

(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4月4日(04.04.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/064906 A1

(51) 国際特許分類:
B81C 1/00 (2006.01) *H01L 21/308* (2006.01)
G01F 1/692 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/028793

(22) 国際出願日: 2018年8月1日(01.08.2018)

(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 2017-187802 2017年9月28日(28.09.2017) JP

(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 土持 秀太郎(TSUCHIMOCHI Shutaro); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 丹波 栄策(TAMBA Eisaku);

〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 池尾 聡(IKEO Satoshi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

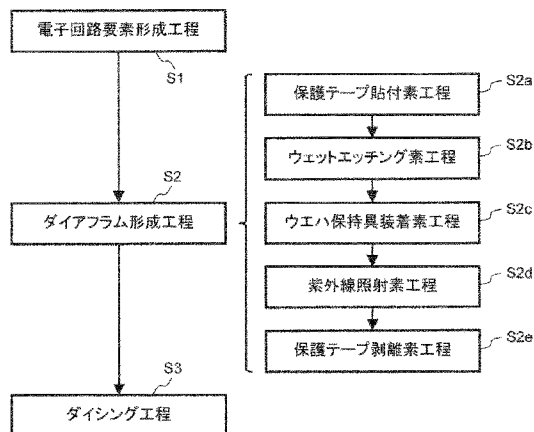
(74) 代理人: 戸田 裕二(TODA Yuji); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(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, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, 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,

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体デバイスの製造方法

[図1]



S1 Electronic circuit element forming step
S2 Diaphragm forming step
S2a Protective tape affixing sub-step
S2b Wet etching sub-step
S2c Wafer holding tool mounting sub-step
S2d Ultraviolet light irradiation sub-step
S2e Protective tape peeling sub-step
S3 Dicing step

(57) Abstract: In relation to techniques for manufacturing semiconductor devices having an ultrathin diaphragm, the present invention provides a manufacturing method that contributes to an improvement in manufacturing yield and has good workability. This method for manufacturing a semiconductor device is a method for manufacturing a semiconductor device having a diaphragm, and includes a step of forming an electronic circuit element on a top surface of a semiconductor wafer, and a step of forming the diaphragm by etch-removing the reverse surface side of the semiconductor wafer, characterized in that the step of forming the diaphragm includes: a sub-step of affixing onto the top surface of the semiconductor wafer a protective tape obtained by laminating an ultraviolet curing pressure-sensitive adhesive layer onto a resin tape; a sub-step of wet etching the semiconductor wafer from the reverse surface side thereof; a sub-step of irradiating the pressure-sensitive adhesive layer with ultraviolet light; and a sub-step of peeling off the protective tape at a temperature at least equal to the etching temperature of the wet etching and at most equal to the Vicat softening temperature of the resin tape.

[続葉有]

WO 2019/064906 A1

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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 極薄ダイアフラムを有する半導体デバイスの製造技術において、製造歩留まりの向上に貢献しかつ高い作業容易性を有する製造方法を提供する。本発明に係る半導体デバイスの製造方法は、ダイアフラムを有する半導体デバイスを製造する方法であって、半導体ウエハの一表面の上に電子回路要素を形成する工程と、前記半導体ウエハの裏面側をエッチング除去して前記ダイアフラムを形成する工程とを有し、前記ダイアフラムを形成する工程は、樹脂テープ上に紫外線硬化型粘着剤層が積層された保護テープを前記半導体ウエハの表面の上に貼り付ける素工程と、前記半導体ウエハを裏面側からウェットエッチングする素工程と、前記粘着剤層に紫外線を照射する素工程と、前記ウェットエッチングのエッチング温度以上かつ前記樹脂テープのビカット軟化温度以下の温度で前記保護テープを剥離する素工程と、を有することを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：半導体デバイスの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、微小電気機械システム（MEMS）の技術に係り、特に、半導体ウエハにダイアフラム構造を形成した半導体デバイスを安定して製造する方法に関するものである。

背景技術

[0002] MEMSとは、一つの基板（例えば、半導体ウエハ）上に、機械要素、センサ要素、電子回路要素などを集積化したデバイスを指す。MEMSデバイスは、応用可能分野が多岐に亘り、近年市場規模が拡大してきていることから、大変注目されている。

[0003] MEMSデバイスでは、上述したように、一つの基板上に様々な要素を形成することから、各種の要素を形成する微細加工技術がキーテクノロジーの一つになる。また、それらの微細加工技術においては、微細に加工する技術そのものに加えて、基板をしっかりと保持する技術や、加工しようとする領域以外の領域（非加工領域）を確実に保護する技術も重要である。

[0004] 例えば、特許文献１（特開平8-255781）には、半導体ウエハの非エッチング面に、シリコン樹脂をコーティングして保護膜を形成する第１の工程と、前記半導体ウエハをその保護膜側で端面から第１の所定寸法だけかかるリングタイプ治具上にセットする第２の工程と、前記半導体ウエハのエッチング面における端面に第２の所定寸法だけかかるように前記リングタイプ治具との間にシリコン樹脂をカバーして端面侵食防止膜を形成する第３の工程と、前記端面侵食防止膜が形成された半導体ウエハをエッチング処理する第４の工程と、前記エッチング処理後に前記端面侵食防止膜を剥離して前記リングタイプ治具を取り外と共に、前記保護膜を剥離する第５の工程とを具備する半導体ウエハのエッチング方法、が開示されている。

[0005] 特許文献１によると、半導体ウエハの端面がエッチング液によって侵かさ

れるのを確実に防止し得るとされている。

[0006] 特許文献2（特開2004-143223）には、基材フィルム上に、紫外線を照射することによって粘着性が付与され、且つ、加熱により粘着性が低下する粘着剤層を有する半導体ウエハ加工用粘着シートであって、該粘着シートを半導体ウエハに貼着した後、前記半導体ウエハを加工し、しかる後前記粘着シートの粘着剤層を加熱して半導体ウエハから粘着シートを剥離する半導体ウエハの加工方法、が開示されている。

[0007] 特許文献2によると、半導体ウエハから粘着シートを剥離する際に紫外線の照射を要しないので金属等の非透明な被着体にウエハを貼着することができるとされている。また、加熱により粘着剤層の粘着力が低下するため、容易に半導体ウエハから粘着シートを剥離することができるとされている。

[0008] 特許文献3（特開2008-60151）には、凹凸形状を有する半導体ウエハ表面に、基材フィルムの片面に粘着剤層を有する放射線硬化型粘着シートを貼り合わせる工程、半導体ウエハ表面に前記放射線硬化型粘着シートを貼り合わせた状態で半導体ウエハ裏面を研削する工程、及び放射線を照射して前記粘着剤層を硬化した後に、前記研削された半導体ウエハ裏面上に表面処理を施す工程を含む半導体ウエハ裏面加工方法、が開示されている。

[0009] 特許文献3によると、放射線硬化型粘着シートを用いることにより、半導体ウエハの割れや該ウエハ上に糊残り等が生じることなく、高い歩留まりを確保することのできる半導体ウエハ裏面加工が提供できるとされている。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開平8-255781号公報

特許文献2：特開2004-143223号公報

特許文献3：特開2008-60151号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0011] MEMSデバイスの一例として、自動車エンジン用のエアフローセンサがある。該エアフローセンサは、半導体ウエハの一方の主表面上に電子回路要素（例えば、ヒータ抵抗、温度センサ抵抗）が形成されており、該電子回路要素が形成された領域は、半導体ウエハの裏面側がエッチング除去された極薄（例えば、厚さ1～5 μ m）のダイアフラム構造になっている。言い換えると、該エアフローセンサは、半導体ウエハのうら面側がエッチング除去された極薄ダイアフラムのおもて面側に電子回路要素が形成された構造を有している。エアフローセンサにおける極薄ダイアフラムは、熱容量が小さくなることに起因してセンサの応答速度の向上に寄与することから、性能上意義のある構造と言える。
- [0012] 該エアフローセンサの製造手順は、通常、電子回路要素を半導体ウエハ（例えば、シリコンウエハ）の一方の主表面上に形成する工程の後に、該半導体ウエハの裏面側をウェットエッチング除去してダイアフラム構造を形成する工程を行う。ウェットエッチング工程の際、非加工領域である電子回路要素領域にエッチングの影響が及ばないように、半導体ウエハの表面側をエッチング保護層（例えば、保護ワックス、保護テープ）で被覆する。ウェットエッチング工程の後、エッチング保護層を剥離する工程を行う。その後、該半導体ウエハをチップ状に切断するダイシング工程を行う。
- [0013] ここで、半導体ウエハに形成された該ダイアフラムは、厚さが非常に薄くその機械的強度が非常に小さいことから、エッチング保護層の剥離工程中に破損し易いという問題があった。そのため、エアフローセンサの製造歩留まり向上の観点から極薄ダイアフラムを破損させずに、かつ簡便にエッチング保護層を除去するプロセスの開発が望まれていた。
- [0014] 特許文献1～3で開示された技術は、それぞれの文献に記載された範囲の作用効果を有すると考えられる。しかしながら、本発明者等が検討したところ、特許文献1～3の単独技術およびそれらの単純組合せの技術は、極薄ダイアフラムの破損防止および／または作業容易性（作業コスト）の観点で、残念ながら要求レベルを満足できるものではなかった。

[0015] 一方、エッチング保護層として保護ワックスを用いる場合、保護ワックスの塗布および塗布した保護ワックスの除去の際に、電子回路要素を傷付け易いという難点があった。また、保護ワックスの除去の際に、電子回路要素に起因する表面凹凸に一部の保護ワックスが残存し易いという問題があった。これらは、いずれも製造歩留まりの低下要因となる。

[0016] したがって、本発明の目的は、極薄ダイアフラムを有する半導体デバイスの製造技術において、製造歩留まりの向上に貢献しかつ高い作業容易性を有する製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0017] 本発明の一態様は、ダイアフラムを有する半導体デバイスを製造する方法であって、半導体ウエハの第一表面の上に電子回路要素を形成する電子回路要素形成工程と、前記電子回路要素が形成された領域の裏面側で前記半導体ウエハの第二表面をエッチング除去して前記ダイアフラムを形成するダイアフラム形成工程とを有し、前記ダイアフラム形成工程は、紫外線透過性の樹脂テープの上に紫外線硬化型の粘着剤層が積層された保護テープを前記半導体ウエハの第一表面の上に貼り付ける保護テープ貼付素工程と、前記半導体ウエハを前記第二表面の側からウェットエッチングするウェットエッチング素工程と、前記粘着剤層の粘着力を低下させるために該粘着剤層に紫外線を照射する紫外線照射素工程と、前記ウェットエッチング素工程のエッチング温度以上かつ前記樹脂テープのビカット軟化温度以下の温度で前記保護テープを剥離する保護テープ剥離素工程と、を有することを特徴とする半導体デバイスの製造方法、を提供する。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、極薄ダイアフラムを有する半導体デバイスの製造技術において、製造歩留まりの向上に貢献しかつ高い作業容易性を有する製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明に係る半導体デバイスの製造方法の工程例を示すフロー図である

。

[図2]電子回路要素を形成した半導体ウエハの一例を示す概略断面図である。

[図3]保護テープを貼り付けた半導体ウエハの一例を示す概略断面図である。

[図4]ウエハ保持具の一例を示す平面模式図、断面模式図および半導体ウエハにウエハ保持具を装着した状態を示す断面模式図である。

[図5]保護テープ剥離素工程の概略を示す断面模式図である。

発明を実施するための形態

[0020] 本発明は、前述した半導体デバイスの製造方法において、以下のような改良や変更を加えることができる。

(i) 前記ダイアフラム形成工程は、前記保護テープ貼付素工程と前記ウェットエッチング素工程との間に、前記保護テープが貼り付けられた前記半導体ウエハに対してウエハ保持具を装着するウエハ保持具装着素工程を更に有し、前記ウエハ保持具は、該半導体ウエハの外周領域を該半導体ウエハの両表面からO（オウ）リングを介して挟み込んで押圧する機構を有する。

(ii) 前記ウエハ保持具における前記押圧する機構は、該ウエハ保持具に内蔵された磁石による引力である。

(iii) 前記ウエハ保持具における前記押圧する機構は、該ウエハ保持具に装着されたばねクランプによる弾性力である。

(iv) 前記ダイアフラムは、厚さが $1\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$ 以下であり、大きさが 1mm 角以上 4mm 角以下である。

(v) 前記樹脂テープは、前記ピカット軟化温度が前記エッチング温度よりも高いという耐熱性を有する。

(vi) 前記半導体ウエハは、単結晶シリコンウエハであり、前記ウェットエッチング素工程のエッチング液は、水酸化カリウム水溶液または水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液である。

(vii) 前記半導体デバイスは、エアフローセンサである。

[0021] 以下、ダイアフラムを有する半導体デバイスの例としてエアフローセンサを対象とし、本発明に係る実施形態について図面を参照しながら説明する。

ただし、本発明はここで取り上げた実施形態に限定されることはなく、発明の技術的思想を逸脱しない範囲で、公知技術と適宜組み合わせたり公知技術に基づいて改良したりすることが可能である。

[0022] [半導体デバイスの製造方法]

図1は、本発明に係る半導体デバイスの製造方法の工程例を示すフロー図である。図1に示したように、本発明に係る半導体デバイスの製造方法は、概略的に、電子回路要素形成工程S1と、ダイアフラム形成工程S2と、ダイシング工程S3とを有する。また、ダイアフラム形成工程S2は、保護テープ貼付素工程S2aと、ウエハ保持具装着素工程S2bと、ウェットエッチング素工程S2cと、紫外線照射素工程S2dと、保護テープ剥離素工程S2eとを含む。以下、各工程・素工程についてより具体的に説明する。

[0023] (電子回路要素形成工程)

本工程S1は、半導体ウエハの一方の主表面（第一表面と称す）の上に、製造対象とするMEMSデバイスの電子回路要素を形成する工程である。電子回路要素の形成方法に特段の限定はなく、従前の方法を利用できる。例えば、半導体ウエハとしてシリコンウエハを用い、ドーパント原子のイオン注入により電子回路要素を形成することができる。

[0024] 図2は、電子回路要素を形成した半導体ウエハの一例を示す概略断面図である。MEMSデバイスは、通常、その大きさが数mm角程度であることから、例えば、6インチ径の半導体ウエハを用いると、1枚のウエハから数100～2000個程度のチップが得られる。すなわち、図2に示したように、半導体ウエハ1の第一表面の上に電子回路要素2が多数領域で形成される。

[0025] なお、本発明において、電子回路要素形成工程S1は、ダイアフラム形成工程S2よりも前に行うことに限定されるものではないが、ダイアフラムの機械的強度が低い場合は、製造歩留まりを確保する観点から（本工程中でのダイアフラムの破損を防止するため）、ダイアフラム形成工程よりも前に行うことが好ましい。

[0026] (ダイアフラム形成工程)

本工程S2は、電子回路要素が形成された領域の裏面側で半導体ウエハの他方の主表面（第二表面と称す）をエッチング除去してダイアフラムを形成する工程である。前述したように、本工程S2は、複数の素工程S2a～S2eを含む。

[0027] （１）保護テープ貼付素工程

本素工程S2aは、電子回路要素2が後に行うウェットエッチングの影響を受けないように、電子回路要素2が形成された半導体ウエハ1の第一表面の上に保護テープを貼り付ける素工程である。保護テープとしては、紫外線透過性の樹脂テープ（例えば、ポリオレフィンテープ）の上に紫外線硬化型の粘着剤（例えば、アクリル樹脂系の紫外線硬化型粘着剤）が積層された保護テープを用いることが好ましい。また、樹脂テープとしては、そのピカット軟化温度が後のウェットエッチングのエッチング温度よりも高いという耐熱性を有する樹脂テープを用いることが好ましい。

[0028] 図３は、保護テープを貼り付けた半導体ウエハの一例を示す概略断面図である。図３に示すように、半導体ウエハ1の電子回路要素2が形成された第一表面の上に保護テープ3（樹脂テープ4、粘着剤層5）が貼り付けられている。

[0029] 保護テープ3の貼付方法に特段の限定はなく、従前の方法を利用できる。例えば、半導体ウエハ1の第二表面を真空吸着等で固定し、保護テープ3にしわ等が入らないように張力を調整しながら第一表面の上に貼り付ければよい。また、半導体ウエハ1の外形からはみ出した保護テープ3の余剰部分は、半導体ウエハ1の外形に沿って切除することが望ましい。

[0030] （２）ウエハ保持具装着素工程

本素工程S2bは、保護テープ3が貼り付けられた半導体ウエハ1に対してウエハ保持具を装着する素工程である。本素工程S2bは、必須の素工程ではないが、後に行うウェットエッチング中に保護テープ3の端からの望まないエッチング液の浸入に起因した製造歩留まりの低下を防止する観点から、行うことが好ましい。

[0031] 図４は、ウエハ保持具の一例を示す平面模式図、断面模式図および半導体

ウエハにウエハ保持具を装着した状態を示す断面模式図である。図4に示したように、ウエハ保持具10は、第一治具11と第二治具12とからなり、第二治具12は、エッチングしようとする領域が大きく開口したリング形状を有している。第一治具11および第二治具12のそれぞれは、半導体ウエハ1の外周領域と当接するように弾性材のO（オウ）リング13を具備しており、半導体ウエハ1の外周領域を半導体ウエハ1の両表面からOリング13を介して挟み込むように装着される。

[0032] 第一治具11、第二治具12およびOリング13は、エッチング液への浸漬に耐えられるように、少なくとも最表面が耐薬品性を有する素材で構成されていることが好ましい。例えば、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）やポリフェニレンサルファイド（PPS）を好適に用いることができる。

[0033] なお、図4においては、第一治具11が円盤形状になっているが、それに限定されるものではなく、第二治具12と同様に第一治具11もリング形状になっていてもよい。また、第一治具11および第二治具12の外形は、円形状に限定されるものではなく、四角形状であってもよいし、複数枚の半導体ウエハ1を装着できるような形状であってもよい。

[0034] ウエハ保持具10（第一治具11、第二治具12）は、半導体ウエハ1への装着時に、半導体ウエハ1を押圧する機構を有していることが好ましい。押圧する機構としては、ウエハ保持具10に内蔵された磁石（例えば、希土類磁石）による引力を利用することが好ましい。ウエハ保持具10に磁石を内蔵する場合、第一治具11および第二治具12の両方に磁石を内蔵してもよいし、一方に磁石を内蔵して他方に鉄等の強磁性体を内蔵してもよい。

[0035] また、他の押圧する機構として、ウエハ保持具10を挟み込むばねクランプまたはクリップによる弾性力を利用してもよい。

[0036] ウエハ保持具10が押圧機構を有することにより、仮にウェットエッチング中に保護テープ3の端部で粘着剤層5がエッチング液に溶出して厚さが薄くなったとしても、ウエハ保持具10の押圧機構がその厚さ減少分を補填して（厚さ減少分を押し潰して）、エッチング液の浸入を防止することができる。そ

の結果、望まないエッチング液の浸入に起因した製造歩留まりの低下を防止することができる。

[0037] (3) ウェットエッチング素工程

本素工程S2cは、半導体ウエハ1を第二表面の側からウェットエッチングして所望箇所にダイアフラムを形成する素工程である。ウェットエッチング方法に特段の限定はなく、従前の方法を利用できる。例えば、半導体ウエハ1が単結晶シリコンウエハである場合、エッチングしない領域にエッチングマスクを形成した後、エッチング液として水酸化カリウム水溶液または水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液を用いた結晶異方性ウェットエッチングを好適に利用することができる。

[0038] エッチング速度および予定するエッチング深さに応じた時間長さで、ウエハ保持具10を装着した半導体ウエハ1をエッチング液に浸漬してウェットエッチングが行われる。なお、エッチング速度向上（すなわち、エッチング時間短縮）のため、エッチング温度（エッチング液の温度）は一般的に70～80℃に制御される。

[0039] 所定時間のウェットエッチングを行った後、ウエハ保持具10を装着した半導体ウエハ1を取り出し、純水洗浄および乾燥を行う。その後、ウエハ保持具10を取り外す。

[0040] (4) 紫外線照射素工程

本素工程S2dは、保護テープ3の粘着剤層5の粘着力を低下させるために粘着剤層5に紫外線を照射する素工程である。前述したように、粘着剤層5は紫外線硬化型粘着剤からなる。当該紫外線硬化型粘着剤は、紫外線照射前は強力な粘着力を示すが、紫外線を照射すると粘着力が急激に低下するという特徴的な性質を有する。紫外線照射の方法に特段の限定はなく、従前の方法を利用できる。本素工程S2dで粘着剤層5の粘着力を低下させることにより、保護テープ3を剥離する前準備とする。

[0041] (5) 保護テープ剥離素工程

本素工程S2eは、ウェットエッチング素工程S2cのエッチング温度以上かつ

樹脂テープ4のビカット軟化温度以下の温度で保護テープ3を剥離する素工程である。本発明は、この素工程S2eに大きな特徴がある。

[0042] 本発明者等は、エッチング保護層として保護テープを用いた従来技術において、保護テープの剥離時にエッチング形成した極薄ダイアフラムが破損し易い問題について、詳細に調査・考察したところ、次のようなことが判った。

[0043] ウェットエッチング素工程S2cのウェットエッチング中、半導体ウエハ1がエッチング温度に昇温されることに加えて、当然のことながら保護テープ3も当該エッチング温度に昇温される。すると、保護テープ3の粘着剤層5が熱軟化して、電子回路要素2に起因する表面凹凸にぴったりと濡れ馴染むと考えられる。ウェットエッチング素工程S2cの後、室温環境に戻ると粘着剤層5も熱軟化状態から通常状態（熱軟化していない状態）に戻ると考えられる。

[0044] その後、紫外線照射素工程S2dにより、粘着剤層5の粘着力は大きく低下するが、電子回路要素2の表面凹凸に食い込んだことに起因する固着力（いわゆるアンカー効果）は、残存するものと考えられる。そして、該アンカー効果に起因して極薄ダイアフラムが破損したのと考えられる。

[0045] そこで、本発明者等は、アンカー効果が生じる基となった状態に粘着剤層5を戻せば、粘着剤層5が電子回路要素2の表面凹凸からスムーズに剥がれると考えた。言い換えると、粘着剤層5をウェットエッチング時の熱軟化状態以上に熱軟化させれば（具体的には、エッチング温度以上に昇温すれば）、よりスムーズに剥がれると考えた。

[0046] 一方、本発明者等による種々の実験の結果、保護テープ剥離素工程の温度を上げていくと、樹脂テープ4が伸延し始めて剥離の応力伝搬が不均一になり（ところどころに剥離の応力集中点が生じるようになり）、かえって極薄ダイアフラムが破損し易くなることが判った。そして、樹脂テープ4が伸延し始める温度としては、樹脂テープ4のビカット軟化温度（JIS K7206により測定可能）と強く関連していることを見出した。

[0047] これらのことから、本素工程S2eは、ウェットエッチング素工程S2cのエッ

チング温度以上かつ樹脂テープ4のピカット軟化温度以下の温度で行うことが好ましい。

[0048] 図5は、保護テープ剥離素工程の概略を示す断面模式図である。図5に示したように、本素工程S2eの作業方法は、上述の温度条件を満たせば特段の限定はなく、従前の方法を利用できる。例えば、温度制御方法として、ホットステージ上で剥離作業を行うことができる。剥離速度としては、1~30 mm/sを好ましく適用できる。また、剥離角度（保護テープの引張方向と接着状態の保護テープとのなす角の補角）としては、鈍角を好ましく適用できる（図5における剥離角度は180°である）。

[0049] （ダイシング工程）

本工程S3は、電子回路要素2とダイアフラム6（図5参照）とが形成された半導体ウエハ1をチップ状に切断する工程である。ダイシング方法に特段の限定はなく、従前の方法を利用できる。

実施例

[0050] 以下、実験例により本発明をさらに具体的に説明する。なお、本発明はこれらの実験例に限定されるものではない。

[0051] 半導体ウエハ1として6インチの単結晶シリコンウエハを用い、電子回路要素形成工程S1~ウェットエッチング素工程S2cを行って、ウエハ1枚あたり約2000チップ相当の電子回路要素2とダイアフラム6（厚さ：2 μ m、サイズ：2 mm角）とを形成した。ウェットエッチング素工程S2cにおけるエッチング温度は70℃とした。樹脂テープ4のピカット軟化温度を調べたところ、約95℃であった。

[0052] 次に、紫外線照射素工程S2dを行った後、50~100℃の剥離温度条件で保護テープ剥離素工程S2eを行った。剥離角度は180°（図5参照）とし、剥離速度は10 mm/sとした。各剥離温度において、約10000チップ相当のダイアフラム6を母数としてダイアフラム6の破損発生率を調査した。破損発生率0.1%未満を合格と判定し、破損発生率0.1%以上を不合格と判定した。結果を表1に示す。

[0053] [表1]

表1 保護テープ剥離素工程における剥離温度とダイアフラム破損発生率との関係

剥離温度(°C)	50	60	70	80	90	100
破損発生率(%)	55	2.1	0.02	0.01	0.09	0.14
合否判定	不合格		合格			不合格

[0054] 表1に示したように、剥離温度がエッチング温度よりも低い50～60℃の場合は、不合格であった。これは、粘着剤層5の熱軟化が不十分でであったためと考えられる。一方、剥離温度が樹脂テープ4のビカット軟化温度を超える100℃の場合も、不合格であった。これは、樹脂テープ4の伸延が生じ、剥離時にダイアフラム6に掛かる応力が不均一になったためと考えられる。これらに対し、剥離温度がエッチング温度以上で樹脂テープ4のビカット軟化温度以下である70～90℃の場合は、合格であった。

[0055] 以上の実験から、本発明に係る半導体デバイスの製造方法は、製造歩留まりの向上に寄与することが確認された。また、当該製造方法は、保護テープ剥離素工程のポイントを押さえれば、特殊な装置や特殊な工程を必要としないことから、高い作業容易性を有すると言える。

符号の説明

[0056] 1…半導体ウエハ、2…電子回路要素、3…保護テープ、4…樹脂テープ、5…粘着剤層、
6…ダイアフラム、10…ウエハ保持具、11…第一治具、12…第二治具、13…
Oリング。

請求の範囲

- [請求項1] ダイアフラムを有する半導体デバイスを製造する方法であって、半導体ウエハの第一表面の上に電子回路要素を形成する電子回路要素形成工程と、前記電子回路要素が形成された領域の裏面側で前記半導体ウエハの第二表面をエッチング除去して前記ダイアフラムを形成するダイアフラム形成工程とを有し、前記ダイアフラム形成工程は、紫外線透過性の樹脂テープの上に紫外線硬化型の粘着剤層が積層された保護テープを前記半導体ウエハの第一表面の上に貼り付ける保護テープ貼付素工程と、前記半導体ウエハを前記第二表面の側からウェットエッチングするウェットエッチング素工程と、前記粘着剤層の粘着力を低下させるために該粘着剤層に紫外線を照射する紫外線照射素工程と、前記ウェットエッチング素工程のエッチング温度以上かつ前記樹脂テープのピカット軟化温度以下の温度で前記保護テープを剥離する保護テープ剥離素工程と、を有することを特徴とする半導体デバイスの製造方法。
- [請求項2] 請求項1に記載の半導体デバイスの製造方法において、前記ダイアフラム形成工程は、前記保護テープ貼付素工程と前記ウェットエッチング素工程との間に、前記保護テープが貼り付けられた前記半導体ウエハに対してウエハ保持具を装着するウエハ保持具装着素工程を更に有し、前記ウエハ保持具は、該半導体ウエハの外周領域を該半導体ウエハの両表面からＯリングを介して挟み込んで押圧する機構を有することを特徴とする半導体デバイスの製造方法。
- [請求項3] 請求項2に記載の半導体デバイスの製造方法において、前記ウエハ保持具における前記押圧する機構は、該ウエハ保持具に内蔵された磁石による引力であることを特徴とする半導体デバイスの製造方法。
- [請求項4] 請求項2に記載の半導体デバイスの製造方法において、前記ウエハ保持具における前記押圧する機構は、該ウエハ保持具に装着されたばねクランプによる弾性力であることを特徴とする半導体デバイスの製

造方法。

[請求項5] 請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項に記載の半導体デバイスの製造方法において、前記ダイアフラムは、厚さが $1\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$ 以下であり、大きさが 1mm 角以上 4mm 角以下であることを特徴とする半導体デバイスの製造方法。

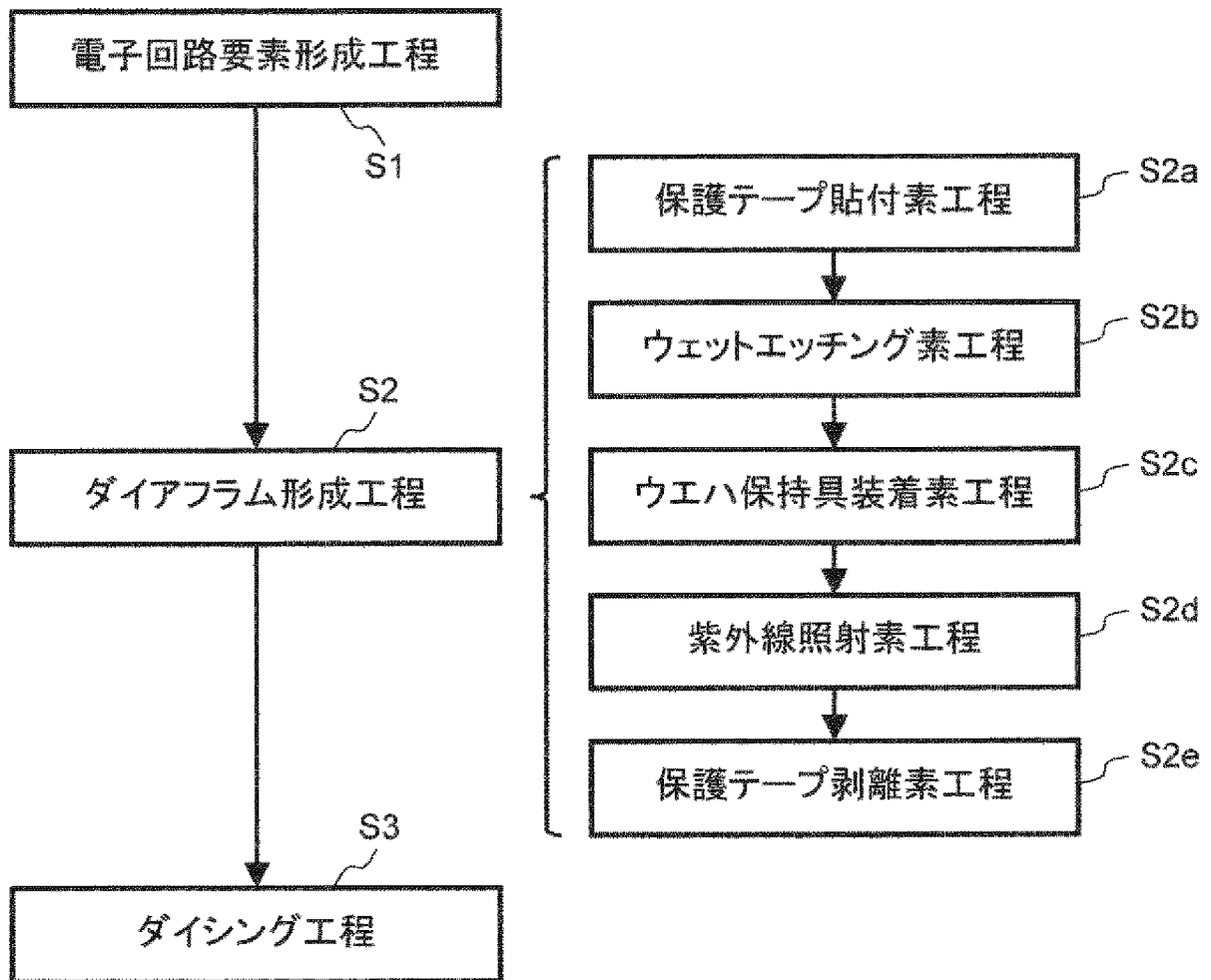
[請求項6] 請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項に記載の半導体デバイスの製造方法において、前記樹脂テープは、前記ピカット軟化温度が前記エッチング温度よりも高いという耐熱性を有することを特徴とする半導体デバイスの製造方法。

[請求項7] 請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項に記載の半導体デバイスの製造方法において、前記半導体ウエハは、単結晶シリコンウエハであり、前記ウェットエッチング素工程のエッチング液は、水酸化カリウム水溶液または水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液であることを特徴とする半導体デバイスの製造方法。

[請求項8] 請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項に記載の半導体デバイスの製造方法において、前記半導体デバイスは、エアフローセンサであることを特徴とする半導体デバイスの製造方法。

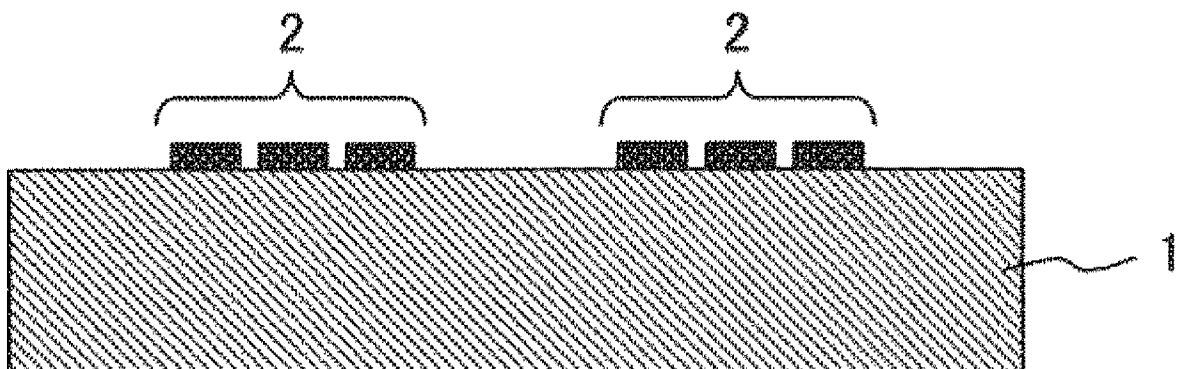
[図1]

図 1



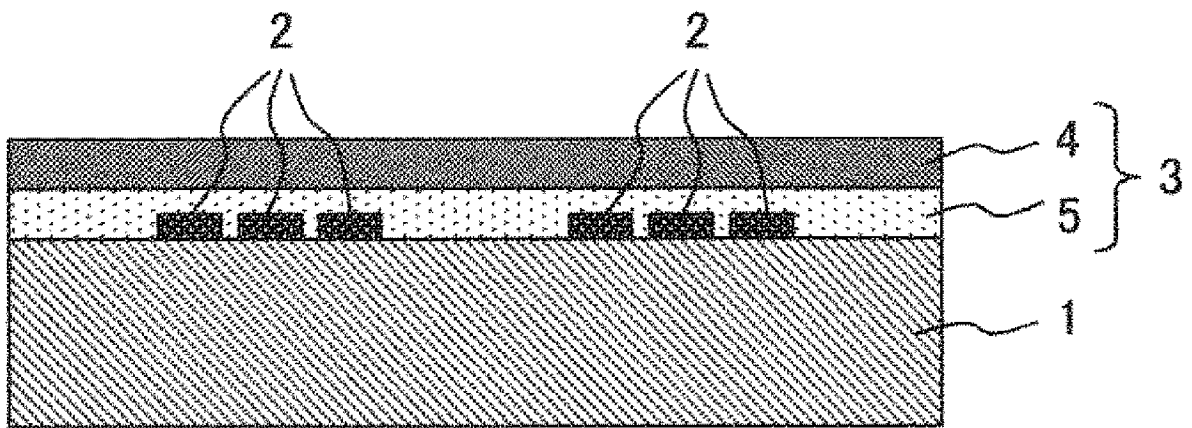
[図2]

図 2



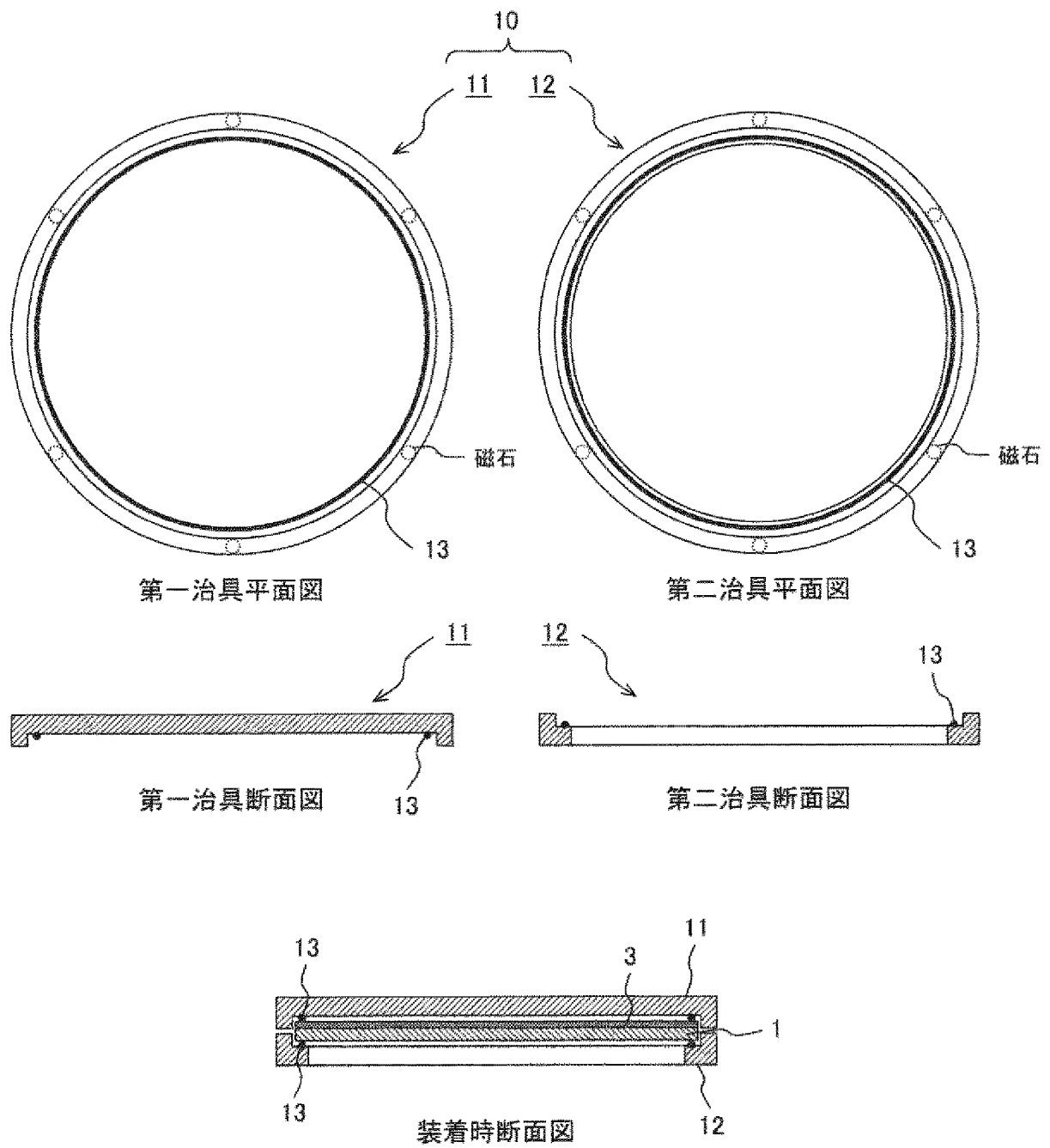
[図3]

図 3



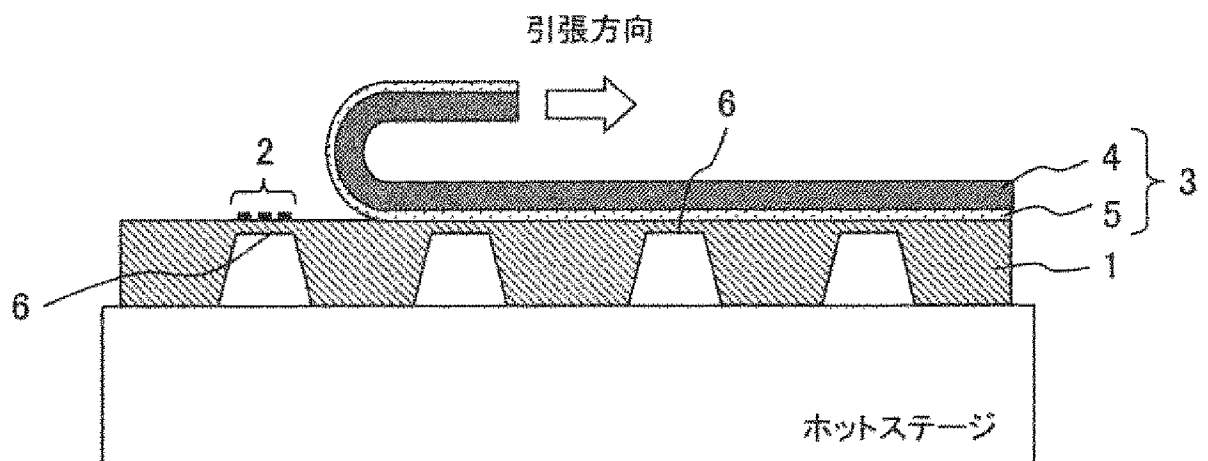
[図4]

図 4



[図5]

図 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/028793

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B81C1/00(2006.01) i, G01F1/692(2006.01) i, H01L21/308(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. B81C1/00, G01F1/692, H01L21/308

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.
A	JP 2008-218919 A (NEC ELECTRONICS CORP.) 18 September 2008 (Family: none)	1-8
A	JP 2006-13115 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 12 January 2006 (Family: none)	1-8
A	JP 2006-303410 A (FUJI ELECTRIC HOLDINGS CO., LTD.) 02 November 2006 & US 2006/0249797 A1	1-8

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

* Special categories of cited documents:	"I" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
02.10.2018

Date of mailing of the international search report
16.10.2018

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/JP2018/028793

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-135662 A (NITTO DENKO CORPORATION) 12 June 2008 & US 2008/0121335 A1 & EP 1928018 A2 & KR 10-2008-0048944 A & CN 101246810 A & TW 200830355 A	1-8
A	JP 2011-124480 A (NITTO DENKO CORPORATION) 23 June 2011 & US 2011/0139375 A1 & CN 102129955 A & KR 10-2011-0068884 A & TW 201131631 A	1-8
A	JP 2010-67782 A (TOKYO SEIMITSU CO., LTD.) 25 March 2010 (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B81C1/00(2006.01)i, G01F1/692(2006.01)i, H01L21/308(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. B81C1/00, G01F1/692, H01L21/308

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
A	JP 2008-218919 A（NECエレクトロニクス株式会社）2008.09.18, （ファミリーなし）	1-8
A	JP 2006-13115 A（セイコーエプソン株式会社）2006.01.12,（ファ ミリーなし）	1-8
A	JP 2006-303410 A（富士電機ホールディングス株式会社） 2006.11.02, & US 2006/0249797 A1	1-8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02.10.2018

国際調査報告の発送日

16.10.2018

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）

宇多川 勉

50

3125

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

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
A	JP 2008-135662 A (日東電工株式会社) 2008.06.12, & US 2008/0121335 A1 & EP 1928018 A2 & KR 10-2008-0048944 A & CN 101246810 A & TW 200830355 A	1-8
A	JP 2011-124480 A (日東電工株式会社) 2011.06.23, & US 2011/0139375 A1 & CN 102129955 A & KR 10-2011-0068884 A & TW 201131631 A	1-8
A	JP 2010-67782 A (株式会社東京精密) 2010.03.25, (ファミリーなし)	1-8