

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5151651号
(P5151651)

(45) 発行日 平成25年2月27日(2013.2.27)

(24) 登録日 平成24年12月14日(2012.12.14)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 J 37/317 (2006.01)	HO 1 J 37/317 B
HO 1 L 21/265 (2006.01)	HO 1 L 21/265 6 O 3 C
HO 1 L 21/02 (2006.01)	HO 1 L 27/12 E
HO 1 L 27/12 (2006.01)	

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2008-110807 (P2008-110807)	(73) 特許権者	302006854 株式会社 S U M C O
(22) 出願日	平成20年4月22日 (2008.4.22)		東京都港区芝浦一丁目2番1号
(65) 公開番号	特開2009-266391 (P2009-266391A)	(74) 代理人	100085372 弁理士 須田 正義
(43) 公開日	平成21年11月12日 (2009.11.12)	(74) 代理人	100121234 弁理士 早川 利明
審査請求日	平成23年3月25日 (2011.3.25)	(72) 発明者	青木 嘉郎 東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社 S U M C O 内
		審査官	山口 剛

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 酸素イオン注入装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一方の端面に底壁が設けられ他方の端面が開放された円筒状のチャンバと、前記チャンバに收容され複数枚のウェーハを同一円周上に回転可能に保持するウェーハ保持手段と、前記チャンバの開口部をシール部材により気密を保って閉止し内部に前記シール部材に近接してリング状の冷却水通路が形成された円板状のキャップと、前記ウェーハ保持手段により保持された複数枚のウェーハのいずれか1枚に対向するように配設され前記キャップの円周の接線方向に延びかつ半径方向に並んだ複数本のランプヒータとを備えた酸素イオン注入装置において、

前記複数本のランプヒータを前記キャップの半径方向内側の内側ランプ群と前記キャップの半径方向外側の外側ランプ群とに分けたとき、前記外側ランプ群の前記ウェーハに付与する単位時間当たりの熱量を前記内側ランプ群の前記ウェーハに付与する単位時間当たりの熱量より多くするように構成されたことを特徴とする酸素イオン注入装置。

【請求項 2】

外側ランプ群のランプヒータの本数が内側ランプ群のランプヒータの本数より多く配設された請求項 1 記載の酸素イオン注入装置。

【請求項 3】

外側ランプ群のランプヒータの本数と内側ランプ群のランプヒータの本数を同一とし、前記外側ランプ群全てに通電しかつ前記内側ランプ群を間引きして通電するか若しくは全く通電しないように構成された請求項 1 記載の酸素イオン注入装置。

10

20

【請求項 4】

ランプヒータがハロゲンランプである請求項 1 ないし 3 いずれか 1 項に記載の酸素イオン注入装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ウェーハに酸素イオンを注入する装置に関し、特に、S I M O X (Separation by IMplanted OXygen) ウェーハのS O I (Silicon On Insulator) 層の厚さの均一性を改善できる酸素イオン注入装置に関するものである。

【背景技術】

10

【0002】

従来、この種の酸素イオン注入装置では、ウェーハをランプヒータにより加熱しており、このランプヒータとしては、ウェーハ全面を均一に加熱するために、等間隔に10～15本配列したハロゲンランプが用いられている。このランプヒータは、S I M O X ウェーハの製造工程における酸素イオン注入時に用いられ、現在、市販されているS I M O X ウェーハはM L D (Modified Low Dose) 法と呼ばれる方法で製造されている。このM L D 方法では、酸素イオン注入を2段階に分けて行っている(例えば、特許文献1参照)。1回目の酸素イオン注入は、シリコンウェーハを200～700、好ましくは550～575程度に加熱して行い、続いて、2回目の酸素イオン注入は、シリコンウェーハを269～300、好ましくは25～200程度に加熱して行う。1回目の酸素イオン注入は、シリコンウェーハを加熱することで、シリコンウェーハ表面を単結晶のまま維持して、酸素の高濃度層を形成し、2回目の酸素イオン注入では、アモルファス層を形成する。続いて、酸素とアルゴンの混合ガスで高温熱処理を施し、S O I 構造を形成する。

20

【特許文献1】米国特許第5,930,643号明細書(クレーム1、6、7、14及び15)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上記従来の特許文献1に示された2段階イオン注入方法では、具体的な加熱手段について何ら記載されていない。通常、複数本のハロゲンランプをチャンバ内のウェーハ表面に対向するようにキャップに取付けることにより、ウェーハ全面を均一に加熱できる。このときキャップの内部にはリング状の冷却水通路が形成され、この通路に冷却水を流すことにより、チャンバ内の気密を保つためのOリングを冷却できるようになっている。しかし、上記通路を通る冷却水によってウェーハの通路に近接する部分、即ちウェーハのチャンバ側面に近接する部分の温度が低下して、ウェーハのS O I 層に膜厚むらが生じるおそれがあった。本発明の目的は、S I M O X ウェーハのS O I 層の厚さの均一性を向上できる、酸素イオン注入装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0004】

請求項1に係る発明は、一方の端面に底壁が設けられ他方の端面が開放された円筒状のチャンバと、このチャンバに収容され複数枚のウェーハを同一円周上に回転可能に保持するウェーハ保持手段と、チャンバの開口部をシール部材により気密を保って閉止し内部にシール部材に近接してリング状の冷却水通路が形成された円板状のキャップと、ウェーハ保持手段により保持された複数枚のウェーハのいずれか1枚に対向するように配設されキャップの円周の接線方向に延びかつ半径方向に並んだ複数本のランプヒータとを備えた酸素イオン注入装置の改良である。その特徴ある構成は、複数本のランプヒータをキャップの半径方向内側の内側ランプ群とキャップの半径方向外側の外側ランプ群とに分けたとき、外側ランプ群のウェーハに付与する単位時間当たりの熱量を内側ランプ群のウェーハに付与する単位時間当たりの熱量より多くするように構成されたところにある。

40

【0005】

50

請求項 2 に係る発明は、請求項 1 に係る発明であって、外側ランプ群のランプヒータの本数が内側ランプ群のランプヒータの本数より多く配設されたことを特徴とする。請求項 3 に係る発明は、請求項 1 に係る発明であって、外側ランプ群のランプヒータの本数と内側ランプ群のランプヒータの本数を同一とし、外側ランプ群全てに通電しかつ内側ランプ群を間引きして通電するか若しくは全く通電しないように構成されたことを特徴とする。請求項 4 に係る発明は、請求項 1 ないし 3 いずれか 1 項に係る発明であって、ランプヒータがハロゲンランプであることを特徴とする。

【発明の効果】

【0006】

請求項 1 に係る発明では、シール部材を冷却するための冷却水通路を流れる冷却水によって酸素イオンの注入されるウェーハのチャンバ側面に近接する部分が冷却されるけれども、この部分を強く加熱したので、この部分の温度が冷却水通路を流れる冷却水によって低下するのを阻止できる。この結果、ウェーハの S O I 層に膜厚むらが生じることがなく、膜厚均一性の良好な S I M O X ウェーハを作製できる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

次に本発明を実施するための最良の形態を図面に基づいて説明する。

< 第 1 の実施の形態 >

図 1 及び図 2 に示すように、酸素イオン注入装置 10 は、一方の端面に底壁 11 a が設けられ他方の端面が開放された円筒状のチャンバ 11 と、このチャンバ 11 に収容されたウェーハ保持手段 12 と、チャンバ 11 の開口部 11 c を閉止する円板状のキャップ 13 と、ウェーハ保持手段 12 により保持された複数枚のウェーハ 14 のいずれか 1 枚に対向するように配設された複数本のランプヒータ 21 ~ 25, 31 ~ 35 とを備える。ウェーハ保持手段 12 は、チャンバ 11 の底壁 11 a 中央に回転可能に挿通された回転軸 12 a と、底壁 11 a 外面に取付けられ回転軸 12 a を回転駆動するモータ 12 b と、チャンバ 11 内に設けられ中心が回転軸 12 a の先端に嵌入して固定された円板状の基台 12 c と、基台 12 c の外周部に回転軸 12 a を中心とする同心円上にかつ円周方向に等間隔にチャンバ 11 の開口部 11 c に向かってそれぞれ突設された複数本の固定軸 12 d と、これらの固定軸 12 d の先端にそれぞれ嵌入して固定された複数枚のウェーハ受け板 12 e とを有する。ウェーハ受け板 12 e はウェーハ 14 の外径より大きい直径を有する円板状に形成され、各ウェーハ受け板 12 e にはウェーハ 14 が取外し可能に取付けられる。各ウェーハ 14 の外周縁は 3 本のピン（図示せず）を用いて各ウェーハ受け板 12 e に固定される。モータ 12 b が回転軸 12 a を回転駆動することにより基台 12 c が回転し、この基台 12 c の回転により複数枚のウェーハ受け板 12 e にそれぞれ取付けられた複数枚のウェーハ 14 が回転軸 12 a を中心に公転するように構成される。

20

30

【0008】

キャップ 13 の外周内面にはチャンバ 11 の周壁 11 b 端面に対向してリング状の凹溝 13 a が形成され、この凹溝 13 a にはシール部材である O リング 16 が収容される。チャンバ 11 の開口部 11 c がキャップ 13 により閉止されたとき、上記 O リング 16 によりチャンバ 11 内の気密（所定の真空度）が保たれるように構成される。またキャップ 13 の内部には、O リング 16 に近接してリング状の冷却水通路 13 b が形成され、この通路 13 b には冷却水が流れるように構成される。冷却水通路 13 b に冷却水が流れることにより、ランプヒータ 21 ~ 25, 31 ~ 35 の熱が O リング 16 に伝わることを阻止され、O リング 16 の劣化を防止できるようになっている。

40

【0009】

一方、複数本のランプヒータ 21 ~ 25, 31 ~ 35 は、この実施の形態では同一の型式の 10 本のハロゲンランプである。上記ハロゲンランプ 21 ~ 25, 31 ~ 35 はキャップ 13 の円周の接線方向に延びかつキャップ 13 の半径方向に並ぶように配設される。また上記複数本のハロゲンランプ 21 ~ 25, 31 ~ 35 は、キャップ 13 の半径方向内

50

側に位置する5本のハロゲンランプ31～35により構成される内側ランプ群30と、キャップ13の半径方向外側に位置する5本のハロゲンランプ21～25により構成される外側ランプ群20とに分けられる。即ち、内側ランプ群30は、対向するウェーハ14の中心より回転軸12a側の部分(図2のウェーハ14の下側半分)に対向しかつウェーハ14の半径方向に等間隔に配設され、外側ランプ群20は、対向するウェーハ14の中心よりチャンバ11の周壁11b側の部分(図2のウェーハ14の上側半分)に対向しかつウェーハ14の半径方向に等間隔に配設される。そして外側ランプ群20のウェーハ14に付与する単位時間当たりの熱量を内側ランプ群30のウェーハ14に付与する単位時間当たりの熱量より多くするように構成される。具体的には、内側ランプ群30は内側コントローラ(図示せず)によりそれぞれオンオフ制御され、外側ランプ群20は外側コントローラ(図示せず)によりそれぞれオンオフ制御される。そして外側コントローラは外側ランプ群20全てに通電し、内側コントローラは内側ランプ群30を間引きして通電するか若しくは全く通電しないように構成される。なお、図1の符号13cは、ウェーハ保持手段12により保持された複数枚のウェーハ14の1枚に対向するように、キャップ13に形成された通孔である。この通孔13cはハロゲンランプ21～25, 31～35が対向するウェーハ14とは異なるウェーハ14に対向するように構成される。また、符号17は通孔13cに連通し酸素イオンビームをウェーハ14表面に導く導管である。

【0010】

このように構成された酸素イオン注入装置10の使用方法を説明する。先ずチャンバ11の開口部11cを開放した状態で各ウェーハ受け板12eにウェーハ14を取付けた後に、チャンバ11の開口部11cをキャップ13により閉じる。次にモータ12bにより回転軸12aを回転駆動して各ウェーハ受け板12eにより保持された各ウェーハ14を回転軸12aを中心に公転させる。更にキャップ13の冷却水通路13bに冷却水を流すとともに、内側コントローラにより内側ランプ群30への通電を制御し、外側コントローラにより外側ランプ群20への通電を制御する。例えば、外側ランプ群20の5本のハロゲンランプ21～25全てに通電し、内側ランプ群30の5本のハロゲンランプ31～35のうち1本置ききの2本のハロゲンランプ32, 34に通電し、残りの3本のハロゲンランプ31, 33, 35には通電しない。このときハロゲンランプ21～25, 32, 34の発する熱のうちキャップ13を介してリング16に伝わろうとする熱は冷却水通路13bに流れる冷却水により持ち去られるので、リング16が耐熱温度以上に加熱されず、リング16の劣化を防止できるけれども、冷却水通路13bを冷却水が流れることにより、酸素イオンの注入されるウェーハ14のチャンバ周壁11bに近接する部分(図2のウェーハ14の上側部分)が、ウェーハ14の回転軸12aに近接する部分(図2のウェーハ14の下側部分)より温度が低下する傾向にある。このためウェーハ14の下側半分を内側ランプ群30の2本のハロゲンランプ32, 34で加熱しているのに対し、ウェーハ14の上側半分を外側ランプ群20の5本のハロゲンランプ21～25で加熱することにより、ウェーハ14の上側半分を強く加熱したので、ウェーハ14のチャンバ周壁11bに近接する部分の温度が冷却水によって低下するのを阻止でき、ウェーハ14全体が略同一の温度になるように加熱される。従って、この状態でウェーハ14に酸素イオンを注入すると、ウェーハ14のSOI層に膜厚むらが生じることがなく、膜厚均一性の良好なSIMOXウェーハ14を作製できる。

【0011】

<第2の実施の形態>

図3は本発明の第2の実施の形態を示す。図3において図2と同一符号は同一部品を示す。この実施の形態では、外側ランプ群20のハロゲンランプ21～25の本数が内側ランプ群50のハロゲンランプ51, 52の本数より多く配設される。具体的には、外側ランプ群20のハロゲンランプ21～25の本数は5本であり、内側ランプ群50のハロゲンランプ51, 52の本数は2本である。外側ランプ群20の5本のハロゲンランプ21～25は、対向するウェーハ14の中心よりチャンバの周壁11b側の部分(図3のウェーハ14の上側半分)に対向しかつウェーハ14の半径方向に等間隔に配設され、内側ラ

10

20

30

40

50

ランプ群50は、対向するウェーハ14の中心より回転軸側の部分(図3のウェーハ14の下側半分)に対向しかつウェーハ14の半径方向に等間隔に配設される。なお、この実施の形態では、内側ランプ群のハロゲンランプの本数を2本としたが、外側ランプ群のハロゲンランプの本数を5本とした場合、内側ランプ群のハロゲンランプの本数は0本、1本、3本又は4本でもよい。上記以外は第1の実施の形態と同一に構成される。

【0012】

このように構成された酸素イオン注入装置では、内側ランプ群50のうち通電しないハロゲンランプがなくなるので、部品点数を低減できるとともに、製造工数を低減できる。上記以外の装置の使用方法は第1の実施の形態の使用方法和略同様であるので、繰返しの説明を省略する。

10

【0013】

なお、上記第1及び第2の実施の形態では、凹溝をキャップの外周内面に形成したが、チャンバの周壁端面に形成してもよい。また、上記第1及び第2の実施の形態では、シール部材としてOリングを挙げたが、ガスケットやパッキン等のシール部材でもよい。また、第1及び第2の実施の形態では、ランプヒータを10本としたが、2~9本又は11本以上でもよい。更に、上記第1及び第2の実施の形態では、ランプヒータとしてハロゲンランプを挙げたが、カーボンランプやコルツランプ等でもよい。

【実施例】

【0014】

次に本発明の実施例を比較例とともに詳しく説明する。

20

<実施例1>

図3に示すように、酸素イオンが注入されるウェーハ14のチャンバ周壁11b側の部分(図3のウェーハ14の上側半分)をウェーハ14の回転軸側の部分(図3のウェーハ14の下側半分)より強く加熱するように、外側ランプ群20のハロゲンランプ21~25の本数を5本に設定し、内側ランプ群50のハロゲンランプ51,52の本数を2本に設定した。1回目の酸素イオン注入は、外側ランプ群20の5本のハロゲンランプ21~25と内側ランプ群50の2本のハロゲンランプ51,52によりシリコンウェーハ14を400に加熱した状態で、220keVの加速エネルギーで $2.5 \times 10^{17} / \text{cm}^2$ の酸素イオンを注入した。2回目の酸素イオン注入は、ウェーハ14を40に加熱した状態で、200keVの加速エネルギーで $4.0 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ の酸素イオンを注入した。続いて、ウェーハ14を1300に加熱した状態で、酸素分圧40%の酸素とアルゴンの混合ガスで高温熱処理を施し、SIMOXウェーハ14を624枚作製した(1バッチ処理で13枚のウェーハ14を作製し、このバッチ処理を48回行った)。

30

【0015】

<比較例1>

酸素イオンが注入されるウェーハの全面に均一の熱量が付与されるように、外側ランプ群のハロゲンランプを5本に設定し、内側ランプ群のハロゲンランプを5本に設定して、実施例1と同様に、SIMOXウェーハを286枚作製した(1バッチ処理で13枚のウェーハを作製し、このバッチ処理を22回行った)。

40

【0016】

<比較試験1及び評価>

実施例1の624枚のSIMOXウェーハと比較例1の286枚のSIMOXウェーハについて、SOI層の膜厚均一性をそれぞれ求めた。具体的には、各ウェーハについて57点でSOI層の厚さを測定し、最大厚さから最小厚さを引いた値を膜厚レンジ(nm)とした。その結果を図4、図5及び図6に示す。なお、図4において、横軸は注入順、即ち左側が最も早いバッチ処理の順番であり右側に向うに従ってバッチ処理の順番が遅くなることを示す。また、図4の左側は比較例1を示し、右側は実施例1を示す。一方、図5及び図6は上記膜厚レンジ(nm)をデルタグラフでウェーハ上にマップ化したものである。また図5は実施例1を示し、図6は比較例1を示す。

【0017】

50

図4から明らかなように、比較例1では、SOI層の膜厚レンジが3.4~5.0nm(平均4.2nm)と大きかったのに対し、実施例1では、SOI層の膜厚レンジが2.5~4.4nm(平均3.4nm)と小さくなった。また図6から明らかなように、比較例1では、ウェーハ周辺の膜厚むらが強く見られた(図6の上部の同心円状に膜厚むらが発生している。)のに対し、図5から明らかなように、実施例1では、ウェーハ周辺の膜厚むらが低減された(図5の上部に同心円状の膜厚むらが無い。)。この結果、実施例1のSIMOXウェーハの方が比較例1のSIMOXウェーハよりSOI層の膜厚均一性が向上したことが分かった。なお、図5及び図6において、ウェーハ外周縁の黒色の部分は、ウェーハをウェーハ受け板に取付ける3本のピンの部分に相当する。

【0018】

<実施例2>

酸素イオンの注入されるウェーハのチャンバ周壁側のみを加熱するようにハロゲンランプを5本配列した。具体的には、外側ランプ群のハロゲンランプの本数を5本に設定し、内側ランプ群のハロゲンランプを0本に設定した。1回目の酸素イオン注入は、外側ランプ群の5本のハロゲンランプによりシリコンウェーハを400℃に加熱した状態で、200keVの加速エネルギーで $2.4 \times 10^{17} / \text{cm}^2$ の酸素イオンを注入した。2回目の酸素イオン注入は、ウェーハを室温まで冷却した状態で、190keVの加速エネルギーで $2.0 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ の酸素イオンを注入した。続いて、ウェーハを1300℃に加熱した状態で、酸素分圧40%の酸素とアルゴンの混合ガスで高温熱処理を施し、SIMOXウェーハを2枚作製した。

【0019】

<比較例2>

酸素イオンが注入されるウェーハの全面に均一の熱量が付与されるように、外側ランプ群のハロゲンランプを5本に設定し、内側ランプ群のハロゲンランプを5本に設定して、実施例2と同様に、SIMOXウェーハを2枚作製した。

【0020】

<比較試験2及び評価>

実施例2の2枚のSIMOXウェーハと比較例2の2枚のSIMOXウェーハについて、SOI層の膜厚均一性をそれぞれ求めた。具体的には、各ウェーハについて57点でSOI層の厚さを測定し、最大厚さから最小厚さを引いた値を膜厚レンジ(nm)とした。その結果、比較例2では、SOI層の膜厚レンジが3.6~3.7nmと大きかったのに対し、実施例2では、SOI層の膜厚レンジが3.2~3.5nmと小さくなった。この結果、実施例2のSIMOXウェーハの方が比較例2のSIMOXウェーハよりSOI層の膜厚均一性が向上したことが分かった。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明第1実施形態の酸素イオン注入装置の断面構成図である。

【図2】図1のA-A線断面図である。

【図3】本発明第2実施形態の酸素イオン注入装置を示す図2に対応する断面図である。

【図4】実施例1のハロゲンランプと比較例1のハロゲンランプによるSOI層の膜厚レンジを注入順に示した図である。

【図5】実施例1のハロゲンランプによるSOI層の膜厚分布を示した図である。

【図6】比較例1のハロゲンランプによるSOI層の膜厚分布を示した図である。

【符号の説明】

【0022】

10 酸素イオン注入装置

11 チャンバ

11a 底壁

11c 開口部

12 ウェーハ保持手段

10

20

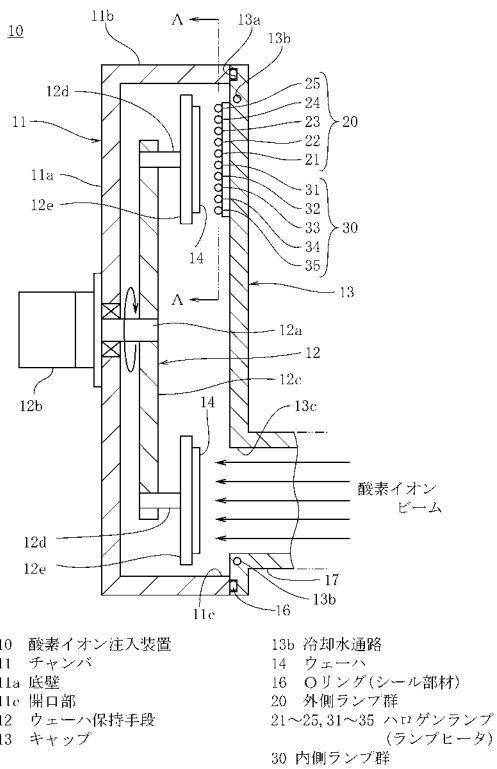
30

40

50

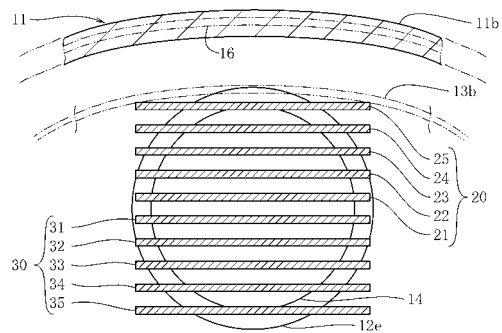
- 13 キャップ
- 13b 冷却水通路
- 14 ウェーハ
- 16 Oリング(シール部材)
- 20 外側ランプ群
- 21~25, 31~35, 51, 52 ハロゲンランプ(ランプヒータ)
- 30, 50 内側ランプ群

【図1】

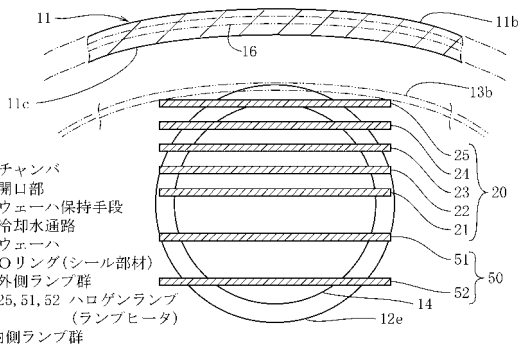


- 10 酸素イオン注入装置
- 11 チャンバ
- 11a 底壁
- 11c 開口部
- 12 ウェーハ保持手段
- 13 キャップ
- 13b 冷却水通路
- 14 ウェーハ
- 16 Oリング(シール部材)
- 20 外側ランプ群
- 21~25, 31~35 ハロゲンランプ(ランプヒータ)
- 30 内側ランプ群

【図2】

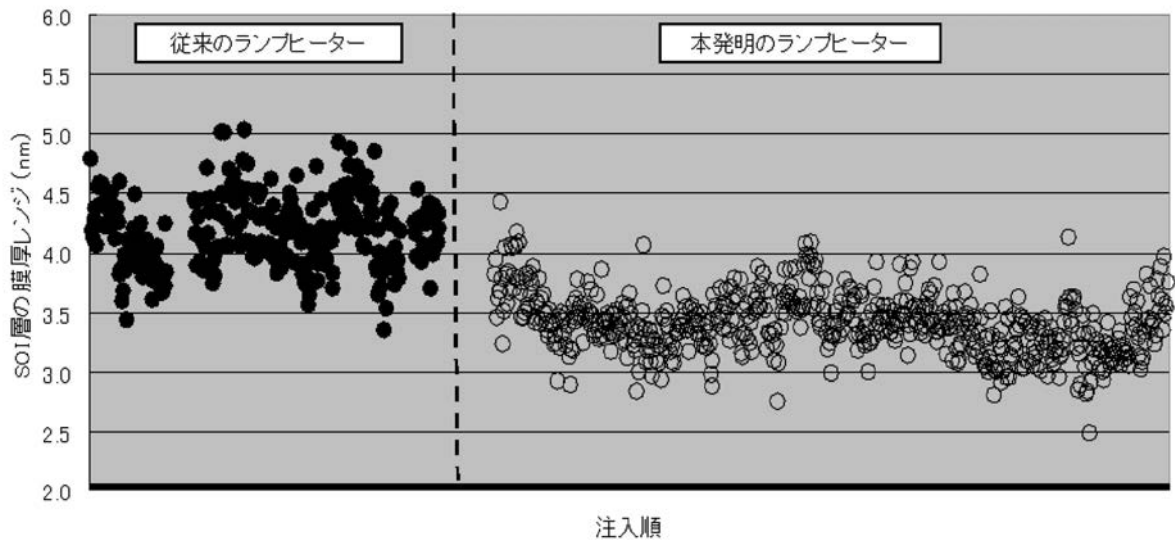


【図3】

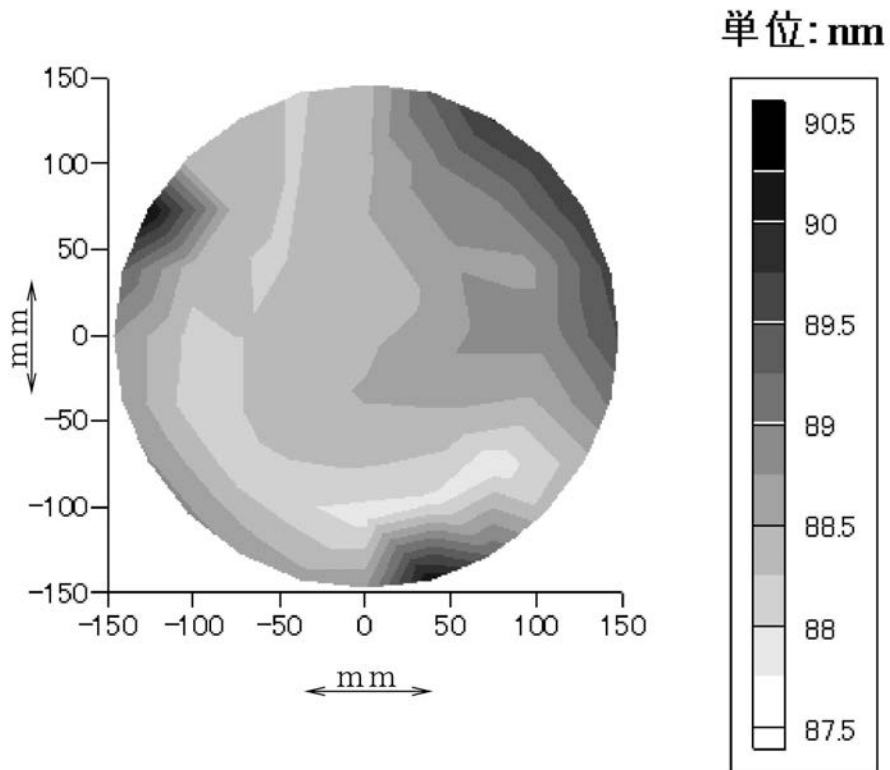


- 11 チャンバ
- 11c 開口部
- 12 ウェーハ保持手段
- 13b 冷却水通路
- 14 ウェーハ
- 16 Oリング(シール部材)
- 20 外側ランプ群
- 21~25, 51, 52 ハロゲンランプ(ランプヒータ)
- 50 内側ランプ群

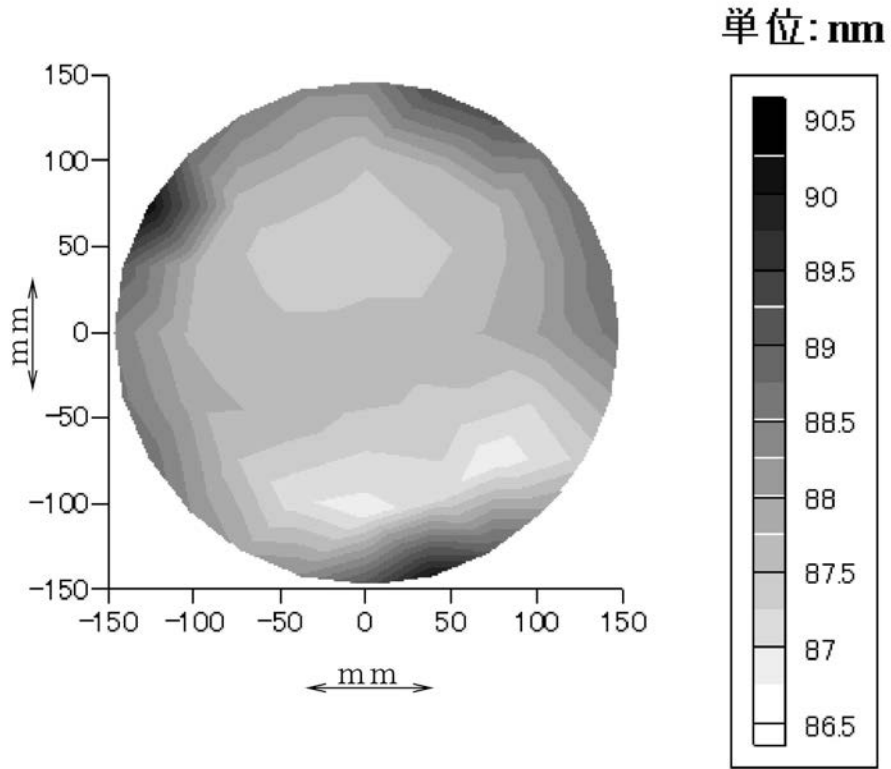
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平05 - 190133 (JP, A)
特開平08 - 329879 (JP, A)
特開平04 - 099274 (JP, A)
実開平02 - 005873 (JP, U)
特開平08 - 031368 (JP, A)
特開昭58 - 023156 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01J 37/317
H01J 37/20
H01L 21/265