

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

加熱されたガス状のプロセス雰囲気を含むように構成されるプロセスチャンバを含む半導体処理装置の部品またはこれに使用するのに適している部品であって、アモルファス SiO_2 粒子から構成される熱反射コーティングが少なくとも部分的に設けられる部品。

【請求項 2】

前記部品が、動作中の前記プロセスチャンバ内部の前記加熱されたガス状の雰囲気にさらされるように構成される請求項 1 に記載の部品。

【請求項 3】

塗布される熱反射コーティングが、 0.05 mm から 2 mm の間の厚さを有する請求項 1 に記載の部品。

【請求項 4】

塗布される熱反射コーティングが、 250 nm から 2650 nm の間の電磁波波長に対して、 0.95 を超える平均反射率を有する請求項 1 に記載の部品。

【請求項 4】

前記熱反射コーティングの表面が、例えば、火炎研磨によって密封されている請求項 1 に記載の部品。

【請求項 5】

前記アモルファス SiO_2 粒子コーティングは、アレムコ (Aremco) 社の Quartz-Coat (商標) 850 またはヘレウス (Heraeus) 社のヘレウス反射コーティングである請求項 1 に記載の部品。

【請求項 6】

前記部品が、前記プロセスチャンバに少なくとも部分的に受け入れ可能なペDESTAL であって、前記ペDESTAL が、多くの熱シールドを含み、そのうちの少なくとも 1 つに、前記プロセスチャンバ内に熱を誘導するために前記熱反射コーティングが設けられる請求項 1 に記載の部品。

【請求項 7】

前記部品は、前記プロセスチャンバを少なくとも部分的に取り囲むように構成されるプロセスチューブである請求項 1 に記載の部品。

【請求項 8】

前記部品は、前記プロセスチャンバ内部に配置されるように構成されるライナーチューブである請求項 1 に記載の部品。

【請求項 9】

前記部品は、前記プロセスチャンバ内部のプロセスチューブとライナーチューブとの間に配置されるように構成される熱シールドである請求項 1 に記載の部品。

【請求項 10】

前記部品は、前記熱反射コーティングによって互いに隔てられる 2 つ以上の石英プレートの構成物である請求項 1 に記載の部品。

【請求項 11】

前記部品は、前記プロセスチャンバ内部に配置されるように構成されるガス注入器である請求項 1 に記載の部品。

【請求項 12】

加熱されたガス状のプロセス雰囲気を含むように構成されるプロセスチャンバと、先行する特許請求の範囲のいずれか 1 項に記載の 1 つ以上の部品と、を含む半導体処理装置。

【請求項 13】

半導体処理装置の構成要素を処理する方法、ただし前記装置が、加熱されたプロセスガスを使用し、前記構成要素が、動作中に、前記加熱されたプロセスガスにさらされる方法であって、

前記構成要素の表面にアモルファス SiO_2 粒子から構成されるコーティングを少なくとも部分的に設けるステップ、

10

20

30

40

50

を含む方法。

【請求項 14】

前記反射コーティングの表面が、火炎研磨によって密封される請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

塗布されるコーティングが、250nmから2650nmの間の電磁波波長に対して0.95以上の平均反射率を有する請求項 13 に記載の方法。

【請求項 16】

前記アモルファスSiO₂粒子コーティングは、アレムコ(Aremco)社のQuartz-Coat(商標)850またはヘレウス(Heraeus)社のヘレウス反射コーティングである請求項 13 ~ 15 のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、半導体処理分野を対象としており、さらに詳細には、改善された熱特性を具えた装置およびその装置を提供する方法を対象としている。

【背景技術】

【0002】

基板上に膜を付着させる化学蒸着装置などの半導体処理装置は、基板が受ける処理の性質によって必然的に高い内部温度で動作することもある。一般に、このような熱集約型のプロセスは、高い雰囲気温度を持続することが可能なプロセスチャンバ内で実施される。実際には、プロセスチャンバの内部からその外部に熱が漏れるのを防ぐのは容易ではないことが分かる。さらに、プロセスチャンバ自体は、動作中に様々な温度に保持されるのが好ましい機械構成要素を含むこともある。したがって、熱管理は、優れたプロセスチャンバ設計のための重要な側面である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2008 / 0075949 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

高断熱性材料が熱流を制御または遮断するために使用可能であるが、その多くは半導体処理環境における使用に適していない。それにもかかわらず、この目的に向けた試みがなされることもある。例えば、断熱性材料は、大気と直接接触するのを防ぐように、透明な石英ガラスの(envelope)の中のプロセスチャンバ内に配置されてもよい。残念ながら、エンベロープは高温にさらされると、エンベロープの中のガスが膨張することによって破裂する危険性がある。このような破裂の危険は、膨張するガスを開放することができるいわゆる抜き穴(bleeding hole)をエンベロープに設けることによって避けることもできる。しかしながら、ほとんどの断熱性材料には強いガス放出性があるため、放出されたガスは、プロセスチャンバの制御された環境の中で存在することが望ましくないパーティクル(particle)を含むという意味で汚染されている。汚染ガスは実際の処理領域から隔離されていなければならないので、特に低い圧力環境では、エンベロープから汚染ガスが放出されると問題となる。あるいは、エンベロープは、破裂を防ぐために真空にして完全に密封されてもよい。しかしながら、多くの断熱性材料には前述のようなガス放出性があるため、さらにエンベロープが何度も熱サイクルを受けることによってリークを起こすことがある危険性を考慮すると、この解決策も避けた方がよい。

【0005】

したがって、本発明は、改善された熱特性を有する半導体処理装置を提供すること、お

よびその提供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】

【0006】

本発明の一形態は、加熱されたガス状のプロセス雰囲気を含むように構成されるプロセスチャンバを含む半導体処理装置の部品またはこれに用いるのに適している部品を提供する。この部品は、アモルファス SiO_2 粒子から構成される熱反射コーティングが少なくとも部分的に設けられる。さらに、本発明は、前記部品のうちの1つ以上を含む半導体処理装置も提供する。

【0007】

本発明の別の形態は、半導体処理装置の構成要素、ただし前記装置は加熱されたプロセスガスを使用し、前記構成要素は動作中に加熱されたプロセスガスにさらされる、半導体処理装置の構成要素の処理方法を提供する。この方法は、構成要素の表面にアモルファス SiO_2 粒子から構成されるコーティングを少なくとも部分的に設けるステップを含む。さらに、この方法は、例えば、火炎研磨によって塗布されたコーティングの表面を密封するステップも含む。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、改善された熱特性を有する半導体処理装置を提供すること、およびその提供方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】熱特性を改善する1つ以上の対策が設けられる半導体処理装置を示す側断面図である。

【図2】熱特性を改善する1つ以上の対策が設けられる半導体処理装置を示す側断面図である。

【図3】熱特性を改善する1つ以上の対策が設けられる半導体処理装置を示す側断面図である。

【図4】熱特性を改善する1つ以上の対策が設けられる半導体処理装置を示す側断面図である。

【図5】図1の半導体処理装置とともに用いられるペDESTAL (pedestal) を示す概略図である。

【図6】図1の半導体処理装置とともに用いられるペDESTALを示す概略図である。

【図7】図1～図4に示される化学蒸着装置などの半導体処理装置で用いられる反射プレート2つの有利な実施形態を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明は、本発明を図示するが限定しないものとする添付図面と合わせて、本発明の特定の実施形態についての以下の詳細な説明から一層完全に理解されるであろう。

【0011】

図面では、同一または同様な装置、部品、空間、方向などは、同じ参照符号によって示されるものとする。さらに、分かり易くするため、対象物が1つ以上の先行する図面で既に特定されている場合には、幾つかの図面の参照番号は省略されるものとする。

【0012】

本開示による半導体処理装置では、1つ以上の機械部品が、優れた反射特性を有するコーティングで処理されている。このコーティングは、アモルファス SiO_2 、好ましくは、特定の粒子サイズおよび粒子サイズ分布を有する粉碎された石英材料から構成される。粒子によって、コーティングの反射率は、 $3\mu\text{m}$ の波長を有する赤外線熱放射に対して最大で0.95と驚くほど高くなる。石英材料は、半導体処理に適合しており、例えば、化学蒸着反応炉に使用しても問題ない。このような反応炉の表面仕様に適合させるため、さらに多孔質コーティングのガス放出および/またはパーティクルの放出の危険性を低減す

10

20

30

40

50

るために、コーティングの表面は密封されてもよい。例えば、表面を軽く火炎研磨することによってこれを行うこともできる。軽い火炎研磨であればコーティングの反射特性に影響を及ぼさないことが分かった。

【0013】

本発明を実施するために使用することもできる市販のコーティングは、米国のニューヨーク州にあるアテムコプロダクツ社 (Aremco Products Inc.) によって供給される Quartz-Coat (商標) 850 である。代替の市販のコーティングは、ドイツのハーナウ (Hanau) にあるヘレウスクォーツグラス社 (Heraeus Quarzglas GmbH & Co. KG) によって供給されるヘレウス反射コーティング (Heraeus Reflective Coating) である。コーティング材料は、アモルファス SiO_2 のスラリー (slurry) および水分である。 SiO_2 粒子は、 SiO_2 開始粒子の湿式粉碎 (wet milling) によって形成することもできる。コーティングされる部分にスラリーを塗布した後、スラリーを乾燥させて水分を除去してから高温で硬化させる (例えば、特許文献 1 を参照)。

10

【0014】

熱反射コーティングは、様々な厚さで塗布することもできる。実験では、0.8 mm 以上の厚さで 250 nm ~ 2650 nm の範囲の電磁波波長に対し 0.95 の平均反射率が得られることが示された。もっと薄い厚さを使用して反射率がそれより低い反射コーティングを得ることもできる。例えば、0.3 mm の厚さでは、約 0.85 の反射率となる。コーティングの厚さは、その目的に応じて変えることができるが、典型的には 0.05 m

20

【0015】

以下に、半導体処理装置における熱反射表面密封型ガラスセラミックコーティングの多くの具体的な適用について説明する。

【0016】

図 1 は、縦型化学蒸着装置 100 の側断面図を概略的に示す。この装置は、その底部側が開口しているプロセスチューブ 101 によって外形が主に定義されるプロセスチャンバ 109 と、プロセスチューブ 101 の開口した底部が着脱可能に受け入れるペDESTAL 103 とを含む。ペDESTAL 103 は、ウェハポート (図示せず) を支持しており、ペDESTAL 103 は、ドアプレート 105 によって支持されている。プロセスチャンバ 109 は、加熱コイル (詳細には図示せず) などの加熱要素 108、および断熱性材料 (図示せず) によって取り囲まれている。プロセスチャンバ 109 の内部には、反応空間の限界を定めるライナー 106、すなわち使用時に処理されるウェハを含むプロセスチャンバの中核部が設けられてもよい。プロセスガスおよびパージガスは、ガス供給口 111 を通って反応空間内に導入されてもよく、ライナー 106 とプロセスチューブ 101 との間の隙間 113 を経て真空排気口 112 を通してプロセスチャンバ 109 から排気されてもよい。プロセスチューブ 101 は、フランジ 110 上で支持されている。プロセスチューブ 101 が気密性を保つ形で確実に密封されるように、反応炉 100 の下部のプロセスチューブ 101 とフランジ 110 とドアプレート 105 との間に幾つかのエラストマのリング 120 を使用してもよい。エラストマのリングおよび V シールなどの他のシールの信頼性は、高温に繰り返しまたは継続的にさらされると悪化することもあるので、反応炉 100 の下部は、プロセスチャンバ 109 の中央部の温度より低い温度に保つのが好ましい。

30

40

【0017】

ペDESTAL 103 の主な目的は、使用時に加熱されたガス状雰囲気を含むプロセスチャンバ 109 と反応炉 100 の下部の環境との間の断熱を提供することである。さらに、反応炉の下部に存在するすべてのリング、V シールなどの温度を降下させるのに役立つ。そのために、ペDESTAL 103 は、水平方向で垂直に積層される多くのディスク状熱シールド 104、104'、104'' などを含む。熱シールドが多いほど断熱レベルは向上するが、実際には、反応炉 100 内の空間が相対的に足りなくなることによって、使用してもよいシールドの数は制限される。

50

【0018】

したがって、熱シールド104、104'、104''などに、アモルファス SiO_2 粒子から構成される熱反射コーティングを設けることが提案される。コーティングされた熱シールド104、104'などを含むペDESTAL103は、改善された断熱性を合わせ持つ。パーティクル発生の危険性を排除するため、コーティングは火災研磨されてその表面を密封することもできる。反応炉100の下方領域に存在するすべてのリングまたはVシールドは、寿命および信頼性が向上する。さらに、ペDESTAL103は、反応炉の直径が増大するに伴って増加する反応炉の下部に対する熱負荷の一部を弱めることができるので、さらに大口径(450mm)のウェハ反応炉を可能にすることもできる。さらに、ペDESTAL103は、低圧および大気圧化学蒸着装置と大気酸化/拡散装置との両方で使用することもできる。

10

【0019】

図2は、図1の半導体処理装置100の別の表現を示す。図2では、前述のペDESTAL103は簡単にするために省略されている。

【0020】

本発明の一実施形態では、熱反射 SiO_2 粒子コーティングは、ライナー106の下部203に塗布される。コーティングは、ライナー106の下部の内面、外面および底面のうちの1つ以上に設けられてもよい。内面および外面のコーティングは、順にリング120を収容するフランジ110、プロセスチューブフランジ202およびドアプレート105を含む反応炉100の下部方向に向かう加熱要素108からの赤外線放射204、204'、204''を反射する。透明石英ガラスから構成することもできるライナーチューブ106にこのようなコーティングを設けることは、短いライナーを使用してその下端に不透明な石英部を溶接することよりも簡単でより経済的である。ライナー106の下部の底面へのコーティングは、ライナー本体を通して伝播される熱放射が底面に当たるとすぐにこれを部分的に反射するため、熱放射がリングに達することも防ぐ。

20

【0021】

別の実施形態では、プロセスチューブ101の上部205は、アモルファス SiO_2 粒子から構成される熱反射コーティングが設けられてもよい。反応炉の上部を通る熱損失を低減するのに役立つように、プロセスチューブの上部205の内側、外側または両側にコーティングが塗布されてもよい。任意で、さらに従来の断熱を上部205の外側に設けてもよい。反応炉の上部を通る熱流束を十分に小さくすることができる場合には、反応炉の上部/中央部の別々の加熱領域は不必要としてもよい。

30

【0022】

本発明のさらに別の実施形態では、コーティングされた熱シールド206をライナー106とプロセスチューブ101との間に配置して、2つの要素の間の放射熱流束および重要なリング領域に向かう熱流を低減してもよい。描かれる熱シールド206(分かり易くするために左側のみ図示される)は水平方向に延在し、積層またはスタガ配置(staggering arrangement)で取り付けられてもよい。ライナー106とプロセスチューブ101との間の空間に取り付けられる熱シールドは、ガスの流出を阻害する可能性があるので、真空排気口112に接続される真空ポンプで適切に処理することができない圧力低下を引き起こすような位置に配置しないように注意する必要がある。

40

【0023】

不必要な圧力低下を避けるため、コーティングされたシールドは、図3に示されるシールド301、301'などのように垂直方向に配置されるのが好ましい。さらに、前記シールド301、301'などは、ライナー106とプロセスチューブ101との間の環状空間にも配置され、構造を支持するためのシリンダジャケット302に接続される。シールドは、垂直方向にすることで重要なリング領域からプロセスチャンバ109およびそれを取り囲む加熱要素108を見る角度を効果的に小さくする。同様な効果は、異なる形状、例えば、直線ではなく曲線を有するシールドを用いて達成することもできることに留意すべきである。代替の実施形態では、シールド301、301'などは、ライナー106

50

またはプロセスチューブ 101 に装着されてもよい。

【0024】

図4は、プロセスチャンバ109のライナーチューブ106の内側に設けられるガス注入器401が追加された、図1の縦型蒸着装置を概略的に示す。ガス注入器401は、ほぼ反応領域403の高さに亘り垂直方向に延在し、複数のガス注入孔402を含む。ガス注入器401は、ガス供給口111に接続される供給端を有し、プロセスガスおよび/またはパージガスを反応領域403内に導入する。ライナー106とプロセスチューブ109との間の隙間113を経て真空排気口112を通してプロセスチャンバ109から前記ガスを排気することもできる。

【0025】

反応領域403に対向するガス注入器401の外表面の一部は、熱反射アモルファスSiO₂粒子コーティングが設けられてもよい。コーティングによって生じる拡散反射は、反応炉の下部のガスを加熱するのに役立つこともできる。あるいは、ガス注入器401の外表面領域を完全にコーティングして、注入器が過熱するのを防ぐこともできる。完全にコーティングされたガス注入器401に当たる熱放射は反射され、注入器内へ未使用ガスを供給することには冷却効果がある。注入器401内の温度をプロセスチャンバ109内の温度より僅かに低くすることは、プロセスガスの早期の熱分解を防ぐ点で有効となり得る。任意で、追加の別の閉ループ冷却ガス管を注入器401内に設けてもよい。

【0026】

図5は、多くの水平方向の熱シールド104、104'などを含むペDESTAL 103を概略的に示す。熱シールドは石英で構成される3本以上の脚部501によって支持される。脚部のうちの2本が図5に概略的に示される。脚部501の最下部をコーティングして、ドアプレート105(図5参照)などのペDESTALを支持する下部構造への「赤外光導管(infrared light piping)」による熱伝導を防ぐこともできる。

【0027】

図6は、断熱性材料の本体601を有する代替型のペDESTALを概略的に示す。一般に、このようなペDESTALには不透明な石英のエンベロープ602が設けられる。本発明の一実施形態では、エンベロープ602は、透明な石英ガラスから構成され、エンベロープの内側および外側のうちの少なくとも1つにアモルファスSiO₂粒子のコーティングが設けられる。

【0028】

図7は、半導体処理装置で使用される反射プレート701、703の2つの有利な実施形態を概略的に示す。例えば、プレート701、703は、図1~図4に示される化学蒸着装置のペDESTAL 103の熱シールドとして使用されてもよい。(A)で示される第1の実施形態では、反射プレート701は、主要な表面領域を有する一方の側面702上に熱反射表面密封型ガラスセラミックコーティングが設けられる。(B)で示される第2の実施形態では、プレート703は、その主要な面704、705の両方に熱反射コーティングが設けられる。後の実施形態では、コーティングは、両方の側面704、705で同じ厚さを必ずしも有するとは限らない。前述のように、プレート703がペDESTAL 103に使用される場合、例えば、そのプロセスチャンバに面する側には、0.95の平均反射率に対応する厚さを有するコーティングが設けられてもよく、そのドアプレートに面する側には、0.20から0.80の間の反射率に対応する厚さを有するコーティングが設けられてもよい。実施形態AおよびBでは、反射プレート701、703の本体は、不透明または透明な石英ガラス材料から構成されてもよい。

【0029】

一実施形態では、コーティングの表面は密封されてもよい。コーティング自体は、ランプの反射体などの通常の使用に対しては既に相対的にガスの放出も汚染もない状態であるが、半導体処理装置のプロセスチャンバ内部でガスの放出およびパーティクルの発生がないことに対する非常に厳しい要求には依然として適合していないこともある。コーティン

10

20

30

40

50

グを密封することは、このような厳しい要求に応えるのに役立つ。例えば、表面を軽く火炎研磨することによってこれを行ってもよい。軽い火炎研磨は、コーティングの反射特性に影響を及ぼさないことが分かった。

【0030】

別の実施形態では、反射 SiO_2 粒子コーティングが設けられる反射プレート上に石英プレートが配置され、石英プレートは密封係合状態で反射プレートのコーティングされた側面に接触してもよい。そのために、横方向の寸法が等しい2枚のプレートの縁部は、ともに火炎研磨または溶接されてもよい。このようにして、熱反射コーティングを2つの石英プレートの間に挟み、ガスが放出するどんな潜在的危険性も避けるようにする。

【0031】

一実施形態では、機械部品が部分的にコーティングされてもよい。例えば、局所的に低温箇所または高温箇所が反応炉の中に存在する場合、部品を部分的にコーティングして所望の熱的改善を達成することもできる。コーティングの反射率は、コーティングの厚さを調整することによって調整することができるが、反射率を調整する別の方法は、コーティングの厚さは一定の値に維持しながら、表面を部分的に覆うようなパターンのコーティングを設けて表面の残りの部分はコーティングしないまま残しておくことである。

【0032】

本発明の説明に役立つ実施形態が、添付図面を参照しながらより詳細に説明されたが、本発明はこれらの実施形態に限定されないことが理解されるべきである。請求項の範囲に定義されるような本発明の範囲または趣旨から逸脱することなしに、様々な変更または改変が当業者によって行われてもよい。したがって、本明細書において「一実施形態 ("one embodiment" or "an embodiment")」に言及しているのは、その実施形態に関して説明される特定の機能、構造、または特徴が、少なくとも一実施形態に含まれることを意味する。したがって、本明細書において様々な箇所に「一実施形態では ("in one embodiment" or "in an embodiment")」という語句が現れるが、これは、必ずしもすべてが同じ実施形態を参照しているわけではない。さらに、特定の機能、構造、または特徴は、1つ以上の実施形態において任意の適切な方法で組み合わせることもできる。

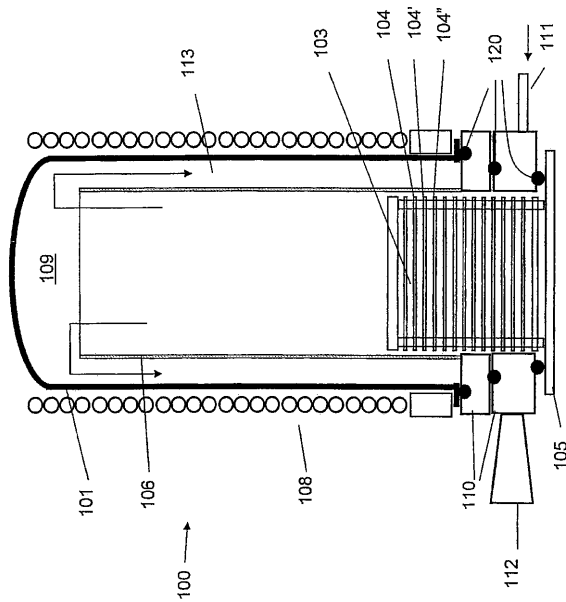
【符号の説明】

【0033】

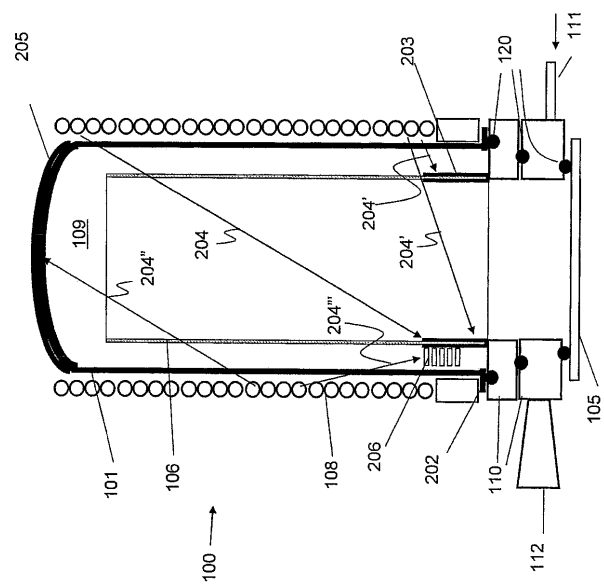
- 100 縦型化学蒸着装置
- 101 プロセスチューブ
- 103 ベDESTAL
- 104、104'、104" ディスク状熱シールド
- 105 ドアプレート
- 106 ライナーチューブ
- 108 加熱要素
- 109 プロセスチャンバ
- 110 フランジ
- 111 ガス供給口
- 112 真空排気口
- 113 隙間
- 120 Oリング
- 202 プロセスチューブフランジ
- 203 下部
- 204、204'、204"、204"' 赤外線放射
- 205 上部
- 206 熱シールド
- 301、301' シールド
- 302 シリンダジャケット

- 4 0 1 ガス注入器
- 4 0 2 ガス注入孔
- 4 0 3 反応領域
- 5 0 1 脚部
- 6 0 1 本体
- 6 0 2 エンベロープ
- 7 0 1、7 0 3 反射プレート
- 7 0 2 側面
- 7 0 4、7 0 5 主要な面

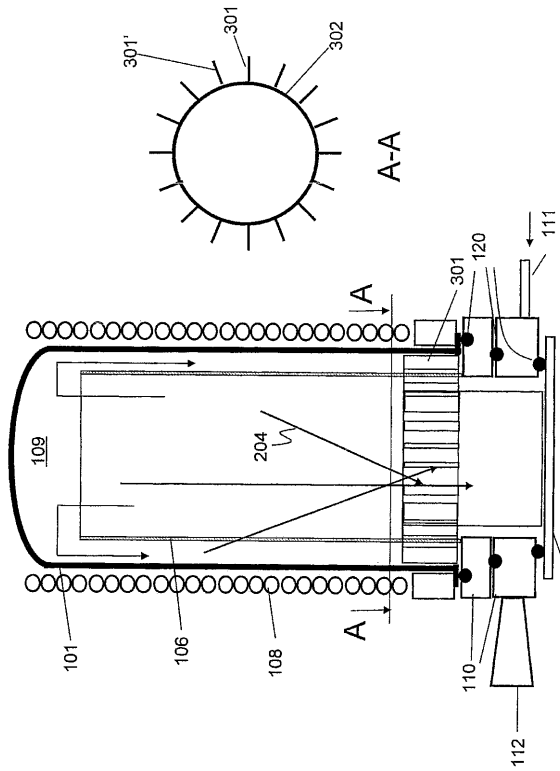
【 図 1 】



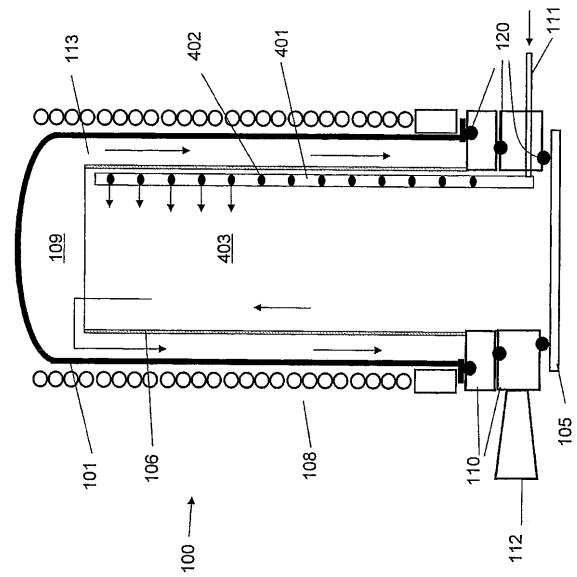
【 図 2 】



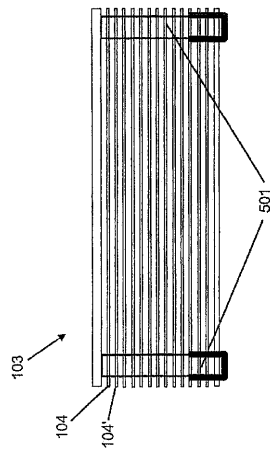
【 図 3 】



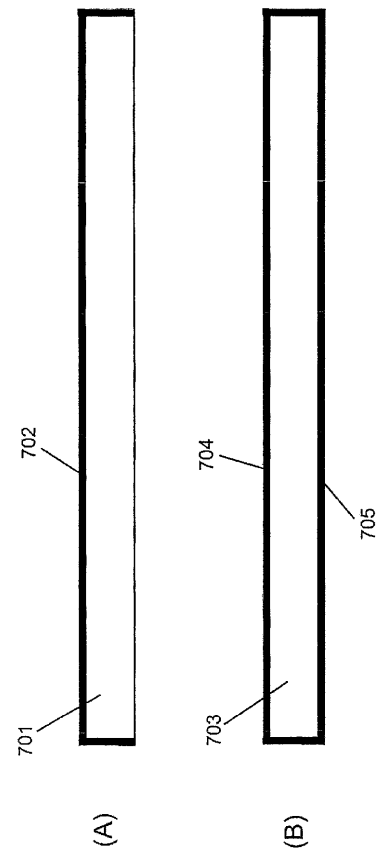
【 図 4 】



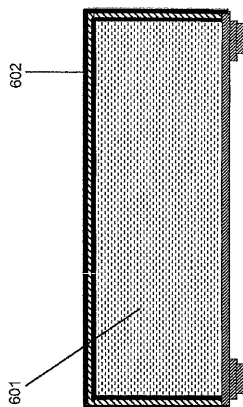
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】



【手続補正書】

【提出日】平成21年8月11日(2009.8.11)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

加熱されたガス状のプロセス雰囲気を含むように構成されるプロセスチャンバを含む半導体処理装置の部品またはこれに使用するのに適している部品であって、アモルファス SiO_2 粒子から構成される熱反射コーティングが少なくとも部分的に設けられる部品。

【請求項 2】

前記部品が、動作中の前記プロセスチャンバ内部の前記加熱されたガス状の雰囲気にさらされるように構成される請求項 1 に記載の部品。

【請求項 3】

塗布される熱反射コーティングが、 0.05 mm から 2 mm の間の厚さを有する請求項 1 に記載の部品。

【請求項 4】

塗布される熱反射コーティングが、 250 nm から 2650 nm の間の電磁波波長に対して、 0.95 を超える平均反射率を有する請求項 1 に記載の部品。

【請求項 5】

前記熱反射コーティングの表面が、例えば、火炎研磨によって密封されている請求項 1 に記載の部品。

【請求項 6】

前記アモルファス SiO_2 粒子コーティングは、アレムコ (Aremco) 社の Quartz-Coat (登録商標) 850 またはヘレウス (Hereaus) 社のヘレウス反射コーティングである請求項 1 に記載の部品。

【請求項 7】

前記部品が、前記プロセスチャンバに少なくとも部分的に受け入れ可能なペDESTALであって、前記ペDESTALが、多くの熱シールドを含み、そのうちの少なくとも 1 つに、前記プロセスチャンバ内に熱を誘導するために前記熱反射コーティングが設けられる請求項 1 に記載の部品。

【請求項 8】

前記部品は、前記プロセスチャンバを少なくとも部分的に取り囲むように構成されるプロセスチューブである請求項 1 に記載の部品。

【請求項 9】

前記部品は、前記プロセスチャンバ内部に配置されるように構成されるライナーチューブである請求項 1 に記載の部品。

【請求項 10】

前記部品は、前記プロセスチャンバ内部のプロセスチューブとライナーチューブとの間に配置されるように構成される熱シールドである請求項 1 に記載の部品。

【請求項 11】

前記部品は、前記熱反射コーティングによって互いに隔てられる 2 つ以上の石英プレートの構成物である請求項 1 に記載の部品。

【請求項 12】

前記部品は、前記プロセスチャンバ内部に配置されるように構成されるガス注入器である請求項 1 に記載の部品。

【請求項 13】

加熱されたガス状のプロセス雰囲気を含むように構成されるプロセスチャンバと、先行

する請求項のいずれか 1 項に記載の 1 つ以上の部品と、を含む半導体処理装置。

【請求項 14】

半導体処理装置の構成要素を処理する方法、ただし前記装置が、加熱されたプロセスガスを使用し、前記構成要素が、動作中に、前記加熱されたプロセスガスにさらされる方法であって、

前記構成要素の表面にアモルファス SiO_2 粒子から構成されるコーティングを少なくとも部分的に設けるステップ、

を含む方法。

【請求項 15】

前記反射コーティングの表面が、火炎研磨によって密封される請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

塗布されるコーティングが、 250 nm から 2650 nm の間の電磁波波長に対して 0.95 以上の平均反射率を有する請求項 14 に記載の方法。

【請求項 17】

前記アモルファス SiO_2 粒子コーティングは、アレムコ (Aremco) 社の Quartz-Coat (登録商標) 850 またはヘレウス (Hereaus) 社のヘレウス反射コーティングである請求項 14 ~ 16 のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

フロントページの続き

(72)発明者 デ リデール, クリスティアヌス ヘラルドゥス マリア
オランダ国 3 8 2 8 ベーカー ホークラント エスドールンラーン 1 9
Fターム(参考) 4K030 CA04 CA12 FA10 GA07 KA08 KA47 LA15
5F045 AA06 AA20 AF01 BB14 DP19 DQ05 EB03

【 外国語明細書 】

Title: Semiconductor processing apparatus with improved thermal characteristics and method for providing the same

Technical field

The present disclosure is directed to the field of semiconductor processing, and more in particular, to an apparatus with improved thermal characteristics and a method for providing the same.

5

Background

A semiconductor processing apparatus, such as a chemical vapor deposition apparatus for depositing films onto a substrate, may necessarily operate at a high internal temperature due to the nature of the process that the substrate is subjected to. Such a heat-intensive process is typically performed in a process chamber which is capable of sustaining a high ambient temperature. In practice, it proves difficult to prevent heat from leaking from the inside to the outside of the process chamber. Furthermore, the process chamber itself may contain mechanical components that are preferably kept at different temperatures during operation. Heat management is therefore a key aspect of good process chamber design.

Though highly insulating materials are available to control or block heat flow, many of them are not fit for use in a semiconductor processing environment. Nevertheless, attempts to this end may be made. The insulating materials may, for example, be disposed inside a process chamber within an envelope of clear fused quartz to shield them from direct contact with the atmosphere. Unfortunately, due to expanding gases inside the envelope, it is at risk of exploding when subjected to high temperatures. This risk of explosion may be avoided by providing the envelope with a so-called bleeding hole to allow for the release of the expanding gases. Because of the strongly outgassing nature of most insulating materials, however, the emitted gases are

20
25

dirty in the sense that they contain particles whose presence in the controlled environment of a processing chamber is undesirable. Especially in low pressure environments, the release of polluting gases from the envelope gives rise to complications as they must be kept separated from the actual
5 processing area. Alternatively, the envelope may be evacuated and sealed completely to prevent it from exploding. However, due to the aforesaid outgassing nature of many insulating materials, and given the risk that the envelope may develop leaks as a result of being subjected to frequent thermal cycles, this solution is better avoided as well.

10 It is therefore an object of the invention to provide a semiconductor processing apparatus with improved thermal characteristics, and to provide a method for providing the same.

Summary of the invention

15 One aspect of the invention provides a part of, or adapted for use in, a semiconductor processing apparatus comprising a process chamber that is configured to contain a heated, gaseous process atmosphere. The part is at least partly provided with a heat reflective coating made of amorphous SiO₂ powder. The invention also provides a semiconductor processing apparatus
20 comprising one or more of said parts.

Another aspect of the invention provides a method for treating a component of a semiconductor processing apparatus, said apparatus utilizing heated process gases and said component – during operation – being exposed to the heated process gases. The method comprises at least partly providing a
25 surface of the component with a coating made of amorphous SiO₂ powder. The method may also comprise sealing a surface of the applied coating, for example by flame polishing.

The invention will be more fully understood from the following detailed description of certain embodiments of the invention, taken together

with the accompanying drawings, which are meant to illustrate and not to limit the invention.

Brief description of the drawings

5 Fig. 1-4 show, schematically, a cross-sectional side view of the semiconductor processing apparatus, provided with one or more measures that improve its thermal characteristics;

 Fig. 5-6 show, schematically, a pedestal for use with the semiconductor processing apparatus of Fig. 1; and

10 Fig. 7 schematically illustrates two advantageous embodiments of a reflective plate for use in a semiconductor processing apparatus, such as the chemical vapor deposition apparatus shown in Fig. 1-4.

 In the drawings, the same or similar devices, parts, spaces, orientations
15 etc. may have been indicated by the same reference numeral. Furthermore, for reasons of clarity, reference numerals in some figures may have been omitted when the object of interest is already identified in one or more preceding figures.

20 Detailed description of the invention

 In a semiconductor processing apparatus according to the present disclosure, one or more mechanical parts have been treated with a coating having excellent reflective properties. The coating consists of amorphous SiO₂ powder, preferably grinded quartz material with a certain grain size and grain
25 size distribution. As a result of the grains, the reflectivity of the coating is surprisingly high, up to 0.95 for infrared heat radiation with a wave length of 3 μm. The quartz material is compatible with semiconductor processing and is allowable in for example chemical vapor deposition reactors. To meet the surface specifications in such reactors, and to reduce the risk of outgassing of
30 the porous coating and/or the release of particles, the surface of the coating

may be sealed. This may, for example, be done by lightly flame polishing the surface. It was found that a light flame polish does not influence the reflective properties of the coating.

A commercially available coating that may be used to practice the invention is Quartz-Coat™ 850, supplied by Aremco Products Inc., located in New York, USA. An alternative commercially available coating is Hereus Quartz Coat supplied by Hereus Quartzglass GmbH & Co. KG, Hanau, Germany. The coating material is a slurry of amorphous SiO₂ powder and water. The SiO₂ powder may be formed by wet milling of SiO₂ starting grains. After applying the slurry on the part to be coated, the slurry must be dried to remove the water and then cured at high temperature, see e.g. US Patent Application Publication No. 2008/0075949.

A heat reflective coating may be applied in various thicknesses. Experiments have shown that thicknesses of 0.8 mm and above provide an average reflectivity of ≥ 0.95 for electromagnetic wave lengths in the range 250-2650 nm. Smaller thicknesses may be used to obtain less than maximally reflective coatings. A thickness of 0.3 mm, for example, amounts to a reflectivity of approximately 0.85. The thickness of the coating can be adapted depending on its purpose and is typically in a range between 0.05 mm to 2 mm and more preferably in a range between 0.1 and 1 mm.

Below, a number of specific applications of a heat reflective, surface-sealed glass-ceramic coating in a semiconductor processing apparatus will be discussed.

Fig. 1 shows, schematically, a cross-sectional side view of a vertical chemical vapor deposition apparatus 100. The apparatus comprises a process chamber 109, the contours of which are defined primarily by a process tube 101, which is open-ended at its bottom side, and a pedestal 103, that is removably received by the open-ended bottom part of the process tube 101. The pedestal 103 supports a wafer boat, not shown, whereas pedestal 103 is supported by a door plate 105. Process chamber 109 is surrounded by heating

elements 108, such as heating coils (not shown in detail) and by insulating material, not shown. Inside process chamber 109 a liner 106 delimiting the outer perimeter of the reaction space – i.e. the core of the process chamber that, in use, contains the wafers to be processed – may be provided. Process
5 gases and purge gas may be introduced into the reaction space through a gas feed 111, and may be exhausted from process chamber 109 via a gap 113 between liner 106 and process tube 101 through vacuum exhaust 112.

Process tube 101 is supported on flanges 110. To ensure that process tube 101 is sealed in a gas-tight manner, several elastomeric O-rings 120 may be used
10 in the lower part of reactor 100 between process tube 101, flanges 110 and door plate 105. As the reliability of elastomeric O-rings and other seals, such as V-seals, may diminish when subjected frequently or continuously to high temperatures, the lower part of reactor 100 is preferably kept at a lower temperature than that present in the central part of reaction chamber 109.

15 It is the pedestal's 103 primary purpose to provide thermal insulation between the process chamber 109, which in use contains a heated gaseous atmosphere, and the lower surroundings of reactor 100. In addition, it serves to reduce the temperature of any O-rings, V-seals, etc. present in the lower part of the reactor. To this end, pedestal 103 contains a number of disc shaped
20 heat shields 104, 104', 104'', etc., stacked vertically in a horizontal orientation. Though more heat shields do provide a higher degree of insulation, the relative scarcity of space inside reactor 100 practically limits the number of shields that may be used.

It is therefore suggested to provide the heat shields 104, 104', 104'', etc.
25 with the heat reflective, coating made of amorphous SiO_2 powder. A pedestal 103 including coated heat shields 104, 104', etc. combines improved insulation. The coating may be flame polished to seal its surface in order to eliminate particle risks. Any O-rings or V-seals present in the lower area of reactor 100 will see an increase in lifetime and reliability. Furthermore, pedestal 103 may
30 allow for larger diameter (≥ 450 mm) wafer reactors, as it is capable of

offsetting part of the increased heat load to the lower section of the reactor that accompanies an increase in reactor diameter. Also, the pedestal 103 may be used in both low pressure and atmospheric pressure chemical vapor deposition apparatus and in atmospheric oxidation / diffusion apparatus.

5 Fig. 2 shows another representation of semiconductor processing apparatus 100 of Fig. 1. In Fig. 2, pedestal 103 described above is omitted for simplicity.

 In an embodiment of the invention, the heat reflective SiO_2 powder coating is applied to a lower portion 203 of liner 106. The coating may be
10 provided on one or more of the inner surface, the outer surface and the bottom surface of the lower part of liner 106. A coating on the inner and outer surfaces reflects infrared radiation 204, 204', 204'' from the heating elements 108, directed at the lower section of reactor 100 that includes flanges 110, process tube flange 202 and door plate 105, which in turn enclose the O-rings 120.
15 Providing such a coating on a liner tube 106, which may be made of clear fused quartz, is simpler and more economical than using a shorter liner and welding an opaque quartz section onto its lower end. A coating on the bottom surface of the lower part of liner 106 partly reflects heat radiation that is propagated through the body of the liner as soon as it hits the bottom surface, and thus
20 prevents it from reaching the O-rings as well.

 In another embodiment, top section 205 of process tube 101 may be provided with the heat reflective coating made of amorphous SiO_2 powder. The coating may be applied to the inside, the outside, or both sides of top section 205 of the process tube to aid in diminishing the heat loss through the top of
25 the reactor. Optionally, traditional insulation may be provided at the outside of top section 205 as well. If the heat flux through the top of the reactor can be made sufficiently small, a separate heating zone in the top/center part of the reactor may be rendered redundant.

 In yet another embodiment of the invention, coated heat shields 206
30 may be disposed between liner 106 and process tube 101 to reduce the

radiative heat flux between the two elements, and the heat flow towards the critical O-ring areas. The depicted heat shields 206 (for clarity shown on the left side only) extend horizontally, and may be mounted in a stacked or staggering arrangement. As heat shields mounted in the space between liner 106 and process tube 101 potentially obstruct the outflow of gases, care must be taken not to position them such that they cause a pressure drop that cannot be handled properly by the vacuum pump connected to the vacuum exhaust 112.

To avoid unnecessary pressure drops, the coated shields are preferably oriented vertically, like shields 301, 301', etc. shown in Fig. 3. Said shields 301, 301', etc. are also disposed in the annular space between liner 106 and process tube 101, and connected to a cylinder jacket 302 for structural support. Due to their vertical orientation, the shields effectively reduce the viewing angle with which the critical O-ring areas view process chamber 109 and heating elements 108 surrounding it. It is noted that the same effect may be achieved with shields that have a different shape, for example curved in stead of straight. In an alternative embodiment, shield 301, 301' etc. may be attached to liner 106 or process tube 101.

Fig. 4 schematically shows the vertical vapor deposition apparatus of Fig. 1, now supplemented with a gas injector 401 provided in process chamber 109, on the inside of liner tube 106. Gas injector 401 extends in the vertical direction over about the height of reaction area 403 and comprises a plurality of gas injection holes 402. Gas injector 401 has a feed end connected to gas feed 111 to introduce process gases and/or purge gas into reaction area 403. Said gases may be exhausted from process chamber 109 via a gap 113 between liner 106 and process tube 109 through vacuum exhaust 112.

A part of the outer surface of gas injector 401 facing reaction area 403 may be provided with the heat reflective amorphous SiO₂ powder coating. The diffuse reflection caused by the coating may be helpful in heating up gases in the lower part of the reactor. Alternatively, the outer surface area of gas

injector 401 may be coated completely to prevent the injector from excessive heating. Heat radiation impinging on a completely coated gas injector 401 is reflected, while the supply of fresh gas into the injector has a cooling effect. It may be beneficial to have a temperature inside injector 401 that is slightly
5 lower than that in process chamber 109 to prevent premature thermal decomposition of the process gases. Optionally, an additional separate closed loop cooling gas conduit may be provided inside injector 401.

Fig. 5 schematically illustrates a pedestal 103, including a number of horizontally oriented heat shields 104, 104', etc. The heat shields are
10 supported by three or more legs 501 made of quartz. Two of the legs are shown schematically in Fig. 5. The feet of the legs 501 may be coated to prevent heat transfer by 'infrared light piping' to the lower structure supporting the pedestal, such as the door plate 105 (see Fig. 1).

Fig. 6 schematically illustrates an alternative type of pedestal, having a
15 body 601 of insulating material. Such a pedestal is typically provided with an envelope 602 of opaque quartz. In an embodiment of the invention, envelope 602 is made of clear fused quartz, and provided with a coating of amorphous SiO₂ powder on at least one of the inside and the outside of the envelope.

Fig. 7 schematically illustrates two advantageous embodiments of a
20 reflective plate 701, 703 for use in a semiconductor processing apparatus. The plates 701, 703 may, for example, be used as heat shields in the pedestal 103 of the chemical vapor deposition apparatus shown in Fig. 1-4. In a first embodiment, labeled A, reflective plate 701 is provided with the heat reflective surface-sealed glass-ceramic coating on one side 702 having a major surface
25 area. In a second embodiment, labeled (B), plate 703 is provided with the heat reflective coating on both its major surfaces 704, 705. In the latter embodiment, the coating does not necessarily have the same thickness on both sides 704, 705. In case plate 703 is used in a pedestal 103 as described above, for example, its process chamber-facing side may be provided with a coating
30 having a thickness that matches an average reflectivity of ≥ 0.95 , while its

door plate-facing side may be provided with a coating having a thickness that corresponds to a reflectivity between 0.20 and 0.80. In both embodiment A and B, the body of the reflective plate 701, 703 may be made of opaque or clear fused quartz material.

5 In an embodiment, a surface of the coating may be sealed. Although the coating itself may already be relatively non-outgassing and non-contaminating for normal use such as reflectors for lamps, it may still not be meeting the extremely stringent requirements for non-outgassing and non-particle-generation inside the processing chamber of a semiconductors processing
10 apparatus. Sealing the coating will help to meet these stringent requirement. This may, for example, be done by lightly flame polishing the surface. It was found that a light flame polish does not influence the reflective properties of the coating.

 In another embodiment a quartz plate may be disposed on a reflective
15 plate that is provided with a reflective SiO₂ powder coating, with the quartz plate contacting the coated side of the reflective plate in sealing engagement. To this end, the edges of two plates of equal lateral dimensions may be flame polished or welded together. In this way the heat reflective coating is sandwiched between two quartz plates to avoid any potential risks of
20 outgassing.

 In an embodiment the mechanical parts may be coated partly. If, e.g. a local cold spot or hot spot is present in the reactor, a part may be partly coated to achieve the desired thermal improvement. Although the reflectivity of the coating can be tuned by adjusting the thickness of the coating, another way of
25 tuning the reflectivity is to maintain the thickness of the coating at a constant value and to provide the coating in a pattern with a partial coverage of the surface and leaving the other part of the surface uncoated.

 Although illustrative embodiments of the present invention have been described in greater detail with reference to the accompanying drawings, it is
30 to be understood that the invention is not limited to these embodiments.

10

Various changes or modifications may be effected by one skilled in the art without departing from the scope or the spirit of the invention as defined in the claims. Accordingly, reference throughout this specification to "one embodiment" or "an embodiment" means that a particular feature, structure or characteristic described in connection with the embodiment is included in at least one embodiment of the present invention. Thus, the appearances of the phrases "in one embodiment" or "in an embodiment" in various places throughout this specification are not necessarily all referring to the same embodiment. Furthermore, it is noted that the particular features, structures, or characteristics may be combined in any suitable manner in one or more embodiments.

Claims

1. Part of, or adapted for use in, a semiconductor processing apparatus that comprises a process chamber that is configured to contain a heated, gaseous process atmosphere, wherein the part is at least partly provided with a heat reflective coating made of amorphous SiO₂ powder.
2. Part according to claim 1, wherein the part is configured to be exposed to the heated, gaseous atmosphere inside the process chamber during operation.
3. Part according to claim 1, wherein an applied heat reflective coating has a thickness between 0.05 and 2 mm.
4. Part according to claim 1, wherein an applied heat reflective coating has an average reflectivity > 0.95 for electromagnetic wave lengths between 250 nm and 2650 nm.
4. Part according to claim 1, wherein a surface of the heat reflective coating has been sealed, for example by means of flame polishing.
5. Part according to claim 1, wherein the amorphous SiO₂ powder coating is Quartz-Coat™ 850 of Aremco, or Hereus Reflective Coating of Hereus.
6. Part according to claim 1, the part being a pedestal that is at least partly receivable in the process chamber, the pedestal comprising a number of heat shields at least one of which is provided with the heat reflective coating in order to direct heat into the process chamber.

(12)

7. Part according to claim 1, the part being a process tube that is configured for at least partly surrounding the process chamber.
8. Part according to claim 1, the part being a liner tube that is configured to be disposed inside the process chamber.
9. Part according to claim 1, the part being a heat shield that is configured to be disposed between a process tube and a liner tube inside the process chamber.
10. Part according to claim 1, the part being a composition of two or more quartz plates which are separated from each other by the heat reflective coating.
11. Part according to claim 1, the part being a gas injector configured to be disposed inside the process chamber.
12. Semiconductor processing apparatus comprising a process chamber that is configured to contain a heated, gaseous process atmosphere, and one or more parts according to any of the preceding claims.
- 5 13. Method for treating a component of a semiconductor processing apparatus, said apparatus utilizing heated process gases and said component – during operation – being exposed to the heated process gases, comprising:
at least partly providing a surface of the component with a coating made of amorphous SiO₂ powder.
- 10 14. Method according to claim 13, wherein the surface of the reflective coating is sealed by means of flame polishing.

13

15. Method according to claim 13, wherein an applied coating has an average reflectivity ≥ 0.95 for electromagnetic wave lengths between 250 nm and 2650 nm.

5

16. Method according to any of the claims 13-15, wherein the amorphous SiO₂ powder coating is Quartz-Coat™ 850 of Aremco, or Hereus Reflective Coating of Hereus.

10

Title: Semiconductor processing apparatus with improved thermal characteristics and method for providing the same

Abstract

A semiconductor processing apparatus is disclosed, comprising a process chamber configured to contain a heated, gaseous atmosphere, the apparatus further comprising a number of mechanical parts, at least one of which parts is provided at least partly with a heat reflective, amorphous SiO₂ powder coating. Also disclosed is a method for treating a component of a semiconductor processing apparatus, comprising at least partly providing a surface of the component with an amorphous SiO₂ powder coating, and optionally sealing a surface of the applied coating.

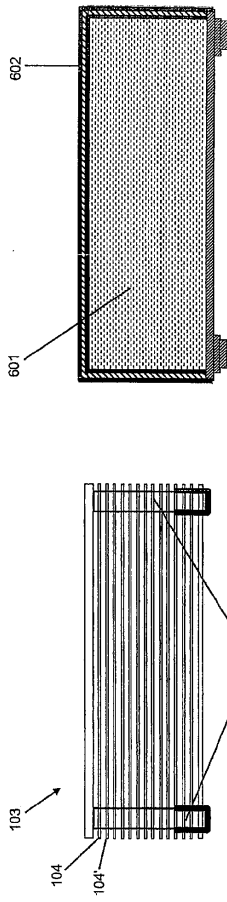


FIG. 6

FIG. 5

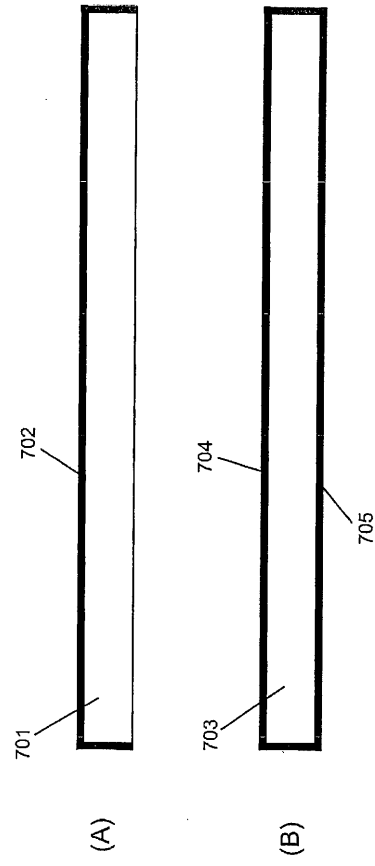


FIG. 7