(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
2016 年 9 月 22 日(22.09.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/147816 A1

(51) 国際特許分類:
*C22C 21/06* (2006.01) *C22F 1/04* (2006.01)
*C22F 1/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/055291

(22) 国際出願日: 2016 年 2 月 23 日(23.02.2016)

(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 2015-055910 2015 年 3 月 19 日(19.03.2015) JP
特願 2015-245939 2015 年 12 月 17 日(17.12.2015) JP

(71) 出願人: 株式会社神戸製鋼所(KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE STEEL, LTD.)) [JP/JP]; 〒6518585 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目２番４号 Hyogo (JP).

(72) 発明者: 井上 祐志(INOUE Yuji). 正田 良治(MASADA Kazuharu).

(74) 代理人: 特許業務法人栄光特許事務所(EIKOH PATENT FIRM, P.C.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目７番１３号 虎ノ門イーストビルディング１０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, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

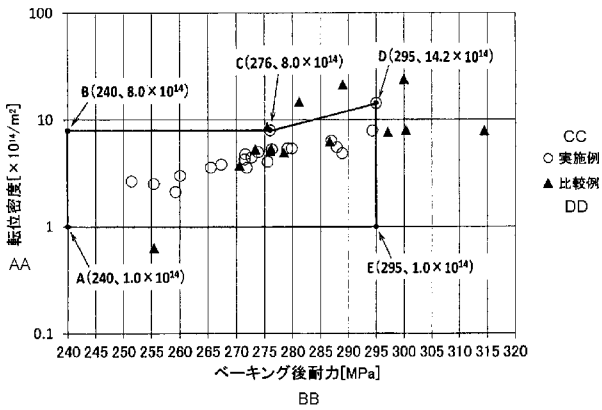
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: ALUMINUM ALLOY SHEET FOR CAN BODY

(54) 発明の名称 : 缶胴用アルミニウム合金板

[図4]




AA Dislocation density [×1014/m2]
BB Post-bake proof stress [MPa]
CC Example
DD Comparative example

(57) **Abstract**: Provided is an aluminum alloy sheet for a can body containing Si, Fe, Cu, Mn, and Mg, each in specific amounts, with the remainder comprising Al and unavoidable impurities, the aluminum alloy sheet being characterized in that the proof stress subsequent to baking at 200°C × 20 minutes is 240-295 MPa, and the dislocation density in the center portion of the thickness lies within a polygon bounded by line segments connecting points at the following coordinates A, B, C, D, and E in a graph in which the proof stress of the aluminum alloy sheet subsequent to baking is the X axis (unit: MPa), and the dislocation density in the center portion of the thickness measured by X-ray diffraction is the Y axis (unit: $\times 10^{14}/m^2$). Coordinate A (240 Coordinate A (240, $1.0 \times 10^{14}$), coordinate B (240, $8.0 \times 10^{14}$), coordinate C (276, $8.0 \times 10^{14}$), coordinate D (295, $14.2 \times 10^{14}$), coordinate E (295, $1.0 \times 10^{14}$)

(57) 要約: Ｓｉ、Ｆｅ、Ｃｕ、Ｍｎ及びＭｇをそれぞれ特定量含有し、残部がＡｌ及び不可避的不純物からなるアルミニウム合金板であり、２００℃×２０分のベーキング後の耐力が２４０～２９５ＭＰａ、板厚中心部の転位密度が、前記アルミニウム合金板のベーキング後の耐力（単位：ＭＰａ）をＸ軸とし、Ｘ線回折により測定された板厚中央部の転位密度（単位：×１０$^{14}$／ｍ$^{2}$）をＹ軸とするグラフにおいて、下記座標Ａ、Ｂ、Ｃ、Ｄ、Ｅの各点を結ぶ線分で囲まれる多角形の範囲内にあることを特徴とする缶胴用アルミニウム合金板。 座標Ａ（２４０、１．０×１０$^{14}$） 座標Ｂ（２４０、８．０×１０$^{14}$） 座標Ｃ（２７６、８．０×１０$^{14}$） 座標Ｄ（２９５、１４．２×１０$^{14}$） 座標Ｅ（２９５、１．０×１０$^{14}$）

WO 2016/147816 A1

# 明　細　書

## 発明の名称 ： 缶胴用アルミニウム合金板

## 技術分野

[0001] 本発明は、ＤＩ（ｄｒａｗ＆ｉｒｏｎｉｎｇ）成形を行って２ピース缶の缶胴を成形するために用いられる缶銅用アルミニウム合金板に関する。

## 背景技術

[0002] 環境負荷低減及びコストダウンを目的として、飲料用アルミニウム缶胴用素材の薄肉化が進展しており、それに伴いＤＩ成形後の缶壁の薄肉化も進んでいる（従来の缶壁の板厚：１０５～１１０μｍ程度に対し、９５～１００μｍ程度へと薄肉化）。

缶壁の板厚が薄くなると、缶壁の外面に突起物が接触して押し込まれた際に、突起物の先端が缶壁を貫通し、穴（ピンホール）が開いて内容物が漏れる不具合が生じやすくなる。内容物の漏洩は重大クレームであるため、薄肉化された缶壁においても、突起物が押し込まれた際に穴の開きにくい（耐突き刺し性が優れる）アルミニウム缶胴及びアルミニウム缶胴用素材が求められている。

[0003] 特許文献１には、Ｓｉ，Ｆｅ，Ｃｕ，Ｍｎ，Ｍｇを所定量含有し、板表面における特定サイズの金属間化合物の個数密度及び面積率が所定範囲内に規制された缶胴用アルミニウム合金板が記載されている。特許文献１の記載によれば、このアルミニウム合金板をＤＩ成形して得られた缶胴は、耐ピンホール性（耐突き刺し性）が優れる。しかし、このアルミニウム合金板の場合、ＤＩ成形後の缶壁の板厚が１１０μｍ超と厚く設定され、前述の薄肉化動向に対応していない。

[0004] 特許文献２には、Ｓｉ，Ｆｅ，Ｃｕ，Ｍｎ，Ｍｇを所定量含有し、板表面及び断面における特定サイズの金属間化合物の個数密度と面積率が所定範囲内に規制された缶胴用アルミニウム合金板が記載されている。特許文献２の記載によれば、このアルミニウム合金板をＤＩ成形して得られた缶胴は、缶

壁の板厚が９０～９５μｍ程度（特許文献２の実施例参照）と薄くても、耐突き刺し性が優れる。しかし、特許文献２の実施例では、アルミニウム合金板にフィルムラミネートしてＤＩ成形しており、フィルムラミネートしないでＤＩ成形するタイプの缶胴については考慮されていない。現在市場に流通しているアルミニウム缶の大半はフィルムラミネートしないでＤＩ成形したものであり、その意味で特許文献２の実施例に記載されたアルミニウム合金板は、汎用性に欠けるといえる。

[0005] 特許文献３には、Ｓｉ，Ｆｅ，Ｃｕ，Ｍｎ，Ｍｇを所定量含有し、Ｍｇ及び／又はＣｕ原子を合計で５個以上含む特定の原子集合体（原子クラスタ）の平均密度が所定範囲内に規制された缶胴用アルミニウム合金板が記載されている。特許文献３の記載によれば、このアルミニウム合金板をＤＩ成形して得られた缶胴は、アルミニウム缶胴に製缶された後に塗装焼付け処理を施した後の缶胴組織のサブグレイン化が促進され、缶胴の耐突き刺し性が向上する。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0006] 特許文献1：日本国特開２００７－１９７８１５号公報

特許文献2：日本国特開２００９－２７０１９２号公報

特許文献3：日本国特開２０１４－１２５６７７号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献３には、缶壁を薄肉化したＤＩ缶において優れた耐突き刺し性が得られることが記載されている。一方、ＤＩ缶の缶銅用アルミニウム合金板には、上記耐突き刺し性のほか、ＤＩ加工時に割れ（ティアオフ）が発生せず、ＤＩ缶の缶底にしわ（缶底の接地部から側壁にかけての範囲に生じるしわ）が発生しないなどの特性が求められる。しかし、素材を薄肉化したＤＩ缶では前記缶底しわが発生しやすく、前記缶底しわが発生したＤＩ缶は、外

観不良品となる。

本発明は、缶壁を薄肉化したＤＩ缶でも優れた耐突き刺し性が得られ、かつフィルムラミネートしないでＤＩ成形したＤＩ缶でも優れた耐突き刺し性が得られ、同時に缶底しわの発生がない缶胴用アルミニウム合金板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

[0008] ＤＩ成形後の缶壁の加工硬化能（＝均一変形能）を向上させると、缶壁の外面より突起物が押し込まれて缶壁が変形した際、缶壁の板厚減少（くびれ）が生じにくくなり、破断に至るまでの荷重（突き刺し強度）が向上する。本発明では、アルミニウム合金板の転位密度とベーキング後の耐力の関係を所定範囲に規制することにより、ＤＩ成形後の缶壁の加工硬化能を向上させ、ＤＩ成形後の耐突き刺し性を向上させることができた。同時に、これによりＤＩ成形後の缶底しわの発生を防止することができた。

本発明に係る缶胴用アルミニウム合金板は、Ｓｉ：０．１～０．５質量％、Ｆｅ：０．３ ～０．６質量％、Ｃｕ：０．１～０．３５質量％、Ｍｎ：０．５～１．２質量％、Ｍｇ：０．７～２．５質量％を含有し、残部がＡＩ及び不可避的不純物からなる。このアルミニウム合金板は、２００℃×２０分のベーキングを行った後の耐力が２４０～２９５ＭＰａであり、前記アルミニウム合金板のベーキング後の耐力（単位：ＭＰａ）を横軸とし、Ｘ線回折により測定された板厚中央部の転位密度（単位：$\times 10^{14}/m^2$）を縦軸として示す図４において、前記ベーキング後の耐力とＸ線回折により測定された板厚中心部の転位密度が、点Ａ（２４０、１．０$\times 10^{14}$）、点Ｂ（２４０、８．０$\times 10^{14}$）、点Ｃ（２７６、８．０$\times 10^{14}$）、点Ｄ（２９５、１４．２$\times 10^{14}$）、点Ｅ（２９５、１．０$\times 10^{14}$）の各点を結ぶ線分で囲まれる多角形の範囲内（線分上を含む）にある。このアルミニウム合金板は、必要に応じて、Ｃｒ：０．１０質量％以下、Ｚｎ：０．４０質量％以下、Ｔｉ：０．１０質量％以下のうち１種以上を含有する。

## 発明の効果

[0009] 本発明に係る缶胴用アルミニウム合金板は、転位密度を所定範囲に規制したことで、フィルムラミネートしないでＤＩ成形後の缶壁を薄肉化した場合でも、ＤＩ成形及びベーキング後の缶壁が優れた耐突き刺し性を有する。これにより、充填後の缶壁に突起物が接触したときなどに、充填後の缶壁の破断を防止して、内容物の漏れが生じるのを防止できる。また、本発明に係る缶胴用アルミニウム合金板は、転位密度を所定範囲に規制したことで、ＤＩ成形後の缶底にしわが生じるのが防止できる。さらに優れたしごき加工性を有し、ＤＩ成形及びベーキング後の缶は高い耐圧強度を有する。

本発明に係る缶胴用アルミニウム合金板は、フィルムラミネートしたうえでＤＩ成形に供することもできる。

## 図面の簡単な説明

[0010] [図1A]缶の耐圧強度試験の手順を説明する図であり、耐圧強度試験に用いる缶の側面図である。

[図1B]缶の耐圧強度試験の手順を説明する図であり、耐圧試験機の要部側面図である。

[図1C]缶の耐圧強度試験の手順を説明する図であり、図１Ｂに示す耐圧試験機の平面図である。

[図2A]缶の耐圧強度試験の手順を説明する図であり、缶をホルダーに固定したときの側面図である。

[図2B]缶の耐圧強度試験の手順を説明する図であり、缶底が内圧によりバックリングしたときの側面図である。

[図3]缶胴の突き刺し強度の測定方法を模式的に説明する断面図である。

[図4]実施例のアルミニウム合金板のベーキング後の耐力と、Ｘ線回折により測定された板厚中央部の転位密度の関係を示すもので、本発明に係るアルミニウム合金板は、点Ａ～Ｅの各点を結ぶ線分で囲まれる多角形の範囲内に含まれる。

## 発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明に係る缶胴用アルミニウム合金板及びその製造方法について

、詳細に説明する。

＜アルミニウム合金の成分組成＞

（Ｓｉ：０．１～０．５質量％）

Ｓｉ含有量が０．１質量％未満では、ＤＩ成形時において０－１８０°耳が高くなり、しごき加工時の耳切れ及びこれに起因するティアオフが生じやすい。一方、Ｓｉ含有量が０．５質量％を超えると、ホットコイルに未再結晶粒が残存するため、ＤＩ成形時において４５°耳が高くなり、しごき加工時の耳切れ及びこれに起因するティアオフが生じやすい。また、Ｓｉ含有量が０．５質量％を超えると、Ａｌ－Ｆｅ－Ｍｎ－Ｓｉ系金属間化合物やＭｇ－Ｓｉ系金属間化合物が多く形成され、これにより缶壁に力が加わって同缶壁が変形した際、化合物周囲のボイド形成及び亀裂の伝播を助長し、耐突き刺し性が低下する。

[0012] （Ｆｅ：０．３～０．６質量％）

Ｆｅ含有量が０．３質量％未満では、ホットコイルに未再結晶が残存するため、ＤＩ成形時において４５°耳が高くなり、しごき加工時に耳切れ及びこれに起因するティアオフが生じやすい。一方、Ｆｅ含有量が０．６質量％を超えると、Ａｌ－Ｆｅ－Ｍｎ系金属間化合物が多くなり、しごき加工時にティアオフが生じやすい。また、Ａｌ－Ｆｅ－Ｍｎ系金属間化合物が多くなることにより、缶壁に力が加わって同缶壁が変形した際、化合物周囲のボイド形成及び亀裂の伝播を助長し、耐突き刺し性が低下する。

[0013] （Ｃｕ：０．１～０．３５質量％）

Ｃｕ含有量が０．１質量％未満では強度が不足し、缶の耐圧強度が不足する。一方、Ｃｕ含有量が０．３５質量％を超えると強度が過大となり、しごき加工時にティアオフが生じやすい。

[0014] （Ｍｎ：０．５～１．２質量％）

Ｍｎ含有量が０．５質量％未満では強度が不足し、缶の耐圧強度が不足する。一方、Ｍｎ含有量が１．２質量％を超えると、Ａｌ－Ｆｅ－Ｍｎ系金属間化合物が多くなり、しごき加工時にティアオフが生じやすい。また、Ａｌ

－Ｆｅ－Ｍｎ系金属間化合物が多くなることにより、缶壁に力が加わって同缶壁が変形した際、化合物周囲のボイド形成及び亀裂の伝播を助長し、耐突き刺し性が低下する。

[0015]（Ｍｇ：０．７～２．５質量％）

Ｍｇ含有量が０．７質量％未満では強度が不足し、缶の耐圧強度が不足する。また、加工硬化能（均一変形能）が不足し、缶壁に力が加わって同缶壁が変形した際にくびれが生じやすくなり、耐突き刺し性が低下する。一方、Ｍｇ含有量が２．５質量％を超えると強度が過大となり、しごき加工時にティアオフが生じやすい。しごき加工性及び缶の耐圧強度、耐突き刺し性に関して特に優れた特性を得るため、Ｍｇ含有量の下限は好ましくは１．０質量％、上限は好ましくは１．８質量%である。

[0016]（Ｃｒ：０．１０質量％以下）

Ｃｒは０．１０質量％以下の含有量であれば、アルミニウム合金板の材料特性、ＤＩ成形後の缶特性に影響を及ぼさない。Ｃｒは不可避不純物であるが、コストダウンを図るため、例えば原料中へのスクラップ（Ｃｒを多く含有するスクラップ等）配合率を高くするなど、上記範囲内でＣｒを積極添加することもできる。しかし、Ｃｒ含有量が０．１０質量％を超えると、ホットコイルに未再結晶が残存し、ＤＩ成形において４５°耳が高くなり、しごき加工時に耳切れ及びこれに起因するティアオフが生じやすい。従って、アルミニウム合金中のＣｒ含有量は上記範囲内に制限される。

[0017]（Ｚｎ：０．４０質量％以下）

Ｚｎは０．４０質量％以下の含有量であれば、アルミニウム合金板の材料特性、ＤＩ成形後の缶特性に影響を及ぼさない。Ｚｎは不可避不純物であるが、コストダウンを図るため、例えば原料中へのスクラップ（熱交換器用クラッド材のスクラップ等）の配合率を高くするなど、上記範囲内でＺｎを積極添加することもできる。

[0018]（Ｔｉ：０．１０質量％以下）

Ｔｉは鋳塊結晶粒の微細化を目的に、必要に応じて添加される。鋳造時に

鋳塊組織を微細化すると、鋳造性が向上して高速鋳造が可能となる。その効果は０．０１質量％以上の添加により得られる。一方、Ｔｉを０．１０質量％を超えて添加すると、フィルターの目詰まりが早く、鋳造中に次第に溶湯がフィルターを通過しにくくなり、ついには鋳造を中止せざるを得なくなる。従って、アルミニウム合金中のＴｉ含有量は上記範囲内に制限される。なお、Ｔｉを添加する場合には、ＴｉとＢの質量比を５：１とした鋳塊微細化剤（Ａｌ－Ｔｉ－Ｂ）を、ワッフルあるいはロッドの形態で鋳造前の溶湯に添加するため、含有割合に応じたＢも必然的に添加される。

[0019]（その他の不可避不純物）

上記元素以外の不可避不純物（Ｖ、Ｎａ、Ｚｒ、Ｎｉ、Ｃａなど）について、各々０．０５質量％以下、かつ合計で０．１５質量％以下含まれていても、アルミニウム合金板の材料特性、ＤＩ成形後の缶特性に影響を及ぼさない。なお、これらの元素についても、前記含有量を超えなければ、不可避的不純物として含有される場合だけではなく、意図的にこれらの元素を含むスクラップの配合率を高めるなど、積極的に添加される場合であっても、本発明の効果を妨げない。

[0020]＜アルミニウム合金板の特性＞

（ベーキング後の耐力：２４０～２９５ＭＰａ）

２００℃×２０分のベーキング後のアルミニウム合金板の耐力が２４０ＭＰａ未満では強度が不足し、ＤＩ成形及びベーキング後の缶の耐圧強度が不足する。一方、２００℃×２０分のベーキング後のアルミニウム合金板の耐力が２９５ＭＰａを超えると強度が過大であり、しごき加工時にティアオフが生じやすく、生産性を低下させる。なお、ベーキング後の強度はベーキング前の強度と連動しており、ベーキング後の強度が大きいアルミニウム合金板は、ベーキング前（しごき加工時）の強度も大きい。ベーキング後の耐力は、好ましくは２５０ＭＰａ以上とする。

[0021]（板厚中央部の転位密度）

転位とは、冷延によって缶胴用アルミニウム合金板に導入された線状ある

いは筋状の欠陥である。これらの転位は５万倍の倍率の透過型電子顕微鏡により、線状あるいは筋状として識別できる。転位密度が大きいと、転位の切り合いなどにより、林立転位が形成され、別の転位の移動の障害となり、強度が増加する。

[0022] 本発明に係るアルミニウム合金板における板厚中心部の転位密度と２００℃×２０分のベーキング後の耐力の関係が、図４に示されている。図４は、アルミニウム合金板のベーキング後の耐力（単位：ＭＰａ）を横軸とし、Ｘ線回折により測定されるアルミニウム合金板の板厚中央部の転位密度（単位：×$10^{14}$／$m^2$）を縦軸とし、縦軸が自然対数目盛りとなっている片対数グラフである。本発明に係るアルミニウム合金板の転位密度とベーキング後の耐力の値は、図４に示す点Ａ、点Ｂ、点Ｃ、点Ｄ、点Ｅを結ぶ線分で囲まれる多角形の範囲内（線分上を含む）に限定される。なお、横軸をＸ軸、縦軸をＹ軸としたときの各点の座標（Ｘ，Ｙ）は、点Ａが（２４０、１．０×$10^{14}$）、点Ｂが（２４０、８．０×$10^{14}$）、点Ｃが（２７６、８．０×$10^{14}$）、点Ｄが（２９５、１４．２×$10^{14}$）、点Ｅが（２９５、１．０×$10^{14}$）である。

[0023] アルミニウム合金板の板厚中央部の転位密度が１．０×$10^{14}$／$m^2$未満では、しごき加工時の加工硬化が大きくなり、ティアオフが生じやすい。一方、転位密度が８．０×$10^{14}$／$m^2$を超えると、ＤＩ成形及びベーキング後の缶壁の加工硬化能（均一変形能）が不足し、缶壁に力が加わって同缶壁が変形した際にくびれが生じやすくなり、耐突き刺し性が低下し、缶底しわも発生しやすくなる。ただし、ベーキング後のアルミニウム合金板の耐力が２７６～２９５ＭＰａの範囲のとき、転位密度は８．０×$10^{14}$／$m^2$を超えてもよい。より具体的には、図４に示す点Ｃ（２７６、８．０×$10^{14}$）と点Ｄ（２９５、１４．２×$10^{14}$）を結ぶ線分の下の領域では、ＤＩ成形及びベーキング後の缶壁に適正な加工硬化能を付与することができ、耐突き刺し性が低下せず、缶底しわの発生も防止できる。

アルミニウム合金板の板厚中央部の転位密度とベーキング後の耐力の値を

上記範囲内に制御することで、しごき加工時のティアオフを防止し、ＤＩ成形及びベーキング後の缶の耐圧強度を確保し、かつ缶壁に良好な加工硬化能を付与して優れた耐突き刺し性及び缶底しわの防止効果を得ることができる。

[0024] ＜アルミニウム合金板の製造方法＞

本発明に係るアルミニウム合金板は、鋳造、均質化熱処理、熱間圧延、及び冷間圧延の各工程で製造することができる。熱間圧延後の中間焼鈍（荒焼鈍ともいわれる）及び冷間圧延途中の中間焼鈍、並びに冷間圧延後の仕上げ焼鈍は行わない。そして、本発明に係るアルミニウム合金板の製造方法は、好ましくは、タンデム圧延機で冷間圧延を行い、巻き取り温度を高くし、かつ巻き取り後の冷却過程において所定の温度域の冷却速度を低く制御する。これにより冷間圧延中及び巻き取り後の材料の回復を促進し、アルミニウム合金板（製品板）の転位密度を前記範囲内に制御することができる。

[0025] 以下、各工程について説明する。

まず、ＤＣ鋳造法等の公知の半連続鋳造法によりアルミニウム合金を鋳造する。

次に、鋳塊表層の不均一な組織となる領域を面削にて除去した後、常法に基づき均質化熱処理を施す。このとき２段均質化熱処理又は２回均質化熱処理を採用してもよい。ここでいう２段均質化熱処理とは、鋳塊を高温に所定時間保持（１段目の均質化熱処理）した後、室温まで冷却せず、２００℃を超える温度で冷却を止め、その温度に所定時間保持（２段目の均質化熱処理）することを意味する。また、２回均質化熱処理とは、鋳塊を高温に所定時間保持（１回目の均質化熱処理）した後、室温を含む２００℃以下の温度にいったん冷却し、再加熱して所定の均質化処理温度に所定時間保持（２回目の均質化熱処理）することを意味する。

均質化熱処理後、冷却することなく続けて熱間圧延を行い、好ましくは３００℃以上で熱間圧延を終了する。作製された熱間圧延材は再結晶組織となる。

[0026] 続く冷間圧延は、タンデム圧延機による１パス、又は、シングル圧延機で圧延を行う場合は、１パス後に直ちに次のパスを行ういわゆる連続パスにより行う。タンデム圧延機１パス又はシングル圧延機の連続パスで冷間圧延を行うことで、冷間圧延中の加工発熱が大きくなり、材料の動的回復及び巻き取り後の回復が促進される。なお、生産効率の観点からはタンデム圧延機による圧延が好ましい。

冷間圧延の総圧延率は８０～９０％とする。この圧延率はタンデム圧延機による１回の通板、又はシングル圧延機の複数のパスの通板で達成される。冷間圧延での総圧延率が８０％未満ではアルミニウム合金板の強度が不足し、ＤＩ成形及びベーキング後の缶の耐圧強度が不足する。一方、総圧延率が９０％を超えると、強度が過大となり、かつ４５°耳の増加を招き、しごき加工時に耳切れ発生及びこれに起因するティアオフを生じやすい。加工発熱を大きくして巻き取り温度を高め、かつ本発明で特定する範囲の転位密度にするためには、径の小さいワークロールで高圧下をかける必要がある。具体的には、直径６５０ｍｍ以下のワークロールで冷間圧延を行う必要があり、好ましくは直径４５０ｍｍ以下のワークロールで冷間圧延を行う。

[0027] 冷間圧延後の巻き取り温度は１５０℃以上とすることが好ましい。巻き取り温度を高くすることにより、材料の回復が促進され、アルミニウム合金板（製品板）の転位密度が上記範囲内に低下し、ＤＩ成形及びベーキング後の缶壁の加工硬化能（均一変形能）が向上し、缶底しわの発生が防止され、かつ耐突き刺し性が向上する。一方、巻き取り温度が１８０℃を超えると、過度の回復が生じて転位密度が上記範囲内よりさらに低下する。その結果、しごき加工時の加工硬化が大きくなり、ティアオフが生じやすい。また、加工発熱によるアルミニウム合金板の軟化が大きくなり、圧延中に板切れが生じやすくなる。その結果、アルミニウム合金板の生産性を大きく低下するので実用上好ましくない。従って、冷間圧延後の巻き取り温度は、好ましくは１５０℃以上、より好ましくは１６０℃以上とし、上限値は１８０℃とする。

[0028] また、巻き取り温度から１２０℃までの温度域（１２０℃以上の温度域）

において、コイルの平均冷却速度を１５℃／ｈｒ以下とする。この冷却速度が１５℃／ｈｒ以下と小さいことにより、材料の回復が促進され、アルミニウム合金板（製品板）の転位密度が上記範囲内に低下し、ＤＩ成形及びベーキング後の缶壁の加工硬化能（均一変形能）が向上し、缶底しわの発生が防止され、かつ耐突き刺し性が向上する。１２０℃以上の温度域での冷却速度が１５℃／ｈを超える場合は、材料の回復が不十分であり、転位密度が十分低下せず、ＤＩ成形及びベーキング後の缶壁の加工硬化能が不足し、缶底しわが発生しやすくなり、耐突き刺し性が低下する。

## 実施例

[0029] 以下、本発明の効果を確認した実施例を、本発明の要件を満たさない比較例と対比して具体的に説明する。なお、本発明はこの実施例に限定されるものではない。

表１，２に示す組成のアルミニウム合金を溶解し、半連続鋳造法を用いて厚さ６００ｍｍの鋳塊を作製した（比較例のＮｏ．１２を除く）。この鋳塊の表層を面削し、均質化熱処理を施した後、続けて熱間粗圧延及び熱間仕上げ圧延を行った。その後中間焼鈍を施すことなく、熱間圧延材に対し冷間圧延（タンデム圧延機又はシングル圧延機）を行い、板厚０．２７ｍｍのアルミニウム合金板（コイル）とし、巻き取った。冷間圧延後の仕上げ焼鈍は行わなかった（比較例のＮｏ．１９を除く）。なお、比較例のＮｏ．１２は、フィルターの目詰まりのため、鋳造ができなかった。

表１，２に冷間圧延で用いた圧延機の種類、冷間圧延の総圧延率、冷間圧延後の巻き取り温度、巻き取り後のコイルの平均冷却速度（巻き取り温度から１２０℃まで）、冷間圧延後の仕上げ焼鈍の有無及び条件を記載した。タンデム圧延機で冷間圧延したケースでは、表１，２に記載した総圧延率は、１回の通板で達成した。

[0030]

[表1]

表1

| | No. | 化学成分(mass%) | | | | | | | | | 冷間圧延 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Si | Fe | Cu | Mn | Mg | Cr | Zn | Ti | Al | 圧延機 | 総圧延率(%) | 巻取り温度(℃) | ≧120℃の温度域の冷却速度(℃/hr) | 仕上げ焼鈍 |
| 実施例 | 1 | 0.10 | 0.30 | 0.35 | 1.17 | 0.71 | — | — | — | 残部 | タンデム | 85 | 179 | 4 | なし |
| | 2 | 0.16 | 0.33 | 0.18 | 1.18 | 0.87 | — | — | — | 残部 | タンデム | 88 | 162 | 8 | なし |
| | 3 | 0.25 | 0.39 | 0.23 | 1.09 | 1.03 | — | — | — | 残部 | タンデム | 86 | 168 | 11 | なし |
| | 4 | 0.29 | 0.41 | 0.24 | 1.02 | 1.16 | — | — | — | 残部 | タンデム | 86 | 166 | 10 | なし |
| | 5 | 0.31 | 0.43 | 0.22 | 0.96 | 1.29 | — | — | — | 残部 | タンデム | 88 | 164 | 9 | なし |
| | 6 | 0.32 | 0.45 | 0.21 | 0.87 | 1.49 | — | — | — | 残部 | タンデム | 86 | 163 | 8 | なし |
| | 7 | 0.35 | 0.49 | 0.22 | 0.85 | 1.56 | — | — | — | 残部 | タンデム | 88 | 155 | 5 | なし |
| | 8 | 0.36 | 0.50 | 0.19 | 0.81 | 1.76 | — | — | — | 残部 | タンデム | 87 | 157 | 6 | なし |
| | 9 | 0.37 | 0.53 | 0.15 | 0.74 | 1.94 | — | — | — | 残部 | タンデム | 87 | 158 | 7 | なし |
| | 10 | 0.39 | 0.56 | 0.12 | 0.70 | 2.14 | — | — | — | 残部 | タンデム | 88 | 156 | 8 | なし |
| | 11 | 0.41 | 0.59 | 0.13 | 0.61 | 2.32 | — | — | — | 残部 | タンデム | 86 | 167 | 9 | なし |
| | 12 | 0.44 | 0.59 | 0.11 | 0.50 | 2.44 | — | — | — | 残部 | タンデム | 89 | 178 | 5 | なし |
| | 13 | 0.34 | 0.46 | 0.18 | 0.89 | 1.50 | 0.05 | — | — | 残部 | タンデム | 87 | 164 | 10 | なし |
| | 14 | 0.32 | 0.46 | 0.21 | 0.87 | 1.54 | — | 0.30 | — | 残部 | タンデム | 87 | 161 | 10 | なし |
| | 15 | 0.31 | 0.44 | 0.22 | 0.85 | 1.53 | — | — | 0.04 | 残部 | タンデム | 87 | 156 | 8 | なし |
| | 16 | 0.31 | 0.45 | 0.25 | 0.86 | 1.52 | 0.05 | 0.30 | — | 残部 | タンデム | 87 | 170 | 11 | なし |
| | 17 | 0.33 | 0.45 | 0.24 | 0.84 | 1.52 | 0.05 | — | 0.04 | 残部 | タンデム | 87 | 172 | 11 | なし |
| | 18 | 0.32 | 0.47 | 0.23 | 0.83 | 1.49 | — | 0.30 | 0.04 | 残部 | タンデム | 87 | 156 | 5 | なし |
| | 19 | 0.34 | 0.46 | 0.22 | 0.87 | 1.51 | 0.05 | 0.30 | 0.04 | 残部 | タンデム | 87 | 162 | 6 | なし |
| | 20 | 0.32 | 0.44 | 0.22 | 0.88 | 1.54 | 0.02 | 0.25 | 0.04 | 残部 | タンデム | 88 | 161 | 15 | なし |
| | 21 | 0.30 | 0.43 | 0.24 | 0.92 | 1.70 | 0.03 | 0.30 | 0.04 | 残部 | タンデム | 89 | 151 | 15 | なし |
| | 22 | 0.30 | 0.46 | 0.24 | 0.96 | 1.75 | 0.05 | 0.30 | 0.04 | 残部 | タンデム | 88 | 165 | 13 | なし |

[0031]

[表2]

表2

| | No. | 化学成分(mass%) | | | | | | | | | 冷間圧延 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Si | Fe | Cu | Mn | Mg | Cr | Zn | Ti | Al | 圧延機 | 総圧延率(%) | 巻取り温度(℃) | ≧120℃の温度域の冷却速度(℃/hr) | 仕上げ焼鈍 |
| 比較例 | 1 | 0.05* | 0.44 | 0.22 | 0.86 | 1.39 | — | — | — | 残部 | タンデム | 87 | 154 | 6 | なし |
| | 2 | 0.55* | 0.43 | 0.24 | 0.83 | 1.63 | — | — | — | 残部 | タンデム | 87 | 152 | 10 | なし |
| | 3 | 0.33 | 0.21* | 0.24 | 0.93 | 1.52 | — | — | — | 残部 | タンデム | 87 | 162 | 12 | なし |
| | 4 | 0.30 | 0.68* | 0.23 | 0.87 | 1.52 | — | — | — | 残部 | タンデム | 87 | 157 | 6 | なし |
| | 5 | 0.35 | 0.47 | 0.03* | 0.84 | 1.45 | — | — | — | 残部 | タンデム | 87 | 167 | 7 | なし |
| | 6 | 0.33 | 0.46 | 0.42* | 0.84 | 1.49 | — | — | — | 残部 | タンデム | 87 | 155 | 9 | なし |
| | 7 | 0.34 | 0.53 | 0.17 | 0.25* | 1.54 | — | — | — | 残部 | タンデム | 87 | 154 | 11 | なし |
| | 8 | 0.32 | 0.31 | 0.18 | 1.32* | 1.46 | — | — | — | 残部 | タンデム | 87 | 157 | 8 | なし |
| | 9 | 0.33 | 0.39 | 0.24 | 0.94 | 0.63* | — | — | — | 残部 | タンデム | 87 | 161 | 11 | なし |
| | 10 | 0.36 | 0.51 | 0.22 | 0.77 | 2.62* | — | — | — | 残部 | タンデム | 80 | 179 | 13 | なし |
| | 11 | 0.35 | 0.45 | 0.24 | 0.86 | 1.48 | 0.14* | — | — | 残部 | タンデム | 87 | 168 | 10 | なし |
| | 12 | 0.32 | 0.44 | 0.20 | 0.88 | 1.55 | — | — | 0.28* | 残部 | — | — | — | — | なし |
| | 13 | 0.33 | 0.44 | 0.20 | 0.85 | 1.47 | — | — | — | 残部 | タンデム | 73* | 160 | 9 | なし |
| | 14 | 0.34 | 0.48 | 0.25 | 0.86 | 1.55 | — | — | — | 残部 | タンデム | 96* | 155 | 5 | なし |
| | 15 | 0.30 | 0.44 | 0.24 | 0.87 | 1.54 | — | — | — | 残部 | タンデム | 87 | 101* | — | なし |
| | 16 | 0.33 | 0.44 | 0.22 | 0.79 | 1.50 | — | — | — | 残部 | タンデム | 87 | 204* | 14 | なし |
| | 17 | 0.36 | 0.42 | 0.24 | 0.83 | 1.55 | — | — | — | 残部 | タンデム | 87 | 154 | 20 * | なし |
| | 18 | 0.31 | 0.42 | 0.21 | 0.86 | 1.54 | — | — | — | 残部 | シングル | 87 | 85* | — | なし |
| | 19 | 0.33 | 0.48 | 0.25 | 0.88 | 1.51 | — | — | — | 残部 | シングル | 88 | 87* | — | 140℃×3h* |

*本発明の規定を満たさない箇所又は冷間圧延条件が不良の箇所

[0032] 製造した実施例Ｎｏ．１～２２及び比較例Ｎｏ．１～１１，１３～１９のアルミニウム合金板を供試材とし、ベーキング後耐力及び転位密度を、以下

に示す要領で測定した。その結果を表３に示す。

（アルミニウム合金板のベーキング後耐力）

供試材（アルミニウム合金板）に対し２００℃×２０分のベーキングを実施した後、圧延平行方向にＪＩＳ５号試験片を採取して、ＪＩＳＺ２２４１の規定に準じて引張試験を行い、０．２％耐力を測定した。この０．２％耐力が２４０～２９５ＭＰａの範囲内のとき、合格と評価した。

[0033] （アルミニウム合金板の転位密度）

本発明では、転移密度をＸ線回折により測定した。転位のうち、線状、筋状の転位が密集した領域（セル壁やせん断帯）は、透過型電子顕微鏡では判別しにくく、転位密度ρを求める際の測定誤差となりうる。これに対して、Ｘ線回折では、後述する通り、集合組織における各面からの回折ピークの半価幅から転位密度ρを算出するため、このような林立転位であっても誤差が少なくなる利点がある。

冷延などの塑性変形を加えて転位を導入した組織では、転位を中心に格子歪みが生じる。また、転位の配列により小傾角粒界、セル構造などが発達する。このような転位やそれに伴うドメイン構造をＸ線回折パターンからとらえると、回折指数に応じた特徴的な拡がり、形状が回折ピークに現れる。この回折ピークの形状（ラインプロファイル）を解析（ラインプロファイル解析）して、転位密度を求めることができる。

[0034] 先ず、供試材（アルミニウム合金板）の板厚中心部のＸ線回折により、同板厚中心部の集合組織における主要な方位の各面（各方位面）からの回折ピークの半価幅を求めた。転位密度ρが高いほど、これら各面の回折ピークの半価幅は大きくなる。

なお、Ｘ線回折試験は、株式会社リガク製のＸ線回折装置を用い、ターゲットにＣｕを用い、管電圧４５ｋＶ、管電流２００ｍＡ、走査速度１°／ｍｉｎ．、サンプリング幅００２°、測定範囲（２θ）３０°～１４５°の条件で実施した。

[0035] 次に、これらの各面の回折ピークの半価幅から、Ｗｉｌｌｉａｍｓｏｎ－

Ｈａｌｌ法により、格子ひずみ（結晶歪み）εを求めた上で、下記の式により転位密度ρを算出した。下記式において、ｂはバーガースベクトルの大きさであり、今回はｂ＝２．８６３５×１０$^{-10}$ｍを用いた。

ρ＝１６．１×ε$^{2}$／ｂ$^{2}$

Ｘ線回折試験は、１供試材あたり任意の５箇所（いずれも板厚中心部）で実施し、得られた結果から平均の転位密度を算出した。

[0036] 続いて、実施例Ｎｏ．１～２２及び比較例Ｎｏ．１～１１，１３～１９のアルミニウム合金板を用い、ＤＩ缶を作製した。作製方法として、まずアルミニウム合金板から直径１４０ｍｍのブランクを打ち抜き、このブランクを絞り成形して直径９０ｍｍのカップを作製した。得られたカップに対し、汎用のアルミニウム缶胴成形機にてＤＩ成形（再絞り＋しごき加工）を行い、ＤＩ缶を作製した。

作製したＤＩ缶は、外径が６６．３ｍｍ、缶壁の最薄肉部（缶底から６０ｍｍの高さ）の肉厚が９０μｍ、同部の加工率が６６．７％（当初板厚：２７０μｍ）であった。

[0037] 前記アルミニウム缶胴成型機により、各実施例及び比較例とも１００００缶を連続成形し、以下に示す要領でしごき加工性（ＤＩ加工性）の評価を行った。引き続き、その成形した缶を用いて、耐圧強度及び突き刺し強度の測定、並びに缶底しわの評価を、以下に示す要領で行った。その結果を表３に示す。なお、比較例Ｎｏ．６，１０，１６では、前記アルミニウム缶胴成型機による連続成形において、ティアオフが多発したため、耐圧強度及び突き刺し強度の測定は行わなかった。

[0038] （しごき加工性）

連続成形した１００００缶のうち、ティアオフ等の不具合が生じた缶が３缶以下のものを合格（○）、４缶以上のものを不合格（×）と評価した。

（缶の耐圧強度）

作製したＤＩ缶（缶胴部）の開口部をトリミングして高さ１００ｍｍとし、２００℃×２０分のベーキングを実施した。次いで、水圧式の耐圧試験機

（エーステック株式会社製の水圧式加減圧バックリングテスト装置、型式名ＷＢＴ－５００）を用いて、ベーキング後のＤＩ缶に内圧を負荷し、缶底がバックリングしたときの最大内圧を測定した。

[0039] 図１Ｂ及び図１Ｃに示すように、耐圧試験機は、機台１上に設置されたベース板２と、ベース板２の上に設置された円筒状のホルダー３と、ホルダー３の両側に配置された一対の固定部材４，４を備える。ホルダー３の高さ方向中間位置にＯ－リング５が設置されている。ホルダー３の内部にゴムチューブ６が設置され、該ゴムチューブ６はベース板２を通って下に延び、通水管路に連結され、水圧計及び切換弁等を介して水圧ポンプに連通している（いずれも図示せず）。ベース板２に穴７が形成され、該穴７は通気管路に連結され、切換弁等を介して真空ポンプに連通している（いずれも図示せず）。固定部材４，４はそれぞれ図示しない油圧シリンダにより進退する。

[0040] 耐圧試験は次のように行われる。

（１）図１Ａ～図１Ｃに示すように、缶８を、缶底を上にしてホルダー３に嵌めた後、固定部材４，４を所定のストローク前進させる。固定部材４，４が所定位置に達すると（図２Ａ参照）、固定部材４，４の先端が缶８の缶壁をＯ－リング５のやや下の位置で両側から押さえ、缶８をホルダー３に固定する。これにより、缶８の缶壁内面がＯ－リング５の周囲に密着し、ゴムチューブ６及び穴７の箇所を除き、ホルダー３内（缶８内）が密封される。

（２）前記真空ポンプを作動させ、穴７を通してホルダー３内（缶８内）を９．８ｋＰａ（０．１ｋｇｆ／ｃｍ$^2$）以下に脱気し、次いで前記通気管路を閉じる。

[0041] （３）前記水圧ポンプを作動させ、ゴムチューブ６からホルダー３内（缶８内）に水を供給する。ホルダー３内（缶８内）の水圧（前記水圧計で計測）は、供給開始からの経過時間にほぼ比例して上昇し、缶底のバックリングが発生した瞬間に低下する。缶底のバックリングが発生したときの最大内圧を、缶の耐圧強度とした。缶底のバックリングが発生したときの状態を図２Ｂに示す。

この耐圧強度が６１８ｋＰａ以上（６．３ｋｇｆ／ｃｍ$^2$以上）の場合を合格と評価した。

[0042]（突き刺し強度）

作製したＤＩ缶の開口部をトリミングして高さ１００ｍｍとし、２００℃×２０分のベーキングを実施した後、図３に示すように、缶１１の開口部をホルダー１２に固定し、密封した。続いて通気管路１３から缶内にエアーを供給して、内圧２ｋｇｆ／ｃｍ$^2$を負荷し、先端が半径０．５ｍｍの半球面である鋼製の突き刺し針１４を、缶壁に対して垂直に、速度５０ｍｍ／ｍｉｎ．で突き刺した。突き刺し針１４を突き刺した部位は、アルミニウム合金板の圧延方向と缶軸方向が一致しかつ缶底からの高さＬが６０ｍｍの部位とした。突き刺し針１４が缶壁を貫通するまでの荷重を継続して測定し、得られた最大荷重を突き刺し強度とした。突き刺し強度が３５Ｎ以上のものを合格とした。

[0043]（缶底しわの評価）

前記缶胴成形機で作製したＤＩ缶の中から任意の３０缶を選択し、各缶について缶底部の接地部から側壁にかけての範囲を目視で観察した。選択した３０缶全てに缶底しわが１本も発生していなかった場合を合格（〇）と評価し、選択した３０缶のどれか１つでも缶底しわが１本でも発生していた場合を不合格（×）と評価した。なお、上記缶胴成形機において、再絞りは、しわ抑えエアー圧力５０ｐｓｉ、再絞りダイスＲ２．０ｍｍの条件で行われた。また、作製されたＤＩ缶の缶底の接地部径はφ４８ｍｍであった。

[0044]

[表3]

表３

| | No. | ｱﾙﾐﾆｳﾑ合金板のﾍﾞｰｷﾝｸﾞ後耐力 (MPa) | ｱﾙﾐﾆｳﾑ合金板の 転位密度 ($\times 10^{14}/m^2$) | しごき加工性 | 缶の耐圧強度 (kPa) | 缶の突き刺し強度 (N) | 缶底しわ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 実施例 | 1 | 259 | 2.1 | ○ | 638 | 35 | ○ |
| | 2 | 251 | 2.7 | ○ | 619 | 35 | ○ |
| | 3 | 255 | 2.5 | ○ | 629 | 35 | ○ |
| | 4 | 260 | 3.0 | ○ | 640 | 36 | ○ |
| | 5 | 266 | 3.6 | ○ | 654 | 38 | ○ |
| | 6 | 267 | 3.8 | ○ | 658 | 37 | ○ |
| | 7 | 276 | 5.3 | ○ | 680 | 36 | ○ |
| | 8 | 279 | 5.4 | ○ | 687 | 38 | ○ |
| | 9 | 280 | 5.4 | ○ | 689 | 39 | ○ |
| | 10 | 287 | 6.4 | ○ | 706 | 40 | ○ |
| | 11 | 288 | 5.6 | ○ | 709 | 41 | ○ |
| | 12 | 289 | 4.9 | ○ | 711 | 42 | ○ |
| | 13 | 266 | 3.6 | ○ | 653 | 37 | ○ |
| | 14 | 273 | 4.5 | ○ | 671 | 38 | ○ |
| | 15 | 274 | 5.0 | ○ | 674 | 37 | ○ |
| | 16 | 276 | 4.0 | ○ | 678 | 39 | ○ |
| | 17 | 272 | 3.6 | ○ | 669 | 39 | ○ |
| | 18 | 272 | 4.8 | ○ | 668 | 38 | ○ |
| | 19 | 271 | 4.3 | ○ | 668 | 38 | ○ |
| | 20 | 276 | 8.0 | ○ | 679 | 38 | ○ |
| | 21 | 295 | 14.2 | ○ | 726 | 37 | ○ |
| | 22 | 294 | 7.9 | ○ | 724 | 38 | ○ |
| 比較例 | 1 | 276 | 5.4 | × | 680 | 36 | ○ |
| | 2 | 273 | 5.3 | × | 673 | 31* | ○ |
| | 3 | 278 | 4.9 | × | 685 | 36 | ○ |
| | 4 | 276 | 5.1 | × | 679 | 29* | ○ |
| | 5 | 237* | 1.4 | ○ | 582* | 36 | ○ |
| | 6 | 300* | 8.0 | × | — | — | — |
| | 7 | 236* | 2.3 | ○ | 581* | 39 | ○ |
| | 8 | 287 | 6.2 | × | 705 | 28* | ○ |
| | 9 | 226* | 1.3 | ○ | 556* | 32* | ○ |
| | 10 | 314* | 7.9 | × | — | — | — |
| | 11 | 271 | 3.7 | × | 666 | 36 | ○ |
| | 12 | — | — | — | — | — | — |
| | 13 | 238* | 1.9 | ○ | 585* | 35 | ○ |
| | 14 | 297* | 7.7 | × | 731 | 36 | ○ |
| | 15 | 281 | 14.7* | ○ | 692 | 32* | × |
| | 16 | 255 | 0.6* | × | — | — | — |
| | 17 | 275 | 8.6* | ○ | 678 | 33* | × |
| | 18 | 300* | 23.9* | × | 738 | 29* | × |
| | 19 | 289 | 21.2* | ○ | 711 | 30* | × |

*本発明の規定から外れる箇所又は特性が劣る箇所

[0045] 表３に記載した転位密度とベーキング後の耐力の値を、グラフ化して図４に示す。

表１，３及び図４に示すように、アルミニウム合金の成分組成、ベーキング後の耐力及び転位密度が本発明の規定範囲内の実施例Ｎｏ．１～２２のアルミニウム合金板は、しごき加工性が優れ、缶の耐圧強度及び突き刺し強度が大きく、缶底しわの発生もない。このように、実施例Ｎｏ．１～２２は缶壁の板厚が９０μｍと薄く、ＤＩ成形においてフィルムラミネートをしていないが、優れた耐突き刺し性を有し、かつ缶底しわの発生を防止できる。実施例Ｎｏ．１～２２はいずれも、先に記載した条件の範囲内で冷間圧延、巻き取り及び巻き取り後の冷却が行われている。

[0046] なお、実施例Ｎｏ．１～２２のアルミニウム合金板が優れた耐突き刺し性を有するのは、缶壁の加工硬化能（＝均一変形能）が向上し、突き刺し針１４が押し込まれて缶壁が変形した際、缶壁の板厚減少（くびれ）が生じにくかったためと考えられる。実施例Ｎｏ．１～２２のアルミニウム合金板を用いてＤＩ成形した缶は、充填後の缶壁に突起物が接触したときなどに、缶壁の破断を防止して、内容物の漏れが生じるのを防止できる。また、実施例Ｎｏ．１～２２のアルミニウム合金板で、缶底しわの発生が防止できたのは、材料の加工硬化能が向上したことで、缶胴成形機における再絞り加工の際に缶軸方向の成形力（張力）が増加し、その結果、缶周方向の座屈（＝しわの発生）が抑制されたためと考えられる。

[0047] 一方、表２，３及び図４に示すように、アルミニウム合金の成分組成、ベーキング後の耐力及び転位密度のいずれかが本発明の規定範囲外の比較例Ｎｏ．１～１１，１３～１９のアルミニウム合金板は、しごき加工性、缶の耐圧強度、突き刺し性及び缶底しわの評価のいずれかが本発明の基準を満たさない。

比較例Ｎｏ．１は、Ｓｉ含有量が不足するため、しごき加工性が劣る。比較例Ｎｏ．２は、Ｓｉ含有量が過剰なため、しごき加工性が劣り、耐突き刺し性も劣る。

比較例Ｎｏ．３は、Ｆｅ含有量が不足するため、しごき加工性が劣る。比較例Ｎｏ．４は、Ｆｅ含有量が過剰なため、しごき加工性が劣り、耐突き刺

し性も劣る。

[0048] 比較例Ｎｏ．５，７，９は、それぞれＣｕ，Ｍｎ，Ｍｇ含有量が不足するため、ベーキング後の耐力が不足し、缶の耐圧強度が劣る。比較例Ｎｏ．９は耐突き刺し性も劣る。比較例Ｎｏ．６，１０は，それぞれＣｕ，Ｍｇ含有量が過剰なため、ベーキング後のアルミニウム合金板の耐力が過大で、しごき加工性が劣る。比較例Ｎｏ．８，１１は、それぞれＭｎ，Ｃｒ含有量が過剰なため、しごき加工性が劣る。比較例Ｎｏ．８は耐突き刺し性も劣る。Ｎｏ．１２はＴｉ含有量が過剰なため、先に述べたとおり、鋳造ができなかった。

[0049] 比較例Ｎｏ．１３は冷間圧延の総圧延率が不足したため、ベーキング後の耐力が不足し、耐圧強度が劣る。比較例Ｎｏ．１４は総圧延率が過大なため、アルミニウム合金板の耐力が過大となり、しごき加工性が劣る。

比較例Ｎｏ．１５は巻き取り温度が低く、動的回復及び巻き取り後の回復が不十分で、アルミニウム合金板の転位密度が高く、缶の耐突き刺し性が劣り、缶底しわが発生した。比較例Ｎｏ．１６は、巻き取り温度が高く、アルミニウム合金板の転位密度が低下して、しごき加工性が劣る。

比較例１７は、巻き取り温度から１２０℃までの温度域の冷却速度が大きく、巻き取り後の回復が不十分で、アルミニウム合金板の転位密度が高く、缶の耐突き刺し性が劣り、缶底しわが発生した。

[0050] 比較例Ｎｏ．１８は、冷間圧延をシングル圧延機で実施し、かつパス間に時間を置いたため、巻き取り温度が低く、動的回復及び巻き取り後の回復が不十分で、アルミニウム合金板の転位密度が高く、しごき加工性及び缶の耐突き刺し性が劣り、缶底しわが発生した。比較例Ｎｏ．１９は、冷間圧延をシングル圧延機で実施し、かつパス間に時間を置いたため、巻き取り温度が低く、動的回復及び巻き取り後の回復が不十分で、仕上げ焼鈍の効果も少なく、転位密度が高く缶の耐突き刺し性が劣り、缶底しわが発生した。

[0051] 本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当

業者にとって明らかである。

本出願は、２０１５年３月１９日出願の日本特許出願（特願２０１５－０５５９１０）、２０１５年１２月１７日出願の日本特許出願（特願２０１５－２４５９３９）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

## 産業上の利用可能性

[0052] 本発明の缶胴用アルミニウム合金板は、缶壁を薄肉化したＤＩ缶、フィルムラミネートしないでＤＩ成形したＤＩ缶でも、優れた耐突き刺し性を有し、缶底にしわが生じるのを防止することができ、特に２ピース缶の缶胴用として有用である。

## 符号の説明

[0053] （耐圧強度試験）

２　ベース板

３　ホルダー

４　固定部材

５　Ｏ－リング

６　ゴムチューブ

８　缶

（突き刺し強度試験）

１１　缶

１２　ホルダー

１４　突き刺し針

# 請求の範囲

[請求項1] Ｓｉ：０．１～０．５質量％、Ｆｅ：０．３ ～０．６質量％、Ｃｕ：０．１～０．３５質量％、Ｍｎ：０．５～１．２質量％、Ｍｇ：０．７～２．５質量％を含有し、残部がＡｌ及び不可避的不純物からなり、２００℃×２０分のベーキングを行った後の耐力が２４０～２９５ＭＰａであり、前記ベーキング後の耐力とＸ線回折により測定された板厚中心部の転位密度の関係が、前記アルミニウム合金板のベーキング後の耐力（単位：ＭＰａ）をＸ軸とし、Ｘ線回折により測定された板厚中央部の転位密度（単位：$\times 10^{14}/m^2$）をＹ軸とするグラフにおいて、下記座標Ａ、Ｂ、Ｃ、Ｄ、Ｅの各点を結ぶ線分で囲まれる多角形の範囲内にあることを特徴とする缶胴用アルミニウム合金板。

座標Ａ（２４０、１．０×$10^{14}$）

座標Ｂ（２４０、８．０×$10^{14}$）

座標Ｃ（２７６、８．０×$10^{14}$）

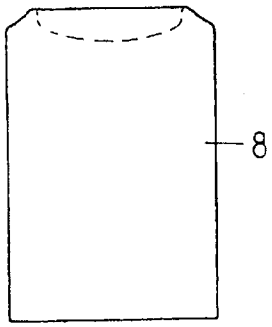
座標Ｄ（２９５、１４．２×$10^{14}$）

座標Ｅ（２９５、１．０×$10^{14}$）

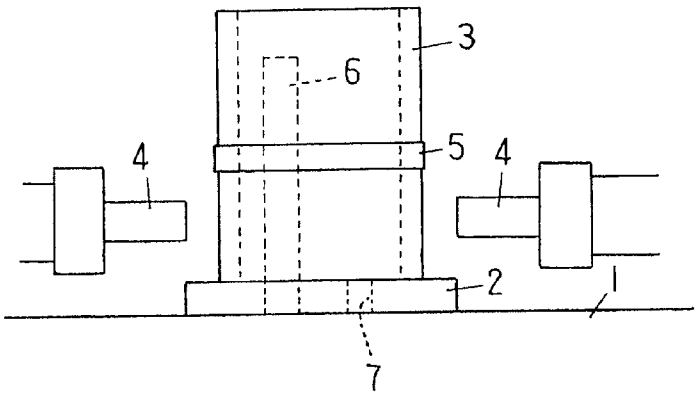
[請求項2] Ｃｒ：０．１０質量％以下、Ｚｎ：０．４０質量％以下、Ｔｉ：０．１０質量％以下のうち１種以上を含有することを特徴とする請求項１に記載された缶胴用アルミニウム合金板。

[請求項3] 前記アルミニウム合金のＭｇ含有量が１．０～１．８質量％であることを特徴とする請求項１又は請求項２に記載された缶胴用アルミニウム合金板。

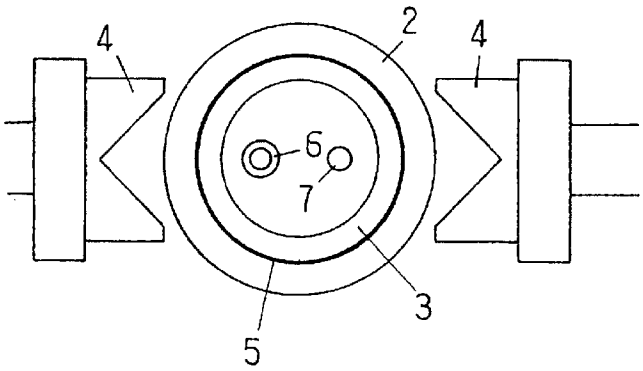
[図1A]



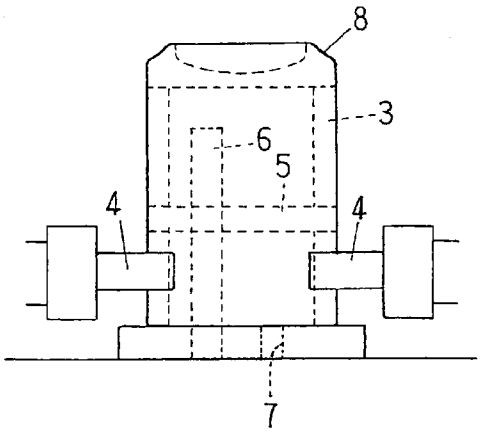

[図1B]



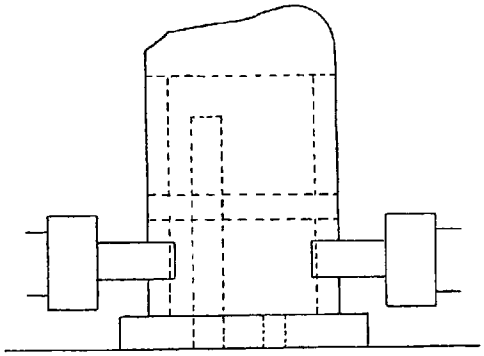

[図1C]



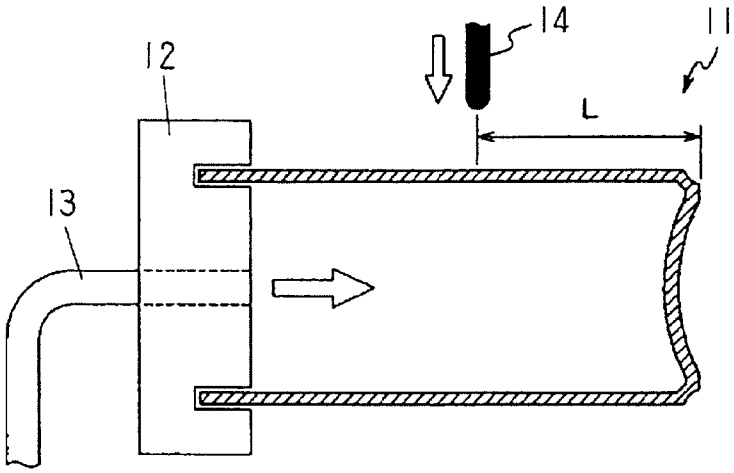
[図2A]



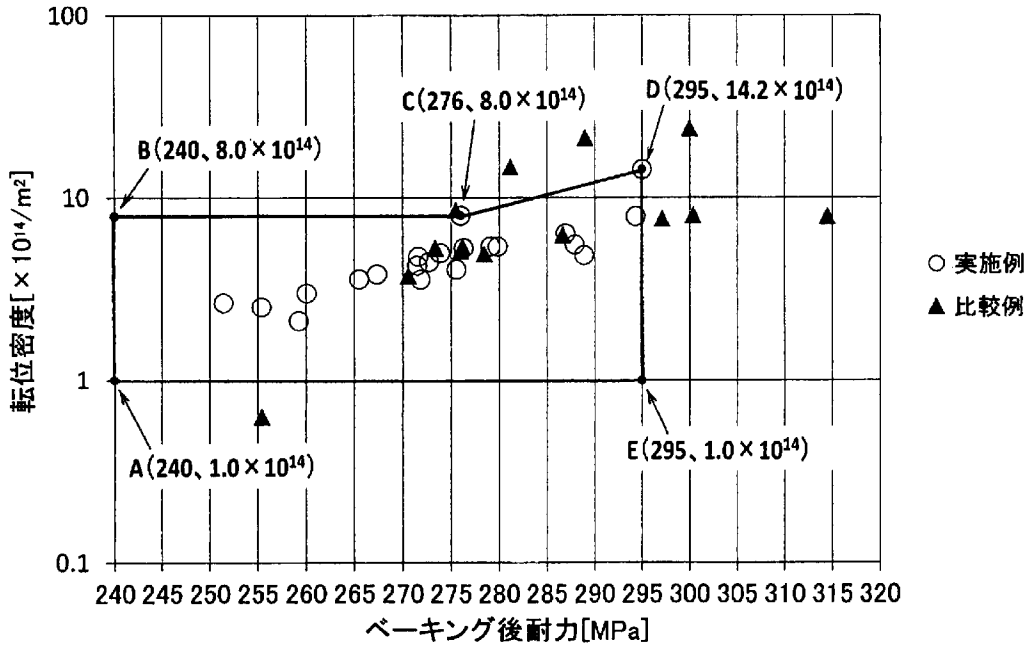

[図2B]



[図3]



[図4]


100
10
1
0.1
転位密度[×10¹⁴/m²]
B(240、8.0×10¹⁴)
C(276、8.0×10¹⁴)
D(295、14.2×10¹⁴)
A(240、1.0×10¹⁴)
E(295、1.0×10¹⁴)
240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320
ベーキング後耐力[MPa]
○ 実施例
▲ 比較例

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/055291

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
*C22C21/06*(2006.01)i, *C22F1/00*(2006.01)n, *C22F1/04*(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, C22F1/00, C22F1/04-1/057

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 | 1996-2016 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2016 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2016 |

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| X | JP 2004-300537 A (Kobe Steel, Ltd.), 28 October 2004 (28.10.2004), claims; paragraphs [0001], [0023], [0034] to [0057] (Family: none) | 1-3 |
| A | JP 2006-291326 A (Furukawa-Sky Aluminum Corp.), 26 October 2006 (26.10.2006), (Family: none) | 1-3 |
| A | JP 2006-283113 A (Furukawa-Sky Aluminum Corp.), 19 October 2006 (19.10.2006), (Family: none) | 1-3 |

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

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

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 18 May 2016 (18.05.16) | 31 May 2016 (31.05.16) |

| Name and mailing address of the ISA/ | Authorized officer |
|---|---|
| Japan Patent Office<br>3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915,Japan | Telephone No. |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.
PCT/JP2016/055291

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| A | JP 9-249932 A (The Furukawa Electric Co., Ltd., Hokkai Can Co., Ltd.), 22 September 1997 (22.09.1997), (Family: none) | 1-3 |
| A | JP 2014-125677 A (Kobe Steel, Ltd.), 07 July 2014 (07.07.2014), & WO 2014/103924 A1 & KR 10-2015-0087419 A & CN 104903481 A | 1-3 |

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５５２９１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C22C21/06(2006.01)i, C22F1/00(2006.01)n, C22F1/04(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（ＩＰＣ））

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

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 | １９２２－１９９６年 |
| 日本国公開実用新案公報 | １９７１－２０１６年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０１６年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０１６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）

Ｃ．　関連すると認められる文献

| 引用文献のカテゴリー＊ | 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 | 関連する請求項の番号 |
|---|---|---|
| X | JP 2004-300537 A (株式会社神戸製鋼所)<br>2004.10.28, ［特許請求の範囲］、［０００１］、［００２３］、［００３４］－［００５７］<br>(ファミリーなし) | 1-3 |
| A | JP 2006-291326 A (古河スカイ株式会社)<br>2006.10.26<br>(ファミリーなし) | 1-3 |

☑　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
「＆」同一パテントファミリー文献

| 国際調査を完了した日 | 国際調査報告の発送日 |
|---|---|
| １８．０５．２０１６ | ３１．０５．２０１６ |


国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
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）　４Ｋ　４０３７
相澤　啓祐
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４３５

C（続き）．　関連すると認められる文献

| 引用文献のカテゴリー＊ | 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 | 関連する請求項の番号 |
|---|---|---|
| A | JP 2006-283113 A (古河スカイ株式会社)<br>2006.10.19<br>(ファミリーなし) | 1-3 |
| A | JP 9-249932 A (古河電気工業株式会社、北海製罐株式会社)<br>1997.09.22<br>(ファミリーなし) | 1-3 |
| A | JP 2014-125677 A (株式会社神戸製鋼所)<br>2014.07.07<br>& WO 2014/103924 A1 & KR 10-2015-0087419 A & CN 104903481 A | 1-3 |