

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2010-519681

(P2010-519681A)

(43) 公表日 平成22年6月3日(2010.6.3)

(51) Int.Cl.

H01J 27/02	(2006.01)
H01J 37/08	(2006.01)
H01J 37/30	(2006.01)

F 1

H01J	27/02
H01J	37/08
H01J	37/30

テーマコード(参考)

5C030
5C034

Z

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2009-549482 (P2009-549482)
 (86) (22) 出願日 平成20年2月15日 (2008.2.15)
 (85) 翻訳文提出日 平成21年1月30日 (2009.1.30)
 (86) 國際出願番号 PCT/GB2008/050098
 (87) 國際公開番号 WO2008/099218
 (87) 國際公開日 平成20年8月21日 (2008.8.21)
 (31) 優先権主張番号 0703044.8
 (32) 優先日 平成19年2月16日 (2007.2.16)
 (33) 優先権主張國 英国(GB)

(71) 出願人 509003287
 ノルディコ テクニカル サービシズ
 リミテッド
 英国 ピーオー9 5ティーエル ハンブ
 シャー ハヴァント マーティン ロード
 ネスト ビジネス パーク 500/5
 50
 (74) 代理人 100106297
 弁理士 伊藤 克博
 (74) 代理人 100129610
 弁理士 小野 晃子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】可動マウントに取り付けられた電極を備えるイオンビーム加速装置

(57) 【要約】

可動マウント(112、114)に取り付けられた少なくとも1つの電極(102、104、106)を備える、イオンビーム加速装置(100)。

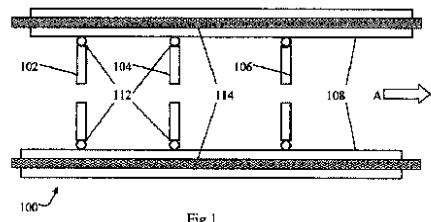


Fig. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

可動マウントに取り付けられた少なくとも 1 つの電極を備える、イオンビーム加速装置。

【請求項 2】

複数の電極を備え、該電極の少なくとも 1 つが可動マウントに支持されている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

少なくとも 1 つの開口を有する第 1 の電極と、

前記第 1 の電極に隣接するとともに該第 1 の電極から間隔をあけて配置され、少なくとも 1 つの開口を有する第 2 の電極と、10

前記第 2 の電極に隣接するとともに該第 2 の電極から間隔をあけて配置され、少なくとも 1 つの開口を有する第 3 の電極と、を備え、

各電極の前記少なくとも 1 つの開口は、他の電極の対応する開口に対して一列に並んでおり、かつ、前記第 1 の電極、第 2 の電極、および第 3 の電極のうち少なくとも 1 つの電極が可動マウントに取り付けられている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

各電極が可動マウントに取り付けられている、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】

前記可動マウントが、前記各開口のアライメントに利用できるように構成されている、20
請求項 4 に記載の装置。

【請求項 6】

前記マウントが熱的に分離されているマウントである、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 7】

前記マウントがラジアルキネマチックマウントである、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 8】

胴体部をさらに備え、

前記可動マウントが該胴体部に取り付けられ、かつ、そこから熱的に分離されている、30
請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 9】

プラズマチャンバ、

該プラズマチャンバ内で、第 1 の極性の粒子と第 2 の極性の逆の帶電粒子とを含むプラズマを発生する手段、

前記プラズマチャンバ内で前記第 1 の極性の粒子を抑制する手段、および、

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の前記加速機を含み、

前記第 1 の電極が前記プラズマと接触している、帶電粒子ビーム生成装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、イオンビーム加速装置に関する。より具体的には、例えば、スパッタリングのようなイオンビーム技術に用いられる、ビーム電圧の低い装置に関する。さらに、本発明は、帶電粒子ビーム発生装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

イオンビームは、長年、マイクロエレクトロニクス産業における部品や、記憶媒体産業における磁性薄膜デバイスの製造に使われてきた。特に、イオンビームはハードディスクのための薄膜形成で使われている。記憶媒体産業で使われる薄膜磁性センサーの製造においては、層界面の品質が重要である。

10

20

30

40

50

【0003】

イオンビームは、スパッタデポジション、スパッタエッチング、ミリングまたは表面平滑化等の多くの方法によって、薄膜構造を修正することができる。このような状況において、グリッドされた広範囲イオンビーム源が、有用性のある単色のイオンビーム光束を与える非グリッドイオンビーム源よりも、より適切であると考えられている。

【0004】

半導体、薄膜および材料産業において、イオン注入はよく知られた技術であり、材料の電気特性を変えるために結晶格子内にイオンを埋め込むのに使用される。製造されたマイクロおよびナノデバイスの多くは、高効率で作動するために薄膜界面の精密な性質に依存している。したがって、原子レベルで平滑な表面を作る能力がデバイスおよび薄膜加工技術で重要な役割を果たすことを理解することができる。10

【0005】

例えば、ハードディスクドライブ読み取りヘッドのような薄膜磁性センサーの製造で用いられる製造方法は、2つの明確なフェーズによって一般に定義されている。第1のフェーズは一般にウエハー加工と呼ばれ、平らなウエハー上のセンサー形成に関係している。このフェーズはまたフロントエンド工程として知られ、円形または正方形のウエハー上で、連続塗布および薄膜パターニングの周囲を回転する。このフロントエンド工程では、プレーナエピタキシャルまたはデポジション技術を使って、活性デバイスとなるナノ構造を組み立てる。プレーナ技術がこのナノ構造を組み立てる。ウエハーのサイズは異なるが、最も大きなものは一般的に直径約200mmである。20

【0006】

ウエハー上にアレイ状にデバイスが形成されると、このウエハーが切断され、スライダ加工またはバックエンド工程と呼ぶことができる第2のフェーズが始まる。ここでは、ウエハーはローバーと呼ばれるストリップに切断され、プラテン上に組み立てられる。このバックエンド工程により、ウエハー面に対して垂直な表面がナノ機械加工される。フロントエンド工程およびバックエンド工程は、ともに、低電力および高電力のイオンミリングの適用を必要とする。

【0007】

典型的なイオンビーム源（またはイオン銃）では、気体または蒸気を低圧力の放電チャンバに導くことによってプラズマが生成される。直流源の場合、このチャンバは加熱されたカソードおよびアノードを含んでおり、これらは、プラズマから電子を除去し、正に帯電した余剰のイオンを与える役割を果たし、このイオンは、スクリーングリッド（1つまたは複数）を通り、放電チャンバよりも低い圧力にポンピングされたターゲットチャンバに進む。電子衝突のイオン化によって放電チャンバ内でイオンが形成され、このイオンは、ランダムな熱運動によってイオン銃の本体内で動く。30

【0008】

最近のイオン源は、広く一般的に、アークによる以外に高周波放電を使って励起される。広く一般的には約13MHz～約60MHzの範囲の無線周波数が採用されうるが、約500kHz～約60MHzの範囲の無線周波数が採用される。また、マイクロ波の励起を利用するデバイスもある。40

【0009】

プラズマは、したがって正のプラズマ電位を示し、これは、プラズマが接触する任意の表面の電位よりも高い。電極の様々な配置が使用可能であり、電極の電位は個々に制御される。マルチグリッドシステムでは、イオンが衝突する第1の電極は、通常、正にバイアスをかけられ、第2の電極は負にバイアスをかけられている。ほぼ均一なエネルギーを有する一直線のイオンビームが得られるように、イオン源から現れるイオンを減速する追加のグリッドを使ってもよい。イオンスパッタリングでは、ターゲットにイオンビームが通常は斜角でぶつかるように、ターゲットがターゲットチャンバ内に配置され、スパッタされた材料が基体に衝突しうる位置に、材料がスパッタされるべき基体が配置される。スパッタエッチング、ミリングまたは表面平滑化を行う場合、イオンビームの進路に基体が配

置される。

【0010】

したがって、典型的なイオン銃では、マルチ開口抽出グリッドのアセンブリに到達するイオンは、まず正にバイアスをかけた電極にぶつかる。そのグリッドに関連付けられているのはプラズマシースである。プラズマとグリッドとの電位の差は、このシースを越えて低下する。この加速電位は、シース内のイオンを第1のグリッドに引きつける。この第1のグリッドの開口を通って移動し、正のバイアスをかけられた第1のグリッドと負にバイアスをかけられた第2のグリッドとの間の空間に入るすべてのイオンは、極めて強い電場によって強力に加速される。イオンが第2のグリッドの開口を通過し、接地された導電性ターゲットへ飛ぶとき、それは減速場を通って移動する。次いで、イオンは接地されたターゲット（第1の正グリッドの電位とシース電位の和に等しいエネルギーをもつ）に到達する。

10

【0011】

したがって、通常のイオン銃は、一対のグリッドの間に作られる外部から印加された電場によって加速される帶電粒子源を含んでいる。従来は、低エネルギーのイオンビームを製造するために、3つのグリッドが使用され(もっと多くのグリッドを使うことができるが)、この第1のグリッドを正電位で保ち、最良の発散を与えるように調節された第2のグリッドを負電位で保ち、第3のグリッドを使う場合には、第3のグリッドを接地電位、すなわち、ビームが生成されるチャンバの電位で保つ。

20

【0012】

薄膜磁性デバイスの製造に関して、工程の制限は限定された回折であり、それにより、必要なイオンビームサイズを達成することが困難になる。薄膜磁性デバイスがより小さくなるにつれて、工程の制限はより厳しくなり、良質の低エネルギーイオンビームを達成することは困難である。大きなウエハー面積にわたって比較的高い電力レベルを必要とする工程に関しては、技術的課題を示す多くの問題がある。1つの課題は、このような用途が、高い集積ビーム電流と比較的低いビーム電圧とを必要とすることである。他の課題は、非常に良好なビームの発散特性が必要なことである。これら2つの特性は、1000Vより低いビームエネルギーで達成することは困難であるが、英国特許出願0612915.9および0622788.8(本明細書中で参考として援用される)に記載された技術を使ってうまくいくことが立証されている。

30

【0013】

低いビームエネルギーで高いミリング速度を要求する方法に関しては、加速器が古くなるにつれてビーム均一性が低下することが知られている。この均一性低下の1つの有意な理由は、加速器内のグリッドの運動により、加速器が物理的に不安定になることである。イオン加速器グリッドを含むグリッドは、特定の用途のために最適化されている様々なパラメータを有する。これらのパラメータの1つが電極間分離であり、他のパラメータが開口の配向である。電極間分離および/または開口配向で生じるあらゆる変形または不整合は、次いで結果として、ビーム均一性の顕著な揺動を引き起こすと考えられ、この揺動はビームコリメーションの損失となる。この揺動は、最終的に、高い電力および低い電力の両方を実行するイオン加速器の性能に負の影響を与えうる。

40

【0014】

グリッド寸法または取付け位置の変形は、熱応力から生じる。加速器には非常に大きな熱負荷がかかっているわけではないが、それは本質的には真空環境下に隔てられている。第1のグリッドを、その周辺を取り囲む固定マウントによって配置することは比較的容易である。第2、第3のグリッドは真空内の熱的に隔てられた環境に配置され、したがって、ただ輻射によって熱を放散することができる。グリッドの不整合または変形が起きた場合にも、グリッドを再配置できるように、加工を中断する必要があり、その結果、短い平均時間から数日のメンテナンスとなり、それにより、プロセス装置の停止時間が長くなる。

【0015】

50

参照を簡単にするために、以下、グリッドを電極と呼ぶ。

【0016】

電極からの熱を放散して変形を最小にし、それによりメンテナンスまでの平均時間を長くする1つの提案が公知であり、この提案では、電極内に流路が設けられ、これらの流路に流体を流すことで電極を積極的に冷却することができる。この装置によって問題に対処可能であるが、多くの適用には経費があまりにも掛かり過ぎる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

本発明は、先行技術が関連する問題を克服し、ビームの発散（これは電極のミスマッチメントにつながる電極の熱応力の結果である）が小さいイオンビームを、経費的に有効な方法で生成するシステムを提供する。10

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明の第1の態様によれば、可動マウントに取り付けられた少なくとも1つの電極を備えるイオンビーム加速装置が提供される。

好ましい装置は、複数の電極を備え、このうち少なくとも1個が可動マウントに取り付けられている。

【0019】

さらに好ましい装置では、当該装置は、20

少なくとも1つの開口を有する第1の電極と、

前記第1の電極に隣接するとともに該第1の電極から間隔をあけて配置され、少なくとも1つの開口を有する第2の電極と、

前記第2の電極に隣接するとともに該第2の電極から間隔をあけて配置され、少なくとも1つの開口を有する第3の電極と、を備え、

各電極の前記少なくとも1つの開口は、他の電極の対応する開口に対して一列に並んでおり、かつ、前記第1の電極、第2の電極、および第3の電極のうち少なくとも1つの電極が可動マウントに取り付けられている。

【0020】

「可動マウント」とは、併進移動可能であり、すなわち、アセンブリ内のマウントの位置（ひいては電極の位置）がアセンブリに対して移動可能であり、および／または、動きが半径方向（つまり外側へ広がる）であり、これにより、電極内のあらゆる広がりに適応し、それによって電極のゆがみ（バックリング）を予防できることを意味する。30

【0021】

複数の電極が存在する場合、可動マウントは、各電極が独立に動くことを可能にするものであってもよい。

【0022】

複数の可動マウントが存在する場合、いくつかまたは全ての電極に対して可動マウントを使うことにより、装置で発生した熱応力の影響下でも、一定のビーム安定性と改善されたビーム均一性を達成することができる。これにより、最終的に、メンテナンスまでの平均時間が長くなり、加速器の停止時間（経費が掛かる）が短くなる。40

【0023】

複数の電極が存在する場合、前記各開口のアライメントを保つために前記可動マウントが構成され、これにより、開口のアライメントおよび電極間分離の安定性が改善される。

【0024】

任意の適した可動マウントを使うことができる。1つの装置では、それは熱的に分離されたマウントであってもよい。好ましい装置では、マウントはラジアルキネマチックマウント（radial kinematic mount）である。このようなマウントは、光学的な用途で公知である。電極が、上述の第1、第2および第3の電極である場合、第1の電極がビーム形

10

20

30

40

50

成電極、第2の電極が抽出電極、第3の電極が接地電極であってもよい。追加または代替として、第1の電極が発散静電レンズ、第3の電極がフォーカス静電レンズであってもよい。この装置では、発散およびフォーカス静電レンズが設けられているので、良好に平行なビームがもたらされる。

【0025】

本発明の加速器は、帯電粒子ビーム生成装置で使うことができ、したがって、本発明の第2の態様によれば、

プラズマチャンバ、

該プラズマチャンバ内で、第1の極性の粒子および第2の極性の逆帯電粒子を含むプラズマを発生する手段、

10

前記プラズマチャンバ内で、前記第1の極性の粒子を抑制する手段、および、

前記加速機を含み、

前記第1の電極が前記プラズマと接触する、帯電粒子ビーム生成装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の電極配置の横断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

本発明について以下さらに添付図面を参照して単なる例示として説明する。

20

【0028】

図1に示されているように、本発明は、三極管の形態のイオン加速器100を提供する。三極管装置は、第1のビーム形成電極102と、第2の抽出電極104と、接地電極として知られる第3の電極106とを含んでいる。すべての電極は、該電極を貫通する開口を有し、各開口は、平面状であり、開口中心の周りに円状の対称性または回転対称性を有している。これらの電極は、それらの開口がほぼ一列に揃うように順番に配置されている。電極102、104、106は、加速器100の胴体部108に取付けられている。

【0029】

加速器内で生じる熱応力に対して安定性を与えるために、各電極は、マウント112、113、114を用いて加速器100の胴体部108に取り付けられている。マウント112、113または114は、各電極を、加速器100の胴体部108から熱的に分離するように配置されている。抽出電極104および接地電極106は、真空チャンバ110のような真空環境に配置されていてもよく、これらは、ビーム形成電極102から熱的に分離される。または、3つすべての電極が真空環境に配置されていてもよい。

30

【0030】

電極102、104、106および胴体部が高温となった場合、各電極は、互いに、かつ、加速器100の胴体108に対して半径方向に動くことができるよう、マウント112、113、114が設けられている。この点、マウントは2つの自由度を有する。このようなマウントは、一般的には、ラジアルキネマチックマウントとして知られている。電極および加速器が熱くなるにつれて、マウントは電極の半径方向の広がりを可能にし、これにより、熱的に誘発された応力の影響による電極のゆがみが防止される。

40

【0031】

電極（各電極）は、任意の適当な幾何学的形状であってもよく、G B 0 6 1 2 9 1 5 . 9 および G B 0 6 2 2 7 8 8 . 7 （これらは本明細書中で参考として援用される）に記載された構造であってもよい。電極は、面取りされた切取り部または面取りされていない開口形状を含んでいてもよい。この開口は、円形のような任意の適当な形状であってもよい。

【0032】

本発明の好ましい装置では、加速器100から抽出された最終のビームエネルギーは、ビーム形成電極102と接地電極106との電位の差によって定められ、また、ビーム電流は、ビーム形成電極102と抽出電極104との電位の差によって定められる。接地電

50

極 106 が接地電位に決まると、ビーム形成電極 102 の電位も決まる。したがって、抽出電極 104 の電位は、ビームコリメーションの要求の制約範囲内で、任意の所望値に決めることができる。このタイプの加速器は、加速 - 減速加速器と呼ばれ、ビームは最初強く加速され、次いで、同様に強く遅らせられる（減速される）。

【図 1】

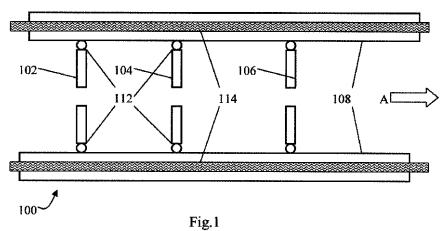


Fig.1

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/GB2008/050098

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01J37/15 H01J37/04 H01J37/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 59 207553 A (HITACHI LTD) 24 November 1984 (1984-11-24) abstract; figures	1-7, 9
X	JP 06 068806 A (JAPAN STEEL WORKS LTD) 11 March 1994 (1994-03-11) abstract; figures paragraphs [0007] - [0016]	1-5, 7, 9
X	GB 2 336 029 A (TAMAI TADAMOTO [GB]) 6 October 1999 (1999-10-06) abstract; figures 1, 4, 6, 7 page 13, lines 23-25 page 16, line 22 - page 19, line 11	1, 2, 5-9
	-/-	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubt on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
27 May 2008	10/06/2008
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Opitz-Coutureau, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/GB2008/050098

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	BIRI S ET AL: "The new ECR ion source of the ATOMKI: A tool to generate highly charged heavy ion plasma and beam" NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH, SECTION - B:BEAM INTERACTIONS WITH MATERIALS AND ATOMS, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, vol. 124, no. 2-3, 1 April 1997 (1997-04-01), pages 427-430, XP004073284 ISSN: 0168-583X abstract; figure 1 section 3.2 on page 428	1-5,7,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/GB2008/050098

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 59207553	A 24-11-1984	NONE	
JP 6068806	A 11-03-1994	NONE	
GB 2336029	A 06-10-1999	JP 11283552 A	15-10-1999

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MT,NL,NO,PL,PT,RO,SE,SI,SK,T
R),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,
BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,D0,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,K
G,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT
,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ホームズ、アンドリュー ジェームズ ティモシー

英国 アールジー17 0エルエイチ バークシャー ハンガーフォード サリスベリー ロード
10 セーラム ハウス

(72)発明者 デーヴィス、マーヴィン ハワード

英国 ピーオー20 7エイチビー サセックス チェスター パードハム クルッキドウ レ
ーン グリーンバンクス

Fターム(参考) 5C030 DD00 DE04

5C034 AA01