(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2013-512338
(P2013-512338A)
(43)公表日　平成25年4月11日(2013.4.11)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
C22C 23/02	(2006.01)	C22C	23/02	
C22C 23/04	(2006.01)	C22C	23/04	
C22C 1/02	(2006.01)	C22C	1/02	503L
C22F 1/06	(2006.01)	C22F	1/06	
C22F 1/00	(2006.01)	C22F	1/00	611

審査請求 有　予備審査請求 未請求　（全 23 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2012-541039 (P2012-541039)
(86)(22)出願日　平成23年10月4日 (2011.10.4)
(85)翻訳文提出日　平成24年5月24日 (2012.5.24)
(86)国際出願番号　PCT/KR2011/007298
(87)国際公開番号　WO2012/046984
(87)国際公開日　平成24年4月12日 (2012.4.12)
(31)優先権主張番号　10-2010-96709
(32)優先日　平成22年10月5日 (2010.10.5)
(33)優先権主張国　韓国 (KR)
(31)優先権主張番号　10-2011-23260
(32)優先日　平成23年3月16日 (2011.3.16)
(33)優先権主張国　韓国 (KR)

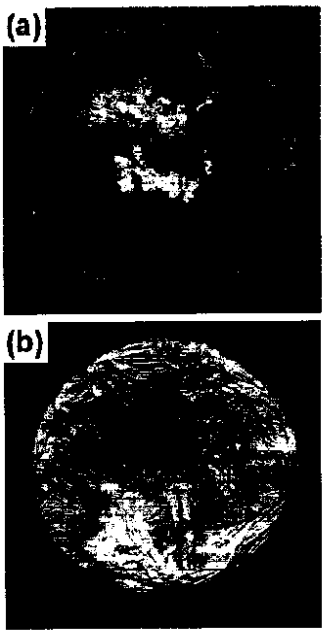
(71)出願人　304059937
コリア・インスティテュート・オブ・マシナリー・アンド・マテリアルズ
大韓民国大田市儒城区柯亭北路１５６（長洞）
(74)代理人　110000040
特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ
(72)発明者　キム、ヨン　ミン
大韓民国、６４５－７７９　ギョンサンナム－ト、チャンウォン－シ、チネ－グ、ソク－ドン、ウーリム　フィルユー　アパートメント、１０２－１５０３

最終頁に続く

(54)【発明の名称】機械的特性に優れている難燃性マグネシウム合金及びその製造方法

(57)【要約】
【課題】
【解決手段】発火抵抗性に優れ、且つ優れた強度と軟性を併せ持つマグネシウム合金が提供される。本発明に係るマグネシウム合金は、１．０重量%～７．０重量%のＡｌ、０．０５重量%～２．０重量%のＣａ、０．０５重量%～２．０重量%のＹと、０重量%超過及び６．０重量%以下のＺｎと、残部としてのＭｇ、及びその他不可避な不純物を含み、前記ＣａとＹとの含量は、前記マグネシウム合金の全重量に対して０．１%～２．５%であることを特徴とする。本発明に係るマグネシウム合金は、保護被膜として働く緻密な複合酸化層を形成することで極めて優れた耐酸化性及び発火抵抗性を示し、大気中や一般の不活性雰囲気（Ａｒ、N_2）下で溶解、鋳造及び加工が可能となり、機械加工工程の際に堆積するチップの自然発火を抑制することができる。
【選択図】図１

【図１】



【特許請求の範囲】
【請求項１】
溶融鋳造法により製造されるマグネシウム合金であって、
前記マグネシウム合金は、１．０重量％以上及び７．０重量％未満のＡｌ、０．０５重量％～２．０重量％のＣａ、０．０５重量％～２．０重量％のＹと、０重量％超過及び６．０重量％以下のＺｎと、残部としてのＭｇ、及びその他不可避な不純物とを含み、
前記ＣａとＹとの合計含量は、前記マグネシウム合金の全重量に対して０．１重量％以上２．５重量％未満であることを特徴とするマグネシウム合金。
【請求項２】
前記Ｃａの含量は、０．２重量％～１．５重量％であることを特徴とする請求項１に記載のマグネシウム合金。
【請求項３】
前記Ｙの含量は、０．１重量％～１．５重量％であることを特徴とする請求項１に記載のマグネシウム合金。
【請求項４】
前記ＣａとＹとの含量は、前記マグネシウム合金の全重量に対して０．３％以上２．０％以下であることを特徴とする請求項１ないし３のいずれかに記載のマグネシウム合金。
【請求項５】
前記マグネシウム合金は、０重量％超過及び１．０重量％以下のＭｎをさらに含むことを特徴とする請求項１ないし３のいずれかに記載のマグネシウム合金。
【請求項６】
前記マグネシウム合金は、０．１重量％～１．０重量％以下のＺｒをさらに含むことを特徴とする請求項１ないし３のいずれかに記載のマグネシウム合金。
【請求項７】
Ｍｇ、Ａｌ、及びＺｎを含むマグネシウム合金溶湯を形成するステップ；
前記マグネシウム合金溶湯にＣａ及びＹの原料物質を添加するステップ；
前記Ｃａ及びＹの原料物質が添加されたマグネシウム合金溶湯から溶融鋳込方法を用いてマグネシウム合金鋳造材を製造するステップを含み、
前記方法により製造されたマグネシウム合金は、１．０重量％以上及び７．０重量％未満のＡｌ、０．０５重量％～２．０重量％のＣａ、０．０５重量％～２．０重量％のＹと、０重量％超過６重量％以下のＺｎと、残部としてのＭｇ、及びその他不可避な不純物を含むことを特徴とするマグネシウム合金の製造方法。
【請求項８】
前記マグネシウム合金溶湯にＣａ及びＹの原料物質を添加するステップでは、８００℃より高い温度でＣａ及びＹの原料物質を添加することを特徴とする請求項７に記載のマグネシウム合金の製造方法。
【請求項９】
Ｍｇ、Ａｌ、及びＺｎを含むマグネシウム合金溶湯を形成するステップ；
Ｍｇ、Ａｌ、Ｚｎ、Ｃａ、及びＹを含み、７５０℃以下で溶解可能な母合金インゴットを形成するステップ；
前記マグネシウム合金溶湯に前記７５０℃以下で溶解可能な母合金インゴットを投入するステップ；
前記母合金インゴットが含まれた溶湯から溶融鋳込方法を用いてマグネシウム合金鋳造材を製造するステップを含み、
前記方法により製造されたマグネシウム合金は、１．０重量％以上及び７．０重量％未満のＡｌ、０．０５重量％～２．０重量％のＣａ、０．０５重量％～２．０重量％のＹと、０重量％超過６重量％以下のＺｎと、残部としてのＭｇ、及びその他不可避な不純物を含むことを特徴とするマグネシウム合金の製造方法。
【請求項１０】
前記Ｍｇ、Ａｌ、Ｚｎ、Ｃａ、及びＹが含まれた母合金インゴットは、７５０℃以下で

溶解可能なものであり、前記母合金インゴットは、７５０℃より低い温度で前記マグネシウム合金溶湯に投入されることを特徴とする請求項９に記載のマグネシウム合金の製造方法。

【請求項１１】

Ｍｇ、Ａｌ、及びＺｎを含むマグネシウム合金溶湯を形成するステップ；

前記マグネシウム合金溶湯にＣａ化合物及びＹ化合物を添加するステップ；

前記Ｃａ化合物及びＹ化合物が添加されたマグネシウム合金溶湯から溶融鋳込方法を用いてマグネシウム合金鋳造材を製造するステップを含み、

前記方法により製造されたマグネシウム合金は、１．０重量％以上及び７．０重量％未満のＡｌ、０．０５重量％～２．０重量％のＣａ、０．０５重量％～２．０重量％のＹと、０重量％超過６重量％以下のＺｎと、残部としてのＭｇ、及びその他不可避な不純物を含むことを特徴とするマグネシウム合金の製造方法。

【請求項１２】

前記Ｃａ原料物質及びＹ原料物質、Ｍｇ、Ａｌ、Ｚｎ、Ｃａ、及びＹが含まれた母合金インゴット、または前記Ｃａ化合物及びＹ化合物を前記マグネシウム合金溶湯に投入するステップは、前記マグネシウム合金溶湯を周期的に撹拌するステップをさらに含むことを特徴とする請求項７ないし１１のいずれかに記載のマグネシウム合金の製造方法。

【請求項１３】

前記鋳込方法は、金型鋳造法、砂型鋳造法、重力鋳造法、加圧鋳造法、連続鋳造法、薄板鋳造法、ダイカスト法、精密鋳造法、消失模型鋳造法、噴霧鋳造法及び半凝固鋳造法のいずれかであることを特徴とする請求項７ないし１１のいずれかに記載のマグネシウム合金の製造方法。

【請求項１４】

前記マグネシウム合金の製造方法は、前記鋳込方法により形成されたマグネシウム合金鋳造材を熱間加工するステップをさらに含むことを特徴とする請求項７ないし１１のいずれかに記載のマグネシウム合金の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、発火抵抗性に優れているマグネシウム合金、より詳しくは、溶湯表面に安定した保護被膜を形成することで大気中あるいは一般の活性雰囲気下でも溶解や鋳造が可能となり、発火抵抗性に極めて優れていることでチップの自然発火を抑制することができ、且つ、優れた強度と軟性を併せ持つマグネシウム合金に関する。

【背景技術】

【０００２】

マグネシウム合金は、高い比強度を有する最軽量の合金であって、各種の鋳造や加工工程に適用可能であり、自動車部品や電磁気部品などの軽量化が要求されるあらゆる分野に適用可能であってその応用範囲が広い。しかしながら、マグネシウム合金は、電気化学的に電位が低く且つ相当に高い活性を有する金属であって、酸素または水と接触すると強い活性反応を示し、時には火事を起こしたりするなど、材料の安定性及び信頼性の面でまだ限界がある。このために、その応用潜在力に比しては未だその応用範囲が制限的であり、とりわけ、安全性が要求される応用分野には不向きである。

【０００３】

マグネシウム合金のかかる活性反応のため、溶解時にはフラックス（ｆｌｕｘ）やＣＯ$_2$＋ＳＦ$_6$などの不活性混合ガスを使用して不活性雰囲気を作る必要がある。溶解や精錬時に使用されるフラックスは塩化系であるため、溶湯処理条件が合わないと、残留塩素が素材中に残存して耐食性を大きく落とすという不具合があった。このような不具合を解決するためには、フラックスを使用する代わりに、ＳＦ$_6$、ＣＯ$_2$及びＡｉｒを混合した雰囲気下で溶解や鋳造を行なう方法が有効である。しかしながら、ＳＦ$_6$は地球温室効果がＣＯ$_2$の２４倍にもなる地球温室誘発物質として分類されており、今後、その使用が規制される

と見込まれている。

【０００４】

このような問題をより根本的に解決するために、マグネシウム合金そのものの耐酸化性を向上させるための研究として、特にＣａ、Ｂｅなどの希土類金属の添加によるマグネシウム合金の発火温度を向上させようとする研究が進められてきていた。従来は、耐酸化マグネシウム合金に添加される合金元素のうちＣａが主に用いられており、その理由は、Ｃａ元素の価格が他の希土類金属に比べて低廉で、毒性がなく、且つ添加量対比発火温度の上昇が大きいためである。

【０００５】

Ｃａを含むマグネシウム合金に関連する既存の研究によると、３重量％以上のＣａを添加すると、発火温度が２５０程度上がると知られている。したがって、保護ガスを要することなく大気露出鋳造を可能にするための発火温度である７００以上の発火温度、または保護ガスを含む状態で鋳造を可能にするための発火温度である６５０以上の発火温度を得るためには、好ましくは、３重量％以上、最小限２重量％以上のＣａがマグネシウム合金に添加されている必要がある。しかしながら、Ｃａが２重量％を超えて添加されると、一般にマグネシウム合金の引張特性は低下し、特に延伸率の減少が著しくなり、これは、粗大な硬質の共晶相が多量形成され、クラックの発生を誘発するためである。このようにＣａ添加量の増加は、発火抵抗性を増大させるという長所があるものの、引張特性が急激に劣化するという短所があり、したがって、発火抵抗性と引張特性とを同時に満足させるマグネシウム合金の開発が要求されている実情である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

そこで、本発明は、前記従来の問題点を解決するためのマグネシウム合金を提供することをその目的とする。

【０００７】

具体的に、本発明は、Ｃａを含むマグネシウム合金であって、優れた発火抵抗性と引張特性を併せ持つマグネシウム合金を提供することをその目的とする。

【０００８】

また、本発明は、Ｃａを最小限に使用するとともに、SF_6のような環境汚染誘発物質である保護ガスを使用しない環境にやさしい製造工程を可能にするマグネシウム合金を提供することをその目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

前記目的を達成するための本発明に係るマグネシウム合金は、溶融鋳造法により製造されるマグネシウム合金であって、１．０重量％以上７．０重量％未満のＡｌと、０．０５重量％～２．０重量％のＣａと、０．０５重量％～２．０重量％のＹと、０重量％超過６重量％以下のＺｎと、残部としてのＭｇ、及びその他不可避な不純物とを含み、前記ＣａとＹとの合計含量は、前記マグネシウム合金の全重量に対して０．１重量％以上２．５重量％未満であることを特徴とする。

【００１０】

また、前記Ｃａの含量は、０．２重量％～１．５重量％であることが好ましい。

【００１１】

また、前記Ｙの含量は、０．１重量％～１．５重量％であることが好ましい。

【００１２】

また、ＣａとＹの含量は、前記マグネシウム合金の全重量に対して０．３％以上２．０％以下であることが好ましい。

【００１３】

また、前記マグネシウム合金は、０重量％超過１重量％未満のＭｎをさらに含むことが好ましい。

【００１４】
　また、前記マグネシウム合金は、０重量％超過１重量％未満のＺｒをさらに含むことが好ましい。
【００１５】
　また、本発明に係るマグネシウム合金の製造方法は：
　Ｍｇ、Ａｌ、及びＺｎを含むマグネシウム合金溶湯を形成するステップ；
　前記マグネシウム合金溶湯にＣａ及びＹの原料物質を添加するステップ；
　前記Ｃａ及びＹの原料物質が添加されたマグネシウム合金溶湯から溶融鋳込方法を用いてマグネシウム合金鋳造材を製造するステップを含み、
　前記方法により製造されたマグネシウム合金は、１．０重量％以上及び７．０重量％未満のＡｌ、０．０５重量％～２．０重量％のＣａ、０．０５重量％～２．０重量％のＹと、０重量％超過６重量％以下のＺｎと、残部としてのＭｇ、及びその他不可避な不純物を含むことを特徴とする。
【００１６】
　また、前記マグネシウム合金溶湯にＣａ及びＹの原料物質を添加するステップでは、８００℃より高い温度でＣａ及びＹの原料物質を添加することが好ましい。
【００１７】
　または、本発明に係るマグネシウム合金の製造方法は：
　Ｍｇ、Ａｌ、及びＺｎを含むマグネシウム合金溶湯を形成するステップ；
　Ｍｇ、Ａｌ、Ｚｎ、Ｃａ、及びＹを含み、７５０℃以下で溶解可能な母合金インゴットを形成するステップ；
　前記マグネシウム合金溶湯に前記７５０℃以下で溶解可能な母合金インゴットを投入するステップ；
　前記母合金インゴットが含まれた溶湯から溶融鋳込方法を用いてマグネシウム合金鋳造材を製造するステップを含み、
　前記方法により製造されたマグネシウム合金は、１．０重量％以上及び７．０重量％未満のＡｌ、０．０５重量％～２．０重量％のＣａ、０．０５重量％～２．０重量％のＹと、０重量％超過６重量％以下のＺｎと、残部としてのＭｇ、及びその他不可避な不純物を含むことを特徴とする。
【００１８】
　また、前記Ｍｇ、Ａｌ、Ｚｎ、Ｃａ、及びＹが含まれた母合金インゴットは、７５０℃以下で溶解可能なものであり、前記母合金インゴットは、７５０℃より低い温度で前記マグネシウム合金溶湯に投入されることが好ましい。
【００１９】
　または、本発明に係るマグネシウム合金の製造方法は：
　Ｍｇ、Ａｌ、及びＺｎを含むマグネシウム合金溶湯を形成するステップ；
　前記マグネシウム合金溶湯にＣａ化合物及びＹ化合物を添加するステップ；
　前記Ｃａ化合物及びＹ化合物が添加されたマグネシウム合金溶湯から溶融鋳込方法を用いてマグネシウム合金鋳造材を製造するステップを含み、
　前記方法により製造されたマグネシウム合金は、１．０重量％以上及び７．０重量％未満のＡｌ、０．０５重量％～２．０重量％のＣａ、０．０５重量％～２．０重量％のＹと、０重量％超過６重量％以下のＺｎと、残部としてのＭｇ、及びその他不可避な不純物を含むことが好ましい。
【００２０】
　また、前記Ｃａ及びＹ原料物質、Ｍｇ、Ａｌ、Ｚｎ、Ｃａ、及びＹが含まれた母合金インゴット、または前記Ｃａ化合物及びＹ化合物を前記マグネシウム合金溶湯に投入するステップは、前記マグネシウム合金溶湯を周期的に撹拌するステップをさらに含むことが好ましい。
【００２１】
　また、前記鋳込方法は、金型鋳造法、砂型鋳造法、重力鋳造法、加圧鋳造法、連続鋳造

法、薄板鋳造法、ダイカスト法、精密鋳造法、消失模型鋳造法、噴霧鋳造法、及び半凝固鋳造法のいずれかであることが好ましい。

【００２２】

また、前記方法は、前記鋳込方法により形成されたマグネシウム合金鋳造材を熱間加工するステップをさらに含むことが好ましい。

【００２３】

本発明に係るマグネシウム合金において各成分の含量を限定した理由は、それぞれ次のとおりである。

【００２４】

＜アルミニウム（Ａｌ）＞

アルミニウムはマグネシウム合金の強度の増大及び流動性を向上させ、且つ凝固範囲を増大させることで鋳造性を改善させる元素であって、一般にアルミニウム添加量の増加に伴い、共晶相である$Mg_{17}Al_{12}$相の分率が増大する。また、後述するように本発明に係る実験結果によると、他の合金元素と複合して添加されると、アルミニウムの含量が増加するほど発火抵抗性が増大することが確認できる。一方、アルミニウムの含量が１重量％未満であると、強度の増大及び発火抵抗性の向上効果が奏されず、アルミニウムの含量が７重量％以上では粗大な$Mg_{17}Al_{12}$共晶相により引張特性が低下するので、アルミニウムは１重量％以上７重量％未満の範囲で含まれることが好ましい。

【００２５】

＜カルシウム（Ｃａ）＞

カルシウムはＭｇ-Ａｌ系合金においてＭｇ-Ａｌ-Ｃａ金属間化合物を形成することで強度及び耐熱特性を向上させ、且つ、溶湯表面に薄くて緻密なＣａＯ酸化層を形成させて溶湯の酸化を抑制することでマグネシウム合金の発火抵抗性を向上させる。しかしながら、カルシウムの含量が０．０５重量％未満であると、発火抵抗性の向上効果は大きくなく、２重量％を超過すると、溶湯の鋳造性が劣化し熱間割れ（ｈｏｔ ｃｒａｃｋｉｎｇ）が生じ、金型との粘着性（ｄｉｅ ｓｔｉｃｋｉｎｇ）が増大し延伸率が大きく低下するなどの不具合が生じる。このため、本発明に係るマグネシウム合金におけるカルシウムは、０．０５重量％～２．０重量％の範囲で、より好ましくは、０．２重量％～１．５重量％の範囲で含まれることが好ましい。

【００２６】

＜イットリウム（Ｙ）＞

イットリウムはそもそもマグネシウムに対して大きな固溶限を持っており、主に析出強化効果による高温耐クリープ向上元素として使用される。ところが、イットリウムをカルシウムとともにマグネシウム合金に添加すると、粗大なカルシウム含有共晶相の分率が減り、０．５重量％以上添加されると、鋳造材の結晶粒を微細化させるAl_2Y粒子が形成され、引張特性を改善させるという効果が奏される。また溶湯表面にY_2O_3酸化層を形成してＭｇＯ、ＣａＯと混合層を形成することで発火抵抗性を増大させる。一方、マグネシウム合金に０．０５重量％未満のイットリウムが含まれると発火温度の増大が大きくなく、イットリウムが２重量％を超過して含まれると合金のコストがアップし、Al_2Y粒子の粗大化による微細化効果が喪失される。このため、本発明に係るマグネシウム合金におけるイットリウムは、０．０５重量％～２．０重量％の範囲で、より好ましくは、０．１重量％～１．５重量％の範囲で含まれることが好ましい。

【００２７】

＜亜鉛（Ｚｎ）＞

亜鉛はアルミニウムとともに添加されると、結晶粒を微細化し且つ強度を増大させる効果を奏する。また一般に、マグネシウム合金中の亜鉛の最大固溶限は６．２重量％であり、これを超過してマグネシウム合金に亜鉛を添加すると、鋳造時に生成された粗大な共晶相が鋳造材の機械的特性を劣化させるのみならず、均質化熱処理（Ｔ４）の後も相当量の粗大な共晶相が残留するようになり、機械的特性、特に延伸率を劣化させる原因になるため、亜鉛は６重量％以下に添加されることが好ましい。

【００２８】
＜マンガン（Ｍｎ）＞
マンガンはＭｇ-Ａｌ系合金において耐食性に有害な不純物元素であるＦｅと結合して耐食性を向上させ、早い冷却速度でＡｌ-Ｍｎ金属間化合物を形成することで強度を向上させる。しかしながら、マンガンを１．０重量％を超過して添加すると、マグネシウム合金中に粗大なβ-Ｍｎ相あるいはAl_8Mn_5相が形成されて機械的特性を劣化させるため、マンガンは１．０重量％以下に含まれることが好ましい。
【００２９】
＜ジルコニウム（Ｚｒ）＞
ジルコニウム（Ｚｒ）はＡｌ、Ｍｎなどの元素を含まないマグネシウム合金に添加されると、凝固時マグネシウム結晶と極めて類似の結晶格子を有する初晶Ｚｒが形成されるため、初晶Ｚｒでのマグネシウム結晶の不均一核生成による結晶粒微細化のために主に添加されるが、０．１重量％未満に添加されるとその効果が十分ではなく、１．０重量％を超過して添加されると、粗大な初晶Ｚｒの形成により延伸率が低下するため、０．１重量％～１．０重量％以下の範囲で含むことが好ましい。
【００３０】
＜その他不可避な不純物＞
本発明に係るマグネシウム合金には、合金の原料または製造過程で不可避に混入される不純物を含んでいてよく、本発明に係るマグネシウム合金に含まれていてよい不純物のうち、特に鉄（Ｆｅ）、シリコン（Ｓｉ）、及びニッケル（Ｎｉ）は、マグネシウム合金の耐食性を悪化させる役割をする成分である。このため、Ｆｅの含量は０．００４重量％以下、Ｓｉの含量は０．０４重量％、Ｎｉの含量は０．００１重量％以下を維持させることが好ましい。
【００３１】
＜カルシウムとイットリウムとの合計量＞
カルシウムとイットリウムとを複合添加すると、固相あるいは液相のマグネシウム合金表面に緻密なＣａＯ／Y_2O_3複合酸化層を形成することで、カルシウムあるいはイットリウムを独立して添加した合金に比べて遥かに優れた発火抵抗性を示す。またカルシウムあるいはイットリウムを独立して添加する場合、優れた発火抵抗性を得るためには、一般に３重量％以上添加しなければならないが、この場合、粗大な金属間化合物を形成することから、引張特性が大きく低下するという不具合が生じる。しかし、カルシウムとイットリウムとを複合添加すると、少量の添加でも発火抵抗性に優れ且つ金属間化合物の分率と大きさを大幅に減らして引張特性を向上させることができるという長所がある。一方、マグネシウム合金に、合計含量０．１重量％未満のカルシウムとイットリウムを添加した場合、カルシウムとイットリウムとの複合添加効果が奏されず、発火温度が６５０℃以下と低いため、大気中あるいは一般の不活性ガス雰囲気下では溶解することができなくなる。また、カルシウムとイットリウムとの合計含量が２．５重量％以上である場合、さらなる発火温度の上昇による長所がない反面、合金コストのアップをもたらす。したがって、本発明に係るマグネシウム合金におけるカルシウムとイットリウムとの合計含量は、０．１重量％以上及び２．５重量％未満、より好ましくは、０．２重量％～２．０重量％の範囲で含まれることが好ましい。
【発明の効果】
【００３２】
本発明に係るマグネシウム合金は、保護被膜として働く緻密な複合酸化層を形成することで極めて優れた耐酸化性及び発火抵抗性を示し、大気中や一般の不活性雰囲気（Ａｒ、N_2）下で溶解や鋳造及び加工が可能となり、機械加工工程の際に堆積するチップの自然発火を抑制することができる。
【００３３】
また、本発明に係るマグネシウム合金は、SF_6などのガスを使用しないためコストの削減、作業者の健康保護、環境汚染の防止に適合したものである。

【００３４】
また、本発明に係るマグネシウム合金は、発火温度が融点＋５０℃以上であって常用合金に対して遥かに優れた発火抵抗性を示し且つ強度や軟性も優れており、救助用部品素材として適用可能である。
【００３５】
また、本発明に係るマグネシウム合金は、加工材または鋳造材として多様に利用でき、特に高強度・高軟性及び安定性特性を要求する次世代自動車、高速鉄道、都心鉄道などに実在的適用が可能な押出材、板材、鍛造材、鋳造材などに製造できる。
【図面の簡単な説明】
【００３６】
【図１（ａ）】本発明の好適な実施例に従って大気中で鋳造した比較例１に係る合金鋳造材の表面写真である。
【図１（ｂ）】本発明の好適な実施例に従って大気中で鋳造した実施例２に係る合金鋳造材の表面写真である。
【図２】本発明の好適な実施例に従って鋳造したマグネシウム合金の発火温度測定方法を例示する図である。
【図３】本発明の好適な実施例に従って鋳造した実施例５に係るマグネシウム合金を６７０℃で１０分間保持した後の溶湯表面酸化層のＥＰＭＡ分析結果を示す図である。
【図４】ＣａとＹとが複合添加された合金において固相あるいは液状表面で形成された二重の複合酸化層が外部からの酸素の浸透を遮断する構造を概略的に示す図である。
【図５（ａ）】本発明の好適な実施例に従って鋳造した比較例３に係る合金の微細組織を示す光学写真である。
【図５（ｂ）】本発明の好適な実施例に従って鋳造した実施例２に係る合金の微細組織を示す光学写真である。
【図６（ａ）】本発明の好適な実施例に従って押出した比較例１に係る合金の微細組織を示す光学写真である。
【図６（ｂ）】本発明の好適な実施例に従って押出した比較例２に係る合金の微細組織を示す光学写真である。
【図６（ｃ）】本発明の好適な実施例に従って押出した比較例３に係る合金の微細組織を示す光学写真である。
【図６（ｄ）】本発明の好適な実施例に従って押出した実施例１に係る合金の微細組織を示す光学写真である。
【図７】本発明の好適な実施例に従って製造した比較例及び実施例におけるＣａとＹとの合計添加量に応じた発火温度の変化を示す写真である。
【図８】本発明の好適な実施例に従って製造した比較例及び実施例におけるＣａとＹとの合計添加量に応じた引張強度×均一延伸率値の変化を示す写真である。
【発明を実施するための形態】
【００３７】
以下、本発明の好適な実施例に係るマグネシウム合金及びその製造方法について、詳しく説明する。なお、下記の実施例は、例示的なものであるに過ぎず、本発明を限定するものではない。
【００３８】
本発明の発明者らは、前述した従来技術の問題点を解決し、本発明の目的を達成するために、熱力学的に計算された合金設計に対する研究の結果、Ｍｇ-Ａｌ系合金またはＭｇ-Ａｌ-Ｚｎ系合金にＣａとＹとを複合添加すると、下表１から確認できるように、Ｃａのみを単独で添加した場合に比べて硬質の共晶相（Ｅｕｔｅｃｔｉｃ ｐｈａｓｅ Ｉ）の分率が画期的に減少し且つ結晶粒微細化粒子であるAl_2Y相の形成を誘導することで、発火抵抗性だけでなく引張特性をも向上させることができることを確認した。
【００３９】

【表１】

	Al_2Y	Eutectic phase I (Al_2Ca, Mg_2Ca)	Eutectic phase II ($Mg_{17}CAl_{12}$)
Mg-3Al-1Zn-1Ca	-	2.241	
Mg-3Al-1Zn-2Ca	-	3.733	
Mg-3Al-1Zn-1Ca-0.6Y	0.845	2.169	
Mg-6Al-1Zn-1Ca	-	2.303	4.183
Mg-6Al-1Zn-2Ca	-	4.600	1.776
Mg-6Al-1Zn-1Ca-0.6Y	0.890	2.272	3.505

【００４０】
本発明の発明者らは、前記データを基に各種の組成を有するマグネシウム合金を製造し、本発明の好適な実施例に係るマグネシウム合金の製造方法は、次のとおりである。
【００４１】
先ず、Ｍｇ（９９．９％）、Ａｌ（９９．９％）、Ｚｎ（９９．９９％）、Ｃａ（９９．９％）、Ｙ（９９．９％）、及び選択的にＭｎ（９９．９％）の原料物質を準備した後、前記原料を溶解し、重力鋳造方法を用いて下表２の実施例１ないし実施例１７及び比較例１ないし比較例９に記載した合金組成を有するマグネシウム合金鋳造材を形成した。特に、融点がそれぞれ８４２℃、１５２５℃と高いＣａとＹとを直接溶湯に投入して合金化させるために、８５０℃ないし９００℃までに溶湯の温度を上げ、これらの元素を完全溶解させた後、鋳造温度までに徐々に冷却してから鋳造を行い、マグネシウム合金鋳造材を形成した。
【００４２】
または、本発明の好適な実施例によると、Ｍｇ（９９．９％）、Ａｌ（９９．９％）、Ｚｎ（９９．９９％）、Ｃａ（９９．９％）、Ｙ（９９．９％）の原料物質を同時に溶解させて溶湯を形成した後に鋳造する方法の他、種々の方法にてマグネシウム合金を製造することが可能である。例えば、Ｍｇ、Ａｌ、及びＺｎの原料物質またはこれらの合金を利用してマグネシウム合金溶湯を予め形成し、Ｃａ及びＹの原料物質、またはＣａ化合物及びＹ化合物を前記マグネシウム合金溶湯に投入した後、好適な鋳造方法を用いてマグネシウム合金鋳造材を形成することも可能である。または、最終目標よりもＣａ及びＹの含量が高いＭｇ、Ａｌ、Ｚｎ、Ｃａ、及びＹ合金（母合金インゴット）を製造し、これとは別にＭｇ、Ａｌ、及びＺｎの原料物質またはこれらの合金を利用してマグネシウム合金溶湯を形成した後、前記母合金インゴットを前記マグネシウム合金溶湯に投入してマグネシウム合金鋳造材を形成することもできる。前記方法によると、母合金インゴットの融点はＣａ及びＹ原料物質の融点よりも低いので、Ｃａ及びＹ原料物質を直接マグネシウム合金溶湯に投入する時よりも低い温度で母合金インゴットを投入することができるという点で特に有用である。その他にも、本発明に係るマグネシウム合金の形成は、種々の方法にて具現可能であり、本発明が属する技術分野において既に広く知られたマグネシウム合金の形成方法はいずれも本発明に一体として取り込まれる。
【００４３】
一方、本実施例における誘導溶解は黒鉛るつぼ（ｇｒａｐｈｉｔｅ　ｃｒｕｃｉｂｌｅ）を使用し、合金化が完了するまでは溶湯の酸化を防止するためにSF_6とCO_2混合ガスを溶湯の上部に塗布して溶湯と大気とが接触することを遮断した。また、溶解が完了した後は、保護ガスを使用せずに鉄系金型にて金型鋳造を行ない、圧延実験のために幅１００ｍｍ、長さ１５０ｍｍ、厚さ１５ｍｍの板状鋳造材を製造し、押出実験のために直径８０ｍｍ、長さ１５０ｍｍの円筒状ビレット（ｂｉｌｌｅｔ）を製造し、合金鋳造材の発火実験のために直径５５ｍｍ、長さ１００ｍｍの円筒状ビレットを製造した。また、本実施例では、金型鋳造法を使用してマグネシウム合金を鋳造したが、砂型鋳造、重力鋳造、加圧鋳造、連続鋳造、薄板鋳造、ダイカスト、精密鋳造、噴霧鋳造、半凝固鋳造などの各種の

鋳造法が使用でき、本発明に係るマグネシウム合金は、必ずしもある特定の鋳造方式に限定されるものではないが、溶融鋳込法であることがより好ましい。

【００４４】

次いで、先に形成した鋳造材に対して４００℃で１５時間均質化熱処理を施した。しかる後、表２の比較例１ないし比較例６及び実施例１ないし実施例７に対して均質化熱処理が施された材料をロール温度２００℃、ロール径２１０ｍｍ、ロール速度５．７４ｍｐｍ、圧延１回当たり圧下率３０％／ｐａｓｓ及び７２％／ｐａｓｓの条件下でそれぞれ圧延処理を行い、最終厚さ１ｍｍの板材に熱間加工した。このとき、圧延１回当り圧下率が３０％／ｐａｓｓの場合、最終厚さ１ｍｍまでに計７回の圧延が行われた。

【００４５】

一方、表２の比較例７と比較例８及び実施例８は、均質化熱処理が施された材料を押出温度２５０、押出速度５ｍ／ｍｉｎで２５:１の押出比にてそれぞれ押出し、最終径１６ｍｍの表面状態が良好な棒状押出材を製造した。

【００４６】

なお、本発明の実施例では鋳造及び均質化熱処理後に圧延及び押出加工を実施したが、例えば鍛造、引抜などの各種の加工方法により製造することもでき、必ずしもある特定の加工方式に限定されるものではない。

【００４７】

＜マグネシウム合金の発火温度測定＞

前記マグネシウム合金の発火温度を測定するために、先に製造された円筒状ビレットの外郭を深さ０．５ｍｍ、ピッチ０．１ｍｍ、３５０ｒｐｍの一定の速度でチップ加工を行い、所定の大きさのチップを得た。前記方法で得たチップ０．１ｇを１０００℃に保持される加熱炉内に一定の速度で装入して昇温させた。その過程で図３に示すように発火によって急激な温度上昇が始まる温度を発火温度と測定し、その結果を表２に表した。

【００４８】

表２の比較例１ないし比較例６から分かるように、マグネシウム合金の発火温度は、カルシウムの添加によって急激に増大し、同じ量のカルシウムが添加された場合、アルミニウムの含量が多い合金であるほど、発火温度も増大する傾向を示す。

【００４９】

【表２】

	合金記号	合金組成(重量%)						発火温度 (℃)	試験 雰囲気
		Al	Zn	Ca	Y	Mn	Zr		
比較例1	AZ31	3	1					490	大気
								554	空気+アルゴン
比較例2	AZX311	3	1	1				708	大気
比較例3	AZX312	3	1	2				747	大気
比較例4	AZ61	6	1					507	大気
								602	空気+アルゴン
比較例5	AZX611	6	1	1				703	大気
比較例6	AZX612	6	1	2				755	大気
比較例7	ZX61		6	1				672	大気
比較例8	ZX62		6	2				704	大気
比較例9	ZK60		5.5				0.45	553	大気
実施例1	Alloy 1	3	0.8	1	1	0.3		807	大気
実施例2	Alloy 2	3	1	1	0.6			768	大気
								776	空気+アルゴン
実施例3	Alloy 3	3	1	0.7	0.6			714	大気
								707	空気+アルゴン
実施例4	Alloy 4	3	0.8	0.3	0.3	0.25		698	大気
								705	空気+アルゴン
実施例5	Alloy 5	6	1	1	0.6			774	大気
実施例6	Alloy 6	6	1	0.7	0.6			745	大気
								749	空気+アルゴン
実施例7	Alloy 7	6	1	0.3	0.3			705	大気
								717	空気+アルゴン
実施例8	Alloy 8	6	1	0.1	0.1			677	大気
実施例9	Alloy 9	6	2	1	0.6			783	大気
実施例10	Alloy 10	6	2	0.1	0.1			658	大気
								711	空気+アルゴン
実施例11	Alloy 11	4	4	0.7	0.6			771	大気
実施例12	Alloy 12	4	4	0.1	0.1			653	大気
								676	空気+アルゴン
実施例13	Alloy 13	1	6	1	1			744	大気
実施例14	Alloy 14	1	6	0.7	0.6			689	大気
実施例15	Alloy 15	1	6	1	0.3			659	大気
実施例16	Alloy 16	2	6	1	1			755	大気
実施例17	Alloy 17	1	6	0.7	0.6		0.2	698	大気

【００５０】

表２において実施例２及び実施例５の発火温度を比較例２及び比較例５の発火温度とそれぞれ比較してみると、マグネシウム合金にカルシウムのみが含まれた場合に比べて、イットリウムがさらに添加された場合に発火温度が遥かに高く形成されることを確認することができる。なぜならば、図４のＥＰＭＡ（Ｅｌｅｃｔｒｏｎ Ｐｒｏｂｅ Ｍｉｃｒｏ-Ａｎａｌｙｚｅｒ）分析結果から分かるように、Ｙ添加によって溶湯と接する部分にＣａＯとY_2O_3との混合層が形成され、この層が大気中の酸素が溶湯へ浸透して反応することを効果的に抑制することができるためである。またＣａＯとY_2O_3との混合層の外部分にもＣａＯとＭｇＯとの混合層が存在し、かかる二重混合層が溶湯を高い温度でも安定して保持できるようにする。

【００５１】

また、比較例３と実施例２及び比較例６と実施例５を比較してみると、カルシウムのみを添加した場合に比べてカルシウムとイットリウムとを複合添加した場合、カルシウムとイットリウムとの合計含量がカルシウムのみを添加した場合のカルシウムの含量に比べて

少ない場合であっても発火温度が遥かに高いことを確認することができる。これは、マグネシウム合金の発火温度を高めるためにカルシウムのみを利用した場合に比べて、カルシウムとイットリウムとを複合添加した場合に、発火抵抗性を高めるという面においてより優れた効果が得られることを示す。

【００５２】

また、表２において実施例１に係るマグネシウム合金の発火温度が８０７℃と極めて高い発火抵抗性を示しているが、これは、イットリウムの含量が１重量％と高いためであり、したがって、イットリウムの添加量が増大するほど発火抵抗性も大きく向上され得ることが分かる。また、表２において実施例８に係るマグネシウム合金の発火温度が８１１℃と極めて高い発火抵抗性を示しているが、これは、亜鉛が６重量％添加されたマグネシウム合金でもカルシウムとイットリウムとが１重量％ずつ添加された場合、発火温度が大きく向上することを示す。

【００５３】

＜マグネシウム合金の引張特性の評価＞

前述した方法により製造された板材に対して２５０℃で３０分間熱処理を施した後、ゲージ部の長さが２５ｍｍのＡＳＴＭ－Ｅ－８Ｍ規格のサブサイズ（ｓｕｂ－ｓｉｚｅ）板状試片を製造し、通常の引張試験機を使用して$1\times10^{-3}s^{-1}$の変形率で常温引張試験を実施し、その結果を表３に表した。

【００５４】

また、押出材の場合、ゲージ部の長さが２５ｍｍの棒状試片を製造し、板状試片と同一の条件で引張試験を実施した。

【００５５】

表３から分かるように、比較例２と比較例３、比較例５と比較例６、及び比較例７と比較例８を比較してみると、カルシウムの含量が１重量％から２重量％に増加することにより、降伏強度と引張強度は増大するものの、延伸率は大きく低下することが分かる。このような延伸率の低下は、図５（ａ）に示すように、カルシウムの添加量が２重量％に増加した場合、基材中における微細なAl_2Ca析出相とともに粗大な硬質のＭｇ-Ａｌ-Ｃａ三元系共晶相の分率が高くなるためである。一方、図５（ｂ）に示すように、カルシウムの添加量が１重量％である場合、０．６重量％のイットリウムが含まれる場合であっても粗大な硬質のＭｇ-Ａｌ-Ｃａ三元系共晶相は発見されず、したがって、延伸率が低くならない。同様に、図６において比較例１ないし比較例３と実施例１の押出材の微細組織を比較してみると、カルシウムの添加量が１重量％と２重量％に増加した場合、図６（ｂ）と図６（ｃ）において矢印にて示された黒色の２次相が多量観察され、このような硬質の２次相から欠陥が発生しやすくなるため、延伸率が低下するようになる。

【００５６】

【表３】

	合金記号	引張特性					
		降伏強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	延伸率 (%)	均一延伸率 (%)	引張強度×均一延伸率 (MPa-%)	備考
比較例１	AZ31	176.4	274.5	25.2	17.4	4788	圧延材
		176.8	270.4	26.0	15.3	4142	押出材
比較例２	AZX311	191.1	276.1	24.3	16.9	4658	圧延材
		239.4	294.5	17.1	11.8	3479	押出材
比較例３	AZX312	255.2	303.6	16.5	9.7	2943	圧延材
		346.0	355.4	9.0	5.8	2045	押出材
比較例４	AZ61	218.7	324.0	22.0	17.2	5565	圧延材
		166.5	298.1	26.4	21.1	6292	押出材
比較例５	AZX611	204.4	306.2	19.7	16.0	4909	圧延材
		150.8	276.9	21.2	19.3	5337	押出材
比較例６	AZX612	230.0	321.0	16.7	14.1	4536	圧延材
		169.9	275.6	19.2	16.4	4533	押出材
比較例７	ZX61-F	191.4	268.1	25.4	17.2	4606	押出材
比較例８	ZX62-F	294.9	298.5	13.7	9.4	2791	押出材
比較例９	ZK60-F	238.4	318.4	24.1	13.5	4298	押出材
実施例２	Alloy 2	175.8	265.2	24.7	18.4	4880	圧延材
実施例３	Alloy 3	171.1	264.3	26.5	18.4	4856	圧延材
実施例４	Alloy 4	175.1	267.4	27.8	16.8	4483	押出材
実施例５	Alloy 5	225.7	323.4	19.6	15.5	5020	圧延材
実施例８	Alloy 8	156.3	297.6	26.8	22.6	6738	押出材
実施例９	Alloy 9	242.1	337.0	16.8	15.3	5157	圧延材
実施例10	Alloy 10	215.1	340.2	21.7	19.5	6633	押出材
実施例11	Alloy 11	152.0	302.1	33.5	29.1	8780	押出材
実施例12	Alloy 12	189.8	323.7	27.3	22.7	7338	押出材
実施例13	Alloy 13	161.5	276.1	26.8	22.4	6196	圧延材
実施例14	Alloy 14	165.9	288.3	30.3	25.9	7467	押出材
実施例15	Alloy 15	167.5	280.8	31.3	23.9	6711	押出材
実施例16	Alloy 16	175.3	285.7	26.5	22.3	6363	押出材

【００５７】

一方、図６（ｄ）に示すように、カルシウムとイットリウムとがそれぞれ１重量％ずつ添加された合金の押出材では、延伸率を低下させる硬質の２次相が観察されていない。このような結果は、実施例２と比較例３、実施例５と比較例６、及び実施例１３と比較例８をそれぞれ比較してみるとより明らかとなる。すなわち、実施例２と実施例５はカルシウム１重量％、イットリウム０．６重量％のみを添加したにもかかわらず、カルシウムを２重量％添加した比較例３及び比較例６に比べて、ほぼ同じレベルの発火抵抗性や引張強度を持ちつつ、延伸率が極めて高いことを確認することができる。実施例１３も同様に、Ｍｇ-６Ｚｎ-１Ａｌ合金にカルシウム１重量％、イットリウム１重量％を添加すると、発火抵抗性が大きく向上し、且つ引張特性、特に引張強度×均一延伸率値が大きく向上することが分かる。すなわち、本実施例に係るマグネシウム合金は、イットリウムを少量添加することでカルシウムの含量を１重量％のレベルに低く保持しつつも粗大な硬質の三元系共晶相の分率を大きく低下させ、強度と延伸率が同時に向上したマグネシウム合金を得ることができる。

【００５８】

また、実施例２と比較例２、実施例５と比較例５をそれぞれ比較してみると、実施例２及び実施例５は、イットリウムを添加することでカルシウムを同一の含量で添加しイットリウムを添加していない場合に比べて、優れた発火抵抗性を示し、且つより優れた引張強

度×均一延伸率値を示すことを確認することができる。

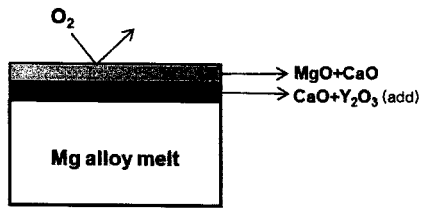
【００５９】

このような傾向は、カルシウムとイットリウムの合計添加量に応じた発火温度と引張特性の変化を示す図７と図８からも確認することができる。図７においてカルシウムとイットリウムとの合計添加量が増加するにつれて、発火温度が徐々に増大する傾向を示し、特にイットリウムが添加されていない合金に比べて、イットリウムが添加された場合、発火温度の増大勾配がより大きくなることを確認することができる。一方、図８に示すように、カルシウム単独添加の場合、カルシウム添加量が増加するにつれて、熱間加工の種類とは関係なく引張強度×均一延伸率値が大きく低下する傾向を示すが、カルシウムとイットリウムとが同時に添加された場合、反ってカルシウムとイットリウムとが添加されていない合金よりも機械的特性が向上する結果を示す。このような結果から、少量のカルシウムとイットリウムとを同時に添加することで発火抵抗性を大きく向上させ、且つ、引張特性も向上させることを確認することができる。

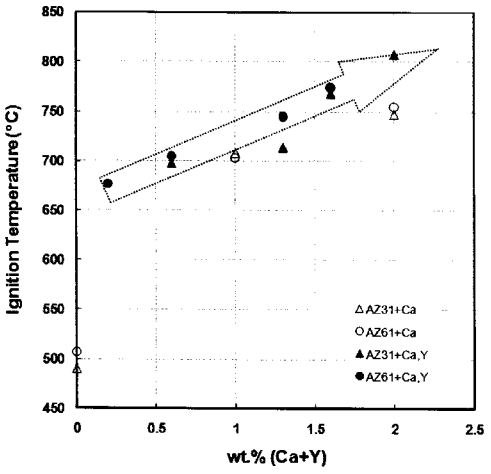
【００６０】

以上、本発明の好適な実施例に係るマグネシウム合金及びその製造方法を添付図面を参照して詳細に説明した。なお、本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者ならば、前記実施例が本発明の一例を例示するものに過ぎず、別の種々の修正及び変形が可能であることが理解できるであろう。したがって、本発明の範囲は、もっぱら後で説明する特許請求の範囲によってのみ限定される。

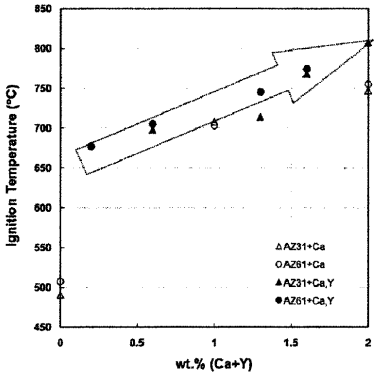
【図４】



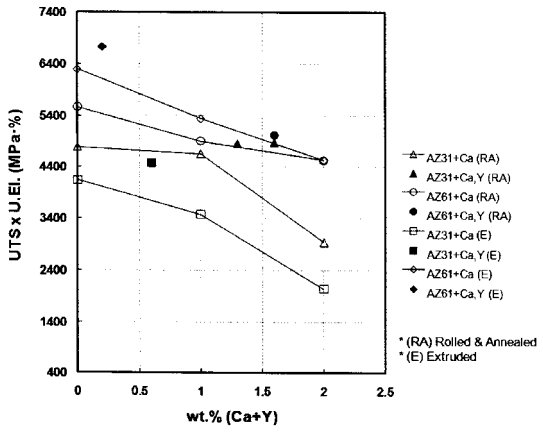
【図７】



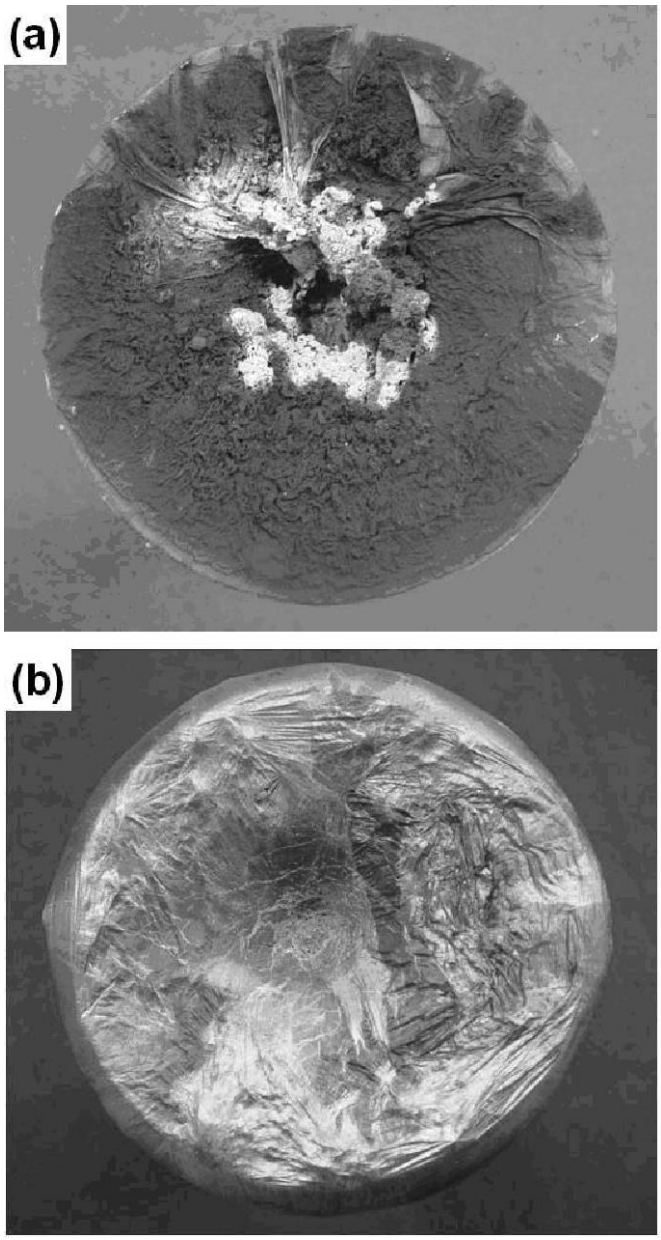
【도 7】



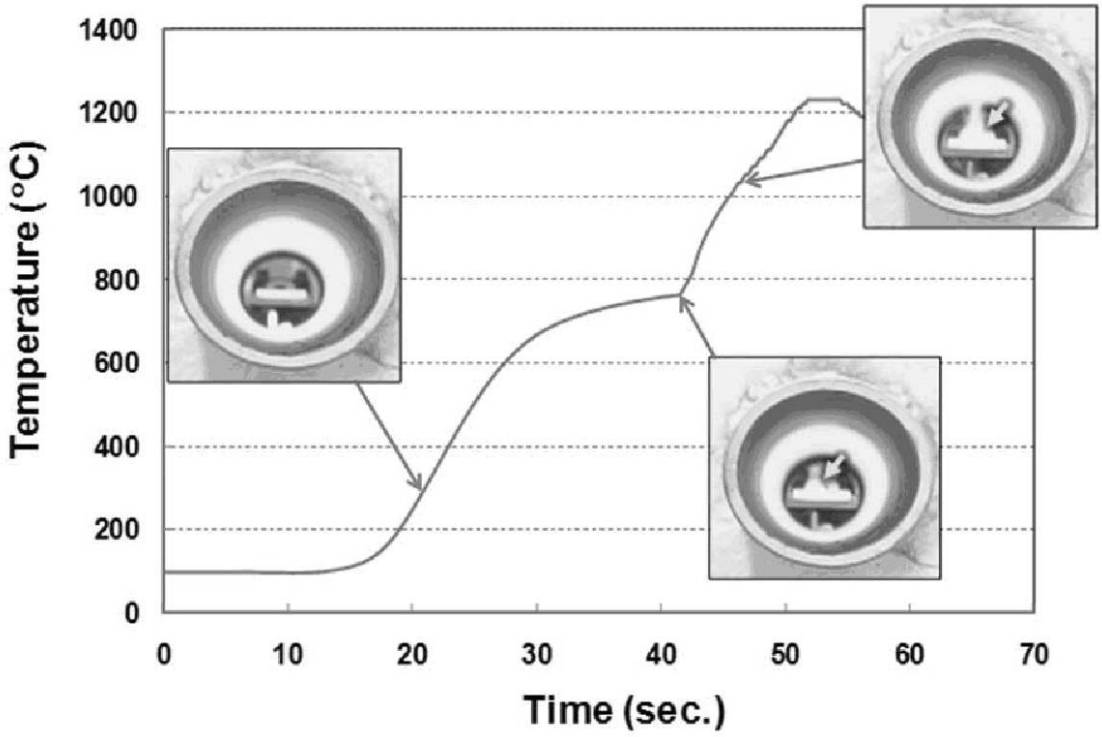
【図８】



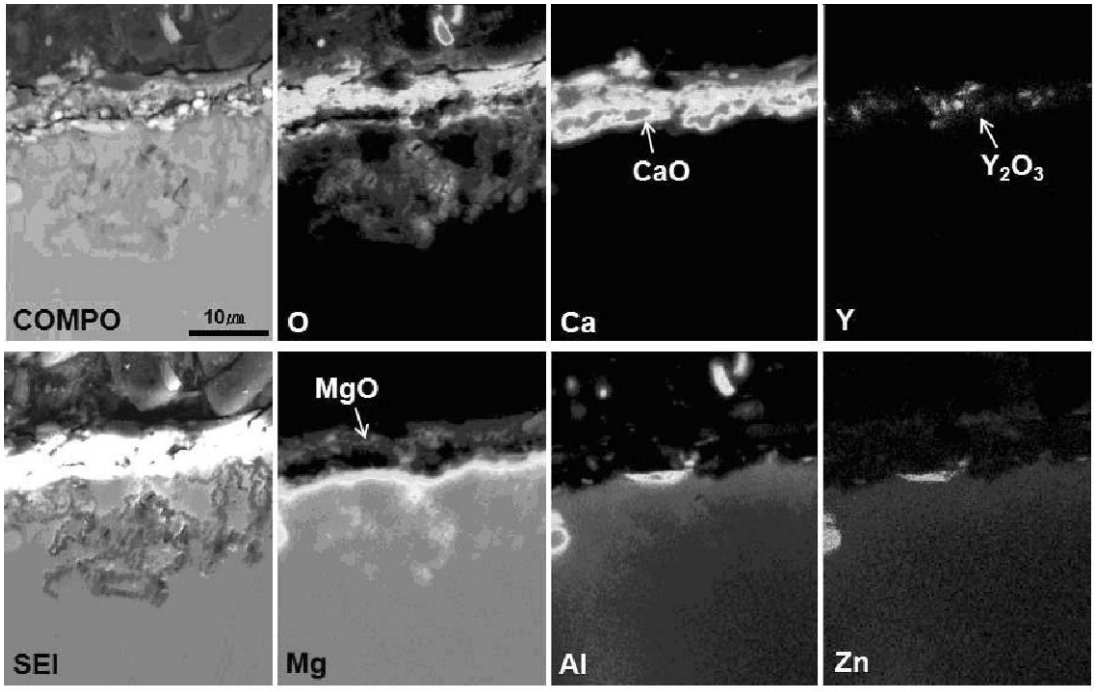
【図１】



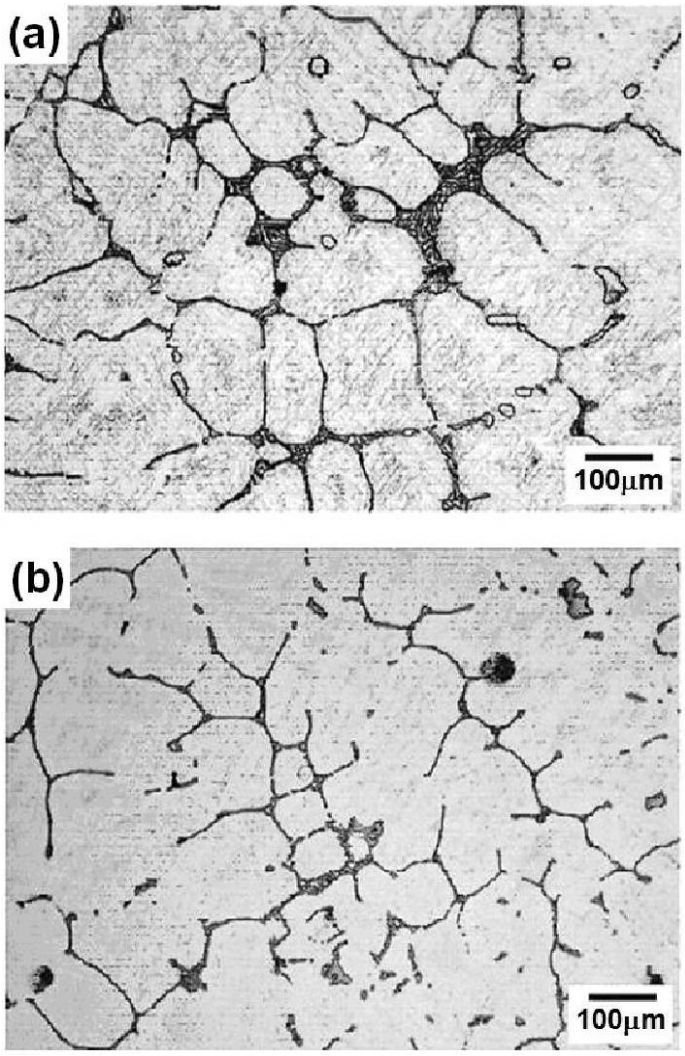
【図２】


Temperature (°C)
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
0
10
20
30
40
50
60
70
Time (sec.)

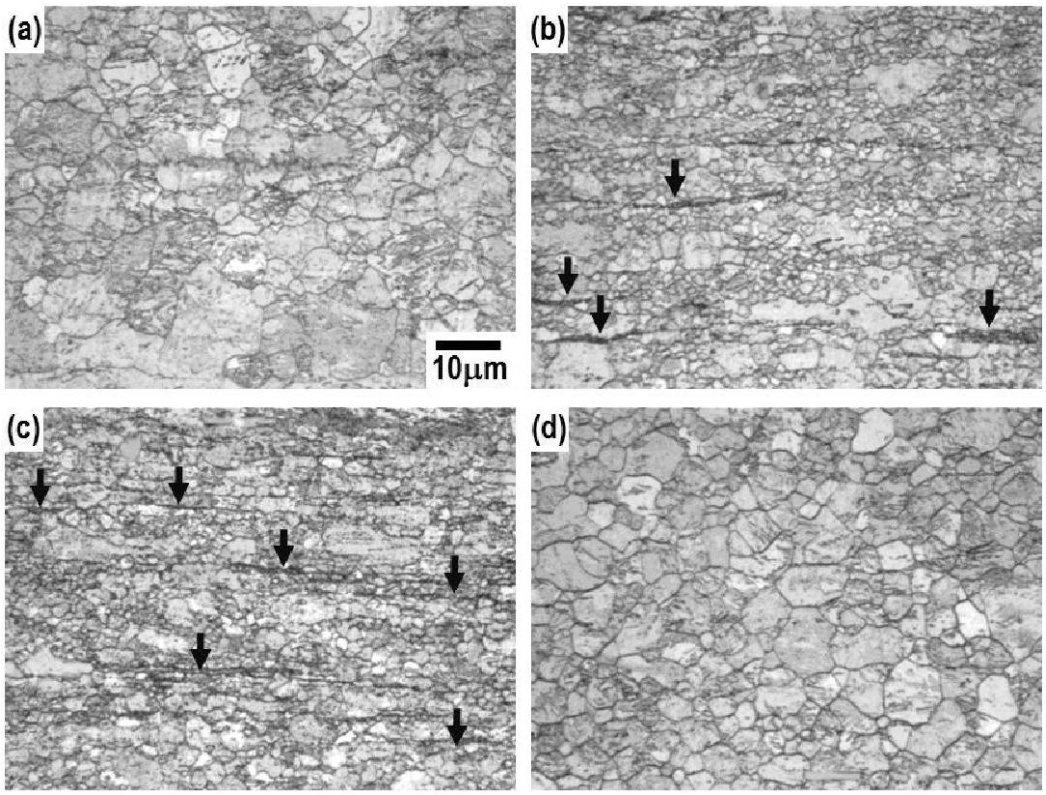
【図３】


COMPO
10㎛
O
Ca
CaO
Y
Y_2O_3
SEI
Mg
MgO
Al
Zn

【図５】



【図６】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2011/007298

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C 23/00(2006.01)i, B22D 21/04(2006.01)i, C22C 23/02(2006.01)i, C22C 23/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C22C 23/00; C22C 23/02; B22D 17/00; C22F 1/00; B23K 35/30; B22D 21/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: magnesium; calcium; yttrium; ignition temperature; casting; and master alloy.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-036221 A (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL & TECHNOLOGY) 18 February 2010 See abstract; paragraphs [0001], [0005], [0015], [0017], [0018], [0021]-[0040]; and claims 1,4,6,7,9.	1-14
A	JP 2002-129272 A (AHRESTY CORP.) 09 May 2002 See abstract; paragraphs [0007]-[0015]; claims 1-3.	1-14
A	JP 2007-031789 A (YAMAHA FINE TECHNOLOGIES CO. LTD. et al.) 08 February 2007 See abstract; paragraphs [0001], [0006]-[0015], [0047]; claims 1-5.	1-14
A	KR 10-2010-0034773 A (KOREA INSTITUTE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY) 02 April 2010 See abstract; paragraphs [0006]-[0014], [0045]-[0057]; and claims 1-16.	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30 APRIL 2012 (30.04.2012)	**01 MARCH 2012 (01.05.2012)**
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2011/007298

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2010-036221 A	18.02.2010	NONE	
JP 2002-129272 A	09.05.2002	NONE	
JP 2007-031789 A	08.02.2007	JP 4706011 B2	22.06.2011
KR 10-2010-0034773 A	02.04.2010	KR 10-1045218 B1 WO 2010-032893 A1	30.06.2011 25.03.2010

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

국제조사보고서

국제출원번호
PCT/KR2011/007298

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C22C 23/00(2006.01)i, B22D 21/04(2006.01)i, C22C 23/02(2006.01)i, C22C 23/04(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
C22C 23/00; C22C 23/02; B22D 17/00; C22F 1/00; B23K 35/30; B22D 21/04

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: magnesium; calcium; yttrium; ignition temperature; casting; and master alloy.

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	JP 2010-036221 A (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL & TECHNOLOGY) 2010.02.18 요약; 단락 [0001], [0005], [0015], [0017], [0018], [0021]-[0040]; 및 청구항 1,4,6,7,9 참조.	1-14
A	JP 2002-129272 A (AHRESTY CORP.) 2002.05.09 요약; 단락 [0007]-[0015]; 청구항 1-3 참조.	1-14
A	JP 2007-031789 A (YAMAHA FINE TECHNOLOGIES CO. LTD. 외 1명) 2007.02.08 요약; 단락 [0001], [0006]-[0015], [0047]; 및 청구항 1-5 참조.	1-14
A	KR 10-2010-0034773 A (한국생산기술연구원) 2010.04.02 요약; 단락 [0006]-[0014], [0045]-[0057]; 및 청구항 1-16 참조.	1-14

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2012년 04월 30일 (30.04.2012)	**2012년 05월 01일 (01.05.2012)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
정부대전청사
팩스 번호 82-42-472-7140

심사관
오준철
전화번호 82-42-481-8506

서식 PCT/ISA/210 (두 번째 용지) (2009년 7월)

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2011/007298

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2010-036221 A	2010.02.18	없음	
JP 2002-129272 A	2002.05.09	없음	
JP 2007-031789 A	2007.02.08	JP 4706011 B2	2011.06.22
KR 10-2010-0034773 A	2010.04.02	KR 10-1045218 B1 WO 2010-032893 A1	2011.06.30 2010.03.25

서식 PCT/ISA/210 (대응특허 추가용지) (2009년 7월)

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	FI		テーマコード（参考）
	Ｃ２２Ｆ 1/00	６５０Ａ	
	Ｃ２２Ｆ 1/00	６３０Ａ	
	Ｃ２２Ｆ 1/00	６３０Ｂ	
	Ｃ２２Ｆ 1/00	６８１	
	Ｃ２２Ｆ 1/00	６０４	
	Ｃ２２Ｆ 1/00	６４０Ｂ	
	Ｃ２２Ｆ 1/00	６８２	
	Ｃ２２Ｆ 1/00	６９１Ｂ	
	Ｃ２２Ｆ 1/00	６９１Ｃ	
	Ｃ２２Ｆ 1/00	６９４Ａ	
	Ｃ２２Ｆ 1/00	６９４Ｂ	
	Ｃ２２Ｆ 1/00	６８３	
	Ｃ２２Ｆ 1/00	６２３	
	Ｃ２２Ｆ 1/00	６２４	
	Ｃ２２Ｆ 1/00	６８４Ｃ	

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA

(72)発明者 キム、ハ シク
大韓民国、６３０－５１１ ギョンサンナムート、チャンウォンーシ、マサンヘウォンーグ、グアム １－ドン、２８１－２９
(72)発明者 ユ、ボン スン
大韓民国、６４１－７６６ ギョンサンナムート、チャンウォンーシ、バリムードン、トリビエン アパートメント、２０２－１０１
(72)発明者 イム、チャン ドン
大韓民国、６４１－０１０ ギョンサンナムート、チャンウォンーシ、ソンサンーグ、サンナムードン、セロミフォビル、７０９