

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
27. Juli 2017 (27.07.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/125582 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
C22C 21/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/051243

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Januar 2017 (20.01.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
16152467.3 22. Januar 2016 (22.01.2016) EP

(71) Anmelder: **AMAG ROLLING GMBH** [AT/AT];
Lamprechtshausener Straße 61, 5282 Braunau am Inn -
Ranshofen (AT).

(72) Erfinder: **ANTREKOWITSCH, Helmut**; Ostererweg
18a, 8700 Leoben (AT). **EBNER, Thomas**; Slatnerstraße
52, 5280 Braunau am Inn (AT). **FRAGNER, Werner**;
Schachenerstraße 4, 4531 Kematen an der Krems (AT).
KAUFMANN, Helmut; Im Obstgarten 8, 5280 Braunau
(AT). **POGATSCHER, Stefan**; Kasernenstraße 25d, 8700
Leoben (AT). **PRILLHOFER, Ramona**; Untere Hofmark
5, 5145 Neukirchen an der Enknach (AT).
UGGOWITZER, Peter J.; Widenospen 31, 8913

Ottenbach (CH). **WERINOS, Marion**; Eschenweg 7, 8230
Hartberg (AT).

(74) Anwalt: **JELL, Friedrich**; Bismarckstraße 9, 4020 Linz
(AT).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

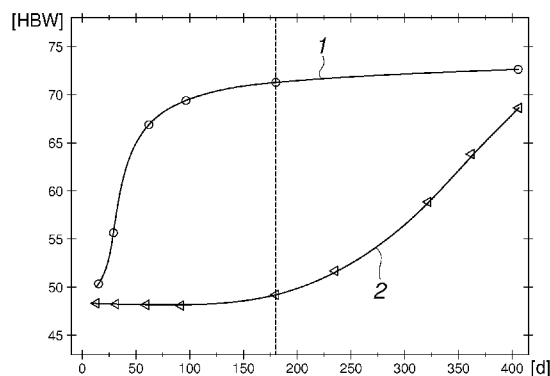
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HARDENABLE ALMGSI-BASED ALUMINUM ALLOY

(54) Bezeichnung : AUSHÄRTBARE ALUMINIUMLEGIERUNG AUF AL-MG-SI-BASIS

Fig. 2



(57) Abstract: The invention relates to a hardenable AlMgSi-based aluminum alloy. In order to obtain a recycling-friendly, storage-stable and particularly thermosetting aluminum alloy, it is proposed that said aluminum alloy comprises 0.6 to 1 wt.% of magnesium (Mg), 0.2 to 0.7 wt.% of silicon (Si), 0.16 to 0.7 wt.% of iron (Fe), 0.05 to 0.4 wt.% of copper (Cu), a maximum 0.15 wt.% of manganese (Mn), a maximum of 0.35 wt.% of chromium (Cr), a maximum of 0.2 wt.% of zirconium (Zr), a maximum of 0.25 wt.% of zinc (Zn), a maximum of 0.15 wt.% of titanium (Ti), 0.005 to 0.075 wt.% of tin (Sn) and/or indium (In), and aluminum as the remainder as well as impurities which are unavoidable for production reasons, wherein the ratio of the weight percentages of Si/Fe is less than 2.5 and the content of Si is determined according to the equation $\text{wt.\% Si} = A + [0.3 * (\text{wt.\% Fe})]$, the parameter A being the range from 0.17 to 0.4 wt.%.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/125582 A1



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Es wird eine aushärtbare Aluminiumlegierung auf Al-Mg-Si-Basis gezeigt. Um eine recyclingfreundliche, lagerbeständige und besonders warmhärtbare Aluminiumlegierung zu schaffen, wird vorgeschlagen, dass diese Aluminiumlegierung von 0,6 bis 1 Gew.-% Magnesium (Mg), von 0,2 bis 0,7 Gew.-% Silizium (Si), von 0,16 bis 0,7 Gew.-% Eisen (Fe), von 0,05 bis 0,4 Gew.-% Kupfer (Cu), maximal 0,15 Gew.-% Mangan (Mn), maximal 0,35 Gew.-% Chrom (Cr), maximal 0,2 Gew.-% Zirkon (Zr), maximal 0,25 Gew.-% Zink (Zn), maximal 0,15 Gew.-% Titan (Ti), 0,005 bis 0,075 Gew.-% Zinn (Sn) und/oder Indium (In) und als Rest Aluminium sowie herstellungsbedingt unvermeidbare Verunreinigungen aufweist, wobei das Verhältnis der Gewichtsprozent von Si/Fe kleiner 2,5 ist und sich der Gehalt von Si nach der Gleichung $\text{Gew.}\% \text{ Si} = A + [0,3 * (\text{Gew.}\% \text{ Fe})]$ mit dem Parameter A im Bereich von 0,17 bis 0,4 Gew.-% bestimmt.

Aushärtbare Aluminiumlegierung auf Al-Mg-Si-Basis

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine aushärtbare Aluminiumlegierung auf Al-Mg-Si-Basis.

Stand der Technik

Um die Warmaushärtungsfähigkeit einer durch Lagerung bei Raumtemperatur kalt- ausgehärteten A6061 Aluminiumlegierung auf Al-Mg-Si-Basis zu verbessern, schlägt die WO2013/124472A1 vor, der festen Lösung der Aluminiumlegierung ein Leerstellen aktives Spurenelement, nämlich Zinn (Sn) und/oder Indium (In), zuzugeben.

Zudem ist es bekannt („Statistical and thermodynamic optimization of trace-element modified Al-Mg-Si-Cu Alloys“, Stefan Pogatscher et. al.), dass bestimmte Haupt- und Nebenlegierungselemente der A6061-Aluminiumlegierung die Löslichkeit von Zinn oder Indium in der Aluminiumlegierung reduzieren, was negative Auswirkungen auf die Lagerstabilität bei Raumtemperatur der 6xxx-Aluminiumlegierungen hat. So soll beispielsweise ein erhöhter Gehalt von Mg, Si, Cu oder Zn in der 6xxx-Aluminiumlegierung die Löslichkeit verringern, wohingegen ein erhöhter Gehalt von Fe, Ti und Mn die Löslichkeit erhöht. Zudem haben auch Interaktionseffekte, beispielsweise zwischen Si und Mg und/oder zwischen Cu und Mg, bei der Löslichkeit von Sn in der Aluminiumlegierung eine bedeutende Rolle.

Allerdings können die Haupt- und Nebenlegierungselemente in ihrem Gehalt in der Aluminiumlegierung nicht beliebig variiert werden, weil neben einer wünschenswert

hohen Warmaushärtungsfähigkeit auch andere mechanische und/oder chemische Anforderungen - wie beispielsweise Umformbarkeit, Festigkeit, Duktilität und/oder Korrosionsbeständigkeit - zu erfüllen sind. Dies bedarf beispielsweise hoher Konzentrationen von Hauptlegierungselementen in der Aluminiumlegierung, um bestimmte Warmausscheidungen bilden zu können.

In der Einstellung der Komposition einer Aluminiumlegierung auf Al-Mg-Si-Basis sind daher bei den Haupt- und Nebenlegierungselementen meist zueinander gegenläufige Mengenverhältnisse erforderlich - nämlich einerseits solche Mengenverhältnisse, die der Löslichkeit von Sn in der Aluminiumlegierung dienlich sind, um eine hohe Lagerstabilität bei Raumtemperatur zu ermöglichen, und andererseits jene Mengenverhältnisse, die für hohe mechanische und/oder chemische Kennwerte bzw. Eigenschaften der Aluminiumlegierung sorgen, meist jedoch auf die Löslichkeit von Sn nachteilig wirken.

Darstellung der Erfindung

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, eine aushärtbare Aluminiumlegierung auf Basis von Al-Mg-Si mit Sn als Spurenelement in der Komposition derart zu verändern, dass eine hohe mechanische und chemische Eigenschaft der Aluminiumlegierung nach der Warmaushärtung mit einer hohen Lagerstabilität bei Raumtemperatur kombiniert werden kann. Zudem soll die Aluminiumlegierung besonders geeignet für die Verwendung von Sekundäraluminium sein.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, dass die Aluminiumlegierung von 0,6 bis 1 Gew.-% Magnesium (Mg), von 0,2 bis 0,7 Gew.-% Silizium (Si), von 0,16 bis 0,7 Gew.-% Eisen (Fe), von 0,05 bis 0,4 Gew.-% Kupfer (Cu), maximal 0,15 Gew.-% (bzw. von 0 bis 0,15 Gew.-%) Mangan (Mn), maximal 0,35 Gew.-% (bzw. von 0 bis 0,35 Gew.-%) Chrom (Cr), maximal 0,2 Gew.-% (bzw. von 0 bis 0,2 Gew.-%) Zirkon (Zr), maximal 0,25 Gew.-% (bzw. von 0 bis 0,25 Gew.-%) Zink (Zn), maximal 0,15 Gew.-% (bzw. von 0 bis 0,15 Gew.-%) Titan (Ti), 0,005 bis 0,075 Gew.-%

Zinn (Sn) und/oder Indium (In) und als Rest Aluminium sowie herstellungsbedingt unvermeidbare Verunreinigungen, wobei das Verhältnis der Gewichtsprocente von Si/Fe kleiner 2,5 ist und sich der Gehalt von Si nach der Gleichung $\text{Gew.}\% \text{ Si} = A + [0,3 * (\text{Gew.}\% \text{ Fe})]$ mit dem Parameter A im Bereich von 0,17 bis 0,4 Gew.-% bestimmt.

Durch die Vorschrift des Beschränkens des Si-Gehalts auf 0,2 bis 0,7 Gew.-% und des Fe-Gehalts auf 0,16 bis 0,7 Gew.-% sowie der Abstimmung des Si-Gehalts mit dem Fe-Gehalt kann auf die Lagerstabilität und Warmaushärtungsfähigkeit der Al-Mg-Si-Aluminiumlegierung in besonders hohem Maße vorteilhaft Einfluss genommen werden, wenn diese Abstimmung sowohl dem Verhältnis der Gewichtsprocente von Si/Fe kleiner 2,5 als auch der Gleichung $\text{Gew.}\% \text{ Si} = A + [0,3 * (\text{Gew.}\% \text{ Fe})]$ mit dem Parameter A im Bereich von 0,17 bis 0,4 Gew.-% genügt.

Eine derart eng in Si- und Fe-Gehalt abgestimmte Aluminiumlegierung, welche Abstimmung beispielsweise am schraffierten Bereich in Fig. 1 zu erkennen ist, kann nämlich aufgrund der Obergrenze der genannten Vorschrift für eine ausreichende Löslichkeit von Zinn und/oder Indium in der festen Lösung der Aluminiumlegierung gewährleisten, was das Ausscheidungsverhalten beim Kaltaushärten verlangsamt und damit der Lagerstabilität der Aluminiumlegierung förderlich ist. Aufgrund der Untergrenze in der Abstimmung ist zudem mit einem ausreichenden Ausscheidungsverhalten beim Warmaushärten zu rechnen - wodurch hohe Festigkeitswerte beim Warmaushärten erreichbar sind und die Aluminiumlegierung selbst jene mechanischen und chemischen Eigenschaften erreichen oder verbessern kann, welche von 6xxx-Aluminiumlegierungen mit höherem Gehalt an Haupt- und Nebenlegierungselementen bekannt sind.

Überraschend hat sich jedoch herausgestellt, dass mit dieser Vorschrift im Vergleich mit bekannten 6xxx-Aluminiumlegierungen, aufweisend Sn zur Unterdrückung der Kaltaushärtung, ein um ein Vielfaches verlangsamtes Ausscheidungsverhalten bei Raumtemperatur beobachtet werden kann. Zwar ist bekannt, dass ein vergleichsweise niedriger Si-Gehalt für ein verzögertes Kaltaushärten verantwortlich sein kann, die erfindungsgemäße Abstimmung des Si-Gehalts führt jedoch weit über diese

bekannten Effekte hinaus und zeigt eine ungewöhnlich hohe Lagerstabilität an der Aluminiumlegierungen.

Erfindungsgemäß können daher die Vorteile einer besonders hohen Lagerstabilität bei Raumtemperatur sowie guter Warmaushärtungsfähigkeit der Aluminiumlegierung kombiniert werden.

Zudem kann sich diese erfindungsgemäße Komposition durch den vergleichsweise hohen Fe Gehalt auch besonders gut für die Verwendung von Sekundäraluminium hierfür eignen.

Im Allgemeinen wird erwähnt, dass in der Al-Mg-Si-Aluminiumlegierung Verunreinigungen mit jeweils maximal 0,05 Gew.-% und gesamt höchstens 0,15 Gew.-% vorkommen können. Zudem wird im Allgemeinen erwähnt, dass maximale Gew.-% Angaben, wie diese bei Mn, Cr, Zr, Zn oder Titan beispielsweise zu finden sind, als von 0 ausgehend betrachtet werden können.

Der Vollständigkeit halber wird weiter erwähnt, dass als Sekundäraluminium Aluminium bzw. eine Aluminiumlegierung, gewonnen aus Aluminiumschrott, verstanden werden kann.

Die Lagerstabilität und die Warmaushärtungsfähigkeit der Aluminiumlegierung können weiter verbessert werden, wenn der Parameter A im Bereich von 0,26 bis 0,34 Gew.-% liegt. Durch diese Vorschrift, kann nämlich die Löslichkeit von Sn verhältnismäßig groß werden und Si nur mehr einen geringen Einfluss auf eine Kaltaushärtung ausüben. Damit kann eine unerwartet hohe Stabilität bei Raumtemperatur ermöglicht werden. Zudem kann sich zeigen, dass diese derart eingestellte Legierung nach einer Warmaushärtung - beispielsweise durch Warmauslagerung - eine überraschend hohe Festigkeit erreichen kann, obwohl diese Legierung einen vergleichsweise niedrigen Si-Gehalt aufweist.

Ein Optimum an Lagerstabilität und Warmaushärtungsfähigkeit kann sich zeigen, wenn der Parameter A 0,3 Gew. -% ist.

Bestimmt sich der Gehalt von Si nach der Gleichung $\text{Gew.}\% \text{ Si} = A + [0,3 * (\text{Gew.}\% \text{ Fe})] - \text{Gew.}\% \text{ Ti}$, können die, die Löslichkeit von Sn beeinflussenden Komponenten noch weiter verbessert aufeinander abgestimmt werden. Insbesondere kann Ti Phasen mit Si ausbilden, was einen positiven Einfluss auf die Löslichkeit von Sn haben kann. Die Lagerstabilität der Aluminiumlegierung ist damit weiter verbessert.

Ist das Verhältnis der Gewichtsprozent von Si/Fe kleiner 2, kann durch erhöhtes Abbinden von Si durch Fe der Anteil an gelöstem Si in der Aluminiumlegierung erheblich verringert werden. Damit kann die Löslichkeit von Zinn und/oder Indium in der festen Lösung der Al-Mg-Si-Aluminiumlegierung verbessert werden, was die Lagerstabilität weiter erhöhen kann.

Eine vergleichsweise hohe Löslichkeit von Zinn und/oder Indium in der festen Lösung der Al-Mg-Si-Aluminiumlegierung kann erreicht werden, wenn das Verhältnis der Gewichtsprozent von Si/Mg im Bereich von 0,3 bis 0,9 liegt.

Weist die Aluminiumlegierung mindestens 0,25 Gew.-% Kupfer (Cu) auf, kann auf Basis dieses vergleichsweise hohen Gehalts an Cu kompensierend auf die nachteiligen Effekte von Mg und Si hinsichtlich der Löslichkeit von Sn in der festen Lösung der Al-Mg-Si-Aluminiumlegierung eingegriffen werden.

Eine hervorragende Lagerstabilität der Aluminiumlegierung kann erreicht werden, wenn diese im Bereich von 0,005 bis 0,05 Gew.-% Zinn (Sn) in fester Lösung im Aluminiummischkristall aufweist. Im Allgemeinen wird erwähnt, dass der Begriff „fester Lösung“ einen Zustand bezeichnen kann, in welchem ein Legierungselement in einer festen Matrix verteilt ist.

Vorzugsweise gehört die Aluminiumlegierung der 6xxx Reihe an. Vorzugsweise ist die Aluminiumlegierung eine EN AW-6061 Aluminiumlegierung.

Weist die Aluminiumlegierung maximal 0,05 Gew.-% Chrom (Cr) und mehr als 0,05 Gew.-% Zirkon (Zr) auf, kann die Abschreckempfindlichkeit für Sn reduzieren und Sn auch bei vergleichsweise niedrigen Abschreckraten in fester Lösung im Aluminiummischkristall gehalten werden. Außerdem ist damit ermöglichbar, selbst bei Grobblechen ein Optimum an Lagerstabilität und Warmaushärtungsfähigkeit zu erreichen.

Die Aluminiumlegierung kann mindestens 0,02 Gew.-% Chrom (Cr) aufweisen, um damit eventuell das Korrosionsverhalten zu verbessern.

Wege zur Ausführung der Erfindung

Zum Nachweis der erzielten Effekte wurden Feinbleche aus verschiedenen Aluminiumlegierungen auf Al-Mg-Si-Basis (6xxx-Reihe) hergestellt. Die Zusammensetzungen der untersuchten Legierungen sind in der Tabelle 1 angeführt.

Legierungen	Sn	Mg	Si	Cu	Fe	Mn	Cr	Zn	Ti
1	0,04	0,8	0,64	0,22	0,47	0,11	0,16	0,05	0,05
2	0,04	0,78	0,43	0,36	0,46	0,11	0,14	0,05	0,06

Tabelle 1: Übersicht zu den untersuchten Legierungen in Gew.-%

Die Aluminiumlegierung 1 der Tabelle 1 entspricht im Wesentlichen einer Standard-Legierung AA6061 nach Zugabe des Spurenelements Sn, wobei vorstellbar ist anstatt von Zinn Indium oder eine Kombination von Sn und In zu verwenden. Legierung 2 stellt die erfindungsgemäße Komposition der 6xxx-Reihe dar und ist durch den vergleichsweise hohen Fe Gehalt vergleichsweise recyclingfreundlich.

Die Aluminiumlegierung 1 liegt deutlich außerhalb des erfindungsgemäß abgestimmten Si/Fe-Gehalts, wie dies beispielsweise in der Fig. 1 zu erkennen ist. Die

Aluminiumlegierung 2 liegt in diesem abgestimmten Si/Fe Gehalt im Wesentlichen mittig platziert.

Beide Aluminiumlegierungen 1 und 2 wurden in feste Lösung durch Lösungsglühen gebracht, abgeschreckt und durch Auslagern bei Raumtemperatur kalt- sowie anschließend warmausgehärtet. Das Lösungsglühen erfolgte bei einer Temperatur größer 530 Grad Celsius - das Abschrecken mit einer Abschreckrate größer 20 Grad Celsius/Sekunde. Beide Legierungen 1 und 2 wurden einer Lagerzeit bzw. einer Kaltaushärtung von 180 Tagen [d] und einer Warmaushärtung von 30 Minuten bei unterschiedlichen Temperaturen unterworfen. Während der Kalt- bzw. nach der Warmauslagerung wurden Brinellhärten [HBW] bestimmt.

In Bezug auf die Lagerstabilität ist nach Fig. 2 zu erkennen, dass die Legierung 1 bereits nach 14 Tagen einer vergleichsweise stark ansteigenden Kaltaushärtung bei Lagerung bei Raumtemperatur unterliegt - was über eine längere Lagerzeit gesehen nachteilig zu vergleichsweise hoher und steigender Brinellhärte führt und sich nachteilig auf ein Umformen vor der Warmaushärtung auswirkt.

Im Gegensatz dazu zeichnet sich bei der Legierung 2 erst nach ca. 180 Tagen eine beginnende Kaltaushärtung ab, wodurch die erfindungsgemäße Legierung 2 als besonders lagerbeständig gilt. Eine derart überraschend hohe Lagerbeständigkeit wurde bis dato noch bei keiner 6xxx-Legierung beobachtet. Dies führt zu einem unerwarteten, enormen Gewinn in der Manipulationszeit der Legierung nach dem Abschrecken in weichem Zustand.

Bei der anschließenden Warmaushärtung ist im Vergleich der beiden Legierungen nach Fig. 3 zu erkennen, dass die Legierung 2 bei niedrigeren Auslagerungstemperaturen in der Brinellhärte zunächst der Legierung 1 nachhinkt. Bei höheren Auslagerungstemperaturen kann die Brinellhärte der Legierung 1 deutlich übertroffen werden.

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Aushärtbare Aluminiumlegierung auf Al-Mg-Si-Basis, aufweisend

von 0,6 bis 1	Gew.-% Magnesium (Mg),
von 0,2 bis 0,7	Gew.-% Silizium (Si),
von 0,16 bis 0,7	Gew.-% Eisen (Fe),
von 0,05 bis 0,4	Gew.-% Kupfer (Cu),
maximal 0,15	Gew.-% Mangan (Mn),
maximal 0,35	Gew.-% Chrom (Cr),
maximal 0,2	Gew.-% Zirkon (Zr),
maximal 0,25	Gew.-% Zink (Zn),
maximal 0,15	Gew.-% Titan (Ti),
0,005 bis 0,075	Gew.-% Zinn (Sn) und/oder Indium (In)

und als Rest Aluminium sowie herstellungsbedingt unvermeidbare Verunreinigungen, wobei

das Verhältnis der Gewichtsprocente von Si/Fe kleiner 2,5 ist

und sich der Gehalt von Si nach der Gleichung

$$\text{Gew.-% Si} = A + [0,3 * (\text{Gew.-% Fe})]$$

mit dem Parameter A im Bereich von 0,17 bis 0,4 Gew.-%

bestimmt.

2. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Parameter A im Bereich von 0,26 bis 0,34 Gew.-% liegt.

3. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Parameter A 0,3 Gew.-% ist.

4. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass und sich der Gehalt von Si nach der Gleichung

$$\text{Gew.}\% \text{ Si} = A + [0,3 * (\text{Gew.}\% \text{ Fe})] - \text{Gew.}\% \text{ Ti}$$
bestimmt.

5. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der Gewichtsprocente von Si/Fe kleiner 2 ist.
6. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der Gewichtsprocente von Si/Mg im Bereich von 0,3 bis 0,9 liegt.
7. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Aluminiumlegierung mindestens 0,25 Gew.-% Kupfer (Cu) aufweist.
8. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Aluminiumlegierung im Bereich von 0,005 bis 0,05 Gew.-% Zinn (Sn) in fester Lösung im Aluminiummischkristall aufweist.
9. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Aluminiumlegierung der 6xxx Reihe angehört.
10. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Aluminiumlegierung maximal 0,05 Gew.-% Chrom (Cr) und mehr als 0,05 Gew.-% Zirkon (Zr) aufweist.
11. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Aluminiumlegierung mindestens 0,02 Gew.-% Chrom (Cr) aufweist.

Fig. 1

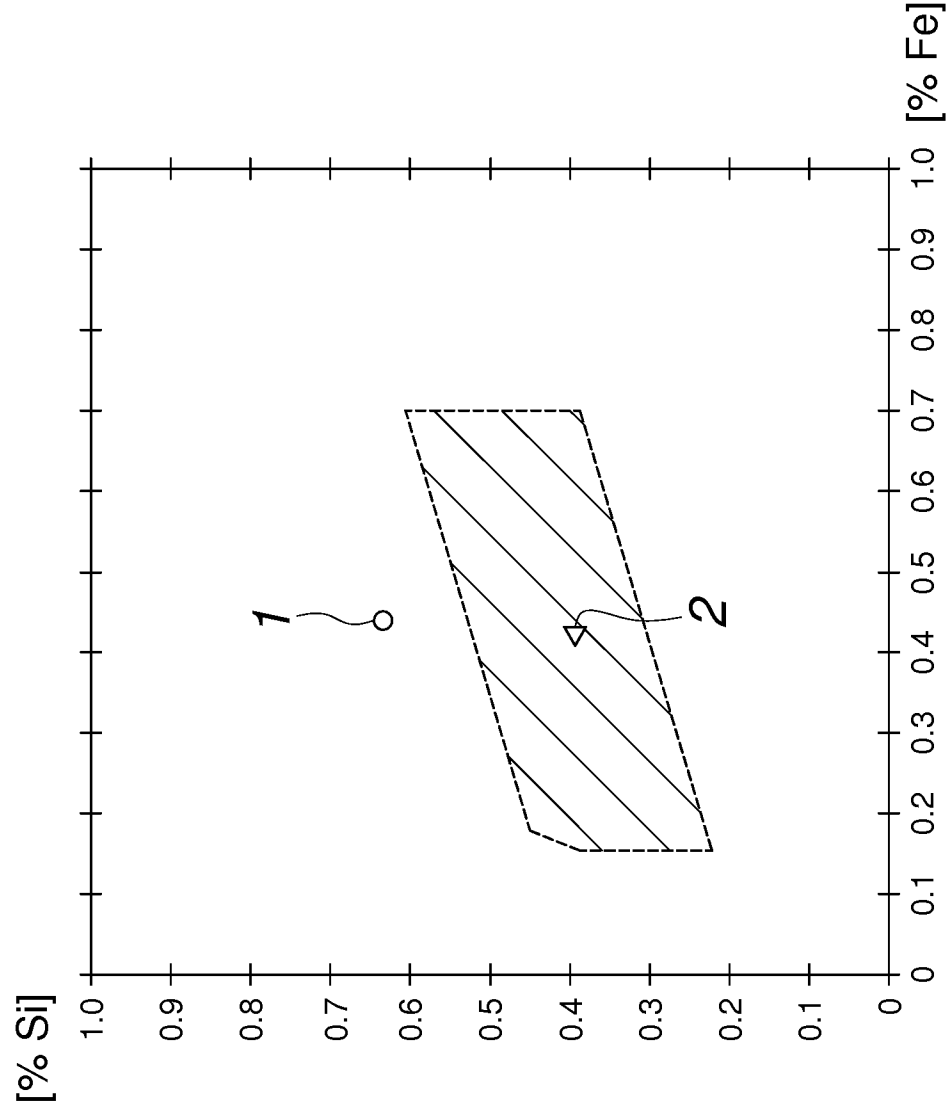


Fig. 2

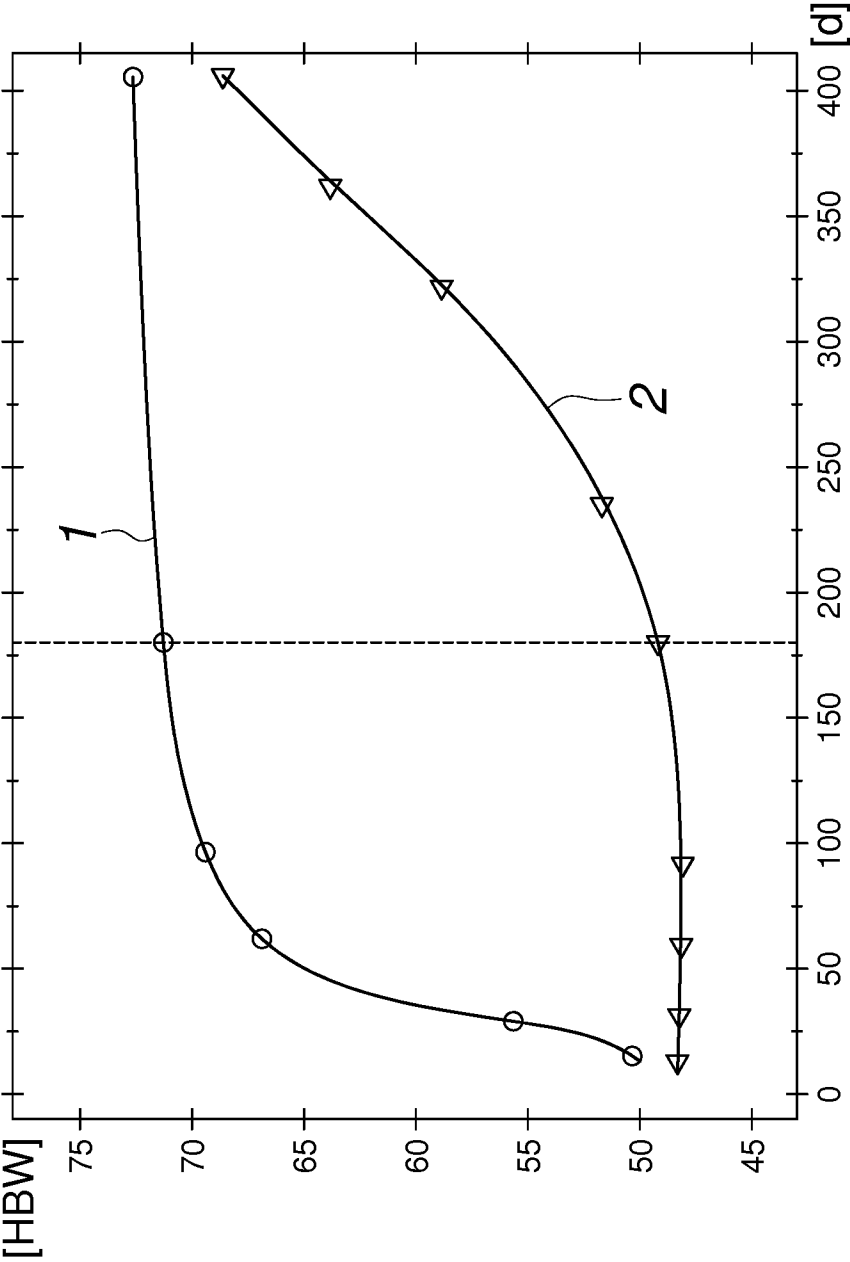
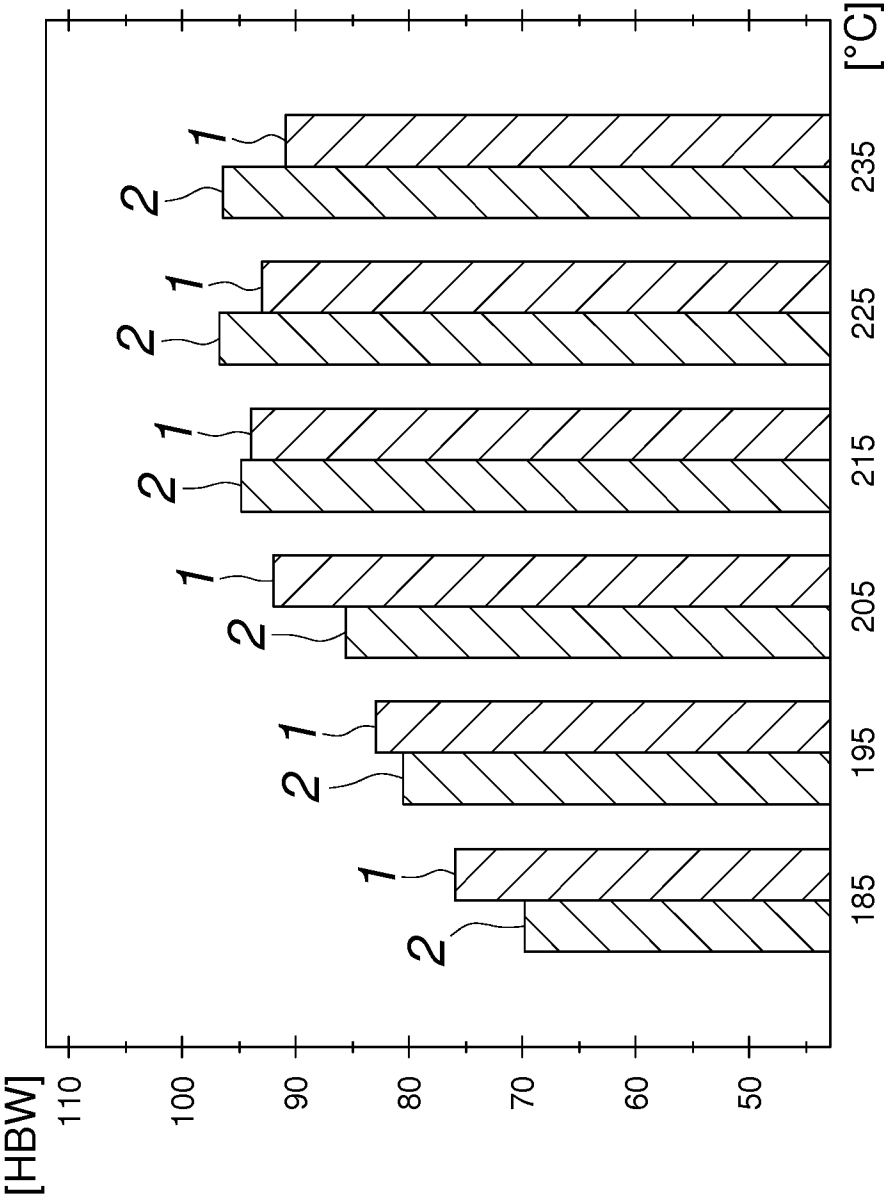


Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/051243

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C22C21/06
ADD.

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

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/034024 A1 (KOBE STEEL LTD [JP]) 12 March 2015 (2015-03-12) the whole document	1-11
A	----- CN 105 207 596 A (CSI SOLAR POWER CHINA INC; CHANGSHU CSI ADV SOLAR INC) 30 December 2015 (2015-12-30) the whole document	1-11
A	----- JP H07 197163 A (SHOWA DENKO KK) 1 August 1995 (1995-08-01) the whole document	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 May 2017

Date of mailing of the international search report

13/06/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Radeck, Stephanie

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/051243

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	SUSANNE KOCH ET AL: "Effects of Element Content Variations in Aluminium Wrought Alloys with regard to Precipitation Hardening, Anodization and Machinability using the Example of new Unleaded Al-Cu Free-Cutting Alloys ; Auswirkungen von Elementgehaltsvariationen in Al-Knetlegierungen hinsichtlich Aushärtbarkeit, Eloxier", BHM BERG- UND HÄ 1/4 TTENMÄNNISCHE MONATSHEFTE ; ZEITSCHRIFT FÜR 1/4 R OHSTOFFE, GEOTECHNIK, METALLURGIE, WERKSTOFFE, MASCHINEN- UND ANLAGENTECHNIK, SPRINGER-VERLAG, VIENNA, vol. 156, no. 11, 1 November 2011 (2011-11-01), pages 443-449, XP035001158, ISSN: 1613-7531, DOI: 10.1007/S00501-011-0034-Z the whole document -----	1-11
A	CN 1 882 407 A (PECHINEY RHENALU [FR]) 20 December 2006 (2006-12-20) the whole document -----	1-11
A	KR 101 184 173 B1 (ALCAN RHENALU [FR]; ALCAN ROLLED PRODUCTS RAVENSWOOD LLC [US]) 19 September 2012 (2012-09-19) the whole document -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/051243

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2015034024 A1	12-03-2015	CN 105518168 A KR 20160040653 A US 2016201168 A1 WO 2015034024 A1	20-04-2016 14-04-2016 14-07-2016 12-03-2015
CN 105207596 A	30-12-2015	NONE	
JP H07197163 A	01-08-1995	JP 3684245 B2 JP H07197163 A	17-08-2005 01-08-1995
CN 1882407 A	20-12-2006	AT 419945 T BR PI0416974 A CA 2547833 A1 CN 1882407 A DE 04805532 T1 EP 1687115 A1 FR 2862894 A1 JP 5701470 B2 JP 2007521396 A KR 20060123217 A MX PA06005900 A NO 340339 B1 US 2007099023 A1 US 2011315748 A1 WO 2005061165 A1	15-01-2009 21-02-2007 07-07-2005 20-12-2006 04-01-2007 09-08-2006 03-06-2005 15-04-2015 02-08-2007 01-12-2006 27-06-2006 03-04-2017 03-05-2007 29-12-2011 07-07-2005
KR 101184173 B1	19-09-2012	AT 419945 T BR PI0416974 A CA 2547833 A1 CN 1882407 A DE 04805532 T1 EP 1687115 A1 FR 2862894 A1 JP 5701470 B2 JP 2007521396 A KR 20060123217 A MX PA06005900 A NO 340339 B1 US 2007099023 A1 US 2011315748 A1 WO 2005061165 A1	15-01-2009 21-02-2007 07-07-2005 20-12-2006 04-01-2007 09-08-2006 03-06-2005 15-04-2015 02-08-2007 01-12-2006 27-06-2006 03-04-2017 03-05-2007 29-12-2011 07-07-2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. C22C21/06
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
C22C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2015/034024 A1 (KOBE STEEL LTD [JP]) 12. März 2015 (2015-03-12) das ganze Dokument	1-11
A	----- CN 105 207 596 A (CSI SOLAR POWER CHINA INC; CHANGSHU CSI ADV SOLAR INC) 30. Dezember 2015 (2015-12-30) das ganze Dokument	1-11
A	----- JP H07 197163 A (SHOWA DENKO KK) 1. August 1995 (1995-08-01) das ganze Dokument	1-11
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. Mai 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/06/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Radeck, Stephanie

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	SUSANNE KOCH ET AL: "Effects of Element Content Variations in Aluminium Wrought Alloys with regard to Precipitation Hardening, Anodization and Machinability using the Example of new Unleaded Al-Cu Free-Cutting Alloys ; Auswirkungen von Elementgehaltsvariationen in Al-Knetlegierungen hinsichtlich Aushärtbarkeit, Eloxier", BHM BERG- UND HÄ 1/4 TTENMÄNNISCHE MONATSHEFTE ; ZEITSCHRIFT FÜR 1/4 R ROHSTOFFE, GEOTECHNIK, METALLURGIE, WERKSTOFFE, MASCHINEN- UND ANLAGENTECHNIK, SPRINGER-VERLAG, VIENNA, Bd. 156, Nr. 11, 1. November 2011 (2011-11-01), Seiten 443-449, XP035001158, ISSN: 1613-7531, DOI: 10.1007/S00501-011-0034-Z das ganze Dokument -----	1-11
A	CN 1 882 407 A (PECHINEY RHENALU [FR]) 20. Dezember 2006 (2006-12-20) das ganze Dokument -----	1-11
A	KR 101 184 173 B1 (ALCAN RHENALU [FR]; ALCAN ROLLED PRODUCTS RAVENSWOOD LLC [US]) 19. September 2012 (2012-09-19) das ganze Dokument -----	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/051243

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2015034024	A1	12-03-2015	CN	105518168 A		20-04-2016
			KR	20160040653 A		14-04-2016
			US	2016201168 A1		14-07-2016
			WO	2015034024 A1		12-03-2015

CN 105207596	A	30-12-2015	KEINE			

JP H07197163	A	01-08-1995	JP	3684245 B2		17-08-2005
			JP	H07197163 A		01-08-1995

CN 1882407	A	20-12-2006	AT	419945 T		15-01-2009
			BR	PI0416974 A		21-02-2007
			CA	2547833 A1		07-07-2005
			CN	1882407 A		20-12-2006
			DE	04805532 T1		04-01-2007
			EP	1687115 A1		09-08-2006
			FR	2862894 A1		03-06-2005
			JP	5701470 B2		15-04-2015
			JP	2007521396 A		02-08-2007
			KR	20060123217 A		01-12-2006
			MX	PA06005900 A		27-06-2006
			NO	340339 B1		03-04-2017
			US	2007099023 A1		03-05-2007
			US	2011315748 A1		29-12-2011
			WO	2005061165 A1		07-07-2005

KR 101184173	B1	19-09-2012	AT	419945 T		15-01-2009
			BR	PI0416974 A		21-02-2007
			CA	2547833 A1		07-07-2005
			CN	1882407 A		20-12-2006
			DE	04805532 T1		04-01-2007
			EP	1687115 A1		09-08-2006
			FR	2862894 A1		03-06-2005
			JP	5701470 B2		15-04-2015
			JP	2007521396 A		02-08-2007
			KR	20060123217 A		01-12-2006
			MX	PA06005900 A		27-06-2006
			NO	340339 B1		03-04-2017
			US	2007099023 A1		03-05-2007
			US	2011315748 A1		29-12-2011
			WO	2005061165 A1		07-07-2005
