

(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
2017年6月29日(29.06.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/110262 A1

- (51) 国際特許分類:
B24B 37/28 (2012.01) **H01L 21/304** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/082764
- (22) 国際出願日: 2016年11月4日(04.11.2016)
- (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 2015-249312 2015年12月22日(22.12.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社 S U M C O (SUMCO CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058634 東京都港区芝浦一丁目2番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 木戸 亮介(KIDO Ryosuke); 〒1058634 東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社 S U M C O 内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 鷲頭 光宏, 外(WASHIZU Mitsuhiro et al.); 〒1040061 東京都中央区銀座一丁目5番1号 第三太陽ビル7F 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, KE, KG, 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.

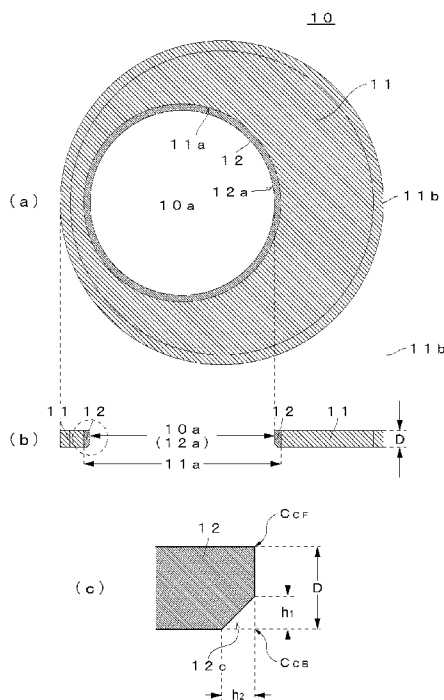
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロアジア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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))

(54) Title: DOUBLE SIDE POLISHING METHOD FOR WAFERS, EPITAXIAL WAFER MANUFACTURING METHOD USING SAME, AND EPITAXIAL WAFERS

(54) 発明の名称: ウェーハの両面研磨方法及びこれを用いたエピタキシャルウェーハの製造方法並びにエピタキシャルウェーハ



(57) Abstract: [Problem] To provide a carrier for double side polishing that allows a desired edge roll-off to be formed intentionally during double side polishing of a wafer and a wafer polishing method using same, and a manufacturing method for epitaxial wafers that can manufacture epitaxial wafers that have increased flatness on the back face by using wafers on which a double side polishing treatment of this sort has been implemented. [Solution] A carrier 10 for double side polishing disposed between a top platen 2 and a bottom platen 3 on each of which a polishing cloth 4, 5 is attached and comprising a retaining hole 10a for holding a wafer W that is sandwiched between the top platen 2 and the bottom platen 3, wherein a chamfer 12c is formed on at least one of the top corner and the bottom corner of the retaining hole 10a. In addition, an epitaxial silicon wafer is manufactured using a silicon wafer manufactured using the carrier 10 for double side polishing.

(57) 要約: 【課題】 ウェーハの両面研磨時に所望のエッジロールオフを意図的に作り込むことが可能な両面研磨用キャリアおよびこれを用いたウェーハ研磨方法、並びに、そのような両面研磨加工が施されたウェーハを用いて裏面の平坦度が高められたエピタキシャルウェーハを製造することが可能なエピタキシャルウェーハの製造方法を提供する。 【解決手段】 両面研磨用キャリア10は、研磨布4、5がそれぞれ貼り付けられた上定盤2と下定盤3との間に配設され、上定盤2と下定盤3に挟み込まれたウェーハWを保持するための保持孔10aを有するものであって、保持孔10aの上側コーナーおよび下側コーナーの少なくとも一方に面取り部12cが形成されている。そしてこの両面研磨用キャリア10を用いて製造されたシリコンウェーハを用いてエピタキシャルシリコンウェーハを製造する。

WO 2017/110262 A1

明 細 書

発明の名称：

ウェーハの両面研磨方法及びこれを用いたエピタキシャルウェーハの製造方法並びにエピタキシャルウェーハ

技術分野

[0001] 本発明は、ウェーハの両面研磨工程で用いられる両面研磨用キャリアおよびこれを用いたウェーハの両面研磨方法に関する。また、本発明は、そのような両面研磨方法によって研磨加工されたウェーハを基板材料として用いるエピタキシャルウェーハ及びその製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 半導体デバイスの基板材料としてエピタキシャルシリコンウェーハが広く使用されている。エピタキシャルシリコンウェーハは、バルクシリコンウェーハの表面にエピタキシャルシリコン膜を形成したものであり、結晶の完全性が高いため、高品質で信頼性が高い半導体デバイスを製造することが可能である。

[0003] エピタキシャルシリコンウェーハの基板材料となるバルクシリコンウェーハは、チョクラルスキー法により育成されたシリコン単結晶インゴットに外周研削、スライス、ラッピング、エッチング、両面研磨、片面研磨、洗浄等の工程を順次行うことにより製造される。このうち、両面研磨工程は、ウェーハを所定の厚みに加工するとともにウェーハの平坦度を高めるために必要な工程であり、ウェーハの両面を同時に研磨する両面研磨装置を用いて行われる。

[0004] 両面研磨加工に関する技術として、例えば特許文献1には、外周ダレのような研磨後のウェーハの平坦度の悪化を抑制するため、ウェーハを保持するキャリアの樹脂インサータの内周面の平面度を $100\mu\text{m}$ 以下かつ内周面の垂直度を 5° 以下に維持しながらウェーハの両面を研磨することが記載されている。また特許文献2には、両面研磨後のウェーハの外周ダレを低減して

平坦度を高めるため、両面研磨装置用キャリアとしてチタン製のものを用いると共にその表面粗さ R_a を $0.14 \mu\text{m}$ 以上とすることが記載されている。

[0005] エピタキシャルシリコンウェーハにおいても平坦度の確保は重要な課題の一つである。エピタキシャルシリコンウェーハの平坦度を高めるため、例えば特許文献3には、エピタキシャル膜形成前に第1平坦化处理されたシリコンウェーハの平坦度、エピタキシャル膜形成後のエピタキシャルウェーハの平坦度、およびエピタキシャル膜の膜厚分布を測定し、それらの測定値をフィードフォワードしてエピタキシャルウェーハの第2平坦化处理を行うことが記載されている。さらに特許文献4には、ウェーハの裏面の端部にシリコンが付着することを抑制してウェーハの平坦度を向上させるため、エピタキシャル成長装置内の加熱用ランプ群からの電磁波をウェーハの端部を導くように反射部材の傾斜角度を設定することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2014-50913号公報
特許文献2：特開2008-23617号公報
特許文献3：特開2011-23422号公報
特許文献4：特開2011-146537号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 上記のように、エピタキシャルウェーハにおいても高い平坦度が求められている。しかし、図11に示すように、エピタキシャル成長炉内においてシリコンウェーハWの表面に供給される原料ガスはシリコンウェーハWの裏面側のエッジとサセプター33との間の僅かな隙間を通過してウェーハWの裏面側に回り込み、これによりシリコンウェーハWの裏面の外周部にもシリコンが堆積する。その結果、図12に示すようにシリコンウェーハWの裏面 S_B の

外周部に裏面シリコン膜E bが形成され、エピタキシャルシリコンウェーハEWの裏面S_Bの外周部の平坦度が悪化する。

[0008] したがって、本発明の目的は、裏面の平坦度が高められたエピタキシャルウェーハを容易に製造することが可能なエピタキシャルウェーハの製造方法を提供することにある。また、本発明の他の目的は、そのようなエピタキシャルウェーハの基板材料として好適なシリコンウェーハを製造することが可能なウェーハの両面研磨方法およびこれに用いる両面研磨用キャリアを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本願発明者らは、上記課題を解決する方法について検討を重ねた結果、ウェーハ裏面の外周部に堆積するエピタキシャルシリコンの堆積量を見込んでウェーハの裏面のエッジロールオフを予め作り込んでおく方法が有効であり、エピタキシャル成長によるウェーハの外周部の厚みの増加分をエッジロールオフと相殺させることでエピタキシャルウェーハの外周部の平坦度の悪化を抑えることができることを見出した。

[0010] エッジロールオフ量を調整する方法としては、例えば研磨パッドのコンディショニングや研磨圧力を変更する方法も考えられる。しかし、エッジロールオフ量を調整するために研磨パッドのコンディショニングや研磨圧力を変更した場合、研磨レシピの変更も必要となり、研磨レートの変動も伴うため、ウェーハのグローバル形状が変化して所望の品質を確保することが難しくなり、量産化に対する弊害が大きい。

[0011] 本発明はこのような技術的知見に基づいてなされたものであり、本発明によるウェーハの両面研磨方法は、研磨布がそれぞれ貼り付けられた上定盤と下定盤との間に配設された両面研磨用キャリアの保持孔内にウェーハをセットし、前記ウェーハおよび前記両面研磨用キャリアを前記上定盤と前記下定盤で挟み込んだ状態で前記上定盤および前記下定盤を回転させて前記ウェーハの両面を同時に研磨するウェーハの両面研磨方法であって、前記両面研磨用キャリアの前記保持孔の上側コーナーおよび下側コーナーの少なくとも一

方に面取り部が形成されており、前記両面研磨用キャリアの前記面取り部が形成されている方を向いた前記ウェーハの裏面側のエッジロールオフが前記ウェーハの表面側のエッジロールオフよりも大きくなるように前記ウェーハの両面を同時に研磨することを特徴とする。

[0012] 本発明によれば、ウェーハの両面研磨工程中にウェーハの裏面側に所望のエッジロールオフを意図的に作り込むことができる。したがって、このウェーハをエピタキシャルシリコンウェーハの基板材料として用いた場合には、エピタキシャル膜を成膜後の最終的なエピタキシャルウェーハ製品の平坦度を高めることが可能である。

[0013] 本発明において、前記両面研磨用キャリアの前記面取り部の高さ寸法は当該キャリアの厚みの半分以下であることが好ましい。この場合において、前記両面研磨用キャリアの前記面取り部の幅寸法は前記面取り部の前記高さ寸法と等しいことが好ましく、前記面取り部の前記高さ寸法および前記幅寸法はともに0.2 mm以上0.4 mm以下であることが特に好ましい。これによれば、キャリアのウェーハ保持機能を確保しつつウェーハに所望のエッジロールオフを形成することができる。

[0014] 本発明において、前記両面研磨用キャリアは、前記ウェーハの直径よりも大きな円形の開口を有する金属製のキャリア本体と、前記キャリア本体の前記開口の内周に沿って配置されたリング状の樹脂インサータとを備え、前記保持孔は前記樹脂インサータの内側開口からなり、前記面取り部は、前記樹脂インサータの前記内側開口の上側コーナーおよび下側コーナーの少なくとも一方に形成されていることが好ましい。このように、樹脂インサータを備えた両面研磨用キャリアにおいてもウェーハ保持機能を確保しつつウェーハに所望のエッジロールオフを形成することができる。

[0015] 本発明において、前記両面研磨用キャリアは、円形の開口を有する樹脂製のキャリア本体からなり、前記キャリア本体の前記開口が前記保持孔となり、前記開口に前記面取り部が形成されていることもまた好ましい。このように、キャリア本体から独立した樹脂インサータを用いない樹脂製の両面研磨

用キャリアにおいてもウェーハ保持機能を確保しつつウェーハに所望のエッジロールオフを形成することができる。

[0016] また、本発明によるエピタキシャルウェーハの製造方法は、上記特徴を有するウェーハの両面研磨方法によって研磨加工された前記ウェーハの前記表面の全面に第1のエピタキシャル膜を形成すると共に、前記ウェーハの前記裏面の外周部に第2のエピタキシャル膜を部分的に形成することを特徴とする。

[0017] 本発明において、前記第2のエピタキシャル膜は、前記ウェーハの裏面側のエッジロールオフを相殺する膜厚分布を有することが好ましい。エピタキシャル成長によるウェーハの外周部の厚みの増加分をエッジロールオフと相殺させることでエピタキシャルウェーハの外周部の平坦度の悪化を抑えることができる。

[0018] さらにまた、本発明によるエピタキシャルウェーハは、裏面側のエッジロールオフが表面側のエッジロールオフよりも大きいウェーハと、前記ウェーハの表面の全面に形成された第1のエピタキシャル膜と、前記ウェーハの裏面の外周部に部分的に形成された第2のエピタキシャル膜とを備え、前記第2のエピタキシャル膜が形成された前記ウェーハの外周部の平坦度は、前記第2のエピタキシャル膜が形成されていない前記ウェーハの外周部の平坦度よりも高いことを特徴とする。本発明によれば、エピタキシャル膜を成膜後の最終的な平坦度が高められたエピタキシャルウェーハを提供することができる。

[0019] 本発明において、前記第2のエピタキシャル膜は、前記ウェーハの裏面側のエッジロールオフを相殺する膜厚分布を有することが好ましい。エピタキシャル成長によるウェーハの外周部の厚みの増加分をエッジロールオフと相殺させることでエピタキシャルウェーハの外周部の平坦度の悪化を抑えることができる。

[0020] 本発明において、前記ウェーハはシリコンウェーハであり、前記第1及び第2のエピタキシャル膜はエピタキシャルシリコン膜であることが好ましい

。これによれば、エピタキシャルシリコンウェーハにおいてその裏面の平坦度を高めることができる。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、研磨条件を大きく変更することなく所望のエッジロールオフを意図的に作り込むことが可能であり、これによりエピタキシャル膜を成膜した後の最終的なウェーハ製品のエッジ付近の平坦度を高めることが可能な両面研磨用キャリアおよびこれを用いたウェーハ研磨方法を提供することができる。また本発明によれば、そのようなウェーハ研磨方法によって研磨加工されたウェーハを用いて裏面の平坦度を高めることが可能なエピタキシャルウェーハの製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]図1は、本発明の実施の形態による両面研磨装置の構成を示す略側面断面図である。

[図2]図2は、図1に示す両面研磨装置の平面図である。

[図3]図3は、キャリアの構成を示す図であって、(a)は平面図、(b)は側面断面図、(c)は保持孔の内周面付近の部分拡大図である。

[図4]図4は、キャリアの保持孔を面取りしたことによるエッジロールオフの促進のメカニズムを説明するための模式図である。

[図5]図5は、両面研磨後のシリコンウェーハの形状を示す略断面図である。

[図6]図6は、エピタキシャルシリコンウェーハの製造に用いられるエピタキシャル成長装置の構成の一例を示す略断面図である。

[図7]図7は、本実施形態によるエピタキシャルシリコンウェーハの断面図である。

[図8]図8は、保持孔の面取り形状とウェーハの平坦度との関係を示すグラフである。

[図9]図9(a)および(b)は、サンプルウェーハの表面側のZDDの測定結果を示すグラフである。

[図10]図10(a)および(b)は、エピタキシャルウェーハの裏面側の高

さプロファイルを示すグラフである。

[図11]図 1 1 は、エピタキシャル成長工程におけるウェーハの裏面側へのシリコンの堆積メカニズムを説明するための模式図である。

[図12]図 1 2 は、裏面の外周部の平坦度が悪化した従来のエピタキシャルシリコンウェーハの形状を示す略断面図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、添付図面を参照しながら、本発明の好ましい実施の形態について詳細に説明する。

[0024] 図 1 は、本発明の実施の形態による両面研磨装置の構成を示す略側面断面図である。また、図 2 は、図 1 に示す両面研磨装置の平面図であり、前記図 1 は図 2 の R－R' 線に沿った断面図である。

[0025] 図 1 および図 2 に示すように、両面研磨装置 1 は、上下方向に対向して設けられた上定盤 2 と下定盤 3 とを備えており、上定盤 2 の下面および下定盤 3 の上面には研磨布 4、5 がそれぞれ貼り付けられている。そして上定盤 2 と下定盤 3 との間の中心部にはサンギヤ 6 が設けられるとともに、周縁部にはインターナルギヤ 7 が設けられている。シリコンウェーハ W は両面研磨用キャリア 10 の保持孔 10 a 内にセットされた状態で上定盤 2 と下定盤 3 との間に挟み込まれている。

[0026] 図 2 に示すように、サンギヤ 6 の周りには 5 つのキャリア 10 が設けられており、各キャリア 10 の外周歯 10 b はサンギヤ 6 およびインターナルギヤ 7 の各歯部に噛合しており、上定盤 2 および下定盤 3 が不図示の駆動源によって回転駆動されることにより、各キャリア 10 は自転しつつサンギヤ 6 の周りを公転する。このときキャリア 10 の保持孔 10 a 内にセットされたシリコンウェーハ W はキャリア 10 に保持されており、上下の研磨布 4、5 との接触によりその両面が同時に研磨される。研磨時には不図示のノズルから研磨液が供給される。研磨液としては例えばコロイダルシリカを分散させたアルカリ溶液を用いることができる。

[0027] 図 3 は、キャリア 10 の構成を示す図であって、(a) は平面図、(b)

は側面断面図、（c）はキャリア10の保持孔の内周面付近の部分拡大図である。

[0028] 図3（a）および（b）に示すように、キャリア10は、シリコンウェーハWよりも大きな円形の開口11aを有する金属製のキャリア本体11と、キャリア本体11の開口11aの内周に沿って配置されたリング状の樹脂インサータ12とを備えている。

[0029] キャリア本体11は円盤状の部材であり、外周部には外周歯11bが設けられている。キャリア本体11の代表的な材料はSUSであるが、チタン等の他の金属材料を用いてもよい。キャリア本体11の厚みDは両面研磨後のウェーハWの目標厚みに基づいて設定され、例えば直径300mmウェーハ用のキャリア10の厚みは0.8mmに設定され、加工前の厚みが1mm程度のウェーハWをキャリア10と同程度まで薄くする定寸研磨が行われる。開口11aの中心位置はキャリア本体11の中心位置からオフセットされているので、開口11a内にセットされたウェーハWはキャリア本体11の中心を回転軸にして偏心運動し、これにより研磨効率および研磨の均一性が高められている。

[0030] 樹脂インサータ12は、ウェーハWの外周面とキャリア本体11の開口11aの内周面との間に介在して両者の接触を阻止する役割を果たすものである。樹脂インサータ12の内側開口12aがキャリア10の保持孔10a（図2参照）を構成しており、ウェーハWの外周面は樹脂インサータ12の内周面に接触する。樹脂インサータ12の横幅（リング幅）は例えば1.5mmであり、キャリア本体11の開口11aのサイズおよびウェーハWのサイズを考慮して決定される。樹脂インサータ12の厚みはキャリア本体11の厚みDと同一であることが好ましい。

[0031] 図3（c）に示すように、樹脂インサータ12の内側開口12aの内周部の下側コーナー C_{CB} には面取り部12cが形成されている。本実施形態では樹脂インサータ12の内側開口12aの内周面の下側コーナー C_{CB} のみが面取りされているが、上側コーナー C_{CF} のみが面取りされていてもよい。すな

わち、キャリア10のウェーハ保持孔10aの内周部の上下どちらか一方のコーナーに面取り部12cが形成されていればよい。詳細は後述するが、ウェーハ保持孔10aにこのような面取りを設けることでウェーハWの片面側のエッジロールオフを意図的に大きくすることができる。

[0032] 面取り部12cの高さ寸法 h_1 および幅寸法 h_2 はともに0.1mm以上であることが好ましい。高さ寸法 h_1 および幅寸法 h_2 が0.1mm未満では面取り部12cを設けた効果が得られず、しかも加工精度の観点からも面取り加工が非常に困難だからである。

[0033] 一方、面取り部12cの高さ寸法 h_1 はキャリア10の厚みDの半分以下 ($D \leq h_1 / 2$) であることが好ましく、幅寸法 h_2 は樹脂インサータ12の横幅以下であることが好ましい。したがって、例えばキャリア10の厚みが0.8mmであるときの面取り部12cの高さ寸法 h_1 は0.4mm以下であることが好ましく、樹脂インサータ12の横幅が1.5mmである時の面取り部12cの幅寸法 h_2 は1.5mm以下であることが好ましい。面取り部12cの高さ寸法 h_1 がキャリア10の厚みDの半分よりも大きい場合には、エッジロールオフ量が大きくなりすぎてエピタキシャル膜の成膜後に所望の平坦度を確保できないからであり、またウェーハWを保持する機能に支障をきたすおそれがあるからである。また面取り部12cの幅寸法 h_2 が樹脂インサータ12の横幅よりも大きい場合には、樹脂インサータ12の厚みが減少し、これによりウェーハWのエッジロールオフ量が増加するためである。

[0034] 面取り部12cは、C0.2～C0.4面取りであることが特に好ましい。面取り部12cの高さ寸法 h_1 および幅寸法 h_2 を揃えて面取り角度を45度にするにより、面取り加工を容易にして加工精度を高めることができる。また、面取り部12cの高さ寸法 h_1 および幅寸法 h_2 をともに0.2～0.4mmの範囲内に収めることにより、エピタキシャル工程でウェーハの裏面に堆積するシリコンの堆積量が相殺される大きさのエッジロールオフを作り込むことができる。

[0035] 図4は、キャリア10の保持孔10aを面取りしたことによるエッジロー

ルオフの促進のメカニズムを説明するための模式図である。

[0036] 保持孔10aのコーナーが面取りされていないウェーハWの表面 S_F 側では、従来のキャリアと同様、キャリア10のリテーナ効果（研磨布に対する反力）によりウェーハWのエッジロールオフが改善され、ウェーハWの外周部の平坦度が高められる。これに対し、保持孔10aのコーナーが面取りされているウェーハWの裏面 S_B 側では、面取り部12cの存在によってリテーナ効果が減少し、エッジロールオフの改善効果が抑制され、ウェーハWの外周部の平坦度が低下する。図中の上向きの矢印は研磨布4に対するキャリア10の反力が大きいことを示しており、下向きの矢印は研磨布5に対するキャリア10の反力が小さいことを示している。

[0037] 図5は、両面研磨後のシリコンウェーハWの形状を示す略断面図である。

[0038] 図5に示すように、両面研磨後のシリコンウェーハWの外周部形状は、表面 S_F 側のコーナー C_{WF} のエッジロールオフが小さく、裏面 S_B 側のコーナー C_{WB} のロールオフが大きい。このようなウェーハWをエピタキシャルシリコンウェーハの基板材料として用いることにより、ウェーハWの裏面 S_B の外周部に堆積するシリコンによる厚みの増加分を相殺することができ、エピタキシャルシリコンウェーハの裏面の外周部の平坦度を高めることができる。

[0039] 図6は、エピタキシャルシリコンウェーハの製造に用いられるエピタキシャル成長装置の構成の一例を示す略断面図である。

[0040] 図6に示すように、エピタキシャル成長装置30は、シリコンウェーハWを一枚ずつ処理する枚葉式の装置であり、石英ガラスで構成されたチャンバー31と、チャンバー31の上方を覆う蓋部材32とを備えている。チャンバー31内にはウェーハ支持用のサセプター33および予熱リング34が設けられ、サセプター33は支持シャフト35により支持されている。チャンバー31の一方の側部にはガス導入口36、バッフル37および整流部材38が設けられ、これらと対向する他方の端部にはガス排出口39が設けられている。

[0041] 蓋部材32の上方には、サセプター33上に載置されたシリコンウェーハ

Wを加熱するための上部ランプ40が設けられている。またサセプター33の下方には、シリコンウェーハWを下側から加熱する下部ランプ41が設けられている。

[0042] 以上のような構成を有するエピタキシャル成長装置30を用いたエピタキシャルウェーハの製造では、サセプター33上にシリコンウェーハWを載置した後、上部ランプ40および下部ランプ41をオンにしてウェーハWを加熱すると共に、ガス排出口39から排気を行いながらトリクロルシラン(SiHCl_3)やジクロルシラン(SiH_2Cl_2)等の原料ガスをガス導入口36からチャンバー31内に導入する。

[0043] 原料ガスはガス導入口36からバッフル37、整流部材38を通り、チャンバー31の上部空間31aへと流れ込む。上部ランプ40および下部ランプ41によりウェーハW、サセプター33および予熱リング34は加熱されており、加熱されたウェーハWの表面に沿って原料ガスが層流状態で流れることにより、ウェーハWの表面でエピタキシャル成長が起こり、エピタキシャル膜が形成される。

[0044] また図11に示したように、シリコンウェーハWの裏面側のエッジはサセプター33の表面と線接触しているが、両者の間には僅かな凹凸によって形成される非常に小さな隙間があり、原料ガスがこの隙間からウェーハWの裏面側に回り込むことにより、ウェーハWの裏面の外周部にシリコンが堆積する。しかし、ウェーハWの外周部のシリコンの堆積はウェーハ裏面のエッジロールオフと相殺されて裏面の外周部は平坦な形状となるので、ウェーハWの裏面の外周部にシリコンが堆積した場合でもウェーハの裏面の平坦度が悪化することはない。

[0045] 図7は、本実施形態によるエピタキシャルシリコンウェーハの断面図である。

[0046] 図7に示すように、エピタキシャルシリコンウェーハEWは、裏面 S_B 側のエッジロールオフが表面 S_F 側よりも大きいシリコンウェーハW(図5参照)と、シリコンウェーハWの表面 S_F の全面に形成されたエピタキシャルシリコ

ン膜E aとを備えている。またシリコンウェーハWの裏面S_Bの外周部には裏面シリコン膜E bが部分的に成膜されている。シリコンウェーハWの裏面S_B側のエッジロールオフを相殺するように裏面シリコン膜E bが適切な膜厚分布を持って形成されることにより、エピタキシャルシリコンウェーハEWの裏面側の外周部の平坦度が高められる。

[0047] 以上説明したように、本実施形態による両面研磨用キャリア10は、保持孔10aのコーナーに面取り部12cが設けられているので、両面研磨後のウェーハWの外周部に所定量のエッジロールオフを故意に作り込むことができる。このように片側のエッジロールオフが調整されたウェーハWを用いてエピタキシャルウェーハEWを製造した場合には、その裏面の外周部にエピタキシャルシリコンが堆積して外周部の厚みが必要以上に増加する現象を抑えることができ、エピタキシャルシリコンウェーハEWの裏面の外周部の平坦度を高めることができる。

[0048] 以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は、上記の実施形態に限定されることなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることはいうまでもない。

[0049] 例えば、上記実施形態においては、キャリア10が金属製のキャリア本体11と樹脂インサータ12とで構成される場合を例に挙げたが、キャリア本体11を樹脂製のものにして樹脂インサータ12を省略してもよい。この場合、キャリア本体11の開口11aがウェーハ保持孔10aとなり、キャリア本体11の開口11aのコーナーが面取りされた構造となる。

[0050] また上記実施形態においては、1つのキャリア10が1つの保持孔10aを有し、1枚のウェーハWを保持するが、1つのキャリア10が複数の保持孔を有していてもよい。この場合、複数の保持孔の各々に面取り加工が施される。さらに本実施形態による両面研磨装置1の構成は一例であって、種々のタイプのものを採用することができる。

[0051] また上記実施形態においては、シリコンウェーハWの表面S_F側については

外周部の平坦度を高めると共にウェーハWの裏面 S_B 側についてはエピタキシャル工程での裏面側の外周部へのシリコンの付着を考慮して、保持孔10aの片側（ウェーハWの裏面側）のコーナーのみを面取りしているが、保持孔10aの両側のコーナーを面取りしてもよい。ウェーハWの表面 S_F 側の外周部においてもシリコンが厚く堆積する傾向がある場合には有効な対策である。

[0052] また上記実施形態においては、本発明による両面研磨用キャリアを用いて両面研磨されたシリコンウェーハを用いてエピタキシャルシリコンウェーハを製造する場合について説明したが、本発明はシリコンウェーハの両面研磨加工に限定されるものではなく、様々なウェーハの両面研磨加工に用いることができる。

実施例

[0053] キャリア10の保持孔10aの面取り形状が研磨加工後のシリコンウェーハWの平坦度に及ぼす影響について評価した。評価試験では、保持孔10aに面取り加工が施されていないキャリア10を用いて直径300mmのシリコンウェーハを両面研磨して得られた比較例によるウェーハサンプルのGBIR (Global flatness Back reference Ideal Range) およびESFQD (Edge Site flatness Front reference least square Deviation) をそれぞれ測定した。これらの測定には平坦度測定装置 (KLA-Tencor社製: WaferSight 2) を用いた。

[0054] また、保持孔10aにC0.2面取りおよびC0.3面取りをそれぞれ施したキャリア10を用いた点以外は比較例と同一条件下で両面研磨して得られた実施例1および2によるウェーハサンプルのGBIRおよびESFQDをそれぞれ測定した。

[0055] GBIRは、ウェーハのグローバルフラットネスを示す指標であり、またESFQDは、ウェーハの外周部（エッジ）でのサイトフラットネスを示す指標である。ESFQDは、ウェーハの外周部を多数（例えば72個）の扇形の領域（サイト）に分割し、サイト内でのデータを最小二乗法にて算出し

たサイト内平面を基準とし、このサイト内平面からの符号を含む最大変位量のことであり、各サイトには1つのデータを持つ。すなわち、E S F Q Dは各サイトのS F Q D値（領域内の最小二乗面からの正または負の大きいほうの偏差）である。E S F Q Dのサイトは、最外周から直径方向に2 mmの領域を除外領域とし、それよりも内側の外周基準端から径方向中心側に伸びるセクター長が30 mmの2本の直線と、ウェーハ外周方向 5° （ $\pm 2.5^{\circ}$ ）に相当する円弧により囲まれた略矩形の領域である。

[0056] 図8は、保持孔の面取り形状とウェーハの平坦度との関係を示すグラフであり、横軸はグローバル形状（Global形状）、縦軸はE S F Q Dを示している。また図中の四角は、グローバル形状とE S F Q Dの両方の目標範囲を満たす領域を示している。なおグローバル形状とは、凹凸の概念を考慮したG B I Rの値のことである。すなわち、G B I Rを測った結果のプロファイル（全体形状）を見て、凸形状（Convex）であればプラス側、凹形状（Concave）であればマイナス側としてG B I Rの値を横軸にプロットしたものである。

[0057] 図8に示すように、保持孔10aが面取りされていないキャリア10を用いて両面研磨を施した比較例のウェーハでは、グローバル形状とE S F Q Dの両方を目標範囲内に収めることが困難であった。これに対し、保持孔にC0.2およびC0.3面取りを施したキャリアを用いて両面研磨を施した実施例1および2のウェーハでは、グローバル形状およびE S F Q Dの両方を目標範囲内に収めることができることが確認された。

[0058] 次に、両面研磨後のウェーハサンプルの表面側および裏面側のZ D D（Z-height Double Differentiation）を測定した。Z D Dはウェーハ中心から最外周までのウェーハ表面の変位プロファイルを2次微分することにより得られるエッジ近傍の傾きの変化（曲率）を表す指標である。Z D Dが正の値の場合は、はねる方向に表面が変位していることを示し、反対に負の値の場合はダレ方向に表面が変位していることを指す。

[0059] 図9（a）および（b）は、サンプルウェーハの表面側および裏面側のZ

DDの測定結果を示すグラフである。

[0060] 図9(a)に示すように、ウェーハの表面側のZDDは比較例、実施例1、実施例2のいずれも同程度であり、ほとんど変わらない結果となった。一方、図9(b)に示すように、ウェーハの裏面側のZDDは、比較例が最も小さく、実施例1、実施例2の順に大きくなることが分かった。

[0061] 次に、比較例および実施例1によるシリコンウェーハWの表面に2.75 μm のエピタキシャルシリコン薄膜を成膜した後、それらのエピタキシャルシリコンウェーハの裏面側の平坦度を測定した。

[0062] 図10(a)および(b)は、エピタキシャルウェーハEWの裏面側の高さプロファイルを示すグラフであり、横軸はウェーハ中心からの径方向の距離(mm)、縦軸は基準面からの高さ(nm)をそれぞれ示している。図10(a)は、比較例のウェーハの平坦度、図10(b)は実施例1のウェーハの平坦度をそれぞれ示している。図10(a)および(b)中のラインAはエピタキシャル成長前のウェーハEWの裏面側の高さプロファイル、ラインBはエピタキシャル成長後のウェーハEWの裏面側の高さプロファイル、ラインCはエピタキシャル成長後のウェーハEWの裏面側のシリコン堆積量のプロファイルをそれぞれ示している。

[0063] 図10(a)および(b)に示すように、エピタキシャル膜形成前のウェーハEWの裏面側の高さプロファイルAは、比較例(図10(a))よりも実施例1(図10(b))のロールオフ量のほうが大きい。エッジロールオフが裏面エピタキシャル膜の堆積がエッジロールオフと相殺されたことにより比較例(図10(a))よりも実施例1(図10(b))の平坦度のほうが高くなった。この結果から、エピタキシャル膜形成前のシリコンウェーハの裏面側のエッジロールオフが裏面エピタキシャル膜とマッチングするように両面研磨条件を制御することでエピタキシャルシリコンウェーハの裏面の高平坦度化が可能であることを確認できた。

符号の説明

- [0064] 1 両面研磨装置
- 2 上定盤
- 3 下定盤
- 4 研磨布
- 5 研磨布
- 6 サンギヤ
- 7 インターナルギヤ
- 10 両面研磨用キャリア
- 10a 保持孔（ウェーハ保持孔）
- 10b キャリアの外周歯
- 11 キャリア本体
- 11a キャリア本体の開口
- 11b キャリア本体の外周歯（キャリアの外周歯）
- 12 樹脂インサータ
- 12a 樹脂インサータの内側開口
- 12c 面取り部
- 30 エピタキシャル成長装置
- 31 チャンバー
- 31a 上部空間
- 32 蓋部材
- 33 サセプター
- 34 予熱リング
- 35 支持シャフト
- 36 ガス導入口
- 37 バッフル
- 38 整流部材
- 39 ガス排出口
- 40 上部ランプ

4 1	下部ランプ
C_{CB}	保持孔の下側コーナー
C_{CF}	保持孔の上側コーナー
C_{WB}	ウェーハの上側コーナー
C_{WF}	ウェーハの下側コーナー
E a	エピタキシャルシリコン膜
E b	裏面シリコン膜
EW	エピタキシャルシリコンウェーハ（エピタキシャルウェーハ）
h_1	面取り部の高さ寸法
h_2	面取り部の幅寸法
S_B	ウェーハの裏面
S_F	ウェーハの表面
W	シリコンウェーハ（基板材料）

請求の範囲

- [請求項1] 研磨布がそれぞれ貼り付けられた上定盤と下定盤との間に配設された両面研磨用キャリアの保持孔内にウェーハをセットし、前記ウェーハおよび前記両面研磨用キャリアを前記上定盤と前記下定盤で挟み込んだ状態で前記上定盤および前記下定盤を回転させて前記ウェーハの両面を同時に研磨するウェーハの両面研磨方法であって、
- 前記両面研磨用キャリアの前記保持孔の上側コーナーおよび下側コーナーの少なくとも一方に面取り部が形成されており、
- 前記両面研磨用キャリアの前記面取り部が形成されている方を向いた前記ウェーハの裏面側のエッジロールオフが前記ウェーハの表面側のエッジロールオフよりも大きくなるように前記ウェーハの両面を同時に研磨することを特徴とするウェーハの両面研磨方法。
- [請求項2] 前記両面研磨用キャリアの前記面取り部の高さ寸法は当該キャリアの厚みの半分以下である、請求項1に記載のウェーハの両面研磨方法。
- [請求項3] 前記両面研磨用キャリアの前記面取り部の幅寸法は前記面取り部の前記高さ寸法と等しい、請求項2に記載のウェーハの両面研磨方法。
- [請求項4] 前記両面研磨用キャリアの前記面取り部の前記高さ寸法および前記幅寸法はともに0.2mm以上0.4mm以下である、請求項3に記載のウェーハの両面研磨方法。
- [請求項5] 前記両面研磨用キャリアは、
- 前記ウェーハの直径よりも大きな円形の開口を有する金属製のキャリア本体と、
- 前記キャリア本体の前記開口の内周に沿って配置されたリング状の樹脂インサータとを備え、
- 前記保持孔は前記樹脂インサータの内側開口からなり、
- 前記樹脂インサータに前記面取り部が形成されている、請求項1ないし4のいずれか一項に記載のウェーハの両面研磨方法。

- [請求項6] 前記両面研磨用キャリアは、
円形の開口を有する樹脂製のキャリア本体からなり、前記キャリア本体の前記開口が前記保持孔となり、前記開口に前記面取り部が形成されている、請求項1ないし4のいずれか一項に記載のウェーハの両面研磨方法。
- [請求項7] 請求項1乃至6のいずれか一項に記載のウェーハの両面研磨方法によって研磨加工された前記ウェーハの前記表面の全面に第1のエピタキシャル膜を形成すると共に、前記ウェーハの前記裏面の外周部に第2のエピタキシャル膜を部分的に形成することを特徴とするエピタキシャルウェーハの製造方法。
- [請求項8] 前記第2のエピタキシャル膜は、前記ウェーハの裏面側のエッジロールオフを相殺する膜厚分布を有する、請求項7に記載のエピタキシャルウェーハの製造方法。
- [請求項9] 前記ウェーハはシリコンウェーハであり、
前記第1及び第2のエピタキシャル膜はエピタキシャルシリコン膜である、請求項7又は8に記載のエピタキシャルウェーハの製造方法。
- [請求項10] 裏面側のエッジロールオフが表面側のエッジロールオフよりも大きいウェーハと、
前記ウェーハの表面の全面に形成された第1のエピタキシャル膜と、
前記ウェーハの裏面の外周部に部分的に形成された第2のエピタキシャル膜とを備え、
前記第2のエピタキシャル膜が形成された前記ウェーハの外周部の平坦度は、前記第2のエピタキシャル膜が形成されていない前記ウェーハの外周部の平坦度よりも高いことを特徴とするエピタキシャルウェーハ。
- [請求項11] 前記第2のエピタキシャル膜は、前記ウェーハの裏面側のエッジロ

ールオフを相殺する膜厚分布を有する、請求項 10 に記載のエピタキシャルウェーハ。

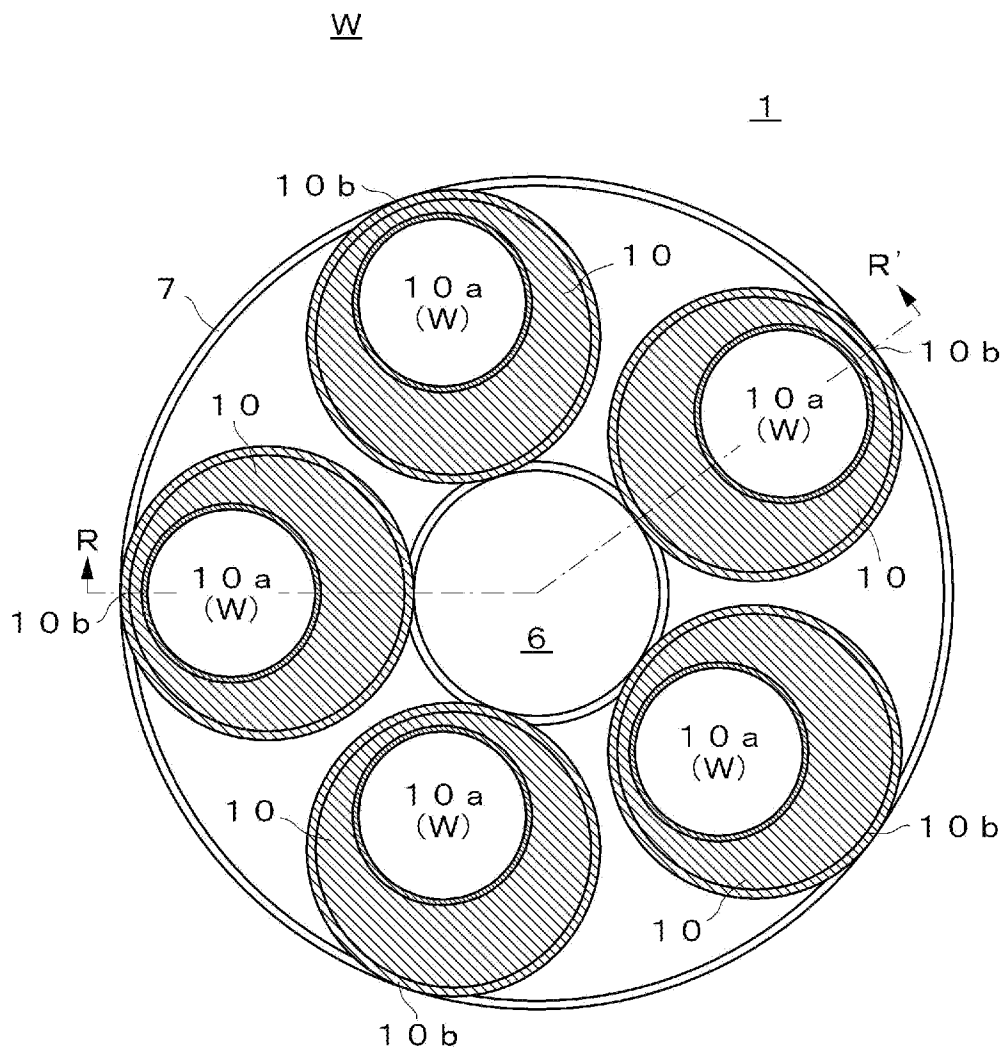
[請求項12]

前記ウェーハはシリコンウェーハであり、

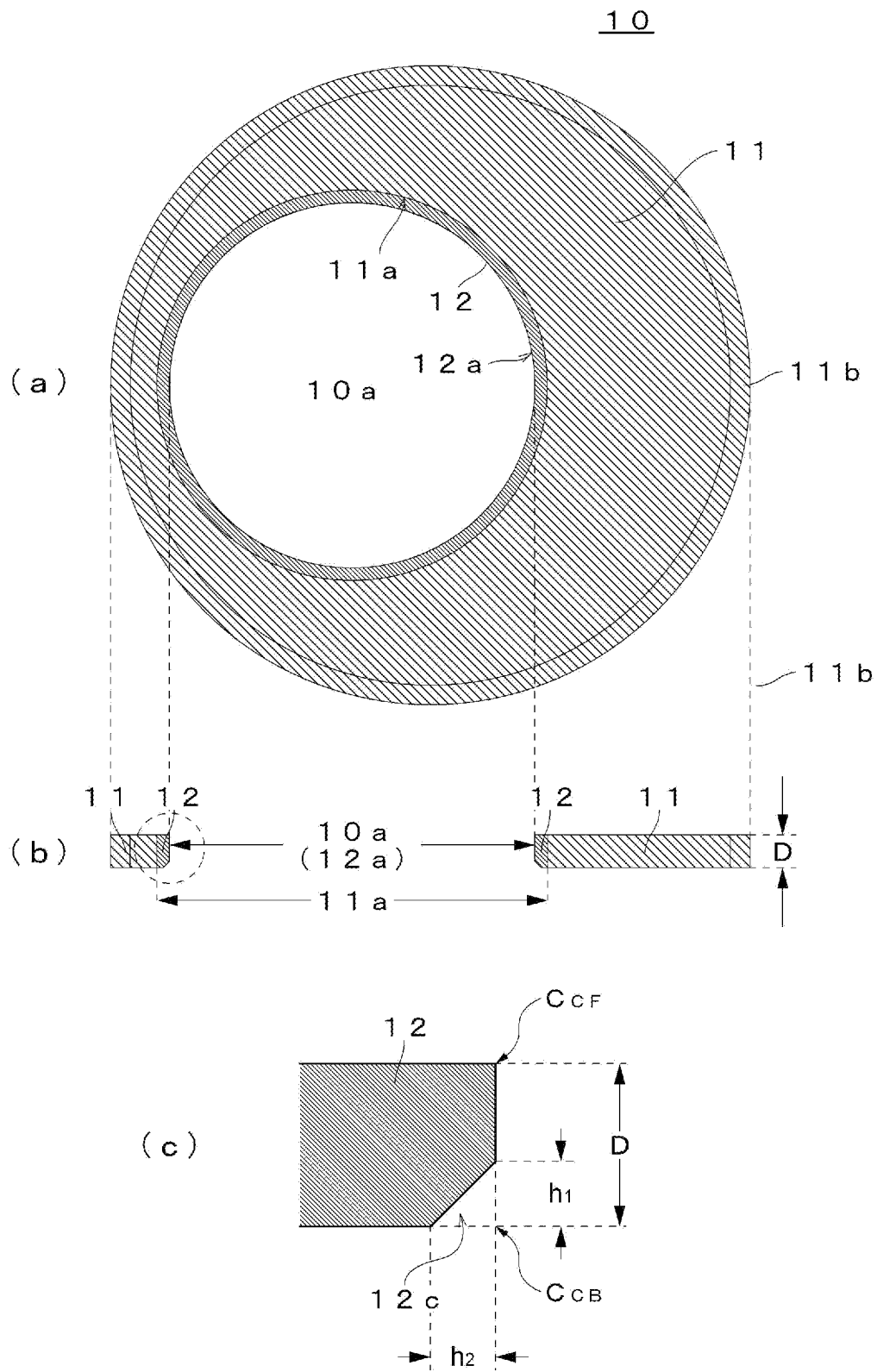
前記第 1 及び第 2 のエピタキシャル膜はエピタキシャルシリコン膜である、請求項 10 又は 11 に記載のエピタキシャルウェーハ。

[illegible]

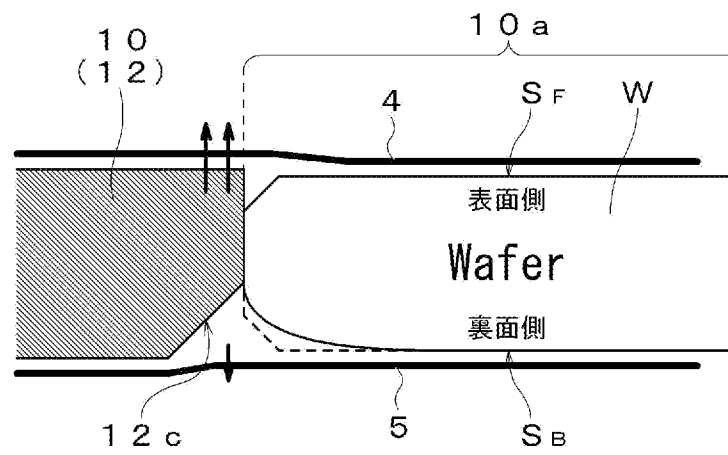
[図2]



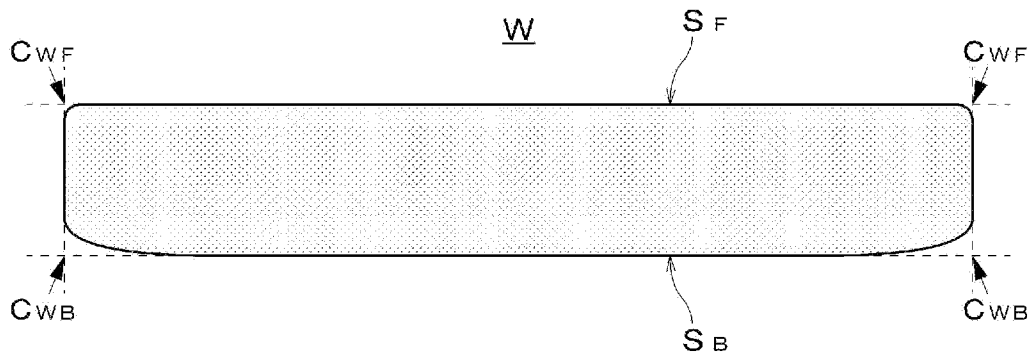
[図3]



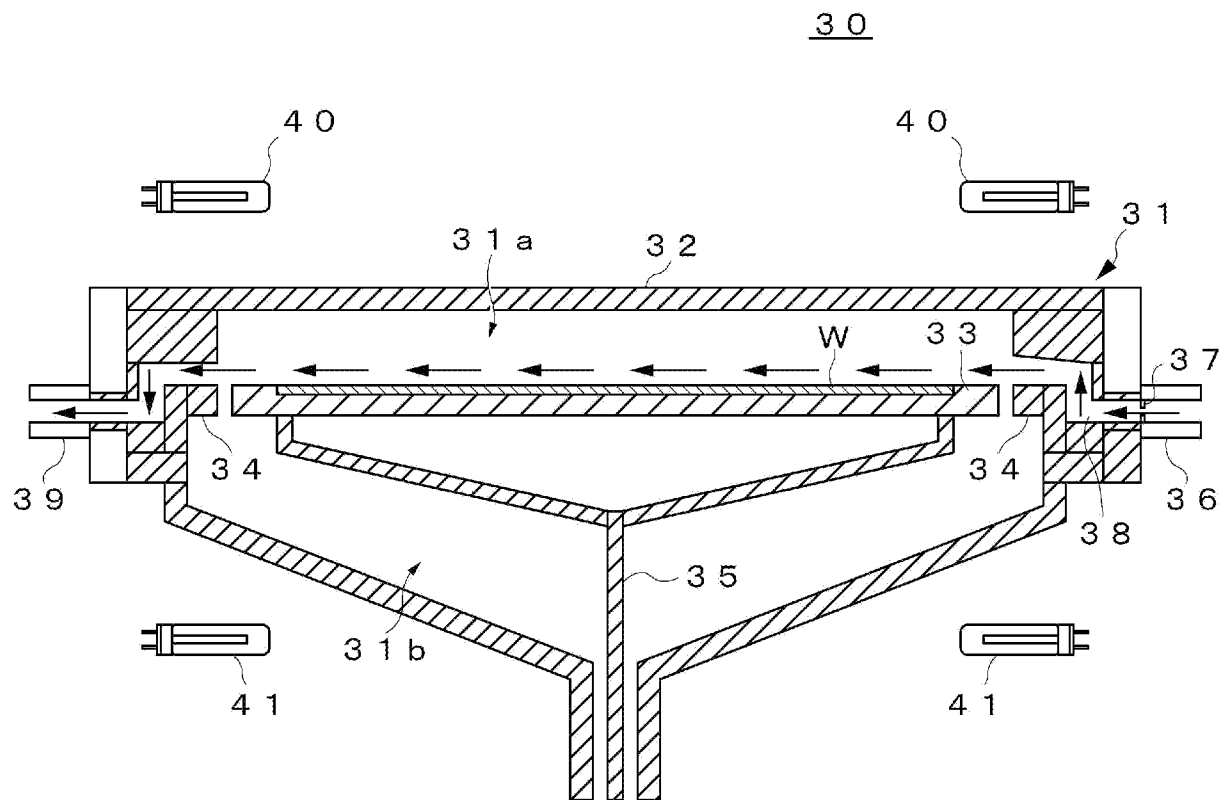
[図4]



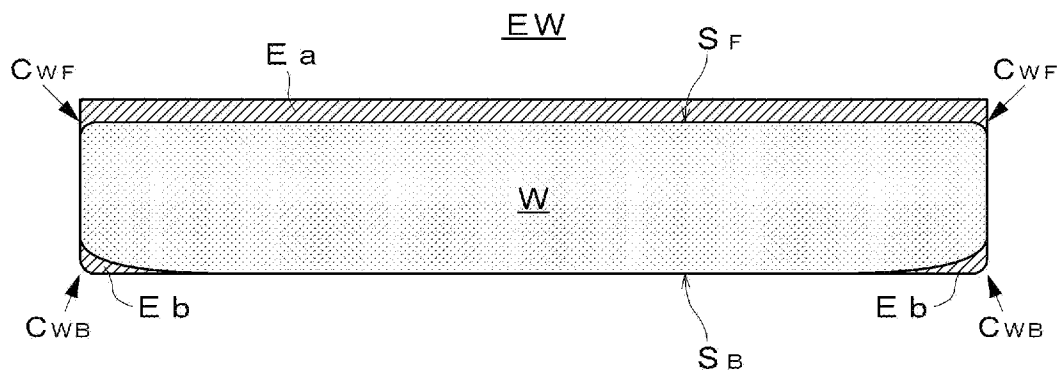
[図5]



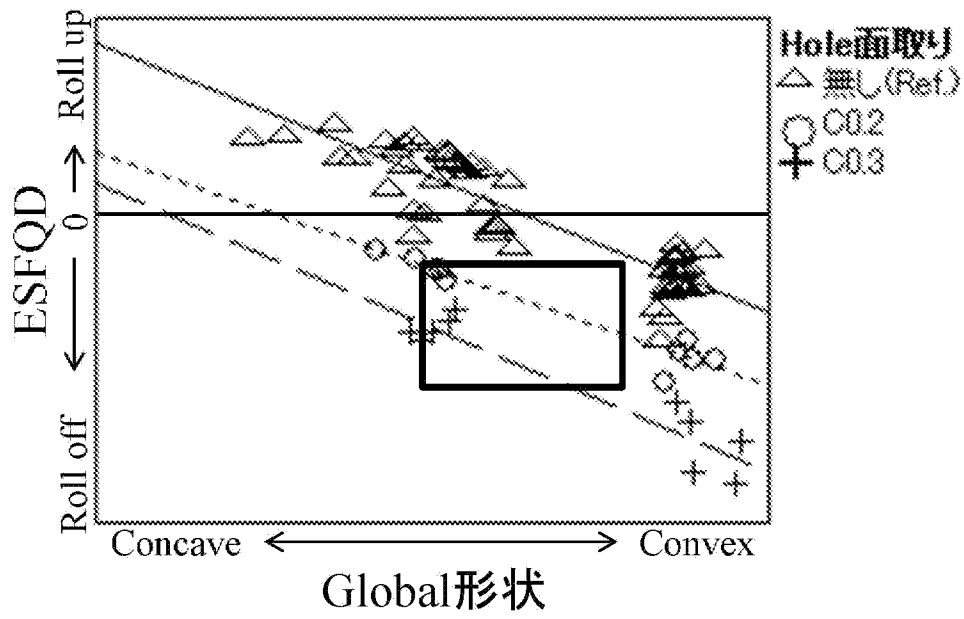
[図6]



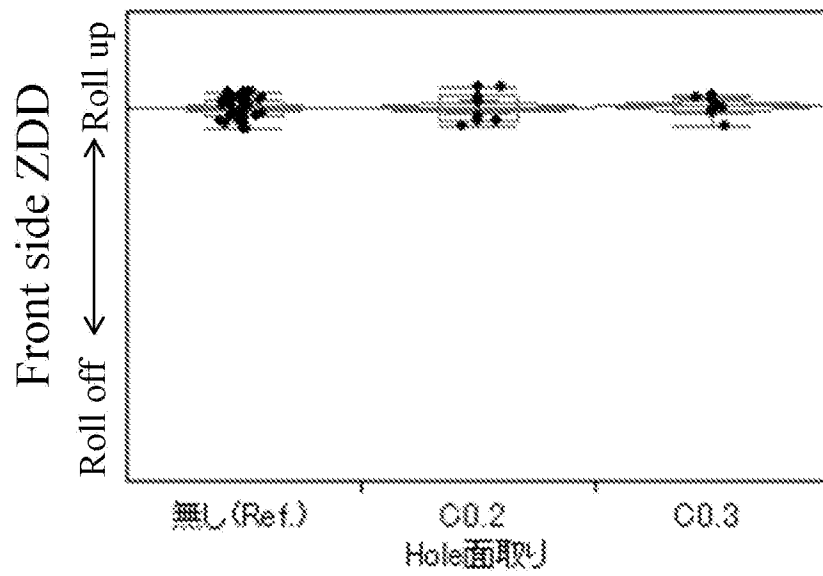
[図7]



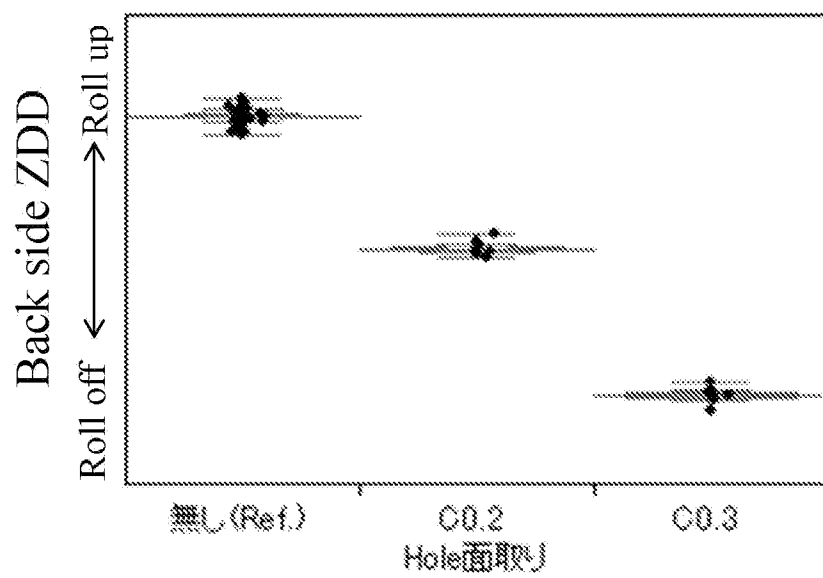
[図8]



[図9]

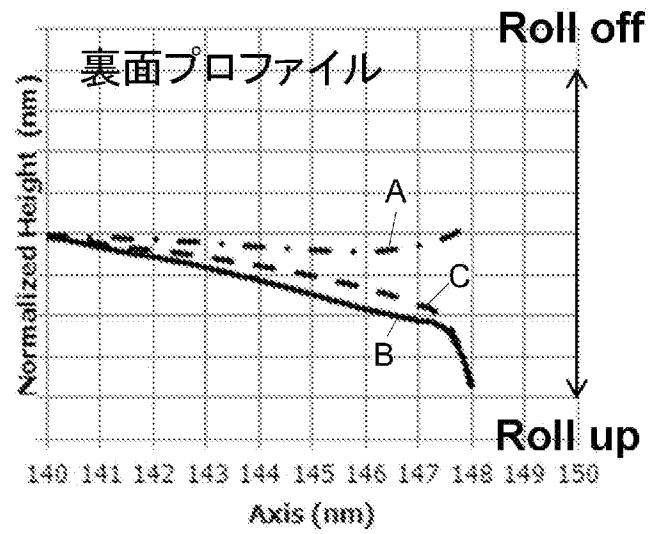


(a)

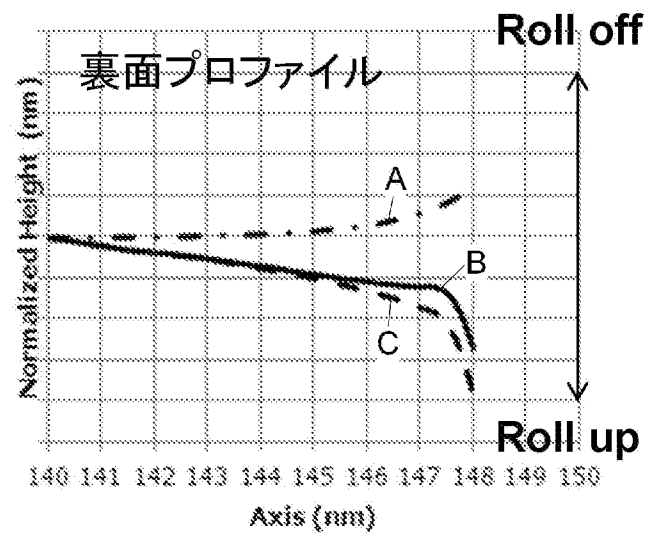


(b)

[図10]

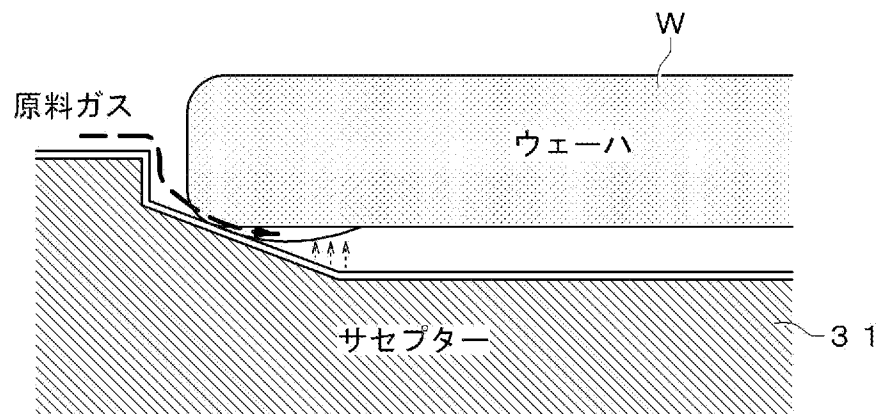


(a)

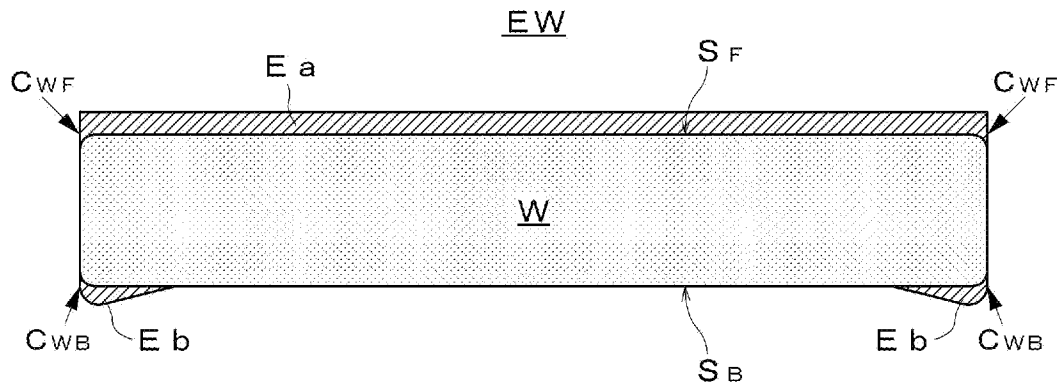


(b)

[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/082764

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B24B37/28(2012.01)i, H01L21/304(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)

B24B37/28, B24B37/08, H01L21/304

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2012-109310 A (SUMCO Corp.), 07 June 2012 (07.06.2012), paragraphs [0026] to [0029]; fig. 1 & US 2013/0264690 A1 paragraphs [0036] to [0039]; fig. 1 & WO 2012/066761 A1 & DE 112011103769 T5 & TW 201232616 A & KR 10-2013-0091350 A	10-12 1-9
A	JP 7-156062 A (Kyushu Komatsu Electronics Co., Ltd.), 20 June 1995 (20.06.1995), paragraphs [0007] to [0014]; fig. 4 (Family: none)	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 December 2016 (13.12.16)

Date of mailing of the international search report
27 December 2016 (27.12.16)

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/JP2016/082764

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 2015-104771 A (Hoya Corp.), 08 June 2015 (08.06.2015), paragraphs [0009] to [0033]; fig. 4 (Family: none)	1-12
A	WO 2006/001340 A1 (Komatsu Electronic Metals Co., Ltd.), 05 January 2006 (05.01.2006), paragraphs [0094] to [0095]; fig. 10 & US 2007/0184662 A1 paragraphs [0119] to [0121]; fig. 10 & DE 112005001447 T5 & TW 273944 B	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B24B37/28(2012.01)i, H01L21/304(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. B24B37/28, B24B37/08, H01L21/304

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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）

WPI

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2012-109310 A（株式会社SUMCO）2012.06.07, 段落[0026]-[0029], 図1 & US 2013/0264690 A1, 段落[0036]-[0039], FIG. 1 & WO 2012/066761 A1 & DE 112011103769 T5 & TW 201232616 A & KR 10-2013-0091350 A	10-12 1-9
A	JP 7-156062 A（九州コマツ電子株式会社）1995.06.20, 段落[0007]-[0014], 図4（ファミリーなし）	1-12

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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

13.12.2016

国際調査報告の発送日

27.12.2016

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）

小川 真

3C

3934

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

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 2015-104771 A (HOYA株式会社) 2015.06.08, 段落[0009]-[0033], 図4 (ファミリーなし)	1-12
A	WO 2006/001340 A1 (コマツ電子金属株式会社) 2006.01.05, 段落[0094]-[0095], 図10 & US 2007/0184662 A1, 段落[0119]-[0121], FIG. 10 & DE 112005001447 T5 & TW 273944 B	1-12