

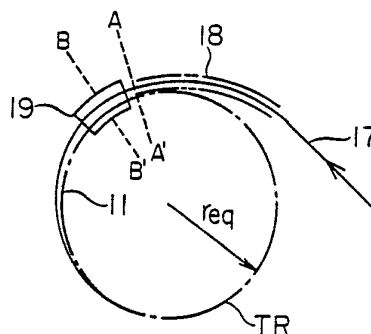
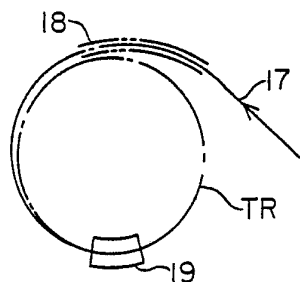


特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 ⁴ H05H 13/00	A1	(11) 国際公開番号 WO 87/01900 (43) 国際公開日 1987年3月26日 (26.03.87)
(21) 国際出願番号 PCT/JP86/00491 (22) 国際出願日 1986年9月22日(22. 09. 86) (31) 優先権主張番号 特願昭60-207791 特願昭61-69775 (32) 優先日 1985年9月21日(21. 09. 85) 1986年3月29日(29. 03. 86) (33) 優先権主張国 JP (71) 出願人(米国を除くすべての指定国について) 住友重機械工業株式会社 (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.)(JP/JP) 〒100 東京都千代田区大手町二丁目2番1号 Tokyo, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人(米国についてのみ) 高山 猛: TAKAYAMA, Takeshi (JP/JP) 〒100 東京都千代田区大手町二丁目2番1号 住友重機械工業株式会社内 Tokyo, (JP) (74) 代理人 弁理士 芦田 坦, 外(ASHIDA, Hiroshi et al.) 〒105 東京都港区西新橋1丁目4番10号 第三森ビル Tokyo, (JP) (81) 指定国 DE(欧州特許), FR(欧州特許), GB(欧州特許), NL(欧州特許), SE(欧州特許), US.	添付公開書類 国際調査報告書	

(54) Title: METHOD OF INTRODUCING CHARGED PARTICLES INTO MAGNETIC RESONANCE TYPE ACCELERATOR AND MAGNETIC RESONANCE TYPE ACCELERATOR BASED ON SAID METHOD

(54) 発明の名称 磁気共振型加速器への荷電粒子の入射方法及びこの入射方法が用いられた磁気共振型加速器



(57) Abstract

When introducing charged particles into a central equilibrium orbit formed inside a magnetic resonance type accelerator, a resonance orbit having a betatron frequency of $1/2$ in a horizontal direction with respect to the charged particles is formed, and this resonance orbit is changed with the time. Thus the charged particles having a high energy can be readily introduced into the central equilibrium orbit and the size of the magnetic resonance type accelerator can be reduced. To form the resonance orbit having a betatron frequency of $1/2$ in a horizontal direction described above, a first electromagnet provides a nonlinear magnetic field having an 8-pole magnetic field as an auxiliary convergence component on the central equilibrium orbit plane. To change the resonance orbit with time, a second electromagnet provides a magnetic field consisting of a 4-pole magnetic field as its principal component, and this magnetic field may be changed with the time. Alternatively, it is possible to provide a main magnetic field on the central equilibrium orbit plane by using the first electromagnet and the nonlinear magnetic field consisting of an 8-pole magnetic field as the principal convergence component on the central equilibrium orbit plane in order to form the resonance orbit whose betatron frequency in a horizontal direction is $1/2$, and then to change this 8-pole magnetic field with time in order to change the resonance orbit with time.

(57) 要約

磁気共振型加速器内に形成される中心平衡軌道上に荷電粒子を入射する際、荷電粒子に対して、水平方向ベータatron振動数が $1/2$ の共鳴軌道を形成して、この共鳴軌道を時間的に変化させる。上記の共鳴軌道を時間的に変化させることで高エネルギーの荷電粒子を中心平衡軌道に入射することが容易となり、磁気共振型加速器を小型化できる。

上述の水平方向ベータatron振動数が $1/2$ となる共鳴軌道を形成するには、第1の電磁石によって中心平衡軌道面に8極磁場を補助的な集束成分とする非線形磁場を与え、共鳴軌道を時間的に変化させるには、第2の電磁石によって4極磁場を主成分とする磁場を与え、この磁場を時間的に変化させればよい。

または、第1の電磁石によって中心平衡軌道面に主磁場を与え、第2の電磁石によって中心平衡軌道面に8極磁場を主集束成分とする非線形磁場を与えて、水平方向ベータatron振動数が $1/2$ となる共鳴軌道を形成し、この8極磁場を時間的に変化させて共鳴軌道を時間的に変化させてもよい。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT	オーストリア	FR	フランス	VL	マリ
AU	オーストラリア	GA	ガボン	XR	モーリタニア
BB	バルバドス	GB	イギリス	YW	マラウイ
BE	ベルギー	HU	ハンガリー	NL	オランダ
BR	ブラジル	IT	イタリア	NO	ノルウェー
BG	ブルガリア	JP	日本	RO	ルーマニア
CF	中央アフリカ共和国	KP	朝鮮民主主義人民共和国	SD	スーダン
CG	コンゴ	KR	大韓民国	SE	スウェーデン
CH	スイス	LI	リヒテンシュタイン	SN	セネガル
CM	カメルーン	LK	スリランカ	SU	ソビエト連邦
DE	西ドイツ	LU	ルクセンブルグ	TD	チャード
DK	デンマーク	MC	モナコ	TC	トーゴ
FI	フィンランド	MG	マダガスカル	US	米国

- 1 -

明 細 書

磁気共振型加速器への荷電粒子の入射方法及び
この入射方法が用いられた磁気共振型加速器

技 術 分 野

この発明はシンクロトロン、蓄積リングまたは衝突リング等の中心平衡軌道を含む周回軌道を持つ磁気共振型加速器に関し、特に磁気共振型加速器へ荷電粒子を入射する入射方法及びこの入射方法を用いた磁気共振型加速器に関する。

背 景 技 術

従来から周回軌道を持つシンクロトロン等の磁気共振型加速器が知られており、近年、このシンクロトロンを用いたS O R装置が超L S I等の微細加工用のX線露光装置の光源として提案されている。

このような磁気共振型加速器にはパートベイタ（あるいはキッカー）と称される平衡軌道を変位させるための電磁石、及び磁場あるいは電場を直流的に発生させ、荷電粒子を周回軌道に導くためのインフレクタが備えられている。

従来の磁気共振型加速器の場合、平衡軌道上の複数の箇所に偏向要素及び集束要素が配置されており、インフレクタによって入射軌道に導かれた荷電粒子は、上述のパートベイタによっ

- 2 -

て変位させられた平衡軌道に入射する。その後、パートベータによる磁場を弱めて上記の変位した平衡軌道を元に戻して、荷電粒子の入射が完了する。

ところで、X線露光装置の光源としてSOR装置を用いる場合磁気共振型加速器を小型化する必要がある。ところが、磁気共振型加速器を小型化し、荷電粒子を高いエネルギーで入射するためには極めて高速で変化し、しかも大強度の磁場を発生することのできるパートベータ等の電磁石が必要となる。しかしながら、電磁石で実現できる磁場の強度及び応答速度には限界があり、従って、磁気共振型加速器を小型化することが難しい。

一方、極めて弱い磁場で荷電粒子を入射、蓄積して、加速するようにした場合、蓄積荷電粒子の寿命が短く、従って充分な量の荷電粒子を蓄積することができない。

従って、この発明の目的は小型で、しかもパートベータが高速かつ大強度の磁場を発生する必要のない荷電粒子の入射方法及びその装置を提供することにある。

発明の開示

この発明では、中心平衡軌道を含む周回軌道を規定する磁気共振型加速器に、荷電粒子を中心平衡軌道上に入射する荷電粒子の入射方法において、この荷電粒子に対し、水平方向ベータトロン振動数が $1/2$ となるような共鳴軌道を形成させる段階と、この共鳴軌道を時間的に変化させ、荷電粒子を中心平衡軌道に入射する段階とを含む入射方法が得られる。

上述の入射方法が適用された磁気共振型加速器として、荷電

粒子を入射軌道に導くインフレクタと、周回軌道に与えられる主磁場に重畳して8極磁場を集束成分とする非線形磁場を発生させ、この非線形磁場で水平方向ベータatron振動数が $1/2$ となる共鳴軌道を形成する第1の電磁石と、4極磁場を主成分とし、時間的に変化する磁場を発生し、共鳴軌道を時間的に変化させる第2の電磁石とを備える磁気共振型加速器が得られる。さらには、荷電粒子を入射軌道に導くインフレクタと、周回軌道に主磁場を与える第1の電磁石と、8極磁場を主集束成分とする非線形磁場を発生させ、この非線形磁場で水平方向ベータatron振動数が $1/2$ となる共鳴軌道を形成する第2の電磁石とを備えて、この8極磁場を時間的に変化させて、共鳴軌道を時間的に変化させる磁気共振型加速器が得られる。

図面の簡単な説明

第1図はこの発明が適用できる磁気共振型加速器を示す平面断面図である。

第2図は第1図のA-A線に沿う断面図である。

第3図及び第4図は第1図の磁気共振型加速器の入射動作を説明する図である。

第5図は本発明による磁気共振型加速器の第1の実施例を概略的に示す図である。

第6図は平衡軌道を概略的に示す図である。

第7図は本発明の第1の実施例において平衡軌道上の磁場分布を示す図である。

第8図は第1の実施例においてパートベイタが存在しない場

合の平衡軌道半径方向の位相プロットを示す図である。

第 9 図及び第 10 図はそれぞれ本発明の第 1 の実施例の動作を説明するための軌道及び位相プロットを示す図である。

第 11 図は本発明の第 1 の実施例において荷電粒子の入射軌道のみの位相プロットを示す図である。

第 12 図は本発明による磁気共振型加速器の第 2 の実施例を概略的に示す図である。

第 13 図は平衡軌道を概略的に示す図である。

第 14 図は本発明の第 2 の実施例における中心平衡軌道上の磁場分布を示す図である。

第 15 図は本発明の第 2 の実施例において 8 極磁場が形成されていない場合の荷電粒子の位相図である。

第 16 図は本発明の第 2 の実施例に用いられるパータベイタの磁場分布を示す図である。

第 17 図及び第 18 図は本発明の第 2 の実施例における平衡軌道上の位相図である。

発明を実施するための最良の形態

まず、この発明を容易に理解するため、第 1 図乃至第 4 図を参照して、磁気共振型加速器について説明する。

第 1 図及び第 2 図には磁気共振型加速器が示されている。図示の磁気共振型加速器は内側に空間を規定する鉄芯 11 を有し、この鉄芯 11 の内壁に沿って一対のコイル 12 が配置されている。また空間内には、円環状の真空ダクト 13 が位置付けられこの真空ダクト 13 は支持台 14 により支持されており、真空

状態に保たれる。さらに、真空ダクト 13 で囲まれた内部空間には、もう一对のコイル 15 が配置され、コイル 15 は支持台 16 によって支持されている。ここで、真空ダクト 13 内には平衡軌道 TR を含む周回軌道が形成され、コイル 12 及び 15 から構成される電磁石は平衡軌道 TR によって規定される面に対して垂直方向に主磁場を発生する。

一方、真空ダクト 13 内には、入射器（図示せず）で加速され、入射ビームライン 17 を通して打ち込まれた荷電粒子を周回軌道上に導くインフレクタ 18 が配置されている。また、真空ダクト 13 内には、平衡軌道 TR を変位させるためのパートベータ 19 とが配置されている。このパートベータ 19 は双極磁場を主に発生する。

即ち、第 3 図に示すようにパートベータ 19 は平衡軌道 TR を変位させて変位平衡軌道 TR' を提供する。そして、この変位平衡軌道 TR' にインフレクタ 18 から荷電粒子（ビーム）を入射しつつ、パートベータ 19 の磁場を弱めていき、変位平衡軌道を徐々に元の平衡軌道 TR に戻し、荷電粒子の入射が完了する。

ここで、第 4 図を参照して、入射機構について詳細に説明する。第 4 図は第 3 図の B - B' 線上に於ける半径方向運動の位相図である。なお、ここでは 4 回転して元にもどるベータトロニック振動を考える。

第 4 図において、X は元の平衡軌 TR からの水平方向の変位、X' は平衡軌道 TR の傾きを表す。さらに、参照番号 0 はパートベータ 19 により変位された変位平衡軌道 TR'、1 は入射軌道、2 は入射されて周回軌道を一周した後の軌道である。軌

道 2 は、平衡軌道 0 のまわりにベータatron 振動するため、平衡軌道 0 を中心にベータatron 振動で定まる角度だけ回転した位置にある。参照番号 3、4 および 5 は、入射後二、三、および四周した後の軌道をそれぞれ表している。軌道 5 が入射軌道 1 の位置に来ないのは、変位した平衡軌道 0 が、パートベータ 19 が弱まるにつれて矢印の方向に移動するためである。入射軌道 1 と軌道 5 との間隙が充分大きいことが荷電粒子がインフレクタ 18 に衝突しない条件である。

第 5 図を参照して、本発明の第 1 の実施例について説明する。なおこの実施例では、入射ビームライン 17、インフレクタ 18、パートベータ 19、及び平衡軌道 TR のみを示し、第 1 図に示す他の要素は省略している。

第 1 の実施例では第 1 図に示すコイル 12 及び 15 から構成される電磁石から平衡軌道 TR によって規定される面に 8 極磁場を集束成分とする非線形磁場が発生される。一方、パートベータ 19 は 4 極磁場を主成分とする磁場を発生し、この磁場はパートベータ 19 を制御することによって時間的に変化する。

ここで、平衡軌道 TR に対して第 6 図に示す座標系をとれば、 $r - \theta$ 面状の磁場分布は第①式で表される。

$$\left. \begin{aligned} B_z(\xi) &= B_{z0} (1 - n\xi + K_2\xi^2 + K_3\xi^3 + \dots) \\ \xi &= (r - r_{eq}) / r_{eq} \end{aligned} \right\} \quad \text{①}$$

ここで B_{z0} は中心平衡軌道 TR 上の Z 軸方向の磁場、 r_{eq} は中心平衡軌道 TR の半径である。n はビームを集束させるためのパラメータ、 K_2 、 K_3 … はパラメータであり、上式で示され

る磁場分布は第7図に示すように8極成分を持っている。

次に第6図において点Dの位置を $\theta = 0^\circ$ とし、この場所での軌道の位相プロット図を参照して、入射機構を説明する。第8図に、パートベータ19がない場合のr方向運動の位相プロットを示す。第8図において、符号Xはベータトロン振動の振幅が小さい軌道のプロットで、この場合、ベータトロン振動数が $1/2$ より大きいので、図中の数字の順にしたがうように振動しながら矢印の方向にまわる。ところで磁場 $B_z(\xi)$ が第7図に示すように8極成分を有すると、ベータトロン振動の振幅が大きくなるにつれて、ベータトロン振動数は小さくなっていく。ベータトロン振動数が $1/2$ の場合の軌道が第8図における符号Yで表されており、ベータトロン振動数が $1/2$ の時、荷電粒子は番号1'と2'との間で振動するだけになる。更にベータトロン振動振幅が増すと、ベータトロン振動数は $1/2$ より小さくなり、荷電粒子の軌道は第8図において符号Zで表される軌道となり、荷電粒子は軌道Xの場合とは反対方向にまわるようになる。

一方、第5図に示すようにパートベータ19を備えると、2点間を振動する軌道Yで安定な軌道は第9図に示す軌道21のように、パートベータ19の位置に節を持つ軌道のみになる。位相プロットでは、第10図に示すように、移動しない軌道のまわりに回転する二グループの軌道と、安定領域外の軌道とのグループに分類される。軌道22は、第8図における状態Xにおいて中心平衡軌道TRのまわりに回転するグループに属する。軌道23のグループは、左右の閉じた領域の間を振動しながら軌道21のまわりを回転する。軌道24は、第8図における状

態 Z において軌道 22 および 23 をつつむように回転するグループである。軌道 25 は安定領域に捕足されずに飛び去るグループに属する。そして、軌道 23 の領域の大きさはパートベータ 19 の強さに対応する。

第 10 図を参照して、荷電粒子の入射は、外部から軌道 25 に沿って A 方向から行われる。B 点にきたところで、インフレクタ 18 により荷電粒子は C 点に移動する。軌道 23 に沿って振動しながら移動する際、荷電粒子が軌道 22 に近づくにつれてパートベータ 19 を弱めれば、荷電粒子は軌道 22 のように中心平衡軌道 TR のまわりに振動しながら回転する軌道に移る。このように、軌道 22 の領域に捕足された軌道は、再び C 点の位置まで振幅が大きくなることはないので、インフレクタ 18 に衝突することはない。なお、入射軌道のみ位相プロットすると、第 11 図に示すようになる。ただし、番号は入射以後 $\theta = 0^\circ$ を通過する回数を表す。

このように第 1 の実施例では、8 極磁場を補助的な集束成分とする非線形磁場によって、ベータatron 振動数が $1/2$ となる共鳴軌道を作り、パートベータ 19 から発生する 4 極磁場を主成分とする磁場を時間的に変化させることによって、つまり、共鳴軌道のまわりにベータatron 振動する軌道を入射に利用しているからインフレクタ 18 の負担が軽減される。パートベータ 19 の強さ及び時間的変化の速さが軽減される。小型強磁場の蓄積リングにビームを入射できる。入射軌道と入射後の周回軌道間の間隙が大きく、従って入射効率の改善となる。

ところで、第 1 の実施例の場合、8 極磁場が静的に残っているため、例えば、電子あるいは陽電子等の荷電粒子は光を発し

て発散してしまい、入射効率の改善には限界がある。

そこで、入射効率の改善をはかった第2の実施例について説明する。

第12図に本発明による第2の実施例を示す。なおこの実施例では、第1の実施例と同様に、入射ビームライン17、インフレクタ18、パートベータ19、及び平衡軌道TRのみを示し、第1図に示す他の要素は省略している。

第2の実施例では第1図に示すコイル12及び15から構成される電磁石から平衡軌道TRによって規定される面に主磁場が与えられている。一方、パートベータ19は8極磁場を主集束成分とする非線形磁場を形成し、パートベータ19を制御することによって、この非線形磁場は時間的に変化する。

中心平衡軌道TR上には紙面に垂直に磁場 B_{z0} が加えられており、この結果、高エネルギーの荷電粒子はこの磁場によって偏向され、中心平衡軌道TRは閉軌道となる。また、上記の磁場は半径方向外方に向かってその強さが減少する分布となっており、従って、中心平衡軌道TRから微小変位した荷電粒子には中心軌道に向かって集束力が働く。

ここで、中心平衡軌道TRに対して第13図に示すように座標系をとれば、 $r-\theta$ 面状の磁場分布は前述の第①式で示される。

また、第13図に示すように、中心平衡軌道面に射影した粒子の位置を中心平衡軌道TRから半径外方への変位量 x と基準点（例えば、第12図のA-A'点）からの回転角 θ とで表せば中心平衡軌道TRからの微小変位の運動方程式は第②式で表される。

- 10 -

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 x}{d\theta^2} + (i - n)x &= 0 \\ \frac{d^2 z}{d\theta^2} + nz &= 0 \end{aligned} \right\} \quad \textcircled{2}$$

このことから、水平方向、及び垂直方向ともにビームを集束させるためには $0 < n < 1$ の範囲となるが、電子あるいは陽電子が光を出しながら発散しないためには、即ち、振動が衰退するためには $0 < n < 0.75$ となる。

ここで、第 12 図において、A - A' 線の位置を $\theta = 0^\circ$ とし、入射機構について説明する。

荷電粒子が入射する場合、太振幅のベータatron振動を行なうので中心平衡軌道近傍のみならず広い範囲の磁場分布を考慮しなければならない。ここで、第 12 図の A - A' 線における磁場分布を第 14 図に示す。第 14 図における点 x_1 は $n > 1$ 、 $B_{z0} \cdot r_{eq} = B_z(x_1) \cdot (r_{eq} + x_1)$ に対応する点である。次に A - A' 線における位相図を第 15 図に示す。なお、第 15 図においては 8 極磁場は形成されていない。即ち、パートベータ 19 を備えていない場合の x 方向（半径方向）の位相図である。第 14 図に示す点 x_1 に対応する点が第 15 図において x_2 で示され、この点は不安定な不動点である。そして、この x_2 を通る 26 で示すセパトリックス線によって安定領域と不安定領域とに分けられる。セパトリックス線 26 の外側から入射された荷電粒子は安定領域に入ることなく軌跡 27 あるいは 28 を描いて飛び去ってしまう（第 15 図）。即ち、インフレクタ 18 が備えられていないと、外部から入射した荷電粒子は飛び去っ

てしまう。インフレクタ 18 は入射された荷電粒子をセパトリックス線 26 の内部、即ち安定領域に導く作用をするが、荷電粒子は軌跡 29 を描いて再度インフレクタ 18 の位置に戻り、インフレクタ 18 に当たって失われる（第 15 図では荷電粒子は点 29 a、29 b、29 c、…、29 i の順で軌跡を描き、再度インフレクタ 18 の位置に戻る）。

一方、この実施例では第 12 図に示したように 8 極磁場を主成分とする非線形磁場を発生するパートベータ 19 が備えられている。ここで、実際のパートベータ 19 の磁場分布を第 12 図の B-B' 線断面の軌道面上の磁場分布で示すと、第 16 図のようになる。

パートベータ 19 を励磁すると、即ち、8 極磁場を発生して、水平方向ベータatron振動数が $1/2$ となる共鳴軌道を形成すると第 12 図の A-A' 線断面における位相図は第 17 図で示されるようになる（第 17 図では軌跡は示さず、各軌跡を結んだ曲線を示している）。パートベータ 19 による 8 極磁場によってセパトリックス線 26 の内部にセパトリックス線 30 が形成される。そして、セパトリックス線 30 内の安定軌道軌跡は 31 のように矢印の方向に移動する。またセパトリックス線 30 外の軌跡曲線は 32、32' で示すグループと 33、33' で示すグループに分かれる。尚、軌跡曲線 32、32'、及び軌跡曲線 33、33' は加速器内を荷電粒子が 1 回転するごとに交互に振動する軌跡で構成されており、それぞれのグループは同一の軌跡である。

第 18 図も参照して、セパトリックス線 30 の領域の大きさはパートベータ 19 の強さに対応する。荷電粒子は外部から

軌道 27 に沿って入射される。荷電粒子が B 点に達したところで、インフレクタ 18 によって点 B から軌跡 32 a (C 点) に移動させる。一方、パータベイタ 19 による磁場を時間的に弱めると、前述のようにセパトリックス線 30 の領域は大きくなる。軌跡 32 a に移動した荷電粒子は軌跡 32 a、32 b、…の順にベータトロン振動しながら、セパトリックス線 30 に近づく。この時、パータベイタ 19 による磁場を弱めればセパトリックス線 30 の領域は大きくなるから、荷電粒子はセパトリックス線 30 の内部に捕獲される。即ち、荷電粒子の軌道は軌跡 31 a、31 b、31 c、…で示すように中心平衡軌道のまわりに振動しながら回転する軌道となる。このようにセパトリックス線 30 の領域に捕獲された荷電粒子の軌道は、再び点 32 a の位置まで振幅が大きくなることはないので、インフレクタ 18 に衝突することはない。

上述の荷電粒子のセパトリックス線 30 の領域内への捕獲の際、パータベイタ 19 の磁場の変化量は少なくてもよく、従ってパータベイタ 19 の磁束変化速度を荷電粒子が軌道を回転する速度に比べて十分遅くすることができる。即ち、小型の装置でも上述の変化速度を実現することができる。また、第 18 図に示す B 点から点 32 a までの距離は極めて短いから、インフレクタ 18 の負担は少なく、従って高エネルギーの荷電粒子を入射することもできる。

ところで、荷電粒子の入射後は、パータベイタ 19 の 8 極磁場はなくなるため、セパトリックス線 30 の内部領域に捕獲された荷電粒子の実効的な n の値は前述のように $n < 0.75$ となる。従って、電子あるいは陽電子の場合でも光放射によるエミ

ットランスの減衰が起こり、発散することはない。

このように第2の実施例では、入射時のターンセパレーションが大きいので入射効率を改善することができ、高い磁場で、高エネルギーの荷電粒子を入射することができる。従って、電子あるいは陽電子の場合、光放射によるエミッタンスの減衰が早く、再度パータベイタを励磁しても安定領域の外へ発散することがない。

この発明においては、ベータトロン振動数が $1/2$ となるような共鳴軌道を形成し、この共鳴軌道を時間的に変化させて荷電粒子を中心平衡軌道に入射するようにしたから、パータベイタが発生する磁場が弱い場合であっても大振幅で入射した荷電粒子を中心平衡軌道近くまで移動することができる。従って、パータベイタの磁束時間変化を荷電粒子の回転速度に比べ、十分遅くすることができ、荷電粒子の回転速度の速い小型の磁気共振型加速器への荷電粒子の入射が可能となる。

産業上の利用可能性

この発明に係る入射方法が適用された磁気共振型加速器は超LSI等の微細加工用のX線露光装置等に用いられるSOR装置等の光源に適用することができる。

請 求 の 範 囲

1. 中心平衡軌道を含む周回軌道を規定する磁気共振型加速器に、荷電粒子を前記中心平衡軌道上に入射する荷電粒子の入射方法において、前記荷電粒子に対し、水平方向ベータatron振動数が $1/2$ とするような共鳴軌道を形成させる段階と、前記共鳴軌道を時間的に変化させ、前記荷電粒子を前記中心平衡軌道に入射する段階とを有する荷電粒子の入射方法。

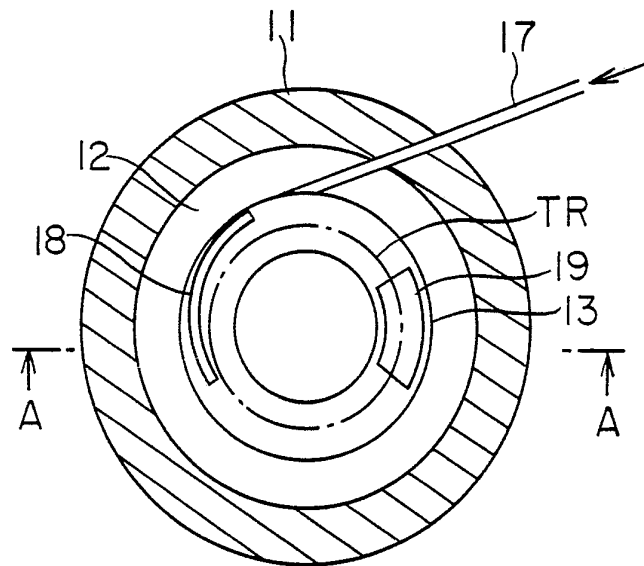
2. 中心平衡軌道を含む周回軌道を規定する磁気共振型加速器において、荷電粒子を入射軌道に導くインフレクタと、前記周回軌道に与えられる主磁場に重畳して、8極磁場を補助的な集束成分とする非線形磁場を発生させ、該非線形磁場で水平方向ベータatron振動数が $1/2$ となる共鳴軌道を形成する第1の電磁石と、4極磁場を主成分とし、時間的に変化する磁場を発生する第2の電磁石とを有し、該4極磁場を変化させて前記共鳴軌道を変化させ、前記荷電粒子を前記中心平衡軌道に捕捉するようにしたことを特徴とする磁気共振型加速器。

3. 中心平衡軌道を含む周回軌道を規定する磁気共振型加速器において、荷電粒子を入射軌道に導くインフレクタと、前記周回軌道に主磁場を与える第1の電磁石と、8極磁場を主集束成分とする非線形磁場を発生させ、該非線形磁場で水平方向ベータatron振動数が $1/2$ となる共鳴軌道を形成する第2の電磁石とを備え、該8極磁場の強さを時間的に変化させて前記共鳴軌道を変化させ、前記荷電粒子を前記中心平衡軌道に捕捉するようにしたことを特徴とする磁気共振型加速器。

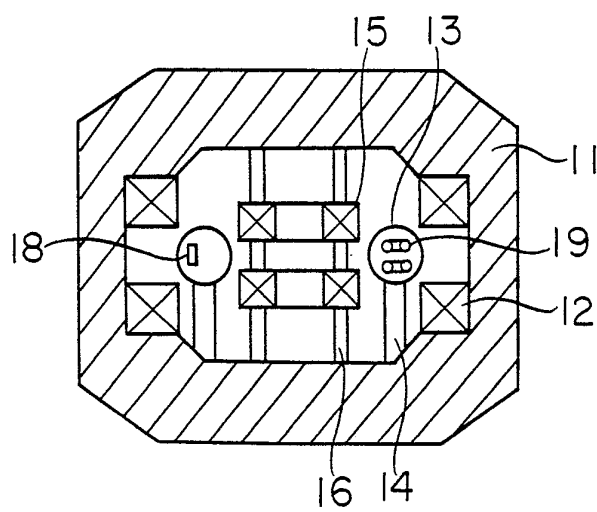
4. 特許請求の範囲第2または3項において、前記インフレクタ及び第2の電磁石は前記第1の電磁石に組み込まれている

ことを特徴とする磁気共振型加速器。

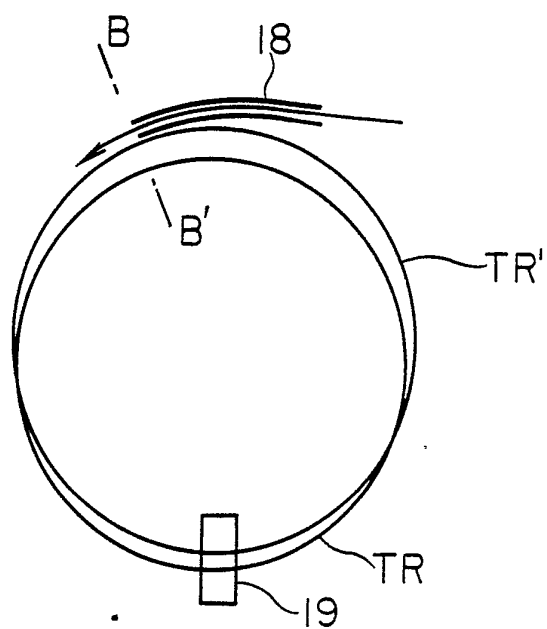
第 1 図



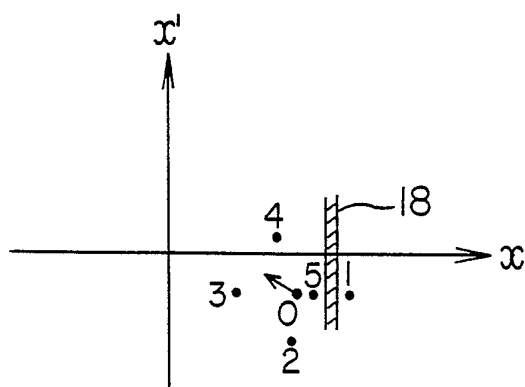
第 2 図



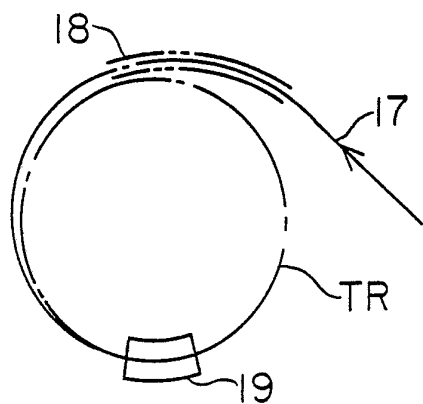
第 3 図



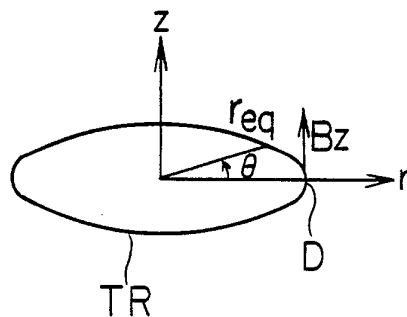
第 4 図



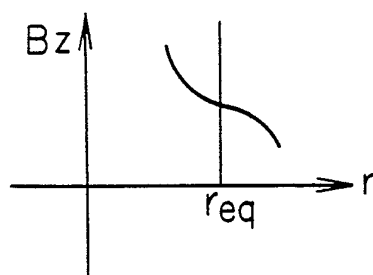
第 5 図 ✓



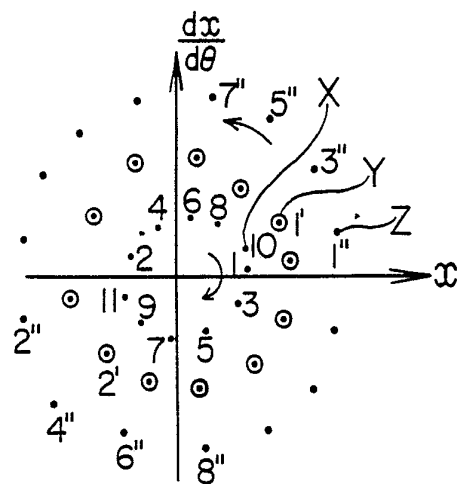
第 6 図



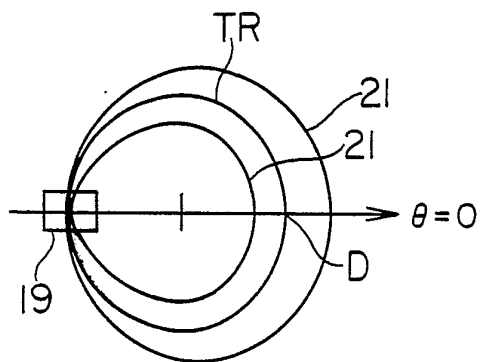
第 7 図



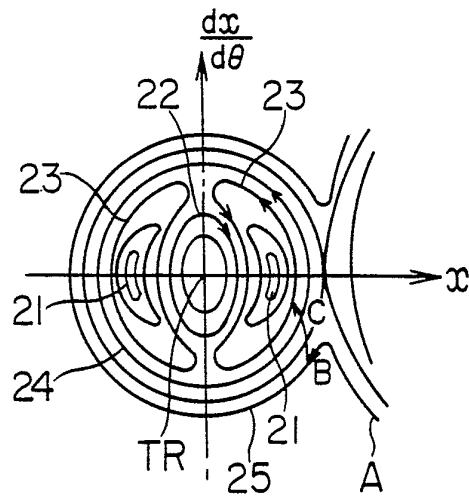
第 8 図



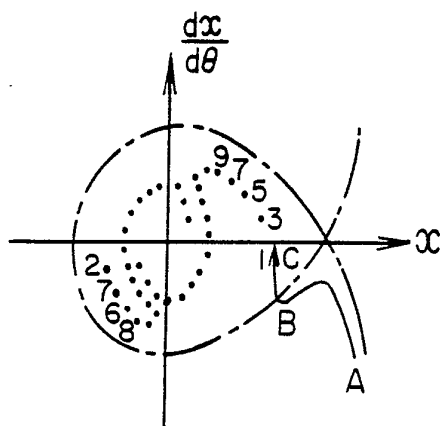
第 9 図



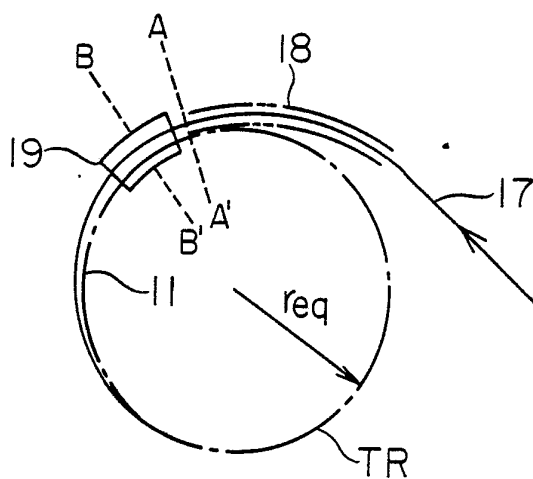
第 10 図



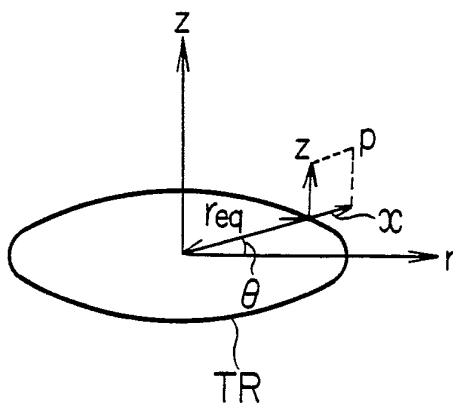
第 11 図



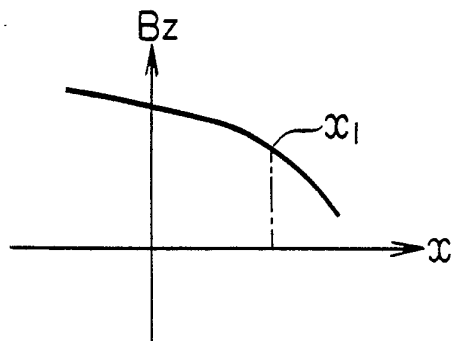
第 12 図



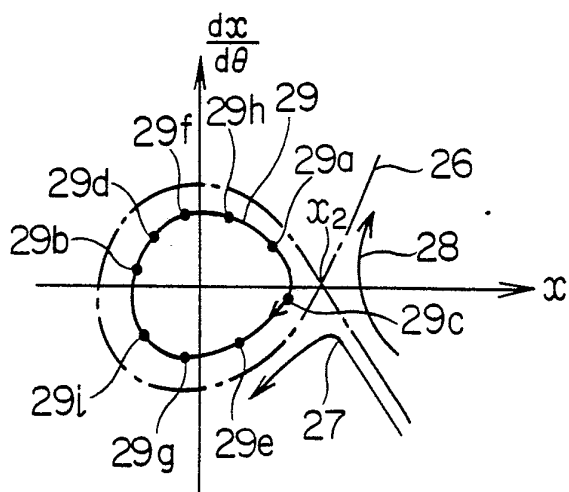
第 13 図



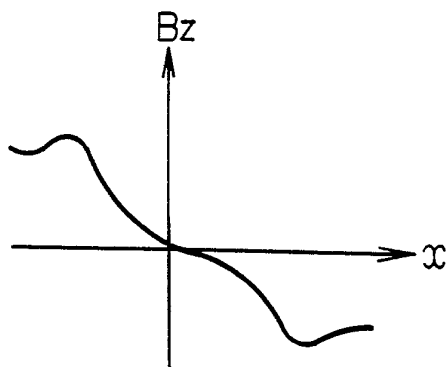
第 14 図



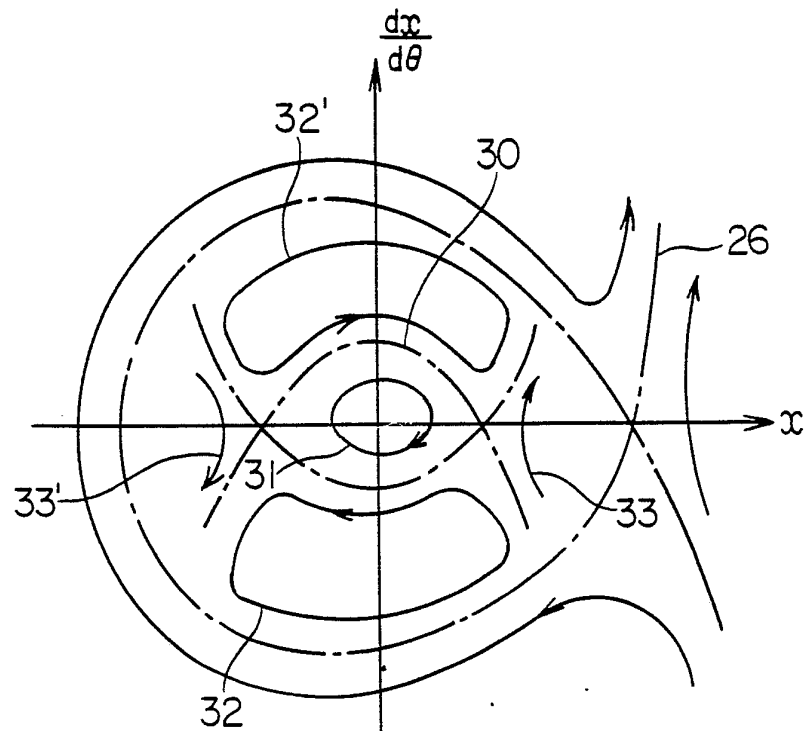
第 15 図



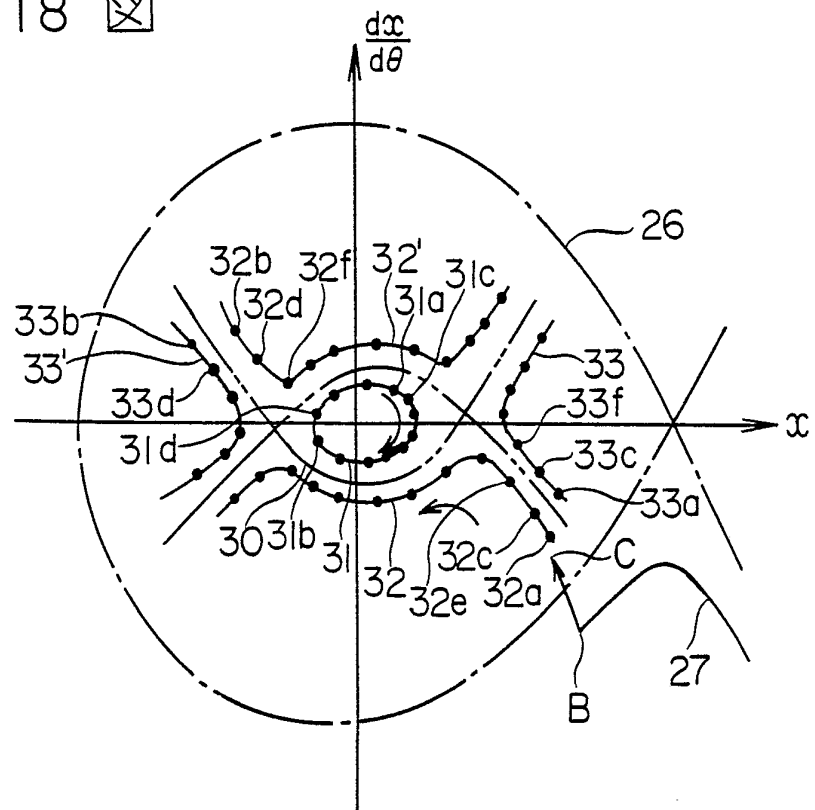
第 16 図



第 17 図



第 18 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No. PCT/JP86/00491

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ³		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl ⁴ H05H13/00		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁴		
Classification System	Classification Symbols	
IPC	H05H7/08, 13/00-13/10	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵		
Jitsuyo Shinan Koho 1950 - 1986 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1986		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴		
Category*	Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸
A	JP, A, 60-115200 (General Director of the Agency of Industrial Science and Technology) 21 June 1985 (21. 06. 85) (Family: none)	1-4
A	JP, A, 60-124400 (General Director of the Agency of Industrial Science and Technology) 3 July 1985 (03. 07. 85) (Family: none)	1-4
A	IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. NS-30, No.4, August 1983 T. Tomimasu et al "A600-MeV ETL Electron Storage Ring" P3133-3135	1-4
* Special categories of cited documents: ¹⁵ "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 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 "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		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search ²		Date of Mailing of this International Search Report ²
December 2, 1986 (02. 12. 86)		December 15, 1986 (15. 12. 86)
International Searching Authority ¹		Signature of Authorized Officer ²⁰
Japanese Patent Office		

I. 発明の属する分野の分類			
国際特許分類 (IPC) Int. Cl. H05H13/00			
II. 国際調査を行った分野			
調 査 を 行 っ た 最 小 限 資 料			
分 類 体 系	分 類 記 号		
IPC	H05H7/08, 13/00-13/10		
最小限資料以外の資料で調査を行ったもの			
日本国実用新案公報 1950-1986年 日本国公開実用新案公報 1971-1986年			
III. 関連する技術に関する文献			
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		請求の範囲の番号
A	JP, A, 60-115200 (工業技術院長) 21. 6月. 1985 (21. 06. 85) (ファミリーなし)		1-4
A	JP, A, 60-124400 (工業技術院長) 3. 7月. 1985 (03. 07. 85) (ファミリーなし)		1-4
A	IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. NS-30, No. 4, August 1983 T. Tomimasu et al "A600-MeV ETL Electron Storage Ring" P3133-3135		1-4
※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」 先行文献ではあるが、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の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の文献			
IV. 認 証			
国際調査を完了した日 02. 12. 86		国際調査報告の発送日 15.12.86	
国際調査機関 日本国特許庁 (ISA/JP)		権限のある職員 特許庁審査官 飯 野 茂	2G 8105