

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5656894号  
(P5656894)

(45) 発行日 平成27年1月21日(2015.1.21)

(24) 登録日 平成26年12月5日(2014.12.5)

(51) Int. Cl. F 1  
G 0 1 L 1/24 (2006.01) G 0 1 L 1/24 Z

請求項の数 13 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2012-22165 (P2012-22165)	(73) 特許権者	390005175 株式会社アドバンテスト 東京都練馬区旭町1丁目32番1号
(22) 出願日	平成24年2月3日(2012.2.3)	(74) 代理人	110000877 龍華国際特許業務法人
(65) 公開番号	特開2013-160610 (P2013-160610A)	(72) 発明者	藤野 昌男 東京都練馬区旭町1丁目32番1号 株式 会社アドバンテスト内
(43) 公開日	平成25年8月19日(2013.8.19)	(72) 発明者	早川 俊昭 東京都練馬区旭町1丁目32番1号 株式 会社アドバンテスト内
審査請求日	平成24年2月23日(2012.2.23)	審査官	里村 利光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 接触圧力検出装置および接点圧力測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

対象物が接触して圧力が印加されるセンサ部と、  
圧力が印加された前記センサ部に、ラマン散乱を生じさせる波長の光を照射する光源部と、

前記センサ部からの光を受光して、前記対象物と前記センサ部との間の圧力を検出する検出部と、

を備え、

前記センサ部は、

前記光源部が照射する光を透過させる基板部と、

前記基板部の一方の面に形成され、前記対象物が接触して圧力が印加されると、前記波長の入力光に対してラマン散乱を生じさせる散乱部と、

を有し、

前記光源部は、前記基板部の他方の面側から前記散乱部に光を照射する接触圧力検出装置。

【請求項2】

前記散乱部は、前記基板部の一方の面に略均一な厚さで形成され、

当該厚さは前記光源部が照射する光の前記散乱部に対する吸収深度以下である請求項1に記載の接触圧力検出装置。

【請求項3】

前記基板部は、圧力が印加されても前記光源部が照射する光に対してラマン散乱を生じない材料により形成される請求項2に記載の接触圧力検出装置。

【請求項4】

前記検出部は、

前記センサ部から入力される光のうち、前記光源部が照射する光の波長と略同一の波長の光を低減させる光フィルタと、

前記光フィルタを通過した光の波長を測定する波長測定部と、  
を有し、

前記散乱部が生じさせるラマン散乱に応じて、前記光源部が照射する光に生じさせる波長シフト量を検出する請求項1から3のいずれか一項に記載の接触圧力検出装置。

10

【請求項5】

前記検出部に接続され、予め定められた波長シフト量と印加圧力の対応関係に基づき、検出された前記波長シフト量から、前記対象物が前記センサ部に印加した接触圧力を算出する算出部を備える請求項4に記載の接触圧力検出装置。

【請求項6】

前記散乱部は、前記基板部とは反対側の一方の面に、前記光源部が照射する光を反射する反射膜を更に有する請求項1から5のいずれか一項に記載の接触圧力検出装置。

【請求項7】

前記散乱部は、可視光の入力光に対してラマン散乱を生じさせる材料により形成され、  
前記光源部は、前記散乱部に可視光を照射する

20

請求項1から6のいずれか一項に記載の接触圧力検出装置。

【請求項8】

前記散乱部はシリコンを含む請求項1から7のいずれか一項に記載の接触圧力検出装置

【請求項9】

前記基板部はガラスで形成される請求項1から8のいずれか一項に記載の接触圧力検出装置。

【請求項10】

前記光源部は、前記センサ部に照射する光を走査し、

前記検出部は、前記センサ部からの光を受光して、前記光源部が光を前記センサ部に照射した位置と対応づけて前記対象物と前記センサ部との間の接触圧力を検出し、

30

前記対象物が前記センサ部に印加した圧力の平面分布を検出する請求項1から9のいずれか一項に記載の接触圧力検出装置。

【請求項11】

被試験デバイスの電極の接触圧力を測定する接点圧力測定装置であって、

前記被試験デバイスを載置して、前記被試験デバイスの電極を前記センサ部に押し当てて固定する固定部と、

請求項1から10のいずれか一項に記載の接触圧力検出装置と、  
を備える

接点圧力測定装置。

40

【請求項12】

前記固定部は、フィルム状のパッケージ材料でパッケージ化した前記被試験デバイスおよび前記センサ部を固定する請求項11に記載の接点圧力測定装置。

【請求項13】

対象物がセンサ部に接触して圧力が印加されるセンサ段階と、

圧力が印加された前記センサ部に、ラマン散乱を生じさせる波長の光を照射する照射段階と、

前記センサ部からの光を受光して、前記対象物と前記センサ部との間の圧力を検出する検出段階と、

を備え、

50

前記センサ部は、  
 前記ラマン散乱を生じさせる波長の前記光を透過させる基板部と、  
 前記基板部の一方の面に形成され、前記対象物が接触して圧力が印加されると、前記波長の入力光に対してラマン散乱を生じさせる散乱部と、  
 を有し、  
 前記光照射段階は、前記基板部の他方の面側から前記散乱部に光を照射する接触圧力検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、接触圧力検出装置および接点圧力測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、圧力は、荷重センサ、半導体歪みゲージ式センサ、圧電抵抗型センサ、光ファイバ式センサ、またはプラズモン共鳴式センサ等を用いて計測していた（例えば、特許文献1参照）。

特許文献1 特開2011-158317号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、これらの計測装置を用いて、例えば、30 $\mu$ m程度の狭ピッチで配列された直径20 $\mu$ m程度の複数の凸部が平面に接触する場合の接触圧力を、当該凸部毎に計測することは困難であった。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の第1の態様においては、対象物が接触して圧力が印加されるセンサ部と、圧力が印加されたセンサ部に、ラマン散乱を生じさせる波長の光を照射する光源部と、センサ部からの反射光を受光して、対象物とセンサ部との間の圧力を検出する検出部と、を備える接触圧力検出装置を提供する。

【0005】

本発明の第2の態様においては、被試験デバイスの電極の接触圧力を測定する接点圧力測定装置であって、被試験デバイスを載置して、被試験デバイスの電極をセンサ部に押し当てて固定する固定部と、圧力検査装置と、を備える接点圧力測定装置を提供する。

【0006】

なお、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本実施形態に係る接触圧力検出装置100の構成例を示す。

【図2】本実施形態に係る接点圧力測定装置200の構成例を被試験デバイス210と共に示す。

【図3】本実施形態に係る接点圧力測定装置200の動作フローを示す。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0009】

図1は、本実施形態に係る接触圧力検出装置100の構成例を示す。接触圧力検出装置100は、対象物が接触して圧力が印加された部位に光を照射し、照射した光に対するラ

10

20

30

40

50

マン散乱を検出することで当該対象物の接触圧力を検出する。接触圧力検出装置 100 は、光源部 110 と、ハーフミラー 114 と、センサ部 120 と、検出部 130 と、算出部 150 と、を備える。

**【0010】**

光源部 110 は、センサ部 120 に光を照射する。光源部 110 は、圧力が印加されたセンサ部 120 に、ラマン散乱を生じさせる波長の光を照射する。光源部 110 は、レーザー光源を有し、レーザー光をセンサ部 120 に照射してよい。光源部 110 は、可視光を出力してよい。光源部 110 は、ミラー 112、および/またはレンズ等の光学系を有し、出力光の射出方向および/または焦点位置を調整してよい。光源部 110 は、ハーフミラー 114 を介してセンサ部 120 に光を照射する。

10

**【0011】**

ハーフミラー 114 は、光源部 110 からの光の一部を反射または透過して、センサ部 120 に当該光を照射する。また、ハーフミラー 114 は、センサ部 120 からの光の一部を透過または反射する。図中において、ハーフミラー 114 は、光源部 110 からの光の一部を反射してセンサ部 120 に当該光を照射し、かつ、センサ部 120 からの光の一部を透過する例を示す。

**【0012】**

センサ部 120 は、対象物が接触して圧力が印加される。センサ部 120 は、印加された圧力に応じて入力光のラマン散乱を発生させ、入力光が入射される方向に当該ラマン散乱光を出力する。センサ部 120 は、基板部 122 と、散乱部 124 とを有する。

20

**【0013】**

基板部 122 は、光源部 110 が照射する光を透過させる。基板部 122 は、圧力が印加されても光源部 110 が照射する光に対してラマン散乱を生じない材料により形成されてよい。これに代えて、基板部 122 は、散乱部 124 が生じるラマン散乱の散乱強度に比べて弱い強度のラマン散乱を生じさせてよい。この場合、またはこれに代えて、基板部 122 は、散乱部 124 が生じるラマン散乱の波長シフト量に比べて異なるシフト量のラマン散乱を生じさせてよい。基板部 122 は、ガラスで形成されてよい。

**【0014】**

散乱部 124 は、基板部 122 の一方の面に形成され、対象物が接触して圧力が印加されると、入力光の波長に対してラマン散乱を生じさせる。ラマン散乱は、照射した光の波長と同じ波長の光を散乱させるレイリー散乱とは異なり、物質を構成する分子等の振動に応じて、照射された光の波長を変化させて散乱させる現象である。ラマン散乱は、物質の内部状態に起因するので、当該物質に圧力が印加されると構成分子等の状態が変化して、当該圧力に応じて散乱光の波長を変化させる。即ち、散乱部 124 は、対象物からの接触圧力に応じて、光源部 110 から照射される光の波長とは異なる波長の光を出力する。

30

**【0015】**

ここで、散乱部 124 は、基板部 122 側の一方の面から光源部 110 の光が入力される。即ち、光源部 110 は、基板部 122 の他方の面側から散乱部 124 に光を照射する。これによって、光源部 110 は、散乱部 124 に接触して圧力が印加される部位に光を照射することができる。また、散乱部 124 は、ラマン散乱光の一部を、光源部 110 の光が入力する方向に出力する。即ち、散乱部 124 は、散乱部 124 の圧力が印加される面とは反対側の面にラマン散乱光を出力する。

40

**【0016】**

散乱部 124 は、基板部 122 の一方の面に略均一な厚さで形成され、当該厚さは光源部 110 が照射する光の散乱部 124 に対する吸収深度以下でよい。ここで、散乱部 124 の吸収深度は、散乱部 124 に照射された光の強度が散乱部 124 を通過するにつれて減衰して、入力強度の略  $1/e$  に減衰するまでの距離を示す。これによって、散乱部 124 は、圧力が印加される部位である散乱部 124 の基板部 122 とは反対側の面まで入力光を到達させることができる。即ち、散乱部 124 は、圧力印加によって変形してラマン散乱を発生させる散乱部 124 内の領域に入力光を照射させて効率的にラマン散乱を発生

50

することができる。

【0017】

散乱部124は、基板部122とは反対側の一方の面に、光源部110が照射する光を反射する反射膜を更に有してよい。これによって、散乱部124は、光源部110からの入力光のうち散乱部124を透過する成分を再び散乱部124の方向へ入射させて、効率的にラマン散乱を発生することができる。

【0018】

散乱部124は、可視光の入力光に対してラマン散乱を生じさせる材料により形成されてよい。散乱部124はシリコンを含んでよい。一例として、センサ部120は、ガラス基板で形成された基板部122の上面に、散乱部124としてシリコンが形成される。ここで、シリコンは、結晶、多結晶、またはアモルファスであってよい。これに代えて、散乱部124は、半導体材料、または高分子材料等の、ラマン散乱を生じさせる材料で形成されてよい。散乱部124は、発生させるラマン散乱光のうちの一部を、検出部130の方向へと出力する。

10

【0019】

検出部130は、センサ部120からの光を受光して、対象物とセンサ部120との間の圧力を検出する。図中において、検出部130は、センサ部120から出力される光のうち、ハーフミラー114を透過した一部の光が入力される例を示す。検出部130は、光フィルタ132と、波長測定部140とを有する。

【0020】

光フィルタ132は、センサ部120から入力される光のうち、光源部110が照射する光の波長と略同一の波長の光を低減させる。また、光フィルタ132は、センサ部120から入力される光のうち、ラマン散乱光はほとんど低減させない透過特性を有する。即ち、光フィルタ132は、センサ部120から入力される光のうち、ノイズ成分となる光の成分を低減させる。

20

【0021】

波長測定部140は、光フィルタ132を通過した光の波長を測定する。波長測定部140は、散乱部124が生じさせるラマン散乱に応じて、光源部110が照射する光に生じさせる波長シフト量を検出する。一例として、波長測定部140は、入力光を分光して波長に対する光強度を示すスペクトルを測定する分光器を含んでよい。

30

【0022】

これによって、波長測定部140は、光源部110が出力する光とは異なる波長の光を検出したか否かによって、ラマン散乱が生じたか否かを検出する。また、波長測定部140は、光源部110が出力する光とは異なる波長の光について、光源部110が出力する光の波長からの波長シフト量を検出することで、接触圧力の大きさを検出する。

【0023】

算出部150は、検出部130に接続され、予め定められた波長シフト量と印加圧力の対応関係に基づき、検出された波長シフト量から、対象物がセンサ部120に印加した接触圧力を算出する。算出部150は、センサ部120への接触圧力と波長シフト量とを予め測定して対応関係を記憶し、検出部130が検出した波長シフト量から接触圧力を算出してよい。

40

【0024】

例えば、シリコンで形成された散乱部124は、可視帯域の波長の光を照射した場合、100MPa程度の接触圧力に応じて略1nm程度波長シフトさせたラマン散乱光を出力する。算出部150は、このような接触圧力と波長シフト量の対応関係から、接触圧力を算出する。

【0025】

以上のように、本実施形態に係る接触圧力検出装置100によれば、センサ部120に接触して印加される圧力を検出することができる。また、接触圧力検出装置100は、光源部110から照射される光のラマン散乱光の波長シフト量に応じて接触圧力を検出する

50

ので、光源部 110 が照射する光をビーム状にして当該照射ビーム径を絞り込むことで、微細な領域の接触圧力を検出することができる。

【0026】

また、接触圧力検出装置 100 は、ラマン散乱光の波長シフト量に基づいて接触圧力を検出するので、ラマン散乱光強度の強弱とはほとんど関係なく検出することができ、光学系の自由度を増すことができる。また、接触圧力検出装置 100 は、ラマン散乱光の波長シフト量を検出するので、光源部 110、ミラー 112、ハーフミラー 114、検出部 130、および算出部 150 は、ラマン顕微鏡 160 が有する構成部品であってよい。この場合、接触圧力検出装置 100 は、当該ラマン顕微鏡 160 がセンサ部 120 のラマン散乱光を検出することで、センサ部 120 に印加された接触圧力を検出する。

10

【0027】

また、接触圧力検出装置 100 は、センサ部 120 の複数箇所の接触圧力を検出してよい。例えば、光源部 110 は、センサ部 120 に照射する光を走査し、検出部 130 は、センサ部 120 からの光を受光して、光源部 110 が光をセンサ部 120 に照射した位置と対応づけて対象物とセンサ部 120 との間の接触圧力を検出し、対象物がセンサ部 120 に印加した圧力の平面分布を検出する。

【0028】

これに代えて、接触圧力検出装置 100 は、光源部 110 からセンサ部 120 に照射される光の光軸を Z 軸とした場合に、センサ部 120 を XY ステージ等に固定してセンサ部 120 を X または Y 方向に動かしてよい。この場合、検出部 130 は、当該 XY ステージの移動に応じてセンサ部 120 に照射される光の位置と対応づけて、対象物とセンサ部 120 との間の接触圧力を検出することで、対象物がセンサ部 120 に印加した圧力の平面分布を検出することができる。

20

【0029】

図 2 は、本実施形態に係る接点圧力測定装置 200 の構成例を被試験デバイス 210 と共に示す。本実施形態の接点圧力測定装置 200 において、図 1 に示された本実施形態に係る接触圧力検出装置 100 の動作と略同一のものには同一の符号を付け、説明を省略する。接点圧力測定装置 200 は、被試験デバイス 210 の接点となる電極の接触圧力を測定する。

【0030】

被試験デバイス 210 は、アナログ回路、デジタル回路、メモリ、およびシステム・オン・チップ (SOC) 等の半導体デバイスでよい。被試験デバイス 210 は、BGA (Ball Grid Array) または LGA (Land Grid Array) 等の電極を有してよい。これに代えて、SOJ (Small Outline J-lead)、PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier)、QFP (Quad Flat Package)、または SOP (Small Outline Package) 等の端子を有してよい。

30

【0031】

接点圧力測定装置 200 は、被試験デバイス 210 が有するこれら接点電極の接触圧力を測定する。本実施例において、接点圧力測定装置 200 は、複数の BGA 電極 212 を有する被試験デバイス 210 の、それぞれの BGA 電極 212 の接触圧力を測定する例を説明する。接点圧力測定装置 200 は、固定部 220 を更に備える。

40

【0032】

固定部 220 は、被試験デバイス 210 を載置して、被試験デバイス 210 の電極をセンサ部 120 に押し当てて固定する。固定部 220 は、センサ部 120 を固定する側に設けられ、光源部 110 からの光を通して、被試験デバイス 210 の電極に当該光を照射させる開口部 222 を有する。接点圧力測定装置 200 は、被試験デバイス 210 の BGA 電極 212 がセンサ部 120 に接触する部分に光を照射して、ラマン散乱を検出することで、BGA 電極 212 の接触圧力を測定することができる。

【0033】

50

ここで、固定部 220 は、予め定められた圧力で被試験デバイス 210 をセンサ部 120 に押し当ててよい。これによって、接点圧力測定装置 200 は、被試験デバイス 210 を押し付ける圧力と、BGA 電極 212 がセンサ部 120 に印加する接触圧力との関係を測定することができる。

【0034】

また、固定部 220 は、被試験デバイス 210 を固定したまま、X または Y 方向に動かす XY ステージ等を有してよい。これに代えて、または、これに加えて、光源部 110 は、センサ部 120 に照射する光を走査してよい。これによって、接点圧力測定装置 200 は、被試験デバイス 210 が有する複数の BGA 電極 212 のそれぞれの接触圧力を測定することができる。

10

【0035】

ここで、被試験デバイス 210 は、BGA 電極 212 が形成される面とは反対側の面に、パッケージ材料 214 を有してよい。また、センサ部 120 は、BGA 電極 212 が接触する面とは反対側の面に、パッケージ材料 126 を有してよい。ここで、パッケージ材料 214 および 126 は、被試験デバイス 210 をパッケージする材料と同一の材料でよい。また、パッケージ材料 214 および 126 は、フィルム状に形成されてよい。

【0036】

また、1つのパッケージ材料 214 が被試験デバイス 210 およびセンサ部 120 を収容し、固定部 220 は、パッケージ化した被試験デバイス 210 およびセンサ部を固定してもよい。これにより、接点圧力測定装置 200 は、被試験デバイス 210 がパッケージに収容された状態における接触圧力を測定することができる。

20

【0037】

ここで、例えば、光源部 110 は、可視域のレーザ光源を用いることで、ビーム径を 1  $\mu\text{m}$  程度以下にすることができ、また、XY ステージの動作精度を 1  $\mu\text{m}$  以下にすることもできる。即ち、ラマン顕微鏡自体、位置分解能を 1  $\mu\text{m}$  以下程度にすることができるので、接点圧力測定装置 200 は、微細な領域の接触圧力を検出することができる。したがって、接点圧力測定装置 200 は、例えば、30  $\mu\text{m}$  程度のピッチで配列された直径 20  $\mu\text{m}$  程度の複数の凸部が平面に接触する場合の接触圧力を、当該凸部毎に計測することができる。

【0038】

30

図 3 は、本実施形態に係る接点圧力測定装置 200 の動作フローを示す。固定部 220 は、被試験デバイス 210 を固定する (S300)。固定部 220 は、被試験デバイス 210 をセンサ部 120 に押し当てた状態で固定する。

【0039】

次に、接点圧力測定装置 200 は、測定位置を決定する (S310)。ここで、接点圧力測定装置 200 は、固定部 220 を X または Y 方向に移動させてよく、これに代えて、光源部 110 からの光を走査させてよい。接点圧力測定装置 200 は、被試験デバイス 210 が有する複数の BGA 電極 212 のうち、一の BGA 電極 212 がセンサ部 120 に接触している部位に、光源部 110 からの光が照射されるように固定部 220 および / または光源部 110 からの光の照射位置を動かす。

40

【0040】

次に、検出部 130 は、センサ部 120 からのラマン散乱光を検出する (S320)。次に、算出部は、検出したラマン散乱光の波長シフト量から、接触圧力を算出する (S330)。

【0041】

接点圧力測定装置 200 は、測定位置の決定のステップ S310 から接触圧力を算出するステップ S330 を、測定箇所毎に繰り返す (S340)。ここで、接点圧力測定装置 200 は、一の BGA 電極 212 に対して 1 力以上の測定箇所を設定して測定してよい。例えば、接点圧力測定装置 200 は、一の BGA 電極 212 毎に、接触圧力の平面分布を測定する。

50

【0042】

接点圧力測定装置200は、測定すべき測定箇所が無くなるまで測定を続けてよい。ここで、接点圧力測定装置200は、測定すべき測定箇所を、予め記憶してよい。接点圧力測定装置200は、このような動作フローによって、被試験デバイス210が有するBGA電極212の接触圧力をBGA電極212毎に測定することができる。

【0043】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

10

【0044】

特許請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。特許請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

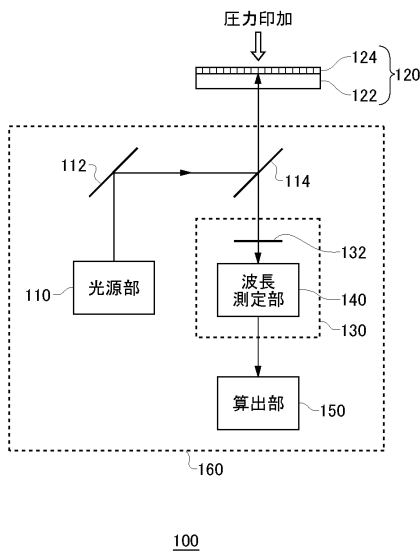
【符号の説明】

【0045】

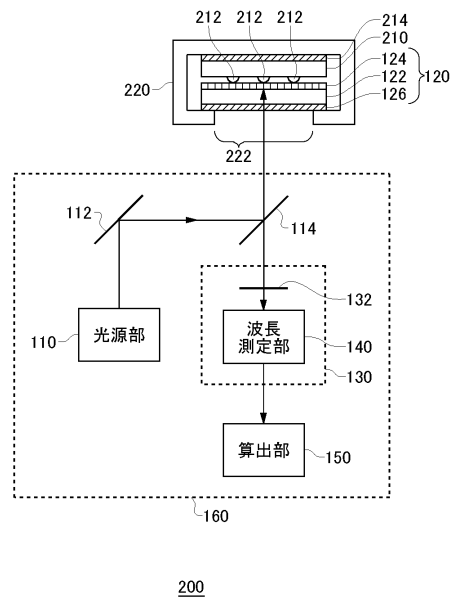
100 接触圧力検出装置、110 光源部、112 ミラー、114 ハーフミラー、120 センサ部、122 基板部、124 散乱部、126 パッケージ材料、130 検出部、132 光フィルタ、140 波長測定部、150 算出部、160 ラマン顕微鏡、200 接点圧力測定装置、210 被試験デバイス、212 BGA電極、214 パッケージ材料、220 固定部、222 開口部

20

【図1】

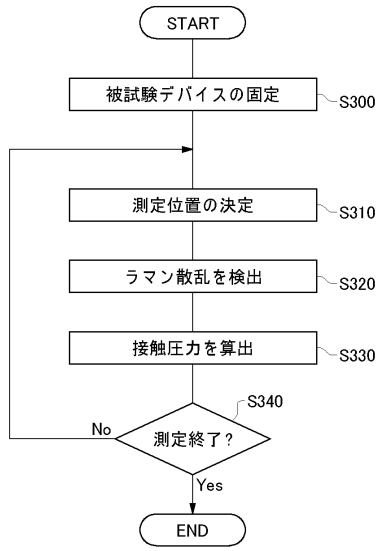


【図2】



200

【図3】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平03 - 277932 (JP, A)  
特開2011 - 064536 (JP, A)  
特開2010 - 127726 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01L 1/00 - 1/26