(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
2024年2月1日(01.02.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/024870 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 19/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/027482

(22) 国際出願日： 2023年7月27日(27.07.2023)

(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 2022-120200 2022年7月28日(28.07.2022) JP

(71) 出願人: 国立大学法人東京工業大学 (**TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY**) [JP/JP]; 〒1528550 東京都目黒区大岡山二丁目１２番１号 Tokyo (JP). 国立研究開発法人物質・材料研究機構 (**NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE**) [JP/JP]; 〒3050047 茨城県つくば市千現一丁目２番地１ Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 佐藤 千明 (**SATO Chiaki**); 〒1528550 東京都目黒区大岡山二丁目１２番１号 国立大学法人東京工業大学内 Tokyo (JP). 松尾 剛 (**MATSUO Goh**); 〒1528550 東京都目黒区大岡山二丁目１２番１号 国立大学法人東京工業大学内 Tokyo (JP). 掛井 祐伸 (**KAKEI Yushin**); 〒1528550 東京都目黒区大岡山二丁目１２番１号 国立大学法人東京工業大学内 Tokyo (JP). 関口 悠 (**SEKIGUCHI Yu**); 〒1528550 東京都目黒区大岡山二丁目１２番１号 国立大学法人東京工業大学内 Tokyo (JP). 内藤 昌信 (**NAITO Masanobu**); 〒3050047 茨城県つくば市千現一丁目２番地１ 国立研究開発法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 家入 健 (**IEIRI Takeshi**); 〒2210835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目３３番８ アーバンセンター横浜ウエスト５階 響国際特許事務所 Kanagawa (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,

(54) **Title:** INTERFACE FAILURE RATE MEASUREMENT DEVICE AND INTERFACE FAILURE RATE MEASUREMENT METHOD

(54) 発明の名称： 界面破壊率測定装置、及び界面破壊率測定方法

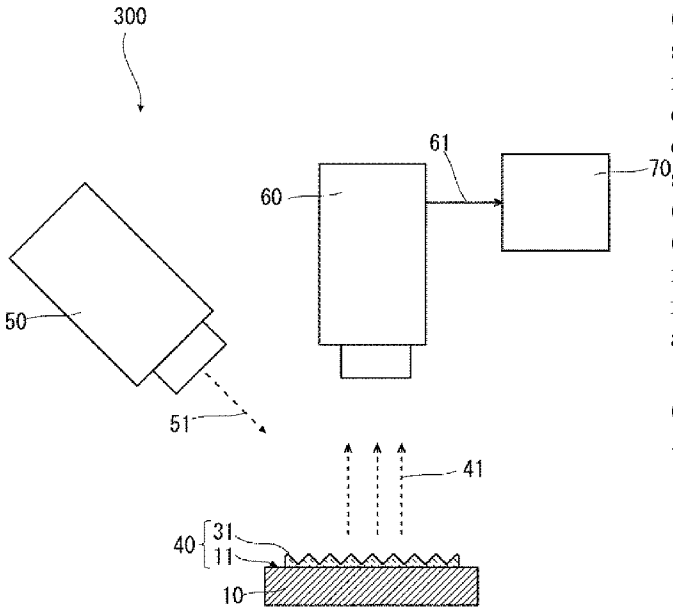


Fig. 5

(57) **Abstract:** Provided are an interface failure rate measurement device and an interface failure rate measurement method for measuring an interface failure rate with high accuracy. An interface failure rate measurement device (100) comprises: a light source part (50) that irradiates an adhesion breakage surface (40) with light (51); an imaging part (60) that captures an image of an adhesive agent residue (31) included in the adhesion breakage surface (40); and an image processing means (70) that determines an interface failure portion from the captured image and calculates the area proportion.

(57) 要約：界面破壊率を高精度で測定する界面破壊率測定装置及び界面破壊率測定方法を提供すること。 接着破断面（４０）に、光（５１）を照射する光源部（５０）と、前記接着破断面（４０）が有する接着剤残滓（３１）を撮像する撮像部（６０）と、撮像された画像から界面破壊の部位を決定して、その面積比率を算出する画像処理手段（７０）とを備える、界面破壊率測定装置（１００）。

WO 2024/024870 A1

[続葉有]

LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

明　細　書

発明の名称 ： 界面破壊率測定装置、及び界面破壊率測定方法

技術分野

[0001]　本発明は、界面破壊率測定装置、及び界面破壊率測定方法に関する。

背景技術

[0002]　接着剤を用いて物と物とを接着することが広く行われている。図１に接着剤を用いた接着部の一例を示す。図１の例では、接着層３０を媒介とし、化学的・物理的な力によって、第１被着体１０の界面１１と第２被着体２０の界面２１とが結合している。

[0003]　接着の評価方法の一つとして、接着部に外力を加えて当該接着部を破壊し、破断面を観察する方法が知られている。破断面の形態としては、一方の被着体の界面から接着剤層が剥がれた状態の界面破壊３２（図２参照）、接着剤層が破壊された状態の凝集破壊３３（図３参照）、一方の被着体の界面付近で凝集破壊が生じた薄層凝集破壊３４がある（図４参照）。通常、破断面は界面破壊、凝集破壊、薄層凝集破壊が混在している。評価基準の一例として、界面破壊率が４０％以下であれば接着強度のばらつきが少ない高品質の接着ができていると評価される。

[0004]　例えば特許文献１には、第１基板と第２基板との接合基板から、テストパターンを含む第１チップを切り出し、当該第１チップを剥離して破壊状態を確認することで、前記接合基板のテストパターンとは別領域の第２チップの接合状態を評価する接合基板の検査方法が開示されている。当該特許文献１において第１チップの接合面は光学顕微鏡で観察することが記載されている（段落００４９など）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１８－０５９７３６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などに記載されている通り、現行、破断面は目視や顕微鏡で観察されている。目視や顕微鏡による観察では、特に界面破壊と薄層凝集破壊の区別が困難な場合がある。また観察者間の判定のばらつきも否定できない。そのため破壊状態の判定精度の向上が求められている。

[0007] 本発明は上記実情に鑑みてなされたものであり、界面破壊率を高精度で測定する界面破壊率測定装置及び界面破壊率測定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

[0008] 本開示の界面破壊率測定装置は、接着破断面に光を照射する光源部と、前記接着破断面が有する接着剤残滓を撮像する撮像部と、撮像された画像から界面破壊の部位を決定してその面積比率を算出する画像処理手段と、を備える。

[0009] 上記界面破壊率測定装置は、前記光源部がＵＶ光源部であり、前記撮像部が、前記接着剤残滓が発する蛍光を撮像してもよい。

[0010] 上記界面破壊率測定装置は、前記光源部が偏光光源部であり、前記撮像部が、偏光板を備え、前記接着剤残滓を透過する透過光を撮像してもよい。

[0011] 本開示の界面破壊率測定方法は、接着破断面にＵＶ光又は偏光を照射し、前記接着破断面が有する接着剤残滓が発する蛍光、又は、前記接着剤残滓を透過した透過光を撮像し、得られた画像から界面破壊の部位を決定して、その面積比率を算出する。

発明の効果

[0012] 本開示により、界面破壊率を高精度で測定する界面破壊率測定装置及び界面破壊率測定方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]接着部の一例を示す模式的断面図である。

[図2]界面破壊の一例を示す模式的断面図である。

[図3]凝集破壊の一例を示す模式的断面図である。

[図4]薄層凝集破壊の一例を示す模式的断面図である。

[図5]界面破壊率測定装置の一例を示す模式図である。

[図6]画像処理手段の一例を示すブロック図である。

[図7]界面破壊率測定方法の一例を示すフローチャートである。

[図8]実施の形態１の面積比率算出工程の一例を示すフローチャートである。

[図9]接着破断面の画像の画像処理後の像を示す写真である。

[図10]接着破断面の可視光像を示す写真である。

[図11]実施の形態１の界面破壊率測定装置の一例を示す模式図である。

[図12]実施の形態２の界面破壊率測定装置の一例を示す模式図である。

[図13]接着剤残滓を透過した偏光の挙動を説明するための模式図である。

[図14]実施の形態２の面積比率算出工程の一例を示すフローチャートである。

[図15]実施の形態２の面積比率算出工程の別の一例を説明するための模式図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、特許請求の範囲に係る発明を以下の実施の形態に限定するものではない。また、実施の形態で説明する構成の全てが課題を解決するための手段として必須であるとは限らない。

説明を明確にするため、以下の記載及び図面は、適宜、簡略化されている。また、説明のため図面中の各部材は縮尺が大きく異なることがある。各図面において、同一又は対応する要素には同一の符号が付されており、説明の明確化のため、必要に応じて重複説明は省略される。

本明細書中、単に「可視光」又は「ＵＶ光」と記載した場合、当該光は、偏光、非偏光のいずれであってもよい。また、単に「偏光」と記載した場合、その光の波長は特に限定されない。

また、数値範囲を示す「～」は特に断りがない限り、その下限値及び上限

値を含むものとする。

[0015] ［界面破壊率測定装置］

図５及び図６を参照して界面破壊率測定装置の構成を説明する。図５は界面破壊率測定装置３００の一例を示す模式図である。界面破壊率測定装置３００は、接着破断面４０に光５１を照射する光源部５０と、前記接着破断面４０上の接着剤残滓３１から放出される光４１を撮像する撮像部６０と、撮像された画像６１から界面破壊の部位を決定してその面積比率を算出する画像処理手段７０と、を備えることを特徴とする。

[0016] 図６は画像処理手段７０の一例を示すブロック図である。図６の例の画像処理手段７０は、入力部７１、出力部７２、算出部７３、制御部７４、及び記憶手段８０を備えている。画像処理手段７０として、例えば公知のパーソナルコンピュータ、ＰＤＡ、タブレット端末等を用いてもよい。

[0017] 入力部７１は、各種の情報の入力を受け付けるための入力手段であり、少なくとも画像６１を取り込む手段（例えば、撮像部６０と接続可能な端子）を有すればよく、必要に応じて、キーボード、タッチパネルや、各種のスイッチ類などを備えていてもよい。

[0018] 出力部７２は、必要な各種の情報を出力する出力手段であり、例えば、モニタ等として構成されている。

[0019] 算出部７３は、撮像された画像から少なくとも界面破壊の部位を決定して、その面積比率を算出する。算出方法の具体例は後述する。また画像の撮像において後述する特定のカメラ等を用いた場合には算出部７３において画像処理を行う。当該算出部７３は、具体的には、ＣＰＵ、当該ＣＰＵ上で解釈実行される各種のプログラム（ＯＳなどの基本制御プログラムや、ＯＳ上で起動され特定機能を実現するアプリケーションプログラムを含む）、及びプログラムや各種のデータを格納するためのＲＡＭなどの内部メモリを備えて構成されている。

[0020] 記憶手段８０は、画像処理手段７０の処理に必要な各種の情報を記憶する記憶手段であり、例えばハードディスクやその他の記録媒体によって構成さ

れる。例えば、光強度から破壊の形態を決定するための光強度ＤＢ（データベース）を備えていてもよい。また、記憶手段８０は撮像部で撮像された画像６１や可視光像を記憶していてもよく、算出部７３で算出された結果を記憶してもよい。なお画像６１をリアルタイム測定する場合は画像６１を記憶しなくてもよい。また記憶手段８０は、上記各種プログラムや、界面破壊率測定方法を実行するためのプログラムが格納されていてもよい。

[0021] 制御部７４は、少なくとも画像処理手段７０を構成する各部を制御するものであり、更に、撮像部６０の撮像の制御、光源部５０の制御などを行ってもよい。制御部７４は、算出部７３と同様、ＣＰＵ、当該ＣＰＵ上で解釈実行される各種のプログラム及びプログラムや各種のデータを格納するためのＲＡＭなどの内部メモリを備えて構成される。

[0022] 本開示の界面破壊率測定装置は、接着破断面における界面破壊率を特定する装置であり、接着破断面に、光を照射する光源部と、前記接着破断面が有する接着剤残滓を撮像する撮像部と、撮像された画像から界面破壊の部位を決定して、その面積比率を算出する画像処理手段と、を備えることを特徴とする。本開示の界面破壊率測定装置は、画像を画像処理手段により処理することで、観察者間の判定のばらつきを排除し、界面破壊率の算出精度が向上する。以下、実施の形態を挙げて具体的に説明する。

[0023]（実施の形態１）

図１１を参照して実施の形態１の界面破壊率測定装置の構成を説明する。実施の形態１の界面破壊率測定装置１００は、接着破断面４０にＵＶ光５３を照射するＵＶ光源部５２と、前記接着破断面４０上の接着剤残滓３１が発する蛍光４２を撮像する撮像部６０と、撮像された画像６１から界面破壊の部位を決定してその面積比率を算出する画像処理手段７０と、を備えることを特徴とする。

[0024] 実施の形態１に係る界面破壊率測定装置は、多くの接着剤が蛍光を発する成分を含有することに着目し、接着剤残滓の厚みと蛍光強度と相関性に基づき、界面破壊部位を特定するものである。すなわち、接着破断面の蛍光を撮

像し、得られた画像の各画素における光強度（蛍光強度）を解析して、当該光強度に応じて当該画素に対応する破断面の位置における破壊の形態を特定し、少なくとも界面破壊の部位、好ましくは更に薄層凝集破壊の部位、及び凝集破壊の部位の面積比率を算出する。

[0025] ＵＶ（紫外線）光源部５２は、少なくともＵＶ光を発する光源を備えればよい。当該光源としては、ＵＶランプやＵＶ－ＬＥＤなどが挙げられる。ＵＶ光源部５２はＵＶ光源のみの構成であってもよいが、測定精度を向上するために、ＵＶ光源と接着破断面との間の光路上に可視光をカットするハイパスフィルターを備えることが好ましい。ＵＶ光源部５２はひとつであってもよく、接着破断面の形状などに応じて複数備えていてもよい。

[0026] また、接着破断面の可視光像を撮像する場合は、更に可視光源部を備えていてもよい（不図示）。可視光源は特に限定されず、ＬＥＤ、蛍光灯など公知の光源を用いることができる。

[0027] 撮像部６０は、少なくとも接着破断面の蛍光を撮像するカメラを備えればよい。カメラは画像処理手段への取り込みが容易なことからデジタルカメラが好ましい。また、蛍光のみを撮像する場合、カメラはモノクロカメラが好ましい。一方、接着破断面の可視光像を撮像する場合はカラーのデジタルカメラが好ましい。撮像部６０はカメラのみの構成であってもよいが、測定精度を向上するために、接着破断面とカメラとの間の光路上にＵＶ光をカットするローパスフィルターを備えることが好ましい。

画像処理手段７０は前述のとおりである。

[0028] 次に図７を参照して界面破壊率測定方法について説明する。図７は実施の形態１の界面破壊率測定方法の一例を示すフローチャートである。本実施の形態にかかる界面破壊率測定方法は、少なくとも、測定対象となる接着破断面を有する物品を準備する工程（Ｓ１０）と、当該接着破断面の蛍光を撮像する工程（Ｓ２０）と、得られた画像から界面破壊の面積比率を算出する算出工程（Ｓ３０）を有する。

[0029] まず準備工程（Ｓ１０）においては、測定対象となる接着破断面を有する

物品を準備する。例えば、当該物品が製品の品質管理試験や、製品の接着部の改良のための試験に用いるサンプルの場合、一度、図１の例に示されるような、第１被着体１０、接着層３０、第２被着体２０の層構成を有する接着部を有する物品を製造した後、所定の方法で剥離を行って接着破断面を準備する。所定の方法とは、例えばＪＩＳに規定された各種剥離試験方法に準拠してもよく、試験者が決定した任意の方法であってもよい。また、使用されている製品の接着部が経年劣化や、特定環境下において劣化して剥離する場合がある。この場合は当該剥離した製品をサンプルとして準備する。測定対象となる接着破断面の周縁にマスキングを行ってもよい。マスキングをすることで画像の範囲が容易に特定できる。マスキングは蛍光を発しない材質のものを適宜選択して用いることが好ましい。

[0030] 次いで上記サンプルを固定してＵＶ光を照射して、蛍光を撮像する（Ｓ２０）。蛍光強度の安定性の点から撮像時のサンプル温度は一定であることが好ましい。温度はサンプルホルダーを恒温にする、環境温度を一定に制御するなどの方法が挙げられる。また、サンプルの接着破断面が広い場合には、撮像部６０またはサンプルホルダーを動かして、連続又は断続的に撮像してもよい。この場合、画像処理手段７０において画像を合成する。なお通常、測定は暗所で行うことが好ましい。

[0031] 次いで、図８を参照して、面積比率算出工程（Ｓ３０）を説明する。なお、図８の例は、界面破壊、薄層凝集破壊、及び凝集破壊の部位を各々決定する方法である。図８の例では、まず画像の画素ｎにおける光強度Ｉｎを参照する（Ｓ３１）。なおここでの画素は、デジタルデータとして得られた画像における像の最小単位である。次いで当該光強度Ｉｎを所定値Ａと比較する（Ｓ３２）。所定値Ａ未満である場合、接着破断面の当該画素ｎに対応する部位の破壊状態は界面破壊であると判断する。光強度Ｉｎが所定値Ａ以上である場合は更に別の所定値Ｂと比較する（Ｓ３３）。所定値Ｂ未満である場合、接着破断面の当該画素ｎに対応する部位の破壊状態は薄層凝集破壊であると判断する。光強度Ｉｎが所定値Ｂ以上の場合には、接着破断面の当該画

素ｎに対応する部位の破壊状態は凝集破壊であると判断する。この工程を全画素に対して行い、界面破壊の面積（画素数）、薄層凝集破壊の面積（画素数）、及び凝集破壊の面積（画素数）を各々算出し、これらの値から面積比率を算出して界面破壊率を求める。

[0032] 上記所定値Ａ及び所定値Ｂは、予め設定しておくことが好ましい。所定値Ａは界面破壊と薄層凝集破壊のしきい値である。当該所定値Ａは、サンプルの第１被着体１０または第２被着体２０を準備し、当該被着体表面に対して、本界面破壊率測定方法と同様の測定を行って得られた蛍光強度から決定すればよい。

また所定値Ｂは薄層凝集破壊と凝集破壊のしきい値である。現状、薄層凝集破壊の定量的な定義は定まっておらず、サンプルの用途等の目的や接着層３０の厚みなどによって適宜設定すればよい。例えば、接着剤残滓の厚みが１μｍ以下の場合を薄層凝集破壊であると判断してもよく、また例えば、接着剤残滓の厚みが元の接着層３０の厚みの１０分の１以下の場合に薄層凝集破壊であると判断してもよい。

接着剤残滓の厚みが１μｍ以下の場合を薄層凝集破壊と定義する場合は、第１被着体１０に接着剤を１μｍとなるように塗布し、必要に応じて硬化させたものを所定値Ｂ決定用サンプルとして準備し、当該サンプルに対して、本界面破壊率測定方法と同様の測定を行って得られた蛍光強度から決定すればよい。

[0033] 図９に、実施の形態１の界面破壊率測定装置及び界面破壊率測定方法を用いて接着破断面の画像の画像処理を行った例を示す。また図１０に図９と同一の接着破断面の可視光像を示す。図９の例は接着破断面の画像を上記のＳ３０により、界面破壊３２、薄層凝集破壊３４、及び凝集破壊３３に区分したものである。例えば、図１０の点線で囲った領域内などは、可視光では界面破壊３２と薄層凝集破壊３４との区別が難しいことがわかる。これに対し図９の対応箇所は、実施の形態１の界面破壊率測定方法により、界面破壊３２と薄層凝集破壊３４との区別が明確になっている。

このように実施の形態１の界面破壊率測定装置及び界面破壊率測定方法によれば、界面破壊、薄層凝集破壊及び凝集破壊を高精度で測定することが可能となる。

[0034] 以上、実施の形態１の界面破壊率測定装置及び界面破壊率測定方法について説明したが、本発明は上記の実施の形態１に限定されない。上記の実施の形態１の変形例を以下に説明する。なお、実施の形態１に２以上の変形例を組み合わせて適用してもよい。

[0035] ［変形例１］

図２～４に示されるとおり、接着部が剥離して形成される接着破断面は、第１被着体１０側の第１接着破断面と、これに対向する第２被着体２０側の第２接着破断面の２面一組で形成される。破断面の形態の特定精度を向上する観点からは、一方の接着は断面だけではなく、第１接着破断面の蛍光と、対向する第２接着破断面の蛍光とを各々撮像し、各々画像処理することが好ましい。特に、両面を測定することで、実施の形態１の界面破壊率測定方法で第１接着破断面が凝集破壊と判断された部位に対応する、第２接着破断面の部位が凝集破壊であるか薄層凝集破壊であるかを特定することができる。これにより、凝集破壊率、及び薄層凝集破壊率の精度が向上する。

[0036] ［変形例２］

第１被着体または第２被着体が蛍光を発する材料である場合は、ＵＶ光を照射したときに接着剤残滓のみならず、被着体からも蛍光が発せられる。この場合、接着剤の蛍光スペクトルと、被着体の蛍光スペクトルの相違に基づき、被着体由来の蛍光を分離することが好ましい。当該分離は可能であれば、フィルターや、プリズム等の光学系により分離してもよいが、撮像部６０のカメラをハイパースペクトルカメラ又はマルチスペクトルカメラとすることが好ましい。ハイパースペクトルカメラ又はマルチスペクトルカメラを用いて、波長情報を含む画像を撮像し、画像処理手段７０において被着体由来の蛍光の影響の小さい波長域における蛍光強度を採用することで、精度の高い測定が可能となる。

[0037] ［変形例３］

薄層凝集破壊部においては蛍光強度が低いことがある。このような薄層凝集破壊部における蛍光感度を向上するために、ロックイン処理、ハイダイナミックレンジ処理などを行ってもよい。

ロックイン処理は、具体的には、例えば、コンピュータで変調用信号を作成し，この信号に対応した所定の変調周波数でＵＶ光の照度変調を行いながら、撮像部６０により前記蛍光を所定の時間、連続又は断続的に撮像し、画像処理手段７０において変調用信号の所定の変調周波数を参照周波数としてロックイン処理を行い、ロックイン処理された画像の蛍光強度に基づいて界面破壊等の部位を決定する方法が挙げられる。当該方法によれば、ノイズを大幅に低減することができ蛍光感度が向上する。また、この方法によれば、本界面破壊率測定装置を明るい場所で使用した場合であっても蛍光をとらえることが可能となる。

[0038] またハイダイナミックレンジ処理は、具体的には、前記ＵＶ光源部５２として、ＵＶ光の照度調整が可能なものを用い、前記撮像部６０により、ＵＶ線照度の異なる条件で複数の画像を撮像し、前記画像処理手段７０において前記複数の画像をハイダイナミックレンジ処理により合成し、ハイダイナミックレンジ処理された画像の蛍光強度に基づいて界面破壊の部位を決定する方法が挙げられる。この方法によれば、蛍光強度の測定レンジを広げることができ、例えば接着剤中に蛍光強度の高い成分を含んでいる場合や、接着剤層の厚みが厚い場合においても薄層凝集破壊部を高精度で検出することができる。

[0039] ［変形例４］

第１被着体または第２被着体が微細凹凸形状などを有する場合は、走査型の装置としてもよい。具体的には、例えば、前記ＵＶ光源部５２がＵＶ光を出射する第１光ファイバーを有し、前記撮像部６０が蛍光を入射する第２光ファイバーを有する構成とし、第１光ファイバーと、第２光ファイバーとを操作して接着破断面上の接着剤残滓が発する蛍光を撮像する方法が挙げられ

る。走査型の装置とすることで、接着破断面の微細な破壊状態の判定精度も向上する。

[0040] ［変形例５］

また、第１被着体または第２被着体の微細凹凸形状を取得するために、共焦点光学系を備える界面破壊率測定装置を用いてもよい。共焦点光学系の具体的な構成としては、ＵＶ光源部５２として、レーザーダイオードなど指向性の高い光源を用いることが好ましく、またＵＶ光源部５２から前記接着破断面までの光路上に対物レンズを備える構成が挙げられ、より具体的には公知のコンフォーカル顕微鏡と同様の光学系とする方法が挙げられる。

[0041] ［変形例６］

また、第１被着体及び第２被着体が曲面など三次元形状を有する場合には、前記撮像部６０として三次元カメラを備えるものを用いることが好ましい。三次元カメラとしては、ステレオ方式、ＴｏＦ方式、又は構造化照明方式が挙げられる。

[0042] ［変形例７］

本界面破壊率測定装置及び界面破壊率測定方法は、接着剤中に蛍光を発する材料を含むことが必要である。多くの接着成分が蛍光を発するものであるが、例えば、ウレタン系接着剤の一部に蛍光を発しないものがある。この場合、接着成分であるウレタン系接着剤に、少量の蛍光物質を添加することで、本装置に適用可能な接着剤とすることができる。なお蛍光物質が少量であれば接着剤の性能を阻害せずに蛍光を発する接着組成物とすることができる。

[0043] （実施の形態２）

次に、図１２を参照して、実施の形態２の界面破壊率測定装置の構成について説明する。図１２は実施の形態２の界面破壊率測定装置２００の一例を示す模式図である。実施の形態２の界面破壊率測定装置２００は、接着破断面４０に偏光５５を照射する偏光光源部５４と、前記接着破断面４０上の接着剤残滓３１を透過した透過光４３を撮像する撮像部６３と、画像処理手段

７０とを備える。撮像部６３は透過光４３の光路上に偏光板８２を備えている。

[0044] 実施の形態２に係る界面破壊率測定装置は、接着剤を構成する高分子材料が複屈折特性を有する場合が多いことに着目し、接着剤残滓の厚みと、透過光の偏光特性に相関が見られることを考慮して完成させたものである。すなわち、接着破断面を透過した透過光を撮像し、得られた画像の各画素における光強度を解析して、当該光強度に応じて当該画素に対応する破断面の位置における破壊の形態を特定し、少なくとも界面破壊の部位、好ましくは更に薄層凝集破壊の部位、及び凝集破壊の部位の面積比率を算出するものである。

[0045] 偏光光源部５４は、接着破断面４０に偏光を照射可能な構成であればよい。例えば、偏光レーザーのような偏光光源のみの構成であってもよく、非偏光光源と偏光板の組み合わせや、非偏光光源と偏光モジュレータの組み合わせであってもよい。非偏光光源は特に限定されず、ＬＥＤ、蛍光灯など公知の光源を用いることができる。偏光板及び偏光モジュレータは、光源と接着破断面との間の光路上に設けられる。

また、接着破断面の可視光像（非偏光）を撮像する場合は、更に可視光源部を備えていてもよい（不図示）。

[0046] 撮像部６３のカメラ６２は画像処理手段への取り込みが容易なことからデジタルカメラが好ましい。偏光板８２としては、例えば１／４波長板などが挙げられる。撮像部６３の配置は、被着体１０の材質などに応じて適宜調整する。例えば被着体１０が金属など光反射性の高い材質の場合は、図１１の例に示す通り、撮像部６３は界面１１反射した透過光４３を撮像するように配置する。また被着体１０が透明フィルムなど透過性が低い場合には、撮像部６３は接着剤残滓３１と被着体１０とを透過した透過光４３を撮像するように配置する（不図示）。

[0047] 次に実施の形態２における界面破壊率測定方法について説明する。準備工程（Ｓ１０）及び撮像工程（Ｓ２０）は、実施の形態１で説明したとおりで

ある。ただし、ＵＶ光は偏光に、蛍光は透過光に読み替えるものとする。

[0048] 面積比率算出工程（Ｓ３０）について説明する。まず図１３を参照して、画像の光強度と接着剤残滓３１の厚みの関係を説明する。図１３では光の進行方向をＸ軸とし、Ｘ軸に垂直な面をＹＺ面とする。また、図１３の例では偏光５５はＺ軸方向の直線偏光とする。当該偏光５５が複屈折性を備える接着剤残滓３１を透過すると、透過光４３は楕円偏光となる。当該楕円偏光の長径方向は接着剤残滓３１の厚みに依存する。透過光４３が偏光板８２を透過することで、例えば透過光４３のＺ軸方向成分がカットされ、Ｙ軸方向成分に相当する光８３がカメラ６２に入光する。このように接着剤残滓３１の厚みに応じて、カメラ６２に入光する光強度が変化する。なお、接着剤残滓３１の厚みと光強度の相関は、線形相関とは限らない。

[0049] 図１４を参照して、面積比率算出工程（Ｓ３０）の具体例を説明する。なお、図１４の例は、クロスニコル法により、界面破壊、薄層凝集破壊、及び凝集破壊の部位を各々決定する方法であり、偏光５５及び偏光板８２は回転していない。図１４の例では、まず画像の画素ｎにおける光強度Ｉｎを参照する（Ｓ４１）。次いで当該光強度Ｉｎを所定数値範囲Ｃと比較する（Ｓ４２）。Ｉｎが所定数値範囲Ｃの範囲内である場合、接着破断面の当該画素ｎに対応する部位の破壊状態は界面破壊であると判断する。光強度Ｉｎが所定数値範囲Ｃの範囲外である場合は、更に別の所定数値範囲Ｄと比較する（Ｓ４３）。Ｉｎが所定数値範囲Ｄの範囲内である場合、接着破断面の当該画素ｎに対応する部位の破壊状態は薄層凝集破壊であると判断する。光強度Ｉｎが所定数値範囲Ｄの範囲外の場合には、接着破断面の当該画素ｎに対応する部位の破壊状態は凝集破壊であると判断する。この工程を全画素に対して行い、界面破壊の面積（画素数）、薄層凝集破壊の面積（画素数）、及び凝集破壊の面積（画素数）を各々算出し、これらの値から面積比率を算出して界面破壊率を求める。

[0050] 上記所定数値範囲Ｃ及びＤは、予め設定しておくことが好ましい。所定数値範囲Ｃは界面破壊を示す光強度の範囲であり、所定数値範囲Ｄは薄層凝集

破壊を示す光強度の範囲である。設定方法は、測定対象の接着剤と同種の接着剤を準備し、複数の厚みの塗膜を形成し、各々上記と同様の方法で、光強度を測定し、データベース化しておく方法が挙げられる。また、接着剤の複屈折特性が公知の場合は、厚みと光強度の関係を算出してデータベース化しておいてもよい。

[0051] 図１５を参照して、面積比率算出工程（Ｓ３０）の別の具体例を説明する。図１５の例では、光源の直線偏光５５、又は、前記偏光板８２のいずれか一方を所定の速度で回転させながら撮像している。これにより光強度は周期的に変化する。

撮像された画像の任意の点の位相情報に基づいて、接着剤残滓３１の厚みの差を求めることができ、これにより、界面破壊、薄層凝集破壊、および凝集破壊の部位を決定する。なお図１５では説明の明確化のため、２点に着目しているが、３点以上を用いることで複数の位相情報が得られ、界面破壊、薄層凝集破壊、および凝集破壊の部位の決定がより容易となる。

このように実施の形態２の界面破壊率測定装置及び界面破壊率測定方法によれば、界面破壊、薄層凝集破壊及び凝集破壊を高精度で測定することが可能となる。

なお直線偏光５５の回転をする方法としては、例えば、偏光光源部５４として非偏光光源と偏光板の組み合わせを用い、当該偏光板を回転することが挙げられる。

[0052] また、前記直線偏光５５又は前記偏光板８２の回転速度に基づく周波数を参照周波数としてロックイン処理を行い、ロックイン処理された画像の位相差に基づいて界面破壊の部位を決定してもよい。ロックイン処理することで、ノイズを大幅に低減することができ、界面破壊、薄層凝集破壊、および凝集破壊の部位の決定精度を向上する。

[0053] 以上、実施の形態２の界面破壊率測定装置及び界面破壊率測定方法について説明したが、本発明は上記の実施の形態２に限定されない。実施の形態２の変形例として、前記実施の形態１で説明した変形例１及び変形例３～６な

どが挙げられる。なお、実施の形態２に２以上の変形例を組み合わせて適用してもよい。

[0054] 上述の実施の形態及びその変形例は、本発明の技術内容を説明することを目的とする例示として記載されたものであり、本願に係る発明の技術的範囲をこの記載の内容に限定する趣旨ではない。本願に係る発明の技術的範囲は、明細書、図面、及び特許請求の範囲又はこれに均等の範囲において当業者が想到可能な限り、変更、置き換え、付加、省略されたものも含む。

[0055] この出願は、２０２２年７月２８日に出願された日本出願特願２０２２－１２０２００を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

[0056] １０ 第１被着体
１１ 界面
２０ 第２被着体
２１ 界面
３０ 接着層
３１ 接着剤残滓
３２ 界面破壊
３３ 凝集破壊
３４ 薄層凝集破壊
４０ 接着破断面
４１ 光
４２ 蛍光
４３ 透過光
５０ 光源部
５１ 光
５２ ＵＶ光源部
５３ ＵＶ光

５４　偏光光源部

５５　偏光

６０　撮像部

６１　画像

６２　カメラ

６３　撮像部

７０　画像処理手段

７１　入力部

７２　出力部

７３　算出部

７４　制御部

８０　記憶手段

８２　偏光板

８３　光

１００，２００，３００　界面破壊率測定装置

請求の範囲

[請求項1] 接着破断面に、光を照射する光源部と、

前記接着破断面が有する接着剤残滓を撮像する撮像部と、

撮像された画像から界面破壊の部位を決定して、その面積比率を算出する画像処理手段と、を備える、界面破壊率測定装置。

[請求項2] 前記光源部が、ＵＶ光源部であり、

前記撮像部が、前記接着剤残滓が発する蛍光を撮像する、請求項１に記載の界面破壊率測定装置。

[請求項3] 前記光源部が、偏光光源部であり、

前記撮像部が、偏光板を備え、前記接着剤残滓を透過する透過光を撮像する、請求項１に記載の界面破壊率測定装置。

[請求項4] 更に、撮像された画像を記憶する記憶手段を備える、請求項１に記載の界面破壊率測定装置。

[請求項5] 更に、前記接着破断面に可視光を照射する可視光源部を備え、

前記記憶手段が、前記接着破断面の可視光像を記憶する、請求項４に記載の界面破壊率測定装置。

[請求項6] 前記画像処理手段が、前記画像の光強度に基づいて界面破壊の部位を決定する、請求項１に記載の界面破壊率測定装置。

[請求項7] 前記画像処理手段は、前記画像の光強度に基づいて界面破壊、薄層凝集破壊、及び凝集破壊の部位を各々決定する、請求項１に記載の界面破壊率測定装置。

[請求項8] 前記撮像部は、ハイパースペクトルカメラ又はマルチスペクトルカメラを備える、請求項２に記載の界面破壊率測定装置。

[請求項9] 前記ＵＶ光源部は所定の変調周波数でＵＶ光の照度変調が可能であり、

前記撮像部は前記蛍光を所定の時間、連続又は断続的に撮像し、

前記画像処理手段が、前記所定の変調周波数を参照周波数としてロックイン処理を行い、

ロックイン処理された画像の光強度に基づいて界面破壊の部位を決定する、請求項２に記載の界面破壊率測定装置。

[請求項10] 前記ＵＶ光源部はＵＶ光の照度調整が可能であり、

前記撮像部は、ＵＶ線照度の異なる条件で複数の画像を撮像し、

前記画像処理手段が、前記複数の画像をハイダイナミックレンジ処理により合成し、

ハイダイナミックレンジ処理された画像の光強度に基づいて界面破壊の部位を決定する、請求項２に記載の界面破壊率測定装置。

[請求項11] 前記光源部が光を出射する第１光ファイバーを有し、

前記撮像部が光を入射する第２光ファイバーを有し、

前記第１光ファイバーと、前記第２光ファイバーとを走査して、前記接着剤残滓を撮像する、請求項１に記載の界面破壊率測定装置。

[請求項12] 前記ＵＶ光源部から前記接着破断面までの光路上に対物レンズを備え、

前記蛍光が共焦点光学系を介して撮像される、請求項２に記載の界面破壊率測定装置。

[請求項13] 前記撮像部が三次元カメラを備える、請求項１に記載の界面破壊率測定装置。

[請求項14] 前記三次元カメラが、ステレオ方式、ＴｏＦ方式、又は構造化照明方式である、請求項１３に記載の界面破壊率測定装置。

[請求項15] 前記撮像部は前記透過光を撮像し、

前記画像処理手段が、撮像された画像の光強度に基づいて界面破壊の部位を決定する、請求項３に記載の界面破壊率測定装置。

[請求項16] 前記偏光光源部が、直線偏光を回転させながら出射可能であるか、又は前記偏光板が回転可能であり、

前記直線偏光、又は、前記偏光板のいずれか一方を回転させながら、

前記撮像部は前記透過光を所定の時間、連続又は断続的に撮像し、

前記画像処理手段が、撮像された画像の任意の点の位相情報に基づいて界面破壊、薄層凝集破壊、および凝集破壊の部位を決定する、請求項３に記載の界面破壊率測定装置。

[請求項17] 前記画像処理手段が、前記直線偏光又は前記偏光板の回転速度に基づく周波数を参照周波数としてロックイン処理を行い、

ロックイン処理された画像の位相差に基づいて界面破壊の部位を決定する、請求項１６に記載の界面破壊率測定装置。

[請求項18] 接着破断面にＵＶ光又は偏光を照射し、

前記接着破断面が有する接着剤残滓が発する蛍光、又は、前記接着剤残滓を透過した透過光を撮像し、

得られた画像から界面破壊の部位を決定して、その面積比率を算出する、界面破壊率測定方法。

[請求項19] 第１接着破断面と、対向する第２接着破断面とを各々撮像する、請求項１８に記載の界面破壊率測定方法。

[請求項20] 前記接着破断面の周縁にマスキングを行う、請求項１８に記載の界面破壊率測定方法。

[請求項21] 接着成分が蛍光を発しない場合、接着剤として当該接着成分に蛍光物質を添加した接着組成物を用いる、請求項１８に記載の界面破壊率測定方法。

[図1]

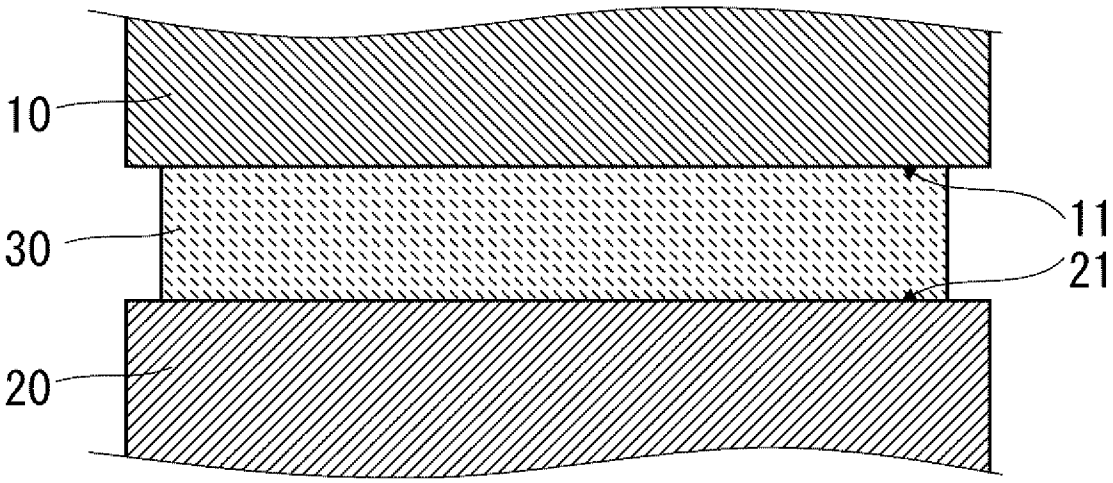


Fig. 1

[図2]

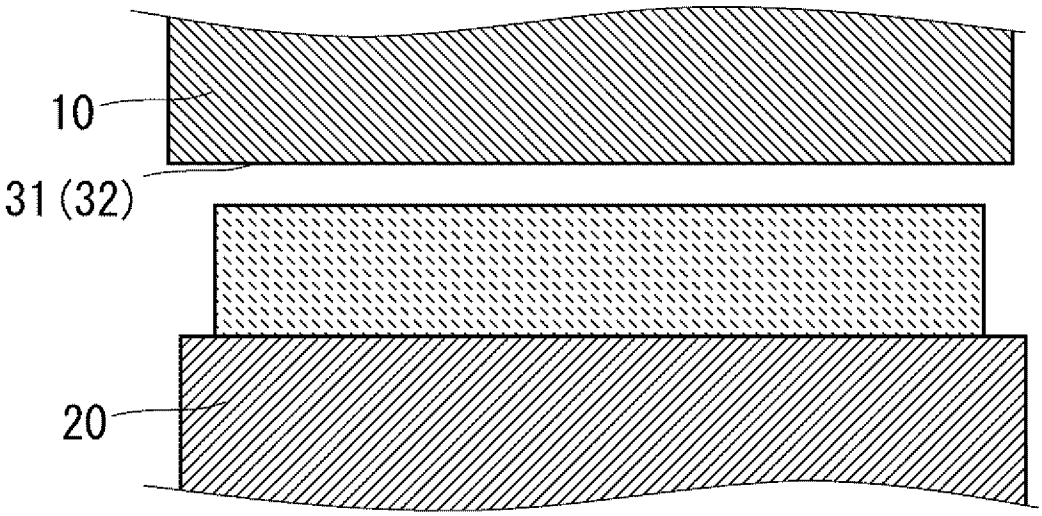


Fig. 2

[図3]

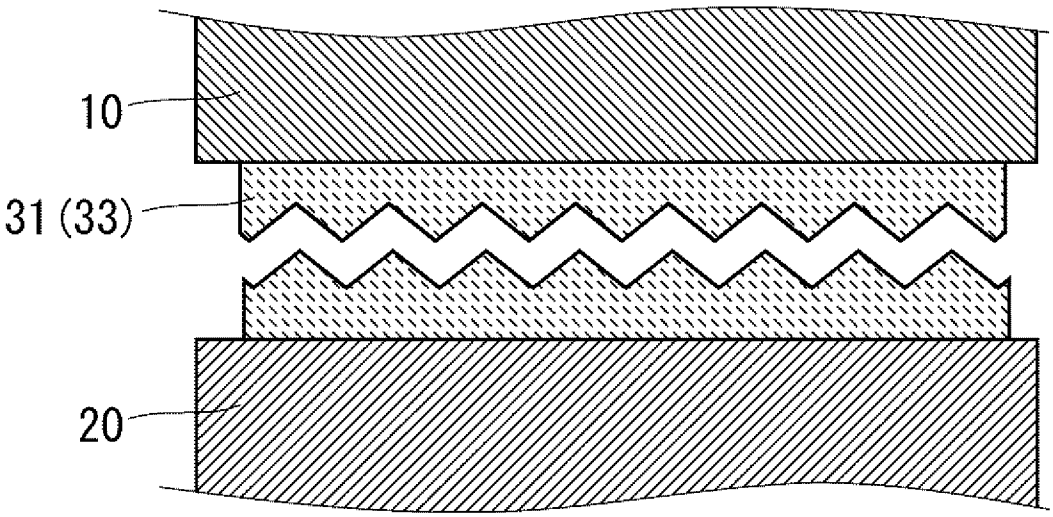


Fig. 3

[図4]

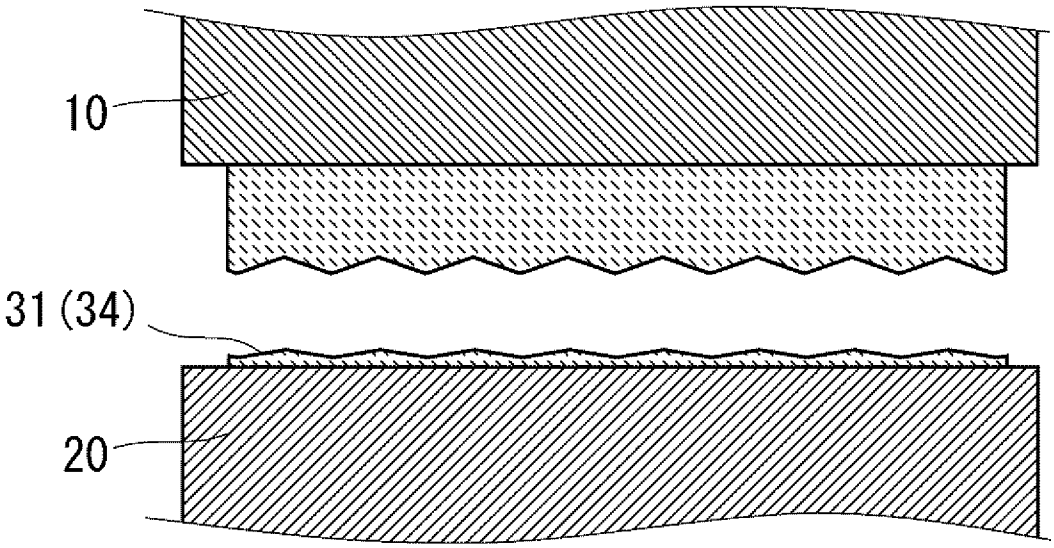


Fig. 4

[図5]

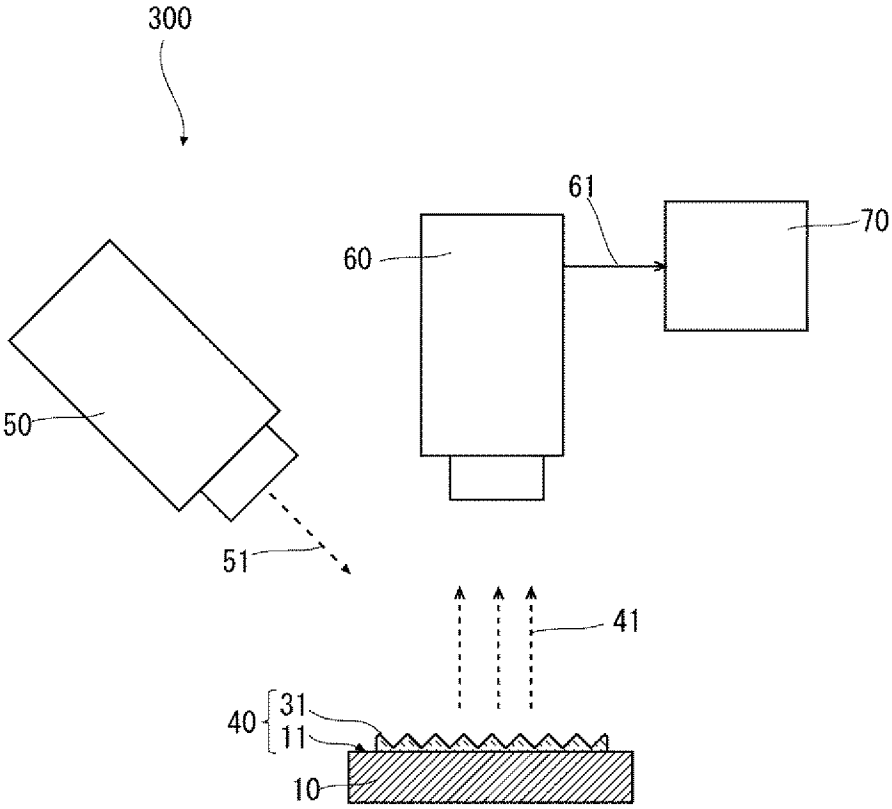


Fig. 5

[図6]

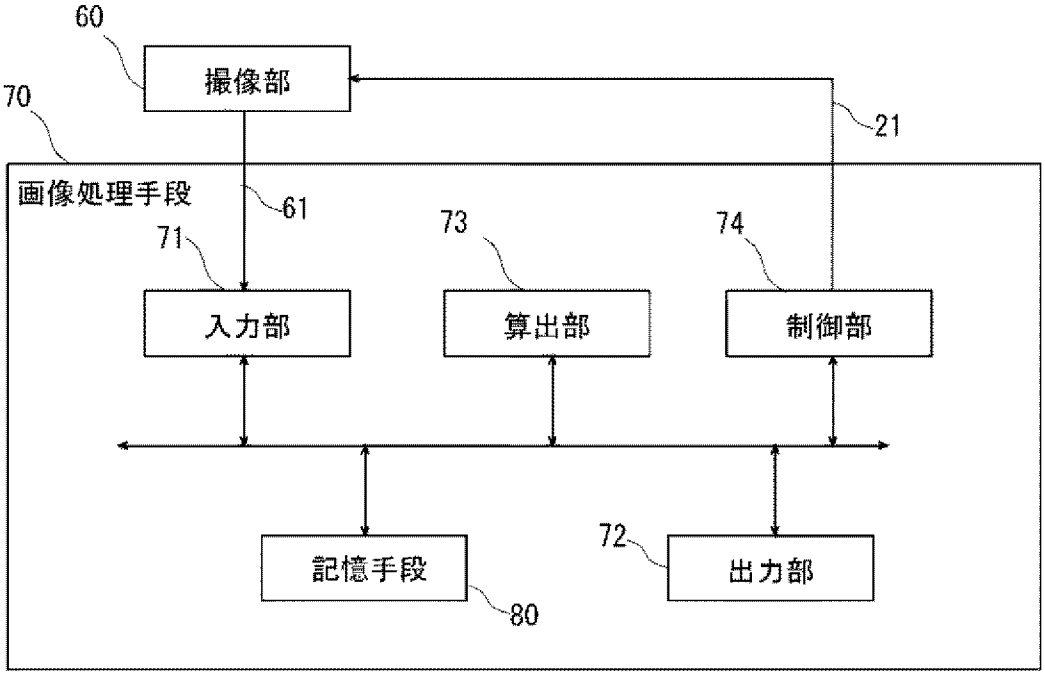


Fig. 6

[図7]

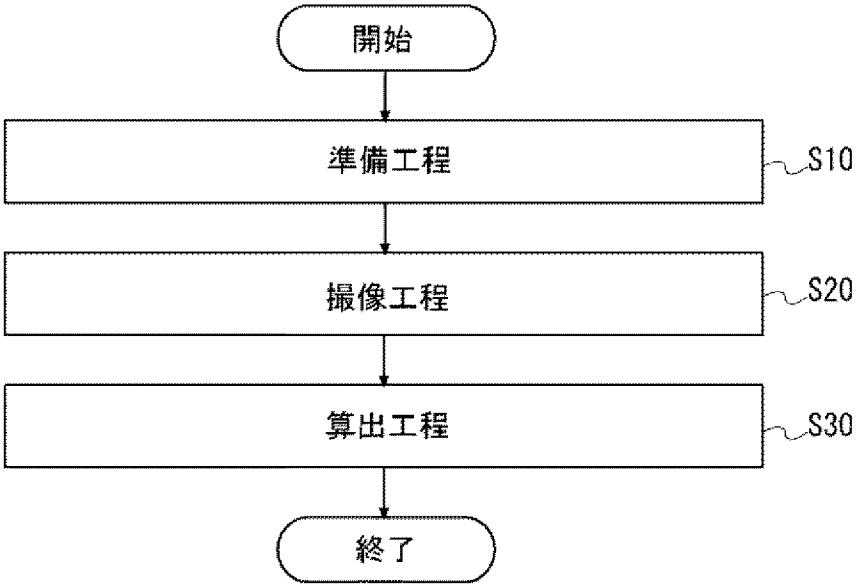


Fig. 7

[図8]

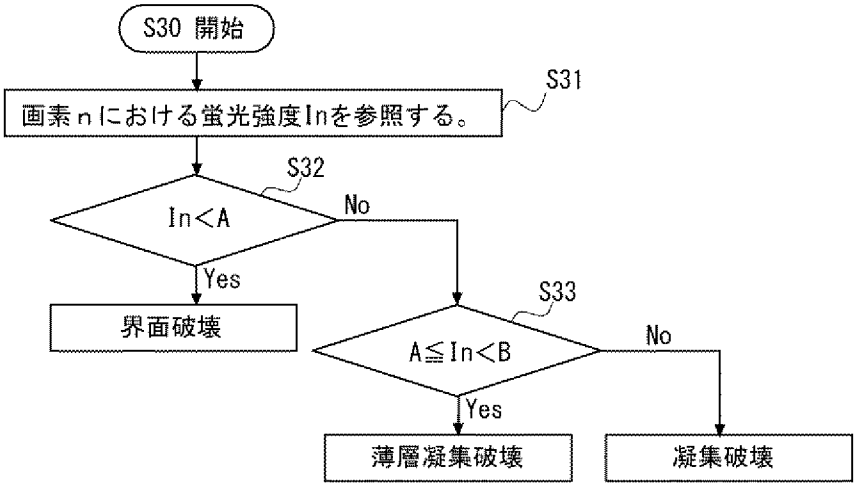


Fig. 8

[図9]

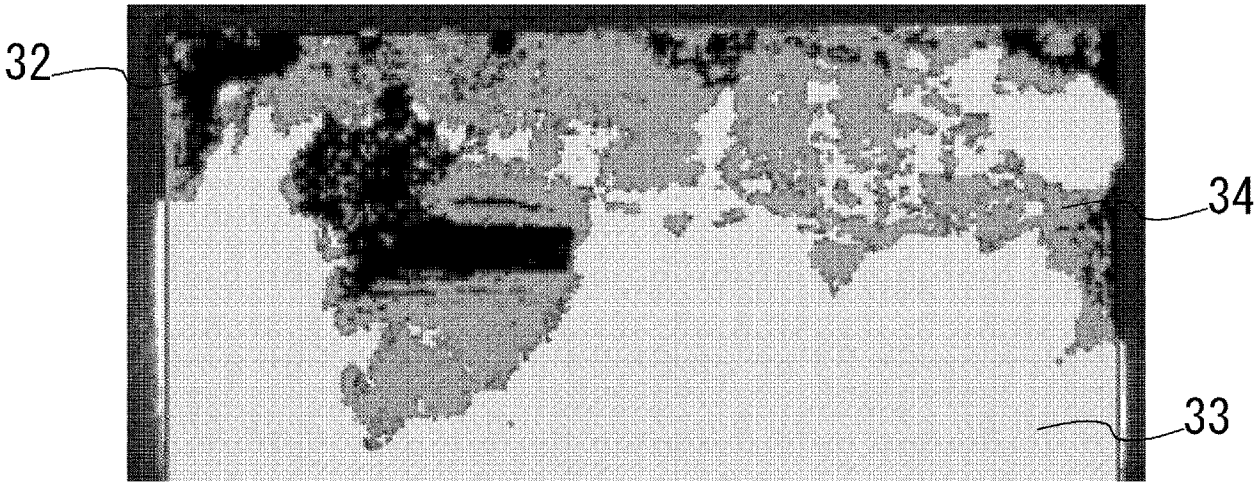


Fig. 9

[図10]

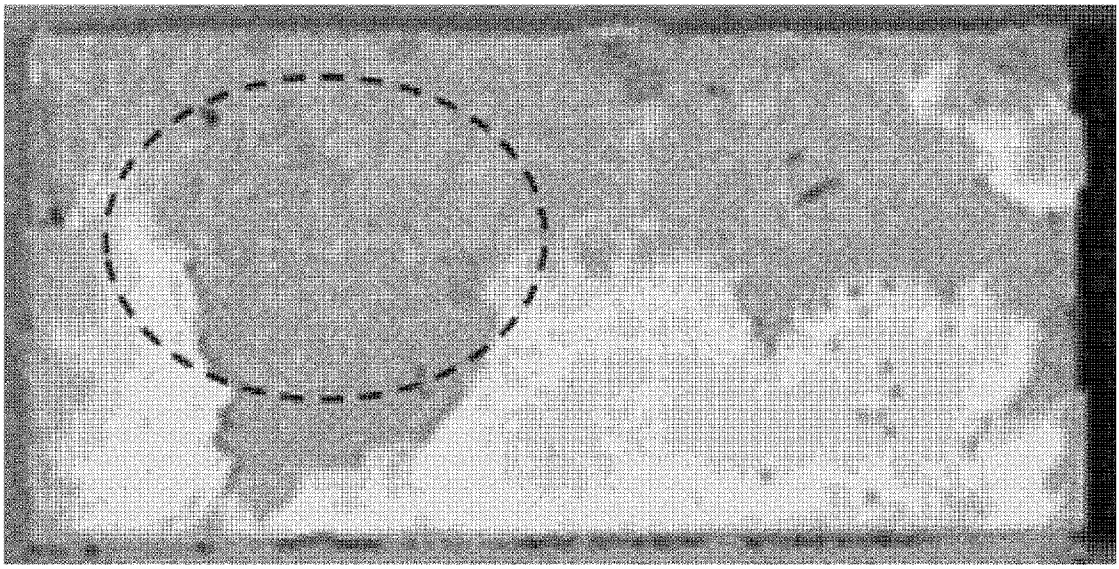


Fig. 10

[図11]

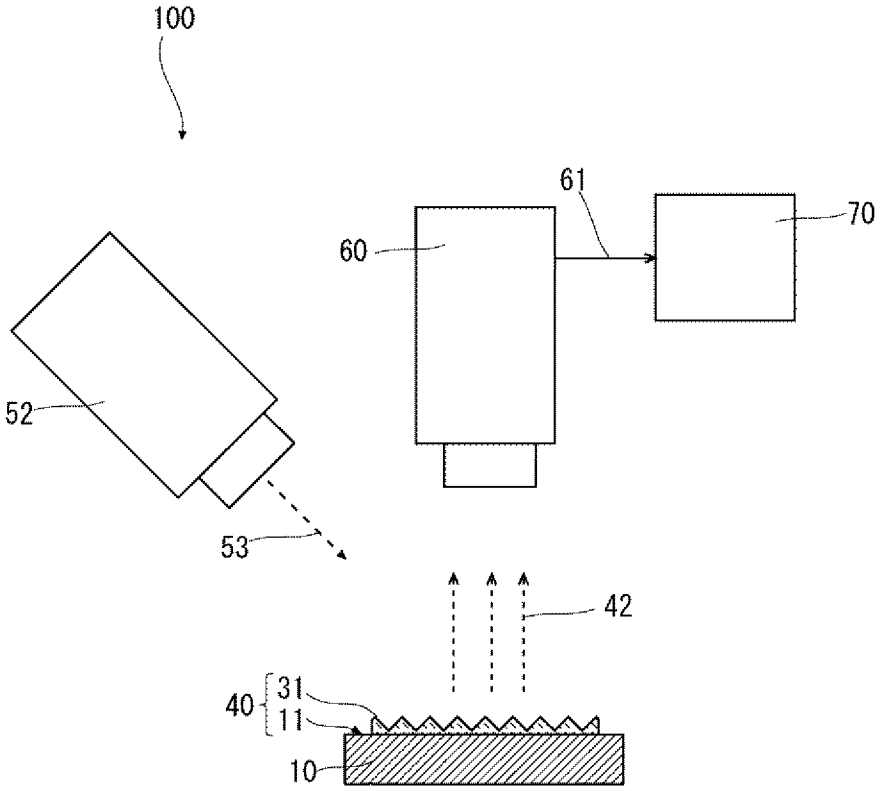


Fig. 11

[図12]

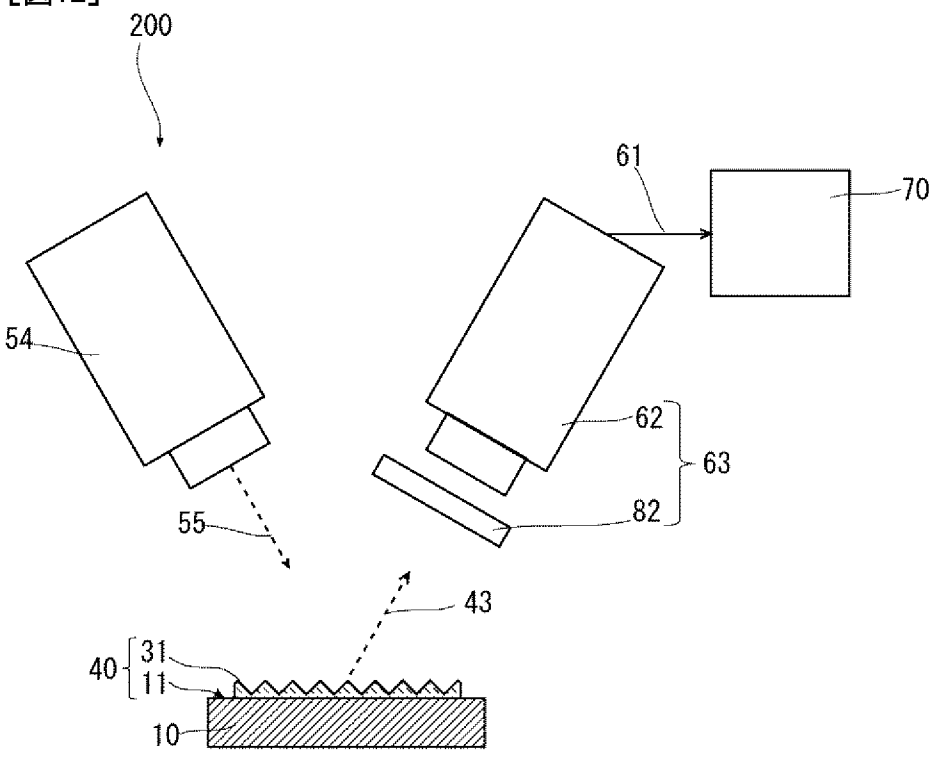


Fig. 12

[図13]

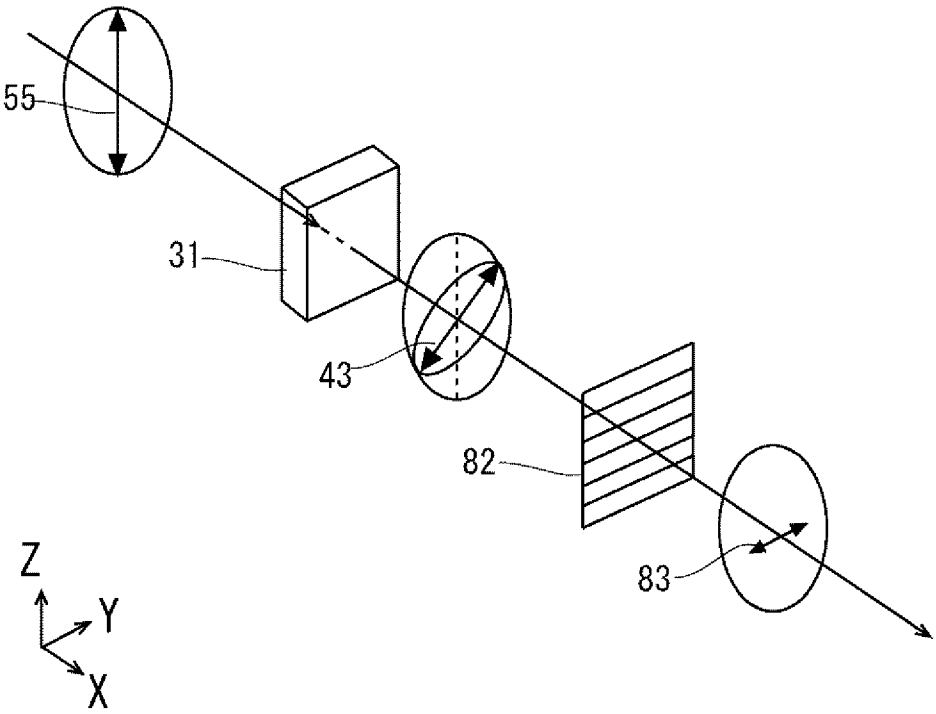


Fig. 13

[図14]

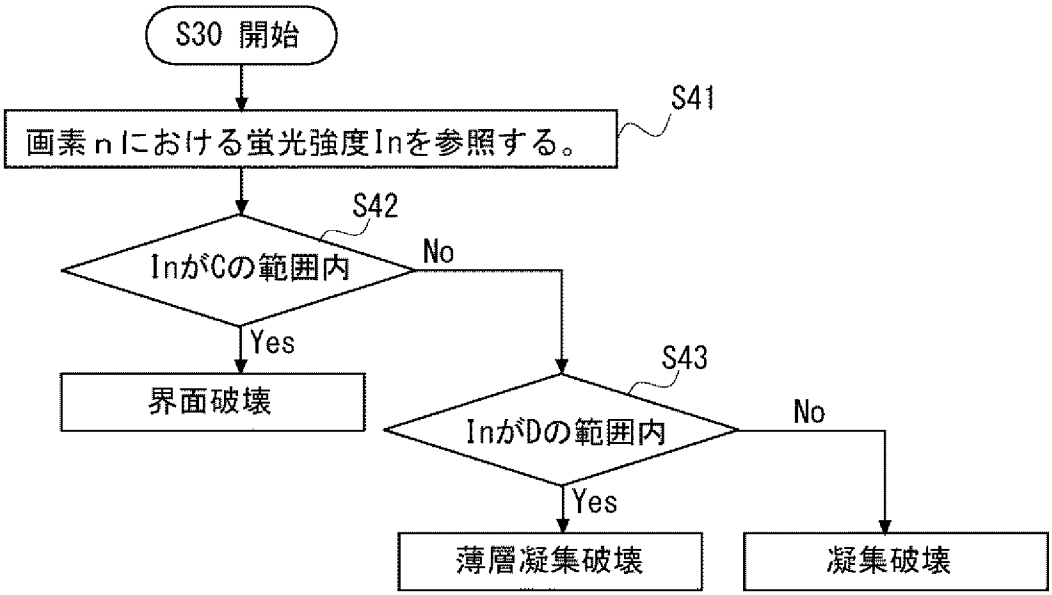
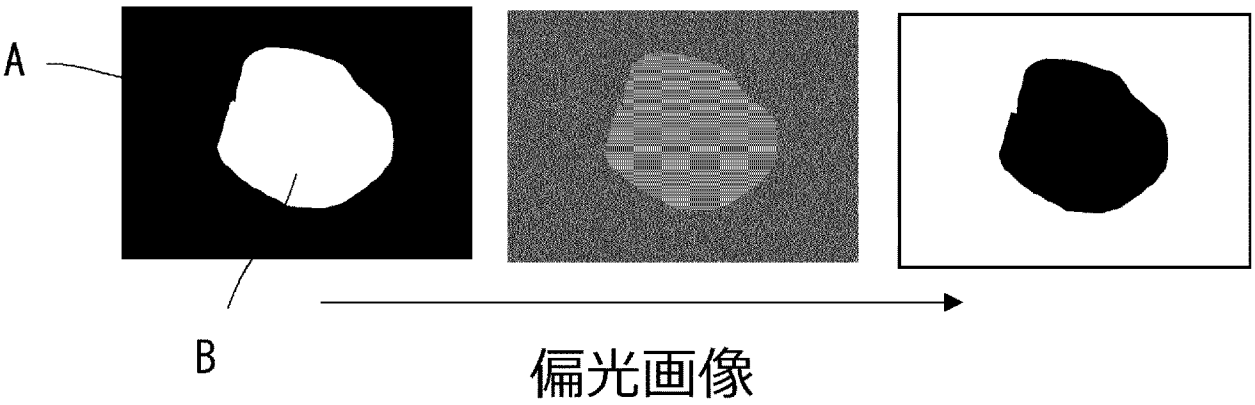


Fig. 14

[図15]



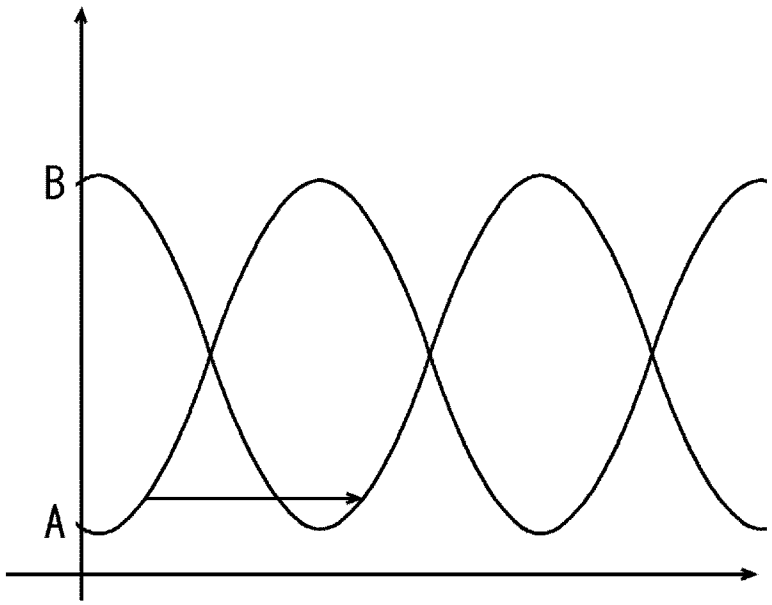


Fig. 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/027482

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 19/04(2006.01)i
FI: G01N19/04 Z

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)

G01N19/04

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 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
X	WO 2021/193609 A1 (MITSUBISHI CHEMICAL CORPORATION) 30 September 2021 (2021-09-30) paragraphs [0043], [0054]-[0055]	1, 3-7, 11, 15, 18-20
Y		2, 8-9, 12-14, 16-17, 21
A		10
Y	JP 5-331438 A (SONY CORP) 14 December 1993 (1993-12-14) paragraphs [0008]-[0009], [0015], fig. 1	2, 8-9, 12, 21
Y	JP 2018-181204 A (UNIV AKITA) 15 November 2018 (2018-11-15) paragraph [0014]	8
Y	JP 2002-000548 A (OLYMPUS OPTICAL CO LTD) 08 January 2002 (2002-01-08) paragraphs [0002]-[0008], fig. 12	9
Y	JP 2001-091850 A (OLYMPUS OPTICAL CO LTD) 06 April 2001 (2001-04-06) paragraphs [0013]-[0019], fig. 1	12

☑ 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
21 August 2023	**05 September 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/027482

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2022-107877 A (PANASONIC IP MAN CORP) 25 July 2022 (2022-07-25) paragraph [0023], fig. 3	13-14
Y	JP 8-327498 A (UNIE OPT KK) 13 December 1996 (1996-12-13) paragraphs [0049]-[0060], fig. 1	16-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/027482

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2021/193609 A1	30 September 2021	US 2023/0040679 A1 paragraphs [0086]-[0087], [0108]-[0111]	
JP 5-331438 A	14 December 1993	(Family: none)	
JP 2018-181204 A	15 November 2018	(Family: none)	
JP 2002-000548 A	08 January 2002	(Family: none)	
JP 2001-091850 A	06 April 2001	US 6693945 B1 column 2, line 63 to column 3, line 46, fig. 1	
JP 2022-107877 A	25 July 2022	(Family: none)	
JP 8-327498 A	13 December 1996	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/027482

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））
G01N 19/04(2006.01)i
FI: G01N19/04 Z

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））
G01N19/04

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　１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報　１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報　１９９４－２０２３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
X	WO 2021/193609 A1（三菱ケミカル株式会社）30.09.2021（2021-09-30） 段落[0043],[0054]-[0055]	1,3-7,11,15,18-20
Y		2,8-9,12-14,16-17,21
A		10
Y	JP 5-331438 A（ソニー株式会社）14.12.1993（1993-12-14） 段落[0008]-[0009],[0015],図1	2,8-9,12,21
Y	JP 2018-181204 A（国立大学法人秋田大学）15.11.2018（2018-11-15） 段落[0014]	8
Y	JP 2002-000548 A（オリンパス光学工業株式会社）08.01.2002（2002-01-08） 段落[0002]-[0008],図12	9
Y	JP 2001-091850 A（オリンパス光学工業株式会社）06.04.2001（2001-04-06） 段落[0013]-[0019],図1	12

☑ 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抵触するものではなく、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
21.08.2023	05.09.2023

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
鴨志田　健太 2J 2578

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

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 2022-107877 A (パナソニックIPマネジメント株式会社) 25.07.2022 (2022-07-25) 段落[0023],図3	13-14
Y	JP 8-327498 A (有限会社ユニオプト) 13.12.1996 (1996-12-13) 段落[0049]-[0060],図1	16-17

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/027482

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2021/193609 A1	30.09.2021	US 2023/0040679 A1 段落[0086]-[0087],[0108]-[0111]	
JP 5-331438 A	14.12.1993	（ファミリーなし）	
JP 2018-181204 A	15.11.2018	（ファミリーなし）	
JP 2002-000548 A	08.01.2002	（ファミリーなし）	
JP 2001-091850 A	06.04.2001	US 6693945 B1 第2欄第63行-第3欄第46行,図1	
JP 2022-107877 A	25.07.2022	（ファミリーなし）	
JP 8-327498 A	13.12.1996	（ファミリーなし）	