

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5776874号  
(P5776874)

(45) 発行日 平成27年9月9日(2015.9.9)

(24) 登録日 平成27年7月17日(2015.7.17)

(51) Int.Cl.	F I
B 2 1 B 3/00 (2006.01)	B 2 1 B 3/00 L
C 2 2 C 23/02 (2006.01)	C 2 2 C 23/02
C 2 2 F 1/06 (2006.01)	C 2 2 F 1/06
C 2 2 F 1/00 (2006.01)	C 2 2 F 1/00 6 2 3
	C 2 2 F 1/00 6 3 0 K
	請求項の数 11 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2011-28608 (P2011-28608)	(73) 特許権者	000002130
(22) 出願日	平成23年2月14日(2011.2.14)		住友電気工業株式会社
(65) 公開番号	特開2012-166231 (P2012-166231A)		大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(43) 公開日	平成24年9月6日(2012.9.6)	(74) 代理人	100100147
審査請求日	平成25年11月27日(2013.11.27)		弁理士 山野 宏
		(72) 発明者	大石 幸広
			大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号
			住友電気工業株式会社大阪製作所内
		(72) 発明者	森 信之
			兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友
			電気工業株式会社伊丹製作所内
		(72) 発明者	井上 龍一
			兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友
			電気工業株式会社伊丹製作所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マグネシウム合金圧延材、およびマグネシウム合金部材、ならびにマグネシウム合金圧延材の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マグネシウム合金素材を圧延ロールにて圧延してなるマグネシウム合金圧延材であって、

前記マグネシウム合金圧延材の幅方向において、

中央部における(002)面、(100)面、(101)面、(102)面、(110)面、(103)面のX線回折のピーク強度をそれぞれ $I_C(002)$ 、 $I_C(100)$ 、 $I_C(101)$ 、 $I_C(102)$ 、 $I_C(110)$ 、 $I_C(103)$ 、

端部における前記各面のX線回折のピーク強度をそれぞれ $I_E(002)$ 、 $I_E(100)$ 、 $I_E(101)$ 、 $I_E(102)$ 、 $I_E(110)$ 、 $I_E(103)$ とし、

前記中央部および端部のそれぞれにおける底面ピーク比 $O_C$ 、 $O_E$ を以下の式とするとき、

前記端部と中央部の底面ピーク比の比率 $O_E / O_C$ が、 $O_E / O_C < 0.89$ を満たすことを特徴とするマグネシウム合金圧延材。

底面ピーク比 $O_C : I_C(002) / \{ I_C(100) + I_C(002) + I_C(101) + I_C(102) + I_C(110) + I_C(103) \}$

底面ピーク比 $O_E : I_E(002) / \{ I_E(100) + I_E(002) + I_E(101) + I_E(102) + I_E(110) + I_E(103) \}$

【請求項2】

前記中央部と端部において、圧延方向の引張試験における伸びをそれぞれ $E_C$ 、 $E_E$ と

10

20

するとき、

前記端部と中央部の伸び比  $E_E / E_C$  が、 $3 / 2 < E_E / E_C$  を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載のマグネシウム合金圧延材。

【請求項 3】

前記中央部と端部において、圧延方向の引張試験における引張強さをそれぞれ  $T_{s_C}$ 、 $T_{s_E}$  とするとき、

前記端部と中央部の引張強さ比  $T_{s_E} / T_{s_C}$  が、 $T_{s_E} / T_{s_C} < 0.9$  を満たすことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のマグネシウム合金圧延材。

【請求項 4】

前記中央部と端部において、圧延方向の引張試験における 0.2% 耐力をそれぞれ  $P_{s_C}$ 、 $P_{s_E}$  とするとき、

前記端部と中央部の 0.2% 耐力比  $P_{s_E} / P_{s_C}$  が、 $P_{s_E} / P_{s_C} < 0.9$  を満たすことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のマグネシウム合金圧延材。

【請求項 5】

前記中央部と端部において、圧延方向と直交する断面における平均結晶粒径をそれぞれ  $D_C$ 、 $D_E$  とするとき、

前記端部と中央部の平均結晶粒径比  $D_E / D_C$  が、 $3 / 2 < D_E / D_C$  を満たすことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のマグネシウム合金圧延材。

【請求項 6】

前記マグネシウム合金素材は、アルミニウムを 5 質量% 以上 12 質量% 以下含有することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のマグネシウム合金圧延材。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載のマグネシウム合金圧延材に塑性加工を施すことによって作製されたことを特徴とするマグネシウム合金部材。

【請求項 8】

マグネシウム合金素材を圧延ロールにて圧延してマグネシウム合金圧延材を製造するマグネシウム合金圧延材の製造方法であって、

前記圧延ロールは、幅方向に 3 つ以上の領域を有し、

前記圧延ロール表面の幅方向における最高温度と最低温度の差が 10 超で、かつ前記圧延ロールにおける幅方向の両端部の温度が中央部の温度よりも高くなるように、前記各領域毎に温度制御することを特徴とするマグネシウム合金圧延材の製造方法。

【請求項 9】

前記温度制御は、前記圧延ロール内に温度を調整した熱媒油を導入して行うことを特徴とする請求項 8 に記載のマグネシウム合金圧延材の製造方法。

【請求項 10】

前記温度制御は、前記圧延ロール表面に温度を調整した加熱流体を付着させることで行うことを特徴とする請求項 8 または 9 に記載のマグネシウム合金圧延材の製造方法。

【請求項 11】

前記温度制御は、前記圧延ロールを通過した直後の前記マグネシウム合金圧延材表面において、幅方向における最高温度と最低温度の差が 8 超となるように行うことを特徴とする請求項 8 ~ 10 のいずれか 1 項に記載のマグネシウム合金圧延材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マグネシウム合金圧延材、およびマグネシウム合金部材、ならびにマグネシウム合金圧延材の製造方法に関するものである。特に、圧延材の幅方向において、部分的に機械的特性が異なるマグネシウム合金圧延材、およびそのマグネシウム合金圧延材を塑性加工したマグネシウム合金部材、ならびに上記マグネシウム合金圧延材の製造方法に関するものである。

【背景技術】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 2 】

近年、マグネシウム（以下、Mg）合金板が、携帯電話やノートパソコンの筐体などに利用されている。Mg合金は、塑性加工性に乏しいことから、ダイカスト法やチクソモールド法による鑄造材が主流である。通常、その鑄造材に、圧延加工などを施すことで機械的特性の向上を図っている。

## 【 0 0 0 3 】

特許文献1では、ASTM規格におけるAZ91合金相当のマグネシウム合金を双ロール連続鑄造法により製造した鑄造材に圧延を施すことが記載されている。具体的には、圧延ロールへ挿入する直前におけるMg合金素材板の表面温度と、圧延ロールの表面温度をそれぞれ特定の温度に制御して圧延している。

10

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 4 】

【 特許文献1 】 特開2007-098470号公報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 5 】

Mg合金の用途範囲の拡大に伴い、例えば、Mg合金素材を局所的に塑性加工する際に、その塑性加工を施し易くするため局所で伸びなどの機械的特性に差があるようなMg合金材の開発が望まれている。しかし、上述した圧延によれば、Mg合金素材の幅が狭い場合においては、Mg合金素材および圧延ロールのそれぞれの表面温度が自然と均一になり易い。その結果、Mg合金素材の幅方向で圧延具合にばらつきが生じ難いため、幅方向の機械的特性が均一なMg合金圧延材となり易い。つまり、塑性加工する箇所だけ局所的に塑性加工性に優れるようなMg合金素材は開発されていない。

20

## 【 0 0 0 6 】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、その目的の一つは、幅方向の局所で機械的特性が異なるMg合金圧延材を提供することにある。

## 【 0 0 0 7 】

本発明の別の目的は、上記Mg合金圧延材を利用したMg合金部材を提供することにある。

30

## 【 0 0 0 8 】

本発明の他の目的は、上記Mg合金圧延材の製造方法を提供することにある。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 9 】

本発明のMg合金圧延材は、Mg合金素材を圧延ロールにて圧延してなる。上記圧延材の幅方向において、中央部における(002)面、(100)面、(101)面、(102)面、(110)面、(103)面のX線回折のピーク強度をそれぞれ $I_C(002)$ 、 $I_C(100)$ 、 $I_C(101)$ 、 $I_C(102)$ 、 $I_C(110)$ 、 $I_C(103)$ とする。上記幅方向において、端部における前記各面のX線回折のピーク強度をそれぞれ $I_E(002)$ 、 $I_E(100)$ 、 $I_E(101)$ 、 $I_E(102)$ 、 $I_E(110)$ 、 $I_E(103)$ とする。そして、前記中央部および端部のそれぞれにおける底面ピーク比 $O_C$ 、 $O_E$ を以下の式とすると、前記端部と中央部の底面ピーク比の比率 $O_E/O_C$ が、 $O_E/O_C < 0.89$ を満たす。

40

底面ピーク比 $O_C$ ： $I_C(002) / \{ I_C(100) + I_C(002) + I_C(101) + I_C(102) + I_C(110) + I_C(103) \}$

底面ピーク比 $O_E$ ： $I_E(002) / \{ I_E(100) + I_E(002) + I_E(101) + I_E(102) + I_E(110) + I_E(103) \}$

## 【 0 0 1 0 】

本発明のMg合金圧延材によれば、Mg合金圧延材の端部と中央部の底面ピーク比の比率 $O_E/O_C$ が上記の範囲を満たすことで、中央部の方が端部よりも強度に優れ、端部の

50

方が中央部よりも韌性（塑性加工性）に優れる圧延材とすることができる。したがって、端部だけ塑性加工する際など、局所的に塑性加工する場合に好適に利用することができる。

【0011】

本発明圧延材の一形態として、上記中央部と端部において、圧延方向の引張試験における伸びをそれぞれ $E_C$ 、 $E_E$ とすると、上記端部と中央部の伸び比 $E_E / E_C$ が、 $3/2 < E_E / E_C$ を満たすことが挙げられる。

【0012】

上記の構成によれば、端部と中央部の伸び比 $E_E / E_C$ が、上記の範囲を満たすことで、中央部より端部の方が伸び易いMg合金圧延材とすることができる。したがって、端部だけ塑性加工する際など、局所的に塑性加工する場合、その塑性加工箇所の割れなどを低減することができる。

10

【0013】

本発明圧延材の一形態として、上記中央部と端部において、圧延方向の引張試験における引張強さをそれぞれ $T_{sC}$ 、 $T_{sE}$ とすると、上記端部と中央部の引張強さ比 $T_{sE} / T_{sC}$ が、 $T_{sE} / T_{sC} < 0.9$ を満たすことが挙げられる。

【0014】

上記の構成によれば、端部と中央部の引張強さ比 $T_{sE} / T_{sC}$ が、上記の範囲を満たすことで、端部よりも中央部の方が引張強さに優れるMg合金圧延材とすることができる。

20

【0015】

本発明圧延材の一形態として、上記中央部と端部において、圧延方向の引張試験における0.2%耐力をそれぞれ $P_{sC}$ 、 $P_{sE}$ とすると、上記端部と中央部の0.2%耐力比 $P_{sE} / P_{sC}$ が、 $P_{sE} / P_{sC} < 0.9$ を満たすことが挙げられる。

【0016】

上記の構成によれば、Mg合金圧延材の端部と中央部の0.2%耐力比 $P_{sE} / P_{sC}$ が、上記の範囲を満たすことで、端部の方が中央部よりも塑性加工性に優れる圧延材とすることができる。

【0017】

本発明圧延材の一形態として、上記中央部と端部において、圧延方向と直交する断面における平均結晶粒径をそれぞれ $D_C$ 、 $D_E$ とすると、上記端部と中央部の平均結晶粒径比 $D_E / D_C$ が、 $3/2 < D_E / D_C$ を満たすことが挙げられる。

30

【0018】

上記の構成によれば、Mg合金圧延材の端部と中央部の平均結晶粒径比 $D_E / D_C$ が、上記の範囲を満たすことで、端部の方が中央部よりも平均結晶粒径が大きい。そのため、端部は粒界が少なく、中央部に比べて耐熱性に優れるが、中央部の方が、粒界が多いため、端部よりも耐食性および強度に優れる。つまり、機械的特性が幅方向の局所で異なり、中央部よりも端部の方が塑性加工し易いものとしてすることができる。

【0019】

本発明圧延材の一形態として、上記マグネシウム合金素材は、アルミニウムを5質量%以上12質量%以下含有することが挙げられる。

40

【0020】

上記の構成によれば、アルミニウムを上記の範囲含有することで、より高硬度で耐食性に優れるMg合金圧延材とすることができる。

【0021】

本発明のMg合金部材は、上記本発明Mg合金圧延材に塑性加工を施すことで作製される。

【0022】

上記の構成によれば、Mg合金圧延材の幅方向の局所で機械的特性の異なる箇所に塑性加工を施すことで、塑性加工しても割れなど生じ難く、表面性状に優れるMg合金部材と

50

することができる。

【0023】

本発明のMg合金圧延材の製造方法は、マグネシウム合金素材を圧延ロールにて圧延する圧延工程を具える。上記圧延ロールは、幅方向に3つ以上の領域を有し、上記圧延ロール表面の幅方向における最高温度と最低温度の差が10 超となるように、各領域毎に温度制御する。

【0024】

本発明の製造方法によれば、圧延ロールの幅方向全体の温度差を大きくすることで、幅方向の圧延具合をばらつかせることができる。したがって、機械的特性が幅方向の局所で異なるMg合金圧延材を製造することができる。

10

【0025】

本発明製造方法の一形態として、上記温度制御は、上記圧延ロール内に温度を調整した熱媒油を導入して行うことが挙げられる。

【0026】

上記の構成によれば、温度制御に熱媒油を使用することで、上記各領域毎で圧延ロールの内部から速やかに所定温度に制御することができる。

【0027】

本発明製造方法の一形態として、上記温度制御は、上記圧延ロール表面に温度を調整した加熱流体を付着させることで行うことが挙げられる。

【0028】

上記の構成によれば、温度を調整した加熱流体をロール表面に直接付着させて温度制御するので、各領域毎、および各領域にまたがる箇所など圧延ロールの幅方向において細かく制御することができる。また、圧延ロール内部に温度制御機構を組み込まなくてもよい。つまり、加熱流体の利用により温度制御機構のない既存の圧延ロールでも、ロールの外部からその表面温度を領域ごとに容易に制御できる。

20

【0029】

本発明製造方法の一形態として、上記温度制御は、前記圧延ロールを通過した直後の上記マグネシウム合金圧延材表面において、幅方向における最高温度と最低温度の差が8 超となるように行うことが挙げられる。

【0030】

上記の構成によれば、Mg合金素材の幅方向全体の温度差を大きくすることで、Mg合金素材の幅方向で圧延具合をより効果的にばらつかせることができる。

30

【発明の効果】

【0031】

本発明のMg合金圧延材は、幅方向の局所で機械的特性が異なるものとすることができる。

【0032】

本発明のMg合金部材は、割れやひびなどが生じ難く、表面性状に優れる。

【0033】

本発明のMg合金圧延材の製造方法は、幅方向の局所で機械的特性が異なる圧延材を製造することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】実施形態に係るMg合金圧延材の製造過程の概略図であって、(A)は圧延ラインの一例を模式的に示す説明図で、(B)はMg合金素材の予熱に利用するヒートボックスの説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0035】

以下、本発明の実施の形態を説明する。先に、Mg合金圧延材を説明し、その後、図1を適宜参照してその製造方法について説明する。

50

## 【 0 0 3 6 】

< < M g 合金圧延材 > >

[ 組成 ]

M g 合金圧延材は、M g 元素を主成分として、そのM g に添加元素を含有した種々の組成のもの(残部:不純物)が挙げられる。特に、本発明では、添加元素に少なくともアルミニウム(A l)を含有するM g - A l系合金とすることが好ましい。このA lの含有量が多いほど、耐食性に優れる上に、強度、耐塑性変形性といった機械的特性にも優れる傾向にある。したがって、本発明では、A lを3質量%以上含有することが好ましく、5質量%以上、特に7.0質量%以上がより好ましく、更には、7.3質量%以上含有すると一層好ましい。但し、A lの含有量が12質量%を超えると塑性加工性の低下を招くことから、上限は12質量%とする。A lの含有量は、特に11質量%以下、更に、8.3質量%~9.5質量%が好ましい。

10

## 【 0 0 3 7 】

A l以外の添加元素には、亜鉛(Z n)、マンガン(M n)、シリコン(S i)、ベリリウム(B e)、カルシウム(C a)、ストロンチウム(S r)、イットリウム(Y)、銅(C u)、銀(A g)、錫(S n)、ニッケル(N i)、金(A u)、リチウム(L i)、ジルコニウム(Z r)、セリウム(C e)及び希土類元素R E (Y、C eを除く)から選択された1種以上の元素が挙げられる。このような元素を含む場合、その含有量は、合計で0.01質量%以上10質量%以下、好ましくは0.1質量%以上5質量%以下が挙げられる。これら添加元素のうち、Y、C e、C a、及び希土類元素(Y、C eを除く)から選択される少なくとも1種の元素を合計0.001質量%以上、好ましくは合計0.1質量%以上5質量%以下含有すると、耐熱性、難燃性に優れる。希土類元素を含有する場合、その合計含有量は0.1質量%以上が好ましく、特に、Yを含有する場合、その含有量は0.5質量%以上が好ましい。不純物は、例えば、F e、N iなどが挙げられる。

20

## 【 0 0 3 8 】

M g - A l系合金のより具体的な組成は、例えば、A S T M規格におけるA Z系合金(M g - A l - Z n系合金、Z n:0.2質量%~1.5質量%)、A M系合金(M g - A l - M n系合金、M n:0.15質量%~0.5質量%)、M g - A l - R E (希土類元素)系合金、A X系合金(M g - A l - C a系合金、C a:0.2質量%~6.0質量%)、A J系合金(M g - A l - S r系合金、S r:0.2質量%~7.0質量%)などが挙げられる。特に、A lを8.3質量%~9.5質量%、Z nを0.5質量%~1.5質量%含有するM g - A l系合金、代表的にはA Z 9 1合金は、耐食性、機械的特性に優れて好ましい。

30

## 【 0 0 3 9 】

[ 寸法 ]

M g 合金圧延材の幅、長さ、および厚さは、製造するM g 合金部材の大きさに応じて適宜選択すればよく、特に限定しない。例えば、長尺材やコイル材を適宜な長さに切りとった短尺材などが挙げられる。いずれの長さを有する圧延材でも、幅方向において厚さが実質的に均一であることが好ましい。特に、M g 合金圧延材の幅方向の中央部と端部において、それぞれの厚さを $t_c$ 、 $t_e$ とするとき、厚さの比 $t_e / t_c$ が $0.97 \leq t_e / t_c \leq 1.03$ を満たすことが好ましい。この範囲を満たすことで、M g 合金圧延材をコイルに巻き取る場合、幅方向で厚さが均一であるので、巻きずれの発生を低減することができる。ここでいう中央部と端部とは、幅が300mm以下のとき、中央部とは、圧延材の幅方向の中心から両側縁方向におよそ幅の5%以内、計10%以内の範囲とし、端部とは、側縁から中心方向に、幅の10%以内好ましくは5%以内の地点近傍とする。一方、幅が300mm超のとき、中央部とは、幅方向の中心から両側縁方向におよそ50mm以内の範囲とし、端部とは、側縁から中心方向におよそ100mm以内、好ましくは50mm以内の地点近傍とする。以降、中央部および端部は、ここでいう中央部と端部と同様の位置を表す。

40

50

## 【0040】

## 〔機械的特性〕

本発明のMg合金圧延材は、後述するように幅方向の圧延具合をばらつかせることで、幅方向の局所で以下の各物理量を異ならせることができる。後述する製造方法により、物理量の異なる箇所は、幅方向において任意に選択することができるので、ここでは、一例として幅方向の中央部と端部とで各物理量が異なった場合について述べる。具体的な機械的特性を以下に述べる。

## 【0041】

## (底面ピーク比)

底面ピーク比は、Mg合金圧延材の幅方向の中央部と端部についてX線回折により求める。ここでいう中央部における底面ピーク比 $O_C$ とは、(002)面、(100)面、(101)面、(102)面、(110)面、(103)面でのX線回折により求めたピーク強度 $I_C(002)$ 、 $I_C(100)$ 、 $I_C(101)$ 、 $I_C(102)$ 、 $I_C(110)$ 、 $I_C(103)$ から、 $I_C(002) / \{I_C(100) + I_C(002) + I_C(101) + I_C(102) + I_C(110) + I_C(103)\}$ で表す。同様に、端部における底面ピーク比 $O_E$ とは、(002)面、(100)面、(101)面、(102)面、(110)面、(103)面でのX線回折により求めたピーク強度 $I_E(002)$ 、 $I_E(100)$ 、 $I_E(101)$ 、 $I_E(102)$ 、 $I_E(110)$ 、 $I_E(103)$ から、 $I_E(002) / \{I_E(100) + I_E(002) + I_E(101) + I_E(102) + I_E(110) + I_E(103)\}$ で表す。そうして求められた端部と中央部の底面ピーク比の比率 $O_E / O_C$ が、 $O_E / O_C < 0.89$ を満たすとき、幅方向において、局所的に底面ピーク比が異なるとする。そのようなMg合金圧延材は、中央部の方が端部よりも強度に優れ、端部の方が中央部よりも塑性加工性(塑性加工性)に優れる。したがって、端部だけ塑性加工する際など、局所的に塑性加工する場合に好適に利用することができる。上記底面ピーク比の比率 $O_E / O_C$ の下限は、おおよそ0.2までとする。これらのX線回折を測定する箇所は、上記中央部および端部においてそれぞれ表面で測定する。

## 【0042】

## (平均結晶粒径)

上記中央部と端部において、圧延方向と直交する断面における平均結晶粒径をそれぞれ「鋼・結晶粒度の顕微鏡試験方法 JIS G 0551(2005)」に基づいて求める。そして、中央部と端部の上記平均結晶粒径をそれぞれ $D_C$ 、 $D_E$ とし、上記端部と中央部の平均結晶粒径比 $D_E / D_C$ が、 $3/2 < D_E / D_C$ を満たすとき、平均粒径が幅方向の局所で異なっているとする。そのようなMg合金圧延材であれば、端部は粒界が少なく、中央部に比べて耐熱性に優れるが、中央部の方が、粒界は多いため、端部よりも耐食性および強度に優れる。つまり、機械的特性が幅方向の局所で異なり、中央部よりも端部の方が塑性加工し易い。上記平均結晶粒径比 $D_E / D_C$ の上限は、おおよそ2までとする。

## 【0043】

## (伸び・引張強さ・0.2%耐力)

伸び、引張強さ、0.2%耐力は、上記中央部と端部のそれぞれにおいて、「金属材料引張試験方法 JIS Z 2241(1998)」に基づいて求めた。この引張試験は、上記中央部と端部のそれぞれにおいて、長手が圧延方向に沿うように、JIS 13B号試験片(JIS Z 2201(1998))を切り出し、その試験片に対して行う。

## 【0044】

そして、中央部と端部の伸びをそれぞれ $E_C$ 、 $E_E$ とし、上記端部と中央部の伸び比 $E_E / E_C$ が、 $3/2 < E_E / E_C$ を満たすとき、幅方向の局所で伸びが異なっているとする。上記伸び比 $E_E / E_C$ の上限は、おおよそ2.5までとする。

## 【0045】

同様に、引張強さをそれぞれ、 $T_{SC}$ 、 $T_{SE}$ とし、上記端部と中央部の引張強さ比 $T_{SE} / T_{SC}$ が、 $T_{SE} / T_{SC} < 0.9$ を満たすとき、幅方向の局所で引張強さが異な

10

20

30

40

50

っているとす。上記引張強さ比  $T_{SE} / T_{SC}$  の下限は、おおよそ 0.8 までとする。

【0046】

また、0.2% 耐力をそれぞれ、 $P_{SC}$ 、 $P_{SE}$  とし、上記端部と中央部の 0.2% 耐力比  $P_{SE} / P_{SC}$  が、 $P_{SE} / P_{SC} < 0.9$  を満たすとき、幅方向の局所で 0.2% 耐力が異なっているとす。上記 0.2% 耐力比  $P_{SE} / P_{SC}$  の下限は、おおよそ 0.8 までとする。

【0047】

これら伸び、引張強度、0.2% 耐力が上記の範囲を満たすとき、圧延材の幅方向の局所で塑性加工性などの機械的特性を異ならせることができる。

【0048】

< マグネシウム合金部材 >

本発明 Mg 合金圧延材に塑性加工を施すことにより、Mg 合金部材が得られる。塑性加工は、プレス加工、深絞り加工、鍛造加工、曲げ加工などの種々の加工が採用できる。このような塑性加工が施された Mg 合金部材は、Mg 合金圧延材の一部にのみ、特に上記端部が塑性加工性に優れる Mg 合金圧延材なので、上記端部が塑性加工されたものが挙げられる。つまり、Mg 合金部材には塑性加工部を有する形態も含む。塑性加工は、上記圧延材を 200 ~ 300 に加熱して施すと、割れなどが生じ難く、表面性状に優れる Mg 合金部材が得られる。

【0049】

得られた Mg 合金部材に、研磨などの表面性状改質処理、化成処理、陽極酸化処理などの防食処理、塗装などの装飾表面処理を行って、耐食性を更に向上させたり、機械的保護を図ったり、商品価値を高めたりすることができる。

【0050】

<< Mg 合金圧延材の製造方法 >>

上述した機械的特性が幅方向の局所で異なる Mg 合金圧延材は、Mg 合金素材に圧延ロールで圧延を施すことで製造される。この圧延は、図 1 (A) に示すように、一方のロール 10a (10b) から繰り出される Mg 合金素材板 1 を圧延ロール 3 にて圧延し、その圧延された素材板 1 を他方のロール 10a (10b) で巻き取ることを 1 パスとして複数パス行う。ここでは、1 パス毎に各ロール 10a (10b) の回転方向を逆転するリバース圧延を行う。そして、圧延ロール 3 と圧延ロール 3 を通過する直前、直後の素材板 1 の表面温度を測定する温度センサ 4r、4bf、4bb が設けられている。本発明の製造方法の特徴は、圧延ロールは、幅方向に 3 つ以上の領域を有し、圧延ロール表面の幅方向における最高温度と最低温度の差が 10 超となるように、各領域毎に温度制御することにより、それにより本発明の Mg 合金圧延材を得ることができる。以下、この方法の詳細を説明する。

【0051】

[ Mg 合金素材の準備 ]

( 鋳造 )

まず、Mg 合金素材板 1 を準備する。この Mg 合金素材板 1 には、上述した圧延材の組成と同様の組成を有する鋳造材 (鋳造板) を好適に利用することができる。鋳造材は、例えば、双ロール鋳造法のような連続鋳造法やダイカストなどによって製造する。特に、双ロール鋳造法は急冷凝固が可能であるため酸化物や偏析物などの内部欠陥を低減でき、圧延などの塑性加工時にこれらの内部欠陥が起点となって割れなどが生じることを軽減できる。即ち、双ロール鋳造法は圧延性に優れる鋳造材が得られて好ましい。特に、Al の含有量が多い Mg 合金素材では鋳造時に晶出物や偏析が発生し易く、鋳造後に圧延などの工程を経て内部に晶出物や偏析物が残存し易いが、双ロール鋳造材は、上述のように偏析などを低減できるため、Mg 合金素材に好適に利用できる。鋳造材の厚さは特に限定しないが、厚過ぎると偏析が生じ易いため、10 mm 以下、更に 5 mm 以下、特に 4 mm 以下が好ましい。鋳造板の幅も特に限定せず、製造設備で製造可能な幅の鋳造材を利用できるが、後述する圧延に対しては、1000 mm 以下、さらには 500 mm 以下の場合に特に

10

20

30

40

50

有効である。本例では、鑄造した長尺な鑄造材をコイル形状に巻き取って鑄造コイル材とし、次の工程に供する。巻き取り時、鑄造材において特に巻き始め部分の温度を100～200程度にすると、AZ91合金といった割れが生じ易い合金種であっても、曲げ易くなって巻き取り易い。

#### 【0052】

(溶体化処理)

上記鑄造材に圧延を施してもよいが、圧延前の鑄造材に溶体化処理を施して、得られた溶体化材をMg合金素材板1としてもよい。溶体化処理によって鑄造材の均質化が可能となる。溶体化処理の条件は保持温度：350以上、好ましくは380～420、保持時間：30分～2400分が挙げられる。Alの含有量が高いほど保持時間を長くすることが好ましい。また、上記保持時間からの冷却工程において、水冷や衝風といった強制冷却などを利用して、冷却速度を速めると、粗大な析出物の析出を抑制して、圧延性に優れた板材とすることができる。溶体化処理を長尺な鑄造材に施す場合、上記鑄造コイル材のように、鑄造材をコイル形状に巻き取った状態で行うと、効率よく加熱できる。

#### 【0053】

[予熱]

上記鑄造材や上記溶体化処理が施されたMg合金素材に圧延を施して所望の機械的特性を有するMg合金圧延材を製造する。Mg合金素材に圧延を施す前に、圧延し易くするためにMg合金素材を予熱してもよい。予熱には、例えば、図1(B)に示すようなヒートボックス2といった加熱手段を利用すると、長尺なMg合金素材を一度に加熱可能で、作業性に優れる。ヒートボックス2は、コイル状に巻き取られたMg合金素材板1を収納可能な密閉容器であり、所定の温度にされた熱風が当該容器内に循環供給され、当該容器内を所望の温度に保持可能な雰囲気炉である。特に、ヒートボックス2からそのままMg合金素材板1を引き出して圧延を施す構成とすると、加熱したMg合金素材板1が圧延ロールに接触するまでの時間を短縮でき、圧延ロール3に接触するまでにMg合金素材板1の温度が低下することを効果的に抑制できる。具体的には、ヒートボックス2は、コイル状に巻き取られたMg合金素材板1を収納可能であり、当該Mg合金素材を繰り出し及び巻き取り可能なリール10を回転可能に支持する構成とすることが挙げられる。このようなヒートボックス2にMg合金素材を収納して、特定の温度に加熱する。なお、図1(B)はコイル状に巻き取られたMg合金素材板1をヒートボックス2内に収納した状態を示しており、実際には閉じて利用されるが、分かり易いように前面を開けた状態を示す。

#### 【0054】

なお、Mg合金素材を予熱する場合、Mg合金素材の温度が、300以下となるように加熱する。ヒートボックスなどの加熱手段の設定温度は、300以下の範囲で選択することができ、特に、圧延直前において、素材の表面温度が全パスに亘って150～300の範囲となるように設定温度を調整することが好ましい。ここで、Mg合金素材に多パスの圧延を施すと、加工熱によりMg合金素材の温度が上昇する傾向にある。一方、Mg合金素材を巻き戻して圧延ロールに接触するまでにMg合金素材の温度が低下することがある。従って、圧延速度(主として圧延時の素材の走行速度)、加熱手段から圧延ロールまでの距離、圧延ロールの温度、パス数などを考慮して、加熱手段の設定温度を調整することが好ましい。加熱手段の設定温度は、150～280が好ましく、特に200以上、とりわけ230～280が利用し易い。加熱時間は、Mg合金素材が所定の温度に加熱できるまでとすればよい。その他、加熱時間はコイルの重量、大きさ(幅、厚さ)、巻き数などに応じて適宜設定するとよい。

#### 【0055】

Mg合金素材板1の表面温度を圧延ロールの通過前後で測定してもよい。そのための温度センサは、圧延ロール3とリール10a、10bとのそれぞれの間に配置される。例えば、図1(A)において、紙面左側から右側に向かって素材板1が進行する方向を往路方向とすると、圧延ロール3の左側に配置される温度センサ4bfが圧延ロール3を通過する直前のMg合金素材板1の表面温度を検出し、圧延ロール3の右側に配置される温度

10

20

30

40

50

センサ4 b bが圧延ロール3を通過した直後の圧延板の表面温度を検出する。一方、紙面右側から左側に向かって素材板1が進行する方向を復路方向とすると、圧延ロール3の右側に配置される温度センサ4 b fが圧延ロール3を通過する直前のM g合金素材板1の表面温度を検出し、圧延ロール3の左側に配置される温度センサ4 b bが圧延ロール3を通過した直後の圧延板の表面温度を検出する。

【0056】

上記の温度範囲に予熱されたM g合金素材板1の表面温度を、圧延前に温度センサ4 b fで測定してもよい。この温度センサ4 b fの種類は、素材板1に接触させて測定する接触式センサでもよいが、素材板に疵をつけないためには非接触式センサが好ましい。この温度センサ4 b fの数や配置箇所は、圧延後に塑性加工を施したい箇所あるいは塑性加工性を高めたい箇所（以下、塑性加工予定箇所）と、それ以外の箇所とを個別に測定できるように適宜選択すればよい。例えば、塑性加工を施したい箇所が両端部のとき、温度センサ4 b fは、両端部と中央部の3箇所に配置することが挙げられる。そして、このセンサ4 b fで測定した温度に基づき、上記予熱の加熱温度や後述する発熱ランプの加熱温度を変更するなどの制御を行ってもよい。そうすれば、M g合金素材板1の幅方向の温度をばらつかせるなどの温度制御を行い易い。

10

【0057】

温度センサ4 b fの測定温度に基づいて、M g合金素材板1を再加熱するための補助加熱手段（図示せず）を配置してもよい。この補助加熱手段は、発熱ランプなどが挙げられ、温度センサ4 b f（4 b b）よりリール10 a（10 b）側に配置する。この補助加熱手段の配置する数は、少なくとも上記塑性加工予定箇所に配置してあればよい。そうすることで、塑性加工予定箇所をそれ以外よりも温度を高く維持することができ、塑性加工性を向上することができる。

20

【0058】

この再加熱を含めた予熱で、M g合金素材板1は、幅方向で温度分布を均一にして構わないが、温度分布をばらつかせておくと圧延時に幅方向の温度差を形成し易くて好ましい。後者の場合、例えば、上記塑性加工予定箇所を最高温度にし、それ以外の箇所を最低温度とするとよい。そうすることで、幅方向の温度分布がばらつき難い幅の狭いM g合金素材などでも、M g合金素材板の圧延具合をばらつかせやすくなる。後者の場合は、後述する圧延ロールの温度制御により、M g合金素材板の圧延具合をばらつかせればよい。

30

【0059】

[圧延]

ヒートボックス2といった加熱手段により加熱したM g合金素材板1をヒートボックス2から繰り出し、圧延ロール3に供給して圧延を施す。具体的には、例えば、図1(A)に示すような圧延ラインを構築することが挙げられる。この圧延ラインは、反転可能な一対のリール10 a, 10 bと、離間して配置されるこれら一対のリール10 a, 10 b間に配置され、走行するM g合金素材板1を挟持するように対向配置される一対の圧延ロール3とを具える。一方のリール10 aにコイル状のM g合金素材板1を設置して巻き戻し、M g合金素材板1の一端を他方のリール10 bで巻き取ることで、M g合金素材板1は、両リール間10 a, 10 bを走行する。この走行中、圧延ロール3に挟まれることで、M g合金素材板1に圧延を施すことができる。図1(A)に示す例では、各リール10 a, 10 bはそれぞれ、ヒートボックス2 a, 2 bに収納され、各リール10 a, 10 bに巻き取られたM g合金素材板1は各ヒートボックス2 a, 2 bにより加熱可能である。そして、加熱されたM g合金素材板1は、一方のリールから巻き戻され、一方のヒートボックスから排出されて、他方のヒートボックスに向かって走行し、他方のリールに巻き取られる。

40

【0060】

ここでは、M g合金素材板1の両端をそれぞれ、各リール10 a, 10 bに巻き取り、リール10 a, 10 bに巻き取られた両端側領域を除く中間領域を圧延ロール3に導入して、複数パスの圧延を施す。各パスの圧延は、1パスごとにリール10 a, 10 bの回転方向を逆転して行う。即ち、リバース圧延を行う。従って、最終パスまでM g合金素材板

50

1 をリール 10 a, 10 b から取り外さない。

【0061】

なお、図 1 において圧延ロール 3 の数は例示であり、Mg 合金素材板 1 の走行方向に複数対の圧延ロールを配置させた構成とすることができる。

【0062】

そして、圧延ロールを表面温度が、具体的には 230 ~ 290 の範囲になるように加熱する。230 以上とすることで、素材板を十分に加熱状態に維持できるため、素材板を塑性加工性に優れる状態にでき、圧延を良好に施せる。290 以下とすることで、素材板の結晶粒径の粗大化や圧延により導入される加工歪みの解放を抑制して、プレス加工性に優れる圧延板を製造することができる。

10

【0063】

上記温度の範囲内で、圧延ロール表面の幅方向における最高温度と最低温度の差が 10 超となるように温度制御する。ここでいう幅方向における最高温度と最低温度の差とは、圧延ロール表面のうち Mg 合金素材板 1 が通過する範囲における最高温度と最低温度の差のことを言う。具体的には、塑性加工予定箇所の表面温度がそれ以外の箇所よりも高くなるように、圧延ロール表面を温度制御するとよい。本例では、幅方向の両端部の温度を中央部の温度よりも高くする。このようにして、圧延ロールの幅方向全体の温度差を大きくすることで、幅方向の圧延具合をばらつかせることができる。つまり、Mg 合金圧延材の機械的特性を幅方向の局所で異ならせることができる。この最高温度と最低温度の差は 20 程度までとする。

20

【0064】

また、圧延ロールの幅方向に任意の 2 点の温度差が 6 超となるように温度制御することが好ましい。例えば、この任意の 2 点は、特に上記塑性加工予定箇所とそれ以外の箇所とする。この 2 点の温度差を大きくすることで、圧延ロールの幅方向全体の温度分布をばらつかせ易く、その結果、Mg 合金素材の圧延具合を効果的にばらつかせることができる。この 2 点の距離は、圧延後の塑性加工品の形状に合わせて適宜選択するとよい。

【0065】

圧延ロールに供給される直前の素材の温度を温度センサ 4 b f で確認して、測定した温度に基づき、圧延ロールの温度も変更するなどの温度制御を行うと、Mg 合金素材の幅方向の温度をばらつかせて圧延を施し易く、Mg 合金素材の幅方向で圧延具合をばらつかせ易い。圧延ロールの温度も温度センサ 4 r により、確認できるようにする。この温度センサ 4 r もロール 3 に接触させて測定する接触型センサでもよいし、非接触型センサでもよい。温度センサ 4 r を配置する数や位置は、ロール 3 の幅方向の少なくとも中央部および両端部の 3 箇所を測定できるように適宜選択すればよい。例えば、3 つの温度センサ 4 r を中央部と両端部にそれぞれ配置して、各々の温度を測定するようにすることが挙げられる。

30

【0066】

さらに、圧延ロール 3 を通過した直後の素材板 1 の温度も同様に、温度センサ 4 b b で確認する。温度センサ 4 b b で測定した温度に基づいて、圧延ロール 3 の加熱温度を適宜変更するなどの温度制御を行うことが好ましい。そうすることで、Mg 合金素材板 1 の幅方向全体の温度を制御し易くなる。この温度センサ 4 b b の測定により、Mg 合金素材の幅方向の最高温度と最低温度の差が 8 超となればよい。つまり、そうなるように圧延ロール 3 の温度制御をすることが好ましい。この 2 点の温度差を大きくすることで、圧延ロールの幅方向全体の温度分布をばらつかせ易く、その結果、Mg 合金素材の圧延具合を効果的にばらつかせることができる。

40

【0067】

上述のように圧延ロール 3 の幅方向の温度分布をばらつかせる際、圧延ロール 3 の幅方向で最高温度となる箇所の圧延ロール径を、それ以外の箇所、特に最低温度となる箇所の圧延ロール径より小さくしておくことが好ましい。具体的には、圧延ロールの最高温度と最低温度の差と圧延ロール 3 を構成する材料の熱膨張係数とから各温度となる圧延ロール

50

3の表面の熱膨張差量を考慮して上記の径差を設計するとよい。そうすることで、Mg合金素材板1に圧延を施した際、Mg合金圧延板の幅方向における厚さにばらつきが生じ難くすることができる。

【0068】

また、コイル状に巻き取られた素材板1の全体は、巻き戻した一部分に比較して熱容量が大きいため、上記搬送時や設置時は比較的溫度が低下し難いと考えられる。これに対して、リール10やサプライ装置から繰り出した後、圧延ロール3に接触するまでの溫度低下は、比較的大きくなる恐れがある。この理由として、上述のように素材の一部分であり、熱容量が小さいことや、マグネシウム合金が熱伝導性に優れる金属であることから、冷却され易いことが考えられる。圧延ロール3に接するまでの素材板1の溫度の低下度合いは、素材板1の厚さや素材板1の走行速度などに影響を受け、板厚が薄いほど、また、圧延速度が遅いほど当該溫度が低下し易い。素材板1の表面溫度が170よりも低くなる前、好ましくは180以上、特に210以上で圧延ロール3に供給することが好ましい。なお、圧延ロールの回転速度(周速)は、素材の走行速度に応じて適宜調整するとよく、例えば、5m/分~200m/分であると、効率よく圧延を施すことができる。

10

【0069】

圧延ロール3の表面溫度を上述したように制御するために、圧延ロール3は、幅方向に3つ以上の領域を有し、各領域毎に溫度制御する。その手段として、例えば、カートリッジヒータといったヒータを内蔵させたり(ヒータ式)、加熱した油(熱媒油)などの液体を圧延ロール内に導入あるいはロール内で循環させたり(液体循環式)、溫度を調節した加熱流体を直接付着することが挙げられる。加熱流体を圧延ロール3に直接付着させる具体的な手段としては、熱風などの気体を吹き付ける(熱風式)ことや、後述する潤滑剤などを塗布することが挙げられる。この中でも特に、圧延ロール3の内部に加熱した油を循環させて当該ロールを加熱すると、圧延ロール3において幅方向及び周方向に満遍なく加熱流体を充填できるため、上記各領域毎で圧延ロール3の内部から速やかに所定の溫度に制御することができ、当該ロールの幅方向の最高溫度と最低溫度の差を上述した範囲に抑え易い。循環させる液体の溫度は、圧延ロール3の大きさ(幅、直径)や材質、そして、上記領域の幅や位置にもよるが、圧延ロール3の設定表面溫度+10程度が好ましい。上記液体の循環には、例えば、水冷銅などに利用されている液体循環機構を適用できる。その他、圧延ロール3の幅方向の溫度のばらつきを大きくするには、ヒータ式では、複数本のヒータを上記領域毎に調整して収納することが好ましい。つまり、加熱状態が維持され易いロール中央部と、加熱状態が維持され難い端部とで収納するヒータの本数を変えたり、ヒータの溫度を変えたりすることが好ましい。圧延ロール3の回転軸における各ヒータ側と電源側との電氣的接続には、摺動接点を利用すればよい。熱風式では、気体の溫度、吹付け量、吹出し口の数、吹出し口の配置位置などを調整することが挙げられる。

20

30

【0070】

各パスの圧延において1パスあたりの圧下率は適宜選択することができる。1パスあたりの圧下率は10%以上40%以下、総圧下率は75%以上85%以下が好ましい。このような圧下率で複数回(多パス)のロール圧延を素材に施すことで所望の板厚にしたり、平均結晶粒径を小さくしたり、プレス加工性を高めたりすることができる上に表面割れといった欠陥の発生を抑制できる。

40

【0071】

圧延にあたり、潤滑剤を利用すると、圧延ロールと素材との摩擦を低減して、良好に圧延を行えて好ましい。潤滑剤は、圧延ロールに適宜塗布するとよい。但し、潤滑剤の種類によっては、素材に残存した潤滑剤が次の予熱工程での加熱や圧延ロールとの接触による加熱により焼き付いて変質層が生じることがある、との知見を得た。また、このような変質層が存在すると、素材の厚さにばらつきが生じたり、それに伴い素材が蛇行したり、一方向に偏って走行したり(横流れしたり)して、その結果、巻きずれが大きくなり易い、との知見を得た。更に、詳しいメカニズムは定かではないが、素材の幅方向の中央部よりも両縁部側に潤滑剤が残存し易い、との知見を得た。そこで、潤滑剤は、圧延ロールの加

50

熱温度の最大値：290、余裕を考慮して、300程度で変質層が形成されないものを利用することが好ましい。また、上述のように素材に潤滑剤や変質層が局所的に存在することを防止するために、圧延ロールに素材を供給する直前において、素材の表面の潤滑剤を均すことが好ましい。例えば、圧延ロールの上流側に、刷毛やワイパなどの均し手段を配置しておき、素材の表面の潤滑剤の斑を均一化することが挙げられる。

【0072】

圧延時に素材1に加わる張力を調整するために、圧延ロール3の前後にピンチロール（図示せず）を配置することができる。ピンチロールとの接触による素材の温度低下を防ぐために、ピンチロールは、200～250程度に加熱することが好ましい。

【0073】

（巻取）

上記圧延が施されて得られた圧延板は、コイル状に巻き取られる。そして、上記予熱工程、圧延工程、この巻取工程という一連の工程を連続して繰り返し行い、目的の回数ロール圧延を行った後、得られた圧延板（マグネシウム合金板）を最終的にコイル形状に巻き取る。得られたコイル材を構成するマグネシウム合金板は、圧延による導入された加工歪み（せん断帯）が存在する組織を有する。このような組織を有することで、上記マグネシウム合金板は、プレス加工といった塑性加工時に動的再結晶化を生じて、塑性加工性に優れる。特に、最終パスの圧延において、巻き取り直前の圧延板の温度を再結晶しない温度、具体的には250以下にして巻き取ると、平坦度に優れるマグネシウム合金板が得られる上に、上記加工歪みが十分に残存する組織とすることができる。巻き取り直前の圧延板を再結晶しない温度にするには、素材の走行速度を調整してもよいが、衝風などの強制冷却により圧延板を冷却すると短時間で所定の温度にすることができ、作業性に優れる。

【0074】

（矯正工程）

上記巻き取られたコイル材は、そのまま製品（代表的には塑性加工材といったマグネシウム合金材の素材）として使用できる。更に、このコイル材を巻き戻して、圧延板に所定の曲げを付与し、圧延により導入された加工歪みの矯正を行うことができる。矯正にはローラレベラを好適に用いることができる。ローラレベラは少なくとも一対の対向配置されたローラを具え、このローラ間に素材を挿通させることで曲げを付与するものである。特に複数のローラが千鳥状に配置され、これらローラ間に圧延板を通過させて、圧延板に繰り返し曲げを付与可能なものを好適に利用できる。このような矯正を行うことで、平坦度に更に優れるマグネシウム合金板とすることができる上に、上記加工歪みが十分に存在することで、プレス加工といった塑性加工性に優れる。上記ローラに加熱手段、例えばヒータを具えて、加熱したローラにより圧延板に曲げを付与する温間矯正とすると、割れなどが生じ難い。上記ローラ温度は100以上300以下が好ましい。矯正により付与する曲げ量の調整は、ローラの大きさ、数、対向配置されるローラ間の間隔（ギャップ）、素材の進行方向に隣り合うローラ間の間隔などを調整することで行える。矯正を施す前に素材となるマグネシウム合金板（圧延板）を予め加熱してもよい。具体的な加熱温度は100以上250以下、好ましくは200以上が挙げられる。

【0075】

矯正工程を経たマグネシウム合金板はそのまま製品（代表的には塑性加工材といったマグネシウム合金材の素材）として使用することができる。さらに表面状態を良好にするために、研磨ベルトなどを利用して表面研磨を行ってもよい。

【0076】

<作用効果>

上述した実施形態に係るMg合金圧延材、およびMg合金圧延材の製造方法によれば、以下の効果を奏する。

【0077】

（1）機械的特性が圧延材の幅方向の局所で異なる。そのため、塑性加工する箇所だけ局所的に塑性加工性に優れるので、本発明の圧延材は所望の箇所に塑性加工する場合に好

10

20

30

40

50

適に利用することができる。

【0078】

(2) 上述した製造方法によれば、圧延ロールの幅方向全体の温度差をばらつかせることで、圧延材の幅方向の圧延具合をばらつかせ、機械的特性が幅方向の局所で異なるMg合金圧延材を製造することができる。

【0079】

<試験例>

試験例として、次のMg合金圧延材を作製し、機械的特性を調べる。まず、双ロール鋳造により、Mg-9.0質量%A1-1.0質量%Znを含有するAZ91相当の組成であるMg合金素材板と、Mg-3.0質量%A1-1.0質量%Znを含有するAZ31相当の組成であるMg合金コイル材を製造する。これら各コイル材の板厚は5.0mm、板幅は320mm、長さは100mである。これら各試料には、圧延前に400℃で20時間の溶体化処理を施す。その後、以下に示す条件で圧延を施し、AZ91からなる試料1~4と、AZ31からなる試料5~8とを作製した。

【0080】

(圧延条件)

- ・複数パス圧延 圧下率：15~25%/パス
- ・最終厚さ：0.8mmまで圧延(幅：300mm) 総圧下率：84%
- ・圧延ロールの加熱方法：ロール外部から加熱

ここでは、圧延前に、試料1~4では加熱装置(ヒートボックス)の設定温度を260℃程度としてMg合金素材板を予熱し、試料5~8では同設定温度を230℃程度としてMg合金素材板を予熱してから各試料に圧延を施した。従って、各試料のMg合金素材板は、圧延ロールに導入される直前において、同素材板の幅方向両側では温度が低く、中央側では温度が高い温度分布になっていると推測される。そして、最終圧延後、Mg合金圧延板を巻き取る直前にトリミングを施して上記の幅となるように調整した。なお、トリミングは、圧延前後の適宜な段階で施すことができる。

【0081】

圧延ロールの加熱方法は、圧延ロールの幅方向を略均等に3つの領域にわけ、その3つの領域に温度を調整した潤滑剤を直接塗布させることで行った。試料1では、3つの領域の中央に235~245℃に調節した潤滑剤を塗布し、その両側に250~260℃に調節した潤滑剤を塗布して、ロール表面温度を幅方向の端部が中央部よりも高くなるようにした。一方、試料5では、同中央に205~215℃に調節した潤滑剤を塗布し、その両側に220~230℃に調節した潤滑剤を塗布して、ロール表面温度を幅方向の端部が中央部よりも高くなるようにした。

【0082】

圧延を施すに際して、圧延ロール表面、圧延直後のMg合金圧延板の表面の温度を、次のように測定して求めた。圧延ロールの表面において素材板が接触する領域内で、当該ロールの幅方向(軸方向と平行な方向)に沿って任意の直線を取り、この直線上で複数点の温度を測定する。ここでは、圧延ロール、Mg合金圧延材のそれぞれの表面において上記任意の直線を取り、この直線上で幅方向一端から50mm、160mm、260mmの計3点をとって各点の温度を非接触式の温度センサで測定した。その際、圧延ロールの表面の温度は、潤滑剤自体の温度を計測しないよう、圧延ロールの表面のうち、潤滑材の噴射領域から離れた箇所の温度を計測する。それらの値を表1、2に示す。

【0083】

10

20

30

40

【表 1】

試料 No.	上段: 圧延ロール表面温度(°C) 下段: 2点間の温度差(°C)			最高温度 — 最低温度
	測定地点(mm)			
	50	160	260	
1	253	241	252	12
	12		11	
2	251	243	250	8
	8		7	
3	249	247	250	3
	2		3	
4	251	251	250	1
	0		1	
5	223	210	221	13
	13		11	
6	220	213	220	7
	7		7	
7	222	224	222	2
	2		2	
8	223	224	223	1
	1		1	

10

20

【 0 0 8 4 】

【表 2】

試料 No.	上段: Mg合金圧延板の表面温度(°C) 下段: 2点間の温度差(°C)			最高温度 — 最低温度
	測定地点(mm)			
	50	160	260	
1	255	246	255	9
	9		9	
2	253	246	252	7
	7		6	
3	251	249	252	3
	2		3	
4	252	253	251	2
	1		2	
5	222	212	223	11
	10		11	
6	223	216	222	7
	7		6	
7	223	226	224	3
	3		2	
8	224	225	224	1
	1		1	

30

40

【 0 0 8 5 】

[ 機械的特性評価 ]

圧延後の得られた Mg 合金圧延材の試料 1 ~ 8 に対して、以下の特性について評価を行った。

【 0 0 8 6 】

[ 底面ピーク比 ]

50

試料 1 ~ 8 の底面ピーク比を、X 線回折のピーク強度により測定した。この測定は、各試料の幅方向一端から 50 mm (端部)、160 mm (中央部)、260 mm (端部) の地点の表面に対して X 線回折することにより、(002) 面、(100) 面、(101) 面、(102) 面、(110) 面、(103) 面のピーク強度を求めた。その結果から、端部と中央部との底面ピーク比  $O_E$ 、 $O_C$  をそれぞれ求め、その比率  $O_E / O_C$  も求めた。この底面ピーク比  $O_C$ 、 $O_E$  は、中央部と端部における上記各面の X 線回折のピーク強度をそれぞれ  $I_C(002)$ 、 $I_C(100)$ 、 $I_C(101)$ 、 $I_C(102)$ 、 $I_C(110)$ 、 $I_C(103)$ 、 $I_E(002)$ 、 $I_E(100)$ 、 $I_E(101)$ 、 $I_E(102)$ 、 $I_E(110)$ 、 $I_E(103)$  とするとき、次の式で表される。

$$\text{底面ピーク比 } O_C : I_C(002) / \{ I_C(100) + I_C(002) + I_C(101) + I_C(102) + I_C(110) + I_C(103) \} \quad 10$$

$$\text{底面ピーク比 } O_E : I_E(002) / \{ I_E(100) + I_E(002) + I_E(101) + I_E(102) + I_E(110) + I_E(103) \}$$

その結果を表 3 に示す。

#### 【0087】

##### [平均結晶粒径]

試料 1 ~ 8 の平均結晶粒径を、「鋼 - 結晶粒度の顕微鏡試験方法 JIS G 0551 (2005)」に基づいて測定した。この測定は、各試料の幅方向一端から 50 mm (端部)、160 mm (中央部)、260 mm (端部) の地点において、圧延方向と直交する断面について行った。その結果から、端部と中央部との平均結晶粒径比  $D_E / D_C$  を求めた。その結果を表 3 に示す

#### 【0088】

##### [引張試験]

試料 1 ~ 8 の伸び、引張強さ、0.2% 耐力を、「金属材料引張試験方法 JIS Z 2241 (1998)」に基づいて測定した。この測定に際し、試料の幅方向一端から 50 mm (端部)、160 mm (中央部)、260 mm (端部) の地点において、JIS 13号 B 試験片 (JIS Z 2201 (1998)) を、その長手が圧延方向に沿うように切り出し、その試験片に対して引張試験を施すことで行った。その結果から、端部と中央部との伸び比  $E_E / E_C$ 、引張強さ比  $Ts_E / Ts_C$ 、0.2% 耐力比  $Ps_E / Ps_C$  をそれぞれ求めた。それらの結果を表 4 に示す。

#### 【0089】

##### [プレス試験]

試料 1 ~ 8 に対して、プレス機によりプレスする。プレスは、J 型の凹部を有する下型に、この凹部を覆うようにサンプルを載置して、直方体状の上型を押しつけることにより行う。上型は、50 mm x 90 mm の直方体状で、上記試料に当接する四つの辺が丸められており、各辺は、一定の曲げ半径を有する。また、上型と下型にはヒータと熱電対を埋め込み、プレス時の温度条件を所望の温度に調節することができるようにし、上記両端部の近傍に対して圧延方向に沿って塑性加工を施し、対向する 2 辺の近傍がほぼ直角に屈曲されて断面が J 型の成型品を得た。

#### 【0090】

40

【表 3】

試料 No.	底面ピーク比			底面ピーク比の 比率( $O_E/O_C$ )			結晶粒径			結晶粒径比 ( $D_E/D_C$ )		
	測定地点(mm)			50/160	260/160	50/160	160	260	50/160	160	260/160	
	50	160	260									
1	0.858	0.980	0.859	0.876	0.877	0.877	5.8	3.8	5.8	1.53	1.53	
2	0.859	0.978	0.858	0.878	0.877	0.877	5.9	3.9	5.8	1.51	1.49	
3	0.863	0.871	0.864	0.991	0.992	0.992	5.3	4.9	5.4	1.08	1.10	
4	0.862	0.865	0.863	0.997	0.998	0.998	5.5	5.6	5.6	0.98	1.00	
5	0.709	0.800	0.710	0.886	0.888	0.888	6.2	4.1	6.2	1.51	1.51	
6	0.701	0.798	0.699	0.878	0.876	0.876	6.3	4.2	6.1	1.50	1.45	
7	0.715	0.721	0.714	0.992	0.990	0.990	5.8	5.6	5.7	1.04	1.02	
8	0.713	0.716	0.713	0.996	0.996	0.996	5.7	5.7	5.6	1.00	0.98	

【 0 0 9 1 】

10

20

30

【表 4】

試料 No.	0.2%耐力(MPa)		0.2%耐力比 ( $P_{SE}/P_{SC}$ )		引張強さ(MPa)		引張強さ比 ( $T_{SE}/T_{SC}$ )		伸び(%)		伸び比( $E_E/E_C$ )				
	測定地点(mm)	50/160	260/160	50/160	測定地点(mm)	260/160	50/160	測定地点(mm)	260/160	50/160	260/160				
1	248	278	249	0.892	0.896	324	366	329	0.885	0.899	12.0	7.0	11.0	1.71	1.57
2	247	276	248	0.895	0.899	322	364	326	0.885	0.896	12.0	7.5	11.0	1.60	1.47
3	248	251	247	0.988	0.984	329	330	331	0.997	1.003	12.0	11.0	11.0	1.09	1.00
4	250	252	251	0.992	0.996	332	329	330	1.009	1.003	10.0	12.0	11.0	0.83	0.92
5	220	248	219	0.887	0.883	278	318	278	0.874	0.874	18.0	11.5	17.5	1.57	1.52
6	221	246	218	0.898	0.886	279	316	280	0.883	0.886	18.0	11.5	17.0	1.57	1.48
7	218	221	217	0.986	0.982	279	284	281	0.982	0.989	18.0	18.0	19.0	1.00	1.06
8	220	222	221	0.991	0.995	280	283	281	0.989	0.993	19.0	18.0	19.0	1.06	1.06

10

20

30

40

【0092】

[結果]

プレス試験の結果、試料1～8の端部に割れや亀裂が見られなかった。しかし、引張試験の結果より、特に試料1と5に関しては、試料3、4、7、8と比較して中央部の引張強さも強かった。つまり、試料1、5は、両端部が塑性加工し易く、中央部は高強度の圧延材であった。

【0093】

[まとめ]

50

Mg合金素材を圧延する際、圧延ロール表面の幅方向全体の温度差を大きくして幅方向の圧延具合をばらつかせることで、幅方向の局所で機械的特性がばらつくことがわかった。このように圧延具合をばらつかせることで、幅方向の局所で機械的特性の異なるMg合金圧延材が得られることもわかった。

【0094】

なお、上述した実施の形態は、本発明の要旨を逸脱することなく、適宜変更することが可能であり、上述した構成に限定されるものではない。

【産業上の利用可能性】

【0095】

本発明のMg合金圧延材は、局所的に塑性加工する部材に好適に利用することができる。本発明のMg合金圧延材の製造方法は、機械的特性が幅方向の局所で異なり、塑性加工する箇所だけ局所的に塑性加工性に優れるMg合金圧延材の製造に好適に利用することができる。

10

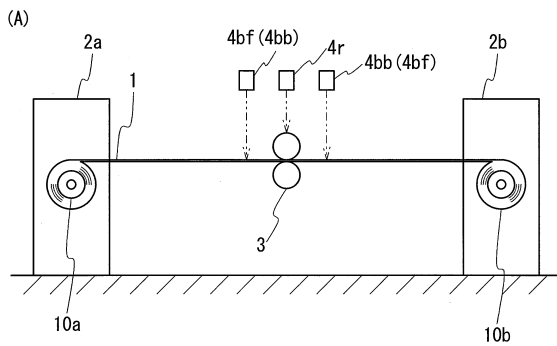
【符号の説明】

【0096】

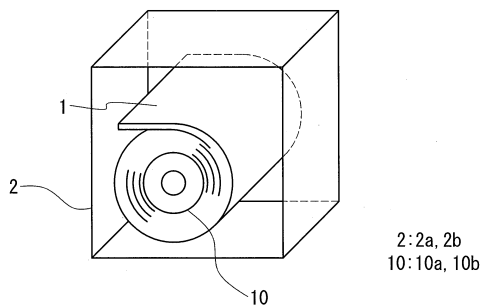
- 1 Mg合金素材板
- 2、2a、2b ヒートボックス
- 3 圧延ロール
- 4bf、4bb、4r 温度センサ
- 10、10a、10b リール

20

【図1】



(B)



2: 2a, 2b  
10: 10a, 10b

## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
C 2 2 F 1/00 6 8 5 A  
C 2 2 F 1/00 6 9 1 B  
C 2 2 F 1/00 6 9 4 B

(72)発明者 藤井 正章  
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内  
(72)発明者 伊藤 雅彦  
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内  
(72)発明者 河部 望  
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

審査官 酒井 英夫

(56)参考文献 特開2007-044751(JP,A)  
特開2007-098470(JP,A)  
特開2001-252703(JP,A)  
国際公開第2011/065248(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)  
B 2 1 B 3 / 0 0 , 2 7 / 0 6