

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010年12月16日(16.12.2010)

(10) 国際公開番号
WO 2010/143479 A1

- (51) 国際特許分類:
H01J 37/317 (2006.01) H01L 21/265 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/057405
- (22) 国際出願日: 2010年4月27日(27.04.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-158255 2009年6月11日(11.06.2009) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日新イオン機器株式会社(NISSIN ION EQUIPMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6018205 京都府京都市南区久世殿城町575番地 Kyoto (JP). 国立大学法人京都大学(KYOTO UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒6068501 京都府京都市左京区吉田本町36番地 1 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): ニコラエスク ダン(NICOLAESCU, Dan) [RO/JP]; 〒6018205 京都府京都市南区久世殿城町575番地 日新イオン機器株式会社内 Kyoto (JP). 酒井 滋樹(SAKAI, Shigeki) [JP/JP]; 〒6018205 京都府京都市南区久世殿城町575番地 日新イオン機器

株式会社内 Kyoto (JP). 石川 順三(ISHIKAWA, Junzo) [JP/JP]; 〒6158530 京都府京都市西京区京都大学桂 国立大学法人京都大学大学院工学研究科内 Kyoto (JP). 後藤 康仁(GOTOH, Yasuhito) [JP/JP]; 〒6158530 京都府京都市西京区京都大学桂 国立大学法人京都大学大学院工学研究科内 Kyoto (JP).

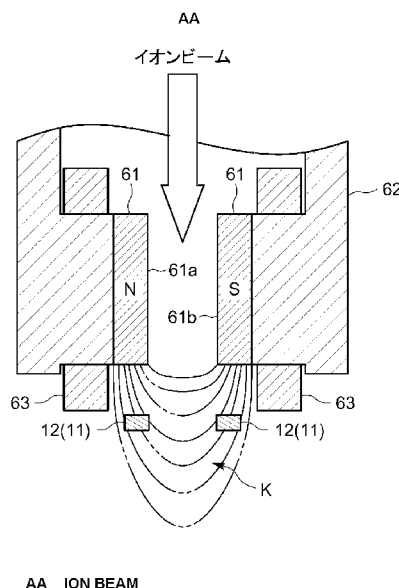
- (74) 代理人: 西村 竜平(NISHIMURA, Ryuhei); 〒6040857 京都府京都市中京区烏丸通二条上る蒔絵屋町267番地 烏丸二条ビル3階 Kyoto (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) Title: ION BEAM IRRADIATION APPARATUS AND METHOD FOR SUPPRESSING ION BEAM SPREAD

(54) 発明の名称: イオンビーム照射装置及びイオンビーム発散抑制方法

[図6]



(57) Abstract: Provided is an ion beam irradiation apparatus wherein electron use efficiency is improved and ion beam spread due to space-charge effects is efficiently suppressed by effectively using the space in the vicinity of a magnet, while not requiring a special magnetic pole structure. The ion beam irradiation apparatus is provided with an ion source (2), a collimating magnet (6), and a plurality of electron sources (11). The electron sources (11) are disposed at positions, which are in a magnetic gradient region (K) formed in the upstream or downstream of the ion beam in the collimating magnet (6) and are outside of the passing region of the ion beam (IB). The electron irradiation direction is so set as to supply electrons to the magnetic field gradient region (K).

(57) 要約: 本発明は、磁石近傍のスペースを有効活用することによって、特別な磁極構造を不要としながらも、電子の利用効率を向上して空間電荷効果によるイオンビームの広がりを効率的に抑制するものであり、イオン源2と、コリメート磁石6と、複数の電子源11とを備え、電子源11が、コリメート磁石6におけるイオンビーム上流側又は下流側に形成される磁場勾配領域K内に配置され、且つ、イオンビームIBの通過領域外に配置されるとともに、電子の照射方向が、磁場勾配領域Kに電子が供給されるように向けられていることを特徴とする。



MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL,
NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

イオンビーム照射装置及びイオンビーム発散抑制方法

技術分野

[0001] 本発明は、イオン源から引き出されたイオンビームをターゲットに照射してイオン注入等の処理を施すためのイオンビーム照射装置に関し、特に空間電荷効果によるイオンビームの発散を抑制する機能を有するイオンビーム照射装置及びイオンビーム発散抑制方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、この種のイオンビーム照射装置としては、特許文献 1 に示すように、イオンビームを生成するイオン源と、このイオン源からのイオンビームを偏向するための偏向磁石と、この偏向磁石を構成する磁極内面に設けられた電子源とを備え、当該電子源から対向する磁極に電子線を照射することによって、空間電荷効果によるイオンビームの発散を抑制する（これを中性化ともいう。）ものが考えられている。

[0003] しかしながら、磁極内部で射出された電子は磁場に沿って進行するため、いずれは電子源が設けられた磁極と対向する磁極に衝突して消滅してしまう。このため、イオンビームの発散を抑制するための電子の利用効率が悪いという問題がある。なお、特許文献 1 の図 6 等において、電子源と磁極との間に絶縁体又は導電体を設けることによってイオンビームを横切った電子を反射させることが記載されているが、どのように反射されるか不明であり、空間電荷効果によるイオンビームの発散を抑制できるか否か不明である。

[0004] また、磁極内面に電子源を埋め込むために、磁極内面に凹部を設ける等の特別な加工が必要となり（特許文献 1 の図 5 等）、これによって磁極平面の構造が複雑になるだけでなく、加工コストが増大してしまうという問題もある。なお、上記のように、絶縁体又は導電体を設ける加工によっても加工コストが増大してしまうという問題がある。

- [0005] さらに、磁極内面に凹部を設ける等の複雑な形状とすること又は絶縁体或いは導電体を設けることによって、磁極により形成される磁場を均一にすることが難しく、偏向されるイオンビームを所望の向きに精度良く変更することが難しいという問題がある。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特表2006-510165号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] そこで本発明は、上記問題点を一挙に解決するためになされたものであり、従来部品の配置が制約されていた磁石近傍のスペースを有効活用することによって、特別な磁極構造を不要としながらも、電子の利用効率を向上して空間電荷効果によるイオンビームの広がりを効率的に抑制することをその主たる所期課題とするものである。

課題を解決するための手段

- [0008] すなわち本発明に係るイオンビーム照射装置は、イオンビームをターゲットに照射するイオンビーム照射装置であって、正イオンからなるイオンビームを生成するイオン源と、前記イオン源及び前記ターゲットの間に設けられ、前記イオン源から出たイオンビームをターゲットに照射するために偏向、収束又は発散させる1又は複数の磁石と、電子を生成する1又は複数の電子源と、を備え、前記電子源が、前記磁石のイオンビーム上流側及び／又は下流側に形成される磁場勾配領域内に配置され、且つ、前記イオンビームが通過する領域外に配置されるとともに、前記電子源の電子射出方向が、前記磁場勾配領域に電子が供給されるように向けられていることを特徴とする。
- [0009] このようなものであれば、電子源を磁石により形成される磁場勾配領域内に配置し、且つ、イオンビームが通過する領域外に配置するとともに、その磁場勾配領域内に電子が供給されるようにしているので、磁場勾配のミラー

効果によって、供給された電子を磁場勾配領域内に閉じ込めることができる。その結果、磁石のイオンビーム上流側又は下流側に電子雲を形成することができ、空間電荷効果によりイオンビームの発散を抑制することができる。また、電子源を磁石近傍に設けていることから、磁石近傍のスペースを有効活用することによって、特別な磁極構造を不要とすることができる。

[0010] 前記磁石が、前記イオンビームを挟むように設けられた一对の平行な磁極平面を有する場合において、当該磁極平面により形成される磁場勾配領域内に電子を供給するためには、前記電子源からの電子射出方向が、前記磁極平面に対してその磁極平面に対向する磁極平面を向くように略垂直、又は前記偏向磁石よりも外側に向けられていることが望ましい。

[0011] 電子源から出る電子を効率良く磁場勾配領域内に供給するためには、前記電子源の電子射出方向が、前記磁場勾配領域内の磁場の接線方向であることが望ましい。

[0012] 前記磁石が、一对の平行な磁極平面により前記イオンビームを略平行化するコリメート磁石を有する場合において、このコリメート磁石において、空間電荷効果によるイオンビームの広がりをお適に抑制するためには、前記電子源が、前記コリメート磁石により形成される磁場勾配領域内に設けられるものであって、前記電子源が、前記コリメート磁石の磁極平面間に発生する磁束密度を B_0 とし、前記コリメート磁石外部に形成される磁場勾配領域での磁束密度を B とした場合に、 $0 < B/B_0 < 0.72$ の関係を満たす磁場勾配領域内に設けられていることが好ましい。特に、磁場勾配領域内に十分な電子を閉じ込めるとともに、イオンビームに効率よく電子を供給するためには、電子源が、 $0.12 < B/B_0 < 0.36$ の関係を満たす磁場勾配領域内に設けられていることが好ましい。

[0013] 前記磁石が、一对の平行な磁極平面により前記イオンビームを略平行化するコリメート磁石と、前記コリメート磁石の磁極平面に平行に配置された一对の平行な磁極平面により、前記コリメート磁石に入射するイオンビームの磁極平面に直交する方向の発散を補償する補償磁石と、を備える場合におい

て、この補償磁石において、空間電荷効果によるイオンビームの広がりを好適に抑制するためには、前記電子源が、前記補償磁石を構成する一対の平行な磁極平面間に発生する磁束密度の最大値を B_0 とし、前記補償磁石外部に形成される磁場勾配領域での磁束密度を B とした場合に、 $0 < B/B_0 < 1$ の関係を満たす磁場勾配領域内に設けられていることが望ましい。特に、磁場勾配領域内に十分な電子を閉じ込めるとともに、イオンビームに効率よく電子を供給するためには、前記電子源が、 $0.30 < B/B_0 < 0.80$ の関係を満たす磁場勾配領域に設けられていることが好ましい。

[0014] 磁場勾配領域内の均一磁場内に効率よく電子を供給して均一な電子雲を形成させるためには、前記電子源が、前記磁石を構成する一対の磁極平面と略平行な平面内に配置されるとともに、前記磁石におけるイオンビームの上流側側面及び／又は下流側側面に沿って配置されていることが望ましい。

[0015] イオンビームの両側から電子を照射することによって、空間電荷効果によるイオンビームの広がりを効率よく抑制するためには、前記電子源を2つ以上有し、それらの電子源が、前記イオンビームを挟んで配置されていることが望ましい。

[0016] 電子源をコンパクトにするとともに、ミラー効果により生じる電子雲中に配置した場合であっても、電子源に電子が衝突することによる電子の減少を可及的に低減して、電子の利用効率を一層向上させるためには、前記電子源が、電界放出型電子源であることが望ましい。

[0017] また、本発明に係るイオンビーム発散抑制方法は、イオンビームをターゲットに照射するイオンビーム照射装置における空間電荷効果によりイオンビームの発散を抑制するイオンビーム発散抑制方法であって、前記イオンビーム照射装置が、正イオンからなるイオンビームを生成するイオン源と、前記イオン源及び前記ターゲットの間に設けられ、前記イオン源から出たイオンビームを前記ターゲットに照射するために偏向、収束又は発散させる1又は複数の磁石と、電子を生成する1又は複数の電子源と、を備え、前記電子源を、前記磁石におけるイオンビームの上流側及び／又は下流側に形成される

磁場勾配領域内に配置し、且つ、前記イオンビームが通過する領域外に配置して、前記電子源から出る電子を前記磁場勾配領域内に供給することを特徴とする。

発明の効果

- [0018] このように構成した本発明によれば、従来部品の配置が制約されていた磁石近傍のスペースを有効活用することによって、特別な磁極構造を不要としながらも、電子の利用効率を向上して空間電荷効果によるイオンビームの広がりを効率的に抑制することができる。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1]本発明の一実施形態に係るイオンビーム照射装置の全体構成を示す模式図である。

[図2]リボン状のイオンビームの一例を部分的に示す概略斜視図である。

[図3]コリメート磁石及び電子源を部分的に示す概略斜視図である。

[図4]コリメート磁石及び電子源の位置関係を示すZ方向から見た図である。

[図5]コリメート磁石及び電子源の位置関係を示すX方向から見た図である。

[図6]コリメート磁石及び電子源の位置関係を示す模式的断面図である。

[図7]補償磁石及び電子源の位置関係を示すZ方向から見た図である。

[図8]補償磁石及び電子源の位置関係を示す断面図である。

[図9]電子源の構成を模式的に示す断面図である。

[図10]コリメート磁石の磁場勾配領域に生成された電子雲とその電子雲を通過するイオンビームの様子を表すシミュレーション結果を示す図である。

[図11]コリメート磁石近傍に電子雲がない場合におけるイオンビームの様子を表すシミュレーション結果である。

[図12]コリメート磁石近傍に電子雲がある場合におけるイオンビームの様子を表すシミュレーション結果である。

[図13]電子雲がない場合におけるターゲットチャンバ内でのイオンビームの様子を表すシミュレーション結果である。

[図14]電子雲がある場合におけるターゲットチャンバ内でのイオンビームの

様子を表すシミュレーション結果である。

[図15] $+P^{31}$ イオンを平行化するためのコリメート磁石における磁場領域を示す図である。

[図16] コリメート磁石及び電子源の距離に関する電子の閉じ込めのシミュレーション結果である。

[図17] コリメート磁石及び電子源の位置を B/B_0 の値で示すシミュレーション結果である。

[図18] コリメート磁石の磁場勾配領域における電子源の配置とターゲット位置でのイオンビームの直径との関係を示す図である。

[図19] 補償磁石の磁場勾配領域に生成された電子雲とその電子雲を通過するイオンビームの様子を表すシミュレーション結果である。

[図20] 補償磁石近傍に電子雲がない場合におけるイオンビームの様子を表すシミュレーション結果である。

[図21] 補償磁石近傍に電子雲がある場合におけるイオンビームの様子を表すシミュレーション結果である。

[図22] 電子雲がない場合におけるターゲットチャンバ内でのイオンビームの様子を表すシミュレーション結果である。

[図23] 電子雲がある場合におけるターゲットチャンバ内でのイオンビームの様子を表すシミュレーション結果である。

[図24] $+P^{31}$ イオンを補償する補償磁石における磁場分布を示す図である。

[図25] 補償磁石の磁場勾配領域における電子源の配置とターゲット位置でのイオンビームの直径との関係を示す図である。

[図26] コリメート磁石近傍に形成された磁場勾配領域内での電子運動を模式的に示す図である。

[図27] コリメート磁石近傍の一定強度を有する磁場に沿った電子運動のシミュレーション結果を示す図である。

[図28] 補償磁石近傍の一定強度を有する磁場に沿った電子運動のシミュレーション結果を示す図である。

[図29] 電子は磁場の方向に沿った電子運動のシミュレーション結果を示す図である。

[図30] コリメート磁石の磁場勾配領域内での電子運動を示すシミュレーション結果である。

[図31] コリメート磁石の磁場勾配領域内での電子運動を示すシミュレーション結果である。

符号の説明

- [0020] 100・・・イオンビーム照射装置
IB・・・イオンビーム
W・・・ターゲット
2・・・イオン源
6・・・コリメート磁石
61a、61b・・・コリメート磁石の磁極平面
7・・・補償磁石
71a、71b・・・補償磁石の磁極平面
K・・・磁場勾配領域
11・・・電子源

発明を実施するための形態

- [0021] 以下に本発明に係るイオンビーム照射装置の一実施形態について図面を参照して説明する。なお、本実施形態において、図1に示すように、ターゲットWに照射されるイオンビームIBの設計上の進行方向をX方向、X方向と実質的に直交する面内において互いに実質的に直交する2方向をY方向及びZ方向とする。また、以下の説明で参照する図10～図16、図19～図23、図27～図31に記載されているX、Y、Z軸の単位はmmである。

- [0022] 本実施形態に係るイオンビーム照射装置100は、図1にその模式的全体図を示すように、正イオンからなるイオンビームを生成するイオン源2と、このイオン源2及びターゲットWの間に設けられ、イオン源2から出たイオンビームIBをターゲットWに照射するために、発生する磁場によってイオ

ンビーム I B を偏向、収束又は発散させる複数の磁石と、を備えている。

[0023] 本実施形態のイオンビーム照射装置 100 は、磁石として、イオン源 2 から引き出されたイオンビーム I B を質量分離するための質量分離器 3 と、イオンビーム I B をエネルギー分離するためのエネルギー分離器 4 と、イオンビーム I B を Y 方向（例えば水平方向）に走査するための走査器 5 と、この走査器 5 により走査されたイオンビーム I B を平行ビーム化するビーム平行化器 6 と、走査器 5 及びビーム平行化器 6 の間に設けられ、イオンビーム I B の Z 方向の発散を補償して、イオンビーム I B の輸送効率を向上させる補償器 7 と、を備えている。

[0024] なお、質量分離器 3 及びエネルギー分離器 4 の間には、イオンビーム I B を必要に応じて加速又は減速するための加減速器 8 が設けられている。また、ビーム平行化器 6 とターゲット W の間には、イオンビーム I B を通過させる開口を有し、イオンビーム I B を整形するマスク 9 が設けられている。これにより、イオンビーム I B の Y 方向の不要な裾の部分をカットしている。

[0025] 質量分離器 3 は、磁場によってイオンビーム I B の質量分離を行う質量分離磁石である。エネルギー分離器 4 は、磁場によってイオンビーム I B のエネルギー分離を行うエネルギー分離磁石である。走査器 5 は、磁場によってイオンビーム I B の走査を行う走査磁石である。ビーム平行化器 6 は、磁場によってイオンビーム I B の平行化を行うコリメート磁石である。補償器 7 は、磁場によってイオンビーム I B の Z 方向の発散を補償する補償磁石である。なお、加減速器 8 は、複数枚の電極を有していて静電界によってイオンビーム I B の加減速を行う加減速管である。上記磁石 3～7 は、電磁石により構成しても良いし、永久磁石により構成しても良い。

[0026] このように構成したイオンビーム照射装置 100 により、ホルダ 10 に保持されたターゲット W にイオンビーム I B を照射して、ターゲット W にイオン注入等の処理を施すように構成されている。イオンビーム I B の軌道は、真空雰囲気内に保たれるように構成されている。質量分離器 2 を設けない場合もある。ターゲット W にイオン注入を行う場合は、この装置 100 はイオン

注入装置とも呼ばれる。

- [0027] ターゲットWに照射されるイオンビームI Bは、図2に示すように、Y方向（例えば長手方向）の寸法が、当該Y方向と直交するZ方向の寸法よりも大きい形をしている。このような形状のイオンビームI Bは、リボン状やシート状あるいは帯状のイオンビームと呼ばれる場合もある。但し、Z方向の寸法が紙のように薄いという意味ではない。一例を挙げると、Y方向の寸法は350mm～400mm程度、Z方向の寸法は80mm～100mm程度である。
- [0028] ターゲットWは、例えば、半導体基板又はガラス基板等である。ターゲットWは、この実施形態では、ホルダ10に保持されて、ターゲット駆動装置（不図示）によって、Z方向に沿って機械的に往復進退駆動（メカニカルスキャン）される。イオンビームI BのY方向の寸法 W_Y は、ターゲットWの同方向の寸法よりも若干大きく、このことと、上記往復駆動とによって、ターゲットWの全面にイオンビームI Bを照射することができる。
- [0029] しかし本実施形態のイオンビーム照射装置100において、コリメート磁石6及び補償磁石7の近傍に電子を生成する複数の電子源11を設け、それらコリメート磁石6及び補償磁石7近傍に電子雲を形成してイオンビームI Bに電子を供給することによって、空間電荷効果によるイオンビームI Bの発散を抑制する構成としている。
- [0030] 以下に具体的に説明する。
- [0031] コリメート磁石6は、磁界によってイオンビームI Bを走査する走査器5と協働して、Y方向に走査されたイオンビームI Bを、磁界によって基準軸C（X方向に沿った軸である。）に対して実質的に平行となるように曲げ戻して平行ビーム化して、Y方向の寸法がZ方向の寸法よりも大きいリボン状のイオンビームI Bを射出するものである。このコリメート磁石6は、図3～図6に示すように、Z方向において相対向する2つの磁極61と、それらの間を繋ぐヨーク62と、各磁極61を励磁する励磁コイル63とを有し、Z方向において相対向するように平行に配置された一対の磁極平面61a、

6 1 b (X Y 平面に平行な平面である) を備えている。

[0032] 補償磁石 7 は、イオンビーム I B の Z 方向の発散を補償して、イオンビーム I B の輸送効率を向上させるものである。この補償磁石 7 は、図 7 及び図 8 に示すように、Z 方向において相対向するように配置された第 1 の磁石 7 A と第 2 の磁石 7 B とにより構成されている。各磁石 7 A、7 B は、イオンビーム I B の進行方向に張り出した弧状をなす鉄心 7 1 と、この鉄心 7 1 の長手方向に巻回されたコイル 7 2 とを備えている。鉄心 7 1 の 2 つの (即ち、イオンビーム I B の入口側及び出口側の) 長辺部 7 1 1 が、それぞれ、その実質的に全長に亘って異なる磁極を構成する。つまり、補償磁石 7 は、コリメート磁石 6 と同様、Z 方向において相対向するように平行に配置された一对の磁極平面 7 1 a、7 1 b (X Y 平面に平行な平面である。) を備えている (図 8 参照)。なお、第 1 の磁石 7 A 及び第 2 の磁石 7 B には、それぞれ、直流電源 (不図示) からの励磁電流が供給されている。

[0033] 電子源 1 1 は、図 4、図 7 等 に示すように、コリメート磁石 6 及び補償磁石 7 のイオンビーム上流側又は下流側において、イオンビーム I B を挟むように、複数個設けられている。具体的には、図 5 に示すように、電子源ホルダ 1 2 により直列状に且つ互いに等間隔となるように保持されている。なお、図 5 では、電子源 1 1 をイオンビーム I B を挟んで面対称となるように配置しているが、Y 方向において交互にずらすように配置しても構わない。

[0034] 本実施形態の電子源 1 1 は、電界放出型のものであり、図 9 の部分拡大断面図に示すように、導電性のカソード基板 1 1 1 と、このカソード基板 1 1 1 の表面に形成され先端が尖った形状をなす複数の微小 (μm 単位) なエミッタ 1 1 2 と、この各エミッタ 1 1 2 の先端近傍を微小 (μm 単位) な間隙 G を開けて取り囲む、各エミッタ 1 1 2 に共通の引き出し電極 1 1 3 (ゲート電極とも言う。) と、この引き出し電極 1 1 3 とカソード基板 1 1 1 との間に設けられて両者間を絶縁する絶縁層 1 1 4 とを備えている。カソード基板 1 1 1 と各エミッタ 1 1 2 とは互いに電氣的に導通している。

[0035] 以下、電子源 1 1 の具体的な配置態様について説明する。

- [0036] 電子源 11 は、図 6 又は図 8 に示すように、磁石 6、7 のイオンビーム I B の上流側又は下流側に形成される磁場勾配領域 K 内に配置され、且つ、イオンビーム I B が通過する領域外においてそのイオンビーム I B の通過領域を挟むように配置されている。磁場勾配領域 K とは、コリメート磁石 6 又は補償磁石 7 において、磁極平面 61a、61b 又は 71a、71b の外側に膨らむように形成された磁場領域である。
- [0037] そして、電子源 11 の電子射出方向が、磁場勾配領域 K に電子が供給される向き、つまり磁場勾配領域 K を向く方向に設定されている。具体的には、電子源 11 の電子射出方向が、磁極平面（例えば 61a 又は 71a）に対してその磁極平面に対向する磁極平面（61b 又は 71b）を向くように略垂直、又は磁石 6、7 よりも外側に向けられている。より詳細には、電子源 11 の電子射出方向が、磁場勾配領域 K 内の磁場の接線方向と略一致するように設定されていることが望ましい。なお、図 6 及び図 8 においては、電子源 11 の電子射出方向が磁極平面 61a、61b 又は 71a、71b と略平行な方向となるように磁石 6、7 よりも外側に向けられた状態を示している。
- [0038] また、電子源 11 は、図 5 に示すように、コリメート磁石 6 又は補償磁石 7 を構成する一对の磁極平面（61a、71a 等）と略平行な平面（XY 平面）内にほぼ列状に配置されている。
- [0039] さらに、電子源 11 は、磁石 6、7 のイオンビーム上流側側面又は下流側側面に沿って、当該側面と各電子源 11 との距離が略一定となるように設けられている。例えばコリメート磁石 6 及びその下流側に設けた電子源 11 との距離は、コリメート磁石 6 の周囲方向において一定となるようにしている。補償磁石 7 及びその上流側又は下流側に設けた電子源 11 との距離 L2、L3 は、補償磁石 7 の周囲方向において一定となるようにしている。つまり、電子源 11 は、磁場勾配領域 K において、磁石 6、7 の周囲方向における一定磁場内に配置されるように構成されている。
- [0040] 次に、電子源 11 をコリメート磁石 6 のイオンビーム I B の下流側近傍（出口近傍）に設けた場合の具体的な配置態様について説明する。

- [0041] 電子源 11 をコリメート磁石 6 のイオンビーム I B の下流側近傍に設ける場合には、コリメート磁石 6 の対向する磁極平面 61a、61b 間に発生する磁束密度を B_0 とし、コリメート磁石 6 外部に形成される磁場勾配領域 K での磁束密度を B とした場合に、 $0 < B/B_0 < 0.72$ の関係を満たす磁場勾配領域 K 内に設けられている。より具体的には、電子源 11 が、 $0.12 < B/B_0 < 0.36$ の関係を満たす磁場勾配領域 K 内に設けられている。なお、 B/B_0 の範囲は、磁石 6 の種類（磁場構成）、電子のエネルギー、取り扱うイオン種、又は偏向量等によって適宜変更される。
- [0042] ここで、コリメート磁石 6 に対する電子源 11 の位置とそのときの電子の閉じ込め作用についてシミュレーション結果に基づいて説明する。
- [0043] 図 10 は、コリメート磁石 6 近傍の磁場勾配領域 K に生成された電子雲とその電子雲を通過するイオンビーム I B の様子を表すシミュレーション結果である。また、図 11 は、コリメート磁石 6 近傍に電子雲がない場合でのイオンビーム I B の様子を示すシミュレーション結果、図 12 は、コリメート磁石 6 近傍に電子雲がある場合でのイオンビーム I B のシミュレーション結果である。さらに、図 13 は、電子雲がない場合におけるターゲットチャンバ内でのイオンビーム I B の様子を示すシミュレーション結果、図 14 は、電子雲がある場合におけるターゲットチャンバ内でのイオンビーム I B の様子を示すシミュレーション結果である。なお、図 13、図 14 において、X 座標が 0 の位置がターゲットチャンバの入口であり、340 の位置がターゲット（ウエハ）W が配置される位置である。これらの図から分かるように、コリメート磁石 6 近傍に電子雲を形成させることによって、イオンビーム I B の発散が抑制されていることが分かる。
- [0044] 図 15 は、 $E_{ion} = 575 \text{ eV}$ を有する $^{31}\text{P}^+$ イオンを平行化するためのコリメート磁石 6 における磁場領域を示す図である。このコリメート磁石 6 は、平面磁極間において $280 [\text{Gs}] (= B_0)$ の一定磁場を形成しており、コリメート磁石 6 の磁極の物理的境界における磁場 B と B_0 との比は、 $B/B_0 = 0.72$ である。また、イオン電流 (I_{ion}) は $4 [\mu\text{A}]$ 、電子エネル

ギー (E_e) は 10 [eV] 、電子電流 (I_e) は $34 \times I_{ion} \text{ [\mu A]}$ としている。なお、この図 15 においては、一対の磁極平面 61a、61b が Z 方向に平行であるとしてシミュレーションを行っている。

[0045] コリメート磁石 6 に対して電子源 11 を近づけすぎると、磁場勾配領域 K によるミラー効果が弱くなり、電子の閉じ込め効果が不十分になってしまう (図 16 における $x = -355 \text{ mm}$ 、 -305 mm)。また、電子源 11 を磁石 6 から遠ざけすぎると、ミラー効果による電子の閉じ込めはできるが、電子を閉じ込めておく領域が広くなりすぎてしまい、効率よくイオンビーム IB に電子を供給することができない (図 16 における $x = -230 \text{ mm}$)。このことから、ミラー効果による電子の閉じ込めが十分であり、イオンビーム IB に十分な電子の供給が可能な閉じ込め領域を形成する位置に電子源 11 を配置する (図 16 における $x = -295 \text{ mm}$)。上記各位置における B/B_0 を考えると、図 17 に示す結果から、電子源 11 を設ける位置は、 $0.12 < B/B_0 < 0.36$ の関係を満たす磁場勾配領域 K 内であることが望ましいことが分かった。なお、図 17 の磁場分布は、イオンビーム IB の進行方向の中心軌道に沿ったものである。

[0046] ここで、コリメート磁石 6 の磁場勾配領域 K における電子源 11 の配置とターゲット位置でのイオンビームの直径 D との関係を図 18 に示す。電子源 11 が配置されない場合には、直径 $D = 66 \text{ mm}$ のイオンビーム IB がターゲット W に照射されることになる。なお、横軸は、コリメート磁石 6 の磁極間ギャップで割ることにより正規化している。この図から分かるように、電子源を設ける位置が $0.12 < B/B_0 < 0.36$ の関係を満たす磁場勾配領域 K 内でイオンビーム IB の直径 D が最小値となることが分かる。

[0047] 次に、電子源 11 を補償磁石 7 のイオンビーム IB の上流側 (入口) 近傍及び下流側 (出口) 近傍に設ける場合の具体的な配置態様について説明する。

[0048] 電子源 11 が、補償磁石 7 を構成する一対の平行な磁極平面 71a、71b 間に発生する磁束密度の最大値を B_0 とし、補償磁石 7 外部に形成される磁

場勾配領域Kでの磁束密度を B とした場合に、 $0 < B/B_0 < 1$ の関係を満たす磁場勾配領域K内に設けられている。より具体的には、電子源11が、 $0.3 < B/B_0 < 0.8$ の関係を満たす磁場勾配領域Kに設けられている。

[0049] ここで、補償磁石7に対する電子源11の位置とそのときの電子の閉じ込め作用についてシミュレーション結果に基づいて説明する。

[0050] 図19は、補償磁石7近傍の磁場勾配領域Kに生成された電子雲とその電子雲を通過するイオンビームIBの様子を表すシミュレーション結果である。また、図20は、補償磁石7近傍に電子雲がない場合でのイオンビームIBの様子を示すシミュレーション結果、図21は、補償磁石7近傍に電子雲がある場合でのイオンビームIBのシミュレーション結果である。さらに、図22は、電子雲がない場合におけるターゲットチャンバ内でのイオンビームIBの様子を示すシミュレーション結果、図23は、電子雲がある場合におけるターゲットチャンバ内でのイオンビームIBの様子を示すシミュレーション結果である。なお、図22、図23において、X座標が0の位置がターゲットチャンバの入口であり、340の位置がターゲット（ウエハ）Wが配置される位置である。これらの図から分かるように、補償磁石7近傍に電子雲を形成させることによって、イオンビームIBの発散が抑制されていることが分かる。

[0051] 図24は、 $E_{i.o.n} = 575 \text{ eV}$ を有する $+P^{31}$ イオンを補償する補償磁石7における磁場領域を示す図である。なお、図24の磁場分布は、イオンビームIBの進行方向の中心軌道に沿ったものである。この補償磁石7は、平面磁極間において280 [Gs] ($=B_0$)の一定磁場を形成しており、補償磁石7の磁極の物理的境界における磁場 B と B_0 との比は、 $B/B_0 = 1.0$ である。また、イオン電流 ($I_{i.o.n}$) は4 [μA]、電子エネルギー (E_e) は10 [eV]、電子電流 (I_e) は $34 \times I_{i.o.n}$ [μA]としている。

[0052] このとき、図示しないが、補償磁石7に対する電子源11の位置とそのときの電子の閉じ込め作用についてシミュレーション結果を行った結果、図2

4に示すように、電子源11を設ける位置は、 $0.30 < B/B_0 < 0.80$ の関係を満たす磁場勾配領域K内であることが望ましいことが分かった。

[0053] ここで、補償磁石7の磁場勾配領域における電子源11の配置とターゲット位置でのイオンビームIBの直径Dとの関係を図25に示す。電子源11が配置されない場合には、直径 $D = 9.5\text{ mm}$ のイオンビームIBがターゲットWに照射されることになる。なお、横軸は、補償磁石7の磁極間ギャップで割ることにより正規化している。この図から分かるように、電子源11を設ける位置が $0.30 < B/B_0 < 0.80$ の関係を満たす磁場勾配領域K内でイオンビームIBの直径Dが最小値となることが分かる。

[0054] 次にコリメート磁石6近傍に形成された磁場勾配領域K内での電子の運動について図26を参照して説明する。なお、補償磁石7については説明しないが、コリメート磁石6の磁場勾配領域Kでの運動と同様である。

[0055] 磁場勾配領域Kにおいてコリメート磁石6の周囲方向（XY平面に沿った方向）を考えた場合、一定強度の磁場が形成されているので、この一定強度を有する磁場に沿って電子が移動する（図26中の（1）に示す矢印）。このときの電子運動のシミュレーションを図27に示す。なお、図28は、補償磁石7近傍に形成された磁場勾配領域Kに電子を照射した場合における電子運動の様子を表すシミュレーション結果である。

[0056] 一方、Z方向を考えた場合には、電子は磁場の方向に沿って移動する（図26中の（2）に示す矢印）。なお、このときの電子運動のシミュレーションを図29に示す。そして、Z方向に移動した電子は、ミラー効果によって今まで飛んできた方向と逆の方向へ反射される（図26中の（3）、（4））。なお、ミラー効果による電子の往復についてのシミュレーション結果を図30に示す。図30中（A）は、ミラー磁場における電子の軌道を3次元で示すシミュレーション結果であり、（B）は、ミラー磁場における電子の軌道を2次元で示すシミュレーション結果である。

[0057] つまり、電子の軌道としては、磁場勾配によって磁石の周囲を回る動き、磁場勾配領域Kで磁力線の回りを回転しながら螺旋運動して磁場方向に沿っ

た動き、磁極付近にてミラー効果によって反射される動きが組み合わされた動きをする。つまり、電子は、図 3 1 に示すように、螺旋運動をしながら磁極平面間をジグザグ状に運動する。これにより、イオンビーム I B が通過する領域に電子雲が形成され、イオンビーム I B に電子が効率よく供給される。

[0058] <本実施形態の効果>

このように構成した本実施形態に係るイオンビーム照射装置 1 0 0 によれば、電子源をコリメート磁石 6 及び補償磁石 7 により形成される磁場勾配領域 K 内に配置し、且つ、イオンビーム I B の通過領域外に配置するとともに、磁場勾配領域 K 内に電子が供給されるようにしているので、磁場勾配のミラー効果によって、供給された電子を磁場勾配領域 K 内に閉じ込めることができる。この結果、コリメート磁石 6 のイオンビーム下流側、及び補償磁石 7 のイオンビーム上流側及び下流側に電子雲を形成することができ、空間電荷効果によりイオンビームの発散を抑制することができる。また、電子源 1 1 を磁石 6、7 近傍に設けていることから、従来部品の配置が制約されていた磁石近傍のスペースを有効活用することによって、特別な磁極構造を不要とすることができる。

[0059] <その他の変形実施形態>

なお、本発明は前記実施形態に限られるものではない。

[0060] 例えば、前記実施形態では電子源をビーム平行化器近傍及び補償器近傍に設ける態様について説明したが、その他、イオン源及びターゲットの間に設けられるその他の磁石、例えば質量分離器、エネルギー分離器又は走査器近傍に設けるようにしても良い。また、イオンビーム照射装置に既存の磁石近傍に電子源を設けるだけでなく、別途磁石を設けて、その磁石近傍に電子源を設けることも考えられる。

[0061] また、前記実施形態では、コリメート磁石のイオンビーム下流側（出口）に電子源を設ける構成であったが、さらにイオンビーム上流側（入口）に電子源を設ける構成とすれば、一層イオンビームの中性化を行うことができる

。補償磁石においては、上流側又は下流側の一方に電子源を設ける構成としても良い。

[0062] さらに、前記実施形態では、コリメート磁石及び補償磁石を電磁石により構成しているが、永久磁石により構成しても良い。

[0063] その上、補償磁石をコリメート磁石の下流側に設けるようにしても良い。

[0064] 加えて、前記実施形態のシミュレーションでは、電子のエネルギーとして 10 eV のものが使用されているが、これに限られず、イオンビームの中和には、低エネルギーの電子が有効であるので、例えば $5\sim 25\text{ eV}$ のエネルギーを有する電子を用いることも考えられる。

[0065] その他、本発明は前記実施形態に限られず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能であるのは言うまでもない。

産業上の利用可能性

[0066] 本発明により、磁石近傍のスペースを有効活用することによって、特別な磁極構造を不要としながらも、電子の利用効率を向上して空間電荷効果によるイオンビームの広がりを効率的に抑制することができる。

請求の範囲

- [請求項1] イオンビームをターゲットに照射するイオンビーム照射装置であって、
- 正イオンからなるイオンビームを生成するイオン源と、
- 前記イオン源及び前記ターゲットの間に設けられ、前記イオン源から出たイオンビームをターゲットに照射するために偏向、収束又は発散させる1又は複数の磁石と、
- 電子を生成する1又は複数の電子源と、を備え、
- 前記電子源が、前記磁石のイオンビーム上流側及び／又は下流側に形成される磁場勾配領域内に配置され、且つ、前記イオンビームが通過する領域外に配置されるとともに、
- 前記電子源の電子射出方向が、前記磁場勾配領域に電子が供給されるように向けられていることを特徴とするイオンビーム照射装置。
- [請求項2] 前記磁石が、前記イオンビームを挟むように設けられた一対の平行な磁極平面を有するものであり、
- 前記電子源の電子射出方向が、前記磁極平面に対してその磁極平面に対向する磁極平面を向くように略垂直、又は前記磁石よりも外側に向けられている請求項1記載のイオンビーム照射装置。
- [請求項3] 前記電子源の電子射出方向が、前記磁場勾配領域内の磁場の接線方向である請求項2記載のイオンビーム照射装置。
- [請求項4] 前記磁石が、一対の平行な磁極平面により前記イオンビームを略平行化するコリメート磁石を有し、
- 前記電子源が、前記コリメート磁石により形成される磁場勾配領域内に設けられるものであって、
- 前記電子源が、前記コリメート磁石の磁極平面間に発生する磁束密度を B_0 とし、前記コリメート磁石外部に形成される磁場勾配領域での磁束密度を B とした場合に、 $0 < B/B_0 < 0.72$ の関係を満たす磁場勾配領域内に設けられている請求項1記載のイオンビーム照射

装置。

[請求項5] 前記電子源が、 $0.12 < B/B_0 < 0.36$ の関係を満たす磁場勾配領域内に設けられている請求項4記載のイオンビーム照射装置。

[請求項6] 前記磁石が、
一対の平行な磁極平面により前記イオンビームを略平行化するコリメート磁石と、

前記コリメート磁石の磁極平面に平行に配置された一対の平行な磁極平面により、前記コリメート磁石に入射するイオンビームの磁極平面に直交する方向の発散を補償する補償磁石と、を備え、

前記電子源が、前記補償磁石により形成される磁場勾配領域内に設けられるものであって、

前記電子源が、前記補償磁石を構成する一対の平行な磁極平面間に発生する磁束密度の最大値を B_0 とし、前記補償磁石外部に形成される磁場勾配領域での磁束密度を B とした場合に、 $0 < B/B_0 < 1$ の関係を満たす磁場勾配領域内に設けられている請求項1記載のイオンビーム照射装置。

[請求項7] 前記電子源が、 $0.30 < B/B_0 < 0.80$ の関係を満たす磁場勾配領域に設けられている請求項6記載のイオンビーム照射装置。

[請求項8] 前記電子源を2つ以上有し、それらの電子源が、前記イオンビームを挟んで配置されている請求項1記載のイオンビーム照射装置。

[請求項9] 前記電子源が、前記磁石を構成する一対の磁極平面と略平行な平面内に配置されるとともに、前記磁石のイオンビーム上流側側面及び／又は下流側側面に沿って配置されている請求項1記載のイオンビーム照射装置。

[請求項10] 前記電子源が、電界放出型電子源である請求項1記載のイオンビーム照射装置。

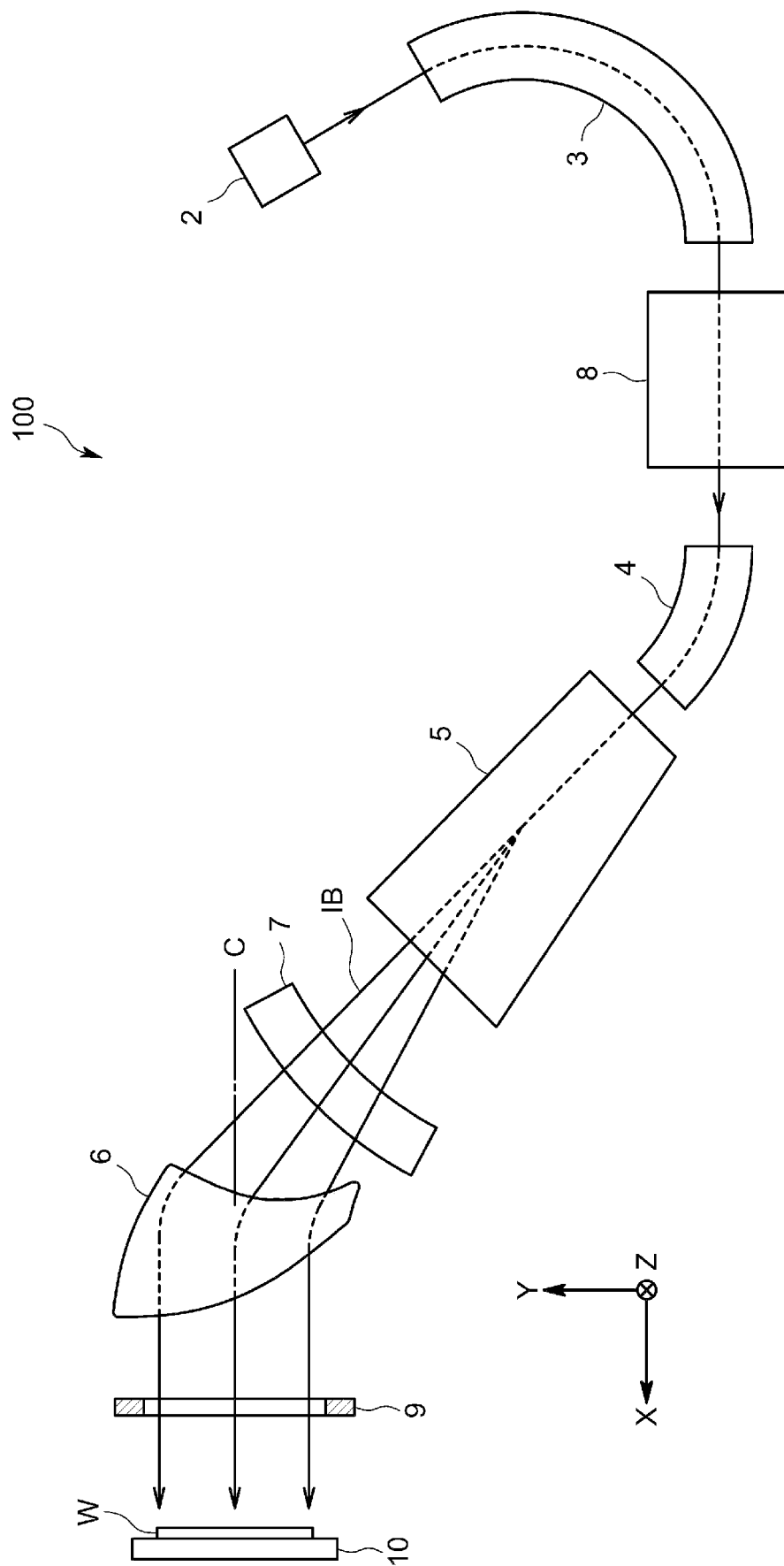
[請求項11] イオンビームをターゲットに照射するイオンビーム照射装置における空間電荷効果によりイオンビームの発散を抑制するイオンビーム発

散抑制方法であって、

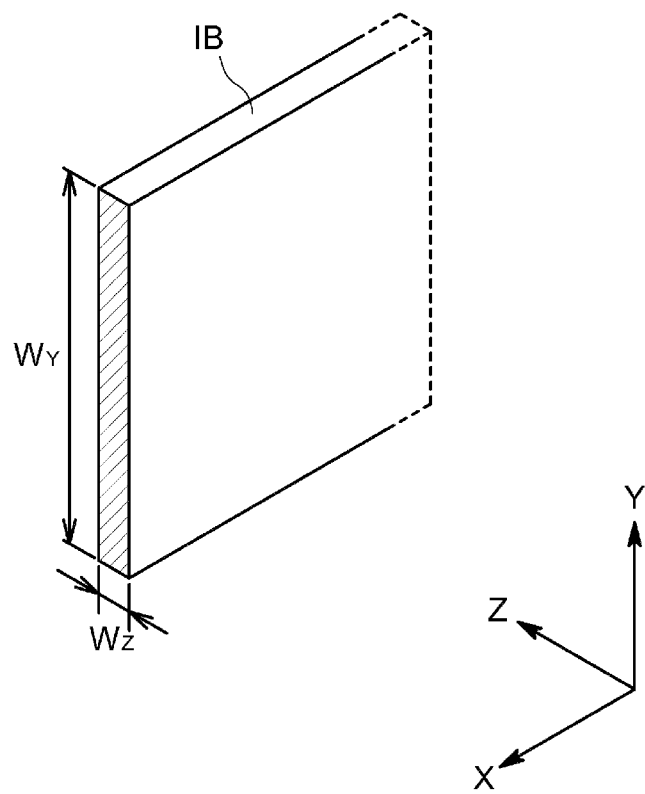
前記イオンビーム照射装置が、正イオンからなるイオンビームを生成するイオン源と、前記イオン源及び前記ターゲットの間に設けられ、前記イオン源から出たイオンビームを前記ターゲットに照射するために偏向、収束又は発散させる 1 又は複数の磁石と、電子を生成する 1 又は複数の電子源と、を備え、

前記電子源を、前記磁石におけるイオンビームの上流側及び／又は下流側に形成される磁場勾配領域内に配置し、且つ、前記イオンビームが通過する領域外に配置して、前記電子源から出る電子を前記磁場勾配領域内に供給することを特徴とするイオンビーム発散抑制方法。

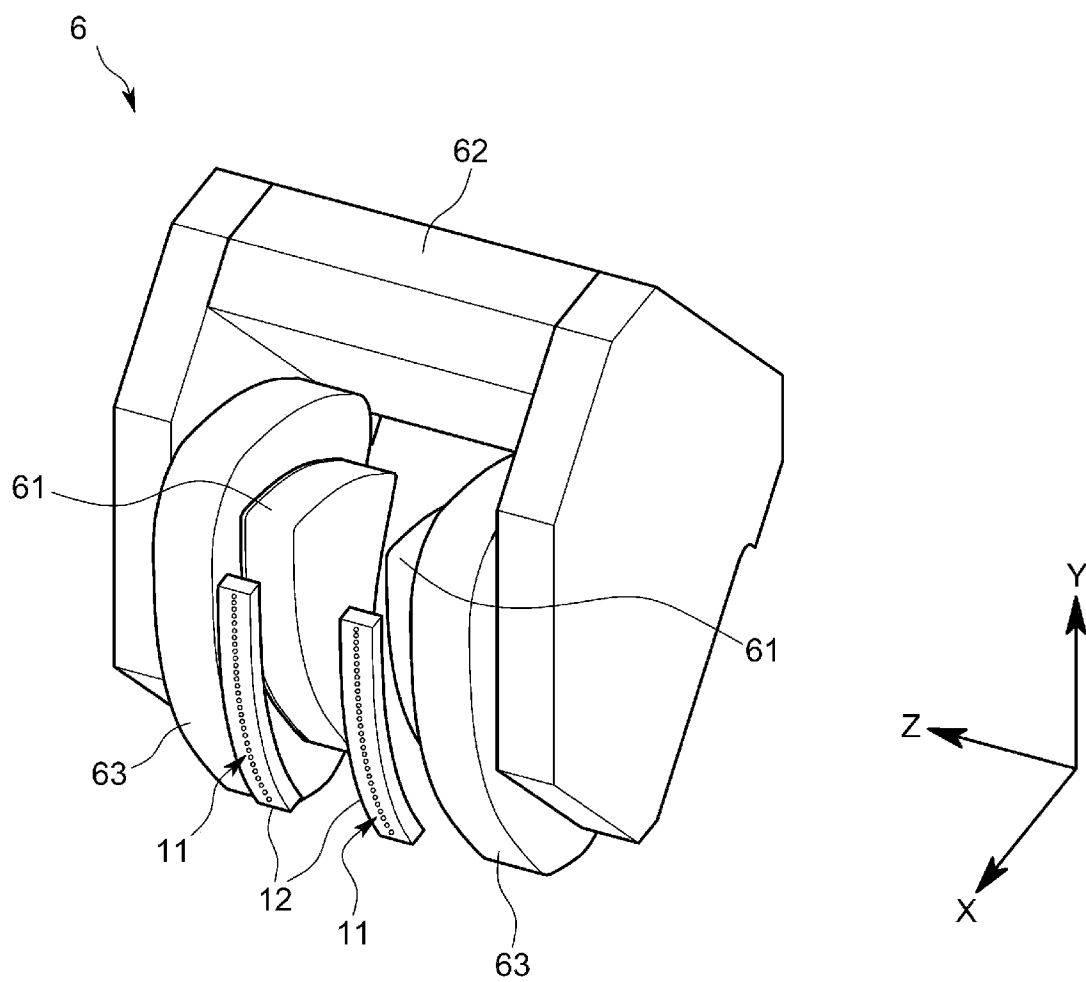
[図1]



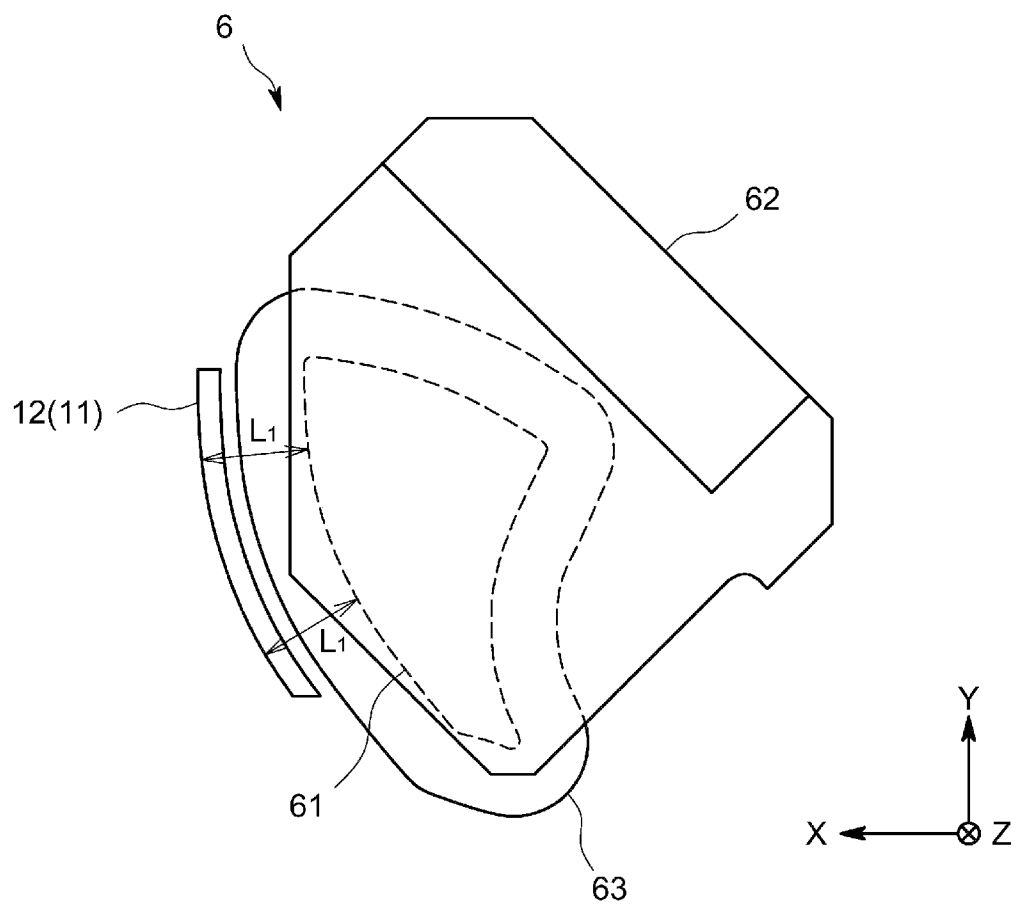
[図2]



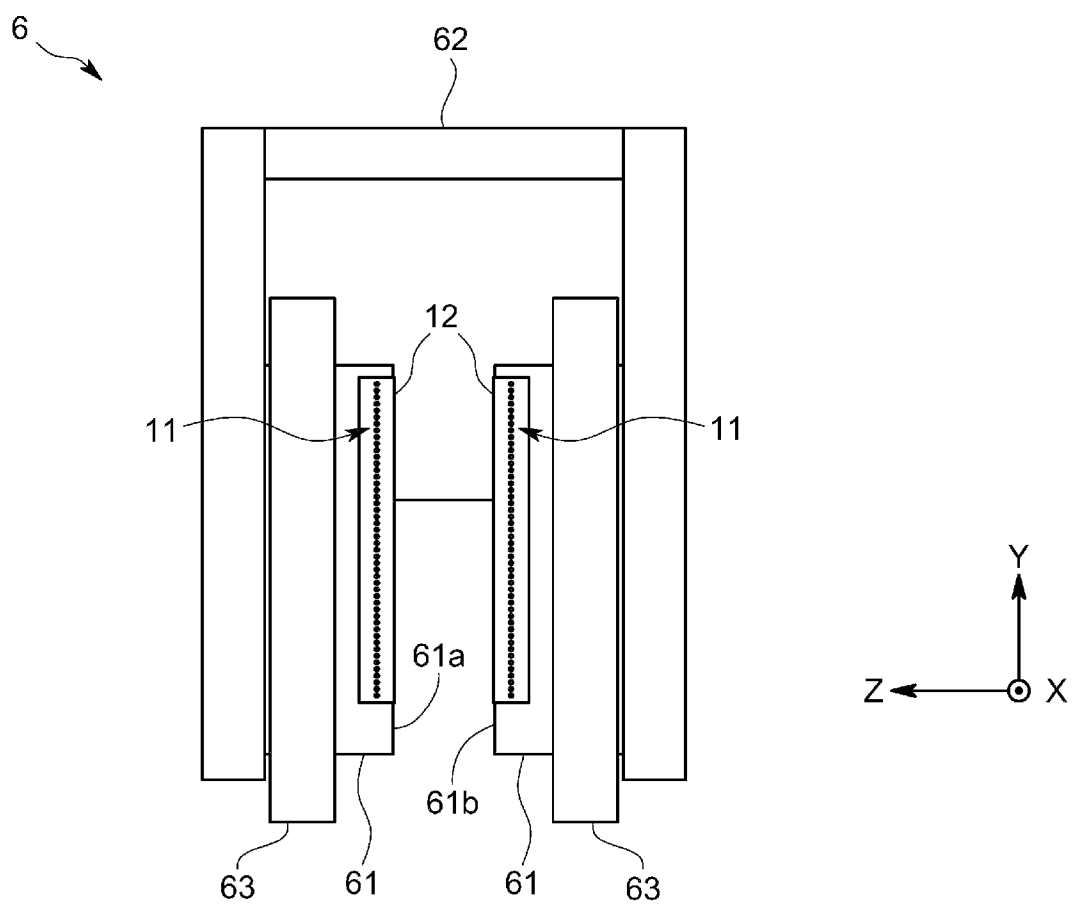
[図3]

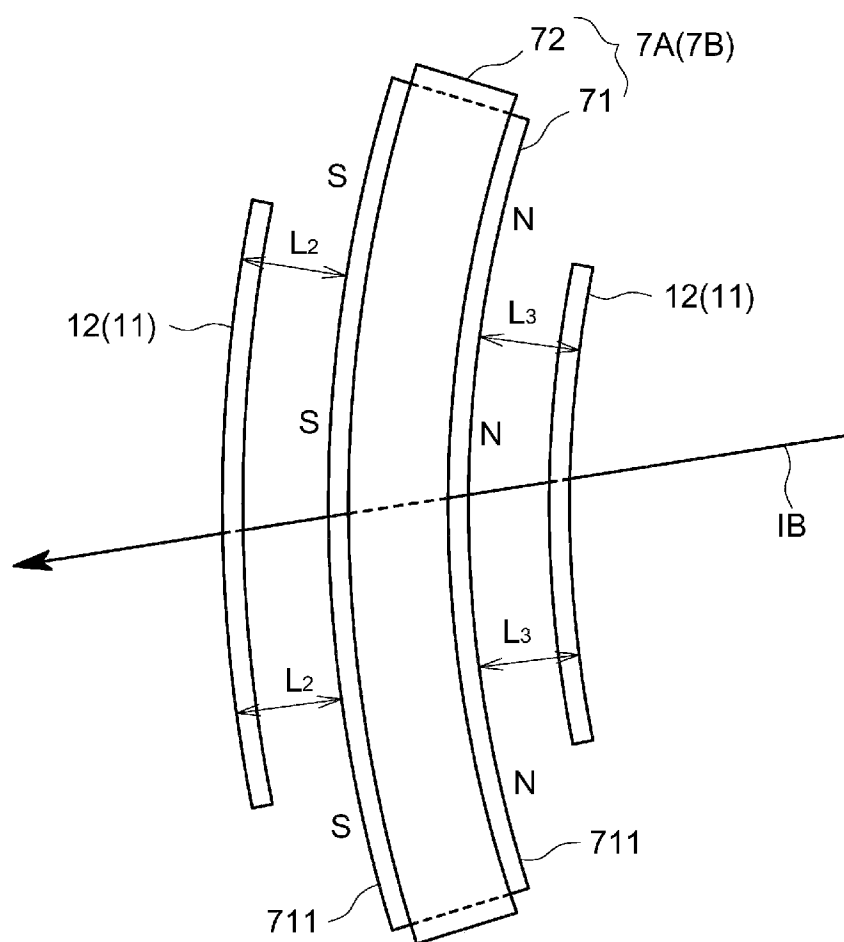
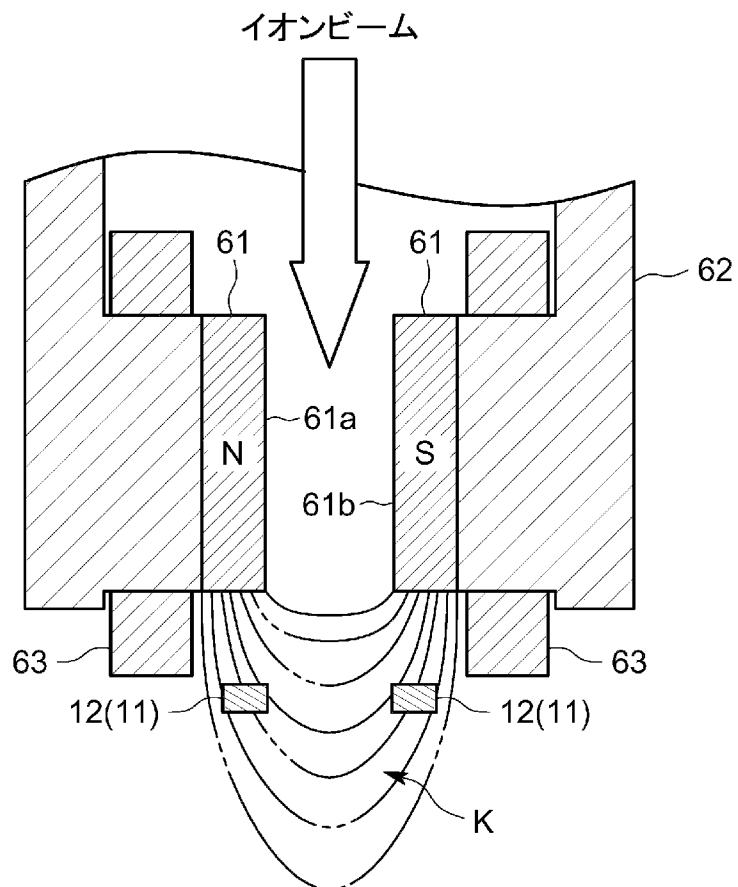


[図4]

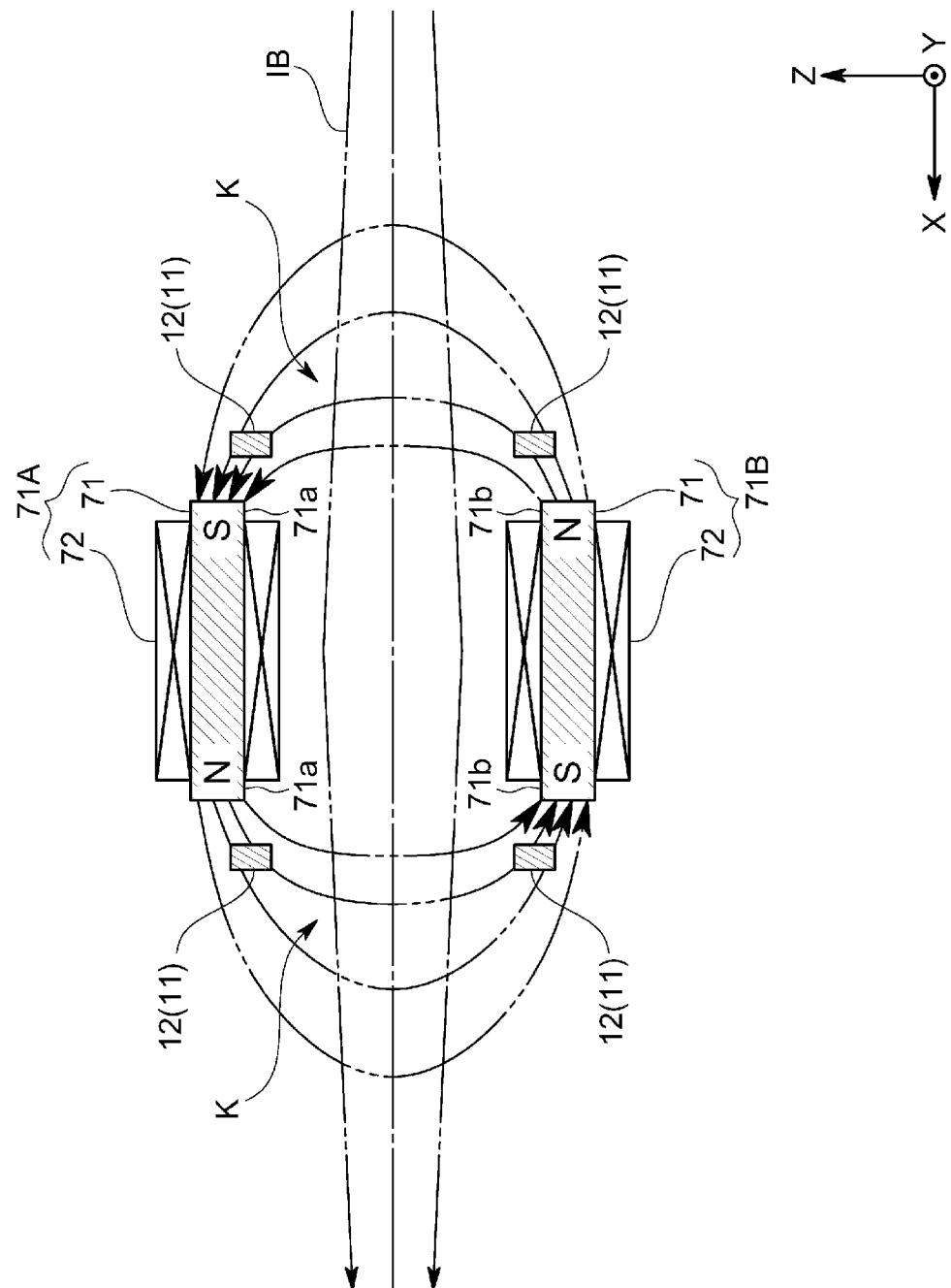


[図5]

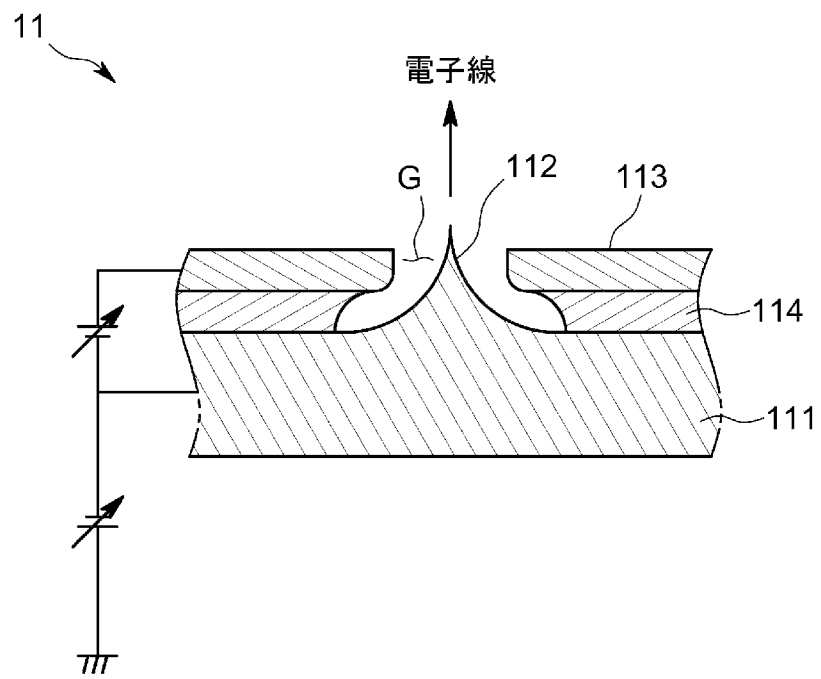




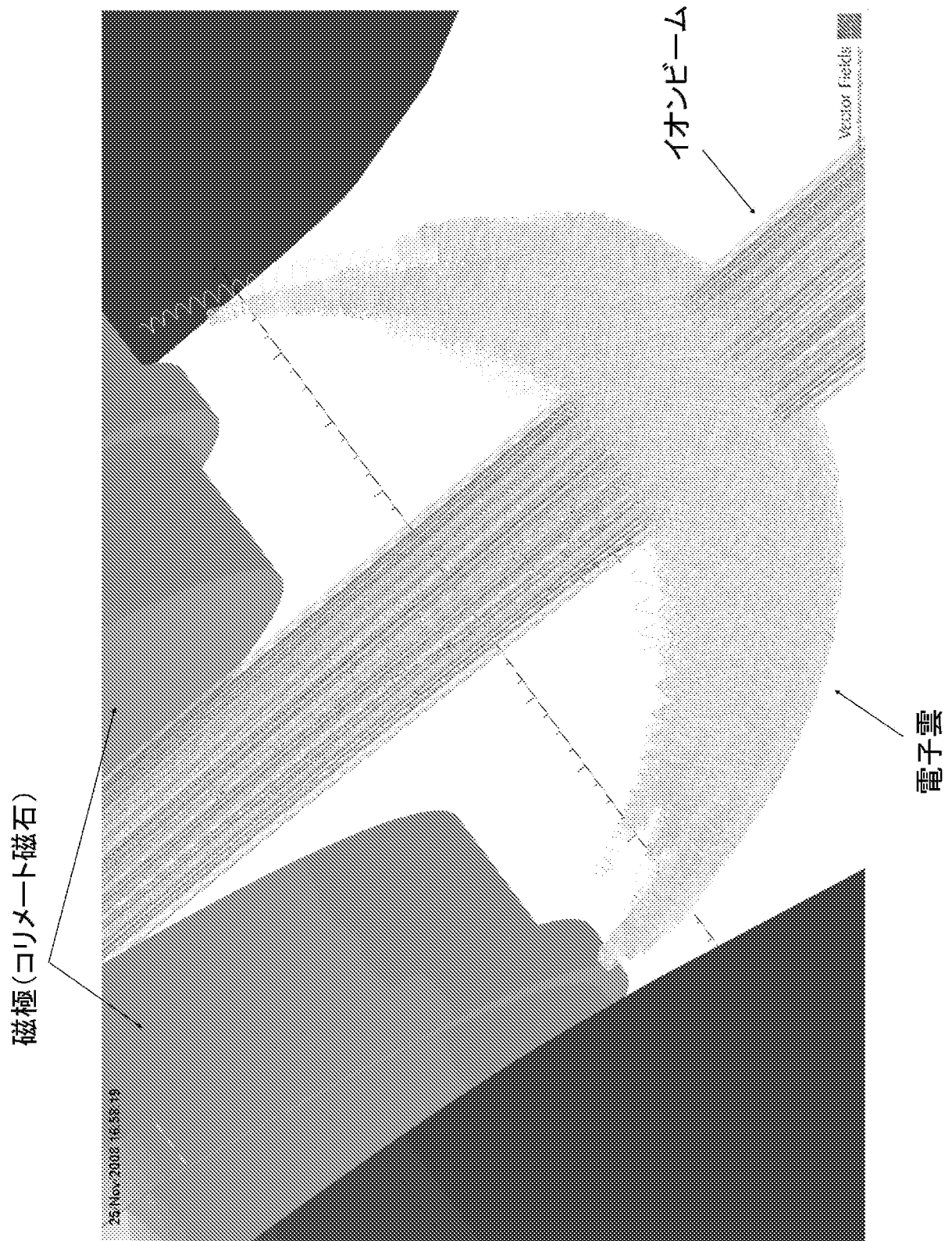
[図8]



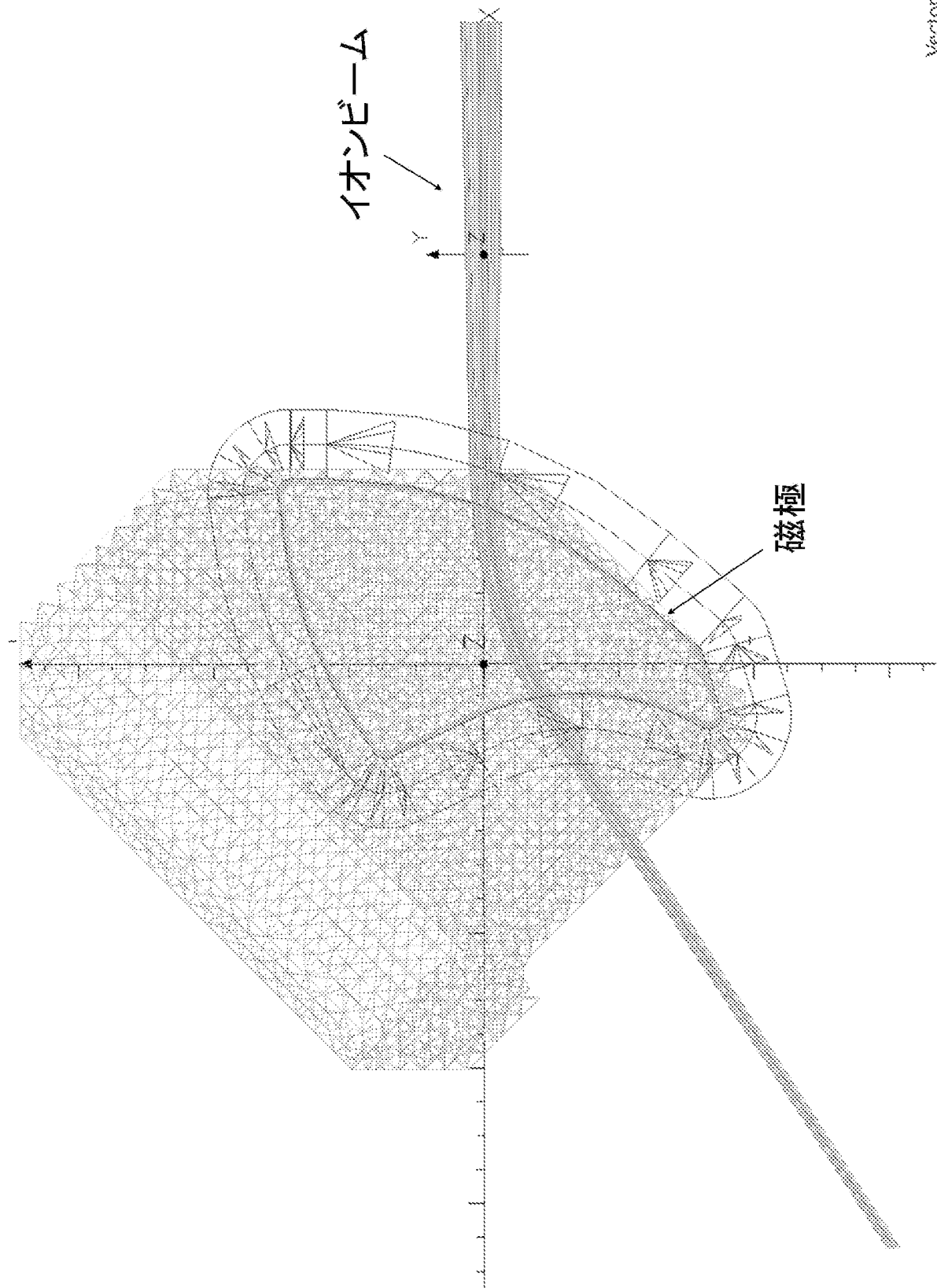
[図9]



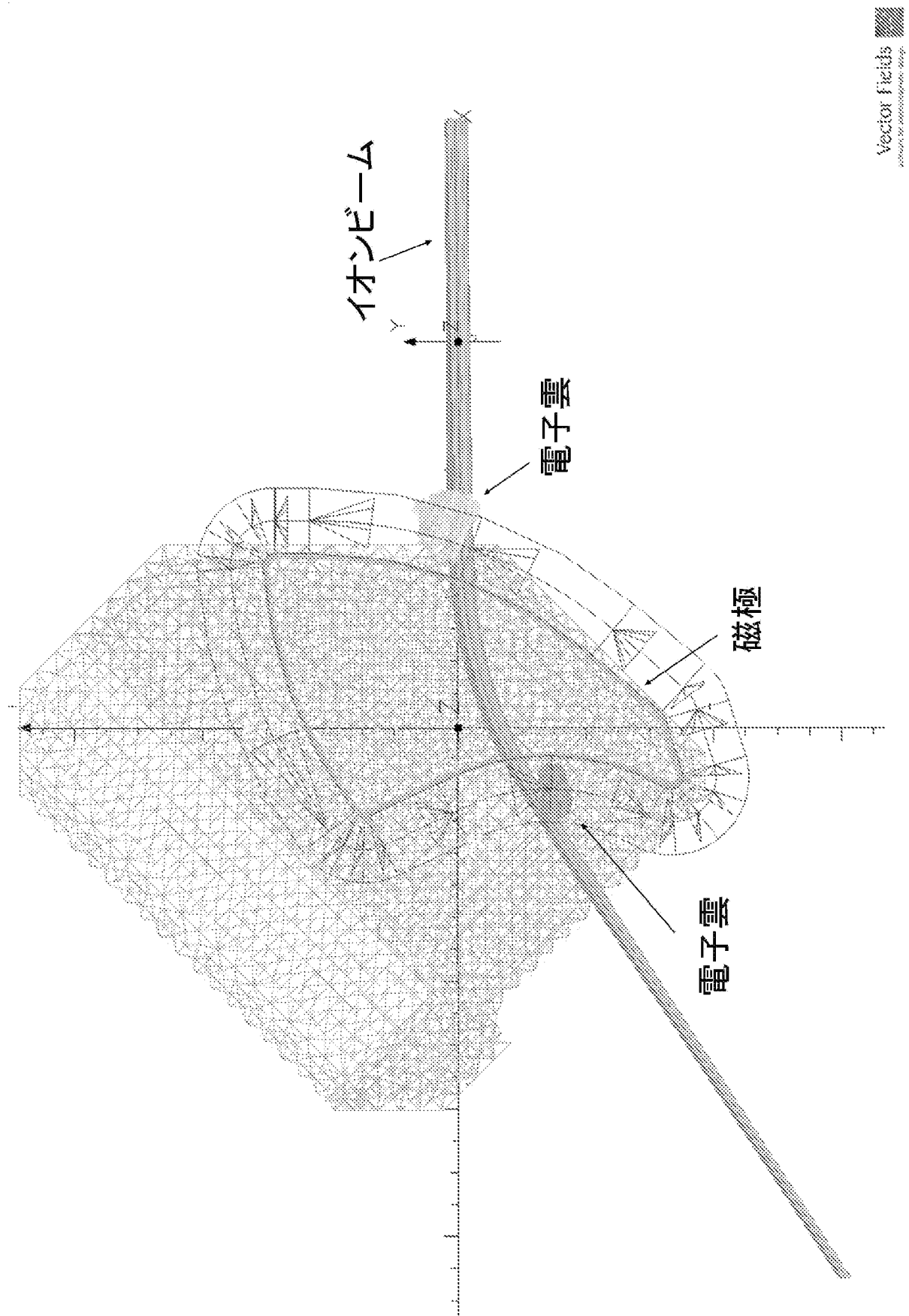
[図10]



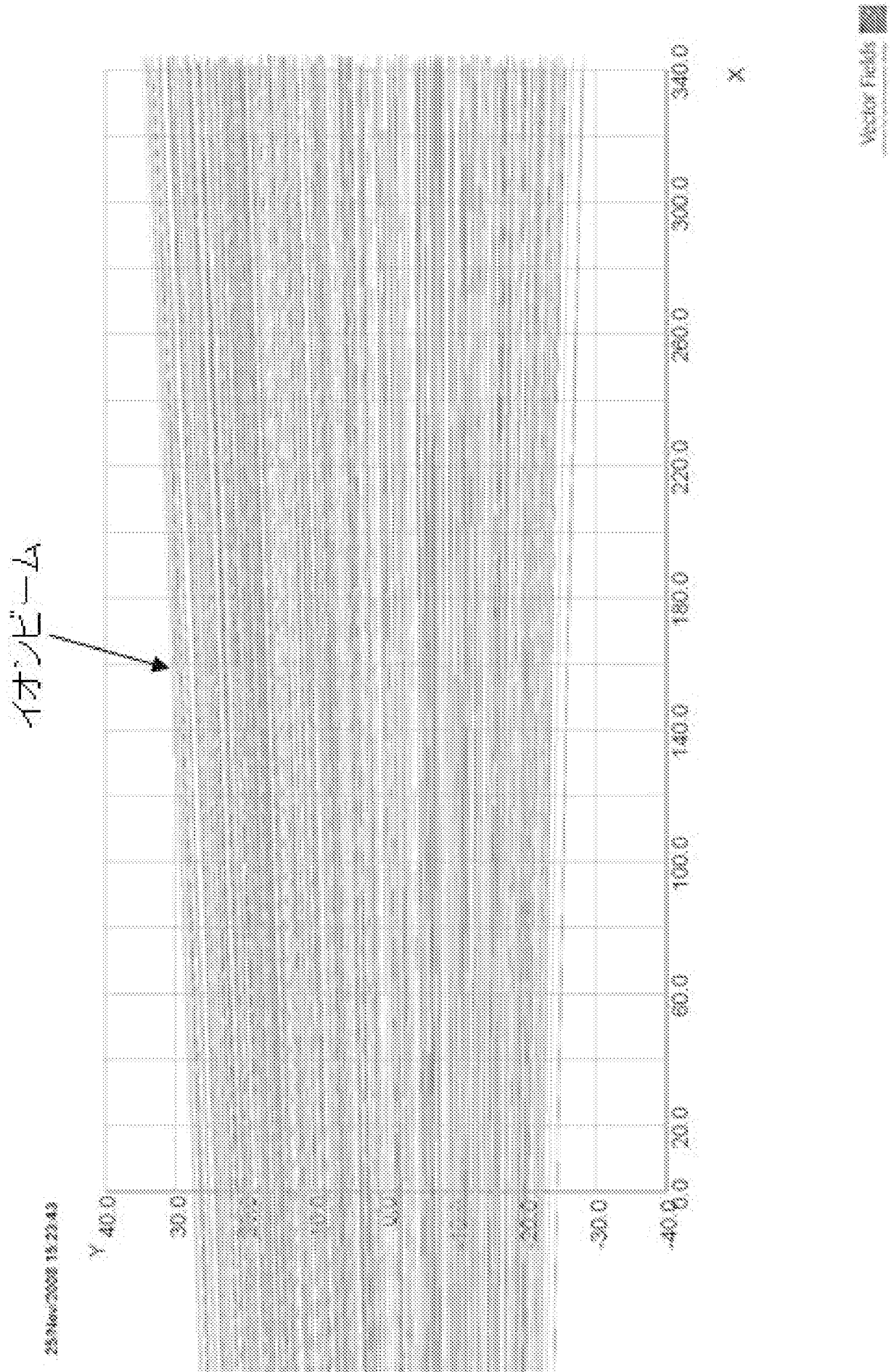
[図11]



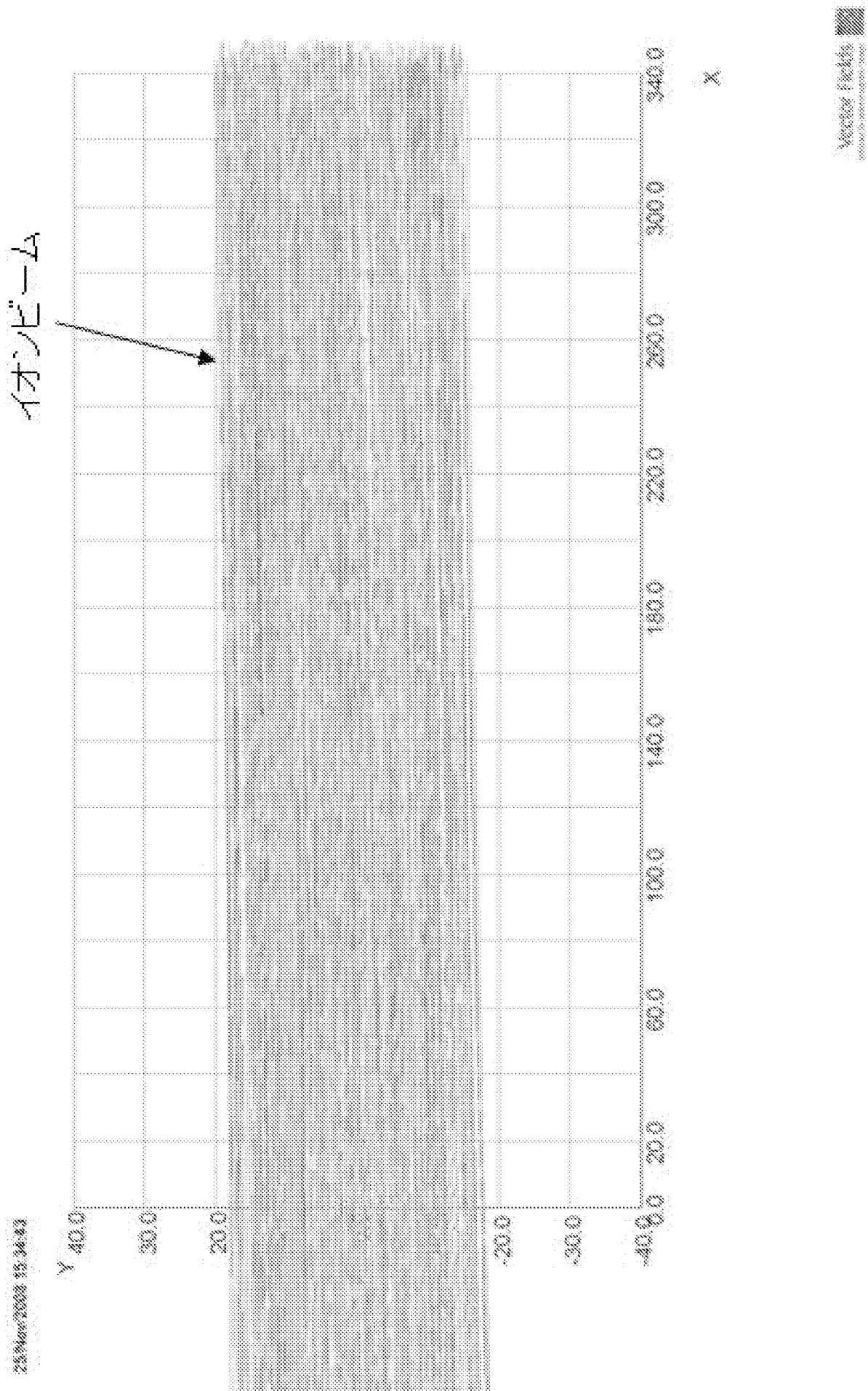
[図12]



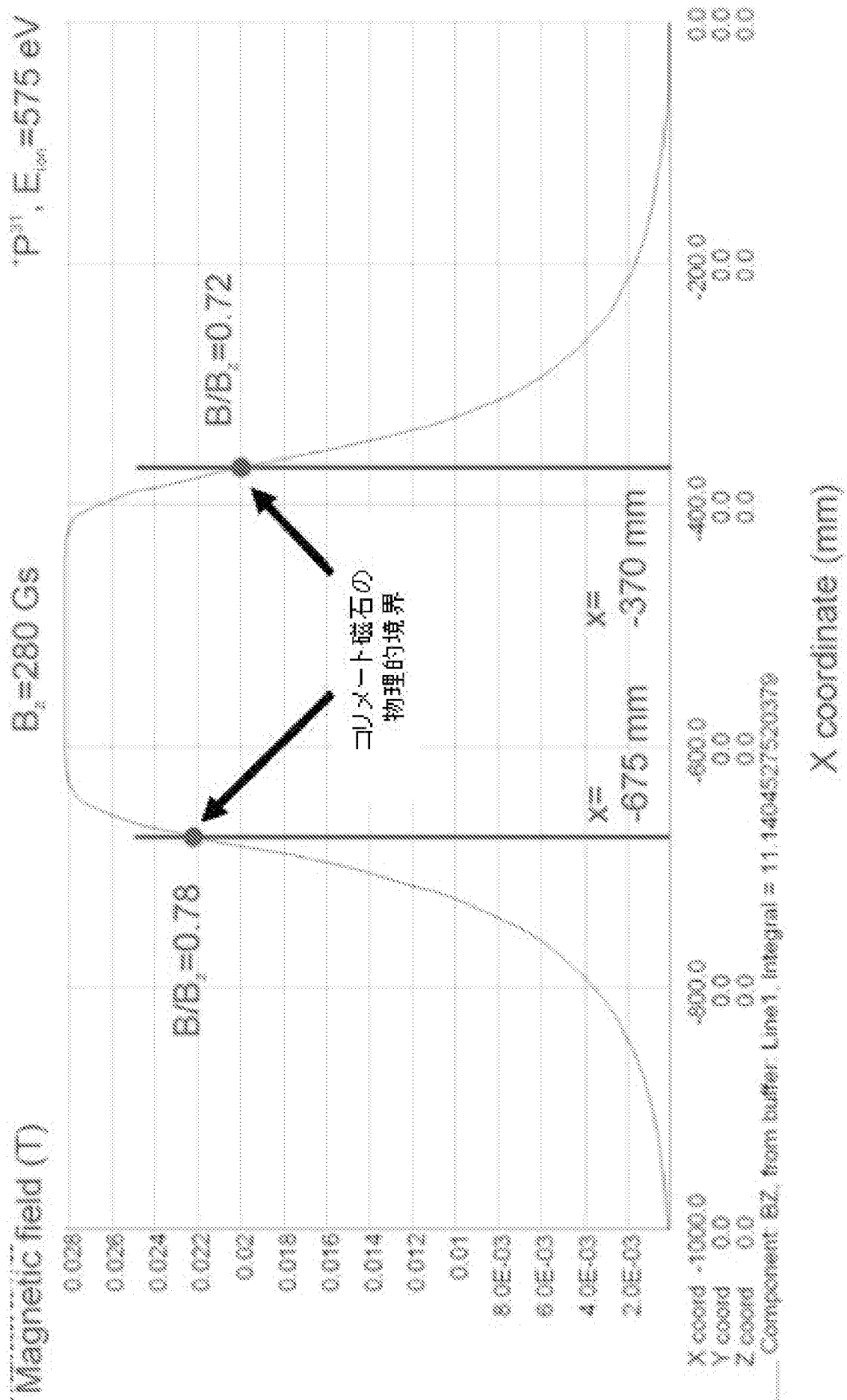
[図13]



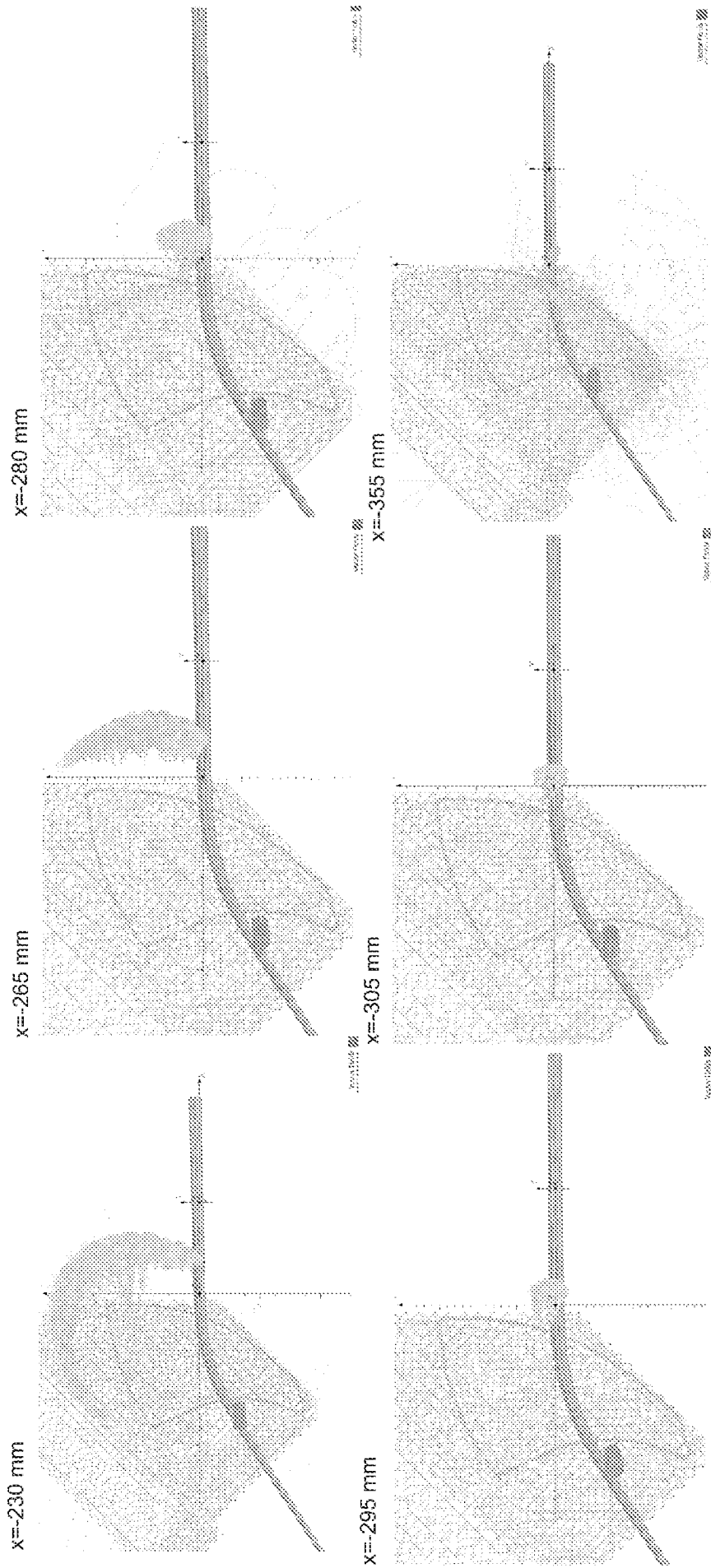
[図14]



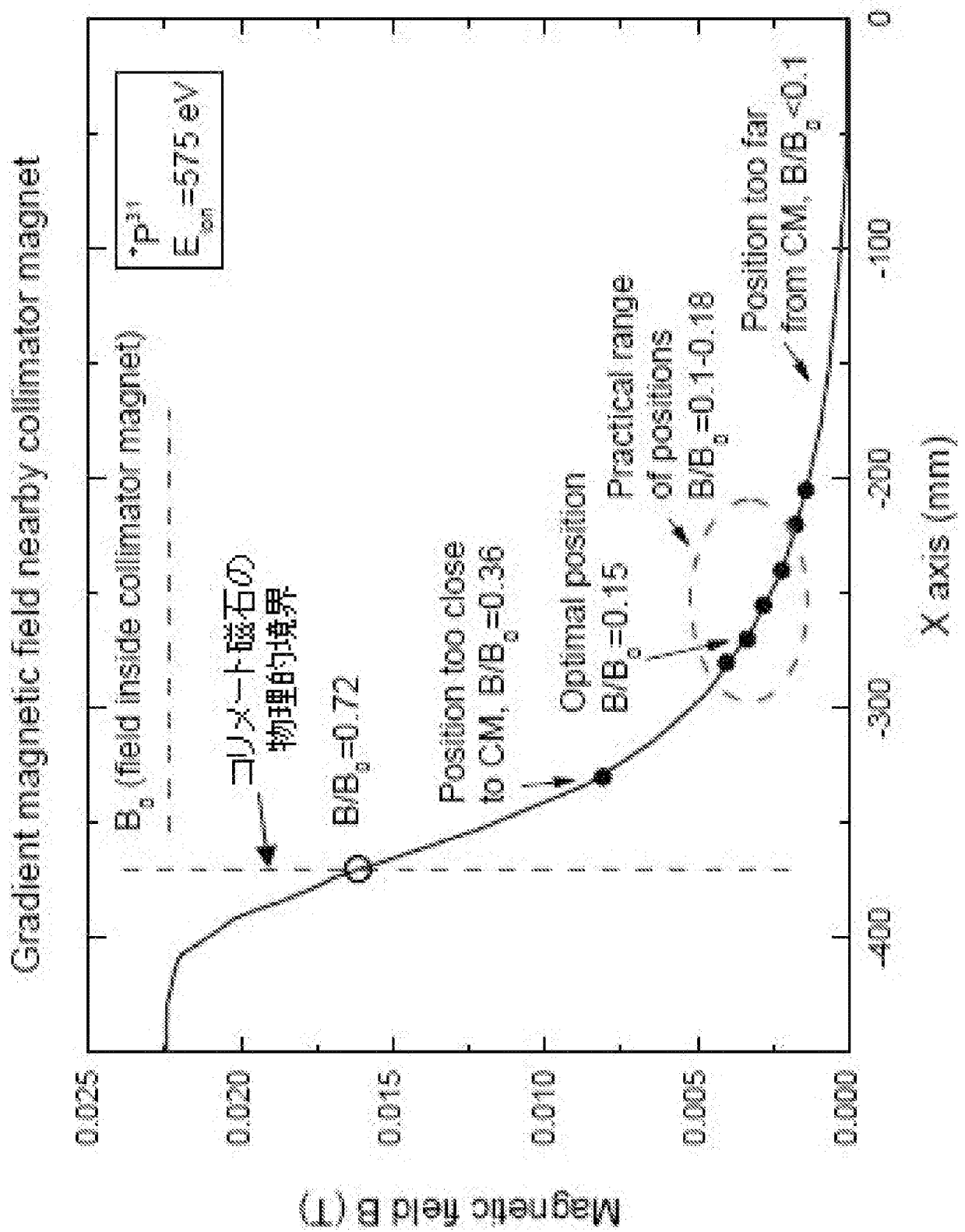
[図15]



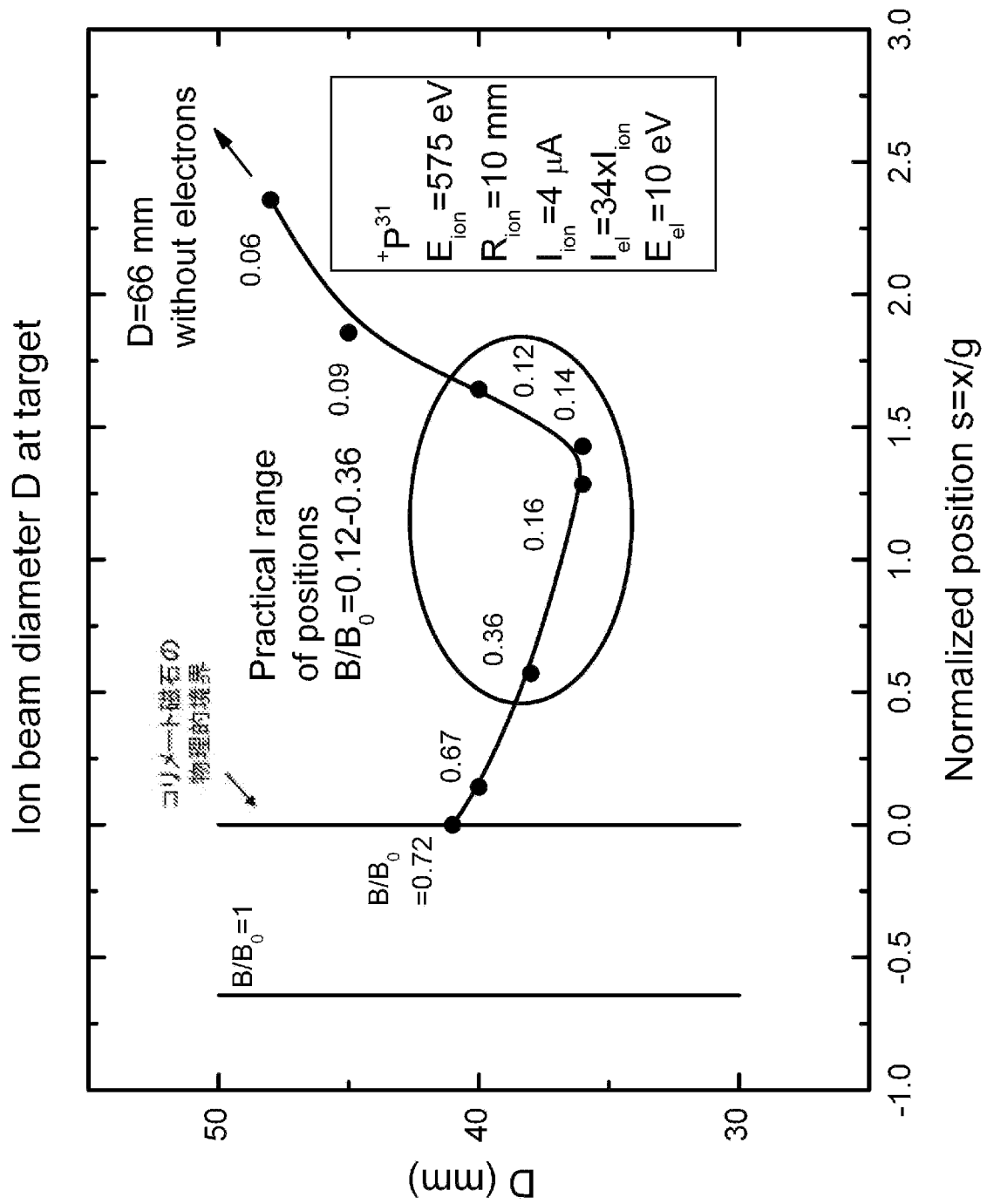
[図16]



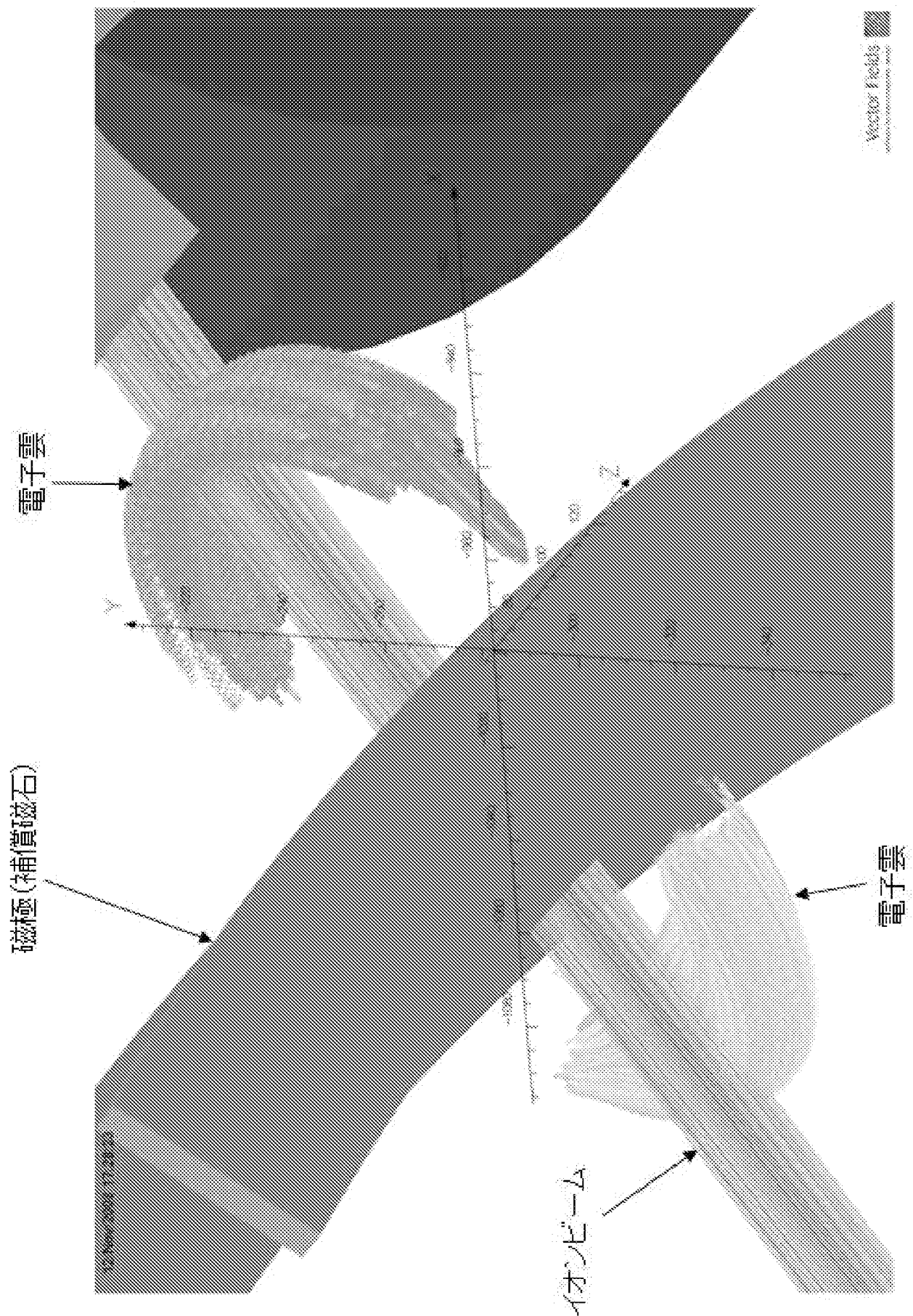
[図17]



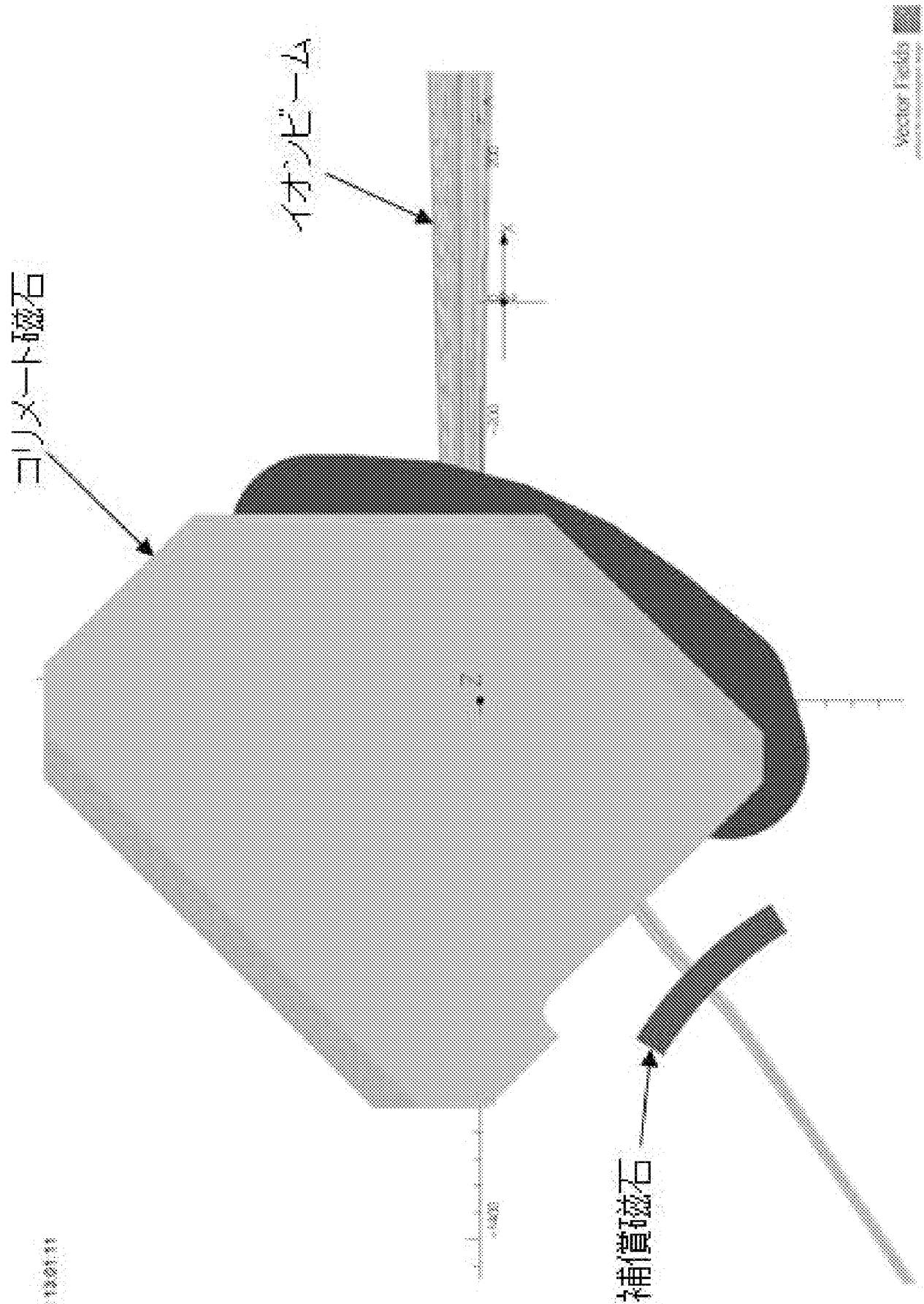
[図18]



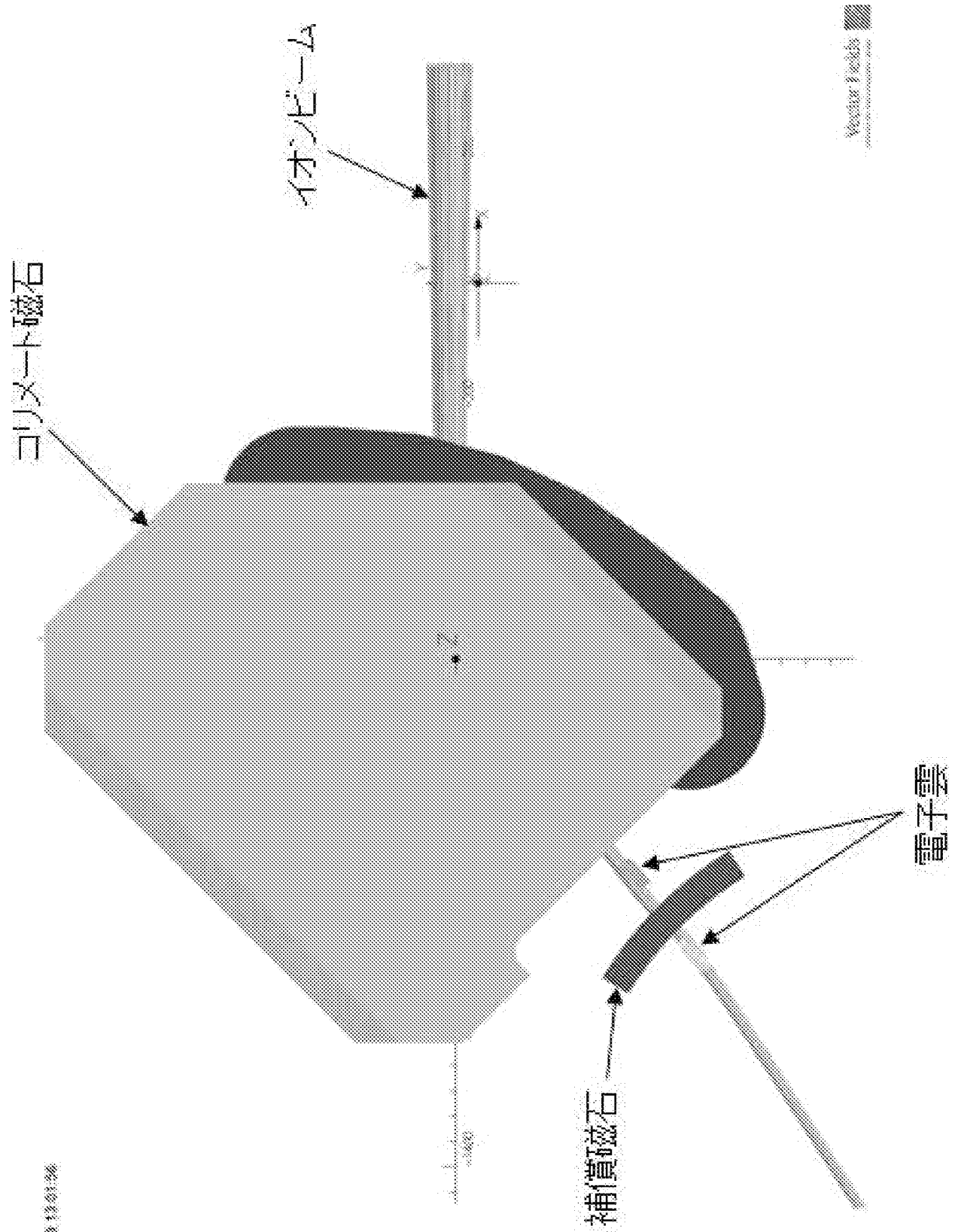
[図19]



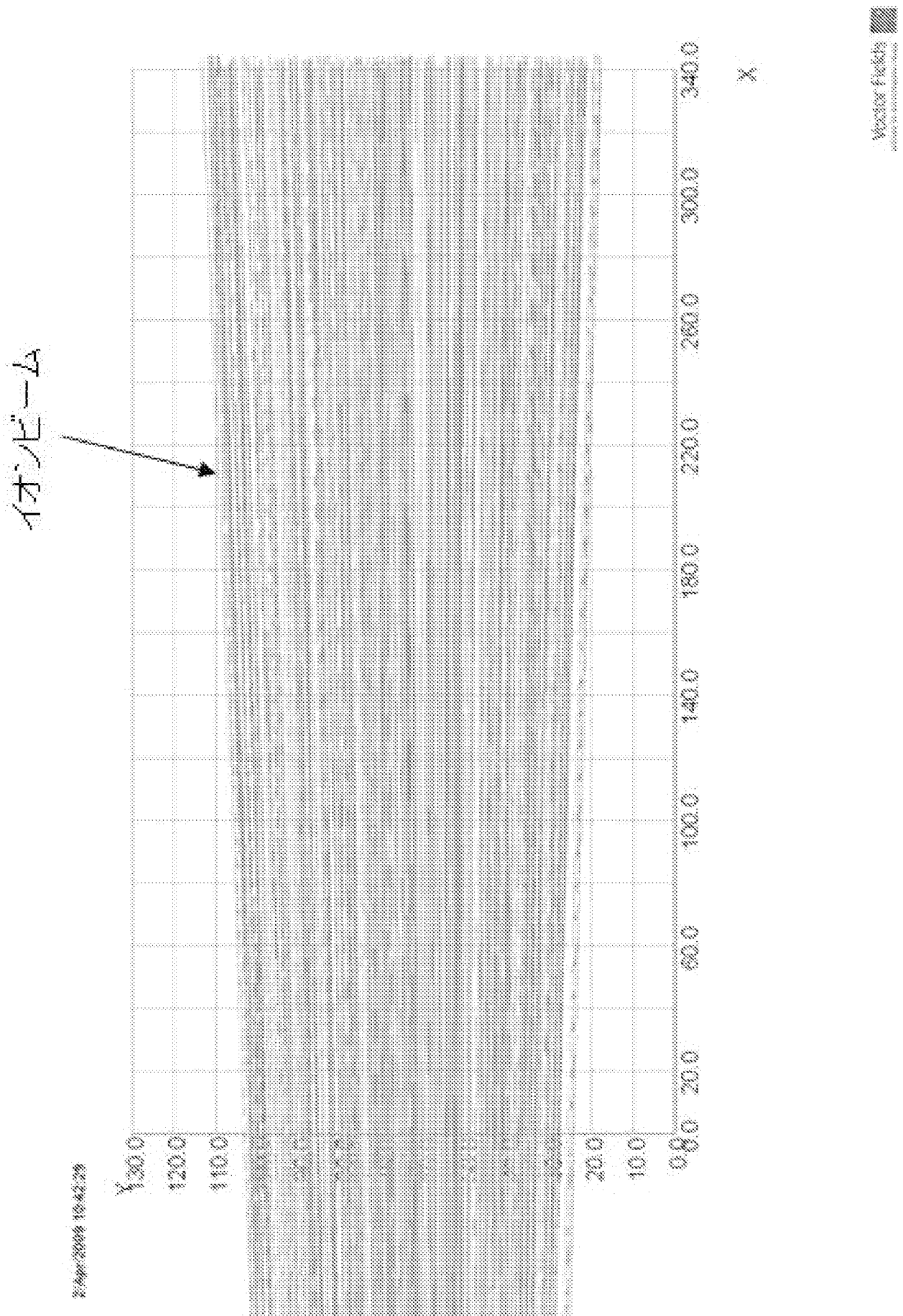
[図20]



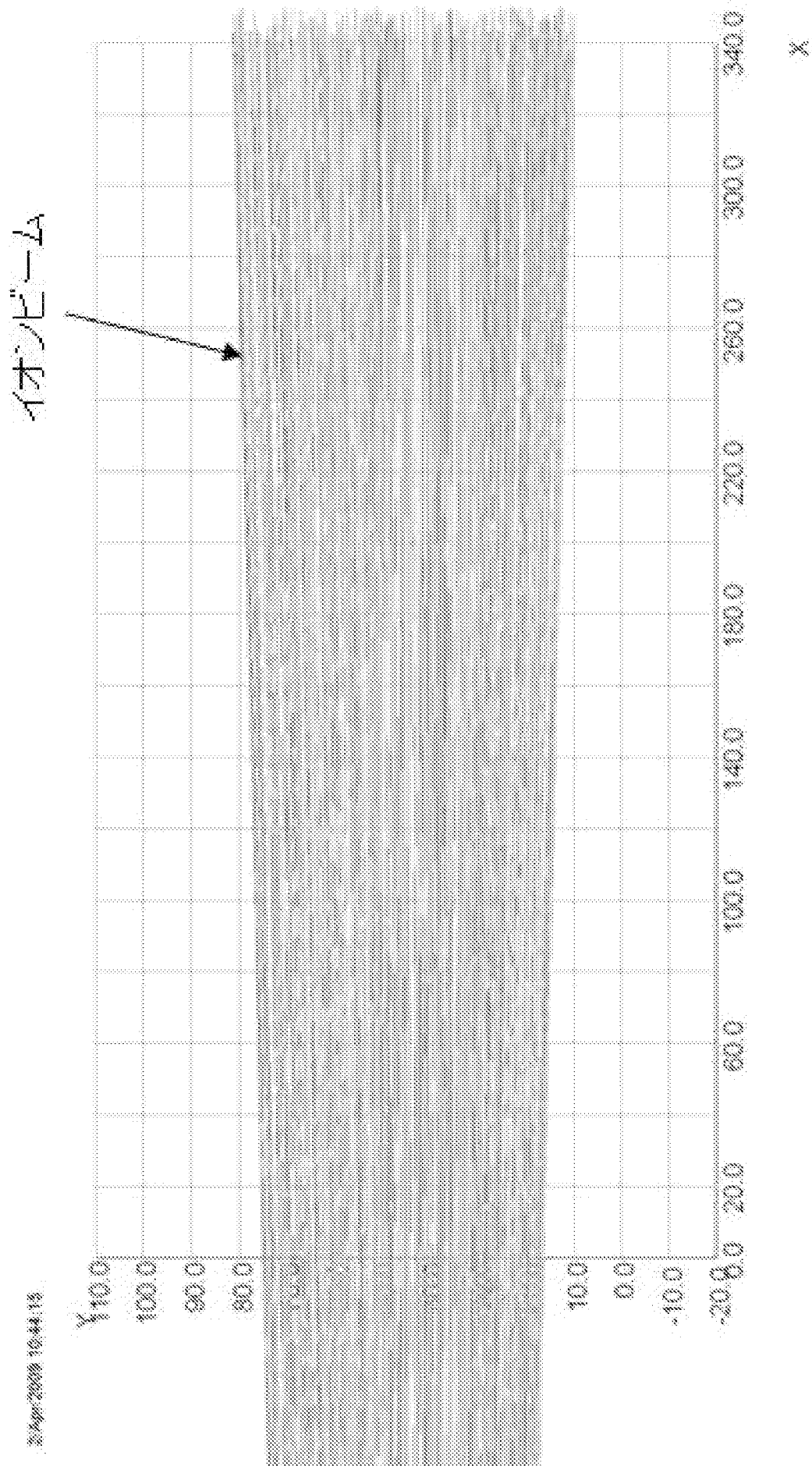
[図21]



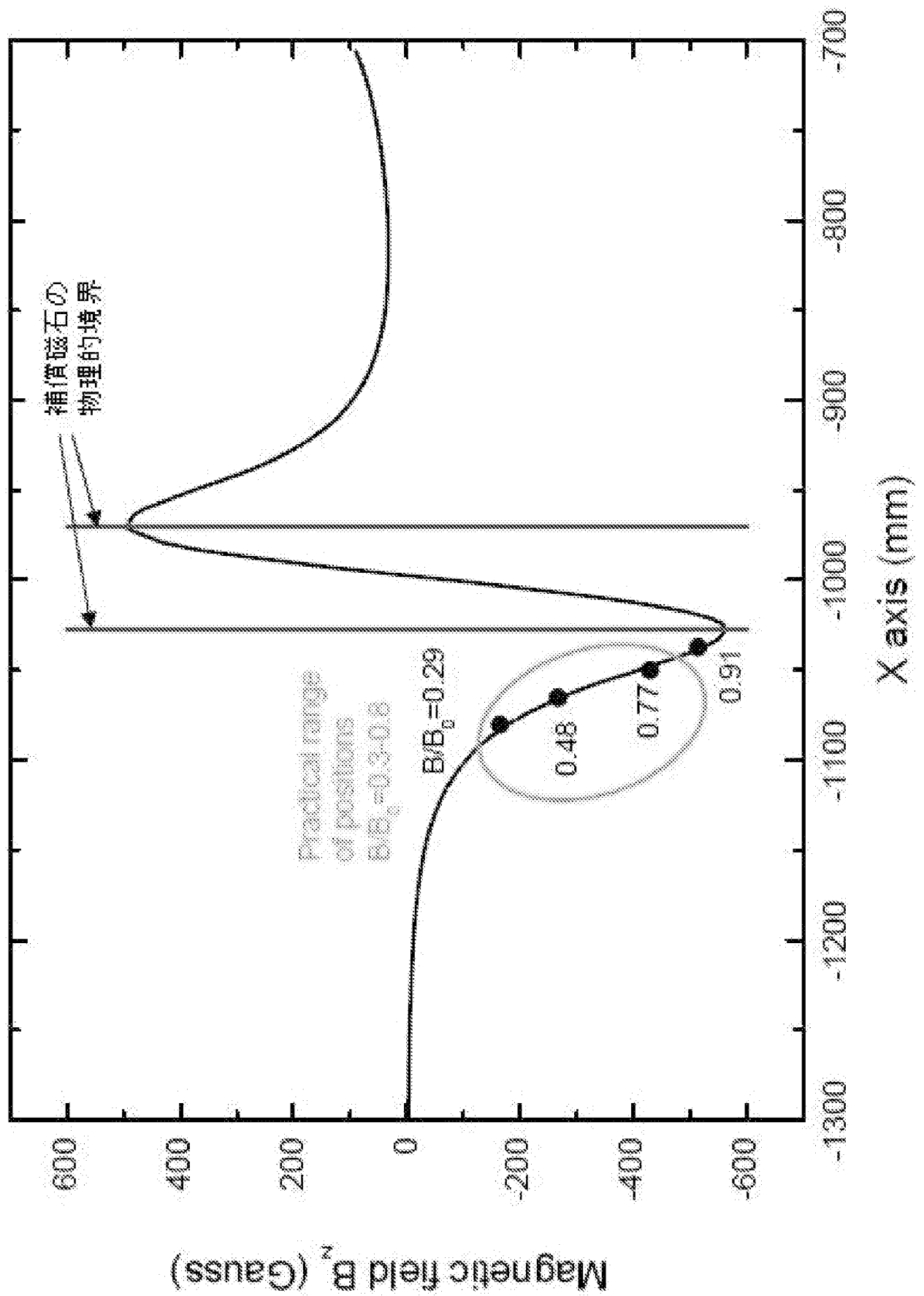
[図22]



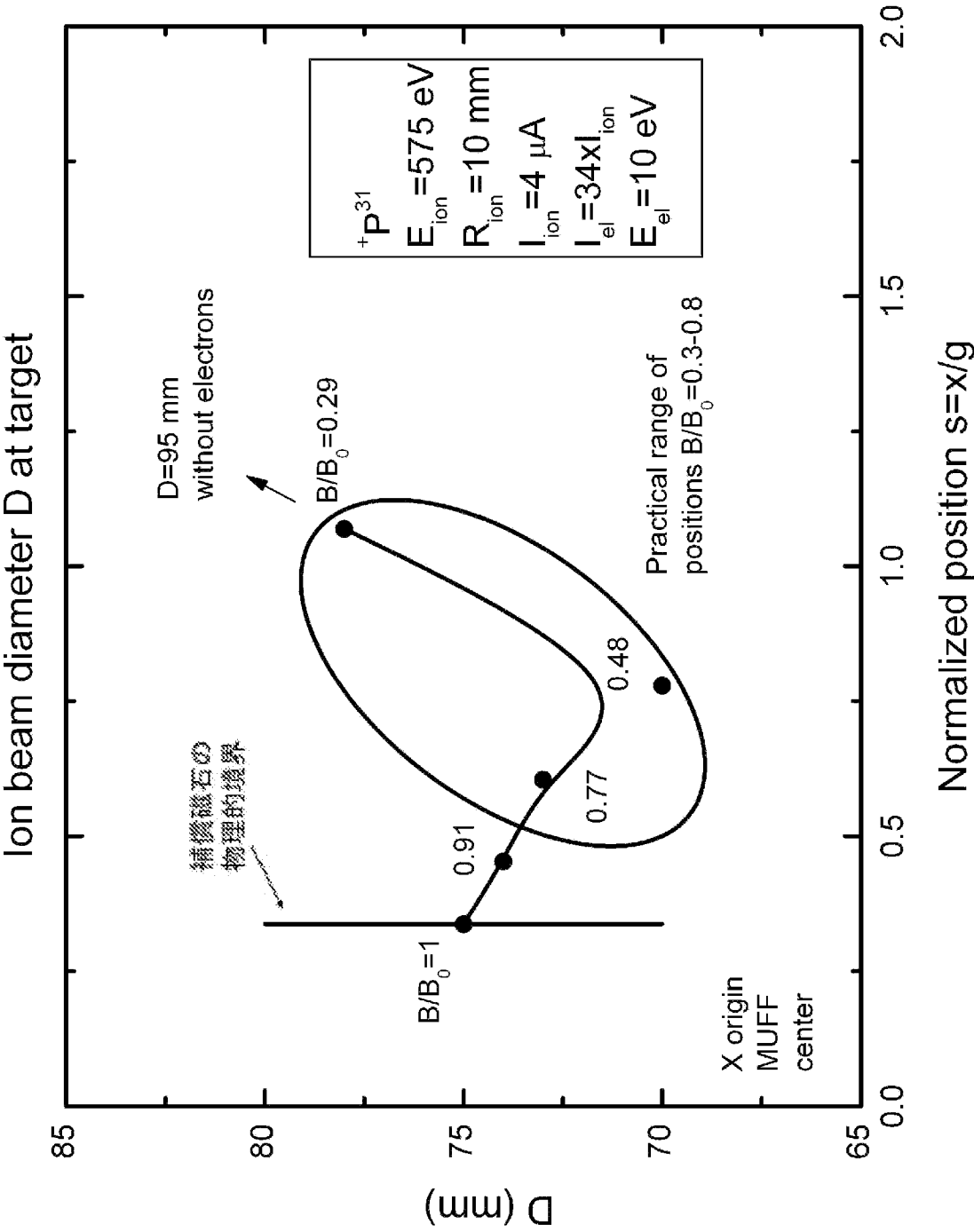
[図23]



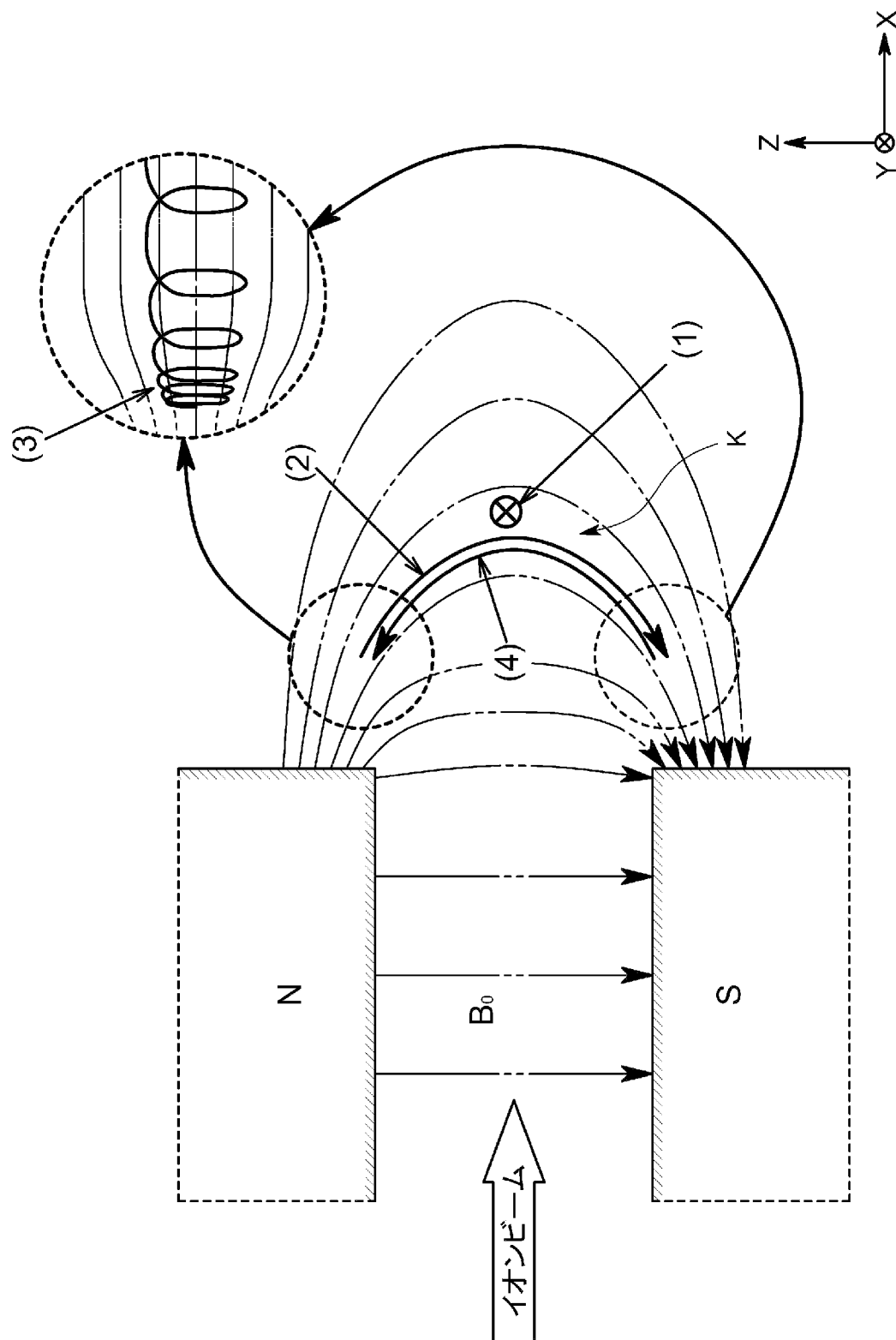
[図24]



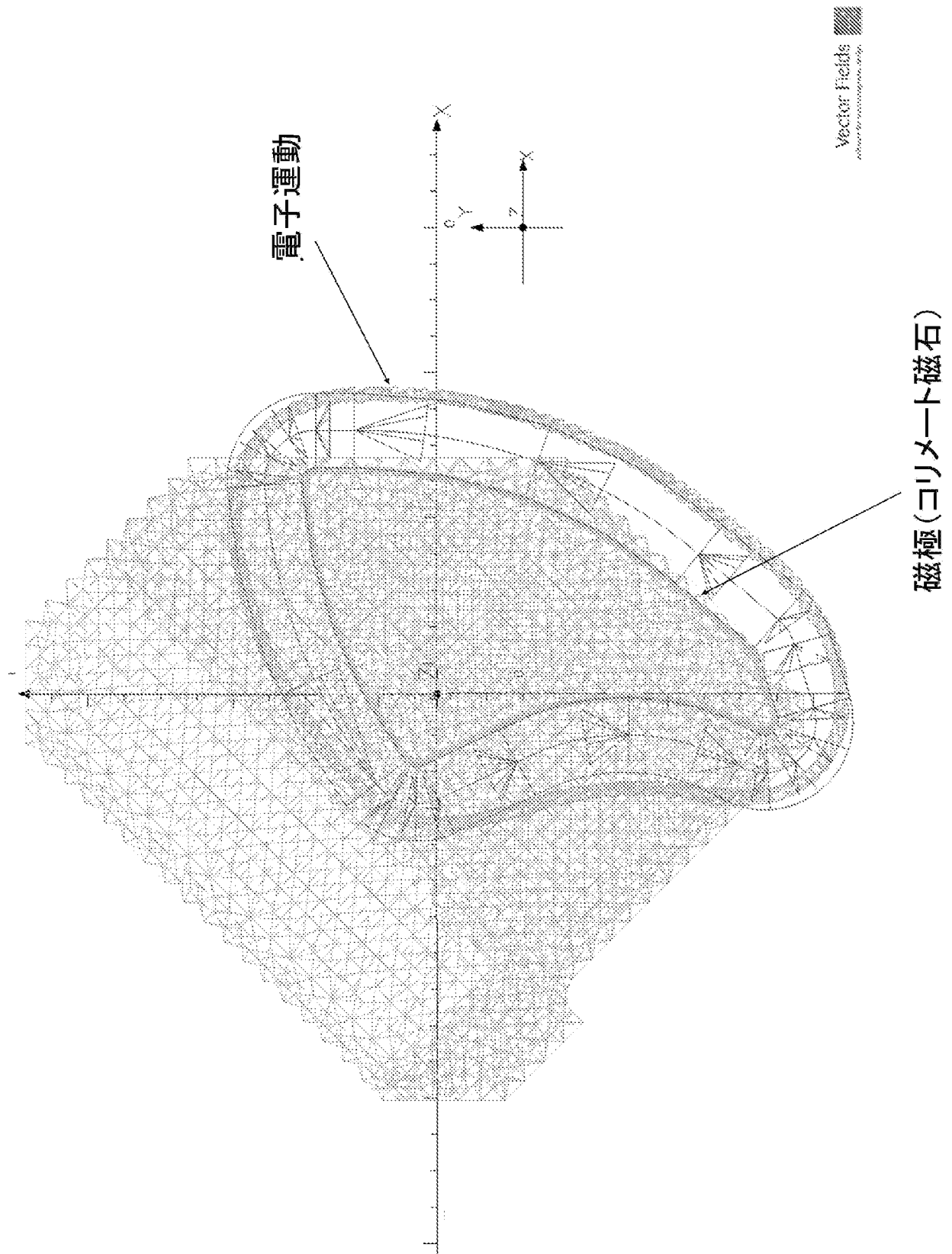
[図25]



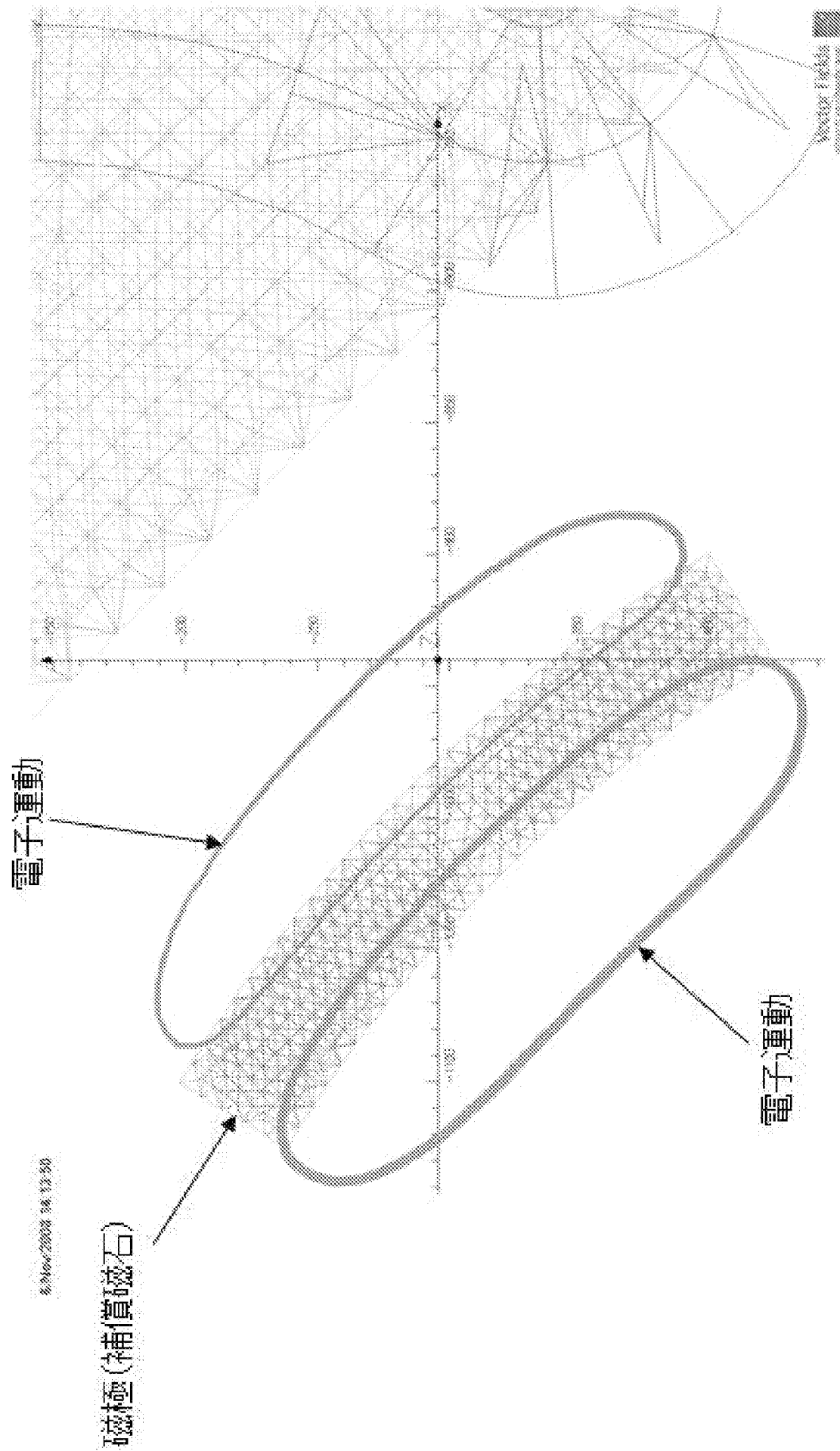
[図26]



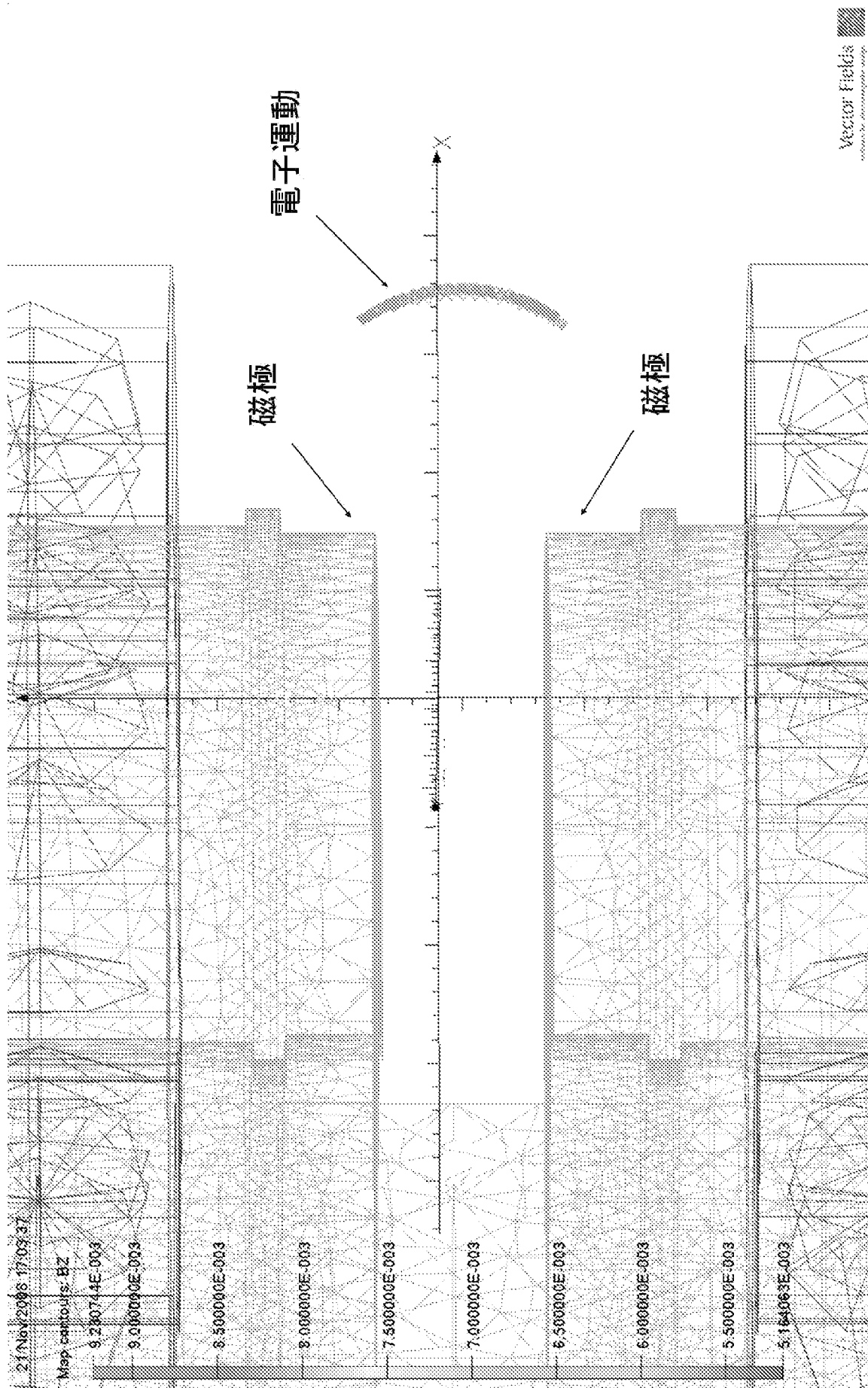
[図27]



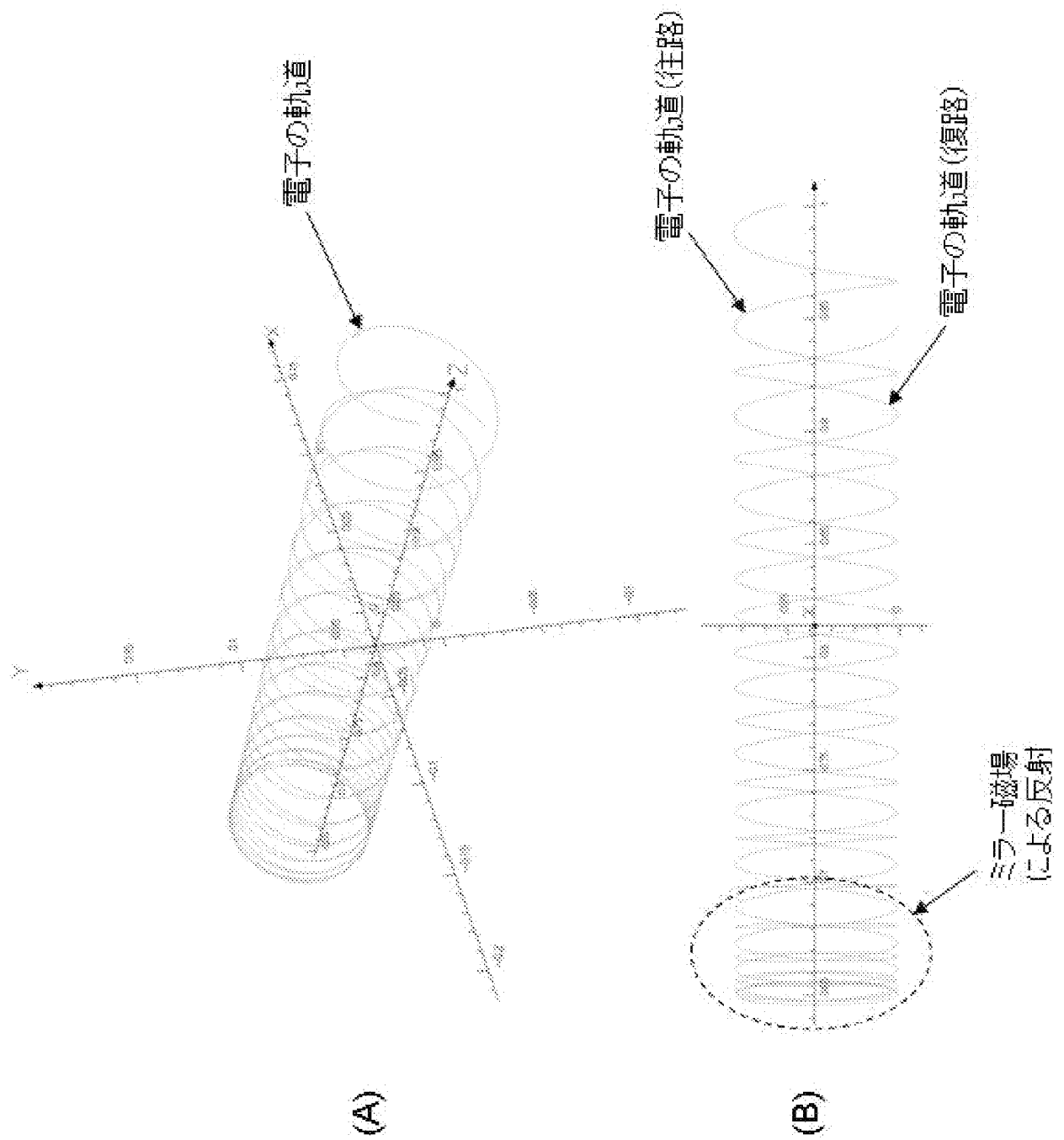
[図28]



[図29]



[図30]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/057405

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J37/317(2006.01)i, H01L21/265(2006.01)i

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)

H01J37/317, H01L21/265

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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

JSTPlus (JDreamII), IONBIMU, KUKAN DENKA, CHUWA, CHUSEIKA, DENKAI HOSHUTSU
DENSHIGEN (in Japanese)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-257356 A (Nissin Electric Co., Ltd.), 12 September 2003 (12.09.2003), entire text; fig. 1 to 4 (Family: none)	1, 2, 8-11
Y	JP 11-126576 A (Nissin Electric Co., Ltd.), 11 May 1999 (11.05.1999), paragraphs [0027], [0028], [0054] to [0064]; fig. 1, 2, 4 to 8 & US 6160262 A & EP 926699 A1	1, 2, 8-11
Y	JP 2007-335110 A (Kyoto University), 27 December 2007 (27.12.2007), paragraphs [0027] to [0049]; fig. 1 to 6 & US 2009/0203199 A1 & WO 2007/145355 A2 & KR 10-2009-0009975 A	8-10

☒ 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 application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts 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
11 June, 2010 (11.06.10)

Date of mailing of the international search report
22 June, 2010 (22.06.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/057405

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-510165 A (Varian Semiconductor Equipment Associates, Inc.), 23 March 2006 (23.03.2006), entire text; all drawings & US 2004/0084635 A1 & EP 1559127 A & WO 2004/042772 A2 & KR 10-2005-0072469 A	1-11
A	JP 2008-521207 A (Varian Semiconductor Equipment Associates, Inc.), 19 June 2008 (19.06.2008), entire text; all drawings & US 2006/0169912 A1 & WO 2006/068755 A1 & CN 101103432 A & KR 10-2007-0099561 A	1-11
A	JP 2008-524811 A (PURSER, Kenneth, H.), 10 July 2008 (10.07.2008), entire text; all drawings & US 2006/0197037 A1 & WO 2006/083415 A2 & KR 10-2007-0106982 A & CN 101257944 A	1-11
A	JP 2007-141545 A (Nisshin Ion Equipment Co., Ltd.), 07 June 2007 (07.06.2007), entire text; all drawings & US 2007/0075259 A1	1-11
A	JP 2007-80691 A (Nisshin Ion Equipment Co., Ltd.), 29 March 2007 (29.03.2007), entire text; all drawings & US 2007/0075259 A1	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. H01J37/317(2006.01)i, H01L21/265(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01J37/317, H01L21/265

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPlus(JDreamII) イオンビーム 空間電荷 中和 中性化 電界放出電子源

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2003-257356 A（日新電機株式会社）2003.09.12, 全文、図 1-4（ファミリーなし）	1, 2, 8-11
Y	JP 11-126576 A（日新電機株式会社）1999.05.11, 段落[0027][0028], [0054]-[0064], 図 1, 2, 4-8 & US 6160262 A & EP 926699 A1	1, 2, 8-11
Y	JP 2007-335110 A（国立大学法人京都大学）2007.12.27 段落[0027]-[0049], 図 1-6 & US 2009/0203199 A1 & WO 2007/145355 A2 & KR 10-2009-0009975 A	8-10

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 1 . 0 6 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 6 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

長井 真一

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 2 6

2 G

9 1 1 7

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-510165 A (バリアン・セミコンダクター・エクイップメン ト・アソシエイツ・インコーポレイテッド) 2006. 03. 23 全文、全図 & US 2004/0084635 A1 & EP 1559127 A & WO 2004/042772 A2 & KR 10-2005-0072469 A	1-11
A	JP 2008-521207 A (バリアン・セミコンダクター・エクイップメン ト・アソシエイツ・インコーポレイテッド) 2008. 06. 19 全文、全図 & US 2006/0169912 A1 & WO 2006/068755 A1 & CN 101103432 A & KR 10-2007-0099561 A	1-11
A	JP 2008-524811 A (パーサー、ケネス、エイチ) 2008. 07. 10, 全文、 全図 & US 2006/0197037 A1 & WO 2006/083415 A2 & KR 10-2007-0106982 A & CN 101257944 A	1-11
A	JP 2007-141545 A (日新イオン機器株式会社) 2007. 06. 07 全文、全図 & US 2007/0075259 A1	1-11
A	JP 2007-80691 A (日新イオン機器株式会社) 2007. 03. 29 全文、全図 & US 2007/0075259 A1	1-11