

明 細 書

発明の名称：

表面処理アルミニウム材、その製造方法、金属筐体及び厨房機器

技術分野

[0001] 本発明は、表面処理アルミニウム材、その製造方法、金属筐体及び厨房機器に関する。

背景技術

[0002] アルミニウムまたはアルミニウム合金からなるアルミニウム材は、種々の用途に利用されている。これらのアルミニウム材の表面には、表面の保護などの目的で陽極酸化皮膜が設けられることがある。また、陽極酸化皮膜に形成される細孔を閉鎖し、アルミニウム材の耐食性を高めるために、封孔処理が行われることがある。

[0003] 例えば特許文献1には、アルミニウム又はアルミニウム合金の表面に陽極酸化皮膜を形成する工程と、フッ化ニッケルを含有する20～35℃の水溶液に浸漬する第1封孔処理工程と、酢酸ニッケルを含有する80～93℃の水溶液に浸漬する第2封孔処理工程とを有することを特徴とするアルミニウム又はアルミニウム合金の表面処理方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2021-70847号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、特許文献1の製造方法により得られるアルミニウム材は、温度が上昇した際に陽極酸化皮膜にクラックが発生しやすくなり、陽極酸化皮膜の小片からなる異物が発生するおそれがある。このような異物の発生を抑制するため、表面に陽極酸化皮膜を有するアルミニウム材の耐熱性をより高めることが望まれている。

[0006] 本発明は、かかる背景に鑑みてなされたものであり、温度が上昇した場合においてもクラックの発生を抑制することができる表面処理アルミニウム材、その製造方法、金属筐体及び厨房機器を提供しようとするものである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の第一の態様は、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる母材と、前記母材上に形成された保護皮膜と、を有する表面処理アルミニウム材であって、

前記保護皮膜は、アルミニウムの酸化物からなり、前記母材を覆う酸化物層と、

前記酸化物層を覆う水和酸化物層と、を有し、

前記水和酸化物層は、

アルミニウムの水和酸化物と、

Ni（ニッケル）、Cr（クロム）、Zr（ジルコニウム）、Si（シリコン）、Ti（チタン）、Au（金）、Ag（銀）、Co（コバルト）、Mo（モリブデン）、Mn（マンガン）、Nb（ニオブ）、Ta（タンタル）、W（タングステン）、Zn（亜鉛）、Fe（鉄）、Ir（イリジウム）及びSc（スカンジウム）からなる群より選択される1種または2種以上の金属元素を含む金属酸化物及び／または金属水酸化物と、を含み、

濃度5質量%のNaCl溶液と濃度99.7質量%の酢酸とを前記NaCl溶液：前記酢酸＝1000：1の体積比で混合してなる測定溶液を用いて前記母材及び200℃の温度で4時間加熱した後の前記表面処理アルミニウム材のカソード分極測定を行い、前記母材の水素イオンの拡散限界電流を示す電位領域の中央の電位における電流密度を測定した場合に、前記母材の電流密度J₂に対する前記表面処理アルミニウム材の電流密度J₁の比J₁/J₂が 90×10^{-5} 以下である、表面処理アルミニウム材にある。

[0008] 本発明の第二の態様は、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる母材と、前記母材上に形成された保護皮膜と、を有する表面処理アルミニウム材であって、

前記保護皮膜は、アルミニウムの酸化物からなり、前記母材を覆う酸化物層と、

前記酸化物層を覆う水和酸化物層と、を有し、

前記水和酸化物層は、

アルミニウムの水和酸化物と、

Ni、Cr、Zr、Si、Ti、Au、Ag、Co、Mo、Mn、Nb、Ta、W、Zn、Fe、Ir及びScからなる群より選択される1種または2種以上の金属元素を含む金属酸化物及び／または金属水酸化物と、を含み、

前記表面処理アルミニウム材から前記母材の片面に前記保護皮膜を有する試料を作製し、前記試料における前記保護皮膜を有する面の背面にひずみゲージを取り付けた状態で測定した、温度200℃における前記試料のひずみ量 ε_1 と、温度200℃における前記母材のひずみ量 ε_2 との差 $\varepsilon_1 - \varepsilon_2$ が 100×10^{-6} 以下である、表面処理アルミニウム材にある。

[0009] 本発明の第三の態様は、前記の態様の表面処理アルミニウム材からなる金属筐体にある。

[0010] 本発明の第四の態様は、前記金属筐体を含む厨房機器にある。

[0011] 本発明の第五の態様は、前記の態様の表面処理アルミニウム材の製造方法であって、

前記母材に陽極酸化処理を施すことにより前記母材上に細孔を備えた前記酸化物層を形成し、

その後、前記母材及び前記酸化物層を200℃以上400℃以下の温度で加熱し、

その後、前記金属元素を含む封孔剤に前記酸化物層を接触させて前記酸化物層上に前記水和酸化物層を形成するとともに前記細孔を封孔する、表面処理アルミニウム材の製造方法にある。

発明の効果

[0012] 前記第一の態様の表面処理アルミニウム材（以下、「アルミニウム材」と

いう。)は、母材の表面に、前記酸化物層と前記水和酸化物層とを備えた保護皮膜を有している。また、前記特定の方法で200℃の温度で4時間加熱した後の前記表面処理アルミニウム材及び前記母材のカソード分極測定を行った場合における、前記母材の電流密度J2に対する前記表面処理アルミニウム材の電流密度J1の比 $J1/J2$ が 90×10^{-5} 以下である。かかる特性を有するアルミニウム材は、優れた耐熱性を有しており、温度が上昇した場合においてもクラックの発生を抑制することができる。

[0013] 前記第二の態様のアルミニウム材は、母材の表面に、前記酸化物層と前記水和酸化物層とを備えた保護皮膜を有している。また、前記特定の方法で測定した、温度200℃における前記試料のひずみ量 $\varepsilon 1$ と、温度200℃における前記母材のひずみ量 $\varepsilon 2$ との差 $\varepsilon 1 - \varepsilon 2$ が 100×10^{-6} 以下である。かかる特性を有するアルミニウム材は、優れた耐熱性を有しており、温度が上昇した場合においてもクラックの発生を抑制することができる。

[0014] 前記第三の態様の金属筐体は、前記アルミニウム材から構成されているため、優れた耐熱性を有しており、温度が上昇した場合においてもクラックの発生を抑制することができる。

[0015] 前記第四の態様の厨房機器における金属筐体は、前記アルミニウム材から構成されている。前述したように、前記アルミニウム材は優れた耐熱性を有しているため、温度が上昇した場合においても厨房機器の金属筐体におけるクラックの発生を抑制することができる。

[0016] また、前記第五の態様のアルミニウム材の製造方法においては、母材に陽極酸化処理を施した後に、陽極酸化処理によって形成された酸化物層を前記特定の範囲内の温度で加熱する。このように、酸化物層の細孔を封孔する前に酸化物層を加熱することにより、酸化物層の形成時に生じた内部応力を緩和することができる。そして、酸化物層の内部応力を緩和した後に酸化物層と封孔剤とを接触させ、酸化物層上に水和酸化物層を形成すると共に細孔を封孔することにより、耐熱性を向上させ、温度が上昇した場合においてもクラックの発生を抑制することができる。

[0017] 以上のように、前記の態様によれば、優れた耐熱性を有し、温度が上昇した場合においてもクラックの発生を抑制することができる表面処理アルミニウム材、その製造方法、金属筐体及び厨房機器を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]図1は、実施例1における表面処理アルミニウム材の断面図である。

[図2]図2は、実施例1の表面処理アルミニウム材の製造過程において、酸化物層が形成された母材の断面図である。

[図3]図3は、実施例1における母材のカソード分極曲線を示す説明図である。

[図4]図4は、母材のカソード分極曲線における段差部の拡大図である。

[図5]図5は、参考例における、表面処理アルミニウム材のひずみ量の測定方法を示す説明図である。

[図6]図6は、参考例における、表面処理アルミニウム材のひずみ量の測定結果を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0019] (アルミニウム材)

前記アルミニウム材の母材は、アルミニウムまたはアルミニウム合金から構成されている。母材の形状は特に限定されることはなく、アルミニウム材の用途に応じて種々の形状をとり得る。また、母材の材質は、アルミニウム材の用途に応じて、アルミニウム及びアルミニウム合金からなる群の中から適宜選択することができる。より具体的には、母材を構成するアルミニウムとしては、例えば、1000系アルミニウムを使用することができる。また、母材を構成するアルミニウム合金としては、例えば、2000系アルミニウム合金、3000系アルミニウム合金、4000系アルミニウム合金、5000系アルミニウム合金、6000系アルミニウム合金、7000系アルミニウム合金及び8000系アルミニウム合金を使用することができる。

[0020] 前記母材上には、アルミニウムの酸化物からなり、母材上に積層された酸化物層と、酸化物層に積層された水和酸化物層とを含む保護皮膜が設けられ

ている。水和酸化物層は、アルミニウムの水和酸化物と、前記金属元素を含む金属酸化物及び金属水酸化物からなる群より選択される1種以上の金属化合物とを含んでいる。保護皮膜は、例えば、母材に陽極酸化処理を施し、母材の表面に多数の細孔を備えた酸化物層を形成した後、封孔処理を行い、酸化物層の細孔を水和酸化物層で閉塞することにより得られる。このような保護皮膜は、腐食性ガスに対する耐食性に優れている。それ故、母材上に前記保護皮膜を形成することにより、前記アルミニウム材の耐食性を高めることができる。

[0021] 保護皮膜の厚みは $2\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。これにより、アルミニウム材の耐食性をより向上させることができる。耐食性の観点からは保護皮膜の厚みの上限は特に限定されることはなく、保護皮膜の厚みを厚くするほどアルミニウム材の耐食性を向上させることができる。かかる観点からは、保護皮膜の厚みは、 $5\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましく、 $10\mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。なお、保護皮膜の厚みの製造上の上限は、例えば $200\mu\text{m}$ である。製造時間の短縮の観点からは、保護皮膜の厚みは $100\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

[0022] グロー放電発光分光分析（以下、「GD-OES」という。）によって測定される、前記アルミニウム材の表面から深さ 500nm までの範囲における水素の発光強度の積算値 A_{H} に対する前記金属元素の発光強度の積算値 A_{M} の比 $A_{\text{M}}/A_{\text{H}}$ は 0.1 以上 5.0 以下であることが好ましい。GD-OESによって測定される元素の発光強度は、当該元素の含有量を表しており、発光強度が高いほど当該元素が多く含まれていることを意味する。また、前記水和酸化物層の大部分はアルミニウムの水酸化物から構成されている。従って、前記比 $A_{\text{M}}/A_{\text{H}}$ の値は、アルミニウムの水酸化物の量によって規格化された前記金属元素の含有量を表している。そして、前記アルミニウム材における前記比 $A_{\text{M}}/A_{\text{H}}$ の値を前記特定の範囲内とすることにより、耐食性を向上させる効果をより確実に得ることができる。

[0023] 前記比 $A_{\text{M}}/A_{\text{H}}$ の値は、以下の方法により算出することができる。まず、G

D-OESにより取得した前記アルミニウム材の水素の発光強度の深さ方向プロファイルにおいて、表面から深さ500nmまでの範囲内に存在する各測定点での水素の発光強度を足し合わせ、この値を水素の発光強度の積算値 A_H とする。同様に、前記アルミニウム材の前記金属元素発光強度の深さ方向プロファイルにおいて、表面から深さ500nmまでの範囲内に存在する各測定点での前記金属元素の発光強度を足し合わせ、この値を前記金属元素の発光強度の積算値 A_M とする。このようにして得られる前記金属元素の発光強度の積算値 A_M を水素の発光強度の積算値 A_H で除することにより、前記比 A_M/A_H の値を得ることができる。

[0024] JIS H 8683-2:2013に規定された方法により封孔度試験を行った場合における、前記アルミニウム材の単位面積当たりの質量減少量は 0.3 g/dm^2 以下であることが好ましい。かかるアルミニウム材は、酸化物層の細孔が水和酸化物層によって十分に封孔されている。そのため、アルミニウム材の単位面積当たりの質量減少量を前記特定の範囲内とすることにより、アルミニウム材の耐食性をより確実に高めることができる。

[0025] なお、封孔度試験の具体的な方法は以下の通りである。まず、リン酸35mL及び無水クロム酸20gを水に溶解させ、1Lの試験液を準備する。次に、アルミニウム材から保護皮膜を含む試験片を採取し、試験片における保護皮膜の面積を測定する。この試験片の表面の汚れを除去した後、試験片の質量を測定する。その後、試験片を $38^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ の温度に保持された試験液中に15分 $\pm$ 5秒間浸漬する。

[0026] 試験液への試験片の浸漬が完了した後、試験片を流水で洗浄し、さらに脱イオン水または蒸留水で洗浄する。洗浄後の試験片を十分に乾燥させた後、試験片の質量を測定する。

[0027] 以上により得られる、試験片の保護皮膜の面積 S （単位： dm^2 ）、試験液への浸漬前の試験片の質量 m_1 （単位： g ）及び試験液への浸漬後の試験片の質量 m_2 （単位： g ）を用い、下記式（1）に基づいて単位面積当たりの質量減少量 δ_s （単位： g/dm^2 ）を算出することができる。

$$\delta_s = (m_1 - m_2) / S \quad \cdots (1)$$

- [0028] 前記第一の態様に係る表面処理アルミニウム材は、濃度5質量%のNaCl溶液と濃度99.7質量%の酢酸とを前記NaCl溶液：前記酢酸＝1000：1の体積比で混合してなる測定溶液を用いて前記母材及び200℃の温度で4時間加熱した後の前記表面処理アルミニウム材のカソード分極測定を行い、前記母材の水素イオンの拡散限界電流を示す電位領域の中央の電位における電流密度を測定した場合に、前記母材の電流密度J₂に対する前記表面処理アルミニウム材の電流密度J₁の比J₁/J₂が 90×10^{-5} 以下となる特性を有している。電流密度J₁の比J₁/J₂が前記特定の範囲内であるアルミニウム材は、温度が上昇した際にクラックが発生しにくく、優れた耐熱性を有している。
- [0029] アルミニウム材の耐熱性をより向上させる観点からは、電流密度の比J₁/J₂は 70×10^{-5} 以下であることが好ましく、 50×10^{-5} 以下であることがより好ましく、 30×10^{-5} 以下であることがさらに好ましい。なお、前記アルミニウム材の耐熱性を向上させる観点からは、電流密度の比J₁/J₂に下限はないが、電流密度の比J₁/J₂は、その定義上、必ず0より大きい値となる。
- [0030] また、前記第二の態様に係る表面処理アルミニウム材は、前記表面処理アルミニウム材から前記母材の片面に前記保護皮膜を有する試料を作製し、前記試料における前記保護皮膜を有する面の背面にひずみゲージを取り付けた状態で測定した、温度200℃における前記試料のひずみ量 ε_1 と、温度200℃における前記母材のひずみ量 ε_2 との差 $\varepsilon_1 - \varepsilon_2$ が 100×10^{-6} 以下となる特性を有している。ひずみ量の差 $\varepsilon_1 - \varepsilon_2$ が前記特定の範囲内であるアルミニウム材は、温度が上昇した際にクラックが発生しにくく、優れた耐熱性を有している。なお、前記アルミニウム材から作製した試料のひずみ量の差 $\varepsilon_1 - \varepsilon_2$ の下限は、通常、 -100×10^{-6} 以上となる。
- [0031] 表面処理アルミニウム材から試料を作製する方法は特に限定されることなく、試料のひずみ量に影響を及ぼさない限り、種々の方法を採用すること

ができる。例えば、表面処理アルミニウム材が母材の片面のみに保護皮膜を有する板である場合には、表面処理アルミニウム材を適切な大きさに切断した小片を試料として用いることができる。また、例えば、表面処理アルミニウム材が母材の両面に保護皮膜を有する板である場合には、表面処理アルミニウム材を適切な大きさに切断して小片を作製した後、小片における2か所の保護皮膜のうち一方の保護皮膜を除去することにより試料を得ることができる。保護皮膜の除去方法としては、例えば、酸やアルカリを用いて保護皮膜を溶解させる方法等を採用することができる。

[0032] 前記アルミニウム材は、前述したように、温度が上昇した場合においても保護皮膜へのクラックの発生を抑制することができる。それ故、前記アルミニウム材は、厨房機器などの、使用中に高温になる機器の筐体等の用途に好適である。より具体的には、前記アルミニウム材は、例えば、厨房機器などの金属筐体等に好適に用いられる。厨房機器としては、例えば、オーブンや電子レンジ、ガスコンロ、フライヤーなどの加熱調理器具や、ホットフードショーケース等が挙げられる。

[0033] (アルミニウム材の製造方法)

前記表面処理アルミニウム材を製造するに当たっては、まず、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる母材を準備する。母材の製造方法は特に限定されることはなく、公知の方法を採用することができる。例えば、母材は、鋳造、圧延及び熱処理を適宜組み合わせた方法により製造されていてもよい。また、母材を製造した後、陽極酸化処理を施すまでの間に、必要に応じて脱脂、酸洗浄及び研磨などの陽極酸化処理の前処理を施してもよい。次に、前記母材に陽極酸化処理を施すことにより前記母材上に細孔を備えた前記酸化物層を形成する。陽極酸化処理においては、母材と対極とを電解液に浸漬した状態で、母材と対極との間に直流電流を流すことにより母材の表面に酸化物層を形成することができる。このようにして形成される酸化物層は、アルミナなどのアルミニウムの酸化物から構成されており、多数の細孔を有している。

- [0034] 陽極酸化処理において用いる電解液は、例えば、硫酸やリン酸などの電解質を含む酸性電解液であってもよく、メタホウ酸ナトリウムなどの電解質を含むアルカリ性電解液であってもよい。陽極酸化処理において用いる電解液は、金属イオンやアンモニウムイオンなどの無機陽イオンと、硫酸イオン、リン酸イオン及びホウ酸イオンからなる群より選択される1種または2種以上の陰イオンとからなる無機電解質を含むことが好ましい。無機電解質を含む電解液を用いて陽極酸化処理を行うことにより、所望の構造を有する酸化物層をより容易に形成することができる。
- [0035] 陽極酸化処理における直流電流の電流密度は、例えば、 1 mA/cm^2 以上 100 mA/cm^2 以下の範囲から適宜設定することができる。また、陽極酸化処理における電解液の温度は、例えば、 0°C 以上 40°C 以下の範囲から適宜設定することができる。
- [0036] 陽極酸化処理において形成される酸化物層の厚みは、 $2\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。酸化物層の厚みを $2\text{ }\mu\text{m}$ 以上とすることにより、封孔後に得られる保護皮膜の厚みを十分に厚くし、耐食性及び耐熱性に優れたアルミニウム材をより容易に得ることができる。
- [0037] 前記製造方法においては、陽極酸化処理を行った後、前記母材及び前記酸化物層を 200°C 以上 400°C 以下の温度で加熱する。陽極酸化処理を行った後、酸化物層の細孔を封孔する前に前記特定の範囲内の温度で酸化物層を加熱することにより、酸化物層の内部応力を緩和することができる。そして、酸化物層の内部応力を緩和した後に細孔を封孔することにより、封孔後の保護皮膜における内部応力を低減することができる。その結果、加熱された際の保護皮膜のクラックの発生を抑制でき、アルミニウム材の耐熱性を向上させることができる。
- [0038] 酸化物層の加熱温度が低すぎる場合には、酸化物層の内部応力の緩和が不十分となり、前記アルミニウム材の温度が上昇した際に保護皮膜にクラックが発生しやすくなるおそれがある。かかる問題を容易に回避する観点から、酸化物層の加熱温度は 200°C 以上とする。一方、酸化物層の加熱温度が高

すぎる場合には、母材の熱膨張に酸化物層が追従できず、酸化皮膜にクラックが発生するおそれがある。かかる問題を容易に回避する観点から、酸化物層の加熱温度は400℃以下とする。

[0039] 酸化物層の加熱においては、酸化物層の温度が所望の温度に到達した直後に加熱を終了してもよく、所望の温度に到達した後に、当該温度をある程度の時間保持してもよい。酸化物層の内部応力を十分に緩和し、アルミニウム材の耐熱性をより確実に高める観点からは、酸化物層の加熱を開始してから加熱を終了するまでの加熱時間は3分以上12時間未満であることが好ましい。

[0040] 酸化物層を加熱した後に、酸化物層を封孔剤に接触させる。これにより、前記酸化物層上に前記水和酸化物層を形成するとともに、水和酸化物層によって前記細孔を封孔する。封孔剤としては、例えば、Ni、Cr、Zr、Si、Ti、Au、Ag、Co、Mo、Mn、Nb、Ta、W、Zn、Fe、Ir及びScからなる群より選択される1種または2種以上の金属元素を含む水溶液を使用することができる。前記金属元素を含む水溶液を封孔剤として使用し、酸化物層と接触させると、アルミニウムの酸化物の水和反応と、金属元素の析出反応とが並行して進行する。その結果、酸化物層上に、アルミニウムの水和酸化物と、前記金属元素の酸化物及び／または水酸化物とを含む水和酸化物層を形成することができる。

[0041] 前記封孔剤は、前記金属元素のイオンを含む水溶液であることが好ましい。かかる封孔剤を使用することにより、水和酸化物層をより確実に形成することができる。封孔剤中の前記金属元素は、金属イオンとして存在していてもよく、錯イオンとして存在していてもよい。封孔剤としては、例えば、酢酸ニッケル水溶液、酢酸コバルト水溶液、クロム酸塩水溶液及びケイ酸塩水溶液などの、前記金属元素を含む金属塩の水溶液などを使用することができる。

実施例

[0042] (実施例1)

前記表面処理アルミニウム材及びその製造方法の実施例を、図1～図2を参照しつつ説明する。本例の表面処理アルミニウム材1は、図1に示すように、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる母材2と、母材上に形成された保護皮膜3と、を有している。保護皮膜3は、アルミニウムの酸化物からなり、母材2を覆う酸化物層31と、酸化物層31を覆う水和酸化物層32と、を有している。水和酸化物層32は、アルミニウムの水和酸化物と、Ni、Cr、Zr、Si、Ti、Au、Ag、Co、Mo、Mn、Nb、Ta、W、Zn、Fe、Ir及びScからなる群より選択される1種または2種以上の金属元素を含む金属酸化物及び／または金属水酸化物と、を含む。濃度5質量%のNaCl溶液と濃度99.7質量%の酢酸とを前記NaCl溶液：前記酢酸＝1000：1の体積比で混合してなる測定溶液を用いて母材2及び200℃の温度で4時間加熱した後の表面処理アルミニウム材1のカソード分極測定を行い、母材2の水素イオンの拡散限界電流を示す電位領域の中央の電位における電流密度を測定した場合に、母材2の電流密度J2に対する表面処理アルミニウム材1の電流密度J1の比J1/J2が 9.0×10^{-5} 以下である。

[0043] 本例のアルミニウム材1を作製するに当たっては、まず、母材2に陽極酸化処理を施すことにより、図2に示すように母材2上に細孔311を備えた酸化物層31を形成する。その後、母材2及び酸化物層31を200℃以上400℃以下の温度で加熱して酸化物層31の内部応力を緩和する。その後、酸化物層31を封孔剤に接触させ、酸化物層31上に水和酸化物層32を形成するとともに細孔311を封孔することにより、アルミニウム材1を得ることができる。

[0044] 表1に、アルミニウム材1の具体例（試験材A1～A12）を示す。試験材A1～A12の作製方法は、例えば以下の通りである。まず、母材2として、表1に示すいずれかの合金番号で表される化学成分を有し、厚みが1.1mmであるアルミニウム板を準備する。この母材2に陽極酸化処理の前処理を施す。具体的には、前処理として、まず母材2を濃度5質量%、温度5

5℃の水酸化ナトリウム水溶液に浸漬するアルカリエッチング処理を行う。

その後、母材2を濃度30質量%の硝酸に浸漬してデスマット処理を行う。

[0045] 以上のようにして母材2に前処理を行った後、母材2に陽極酸化処理を行い、母材2の表面に酸化物層31を形成する。陽極酸化処理において用いる電解液は濃度15質量%の硫酸水溶液とし、電解液の温度は5℃とする。また、陽極酸化処理における電流密度は10mA/cm²とし、処理時間は60分とする。このようにして形成される酸化物層31は、いわゆるポーラス型のアルマイト皮膜であり、図2に示すように、多数の細孔311を有している。なお、前述した条件で陽極酸化処理を行うことにより形成される酸化物層31の厚みはおよそ19μmである。

[0046] 陽極酸化処理を行った後、母材2を加熱炉内で加熱し、酸化物層31の内部応力を緩和する。加熱炉の設定温度は表1の「加熱温度」欄に示した値とし、炉内における母材の滞在時間、つまり、加熱開始から加熱終了までの時間は表1の「加熱時間」欄に示した値とする。

[0047] その後、酸化物層31を備えた母材2を封孔剤に60分間浸漬することにより、酸化物層31上にアルミニウムの水和酸化物からなる水和酸化物層32を形成するとともに、水和酸化物層32によって酸化物層31の細孔311を封孔する。本例において使用する封孔剤は、具体的には、奥野製薬工業株式会社製「トップシール（登録商標） H-298」を水により40mL/Lの濃度に希釈した水溶液または奥野製薬工業株式会社製「トップシール L-100」を水に溶解させた濃度5g/Lの水溶液のいずれかである。なお、「トップシール H-298」は酢酸ニッケルを主成分とする水溶液である。また、「トップシール L-100」はフッ化ニッケルを主成分とする固体である。表1においては、「トップシール H-298」を「H-298」、「トップシール L-100」を「L-100」と記載した。

[0048] 以上により、表1に示す試験材A1～A12を得ることができる。なお、表1に示す試験材B1～B7は、試験材A1～A12との比較のための試験材である。試験材B1～B2、B5～B7の作製方法は、母材2上に酸化物

層 3 1 を形成した後に、酸化物層 3 1 を加熱せずに封孔剤と接触させる点以外は試験材 A 1 の作製方法と同様である。また、試験材 B 3 ～ B 4 の作製方法は、加熱炉における加熱条件を表 1 に示すように変更した以外は、試験材 A 1 の作製方法と同様である。

[0049] 次に、試験材 A 1 ～ A 1 2 及び試験材 B 1 ～ B 7 のカソード分極測定の方法を説明する。

[0050] 〔カソード分極測定〕

以下の方法により母材及び 2 0 0 °C の温度で 4 時間加熱した試験材のカソード分極測定を行い、これらのカソード分極曲線に基づいて母材の電流密度 J 2 に対する表面処理アルミニウム材の電流密度 J 1 の比 $J 1 / J 2$ を算出する。まず、試験材を温度 2 0 0 °C に設定したオープンで 4 時間加熱する。オープンから取り出した試験材を室温まで冷却した後、保護皮膜上に評価領域を設定し、試験材の表面における評価領域以外の部分をシリコン樹脂で被覆する。

[0051] 次に、濃度 5 質量%の NaCl 水溶液と濃度 9 9 . 7 % の酢酸とを準備し、NaCl 水溶液と酢酸との体積比が NaCl 水溶液 : 酢酸 = 1 0 0 0 : 1 となるようにして NaCl 水溶液に酢酸を添加することにより測定溶液を作製する。この測定溶液中に、ポテンシostatと電氣的に接続した試験片、対極及び参照電極を浸漬し、3 0 分間静置して測定部の電位を安定させる。なお、測定溶液の脱気は行わない。また、参照電極としては、例えば、Ag / AgCl 電極を使用することができる。

[0052] 測定部の電位が安定した後、ポテンシostatを用いて試験片と対極との間に電圧を印加し、測定部の電位が参照電極に対して - 2 0 0 0 mV に達するまで、2 0 mV / 分の掃引速度で測定部の電位を掃引する。この時に測定部に流れる電流密度を測定することにより、加熱後の試験材のカソード分極曲線を取得する。また、前述した方法で陽極酸化処理の前処理を行った後の母材を用いて同様の測定を行うことにより、母材のカソード分極曲線を取得する。なお、試験材及び母材のカソード分極測定は、いずれも大気雰囲気

中において、測定溶液の温度を 25℃に維持した状態で実施される。また、試験材及び母材のカソード分極測定は、測定溶液の攪拌を行わず、測定溶液が実質的に流動していない状態で実施される。

[0053] 図3に母材のカソード分極曲線の一例を示す。なお、図3の縦軸は測定部の電位（単位：V）であり、横軸は電流密度（単位： $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ ）である。また、図3の横軸の目盛りは対数目盛である。図3に示すように、母材のカソード分極曲線は階段状の形状を有している。カソード分極測定において、電流が水素イオンの拡散によって律速される状態に近づくと、測定部の電位の変化に対して電流の変化が小さくなる。従って、図3に示すように電位を縦軸に表し、電流密度を横軸に表したカソード分極曲線においては、水素イオンの拡散限界電流を示す電位領域が、カソード分極曲線の段差部における曲線の傾きが急峻な部分に含まれる。

[0054] 図4に、図3におけるカソード分極曲線の段差部の拡大図を示す。母材のカソード分極曲線における水素イオンの拡散限界電流を示す電位領域の決定方法は以下の通りである。まず、図4に示すようにカソード分極曲線の段差部に傾きの絶対値が最も大きくなる接線Lを引く。そして、この接線Lとカソード分極曲線とが重なる領域Rを水素イオンの拡散限界電流を示す電位領域とする。このようにして決定された領域Rの中央の電位における電流密度J2を算出する。また、加熱後の試験材のカソード分極曲線において、母材のカソード分極曲線における前述した電位領域の中央の電位と同一の電位における電流密度J1を算出する。

[0055] 加熱後の試験材のカソード分極曲線に基づいて算出される電流密度J1は、加熱後の試験材における母材と測定溶液との接触面積の指標として用いることができ、電流密度の値が大きいほど母材と測定溶液との接触面積が広いことを示す。従って、母材を用いて算出した電流密度J2に対する、加熱後の試験片を用いて算出した電流密度J1の比率J1/J2を、加熱による母材の露出面積の増加率の指標として用いることができる。より具体的には、例えば、加熱後の試験材における保護皮膜にクラックなどの欠陥が形成され

る場合には、クラックによって母材が露出することがある。従って、この場合には前記電流密度比 J_1 / J_2 が大きくなる。表 1 に、各試験材の電流密度比 J_1 / J_2 を示す。

[0056] [表1]

(表1)

	母材	封孔剤	酸化物層の加熱		電流密度比 J_1/J_2
			加熱温度(°C)	加熱時間(分)	
試験材A1	AA6016	H-298	250	30	1×10^{-5}
試験材A2	AA6016	H-298	250	3	3×10^{-5}
試験材A3	AA6016	H-298	250	5	5×10^{-5}
試験材A4	AA6016	H-298	250	10	6×10^{-5}
試験材A5	AA6016	H-298	250	120	6×10^{-5}
試験材A6	AA6016	H-298	300	10	2×10^{-5}
試験材A7	AA6016	H-298	350	10	9×10^{-5}
試験材A8	AA6016	H-298	400	10	12×10^{-5}
試験材A9	AA6016	L-100	250	30	20×10^{-5}
試験材A10	AA1050	H-298	250	30	4×10^{-5}
試験材A11	AA3003	H-298	250	30	2×10^{-5}
試験材A12	AA5052	H-298	250	30	3×10^{-5}
試験材B1	AA6016	H-298	なし		308×10^{-5}
試験材B2	AA6016	L-100	なし		734×10^{-5}
試験材B3	AA6016	H-298	150	10	333×10^{-5}
試験材B4	AA6016	H-298	500	10	322×10^{-5}
試験材B5	AA1050	H-298	なし		120×10^{-5}
試験材B6	AA3003	H-298	なし		91×10^{-5}
試験材B7	AA5052	H-298	なし		396×10^{-5}

[0057] 表 1 に示すように、試験材 A 1 ～ A 1 2 を作製する際には、母材上に酸化物層を形成した後、酸化物層の細孔を封孔する前に酸化物層を前記特定の範囲内の温度で加熱している。そのため、これらの試験材は、前記特定の範囲内の電流密度比 J_1 / J_2 を有しており、温度が上昇した場合においても保護皮膜へのクラックの発生を抑制することができる。また、これらの試験材は、保護皮膜の酸化物層が水和酸化物層によって封孔されているため、優れた耐食性を有している。

[0058] 一方、試験材 B 1 ～ B 2、B 5 ～ B 7 を作製する際には、母材上に酸化物層を形成した後、酸化物層を加熱することなく細孔を封孔している。そのため、これらの試験材の電流密度比 J_1 / J_2 は前記特定の範囲よりも高くなり、温度が上昇した場合にクラックが発生しやすい。

- [0059] 試験材 B 3 を作製する際の酸化物層を加熱する際の加熱温度は低すぎる。
そのため、試験材 B 3 の電流密度比 J_1 / J_2 は前記特定の範囲よりも高くなり、温度が上昇した場合にクラックが発生しやすい。
- [0060] 試験材 B 4 を作製する際の酸化物層を加熱する際の加熱温度は高すぎる。
そのため、試験材 B 4 の電流密度比 J_1 / J_2 は前記特定の範囲よりも高くなり、温度が上昇した場合にクラックが発生しやすい。
- [0061] 表 2 に、本例の試験材 A 1 ～ A 1 2 のうち試験材 A 1 及び試験材 A 1 0 における、J I S H 8 6 8 3 - 2 : 2 0 1 3 に規定された封孔度試験により得られる単位面積当たりの質量減少量及びグロー放電発光分光分析により得られる水素の発光強度の積算値 A_H に対する N i の発光強度の積算値 A_{Ni} の比 A_{Ni} / A_H の値を示す。封孔度試験の具体的な方法は前述した通りである。
- [0062] グロー放電発光分光分析に用いる測定装置は、S P E C T R U M A 社製「G D A 7 5 0」である。G D - O E S におけるスパッタにはアルゴンガスを使用し、スパッタ条件は、アノード径 2 . 5 m m 、出力 2 5 W 、ガス圧 3 5 0 P a とする。このような条件における試験材のスパッタ速度は約 4 0 n m / 秒である。また、G D - O E S においては、スパッタ中の水素及び N i の発光強度を 0 . 0 0 5 秒間隔で取得することにより各元素の発光強度の深さ方向プロファイルを作成する。
- [0063] そして、水素の発光強度の深さ方向プロファイルにおいて、表面から深さ 5 0 0 n m までの範囲内に存在する各測定点での水素の発光強度を足し合わせ、この値を水素の発光強度の積算値 A_H とする。同様に、ニッケルの発光強度の深さ方向プロファイルにおいて、表面から深さ 5 0 0 n m までの範囲内に存在する各測定点でのニッケルの発光強度を足し合わせ、この値をニッケルの発光強度の積算値 A_{Ni} とする。このようにして得られる前記金属元素の発光強度の積算値 A_{Ni} を水素の発光強度の積算値 A_H で除することにより、前記比 A_{Ni} / A_H の値を得ることができる。
- [0064] なお、表 2 における試験材 C 1 ～ C 2 は、試験材 A 1 及び試験材 A 1 0 との比較のための試験材である。試験材 C 1 の作製方法は、封孔剤を使用しな

い点を除き、試験材 A 1 の作製方法と同様である。試験材 C 2 の作製方法は、封孔剤として沸騰水を使用する点を除き、試験材 A 1 の作製方法と同様である。

[0065] [表2]

(表2)

	母材	封孔剤	酸化物層の加熱		発光強度の積分値			封孔度試験 質量減少量 (g/dm ²)
			加熱温度 (°C)	加熱時間 (分)	A _{Ni}	A _H	A _{Ni} /A _H	
試験材A1	AA6016	H-298	250	30	420	870	0.5	0.0031
試験材A10	AA6016	L-100	250	30	660	597	1.1	0.0124
試験材C1	AA6016	なし	250	30	—	—	—	0.3819
試験材C2	AA6016	沸騰水	250	30	0	1505	0.0	—

[0066] 表2に示すように、封孔度試験を行った場合における、試験材 A 1 及び試験材 A 1 0 の単位面積当たりの質量減少量は 0.3 g/dm² 以下である。これに対し、封孔処理を行っていない試験材 C 1 の単位面積当たりの質量減少量は 0.3 g/dm² よりも大きい。従って、試験材 A 1 及び試験材 A 1 0 と試験材 C 1 との比較から、試験材 A 1、試験材 A 1 0 における酸化物層の細孔が十分に閉鎖されていることが理解できる。また、試験材 A 2～A 9、A 1 1～A 1 2 は、試験材 A 1 及び試験材 A 1 0 と同様の条件で封孔処理が行われているため、これらの試験材においても酸化物層の細孔が十分に閉鎖されていると推定できる。

[0067] また、試験材 A 1 及び試験材 A 1 0 における前記比 A_{Ni}/A_H の値は 0.1 以上 5.0 以下の範囲内である。一方、ニッケルを含まない封孔剤を使用する試験材 C 2 における前記比 A_{Ni}/A_H の値は 0 である。従って、試験材 A 1 及び試験材 A 1 0 と試験材 C 2 との比較から、前記金属元素を含む封孔剤を酸化物層と接触させることにより、前記金属元素を含む保護皮膜を形成できることが理解できる。

[0068] (実施例2)

本例においては、実施例 1 よりも高い温度で加熱した場合の耐熱性を評価した例を説明する。本例においては、実施例 1 と同様の方法により試験材 A 1～A 2 及び試験材 B 1～B 2 を準備し、これらの試験材を、温度 250℃

に設定したオーブンで4時間加熱する。その後、実施例1と同様の方法によりカソード分極測定を行い、電流密度の比 J_1 / J_2 を算出する。表3に、試験材A1～A2及び試験材B1～B2の電流密度の比 J_1 / J_2 を示す。

[0069] [表3]

(表3)

	母材	封孔剤	酸化物層の加熱		電流密度比 J_1 / J_2
			加熱温度(°C)	加熱時間(分)	
試験材A1	AA6016	H-298	250	30	53×10^{-5}
試験材A2	AA6016	H-298	250	3	79×10^{-5}
試験材B1	AA6016	H-298	なし		280×10^{-5}
試験材B2	AA6016	L-100	なし		1162×10^{-5}

[0070] 表3に示すように、酸化物層の加熱を行った後に封孔処理が行われている試験材A1～A2の電流密度比 J_1 / J_2 は、250℃の温度で加熱する場合においても酸化物層の加熱が行われていない試験材B1～B2の電流密度比 J_1 / J_2 よりも低くなる。従って、これらの結果からも、酸化物層の加熱を行った後に封孔処理を行うことにより、前記アルミニウム材の耐熱性を向上させることができることが理解できる。

[0071] (参考例)

本例においては、母材上に保護皮膜を有するアルミニウム材のひずみ量計測の例を説明する。なお、本例において用いる符号のうち、既出の例において用いた符号と同一の符号は、特に説明のない限り既出の例における構成要素等と同様の構成要素等を表す。

[0072] 本例において用いる試験材の作製方法は以下の通りである。まず、母材2として、合金番号AA6016で表される化学成分を有し、厚みが1.1mmであるアルミニウム板を準備する。この母材2に、実施例と同様の方法により陽極酸化処理の前処理を施し、次いで陽極酸化処理を施す。陽極酸化処理を行った後、母材2を加熱炉内で加熱し、酸化物層31の内部応力を緩和する。加熱炉の設定温度は表4の「加熱温度」欄に示した値とし、炉内における母材の滞在時間、つまり、加熱開始から加熱終了までの時間は表4の「加熱時間」欄に示した値とする。

- [0073] その後、酸化物層 3 1 を備えた母材 2 を、封孔剤としての沸騰水に 6 0 分間浸漬することにより、酸化物層 3 1 上に水和酸化物層 3 2 を形成とともに、水和酸化物層 3 2 によって酸化物層 3 1 の細孔 3 1 1 を封孔する。以上により、表 1 に示す試験材 D 1 を得ることができる。
- [0074] なお、表 4 に示す試験材 E 1 は、試験材 D 1 との比較のための試験材である。試験材 E 1 の作製方法は、母材 2 上に酸化物層 3 1 を形成した後に、酸化物層 3 1 を加熱せずに封孔剤と接触させる点以外は試験材 D 1 の作製方法と同様である。また、表 4 に示す母材は、合金番号 A A 6 0 1 6 で表される化学成分を有するアルミニウム合金からなる板材に、前述した方法により陽極酸化処理の前処理を施すことにより得られる。
- [0075] 試験材 D 1 及び試験材 E 1 を有するアルミニウム材 1 のひずみ量を計測するに当たっては、図 5 に示すように、アルミニウム材 1 における保護皮膜 3 を有する面の背面に母材 2 を露出させる。そして、露出した母材 2 にひずみゲージ 4 を取り付ける。このようにしてひずみゲージ 4 を取り付けたアルミニウム材 1 を加熱することにより、母材 2 及び保護皮膜 3 の加熱時のひずみを計測することができる。なお、図 5 においては、便宜上、保護皮膜 3 の構造を簡略化して記載した。
- [0076] 図には示さないが、母材 2 のひずみ量を計測するに当たっては、母材 2 の厚み方向における一方の面にひずみゲージを取り付けた後、母材 2 を加熱すればよい。
- [0077] 図 6 に、試験材 D 1、試験材 E 1 及び母材を 2 0 0 ℃の温度に設定した加熱炉を用いて 3 0 分間加熱した場合のひずみ量の変化を示す。図 6 における縦軸はひずみ量であり、横軸は加熱開始からの経過時間である。加熱を開始した直後の試験材及び母材は温度上昇に伴って熱膨張するため、図 6 に示すように、試験を開始した時点から数分が経過するまでの間は急激にひずみ量が増大する。その後、試験材及び母材の温度が概ね一定の温度に到達すると、試験材及び母材のひずみ量が概ね一定の値となる。
- [0078] 表 4 に、試験材及び母材を加熱している間のひずみ量の最大値を示す。ま

た、表 4 に、試験材のひずみ量の最大値 ε_1 から母材のひずみ量の最大値 ε_2 を差し引いた値 $\varepsilon_1 - \varepsilon_2$ を示す。試験材のひずみ量 ε_1 と母材のひずみ量 ε_2 との差 $\varepsilon_1 - \varepsilon_2$ は、試験中の加熱によって解放された保護皮膜の内部応力の大きさを示しており、ひずみ量の差 $\varepsilon_1 - \varepsilon_2$ が小さいほど保護皮膜の内部応力が小さいことを意味する。

[0079] [表4]

(表4)

	母材	封孔剤	保護皮膜	酸化物層の加熱		ひずみ量の最大値	ひずみ量の差 $\varepsilon_1 - \varepsilon_2$
				加熱温度 (°C)	加熱時間 (分)		
試験材D1	A6016	沸騰水	あり	250	60	2298×10^{-6}	-11×10^{-6}
試験材E1	A6016	沸騰水	あり	なし		2461×10^{-6}	152×10^{-6}
母材	A6016	なし	なし	なし		2309×10^{-6}	-

[0080] 表 4 に示すように、試験材の製造過程において、酸化物層の加熱を行った後に水和酸化物層を形成する試験材 D 1 のひずみ量は、酸化物層の加熱を行わずに水和酸化物層を形成する試験材 E 1 のひずみ量よりも小さくなる。これは、酸化物層の加熱によって、酸化物層の内部応力が緩和されたためと考えられる。また、酸化物層の加熱後に行われる封孔処理においては、保護皮膜の内部応力はほとんど変化しないと考えられる。従って、これらの結果から、実施例 1 における試験材 A 1 ～ A 1 2 においても、試験材のひずみ量 ε_1 と母材のひずみ量 ε_2 との差 $\varepsilon_1 - \varepsilon_2$ が前記特定の範囲内となり、保護皮膜の内部応力が緩和されていると推定される。

[0081] 以上、実施例に基づいて本発明に係る表面処理アルミニウム材及びその製造方法の態様を説明したが、本発明に係る表面処理アルミニウム材及びその製造方法の具体的な態様は、実施例の態様に限定されるものではなく、本発明の趣旨を損なわない範囲で適宜構成を変更することができる。

[0082] 例えば、本発明に係る表面処理アルミニウム材は、以下の〔1〕～〔4〕に係る態様を取り得る。

[0083] 〔1〕アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる母材と、前記母材上に形成された保護皮膜と、を有する表面処理アルミニウム材であって、
前記保護皮膜は、アルミニウムの酸化物からなり、前記母材を覆う酸化物

層と、

前記酸化物層を覆う水和酸化物層と、を有し、

前記水和酸化物層は、

アルミニウムの水和酸化物と、

Ni、Cr、Zr、Si、Ti、Au、Ag、Co、Mo、Mn、Nb、
Ta、W、Zn、Fe、Ir及びScからなる群より選択される1種または
2種以上の金属元素を含む金属酸化物及び／または金属水酸化物と、を含み
、

濃度5質量%のNaCl溶液と濃度99.7質量%の酢酸とを前記NaCl
溶液：前記酢酸＝1000：1の体積比で混合してなる測定溶液を用いて
前記母材及び200℃の温度で4時間加熱した後の前記表面処理アルミニウ
ム材のカソード分極測定を行い、前記母材の水素イオンの拡散限界電流を示
す電位領域の中央の電位における電流密度を測定した場合に、前記母材の電
流密度J₂に対する前記表面処理アルミニウム材の電流密度J₁の比J₁／
J₂が 90×10^{-5} 以下である、表面処理アルミニウム材。

[0084]〔2〕アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる母材と、前記母材上に
形成された保護皮膜と、を有する表面処理アルミニウム材であって、

前記保護皮膜は、アルミニウムの酸化物からなり、前記母材を覆う酸化物
層と、

前記酸化物層を覆う水和酸化物層と、を有し、

前記水和酸化物層は、

アルミニウムの水和酸化物と、

Ni、Cr、Zr、Si、Ti、Au、Ag、Co、Mo、Mn、Nb、
Ta、W、Zn、Fe、Ir及びScからなる群より選択される1種または
2種以上の金属元素を含む金属酸化物及び／または金属水酸化物と、を含み
、

前記表面処理アルミニウム材から前記母材の片面に前記保護皮膜を有する
試料を作製し、前記試料における前記保護皮膜の背面にひずみゲージを取り

付けた状態で測定した、温度 200℃における前記試料のひずみ量 ε_1 と、温度 200℃における前記母材のひずみ量 ε_2 との差 $\varepsilon_1 - \varepsilon_2$ が 100×10^{-6} 以下である、表面処理アルミニウム材。

[0085] [3] JIS H8683-2:2013に規定された方法により封孔度試験を行った場合における、単位面積当たりの質量減少量が 0.3 g/dm^2 以下である、[1] または [2] に記載の表面処理アルミニウム材。

[4] グロー放電発光分光分析によって測定される、前記表面処理アルミニウム材の表面から深さ 500 nm までの範囲における水素の発光強度の積算値 A_H に対する前記金属元素の発光強度の積算値 A_M の比 A_M/A_H が 0.1 以上 5.0 以下である、[1] ~ [3] のいずれか 1 つに記載の表面処理アルミニウム材。

[0086] 本発明に係る金属筐体は、以下の [5] に係る態様を取り得る。

[5] [1] ~ [4] のいずれか 1 つに記載の表面処理アルミニウム材からなる金属筐体。

[0087] 本発明に係る厨房機器は、以下の [6] に係る態様を取り得る。

[6] [5] に記載の金属筐体を備えた厨房機器。

[0088] 本発明に係る表面処理アルミニウム材の製造方法は、以下の [7] ~ [10] に示す態様を採り得る。

[0089] [7] [1] ~ [4] のいずれか 1 つに記載の表面処理アルミニウム材の製造方法であって、

前記母材に陽極酸化処理を施すことにより前記母材上に細孔を備えた前記酸化物層を形成し、

その後、前記母材及び前記酸化物層を 200℃以上 400℃以下の温度で加熱し、

その後、前記金属元素を含む封孔剤に前記酸化物層を接触させて前記酸化物層上に前記水和酸化物層を形成するとともに前記細孔を封孔する、表面処理アルミニウム材の製造方法。

[0090] [8] 前記加熱における、前記酸化物層の加熱を開始してから加熱を終了す

るまでの加熱時間が3分以上12時間未満である、〔7〕に記載の表面処理アルミニウム材の製造方法。

〔9〕前記陽極酸化処理において用いる電解液が、無機陽イオンと、硫酸イオン、リン酸イオン及びホウ酸イオンからなる群より選択される1種または2種以上の陰イオンとからなる無機電解質を含む、〔7〕または〔8〕に記載の表面処理アルミニウム材の製造方法。

〔10〕前記封孔剤が、前記金属元素のイオンを含む水溶液である、〔7〕～〔9〕のいずれか1つに記載の表面処理アルミニウム材の製造方法。

請求の範囲

- [請求項1] アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる母材と、前記母材上に形成された保護皮膜と、を有する表面処理アルミニウム材であって、
- 、
- 前記保護皮膜は、アルミニウムの酸化物からなり、前記母材を覆う酸化物層と、
- 前記酸化物層を覆う水和酸化物層と、を有し、
- 前記水和酸化物層は、
- アルミニウムの水和酸化物と、
- Ni、Cr、Zr、Si、Ti、Au、Ag、Co、Mo、Mn、Nb、Ta、W、Zn、Fe、Ir及びScからなる群より選択される1種または2種以上の金属元素を含む金属酸化物及び／または金属水酸化物と、を含み、
- 濃度5質量%のNaCl溶液と濃度99.7質量%の酢酸とを前記NaCl溶液：前記酢酸＝1000：1の体積比で混合してなる測定溶液を用いて前記母材及び200℃の温度で4時間加熱した後の前記表面処理アルミニウム材のカソード分極測定を行い、前記母材の水素イオンの拡散限界電流を示す電位領域の中央の電位における電流密度を測定した場合に、前記母材の電流密度J₂に対する前記表面処理アルミニウム材の電流密度J₁の比J₁/J₂が 90×10^{-5} 以下である、表面処理アルミニウム材。
- [請求項2] アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる母材と、前記母材上に形成された保護皮膜と、を有する表面処理アルミニウム材であって、
- 、
- 前記保護皮膜は、アルミニウムの酸化物からなり、前記母材を覆う酸化物層と、
- 前記酸化物層を覆う水和酸化物層と、を有し、
- 前記水和酸化物層は、

アルミニウムの水和酸化物と、

Ni、Cr、Zr、Si、Ti、Au、Ag、Co、Mo、Mn、Nb、Ta、W、Zn、Fe、Ir及びScからなる群より選択される1種または2種以上の金属元素を含む金属酸化物及び／または金属水酸化物と、を含み、

前記表面処理アルミニウム材から前記母材の片面に前記保護皮膜を有する試料を作製し、前記試料における前記保護皮膜の背面にひずみゲージを取り付けた状態で測定した、温度200℃における前記試料のひずみ量 ε_1 と、温度200℃における前記母材のひずみ量 ε_2 との差 $\varepsilon_1 - \varepsilon_2$ が 100×10^{-6} 以下である、表面処理アルミニウム材。

[請求項3] JIS H8683-2:2013に規定された方法により封孔度試験を行った場合における、単位面積当たりの質量減少量が $0.3 \text{ g} / \text{dm}^2$ 以下である、請求項1または2に記載の表面処理アルミニウム材。

[請求項4] グロー放電発光分光分析によって測定される、前記表面処理アルミニウム材の表面から深さ500nmまでの範囲における水素の発光強度の積算値 A_H に対する前記金属元素の発光強度の積算値 A_M の比 A_M / A_H が0.1以上5.0以下である、請求項1～3のいずれか1項に記載の表面処理アルミニウム材。

[請求項5] 請求項1～4のいずれか1項に記載の表面処理アルミニウム材からなる金属筐体。

[請求項6] 請求項5に記載の金属筐体を備えた厨房機器。

[請求項7] 請求項1～4のいずれか1項に記載の表面処理アルミニウム材の製造方法であって、

前記母材に陽極酸化処理を施すことにより前記母材上に細孔を備えた前記酸化物層を形成し、

その後、前記母材及び前記酸化物層を200℃以上400℃以下の

温度で加熱し、

その後、前記金属元素を含む封孔剤に前記酸化物層を接触させて前記酸化物層上に前記水和酸化物層を形成するとともに前記細孔を封孔する、表面処理アルミニウム材の製造方法。

[請求項8] 前記加熱における、前記酸化物層の加熱を開始してから加熱を終了するまでの加熱時間が3分以上12時間未満である、請求項7に記載の表面処理アルミニウム材の製造方法。

[請求項9] 前記陽極酸化処理において用いる電解液が、無機陽イオンと、硫酸イオン、リン酸イオン、ホウ酸イオンからなる群より選択される1種または2種以上の陰イオンとからなる無機電解質を含む、請求項7または8に記載の表面処理アルミニウム材の製造方法。

[請求項10] 前記封孔剤が、前記金属元素のイオンを含む水溶液である、請求項7～9のいずれか1項に記載の表面処理アルミニウム材の製造方法。