

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4534619号
(P4534619)

(45) 発行日 平成22年9月1日(2010.9.1)

(24) 登録日 平成22年6月25日(2010.6.25)

(51) Int. Cl.		F I		
HO 1 L 21/22	(2006.01)	HO 1 L 21/22	5 1 1 G	
HO 1 L 21/31	(2006.01)	HO 1 L 21/31	F	
HO 1 L 21/324	(2006.01)	HO 1 L 21/324	Q	
HO 1 L 21/683	(2006.01)	HO 1 L 21/68	N	

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2004-182160 (P2004-182160)
(22) 出願日	平成16年6月21日(2004.6.21)
(65) 公開番号	特開2006-5274 (P2006-5274A)
(43) 公開日	平成18年1月5日(2006.1.5)
審査請求日	平成17年2月15日(2005.2.15)

(73) 特許権者	302006854
	株式会社 S U M C O
	東京都港区芝浦一丁目2番1号
(74) 代理人	100103481
	弁理士 森 道雄
(72) 発明者	足立 尚志
	東京都港区芝浦一丁目2番1号 三菱住友シリコン株式会社内
審査官	恩田 春香

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体シリコン基板用熱処理治具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体シリコン基板と接触し保持して、縦型熱処理炉の熱処理ポートに搭載される熱処理治具であって、

その厚さが 1 . 5 mm 以上、6 . 0 mm 以下で、前記熱処理ポートに搭載された際の前記半導体シリコン基板と接触する領域の撓み変位量を 1 0 0 μ m 以下とし、

前記半導体シリコン基板と接触し保持する治具の外径が当該半導体シリコン基板の直径の 6 5 % 以上で、かつ当該半導体シリコン基板の直径よりも小さく、治具形状が円板構造で、その中心部に座ぐりを設けており、

前記半導体シリコン基板と接触する面の表面粗さ (R a 値) が 1 . 0 μ m 以上、1 0 0 μ m 以下であることを特徴とする半導体シリコン基板用熱処理治具。 10

【請求項 2】

前記半導体シリコン基板と接触し保持する領域に凸部形状を構成したことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体シリコン基板用熱処理治具。

【請求項 3】

前記半導体シリコン基板と接触し保持する領域にスリットを所定の間隔で設け、または貫通孔を均等に配置したことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体シリコン基板用熱処理治具。

【請求項 4】

前記半導体シリコン基板と接触し保持する領域がシリコン材料若しくはシリコン材料に 20

シリコンカーバイド膜を堆積した材料、またはシリコンカーバイド材料で構成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の半導体シリコン基板用熱処理治具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、縦型熱処理炉の熱処理ポートに用いられる熱処理治具に関し、さらに詳しくは、半導体シリコン基板を高温で熱処理する際に結晶欠陥として発生するスリップを低減するとともに、さらに高温の酸化雰囲気中で熱処理する際に、保持された前記シリコン基板裏面に発生する熱酸化膜の成長抑制に起因する表面段差を防止することができる半導体シリコン基板用熱処理治具に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

LSIデバイス製造プロセスで処理される半導体シリコン基板は、酸化、拡散および成膜等の工程において、高温の熱処理を繰り返して製造される。この半導体シリコン基板の熱処理に際し、縦型熱処理炉は設置スペースを小さくでき、大口径の半導体シリコン基板を多量に熱処理するのに適していることから、半導体シリコン基板の各種熱処理に用いられる装置として採用されている。

【0003】

図1は、縦型熱処理炉に用いられる半導体シリコン基板用の熱処理ポートの構成例を示す図である。熱処理ポート1は、3本以上の支柱3とこの支柱3を上下位置で固定する上部天板5、および下部天板6から構成されており、開口部2が設けられている。前記支柱3には基板支持部4が列設され、開口部2側から半導体シリコン基板を基板支持部4に載置した後、縦型熱処理炉に挿入されて所定の熱処理が行われる。

20

【0004】

図1に示すように、熱処理ポート1は、離間配置された上下一対の天板5、6と、これらを連結する複数本の支柱3とで構成されるため、半導体シリコン基板を基板支持部4に載置し、または取り出しするための開口部2を設けることが必要である。したがって、通常、開口部2側に設けられる2本の支柱3は、半導体シリコン基板の載置または取り出しを容易にするため、半導体シリコン基板の直径相当程度に離間して配設される。

【0005】

30

上記縦型熱処理炉に半導体シリコン基板を挿入し1100以上の高温熱処理を行う場合に、半導体シリコン基板の面内に不均一な温度分布が生じると、それにもなって半導体シリコン基板に熱応力が発生する。また、半導体シリコン基板の支持方法によっては、シリコン基板の重量に起因して発生する応力(以下、単に「自重応力」という)が発生することがある。

【0006】

従来の熱処理用ポートでは、シリコン基板の外周部のみを支持する方式である場合、直径300mmの半導体シリコン基板を熱処理すると自重応力の影響が著しく、使用することが困難になる。

【0007】

40

上記の熱応力や自重応力は、熱処理において半導体シリコン基板中にスリップと呼ばれる結晶欠陥を引き起こすことが分かっている。スリップはLSIデバイスのリーク電流の増加や半導体シリコン基板平坦性の劣化の原因になるため、従来から、半導体シリコン基板の品質管理の観点から、これらの熱応力や自重応力を抑制する提案がなされている。

【0008】

例えば、特許文献1および特許文献2などでは、シリコン基板の裏面全体を平板で支持する円板構造の熱処理治具が開示されている。しかし、円板構造の熱処理治具によれば、被熱処理材のシリコン基板と熱処理治具とが面接触する領域において局所的な温度差が生じ易く、熱応力に起因してスリップが発生することがある。

【0009】

50

この円板構造の熱処理治具による問題を解消するため、リング構造を具備する熱処理治具が多く提案されるようになり、その代表例として特許文献3では、シリコン基板裏面の外周部領域にリング状トレーを備えた熱処理治具で保持することが開示されている。ところが、本発明者らの検討によれば、このリング状トレーを備えた熱処理治具では、自重応力の発生にともなってシリコン基板中央部に撓みが生じ、リング状トレーの内周端面と接触することによりシリコン基板に表面疵が発生し、これを起点としてスリップが発生することが確認された。

【0010】

同様に、上記問題の対策として、特許文献4では、シリコン基板に発生する自重応力を防止するため、シリコン基板裏面をリング形状に突出した第1次リングとその外側に同心状に突出して形成された第2次リングとで保持する熱処理方法が提案されている。しかし、同じく本発明者らの検討によれば、2重に形成された第1次、および第2次リングにおける接触面の平坦度が規定されていないため、シリコン基板を均一に保持することができず、スリップの発生を十分に防止することができなかった。

10

【0011】

特許文献5には、接触面に関して平坦度および表面粗さを規定し、その形状がシリコン基板保持面に同心円状に形成された複数の貫通孔を有し、シリコン基板保持面での貫通孔の総面積を規定したリング形状(馬蹄形状を含む)の熱処理用治具が開示されている。そして、同文献では、表面粗さRaを0.1~0.7 μ mとし、平坦度を50 μ m以下とするのが望ましいとしている。

20

【0012】

しかしながら、直径300mmの半導体シリコン基板を対象とする熱処理用治具を想定する場合に、そのシリコン基板を保持する領域を全て平坦度50 μ m以下に確保しようとすると、高精度の加工が必要となり、製造コストを増大させるだけでなく、加工精度の面で現実的な製造条件とすることができない。

【0013】

【特許文献1】特開平10-242067号公報

【0014】

【特許文献2】特開2003-100648号公報

【特許文献3】特開平09-199438号公報

30

【特許文献4】特開2001-060559号公報

【特許文献5】特開2003-197722号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

前述の通り、半導体シリコン基板を高温で熱処理する際に発生する熱応力や自重応力は、シリコン基板中にスリップを引き起こすことから、半導体シリコン基板の品質特性を確保するため、熱応力や自重応力の発生を有効に防止できる熱処理治具に関し、種々の対策が試みられている。しかし、従来から提案されている熱処理治具では、いずれもスリップの発生を防止するのに十分な対策となっていない。

40

【0016】

さらに、半導体シリコン基板の高温熱処理にともなって、熱処理治具が起因する熱酸化膜に関する新たな課題が発生している。具体的には、縦型熱処理炉の熱処理ポートで熱処理治具を用いて酸化プロセスを実施する場合に、例えばSIMOX製造プロセスでは、高濃度の酸素雰囲気下で1300以上の高温で熱処理することが必要になる。

【0017】

通常、このような高温酸化プロセス処理では、酸素雰囲気下の熱処理にともなって、シリコン基板の表裏面に熱酸化膜が厚さ0.5 μ mから1.0 μ mの範囲で成長する。しかし、シリコン基板の裏面であって熱処理治具と接触して保持される領域では、熱酸化膜の成長が抑制され、他の領域に比べると熱酸化膜の成長厚さが減少する。

50

【0018】

このため、高温酸化プロセス処理後にシリコン基板表面の熱酸化膜を除去する処理を行うと、シリコン基板の裏面には、前記熱酸化膜の成長厚さの差異に基づいて表面段差が生じることになる。このシリコン基板裏面に生じた表面段差は、デバイス製造工程でのフォトリソ工程においてデフォーカスを生じ、デバイス歩留を大きく低下させることになる。

【0019】

本発明は、上述の半導体シリコン基板の高温熱処理にともなう課題を解消するためになされたものであり、縦型熱処理炉の熱処理ポートに搭載された状態での熱処理治具の撓み変位量を制限するとともに、半導体シリコン基板の裏面と接触する領域での表面粗さを調整し種々の改善を加えることにより、有効にスリップの発生を低減させると同時に、基板裏面における熱酸化膜の成長差に起因する表面段差をなくすことができる熱処理治具を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0020】

本発明者らは、上記の課題を解決するため、縦型熱処理炉の熱処理ポートに用いて各種の熱処理を行い、スリップの発生を有効に低減させ、シリコン基板の裏面における熱酸化膜の成長抑制を回避するため、熱処理治具が具備すべき条件について種々の検討を行った。

【0021】

従来から、スリップの低減対策としては、加工後の熱処理治具の平坦度の管理が有効であり、半導体シリコン基板と接触する領域での平坦度（JIS B 0621）は、100 μm以下、望ましくは50 μm以下にする必要があるとされている。

【0022】

ところが、本発明者らは、このような対策に拘泥されることなく、スリップの発生を有効に低減させるには、熱処理ポートに搭載された状態で、熱処理治具に生じている撓み変位量を管理する必要があることに着目した。

【0023】

図2は、治具形状が熱処理治具に発生する撓み変位量に及ぼす影響を調査した結果を示す図である。供試した熱処理治具は、直径が320 mm、厚さが2 mmのシリコンカーバイド材料からなる平板構造およびリング構造の治具とし、前記図1に示す縦型熱処理炉に用いられる熱処理ポートに搭載した際に発生する撓み変位量を測定した。

【0024】

図3は、供試した熱処理治具の形状および熱処理ポートに搭載した際の支持方式を示す図である。熱処理治具7の形状は中心孔の外径を0～210 mmの範囲で変化させた平板構造およびリング構造であり、治具7の外周4点を基板支持部4で支持した場合に、治具形状が発生する撓み変位量に及ぼす影響を調査した。治具の測定点は、熱処理ポートの開口部2における治具外周部（A部）および平板構造治具の中心部（B部）またはリング構造治具の内周部（B点）とした。

【0025】

図2に示すように、熱処理治具に中心孔を設けない場合には、自重により治具の中央部（B部）に約30 μmの撓みが生じており、ポート開口部に対応する外周部（A部）では撓みが最大となり、その変位量が約85 μmであることが分かる。

【0026】

次に、熱処理治具に中心孔を設け、その外径を変化させた場合には、中心孔の外径が増大するのにもない、治具内周部（B点）および外周部（A部）での撓み変位量が増加する。例えば、中心孔の外径が210 mmであるリング構造治具では、撓み変位量は治具内周部（B点）で約80 μm、外周部（A部）で約105 μmとなり、それぞれ50 μmおよび20 μm程度の増加を示している。

【0027】

したがって、半導体シリコン基板の高温熱処理にともなって発生するスリップを有効に

10

20

30

40

50

低減させるには、加工後の熱処理治具の平坦度の管理に替えて、縦型熱処理炉の熱処理ポートに搭載された状態での熱処理治具に発生する撓み変位量を管理する必要がある。

【0028】

さらに、半導体シリコン基板の裏面における熱酸化膜の成長に関し、高温の酸化雰囲気の下で長時間に亘る熱処理を行う場合には、熱処理治具とシリコン基板との接触部では熱酸化膜の成長が抑制され、接触部の領域が広がるほど熱酸化膜の成長抑制が顕著になる。

【0029】

シリコン基板に生じた表面段差がフォトリソ工程におけるデフォーカスに影響を及ぼすおそれがある。特に、SIMOX熱処理のような高温での長時間処理によって、厚い酸化膜を成長させる場合に問題が発生することがある。

【0030】

これを達成するための本発明者らの検討によれば、例えば、リング構造の治具を用いて接触領域の幅が10mm程度であれば、表面粗さを $1.0\mu\text{m}$ 以上にすれば接触部の隙間から雰囲気ガスの進入が促され、高温の酸化熱処理後において接触する領域と他の領域での熱酸化膜厚さに差が生じないか、生じたとしてもその変化量は3%以下を満足することが明らかになった。

【0031】

また、接触する領域の幅が10mmを超える場合であっても、接触表面をさらに粗くすることによって雰囲気ガスの侵入が容易になる。さらに、熱処理治具の接触する領域に一定の間隔でスリットや貫通孔を設けることが、雰囲気ガスを侵入させるのに効果的であることを知見した。

【0032】

本発明は、上記の検討結果に基づいて完成されたものであり、下記(1)~(4)の半導体シリコン基板用熱処理治具を要旨としている。

【0033】

(1)半導体シリコン基板と接触し保持して、縦型熱処理炉の熱処理ポートに搭載される熱処理治具であって、その厚さが1.5mm以上、6.0mm以下で、前記熱処理ポートに搭載された際の前記半導体シリコン基板と接触する領域の撓み変位量を $100\mu\text{m}$ 以下とし、前記半導体シリコン基板と接触し保持する治具の外径が当該半導体シリコン基板の直径の65%以上で、かつ当該半導体シリコン基板の直径よりも小さく、治具形状が円板構造で、その中心部に座ぐりを設けており、前記半導体シリコン基板と接触する面の表面粗さ(Ra値)が $1.0\mu\text{m}$ 以上、 $100\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする半導体シリコン基板用熱処理治具である。

【0034】

(2)上記(1)の半導体シリコン基板用熱処理治具では、前記半導体シリコン基板と接触し保持する領域に凸部形状を構成するのが望ましい。

【0035】

(3)上記(1)の半導体シリコン基板用熱処理治具では、さらに、熱酸化膜の成長抑制を回避するため、熱処理治具の表面に雰囲気ガスの進入が促進されるように、前記半導体シリコン基板と接触し保持する領域にスリットを所定の間隔で設け、または貫通孔を均等に配置することが望ましい。

【0036】

(4)上記(1)の半導体シリコン基板用熱処理治具では、前記半導体シリコン基板と接触し保持する領域をシリコン材料若しくはシリコン材料にシリコンカーバイド膜を堆積した材料、またはシリコンカーバイド材料で構成するのが望ましい。

【発明の効果】

【0037】

本発明の半導体シリコン基板用熱処理治具によれば、縦型熱処理炉の熱処理ポートに搭載された状態で熱処理治具に発生する撓み変位量を制限するとともに、半導体シリコン基

10

20

30

40

50

板の裏面と接触する領域での表面粗さを規定することにより、スリップの発生を有効に低減させると同時に、基板裏面における熱酸化膜の成長抑制を回避し、デバイス製造でのフォトリソ工程でデフォーカスの原因となる表面段差をなくすることができる。これにより、半導体シリコン基板の品質特性を高度に維持することができるとともに、デバイス歩留まりを大幅に向上させることが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0038】

本発明の半導体シリコン基板用熱処理治具では、半導体シリコン基板と接触し保持して、縦型熱処理炉の熱処理ポットに搭載される熱処理治具であって、その厚さが1.5mm以上、6.0mm以下で、前記熱処理ポットに搭載された際の撓み変位量を100μm以下とし、前記半導体シリコン基板と接触する面の表面粗さ(Ra値)が1.0μm以上、100μm以下とすることを特徴としている。

10

【0039】

図4は、本発明の熱処理治具の構成例を説明する図であり、(a)は支柱3に支持される円板構造の治具7aを示し、(b)、(c)、(d)は支柱3に支持されるリング構造の治具7b、7c、7dを示している。

【0040】

図4に示す熱処理治具では、シリコン基板の直径と同等以上の直径を具備する治具構造であり、特に円板構造の治具7aでは、熱処理ポットに搭載された際の撓み変位量を低減することができるが、シリコン基板8裏面とほぼ全面に接触して保持する構造であるため、比較的治具の熱容量が大きくなり、昇温・降温特性を低下させるので生産性を低下させるおそれがある。

20

【0041】

この場合に、シリコン基板8の裏面と接触する領域を小さくする必要があるれば、後述するように、その中心部に座ぐりを設けたり、またはその領域にシリコン基板と接触し保持する凸部形状を構成することができる。

【0042】

一方、リング構造の治具7bでは、円板構造の治具7aに比べ治具の熱容量を少なくすることができる。さらに、リング構造の治具7cではシリコン基板8の裏面と接触する領域に突起構造を設け、リング構造の治具7dでは、リング構造の治具の上にリング幅の狭いリング部材9を設置する2重構造としている。リング構造として治具7c、7dの構造を採用することによって、さらにシリコン基板との接触温度差を低減することができる。

30

【0043】

図5は、本発明の熱処理治具の他の構成例を説明する図であり、(a)および(c)は支柱3に支持される円板構造の治具7a、7eを示し、(b)および(d)は支柱3に支持されるリング構造の治具7b、7fを示している。

【0044】

図5に示す熱処理治具では、シリコン基板の直径より小さい直径を具備する治具構造であり、図4に示す熱処理治具に比べ、熱容量を小さくできることから、熱処理での生産性では有利となる。さらにシリコン基板との接触温度差を低減するため、図5(c)に示す治具7eでは、円板構造の治具にシリコン基板8の裏面と接触する領域にリング幅の狭いリング部材9を設置する2重構造とし、図5(d)に示す治具7fでは、リング構造の治具の上にリング部材9を設ける2重構造としている。

40

【0045】

図5に示す熱処理治具においても、後述するように、その中心部に座ぐりを設けたり、またはシリコン基板と接触する領域に凸部形状を構成したり、これらを組み合わせることができる。

【0046】

本発明の熱処理治具では、その厚さを1.5mm以上、6mm以下と規定している。通常、熱処理治具の厚さと撓み変位量は反比例する関係にあり、その厚さを1.5mm以上

50

にすることにより、熱処理治具の撓み変位量を所定の規定値以下に改善することができる。

【0047】

一方、治具厚さが厚くなると、熱処理治具の熱容量が増大し、熱処理炉内での昇温・降温特性が低下したり、投入枚数が減少し生産性が低下するので、その厚さの上限を6mmとした。実作業では、熱処理炉内には数十枚の熱処理治具を搭載するため、その厚さは1.8mm以上、4.0mm以下にするのが望ましい。

【0048】

さらに、本発明の熱処理治具では、熱処理ポートに搭載された際の撓み変位量を100μm以下と規定している。これは、前述した検討結果に基づくものであり、熱処理中に発生するスリップを有効に低減するには、加工後の熱処理治具における平坦度を管理するのに替えて、熱処理ポートに搭載された状態で熱処理治具に発生する撓み変位量を低減することが必要になることによる。

【0049】

熱処理ポートに搭載された際の撓み変位量が100μmを超えると、熱処理治具と半導体シリコン基板との接触が点接触になり易く、シリコン基板の支持が不十分になるとともに、その接触点からシリコン基板の自重負荷によりスリップが発生する。このため、熱処理ポートに搭載された状態の熱処理治具は、その撓み変位量を100μm以下にする必要があり、さらに望ましくは、50μm以下にするのがよい。

【0050】

本発明の熱処理治具では、半導体シリコン基板と接触する面の表面粗さを1.0μm以上、100μm以下とする。本発明で規定する表面粗さは、JIS B 0601に規定する中心線平均粗さ(Ra値)で表示する。

【0051】

表面粗さが1.0μm未満になると、高温熱処理の終了後において、治具表面とシリコン基板とが接着し易くなるのに加え、前述の通り、熱処理治具と半導体シリコン基板とが接触する領域で雰囲気ガスを進入させることが困難になるからである。

【0052】

このため、表面粗さが1.0μm未満である場合には、シリカ粒やシリコンカーバイド粒を用いたブラスト処理する方法、またはマシニング装置や旋盤機などを利用したツールマークを導入する方法により、表面をある程度粗くし、最終的に表面粗さ(Ra値)を1.0μm以上にすることが必要である。

【0053】

一方、マシニングや旋盤などにより治具表面の粗さが大きくすることが可能であるが、加工時の生産性や歩留まりの問題から、表面粗さ(Ra値)はその上限を100μmとした。

【0054】

本発明の熱処理治具では、半導体シリコン基板と接触し保持する治具の外径を当該半導体シリコン基板の直径の65%以上とし、治具形状はリング構造または円板構造のいずれかである。このとき、治具外径の上限を当該半導体シリコン基板の直径の75%とするのが望ましい。また、本発明の治具構造としては、円板構造またはリング構造のいずれであっても、半導体シリコン基板を安定して支持できる構造であれば採用できる。

【0055】

本発明の熱処理治具では、治具形状がリング構造である場合には、そのリング幅が0.5mm以上とするのが望ましい。前記図4、図5に示すように、リング構造で構成することによって、シリコン基板と接触する面の面積を、円板構造で構成するよりさらに小さくすることができるので、シリコン基板と熱処理治具との接触によるスリップを防止するのに有効である。しかし、そのリング幅を0.5mm未満になると、精度よく加工できないことから、リング幅を0.5mm以上とする。

【0056】

本発明の熱処理治具では、治具形状が円板構造である場合には、その中心部に座ぐりを設け、または前記半導体シリコン基板と接触し保持する領域に凸部形状を構成するのが望ましい。座ぐりを設けたり、凸部形状を構成することにより、円板構造であっても熱容量の低減を図れるとともに、半導体シリコン基板と接触し保持する領域を適正な範囲に調整できるからである。

【 0 0 5 7 】

図6は、円板構造の熱処理治具に座ぐりを設けた構成例を示す図であり、(a)はシリコン基板より直径が大きい治具を用いる場合に治具の中央部に円筒状の座ぐり10を設けた構成であり、(b)はシリコン基板より直径が大きい治具を用いる場合に治具の中央部を球状の座ぐり10を設けた構成であり、(c)はシリコン基板より直径が小さい治具を用いる場合に治具の中央部に円筒状の座ぐり10を設けた構成であり、(d)はシリコン基板より直径が小さい治具を用いる場合に治具の中央部を球状の座ぐり10を設けた構成である。

10

【 0 0 5 8 】

いずれの座ぐり10も採用することができるが、座ぐり10が上面側に設ける場合には、座ぐり10の最大直径は当該シリコン基板の直径の65%程度にするのが望ましい。本発明の熱処理治具では、座ぐり10が上面側に設ける場合に限定されず、下面側に設ける場合でもよい。

【 0 0 5 9 】

図7は、円板構造およびリング構造の熱処理治具にシリコン基板と接触し保持する領域に凸部形状を構成する例を説明する図であり、(a)は熱処理治具の平面図を示し、(b)は円板構造の治具7aに半導体シリコン基板を搭載したX-X視野による正面断面図を示し、(c)はリング構造の治具7bに半導体シリコン基板を搭載したX-X視野による正面断面図を示している。図7に示す構成では、同心状に凸部11を設け、対象とする半導体シリコン基板8の直径の65%以上の範囲で基板裏面と接触し保持することができる。

20

【 0 0 6 0 】

凸部形状の配置は、図7に示す配置に限定されるものではなく、その他の配置も許容される。例えば、治具7aの中心から凸部11の直径を順次大きくしたり、大直径の凸部11の隙間に小直径の凸部11を設ける配置にしてもよい。

30

【 0 0 6 1 】

本発明の熱処理治具では、シリコン基板と接触し保持する領域で熱酸化膜の成長抑制を回避するため、熱処理治具の表面に雰囲気ガスの進入が促進されるように、シリコン基板と接触し保持する領域に一定間隔でスリットを設け、または領域の全面に均等に貫通孔を配置するのが望ましい。

【 0 0 6 2 】

前述の通り、シリコン基板と接触する幅が10mm程度であれば、表面粗さを1.0μm以上にすれば接触部の隙間から雰囲気ガスを進入させることが可能であり、また、シリコン基板と接触する幅が10mmを超える場合であっても、表面粗さが100μm以下の範囲内で表面を粗くすればよい。さらに望ましい態様として、接触する領域に雰囲気ガスを侵入可能にするため、スリットや貫通孔を設けることができる。

40

【 0 0 6 3 】

図8は、治具表面に雰囲気ガスを進入可能とするスリットを設けた熱処理治具を示す図である。具体的な寸法条件としては、スリット12の深さが0.2mm以上、スリット12間のピッチ間隔を1mm以上とすることを例示できる。

【 0 0 6 4 】

図9は、治具表面に雰囲気ガスを進入可能とする貫通孔を設けた熱処理治具を示す図である。貫通孔13を設ける場合には、孔直径1mm以上、孔相互間の間隔が1mm以上で均等に配置するのがよい。

【 0 0 6 5 】

50

本発明の熱処理治具では、半導体シリコン基板と接触し保持する領域の基材をシリコン材料、またはシリコンカーバイド材料で構成することができる。シリコン基板との接触領域において、両材料の硬度はシリコンと同等または軟らかいため、一層、スリップの低減を図ることができる。

【0066】

シリコン材料で構成する場合には、その表面にシリコンカーバイド(SiC)膜を堆積してもよい。高純度のSiCを用いて被膜することにより、半導体シリコン基板への汚染を減少することができる。

【実施例】

【0067】

本発明の熱処理治具による効果を確認するため、治具形状、厚さ、熱処理ポ-トに搭載された際の撓み変位量および表面粗さ(Ra値)等を種々変更した熱処理治具を作製し、前記図1に示す縦型熱処理炉の4点外周支持の熱処理ポ-トに搭載して、各熱処理時の挙動を確認した。

(実施例1)

治具の厚さの適否を確認するため、発明例No.1の治具として、直径が319mm、厚さが1.5mm、撓み変位量が40μm~60μm、および表面粗さが1.5μm~1.7μmからなるシリコンカーバイド(SiC)製の円板構造の熱処理治具を3個製作した。

【0068】

同様に、比較例No.1の治具として、直径が319mm、厚さが0.9mm、撓み変位量が50μm~80μm、および表面粗さが1.4μm~1.7μmからなるSiC製の円板構造の熱処理治具を3個製作した。

【0069】

これら熱処理治具に直径が300mmのシリコン基板を積載し、縦型熱処理炉にてアルゴンガス雰囲気下で600 から1000 まで5 /分、1200 までを3 /分で昇温し1200 で1時間保持した後、600 まで3 /分で降温させた。熱処理後のシリコン基板は魔鏡装置を用いてスリップを観察した。

【0070】

観察結果によれば、発明例No.1の治具を用いたシリコン基板の内部に薄い十字形状のスリップが発生したのに対し、比較例No.1の治具を用いたシリコン基板では、ポ-ト開口部側のポ-ト支持に対応する位置に大きなスリップが発生した。

【0071】

この結果から、熱処理ポ-トに搭載された際の撓み変位量が本発明で規定する範囲であっても、治具厚さが薄く、本発明で規定する範囲を外れる比較例No.1の治具では、大きなスリップが発生することが確認できた。

(実施例2)

発明例No.2の治具として、直径が319mm、厚さが2.0mm、撓み変位量が30μm~60μm、および表面粗さが1.5μm~2.0μmからなるSiC製の円板構造の熱処理治具を50個製作した。

【0072】

得られた発明例No.2の治具を縦型熱処理ポ-トにピッチ12mmで搭載した後、実施例1と同じ熱処理を施した。熱処理後のシリコン基板を魔鏡装置でスリップを観察した結果、殆どのシリコン基板は外周部にスリップが発生していた。

【0073】

次に、同じ発明例No.2の治具を縦型熱処理ポ-トにピッチ12mmで搭載した後、上記と同じ条件で熱処理を実施したが、1000 ~1200 の昇降温速度を1.5 /分に変更した。熱処理後のシリコン基板を観察した結果、外周部に発生していたスリップが大幅に低減していた。

【0074】

10

20

30

40

50

さらに、発明例 No. 3 の治具として、上記発明例 No. 2 の治具の中央部に 220 mm の領域に孔あけ加工を施した。得られた発明例 No. 3 の治具を縦型熱処理ポートにピッチ 12 mm で搭載した後、実施例 1 と同じ熱処理を施した。熱処理後のシリコン基板を観察した結果、殆どのシリコン基板のリング内周部であって端面に相当する領域に 4 から 12 本ほどのスリップが発生していた。

【0075】

しかし、貫通孔を施した発明例 No. 3 の治具を用いることにより、発明例 No. 2 の治具を用いる場合に比べ、シリコン基板に付加される熱応力が低減されて、スリップの発生を大幅に低減できることが確認できた。

(実施例 3)

さらに、上記実施例 2 で孔あけ加工を施した残材を用いて、下記の発明例 No. 4 ~ 6 の治具を製作した。

【0076】

まず、発明例 No. 4 の治具として、直径が 210 mm、厚さが 1.8 mm、撓み変位量が 30 μm ~ 60 μm 、および表面粗さが 2.1 μm ~ 2.3 μm からなる SiC 製の円板構造の熱処理治具を 10 個製作した。

【0077】

次に、発明例 No. 5 の治具として、直径が 210 mm、内径が 205 mm、厚さが 1.8 mm、撓み変位量が 30 μm ~ 60 μm 、および表面粗さが 2.1 μm ~ 2.2 μm からなる SiC 製のリング構造の熱処理治具を 10 個製作した。

【0078】

さらに、発明例 No. 6 の治具として、直径が 210 mm、内径が 200 mm、厚さが 1.8 mm、撓み変位量が 30 μm ~ 60 μm 、および表面粗さが 2.0 μm ~ 2.3 μm からなる SiC 製のリング構造の熱処理治具を 10 個製作した。

【0079】

これら 3 水準の発明例 No. 4 ~ 6 の治具に直径が 300 mm のシリコン基板を積載し、実施例 1 と同じ条件で熱処理を施した。熱処理後のシリコン基板を観察した結果、いずれの治具を用いたシリコン基板とも、薄いスリップが数本発生しているのみで良好な結果が得られた。

(実施例 4)

繰り返し熱処理にともなう撓み変位量の変化状況を確認するため、発明例 No. 7 の治具として、直径が 210 mm、厚さが 1.8 mm、撓み変位量が 20 μm ~ 40 μm 、および表面粗さが 2.1 μm ~ 2.3 μm からなる多結晶シリコン基材を用いた円板構造の熱処理治具を製作した。

【0080】

得られた発明例 No. 7 の治具を用いて、加熱温度が 1350、加熱時間が 10 時間の SIMOX 熱処理の条件で、シリコン基板を熱処理した。ただし、熱処理雰囲気としては、アルゴンガスに 3% 酸素を含有するガス条件で実施した。熱処理後のシリコン基板を観察した結果、スリップの発生はなく、または数本の薄いスリップが発生している程度であった。

【0081】

同じ発明例 No. 7 の治具を用いて、3 ~ 5 回の繰り返し熱処理を行うと、熱処理回数の増加にともなってスリップの発生が多くなり、最終熱処理時に熱処理ポートに搭載された際の撓み変位量は 200 μm ~ 400 μm となった。したがって、スリップの発生を防止するには、各回の熱処理毎に、熱処理ポートに搭載された状態での熱処理治具の撓み変位量が本発明に規定する範囲内であることを確認する必要がある。

【0082】

一方、治具の寿命に関しては、治具厚さを増やすことによって剛性を向上させることができるので、最大 6 mm 程度まで厚くすることによって寿命延長を図れることを確認している。

10

20

30

40

50

(実施例5)

同様に、繰り返し熱処理にともなう撓み変位量の変化状況を確認するため、発明例No. 8の治具として、実施例3で用いた発明例No. 5のリング構造の治具(直径が210mm、内径が205mm、厚さが1.8mm、撓み変位量が30 μ m~60 μ m、および表面粗さが2.1 μ m~2.2 μ m)をシリコン材料で製作した。

【0083】

次に、直径が319mm、内径が200mm、厚さが1.5mm、撓み変位量が50 μ m、および表面粗さが2.0 μ m~2.2 μ mからなるSiC製のリング構造の熱処理治具上に、得られた発明例No. 8の治具を設置した。その後、実施例4と同様に、繰り返し熱処理を施した。繰り返し熱処理後にスリップを観察したが、スリップの発生状況は良好であり、複数回の熱処理を繰り返したが顕著にスリップが多発することはなかった。

10

(実施例6)

シリコン基板での熱酸化膜の成長抑制の挙動を確認するため、前記実施例2で用いた発明例No. 2の治具(直径が319mm、厚さが2.0mm、撓み変位量が30 μ m~60 μ m、および表面粗さが1.5 μ m~2.0 μ mからなるSiC製の円板構造)の上に、前記実施例4で用いた発明例No. 7の治具(直径が210mm、厚さが1.8mm、撓み変位量が20 μ m~40 μ m、および表面粗さが2.1 μ m~2.3 μ mからなるシリコン製の円板構造)を積載した。

【0084】

同様に、実施例2で用いた発明例No. 2の治具の上に、前記実施例5で用いた発明例No. 8の治具(直径が210mm、内径が205mm、厚さが1.8mm、撓み変位量が30 μ m~60 μ m、および表面粗さが2.1 μ m~2.2 μ mからなるシリコン製のリング構造)を積載した。

20

【0085】

積載された発明例No. 7の治具(円板構造の熱処理治具)および発明例No. 8の治具(リング構造の熱処理治具)の上に、さらに外径300mmのシリコン基板を搭載し、SIMOX熱処理を行った。SIMOX熱処理の条件は実施例4と同様に、加熱温度を1350、加熱時間を10時間としたが、雰囲気は酸素50%含有とした。

【0086】

SIMOX熱処理されたシリコン基板表面に成長した酸化膜厚みを測定した結果、基板表面では熱酸化膜の厚さは約990nmであった。治具と接触していない基板裏面もその厚さは約990nmであった。

30

【0087】

しかし、発明例No. 7の治具(円板構造の熱処理治具)と接触する領域では、接触開始部から約10mmの範囲で熱酸化膜の厚さは約980nmまで減少し、シリコン基板の中央部になると、その厚さは約935nmまで減少した。一方、発明例No. 8の治具(リング構造の熱処理治具)と接触する領域では、熱酸化膜の厚さに変化が見られなかった。

(実施例7)

熱酸化膜の成長抑制を回避するには、スリットまたは貫通孔を設けることが有効であることを確認するため、発明例No. 9の治具として、直径が210mm、厚さが1.8mm、撓み変位量が40 μ m、および表面粗さが2.6 μ mのSiC製の円板構造の熱処理治具の表面に、深さ0.5mm、幅3.0mmのスリットを5.0mm間隔で加工した。

40

【0088】

同様に、発明例No. 10の治具として、直径が210mm、厚さが1.8mm、撓み変位量が40 μ m、および表面粗さが2.6 μ mのSiC製の円板構造の熱処理治具の表面に、直径3.0mmの貫通孔を7.5mm間隔で加工した。

【0089】

得られた発明例No. 9の治具と発明例No. 10の治具とを用いて、シリコン基板にSIMOX熱処理を施した。熱処理後のシリコン基板の熱酸化膜の厚さを測定の結果、発

50

明例 No. 9 の治具および発明例 No. 10 の治具を用いた場合は、シリコン基板と接触する領域においても、熱酸化膜の厚さに減少は殆ど観察されず、シリコン基板の表裏面とも約 980 nm から 990 nm の均一な膜厚であり、膜厚の変化率は 3% 未満であることが確認された。

【産業上の利用可能性】

【0090】

本発明の半導体シリコン基板用熱処理治具によれば、縦型熱処理炉の熱処理ポートに搭載された状態での熱処理治具の撓み変位量を制限するとともに、半導体シリコン基板の裏面と接触する領域での表面粗さを規定することにより、スリップの発生を有効に低減させると同時に、基板裏面における熱酸化膜の成長抑制を回避し、デバイス製造でのフォトリソ工程でデフォーカスの原因となる表面段差をなくすることができる。

10

【0091】

これにより、半導体シリコン基板の高品質を維持することができるとともに、デバイス歩留まりを大幅に向上させることが可能となり、半導体用デバイスの製造分野において、広く利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0092】

【図1】縦型熱処理炉に用いられる半導体シリコン基板用の熱処理ポートの構成例を示す図である。

【図2】治具形状が熱処理治具に発生する撓み変位量に及ぼす影響を調査した結果を示す図である。

20

【図3】供試した熱処理治具の形状および熱処理ポートに搭載した際の支持方式を示す図である。

【図4】本発明の熱処理治具の構成例を説明する図であり、(a)は支柱に支持される円板構造の治具を示し、(b)、(c)、(d)は支柱に支持されるリング構造の治具を示している。

【図5】本発明の熱処理治具の他の構成例を説明する図であり、(a)および(c)は支柱に支持される円板構造の治具を示し、(b)および(d)は支柱に支持されるリング構造の治具を示している。

【図6】円板構造の熱処理治具に座ぐりを設けた構成例を示す図であり、(a)、(c)は治具の中央部に円筒状の座ぐり10を設けた構成であり、(b)、(d)は治具の中央部を球状の座ぐり10を設けた構成である。

30

【図7】円板構造およびリング構造の熱処理治具にシリコン基板と接触し保持する領域に凸部形状を構成する例を説明する図であり、(a)は熱処理治具の平面図を示し、(b)、(c)は治具に半導体シリコン基板を搭載したX-X視野による正面断面図を示している。

【図8】治具表面に雰囲気ガスを進入可能とするスリットを設けた熱処理治具を示す図である。

【図9】治具表面に雰囲気ガスを進入可能とする貫通孔を設けた熱処理治具を示す図である。

40

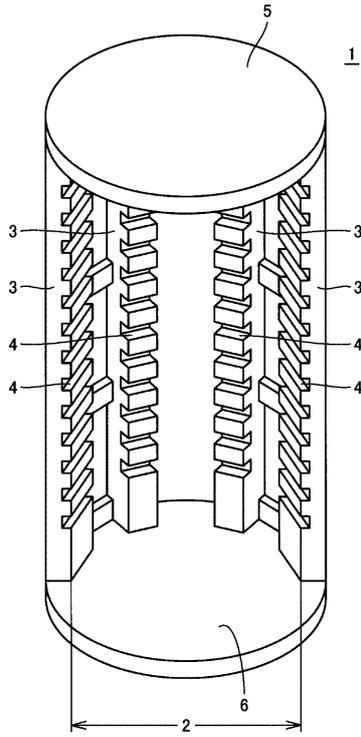
【符号の説明】

【0093】

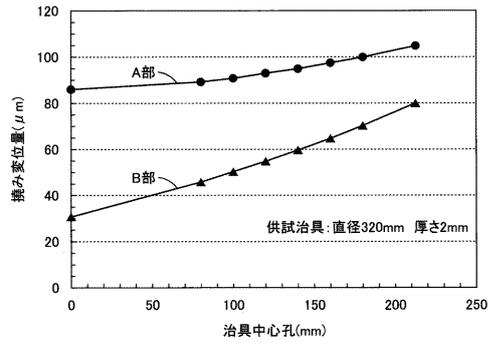
- 1：熱処理ポート、 2：開口部
 3：支柱、 4：基板支持部
 5：上部天板、 6：下部天板
 7：熱処理治具、 7a、7e：平板構造治具
 7b、7c、7d、7f：リング構造治具
 8：半導体シリコン基板、 9：リング部材
 10：座ぐり、 11：凸部
 12：スリット、 13：貫通孔

50

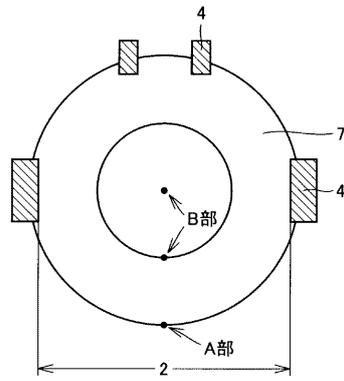
【 図 1 】



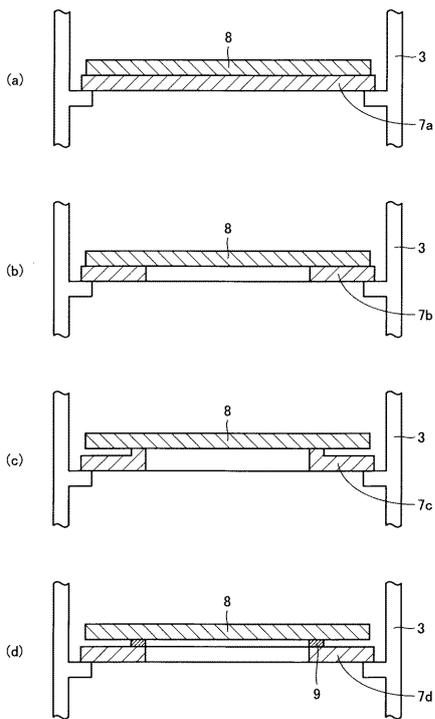
【 図 2 】



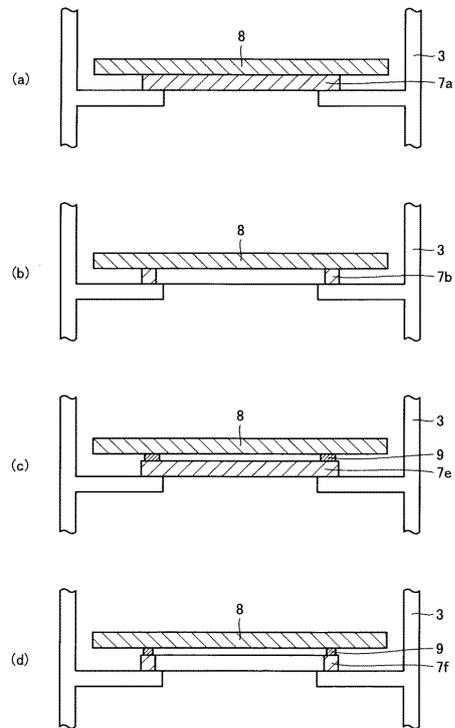
【 図 3 】



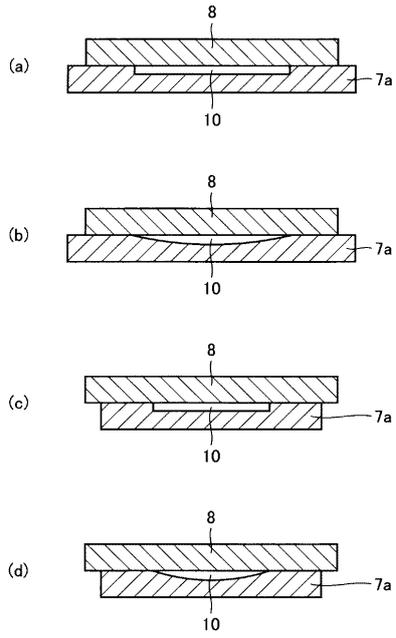
【 図 4 】



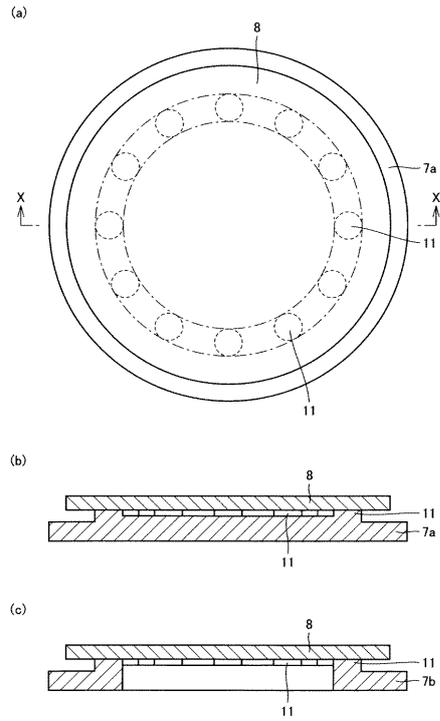
【 図 5 】



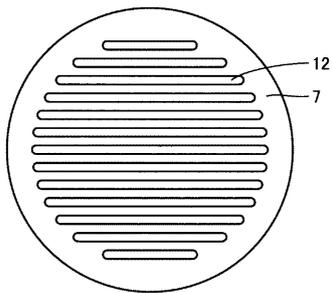
【 図 6 】



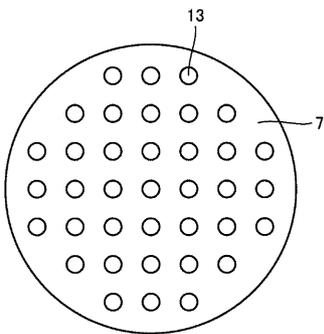
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-321543(JP,A)
特開2004-134761(JP,A)
特開平10-270369(JP,A)
特開2003-282388(JP,A)
国際公開第2005/104204(WO,A1)
国際公開第2004/090967(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/22
H01L 21/31
H01L 21/324
H01L 21/683