

(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2010-501721

(P2010-501721A)

(43) 公表日 平成22年1月21日(2010.1.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 2 2 C 23/02 (2006.01)	C 2 2 C 23/02	
B 2 2 D 21/04 (2006.01)	B 2 2 D 21/04	A
C 2 2 C 23/04 (2006.01)	C 2 2 C 23/04	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 19 頁)

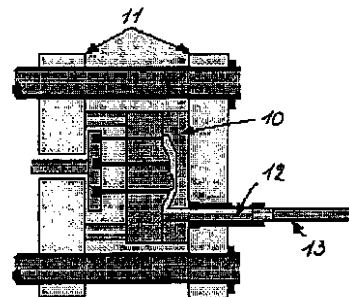
(21) 出願番号	特願2009-524572 (P2009-524572)	(71) 出願人	508337684
(86) (22) 出願日	平成19年8月16日 (2007. 8. 16)		マグオンテック ゲーエムベーハー
(85) 翻訳文提出日	平成20年11月13日 (2008. 11. 13)		MAGONTEC GMBH
(86) 国際出願番号	PCT/N02007/000284		ドイツ連邦共和国 4 6 2 4 0 ボトロッ
(87) 国際公開番号	W02008/020763		プ インダストリーシュトラーセ 6 1
(87) 国際公開日	平成20年2月21日 (2008. 2. 21)	(74) 代理人	100068755
(31) 優先権主張番号	20063703		弁理士 恩田 博宣
(32) 優先日	平成18年8月18日 (2006. 8. 18)	(74) 代理人	100105957
(33) 優先権主張国	ノルウェー (N0)		弁理士 恩田 誠
		(74) 代理人	100142907
			弁理士 本田 淳
		(74) 代理人	100149641
			弁理士 池上 美穂

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鑄造方法および合金組成物

(57) 【要約】

重量で10.00～13.00%のアルミニウム、重量で0.00～10.00%の亜鉛や、重量で5.00～13.00%のアルミニウム、重量で10.00～22.00%の亜鉛からなり、また、重量で0.10～0.5%のマンガン含有し、残余はマグネシウムおよび不可避の不純物であり、総不純物レベルは重量で0.%未満であるマグネシウム合金の鑄造方法。この合金は温度が150～340 の範囲に制御されているダイにより鑄造され、このダイはミリメートルで表される平均部品厚に2～300の数を掛けた積と等しいミリ秒で表される時間で充填され、鑄造中、金属の静的圧力は20～70MPaに維持され、続いて180MPaまで強められ得る。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

重量で 10 . 00 ~ 13 . 00 % のアルミニウム、
 重量で 0 . 00 ~ 10 . 00 % の亜鉛や、
 重量で 5 . 00 ~ 13 . 00 % のアルミニウム、
 重量で 10 . 00 ~ 22 . 00 % の亜鉛からなり、
 また、重量で 0 . 10 ~ 0 . 5 % のマンガンを含み、
 残余はマグネシウムおよび不可避の不純物であり、総不純物レベルは重量で 0 . 1 % 未満であるマグネシウム合金の casting 方法であって、

同合金は温度が 150 ~ 340 の範囲に制御されているダイにより casting され、
 同ダイはミリメートルで表される平均部品厚に 2 ~ 300 の数を掛けた積と等しいミリ秒で表される時間で充填され、

casting 中、金属の静的圧力は 20 ~ 70 MPa に維持され、続いて 180 MPa まで強められ得る方法。

【請求項 2】

前記ダイの温度は 160 ~ 300 、好適には 200 ~ 270 の範囲の温度に制御される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

ミリ秒で表される前記ダイの充填時間は、ミリメートルで表される平均部品厚に 2 ~ 200 、好適には 3 ~ 50 、最も好適には 3 ~ 20 の数を掛けた積と等しい請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

casting 中の金属の静的圧力は 30 ~ 70 MPa に維持される請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5】

casting 後の冷却速度は 10 ~ 1000 / s の範囲にある請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

アルミニウム含有量は重量で 10 . 00 ~ 13 . 00 % 、好適には重量で 10 . 00 ~ 12 . 00 % である請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

Zn 含有量は重量で 0 . 00 ~ 10 . 00 % である請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 8】

アルミニウム含有量は重量で 10 . 00 ~ 12 . 00 % であり、Zn 含有量は重量で 0 . 00 ~ 4 . 00 % である請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

アルミニウム含有量は重量で 5 . 00 ~ 13 . 00 % 、好適には重量で 6 . 00 ~ 12 . 00 % である請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 10】

Zn 含有量は重量で 10 . 00 ~ 22 . 00 % である請求項 1 乃至 5 および 9 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 11】

アルミニウム含有量は重量で 6 . 00 ~ 12 . 00 % であり、Zn 含有量は重量で 10 . 00 ~ 18 . 00 % である請求項 1 乃至 5 、 9 および 10 のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アルミニウム、亜鉛およびマンガンからなり、残余はマグネシウムおよび不

10

20

30

40

50

可避の不純物であり、総不純物レベルは重量で一定の%未満であるマグネシウム合金の鑄造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

マグネシウム系合金は自動車産業において鑄造部品として広範に用いられており、3Cコンポーネント(3C:コンピュータ、カメラおよび通信)における重要性は増大している。マグネシウム系合金鑄造部品は、ダイカスト、砂型鑄造、パーマネントおよびセミパーマネントモールドキャスト、石膏型鑄造ならびにインベストメント鑄造を含む、従来の鑄造方法によって製造可能である。

【0003】

Mg系合金は、自動車産業におけるマグネシウム系合金鑄造部品の需要増加を促す、数々の特に有利な特性を示している。これらの特性には、低い密度、高い強度対重量比、良好な鑄造性、容易な切削可能性および良好な減衰特性が含まれる。最も一般的なマグネシウムダイカスト合金は、Mnが0.5%未満のMg-Al合金またはMg-Al-Zn合金のようなものであり、主要なものに、Mg-9%Al-1%Zn(AZ91で表される)、Mg-6%Al(AM60)およびMg-5%Al(AM50)がある。

【0004】

特許文献1には、亜鉛、アルミニウム、カルシウムおよび/またはベリリウムもしくは随意で鑄造マグネシウム部材の表面仕上げの改良を試みて提供されるマンガンを含んでいるマグネシウム系合金が記載されている。しかしながら、この特許文献1は、特に合金の鑄造性に関連したものではない。

【特許文献1】国際公開第2006/000022号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、表面仕上げが改良されるとともに鑄造性が改良された、比較的安価なマグネシウム系合金を供給するために提供されるものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、重量で10.00~13.00%のアルミニウム、重量で0.00~10.00%の亜鉛や、重量で5.00~13.00%のアルミニウム、重量で10.00~22.00%の亜鉛からなり、また、重量で0.10~0.5%のマンガンを含み、残余はマグネシウムおよび不可避の不純物であり、総不純物レベルは重量で0.1%未満であるマグネシウム合金を特徴とし、

- ・この合金は、温度が150~340の範囲に制御されているダイにより鑄造され、
- ・このダイはミリメートルで表される平均部品厚に2~300の数を掛けた積と等しいミリ秒で表される時間で充填され、
- ・鑄造中、金属の静的圧力は20~70MPaに維持され、続いて180MPaまで強められ得る。

【0007】

特定のMg-Al-Zn合金と上述のような特別な鑄造方法との組み合わせを用いることによって、優れた表面仕上げ、妥当な延性および許容可能な機械的性質や腐食特性を有する製品が製造される。

【0008】

好適には、アルミニウム含有量は重量で5.00~13.00%である。10.00%未満のAlしか存在しない場合、Zn含有量は重量で10.00~22.00%に制限される。Zn含有量が低いほど、鑄造性および表面仕上げが劣る。

【0009】

10.00%を超えるAlが存在する場合、満足な鑄造性および表面仕上げを与えながら、Znの範囲が0.00~22.00%に広げられる。

10

20

30

40

50

最小限の延性を必要とする用途については、合金の組成は、アルミニウム含有量が重量で10.00～12.00%であり、Zn含有量が重量で0.00～4.00%であるように選択される。合金の組成が、アルミニウム含有量が重量で6.00～12.00%であり、Zn含有量が重量で10.00～22.00%であるような場合にも、同等の鑄造性および表面仕上げを有する合金が調製される。これらの合金によって、より低い鑄造温度という利点が提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

図1Aおよび1Bには、それぞれ冷チャンバおよび熱チャンバダイカスト鑄造機を模式的に示す。各鑄造機は、それぞれ流体圧型締システム11, 21を備えたダイ10, 20を有する。

10

【0011】

溶融した金属は、それぞれピストン13, 23を備えたショットシリンダ12, 22によって、ダイへ導入される。図1Aに示すような冷チャンバシステムでは、水平ショットシリンダに対する金属の計量を行うための補助システムが必要である。しかしながら、図1Bに示す熱チャンバ鑄造機では、溶融した合金に直接的に垂直ピストンシステム12, 23が用いられる。

【0012】

性能の優れたMg-Al-Zn合金を得るには、極端な急速冷却条件下で合金が鑄造されることが必須である。これは高圧ダイカスト法の場合に当てはまる。鋼ダイ10, 20は、200～300の範囲にダイ温度を制御する油冷（または水冷）システムを備える。良好な品質のための前提条件は、短いダイ充填時間によって充填中の金属の凝固を回避することである。 10^{-2} s × 平均部品厚さ (mm) 程度のダイ充填時間が推奨される。これは、高速（通常、30～300 m/sの範囲）で合金にゲートを通させることによって得られる。十分に大きな直径での～10 m/sのプランジャ速度は、必要な短い充填時間にショットシリンダにおいて所望の体積流量を得るために用いられている。一般に20～70 MPaの金属の静的圧力が用いられ、特により厚い壁による鑄造では、それに続いて180 MPaまでの昇圧が用いられてよい。この鑄造方法では、得られる部材冷却速度は、鑄造される部材の厚さに応じて、通常、10～1000 / sの範囲にある。

20

【0013】

図2には、鑄造合金の凝固範囲とミクロ構造との間の関係を示す。横軸には / s で表される凝固速度を示し、左手の縦軸の目盛では μm で表される二次デンドライトアームスペーシングを示し、右手の縦軸の目盛では μm で表される粒径を示す。線30は得られた粒度を示し、線31は二次デンドライトアームスペーシングについて得られた値を示す。

30

【0014】

ダイカストでは、粒の精錬は冷却速度による。上述のように、通常、10～1000 / s の範囲の冷却速度が得られる。これによって、通常、5～100 μm の範囲の粒度が得られる。

【0015】

合金の延性には小さな粒度が有利であることは、よく知られている。この関係を添付の図3により示す。図3では、粒度と相対伸びとの関係を示す。横軸には μm で表される平均粒度を示し、縦軸には % で表される相対伸びを示す。このグラフには、2つの異なる組成、すなわち、第1に純粋なMg（線35）と、AZ91で表されるMg合金（Mg-9% Al、1% Zn）（線36）とを示す。

40

【0016】

また、合金の引張降伏強度には小さな粒度が有利であることも、よく知られている。この関係（ホール・ペッチ；Hall-Petch）を添付の図4に示す。横軸には $d^{0.5}$ として表される粒径を示し（ここで、 d は μm で表される）、縦軸には MPa で表される引張降伏強度を示す。

【0017】

50

したがって、引張強度および延性を得るには、ダイカスト法により得られる非常に高い冷却速度によって提供される小さな粒度が必須であることは明らかである。

用語「鑄造性」は、合金が、必要とされる機能および特性を備えた最終製品へと鑄造される性能を示し、一般に次の３分類、すなわち、（１）全ての所望の幾何学的構造および寸法を備えた部品を形成する性能、（２）所望の特性を備えた稠密な部品を製造する性能、および（３）ダイカスト工具、鑄造所設備およびダイカストプロセス効率に対する影響を含む。

【００１８】

３Ｃ産業では、例えば、ラップトップおよび携帯電話機のハウジング用に、極端に壁の薄い部材（多くの場合、０．５mm未満）が鑄造される。これによって、合金が型を充填すると同時に平滑な光沢面を提供する性能に、厳しい要求がなされる。ＡＺ９１は、これらの用途に最も一般的な合金であるが、それは主に、ＡＭ５０およびＡＭ６０に比較して鑄造性が優れるためである。しかしながら、ＡＺ９１からなる、薄い壁を有する部材の表面は、多くの場合、満足のゆくものではない。通常、これらの部材には改装用のコーティングが適用される。複数の部分に分離した複数の領域を含むことのある比較的low光沢の表面には、複数層のコーティングを用いる必要がある。一般に、表面品質が優れるほど、必要なコーティングは少なくなる。

【００１９】

０～１０重量％（wt％）のＡｌおよび０～３５重量％のＺｎを有するＭｇ－Ａｌ－Ｚｎ合金は、１９７０年代に研究された。（Ｇ．Ｓ．Ｆoerster、「マグネシウムダイカストにおける新展開」、IMA会報、１９７６年、p. 35～39）。フェルスター（Foerster）の論文による図５に示すチャートでは、組成範囲は、鑄造可能領域、脆弱領域および熱間割れ生成領域に分割されている。表面仕上げを改良することを試みたオーストラリア国の特許（特許文献１）に記載の合金は、主として図５の鑄造可能領域内にある。本発明の合金組成範囲は、主として従来技術（図５）に記載の組成範囲外にあり、完全に特許（特許文献１）に記載の組成範囲外にある。後述する試験の最中に、本発明の合金が、ダイ充填、ダイ付着および熱間割れ生成の点において、上述の合金を超える顕著な改良を示すことが明らかとなった。これらはすべて、複雑な壁の薄い部材のダイカストにおける重要な特徴である。

【００２０】

本発明において特定されるようなＡｌおよびＺｎ含有量を有するＭｇ－Ａｌ－Ｚｎ合金は、ＡｌおよびＺｎ含有量に応じて、６００前後で凝固を開始する。これを図６に示す。図６には、Ｍｇ－Ａｌ－Ｚｎ状態図のＭｇ角におけるの等液相温度線を示す。結果として、鑄造温度（通常、液相温より７０高い）は、従来のＡＭ５０、ＡＭ６０およびＡＺ９１合金におけるより有意に低下される。共晶のＭｇ₁₇Ａｌ₁₂相は４２０前後で溶融するという事実のため、ＡＭ５０、ＡＭ６０およびＡＺ９１などの従来のＭｇ－Ａｌ合金は、添付の図７に示すように、ほぼ２００の凝固範囲を有する。図７には、異なる３つの合金について、横軸上の固体割合（重量％で表す）対縦軸上の温度（ ）を示す。詳細には、ＡＺ９１は６００で凝固を開始し、４２０で完全に凝固する。合金ＡＺ１４１におけるようにＡｌ含有量を１４％まで増大すると、凝固は約５７０で開始するが、凝固が完了するのは４２０である。Ｚｎが有意に存在するため、合金ＡＺ８５は、５９０～３５０の範囲で凝固する。Ｍｇ－Ａｌ－Ｚｎ合金中のＺｎが共晶のＭｇ₁₇Ａｌ₁₂相を変化させるので、この合金は、従来の合金ＡＭ５０、ＡＭ６０およびＡＺ９１の場合のように、４２０より有意に低い温度で完全に凝固する。

【００２１】

一般に、Ｍｇ－Ａｌダイカスト合金中のアルミニウム含有量を増大させると、ダイ鑄造性が改良される。これは、Ｍｇ－Ａｌ合金が広い凝固範囲を有するという事実のためであり、この事実によって、凝固の終点に充分多量な共融混合物が存在しない場合、Ｍｇ－Ａｌ合金の鑄造は本質的に困難となる。これによって、図７に示す冷却曲線と矛盾せず、ＡＺ９１Ｄの良好な鑄造性を説明することが可能である。本発明の合金中にはＡｌに加えて

多量のZnが存在するので、凝固の終点にいっそう多量の（変化した）共晶が存在し、本発明のMg-Al-Zn合金の改良された鑄造性が説明される。

【0022】

マグネシウム合金は、もし、CO₂を含むもしくは含まないSF₆および乾燥空気、またはSO₂および乾燥空気など、カバーガスによって保護されない場合、溶融状態では発火および酸化（燃焼）する傾向にある。温度が上昇すると、酸化は増加する。通常、酸化を減少させるために、少量のベリリウム（重量で10～15ppm）も添加される。ベリリウムは有害物質を形成することが知られているので、注意して用いる必要がある。特に、るつぼの洗浄によるドロスおよびスラッジの処理には、ドロス/スラッジの中にはBe化合物が豊富であるため、相当な安全措置が必要である。本発明の1つの利点は、従来の合金よりも有意に低い温度で合金を鑄造可能であることによって、カバーガスの必要が減少されることである。同じ理由により、ベリリウムの添加を最小限に保持することが可能である。

10

【0023】

従来の合金と比較して低い鑄造温度によって、計量システム、ショットシリンダおよびダイの寿命がすべて改良されることなど、有意な利点を与えられる。特に熱チャンバダイカストでは、グーズネックの寿命が有意に長くなる。また、鑄造温度がより低い合金には、サイクルタイムの減少により、ダイカスト操作の生産性を改良する可能性も存在する。

【0024】

〔実施例1〕

合金とする元素の影響を評価するために、数々のMg合金を調製し、異なる3つのダイを用いて鑄造した。

20

- ・リブを備えたボックスダイ（図8）
- ・プレート/バーダイ（図9）
- ・3プレートダイ（図10）。

【0025】

合金組成および鑄造する温度を、以下のテーブル1に示す。

テーブル1

【0026】

【表 1】

	Al (wt%)	Zn (wt%)	鋳造温度 (C)		Al (wt%)	Zn (wt%)	鋳造温度 (C)
AM20	2	0	710	AZ85	8	5	670
AZ21	2	1	710	AM90	9	0	670
AZ22	2	2	705	AZ91	9	1	670
AZ2-3.5	2	3,5	700	AZ96	9	6	650
AM40	4	0	700	AZ99	9	9	640
AZ41	4	1	695	AZ9-12	9	12	620
AZ42	4	2	695	AZ9-18	9	18	585
AZ4-3.5	4	3,5	690	AZ9-22	9	22	560
AZ45	4	5	680	AM100	10	0	660
AZ4-14	4	14	650	AZ10-1	10	1	660
AZ4-18	4	18	630	AZ10-2	10	2	660
AM60	6	0	680	AZ10-3.5	10	3,5	650
AZ61	6	1	680	AZ10-5	10	5	650
AZ62	6	2	680	AM120	12	0	650
AZ63	6	3	680	AZ12-1	12	1	650
AZ6-3.5	6	3,5	680	AZ12-2	12	2	640
AZ65	6	5	670	AZ12-3.5	12	3,5	640
AZ66	6	6	670	AZ12-5	12	5	630
AZ6-12	6	12	640	AZ12-6	12	6	630
AZ6-18	6	18	610	AZ12-12	12	12	590
AZ71	7	1	680	AZ12-18	12	18	550
AZ72	7	2	680	AM140	14	0	640
AM80	8	0	680	AZ14-1	14	1	630
AZ81	8	1	680	AZ14-2	14	2	630
AZ82	8	2	670	AZ14-3.5	14	3,5	620
AZ8-3.5	8	3,5	670	AZ14-5	14	5	610

【 0 0 2 7 】

鋳造パラメータの詳細を、以下のテーブル 2 に示す。

テーブル 2

【 0 0 2 8 】

【表 2】

		速度 1 (m/s)	速度 2 (m/s)	破断 (m/s)	計算される 充填時間 (ms)
ダイ 1	引張標本	0,5	5	3	50
ダイ 2	3プレート	0,5	5	2,5	53
ダイ 3	ボックス	0,5	5	3	40

【 0 0 2 9 】

昇圧は行わなかった。

実施した試験は以下の通りである：

〔 鋳造欠陥の評価 〕

各合金からの 10 個の任意の箱に対し、外観検査を行った。欠陥を次のように分類した。

- ・ 不完全充填および湯境を含む欠陥肋骨
- ・ 節上に数えられる熱間亀裂
- ・ 終端割れ。

【 0 0 3 0 】

10

20

30

40

50

〔表面仕上げの評価〕

数人で独立に表面仕上げを外観検査し、1～5（5が最高）で評価した。

〔引張強度および延性〕

A S T M B 5 5 7 Mに従う直径6 mmの試験片を製造し、次の試験条件を用いた：

- ・ 1 0 k Nのインストロン (I n s t r o n) 試験装置
- ・ 室温
- ・ 少なくとも 1 0 平行
- ・ 引張速度
 - 0 . 5 %歪みまで 1 . 5 m m / m i n
 - 0 . 5 %を超える歪みでは 1 0 m m / m i n
- ・ I S O 6 8 9 2 による試験。

10

【 0 0 3 1 】

〔腐食特性〕

A S T M B 1 1 7 に従って腐食試験を行った。

〔実施例 2 〕

図 1 1 には、割れおよび欠陥肋骨の鑄造欠陥平均数を、等欠陥数の線として図にプロットする。X 軸に沿って Z n 含有量を、Y 軸に沿って A l 含有量をプロットする。最小の割れ数は低 Z n (< 3 %) および高 Z n (> 1 0 %) の領域に見つかることが分かる。鑄造欠陥に関して特に良好な合金は、A l が重量で 8 ~ 1 0 % かつ Z n が重量で < 2 % の範囲に見つかることが分かる。Z n が少ないほど良好である。また、A l が重量で 7 ~ 1 2 % の範囲かつ Z n が重量で 1 2 ~ 1 8 % の範囲では、ごくわずかしが鑄造欠陥が見られない。

20

【 0 0 3 2 】

〔実施例 3 〕

図 1 2 では、1 ~ 5 の等級として表した表面仕上げを、等しい等級を線としてプロットしている。ここでは、Z n 含有量を X 軸に沿って、A l 含有量を y 軸に沿ってプロットしている。表面仕上げの評価に関して最良の領域は、A l が重量で > 1 1 % かつ Z n が重量で < 3 % に見つかることが分かる。Z n が少ないほど良好である。また、概ね A l が重量で 8 ~ 1 2 % かつ Z n が重量で > 1 0 % によって形成される領域では、表面仕上げの優れた合金が提供される。

30

【 0 0 3 3 】

〔実施例 4 〕

数々の組成について、室温で強度および伸びを測定した。結果を図 1 3 に示す。ここでは、Z 軸が M P a で表した引張強度を示し、x および y 軸がそれぞれ A l および Z n の含有量を示す。同じ図において、延性を延びが等しい線として示している。一般に、M P a で表した引張強度は、合金となる元素の含有量の増大とともに増大することが分かる。A l の増大 (重量 %) の効果は、Z n の効果よりも有意に大きい。図 1 3 は、% 伸びによる延性が合金となる元素の含有量の増大とともに減少することも示している。一例として、3 % の伸びを示す線は、重量で 1 2 % の A l かつ 0 % の Z n から重量で 0 % の A l および 1 8 % の Z n まで、ほぼ直線的に延びている。

40

【 0 0 3 4 】

〔実施例 5 〕

数々の組成について、A S T M B 1 1 7 に従い腐食特性を決定した。この試験では、Z n 含有量対 A l 含有量の影響を決定するために、多量のデータを組み込んでいる。結果を図 1 4 に示す。

【 0 0 3 5 】

この図では、減量による腐蝕速度を等しい腐蝕速度 (m g / c m ² / 日) の線として示す。この図では、Z n 含有量を Y 軸に沿ってプロットし、A l 含有量を X 軸に沿ってプロットしている。重量で約 8 % 未満の Z n 含有量では、腐蝕速度は A l 含有量の増大とともに減少して事実上 Z n 含有量には無関係であり、一方、重量で約 1 2 % 以上の Z n 含有量

50

では、腐蝕速度はZn含有量の増大とともにわずかにしか増大せず、事実上Al含有量に無関係であることが分かる。重量で8～12%のZnによって規定される領域は、変遷を表す。詳細には、0%のZnでは、腐蝕速度は、約 $0.09 \text{ mg/cm}^2/\text{日}$ （重量で4%のAl）から約 $0.03 \text{ mg/cm}^2/\text{日}$ （重量で9%のAl）へ減少する。重量で9%の一定のAlでは、腐蝕速度は、約 $0.05 \text{ mg/cm}^2/\text{日}$ （重量で8%のZn）から約 $0.11 \text{ mg/cm}^2/\text{日}$ （重量で14%のZn）へ増大する。

【0036】

これらの試験結果から、昇温クリープ特性、延性および腐食性能の優れた組み合わせを有する製品が得られるマグネシウム合金の鑄造方法が提供されたことは明らかである。

【図面の簡単な説明】

10

【0037】

【図1A】冷チャンバダイカスト鑄造機の模式図。

【図1B】熱チャンバダイカスト鑄造機の模式図。

【図2】塑造Mg合金の凝固速度とミクロ構造（粒度および二次デンドライトアームスパーシング）との関係を示す図。

【図3】Mg合金の粒度対延性を示す図。

【図4】Mg合金の粒度対引張降伏強度を示す図。

【図5】従来技術の文献（組成範囲を鑄造可能領域、脆弱領域および熱間割れ生成領域に分割したG. S. Foersterによる、「マグネシウムダイカストにおける新展開（New developments in magnesium die casting）」、IMA会報、1976年、p. 35～39）による図。

20

【図6】等液相温度線を用いてMg-Al-Zn状態図のMg豊富角を示す図。

【図7】異なる3つのMg合金について、横軸上の固体割合（重量%で表す）対縦軸上の温度（ ）を用いて示す図。

【図8】異なる3つのダイを用いて鑄造された異なる3つのMg合金部材を示す図。

【図9】異なる3つのダイを用いて鑄造された異なる3つのMg合金部材を示す図。

【図10】異なる3つのダイを用いて鑄造された異なる3つのMg合金部材を示す図。

【図11】図8のボックスダイに対する鑄造欠陥、割れおよび欠陥リブの平均数を示す図。図中では、等しい欠陥数を線としてプロットし、Zn含有量をX軸に沿って、Al含有量をY軸に沿ってプロットしている。

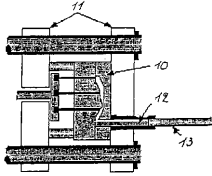
30

【図12】図8のボックスダイに対する1～5の等級で表した表面仕上げを示す図。図中では、等しい等級を線としてプロットし、Zn含有量をX軸に沿って、Al含有量をY軸に沿ってプロットしている。

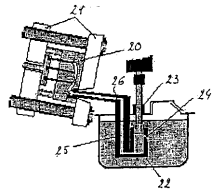
【図13】Z軸がMPaで表した引張強度を表し、xおよびy軸がそれぞれAlおよびZnの含有量を表す図。同じ図において、延性を%延びが等しい線として表している。

【図14】等しい腐蝕速度（ $\text{mg/cm}^2/\text{日}$ ）の線として、減量で表された腐蝕速度を示す図。Zn含有量をY軸に沿って、Al含有量をX軸に沿ってプロットしている。

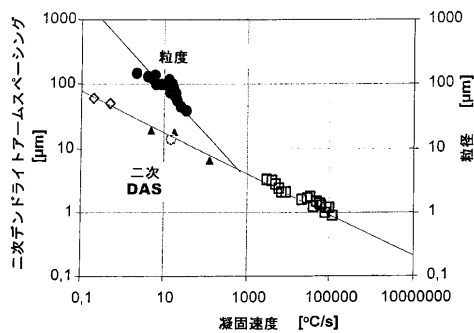
【図 1 A】



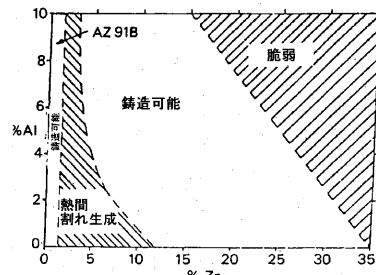
【図 1 B】



【図 2】

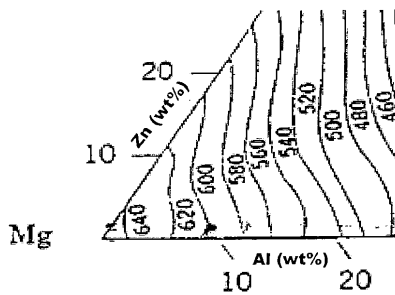


【図 5】

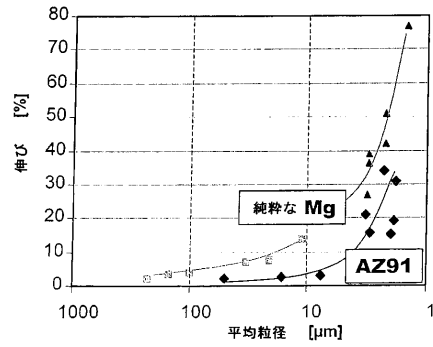


G. S Foerster, 「マグネシウムダイカストにおける新展開」、
IMA会報、1976年、p. 35～39

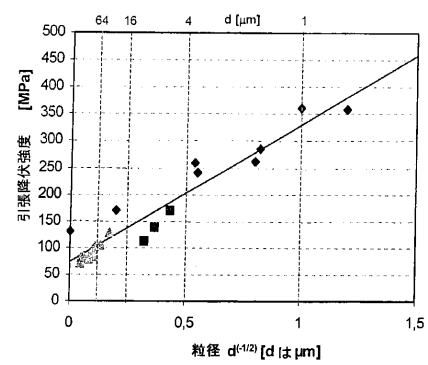
【図 6】



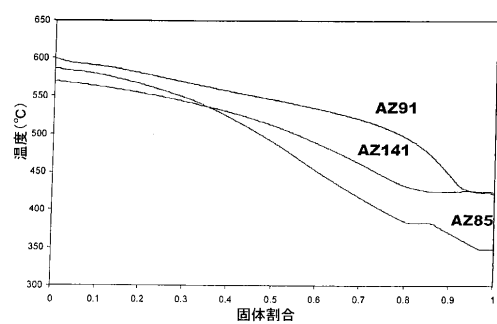
【図 3】



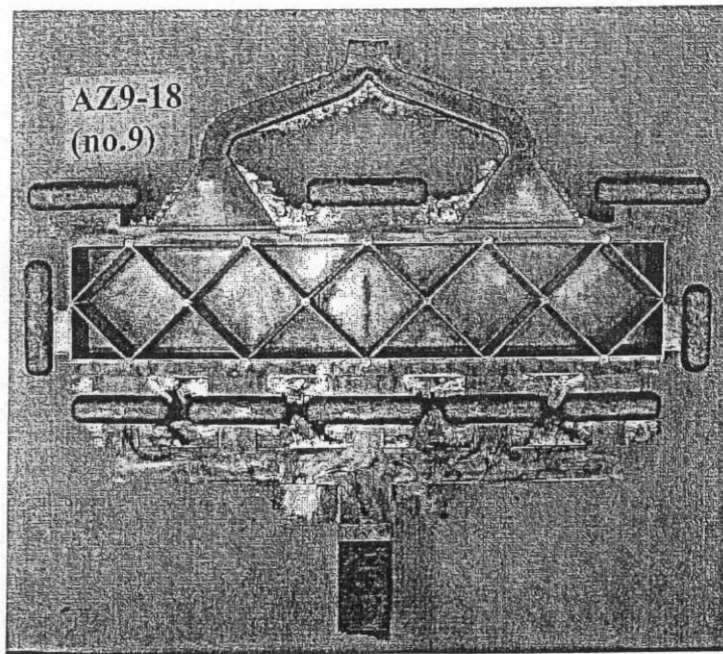
【図 4】



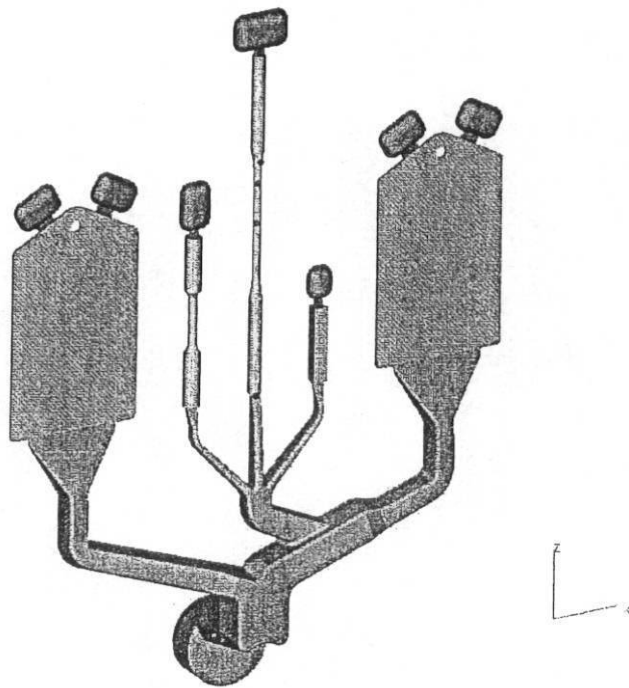
【図 7】



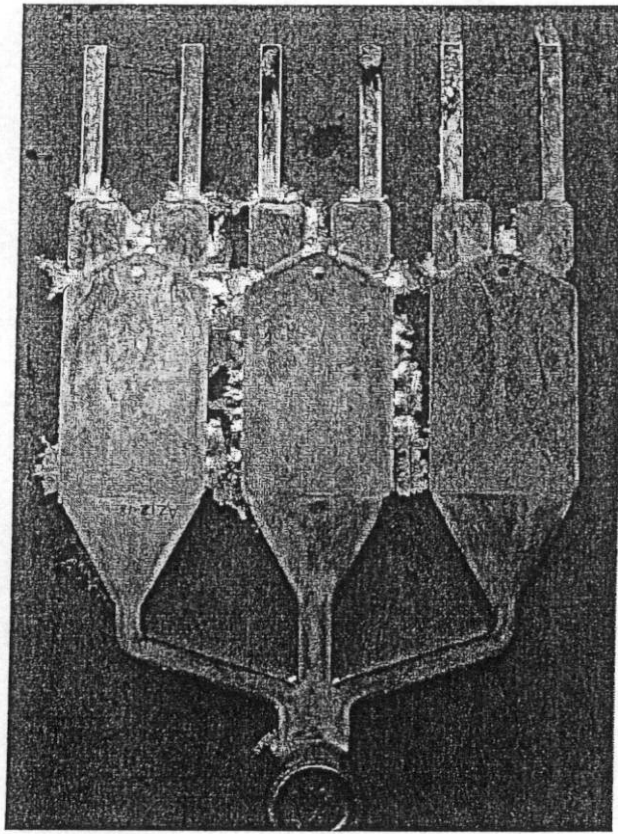
【 図 8 】



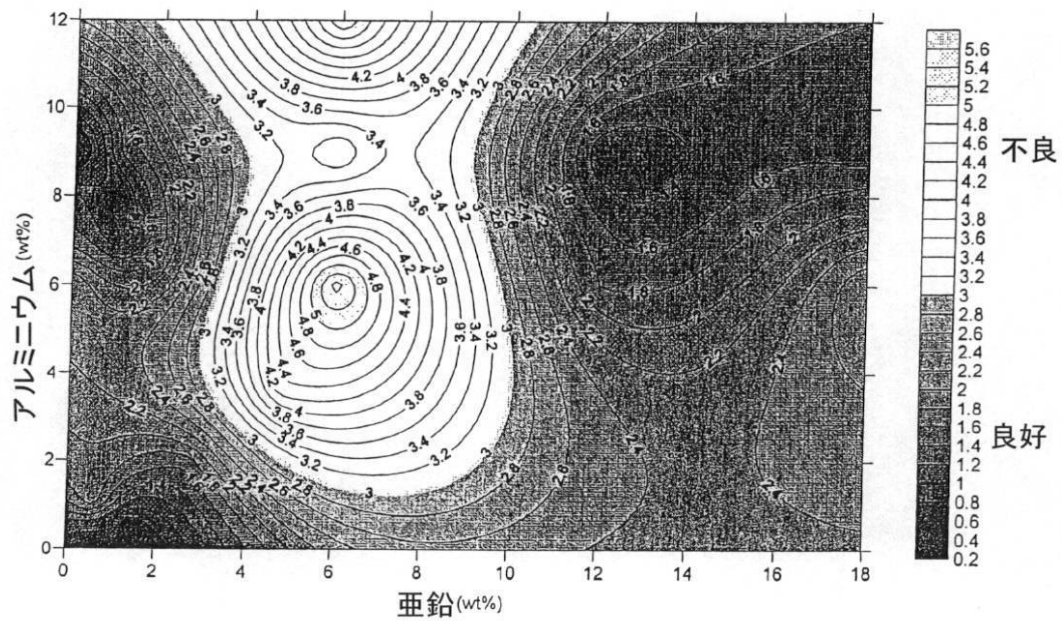
【 図 9 】



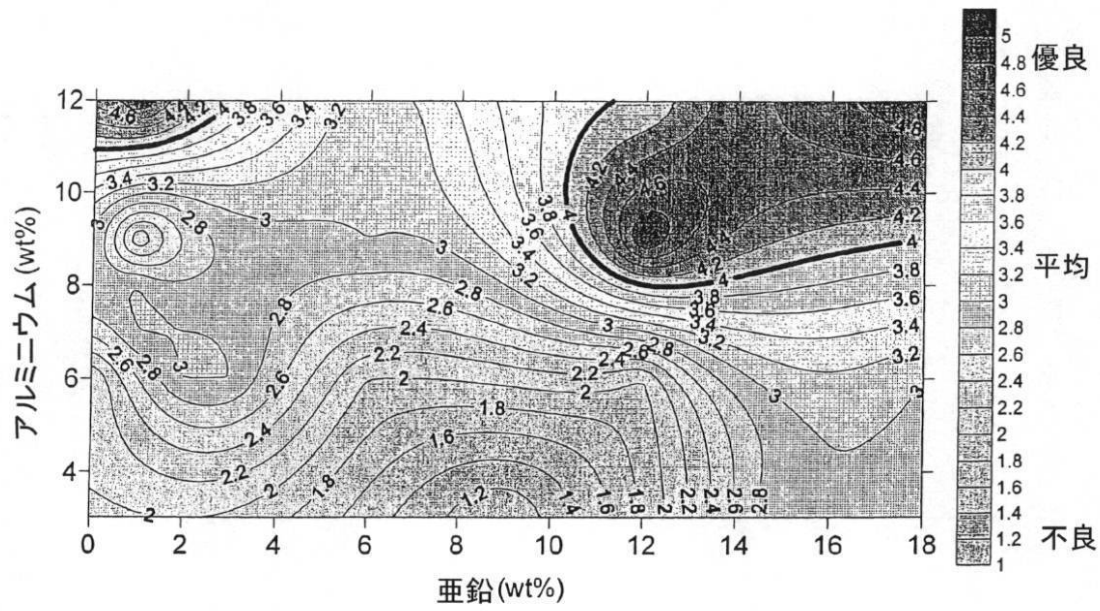
【図 10】



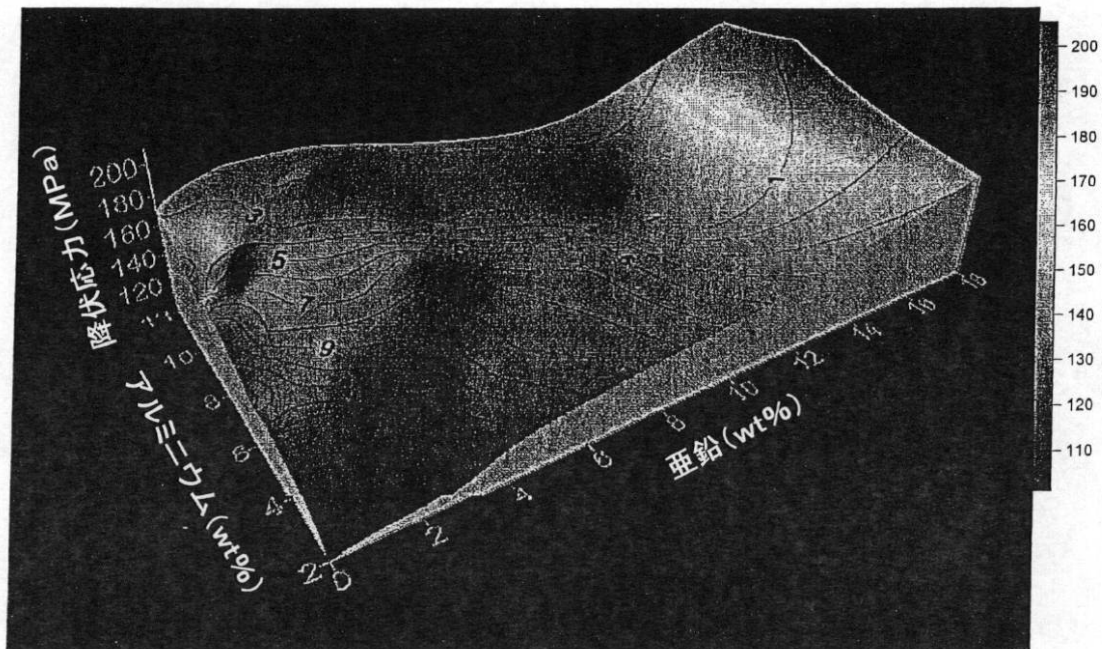
【図 11】



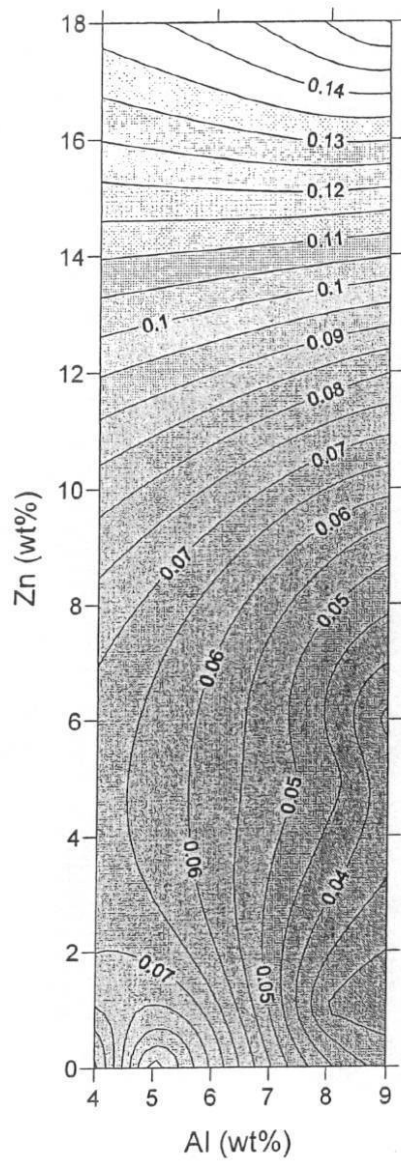
【図 1 2】



【図 1 3】



【 図 1 4 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/NO2007/000284

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC: see extra sheet

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)

IPC: B22D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

SE,DK,FI,NO classes as above

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

EPO-INTERNAL, WPI DATA, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1060817 A1 (MITSUI MINING AND SMELTING CO., LTD), 20 December 2000 (20.12.2000), abstract --	1-11
A	EP 1040883 A1 (MAZDA MOTOR CORPORATION), 4 October 2000 (04.10.2000), claims 1-3, abstract --	1-11
A	WO 2005089161 A2 (SPX CORPORATION), 29 Sept 2005 (29.09.2005), claim 1, abstract --	1-11
A	US 6139651 A (BRONFIN B. ET AL), 31 October 2000 (31.10.2000), abstract --	1-11

☒ 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

29 November 2007

Date of mailing of the international search report

30 -11- 2007

Name and mailing address of the ISA/

Swedish Patent Office

Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM

Facsimile No. +46 8 666 02 86

Authorized officer

Mats Raidla/ELY

Telephone No. +46 8 782 25 00

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/NO2007/000284

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 1303789 A (UBE INDUSTRIES LIMITED), 17 January 1973 (17.01.1973), the whole document -- -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/NO2007/000284

International patent classification (IPC)

B22D 17/08 (2006.01)

B22D 21/00 (2006.01)

C22C 23/02 (2006.01)

Download your patent documents at www.prv.se

The cited patent documents can be downloaded at www.prv.se by following the links:

- In English/Searches and advisory services/Cited documents (service in English) or
- e-tjänster/anförda dokument (service in Swedish).

Use the application number as username.

The password is **SKBDKYDYVJ**.

Paper copies can be ordered at a cost of 50 SEK per copy from PRV InterPat (telephone number 08-782 28 85).

Cited literature, if any, will be enclosed in paper form.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
 Information on patent family members

01/09/2007

International application No.

PCT/NO2007/000284

EP	1060817	A1	20/12/2000	AT	276063	T	15/10/2004
				DE	60013695	D,T	29/09/2005
				JP	2001047213	A	20/02/2001
				US	6467527	B	22/10/2002
				CN	1096906	B,C	25/12/2002
				CN	1276276	A	13/12/2000
				JP	3534650	B	07/06/2004
				JP	2000343199	A	12/12/2000
				KR	20010005428	A	15/01/2001
				TW	407078	B	00/00/0000
				CN	1096904	B,C	25/12/2002
				CN	1276275	A	13/12/2000
				JP	3326140	B	17/09/2002
				JP	2001009561	A	16/01/2001
				KR	20010005429	A	15/01/2001
				TW	407079	B	00/00/0000
<hr/>							
EP	1040883	A1	04/10/2000	JP	3503521	B	08/03/2004
				JP	2000280059	A	10/10/2000
				TW	490332	B	00/00/0000
<hr/>							
WO	2005089161	A2	29/09/2005	CN	1942265	A	04/04/2007
				EP	1735118	A	27/12/2006
				US	7165598	B	23/01/2007
				US	20050199363	A	15/09/2005
<hr/>							
US	6139651	A	31/10/2000	AU	764273	B	14/08/2003
				AU	3911399	A	04/05/2000
				CA	2279556	A,C	06/02/2000
				DE	19937184	A	17/02/2000
				GB	2340129	A,B	16/02/2000
				GB	9917809	D	00/00/0000
				IL	125681	A	14/06/2001
				NO	993748	A	09/02/2000
				RU	2213796	C	10/10/2003
<hr/>							
GB	1303789	A	17/01/1973	NONE			
<hr/>							

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, KR, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ウェステンゲン、ホーコン

ノルウェー国 N - 3 9 1 0 ポルスグルン ブライダブリックバックケン 3 8

(72)発明者 バッキ、ベル

ノルウェー国 N - 3 9 1 9 ポルスグルン ストーブ . 2 0

(72)発明者 ボウルズ、アマンダ

ノルウェー国 N - 3 9 2 5 ポルスグルン ファーマンフ . 4 7