

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5757085号
(P5757085)

(45) 発行日 平成27年7月29日(2015.7.29)

(24) 登録日 平成27年6月12日(2015.6.12)

(51) Int.Cl.		F I			
B 2 1 B	3/00	(2006.01)	B 2 1 B	3/00	L
B 2 1 B	1/26	(2006.01)	B 2 1 B	1/26	D
B 2 1 C	47/26	(2006.01)	B 2 1 C	47/26	A

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2010-286601 (P2010-286601)	(73) 特許権者	000002130
(22) 出願日	平成22年12月22日(2010.12.22)		住友電気工業株式会社
(65) 公開番号	特開2012-130957 (P2012-130957A)		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7月12日(2012.7.12)	(74) 代理人	100100147
審査請求日	平成25年7月24日(2013.7.24)		弁理士 山野 宏
		(72) 発明者	北村 貴彦
			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	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	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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マグネシウム合金コイル材、マグネシウム合金コイル材の製造方法、マグネシウム合金部材、及びマグネシウム合金部材の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マグネシウム合金からなる板状材が円筒状に巻き取られたマグネシウム合金コイル材であって、

前記コイル材の内径が1000mm以下であり、

前記コイル材を構成する板状材の残留応力が30MPa超であり、

以下の平坦度を満たすマグネシウム合金コイル材。

(平坦度)

前記コイル材を構成する板状材のうち、最内周側に位置する板状材を長さ：1000mmに切断して試験片とし、この試験片を水平台上に載置したとき、前記水平台の表面と、当該試験片の一面において前記水平台に接触しない箇所との鉛直方向の最大距離を平坦度とし、当該平坦度が5mm以下である。

【請求項2】

前記マグネシウム合金は、添加元素にAlを5.8質量%以上12質量%以下含有する請求項1に記載のマグネシウム合金コイル材。

【請求項3】

前記マグネシウム合金は、添加元素にAlを8.3質量%以上9.5質量%以下含有する請求項1又は請求項2に記載のマグネシウム合金コイル材。

【請求項4】

前記平坦度が1mm以下である請求項1～請求項3のいずれか1項に記載のマグネシウム

ム合金コイル材。

【請求項5】

前記平坦度が0.5mm以下である請求項1～請求項4のいずれか1項に記載のマグネシウム合金コイル材。

【請求項6】

マグネシウム合金を連続鋳造した鋳造材に圧延を施し、圧延板を巻き取る工程と、得られた前記圧延板を巻き戻して、前記圧延板を挟むように配置される少なくとも一対の矯正ローラ間を通過させて曲げを付与する矯正加工を施し、加工板を得る工程と、得られた前記加工板を円筒状に巻き取って、内径が1000mm以下のコイル材を形成する工程とを具え、

10

前記矯正加工は、前記圧延板に30MPa以上150MPa以下の張力を加えた状態で100未満の冷間で行うマグネシウム合金コイル材の製造方法。

【請求項7】

請求項1～請求項5のいずれか1項に記載のマグネシウム合金コイル材を巻き戻して、前記板状材に塑性加工を施すマグネシウム合金部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マグネシウム合金部材の素材に適したマグネシウム合金コイル材及びその製造方法、このコイル材により製造したマグネシウム合金部材及びその製造方法に関するものである。特に、平坦性及び塑性加工性に優れるマグネシウム合金コイル材に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

携帯電話やノート型コンピュータといった携帯用電気・電子機器類の筐体、自動車用品などの各種の部材の構成材料として、マグネシウム合金が検討されている。マグネシウム合金は、軽量で、比強度・比剛性が高く、衝撃吸収性に優れるものの、六方晶の結晶構造(hcp構造)を有することから、室温での塑性加工性に乏しい。そのため、マグネシウム合金からなる部材は、ダイキャスト法やチクソモールド法による鋳造材(例えば、ASTM規格のAZ91合金)が主流である。しかし、上記鋳造方法では薄い板材、特に、上記各種の部材を大量生産にするにあたり、その素材に適した長尺な板材を製造することが困難である。

30

【0003】

一方、ASTM規格のAZ31合金に代表される展伸用マグネシウム合金は、比較的塑性加工を施し易いため、当該合金からなる鋳造板に圧延やプレス加工を施した部材が使用されつつある。特許文献1では、AZ91合金と同程度のAlを含有する合金からなる圧延板にロールレベラにより曲げを付与して、せん断帯を残存させた板材を開示している。この板材は、プレス加工時に再結晶を連続的に生じることができ、プレス成形性に優れる。また、AZ91合金や当該合金と同等程度のAlを含有する合金は、耐食性や強度が高いことから、今後、展伸材としての需要が高まると期待される。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】国際公開第2009/001516号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

マグネシウム合金部材の生産性を向上することが望まれている。

マグネシウム合金部材の生産性を向上するためには、プレス加工などの塑性加工やその他の加工を行うにあたり、加工装置に素材を連続的に供給することが望まれる。例えば、

50

長尺な圧延板などの板状材を円筒状に巻き取ったコイル材を素材に利用することで、上記加工装置に素材を連続的に供給することができる。

【0006】

しかし、コイル材では、巻き癖などにより平坦性に劣る恐れがある。

コイル材の巻き取り径(内径)を小さくすると、長尺材でも小型にできるため、搬送や上記加工装置への設置などが容易である上に、上記加工装置に対して一つのコイル材から供給可能な素材量を多くでき、マグネシウム合金部材の生産性をより高められると期待される。しかし、巻き取り径が小さいと、特に、巻き取り径が1000mm以下であると、当該板状材に巻き癖が付き易く、変形や反りを有する恐れがある。

【0007】

巻き癖が付いた場合、コイル材を巻き戻しただけでは曲がっていて平坦にならない。このような曲がった板状材を加工装置に供給すると、プレス加工といった塑性加工や打ち抜き加工といった、形状を変化させるための加工を行うにあたり、加工装置の所定の位置に当該板状材を精度良く位置決めすることが困難である。その結果、塑性加工部材を精度良く製造できず、寸法不良により歩留まりが低下し、マグネシウム合金部材の生産性の低下を招く。加工装置に板状材を精度良く配置するために、別途、矯正などの加工を行うと、工程数の増加により、マグネシウム合金部材の生産性の低下を招く。

【0008】

特許文献1に記載されるロールレベラを用いた処理を施すことで、平坦性に優れるマグネシウム合金板が得られる。しかし、上記処理を温間で行うことで、加熱設備や加熱のためのエネルギーが必要であり、マグネシウム合金部材の生産性の更なる向上が難しい。また、上記処理を温間で行うことで、圧延により導入された歪み(せん断帯)がある程度解放されることを防止できず、塑性加工性を更に高めることに限界がある。

【0009】

そこで、本発明の目的の一つは、平坦性及び塑性加工性に優れるマグネシウム合金コイル材、及びその製造方法を提供することにある。また、本発明の他の目的は、上記コイル材を用いて得られたマグネシウム合金部材、及びそ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】

【0010】

本発明者らは、プレス成形品などのマグネシウム合金部材の素材として、マグネシウム合金からなるコイル材を対象として、特に、巻き戻した状態の板状材の平坦性を高める手法を種々検討した。上述のようにロールレベラにより矯正加工を施せば、平坦性を高められる。しかし、温間で矯正加工を施し、得られた板状材を加熱状態で巻き取ると、塑性加工性が高められているため変形し易く、板状材に巻き癖が付き易くなる。そのため、矯正加工を施したコイル材であっても、上述した加工装置に供給する直前に、再度、矯正を施す必要がある。これに対して、冷間で矯正加工を施して巻き取れば、巻き取った板状材に巻き癖が付き難く、一旦巻き取ったコイル材を巻き戻しても、当該板状材は平坦性に優れる。また、冷間で矯正加工を施すことで、歪み(せん断帯)の解放を防止し、歪みが十分に存在するコイル材とすることができ、塑性加工性の向上を図ることができる。

【0011】

しかし、マグネシウム合金は、室温(20 ~ 25 程度)での塑性加工性に劣る金属であり、冷間で矯正加工を行うと割れなどが生じる恐れがある。割れなどが生じないように曲げの付与度合いを調整すると、平坦性に優れるコイル材を得ることが難しい。本発明者らは、更に検討した結果、コイル材に特定の大きさの張力を加えた状態で矯正加工を行うと、冷間で矯正加工を施しても、割れなどが生じず、かつ平坦性にも非常に優れるコイル材が得られる、との知見を得た。また、得られたコイル材は、歪み(せん断帯)が十分に存在することで、プレス加工といった塑性加工を施したときに動的再結晶化が十分に生じて、塑性加工性に優れる、との知見を得た。本発明は、上記知見に基づくものである。

【0012】

本発明のマグネシウム合金コイル材は、マグネシウム合金からなる板状材が円筒状に巻

10

20

30

40

50

き取られたものであり、このコイル材の内径が1000mm以下である。そして、このコイル材を構成する板状材の残留応力が30MPa超であり、かつこのコイル材は、以下の平坦度を満たす。

(平坦度)

上記コイル材を構成する板状材のうち、最内周側に位置する板状材を長さ:1000mmに切断して試験片とし、この試験片を水平台上に載置したとき、上記水平台の表面と、当該試験片の一面において上記水平台に接触しない箇所との鉛直方向の最大距離を平坦度とし、当該平坦度が5mm以下である。

【0013】

本発明コイル材は、内径が1000mm以下と小さい。従って、本発明コイル材のうち、最内周側の板状材には、曲げ半径が500mm以下といった比較的きつい曲げが加えられた状態である。しかし、本発明コイル材を巻き戻すと、当該コイル材を構成する板状材は、上述のように高い平坦性を有している。即ち、上記板状材は、巻き癖がつき難い、或いは実質的についていない。従って、本発明コイル材を巻き戻した板状材をそのままプレス加工といった塑性加工や切断などの各種の加工を行う加工装置に供給する際、精度良く位置決めすることができる。

【0014】

このような本発明コイル材を利用することで、上記塑性加工や切断などの加工直前に巻き癖による変形や反りを除去するための矯正工程自体を省略することができる。また、本発明コイル材は、後述するように冷間にて矯正加工を施して製造されることで、加熱に要するエネルギーも省略或いは低減でき、生産性に優れる。従って、本発明コイル材を利用することで、素材を塑性加工装置などの加工装置に連続的に供給できることから、箱などの立体形状や板などの平面形状など、種々の形状のマグネシウム合金部材を生産性良く製造することができる。このように本発明コイル材は、マグネシウム合金部材の素材に好適に利用できる上に、マグネシウム合金部材の生産性の向上に寄与できると期待される。また、素材となる本発明コイル材が上述のように平坦性に優れるため、上述した各種の加工を精度良く行え、寸法精度に優れるマグネシウム合金部材が得られると期待される。

【0015】

ここで、後述する矯正加工が施されたコイル材は、当該コイル材を構成する板状材の表面の任意の方向に圧縮性の残留応力を有する。また、圧縮性の残留応力を有することは、上記矯正加工が施されていることを示す指標の一つや歪み(せん断帯)が存在することを示す指標の一つとして利用できる場合がある。本発明コイル材は、上記残留応力が十分に高い。換言すれば、本発明コイル材は、歪み(せん断帯)が十分に存在する。そのため、本発明コイル材は、塑性加工時に動的再結晶化が十分に生じることができ、塑性加工性に優れる。この点からも本発明コイル材は、塑性加工部材(本発明マグネシウム合金部材の一形態)の素材に好適に利用できる上に、塑性加工部材の生産性の向上に寄与できると期待される。

【0016】

本発明の一形態として、上記平坦度が0.5mm以下である形態が挙げられる。

【0017】

後述するように冷間でかつ張力を加えて矯正加工を施すことで、巻き癖がつき難く、かつ矯正による効果も十分に得られることから、本発明コイル材は、平坦度が0.5mm以下といった平坦性に更に優れる形態とすることができる。

【0018】

上記本発明コイル材や後述する本発明マグネシウム合金部材を構成するマグネシウム合金は、Mgに添加元素を含有した種々の組成のもの(残部:Mg及び不純物、Mg:50質量%以上)が挙げられる。添加元素は、例えば、Al,Zn,Mn,Si,Ca,Sr,Y,Cu,Ag,Ce,Sn,Li,Zr,Be,Ni,Au及び希土類元素(Y,Ceを除く)から選択される少なくとも1種の元素が挙げられる。添加元素が多いほど、強度や耐食性などに優れるが、多過ぎると偏析による欠陥や塑性加工性

10

20

30

40

50

の低下により割れなどが生じ易くなることから、添加元素の合計含有量は20質量%以下が好ましい。不純物は、例えば、Feなどが挙げられる。

【0019】

本発明の一形態として、上記マグネシウム合金が添加元素にAlを5.8質量%以上12質量%以下含有する形態が挙げられる。また、本発明の一形態として、上記マグネシウム合金が添加元素にAlを8.3質量%以上9.5質量%以下含有する形態が挙げられる。

【0020】

Alを含有するMg-Al系合金は、耐食性に優れ、Al量が多いほど強度が向上し、耐食性にも優れる傾向にある。しかし、Alが、多過ぎると曲げを含む塑性加工性の低下を招き、圧延や矯正加工、その他種々の塑性加工の際に割れなどが生じる恐れがある。マグネシウム合金の塑性加工性を高めるために上記加工時のマグネシウム合金の温度を高めると、加熱のためのエネルギーや加熱時間が必要であり、マグネシウム合金部材の生産性の低下を招く。従って、Alの含有量は、5.8質量%以上12質量%以下が好ましく、8.3質量%以上9.5質量%以下であると、強度及び耐食性により優れて好ましい。Mg-Al系合金のAl以外の添加元素の合計含有量は、0.01質量%以上10質量%以下、特に0.1質量%以上5質量%以下が好ましい。

【0021】

上記本発明コイル材は、例えば、以下の本発明製造方法により製造することができる。本発明のマグネシウム合金コイル材の製造方法は、マグネシウム合金を連続鋳造した鋳造材に圧延を施す工程と、得られた圧延板に矯正加工を施す工程と、得られた加工板を円筒状に巻き取って、内径が1000mm以下のコイル材を形成する工程とを具える。特に、上記矯正加工は、上記圧延板に30MPa以上150MPa以下の張力を加えた状態で冷間で行う。

【0022】

上記製造方法によれば、特定の条件(連続鋳造 圧延)で製造した素材(圧延板)に冷間で、かつ特定の張力を加えた状態で矯正加工を施すことで、平坦性に優れる上に、割れなどが実質的になく表面性状にも優れるマグネシウム合金コイル材が得られる。また、矯正加工を冷間(代表的には室温)で行うことで、素材は、圧延により導入された歪み(せん断帯)が実質的に解放されず、十分に残存できる。従って、上記製造方法によれば、平坦性に優れる上に、表面性状や塑性加工性にも優れるマグネシウム合金コイル材(本発明コイル材)を生産性よく製造できる。

【発明の効果】

【0023】

本発明マグネシウム合金コイル材は、平坦性及び塑性加工性に優れる。本発明マグネシウム合金コイル材の製造方法は、上記コイル材を生産性よく製造できる。本発明マグネシウム合金部材は、各種の構成部品に好適に利用できる。本発明マグネシウム合金部材の製造方法は、本発明マグネシウム合金部材の製造に好適に利用できる。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明をより詳細に説明する。

[コイル材]

(組成)

本発明コイル材や後述する本発明マグネシウム合金部材を構成するマグネシウム合金は、Mgを母材とする、即ちMgを50質量%以上含有し、かつ上述のように種々の添加元素を含有した形態をとり得る。Alを含有するMg-Al系合金のより具体的な組成は、例えば、ASTM規格におけるAZ系合金(Mg-Al-Zn系合金、Zn:0.2質量%~1.5質量%)、AM系合金(Mg-Al-Mn系合金、Mn:0.15質量%~0.5質量%)、AS系合金(Mg-Al-Si系合金、Si:0.01質量%~20質量%)、その他、Mg-Al-RE(希土類元素)系合金、AX系合金(Mg-Al-Ca系合金、Ca:0.2質量%~6.0質量%)、AJ系合金(Mg-Al-Sr系合金、Sr:0.2質量%~7.0質量%)などが挙げられる。Alを5.8質量%以上含有するAZ系合金は、例えば、AZ61合金、AZ80合金、AZ91合金(Al:8.3質量%~9.5質量%、Zn:0.5質量%~1.5質量%)が挙げられる。AZ91合金は、AZ31合金

10

20

30

40

50

などの他のMg-Al系合金と比較して耐食性や強度、硬度といった機械的特性に優れ、汎用性もある。但し、Alの含有量が多いことで、硬度が高くなって塑性加工性に劣り、塑性加工時に割れなどが生じ易いことから、AZ91合金や当該合金と同程度のAlを含有する合金に対して、本発明製造方法を適用することで、平坦性に優れる上に、塑性加工性に優れる長尺な板材が得られる。

【0025】

その他、本発明コイル材や後述する本発明マグネシウム合金部材を構成するマグネシウム合金が、Y,Ce,Ca,及び希土類元素(Y,Ce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。

10

【0026】

(形態)

本発明コイル材は、圧延板に矯正加工が施された加工板により構成される。

【0027】

(内径)

内径が1000mm超である大径のコイル材では、当該コイル材を構成する板状材に付与される曲げが緩いため、特別な製造条件により製造しなくても巻き癖がつき難く(反りや変形が生じ難く)、平坦性に優れると考えられる。これに対し、本発明は、従来の製造方法では巻き癖がつき易いと考えられる、内径が1000mm以下のコイル材を対象とする。内径が小さいほど小型なコイル材となり、例えば、内径が300mm以下としてもよい。内径が400mm以上700mm以下のコイル材が利用し易いと考えられる。本発明コイル材の外径は、コイルの過剰な大型化を招かない範囲で適宜選択することができ、3000mm以下、特に2000mm以下が利用し易いと考えられる。

20

【0028】

(厚さ及び幅)

本発明コイル材を構成する板状材の厚さや幅は、代表的には、当該板状材により製造するマグネシウム合金部材の大きさに応じて適宜選択することができる。例えば、携帯用電気・電子機器の筐体などの素材に上記コイル材を利用する場合、このコイル材を構成する板状材の厚さは、0.02mm以上3.0mm以下、特に0.1mm以上1mm以下、同板状材の幅は50mm以上2000mm以下、特に100mm以上、更に200mm以上が利用し易いと考えられる。

30

【0029】

(平坦度)

本発明コイル材を構成する板状材は、上述のように平坦性に優れており、最も好ましい形態としては、上述した試験片の一面の実質的に全面が水平面に接触する、即ち、上述した平坦度が実質的に0mmである形態が挙げられる。平坦度が小さいほど上記板状材は平坦性に優れることから、3mm以下、更に1mm以下、とりわけ0.5mm以下がより好ましい。平坦度合いの測定には種々の方法が考えられるが、本発明では、自重変形による影響が小さいと考えられることから、上述の方法を採用する。上記試験片は、巻き取られた状態のときに外周側となっていた面、同内周側となっていた面のいずれを水平面に接する面として水平面に載置してもよい。上記外周側となっていた面を水平面に接する面とする場合の方が反り状態が現れ易く、上記鉛直方向の距離が大きくなる傾向にある。

40

【0030】

コイル材の最内周側に位置する板状材が上記特定の範囲の平坦度を満たせば、当該板状材よりも外周に位置する板状材は、曲げ径が大きく、緩やかな曲げが加えられた状態であるため、巻き癖がつき難くなっている。従って、上記外周側の板状材は、上記特定の範囲の平坦度を満たすため、本発明では、平坦度の測定にあたり、コイル材の最内周側の板状材を試験片に採用する。

【0031】

(機械的特性)

[引張強さ]

50

本発明コイル材を構成する板状材は、組成や施された圧延などの製造条件にもよるが、同じ組成の場合、圧延が施されていることでダイキャスト材やチクソモールド材よりも強度に優れ、例えば、引張強さが280MPa以上を満たし得る。組成や製造条件によっては、引張強さが300MPa以上、更に320MPa以上を満たすことができる。室温での引張強さが450MPa以下であると、伸びなどの靱性も十分に有することができて好ましい。

【0032】

〔0.2%耐力〕

上述のような高強度な板状材は、0.2%耐力にも優れ、例えば、230MPa以上を満たし得る。組成や製造条件によっては、0.2%耐力が250MPa以上を満たすことができる。室温での0.2%耐力が350MPa以下であると、伸びなどの靱性も十分に有することができて好ましい。

10

【0033】

〔伸び〕

本発明コイル材を構成する板状材は、組成や製造条件にもよるが、高強度でありながら、優れた伸びを有する形態とすることができる。伸びが高いほど、コイル状に巻き取るときや矯正加工時の割れを低減できる上に、塑性加工時にも割れなどが生じ難い。例えば、伸びが1%以上、更に4%以上、特に5%以上、とりわけ8%以上である形態が挙げられる。引張強さや0.2%耐力が高いほど伸びが低下する傾向にあり、伸びの上限は15%程度と考えられる。なお、本発明コイル材は伸びが小さくても、上述のように歪み(せん断帯)が十分に存在して塑性加工時に連続的な再結晶が十分に生じることから、塑性加工性に優れる。

20

【0034】

〔ビッカース硬度(Hv)〕

本発明コイル材を構成する板状材は、硬度も高い傾向があり、例えば、ビッカース硬度(Hv)が65以上、更に80以上を満たす形態が挙げられる。このような高硬度材であることで、本発明コイル材により製造されたマグネシウム合金部材は、傷がつき難い。ビッカース硬度は、後述する残留応力により主として変化し、残留応力が大きいほど、高硬度である傾向にある。

【0035】

〔残留応力〕

上記板状材は30MPa超といった非常に大きな圧縮性の残留応力を有する。このような板状材は、プレス加工といった塑性加工を行うときの温度域、代表的には200 ~ 300 の温度域で伸びが100%以上、更に150%以上となり得る。従って、この板状材は、種々の形状に対して十分に塑性変形を行え、塑性加工性に優れる。圧延条件、矯正条件にもよるが、残留応力が30MPa超100MPa以下程度、更に30MPa超70MPa以下程度や30MPa超60MPa以下程度のもものが挙げられる。

30

【0036】

〔マグネシウム合金部材〕

本発明コイル材を巻き戻して、当該コイル材を構成する板状材に塑性加工を施す本発明マグネシウム合金部材の製造方法により、本発明マグネシウム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本発明マグネシウム合金部材は、代表的には、その全体に塑性加工が施されたもの、例えば、箱などの立体形状の塑性加工部材が挙げられる。その他、本発明マグネシウム合金部材は、上記板状材の一部にのみ塑性加工が施された形態、即ち、塑性加工部を有する形態も含む。塑性加工は、上記板状材を200 ~ 300 に加熱して施すと、割れなどが生じ難く、表面性状に優れるマグネシウム合金部材が得られる。また、上述のように高強度、高靱性な本発明コイル材を素材とすることで、本発明マグネシウム合金部材も高強度、高靱性である。

40

【0037】

その他、本発明コイル材を巻き戻して、当該コイル材を構成する板状材に適宜切断や打

50

ち抜きなどの形状を変化する種々の加工を施すことで、板状のマグネシウム合金部材とすることができる。

【0038】

得られたマグネシウム合金部材に、化成処理、陽極酸化処理などの防食処理、塗装、研磨、ダイヤモンド加工などの表面加工などを行って、耐食性を更に向上させたり、機械的保護を図ったり、装飾性や意匠性、金属質感を高めて商品価値を高めたりすることができる。

【0039】

[製造方法]

以下、上記本発明製造方法の各工程をより詳細に説明する。

10

(casting)

本発明コイル材を構成する板状材を長尺材とするには、出発材となる鋳造材も長尺材であることが好ましい。長尺材が得られる鋳造方法として、連続鋳造法が好ましい。連続鋳造法は、急凝固が可能であるため、添加元素の含有量が多い場合でも偏析や酸化物などの内部欠陥を低減でき、圧延などの塑性加工性に優れる鋳造材が得られることから好ましい。即ち、連続鋳造材では、圧延などの塑性加工時に上記内部欠陥が起点となって割れなどが生じ難い。特に、AZ91合金や当該合金と同程度のAlを含有する合金では、鋳造時、晶出物や偏析が生じ易く、鋳造後に圧延などの塑性加工を施しても、これら晶出物や偏析が残存し易い。これに対し、連続鋳造材とすることで、Alといった添加元素の含有量が多い合金種であっても、上記晶出物や偏析を低減し易い。連続鋳造法には、双ロール法、ツインベルト法、ベルトアンドホイール法といった種々の方法があるが、板状の鋳造材の製造には、双ロール法やツインベルト法、特に双ロール法が好適である。特に、WO/2006/003899に記載の鋳造方法で製造した鋳造材を利用することが好ましい。鋳造材の厚さ、幅、長さは所望の圧延板が得られるように適宜選択することができる。鋳造材の厚さは、厚過ぎると偏析が生じ易いため、10mm以下、特に5mm以下が好ましい。鋳造材の幅は、製造設備で製造可能な幅とすることができる。得られた連続鋳造材も円筒状に巻き取ると、次工程に搬送し易い。巻き取り時、鋳造材において特に巻き始め部分の温度が100 ~ 200 程度であると、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。

20

【0040】

(溶体化処理)

上記鋳造材に圧延を施す前に溶体化処理を施すと、鋳造材の組成を均質化したり、Alといった元素を含む析出物を再固溶させて韌性を高めたりできる。溶体化処理の条件は、加熱温度:350 以上、特に380 以上420 以下、保持時間:0.5時間以上、特に1時間以上40時間以下が挙げられる。Mg-Al系合金である場合、Alの含有量が多いほど保持時間を長めに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(好ましくは50 /min以上)、粗大な析出物の析出を抑制できる。鋳造コイル材を利用する場合、溶体化処理は巻き取った状態で行ってもよいし(バッチ処理)、巻き戻して加熱炉などに連続的に鋳造材を導入して行ってもよい(連続処理)。

30

40

【0041】

(圧延)

上記鋳造材や溶体化処理材に施す圧延は、当該鋳造材を含む素材(圧延を施す対象)を150 以上400 以下に加熱して行う温間圧延、或いは熱間圧延の工程を含むことが好ましい。素材を上記温度に加熱して圧延を行うことで、1パスあたりの圧下率を高めた場合にも圧延中に割れなどが生じ難く好ましい。上記温度を150 以上とすることで、圧延時、素材に割れなどが生じ難く、加熱温度を高めるほど、割れなどが少なくなるが、400 超では、圧延ロールの熱劣化が生じたり、圧延板表面の焼付きなどによる劣化や、圧延板を構成する結晶粒の粗大化により得られる圧延板の機械的特性の低下を招いたりなどする。従って、上記加熱温度は、350 以下、更に300 以下、特に280 以下、とりわけ150 以上

50

250 以下とすると上記熱的な劣化や結晶粒の粗大化を抑制し易い。素材の加熱には、雰囲気炉(ヒートボックス)などを利用することが挙げられる。圧延ロールを加熱してもよい。圧延ロールの加熱温度は、100 ~ 250 が挙げられる。素材と圧延ロールとの双方を加熱してもよい。なお、圧下率は、圧延前の素材の厚さを t_0 、圧延後の圧延板の厚さを t_1 とすると、 $\{(t_0 - t_1) / t_0\} \times 100$ で表される値である。

【0042】

圧延は、1パスでも複数パス行ってもよいが、少なくとも1パスは、上記温間圧延を含むことが好ましい。複数パスの圧延を行う場合、例えば、素材(圧延を施す対象)の加熱温度や圧延ロールの温度、圧下率、ライン速度などの条件をパスごとに変更することができる。複数パスの圧延を行うことで、厚さが薄い板状材が得られる上に、板状材の平均結晶粒径を小さくしたり(例えば、10 μ m以下、好ましくは5 μ m以下)、プレス加工といった塑性加工性を高められる。所望の厚さ及び幅の板状材が得られるように、パス数、各パスの圧下率、及び総圧下率を適宜選択するとよい。例えば、1パスあたりの圧下率は、5%以上40%以下、総圧下率は、75%以上85%以下が挙げられる。複数パスの圧延を行う場合、パス間に中間熱処理(加熱温度:150 ~ 350 (好ましくは300 以下)、保持時間:0.5時間~3時間)を行ってもよい。また、上記圧延は、潤滑剤を適宜利用すると、圧延時の摩擦抵抗を低減でき、素材の焼き付きなどを防止して、圧延を施し易い。

【0043】

(前処理)

上記圧延後に得られた圧延コイル材にそのまま矯正加工を施してもよいが、矯正前に研削処理を施して、圧延板の表面に存在する疵や付着している加工油(例えば、潤滑剤)、上記表面に形成された酸化層などを除去して、上記表面を清浄かつ平滑にすることができる。このような表面性状に優れる板状材は、矯正加工を均一的に施し易い。また、例えば、後述するように矯正加工に用いる一対の矯正ローラ間のギャップを比較的大きくして最大押込量が小さい場合にも、上記表面性状に優れる板材を矯正加工に供することで、平坦性に優れるコイル材を得易い。研削処理は、例えば、研削ベルトを用いた湿式処理が挙げられる。

【0044】

(矯正)

上記矯正加工は、圧延後、圧延板を巻き取ることで当該圧延板に付いた巻き癖(主として長手方向の反り)や幅方向の反りの修正・除去、圧延時に導入された歪み(残留歪み)量の調整などにより、平坦性の向上、かつせん断帯の維持による良好な塑性加工性の保持を目的として行う。この矯正加工時の素材の温度を冷間、具体的には100 未満とすることで、圧延により導入された歪みを実質的に解放されず、素材にせん断帯が十分に存在して塑性加工性に優れるコイル材が得られる。素材を100 未満の範囲で加熱すると、素材の塑性加工性を向上でき、上記巻き癖の矯正などを行い易い。一方、素材を加熱せず素材の温度を室温とすると、塑性加工性により優れるコイル材が得られる上に、加熱のための設備及びエネルギーが不要であり、本発明コイル材の生産性に優れ、本発明マグネシウム合金部材の生産性の向上にも寄与することができる。

【0045】

上記矯正加工は、素材を挟むように配置される隣接する一対の矯正ローラを少なくとも一組通過させて曲げを付与することで行うことが挙げられる。例えば、特許文献1に記載される歪み付与手段を利用することができる。室温で矯正加工を行う場合、加熱手段や加熱状態を保持する保温手段などを省略することができる。

【0046】

更に、上記矯正加工は、素材に特定の大きさの張力を加えて行う。ここで、圧延コイル材といった長尺材に連続的に矯正加工を施す場合、繰出しリールに素材を設置して巻き戻し、巻取りリールで巻き取ることで、当該素材を、繰出しリールと巻取りリールとの間を走行させて矯正加工を行うことが挙げられる。上記走行のために素材に加えられる張力は実質的に0であり(せいぜい3MPa以下程度)、実質的に張力が加わっていない状態である。

10

20

30

40

50

これに対して、30MPa以上の張力を加えることで、冷間であっても割れなどを生じることなく平坦性に優れるコイル材が得られ、付与する張力が大きくなるほど板状材の平坦性を高められる傾向にある。一方、付与する張力を150MPa以下とすることで素材が破断することなく、板状材の平坦性を高められる。より好ましい張力は、40MPa以上120MPa以下である。張力は、上記繰出しリール及び巻取りリールの回転速度により調整したり、ダンサロールを具える張力調整装置を適宜利用したりすることができる。

【0047】

矯正加工後に得られる加工板の平坦度や加工板に存在するせん断帯の量の調整は、例えば、上記矯正ローラの径、通過させる矯正ローラの数、素材を挟むように配置される一対の矯正ローラ間のギャップ(両矯正ローラによる最大押込量)、素材の進行方向において隣り合う矯正ローラ間の距離、素材の走行速度、付与する張力などを調整することが挙げられる。例えば、矯正ローラの径：10mm～50mm程度、矯正ローラの合計数：10本～40本程度、最大押込量：-4.0mm～0mm程度が挙げられる。

10

【0048】

このように圧延後に最終熱処理(焼鈍)を行わず、矯正加工を特に冷間で行うことで得られたコイル材は、上述のように圧延により導入された歪み(せん断帯)が実質的にそのまま残存した状態、或いは十分に残存した状態であり、塑性加工時に動的な再結晶を十分に生じることができる。

【0049】

上記鋳造後の溶体化処理以降、最終製品(マグネシウム合金部材)が得られるまでの工程において、マグネシウム合金からなる素材が150～300に保持される総合計時間を0.5時間～12時間(好ましくは1時間～6時間)とし、300超の加熱がなされないようにすると、微細な金属間化合物(例えば、平均粒径：0.5 μ m以下)が均一的に分散した組織(例えば、上記金属間化合物の合計面積割合が11%以下である組織)とすることができる。このような組織を有するマグネシウム合金部材は、耐食性や耐衝撃性に優れる。

20

【0050】

(その他の処理)

得られた平坦性に優れるコイル材は、そのままでプレス加工などの塑性加工部材の素材に利用することができる。このコイル材にプレス加工などの塑性加工や切断などの種々の加工を施す前に、上述した湿式ベルト研磨などの研削処理を施してもよい。研削処理により、上述のように素材表面の疵や加工油、酸化層などを除去して、清浄かつ平滑な表面を有するコイル材にすることができる。また、上記塑性加工や切断などの種々の加工前に、或いは加工後に、化成処理や陽極酸化処理などの防食処理を施すことができる。

30

【0051】

以下、試験例を挙げて、本発明のより具体的な実施の形態を説明する。

<試験例>

種々の条件でマグネシウム合金からなる板状材を作製し、平坦度及び残留応力を調べた。この試験では、マグネシウム合金として、AZ91合金相当の組成からなるコイル材及びシート材を作製した。

【0052】

[コイル材：試料No.1,2,50]

コイル材は、以下のように作製した。AZ91合金相当の組成のインゴット(市販品)を不活性雰囲気中で650～700に加熱して溶湯を作製し、この溶湯を用いて不活性雰囲気中で双ロール連続鋳造法により、長尺な鋳造板(厚さ4mm)を作製して、コイル状に巻き取った。この鋳造コイル材に400×24時間の溶体化処理を施した。

40

【0053】

溶体化処理が施されたコイル材を素材とし、巻き戻し/巻き取りを繰り返して複数パスの圧延を施した。圧延はいずれのパスも、5%/パス～40%/パス、素材の加熱温度：150～250、ロール温度：100～250とし、上記溶体化処理以降の製造工程において、150～300の温度域に保持する総合計時間が0.5時間～12時間となるようにした。得られた

50

圧延板(厚さ:0.6mm、幅:210mm)を巻き取り径(内径):500mm(1000mm)としてコイル状に巻き取って圧延コイル材を得た。なお、圧延前、或いは圧延途中の適宜なときに素材の両縁を適宜切断すると、縁割れが生じていても、圧延により縁割れが進展することを防止でき、歩留まりを向上できる。

【0054】

得られた圧延コイル材を繰出しリールに配置して巻き戻して、圧延板に更に矯正加工を施し、得られた加工板を巻取りリールにより円筒状に巻き取って、当該加工板からなるコイル材を作製し、このコイル材を試料No.1,2,50とした。上記矯正加工は、素材となる圧延板に連続的に曲げを付与する複数のロールを有するロールレベラ装置を用いて行う。上記複数のロールは、上下に対向して千鳥状に配置されている。ここでは、表1に示す条件で、圧延板に張力を加えて矯正加工を行った(大気雰囲気)。なお、表1において最大押込量とは、表1に示すロール径と、素材を挟むように配置された一对のロールの中心間の距離xとの差の最大値である。

10

【0055】

表1に示す張力が加えられた状態の素材(圧延板)は、上記ロールレベラ装置に具える千鳥状に配置されたロールに送られて、上下のロール間を通過するごとに、これらのロールにより順次曲げが付与される。試料No.1,2,50のそれぞれについて、このようなコイル材を複数作製した。なお、矯正加工前に素材の両縁を適宜切断すると、圧延などにより縁割れが生じていても、矯正加工により縁割れが進展することを防止でき、歩留まりを向上できる。

20

【0056】

[シート材:試料No.100]

シート材は、以下のように作製した。AZ91合金相当の組成のインゴット(市販品)を不活性雰囲気中で650 ~ 700 に加熱して溶湯を作製し、この溶湯を用いて不活性雰囲気中で双ロール連続鑄造法により鑄造板を作製し、所定の長さに切断して、厚さ4mmの鑄造板を複数用意した。各鑄造板に400 × 24時間の溶体化処理を施した後、複数パスの圧延を施して、厚さ0.6mmの圧延板を作製した。圧延の条件は、上述した試料No.1,2,50のコイル材と同様とした。得られた各圧延板に上述したロールレベラ装置を用いて表1に示す条件で、張力を加えずに矯正加工を行った(大気雰囲気)。得られた加工板(幅:210mm、長さ:1000mm)を試料No.100とした。

30

【0057】

平坦度

作製した試料No.1,2,50のコイル材、及び試料No.100のシート材の平坦度を測定した。コイル材については、巻き戻して最内周側に位置する板状材を長さ:1000mmに切断して試験片とし、この試験片を、巻き取られた状態のときに外周側となっていた面を水平台への載置面として水平台に載置する。そして、水平台の表面と、試験片の載置面において水平台に接触しない箇所との間の鉛直方向の最大距離を測定し、これをこの試験片の平坦度とする。n=3の平均値を表1に示す。シート材についても同様に水平台に載置して上述のように平坦度を測定し、n=3の平均値を表1に示す。

40

【0058】

残留応力

試料No.1,2,50のコイル材の残留応力を測定した。残留応力は、以下の微小部X線応力測定装置を用いて、(1004)面を測定面とし、 \sin^2 法にて測定を行った。測定は、各試験片の圧延方向について行い、測定結果を表1に示す。表1においてマイナス(-)の数値は、圧縮性の残留応力を示す。測定条件を以下に示す。

【0059】

使用装置:微小部X線応力測定装置(株式会社リガク製 MSF-SYSTEM)

使用X線:Cr-K (V フィルター)

励起条件:30kV 20mA

測定領域:2mm(使用コリメータ径)

50

測定法 : \sin^2 法(並傾法、揺動有り)
 $=0^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 25^\circ, 30^\circ, 35^\circ, 40^\circ, 45^\circ$

測定面 : Mg(1004)面

使用定数 : ヤング率=45,000MPa、ポアソン比=0.306

測定箇所 : サンプルの中央部

測定方向 : 圧延方向

【 0 0 6 0 】

【表 1】

試料 No.		1	2	50	100
組成		AZ91	AZ91	AZ91	AZ91
形態		コイル材	コイル材	コイル材	シート材
矯正 条件	素材温度(°C)	室温 (25°C)	室温 (25°C)	室温 (25°C)	室温 (25°C)
	ロール径(mm)	42	16	42	16
	ロール本数	21	23	21	23
	最大押込量(mm)	2	1	2	1
	張力(MPa)	80	80	15	0(負荷せず)
平坦度(mm)		1.0mm	≤0.5mm	7.0mm	10.0mm
残留応力(MPa)		-30 超~-60	-30 超~-70	-10 超~-40	-
表面性状		○	○	○	割れ有り

10

20

【 0 0 6 1 】

表1に示すように、特定の張力を加えながら冷間で矯正加工を施した試料No.1,2のコイル材は、張力を加えない場合や張力が小さい場合に比較して、巻き戻しても平坦度が小さく、平坦性に優れていることが分かる。また、矯正条件を変化させることで、平坦度が1mm以下、更には0.5mm以下といった平坦性に非常に優れたコイル材が得られることが分かる。かつ、試料No.1,2のコイル材は、圧縮性の残留応力が大きく、即ちせん断帯が多く存在しており、塑性加工性に優れると期待される。

30

【 0 0 6 2 】

また、得られた各試料のコイル材やシート材を目視にて確認したところ、試料No.1,2,50のコイル材は割れが見られなかったが(表1で示す)、試料No.100のシート材は割れが見られた。従って、張力を加えながら矯正加工を施すことで、冷間であっても割れなどが生じず、表面性状に優れたコイル材が得られることが分かる。

【 0 0 6 3 】

このように特定の張力を加えながら冷間で矯正加工を施すことで、巻き取り径が1000mm以下と小径であっても、巻き癖が付き難く平坦性に非常に優れた上に、残留応力が大きく塑性加工性にも優れ、更に表面性状にも優れたコイル材が得られることが分かる。

【 0 0 6 4 】

得られた試料No.1,2のコイル材にプレス加工や打ち抜き加工を施したところ、割れなどが生じることなく、マグネシウム合金部材が得られた。

40

【 0 0 6 5 】

なお、上述した実施形態は、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。例えば、マグネシウム合金の組成(添加元素の種類、含有量)、コイル材の内径、板状材の厚さ、幅、矯正条件(素材の温度、張力など)などを適宜変更することができる。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 6 6 】

本発明マグネシウム合金部材は、各種の電気・電子機器類の構成部材、特に、携帯用や

50

小型な電気・電子機器類の筐体、高強度であることが望まれる種々の分野の部材、例えば、自動車や航空機といった輸送機器の構成部材に好適に利用することができる。本発明マグネシウム合金コイル材は、上記本発明マグネシウム合金部材の素材に好適に利用することができる。本発明マグネシウム合金部材の製造方法、及び本発明マグネシウム合金コイル材の製造方法は、上記本発明マグネシウム合金部材の製造、上記本発明マグネシウム合金コイル材の製造に好適に利用することができる。

フロントページの続き

審査官 坂本 薫昭

(56)参考文献 特開2002-126806(JP,A)
特開2003-112205(JP,A)
国際公開第2009/001516(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B21B 3/00
B21B 1/26
B21C 47/26