(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
2019年12月19日(19.12.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/239651 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 21/3563 (2014.01) *G01N 21/57* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/008986

(22) 国際出願日： 2019年3月7日(07.03.2019)

(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 2018-112124 2018年6月12日(12.06.2018) JP

(71) 出願人: オムロン株式会社 (**OMRON CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 Kyoto (JP).

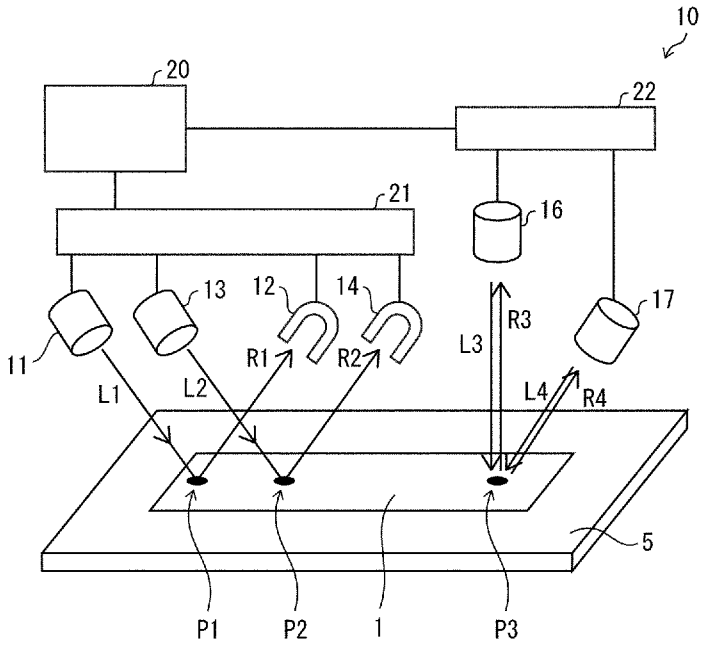
(72) 発明者: 法元 優希(**HOGA, Yuki**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 大谷 修(**OHTANI, Osamu**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 吉川 徹(**YOSHIKAWA, Toru**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 長坂 昭吾(**NAGASAKA, Shogo**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 村上 尚 (**MURAKAMI, Takashi**); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋２丁目北２番６号 大和南森町ビル４Ｆ Osaka (JP).

(54) **Title:** EVALUATION DEVICE AND EVALUATION METHOD

(54) 発明の名称： 評価装置及び評価方法

図 1



(57) **Abstract:** Provided are an evaluation device and evaluation method for efficiently and accurately determining the hardness of a hardened material produced by applying an adhesive including a hardening resin to an adherend and then subjecting the same to a hardening reaction. An evaluation device according to an aspect of this invention is for evaluating the hardness of a hardened material produced by subjecting an adhesive including a hardening resin to a hardening reaction. The evaluation device comprises: a first light projection and reception unit (11, 12) for irradiating infrared light (L1) of

WO 2019/239651 A1

［続葉有］

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

a first wavelength onto the hardened material, receiving reflected light, and measuring a first light reception amount; a glossiness derivation unit (22) for, after the light has been irradiated onto the hardened material, using at least one from among an amont of specularly reflected light (R3) and an amount of diffusely reflected light (R4) to derive the glossiness of the hardened material; and a hardness determination unit (20) for determining the hardness on the basis of the first light reception amount and glossiness.

(57) 要約：硬化性樹脂を含む接着剤を被着体に塗布した後、硬化反応させて得られた硬化物の硬化度の判定を効率よく且つ精度よく行う評価装置及び評価方法を提供する。本発明の一側面に係る評価装置は、硬化性樹脂を含む接着剤を硬化反応させて得られた硬化物の硬化度を評価する評価装置であって、第１の波長の赤外光（Ｌ１）を硬化物に照射するとともに、反射光を受光し、第１受光量を測定する第１投受光部（１１，１２）と、光を硬化物に照射した後、正反射光（Ｒ３）及び拡散反射光（Ｒ４）の少なくともいずれか一方の光量を用いて、硬化物の光沢度を導出する光沢度導出部（２２）と、第１受光量及び光沢度に基づいて硬化度を判定する硬化度判定部（２０）とを備える。

明　細　書

発明の名称 ： 評価装置及び評価方法

技術分野

[0001] 本発明は、硬化性樹脂を含む接着剤を被着体に塗布した後、硬化反応させて得られた硬化物の硬化度を評価する装置及び評価方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、エポキシ樹脂、多官能アクリル樹脂等の硬化性樹脂を含む接着剤は、電子部品、電子デバイス、光学部品、産業用機器、航空機部品等を製造する等の目的で広く用いられている。これらの製品は、出荷前に、品質検査に供され、接着剤が硬化した後の状態を判定する方法として、ＦＴ－ＩＲ装置を用いた赤外分光分析法が採用されてきた。この赤外分光分析法により透過率を測定し分子構造を特定する場合には、製品を破壊して接着剤硬化部を取り出した後、これを試験サンプルとして、１２８２～２５０００ｎｍの波長をスイープさせる必要があり、１検体あたり３０分以上かかることがあった。従って、全ての検体の品質検査をインラインで赤外分光分析法により行うことができず、オフラインで抜き取りの検査を行っていた。そのため、全数品質保証ができなかった。

[0003] 最終製品の安定供給のためには、全ての検体に対して品質検査を行うことが好ましく、例えば、特許文献１には、硬化樹脂を含む樹脂シート材の硬化度を測定する方法及びその測定装置が開示されている。

[0004] 特許文献１には、樹脂を含みシート状の形態を有する樹脂シート材を移動させる基材移動手段と、赤外線を基材に照射させる赤外線照射手段と、透過波長域が異なる複数のフィルタを具備する赤外線波長選択手段と、上記赤外線照射手段から照射され、上記赤外線波長選択手段のいずれかのフィルタを透過した後、樹脂シート材を透過した赤外線の透過光又は樹脂シート材から反射した赤外線の反射光を受光して、電気信号に変換する赤外線受光手段と、上記電気信号を演算処理して樹脂シート材の樹脂の硬化度を導出する硬化

度導出手段とを具備し、上記赤外線照射手段及び赤外線受光手段を、樹脂シート材上で赤外線が同一の領域に照射されるように、この樹脂シート材の移動と同期して移動させる駆動手段を具備し、上記赤外線波長選択手段における複数のフィルタが、赤外線照射手段の移動に伴って赤外線照射手段から照射される赤外線の経路上に順次配置されるように配列されていることを特徴とする樹脂シート材の硬化度測定装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特許公報「特開２００８－１５７６３４号公報」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献１に記載された樹脂シート材の硬化度測定装置では、上記のように、赤外線の透過光又は樹脂シート材から反射した赤外線の反射光の受光量のみに応じて硬化度を判定している。しかしながら、詳細は後述するが、この方式の場合、硬化度が低い状態においても受光量が高く検知されてしまうケースがある。即ち、上記の硬化度測定装置は、硬化度の判定の精度が十分ではないという問題があった。

[0007] 本発明の目的は、硬化性樹脂を含む接着剤を被着体に塗布した後、硬化反応させて得られた硬化物の硬化度の判定を効率よく且つ精度よく行う評価装置及び評価方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明は、上述した課題を解決するために、以下の構成を採用する。

[0009] 本発明の評価装置は、硬化性樹脂を含む接着剤を硬化反応させて得られた硬化物の硬化度を評価する装置であって、第１の波長（以下、「第１波長」という）の赤外光を硬化物に照射するとともに、反射光を受光し、第１受光量を測定する第１投受光部と、光を硬化物に照射するとともに、正反射光及び拡散反射光の少なくともいずれか一方を受光し、硬化物の光沢度を導出す

る光沢度導出部と、第１受光量及び光沢度に基づいて、硬化度を判定する硬化度判定部とを備える構成である。

[0010] また、本発明の評価方法は、硬化性樹脂を含む接着剤を硬化反応させて得られた硬化物の硬化度を評価する方法であって、第１波長の赤外光を硬化物に照射するとともに、反射光を受光し、第１受光量を測定する工程と、光を硬化物に照射するとともに、正反射光及び拡散反射光の少なくともいずれか一方を受光し、硬化物の光沢度を測定する工程と、第１受光量及び光沢度に基づいて、硬化度を判定する工程とを備える。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、被着体に塗布した接着剤の硬化度の判定を効率よく且つ精度よく行うことができる。所定の波長を有する赤外光を投受光させる構造を有するため、広範囲の波長の光をスイープさせながら投受光する場合に比べて、判定時間の短縮化を実現することができ、大量の硬化物がある場合には、それぞれに対して、インラインで硬化度の判定を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の実施形態に係る評価装置の一例を示す模式図である。

[図2]硬化性樹脂がエポキシ樹脂である場合の、硬化前後の赤外吸収曲線を示す図である。

[図3]硬化性樹脂が多官能アクリル樹脂である場合の、硬化前後の赤外吸収曲線を示す図である。

[図4]本発明の評価装置を用いて硬化度を評価する方法の一例を示すフロー図である。

[図5]本発明の評価装置を用いて硬化度を評価する方法の他例を示すフロー図である。

[図6]本発明の評価装置を用いて硬化度を評価する方法の他例を示すフロー図である。

[図7]本発明の評価装置を用いて硬化度を評価する方法の他例を示すフロー図である。

[図8]実施例で用いたサンプル１～６の各硬化率と赤外光受光量Ｃとの関係を示すグラフである。

[図9]実施例で用いたサンプル１～６の各硬化率と受光量Ｄとの関係を示すグラフである。

[図10]実施例で用いたサンプル１～６の各硬化率と受光量Ｅとの関係を示すグラフである。

[図11]実施例で用いたサンプル１～６の各硬化率と光沢度Ｆとの関係を示すグラフである。

[図12]実施例で用いたサンプル１～６の各硬化率とＣ／Ｆ比との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の評価装置に係る実施の形態（以下、「本実施形態」ともいう）を、図面に基づいて説明する。

§１ 適用例

図１の評価装置１０は、好ましくは、いずれも液状の、エポキシ樹脂、多官能アクリル樹脂、ポリイソシアネート樹脂、ポリウレタン樹脂、シリコーン樹脂等から選ばれた硬化性樹脂を含む液状接着剤を被着体５に塗布した後、接着剤を硬化反応させて得られた膜状等を有する硬化物１の硬化度を評価する装置の一例である。

[0014] この評価装置１０は、第１投受光部（図中、符号なし）と、第２投受光部（図中、符号なし）と、光沢度導出部２２と、硬化度判定部２０とを備える。第１投受光部及び第２投受光部と、硬化度判定部２０との間に、正規化処理部２１を備えることができる。

[0015] 第１投受光部は、第１波長赤外光投光部１１及び第１波長赤外光受光部１２からなり、第２投受光部は、第２波長赤外光投光部１３及び第２波長赤外光受光部１４からなる。

[0016] 第１波長赤外光投光部１１は、硬化物付き被着体を、図示していない支持台の上に載置した状態で、硬化物１に、第１波長の赤外光Ｌ１を照射する。

第１波長赤外光受光部１２は、硬化物１から反射した赤外光Ｒ１を受光し、第１受光量を測定する。

[0017] 第２波長赤外光投光部１３は、硬化物１に、第１波長と異なる第２波長の赤外光Ｌ２を照射する。第２波長赤外光受光部１４は、硬化物１から反射した赤外光Ｒ２を受光し、第２受光量を測定する。

[0018] 光沢度導出部２２は、光を前記硬化物に照射した後、正反射光及び拡散反射光の少なくともいずれか一方の光量を用いて、硬化物の光沢度を導出する。

[0019] 硬化度判定部２０は、第１投受光部で得られた第１受光量と、光沢度導出部２２で得られた光沢度とを用いて、硬化度の評価を行う。尚、第２投受光部で得られた第２受光量を更に併用して、硬化度の評価を行うことができる。この場合、正規化処理部２１において、第１受光量及び第２受光量の正規化処理を行って、得られた値を光沢度で補正した値を用いて、硬化物の硬化度を導出することができる。

§２ 構成例

はじめに、本実施形態に係る評価装置１０の適用場面の一例を模式的に例示する図１を用いて、本発明が適用される場面の一例について説明する。

[0020] 図１の評価装置１０は、硬化物付き被着体を、図示していない支持台の上に載置した状態で、硬化物１に、第１波長の赤外光Ｌ１を照射するとともに、反射光Ｒ１を受光し、その受光量、即ち、第１受光量を測定する手段としての、第１波長赤外光投光部１１及び第１波長赤外光受光部１２からなる第１投受光部（図中、符号なし）を備える。また、硬化物１の光沢度を測定するために用いられる手段であって、光を硬化物１に照射するとともに、正反射光Ｒ３及び拡散反射光Ｒ４の少なくともいずれか一方の光量を用いて、硬化物１の光沢度を導出する光沢度導出部２２と、第１受光量及び光沢度に基づいて、硬化度を判定する硬化度判定部２０を備える。

[0021] 図１の評価装置１０は、更に、第２波長の赤外光Ｌ２を照射するとともに、反射光Ｒ２を受光し、その受光量、即ち、第２受光量を測定する手段とし

ての、第２波長赤外光投光部１３及び第２波長赤外光受光部１４からなる第２投受光部（図中、符号なし）を備える。また、第１投受光部を構成する第１波長赤外光投光部１１及び第１波長赤外光受光部１２並びに第２投受光部を構成する第２波長赤外光投光部１３及び第２波長赤外光受光部１４に接続され、且つ、第１投受光部により得られた第１受光量及び第２投受光部により得られた第２受光量を用いて正規化処理を行う正規化処理部２１を備える。尚、本発明では、少なくとも第１受光量及び光沢度を用いて硬化度を評価することが可能であるため、図１における第２投受光部及び正規化処理部２１を含まない装置であっても、硬化物１の硬化度を評価することができる。

[0022] 上記第１投受光部を構成する第１波長赤外光投光部１１及び上記第２投受光部を構成する第２波長赤外光投光部１３は、いずれも、投光回路、光源及びレンズを備え、各光源から発せられる赤外光Ｌ１又はＬ２の波長の数は、特に限定されない。即ち、各光源は、単一波長を有する赤外光を放射するものであってよいし、複数の波長の赤外光を放射するものであってもよい。光源としては、ＬＥＤが好適である。赤外光Ｌ１又はＬ２の硬化物１における照射径は、特に限定されないが、好ましくはφ０．５～φ１．２ｍｍである。

[0023] 上記第１波長赤外光投光部１１の光源及び上記第２波長赤外光投光部１３の光源の位置は、特に限定されないが、これらの光源は、いずれも、硬化物１の表面に対して垂直方向から２０～４０度の角度をもって傾斜配置されており、上記第１波長赤外光投光部１１及び上記第２波長赤外光投光部１３から、上記範囲の角度で、赤外光Ｌ１及びＬ２を、それぞれ、照射することが好ましい。

[0024] また、上記第１投受光部を構成する第１波長赤外光受光部１２及び上記第２投受光部を構成する第２波長赤外光受光部１４は、いずれも、受光回路及び受光素子を備え、必要に応じて、集光用レンズを備えることができる。

[0025] 上記第１波長赤外光受光部１２及び上記第２波長赤外光受光部１４は、通常、上記第１波長赤外光投光部１１及び上記第２波長赤外光投光部１３に対

して、硬化物１における赤外光Ｌ１又はＬ２の照射部を基準として対称の位置に配置される。

[0026] 上記第１投受光部に係る赤外光Ｌ１の波長（第１波長）は、硬化性樹脂の硬化反応に関わる官能基を吸収する波長であることが好ましい。例えば、硬化性樹脂がエポキシ樹脂である場合、その硬化前後の試料に対し、波長範囲１５００～２５００ｎｍにおいて赤外分光分析（ＦＴ－ＩＲ測定）を行うと、図２に示す赤外線スペクトルが得られる。この図２によれば、硬化の前後において、２２１５ｎｍの波長における、エポキシ結合に由来する官能基に対する吸収率（透過率）の違いが明らかである。一方で、例えば、１５００ｎｍの波長においては、吸収率（透過率）の違いは見られない。従って、エポキシ樹脂を含む接着剤の場合、硬化性樹脂の硬化反応に関わる官能基を吸収する波長として、２２１５ｎｍを含む、例えば、１９５０～２４００ｎｍの波長範囲で赤外光Ｌ１を照射することが好ましい。

[0027] また、硬化性樹脂が多官能アクリル樹脂である場合、その硬化前後の試料に対し、波長範囲６０００～７３００ｎｍにおいて赤外分光分析（ＦＴ－ＩＲ測定）を行うと、図３に示す赤外線スペクトルが得られる。この図３によれば、硬化の前後において、６１１０ｎｍを中心とするその周辺の波長及び７１００ｎｍを中心とするその周辺の波長における、炭素・炭素二重結合に対する吸収率（透過率）の違いが明らかである。従って、多官能アクリル樹脂を含む接着剤の場合、硬化性樹脂の硬化反応に関わる官能基を吸収する波長として、例えば、６０００～６３００ｎｍ又は６９００～７３００ｎｍの波長範囲で赤外光Ｌ１を照射することが好ましい。

[0028] 上記第１波長を硬化性樹脂の硬化反応に関わる官能基を吸収する波長を含むようにすることにより、接着剤が硬化する前後における赤外線スペクトルの比較で、接着剤の硬化判定が容易となる。本発明では、更に高い精度で評価するために、光沢度導出部２２により硬化物の光沢度を導出した後、この光沢度と、上記で得られた第１受光量とを用い、硬化度判定部２０において硬化度の評価を行う。

[0029] 上記のように、接着剤は、通常、液状であるため、被着体に塗布した直後等における、未硬化の状態にある接着剤は、光沢外観を有する。この未硬化物に光を照射した場合の反射光のうち、正反射光と拡散反射光とを比較すると、正反射光のほうが高い光量となる。一方、硬化反応が進行して形成された固体の硬化物は、光沢度が低下するので、これに光を照射した場合には、正反射及び拡散反射の各光量は同等となる。従って、本発明に係る光沢度導出部２２は、正反射光及び拡散反射光の少なくともいずれか一方の光量により光沢度を測定するものであればよい。即ち、上記光沢度導出部２２は、好ましくは、硬化物１に対して垂直方向に光を照射して、反射された光（正反射光）の光量、及び、硬化物１に対して斜め方向に光を照射して、反射された光（拡散反射光）の光量を利用して、光沢度を導出する手段である。

[0030] 硬化物１からの正反射光の光量を測定する場合、図１に示すように、硬化物１に対して垂直方向に光沢度測定用光Ｌ３を照射して、反射した光（正反射光）Ｒ３を受光する光沢度測定用光投受光部１６を用いることができる。また、硬化物１からの拡散反射光の光量を測定する場合、硬化物１に対して斜め方向に光沢度測定用光Ｌ４を照射して、反射した光（拡散反射光）Ｒ４を受光する光沢度測定用光投受光部１７を用いることができる。これらの光沢度測定用光投受光部１６及び光沢度測定用光投受光部１７は、いずれも、光源を含む投光部と、受光回路及び受光素子を含む受光部とを備え、必要に応じて、集光用レンズを備えることができる。投光部及び受光部は、一体化されていてよいし、分離されていてもよい。尚、光沢度測定用光Ｌ４の光源（投光部）の位置は、特に限定されないが、この光源（投光部）は、硬化物１の表面に対して垂直方向から２０～４０度の角度をもって傾斜配置されていることが好ましい。また、拡散反射光Ｒ４の受光部の位置は、特に限定されないが、光沢度測定用光Ｌ４の光源（投光部）と同一位置であることが好ましい。

[0031] 本発明において、光沢度測定用光投受光部１６及び光沢度測定用光投受光部１７は、いずれも、上記の投光部及び受光部が一体化して含まれる光電セ

ンサーを備えることができる。

[0032] 上記光沢度測定用光投受光部１６からの光沢度測定用光Ｌ３及び上記光沢度測定用光投受光部１７からの光沢度測定用光Ｌ４は、いずれも、硬化物１を透過しない波長の光であることが好ましい。光沢度測定用光Ｌ３の波長及び光沢度測定用光Ｌ４の波長は、特に限定されず、好ましくは４００～８００ｎｍ、より好ましくは６００～８００ｎｍである。尚、光沢度測定用光Ｌ３の波長及び光沢度測定用光Ｌ４の波長は、同じであってよいし、異なってもよい。光沢度測定用光Ｌ３又はＬ４の硬化物１における照射径は、特に限定されないが、好ましくはφ０．１～φ１ｍｍである。

[0033] 本発明に係る光沢度は、上記のように、正反射光Ｒ３及び拡散反射光Ｒ４のいずれか一方の光量により求められたものであってよいし、両方の光量により求められたものであってもよい。後者の場合、光沢度導出部２２により、上記光沢度測定用光投受光部１６により測定した正反射光Ｒ３の光量と、上記光沢度測定用光投受光部１７により測定した拡散反射光Ｒ４の光量とを用いて、例えば、下記式（１）により得られた光沢度Ｆとすることができる。

[0034] 光沢度Ｆ＝Ｄ／Ｅ （１）

（式中、Ｄは、正反射光Ｒ３の光量であり、Ｅは、拡散反射光Ｒ４の光量である。）

硬化度判定部２０は、第１投受光部により測定された反射光Ｒ１の第１受光量と、光沢度導出部により算出された光沢度とにより、硬化度を判定する手段である。本発明において、第２投受光部と正規化処理部２１とを備える評価装置とした場合には、上記第１受光量と、第２投受光部により測定された反射光Ｒ２の第２受光量とを用いて正規化処理させてなる値と、光沢度とを用いて、硬化度を判定することができる。

[0035] 本発明における、硬化度の評価方法は、第１波長の赤外光を硬化物に照射するとともに、反射光を受光し、第１受光量を測定する工程（以下、「第１工程」という）と、光を硬化物に照射するとともに、正反射光及び拡散反射

光の少なくともいずれか一方を受光し、硬化物の光沢度を測定する工程（以下、「第２工程」という）と、第１受光量及び光沢度に基づいて、硬化度を判定する工程（以下、「第３工程」という）とを備える。第１工程及び第２工程の順序は、特に限定されない。

[0036] 第１工程は、第１波長の赤外光を硬化物に照射するとともに、反射光を受光し、第１受光量を測定する工程である。この第１工程で測定される第１受光量は、好ましくは、硬化性樹脂の硬化反応に関わる官能基を吸収する波長を有する赤外光Ｌ１を照射した後の反射光Ｒ１の光量（以下、これを「第１受光量Ａ」という）である。また、赤外光Ｌ１は、上記評価装置１０により照射されるとした赤外光Ｌ１が適用される。

[0037] 第２工程は、光を硬化物に照射するとともに、正反射光及び拡散反射光の少なくともいずれか一方を受光し、硬化物の光沢度を測定する工程である。この第２工程で硬化物に照射される光は、好ましくは、上記評価装置１０により照射されるとした光沢度測定用光Ｌ３又はＬ４であり、硬化物の光沢度は、光沢度導出部２２により算出される。

[0038] 第３工程は、第１受光量及び光沢度に基づいて、硬化度を判定する工程である。本発明においては、第１受光量と、光沢度とを用いて硬化度を判定する工程であってよいし、更に、第１波長と異なる第２波長の赤外光を硬化物に照射して、反射した光の受光量、即ち、第２受光量を併用して硬化度を判定する工程とすることができる。この第２受光量は、好ましくは、硬化性樹脂及び硬化物の両方に吸収されない波長を有する赤外光Ｌ２を照射した後の反射光Ｒ２の光量（以下、これを「第２受光量Ｂ」という）である。尚、この第２受光量Ｂは、上記のように、照射した赤外光Ｌ２の光量に対する、反射した赤外光Ｒ２の光量の割合であってもよい。また、赤外光Ｌ２は、上記評価装置１０により照射されるとした赤外光Ｌ２が適用される。この第３工程において、第１受光量Ａ、第２受光量Ｂ及び光沢度を用いる場合、例えば、まず、光沢度のみによる判定を行って、未硬化ではない硬化物を抽出した後、光量Ａ及び光量Ｂの減算値（Ａ－Ｂ）又は除算値（Ａ／Ｂ）が特定の値

（所定値）を有するか否かにより、十分な硬化度を有する硬化物を決定することができる（図６及び図７参照）。

[0039] 本発明の実施形態に係る評価方法の具体例は、図４～図７に示される。

[0040] 図４は、第１の評価方法を示し、第１波長赤外光投光部１１及び第１波長赤外光受光部１２からなる第１投受光部と、光沢度測定用光投受光部１６及び１７と、光沢度導出部２２と、硬化度判定部２０とを備える評価装置を用いて、硬化物の硬化度を評価する方法である。

[0041] 第１の評価方法としては、硬化性樹脂の硬化反応に関わる官能基を吸収する第１波長の赤外光Ｌ１を、硬化物１の照射部Ｐ１に照射し、反射光Ｒ１の光量（第１受光量）を測定し、第１受光量Ａを得る。他方、光沢度測定用光Ｌ３を、硬化物１の照射部Ｐ３に照射し、正反射光Ｒ３の光量Ｄを測定し、光沢度測定用光Ｌ４を、硬化物１の照射部Ｐ３に照射し、拡散反射光Ｒ４の光量Ｅを測定し、上記式（１）により光沢度Ｆを算出する。その後、第１受光量Ａと、光沢度Ｆとを用いて、Ａ／Ｆ比を算出し、この計算値に対して、予め、硬化度が既知の硬化物試料を用いて作製された検量線をもとに、硬化物１の硬化度を評価する。即ち、硬化物１におけるＡ／Ｆ比が特定の値（所定値）より低い場合には、その硬化物が未硬化であると判定する。尚、図４において、Ａ／Ｆ比＞０．４８では、「完全硬化：良品」、Ａ／Ｆ比≦０．４８では、「未硬化：不良品」と表記しているが、これは、例示に過ぎない。

[0042] 上記検量線を作製する場合、まず、所定の硬化性樹脂を含む接着剤を、被着体に塗布する。その後、複数の塗膜を、硬化の程度が異なるように、加熱、放射線照射等に供して、硬化度が互いに異なる複数の硬化物試料を準備し、これらのそれぞれに対して、赤外光Ｌ１の照射、光沢度測定用光Ｌ３及び光沢度測定用光Ｌ４の照射を行い、既知の硬化度に対する、第１受光量Ａとの関係、正反射光Ｒ３の光量Ｄとの関係、及び、拡散反射光Ｒ４の光量Ｅとの関係を決定する。次いで、光量Ｄ及び光量Ｅを用いて得られた光沢度Ｆと、第１受光量Ａとを用いて、既知の硬化度に対するＡ／Ｆ比との関係をグラ

フ化する。

[0043] 図５は、第２の評価方法を示し、第１の評価方法と同じ評価装置を用いて評価する方法である。

[0044] 上記のように、光沢度測定用光を照射した後の正反射光の場合、未硬化の状態にある接着剤の光沢度は高くなるため、特定の値（所定値）より低い光沢度を有する硬化物は、未硬化の硬化物を含むものではないと判定することができる。尚、拡散反射光の場合、正反射光の場合の逆となる。第２の評価方法は、このような性質を利用するものであり、光沢度導出部２２により得られた光沢度Ｆに対して、予め、硬化度が既知の硬化物試料を用いて作製された検量線をもとに、硬化物１の硬化度評価（１回目評価）を行う。即ち、硬化物１における光沢度Ｆが特定の値（所定値）より高い場合には、未硬化の硬化物であると判定する。その後、未硬化の硬化物を除く被評価物に対して、硬化性樹脂の硬化反応に関わる官能基を吸収する第１波長の赤外光Ｌ１を照射し、第１受光量Ａを得る。この第１受光量Ａに対して、予め、硬化度が既知の硬化物試料を用いて作製された検量線をもとに、残りの被評価物（硬化物１が未硬化ではない被評価物）の硬化度評価（２回目評価）を行う。即ち、硬化物１における第１受光量Ａが特定の値（所定値）より場合には、硬化度が十分に高い硬化物であると判定する。尚、図５において、Ｆ＞２では、「未硬化：不良品」、Ａ＜０．４では、「半硬化：不良品」と示しているが、これは、例示に過ぎない。

[0045] 図６及び図７は、本発明において、特に好ましい実施態様の評価装置、即ち、第１波長赤外光投光部１１及び第１波長赤外光受光部１２からなる第１投受光部と、第２波長赤外光投光部１３及び第２波長赤外光受光部１４からなる第２投受光部と、正規化処理部２１と、光沢度測定用光投受光部１６及び１７と、光沢度導出部２２と、硬化度判定部２０とを備える図１の評価装置１０を用いて、硬化物の硬化度を評価する方法（第３の評価方法及び第４の評価方法）を示す。

[0046] 図６は、第３の評価方法を示し、硬化性樹脂の硬化反応に関わる官能基を

吸収する第１波長の赤外光Ｌ１を、硬化物１の照射部Ｐ１に照射し、反射光Ｒ１の光量（第１受光量）を測定し、第２波長の赤外光Ｌ２を、硬化物１の照射部Ｐ２に照射し、反射光Ｒ２の光量（第２受光量）を測定し、第１受光量Ａ及び第２受光量Ｂを得る。そして、これらの光量を用いて正規化処理を行い、即ち、Ａ／Ｂ比を算出（計算値をＣとし、以下、「赤外光受光量Ｃ」ともいう）する。他方、光沢度測定用光Ｌ３を、硬化物１の照射部Ｐ３に照射し、正反射光Ｒ３の光量Ｄを測定し、光沢度測定用光Ｌ４を、硬化物１の照射部Ｐ３に照射し、拡散反射光Ｒ４の光量Ｅを測定し、上記式（１）により光沢度Ｆを算出する。その後、正規化処理による値Ｃ（赤外光受光量Ｃ）と、光沢度Ｆとを用いて、Ｃ／Ｆ比を算出し、このＣ／Ｆ比に対して、予め、硬化度が既知の硬化物試料を用いて作製された検量線をもとに、硬化物１の硬化度を評価する。尚、図６において、Ｃ／Ｆ比＞０．４８では、「完全硬化：良品」、Ｃ／Ｆ比≦０．４８では、「未硬化：不良品」と表記しているが、これは、例示に過ぎない。

[0047] 上記検量線を作製する場合、硬化度が互いに異なる複数の硬化物試料のそれぞれに対して、赤外光Ｌ１の照射、赤外光Ｌ２の照射、光沢度測定用光Ｌ３及び光沢度測定用光Ｌ４の照射を行い、既知の硬化度に対する、赤外光受光量Ｃとの関係、正反射光Ｒ３の光量Ｄとの関係、及び、拡散反射光Ｒ４の光量Ｅとの関係を決定する。次いで、光量Ｄ及び光量Ｅを用いて得られた光沢度Ｆと、赤外光受光量Ｃとを用いて、既知の硬化度に対するＣ／Ｆ比との関係をグラフ化する。

[0048] 図７は、第４の評価方法を示し、光沢度測定用光Ｌ３を、硬化物１の照射部Ｐ３に照射し、正反射光Ｒ３の光量Ｄを測定し、光沢度測定用光Ｌ４を、硬化物１の照射部Ｐ３に照射し、拡散反射光Ｒ４の光量Ｅを測定する。そして、これらの光量を用いて、上記式（１）により光沢度Ｆを算出する。上記のように、光沢度Ｆが高いほど、未硬化の接着剤が含まれるため、光沢度Ｆが、特定の値（所定値）より小さい場合、硬化物試料は、未硬化の硬化物を含むものではないと判定することができる。その後、残りの硬化物試料に対

して、硬化性樹脂の硬化反応に関わる官能基を吸収する第１波長の赤外光Ｌ１を、硬化物１の照射部Ｐ１に照射し、反射光Ｒ１の光量Ａ（第１受光量）を測定し、第２波長の赤外光Ｌ２を、硬化物１の照射部Ｐ２に照射し、反射光Ｒ２の光量Ｂ（第２受光量）を測定する。次いで、光量Ａ及びＢを用いて正規化処理を行い、Ａ／Ｂ比を算出して得られた赤外光受光量Ｃが大きいほど、完全硬化に近い「良品」と判定する評価方法とすることができる。尚、図７において、２＜Ｆでは、「未硬化：不良品」と意味するように表記しており、Ｃ＜０．４では、「半硬化：不良品」と意味するように表記しているが、これは、例示に過ぎない。

[0049] 第４の評価方法では、赤外光受光量Ｃを閾値（所定値）として、硬化度の評価を行ったが、変形例として、光沢度Ｆとの比（Ｃ／Ｆ比）を算出して、このＣ／Ｆ比を閾値とすることができる。

[0050] 図１では、赤外光Ｌ１及び赤外光Ｌ２の硬化物１への照射を、それぞれ、異なる位置、即ち、照射部Ｐ１及び照射部Ｐ２に対して行ったこととしているが、これに限定されず、赤外光Ｌ１及び赤外光Ｌ２の照射を、硬化物１における同じ位置、例えば、照射部Ｐ１であってもよい。また、正反射光Ｒ３及び拡散反射光Ｒ４の光量を測定する場合の硬化物１への照射を、いずれも同じ位置の照射部Ｐ３に対して行ったこととしているが、これに限定されず、赤外光Ｌ１及び赤外光Ｌ２を照射する照射部Ｐ１であってもよい。

[0051] 本発明では、評価装置を構成する、第１波長赤外光投光部１１、第１波長赤外光受光部１２、光沢度測定用光投受光部１６及び光沢度測定用光投受光部１７の駆動を同時に行うことができるので、大量の硬化物に対する硬化度判定を迅速に且つ連続的に行うことができる。

[0052] また、接着剤からなる塗膜を硬化させた場合、形成される硬化物の表面が粗面になることがあるが、表面の凹凸の程度に関係なく、硬化度の評価を行うことができる。特に、第１受光量及び第２受光量を用いて正規化処理した場合には、精度よい評価を行うことができる。

[0053] 本発明は、接着剤を、１の物体と２の物体とを接着する目的だけでなく、

１の物体に形成された凹部、孔部等を埋設する目的、外部から異物が入らないようにする電子部品内部を封止する目的等において好適である。

実施例

[0054] 硬化性樹脂として、エポキシ樹脂を含む接着剤を被着体に均一に塗布した後、硬化反応させて得られた硬化物（硬化皮膜）の硬化度の評価を、図１に示す評価装置１０を用いて行った。尚、図１では、第２波長赤外光Ｌ２を図１のＰ２の位置に照射したこととしているが、本例では、上記のように、第１波長赤外光Ｌ１と同様、Ｐ１の位置に照射した。

[0055] 以下、各構成を具体的に説明する。

[0056] 第１波長赤外光投光部１１は、波長２２００ｎｍ（バンド域：±２００ｎｍ）の赤外線を放射するＬＥＤを備え、この第１波長赤外光投光部１１と硬化物１（照射部Ｐ１）との距離を３３．６ｍｍとして、硬化物１の上方に、硬化物１に対して垂直な方向から２６度の角度をもって傾斜配置させた。尚、図示していないが、硬化物１の照射部Ｐ１における赤外光照射径をφ１ｍｍとするため、赤外光Ｌ１の光路上であって、上記ＬＥＤの発光部から８．８ｍｍ離れた位置に、集光用の半球レンズ（Ｎ－ＢＫ７製）を載置した。

[0057] 第１波長赤外光投光部１１の駆動条件は、周波数２０００Ｈｚ、電流１．５Ａ、パルス持続時間１０μ秒である。

[0058] また、波長バンドパスフィルター（バンド域：２２１０ｎｍ±４７ｎｍ）を、第１波長赤外光投光部１１の半球レンズの前に載置した。

[0059] 第１波長赤外光受光部１２は、硬化物１（照射部Ｐ１）から反射した上記波長（２２００ｎｍ±２００ｎｍ）の赤外光Ｒ１を受光するフォトダイオードを備え、この第１波長赤外光受光部１２と硬化物１（照射部Ｐ１）との距離を３３．６ｍｍとして、硬化物１の上方に、硬化物１に対して垂直な方向から２６度の角度をもって傾斜させ、反射した赤外光Ｒ１を確実に受光させるために、照射部Ｐ１を基準として、第１波長赤外光投光部１１と対称な位置に配置させた。第１波長赤外光受光部１２は、出力ゲインを１０倍にする回路で駆動させ、この回路を第１波長赤外光投光部１１の駆動回路と同期さ

せるようにした。

[0060] 第２波長赤外光投光部１３は、波長１５００ｎｍ（バンド域：±２００ｎｍ）の赤外線を放射するＬＥＤを備え、この第２波長赤外光投光部１３と硬化物１（照射部Ｐ１）との距離を３３．６ｍｍとして、硬化物１の上方に、硬化物１に対して垂直な方向から２６度の角度をもって傾斜配置させた。尚、図示していないが、硬化物１の照射部Ｐ１における赤外光照射径をφ１ｍｍとするため、赤外光Ｌ２の光路上であって、上記ＬＥＤの発光部から８．８ｍｍ離れた位置に、集光用の半球レンズ（Ｎ－ＢＫ７製）を載置した。

[0061] 第２波長赤外光投光部１３の駆動条件は、周波数２０００Ｈｚ、電流１．５Ａ、パルス持続時間１０μ秒である。

[0062] また、波長バンドパスフィルター（バンド域：１５００ｎｍ±９０ｎｍ）を、第２波長赤外光投光部１３の半球レンズの前に載置した。

[0063] 第２波長赤外光受光部１４は、硬化物１（照射部Ｐ１）から反射した上記波長（１５００ｎｍ）の赤外光Ｒ２を受光するフォトダイオードを備え、この第２波長赤外光受光部１４と硬化物１（照射部Ｐ１）との距離を３３．６ｍｍとして、硬化物１の上方に、硬化物１に対して垂直な方向から２６度の角度をもって傾斜させ、反射した赤外光Ｒ２を確実に受光させるために、照射部Ｐ１を基準として、第２波長赤外光投光部１３と対称な位置に配置させた。第２波長赤外光受光部１４は、出力ゲインを１０倍にする回路で駆動させ、この回路を第２波長赤外光投光部１３の駆動回路と同期させるようにした。

[0064] 上記のように、赤外光Ｌ１及び赤外光Ｌ２を、いずれも、硬化物１の同一部分（照射部Ｐ１）に照射することとしたため、上方から、第１波長赤外光投光部１１及び第２波長赤外光投光部１３を見た場合に、第１波長赤外光投光部１１及び第２波長赤外光投光部１３を、硬化物１の照射部Ｐ１を基準として、これらのなす角度が４５度となるように配置した。第１波長赤外光受光部１２及び第２波長赤外光受光部１４についても同様である。

[0065] 正規化処理部２１では、第１波長赤外光受光部１２で受光した赤外光Ｒ１

の受光量（以下、「光量Ａ」という）、及び、第２波長赤外光受光部１４で受光した赤外光Ｒ２の受光量（以下、「光量Ｂ」という）を用いて正規化処理を行った。即ち、下記式（２）により、硬化物１の赤外光受光量（以下、「赤外光受光量Ｃ」という）を算出した。本例では、赤外光受光量Ｃを、オシロスコープを用いて、電圧として検出させた。

[0066] 赤外光受光量Ｃ＝光量Ａ／光量Ｂ （２）

光沢度測定用光投受光部１６としては、その直下となるように設置した硬化物１の照射部Ｐ３に光沢度測定用光Ｌ３を照射する投光部と、照射部Ｐ３からの正反射光Ｒ３を受光する受光部（正反射光受光部）とを備える、６００～８００ｎｍの範囲にある波長を有する光に対応する同軸反射型光電センサーを用いた。この光沢度測定用光投受光部１６は、照射部Ｐ３から垂直方向の上方に１７ｍｍ離れた位置に配置した。尚、図示していないが、硬化物１の照射部Ｐ３における光照射径をφ０．２ｍｍとするため、光沢度測定用光Ｌ３の光路上に、集光用のレンズを載置した。

[0067] また、光沢度測定用光投受光部１７としては、照射部Ｐ３に対して光沢度測定用光Ｌ４が斜め方向に入射されるようにこれを照射する投光部と、照射部Ｐ３からの拡散反射光Ｒ４を受光する受光部（正反射光受光部）とを備える、６００～８００ｎｍの範囲にある波長を有する光に対応する同軸反射型光電センサーを用いた。この光沢度測定用光投受光部１７は、光沢度測定用光投受光部１７と硬化物１（照射部Ｐ３）との距離を１７ｍｍとして、硬化物１の上方に、照射部Ｐ３に対して垂直な方向から２９度の角度をもって傾斜させた位置に配置させた。尚、図示していないが、硬化物１の照射部Ｐ３における光照射径をφ０．２ｍｍとするため、光沢度測定用光Ｌ４の光路上に、集光用のレンズを載置した。

[0068] 光沢度測定用光投受光部１６及び１７は、これらを上方から見た場合に、光沢度測定用光投受光部１６及び１７を、硬化物１の照射部Ｐ３を基準として、これらのなす角度が４５度となるように配置した。

[0069] 本発明では、光沢度測定用光投受光部１６からの正反射光Ｒ３及び光沢度

測定用光投受光部１７からの拡散反射光Ｒ４の少なくともいずれか一方により光沢度を導出することができるが、本例においては、光沢度導出部２２において、下記式（１）により、正反射光Ｒ３の光量（以下、「受光量Ｄ」という）、及び、拡散反射光Ｒ４（以下、「受光量Ｅ」という）を用いて、光沢度（以下、「光沢度Ｆ」という）を算出した。本例では、具体的には、受光量Ｄ及びＥを、可視領域の光を用いて、アンプで出力させた。

[0070] 光沢度Ｆ＝Ｄ／Ｅ （１）

その後、硬化度判定部２０において、正規化処理部２１及び光沢度導出部２２からの各電気信号を演算処理して硬化物１の硬化度を評価した。即ち、正規化処理部２１による赤外光受光量Ｃと、光沢度導出部２２による光沢度Ｆとを用いて、Ｃ／Ｆ比を算出し、硬化度を評価した（図６参照）。

[0071] 本例で用いた硬化物（硬化皮膜）１は、エポキシ樹脂を含む接着剤を用い、硬化条件を変化させることにより形成させた、サンプル１～６である（表１参照）。

[表1]

表1

	硬化温度(℃)	加熱時間(分)	硬化率(%)
サンプル1	110	0	0
サンプル2		5	13
サンプル3		10	26
サンプル4		15	54
サンプル5		20	78
サンプル6		25	87

サンプル１～６のそれぞれに対して、第１波長赤外光Ｌ１及びＬ２並びに光沢度測定用光Ｌ３及びＬ４の同時照射を行い、各反射光の光量を用いて赤外光受光量Ｃ及び光沢度Ｆの導出を行い、硬化率（％）とＣ／Ｆ比との関係をグラフ化した。

[0072] 以下、測定内容について、個別に説明する。

１－１．赤外光受光量Ｃの導出

サンプル１～６のそれぞれに対して、第１波長赤外光投光部１１、第１波長赤外光受光部１２、第２波長赤外光投光部１３及び第２波長赤外光受光部１４を駆動させて、赤外光Ｒ１及びＲ２の光量Ａ及びＢを測定した後、正規化処理部２１において、上記式（２）を用いた正規化処理を行って、赤外光受光量Ｃを導出した。オシロスコープを用いて検出された電圧は、サンプル１～６の順に、それぞれ、０．４１Ｖ、０．２２Ｖ、０．２０Ｖ、０．２６Ｖ、０．３４Ｖ及び０．４１Ｖであった。サンプル１～６の硬化率と、これらの電圧との関係を図８に示す。

[0073] 同図に示すように、硬化度が低い状態においても赤外光受光量Ｃが高く検知されている。即ち、赤外光受光量Ｃのみによっては、硬化度を誤判定する可能性があることが分かる。

１－２．正反射光Ｒ３の受光量測定

サンプル１～６のそれぞれに対して、光沢度測定用光投受光部１６を駆動させて、正反射光Ｒ３の受光量Ｄを測定したところ、アンプによる出力値は、それぞれ、７６１、１９１、２２８、１９２、１１０及び１５４であった。サンプル１～６の硬化率と、これらの出力値（受光量Ｄ）との関係を図９に示す。

１－３．拡散反射光Ｒ４の受光量測定

サンプル１～６のそれぞれに対して、光沢度測定用光投受光部１７を駆動させて、拡散反射光Ｒ４の受光量Ｅを測定したところ、アンプによる出力値は、それぞれ、６５、６８、６８、１４０、１３７及び１７８であった。サンプル１～６の硬化率と、これらの出力値（受光量Ｅ）との関係を図１０に示す。

１－４．光沢度Ｆの導出

上記式（１）を用いて、受光量Ｄ及びＥから光沢度Ｆを算出したところ、サンプル１～６の順に、それぞれ、１１．７、２．７３、３．３６、１．５７、０．８４及び０．９７であった。サンプル１～６の硬化率と、これらの光沢度Ｆとの関係を図１１に示す。

１－５．硬化度の評価

赤外光受光量Ｃ及び光沢度ＦからＣ／Ｆ比を算出したところ、サンプル１～６の順に、０．０４、０．１２、０．０７、０．２１、０．４３及び０．５３であった。サンプル１～６の硬化率と、これらのＣ／Ｆ比との関係を図１２に示す。また、これらのデータを用いて、硬化率とＣ／Ｆ比との間には、ｙ＝０．００５４ｘ－０．００１８の関係があることが分かった。従って、所望の硬化率の下限、即ち、良品の硬化率の下限が、例えば、８５％であれば、ｘ＝８５を利用して、上記関係式よりｙ＝０．４８が得られるため、硬化率が未知の硬化物を測定した結果、Ｃ／Ｆ比が０．４８を超えれば、該硬化物は、所望の硬化率を有することとなる（図６参照）。また、硬化率が未知の硬化物のＣ／Ｆ比を導出した後、この関係式を用いることにより、硬化率を得ることができ、所望の硬化率を有する硬化物であるかどうかを判定することができる。

[0074] 〔まとめ〕

以上のように、　本発明の評価装置は、硬化性樹脂を含む接着剤を硬化反応させて得られた硬化物の硬化度を評価する装置であって、第１の波長（以下、「第１波長」という）の赤外光を硬化物に照射するとともに、反射光を受光し、第１受光量を測定する第１投受光部と、光を硬化物に照射するとともに、正反射光及び拡散反射光の少なくともいずれか一方を受光し、硬化物の光沢度を導出する光沢度導出部と、第１受光量及び光沢度に基づいて、硬化度を判定する硬化度判定部とを備える構成である。

[0075] また、本発明の評価方法は、硬化性樹脂を含む接着剤を硬化反応させて得られた硬化物の硬化度を評価する方法であって、第１波長の赤外光を硬化物に照射するとともに、反射光を受光し、第１受光量を測定する工程と、光を硬化物に照射するとともに、正反射光及び拡散反射光の少なくともいずれか一方を受光し、硬化物の光沢度を測定する工程と、第１受光量及び光沢度に基づいて、硬化度を判定する工程とを備える。

[0076] 上記の構成又は方法では、第１波長の赤外光による第１受光量と、硬化物

の光沢度とに基づいて硬化度を判定している。ここで、従来は、赤外線の反射光の受光量のみに応じて硬化度を判定していたので、上記のように硬化度の誤判定を行う可能性があった。これに対して、上記の構成によれば、第１受光量のみならず、硬化物の光沢度をも考慮して硬化度を判定しているので、硬化度の判定を精度よく行うことができる。

[0077] また、第１受光量の測定、及び、光沢度の算出に必要な反射光の測定を行うだけでよいので、硬化度判定のための処理も短時間で行うことができる。

[0078] 本発明の評価装置において、上記光沢度は、正反射光の光量をＤ、拡散反射光の光量をＹとした場合に、下記式（１）により導出されたものであることが好ましい。

[0079] 光沢度＝Ｄ／Ｙ （１）

上記の構成によれば、硬化物の硬化度の違いによる光沢度の変化を利用して、硬化度の判定を効率よく且つ精度よく行うことができる。

[0080] 本発明の評価装置において、第１波長が、硬化性樹脂の硬化反応に関わる官能基を吸収する波長であることが好ましい。

[0081] 上記の構成によれば、第１波長における硬化物の硬化度の違いによる吸収率の変化を利用して、硬化度の判定を効率よく且つ精度よく行うことができる。

[0082] 本発明の評価装置において、第１受光量を光沢度で補正した値を用いて硬化度判定部により硬化度を判定することが好ましい。

[0083] 上記構成によれば、例えば、第１受光量を光沢度で除した値を用いて硬化度を判定することができる。

[0084] 本発明の評価装置において、光沢度が所定値以下である場合、第１受光量を測定し、硬化度判定部により硬化度を判定することが好ましい。

[0085] 上記構成によれば、例えば、大量の硬化物を評価する場合に、まず光沢度によって未硬化のものを振り分けて、その後、第１受光量による硬化度判定が行われる。これにより、光沢度による判定のみで除かれる硬化物が生じるので、硬化度判定の処理時間を短縮することができる。

[0086] 本発明の評価装置は、更に、第１波長と異なる第２の波長（以下、「第２波長」という）の赤外光を硬化物に照射するとともに、反射光を受光し、第２受光量を測定する第２投受光部と、第１受光量及び第２受光量を用いて正規化処理を行う正規化処理部とを備えることが好ましい。

[0087] 上記の構成によれば、正規化処理を行った受光量に基づいて硬化度の判定を行うので、硬化物の状態や環境の影響を低く抑えて、精度良い硬化度の判定を行うことができる。

[0088] 本発明の評価装置において、第２波長は、硬化性樹脂及び前記硬化物の両方に吸収されない波長であることが好ましい。

[0089] 上記の構成によれば、硬化度合いによって変化しない第２波長を用いるので、適切に正規化処理を行うことができる。

[0090] このような構造を有する評価装置において、正規化処理部による値を光沢度で補正した値を用いて硬化度判定部により硬化度を判定することが好ましい。

[0091] また、光沢度が所定値以下である場合、第１受光量及び第２受光量を測定し、硬化度判定部により硬化度を判定することが好ましい。

[0092] 上記の構成によれば、例えば、大量の硬化物を評価する場合に、まず光沢度によって未硬化のものを振り分けて、その後、第１受光量及び第２受光量による硬化度判定が行われる。これにより、光沢度による判定のみで除かれる硬化物も生じるので、硬化度判定の処理時間を短縮することができる。

符号の説明

[0093] １　接着剤の硬化物

５　被着体

１０　評価装置

１１　第１波長赤外光投光部

１２　第１波長赤外光受光部

１３　第２波長赤外光投光部

１４　第２波長赤外光受光部

１６　光沢度測定用光投受光部（正反射光受光部）

１７　光沢度測定用光投受光部（拡散反射光受光部）

２０　硬化度判定部

２１　正規化処理部

２２　光沢度導出部

Ｌ１　第１波長赤外光

Ｌ２　第２波長赤外光

Ｌ３　光沢度測定用光

Ｌ４　光沢度測定用光

Ｒ１　第１波長赤外光Ｌ１の反射光

Ｒ２　第２波長赤外光Ｌ２の反射光

Ｒ３　光沢度測定用光Ｌ３の反射光（正反射光）

Ｒ４　光沢度測定用光Ｌ４の反射光（拡散反射光）

Ｐ１、Ｐ２及びＰ３　硬化物表面の照射部（被照射部）

請求の範囲

[請求項1] 硬化性樹脂を含む接着剤を硬化反応させて得られた硬化物の硬化度を評価する評価装置であって、

第１の波長の赤外光を前記硬化物に照射するとともに、反射光を受光し、第１受光量を測定する第１投受光部と、

光を前記硬化物に照射した後、正反射光及び拡散反射光の少なくともいずれか一方の光量を用いて、前記硬化物の光沢度を導出する光沢度導出部と、

前記第１受光量及び前記光沢度に基づいて、前記硬化度を判定する硬化度判定部とを備えることを特徴とする評価装置。

[請求項2] 前記光沢度導出部において、前記光沢度は、前記正反射光の光量をＤ、前記拡散反射光の光量をＥとした場合に、下記式（１）により導出される請求項１に記載の評価装置。

光沢度＝Ｄ／Ｅ （１）

[請求項3] 前記第１の波長が、前記硬化性樹脂の硬化反応に関わる官能基を吸収する波長である請求項１又は２に記載の評価装置。

[請求項4] 前記第１受光量を前記光沢度で補正した値を用いて前記硬化度判定部により硬化度を判定する請求項３に記載の評価装置。

[請求項5] 前記光沢度が所定値以下である場合、前記第１受光量を測定し、前記硬化度判定部により硬化度を判定する請求項３に記載の評価装置。

[請求項6] 更に、

前記第１の波長と異なる第２の波長の赤外光を前記硬化物に照射するとともに、反射光を受光し、第２受光量を測定する第２投受光部と、

前記第１受光量及び前記第２受光量を用いて正規化処理を行う正規化処理部とを備える請求項３に記載の評価装置。

[請求項7] 前記第２の波長が、前記硬化性樹脂及び前記硬化物の両方に吸収されない波長である請求項６に記載の評価装置。

[請求項8] 前記正規化処理部による値を前記光沢度で補正した値を用いて前記硬化度判定部により硬化度を判定する請求項６又は７に記載の評価装置。

[請求項9] 前記光沢度が所定値以下である場合、前記第１受光量及び前記第２受光量を測定し、前記硬化度判定部により硬化度を判定する請求項６又は７に記載の評価装置。

[請求項10] 硬化性樹脂を含む接着剤を硬化反応させて得られた硬化物の硬化度を評価する評価方法であって、

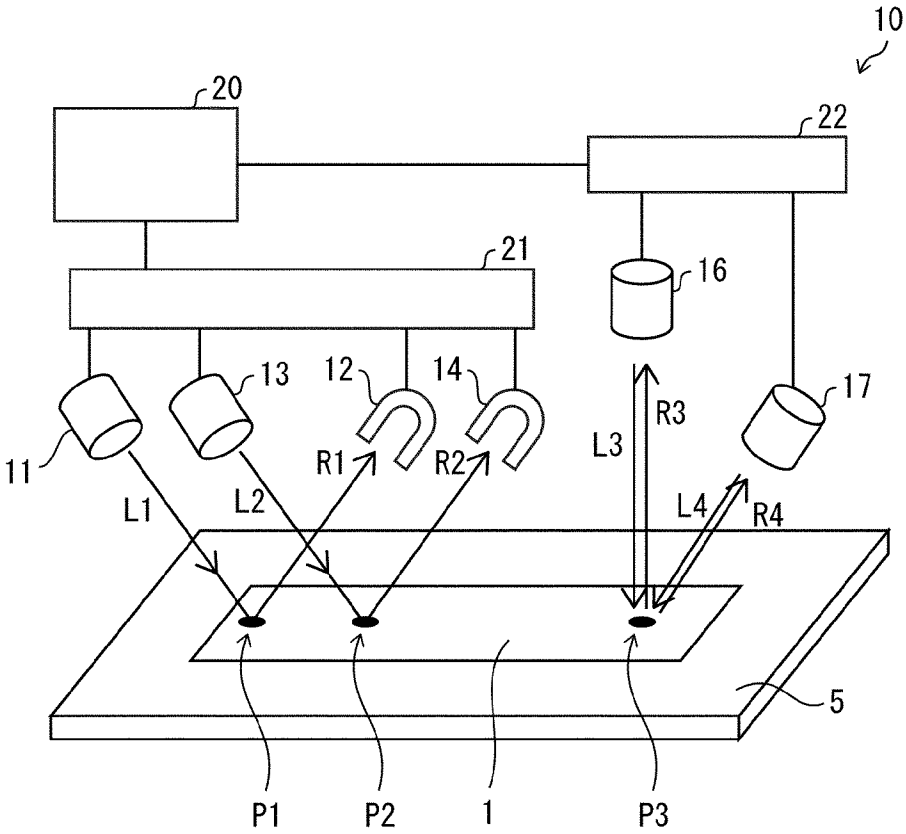
第１の波長の赤外光を前記硬化物に照射するとともに、反射光を受光し、第１受光量を測定する工程と、

光を前記硬化物に照射するとともに、正反射光及び拡散反射光の少なくともいずれか一方を受光し、前記硬化物の光沢度を測定する工程と、

前記第１受光量及び前記光沢度に基づいて、前記硬化度を判定する工程とを備えることを特徴とする評価方法。

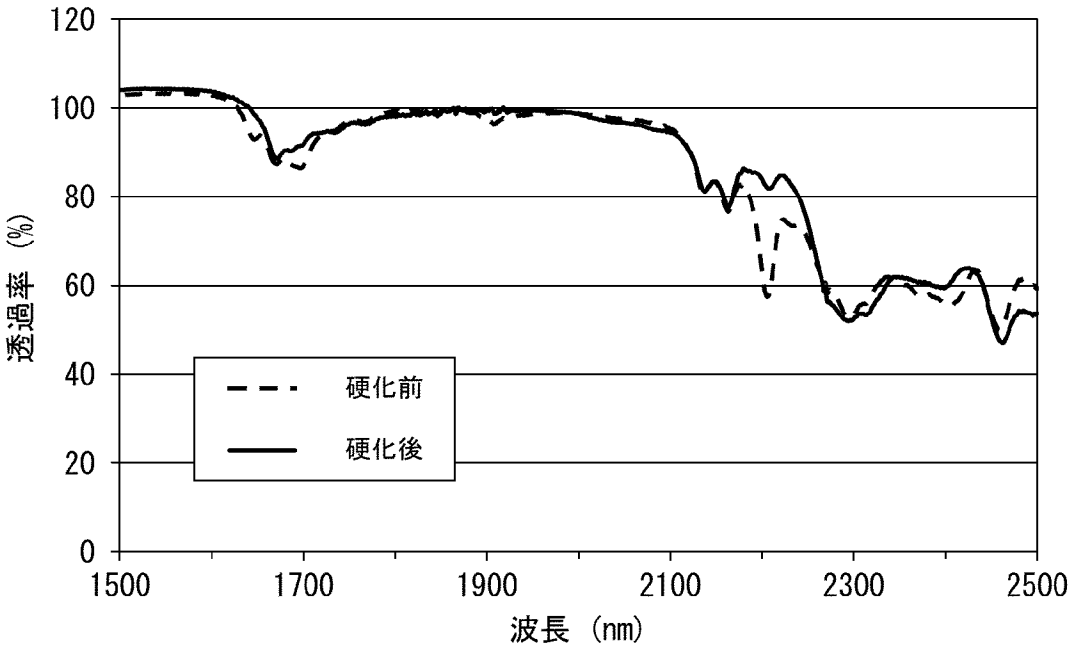
[図1]

図 1


10
20
22
21
16
13
12
14
17
11
R1
R2
L3
R3
L1
L2
L4
R4
5
P1
P2
1
P3

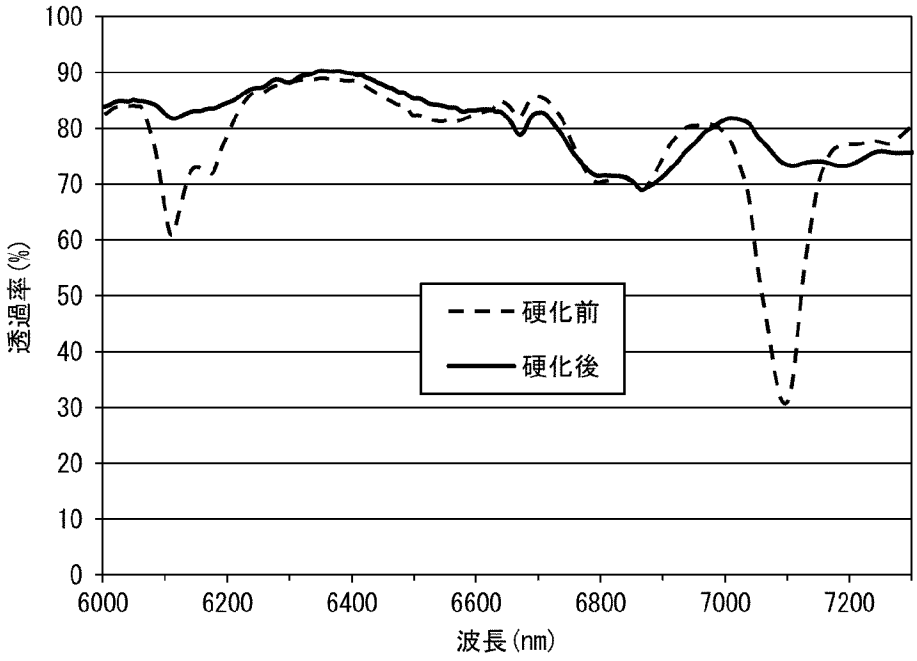
[図2]

図 2


120
100
80
60
40
20
0
透過率 (%)
硬化前
硬化後
1500
1700
1900
2100
2300
2500
波長 (nm)

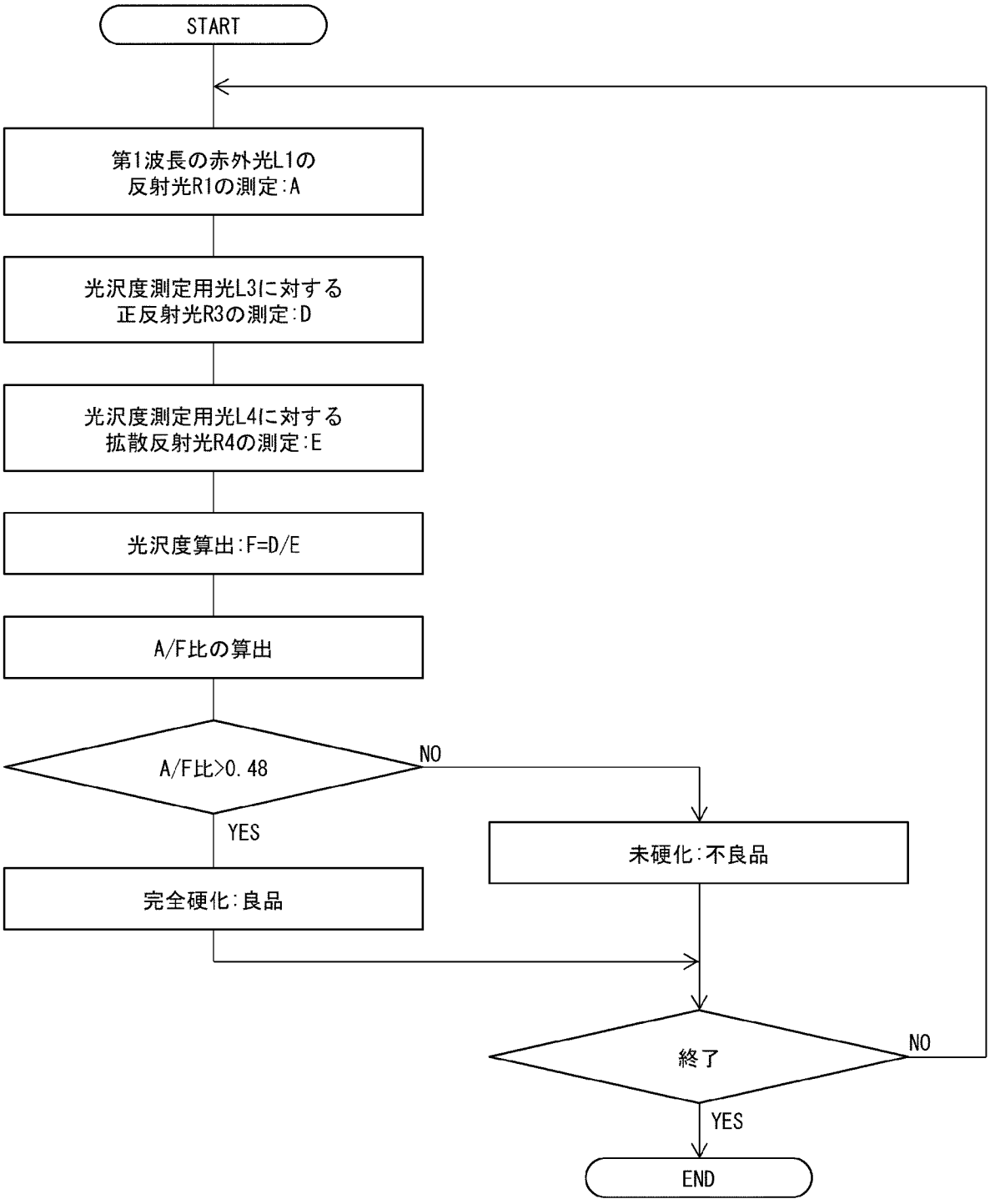
[図3]

図 3


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
透過率(%)
6000
6200
6400
6600
6800
7000
7200
波長(nm)
硬化前
硬化後

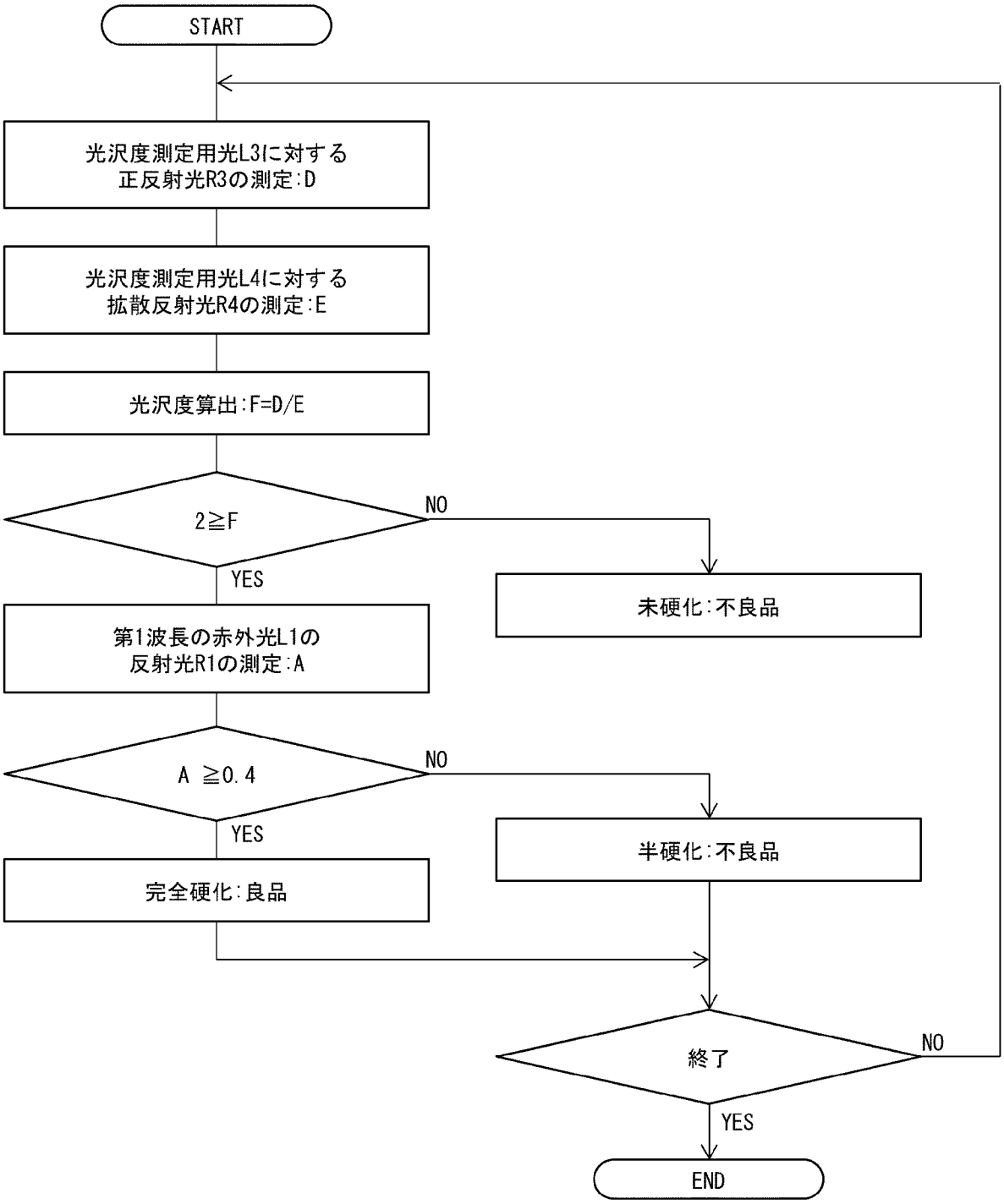
[図4]

図 4


START
第1波長の赤外光L1の
反射光R1の測定:A
光沢度測定用光L3に対する
正反射光R3の測定:D
光沢度測定用光L4に対する
拡散反射光R4の測定:E
光沢度算出:F=D/E
A/F比の算出
A/F比>0.48
NO
YES
未硬化:不良品
完全硬化:良品
終了
NO
YES
END

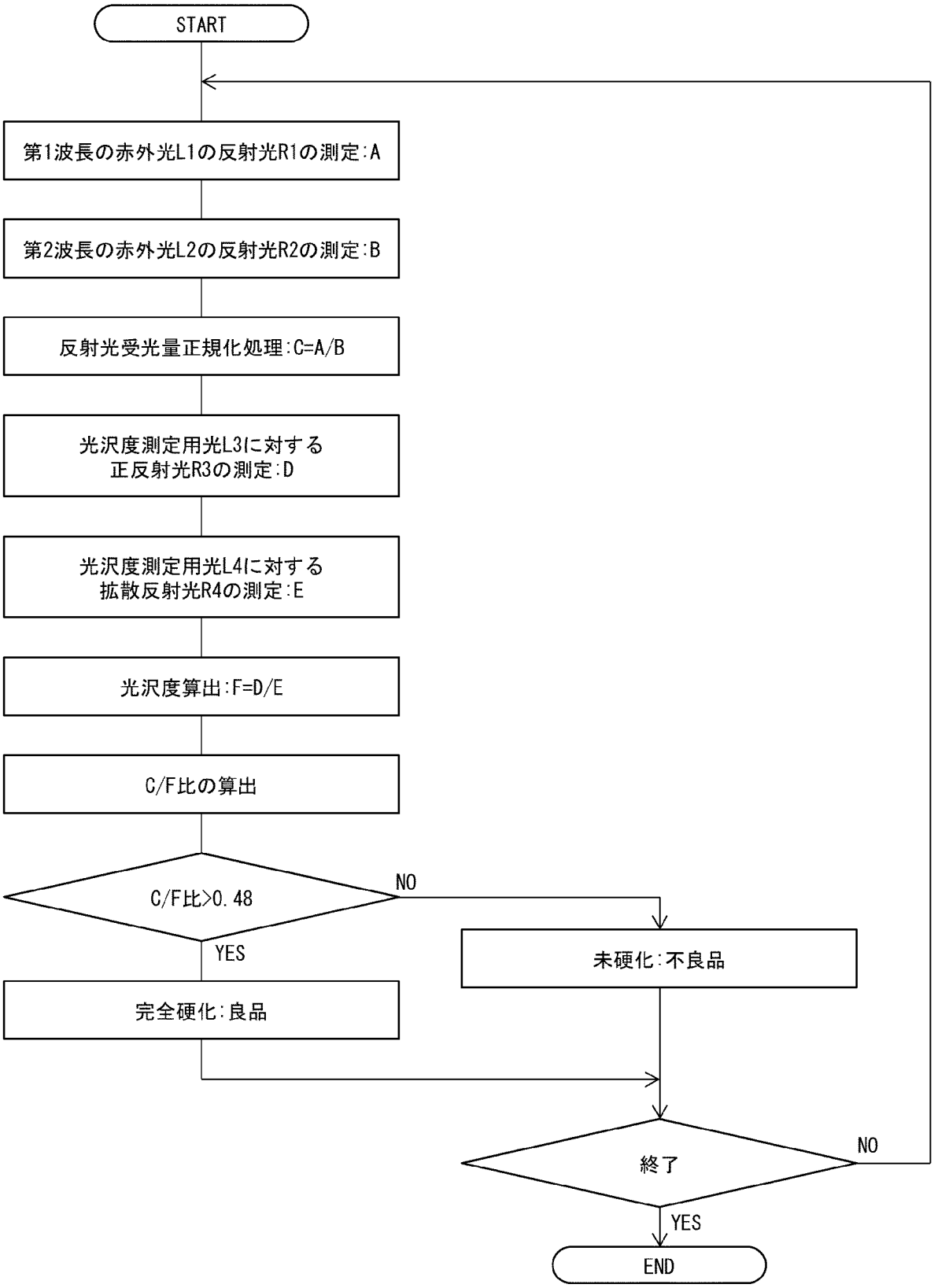
[図5]

図 5


START
光沢度測定用光L3に対する
正反射光R3の測定:D
光沢度測定用光L4に対する
拡散反射光R4の測定:E
光沢度算出:F=D/E
2≧F
NO
YES
未硬化:不良品
第1波長の赤外光L1の
反射光R1の測定:A
A ≧0.4
NO
YES
半硬化:不良品
完全硬化:良品
終了
NO
YES
END

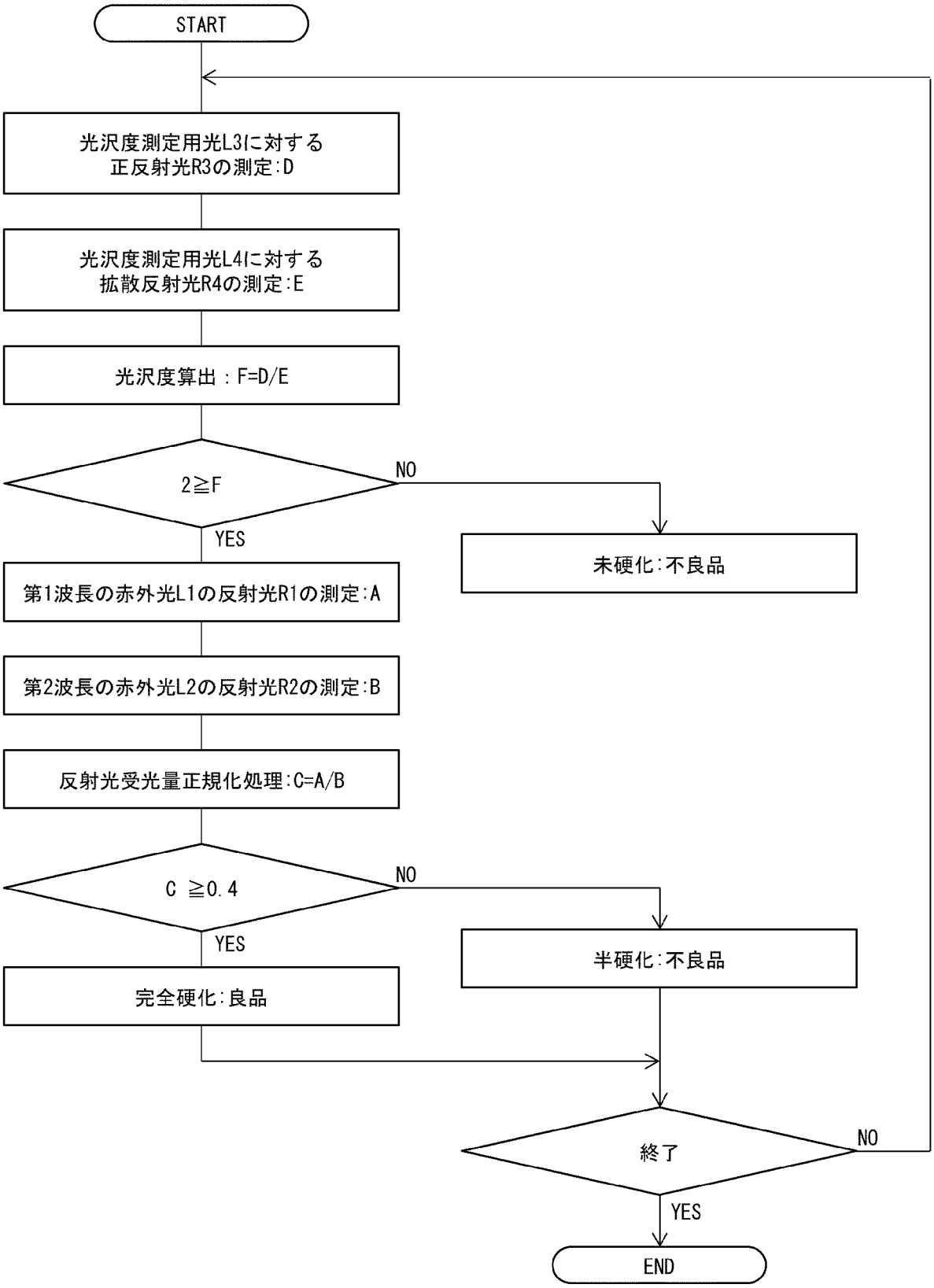
[図6]

図 6


START
第1波長の赤外光L1の反射光R1の測定:A
第2波長の赤外光L2の反射光R2の測定:B
反射光受光量正規化処理:C=A/B
光沢度測定用光L3に対する
正反射光R3の測定:D
光沢度測定用光L4に対する
拡散反射光R4の測定:E
光沢度算出:F=D/E
C/F比の算出
C/F比>0.48
NO
YES
未硬化:不良品
完全硬化:良品
終了
NO
YES
END

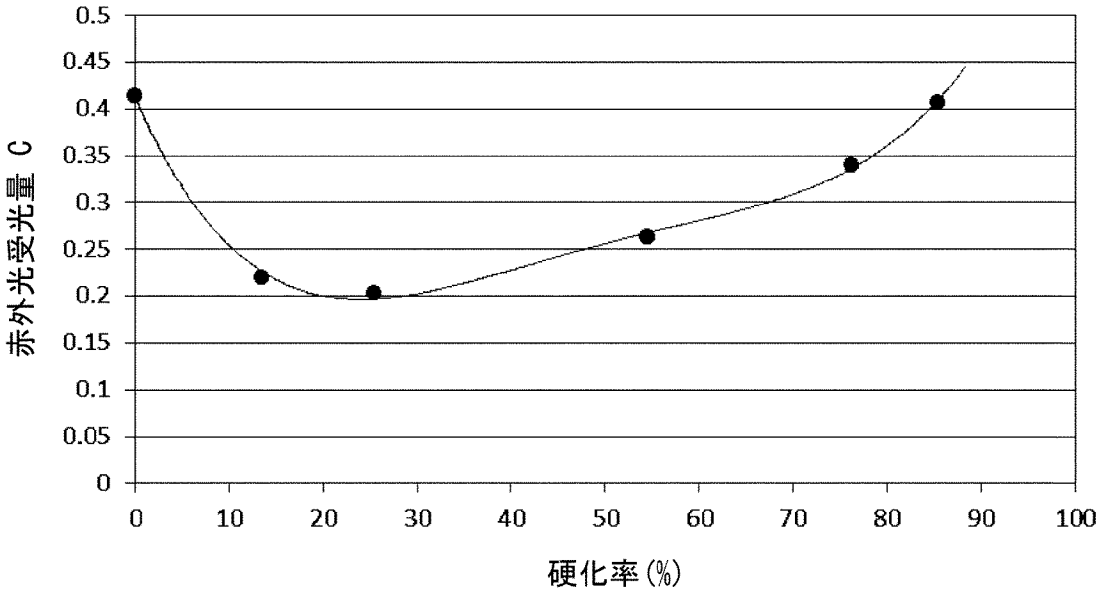
[図7]

図 7


START
光沢度測定用光L3に対する
正反射光R3の測定:D
光沢度測定用光L4に対する
拡散反射光R4の測定:E
光沢度算出 : F=D/E
2≧F
NO
YES
未硬化:不良品
第1波長の赤外光L1の反射光R1の測定:A
第2波長の赤外光L2の反射光R2の測定:B
反射光受光量正規化処理:C=A/B
C ≧0.4
NO
YES
半硬化:不良品
完全硬化:良品
終了
NO
YES
END

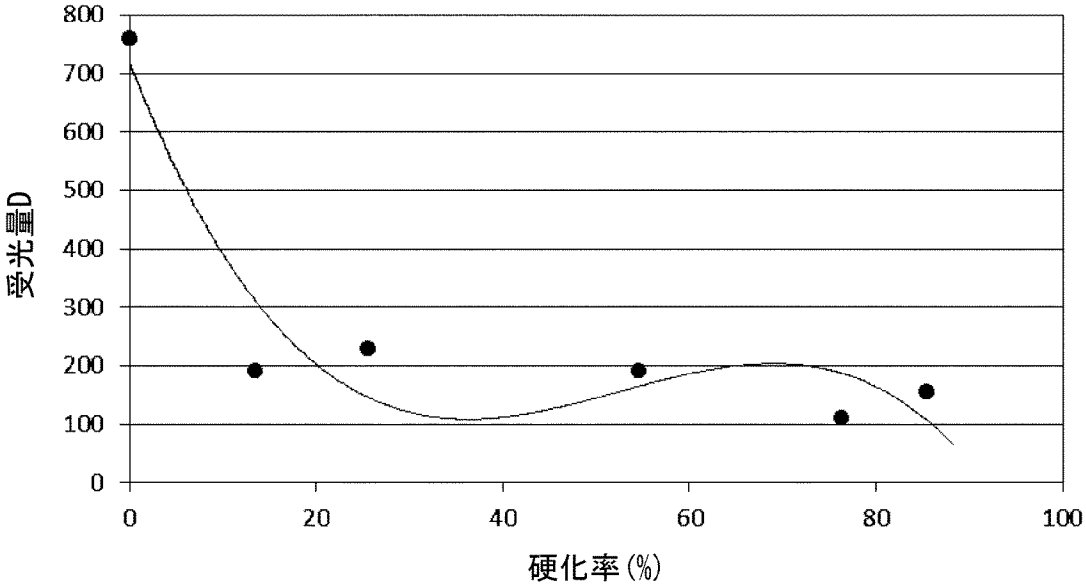
[図8]

図 8


0.5
0.45
0.4
0.35
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
赤外光受光量 C
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
硬化率(%)

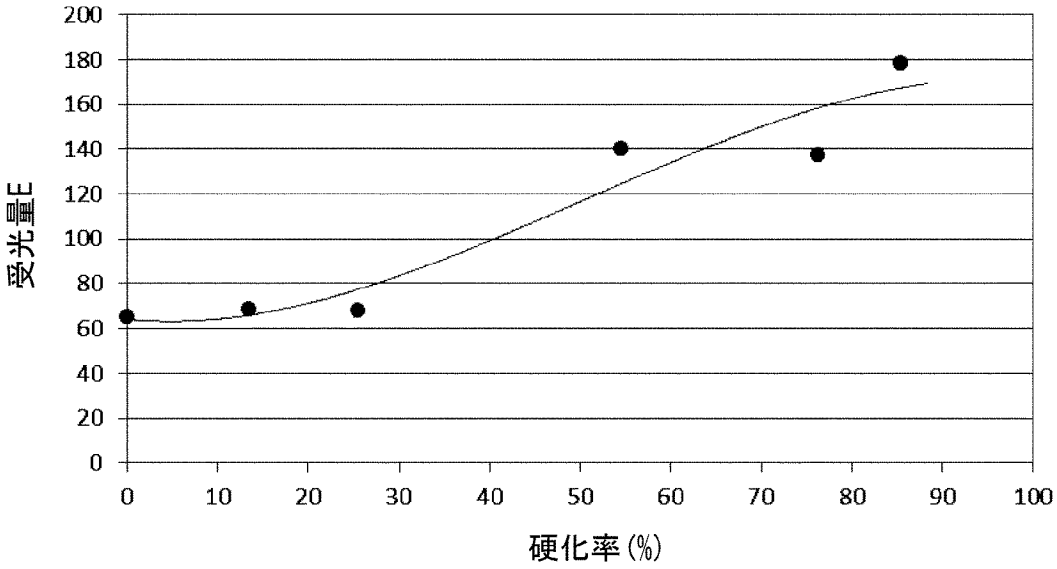
[図9]

図 9


800
700
600
500
400
300
200
100
0
受光量D
0
20
40
60
80
100
硬化率(%)

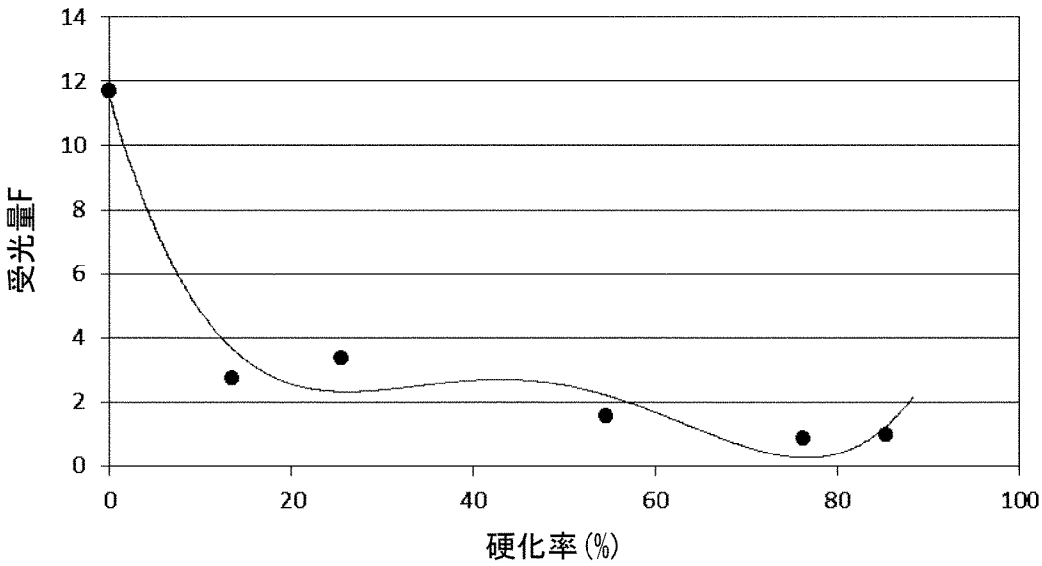
[図10]

図 10



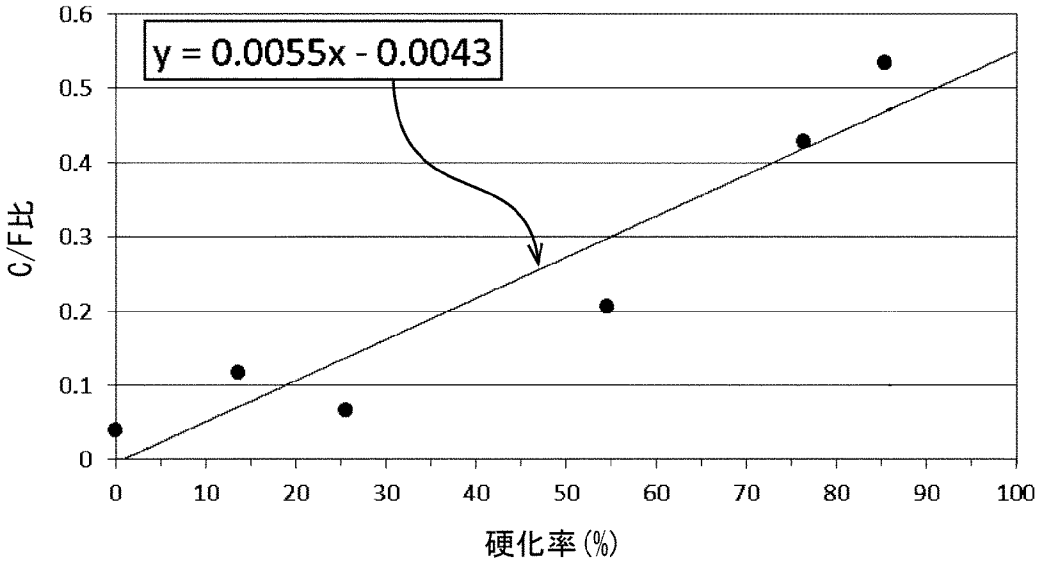
[図11]

図 11



[図12]

図 12


y = 0.0055x - 0.0043
C/F比
硬化率(%)
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/008986

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. G01N21/3563(2014.01)i, G01N21/57(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)
Int. Cl. G01N21/00-21/61, G01N33/44

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.
Y A	JP 2003-139697 A (HAMAMATSU PHOTONICS KABUSHIKI KAISHA) 14 May 2003, paragraphs [0021]-[0041], [0046]-[0055], fig. 1-6 (Family: none)	1-3, 5-7, 9-10 4, 8
Y A	JP 7-12806 A (SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.) 17 January 1995, paragraphs [0007]-[0013], [0021]-[0023], fig. 2, 3 (Family: none)	1-3, 5-7, 9-10 4, 8
Y	JP 2012-88265 A (NIKON CORP.) 10 May 2012, paragraph [0003] (Family: none)	2-3, 5-7, 9
Y	JP 2009-156789 A (KONICA MINOLTA SENSING, INC.) 16 July 2009, paragraph [0083] (Family: none)	2-3, 5-7, 9

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

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
14.05.2019	28.05.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/008986

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-157634 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) 10 July 2008, paragraphs [0035], [0045]-[0050] (Family: none)	3, 5-7, 9
A	JP 2015-96804 A (WORK PRO KK) 21 May 2015 & JP 5659375 B1	1-10
A	US 2005/0287675 A1 (PACKARD R T) 29 December 2005 (Family: none)	1-10
A	WO 03/034042 A2 (VALSPAR SOURCING, INC.) 24 April 2003 & US 2003/0074095 A1 & EP 1438568 A2 & CA 2456673 A & AU 2002340203 A	1-10

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／００８９８６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N21/3563(2014.01)i, G01N21/57(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N21/00-21/61, G01N33/44

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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
Y	JP 2003-139697 A（浜松ホトニクス株式会社）2003.05.14,［００２１］－［００４１］、［００４６］－［００５５］、図１－図６（ファミリーなし）	1-3, 5-7, 9-10
A		4, 8
Y	JP 7-12806 A（積水化学工業株式会社）1995.01.17,［０００７］－［００１３］、［００２１］－［００２３］、図２、図３（ファミリーなし）	1-3, 5-7, 9-10
A		4, 8

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１４．０５．２０１９	２８．０５．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｗ　３７１６
横尾　雅一
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５８

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
Y	JP 2012-88265 A（株式会社ニコン）2012.05.10, ［０００３］（ファミリーなし）	2-3, 5-7, 9
Y	JP 2009-156789 A（コニカミノルタセンシング株式会社）2009.07.16, ［００８３］（ファミリーなし）	2-3, 5-7, 9
Y	JP 2008-157634 A（松下電工株式会社）2008.07.10, ［００３５］、［００４５］－［００５０］（ファミリーなし）	3, 5-7, 9
A	JP 2015-96804 A（有限会社ワークＰｒｏ）2015.05.21, & JP 5659375 B1	1-10
A	US 2005/0287675 A1 (PACKARD R T) 2005.12.29, （ファミリーなし）	1-10
A	WO 03/034042 A2 (VALSPAR SOURCING, INC.) 2003.04.24, & US 2003/0074095 A1 & EP 1438568 A2 & CA 2456673 A & AU 2002340203 A	1-10