

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4919082号
(P4919082)

(45) 発行日 平成24年4月18日(2012.4.18)

(24) 登録日 平成24年2月10日(2012.2.10)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 J 37/305 (2006.01)

H O 1 J 37/305 A

H O 1 L 21/3065 (2006.01)

H O 1 L 21/302 I O 1 C

C 2 3 C 14/46 (2006.01)

C 2 3 C 14/46

請求項の数 8 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2007-301365 (P2007-301365)
 (22) 出願日 平成19年11月21日(2007.11.21)
 (65) 公開番号 特開2009-129611 (P2009-129611A)
 (43) 公開日 平成21年6月11日(2009.6.11)
 審査請求日 平成20年11月14日(2008.11.14)

(73) 特許権者 000003067
 T D K株式会社
 東京都中央区日本橋一丁目13番1号
 (74) 代理人 100094983
 弁理士 北澤 一浩
 (74) 代理人 100095946
 弁理士 小泉 伸
 (74) 代理人 100099829
 弁理士 市川 朗子
 (74) 代理人 100135356
 弁理士 若林 邦彦
 (72) 発明者 久保田 尚樹
 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 T
 D K株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 イオンビーム処理装置及びイオンビーム処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

プラズマを発生させるイオン源と、
 正の電圧を印加されることにより、前記イオン源において発生した前記プラズマからイオン粒子を引出す第1グリッドと、
 負の電圧を印加されることにより、前記第1グリッドにより引出されたイオン粒子を加速させる第2グリッドと、
 前記第2グリッドと被加工物との間に設けられ、前記第2グリッドにより加速されたイオン粒子を被加工物へと放出する第3グリッドと、
 前記第3グリッドと前記被加工物との間に電子を放出可能な電子放出器と、
 前記イオン源の前記プラズマ中の前記イオン粒子を引出さない状態において、前記第3グリッドに正の電圧を印加し、前記電子放出器に前記電子を放出させる制御装置と、を備えるイオンビーム処理装置。

【請求項2】

前記制御装置は、前記第1グリッドに印加される電圧がイオン粒子を引出す電圧に達していないときに、前記第3グリッドに正の電圧を印加し、前記電子放出器に電子を放出させることを特徴とする請求項1に記載のイオンビーム処理装置。

【請求項3】

前記制御装置は、前記イオン粒子が前記第1グリッドにより引出される時には、前記第3グリッドに前記第2グリッドに印加される電圧よりも絶対値の小さな負の電圧を印加す

10

20

ることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のイオンビーム処理装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のイオンビーム処理装置において、

3 枚の引出電極のうち最も被加工物側に位置する第 3 グリッドに正の電圧を印加し、電子放出器から放出される電子を衝突させることにより、前記第 3 グリッドを加熱する予備加熱工程と、

前記イオン源からイオンビームを引出す引出工程と、

前記イオン源から引出したイオンビームにより被加工物を加工する加工工程と、を備えることを特徴とするイオンビーム処理方法。

【請求項 5】

前記予備加熱工程において、前記イオン源にプラズマを発生させることにより、前記引出電極のうち最もイオン源側に位置する第 1 グリッドを加熱することを特徴とする請求項 4 に記載のイオンビーム処理方法。

【請求項 6】

前記引出工程において、前記第 3 グリッドに印加される電圧を負の電圧に切替えることを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載のイオンビーム処理方法。

【請求項 7】

前記予備加熱工程において、前記第 1 グリッド及び前記第 1 グリッドと前記第 3 グリッドとの間に位置する第 2 グリッドには、イオン粒子を引出さない程度の電圧が印加されることを特徴とする請求項 4 乃至 6 のうちいずれかに記載のイオンビーム処理方法。

【請求項 8】

前記予備加熱工程において、前記第 1 グリッド及び前記第 1 グリッドと前記第 3 グリッドとの間に位置する第 2 グリッドは、接地されることを特徴とする請求項 4 乃至 6 のうちいずれかに記載のイオンビーム処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、イオンビーム処理装置及びイオンビーム処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

イオンビームを基板等の被加工物の表面に照射することにより、エッチング加工を行うイオンビームエッチング装置（イオンミリング装置ともいう。）等のイオンビーム処理装置が知られている。このようなイオンビーム処理装置は、プラズマを生成するイオン源と、イオン源内のプラズマからイオン粒子を引出す引出電極とを備えている。

【0003】

例えば、特許文献 1 に開示されるイオンビーム処理装置では、イオン源からイオン粒子を引出す引出電極を 3 枚の電極から構成している。この 3 枚の電極には貫通孔が形成されており、イオン粒子は、各電極の貫通孔を通過することによって、形状やビーム径を規定される。

【特許文献 1】特開 2002 - 353172 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述したような構成を有するイオンビーム処理装置では、イオンビームを照射する際に、最も放電容器側に位置する電極はプラズマ内の電子が衝突することにより加熱される。残り 2 枚の電極は、最も放電容器側に位置する電極からの熱輻射によって加熱されるが、放電容器から離れるほど加熱量は小さくなるため、3 枚の電極間には熱勾配が生じる。よって、各電極は加熱量に応じて撓み、イオンビームを照射する際に 3 枚の電極に設けられた貫通孔の位置がずれてしまい、イオンビームの強度分布が変化し、安定したイオンビー

10

20

30

40

50

ムが得られないという問題があった。

【 0 0 0 5 】

また、3枚の電極のうち最も放電容器から離れた電極は被加工物と対向するため、被加工物を加工した際に発生する飛散物が堆積してしまう。このような堆積物が剥離すると、電極間に異常放電を生じ、イオンビームエッチング装置の正常な動作を阻害するという問題があった。

【 0 0 0 6 】

そこで、本発明は、安定したイオンビームを照射可能なイオンビーム処理装置及びイオンビーム処理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】

10

【 0 0 0 7 】

上述の課題を解決するため、本発明は、プラズマを発生させるイオン源と、正の電圧を印加されることにより、前記イオン源において発生した前記プラズマからイオン粒子を引出す第1グリッドと、負の電圧を印加されることにより、前記第1グリッドにより引出されたイオン粒子を加速させる第2グリッドと、前記第2グリッドと被加工物との間に設けられ、前記第2グリッドにより加速されたイオン粒子を被加工物へと放出する第3グリッドと、前記第3グリッドと前記被加工物との間に電子を放出可能な電子放出器と、前記イオン源の前記プラズマ中の前記イオン粒子を引出さない状態において、前記第3グリッドに正の電圧を印加し、前記電子放出器に前記電子を放出させる制御装置と、を備えるイオンビーム処理装置を提供している。

20

【 0 0 0 8 】

このようなイオンビーム処理装置によれば、イオン源のプラズマ中のイオン粒子を引出さない状態において、制御装置は、第3グリッドに正の電圧を印加すると共に、電子放出器に電子を放出させるので、電子放出器から放出された電子を第3グリッドに引寄せ衝突させることにより、第3グリッドを加熱することができる。一方、第1グリッドは、イオン源のプラズマ中の電子が衝突することにより加熱されるため、イオンビームを引出す前に、予め第1グリッド及び第3グリッドを加熱しておくことができる。よって、第1グリッドと第3グリッドとの間に位置する第2グリッドを、第1グリッドと第3グリッドとから輻射によって加熱し、第1グリッド、第2グリッド及び第3グリッドとの間に熱勾配が発生することを抑制することができる。つまり、予め第1グリッド、第2グリッド及び第3グリッドの熱変形を同程度にしておき、イオンビーム照射時に、急激な温度変化及び温度勾配の発生を抑制し、イオンビームの強度分布が変化することを抑制できる。これにより、経時変化することのない安定したイオンビームを照射することができる。

30

【 0 0 0 9 】

また、前記制御装置は、前記第1グリッドに印加される電圧がイオン粒子を引出す電圧に達していないときに、前記第3グリッドに正の電圧を印加し、前記電子放出器に電子を放出させることが好ましい。

【 0 0 1 0 】

このようなイオンビーム処理装置によれば、第1グリッドにイオン源からイオン粒子を引出す電圧に達していないときに第3グリッドに正の電圧を印加するので、第3グリッドに印加された正の電圧の影響で、イオン源のプラズマからイオン粒子が引出されることがない。よって、誤ってイオンビームを放出してしまうことがない。

40

【 0 0 1 1 】

また、前記制御装置は、前記イオン粒子が前記第1グリッドにより引出される時には、前記第3グリッドに、前記第2グリッドに印加される電圧よりも絶対値の小さな負の電圧を印加することが好ましい。

【 0 0 1 2 】

このようなイオンビーム処理装置によれば、イオン粒子が第1グリッドによって引出される時、第3グリッドには第2グリッドに印加される電圧よりも絶対値の小さな負の電圧が印加されるので、第3グリッドはイオン粒子を引出しつつ、周囲に浮遊しているイオン

50

粒子を引寄せて衝突させ、第3グリッドの表面に堆積した堆積物をエッチングし除去することができる。この堆積物は、加工処理中に被加工物から飛散する金属屑等であって、各グリッド間の異常放電の原因となる。また、第3グリッドは、イオン粒子の衝突によって加熱される。よって、イオンビーム照射中の各グリッド間における熱勾配の発生を防止し、第1グリッド、第2グリッド及び第3グリッドの熱変形を同程度にし、各グリッドに形成された孔の中心がずれることを防止することができる。よって、イオンビーム照射時に、イオンビームの強度分布が変化することを抑制でき、経時変化することのない安定したイオンビームを照射することができる。

【0013】

また、本発明は、上述のイオンビーム処理装置において、3枚の引出電極のうち最も被加工物側に位置する第3グリッドに正の電圧を印加し、電子放出器から放出される電子を衝突させることにより、前記第3グリッドを加熱する予備加熱工程と、前記イオン源からイオンビームを引出す引出工程と、前記イオン源から引出したイオンビームにより被加工物を加工する加工工程と、を備えることを特徴とするイオンビーム加工処理方法を提供している。

10

【0014】

このようなイオンビーム加工処理方法によれば、予備加熱工程において、第3グリッドに正の電圧を印加すると共に、電子放出器から放出される電子を衝突させることにより第3グリッドを加熱させることができる。よって、予め第3グリッドを加熱しておくことで、引出工程においてイオンビームを照射する際に急激な温度変化を抑制することができる。よって、経時変化することのない安定したイオンビームを照射することができる。

20

【0015】

また、前記予備加熱工程において、前記イオン源にプラズマを発生させることにより、前記引出電極のうち最もイオン源側に位置する第1グリッドを加熱することが好ましい。

【0016】

このようなイオンビーム加工処理方法によれば、イオン源に発生したプラズマ中の電子が衝突することにより第1グリッドを加熱することができる。また、第1グリッドと第3グリッドとの間に位置するグリッドを輻射によって加熱することができる。つまり、引出電極全体を加熱しておくことにより、各グリッド間の熱勾配の発生を抑制することができる。よって、引出電極の各グリッドが不均一に膨張することを抑制し、安定したイオンビームを照射することができる。

30

【0017】

また、前記引出工程において、前記第3グリッドに印加される電圧を負の電圧に切替えることが好ましい。

【0018】

このようなイオンビーム加工処理方法によれば、引出工程において第3グリッドに印加される電圧を負の電圧に切替えるので、第3グリッドはイオン源からイオン粒子を引出しつつ、周囲のイオン粒子を引寄せ衝突させる。イオン粒子が衝突することによって、第3グリッドの表面に堆積した堆積物をエッチングし除去することができる。この堆積物は、加工処理中に被加工物から飛散する金属屑等であって、グリッド間の異常放電を防止することができる。また、第3グリッドは、イオン粒子が衝突することによって加熱される。よって、グリッド間の熱勾配の発生を抑制し、経時変化することのない安定したイオンビームを照射することができる。

40

【0019】

また、前記予備加熱工程において、前記第1グリッド及び前記第2グリッドには、イオン粒子を引出さない程度の電圧が印加されることが好ましい。

【0020】

このようなイオンビーム加工処理方法によれば、予備加熱工程において、第1グリッド及び第2グリッドにはイオン粒子を引出さない程度の電圧が印加されているため、第3グリッドに印加された正の電圧の影響で、イオン源のプラズマからイオン粒子が引出される

50

ことがない。よって、誤ってイオンビームを放出してしまうことがない。

【 0 0 2 1 】

また、前記予備加熱工程において、前記第 1 グリッド及び前記第 2 グリッドは接地されることが好ましい。

【 0 0 2 2 】

このようなイオンビーム加工処理方法によれば、予備加熱工程において、第 1 グリッド及び第 2 グリッドは接地されるため、第 3 グリッドによる電界がイオン源内のイオン粒子に作用しにくく、正の電圧が印加された第 3 グリッドからイオン粒子が引出されることがない。具体的には、第 1 グリッド及び第 2 グリッドは接地されているため、イオン源からイオン粒子が移動したとしても、第 3 グリッドに至る前に第 1 グリッド及び第 2 グリッドによって電荷が受け渡され中性となるため、イオン粒子が引出されることがない。

10

【発明の効果】

【 0 0 2 3 】

本発明によれば、安定したイオンビームを照射可能なイオンビーム処理装置及びイオンビーム処理方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 4 】

本発明の実施の形態に係るイオン源について、図 1 乃至図 6 に基づき説明する。図 2 (a) に示されるイオンビームエッチング装置 1 は、イオンビーム B (図 1) によって基板 5 をエッチングする装置である。基板 5 としては、例えば、薄膜磁気ヘッド等の基板が挙げられ、この場合、薄膜磁気ヘッドのスライダ等をエッチングする。イオンビームエッチング装置 1 は、イオンビーム B を発生させるイオン源 2 と、イオンビーム B が照射される基板 5 を収容する処理室 3 と、処理前の基板 5 を待機させる待機室 4 とを備えている。イオン源 2 と処理室 3 とは、後述する引出電極 2 4 を介して連通している。イオン源 2 及び引出電極 2 4 については後述する。

20

【 0 0 2 5 】

処理室 3 内には、基板 5 を保持する基板ホルダ 3 1 と、イオンビーム B を中和するための電子中和器 3 2 が設置されている。例えばイオンビーム B が Ar^+ 等の陽イオンの場合には、電子中和器 3 2 から電子が放出され、処理室 3 内の空間電荷が中和される。また、処理室 3 には、処理室 3 内を真空排気し、所定の圧力に維持するための真空ポンプ 3 3 が接続されている。

30

【 0 0 2 6 】

待機室 4 には、処理前の基板 5 を保持する基板保持機構 4 1 と、処理室 3 との間に開閉可能なゲートバルブ 4 2 とが設けられている。基板保持機構 4 1 は、図 2 (a) 及び (c) に示される待機位置と、図 2 (b) に示される進出位置との間において、基板 5 を移動可能に保持している。図 2 (b) に示されるように、基板 5 が進出位置に位置する際には、基板 5 は基板ホルダ 3 1 近傍に位置している。このとき、ゲートバルブ 4 2 は開放され、処理室 3 と待機室 4 とは連通されている。一方、図 2 (a) 及び (c) に示されるように、基板 5 が待機位置に位置する際には、ゲートバルブ 4 2 は閉鎖され、処理室 3 と待機室 4 とは完全に独立した空間となる。なお、真空ポンプ 3 3 は、待機室 4 にも接続され、待機室 4 内を所定の圧力に維持することができる。

40

【 0 0 2 7 】

図 1 に示されるイオン源 2 は、真空容器 2 0 と、開口 2 1 a が形成された放電容器 2 1 と、放電容器 2 1 外に設けられたコイル 2 2 と、コイル 2 2 に高周波電力を供給する高周波電源 6 1 と、放電容器 2 1 内に生成されたプラズマ P 中のイオンを開口 2 1 a から引出してイオンビーム B を発生させる引出電極 2 4 とを備えている。真空容器 2 0 は、図 2 (a) に示されるように、処理室 3 を介して真空ポンプ 3 3 と接続され、ステンレス等によって円筒状に形成されている。

【 0 0 2 8 】

図 1 に示されるように、放電容器 2 1 は、真空容器 2 0 内に配置されている。放電容器

50

21は、石英やアルミニウム酸化物等の誘電体材料によって、図の下方に開口部21aを有する円筒状に形成されている。図1における放電容器21の上面には、原料ガス供給装置23から放電容器21内へと原料ガスを供給する供給口21bが設けられている。なお、本実施の形態では、原料ガスとしてアルゴンガスを用いている。

【0029】

コイル22は、真空容器20内であって、放電容器21外に設けられている。コイル22は、放電容器21内に軸心が位置するように設けられている。コイル22は、整合器62を介して高周波電源61に接続されている。高周波電源61は、例えば高周波電源又は高周波アンプである。高周波電源61の周波数は、数MHz～十数MHz（例えば、2～13.5MHz）であって、本実施の形態では、約4MHzである。高周波電源61は、放電容器21の容量及び形状に応じて、例えば200～2000Wの電力をコイル22に印加する。

10

【0030】

引出電極24は、スクリーングリッド25、加速グリッド26及び減速グリッド27を有する。スクリーングリッド25、加速グリッド26及び減速グリッド27は、それぞれ複数の穴が形成された金属板である。スクリーングリッド25、加速グリッド26及び減速グリッド27は、放電容器21の内側から外側に向けて順に配置され、各グリッドは図示せぬスペーサを介して所定の間隔を保ちつつ、図示せぬネジによって一体的に固定されている。

【0031】

20

スクリーングリッド25は、放電容器21の開口21aに設けられ、プラズマPと加速グリッド26とを分離している。スクリーングリッド25は、イオン源2において発生したプラズマPからイオン粒子を引出す電極である。スクリーングリッド25には、プラスの高電圧を連続的に印加するための直流電源63が接続され、例えば400～1500Vの電圧が印加可能である。スクリーングリッド25に印加される電圧によって、イオンビームBのイオンビームエネルギーが決定される。

【0032】

加速グリッド26は、マイナスの電圧を印加されることにより、スクリーングリッド25により引出されたイオン粒子を加速させる電極である。加速グリッド26には、マイナスの高電圧を連続的に印加するための直流電源64が接続され、例えば-200～-1000Vの電圧を印加可能である。

30

【0033】

減速グリッド27は、加速グリッド26と基板ホルダ31との間に設けられ、加速グリッド26により加速されたイオン粒子を基板ホルダ31上の基板5へと放出する電極である。減速グリッド27は、プラス及びマイナスの電圧を印加可能なバイポーラ電源65に接続されている。

【0034】

引出電極24は、加速グリッド26と減速グリッド27との電位差を調整することにより、レンズ効果を用いてイオンビームBのイオンビーム径を所定の数値範囲内に制御することができる。なお、上述した高周波電源61、整合器62、直流電源63、直流電源64及びバイポーラ電源65等は、制御装置6によって制御されている。制御装置6は、さらに、原料ガス供給装置23や電子中和器32等を制御してビームエッチング装置1にエッチング処理（ミリング処理）を実行させる。

40

【0035】

次に、上述したイオンビームエッチング装置1において実行されるエッチング処理について、図2(a)乃至(c)の図面及び図3乃至6のフローチャートを参照して説明する。エッチング処理は、基板5をイオンビームBによってエッチング加工する処理である。被処理対象である基板5が待機室4の基板保持機構41に保持されるとエッチング処理が開始する。エッチング処理は、図3に示されるように、準備工程(S1)、基板配置工程(S2)、加工工程(S3)を実行し、基板取出(S4)を行い、終了する。

50

【 0 0 3 6 】

図 4 に示される準備工程では、まず、イオン源 2 及び処理室 3 に、プラズマ P 生成の材料となる原料ガスを供給する (S 1 1)。具体的には、原料ガス供給装置 2 3 (図 1) によって原料ガスがイオン源 2 の放電容器 2 1 内に供給され、引出電極 2 4 を介して処理室 3 内に供給される。原料ガスが供給されると、待機室 4 内は、真空ポンプ 3 3 によって真空排気を開始され (S 1 2)、処理室 3 内には、電子中和器 3 2 によって放電容器 2 1 内にプラズマ P を容易に発生させるための電子が放出され始める (S 1 3)。続いて、コイル 2 2 に高周波電源 6 1 から電圧が印加される (S 1 4)。これにより、放電容器 2 1 内にコイル 2 2 による電磁界が発生し、放電容器 2 1 内にプラズマ P が生成される。

【 0 0 3 7 】

放電容器 2 1 内にプラズマ P が生成されると、引出電極 2 4 の各グリッド 2 5 ~ 2 7 に電圧を印加する (S 1 5)。具体的には、スクリーングリッド 2 5 及び加速グリッド 2 6 には、フローティング電圧を印加し、減速グリッド 2 7 にはプラスの電圧を印加する。フローティング電圧とは、スクリーングリッド 2 5 及び加速グリッド 2 6 が放電容器 2 1 内のプラズマ P からイオン粒子を引出さない程度の電圧である。本実施の形態では、スクリーングリッド 2 5 及び加速グリッド 2 6 は接地され、0 V としている。つまり、S 1 5 において、制御装置 6 は、スクリーングリッド 2 5 及び加速グリッド 2 6 を接地することによりイオン源 2 のプラズマ P 中のイオン粒子を引出さない状態において、減速グリッド 2 7 にプラスの電圧を印加している。また、制御装置 6 によって、電子中和器 3 2 は処理室 3 内に、具体的には、減速グリッド 2 7 と基板ホルダ 3 1 との間に電子を放出する。

【 0 0 3 8 】

このとき、電子中和器 3 2 から放出された電子は減速グリッド 2 7 に引寄せられ衝突する。電子が衝突することにより、減速グリッド 2 7 は加熱される。一方、スクリーングリッド 2 5 は、放電容器 2 1 内のプラズマ P 中の電子が衝突することによって加熱されている。つまり、イオンビーム B を引出す前に、予めスクリーングリッド 2 5 及び減速グリッド 2 7 を加熱しておくことができる。スクリーングリッド 2 5 と減速グリッド 2 7 との間に位置する加速グリッド 2 6 は、スクリーングリッド 2 5 と減速グリッド 2 7 とから輻射によって加熱されるため、スクリーングリッド 2 5、加速グリッド 2 6 及び減速グリッド 2 7 との間に熱勾配が発生することを抑制することができる。よって、予めスクリーングリッド 2 5、加速グリッド 2 6 及び減速グリッド 2 7 を加熱しておくことにより、各グリッド 2 5 ~ 2 7 の熱変形を同程度にしておき、イオンビームを照射したときには、急激な温度変化を抑制することができる。イオンビーム照射時に、急激な温度変化及び温度勾配の発生を抑制し、イオンビームの強度分布が変化することを抑制できる。これにより、経時変化することのない安定したイオンビームを照射することができる。

【 0 0 3 9 】

また、スクリーングリッド 2 5 及び加速グリッド 2 6 がフローティング電位であるときに減速グリッド 2 7 に正の電圧を印加しているので、イオン粒子が減速グリッド 2 7 から放出されることがない。具体的には、スクリーングリッド 2 5 及び加速グリッド 2 6 は接地されているため、減速グリッド 2 7 に印加されたプラスの電圧の影響で、イオン源のプラズマ P からイオン粒子が引出されることがない。よって、誤ってイオンビームを放出してしまうことがない。例えばイオン粒子が移動したとしても、減速グリッド 2 7 に至る前にスクリーングリッド 2 5 及び加速グリッド 2 6 によって電荷が受け渡され中和されるため、減速グリッド 2 7 からイオン粒子が引出されることがない。

【 0 0 4 0 】

次に、待機室 4 の真空排気が完了したかを判断する (S 1 6)。まだ真空排気が完了していない場合には (S 1 6 : N O)、引き続き各グリッド 2 5 ~ 2 7 に電圧を印加する (S 1 5)。真空排気が完了した場合には (S 1 6 : Y E S)、コイル 2 2 への電圧の印加及び電子中和器 3 2 の電子の放出を停止し (S 1 7)、減速グリッド 2 7 へのプラスの電圧の印加を停止する (S 1 8)。そして、イオン源 2 及び処理室 3 への原料ガスの供給を停止する (S 1 9)。

【 0 0 4 1 】

図 5 に示される基板配置工程は、基板 5 をイオンビームによってエッチング可能な位置へ配置する工程である。まず、基板保持機構 4 1 によって待機室 4 から処理室 3 へと基板 5 を搬送する (S 2 1)。具体的には、閉鎖されていたゲートバルブ 4 2 を開放し、基板保持機構 4 1 を待機位置 (図 2 (a)) から進出位置 (図 2 (b)) へと移動させ、基板 5 を基板ホルダ 3 1 に保持させる。まだ基板 5 の搬送が完了していない、つまり、基板 5 を基板ホルダ 3 1 に保持させていないときには (S 2 2 : N O)、引き続き基板 5 を搬送する (S 2 1)。基板 5 が基板ホルダ 3 1 に保持されると、基板 5 の搬送が完了したと判断され (S 2 2 : Y E S)、基板ホルダ 3 1 は所定の角度傾けられ、角度を調整される (S 2 3)。

10

【 0 0 4 2 】

図 6 に示される加工工程は、イオン源から引出したイオンビームにより、基板 5 を加工する工程である。まず、イオン源 2 及び処理室 3 に原料ガスを供給し (S 3 1)、電子中和器 3 2 から電子を放出する (S 3 2)。次に、コイル 2 2 に高周波電源 6 1 から電圧を印加し (S 3 3)、イオン源 2 の放電容器 2 1 においてプラズマ P を発生させる。プラズマ P を発生させた状態で、引出電極 2 4 の各グリッドに電圧を印加する (S 3 4)。具体的には、上述したように、スクリーングリッド 2 5 は直流電源 6 3 からプラスの電圧を印加され、加速グリッド 2 6 は直流電源 6 4 からマイナスの電圧を印加される。減速グリッド 2 7 は、パイポラ電源 6 5 からマイナスの電圧を印加される。減速グリッド 2 7 に印加される電圧は、加速グリッド 2 6 に印加される電圧よりも絶対値が小さく、ほぼゼロに等しいマイナスの電圧である。そして、イオンビームを出射し (S 3 5)、基板 5 に所定のエッチング加工を施す (S 3 6)。このとき、イオンビームは、電子中和器 3 2 から放出される電子によって空間中和されている。加工工程が終了すると、加工を施された基板 5 は処理室 3 から取出され (図 3、S 4)、エッチング処理が終了する。

20

【 0 0 4 3 】

加工工程において、イオン粒子がスクリーングリッド 2 5 によって引出される際には、減速グリッド 2 7 には加速グリッド 2 6 に印加される電圧よりも絶対値の小さなマイナスの電圧が印加されるので、イオン源 2 からイオン粒子を引出しつつ、処理室 3 内に浮遊しているイオン粒子を減速グリッド 2 7 に引寄せ減速グリッド 2 7 に衝突させることにより、減速グリッド 2 7 の表面に堆積した堆積物をエッチングし除去することができる (図 2 (c) 参照)。この堆積物は、加工処理中に基板 5 から飛散する金属屑等であって、各グリッド間の異常放電の原因となる。また、減速グリッド 2 7 は、イオン粒子が衝突することによって加熱される。よって、スクリーングリッド 2 5、加速グリッド 2 6 及び減速グリッド 2 7 間における熱勾配の発生を防止し、スクリーングリッド 2 5、加速グリッド 2 6 及び減速グリッド 2 7 の熱変形を同程度にし、各グリッド 2 5 ~ 2 7 に形成された孔の中心がずれることを防止することができ、イオンビーム照射時にイオンビームの強度分布が変化することを抑制することができる。よって、経時変化することのない安定したイオンビームを照射することができる。また、準備工程において、予めスクリーングリッド 2 5 及び減速グリッド 2 7 を加熱しておいたことにより、加工工程において、各グリッド 2 5 ~ 2 7 の温度を定常化させるまでの時間を短縮することができる。

30

40

【 0 0 4 4 】

なお、S 1 5 及び S 3 4 において、減速グリッド 2 7 に印加する電圧は、被加工物の材質や加工条件等に合わせ、最適な値を選択している。

【 0 0 4 5 】

本発明によるイオンビーム処理装置及びイオンビーム処理方法は、上述した実施の形態に限定されず、種々の変形や改良が可能である。例えば、上述した実施の形態では、基板 5 を一枚ずつ加工する場合を例として説明したが、複数枚の基板を同時に加工してもよい。

【 0 0 4 6 】

また、上述した実施の形態では、引出電極 2 4 は、3 枚のグリッド 2 5 ~ 2 7 の外周を

50

図示せぬネジによって固定したが、外周のみならず中央部に同様の構成を有してもよいし、外周を固定する枠体を設けてもよい。

【 0 0 4 7 】

また、上述した実施の形態では、準備工程の S 1 5 (図 4) において、スクリーン電極 2 5 及び加速グリッド 2 6 を接地したが、スクリーン電極 2 5 及び加速グリッド 2 6 に、放電容器 2 1 内からイオン粒子を引出さない程度の電圧を印加してもよい。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 4 8 】

本発明は、エッチング装置やスパッタリング装置等のイオンビーム照射装置に好適に利用できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 9 】

【図 1】本発明の実施の形態に係るイオンビームエッチング装置のイオン源を示す説明図。

【図 2】本発明の実施の形態に係るイオンビームエッチング装置の動作を示す説明図であり、(a) は準備工程時、(b) は基板配置工程時、(c) は加工工程時を示す図である。

【図 3】本発明のイオンビーム処理方法のエッチング処理を示すフローチャート。

【図 4】本発明のイオンビーム処理方法のエッチング処理の準備工程を示すフローチャート。

【図 5】本発明のイオンビーム処理方法のエッチング処理の基板配置工程を示すフローチャート。

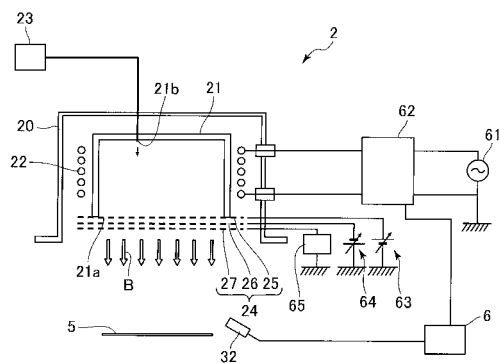
【図 6】本発明のイオンビーム処理方法のエッチング処理の加工工程を示すフローチャート。

【符号の説明】

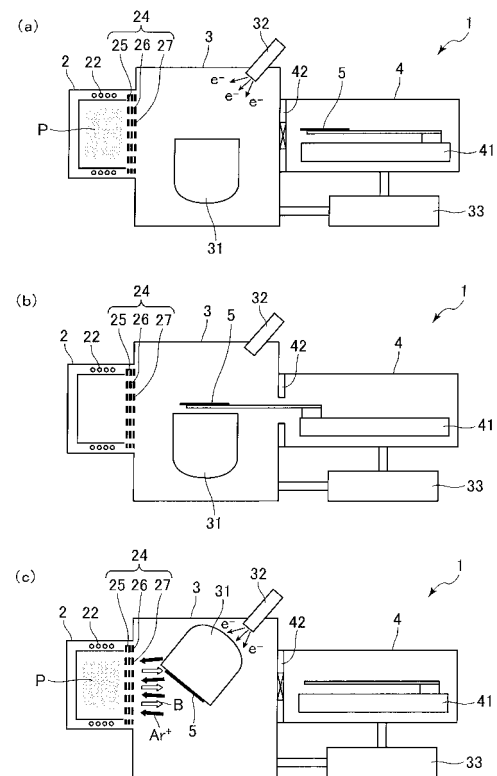
【 0 0 5 0 】

1	イオンビームエッチング装置	
2	イオン源	
3	処理室	
4	待機室	30
5	基板	
6	制御装置	
2 0	真空容器	
2 1	放電容器	
2 1 a	開口	
2 1 b	供給口	
2 2	コイル	
2 3	イオンガス供給装置	
2 4	引出電極	
2 5	スクリーングリッド	40
2 6	加速グリッド	
2 7	減速グリッド	
3 1	基板ホルダ	
3 2	電子中和器	
3 3	真空ポンプ	
4 1	基板保持機構	
4 2	ゲートバルブ	
6 1	高周波電源	
6 2	整合器	
6 3、6 4	直流電源	50

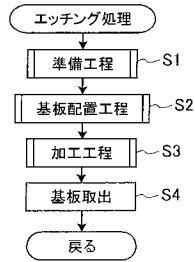
【図 1】



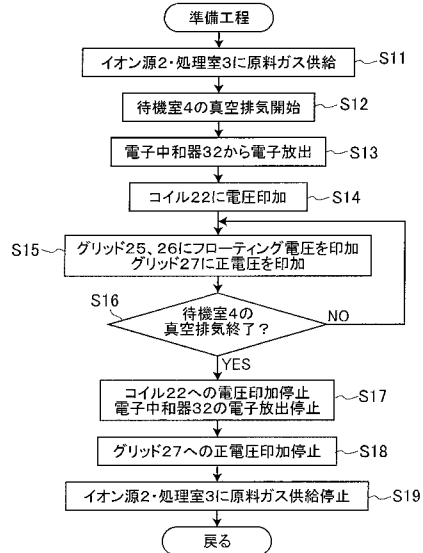
【図 2】



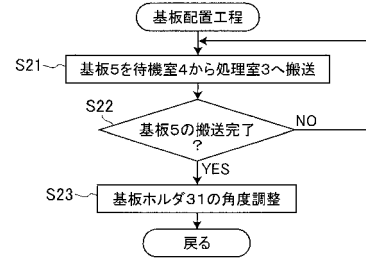
【図 3】



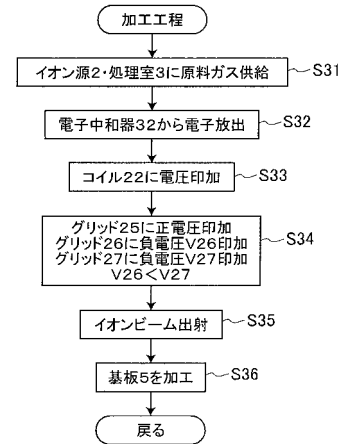
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 佐々木 亨
東京都中央区日本橋一丁目１３番１号 ＴＤＫ株式会社内
- (72)発明者 松井 敏
東京都中央区日本橋一丁目１３番１号 ＴＤＫ株式会社内

審査官 村井 友和

- (56)参考文献 特開２０００－１１３８４９（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－６５９０（ＪＰ，Ａ）

- (58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H 0 1 J 3 7 / 3 0 5