

明 細 書

発明の名称：

半導体装置の製造方法およびその方法に用いられる半導体ウエハ表面保護用フィルム

技術分野

[0001] 本発明は、半導体装置の製造方法およびその方法に用いられる半導体ウエハ表面保護用フィルムに関する。

背景技術

[0002] 半導体装置の製造工程における半導体ウエハの薄化加工は、通常、半導体ウエハの回路非形成面（裏面）を研削することによって行われている。裏面研削時の半導体ウエハの回路形成面の保護は、種々の方法で行われている。

[0003] 例えば、サファイア基板からなる半導体ウエハの回路形成面の保護は、以下の方法によって行われている（例えば特許文献1および非特許文献1）。即ち、表面にワックス樹脂層が設けられたセラミック板を準備する。次いで、ワックス樹脂層を加熱して溶融させて、サファイア基板の回路形成面を溶融状態のワックス樹脂層に埋め込む。そして、ワックス樹脂層を冷却して固化させる。それにより、サファイア基板の回路形成面全体をワックス樹脂層で保護している。ワックス樹脂としては、通常、ロジン系ワックス（ロジン、モンタンワックスおよびフェノール樹脂などを含むワックス、融点50℃程度）で構成されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2005／099057号

非特許文献

[0005] 非特許文献1：株式会社ディスコ プレスリリース 2009年11月5日
インターネット（URL：<http://www.disco.co.jp/jp/news/press/20091105.html>）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、上記の方法では、裏面研削後のサファイア基板をワックス樹脂層から剥離するために、ワックス樹脂層を加熱溶融させる必要があった。さらに、サファイア基板の表面に残ったワックス樹脂を溶剤で洗浄して除去する必要があり、工程が煩雑であった。また、裏面研削後のサファイア基板は厚さが非常に薄く、反りやすいために、これらの工程で割れやすいという問題があった。
- [0007] そこで、本発明者らは、剥離が比較的容易である半導体ウエハ保護フィルムによって、サファイア基板の回路形成面を保護する方法を検討した。従来の半導体ウエハ保護フィルムは、基材層と、粘着層とを有する。そして、半導体ウエハ保護フィルムの粘着層を、半導体ウエハの回路形成面に貼り付けた後、半導体ウエハを裏面研削する。その後、半導体ウエハ保護フィルムをテープ剥がし機などによって剥離する。
- [0008] しかしながら、従来の半導体ウエハ保護フィルムを用いた方法では、裏面研削時にサファイア基板の端部が破損しやすいという問題があった。即ち、図3に示されるように、ワックス工法では、サファイア基板1の端部全体がワックス樹脂層2内に埋めこまれるため、サファイア基板1の端部が安定に保持されやすい。一方、図4に示されるように、従来の半導体ウエハ保護フィルムを用いた方法では、サファイア基板1の端部は、半導体ウエハ保護フィルム4の内部に埋めこまれないため、サファイア基板1の端部が安定に保持されにくい。そのため、裏面研削時にサファイア基板1の端部が砥石3などと接触して破損しやすいと考えられる。
- [0009] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、特にサファイア基板などの硬くて脆い半導体ウエハにおいても、破損することなく裏面研削を可能とする半導体装置の製造方法や、前記製造方法に好適な半導体ウエハ表面保護用フィルム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

[0010] 本発明者らは、裏面研削時において、半導体ウエハの端部近傍を隆起部（リム）で保持することで、半導体ウエハの端部の破損を抑制できることを見出した。そして、熱圧着によって隆起部（リム）を比較的容易に形成でき、かつ裏面研削時の温度においても隆起部（リム）の形状を良好に維持しうるフィルム（リム）の構成を鋭意検討の末に見出した。

[0011] 即ち、本発明の第一は、以下の半導体ウエハ表面保護用フィルムに関する。

[1] 150℃における貯蔵弾性率 G_A （150）が1MPa以上である基材層（A）と、120～180℃のいずれかの温度における貯蔵弾性率 G_B （120～180）が0.05MPa以下であり、かつ40℃における貯蔵弾性率 G_B （40）が10MPa以上である軟化層（B）と、を含む、半導体ウエハ表面保護用フィルム。

[2] 前記軟化層（B）の100℃における貯蔵弾性率 G_B （100）が、1MPa以上である、[1]に記載の半導体ウエハ表面保護用フィルム。

[3] 前記軟化層（B）の60℃における引張弾性率 E_B （60）と25℃における引張弾性率 E_B （25）とが、 $1 > E_B(60)/E_B(25) > 0$ 、1の関係を満たす、[1]または[2]に記載の半導体ウエハ表面保護用フィルム。

[4] 前記軟化層（B）を介して前記基材層（A）とは反対側に配置される粘着層（C）をさらに含み、前記粘着層（C）の、JIS Z0237に準拠して測定される粘着力が0.1～10N/25mmである、[1]～[3]のいずれかに記載の半導体ウエハ表面保護用フィルム。

[5] 前記基材層（A）は、最表面に配置されている、[1]～[4]のいずれかに記載の半導体ウエハ表面保護用フィルム。

[6] 前記粘着層（C）は、前記軟化層（B）を介して前記基材層（A）とは反対側の最表面に配置されている、[4]または[5]に記載の半導体ウエハ表面保護用フィルム。

[7] 前記軟化層（B）は、炭化水素オレフィンの単独重合体、炭化水素

オレフィンの共重合体、またはそれらの混合物を含む、[1]～[6]のいずれかに記載の半導体ウエハ表面保護用フィルム。

[8] 前記軟化層(B)を構成する樹脂の密度が $880 \sim 960 \text{ kg/m}^3$ である、[1]～[7]のいずれかに記載の半導体ウエハ表面保護用フィルム。

[9] 前記基材層(A)が、ポリオレフィン層、ポリエステル層、またはポリオレフィン層とポリエステル層の積層体である、[1]～[8]のいずれかに記載の半導体ウエハ表面保護用フィルム。

[0012] 本発明の第二は、以下の半導体装置の製造方法に関する。

[10] 半導体ウエハを、半導体ウエハ表面保護用フィルム上に、前記半導体ウエハの回路形成面が半導体ウエハ表面保護用フィルムと接するように配置する工程と、

前記半導体ウエハの外周に、前記半導体ウエハを保持する前記半導体ウエハ表面保護用フィルムの隆起部を形成する工程と、

前記隆起部によって保持された前記半導体ウエハの回路非形成面を研削する工程と、

前記半導体ウエハの回路形成面から前記半導体ウエハ表面保護用フィルムを剥離する工程と、を含み、

前記隆起部の 100°C における貯蔵弾性率 $G(100)$ が 1 MPa 以上である、半導体装置の製造方法。

[11] 前記半導体ウエハ表面保護用フィルムが、[1]～[9]のいずれかに記載の半導体ウエハ表面保護用フィルムであって、

前記隆起部を、前記半導体ウエハ表面保護用フィルムと前記半導体ウエハとを $120 \sim 180^\circ\text{C}$ の温度、 $1 \sim 10 \text{ MPa}$ の圧力で熱圧着させて形成する、[10]に記載の半導体装置の製造方法。

[12] 前記[11]に記載の半導体装置の製造方法であって、

前記半導体ウエハを、前記半導体ウエハ表面保護用フィルム上に、前記半

導体ウエハの回路形成面が半導体ウエハ表面保護用フィルムと接するように配置する工程におけるフィルムの温度 T_M と、前記半導体ウエハ表面保護用フィルムの隆起部を形成する工程における熱圧着温度 T_P と、前記軟化層（B）の軟化点温度 T_{mB} とが、以下の一般式の関係を満たす、半導体装置の製造方法。〔式1〕 $T_P \leq T_M$ 〔式2〕 $T_{mB} < T_P < T_{mB} + 40^\circ\text{C}$

〔13〕前記半導体ウエハ表面保護用フィルムの軟化層（B）が、基材層（A）よりも前記半導体ウエハの回路形成面側になるように、前記半導体ウエハを前記半導体ウエハ表面保護用フィルム上に配置する、〔11〕または〔12〕に記載の半導体装置の製造方法。

〔14〕前記半導体ウエハは、モース硬度8以上の高硬度材料基板を含む、〔10〕～〔13〕のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

[0013] 本発明の第3は、マウントフレームをプレスする半導体ウエハプレス装置に関する。

〔15〕半導体ウエハと、前記半導体ウエハを囲む枠を有するリングフレームAと、前記半導体ウエハの回路形成面と前記フレームAとにわたって貼り付けられた請求項1に記載の半導体ウエハ表面保護フィルムと、を備えたマウントフレームを、加熱機構を備えた上プレス板と、上プレス板と対向する下プレス板とで挟み込んでプレスする半導体ウエハプレス装置であって、

前記半導体ウエハの外直径 D_W と、前記リングフレームAの内直径 $D_{A_{IN}}$ とが、式（1） $D_W < D_{A_{IN}}$ の関係を満たし、

前記下プレス板は、前記上プレス板と対向する面に凸部を備え、

前記プレスしたときの、前記凸部の前記マウントフレームとの接触面の外周は、円状である、半導体ウエハプレス装置。

〔16〕前記凸部の高さが $1 \sim 100 \mu\text{m}$ である、〔15〕に記載の半導体ウエハプレス装置。

〔17〕前記凸部の高さが、半導体ウエハ表面保護フィルムの軟化層（B）の厚みに対して $15 \sim 100\%$ の範囲内にある、〔15〕または〔16〕

に記載の半導体ウエハプレス装置。

[18] 前記凸部の直径 CD が、 $DW < CD < DA_{IN}$ の関係を満たす、[15]～[17]のいずれかに記載の半導体ウエハプレス装置。

[0014] 本発明の第4は、マウントフレームを作製する半導体ウエハマウント装置と、それを用いた半導体装置の製造方法に関する。

[19] 半導体ウエハと、前記半導体ウエハを囲むリング状補助部材 B と、前記半導体ウエハと前記リング状補助部材 B とを囲むリングフレーム A と、前記半導体ウエハの回路形成面と前記リング状補助部材 B と前記リングフレーム A にわたって貼り付けられた[1]～[9]のいずれかに記載の半導体ウエハ表面保護フィルムと、を含むマウントフレームを作製する半導体ウエハマウント装置であって、

前記半導体ウエハの外直径 DW と、前記リングフレーム A の内直径 DA_{IN} と、前記リング状補助部材 B のリング外直径 DB_{OUT} と、前記リング状補助部材 B のリング内直径 DB_{IN} とが、式(1) $DW < DB_{IN} < DB_{OUT} < DA_{IN}$ の関係を満たし、

前記半導体ウエハの回路形成面の反対面を加熱する加熱ユニットと、

前記半導体ウエハの回路形成面と、前記リングフレーム A と、前記リング状補助部材 B とにわたって転動して、前記半導体ウエハ表面保護フィルムを貼り付けるための貼付ローラと、

前記リングフレーム A の外形状に沿って、前記表面保護フィルムを切断するテープ切断機構と、を備える、半導体ウエハマウント装置。

[20] 下記式で表される $\Delta D1$ と $\Delta D2$ のいずれもが、 DW の1%以内である、[19]に記載の半導体ウエハマウント装置。

$$\Delta D1 = DB_{IN} - DW \cdots (2)$$

$$\Delta D2 = DA_{IN} - DB_{OUT} \cdots (3)$$

[0015] 本発明の第5は、以下の半導体装置の製造方法に関する。

1') 半導体ウエハを用意する工程と、2') 半導体ウエハの外周に実質的に樹脂からなる隆起部を形成する工程と、3') 半導体ウエハ表面保護用フィ

ルム上に半導体ウエハの回路形成面を配置する工程と、4') 隆起部によって保持された半導体ウエハの回路非形成面を研削する工程と、5') 半導体ウエハ表面保護用フィルムを剥離する工程とを含む、半導体装置の製造方法であって、

前記樹脂からなる隆起部の貯蔵弾性率 G_B (40) が10MPa以上である、半導体装置の製造方法。

発明の効果

[0016] 本発明の半導体ウエハ表面保護用フィルムは、特にサファイア基板などの硬くて脆い半導体ウエハであっても、破損させることなく裏面研削を可能としよう。

図面の簡単な説明

[0017] [図1A]本発明の半導体ウエハ表面保護フィルムの一実施形態を示す模式図である。

[図1B]本発明の半導体ウエハ表面保護フィルムの他の一実施形態を示す模式図である。

[図2A]半導体ウエハ表面保護用フィルム上に半導体ウエハを配置する工程（マウント工程）の一例を示す図である。

[図2B]半導体ウエハ表面保護用フィルム上に半導体ウエハを配置した積層物を示す図である。

[図2C]半導体ウエハの外周に半導体表面保護用フィルムの隆起部を形成する工程（プレス工程）の一例を示す図である。

[図2D]隆起部の一例を示す拡大図である。

[図2E]半導体ウエハの回路非形成面を研削する工程の一例を示す図である。

[図3]従来のワックス工法による半導体ウエハの保護方法の一例を示す図である。

[図4]従来の半導体ウエハ表面保護用フィルムを用いた半導体ウエハの保護方法の一例を示す図である。

[図5]図5Aおよび図5Bは、マウント工程の他の実施態様を示す図である。

[図6]プレス工程によって、半導体ウエハ表面保護用フィルムの厚みが不均一になる状態を示す図である。

[図7]図7 Aはプレス工程の他の実施態様を示す図であり、図7 B～Dは凸部の形状の例を示す図である。

[図8]半導体ウエハの外周に、半導体表面保護用フィルムとは別の隆起部を形成する方法を示す図である。

発明を実施するための形態

[0018] 1. 半導体ウエハ表面保護用フィルム

本発明の半導体ウエハ表面保護用フィルムは、基材層（A）と、軟化層（B）とを含み；必要に応じて、粘着層（C）（図1 A参照）や軽粘着層（D）（図1 B参照）などをさらに含んでもよい。本発明でいうフィルムの厚さは限定されず、いわゆるシートとも称されうる。

[0019] 基材層（A）について

基材層（A）は、半導体ウエハ表面保護用フィルムと半導体ウエハとを熱圧着したときの、半導体ウエハの反りを抑制し、形状を保持する機能を有する。そのため、基材層（A）は、熱圧着温度（約120～180℃のいずれかの温度）において一定以上の貯蔵弾性率を有することが好ましい。具体的には、基材層（A）の150℃における貯蔵弾性率 $G_A(150)$ が、1 MPa以上であることが好ましく、2 MPa以上であることがより好ましい。

[0020] 基材層（A）の貯蔵弾性率は、以下の方法で測定することができる。即ち、基材層（A）を構成する樹脂からなる厚み500 μm のサンプルフィルムを準備する。次いで、サンプルフィルムを、動的粘弾性測定装置（ティー・エイ・インスツルメント社製：ARES）にセットし、直径8 mmの平行プレート型アタッチメントを用いて、30℃から昇温速度3℃/分で200℃まで昇温しながら貯蔵弾性率を測定する。測定周波数は1 Hzとしうる。測定終了後、得られた30～200℃の貯蔵弾性率－温度曲線から、150℃における貯蔵弾性率 $G(\text{Pa})$ の値を読みとる。

[0021] 基材層（A）を構成する樹脂は、前述の貯蔵弾性率を満たすものであれば

よい。また、後述するように、粘着層（C）が放射線硬化型粘着剤からなる場合、基材層（A）を構成する樹脂は、透明性を有することが好ましい。そのような樹脂の例には、ポリオレフィンやポリエステルなどが含まれる。即ち、基材層（A）は、ポリオレフィンフィルム、ポリエステルフィルム、ポリオレフィン層とポリエステル層の積層フィルムなどでありうる。ポリエステルフィルム、ポリプロピレンフィルムが含まれる。ポリエチレンフィルム、ポリアセチレンフィルム、ポリエチレンフィルムなどの例には、ポリエチレンフィルム、ポリエチレンフィルム、ポリタレートフィルム、ポリエチレンフィルムなどが含まれる。

基材層 (A) を構成する樹脂の密度は、 $900 \sim 1450 \text{ kg/m}^3$ であることが好ましい。基材層 (A) を構成する樹脂の密度が 900 kg/m^3 未満であると、貯蔵弾性率が低すぎるため、形状保持性が十分でないことがある

基材層 (A) の厚みは、半導体ウエハの反りを抑制できる程度の剛性を得る観点から、例えば $5\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $10\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましい。基材層 (A) の厚みの上限は、半導体ウエハの破損を防止する観点から、半導体ウエハ表面保護用フィルム of 総厚みが、半導体ウエハの研削仕上げ厚みに対して厚くなりすぎない程度とすればよい。

[0024] 軟化層 (B) について

軟化層 (B) は、半導体ウエハの端部を安定に保持するために、半導体ウエハの周囲に隆起部 (リム) を形成する機能を有する。後述するように、半導体ウエハ表面保護用フィルムと半導体ウエハとを熱圧着させて隆起部 (リム) を形成する場合があるため、熱圧着温度 (120~180℃) で軟化層 (B) を軟化させる必要がある。つまり、軟化層 (B) の軟化点温度 T_{mB} は、熱圧着温度 (120~180℃) より低温であることが好ましい。軟化点温度 T_{mB} は、DSC測定から求めることができ、具体的には、ISO-11357-3 による樹脂材料の融点 (DSC法) を軟化点温度とする。

[0025] 120~180℃のいずれかの温度における軟化層(B)の貯蔵弾性率 G_B (120~180)、好ましくは150℃における軟化層(B)の貯蔵弾性

率 G_B (150) が、0.05MPa以下であることが好ましく、0.03MPa以下であることがより好ましい。

[0026] 一方、裏面研削時 (ウエットポリッシング) に隆起部 (リム) が軟化しない

ようにするには、裏面研削時の温度 (40°C付近) で軟化層 (B) を軟化させないようにする必要がある。そのため、40°Cにおける貯蔵弾性率 G_B (40) が、10MPa以上であることが好ましく、20MPa以上であることがより好ましく、30MPa以上であることがさらに好ましい。40°Cにおける貯蔵弾性率 G_B (40) の上限は、通常、50MPa以下程度としうる。

軟化層 (B) の40°Cにおける貯蔵弾性率 G_B (40) を10MPa以上とする。軟化層 (B) の40°Cにおける貯蔵弾性率 G_B (40) を10MPa以上とする」とは、「軟化層 (B) の40°Cにおける貯蔵弾性率 G_B (40) を30MPa以上とする」ということもできる。

[0027] 裏面研削は、通常、湿式で行うが、必要に応じて乾式でさらに行ってもよ

い。乾式での裏面研削 (ドライポリッシング) 時のウエハの温度は、砥石と半導体ウエハの摩擦熱が大きいくことから、約100°C近傍となることがある。

そのため、ドライポリッシング時においても隆起部 (リム) が軟化しないようにするには、軟化層 (B) の100°Cにおける貯蔵弾性率 G_B (100) が1MPa以上であることが好ましく、3MPa以上であることがより好ましい。

[0028] 軟化層 (B) の60°Cにおける引張弾性率 E_B (60) と25°Cにおける引張弾性率 E_B (25) とが、 $1 > E_B(60)/E_B(25) > 0.1$ であることが好ましい。半導体ウエハを裏面研削するときの半導体ウエハの温度は、25°C~60°Cの範囲内で変化することが多い。そのため、この温度範囲内における軟化層 (B) の貯蔵弾性率の変化率を一定範囲内とすることで、軟化層 (B) からなる隆起部が半導体ウエハを安定に保持することができる。

また、軟化層（B）からなる隆起部が、半導体ウエハの裏面研削中に劣化することが抑制される。そのため、半導体ウエハの裏面研削中の半導体ウエハの破損をより有効に抑制できる。

[0029] 軟化層（B）の引張弾性率Eの測定は、以下の通りに測定することができる。i）厚み100 μ mのフィルムをカットして、巾（TD方向）10mm、長さ（MD方向）100mmの短冊状の試料片を準備する。ii）次いで、JIS K7161に準拠して、引張試験機によりチャック間距離50mm、引張速度300mm／分の条件で試料片の引張弾性率を測定する。引張弾性率の測定は、温度23℃、相対湿度55％の条件下で行う。引張弾性率Eは貯蔵弾性率Gの3倍程度になることが多い。

[0030] 軟化層（B）を構成する樹脂は、前記貯蔵弾性率を満たすものであれば、特に限定されないが、エラストマーではないことが好ましい。具体的には、炭化水素オレフィンの単独重合体または共重合体が好ましく、エチレン単独重合体、プロピレン単独重合体、あるいはエチレンまたはプロピレンとそれ以外の炭化水素オレフィンとの共重合体がより好ましい。一方、例えばエチレン・酢酸ビニル共重合体（EVA）は、通常、40℃の貯蔵弾性率G（40）が0.01MPa～0.1MPa程度であり、10MPa未満であるため好ましくない。

[0031] エチレンまたはプロピレンとそれ以外の炭化水素オレフィンとの共重合体における、エチレンまたはプロピレン以外の炭化水素オレフィンは、炭素原子数3～12の α -オレフィンであることが好ましい。炭素原子数3～12の α -オレフィンの例には、プロピレン、1-ブテン、1-ペンテン、3-メチル-1-ブテン、1-ヘキセン、4-メチル-1-ペンテン、3-メチル-1-ペンテン、1-ヘプテン、1-オクテン、1-デセン、1-ドデセン等が含まれ、好ましくはプロピレン、1-ブテンなどである。

[0032] 軟化層（B）を構成する樹脂の好ましい具体例には、直鎖状低密度ポリエチレン（LLDPE）、低密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ABS樹脂、塩化ビニル樹脂、メタクリル酸メチ

ル樹脂、ナイロン、フッ素樹脂、ポリカーボネート、ポリエステル樹脂などが含まれ、好ましくは直鎖状低密度ポリエチレン（LLDPE）、低密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン、ポリプロピレンなどである。

[0033] 軟化層（B）を構成する樹脂の密度は、 $880 \sim 960 \text{ kg/m}^3$ であることが好ましく、 $900 \sim 960 \text{ kg/m}^3$ であることがより好ましく、 $910 \sim 950 \text{ kg/m}^3$ であることがさらに好ましい。軟化層（B）を構成する樹脂の密度が 880 kg/m^3 未満であると、 40°C で軟化することがある。一方、樹脂の密度が 960 kg/m^3 を超えると、熱圧着温度で軟化しにくいことがある。

[0034] 軟化層（B）の貯蔵弾性率は、エチレンまたはプロピレンの単独重合体の密度、エチレンまたはプロピレンとそれ以外の炭化水素オレフィンとの共重合体における、エチレンまたはプロピレン以外の炭化水素オレフィンの種類とその含有割合などによって調整されうる。例えば、軟化層（B）の 40°C における貯蔵弾性率を高くするためには、例えばエチレンまたはプロピレンの単独重合体の密度を高くしたり、エチレンまたはプロピレンとそれ以外の炭化水素オレフィンとの共重合体におけるエチレンまたはプロピレンの含有割合を高くしたりすればよい。

[0035] 軟化層（B）の厚みは、半導体ウエハとの熱圧着によってリムを形成でき、かつ半導体ウエハ表面の凸凹を埋め込むことができる程度であればよい。そのため、軟化層（B）の厚みは、半導体ウエハの回路形成面の段差の最大値よりも大きいことが好ましく、段差の最大値の1.1倍以上であることが好ましい。具体的には、段差が $50 \mu\text{m}$ であれば、 $55 \mu\text{m}$ 以上がより好ましく、 $60 \mu\text{m}$ 以上がさらに好ましい。一方で、軟化層（B）が厚すぎると、薄い場合に比べて研削中の半導体ウエハの変形（たわみやしなり）を抑制しにくいため、破損しやすくなると考えられる。そのため、軟化層（B）の厚みは、 $100 \mu\text{m}$ 以下とすることが好ましく、 $70 \mu\text{m}$ 以下とすることがより好ましい。

[0036] 軟化層（B）は、必要に応じて他の樹脂や添加剤をさらに含んでいてもよ

い。添加剤の例には、紫外線吸収剤、酸化防止剤、耐熱安定剤、滑剤、柔軟剤などが含まれる。

[0037] 粘着層（C）について

本発明の半導体ウエハ表面保護用フィルムは、半導体ウエハとの密着性を高めるために、粘着層（C）をさらに含むことが好ましい。一方で、粘着層（C）の粘着力が高すぎると、半導体ウエハから剥離する際に、糊残りしやすい。そのため、粘着層（C）は、最低限の粘着力を有していればよく、具体的には、J I S Z 0 2 3 7 に準拠して測定される粘着力が0. 1 ~ 1 0 N / 2 5 m m であることが好ましい。

[0038] 粘着層（C）の貯蔵弾性率は、軟化層（B）の隆起部（リム）の形成を阻害しない程度であればよい。

[0039] 粘着層（C）を構成する粘着剤（粘着主剤）は、アクリル系粘着剤、シリコン系粘着剤、またはゴム系粘着剤などでありうる。なかでも、接着力の調整を容易にするためなどから、アクリル系ポリマーをベースポリマーとするアクリル系粘着剤が好ましい。

[0040] 粘着層（C）を構成する粘着剤は、放射線硬化型粘着剤であってもよい。放射線硬化型粘着剤で構成された粘着層は、放射線の照射により硬化するため、ウエハから容易に剥離できるからである。放射線は、紫外線、電子線、赤外線などでありうる。

[0041] 放射線硬化型粘着剤は、前述の粘着主剤と、分子内に炭素-炭素二重結合を有する化合物と、放射線重合開始剤とを含むものであってもよい；分子内に炭素-炭素二重結合を有するポリマーをベースポリマーとする粘着主剤と、放射線重合開始剤とを含むものであってもよい。

[0042] 分子内に炭素-炭素二重結合を有する化合物の例には、トリメチロールプロパントリ（メタ）アクリレート、ペンタエリスリトールトリ（メタ）アクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサ（メタ）アクリレート、テトラエチレングリコールジ（メタ）アクリレートなどが含まれる。放射線硬化性化合物の含有量は、粘着剤100重量部に対して30重量部以下程度としうる。

[0043] 放射線重合開始剤の例には、メトキシアセトフェノン等のアセトフェノン系光重合開始剤；4-（2-ヒドロキシエトキシ）フェニル（2-ヒドロキシ-2-プロピル）ケトンなどの α -ケトール化合物；ベンジルジメチルケタールなどのケタール系化合物；ベンゾイン、ベンゾインメチルエーテルなどのベンゾイン系光重合開始剤；ベンゾフェノン、ベンゾイル安息香酸などのベンゾフェノン系光重合開始剤が含まれる。

[0044] 放射線硬化型粘着剤は、必要に応じて架橋剤をさらに含んでもよい。架橋剤の例には、ジフェニルメタンジイソシアネート、トリレンジイソシアネート、ヘキサメチレンジイソシアネート、ポリイソシアネートなどのイソシアネート系架橋剤が含まれる。

[0045] 粘着層（C）の厚みは、軟化層（B）によるリム形成が阻害されない程度であればよく、例えば、軟化層（B）の厚みに対して1～20%程度、具体的には1～20 μ m程度とする。

[0046] 軽粘着層（D）について

本発明の半導体ウエハ表面保護用フィルムは、基材層（A）と軟化層（B）とを互いに剥離可能に接着させるための軽粘着層（D）を有していてもよい。軽粘着層（D）の材質の例には、アクリル系粘着剤などが含まれる。

[0047] 本発明の半導体ウエハ表面保護用フィルムが軽粘着層（D）を有していると、基材層（A）と軟化層（B）とが互いに剥離可能となる。従って、半導体ウエハ表面保護用フィルムを半導体ウエハに貼り付けた後に、半導体ウエハ表面保護用フィルムから基材層（A）を剥離除去することができる。例えば、半導体ウエハの外周に半導体表面保護用フィルムの隆起部を形成する工程（図2C参照）の後であって、半導体ウエハの回路非形成面を研削する工程（図2E参照）の前に、基材層（A）を半導体ウエハ表面保護用フィルムから剥離除去してもよい。

[0048] 基材層（A）を剥離してから半導体ウエハの回路非形成面を研削すると、より精密な研削が実現されうる。半導体ウエハの研削中に、半導体ウエハ表面保護用フィルムが、研削砥石の荷重により撓んだり、振動したりすること

で、精密な研削が阻害されることがある。これに対して、基材層（A）を剥離して半導体ウエハ表面保護用フィルムを薄層化してから半導体ウエハを研削すると、半導体ウエハ表面保護用フィルムの撓みや振動が抑制される。そのため、より精密な研削が実現されうる。

[0049] 本発明の半導体ウエハ表面保護用フィルムは、必要に応じて他の層をさらに含んでもよい。他の層は、例えば離型フィルムなどであってよい。

[0050] 前述の通り、半導体ウエハ表面保護用フィルムは、基材層（A）と、軟化層（B）とを含む。基材層（A）は、半導体ウエハ表面保護用フィルムの最表面に配置されることが好ましい。半導体ウエハ表面保護用フィルムが粘着層（C）をさらに含む場合、粘着層（C）は、基材層（A）とは反対側の最表面に配置されることが好ましい。軟化層（B）は、単層であっても複数の層であってもよい。

[0051] 図1Aと図1Bは、半導体ウエハ表面保護用フィルムの構成の一例を示す図である。図1Aに示されるように、半導体ウエハ表面保護用フィルム10は、基材層（A）12と、軟化層（B）14と、粘着層（C）16とを有する。図1Bに示されるように、半導体ウエハ表面保護用フィルム10'は、基材層（A）12と、軽粘着層（D）18と、軟化層（B）14と、粘着層（C）16とを有する。半導体ウエハ表面保護用フィルム10および10'は、粘着層（C）16が半導体ウエハの回路形成面に接するようにして用いられる。

[0052] 本発明の半導体ウエハ表面保護用フィルムは、任意の方法で製造することができる。例えば、1）基材層（A）と軟化層（B）とを共押出成形して半導体ウエハ表面保護用フィルムを得る方法（共押出形成法）；2）フィルム状の基材層（A）と、フィルム状の軟化層（B）とをラミネート（積層）して半導体ウエハ表面保護用フィルムを得る方法（ラミネート法）などがある。粘着層（C）をさらに含む半導体ウエハ表面保護用フィルムは、基材層（A）と軟化層（B）の積層フィルム上に粘着層用塗布液を塗布形成することによって製造することができる。

[0053] 2. 半導体装置の製造方法

本発明の半導体ウエハ表面保護用フィルムを用いた半導体装置の製造方法の一例は、1) 半導体ウエハ表面保護用フィルム上に半導体ウエハを配置する工程（マウンタ工程）と、2) 半導体ウエハの外周に、半導体ウエハを保持する半導体ウエハ表面保護用フィルムの隆起部を形成する工程（プレス工程）と、3) 隆起部によって保持された半導体ウエハの回路非形成面を研削する工程と、4) 半導体ウエハ表面保護用フィルムを剥離する工程とを含む。本発明における3) 半導体ウエハ表面保護用フィルムによって保持された半導体ウエハの回路非形成面を研削する工程とは、半導体ウエハを割ったり、破損したりすることなく、所定の厚みまで薄化加工することを意味する。これらの工程を行った後、半導体ウエハをダイシングしてチップ化する工程などをさらに行ってもよい。

[0054] 半導体ウエハ表面保護用フィルムを用いた半導体装置の製造方法の他の例は、1') 半導体ウエハを用意する工程と、2') 半導体ウエハの外周に実質的に樹脂からなる隆起部を形成する工程と、3') 半導体ウエハ表面保護用フィルム上に半導体ウエハの回路形成面を配置する工程と、4') 隆起部によって保持された半導体ウエハの回路非形成面を研削する工程と、5') 半導体ウエハ表面保護用フィルムを剥離する工程とを含む。2') 隆起部を形成する工程と、3') 半導体ウエハ表面保護用フィルム上に半導体ウエハの回路形成面を配置する工程とは、どちらを先に行ってもよい。

[0055] 2') 工程において、半導体ウエハの外周に形成される実質的に樹脂からなる隆起部は、半導体ウエハ表面保護用フィルムを構成する材料とは異なる樹脂材料によって構成されていてもよい。この場合に、半導体ウエハ表面保護用フィルムは前述の本発明の半導体ウエハ表面保護用フィルムに限定されず、一般的に用いられる半導体ウエハ表面保護フィルムであってもよい。実質的に樹脂からなる隆起部の貯蔵弾性率 $G_B(40)$ が10MPa以上であればよく；また、貯蔵弾性率 $G_B(100)$ が、1MPa以上であることが好ましい。

- [0056] また 2') 工程を経て形成される半導体ウエハとその外周に配置された実質的に樹脂からなる隆起部（リム）の組み合わせを、リム付き半導体ウエハともいう。リム付き半導体ウエハは、半導体ウエハと実質的に樹脂からなる隆起部とを含んでいればよく；半導体ウエハと実質的に樹脂からなる隆起部と、それらを支持する半導体ウエハ表面保護用フィルムを有していてもよい。半導体ウエハ表面保護用フィルムは、半導体ウエハの回路形成面に貼り付けられている。
- [0057] また、 6') 半導体ウエハを囲むようにリングフレーム（図 2 B における符号 30 を参照）を配置する工程を含んでいてもよい。リングフレームを配置する工程は、 1') 半導体ウエハを用意する工程の後であって、 4') 研削する工程よりも前であればよい。また、リングフレーム（図 2 B における符号 30 を参照）と半導体ウエハとの隙間に、隆起部があればよい。
- [0058] リム付き半導体ウエハにおいて、隆起部と半導体ウエハの縁との間隔は、0 ～ 1 mm であることが好ましく、0 ～ 500 μ m であることがより好ましく、隆起部と半導体ウエハの縁とが接していることがさらに好ましい。隆起部が半導体ウエハを保持するためである。
- [0059] 半導体ウエハは、特に制限されず、表面に配線、キャパシタ、ダイオードまたはトランジスタなどの回路が形成されたシリコン基板またはサファイア基板などでありうる。本願発明の半導体ウエハ表面保護用フィルムなどで半導体ウエハの外周に隆起部（リム）を形成しウエハの回路非形成面を研磨することにより、モース硬度 8 以上の高硬度材料基板を含む半導体ウエハであっても、半導体ウエハの破損を抑制することができる。また、本願発明の半導体ウエハは、サファイア基板上に GaN などの半導体層を積層したものであってもよい。LED 素子などの半導体装置を製造する場合には、好ましくは回路が形成されたサファイア基板が用いられる。半導体ウエハのサイズは、特に制限されず、2 インチ、4 インチ、6 インチ、8 インチなどでありうる。半導体ウエハの回路形成面には、1 μ m ～ 50 μ m の段差が設けられている。

[0060] 半導体ウエハの周囲に形成される半導体ウエハ表面保護用フィルムの隆起部（リム）とは、半導体ウエハの外周に形成され、かつ半導体ウエハの端部を保持する部位である。半導体ウエハ表面保護用フィルムの隆起部は、半導体ウエハ表面保護用フィルム自体で構成されてもよいし；半導体ウエハ表面保護用フィルムを構成する材料とは異なる材料によって構成されてもよい。

[0061] 半導体ウエハ表面保護用フィルムを構成する材料とは異なる樹脂材料によって隆起部を構成するには、例えば以下の方法がある。各方法において、半導体ウエハは、半導体ウエハ表面保護用フィルムにマウントされた半導体ウエハであってもよし、マウントされる前の半導体ウエハであってもよい。

方法1) 図8Aに示されるように、半導体ウエハ20の周囲に、ディスペンサー100などの塗布装置で、液状接着剤105を塗布して硬化させる方法

方法2) 図8Bに示されるように、半導体ウエハ20を、半導ウエハ20の径とほぼ同じ径の貫通孔を有する樹脂製リング110に挿入する方法

方法3) 図8Cに示されるように、半導体ウエハ20を挿入した金型120のキャビティ125に、溶融樹脂を注入して、冷却固化して半導体ウエハの周囲に樹脂成形する方法

[0062] 方法1)において、ディスペンサー100で塗布する液状接着剤105の塗布時（硬化前）の粘度は約 $1 \sim 500 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ であればよく；接着剤105の硬化物の貯蔵弾性率 $G_B(40)$ が 10 MPa 以上であればよく；また、貯蔵弾性率 $G_B(100)$ が、 1 MPa 以上であることが好ましい。つまり、接着剤105の硬化物は、前述の半導体ウエハ表面保護用フィルムにおける軟化層（B）と同様の弾性率を有するものが好ましい。液状接着剤105の例には、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ウレタン樹脂、フェノール樹脂などが含まれる。

[0063] 方法2)において、半導ウエハ20の径と同径の貫通孔を有する樹脂製リング110の貯蔵弾性率 $G_B(40)$ が 10 MPa 以上であればよく；また、貯蔵弾性率 $G_B(100)$ が、 1 MPa 以上であることが好ましい。つまり、

前述の半導体ウエハ表面保護用フィルムにおける軟化層（B）と同様の弾性率を有するものが好ましい。樹脂製リソグ110を構成する樹脂の例には、ポリエチレン（高密度ポリエチレン、低密度ポリエチレンなど）、ポリプロピレン（ホモポリプロピレン、ランダムポリプロピレンなど）、ポリスチレン、ナイロンなどが含まれる。

[0064] 方法3）において、金型120のキャビティ125に注入する溶融樹脂はエポキシ樹脂などであればよく、冷却固化後の溶融樹脂の貯蔵弾性率 G_B （40）が10MPa以上であればよく；また、貯蔵弾性率 G_B （100）が、1MPa以上であることが好ましい。つまり、前述の半導体ウエハ表面保護用フィルムにおける軟化層（B）と同様の弾性率を有するものが好ましい。

[0065] このように、半導体ウエハの周囲に形成される隆起部（リム）は、任意の方法で行うことができるが、比較的容易に隆起部（リム）を形成でき、かつハンドリングしやすいことから、本発明の半導体ウエハ表面保護用フィルムを熱圧着して形成することが好ましい。

[0066] 隆起部の100℃における貯蔵弾性率 G （100）は、1MPa以上であることが好ましい。隆起部は、後述の通り、半導体ウエハ表面保護用フィルムを用いて隆起部を作る場合は前記フィルムの軟化層（B）で構成されるので；その場合には、隆起部の貯蔵弾性率は、軟化層（B）の貯蔵弾性率と同様になる。また後述する半導体ウエハの裏面研削工程において、砥石が隆起部と接触して破損しにくく、砥石が効率的に半導体ウエハの回路非形成面と接触できるように、隆起部（リム）はある程度柔軟な樹脂で実質的に形成されているのが好ましい。

[0067] 本発明の半導体ウエハ表面保護用フィルムを用いた半導体装置の製造方法の一例を、図を参照しながら説明する。図2Aは半導体ウエハ表面保護用フィルム上に半導体ウエハを配置する工程（マウント工程）の一例を示す図であり；図2Bは半導体ウエハ表面保護用フィルム上に半導体ウエハを配置した積層物を示す図であり；図2Cは半導体ウエハの外周に半導体表面保護用フィルム上の隆起部を形成する工程（プレス工程）の一例を示す図であり；図

2 Dは隆起部の一例を示す拡大図であり；図2 Eは半導体ウエハの回路非形成面を研削する工程の一例を示す図である。

[0068] マウント工程について

半導体ウエハ表面保護用フィルム上に半導体ウエハを配置する例が、図2 Aに示される。まず、半導体ウエハ2 0よりも大きいサイズに切り出した半導体ウエハ表面保護用フィルム1 0を準備する。次いで、半導体ウエハ2 0を、半導体ウエハ表面保護用フィルム1 0上に配置する（1）の工程）。このとき、半導体ウエハ2 0の回路形成面2 0 Aが、半導体ウエハ表面保護用フィルム1 0の粘着層（C）1 6と接するようにする。

[0069] 具体的には、ホットプレート4 0の上に、半導体ウエハ2 0と、半導体ウエハ2 0を囲うリングフレーム3 0とを載置する。さらに、半導体ウエハ2 0およびリングフレーム3 0の上に、半導体ウエハ表面保護用フィルム1 0を載置する。このとき、半導体ウエハ2 0の回路形成面2 0 Aと半導体ウエハ表面保護用フィルム1 0の粘着層（C）1 6とを接触させる。

[0070] そして、ロール3 5を回転させながら半導体ウエハ表面保護用フィルム1 0の一方の端部からもう一方の端部に亘って、半導体ウエハ2 0に押し当てる。それにより、半導体ウエハ2 0の回路形成面2 0 Aに半導体ウエハ表面保護用フィルム1 0に密着する。ロール3 5で半導体ウエハ表面保護用フィルム1 0を半導体ウエハ2 0に押し当てる間、ホットプレート4 0は常温のままであってもよいが；ホットプレート4 0を加温して、半導体ウエハ表面保護用フィルム1 0を温度（TM）になるまで加熱してもよい。

[0071] マウント工程における半導体ウエハ表面保護用フィルム1 0の温度（TM）は、半導体ウエハの外周に半導体表面保護用フィルムの隆起部を形成する工程（後述）における半導体ウエハ表面保護用フィルム1 0の温度（TP）と同温度であるか、またはそれよりも高温であることが好ましい。その理由の詳細は後述するが、隆起部を形成する工程において半導体ウエハ表面保護用フィルム1 0に皺が発生したり、隆起部を形成する工程後に、半導体ウエハ表面保護用フィルム1 0から半導体ウエハ2 0が剥離したりする場合があ

るためである。

[0072] マウント工程後に、ホットプレート40から、半導体ウエハ20を、半導体ウエハ表面保護用フィルム10とリングフレーム30とともに取り外し、図2Bに示されるような半導体ウエハ表面保護用フィルム上に半導体ウエハが配置された積層物を得る。この積層物を、「マウントフレーム」という。

[0073] プレス工程について

次いで、図2Cに示されるように、半導体ウエハ20と半導体ウエハ表面保護用フィルム10とを、熱プレス機の一对の熱板（上熱板22-1と下熱板22-2）にて熱圧着する（（2）の工程）。それにより、半導体ウエハ20を、溶融した軟化層（B）14に押し込み、それにより押し出された軟化層（B）14が、半導体ウエハ20の端部近傍に隆起部（リム）24を形成する。上熱板22-1とは、半導体ウエハ20の側に配置される熱板であり；下熱板22-2とは、半導体ウエハ保護フィルム10の側に配置される熱板である。上熱板22-1と半導体ウエハ20とは、直接接触してもよいし、何らかの部材（例えば治具など）を介していてもよい。同様に、下熱板22-2と半導体ウエハ保護フィルム10とは、直接接触してもよいし、何らかの部材（例えば治具など）を介していてもよい。

[0074] 隆起部（リム）24の高さは、例えば裏面研削される半導体ウエハ20の厚みの0.2倍～1倍程度であることが好ましい。隆起部（リム）24の高さが低すぎると、半導体ウエハ20の端部を安定に保持できないことがある。具体的には、厚み1000 μ mの半導体ウエハ20を裏面加工する場合、隆起部（リム）24の高さは、200 μ m以上であることが好ましい。また、図2Bでは、半導体ウエハ20の端部の角が除去されていない態様を示したが、半導体ウエハ20の端部に面取り加工（直線）やR加工（曲線）が施されて角が除去されていてもよい。半導体ウエハ20の端部に面取り加工（直線）やR加工（曲線）が施されている場合、隆起部（リム）24の高さは、面取り加工またはR加工後の半導体ウエハの端部の厚み相当分としてもよい。

[0075] 熱圧着温度 (熱圧着温度 T_P) やプレス圧力は、軟化層 (B) 14 が溶融

して隆起部 (リム) 24 を形成しうる条件であればよい。具体的には、プレス圧は、1 ~ 10 MPa であることが好ましく、3 ~ 10 MPa であることが好ましい。プレス時間は、例えば 1 ~ 5 分間程度としうる。熱圧着温度 T_P は、120 ~ 180 °C の範囲であることが好ましく、130 ~ 170 °C の範囲がより好ましく、150 °C であることがさらに好ましい。熱圧着温度 (T_P) は、プレス機の一対の熱板 (上熱板 22-1 と下熱板 22-2) の平均温度をいう。

[0076] さらに、熱圧着温度 (T_P) は、前述のラウソット工程における半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 の温度 (T_M) と同温度か、それよりも低いことが好ましい。プレス工程中の加熱によって、半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 が熱膨張しようとするが、熱圧着温度 (T_P) がラウソット工程における温度 (T_M) 以下であると、プレス工程での半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 の熱膨張の程度が、ラウソット工程での半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 の熱膨張の程度と同程度であるか、それよりも小さくなる。ラウソット工程で十分に熱膨張させた半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 を半導体ウエハに固定しているので、プレス工程において半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 が熱膨張しにくくなり、しわが発生しにくくなる。一方で、熱圧着温度 (T_P) と温度 (T_M) とが適切に調整されていないと、半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 の、半導体ウエハ 20 の周辺にしわが発生しやすい。

[0077] さらに、プレス工程後に半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 を冷却すると、半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 と半導体ウエハ 20 とが剥離する (フィルム 10 から半導体ウエハ 20 が浮く) ことがあった。この剥離も、熱圧着温度 (T_P) をラウソット工程における温度 (T_M) 以下とすることで抑制される。このように半導体表面保護フィルムにしわを抑制することで、半導体ウエハの裏面研磨工程において、半導体ウエハをより割れにくくすることができる。

[0078] また、熱圧着温度（ T_P ）は、半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 の軟化層（B）の軟化温度（ T_{mB} ）よりも高いことが好ましい。熱圧着温度（ T_P ）を軟化温度（ T_{mB} ）以上とすることで軟化層（B）を軟化させ、隆起部（リム）24 を形成しやすくする。一方で、熱圧着温度（ T_P ）は「半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 の軟化層（B）の軟化温度（ T_{mB} ）+ 40℃」よりも低いことが好ましい。熱圧着温度（ T_P ）が過剰に高いと、軟化層（B）を軟化させて形成した隆起部（リム）24 の形状が保持できずに流動して扁平な形状になってしまうことがある。それにより、隆起部（リム）24 の高さが低くなることがある。

[0079] また、前述の通り、熱圧着温度（ T_P ）は、プレス機の一対の熱板（上熱板 22-1 と下熱板 22-2）の平均温度をいう。上熱板 22-1 の温度（ T_{P1} ）と下熱板 22-2 の温度（ T_{P2} ）とは同一の温度としてもよいが、上熱板 22-1 の温度（ T_{P1} ）を、下熱板 22-2 の温度（ T_{P2} ）よりも高くすることが好ましい。熱圧着温度（ T_P ）の温度が高いほど隆起部（リム）24 が迅速に形成できるが、下熱板 22-2 の温度（ T_{P2} ）が高いと隆起部（リム）24 の形状が保持できずに流動して扁平化する。一方で、上熱板 22-1 と半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 とは直接接触していない（両者の間に隙間がある）ので、上熱板 22-1 の温度（ T_{P1} ）によって隆起部（リム）24 の形状が扁平化しにくい。そこで、上熱板 22-1 の温度（ T_{P1} ）を、下熱板 22-2 の温度（ T_{P2} ）よりも高くすることで、隆起部（リム）24 の形状を保持しつつ、迅速に隆起部（リム）24 を形成することができる。

[0080] 具体的には、上熱板 22-1 の温度（ T_{P1} ）は「半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 の軟化層（B）の軟化温度（ T_{mB} ）+ 20℃」よりも高く、「半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 の軟化層（B）の軟化温度（ T_{mB} ）+ 40℃」よりも低いことが好ましい。そして、下熱板 22-2 の温度（ T_{P2} ）は「上熱板 22-1 の温度（ T_{P1} ）- 40℃」よりも高く、「上熱板 22-1 の温度（ T_{P1} ）よりも低いことが好ましい。そうすると、

熱圧着温度 (TP) は「上熱板 22-1 の温度 (TP1) - 20℃」よりも高く、「上熱板 22-1 の温度 (TP1)」よりも低いことが好ましい。

[0081] 隆起部 (リム) 24 の高さは、図 2D に示されるように、半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 の、半導体ウエハ 20 の回路形成面が接する面から隆起部 (リム) 24 の頂点までの高さ h として定義される。隆起部 (リム) 24 の高さは、半導体ウエハ 20 を剥がした後の半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 の断面形状を、マイクロスコプで観察することによって測定することができる。

[0082] 隆起部 (リム) 24 は、半導体ウエハ 20 の端部と必ずしも接していないが、半導体ウエハ 20 の保持性を高めるためには、半導体ウエハ 20 の端部と接していることが好ましい。

[0083] 次いで、図 2E に示されるように、半導体ウエハ 20 とともに、半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 をチャックテーブル 26 上にセットする。前述の通り、半導体ウエハ表面保護用フィルムは、基材層 (A) と軟化層 (B) との間に、軽粘着層 (D) を有しているもよい (図 1B 参照)。軽粘着層 (D) がある場合には、基材層 (A) を除去してから、半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 をチャックテーブル 26 上にセットしてもよい。

[0084] そして、半導体ウエハの回路非形成面 (裏面) 20B を、ウエハの厚みが一定以下になるまで砥石 28 で研削する ((3) の工程)。裏面研削後の半導体ウエハの厚みは、例えば 300 μ m 以下、好ましくは 100 μ m 以下としよう。研削加工は、砥石による機械的な研削加工である。研削方式は、特に制限されず、スルーフロード式、インフロード式等の公知の研削方式であってよい。研削加工は、湿式研削 (ウエットポリッシング) だけでなく、乾式研削 (ドライポリッシング) をさらに行ってもよい。

[0085] 次いで、半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 を常温で剥離する ((4) の工程)。半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 の剥離は、例えば公知のラミネート剥がし機によって行うことができる。そして、半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 が、放射線硬化型の粘着層 (C) を含む場合、半導体ウエハ表

面保護用フィルム 10 に放射線を照射して粘着層 (C) を硬化させ、半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 を半導体ウエハ 20 から剥離する。

[0086] 半導体ウエハの裏面研削を行う工程 (3) と、半導体ウエハから半導体ウエハ表面保護用フィルムを剥離する工程 (4) との間において、必要に応じて半導体ウエハの回路非形成面 (裏面) を加工する工程が含まれていてもよい。半導体ウエハの回路非形成面 (裏面) を加工する工程は、例えばメタルスパッタリング工程、メッキ処理工程および加熱処理工程からなる群より選ばれる工程をさらに行ってもよい。加熱処理工程は、例えばダイボンディングテープを加温下で貼り付ける工程などでありうる。そして、半導体ウエハをダイシングする。あるいは、半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 を剥離することなく、半導体ウエハをダイシングしてもよい。

[0087] 本発明の半導体ウエハ表面保護用フィルムは、半導体ウエハと所定の条件で熱圧着させることで、半導体ウエハの外周に、半導体ウエハ表面保護用フィルムの隆起部 (リム) を形成することができる。また、本発明の半導体ウエハ表面保護用フィルムによって形成された隆起部 (リム) は、裏面研削時の半導体ウエハの到達温度 (約 40℃ 程度) においても溶融しないため、良好に形状を維持できる。そのため、半導体ウエハの裏面研削時において、半導体ウエハの端部を隆起部 (リム) によって安定に保持し続けることができる。そのため、半導体ウエハが硬くて脆いサファイア基板であっても、基板を破損することなく裏面研削できる。

[0088] さらに、半導体ウエハ表面保護用フィルムが放射線により硬化する粘着層 (C) を含む場合、半導体ウエハ表面保護用フィルムに放射線を照射することで、半導体ウエハ表面保護用フィルムを容易に剥離することができる。このように、従来のワックス工法のように、ワックス樹脂が付着した半導体ウエハを洗浄する必要がないため、工程を簡略化することができる。

[0089] マウント工程の他の実施形態について

前述のように、マウント工程では、枠を有するリングフレーム 30 の内部

に半導体ウエハ20を配置し；半導体ウエハ20の一方の面（通常は回路が形成されている面20A）と、リングフレーム30とにわたって、半導体ウエハ表面保護用フィルム10を貼り付ける（図2A参照）。このとき、リングフレーム30と、リングフレーム30の内部に配置される半導体ウエハ20との隙間が大きいと、半導体ウエハ20とリングフレーム30との間で半導体ウエハ保護用フィルムが弛むことがある。そのため、リングフレーム30と半導体ウエハ20との間に、リング状補助部材50を配置することが好ましい（図5AおよびB参照）。

[0090] 半導体ウエハ20の外直径DWと、リングフレーム30の内直径DA_{IN}と、リング状補助部材50のリング外直径DB_{OUT}と、リング状補助部材50のリング内直径DB_{IN}とが、式（1） $DW < DB_{IN} < DB_{OUT} < DA_{IN}$ の関係を満たす（図5A参照）。

[0091] さらに、半導体ウエハ20とリング状補助部材50との隙間も、リング状補助部材50とリングフレーム30との隙間も、できるだけ小さくすることが好ましい。貼付けられた半導体ウエハ保護用フィルム10の緩みを、さらに防止するためである。すなわち、半導体ウエハ20の外直径DWとリング状補助部材50のリング内直径DB_{IN}との差ΔD1は、半導体ウエハ20の外直径DWの1%以内であることが好ましい。同様に、リング状補助部材50のリング外直径DB_{OUT}と、リングフレーム30の内直径DA_{IN}との差ΔD2は、半導体ウエハ20の外直径DWの1%以内であることが好ましい。

$$\Delta D1 = DB_{IN} - DW \cdots (2)$$

$$\Delta D2 = DA_{IN} - DB_{OUT} \cdots (3)$$

[0092] マウント工程は、半導体ウエハマウント装置で行うことができる。半導体ウエハマウント装置は、加熱ユニットと、テープ貼付ユニットと、テープ切断機構とを有する。

[0093] 加熱ユニットは、例えば、プレマウントフレームが載置されるホットプレート40である。プレマウントフレームとは、半導体ウエハ20と、半導体ウエハを囲むリング状補助部材50と、リング状補助部材50を囲むリング

フレーム 30 と、を含む構造体を意味する（図 5 A）。プレマウントフレームは、半導体ウエハ 20 の回路形成面 20 A とは反対面（回路非形成面）が、ホットプレート 40 と対向するように、ホットプレート 40 に載置される。

[0094] ホットプレート 40 に載置されたプレマウントフレームの半導体ウエハ 20 をホットプレート 40 で加熱しながら、テープ貼付ユニットが、半導体ウエハ 20 の回路形成面 20 A と、リング状補助部材 50 と、リングフレーム 30 とにわたって半導体ウエハ表面保護用フィルム 10 を貼り付ける。テープ貼付ユニットとは、例えばローラ 35 を含み；ローラ 35 は、半導体ウエハ 20 の回路形成面 20 A と、リング状補助部材 50 と、リングフレーム 30 にわたって転動することができる。

[0095] テープ切断機構は、プレマウントフレームに半導体ウエハ保護フィルム 10 を貼り付ける前、または貼り付けた後に、半導体ウエハ保護フィルム 10 を、リングフレームの外径に合わせて切断する。テープ切断機構は、カッターなどであればよい（不図示）。このようにして、半導体ウエハ 20 と、リング状補助部材 50 と、リングフレーム 30 と、半導体ウエハ保護フィルム 10 とを含むマウントフレームが得られる。

[0096] プレス工程の他の実施態様について

前述のように、プレス工程は、マウント工程で得られたマウントフレームを、一对のプレス板（上プレス板 22-1 と下プレス板 22-2）とでプレスする工程である（図 2 C 参照）。ところが図 6 に示すように、プレス工程後に上熱板 22-1 と下熱板 22-2 による圧力を解除すると、マウントフレームの半導体ウエハ表面保護フィルム 10 の外周部が、中央部よりも薄くなってしまうことがあった。プレス工程中に、マウントフレームの半導体ウエハ表面保護フィルム 10 の外周部は、外側に流動するのに対して、中央部は流動しにくいためであると推察される。

[0097] そこで、一对のプレス板のうち、下プレス板 22-2 は、上プレス板 22-1 と対向する面に、凸部 60 を有していることが好ましい。下プレス板 2

2-2に設けられた凸部60が、プレス中に半導体ウエハ保護フィルム10に侵入する(図7A)。そのため、プレス工程後のマウントフレームの半導体ウエハ表面保護フィルム10の厚みを均一にすることができ、かつ隆起部(リム)24の形成もできる。

[0098] 下プレス板22-2の凸部60の、半導体ウエハ保護フィルムとの接触面の外周(周縁)が、円状であることが好ましい。従って、凸部60は、円錐(図7B)であったり、ドーム(図7C)であったりしてもよい。

[0099] 下プレス板22-2の凸部60の突出高さは、1~100 μ mであることが好ましく；より好ましくは、半導体ウエハ表面保護用フィルム10の軟化層(B)の厚みの15~100%の範囲内にあることが好ましい。凸部60の突出高さは、凸部60の最大高さをいう。

[0100] 下プレス板22-2の凸部60の直径CDは、マウントフレームの半導体ウエハの外直径DWよりも大きく、リングフレームの内直径DA_{IN}よりも小さい。つまり、 $DW < CD < DA_{IN}$ の関係を満たす。

[0101] 凸部60の材質は特に制限されない。凸状に加工するための研削に適したものであればよく、例えば、アルミナなどのセラミクス、炭化タングステンなどの超硬合金などでありうる。

[0102] プレス工程は、半導体ウエハプレス装置を用いて行うことができる。半導体ウエハプレス装置は、加熱機構を有する上プレス板22-1と、上プレス板22-1と対向する面に凸部60を有する下プレス板22-2とを有する。プレス工程では、まず、上プレス板22-1と下プレス板22-2との間に、マウント工程で得られたマウントフレームを配置する。このとき、マウントフレームの半導体ウエハ20が上プレス板22-1と対向し、マウントフレームの半導体ウエハ表面保護用フィルム10が下プレス板22-2と対向するように配置する。

[0103] 配置されるマウントフレームは、図7Aに示されるように半導体ウエハ20と、リングフレーム30と、半導体ウエハ表面保護用フィルム10との構造体(図2B参照)を含む。

- [0104] アウソトフームを配置後、上アレス板 22-1 の加熱機構でアウソトフームを加熱する。さらに、上アレス板 22-1 と下アレス板 22-2 とで挟まれたアウソトフームを、上アレス板 22-1 と下アレス板 22-2 とでアレスする。
- [0105] 上アレス板 22-1 と下アレス板 22-2 とから、アウソトフームを剥離することで、半導体ウエハ保護フィルムに隆起部（リム）を形成しつつ、アレス工程後の半導体ウエハ保護フィルムの厚みを均一にすることができる。
- 。

実施例

[0106] (実施例 1)

材料の準備

基材層 (A) の材料として、ホモポリプロピレン (hPP) (プライムポリマー社製、密度：910 kg/m³) を準備した。軟化層 (B) の材料として、直鎖状低密度ポリエチレン (LLDPE) (プライムポリマー社製、密度 918 kg/m³) を準備した。粘着層 (C) の材料として、以下の粘着層用塗布液を調製した。

[0107] 粘着層用塗布液の調製

アクリル酸エチル 30 重量部、アクリル酸 2-エチルヘキシル 40 重量部、アクリル酸メチル 10 重量部、およびメタクリル酸グリシジル 20 重量部のモノマー混合物を、ベンゾイルパーオキシサイト系重合開始剤 (日本油脂 (株) 製、ナイパー-BMT-K40) 0.8 重量部 (開始剤として 0.32 重量部) を用いて、トルエン 65 重量部、酢酸エチル 50 重量部中にて 80℃ で 10 時間反応させた。反応終了後、得られた溶液を冷却し、さらにキシレン 100 重量部と、アクリル酸 10 重量部と、チトラジシルジメチルベンジルアソニウムクロライド [日本油脂 (株) 製、カチオン M2-100] 0.3 重量部とを加えて、空気を吹き込みながら 85℃ で 50 時間反応させた。これにより、アクリル系粘着剤ポリマーの溶液 (粘着剤主剤) を得た。

[0108] 得られたアクリル系粘着剤ポリマーの溶液 (粘着剤主剤) に、アクリル系

粘着剤ポリマー固形分 100 重量部に対して、分子内結合開裂型光重合開始剤としてベンジルジメチルケタール〔日本チバガイギー（株）、イルガキュアー 651〕を 2 重量部、分子内に重合性炭素－炭素二重結合を有するモノマーとしてジペンタエリスリトールヘキサアクリレートとジペンタエリスリトールモノヒドロキシペンタアクリレートとの混合物〔東亜合成化学工業（株）製、アロニックス M-400〕を 0.3 重量部添加し、さらに熱架橋剤としてイソシアナート系架橋剤〔三井東圧化学（株）製、オレスター P49-75-S〕を 1.35 重量部（熱架橋剤として 1 重量部）添加して、UV 粘着剤を得た。得られた UV 粘着剤の粘着力を、JIS Z0237 に準拠して測定したところ、3 N/25 mm であった。

[0109] 1) 貯蔵弾性率の測定

基材層（A）となるホモポリプロピレン（hPP）（プライムポリマー社製、密度：910 kg/m³）を押出成形して、厚み 500 μm のサンプルフィルムを作製した。同様に、軟化層（B）となる直鎖状低密度ポリエチレン（LLDPE）（プライムポリマー社製、密度 918 kg/m³）を押出成形し、厚み 500 μm のサンプルフィルムを作製した。粘着層（C）となる前述の UV 粘着剤を、ガラス基板上に塗布および乾燥させた後、剥離して、厚み 300 μm のサンプルフィルムを作製した。

[0110] これらのサンプルフィルムの貯蔵弾性率を、以下の方法で測定した。即ち、サンプルフィルムを動的粘弾性測定装置（ティー・エイ・インスツルメント社製：ARES）にセットし、直径 8 mm の平行プレート型アタッチメントを用いて、30℃から昇温速度 3℃/分で 200℃まで昇温したときの貯蔵弾性率を測定した。測定周波数は 1 Hz とした。測定終了後、基材層（A）と軟化層（B）のサンプルフィルムについては、得られた 10～200℃の貯蔵弾性率－温度曲線から 40℃、100℃、および 150℃における貯蔵弾性率の値をそれぞれ読みとった。粘着層（C）のサンプルフィルムについては、得られた 10～200℃の貯蔵弾性率－温度曲線から 25℃における貯蔵弾性率の値を読みとった。

[0111] 半導体ウエハ表面保護用フィルムの作製

基材層（A）となるホモポリプロピレン（h P P）（プライムポリマー社製、密度： 910 kg/m^3 ）と、軟化層（B）となる直鎖状低密度ポリエチレン（L L D P E）（プライムポリマー社製、密度 918 kg/m^3 ）とを共押出して、2層の共押出フィルムを得た。得られた共押出フィルムの軟化層（B）上に、前述のUV粘着剤を塗布した後、乾燥させて粘着層（C）を形成し、半導体ウエハ表面保護用フィルムを得た。半導体ウエハ表面保護用フィルムの基材層（A）／軟化層（B）／粘着層（C）の厚みは、 $60\text{ }\mu\text{m}$ ／ $70\text{ }\mu\text{m}$ ／ $5\text{ }\mu\text{m}$ であり、合計厚みは $135\text{ }\mu\text{m}$ であった。

[0112] 2）隆起部（リム）の形成性の評価

得られた半導体ウエハ表面保護用フィルムを、サファイアウエハよりも大きいサイズに切り出した。次いで、厚み $650\text{ }\mu\text{m}$ 、4インチサイズのサファイアウエハを、半導体ウエハ表面保護用フィルム上に配置した。このとき、サファイアウエハの回路形成面が、半導体ウエハ表面保護用フィルムの粘着層（C）と接するようにした。これらを熱プレス機にセットして、 140°C 、 10 MPa の圧力で2分間熱圧着させた。

[0113] 次いで、半導体ウエハ表面保護用フィルムに紫外線を約 1000 mJ 照射した後、半導体ウエハ表面保護用フィルムを半導体ウエハから剥がして、得られた半導体ウエハ表面保護用フィルムの断面形状をマイクロ스코プにて観察した。半導体ウエハ表面保護用フィルムの断面における2箇所の隆起部（リム）の高さを測定し、それらの平均値を求めた。隆起部（リム）の高さは、半導体ウエハ表面保護用フィルムの半導体ウエハの回路形成面と接していた表面に対する隆起部（リム）の頂点の高さを測定した。隆起部（リム）の形成性の評価は、以下の基準に基づいて行った。

○：隆起部（リム）の高さが $200\text{ }\mu\text{m}$ 以上

×：隆起部（リム）の高さが $200\text{ }\mu\text{m}$ 未満

[0114] 3）裏面研削性の評価

前述と同様に、得られた半導体ウエハ表面保護用フィルムを、サファイア

ウエハよりも大きいサイズに切り出した。次いで、厚み $650\mu\text{m}$ 、4インチサイズのサファイアウエハを、半導体ウエハ表面保護用フィルム上に配置した。これらを熱プレス機にセットして、 140°C 、 10MPa の圧力で2分間熱圧着させた。

[0115] $90\mu\text{m}$ 裏面研削性

サファイアウエハが熱圧着された半導体ウエハ表面保護用フィルムを、ディスコDGP8761のチャックテーブル上にセットし、サファイアウエハの回路非形成面（裏面）を、ウエハ厚みが $90\mu\text{m}$ となるまで湿式で研削した。研削時のウエハの温度は約 40°C であった。そして、裏面研削性を以下の基準に基づいて評価した。

○：ウエハの厚みが $90\mu\text{m}$ となるまで裏面研削が可能

×：ウエハの厚みが $90\mu\text{m}$ となる前に基板が割れる（裏面研削が不可能）

[0116] $70\mu\text{m}$ 裏面研削性

ウエハの厚みが $90\mu\text{m}$ となるまで裏面研削したサファイアウエハを、さらにウエハ厚みが $70\mu\text{m}$ となるまで湿式で研削した。そして、裏面研削性を、以下の基準に基づいて評価した。

○：ウエハの厚みが $70\mu\text{m}$ となるまで裏面研削が可能

×：ウエハの厚みが $70\mu\text{m}$ となる前に基板が割れる（裏面研削が不可能）

[0117] 4) DP（ドライポリッシング）後の隆起部の形状の評価

前記3)の湿式での裏面研削終了後のサンプルについて、さらに5分間、乾式で研削加工（ドライポリッシング）を行った。ドライポリッシング時のウエハの温度は約 100°C であった。そして、半導体ウエハ表面保護用フィルムに紫外線を約 1000mJ 照射した後、半導体ウエハ表面保護用フィルムからサファイアウエハを剥がした。得られた半導体ウエハ表面保護用フィルムの断面形状を、マイクロ스코プで観察し、隆起部（リム）の高さを測定した。DP耐熱性の評価は、以下の基準に基づいて行った。

○：隆起部（リム）の高さがウエハの研削後の厚み程度ある（リムが溶融せずに残っている）

×：隆起部（リム）の高さがウエハの研削厚みよりも低い（リムが溶融して消失している）

[0118] 5) 研削後の基材層（A）の表面平滑性

前記4)のDP（ドライポリッシング）後の基材層（A）の表面平滑性を、触針式表面形状測定機（Veeco社 DekTak3）により評価した。表面平滑性の評価は、以下の基準に基づいて行った。

○：チャックテーブルの表面形状の転写による基材層（A）表面の凸凹のRaが1 μm 未満である

×：チャックテーブルの表面形状の転写による基材層（A）表面の凸凹のRaが1 μm 以上である

[0119] （実施例2）

基材層（A）と軟化層（B）の厚みをそれぞれ30 μm に変更した以外は実施例1と同様にして半導体ウエハ表面保護用フィルムを作製し、同様の評価を行った。

[0120] （実施例3）

軟化層（B）の材料をエチレン- α -オレフィン共重合体（タフマー（三井化学社製）、密度：893 kg/m^3 ）に変更した以外は実施例1と同様にして半導体ウエハ表面保護用フィルムを作製し、同様の評価を行った。

[0121] （実施例4）

軟化層（B）の材料を、直鎖状低密度ポリエチレン（LLDPE）（プライムポリマー社製、密度938 kg/m^3 ）に変更し、基材層（A）と軟化層（B）の厚みをそれぞれ30 μm に変更した以外は、実施例1と同様にして、半導体ウエハ表面保護用フィルムを作製し、同様の評価を行った。

[0122] （実施例5）

軟化層（B）の材料を、ランダムポリプロピレン（rPP）（プライムポリマー社製、密度：910 kg/m^3 ）に変更し、基材層（A）と軟化層（B）

）の厚みをそれぞれ $30\mu\text{m}$ に変更した以外は、実施例1と同様にして、半導体ウエハ表面保護用フィルムを作製し、同様の評価を行った。

[0123] （比較例1）

基材層（A）の材料をランダムポリプロピレン（rPP）（プライムポリマー社製、密度： $910\text{kg}/\text{m}^3$ ）に、軟化層（B）の材料をエチレン- α -オレフィン共重合体（タフマー（三井化学社製）、密度： $893\text{kg}/\text{m}^3$ ）にそれぞれ変更した以外は実施例1と同様にして半導体ウエハ表面保護用フィルムを作製し、同様の評価を行った。

[0124] （比較例2）

基材層（A）の材料を直鎖状低密度ポリエチレン（LLDPE）（プライムポリマー社製、密度 $918\text{kg}/\text{m}^3$ ）に、軟化層（B）の材料をエチレン- α -オレフィン共重合体（タフマー（三井化学社製）、密度： $893\text{kg}/\text{m}^3$ ）にそれぞれ変更した以外は実施例1と同様にして半導体ウエハ表面保護用フィルムを作製し、同様の評価を行った。

[0125] （比較例3）

基材層（A）の材料を直鎖状低密度ポリエチレン（LLDPE）（プライムポリマー社製、密度 $918\text{kg}/\text{m}^3$ ）に、軟化層（B）の材料をエチレン- α -オレフィン共重合体（タフマー（三井化学社製）、密度： $861\text{kg}/\text{m}^3$ ）にそれぞれ変更した以外は実施例1と同様にして半導体ウエハ表面保護用フィルムを作製し、同様の評価を行った。

[0126] （比較例4）

軟化層（B）の材料を、エチレン- α -オレフィン共重合体（タフマー（三井化学社製）、密度： $861\text{kg}/\text{m}^3$ ）に、基材層（A）と軟化層（B）の厚みをそれぞれ $30\mu\text{m}$ に変更した以外は、実施例1と同様にして、半導体ウエハ表面保護用フィルムを作製し、同様の評価を行った。

[0127] 実施例1～5および比較例1～4のサンプルフィルムの貯蔵弾性率、および半導体ウエハ表面保護用フィルムの評価結果を表1～表3に示す。

[表1]

			実施例 1	実施例 2	実施例 3
基材層 (A)	材質		hPP	hPP	hPP
	貯蔵弾性率 G _A (Pa)	40℃	2.4E+08	2.4E+08	2.4E+08
		100℃	5.6E+07	5.6E+07	5.6E+07
		150℃	4.7E+06	4.7E+06	4.7E+06
	密度 (kg/m ³)		910	910	910
	MFR (g/10min)		7	7	7
	厚み (μm)		60	30	60
軟化層 (B)	材質		LLDPE	LLDPE	エチレン-α-オレフィン 共重合体
	引張弾性率 E _B (Pa)	25℃	1.3E+08	1.3E+08	4.9E+07
		60℃	5.3E+07	5.3E+07	1.4E+07
	貯蔵弾性率 G _B (Pa)	40℃	9.3E+07	9.3E+07	1.0E+07
		100℃	8.4E+06	8.4E+06	3.5E+04
		150℃	6.2E+03	6.2E+03	5.5E+03
	E _B (60)/E _B (25)		0.41	0.41	0.29
	密度 (kg/m ³)		918	918	893
	MFR (g/10min)		3.8	3.8	6.7
厚み (μm)		70	30	70	
粘着層 (C)	材質		UV 粘着剤	UV 粘着剤	UV 粘着剤
	貯蔵弾性率 G _C (Pa)	25℃	9.0E+04	9.0E+04	9.0E+04
	ピール強度 (N/25mm)		3	3	3
	厚み (μm)		5	5	5
総厚み (μm)			135	65	135
評価	熱プレス条件	温度(℃)	140	140	110
		圧力(MPa)	10	10	10
		時間(分)	2	2	2
	熱プレス後の隆起部の形成性		○	○	○
	裏面研削性 (@40℃)	90 μm	○	○	○
		70 μm	×	○	×
	DP(@100℃)後の隆起部の形状		○	○	×
	研削後の基材表面平滑性		○	○	○

[表2]

			実施例 4	実施例 5	比較例 1
基材層 (A)	材質		hPP	hPP	rPP
	貯蔵弾性率 G_A (Pa)	40°C	2.4E+08	2.4E+08	2.6E+08
		100°C	5.6E+07	5.6E+07	5.1E+07
		150°C	4.7E+06	4.7E+06	1.8E+04
	密度 (kg/m ³)		910	910	910
	MFR (g/10min)		7	7	7
	厚み (μm)		30	30	60
軟化層 (B)	材質		LLDPE	rPP	エチレン-α-オレフィン 共重合体
	引張弾性率 E_B (Pa)	25°C	5.5E+08	7.7E+08	4.9E+07
		60°C	1.7E+08	2.6E+08	1.4E+07
	貯蔵弾性率 G_B (Pa)	40°C	1.1E+09	2.6E+08	1.0E+07
		100°C	4.1E+07	5.1E+07	3.5E+04
		150°C	8.5E+03	1.8E+04	5.5E+03
	$E_B(60)/E_B(25)$		0.31	0.33	0.29
	密度 (kg/m ³)		938	910	893
粘着層 (C)	材質		UV 粘着剤	UV 粘着剤	UV 粘着剤
	貯蔵弾性率 G_C (Pa)	25°C	9.0E+04	9.0E+04	9.0E+04
		ピール強度 (N/25mm)	3	3	3
	厚み (μm)		5	5	5
	総厚み (μm)		65	65	135
評価	熱プレス条件	温度 (°C)	150	165	110
		圧力 (MPa)	10	10	10
		時間 (分)	2	2	2
	熱プレス後の隆起部の形成性		○	○	○
	裏面研削性 (@40°C)	90 μm	○	○	○
		70 μm	○	○	×
	DP (@100°C) 後の隆起部の形状		○	○	×
	研削後の基材表面平滑性		○	○	△

[表3]

			比較例 2	比較例 3	比較例 4
基材層 (A)	材質		LLDPE	LLDPE	hPP
	貯蔵弾性率 G_A (Pa)	40°C	9.3E+07	9.3E+07	2.4E+08
		100°C	8.4E+06	8.4E+06	5.6E+07
		150°C	6.2E+03	6.2E+03	4.7E+06
	密度 (kg/m ³)		918	918	910
	MFR (g/10min)		3.8	3.8	7
	厚み (μm)		60	60	30
軟化層 (B)	材質		エチレン-α-オレフィン 共重合体	エチレン-α-オレフィン 共重合体	エチレン-α-オレフィン 共重合体
	引張弾性率 E_B (Pa)	25°C	4.9E+07	5.5E+6	5.5E+6
		60°C	1.4E+07	1.6E+5	1.6E+5
	貯蔵弾性率 G_B (Pa)	40°C	1.0E+07	8.0E+05	8.0E+05
		100°C	3.5E+04	4.7E+04	4.7E+04
		150°C	5.5E+03	9.6E+03	9.6E+03
	$E_B(60)/E_B(25)$		0.29	<0.1	<0.1
	密度 (kg/m ³)		893	861	861
	MFR (g/10min)		6.7	5.3	5.3
	厚み (μm)		70	70	30
粘着層 (C)	材質		UV 粘着剤	UV 粘着剤	UV 粘着剤
	貯蔵弾性率 G_C (Pa)	25°C	9.0E+04	9.0E+04	9.0E+04
	ピール強度 (N/25mm)		3	3	3
	厚み (μm)		5	5	5
	総厚み (μm)		135	135	65
評価	熱プレス条件	温度 (°C)	110	80	80
		圧力 (MPa)	10	10	10
		時間 (分)	2	2	2
	熱プレス後の隆起部の形成性		○	○	○
	裏面研削性 (@40°C)	90 μm	○	×	×
		70 μm	×	×	×
	DP(@100°C)後の隆起部の形状		×	×	×
	研削後の基材表面平滑性		×	×	○

[0128] 表1および表2に示されるように、軟化層(B)の40°Cでの貯蔵弾性率 $G_B(40)$ が10MPa以上である実施例1~5の半導体ウエハ表面保護用フィルムは、熱プレスによって隆起部(リム)を良好に形成でき、かつ裏面研削時においてもウエハが破損しないことがわかる。これは、裏面研削時においても隆起部(リム)が溶融せず、ウエハの端部を安定に保持できるためと考えられる。

[0129] 一方、軟化層(B)の40°Cでの貯蔵弾性率 $G_B(40)$ が10MPa未満である比較例3および4の半導体ウエハ表面保護用フィルムは、熱プレスによって隆起部(リム)を形成できるものの、裏面研削時においてウエハが破

損することがわかる。これは、裏面研削時においても隆起部（リム）が軟化し、ウエハの端部を安定に保持できないためと考えられる。

[0130] 実施例1～5のなかでも、実施例3では70 μ m研削時にウエハが割れたのに対し、実施例2では70 μ m研削時でもウエハが割れなかった。これは、実施例2の半導体ウエハ表面保護用フィルムにおける軟化層（B）の40℃での貯蔵弾性率 G_B （40）が、実施例3の半導体ウエハ表面保護用フィルムよりも高いためであると考えられる。また、実施例1において70 μ m研削時にウエハが割れるのは、ウエハの仕上げ厚みに対して半導体ウエハ表面保護用フィルムが厚過ぎて、半導体ウエハの変形（たわみ、しなり）を抑制できなかったためであると考えられる。

[0131] さらに、実施例1および2の半導体ウエハ表面保護用フィルムでは、ドライポリッシング（DP）時の100℃近い高温においても、隆起部（リム）が軟化せず、サファイアウエハの端部を安定に保持できることがわかる。

[0132] さらに、比較例1～3では、研削後の基材層（A）の表面平滑性が低いことがわかる。これは、比較例1～3の半導体ウエハ表面保護用フィルムの基材層（A）は、150℃での貯蔵弾性率 G_A （150）が1MPa未満であり、裏面研削時にチャックテーブルの表面形状が転写されたためと考えられる。このように、裏面研削時に基材層（A）の表面にチャックテーブルの表面形状が転写されると、その後のダイシング工程において半導体ウエハ表面保護用フィルムを別のチャックテーブル上に固定させる際に、チャックテーブルと半導体ウエハ表面保護用フィルムの基材層（A）との間でエアリークが生じやすい。このようなエアリークが生じると、半導体ウエハ表面保護用フィルムがチャックテーブル上に固定されなくなるため、好ましくない。

[0133] （実施例6）

実施例2で用いたフィルムと同様のフィルムを、サファイアウエハに貼り付けて（マウント工程）、熱圧着（プレス工程）することで隆起部（リム）を形成した。

[0134] 具体的には、半導体ウエハ表面保護用フィルムを、サファイアウエハより

も大きいサイズに切り出した。また、厚み $650\mu\text{m}$ 、4インチサイズのサファイアウエハを用意した。図2Aに示すように、半導体ウエハ表面保護用フィルム上に配置した。ホットプレート温度を 140°C に加熱して、ローラで半導体ウエハ表面保護用フィルムをサファイアウエハに圧着させて、サファイアウエハと半導体ウエハ表面保護用フィルムとの積層物を得た。ローラ圧力は 0.5MPa 、ローラ速度は $10\text{mm}/\text{秒}$ とした。

[0135] 次に、図2Cに示すように、熱プレス機の上熱板（半導体ウエハ表面保護用フィルムに配置する熱板）と下熱板（サファイアウエハ側に配置する熱板）とで、得られた積層物を挟み込み、 180 秒間、 10MPa で圧着した。このとき、上熱板の温度を 140°C とし、下熱板の温度を 120°C とし、すなわち両者の平均温度 T_P を 130°C とした。

[0136] 次に、半導体ウエハ表面保護用フィルムに紫外線を約 1000mJ 照射した後、半導体ウエハ表面保護用フィルムをサファイアウエハから剥がして、得られた半導体ウエハ表面保護用フィルムの断面形状をマイクロ스코プにて観察した。半導体ウエハ表面保護用フィルムの断面における2箇所の隆起部（リム）の高さを測定し、それらの平均値を求めた。

[0137] 1. 半径方向の張力の有無

プレス工程後に、リングフレームに半導体ウエハ表面保護用フィルムを貼り付けた状態で、サファイアウエハ中央に 150g の錘をのせて、フィルムの沈み込み量を測定した。 2mm 以上沈み込んだものを、張力がないものとして×と評価した。

[0138] 2. しわ

プレス工程後に、目視にて、サファイアウエハの周囲の半導体ウエハ表面保護用フィルムに、放射状のシワが 10 本以上発生したものを×とした。

[0139] 3. 48時間後の剥離

プレス工程後、サファイアウエハに半導体ウエハ表面保護用フィルムを貼り付けたまま室温にて48時間放置した。その後に、ウエハ表面保護用フィルムとサファイアウエハ端部とに 1mm 以上の剥離が見られたものを×とし

た。

[0140] (実施例 7)

実施例 2 で用いたフィルムと同様のフィルムを、サファイアウエハに貼り付けて（マウント工程）、熱圧着（プレス工程）することで隆起部（リム）を形成した。具体的には、半導体ウエハ表面保護用フィルムを、サファイアウエハよりも大きいサイズに切り出した。また、厚み $650\ \mu\text{m}$ 、4 インチサイズのサファイアウエハを用意した。図 2 A に示すように、半導体ウエハ表面保護用フィルム上に配置した。ホットプレート温度を 100°C に加熱して、ローラで半導体ウエハ表面保護用フィルムをサファイアウエハに圧着させて、サファイアウエハと半導体ウエハ表面保護用フィルムとの積層物を得た。ローラ圧力は $0.5\ \text{MPa}$ 、ローラ速度は $10\ \text{mm}/\text{秒}$ とした。

[0141] 次に、図 2 C に示すように、熱プレス機の上熱板（半導体ウエハ表面保護用フィルムに配置する熱板）と下熱板（サファイアウエハ側に配置する熱板）とで、得られた積層物を挟み込み、 180 秒間、 $10\ \text{MPa}$ で圧着した。このとき、上熱板の温度を 140°C とし、下熱板の温度を 120°C とし、すなわち両者の平均温度 T_P を 130°C とした。

[0142] 実施例 6 と同様に、隆起部（リム）の高さを求め、「半径方向の張力の有無」「しわの有無」「48 時間後の浮き（剥離）の有無」を評価した。

[0143] (実施例 8)

実施例 2 で用いたフィルムと同様のフィルムを、サファイアウエハに貼り付けて（マウント工程）、熱圧着（プレス工程）することで隆起部（リム）を形成した。具体的には、半導体ウエハ表面保護用フィルムを、サファイアウエハよりも大きいサイズに切り出した。また、厚み $650\ \mu\text{m}$ 、4 インチサイズのサファイアウエハを用意した。図 2 A に示すように、半導体ウエハ表面保護用フィルム上に配置した。ホットプレート温度を 25°C として、ローラで半導体ウエハ表面保護用フィルムをサファイアウエハに圧着させて、サファイアウエハと半導体ウエハ表面保護用フィルムとの積層物を得た。ローラ圧力は $0.5\ \text{MPa}$ 、ローラ速度は $10\ \text{mm}/\text{秒}$ とした。

[0144] 次に、図2Cに示すように、熱プレス機の上熱板（半導体ウエハ表面保護用フィルムに配置する熱板）と下熱板（サファイアウエハ側に配置する熱板）とで、得られた積層物を挟み込み、180秒間、10MPaで圧着した。このとき、上熱板の温度を140℃とし、下熱板の温度を120℃とし、すなわち両者の平均温度TPを130℃とした。

[0145] 実施例6と同様に、隆起部（リム）の高さを求め、「半径方向の張力の有無」「しわの有無」「48時間後の浮き（剥離）の有無」を評価した。

[0146] （参考例5）

実施例2で用いたフィルムと同様のフィルムを、サファイアウエハに貼り付けて（マウント工程）、熱圧着（プレス工程）することで隆起部（リム）を形成した。具体的には、半導体ウエハ表面保護用フィルムを、サファイアウエハよりも大きいサイズに切り出した。また、厚み650μm、4インチサイズのサファイアウエハを用意した。図2Aに示すように、半導体ウエハ表面保護用フィルム上に配置した。ホットプレート温度を100℃として、ローラで半導体ウエハ表面保護用フィルムをサファイアウエハに圧着させて、サファイアウエハと半導体ウエハ表面保護用フィルムとの積層物を得た。ローラ圧力は0.5MPa、ローラ速度は10mm/秒とした。

[0147] 次に、図2Cに示すように、熱プレス機の上熱板（半導体ウエハ表面保護用フィルムに配置する熱板）と下熱板（サファイアウエハ側に配置する熱板）とで、得られた積層物を挟み込み、180秒間、10MPaで圧着した。このとき、上熱板の温度を110℃とし、下熱板の温度を90℃とし、すなわち両者の平均温度TPを100℃とした。

[0148] 実施例6と同様に、隆起部（リム）の高さを求め、「半径方向の張力の有無」「しわの有無」「48時間後の浮き（剥離）の有無」を評価した。

[表4]

			実施例 6	実施例 7	実施例 8	参考例 5
基材層(A)	材質		hPP	hPP	hPP	hPP
	貯蔵弾性率 G_A (Pa)	40°C	2.4E+08	2.4E+08	2.4E+08	2.4E+08
		100°C	5.6E+07	5.6E+07	5.6E+07	5.6E+07
		150°C	4.7E+06	4.7E+06	4.7E+06	4.7E+06
	密度 (kg/m ³)		910	910	910	910
	MFR (g/10min)		7	7	7	7
	厚み (μm)		30	30	30	30
軟化層(B)	材質		LLDPE	LLDPE	LLDPE	LLDPE
	貯蔵弾性率 G_B (Pa)	40°C	9.3E+07	9.3E+07	9.3E+07	9.3E+07
		100°C	8.4E+06	8.4E+06	8.4E+06	8.4E+06
		150°C	6.2E+03	6.2E+03	6.2E+03	6.2E+03
	密度 (kg/m ³)		918	918	918	918
	MFR (g/10min)		3.8	3.8	3.8	3.8
	厚み (μm)		30	30	30	30
粘着層(C)	材質		UV 粘着剤	UV 粘着剤	UV 粘着剤	UV 粘着剤
	貯蔵弾性率 G_C (Pa)	25°C	9.0E+04	9.0E+04	9.0E+04	9.0E+04
	ピール強度 (N/25mm)		3	3	3	3
	厚み (μm)		5	5	5	5
	総厚み (μm)		65	65	65	65
マウント工程	ホットプレート温度 T_M (°C)		140	100	25	100
	ロー圧力 (MPa)		0.5	0.5	0.5	0.5
	ロー速度 (mm/秒)		10	10	10	10
プレス工程	上熱板温度 $TP1$ (°C)		140	140	140	110
	下熱板温度 $TP2$ (°C)		120	120	120	90
	熱圧着温度 TP (°C)		130	130	130	100
	圧力 (MPa)		10	10	10	10
	時間 (秒)		180	180	180	180
半径方向の張力	有○、無×		○	○	×	○
リム	高さ (μm)		250	250	250	50
シワ	有×、無○		○	×	×	○
48 時間後の剥離	有×、無○		○	○	×	○

[0149] 実施例 6 では、マウント工程における温度 T_M が、プレス工程における温度 TP よりも高く；かつ温度 TP が、軟化層 (B) の軟化点温度 (T_{mB}) よりも 14°C 高い。そのため、十分な高さを有するリムが形成され、しわの発生も、サファイア基板と保護フィルムとの剥離もなかった。

[0150] 実施例 7 では、マウント工程における温度 T_M が、プレス工程における温度 TP よりも 30°C 低い。そのため、十分な高さを有するリムが形成できたものの、しわの発生が確認された。さらに実施例 8 では、マウント工程における温度 T_M が、プレス工程における温度 TP よりも 105°C 低い。そのため、十分な高さを有するリムが形成できたものの、十分な高さを有するリム

が形成できたものの、しわの発生が確認され、サファイア基板と保護フィルムとの剥離も確認された。

[0151] 参考例 5 では、プレス工程における温度 T_P が、軟化層 (B) の軟化点温度 (T_{mB}) よりも低い。そのため、十分なリムを形成することができなかった。

[0152] (実施例 9)

実施例 2 で用いたフィルムと同様のフィルムを、サファイアウエハに貼り付けて (マウント工程)、熱圧着 (プレス工程) することで隆起部 (リム) を形成した。具体的には、半導体ウエハ表面保護用フィルムを、サファイアウエハよりも大きいサイズに切り出した。また、厚み $650\ \mu\text{m}$ 、4 インチサイズのサファイアウエハを用意した。図 2 A に示すように、半導体ウエハ表面保護用フィルム上に配置した。ホットプレート温度を 140°C に加熱して、ローラで半導体ウエハ表面保護用フィルムをサファイアウエハに圧着させて、サファイアウエハと半導体ウエハ表面保護用フィルムとの積層物を得た。ローラ圧力は $0.5\ \text{MPa}$ 、ローラ速度は $10\ \text{mm/秒}$ とした。

[0153] 次に、図 2 C に示すように、熱プレス機の上熱板 (半導体ウエハ表面保護用フィルムに配置する熱板) と下熱板 (サファイアウエハ側に配置する熱板) とで、得られた積層物を挟み込み、 180 秒間、 $10\ \text{MPa}$ で圧着した。このとき、上熱板の温度を 140°C とし、下熱板の温度を 100°C とし、すなわち両者の平均温度を 120°C とした。

[0154] 次いで、実施例 6 と同様に、隆起部 (リム) の高さを求めた。

[0155] (実施例 10)

実施例 2 で用いたフィルムと同様のフィルムを、サファイアウエハに貼り付けて (マウント工程)、熱圧着 (プレス工程) することで隆起部 (リム) を形成した。具体的には、半導体ウエハ表面保護用フィルムを、サファイアウエハよりも大きいサイズに切り出した。また、厚み $650\ \mu\text{m}$ 、4 インチサイズのサファイアウエハを用意した。図 2 A に示すように、半導体ウエハ表面保護用フィルム上に配置した。ホットプレート温度を 140°C に加熱し

て、ローラで半導体ウエハ表面保護用フィルムをサフライウエハに圧着させて、サフライウエハと半導体ウエハ表面保護用フィルムとの積層物を得た。ローラ圧力は0.5MPa、ローラ速度は10mm/秒とした。

[0156] 次に、図2Cに示すように、熱プレス機の上熱板（半導体ウエハ表面保護用フィルムに配置する熱板）と下熱板（サフライウエハ側に配置する熱板）とで、得られた積層物を挟み込み、180秒間、10MPaで圧着した。このとき、上熱板の温度を140℃とし、下熱板の温度を140℃とし、すなわち両者の平均を140℃とした。

[0157] 次に、実施例6と同様に、隆起部（リム）の高さを求めた。

[表5]

実施例 10		hPP		2.4E+08		5.6E+07		4.7E+06		910		7		30		LLDPE		9.3E+07		8.4E+06		6.2E+03		918		3.8		30		116		UV 粘着剤		9.0E+04		3		5		65							
実施例 9		hPP		2.4E+08		5.6E+07		4.7E+06		910		7		30		LLDPE		9.3E+07		8.4E+06		6.2E+03		918		3.8		30		116		UV 粘着剤		9.0E+04		3		5		65							
		材質		40℃		100℃		150℃		密度 (kg/m ³)		MFR (g/10min)		厚み (μm)		材質		貯蔵弾性率 G _B (Pa)		40℃		100℃		150℃		密度 (kg/m ³)		MFR (g/10min)		厚み (μm)		軟化点温度T _{mB}		材質		貯蔵弾性率 G _C (Pa)		25℃		2-ル強度 (N/25mm)		厚み (μm)					
		基材層(A)		貯蔵弾性率 G _A (Pa)		40℃		100℃		150℃																																					
		工程		ホットプレス温度 T _M (℃)		140		0.5		10																																					
		プレス工程		上熱板温度TP1(℃)		140		100		120		140		10																																	
		工程		圧力(MPa)		140		0.5		10																																					
		高さ(μm)																																													

[0158] 実施例9は、マウント工程における温度 T_M が、プレス工程における温度

TPよりも高く；かつ温度TPが、軟化層（B）の軟化点温度（ T_{mB} ）よりも4℃高い。さらに、プレス工程における上熱板温度TP1が、下熱板温度TP2よりも高い。そのため、十分な高さを有するリムが形成された。

[0159] 一方、実施例10は、マウント工程における温度TMが、プレス工程における温度TPと同温度であり；さらに、プレス工程における上熱板温度TP1が、下熱板温度TP2と同温度である。そのため、リムがやや扁平化してしまい、リムの高さが、実施例7と比較すると低下した。

[0160] （実施例11～14）

実施例2で用いたフィルムと同様のフィルムを、サファイアウエハに貼り付けて（マウント工程）、熱圧着（プレス工程）することで隆起部（リム）を形成した。具体的には、半導体ウエハ表面保護用フィルムを、サファイアウエハよりも大きいサイズに切り出した。また、厚み650 μm 、4インチサイズのサファイアウエハを用意した。図2Aに示すように、半導体ウエハ表面保護用フィルム上に配置した。ホットプレート温度を140℃に加熱して、ローラで半導体ウエハ表面保護用フィルムをサファイアウエハに圧着させて、サファイアウエハと半導体ウエハ表面保護用フィルムとの積層物を得た。ローラ圧力は0.5MPa、ローラ速度は10mm/秒とした。

[0161] 次に、図7Aに示すように、熱プレス機の上熱板（半導体ウエハ表面保護用フィルムに配置する熱板）と、図7Bに示されるような円錐状の凸部を有する下熱板（サファイアウエハ側に配置する熱板）とで、得られた積層物を挟み込み、180秒間、10MPaで圧着した。このとき、上熱板の温度を140℃とし、下熱板の温度を120℃とした。実施例11では凸部の高さを0 μm （凸部なし）とし、実施例12では凸部の高さを5 μm とし、実施例13では凸部の高さを15 μm とし、実施例14では凸部の高さを25 μm とした。それぞれについて、プレス工程後の半導体ウエハ表面保護用フィルムの厚みばらつき（最大厚みと最小厚みとの差）を測定し、実施例6と同様に隆起部（リム）の高さを求めた。

[表6]

	円錐状の凸部高さ (μm)	厚みばらつき (μm)	リムの高さ (μm)
実施例 11	0	15	>200
実施例 12	5	13	>200
実施例 13	15	4	>200
実施例 14	25	7	約 200

[0162] 表6に示されるように、下熱板に凸部を設けることで、プレス工程後の半導体ウエハ表面保護用フイルムの厚みばらつきを抑制し、隆起部（リム）も形成できることがわかる。

産業上の利用可能性

[0163] 本発明の半導体ウエハ表面保護用フイルムは、特にサファイア基板などの硬くて脆い半導体ウエハであっても、破損させることなく裏面研削を可能と
しうる。

符号の説明

- [0164] 1 サファイア基板
- 2 フック樹脂層
- 3 砥石
- 4 従来の半導体ウエハ保護フイルム
- 10 半導体ウエハ表面保護用フイルム
- 12 基材層（A）
- 14 軟化層（B）
- 16 粘着層（C）
- 18 軽粘着層（D）
- 20 半導体ウエハ
- 20A 半導体ウエハの回路形成面
- 20B 半導体ウエハの回路非形成面（裏面）
- 22-1 上熱板
- 22-2 下熱板
- 24 隆起部（リム）

2 6 チャックテーブル

2 8 砥石

請求の範囲

- [請求項1] 150℃における貯蔵弾性率 $G_A(150)$ が1MPa以上である基材層(A)と、
- 120～180℃のいずれかの温度における貯蔵弾性率 $G_B(120 \sim 180)$ が0.05MPa以下であり、かつ40℃における貯蔵弾性率 $G_B(40)$ が10MPa以上である軟化層(B)と、を含む、半導体ウエハ表面保護用フィルム。
- [請求項2] 前記軟化層(B)の100℃における貯蔵弾性率 $G_B(100)$ が、1MPa以上である、請求項1に記載の半導体ウエハ表面保護用フィルム。
- [請求項3] 前記軟化層(B)の60℃における引張弾性率 $E_B(60)$ と25℃における引張弾性率 $E_B(25)$ とが、 $1 > E_B(60) / E_B(25) > 0.1$ の関係を満たす、請求項1に記載の半導体ウエハ表面保護用フィルム。
- [請求項4] 前記軟化層(B)を介して前記基材層(A)とは反対側に配置された粘着層(C)をさらに含み、
- 前記粘着層(C)の、JIS Z0237に準拠して測定される粘着力が0.1～10N/25mmである、請求項1に記載の半導体ウエハ表面保護用フィルム。
- [請求項5] 前記基材層(A)は、最表面に配置されている、請求項1に記載の半導体ウエハ表面保護用フィルム。
- [請求項6] 前記粘着層(C)は、前記軟化層(B)を介して前記基材層(A)とは反対側の最表面に配置されている、請求項4に記載の半導体ウエハ表面保護用フィルム。
- [請求項7] 前記軟化層(B)は、炭化水素オレフィンの単独重合体、炭化水素オレフィンの共重合体、またはそれらの混合物を含む、請求項1に記載の半導体ウエハ表面保護用フィルム。
- [請求項8] 前記軟化層(B)を構成する樹脂の密度が880～960kg/m

³である、請求項 1 に記載の半導体ウエハ表面保護用フィルム。

[請求項9] 前記基材層（A）が、ポリオレフィン層、ポリエステル層、またはポリオレフィン層とポリエステル層の積層体である、請求項 1 に記載の半導体ウエハ表面保護用フィルム。

[請求項10] 半導体ウエハを、半導体ウエハ表面保護用フィルム上に、前記半導体ウエハの回路形成面が半導体ウエハ表面保護用フィルムと接するように配置する工程と、

前記半導体ウエハの外周に、前記半導体ウエハを保持する前記半導体ウエハ表面保護用フィルムの隆起部を形成する工程と、

前記隆起部によって保持された前記半導体ウエハの回路非形成面を研削する工程と、

前記半導体ウエハの回路形成面から前記半導体ウエハ表面保護用フィルムを剥離する工程と、を含み、

前記隆起部の 100℃における貯蔵弾性率 G（100）が 1 MPa 以上である、半導体装置の製造方法。

[請求項11] 前記半導体ウエハ表面保護用フィルムが、請求項 1 に記載の半導体ウエハ表面保護用フィルムであって、

前記隆起部を、前記半導体ウエハ表面保護用フィルムと前記半導体ウエハとを 120～180℃の温度、1～10 MPa の圧力で熱圧着させて形成する、請求項 10 に記載の半導体装置の製造方法。

[請求項12] 請求項 11 に記載の半導体装置の製造方法であって、

前記半導体ウエハを、前記半導体ウエハ表面保護用フィルム上に、前記半導体ウエハの回路形成面が半導体ウエハ表面保護用フィルムと接するように配置する工程におけるフィルムの温度 T_M と、前記半導体ウエハ表面保護用フィルムの隆起部を形成する工程における熱圧着温度 T_P と、前記軟化層（B）の軟化点温度 T_{mB} とが、以下の一般式の関係を満たす、半導体装置の製造方法。

$$[式 1] \quad T_P \leq T_M$$

$$[\text{式} 2] \quad T_{mB} < T_P < T_{mB} + 40^\circ\text{C}$$

[請求項13] 前記半導体ウエハ表面保護用フィルムの軟化層（B）が、基材層（A）よりも前記半導体ウエハの回路形成面側になるように、前記半導体ウエハを前記半導体ウエハ表面保護用フィルム上に配置する、請求項11に記載の半導体装置の製造方法。

[請求項14] 前記半導体ウエハは、モース硬度8以上の高硬度材料基板を含む、請求項10に記載の半導体装置の製造方法。

[請求項15] 半導体ウエハと、前記半導体ウエハを囲む枠を有するリングフレームAと、前記半導体ウエハの回路形成面と前記フレームAとにわたって貼り付けられた請求項1に記載の半導体ウエハ表面保護フィルムと、を備えたマウントフレームを、加熱機構を備えた上プレス板と、上プレス板と対向する下プレス板とで挟み込んでプレスする半導体ウエハプレス装置であって、

前記半導体ウエハの外直径DWと、前記リングフレームAの内直径DA_{IN}とが、式（1） $DW < DA_{IN}$ の関係を満たし、

前記下プレス板は、前記上プレス板と対向する面に凸部を備え、

前記プレスしたときの、前記凸部の前記マウントフレームとの接触面の外周は、円状である、半導体ウエハプレス装置。

[請求項16] 前記凸部の高さが1～100μmである、請求項15に記載の半導体ウエハプレス装置。

[請求項17] 前記凸部の高さが、半導体ウエハ表面保護フィルムの軟化層（B）の厚みに対して15～100%の範囲内にある、請求項15に記載の半導体ウエハプレス装置。

[請求項18] 前記凸部の直径CDが、 $DW < CD < DA_{IN}$ の関係を満たす、請求項15に記載の半導体ウエハプレス装置。

[請求項19] 半導体ウエハと、前記半導体ウエハを囲むリング状補助部材Bと、前記半導体ウエハと前記リング状補助部材Bとを囲むリングフレームAと、前記半導体ウエハの回路形成面と前記リング状補助部材Bと前

記リングフレームAにわたって貼り付けられた請求項1に記載の半導体ウエハ表面保護フィルムと、を含むマウントフレームを作製する半導体ウエハマウント装置であって、

前記半導体ウエハの外直径 DW と、前記リングフレームAの内直径 DA_{IN} と、前記リング状補助部材Bのリング外直径 DB_{OUT} と、前記リング状補助部材Bのリング内直径 DB_{IN} とが、式(1) $DW < DB_{IN} < DB_{OUT} < DA_{IN}$ の関係を満たし、

前記半導体ウエハの回路形成面の反対面を加熱する加熱ユニットと、

前記半導体ウエハの回路形成面と、前記リングフレームAと、前記リング状補助部材Bとにわたって転動して、前記半導体ウエハ表面保護フィルムを貼り付けるための貼付ローラと、

前記リングフレームAの外形状に沿って、前記表面保護フィルムを切断するテープ切断機構と、を備える、半導体ウエハマウント装置。

[請求項20]

下記式で表される $\Delta D1$ と $\Delta D2$ のいずれもが、 DW の1%以内である、請求項19に記載の半導体ウエハマウント装置。

$$\Delta D1 = DB_{IN} - DW \cdots (2)$$

$$\Delta D2 = DA_{IN} - DB_{OUT} \cdots (3)$$