

明 細 書

発明の名称：ワークの加工方法

技術分野

[0001] 本発明は、ワークの加工方法に関する。特に、バンプ電極が形成されたワークであっても、裏面研削後のワークのＴＴＶを小さくできるワークの加工方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体チップ等の回路が形成されたチップを基板上に高密度に実装する方法として、チップと基板上の電極とを、チップの回路面上に形成されたバンプ電極を介して接合する方法が知られている。バンプ電極は、チップの厚さ方向に突出して形成されている凸状電極である。

[0003] このようなチップは、回路が形成されたウエハ等のワークを個片化することによりワーク個片化物として得られる。このようなチップが搭載される電子機器の小型化および多機能化の急速な進展に伴い、チップにも小型化、低背化、高密度化が求められている。チップを小型化および低背化するには、ウエハの表面に回路を形成した後、ウエハの裏面を研削して、チップの厚さを薄くすることが一般的である。

[0004] ウエハの裏面研削時には、ウエハ表面の回路を保護し、かつ、ウエハを保持するために、ウエハ表面にバックグラインドテープと呼ばれる表面保護シートが貼付される。

[0005] バンプ電極が形成されたワークに表面保護シートを貼付してワークの裏面研削を行う場合、バンプ電極と回路面との高低差に起因して、ワークの破損、ワークと表面保護シートとの密着不良等が生じることがあった。

[0006] 特許文献１は、段差や突起を有する半導体ウエハに対し、半導体ウエハ表面への追従性が良好で、剥離時には半導体ウエハの破損や糊残りすることなく剥離可能な半導体ウエハ加工用粘着テープを開示している。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2017-171896号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] ところで、ワークの外周部には、回路が形成されていないので、バンプ電極も形成されていない。そのため、ワークの外周部と、回路およびバンプ電極が形成されている領域（ワークの内周部）と、においても、高低差が生じている。

[0009] ワークの表面におけるワークの外周部とワークの内周部との高低差は、表面保護シートを貼付することにより、表面保護シートにおける高低差として反映される。すなわち、ワークの厚さ方向において、ワークの外周部に対応する領域では、表面保護シートの高さが低く、ワークの内周部に対応する領域では、表面保護シートの高さが高くなっている。

[0010] 裏面研削では、通常、ワークの表面保護シートが貼付された側の面を、チャックテーブル等の研削用のテーブルに載置して、吸着等により固定する。このとき、ワークの外周部に対応する領域の表面保護シートの高さが、内周部に対応する領域の表面保護シートの高さよりも低くなっているため、研削用のテーブルにワークが載置されると、ワークの外周部と研削用のテーブルとが十分に接しておらず、隙間等が生じてしまう。

[0011] このような状態で吸着を行うと、ワークの外周部が表面保護シートと共に、研削用のテーブルに向かって落ち込んで固定される。その後、裏面研削が行われる。裏面研削終了後に、吸着を解除すると、ワークの外周部が開放され、研削用のテーブルから浮き上がる。裏面研削では、ワークの裏面がほぼ同じ高さに研削されるが、ワークの外周部が浮き上がると、吸着時に落ち込んだ分だけ、ワークの外周部の厚さは、ワークの内周部の厚さよりも厚くなる。ワークの外周部の厚さとワークの内周部の厚さとの違いは、ワークのTTV（Total Thickness Variation）に反映され、ワークのTTVが大きくなる傾向にある。ワークのTTVが大きくなると、ワークにクラックが生じや

すくなる、ワークの個片化時に不具合が生じる等の問題があるため、ワークのTTVは小さいことが好ましい。

[0012] 特許文献1では、上記の問題は考慮されていないため、特許文献1に記載の半導体ウエハ加工用粘着テープをバンプ電極等が形成された半導体ウエハに貼付しても、半導体ウエハの内周部と半導体ウエハの外周部とで高低差が生じる。その結果、裏面研削後の半導体ウエハのTTVが大きくなるという問題があった。

[0013] 本発明は、このような実状に鑑みてなされ、ワークのTTVを小さくできるワークの加工方法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

[0014] 本発明の態様は、以下の通りである。

[1] 表裏面を有するワークの表面に表面保護シートを貼付する工程と、表面保護シートが貼付されたワークの裏面を研削する工程と、を有し、ワークの表面がバンプ電極を有し、表面保護シートを貼付する工程において、ワークの表面の外周部であってバンプ電極が形成されている領域とは異なる領域に凸状パターンが形成されており、表面保護シートは、バンプ電極を埋め込むように貼付され、バンプ電極の高さを H_b とし、凸状パターンの高さを H_1 とした時に、 H_b および H_1 が、 $H_b/8 < H_1 < H_b/1.5$ である関係を満足するワークの加工方法である。

[0015] [2] 凸状パターンが樹脂から構成される[1]に記載のワークの加工方法である。

[0016] [3] バンプ電極が形成されている領域とは異なる領域が、凸状パターンが形成されていない領域を含む[1]または[2]に記載のワークの加工方法である。

[0017] [4] 凸状パターンが、ワークの外縁から離隔して形成されている[1]から[3]のいずれかに記載のワークの加工方法である。

[0018] [5] 表面保護シートが、基材と中間層と粘着剤層とがこの順で積層され

た構成を有する〔１〕から〔４〕のいずれかに記載のワークの加工方法である。

[0019] 〔６〕中間層の６５℃におけるせん断貯蔵弾性率が０．５ＭＰａ以下である〔５〕に記載のワークの加工方法である。

[0020] 〔７〕中間層の６５℃における損失正接が０．５よりも大きい〔５〕または〔６〕に記載のワークの加工方法である。

[0021] 〔８〕裏面研削後のワークから表面保護シートを剥離する工程をさらに有し、

凸状パターンの少なくとも一部が表面保護シートと共に剥離される〔１〕から〔７〕のいずれかに記載のワークの加工方法である。

[0022] 〔９〕ワークの表面に表面保護シートを貼付する工程の前に、ワークの表面に溝を形成する工程を有し、

ワークの裏面を研削する工程において、溝を起点として、ワークを複数のワーク個片化物に個片化する〔１〕から〔８〕のいずれかに記載のワークの加工方法である。

[0023] 〔１０〕ワークの裏面を研削する工程の前に、ワーク内部に改質領域を形成する工程を有し、

ワークの裏面を研削する工程において、改質領域を起点として、ワークを複数のワーク個片化物に個片化する〔１〕から〔８〕のいずれかに記載のワークの加工方法である。

発明の効果

[0024] 本発明によれば、ワークのＴＴＶを小さくできるワークの加工方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図１]図１（Ａ）～（Ｅ）は、従来の方法によりワークを加工した場合に、ワークのＴＴＶが大きくなることを説明するための断面模式図である。

[図２Ａ]図２Ａは、本実施形態に係るワークの加工方法において、バンプ電極を有するワークの外周部に凸状パターンを形成した平面模式図である。

[図2B]図2 Bは、図2 Aにおいて、II A－II A線に沿った断面模式図である。

[図3]図3は、ワーク上における凸状パターンの形成場所の他の例を示す断面模式図である。

[図4A]図4 Aは、本実施形態に係るワークの加工方法に好適に用いられる表面保護シートの断面模式図である。

[図4B]図4 Bは、本実施形態に係るワークの加工方法に好適に用いられる表面保護シートの他の例を示す断面模式図である。

[図5]図5 (A)～(C)は、本実施形態に係る方法によりワークを加工した場合に、ワークのTTVが小さくなることを説明するための断面模式図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、本発明を、具体的な実施形態に基づき、図面を用いて詳細に説明する。まず、本明細書で使用する主な用語を説明する。

[0027] ワークとは、表面保護シートが貼付されて、その後、個片化される板状体と言う。ワークとしては、円形（ただし、オリエンテーションフラットを有する場合を含む）のウエハ、角形のパネルレベルパッケージおよびモールド樹脂封止を施したストリップ（短冊形基板）等が挙げられ、その中でも本発明の効果が得られ易い観点から、ウエハが好ましい。ウエハとしては、例えばシリコンウエハ、ガリウム砒素ウエハ、炭化ケイ素ウエハ、窒化ガリウムウエハ、インジウム燐ウエハなどの半導体ウエハや、ガラスウエハ、タンタル酸リチウムウエハ、ニオブ酸リチウムウエハなどの絶縁体ウエハであってもよく、また、ファンアウトパッケージ等の作製に用いる樹脂と半導体から成る再構成ウエハであってもよい。本発明の効果が得られ易い観点から、ウエハとしては、半導体ウエハまたは絶縁体ウエハが好ましく、半導体ウエハがより好ましい。

[0028] ワークの個片化は、ワークを回路毎に分割し、ワーク個片化物を得ることを言う。例えば、ワークがウエハである場合には、ワーク個片化物はチップ

であり、ワークがパネルレベルパッケージまたはモールド樹脂封止を施したストリップ（短冊形基板）である場合には、ワーク個片化物は半導体パッケージである。

[0029] ワークの「表面」は、回路、電極等が形成されている側の面を指し、ワークの「裏面」は、回路等が形成されていない側の面を指す。

[0030] バンプ電極は、ワークの表面に形成されており、ワークの厚さ方向に突出して形成される電極である。バンプ電極は、通常、1つの回路（ワーク個片化物）に複数形成されている。また、バンプ電極の厚さ方向断面形状は、柱状、錐状、円状等であり、その先端は、通常、曲面状である。

[0031] D B Gとは、ウエハの表面側に所定深さの溝を形成した後、ウエハ裏面側から研削を行い、研削によりウエハを個片化する方法を言う。ウエハの表面側に形成される溝は、ブレードダイシング、レーザーダイシングやプラズマダイシングなどの方法により形成される。

[0032] また、L D B Gとは、D B Gの変形例であり、レーザーでウエハ内部に改質領域を設け、ウエハ裏面研削時の応力等でウエハの個片化を行う方法を言う。

[0033] 「ワーク個片化物群」とは、ワークの個片化後に、表面保護シート上に保持された、複数のワーク個片化物をいう。これらのワーク個片化物は、全体として、ワークの形状と同様の形状を構成する。また、「チップ群」とは、ワークとしてのウエハの個片化後に、表面保護シート上に保持された、複数のチップをいう。これらのチップは、全体として、ウエハの形状と同様の形状を構成する。

[0034] 「（メタ）アクリレート」は、「アクリレート」および「メタクリレート」の双方を示す語として用いており、他の類似用語についても同様である。

[0035] 「エネルギー線」は、紫外線、電子線等を指し、好ましくは紫外線である。

[0036] 「重量平均分子量」は、特に断りのない限り、ゲル・パーミエーション・クロマトグラフィー（GPC）法により測定されるポリスチレン換算値であ

る。このような方法による測定は、たとえば、東ソー社製の高速GPC装置「HLC-8120GPC」に、高速カラム「TSK guard column H_{XL}-H」、「TSK Gel GMH_{XL}」、「TSK Gel G2000 H_{XL}」（以上、全て東ソー社製）をこの順序で連結したものをを用い、カラム温度：40℃、送液速度：1.0mL／分の条件で、検出器を示差屈折率計として行われる。

[0037] 剥離シートは、粘着剤層を剥離可能に支持するシートである。シートとは、厚みを限定するものではなく、フィルムを含む概念で用いる。

[0038] 粘着剤組成物等の組成物に関する説明における質量比は、有効成分（固形分）に基づいており、特段の説明が無い限り、溶媒は算入しない。

[0039] （1. ワークの加工方法）

一方の面（表面）に回路等が形成され、他方の面（裏面）に回路等が形成されていないワークの加工の一つとして、ワークの裏面を研削することが例示される。裏面を研削することにより、ワークを個片化して得られるワーク個片化物の薄型化を実現することができる。

[0040] ワークの表面には、回路に加えて、回路と基板等とを電氣的に接続するためのバンプ電極が形成されることがある。バンプ電極は、上述したように、ワークの厚さ方向に突出して形成されている。したがって、バンプ電極の先端と、バンプ電極が形成されていないワーク上の領域とでは高低差が存在している。バンプ電極が形成されていない領域は、回路が形成されていない領域とほぼ一致するので、当該領域はワークの外周部に存在する。

[0041] 一方、ワークの裏面研削を行う前に、ワークの表面に形成された回路等を保護するために、表面保護シートがワークの表面に貼付される。このとき、裏面研削時に印加される力から、突出して形成されたバンプ電極を保護するために、表面保護シートによりバンプ電極を十分に固定する必要がある。

[0042] 図1（A）に示すように、バンプ電極2が形成された回路面（表面1a）に表面保護シート20を貼付した場合、ワークの表面1aに貼付された表面保護シート20は、ワーク表面1aおよびバンプ電極2の形状に倣うため、

ワーク 1 上の高低差を反映して、表面保護シート 20 にも高低差が存在することがある。

[0043] このような表面保護シートに高低差が生じた状態で、ワークを裏面研削に供する場合、図 1 (B) に示すように、ワークの表面側、すなわち、表面保護シート 20 がチャックテーブル 100 に接するように載置され、たとえば吸着によりワーク 1 および表面保護シート 20 はチャックテーブル 100 に固定される。このとき、バンプ電極 2 上に存在する表面保護シート 20 はチャックテーブル 100 に載置された時に、チャックテーブル 100 に接しているが、バンプ電極 2 が形成されていない領域上、すなわち、ワーク 1 の外周部上に存在する表面保護シート 20 はチャックテーブル 100 に載置された時に、上記の高低差に起因して、表面保護シート 20 がチャックテーブル 100 に十分に接していない、あるいは、チャックテーブル 100 と表面保護シート 20 との間に隙間 C が生じていることがある。

[0044] このような状態で吸着が行われると、図 1 (C) に示すように、ワーク 1 の外周部上に存在する表面保護シート 20 は吸着により変形して、チャックテーブル 100 に向かって落ち込んで固定される。ワーク 1 の外周部は表面保護シート 20 と密着しているので、表面保護シート 20 の変形に伴い、ワーク 1 の外周部も変形する。すなわち、ワーク 1 の外周部が、ワーク 1 の内周部（バンプ電極 2 が形成されている領域）よりも、チャックテーブル 100 に近い位置で固定される。

[0045] ワーク 1 および表面保護シート 20 をチャックテーブル 100 に固定した後、ワーク 1 の裏面 1 b が研削される。研削後のワークを図 1 (D) に示す。ワークの裏面はほぼ同じ高さに研削されるため、図 1 (D) に示すように、ワーク 1 の外周部はチャックテーブル 100 に近い位置で固定されていた分だけ、ワーク 1 の外周部の厚さは、ワーク 1 の内周部の厚さよりも厚くなっている。その結果、吸着を解除すると、図 1 (E) に示すように、表面保護シート 10 の変形が開放され、ワーク 1 の内周部とワーク 1 の外周部との高低差が顕在化する。したがって、この場合、ワーク 1 の外周部の厚さがワ

ーク 1 の厚さの最大値となり、ワーク 1 の内周部の厚さがワーク 1 の厚さの最小値となる傾向にある。

[0046] ワークの厚さの最大値とワークの厚さの最小値との差は TTV (Total Thickness Variation) と称され、上記の高低差に起因して、TTV が大きくなってしまふ。TTV が大きくなると、ワークにクラックが生じやすくなる、ワークの個片化時に不具合が生じる等の問題がある。

[0047] 本発明者は、以下に示す手法を採用することにより、上記の高低差を小さくし、その結果、TTV が小さいワークが得られることを見出した。以下では、本実施形態に係るワークの加工方法について詳細に説明する。

[0048] 本実施形態に係るワークの加工方法は、以下の工程 1 および工程 2 を少なくとも備えている。

工程 1 : 表裏面を有するワークの表面に表面保護シートを貼付する工程

工程 2 : 表面保護シートが貼付されたワークの裏面を研削する工程

[0049] 以下では、ワークがウエハであり、ワーク個片化物がチップである場合について、ワークの加工方法を説明する。

[0050] (1. 1. 工程 1)

工程 1 では、ウエハの表面に、表面保護シートが貼付されるが、本実施形態では、図 2 A および図 2 B に示すように、表面保護シートが貼付される前に、ウエハ 1 の径方向において、バンプ電極 2 が形成されている領域よりも外側の領域（ウエハの表面の外周部）に凸状パターン 3 が形成される（工程 A）。すなわち、工程 A は工程 1 よりも前に行われる。

[0051] (1. 2. 凸状パターン)

凸状パターン 3 は、ウエハ 1 の表面において、ウエハ 1 の厚さ方向に突出して形成されるパターンである。このような凸状パターン 3 が、バンプ電極 2 が形成されていない領域上に形成されていることにより、ウエハ 1 の表面に、表面保護シート 10 を貼付した場合に、バンプ電極 2 が形成されている領域に対応する部分に加えて、凸状パターン 3 に対応する部分も高くなる。その結果、バンプ電極 2 が形成されている領域（ウエハの内周部）と形成さ

れていない領域（ウエハの外周部）とにおける高低差が抑制される。したがって、裏面研削後におけるウエハ１のＴＴＶを小さくすることができる。

[0052] 本実施形態では、凸状パターンの高さを、バンプ電極の高さに応じて設定する。具体的には、凸状パターンの高さを $H1$ とし、バンプ電極の高さを Hb とした時に、 $Hb/8 < H1 < Hb/1.5$ である関係を満足し、 $Hb/6 < H1 < Hb/1.3$ である関係を満足することが好ましい。

[0053] $H1$ が上記の関係の範囲外である場合、裏面研削後におけるウエハのＴＴＶが大きくなる傾向にある。

[0054] （１．２．１．凸状パターンのせん断貯蔵弾性率）

本実施形態では、凸状パターンの 23°C におけるせん断貯蔵弾性率が 50MPa 以上であることが好ましい。 23°C におけるせん断貯蔵弾性率が上記の範囲内であることにより、凸状パターンが比較的硬質となり、裏面研削時においても、ウエハの外周部とウエハの内周部との高低差が抑制される。

[0055] 凸状パターンを構成する材料は、上記の効果が得られる材料であればよい。本実施形態では、凸状パターンの形成が容易であるという観点から、凸状パターンを構成する材料は樹脂であることが好ましく、 23°C におけるせん断貯蔵弾性率が上記の範囲内であることが好ましい。樹脂としては、ウエハ表面に対して密着する粘着性樹脂であることが好ましい。粘着性樹脂としては、たとえば、アクリル樹脂、シリコーン樹脂、ウレタン樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、尿素樹脂、アルキド樹脂、酢酸ビニル樹脂、塩化ビニル樹脂、アミド樹脂、イミド樹脂、クロロプレングム、ニトリルゴム、スチレンブタジエンゴム、ナイロン、ポリカーボネート、ポリプロピレン等が例示される。

[0056] また、粘着性樹脂は硬化性であることが好ましい。硬化前には所定の形状とすることが容易であり、硬化後には、裏面研削時において研磨材、冷却水等がウエハの回路面へ浸入することを防ぎ、ウエハの内周部と外周部との高低差の抑制が可能な程度に硬質な材料とすることが容易となる。なお、凸状パターンを構成する材料が硬化性樹脂である場合、凸状パターンの 23°C に

おけるせん断貯蔵弾性率は、硬化後のせん断貯蔵弾性率である。

[0057] 硬化性樹脂として、熱硬化性樹脂、エネルギー線硬化性樹脂等が例示され、裏面研削後にウエハ表面から凸状パターンを除去する観点から、エネルギー線硬化性樹脂が好ましい。硬化性樹脂の具体例としては、後述の中間層用組成物において例示されるウレタンアクリレート、重合性単量体および光重合開始剤の組み合わせを挙げることができる。

[0058] 凸状パターンは、上記の効果が得られるように形成されていれば、そのパターン形状は様々である。たとえば、図2Aに示すように、凸状パターンは、ウエハの外縁を含むリング状に形成されていてもよい。このような凸状パターンは、形成が容易でありながら、上記の効果を確実に得ることができる。

[0059] また、図3に示すように、凸状パターンは、ウエハの外縁から径方向内側に離隔して形成されていてもよい。このような凸状パターンは、表面保護シートを剥離する際に、ピックアップテープで凸状パターン全面を覆うことができるため、凸状パターンも同時に剥離しやすいという利点を有する。また、図2Aに示す凸状パターンは連続したパターンであるが、断続的に形成されたパターンであってもよい。

[0060] なお、凸状パターンを、バンプ電極が形成されていない領域全体に形成することもできるが、形成に必要な材料の量が多くなること、バンプ電極および回路に凸状パターンの材料が付着すること等の観点から、バンプ電極から離隔して形成されることが好ましい。換言すれば、バンプ電極が形成されていない領域は、凸状パターンが形成されていない領域を含むことが好ましい。

[0061] 凸状パターンの形成手段は、凸状パターンを形成するための材料に応じて決定すればよい。たとえば、硬化性樹脂を用いて凸状パターンを形成する場合、硬化前の液状樹脂を塗布する手段を用いることができる。具体的には、ダイコーター、カーテンコーター、スプレーコーター、スリットコーター、ナイフコーター等の塗布装置；スクリーン印刷、インクジェット印刷等の印

刷装置；ディスペンサー等の滴下装置が使用可能である。

[0062] (1. 3. 表面保護シート)

凸状パターンを形成した後（工程Aの後）、ウエハ表面に表面保護シートが貼付される。本実施形態では、表面保護シートは、少なくとも、ウエハ表面上に存在するバンプ電極を埋め込むように貼付される。「バンプ電極を埋め込むように貼付する」とは、表面保護シートとバンプ電極との間に空隙が生じないように、表面保護シートを貼付することを意味する。なお、凸状パターンは、表面保護シートに埋め込まれてもよいし、凸状パターンの一部が表面保護シートに埋め込まれず、凸状パターンの一部が外部に露出してもよい。

[0063] 表面保護シートがバンプ電極を埋め込むことにより、バンプ電極は表面保護シートにより固定され、裏面研削時において、バンプ電極に外力が作用してもバンプ電極の破損が抑制される。さらに、表面保護シートがバンプ電極を埋め込むことにより、ワークの内周部における高低差を抑制することができる。したがって、ウエハ全体のTTVを小さくすることができる。

[0064] 表面保護シートは、ウエハ表面への貼付時にバンプ電極を埋め込むように構成されていればよい。本実施形態では、表面保護シートは、基材と粘着剤層とが積層された構成を有することが好ましい。粘着剤層がウエハ表面に貼付され、粘着剤層にバンプ電極が埋め込まれる。

[0065] バンプ電極を表面保護シートに確実に埋め込む観点から、表面保護シートは、基材と中間層と粘着剤層とがこの順で積層された構成を有することがより好ましい。中間層は、粘着剤層とともにワークの表面上に形成されたバンプ電極の形状に十分追従して、バンプ電極を粘着剤層および中間層に埋め込むことができる。その結果、ワークが非常に薄く研削されてバンプ電極等に力が掛かる場合であっても、粘着剤層および中間層はバンプ電極等を十分に保護することができる。また、バンプ電極等が粘着剤層を突き抜けた場合には、中間層がバンプ電極等を埋め込み保護する。

[0066] 以下では、基材と中間層と粘着剤層とがこの順で積層された構成を有する

表面保護シートについて詳細に説明する。

[0067] 図4 Aは、基材1 1上に中間層1 2および粘着剤層1 3がこの順に積層された構成を有する表面保護シート1 0を示す。

[0068] 表面保護シート1 0は、図4 Aに記載の構成に限定されず、本発明の効果が得られる限りにおいて、他の層を有していてもよい。すなわち、基材1 1、中間層1 2および粘着剤層1 3がこの順で積層されていれば、たとえば、基材1 1と中間層1 2との間に他の層が形成されていてもよいし、中間層1 2と粘着剤層1 3との間に他の層が形成されていてもよい。

[0069] 以下では、図4 Aに示す表面保護シート1の構成要素について詳細に説明する。

[0070] (1. 3. 1. 基材)

基材は、表面保護シートの剛性を担う部材である。基材としては、ワークを支持できる材料で構成されていれば制限されない。たとえば、バックグラインドテープの基材として使用されている各種の樹脂フィルムが例示される。このような樹脂フィルムを用いることにより、研削によりワークの厚みが薄くなっても破損することなくワークを保持できる。基材は、1つの樹脂フィルムからなる単層フィルムから構成されていてもよいし、複数の樹脂フィルムが積層された複層フィルムから構成されていてもよい。

[0071] (1. 3. 1. 1. 基材の材質)

本実施形態では、基材の材質としては、たとえば、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリブチレンテレフタレート、全芳香族ポリエステル等のポリエステル、ポリアミド、ポリカーボネート、ポリアセタール、変性ポリフェニレンオキシド、ポリフェニレンスルフィド、ポリスルホン、ポリエーテルケトン、二軸延伸ポリプロピレン等が挙げられる。これらの中でも、ポリエステルが好ましく、ポリエチレンテレフタレートがより好ましい。

[0072] 基材の厚さは、表面保護シートの剛性に影響するため、基材の材質に応じて設定すればよい。本実施形態では、基材の厚さは25 μm 以上200 μm

以下であることが好ましく、 $35\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $150\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $40\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $150\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。

[0073] 基材の少なくとも一方の主面には、主面上に形成される層との密着性を向上させるために、コロナ処理等の接着処理を施してもよい。また、基材の少なくとも一方の主面には、主面上に形成される層との密着性を向上させるために、易接着層が形成されていてもよい。

[0074] (1. 3. 2. 中間層)

図1Aに示すように、中間層12は、基材11と粘着剤層13との間に配置される層である。本実施形態では、中間層は1層（単層）から構成されていてもよいし、2層以上の複数層から構成されていてもよい。

[0075] 中間層の厚みは、半導体ウエハのバンプ電極の高さを考慮して設定すればよい。本実施形態では、中間層の厚みは $50\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $600\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $150\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $500\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。なお、中間層の厚さは、中間層全体の厚さを意味する。たとえば、複数層から構成される中間層の厚さは、中間層を構成するすべての層の合計の厚さを意味する。

[0076] 本実施形態では、中間層は以下の物性を有している。

[0077] (1. 3. 2. 1. 65°C におけるせん断貯蔵弾性率)

本実施形態では、 65°C における中間層のせん断貯蔵弾性率(G')は 0.5 MPa 以下であることが好ましい。せん断貯蔵弾性率(G')は、中間層の変形のしやすさ（硬さ）の指標の1つである。 65°C における中間層のせん断貯蔵弾性率(G')が上記の範囲内であることにより、バンプ電極を十分に埋め込むことができ、裏面研削時のバンプ電極の破損を抑制することができる。

[0078] 65°C における中間層のせん断貯蔵弾性率は 0.4 MPa 以下であることがより好ましく、 0.2 MPa 以下であることがさらに好ましい。また、 65°C における中間層のせん断貯蔵弾性率は、保護シートの保管時における中間層成分のしみ出し抑制の観点から、 0.005 MPa 以上であることが好

ましい。

[0079] 65℃における中間層のせん断貯蔵弾性率は、公知の方法により測定すればよい。たとえば、中間層を所定の大きさの試料とし、動的粘弾性測定装置により、所定の温度範囲において、所定の周波数で試料にひずみを与えて、弾性率を測定し、測定された弾性率から、せん断貯蔵弾性率を算出することができる。

[0080] (1. 3. 2. 2. 65℃における損失正接)

本実施形態では、65℃における中間層の損失正接 ($\tan \delta$) は0.5より大きいことが好ましい。損失正接は、「損失弾性率／貯蔵弾性率」で定義され、動的粘弾性測定装置により対象物に与えた応力に対する応答によって測定される値である。65℃における中間層の損失正接が上記の範囲内であることにより、パンプ電極を十分に埋め込むことができ、裏面研削時のパンプ電極の破損を抑制することができる。

[0081] 65℃における中間層の損失正接は0.7以上であることがより好ましく、1.0以上であることがさらに好ましい。また、65℃における中間層の損失正接は2.0以下であることが好ましい。

[0082] 65℃における中間層の損失正接は、せん断貯蔵弾性率と同様に、公知の方法により測定すればよい。たとえば、中間層を所定の大きさの試料とし、動的粘弾性測定装置により、所定の温度範囲において、所定の周波数で試料にひずみを与えて、弾性率を測定し、測定された弾性率から、損失正接を算出することができる。

[0083] (1. 3. 3. 中間層用組成物)

中間層は上記の物性を有していれば、中間層の組成は特に限定されないが、本実施形態では、中間層は樹脂を有する組成物（中間層用組成物）から構成されていることが好ましい。中間層用組成物は、以下に示す成分を含有していることが好ましい。

[0084] (1. 3. 3. 1. ウレタン（メタ）アクリレート)

ウレタン（メタ）アクリレートは、少なくとも（メタ）アクリロイル基お

よびウレタン結合を有する化合物であり、エネルギー線照射により重合する性質を有している。本実施形態では、ウレタン（メタ）アクリレートは、中間層に柔軟性を与え、バンプ電極を十分に埋め込み固定するための成分である。

[0085] ウレタン（メタ）アクリレートは、単官能型であってもよいし、多官能型であってもよい。本実施形態では、多官能型ウレタン（メタ）アクリレートが好ましく、バンプ電極を十分に埋め込む観点から、2官能型ウレタン（メタ）アクリレートが好ましい。

[0086] ウレタン（メタ）アクリレートは、オリゴマーであってもよいし、ポリマーであってもよいし、これらの混合物であってもよい。本実施形態では、ウレタン（メタ）アクリレートオリゴマーが好ましい。

[0087] ウレタン（メタ）アクリレートは、たとえば、ポリオール化合物と、多価イソシアネート化合物とを反応させて得られる末端イソシアネートウレタンプレポリマーに、ヒドロキシル基を有する（メタ）アクリレートを反応させて得ることができる。なお、ウレタン（メタ）アクリレートは、1種または2種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0088] 中間層用組成物中のウレタン（メタ）アクリレートの含有割合は、20質量%以上であることが好ましく、25質量%以上であることがより好ましく、30質量%以上であることがさらに好ましい。また、中間層用組成物中のウレタン（メタ）アクリレートの含有割合は、70質量%以下であることが好ましく、65質量%以下であることがより好ましく、50質量%以下であることがさらに好ましい。

[0089] （1. 3. 3. 2. 重合性単量体）

重合性単量体は、上記のウレタン（メタ）アクリレート以外の重合性化合物であって、エネルギー線の照射により他の成分と重合可能な化合物であることが好ましい。本実施形態では、重合性単量体は、反応性不飽和二重結合基を1つ有する化合物である。

[0090] 重合性単量体としては、たとえば、炭素数が1～30であるアルキル基を

有する（メタ）アクリレート；水酸基、アミド基、アミノ基、エポキシ基等の官能基を有する（メタ）アクリレート；脂環式構造を有する（メタ）アクリレート；芳香族構造を有する（メタ）アクリレート；複素環式構造を有する（メタ）アクリレート；スチレン、ヒドロキシエチルビニルエーテル、ヒドロキシブチルビニルエーテル、N-ビニルホルムアミド、N-ビニルピロリドン、N-ビニルカプロラクタム等のビニル化合物が挙げられる。

[0091] 炭素数が1～30であるアルキル基を有する（メタ）アクリレートとしては、たとえば、メチル（メタ）アクリレート、エチル（メタ）アクリレート、n-プロピル（メタ）アクリレート、イソプロピル（メタ）アクリレート、n-ブチル（メタ）アクリレート、イソブチル（メタ）アクリレート、t-ブチル（メタ）アクリレート、n-ペンチル（メタ）アクリレート、n-ヘキシル（メタ）アクリレート、2-エチルヘキシル（メタ）アクリレート、n-オクチル（メタ）アクリレート、ノニル（メタ）アクリレート、デシル（メタ）アクリレート、ウンデシル（メタ）アクリレート、ドデシル（メタ）アクリレート、トリデシル（メタ）アクリレート、テトラデシル（メタ）アクリレート、ヘキサデシル（メタ）アクリレート、オクタデシル（メタ）アクリレート、エイコシル（メタ）アクリレートが挙げられる。

[0092] 官能基を有する（メタ）アクリレートとしては、たとえば、2-ヒドロキシエチル（メタ）アクリレート、2-ヒドロキシプロピル（メタ）アクリレート、3-ヒドロキシプロピル（メタ）アクリレート、2-ヒドロキシブチル（メタ）アクリレート、3-ヒドロキシブチル（メタ）アクリレート、4-ヒドロキシブチル（メタ）アクリレート等の水酸基含有（メタ）アクリレート；（メタ）アクリルアミド、N、N-ジメチル（メタ）アクリルアミド、N-ブチル（メタ）アクリルアミド、N-メチロール（メタ）アクリルアミド、N-メチロールプロパン（メタ）アクリルアミド、N-メトキシメチル（メタ）アクリルアミド、N-ブトキシメチル（メタ）アクリルアミド等のアミド基含有化合物；第1級アミノ基含有（メタ）アクリレート、第2級アミノ基含有（メタ）アクリレート、第3級アミノ基含有（メタ）アクリレ

ート等のアミノ基含有（メタ）アクリレート；グリシジル（メタ）アクリレート、メチルグリシジル（メタ）アクリレート、アリルグリシジリエーテル等のエポキシ基含有（メタ）アクリレートが挙げられる。

[0093] 脂環式構造を有する（メタ）アクリレートとしては、たとえば、イソボルニル（メタ）アクリレート、ジシクロペンテニル（メタ）アクリレート、ジシクロペンタニル（メタ）アクリレート、ジシクロペンテニルオキシ（メタ）アクリレート、シクロヘキシル（メタ）アクリレート、トリメチルシクロヘキシル（メタ）アクリレート、アダマンタン（メタ）アクリレートが挙げられる。

[0094] 芳香族構造を有する（メタ）アクリレートとしては、たとえば、フェニルヒドロキシプロピル（メタ）アクリレート、ベンジル（メタ）アクリレート、2-ヒドロキシ-3-フェノキシプロピル（メタ）アクリレートが挙げられる。

[0095] 複素環式構造を有する（メタ）アクリレートとしては、たとえば、テトラヒドロフルフリル（メタ）アクリレート、モルホリン（メタ）アクリレートが挙げられる。

[0096] 本実施形態では、重合性単量体には、炭素数が1～30であるアルキル基を有する（メタ）アクリレートおよび脂環式構造を有する（メタ）アクリレートが含まれることが好ましい。バンプ電極を十分に埋め込む観点から、炭素数が4～14であるアルキル基を有する（メタ）アクリレートが好ましく、脂環式構造を有する（メタ）アクリレートとして、イソボルニル（メタ）アクリレート、トリメチルシクロヘキシル（メタ）アクリレートが好ましい。

[0097] なお、中間層用組成物に架橋剤が含まれる場合、架橋剤と反応しうる官能基を有する（メタ）アクリレートは好ましくない。架橋反応により形成される架橋構造が、中間層のせん断貯蔵弾性率を高める可能性があるからである。たとえば、ポリイソシアネート系架橋剤と、水酸基を有する（メタ）アクリレートとを含む中間層用組成物は好ましくない。

[0098] 中間層用組成物中の重合性単量体の含有割合は、20質量%以上であることが好ましく、30質量%以上であることがより好ましい。また、中間層用組成物中の重合性単量体の含有割合は、80質量%以下であることが好ましく、70質量%以下であることがより好ましい。

[0099] また、ウレタン（メタ）アクリレートと重合性単量体との合計100質量部におけるウレタン（メタ）アクリレートと重合性単量体との質量比（ウレタン（メタ）アクリレート／重合性単量体）は、20／80から80／20であることが好ましく、30／70から70／30であることがより好ましい。

[0100] （1. 3. 3. 3. 光重合開始剤）

中間層用組成物が上記のウレタン（メタ）アクリレートおよび重合性単量体を含む場合、中間層用組成物は光重合開始剤を含むことが好ましい。光重合開始剤を含むことにより、重合が確実に進行し、上述した特性を有する中間層を容易に得ることができる。

[0101] 光重合開始剤としては、たとえば、ベンゾイン化合物、アセトフェノン化合物、アシルフォスフィノキサイド化合物、チタノセン化合物、チオキサントン化合物、パーオキサイド化合物等の光重合開始剤、アミンやキノン等の光増感剤等が挙げられる。具体的には、たとえば、1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オン、ベンゾイン、ベンゾインメチルエーテル、ベンゾインエチルエーテル、ベンゾインイソプロピルエーテル、2,2-ジメトキシ-1,2-ジフェニルエタン-1-オンが挙げられる。これらの光重合開始剤は、1種または2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0102] 光重合開始剤の配合量は、ウレタン（メタ）アクリレートおよび重合性単量体の合計100質量部に対して、好ましくは0.05質量部以上15質量部以下であることが好ましく、0.5質量部以上10質量部以下であることがより好ましい。

[0103] （1. 3. 3. 4. 連鎖移動剤）

中間層用組成物は連鎖移動剤を含有することが好ましい。連鎖移動剤は、連鎖移動反応を起こすことができ、中間層用組成物の硬化反応の進行を調整することができる。連鎖移動剤を含有することにより、硬化後においても、分子鎖の短い成分が比較的残存することが可能となるので、硬化後の重合体が比較的柔軟性を有する架橋構造を有する。その結果、中間層のせん断貯蔵弾性率を上記の範囲内とすることが容易となる。

[0104] 連鎖移動剤としては、たとえば、チオール基含有化合物が挙げられる。チオール基含有化合物としては、ノニルメルカプタン、1-ドデカンチオール、1, 2-エタンジチオール、1, 3-プロパンジチオール、トリアジンチオール、トリアジンジチオール、トリアジントリチオール、1, 2, 3-プロパントリチオール、テトラエチレングリコール-ビス(3-メルカプトプロピオネート)、トリメチロールプロパントリス(3-メルカプトプロピオネート)、ペンタエリスリトールテトラキス(3-メルカプトプロピオネート)、ペンタエリスリトールテトラキスチオグルコレート、ジペンタエリスリトールヘキサキス(3-メルカプトプロピオネート)、トリス[(3-メルカプトプロピオニロキシ)-エチル]-イソシアヌレート、1, 4-ビス(3-メルカプトブチルオキシ)ブタン、ペンタエリスリトールテトラキス(3-メルカプトブチレート)、1, 3, 5-トリス(3-メルカプトブチルオキシエチル)-1, 3, 5-トリアジン-2, 4, 6-(1H, 3H, 5H)-トリオンが挙げられる。連鎖移動剤は、1種または2種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0105] 連鎖移動剤の配合量は、ウレタン(メタ)アクリレートおよび重合性単量体の合計100質量部に対して、好ましくは0.1質量部以上10質量部以下であることが好ましく、0.3質量部以上5質量部以下であることがより好ましい。

[0106] (1. 3. 4. 粘着剤層)

粘着剤層は、ワークの表面(回路およびバンプ電極が形成されている面)に貼付され、表面から剥離されるまで、表面を保護し、ワークを支持する。

本実施形態では、粘着剤層は、中間層とともにワークの表面上に形成されたバンプ電極に十分追従して、バンプ電極を表面保護シートに埋め込むことができる。その結果、ワークが非常に薄く研削されてバンプ電極等に力が掛かる場合であっても、表面保護シートはバンプ電極等を十分に保護することができる。さらに、ワークが個片化されてもワーク個片化物同士の接触を抑制することができる。また、粘着剤層は1層（単層）から構成されていてもよい、2層以上の複数層から構成されていてもよい。

- [0107] 粘着剤層の厚みは、ワークを十分支持できるような厚みであれば特に制限されない。本実施形態では、粘着剤層の厚みは1 μm 以上100 μm 以下であることが好ましく、5 μm 以上50 μm 以下であることがより好ましい。なお、粘着剤層の厚さは、粘着剤層全体の厚さを意味する。たとえば、複数層から構成される粘着剤層の厚さは、粘着剤層を構成するすべての層の合計の厚さを意味する。
- [0108] 粘着剤層の組成は、ワークの表面を保護できる程度の粘着性を有していれば限定されない。本実施形態では、粘着剤層は、たとえば、アクリル系粘着剤、ウレタン系粘着剤、ゴム系粘着剤、シリコーン系粘着剤等から構成されることが好ましい。
- [0109] また、粘着剤層は、エネルギー線硬化性粘着剤から形成されることが好ましい。表面保護シートの粘着剤層がエネルギー線硬化性粘着剤から形成されることにより、ワークに貼付する際には高い粘着力でワークに貼り付き、ワークから剥離される際には、エネルギー線を照射することで粘着力を低下させることができる。そのため、ワークの回路等を適切に保護しつつ、表面保護シートを剥離する際、ワーク表面の回路を破壊したり、粘着剤がワーク上に転着したりすることが防止される。
- [0110] 本実施形態では、エネルギー線硬化性粘着剤は、アクリル系粘着剤を含む粘着剤組成物から構成されることが好ましい。アクリル系粘着剤としては、アクリル系重合体を用いることが好ましい。
- [0111] アクリル系重合体としては、公知のアクリル系重合体であればよいが、本

実施形態では、官能基含有アクリル系重合体が好ましい。官能基含有アクリル系重合体は、1種類のアクリル系モノマーから形成された単独重合体であってもよいし、複数種類のアクリル系モノマーから形成された共重合体であってもよいし、1種類または複数種類のアクリル系モノマーとアクリル系モノマー以外のモノマーとから形成された共重合体であってもよい。

[0112] 本実施形態では、官能基含有アクリル系重合体は、アルキル（メタ）アクリレートと官能基含有モノマーとを共重合したアクリル系共重合体であることが好ましい。

[0113] アルキル（メタ）アクリレートとしては、メチル（メタ）アクリレート、エチル（メタ）アクリレート、*n*-プロピル（メタ）アクリレート、イソプロピル（メタ）アクリレート、*n*-ブチル（メタ）アクリレート、イソブチル（メタ）アクリレート、*t*-ブチル（メタ）アクリレート、*n*-ペンチル（メタ）アクリレート、*n*-ヘキシル（メタ）アクリレート、2-エチルヘキシル（メタ）アクリレート、イソオクチル（メタ）アクリレート、*n*-オクチル（メタ）アクリレート等が挙げられる。

[0114] 官能基含有モノマーは、反応性官能基を含有するモノマーである。反応性官能基は、後述する架橋剤等の他の化合物と反応することが可能な官能基である。官能基含有モノマー中の官能基としては、たとえば、水酸基、カルボキシ基、エポキシ基が挙げられ、水酸基が好ましい。

[0115] 水酸基含有モノマーとしては、たとえば、（メタ）アクリル酸ヒドロキシメチル、（メタ）アクリル酸2-ヒドロキシエチル、（メタ）アクリル酸2-ヒドロキシプロピル、（メタ）アクリル酸3-ヒドロキシプロピル、（メタ）アクリル酸2-ヒドロキシブチル、（メタ）アクリル酸3-ヒドロキシブチル、（メタ）アクリル酸4-ヒドロキシブチル等の（メタ）アクリル酸ヒドロキシアルキル；ビニルアルコール、アリルアルコール等の非（メタ）アクリル系不飽和アルコール（（メタ）アクリロイル骨格を有しない不飽和アルコール）が挙げられる。

[0116] 粘着剤組成物は、さらに、エネルギー線硬化性基を有するエネルギー線硬

化性化合物を含むことが好ましい。エネルギー線硬化性基を有するエネルギー線硬化性化合物としては、イソシアネート基、エポキシ基及びカルボキシ基から選ばれる1種または2種以上を有する化合物が好ましく、イソシアネート基を有する化合物がより好ましい。

[0117] イソシアネート基を有する化合物としては、たとえば、2-メタクリロイルオキシエチルイソシアネート、メターイソプロピル- α , α -ジメチルベンジルイソシアネート、メタクリロイルイソシアネート、アリルイソシアネート、1, 1-(ビスアクリロイルオキシメチル)エチルイソシアネート；ジイソシアネート化合物又はポリイソシアネート化合物と、ヒドロキシエチル(メタ)アクリレートとの反応により得られるアクリロイルモノイソシアネート化合物；ジイソシアネート化合物又はポリイソシアネート化合物と、ポリオール化合物と、ヒドロキシエチル(メタ)アクリレートとの反応により得られるアクリロイルモノイソシアネート化合物等が挙げられる。イソシアネート基は官能基含有アクリル系重合体の水酸基に付加反応する。

[0118] 粘着剤組成物は、さらに架橋剤を含有することが好ましい。架橋剤は、たとえば、官能基と反応して、官能基含有アクリル系重合体に含まれる樹脂同士を架橋する。

[0119] 架橋剤としては、たとえば、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、キシリレンジイソシアネート、これらジイソシアネートのアダクト体等のイソシアネート系架橋剤(イソシアネート基を有する架橋剤)；エチレングリコールグリシジルエーテル等のエポキシ系架橋剤(グリシジル基を有する架橋剤)；ヘキサ[1-(2-メチル)-アジリジニル]トリホスファトリアジン等のアジリジン系架橋剤(アジリジニル基を有する架橋剤)；アルミニウムキレート等の金属キレート系架橋剤(金属キレート構造を有する架橋剤)；イソシアヌレート系架橋剤(イソシアヌル酸骨格を有する架橋剤)等が挙げられる。

[0120] 粘着剤の凝集力を向上させて粘着剤層の粘着力を向上させる点、及び入手が容易である等の点から、架橋剤はイソシアネート系架橋剤であることが好

ましい。

[0121] 粘着剤組成物は、さらに光重合開始剤を含有していてもよい。粘着剤組成物が光重合開始剤を含有することにより、紫外線等の比較的低エネルギーのエネルギー線を照射しても、十分に硬化反応が進行する。

[0122] 光重合開始剤としては、ベンゾイン化合物、アセトフェノン化合物、アシルフオスフィンオキサイド化合物、チタノセン化合物、チオキサントン化合物、パーオキサイド化合物等の光開始剤、アミンやキノン等の光増感剤などが挙げられる。具体的には、 α -ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、ベンゾイン、ベンゾインメチルエーテル、ベンゾインエチルエーテル、ベンゾインイソプロピルエーテル、ベンジルジフェニルサルファイド、ベンジルジメチルケタール、テトラメチルチウラムモノサルファイド、アゾビスイソブチロニトリル、ジベンジル、ジアセチル、 β -クロールアンスラキノン、2, 4, 6-トリメチルベンゾイルジフェニルフォスフィンオキサイドなどが例示される。

[0123] (1. 4. 表面保護シートの製造)

表面保護シートは、公知の方法により製造することができる。たとえば、まず、上述した中間層用組成物および粘着剤組成物を調製する。次に、公知の塗工方法を用いて、剥離シート、基材等の表面に調製した組成物を塗工し、乾燥処理、硬化処理等を行うことにより、所定の構成を有する表面保護シートが得られる。

[0124] (1. 5. 工程2)

図5(A)に示すように、ワークの表面上に凸状パターンを形成し、表面保護シートをワークの表面上に貼付する。その後、ワークの裏面を研削する。

[0125] 図5(B)に示すように、表面保護シート10が貼付されたワーク1は、表面側がチャックテーブル100上に配置される。チャックテーブル100は、たとえば、ポーラスな保持面を有しており、ワーク1が載置されている側とは反対側から吸引することにより、表面保護シート10がチャックテ-

ブル１００に吸着され固定される。

[0126] このとき、ワーク１には凸状パターン３が形成されているので、ワーク１の内周部とワーク１の外周部とで、表面保護シート１０の高低差が抑制されている。したがって、吸引を行っても、ワーク１の外周部はほとんど変形せずにチャックテーブル１００に吸着される。

[0127] ワーク１がチャックテーブル１００に固定された後、たとえば、研削ホイール等によりワーク１の裏面１ｂを研削する。裏面研削後のワークの厚さは、たとえば、 $25\mu\text{m}$ 以上 $600\mu\text{m}$ 以下程度である。

[0128] 研削後、吸引を解除すると、ワーク１および表面保護シート１０は、チャックテーブル１００から開放される。本実施形態では、工程１において工程Ａを採用しているので、図５（Ｃ）に示すように、ワーク１の厚さは、内周部から外周部に渡りほぼ均一になる。その結果、研削後のワーク１のＴＴＶは小さく抑制されている。

[0129] （１．６．工程３）

本実施形態では、裏面研削後のワークから、表面保護シートを剥離することが好ましい。すなわち、本実施形態に係るワークの加工方法は、裏面研削後のワークから、表面保護シートを剥離する工程（工程３）を有していることが好ましい。工程３は、たとえば、以下のようにして行う。

[0130] 表面保護シートの粘着剤層が、エネルギー線硬化性粘着剤から形成される場合には、エネルギー線を照射して粘着剤層を硬化収縮させ、被着体（ワーク）に対する粘着力を低下させる。次いで、裏面研削後のワークの裏面側に、ピックアップテープを貼付し、ピックアップが可能なように位置及び方向合わせを行う。この際、ワークの外周側に配置したリングフレームもピックアップテープに貼り合わせ、ピックアップテープの外周縁部をリングフレームに固定する。ピックアップテープには、ワークとリングフレームを同時に貼り合わせてもよいし、別々のタイミングで貼り合わせてもよい。次いで、ピックアップテープ上に保持されたワークから表面保護シートを剥離する。

[0131] 本実施形態では、表面保護シートの剥離時に、ワークの表面に形成されて

いる凸状パターンの少なくとも一部が表面保護シートと共に剥離されることが好ましく、凸状パターンの全部が剥離されることが特に好ましい。

[0132] 凸状パターンの少なくとも一部が、表面保護シートと共に剥離されることにより、凸状パターンをワーク表面から除去することが容易となる。

[0133] また、本実施形態に係るワークの加工方法は、DBGまたはLDBGにも適用可能である。この場合には、表面保護シートとして、図4Bに示す表面保護シート10を用いることが好ましい。図4Bに示す表面保護シート10は、基材11において、粘着剤層13が形成されている主面とは反対側の主面11b上に緩衝層14が形成されている。

[0134] 緩衝層は、基材と比較して軟質の層であり、ワークの裏面研削時の応力を緩和して、ワークに割れ及び欠けが生じることを防止する。また、緩衝層を有することで、チャックテーブルに適切に保持されやすくなる。

[0135] 緩衝層の厚さは、1～200 μm であることが好ましく、10～100 μm であることがより好ましく、20～80 μm であることがさらに好ましい。緩衝層の厚さを上記範囲とすることで、緩衝層が裏面研削時の応力を適切に緩和できるようになる。

[0136] 緩衝層は、エネルギー線重合性化合物を含む緩衝層用組成物から形成される層であってもよいし、ポリプロピレンフィルム、エチレン-酢酸ビニル共重合体フィルム、アイオノマー樹脂フィルム、エチレン・（メタ）アクリル酸共重合体フィルム、エチレン・（メタ）アクリル酸エステル共重合体フィルム、LDPEフィルム、LLDPEフィルム等のフィルムであってもよい。

[0137] 本実施形態に係るワークの加工方法をDBGまたはLDBGに適用する場合、上記の工程1～3に加えて、ワークの表面側から溝を形成し、又は当該ワークの表面若しくは裏面から当該ワーク内部に改質領域を形成する工程（工程4）を有する。

[0138] ワークに改質領域を形成する場合には、工程1（および工程A）を工程4の前に行うことが好ましい。一方、ワークの表面に、ダイシング等により溝

を形成する場合には、工程４の後に工程１（および工程Ａ）を行う。すなわち、工程１において、後述する工程４で形成した溝を有するワークの表面に、表面保護シートを貼付することになる。

[0139] 工程４では、ワークの表面側から溝を形成する。あるいは、ワークの表面若しくは裏面からワークの内部に改質領域を形成する。

[0140] 本工程で形成される溝は、ワークの厚さより浅い深さの溝である。溝の形成は、従来公知のダイシング装置等を用いてダイシングにより行うことが可能である。また、ワークは、上述した工程３において、裏面研削により溝に沿って複数のチップに分割される。

[0141] また、改質領域は、ワークにおいて、脆質化された部分であり、研削工程における研削によって、ワークが薄くなったり、研削による力が加わったりすることによりワークの改質領域が破壊されてチップに個片化される起点となる領域である。すなわち、工程４において溝及び改質領域は、上述した工程３において、ワークが分割されてチップに個片化される際の分割線に沿うように形成される。

[0142] 改質領域の形成は、ワークの内部に焦点を合わせたレーザーの照射により行い、改質領域は、ワークの内部に形成される。レーザーの照射は、ワークの表面側から行っても、裏面側から行ってもよい。なお、改質領域を形成する態様において、工程４を工程１の後にいきなりワーク表面からレーザー照射を行う場合、表面保護シートを介してワークにレーザーを照射することになる。

[0143] ＤＢＧでは、工程２の裏面研削は、少なくとも溝の底部に至る位置までワークを薄くするように行う。この裏面研削により、溝は、ワークを貫通する切り込みとなり、ワークは切り込みにより分割されて、個々のチップに個片化される。

[0144] ＬＤＢＧでは、研削によって研削面（ワーク裏面）は、改質領域に至ってもよいが、厳密に改質領域まで至らなくてもよい。すなわち、改質領域を起点としてワークが破壊されてチップに個片化されるように、改質領域に近接

する位置まで研削すればよい。例えば、チップの実際の個片化は、後述するピックアップテープを貼付してからピックアップテープを延伸することで行ってもよい。

[0145] また、裏面研削の終了後、チップのピックアップに先立ち、ドライポリッシュを行ってもよい。

[0146] 工程3は、上述したように行えばよいが、表面保護シートは個片化されたワークから剥離されることになる。この場合であっても、個片化されたワークの破損が抑制される。

[0147] 工程2を経て得られる個片化されたチップ（ワーク個片化物）の形状は、方形でもよいし、矩形等の細長形状となってもよい。また、個片化されたチップの厚さは特に限定されないが、好ましくは $5 \sim 100 \mu\text{m}$ 程度であるが、より好ましくは $10 \sim 45 \mu\text{m}$ である。LD BGによれば、個片化された半導体チップの厚さを $50 \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $10 \sim 45 \mu\text{m}$ とすることが容易になる。また、個片化されたチップの大きさは、特に限定されないが、チップサイズが好ましくは 600mm^2 未満、より好ましくは 400mm^2 未満、さらに好ましくは 120mm^2 未満である。

[0148] 本実施形態に係るワークの加工方法によれば、工程1において工程Aを行うことにより、裏面研削後のワークのTTVを小さくすることができる。

[0149] 以上、本発明の実施形態について説明してきたが、本発明は上記の実施形態に何ら限定されるものではなく、本発明の範囲内において種々の態様で変更しても良い。

実施例

[0150] 以下、実施例を用いて、発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0151] 本実施例における測定方法および評価方法は以下の通りである。

[0152] （中間層のせん断貯蔵弾性率および損失正接）

後述の中間層用組成物をナイフ方式により、PET系剥離フィルム（リンテック社製、SP-PET382150、厚み $38 \mu\text{m}$ ）の上に厚みが 40

0 μm になるように塗工して中間層用組成物層を形成した。次に、PET系剥離フィルム（リンテック社製、SP-PET381130、厚み38 μm ）により、形成した中間層用組成物層をラミネートして中間層用組成物層を酸素から遮断した。続いて、高圧水銀ランプを用いて、照度80 mW/cm^2 、照射量200 mJ/cm^2 の条件で紫外線照射を行った後、メタルハライドランプを用いて、照度330 mW/cm^2 、照射量1260 mJ/cm^2 の条件で紫外線照射を行うことにより中間層用組成物層を硬化させ、厚さ400 μm の中間層を得た。この中間層を積層して、約0.8 mm厚のせん断貯蔵弾性率および損失正接測定用試料を作製した。

[0153] せん断貯蔵弾性率 (G') および損失正接 ($\tan \delta$) は、粘弾性測定装置 (Anton Paar社製、レオメーターMCR302) を用いて行った。測定条件は以下の通りである。パラレルプレートにより上下から試料を挟み込み、測定温度0~100℃、ギャップ1 mm、歪み0.05~0.5%、角周波数1 Hzで、試料にせん断応力を加えて測定し、それらの値から65℃におけるせん断貯蔵弾性率 (G') および損失正接 ($\tan \delta$) を算出した。結果を表1に示す。

[0154] (凸状パターンのせん断貯蔵弾性率)

後述のエネルギー線硬化性樹脂を塗工し、塗工後、エネルギー線硬化性樹脂に対して、高圧水銀ランプを用いて、照度150 mW/cm^2 、照射量400 mJ/cm^2 の条件で紫外線を1回照射してエネルギー線硬化性樹脂を硬化させた以外は、中間層のせん断貯蔵弾性率用試料と同じ方法により、せん断貯蔵弾性率測定用試料を作製した。また、23℃におけるせん断貯蔵弾性率 (G') を算出した以外は、中間層のせん断貯蔵弾性率の測定と同じ条件により、せん断貯蔵弾性率を測定した。結果を表1に示す。

[0155] (1) 凸状パターン

凸状パターンを形成するための材料として、下記に示すエネルギー線硬化性樹脂を用いた。

[0156] (エネルギー線硬化性樹脂A)

2官能ポリオール変性ウレタンアクリレート（分子量7300）40質量部、イソボルニルアクリレート60質量部、光重合開始剤（IGM Resin社製Omni rad1173）0.5質量部配合して、エネルギー線硬化性樹脂Aを得た。

[0157] （エネルギー線硬化性樹脂B）

2官能ポリオール変性ウレタンアクリレート（分子量7300）55質量部、イソボルニルアクリレート45質量部、光重合開始剤（IGM Resin社製、Omni rad1173）0.5質量部配合して、エネルギー線硬化性樹脂Bを得た。

[0158] （エネルギー線硬化性樹脂C）

2官能ポリオール変性ウレタンアクリレート（分子量7300）70質量部、イソボルニルアクリレート30質量部、光重合開始剤（IGM Resin社製、Omni rad1173）0.5質量部配合して、エネルギー線硬化性樹脂Cを得た。

[0159] （2）表面保護シート

表面保護シートとして、下記に示す表面保護シートを用いた。

[0160] （表面保護シートA）

ウレタンアクリレート系オリゴマー（アルケマ株式会社製、CN9021NS）48質量部と、イソボルニルアクリレート26質量部、トリメチルシクロヘキシルアクリレート16質量部、ラウリルアクリレート10質量部の合計100質量部に対して、光重合開始剤（IGM Resin社製、Omni rad1173）3.4質量部、連鎖移動剤（昭和電工株式会社製、カレンズMT PE1）1.0質量部、を配合して中間層用組成物を得た。

[0161] 得られた中間層用組成物をナイフ方式により、基材であるPETフィルム（東レ株式会社製、厚み75 μ m）の上に厚みが400 μ mになるように塗工して中間層用組成物層を形成した。塗工直後の中間層用組成物層の上にさらにPET系剥離フィルム（リンテック社製、SP-PET752150、厚み75 μ m）をラミネートした。その後、高圧水銀ランプを用いて、照度

120 mW/cm²、光量240 mJ/cm²の条件で中間層用組成物層に対して紫外線照射を行い、さらにメタルハライドランプを用いて、照度330 mW/cm²、光量1260 mJ/cm²の条件で紫外線照射を行うことにより中間層用組成物層を硬化させ、基材であるPETフィルム上に厚さ400 μmの中間層を形成した。

[0162] 次に、2-エチルヘキシルアクリレート（2EHA）80質量部と、2-ヒドロキシエチルアクリレート（HEA）20質量部とを共重合してなるアクリル系共重合体に、2-イソシアナートエチルメタクリレート（MOI）を、HEA由来の水酸基（100当量）に対して付加率が80当量となるように付加して得たエネルギー線硬化性アクリル系共重合体（重量平均分子量：800，000）100質量部に対して、架橋剤としてのトリメチロールプロパンアダクトトリレンジイソシアネート（東ソー製、コロネートL）を1.5質量部、光重合開始剤としての2，2-ジメトキシ-2-フェニルアセトフェノン（IGM Resin社製、Omni rad 651）を2.2質量部添加し、さらにトルエンを加えて固形分濃度が30%となるように調整し、30分間攪拌を行って粘着剤組成物を調製した。

[0163] 次に、調製した粘着剤組成物の溶液を、PET系剥離フィルム（リンテック社製、SP-PET382150、厚み38 μm）に塗布し、乾燥させて厚さ10 μmの粘着剤層を形成し、粘着シートを作製した。

[0164] 上記で得られた中間層上の剥離フィルムを除去し、中間層と粘着シートの粘着層とを貼り合せて、基材／中間層／粘着剤層の構成を有する表面保護シートAを作製した。

[0165] （表面保護シートB）

ウレタンアクリレート系オリゴマー（アルケマ株式会社製、CN9021NS）48質量部と、イソボルニルアクリレート36質量部、トリメチルシクロヘキシルアクリレート16質量部、光重合開始剤（IGM Resin社製、Omni rad 1173）3.4質量部、連鎖移動剤（昭和電工株式会社製、カレンズMT PE1）1.0質量部、を配合して得られる中間

層用組成物を用いた以外は、表面保護シートAと同じ方法により、基材／中間層／粘着剤層の構成を有する表面保護シートBを作製した。

[0166] (実施例1)

バンプ電極高さ $250\mu\text{m}$ 、ピッチ $500\mu\text{m}$ のバンプ電極付きウエハ（厚さ $720\mu\text{m}$ ）において、バンプ電極が形成されていない外周部に、ディスプレイ（武蔵エンジニアリング社製、shotmaster350DS）を用いて、エネルギー線硬化性樹脂Aを厚さ $100\mu\text{m}$ 、幅 4mm となり、ウエハの外縁との間に隙間が形成されないように塗布した。塗布後、エネルギー線硬化性樹脂Aに対して、高圧水銀ランプを用いて、照度 $150\text{mW}/\text{cm}^2$ 、照射量 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ の条件で紫外線を照射して、エネルギー線硬化性樹脂Aを硬化させ、凸状パターンを形成した。

[0167] 凸状パターン形成後のウエハに対して、テーブラミネーター（リンテック社製、RAD-3510F/12）を用いて、ラミネートテーブルの温度が 65°C の条件で、表面保護シートAを貼付した。貼付後に、下記に示すバンプ電極埋め込み性評価を行った。

[0168] 表面保護シートA貼付後のウエハを、表面保護シートAがチャックテーブルに接するようにチャックテーブル上に載置し、吸引によりウエハをチャックテーブルに吸着固定した。次に、研削ホイールにより、ウエハの裏面を研削し、ウエハの厚さが $300\mu\text{m}$ になった時点で研削を終了した。研削終了後、下記に示すTTV評価を行った。

[0169] (バンプ電極埋め込み性評価)

表面保護シートの貼付後に、目視にて、表面保護シートとバンプ電極との界面を観察し、表面保護シートがバンプ電極に追従せずに空隙が生じているか否かを評価した。結果を表1に示す。

○：空隙が生じていない

×：空隙が生じている。

[0170] (研削後のウエハ外周部のTTV評価)

研削後のウエハのエッジから内側に向かって 15mm の区間において、ウ

エハの厚さを、デジタル顕微鏡（キーエンス社製、VHX-7000を用いて測定し、最大値と最小値とを選択し、最大値と最小値との差分を算出した。この測定を、研削後のウエハの上、下、右、左の4か所（ウエハを90°回転移動した位置）において行い、最大値と最小値との差分の平均値を算出した。結果を表1に示す。

[0171] （表面保護シートおよび凸状パターンの剥離性評価）

12インチミラーウエハにディスペンサー（武蔵エンジニアリング社製、shotmaster350DS）を用いて、エネルギー線硬化性樹脂を表1に示す厚みおよび幅4mmとなり、ウエハの外縁との間に隙間が形成されないように塗布した。塗布後、エネルギー線硬化性樹脂に対して紫外線を照射して、エネルギー線硬化性樹脂を硬化させ、凸状パターンを形成した。

[0172] 凸状パターン形成後のミラーウエハに対して、テープラミネーター（リンテック社製、RAD-3510F/12）を用いて、ラミネートテーブルの温度が65℃の条件で、表面保護シートを貼付した。表面保護シートの貼付後に、剥離装置（リンテック社製、RAD-3010F/12）を用いて紫外線照射（照度230mW/cm²、1200mJ/cm²）を実施し、速度2mm/secにて剥離を実施し、表面保護シートおよび凸状パターンの剥離状態を評価した。結果を表1に示す。

○：表面保護シートが剥離可能であり、ウエハ上に樹脂が残らない

△：表面保護シートは剥離可能であるが、ウエハ上に一部樹脂が残存する

×：表面保護シートが剥離不可

[0173] （実施例2から6および比較例2）

表面保護シートを表1に示すシートとし、凸状パターンを構成するエネルギー線硬化性樹脂を表1に示す樹脂とし、凸状パターンの高さを表1に示す値とした以外は実施例1と同じ方法によりバンプ電極を有するウエハの裏面研削および評価を行った。結果を表1に示す。

[0174] （実施例7）

バンプ電極高さ100μm、ピッチ500μm、厚さ720μmであるバ

ンプ電極付きウエハを用い、表面保護シートを表1に示すシートとし、凸状パターンを構成するエネルギー線硬化性樹脂を表1に示す樹脂とし、凸状パターンの高さを表1に示す値とした以外は実施例1と同じ方法によりバンプ電極を有するウエハの裏面研削および評価を行った。結果を表1に示す。

[0175] (実施例8)

バンプ電極高さ100 μ m、ピッチ500 μ m、厚さ720 μ mであるバンプ電極付きウエハにダイシング装置(DISCO社製DFD6361)を用いてウエハ表面から250 μ mの深さの溝を形成した。さらにディスペンサー(武蔵エンジニアリング社製、shotmaster350DS)を用いて、エネルギー線硬化性樹脂を表1に示す厚みおよび幅4mmとなり、ウエハの外縁と内周部との間に隙間が形成されないように塗布した。塗布後、エネルギー線硬化性樹脂に対して、高圧水銀ランプを用いて、照度150mW/cm²、照射量400mJ/cm²の条件で紫外線を照射して、エネルギー線硬化性樹脂を硬化させ、凸状パターンを形成した。

[0176] 凸状パターン形成後のミラーウエハに対して、テープラミネーター(リンテック社製、RAD-3510F/12)を用いて、ラミネートテーブルの温度が65℃の条件で、表面保護シートAを貼付した。

[0177] 表面保護シートA貼付後のウエハを、表面保護シートAがチャックテーブルに接するようにチャックテーブル上に載置し、吸引によりウエハをチャックテーブルに吸着固定した。次に、ウエハ裏面研削装置(DISCO社製、DGP8760)により、ウエハの裏面を研削し、ウエハの厚さが200 μ mになった時点で研削を終了した。その後、表面保護シートAを剥離せず、ウエハ研削面から個片化されたチップの角部分をデジタル顕微鏡(製品名「VHX-1000」、KEYENCE社製)により観察し、各チップのクラックの有無を観察し、200チップ中におけるクラックが発生したチップ数を評価した。本実施例では、クラックが発生したチップ数は0であることが好ましい。

[0178] (比較例1)

表面保護シートを表 1 に示すシートとし、凸状パターンを形成しなかった以外は実施例 1 と同じ方法によりバンプ電極を有するウエハの裏面研削および評価を行った。結果を表 1 に示す。

[0179]

[表1]

	表面保護シート			凸状パターン					ウエハ	評価			
	種類	中間層		エネルギー線硬化性樹脂		Hb/8	高さ H1 (μm)	Hb/1.5	バンプ電極 の高さ Hb (μm)	ウエハ外周部 T.T.V. (μm)	バンプ 埋め込み性	剥離性	クラック数 (個)
		貯蔵弾性率G' at 65℃ (MPa)	損失正接 tanδ (-)	種類	貯蔵弾性率G' at 23℃ (MPa)								
実施例1	A	0.016	0.93	A	90	31.3	120	166.7	250	10	○	○	-
実施例2	A	0.016	0.93	A	90	31.3	70	166.7	250	39	○	○	-
実施例3	A	0.016	0.93	A	90	31.3	150	166.7	250	30	○	○	-
実施例4	A	0.016	0.93	B	60	31.3	120	166.7	250	12	○	○	-
実施例5	A	0.016	0.93	C	15	31.3	120	166.7	250	11	○	○	-
実施例6	B	0.2	1.4	A	90	31.3	120	166.7	250	10	○	○	-
実施例7	A	0.016	0.93	A	90	12.5	20	66.7	100	5	○	○	-
実施例8	A	0.016	0.93	A	90	31.3	120	166.7	250	10	○	○	0
比較例1	A	0.016	0.93	-	-	31.3	0	166.7	250	58	○	○	-
比較例2	A	0.016	0.93	A	90	31.3	250	166.7	250	113	○	○	-

[0180] 表1より、バンプ電極を有するウエハに表面保護シートを貼付してウエハ

の裏面研削を行う場合には、バンプ電極の高さに応じて適切にその高さが設定された凸状パターンを形成することにより、裏面研削後のウエハのＴＴＶを小さくできることが確認できた。

符号の説明

- [0181] 1…ワーク
2…バンプ電極
3…凸状パターン
10…表面保護シート
11…基材
12…中間層
13…粘着剤層
14…緩衝層

請求の範囲

- [請求項1] 表裏面を有するワークの表面に表面保護シートを貼付する工程と、
前記表面保護シートが貼付されたワークの裏面を研削する工程と、
を有し、
前記ワークの表面がバンプ電極を有し、
前記表面保護シートを貼付する工程において、前記ワークの表面の外周部であって前記バンプ電極が形成されている領域とは異なる領域に凸状パターンが形成されており、前記表面保護シートは、前記バンプ電極を埋め込むように貼付され、
前記バンプ電極の高さを H_b とし、前記凸状パターンの高さを H_1 とした時に、 H_b および H_1 が、 $H_b/8 < H_1 < H_b/1.5$ である関係を満足するワークの加工方法。
- [請求項2] 前記凸状パターンが樹脂から構成される請求項1に記載のワークの加工方法。
- [請求項3] 前記バンプ電極が形成されている領域とは異なる領域が、前記凸状パターンが形成されていない領域を含む請求項1または2に記載のワークの加工方法。
- [請求項4] 前記凸状パターンが、前記ワークの外縁から離隔して形成されている請求項1から3のいずれかに記載のワークの加工方法。
- [請求項5] 前記表面保護シートが、基材と中間層と粘着剤層とがこの順で積層された構成を有する請求項1から4のいずれかに記載のワークの加工方法。
- [請求項6] 前記中間層の65℃におけるせん断貯蔵弾性率が0.5MPa以下である請求項5に記載のワークの加工方法。
- [請求項7] 前記中間層の65℃における損失正接が0.5よりも大きい請求項5または6に記載のワークの加工方法。
- [請求項8] 裏面研削後のワークから前記表面保護シートを剥離する工程をさらに有し、

前記凸状パターンの少なくとも一部が前記表面保護シートと共に剥離される請求項 1 から 7 のいずれかに記載のワークの加工方法。

[請求項9]

前記ワークの表面に表面保護シートを貼付する工程の前に、前記ワークの表面に溝を形成する工程を有し、

前記ワークの裏面を研削する工程において、溝を起点として、前記ワークを複数のワーク個片化物に個片化する請求項 1 から 8 のいずれかに記載のワークの加工方法。

[請求項10]

前記ワークの裏面を研削する工程の前に、前記ワーク内部に改質領域を形成する工程を有し、

前記ワークの裏面を研削する工程において、改質領域を起点として、前記ワークを複数のワーク個片化物に個片化する請求項 1 から 8 のいずれかに記載のワークの加工方法。