

發明專利說明書

200540281

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：93134132

※申請日期：93 年 11 月 09 日

※IPC 分類：

C22C 23/02
B22D 21/04
B22D 27/20

一、發明名稱：

(中) 壓鑄用鎂合金以及鎂壓鑄製品

(英)

二、申請人：(共 2 人)

1. 姓 名：(中) 高田股份有限公司
(英) TAKATA CORPORATION

代表人：(中) 1. 高田重久
(英)

地 址：(中) 日本國東京都港區六本木一丁目四-三〇
(英)

國籍：(中英) 日本 JAPAN

2. 姓 名：(中) 東健司
(英) HIGASHI, KENJI

代表人：(中)
(英)

地 址：(中) 日本國大阪府富田林市寺池台三一四一九
(英)

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 4 人)

1. 姓 名：(中) 鈴木邦輝
(英) SUZUKI, KUNITERU

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 平井勤二
(英) HIRAI, KINJI

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

3.姓 名：(中) 西長博
(英) NISHINAGA, HIROSHI
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

4.姓 名：(中) 東健司
(英) HIGASHI, KENJI
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎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 ; 2004/06/14 ; 2004-175334 ☒ 有主張優先權

3.姓 名：(中) 西長博
(英) NISHINAGA, HIROSHI
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

4.姓 名：(中) 東健司
(英) HIGASHI, KENJI
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎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 ; 2004/06/14 ; 2004-175334 ☒ 有主張優先權

(1)

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於質輕且比剛性高的鎂合金，特別係關於壓鑄用鎂合金以及使用此壓鑄用鎂合金的鎂壓鑄製品。

【先前技術】

在被大量地使用的合金中，鎂合金是最質輕且比剛性高的合金，以筆記型電腦、手機為首，被使用於攜帶型電動器具等之中的鑄造用 Mg 合金，幾乎為 AZ91 合金。此 AZ91 合金，強度、耐蝕性、成形性等方面優異，作為均衡性佳的鑄造用合金，而廣泛地被使用在壓鑄用，但是並不適用於被要求高拉伸、彎曲、耐熱性的機械特性之汽車、機車等的用途中。因此，對於這些用途，通常是使用減少 Al 量來改善拉伸性之 AM60 系合金或 AM50 系合金。

近年來，隨著對於汽車零件的輕量化要求的提高，同時更靠近引擎的蓋類也要 Mg 合金化，所以賦予耐熱性能的新合金的開發，熱烈地進行(例如參照專利文獻 1)。根據此習知技術的合金，係改良 AM50 合金或 AM60 合金而成的合金；以 Al：2～9 重量%、Sr：0.5～7 重量%作為基質，理想為作成 Al：4～6 重量%及 Al：4.5～5.5 重量%且 Zn：0.35 重量%以下(AM 合金標準)。又，關於根據前述習知技術所作成的合金和 AZ 系合金的比較，例

(2)

如記載於非專利文獻 1。第 17 圖係表示被記載於此文獻中的比較內容的圖。

進而，在專利文獻 2 中，顯示出藉由 Si、RE 等來嘗試改良特性的例子；作為一例，表示以 RE：0.1～4 重量 %、Si：0.7～5 重量 %、Mn：1 重量 % 以下、Zr：1 重量 % 以下、Ca：4 重量 % 以下、Al：10 重量 % 以下、Zn：5 重量 % 以下、Ag：5 重量 % 以下，來構成成分的例子。

【專利文獻 1】日本特表 2003-517098 號公報

【專利文獻 2】日本特開平 9-316586 號公報

【非專利文獻 1】pegureryutu、Balil 共著「Development of Creep Resistant Mg-Al-Sr Alloys」Magnesium Technology 2001(TMS)

【發明內容】

(發明所欲解決之課題)

但是，前述習知的合金(改良 AM50 合金或 AM60 合金而成的合金)，存在以下的課題。

第 17 圖的下段係表示前述習知技術的合金(以下適當地稱為習知合金)的一例，與 AZ91 合金比較，室溫(常溫)下的拉伸強度，大約低 15%。而在 175℃ 時的拉伸強度，雖然被改善 7% 程度，但是室溫、175℃ 下的拉伸率低。潛變特性值等，確實被改善，但是材料實際使用時，由於係暴露在自室溫開始至 175℃ 為止的高溫的環境中，所以無法無視於室溫下的物性。前述習知技術，並未

(3)

考量此點，而無法防止在室溫下的強度的降低。

本發明的目的在於提供一種壓鑄用鎂合金以及使用此壓鑄用鎂合金的鎂壓鑄製品，不會招致室溫強度的降低，並能夠提升高溫潛變性能。

(解決課題所用的手段)

爲了達成前述目的，根據第 1 發明的壓鑄用鎂合金，其特徵爲：對於鋁 6.0～11.0 重量%、鋅 0.1～2.5 重量%、錳 0.1～0.5 重量%之 AZ91 系合金，作爲結晶微細化劑，添加銻及鈣之中的至少其中一方、及鋇。

就本案的第 1 發明而言，係將成爲基質的合金，設爲含有鋁 6.0～11.0 重量%、鋅 0.1～2.5 重量%、錳 0.1～0.5 重量%之 AZ91 系合金，而對於此合金作成添加了 Sb、Ca、Sr 的組成。藉由將基質設爲 AZ91 系合金，能夠防止如 AM60 系合金般的室溫的強度特性降低的情況。而且，藉由對此 AZ91 系合金添加 Sb、Ca、Sr 來作爲結晶微細化劑，改良合金組織來使結晶粒徑尺寸微細化，而能夠得到與以高溫潛變性能且耐熱性鎂合金聞名的 AS21 合金同等的優異特性。結果，不會招致室溫強度的降低，並能夠實現高溫潛變性能已經提高的合金。

爲了達成前述目的，根據第 2 發明的壓鑄用鎂合金，其特徵爲：對於已經在鋁 6.0～11.0 重量%、鋅 0.1～2.5 重量%、錳 0.1～0.5 重量%之 AZ91 系合金中，添加了矽 0.1～1.5 重量%、稀土族 0.1～1.2 重量%、及鋇 0.2

(4)

～0.8 重量%之中的至少其中之一而成的合金，作為結晶微細化劑，進而添加銻及鈣的至少其中一方、及鋁。

就本案的第 2 發明而言，係將成為基質的合金，亦即對於鋁 6.0～11.0 重量%、鋅 0.1～2.5 重量%、錳 0.1～0.5 重量%之所謂的 AZ91 系合金，添加矽 0.1～1.5 重量%、稀土族 0.1～1.2 重量%、及鎂 0.2～0.8 重量%之中的至少其中之一而完成基質合金，也就是加入一面維持成形性、常溫強度，一面提升高溫潛變性能的元素。而且，藉由對此 AZ91 系合金，作為結晶微細化劑，進而添加 Sb、Ca、Sr，改良合金組織，能夠使結晶粒徑尺寸微細化。

與前述本案的第 1 發明相異，在基質合金側，添加了矽、稀土族、鎂的其中之一；這些合金，會進入可說是 AZ91 系合金的弱點亦即粒界生成物 $Mg_{17}Al_{12}$ (β 相)、或若添加 Ca 便會生成的 Al_2Ca 結晶的間隙內，而分開這些相，因而能夠改善強度。但是，若添加過度，則由於會招致成形性惡化，所以理想為添加至：矽 1.5 重量%、稀土族 1.2 重量%、鎂 0.8 重量%為止。結果，能夠確實地保持本發明的合金的特徵亦即成形性，並更加提升耐熱潛變特性。

第 3 發明，係如前述第 1 發明或第 2 發明，其中作為前述結晶微細化劑，添加銻 0～1.5 重量%及鈣 0.2～3.5 重量%之中的至少其中一方、及鋁 0.1～1.5 重量%，其他成分則為不可避免地被包含。

就本案的第 3 發明而言，藉由將銻、鈣及鋇的添加量，設為銻 0~1.5 重量%、鈣 0.2~3.5 重量%、鋇 0.1~1.5 重量%，能夠確實地使結晶粒徑尺寸在 $20\mu\text{m}$ 以下，而能夠得到與以高溫潛變性能且耐熱性鎂合金聞名的 AS21 合金同等的優異特性。結果，不會招致室溫強度的降低，並能夠確實地實現高溫潛變性能已經提高的合金。

為了達成前述目的，根據第 4 發明的鎂壓鑄製品，其特徵為：使用壓鑄用鎂合金，被進行壓鑄鑄造而構成；

而該壓鑄用鎂合金，係對於鋁 6.0~11.0 重量%、鋅 0.1~2.5 重量%、錳 0.1~0.5 重量%之 AZ91 系合金，作為結晶微細化劑，添加銻及鈣之中的至少其中一方、及鋇而成的合金。

就本案的第 4 發明而言，作為在鎂壓鑄製品中所使用的合金，係使用對於含有鋁 6.0~11.0 重量%、鋅 0.1~2.5 重量%、錳 0.1~0.5 重量%之所謂的 AZ91 系合金，添加了 Sb、Ca、Sr 的組成之合金。藉由將合金的基質設為 AZ91 系合金，能夠防止如 AM60 系合金般的室溫的強度特性降低的情況。而且，藉由對此 AZ91 系合金，添加 Sb、Ca、Sr，來作為即使為了壓鑄而再熔解也不會損害效果之結晶微細化劑，不會損害熔湯流動性，改良合金組織來使結晶粒徑尺寸微細化，同時能夠得到與以高溫潛變性能且耐熱性鎂合金聞名的 AS21 合金同等的優異

(6)

特性。結果，使用不會招致室溫強度的降低且高溫潛變性能已經提高的合金，能夠製造出成形性佳的壓鑄製品。

爲了達成前述目的，根據第 5 發明的鎂壓鑄製品，其特徵爲：使用壓鑄用鎂合金，被進行壓鑄鑄造而構成；

而該壓鑄用鎂合金，係對於已經在鋁 6.0~11.0 重量%、鋅 0.1~2.5 重量%、錳 0.1~0.5 重量%之 AZ91 系合金中，添加了矽 0.1~1.5 重量%、稀土族 0.1~1.2 重量%、及鋅 0.2~0.8 重量%之中的至少其中之一而成的合金，作爲結晶微細化劑，進而添加銻及鈣之中的至少其中一方、及鋁而成的合金。

與前述第 2 發明相同，藉由在基質合金側，添加了矽、稀土族、鋁的其中之一；這些合金，會進入可說是 AZ91 系合金的弱點亦即粒界生成物 $Mg_{17}Al_{12}$ (β 相)、或若添加 Ca 便會生成的 Al_2Ca 結晶的間隙內，而分開這些相，因而能夠改善強度。但是，若添加過度，則由於會招致成形性惡化，所以理想爲添加至：矽 1.5 重量%、稀土族 1.2 重量%、鋁 0.8 重量%爲止。結果，能夠確實地保持本發明的合金的特徵亦即成形性，並更加提升耐熱潛變特性。

第 6 發明，係如前述第 4 發明或第 5 發明，其中使用壓鑄用鎂合金，被進行壓鑄鑄造而構成；

而該壓鑄用鎂合金，係使用作爲前述結晶微細化劑

(7)

，添加銻 0～1.5 重量%及鈣 0.2～3.5 重量%之中的至少其中一方、及鋁 0.1～1.5 重量%，其他成分則為不可避免地包含而成的合金。

就本案的第 6 發明而言，藉由將銻、鈣及鋁的添加量，設為銻 0～1.5 重量%、鈣 0.2～3.5 重量%、鋁 0.1～1.5 重量%，能夠確實地使結晶粒徑尺寸在 $20\mu\text{m}$ 以下，而能夠得到與以高溫潛變性能且耐熱性鎂合金聞名的 AS21 合金同等的優異特性。結果，使用不會招致室溫強度的降低，且高溫潛變性能已經確實地提升的合金，能夠成形性佳地製造壓鑄製品。

【實施方式】

（實施發明的最佳形態）

以下，一邊參照圖面一邊說明本發明的一實施形態。

本發明的發明人，如前所述，根據不會如習知合金般地招致室溫強度的降低，並提升高溫潛變性能的觀點，針對一面維持 AZ91 合金的優異特性一面改善高溫潛變特性之壓鑄用鎂合金以及壓鑄製品進行各式各樣的檢討。以下，依序地說明其思考方式及檢討結果。再者，文中的 %表示，全部是表示重量%。

(1)結晶粒徑尺寸的微細化

首先，本發明的發明人，以 AZ91 合金壓鑄品的特性

(8)

改善為目標，進行檢討。將 AZ91 合金壓鑄鑄造後的結晶粒徑尺寸，大約為 $40\ \mu\text{m}$ ，與大約為 $200\sim 300\ \mu\text{m}$ 之通常的重力鑄造的情況比較，結晶粒相當微細化。因此，被使用在習知重力鑄造中的結晶微細化劑，在壓鑄鑄造中被視為不需要。本發明的發明人，刻意將微細化劑添加在壓鑄合金中，嘗試以此合金的鑄錠來進行壓鑄成形。

各種微細化劑之中，如六氯乙烷般，即使微細化效果高，在添加時會發生氯氣；或是如金屬 Na 般的在處理上會伴隨著相當的危險。作為用於壓鑄且即使再熔解也不會損害效果的微細化劑，在本發明中，選擇 Sb、Ca、Sr，並進行複合添加的檢討。

最初，關於 AZ91 合金和將 $\text{Sb}0.5\%+\text{Ca}0.5\%+\text{Sr}0.5\%$ 添加入 AZ91 中而成合金，利用爐內冷卻法測量熔點。由該結果可知，添加了 Sb、Ca、Sr 的合金，與 AZ91 合金比較，熔點稍低(參照第 1 圖)。關於其他的元素，也分別添加 1%在 AZ91 合金的熔湯中，來測量其熔點。由該結果可知，連同各元素少量添加的情況，也是維持其熔點或是下降(參照第 2 圖)。將各自的熔湯再度熔解，分別注入鑄模內，確認了所有的熔湯的流動性(在應用於壓鑄製品的情況，相當於壓鑄成形性)完全沒有問題，是良好的。再者，作為 RE 源，使用 MM(混合稀土金屬)。

接著，在鋁塗層後的鐵坩堝中，熔解 AZ91 合金 3kg，保持在 680°C 之後，添加規定量的 Ca 和 Sr，然後利用

(9)

柄勻每次 100g 快速地澆鑄在預先溫熱成 100℃ 的管狀金屬模(管壁厚度 3mm、內徑 32mm ϕ 、深度 53mm)中，而作出試料。試料在中間部往橫向切斷，並爲了使結晶粒界鮮明化，進行 410℃、2 小時的熔體化處理，再研磨成鏡面之後，利用 6%苦味酸乙醇溶液進行蝕刻，並用顯微鏡檢查。結晶粒徑尺寸，係利用鋼鐵 JIS 的結晶粒度測量法的切片法來求得。

第 3 圖係表示將 Sb 和 Ca 添加在 AZ91 合金中的添加結果。由此圖可知：添加銻的情況，效果較小，但是若複合添加銻和鈣，則具有大致與添加鈣同等的效果。第 4 圖係表示在已經複合添加的熔湯中，添加 Sr 的情況的例子；利用添加 Sr0.6%以上，結晶粒尺寸變成 20 μ m 以下。關於將 Si、RE、Zr 分別添加 0.5~1.0%在 AZ91 合金中而成的合金，也進行同樣的試驗，就結晶粒尺寸而言，也可以得到幾乎相同的結果。雖然分散出現 Si、RE、Zr 各自特有的結晶，但是就全體的結晶粒尺寸而言，並沒有變化。

第 5 圖係表示改變 Sb、Ca、Sr 的各種添加情況，調查其與結晶粒徑尺寸的關係的結果的一例。再者，此情況之所謂的 AZ 合金，除了 AZ91 合金以外，係指 AZ91+0.5%Si 合金、AZ91+0.5%RE 合金、AZ91+0.5%Zr 合金。如第 5 圖所示，可知：在 Sb0.5%、Ca0.5~3.0%、Sr0.1~1.5%的範圍內，進行複合添加時，在虛線所包圍的範圍內，則能夠在 20 μ m 以下。

再者，本發明的發明人，根據另外的實驗，得知：關於前述 Sb 及 Ca，即使沒有添加兩者，但是只要添加 Sb：0～1.5% 及 Ca：0.2～3.5% 的至少其中一方，便可以得到與前述虛線所包圍的範圍同樣的微細化效果。因此，爲了得到此微細化效果，只要複合添加 Sb：0～1.5% 及 Ca：0.2～3.5% 之中的至少一方、及 Sr：0.1～1.5% 便可以。

將 Sb、Ca 及 Sr 添加在 AZ91 合金中而成的合金，對其進行壓鑄成形，當與 AZ91 合金比較時，壓鑄成形品的結晶粒徑尺寸，與澆鑄在管狀金屬模內時的結晶粒徑尺寸大致相等；另一方面，相對於 AZ91 合金之 AZ91SbCaSr 合金的結晶粒徑尺寸比，即使是在相異的鑄造・成形條件下，可知大約微細化成 1/3 (參照第 6 圖)。以往，關於壓鑄品，由於結晶粒微細化劑係被視爲無用的，故此爲新的創見。

如此的結晶粒尺寸的微細化，由於粒界的網絡表面光滑細緻，材料強度增加，且析出在粒界的 β 相的厚度變薄，由於成爲腐蝕原因之容易在粒界生成的粗大的金屬間化合物，變成不易生成，所以能夠提高腐蝕性。將 Si、RE、Zr 添加在 AZ 合金中而成的合金的強度、耐蝕性提高的情況，此與防止 β 相等進入粒界的金屬間化合物之間來防止粗大化，其結果將帶來特性提高的情況，可以說是非常相似的作用機構。

(2)室溫強度及拉伸特性和熔湯流動性

接著，本發明的發明人，依據前述(1)的結果，檢討如前述般的 AZ91 合金、及將 Si、RE、Zr 添加在 AZ91 合金中而成的合金、及進而添加 Sb、Ca、Sr 而成的合金(以下，適當地簡稱為「Sb、Ca、Sr 添加合金」)的室溫強度特性及室溫拉伸特性。

使用第 7 圖所示的合金鑄錠，利用冷式壓鑄成形機，成形溫度(熔解爐溫度)650℃，並使用 1.5mm 厚、B5 尺寸的平坦的試驗金屬模，以金屬模溫度 200℃ 的狀態下，分別成形 80 枚。將成形板 5 枚橫方向分割 3 等分、縱方向分割 2 等分，而作成的 6 枚小片，利用水置換法來測量其密度，再根據另外分析出來的成分值和化學便覽記載的原子密度表，加以累計所求得的理論密度，計算模內的充填率。進而，從成形板 5 枚，切出常溫拉伸試驗片，再利用英式拉伸試驗機(instron tensile tester)測量室溫下的拉伸強度、拉伸率(拉伸值)。

第 8 圖係表示壓鑄成形後的前述試驗板的充填率(本發明組成的平均值)。由此圖可知，若添加 Sb、Ca、Sr，充填率提高。

第 9 圖係表示壓鑄成形品的室溫拉伸強度。又，合併表示壓鑄試驗片進行 410℃、2 小時熔體化處理後的測量結果。如該圖所示可知，as-cast 的情況，Sb、Ca、Sr 添加合金比 AZ91 合金高 7%左右的值。又，AZ91 合金，若進行熔體化處理，則強度下降，而根據試驗片觀察的

結果，散見氣泡，此被認為是使物性降低、充填率下降的原因。而根據添加了 Sb、Ca、Sr 之本發明的實施形態的合金，即使進行熔體化處理，強度不會降低，也沒有觀察到氣泡。

又，將拉伸率表示於第 10 圖中，Sb、Ca、Sr 添加合金大致與 AZ91 合金相同。可知若將 Sb、Ca、Sr 添加在 AZ91 合金中，在壓鑄時，沒有氣泡捲入，由於提高充填率同時提高拉伸強度，所以壓鑄成形性被改善。

另一方面，對於被添加側的 AZ91 合金，本發明的發明人，也就各成分進行檢討；就 Al 而言，若比 6% 低，得知將無法得到前述室溫拉伸強度的改善效果。因此，為了改善室溫拉伸強度，Al 的含量比率，判斷設為 6% 以上是適當的。

關於 Si、RE、Zr 的添加效果，如前所述地以目視確認熔湯流動性來決定前述上限。若超過這些上限，則黏性增加，確認了將對熔湯流動性產生不良影響。又，下限值，則是觀察添加而成的合金的室溫拉伸強度，以強度被改善的量作為下限值。第 11 圖係表示此時的添加量和室溫拉伸強度之間的關係。添加改善效果，平均是 +12%。

根據以上的結果，本發明的發明人，判斷將已經對於 Al：6～11.0%、Zn：0.1～2.5%、Mn：0.1～0.5% 之 AZ91 合金，添加了規定量的 Si、RE、Zr 而成的合金，作為基質合金是適當的。將這些基質合金總稱為 AZ91 系

合金，關於各圖表，也是表示其全體的平均值。

(3) 高溫潛變特性

接著，本發明的發明人，依據前述(1)、(2)的結果，檢討 Sb、Ca、Sr 添加合金的高溫潛變特性。

由壓鑄成形品 5 枚，切出試驗片，並利用定速式高溫潛變試驗機，求出在 175℃ 時的潛變資料。再者，為了進行比較，關於通常的 AZ91 合金或其他的 AZ 系合金，也進行同樣的測量。

在第 11 圖、第 12 圖及第 13 圖中，表示在 175℃ 時的定速法高溫潛變試驗的結果。

第 11 圖係表示應變速度和流動應力的關係。將 Sb、Ca、Sr 添加在 AZ91 合金中所得到的本實施形態的 Sb、Ca、Sr 添加合金，與 AZ91 合金比較，在各應變速度下，提高 15～30% 流動應力，可知耐潛變性變高。

第 12 圖係表示潛變拉伸率的資料。AZ61 合金以及 AZ91 合金，會由於潛變速度的不同，拉伸率會有在 25% 以下的情況；相對於此，Sb、Ca、Sr 添加合金，不論應變速度為何，拉伸率皆在 35% 以上。

第 13 圖係為了與其他的合金比較，在日本鎂協會的資料庫的圖表上，記載這些結果所得到的圖。協會的測量方法為定應力法。不論是何種方法，原理上皆是評價相同物性的方法。再者，也一併表示其他合金在 175℃ 時的文獻資料。再者，圖中，「Mercer」係表示根據文獻

「W.E.MercerII“Magnesium Die Cast Alloys for Elevated Temperature Applications”,SAE Paper No.900788,SAEWarrendale, PA,U.S.A,1990.」的資料；「長岡技大」則是表示根據文獻「後閑康裕、鎌土重晴、武田秀他著：“Mg-Zn-Al-Ca-RE 系合金壓鑄材的顯微組織及高溫強度特性”輕金屬學會第 103 回秋期大會演講概要集 P-16,P.375」的資料。

第 13 圖所示的本發明的發明人的潛變試驗與日本鎂協會的潛變試驗的測量條件，表示於第 14 圖中。

第 13 圖中的長岡技大的 ZACE05411 合金，與 AS21 交叉而立起。其他的資料係關於 Mercer 的基本的合金的資料，能夠看清耐熱鎂合金的 AS41、AS21、AS42 的耐潛變性，位於何種水準。

根據本實施形態的 Sb、Ca、Sr 添加合金，係位於 AS21 合金的潛變曲線的延長線上，在 175℃ 時的耐潛變性可以被認為與 AS21 相等。亦即，可知利用將 Sb、Ca、Sr 添加在 AZ91 系合金中，可以得到具有與高溫潛變性高的 AS21 以上的高溫潛變性之合金。

再者，本發明的發明人，與前述相同，不是檢討 Sb、Ca、Sr 的添加量，而是也另外檢討被添加側的 AZ91 系合金的成分對於室溫拉伸強度的影響；得知若 Al 的含量比率若超過 11 重量%，則拉伸率的劣化將會超過 1%，所以爲了提高高溫潛變性，Al 的含量比率，設爲 11 重量%以上是適當的。

(4)耐蝕性

AZ91 合金係在 Mg 合金中的耐蝕性優異的合金；本實施形態的合金，作為基質合金，在 AZ91 合金中添加了 Si、RE、Zr，而作為微細化劑，則是添加了新的元素 Sb、Ca、Sr。若因而造成耐蝕性大幅地劣化則不耐實用。因此，本發明的發明人，藉由對本實施形態的 AZ 系的 Sb、Ca、Sr 添加合金和通常的 AZ91 合金進行鹽水噴霧試驗，進行耐蝕性的確認。

鹽水噴霧試驗的概要係如下述般地進行。首先，作為原料鑄錠，係使用第 15 圖所示的鑄錠。關於壓鑄成形，係對試驗合金 A、B，以 620℃、650℃、680℃ 各成形溫度(熔解爐溫度)進行壓鑄成形，並作成板狀。又，作為鹽水噴霧試驗用試樣形狀，成形板的厚度設為 0.7mm，並切出 95mm×130mm 的形狀。作為前處理條件，並不進行化成處理，而是以丙酮擦拭表面。

作為試驗方法，使用腐蝕鹽水噴霧試驗機(Suga 試驗機股份有限公司製造)，試驗槽內溫度設為 35℃、噴霧壓力設為 0.098MPa(1kgf/cm²)。以此條件連續噴霧 2 小時之後，以流水沖洗試料後，放置 16 小時，再藉由目視以五階段評價「幾乎沒有腐蝕-~5」、「稍微腐蝕+~4」、「有腐蝕++~3」、「全面地腐蝕+++~2」、「全面顯著地腐蝕~1」來評價腐蝕發生的程度。

第 16 圖係表示其結果。如第 16 圖所示，根據本實施形態之 AZ91 系且添加了 Sb、Ca、Sr 各 0.5% 的合金，

係前述「有腐蝕++~3」，通常的 AZ91 合金也是「有腐蝕++~3」。亦即，關於腐蝕性，前述兩種合金之間沒有大的差異，可知本實施形態的 Sb、Ca、Sr 添加合金，也確保有與通常的 AZ 合金大致相等的耐蝕性。

如前所述，若根據本實施形態，能夠得到一種壓鑄用鎂合金，一面確保良好的壓鑄成形性及腐蝕性，一面具有與 AZ91 合金同等的室溫拉伸強度，並具有高溫潛變性。根據本實施形態的合金，對於能夠發揮輕量化效果的變速器蓋、承油盤、或是車用空調活塞部外殼、氣囊蓋、引擎蓋等的用途，作為涵蓋自室溫區域至高溫區域為止的鎂壓鑄製品，是特別有用的。

【發明之效果】

若根據申請專利範圍第 1 項~第 6 項的發明，由於作成對 AZ91 系合金添加了 Sb、Ca、Sr 的組成，所以能夠防止室溫的強度特性降低；又，藉由 Sb、Ca、Sr 添加，改良合金組織，使結晶粒徑尺寸微細化，能夠提升高溫潛變性能。

若根據申請專利範圍第 2 項、第 5 項的發明，由於對 AZ91 系合金，添加 Si、RE、Zr 至成形性沒有大變化的程度而成的合金，作為基質合金，所以可以防止室溫的強度特性降低，並維持成形性。又，這些元素，會在析出於粒界而成為弱點的原因之 β 相的間隙內析出，而分開 β 相，所以能夠確實地提升高溫潛變性能。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係表示將 Sb、Ca 和 Sr 添加在 AZ91 合金中所得到的合金的熔點特性的圖。

第 2 圖係表示將 Ca、Si、RE、Sr、Zr 各添加 1 重量 % 在 AZ91 合金中所得到的合金的熔點的圖。

第 3 圖係表示將微細化劑添加在 AZ91 系合金中的添加效果的圖。

第 4 圖係表示將 Sr 添加在 AZ91SbCa 合金中的添加效果的圖。

第 5 圖係表示在本發明的一實施形態中，將 Sb、Ca 和 Sr 添加在 AZ91 系合金中的比例的範圍的圖。

第 6 圖係表示 AZ91 合金和 AZ91SbCaSr 合金的結晶粒徑尺寸比的變化動態的圖。

第 7 圖係表示合金鑄錠的組成的圖。

第 8 圖係表示合金的充填率動態的圖。

第 9 圖係表示合金的室溫拉伸強度的動態的圖。

第 10 圖係表示合金的室溫拉伸特性的動態的圖。

第 11 圖係表示合金的高溫應變速度和流動應力之間的關係的動態的圖。

第 12 圖係表示合金的高溫應變速度和潛變拉伸率之間的關係的動態的圖。

第 13 圖係表示在各種鎂合金中的高溫潛變速度和應力之間的關係的圖。

第 14 圖係表示潛變試驗的試驗條件的圖。

第 15 圖係表示在耐蝕性試驗中所使用的原料鑄錠的組成的圖。

第 16 圖係表示耐蝕性試驗的結果的圖。

第 17 圖係表示被記載於習知技術文獻中的合金特性的比較內容的圖。

五、中文發明摘要

發明之名稱：壓鑄用鎂合金以及鎂壓鑄製品

本發明的課題在於提供一種壓鑄用鎂合金以及使用此壓鑄用鎂合金的鎂壓鑄製品，不會招致室溫強度的降低，並能夠提升高溫潛變性能。

為了解決此課題，本發明之手段為：

對於鋁 6.0～11.0 重量%、鋅 0.1～2.5 重量%、錳 0.1～0.5 重量%之 AZ91 合金，添加矽 0.1～1.5 重量%、稀土族 0.1～1.2 重量%、及鎳 0.2～0.8 重量%之中的至少其中之一，來作為 AZ91 系基質合金，而對此合金，添加銻 0～1.5 重量%及鈣 0.2～3.5 重量%之中的至少其中一方、及鋁 0.1～1.5 重量%，其他成分則為不可避免地被包含；且使用此合金來製造鎂壓鑄製品。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

(1)

十、申請專利範圍

1. 一種壓鑄用鎂合金，其特徵為：

對於鋁 6.0～11.0 重量%、鋅 0.1～2.5 重量%、錳 0.1～0.5 重量%之 AZ91 系合金，作為結晶微細化劑，添加銻及鈣的至少其中一方、及鋁。

2. 一種壓鑄用鎂合金，其特徵為：

對於已經在鋁 6.0～11.0 重量%、鋅 0.1～2.5 重量%、錳 0.1～0.5 重量%之 AZ91 系合金中，添加了矽 0.1～1.5 重量%、稀土族 0.1～1.2 重量%、及鋇 0.2～0.8 重量%之中的至少其中之一而成的合金，作為結晶微細化劑，進而添加銻及鈣的至少其中一方、及鋁。

3. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的壓鑄用鎂合金，其中作為前述結晶微細化劑，添加銻 0～1.5 重量%及鈣 0.2～3.5 重量%之中的至少其中一方、及鋁 0.1～1.5 重量%，其他成分則為不可避免地包含。

4. 一種鎂壓鑄製品，其特徵為：

使用壓鑄用鎂合金，被進行壓鑄鑄造而構成；

而該壓鑄用鎂合金，係對於鋁 6.0～11.0 重量%、鋅 0.1～2.5 重量%、錳 0.1～0.5 重量%之 AZ91 系合金，作為結晶微細化劑，添加銻及鈣之中的至少其中一方、及鋁而成的合金。

5. 一種鎂壓鑄製品，其特徵為：

使用壓鑄用鎂合金，被進行壓鑄鑄造而構成；

而該壓鑄用鎂合金，係對於已經在鋁 6.0～11.0 重量

(2)

%、鋅 0.1~2.5 重量%、錳 0.1~0.5 重量%之 AZ91 系合金中，添加了矽 0.1~1.5 重量%、稀土族 0.1~1.2 重量%、及鋇 0.2~0.8 重量%之中的至少其中之一而成的合金，作為結晶微細化劑，進而添加銻及鈣之中的至少其中一方、及鋁而成的合金。

6. 如申請專利範圍第 4 項或第 5 項所述的鎂壓鑄製品，其中使用壓鑄用鎂合金，被進行壓鑄鑄造而構成；

而該壓鑄用鎂合金，係使用作為前述結晶微細化劑，添加銻 0~1.5 重量%及鈣 0.2~3.5 重量%之中的至少其中一方、及鋁 0.1~1.5 重量%，其他成分則為不可避免地包含而成的合金。

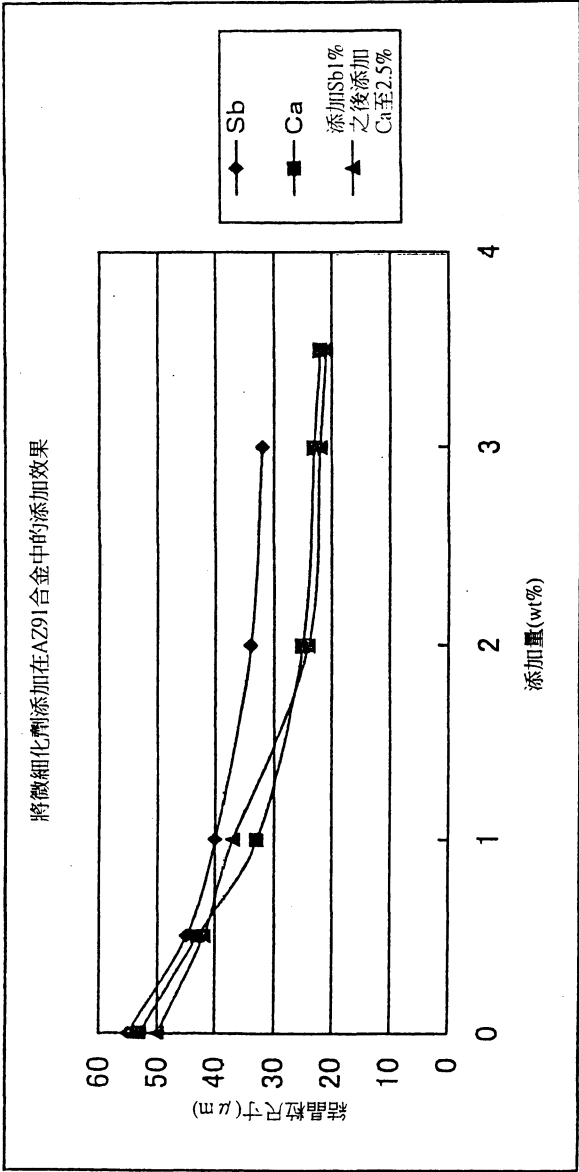
合金種類	熔點(°C)	凝固點(°C)
AZ91	599	430
AZ91SbCaSr	593	447

第1圖

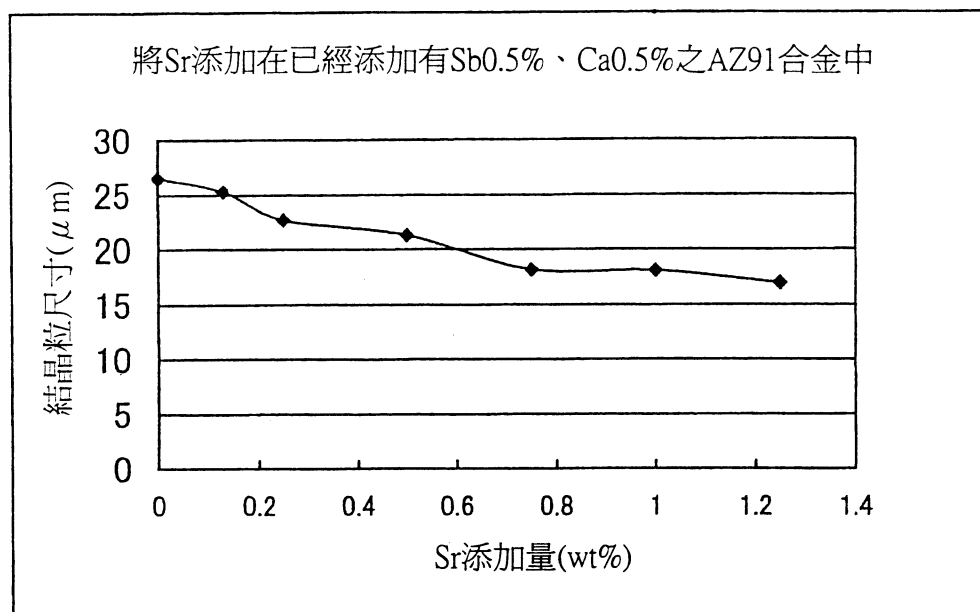
AZ系合金的熔點(°C)

AZ91	AZ91SbCaSr	AZ91Ca	AZ91Si	AZ91MM	AZ91Sr	AZ91Zr
	Sb, Ca, Sr=各0.5%	Ca=1.0%	Si=1.0%	MM=1.0%	Sr=1.0%	Zr=1.0%
599	593	594	593	599	596	595

第2圖



第3圖



第4圖

將Sb、Ca、Sr添加在AZ91合金中時的結晶粒尺寸(μm)

		Sb0.0	Sb0.5	已經添加Sb0.5%的情況下之Ca的添加量(%)									
		Ca0.0	Ca0.0	0.3	0.5	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5			
Sr 的 添 加 量 (%)	0.0	50		39									
	0.1												
	0.5		39		13		15						24
	1.0	32						18					
	1.5			23		17	19						
	2.0												
	2.5				27								

 成為20 μm以下的範圍

第5圖

管狀金屬模澆鑄和壓鑄鑄造品的結晶粒徑尺寸的比較

合金種類		管狀金屬模的情況	壓鑄鑄造的情況
		熔湯溫度680℃ 金屬模預熱100℃	熔解爐溫度650℃ 金屬模溫度200℃ 試驗金屬模尺寸 B5尺寸 厚度1.5mm
AZ91	μm (指數)	39.6(1.00)	40.7(1.03)
AZ91SbCaSr	μm (指數)	13.1(1.00)	13.8(1.05)
AZ91SbCaSr/AZ91 的尺寸比		0.33	0.34

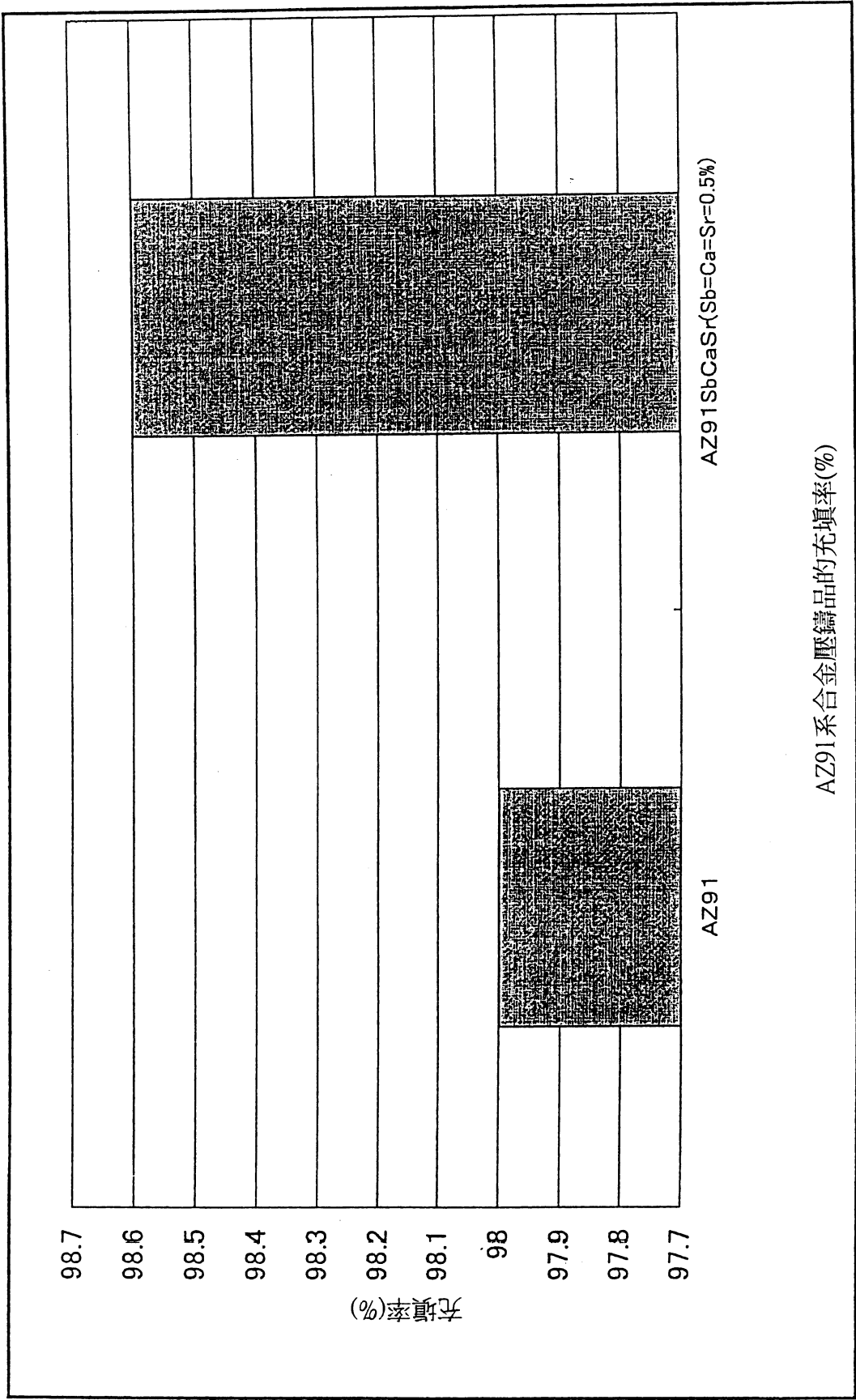
(注)表中，以AZ91SbCaSr合金表示的資料，係Sb：0.5%、Ca=0.5%、Sr=0.5%的情況的例子。

第6圖

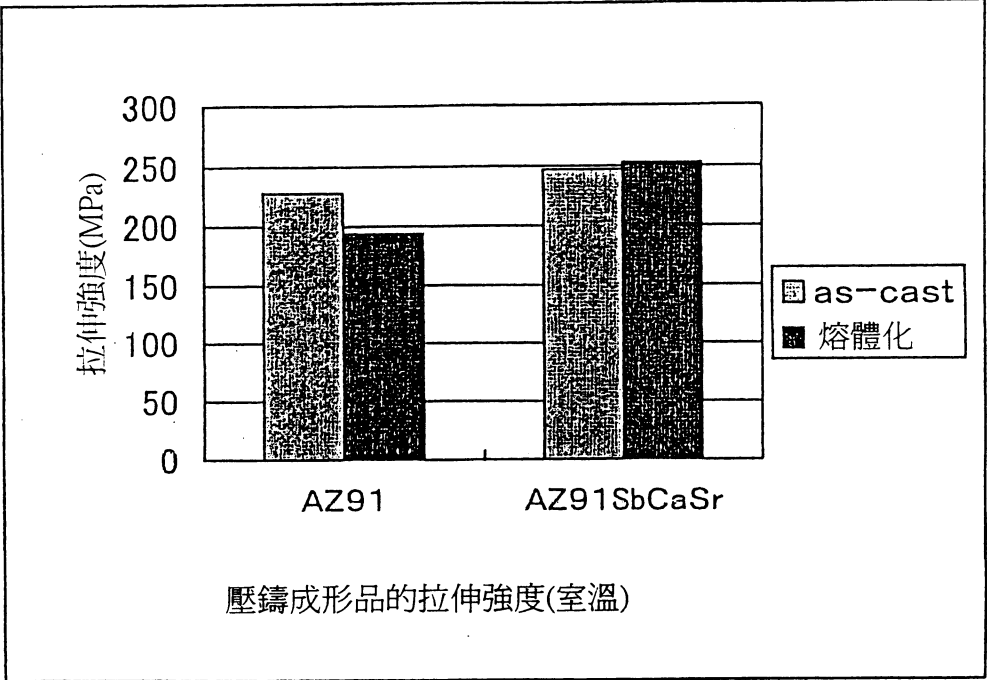
	合金種類	原 料 合 金										壓鑄品					
		成 分 (%)		結晶尺寸								拉伸強度 MPa	拉伸率 %	充填率 %	流動應力*1 MPa	高溫拉伸率*2 %	
		Al	Zn	Mn	Si	RE	Zr	Sb	Ca	Sr	(μm)						
本發 明例	AZ91Si-CaSr	8.6	0.7	0.23	0.5	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	13	251	3.7	98.6	220	31	
	AZ91Si-SbCaSr	8.8	0.8	0.18	0.7	0.0	0.0	1.0	1.5	1.0	18	242	3.5	98.5	221	29	
	AZ92RE-SbCaSr	8.6	2.1	0.31	0.0	0.5	0.0	0.5	1.5	0.5	17	247	3.6	98.5	225	29	
	AZ101Zr-SbCaSr	9.9	0.3	0.25	0.0	0.0	0.5	1.2	1.1	0.8	19	239	3.4	98.8	219	28	
比 較 例	AZ91	8.5	0.7	0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	40	225	3.7	97.9	175	34	
	AZ91Sr	8.7	0.9	0.26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	30	230	3.5	97.7	182	35	
	AZ71	6.8	0.8	0.28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	60	213	3.8	97.7	173	30	
	AZ101	9.9	0.6	0.36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	46	220	3.3	98.1	179	29	

*1 流動應力係175℃、應變速度： 10^{-3} s^{-1} 的值
*2 高溫拉伸率係175℃、應變速度： 10^{-3} s^{-1} 的值

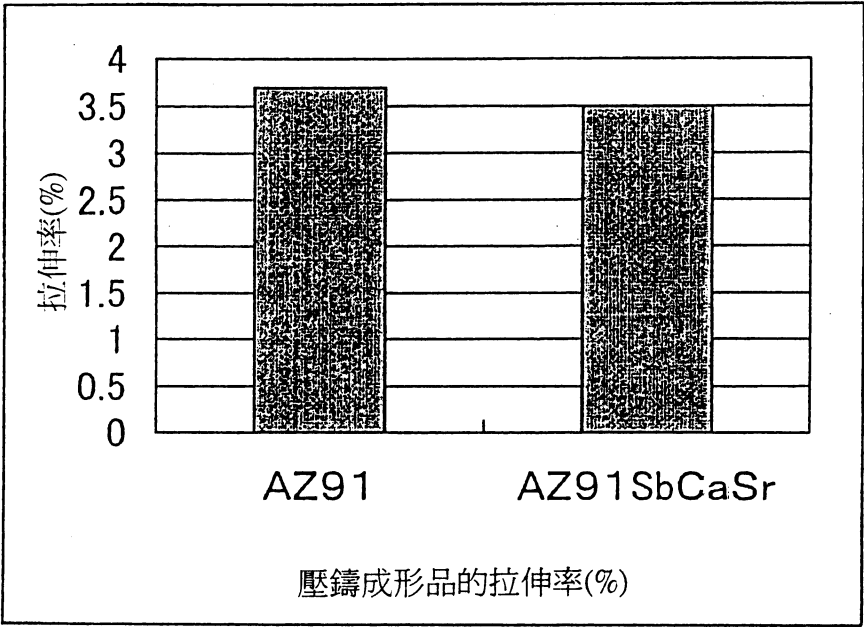
第7圖



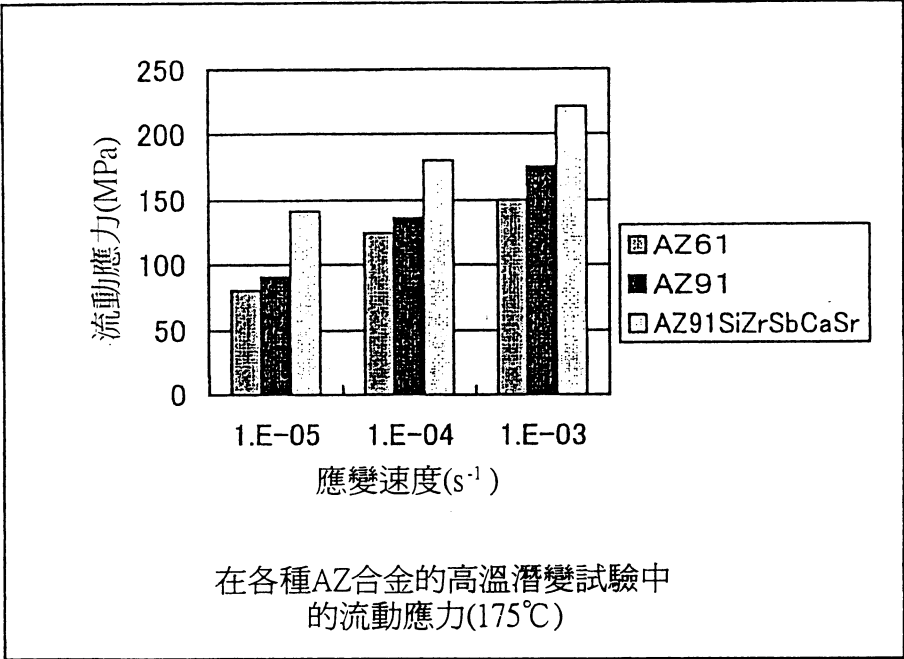
第8圖



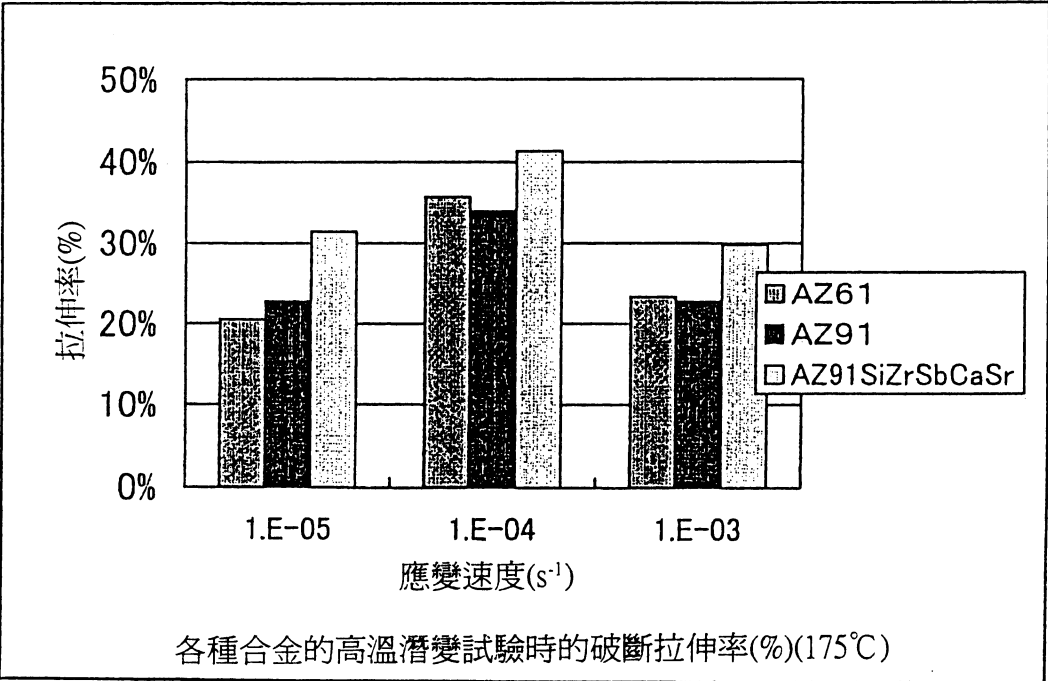
第9圖



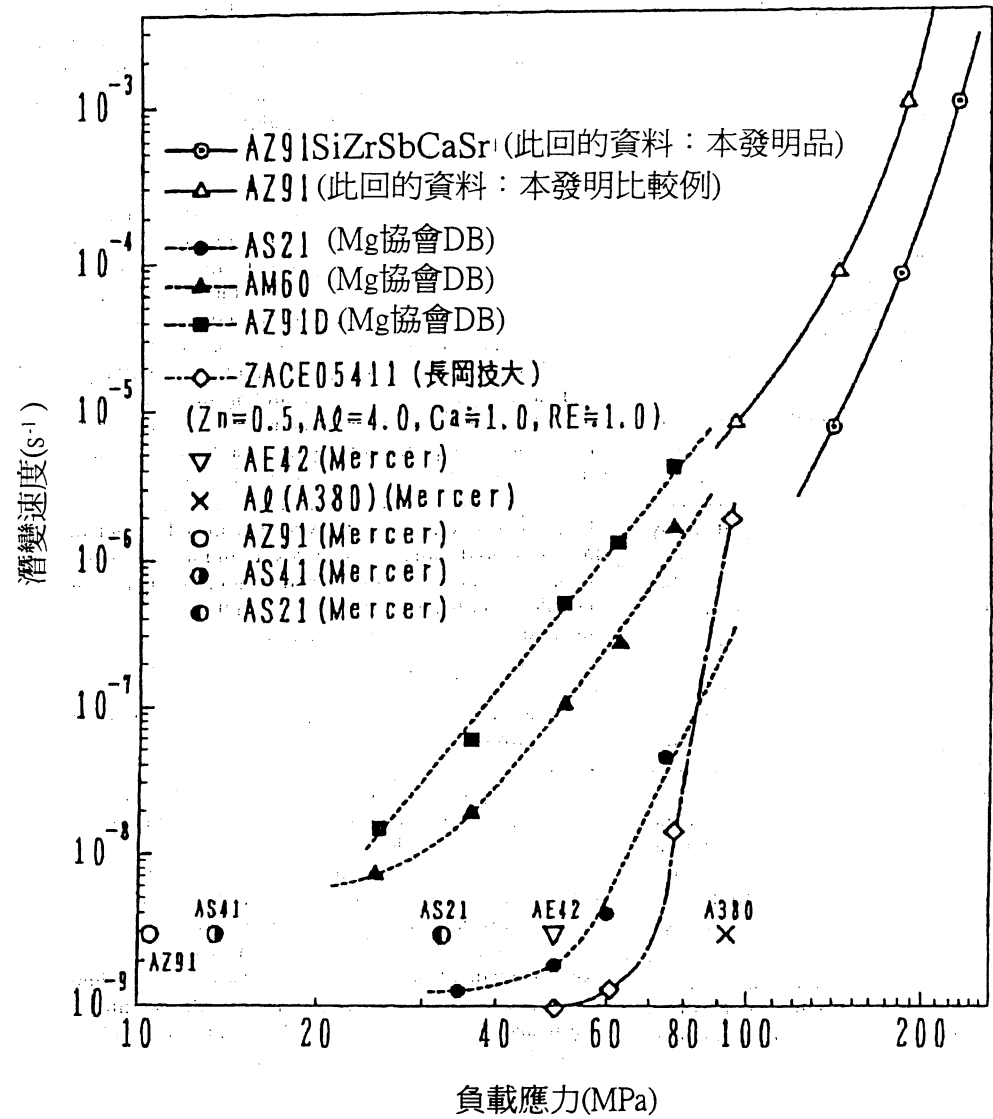
第10圖



第11圖



第12圖



在各種Mg合金中的潛變速度和應力的關係(在175℃時)

第13圖

	本發明	日本鎂協會
測量裝置	英式拉伸試驗機	立型單桿式六連潛變試驗機(藉由錘之槓桿負載式)
試驗片尺寸	厚度：1.44mm 寬度：6mm 平行部：18mm	厚度：3.00mm 寬度：10mm 平行部：40mm

第14圖

原料鑄錠組成(例)

		(%)								(ppm)			
元素名		Al	Zn	Mn	Si	RE	Sb	Ca	Sr	Fe	Cu	Ni	Be
A-1	AZ91Si0.5RE0.5-Sb0.5Ca0.5Sr0.5-1	8.2	0.82	0.29	0.52	0.49	0.53	0.55	0.48	26	8	4	6
	AZ91Si0.5RE0.5-Sb0.5Ca0.5Sr0.5-1	9.8	0.80	0.35	0.54	0.55	0.52	0.54	0.48	48	8	3	7
B-1	AZ91-1	8.6	0.77	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22	8	5	9
B-2	AZ91-2	9.0	0.78	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24	9	5	11

第15圖

耐鹽水噴霧性試驗資料

(A) AZ91+Si0.5%+RE0.5%+Sb0.5%+Ca0.5%+Sr0.5%

成形溫度	620°C		650°C		680°C	
	341	342	311	312	281	282
試樣編號						
系	++	++	++	++	++	++
白	++	++	++	++	++	++
紅	-	-	-	-	-	-
評價	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
點	3	3	3	3	3	3

(B) AZ91

成形溫度	620°C		650°C		680°C	
	371	372	401	402	431	432
試樣編號						
系	++	++	++	++	++	++
白	++	++	++	++	++	++
紅	-	-	-	-	-	-
評價	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
點	3	3	3	3	3	3

第16圖

		拉伸強度		拉伸率	
	Alloy	室溫	175°C	室溫	175°C
比較表	(單位)	MPa	MPa	%	%
根據文獻	AZ91	239	138	4.7	20.5
	Mg-5Al-1.8Sr	202	148	4	14.8

第17圖

七、指定代表圖

(一)、本案指定代表圖為：第 (5) 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：