

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5894079号
(P5894079)

(45) 発行日 平成28年3月23日 (2016. 3. 23)

(24) 登録日 平成28年3月4日 (2016. 3. 4)

(51) Int. Cl.

F I

C 2 2 C 23/00 (2006. 01)

C 2 2 C 23/00

C 2 2 C 23/04 (2006. 01)

C 2 2 C 23/04

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 1 2

C 2 2 F 1/00

6 1 3

請求項の数 2 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-541957 (P2012-541957)
 (86) (22) 出願日 平成22年12月7日 (2010. 12. 7)
 (65) 公表番号 特表2013-512346 (P2013-512346A)
 (43) 公表日 平成25年4月11日 (2013. 4. 11)
 (86) 国際出願番号 PCT/KR2010/008725
 (87) 国際公開番号 W02011/071304
 (87) 国際公開日 平成23年6月16日 (2011. 6. 16)
 審査請求日 平成24年5月31日 (2012. 5. 31)
 (31) 優先権主張番号 10-2009-0120356
 (32) 優先日 平成21年12月7日 (2009. 12. 7)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(73) 特許権者 504080618
 ユー アンド アイ コーポレーション
 大韓民国 キョンギド 480-050
 ウィジョンブシ ヨンヒョンドン 5
 29-1
 (74) 代理人 100105050
 弁理士 鷲田 公一
 (72) 発明者 ク ジャキョウ
 大韓民国 139-784 ソウル, ノウ
 オング, ジュンギョ 2ドン, 505, ギ
 ヨンナム アパート 6-707
 (72) 発明者 ソク ヒョングァン
 大韓民国 136-791 ソウル, ソン
 ブクダ, ファランノ 14ギル, 5

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マグネシウム合金

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

0 超過 2 3 質量 % 以下のカルシウム (C a) と、0 超過 1 0 質量 % 以下の亜鉛 (Z n) とを含み、残部はマグネシウム (M g) と不可避不純物とであり、

M g 相と、M g₂C a 相とを含み、

前記 M g 相と、前記 M g₂C a 相との間の電氣的ポテンシャルの差が、以下の組成を有する生体疑似液において 0 超過 0 . 2 V 以下であり、生体内に移植されるインプラントに用いることを特徴とするマグネシウム合金。

C a C l₂ 2 H₂O : 1 . 2 6 m M / L

K C l : 5 . 3 7 m M / L

K H₂P O₄ : 0 . 4 4 m M / L

M g S O₄ 7 H₂O : 0 . 8 1 m M / L

N a C l : 1 3 6 . 8 9 m M / L

N a₂H P O₄ 2 H₂O : 0 . 3 4 m M / L

N a H C O₃ : 4 . 1 7 m M / L

D - グルコース : 5 . 5 5 m M / L

【請求項 2】

前記カルシウム (C a) の含有量は 5 以上 2 3 質量 % 以下であり、

前記亜鉛 (Z n) の含有量は 0 . 1 以上 3 質量 % 以下であり、

残部はマグネシウム (M g) と不可避不純物とである請求項 1 に記載のマグネシウム合

金。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マグネシウム合金に関する。

【背景技術】

【0002】

本発明は、2009年12月7日付で韓国特許庁に提出された韓国特許出願第10-2009-0120356号の出願日の利益を主張し、その内容の全ては本明細書に含まれる。

10

【0003】

マグネシウム合金は、成形が容易であるが、耐食性と強度が優れていないという欠点がある。マグネシウム合金の耐食性と強度を改善するために、マグネシウム合金の組成を適宜変化させるための研究が続いている。そして、研究により、添加元素量が増加するほど、機械的強度が向上することが分かった。しかし、添加元素量が増加すると、複数の相 (phase) が設けられるが、これらの間の電氣的ポテンシャルの差が大きいほど、腐食速度を増加させるガルバニック回路 (galvanic circuit) が形成されやすい条件に変化する。

【0004】

したがって、腐食特性を制御できれば、優れた耐食性および強度を有するマグネシウム合金に関する研究が要求されている。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、用途に応じて、マグネシウムと電氣的ポテンシャルの差がある異種元素を含有させ、腐食特性を制御するマグネシウム合金を提供することである。

【0006】

また、本発明の目的は、後処理工程により耐食性および強度特性も制御可能なマグネシウム合金を提供することである。

【課題を解決するための手段】

30

【0007】

本発明は、マグネシウム (Mg) と、前記マグネシウム (Mg) 以外の異種元素とを含み、マグネシウム相 (phase) と、マグネシウムと異種元素とからなる相 (phase) とを含み、前記マグネシウム相と、前記マグネシウムと異種元素とからなる相との間の電氣的ポテンシャルの差が、0超過0.2V以下であることを特徴とする、腐食特性の制御されたマグネシウム合金を提供する。

【0008】

本発明は、マグネシウムと異種元素とからなるマグネシウム合金に第3元素を追加し、マグネシウム相 (phase) と、マグネシウムと異種元素とからなる相 (phase) との間の電氣的ポテンシャルの差を、0超過0.2V以下に低下させることを特徴とする、腐食特性の制御されたマグネシウム合金の製造方法を提供する。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明のマグネシウム合金は、マグネシウムと異種元素との電氣的ポテンシャルの差を利用して腐食特性を制御することができる。本発明のマグネシウム合金は、後処理工程により耐食性および強度特性も制御することができる。また、このような効果により、マグネシウム合金を産業界および医療界全般において活用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施例1、2、参考例1、2および比較例1、2のマグネシウム合金の腐食速度

50

を示すグラフである。

【図2】実施例1、参考例1および比較例1のマグネシウム合金の強度を測定したグラフである。

【図3】実施例2、参考例2および比較例2のマグネシウム合金の強度を測定したグラフである。

【図4】実施例1の表面処理前後を示す写真である。

【図5】実施例3、4、参考例3～5および比較例1の、マグネシウムの経時による開回路電位 (open circuit potential) を示すグラフである。

【図6】亜鉛の含有量に応じた水素発生量を示すグラフである。

【図7】亜鉛の含有量に応じた開回路電位 (電気的ポテンシャル) を示すグラフである。

【図8】開回路電位 (電気的ポテンシャル) の差に応じた分解速度を示すものである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明について詳細に説明する。

【0012】

I. マグネシウム合金

本発明のマグネシウム合金は、腐食特性の制御されたマグネシウム合金であって、マグネシウム (Mg) と、前記マグネシウム (Mg) 以外の異種元素とを含み、マグネシウム相 (phase) と、マグネシウムと異種元素とからなる相 (phase) とを含む。

【0013】

ここで、前記マグネシウム相と、前記マグネシウムと異種元素とからなる相との間の電気的ポテンシャルの差が、0 超過 0.2 V 以下であり、0 に近いほど好ましい。前記範囲を満足すれば、マグネシウム合金の分解速度が非常に低く、産業界および医療界全般において活用しやすくなる。そして、マグネシウム合金の耐食性と強度が優れる。

【0014】

前記異種元素は、前記マグネシウム相と、前記マグネシウムと異種元素とからなる相との間の電気的ポテンシャルの差が前記範囲を満足すれば特に限定しない。前記異種元素の例として、カルシウム (Ca)、鉄 (Fe)、マンガン (Mn)、コバルト (Co)、ニッケル (Ni)、クロム (Cr)、銅 (Cu)、カドミウム (Cd)、ジルコニウム (Zr)、銀 (Ag)、金 (Au)、パラジウム (Pd)、白金 (Pt)、レニウム (Re)、鉄 (Fe)、亜鉛 (Zn)、モリブデン (Mo)、ニオブ (Nb)、タンタル (Ta)、チタン (Ti)、ストロンチウム (Sr)、珪素 (Si)、リン (P) およびセレン (Se) などを挙げることができる。

【0015】

一方、前記マグネシウム合金が、前記マグネシウム相と、前記マグネシウムと異種元素とからなる相との間の電気的ポテンシャルの差を満足すれば、下記化学式1で表されることが好ましい。

【0016】

$Mg_aCa_bX_c$. . . 化学式1

式中、a、bおよびcは、各成分のモル比であって、 $a + b + c = 1$ で、 $0.5 > a > 1$ 、 $0 < b < 0.4$ 、 $0 < c < 0.4$ である。ただし、bおよびcの少なくとも1つは0を超過する。cが0の場合、Caの含有量は、前記マグネシウム合金の総重量に対して5～33重量%である。Xは、ジルコニウム (Zr)、モリブデン (Mo)、ニオブ (Nb)、タンタル (Ta)、チタン (Ti)、ストロンチウム (Sr)、クロム (Cr)、マンガン (Mn)、亜鉛 (Zn)、珪素 (Si)、リン (P)、ニッケル (Ni) および鉄 (Fe) の中から選択される1種または2種以上である。

【0017】

前記Xが2種以上でも、Xの総和のモル比は、前記cの範囲を満足する。したがって、本発明のマグネシウム合金は、要求される強度および充填金属の消滅速度を考慮して、前記範囲内でCaおよびXの量を決定することができる。

【0018】

前記Xにニッケル(Ni)が含まれるとき、ニッケルは、マグネシウム合金の毒性を減少させ、腐食速度の制御を容易にする。このとき、ニッケルの含有量は、100ppm以下であることが好ましく、50ppm以下がより好ましい。また、前記Xに鉄(Fe)が含まれるとき、鉄は、マグネシウム合金の腐食速度の増加に非常に大きな影響を及ぼすため、鉄の含有量は、1,000ppm以下であることが好ましく、500ppm以下であることがより好ましい。このとき、鉄の含有量が前記範囲以上含まれると、鉄がマグネシウムに固定されずに独立した因子として存在し、マグネシウム合金の腐食速度を増加させる。

【0019】

前記マグネシウム合金が、前記マグネシウム相と、前記マグネシウムと異種元素とからなる相との間の電氣的ポテンシャルの差を満足すれば、下記化学式2で表されることが好ましい。

【0020】

ここで、下記化学式2で表されるマグネシウム合金は、総重量に対して、カルシウム(Ca)は0超過23重量%以下；Yは0超過10重量%以下；およびマグネシウム(Mg)は残量を含む。

【0021】

Mg - Ca - Y . . . 化学式2

式中、Yは、MnまたはZnである。

【0022】

上記化学式2で表されるマグネシウム合金が前記範囲を満足すれば、機械的物性および耐食性が同時に向上し、脆性破壊が生じないマグネシウム合金を提供することができる。

【0023】

また、上記化学式2で表されるマグネシウム合金は、総重量に対して、前記カルシウム(Ca)は0超過23重量%以下、Yは0.1～5重量%、およびマグネシウム(Mg)は残量を含むことが好ましい。上記化学式2で表されるマグネシウム合金は、前記カルシウム(Ca)は0超過23重量%以下、Yは0.1～3重量%、およびMgは残量を含むことがより好ましい。その理由は、万が一発生し得る不純物の副作用を考慮して、同一の腐食速度を実現する場合、不純物の含有量が少ないことが有利であるからである。

【0024】

前記マグネシウム合金が、前記マグネシウム相と、前記マグネシウムと異種元素とからなる相との間の電氣的ポテンシャルの差を満足すれば、下記化学式3で表されることが好ましい。ここで、下記化学式3で表されるマグネシウム合金は、総重量に対して、Zは0超過40重量%以下；マグネシウム(Mg)は残量を含む。

【0025】

Mg - Z . . . 化学式3

式中、Zは、マンガン(Mn)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、クロム(Cr)、銅(Cu)、カドミウム(Cd)、ジルコニウム(Zr)、銀(Ag)、金(Au)、パラジウム(Pd)、白金(Pt)、レニウム(Re)、鉄(Fe)、亜鉛(Zn)、モリブデン(Mo)、ニオブ(Nb)、タンタル(Ta)、チタン(Ti)、ストロンチウム(Sr)、珪素(Si)、リン(P)およびセレン(Se)の中から選択される1種以上である。

【0026】

前記マグネシウム合金は、表面処理を行ったものが好ましい。前記表面処理は、ショットピーニング(shot peening)であることが好ましい。

【0027】

また、本発明のインプラントに含まれるマグネシウム合金は、表面コーティングを行うことができる。表面コーティングを行うと、マグネシウム合金の表面に腐食生成物が生成されるようにして分解速度を遅延させることができる。

10

20

30

40

50

【0028】

前記表面コーティングは、セラミックおよび／または高分子で行うことができる。

【0029】

まず、セラミックで表面コーティングを行うことを説明する。前記マグネシウム合金を生体擬似液や生理食塩水などに浸漬させると、腐食生成物でマグネシウム合金の表面をコーティングすることができる。ここで、腐食生成物がセラミックであり、前記セラミックは、酸化マグネシウム、リン酸カルシウムであり得る。そして、腐食生成物で生体分解性マグネシウム合金の表面をコーティングした後、高分子でさらにコーティングすることもできる。前記高分子の種類は、後述する高分子の種類と同じである。

【0030】

また、前記マグネシウム合金の表面を高分子でコーティングする際に用いる高分子は、当業界で使用されるものであれば特に限定しない。しかし、前記高分子は、poly(L-lactide)、poly(glycolide)、poly(DL-lactide)、poly(dioxanone)、poly(DL-lactide-co-L-lactide)、poly(DL-lactide-co-glycolide)、poly(glycolide-co-trimethylene carbonate)、poly(L-lactide-co-glycolide)、poly(ε-caprolactone)またはこれらの重合体を用いることが好ましい。

【0031】

本発明にかかるマグネシウム合金は、用途に応じて多様に変更可能である。例えば、セラミック、金属、ポリマーなどの表面にコーティングする方式で活用できる。また、本発明にかかるマグネシウム合金は、マグネシウムと異種金属、セラミックまたはポリマーと結合して活用できる。

【0032】

II. 製造方法

本発明は、マグネシウムと異種元素とからなるマグネシウム合金に第3元素を追加し、マグネシウム相(phase)と、マグネシウムと異種元素とからなる相(phase)との間の電氣的ポテンシャルの差を、0超過0.2V以下に低下させることを特徴とする、腐食特性の制御されたマグネシウム合金の製造方法を提供する。ここで、前記マグネシウム合金は、マグネシウムとカルシウムとを含む合金であることが好ましい。前記第3元素は、亜鉛であることが好ましい。

【0033】

III. マグネシウム合金の製造方法

本発明にかかる腐食特性を制御するマグネシウム合金の製造方法は、a)前記マグネシウム合金を提供するステップと、b)前記マグネシウム合金を成形するステップとを含むことができる。

【0034】

前記a)ステップは、前記マグネシウムを溶融させて提供するステップであることが好ましい。より詳細には、前記a)ステップは、マグネシウムと反応しないアルゴン(Ar)のような不活性ガス雰囲気または真空雰囲気で前記マグネシウムを溶融させて提供するステップであり得る。また、前記a)ステップは、低抗体に電気を加えて熱を発生させる抵抗加熱方式、誘導コイルに電流を流して誘導加熱する方式、またはレーザや集束光による方法など、多様な方法を用いて前記マグネシウムを溶融させて提供するステップであり得る。ここで、前記溶融方法のうち、抵抗加熱方式が最も経済的である。マグネシウムの溶融時に不純物がよく混ざるように、溶融合金(以下、溶湯)を攪拌することが好ましい。

【0035】

本発明のマグネシウム合金の製造方法に含まれるb)ステップは、前記溶融したマグネシウム合金を、冷却方法、押出方法および金属加工方法からなる群より選択される1種以上で成形するステップであり得る。

【 0 0 3 6 】

前記冷却方法は、マグネシウム合金の機械的強度を向上させる目的で用いることができる。より詳細には、前記 a) ステップでマグネシウムが溶融すると、溶融したマグネシウムが含まれたるつぼを水に浸漬させる方法を用いることができる。また、前記溶融したマグネシウムをアルゴンなどの不活性ガスを用いて噴霧する冷却方法を用いることができる。前記噴霧する冷却方法は、はるかに高い速度で冷却され、非常に微細な組織を示すことができる。しかし、小さな大きさでマグネシウムを鑄造する場合、内部に多数の気孔（黒い部分）が形成され得るので、気を付けなければならない。

【 0 0 3 7 】

前記押出方法は、マグネシウムの組織が均一になり、機械的性能を向上させる目的で用いられる。前記押出方法により、本発明のマグネシウム合金の強度特性と耐食性を制御することができる。

10

【 0 0 3 8 】

前記押出方法は、300～450で行われることが好ましい。また、前記マグネシウムの押出は、押出前後の断面積の減少比率（押出比）を10：1～30：1内で行うことができる。押出比が大きくなるほど、押出材の微細組織が均一になり、鑄造時に形成された欠陥が容易に除去されるという利点があるが、この場合、押出装置の容量を増加させることが好ましい。

【 0 0 3 9 】

前記金属加工方法は、当業界において公知の金属加工方法であれば特に限定しない。例えば、最終製品に近い形態に加工された型枠に、上述のように溶融したマグネシウムを注ぎ込んで直接鑄造する方法、棒状や板状などの中間材に製造した後、これを旋盤またはミリング加工する方法、マグネシウム合金を大きな力で加圧鍛造して最終製品の形状に製造する方法などを挙げることができる。

20

【実施例】

【 0 0 4 0 】

以下、実施例によりマグネシウム合金の製造をより詳細に説明する。ただし、下記の実施例は本発明を例示するためのものであって、本発明の範囲を限定することを意図するものではない。

【 0 0 4 1 】

30

参考例 1、2、および比較例 1、2：マグネシウム合金の製造

< 参考例 1、比較例 1 >

下記表 1 の組成で構成要素を混合し、ステンレス鋼（SUS410）で製作された内部直径 50 mm のるつぼ（crucible）に装入した。次に、るつぼ中のマグネシウムが空気と接触しないように、るつぼの周囲にアルゴン（Ar）ガスを流しながら、抵抗加熱炉を用いて、るつぼの温度を約 700 から 750 に上昇させてマグネシウムを溶融した。溶融したマグネシウムと不純物とが互いによく混ざるように、るつぼを振とうして攪拌させた。完全に溶融したマグネシウムを冷却し、固体状態のマグネシウムを製造した。また、冷却時には、マグネシウムの機械的強度を向上させる目的で、るつぼを水（20）に浸漬させて溶融したマグネシウムを急速に冷却させ、マグネシウム合金を製造した。

40

【 0 0 4 2 】

【表 1】

	Mg (重量部)	Ca (重量部)	Zn (重量部)	電氣的ポテンシャル の差 (V)
				Mg vs Mg-Ca-Zn
参考例 1	95	5	0	-(Zn がいないため)
比較例 1	100	-	-	-

【 0 0 4 3 】

50

< 参考例 2 および比較例 2 >

参考例 1 および比較例 1 のマグネシウム合金を押出した。このとき、押出温度は 370 ~ 375 の範囲で行い、押出前後の断面積の減少比率（押出比）は 15 : 1 に固定した。ここで、参考例 1 のマグネシウム合金を押出したものを参考例 2、比較例 1 のマグネシウム合金を押出したものを比較例 2 とした。

【 0 0 4 4 】

試験例 1 : マグネシウム合金の腐食速度の評価

一般的に、マグネシウム合金の腐食速度は、下記表 2 の溶液にマグネシウム合金を浸漬したとき、発生する水素の量として測定する。これは、マグネシウムが生体分解されると水素が発生するが、下記表 2 の溶液は、生体と同様の条件、すなわち、生体擬似液であるからである。

【 0 0 4 5 】

【表 2】

	モル濃度 [mM/L]	質量[g]
CaCl ₂ ·2H ₂ O	1.26	0.185
KCl	5.37	0.400
KH ₂ PO ₄	0.44	0.060
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.81	0.200
NaCl	136.89	8.000
Na ₂ HPO ₄ ·2H ₂ O	0.34	0.060
NaHCO ₃	4.17	0.350
D-Glucose	5.55	1.000

【 0 0 4 6 】

図 1 は、参考例 1、2、および比較例 1、2 のマグネシウム合金の腐食速度を示すグラフである。

【 0 0 4 7 】

図 1 を参照すれば、添加された元素と押出によりマグネシウム合金の腐食特性に顕著な差があった。これにより、マグネシウム合金は、添加された元素と後処理方法に応じて多様な分解速度の制御が可能であることが分かる。

【 0 0 4 8 】

試験例 2 : マグネシウム合金の強度の評価

参考例 1、2、および比較例 1、2 のマグネシウム合金を放電加工し、直径 3 mm と長さ 6 mm の形態に加工した。放電加工された試験片の下面と上面を、1000 回エメリーペーパー (emery paper) で研磨して面の水平を合わせた。加工されたテスト用試験片を、超硬 (タングステンカーバイド) で製造された治具上に水平に立てた後、最大荷重 20 トンの圧縮試験機のヘッドを用いて試験片の上方向から力を加えた。このとき、ヘッドの垂直下降速度は 10 - 4 / s とした。試験途中、圧縮試験機に装着された変形量測定器 (extensometer) および応力測定器 (load cell) を用いてリアルタイムで変形量および圧縮応力の変化量を記録した。このとき、試験片の大きさが小さいため、変形量測定器は試験片に装着するのではなく試験片を押す試験機の治具に装着し、実際の試験片の変形量より大きく測定された。

【 0 0 4 9 】

図 2 は、参考例 1 および比較例 1 のマグネシウム合金の強度を測定したグラフである。

図 3 は、参考例 2 および比較例 2 のマグネシウム合金の強度を測定したグラフである。

【 0 0 5 0 】

そして、下記表 3 は、参考例 1、2、および比較例 1、2 のマグネシウム合金の強度を示す表である。ここで、Y . S は、降伏強度 (yield strength) を示し、

UCSは、最大圧縮強度 (u l t i m a t e c o m p r e s s i o n s t r e n g t h) を示す。

【 0 0 5 1 】

【表 3】

		参考例 1	参考例 2	比較例 1	比較例 2
強度 (MPa)	Y. S	87	155	47	48
	UCS	180	365	146	208

10

【 0 0 5 2 】

図 2、図 3 および表 3 を参照すれば、マグネシウム合金が添加された元素と物理的処理により強度特性に顕著な差があった。

【 0 0 5 3 】

図 1 ないし図 3 の結果により、本発明の参考例 1、2 のマグネシウム合金は、組成の制御と後処理工程（押出）の制御により、短くは耐食特性が 2 ～ 3 日から長くは 2 年以上、強度は 8 7 M P a から 4 0 0 M P a まで制御可能であることが分かる。この特性を活用して、要求される期間の間強度の形態を維持可能なマグネシウム合金の製造が可能であると推測することができる。

【 0 0 5 6 】

20

そして、表面処理後、表面に塑性変形が発生し、分解速度が遅くなり、強度が高くなる。また、手術室で強い照明に反射する程度が少なくなり、視野を妨げることなく高級感を与える。付随的な効果として、表面が粗くなれば機能的に骨との界面力が向上することができる。

【 0 0 5 7 】

実施例 1、2 および参考例 3 ～ 5：マグネシウム合金の製造

下記表 4 の組成により、構成要素を、実施例 1 の製造方法を用いて実施例 1、2 および参考例 3 ～ 5 のマグネシウム合金を製造した。

【 0 0 5 8 】

【表 4】

30

	実施例 1	実施例 2	参考例 3	参考例 4	参考例 5
Mg ₂ Ca (重量%)	93.65	95.78	97.89	99.58	100
Zn (重量%)	6.35	4.22	2.11	0.42	0

【 0 0 5 9 】

図 5 は、実施例 1、2 および参考例 3 ～ 5 の、マグネシウムの経時による開回路電位 (o p e n c i r c u i t e p o t e n t i a l) を示すグラフである。

40

【 0 0 6 0 】

図 5 を参照すれば、比較例 1 と実施例 1 は、開回路電位の差が最も少なく、耐食性が最も良いが、比較例 1 と参考例 5 は、開回路電位の差が大きいため、腐食速度が最も速いことが分かる。

【 0 0 6 1 】

試験例 5：電気的ポテンシャルの差に応じた生体分解速度の評価
マグネシウム合金の腐食速度は、上記表 2 の溶液にマグネシウム合金を浸漬したとき、発生する水素の量として測定する。

【 0 0 6 2 】

図 6 は、亜鉛の含有量に応じた水素発生量を示すグラフである。ここで、x 軸は、M g

50

Mg_2Ca 中の Zn (at%)の含有量を示したものである。

【0063】

図6を参照すれば、亜鉛の含有量が多くなるほど、腐食速度が低下することが分かる。

【0064】

図7は、亜鉛の含有量に応じた開回路電位（電氣的ポテンシャル）を示すグラフである。ここで、亜鉛の含有量（x軸）は、 Mg_2Ca 中の Zn (at%)の含有量を示したものである。

【0065】

図7を参照すれば、亜鉛の含有量が多くなるほど、比較例1との開回路電位の差が少なくなることが分かる。

【0066】

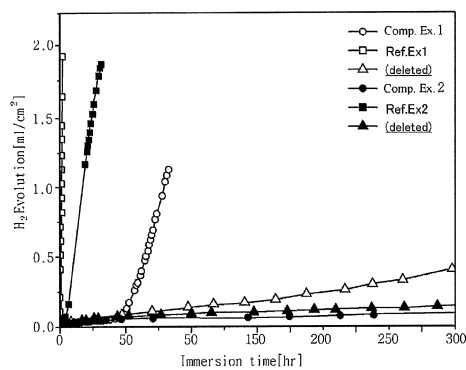
図8は、開回路電位（電氣的ポテンシャル）の差に応じたマグネシウム合金の分解速度を示すものである。

【0067】

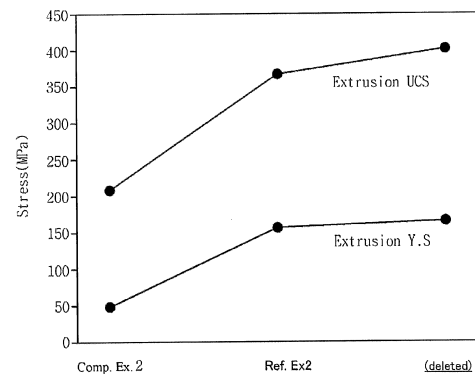
図8を参照すれば、開回路電位差が0.2Vを超える場合、分解速度が急激に増加することが分かる。ここで、前記分解速度は、水素発生量で示す。

10

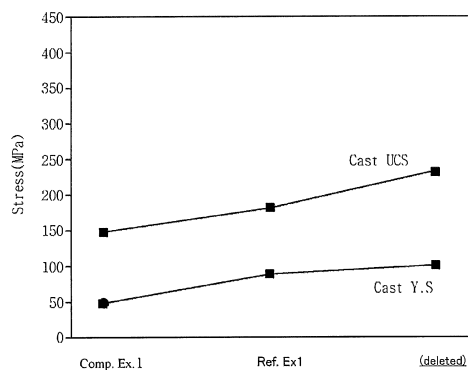
【図1】



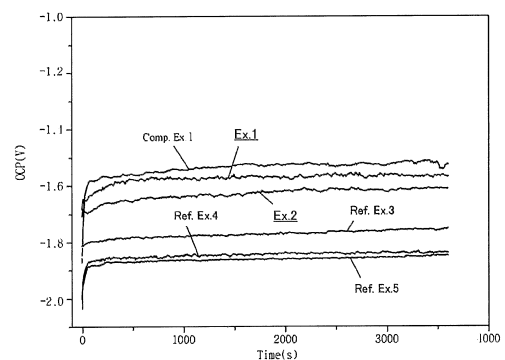
【図3】



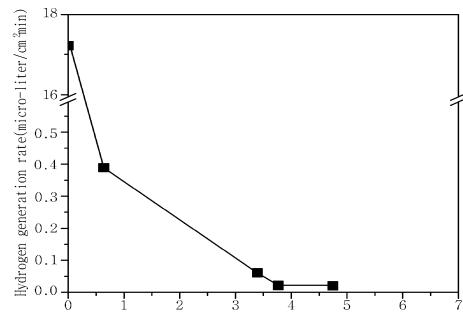
【図2】



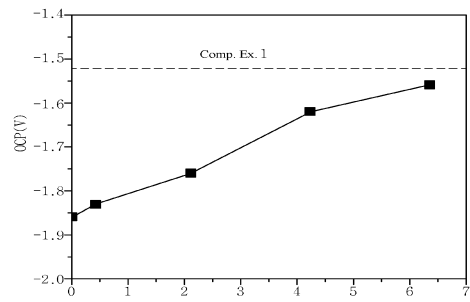
【図5】



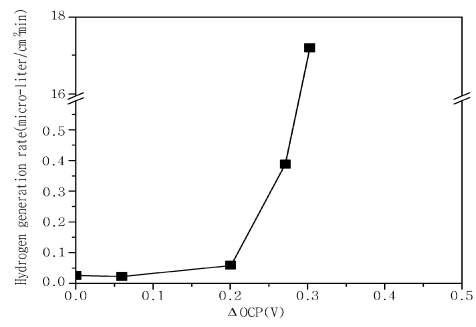
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

C 2 2 F	1/00	6 3 0 A
C 2 2 F	1/00	6 4 0 A
C 2 2 F	1/00	6 7 5
C 2 2 F	1/00	6 8 1
C 2 2 F	1/00	6 8 3
C 2 2 F	1/00	6 9 4 A
C 2 2 F	1/00	6 9 4 B

(72)発明者 ヤン ソクジョ

大韓民国 3 0 5 - 7 6 4 デジョン, ヨソング, グンドン, 2 2 0, チョンナム ナショナル
ユニバーシティ, メカトロニクス エンジニアリング

(72)発明者 キム ユチャン

大韓民国 1 4 2 - 1 0 0 ソウル, ガンブク, ミア 7 ドン, S Kアパート, 1 4 2 - 1 1 0
4

(72)発明者 チョウ ソンヨン

大韓民国 4 8 0 - 9 0 1 キョンギド, ウィジョンブシ, ヨンヒョンドン, ソンサン ジュゴン
1 ダンチ, 1 1 2 - 2 0 2

(72)発明者 キム ジョンテク

大韓民国 5 6 1 - 8 0 3 チョルラブド, チョンヂュシ トクジンク, グムアン 1 ドン, 1
5 4 4 - 1 1

審査官 相澤 啓祐

(56)参考文献 特開平07-018364(JP, A)

特開平06-025791(JP, A)

特開2008-194687(JP, A)

特開2007-270159(JP, A)

G.C.Kuczynski et al., Corrosion characteristics of some magnesium-zinc-calcium alloys
, Journal of The Electrochemical Society, 1948年 2月, Vol.93, No.2, pp.41-46J.F.Nie et al., Precipitation hardening of Mg-Ca(-Zn) alloys, Scripta Materialia, 19
97年11月15日, Vol.37, No.10, pp.1475-1481

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 2 2 C 2 3 / 0 0 - 2 3 / 0 6