

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2014 年 1 月 3 日(03.01.2014)



(10) 国際公開番号  
**WO 2014/003074 A1**

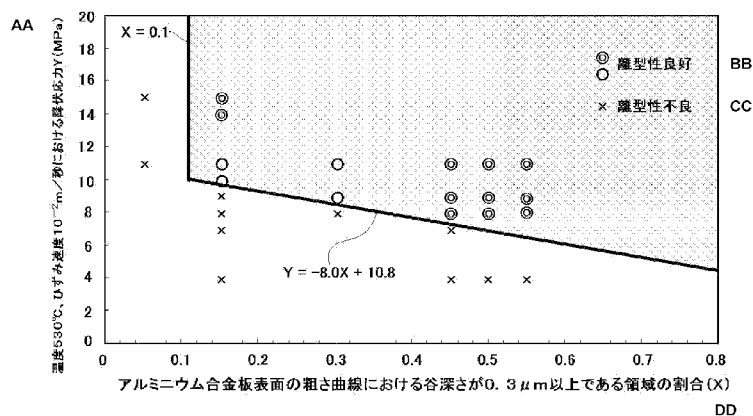
- (51) 国際特許分類:  
C22C 21/00 (2006.01) C22F 1/00 (2006.01)  
C22F 1/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/067568
- (22) 国際出願日: 2013 年 6 月 26 日(26.06.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2012-144382 2012 年 6 月 27 日(27.06.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社 U A C J (UACJ CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目 7 番 2 号 Tokyo (JP). 新日鐵住金株式会社 (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 工藤 智行(KUDO Tomoyuki); 〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目 7 番 2 号 株式会社 U A C J 内 Tokyo (JP). 佐賀 誠(SAGA Makoto); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 木村 満(KIMURA Mitsuru); 〒1010054 東京都千代田区神田錦町二丁目 7 番地 協販ビル 2 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, 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, 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, PA, 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, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ALUMINUM ALLOY SHEET FOR BLOW MOLDING AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: ブロー成形用アルミニウム合金板およびその製造方法

[図1]



AA Yield stress (Y)(MPa) occurring at a temperature of 530° C and a strain rate of 10<sup>-2</sup> m/sec  
BB Suitable mold release properties  
CC Unsuitable mold release properties  
DD Proportion (X) of an area in which the trough depth of the roughness curve occurring at the surface of the aluminum alloy sheet is 0.3 μm or more

(57) Abstract: Provided is an aluminum alloy sheet for blow molding that contains 0.3-1.8 mass% of Mg, 0.6-1.6 mass% of Si, and 0.2-1.2 mass% of Mn. With regards to at least one surface of the aluminum alloy sheet for blow molding, when the proportion of an area in which the trough depth of the roughness curve is 0.3 μm or more is designated as X and the yield stress when the aluminum alloy sheet for blow molding is deformed under predetermined conditions is designated as Y, the relational expressions  $0.10 \leq X$  and  $Y \geq -8.0X + 10.8$  are satisfied.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/003074 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

ブロー成形用アルミニウム合金板は、0.3質量%以上1.8質量%以下のMgと、0.6質量%以上1.6質量%以下のSiと、0.2質量%以上1.2質量%以下のMnと、を含み、ブロー成形用アルミニウム合金板の少なくとも一方の面において、粗さ曲線の谷深さが $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 以上である領域の割合をXとし、所定の条件下で、ブロー成形用アルミニウム合金板が変形されたときの降伏応力をYとしたとき、 $0.10 \leq X$ 、および、 $Y \geq -8.0X + 10.8$ の関係式を満たす。

## 明 細 書

発明の名称：

ブロー成形用アルミニウム合金板およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、成形品を金型から離型する際に生じる歪が大きな課題となる高温強度の小さいアルミニウム合金板のブロー成形に対して、良好な離型性、表面性状、耐食性を有し、かつ、時効硬化熱処理後に高強度を得ることが可能なブロー成形用アルミニウム合金板およびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、自動車の車体などの軽量化手段の一つとして、アルミニウム合金のボディパネルへの適用が進んでいる。しかし、一般的にアルミニウム合金は鋼板に比べて成形性が低いため、様々な加工法の検討が行われている。その一つに超塑性変形を利用したブロー成形が挙げられる。

[0003] ブロー成形とは、特に、アルミニウムが高温で超塑性と呼ばれる著しく大きな延性を示すことを利用した成形方法である。具体的には、加熱された上下金型でアルミニウム板材を挟持し、アルミニウム板材を加熱した後、高圧のガスで加圧して、アルミニウム板材を成形金型の形状に成形する方法をとることが一般的である。ブロー成形を用いることによって、アルミニウムの大きな高温延性を利用して冷間プレス成形では非常に困難な複雑な形状の成形が可能となるだけでなく、高温での変形抵抗が小さいために金型への転写性に優れ、高い意匠性を有する部品の加工に適する。加えて、金型が片方だけでよいことが多いため、冷間プレス成形に比べて金型費が安価であり、少量多品種の部品の加工に用いられることが多い。

[0004] 特に、アルミニウム合金に関しては優れた超塑性特性を示す材料が積極的

に開発されている。中でも2000系アルミニウム合金および7000系アルミニウム合金は高温で著しく大きな延性を示すことに加え、ブロー成形後の熱処理によって高い強度が得られるため、いくつかのブロー成形用合金が

開発されている。しかし、2000系アルミニウム合金や7000系アルミニウム合金は耐食性、溶接性に劣り、また製造コストが高いため、航空機などの特殊部品への適用に限られている。その一方、Mgが多く固溶した5000系アルミニウム合金は高温で大きな延性を示すことはもちろん、中程度の強度と溶接性、耐食性に優れ、一般部品向けのブロー成形用材料として広く用いられている。特にその需要の大部分は自動車部品が占める。しかし、部品への軽量化の需要が増すにつれ、一般部品用途の、より高強度のブロー成形用材料が求められるようになってきた。

[0005] そこで近年では特許文献1～特許文献3に述べられているように、6000系アルミニウム合金からなるブロー成形用アルミニウム合金が開発されている。6000系アルミニウム合金からなるブロー成形用アルミニウム合金は耐食性や溶接性に優れ、また添加合金元素が少ないためにリサイクル性に優れることから、一般部品用途として適するだけでなく、ブロー成形後の時効熱処理によって、5000系アルミニウム合金以上の高い強度が得られることから、部品の薄肉軽量化が可能となる。

[0006] しかし、6000系アルミニウム合金は5000系アルミニウム合金に比べて高温での変形抵抗が低く、ブロー成形後に成形品と金型との固着が強くなることもあって、金型から成形品を離型する際に成形品に変形が生じることがあるという6000系アルミニウム合金からなるブロー成形用材料特有の生産上の課題があった。

[0007] これに対し、特許文献1～特許文献3に記載のアルミニウム合金においては、高温での変形抵抗や離型性が言及されておらず、ブロー成形品の形状精度を保証するものではない。また、特許文献4に記載されているように、離型剤を塗布することによって、成形後に材料と金型とが凝着（固着）することを防止する方法があるが、部品の生産量が増すにつれて離型剤の使用量が増すだけでなく、離型剤の塗布、洗浄工程が必要となり、コスト上昇に繋がっていた。これに対し、特許文献5に記載されているように、金属酸化物のゾルや水ガラスをアルミニウム合金板に塗布して離型剤を塗布せずに、離型

性の向上を目指す方法もある。しかし、塗布された金属酸化物のゾルや水ガラスはブロー成形中に金型との摺動によって剥離することもあり、アルミニウム合金材料の表面の状態が悪化するだけでなく、剥離した金属酸化物のゾルや水ガラスが金型に堆積する可能性があった。また、アルミニウム板材の通常の圧延工程に加えて、金属酸化物のゾルや水ガラスをアルミニウム合金板に塗布するという新たな工程の導入が必要となるという課題があった。上述のように、従来の6000系アルミニウム合金からなるブロー成形用材料を用いて、形状および精度に優れた成形品を安定して生産することは困難であった。

## 先行技術文献

### 特許文献

- [0008] 特許文献1：特開2006-37139号公報  
特許文献2：特開2008-62255号公報  
特許文献3：特開2006-265723号公報  
特許文献4：特開平11-158485号公報  
特許文献5：特開2007-61842号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0009] 本発明は上記事情に鑑みなされたものであって、ブロー成形後に材料の表面性状の悪化や金型の悪化を招くことなく、良好な離型性、表面性状、および、耐食性を有し、かつ、時効硬化熱処理後に高い強度が得られるブロー成形用アルミニウム合金板およびその製造方法を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

- [0010] 本発明の第1の観点に係るブロー成形用アルミニウム合金板は、  
ブロー成形用アルミニウム合金板であって、  
0.3質量%以上1.8質量%以下のMgと、  
0.6質量%以上1.6質量%以下のSiと、

0.2質量%以上1.2質量%以下のMnと、  
を含み、

前記ブロー成形用アルミニウム合金板の少なくとも一方の面において、  
粗さ曲線の谷深さが0.3 $\mu$ m以上である領域の割合をXとし、  
所定の条件下で、前記ブロー成形用アルミニウム合金板が変形されるとき  
の降伏応力をYとしたとき、

0.10 $\leq$ X、および、 $Y \geq -8.0X + 10.8$ の関係式を満たす、  
ことを特徴とする。

[0011] 0.05質量%以上0.3質量%以下のCrをさらに含有してもよい。

[0012] 0.1質量%以上0.4質量%以下のCuをさらに含有してもよい。

[0013] 前記ブロー成形用アルミニウム合金板の一方の面において0.10 $\leq$ Xの  
関係式を満たし、

前記ブロー成形用アルミニウム合金板のもう一方の面において0 $\leq$ X $\leq$ 0  
.10の関係式を満たしてもよい。

[0014] 残部が、アルミニウムおよび不可避不純物からなってもよい。

[0015] 本発明の第2の観点に係るブロー成形用アルミニウム合金板の製造方法は  
、

0.3質量%以上1.8質量%以下のMgと、0.6質量%以上1.6質  
量%以下のSiと、0.2質量%以上1.2質量%以下のMnと、を含むア  
ルミニウム合金を、500℃以上、かつ、該アルミニウム合金の融点未満の  
温度で均質化処理する工程と、

均質化処理された該アルミニウム合金を、200℃以上400℃以下の温  
度で熱間圧延する工程と、

熱間圧延された該アルミニウム合金を冷間圧延する工程と、  
を含む、

ことを特徴とする。

[0016] 前記冷間圧延する工程が、該アルミニウム合金を、500℃以上、かつ、  
該アルミニウム合金の融点未満の温度で中間焼鈍する工程を含んでもよい。

[0017] 前記冷間圧延する工程において、異なる表面性状を有する２つのロールを用いて該アルミニウム合金を冷間圧延してもよい。

[0018] 前記冷間圧延する工程において、異なる表面性状を有する２つのロールを用いることによって、

該アルミニウム合金の一方の面において  $0.10 \leq X$  の関係式を満たし、  
該アルミニウム合金のもう一方の面において  $0 \leq X \leq 0.10$  の関係式を満たすように該アルミニウム合金を冷間圧延してもよい。

[0019] 本発明の第３の観点に係るブロー成形用アルミニウム合金板は、  
上記のブロー成形用アルミニウム合金板の製造方法を用いて製造された、  
ことを特徴とする。

### 発明の効果

[0020] 本発明によれば、ブロー成形後に材料の表面性状の悪化や金型の悪化を招くことなく、良好な離型性、表面性状、および、耐食性を有し、かつ、時効硬化熱処理後に高い強度が得られるブロー成形用アルミニウム合金板およびその製造方法を提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0021] [図１]本発明の実施形態に係るアルミニウム合金の表面性状、高温強度、離型性の関係を示す図である。

[図２]本発明の実施形態に係るアルミニウム合金の表面性状を説明する図である。

### 発明を実施するための形態

[0022] 本発明者は、６０００系アルミニウム合金板の高温強度および表面性状が離型性と密接に関係すると考え、最終冷間圧延によってブロー成形用アルミニウム合金板の表面性状を調節して、種々の実験ならびに検討を行った。その結果、ブロー成形前のブロー成形用アルミニウム合金板の表面に一定深さの谷があった場合、ブロー成形後もその谷は残存し、金型との密着を回避することができること、加えて、ブロー成形時の高温強度の増加がブロー成形用アルミニウム合金の表面と金型との間の密着部分の割合を減少させ、離型

性の向上に有効となることを、鋭意検討の末、突き止めた。さらに、6000系アルミニウム合金の時効硬化性に大きく影響するMgの含有率およびSiの含有率を大きく変えず、かつ、一般部品向けとして使用できるように、耐食性を大きく損なうことなく、高温強度をさらに上昇させるためには、MnおよびCrの添加、および、その固溶が有効であることを突き止めた。そこで、本発明者は、表面性状、高温強度と離型性の関係を実験によって把握し（図1）、Mg、Si、Mnなどの合金成分および最終圧延によって調節する表面性状を最適化することによって、離型性、時効硬化性、耐食性を兼備した、一般部品に適するブロー成形用アルミニウム合金板およびその製造方法を発明するに至った。

[0023] 以下、本発明の実施形態に係るブロー成形用アルミニウム合金板について詳細に説明する。

[0024] はじめに、本発明の実施形態に係るブロー成形用アルミニウム合金板の合金成分およびその含有率について説明する。

[0025] MgおよびSiは本発明の実施形態に係るブロー成形用アルミニウム合金板の必須の成分であり、ブロー成形のために必要な超塑性成形性の確保、および、成形後の時効硬化処理によって、本発明の実施形態に係るブロー成形用アルミニウム合金板が5000系アルミニウム合金以上の大きな強度を得るために必要である。アルミニウム合金中のMgの含有率が0.3質量%未満、アルミニウム合金中のSiの含有率が0.6質量%未満の場合、上述の効果に乏しい。また、アルミニウム合金中のMgの含有率が1.8質量%超過、アルミニウム合金中のSiの含有率が1.6質量%超過の場合、ブロー成形用アルミニウム合金の時効硬化性の確保が困難となる。そのため、本発明の実施形態に係るブロー成形用アルミニウム合金板においては、アルミニウム合金中のMgの含有率を0.3質量%以上1.8質量%以下の範囲とし、アルミニウム合金中のSiの含有率を0.6質量%以上1.6質量%以下の範囲とする。

[0026] Mnは、本発明の実施形態に係るブロー成形用アルミニウム合金を構成す

る6000系アルミニウム合金の耐食性を損なうことなく高温強度を増加させるために有効である。また、Mnを添加することによって、ブロー成形後のアルミニウム合金における異常粒成長を抑制する効果を有する。アルミニウム合金中のMnの含有率が0.2質量%未満の場合、高温強度増加の効果は乏しい。一方で、Mnをアルミニウム合金に多量に添加するとアルミニウム合金の時効硬化性が低下し、アルミニウム合金中のMnの含有率が1.2質量%を超えると、ブロー成形用アルミニウム合金板の時効硬化性の確保が困難となる。したがって、本発明の実施形態に係るブロー成形用アルミニウム合金板中のMnの含有率を0.2質量%以上1.2質量%以下の範囲内とする。

[0027] CrもMnと同様の効果があるため、必要に応じてブロー成形用アルミニウム合金に添加してもよい。アルミニウム合金中のCrの含有率が0.05質量%以上であることによって、ブロー成形用アルミニウム合金板の高温強度増加の効果を一層得ることができる。また、アルミニウム合金中のCrの含有率が0.3質量%以下であることによって、ブロー成形用アルミニウム合金板の時効硬化性を一層確保することができる。すなわち、本発明の実施形態に係るアルミニウム合金中のCrの含有率は、本発明の効果を奏する範囲で適宜選択され、以下に限定されるものではないが、0.05質量%以上0.3質量%以下であることが、より好ましい。

[0028] Cuは時効硬化性を向上させるため、必要に応じてブロー成形用アルミニウム合金に添加してもよい。アルミニウム合金中のCuの含有率が0.1質量%以上であることによって、ブロー成形用アルミニウム合金の強度上昇効果を十分に得ることができる。また、アルミニウム合金中のCuの含有率が0.4質量%以下であることによって、ブロー成形用アルミニウム合金の耐食性をより良好に保つことができ、一般部品用材料として好適に用いることができる。すなわち、本発明の実施形態に係るアルミニウム合金中のCuの含有率は、本発明の効果を奏する範囲で適宜選択され、以下に限定されるものではないが、0.1質量%以上0.4質量%以下であることが、より好ま

しい。

[0029] また、本発明の実施形態に係るブロー成形用アルミニウム合金板を構成するアルミニウム合金の残部は、アルミニウムと、F e等の不可避不純物とからなる。不可避不純物のそれぞれの含有量は、本発明の効果を損なわない範囲で適宜選択される。

[0030] 以下、本発明の実施形態に係るブロー成形用アルミニウム合金板の製造方法に関して説明する。本発明の実施形態に係るブロー成形用アルミニウム合金板を構成する6000系アルミニウム合金板は、たとえば、溶解鑄造工程、均質化処理工程、熱間圧延工程、冷間圧延工程の各工程を経て製造される。

[0031] (溶解鑄造工程)

溶解鑄造は、たとえばDC (Direct Chill) 鑄造法などの一般的な方法によって行われ、冷却速度を大きくして、MnおよびCrのアルミニウム合金中への固溶量を増加させることがより好ましい。

[0032] (均質化処理工程)

溶解鑄造によって得られたアルミニウム合金の鑄塊を加熱して、均質化処理を行う。均質化処理においては、加熱温度を、500℃以上、かつ、本発明の実施形態に係るアルミニウム合金の融点温度（たとえば、約580℃）未満とすることがより好ましい。加熱温度を500℃以上とすることによって、Mn、Cr系晶出物の再固溶が促進され、Mn、Crのアルミニウム合金中の固溶量の確保がより容易となる。加熱温度を本発明の実施形態に係るアルミニウム合金の融点温度未満とすることによって、アルミニウム合金の溶解を防ぐことができる。

[0033] (熱間圧延工程)

均質化処理を施した後、アルミニウム合金に対して熱間圧延を行う。熱間圧延中のアルミニウム合金の材料温度は200℃以上400℃以下の範囲内とすることがより好ましい。熱間圧延中のアルミニウム合金の材料温度を400℃以下とすることによって、Mn、Crの析出を最小限に抑え、固溶量

を確保することができるだけでなく、熱延組織の微細化にも有効であり、ブロー成形用アルミニウム合金の成形性および表面性状の向上に寄与する。また、材料温度を200℃以上とすることによって、ブロー成形用アルミニウム合金材料の変形抵抗が下がり、圧延を一層容易に行うことができる。

[0034] (中間焼鈍工程および冷間圧延工程)

ついで、ブロー成形用アルミニウム合金に対して、最終板厚となるまで冷間圧延を行う。冷間圧延の途中で一度もしくは二度の中間焼鈍を行うことが、より好ましい。中間焼鈍を行うことによって、冷間圧延で微細化されたMn、Cr系金属間化合物が、より再固溶されやすくなる。また、偏平した結晶粒組織の等軸化が促進され、ブロー成形用アルミニウム合金の成形性および表面性状を、より向上させることができる。中間焼鈍温度を、たとえば、500℃以上とすることによって、Mn、Cr系金属間化合物の再固溶が一層促進され、中間焼鈍温度を、たとえば、本発明の実施形態に係るブロー成形用アルミニウム合金の融点温度未満とすることによって、アルミニウム合金の溶解を一層抑制することができる。冷間圧延後のアルミニウム合金板の最終板厚は、本発明の効果を奏する範囲で適宜選択され、以下に限定されるものではないが、たとえば、0.2mm以上3.0mm以下の範囲の最終板厚が好適に用いられ、0.8mm以上1.6mm以下の範囲の最終板厚が、より好適に用いられる。

[0035] 本発明の実施形態に係るブロー成形用アルミニウム合金板においては、ブロー成形時の加熱によって溶体化処理を施すことが可能であるため、たとえば、最終焼鈍を行わず、冷間圧延を施したままの状態アルミニウム合金板を用いることが、より好ましい。こうすることによって、最終焼鈍工程を省略することが可能となり、製造コストのさらなる低減を実現することができる。

[0036] 上述の工程によって、本発明の実施形態に係るブロー成形用アルミニウム合金板を得ることができる。

[0037] 本発明の実施形態において、ブロー成形用アルミニウム合金板の表面性状

は、最終の冷間圧延のロールの表面性状を調整することで調節することがより好ましい。以下、冷間圧延のロールの表面性状を調整することによるブロー成形用アルミニウム合金板の表面性状の調節について説明する。

- [0038] 本発明の実施形態に係るブロー成形用アルミニウム合金板において、ブロー成形の際に金型と接触するブロー成形用アルミニウム合金板の材料の表面性状は、ブロー成形用アルミニウム合金板の圧延方向に直角な断面において、谷深さが $0.3\mu\text{m}$ 以上である領域の割合を $X$ としたとき、 $0.10 \leq X$ の関係式を満たすように調節される。ここで、谷深さとは、JIS B 0601: '01に従い、測定した断面曲線から長波長成分（平均線）を差し引いた粗さ曲線において、平均線に対する材料凹部の深さを指す（図2参照）。表面粗さは、たとえば、表面粗さ測定機等によって測定される。基準平均線長さを $L$ として、谷深さが $0.3\mu\text{m}$ 以上である部分の水平方向の長さの総和を $L_1$ としたとき、 $X = L_1 / L$ とする。図2において、谷深さが $0.3\mu\text{m}$ 以上である部分の長さは、楕円で囲まれた点線部分の長さであり（ $L_{1a}$ 、 $L_{1b}$ 、 $L_{1c}$ 、 $L_{1d}$ 、 $L_{1e}$ 、 $L_{1f}$ 、 $L_{1g}$ 、 $L_{1h}$ ）、 $L_1 = L_{1a} + L_{1b} + L_{1c} + L_{1d} + L_{1e} + L_{1f} + L_{1g} + L_{1h}$ である。ブロー成形前のアルミニウム合金板の表面に $0.3\mu\text{m}$ 以上の凹部が存在することによって、ブロー成形後も凹部は残存し、金型とアルミニウム合金との間の接触面積を減少させるため、ブロー成形用アルミニウム合金の離型性が向上する。 $X$ が $0.10$ 以上であることによって、金型とブロー成形用アルミニウム合金板との間の固着を抑制することができ、ブロー成形用アルミニウム合金板の金型からの良好な離型性を確保することができる。なお、 $X > 0.50$ では離型性効果が飽和する傾向があり、 $X \leq 0.50$ とすることでブロー成形用アルミニウム合金板の表面性状をより良好とすることができる。なお、本実施形態においては、一般的に粗さの大きい圧延方向に直角な断面における $X$ を用いる形態について説明したが、その他の方向の断面においても $X$ が上記条件を満たす場合には同様の効果が得られるため、その他の方向の断面において $X$ が上述の条件（ $X$ が $0.10$ 以上）を満たす場合も、本発明の範疇に入るものとする。

- [0039] また、ブロー成形用アルミニウム合金の高温強度も離型性と相関があり、6000系アルミニウム合金の一般的なブロー成形条件である530℃、ひずみ速度 $10^{-2}$ /秒のときの降伏応力を $Y$ (MPa)とした場合に $Y \geq -8.0X + 10.8$ の関係式を満たすときに、ブロー成形用アルミニウム合金の金型からの離型性が良好となることを、本発明者は、実験の結果、突き止めている(図1)。これは高温強度が小さいほど、金型とブロー成形用アルミニウム合金との間の密着が強くなるため、表面性状を表す数値である $X$ を大きくする必要があることを示している。降伏応力は、たとえば引張試験機等を用いて測定される。
- [0040] 上述したように、本発明の実施形態に係るブロー成形用アルミニウム合金板においては、谷深さが $0.3\mu\text{m}$ 以上である領域の割合を $X$ としたとき、 $0.10 \leq X$ の関係式と、 $Y \geq -8.0X + 10.8$ の関係式の両方が満たされるため、良好な離型性、表面性状、および、耐食性を有し、かつ、時効硬化熱処理後に高い強度を有するブロー成形用アルミニウム合金板が得られる。
- [0041] なお、金型からの離型性を向上させるためには、ブロー成形用アルミニウム合金の両方の面の $X$ を $0.10$ 以上に調節する必要はなく、ブロー成形の際に金型と接触するどちらか一方の表面の $X$ のみを $0.10$ 以上に調節すればよい。製品によっては人目に触れる成形品の外側の表面粗度を可能な限り小さくして外観を向上させる場合もあるため、金型からの離型性を保ちつつ、表面性状(粗さ)を好適に調節することがある。こういった場合、ブロー成形用アルミニウム合金の一方の面の表面性状ともう一方の面の表面性状とを独立に調節することが好ましく、離型性が良好となるように表面性状を調節した一方の面を金型と接触する側の表面に対応させ、金型と接触しない側の表面(もう一方の面)を人目に触れる成形品の外側に対応させる。たとえば、異なる表面性状を持った上下2種類のロールを用いた冷間圧延を最終圧延として行うことによって、ブロー成形用アルミニウム合金の両面の表面性状をそれぞれ独立に調節することができる。このとき、ブロー成形用アルミ

ニウム合金の面のうち、金型と接触する面（一方の面）の表面性状が $0.10 \leq X$ の関係式を満たし、金型と接触しない側の面（もう一方の面）の表面性状が $0 \leq X \leq 0.10$ の関係式を満たすことにより、一層良好な離型性が確保されることによって高い寸法精度を得つつ、極めて優れた表面外観を有する成形品を得ることができる。

[0042] また、本発明の実施形態に係るブロー成形用アルミニウム合金板においては、溶体化処理温度である $500^{\circ}\text{C}$ 以上、かつ、ブロー成形用アルミニウム合金板の融点未満の温度でブロー成形を行うことが、より好ましい。こうすることによって、ブロー成形が溶体化処理工程を兼ねることになり、工程の削減に繋がる。ブロー成形温度を $500^{\circ}\text{C}$ 以上とすることによって、MgおよびSiを十分に固溶させることができ、時効硬化による十分な強度増加を得ることができる。より一層好ましくは、ブロー成形温度を $530^{\circ}\text{C}$ 以上とする。また、ブロー成形温度を、ブロー成形用アルミニウム合金板の融点未満の温度とすることによって、ブロー成形用アルミニウム合金板の溶解を防ぐことができる。

[0043] ブロー成形における成形ガス圧を、たとえば、 $0.5\text{MPa}$ 以上 $5\text{MPa}$ 以下の範囲内とすることによって、より大きな延性が得られ、ブロー成形用アルミニウム合金の成形がより容易となる。ブロー成形後は、たとえば、 $3^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上の冷却速度でアルミニウム合金を冷却し、ただちに $170^{\circ}\text{C}$ 以上 $230^{\circ}\text{C}$ 以下の温度で時効硬化処理を行うことによって、より大きな強度が得られる。たとえば、自動車用部品の製造工程においては、ブロー成形後に大型ファンなどで成形品を冷却し、成形品をただちに $170^{\circ}\text{C}$ 以上 $230^{\circ}\text{C}$ 以下の温度の空気炉に入れ、成形時間に合わせて2分間以上の加熱を行うことが、より好ましい。こうすることによって、その後、室温で放置したとしても、塗装焼付工程において大きな強度が得られる。本発明の実施形態において、時効硬化性の評価は、たとえば、引張試験機等を用いて、時効硬化処理後の $0.2\%$ 耐力を測定することによって行われる。なお、 $0.2\%$ 耐力とは、引張試験機などの負荷を取り除いた時の永久ひずみが $0.2\%$ になる

応力を指す。

[0044] 上述のように、本発明の実施形態によって、離型性、時効硬化性、耐食性および表面外観のいずれにも優れたブロー成形用アルミニウム合金を得ることができる。

[0045] なお、本発明は上記実施の形態に限定されず、種々の変形及び応用が可能である。たとえば、上記実施の形態においては、冷間圧延の途中で一度もしくは二度の中間焼鈍を行う形態について説明したが、中間焼鈍を行わなくてもよいし、三度以上の中間焼鈍を行ってもよい。

[0046] また、上記実施の形態においては、最終焼鈍を行わず、冷間圧延を施したままの状態でアルミニウム合金板を用いる形態について説明したが、冷間圧延工程後に最終焼鈍を行ってもよい。

[0047] また、上記実施の形態においては、冷間圧延工程において、異なる表面性状を有する2つのロールを用いることによってアルミニウム合金を冷間圧延する形態について説明したが、アルミニウム合金を冷間圧延する方法は本発明の効果を奏する範囲で適宜選択され、以下に限定されるものではないが、同一の表面性状を有する2つのロールを用いてアルミニウム合金を冷間圧延してもよいし、4つのロールや6つのロール等、2つを超える数のロールを用いてアルミニウム合金を冷間圧延する等、他の方法を用いてアルミニウム合金を冷間圧延してもよい。

[0048] また、上記実施の形態においては、アルミニウム合金の一方の面において  $0.10 \leq X$  の関係式を満たし、アルミニウム合金のもう一方の面において  $0 \leq X \leq 0.10$  の関係式を満たす形態について説明したが、アルミニウム合金の一方の面における関係式およびアルミニウム合金のもう一方の面における関係式は、本発明の効果を奏する範囲で適宜選択され、以下に限定されるものではないが、たとえば、アルミニウム合金の一方の面における関係式が  $X < 0.10$  であってもよいし、アルミニウム合金のもう一方の面における関係式が  $X > 0.10$  であってもよい。

## 実施例

[0049] 以下に本発明の実施例を比較例とともに記す。なお以下の実施例は、本発明の効果を説明するためのものであり、実施例記載のプロセス及び条件が、本発明の技術的範囲を制限するものではない。

[0050] (実施例 A)

はじめに、表 1 に示す合金組成、不可避不純物、アルミニウムからなるアルミニウム合金（合金番号 1 ～合金番号 24）をそれぞれ溶解し、DC 鋳造法によって鋳造した。次に、それぞれのアルミニウム合金の鋳塊を 550℃ の温度で均質化処理した。ついで、鋳塊の温度を 380℃ にして熱間圧延を行い、板厚を 3 mm t とした。最後に、550℃ の中間焼鈍を 1 回行った後、板厚が 0.8 mm t、1 mm t、1.6 mm t となるまで冷間圧延を行って、ブロー成形用のアルミニウム合金板とした（表 2 および表 3 の板厚を参照）。表 2 および表 3 に示すように、合金番号 1、合金番号 2、合金番号 4、合金番号 5、合金番号 22、合金番号 24 については、板厚が 0.8 mm t、1 mm t、1.6 mm t のアルミニウム合金板をそれぞれ作製し、合金番号 3、合金番号 6 ～ 21、合金番号 23 については、板厚が 1 mm t のアルミニウム合金板のみを作製した。なお、最終工程の冷間圧延において、異なる表面粗度の圧延ロールを用いて冷間圧延を行い、ブロー成形用のアルミニウム合金圧延板の両方の面の表面性状（X）を調節した。上述の製造工程によって、合金番号 1 ～合金番号 24 のブロー成形用アルミニウム合金板がそれぞれ製造された。表 1 において、「－」は、その成分が含有されていないか、検出下限以下のわずかな数値しか含有されていないことを示す。

[0051]

[表1]

| 合金<br>番号 | Mg<br>(質量%) | Si<br>(質量%) | Mn<br>(質量%) | Cr<br>(質量%) | Cu<br>(質量%) |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1        | 0.4         | 1.0         | 0.5         | —           | —           |
| 2        | 0.4         | 1.0         | 1.1         | —           | —           |
| 3        | 0.4         | 1.0         | 0.3         | —           | —           |
| 4        | 0.4         | 1.0         | 0.1         | —           | —           |
| 5        | 0.4         | 1.0         | —           | —           | —           |
| 6        | 0.4         | 1.0         | 1.3         | —           | —           |
| 7        | 0.2         | 1.0         | 0.5         | —           | —           |
| 8        | 1.6         | 1.0         | 0.5         | —           | —           |
| 9        | 2.0         | 1.0         | 0.5         | —           | —           |
| 10       | 0.4         | 0.5         | 0.5         | —           | —           |
| 11       | 0.4         | 0.7         | 0.5         | —           | —           |
| 12       | 0.4         | 1.4         | 0.5         | —           | —           |
| 13       | 0.4         | 1.8         | 0.5         | —           | —           |
| 14       | 0.4         | 1.0         | 0.5         | 0.03        | —           |
| 15       | 0.4         | 1.0         | 0.5         | 0.1         | —           |
| 16       | 0.4         | 1.0         | 0.5         | 0.2         | —           |
| 17       | 0.4         | 1.0         | 0.5         | 0.4         | —           |
| 18       | 0.4         | 1.0         | 0.5         | —           | 0.05        |
| 19       | 0.4         | 1.0         | 0.5         | —           | 0.15        |
| 20       | 0.4         | 1.0         | 0.5         | —           | 0.35        |
| 21       | 0.4         | 1.0         | 0.5         | —           | 0.5         |
| 22       | 0.1         | 0.1         | —           | —           | —           |
| 23       | 0.4         | 0.7         | 0.4         | —           | —           |
| 24       | 0.4         | 0.7         | 0.2         | —           | —           |

[表2]

| 実験番号 |    | 合金<br>番号 | X    | -8.0X+10.8 | Y<br>(MPa) | 板厚<br>(mm) | 離型性 | 0.2%耐力 |    | 総合<br>評価 |
|------|----|----------|------|------------|------------|------------|-----|--------|----|----------|
|      |    |          |      |            |            |            |     | (MPa)  | 評価 |          |
| 実施例  | 1  | 1        | 0.15 | 9.6        | 11         | 1          | ○   | 291    | ○  | ○        |
|      | 2  | 2        | 0.15 | 9.6        | 13         | 1          | ◎   | 255    | ○  | ○        |
|      | 3  | 8        | 0.15 | 9.6        | 13         | 1          | ○   | 307    | ○  | ○        |
|      | 4  | 11       | 0.15 | 9.6        | 10         | 1          | ○   | 258    | ○  | ○        |
|      | 5  | 12       | 0.15 | 9.6        | 12         | 1          | ○   | 276    | ○  | ○        |
|      | 6  | 14       | 0.15 | 9.6        | 11         | 1          | ○   | 287    | ○  | ○        |
|      | 7  | 15       | 0.15 | 9.6        | 12         | 1          | ○   | 264    | ○  | ○        |
|      | 8  | 16       | 0.15 | 9.6        | 13         | 1          | ○   | 254    | ○  | ○        |
|      | 9  | 18       | 0.15 | 9.6        | 12         | 1          | ○   | 292    | ○  | ○        |
|      | 10 | 19       | 0.15 | 9.6        | 12         | 1          | ○   | 302    | ○  | ○        |
|      | 11 | 20       | 0.15 | 9.6        | 14         | 1          | ◎   | 320    | ○  | ○        |
|      | 12 | 21       | 0.15 | 9.6        | 15         | 1          | ◎   | 324    | ○  | ○        |
|      | 13 | 2        | 0.15 | 9.6        | 13         | 0.8        | ○   | 257    | ○  | ○        |
|      | 14 | 2        | 0.15 | 9.6        | 13         | 1.6        | ○   | 257    | ○  | ○        |
| 比較例  | 1  | 3        | 0.15 | 9.6        | 9          | 1          | ×   | 304    | ○  | ×        |
|      | 2  | 4        | 0.15 | 9.6        | 7          | 1          | ×   | 306    | ○  | ×        |
|      | 3  | 5        | 0.15 | 9.6        | 7          | 1          | ×   | 310    | ○  | ×        |
|      | 4  | 6        | 0.15 | 9.6        | 14         | 1          | ◎   | 244    | ×  | ×        |
|      | 5  | 7        | 0.15 | 9.6        | 9          | 1          | ×   | 245    | ×  | ×        |
|      | 6  | 9        | 0.15 | 9.6        | 14         | 1          | ○   | 248    | ×  | ×        |
|      | 7  | 10       | 0.15 | 9.6        | 9          | 1          | ×   | 240    | ×  | ×        |
|      | 8  | 13       | 0.15 | 9.6        | 12         | 1          | ○   | 249    | ×  | ×        |
|      | 9  | 22       | 0.15 | 9.6        | 4          | 1          | ×   | 162    | ×  | ×        |
|      | 10 | 23       | 0.15 | 9.6        | 9          | 1          | ×   | 264    | ○  | ×        |
|      | 11 | 24       | 0.15 | 9.6        | 8          | 1          | ×   | 270    | ○  | ×        |
|      | 12 | 4        | 0.15 | 9.6        | 7          | 0.8        | ×   | 302    | ○  | ×        |
|      | 13 | 4        | 0.15 | 9.6        | 7          | 1.6        | ×   | 306    | ○  | ×        |

[0053]

[表3]

| 実験番号 |    | 合金<br>番号 | X    | -8.0X+10.8 | Y<br>(MPa) | 板厚<br>(mm) | 離型性 | 0.2%耐力 |    | 総合<br>評価 |
|------|----|----------|------|------------|------------|------------|-----|--------|----|----------|
|      |    |          |      |            |            |            |     | (MPa)  | 評価 |          |
| 実施例  | 15 | 1        | 0.30 | 8.4        | 11         | 1          | ○   | 291    | ○  | ○        |
|      | 16 | 1        | 0.45 | 7.2        | 11         | 1          | ◎   | 291    | ○  | ○        |
|      | 17 | 1        | 0.50 | 6.8        | 11         | 1          | ◎   | 291    | ○  | ○        |
|      | 18 | 1        | 0.55 | 6.4        | 11         | 1          | ◎   | 291    | ○  | ○        |
|      | 19 | 3        | 0.30 | 8.4        | 9          | 1          | ○   | 304    | ○  | ○        |
|      | 20 | 3        | 0.45 | 7.2        | 9          | 1          | ◎   | 304    | ○  | ○        |
|      | 21 | 3        | 0.50 | 6.8        | 9          | 1          | ◎   | 304    | ○  | ○        |
|      | 22 | 3        | 0.55 | 6.4        | 9          | 1          | ◎   | 304    | ○  | ○        |
|      | 23 | 24       | 0.45 | 7.2        | 8          | 1          | ◎   | 270    | ○  | ○        |
|      | 24 | 24       | 0.50 | 6.8        | 8          | 1          | ◎   | 270    | ○  | ○        |
|      | 25 | 24       | 0.55 | 6.4        | 8          | 1          | ◎   | 270    | ○  | ○        |
|      | 26 | 1        | 0.30 | 8.4        | 11         | 0.8        | ○   | 286    | ○  | ○        |
|      | 27 | 1        | 0.30 | 8.4        | 11         | 1.6        | ○   | 291    | ○  | ○        |
|      | 28 | 24       | 0.50 | 6.8        | 8          | 0.8        | ◎   | 272    | ○  | ○        |
|      | 29 | 24       | 0.50 | 6.8        | 8          | 1.6        | ◎   | 274    | ○  | ○        |
| 比較例  | 14 | 22       | 0.45 | 7.2        | 4          | 1          | ×   | 162    | ×  | ×        |
|      | 15 | 22       | 0.50 | 6.8        | 4          | 1          | ×   | 162    | ×  | ×        |
|      | 16 | 22       | 0.55 | 6.4        | 4          | 1          | ×   | 162    | ×  | ×        |
|      | 17 | 1        | 0.05 | 10.4       | 11         | 1          | ×   | 291    | ○  | ×        |
|      | 18 | 21       | 0.05 | 10.4       | 15         | 1          | ×   | 324    | ○  | ×        |
|      | 19 | 24       | 0.30 | 8.4        | 8          | 1          | ×   | 270    | ○  | ×        |
|      | 20 | 5        | 0.45 | 7.2        | 7          | 1          | ×   | 310    | ○  | ×        |
|      | 21 | 5        | 0.30 | 8.4        | 7          | 0.8        | ×   | 310    | ○  | ×        |
|      | 22 | 5        | 0.30 | 8.4        | 7          | 1.6        | ×   | 312    | ○  | ×        |
|      | 23 | 22       | 0.50 | 6.8        | 4          | 0.8        | ×   | 162    | ×  | ×        |
|      | 24 | 22       | 0.50 | 6.8        | 4          | 1.6        | ×   | 160    | ×  | ×        |

[0054] それぞれのブロー成形用のアルミニウム合金圧延板に対して、金型を用いて高温ブロー成形を行った。300mm角、深さ70mmの角筒形状の金型を用い、ブロー成形温度は本実施例に用いられたブロー成形用アルミニウム合金板を構成する6000系アルミニウム合金の溶体化を十分に行うことができる温度である530℃とした。ブロー成形用アルミニウム合金圧延板を金型の中で10分間加熱した後、2MPaの高圧ガスを用いてブロー成形を行った。

[0055] ブロー成形が完了した後、金型から成形品を離型した。金型から離型した

後、成形品をファン空冷によって冷却し、直ちに空気炉に入れて180℃に加熱して時効硬化処理を行った。1時間加熱した後、成形品を空気炉から取り出し、放冷した後、成形品の底面中心から引張試験片を採取して、引張試験機を用いて引張試験を行い、0.2%耐力を測定した。

[0056] 表1に示す合金番号1～合金番号24の成分を含有するブロー成形用アルミニウム合金板について、両方の面の表面性状を表すXを0.15に統一したときの離型性と時効硬化後の強度を評価した結果を表2に示す。

[0057] 本実施例においては、ブロー成形用アルミニウム合金板の圧延方向に直角な断面において、谷深さが0.3μm以上である領域の割合をXとした。本実施例において、谷深さとは、JISB0601: '01に従い、測定した断面曲線から長波長成分（平均線）を差し引いた粗さ曲線において、平均線に対する材料凹部の深さを指す。平均線の基準長さをL、谷深さが0.3μm以上である部分の水平方向の長さの総和をL<sub>1</sub>としたとき、 $X = L_1 / L$ とした。成形前のブロー成形用アルミニウム合金板より引張試験片を採取し、表面粗さ測定機を用いて、それぞれの引張試験片のL<sub>1</sub>およびLが測定された。また、高温強度を評価するために、引張試験機を用いて、530℃、ひずみ速度10<sup>-2</sup>/秒の条件下でのそれぞれの引張試験片の降伏応力Y(MPa)を測定した。

[0058] 成形品を金型から離型した際、容易に離型できた場合を◎、金型との固着が多少あったが成形品に大きな変形が生じなかった場合を○、高温変形抵抗が小さく、金型との固着が強かったために成形品に大きな変形が生じてしまった場合を×として離型性を評価した。

[0059] また、5000系アルミニウム合金以上の強度である250MPa以上の0.2%耐力がある場合を十分な時効硬化性があるとして○、250MPa未満の0.2%耐力の場合を×として評価した。

[0060] 離型性の評価、0.2%耐力の評価のいずれにも×がない場合、総合評価を○とした。離型性の評価または0.2%耐力の評価の少なくともいずれか一方の評価が×の場合、総合評価を×とした。

[0061] 実施例 1、3～10、13～14 のブロー成形用アルミニウム合金は、良好な離型性および良好な時効硬化性を有していた。また、実施例 2、13 および 14 に示されるように、板厚が 0.8 mm t、1 mm t、1.6 mm t のいずれであっても、同様に良好な離型性および良好な時効硬化性を有することがわかった。

実施例 2、11～12 のブロー成形用アルミニウム合金は、より良好な離型性および良好な時効硬化性を有していた。

[0062] 一方、比較例 1 のブロー成形用アルミニウム合金は、時効硬化性は十分であったが、 $Y < -8.0X + 10.8$  であったため、高温強度が小さく、離型性が十分ではなかった。

比較例 2、比較例 3、比較例 12 および比較例 13 のブロー成形用アルミニウム合金は、時効硬化性は十分であったが、Mn の含有率が 0.2 質量%未満であったために高温強度が低く、離型性が十分ではなかった。また、比較例 2、12 および 13 に示されるように、板厚が 0.8 mm t、1 mm t、1.6 mm t のいずれであっても、時効硬化性は十分であったが、Mn の含有率が 0.2 質量%未満であったために高温強度が低く、離型性が十分ではないことがわかった。

比較例 4 のブロー成形用アルミニウム合金は、離型性は十分であったが、Mn の含有率が 1.2 質量%超過であったために時効硬化性が十分ではなかった。

比較例 5 のブロー成形用アルミニウム合金は、Mg の含有率が 0.3 質量%未満であったため、ブロー成形性が十分ではなく、離型性が十分ではなかった。また、時効硬化性も十分ではなかった。

比較例 6 のブロー成形用アルミニウム合金は、離型性は十分であったが、Mg の含有率が 1.8 質量%超過であったため、時効硬化性が十分ではなかった。

比較例 7 のブロー成形用アルミニウム合金は、Si の含有率が 0.6 質量%未満であったため、離型性および時効硬化性が十分ではなかった。

比較例 8 のブロー成形用アルミニウム合金は、離型性は十分であったが、S i の含有率が 1. 6 質量%超過であったため、時効硬化性が十分ではなかった。

比較例 9 のブロー成形用アルミニウム合金は、M g の含有率が 0. 3 質量%未満、S i の含有率が 0. 6 質量%未満、M n の含有率が 0. 2 質量%未満であったため、高温強度が小さく、離型の際に大きな変形が生じた。また、時効硬化性も十分ではなかった。

比較例 1 0 および比較例 1 1 のブロー成形用アルミニウム合金は、時効硬化性は十分だったが、 $Y < -8. 0 X + 10. 8$  であったため、高温強度が小さく、離型性が十分ではなかった。

[0063] (実施例 B)

合金番号 1、3、5、21、22、24 のブロー成形用アルミニウム合金について、最終工程の冷間圧延において異なる表面粗度の圧延ロールを用いて冷間圧延を行うことによって表面性状 X を調整して、それぞれのブロー成形用アルミニウム合金について離型性との関係を調査した。表 3 に、X、Y、離型性および時効硬化処理後の強度の数値を示す。評価基準は上述の実施例 A と同様である。

[0064] 実施例 15～18、26～27 のブロー成形用アルミニウム合金は、いずれも合金番号 1 のアルミニウム合金によって構成された。実施例 15、実施例 26 および実施例 27 における X は 0. 30 であり、実施例 16 における X は 0. 45 であり、実施例 17 における X は 0. 50 であり、実施例 18 における X は 0. 55 であった。表 3 に示すように、X の値が大きくなるにつれ、離型性がより良好になることがわかった。また、実施例 15～18 のいずれにおいても、時効硬化性が良好であった。また、X の値がいずれも 0. 30 である実施例 15、実施例 26 および実施例 27 の実験結果に示されるように、板厚が 0. 8 mm t、1 mm t、1. 6 mm t のいずれであっても、同様に良好な離型性および良好な時効硬化性を有することがわかった。

実施例 19～22 のブロー成形用アルミニウム合金は、いずれも合金番号

3のアルミニウム合金によって構成された。実施例19におけるXは0.30であり、実施例20におけるXは0.45であり、実施例21におけるXは0.50であり、実施例22におけるXは0.55であった。実施例19～22のブロー成形用アルミニウム合金の高温強度はほぼ同等ではあるが、表3に示すように、Xの値が大きくなるにつれて離型性がより良好になることがわかった。また、実施例19～22のいずれにおいても、時効硬化性が良好であった。

実施例23～25のブロー成形用アルミニウム合金は、いずれも合金番号24のアルミニウム合金によって構成された。実施例23におけるXは0.45であり、実施例24におけるXは0.50であり、実施例25におけるXは0.55であった。実施例23～25のブロー成形用アルミニウム合金の高温強度はほぼ同等ではあるが、Xの値が大きいため離型性がより良好であることがわかった。また、実施例23～25のいずれにおいても、時効硬化性が良好であった。

[0065] 一方、比較例14～16、23～24のブロー成形用アルミニウム合金は、いずれも合金番号22のアルミニウム合金によって構成された。Mgの含有率が0.3質量%未満、Siの含有率が0.6質量%未満、Mnの含有率が0.2質量%未満であったため高温強度が小さく、Xの値をそれぞれ0.45、0.50、0.55としても離型性は十分ではなく、離型の際に変形が生じた。また、時効硬化性も十分ではなかった。また、Xの値がいずれも0.50である比較例15、23および24に示されるように、板厚が0.8mm t、1mm t、1.6mm tのいずれであっても、高温強度が小さく、Xの値を0.50としても離型性は十分ではなく離型の際に変形が生じ、また、時効硬化性も十分ではないことがわかった。

比較例17のブロー成形用アルミニウム合金は合金番号1のアルミニウム合金によって構成され、比較例18のブロー成形用アルミニウム合金は合金番号21のアルミニウム合金によって構成された。いずれの合金も高温強度は十分だったが、Xの値がともに0.1未満であった。そのため、ブロー成

形用アルミニウム合金と金型との間の固着が強く、離型性が十分ではなく、離型の際に変形が生じた。

比較例 19 のブロー成形用アルミニウム合金は合金番号 24 のアルミニウム合金によって構成された。比較例 19 のブロー成形用アルミニウム合金においては、 $Y < -8.0X + 10.8$ であったため、高温強度が小さく、離型性が十分ではなかった。

比較例 20～22 のブロー成形用アルミニウム合金は合金番号 5 のアルミニウム合金によって構成された。Mn の含有率が 0.2 質量%未満であり、高温強度が小さかったため離型性が十分ではなく、成形品に大きな変形が生じた。また、比較例 20～22 に示されるように、板厚が 0.8 mm t、1 mm t、1.6 mm t のいずれであっても、Mn の含有率が 0.2 質量%未満であり、高温強度が小さかったため離型性が十分ではなく、成形品に大きな変形が生じることがわかった。

[0066] (実施例 C)

合金番号 12 のアルミニウム合金について、均質化処理温度、熱間圧延前加熱温度、中間焼鈍温度の影響を調査した。表 4 に、均質化処理温度、熱間圧延前加熱温度、中間焼鈍温度、X、Y、離型性および時効硬化処理後の強度の数値を示す。評価基準は上述の実施例 A および実施例 B と同様である。合金番号 12 のアルミニウム合金の融点はおおよそ 580℃であった。

[0067]

[表4]

| 実験番号 | 合金<br>番号 | 均質化処理<br>温度(°C) | 熱間圧延前<br>加熱温度(°C) | 中間焼鈍<br>温度(°C) | X    | -8.0X+10.8 | Y<br>(MPa) | 離型性 | 0.2%耐力 |    | 総合<br>評価 |
|------|----------|-----------------|-------------------|----------------|------|------------|------------|-----|--------|----|----------|
|      |          |                 |                   |                |      |            |            |     | (MPa)  | 評価 |          |
| 実施例  | 30       | 510             | 380               | 550            | 0.15 | 9.6        | 12         | ○   | 271    | ○  | ○        |
|      | 31       | 480             | 380               | 550            | 0.15 | 9.6        | 11         | ○   | 265    | ○  | ○        |
|      | 32       | 550             | 420               | 550            | 0.15 | 9.6        | 11         | ○   | 270    | ○  | ○        |
|      | 33       | 550             | 350               | 550            | 0.15 | 9.6        | 13         | ○   | 280    | ○  | ○        |
|      | 34       | 550             | 380               | 480            | 0.15 | 9.6        | 11         | ○   | 271    | ○  | ○        |
|      | 35       | 550             | 380               | 510            | 0.15 | 9.6        | 12         | ○   | 273    | ○  | ○        |

[0068] 実施例 30 のブロー成形用アルミニウム合金においては、表 4 に示すように、製造工程における均質化処理温度が 500℃以上、かつ、合金番号 12 のブロー成形用アルミニウム合金の融点未満の温度であったため、Mn の固溶がより促進され、高温強度がより増加して、離型性がより良好となることがわかった。また、時効硬化性も良好であった。

実施例 31 のブロー成形用アルミニウム合金の離型性および時効硬化性は良好であった。

実施例 32 のブロー成形用アルミニウム合金の離型性および時効硬化性は良好であった。

実施例 33 のブロー成形用アルミニウム合金においては、表 4 に示すように、製造工程における熱間圧延前加熱温度が 200℃以上 400℃以下であったため、Mn の析出が一層抑制され、高温強度がより増加して、離型性がより良好となることがわかった。また、時効硬化性も良好であった。

実施例 34 のブロー成形用アルミニウム合金の離型性および時効硬化性は良好であった。

実施例 35 のブロー成形用アルミニウム合金においては、表 4 に示すように、製造工程における中間焼鈍温度が 500℃以上、かつ、合金番号 12 のブロー成形用アルミニウム合金の融点未満の温度であったため、Mn の固溶を促し、高温強度がより増加して、離型性がより良好となることがわかった。また、時効硬化性も良好であった。

[0069] (付記 1)

ブロー成形用アルミニウム合金板であって、  
0.3 質量%以上 1.8 質量%以下の Mg と、  
0.6 質量%以上 1.6 質量%以下の Si と、  
0.2 質量%以上 1.2 質量%以下の Mn と、  
を含み、

前記ブロー成形用アルミニウム合金板の少なくとも一方の面において、

断面粗さ曲線の谷深さが $0.3\mu\text{m}$ 以上である領域の割合を $X$ とし、  
所定の条件下で、前記ブロー成形用アルミニウム合金板が変形されるとき  
の降伏応力を $Y$ としたとき、

$0.10 \leq X$ 、および、 $Y \geq -8.0X + 10.8$ の関係式を満たす、  
ことを特徴とするブロー成形用アルミニウム合金板。

[0070] (付記2)

$0.05$ 質量%以上 $0.3$ 質量%以下の $\text{Cr}$ をさらに含有する、  
ことを特徴とする付記1に記載のブロー成形用アルミニウム合金板。

[0071] (付記3)

$0.1$ 質量%以上 $0.4$ 質量%以下の $\text{Cu}$ をさらに含有する、  
ことを特徴とする付記1または2に記載のブロー成形用アルミニウム合金  
板。

[0072] (付記4)

前記ブロー成形用アルミニウム合金板の一方の面において $0.10 \leq X$ の  
関係式を満たし、

前記ブロー成形用アルミニウム合金板のもう一方の面において $0 \leq X \leq 0.10$   
の関係式を満たす、

ことを特徴とする付記1乃至3のいずれか1つに記載のブロー成形用アル  
ミニウム合金板。

[0073] (付記5)

残部が、アルミニウムおよび不可避不純物からなる、  
ことを特徴とする付記1乃至4のいずれか1つに記載のブロー成形用アル  
ミニウム合金板。

[0074] (付記6)

$0.3$ 質量%以上 $1.8$ 質量%以下の $\text{Mg}$ と、 $0.6$ 質量%以上 $1.6$ 質  
量%以下の $\text{Si}$ と、 $0.2$ 質量%以上 $1.2$ 質量%以下の $\text{Mn}$ と、を含むア  
ルミニウム合金を、 $500^\circ\text{C}$ 以上、かつ、該アルミニウム合金の融点未満の  
温度で均質化処理する工程と、

均質化処理された該アルミニウム合金を、 $200^{\circ}\text{C}$ 以上 $400^{\circ}\text{C}$ 以下の温度で熱間圧延する工程と、

熱間圧延された該アルミニウム合金を冷間圧延する工程と、  
を含む、

ことを特徴とするブロー成形用アルミニウム合金板の製造方法。

[0075] (付記 7)

前記冷間圧延する工程が、該アルミニウム合金を、 $500^{\circ}\text{C}$ 以上、かつ、該アルミニウム合金の融点未満の温度で中間焼鈍する工程を含む、

ことを特徴とする付記 6 に記載のブロー成形用アルミニウム合金板の製造方法。

[0076] (付記 8)

前記冷間圧延する工程において、異なる表面性状を有する 2 つのロールを用いて該アルミニウム合金を冷間圧延する、

ことを特徴とする付記 6 または 7 に記載のブロー成形用アルミニウム合金板の製造方法。

[0077] (付記 9)

前記冷間圧延する工程において、異なる表面性状を有する 2 つのロールを用いることによって、

該アルミニウム合金の一方の面において  $0.10 \leq X$  の関係式を満たし、該アルミニウム合金のもう一方の面において  $0 \leq X \leq 0.10$  の関係式を満たすように該アルミニウム合金を冷間圧延する、

ことを特徴とする付記 8 に記載のブロー成形用アルミニウム合金板の製造方法。

[0078] (付記 10)

付記 6 乃至 9 のいずれか 1 つに記載のブロー成形用アルミニウム合金板の製造方法を用いて製造された、

ことを特徴とするブロー成形用アルミニウム合金板。

[0079] (関連出願の相互参照)

本出願は、２０１２年６月２７日に出願された日本国特許出願第２０１２－１４４３８２号に基づく。本明細書中にその明細書、特許請求の範囲、図面全体を参照として取り込むものとする。

## 請求の範囲

- [請求項1]           ブロー成形用アルミニウム合金板であって、  
                    0.3質量%以上1.8質量%以下のMgと、  
                    0.6質量%以上1.6質量%以下のSiと、  
                    0.2質量%以上1.2質量%以下のMnと、  
                    を含み、  
                    前記ブロー成形用アルミニウム合金板の少なくとも一方の面において、  
                    粗さ曲線の谷深さが0.3  $\mu$ m以上である領域の割合をXとし、  
                    所定の条件下で、前記ブロー成形用アルミニウム合金板が変形され  
                    ときの降伏応力をYとしたとき、  
                    0.10  $\leq$  X、および、 $Y \geq -8.0X + 10.8$ の関係式を満た  
                    す、  
                    ことを特徴とするブロー成形用アルミニウム合金板。
- [請求項2]           0.05質量%以上0.3質量%以下のCrをさらに含有する、  
                    ことを特徴とする請求項1に記載のブロー成形用アルミニウム合金  
                    板。
- [請求項3]           0.1質量%以上0.4質量%以下のCuをさらに含有する、  
                    ことを特徴とする請求項1または2に記載のブロー成形用アルミニ  
                    ウム合金板。
- [請求項4]           前記ブロー成形用アルミニウム合金板の一方の面において0.10  
                     $\leq$  Xの関係式を満たし、  
                    前記ブロー成形用アルミニウム合金板のもう一方の面において0  $\leq$   
                    X  $\leq$  0.10の関係式を満たす、  
                    ことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載のブロー成  
                    形用アルミニウム合金板。
- [請求項5]           残部が、アルミニウムおよび不可避不純物からなる、  
                    ことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載のブロー成

形用アルミニウム合金板。

- [請求項6] 0.3質量%以上1.8質量%以下のMgと、0.6質量%以上1.6質量%以下のSiと、0.2質量%以上1.2質量%以下のMnと、を含むアルミニウム合金を、500℃以上、かつ、該アルミニウム合金の融点未満の温度で均質化処理する工程と、  
均質化処理された該アルミニウム合金を、200℃以上400℃以下の温度で熱間圧延する工程と、  
熱間圧延された該アルミニウム合金を冷間圧延する工程と、  
を含む、

ことを特徴とするブロー成形用アルミニウム合金板の製造方法。

- [請求項7] 前記冷間圧延する工程が、該アルミニウム合金を、500℃以上、かつ、該アルミニウム合金の融点未満の温度で中間焼鈍する工程を含む、

ことを特徴とする請求項6に記載のブロー成形用アルミニウム合金板の製造方法。

- [請求項8] 前記冷間圧延する工程において、異なる表面性状を有する2つのロールを用いて該アルミニウム合金を冷間圧延する、

ことを特徴とする請求項6または7に記載のブロー成形用アルミニウム合金板の製造方法。

- [請求項9] 前記冷間圧延する工程において、異なる表面性状を有する2つのロールを用いることによって、

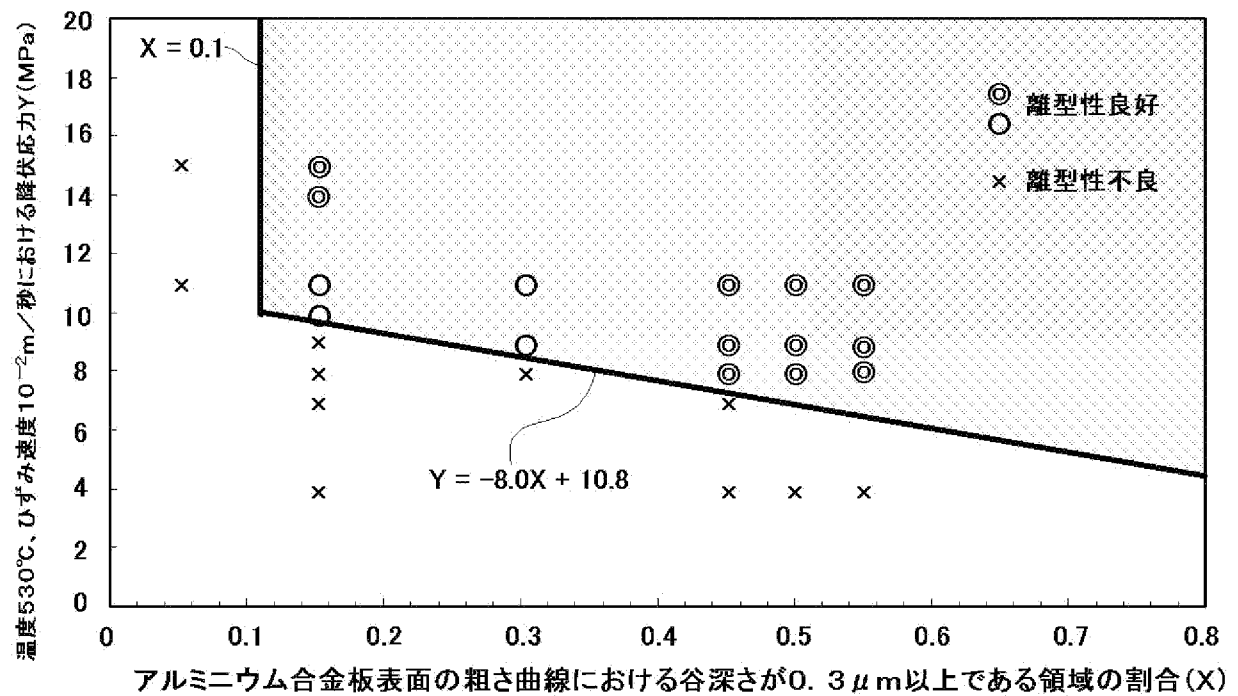
該アルミニウム合金の一方の面において $0.10 \leq X$ の関係式を満たし、該アルミニウム合金のもう一方の面において $0 \leq X \leq 0.10$ の関係式を満たすように該アルミニウム合金を冷間圧延する、

ことを特徴とする請求項8に記載のブロー成形用アルミニウム合金板の製造方法。

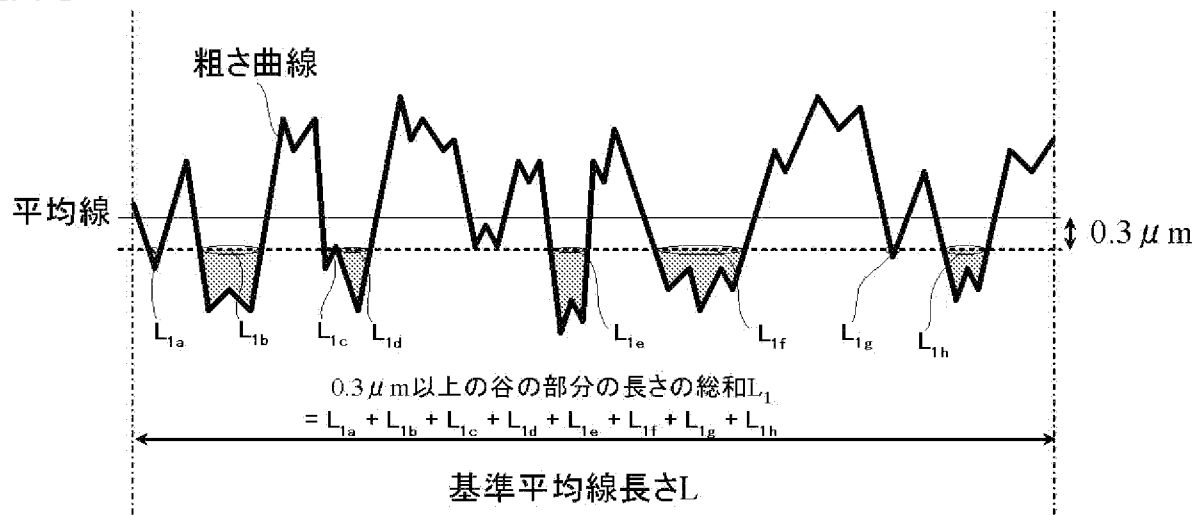
- [請求項10] 請求項6乃至9のいずれか1項に記載のブロー成形用アルミニウム合金板の製造方法を用いて製造された、

ことを特徴とするブロー成形用アルミニウム合金板。

[図1]



[図2]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/067568

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C21/00(2006.01)i, C22F1/04(2006.01)i, C22F1/00(2006.01)n

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)

C22C21/00-21/18, C22F1/04-1/057, C22F1/00, B21D26/02

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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

CAPLUS/REGISTRY (STN), JSTPlus (JDreamIII)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                 | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y<br>A    | JP 2009-30106 A (Furukawa-Sky Aluminum Corp.),<br>12 February 2009 (12.02.2009),<br>paragraphs [0020] to [0023], [0025], [0031]<br>(Family: none)                                                                                  | 6, 7, 10<br>1-5, 8, 9 |
| Y<br>A    | JP 2008-62255 A (Kobe Steel, Ltd.),<br>21 March 2008 (21.03.2008),<br>paragraphs [0022], [0025] to [0028], [0037] to<br>[0040]<br>(Family: none)                                                                                   | 6, 7, 10<br>1-5, 8, 9 |
| Y<br>A    | JP 62-202061 A (Sky Aluminium Co., Ltd.),<br>05 September 1987 (05.09.1987),<br>page 3, lower right column, line 6 to page 4,<br>upper left column, line 9; page 4, upper<br>right column, lines 4 to 7; table 2<br>(Family: none) | 6, 7, 10<br>1-5, 8, 9 |

☒ 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  
14 August, 2013 (14.08.13)

Date of mailing of the international search report  
27 August, 2013 (27.08.13)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2013/067568

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                    | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y<br>A    | JP 2008-266684 A (Kobe Steel, Ltd.),<br>06 November 2008 (06.11.2008),<br>paragraphs [0069], [0076]<br>(Family: none) | 6, 7, 10<br>1-5, 8, 9 |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C22C21/00(2006.01)i, C22F1/04(2006.01)i, C22F1/00(2006.01)n

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C22C21/00-21/18, C22F1/04-1/057, C22F1/00, B21D26/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| 日本国実用新案公報   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 3 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 3 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 3 年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

CAplus/REGISTRY (STN), JSTPlus (JDreamIII)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                            | 関連する<br>請求項の番号        |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y<br>A          | JP 2009-30106 A (古河スカイ株式会社) 2009.02.12, 【0020】<br>- 【0023】、【0025】、【0031】 (ファミリーなし)           | 6, 7, 10<br>1-5, 8, 9 |
| Y<br>A          | JP 2008-62255 A (株式会社神戸製鋼所) 2008.03.21, 【0022】、<br>【0025】 - 【0028】、【0037】 - 【0040】 (ファミリーなし) | 6, 7, 10<br>1-5, 8, 9 |
| Y<br>A          | JP 62-202061 A (スカイアルミニウム株式会社) 1987.09.05, 第3<br>頁右下欄第6行-第4頁左上欄第9行、第4頁右上欄第4-7行、第2            | 6, 7, 10<br>1-5, 8, 9 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 4 . 0 8 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 7 . 0 8 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

藤代 佳

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 5

4 K

3 8 3 7

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                 |                       |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                               | 関連する<br>請求項の番号        |
| Y<br>A                | 表 (ファミリーなし)<br><br>JP 2008-266684 A (株式会社神戸製鋼所) 2008. 11. 06, 【0 0 6 9】、<br>【0 0 7 6】 (ファミリーなし) | 6, 7, 10<br>1-5, 8, 9 |