(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5456418号
(P5456418)

(45)発行日　平成26年3月26日(2014.3.26)　(24)登録日　平成26年1月17日(2014.1.17)

(51)Int.Cl.　　F I
C22C 21/06 (2006.01)　　C22C 21/06
C22F 1/047 (2006.01)　　C22F 1/047
C22F 1/00 (2006.01)　　C22F 1/00 602
C22F 1/00 604
C22F 1/00 623

請求項の数 3　(全 20 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2009-198887(P2009-198887)
(22)出願日　平成21年8月28日(2009.8.28)
(65)公開番号　特開2011-47024(P2011-47024A)
(43)公開日　平成23年3月10日(2011.3.10)
審査請求日　平成24年2月23日(2012.2.23)

(73)特許権者　305060154
ユニバーサル製缶株式会社
東京都文京区後楽一丁目４番２５号
(73)特許権者　000176707
三菱アルミニウム株式会社
東京都港区芝２丁目３番３号
(74)代理人　100064908
弁理士　志賀　正武
(72)発明者　齊藤　洋
静岡県裾野市平松８５番地　三菱アルミニウム株式会社　富士製作所内
(72)発明者　原田　俊宏
静岡県裾野市平松８５番地　三菱アルミニウム株式会社　富士製作所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】耐流通ピンホール性に優れる缶ボディ用アルミニウム合金板及びその製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
胴部の厚さが０．０９６ｍｍ～０．１１３ｍｍであり、製造時の総絞り比が２．２～２．７であり、且つ総しごき率が６０％以下の缶ボディの製造に用いる缶ボディ用アルミニウム合金板であって、
質量％で、Ｍｎ：０．８～１．１％、Ｍｇ：１．３～１．７％、Ｓｉ：０．２５～０．４５％、Ｆｅ：０．３～０．５５％、Ｃｕ：０．２５～０．４５％、Ｓｉ＋Ｃｕ：０．６～０．８％、Ｚｎ：０．３０％以下、Ｔｉ：０．１５％以下を含有し、残部が不可避不純物を含むＡｌからなり、
板厚が０．２４０ｍｍ以上０．２６５ｍｍ以下であり、素材引張強さ３２５ＭＰａ以下であり、素材耐力２８５ＭＰａ以上３１０ＭＰａ以下であり、素材伸び２．５％以上４．５％以下であり、ベーキング後の耐力が２８０ＭＰａ以上であり、ベーキング後の（ＡＢＴＳ）－（ＡＢ　ＹＳ）の値が３５ＭＰａ以上、ＤＩ加工及び塗装焼付けによる製缶後の缶ボディの胴部の引張強さが３５０ＭＰａ以上４１０ＭＰａ以下であるとともに、前記胴部の伸びが４．５％以上であり、
ベーキングによるＴＳの変化（ＡＢ　ＴＳ）－（Ｈ　ＴＳ）の値が１０ＭＰａ以上、ベーキングによるＹＳの変化（Ｈ　ＹＳ－ＡＢ　ＹＳ）の値が１０ＭＰａ以下であることを特徴とする、耐流通ピンホール性に優れる缶ボディ用アルミニウム合金板。
【請求項２】
円相当径が１以上１０μｍ以下の金属間化合物が３０００個／mm^2以上４８００個／

mm^2以下で面積率が１．５～２．５％であることを特徴とする請求項１に記載の耐流通ピンホール性に優れる缶ボディ用アルミニウム合金板。

【請求項３】

胴部の厚さが０．０９６mm以上０．１１３mm以下であり、製造時の総絞り比が２．２以上２．７以下であり、且つ総しごき率が６０％以下の缶ボディの製造に用いる缶ボディ用アルミニウム合金板を製造するために、

質量％で、Ｍｎ：０．８～１．１％、Ｍｇ：１．３～１．７％、Ｓｉ：０．２５～０．４５％、Ｆｅ：０．３～０．５５％、Ｃｕ：０．２５～０．４５％、Ｓｉ＋Ｃｕ：０．６～０．８％、Ｚｎ：０．３０％以下、Ｔｉ：０．１５％以下を含有し、残部が不可避不純物を含むアルミニウム合金鋳造材を均質化処理した後、熱間圧延加工と冷間圧延加工を施す缶ボディ用アルミニウム合金板の製造方法であって、

冷間のパス間に４５０℃以上６００℃以下の温度に所定時間加熱する中間焼鈍を行い、その後、５０％以上７０％％以下の冷間圧延を行うことにより、

板厚が０．２４０mm以上０．２６５mm以下であり、素材引張強さ３２５ＭＰａ以下であり、素材耐力２８５ＭＰａ以上３１０ＭＰａ以下であり、素材伸び２．５％以上４．５％以下であり、ベーキング後の耐力が２８０ＭＰａ以上であり、ベーキング後の（ＡＢＴＳ）－（ＡＢ　ＹＳ）の値が３５ＭＰａ以上、ＤＩ加工及び塗装焼付けによる製缶後の缶ボディの胴部の引張強さが３５０ＭＰａ以上４１０ＭＰａ以下であるとともに、前記胴部の伸びを４．５％以上とすることを特徴とする缶ボディ用アルミニウム合金板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、耐流通ピンホール性に優れる缶ボディ用アルミニウム合金板及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

一般に缶ボディとしては、その開口端部に缶蓋が巻締められる缶や、開口端部にキャップが螺着されるボトル缶等があり、飲料等の内容物が充填、密封され、市場において流通している。このような缶ボディは、従来、ＪＩＳ３００４（ＡＡ３００４）またはＪＩＳ３１０４（ＡＡ３１０４）のＡｌ合金からなる板材に絞り加工およびしごき加工を施すことによって行われるＤＩ加工で形成されている。このようなしごき加工は、通常３回に分けて行われることにより、缶ボディが製缶される。そして、缶ボディの胴部は、例えば最薄部における肉厚が約０．１０６mm程度に形成され、引張強さと０．２％耐力との差が２７ＭＰａ以下とされている。

【０００３】

従来、上述のような缶ボディの流通過程において、例えば、缶ボディの胴部に先鋭体が接触又は衝突したり、あるいは隣接した缶ボディの胴部同士が衝突したり、缶と缶の間に異物が挟まった状態で擦れること等により、流通ピンホールと呼ばれる微小な孔等の破断が発生し、その内容物が漏洩する等の問題があった。

上述のようなピンホールが生じる問題を解決するための有効な手段として、胴部の肉厚を大きくすることが考えられるものの、単に胴部の肉厚を大きくしても缶ボディ材の材料使用量が増大するので、製造コストが増大することを回避できなかった。

【０００４】

このような問題を解決するため、例えば、質量％でＭｎ：０．８～１．５％及びＭｇ：０．８～１．３％を含有したアルミニウム合金材からなり、破断伸びが６～１０％とされた缶ボディが提案されている（例えば、特許文献１）。

特許文献１に記載の缶ボディでは、缶ボディの素材成分組成を上述としたうえで、製缶後の破断伸びを６～１０％として構成することにより、素材の板厚を薄くした場合であっても、胴部の突き刺し強度が向上するとされている。

【０００５】
しかしながら、特許文献１に記載の缶ボディの構成では、素材の板厚を薄くした場合に底部も薄くなり、底部の耐圧強度が低下する虞がある。このため、素材自体の強度を高くする必要があるが、素材の強度を高くすると、しごき加工による成形時に胴部の破断（胴切れ）が生じ易くなるという問題がある。
このような胴切れを防止するためには、１回のしごき加工でのしごき率を低くするために、しごき加工の回数を増やすことが有効であるが、上述したように、従来から用いられているＤＩ加工方法においては、しごきが通常３回で行われており、しごき回数を増やす場合には従来の工程設備を使用することができないという問題があった。
【０００６】
そこで、製造コストを増大させることなくピンホールの発生を防ぐことができることを目的として本願出願人は、高強度かつ薄肉素材を用い、缶ボディに成形する時の総絞り比を大きくした条件で、底部の板厚が薄くても素材強度が高いために底部の耐圧強度が高い軽量缶を得られる技術について研究し、その研究結果を基に特許を出願している（特許文献２、３、４）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００７】
【特許文献１】特開平８－１９９２７３号公報
【特許文献２】特開２００７－１９７８１５号公報
【特許文献３】特開２００７－１９７８１６号公報
【特許文献４】特開２００７－１９７８１７号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
これらの特許文献２～４に記載の技術によれば、素材の合金組成比と板厚、金属間化合物の個数、ベーキング後の素材耐力、加工及び焼き付け後の引張強さ、伸び、リオイル量の制御、板厚、絞り比やしごき量の規定などを行うことにより、比較的軽量で耐流通ピンホール性に優れた缶ボディを提供することができた。
【０００９】
しかしながら、更に軽量かつ耐ピンホール性の優れた缶ボディを得るために、詳細に素材研究並びに製造条件の研究を進めた結果、以下に説明する知見を得ることができた。
例えば、缶胴の強度と延性を高くすることにより、耐ピンホール特性を高くすることができる。このためには、Ｍｇ、Ｃｕ、Ｓｉなどの強度を高める元素の添加量を高くすれば良い。更に、素材製造時の最終冷間圧延率を高めると、素材の強度を高くすることができるが、缶成形後のベーキングで軟化を生じ易くなり、また、ベーキング後の缶胴の延性が低くなる。従って、素材の圧延率を過剰に高くしても、耐ピンホール性に及ぼす効果は小さい。
しかし、Ｍｇ、Ｃｕ、Ｓｉなどの量を過剰に高くすると、素材製造時の中間冷間圧延時に板幅端部にクラックが発生し、このクラックを起点として、冷間圧延や連続焼鈍時に板の破断が生じ易くなる。板の破断による生産性や歩留まりの低下は著しいので、板端部にクラックが発生する場合、端部をトリムしてクラックを除去したり、クラックの発生を抑制するために中間焼鈍を追加する必要があるが、これらの工程追加による生産性や歩留まりの低下も、コストアップの要因となるので、板端部にクラックが生じ難いことが必要と考えられる。
【００１０】
また、成分元素の量を高めたり、最終冷間圧延率を高めるなどの条件を制御して素材の強度を高めると、しごき成形時の胴破断（即ち、胴切れ）が生じ易くなるという問題がある。従って胴切れを抑制するためにしごき率をある程度低い範囲とする必要がある。
次に、総絞り比が高い場合に適用し、強度を高くし、板厚の薄い素材を用いるが、素材

板厚が薄くなると、カップ成形時に板と打ち抜きくずを搬送する際、打ち抜きくずを成形機の外部に搬送できなくなる問題を生じることがあった。

【００１１】

即ち、缶ボディを成形する際、まず、カッピングプレスにて素材の板を円板状のブランクに打ち抜き、これをカップ状に成形する工程がある。この工程は、素材の板をコイル状に巻き付けたものをアンコイラーと称される供給装置に装着し、供給装置から繰り出される素材の板の端部をルブリケーターを経由してカッピングプレス内に送り込む。ブランキング及びカップ成形中は素材の板を送り込むことができないので、カップ成形が終わった後、カッピングプレスの金型が上死点近くまで戻った後、金型が上死点付近にある間に素材としての板を送り込む。この時、既にブランクが打ち抜かれた板の残りの部分は、カッピングプレスの外側に排出され、次のプレスが行われる間にシアー切断機で切断される。しかし、ブランクを打ち抜いた後の板（スケルトン材）は、孔が複数形成された状態であり、折れ曲がり易く、仮に折れ曲がると正常にカッピングプレスの外部に送り出すことができなくなり、仮にプレス後のスケルトン材がカッピングプレスの成形エリアに残留するようであると、次のプレス工程を阻害する問題がある。この状態を本発明者らはスケルトンジャムと称しているが、スケルトンジャムが発生すると、カッピングプレスを一時停止してスケルトン材の排出を行わなくてはならず、生産効率が低下する問題がある。

【００１２】

この成形エリアに対するスケルトン材の残留は、ブランクを打ち抜いた後のスケルトン材の詳細な形状、平坦度、塗布された潤滑剤の粘度、カッピングプレス内で板またはスケルトン材を支持している部分の形態など、種々の影響を受けるが、板が薄いほどカッピングプレス内にスケルトン材が残留し易い傾向がある。また、本発明者が実際に種々研究を重ねた結果、板の耐力が高い場合、板厚が薄くてもカッピングプレスの成形エリアに対するスケルトン材の残留が生じ難いことを知見しており、板厚が０．２７ｍｍ未満の場合に素材耐力がどの程度であれば、スケルトン材の残留を抑制できるものか知見を得た。

【００１３】

本発明は上述の事情に鑑みなされたもので、Ｍｎ、Ｍｇ、Ｓｉ、Ｆｅ、Ｃｕの含有量に加えて（Ｓｉ＋Ｃｕ）量の制御を行い、更に、素材引張強さ、素材耐力、ベーキング後の素材特性、製缶後の胴部の引張強さと伸びなどの素材の特徴を現す特性を制御するとともに、缶ボディの設計時の重要なパラメータである、素材板厚、総しごき率、総絞り比、胴部厚さを制御することにより、圧延時のクラックの発生を抑え、胴切れ発生率を低く抑え、突き刺し強度も高くした缶ボディを得ることができる缶ボディ用アルミニウム合金板とその製造方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１４】

上記の課題を解決するため、本発明は以下の構成を採用した。

本発明に係る耐流通ピンホール性に優れる缶ボディ用アルミニウム合金板は、胴部の厚さが０．０９６ｍｍ～０．１１３ｍｍであり、製造時の総絞り比が２．２～２．７であり、且つ総しごき率が６０％以下の缶ボディの製造に用いる缶ボディ用アルミニウム合金板であって、質量％で、Ｍｎ：０．８～１．１％、Ｍｇ：１．３～１．７％、Ｓｉ：０．２５～０．４５％、Ｆｅ：０．３～０．５５％、Ｃｕ：０．２５～０．４５％、Ｓｉ＋Ｃｕ：０．６～０．８％、Ｚｎ：０．３０％以下、Ｔｉ：０．１５％以下を含有し、残部が不可避不純物を含むＡｌからなり、板厚が０．２４０ｍｍ以上０．２６５ｍｍ以下であり、素材引張強さ３２５ＭＰａ以下であり、素材耐力２８５ＭＰａ以上３１０ＭＰａ以下であり、素材伸び２．５％以上４．５％以下であり、ベーキング後の耐力が２８０ＭＰａ以上であり、ベーキング後の（ＡＢ ＴＳ）－（ＡＢＹＳ）の値が３５ＭＰａ以上、ＤＩ加工及び塗装焼付けによる製缶後の缶ボディの胴部の引張強さが３５０ＭＰａ以上４１０ＭＰａ以下であるとともに、前記胴部の伸びが４．５％以上であり、ベーキングによるＴＳの変化（ＡＢ ＴＳ）－（Ｈ ＴＳ）の値が１０ＭＰａ以上、ベーキングによるＹＳの変化（Ｈ ＹＳ－ＡＢ ＹＳ）の値が１０ＭＰａ以下であることを特徴とする。

【００１５】
本発明に係る耐流通ピンホール性に優れる缶ボディ用アルミニウム合金板は、円相当径が１以上１０μｍ以下の金属間化合物が３０００個／ｍｍ^{2}以上４８００個／ｍｍ^{2}以下で面積率が１．５％以上２．５％以下であることを特徴とする。
【００１６】
本発明に係る缶ボディ用アルミニウム合金板の製造方法は、胴部の厚さが０．０９６ｍｍ以上０．１１３ｍｍ以下であり、製造時の総絞り比が２．２以上２．７以下であり、且つ総しごき率が６０％以下の缶ボディの製造に用いる缶ボディ用アルミニウム合金板を製造するために、質量％で、Ｍｎ：０．８～１．１％、Ｍｇ：１．３～１．７％、Ｓｉ：０．２５～０．４５％、Ｆｅ：０．３～０．５５％、Ｃｕ：０．２５～０．４５％、Ｓｉ＋Ｃｕ：０．６～０．８％を含有し、残部が不可避不純物を含むアルミニウム合金鋳造材を均質化処理した後、熱間圧延加工と冷間圧延加工を施す缶ボディ用アルミニウム合金板の製造方法であって、冷間圧延のパス間に４５０℃以上６００℃以下の温度に所定時間加熱する中間焼鈍を行い、その後、５０％以上７０％以下の冷間圧延を行うことにより、板厚が０．２４０ｍｍ以上０．２６５ｍｍ以下であり、素材引張強さ３２５ＭＰａ以下であり、素材耐力２８５ＭＰａ以上３１０ＭＰａ以下であり、素材伸び２．５％以上４．５％以下であり、ベーキング後の耐力が２８０ＭＰａ以上であり、ベーキング後の（ＡＢ　ＴＳ）－（ＡＢ　ＹＳ）の値が３５ＭＰａ以上、ＤＩ加工及び塗装焼付けによる製缶後の缶ボディの胴部の引張強さが３５０ＭＰａ以上４１０ＭＰａ以下であるとともに、前記胴部の伸びを４．５％以上とすることができる。
【００１７】
缶ボディの耐流通ピンホール性を向上させるためには、缶ボディの胴部の板厚を厚くすることが最も効果的である。一方、胴部の板厚を厚くすると、製缶に必要な缶ボディ材の必要量も増大するため、経済的でなくなる。
そこで、缶ボディの底部を薄く形成することにより、必要な缶ボディ材の量を少なくする必要がある。缶ボディの底部は、しごき成形されないため、底部を薄くするためには素材板厚を薄くする必要がある。また、底部が薄くなると該底部の耐圧強度が低下するため、素材自体の強度を高める必要がある。しかしながら、素材の強度を高くすると、しごき成形時に胴部の破断（胴切れ）が生じ易くなる。
【００１８】
本発明者らが鋭意検討した結果、素材の板厚を適度な範囲に薄く形成し、且つ製缶された缶ボディ胴部の板厚を厚く形成することにより、総しごき率を低くすることができ、胴切れが生じ難くなることから、素材強度を高くしても、胴切れが発生するのを従来と同レベルに抑制できることを知見した。また、素材強度を高くすることにより、ＤＩ加工及び塗装焼付けによる製缶後の缶ボディ胴部の強度も高くできるので、よりピンホールを生じにくくなることを見出した。
【発明の効果】
【００１９】
以上、詳細に説明したように、本発明によれば、Ｍｎ、Ｍｇ、Ｓｉ、Ｆｅ、Ｃｕの含有量を好ましい範囲に制御することに加えて（Ｓｉ＋Ｃｕ）量の制御を行い、素材板厚、素材引張強さ、素材耐力、ベーキング後の素材特性、製缶後の胴部の引張強さと伸びを制御することで、圧延時のクラックの発生を抑え、胴切れ発生率を低く抑え、突き刺し強度も高くした缶ボディ用アルミニウム板を得ることができる効果がある。
【図面の簡単な説明】
【００２０】
【図１】図１は本発明に係る缶ボディ用アルミニウム合金板をＤＩ加工して製缶し缶ボディを製造する際の工程を説明する概略図である。
【図２】図２は図１に示す缶ボディの一部拡大縦断面図である。
【発明を実施するための形態】
【００２１】

以下、本発明に係る耐流通ピンホール性に優れる缶ボディ用アルミニウム合金板（以下、缶ボディ用アルミニウム合金板と略称することがある）の一実施形態について説明する。

本実施形態の缶ボディ用アルミニウム合金板は、胴部の厚さが０．０９６ｍｍ～０．１１３ｍｍであり、製造時の総絞り比が２．２～２．７であり、且つ総しごき率が６０％以下の缶ボディの製造に用いる缶ボディ用アルミニウム合金板であって、質量％で、Ｍｎ：０．８～１．１％、Ｍｇ：１．３～１．７％、Ｓｉ：０．２５～０．４５％、Ｆｅ：０．３～０．５５％、Ｃｕ：０．２５～０．４５％、Ｓｉ＋Ｃｕ：０．６～０．８％を含有し、残部が不可避不純物を含むＡｌからなり、板厚が０．２４０ｍｍ以上０．２６５ｍｍ以下であり、素材引張強さ３２５ＭＰａ以下であり、素材耐力２８５ＭＰａ以上３１０ＭＰａ以下であり、素材伸び２．５％以上４．５％以下であり、ベーキング後の耐力が２８０ＭＰａ以上であり、ベーキング後の（ＡＢ ＴＳ）－（ＡＢ ＹＳ）の値が３５ＭＰａ以上、ＤＩ加工及び塗装焼付けによる製缶後の缶ボディの胴部の引張強さが３５０ＭＰａ以上４１０ＭＰａ以下であるとともに、前記胴部の伸びが４．５％以上であり、

ベーキングによるＴＳの変化（ＡＢ ＴＳ）－（Ｈ ＴＳ）の値が１０ＭＰａ以上、ベーキングによるＹＳの変化（Ｈ ＹＳ－ＡＢ ＹＳ）の値が１０ＭＰａ以下、ＤＩ加工及び塗装焼付けによる製缶後の缶ボディの胴部の引張強さが３５０ＭＰａ以上４１０ＭＰａ以下であるとともに、前記胴部の伸びが４．５％以上として概略構成されている。本実施形態の缶ボディ用アルミニウム合金板は上述の規定に加え、製缶後の缶胴伸び５％以上であることがより好ましい。

【００２２】

本実施形態の缶ボディ用アルミニウム合金板は上述の規定に加え、更に、円相当径が１以上１０μｍ以下の金属間化合物が３０００個／mm^2以上４８００個／mm^2以下で面積率が１．５％以上２．５％以下であることが好ましい。

【００２３】

[アルミニウム合金板の製造方法]

本発明に係る缶ボディ用アルミニウム合金板は、この種のアルミニウム合金を製造する場合に適用される通常の溶解、鋳造、均質化処理、熱間圧延、冷間圧延、を経て製造される。また、冷間圧延のパス間に４００℃以上、６００℃以下の温度に１秒以上２分以下加熱する焼鈍を行うことが好ましい。特に、冷間圧延のパス間に４５０℃以上６００℃以下の温度に１秒以上加熱する中間焼鈍を行い、その後、５０％～７０％の最終冷間圧延を行うことにより、素材としての最終板厚（０．２４０ｍｍ以上０．２６５ｍｍ以下）であって、（ＡＢ ＴＳ：ベーキング後の引張強さ）－（ＡＢ ＹＳ：ベーキング後の耐力）が３５ＭＰａ以上、（ＡＢ ＴＳ）－（Ｈ ＴＳ：素材引張強さ）が１０ＭＰａ以上、（Ｈ ＹＳ：素材耐力）－（ＡＢ ＹＳ）が１０ＭＰａ以下（負も含む）のアルミニウム合金板を製造することができる。

なお、アルミニウム合金鋳塊に対して５６０℃～融点未満の温度範囲で均質化処理を施すことができる。

【００２４】

［成分組成］

以下、本発明の缶ボディ用アルミニウム合金板において限定する成分組成について説明する。なお、以下に記載する各元素の含有量は、特に規定しない限り質量％であり、また、特に規定しない限り上限と下限を含むものとする。従って、例えば０．８～１．１％との表記は０．８％以上、１．１％以下を意味する。

【００２５】

「Ｓｉ」０．２５～０．４５％

Ｓｉは、本発明の缶ボディ用アルミニウム合金板において、同時に含有されるＭｇ等とともに化合物を形成し、固溶硬化、析出硬化及び分散硬化作用で強度を向上させる他、Ａｌ－Ｆｅ－Ｍｎ系金属間化合物に含有されて、しごき成形時にダイスに対する焼き付きを防止する効果を有する。

Ｓｉの含有量が０．２５％未満であると、十分な強度が得られず、また、金属間化合物寸法が大きくなる。Ｓｉの含有量が０．４５％を越えると、強度が高くなりすぎ、缶ボディとして製缶した際に胴切れが生じ易くなり、加工性が劣化する。また、Ｍｇ、Ｃｕ、Ａｌとの金属間化合物が溶体化できなくなり、靭性が低下し、ピンホールが生じやすくなる。従って、Ｓｉの含有量は、０．２５～０．４５％の範囲内とすることが好ましい。

「Ｆｅ」０．３～０．５５％

Ｆｅは、本発明の缶ボディ用アルミニウム合金板において、Ａｌ－Ｍｎ－Ｆｅ系金属間化合物の析出量を増加させ、結晶の微細化と、しごき成形加工時にダイスに対して焼き付きが生じるのを防止する効果を有する。

Ｆｅの含有量が０．３％未満であると、Ａｌ－Ｍｎ－Ｆｅ系金属間化合物の析出量が少なくなりすぎ、しごき金型への焼き付が生じやすくなる。Ｆｅの含有量が０．５５％を超えると、Ａｌ－Ｍｎ－Ｆｅ系金属間化合物の量が多くなりすぎ、靭性低下によって加工性が劣化し、ピンホールが生じやすくなる。従って、Ｆｅの含有量は、０．３～０．５５％の範囲内とすることが好ましい。

【００２６】

「Ｃｕ」０．２５～０．４５％

Ｃｕは、本発明の缶ボディ用アルミニウム合金板において、Ｍｇ等と金属間化合物を形成し、固溶硬化、析出硬化及び分散硬化作用で強度を高める効果を有する。

Ｃｕの含有量が０．２５％未満であると、充分な強度向上効果が得られない。Ｃｕの含有量が０．４５％を越えると、サイドクラックが発生し易くなり、圧延性が低下するとともに、強度が高くなりすぎ、缶ボディとして製缶した際に胴切れが生じ易くなる。また、Ｍｇ、Ｓｉ、Ａｌとの金属間化合物が溶体化できなくなり、靭性低下によって加工性が劣化し、ピンホールが生じやすくなる。従って、Ｃｕの含有量は、０．２５～０．４５％の範囲内とすることが好ましい。また、この範囲内でも０．３～０．４５％の範囲がより好ましい。

「Ｓｉ＋Ｃｕ」

本実施形態では、Ｓｉ量とＣｕ量の合計値であるＳｉ＋Ｃｕについても規定する。Ｓｉ＋Ｃｕの量が０．６％未満では十分な強度を得難くなり、Ｓｉ＋Ｃｕの量が０．８％を超えるとサイドクラックが発生し易くなり、圧延性が低下するとともに、強度が高くなりすぎ、缶ボディとして製缶した際に胴切れが生じ易くなる。

【００２７】

「Ｍｎ」０．８～１．１％

Ｍｎは、本発明の缶ボディ用アルミニウム合金板において、Ａｌ－Ｍｎ－Ｆｅ系金属間化合物を形成し、晶出相及び分散相となって分散硬化作用を発揮するとともに、しごき成形加工時にダイスに対して焼き付きが生じるのを防止する効果を有する。

Ｍｎの含有量が０．８％未満であると、Ａｌ－Ｍｎ－Ｆｅ系金属間化合物の量が少なくなりすぎて充分な硬化特性が得られず、しごき金型への焼き付が生じやすくなる。Ｍｎの含有量が１．１％を越えると、Ａｌ－Ｍｎ－Ｆｅ系金属間化合物の量が多くなりすぎ、靭性低下によって加工性が劣化し、ピンホールが生じやすくなる。従って、Ｍｎの含有量は、０．８～１．１％の範囲内とすることが好ましい。

【００２８】

「Ｍｇ」１．３～１．７％

Ｍｇは、本発明の缶ボディ用アルミニウム合金板において、固溶体強化作用を有し、圧延加工時に加工硬化性を高めるとともに、ＳｉやＣｕと共存することで分散硬化と析出硬化作用を発揮し、強度を向上させる。

Ｍｇの含有量が１．３％未満だと、十分な強度が得られない。Ｍｇの含有量が１．７％を超えると、サイドクラックが発生し易くなり、圧延性が低下するとともに、強度が高くなり過ぎて加工性が低下し、缶ボディとして製缶した際に胴切れが生じ易くなる。従って、Ｍｇの含有量は、１．３～１．７％の範囲内とすることが好ましい。なお、この範囲内でもＭｇ量が１．４～１．７％の範囲がより好ましい。

【００２９】
「Ｚｎ及びＴｉ」Ｚｎ：０．３０％以下、Ｔｉ：０．１５％以下
本発明の缶ボディ用アルミニウム合金板は、さらに必要に応じて、質量％でＺｎ：０．３０％以下、Ｔｉ：０．１５％以下の内の１種又は２種を含有する成分組成とすることができる。
Ｚｎは、析出するＭｇ、Ｓｉ、Ｃｕの金属間化合物を微細化する作用を有するが、Ｚｎを含む場合は、原料として使用済みアルミ缶やリサイクル材料を有効利用できる。Ｚｎの含有量が０．３０％を越えると、耐食性が劣化する。従って、Ｚｎの含有量は、０．３０％以下とすることが好ましい。
Ｔｉは、本発明の缶ボディ用アルミニウム合金板において、結晶粒を微細化し、加工性を改善する効果を有する。Ｔｉの含有量が０．１５％を越えると、金属間化合物が多くなり過ぎて靭性が低下し、ピンホールが生じやすくなる。従って、Ｔｉの含有量は、０．１５％以下とすることが好ましい。
また、その他の元素を不純物として０．０５％以下含有していても差し支えない。
【００３０】
［金属間化合物の数］
本発明の缶ボディ用アルミニウム合金板は、円相当径が１～１０μｍの金属間化合物の数が、３０００個／ｍｍ^{2}以上４８００個／ｍｍ^{2}以下であることが好ましい。成分組成を上述のように規定し、且つアルミニウム合金鋳塊に対し５６０℃～融点未満の温度で均質化処理を行なうことにより、この範囲の金属間化合物の分布が得られる。
金属間化合物の数が３０００個／ｍｍ^{2}未満であると、金属間化合物の量が少なくなりすぎ、しごき金型への焼き付が生じやすくなる。
金属間化合物の数が４８００個／ｍｍ^{2}を超えると、金属間化合物の量が多くなりすぎ、靭性が低下し、ピンホールが生じ易くなる。また、金属間化合物の数は、４４００個／ｍｍ^{2}以下がより好ましい。
【００３１】
［金属間化合物の面積率］
本発明の缶ボディ用アルミニウム合金板は、円相当径が１～１０μｍの金属間化合物の面積率が１．５～２．５％であることが好ましい。
金属間化合物の面積率が１．５％未満であると、金属間化合物の量が少なくなりすぎ、しごき金型への焼き付が生じやすくなる。金属間化合物の面積率が２．５％を超えると、金属間化合物の量が多くなりすぎ、靭性が低下し、ピンホールが生じやすくなる。また、金属間化合物の面積率は、２．２％以下であることがより好ましい。
【００３２】
[素材の引張特性]
素材の耐力（Ｈ　ＹＳ）は２８５ＭＰａ以上であることが好ましい。耐力が２８５ＭＰａ未満であると、素材としての板からカッピングプレスによりブランクを打ち抜く際、ブランクを打ち抜いた後のスケルトン材がカッピングプレス内に残留し、後工程のプレス工程に悪影響を及ぼすことが生じ易くなる。また、素材の引張強さ（Ｈ　ＴＳ）が３２５ＭＰａを超える、あるいは、素材耐力が３１０ＭＰａを超えると、胴切れが生じ易くなる。
[素材伸び]
素材伸びは、２．５～４．５％の範囲とする。素材伸びが２．５％未満であると、後述する図１（ｂ）～（ｃ）の形状のカップ状缶体に成形する過程、または、図２に示す缶ボディ１０の底部１２を成形する時に、破断を生じ易くなる傾向となる。一方、素材伸びが４．５％を超えると、胴切れを生じ易くなる傾向となる。
【００３３】
［缶ボディ用アルミニウム合金板の板厚］
本発明の缶ボディ用アルミニウム合金板の板厚は、０．２４０ｍｍ以上０．２６５ｍｍ以下の範囲であることが好ましい。
板厚が０．２４０ｍｍ未満だと、製缶して缶ボディとした際の十分な耐圧強度が得られ

なくなる。また、板厚が０．２６５ｍｍを超えるようであると、缶ボディの底部の重量が重くなり、製造コストが上昇して経済的でない。特に板厚が、０．２４０ｍｍ以上０．２６５ｍｍ以下の範囲であることが好ましい。

【００３４】

[リオイル量]

本発明の缶ボディ用アルミニウム合金板では、冷間仕上圧延後、板の表面に５０～３００ｍｇ／ｍ^{2}の潤滑剤をリオイル（塗油）することが好ましい。リオイルには、深絞り成形の直前に塗油する潤滑剤と親和性が高い潤滑剤を用いれば良く、例えば、深絞り成形の直前に塗油する潤滑剤と同じものを用いることができる。

予め、合金板素材に潤滑剤を少量リオイルしておくことにより、深絞り成形直前に潤滑剤を塗油する際に均一に塗油されるようになり、深絞り、及び、しごき成形の際の潤滑効果が高まり、特にしごき成形時の胴切れを抑制することができる。

リオイル量は、５０～３００ｍｇ／ｍ^{2}の範囲であることが好ましい。この範囲であれば、上述の効果が充分に得られる。

また、リオイル量は、より好ましくは５０～２００ｍｇ／ｍ^{2}である。

【００３５】

［ベーキング後の素材耐力（２１０℃×１０分）］

ＤＩ加工後の缶ボディは、洗浄、化成処理後の乾燥時、外面印刷または内面塗装後の焼付け処理によって１８０～２３０℃の温度に加熱される。この加熱により、一般に、缶底部や胴部の強度が変化する。この、加熱後の強度は、ＤＩ成形時の歪量によって異なる。底部はＤＩ成形時の歪みが小さいため、その加熱後の強度はＤＩ加工前の素材であるアルミニウム合金板を加熱した後の強度とほぼ等しくなる。このため、底部の強度の目安として、素材であるアルミニウム合金板をベーキング（加熱）した後の強度を用いることができる。本発明では、このための加熱条件を、２１０℃×１０分としている。

本発明の缶ボディ用アルミニウム合金板の、ベーキング後の素材耐力（ＡＢ　ＹＳ）は、上記条件でベーキングを行った後の耐力で、２８０ＭＰａ以上であることが好ましい。

上述の条件でベーキングした後の素材耐力が２８０ＭＰａ未満であると、ＤＩ加工及び塗装焼付けによる製缶後の缶ボディの十分な耐圧強度が得られなくなる。

【００３６】

[ベーキングによるＴＳ、ＹＳの変化]

ベーキング後の素材引張強さを（ＡＢ　ＴＳ）と表す。ベーキングによるＴＳの変化（ＡＢ ＴＳ）－（Ｈ ＴＳ）の値、ベーキングによるＹＳの変化（Ｈ ＹＳ－ＡＢ ＹＳ）の値について説明すると、ベーキングによる素材引張強さの増加量が小さい、あるいは、素材耐力の低下量が大きい素材は、素材強度を高くしても、缶胴の引張強さや伸びが高くなり難い。更に、缶胴の引張強さを高くしても、突き刺し強度があまり増加しない。一方、突き刺し強度を高くするためには、素材の引張強さや伸びを過剰に高くする必要があり、しごき成形時に胴切れが著しく生じ易くなる。即ち、胴切れ性と突き刺し強度が両立できない。

これらを勘案し、ベーキングによるＴＳの変化（ＡＢ ＴＳ）－（Ｈ ＴＳ）の値が１０ＭＰａ以上、ベーキングによるＹＳの変化（Ｈ ＹＳ－ＡＢ ＹＳ）の値が１０ＭＰａ以下であることが好ましい。

【００３７】

[ベーキング後の（ＡＢ ＴＳ）－（ＡＢ ＹＳ）]

ベーキング後の（ＡＢ ＴＳ）－（ＡＢ ＹＳ）の値について説明すると、この値が低い場合、加工硬化能が低くなり、製缶後の缶胴引張強さ、延性が低くなり、ピンホールを生じ易くなる。（ＡＢ ＴＳ）－（ＡＢ ＹＳ）の値を高くするためには、最終冷間圧延率を低くすれば良いが、最終冷間圧延率を低くすると、ＡＢ ＹＳも低くなるので、所定のＡＢ ＹＳを得るためには、Ｍｇ、Ｃｕ、Ｓｉなどの成分を増加する、及び／または、中間焼鈍を高温で行い、Ｍｇ、Ｃｕ、Ｓｉを溶体化する方法が有効である。

これらのような方法により、冷間圧延のパス間に４５０℃以上６００℃以下の温度に１

秒以上加熱する中間焼鈍を行い、その後、５０％～７０％の最終冷間圧延を行うことにより、ベーキング後の（ＡＢ ＴＳ）－（ＡＢ ＹＳ）の値を３５ＭＰａ以上とすることができる。特に、ベーキング後の（ＡＢ ＴＳ）－（ＡＢ ＹＳ）の値を３７ＭＰａ以上とすることがより好ましい。

【００３８】

［総しごき率及び総絞り比について］

本発明の缶ボディ用アルミニウム合金板は、胴部の厚さ（最薄部厚さ）が０．０９６ｍｍ以上０．１１３ｍｍ以下の缶ボディの製造に用いられる。特に、胴部の厚さが０．１１０ｍｍ以下の缶ボディの製造に用いるのに適する。また、本発明の缶ボディ用アルミニウム合金板は、ＤＩ加工時の総しごき率が６０％未満の缶ボディの製造に用いられる。ここで、総しごき率は、次式（１）で表される。

総しごき率（％）＝｛（元の板厚Ｔ１－最終缶ボディ胴部最薄部厚さＴ２）／元の板厚Ｔ１｝×１００…（１）

上記（１）式において、最終缶ボディ胴部最薄部厚さＴ２は、塗膜無しの厚さである。

本発明の缶ボディ用アルミニウム合金板は、素材板厚が０．２４０ｍｍ以上０．２６５ｍｍ以下であり、例えばしごき率は、元板厚が０．２４０ｍｍで胴部厚さが０．０９６ｍｍである場合に６０％となる。

【００３９】

ここで、総しごき率６０％を超える値とした場合、本発明の缶ボディ用アルミニウム合金板は素材強度が高いため、しごき成形時に胴切れが発生しやすく生産性が低下する。

素材板厚が０．２４０ｍｍより小さい場合、充分な耐圧強度が得られない。また、胴部板厚が０．１１３ｍｍより大きい場合、耐ピンホール性は向上するものの、実用的な見地からは過剰強度となり、必要な素材の量が増えるため、経済的でない。

また、本発明の缶ボディ用アルミニウム合金板は、ＤＩ加工時の総絞り比が２．２～２．７である缶ボディの製造に用いられる。

総絞り比が２．７より大きいと、２回の絞り工程で絞った場合に、絞り成形時に材料の破断が生じ易くなる。一方、上記素材板厚Ｔ１、最終缶ボディ胴部最薄部厚さＴ２、及び総しごき率の制約下で実用的な容量の缶ボディを得るためには、総絞り比を２．２以上とする必要がある。例えば、一般的に用いられている缶胴径６６ｍｍで容量が３５０ｃｃの缶ボディを成形する場合には、総絞り比を２．２～２．４とすることが好ましい。また、缶胴径約６６ｍｍで容量が約５００ｃｃの缶ボディを成形する場合には、総絞り比を２．４５～２．６５とすることが好ましい。

【００４０】

ここで、総絞り比Ａとは、カップ絞り比Ｂ（図１（ａ）～（ｂ）の工程）と、再絞り比Ｃ（図１（ｂ）～（ｃ）の工程）を掛け合わせた値であり、次式（２）～（４）で表される。

カップ絞り比Ｂ＝ブランク径Ｄ１／カップ径Ｄ２…（２）

再絞り比Ｃ＝カップ径Ｄ２／胴部径Ｄ３…（３）

総絞り比Ａ＝カップ絞り比Ｂ×再絞り比Ｃ＝ブランク径Ｄ１／胴部径Ｄ３…（４）

【００４１】

［ＤＩ加工及び塗装焼付けによる製缶後の缶ボディ胴部の引張強さ］

本発明の缶ボディ用アルミニウム合金板をＤＩ加工及び塗装焼付けして得られる缶ボディの胴部の引張強さは、３５０ＭＰａ以上４１０ＭＰａ以下であることが好ましい。

ＤＩ加工及び塗装焼付けによる製缶後の缶ボディ胴部の引張強さが３５０ＭＰａ未満であると、充分な耐流通ピンホール性が得られず、また、４１０ＭＰａを超えると、胴切れが生じ易くなるとともに生産性が低下する。

【００４２】

［ＤＩ加工及び塗装焼付けによる製缶後の缶胴部の伸び］

本発明の缶ボディ用アルミニウム合金板をＤＩ加工及び塗装焼付けして得られる缶ボディの胴部の伸びは４．５％以上であることが好ましく、５％以上であることが最も好まし

い。
ＤＩ成形直後の胴部は、伸びが低く、また脆いためにピンホールを生じやすい。成形された缶ボディは、洗浄及び化成処理して乾燥し、外面塗装印刷及び内面塗装を行った後の焼付けで加熱されることにより、強度は低下するが、延性を回復する。
上述のような加熱の条件を制御することによって、胴部の伸びを上記下限値以上とすることが必要となるが、例えば１０分間、一定温度で加熱する場合、１８０℃の温度では充分でなく、１９０℃以上の温度で加熱する必要がある。
【００４３】
［ＤＩ加工による製缶工程］
以下、図１を用いて、缶ボディ用アルミニウム合金材にＤＩ加工を施して製缶し、缶ボディ１０を得る工程の一例を説明する。
まず、図１（ａ）に示すように、缶ボディ用アルミニウム合金材に打ち抜き加工を施し、直径が１４９ｍｍの円板状の板材（ブランク）を得る。
ついで、この円板状の板材に絞り加工を施し、図１（ｂ）に示すような、軸線方向における高さがおよそ４２ｍｍ、外径が８８．２ｍｍとされたカップ状缶体を形成する。ここで、円板状の板材は、厚さが０．２４０ｍｍ以上０．２６５ｍｍ未満とされている。
【００４４】
次いで、カップ状缶体に再絞り加工を施し、図１（ｃ）に示すような外形６６ｍｍのカップ状缶体とする。ここで、Ｄ１とＤ３の比は、２．２～２．７とされている。
次いで、総しごき率が６０％未満となるように、しごき加工を施し、図１（ｄ）に示すような有底筒状缶体を形成する。この有底筒状体の開口端部は、その缶軸方向に波打つような凹凸形状とされる。
【００４５】
次いで、図１（ｄ）に示す有底筒状体の開口端部を切断して、缶軸方向における大きさ、つまり高さをその全周に亙って約１２３．５ｍｍと同等にし、外径が６５ｍｍ以上６７ｍｍ以下とされた胴部１１と底部１２とを有する図１（ｅ）に示す横断面円形の缶ボディ１０を形成する。
本例では、図２に示すように、底部１２が、胴部１１の缶軸方向における内側に向けて凹むドーム部１２ａを備えるとともに、このドーム部１２ａの外周縁部が胴部１１の缶軸方向における外側に向けて突出する環状凸部１２ｃとされている。この環状凸部１２ｃの缶軸方向における頂部が、缶ボディ１０が正立姿勢となるように、この缶ボディ１０を接地面Ｌ上に配置したときに、接地面Ｌに接する接地部１２ｂとされる。
【００４６】
以上説明したように、本実施形態の耐流通ピンホール性に優れる缶ボディ用アルミニウム合金板によれば、成分組成を上述の範囲内とし、また、素材の板厚を０．２４０ｍｍ以上０．２６５ｍｍ以下と薄く構成し、且つ製缶された缶ボディの胴部の板厚を０．０９６ｍｍ以上０．１１３ｍｍ以下と厚く構成することにより、総しごき率を６０％以下と低くすることが可能となるため、胴切れが生じにくくなる。これにより、素材強度を、素材耐力で２８５ＭＰａ以上と高くした場合でも、胴切れが発生するのを抑制することができる。しかし、素材耐力が３１０ＭＰａを超えると、やはり胴切れが生じ易くなるので、素材耐力の上限は３１０ＭＰａ以下とする必要がある。
また、素材強度を高くすることにより、ＤＩ加工及び塗装焼付けによる製缶後の缶ボディ胴部の強度を、引張強さで３５０ＭＰａ以上４１０ＭＰａ以下と高くできるので、前記胴部の突き刺し強度が向上し、胴部にピンホールが生じるのを抑制することができる。
また、素材板厚を薄くすることにより、缶ボディの重量を従来と同等に抑制することができる。
従って、本発明の缶ボディ用アルミニウム合金板を用いることにより、製造コストを増大させることなく、耐流通ピンホール性に優れた缶ボディを得ることができる。
【実施例】
【００４７】

以下、実施例を示して、本発明の耐流通ピンホール性に優れる缶ボディ用アルミニウム合金板を更に詳しく説明するが、本発明はこの実施例に限定されるものでは無い。

本実施例では、下記表１に示す各成分組成及び製造条件にて、以下の工程でＮｏ.１～Ｎｏ.２５の缶ボディ用アルミニウム合金板を作製し、後述の各項目について評価を行った。

【００４８】

［缶ボディ用アルミニウム合金板作製工程］

下記表１に示す成分を含有するアルミニウム合金を溶解し、この溶湯を常法により脱ガス、介在物除去を行い、半連続鋳造により厚さ５５０ｍｍ、幅１．５ｍ、長さ４．５ｍのスラブに鋳造した。次いで、スラブに５６５℃で均熱化処理を施した後、熱間圧延を施した。熱間圧延により板厚７．５ｍｍまで圧延し、その後、０．６５ｍｍ～０．７５ｍｍまでの所定の板厚まで冷間圧延した。その後、４８０℃～５９０℃の温度範囲に１ｓ～６０ｓ加熱する連続焼鈍（ＩＡ－ＣＡＬ）を施し、更に０．２６０ｍｍの最終板厚まで冷間圧延してＮｏ.１～１９の試料を得た。また、上記と同等の組成の溶湯から熱間圧延後、冷間圧延して０．２６０ｍｍの最終板厚まで熱間圧延と冷間圧延の間に連続焼鈍を行いながら圧延してＮｏ.２０～２３の試料を得、焼鈍を行わずにＮｏ.２４、２５の試料を得た。

【００４９】

上述のようにして得られた缶ボディ用アルミニウム合金板の各サンプルについて、ＥＰＭＡ（Ｅｌｅｃｔｒｏｎ　Ｐｒｏｂｅ　Ｍｉｃｒｏ　Ａｎａｌｙｓｅｒ）を用いてＳＥＭ画像及び組成像を画像解析し、Ｍｎを含有する金属間化合物を測定することにより、円相当径が１～１０μｍの金属間化合物の数及び面積率を調べた。この際、各サンプルの表面を、圧延痕が消えるまで研磨した後、合金板表面に対して垂直方向から画像を観察し、解析を行なった。

また、缶ボディ用アルミニウム合金板の各サンプルについて、引張方向が圧延方向と平行になるようにＪＩＳ５号試験片を採取し、素材についてはそのまま引張試験に供し、ベーキング後の素材については、２１０℃で１０分加熱後（ベーキング後）に引張試験に供した。

【００５０】

［缶ボディの製缶］

上述の工程で得られた各実施例及び比較例の缶ボディ用アルミニウム合金板を打ち抜き、直径が１４９ｍｍとされた円板状の板材（図１（ａ）参照）を得た。この円板状の板材にＤＩ加工を施し、各実施例及び比較例の缶ボディ（３５０ｃｃ缶）を得た。なお、この際の総絞り比及び総しごき率は、それぞれ２．２５８、５７．７％である。なお、得られた缶ボディの缶胴の厚さは０．１１０ｍｍである。

【００５１】

上述のようにしてＤＩ加工した各実施例及び比較例の缶ボディに対し、以下に説明する方法で外面塗装及び外面印刷、並びに内面塗装を行なった。

まず、塗料としてエポキシ系塗料及びアクリル系塗料を使用し、文字情報等の印刷部分も含め、缶ボディの外面に５０ｍｇ／ｄｍ^{2}の膜厚で塗布した。そして、この缶ボディをオーブンに入れ、１８０℃の温度で３０秒間、加熱乾燥した。

また、上述のようにして外面塗装を施した缶ボディの内面に、スプレーを使用してエポキシ塗料を４０ｍｇ／ｄｍ^{2}の膜厚で塗布した。そして、この缶ボディをオーブンに入れ、２００℃の温度で６０秒間、加熱乾燥した。

[スケルトン材の排出性評価]

また、缶ボディ用アルミニウム合金板からブランクを打ち抜き形成する場合、カッピングプレスの板送り速度を高く設定して試験し、ブランクを打ち抜いた後の残りの板（スケルトン材）をカッピングプレスから円滑に排出できない現象があるか否か調べた。その結果をスケルトンジャム発生の有無として調査した。

【００５２】

［缶ボディの評価項目］

上述の工程で得られた各実施例及び比較例の缶ボディについて、缶ボディの胴部における引張強さＴＳ、伸び率、及び突き刺し強度を測定した。

引張強さＴＳ及び伸び率は、各試料の缶ボディの缶底の圧延方向から４５°傾いた位置から引張試験片を採取し、全長７５ｍｍ、平行部長３６ｍｍ、平行部幅１０ｍｍ、つかみ部幅１５ｍｍ、肩半径１５ｍｍの寸法形状に加工した試験片を用いて評価した。この際、缶の接地部から缶軸方向上方に６０ｍｍ離れた部分が引張試験片の中心となり、引張方向が缶軸方向となるようにした。そして、外面及び内面の塗装を、硝酸を用いて脱膜処理した後、引張試験を行うことにより、引張強さ（ＴＳ）及び伸び率を測定した。

また、突き刺し強度は、室温（２０℃）雰囲気中において、缶ボディに０．１９６ＭＰａの内圧をかけた状態とし、缶ボディ胴部のうち、接地部から缶軸方向上方に６０ｍｍ離れた部分、かつ、缶底の圧延方向から４５°傾いた位置を、曲率半径（先端半径）０．５ｍｍとされた押圧子によって径方向内方に向けて押圧し、穴があいた時の押圧力で評価した。この際、押圧子の胴部の径方向内方へ向けた移動速度を２５ｍｍ／ｍｉｎとした。

【００５３】

[圧延性の評価]

Ｎｏ.１～１９の試料に関しては、圧延性の評価を行った。熱間圧延により７．５ｍｍまで圧延された板は圧延後にコイル状に巻き取る直前に、端部をトリマーによりトリムした。巻き取られたコイルの端面温度は、４２０～４４０℃とし、冷却するまでの間に再結晶を生じさせ、軟質状態にした。次に、２．２ｍｍまで冷間圧延し、板の両サイドをそれぞれ３０ｍｍトリムし、トリム後の端面にクラックが残っていないことを確認した。その後、０．６５～０．７５ｍｍの間の所定の板厚まで冷間圧延した。そして、圧延後のトリム端面のクラック発生状況を確認した。次に、２．２ｍｍから０．６５ｍｍ～０．７５ｍｍまで圧延する際に、板の破断が生じた場合、および、破断は生じなかったが、圧延後のクラックが大きく、量産的に安定して生産ができないと判断された場合を不合格とした。

【００５４】

[胴切れ性の評価]

まず、連続して５万缶成形を行い、しごき加工時に胴部の破断が生じないか調べた。胴切れ発生数が５缶以上であった場合は、その発生数と製缶数から発生率を求めた。５缶未満であった場合は、更に５万缶成形し、胴切れ発生数を求めた。そして、胴切れ発生率＝全胴切れ発生数÷全成形数とした。

【００５５】

各実施例、比較例の組成成分、製造条件並びに評価試験結果を表１～表３に示す。

なお、表１の中間焼鈍の欄に示すＩＡ－ＣＡＬとは、合金板作製工程において、冷間圧延と冷間圧延との間で連続中間焼鈍を行なったことを示し、また、ＨＯＴ－ＣＡＬとは、合金板作製工程において、熱間圧延と冷間圧延との間で連続焼鈍を行なったことを示している。

また、Ｎｏ.５、２２、２５の試料については、スケルトンジャムが生じ易かったので、以下の表４に示す素材について、成形速度を変化させ、スケルトンジャムを生じないで安定に生産できる速度を調べた。試料Ｎｏ.２６において（３）と併記したのは、Ｎｏ.３の試料と同一成分の合金を用い、ほぼ同様な製造方法で製作したことを示す。製造方法については、Ｎｏ.３の試料と同等な特性を得るために、最終板厚を変更したことに伴い、最終冷間圧延率を同じにするために、中間焼鈍板厚を変更した。以下、Ｎｏ.２７～３３の各試料の（　）内の数字の意味も同様である。

【００５６】

【表１】

試料No.	成分（質量%）								工程
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Si+Cu	
1	0.30	0.43	0.40	0.97	1.47	0.13	0.04	0.70	IA－CAL
2	0.31	0.42	0.39	0.98	1.49	0.14	0.03	0.70	IA－CAL
3	0.25	0.41	0.45	0.98	1.30	0.14	0.03	0.70	IA－CAL
4	0.31	0.42	0.41	0.98	1.25＊	0.14	0.03	0.72	IA－CAL
5	0.30	0.43	0.35	0.97	1.15＊	0.13	0.03	0.65	IA－CAL
6	0.31	0.41	0.43	0.98	1.65	0.14	0.03	0.74	IA－CAL
7	0.31	0.41	0.43	0.98	1.65	0.14	0.03	0.74	IA－CAL
8	0.29	0.42	0.37	0.97	1.75*	0.13	0.03	0.66	IA－CAL
9	0.29	0.42	0.37	0.97	1.75*	0.13	0.03	0.66	IA－CAL
10	0.35	0.43	0.43	0.98	1.50	0.13	0.04	0.78	IA－CAL
11	0.38	0.42	0.40	0.97	1.51	0.14	0.04	0.78	IA－CAL
12	0.43	0.42	0.34	0.98	1.49	0.14	0.03	0.77	IA－CAL
13	0.43	0.42	0.35	0.98	1.49	0.14	0.03	0.78	IA－CAL
14	0.40	0.43	0.42	0.97	1.48	0.14	0.04	0.82*	IA－CAL
15	0.30	0.43	0.47*	0.97	1.49	0.13	0.03	0.77	IA－CAL
16	0.47*	0.43	0.30	0.97	1.65	0.13	0.03	0.77	IA－CAL
17	0.39	0.42	0.28	0.97	1.55	0.13	0.03	0.67	IA－CAL
18	0.26	0.43	0.24＊	0.98	1.21＊	0.14	0.03	0.5＊	IA－CAL
19	0.26	0.42	0.24＊	0.98	1.21＊	0.14	0.03	0.5＊	IA－CAL
20	0.27	0.40	0.24＊	0.95	1.30	0.15	0.03	0.51＊	HOT－CAL
21	0.28	0.40	0.24＊	0.97	1.31	0.14	0.03	0.52＊	HOT－CAL
22	0.30	0.40	0.23＊	0.98	1.23＊	0.11	0.04	0.53＊	HOT－CAL
23	0.30	0.40	0.23＊	0.98	1.22＊	0.11	0.04	0.53＊	HOT－CAL
24	0.30	0.40	0.21＊	0.98	1.30	0.11	0.04	0.51＊	焼鈍なし
25	0.28	0.45	0.22＊	0.97	1.10*	0.14	0.03	0.5＊	焼鈍なし

【００５７】

【表２】

試料No.	素材				ベーキング後素材			変化			製缶後	
	板厚	TS	YS	伸び	TS	YS	伸び	ABTS－HTS	HYS－ABYS	ABTS－ABYS	TS	伸び
	(mm)	(MPa)	(MPa)	(%)	(MPa)	(MPa)	(%)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(%)
1	0.260	314	296	3.7	334	295	7.9	20	1	39	369	5.2
2	0.260	320	298	4.7＊	334	297	7.5	14	1	37	370	5.1
3	0.260	301	284＊	3.5	328	291	7.9	27	−7	37	364	5.2
4	0.260	301	289	3.6	328	292	7.1	27	−3	36□	357	4.7□
5	0.260	289	279＊	3.6	317	282	7	28	−3	35□	355	4.8□
6	0.260	319	297	3.4	336	295	7.9	17	2	41	375	5.1
7	0.260	319	297	3.4	336	295	7.9	17	2	41	375	5.1
8	0.260	326＊	299	3.0	337	294	7.5	11	5	43	395	5.2
9	0.260	326＊	299	3.0	337	294	7.5	11	5	43	395	5.2
10	0.260	312	296	3.4	333	295	8	21	1	38	371	5.2
11	0.260	310	295	3.5	332	294	7.9	22	1	38	369	5.0
12	0.260	309	293	3.6	333	295	7.6	24	−2	38	367	5.0
13	0.260	295	284＊	3.0	308	273＊	6.2	13	11＊	35□	354	5.0
14	0.260	312	295	3.3	334	295	7.7	22	0	39	367	5.1
15	0.260	315	297	3.7	334	295	8	19	2	39	370	5.2
16	0.260	311	295	3.3	333	295	7.3	22	0	38	373	5.0
17	0.260	307	292	3.5	332	295	7.5	25	−3	37	368	4.9□
18	0.260	296	282＊	3.0	311	274＊	6.3	15	8	37	352	4.8□
19	0.260	294	281＊	3.2	300	261＊	6.2	6＊	20＊	39	335＊	5.0
20	0.260	327＊	300	6.9＊	315	285	6.4	−12＊	15＊	30＊	357	4.1＊
21	0.260	320	295	4.9＊	314	280	6.5	−6＊	15＊	34＊	355	4.1＊
22	0.260	305	279＊	5.1＊	300	271＊	6.5	−5＊	8	29＊	341＊	4.2＊
23	0.260	310	284＊	5.2＊	305	275＊	6.5	−5＊	9	30＊	345＊	4.5□
24	0.260	324	296	5.4＊	305	275＊	6.5	−19＊	21＊	30＊	341＊	3.8＊
25	0.260	306	279＊	5.6＊	285	260＊	5.7	−21＊	19＊	25＊	333＊	4.4＊

【００５８】

【表３】

試料No.	円相当径1～10μmの金属間化合物		リオイル (mg/m²)	突き刺し強度(N)	圧延クラック	胴切れ発生率	備考	条件1	条件2
	数(個)	面積率(%)		0.110		(ppm)			
1	4204	2.1	無し	48.2	○	0	標準	○	○
2	4223	2.1	無し	47.5	○	10	YS大・伸び大	×	×
3	4198	2	無し	47.9	○	0	YS低	×	×
4	3158	2	無し	46.2	○	0	Mg下限以下	×	×
5	4134	2	無し	46.5	○	0	YS低	×	×
6	4168	2.1	無し	47.9	○	0	Mg上限	○	○
7	4168	2.1	150	47.9	○	0	Mg上限	○	○
8	4329	2.2	無し	50.0	×	30	Mg上限超	×	×
9	4329	2.2	150	50.0	×	10	Mg上限超	×	×
10	4186	2.1	無し	47.6	○	0	Cu上限	○	○
11	4210	2.1	無し	47.5	○	0	Si大	○	○
12	4269	2.2	無し	46.8	○	0	Si上限	○	○
13	4277	2.2	無し	45.9	○	0	低温CAL	×	×
14	4275	2.2	無し	46.6	×	10	Si+Cu上限超え	×	×
15	4211	2.1	無し	48.0	×	20	Cu上限超	×	×
16	4347	2.2	無し	46.6	×	10	Si上限超	×	×
17	4236	2.2	無し	46.6	○	0	Cu下限	○	×
18	4187	2.1	無し	46.0	○	0	成分下限以下	×	×
19	4167	2.1	無し	45.0	○	0	成分下限低温CAL	×	×
20	4218	2.1	150	45.8	—	300	HTS超え	×	×
21	4237	2.1	150	45.8	—	10		×	×
22	4177	2.1	150	43.9	—	10		×	×
23	4177	2.1	150	45.1	—	0		×	×
24	4177	2.1	150	44.0	—	100	製缶後伸び低	×	×
25	4169	2.1	150	44.0	—	10	YS, ABYS低	×	×

【００５９】

【表４】

試料No.	板厚 (mm)	素材耐力 (MPa)	成形可能速度 (cpm)
1	0.260	296	170
3	0.260	284	150
4	0.260	289	170
5	0.260	279	140
26(3)	0.265	285	170
27(5)	0.265	280	160
28(5)	0.265	275	140
29(1)	0.250	295	170
30(4)	0.250	290	160
31(3)	0.250	284	150
32(5)	0.250	280	130
33(5)	0.250	275	100

【００６０】
表１～表３に示す結果から、本発明において望ましい条件、即ち、質量％で、Ｍｎ：０．８～１．１％、Ｍｇ：１．３～１．７％、Ｓｉ：０．２５～０．４５％、Ｆｅ：０．３～０．５５％、Ｃｕ：０．２５～０．４５％、Ｓｉ＋Ｃｕ：０．６～０．８％を含有し、残部が不可避不純物を含むＡｌからなり、板厚が０．２４０ｍｍ以上０．２６５ｍｍ以下であり、素材引張強さ（ＴＳ）が３２５ＭＰａ以下であり、素材耐力（ＹＳ）が２８５ＭＰａ以上３１０ＭＰａ以下であり、素材伸びが２．５％以上４．５％以下であり、ベーキング後の耐力（ＡＢ ＹＳ）が２８０ＭＰａ以上であり、ベーキング後の（ＡＢ ＴＳ）－（ＡＢ ＹＳ）の値が３５ＭＰａ以上、ＤＩ加工及び塗装焼付けによる製缶後の缶ボディの胴部の引張強さ（製缶後のＴＳ）が３５０ＭＰａ以上４１０ＭＰａ以下であるとともに、前記胴部の伸び（製缶後の伸び）が４．５％以上、ベーキングによるＴＳの変化（ＡＢ ＴＳ）－（Ｈ ＴＳ）の値が１０ＭＰａ以上、ベーキングによるＹＳの変化（Ｈ ＹＳ－ＡＢ ＹＳ）の値が１０ＭＰａ以下であるならば、突き刺し強度が高く、圧延時のクラックが生じ難く、胴切れ発生率が低く、スケルトンジャムも発生しないことが判明した。
【００６１】
なお、表１において、各元素成分量が本発明の請求項１に記載の範囲から外れた試料については、表１の各欄に＊印を付した。表２において、その他の条件（素材のＴＳ、素材のＹＳ、素材伸び、ベーキング後のＹＳ、ベーキング後の（ＡＢ ＴＳ）－（ＡＢ ＹＳ）の値、製缶後のＴＳ、製缶後の伸び、ベーキングによるＴＳの変化（ＡＢ ＴＳ）－（Ｈ ＴＳ）の値、ベーキングによるＹＳの変化（Ｈ ＹＳ－ＡＢ ＹＳ）のいずれか）が本発明の請求項１に記載の範囲から外れた試料については、表２の各欄に＊印を付した。各条件が請求項１に記載の範囲を満たす試料については表３の条件１の欄に○印で示している。
表２において、ベーキング後の（ＡＢ ＴＳ）－（ＡＢ ＹＳ）の値と製缶後の伸びの値が本発明の最も好ましい範囲から外れた試料については、表２の欄に□印を付している。各条件が本発明の最も好ましい範囲内の試料については表３の条件２の欄に○印で示している。
表３の条件１の欄に○印を付した試料、すなわち請求項１に記載の範囲を満たす試料はいずれも、突き刺し強度が４６．６Ｎ以上で、圧延クラックを生じることがなく、胴切れ発生率は０ｐｐｍである。また、後述するスケルトンジャムを生じない素材耐力が２８５ＭＰａ以上の条件を満足している。
一方、請求項１の条件のいずれかを満足しない場合、スケルトンジャムを生じない条件（素材耐力が２８５ＭＰａ以上）を満足しない（Ｎｏ．３、５、１３、１８、１９、２２、２３、２５）か、突き刺し強度４６．５Ｎ以下となる（Ｎｏ．４、５、１３、１８－２５）か、または、圧延クラックを生じ易い（Ｎｏ．８、９、１４－１６）か、または胴切れ発生率１０ｐｐｍ以上となる（Ｎｏ．２、８、９、１４－１６、２０－２２、２４、２

５）。

【００６２】

Ｎｏ.２０、２４の試料のように素材の引張強さや伸びが高いと、胴切れが著しく生じやすい。また、いずれの試料も突刺し強度が低い。

Ｎｏ.１７の試料は、製缶後の伸びがより好ましい範囲の下限５％未満であり、条件１を満足する試料の中では、突刺し強度がもっとも低い。

表１に示すＮｏ.１、６、７、１０、１１、１２、１７の試料が上述の条件１を満足する試料である。

これらに対し、Ｎｏ.２の試料は素材伸びが目的の範囲より大きく、胴切れが発生しやすい。Ｎｏ.３の試料は素材耐力が低くスケルトンジャムが発生した。Ｎｏ.４の試料はＭｇ含有量が低く突き刺し強度の面で不足となり、Ｎｏ.５の試料はＭｇ含有量が低く、突き刺し強度が低く、素材耐力も低いためにスケルトンジャムが発生した。Ｎｏ.８、９の試料はＭｇ含有量が多い試料であるが、素材引張強さが高くなり過ぎ、圧延クラックが発生し、胴切れも生じやすい。Ｎｏ.１３の試料はベーキング後の素材耐力が２８０ＭＰａを下回り、ベーキング後の耐力変化（Ｈ　ＹＳ）－（ＡＢ　ＹＳ）が１０ＭＰａを超える試料であるが、突き刺し強度が低くなった。

Ｎｏ.１４の試料は（Ｓｉ＋Ｃｕ）量が多い試料、Ｎｏ.１５の試料はＣｕの量が多い試料、Ｎｏ.１６はＳｉ量の多い試料であるが、いずれも圧延クラックを生じた。

Ｎｏ．１８，１９の試料はＣｕ、ＭｇおよびＳｉ＋Ｃｕが下限未満の場合で、素材耐力、ベーキング後耐力が下限未満で、スケルトンジャムが生じやすく、突刺し強度も低い。Ｎｏ．１９の試料は、ベーキングによるＴＳの変化（ＡＢ　ＴＳ）－（Ｈ　ＴＳ）の値、ベーキングによるＹＳの変化（Ｈ　ＹＳ－ＡＢ　ＹＳ）の値も請求項１の範囲外で、製缶後のＴＳも低くなり、突刺し強度が特に低い。

Ｎｏ．２０～２３の試料は、熱間圧延後、冷間圧延前に連続焼鈍（ＨＯＴ－ＣＡＬ）した場合、Ｎｏ．２４、２５の試料は中間焼鈍しなかった場合で、いずれも７０％を超える最終冷間圧延を行った場合である。これらの試料はＣｕ量が少ないか、Ｍｇ量が少ないか、（Ｓｉ＋Ｃｕ）量が少ない試料であるが、最終冷延率が高いため、素材引張強さ、耐力は、Ｎｏ.２２、２５を除くと、必ずしも低くない。しかし、伸び、ベーキング後の素材耐力、ベーキングによるＴＳの変化（ＡＢ　ＴＳ）－（Ｈ　ＴＳ）の値、ベーキングによるＹＳの変化（Ｈ　ＹＳ－ＡＢ　ＹＳ）の値、素材の（ＡＢ　ＴＳ）－（ＡＢ　ＹＳ）の値のいずれかを制御することができず、突き刺し強度を満足することができず、胴切れも発生している。

次に、上記の条件１を満足した上に、製缶後の缶胴の伸びがより好ましい範囲である５％を下回るＮｏ.１７の試料は突き刺し強度が若干低下する傾向となったが、５％以上の試料はいずれも優秀な突き刺し強度を発揮したので、製缶後の缶胴伸びは５％以上がより好ましいことが判明した。

【００６３】

また、表４に示す結果から、板厚が０．２６５ｍｍでは素材耐力が２８５ＭＰａ以上あると、成形可能速度１７０ｃｐｍ以上とすることができ、板厚が０．２６０ｍｍでは素材耐力が２８４ＭＰａ以上あると、成形可能速度を１５０ｃｐｍ以上とすることができ、板厚が０．２５０ｍｍでは素材耐力が２８４ＭＰａ以上あると成形可能速度を１５０ｃｐｍ以上にできることが判る。

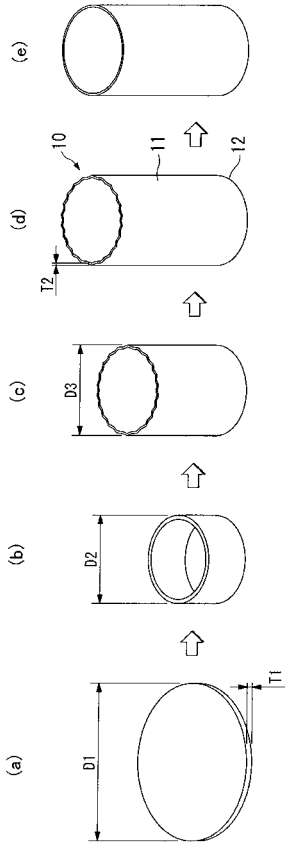
従って、素材耐力が２８５ＭＰａ以上であれば、０．２６５ｍｍ以下の板厚で、１５０ｃｐｍ以上で成形可能であり、高い生産効率が得られる。

【符号の説明】

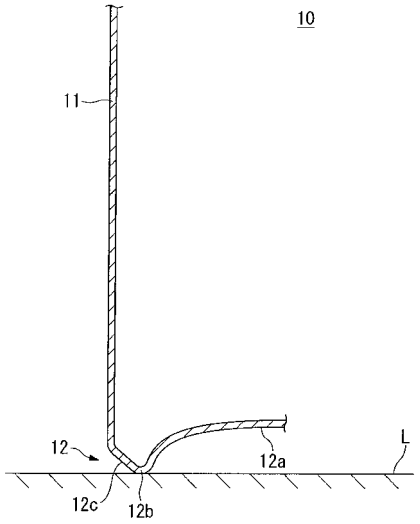
【００６４】

１０…缶ボディ、１１…胴部、１２…底部

【図１】



【図２】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		FI	
		C22F	1/00 630A
		C22F	1/00 630K
		C22F	1/00 673
		C22F	1/00 682
		C22F	1/00 683
		C22F	1/00 685Z
		C22F	1/00 686Z
		C22F	1/00 691B
		C22F	1/00 691C
		C22F	1/00 694A

(72)発明者 福増 秀彰
静岡県裾野市平松８５番地 三菱アルミニウム株式会社 富士製作所内

審査官 鈴木 毅

(56)参考文献 特開２００８－０５７０３０（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－１９７８１５（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－１９７８１６（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－１９７８１７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ２２Ｃ ２１／００ － ２１／１８
Ｃ２２Ｆ １／０４ － １／０５７