des geschmiedeten Zwischenerzeugnisses beträgt 350–450°C.

[0059] Auch wird die Vorerwärmungszeit für das geschmiedete Zwischenerzeugnis abhängig von der Größe desselben bestimmt. Zum Beispiel beträgt sie für ein geschmiedetes Zwischenerzeugnis von 1 mm Dicke ungefähr 5–15 Minuten.

(b) Schmiedebedingungen

[0060] Der zweite Schmiedeschritt wird vorzugsweise unter den Bedingungen einer Gesenktemperatur von 300–400°C, eines Verdichtungsdrucks von 1–20 Tonnen/cm², einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 1–200 mm/s und eines Verdichtungsverhältnisses von 30% oder weniger am geschmiedeten Zwischenerzeugnis ausgeführt.

[0061] Die Gesenktemperatur entspricht beinahe der zweiten Schmiedetemperatur, die geringfügig niedriger als die erste Schmiedetemperatur sein kann, da das Verdichtungsverhältnis beim zweiten Schmiedeschritt kleiner als beim ersten Schmiedeschritt ist. Wenn die Gesenktemperatur niedriger als 300°C ist, wird das vorerwärmte geschmiedete Zwischenerzeugnis durch Kontakt mit dem Gesenk so gekühlt, dass die Kontur der Hohlraumfläche durch den zweiten Schmiedeschritt nicht genau vom zweiten Schmiedegesenk auf das sich ergebende dünne geschmiedete Gehäuse übertragen werden kann. Wenn dagegen die Gesenktemperatur höher als 400°C ist, kann das geschmiedete Erzeugnis nicht leicht aus dem Gesenk entnommen werden. Die bevorzugte zweite Gesenktemperatur beträgt 330–400°C.

[0062] Der Verdichtungsdruck kann beim zweiten Schmiedeschritt niedriger als beim ersten Schmiedeschritt sein, und er beträgt vorzugsweise 1–20 Tonnen/cm². Wenn der Verdichtungsdruck niedriger als 1 Tonne/cm² ist, kann das sich ergebende geschmiedete Gehäuse nicht vollständig dünn mit hervorragender Oberflächenkontur gemacht werden. Wenn dagegen der Verdichtungsdruck 20 Tonnen/cm² überschreitet, können keine weiteren Verbesserungen bei der Qualität der geschmiedeten Erzeugnisse

erzielt werden. Der bevorzugte Verdichtungsdruck beträgt beim zweiten Schmiedeschritt 5–15 Tonnen/cm².

[0063] Die Verdichtungsgeschwindigkeit des geschmiedeten Zwischenerzeugnisses kann 1–200 mm/s betragen. Wenn die Verdichtungsgeschwindigkeit kleiner als 1 mm/s ist, ist die Produktivität für die geschmiedeten Gehäuse zu niedrig. Wenn dagegen die Verdichtungsgeschwindigkeit mehr als 200 mm/s beträgt, kann die Kontur der Hohlraumfläche des zweiten Schmiedegesenks nicht genau auf das dünne geschmiedete Gehäuse übertragen werden, so dass es nicht gelingt, ein dünnes geschmiedetes Gehäuse mit hervorragenden Oberflächenbedingungen herzustellen. Die bevorzugte Verdichtungsgeschwindigkeit beträgt beim zweiten Schmiedeschritt 20–100 mm/s.

[0064] Das Verdichtungsverhältnis liegt beim zweiten Schmiedeschritt vorzugsweise innerhalb von 30%, um Schlieren an den sich ergebenden dünnen geschmiedeten Gehäusen ausreichend zu unterdrücken. Wenn das Verdichtungsverhältnis 30% überschreitet, wäre es schwierig, zu verhindern, dass Schlieren an den Oberflächen der sich ergebenden dünnen geschmiedeten Gehäuse erscheinen. Das bevorzugtere Verdichtungsverhältnis beim zweiten Schmiedeschritt beträgt 5–20%.

[0065] Wie es in der **Fig. 7** dargestellt ist, kann das zweite Schmiedegesenk aus einem oberen Gesenkblock **71** mit einem Stempelteil **72** und einem unteren Gesenkblock **74** mit einem Hohlraum **75** zum Aufnehmen des Stempelteils **72** sein, um einen Raum zu bilden, in dem das geschmiedete Zwischenerzeugnis geschmiedet wird. Es ist zu beachten, dass Seitenwände **72a**, **75a** des Stempelteils **72** des Hohlraums **75** übertrieben schräg dargestellt sind und dass ihre Schrägen kleiner als die beim ersten Schmiedegesenk sind. Das Stempelteil **72** und der Hohlraum **75** verfügen über kleine Aussparungen **78** zum Erzeugen von Vorsprüngen an einer oder beiden Seiten des dünnen geschmiedeten Gehäuses. Die Schultern **72b** verfügen über einen relativ kleinen Krümmungsradius r_3 , und die Bodenkanten **75b** verfügen über einen relativ kleinen Krümmungsradius r_4 . Bei einer bevorzugten Ausführungsform beträgt der Krümmungsradius r_3 1 mm oder weniger, und der Krümmungsradius r_4 beträgt 1 mm oder weniger.

[0066] Das Verhältnis r_1/r_3 beträgt vorzugsweise 2–7, und das Verhältnis r_2/r_4 beträgt vorzugsweise 2–7. Wenn die Verhältnisse r_1/r_3 und r_2/r_4 kleiner als 2 sind, kann kein gleichmäßiges Fließen des Metalls erzielt werden. Wenn dagegen die Verhältnisse r_1/r_3 und r_2/r_4 7 überschreiten, ist beim zweiten Schmiedeschritt ein großes Verdichtungsverhältnis erforderlich, so dass es nicht gelingt, ein abschließendes dünnes geschmiedetes Gehäuse mit scharfen Kanten und Ecken ohne Schlieren zu erzeugen.

[0067] Für den zweiten Schmiedeschritt kann dieselbe Schmiedemaschine wie beim ersten Schmiedeschritt verwendet werden, jedoch mit der Ausnah-

me, dass das Gesenk genau dieselbe Oberflächenkontur wie das abschließende Gehäuse aufweisen sollte.

[3] Dünnes geschmiedetes Gehäuse

[0068] Wie es schematisch in den **Fig. 8** und **9** dargestellt ist, kann das erfindungsgemäße dünne geschmiedete Gehäuse **80** aus einer kastenförmigen dünnen Platte **81** mit Vorsprüngen **82** verschiedener Höhe auf einer oder beiden Flächen bestehen. Die Dicke der dünnen Platte **81** in Gebieten ohne Vorsprünge **82** beträgt vorzugsweise nur ungefähr 1,5 mm oder weniger, bevorzugter ungefähr 1 mm oder weniger. Die Vorsprünge **82** können Erhebungen für Gewindelöcher, Vorsprünge, die Buchstaben, Zahlen und/oder Symbole angeben, usw. sein. Selbstverständlich kann der dünne Plattenabschnitt **81** über dünnere Bereiche als der Rest verfügen, solange nicht die dünneren Bereiche die mechanische Festigkeit des dünnen geschmiedeten Gehäuses **80** beeinflussen.

[0069] Das erfindungsgemäße dünne geschmiedete Gehäuse verfügt vorzugsweise über scharfe Bodenkanten, Ecken und Vorsprünge. Insbesondere im Fall kleiner Gehäuse, z. B. von Minidisks, verfügen die Innenflächen der Bodenkanten **85** und die Ecken **86** vorzugsweise über Krümmungsradien von 1 mm oder weniger. Scharfe Bodenkanten, Ecken und Vorsprünge, deren Innenflächen über derartige kleine Krümmungsradien verfügen, können nur durch das erfindungsgemäße Schmiedeverfahren hergestellt werden.

[0070] Das sich ergebende dünne geschmiedete Gehäuse wird durch eine Schneideinrichtung usw. so an den Seitenwänden zugeschnitten, dass diese genau dieselbe Höhe aufweisen. Falls erforderlich können in den Erhebungsvorsprüngen Gewindebohrungen hergestellt werden. Dann kann das dünne geschmiedete Gehäuse poliert werden.

[4] Oberflächenbeschichtung

[0071] Nach dem Polieren kann das dünne geschmiedete Gehäuse einer Oberflächenbehandlung wie einer Beschichtung durch anodische Oxidation, einem Farbüberzug usw. unterzogen werden.

[0072] Die Beschichtung durch anodische Oxidation kann gemäß JIS H 8651 ausgeführt werden. Eine Elektrolytlösung für anodische Oxidation kann über eine Zusammensetzung mit einem oder mehreren der folgenden Stoffe verfügen: Natriumdichromat, saures Natriumfluorid, saures Kaliumfluorid, saures Ammoniumfluorid, Ammoniumnitrat, Natriumdihydrogenphosphat, Ammoniakwasser usw. Die Elektrolytkomponenten können vorzugsweise abhängig von der Zusammensetzung der Magnesiumlegierung, der gewünschten Farbe des dünnen geschmiedeten Gehäuses usw. kombiniert werden. Da die Bedingungen für anodische Oxidation für sich in der Technik be-

kannt sind, werden zugehörige Erläuterungen hier weggelassen.

[0073] Da eine Beschichtung durch anodische Oxidation im Allgemeinen mit oder ohne Farbtönung transparent ist, behalten die anodisch oxidierten dünnen geschmiedeten Gehäuse den der Magnesiumlegierung eigenen Metallglanz bei.

[0074] Obwohl der Farbüberzug mit einer beliebigen Farbe hergestellt werden kann, ist es bevorzugt, eine klare Farbe aufzutragen, wenn Metallglanz erwünscht ist. Die klare Farbe kann aus durch Wärme härtbaren Acrylharzen, Polyesterharzen, Epoxyharzen usw. ohne Pigmente oder einer Spur von solchen bestehen, wie bei Klarbeschichtungen von Autos usw. Vor dem Beschichten wird das dünne geschmiedete Gehäuse vorzugsweise einer chemischen Behandlung mit Zinkphosphaten, Zinkchromaten usw. unterzogen.

[0075] Die **Fig. 10** ist ein Flussdiagramm, das die gesamten Schritte des Schmiedeverfahrens gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zeigt.

[0076] Die Erfindung wird unter Bezugnahme auf das Folgende detailliert beschrieben, ohne dass eine Beschränkung der Erfindung hierauf beabsichtigt wäre.

BEISPIEL 1

[0077] Zehn Magnesiumlegierungs-Rundstäbe (AZ31) mit einem Durchmesser von 30–40 mm und einer Länge von 10–40 mm wurden auf 500°C vorerwärmt und in einem ersten, in der **Fig. 4** dargestellten Schmiedegesenk platziert, das mit einem Graphitschmiermittel beschichtet war und das auf 400°C erwärmt wurde. Der erste Schmiedeschritt wurde unter den Bedingungen einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 200 mm/s und eines Verdichtungsdrucks von 20 Tonnen/cm² ausgeführt, um geschmiedete Zwischenerzeugnisse mit einer Dicke von 0,8– 1,0 mm in einem flachen, dünnen Plattengebiet herzustellen.

[0078] Als Nächstes wurde jedes geschmiedete Zwischenerzeugnis auf 400°C erwärmt und einem zweiten Schmiedeschritt unter den Bedingungen einer Gesenkttemperatur von 350°C, einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 50 mm/s und eines Verdichtungsdrucks von 10 Tonnen/cm² unterzogen, um ein kastenförmiges, dünnes geschmiedetes Gehäuse herzustellen. Nach dem Zuschneiden der Seitenwände erfolgten ein Entfernen des Schmiermittels und ein Polieren. Das sich ergebende dünne geschmiedete Gehäuse wies die folgende Größe auf:

- Boden: 80 mm × 80 mm,
- Seitenwand: 5 mm (Höhe),
- Dicke: 0,6–0,8 mm (flacher Plattenabschnitt) und
- Krümmungsradius der inneren Bodenkanten: 1 mm

[0079] Wenn das dünne geschmiedete Gehäuse mit

dem bloßen Auge betrachtet wurde, um Defekte (Poren und Oxideinschlüsse) zu untersuchen, ergab es sich, dass es eine extrem gleichmäßige Oberflächenstruktur ohne Defekte aufwies.

VERGLEICHBSBEISPIEL 1

[0080] Es wurde derselbe Magnesiumlegierungs-Rundstab (AZ31) wie beim BEISPIEL 1 einem Schmiedeschritt unter denselben Bedingungen wie beim Beispiel 1 mit der Ausnahme unterzogen, dass die Gesenkttemperatur auf 300°C eingestellt wurde. Im Ergebnis wurde ein geschmiedetes Zwischenerzeugnis mit einem flachen Plattenabschnitt von mehr als 1,6 mm Dicke hergestellt. Als Nächstes wurde derselbe zweite Schmiedeschritt wie beim Beispiel 1 ausgeführt, um ein dünnes geschmiedetes Gehäuse mit einem flachen Plattenabschnitt von 1,5 mm Dicke herzustellen. Dieses Ergebnis verifiziert, dass dann, wenn der erste Schmiedeschritt bei einer Gesenkttemperatur von nur 300°C ausgeführt wird, der Magnesiumlegierungskörper im Kontakt mit dem Schmiedegesenk auf niedriger Temperatur zu stark gekühlt wird, was einfaches plastisches Fließen (Fließen des Metalls) erschwert. Wenn das geschmiedete Zwischenerzeugnis zu dick ist, ist es schwierig, im zweiten Schmiedeschritt ein geschmiedetes Gehäuse mit geringer Dicke herzustellen.

VERGLEICHBSBEISPIEL 2

[0081] Der erste Schmiedeschritt wurde am selben Magnesiumlegierungs-Rundstab unter denselben Bedingungen wie beim Beispiel 1 mit der Ausnahme einer Vorerwärmungstemperatur von 340° und eines Verdichtungsdrucks von 30 Tonnen/cm² ausgeführt. Im Ergebnis wurde ein geschmiedetes Zwischenerzeugnis mit einem flachen Plattenabschnitt mit mehr als 1,8 mm Dicke erhalten. Als Nächstes wurde derselben zweite Schmiedeschritt wie beim Beispiel 1 ausgeführt, was zu einem geschmiedeten Gehäuse mit einem flachen Plattenabschnitt von mehr als 1,6 mm Dicke führte. Dieses Ergebnis verifiziert, dass dann, wenn die Vorerwärmungstemperatur zu niedrig ist, selbst bei einem hohen Verdichtungsdruck von 30 Tonnen/cm² kein ausreichendes metallisches Fließen erzielt werden kann.

VERGLEICHBSBEISPIEL 3

[0082] Der erste Schmiedeschritt wurde am selben Magnesiumlegierungs-Rundstab unter denselben Bedingungen wie beim Beispiel 1 mit Ausnahme einer Vorerwärmungstemperatur von 560°C ausgeführt. Das sich ergebende geschmiedete Zwischenerzeugnis wies auf Grund der hohen Vorerwärmungstemperatur an der Oberfläche metallische Schlieren auf, wies jedoch in einem ebenen Plattenabschnitt eine Dicke von nur 1,0 mm oder weniger auf. Als Nächstes wurde der zweite Schmiedeschritt

unter verschiedenen Bedingungen ausgeführt, wodurch sich ein dünnes geschmiedetes Gehäuse mit Metallschlieren an der Oberfläche ergab. Dieses Ergebnis verifiziert, dass es dann, wenn die Schmiedetemperatur zu hoch ist, unmöglich ist, dünne geschmiedete Gehäuse ohne Metallschlieren auf der Oberfläche zu erzeugen.

VERGLEICHBSBEISPIEL 4

[0083] Der erste Schmiedeschritt wurde am selben Magnesiumlegierungs-Rundstab unter denselben Bedingungen wie beim Beispiel 1 mit Ausnahme eines Verdichtungsdrucks von 0,8 Tonnen/cm² ausgeführt. Das sich ergebende geschmiedete Zwischenerzeugnis wies eine Dicke von mehr als 2,0 mm auf. Als Nächstes wurde der zweite Schmiedeschritt unter verschiedenen Bedingungen ausgeführt, insbesondere mit einem Verdichtungsdruck von 30 Tonnen/cm² oder 40 Tonnen/cm², wobei versucht wurde, ein geschmiedetes Gehäuse von nur 1,0 mm herzustellen. Jedoch wies das sich ergebende dünne geschmiedete Gehäuse ungleichmäßige Dicke auf, was zeigte, dass das obige geschmiedete Zwischenerzeugnis nicht gut schmiedbar war.

VERGLEICHBSBEISPIEL 5

[0084] Der erste Schmiedeschritt wurde am selben Magnesiumlegierungs-Rundstab unter denselben Bedingungen wie beim Beispiel 1 mit Ausnahme einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 500 mm/s ausgeführt. Das plastische Fließen (metallisches Fließen) war gestört, so dass es nicht gelang, eine gute Füllung der Magnesiumlegierung in den Gesenkhohlraum für genaues Schmieden zu erzielen. Auch verstrich, wenn die Verdichtungsgeschwindigkeit niedriger als 10 mm/s war, zu viel Zeit, um den ersten Schmiedeschritt abzuschließen, was zu einem zu starken Abfall der Schmiedetemperatur führte. Wenn die Verdichtungsgeschwindigkeit kleiner als 5 mm/s war, wies das sich ergebende geschmiedete Gehäuse die große Dicke von 2,5 mm auf.

BEISPIEL 2

[0085] Bei diesem Beispiel wurden ein erstes Schmiedegesenk aus einem unteren Schmiedeblock mit einem Hohlraum, dessen innere Bodenkante einen Krümmungsradius von 0,6 mm aufwies, und einem oberen Gesenkblock mit einem Stempelteil, dessen Schulter einen Krümmungsradius von 2,5 mm aufwies, und einem zweiten Schmiedegesenk auf einem unteren Schmiedeblock mit einem Hohlraum, dessen innere Bodenkanten einen Krümmungsradius von 0,6 mm aufwies, und einem oberen Gesenkblock mit einem Stempelteil, dessen Schulter einen Krümmungsradius von 0,7 mm aufwies, verwendet.

[0086] Eine dünne, flache Magnesiumlegierungsplatte (AZ31) von 100 mm × 100 mm × 1,0 mm, die Linien **110** mit einem Schachbrettmusterdruck, wie es in der **Fig. 11** dargestellt ist, wurde in einem mit Argongas gefüllten Elektroofen gleichmäßig auf 450°C vorerwärmt und in einem ersten, auf 400°C erwärmten Schmiedegesenk platziert. Der erste Schmiedeschritt wurde zum Grobschmieden unter den Bedingungen einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 200 mm/s, eines Verdichtungsdrucks von 10 Tonnen/cm² und eines Verdichtungsverhältnisses von 30% ausgeführt. Das sich ergebende kastenförmige geschmiedete Zwischenerzeugnis wies einen Boden von 25 mm × 95 mm, Seitenwände mit einer effektiven Höhe von 8 mm sowie eine Dicke von 0,7 mm in einem flachen Plattenabschnitt ohne jegliche Defekte und Schlieren an der Oberfläche auf.

[0087] Als Nächstes wurde das geschmiedete Zwischenerzeugnis in einem mit Argongas gefüllten Elektroofen auf 400°C erwärmt und in einem auf 350°C erwärmten zweiten Schmiedegesenk platziert. Das geschmiedete Zwischenerzeugnis wurde unter den Bedingungen einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 50 mm/s, eines Verdichtungsdrucks von 10 Tonnen/cm² und eines Verdichtungsverhältnisses von ungefähr 14% einem zweiten Schmiedeschritt zum Präzisionsschmieden unterzogen. Nach dem Zerschneiden der Seitenwände erfolgten ein Entfernen des Schmiermittels und ein Polieren. Das sich ergebende kastenförmige, dünne geschmiedete Gehäuse wies die folgende Größe auf:

- Boden: 95 mm × 95 mm,
- Seitenwand: 8 mm (Höhe),
- Dicke: 0,6 (flacher Plattenabschnitt) und
- Krümmungsradius der inneren Bodenkanten: 0,7 mm

[0088] Als Ergebnis des Betrachtens mit dem bloßen Auge ergab es sich, dass die auf der Oberfläche eingezeichneten Linien **110** nicht wesentlich gestört waren. Es ergab sich auch, dass das dünne geschmiedete Gehäuse eine extrem gleichmäßige Oberflächen-Metallstruktur frei von Defekten wie Poren und Oxideinschlüssen sowie Schlieren aufwies.

BEISPIEL 3

[0089] Bei diesem Beispiel wurde ein erstes Schmiedegesenk aus einem unteren Gesenkblock mit einem Hohlraum, dessen innere Bodenkanten einen Krümmungsradius von 0,8 mm aufwies, und einem oberen Gesenkblock mit einem Stempelteil, dessen Schulter einen Krümmungsradius von 3,5 mm aufwies, verwendet.

[0090] Eine dünne, flache Magnesiumlegierungsplatte (AZ31) von 55 mm × 150 mm × 1,5 mm wurde in einem mit Argongas gefüllten Elektroofen gleichmäßig auf eine Temperatur im Bereich von 200°C bis 550°C erwärmt und in einem ersten, auf 400°C erwärmten Schmiedegesenk platziert. Der erste

Schmiedeschritt wurde zum Grobschmieden unter den Bedingungen einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 200 mm/s, eines Verdichtungsdrucks von 10 Tonnen/cm² und eines Verdichtungsverhältnisses von 20% ausgeführt.

[0091] Bei Vorerwärmungstemperaturen der Magnesiumlegierungsplatten zwischen 350°C und 500°C werden kastenförmige geschmiedete Zwischenerzeugnisse mit jeweils einem Boden von 50 mm × 155 mm, Seitenwänden von 6 mm effektiver Höhe und einer Dicke von 1,2 mm in einem flachen Bodenabschnitt ohne jegliche Defekte und Schlieren an der Oberfläche erhalten. Wenn jedoch die Vorerwärmungstemperatur 200–250°C betrug, trat kein ausreichendes metallisches Fließen auf, was zu unzureichender Dickenverringerung und der Erzeugung von Defekten an Innenflächen der Bodenkanten und Ecken führte. Andererseits wuchsen, wenn die Vorerwärmungstemperatur 500°C überschritt, in übermäßiger Weise Kristallkörner, was die Oberflächenbedingungen des dünnen geschmiedeten Gehäuses beeinträchtigte, was dazu führte, dass es mit schlechter mechanischer Festigkeit versehen war.

BEISPIEL 4

[0092] Bei diesem Beispiel wurden ein erstes Schmiedegesenk aus einem unteren Schmiedeblock mit einem Hohlraum, dessen innere Bodenkante einen Krümmungsradius von 0,8 mm aufwies, und einem oberen Gesenkblock mit einem Stempelteil, dessen Schulter einen Krümmungsradius von 3,5 mm aufwies, und einem zweiten Schmiedegesenk auf einem unteren Schmiedeblock mit einem Hohlraum, dessen innere Bodenkanten einen Krümmungsradius von 0,8 mm aufwies, und einem oberen Gesenkblock mit einem Stempelteil, dessen Schulter einen Krümmungsradius von 0,8 mm aufwies, verwendet.

[0093] Eine dünne, flache Magnesiumlegierungsplatte (AZ31) von 55 mm × 160 mm × 1,5 mm, wurde in einem mit Argongas gefüllten Elektroofen gleichmäßig auf 400°C vorerwärmt und in einem ersten, auf 400°C erwärmten Schmiedegesenk platziert. Der erste Schmiedeschritt wurde zum Grobschmieden unter den Bedingungen einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 200 mm/s, eines Verdichtungsdrucks von 10 Tonnen/cm² und eines Verdichtungsverhältnisses von 20% ausgeführt. Das sich ergebende kastenförmige geschmiedete Zwischenerzeugnis wies einen Boden von 50 mm × 155 mm, Seitenwände mit einer effektiven Höhe von 6 mm sowie eine Dicke von 1,2 mm in einem flachen Plattenabschnitt ohne jegliche Defekte und Schlieren an der Oberfläche auf.

[0094] Als Nächstes wurde das kastenförmige geschmiedete Zwischenerzeugnis in einem mit Argongas gefüllten Elektroofen auf eine Temperatur im Bereich von 200°C bis 550°C erwärmt und in einem auf 350°C erwärmten zweiten Schmiedegesenk platziert. Das kastenförmige geschmiedete Zwischenerzeug-

nis wurde unter den Bedingungen einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 50 mm/s, eines Verdichtungsdrucks von 10 Tonnen/cm² und eines Verdichtungsverhältnisses von ungefähr 17% einem zweiten Schmiedeschritt zum Präzisionsschmieden unterzogen.

[0095] Bei einer Vorerwärmungstemperatur der Magnesiumlegierungsplatte zwischen 300°C und 500°C wurden kastenförmige geschmiedete Zwischenerzeugnisse ohne jegliche Defekte und Schlieren an der Oberfläche erhalten. Jedes geschmiedete Zwischenerzeugnis wie die folgende Größe auf:

- Boden: 50 mm × 155 mm,
- Seitenwand: 6 mm (effektive Höhe),
- Dicke: 1,0 (flacher Plattenabschnitt) und
- Krümmungsradius der inneren Bodenkanten: 0,8 mm

[0096] Jedoch trat, wenn die Vorerwärmungstemperatur 200–250°C betrug, kein ausreichendes Fließen des Metalls auf, was zu schlechtem Oberflächenausschauen und der Erzeugung kleiner Risse an den Innenseiten der Bodenkanten und Ecken führte. Wenn andererseits die Vorerwärmungstemperatur 500°C überschritt, wuchsen Kristallkörner in übermäßiger Weise und die Magnesiumlegierung brannte teilweise ab.

BEISPIEL 5

[0097] Bei diesem Beispiel wurden ein erstes Schmiedegesenk aus einem unteren Schmiedeblock mit einem Hohlraum, dessen innere Bodenkante einen Krümmungsradius von 1,0 mm aufwies, und einem oberen Gesenkblock mit einem Stempelteil, dessen Schulter einen Krümmungsradius von 5,0 mm aufwies, und einem zweiten Schmiedegesenk auf einem unteren Schmiedeblock mit einem Hohlraum, dessen innere Bodenkanten einen Krümmungsradius von 1,0 mm aufwies, und einem oberen Gesenkblock mit einem Stempelteil, dessen Schulter einen Krümmungsradius von 1,0 mm aufwies, verwendet.

[0098] Eine dünne, flache Magnesiumlegierungsplatte (AZ31) von 180 mm × 220 mm × 0,9 mm, wurde in einem mit Argongas gefüllten Elektroofen gleichmäßig auf 450°C vorerwärmt und in einem ersten, auf eine Temperatur von 300°C, 400°C oder 450°C erwärmten erwärmten Schmiedegesenk platziert. Der erste Schmiedeschritt wurde zum Grobschmieden unter den Bedingungen einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 200 mm/s, eines Verdichtungsdrucks von 10 Tonnen/cm² und eines Verdichtungsverhältnisses von 22% ausgeführt.

[0099] Bei Gesenktemperaturen von 400°C und 450°C wurden die sich ergebenden kastenförmigen geschmiedeten Zwischenerzeugnisse ohne jegliche Defekte und Schlieren an der Oberfläche erhalten. Jedes geschmiedete Zwischenerzeugnis wies die folgende Größe auf:

- Boden: 170 mm × 210 mm,
- Seitenwand: 10 mm (effektive Höhe),
- Dicke: 0,7 (flacher Plattenabschnitt) und
- Krümmungsradius der inneren Bodenkanten: 1,0 mm

[0100] Wenn jedoch die Gesenktemperatur 300°C betrug, zeigte das sich ergebende kastenförmige geschmiedete Zwischenerzeugnis teilweise Defekte.

[0101] Als Nächstes wurden die kastenförmigen, geschmiedeten Zwischenerzeugnisse ohne Defekte in einem mit Argongas gefüllten Elektroofen auf 300°C oder 400°C erwärmt und in einem auf 350°C erwärmten zweiten Schmiedegesenk platziert. Das kastenförmige geschmiedete Zwischenerzeugnis wurde einem zweiten Schmiedeschritt für Präzisions Schmieden unter Bedingungen einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 50 mm/s, eines Verdichtungsdrucks von 10 Tonnen/cm² und eines Verdichtungsverhältnisses von ungefähr 14% unterzogen.

[0102] In beiden Fällen wurden kastenförmige, dünne geschmiedete Gehäuse ohne jegliche Defekte und Schlieren an der Oberfläche erhalten. Jedes dünne geschmiedete Gehäuse wies die folgende Größe auf:

- Boden: 170 mm × 210 mm,
- Seitenwand: 10 mm (effektive Höhe),
- Dicke: 0,6 (flacher Plattenabschnitt) und
- Krümmungsradius der inneren Bodenkanten: 1,0 mm

BEISPIEL 6

[0103] Bei diesem Beispiel wurden ein erstes Schmiedegesenk aus einem unteren Schmiedeblock mit einem Hohlraum, dessen innere Bodenkante einen Krümmungsradius von 3,5 mm aufwies, und einem oberen Gesenkblock mit einem Stempelteil, dessen Schulter einen Krümmungsradius von 3,5 mm aufwies, und einem zweiten Schmiedegesenk auf einem unteren Schmiedeblock mit einem Hohlraum, dessen innere Bodenkanten einen Krümmungsradius von 0,8 mm aufwies, und einem oberen Gesenkblock mit einem Stempelteil, dessen Schulter einen Krümmungsradius von 0,8 mm aufwies, verwendet. Der Stempelteil **42** des oberen Gesenkblocks **38** des ersten Schmiedegesenks war mit vier Kerben **121** geringfügig über 3 mm × 3 mm × 4 mm (Tiefe) versehen, die sich entlang Kanten von den Enden von vier Ecken aus erstrecken, wie es in der **Fig. 12** dargestellt ist. Das Stempelteil des oberen Gesenkblocks des zweiten Schmiedegesenks war ähnlich mit vier Kerben von 3 mm × 3 mm × 4 mm (Tiefe) versehen, die sich entlang Kanten von den Enden von vier Ecken erstreckten. Diese Kerben waren vorhanden, um Vorsprünge für Erhöhungen auszubilden.

[0104] Eine dünne, flache Magnesiumlegierungsplatte (AZ31) von 55 mm × 160 mm × 1,5 mm, wurde in einem mit Argongas gefüllten Elektroofen gleich-

mäßig auf 400°C vorerwärmt und in einem ersten auf 400°C erwärmten Schmiedegesenk platziert. Der erste Schmiedeschritt wurde zum Grobschmieden unter den Bedingungen einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 200 mm/s, eines Verdichtungsdrucks von 10 Tonnen/cm² und eines Verdichtungsverhältnisses von 20% ausgeführt. Das sich ergebende kastenförmige geschmiedete Zwischenerzeugnis wies einen Boden von 50 mm × 155 mm, Seitenwände mit einer effektiven Höhe von 6 mm sowie eine Dicke von 1,2 mm in einem flachen Plattenabschnitt mit vier Vorsprüngen für Erhebungen an Innenecken. Als Ergebnis einer Betrachtung mit dem bloßen Auge ergab es sich, dass das kastenförmige geschmiedete Zwischenerzeugnis frei von jeglichen Defekten und Schlieren an der Oberfläche war.

[0105] Als Nächstes wurde das kastenförmige geschmiedete Zwischenerzeugnis in einem mit Argongas gefüllten Elektroofen auf 350°C erwärmt und in einem auf 350°C erwärmten zweiten Schmiedegesenk platziert. Das kastenförmige geschmiedete Zwischenerzeugnis wurde unter den Bedingungen einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 50 mm/s, eines Verdichtungsdrucks von 10 Tonnen/cm² und eines Verdichtungsverhältnisses von ungefähr 17% einem zweiten Schmiedeschritt zum Präzisions Schmieden unterzogen. Das sich ergebende kastenförmige, dünne geschmiedete Gehäuse wies die folgende Größe auf:

- Boden: 50 mm × 155 mm,
- Seitenwand: 6 mm (Höhe),
- Dicke: 1,0 (flacher Plattenabschnitt) und
- Krümmungsradius der inneren Bodenkanten: 0,8 mm, und
- Erhebung in jeder Ecke: 3 mm × 3 mm × 4 mm (Höhe).

[0106] Im Ergebnis einer Betrachtung mit dem bloßen Auge ergab es sich, dass das kastenförmige, dünne geschmiedete Gehäuse eine extrem gleichmäßige Metall-Oberflächenstruktur frei von Defekten und Schlieren hatte.

BEISPIEL 7

[0107] Bei diesem Beispiel wurden ein erstes Schmiedegesenk aus einem unteren Schmiedeblock mit einem Hohlraum, dessen innere Bodenkante einen Krümmungsradius von 5,2 mm aufwies, und einem oberen Gesenkblock mit einem Stempelteil, dessen Schulter einen Krümmungsradius von 5,0 mm aufwies, und einem zweiten Schmiedegesenk auf einem unteren Schmiedeblock mit einem Hohlraum, dessen innere Bodenkanten einen Krümmungsradius von 1,0 mm aufwies, und einem oberen Gesenkblock mit einem Stempelteil, dessen Schulter einen Krümmungsradius von 1,0 mm aufwies, verwendet. Der Stempelteil des oberen Gesenkblocks des ersten Schmiedegesenks war mit vier Kerben geringfügig über 4 mm × 4 mm × 6 mm

(Tiefe) versehen, die sich entlang Kanten von den Enden von vier Ecken aus erstrecken und dieselben zwei Kerben in den Zentren der längeren Seiten. Das Stempelteil des oberen Gesenkblocks des zweiten Schmiedegesens war ähnlich mit vier Kerben von 4 mm × 4 mm × 6 mm (Tiefe) versehen, die sich entlang Kanten von den Enden von vier Ecken erstreckten und denselben zwei Kerben in den Zentren der längeren Seiten. Diese Kerben waren vorhanden, um Vorsprünge für Erhöhungen auszubilden.

[0108] Eine dünne, flache Magnesiumlegierungsplatte (AZ31) von 180 mm × 220 mm × 1,2 mm, wurde in einem mit Argongas gefüllten Elektroofen gleichmäßig auf 450°C vorerwärmt und in einem ersten auf 400°C erwärmten Schmiedegesenk platziert. Der erste Schmiedeschritt wurde zum Grobschmieden unter den Bedingungen einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 200 mm/s, eines Verdichtungsdrucks von 10 Tonnen/cm² und eines Verdichtungsverhältnisses von 42% ausgeführt. Das sich ergebende kastenförmige geschmiedete Zwischenerzeugnis wies einen Boden von 170 mm × 210 mm, Seitenwände mit einer effektiven Höhe von 8 mm sowie eine Dicke von 0,7 mm in einem flachen Plattenabschnitt mit Vorsprüngen für Erhebungen an vier Ecken und den Zentren der langen Seitenwände. Als Ergebnis einer Betrachtung mit dem bloßen Auge ergab es sich, dass das kastenförmige geschmiedete Zwischenerzeugnis frei von jeglichen Defekten und Schlieren an der Oberfläche war.

[0109] Als Nächstes wurde das kastenförmige geschmiedete Zwischenerzeugnis in einem mit Argongas gefüllten Elektroofen auf 350°C erwärmt und in einem auf 350°C erwärmten zweiten Schmiedegesenk platziert. Das kastenförmige geschmiedete Zwischenerzeugnis wurde unter den Bedingungen einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 50 mm/s, eines Verdichtungsdrucks von 10 Tonnen/cm² und eines Verdichtungsverhältnisses von ungefähr 14% einem zweiten Schmiedeschritt zum Präzisionsschmieden unterzogen. Das sich ergebende kastenförmige, dünne geschmiedete Gehäuse wies die folgende Größe auf:

- Boden: 170 mm × 210 mm,
- Seitenwand: 8 mm (Höhe),
- Dicke: 0,6 (flacher Plattenabschnitt) und
- Krümmungsradius der inneren Bodenkanten: 1 mm, und
- Vorsprung für Erhebung
in jeder Ecke und jedem Zentrum der Seitenwände.
: 4 mm × 4 mm × 6 mm (Höhe).

[0110] Im Ergebnis einer Betrachtung mit dem bloßen Auge ergab es sich, dass das kastenförmige, dünne geschmiedete Gehäuse eine extrem gleichmäßige Metall-Oberflächenstruktur frei von Defekten und Schlieren hatte.

[0111] Bei diesem Beispiel wurden ein erstes Schmiedegesenk aus einem unteren Schmiedeblock mit einem Hohlraum, dessen innere Bodenkante einen Krümmungsradius von 2,5 mm aufwies, und einem oberen Gesenkblock mit einem Stempelteil, dessen Schulter einen Krümmungsradius von 2,5 mm aufwies, und einem zweiten Schmiedegesenk auf einem unteren Schmiedeblock mit einem Hohlraum, dessen innere Bodenkanten einen Krümmungsradius von 0,7 mm aufwies, und einem oberen Gesenkblock mit einem Stempelteil, dessen Schulter einen Krümmungsradius von 0,7 mm aufwies, verwendet. Der Stempelteil des oberen Gesenkblocks des ersten Schmiedegesens war mit vier Kerben geringfügig über 3 mm × 3 mm × 5 mm (Tiefe) versehen, die sich ausgehend von der Oberseite an Positionen 5 mm entfernt von den Ecken erstreckten. Das Stempelteil des oberen Gesenkblocks des zweiten Schmiedegesens war ähnlich mit vier Kerben von 3 mm × 3 mm × 4 mm (Tiefe) versehen, die sich ausgehend von der Oberseite an Positionen 5 mm entfernt von den Ecken erstreckten. Diese Kerben waren vorhanden, um Vorsprünge für Erhöhungen auszubilden. Auch wird das Stempelteil des oberen Gesenkblocks des zweiten Schmiedegesens mit mehreren 0,3 mm hohen Stufen unmittelbar unter einer Linie entsprechend einer Schneidlinie vorhanden, entlang der die Seitenwände des sich ergebenden dünnen geschmiedeten Gehäuses abgeschnitten wurden.

[0112] Eine dünne, flache Magnesiumlegierungsplatte (AZ31) von 100 mm × 100 mm × 1,0 mm, wurde in einem mit Argongas gefüllten Elektroofen gleichmäßig auf 430°C vorerwärmt und in einem ersten auf 380°C erwärmten Schmiedegesenk platziert. Der erste Schmiedeschritt wurde zum Grobschmieden unter den Bedingungen einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 200 mm/s, eines Verdichtungsdrucks von 10 Tonnen/cm² und eines Verdichtungsverhältnisses von 30% ausgeführt. Das sich ergebende kastenförmige geschmiedete Zwischenerzeugnis wies einen Boden von 95 mm × 95 mm, Seitenwände mit einer effektiven Höhe von 7 mm sowie eine Dicke von 0,7 mm in einem flachen Plattenabschnitt mit vier Vorsprüngen für Erhebungen an Positionen 5 mm entfernt von den Ecken der Seitenwänden. Als Ergebnis einer Betrachtung mit dem bloßen Auge ergab es sich, dass das kastenförmige geschmiedete Zwischenerzeugnis frei von jeglichen Defekten und Schlieren an der Oberfläche war.

[0113] Als Nächstes wurde das kastenförmige geschmiedete Zwischenerzeugnis in einem mit Argongas gefüllten Elektroofen auf 430°C erwärmt und in einem auf 380°C erwärmten zweiten Schmiedegesenk platziert. Das kastenförmige geschmiedete Zwischenerzeugnis wurde unter den Bedingungen einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 50 mm/s, eines Verdichtungsdrucks von 7 Tonnen/cm² und eines

Verdichtungsverhältnisses von ungefähr 7% einem zweiten Schmiedeschritt zum Präzisionsschmieden unterzogen. Das sich ergebende kastenförmige, dünne geschmiedete Gehäuse wies die folgende Größe auf:

- Boden: 95 mm × 95 mm,
- Seitenwand: 7 mm (Höhe),
- Dicke: 0,65 (flacher Plattenabschnitt) und
- Vorsprung für Erhebung
an Punkten 5 mm entfernt von den Ecken der Seitenwände.
: 3 mm × 3 mm × 5 mm (Höhe).

[0114] Im Ergebnis einer Betrachtung mit dem bloßen Auge ergab es sich, dass das kastenförmige, dünne geschmiedete Gehäuse eine extrem gleichmäßige Metall-Oberflächenstruktur frei von Defekten und Schlieren hatte.

[0115] Wie oben detailliert beschrieben, sind die erfindungsgemäßen dünnen geschmiedeten Gehäuse aus einer Magnesiumlegierung mit Vorsprüngen an einer oder beiden Flächen nur ungefähr 1,5 mm oder weniger in ebenen Plattenabschnitten dick, was zuvor in der Technik nie erreicht wurde. Wegen der Art von Magnesiumlegierungen sind die erfindungsgemäßen dünnen geschmiedeten Gehäuse leichter und zäher als geschmiedete Aluminiumgehäuse. Außerdem sind die dünnen geschmiedeten Gehäusen aus einer Magnesiumlegierung im Wesentlichen frei von Defekten und Schlieren an der Oberfläche. Bei transparenten Oberflächenbeschichtungen wie durch anodische Oxidation hergestellten Beschichtungen und klaren Farbüberzügen sind die dünnen geschmiedeten Gehäuse aus einer Magnesiumlegierung korrosionsbeständig, mit metallischem Glanz.

[0116] Die dünnen, geschmiedeten Gehäuse aus einer Magnesiumlegierung können durch Schmieden bei Temperaturen nahe den Schmelzpunkten der Magnesiumlegierungen hergestellt werden. Wenn das Verdichtungsverhältnis unter Verwendung einer dünnen Magnesiumlegierungsplatte als Ausgangsmaterial auf ein bestimmtes Niveau begrenzt wird, können Schlieren durch den Schmiedevorgang effektiv unterdrückt werden.

[0117] Die dünnen geschmiedeten Gehäuse aus einer Magnesiumlegierung mit diesen Vorteilen sind für verschiedene Gehäuse elektronischer Geräte wie Mobiltelefonen, Notebook- oder mobilen PCs, elektronischen Aufzeichnungsmedien wie CDs, Minidisks usw. geeignet.

Patentansprüche

1. Dünnes geschmiedetes Gehäuse aus einer Magnesiumlegierung, das aus einer dünnen Platte mit Vorsprüngen an einer oder beiden Oberflächen einstückig ausgebildet ist, wobei die dünne Platte nur 1,5 mm oder weniger dick ist.

2. Gehäuse nach Anspruch 1, das an der Ober-

fläche im wesentlichen schlierenfrei ist.

3. Gehäuse nach Anspruch 1 oder 2, wobei die dünne Platte nur 1 mm oder weniger dick ist.

4. Gehäuse nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit scharfen Unterkanten und Ecken, deren Innenflächen Krümmungsradien von etwa 1 mm oder weniger haben, sowie scharfen Vorsprüngen, deren Schultern Krümmungsradien von etwa 1 mm oder weniger haben.

5. Gehäuse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das mit einem anodischen Oxidationsüberzug oder einem Farbüberzug versehen ist.

6. Gehäuse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei einige der Vorsprünge an der Innenfläche mit Gewindelöchern versehen sind.

7. Verfahren zur Herstellung eines dünnen geschmiedeten Gehäuses aus einer Magnesiumlegierung, wobei der Schmiedevorgang in mindestens zwei Schritten abläuft:

- (a) einem ersten Schmiedeschritt zum Grobschmieden eines auf 350 bis 500°C vorgewärmten Magnesiumlegierungskörpers in einem ersten, auf 350 bis 450°C erwärmten Gesenk unter Bildung eines geschmiedeten Zwischenerzeugnisses, und
- (b) einem zweiten Schmiedeschritt zum präzisen Schmieden des auf 300 bis 500°C vorerwärmten geschmiedeten Zwischenerzeugnisses in einem zweiten, auf 300 bis 400 °C erwärmten Gesenk.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei der Magnesiumlegierungskörper in Form eines Rundstabes vorliegt.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8 zum Erzeugen des aus einer dünnen Platte von 1,5 mm oder weniger Dicke mit Vorsprüngen an einer oder beiden Oberflächen einstückig gebildeten Gehäuses, wobei der Körper eine Magnesiumlegierungsplatte ist, der erste Schmiedeschritt (a) bei einem Verdichtungsverhältnis von 75% oder weniger und der zweite Schmiedeschritt (b) bei einem Verdichtungsverhältnis von 30% oder weniger durchgeführt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei die Magnesiumlegierungsplatte eine Dicke von etwa 3 mm oder weniger hat.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei der erste Schmiedeschritt (a) bei einem Verdichtungsdruck von 3 bis 30 kbar und einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 10 bis 500 mm/s und der zweite Schmiedeschritt (b) bei einem Verdichtungsdruck von 1 bis 20 kbar und einer Verdichtungsgeschwindigkeit von 1 bis 200 mm/s durchgeführt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, wobei das dünne geschmiedete Gehäuse ferner einer Oberflächenbehandlung durch anodische Oxidation oder Farbbeschichtung unterzogen wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die Oberflächenbehandlung eine anodische Oxidationsbehandlung zum Erhalt ihres Metallglanzes ist.

14. Gehäuse nach einem der Ansprüche 1 bis 6 bzw. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 13, wobei die Magnesiumlegierung eine Zusammensetzung aufweist, die 1 bis 6 Gew-% Al, 0 bis 2 Gew-% Zn und bis zu 0,5 Gew-% Mn, Rest im wesentlichen Mg und unvermeidbare Verunreinigungen, enthält.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

1/8

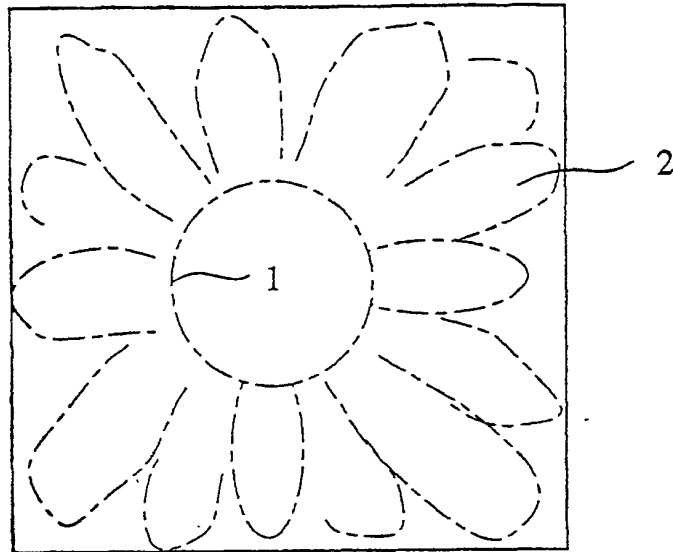


Fig. 2

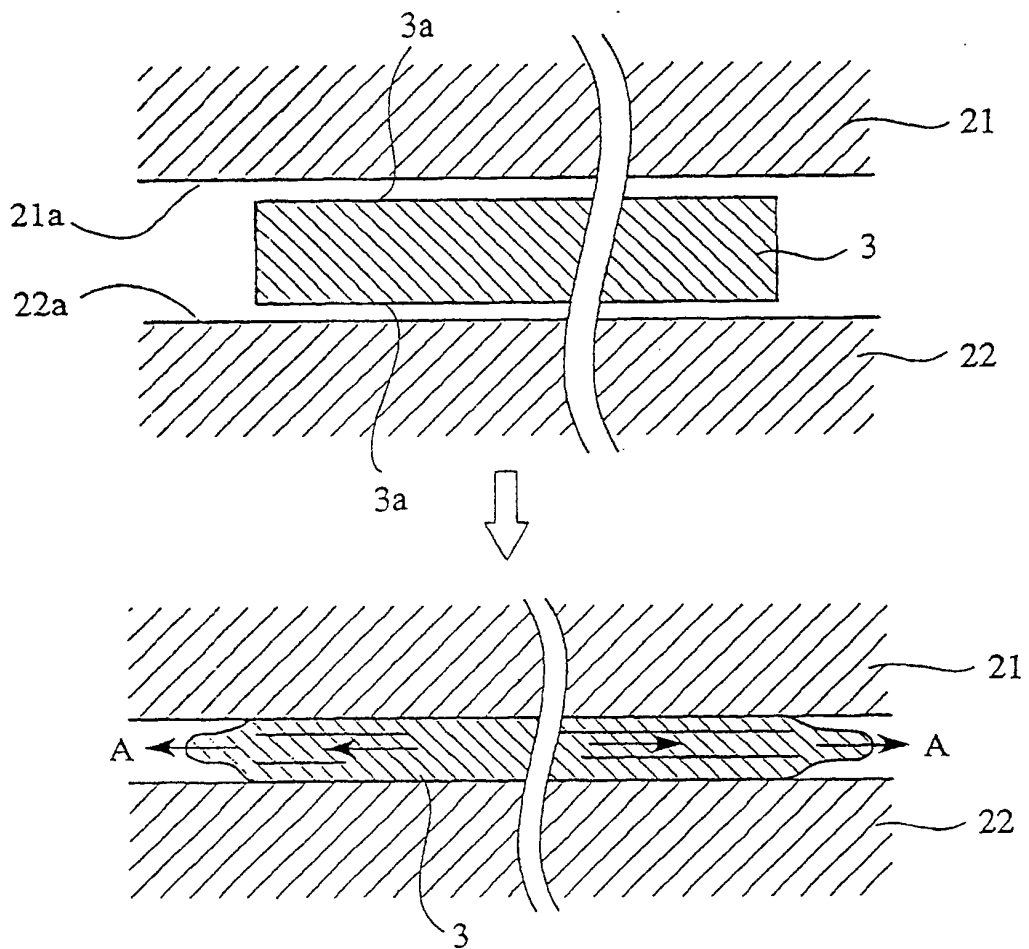


Fig. 3

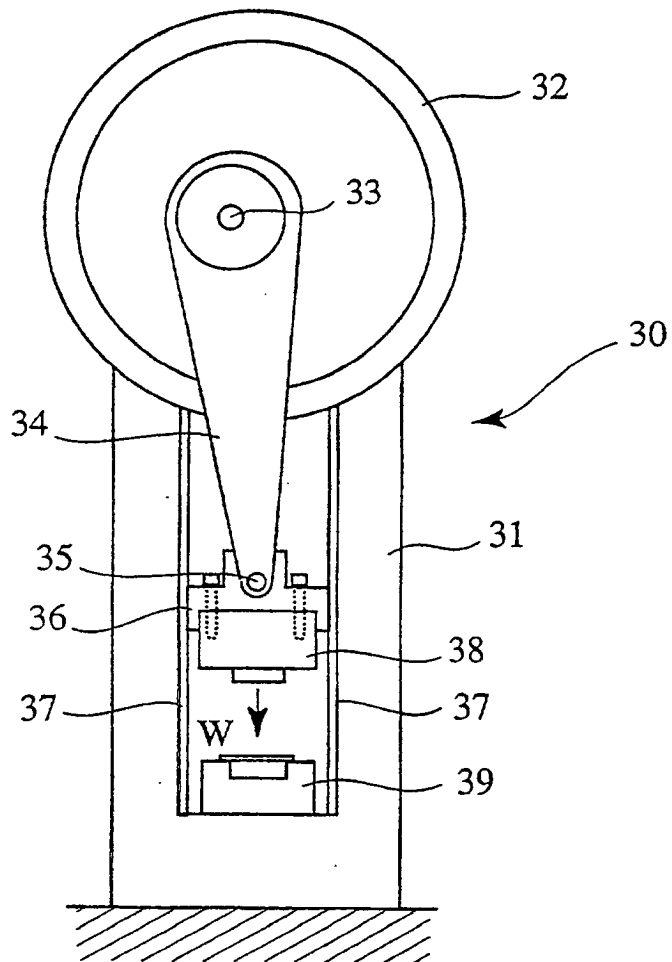


Fig. 4

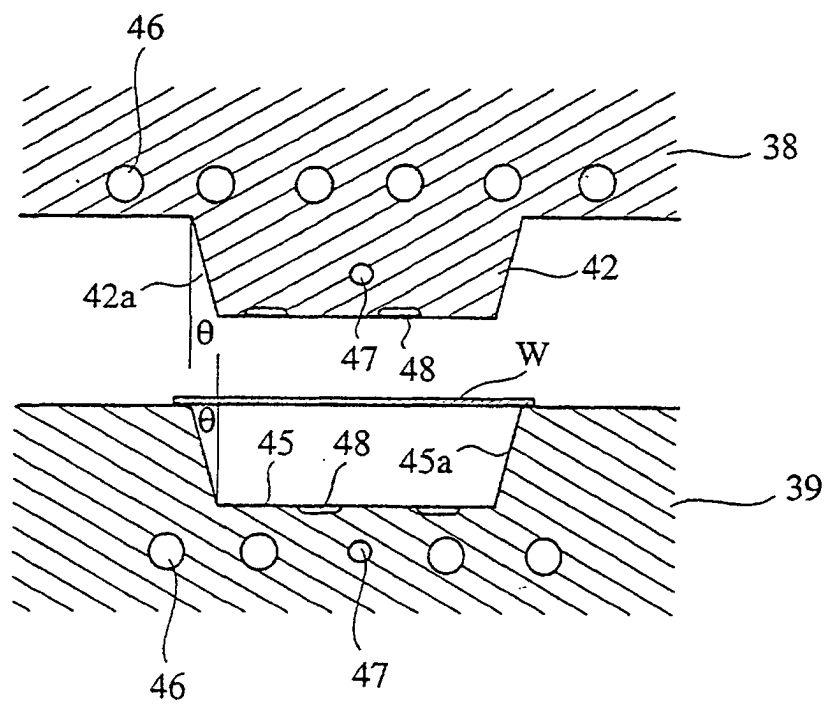


Fig. 5

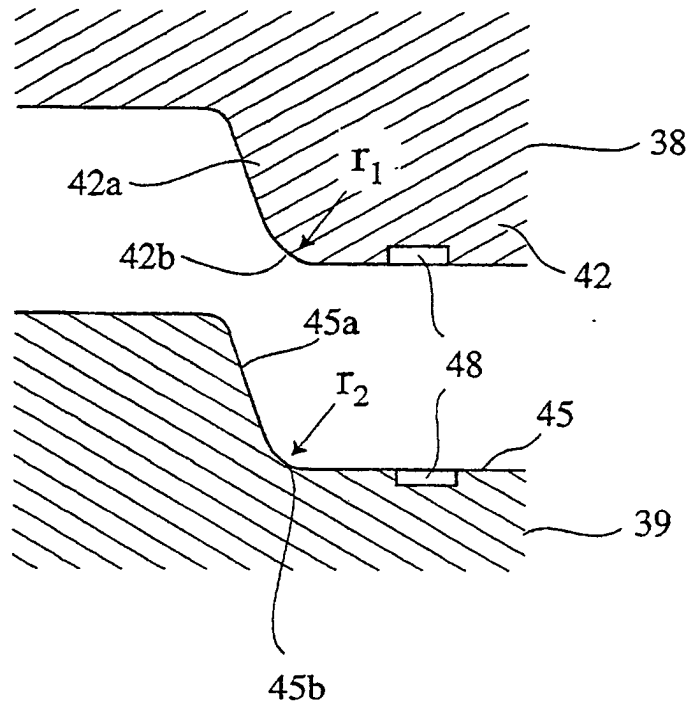


Fig. 6

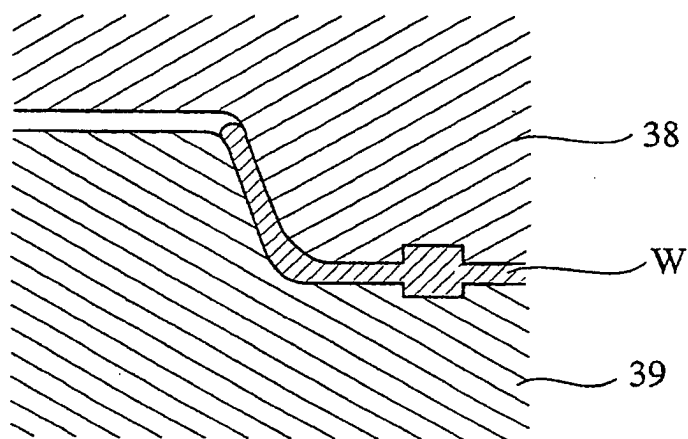


Fig. 7

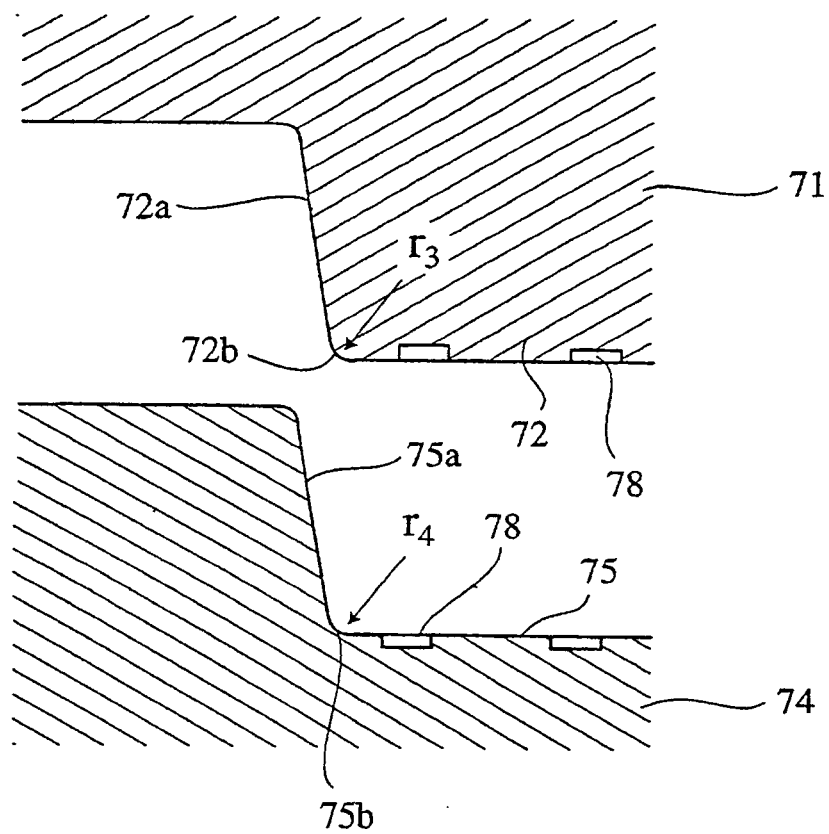


Fig. 8

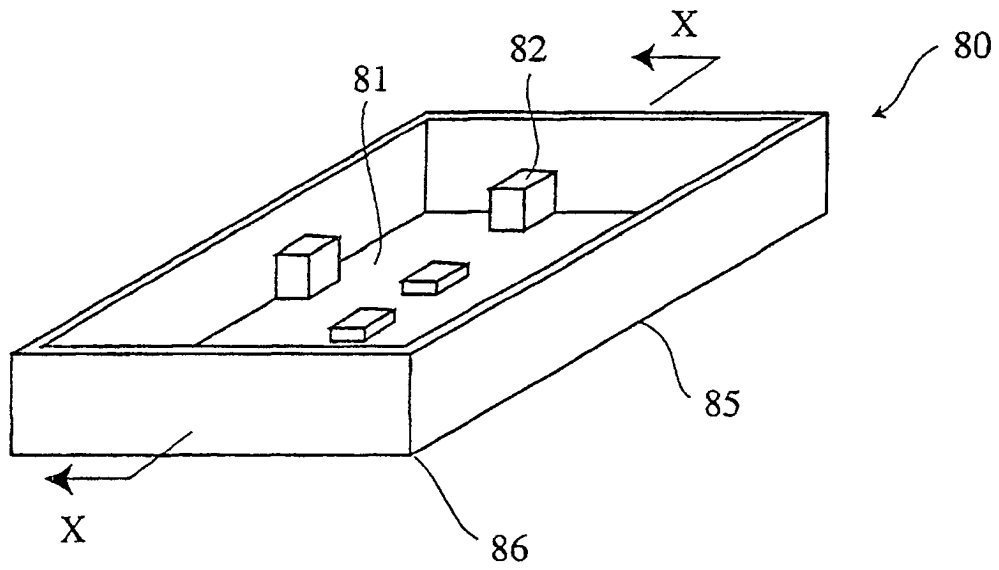


Fig. 9

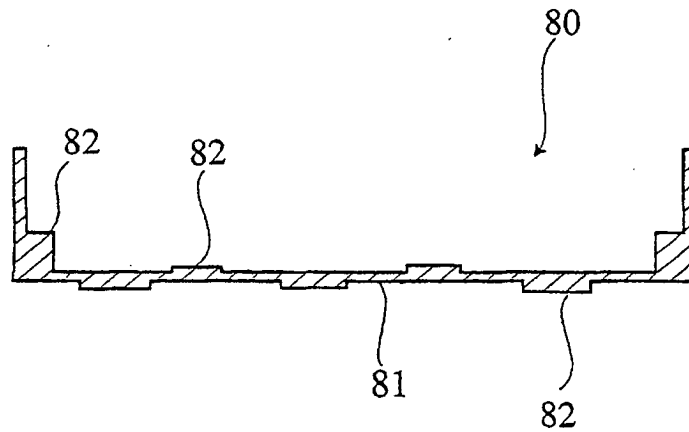


Fig. 10

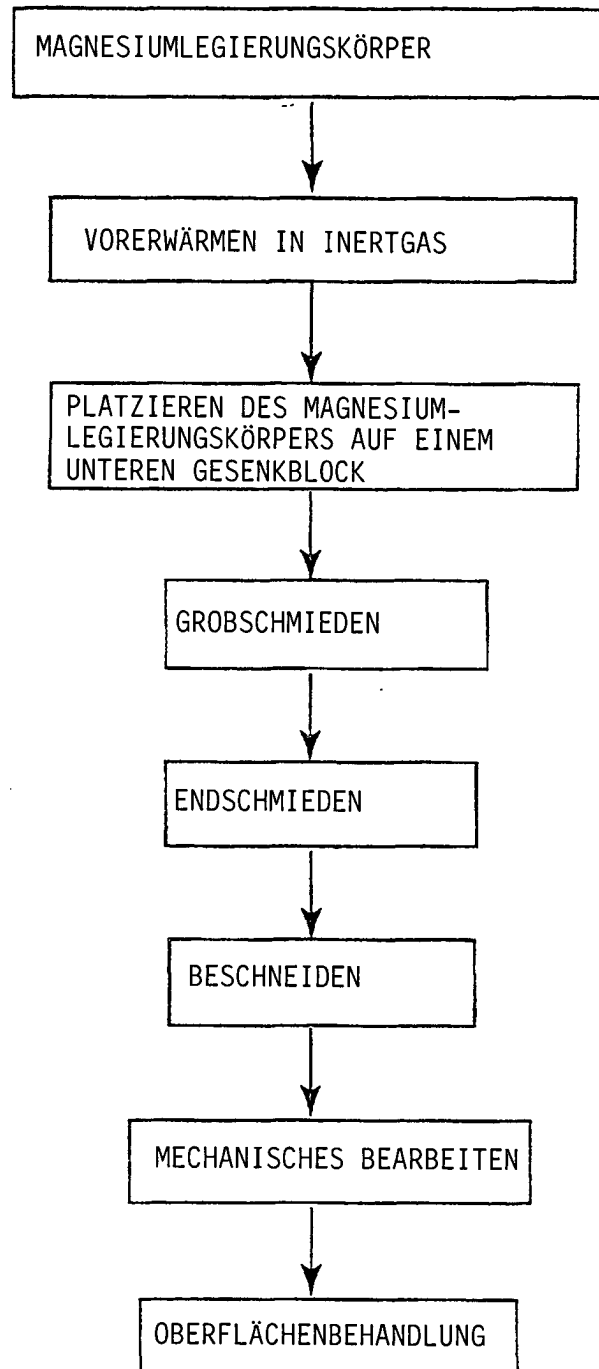


Fig. 11

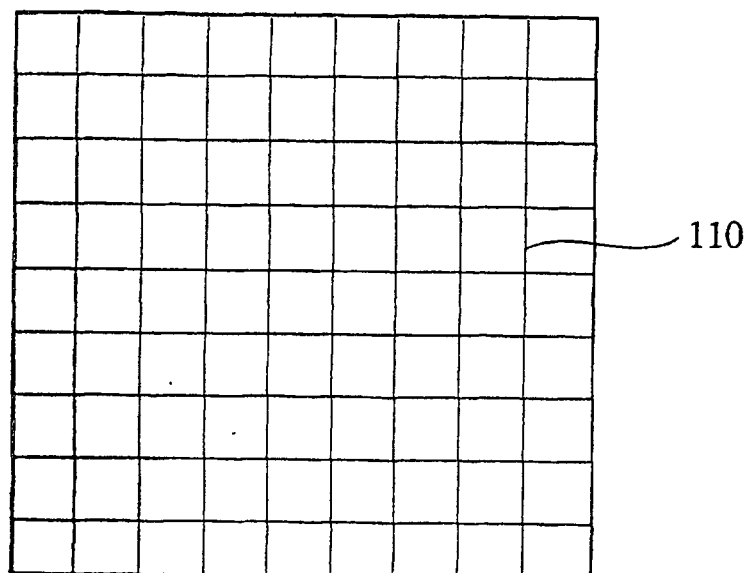


Fig. 12

