

公告本

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：92114979

※申請日期：92.6.7

※IPC 分類：C22^{13/02}. C27^{1/06}

壹、發明名稱：(中文/英文)

鎂合金板及其製造方法

MAGNESIUM ALLOY SHEET AND PLATES AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

住友電工鋼索股份有限公司(住友電工スチールワイヤー株式会社)

SUMITOMO (SEI) STEEL WIRE CORP.

代表人：(中文/英文)

神取瑛一/EIICHI KANDORI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國兵庫縣伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 號

1-1, Koyakita 1-chome, Itami-shi, Hyogo 664-0016 Japan

國籍：(中文/英文)

日本/Japan

參、發明人：(共 3 人)

姓名：(中文/英文)

1. 清水健一/Kenichi Shimizu

2. 河部望/Nozomu Kawabe

3. 岸本明/Akira Kishimoto

住居所地址：(中文/英文)

1. 日本國兵庫縣伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 號

住友電工スチールワイヤー株式会社内

c/o Sumitomo (SEI) Steel Wire Corp.

1-1, Koyakita 1-chome, Itami-shi, Hyogo 664-0016 Japan

2. 日本國兵庫縣伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 號

住友電氣工業株式会社 伊丹製作所內

c/o Itami Works of Sumitomo Electric Industries, Ltd.

1-1, Koyakita 1-chome, Itami-shi, Hyogo 664-0016 Japan

3. 同上 1.

國 籍：(中文/英文)

1. ~ 3. 日本/Japan

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項 ☐ 第一款但書或 ☐ 第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎ 本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☒ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 2002.06.05 特願 2002-164929

2. 日本 2003.03.27 特願 2003-089223

3.

4.

5.

☐ 主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

2. 日本國兵庫縣伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 號

住友電氣工業株式会社 伊丹製作所內

c/o Itami Works of Sumitomo Electric Industries, Ltd.

1-1, Koyakita 1-chome, Itami-shi, Hyogo 664-0016 Japan

3. 同上 1.

國 籍：(中文/英文)

1. ~ 3. 日本/Japan

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項 ☐ 第一款但書或 ☐ 第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎ 本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☒ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 2002.06.05 特願 2002-164929

2. 日本 2003.03.27 特願 2003-089223

3.

4.

5.

☐ 主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

(一)發明所屬之技術領域：

本發明係關於鎂合金板及其製造方法者。特別地，係關於必須壓機成形、深度撐壓加工、彎曲加工等之冷加工或溫加工之彎曲性能優異之鎂合金板。

(二)先前技術：

有關習知之鎂合金，已知有記載於例如特開平 2-57657 號公報、特開平 2-57658 號公報、特開平 6-81089 號公報、特開平 6-293944 號公報、特開平 7-188826 號公報、特開 2001-200349 號公報、特開平 2001-294966 號公報、特開平 2002-121657 號公報等之技術。

然而，於上述之習知技術中，有如以下所述之對於鎂合金加工性之大問題。

①鎂單體或鎂合金係由於以六方最密充填構造作為結晶，對於塑性加工所必須之滑動系統少，特別地，200℃以下之溫加工性明顯不佳。因此，在使用鎂合金板來以壓機加工製作成形品之情況下，鎂合金之加工性不佳成為操作效率顯著惡化之主要原因。

在壓機成形加工鎂合金板之情況下，由於在常溫下產生裂痕等而使加工非常困難，在壓機加工時必須加熱必要之模具等至 200℃以上。因此，必須有用來加熱模具之能源與設備。

又，即使在提高模具溫度來進行溫加工之情況下，提高應變速度（加工速度）至某界限以上係有招致表面裂痕

等缺陷之困難，必須降低應變速度至某定值以下。

②迄今之鎂合金板係有使造成冷/溫壓機成形性或壓機成形性最大影響之彎曲加工性劣化之傾向。

在藉由壓軋所得之鎂合金之延展材料中，正使用 AZ31、AZ61 等作為具有最廣泛使用性之材料。藉由包含於該等材料中之 Al 等元素提高鎂之強度，同時相反地使延展性・韌性惡化。一般來說，強度上升及成為延展性・韌性之指標之扭曲、延伸、彎曲或深度撐壓成形性係相反地惡化。

雖然藉由添加鋁、稀土類金屬等之合金元素可提升強度・韌性，但導致原料成本增加。特別地，其他成分合金元素之添加有引起所謂在今後所應推展之回收階段中不能除去之問題之可能性，成為妨害回收性之主要原因。

③如果控制鎂合金細微之結晶粒雖然大致可期待韌性之提昇，但在粒徑之細微化方面有限制，對於壓機成形性最重要之彎曲加工性，以所謂結晶粒之細微化方法中無固定以上之提昇。

因此，本發明之主要目的係在於提供一種具有足夠強度同時具有優異之彎曲加工之鎂合金板及其製造方法。

(三)發明內容：

本發明係以限定鎂合金之化學成分與壓軋條件來達成上述之目的。

即，本發明鎂合金板之製造方法之特徵係在以壓軋軋壓軋包含質量% 為 Al：0.1~10.0、Zn：0.1~4.0 之鎂合金板之鎂合金板之製造方法中，在插入於前述壓軋軋前之鎂

合金板表面溫度設為 100°C 以下，前述壓軋輥表面溫度設為 $100^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 。

於上述化學成分之鎂合金板中，藉由進行已規範插入於壓軋輥前之鎂合金板表面溫度，與壓軋輥表面溫度之壓軋，可得到具備足夠強度同時彎曲加工性優異之鎂合金板。特別地，可得到 $250\text{N}/\text{mm}^2$ 以上拉伸強度、延伸 15% 以上之鎂合金板。以下，將抑制壓軋前之壓軋板表面溫度設於 100°C 以內，以 100°C 以上、 300°C 以下加熱實際壓軋時之壓軋輥表面溫度之壓軋方法稱為「未預熱壓軋」。

鎂合金之化學成分係考慮強度與韌性來選擇。Al、Zn 同時超出規定範圍則有強度或韌性降低之傾向。例如，以 ASTM 記號中之 AZ 系合金為佳。AZ 系中之 AZ10 係含有質量% 為 Al：1.0~1.5%、Zn：0.2~0.6%、Mn：0.2% 以上、Cu：0.1% 以下、Si：0.1% 以下、Ca：0.4% 以下之鎂合金。AZ21 係含有質量% 為 Al：1.4~2.6%、Zn：0.5~1.5%、Mn：0.15~0.35%、Ni：0.03% 以下、Si：0.1% 以下之鎂合金。AZ31 係含有質量% 為 Al：2.5~3.5%、Zn：0.5~1.5%、Mn：0.15% 以上、Cu：0.10% 以下、Si：0.10% 以下、Ca：0.04% 以下之鎂合金。AZ61 係含有質量% 為 Al：5.5~7.2%、Zn：0.4~1.5%、Mn：0.15~0.35%、Ni：0.05% 以下、Si：0.1% 以下之鎂合金。AZ91 係含有質量% 為 Al：8.1~9.7%、Zn：0.35~1.0%、Mn：0.13% 以上、Cu：0.1% 以下、Ni：0.03% 以下、Si：0.5% 以下之鎂合金。

雖然插入於壓軋輥前之鎂合金板表面溫度之下限並未

特別之規定，但如果在常溫下亦不需要加熱或冷卻、在能源效率上為佳。

另外，壓軋輥溫度較 100℃ 低則於壓軋中與裂痕有關聯，有未能進行正常壓軋之情況。又，壓軋輥溫度超過 300℃，則必須有龐大之壓軋輥之昇溫設備，再加上壓軋中之壓軋板溫度上升太高，有不能充分地得到提昇彎曲加工性效果之情況。

一般而言，壓軋步驟係以複數個壓軋輥配置於沿線之多輥隙壓軋來進行。未預熱壓軋之進行係以於多輥隙壓軋中，至少為最後一個輥隙為佳。藉由針對最後輥隙進行未預熱壓軋，可得到與前輥隙中之壓軋條件無關之彎曲加工性優異之鎂合金板。

進行包含未預熱壓軋之壓軋情況之總壓軋率係希望為 5.0% 以上、30.0% 以下。該總壓軋率未滿 5% 則未能得到足夠之彎曲加工性。相反地，超過 30.0%，則對於壓軋板之應變過大而產生裂痕之可能性變高。

每個輥隙之壓力下降率係以下式求得。

$$\{ (\text{各輥隙之壓軋前板厚} - \text{各輥隙之壓軋後板厚}) / \text{各輥隙之壓軋前板厚} \} \times 100$$

又，總壓軋率係以下式求得。

$$\{ (\text{壓軋前之板厚} - \text{最終壓軋後之板厚}) / \text{壓軋前之板厚} \} \times 100$$

未預熱壓軋之壓軋速度係期望在 1.0m/min 以上。壓軋速度降低該下限值，則一方面於壓軋中上昇板內溫度至必要以上，一方面由於隨著應變速度降低之變形機構變化，

難以得到原來之未預熱壓軋之效果。

壓軋係以使用潤滑劑來進行為佳。由於使用潤滑劑，亦可稍微提昇壓軋板之彎曲性能。在潤滑劑方面，可使用一般之壓軋用油。潤滑劑之適用方法係以於壓軋之前塗布潤滑劑於鎂合金板上為佳。

於未預熱壓軋之前，係以於 350~450℃熔體化處理鎂合金板 1 小時以上為佳。藉由該熔體化處理，除去因直到壓軋前之加工所導入之殘留應力或應變，而且可減輕在之前之加工中所形成之集合組織。因而，在之後接續之修飾壓軋步驟中可防止鎂合金板之不希望之裂痕、應變、變形。熔體化處理溫度未滿 350℃或未滿 1 小時，一方面充分地除去殘留應力、一方面減輕集合組織之效果少。相反地超過 450℃，則殘留應力除去等之效果飽和，浪費對於於熔體化處理時必須之能源。熔體化處理時間之上限為 3 小時左右。

又，於壓軋後，在鎂合金板上，希望施行 100~350℃之熱處理。藉由該熱處理，可除去因加工所導入之殘留應力或應變並提昇機械特性。熱處理時間係希望為 5 分鐘~3 小時。未滿 100℃或未滿 5 分鐘則再結晶不足同時殘留應變，超過 350℃或超過 3 小時則結晶粒過於粗大而使彎曲性能惡化。

再者，本發明鎂合金板係包含依質量 Al: 0.1~10.0、Zn: 0.1~4.0 之鎂合金板，其特徵為於彎曲試驗中不引起表面裂痕之可彎曲之最小彎曲係數 B 為 2 以下。

$$B = r / t \quad (r = \text{彎曲半徑}、t = \text{板厚度}、\text{單位} : \text{mm})$$

藉由上述本發明方法，可容易得到最小彎曲係數 B 為 2 以下之鎂合金板。最小彎曲係數 B 愈小表示彎曲加工性優異。

又，研究藉由上述本發明方法所得之鎂合金板時，已知與進行習知壓軋之通常之壓軋材比較則各向異性小。具體來說，已知塑性應變比 r 值或藉由 X 射線繞射法所得之 (002) 面與 (101) 面之尖峰強度比小。因此，形成本發明鎂合金板並規定塑性應變比 r 值或 (002) 面與 (101) 面之尖峰強度。

即，本發明鎂合金板係以在與壓沿方向垂直之拉伸方向之塑性應變比 r_{90} 值為 2.0 以下，並滿足以下至少一項為特徵。

1. 在與壓軋方向垂直之拉伸方向之伸長量為 10% 以上；
2. 藉由 X 射線繞射法所得之 (002) 面之反射強度 $I_{(002)}$ 與 (101) 面之反射強度 $I_{(101)}$ 之比 $I_{(002)} / I_{(101)}$ 未滿 10。

於習知之壓軋中，亦有在與壓軋方向平行之拉伸方向之塑性應變比 r_0 值為 2 以下之情況。然而，本發明者等研究之結果，在謀求彎曲加工性之提昇方面，得知以不僅在與壓軋方向平行之方向，至少在垂直之方向之塑性應變比 r_{90} 值在 2 以下為佳。

又，本發明者等研究之結果，為了較確實地提昇彎曲加工性，得知以均考慮伸長量與反射尖峰強度比為佳。因

此，於本發明中，加諸於 r_{90} 值，並規範伸長量與反射尖峰強度。因此推測本發明鎂合金板係 r_{90} 值或反射尖峰強度比 $I_{(002)} / I_{(101)}$ 小、各向異性變小、可提升彎曲加工性。因此，本發明鎂合金板係最小彎曲係數 B 可能為 2 以下。本發明鎂合金板係藉由上述本發明方法而容易地得到。

於本發明中，至少在與壓軋方向垂直之拉伸方向之塑性應變比 r_{90} 值為 2.0 以下，在垂直之拉伸方向之外，例如在與壓軋方向平行之拉伸方向之塑性應變比 r_0 值，在除此之外所有拉伸方向之塑性應變比 r 值可為 2.0 以下。特別地，以在與壓軋方向平行之拉伸方向之塑性應變比 r_0 值為 1.2 以下為較佳。 r 值係例如上述本發明方法中所規定之要項、具體來說係藉由控制壓軋前之板溫度、及輥表面溫度，可控制在 2.0 以下。

還有，所謂塑性應變比 r 值係於拉伸試驗中於拉伸方向賦予伸長應變時所產生之板寬方向之真應變 d_w 及板厚方向之真應變 d_t 中，為板寬方向之真應變 d_w 對於板厚方向之真應變 d_t 之比 d_w / d_t 。又，在拉伸方向與壓軋方向平行之情況下之塑性應變比為 r_0 值、在拉伸方向與壓軋方向垂直之情況下之塑性應變比為 r_{90} 值。該等塑性應變比 r 值係可基於例如 JIS Z 2254「薄板金屬材料之塑性應變比試驗方法」、ASTM E517 等來求得。具體來說，在如示於第 4 圖之板狀試驗片 40 上，求得與壓軋方向平行地施加拉伸應力時所產生之板寬方向之真應變 d_w 及板厚方向

之真應變 d_t ，再者以求得該比 d_w / d_t 而可得到 r_0 值。

同樣地於板狀試驗片 40 上，求得與壓軋方向垂直地施加拉伸應力時所產生之板寬方向之真應變 d_w 及板厚方向之真應變 d_t ，再者以求得該比 d_w/d_t 而可得到 r_{90} 值。

反射尖峰強度比 $I_{(002)} / I_{(101)}$ 係未滿 10。反射尖峰強度比 $I_{(002)} / I_{(101)}$ 為 10 以上，則難以提昇彎曲加工性。特別以未滿 5.0 為佳。又，反射尖峰強度比 $I_{(002)} / I_{(101)}$ 係藉由例如上述本發明方法中所規範之要項，具體來說係一方面控制壓軋前之板溫度、及輥表面溫度，一方面控制總壓軋率（或平均壓軋率），可控制在未滿 10。較具體來說，藉由增加壓軋量、即增大總壓軋率，則反射尖峰強度有增加之傾向，以如上述之總壓軋率為 30% 以下為佳。還有，上述 r 值係與該反射尖峰強度比 $I_{(002)} / I_{(101)}$ 有重大相關， r 值愈小則大致上有 $I_{(002)} / I_{(101)}$ 變小之傾向。又，相對於 r 值為不受於上述壓軋後所施行之熱處理之大影響之因素，反射尖峰強度比係有受到該熱處理之影響而減少之傾向之因素。

伸長量（斷裂全伸長量）為 10% 以上。未滿 10% 則 r_{90} 值亦為 2.0 以下，難以確實地得到彎曲加工性之提昇效果。又，伸長量係藉由例如使結晶粒細化至某程度，並施行適度之熱處理並進行應變而可提升。

再者，結晶粒之平均粒徑為 $10\ \mu\text{m}$ 以下，則對於彎曲加工性之提昇有較佳之效果。以 $7\ \mu\text{m}$ 以下為較佳。在求得結晶粒之平均粒徑方面，舉例有使用記載於 JIS G 0551 之算式。又，結晶粒之平均粒徑係在例如壓軋後實施上述熱

處理之情況下，藉由在壓軋中所賦予之應變期間所引起之動態回復、及調整壓軋後之熱處理平衡，可控制在 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下、特別在 $7\text{ }\mu\text{m}$ 以下。

(四)實施方式：

【用於實施發明之最佳實例】

以下，說明本發明之實例。

【試驗例 1】

經由壓軋步驟來製作鎂合金板，並評估其拉伸特性與彎曲特性。

<合金之選定>

選擇 AZ31 作為用於壓軋之鎂合金材料，並進行壓軋。所使用之 AZ31 之化學組成（單位：質量%）為 3.06% Al-0.90% Zn-0.01% Si-0.57% Mn，剩餘部分為不可避免之不純物。

<鎂合金母材之熔體化處理>

一方面進行鎂合金之修飾壓軋，一方面於 400°C 進行 12mm、8mm、6mm 厚度之 AZ31 板熔體化處理 1 小時。其係以除去之前加工所導入之殘留應力或應變，減輕於之前之加工中所形成之集合組織為目的。藉由進行該熔體化處理，在之後接續之修飾壓軋中防止鎂合金板之不希望之裂痕、應變、變形。

<壓軋>

在用於鎂合金之壓軋之壓軋輥設備中，為了能夠溫壓軋，設置可加熱上下輥之加熱器。因此，可加熱壓軋輥表

面溫度至 200℃。

在壓軋 3 種尺寸之鎂合金板中，如表 1 所示，個別獨立變化 ①壓軋前之板溫度、②輥之表面溫度、③輥之壓軋速度、④有無潤滑劑之塗布、⑤每 1 輥隙之壓軋率（ $\{ (\text{各輥隙壓軋前之板厚} - \text{各輥隙之壓軋後之板厚}) / \text{各輥隙之壓軋前板厚} \} \times 100$ ）及⑥總壓軋率（ $\{ (\text{壓軋前之板厚} - \text{最終壓軋後之板厚}) / \text{壓軋前之板厚} \} \times 100$ ）。

壓軋係藉由具備加熱裝置之一座壓軋輥（單座）來進行多輥隙重複壓軋。使用在每 1 輥隙急速冷卻壓軋板、在下次輥隙於壓軋之前上昇板於目的溫度之方法。在表 1 之「壓軋前板溫度」中，在 20~25℃之情況係表示非完全在壓軋前加熱，而在當時之原來室溫壓軋之意思。潤滑方面係使用一般之壓軋用油，於壓軋前塗布壓軋用由於鎂板上，來減輕輥與壓軋板間之摩擦。

大致之壓軋試驗係亦進行多數輥隙壓軋，使壓軋前之板溫度及壓軋中之輥表面溫度為相同條件。但是，於 No.1~16 之壓軋中，最終輥隙以外之輥隙係加熱至壓軋前之板溫度於 150℃，而僅採用最終輥隙於原來室溫下進行壓軋之方法。No.1~16 之輥表面溫度係在全部輥隙中為 179℃。No.1~16 之最終輥隙之壓軋率為 5.1%。

<熱處理>

對於所得之壓軋材，為了除去因加工所導入之殘留應力或應變來提昇機械特性，於加熱爐中進行 100~350℃、15 分鐘之退火。針對各壓軋試料，由拉伸強度（TS）與彎曲

性能來判斷最適當之退火條件，並以由該退火條件所得之特性值當作該試料之最適值。

<評估>

於壓軋及退火結束之後，評估所得之壓軋板之機械特性。所評估之特性係如表 2 所示，為拉伸特性與彎曲特性。由拉伸試驗結果，求得拉伸強度（TS），及由伸長、彎曲試驗結果求得最小彎曲半徑及表面裂痕之有無。

彎曲試驗係依照 JIS Z 2248 來進行 V 模壓式之試驗。所使用之 V 模壓之形狀示於第 1 圖。在設置有 20° 內角 V 溝槽 11 之 V 模壓 10 上承載試料 20，以押入模具 30 押壓該試料 20 並沿著 V 溝槽 11 彎曲試料 20。藉由此時之押入模具前端之半徑變化（ $r = 1.0 \sim 3.0 \text{ mm}$ ）、評估於試料彎曲部分表面是否出現裂痕。於表 2 中所表示之「○」係表示於試料表面未產生裂痕，「×」係表示於試料表面產生裂痕之意思。

表示彎曲加工性之指針方面，認為示於以下算數通式之最小彎曲係數 B 值為代表特性值。

$$B = r / t \quad (r = \text{彎曲半徑}、t = \text{板厚}、\text{單位} : \text{mm})$$

該最小彎曲係數 B 係僅於以彎曲試驗未產生表面裂痕之情況係可評估者，在產生表面裂痕之情況（於表 2 之標記 × 之情況）下，最小彎曲係數 B 值係不可評估者。最小彎曲係數 B 係表示該性質方面，愈小則彎曲加工性愈優異之意思。

又，對於相同試料，在使用與複數次或前端半徑不同

之複數次之押入模具來試驗之情況下，在對於該試料之最小彎曲係數 B 值方面係採用其中最小值。

表 1

壓 軋 條 件

No.	初期厚度 (mm)	壓軋前板 溫度 (℃)	輥表面 溫度 (℃)	壓軋速度 (m/min)	潤滑劑	每一輥隙之 壓軋率 (%)	總壓軋率 (%)
1-1	1.2	190	90	3.0	無	7.3	56.2
1-2	1.2	180	95	3.0	無	7.0	42.3
1-3	1.2	350	93	3.0	無	5.5	41.6
1-4	1.2	170	185	3.0	無	4.2	35.9
1-5	0.6	135	90	3.0	無	4.1	15.2
1-6	0.8	170	178	3.0	無	4.7	27.0
1-7	0.8	220	177	3.0	有	10.7	27.1
1-8	0.6	300	173	3.0	有	8.0	19.1
1-9	0.6	150	188	3.0	有	6.4	19.1
1-10	0.7	60	186	3.0	有	5.0	28.6
1-11	0.6	20	187	3.0	有	3.5	15.4
1-12	0.6	20	185	12.0	有	2.9	13.6
1-13	0.6	20	185	21.0	有	2.7	12.3
1-14	0.7	20	180	3.0	有	4.7	28.2
1-15	0.6	25	182	3.0	有	3.2	15.8
1-16	0.6	150 僅最 終輥隙 25	179	3.0	有	3.5 僅最終 輥隙 5.1	14.5
1-17	0.59	25	185	3.0	有	4.5	4.0
1-18	0.6	25	95	3.0	有	4.8	16.7
1-19	0.6	150 僅最 後輥隙 25	179	3.0	無	3.5 僅最後 輥隙 5.1	14.5

表 2

壓 軋 板 之 機 械 特 性

No.	熱處理溫度 ($^{\circ}\text{C}$)	TS (N/mm^2)	伸長量 (%)	彎曲加工性		
				彎曲半徑 r (mm)	表面裂痕	$B = r/t$
1-1	150	258.2	5.3	$r = 2$	x	5.71
				$r = 3$	○	
1-2	200	187.5	1.6	$r = 2$	x	4.33
				$r = 3$	○	
1-3	300	252.9	8.5	$r = 2$	x	4.28
				$r = 3$	○	
1-4	300	264.7	10.8	$r = 2$	x	3.90
				$r = 3$	○	
1-5	250	261.9	19.2	$r = 1$	x	3.93
				$r = 2$	○	
1-6	300	265.9	17.6	$r = 2$	x	5.14
				$r = 3$	○	
1-7	250	269.5	20.0	$r = 1$	x	3.43
				$r = 2$	○	
1-8	250	265.2	12.7	$r = 1$	x	3.09
				$r = 1.5$	○	
1-9	250	257.8	18.4	$r = 1$	x	4.12
				$r = 2$	○	

1-10	250	289.9	18.2	$r = 1$	○	2.0
				$r = 1.5$	○	
1-11	300	292.5	16.4	$r = 1$	○	1.97
				$r = 2$	○	
1-12	300	262.6	22.4	$r = 1$	○	1.93
				$r = 2$	○	
1-13	300	252.6	21.8	$r = 1$	○	1.90
				$r = 2$	○	
1-14	300	277.8	16.0	$r = 1$	○	1.99
				$r = 1.5$	○	
1-15	350	259.5	17.1	$r = 1$	○	1.98
				$r = 2$	○	
1-16	300	253.4	18.9	$r = 1$	○	1.95
				$r = 2$	○	
1-17	300	283.1	15.4	$r = 1$	×	3.53
				$r = 2$	○	
1-18	250	151.5	0.7	$r = 2$	×	-
				$r = 3$	×	
1-19	300	231.4	9.4	$r = 1$	×	2.0
				$r = 2$	○	

<壓軋條件之各影響因素之效果>

(壓軋前板溫度及輥表面溫度)

如由表 1、表 2 所得知，於壓軋前加熱鎂合金板至 100℃ 以上者（第 1-1~第 1-9）係於壓軋前，雖未加熱至

100℃以上，但比較於加熱輥表面溫度至 100℃以上者，有所謂全部最小彎曲係數 B 大、彎曲加工性不良之結果。具體來說，於壓軋前加熱至 100℃以上者係最小彎曲係數 B 為 2.0 以上，而在加熱輥表面溫度至 100℃以上之條件下壓軋前之板溫度為 100℃以下者係最小彎曲係數 B 為 2.0 以下。由此可知，可說以於壓軋前為 100℃以下為佳。

另外，輥溫度係以加熱至 100℃以上為佳。例如，如第 1-18，輥溫度較 100℃低則與壓軋中裂痕有關聯，成為不能進行正常之壓軋之結果。又，輥溫度之上限係以 300℃以下為所望。其係由於超過 300℃必須使壓軋輥之昇溫設備變龐大，加上壓軋中之壓軋板溫度上昇過高，而不適合得到得到提昇彎曲加工性之效果。

由該等結果得知，提昇彎曲加工性之壓軋條件係抑制壓軋前之壓軋板表面溫度（於該情況下，表示進入壓軋輥前溫度之意思）在 100℃以內，實際上加熱壓軋時之壓軋輥表面溫度至 100℃以上、300℃以下。該壓軋條件係稱為「未預熱壓軋」。

（潤滑劑之有無）

比較塗布潤滑劑於壓軋板上之情況與未塗布之情況，由表 1、表 2 之結果，得知彎曲性能係以塗布之情況者為優。

（壓軋速度）

由表 2 之結果，壓軋速度愈提昇，最小彎曲係數 B 值

降低愈少。即，得知隨著壓軋速度上昇則彎曲性能提昇。

（壓軋壓力下降率及壓軋輥隙行程）

所謂壓軋的壓軋率之影響係即使進行未預熱壓軋，總壓下降率如第 1-17 未滿 50%，表現彎曲性能之最小彎曲係數 B 不能在 2.0 以下。即，以進行未預熱壓軋時之總壓軋率為 5.0% 以上為佳。但是，平均之壓軋率（1 輥隙之壓軋率）如果滿足所謂對於彎曲加工性影響不會太大、總壓軋率為 5.0% 以上之條件，平均 1 輥隙之壓軋率為任何% 亦無妨。

由表 1、表 2 應特別提出者係為了得到未預熱壓軋效果，不必於全部複數個輥隙進行壓軋，如第 1-16 即使僅以最終輥隙之壓軋來進行未預熱壓軋，亦可充分地得到所謂彎曲加工性提昇之效果。但是，於該情況下，最終壓軋之壓軋率必須為 5.0% 以上。

進行未預熱壓軋時之總壓軋係以 30.0% 以下為佳。其係由於超過 30.0%，則對於壓軋板之應變過大而產生裂痕之可能性變高。

以上，使用第 2 圖之模型圖來說明在提昇彎曲加工性能方面較佳之壓軋條件。於該圖中，顯示於最終輥隙與其之前之輥隙中進行未預熱壓軋之情況。即，本發明之壓軋條件雖從一次以上之多數個輥隙之壓軋步驟建立，但是必須藉由未預熱壓軋進行至少包含最終輥隙之一次以上之壓軋。於該情況下，在未預熱壓軋前輥隙之壓軋條件並無特別之限制。包含未預熱壓軋之壓軋條件之總壓軋率係必須調整至 5.0% 以上、30.0% 以下。又，在包含該未預熱壓軋

之壓軋中係希望於壓軋前之壓軋板上塗布潤滑油，亦希望壓軋速度為 1.0m/min 以上。壓軋速度未滿 1.0m/min 則一方面於壓軋中板內溫度上昇至必要以上，一方面由於隨著應變速度降低之變形機構之變化，難以得到原來之未預熱壓軋之效果。

<結晶粒之測定>

機械特性評估結束後，針對個別試料進行組織觀察，由所得之組織照片來實施結晶粒之測定。該結果為示於表 2 之試料之約略結晶粒在 5~15 μm 之範圍，全部為進入細微粒子之範圍者。

【試驗例 2】

經過壓軋步驟來製作鎂合金板，並評估該拉伸特性與彎曲特性。

<合金之選定>

使用與實驗例 1 相同之鎂合金 AZ31（化學組成（單位：質量%）：3.06% Al-0.90% Zn-0.01% Si-0.57% Mn，剩餘部分為鎂與不可避免之不純物。）

<鎂合金母材之熔體化處理>

除去之前因加工所導入之殘留應力或應變來謀求集合組織之減輕，一方面進行鎂合金之修飾壓軋，一方面與試驗例 1 同樣地於 400℃ 進行 12mm、8mm、6mm 厚度之 AZ31 板熔體化處理 1 小時。

<壓軋>

與試驗例 1 同樣地在壓軋輥設備中，設置可加熱上下

輥之加熱器，可加熱壓軋輥表面溫度至 200℃。

壓軋係與試驗例 1 同樣地藉由具備加熱裝置之一座壓軋輥（單座）來進行多輥隙重複壓軋。使用在每 1 輥隙急速冷卻壓軋板，在下次輥隙於壓軋之前上昇板於目的溫度之方法。又，於壓軋前塗布一般壓軋用油於鎂合金板來進行（具有潤滑劑）。試料第 2-1、2-2 係進行未預熱壓軋。針對試料 2-3~2-8 係以示於表 3 之條件來進行壓軋。又，與試驗例 1 相同地，即使進行多數個輥隙壓軋，壓軋前之板溫度、及壓軋中之輥表面溫度亦為相同之條件。

<熱處理>

與試驗例 1 同樣地對於所得之壓軋材，於加熱爐中進行 100~350℃、15 分鐘之退火。針對各壓軋試料，由拉伸強度（TS）與彎曲性能來判斷最適當之退火條件，並以由該退火條件所得之特性值當作該試料之最適值。初期厚度、壓軋前之板溫度、輥表面溫度、每 1 輥隙之壓軋率、總壓軋率示於表 3。還有，每 1 輥隙之壓軋率及總壓軋率係與試驗例 1 同樣地求得。

表 3

壓 軋 條 件

No.	初期厚度 (mm)	壓軋前 板溫度 (℃)	輥表面 溫度 (℃)	壓軋速度 (m/min)	潤滑劑	每一輥隙之 壓軋率 (%)	總壓軋率 (%)
2-1	0.6	20	120	3.0	有	2.8	16.0
2-2	0.6	20	110	3.0	有	2.3	16.2
2-3	0.6	250	175	3.0	有	4.2	16.0
2-4	0.8	150	175	3.0	有	3.8	37.0
2-5	0.8	300	180	3.0	有	5.1	25.0
2-6	0.8	200	178	3.0	有	4.5	25.0
2-7	0.59	150	179	3.0	有	3.1	14.2
2-8	1.2	150	183	3.0	有	4.9	57.8

<評 估>

壓軋及退火結束後，嘗試研究所得之壓軋板特性。於本試驗中，係測定 r 值、X 射線繞射尖峰強度比、結晶粒之平均粒徑、拉伸強度 (TS)、斷裂時之全伸長量 (伸長量)。又，與試驗例 1 同樣地遵照 JIS Z 2248 來進行 V 模壓式之彎曲試驗。然後，與試驗例 1 同樣地變化彎曲半徑來求得最小彎曲係數 B 。該結果示於表 4。示於表 4 之彎曲半徑係表示試料中未產生表面裂痕範圍中之最小值。

<< r 值>>

基於 JIS Z 2245「薄板金屬材料之塑性應變比試驗方法」來評估 r 值。所評估之拉伸方向係研究與合金板之壓軋方向平行之方向 (0°)、與壓軋方向垂直之方向 (90°)

(參照第 4 圖)。又，於本試驗中之各 r 值係使用於特定伸長量時之 r 值而求得。具體來說，係已求得於 5~10% 時之 r 值，使用該等 r 值所平均之值作為該伸長量時之 r 值。例如，伸長量為 12% 之情況，以伸長量為 5% 時之 r 值與 10% 伸長量時之 r 值之平均作為 12% 伸長量時之 r 值，伸長量未滿 5% 之情況，伸長量為 5% 時之 r 值與斷裂前時之 r 值之平均為未滿 5% 伸長量之情況之 r 值，如所述來求得各 r 值。

<<X 射線繞射尖峰強度比>>

針對所得之鎂合金板來進行 X 射線反射測定，測定 (002) 面之繞射尖峰強度、(101) 面之繞射尖峰強度。第 3 圖係表示試料第 2-1 之 X 射線繞射強度之曲線圖。然後，求得 (002) 面之繞射尖峰強度 $I_{(002)}$ 對於 (101) 面之繞射尖峰強度 $I_{(101)}$ 之比 $I_{(002)} / I_{(101)}$ 。以下顯示於本試驗中之 X 射線繞射之條件。

使用 X 射線 : Cu-K α

激發條件 : 50kV 200mA

測定方法 : θ -2 θ 法

<<結晶粒之平均粒徑>>

以記載於 JIS G 0551 之附件 3 之平均結晶粒徑之算式 ($d_m = 1 / \sqrt{m}$ ， d_m ：平均粒徑、 m ：試驗片表面之平均 1mm^2 之結晶粒數) 為基準，求得結晶粒之平均粒徑。

<<伸長量>>

基於 JIS Z 2241 求得斷裂時之全伸長量。作為於本試

驗之評估中所用之伸長量。

No.	r 值		繞射尖峰 強度比 $I_{(002)} / I_{(101)}$	結晶粒平 均粒徑 (μm)	TS (N/mm^2)	伸長量 (%)		彎曲特性	
	0°	90°				0°	90°	彎曲半徑 (mm)	最小彎曲 係數 B
2-1	1.2	2.0	4.0	4.7	258	16.8	15.6	1.0	1.98
2-2	1.0	1.9	3.8	5.7	273	14.3	17.7	1.0	1.99
2-3	1.7	4.4	8.2	5.1	275	16.3	20.2	1.5	2.98
2-4	1.6	2.3	11.2	5.3	264	12.9	21.0	2.0	3.97
2-5	2.2	3.2	7.1	10.2	218	4.6	3.6	3.0	5.0
2-6	2.0	3.5	5.1	6.2	241	6.3	3.8	2.5	4.17
2-7	1.3	3.3	4.7	6.1	265	15.1	15.6	2.0	3.95
2-8	1.4	1.6	15.1	12.8	207	8.9	9.9	2.0	3.94

如由表 3、4 所得知，已進行非預熱壓軋之試料第 2-1、2-2 係各向異性小，具體來說，已知不僅在與壓軋方向平行之拉伸方向之塑性應變比 r_0 值為 2.0 以下，在與壓軋方向垂直之拉伸方向之塑性應變比 r_{90} 值為 2.0 以下。又，已知繞射尖峰強度比 $I_{(002)} / I_{(101)}$ 亦小如未滿 10。加上已知與壓軋方向平行之拉伸方向、及與壓軋方向垂直之拉伸方向之任一方向之伸長量均為 10% 以上。已實施該等未預熱壓軋之試料第 2-1、2-2 係已知由於各向異性小、具有優異之伸長量，最小彎曲係數 B 變小成 2 為 1.0 以下，使彎曲加工性優異。

相對於此，未實施未預熱壓軋之試料第 2-3~2-7，任何之一即使滿足繞射尖峰強度比未滿 10 及 10% 以上伸長量至

少之一，塑性應變比 r_{90} 均超過 2.0，結果，最小彎曲係數 B 超過 2.0，為相較於已進行未預熱壓軋之試料第 2-1、2-2 之使彎曲加工性劣化之結果。

試料第 2-8 雖然 r_0 值及 r_{90} 值小，但伸長量未滿 10%，結果為最小彎曲係數 B 超過 2.0，相較於已進行未預熱壓軋試料第 2-1、2-2 之使彎曲加工性劣化之結果。又，於試料第 2-1、2-2 中，抑制總壓軋率於 30% 以下，控制結晶粒之平均粒徑成為 $10\mu\text{m}$ 以下，於試料第 2-8 中，未進行該等平均粒徑之控制，結晶粒變大。因此，已知彎曲加工性亦以較確實地考慮結晶粒之平均粒徑為佳。

再者，於試料第 2-1 同樣地研究在 45° 之拉伸方向之塑性應變比 r_{45} 值時，為 2.0 以下。因此，藉由進行未預熱壓軋，所謂於拉伸方向之塑性應變比 r 值小，各異向性小，認為對於彎曲加工性之提高有貢獻。

【產業上之利用可能性】

如以上說明，根據本發明方法，藉由進行未預熱壓軋，可製造彎曲性能優異之鎂合金板。特別地，只不過於迄今之壓軋步驟中僅補增加未預熱壓軋，即可製造彎曲性能優異之鎂合金板。

藉由提昇鎂合金板之彎曲加工性，可①降低壓軋成形時之模具溫度、②提高加工速度（應變速度），可整體提高壓軋成形加工之操作效率。

藉由塗布潤滑劑於壓軋前之合金板表面，可提升鎂合金板之彎曲性能，進一步可提昇壓軋成形加工性。

藉由組合未預熱壓軋與適當之熱處理條件，可製造彎曲性能優異之鎂合金板，可大幅提高鎂合金板之壓軋成形加工之操作效率。

本發明鎂合金板係以個人電腦、行動電話之外殼、其他之輕量化為目標，而且期待廣為使用於必須有強度・韌性之製品。

(五)圖式簡單說明：

第 1 圖係彎曲試驗之說明圖。

第 2 圖係顯示本發明壓軋條件之模式說明圖。

第 3 圖係在本發明鎂合金板之一範例中，顯示 X 射線繞射強度之曲線圖。

第 4 圖係說明於板狀試驗片上施加拉伸應力狀態之說明圖。

元件符號說明

10 V 模壓

11 V 溝槽

20 試料

30 模具

40 板狀試驗片

伍、中文發明摘要：

提供一種鎂合金板及其製造方法，其係具有足夠強度同時具有優異之彎曲加工性。

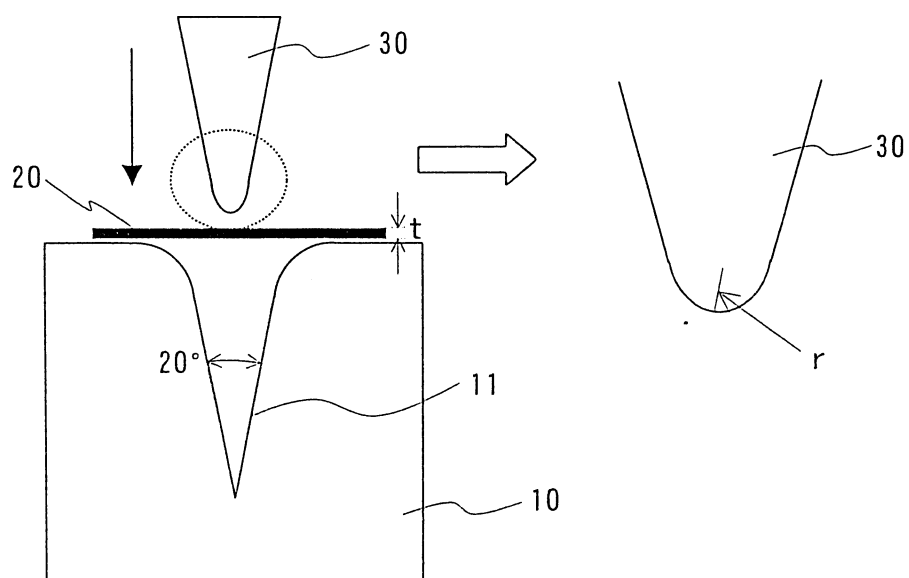
在以壓軋輥壓軋包含有質量%為 Al：0.1~10.0、Zn：0.1~4.0 之鎂合金之鎂合金板之製造方法中，在插入於前述壓軋輥前之鎂合金表面溫度設為 100℃以下，前述壓軋輥之表面溫度設為 100℃~300℃。特別是在進行由多輥隙所構成之壓軋之情況下，在至少最後一個輥隙中，執行已進行了前述鎂合金板表面溫度與壓軋輥表面溫度之規範的未預熱壓軋。

陸、英文發明摘要：

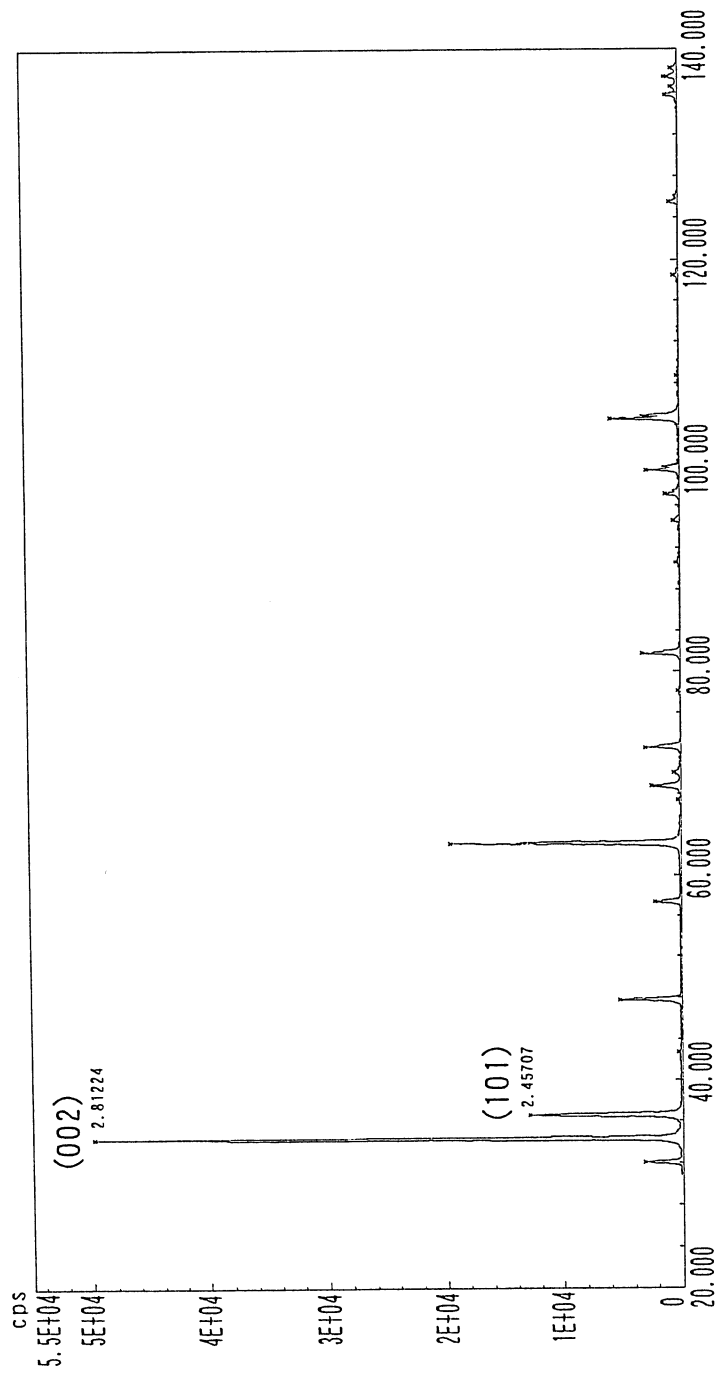
There is provided a magnesium alloy sheet and the manufacturing method, and the sheet is with sufficient toughness as well as excellent in bending processing ability.

In the manufacturing method of magnesium alloy sheet containing magnesium alloy of Al:0.1~10.0 mass %, Zn:0.1~4.0 mass % by calendering with press rolls, the surface temperature of magnesium alloy is below 100℃ before it is inserted into the said press rolls. The surface temperature of the said press rolls is 100℃~300℃. In particular, in the case that calendering containing multi-passes is proceeded, non-preheating calendering is proceeded, which the surface temperatures of magnesium alloy sheet and the surface temperature of the press rolls are made in the said range at least in the last pass.

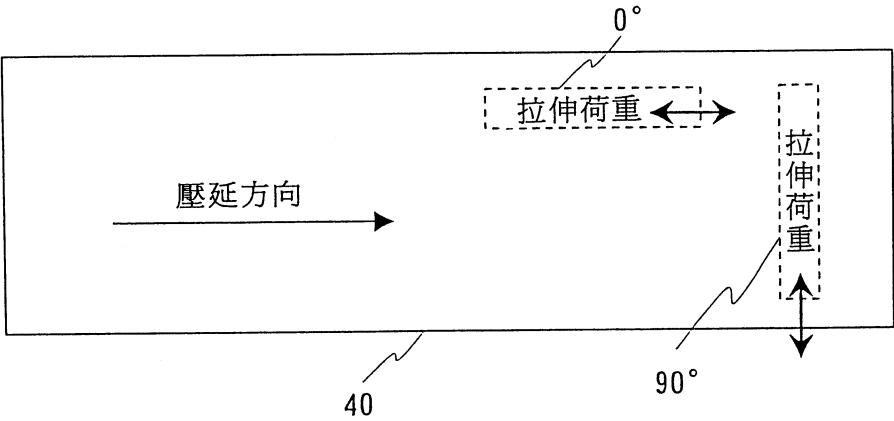
第 1 圖



第 3 圖



第 4 圖



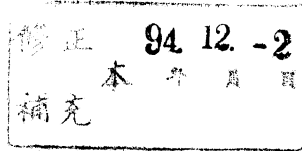
柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 () 圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

本 案 無 指 定 代 表 圖

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：



第 92114979 號「鎂合金板及其製造方法」專利申請案

(2005 年 12 月 2 日修正)

拾、申請專利範圍：

1. 一種鎂合金板之製造方法，在以壓軋輥壓軋包含有質量 % 為 Al：0.1~10.0、Zn：0.1~4.0 之鎂合金板之鎂合金板製造方法中，
其特徵為於該壓軋之前，於 350~450℃ 溶體化處理該鎂合金板 1 小時以上，
於插入該壓軋輥前之鎂合金板表面溫度設為 100℃ 以下，
該壓軋輥之表面溫度為 100℃ ~300℃。
2. 如申請專利範圍第 1 項之鎂合金板之製造方法，其中於該壓軋之後，於鎂合金板上實施 100~350℃ 之熱處理。
3. 如申請專利範圍第 1 項之鎂合金板之製造方法，其中壓軋速度為 1.0m/min 以上。
4. 如申請專利範圍第 1 項之鎂合金板之製造方法，其中使用潤滑劑來進行該壓軋。
5. 如申請專利範圍第 1 項之鎂合金板之製造方法，其中於該壓軋之至少最後 1 輥隙中，進行該鎂合金板表面溫度與壓軋輥表面溫度之規定。
6. 如申請專利範圍第 1 項之鎂合金板之製造方法，其中於該壓軋中之總輥軋率為 5.0~30.0%。
7. 一種鎂合金板，其係包含有質量 % 為 Al：0.1~10.0、Zn：0.1~4.0 之鎂合金板，

其特徵為該鎂合金板係以在壓軋輥壓軋方式製造，

於該壓軋之前，於 350~450℃ 溶體化處理該鎂合金板 1 小時以上，

於插入該壓軋輥前之該鎂合金板表面溫度設為 100℃ 以下，該壓軋輥之表面溫度為 100℃ ~300℃，

於彎曲試驗中可未引起表面裂痕地彎曲之最小彎曲係數 B 值為 2 以下；

$B=r/t$ (r = 彎曲半徑、 t = 板厚度、單位：mm) 。

8. 如申請專利範圍第 7 項之鎂合金板，其中拉伸強度為 250N/mm²、伸長量為 15% 以上。

9. 一種鎂合金板，其係包含有質量% 為 Al：0.1~10.0、Zn：0.1~4.0 之鎂合金板，

其特徵為該鎂合金板係以在壓軋輥壓軋方式製造，

於該壓軋之前，於 350~450℃ 溶體化處理該鎂合金板 1 小時以上，

於插入該壓軋輥前之該鎂合金板表面溫度設為 100℃ 以下，該壓軋輥之表面溫度為 100℃ ~300℃，

於與壓軋方向垂直之拉伸方向之塑性應變比 r_{90} 值為 2.0 以下，

而且，至少滿足此時之伸長量為 10% 以上，及藉由 X 射線繞射法所得之 (002) 面之反射強度 $I_{(002)}$ 與 (101) 面之反射強度 $I_{(101)}$ 之比 $I_{(002)}/I_{(101)}$ 未滿 10 其中之一項。

10. 如申請專利範圍第 9 項之鎂合金板，其中進一步在與壓

軋方向平行之拉伸方向之塑性應變比 r_0 值為 1.2 以下。

11. 如申請專利範圍第 9 項之鎂合金板，其中進一步為結晶粒之平均粒徑為 $10\ \mu\text{m}$ 以下。

12. 如申請專利範圍第 9 項之鎂合金板，其中進一步在彎曲試驗中可在不引起表面裂痕而彎曲之最小彎曲係數 B 為 2 以下；

$B = r / t$ (r = 彎曲半徑、 t = 板厚度、單位：mm)。