

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-17304  
(P2015-17304A)

(43) 公開日 平成27年1月29日(2015.1.29)

(51) Int.Cl.

C23C 14/35

(2006.01)

F 1

C 23 C 14/35

C

テーマコード(参考)

4 K 0 2 9

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号

特願2013-145204 (P2013-145204)

(22) 出願日

平成25年7月11日 (2013.7.11)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都港区港南1丁目7番1号

(74) 代理人 100104215

弁理士 大森 純一

(74) 代理人 100117330

弁理士 折居 章

(74) 代理人 100168181

弁理士 中村 哲平

(74) 代理人 100170346

弁理士 吉田 望

(74) 代理人 100168745

弁理士 金子 彩子

(74) 代理人 100176131

弁理士 金山 慎太郎

最終頁に続く

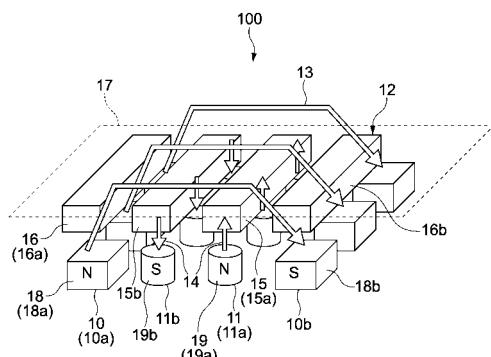
(54) 【発明の名称】 磁界発生装置、及びスパッタリング装置

## (57) 【要約】

【課題】磁場の分布を簡単に調整可能な磁場発生装置、及びこれを用いたスパッタリング装置を提供すること。

【解決手段】上記目的を達成するため、本技術の一形態に係る磁界発生装置は、2以上の中磁極部と、少なくとも1以上の副磁極部と、ヨーク部とを具備する。前記2以上の主磁極部は、主磁場を発生させる。前記少なくとも1以上の副磁極部は、前記発生した主磁場を調整するための副磁場を発生させる、複数に分割された第1の分割磁石を有する。前記ヨーク部は、前記1以上の副磁極部のそれぞれに対応して、前記複数の第1の分割磁石と対向するように配置された1以上の第1のヨークを含む。

【選択図】図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

主磁場を発生させる 2 以上の主磁極部と、  
 前記発生した主磁場を調整するための副磁場を発生させる、複数に分割された第 1 の分割磁石を有する少なくとも 1 以上の副磁極部と、  
 前記 1 以上の副磁極部のそれぞれに対応して、前記複数の第 1 の分割磁石と対向するよう配置された 1 以上の第 1 のヨークを含むヨーク部と  
 を具備する磁界発生装置。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の磁性発生装置であって、  
 前記 2 以上の主磁極部は、複数に分割された第 2 の分割磁石をそれぞれ有し、  
 前記ヨーク部は、前記 2 以上の主磁極部のそれぞれに対応して、前記複数の第 2 の分割磁石と対向するよう配置された 2 以上の第 2 のヨークを含む  
 磁界発生装置。

## 【請求項 3】

請求項 2 に記載の磁界発生装置であって、  
 前記主磁場の発生位置となる発生部をさらに具備し、  
 前記 2 以上の主磁極部は、前記発生部側に N 極が配置された第 1 の主磁極部と、前記発生部側に S 極が配置された第 2 の主磁極部とを有し、  
 前記 1 以上の副磁極部は、前記第 1 及び前記第 2 の主磁極部の間の前記第 2 の主磁極部の近傍に設置された、前記発生部側に N 極が配置された第 1 の副磁極部と、前記第 1 及び前記第 2 の主磁極部の間の前記第 1 の主磁極部の近傍に設置された、前記発生部側に S 極が配置された第 2 の副磁極部とを有し、  
 前記第 1 のヨークは、前記複数の第 1 の分割磁石と前記発生部との間に配置され、  
 前記第 2 のヨークは、前記複数の第 2 の分割磁石と前記発生部との間に配置される  
 磁界発生装置。

## 【請求項 4】

請求項 3 に記載の磁界発生装置であって、  
 前記発生部は、磁場を発生する側を表面としその反対側を背面とする発生面を有し、  
 前記第 1 の主磁極部は、前記発生面の縁部の背面側に環状に配置され、  
 前記第 2 の主磁極部は、前記発生面の中央部の背面側に直線状に配置され、  
 前記第 1 の副磁極部は、前記第 2 の主磁極部を囲むように環状に配置され、  
 前記第 2 の副磁極部は、前記第 1 の主磁極部の内側に環状に配置される  
 磁界発生装置。

## 【請求項 5】

請求項 1 に記載の磁界発生装置であって、  
 前記複数の第 1 の分割磁石を移動可能なように保持する保持部をさらに具備する  
 磁界発生装置。

## 【請求項 6】

真空チャンバと、  
 前記真空チャンバの内部に配置された基板支持部と、  
 前記基板支持部に対向して配置されたターゲットと、  
 前記ターゲットの表面に主磁場を発生させる 2 以上の主磁極部と、  
 前記発生した主磁場を調整するための副磁場を発生させる、複数に分割された第 1 の分割磁石を有する少なくとも 1 以上の副磁極部と、  
 前記 1 以上の副磁極部のそれぞれに対応して、前記複数の第 1 の分割磁石と対向するよう配置された 1 以上の第 1 のヨークを含むヨーク部と  
 を有する磁界発生部と、  
 前記ターゲットに負電位を印加する電位印加部と  
 を具備するスパッタリング装置。

10

20

30

40

50

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本技術は、磁界発生装置、及びこれを用いたスパッタリング装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

特許文献1には、ウエハやガラス等の基板表面に薄膜を形成するためのマグнетロンスパッタ装置について記載されている。特許文献1の図1等に示されるように、底部ヨーク1の中央部に中央部磁石2が立設され、その周囲を囲むように周縁部磁石3が立設される。また中央部磁石2と周縁部磁石3との間には、第1の補助磁石4と第2の補助磁石5とが立設される。このように構成された磁気回路により、ターゲット7の表面における垂直磁場成分が3度ゼロレベルを通る分布となる磁場が形成される。これによりターゲット7を均等にスパッタリングすることが可能とされている（特許文献1の段落[0020]-[0025]等参照）。

**【0003】**

また特許文献2にも、マグネットロンスパッタ装置に用いられる磁界発生装置について記載されている。特許文献2の図1等に示されるように、磁界発生用の磁気回路として、中央側永久磁石1と、これを取り囲むように配置される外側永久磁石2とが設けられる。また中央側永久磁石1と外側永久磁石2との間には、ターゲット面と平行になるように、磁性材料でなるシャント板6が設けられる。このシャント板6は、ターゲット10の表面における垂直磁場成分が、ゼロもしくはゼロ近傍でフラットとなること、あるいはゼロ点を3回交差することを目的として配置される。このような磁場によりターゲット10が浸食されるエロージョン領域が広くなるようにされている（特許文献2の段落[0021]-[0028]-[0032]等参照）。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】特許第4845836号公報

【特許文献2】特許2006-16634号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

上記したように特許文献1及び2に記載のマグネットロンスパッタ装置では、ターゲットの表面の磁場成分をフラットにする技術が用いられている。このようなマグネットロンスパッタ装置等において、磁場の分布を簡単に調整可能な技術が求められている。

**【0006】**

以上のような事情に鑑み、本技術の目的は、磁場の分布を簡単に調整可能な磁場発生装置、及びこれを用いたスパッタリング装置を提供することにある。

**【課題を解決するための手段】****【0007】**

上記目的を達成するため、本技術の一形態に係る磁界発生装置は、2以上の主磁極部と、少なくとも1以上の副磁極部と、ヨーク部とを具備する。

前記2以上の主磁極部は、主磁場を発生させる。

前記少なくとも1以上の副磁極部は、前記発生した主磁場を調整するための副磁場を発生させる、複数に分割された第1の分割磁石を有する。

前記ヨーク部は、前記1以上の副磁極部のそれぞれに対応して、前記複数の第1の分割磁石と対向するように配置された1以上の第1のヨークを含む。

**【0008】**

この磁界発生装置では、主磁場を調整するための副磁場を発生させるために、複数の第1の分割磁石が配置される。例えばこの複数の第1の分割磁石の数や位置等を調整するこ

10

20

30

40

50

とで、副磁場の強度や分布を簡単に調整することができる。この結果、主磁場の分布も簡単に調整することが可能となる。また副磁極部に対応するように、複数の第1の分割磁石と対向するように第1のヨークが配置される。これにより第1の分割磁石から発生する副磁場にムラ等が生じることを防止することが可能となる。

【0009】

前記2以上の主磁極部は、複数に分割された第2の分割磁石をそれぞれ有してもよい。この場合、前記ヨーク部は、前記2以上の主磁極部のそれぞれに対応して、前記複数の第2の分割磁石と対向するように配置された2以上の第2のヨークを含んでもよい。

これにより例えば第2の分割磁石の数や位置等を調整することで、主磁場の強度や分布を簡単に調整することが可能となる。複数の第2の分割磁石と対向するように第2のヨークが配置されるので、第2の分割磁石から発生する主磁場にムラ等が生じることを防止することが可能となる。

10

【0010】

前記磁界発生装置は、前記主磁場の発生位置となる発生部をさらに具備してもよい。

この場合、前記2以上の主磁極部は、前記発生部側にN極が配置された第1の主磁極部と、前記発生部側にS極が配置された第2の主磁極部とを有してもよい。また前記1以上の副磁極部は、前記第1及び前記第2の主磁極部の間の前記第2の主磁極部の近傍に設置された、前記発生部側にN極が配置された第1の副磁極部と、前記第1及び前記第2の主磁極部の間の前記第1の主磁極部の近傍に設置された、前記発生部側にS極が配置された第2の副磁極部とを有してもよい。また前記第1のヨークは、前記複数の第1の分割磁石と前記発生部との間に配置されてもよい。また前記第2のヨークは、前記複数の第2の分割磁石と前記発生部との間に配置されてもよい。

20

このように主磁極部及び副磁極部が設置されることで、前記発生部から発生する主磁場を発生部の上方で平行にすることが可能となる。

【0011】

前記発生部は、磁場を発生する側を表面としその反対側を背面とする発生面を有してもよい。この場合、前記第1の主磁極部は、前記発生面の縁部の背面側に環状に配置されてもよい。また前記第2の主磁極部は、前記発生面の中央部の背面側に直線状に配置されてもよい。また前記第1の副磁極部は、前記第2の主磁極部を囲むように環状に配置されてもよい。また前記第2の副磁極部は、前記第1の主磁極部の内側に環状に配置されてもよい。

30

このように主磁極部及び副磁極部が設置されることで、例えば発生面上に配置された物体の表面方向と平行な方向に主磁場を形成することが可能となる。

【0012】

前記磁界発生装置は、前記複数の第1の分割磁石を移動可能なように保持する保持部をさらに具備してもよい。

これにより保持部を適宜動作させることで、第1の分割磁石の位置を簡単に調整することが可能となる。この結果、主磁場の分布を簡単に調整することが可能となる。

【0013】

本技術の一形態に係るスパッタリング装置は、真空チャンバと、基板支持部と、ターゲットと、磁界発生部と、電位印加部とを具備する。

40

前記基板支持部は、前記真空チャンバの内部に配置される。

前記ターゲットは、前記基板支持部に対向して配置される。

前記磁界発生部は、2以上の主磁極部と、少なくとも1以上の副磁極部と、ヨーク部とを有する。

前記2以上の主磁極部は、前記ターゲットの表面に主磁場を発生させる。

前記少なくとも1以上の副磁極部は、前記発生した主磁場を調整するための副磁場を発生させる、複数に分割された第1の分割磁石を有する。

前記ヨーク部は、前記1以上の副磁極部のそれぞれに対応して、前記複数の第1の分割磁石と対向するように配置された1以上の第1のヨークを含む。

50

前記電位印加部は、前記ターゲットに負電位を印加する。

【0014】

磁界発生部により、ターゲットの表面の磁場を平行に調整することができる。これによりターゲットの浸食領域を広くすることが可能となり、ターゲットの利用効率を向上させることが可能となる。また磁界発生部により発生される磁場の分布を簡単に調整することができるるので、例えばターゲットの種類等に応じて最適な磁場を発生させることが可能となる。

【発明の効果】

【0015】

以上のように、本技術によれば、磁場の分布を簡単に調整可能な磁場発生装置、及びこれを用いたスパッタリング装置を提供することが可能となる。

10

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】マグнетロンスパッタリングの原理を説明するための模式的な図である。

【図2】本技術の一実施形態に係る磁界発生装置の概要を示す模式図である。

【図3】本実施形態に係るスパッタカソードの構成例を示す斜視図である。

【図4】本実施形態に係るスパッタカソードの構成例を示す断面図である。

【図5】本実施形態に係るスパッタカソードの構成例を示す平面図である。

【図6】本実施形態に係るスパッタカソードの構成例を示す断面図である。

【図7】図1に示す一般的なスパッタカソードにおける電子の軌道計算の結果を示すグラフである。

20

【図8】図1に示す一般的なスパッタカソードにおける電子の軌道計算の結果を示すグラフである。

【図9】本実施形態に係る磁界発生装置を備えるスパッタカソードにおける、ターゲットの表面の磁束密度の実測値を示すグラフである。

【図10】本実施形態に係るスパッタカソードを使用した場合のターゲットの断面形状を実測したグラフである。

【図11】本実施形態に係る磁界発生部による主磁場の調整方法について説明するためのグラフである。

30

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本技術に係る実施形態を、図面を参照しながら説明する。

【0018】

[マグネットロンスパッタリングの原理]

本技術に係る磁界発生装置及びマグネットロンスパッタ装置を説明するために、まずマグネットロンスパッタリングの原理を説明する。図1は、その原理を説明するための模式的な図であり、一般的なマグネットロンスパッタ装置の基本的な構成を示す図である。以下、マグネットロンスパッタ装置のことを、単にスパッタリング装置と記載する場合がある。

【0019】

図1に示すように、スパッタリング装置900は基本的な構成として、真空チャンバ901と、真空チャンバ901の内部に配置された基板支持部902と、基板支持部902に対向して配置されたスパッタカソード903と、DC電源（電位印加部）904とを有する。

40

【0020】

真空チャンバ901には、図示しない真空排気配管及びガス配管が設けられる。真空排気管には真空ポンプが接続され、真空チャンバの内部を真空雰囲気に排気可能となっている。ガス配管は、真空チャンバの内部にプロセスガス（水素、酸素、又は窒素、アルゴン等の不活性ガス、反応ガス等）を導入する。

【0021】

基板支持部902は、成膜処理の対象となる半導体ウエハやガラス基板等の基板Sを支

50

持する。図1に示すように、基板支持部902は、DC電極の正極と接続される。また基板支持部902は、グランド電位に接続されている。

【0022】

スパッタカソード903は、スパッタターゲット（以下単にターゲットと記載する）905と、バッキングプレート906と、フレーム907と、磁界発生部908とを有する。ターゲット905は、矩形状を有し、バッキングプレート906に接続されている。バッキングプレート906は、フレーム907を介して、DC電源904の負極に接続される。なお電位印加部として、DC電源以外のものが用いられてもよい。

【0023】

磁界発生部908は、ターゲット905の表面に磁場を発生させるための磁気回路909を有する。磁気回路909は、バックヨーク910と、バックヨーク910の上に環状（リング状）に配置された永久磁石911と、その中央に配置された直線状（棒状）に配置された永久磁石912とで構成されている。磁石911と磁石912は、バッキングプレート906に対し、互いに異なる極性の磁極を向けて配置されている。

【0024】

図1に示す例では、バッキングプレート906側がN極となるように、環状の磁石911が配置される。またバッキングプレート906側がS極となるように、直線状の磁石912が配置される。これによりターゲット905の表面に、図1に示すような磁力線913が形成される。なお以下の説明では、磁場と磁力線を同じ符号で示す場合がある（例えば磁力線913のことを磁場913として説明する場合がある）。

【0025】

このようなスパッタリング装置900において、バッキングプレート906に負極の高電圧が印加されると、ターゲット905の表面より電子914が放出する。電子914はローレンツ力により、ターゲット905の表面の磁力線913に捕獲されて螺旋運動（トコロイド運動）を行う。磁力線913に捕獲された電子914は、バッキングプレート906の負電位と、ターゲット905表面の磁場913の水平成分により図1に示す力のベクトル方向に力（符号915で表すベクトル）を受ける。質量の小さい電子914は、その力を受けることで高速に加速される。

【0026】

図1のように矩形状のターゲット905が用いられる場合、陸上競技で使用されるトラックと略等しいトラック形状にて電子914が移動するように、磁石911及び912がレイアウトされる。従ってそのトラックの形状にて電子トンネルが形成される。

【0027】

真空チャンバ901の内部は、所定の真空度にまで排気されており、ガス配管を介してアルゴンガスが導入される。高速で移動している電子914がアルゴンガスに衝突することで、アルゴン原子が励起されAr+（アルゴンイオン）917が発生する。プラスに励起したAr+917は、負電位となるターゲット905に引き寄せられ、高速でターゲット905の表面に衝突する。これによりターゲット905の構成材料の原子を含む粒子（スパッタ粒子）918が放出される。ターゲット905の表面から放出されたスパッタ粒子918は、対向する基板Sの表面に付着し、薄膜を形成する。

【0028】

スパッタリングによりターゲット905は徐々に浸食される。厚みが使用可能な範囲を超える直前までターゲット905は使用され、新しいものに交換される。本説明では、ターゲット905の交換が必要なまでに、当該ターゲット905をどの程度使用できたかを、ターゲット905の利用率とする。すなわち使用前のターゲット905のうち、スパッタリングされて成膜に使用された割合が、利用率として表される。利用率を高くすることが出来ればターゲット905を有効に使用することができ製品コストの削減等につながる。

【0029】

ターゲット905の浸食は、ターゲット905へのAr+917の衝突により生じる。

10

20

30

40

50

また Ar + 917 は、電子トンネル内の電子 914 との衝突によって発生する。電子トンネル内の電子密度にムラがある場合、励起される Ar + 917 にもムラが生じ、ターゲット 905 の浸食領域（エロジョン領域）もムラになる。ターゲット 905 の寿命は浸食部分の最も深い部分に律速されるため、ターゲット 905 の利用率を上げる為には広いエリアで均一に浸食を発生させる必要がある。その為には電子密度を均一、且つ幅広くすることが求められる。

#### 【0030】

以下に示す本技術に係る磁性発生装置及びスパッタリング装置では、ターゲットの表面に発生する磁場の分布を簡単に調整することが可能である。この結果、ターゲットの利用率を向上させることも可能となる。

10

#### 【0031】

##### [磁界発生装置]

図 2 は、本技術の一実施形態に係る磁界発生装置の概要を示す模式図である。磁界発生装置 100 は、2 以上の主磁極部 10 と、1 以上の副磁極部 11 と、ヨーク部 12 とを有する。2 以上の主磁極部 10 は、主磁場 13 を発生させる。1 以上の副磁場 11 は、主磁場 13 を調整するための副磁場 14 を発生させる。ヨーク部 12 は、1 以上の副磁極部 11 にそれぞれ対応して配置される第 1 のヨーク 15 と、2 以上の主磁極部 10 にそれぞれ対応して配置される第 2 のヨーク 16 とを有する。

#### 【0032】

図 2 に示す例では、2 以上の主磁極部 10 として、主磁場 13 の発生位置となる発生部 17 側に N 極が配置された第 1 の主磁極部 10a と、発生部 17 側に S 極が配置された第 2 の主磁極部 10b とを有する。第 1 及び第 2 の主磁極部 10a 及び 10b は、複数の分割された分割磁石 18 をそれぞれ有する。すなわち第 1 及び第 2 の主磁極部 10a 及び 10b は、それぞれ小片化された磁石列よりなる。この主磁極部 10 に含まれる複数の分割磁石 18 は、第 2 の分割磁石に相当する。

20

#### 【0033】

図 2 に示す例では、発生部 17 側に N 極が配置された、複数の分割磁石 18a により第 1 の主磁極部が構成されている。本実施形態では、複数の分割磁石 18a として、磁極面の形状が矩形となる直方体状の分割磁石が配列される。複数の分割磁石 18a として、互いに同じものが用いられてもよいし、形状や種類が異なるものが用いられてもよい。例えば分割磁石 18a として、ネオジウム磁石やフェライトコア磁石等が用いられる。あるいは電磁石等が用いられてもよい。

30

#### 【0034】

第 2 の主磁極部 10b は、発生部側に S 極が配置された、複数の分割磁石 18b により構成されている。複数の分割磁石 18b も、磁極面が矩形となる直方体状の磁石が用いられる。このように配置された第 1 及び第 2 の主磁極部 10a 及び 10b により主磁場 13 が発生され、分割磁石 18a のそれぞれの N 極面から、分割磁石 18b のそれぞれの S 極面に向けて磁力線 13 が形成される。

#### 【0035】

図 2 に示す例では、1 以上の副磁極部 11 として、発生部 17 側に N 極が配置された第 1 の副磁極部 11a と、発生部 17 側に S 極が配置された第 2 の副磁極部 11b とを有する。図 2 に示すように、第 1 の副磁極部 11a は、第 1 及び第 2 の主磁極部 10a 及び 10b の間の、第 2 の主磁極部 10b の近傍に設置される。また第 2 の副磁極部 11b は、第 1 及び第 2 の主磁極部 10a 及び 10b の間の第 1 の主磁極部 10a の近傍に設置される。

40

#### 【0036】

第 1 及び第 2 の副磁極部 11a 及び 11b は、複数の分割された分割磁石 19 をそれぞれ有する。すなわち第 1 及び第 2 の副磁極部 11a 及び 11b は、それぞれに小片化された磁石列によりなる。この副磁極部 11 に含まれる複数の分割磁石 19 は、第 1 の分割磁石に相当する。

50

## 【0037】

図2に示す例では、発生部17側にS極が配置された、複数の分割磁石19aにより第1の副磁極部11aが形成されている。また発生部17側にN極が配置された、複数の分割磁石19bにより第2の副磁極部11bが構成されている。複数の分割磁石19a及び19bは、ともに磁極面の形状が円形状となる円柱状の分割磁石からなる。複数の分割磁石19も、その数や形状等は任意に設定されてよい。典型的には、副磁極部11は、主磁場13を調整する副磁場14を発生させるものである。従って、副磁極部11として配置される分割磁石19は、主磁極部10として配置される分割磁石18よりも、断面積等が小さい磁力の弱い磁石が用いられる。しかしながら、主磁場13として発生させる磁場の分布や、それぞれの分割磁石の個数や位置等によっては、そのような磁力の関係に限定されなくてもよい。

10

## 【0038】

図2に示す例では、第2の副磁極部11bから発生する副磁場14により、主磁場13が下方(発生部17から第2の副磁極部11bに向かう方向)に引っ張られる。すなわちその部分では、発生部17の上方の主磁場13の垂直成分が下方に引っ張られるように移動する。一方、第1の副磁極部11aから発生する副磁場14により、主磁場13が上方(第1の副磁極部11aから発生部17に向かう方向)に押し上げられる。すなわちその部分では、発生部17の上方の主磁場13の垂直成分が上方に移動する。これにより発生部17から発生する主磁場13を、発生部17の上方で平行にすることができる。これにより下記に詳しく述べるように、ターゲットの利用率を向上させることが可能となる。

20

## 【0039】

また、主磁場13を発生させる第1及び第2の主磁極部10a及び10bが、複数の分割磁石18により構成されているので、分割磁石18の数や位置等を適宜調整することで、主磁場13の分布、すなわち磁力線の方向や磁束密度等を簡単に調整することが可能となる。同様に、副磁場14を発生させる第1及び第2の副磁極部11a及び11bも、複数の分割磁石19により構成されているので、分割磁石19の数や位置等を適宜調整することで、副磁場14の強度や分布を簡単に調整することができる。副磁場14を簡単に調整可能であるので、主磁場13の調整も簡単に可能となる。

## 【0040】

ヨーク部12の第1のヨーク15は、第1及び第2の副磁極部11a及び11bに対応して、それぞれの複数の分割磁石19と対向するように配置される。図2に示す例では、第1の副磁極部11aの分割磁石19aの上方で、分割磁石19aと発生部17との間に、第1のヨーク15aが1つ配置される。また第2の副磁極部11bの分割磁石19bの上方で、分割磁石19bと発生部17との間に、もう1つの第1のヨーク15bが配置される。第1のヨーク15は、対向する位置にある分割磁石19の配置領域を覆うように、配置される。この第1のヨーク15が配置されることで、複数の分割磁石19から発生する副磁場14が平均化されるので、副磁場14にムラ等が生じることを防止することができる。すなわち発生部17から発生する副磁場14としての磁力線及び磁束密度に、ムラが発生してしまうことを防止することができる。

30

## 【0041】

ヨーク部12の第2のヨーク15は、第1及び第2の主磁極部10a及び10bに対応して、それぞれの複数の分割磁石18と対向するように配置される。図2に示す例では、第1の主磁極部10aの分割磁石18aの上方で、分割磁石18aと発生部17との間に、第2のヨーク16aが1つ配置される。また第2の主磁極部10bの分割磁石18bの上方で、分割磁石18bと発生部17との間に、もう1つの第2のヨーク16bが配置される。第2のヨーク16は、対向する位置にある分割磁石18の配置領域を覆うように、配置される。この第2のヨーク16が配置されることで、複数の分割磁石18から発生する主磁場13が平均化されるので、主磁場13にムラ等が生じることを防止することができる。すなわち発生部17から発生する主磁場13としての磁力線及び磁束密度に、ムラが発生してしまうことを防止することができる。

40

50

## 【0042】

このように本技術においては、副磁場14及び主磁場13の分布や強度を簡単に調整可能とするために、複数の分割磁石19及び複数の分割磁石18が用いられる。そして複数の分割磁石19と対向するように第1のヨーク15が配置される。また複数の分割磁石18と対向するように第2のヨーク16が配置される。これにより複数の分割磁石19から発生する副磁場14のムラ、及び複数の分割磁石18から発生する主磁場13のムラが防止されている。この結果、複数の分割磁石19及び複数の分割磁石18の数や位置が変更されたとしても、ムラのない副磁場14及び主磁場13が適正に発生される。

## 【0043】

図3-図6は、本実施形態に係るスパッタカソードの構成例を示す図である。このスパッタカソード500では、図2を参照して概要を説明した磁界発生装置100が、磁界発生部200として設けられている。図3は、スパッタカソード500の断面を斜めから示した図である。図4は、その断面を模式的な示す模式図である。図3では、磁界発生部100の構成を示すために、ターゲット505、バッキングプレート506、及びヨーク部212の図示が省略されている（なお、断面部分に位置関係が模式的に図示されている）。

10

## 【0044】

図5は、スパッタカソード500を上方から見た平面図である。図6は、図5に示すA-A線での断面を示す断面図である。なお図3及び図4にも、図5に示すA-A線での断面に相当する部分が図示されている。また図6では、図示を分かりやすくするために、ハッチングが省略されている。

20

## 【0045】

スパッタカソード500は、ターゲット505と、バッキングプレート506と、フレーム507と、バックヨーク510と、磁界発生部200とを有する。バッキングプレート506の表面520は、磁場を発生する側を表面とし、その反対側を背面とする発生面に相当する（以後、発生面520と記載する）。発生面520の表面にターゲット505が接続される。

30

## 【0046】

磁界発生部200は、第1の主磁極部210aと、第2の主磁極部210bと、第1の副磁極部211aと、第2の副磁極部211bと、各磁極部の分割磁石を保持する保持部250とを有する。第1の主磁極部210aは、発生面520の縁部の背面側に環状に配置される。図3に示すように、発生面520の下方に配置される保持部250の縁部に、環状に第1の取付孔251が形成される。第1の取付孔251は、環状にわたって連続して形成されている。この第1の取付孔251に複数の分割磁石218aが挿入されて固定されることで、第1の主磁極部210aが構成される。第1の取付孔251は、複数の分割磁石218aを取り付けるための取付領域となる。

30

## 【0047】

図3や図5に示すように、複数の分割磁石218aの上方には、第2のヨーク216aが配置される。第2のヨーク216aは、保持部250に形成された第1の取付孔251を覆うように配置される。すなわち図5に示す第2のヨーク216aの下方側が、分割磁石218aの取付領域となり、ここに分割磁石218aが所望の数や位置にて配置される。この結果、第2のヨーク216aから発生面520の上方に向けて主磁場513が発生する。なお、本実施形態では、第1及び第2のヨーク215及び216は、バッキングヨークに組み込まれて取り付けられる。

40

## 【0048】

第2の主磁極部210bは、発生面520の中央部の背面側に直線状に配置される。図3に示すように保持部520の中央部に、直線状に第2の取付孔252が形成される。第2の取付孔252に複数の分割磁石218bが挿入されて固定されることで、第2の主磁極部210bが構成される。第2の取付孔252は、複数の分割磁石218bを取り付けるための取付領域となる。分割磁石218bの上方には第2のヨーク216bが配置され

50

る。第2のヨーク216bは、第2の取付孔252を覆うように配置される。主磁場213の磁力線は、発生面520の縁部から中央部に向けて形成される。

【0049】

なお第1及び第2の主磁極部210a及び210bが、複数の分割磁石218により構成されなくてもよい。すなわち第1及び第2の主磁極部210a及び210bは、常に固定された1つ又は複数の磁石により構成されてもよい。このような場合でも、副磁極部211を複数の分割磁石219により、副磁場を調整可能なように構成することで、主磁場213の調整を容易に実現することが可能となる。

【0050】

第1の副磁極部211aは、中央に配置された第2の主磁極部210bを囲むように環状に配置される。図2に示すように、保持部250の第2の取付孔252の周辺には、複数の第3の取付孔253が形成される。第3の取付孔253は円形状を有しており、第3の取付孔253の所望の位置に円柱状の分割磁石219aが挿入されることで、第1の副磁極部211aが構成される。第3の取付孔253の間隔は任意であり、例えばシミュレーション等をもとに定められる。図5に示すように、分割磁石219aの上方には第1のヨーク215aが配置される。第1のヨーク215aは、第3の取付孔253が形成されている領域、すなわち第3の分割磁石219aの取付領域を覆うに配置される。

10

【0051】

第2の副磁極部211bは、縁部に配置された第1の主磁極部210aの内側に環状に配置される。図2に示すように、保持部250の第1の取付孔251の内側には、複数の第4の取付孔254が形成される。第4の取付孔254は円形状を有しており、第4の取付孔254の所望の位置に円柱状の分割磁石219bが挿入されることで、第2の副磁極部211bが構成される。第4の取付孔254の間隔は適宜設計されてよい。また第3及び第4の取付孔254及び254の大きさは、等しくてもよいし異なっていてもよい。第3及び第4の取付孔253及び254の大きさは、挿入される分割磁石219の大きさに合わせて定められればよい。

20

【0052】

図5に示すように、分割磁石219bの上方には第1のヨーク215bが配置される。第1のヨーク215bは、第4の取付孔254が形成されている領域、すなわち第3の分割磁石219bの取付領域を覆うように配置される。このように第1及び第2の主磁極部210a及び210bと、第1及び第2の副磁極部211a及び211bとを構成することで、図4に示すように、ターゲット505表面の広い領域で、主磁場513の垂直成分をゼロにすることが可能となる。

30

【0053】

図5及び図6を参照して、本技術に係るスパッタカソードの寸法(単位: mm)及び材質の一例をあげる。なお以下に示すようなサイズ及び材質に限定されず、適宜設計されてよい。

【0054】

第1の主磁極部210aの短辺方向の大きさ  $t_1 \dots 8.9$

40

第1の主磁極部210aの長辺方向の大きさ  $t_2 \dots 18.9$

第2の主磁極部210bの長辺方向の大きさ  $t_3 \dots 108.7$

第1の副磁極部211aの短辺方向の大きさ  $t_4 \dots 30.6$

第1の副磁極部211aの長辺方向の大きさ  $t_5 \dots 130.6$

第2の副磁極部211bの短辺方向の大きさ  $t_6 \dots 65$

第2の副磁極部211bの長辺方向の大きさ  $t_7 \dots 165$

【0055】

第1の主磁極部210aの幅  $t_8 \dots 7.3$

50

第2の主磁極部210bの幅  $t_9 \dots 8.7$

第1の副磁極部211aの幅  $t_{10} \dots 6.7$

第2の副磁極部211bの幅  $t_{11} \dots 5.7$

第1の主磁極部210aと第2の副磁極部211bとの間隔t12...12  
 第2の主磁極部210bと第1の副磁極部211aとの間隔t13...15.3  
 第1の副磁極部211aと第2の副磁極部211bとの間隔t14...17.2  
 バッキングプレートの厚み(第1及び第2のヨーク215及び216の厚み)t15...  
 10(ターゲットの磁気特性によって5-9mmの間で調整される)

## 【0056】

分割磁石218a...10×10×20(ネオジウム磁石)  
 分割磁石218b...10×10×20(ネオジウム磁石)  
 分割磁石219a...8×10(ネオジウム磁石)  
 分割磁石219b...6×10(ネオジウム磁石)

10

## 【0057】

バッキングプレート506...無酸素銅(JIS記号:C1020)  
 マグネットホルダー(保持部250)...無酸素銅(JIS記号:C1020)  
 第1及び第2のヨーク215及び216...軟磁性材(軟鋼)(JIS記号:SS400)  
 )  
 バックヨーク510...軟磁性材(軟鋼)(JIS記号:SS400)

## 【0058】

ターゲット505としては、特に限定されず、アルミニウムや銅等の非磁性材料が用いられてもよいし、コバルトやニッケル等の磁性材料が用いられてもよい。本実施形態では、ターゲット505のサイズは、100×200×5から100×200×8までの大きさを有するものが用いられる。これに限定されるわけではない。

20

## 【0059】

ここでターゲット505の表面に形成される磁場と、エロージョン領域とについて詳しく説明する。図7及び8は、図1に示す一般的なスパッタカソード903における電子914の軌道計算の結果を示すグラフである。ここでは、図1に示す磁界発生部908の右半分側の、磁石912及び911aが配置された領域をモデルとして計算が行われている。

## 【0060】

S極が配置された磁石912の近傍の出発点Nから、電子914を1つスタートさせる。電子914は、図7の紙面に対して奥行方向(x方向)に移動しながら、磁力線913に絡みつきN極が配置された磁石911aへ向かう。電子914は、高さ方向(z方向)において出発点Nと同じ位置まで移動すると、折り返して出発点Nに戻る。この折り返しは、磁石912及び911aの中間点Mを中心にして行われる。なお、この軌道計算ではアルゴン原子との衝突による減衰が考慮されていないので、同じ振幅が繰り返される。紙面の奥行方向に移動する力はローレンツ力であり、負極に印加したカソード(バッキングプレート)による電流ベクトルと磁石912及び911aによる磁場ベクトルのベクトル積である。

30

## 【0061】

図8では、電子914の動きが3次元のグラフで示されている。このグラフでは、出発点Nとして設定された点が、図7に示す出発点Nとは、中間点Mから見て反対側に設定されている。この場合でも、電子914は、磁力線913と絡みながら中間点Mを中心折り返し、図7の奥行方向に相当するx方向に移動する。

40

## 【0062】

次に電子914が、磁石912及び911a間の中間点Mを中心にして行き来する理由について説明する。カソードが負極で電子914もマイナスの電位を有しているので、クーロン力による反発力が生じる。従ってターゲットの表面から最も距離的に遠い位置、すなわち磁石912及び911a間の中間点Mが、移動する電子914の安定位置となる。この結果、電子914は、中間点Mを往復運動の中心として往復運動を繰り返すことになる。なお電子914が磁力線に絡みつく理由は、磁場中を荷電粒子が移動すると電流ベクトルと磁場ベクトルのベクトル積によるローレンツ力が磁力線913に絡みつくように働く

50

くからである。

【0063】

図7及び図8の軌道計算の結果に示すように、図1に示すような一般的なスパッタカソード903では、ターゲット905表面の磁力線913が湾曲しているため、電子914は磁力線913の頂部（安定位置）に集中する。この結果、電子914により励起されるAr+917も頂部に集中するため、ターゲット905の浸食によるエロージョン領域もその部分に集中してしまう。これによりターゲット905の利用率が低くなってしまう。

【0064】

図9は、本実施形態に係る磁界発生部200を備えるスパッタカソード500における、ターゲット505の表面の磁束密度の実測値を示すグラフである。ここでは、図5及び図6に示した寸法及び材質で構成されたスパッタカソード500において、磁束密度を計測した。図9に示す横軸の原点は、図3に示す第2の主磁極部210bの位置に相当する。そこから右側の領域において磁束密度が計測されており、横軸の0.05(m)付近が第1の主磁極部210aの位置に相当する。

【0065】

図9に示すように、横軸のおよそ0.015から0.03までの範囲で、磁束密度の垂直成分がゼロとなる領域が形成されている。磁力線の水平成分がある値をもち、垂直成分がゼロということは、磁力線がターゲット505の表面に対して完全に平行になっている事を意味する。この場合、図4に示すように、ターゲット505の表面の磁力線513は歪曲せずに直線となる。この場合、磁力線513はターゲット505の表面で水平となるため、磁力線513に絡みついた電子は、ターゲット595から離れる方向にクーロン力を受けたとしても、一ヵ所に集中することなく磁力線513の水平領域に広く分散する。すなわち電子が歪曲磁場の頂部に集中してしまうことを回避することができ、ターゲット505表面の電子密度を広いエリアで均一にすることが可能となる。

【0066】

高速に移動する電子が広く分散されるので、励起されるAr+も広く分散し、ターゲット505に衝突する。これによりターゲット505のエロージョン領域を広いエリアで均一に発生させることができ、ターゲット505の利用率を向上させることができるとなる。

【0067】

図10は、本実施形態に係るスパッタカソード500を使用した場合のターゲット505の断面形状を実測したグラフである。図10に示すように、第1の主磁極部210aと第2主磁極部210bとの中間点M（原点）を中心として、広いエリアでエロージョン領域が形成されており、ターゲット505の利用率は約60%となった。本発明者が、図1に示した一般的な構成にて、スパッタリングを行ったときには、利用率は約10-25%であった。すなわち比較すると利用率は約2.4-6倍に向上した。

【0068】

図11は、本実施形態に係る磁界発生部200による主磁場の調整方法について説明するためのグラフである。図11のグラフも磁界発生部200の右側の領域における磁束密度が示されている。図4に示す破線Xで囲まれた右側領域の第1及び第2の主磁極部210a及び210bと、第1及び第2の副磁極部211a及び211bの構成を参照しながら、調整方法を説明する。

【0069】

例えば第1及び第2の主磁極部210a及び210bのみが配置された状態を考える。この場合、ターゲット505の表面の垂直磁場の磁束密度は、グラフ内の実線に示すように、略一直線状に変化する。その状態から第2の主磁極部210bの近傍に第1の副磁極部211aを配置すると、その領域にて垂直線分が下方に引っ張られるように移動する（矢印H）。また第1の主磁極部210aの近傍に第2の副磁極部211bを配置すると、その領域にて垂直成分は上方向に移動する（矢印I）。このように副磁極部211を適宜配置することで、主磁場を調整することが可能となる。

【0070】

10

20

30

40

50

第1及び第2の副磁極部211a及び211bは、小片化された複数の分割磁石219をそれぞれ有し、それらの数や位置を適宜調整することが可能である。これにより簡単に主磁場の調整が可能となり、垂直成分がゼロの領域を形成することができる。複数の分割磁石219は磁石間に隙間ができるが、副磁極部211の上方に配置される第1のヨーク215により、発生する副磁場は平均化されるので、ターゲット505の表面の主磁場にはムラは生じない。

【0071】

垂直磁場の成分がゼロとなる領域の磁束密度や、水平成分を調整したい場合は、第1及び第2の主磁極部210a及び210bの分割磁石218の数等を適宜変更すればよい。それに合わせて、垂直成分がゼロとなる領域が形成されるように、第1及び第2の副磁極部211a及び211bを適宜調整すればよい。このように本技術に係る磁界発生装置は主磁場を調整可能な機構として機能するので、例えば磁気特性の異なるターゲット505が使用される場合でも、1台のスパッタカソード500で主磁場を最適化することができ、ターゲット505の利用率を向上させることができる。

10

【0072】

以上、本実施形態に係る磁界発生装置100（磁界発生部200）では、複数の分割磁石とそれに対向するヨークとにより、主磁極部210及び副磁極部211が構成される。例えば小片化された磁石列の上に磁性材からなるヨークを配置して、これを磁石ユニットとして構成してもよい。このようなユニットを主磁極部210及び副磁極部211として配置することで、上方の任意の面の磁力線の方向及び磁束密度を所望の値に調整することが可能となる。

20

【0073】

上記したように、この手法をマグнетロンスパッタ装置内のターゲットカソードに適用した場合、ターゲット505の表面の磁力線をターゲット表面に対して平行に調整することが容易に実現可能となる。この結果、ターゲット505のエロージョン領域を広くすることが可能となり、ターゲット505の利用率を向上させることができるとなる。

20

【0074】

磁力線の向きと磁束密度は、各磁極部に含まれる分割磁石の個数や位置を変更することによって、容易に狙い通りの磁場を調整することができる。また分割磁石とヨークとの組み合わせを適宜設定することでも、磁場の調整は可能である。磁力線はターゲット505を通過し、ターゲット505の磁気特性の影響を受けるため、ターゲット505ごとに調整が必要となる。本技術に係る磁界発生装置100を用いることで、1台のスパッタカソード500で磁気特性の異なる複数のターゲット505に対応できる。

30

【0075】

ターゲット505の利用率が向上することで、開発コスト、製品コストを削減することができる。また複数のターゲット505に対応できるので、カソード台数を削減することができるとなり、設備コストを削減させることができる。またターゲット505の交換サイクルを延ばすことが可能となり、設備の稼働率を向上させることができるとなる。またターゲット505の交換の工数も削減可能である。また磁場調整機構として機能する本技術に係る磁界発生装置100により、スパッタカソードを作り替える事なく狙い通りの磁場を実現できる。また磁極部ごとに配置されるヨークによりムラの無い均一な磁場を形成できる

40

【0076】

上記した特許文献1では、ターゲット表面の垂直磁場が3度ゼロクロスされている（水平磁場が150～200ガウス程度。ゼロレベルは±10ガウス以内）。しかしながら特許文献1には、磁石の上部に本技術に係るヨークに相当する磁性材が配置されていない。また磁場（磁力線の方向や水平磁場の磁束密度）を調整する機構も設けられていない。特許文献1に記載のように、ゼロレベルの範囲が狭い（±10ガウス）なかで3度ゼロクロスさせるには磁場の微妙なコントロールが必要と考えられる。磁場を調整する機構がない構造で、そのような3度ゼロクロスを実現させるのは、非常に難しいと考えられる。スパ

50

ツタカソードに配置される磁石の形状や位置が既定されているので、磁石の着磁強度を変えて何度か作り替えないと、3度ゼロクロスは実現できないと考えられる。また磁場を調整する機構がないので、磁気特性の異なる複数のターゲットには対応できない。さらに特許文献1のスパッタカソードでは、水平磁場の磁束密度も調整することができない。水平磁場の磁束密度は印加電圧のパワーと相関関係がある。従って水平磁場の磁束密度が変われば、同じ成膜レートでの成膜処理であっても印加電圧が異なってくるため、成膜されたスパッタ膜の膜質が変化する。特許文献1に記載の成膜機構では、成膜レートが設定されると一義的に印加電圧が決まる為、レートは一定で電圧を変化させることができない。電圧が膜質に影響する薄膜の場合は電圧をコントロールできず問題が生ずる。

【0077】

10

特許文献2では、磁石間の領域の上方にシャント板が配置されるが、これは本技術に係るヨークとは明らかに目的が異なるものである。シャント板は、ターゲット表面の垂直磁場がゼロとなるように配置され、磁石から発生する磁場を平均化することを目的とはしておらず、そのような記載や示唆はない。特許文献2に記載の磁界発生装置においても、磁場を調整する機構が備わっていないので、特許文献1に記載のスパッタカソードと共に問題点を抱えている。さらにターゲットとシャント板との距離が近い為、ターゲットの浸食の進行に伴い磁場は理想形状から大きくずれていき、最終的にはターゲットの利用率はそれほど上がらないと推定される。

【0078】

20

これに対して本技術に係る磁場発生装置及びスパッタリング装置では、磁場の分布を簡単に調整可能であり、スパッタカソードに用いられる場合には、ターゲットの利用率を十分に向上させることが可能となる。

【0079】

<その他の実施形態>

本技術は、以上説明した実施形態に限定されず、他の種々の実施形態を実現することができる。

【0080】

30

上記では、ターゲットの表面に形成される主磁場を平行に調整するために、本技術に係る磁界発生装置が使用された。しかしながら、そのような主磁場を発生させる場合に限定されるわけではない。本技術に係る磁界発生装置は、スパッタカソードに用いられる場合に限定されず、種々の分野にて種々の用途に適用可能である。本技術に係る磁界発生装置を用いて、所望の分布を有する種々の磁場を主磁場として形成することが可能である。

【0081】

本技術に係る磁界発生装置として所望の主磁場を形成するために、分割磁石とヨークとからなる磁石ユニットが複数配置されればよい。この際、各磁石ユニットは、主磁極部又は副磁極部となるのか、明確に区別されてなくてもよい。すなわち所定の磁石ユニットが、主磁極部及び副磁極部の両方の機能を発揮するような構成も本技術の思想に含まれる。少なくとも2以上の主磁極部と、1以上の副磁極部として機能する、複数の磁石ユニットが配置されればよい。

【0082】

40

本技術に係る磁界発生装置により、垂直線分がゼロとなる磁場のみならず、必要であるのならば、図7に示すような湾曲した磁場を発生させることや、3度ゼロクロスさせることも可能である。目的に合わせて、磁力線の方向や磁束密度は適宜調整可能である。

【0083】

本技術に係る磁界発生装置の構成として、図4に示すような列数や形状等に限定されるわけではない。またトラック形状にて電子が移動するように、主磁極部及び副磁極部が配置される場合に限定されない。矩形状や円形状、曲線形状等、主磁極部及び副磁極部が配置される形状は、適宜設定可能である。また発生させたい磁場によっては、ヨークが複数の分割磁石の真上に配置されなくてもよい。すなわち上記では、分割磁石と発生部との間にヨークが配置されたが、磁場を発生させたい方向から若干角度を有する位置に、斜めか

50

ら複数の分割磁石と対向するように、ヨークが配置されてもよい。

【0084】

また主磁極部と副磁極部とが同一平面上に配置される場合に限定されない。例えば第1及び第2の主磁極部が同一平面上に配置され、その上方にて磁場の印加対象となる物体が配置されるとする。このような場合に、物体の上方側（第1及び第2の主磁極部とは反対側）に、1以上の副磁極部が配置されてもよい。また主磁極部からの主磁場の発生面と、副磁極部からの副磁場の発生面とが、同一平面上に配置されなくててもよい。また例えば第1及び第2の主磁極部の間に、第1の主磁極部側にN極が配置され、第2の主磁極部側にS極が配置されるように、副磁極部が配置されてもよい。主磁極部及び副磁極部の位置関係は、任意に設定可能である。

10

【0085】

磁場の調整は、例えば、ガウスマータ等を用いて行われる。その他、磁場の測定方法は任意である。

【0086】

上記では、図3に示すように、第1-第4の取付孔251-254が形成された保持部250により、所望の位置に分割磁石が固定される。このような保持部に代えて、分割磁石を移動可能なように保持する保持部が設けられてもよい。例えば各取付孔が移動可能な構成が用いられてもよいし、流動性を有する材料にて分割磁石が保持され、その保持状態のまま分割磁石の位置が変更されてもよい。分割磁石を個々に移動させる構成として、任意の構成が採用されてよい。保持部を適宜動作させることで、分割磁石の位置を簡単に調整することが可能となり、主磁場の分布が簡単に調整可能となる。例えば外部からの制御により分割磁石の位置を変更可能な構成が用いられることで、磁場の測定結果をフィードバックさせながら、高い精度で簡単に磁場の調整を実現させることが可能となる。

20

【0087】

以上説明した各形態の特徴部分のうち、少なくとも2つの特徴部分を組み合わせることも可能である。

【0088】

なお、本技術は以下のような構成も採ることができる。

(1) 主磁場を発生させる2以上の主磁極部と、

前記発生した主磁場を調整するための副磁場を発生させる、複数に分割された第1の分割磁石を有する少なくとも1以上の副磁極部と、

30

前記1以上の副磁極部のそれぞれに対応して、前記複数の第1の分割磁石と対向するように配置された1以上の第1のヨークを含むヨーク部と

を具備する磁界発生装置。

(2) (1)に記載の磁性発生装置であって、

前記2以上の主磁極部は、複数に分割された第2の分割磁石をそれぞれ有し、

前記ヨーク部は、前記2以上の主磁極部のそれぞれに対応して、前記複数の第2の分割磁石と対向するように配置された2以上の第2のヨークを含む

磁界発生装置。

(3) (2)に記載の磁界発生装置であって、

前記主磁場の発生位置となる発生部をさらに具備し、

前記2以上の主磁極部は、前記発生部側にN極が配置された第1の主磁極部と、前記発生部側にS極が配置された第2の主磁極部とを有し、

40

前記1以上の副磁極部は、前記第1及び前記第2の主磁極部の間の前記第2の主磁極部の近傍に設置された、前記発生部側にN極が配置された第1の副磁極部と、前記第1及び前記第2の主磁極部の間の前記第1の主磁極部の近傍に設置された、前記発生部側にS極が配置

された第2の副磁極部とを有し、

前記第1のヨークは、前記複数の第1の分割磁石と前記発生部との間に配置され、

前記第2のヨークは、前記複数の第2の分割磁石と前記発生部との間に配置される

50

磁界発生装置。

(4)(3)に記載の磁界発生装置であって、

前記発生部は、磁場を発生する側を表面としその反対側を背面とする発生面を有し、

前記第1の主磁極部は、前記発生面の縁部の背面側に環状に配置され、

前記第2の主磁極部は、前記発生面の中央部の背面側に直線状に配置され、

前記第1の副磁極部は、前記第2の主磁極部を囲むように環状に配置され、

前記第2の副磁極部は、前記第1の主磁極部の内側に環状に配置される

磁界発生装置。

(5)(1)から(4)のうちいずれか1つに記載の磁界発生装置であって、

前記複数の第1の分割磁石を移動可能なように保持する保持部をさらに具備する

磁界発生装置。

10

20

30

【符号の説明】

【0 0 8 9】

1 0、 2 1 0 ... 主磁極部

1 0 a、 2 1 0 a ... 第1の主磁極部

1 0 b、 2 1 0 b ... 第2の主磁極部

1 1、 2 1 1 ... 副磁極部

1 1 a、 2 1 1 a ... 第1の副磁極部

1 1 b、 2 1 1 b ... 第2の副磁極部

1 2、 2 1 2 ... ヨーク部

1 3 ... 主磁場

1 4 ... 副磁場

1 5、 2 1 5 ... 第1のヨーク

1 6、 2 1 6 ... 第2のヨーク

1 7 ... 発生部

1 8、 2 1 8 ... 主磁極部の分割磁石

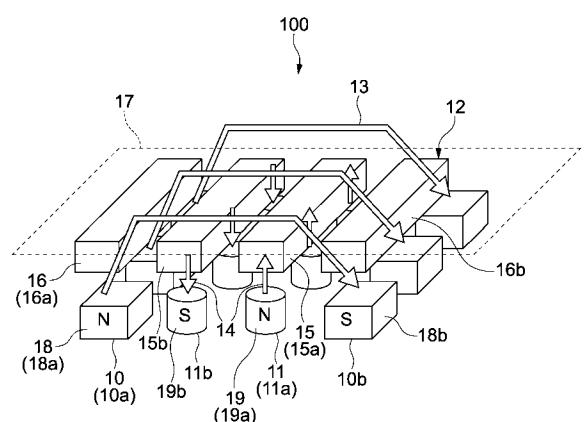
1 9、 2 1 9 ... 副磁極部の分割磁石

1 0 0 ... 磁界発生装置

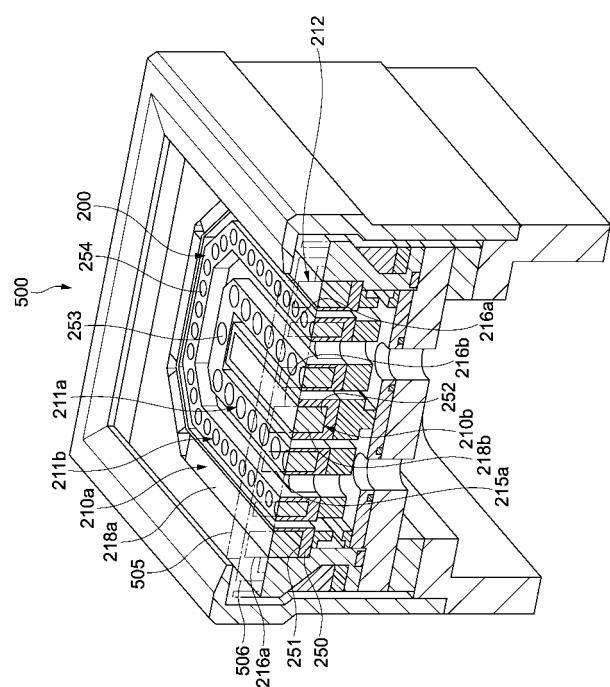
2 0 0 ... 磁界発生部

2 5 0 ... 保持部

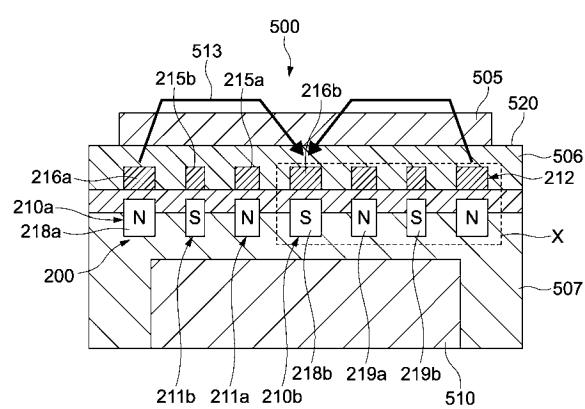
【図2】



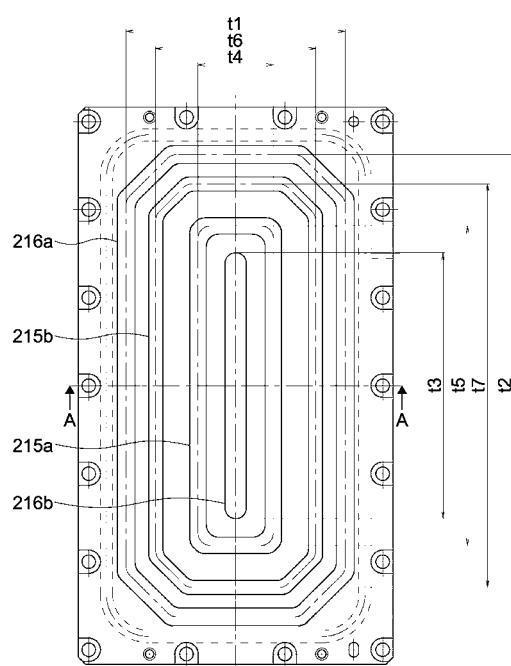
【図3】



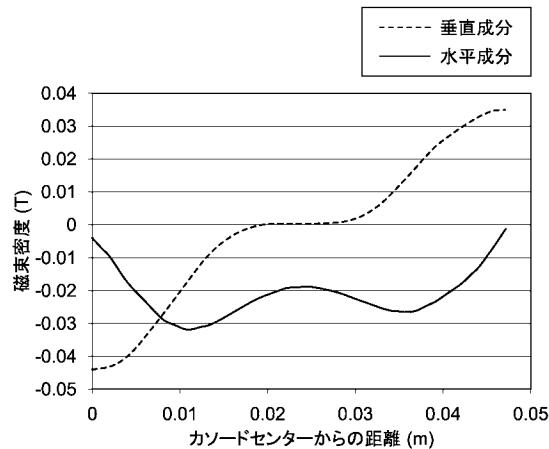
【図4】



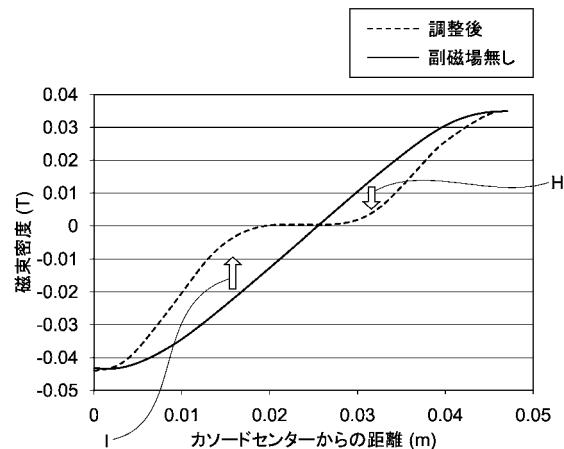
【図5】



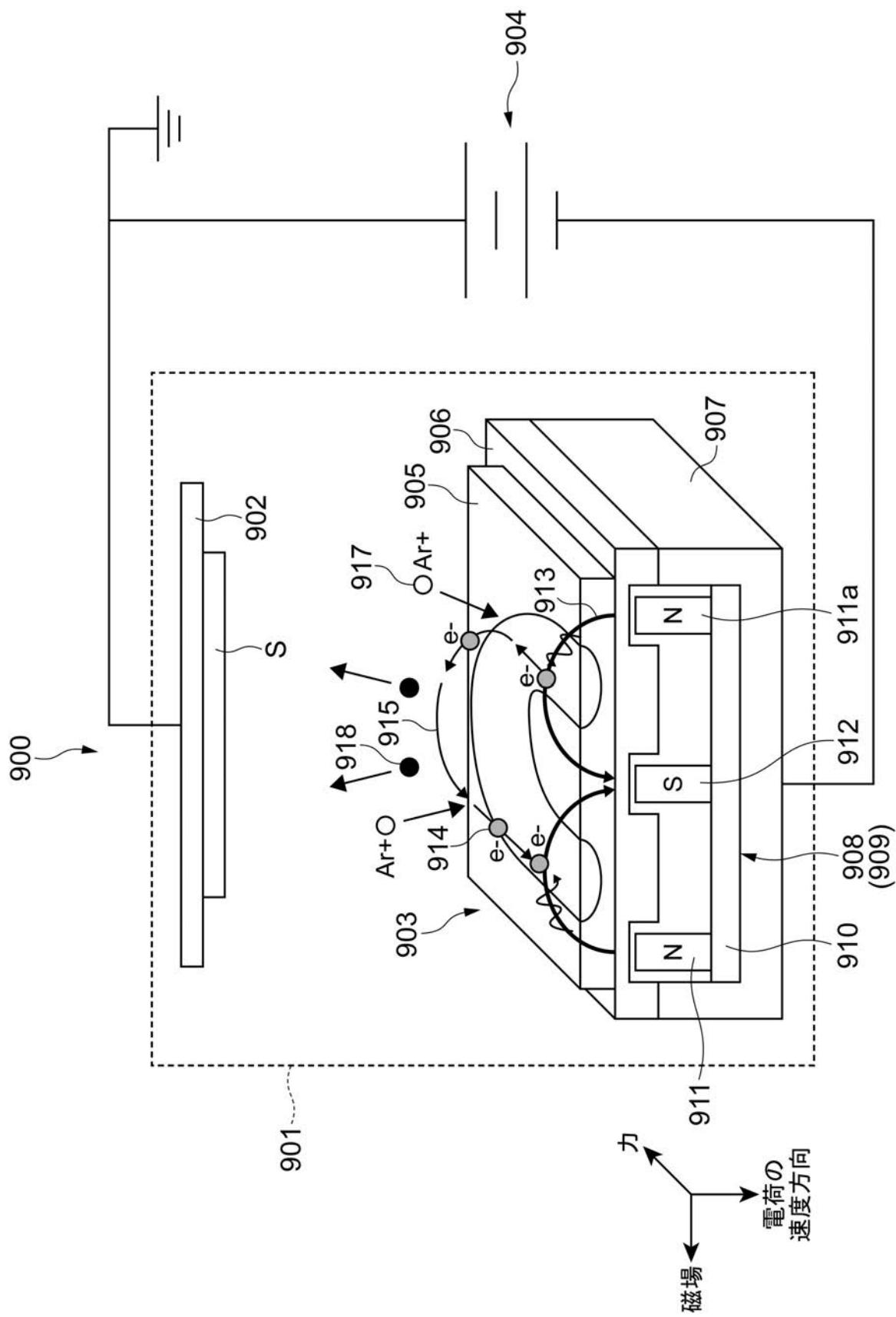
【図 9】



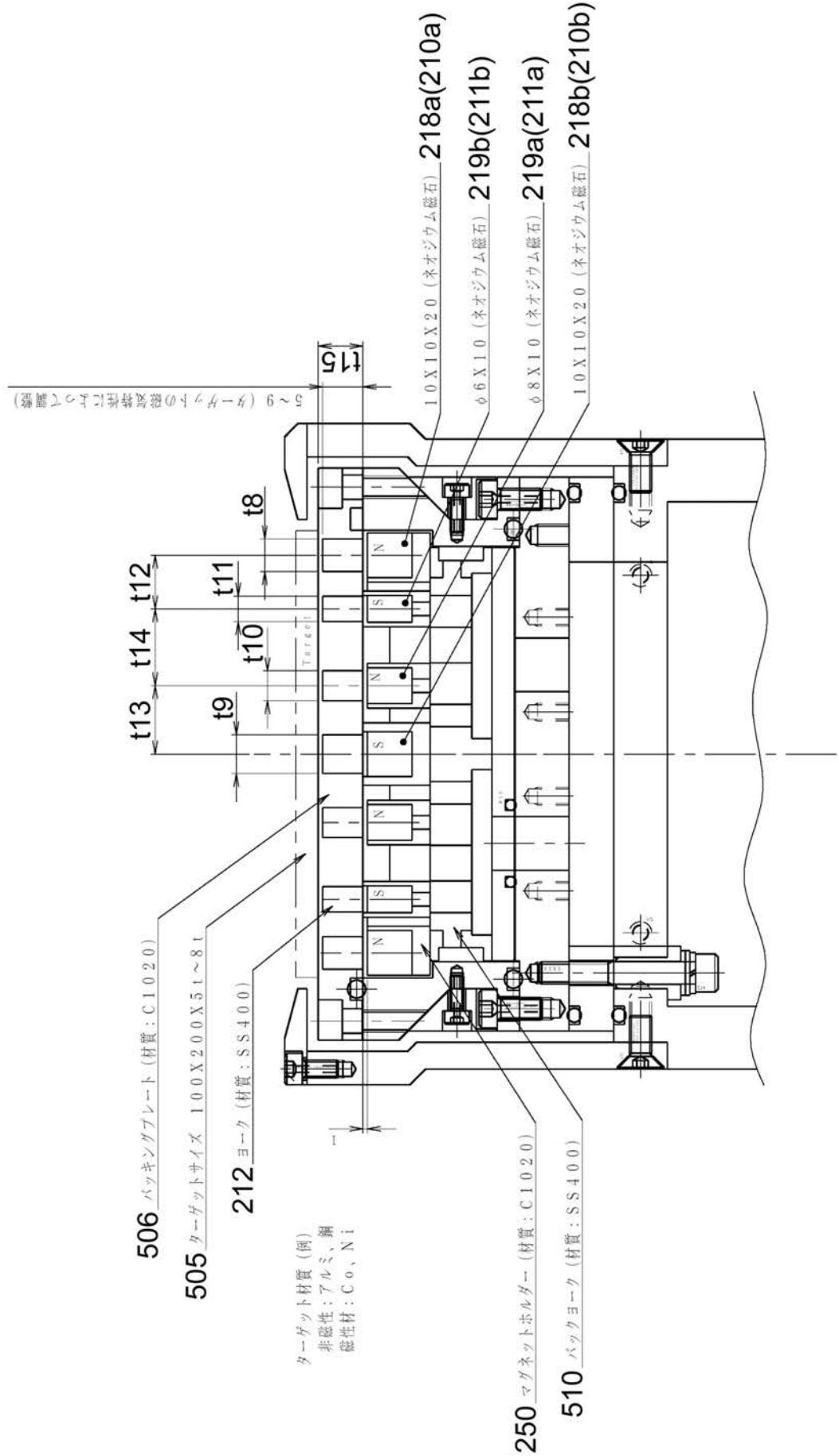
【図 11】



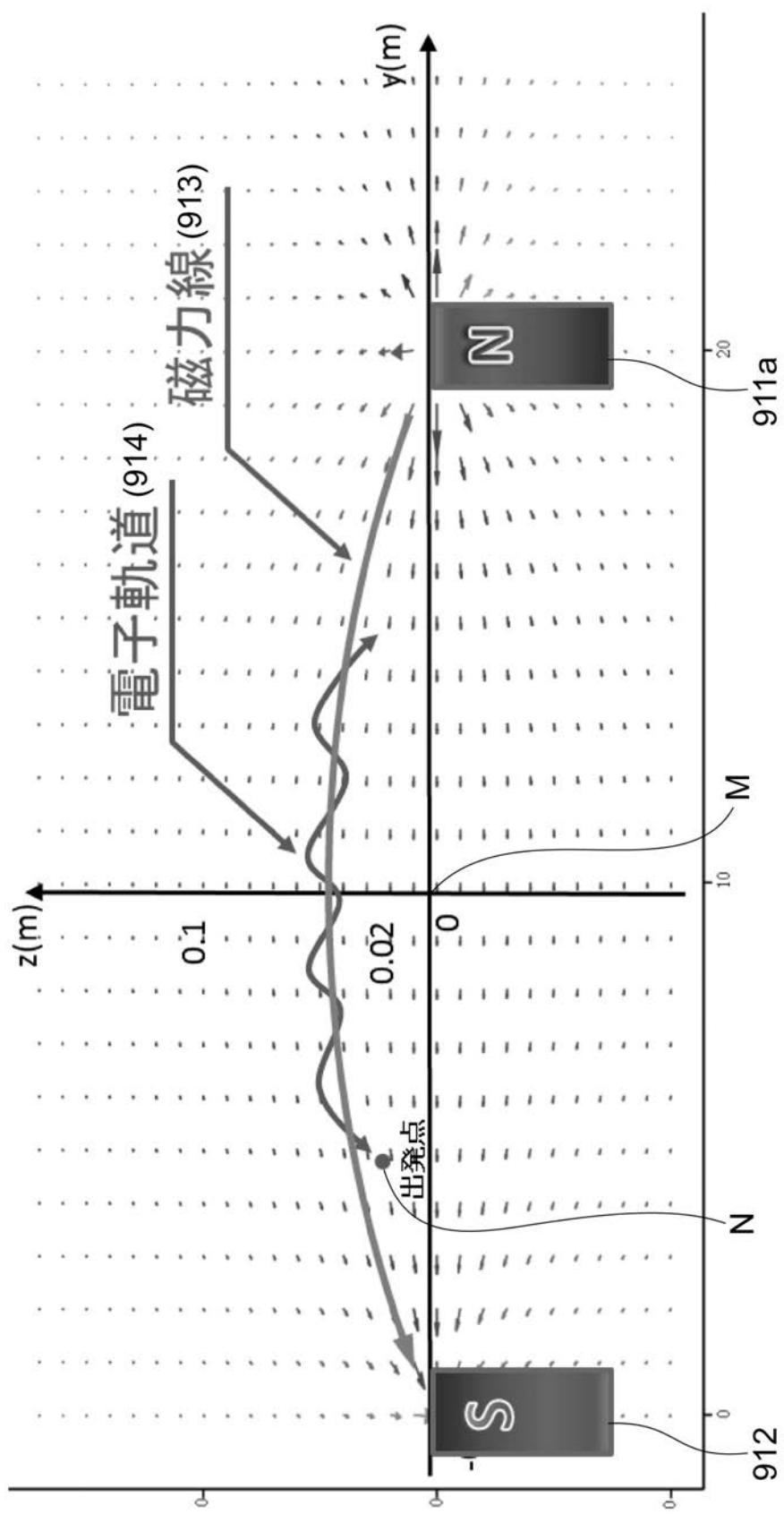
【 図 1 】



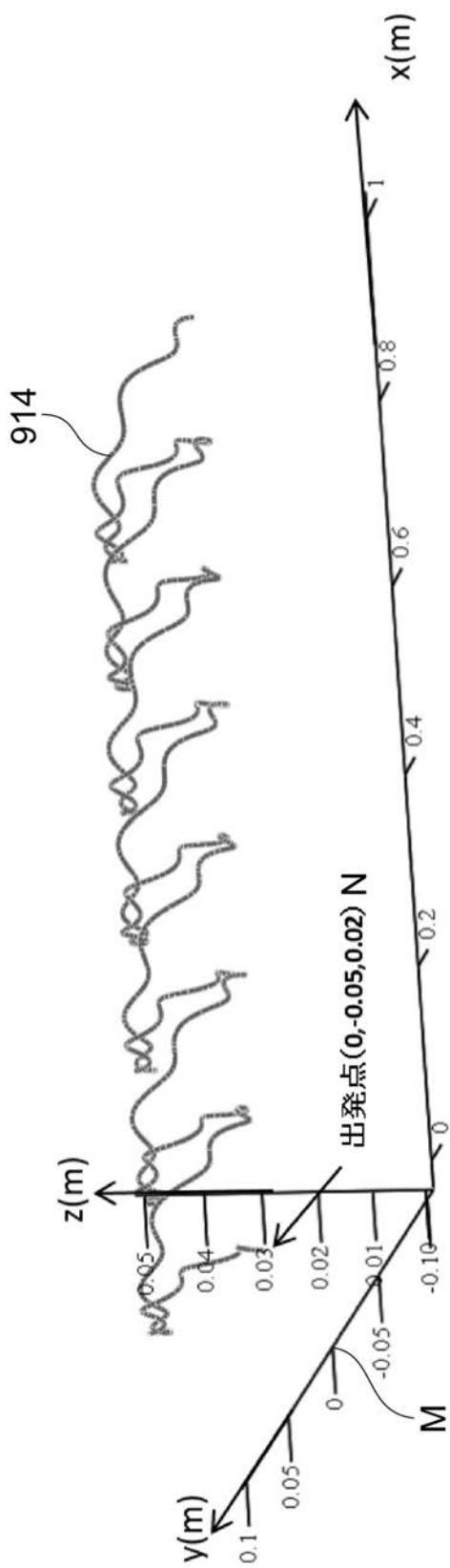
【 四 6 】



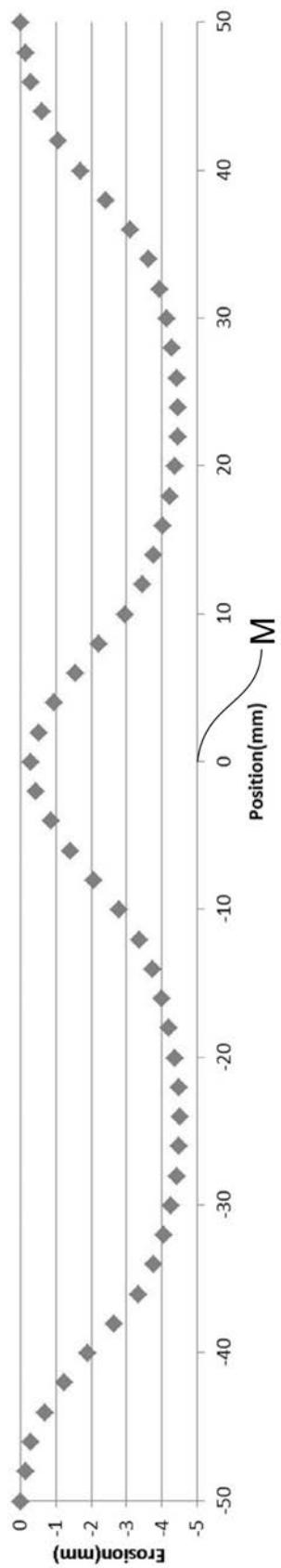
【図 7】



【図 8】



【図10】



---

フロントページの続き

(72)発明者 佐々木 純  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

(72)発明者 阿部 淳博  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

(72)発明者 平塚 亮一  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

F ターム(参考) 4K029 CA05 DA01 DC01 DC43 JA01