

(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3月14日(14.03.2019)



(10) 国際公開番号

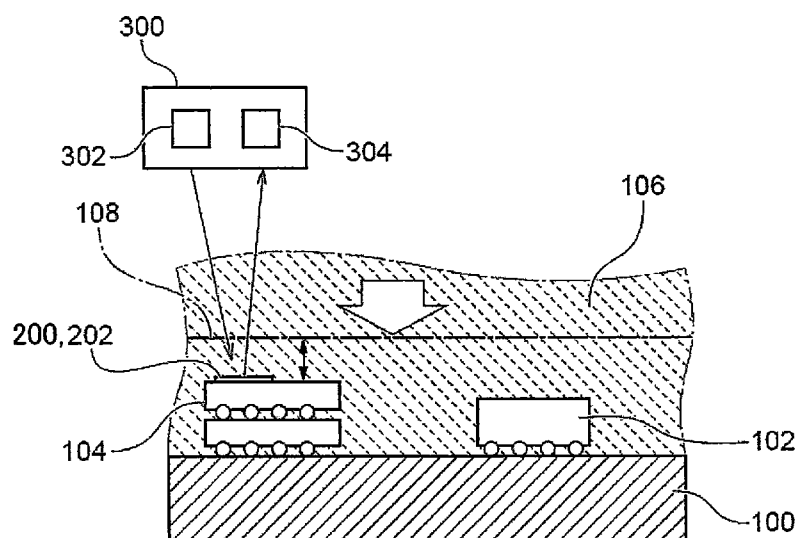
WO 2019/049659 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/304 (2006.01) *B24B 49/10* (2006.01)
B24B 37/013 (2012.01) *B24B 49/12* (2006.01)
B24B 49/04 (2006.01) *B24B 49/16* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/030894
- (22) 国際出願日: 2018年8月22日(22.08.2018)
- (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 2017-170302 2017年9月5日(05.09.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社荏原製作所 (EBARA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 戸川 哲二 (TOGAWA, Tetsuji); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内 Tokyo (JP). 曾布川 拓司(SOBUKAWA, Hiroshi); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内 Tokyo (JP). 畠山 雅規(HATAKEYAMA, Masahiro); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 小野 新次郎, 外 (ONO, Shinjiro et al.); 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目 2 番 1 号 新大手町ビル 2 0 6 区 ユアサハラ法律特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: METHOD FOR POLISHING SUBSTRATE PROVIDED WITH FUNCTIONAL CHIP

(54) 発明の名称: 機能性チップを備える基板を研磨する方法

[図1]



(57) Abstract: A polishing end-point position is detected in order to end polishing at an appropriate position. According to one embodiment of the present invention, a method for chemically and mechanically polishing a substrate provided with a functional chip is provided. This method has: a step for placing a functional chip on a substrate; a step for placing an end-point detection element on the substrate; a step for sealing the substrate on which the functional chip and the end-point detection element are placed with an insulating material; a step for polishing the insulating material; and a step for detecting a polishing end point on the basis of the end-point detection element when the insulating material is polished.

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))

(57) 要約: 適切な位置で研磨を終了するために、研磨の終点位置を検知する。一実施形態によれば、機能性チップを備える基板を化学機械的に研磨する方法が提供され、かかる方法は、基板に機能性チップを配置するステップと、前記基板に終点検知要素を配置するステップと、前記機能性チップおよび前記終点検知要素が配置された基板を絶縁材で封止するステップと、前記絶縁材を研磨するステップと、前記絶縁材を研磨しているときに、前記終点検知要素に基づいて研磨の終点を検知するステップと、を有する。

明 細 書

発明の名称：機能性チップを備える基板を研磨する方法

技術分野

[0001] 本願発明は、機能性チップを備える基板を研磨する方法に関する。

背景技術

[0002] エレクトロニクス製品の小型化、高性能化を実現するために、複数の半導体チップを多層に積上げて1つのパッケージとする三次元実装技術が注目されている。高集積化のために、同様の機能を有する薄板化した半導体チップ同士又は異なる機能を有する薄板化した半導体チップを積層し、各半導体チップ間の電氣的接続をとることで、半導体チップの高密度実装を図る三次元実装技術も案出されている。三次元構造を備えるパッケージにおいて、半導体チップ間の電氣的接続のためにインターポーザやインターコネクトチップが使用されることがある。また、三次元の配線構造を形成するために、半導体チップを配置した層を絶縁材で封止し、絶縁材の上に次の配線構造を形成することがある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2007-287803号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述のように、埋め込まれたチップを有する三次元の配線構造を形成するために、絶縁材の上に配線構造を形成することがある。そのため、絶縁材の表面を平坦にする必要がある。絶縁材の表面を平坦化するための化学機械研磨（CMP）を使用することができる。絶縁材の研磨にCMPを用いる場合、適切な位置で研磨を終了するために、研磨の終点位置を検知することが必要になる。そこで、本発明は、絶縁材を研磨する方法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

- [0005] 〔形態１〕形態１によれば、機能性チップを備える基板を化学機械的に研磨する方法が提供され、かかる方法は、基板に機能性チップを配置するステップと、前記基板に終点検知要素を配置するステップと、前記機能性チップおよび前記終点検知要素が配置された基板を絶縁材で封止するステップと、前記絶縁材を研磨するステップと、前記絶縁材を研磨しているときに、前記終点検知要素に基づいて研磨の終点を検知するステップと、を有する。
- [0006] 〔形態２〕形態２によれば、形態１による方法において、前記終点検知要素は、反射要素を有し、前記反射要素に光を照射するステップと、前記反射要素から反射された光を受光するステップと、を有する。
- [0007] 〔形態３〕形態３によれば、形態１または形態２に方法において、前記終点検知要素を、接着剤により機能性チップの上面に固定するステップを有する。
- [0008] 〔形態４〕形態４によれば、形態１から形態３のいずれか１つの形態による方法において、前記終点検知要素は、基板上に構成される機能に無関係なダミー要素を有する。
- [0009] 〔形態５〕形態５によれば、形態１から形態４のいずれか１つの形態による方法において、前記絶縁材の上に金属層を形成するステップと、前記金属層を研磨するステップと、を有し、前記金属層を研磨するときに、（１）渦電流センサによる渦電流の変化、（２）光学式センサにより金属層からの反射光の変化、（３）研磨抵抗の変化、の少なくとも１つに基づいて研磨の終点を検知する。
- [0010] 〔形態６〕形態６によれば、形態１から形態４のいずれか１つの形態による方法において、前記絶縁材の上にバリアモールド層を形成するステップと、前記バリアモールド層の上に金属層を形成するステップと、前記金属層を研磨するときに、（１）渦電流センサによる渦電流の変化、（２）光学式センサにより金属層からの反射光の変化、（３）研磨抵抗の変化、の少なくとも１つに基づいて研磨の終点を検知する。

- [0011] 〔形態 7〕 形態 7 によれば、形態 1 から形態 6 のいずれか 1 つの形態による方法において、絶縁材の研磨をした後に、絶縁材に配線用の加工を施すステップと、加工された絶縁材の表面に、親水性を向上させるための表面処理を施すステップと、を有する。
- [0012] 〔形態 8〕 形態 8 によれば、機能性チップを備える基板を化学機械的に研磨する方法が提供され、基板は、機能性チップおよび終点検知要素が配置され、且つ、絶縁材で封止された状態であり、前記方法は、前記絶縁材を研磨するステップと、前記絶縁材を研磨しているときに、前記終点検知要素に基づいて研磨の終点を検知するステップと、を有する。
- [0013] 〔形態 9〕 形態 9 によれば、形態 8 による方法において、前記終点検知要素は、反射要素を有し、前記反射要素に光を照射するステップと、前記反射要素から反射された光を受光するステップと、を有する。
- [0014] 〔形態 10〕 形態 10 によれば、形態 8 または形態 9 による方法において、前記終点検知要素は、接着剤により機能性チップの上面に固定されている。
- [0015] 〔形態 11〕 形態 11 によれば、形態 8 から形態 10 のいずれか 1 つの形態による方法において、前記終点検知要素は、基板上に構成される機能に無関係なダミー要素を有する。
- [0016] 〔形態 12〕 形態 12 によれば、形態 8 から形態 11 のいずれか 1 つの形態による方法において、前記基板は、前記絶縁材の上に金属層が形成された状態であり、前記金属層を研磨するステップ、を有し、前記金属層を研磨するときに、（１）渦電流センサによる渦電流の変化、（２）光学式センサにより金属層からの反射光の変化、（３）研磨抵抗の変化、の少なくとも 1 つに基づいて研磨の終点を検知する。
- [0017] 〔形態 13〕 形態 13 によれば、形態 8 から形態 11 のいずれか 1 つの形態による方法において、前記基板は、前記絶縁材の上にバリアモールド層が形成され、さらに、前記バリアモールド層の上に金属層が形成された状態であり、前記金属層を研磨するときに、（１）渦電流センサによる渦電流の変

化、（２）光学式センサにより金属層からの反射光の変化、（３）研磨抵抗の変化、の少なくとも１つに基づいて研磨の終点を検知する。

[0018] 〔形態１４〕形態１４によれば、絶縁材で封止された機能性チップを備える基板を化学機械的に研磨する方法が提供され、かかる方法は、前記機能性チップの上面に前記絶縁材を通して光を照射するステップと、前記機能性チップの上面から反射した光を受信するステップと、受信した光の変化に基づいて基板の研磨の終点を決定するステップを有する。

[0019] 〔形態１５〕形態１５によれば、形態１４による方法において、さらに、前記機能性チップの上面から反射した光を分光するステップと、前記機能性チップの上面から反射した光の波長ごとの相対反射率の変化に基づいて基板の研磨の終点を決定するステップを有する。

[0020] 〔形態１６〕形態１６によれば、形態１５による方法において、照射する光は、可視光領域または赤外光領域の波長である。

[0021] 〔形態１７〕形態１７によれば、形態１４による方法において、受信した光の強度の変化に基づいて基板の研磨の終点を決定するステップを有する。

[0022] 〔形態１８〕形態１８によれば、絶縁材で封止された機能性チップを備える基板を化学機械的に研磨する方法が提供され、かかる方法は、基板の表面で光が全反射するように光を照射するステップと、基板の表面で全反射された光を受信するステップと、受信した光の変化に基づいて基板の研磨の終点を決定するステップを有する。

[0023] 〔形態１９〕形態１９によれば、基板研磨装置の動作を制御するための制御装置により実行されたときに、前記制御装置が前記基板研磨装置を制御して、形態１から形態１８の何れか１つの形態による方法を実行させるプログラムが記録された、コンピュータ読み取り可能な記録媒体が提供される。

[0024] 〔形態２０〕形態２０によれば、コンピュータを含む制御装置に形態１から形態１８の何れか１つの形態による方法を実行させるプログラムが提供される。

[0025] 〔形態２１〕形態２１によれば、基板が提供され、かかる基板は、機能性

チップと、前記機能性チップを覆う絶縁材と、終点検知要素と、を有する。

[0026] [形態 2 2] 形態 2 2 によれば、形態 2 1 による基板において、前記終点検知要素は、反射要素を有する。

[0027] [形態 2 3] 形態 2 3 によれば、形態 2 0 または形態 2 1 による基板において、前記終点検知要素は、接着剤により機能性チップの上面に固定されている。

[0028] [形態 2 4] 形態 2 4 によれば、形態 2 1 から形態 2 3 のいずれか 1 つの形態による基板において、前記終点検知要素は、基板上に構成される機能に無関係なダミー要素を有する。

[0029] [形態 2 5] 形態 2 5 によれば、形態 2 1 から形態 2 4 のいずれか 1 つの形態による基板において、前記絶縁材の上に金属層が形成されている。

[0030] [形態 2 6] 形態 2 6 によれば、形態 2 1 から形態 2 4 のいずれか 1 つの形態による基板において、前記絶縁材の上にバリアモールド層が形成されており、さらに、前記バリアモールド層の上に金属層が形成されている。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]一実施形態による、基板の研磨方法を説明するための図である。

[図2]一実施形態による、基板の研磨方法を説明するための図である。

[図3]一実施形態による、基板の研磨方法を説明するための図である。

[図4]一実施形態による、基板の研磨方法を説明するための図である。

[図5]一実施形態による、基板の研磨方法を説明するための図である。

[図6]一実施形態による、基板の研磨方法を説明するための図である。

[図7]一実施形態による、基板の研磨方法を説明するための図である。

[図8]一実施形態による、基板の研磨方法を説明するための図である。

[図9]一実施形態による、基板の研磨方法を説明するための図である。

[図10]一実施形態による、基板の研磨方法を説明するための図である。

[図11]一実施形態によるCMP装置の構成を示す概念図である。

[図12]一実施形態による、光学的な終点検出機構を概略的に示す断面図である。

[図13]一実施形態による、基板の研磨方法を説明するための図である。

[図14]一実施形態による、光学的な終点検出機構を概略的に示す断面図である。

[図15]一実施形態による、光学的な終点検出機構を概略的に示す断面図である。

[図16]一実施形態による、光学的な終点検出機構を概略的に示す断面図である。

[図17A]一実施形態による、光学的な終点検出機構を概略的に示す断面図である。

[図17B]図17Aに示される光学的な終点検出機構のアダプタ付近を拡大した図である。

[図17C]図17Aに示される光学的な終点検出機構のアダプタ付近を拡大した図である。

発明を実施するための形態

[0032] 以下に、本発明に係る機能性チップを備える基板を研磨する方法の実施形態を添付図面とともに説明する。添付図面において、同一または類似の要素には同一または類似の参照符号が付され、各実施形態の説明において同一または類似の要素に関する重複する説明は省略することがある。また、各実施形態で示される特徴は、互いに矛盾しない限り他の実施形態にも適用可能である。

[0033] 図1は、一実施形態による、基板の研磨方法を説明するための図である。図1に示される実施形態において、基板はCCL (Copper Clad Laminate) ベース100に、CPUやGPUなどのロジックチップ102、および／またはメモリチップ104などが配置される。本明細書において、ロジックチップやメモリチップなどの所定の機能を備えるチップを機能性チップと称する。図1に示される実施形態においては、機能性チップ102、104の中で、CCLベース100の表面から一番高い位置ある機能性チップの上側の表面に終点検知要素200を配置する。図1の実施形態においては、終点検

知要素200は、反射膜202であり、メモリチップ104の上に配置されている。反射膜202は、たとえば機能性チップの上面に施した金属膜のコーティングとすることができる。CCLベース100の上に機能性チップ102、104および終点検知要素200を配置したら、機能性チップ102、104が実装されたCCLベース100を絶縁材106により封止する。絶縁材106は、たとえば、樹脂やガラス材料とすることができる。絶縁材106により封止したら、絶縁材106が平坦になるように絶縁材106を研磨する。絶縁材106の上には、その後に微細な横配線および／または縦配線が行われるので、絶縁材106を平坦に研磨することが重要となる。絶縁材106の研磨は、化学機械的に研磨(CMP)することができる。CMPは、一般的なCMP装置を使用することができる。CMP装置は任意のものとしてことができ、たとえば公知のCMP装置を利用してもよい。絶縁材106をCMPにより研磨するときに、終点検知要素200を利用して研磨の終点を検知することができる。図1の実施形態においては、終点検知要素200は、反射膜202であるので、光学式に終点検知を行うことができる。例えば、CMP装置300は、反射膜202にレーザーなどの光を照射するための光源302を備え、また、反射膜202からの反射光を受光するためのセンサ304を備える。反射膜202からの反射光により反射膜202からの距離を測定して、研磨目標位置108まで研磨をしたら、研磨を終了する。絶縁材106の終点位置は、たとえば研磨目標位置108から±10 μm以下にすることが望ましい。また、研磨目標位置108は、たとえば、反射膜202が設けられた最上位置にあるチップの上面から10 μm～500 μmとすることができる。

[0034] 図1に示される上述の実施形態においては、終点検知要素200として反射膜202を使用しているが、他の実施形態として、反射膜202に代えて、蛍光材または蛍光材を含む樹脂等を使用することができる。蛍光材または蛍光材を含む樹脂は、図1に示されるようなCCLベース100の表面から一番高い位置ある機能性チップの上側の表面にだけ塗布してもよく、あるいは

は、CCLベース100に機能性チップ102、104を配置した後に、基板の全面に塗布してもよい。機能性チップ102、104の上側の表面に蛍光材または蛍光材を含む樹脂を塗布する場合、表面の一部だけに塗布してもよく、表面の全面に塗布してもよい。蛍光材を塗布した後に、基板の全体を絶縁材106で封止する。かかる実施形態においては、光源302は、蛍光材に蛍光を生じさせる波長を含むものを選択する。センサ304は、一番高い位置にある機能性チップの上面に塗布された蛍光材からの蛍光の強度を測定する。蛍光の強度は、蛍光材の上に配置された絶縁材106の厚さにより変化する。そのため、検出された蛍光の強度により絶縁材106の厚さを検出することができ、絶縁材106の研磨の終点を検知することができる。なお、センサ304で蛍光波長だけを検出するために波長フィルタを使用することができる。あるいは、分光器を使用して蛍光波長の強度を検出してもよい。

[0035] 図2は、一実施形態による、基板の研磨方法を説明するための図である。図2の実施形態においては、終点検知要素200として、機能性チップ102、104の中で、CCLベース100の表面から一番高い位置ある機能性チップ102、104の上側の表面に反射板204を固定する。反射板204は、たとえば接着剤を使用して機能性チップ102、104の上面に固定することができる。反射板204は、たとえば、板状の部材に金属コーティングを施したものとすることができる。反射板204以外については、図1に示された実施形態と同様とすることができる。

[0036] 図3は、一実施形態による、基板の研磨方法を説明するための図である。図3に示される実施形態において、基板はCCL（Copper Clad Laminate）ベース100に、CPUやGPUなどのロジックチップ102、および／またはメモリチップ104などが配置される。図3に示される実施形態においては、機能性チップ102、104とは別に、基板に形成されるデバイスの機能に無関係なダミー要素206を終点検知要素200として配置する。ダミー要素206は、上面が、CCLベース100の表面から一番高い位置あ

る機能性チップの上面よりも高い位置になるように配置される。ダミー要素 206 の上面は、図 1 の実施形態のように反射膜 202 としてもよく、また、ダミー要素 206 の上面に図 2 の実施形態のような反射板 204 を取り付けてもよい。ダミー要素 206 は、接着剤により CCL ベース 100 に取り付けることができる。あるいは、ダミー要素 206 は、他の機能性チップ 102、104 と同様にバンプ接着してもよい。他の機能性チップ 102、104 と同一の工程でバンプ接着をすることで、機能性チップ 102、104 とダミー要素 206 との取り付けの誤差を小さくすることができる。ダミー要素 206 は、任意の場所に配置することができるが、他の機能性チップを邪魔しない場所に設ける必要がある。また、ダミー要素 206 は、複数配置してもよい。CCL ベース 100 の上に機能性チップ 102、104 およびダミー要素 206 を配置したら、機能性チップ 102、104 およびダミー要素 206 が実装された CCL ベース 100 を絶縁材 106 により封止する。絶縁材 106 は、たとえば、樹脂やガラス材料とすることができる。絶縁材 106 により封止したら、絶縁材 106 が平坦になるように絶縁材 106 を研磨する。絶縁材 106 の研磨は、化学機械的に研磨 (CMP) することができる。CMP は、一般的な CMP 装置を使用することができる。CMP 装置は任意のものとすることができ、たとえば公知の CMP 装置を利用してもよい。絶縁材 106 を CMP により研磨するとき、終点検知要素 200 であるダミー要素 206 を利用して研磨の終点を検知することができる。図 3 の実施形態においては、ダミー要素 206 の上面は反射膜 202 または反射板 204 であるので、上述のように光学式に終点検知を行うことができる。研磨目標位置 108 として、たとえば図 3 に示されるように、CCL ベース 100 の表面から一番高い位置ある機能性チップの上面からの距離 L_1 を定める。CCL ベース 100 の表面から一番高い位置ある機能性チップの上面と、ダミー要素 206 の上面との高さの差 L_3 を測定しておく。かかる高さの差 L_3 は、機能性チップ 102、104 およびダミー要素 206 を CCL ベース 100 に配置して、絶縁材 106 でモールドする前に、任意の位置

センサや、共焦点顕微鏡などで測定することができる。そして、研磨目標位置108がL1になるように、ダミー要素206の上面から研磨目標位置108の距離L2を算出する。絶縁材106の研磨を行うときに、ダミー要素206の上面から絶縁材106の表面までの距離がL2になるまで絶縁材106の研磨を行うことで、研磨目標位置108まで絶縁材106の研磨を行うことができる。終点の研磨目標位置108は、たとえば、反射膜202が設けられた最上位置にあるチップの上面から $10\mu\text{m}\sim 500\mu\text{m}$ とすることができる。

[0037] 図4は、一実施形態による、基板の研磨方法を説明するための図である。図4は、平坦化された絶縁材106の上に配線層を形成し、配線層を研磨するときの手法を示している。図4に示される実施形態においては、図1～図3に示される実施形態と同様の手法で、絶縁材106を研磨目標位置108まで研磨する。図4に示される実施形態においては、その後、平坦化された絶縁材106に対して、配線のためのパターン形成が行われる。配線のためのパターンとして、縦配線のためのビア110の形成、横配線のパターン112の形成などが、露光やエッチングなどにより行われる。その後、たとえば銅などの金属層114がパターン形成された絶縁材106の上に成膜される(図4に示される状態)。その後、金属層114の不要な部分を研磨除去する。この金属層114の研磨は、CMPにより行うことができる。金属層114の研磨において、金属層114の研磨をした後の研磨面に金属が残留しないようにすることが重要である。研磨後の表面に残留金属があると、リーク電流や素子の劣化を引き起こすことがある。そのため、研磨目標位置108は、金属層114を除去して、絶縁材106の一部を研磨するように研磨目標位置108を定めることができる。たとえば、研磨目標位置108は、金属層114と絶縁材106の層との境界面から $5\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ ほど絶縁材106側に設定することができる。金属層114をCMPにより研磨するとき、研磨の終点検知は、金属層114に発生する渦電流を検出する渦電流センサにより渦電流の変化を観察することにより行うことができる。ある

いは、終点検知は、光学式のセンサにより金属層 114 からの反射光の変化を観察することにより行ってもよい。あるいは、終点検知は、金属層 114 から絶縁材 106 に材料が変化するところで生じる研磨抵抗の変化や、CMP 装置の駆動機構のトルク変化を観察することで行うことができる。なお、研磨後の表面に残留金属が生じないように、研磨により層の変化による層の境界を検知してから所定時間だけ研磨を行い、上述の研磨目標位置 108 まで研磨を行うようにしてもよい。他にも、公知の終点検知を採用してもよい。

[0038] 図 5 は、一実施形態による、基板の研磨方法を説明するための図である。図 5 に示される実施形態においては、図 1 ～図 3 に示される実施形態と同様の手法で、絶縁材 106 を研磨目標位置 108 まで研磨する。図 5 に示される実施形態においては、その後、平坦化された絶縁材 106 の上にバリアモールド層 116 を形成する（図 5 の上の図の状態）。バリアモールド層 116 は、絶縁性の材料から形成される。バリアモールド層 116 は、その下の絶縁材 106 とは重量密度が異なる材料を使用し、研磨時の摩擦力がバリアモールド層 116 と絶縁材 106 とで異なるようにする。また、バリアモールド層 116 は、絶縁材 106 の層と比べて薄い層とすることができる。たとえば、バリアモールド層 116 は、10 nm ～ 10 μ m 程度の厚さとすることができる。バリアモールド層 116 を形成したら、その上の配線のためのパターン形成が行われる。配線のためのパターンとして、縦配線のためのビア 110 の形成、横配線のパターン 112 の形成などが、露光やエッチングなどにより行われる。その後、たとえば銅などの金属層 114 がパターン形成された絶縁材 106 の上に成膜される。その後、金属層 114 の不要な部分を研磨除去する。図 5 の下の図は、金属層 114 が除去された状態を示す図である。この金属層 114 の研磨は、CMP により行うことができる。金属層 114 を CMP により研磨するとき、金属層 114 が除去されてバリアモールド層 116 が露出するときに、研磨抵抗が変化する。そこで、研磨抵抗の変化を CMP による金属層 114 を除去する研磨の終点検知に使用す

ることができる。また、過研磨によりバリアモールド層 116 が除去されてしまうと、さらに下の絶縁材 106 が露出し、さらに研磨抵抗が変化することになる。そこで、バリアモールド層 116 から絶縁材 106 へ変化するときの研磨抵抗の変化から、過研磨の検知を行うことができる。

[0039] 図 6 は、一実施形態による、基板の研磨方法を説明するための図である。図 5 に示される実施形態においては、図 1 ～図 3 に示される実施形態と同様の手法で、絶縁材 106 を研磨目標位置 108 まで研磨する。図 6 に示される実施形態においては、その後、平坦化された絶縁材 106 に対して、配線のためのパターン形成が行われる。配線のためのパターンとして、縦配線のためのビア 110 の形成、横配線のパターン 112 の形成などが、露光やエッチングなどにより行われる（図 6 の状態）。その後、光やレーザーを露光することにより絶縁材 106 の表面の親水性を向上させる。この処理により、その後に行われる、導電材である金属層 114 の密着性を向上させることができる。これ以降の、金属層 114 の形成などは図 4 で説明した実施形態と同様とすることができる。また、図 5 で説明した実施形態、または他の実施形態に親水性を向上させる処理を追加してもよい。

[0040] 図 7 は、一実施形態による、基板の研磨方法を説明するための図である。図 7 の実施形態において、基板は、貫通配線 150 を備える CCL（Copper Clad Laminate）ベース 100 を有する。貫通配線 150 を備える CCL ベース 100 は、CMP などにより平坦化されている。平坦化されている CCL ベース 100 の上面に終点検知要素 200 を配置する。図 7 の実施形態においては、終点検知要素 200 は、反射板 204 である。反射板 204 は、たとえば接着剤を使用して CCL ベース 100 の上に固定することができる。その後、反射板 204 が配置された CCL ベース 100 を絶縁材 106 により封止する。絶縁材 106 は、既述のように、たとえば樹脂やガラス材料とすることができる。絶縁材 106 により封止したら、絶縁材 106 が平坦になるように絶縁材 106 を研磨する。絶縁材 106 の研磨の終点検知に関しては、図 1、2 など既述のように、光またはレーザーの反射光をセンサで

検出して行うことができる。図7の実施形態において、反射板204の位置は任意であるが、他の機能性チップ等を邪魔しない位置にする必要がある。また、反射板204は複数設けてもよい。また、図7の実施形態において、反射板204に代えて、図3で示されるダミー要素206を設けるようにしてもよい。

[0041] 図8は、一実施形態による、基板の研磨方法を説明するための図である。図8は、平坦化された絶縁材106の上に配線層を形成し、配線層を研磨するときの手法を示している。図8に示される実施形態においては、図7に示される実施形態と同様の手法で、絶縁材106を研磨目標位置108まで研磨する。図8に示される実施形態においては、その後、平坦化された絶縁材106に対して、配線のためのパターン形成が行われる。配線のためのパターンとして、縦配線のためのビア110の形成、横配線のパターン112の形成などが、露光やエッチングなどにより行われる。その後、たとえば導電材料である銅などの金属層114がパターン形成された絶縁材106の上に成膜される（図8の上の図に示される状態）。その後、金属層114の不要な部分を研磨除去する。この金属層114の研磨は、CMPにより行うことができる。金属層114の研磨は、図4の実施形態で説明したものと同様とすることができる。

[0042] 図9は、一実施形態による、基板の研磨方法を説明するための図である。図9は、配線層を備える複数の絶縁材106の層を形成するときの手法を示している。CCLベース100の上に形成される絶縁材106の第1層C1は、図8で示される実施形態と同様の手法で形成することができる。その後、平坦化された第1層C1の上面に反射板204を固定する。反射板204は、たとえば接着剤を使用して第1層C1の上面に固定することができる。その後、絶縁材106を成膜し、図8で説明したようにさらに配線のパターン形成、金属層114の形成、金属層114の研磨を行い、第2層C2を形成する。また、同様に第3層C3を形成することができる。配線層を備える絶縁材106の層は任意の数だけ形成することができる。図9に示される実

施形態においては、第3層C3の上に、ロジックチップ102およびメモリチップ104などの機能性チップが配置される。図9に示されるように、これらの機能性チップの間の配線をインターコネクトチップ118やインターポーザにより行ってもよい。図9には、CCLベース100の片側の面にだけ配線や機能性チップを実装する例を示しているが、他の実施形態として、CCLベース100の両方の面に実装してもよい。また、インターポーザやインターコネクトチップ118からパッケージモールド外部に配線を取り出すための縦配線の形成を行ってもよい。縦配線の形成は、任意の方法で行うことができ、たとえば本明細書で開示される方法で行ってもよい。図10は、CCLベース100の両方の面に配線や機能性チップを実装した例を示しており、また、インターコネクトチップ118からパッケージモールド外部に配線を取り出すための縦配線120を備える。図10に示されるパッケージは、本明細書で開示された方法を合わせることで形成することができる。

[0043] 図11は、一実施形態によるCMP装置300の構成を示す概念図である。CMP装置300は、基板保持ヘッド21、ベアリングボール3、ヘッド軸2、研磨盤38、研磨布39、第1空気供給ライン36、第2空気供給ライン62、第1エアレギュレータR1、第2エアレギュレータR2、純水供給ライン46、純水レギュレータR4を備える。研磨装置1は、さらにヘッド固定部材4、連結軸48、エアシリンダ5、ピストン14、第3空気供給ライン51、第3エアレギュレータR3、回転筒6、タイミングプーリ7、タイミングベルト8、タイミングプーリ10、モータ9、砥液供給ノズル13等を備える。

[0044] 基板保持ヘッド21は、ベアリングボール3を介してヘッド軸2に係合されている。ヘッド軸2は、ヘッド固定部材4に昇降自在及び回転自在に図示しない軸受を介して係合され、連結軸48、連結棒61を介してエアシリンダ5内のピストン14に連結されている。エアシリンダ5は、第3空気供給ライン51に接続されている。第3空気供給ライン51は、第3バルブV3、第3エアレギュレータR3を介して圧縮空気源42に接続される。エアシ

リンダ5の圧力は、第3エアレギュレータR3によって所定の圧力に制御される。

[0045] エアシリンダ5の圧力によって、ピストン14は上下動し、ピストン14の上下動により、連結軸48、基板保持ヘッド軸2は、連結棒61を介し上下動し、基板保持ヘッド21の下面に保持された基板Wを研磨盤38から離し、あるいは研磨盤38向かって押し付ける。また、基板保持ヘッド21の上面とヘッド軸2の下端面は、ベアリングボール3を収容するボール軸受を形成しており、基板保持ヘッド21はベアリングボール3を介して研磨盤38に対してまた研磨布39に対してベアリングボール3を中心に傾動可能になっている。なお、ベアリングボール3はヘッド軸2の中心に位置する。

[0046] また、ヘッド軸2には回転筒6が取り付けられており、回転筒6はその外周にタイミングプーリ7を備えている。そして、タイミングプーリ7は、タイミングベルト8を介して、ヘッド固定部材4（アームともいう）に固定されたモータ9に設けられたタイミングプーリ10に接続されている。したがって、モータ9を回転駆動することによって、タイミングベルト8およびタイミングプーリ7を介して回転筒6およびヘッド軸2が一体に回転し、ヘッド軸2の回転により基板保持ヘッド21が回転する。また、ヘッド固定部材4の一端は、揺動軸64により支持され、揺動自在となっている。なお、連結軸48へは、ヘッド軸2からの回転は伝達されない。

[0047] CMP装置300は、制御装置900を有し、CMP装置300に設けられる各種センサや動作機構は制御装置900により制御されるように構成することができる。制御装置900は、入出力装置、演算装置、記憶装置などを備える一般的なコンピュータから構成することができる。制御装置には、本明細書で説明した方法を動作させるためのコンピュータプログラムがインストールされる。このコンピュータプログラムは不揮発性の記録媒体に格納されていてもよく、また、各種通信技術によるコンピュータにプログラムを配信してもよい。

[0048] 図11に示されるCMP装置300において、研磨される基板は、基板保

持ヘッド21の下面に真空吸着により保持される。図11に示されるように、基板保持ヘッド21の鉛直方向下側には、研磨盤38が配置される。研磨盤38の上面には研磨布39が貼り付けられている。研磨布39は、基板の被研磨面が接触するよう構成されている。研磨布39は、基板Wの被研磨面と接触する面が、研磨面である。

[0049] 図11に示されるように、基板保持ヘッド21は、空気供給ライン62に接続されている。空気供給ライン62は、バルブV2、エアレギュレータR2を介して圧縮空気源42に接続され、バルブV0を介して真空排気源49に接続されている。バルブV0を閉として第2バルブV2を開にした状態で、基板保持ヘッド21に保持された基板の裏面（被研磨面の反対側の面）に所望の圧力を付与することができ、この圧力により基板は研磨盤38に向かって押し付けられる。また、バルブV2を閉とした状態で、バルブV0を開とすることで、基板保持ヘッド21に保持される基板の裏面を真空とし、基板Wを基板保持ヘッド21に真空吸着させることができる。

[0050] 図11に示されるCMP装置300において、研磨盤38は、基板の研磨の終点を検知するためのセンサ100を備えることができる。図12は、一実施形態による、光学的な終点検出機構を概略的に示す断面図である。図12は、研磨盤38のセンサ304が設けられる部分を示している。図12に示されるセンサ304は、光学式センサであり、研磨盤38にはさらに光源302が配置されている。センサ304および光源302は、有線または無線により制御装置900（図11）と連絡可能に構成される。図12に示される実施形態において、研磨布39の一部に切欠き39-2を設けられている。切欠き39-2の位置にビューポート306を配置する。ビューポート306を介して、光源302から光を研磨中の基板に向けて照射し、基板からの反射光をセンサ304により検知することができる。研磨中の基板の反射率の変化などから、基板の研磨の終点を検知することができる。一実施形態として、センサ304は、たとえばファブリ・ペロ一分光器などの分光器を備えるものとすることができる。また、センサ304としてファイバーセ

ンサを用いる場合、センサ304および光源302は、研磨盤38に複数配置してもよい。たとえば、研磨盤38の中心部と周辺部に配置し、両方のセンサ304および光源302からの信号を監視して、基板Wの研磨の終点を決定してもよい。また、複数のセンサ304および光源302を用いることで、基板Wの複数の領域の研磨面の膜厚を監視することができる。基板Wの複数の領域の研磨の終点が同時期になるように、複数のセンサ304からの信号に基づき研磨条件を制御することができる。

[0051] 図11に示されるCMP装置300および図12に示される終点検知センサは、上述の基板を研磨する方法および基板研磨の終点を検知する方法に使用することができる。また、図11に示されるCMP装置300および図12に示される終点検知センサは、他の方法による基板研磨の終点を検知する方法にも使用できる。以下に、基板研磨の終点を検知する方法をいくつか説明する。

[0052] 図13は、一実施形態による、基板の研磨方法を説明するための図である。図13に示される実施形態において、基板はCCL (Copper Clad Laminat e) ベース100に、CPUやGPUなどのロジックチップ102、および／またはメモリチップ104などが配置される。図13に示される基板は、図1に示される基板と異なり反射膜202などの終点検知要素200が配置されない。図13に示される実施形態においては、CCLベース100の上に機能性チップ102、104を配置したら、機能性チップ102、104が実装されたCCLベース100を絶縁材106により封止する。絶縁材106は、たとえば、樹脂やガラス材料とすることができる。絶縁材106により封止したら、絶縁材106が平坦になるように絶縁材106を研磨する。絶縁材106の研磨は、化学機械的に研磨 (CMP) することができ、たとえば図12に示される光学式の終点検知センサを備えるCMP装置300を用いて研磨することができる。図13の実施形態においては、機能性チップ102、104の中で一番高い位置にあるチップの表面に光源302から光を照射し、センサ304で反射光を受光する。図13に示される実施形態に

においては、反射光を分光して、反射光の波長ごとの相対反射率から絶縁材 106 の厚さを測定することができる。光源 302 から基板の絶縁材 106 に向けて照射された光は、絶縁材 106 の表面で反射し、また、一番高い位置にある機能性チップ（図 13 の例ではメモリチップ 104）の表面で反射することになる。異なる位置で反射された光が干渉することで、センサ 304 で検出される光の波長ごとの相対反射率が絶縁材 106 の厚さに応じて変化する。そのため、相対反射率を検出することで機能性チップ 102、104 上の絶縁材 106 の厚さを測定することができる。予め予備実験により絶縁材 106 の厚さが研磨目標位置 108 となるとき相対反射率を測定しておくことで、図 12 に示される光源 302 およびセンサ 304 を研磨中の基板の終点検知センサとして利用することができる。絶縁材 106 の厚さが研磨目標位置 108 に到達したら研磨を終了する。絶縁材 106 の終点位置は、たとえば研磨目標位置 108 から $\pm 10 \mu\text{m}$ 以下にすることが望ましい。また、研磨目標位置 108 は、たとえば、最上位置にあるチップ 104 の上面から $10 \mu\text{m} \sim 500 \mu\text{m}$ とすることができる。なお、分光器は、ファブリ・ペロー分光器などを使用することができる。また、光源 302 は、レーザダイオード、LED など任意の光源を使用することができる。光源 302 の波長範囲は、たとえば、 $500 \text{ nm} \sim 800 \text{ nm}$ を含むものとすることができる。また、光源 302 の波長は、照射対象の絶縁材 106 などの膜厚や膜種に応じて、短波長である $200 \text{ nm} \sim 500 \text{ nm}$ の波長範囲を使用することも可能である。

[0053] 図 13 に関して、上述の方法は反射光の相対反射率の変化から基板研磨の終点を検知しているが、光の強度を測定することにより基板研磨の終点を検知することもできる。かかる方法において、光源 302 から基板上の一番高い位置にある機能性チップ 102、104 に光を照射し、反射光をセンサ 304 で検知する。機能性チップ 102、104 の上に配置されている絶縁材 106 の厚さによって反射光の強度が変化するので、予め予備実験により、絶縁材 106 の厚さが研磨目標位置 108 となるとき反射光の強度を測定

しておくことで、図12に示される光源302およびセンサ304を研磨中の基板の終点検知センサとして利用することができる。反射光の強度を測定して基板研磨の終点を検知する場合、前述の相対反射率を測定して終点検知する場合と異なり分光器が必要ない。この場合、反射光の強度は全ての波長成分を積分したものが測定される。ただし、分光器を使用して特定の波長（たとえば500nm以下の任意の波長）の反射光の強度を測定してもよい。反射光の強度を測定する場合において、光源302はレーザダイオード、LEDなど任意の光源を使用することができる。なお、光源302は、機能性チップ102、104の表面（たとえばシリコン）での反射率の高い波長範囲（たとえば、500nm以下の波長）を含むことが好ましい。また、光源302として、特定の波長の（たとえば500nm以下の任意の波長）の単色光源を使用してもよい。

[0054] 図13に示される基板研磨方法において、光源302として赤外光（たとえば波長は1 μ m～3 μ m）を用い、また赤外分光器を使用して絶縁材106の厚さおよび研磨の終点を検知することもできる。機能性チップ102、104の表面での赤外光の反射率と絶縁材106（たとえば樹脂）の表面での赤外光の反射率とは異なる。そのため、機能性チップ102、104の上に形成されている絶縁材106の厚さによって、センサ304で受光する反射光のスペクトル強度が変化する。そのために、反射光のスペクトル変化により絶縁材106の厚さを検出することができる。

[0055] 図14は、一実施形態による、光学的な終点検出機構を概略的に示す断面図である。図14は、研磨盤38のセンサ304が設けられる部分を示している。図14に示される終点検出機構は、2つの光源302a、302bを備えている。各光源302a、302bは研磨中の基板（図示せず）の表面に向かって光を照射するように位置決めされている。センサ304は、基板に照射された光の散乱光を受光するように位置決めされている。図14に示される実施形態による終点検出機構は、分光器を備えるものとしてもよい。センサ304および光源302は、有線または無線により制御装置900（

図 1 1) と連絡可能に構成される。図 1 4 に示される実施形態において、研磨布 3 9 の一部に切欠き 3 9 - 2 を設けられている。切欠き 3 9 - 2 の位置にビューポート 3 0 6 を配置する。図 1 4 に示される実施形態において、ビューポート 3 0 6 を介して、光源 3 0 2 から光を研磨中の基板に向けて照射し、基板からの散乱光をセンサ 3 0 4 により検知することができる。なお、図 1 4 に示される実施形態において、ビューポート 3 0 6 は無くてもよく、その場合、光源 3 0 2 a、3 0 2 b およびセンサ 3 0 4 が配置される研磨盤 3 8 の凹部に純水を供給しながら検出を行うことができる。図 1 4 に示される実施形態による終点検出機構は、上述の研磨方法および終点検知に使用することができる。

[0056] 図 1 5 は、一実施形態による、光学的な終点検出機構を概略的に示す断面図である。図 1 5 は、研磨盤 3 8 のセンサ 3 0 4 が設けられる部分を示している。図 1 5 に示される終点検出機構は、1 つの光源 3 0 2、第 1 センサ 3 0 4 a、および第 2 センサ 3 0 4 b を備えている。光源 3 0 2 は基板の表面で全反射するような角度で基板に光を照射するように位置決めされる。また、第 2 センサ 3 0 4 b は、全反射した光を受光するように位置決めされる。第 1 センサ 3 0 4 a は、基板の表面で散乱した光を受光するように位置決めされている。図 1 5 の実施形態において、光源 3 0 2 および第 2 センサ 3 0 4 b は、基板の表面に対する光の入射角度を調整可能な駆動機構（図示せず）を備えることができる。図 1 5 に示される全反射を利用した終点検出機構は、目標とする研磨位置において材質が変化する場合に利用可能である。たとえば、図 4、図 8 とともに説明したように、絶縁材 1 0 6 の上に積層された金属層 1 1 4 を除去する場合に利用することができる。金属層 1 1 4 での全反射角度と、金属層 1 1 4 が除去されて下にある絶縁材 1 0 6 が露出したときの全反射角度が異なるので、受光した光強度の変化から金属層 1 1 4 が除去されたことを検出することができる。この場合、第 2 センサ 3 0 4 b で全反射した光を測定してもよく、また散乱光を第 1 センサ 3 0 4 a で測定してもよく、また両方を測定してもよい。なお、図 1 5 に示される実施形態に

おいては、図 1 4 に示されるようなビューポート 3 0 6 は存在しない。これは、ビューポート 3 0 6 の表面で光が全反射することを防止するためである。また、図 1 5 に示される実施形態においては、ビューポート 3 0 6 を使用しないので、光源 3 0 2、センサ 3 0 4 a、3 0 4 b が配置される研磨盤 3 8 の凹部に純水を供給しながら検出を行うことができる。

[0057] なお、全反射条件は、水または純水などの研磨対象の表面に接触する媒体の屈折率 A と絶縁材 1 0 6 などの基板表面の屈折率 B の関係が、 $\text{屈折率 } A > \text{屈折率 } B$ を満たす必要がある。

[0058] 図 1 6 は、一実施形態による、光学的な終点検出機構を概略的に示す断面図である。図 1 6 は、研磨盤 3 8 のセンサ 3 0 4 が設けられる部分を示している。図 1 6 に示される終点検出機構は、図 1 5 に示される実施形態と同様に全反射を利用する。図 1 6 に示される実施形態においては、光源 3 0 2 から照射された光は、第 1 ミラー 3 0 8 a により反射されて基板の表面に導かれる。第 1 ミラー 3 0 8 a は、基板の表面で全反射するような角度で基板に光を向けるように位置決めされる。図 1 6 に示される終点検出機構は、第 2 ミラー 3 0 8 b を備える。第 2 ミラー 3 0 8 b は、研磨中の基板の表面で全反射した光を第 2 センサ 3 0 4 b に導くように位置決めされている。第 1 ミラー 3 0 8 a および第 2 ミラー 3 0 8 b は、基板の表面に対する光の入射角度を調整可能な駆動機構（図示せず）を備えることができる。図 1 6 の終点検出機構は、他の構成は図 1 5 に示される終点検出機構と同様とすることができる。図 1 6 に示される全反射を利用した終点検出機構は、図 1 5 に示される終点検出機構と同様に、目標とする研磨位置において材質が変化する場合に利用可能である。

[0059] 図 1 7 A は、一実施形態による、光学的な終点検出機構を概略的に示す断面図である。図 1 7 A は、研磨盤 3 8 のセンサ 3 0 4 が設けられる部分を示しているが、明瞭化のために研磨盤 3 8 とパッド 3 9 は図示していない。図 1 7 A に示される終点検出機構は、他の光学的な終点検出機構と同様に、光源 3 0 2 およびセンサ 3 0 4 を備える。図 1 7 A に示される終点検出機構は

、さらにアダプタ 310 を備える。アダプタ 310 は、たとえば光学プラスチックなどの高屈折率材料から形成することができる。アダプタ 310 の屈折率は、研磨対象である基板表面の絶縁材 106 の屈折率よりも大きいことが望ましい。アダプタ 310 は、概ね直方体形状のブロックとすることができる。アダプタ 310 は、研磨対象である基板の表面に接触ないし近接するように配置することができる。また、アダプタ 310 には、第 1 光ファイバ 312 a および第 2 光ファイバ 312 b が設けられている。第 1 光ファイバ 312 a および光源 302 は、光源 302 からの光を第 1 光ファイバ 312 a が受け取るように配置される。第 2 光ファイバ 312 b は、第 1 光ファイバ 312 a から出た光がアダプタ 310 と基板の表面との境界で反射した光を受け取るように配置される。第 2 光ファイバ 312 b およびセンサ 304 は、第 2 光ファイバ 312 b から出た光をセンサ 304 が受け取るように配置される。第 1 光ファイバ 312 a および第 2 光ファイバ 312 b は、同一の口径の光ファイバとしてもよいし、異なる口径の光ファイバとしてもよい。たとえば、第 2 光ファイバ 312 b は、収率を上げるために第 1 光ファイバ 312 a よりも口径の大きな光ファイバとしてもよい。また、第 2 光ファイバ 312 b の代わりにアレイ型光センサ（たとえばフォトダイオードアレイ）をアダプタ 310 に内蔵させてもよい。光源 302、センサ 304、およびアダプタ 310 は、相対的な位置を保持したまま、基板の表面に垂直な方向に移動可能に構成される。たとえば、これらは図示しない移動機構により研磨盤 38 に取り付けられる。

[0060] 図 17 B は、図 17 A に示される光学的な終点検出機構のアダプタ 310 付近を拡大した図である。図 17 B に示されるように、第 1 光ファイバ 312 a は、第 1 光ファイバ 312 a から出た光がアダプタ 310 の境界面に入射角 θ で入射するように配置される。かかる入射角 θ は、アダプタ 310 の屈折率と水または純水の屈折率とから定まる臨界角 θ_1 よりも大きく、且つ、アダプタ 310 の屈折率と、研磨対象である基板表面の材料（たとえば絶縁材 106）の屈折率とから定まる臨界角 θ_2 よりも小さくなるように設定

される。

[0061] 図17Aに示される光学的な終点検出機構を用いて以下のように基板研磨の終点を検出することができる。一例として、図17Aに示されるように、研磨対象である基板はCCL (Copper Clad Laminate) ベース100に、CPUやGPUなどのロジックチップ102および／またはメモリチップ104などの機能性チップが配置されている。これらの機能性チップ102、104が配置されたCCLベース100を絶縁材106により封止されている。絶縁材106は、たとえば、樹脂やガラス材料とすることができる。ここで、図17Aに示される終点検出機構を用いて、絶縁材106を研磨目標位置108まで研磨する方法を説明する。

[0062] まず、アダプタ310が基板の表面に接触するまで基板の方向に移動させる。アダプタ310が基板に接触したら、アダプタ310の基板表面に垂直な方向の位置を固定する。この状態で基板の表面を粗研磨して、基板の表面を平坦化する。基板の表面を平坦化したら、アダプタ310を再び基板の方に移動させてアダプタ310を平坦化した基板の表面に密着させる。粗研磨による研磨量は、アダプタ310の移動距離から算出することができる。あるいは、粗研磨開始時のアダプタ310の位置と、平坦化した基板表面との間の距離を他の方法で測定して粗研磨の研磨量を算出してもよい。

[0063] 次に、アダプタ310を平坦化した基板の表面に密着させたらアダプタ310の基板表面に垂直な方向の位置を固定する。図17A、Bはかかる状態を示している。この状態でさらに研磨を行う。このとき、光源302から光を第1光ファイバ312aを通して基板の表面に向けて照射する。第2光ファイバ312bを通して反射光をセンサ304で検出することで、基板の研磨量を測定することができる。図17Bに示されるように、研磨を開始する状態においては、アダプタ310が基板の表面の絶縁材106に接触している。上述したように、光は入射角 θ でアダプタ310から絶縁材106に入射する。入射角 θ は、上述したように、アダプタ310の屈折率と絶縁材106の屈折率とから定まる臨界角 θ_2 よりも小さいので、光が絶縁材106

の表面で全反射することはない。研磨が進むと図 17C に示されるように、基板の表面の絶縁材 106 とアダプタ 310 との間に隙間が生じる。研磨が進むとこの隙間に研磨液や純水が入りこむことになる。上述のように、光の入射角 θ は、アダプタ 310 の屈折率と水または純水の屈折率とから定まる臨界角 θ_1 よりも大きいので、光はアダプタ 310 と純水との境界で全反射する。そのため、研磨が進むと、センサ 304 で検出される反射光の強度が大きくなる。部分反射から全反射へ遷移するとき研磨量と反射光の強度との関係を予め校正しておくことで、センサ 304 で検出される反射光の強度の変化から研磨量を決定することができる。このようにして、絶縁材 106 を研磨目標位置 108 まで研磨することができる。なお、研磨対象は、上述のような絶縁材 106 だけでなく、Si や SiO₂ のような半導体材料の場合にも上述の研磨の終点検出を同様に適用することができる。

[0064] 以上、いくつかの例に基づいて本発明の実施形態について説明してきたが、上記した発明の実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明には、その均等物が含まれることはもちろんである。また、上述した課題の少なくとも一部を解決できる範囲、または、効果の少なくとも一部を奏する範囲において、特許請求の範囲および明細書に記載された各構成要素の任意の組み合わせ、または、省略が可能である。

符号の説明

- [0065] 100…CC L ベース
102…ロジックチップ
104…メモリチップ
106…絶縁材
108…研磨目標位置
114…金属層
116…バリアモールド層

1 1 8 …インターコネクトチップ

2 0 0 …終点検知要素

2 0 2 …反射膜

2 0 4 …反射板

2 0 6 …ダミー要素

請求の範囲

- [請求項1] 機能性チップを備える基板を化学機械的に研磨する方法であって、
基板に機能性チップを配置するステップと、
前記基板に終点検知要素を配置するステップと、
前記機能性チップおよび前記終点検知要素が配置された基板を絶縁材で封止するステップと、
前記絶縁材を研磨するステップと、
前記絶縁材を研磨しているときに、前記終点検知要素に基づいて研磨の終点を検知するステップと、を有する、
方法。
- [請求項2] 請求項1に記載の方法であって、
前記終点検知要素は、反射要素を有し、
前記反射要素に光を照射するステップと、
前記反射要素から反射された光を受光するステップと、を有する、
方法。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の方法であって、
前記終点検知要素を、接着剤により機能性チップの上面に固定するステップを有する、
方法。
- [請求項4] 請求項1乃至3のいずれか一項に記載の方法であって、
前記終点検知要素は、基板上に構成される機能に無関係なダミー要素を有する、
方法。
- [請求項5] 請求項1乃至4のいずれか一項に記載の方法であって、
前記絶縁材の上に金属層を形成するステップと、
前記金属層を研磨するステップと、を有し、
前記金属層を研磨するときに、
(1) 渦電流センサによる渦電流の変化、

(2) 光学式センサにより金属層からの反射光の変化、
(3) 研磨抵抗の変化、
の少なくとも1つに基づいて研磨の終点を検知する、
方法。

[請求項6] 請求項1乃至4のいずれか一項に記載の方法であって、
前記絶縁材の上にバリアモールド層を形成するステップと、
前記バリアモールド層の上に金属層を形成するステップと、
前記金属層を研磨するときに、
(1) 渦電流センサによる渦電流の変化、
(2) 光学式センサにより金属層からの反射光の変化、
(3) 研磨抵抗の変化、
の少なくとも1つに基づいて研磨の終点を検知する、
方法。

[請求項7] 請求項1乃至6のいずれか一項に記載の方法であって、
絶縁材の研磨をした後に、絶縁材に配線用の加工を施すステップと
、
加工された絶縁材の表面に、親水性を向上させるための表面処理を
施すステップと、を有する、
方法。

[請求項8] 機能性チップを備える基板を化学機械的に研磨する方法であって、
基板は、機能性チップおよび終点検知要素が配置され、且つ、絶縁
材で封止された状態であり、
前記方法は、
前記絶縁材を研磨するステップと、
前記絶縁材を研磨しているときに、前記終点検知要素に基づいて研
磨の終点を検知するステップと、を有する、
方法。

[請求項9] 請求項8に記載の方法であって、

前記終点検知要素は、反射要素を有し、
前記反射要素に光を照射するステップと、
前記反射要素から反射された光を受光するステップと、を有する、
方法。

[請求項10] 請求項8または9に記載の方法であって、
前記終点検知要素は、接着剤により機能性チップの上面に固定されている、
方法。

[請求項11] 請求項8乃至10のいずれか一項に記載の方法であって、
前記終点検知要素は、基板上に構成される機能に無関係なダミー要素を有する、
方法。

[請求項12] 請求項8乃至11のいずれか一項に記載の方法であって、
前記基板は、前記絶縁材の上に金属層が形成された状態であり、
前記金属層を研磨するステップ、を有し、
前記金属層を研磨するときに、
(1) 渦電流センサによる渦電流の変化、
(2) 光学式センサにより金属層からの反射光の変化、
(3) 研磨抵抗の変化、
の少なくとも1つに基づいて研磨の終点を検知する、
方法。

[請求項13] 請求項8乃至11のいずれか一項に記載の方法であって、
前記基板は、前記絶縁材の上にバリアモールド層が形成され、さらに、前記バリアモールド層の上に金属層が形成された状態であり、
前記金属層を研磨するときに、
(1) 渦電流センサによる渦電流の変化、
(2) 光学式センサにより金属層からの反射光の変化、
(3) 研磨抵抗の変化、

の少なくとも1つに基づいて研磨の終点を検知する、
方法。

[請求項14] 絶縁材で封止された機能性チップを備える基板を化学機械的に研磨する方法であって、

前記機能性チップの上面に前記絶縁材を通して光を照射するステップと、

前記機能性チップの上面から反射した光を受信するステップと、

受信した光の変化に基づいて基板の研磨の終点を決定するステップを有する、

方法。

[請求項15] 請求項14に記載の方法であって、さらに、

前記機能性チップの上面から反射した光を分光するステップと、

前記機能性チップの上面から反射した光の波長ごとの相対反射率の変化に基づいて基板の研磨の終点を決定するステップを有する、

方法。

[請求項16] 請求項15に記載の方法であって、

照射する光は、可視光領域または赤外光領域の波長である、

方法。

[請求項17] 請求項14に記載の方法であって、

受信した光の強度の変化に基づいて基板の研磨の終点を決定するステップを有する、

方法。

[請求項18] 絶縁材で封止された機能性チップを備える基板を化学機械的に研磨する方法であって、

基板の表面で光が全反射するように光を照射するステップと、

基板の表面で全反射された光を受信するステップと、

受信した光の変化に基づいて基板の研磨の終点を決定するステップを有する、

方法。

[請求項19] 基板研磨装置の動作を制御するための制御装置により実行されたときに、前記制御装置が前記基板研磨装置を制御して、請求項1乃至18の何れか一項に記載の方法を実行させるプログラムが記録された、コンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項20] コンピュータを含む制御装置に請求項1乃至18の何れか一項に記載の方法を実行させるプログラム。

[請求項21] 基板であって、
機能性チップと、
前記機能性チップを覆う絶縁材と、
終点検知要素と、を有する、
基板。

[請求項22] 請求項21に記載の基板であって、
前記終点検知要素は、反射要素を有する、
基板。

[請求項23] 請求項20または21に記載の基板であって、
前記終点検知要素は、接着剤により機能性チップの上面に固定されている、
基板。

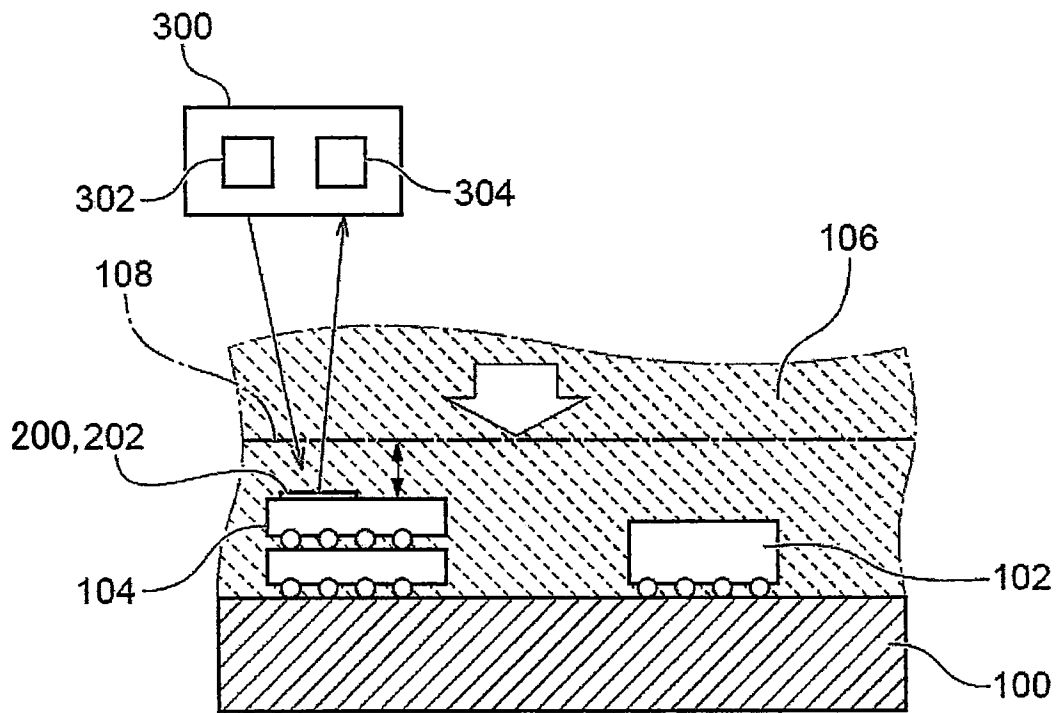
[請求項24] 請求項21乃至23のいずれか一項に記載の基板であって、
前記終点検知要素は、基板上に構成される機能に無関係なダミー要素を有する、
基板。

[請求項25] 請求項21乃至24のいずれか一項に記載の基板であって、
前記絶縁材の上に金属層が形成されている、
基板。

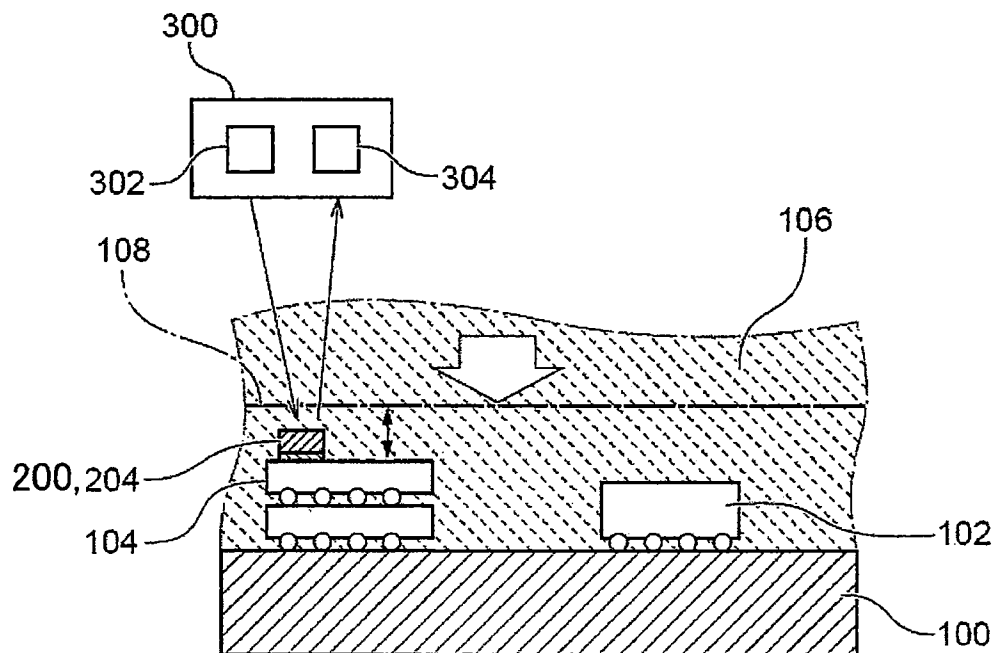
[請求項26] 請求項21乃至24のいずれか一項に記載の基板であって、
前記絶縁材の上にバリアモールド層が形成されており、さらに、前

記バリアモールド層の上に金属層が形成されている、
基板。

[図1]



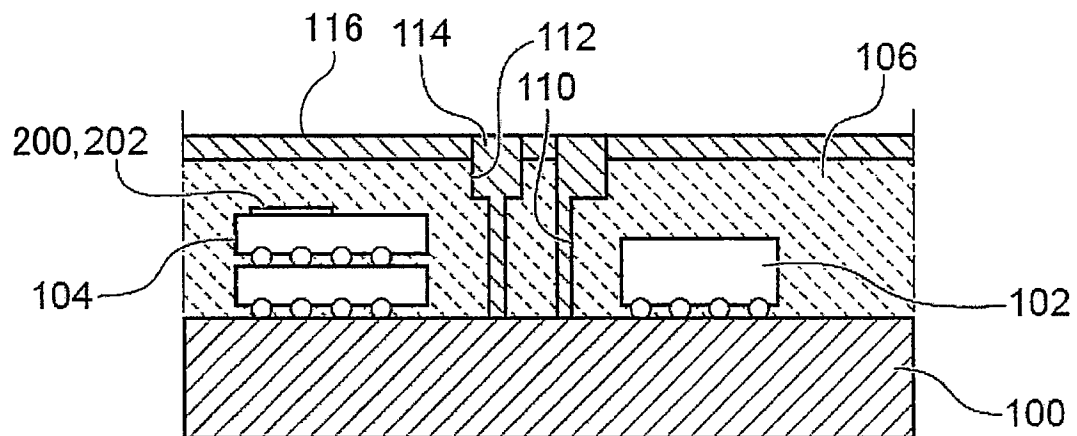
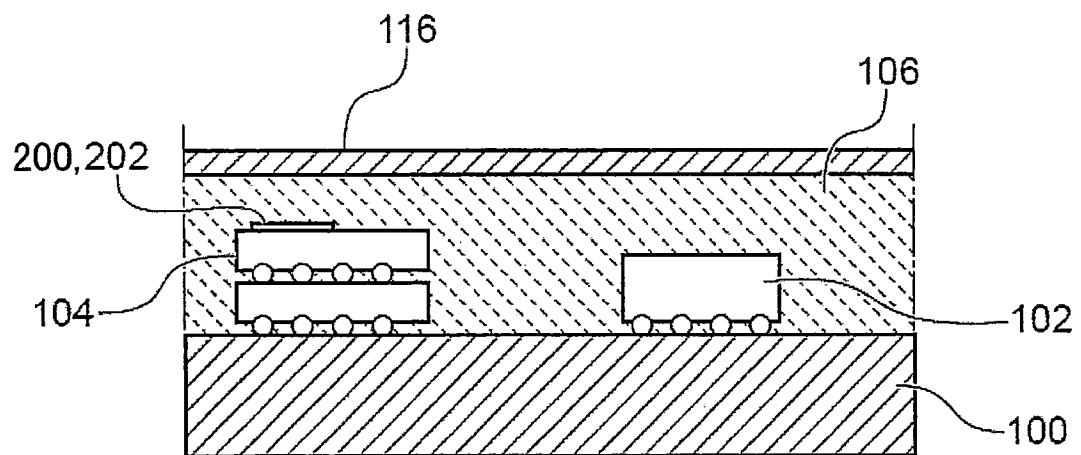
[図2]



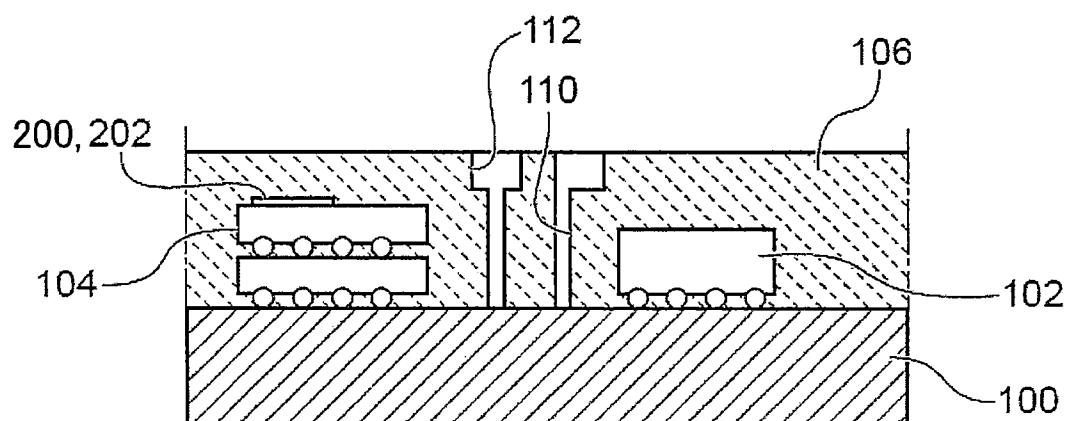
100, 102, 104, 106, 108, 206,200, 300, 302, 304, L1, L2, L3

[illegible]

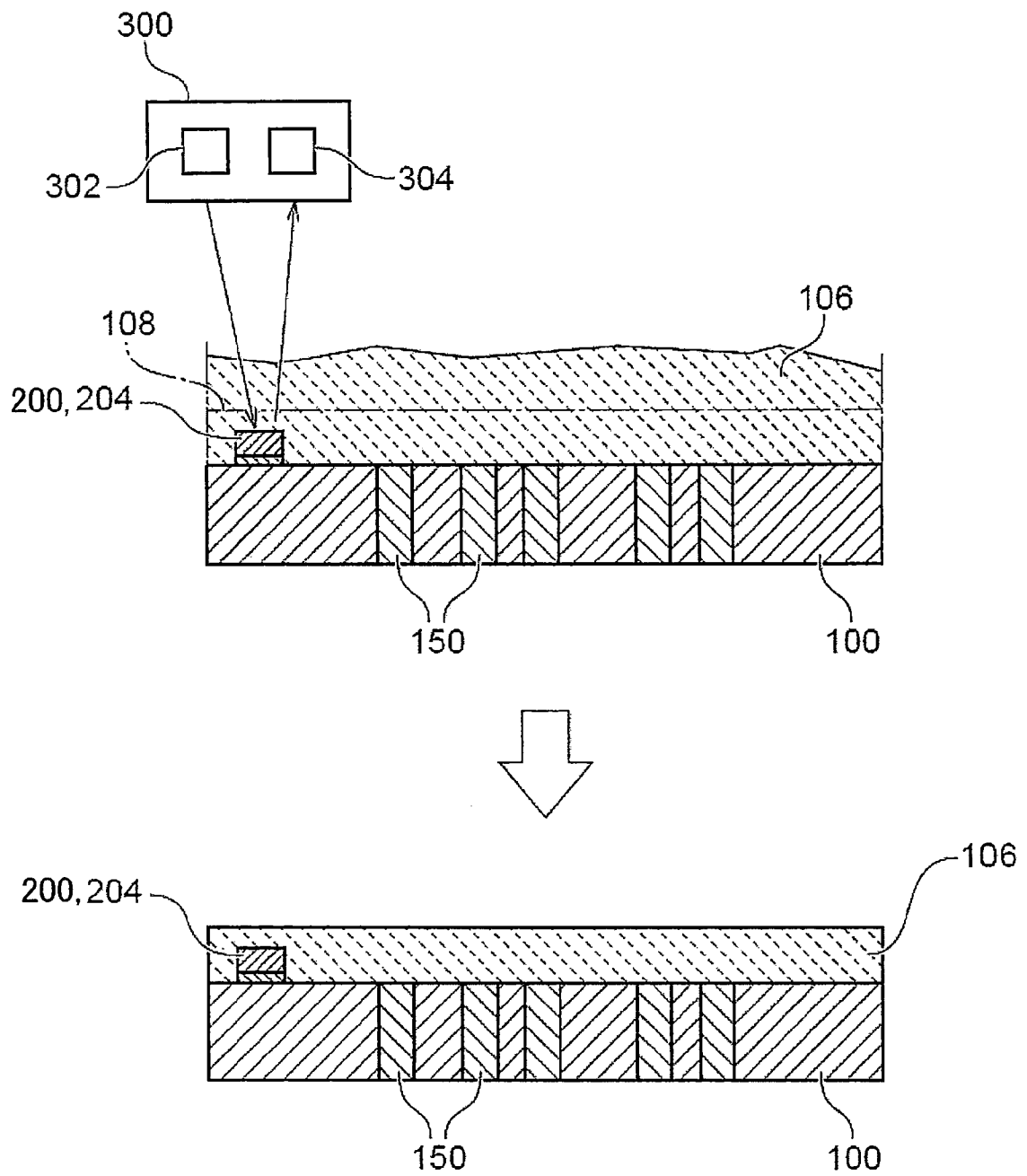
[図5]



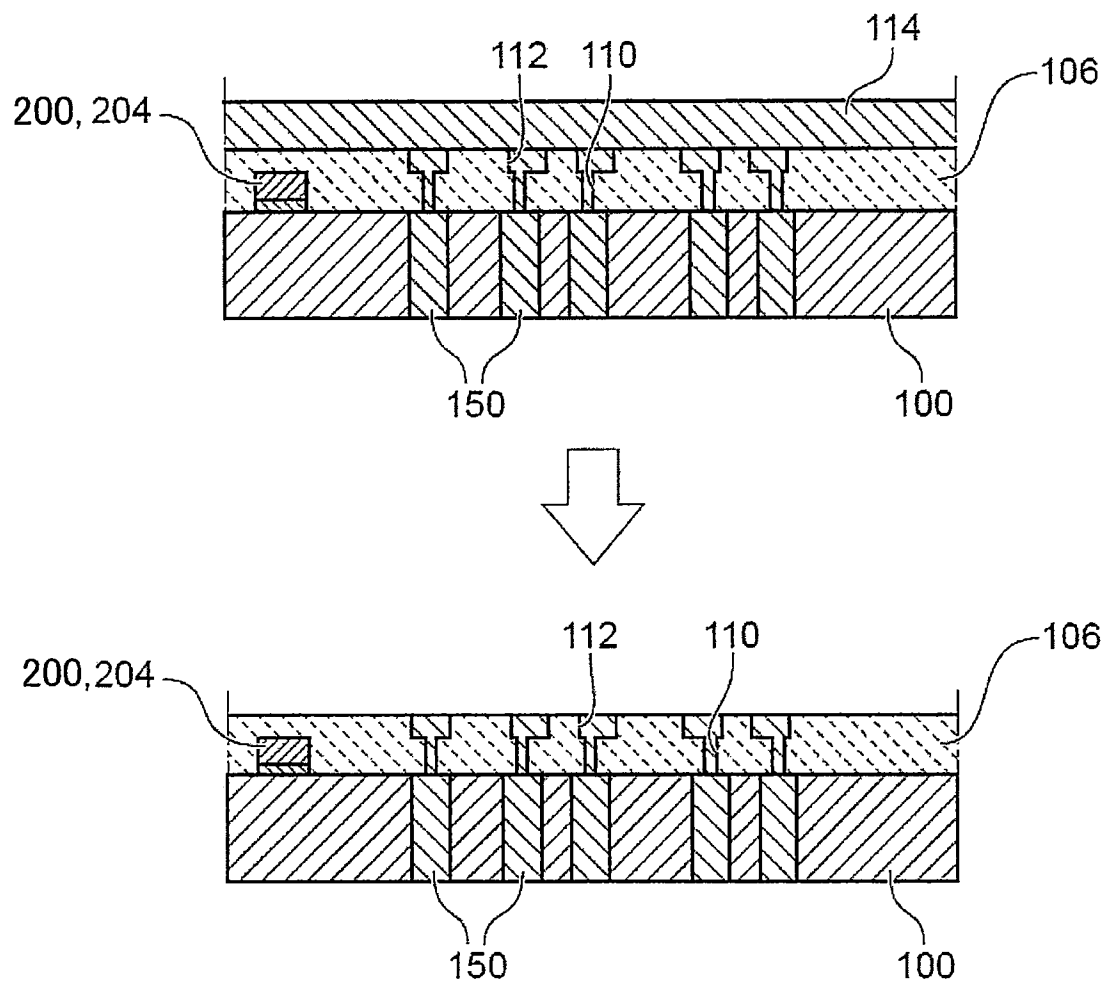
[図6]



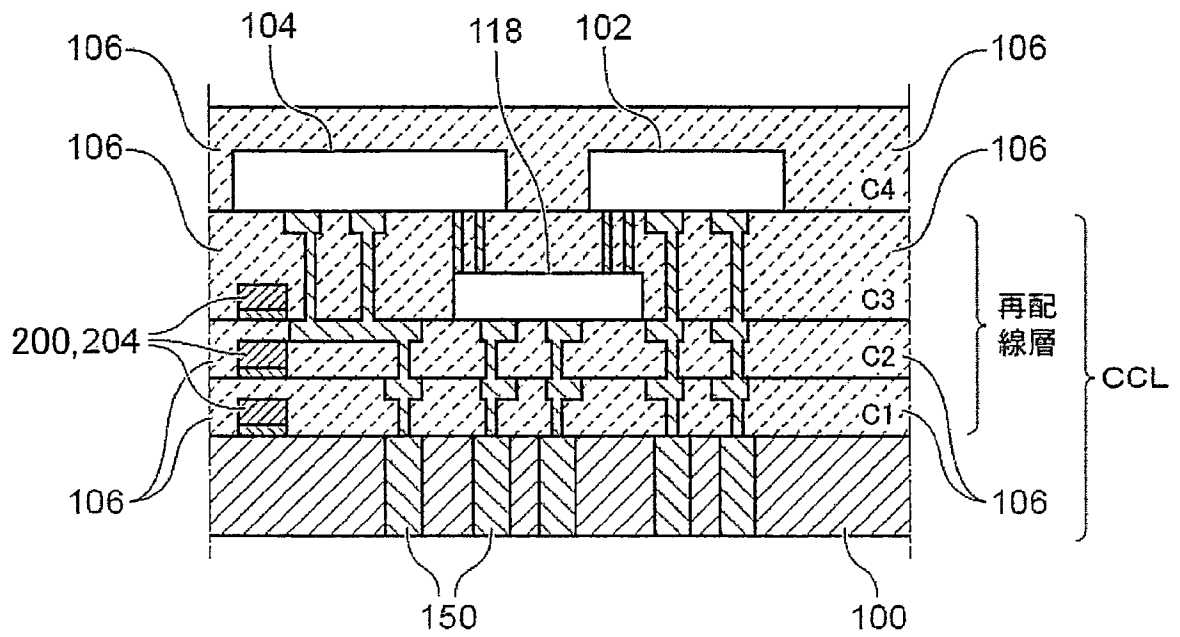
[図7]



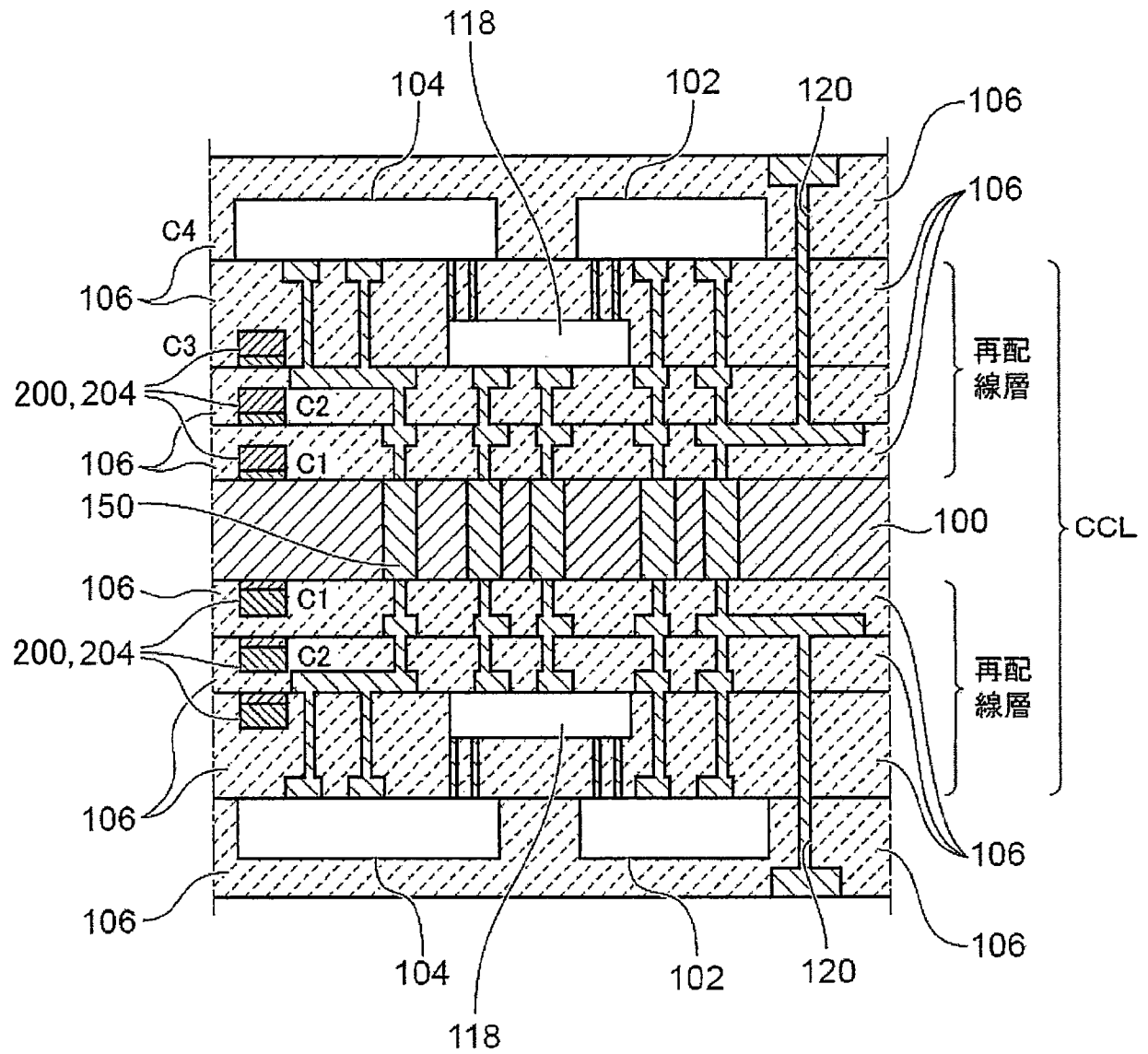
[図8]



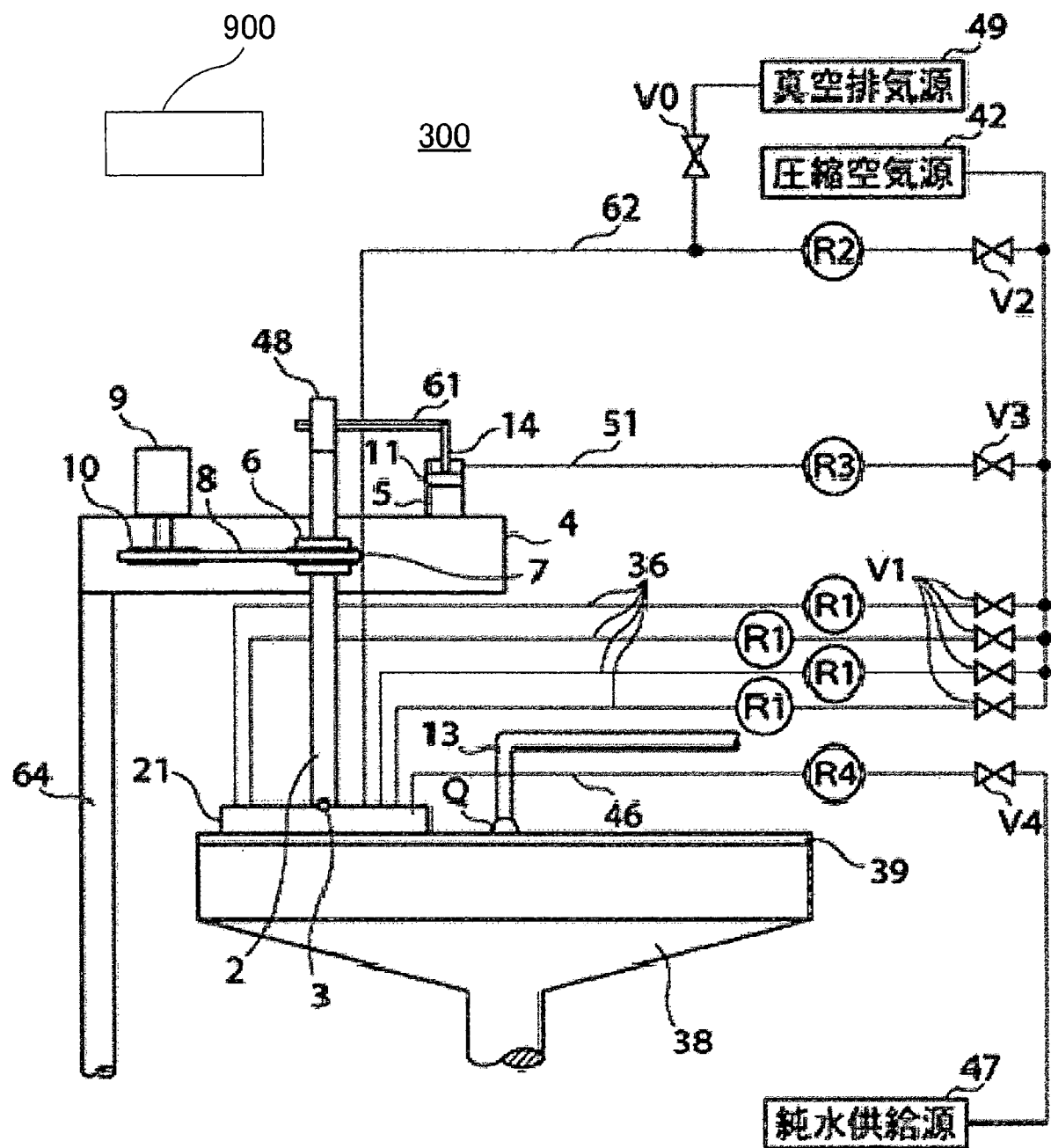
[図9]



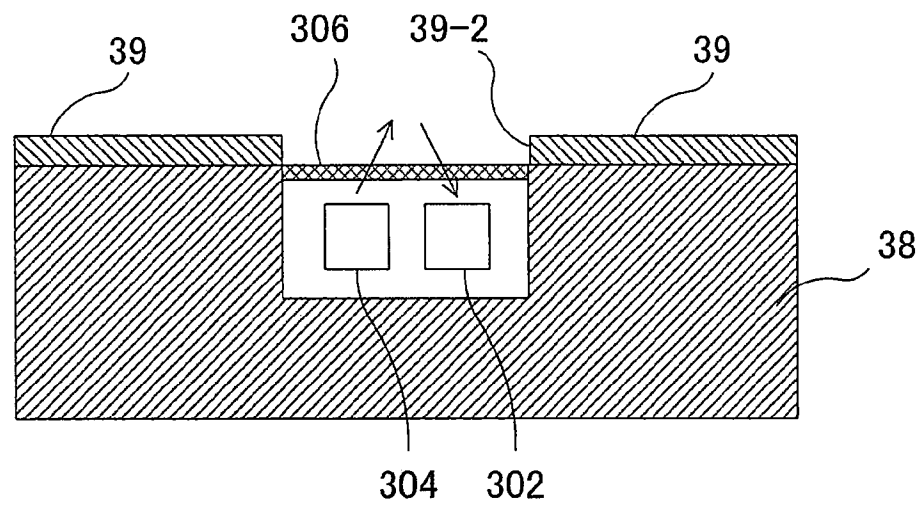
[図10]



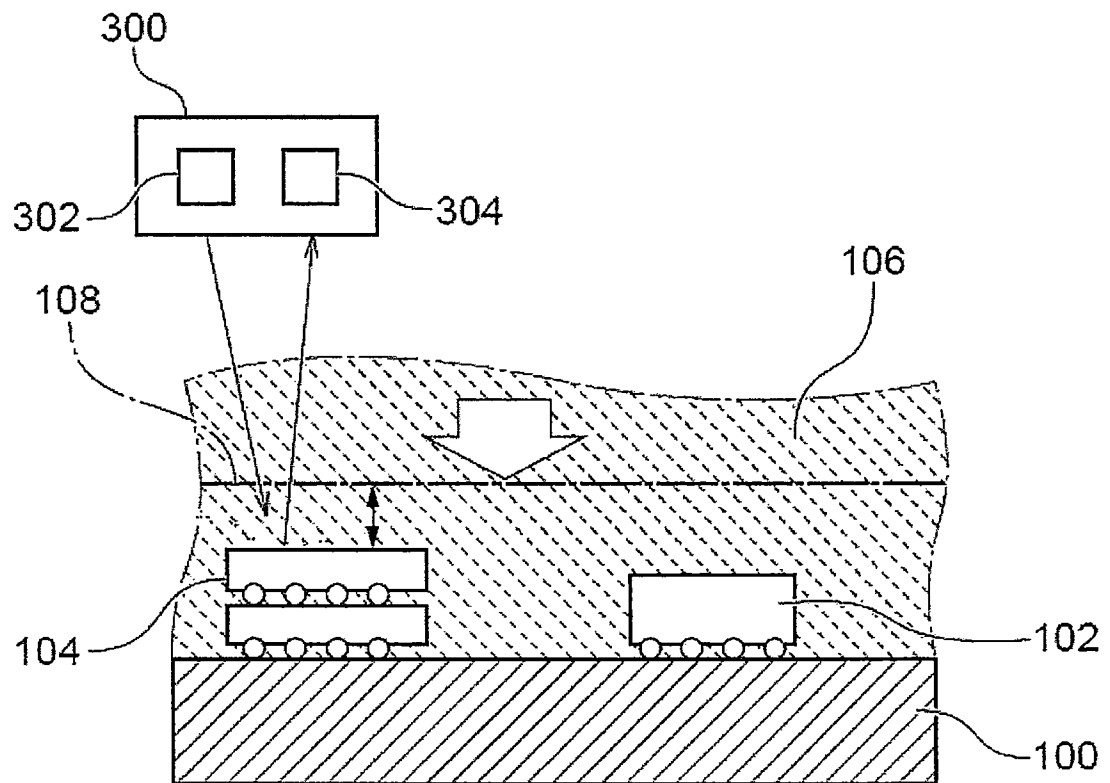
[図11]



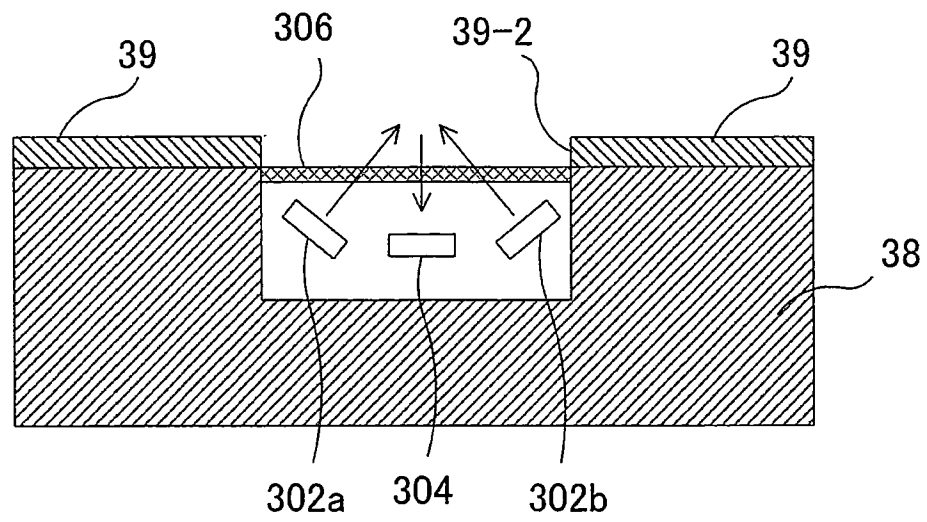
[図12]



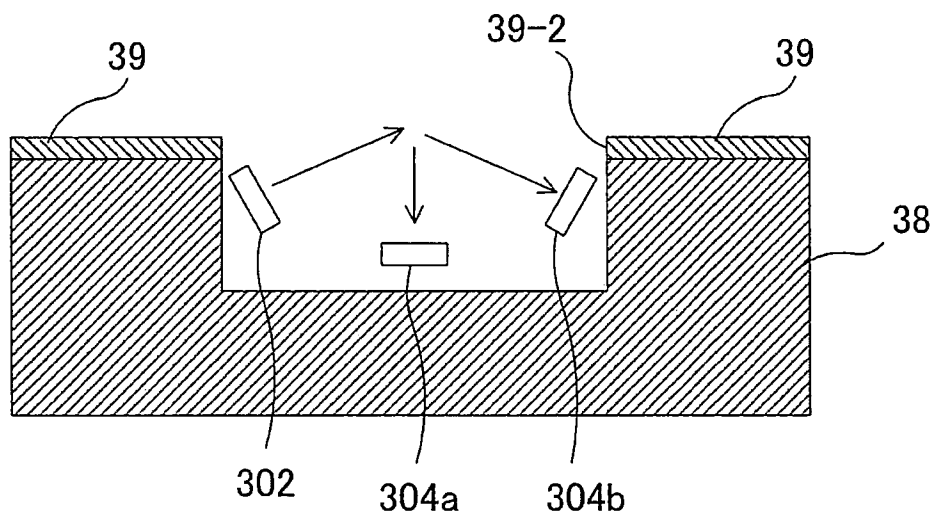
[図13]



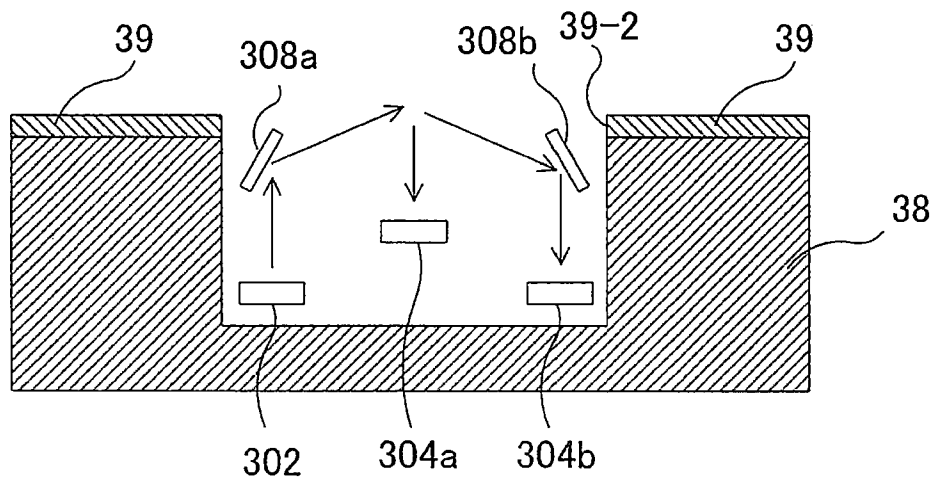
[図14]



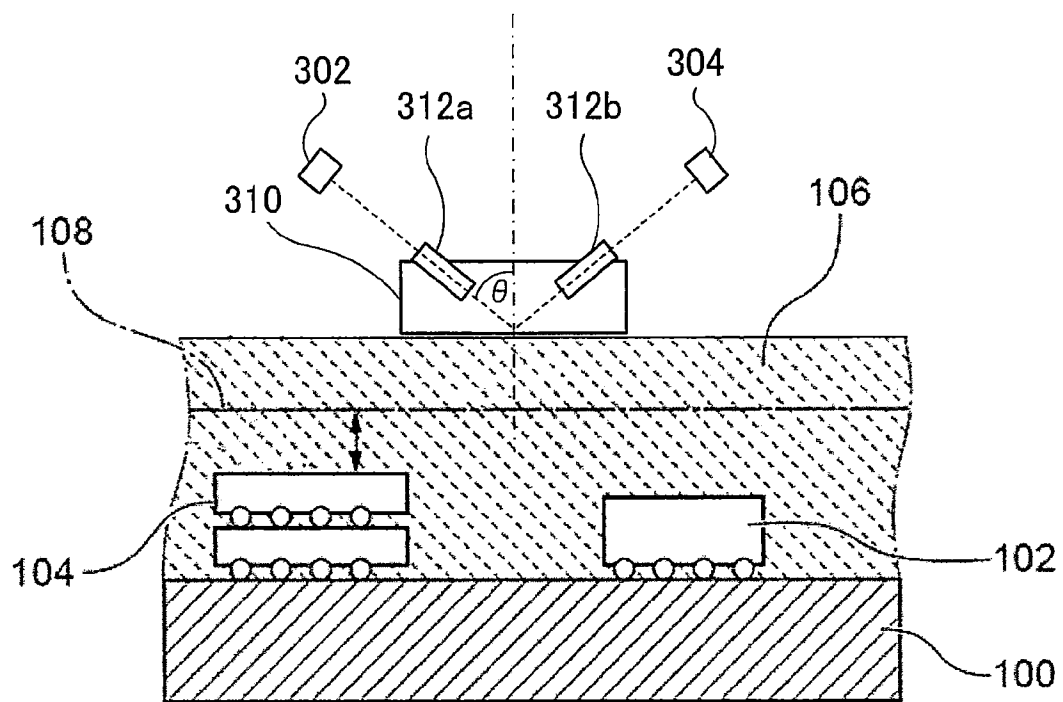
[図15]



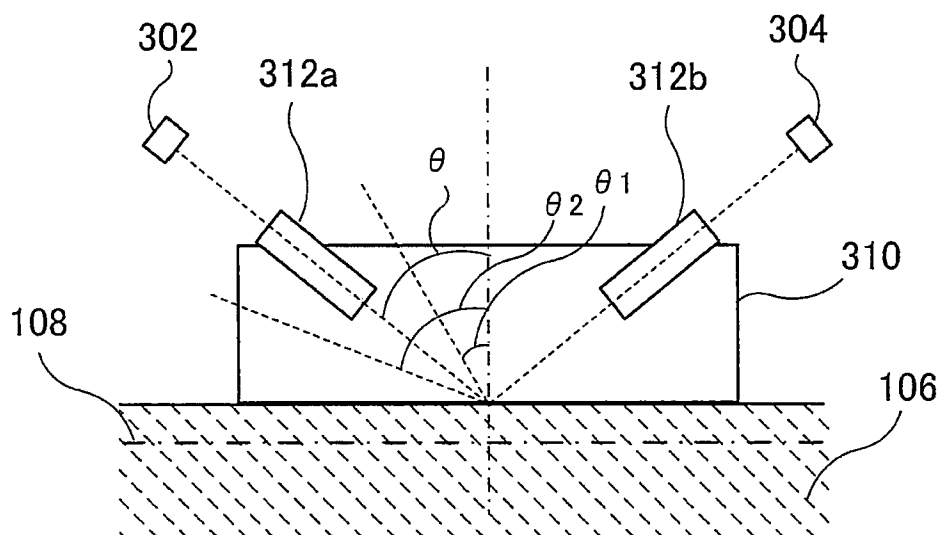
[図16]



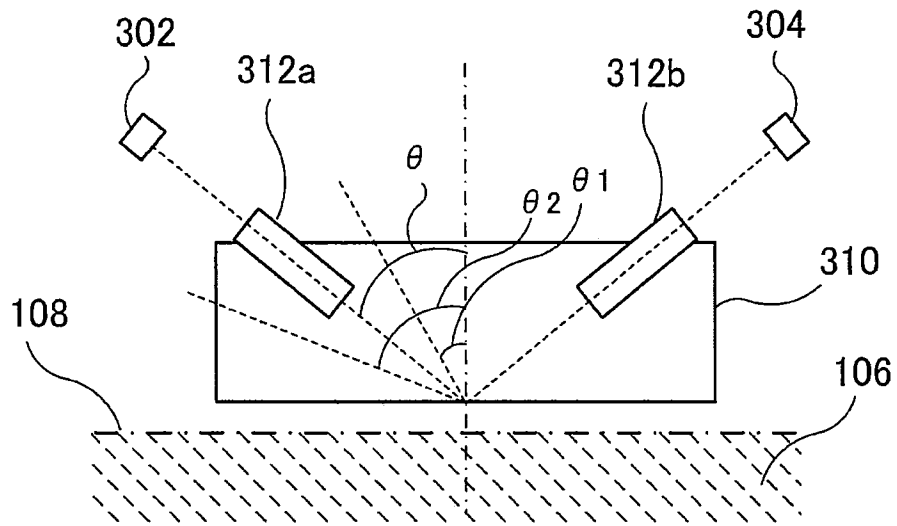
[図17A]



[図17B]



[図17C]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/030894

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L21/304 (2006.01) i, B24B37/013 (2012.01) i, B24B49/04 (2006.01) i, B24B49/10 (2006.01) i, B24B49/12 (2006.01) i, B24B49/16 (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. H01L21/304, B24B37/013, B24B49/04, B24B49/10, B24B49/12, B24B49/16

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 A	JP 4056854 B2 (SHINKO ELECTRIC IND CO. LTD.) 05 March 2008, fig. 1-4, paragraphs [0038]-[0071] & JP 2004-158537 A & EP 1418617 A2, fig. 1-4, paragraphs [0038]-[0071] & US 2004/0119166 A1 & KR 10-2004-0040352 A & CN 1499590 A & TW 200414495 A	1-2, 4-9, 11-13, 18-22, 24-26 3, 10, 14-17, 23



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
30.10.2018

Date of mailing of the international search report
06.11.2018

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/JP2018/030894

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 3141939 B2 (NEC CORPORATION) 07 March 2001, fig. 2, paragraphs [0020], [0021] & US 6205658 B1, fig. 2, column 4, line 55 to column 5, line 3	1-2, 4-9, 11- 13, 18-22, 24- 26 3, 10, 14-17, 23
Y	JP 2000-124601 A (IBIDEN CO., LTD.) 28 April 2000, paragraph [0019] & EP 1119227 A1, paragraph [0187] & US 2005/0258522 A1 & WO 2000/019789 A1 & TW 453141 B & KR 10-2006-0088573 A & MY 139405 A	7
X Y A	US 2015/0258657 A1 (TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING COMPANY, LTD.) 17 September 2015, fig. 5, paragraph [0030] & CN 106181748 A & KR 10-2013-0050228 A & TW 201320172 A	14, 17 15-16 1-13, 18-26
Y A	JP 6005467 B2 (EBARA CORPORATION) 12 October 2016, paragraphs [0045], [0061] & JP 2013-110390 A & US 2013/0109278 A1, paragraphs [0067], [0084] & EP 2586568 A2 & CN 103072072 A & KR 10-2013-0045819 A & TW 201323148 A	15-16 1-14, 17-26

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/304(2006.01)i, B24B37/013(2012.01)i, B24B49/04(2006.01)i, B24B49/10(2006.01)i, B24B49/12(2006.01)i, B24B49/16(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. H01L21/304, B24B37/013, B24B49/04, B24B49/10, B24B49/12, B24B49/16

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 A	JP 4056854 B2（新光電気工業株式会社）2008.03.05, 図1-4、段落0038-0071 & JP 2004-158537 A & EP 1418617 A2, 図1-4、段落0038-0071 & US 2004/0119166 A1 & KR 10-2004-0040352 A & CN 1499590 A & TW 200414495 A	1-2, 4-9, 11-13, 18-22, 24-26 3, 10, 14-17, 23

☑ 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

30.10.2018

国際調査報告の発送日

06.11.2018

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）

儀同 孝信

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

50

3566

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 A	JP 3141939 B2 (日本電気株式会社) 2001.03.07, 図2、段落0020-0021 & US 6205658 B1, 図2、第4欄第55行-第5欄第3行	1-2, 4-9, 11-13, 18-22, 24-26 3, 10, 14-17, 23
Y	JP 2000-124601 A (イビデン株式会社) 2000.04.28, 段落0019 & EP 1119227 A1, 段落0187 & US 2005/0258522 A1 & WO 2000/019789 A1 & TW 453141 B & KR 10-2006-0088573 A & MY 139405 A	7
X Y A	US 2015/0258657 A1 (TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING COMPANY, LTD.) 2015.09.17, 図5、段落0030 & CN 106181748 A & KR 10-2013-0050228 A & TW 201320172 A	14, 17 15-16 1-13, 18-26
Y A	JP 6005467 B2 (株式会社荏原製作所) 2016.10.12, 段落0045、0061 & JP 2013-110390 A & US 2013/0109278 A1, 段落0067, 0084 & EP 2586568 A2 & CN 103072072 A & KR 10-2013-0045819 A & TW 201323148 A	15-16 1-14, 17-26