

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 4 月 3 日(03.04.2014)



(10) 国際公開番号

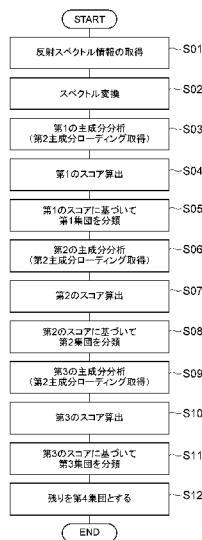
WO 2014/050339 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/35 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/071926
- (22) 国際出願日: 2013 年 8 月 14 日(14.08.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-211157 2012 年 9 月 25 日(25.09.2012) JP
- (71) 出願人: 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号 Osaka (JP). 国立大学法人名古屋大学 (NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION NAGOYA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒4648601 愛知県名古屋市千種区不老町 1 番 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 土川 寛 (TSUCHIKAWA Satoru); 〒4648601 愛知県名古屋市千種区不老町 1 番 国立大学法人名古屋大学内 Aichi (JP). 小堀 光 (KOBORI Hikaru); 〒4648601 愛知県名古屋市千種区不老町 1 番 国立大学法人名古屋大学内 Aichi (JP). 比嘉 さくら (HIGA Sakura); 〒4648601 愛知県名古屋市千種区不老町 1 番 国立大学法人名古屋大学内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 9 階 創英国際特許法律事務所 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, IL, IN, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,

[続葉有]

(54) Title: CATEGORIZATION METHOD AND DETERMINATION METHOD FOR WOOD MATERIALS

(54) 発明の名称: 木質材料の分類方法及び判定方法



S1 Acquire reflection spectrum data
S2 Spectral transformation
S3 First principal component analysis (second principal component loading acquisition)
S4 First score calculation
S5 Categorize first group on the basis of the first score
S6 Second principal component analysis (second principal component loading acquisition)
S7 Second score calculation
S8 Categorize second group on the basis of the second score
S9 Third principal component analysis (second principal component loading acquisition)
S10 Third score calculation
S11 Categorize third group on the basis of the third score
S12 Set remainder to fourth group

(57) Abstract: This invention is a method to categorize wood materials and to determine wood materials efficiently and with precision. Scores for each of a plurality of reflection spectrum data included in a population are calculated by using the first of a second principal component loading that was acquired with a principal component analysis, and a first group is categorized on the basis thereof. Then, scores for each a plurality of reflection spectrum data included in the population are calculated by using the second of the second principal component loading that was acquired with a principal component analysis of a second population that does not contain reflection spectrum data of the first group, and a second group is categorized on the basis thereof. Here, by performing a second principal component analysis using the second population, the second group can be accurately categorized on the basis of minute characteristics contained in each type of material contained in the reflection spectrum data, categorization can be performed with high precision, and categorization can be performed more efficiently compared to conventional methods.

(57) 要約: 精度よく且つ効率よく木質材料を分類する方法及び木質材料を判定する。主成分分析により取得された第1の第2主成分ローディングを用いて母集団に含まれる複数の反射スペクトル情報のスコアがそれぞれ算出され、これに基づいて第1集団が分類される。その後、第1集団の反射スペクトル情報が含まれない第2母集団による主成分分析により取得された第2の第2主成分ローディングを用いて母集団に含まれる複数の反射スペクトル情報のスコアがそれぞれ算出され、これに基づいて、第2集団が分類される。ここで、第2母集団を用いて2度目の主成分分析を行うことで、反射スペクトル情報に含まれる材料の種類毎に含まれる微小な特徴に基づいて第2集団を正確に分類することができ、高い精度で分類を行うことができ、また、従来と比較して効率よく分類をすることができる。

WO 2014/050339 A1



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.

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).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロ
シア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

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：木質材料の分類方法及び判定方法

技術分野

[0001] 本発明は、木質材料の分類方法及び判定方法に関する。

背景技術

[0002] 防腐処理木材や合板・化粧板等の所謂エンジニアリングウッドは、そのまま再利用することが難しく、産業廃棄物として処理されることが多い。木質資源の有効利用のためには、木質材料を再利用の可否や材料の種類等に基づいて分類する必要がある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2007-278908号公報

非特許文献

[0004] 非特許文献1：Hikaru Kobori et al., Applied Spectroscopy, 62(8), 854-859, 2008

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、木質材料を一つずつ目視等で判断しようとする処理に時間がかかり非効率である。また、分類後にそのまま再利用に供するためには、分類精度を十分に高くする必要がある。

[0006] 本発明は上記を鑑みてなされたものであり、精度よく且つ効率よく木質材料を分類する方法及び木質材料を判定する方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するため、本発明の一実施形態に係る木質材料の分類方法は、互いに異なる複数の木質材料を測定することにより得られた複数の反射

スペクトル情報からなる母集団に対して主成分分析を行うことにより第1の第2主成分ローディングを取得するステップと、母集団に含まれる複数の反射スペクトル情報のそれぞれについて、第1の第2主成分ローディングに係るスコアを算出するステップと、スコアが所定の範囲に含まれる反射スペクトル情報が得られた木質材料を母集団から分類して第1集団とするステップと、第1集団の反射スペクトル情報を母集団から取り除いた第2の母集団に対して主成分分析を行うことにより第2の第2主成分ローディングを取得するステップと、第2の母集団に含まれる複数の反射スペクトル情報のそれぞれについて、第2の第2主成分ローディングに係る第2のスコアを算出するステップと、第2のスコアが所定の範囲に含まれる反射スペクトル情報が得られた木質材料を母集団から分類して第2集団とするステップと、を含むことを特徴とする。

[0008] 上記の木質材料の分類方法によれば、主成分分析により取得された第1の第2主成分ローディングを用いて母集団に含まれる複数の反射スペクトル情報のスコアがそれぞれ算出され、これに基づいて、第1集団が分類される。その後、第1集団の反射スペクトル情報が含まれない第2母集団による主成分分析により取得された第2の第2主成分ローディングを用いて母集団に含まれる複数の反射スペクトル情報のスコアがそれぞれ算出され、これに基づいて、第2集団が分類される。ここで、第1集団の反射スペクトル情報を母集団から取り除いた第2母集団を用いて2度目の主成分分析を行うことで、反射スペクトル情報に含まれる材料の種類毎に含まれる微小な特徴に基づいて第2集団を正確に分類することが可能となり、高い精度で分類を行うことができる。さらに、木質材料の反射スペクトルを取得することでこれらの分類を行うことができるため、従来と比較して効率よく分類をすることができる。

[0009] また、本発明の一実施形態に係る木質材料の判定方法は、未知材料からなる木質材料を測定することにより得られた未知反射スペクトル情報について、互いに異なる複数の木質材料を測定することにより得られた複数の反射ス

ペクトル情報からなる母集団に対して主成分分析を行うことにより得られた第1の第2主成分ローディングを用いて、未知反射スペクトル情報に係る第1の未知スコアを算出するステップと、当該第1の未知スコアが、第1の第2主成分ローディングに係るスコアにおいて母集団から第1集団を分類する範囲に含まれる場合に、未知反射スペクトル情報を取得した木質材料が第1集団に属すると判定するステップと、未知反射スペクトル情報を取得した木質材料が第1集団に属すると判定されなかった場合に、母集団に含まれる複数の反射スペクトル情報のそれぞれについて第1の第2主成分ローディングに係るスコアを算出し当該スコアが所定の範囲に含まれる木質材料を母集団から分類して第1集団とした後に、第1集団の反射スペクトル情報を母集団から取り除いた第2の母集団に対して主成分分析を行うことにより得られた第2の第2主成分ローディングを用いて、未知反射スペクトル情報に係る第2の未知スコアを算出するステップと、当該第2の未知スコアが、第2の第2主成分ローディングに係るスコアにおいて第2の母集団から第2集団を分類する範囲に含まれる場合に、未知反射スペクトル情報を取得した木質材料が第2集団に属すると判定するステップと、を含むことを特徴とする。

[0010] 上記の木質材料の判定方法によれば、未知材料の未知反射スペクトル情報について第1の第2主成分ローディングに基づくスコアを算出し、これが第1集団を分類する範囲に含まれるかにより木質材料が第1集団に属するか判定される。そして、第1集団に属さない場合は、第2の第2主成分ローディングに基づくスコアを算出し、これが第2集団を分類する範囲に含まれるかにより、第2集団に属するか判定される。このように、1つの未知反射スペクトル情報を用いて、未知材料の分類を判定することが行われ、さらにこの分類に利用する第1の第2主成分ローディングに基づくスコア及び第2の第2主成分ローディングに基づくスコアによる分類は高い精度で行うことができるため、より簡便且つ高精度に木質材料が属する集団を判定することができる。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、精度よく且つ効率よく木質材料を分類する方法及び木質材料を判定する方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本実施形態に係る測定システムの構成を説明する図である。

[図2]ハイパースペクトル画像について説明する図である。

[図3]木質材料の分類方法について説明する図である。

[図4]木質材料の判定方法について説明する図である。

[図5]母集団の反射スペクトル情報を示す図である。

[図6]母集団の反射スペクトル情報を二次微分した結果を示す図である。

[図7]第1の第2主成分ローディングを示す図である。

[図8]第1の第2主成分ローディングに対するスコアを算出した結果を示す図である。

[図9]第2母集団の反射スペクトル情報を二次微分した結果を示す図である。

[図10]第2の第2主成分ローディングを示す図である。

[図11]第2の第2主成分ローディングに対するスコアを算出した結果を示す図である。

[図12]第3母集団の反射スペクトル情報を二次微分した結果を示す図である。

[図13]第3の第2主成分ローディングを示す図である。

[図14]第3の第2主成分ローディングに対するスコアを算出した結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための形態を詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

[0014] (木質材料測定システムの構成)

本実施形態に係る測定システム100について図1を用いて説明する。本実施形態に係る測定システム100は、測定対象物3に混入した異物を検出

する装置である。本実施形態に係る測定システム 100 の測定対象物 3 としては、木質材料が挙げられる。木質材料とは、原料の木材をエレメントに分解し、再構成した材料のことである。また、防腐処理や塗装等の更なる加工が施されている場合もある。

[0015] 測定システム 100 は、測定光を測定対象物 3 に対して照射することにより得られる拡散反射光のスペクトルを測定する装置である。測定システム 100 は、照射手段 10、撮像手段 20、及び分析手段 30 を備える。

[0016] 照射手段 10 は、一定の波長帯域を有する測定光を、所定の照射領域 A1 へ向けて照射する。照射手段 10 が照射する測定光の波長範囲は、測定対象物 3 に応じて適宜選択されるが、波長範囲が 1000 nm ~ 2500 nm の光の一部又は全部を含む近赤外光が好適に用いられ、この波長範囲に含まれて波長が互いに異なる複数の光が測定に用いられる。なお、本実施形態では、ハロゲンランプ 11 を含む照射手段 10 について説明する。

[0017] 照射領域 A1 とは、測定対象物 3 の表面の一部の領域となる。この照射領域 A1 は、図 1 の x 軸方向に広がるライン状に延びる領域である。そして、照射領域 A1 の延在方向に垂直な方向（図 1 の y 軸方向）における照射領域 A1 の幅は 10 mm 以下とされる。

[0018] 照射手段 10 は、ハロゲンランプ 11 と、照射部 12 と、ハロゲンランプ 11 と照射部 12 とを接続するバンドル光ファイバ 13 と、を備える。ハロゲンランプ 11 は、近赤外光を含む広帯域光を発生させる。

[0019] バンドル光ファイバ 13 はライトガイド（例えば 1500 本）を含み、ライトガイドはバンドル光ファイバ 13 の一端側では円形に束ねられ、他端側では断面が矩形（例えば 3 本 × 500 本のマトリックス）になるように配列されている。ハロゲンランプ 11 により発生された近赤外光は、バンドル光ファイバ 13 の円形に束ねられた端面へ入射され、矩形に配列された端面から出射する。バンドル光ファイバ 13 を使うことにより、効率よくライン状の光源を実現することが可能である。

[0020] 照射部 12 は、バンドル光ファイバ 13 の端面から出射される近赤外光を

測定対象物 3 が載置される照射領域 A 1 に対して照射する。照射部 1 2 は、バンドル光ファイバ 1 3 から出射される近赤外光を入射して、照射領域 A 1 に対応した 1 次元のライン状に出射するため、照射部 1 2 としてシリンドリカルレンズが好適に用いられる。このように照射部 1 2 においてライン状に整形された近赤外光 L 1 が、照射部 1 2 から照射領域 A 1 に対して照射される。

[0021] 照射手段 1 0 から出力された近赤外光 L 1 は、照射領域 A 1 上に載置された測定対象物 3 により拡散反射される。そして、その一部が、拡散反射光 L 2 として撮像手段 2 0 に入射する。

[0022] 撮像手段 2 0 は、ハイパースペクトル画像を取得するハイパースペクトルセンサとしての機能を有する。ここで、本実施形態におけるハイパースペクトル画像について図 2 を用いて説明する。図 2 は、ハイパースペクトル画像についてその概略を説明する図である。図 2 に示すように、ハイパースペクトル画像とは、N 個の画素 $P_1 \sim P_N$ により構成されている画像である。図 2 ではそのうちの一例として 2 個の画素 P_m 及び P_n について具体的に示している。画素 P_m 及び P_n には、それぞれ複数の強度データからなるスペクトル情報 S_m 及び S_n が含まれている。この強度データとは、特定の波長（又は波長帯域）におけるスペクトル強度を示すデータであり、図 2 では、15 個の強度データがスペクトル情報 S_m 及び S_n として保持されていて、これらを重ね合わせた状態で示している。このように、ハイパースペクトル画像 H は、画像を構成する画素毎に、それぞれ複数の強度データを持つという特徴から、画像としての二次元的要素と、スペクトルデータとしての要素と、をあわせ持った三次元的構成のデータである。なお、本実施形態では、ハイパースペクトル画像 H とは、1 画素あたり少なくとも 5 つの波長帯域における強度データを保有している画素によって構成された画像のことをいう。なお、図 2 では測定対象物 3 もあわせて示している。すなわち、図 2 において P_m は測定対象物 3 を撮像した画素であり、 P_n は背景（例えば、測定対象物 3 の載置台）を撮像した画素である。

[0023] 図1に戻り、本実施形態に係る撮像手段20は、カメラレンズ24と、スリット21と、分光器22と、受光部23と、を備える。この撮像手段20において、その視野領域20sは照射領域A1と同じ方向（x軸方向）に延びて照射領域A1に含まれるライン状の領域であって、スリット21を通過した拡散反射光L2が受光部23上に像を結ぶ領域である。

[0024] スリット21は、照射領域A1の延在方向（x軸方向）と平行な方向に開口が設けられている。撮像手段20のスリット21に入射した拡散反射光L2は、分光器22へ入射する。

[0025] 分光器22は、スリット21の長手方向、すなわち照射領域A1の延在方向に垂直な方向（y軸方向）に拡散反射光L2を分光する。分光器22により分光された光は、受光部23によって受光される。

[0026] 受光部23は、複数の受光素子が2次元に配列された受光面を備え、各受光素子が光を受光する。これにより、受光部23がベルトコンベア2上の幅方向（x軸方向）に沿った各位置で反射した拡散反射光L2の各波長の光をそれぞれ受光することとなる。各受光素子は、受光した光の強度に応じた信号を位置と波長とからなる二次元平面状の一点に関する情報として出力する。この受光部23の受光素子から出力される信号が、ハイパースペクトル画像に係る画像データとして、撮像手段20から分析手段30に送られる。

[0027] 分析手段30は、入力された信号により拡散反射光L2の反射スペクトル（反射スペクトル情報）を得て、この得られたスペクトルに基づいて検査を行う。そして、この分析手段30による分析の結果は、例えば分析手段30に接続されるモニタや、プリンタ等に出力することによって、この測定システム100のオペレータに通知される。

[0028] この分析手段30は、CPU（Central Processing Unit）、主記憶装置であるRAM（Random Access Memory）及びROM（Read Only Memory）、撮像手段等の他の機器との間の通信を行う通信モジュール、並びにハードディスク等の補助記憶装置等のハードウェアを備えるコンピュータとして構成される。

[0029] (木質材料の分類方法)

次に、上記の測定システム 100 により撮像されたハイパースペクトル画像を用いて木質材料の分類を行う方法について説明する。まず、図 3 を用いて、互いに異なる複数の木質材料の反射スペクトル情報を利用して、木質材料を分類する方法について説明をする。ここでの分類は、材料が既知である複数の木質材料から取得された反射スペクトル情報を利用して、未知の材料からなる木質材料の反射スペクトル情報から材料がどのような材料からなるかを判定するために用いられる情報となる。また、以下の説明では、測定を行う複数の木質材料を 4 つの集団に分類する場合について説明する。

[0030] まず、互いに異なる複数の木質材料の反射スペクトル情報を取得する (S01)。ここで用いられる反射スペクトル情報を取得する木質材料は、その種類がそれぞれ既知であるとする。材料の種類としては、例えば、広葉樹・針葉樹等のように木の分類に基づくもののほか、防腐処理済・塗装済等、その材料の加工に基づくものが考えられる。

[0031] 次に、この反射スペクトル情報についてスペクトル変換を行う (S02)。本実施形態では、スペクトル変換として、微分処理、特に Savitzky-Golay 二次微分処理を行う。これにより、ベースラインやドリフトの影響を除外することができ、反射スペクトルのピーク変動等を強調することができる。

[0032] 次に、スペクトル変換後の反射スペクトル情報を用いて第 1 の主成分分析 (Principal component analysis: PCA) を行い、第 2 主成分ローディング (第 1 の第 2 主成分ローディング) を取得する (S03)。

[0033] 主成分分析は、多くの変数により記述されたデータがあるときに、変数間の相関を排除し、情報量の損失を最小にしつつ、無相関ないくつかの総合的指標に縮約して、分析を行う手法である。ここでの総合的指標を、それぞれ、第 1 主成分、第 2 主成分、…と呼ぶ。ここで、主成分は各変数の線形結合となることから、その解釈のためには、主成分と各変数との相関を把握することによって主成分に強く影響を及ぼす変数を特定することが有効である。

このときの指標をローディング（因子負荷量：factor loading）と言い、主成分と変数との相関係数として定義される。すなわち、第2主成分ローディングは、第2主成分と各変数との相関係数である。第2主成分ローディングの算出は、公知の方法で行うことができる。

[0034] 次に、第1の第2主成分ローディングと、母集団に関するスペクトル変換後の反射スペクトル情報とに基づいて、各木質材料のスコアである第1のスコアを算出する（S04）。スコアの算出についても公知の方法で行うことができる。

[0035] 続いて、第1のスコアに基づいて、母集団から第1集団进行分类する（S05）。第1のスコアを算出した結果、特定の種類の木質材料が他の種類の木質材料と比較して高いスコアを示すことが考えられる。そこで、第1のスコアが所定の範囲に含まれる（例えば、閾値より大きい）材料を他の材料から分類して第1集団とする。なお、この段階で、測定した木質材料の種類が既知であって、第1集団として特定の種類の木質材料进行分类したい場合には、第1のスコアのバラつき等に基づいて分類するためのスコアの範囲を決める（閾値を決める）ことも可能である。なお、第1集団と分類された木質材料は、母集団から除外され、残されたスペクトル変換後の反射スペクトル情報群が新たに第2母集団とされる。

[0036] 次に、第2母集団について、第2の主成分分析を行い、第2主成分ローディング（第2の第2主成分ローディング）を取得する（S06）。第1の主成分分析との違いは、分析対象となる母集団が異なる点である。

[0037] 続いて、第2の第2主成分ローディングと、母集団に関するスペクトル変換後の反射スペクトル情報とに基づいて、各木質材料のスコアである第2のスコアを算出する（S07）。さらに、第2のスコアに基づいて、第2母集団から第2集団进行分类する（S08）。これらのステップの方法は、第1回目（S04、S05）と同様である。また、第2集団と分類された木質材料は、第2母集団から除外され、第2母集団に残された反射スペクトル情報群が新たに第3母集団とされる。

[0038] さらに、第3母集団について、上記と同様に、第3の主成分分析を行い、第2主成分ローディング（第3の第2主成分ローディング）を取得し（S09）、第3の第2主成分ローディングと、母集団に関するスペクトル変換後の反射スペクトル情報とに基づいて、各木質材料のスコアである第3のスコアを算出し（S10）、その後、第3のスコアに基づいて、第3母集団から第3集団を分類する（S11）。これらのステップの方法は、第1回目（S03～S05）、第2回目（S06～S08）と同様である。そして、第3集団と分類された木質材料は、第3母集団から除外される。本実施形態のように、母集団を4つの集団に分類する場合には、第3集団が除外された後に第3母集団に含まれる木質材料を第4集団とする（S12）。

[0039] 以上により木質材料の分類が終了する。なお、上記の分類の方法において用いられた第1の第2主成分ローディング、第1集団を分類する際のスコアの範囲、第2の第2主成分ローディング、第2集団を分類する際のスコアの範囲、第3の第2主成分ローディング、及び、第3集団を分類する際のスコアの範囲は、次の未知の木質材料の分類を判定する際に用いられる。

[0040] （木質材料の判定方法）

続いて、未知の木質材料が上記で分類した第1～第4集団のいずれに属するかを判定する方法について、図4を用いて説明する。

[0041] まず、図1に示す測定システム100を用いて、未知の木質材料に係る反射スペクトル（未知反射スペクトル情報）を取得する（S21）。このときの反射スペクトルの測定波長は、木質材料の分類を行う際と同様にする。

[0042] 次に、この未知反射スペクトル情報についてスペクトル変換を行う（S22）。本実施形態では、スペクトル変換として、微分処理、特にSavitzky-Golay二次微分処理を行う。

[0043] 次に、スペクトル変換後の未知反射スペクトル情報と、木質材料の分類の際に得られた第1の第2主成分ローディングと、に基づいて、未知反射スペクトル情報に係る第1の未知スコアを算出する（S23）。そして、得られた第1の未知スコアが、木質材料の分類第1集団を分類する際のスコアの範

囲か（例えば、所定の閾値より大きいかな否か）を判定する（S 2 4）。ここで、第 1 の未知スコアが木質材料の分類第 1 集団を分類する際のスコアの範囲に含まれていれば、木質材料は第 1 集団であると判定される（S 2 5）。一方、第 1 の未知スコアが、木質材料の分類のときに設定された第 1 集団を分類する際のスコアの範囲に含まれていなければ、木質材料は第 1 集団ではないと判定され、次のステップに進む。

[0044] 次に、木質材料が第 2 集団に属するかの判定を行う。まず、スペクトル変換後の未知反射スペクトル情報と、木質材料の分類の際に得られた第 2 の第 2 主成分ローディングと、に基づいて、未知反射スペクトル情報に係る第 2 の未知スコアを算出する（S 2 6）。続いて、得られた第 2 の未知スコアが、第 2 集団を分類する際のスコアの範囲か（例えば、所定の閾値より大きいかな否か）を判定する（S 2 7）。ここで、第 2 の未知スコアが第 2 集団を分類する際のスコアの範囲に含まれていれば、木質材料は第 2 集団であると判定される（S 2 8）。一方、第 2 の未知スコアが第 2 集団を分類する際のスコアの範囲に含まれていなければ、木質材料は第 2 集団ではないと判定され、次のステップに進む。

[0045] さらに、上記と同様に、木質材料が第 3 集団に属するかの判定を行う。すなわち、木質材料の分類の際に得られた第 3 の第 2 主成分ローディングと、に基づいて、未知反射スペクトル情報に係る第 3 の未知スコアを算出する（S 2 9）。続いて、得られた第 3 の未知スコアが、第 3 集団を分類する際のスコアの範囲か（例えば、所定の閾値より大きいかな否か）を判定する（S 3 0）。ここで、第 3 の未知スコアが第 3 集団を分類する際のスコアの範囲に含まれていれば、木質材料は第 3 集団であると判定される（S 3 1）。一方、第 3 の未知スコアが第 3 集団を分類する際のスコアの範囲に含まれていなければ、木質材料は第 1 ～ 3 集団のいずれにも属さず、第 4 集団に属すると判定される（S 3 2）。以上の方法により、未知の木質材料について、その種類を判定することができる。

[0046] ここで、上記のように、複数回の主成分分析によって木質材料を複数の集

団に分類ができることについて、実施例を用いて説明する。

[0047] まず、複数種類の木質材料を準備した。木質材料の種類としては、針葉樹、広葉樹、樹脂フィルムオーバーレイ（樹脂フィルムが一方の主面に貼付された材料）、防腐剤処理がなされた材料である。

[0048] これらの木質材料についてそれぞれ3検体ずつ準備し、図1に示す測定システム100と同等の機能を有する測定装置（組成イメージングシステムComposition（登録商標）：住友電気工業株式会社製）により、1000nm～2500nmの波長範囲で反射スペクトルを測定した。測定結果より得られたハイパースペクトル画像から、木質材料を撮像した領域を抽出し、平均化することにより、各木質材料に係る平均反射スペクトルを得た。これを図5に示す。なお、測定波長間隔は6nm、空間分解能は312.5 μ mとした。図5では、1200nm～1800nmの波長範囲のみ示し、以下の処理においても、1200nm～1800nmの波長範囲のデータを使用した。

[0049] 次に、図5の各反射スペクトルに対してSavitzky-Golay二次微分処理を行った。その結果を図6に示す。さらに、12検体を母集団として第1の主成分分析をした結果得られた樹脂フィルムオーバーレイの第1の第2主成分ローディングを図7に示す。そして、この第1の第2主成分ローディングを用いて12検体のスコアを求めた結果を図8に示す。図8では、12検体のそれぞれがどの木質材料からなるかも併せて示している。この結果、樹脂フィルムオーバーレイの3検体のみが他の木質材料よりもスコアが大きいことが分かったので、閾値を例えば0とし、スコア>0を満たす検体を分類することで、樹脂フィルムオーバーレイの3検体を第1集団とすることができる。

[0050] 次に、第2集団の分類については、第1集団に分類される3検体を母集団から除去した第2母集団となる9検体を用いて行われる。まず第2母集団の9検体の二次微分処理を行った結果を図9に示す。さらに、第2母集団について第2の主成分分析をした結果得られた広葉樹の第2の第2主成分ローデ

ィングを図10に示す。そして、この第2の第2主成分ローディングを用いて9検体のスコアを求めた結果を図11に示す。この結果、広葉樹の3検体のみが他の木質材料のスコアよりも大きいことが分かったので、閾値を例えば10とし、スコア >10 を満たす検体を分類することで、広葉樹の3検体を第2集団とすることができる。

[0051] 次に、第3集団の分類については、第2集団に分類される3検体を第2母集団から除去した第3母集団となる6検体を用いて行われる。まず第3母集団の6検体の二次微分処理を行った結果を図12に示す。さらに、第3母集団について第3の主成分分析をした結果得られた針葉樹の第3の第2主成分ローディングを図13に示す。そして、この第3の第2主成分ローディングを用いて6検体のスコアを求めた結果を図14に示す。この結果、針葉樹の3検体のみが他の木質材料（防腐材）のスコアよりも大きいことが分かったので、閾値を例えば-5とし、スコア >-5 を満たす検体を分類することで、針葉樹の3検体を第3集団とすることができる。そして、第1～第3集団のいずれにも分類されなかった防腐材を第4集団とすることができる。

[0052] このように、主成分分析の結果得られる第2主成分ローディングを用いて算出された各検体のスコアに基づいて、特定の種類の材料を分類し、母集団から分類済みの材料を除去した後に、主成分分析を再度行うことにより、類似する材料についても正確に分類をすることが可能であることが確認された。また、各主成分分析での第2主成分ローディングと、分類を行う際の閾値とを保持しておくことで、種類が不明である木質材料についても、スコアと閾値とを比較するステップを繰り返すことで、材料の種類を特定することが可能となる。

[0053] 以上のように、本実施形態に係る木質材料の分類方法及び判定方法によれば、主成分分析により取得された第1の第2主成分ローディングを用いて母集団に含まれる複数の反射スペクトル情報のスコアがそれぞれ算出され、これに基づいて第1集団が分類される。その後、第1集団の反射スペクトル情報が含まれない第2母集団による主成分分析により取得された第2の第2主

成分ローディングを用いて母集団に含まれる複数の反射スペクトル情報のスコアがそれぞれ算出され、これに基づいて、第2集団が分類される。ここで、第1集団の反射スペクトル情報を母集団から取り除いた第2母集団を用いて2度目の主成分分析を行うことで、反射スペクトル情報に含まれる材料の種類毎に含まれる微小な特徴に基づいて第2集団を正確に分類することが可能となり、高い精度で分類を行うことができる。さらに、木質材料の反射スペクトルを取得することでこれらの分類を行うことができるため、従来と比較して効率よく分類をすることができる。

[0054] また、上記の分類方法により得られた第1の第2主成分ローディング及び第2の第2の主成分ローディングを用いて、未知の木質材料がどの集団に属するかを分類する構成とすることで、1つの未知反射スペクトル情報を用いて、未知材料の分類を判定することが行うことができる。さらに、この分類に利用する第1の第2主成分ローディングに基づくスコア及び第2の第2主成分ローディングに基づくスコアによる分類は高い精度で行うことができるため、より簡便且つ高精度に木質材料が属する集団を判定することができる。

[0055] 以上、本発明の実施形態について説明してきたが、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。

[0056] 例えば、上記実施形態で説明した測定システム100は、ハイパースペクトル画像を撮像する場合について説明したが、ハイパースペクトル画像ではなく、一般的な分光器を用いて得られたスペクトルを利用した場合であっても本実施形態と同様の分類を行うことができる。ただし、上記実施形態のように、木質材料のハイパースペクトル画像を取得し、これらに基づいた平均スペクトルを分類及び未知試料の判定に利用する場合の方が、精度を高めることができる。

[0057] また、上記実施形態では、近赤外光の波長範囲で取得した反射スペクトル情報を利用した場合について説明をしているが、他の波長範囲で取得した反

射スペクトル情報を利用することもできる。

符号の説明

[0058] 100…測定システム、3…検査対象物、10…照射手段、11…ハロゲンランプ、12…照射部、13…バンドル光ファイバ、20…撮像手段、21…スリット、22…分光器、23…受光部、30…分析手段。

請求の範囲

[請求項1]

互いに異なる複数の木質材料を測定することにより得られた複数の反射スペクトル情報からなる母集団に対して主成分分析を行うことにより第1の第2主成分ローディングを取得するステップと、

前記母集団に含まれる複数の反射スペクトル情報のそれぞれについて、前記第1の第2主成分ローディングに係るスコアを算出するステップと、

前記スコアが所定の範囲に含まれる反射スペクトル情報が得られた木質材料を前記母集団から分類して第1集団とするステップと、

前記第1集団の前記反射スペクトル情報を前記母集団から取り除いた第2の母集団に対して主成分分析を行うことにより第2の第2主成分ローディングを取得するステップと、

前記第2の母集団に含まれる複数の反射スペクトル情報のそれぞれについて、前記第2の第2主成分ローディングに係る第2のスコアを算出するステップと、

前記第2のスコアが所定の範囲に含まれる反射スペクトル情報が得られた木質材料を前記母集団から分類して第2集団とするステップと、

を含むことを特徴とする木質材料の分類方法。

[請求項2]

未知材料からなる木質材料を測定することにより得られた未知反射スペクトル情報について、

互いに異なる複数の木質材料を測定することにより得られた複数の反射スペクトル情報からなる母集団に対して主成分分析を行うことにより得られた第1の第2主成分ローディングを用いて、前記未知反射スペクトル情報に係る第1の未知スコアを算出するステップと、

当該第1の未知スコアが、前記第1の第2主成分ローディングに係るスコアにおいて前記母集団から第1集団を分類する範囲に含まれる場合に、前記未知反射スペクトル情報を取得した木質材料が第1集団

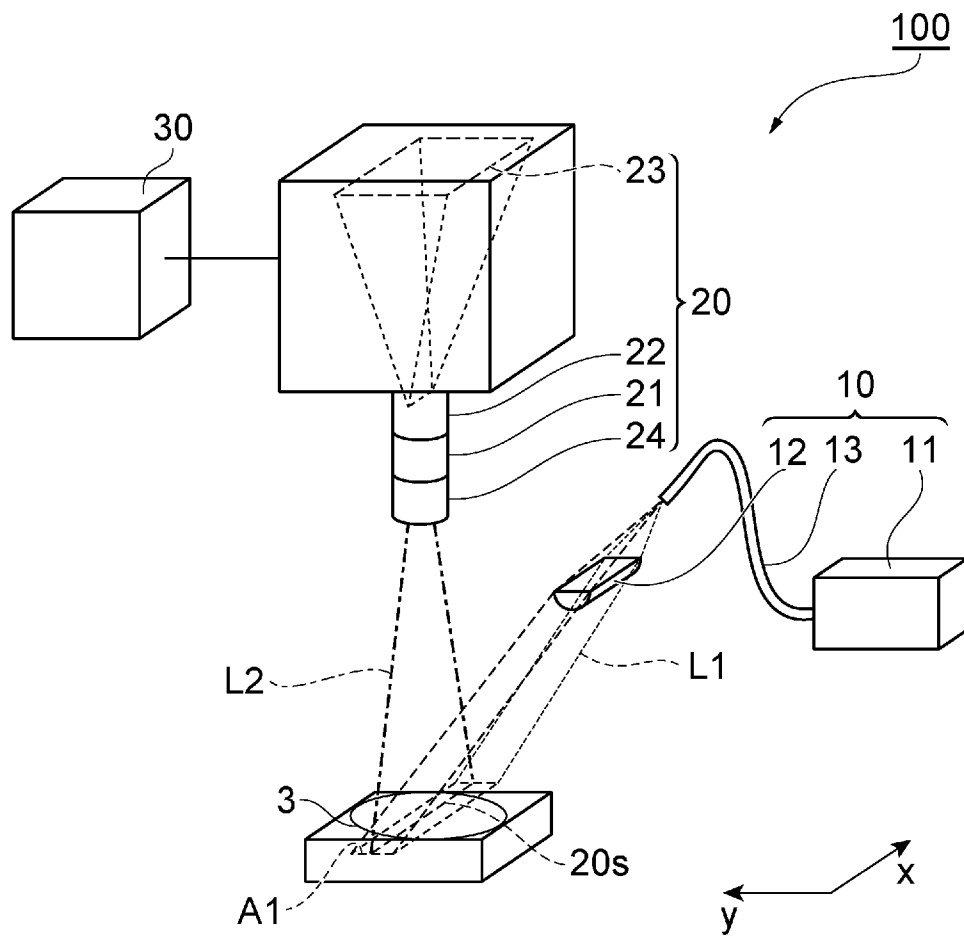
に属すると判定するステップと、

前記未知反射スペクトル情報を取得した木質材料が前記第 1 集団に属すると判定されなかった場合に、前記母集団に含まれる複数の反射スペクトル情報のそれぞれについて前記第 1 の第 2 主成分ローディングに係るスコアを算出し当該スコアが所定の範囲に含まれる木質材料を前記母集団から分類して第 1 集団とした後に、前記第 1 集団の前記反射スペクトル情報を前記母集団から取り除いた第 2 の母集団に対して主成分分析を行うことにより得られた第 2 の第 2 主成分ローディングを用いて、前記未知反射スペクトル情報に係る第 2 の未知スコアを算出するステップと、

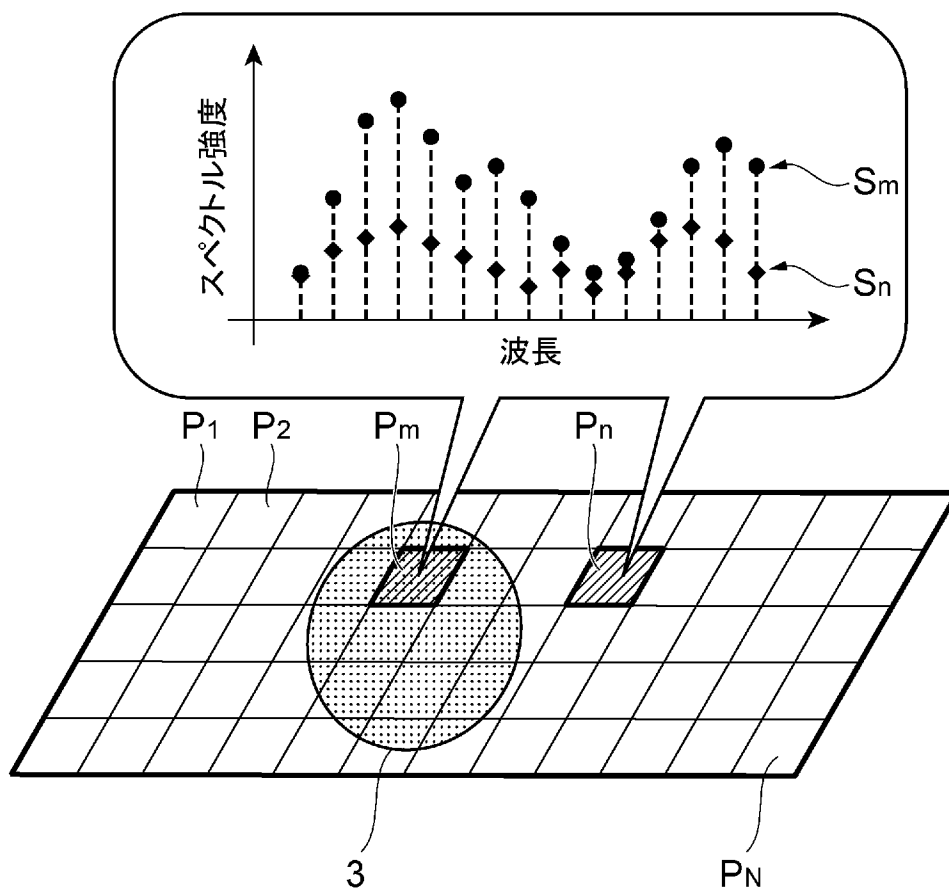
当該第 2 の未知スコアが、前記第 2 の第 2 主成分ローディングに係るスコアにおいて前記第 2 の母集団から第 2 集団を分類する範囲に含まれる場合に、前記未知反射スペクトル情報を取得した木質材料が第 2 集団に属すると判定するステップと、

を含むことを特徴とする木質材料の判定方法。

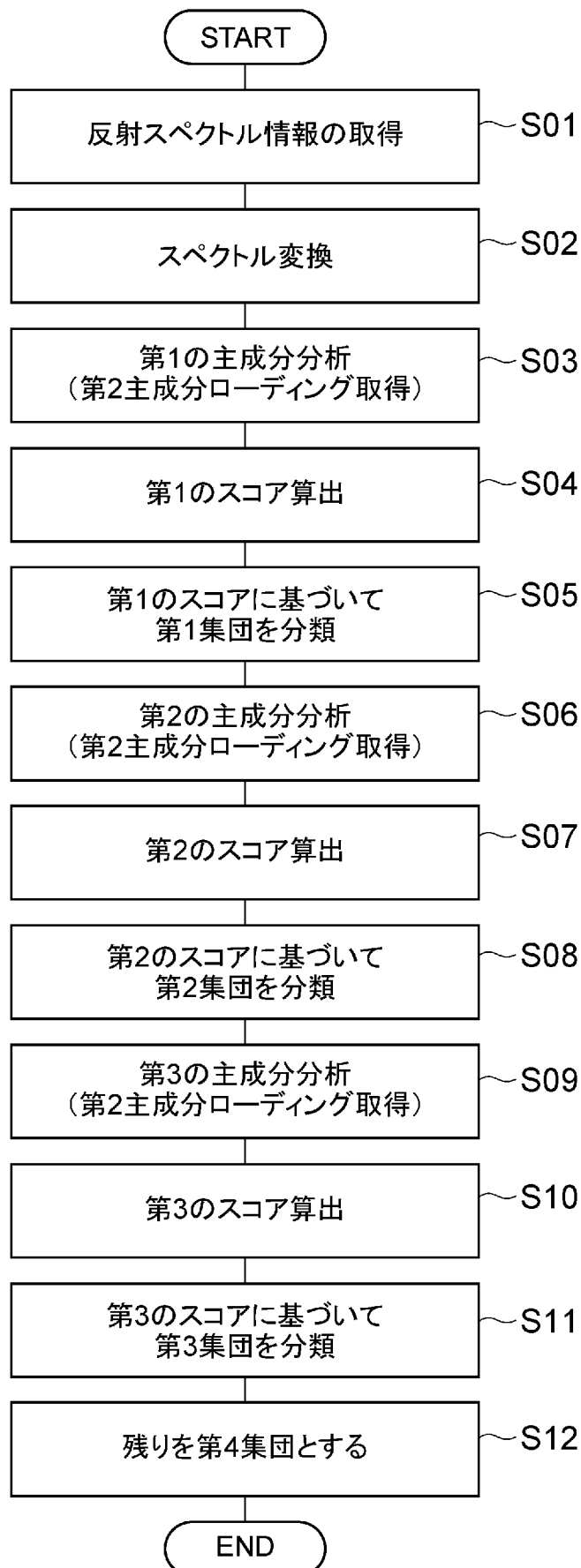
[図1]



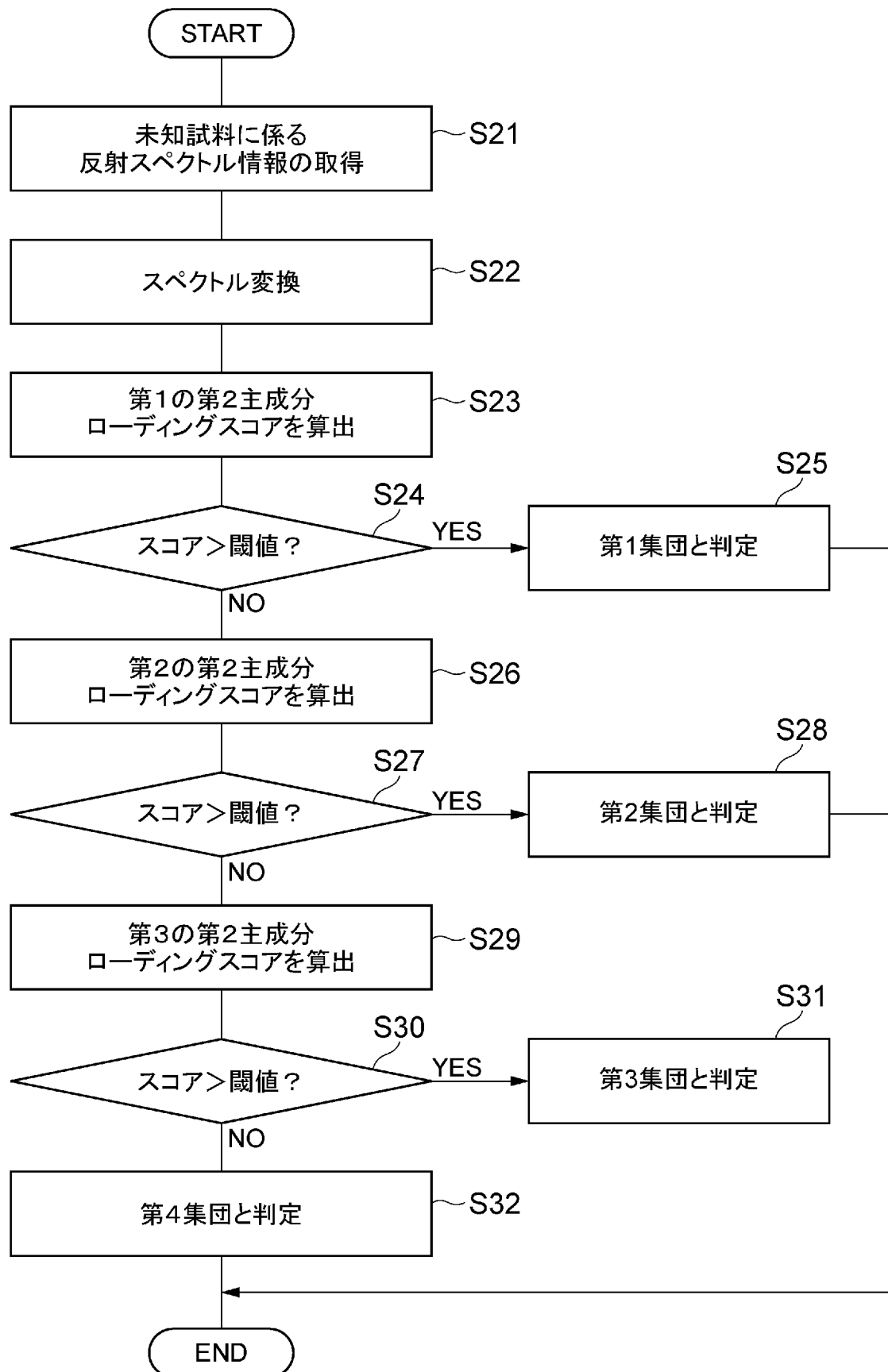
[図2]



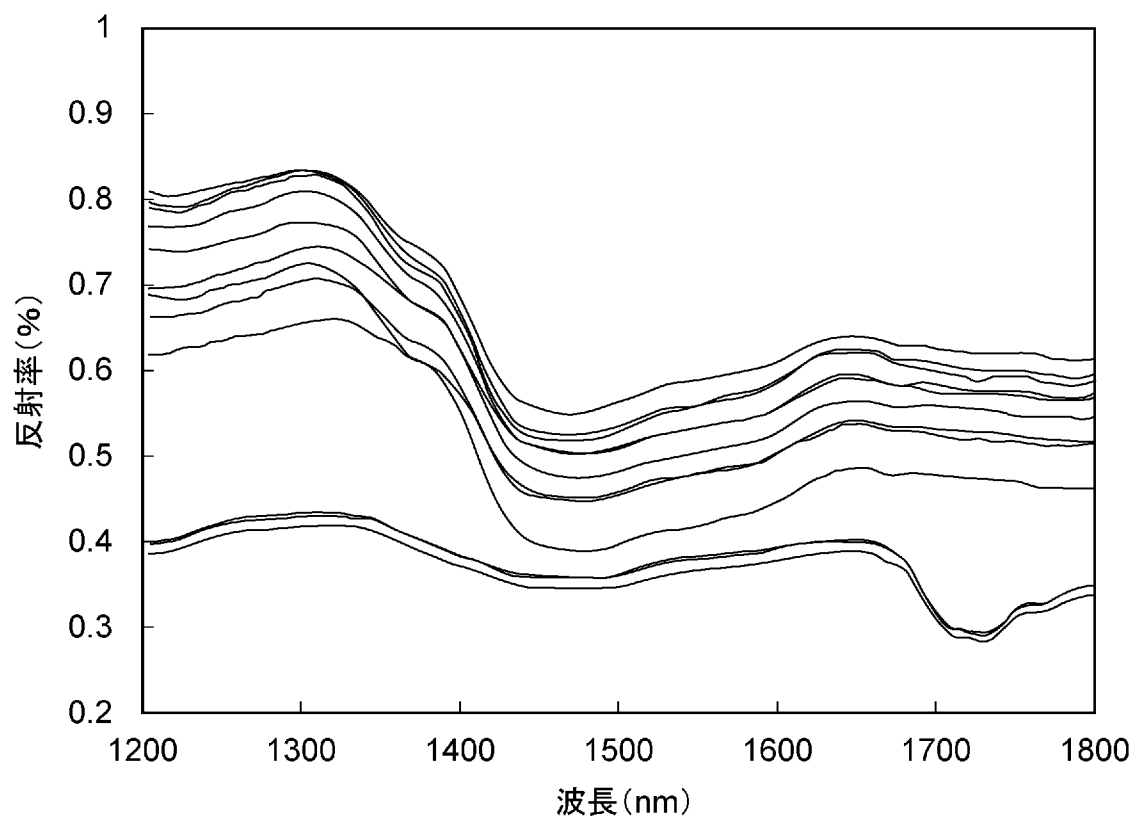
[図3]



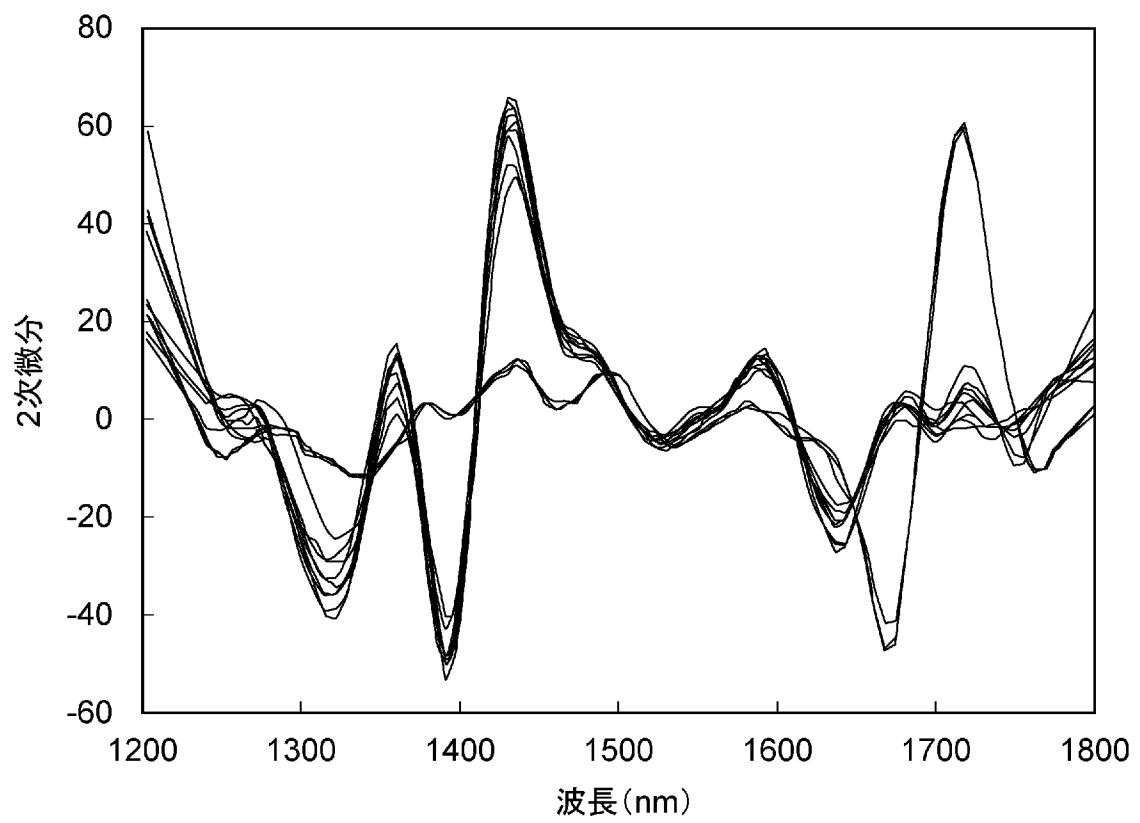
[図4]



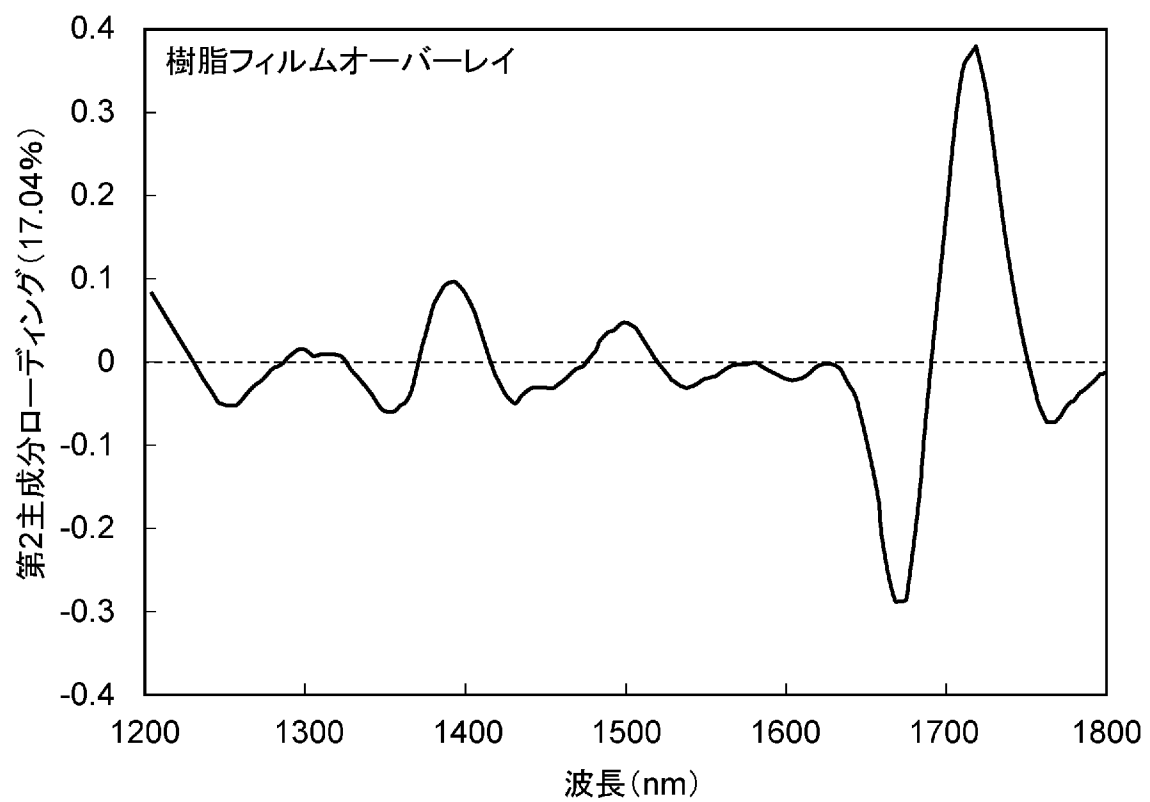
[図5]



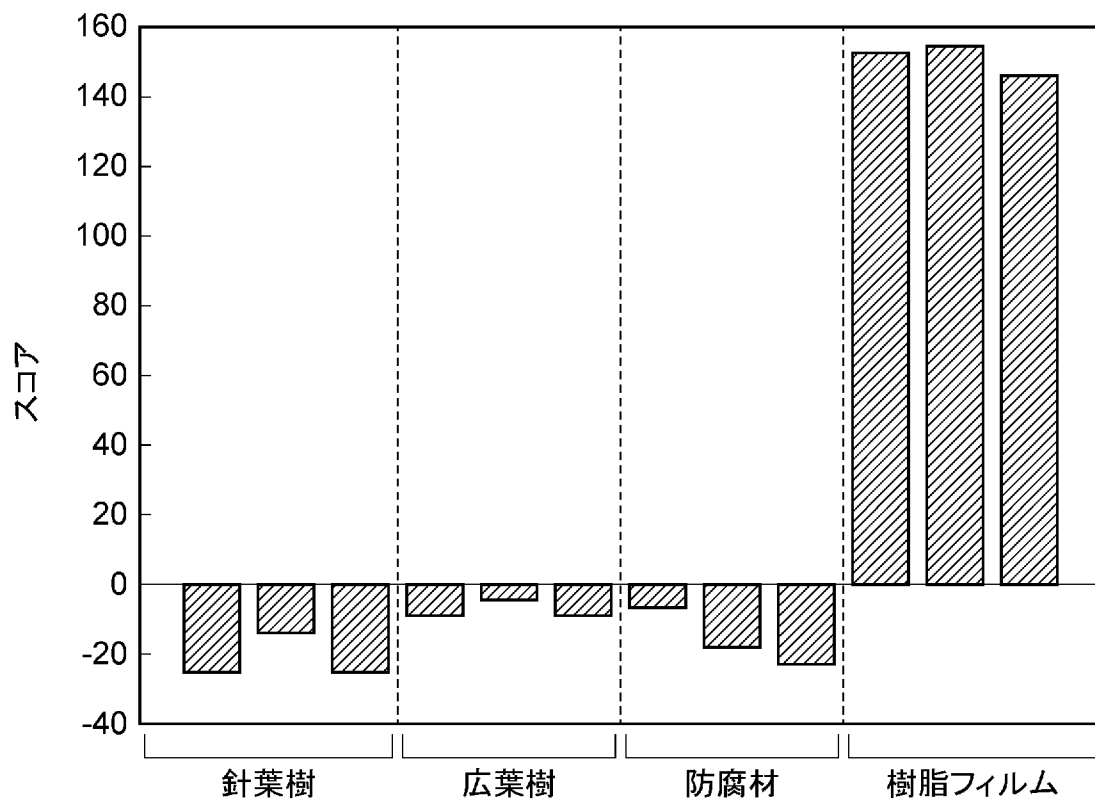
[図6]



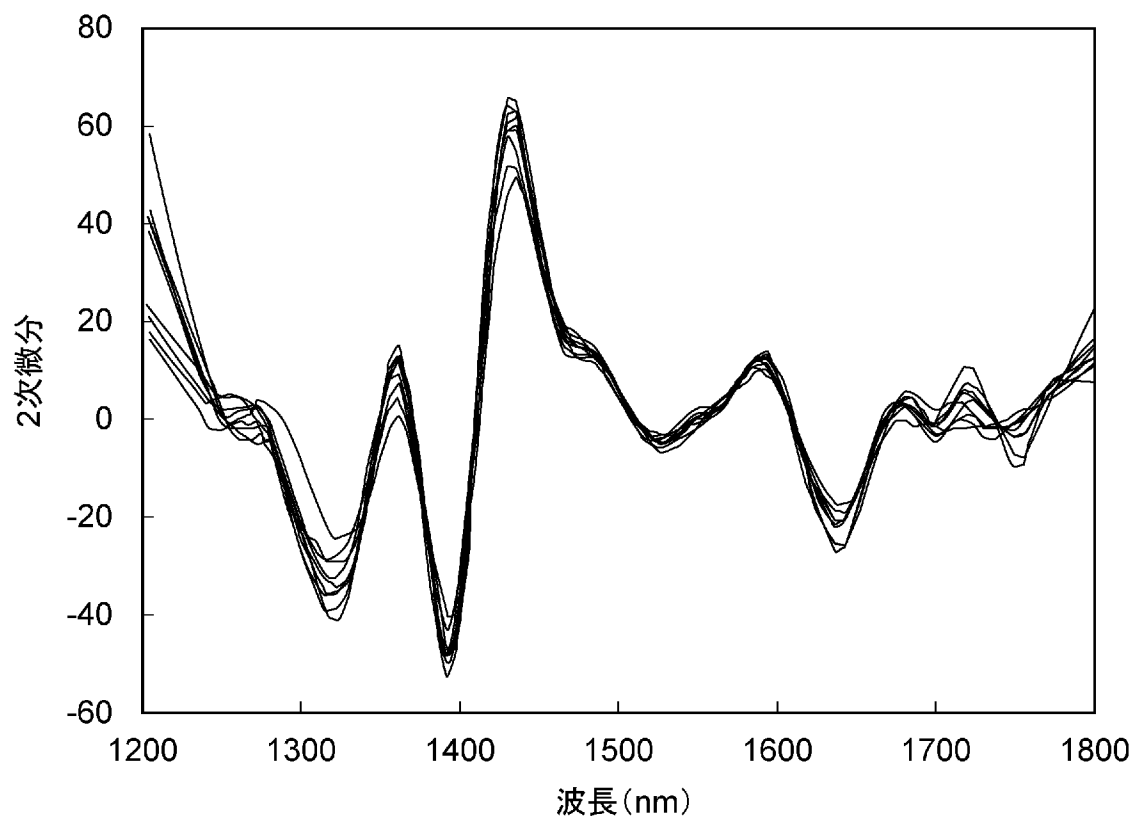
[図7]



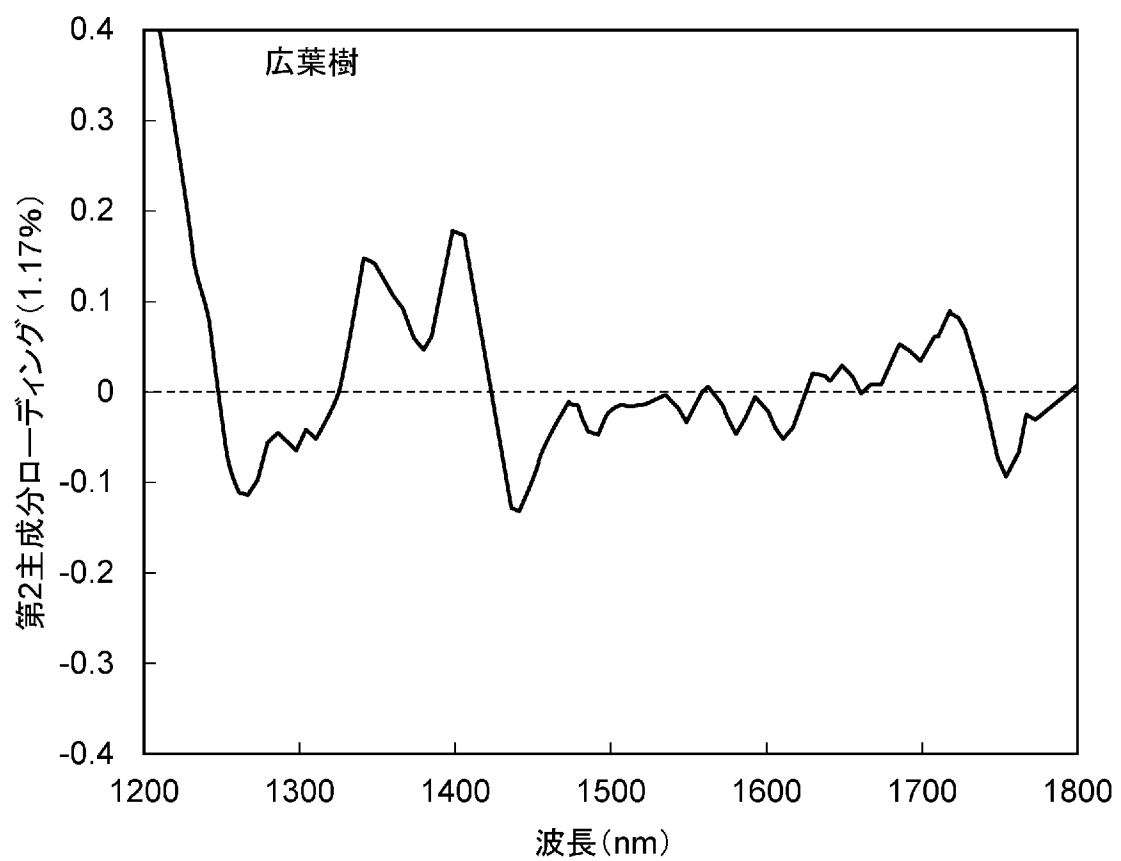
[図8]



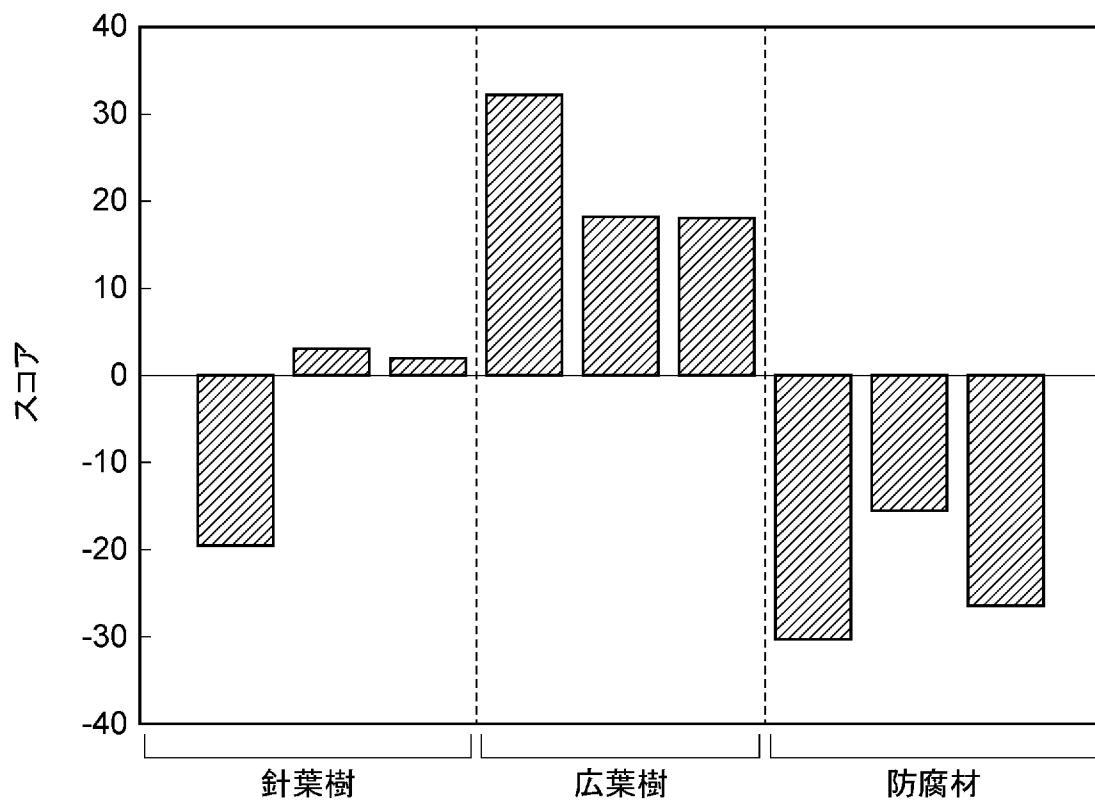
[図9]



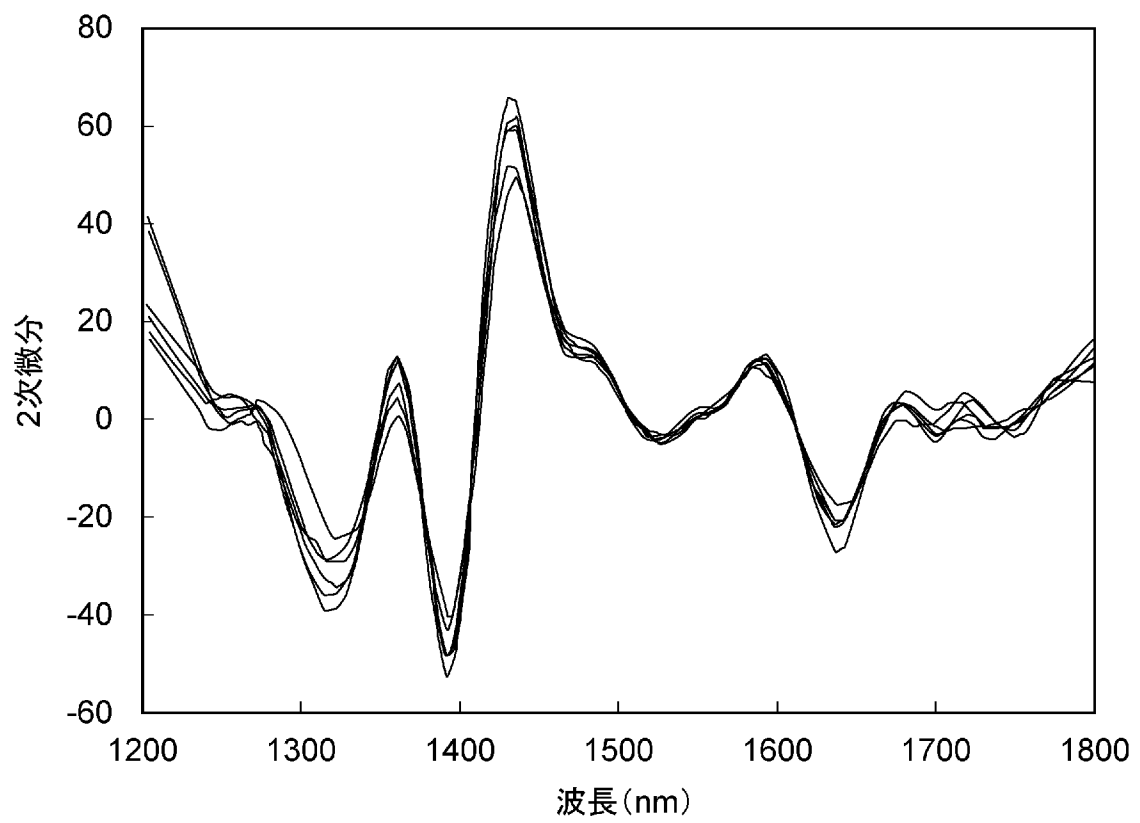
[図10]



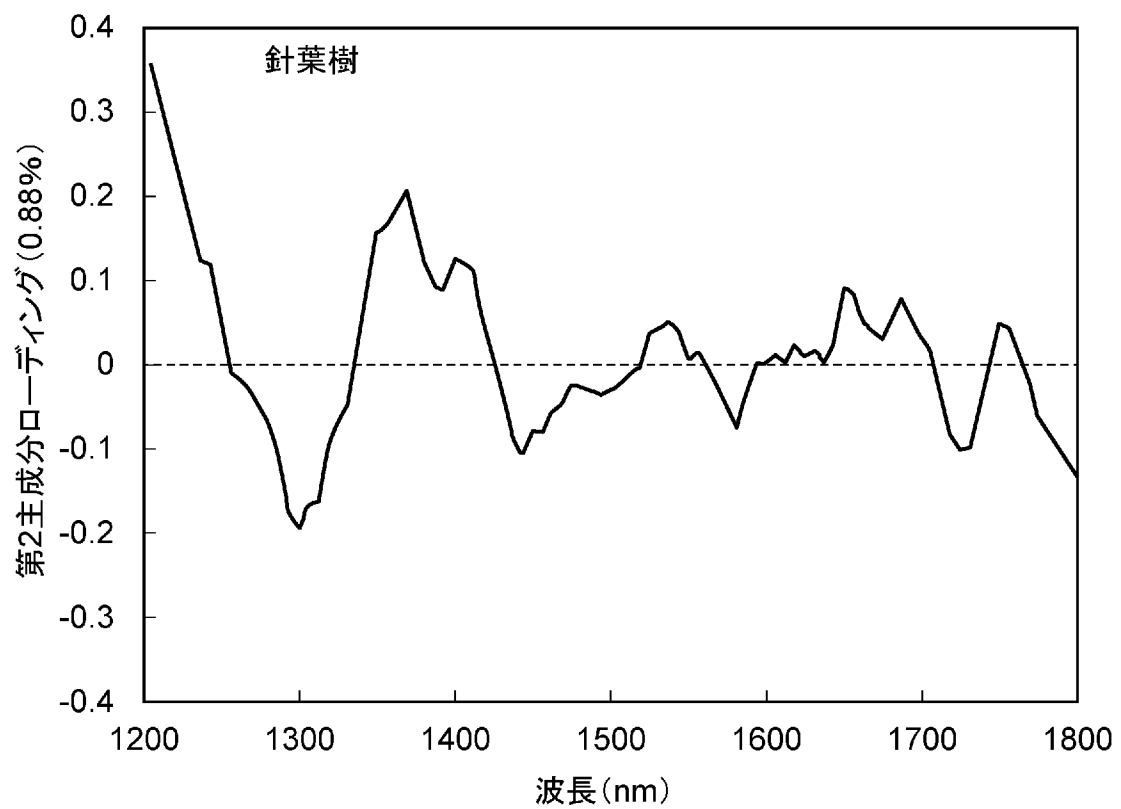
[図11]



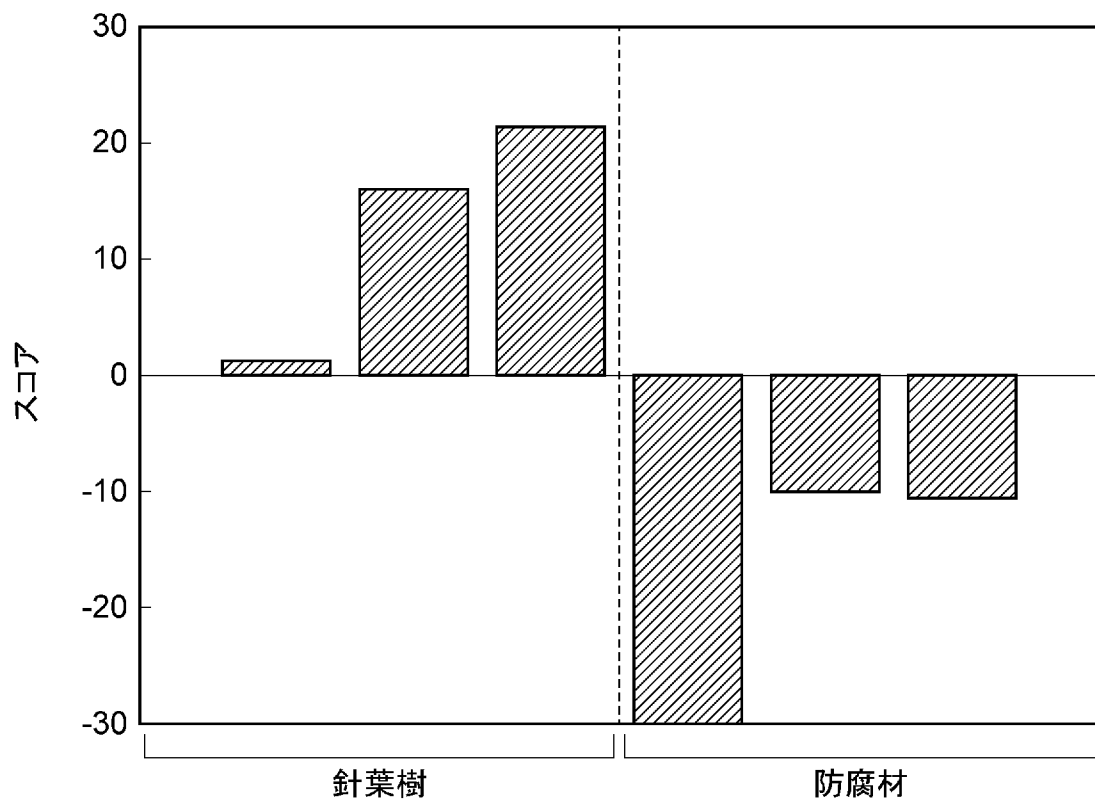
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/071926

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N21/35(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)

G01N21/00-21/01, G01N21/17-21/61

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

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

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

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-090295 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 27 March 2002 (27.03.2002), claims 1, 2; paragraphs [0001], [0010], [0016] to [0018]; fig. 3 (Family: none)	1, 2
A	JP 2000-502806 A (Institute fuer Chemo und Biosensorik Muenster E.V.), 07 March 2000 (07.03.2000), page 7, lines 17 to 22; fig. 3 & US 006262419 B1 & EP 000873508 A & WO 97-025605 A2 & DE 019601923 C	1, 2
A	JP 2007-278908 A (Nagoya University), 25 October 2007 (25.10.2007), paragraphs [0023] to [0042] (Family: none)	1, 2

☒ 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

29 August, 2013 (29.08.13)

Date of mailing of the international search report

10 September, 2013 (10.09.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/071926

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 2011-017565 A (Nagoya University), 27 January 2011 (27.01.2011), paragraphs [0017] to [0036] (Family: none)	1, 2
A	Huilun Chen, Carlo Ferrari, Marco Angiuli, Jun Yao, Costantino Raspi, Emilia Bramanti, Qualitative and quantitative analysis of wood samples by Fourier transform infrared spectroscopy and multivariate analysis, Carbohydrate Polymers, Vol.82, No.3, 2010.06.04, p.772-778	1, 2
A	JP 2010-175528 A (Mutual Corp.), 12 August 2010 (12.08.2010), claim 1; paragraphs [0063] to [0080]; fig. 5, 6, 9 (Family: none)	1, 2
A	WO 05/050176 A1 (The New Industry Research Organization), 02 June 2005 (02.06.2005), claim 1 & US 2007-0211247 A1 & US 007570357 B2	1, 2
A	JP 2002-005827 A (Kabushiki Kaisha Nippon Shokuhin Kaihatsu Kenkyusho), 09 January 2002 (09.01.2002), claims 5, 8; paragraph [0047]; fig. 6 (Family: none)	1, 2

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G01N21/35 (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. G01N21/00-21/01 G01N21/17-21/61			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 3 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 3 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 3 年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語） JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)			
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 2002-090295 A（三菱化学株式会社）2002. 03. 27, 【請求項 1】, 【請求項 2】, 【0 0 0 1】, 【0 0 1 0】, 【0 0 1 6】 - 【0 0 1 8】, 【図 3】（ファミリーなし）	1, 2	
A	JP 2000-502806 A（インスティテュート ファー ヒェモ ウント ビオゼンゾリック ミュンスター エー. ファー. ）2000. 03. 07, 第 7 頁 1 7 行 - 2 2 行, 【図 3】 & US 006262419 B1 & EP 000873508 A & WO 97-025605 A2 & DE 019601923 C	1, 2	
☒ 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 2 9 . 0 8 . 2 0 1 3		国際調査報告の発送日 1 0 . 0 9 . 2 0 1 3	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号		特許庁審査官（権限のある職員） 田中 洋介 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2	2 W 5 3 6 1

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 2007-278908 A (国立大学法人名古屋大学) 2007.10.25, 【0023】－【0042】 (ファミリーなし)	1, 2
A	JP 2011-017565 A (国立大学法人名古屋大学) 2011.01.27, 【0017】－【0036】 (ファミリーなし)	1, 2
A	Huilun Chen, Carlo Ferrari, Marco Angiuli, Jun Yao, Costantino Raspi, Emilia Bramanti, Qualitative and quantitative analysis of wood samples by Fourier transform infrared spectroscopy and multivariate analysis, Carbohydrate Polymers, Vol.82, No.3, 2010.06.04, p.772-778	1, 2
A	JP 2010-175528 A (株式会社ミューチュアル) 2010.08.12, 【請求項1】, 【0063】－【0080】, 【図5】, 【図6】, 【図9】 (ファミリーなし)	1, 2
A	WO 05/050176 A1 (財団法人新産業創造研究機構) 2005.06.02, 【請求項1】 & US 2007-0211247 A1 & US 007570357 B2	1, 2
A	JP 2002-005827 A (株式会社日本食品開発研究所) 2002.01.09, 【請求項5】, 【請求項8】, 【0047】, 【図6】 (ファミリーなし)	1, 2