

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-298885

(P2005-298885A)

(43) 公開日 平成17年10月27日(2005.10.27)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

C 2 2 C 23/02  
B 2 1 B 3/00  
C 2 2 F 1/06  
// C 2 2 F 1/00

F I

C 2 2 C 23/02  
B 2 1 B 3/00 L  
C 2 2 F 1/06  
C 2 2 F 1/00 6 0 6  
C 2 2 F 1/00 6 2 3

テーマコード (参考)

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-115719 (P2004-115719)

(22) 出願日 平成16年4月9日(2004.4.9)

(71) 出願人 000230869

日本金属株式会社  
東京都板橋区舟渡四丁目10番1号

(74) 代理人 100082005

弁理士 熊倉 禎男

(74) 代理人 100084009

弁理士 小川 信夫

(74) 代理人 100084663

弁理士 箱田 篤

(74) 代理人 100093300

弁理士 浅井 賢治

(74) 代理人 100114007

弁理士 平山 孝二

(72) 発明者 佐藤 雅彦

東京都板橋区舟渡町4丁目10番1号 日  
本金属株式会社内

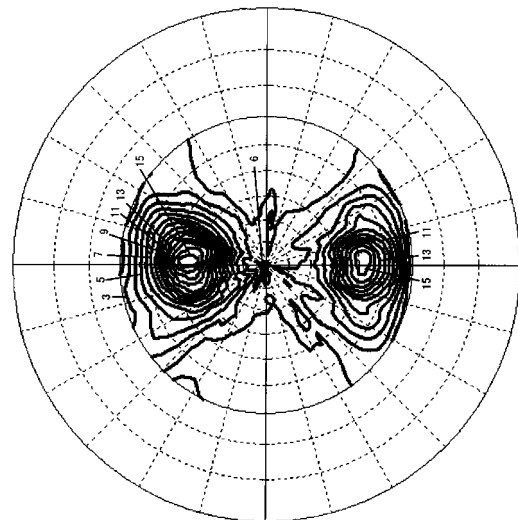
(54) 【発明の名称】 塑性加工性に優れたマグネシウム又はマグネシウム合金の板及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 低温領域における塑性加工性が優れた、マグネシウム又はマグネシウム合金の板を提供すること。さらに、このようなマグネシウム又はマグネシウム合金の板を製造する方法を提供すること。

【解決手段】 マグネシウム又はマグネシウム合金の板を調質処理することにより、板の{0002}面が圧延面に対して傾斜して、低温領域における塑性加工性が改善される。調質処理は、せん断変形を与える処理、例えば曲げ変形、その繰り返し処理と再結晶熱処理を含む。本発明の板は、低温領域、例えば100 以下の温度で、特に板厚の減少を伴う塑性加工において優れた特性を有する。

【選択図】 図9



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

圧延面に対して { 0 0 0 2 } 面が傾斜している、マグネシウム又はマグネシウム合金の板。

## 【請求項 2】

圧延面に対する { 0 0 0 2 } 面の傾斜角が  $\pm 10^\circ \sim \pm 80^\circ$  である、請求項 1 記載の板。

## 【請求項 3】

圧延面に対する { 0 0 0 2 } 面の傾斜角が  $\pm 15^\circ \sim \pm 75^\circ$  である、請求項 1 記載の板。

## 【請求項 4】

エリクセン値が 5 . 7 mm 以上であること、及び最小曲げ半径率  $a$  ( $a = R / t$ 、 $R$  : 曲げ半径、 $t$  : 板厚) が 1 . 97 以下であること、の少なくとも一つの特性を有する、請求項 1 記載の板。

## 【請求項 5】

マグネシウム又はマグネシウム合金の板を調質処理する、圧延面に対して { 0 0 0 2 } 面が傾斜している、マグネシウム又はマグネシウム合金の板の製造方法。

## 【請求項 6】

調質処理がせん断変形を与える処理と再結晶熱処理を含む、請求項 5 に記載の製造方法。

## 【請求項 7】

コイル状態である、請求項 1 記載の板。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0 0 0 1】

本発明は、低温領域での塑性加工性が優れたマグネシウム又はマグネシウム合金の板及びその製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0 0 0 2】

マグネシウム及びマグネシウム合金は、稠密六方構造を有し、室温近傍で活動可能なすべり系が少なく、底面である { 0 0 0 2 } 面の  $\langle 11 \bar{1} \bar{2} 0 \rangle$  方向のすべりにほぼ限定される。このことから、低温領域、特に室温近傍での塑性加工は非常に困難である。

一方、近年の IT 関連機器のパーソナル化に伴い、パーソナルコンピュータ、携帯電話、携帯音楽プレーヤー、デジタルカメラ等の筐体をより軽量化、薄型化する必要性が高まっている。このような要求を満たすために、産業用金属として最も比重が小さいマグネシウム (比重 1 . 74) 及びそれを含む合金が注目されている。ところがマグネシウム及びそれを含む合金は先に述べたように稠密六方構造を有することから、塑性加工が困難であり、鑄造を基本技術とした、ダイキャスト、チクソモールドを主流とする成形が行われている。しかし、鑄造を基本とした技術では、肉厚の薄肉化限界及び歩留、表面欠陥、気泡のような内在欠陥等の問題が存在するため、押し出し展伸材や圧延薄板を塑性加工によって成形する技術に対する要請が高くなっている。

## 【0 0 0 3】

このような要請に応えるために、いくつかの提案がなされている。

特開 2000 - 271693 号公報は、熱間塑性加工を施したマグネシウム合金材に、220% 以上の相当伸びに相当する歪み量の大きな変形を加え、平均結晶粒径を  $1 \mu\text{m}$  以下、金属間化合物の平均粒径を  $1 \mu\text{m}$  以下とする、機械的特性の優れたマグネシウム合金材を製造する方法が記載され、この合金材は 100 ~ 350 の条件で種々の形状に加工できると記載されている。(特許文献 1)

しかしながら、この公報に記載された方法は結晶方位を制御するものではなく、得られ

10

20

30

40

50

た合金材も100より高い温度で加工されている。

【0004】

吉田らは、ECAE加工（金型上部より試料を挿入し、強制的に押出すことにより二つの等断面積チャンネルの交差部で試料にせん断ひずみを加える加工法）を行ったマグネシウム合金材料の延性を試験した結果、250 - 4パス材では基底面が押出方向に対して45°傾いた配向を示し、その結果、押出方向に引張試験した場合には底面すべりが生じやすく、35%もの高い伸びを示すことを記載している。（非特許文献1、2）

しかしながら、ECAE法では、1回の処理では均等な歪み付与ができないことから、被加工材料全域の組織を均質化するために、被加工材料を回転させながらの多工程処理が必要とされている（非特許文献1、557頁、右欄、「3.1 ECAE加工によるミクロ組織」の項）。従ってこの処理は、被加工材料の断面形状の縦横比が1に近いものに限られ、板又は長さの長い板を巻回したいいわゆるコイル状のものについては到底不可能である。

10

【0005】

特開2004 - 27320号公報は、押し出し加工したマグネシウム合金材料を押し出し方向に対して70 ~ 110°の角度で切断して得られた塑性加工用塊状マグネシウム合金材料を開示している。（特許文献2）

しかしながら、このようにして得られる材料は、生産効率や歩留まりが極端に悪く、量産に適したものとはいえない。

【0006】

特開2004 - 27321号公報は、塑性変形した複数の凹面及び/又は凸面を有し、前記凹面及び/又は凸面のX線回折パターンにおいて、{0002}面に帰属されるピークの強度が、30° - 150°の範囲に存在する27個のピークの強度の総和の40%以上を占めている塑性加工用マグネシウム金属材料を開示している。この材料は、これを巨視的に見た場合に{0002}面の法線方向が分散しており、任意の一方向からの加圧に対して作動するすべり系が多く、延性に富んでいる。また、{0002}面は常温 ~ 約300°の範囲において作動する最も主要なすべり面であるとしている。（特許文献3）

20

しかしながら、一般に塑性加工の素材となる板材は、金型のクリアランスとの関係から、板厚公差は厳しく定められており、この材料のように凹凸を有する板材をそのまま塑性加工することは到底できない。

30

さらに、この材料をこのまま塑性加工すると、巨視的に見た板厚方向の法線方向からの圧縮については、凹凸の角度が開く方向、すなわち凹凸が消滅する方向に変形が生じ、全く平らになった場合は{0002}面が傾斜していない通常材となってしまう。

【0007】

特開2004 - 10959号公報は、マグネシウム合金をクロス圧延して、最小曲げ半径、エリクセン値、引張強度、破断伸び及び面内異方性の少なくとも一つの性質を改質する方法を開示している。（特許文献4）

しかしながら、マグネシウム合金として具体的に開示されているのはLiを含む体心立方構造を有するマグネシウム合金であって稠密六方構造を有するものではなく、クロス圧延によって稠密六方構造を有するマグネシウム合金の性質も改質できる旨の記載ないし示唆もない。

40

また、面内異方性が小さくなるということは、方向による材料の性質の相違が小さくなるということであり、{0002}面が圧延方向又はその他の面に対して傾斜することを意味するものではなく、そのことを示唆するものでもない。

【0008】

これらの従来技術で製造されたマグネシウム合金材料は、{0002}面が圧延面と平行になっていることから、室温近傍では板厚を減じる方向のすべり変形が生じないために塑性加工が困難である。このため、これらの材料の加工は温間又は熱間で行われるが、温間ないし熱間加工では、素材であるマグネシウム又はマグネシウム合金又は金型を事前に加熱する必要があり、工程が煩雑となるだけでなく、省エネルギーの観点からも望ましく

50

ない。そのうえ、温間ないし熱間加工を行うためには特別なノウハウが必要となることから、一部の限られた開発能力のある加工業者しかこのような加工を行うことができず、マグネシウム及びマグネシウム合金などの材料を板状又はコイル状とした材料の実用化が妨げられていた。

また、このような材料を低温領域で塑性加工を行うと、耳割れ等を生じて最終製品として使用できない仕上がりとなったり、あるいは材料が破断して加工ができないといった問題点がある。

【0009】

【特許文献1】特開2000-271693号公報

【特許文献2】特開2004-27320号公報

【特許文献3】特開2004-27321号公報

【特許文献4】特開2004-10959号公報

【非特許文献1】吉田雄他、軽金属、第51巻、第10号、556-562頁、2001年

【非特許文献2】吉田雄他、軽金属、第52巻、第11号、559-565頁、2002年

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

従って、本発明の目的は、低温領域における塑性加工性が優れた、圧延面に対して{0002}面が傾斜している、マグネシウム又はマグネシウム合金の板を提供することである。エリクセン値が5.7mm以上であること、及び最小曲げ半径率 $a$  ( $a = R/t$ 、 $R$ : 曲げ半径、 $t$ : 板厚)が1.97以下であること、の少なくとも一つの特性を有する、マグネシウム又はマグネシウム合金の板を提供することも、本発明の目的である。

さらに本発明の目的は、マグネシウム又はマグネシウム合金の板を調質処理する、圧延面に対して{0002}面が傾斜している、マグネシウム又はマグネシウム合金の板を製造する簡便な方法を提供することである。

また、コイル形状態であるこれらの板を提供することも、本発明の目的の一つである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明者は、上記の課題を解決するために鋭意研究を行った結果、マグネシウム又はマグネシウム合金の{0002}面を圧延面に対して傾斜させることにより、上記の問題点が解決されることを見出し、本発明を完成させたものである。

本発明の金属又は合金の{0002}面を圧延面に対して傾斜させる方向に制限はなく、圧延方向、圧延方向に直角の方向、又は両者の中間のいずれかの方向であってもよく、傾斜角度は圧延面に対して $0^\circ$ より大きく $\pm 90^\circ$ 以下の角度である。

マグネシウム又はマグネシウム合金の{0002}面を圧延面に対して傾斜させるために、被加工材であるマグネシウム又はマグネシウム合金にせん断変形(歪み)を与える処理と再結晶熱処理とを組み合わせさせた調質処理を行う。

【0012】

稠密六方構造を有する金属又は合金の格子面及びその方向の表現について説明する。六方格子の格子面と方向を表すために、通常ミラーの指数が用いられる。図1に示すように、互いに $2/3\text{rad}$ の角度をなす $x$ 、 $y$ 、 $w$ 軸と、これに垂直な $z$ 軸を基準にして決めた( $hkl$ )の4指数(六方指数)で格子面を表す。また、結晶面及び方向については、

面指数 ( $hkl$ )

等価な面  $\{hkl\}$

方向  $[uvw]$

等価な方向  $\langle uvw \rangle$

と表記し、格子面が負の軸と交わる場合は指数の上に上バーをつけ、例えば $-w$ 軸と交わる場合は( $hk(\overline{1})l$ )と表す。

10

20

30

40

50

## 【0013】

格子面や格子方向の空間的方位関係は投影図法によって表すことができる。そのなかに球面投影法がある。図2に示すように基準球の中心に結晶の中心をおいて、その共通の中心から各格子面に下ろした垂線の延長が基準球と交わる点によって格子面を代表させる。この球面上の点は格子面の極点と呼ばれ、極点の配列は格子面の方位関係を表す。図3に示すように球面投影した基準球に接して投影面を置き、その接点Nの反対側に直径の端点Sから基準球を投影する。そうすると、直径NSに垂直な基準球の大円が投影面上に基円として投影され、極点Pはこの基円内に点P'として映される。こうして得られるのがステレオ投影である。極図形は、試料の方向に対する特定の結晶の配向を表すステレオ投影であり、ある結晶面の極の配向とともに極の密度変化を示す。

10

## 【0014】

本発明のマグネシウム又はマグネシウム合金の板状又はコイル状展伸材料は、一般的に{0002}面が圧延面に平行に配向する強い集合組織を有する。また、この{0002}面のすべり方向は $\langle 11(\text{上バー})20 \rangle$ であり、室温近傍での最も主要なすべり機構である。すなわち、室温近傍において{0002}面に平行な方向のすべりしか存在しないために、{0002}面の法線方向、例えば板厚を減じる方向からの力によって破断しやすい。

## 【0015】

本発明の調質処理によって、本発明の金属又は合金の{0002}面が圧延面に対して傾斜することは、(0002)正極点図形を解析することによって確認することができる。すなわち、(0002)正極点図形に、最高の相対強度点又は領域が円の中心にのみ存在する場合(例えば図11参照)は、{0002}面は圧延面に対していかなる方向にも全く傾斜していないことを意味する。これに対して、(0002)正極点図形に、最高の相対強度点又は領域が円の中心以外に1以上存在する場合(例えば図9及び10参照)は、{0002}面は圧延面に対して傾斜していることを意味する。

20

## 【発明の効果】

## 【0016】

本発明により、低温領域において、曲げ成形、張り出し成形、絞り成形(縮みフランジ成形)、伸びフランジ成形(パーリング成形、スピニング成形)、圧縮成形、引張成形等、特に板厚の減少を伴う塑性加工において優れた特性を有するマグネシウム又はマグネシウム合金の板が提供される。本明細書において低温領域とは450以下、好ましくは200以下、より好ましくは180以下、さらに好ましくは100以下を意味する。また、本発明の板を塑性加工する際の温度は、塑性加工可能な温度であればその下限に特に制限はない。

30

さらに、被加工材料に、せん断変形を与える処理と再結晶熱処理とを組み合わせた調質処理を行うことによって、低温領域で塑性加工性に優れたマグネシウム又はマグネシウム合金の板を製造する方法が提供される。

また、このような板は{0002}面に平行な主滑り方向である $\langle 11(\text{上バー})20 \rangle$ 方向が圧延面に対して傾斜するため、低温領域、例えば室温における塑性加工特性が向上することからコイル状形態とすることができ、産業上の利用性が著しく改善される。

40

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0017】

本発明の被加工材料は、マグネシウム又はマグネシウム合金材料である。これらのうち、マグネシウム合金、例えばMg-Al-Zn系合金、Mg-Al-Mn系合金、Mg-Zn-Zr系合金、Mg-Al-Ca系合金、Mg-Th-Zr系合金、Mg-Th-Mn系合金、Mg-Y-Re系合金(Reは希土類金属)、Mg-Zn-Cu系合金が好ましく、さらにMg-Al-Zn系合金が好ましい。

## 【0018】

本発明の調質処理を受ける被加工材料として、マグネシウム又はマグネシウム合金の鑄造スラブ若しくはインゴット、押し出しスラブ若しくはインゴット、又は板鑄造法等によ

50

り得られた材料を挙げることができる。さらに、これらの材料を圧延、例えば温間ないし熱間圧延して得られた材料にも、本発明の調質処理を行って、本発明の圧延面に対して{0002}面が傾斜した金属又は合金材料を得ることができる。

マグネシウム又はマグネシウム合金の鑄造スラブ若しくはインゴット、押し出しスラブ若しくはインゴット、又は板鑄造法等により得られた材料を、塑性加工を行う板厚まで温間圧延し、こうして得られた材料に調質処理を行って、圧延面に対して{0002}面が傾斜した金属又は合金材料を製造することが好ましい。

圧延方法は、稠密六方構造を有する金属又は合金の圧延に用いられる方法であればいずれでもよく、例えば、本発明者らの発明に係る特開2001-252703号公報に記載された方法を適用することができる。すなわち、鑄造スラブ若しくはインゴット、押し出しスラブ若しくはインゴット、又は板鑄造法等により得られた材料をあらかじめ160~400に加熱し、温間リバース圧延を行うことができる。さらに、そのときの圧延条件として、非対称圧延法又は片面潤滑圧延法等を併用することもできる。

10

#### 【0019】

調質処理のうち的一方は、マグネシウム又はマグネシウム合金の被加工材料に、せん断変形(歪み)を与える処理である。この処理は、被加工材料を破壊することなく連続的にせん断変形(歪み)を与える処理であり、より具体的には、被加工材料の厚さ方向の両端へ引張変形と圧縮変形のいずれか一方又は両方を与える処理であり、さらに具体的には、曲げ変形、特にその繰り返しである。

#### 【0020】

このような変形を与える処理は、例えばローラレベラ(図4に一例を示す)若しくはロールフォーミング(図5に一例を示す)、又はこれらの組み合わせ等による連続曲げ変形によって行うことができる。

20

ローラレベラは、連続的に配置された1本以上のロールにより、単独の曲げ又は連続した繰り返し曲げによる歪みを付加することができる。

ロールフォーミングは、組み合わせられたロールにより、曲げ変形を与えることで歪みを付加することができる。ロールフォーミングの場合、板状又はコイル状材料の長手方向に平行な曲げ変形を与えることができ、タンデム化することで、連続曲げ変形が可能である。

さらに、同様の歪み付加方法として、図6に一例を示す突き曲げや押さえ巻きを代表とするプレス型曲げや、図7、8に一例を示すテンションレベラ、ストレッチャレベラ等を用いることができる。

30

#### 【0021】

せん断変形を与える処理は、いかなる温度においても実施することができる。省エネルギーの観点から、室温近傍で行うことが望ましい。

#### 【0022】

調質処理のうち他方は、再結晶熱処理である。この処理を、大気中で、又は加熱炉などを用いて、個別に又は連続的に行う。処理温度は対象金属板が回復又は再結晶する温度以上で液相が出る温度以下、例えばAZ31B合金においては、好ましくは180以上、さらに好ましくは180~400の範囲で行うことができる。処理時間は、例えば使用する加熱炉の性能、仕上がり品の目標とする特性等に応じて、適宜に設定することができる。

40

#### 【0023】

調質処理のうち、せん断変形を与える処理及び再結晶熱処理は、それぞれ少なくとも1回ずつ行うことが必要である。せん断変形を与える処理を単一又は複数の手段により複数回行い、次いで再結晶熱処理を単一又は複数の手段により複数回行うことができる。せん断変形を与える処理と再結晶熱処理を順次複数回行うとさらによい。

調質処理は、1回だけの曲げ変形と1回だけの再結晶熱処理との組合せでも、例えばローラレベラのような連続的な曲げ変形と再結晶熱処理との組合せでも本発明の目的を達成することができる。また、このせん断変形を与える処理と再結晶熱処理を順次複数回行う

50

ことで、得られた材料の特性が順次向上し、例えば { 0 0 0 2 } 面の傾斜が次第に大きくなる。

#### 【 0 0 2 4 】

調質処理によって生じる { 0 0 0 2 } 面の圧延面に対する傾斜の角度は、 $0^\circ$  より大きく  $\pm 90^\circ$  より小さければいずれの角度であっても、本発明の目的を達成することができる。この傾斜角度は、 $0^\circ$  より大きくなるに従って得られた板材料の低温領域における塑性加工特性が向上し、 $\pm 45^\circ$  近傍で塑性加工特性が最も改善され、この角度が  $90^\circ$  に向けてさらに大きくなると改善の程度が次第に低下する。従って、{ 0 0 0 2 } 面の圧延面に対する傾斜角度は、 $\pm 10^\circ \sim \pm 80^\circ$  の範囲であることが好ましく、 $\pm 15^\circ \sim \pm 75^\circ$  の範囲であることがさらに好ましい。

10

#### 【 0 0 2 5 】

圧延面に対して { 0 0 0 2 } 面が傾斜した本発明の金属又は合金材料は低温領域において優れた塑性加工性を有し、例えばエリクセン試験によるエリクセン値が  $5.7 \text{ mm}$  以上であること、最小曲げ半径率  $a$  ( $a = R / t$ 、 $R$  : 曲げ半径、 $t$  : 板厚) が  $1.97$  以下であること、という特性のうち少なくとも一つの特性を有する。

#### 【 0 0 2 6 】

以下に本発明の例を示すが、これらは本発明を説明するためのものであり、本発明の範囲を限定するものではない。

#### 【 0 0 2 7 】

##### 例 1

溶解鑄造法により製造した、稠密六方構造を有する ASTM に定める AZ31B 合金 (アルミニウム 3 質量%、亜鉛 1 質量%、マンガ 0.4 質量% 含有) インゴットに、温間圧延を施して板厚  $0.6 \text{ mm}$ 、板幅  $260 \text{ mm}$ 、全長約  $370 \text{ m}$  の板状素材を得た。この素材にローラレベラと再結晶熱処理を組み合わせた調質処理を行った。ローラレベラは、図 14 に示すように、上 9 ロール、下 10 ロールの 19 ロールを有する。各ロール径は  $12 \text{ mm}$ 、ロールの芯間距離は  $13 \text{ mm}$  である。ロール押し込み量は  $0.5 \text{ mm}$  とした。このレベラに常温で 3 回通板した後、 $300^\circ \text{C}$  で 1 時間の再結晶熱処理を大気中で施した。この工程を 1 セットとして、3 セットの処理を施した。処理をした板をコイル状態に巻き取ることができた。

20

#### 【 0 0 2 8 】

##### 例 2

例 1 と同様の溶解鑄造法により、稠密六方構造を有する ASTM に定める AZ31B 合金 (アルミニウム 3 質量%、亜鉛 1 質量%、マンガ 0.4 質量% 含有) インゴットに、温間圧延を施して板厚  $0.6 \text{ mm}$  の素材を得た。この素材から板厚  $0.6 \text{ mm}$  で  $200 \text{ mm}$  角の板材を製造し、これにローラレベラと再結晶熱処理を組み合わせた調質処理を行った。ローラレベラは例 1 と同様のものを常温で使用した。まず、圧延方向と平行に 3 回通板した後、さらに圧延方向と直角方向に 3 回通板した。この後、 $300^\circ \text{C}$  で 1 時間の再結晶熱処理を施した。この工程を 1 セットとして、3 セットの処理を施した。

30

#### 【 0 0 2 9 】

##### 例 3 (比較例 1)

例 1 の溶解鑄造法により製造した、稠密六方構造を有する ASTM に定める AZ31B 合金 (アルミニウム 3 質量%、亜鉛 1 質量%、マンガ 0.4 質量% 含有) インゴットに、温間圧延を施して板厚  $0.6 \text{ mm}$ 、板幅  $260 \text{ mm}$ 、全長約  $370 \text{ m}$  の板状素材を得た。この素材を調質処理をせずに、そのまま各種試験に供した。

40

#### 【 0 0 3 0 】

##### 例 4 (比較例 2)

例 1 の溶解鑄造法により製造した、稠密六方構造を有する ASTM に定める AZ31B 合金 (アルミニウム 3 質量%、亜鉛 1 質量%、マンガ 0.4 質量% 含有) インゴットに、温間圧延を施して板厚  $0.6 \text{ mm}$ 、板幅  $260 \text{ mm}$ 、全長約  $370 \text{ m}$  の板状素材を得た。この素材に例 1 と同一のローラレベラ処理のみを 1 回行った。

50

## 【0031】

## 例5 (比較例3)

例1の溶解鋳造法により製造した、稠密六方構造を有するASTMに定めるAZ31B合金(アルミニウム3質量%、亜鉛1質量%、マンガン0.4質量%含有)インゴットに、温間圧延を施して板厚0.6mm、板幅260mm、全長約370メートルの板状素材を得た。この素材に例1と同一の再結晶熱処理のみを1回行った。

## 【0032】

(X線回折による結晶配向性の評価)

例1ないし例5に従って製造したマグネシウム合金板の(0002)正極点図形を、X線回折により作成した。それぞれ図9ないし図13として示す。

10

正極点図形に記載されている数値は面(極)密度を示したものであり、測定された回折強度を15等分して表示した。15が最も面(極)密度が高い点及び領域である。

図9から、例1に従って製造したマグネシウム合金の(0002)面は圧延方向と平行方向に $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 傾斜していることが読みとれる。

また、例2に従って製造したマグネシウム合金の(0002)面は $45 \sim 50^{\circ}$ 傾斜し、圧延方向から $\pm 45^{\circ}$ の位置に分布していた(図10)。極は4カ所存在した。このように圧延面と直角の方向にも(0002)面を分散させることで、特性の方向性が減少する。

これに対して、調質処理を行っていない比較例1の材料では、円の中心を最高の相対強度領域とする唯一の図形が示されており(図11)、ほとんどの(0002)面が圧延面に平行に配列していることが分かる。

20

さらに、調質処理のうち的一方のみを行った材料である、比較例2及び3に従って製造したものはいずれも円の中心のみに最高の相対強度領域が示されており(図12及び図13)、このような材料の(0002)面は圧延面に対して傾斜していないことが分かる。

## 【0033】

(塑性加工性の評価)

エリクセン試験機を用い、JIS Z 2247に従って、室温における張り出し成形性の指標であるエリクセン値を求めた。

JIS Z 2248に従って、Vブロック法により曲げ試験を行った。評価は $R/t$ ( $R$ : げ半径、 $t$ : 板厚)で行った。

30

平均結晶粒径を、JIS G 0551 附属書3(規定)に示される計数方法によって測定した。

以上の結果をまとめて表1に示す。

表1 マグネシウム合金の特性

	{0002}面の傾斜角	エリクセン値	最小曲げ半径率(R/t)		平均結晶粒径
例1	$\pm 30^{\circ} \sim \pm 45^{\circ}$	8.6 mm	1.0		6.8 $\mu\text{m}$
例2	$\pm 50^{\circ}$	8.9 mm	L曲げ	1.0	6.2 $\mu\text{m}$
			T曲げ	0.83	
比較例1	$0^{\circ}$	3.3 mm	4.0		6.2 $\mu\text{m}$

40

## 【0034】

以上の結果から、調質処理によって{0002}面が傾斜した本発明のマグネシウム合金は、{0002}面が傾斜していない材料と比較して、非常に高いエリクセン値及び小さい最小曲げ半径率を示し、優れた塑性加工性を有することが分かった。

【産業上の利用可能性】

## 【0035】

本発明のマグネシウム又はマグネシウム合金は低温領域での塑性加工性に優れていることから、これを使用することによって人的、設備的、時間的効率が向上し、コストダウンが図れ、かつ本発明の材料の利用範囲を拡大することができ、具体的には以下のような産

50

業上の優位性がある。

低温領域での塑性加工が可能であることから、製品精度を向上させることができ、従来対象とされていなかった大型部品や薄物部品等も本発明の材料で製造することができる。

加熱せずに塑性加工を行うために、材料、金型を加熱するのに要するエネルギー及び時間が不要となり、熱管理に関する知識や技能がなくても加工可能となり、加熱のための特別な設備投資が不要となり、また、火災や火傷が生じないので作業安全性が向上する。

さらに、温間加工に用いる潤滑剤ではなく、一般的な潤滑剤を使用することが可能となり、加熱して加工するものに比較して表面状態が良好な製品を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0036】

10

【図1】六方格子の格子面の指数を示す。

【図2】球面投影法の模式図である。

【図3】ステレオ投影の模式図である。

【図4】ローラレベラの一態様を示す。

【図5】ロールフォーミングの一態様を示す。

【図6】曲げ加工のいくつかの様式を示す。

【図7】テンションレベラの模式図である。

【図8】ストレッチャレベラの模式図である。

【図9】本発明の例1により製造したマグネシウム合金の{0002}面の正極点図形である。

20

【図10】本発明の例2により製造したマグネシウム合金の{0002}面の正極点図形である。

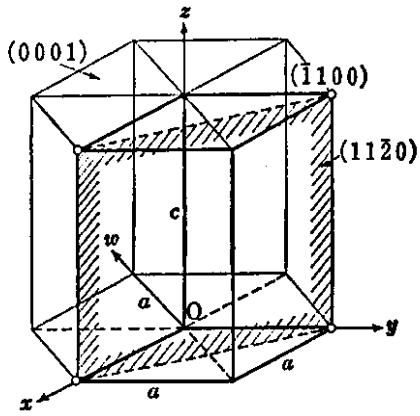
【図11】本発明の例3（比較例1）により製造したマグネシウム合金の{0002}面の正極点図形である。

【図12】本発明の例4（比較例2）により製造したマグネシウム合金の{0002}面の正極点図形である。

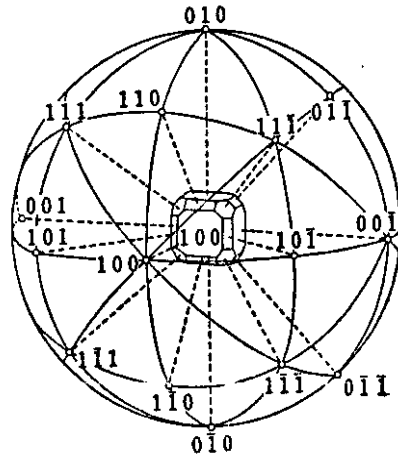
【図13】本発明の例5（比較例3）により製造したマグネシウム合金の{0002}面の正極点図形である。

【図14】本発明の例1で使用するローラレベラのロール配置を示す模式図である。

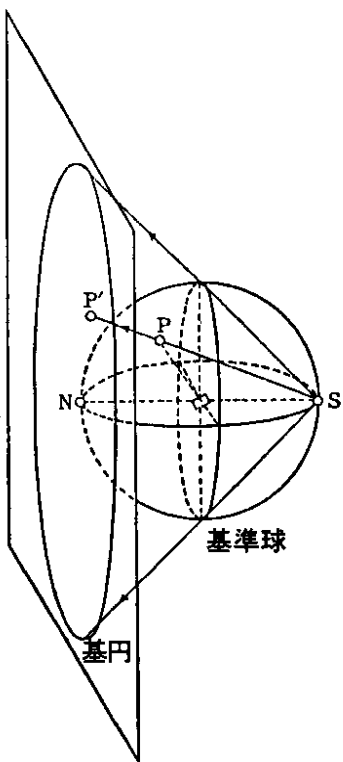
【 図 1 】



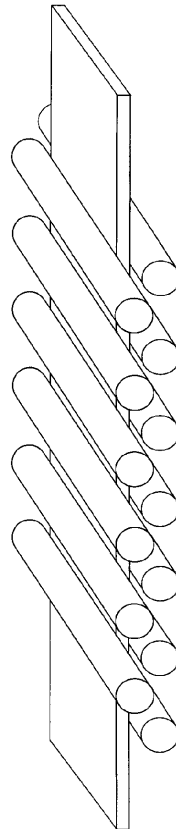
【 図 2 】



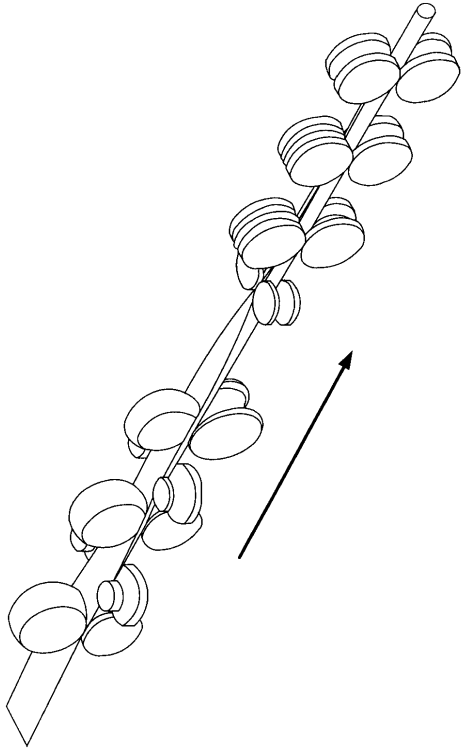
【 図 3 】



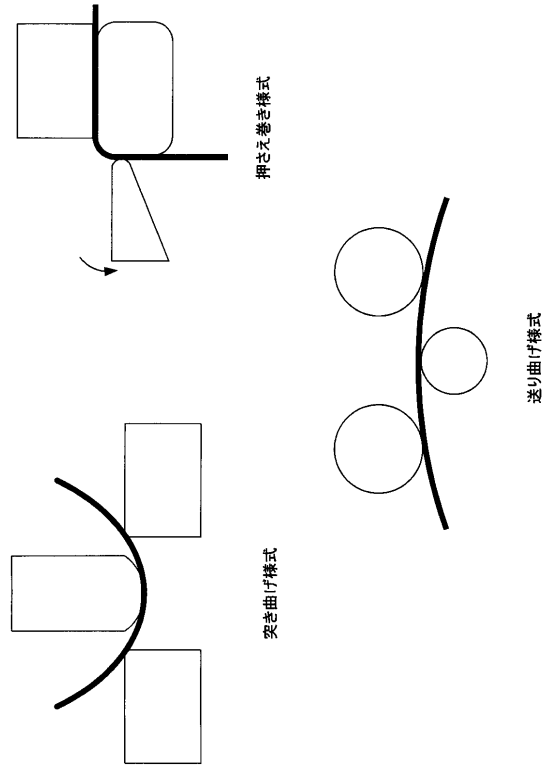
【 図 4 】



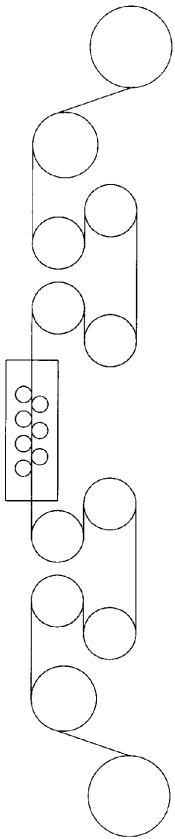
【 図 5 】



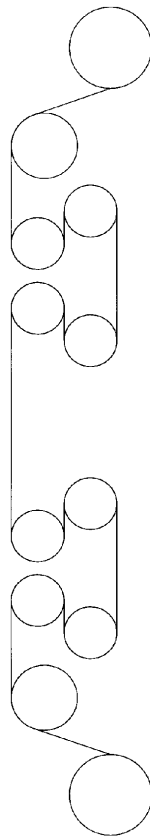
【 図 6 】



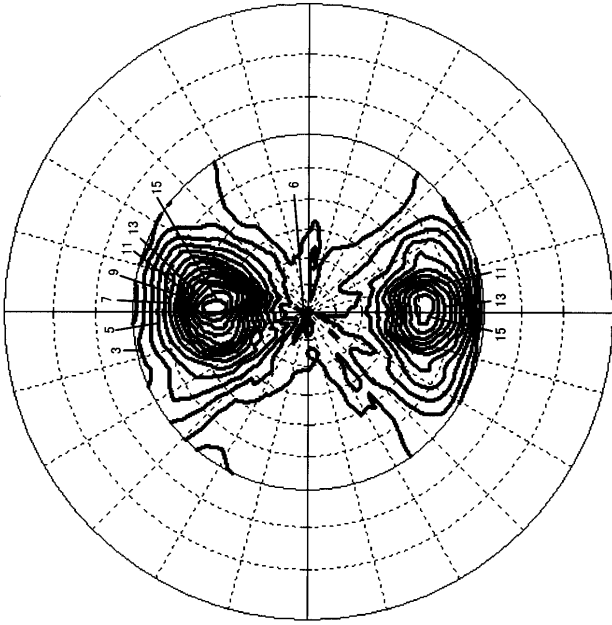
【 図 7 】



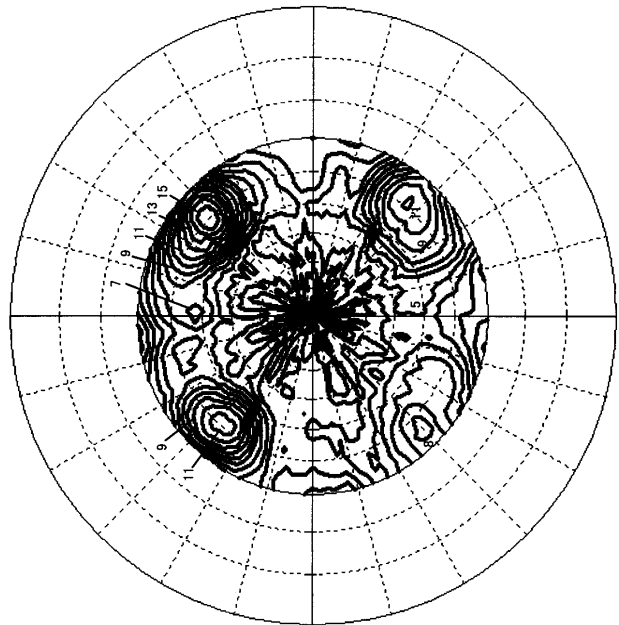
【 図 8 】



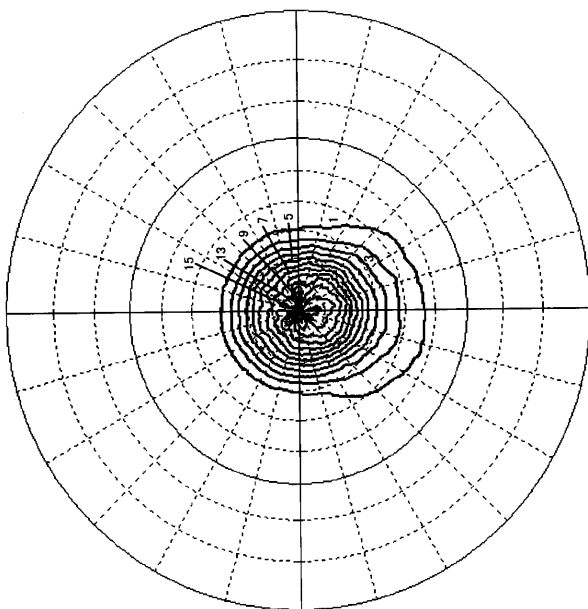
【 図 9 】



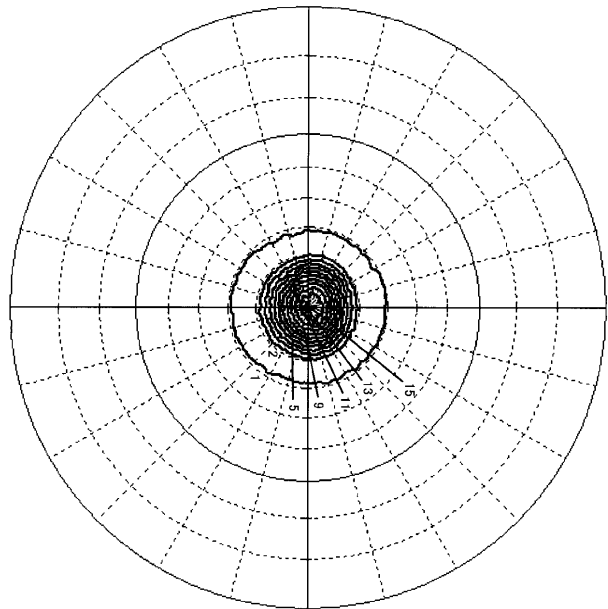
【 図 10 】



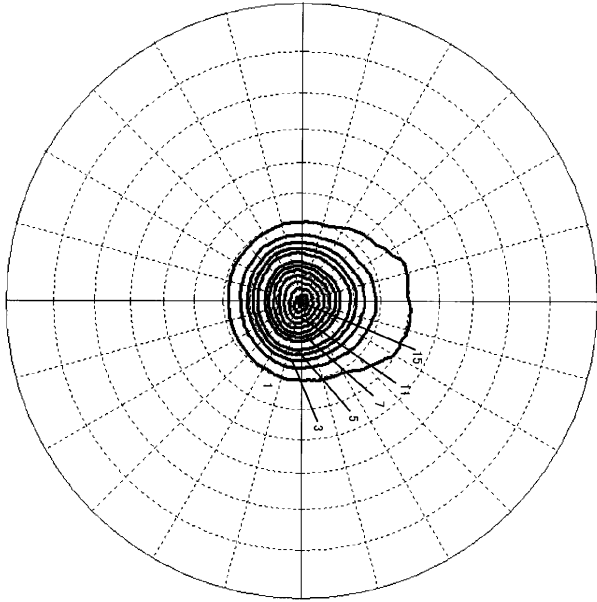
【 図 11 】



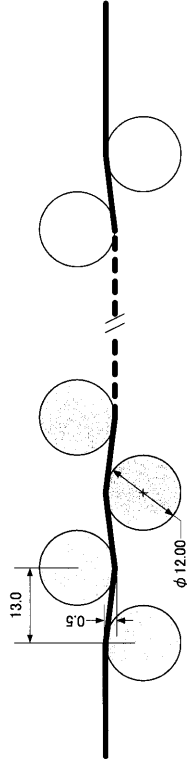
【 図 12 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



---

フロントページの続き

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード(参考)

C 2 2 F	1/00	6 3 0 K
C 2 2 F	1/00	6 8 5 Z
C 2 2 F	1/00	6 9 1 B