

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 1 区分

【発行日】平成 24 年 7 月 26 日 (2012.7.26)

【公表番号】特表 2009-524201 (P2009-524201A)

【公表日】平成 21 年 6 月 25 日 (2009.6.25)

【年通号数】公開・登録公報 2009-025

【出願番号】特願 2008-551454 (P2008-551454)

【国際特許分類】

H 0 5 H 7/04 (2006.01)

H 0 5 H 13/02 (2006.01)

H 0 1 F 7/20 (2006.01)

【F I】

H 0 5 H 7/04

H 0 5 H 13/02

H 0 1 F 7/20 B

【手続補正書】

【提出日】平成 24 年 6 月 5 日 (2012.6.5)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

加速チャンバを画定する 1 対の極を備える磁石ヨークを含むシンクロサイクロトロン磁石構造体であって、

該磁石構造体は 1 対の磁石コイルを据え付けるための該加速チャンバの周囲の複数の通路を画定し、該加速チャンバは、中心軸の近位の内段と、該中心軸からより離れている外段とを含み、これらにわたって中央加速面が延び、

該複数の極は、周辺部で接合され、該加速チャンバにわたり極間隙を形成するように分離され、

各極は、該磁石ヨークおよび該複数の通路内の磁石コイルによって共同で生成される組み合わせられた磁場を形成するように構成されており、該磁石コイルが、該中央加速面において少なくとも 5 テスラの中心磁場を直接的に生成し、かつ、該磁石ヨークを完全に磁化するとき、該中央加速面にわたる該組み合わせられた磁場は、半径の増加にともない減少し、弱収束磁場指数パラメータ  $n$  は、実質的に該中央加速面の全体にわたって 0 から 1 の範囲であり、 $n = - (r / B) (dB / dr)$  であり、 $B$  は該磁場、 $r$  は該中心軸からの半径である、シンクロサイクロトロン磁石構造体。

【請求項 2】

前記磁石ヨークは、前記中央加速面に平行な前記中心軸から計測して約 114 cm 以下の外半径を有する、請求項 1 に記載の磁石構造体。

【請求項 3】

前記磁石ヨークは、前記中央加速面に平行な前記中心軸から計測して約 89 cm 以下の外半径を有する、請求項 1 に記載の磁石構造体。

【請求項 4】

前記加速チャンバ全体にわたる前記極間の間隔は、少なくとも 6 cm である、請求項 1 に記載の磁石構造体。

【請求項 5】

前記加速チャンバ全体にわたる前記極間の間隔は、少なくとも 3 . 8 c m である、請求項 1 に記載の磁石構造体。

【請求項 6】

前記極間のピーク間隔は、少なくとも約 3 7 c m である、請求項 1 に記載の磁石構造体。

【請求項 7】

前記極のそれぞれは、極翼間に前記ピーク間隔の 3 分の 1 未満の間隔を生成するために、該ピーク間隔を超えて収束する該極翼を含む、請求項 6 に記載の磁石構造体。

【請求項 8】

前記極のそれぞれは、極翼間に前記ピーク間隔の 2 0 % 未満の間隔を生成するために、該ピーク間隔を超えて収束する該極翼を含む、請求項 6 に記載の磁石構造体。

【請求項 9】

前記極翼は、前記中央加速面に対して 8 0 ~ 9 0 ° の角度で該中央加速面に向かって傾斜する内面を有する、請求項 8 に記載の磁石構造体。

【請求項 1 0】

前記磁石ヨークは、前記磁石コイル用の通路を画定する、請求項 7 に記載の磁石構造体。

【請求項 1 1】

前記磁石ヨーク内に画定された前記通路内に磁石コイルをさらに備える、請求項 1 0 に記載の磁石構造体。

【請求項 1 2】

前記磁石ヨークは、上下の極翼に円周方向に配置された局在磁気チップをさらに備える、請求項 7 に記載の磁石構造体。

【請求項 1 3】

前記局在磁気チップは不連続である、請求項 1 2 に記載の磁石構造体。

【請求項 1 4】

前記極は、前記中央加速面内に、少なくとも 8 . 9 テスラの中心磁場から半径が増大するにつれて減少する磁場を形成するために、先細になっている、請求項 1 に記載の磁石構造体。

【請求項 1 5】

前記磁石ヨークは、該磁石ヨークが完全に磁化されるときに、前記中央加速面に約 3 テスラ以下の磁場をもたらすように構成される、請求項 1 に記載の磁石構造体。

【請求項 1 6】

前記磁石ヨークは、ガドリニウムを含む、請求項 1 に記載の磁石構造体。

【請求項 1 7】

前記弱収束磁場指数パラメータ  $n$  は、実質的に前記中央加速面の全体にわたって 0 から 1 の範囲である、請求項 1 に記載の磁石構造体。

【請求項 1 8】

前記極間隙は、前記中心軸からの距離が増大するにつれて前記内段上で連続的な一連の増加インクリメントで拡張し、該極間隙は、該中心軸からの距離がさらに増大するにつれて前記外段上で連続的な一連の減少インクリメントで減少する、請求項 1 に記載の磁石構造体。

【請求項 1 9】

前記磁石ヨークは、前記中央加速面に対して直角に計測して約 1 0 0 c m 未満の高さを有する、請求項 1 に記載の磁石構造体。

【請求項 2 0】

前記磁石ヨークは、約 2 3 , 0 0 0 k g 未満の質量を有する、請求項 1 に記載の磁石構造体。

【請求項 2 1】

前記加速チャンバの周囲に配置された 1 対の 1 次磁石コイルをさらに備える、請求項 1

に記載の磁石構造体。

【請求項 22】

前記 1 次磁石コイルによって生成される磁場を形成するための追加の磁石コイルをさらに備え、各追加の磁石コイルは前記中心軸を取り囲む、請求項 21 に記載の磁石構造体。

【請求項 23】

前記 1 次磁石コイルおよび前記追加の磁石コイルは、少なくとも 1 つの電圧源と連結される、請求項 22 に記載の磁石構造体。

【請求項 24】

前記追加の磁石コイルのうちの少なくとも 1 つは、該追加の磁石コイルを介して第 1 の方向に電流を伝導するために前記電圧源と連結されており、前記 1 次磁石コイルは、該 1 次磁石コイルを介して第 2 の方向に電流を伝導するために該電圧源と連結され、該第 2 の方向は、該追加の磁石コイルによって生成される前記磁場が、前記中央加速面の領域に前記 1 次磁石コイルによって生成される前記磁場を少なくとも部分的に相殺するように、該第 1 の方向とは逆である、請求項 23 に記載の磁石構造体。

【請求項 25】

前記追加の磁石コイルは、少なくとも 4 . 5 K の温度において超伝導である材料を含む、請求項 23 に記載の磁石構造体。

【請求項 26】

前記 1 次磁石コイルは、少なくとも 4 . 5 K の温度において超伝導である材料を含む、請求項 21 に記載の磁石構造体。

【請求項 27】

前記 1 次磁石コイルは、 $Nb_3Sn$  または  $NbTi$  を含む、請求項 26 に記載の磁石構造体。

【請求項 28】

前記磁石ヨークは、前記加速チャンバへのイオン注入用の通路を、前記中心軸に沿って画定する、請求項 1 に記載の磁石構造体。

【請求項 29】

前記極は組成物の変更を含み、該組成物は、前記中央加速面内に前記磁場を形成するために、異なる磁気特性を有する、請求項 1 に記載の磁石構造体。

【請求項 30】

加速チャンバを画定する 1 対の極を備える磁石ヨークを含むシンクロサイクロトロン磁石構造体であって、

該磁石構造体は複数の磁石コイルを据え付けるための該加速チャンバの周囲の複数の通路を画定し、該加速チャンバは、中心軸の近位の内段と、該中心軸からより離れている外段とを含み、これらにわたって中央加速面が延び、

該複数の極は、周辺部で接合され、該加速チャンバにわたり極間隙を形成するように分離され、

各極は、該磁石ヨークおよび該複数の通路に据え付けられた磁石コイルによって共同で生成される組み合わせられた磁場を形成するように先細になった内面を有し、該磁石コイルが、該中央加速面において少なくとも 5 テスラの中心磁場を直接的に生成し、かつ、該磁石ヨークを完全に磁化するとき、該中央加速面にわたる該組み合わせられた磁場は、半径の増加にともない減少し、弱収束磁場指数パラメータ  $n$  は、実質的に該中央加速面の全体にわたって 0 から 1 の範囲であり、 $n = - (r / B) (dB / dr)$  であり、 $B$  は該磁場、 $r$  は該中心軸からの半径である、シンクロサイクロトロン磁石構造体。

【請求項 31】

イオン加速用の磁場を形成する方法であって、

磁石コイルを提供することと、

加速チャンバを画定する 1 対の極を備える磁石ヨークを含む磁石構造体を提供することであって、該加速チャンバにわたって中央加速面が延び、該加速チャンバの周囲に該磁石コイルが据え付けられ、該極は周辺部において接合され、かつ該加速チャンバにわたって

極間隙を形成するために分離されている、ことと、

該中央加速面内に磁場を生成し、該磁石ヨークを磁化するために、該磁石コイルに電流を通すことであって、該磁化された磁石ヨークは、該中央加速面内の該磁場に寄与し、各極は、該中央加速面内に該磁場を形成するように構成されており、該磁場は、実質的に該中央加速面の全体にわたって、中心軸において少なくとも約 7 テスラの磁場からの半径が増大するにともない減少し、かつ、弱収束磁場指数パラメータ  $n$  は、その幅にわたって 0 から 1 の範囲であり、 $n = - (r / B) (dB / dr)$  であり、 $B$  は該磁場、 $r$  は該中心軸からの半径である、ことと、

該加速チャンバ内にイオンを注入し、該中央加速面にわたる外向き螺旋軌跡で該イオンを加速させることと、

該加速チャンバから該加速されたイオンを抽出することと  
を含む、方法。

【請求項 3 2】

前記磁石構造体は、前記加速チャンバ内において前記イオンを安定して振動させ続けるために、復元力を提供する、請求項 3 1 に記載の方法。

【請求項 3 3】

前記磁石構造体内に共振器構造を提供することであって、該共振器構造は、前記イオンに少なくとも 250 MeV のエネルギーを与えることをさらに含む、請求項 3 1 に記載の方法。

【請求項 3 4】

前記磁石ヨークは、前記加速チャンバ内に約 2 テスラ以下の磁場を生成する、請求項 3 1 に記載の方法。

【請求項 3 5】

半径方向外側に延びるとき、前記極間隙が、前記磁場を形成する連続的な一連の増加インクリメントおよび連続的な一連の減少インクリメントを含むように、各極は、その内面に沿って先細部を有する、請求項 3 1 に記載の方法。

【請求項 3 6】

前記磁石構造体は、前記加速チャンバの周辺部に 1 対の極翼を含み、該 1 対の極翼は、前記加速されたイオンの該加速チャンバからの抽出のために前記磁場を尖鋭化する、請求項 3 5 に記載の方法。

【請求項 3 7】

前記イオンは 2 つ以上の陽子を含む、請求項 3 1 に記載の方法。

【請求項 3 8】

前記加速チャンバ内の内径において、少なくとも約 5 テスラの前記磁場を直接的に生成するために、該加速チャンバの周囲に配置された磁石コイルに電流を通すことをさらに含む、請求項 3 1 に記載の方法。

【請求項 3 9】

イオン加速用の磁場を形成する方法であって、

中心軸および中央加速面を含む加速チャンバの周囲に、1 対の 1 次磁石コイルを提供することと、

該 1 次磁石コイルよりも該中心軸の近くに、入れ子になった複数の追加の磁石コイルを提供することと、

該中央加速面内の該中心軸において少なくとも約 5 テスラの磁場を直接的に生成するために、該 1 次磁石コイルに電流を通すことと、

該磁場を形成するように、該追加の磁石コイルに十分な電流を通すことであって、該磁場は、増大する半径距離において該中央加速面にわたって減少し、かつ、弱収束磁場指数パラメータ  $n$  は、実質的に該中央加速面全体にわたって 0 から 1 の範囲であり、 $n = - (r / B) (dB / dr)$  であり、 $B$  は該磁場、 $r$  は該中心軸からの半径であり、該 1 次磁石コイルによって生成される磁場とは逆の磁場を生成するために、電流が該 1 次磁石コイルを通過させられる方向とは逆の方向に、電流が該追加の磁石コイルのうちの少なくとも

1 つを通る、ことと、

該加速チャンバ内にイオンを注入し、該中央加速面にわたる外向き螺旋軌跡で該イオンを加速させることと、

該加速チャンバから該加速されたイオンを抽出することと  
を含む、方法。

【請求項 40】

前記極の内面は、中心軸に対して実質的に円対称である、請求項 1 に記載の磁石構造体

。