

(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
2011 年 9 月 29 日(29.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/118596 A1

- (51) 国際特許分類:
C25D 21/12 (2006.01) G01B 11/24 (2006.01)
C25D 11/12 (2006.01) G01N 21/88 (2006.01)
C25D 11/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/056865
- (22) 国際出願日: 2011 年 3 月 22 日(22.03.2011)
- (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 2010-070279 2010 年 3 月 25 日(25.03.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱レイヨン株式会社 (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒1088506 東京都港区港南一丁目 6 番 4 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 福山 三文 (FUKUYAMA Mitsufumi) [JP/JP]; 〒7390693 広島県大竹市御幸町 2 0 番 1 号 三菱レイヨン株式会社生産技術研究所内 Hiroshima (JP). 松原 雄二 (MATSUBARA Yuji) [JP/JP]; 〒7390693 広島県

大竹市御幸町 2 0 番 1 号 三菱レイヨン株式会社生産技術研究所内 Hiroshima (JP).

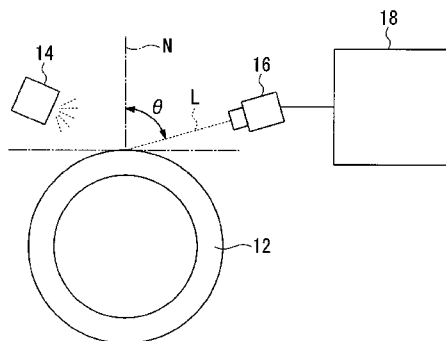
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外 (SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR FABRICATING ANODIZED ALUMINA, INSPECTION DEVICE, AND INSPECTION METHOD

(54) 発明の名称: 陽極酸化アルミナの製造方法、検査装置および検査方法

【図1】



(57) Abstract: Disclosed is an anodized alumina inspection device which comprises: a line shape illumination device (illumination means) (14) for emitting light onto the surface of anodized alumina that is formed on the surface of a mold (12) and that has two or more pores; a color line CCD camera (imaging means) (16) for capturing images of light reflected from the surface of the anodized alumina; and an image processing device (image processing means) (18) for determining whether the aspect ratio (depth/pitch) of the pores of the anodized alumina is within a predetermined range, on the basis of color information obtained from the images captured by the color line CCD camera (16). The depth of the pores of the anodized alumina and the pitch between the pores can be readily inspected to provide a method for fabricating anodized alumina in which the shape of the pores is stable.

(57) 要約: 本発明は、モールド (12) の表面に形成された、2 個以上の細孔を有する陽極酸化アルミナの表面に光を照射するライン状照明装置 (14) (照明手段) と、陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像するカラーライン CCD カメラ (16) (撮像手段) と、カラーライン CCD カメラ (16) により撮像された画像から得られた色の情報に基づいて、陽極酸化アルミナの細孔のアスペクト比 (深さ/ピッチ) が所定の範囲内にあるかを判定する画像処理装置 (18) (画像処理手段) とを有する、陽極酸化アルミナの検査装置に関する。本発明は、陽極酸化アルミナの細孔の深さや細孔間のピッチを簡易に検査でき、細孔の形状が安定した陽極酸化アルミナを製造する方法を提供することができる。

WO 2011/118596 A1

WO 2011/118596 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

陽極酸化アルミナの製造方法、検査装置および検査方法

技術分野

[0001] 本発明は、アルミニウム基材の表面に形成された、2個以上の細孔を有する陽極酸化アルミナ（多孔質の酸化皮膜）の製造方法、検査方法および検査装置に関する。

本願は2010年3月25日に日本に出願された特願2010-070279号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 可視光波長以下のピッチの微細凹凸構造を表面に有する物品は、反射防止機能等を発現することから、その有用性が注目されている。特に、モスアイ（M o t h - E y e）構造と呼ばれる微細凹凸構造は、空気の屈折率から材料の屈折率に連続的に増大していくことで有効な反射防止機能を発現することが知られている。

[0003] 微細凹凸構造を表面に有する物品の製造方法としては、下記の方法が知られており、生産性、および経済性の点から、(i i)の方法が優れている。

(i) 透明基材等の表面を直接加工して微細凹凸構造を表面に有する物品を製造する方法。

(i i) 微細凹凸構造に対応した反転構造を有するモールドを用いて、透明基材等の表面に反転構造を転写する方法。

[0004] モールドに反転構造を形成する方法としては、電子線描画法、およびレーザー光干渉法等が知られている。近年、より簡便に反転構造を形成できる方法として、アルミニウム基材の表面を陽極酸化する方法が注目されている（例えば、特許文献1参照）。

アルミニウム基材の表面を陽極酸化することによって形成される陽極酸化アルミナは、アルミニウムの酸化皮膜（アルマイト）であり、ピッチが可視

光の波長以下である２個以上の細孔からなる微細凹凸構造を有する。

- [0005] 前記陽極酸化アルミナにおいては、陽極酸化の際にアルミニウム基材を浸漬させる電解液の濃度や温度にムラが生じたり、アルミニウム基材の表面の性状にムラがあったりすると、細孔の深さや細孔間のピッチに多少のムラが生じることがある。陽極酸化アルミナの細孔の深さや細孔間のピッチが設計どおりに形成されない領域の面積が大きくなると、そのモールドは、微細凹凸構造を表面に有する物品の製造に用いることができない。しかし、これまで、陽極酸化アルミナの細孔の深さや細孔間のピッチを簡易に検査できる方法がなかった。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開２００５－１５６６９５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 本発明は、陽極酸化アルミナの細孔の深さや細孔間のピッチを簡易に検査でき、細孔の形状が安定した陽極酸化アルミナを製造する方法を提供する。

課題を解決するための手段

- [0008] 本発明者は、上記課題に鑑み鋭意検討した結果、陽極酸化アルミナの細孔のアスペクト比（深さ／ピッチ）に応じて、陽極酸化アルミナからの反射光の色が変化することを見出し、本発明に至った。

陽極酸化アルミナからの反射光の色は、しゃぼんだまに見られるような一般的な薄膜の干渉色だけではなく、陽極酸化アルミナの細孔の深さやピッチなどの構造の影響を反映したものである。

- [0009] 本発明の陽極酸化アルミナの検査装置は、２個以上の細孔を有する陽極酸化アルミナを検査する装置であって、陽極酸化アルミナの表面に光を照射する照明手段と、陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像する撮像手段と、撮像手段により撮像された画像から得られた色の情報に基づいて、陽極酸

化アルミナの細孔のアスペクト比（深さ／ピッチ）が所定の範囲内にあるかを判定する画像処理手段とを有することを特徴とする。

[0010] 本発明の陽極酸化アルミナの検査方法は、2個以上の細孔を有する陽極酸化アルミナを検査する方法であって、陽極酸化アルミナの表面に照明手段から光を照射し、陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像手段にて撮像し、撮像手段により撮像された画像から色の情報を取得し、前記色の情報に基づいて、陽極酸化アルミナの細孔のアスペクト比（深さ／ピッチ）が所定の範囲内にあるかを判定することを特徴とする。

[0011] すなわち、本発明は以下に関する。

（１）2個以上の細孔を有する陽極酸化アルミナを製造する方法であって、陽極酸化アルミナ形成後に陽極酸化アルミナ表面に照明手段から光を照射すること、前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像手段にて撮像すること、前記撮像手段により撮像された画像から色の情報を取得すること、および前記色の情報に基づいて、前記陽極酸化アルミナの細孔の形状を検査することを含む陽極酸化アルミナの製造方法。

（２）前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像手段にて撮像することが、前記陽極酸化アルミナ表面の法線に対して、前記撮像手段の光軸の角度が $45 \sim 89.9^\circ$ となるように撮像することを含む、（１）に記載の陽極酸化アルミナの製造方法。

（３）前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像手段にて撮像することが、前記陽極酸化アルミナ表面の法線に対して、前記撮像手段の光軸の角度が $65 \sim 89.9^\circ$ となるように撮像することを含む、（１）に記載の陽極酸化アルミナの製造方法。

（４）前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像手段にて撮像することが、前記陽極酸化アルミナ表面の法線に対して、前記撮像手段の光軸の角度が $80 \sim 89.9^\circ$ となるように撮像することを含む、（１）に記載の陽極酸化アルミナの製造方法。

（５）前記色の情報に基づいて陽極酸化アルミナの細孔の形状を検査するこ

とが、前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光をRGB信号として撮像すること、および前記RGB信号の情報に基づいて前記陽極酸化アルミナの細孔の形状を検査することを含む、(1)に記載の陽極酸化アルミナの製造方法。

(6) 前記色の情報に基づいて陽極酸化アルミナの細孔の形状を検査することが、前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光をRGB信号として撮像すること、前記RGB信号をHSV表色系に変換すること、および前記HSV表色系の情報に基づいて前記陽極酸化アルミナの細孔の形状を検査することを含む、(1)に記載の陽極酸化アルミナの製造方法。

(7) 前記陽極酸化アルミナ形成後に陽極酸化アルミナ表面に照明手段から光を照射することの前に、さらに、下記の工程(a)～(e)を含む前記陽極酸化アルミナを形成する工程を有する、(1)に記載の陽極酸化アルミナの製造方法。

(a) 鏡面化されたアルミニウム基材の表面を電解液中、定電圧下で陽極酸化して、表面に酸化皮膜を形成する工程。

(b) 前記酸化皮膜を除去し、陽極酸化の細孔発生点を前記アルミニウム基材の表面に形成する工程。

(c) 前記細孔発生点が形成されたアルミニウム基材の表面を、電解液中、定電圧下で再度陽極酸化して、前記細孔発生点に対応した細孔を有する酸化皮膜を表面に形成する工程。

(d) 前記細孔の径を拡大させる工程。

(e) 前記工程(c)と工程(d)とを繰り返し行う工程。

[0012] (8) 2個以上の細孔を有する陽極酸化アルミナを検査する方法であって、前記陽極酸化アルミナの表面に照明手段から光を照射すること、前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像手段にて撮像すること、前記撮像手段により撮像された画像から色の情報を取得すること、および前記色の情報に基づいて、前記陽極酸化アルミナの細孔のアスペクト比(深さ／ピッチ)が所定の範囲内にあるかを判定することを含む、陽極酸化アルミナの検査方法

。

(9) 前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像手段にて撮像することが、前記陽極酸化アルミナ表面の法線に対して、前記撮像手段の光軸の角度が $45 \sim 89.9^\circ$ となるように撮像することを含む、(8)に記載の陽極酸化アルミナの検査方法。

(10) 前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像手段にて撮像することが、前記陽極酸化アルミナ表面の法線に対して、前記撮像手段の光軸の角度が $65 \sim 89.9^\circ$ となるように撮像することを含む、(8)に記載の陽極酸化アルミナの検査方法。

(11) 前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像手段にて撮像することが、前記陽極酸化アルミナ表面の法線に対して、前記撮像手段の光軸の角度が $80 \sim 89.9^\circ$ となるように撮像することを含む、(8)に記載の陽極酸化アルミナの検査方法。

(12) 前記色の情報に基づいて陽極酸化アルミナの細孔のアスペクト比(深さ/ピッチ)が所定の範囲内にあるかを判定することが、前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光をRGB信号として撮像すること、および前記RGB信号の情報に基づいて前記陽極酸化アルミナの細孔の形状を検査することを含む、(8)に記載の陽極酸化アルミナの検査方法。

(13) 前記色の情報に基づいて陽極酸化アルミナの細孔のアスペクト比(深さ/ピッチ)が所定の範囲内にあるかを判定することが、前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光をRGB信号として撮像すること、前記RGB信号をHSV表色系に変換すること、および前記HSV表色系の情報に基づいて前記陽極酸化アルミナの細孔の形状を検査することを含む、(8)に記載の陽極酸化アルミナの検査方法。

[0013] (14) 2個以上の細孔を有する陽極酸化アルミナを検査する装置であって、前記陽極酸化アルミナの表面に光を照射する照明手段と、前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像する撮像手段と、前記撮像手段により撮像された画像から得られた色の情報に基づいて、前記陽極酸化アルミナの細孔

のアスペクト比（深さ／ピッチ）が所定の範囲内にあるかを判定する画像処理手段とを有する、陽極酸化アルミナの検査装置。

（１５）前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像する撮像手段が、前記陽極酸化アルミナ表面の法線に対して、前記撮像手段の光軸の角度が $45 \sim 89.9^\circ$ となるように撮像する手段である、（１４）に記載の陽極酸化アルミナの検査装置。

（１６）前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像する撮像手段が、前記陽極酸化アルミナ表面の法線に対して、前記撮像手段の光軸の角度が $65 \sim 89.9^\circ$ となるように撮像する手段である、（１４）に記載の陽極酸化アルミナの検査装置。

（１７）前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像する撮像手段が、前記陽極酸化アルミナ表面の法線に対して、前記撮像手段の光軸の角度が $80 \sim 89.9^\circ$ となるように撮像する手段である、（１４）に記載の陽極酸化アルミナの検査装置。

（１８）前記色の情報に基づいて陽極酸化アルミナの細孔のアスペクト比（深さ／ピッチ）が所定の範囲内にあるかを判定する画像処理手段が、前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光をRGB信号として撮像する手段と、前記RGB信号の情報に基づいて前記陽極酸化アルミナの細孔の形状を検査する手段とを含む、（１４）に記載の陽極酸化アルミナの検査装置。

（１９）前記色の情報に基づいて陽極酸化アルミナの細孔のアスペクト比（深さ／ピッチ）が所定の範囲内にあるかを判定する画像処理手段が、前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光をRGB信号として撮像する手段と、前記RGB信号をHSV表色系に変換する手段と、前記HSV表色系の情報に基づいて前記陽極酸化アルミナの細孔の形状を検査する手段とを含む、（１４）に記載の陽極酸化アルミナの検査装置。

発明の効果

[0014] 本発明の陽極酸化アルミナの製造方法、検査装置および検査方法によれば、陽極酸化アルミナの細孔の深さや細孔間のピッチを簡易に検査でき、細孔

の形状が安定した陽極酸化アルミナを製造することができる。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1] 本発明の陽極酸化アルミナの検査装置の一例を示す概略構成図である。
- [図2] 本発明の陽極酸化アルミナの検査装置の他の例を示す概略構成図である。
- [図3] 陽極酸化アルミナを表面に有するモールドの製造工程を示す断面図である。
- [図4] 本発明により撮像した陽極酸化アルミナ細孔異常部の画像である。
- [図5] 撮像角度 5° ～ 35° 間の 10° おきの撮像画像の1ラインを抜き出したものである。
- [図6] 撮像角度 45° ～ 85° 間の 10° おきの撮像画像の1ラインを抜き出したものである。
- [図7] 撮像角度 5° ～ 85° 間の 5° おきの各撮像画像にて正常部と異常部の色相差をプロットしたものである。

発明を実施するための形態

[0016] (検査装置)

図1は、本発明の陽極酸化アルミナの検査装置の一例を示す概略構成図である。

検査装置は、2個以上の細孔を有する陽極酸化アルミナがロール状のアルミニウム基材の表面に形成された、ロール状のモールド12を回転させる回転手段(図示略)と、モールド12にライン状に光を照射するライン状照明装置14(照明手段)と、モールド12の陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像するカラーラインCCDカメラ16(撮像手段)と、カラーラインCCDカメラ16からの画像信号を処理する画像処理装置18(画像処理手段)とを有する。

- [0017] ライン状照明装置14は、モールド12への光の照射範囲の長手方向がモールド12の周方向(回転方向)に直交するように配置される。

ライン状照明装置14としては、高周波点灯の蛍光灯点灯装置、ロッド照

明、ライン状に配置された光ファイバ照明、およびLED照明等が挙げられる。

また、照明はライン状照明装置に関わらず、面状照明装置、またはスポット状照明装置でもよい。

[0018] カラーラインCCDカメラ16は、2個以上のカラーCCD素子が1次元に配置されたカメラであり、ライン状照明装置14から照射され、モールド12の陽極酸化アルミナの表面にて反射した光をカラーCCD素子で受光し、画素ごとにRGBの画像信号を出力するものである。

[0019] カラーラインCCDカメラ16は、撮像範囲の長手方向がモールド12の周方向（回転方向）に直交するように配置される。また、カラーラインCCDカメラ16は、撮像範囲にあるモールド12の陽極酸化アルミナの表面（接平面）の法線Nに対して、カラーラインCCDカメラ16の光軸Lの角度 θ が $45 \sim 89.9^\circ$ となるように配置されることが好ましい。前記角度 θ が 45° 以上であれば、陽極酸化アルミナの細孔アスペクト比（深さ／ピッチ）に対応した、陽極酸化アルミナの表面の反射光の色が明確に現れる。角度 θ が 65° 以上であれば、 45° の時よりもノイズの影響を受けにくくなり、角度 θ が 80° 以上であればさらに好ましく、角度 θ が 85° 以上であればより好ましい。角度 θ が 89.9° を超えると、撮像が困難になる。

前記角度 θ は $45^\circ \sim 89.9^\circ$ が好ましく、 $65^\circ \sim 89.9^\circ$ がより好ましく、 $80^\circ \sim 89.9^\circ$ がさらに好ましく、 $85^\circ \sim 89.9^\circ$ が特に好ましい。

[0020] 画像処理装置18は、カラーラインCCDカメラ16から出力された画素ごとの256階調のRGBの画像信号を取得し、取得した画像信号に基づいて、陽極酸化アルミナの細孔のアスペクト比（深さ／ピッチ）が所定の範囲内にあるかを判定する。

また、判定の簡単化の目的で、RGBの画像信号をHSV表色系に変換し、階調化された色相（H）のデジタル情報に基づいて、陽極酸化アルミナの細孔のアスペクト比（深さ／ピッチ）が所定の範囲内にあるかを判定するこ

とも可能である。

前記アスペクト比（深さ／ピッチ）の所定の範囲とは、任意に設定することができ、0.5～4.0が好ましく、1.0～3.5がより好ましく、1.8～3.5がさらに好ましく、2.0～3.0が最も好ましい。

[0021] 判定に際して、具体的には、色の階調があらかじめ設定された階調の範囲外にあるNG画素を抽出し、所定の領域（例えば2000×4000ピクセル）におけるNG画素の割合が、所定の割合（例えば5%）を超えた場合等において、検査対象のモールド12が不良品であると判定する。

[0022] 例えば、RGBの画像信号にて判定する場合は、以下のように行う。

モールド12の陽極酸化アルミナの細孔の深さおよび細孔間のピッチを、それぞれ200nmおよび100nm（アスペクト比：2）と設計し、設計どおりの陽極酸化アルミナが形成された場合、前記陽極酸化アルミナの反射光の色を実測すると、R：190、G：160、B：120となる。よって、良品のモールド12における色の範囲は、例えばRGBのいずれか一つでも±10以内と設定する。

[0023] また、HSV表色系に判定する場合は、例えば、以下のように行う。

モールド12の陽極酸化アルミナの細孔の深さおよび細孔間のピッチを、それぞれ200nmおよび100nm（アスペクト比：2）と設計し、設計どおりの陽極酸化アルミナが形成された場合、前記陽極酸化アルミナの反射光の色相（H）を実測すると、薄い赤（H＝24前後）となる。よって、良品のモールド12における色相（H）の階調の範囲は、例えば14～34と設定する。

[0024] 一方、モールド12の陽極酸化アルミナの細孔の深さおよび細孔間のピッチを、それぞれ100nmおよび100nm（アスペクト比：1）と設計し、設計どおりの陽極酸化アルミナが形成された場合、前記陽極酸化アルミナの反射光の色相（H）を実測すると、薄い緑（H＝51前後）となる。同様に、モールド12の陽極酸化アルミナの細孔の深さおよび細孔間のピッチを、それぞれ200nmおよび200nm（アスペクト比：1）と設計し、設

計どおりの陽極酸化アルミナが形成された場合、前記陽極酸化アルミナの反射光の色相（H）を実測すると、薄い黄（H＝38前後）となる。よって、設計どおりの陽極酸化アルミナが形成されていない部分に対応する画素の色相（H）の階調は、あらかじめ設定された階調の範囲（例えばH＝14～34）外となる。

[0025] なお、HSV変換および判定を行う手段は専用のハードウェアにより実現されるものであってもよく、また、HSV変換および判定を行う手段は少なくともメモリおよび中央演算装置（CPU）によって構成され、HSV変換および判定の機能を実現するためのプログラムをメモリにロードして実行することによりその機能を実現させるものであってもよい。

また、画像処理装置には、周辺機器として、入力装置、表示装置等が接続されるものとする。ここで、入力装置とは、ディスプレイタッチパネル、スイッチパネル、およびキーボード等の入力デバイスのことをいい、表示装置とは、CRT、および液晶表示装置等のことをいう。

[0026] （検査方法）

図1に示す検査装置を用いた陽極酸化アルミナの検査方法について説明する。

[0027] まず、陽極酸化アルミナの細孔の深さおよび細孔間のピッチがそれぞれ200nmおよび100nm（アスペクト比：2）となるような条件にてロール状のアルミニウム基材の表面の陽極酸化を行い、モールド12を得る。

[0028] モールド12を回転手段に取り付け、回転するロール状のモールド12の陽極酸化アルミナの表面に、ライン状照明装置14から光を照射する。

陽極酸化アルミナの表面からの反射光をカラーラインCCDカメラ16にて撮像する。

[0029] カラーラインCCDカメラ16から出力された、モールド12の陽極酸化アルミナの表面の1周分の画像について、画像処理装置18において、画素ごとにRGBの画像信号を、必要に応じてHSV表色系に変換し、256階調で表される色（色相（H））のデジタル情報を得る。

[0030] 画像処理装置 18 において、モールド 12 の陽極酸化アルミナの表面の 1 周分の画像から、色相 (H) の階調があらかじめ設定された階調の範囲 (例えば $H = 14 \sim 34$) 外にある NG 画素を抽出し、所定の領域 (例えば 2000×4000 ピクセル) における NG 画素の割合が、所定の割合 (例えば 5%) を超えた場合等において、検査対象のモールド 12 が不良品であると判定する。

[0031] 以上説明した本発明の陽極酸化アルミナの検査装置および検査方法にあっては、陽極酸化アルミナの細孔のアスペクト比 (深さ/ピッチ) に応じて、陽極酸化アルミナの表面の反射光の色が変化することを利用して、陽極酸化アルミナの細孔のアスペクト比が設計どおりに形成されているかを見積もることができるため、例えば、電子顕微鏡を用いた陽極酸化アルミナの断面観察による細孔の深さや細孔間のピッチの測定方法に比べ、陽極酸化アルミナの細孔の深さや細孔間のピッチが設計どおりに形成されているかを簡易に検査できる。

[0032] なお、本発明の陽極酸化アルミナの検査装置は、陽極酸化アルミナの表面に光を照射する照明手段と、陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像する撮像手段と、撮像手段により撮像された画像から得られた色の情報に基づいて、陽極酸化アルミナの細孔のアスペクト比 (深さ/ピッチ) が所定の範囲内にあるかを判定する画像処理手段とを有するものであればよく、図示例のものに限定はされない。

[0033] 例えば、図 2 に示すように、移動手段 20 によって水平方向に移動する平板状のモールド 12 の検査を行う検査装置であってもよい。

また、検査対象のモールド 12 が不良品であると判定する方法も、上述の方法に限定されない。

また、撮像手段も上述ではカラーライン CCD カメラを用いているが、光検出器にて反射スペクトルを測定し、反射スペクトルから良品、および不良品を判定する検査装置であってもよい。

また、画像処理装置における画像信号の処理方法として、256 階調の画像

信号として処理しているが、画像信号から正常部と異常部を判別できれば良いため、5 1 2階調でも、1 0 2 4階調でも、もしくはアナログ信号であってもよい。

[0034] (製造方法)

以下、アルミニウム基材の表面を陽極酸化することによって、ピッチが可視光の波長以下である2個以上の細孔を有する陽極酸化アルミナが表面に形成されたモールドについて説明する。

[0035] モールドの製造方法としては、下記の工程を順に行う方法が好ましい。

第1の酸化皮膜形成工程(a) :

鏡面化されたアルミニウム基材の表面を電解液中、定電圧下で陽極酸化して、表面に酸化皮膜を形成する(以下、工程(a)とも記す。))。

酸化皮膜除去工程(b) :

酸化皮膜の少なくとも一部を除去し、陽極酸化の細孔発生点を形成する(以下、工程(b)とも記す。))。

第2の酸化皮膜形成工程(c) :

細孔発生点が形成されたアルミニウム基材を電解液中、定電圧下で再度陽極酸化して、細孔発生点に対応した細孔を有する酸化皮膜を表面に形成する(以下、工程(c)とも記す。))。

孔径拡大処理工程(d) :

細孔の径を拡大させる(以下、工程(d)とも記す。))。

繰り返し工程(e) :

必要に応じて、第2の酸化皮膜形成工程(c)と孔径拡大処理工程(d)とを繰り返し行う(以下、工程(e)とも記す。))。

[0036] 工程(a)～(e)を有する方法によれば、鏡面化されたアルミニウム基材の表面に、開口部から深さ方向に徐々に径が縮小するテーパ形状の細孔が周期的に形成され、その結果、2個以上の細孔を有する陽極酸化アルミナが表面に形成されたモールドを得ることができる。

[0037] 工程(a)の前に、アルミニウム基材の表面の酸化皮膜を除去する前処理

を行ってもよい。酸化皮膜を除去する方法としてはクロム酸／リン酸混合液に浸漬する方法等が挙げられる。

また、細孔の配列の規則性はやや低下するが、モールドの表面を転写した材料の用途によっては工程（a）を行わず、工程（c）から行ってもよい。

以下、各工程を詳細に説明する。

[0038] 工程（a）：

第1の酸化皮膜形成工程（a）では、鏡面化されたアルミニウム基材の表面を電解液中、定電圧下で陽極酸化し、図3に示すように、アルミニウム基材30の表面に、細孔31を有する酸化皮膜32を形成する。

電解液としては、酸性電解液、およびアルカリ性電解液が挙げられ、酸性電解液が好ましい。

酸性電解液としては、シュウ酸、硫酸、およびこれらの混合物等が挙げられる。

[0039] シュウ酸を電解液として用いる場合、シュウ酸の濃度は、0.7M以下が好ましい。シュウ酸の濃度が0.7Mを超えると、陽極酸化時の電流値が高くなりすぎて酸化皮膜の表面が粗くなることがある。

また、陽極酸化時の電圧を30～60Vとすることにより、ピッチが100nm程度の規則性の高い細孔を有する陽極酸化アルミナが表面に形成されたモールドを得ることができる。陽極酸化時の電圧がこの範囲より高くても低くても規則性が低下する傾向にあり、ピッチが可視光の波長より大きくなることがある。

電解液の温度は、60℃以下が好ましく、45℃以下がより好ましい。電解液の温度が60℃を超えると、いわゆる「ヤケ」といわれる現象が起こる傾向にあり、細孔が壊れたり、表面が溶けて細孔の規則性が乱れたりすることがある。

[0040] 硫酸を電解液として用いる場合、硫酸の濃度は0.7M以下が好ましい。硫酸の濃度が0.7Mを超えると、陽極酸化時の電流値が高くなりすぎて定電圧を維持できなくなることがある。

また、陽極酸化時の電圧を25～30Vとすることにより、ピッチが63nm程度の規則性の高い細孔を有する陽極酸化アルミナが表面に形成されたモールドを得ることができる。陽極酸化時の電圧がこの範囲より高くても低くても規則性が低下する傾向があり、ピッチが可視光の波長より大きくなることがある。

電解液の温度は、30℃以下が好ましく、20℃以下がより好ましい。電解液の温度が30℃を超えると、いわゆる「ヤケ」といわれる現象が起こる傾向にあり、細孔が壊れたり、表面が溶けて細孔の規則性が乱れたりすることがある。

[0041] 工程(a)では、陽極酸化を長時間施すことで形成される酸化皮膜が厚くなり、細孔の配列の規則性を向上させることができるが、その際、酸化皮膜の厚さを30μm以下とすることにより、結晶粒界によるマクロな凹凸がより抑制され、光学用途の物品の製造により適したモールドを得ることができる。酸化皮膜の厚さは、1～10μmがより好ましく、1～3μmがさらに好ましい。酸化皮膜の厚さは、電界放出形走査電子顕微鏡等で観察できる。

[0042] 工程(b)：

工程(a)の後、工程(a)により形成された酸化皮膜32を除去することにより、図3に示すように、除去された酸化皮膜32の底部（バリア層と呼ばれる）に対応する周期的な窪み、すなわち、細孔発生点33を形成することができる。

形成された酸化皮膜32を一旦除去し、陽極酸化の細孔発生点33を形成することで、最終的に形成される細孔の規則性を向上させることができる（例えば、益田、「応用物理」、2000年、第69巻、第5号、p. 558参照。）。なお、細孔が高い規則性を有する必要がない場合、工程(b)において酸化被膜32を完全に除去しても良く、少なくとも一部を除去するようにしても構わない。

[0043] 酸化皮膜32を除去する方法としては、アルミニウムを溶解せず、アルミナを選択的に溶解する溶液によって除去する方法が挙げられる。このような

溶液としては、例えば、クロム酸／リン酸混合液等が挙げられる。

[0044] 工程（c）：

細孔発生点33が形成されたアルミニウム基材30を電解液中、定電圧下で再度陽極酸化し、再び酸化皮膜を形成する。

工程（c）では、工程（a）と同様の条件（電解液濃度、電解液温度、および化成電圧等）下で陽極酸化すればよい。

これにより、図3に示すように、円柱状の細孔34が形成された酸化皮膜35を形成できる。工程（c）においても、陽極酸化を長時間施すほど、深い細孔を得ることができるが、例えば反射防止物品などの光学用の物品を製造するためのモールドを製造する場合には、ここでは0.01～0.5 μm 程度の酸化皮膜を形成すればよく、工程（a）で形成するほどの厚さの酸化皮膜を形成する必要はない。

[0045] 工程（d）：

工程（c）の後、工程（c）で形成された細孔34の径を拡大させる孔径拡大処理を行って、図3に示すように、細孔34の径を拡張する。

孔径拡大処理の具体的方法としては、アルミナを溶解する溶液に浸漬して、工程（c）で形成された細孔の径をエッチングにより拡大させる方法が挙げられる。このような溶液としては、例えば、5質量%程度のリン酸水溶液等が挙げられる。工程（d）の時間を長くするほど、細孔の径は大きくなる。

[0046] 工程（e）：

再度、工程（c）を行って、図3に示すように、細孔34の形状を径の異なる2段の円柱状とし、その後、再度、工程（d）を行う。このように工程（c）と工程（d）を繰り返す、繰り返し工程（e）により、図3に示すように、細孔34の形状を開口部から深さ方向に徐々に径が縮小するテーパ形状にでき、その結果、周期的な2個以上の細孔を有する陽極酸化アルミナが表面に形成されたモールド12を得ることができる。

[0047] 工程（c）および工程（d）の条件、例えば、陽極酸化の時間および孔径

拡大処理の時間を適宜設定することにより、様々な形状の細孔を形成することができる。よって、モールドから製造しようとする物品の用途等に応じて、これら条件を適宜設定すればよい。また、このモールドが反射防止膜等の反射防止物品を製造するものである場合には、このように条件を適宜設定することにより、細孔のピッチや深さを任意に変更できるため、最適な屈折率変化を設計することも可能となる。

[0048] こうして製造されたモールドは、多数の周期的な細孔が形成された結果、表面に微細凹凸構造を有するものとなる。そして、この微細凹凸構造における細孔のピッチが可視光の波長以下、すなわち400nm以下であると、いわゆるモスアイ構造となる。

ピッチは、微細凹凸構造の凹部（細孔）の中心からこれに隣接する凹部（細孔）の中心までの距離である。

ピッチが400nmより大きいと可視光の散乱が起こるため、十分な反射防止機能は発現せず、反射防止膜等の反射防止物品の製造には適さない。

前記ピッチは、50nm以上400nm以下が好ましく、70nm以上300nm以下がより好ましく、80nm以上250nm以下がさらに好ましい。

[0049] モールドが反射防止膜等の反射防止物品を製造するものである場合には、細孔のピッチが可視光の波長以下であるとともに、細孔の深さは、50nm以上であることが好ましく、100nm以上であることがより好ましい。

深さは、微細凹凸構造の凹部（細孔）の開口部から最深部までの距離である。

細孔の深さが50nm以上であれば、モールドの表面の転写により形成された光学用途の物品の表面、すなわち転写面の反射率が低下する。

[0050] また、モールドの細孔のアスペクト比（深さ／ピッチ）は1.0～4.0が好ましく、1.3～3.5がより好ましく、1.8～3.5がさらに好ましく、2.0～3.0が最も好ましい。アスペクト比が1.0以上であれば、反射率が低い転写面を形成でき、その入射角依存性や波長依存性も十分に

小さくなる。アスペクト比が4.0より大きいと転写面の機械的強度が低下する傾向がある。

[0051] モールドの形状は、平板であってもよく、ロール状であってもよい。

モールドの微細凹凸構造が形成された表面は、離型が容易になるように、離型処理が施されていてもよい。離型処理の方法としては、例えば、シリコン系ポリマーやフッ素ポリマーをコーティングする方法、フッ素化合物を蒸着する方法、およびフッ素系またはフッ素シリコン系のシランカップリング剤をコーティングする方法等が挙げられる。

[0052] 上記のようにして製造したモールドを、平板であれば図2に示した検査装置により、ロール状であれば図1に示した検査装置により、陽極酸化アルミナの表面からの反射光をカラーラインCCDカメラ16にて撮像する。

[0053] カラーラインCCDカメラ16から出力された、モールド12の陽極酸化アルミナ表面の画像について、画像処理装置18において、画素ごとにRGBの画像信号を、必要に応じてHSV表色系に変換し、色（色相（H））の情報を得る。

[0054] 取得した色の情報からモールド12の良否を判定し、良品であれば微細凹凸構造を表面に有する物品の製造工程等へとモールド12を進める。不良品であり、モールド全体に均一な欠陥、ナノホールの細孔の深さが全体的に深いまたは浅い欠陥、或いは、ナノホールの細孔のピッチが全体的に広いまたは狭いような欠陥であれば、モールド12に対して前記陽極酸化工程（a）～（e）のいずれかを再度実施し、陽極酸化アルミナを修復する。モールド全体ではなく、部分的にナノホールの形状が異常であり、前記陽極酸化工程（a）～（e）のいずれかの実施だけでは修復できないような欠陥の場合は、陽極酸化アルミナ層をアルミニウム基材ごと除去し、前記陽極酸化工程（a）～（e）を最初から実施しても良い。陽極酸化アルミナの再形成後、再度検査を行い、モールド12が良品となるまで陽極酸化工程と検査工程を繰り返し実施する。

実施例

[0055] 以下、本発明を実施例により具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0056] (モールドa)

直径：65mm、厚さ：2mmの円板状のアルミニウム基材（純度99.99%）を、算術平均粗さ R_a が20nm以下となる条件にて鏡面研磨した。

工程（a）：

前記アルミニウム基材について、0.3Mシュウ酸水溶液中で、直流：40V、温度：16℃の条件で30分間陽極酸化を行った。

工程（b）：

酸化皮膜が形成されたアルミニウム基材を、6質量%リン酸／1.8質量%クロム酸混合水溶液に浸漬して、酸化皮膜を除去した。

[0057] 工程（c）：

前記アルミニウム基材について、0.3Mシュウ酸水溶液中で、直流：40V、温度：16℃の条件で30秒間陽極酸化を行った。

工程（d）：

酸化皮膜が形成されたアルミニウム基材を、30℃の5質量%リン酸水溶液に8分間浸漬して、細孔径拡大処理を行った。

工程（e）：

前記工程（c）および工程（d）を合計で5回繰り返し、平均ピッチ：100nm、深さ：200nmの略円錐形状の細孔を有する陽極酸化アルミナが表面に形成された円板状のモールドaを得た。

[0058] (モールドb)

前記工程（c）における陽極酸化の時間を20秒に変更した以外は、モールドaの製造と同様にして、平均ピッチ：100nm、深さ：100nmの略円錐形状の細孔を有する陽極酸化アルミナが表面に形成された円板状のモールドbを得た。

[0059] (モールドc)

純度 99.99% のアルミニウムインゴットを外径：200 mm、内径：155 mm、長さ：350 mm に切断した圧延痕のない円筒状のアルミニウム基材に、羽布研磨処理を施した後、これを過塩素酸／エタノール混合溶液中（体積比：1／4）で電解研磨し、鏡面化した。

[0060] 工程（a）：

前記アルミニウム基材について、0.3 M シュウ酸水溶液中で、直流：40 V、温度：16℃の条件で30分間陽極酸化を行った。

工程（b）：

厚さ 3 μm の酸化皮膜が形成されたアルミニウム基材を、6 質量% リン酸／1.8 質量% クロム酸混合水溶液に浸漬して、酸化皮膜を除去した。

[0061] 工程（c）：

前記アルミニウム基材について、0.3 M シュウ酸水溶液中で、直流：40 V、温度：16℃の条件で30秒間陽極酸化を行った。この際、シュウ酸水溶液中の温度にムラが生じるように、シュウ酸水溶液の攪拌を止めた。

工程（d）：

酸化皮膜が形成されたアルミニウム基材を、30℃の5質量% リン酸水溶液に8分間浸漬して、細孔径拡大処理を行った。

工程（e）：

前記工程（c）および工程（d）を合計で5回繰り返し、設計上では平均ピッチ：100 nm、深さ：200 nm の略円錐形状の細孔を有する陽極酸化アルミナが表面に形成されたロール状のモールド c を得た。

[0062] （モールド d）

前記工程（c）におけるシュウ酸水溶液中の温度にムラが生じないように、シュウ酸水溶液の攪拌を実施した以外は、モールド c の製造と同様にして、平均ピッチ：100 nm、深さ：200 nm の略円錐形状の細孔を有する陽極酸化アルミナが表面に形成されたロール状のモールド d を得た。

[0063] [参考例 1]

陽極酸化アルミナが形成された面が上側となるように、モールド a を卓上

に設置し、約30cm離れた場所から、デジタルカメラ（キヤノン社製、IXY DIGITAL 55）にて陽極酸化アルミナの表面を撮影した。この際、モールドaの陽極酸化アルミナの表面（接平面）の法線Nに対して、デジタルカメラの光軸Lの角度 θ が約70°となるように撮影した。

撮影の結果、平均ピッチ：100nm、深さ：200nm（アスペクト比：2）の略円錐形状の細孔を有する陽極酸化アルミナの表面は、薄い赤色であることが確認された。

[0064] [参考例2]

モールドaをモールドbに変更した以外は、参考例1と同様にして陽極酸化アルミナの表面を撮影した。

撮影の結果、平均ピッチ：100nm、深さ：100nm（アスペクト比：1）の略円錐形状の細孔を有する陽極酸化アルミナの表面は、薄い緑色であることが確認された。

[0065] [実施例1]

図1に示す検査装置を用い、上述の検査方法にてモールドの陽極酸化アルミナの検査を実施した。

モールド12は、モールドcとした。

ライン状照明装置14としては、Panasonic社製の蛍光光源FL20SS・EX-N/18を40kHzにて用いた。

カラーラインCCDカメラ16としては、JAI社製のCV-L107CL-3CCDを用いた。

画像処理装置18としては、Matrox社製のMIL9を用いた。

[0066] カラーラインCCDカメラ16は、撮像範囲にあるモールド12の陽極酸化アルミナの表面（接平面）の法線Nに対して、カラーラインCCDカメラ16の光軸Lの角度 θ を5°から85°の間で条件を変えながら撮像した。

モールド12とカラーラインCCDカメラ16との距離は約50cmとした。

ライン状照明装置14は反射光がカラーラインCCDカメラ16に入るよ

うに配置した。

[0067] 図4は光軸Lの角度 $\theta = 85^\circ$ の条件にて、モールド12の陽極酸化アルミナの表面1周分を撮像した画像の一部分を切り出し、カラーからモノクロに変換した画像である。

陽極酸化アルミナの細孔異常部101が画像中央付近に黒く撮像されている。

[0068] 光軸Lの角度 θ を $5^\circ \sim 85^\circ$ 間の 10° おきにて撮像した画像を、画像処理装置18にてRGB信号から色相(H)信号に変換し、異常部を含む1ラインのデータを図5および図6に示した。

色相(H)は通常、 $0 \sim 360^\circ$ で表現するが、画像処理装置18内では $0 \sim 360^\circ$ を $0 \sim 255$ の8bitデータで表現している。

1ラインのデータ位置は、図4の102で示す1ラインであり、他の光軸Lの角度 θ で撮像した画像においても同じ位置のデータである。

図5および図6の各グラフの縦軸は正常部の色相(H)を基準とし、異常部との色相(H)との差分を取った値である。また、横軸は画素である。

[0069] 例えば検出閾値を色相差1.0以上とした場合、図5の光軸Lの角度 $\theta = 5^\circ \sim 35^\circ$ では、異常部が検出不可であり、図6の光軸Lの角度 $\theta = 45^\circ$ から検出が可能となり、光軸Lの角度 θ がさらに大きくなるにつれて、検出感度が高くなる。

撮像角度 $5^\circ \sim 85^\circ$ 間の 5° おきの各撮像画像にて正常部と異常部の色相差をプロットしたものを図7に示した。

光軸Lの角度 $\theta = 65^\circ$ では 45° の時よりも正常部と異常部の色相差が大きいため感度良く検出でき、光軸Lの角度 $\theta = 80^\circ$ ではさらに検出感度が高くなり、図7の光軸Lの角度 $\theta = 85^\circ$ ではさらに感度良く検出できる。

[0070] 上述の実施例より、本発明を実施するための形態は、撮像範囲にあるモールドの陽極酸化アルミナの表面(接平面)の法線Nに対して、カラーラインCCDカメラの光軸Lの角度 θ は 45° 以上から可能となるが、好ましくは

65° 以上であり、より好ましくは80° 以上であり、さらに好ましくは85° 以上である。

〔実施例2〕

図1に示す検査装置を用い、上述の検査方法にてモールドの陽極酸化アルミナの検査を実施した。

モールド12は、モールドdとした。

ライン状照明装置14としては、Panasonic社製の蛍光光源FL20SS・EX-N/18を40kHzにて用いた。

カラーラインCCDカメラ16としては、JAI社製のCV-L107CL-3CCDを用いた。

画像処理装置18としては、Matrox社製のMIL9を用いた。

[0071] カラーラインCCDカメラ16は、撮像範囲にあるモールド12の陽極酸化アルミナの表面（接平面）の法線Nに対して、カラーラインCCDカメラ16の光軸Lの角度 θ は80° とした。

モールド12とカラーラインCCDカメラ16との距離は約50cmとした。

ライン状照明装置14は反射光がカラーラインCCDカメラ16に入るように配置した。

[0072] モールド12の陽極酸化アルミナの表面1周分を撮像した画像を画像処理装置18にてRGB信号から0～255の8bitデータの色相（H）信号に変換した。

陽極酸化アルミナの表面1周分の色相信号を画像全体に渡って平均し、その平均値から1.0以上異なる画素を異常部としたが、モールド12において異常部は検出されなかった。

モールド12を用いて、微細凹凸構造を表面に有する透明フィルムを作製した所、ムラの無いフィルムを作ることができた。

また、参考として実施例2にて用いたモールドcにて同様に微細凹凸構造を表面に有する透明フィルムを作製した所、ムラの有るフィルムとなった。

[0073] 上述の実施例より、本発明による陽極酸化アルミナの細孔の形状を検査する工程により、陽極酸化アルミナの細孔の深さや細孔間のピッチを簡易に検査でき、細孔の形状が安定した陽極酸化アルミナを製造することができる。

産業上の利用可能性

[0074] 本発明の陽極酸化アルミナの製造方法、検査方法および検査装置は、アルミニウム基材の表面を陽極酸化することによって、ピッチが可視光の波長以下である２個以上の細孔を有する陽極酸化アルミナが表面に形成されたモールドの製造に有用である。

符号の説明

- [0075] １２ モールド
 １４ ライン状照明装置（照明手段）
 １６ カラーラインＣＣＤカメラ（撮像手段）
 １８ 画像処理装置（画像処理手段）
 ３４ 細孔
 ３５ 酸化皮膜（陽極酸化アルミナ）
 １０１ 陽極酸化アルミナの細孔異常部

請求の範囲

- [請求項1] 2個以上の細孔を有する陽極酸化アルミナを製造する方法であって、
- 、
- 陽極酸化アルミナ形成後に陽極酸化アルミナ表面に照明手段から光を照射すること、
- 前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像手段にて撮像すること、
- 前記撮像手段により撮像された画像から色の情報を取得すること、および
- 前記色の情報に基づいて、前記陽極酸化アルミナの細孔の形状を検査することを含む陽極酸化アルミナの製造方法。
- [請求項2] 前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像手段にて撮像することが、
- 前記陽極酸化アルミナ表面の法線に対して、前記撮像手段の光軸の角度が45～89.9°となるように撮像することを含む、請求項1に記載の陽極酸化アルミナの製造方法。
- [請求項3] 前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像手段にて撮像することが、
- 前記陽極酸化アルミナ表面の法線に対して、前記撮像手段の光軸の角度が65～89.9°となるように撮像することを含む、請求項1に記載の陽極酸化アルミナの製造方法。
- [請求項4] 前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像手段にて撮像することが、
- 前記陽極酸化アルミナ表面の法線に対して、前記撮像手段の光軸の角度が80～89.9°となるように撮像することを含む、請求項1に記載の陽極酸化アルミナの製造方法。
- [請求項5] 前記色の情報に基づいて陽極酸化アルミナの細孔の形状を検査することが、

前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光をRGB信号として撮像すること、および

前記RGB信号の情報に基づいて前記陽極酸化アルミナの細孔の形状を検査することを含む、請求項1に記載の陽極酸化アルミナの製造方法。

[請求項6] 前記色の情報に基づいて陽極酸化アルミナの細孔の形状を検査することが、

前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光をRGB信号として撮像すること、

前記RGB信号をHSV表色系に変換すること、および

前記HSV表色系の情報に基づいて前記陽極酸化アルミナの細孔の形状を検査することを含む、請求項1に記載の陽極酸化アルミナの製造方法。

[請求項7] 前記陽極酸化アルミナ形成後に陽極酸化アルミナ表面に照明手段から光を照射することの前に、さらに、下記の工程(a)～(e)を含む前記陽極酸化アルミナを形成する工程を有する、請求項1に記載の陽極酸化アルミナの製造方法。

(a) 鏡面化されたアルミニウム基材の表面を電解液中、定電圧下で陽極酸化して、表面に酸化皮膜を形成する工程。

(b) 前記酸化皮膜を除去し、陽極酸化の細孔発生点を前記アルミニウム基材の表面に形成する工程。

(c) 前記細孔発生点が形成されたアルミニウム基材の表面を、電解液中、定電圧下で再度陽極酸化して、前記細孔発生点に対応した細孔を有する酸化皮膜を表面に形成する工程。

(d) 前記細孔の径を拡大させる工程。

(e) 前記工程(c)と工程(d)とを繰り返し行う工程。

[請求項8] 2個以上の細孔を有する陽極酸化アルミナを検査する方法であって、

前記陽極酸化アルミナの表面に照明手段から光を照射すること、
前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像手段にて撮像すること、

前記撮像手段により撮像された画像から色の情報を取得すること、
および

前記色の情報に基づいて、前記陽極酸化アルミナの細孔のアスペクト比（深さ／ピッチ）が所定の範囲内にあるかを判定することを含む、陽極酸化アルミナの検査方法。

[請求項9] 前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像手段にて撮像することが、

前記陽極酸化アルミナ表面の法線に対して、前記撮像手段の光軸の角度が45～89.9°となるように撮像することを含む、請求項8に記載の陽極酸化アルミナの検査方法。

[請求項10] 前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像手段にて撮像することが、

前記陽極酸化アルミナ表面の法線に対して、前記撮像手段の光軸の角度が65～89.9°となるように撮像することを含む、請求項8に記載の陽極酸化アルミナの検査方法。

[請求項11] 前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像手段にて撮像することが、

前記陽極酸化アルミナ表面の法線に対して、前記撮像手段の光軸の角度が80～89.9°となるように撮像することを含む、請求項8に記載の陽極酸化アルミナの検査方法。

[請求項12] 前記色の情報に基づいて陽極酸化アルミナの細孔のアスペクト比（深さ／ピッチ）が所定の範囲内にあるかを判定することが、

前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光をRGB信号として撮像すること、および

前記RGB信号の情報に基づいて前記陽極酸化アルミナの細孔の形

状を検査することを含む、請求項 8 に記載の陽極酸化アルミナの検査方法。

[請求項13] 前記色の情報に基づいて陽極酸化アルミナの細孔のアスペクト比（深さ／ピッチ）が所定の範囲内にあるかを判定することが、

前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を RGB 信号として撮像すること、

前記 RGB 信号を HSV 表色系に変換すること、および

前記 HSV 表色系の情報に基づいて前記陽極酸化アルミナの細孔の形状を検査することを含む、請求項 8 に記載の陽極酸化アルミナの検査方法。

[請求項14] 2 個以上の細孔を有する陽極酸化アルミナを検査する装置であって、

前記陽極酸化アルミナの表面に光を照射する照明手段と、

前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像する撮像手段と、

前記撮像手段により撮像された画像から得られた色の情報に基づいて、前記陽極酸化アルミナの細孔のアスペクト比（深さ／ピッチ）が所定の範囲内にあるかを判定する画像処理手段と

を有する、陽極酸化アルミナの検査装置。

[請求項15] 前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像する撮像手段が、前記陽極酸化アルミナ表面の法線に対して、前記撮像手段の光軸の角度が $45 \sim 89.9^\circ$ となるように撮像する手段である、請求項 14 に記載の陽極酸化アルミナの検査装置。

[請求項16] 前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像する撮像手段が、前記陽極酸化アルミナ表面の法線に対して、前記撮像手段の光軸の角度が $65 \sim 89.9^\circ$ となるように撮像する手段である、請求項 14 に記載の陽極酸化アルミナの検査装置。

[請求項17] 前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光を撮像する撮像手段が、前記陽極酸化アルミナ表面の法線に対して、前記撮像手段の光軸の

角度が $80 \sim 89.9^\circ$ となるように撮像する手段である、請求項14に記載の陽極酸化アルミナの検査装置。

[請求項18] 前記色の情報に基づいて陽極酸化アルミナの細孔のアスペクト比（深さ／ピッチ）が所定の範囲内にあるかを判定する画像処理手段が、
前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光をRGB信号として撮像する手段と、

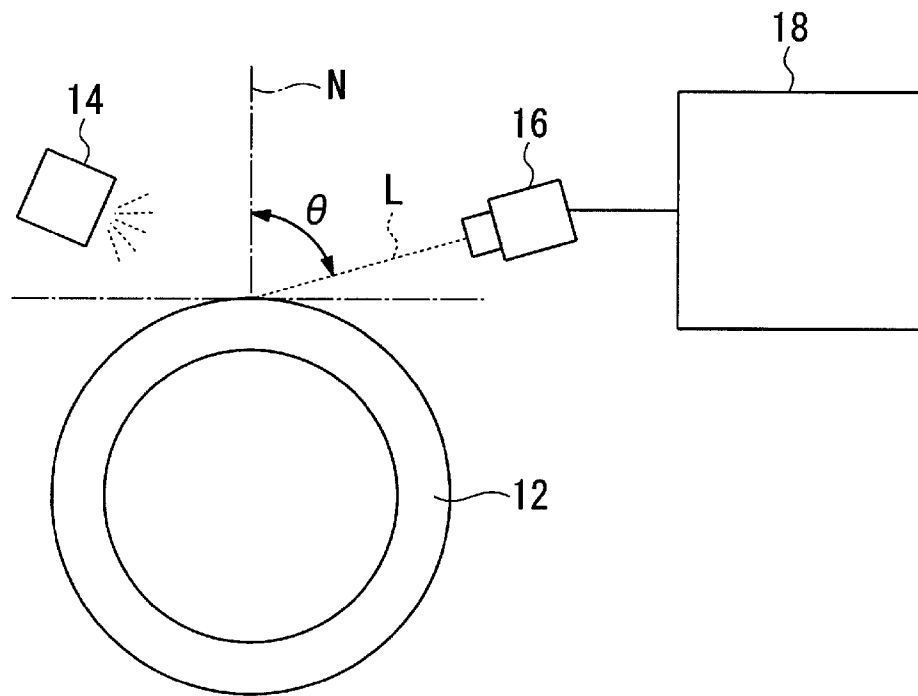
前記RGB信号の情報に基づいて前記陽極酸化アルミナの細孔の形状を検査する手段とを含む、請求項14に記載の陽極酸化アルミナの検査装置。

[請求項19] 前記色の情報に基づいて陽極酸化アルミナの細孔のアスペクト比（深さ／ピッチ）が所定の範囲内にあるかを判定する画像処理手段が、
前記陽極酸化アルミナの表面からの反射光をRGB信号として撮像する手段と、

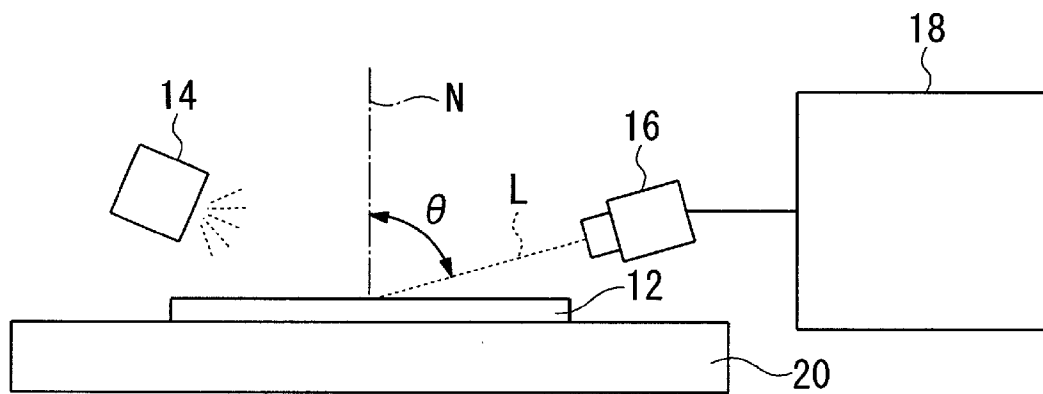
前記RGB信号をHSV表色系に変換する手段と、

前記HSV表色系の情報に基づいて前記陽極酸化アルミナの細孔の形状を検査する手段とを含む、請求項14に記載の陽極酸化アルミナの検査装置。

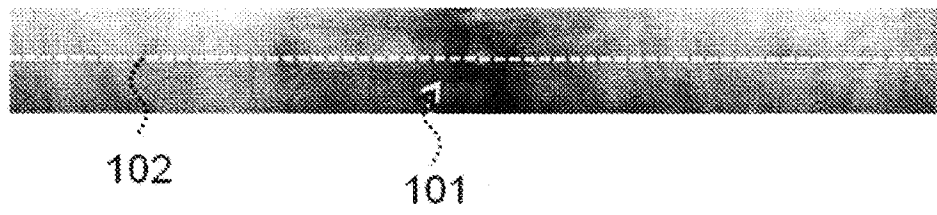
[図1]



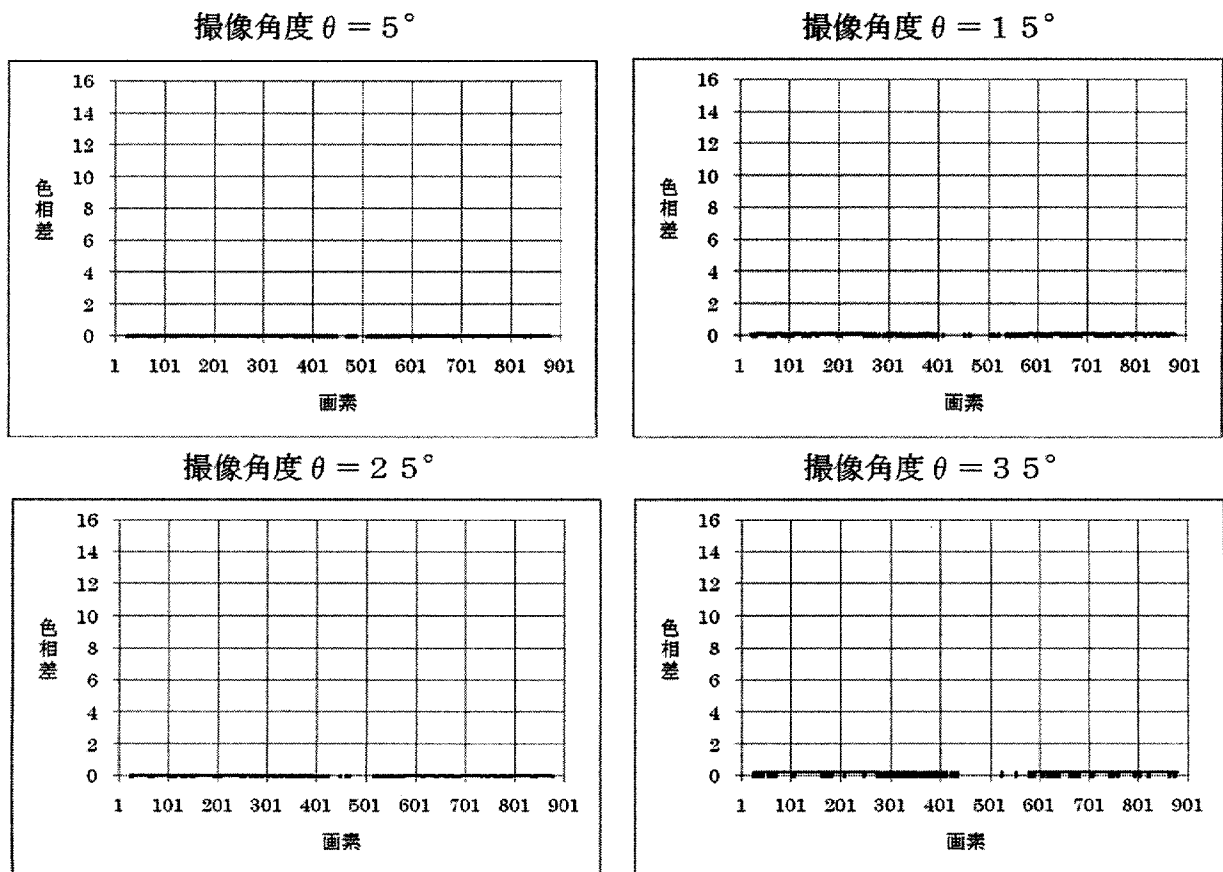
[図2]



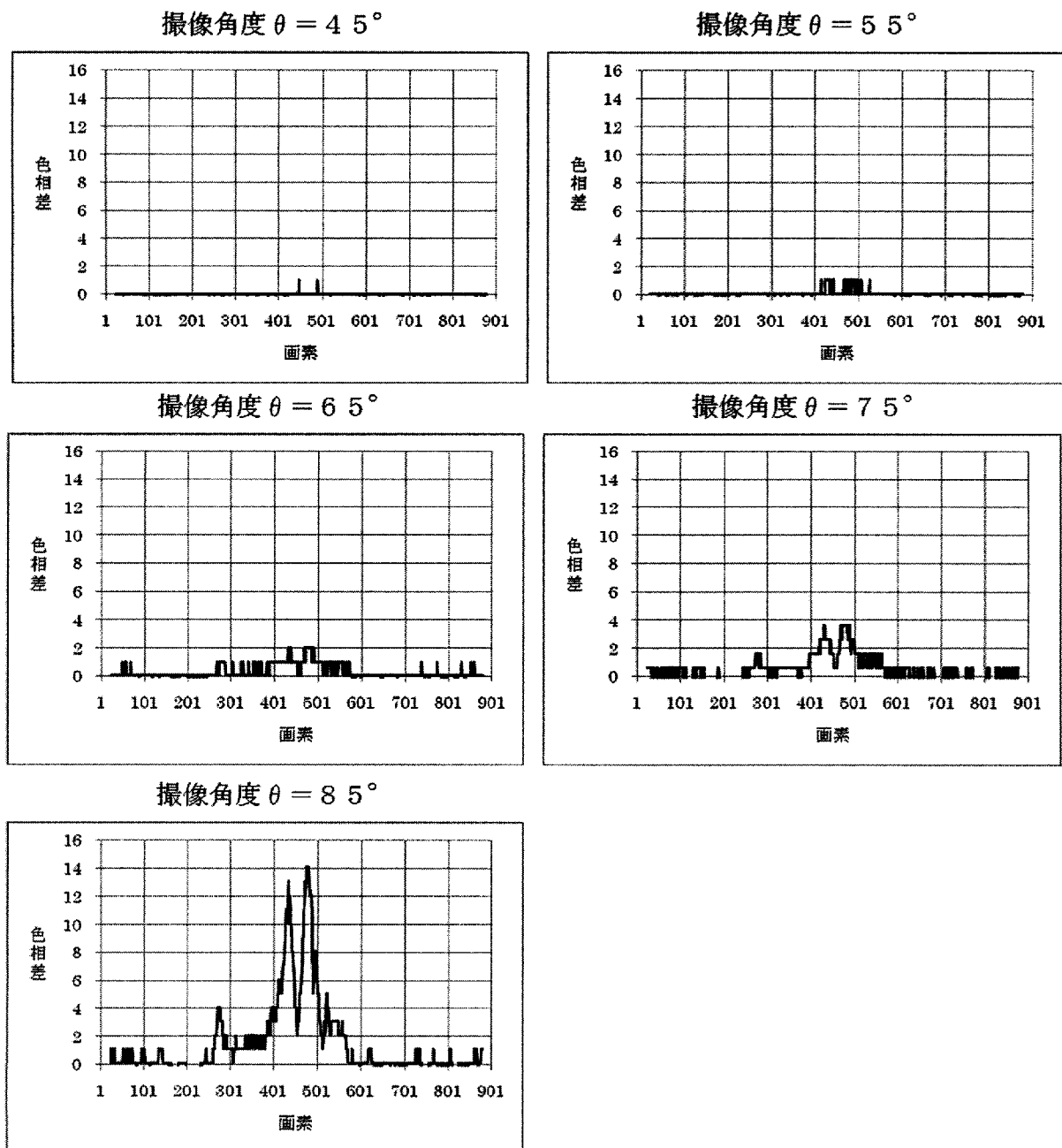
[図4]



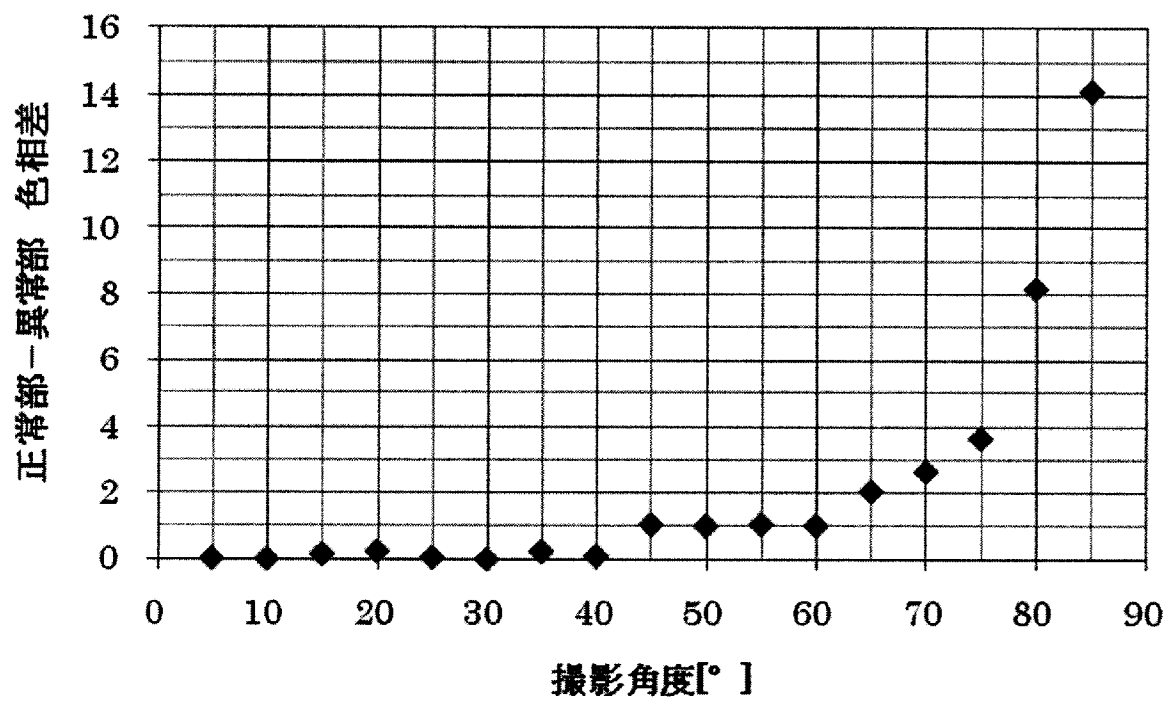
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/056865

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C25D21/12(2006.01)i, C25D11/12(2006.01)i, C25D11/24(2006.01)i, G01B11/24(2006.01)i, G01N21/88(2006.01)i

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)

C25D21/12, C25D11/12, C25D11/24, G01B11/24, G01N21/88

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
A	JP 6-294634 A (Kobe Steel, Ltd.), 21 October 1994 (21.10.1994), (Family: none)	1-19
A	JP 2001-205327 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 31 July 2001 (31.07.2001), (Family: none)	1-19
A	JP 2006-284569 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 19 October 2006 (19.10.2006), & WO 2006/095817 A1 & EP 1860212 A1 & US 2009/0035450 A1	1-19



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
16 June, 2011 (16.06.11)

Date of mailing of the international search report
28 June, 2011 (28.06.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C25D21/12(2006.01)i, C25D11/12(2006.01)i, C25D11/24(2006.01)i, G01B11/24(2006.01)i, G01N21/88(2006.01)i

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. C25D21/12, C25D11/12, C25D11/24, G01B11/24, G01N21/88

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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
A	JP 6-294634 A (株式会社神戸製鋼所) 1994. 10. 21, (ファミリーなし)	1-19
A	JP 2001-205327 A (住友金属工業株式会社) 2001. 07. 31, (ファミリーなし)	1-19
A	JP 2006-284569 A (富士写真フイルム株式会社) 2006. 10. 19, & WO 2006/095817 A1 & EP 1860212 A1 & US 2009/0035450 A1	1-19

☐ 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

1 6 . 0 6 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 6 . 2 0 1 1

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)

瀧口 博史

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 2 5

4 E

3 0 3 2