

(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
2013年11月28日(28.11.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/175590 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/063197
- (22) 国際出願日: 2012年5月23日(23.05.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニッケ機械製作所(NIKKE MACHINE MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6750066 兵庫県加古川市加古川町寺家町269-1 Hyogo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 中原徳雄 (NAKAHARA Norio), 本間博(HONMA Hiroshi).
- (74) 代理人: 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ(IKEUCHI SATO & PARTNER PATENT ATTORNEYS); 〒5306026 大阪府大阪市北区天満橋1丁目8番30号OAPタワー26階 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

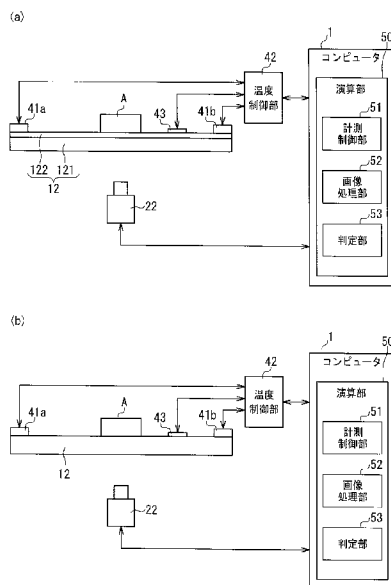
添付公開書類:

- 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 計測装置

【図1】



(57) Abstract: A measurement device comprising: a conductive transparent member (12) arranged at either a position at which a sample (A) is held or a position facing the sample (A); a light detection unit (22) that images the sample (A); and a heat control unit (42) that controls the temperature of the transparent member (12) by controlling the voltage applied to the transparent member (12).

(57) 要約: 計測装置は、試料(A)を保持する位置または試料(A)に対向する位置に配置され、導電性を有する透明部材(12)と、試料(A)を撮影する光検出部(22)と、透明部材(12)に印加する電圧を制御することにより、透明部材(12)の温度を制御する熱制御部(42)とを備える。

- 1 Computer
- 42 Temperature control unit
- 50 Arithmetic unit
- 51 Measurement control unit
- 52 Image processing unit
- 53 Determination unit

明 細 書

発明の名称：計測装置

技術分野

[0001] 本発明は、例えば、電子部品等のような、温度変化により形状が変形するものの形状を計測する計測装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、試料に熱を加えた状態で形状を計測する装置として、種々のものが知られている。例えば、特許文献1～3には、試料を密閉空間に置いて、密閉空間の雰囲気温度を制御する構成が開示されている。このような従来の構成では、密閉空間を形成するためのチャンバー及び熱風をチャンバーに送り込む手段が必要になる。その結果、装置の構成が複雑になり、省スペース化、低コスト化及び熱効率向上が妨げられることになる。また、小さい試料を計測する場合には、熱風により試料が動く可能性もある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2005-227188号公報
特許文献2：特開2001-041718号公報
特許文献3：特開2008-261679号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 熱風の代わりに、赤外線ランプを加熱手段に用いることも考えられる。しかし、赤外線ランプ等の光源を熱源に用いた場合、発熱時に計測に必要な光が熱源から照射されるため、形状計測に必要な光が影響を受け、正確な計測が困難になる場合がある。

[0005] そこで、本願開示の技術は、簡単な構成で、試料を温度制御下で正確に計測することが可能な計測装置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

[0006] 本願に開示の計測装置は、計測対象の試料を保持する位置または前記試料に対向する位置に配置され、導電性を有する透明部材と、前記試料からの光を検出する光検出部と、前記透明部材に印加する電圧を制御することにより、前記透明部材の温度を制御する熱制御部とを備える。

発明の効果

[0007] 本願開示によれば、簡単な構成で、試料を温度制御下で正確に計測することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1 (a) 及び (b) は、実施形態1にかかる検査装置の構成例を示す図である。

[図2]図2は、図1における透明部材の上面図である。

[図3]図3 (a)、(b) 及び (c) は、実施形態2にかかる計測装置の構成例を示す図である。

[図4]図4は、実施形態3にかかる計測装置の構成例を示す図である。

[図5]図5 (a) 及び (b) は、実施形態4にかかる計測装置の構成例を示す図である。

[図6]図6 (a)、(b) 及び (c) は、実施形態5にかかる計測装置の構成例を示す図である。

[図7]図7は、図6に示す計測装置の変形例を示す図である。

[図8]図8は、図6に示す計測装置の他の変形例を示す図である。

[図9]図9は、実施形態6にかかる検査装置の構成例を示す図である。

[図10]図10 (a)、(b)、(c) 及び (d) は、光パターンの投影及び撮影の様子を模式的に表した図である。

[図11]図11は、試料の3次元測定をする処理の一例を示すフローチャートである。

[図12]図12は、式(1)を表すグラフである。

発明を実施するための形態

[0009] 本願発明の実施形態における計測装置は、計測対象の試料を保持する位置

または前記試料に対向する位置に配置され、導電性を有する透明部材と、前記試料からの光を検出する光検出部と、前記透明部材に印加する電圧を制御することにより、前記透明部材の温度を制御する熱制御部とを備える。

[0010] このように、透明部材に電圧を加えて温度を制御することで、加熱手段を、導電性を有する透明部材という簡単な構成で実現することができる。さらに、計測に影響を与える光の発生も避けることができる。そのため、簡単な構成で、試料を温度制御下で正確に計測することが可能となる。

[0011] 透明部材は、例えば、導電性を有する透明の基板で形成することができる。あるいは、透明部材は、透明基板と当該透明基板の表面に設けられた透明導電膜を有する構成であってもよい。

[0012] 前記計測装置において、前記透明部材は、前記試料を載せるための試料テーブルも兼ねる態様とすることができる。これにより、試料に近い場所に熱源を配置することができるので、熱効率が高くなる。また、加熱手段を別の部材として設けなくてもよいので、装置構成がより簡単になる。

[0013] 前記計測装置において、前記光検出部は、前記試料テーブルの下側に配置され、前記透明部材の上面に載せられた前記試料からの光を前記透明部材の下面から検出する態様とすることができる。この構成により、透明部材で、試料を保持し、かつ加熱することができる。また、透明部材を介して試料を撮影することができる。そのため、装置の構成は簡素化され、温度制御が容易になる。また、熱効率もよくなり、消費電力を抑えることができる。

[0014] 前記計測装置は、前記試料に光を照射する光照射部をさらに備え、前記透明部材は、前記光照射部及び前記光検出部の少なくともいずれかと前記試料の設置位置との間に配置される態様とすることができる。この構成により、撮影に用いる光の光路上に透明部材が配置されるので、装置の小型及び簡素化がさらに容易になる。

[0015] 前記計測装置において、前記光検出部は、前記熱制御部により前記透明部材が所定の温度になったときに、前記試料からの光を検出する態様とすることができる。これにより、所定の温度における、試料を計測することができる。

る。

[0016] 前記計測装置は、前記光検出部により得られた画像を基に、当該試料が所定の基準を満たしているかを判定する演算部をさらに備えてもよい。これにより、制御された温度における試料の形状の検査が可能になる。

[0017] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して具体的に説明する。

[0018] (実施形態1)

図1(a)は、実施形態1にかかる計測装置の構成例を示す図である。図1(a)に示す計測装置は、試料Aを載せる透明部材12、試料からの光を検出する光検出部22、透明部材12の温度を制御する熱制御部42を備える。熱制御部42及び光検出部22はコンピュータ1に接続されている。

[0019] 透明部材12は、透明基板121と、透明基板121の表面に設けられた透明導電膜122を有する。透明導電膜122の両端には、電極41a、41bが形成されている。電極41a、41bは、例えば、金(Au)等で形成することができる。図2は、図1(a)における透明部材12の上面図である。図1(a)及び図2に示す例では、透明部材12は、矩形の平板状である。透明基板121の上面全面に透明導電膜122が形成される。透明導電膜122上であって、前記矩形の対向する2辺に沿う端部にそれぞれ電極41a、41bが設けられる。電極41a、41bは、透明導電膜122に電圧を印加するための電極であり、透明導電膜122が形成する面領域の少なくとも一部を挟むよう2箇所形成される。これにより、電極41a、41b間に電圧を印加すると、電極41a、41bに挟まれた透明導電膜122の領域において熱が発生する。透明導電膜122は、透明ヒータと言える。

[0020] 図1(b)は、計測装置の変形例を示す図である。図1(b)に示す例では、透明部材12は、導電性を有する透明基板で形成される。透明基板の上面の両端部に電極41a、41bが設けられる。図1(a)と同様に、電極41a、41b間に電圧を印加すると、電極41a、41bに挟まれた透明導電膜122の領域において熱が発生する。導電性を有する透明基板は、例

例えば、導電性ガラスで形成することができる。導電性を有する透明基板は、例えば、イオン導電性ガラスのように、導電性を有するガラスの基板とすることができる。ガラスに、金属イオンをドーピングまたはイオン注入してキャリアを導入することにより、ガラスに導電性を持たせることができる。このように、導電性を有する透明基板で透明部材12を形成することにより、製造過程において透明導電膜を成膜する工程が不要となる。

[0021] なお、透明部材12の形状は、図1(a)、図1(b)及び図2に示す例に限られない。例えば、透明部材12の形状は、円板形状や円筒形状にすることもできる。また、透明導電膜122は、透明基板121の上面の全体ではなく一部に形成してもよい。例えば、透明導電膜122を、効率よく試料を加熱するために適した形状にパターニングすることができる。

[0022] また、電極41a、41bは、必ずしも設ける必要はなく、例えば、電圧を印加するためのプローブを直接、透明導電膜122または導電性を有する透明基板に取り付けてもよい。また、透明導電膜122または導電性を有する透明基板の上にさらに追加膜を形成することもできる。例えば、透明導電膜122を覆うように絶縁膜を形成することで、ユーザが感電するのを防ぐことができる。また、絶縁膜により、試料が導電体である場合に、透明導電膜122から試料に電流が漏れるのを防ぐことができる。

[0023] 熱制御部42は、電極41a、41bを通じて、透明導電膜122または導電性を有する透明基板に電圧を印加する。熱制御部42は、この電圧を制御することにより、透明部材12の温度を制御することができる。これにより試料Aの温度を制御することができる。熱制御部42は、温調器とすることができる。

[0024] 透明導電膜122または導電性を有する透明基板に熱電対43を付けることができる。熱制御部42は、熱電対43により測定される温度に基づいて、透明導電膜122または導電性を有する透明基板への印加電圧を調整する。熱制御部42は、例えば、コンピュータ1から指示された温度を保つように、透明導電膜122への電圧の大きさまたは、電圧のON/OFFを制御

することができる。

[0025] 試料Aの温度を正確に制御する観点からは、熱電対43を取り付ける位置は、試料Aに近い位置が好ましいが、熱電対43の位置は、図1(a)及び図1(b)に示す例に限られない。例えば、熱電対43を透明部材12の下面(試料Aの載置面の対向面)に取り付けることもできる。これにより、試料Aを載せる面である、透明部材12の上面を平坦にすることができる。

[0026] [透明導電体膜]

透明導電膜122の材料は特定のものに限定されない。例えば、酸化インジウムを主成分とする材料(例えば、ITO(Indium Tin Oxide))、酸化亜鉛を主成分とする材料(例えば、AZO(Aluminium Zinc Oxide)、GZO(Gallium doped Zinc Oxide)等)、または酸化すずを主成分とする材料(例えば、フッ素ドープ酸化すず:FTO)を、透明導電膜122の材料に用いることができる。

[0027] 透明導電膜122の透過率は、例えば、80%以上であることが好ましい。透明導電膜122の透過率を80%以上にすることにより、計測に用いられる光が透明導電膜122で妨げられて、計測結果に影響を及ぼすことを抑えることができる。また、透明導電膜122の抵抗率は、 10^{-3} [$\Omega \cdot \text{cm}$]以下であることが好ましい。なお、電極41a、41bの抵抗率は、透明導電膜122の抵抗率より小さいことが好ましい。

[0028] また、透明導電膜122は、例えば、スパッタリング法、PLD(Pulsed Laser Deposition)法、または真空蒸着法等により、透明基板121上に成膜することができる。透明基板121の面精度は、例えば、計測装置の分解能または測定精度等に応じて決めることができる。一例として、計測装置が要求される測定精度が $\pm 1 \mu\text{m}$ 程度である場合、透明基板121の面精度は、 λ (検査波長= $0.6328 \mu\text{m}$)以下であることが好ましい。ここで、面精度は、有効反表面全体において、最も高い位置(Peak)と、最も低い位置(Valley)との差(PV値)としている。

[0029] また、図1(a)に示す例では、透明部材12の試料を載置する側の表面

(試料載置面)に透明導電膜122が設けられている。透明導電膜122は、試料載置面と対向する面に設けられてもよい。

[0030] 光検出部22は、透明部材12の下側に配置される。光検出部22は、透明部材12の上面に載せられた試料Aを透明部材12の下面から撮像する。光検出部22は、試料Aからの光を電気信号に変換して出力するものであり、例えば、CCD、CMOS等の光センサを有する。図1(a)及び図1(b)に示す例では、光検出部22は、試料Aを撮影し、試料Aの画像信号または画像データをコンピュータ1へ送信する。

[0031] コンピュータ1は、演算部50を備える。演算部50は、例えば、計測制御部51、画像処理部52及び判定部53を備える。計測制御部51は、例えば、温度制御部42へ設定温度を示す信号を送ることで、透明部材12の温度を設定することができる。また、温度設定と連動して光検出部22に制御信号を送ることで、設定した温度における試料からの光を検出することができる。例えば、計測制御部51は、温度制御部42へ温度設定指示と、光検出部22への光検出指示を適切なタイミングで行うことにより、任意の温度での試料からの光を検出することができる。

[0032] コンピュータ1は、温度設定と光検出を制御するプログラムを、計測制御部51の動作を規定するプログラムとして、予め記録しておくこともできる。また、コンピュータ1は、設定温度や光検出タイミング等を含む制御情報の入力をユーザから受け付けるユーザインタフェース部(図示せず)を備えてもよい。この場合、計測制御部51は、ユーザから入力された制御情報に基づいて、熱制御部42及び光検出部22の動作を制御することができる。

[0033] 画像処理部52は、光検出部22の光検出により得られた画像データまたは画像信号を処理する。例えば、画像処理部52は、光検出部22で検出された光に基づく画像を受け取り、試料Aの2次元画像データまたは3次元形状を示す形状データを生成する。形状データは、例えば、透明部材12の上面をXY平面とした場合、XY平面における各位置(x、y)における高さ(例えば、透明部材12の上面からの距離)を示す値で表すことができる。

画像処理部 5 2 は、例えば、光検出部 2 2 から送られた信号または画像データを基に生成した試料 A の 2 次元画像データまたは 3 次元形状データをコンピュータ 1 上のメモリに保存して、判定部 5 3 がアクセス可能な状態とすることができる。

[0034] 判定部 5 3 は、画像処理部 5 2 で算出された試料 A の形状データまたは画像データを用いて、試料が、所定の基準を満たしているかを判定する。例えば、判定部 5 3 は、画像処理部 5 2 で算出された試料 A の高さ情報が所定の基準を満たしているかを判断する。あるいは、判定部 5 3 は、試料の形状が所定の範囲内であるか、基準とする形状から外れていないか等を判定することができる。これにより、試料の形状検査が可能になる。また、試料の判定結果を、試料の画像取得時の設定温度と対応付けて記録または出力してもよい。なお、判定処理及び判定の基準は特定のものに限られない。

[0035] コンピュータ 1 は、CPU 等のプロセッサとメモリ等の記憶手段を少なくとも備える。演算部 5 0 の各機能部（計測制御部 5 1、画像処理部 5 2、判定部 5 3）の機能は、メモリに記録された所定のプログラムをプロセッサが実行することにより実現することができる。なお、処理を高速に実行する観点から、例えば、画像処理部 1 0 3 の機能は、コンピュータ 1 の汎用プロセッサとは別に設けられた画像データ処理専用のハードウェア（画像処理ボード）で実現してもよい。このようなハードウェアの例として、GPU (Graphics Processing Unit)、VPU (Visual Processing Unit)、ジオメトリエンジン、その他のASIC (Application Specific Integrated Circuit) 等が挙げられる。また、熱制御部 4 2 は、コンピュータ 1 とは別途設けられた基板上の電子回路またはチップで構成されてもよいし、コンピュータ 1 の演算部 1 の一機能として実現されてもよい。あるいは、例えば、COG (Chip On Glass) 技術等によって透明基板 1 2 1 上に熱制御部 4 2 を実装しても良い。

[0036] 上記のとおり、図 1 (b) に示した計測装置では、試料 A と光検出部 2 2 とを結ぶ光路上に、透明導電膜 1 2 2 を有する透明部材 1 2 が配置されている。図 1 (b) に示す例でも、試料 A と光検出部 2 2 とを結ぶ光路上に透明

部材 1 2 が配置されている。そのため、試料 A の温度を調整するための発熱体を試料 A の近くに配置することができる。その結果、熱効率及び空間利用効率を向上させることができる。また、図 1 (a) 及び図 1 (b) に示す例では、透明部材 1 2 が、試料 A を保持する手段と試料 A を加熱する手段の両方を兼ねているので、さらなる熱効率向上及び装置の簡素化が可能になる。

[0037] また、透明部材 1 2 の上面に置かれた試料 A からの光を、透明部材 1 2 を介して検出する構成なので、透明部材 1 2 の上面を基準として試料の形状を計測することができる。ここで、透明部材 1 2 は、加熱手段である透明導電膜 1 2 2 を有する熱源でもある。すなわち、熱源の上面を基準として試料を計測することになる。そのため、例えば、熱による試料の変形をより顕著に検出することが可能になる。

[0038] また、例えば、従来技術のように、試料の雰囲気加熱することで温度調整をする場合は、試料 A の空間を密閉するチャンバー等追加の部材が必要となる。これに対して、本実施形態では、試料 A を保持するテーブルが熱源となっているため、効率よく試料を加熱することができる上、装置構造を簡素にすることができる。

[0039] また、本実施形態は、透明導電膜 1 2 2 に電圧を加え発熱させることで、試料 A を加熱する構成であるので、加熱手段である透明部材 1 2 は透明を保持したまま、形状計測を行うことが可能である。すなわち、加熱手段それ自身は画像処理に不必要な発光をしない構成にできるので、加熱手段による計測への悪影響を抑えることができる。例えば、加熱手段として、赤外線ランプなどを用いた場合、発熱時に赤外線ランプが可視光を含む光を発光し、計測に悪影響を与え得るので、これに対する対策が必要となる。これに対して、本実施形態では、熱源が透明部材であり、可視光を発光するものではないため、そのような対策は不要である。

[0040] (実施形態 2)

図 3 (a) は、実施形態 2 にかかる計測装置の構成例を示す図である。図 3 (a) に示す計測装置は、透明部材 1 2 上に載置された試料 A を異なる方

向から撮影する2つの光検出部22-1、22-2を備える。透明部材12は、実施形態1と同様に、透明基板121及び透明導電膜122を備える。光検出部22-1、22-2は、透明部材12の下側に配置される。光検出部22-1、22-2は、透明部材12の下面から、透明部材12越しに、試料Aを撮影する。

[0041] 図3(b)は、実施形態2にかかる計測装置の変形例を示す図である。図3(b)に示す例では、試料Aを設置するテーブル12-2を上部に、試料のための空間をはさんで透明部材12-1が設けられる。透明部材12-1の透明導電膜122が形成された面が、テーブル12-2すなわち試料に対向するように、透明部材12-1は配置される。光検出部22-1、22-2は、透明部材12-1のさらに上部に配置される。すなわち、テーブル12-2と、光検出部22-1、22-2との間に透明部材12-1が配置される。光検出部22-1、22-2は、透明部材12-1を介して試料を撮影することができる。テーブル12-2は、必ずしも透明である必要はない。

[0042] 図3(b)に示す構成によっても、熱源を試料A近くに配置できるので、熱効率を向上させるとともに、計測装置を簡素にすることができる。また、図3(b)では、試料Aの空間をテーブル12-2と透明部材12-1で挟む構成であるため、熱の発散が抑えられる。

[0043] 図3(c)は、実施形態2にかかる計測装置の他の変形例を示す図である。図3(c)に示す例では、透明部材12の試料載置面と対向する面に透明導電膜122が形成されている。この構成では、透明部材12の下面に透明導電膜122が形成されるので、ユーザが電圧印加中の透明導電膜122に触れて感電する危険の度合いを低くすることができる。また、試料が透明導電膜122に触れることにより、測定のために透明部材12に置いた試料に電流が流れるといった事態も防ぐことができる。

[0044] なお、図3(a)(b)及び(c)においても、図示しないが、図1(a)と同様に、透明導電膜122上の両端に設けられた電極41a、41b、

透明部材 1 2 の温度を測定する熱電対 4 3、電極 4 1 a、4 1 b 間の電圧を制御する熱制御部 4 2、並びに熱制御部 4 2 及び光検出部 2 2 - 1、2 2 - 2 を制御するコンピュータ 1 が設けられてもよい。また、本実施形態の透明部材 1 2 も、図 1 (b) に示すように、導電性を有する透明基板で形成することができる。

[0045] コンピュータ 1 の画像処理部 5 2 は、複数の光検出部 2 2 - 1、2 2 - 2 で撮影された試料 A の画像から、例えば、ステレオ法を用いて試料 A の 3 次元形状を算出することができる。画像処理部 5 2 は、複数の光検出部 2 2 - 1、2 2 - 2 から得られたステレオ画像の対応点をマッチング処理により特定し、このマッチングされたステレオ画像を分析することにより試料 A の 3 次元形状を計測することができる。すなわち、画像処理部 5 2 は、複数の光検出部 2 2 - 1、2 2 - 2 により取得された複数の画像の間で画素を対応付け、対応付けられた一方の画像上の画素と、他方の画像上の画素との位置の差（視差）に、三角測量の原理を適用することにより、光検出部 2 2 - 1 または光検出部 2 2 - 2 から当該画素に対応する試料上の点までの距離を計測することができる。

[0046] 本実施形態の計測装置は、複数のカメラ（光検出部の一例）を用いたパッシブ方式の形状測定装置の一例である。なお、光検出部の数は 2 つに限られず、3 以上であってもよい。また、光検出部により取得された試料の画像を用いて試料までの距離（高さ情報）または 3 次元形状を求める方法は、ステレオ法に限られない。例えば、DFD (Depth from Defocus) 法やレンズ焦点法のような焦点法を用いることもできる。なお、焦点法を用いる場合は、光検出部は 1 つだけでもよい。

[0047] （実施形態 3）

図 4 は、実施形態 3 にかかる計測装置の構成例を示す図である。図 4 に示す計測装置は、透明部材 1 2 上に載置された試料 A に対して、レーザを照射し、試料 A で反射したレーザを検出するレーザ変位計 2 2 a を備える。透明部材 1 2 は、実施形態 1 と同様に、透明基板 1 2 1 及び透明導電膜 1 2 2 を

備える。レーザ変位計 2 2 a は、透明部材 1 2 の下側に配置される。レーザ変位計 2 2 a は、透明部材 1 2 を介して、試料 A へレーザを照射し、試料 A からの光を、透明部材 1 2 を介して検出する。すなわち、透明部材 1 2 は、レーザ変位計 2 2 a と試料 A との光路上に設けられる。レーザ変位計 2 2 a は、光照射部と光検出部の機能を備えている。

[0048] なお、レーザの屈折が計測結果に及ぼす影響を抑える観点からは、透明部材 1 2 の厚みは一定であることが好ましい。すなわち、透明部材 1 2 は、透明部材 1 2 におけるレーザの入射面と出射面が平行となる透明な平行板であることが好ましい。

[0049] また、図 4 においても、図示しないが、図 1 (a) と同様に、透明導電膜 1 2 2 上の両端に設けられた電極 4 1 a、4 1 b、透明部材 1 2 の温度を測定する熱電対 4 3、電極 4 1 a、4 1 b 間の電圧を制御する熱制御部 4 2、並びに熱制御部 4 2 及びレーザ変位計 2 2 a を制御するコンピュータ 1 が設けられてもよい。また、本実施形態の透明部材 1 2 も、図 1 (b) に示すように、導電性を有する透明基板で形成することができる。

[0050] 図 4 に示すように、試料 A を保持する透明部材 1 2 の下側からレーザを照射することで、試料 A の下面の形状を正確に測定することができる。また、試料 A が載せられる面が発熱する構成なので、加熱による変位が顕著に表れる部分の変位をレーザ変位計 2 2 a により検出することができる。

[0051] (実施形態 4)

図 5 (a) (b) は、実施形態 4 にかかる計測装置の構成例を示す図である。図 5 (a) 及び図 5 (b) に示す計測装置は、試料 A を載置する透明部材 1 2 と、試料 A に光を照射する光照射部 2 1 と、試料 A からの光を検出する光検出部 2 2 と備える。

[0052] 図 5 (a) に示す例では、光照射部 2 1 は、透明部材 1 2 の試料載置面の対向する面側に設けられ、透明部材 1 2 を介して、光を試料 A へ照射する。光検出部 2 2 は、透明部材 1 2 の試料載置面側に設けられ、光照射部 2 1 から出て透明部材 1 2 及び試料 A を順に透過した光を検出する。光検出部 2 2

は、試料Aの透視画像を取得することができる。

[0053] 図5(b)に示す例では、光照射部21は、透明部材12の試料載置面側に設けられ、試料Aへ向けて直接光を照射する。光検出部22は、透明部材12の試料載置面に対向する面側に設けられ、光照射部21から出て試料A及び透明部材12を順に透過した光を検出する。

[0054] なお、図5(a)及び図5(b)においても、図示しないが、図1(a)と同様に、透明導電膜122上の両端に設けられた電極41a、41b、透明部材12の温度を測定する熱電対43、電極41a、41b間の電圧を制御する熱制御部42、並びに熱制御部42及び光検出部22を制御するコンピュータ1が設けられてもよい。また、本実施形態の透明部材12も、図1(b)に示すように、導電性を有する透明基板で形成することができる。

[0055] 本実施形態は、光照射部21と光検出部22が透明部材12を挟んで対向して配置される場合の例である。本実施形態のように、光照射部または光検出部の少なくともいずれかと試料との間に透明部材を配置することで、熱の伝達効率を向上させ、かつ装置を簡素にすることが可能になる。

[0056] (実施形態5)

図6(a)は、実施形態5にかかる計測装置の構成例を示す図である。図6(a)に示す計測装置は、透明部材12の上に載置された試料Aに光を照射する光照射部21と、試料Aから光を検出することにより、試料Aを撮影する光検出部22とを備える。また、透明部材12は、実施形態1と同様に、透明基板121及び透明導電膜122を備える。

[0057] 光照射部21及び光検出部22は、透明部材12の試料Aの載置面と対向する面側に配置される。そのため、光照射部21の照射光は、透明部材12を介して試料Aへ到達する。試料Aで散乱した光は、透明部材12を通過して光検出部22へ到達し、検出される。このように、試料Aを保持しかつ発熱手段を有する透明部材12越しに、光を照射し、透明部材12越しに試料Aからの光を検出する構成とすることで、装置構成が簡素化される。また、熱源を試料Aの近くに配置することができるので、熱への変換効率もよくなり

、消費電力も抑えることができる。

[0058] 図6(b)は、本実施形態の変形例を示す図である。図6(b)に示す例では、試料Aを設置するテーブル12-2を上部に、試料のための空間をはさんで透明部材12-1が設けられる。透明部材12-1の透明導電膜122が形成された面が、テーブル12-2すなわち試料に対向するように、透明部材12-1が配置される。照射部21及び光検出部22は、透明部材12-1のさらに上部に配置される。すなわち、テーブル12-2と、照射部21及び光検出部22との間に透明導電膜122を有する透明部材12-1が配置される。照射部21は、透明部材12-1を介して試料に光を照射し、光検出部22は、透明部材12-1を介して試料を撮影することができる。図6(b)に示す構成によっても、熱源を試料Aに近づけて熱の伝達効率を向上させるとともに、計測装置を簡素することができる。また、図6(b)では、試料Aの空間をテーブル12-2と透明部材12-1で挟む構成であるため、試料A周辺からの熱の発散が抑えられる。なお、試料Aを載置するテーブル12-1は、透明でなくてもよい。

[0059] 図6(c)に示す計測装置は、図6(a)に示す構成に、さらに、試料Aの上部の空間を覆う透明部材12-1を設けた構成である。透明部材12-1の試料側の面には、透明導電膜122が形成されている。この構成により、試料Aを保持する面と試料Aの上部の空間を覆う面の双方に熱源を配置することができる。これにより、試料Aを急速に熱することができる。また、試料Aの上下を発熱体で挟む構成なので、試料Aの周りの空間から熱が発散するのを抑えることができる。なお、試料の上に設けられる透明部材12-1は、必ずしも透明でなくてもよい。

[0060] 図6(a)～図6(c)においても、図示しないが、図1(a)と同様に、透明導電膜122上の両端に設けられた電極41a、41b、透明部材12の温度を測定する熱電対43、電極41a、41b間の電圧を制御する熱制御部42、並びに熱制御部42、照射部21及び光検出部22を制御するコンピュータ1が設けられてもよい。また、本実施形態の透明部材12及

び透明部材 12-1 の少なくとも 1 つは、図 1 (b) に示すように、導電性を有する透明基板で形成することができる。

[0061] また、図 6 (a) ~ 図 6 (c) の構成において、光照射部 21 は、透明部材 12 の上面に載せられた試料 A に対して、透明部材 12 の下面から、光の強度が周期的に変化する光パターンを照射することができる。この場合、光検出部 22 は、光パターンが照射された試料 A を、透明部材 12 の下面から撮影する。コンピュータ 1 の画像処理部 52 は、光検出部 22 で撮影された試料 A の画像を処理して、試料の表面の 3 次元形状を表す表面形状データを生成する。例えば、光照射部 21 によりサインカーブ等の光パターンを、位相をずらしながら試料 A に照射し、光検出部 22 が位相がずれた光パターンの画像を複数回に渡って撮影することができる。画像処理部 52 は、位相がずれた光パターンを照射された試料の複数の画像を基に、位相シフト法を用いて試料 A の 3 次元形状を算出することができる。位相シフト法を用いた 3 次元計測の具体例は、実施形態 6 で後述する。

[0062] 本実施形態は、レーザやパターン等を試料に照射し、試料からの光を観測することで距離を計測するアクティブ方式を用いた 3 次元計測装置に好適に用いることができる。例えば、図 6 (a) (c) に示す計測装置は、透明導電膜が設けられた透明部材の上面に試料を配置し、透明部材の下面から光を照射し、試料で反射した光を下面で観測する構成である。これにより、試料の配置面（熱発生面）からの距離を高精度で計測できるとともに、簡単な構成で試料の温度制御が可能になる。

[0063] なお、アクティブ方式を用いた計測法の例として、上記パターン投影法その他、レーザによる光切断方式、レーザによるタイムオブフライト (TOF : time of flight) 法、共焦点法、照度差ステレオ法等が挙げられる。また、パターン投影法には、上記位相シフト法他に、例えば、格子パターン投影法、空間コード化法、ランダムパターン投影法、モアレ法、干渉法等が含まれる。これらはいずれも、本実施形態に適用可能である。

[0064] (変形例)

図7は、図6(a)に示す計測装置の変形例を示す図である。図7に示す例では、透明部材12において、透明基板121の上面に全体ではなく一部に透明導電膜122が形成されている。具体的には、試料Aが載置される領域以外の領域に透明導電膜122が形成される。このように、試料Aが載置される領域において透明導電膜122を除去することにより、試料Aが直接、発熱体である透明導電膜122に接するのを避けることができる。例えば、試料Aが樹脂等であり、発熱する透明導電膜122に触れると溶解する可能性がある場合等に図7に示す構成は有効である。

[0065] 透明導電膜122のパターニングは、例えば、透明基板121の上面全体に透明導電膜を成膜した後、フォトリソを用いたエッチングによりパターン形成することでできる。また、透明電極膜122のパターンは、図7に示す例に限られない。例えば、試料Aの領域のみを加熱するために、試料Aの載置領域及びその周辺のみ透明導電膜122を形成することもできる。これにより、加熱に使う消費電力を低減することができる。

[0066] 図8は、図6(a)に示す計測装置の他の変形例を示す図である。図8に示す例では、試料Aを含む空間を密閉するためのカバー61が設けられる。これにより、熱効率を向上させることができる。また、外気の影響で試料Aの温度が不安定になるのを防ぐことができる。

[0067] なお、図7、図8に示す変形例は、上記実施形態1~4及び下記実施形態6にも適用することができる。例えば、図8に示す透明部材12は、図1(b)のように、導電性を有する透明基板で形成することもできる。

[0068] (実施形態6)

図9は、実施形態6にかかる検査装置の構成例を示す図である。上記実施形態5における計測装置を、検査装置に適用した場合の詳細な実施形態である。

[0069] [検査システムの構成]

図9示す検査装置100は、試料の形状を測定する測定部5と、測定部5を制御する制御部4と、測定部5及び制御部4へ接続されるコンピュータ1

と備える。コンピュータ 1 には、モニタ 2 並びに入力デバイス 3 (マウス 3 a 及びキーボード 3 b) が接続されている。図 9 に示す検査装置 100 は、試料の形状を測定し、形状の良否を判定する装置である。測定部 5 が制御部 4 による制御されて試料 (検査対象物) の表面形状を測定し、コンピュータ 1 が測定データに基づいて試料の形状の良否を判定し、結果 (検査結果) を保存または出力する。コンピュータ 1 は、上記実施形態 1 と同様に、計測制御部 5 1、画像処理部 5 2、判定部 5 3 を含む演算部 5 0 を備える (図 1 参照)。例えば、電子部品の生産ラインにおいて、完成した電子部品の形状の良否を判定するのに検査装置 100 を用いることができる。以下、検査装置 100 が電子部品の形状判定に用いられる場合について説明するが、検査装置 100 の試料は電子部品に限られない。

[0070] 図 9 に示すように、測定部 5 は、投影プロジェクタ 2 1 (光照射部の一例)、光検出部 2 2、テーブル 1 2、テーブル 1 2 を動かす駆動部 1 3、及びテーブル 1 2 の温度を制御する温度制御部 4 1 を備える。テーブル 1 2 は、上記実施形態 1 における透明部材 1 2 と同様に構成することができる。すなわち、テーブル 1 2 は、透明なガラス板である透明基板 1 2 1 と、その上面に形成された透明導電膜 1 2 2 と、透明導電膜 1 2 2 上の両端に形成された電極 4 1 a、4 1 b を備える。テーブル 1 2 は、測定部 5 の筐体の上面に設けられる。テーブル 1 2 に上面に試料 A が載せられる。テーブル 1 2 の下には、投影プロジェクタ 2 1 及び光検出部 2 2 が設けられる。投影プロジェクタ 2 1 は、テーブル 1 2 の下面から縞模様の光パターンを試料 A へ照射する。光検出部 2 2 は、テーブル 1 2 の下面から試料 A に投影された光パターンを撮影する。

[0071] 図 9 に示す検査装置 100 は、3次元形状の取得に、三角測量に分類される格子投影法を用いる。縞模様の光パターンを、試料 A に投影した場合、縞模様は試料 A の形状にあわせて変形するので、その試料 A の画像における縞模様の変形量を測定することで形状を測定することができる。以下、検査装置 100 の各部について、詳細に説明する。

- [0072] テーブル12の上面は、試料Aを設置する面（以下、試料面12aと称する）である。ここでは、試料面12a内で互いに直行する軸をXY軸とし、試料面12aに垂直な軸をZ軸とする。駆動部13は、X軸方向及びY軸方向にテーブル12を移動させるXY駆動部13と、Z軸方向にテーブル12を移動させるZ駆動部13とを備えてもよい。また、テーブル12を移動させる構成に換えて、投影プロジェクト21及び光検出部22を移動させる構成にすることもできる。また、テーブル12の温度は、温度制御部42によってコンピュータ1から指定された温度になるように制御される。
- [0073] 投影プロジェクト21は、試料面12aの向こう側の試料Aに、光の強度が周期的に変化する縞状の光パターンを照射するユニットである。そのため、投影プロジェクト21では、例えば、光源6、集光レンズ7、グリッド8、テレセントリックレンズ9、10が順に並べて配置される。
- [0074] 光源6には、例えば、コストの観点からLEDが好ましく用いられる。光源6には、その他、ハロゲンランプ、レーザ光源等を用いることができる。集光レンズ7は、光源6の光を集光し平行光に近づける。グリッド8は、この平行光に近い光を、強度が周期的に変化する縞状の光にする。
- [0075] グリッド8は、例えば、正弦波または余弦波のパターンを有するフィルムを備える。フィルムとして、例えば、波長が $50\mu\text{m}$ ～ $500\mu\text{m}$ 程度の正弦波パターンの格子フィルムを用いることができる。
- [0076] なお、グリッドの格子パターンは、明及び暗の2種類の強度が交互に現れる格子パターンでもよいし、明から暗、暗から明への変化に余弦波または正弦波に相当する光の強弱を持たせるパターンであってもよい。このように余弦波または正弦波の強度変化を有する光を試料Aへ投影することで、光検出部22で撮影する全ての画素で高さ解析を行うことができる。また、光パターンは、多重の輪の模様でもよいし市松模様でもよい。
- [0077] また、光パターンを生成する手段は、上記のフィルムに限られない。例えば、液晶パネルを用いて、強度が周期的に変化する縞状の光パターンを生成することもできる。

- [0078] また、グリッド8にステップングモータを設けることにより、光パターンの縞の位置を移動（シフト）させることができる。ステップングモータによるグリッド8の駆動は、例えば、制御部4からの信号により制御される。例えば、制御部4または測定部5に、マイクロステップングモータを駆動するマイクロステップングドライバを設けることができる。マイクロステップングドライバを用いることにより、高分解能の光パターンシフトが可能になる。なお、コンピュータ1は、制御部4に対してグリッド8の駆動条件の設定をすることができる。
- [0079] グリッド8を通った、縞状の光パターンは、テレセントリックレンズユニット11を通して、試料面12a上の試料Aに照射される。テレセントリックレンズユニット11は、テレセントリックレンズ9、10によりテレセントリック光学系を形成している。テレセントリックレンズ9、10により形成されるテレセントリック光学系は、像側テレセントリック光学系、物体側テレセントリック光学系、または両側テレセントリック光学系とすることができる。例えば、両側テレセントリック光学系の場合は、物体側、像側とも主交線がレンズ光軸Kに平行になるように、テレセントリックレンズ9、10が配置される。
- [0080] テレセントリックレンズユニット11を出た光による像では、被写深度内で、被写体寸法が変化しにくい。すなわち、テレセントリックレンズユニット11から出た光における縞の間隔は、光進行方向においてほとんど変化しない。そのため、後段における、光パターン照射され試料Aの画像の処理において、縞の間隔変化を補正する処理が不要になる。
- [0081] 光検出部22は、CCDカメラ15、テレセントリックレンズユニット17を備える。テレセントリックレンズユニット17は、テレセントリックレンズ16、18を含む。CCDカメラ15は、縞状の光パターンが照射された試料Aを撮影する。なお、撮像装置は、CCDカメラ15に限られず、例えば、CMOSセンサ、ラインセンサ等を用いることもできる。CCDカメラ15は、テレセントリックレンズユニット17を通った光による画像を撮

影するので、縞間隔の補正が不要な画像を得ることができる。

[0082] このように、本実施形態の測定部5は、光源6、グリッド8、テレセントリックレンズユニット11を含む投影プロジェクタ21と、CCDカメラ15、テレセントリックレンズユニット17を含む光検出部22とを組み合わせ構成なので、水平分解能及び高さ分解能が数ミクロンレベルの高分解能の3次元情報を取得することが可能になる。そのため、上記の測定部5により、例えば、電子部品の端子等の評価に適した3次元形状データ（表面形状データ）を得ることができる。

[0083] なお、測定部5の構成は、図9に示す構成に限られない。例えば、異なる方向から光パターンを照射する複数の投影プロジェクタを備える構成であってもよい。また、光検出部22は、必ずしもテレセントリック光学系を用いる必要はない。例えば、光検出部22は、光進行方向において幅が広がっていく光パターンを照射することで、投影面を広くとることもできる。また、光検出部22は、グリッドを投影面に対して傾けることなく光パターンを投影するアオリ投影をする構成であってもよい。また、テーブル12は、図1(b)に示すように導電性を有する透明基板で形成することもできる。

[0084] [表面形状データの計算例]

次に、格子投影法を用いて試料Aの表面形状データを計算する方法について説明する。図10は、測定部5における試料Aへの縞状の光パターンの投影及び撮影の様子を模式的に表した図である。図10(a)に示すように、投影プロジェクタ21からは、矢印D方向において強度が周期的に変化する縞状の光パターンが試料Aへ照射される。図3(b)は、縞状パターンの一例を示す図である。試料面においては、Y軸方向において周期的に強度が変化する縞状の様子が投影される。試料Aの表面においては、試料Aの表面形状に応じて縞状の様子は変形する。図3(c)は、光検出部22で撮影される画像の一例を示す図である。試料Aの表面形状に合わせて縞模様の変形している様子が画像に表れる。縞模様の変形量 x と試料Aの高さ h との関係は、試料面12aに対する光の投影角を α とすると、 $h = x / \tan \alpha$ で計算

される（図3（d））。

[0085] ここで、さらに高精度に測定を行うために位相解析には位相シフト法を適用することができる。位相シフト法による測定では、投影プロジェクタ21が投影する縞模様を1/4周期ずつシフトさせ4枚の縞画像を撮影し、位相解析を行う。

[0086] 図11は、図9に示す検査装置100が、位相シフト法を用いて試料Aの3次元測定をする処理の一例を示すフローチャートである。図9に示す例では、試料Aを試料面12aにセットすると（S1）、温度制御部42により、テーブル12の温度がコンピュータ1で設定された温度になるよう調整される（S2）。テーブル12の温度が設定温度に達すると、温度制御部42はその旨を通知する信号をコンピュータ1に送る。コンピュータ1は、テーブル12の温度が設定温度に達した旨の通知を受けると、制御部4に対して、測定開始の指示を出す。制御部4は、測定部5を制御して測定を開始する。

[0087] まず、測定部5において、縞模様（格子パターン）の光がテーブル12の下から試料Aへ照射される。これにより、格子パターンが試料Aへ投影される。この格子パターンが投影された試料Aの画像が光検出部22によりテーブル12の下面から撮影される（S3）。ここでは、光の強度が余弦波に相当する変化を示す縞模様の光が照射される場合を説明する。この撮影された画像には、試料Aの表面形状に応じて変形した縞模様が写っている。また、投影プロジェクタ21は、余弦波の縞模様を1/4周期ずつシフトさせた光をそれぞれ投影し、光検出部22は、4枚の位相が1/4周期ずつシフトした縞模様の画像を撮影する。ここで、測定部5で撮影された画像のデータは、コンピュータ1の画像処理部（後述）へ送られる。コンピュータ1の画像処理部52は、前記画像のデータを処理することで、位相解析を行う（S4）。位相解析では、画像中の各画素の位置（座標（x、y））において投影された光パターンの位相 θ を計算する。位置（x、y）における明るさは、下記式（1）で表される。

[0088] [数1]

$$I(x, y) = a(x, y) \cos(\theta(x, y) + \alpha) + b(x, y) \quad \text{—— (1)}$$

[0089] aは、その位置での縞の明るさの振幅を示す係数であり、bは、その位置での明るさのオフセット量を示す係数である。図12は上記式(1)を表すグラフである。図12に示すように、4枚の画像上の同じ位置(x、y)での明るさ I_0 、 I_1 、 I_2 、 I_3 は、下記式(2)で表される。

[0090] [数2]

$$\begin{aligned} I_0 &= a \cos \theta + b, I_1 = a \cos(\theta + \frac{\pi}{2}) + b \\ I_2 &= a \cos(\theta + \pi) + b, I_3 = a \cos(\theta + \frac{3\pi}{2}) + b \end{aligned} \quad \text{—— (2)}$$

[0091] したがって、(x、y)における位相 θ は、下記式(3)により計算することができる。

[0092] [数3]

$$\theta = \tan^{-1} \left(-\frac{I_3 - I_1}{I_2 - I_0} \right) \quad \text{—— (3)}$$

[0093] 上記式(3)に示す位相 θ は、係数a、bによらない。このように、縞の明るさの振幅a項と明るさのオフセット量b項が計算式上でキャンセルされる為、外乱光の影響を受けにくく、高精度な測定が可能になる。そのため、位相シフト法を用いることにより、電子部品の端子の形状検査のような細かい検査に適した精度の測定が可能になる。

[0094] このようにして各位置(x、y)の位相 θ が計算される。位相 θ が等しい点を結んで得られる線(等位相線)には、図3(c)に示した縞模様と同様に、試料Aの形状に応じた変計量が現れる。そのため、各位置における位相 θ の変形量(位相差)を計算し(図11のS5)、この位相差を高さ単位に変換する(S6)ことにより、各位置における試料Aの高さを示す値が得られる。すなわち、試料Aの表面の3次元形状を示すデータが得られる。

[0095] なお、処理S5において、各位置の位相 θ が試料Aによりどの程度変化し

ているかを示す位相差を計算する際には、予めコンピュータ 1 に記録された基準位相データを用いる。例えば、試料 A が置かれていない試料面 1 2 a に同じ余弦波の縞模様を投影した場合の画像を予め撮影し、試料面 1 2 a における各位置の位相 θ を示すデータを算出して、基準位相データとして記録することができる。コンピュータ 1 は、この試料面 1 2 a の各位置の位相 θ を表す基準位相データと、試料 A を置いた場合の各位置の位相 θ を表すデータとの差を計算することにより、位相差を計算することができる。各位置の位相差は、試料 A の表面と試料面 1 2 a との距離（高さ）に応じた値であるので、高さを示すデータに変換することができる（S 6）。

[0096] 本実施形態では、試料 A がテーブル 1 2 の上面に置かれた状態で光パターンの投影及び撮影がなされるので、テーブル 1 2 の上面からの浮き量を、高さ情報として求めることができる。そのため、例えば、テーブル 1 2 の上面を実装基板に仮定して、電子部品の実装時の浮き量を判定することが可能になる。さらに、テーブル 1 2 は、透明導電膜 1 2 2 を備えるので、実装面の温度を任意に設定することができる。そのため、実際に実装されるときとほぼ同じ状態で電子部品の実装面側を計測することができる。これにより、電子部品の実装時のバランス及び実装時に想定される温度を考慮した計測が可能になる。

[0097] 以上のとおり、位相シフト法では、試料 A へ照射される光パターンにおける強度変化の位相を異ならせて、それぞれの位相に対応する複数の画像のデータを取得する。この複数の画像の同じ位置（ x 、 y ）における明るさを用いて、その位置（ x 、 y ）に投射された光パターンの位相 θ を求め、この位相 θ を基に三角測量の原理を用いて高さを計算する。

[0098] なお、位相シフト法を用いた高さ情報の取得方法は、上記例に限られない。例えば、撮影する画像は 4 枚に限られない。3 枚撮影すれば位相 θ の計算は可能であるし、4 枚以上の画像を撮影して精度を高めることもできる。また、位相 θ の計算に用いる上記式（1）～（3）も一例であり、その他の式を用いて位相 θ を計算することができる。

- [0099] このようにして位相シフト法を用いて得られた、試料Aの表面の3次元形状を示すデータを、コンピュータ1が処理することで、試料Aの検査が判定部52により実行される(S7)。例えば、上記のように画像処理部52が、試料Aの突起部の試料面12aに対する位置(高さ情報)を算出し、判定部53が、その位置が所定の範囲内であるか否かを判定することにより、突起を有する試料の良否を判断することができる。
- [0100] 検査装置100は、例えば、ICチップのような、少なくとも1方向に並ぶ複数の突起部を備える試料を検査することができる。ICチップを基板に実装する場合、ICチップが有する複数の足(突起部)が基板に確実に接続されることが要求される。そのため、検査装置100では、テーブル12の試料面12aにおかれたICチップを特定の温度に加熱した状態で、突起部それぞれのテーブル12の試料面12aに対する位置を測定し、突起部の位置が所定の範囲内であるか否かを判定することができる。これにより、特定の温度下で、ICチップを基板に実装できるか否かを検査することができる。
- [0101] 上記の検査装置100は、透明導電膜122を表面に形成されたテーブル12または導電性を有する透明基板で形成されたテーブル12に試料Aをおいた状態で、試料Aの温度を制御し、さらに試料Aの下面からの光パターンの照射及び試料Aの撮影が可能になる。試料Aをテーブル12に置くという動作だけで、特定温度での形状の検査が可能になる。このように、本実施形態によれば、試料Aの設置作業も、装置の構成も簡素にでき、さらに、温度制御下で高速に試料の形状を測定することが可能になる。また、セラミック基板、フレキシブル基板等を実装される電子部品を計測する場合、テーブル12上面を実装面として、実装時の状態とほぼ同じ状態で計測することが可能になる。すなわち、実装時の試料の状態を模擬することができる。
- [0102] すなわち、透明導電膜122を有する透明部材を使ったテーブル12と上記のようなパターン投影法を用いた3次元形状測定器の組み合わせにより、電子部品の端子の検査に適した3次元測定が可能になる。例えば、大量の電

子部品の耐熱性を素早く検査することが可能になる。さらに、位相シフトを用いることで、高さ情報を効率よく迅速に処理し、高精度の解析結果を得ることができる。以上のとおり、本実施形態によれば、例えば、電子機器の生産ラインにおける検査に適した構造の測定器及び計算処理が提供される。

[0103] なお、本発明の適用範囲は、上記実施形態に限られない。例えば、試料は、電子部品に限定されない。また、上記実施形態では、測定器として、格子投影法を用いた3次元形状測定器を用いた場合を説明したが、測定器は、例えば、上記以外のパターン投影法（例えば、グレースケールのパターンやカラーパターン等を投影する方法）や、モアレ、焦点法、ステレオ法、その他の方法を用いた3次元測定器であってもよい。

[0104] 以上、上記の実施形態1～6における計測装置または検査装置は、加熱装置として透明導電膜を用いる。そのため、従来の装置に比べ装置構成が簡素化される。また、温度コントロールも容易にできる。さらに、熱への変換効率もよいことから消費電力も抑えることができる。

符号の説明

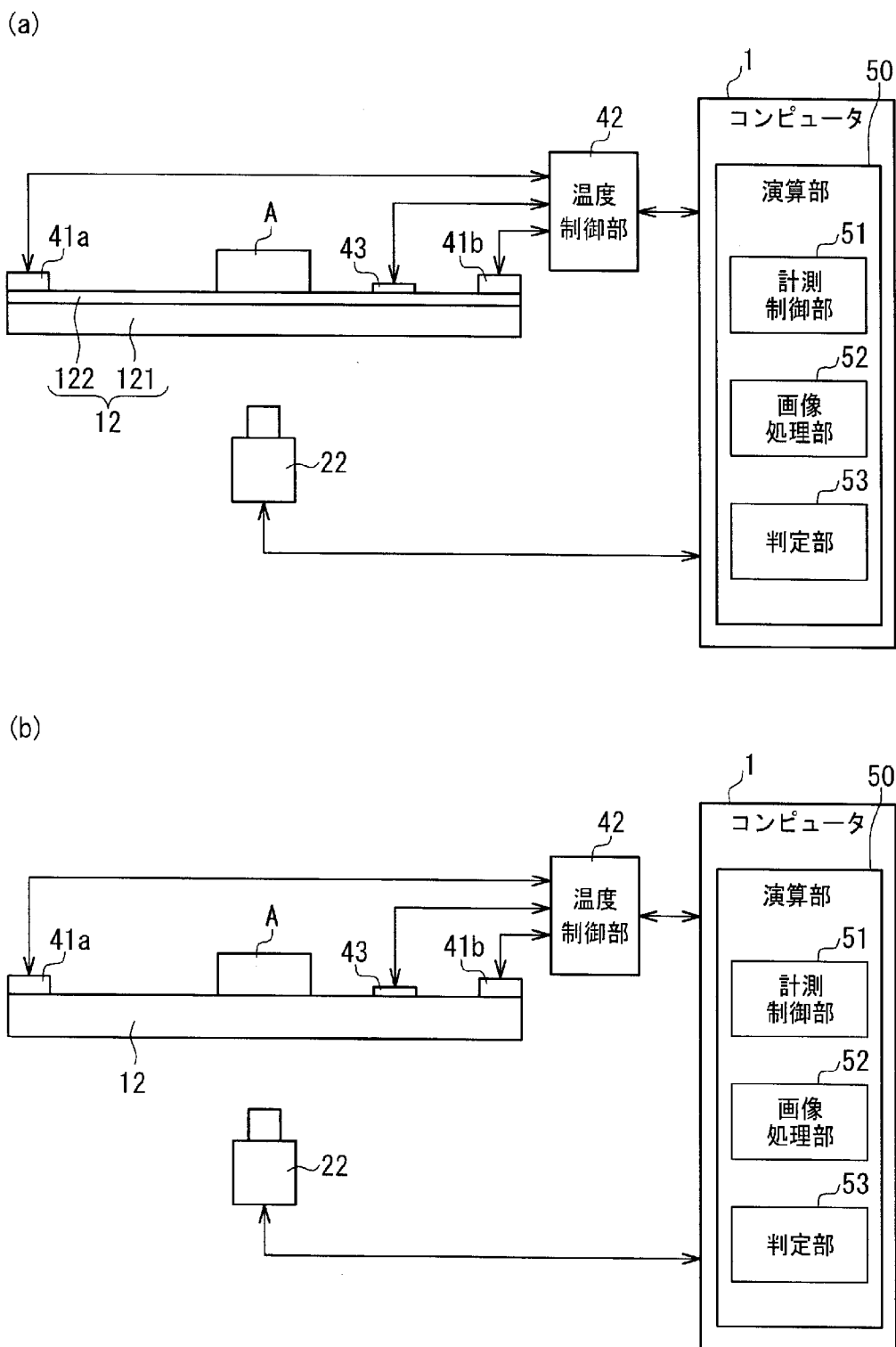
- [0105] 1 コンピュータ
2 モニタ
3 入力デバイス
4 制御部
5 測定部
6 光源
7 集光レンズ
8 グリッド
9 テレセントリックレンズ
10 画像処理部
11 テレセントリックレンズユニット
12 透明部材（テーブル）
12 a 試料面

- 1 2 1 透明基板
- 1 2 2 透明導電膜
- 1 3 駆動部
- 1 5 カメラ
- 1 6 テレセントリックレンズ
- 1 7 テレセントリックレンズユニット
- 2 1 光照射部（投影プロジェクタ）
- 2 2 光検出部
- 3 0 電子部品
- 3 1 本体
- 3 2 a-3 2 e 端子
- 5 0 演算部
- 5 1 計測制御部 5 2
- 5 2 画像処理部
- 5 3 判定部
- 1 0 0 検査装置

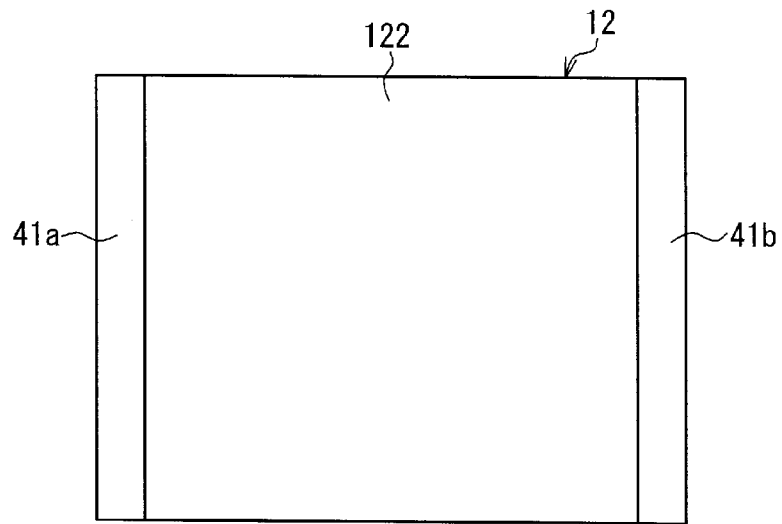
請求の範囲

- [請求項1] 計測対象の試料を保持する位置または前記試料に対向する位置に配置され、導電性を有する透明部材と、
前記試料からの光を検出する光検出部と、
前記透明部材に印加する電圧を制御することにより、前記透明部材の温度を制御する熱制御部とを備えた、計測装置。
- [請求項2] 前記透明部材は、前記試料を載せるための試料テーブルも兼ねている、請求項1に記載の計測装置。
- [請求項3] 前記光検出部は、前記試料テーブルの下側に配置され、前記透明部材の上面に載せられた前記試料からの光を前記透明部材の下面から検出する、請求項2に記載の計測装置。
- [請求項4] 前記試料に光を照射する光照射部をさらに備え、
前記透明部材は、前記光照射部及び前記光検出部の少なくともいずれかと前記試料の設置位置との間に配置される、請求項1～3のいずれか1項に記載の計測装置。
- [請求項5] 前記光検出部は、前記熱制御部により前記透明部材が所定の温度になったときに、前記試料からの光を検出する、請求項1～4のいずれか1項に記載の計測装置。
- [請求項6] 前記光検出部により得られた画像を基に、当該試料が所定の基準を満たしているかを判定する演算部をさらに備える、請求項1～5のいずれか1項に記載の計測装置。

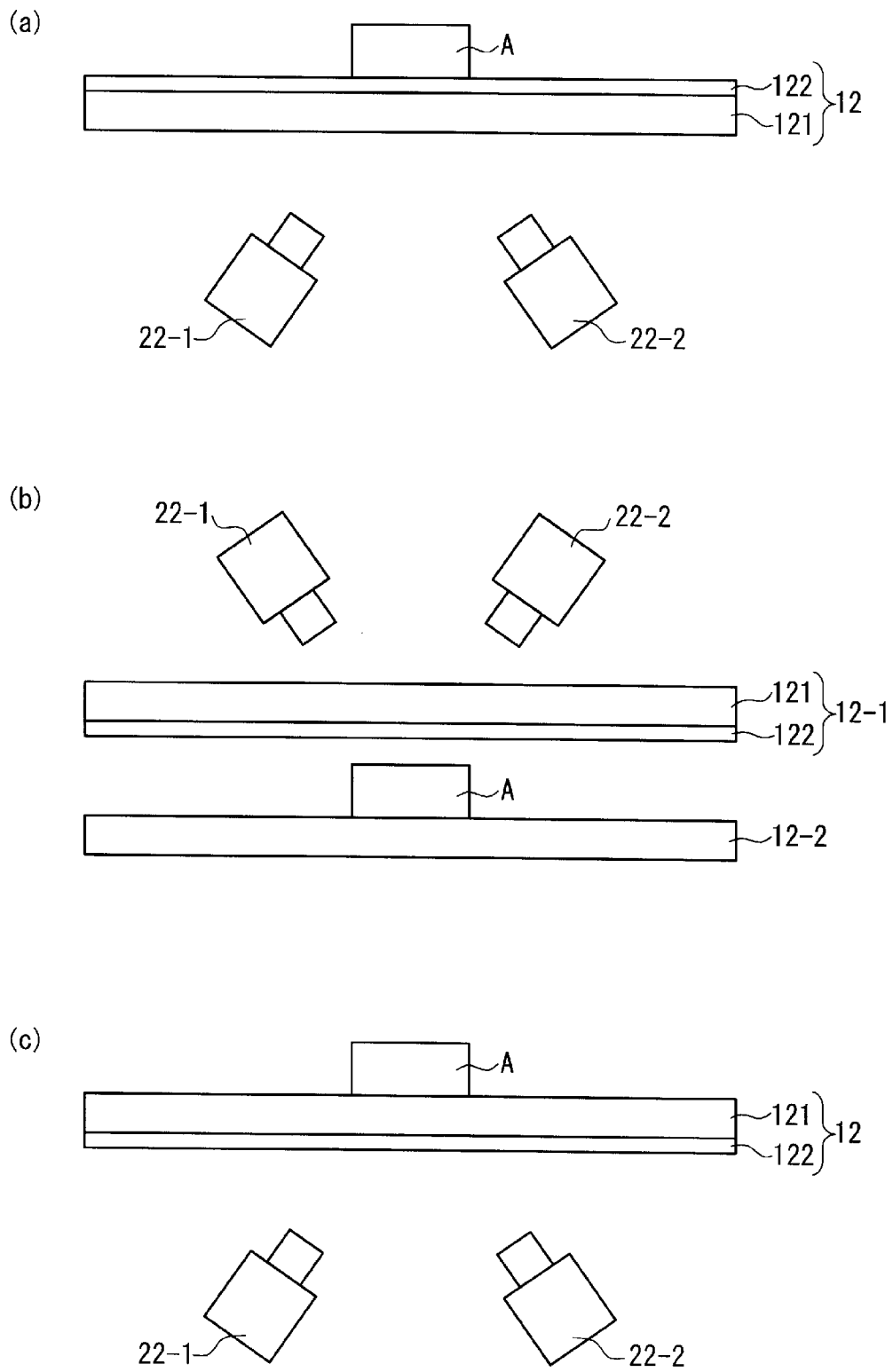
[図1]



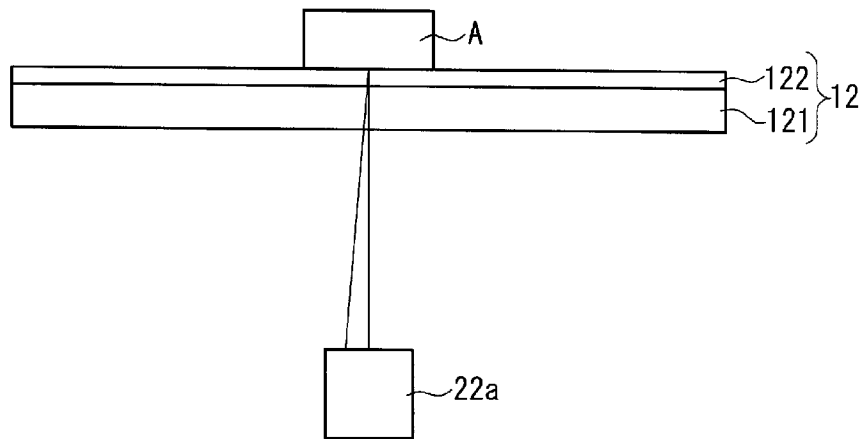
[図2]



[図3]

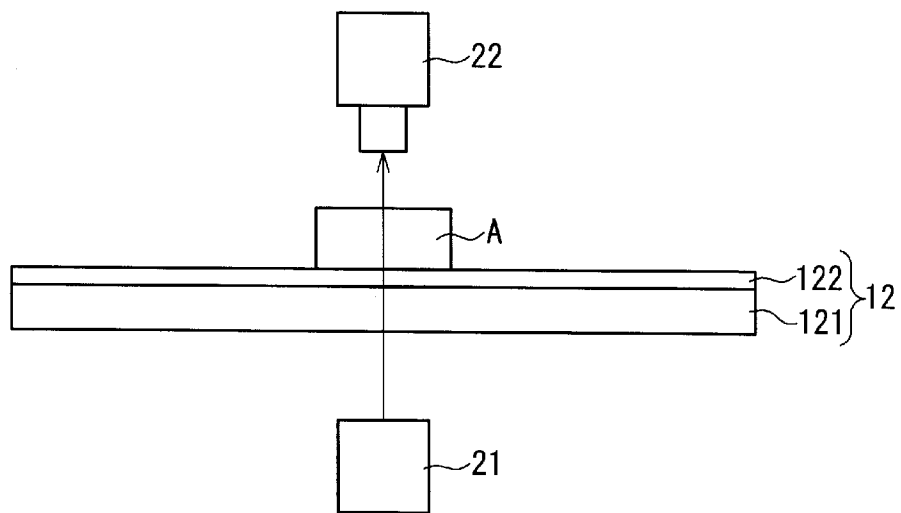


[図4]

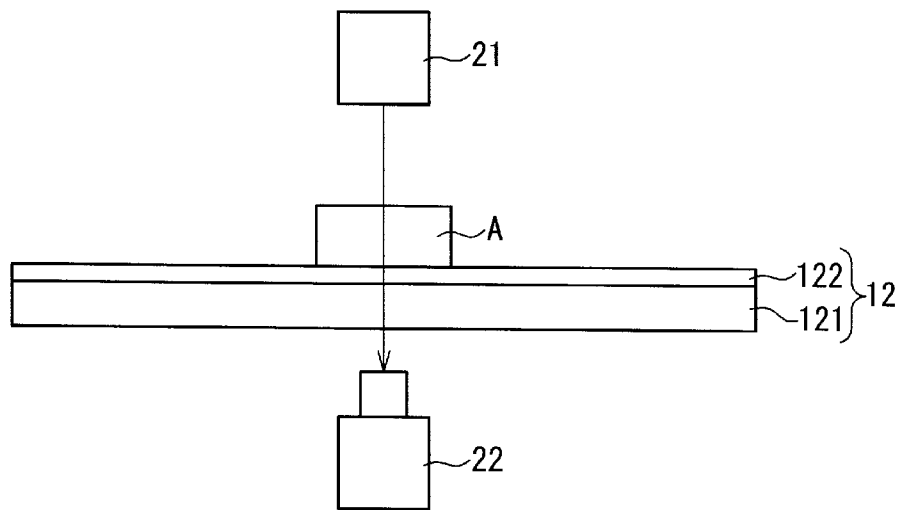


[図5]

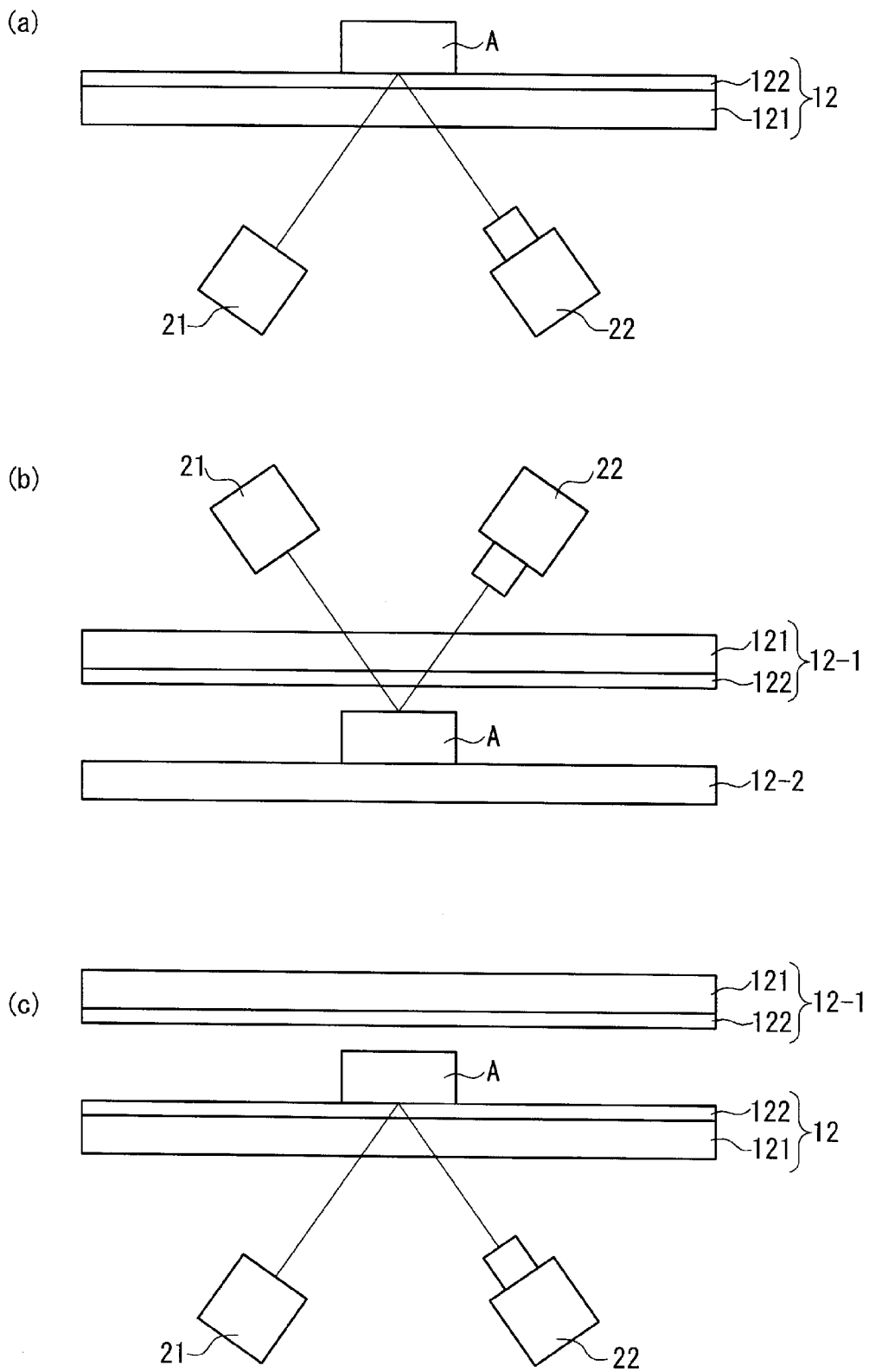
(a)



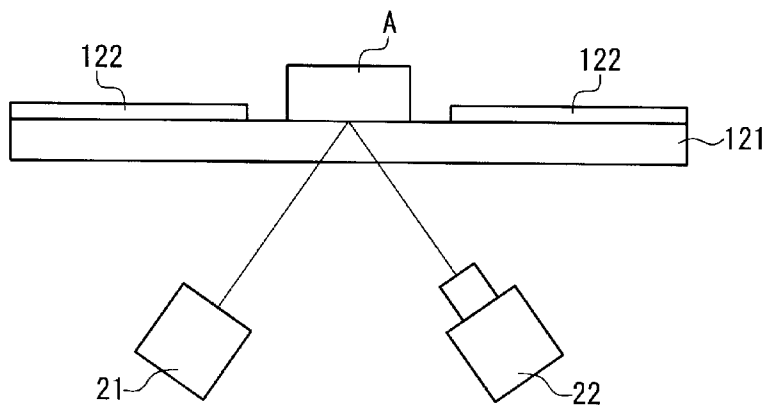
(b)



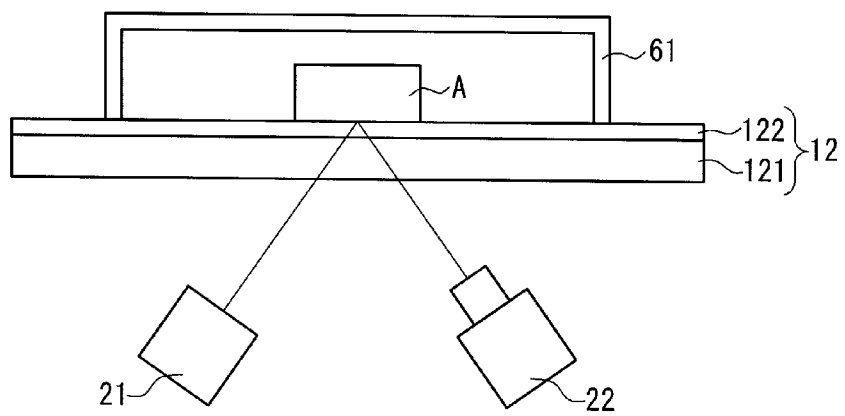
[図6]



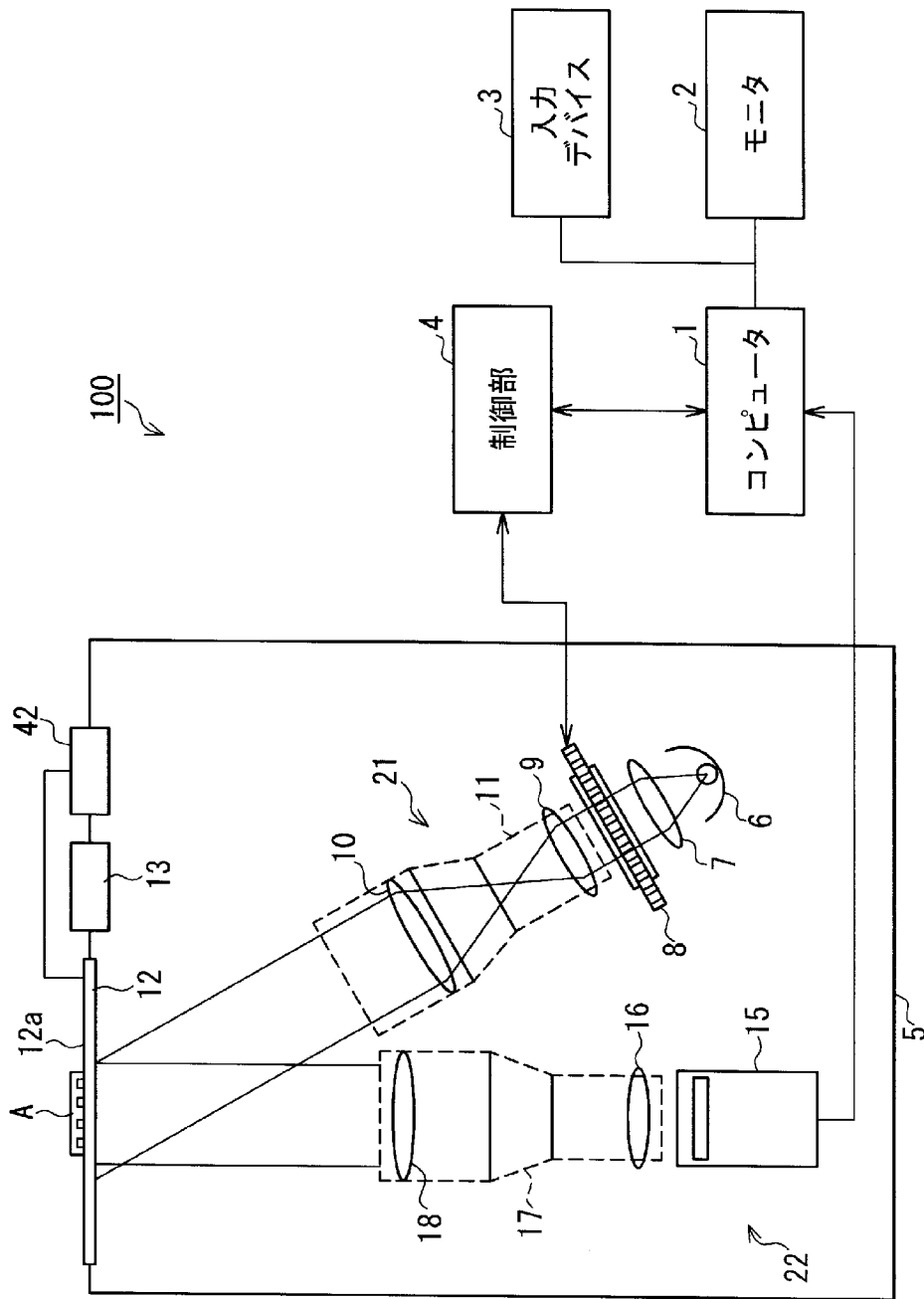
[図7]



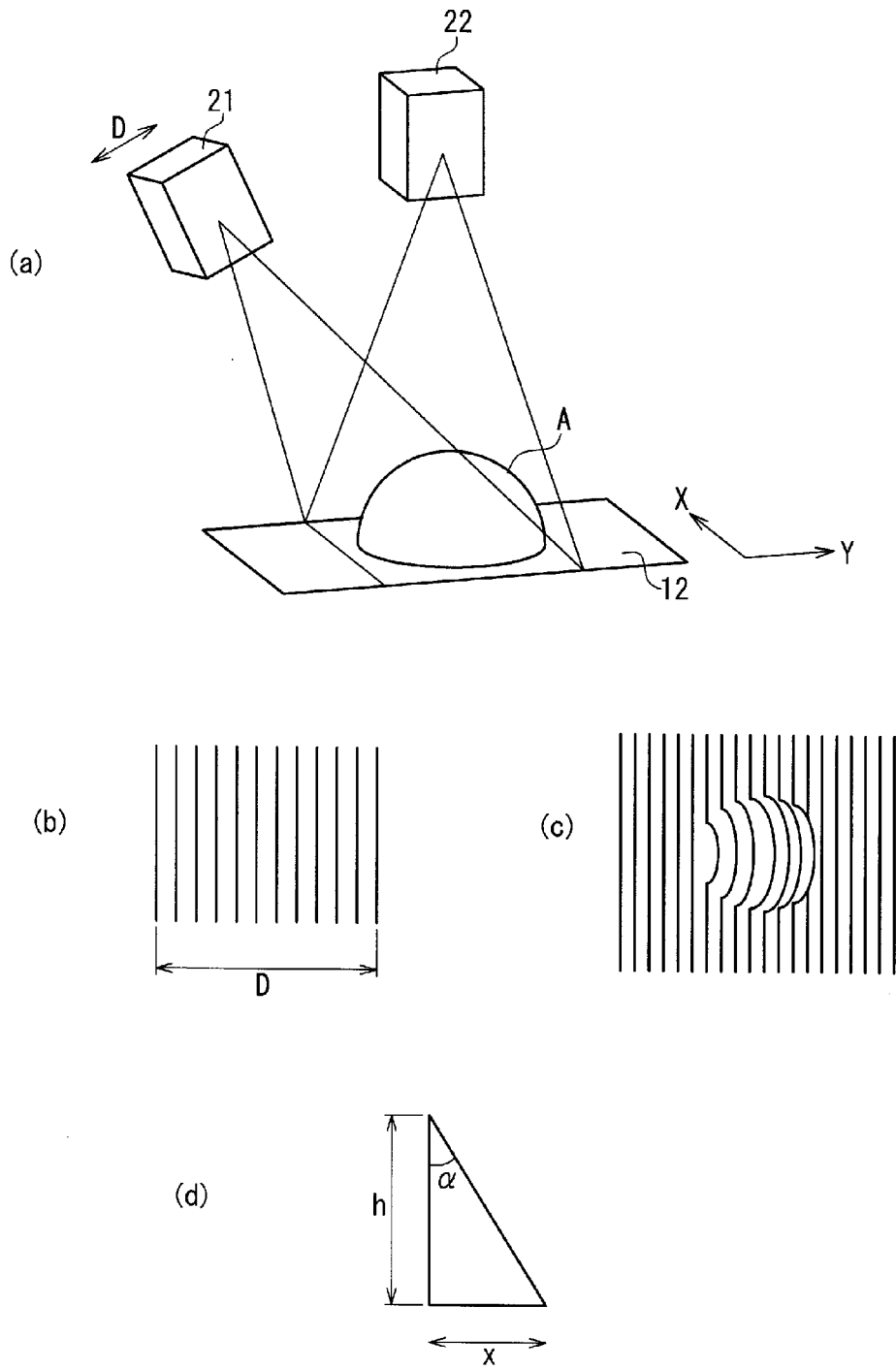
[図8]



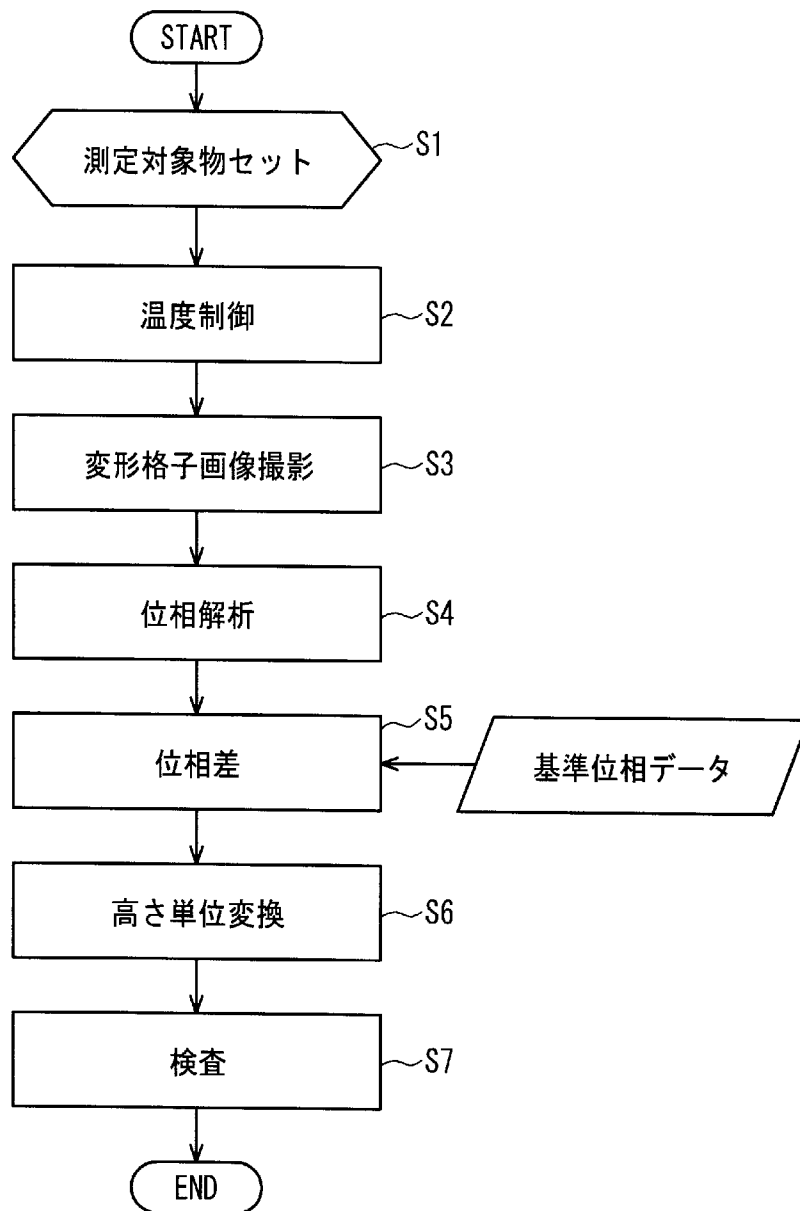
[図9]



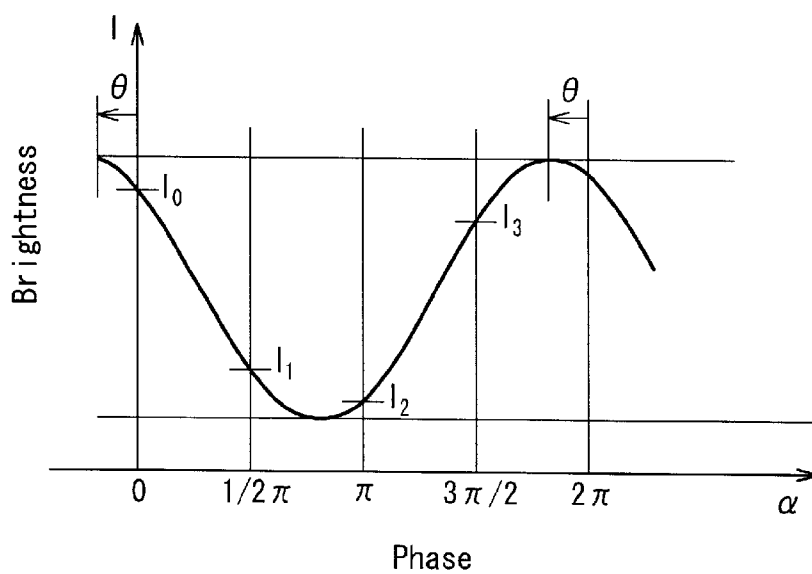
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/063197

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B11/00 (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)

G01B11/00, G01N21/41, H01L21/00

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
Y	WO 2007/066687 A1 (Nikon Corp.), 14 June 2007 (14.06.2007), paragraphs [0002], [0033] to [0038]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-6
Y	JP 2004-343003 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 02 December 2004 (02.12.2004), paragraph [0017]; fig. 1 (Family: none)	1-6
Y	JP 11-230903 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 27 August 1999 (27.08.1999), claims 8, 9; paragraphs [0020], [0058], [0135], [0136]; fig. 1 (Family: none)	1-6

 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
07 June, 2012 (07.06.12)Date of mailing of the international search report
19 June, 2012 (19.06.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/063197

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 10-321539 A (Hitachi, Ltd.), 04 December 1998 (04.12.1998), paragraphs [0003], [0004] (Family: none)	1-6
Y	JP 2008-261679 A (Nikke Machine Manufacturing Corp.), 30 October 2008 (30.10.2008), claim 1; paragraphs [0021] to [0026], [0032], [0033]; fig. 1, 2, 4 (Family: none)	5, 6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01B11/00(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. G01B11/00 G01N21/41 H01L21/00

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	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012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
Y	WO 2007/066687 A1 (株式会社ニコン) 2007.06.14, 段落【0002】 , 【0033】 - 【0038】 , 第1図, 第2図 (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 2004-343003 A (富士写真フイルム株式会社) 2004.12.02, 段落【0017】 , 第1図 (ファミリーなし)	1-6

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

07.06.2012

国際調査報告の発送日

19.06.2012

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 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)

梶田 真也

2 S

3303

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 11-230903 A (富士写真フイルム株式会社) 1999.08.27, 請求項 8, 請求項 9, 段落 【0020】 , 【0058】 , 【0135】 , 【0136】 , 第 1 図 (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 10-321539 A (株式会社日立製作所) 1998.12.04, 段落 【0003】 , 【0004】 (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 2008-261679 A (株式会社ニッケ機械製作所) 2008.10.30, 請求項 1, 段落 【0021】 - 【0026】 , 【0032】 , 【0033】 , 第 1 図, 第 2 図, 第 4 図 (ファミリーなし)	5, 6