

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6019121号
(P6019121)

(45) 発行日 平成28年11月2日(2016.11.2)

(24) 登録日 平成28年10月7日(2016.10.7)

(51) Int.Cl. F I
G O 1 L 21/34 (2006.01) G O 1 L 21/34

請求項の数 17 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-528815 (P2014-528815)	(73) 特許権者	502079409
(86) (22) 出願日	平成24年8月2日(2012.8.2)		インフィコン ゲゼルシャフト ミット
(65) 公表番号	特表2014-525590 (P2014-525590A)		ベシュレンクテル ハフツング
(43) 公表日	平成26年9月29日(2014.9.29)		スイス国 ツェーハー ー 7 3 1 0 パート
(86) 国際出願番号	PCT/CH2012/000177		ラーガツ ヒンターガッセ 1 5 ベー
(87) 国際公開番号	W02013/033851	(74) 代理人	110001195
(87) 国際公開日	平成25年3月14日(2013.3.14)		特許業務法人深見特許事務所
審査請求日	平成27年7月27日(2015.7.27)	(72) 発明者	アンドレアウス, ベルンハルト
(31) 優先権主張番号	1483/11		スイス、ツェー・ハー ー 8 6 4 0 ラッパ
(32) 優先日	平成23年9月8日(2011.9.8)		ースヴィール、リートシュトラーセ、1 0
(33) 優先権主張国	スイス(CH)	審査官	森 雅之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 イオン化真空測定セル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

イオン化真空測定セルであって、

a) 測定すべき真空に関して測定接続部(8)を有する排気可能な筐体(10)と、

b) 本質的に同軸のかつ離間された関係で互いに対して配置され、かつ共通の軸(7)を備える第1および第2の電極(3, 4)とを備え、したがって測定チャンバ(20)が両電極間に形成され、前記測定チャンバは測定接続部(8)と連通し、第1の電極(3)は実質的に円筒状の表面を備える外側電極を形成し、さらに

c) 前記電極(3, 4)は電圧源(16)に接続され、

d) 電極(3, 4)の間に、放電電流を監視するための電流測定手段が接続可能であり、放電電流は測定すべき真空圧力に関する関数を構成し、さらに

e) 同軸の電極(3, 4)配置を取囲み、軸に対して実質的に径方向に磁化方向(13)を有し、かつ永久磁石リング(1)を取囲む軟磁性ヨーク(2)を備える少なくとも1つの永久磁石リング(1)を備え、

前記ヨーク(2)は、両側に永久磁石リング(1)から軸方向に離れるように延在し、かつ永久磁石リング(1)から予め定められた距離(d)に、両側に軸(7)および第1の電極(3)に向けて径方向に延在し、前記第1の電極(3)は電極(3, 4)の同軸配置の外側電極を形成し、これによりヨーク(2)は永久磁石リング(1)の両側にそれから離間して2つの環状の極(9a, 9b)を形成し、そこから、永久磁石リング(1)の磁界の力線の少なくとも一部が測定チャンバ(20)内に第1の電極(3)を貫通する閉

10

20

じたループを形成し、特に、測定チャンバ(20)内部で、第1の電極(3)の上に環状トンネル状磁界(14)が生成されることを特徴とする、測定セル。

【請求項2】

外側電極(3)は陰極であり、内側電極(4)は陽極であることを特徴とする、請求項1に記載の測定セル。

【請求項3】

軸(7)がそれに沿って延在する断面で、ヨーク(2)は、少なくとも部分的に弓状にされて径方向に第1の電極(3)に向けられることを特徴とする、請求項1に記載の測定セル。

【請求項4】

軸(7)がそれに沿って延在する断面で、ヨーク(2)は、径方向に第1の電極(3)に向けて少なくとも部分的に傾けられ、特に矩形に向けられることを特徴とする、請求項1に記載の測定セル。

【請求項5】

反対方向の磁化(13)を有する少なくとも2つの永久磁石リング(1)は、軸方向に互いから離間される両極(9a, b)を有するヨーク(2)内部に配置され、各々の永久磁石リング対は、第1の電極(3)の上にさらなる環状のトンネル状の磁界(14)を形成することを特徴とする、請求項1に記載の測定セル。

【請求項6】

前記ヨーク(2)内で少なくとも2つの永久磁石リング(1)は、軸方向に互いから離間される両極(9a, b)を有するように配置されることを特徴とする、請求項1に記載の測定セル。

【請求項7】

筐体(10)はヨーク(2)を備える永久磁石リング(1)および両電極(3, 4)を包含することを特徴とする、請求項1に記載の測定セル。

【請求項8】

ヨーク(2)は筐体(10)の一部を形成することを特徴とする、請求項7に記載の測定セル。

【請求項9】

筐体(10)は第1の電極(3)とヨーク(2)を備える永久磁石リング(1)との間に配置され、これにより永久磁石リング(1)およびヨーク(2)は真空から分離されるように配置されることを特徴とする、請求項1に記載の測定セル。

【請求項10】

第1の電極(3)は筐体(10)に含まれることを特徴とする、請求項1に記載の測定セル。

【請求項11】

少なくとも1つの永久磁石リング(1)は、軸方向に極(9a, b)に対して不均等に離間されるようにヨーク(2)内部に配置されることを特徴とする、請求項1に記載の測定セル。

【請求項12】

少なくとも1つの永久磁石リング(1)は、軸方向に極(9a, b)に対して変位可能にヨーク(2)内部に配置されることを特徴とする、請求項1に記載の測定セル。

【請求項13】

軟磁性導電体(6)は、軸(7)へと径方向に向けられる永久磁石リング(1)の内側極を備える区域に配置されることを特徴とする、請求項1に記載の測定セル。

【請求項14】

強磁性導電体(5a, 5b)は、軸(7)へと径方向に向けられるヨーク(2)の内側極(9a, b)の少なくとも1つを備える区域に配置されることを特徴とする、請求項1に記載の測定セル。

【請求項15】

軟磁性導電体(6, 5a, 5b)は円盤状であることを特徴とする、請求項13に記載の測定セル。

【請求項16】

強磁性導電体(6, 5a, 5b)は、第2の電極(4)を通して給電するおよび/または測定気体の通過を許容するように適合される開口を備えることを特徴とする、請求項1に記載の測定セル。

【請求項17】

第2の電極(4)は棒状であることを特徴とする、請求項1に記載の測定セル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、請求項1のプリアンブルに従うイオン化真空測定セルに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、冷陰極の使用によるガス放電の原則に基づく真空測定のためにガス圧測定セルが用いられている。そのような測定セルはコード陰極イオン化真空計またはペニングセルとも呼ばれる。そのような測定セルでは、2つの電極(陽極、陰極)の間に十分に高いDC電圧が印加され、したがってガス放電に点火しこれを維持することができる。その結果、放電電流は測定すべき圧力の定量化となる。

【0003】

20

放電経路の区域に形成される磁界は、螺旋状の経路に沿った負電極(陰極)から正電極(陽極)へのそれらの経路に沿って電子を誘導し、その結果、延在する電子経路ができる。したがって、ガス粒子に当る可能性の度合いが上昇し、イオン化の度合いが向上する。このことは、広い圧力範囲に亘って放電が燃焼できることを確実にし、安定したかつ再現可能な挙動を示す。

【0004】

冷陰極の使用によるガス放電の原則に基づいて動作する真空計は大まかに3分類に分けることができ、これらは電極の構成が主に異なる。

【0005】

1. ペニングセル

30

放電空間を取囲む環状の筒のように陽極が形成され、陽極リングの両端面上に陰極板が配置される。磁界の力線は陽極リングの軸に平行に延在する。

【0006】

2. マグネトロンセル

中心軸を有する中空の筒のように陽極が形成され、中心にまたはむしろ軸に沿って配置される棒のように陰極が形成される。したがって、電界の力線は径方向に延在する。磁界の力線は筒の軸に平行に延在する。

【0007】

3. 反転マグネトロン配置を有するセル

筒の設計は、中心の棒状の配置のように陽極が配置され、中空の筒のように陰極が形成されることを除いてマグネトロンセルの設計と等しい。筒の端面は典型的に、陰極の電位にバイアスもされる。マグネトロンの場合と同様に、磁界の力線は筒の軸に平行に走り、電界の力線は径方向に延在する。

40

【0008】

反転マグネトロンが陰極で囲まれ、マグネトロン中のその空間が陽極で囲まれる、測定すべき気体についてアクセス可能な空間はイオン化空間とも呼ばれる。

【0009】

最も一般的に用いられる設計は反転マグネトロンの設計である。なぜなら、高真空ではこれは一般的に、ペニングセルと比較してより安定した測定信号を達成するからであり、低圧では放電がより容易に点火可能であり、より低圧ではより低い測定範囲を達成して、

50

10^{-11} ミリバール程度の低い範囲という結果になるからである。

【0010】

計器において、ガス放電を維持するのに必要な筒の軸への方向の磁界は、 10^{-1} T (= 1000 Gs) までの範囲の必要な磁界の強度により、永久磁石によって誘導され、ソレノイドの電力消費は大き過ぎ、ソレノイドは大き過ぎる空間を占めるであろう。先行技術に従う反転マグネトロンセルの磁石構成は以下のとおりである。

【0011】

A) 図1aに概略的かつ例示的に示されるような、軸方向の磁化を有するリング状磁石。

【0012】

B) 図1bに概略的かつ例示的に示されるような、径方向の磁化を有する2つのリング状磁石。

【0013】

C) 図1cに概略的かつ例示的に示されるような、軸方向の磁化を有し、互いに対して配置され、逆の極性を有する2つのリング状磁石。

【0014】

形態(A)は古典的な形態であり、軸方向の磁化を有するそのような環状の磁石1を低コストで容易に製造できる点で好ましい。軟磁性材料からなる好適なバップルと組合せると、均質な正味力線14を達成することができ、したがって、計器のイオン化空間の中への磁束密度を達成することができる。以上言及したように、陰極3は筒状に形成され、放電空間またはむしろ測定チャンバ20を取囲む。陽極4は筒状の陰極3の軸に沿って配置される。全体は、軸7に対して軸方向の向きにその極性を有する環状永久磁石1で封入される。図1aでは、北極がNで示され、南極がSで示される。この配置内では、極性はそれぞれ相互に変更することができる。端面側では、軸7への方向に向けられる筒状の陰極は、同じ電位にバイアスされかつ電子を放電空間に反射し返すようにさらに採用される電極面を付加的に備え得る。放電空間は、測定すべき真空空間Pに外側に接続される少なくとも1つの開口を備える。典型的に、この時点では、そのような測定セルは取外し可能なフランジ接続のように形成される。

【0015】

形態(B)は、磁気回路の磁気フィードバックまたはむしろバックアイアンを与えるように(fuer den Rueckschluss des magnetischen Kreises/in order to provide magnetic feedback or rather back iron of the magnetic circuit) 軟磁性材料からなる環状のヨーク2によって接続される、軸方向に互いから離間される2つの径方向に磁化されるリングを備える。形態(A)と比較して、形態(B)は、外側に、特に径方向に与える漂遊磁界15がより少ない。生成された磁界15の一部は、イオン化空間の外側に閉じたループを形成して、漂遊磁界15を作り出す。漂遊磁界は正味磁界14に寄与しない。そのような外部漂遊磁界15は、この場所に配置される機器およびプロセスと干渉する可能性があるため、問題である。外側への漂遊磁界15が低減された形態(B)はこのように、この点で有利である。このことは、同じ密度に関するイオン化空間の中へ必要な永久磁石材料がより少ないことも意味する。

【0016】

形態(B)を開示するLethbridgeからの文献EP0611084A1は、径方向に磁化されるリングよりもむしろ、リングセグメントを用いることを提案する。リングセグメントは径方向に向けられた磁界を生成するように適合される。

【0017】

形態(C)は、DrubetskyおよびTaylorのUS5,568,053によって提案された。この形態は、両磁気リングの間の高さで筒の軸に対する方向が変わる磁界を生じる。筒の軸に関して、この区域の磁界はゼロに等しい。なぜなら、両磁石の磁束密度が互いを相殺するからである。形態(A)と比較して、この配置の利点は、測定チャンバ中の磁束密度に鑑みて、定められた要件に関する漂遊磁界が低減されていることである。しかしなが

10

20

30

40

50

ら、認め得るほどの漂遊磁界が依然として存在し、特に、測定チャンバの中に強い正味磁界を生成しなければならない場合に干渉する潜在性を有し、外側漂遊磁界はより強くなり、依然として外へ入る。

【0018】

形態(A)の欠点は、イオン化チャンバの外側に延在し、全測定セル配置の外側にすら延在する、図1aに示されるような、そこで漂遊磁界15として現れる比較的高い磁束密度による。これは、典型的な適用例の場合に、特に電荷担体またはイオン化された気体とともに動作されるプロセスに関して、測定セルに非常に近接して生じ得る、次に近接して配置される装置およびプロセスに悪影響を及ぼす。形態(B)を適用する結果、漂遊磁界15が低減する。なぜなら、バッフル2またはむしろ軟磁性材料からなるヨークを設けることにより、磁気回路(ドイツ語ではmagnetischer Schluss)がイオン化チャンバの外側に両環状磁石1の間に作り出されるからである。しかしながら、図2bに示されるような極N、Sの間の磁気シャント(ドイツ語ではmagnetischer Nebenschluss)により、両環状磁石1の各々において大きな阻害外部漂遊磁界15が依然として作り出される。

10

【0019】

形態(C)では、両環状磁石の間のレベルで、電界の軸に対して垂直にもはや向けられない、中心磁束密度の低減によるガス放電は低く、したがって測定セルの容積の一部が未使用のままである。加えて、磁石の外側の磁気シャントの結果、図1cに示されるように無視できない干渉漂遊磁界15が作り出され、図1aに従う形態(A)に関して説明したようなものとはほぼ同様の影響を有する。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0020】

本発明の目的は先行技術に関連の欠点を排除することである。特に、本発明の目的は、マグネトロン配置を備え、測定セルの外側の干渉磁気漂遊磁界が大幅に低減されるかまたは本質的に完全に排除される、冷陰極-イオン化-真空測定セルのための磁界構成を提供することである。さらに、測定セルは、測定すべき大きな圧力範囲を検出することができなければならない、確実にかつ再現可能に動作しなければならない。さらに、セルはコストを低減して小型に製造されることを要件とされる。

【0021】

30

イオン化真空測定セルに関して、この目的は、本特許請求項1の特徴部分の特徴に従って達成される。従属特許請求項は本発明のさらなる有利な実施形態に向けられる。

【課題を解決するための手段】

【0022】

本発明に従うイオン化真空測定セルは、

a) 測定すべき真空に関する測定接続部を有する排気可能な筐体と、
b) 同軸のかつ離間された関係で本質的に互いに対して配置され、共通の軸を備える第1および第2の電極とを備え、測定チャンバは両電極の間に形成され、当該測定チャンバは測定接続部と連通し、第1の電極は実質的に筒状の表面を備える外側電極を形成し、さらに

40

c) 電極に接続される電圧源と、

d) 電極の間に生成される放電電流を分析するための電流測定手段とを備え、放電電流は測定すべき真空圧に関する関数を構成し、さらに

e) 同軸電極配置を取囲み、軸に対して実質的に径方向の磁化方向を有し、永久磁石リングを取囲む軟磁性ヨークを備える少なくとも1つの永久磁石リングを備え、

当該ヨークは、両側に永久磁石リングから軸方向に離れるように延在し、かつ永久磁石リングから予め定められた距離dに、両側に軸および第1の電極に向けて径方向に延在し、当該第1の電極は電極の同軸配置の外側電極を形成し、これによりヨークは、永久磁石リングの両側にかつそれから離間して2つの環状極を形成し、そこから永久磁石リングの力線の少なくとも一部が測定チャンバ内で第1の電極を貫通する閉じたループを形成し、

50

特に、測定チャンバ内部で、第1の電極の上の環状のトンネル状の磁界が生成される。

【0023】

磁気系統を備える配置はマグネトロンを形成する。ある条件では、第1の外側電極を陽極として作動させることができ、第2の内側電極を陰極として作動させることができる。しかしながら、反転マグネトロンによってはるかにより好ましい配置が形成される。したがって、外側の第1の電極が陰極として作動され、同軸の内側の電極が陽極として作動される。反転マグネトロンと呼ばれるこの配置では、放電効率がはるかにより良好でありより安定している。好ましくは中心に配置される陽極は、好ましくは棒状に形成される。

【0024】

このように、磁気系統は外側区域に軟磁性材料を常に備える。両側の極の間の磁気ループは軟磁性材料を横切って延在する。したがって、磁気系統は外向きの干渉漂遊磁界を生成しないようにされるか、またはこの生成を少なくとも最小化することができる。しかしながら、イオン化チャンバ内部では、内側に向けられた少なくとも2つの環状トンネル状磁界構成がそれぞれ軸方向の成分を有する第1の電極の表面を横切って生成される。力線は、少なくとも1つの永久磁石の内側の極から内側に延在して第1の電極を貫通し、力線は、次に第1の電極を貫通することによって、軟磁性ヨークの極を横切って磁石の両側で閉じられる。その際、イオン化チャンバの内部では、磁石のレベルで力線が方向を変え、その結果、それらの極性に関する両方の隣接するトンネル状の磁界が互いに対向して延在する。したがって、少なくとも2つの隣接する環状のトラス状の放電が第1の電極の上で生じる。断面で見ると、内部で回転する電子が力線を横方向に横切って振動し、リング内部で反対方向に円形に回転する。したがって、この結果的に延びる滞留時間により、イオン化の傾きが大きくなる。これは、本件の良好なマグネトロン配置の場合に典型的なマグネトロン効果である。

【0025】

以下で、図面に関して発明を概略的かつ例示的に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1a】先行技術に従う軸方向磁化を有する環状磁石を備えるマグネトロンイオン化真空測定セルを断面図で示す図である。

【図1b】軸方向に互いから離間され、径方向磁化を有し、外側囲み軟磁性ヨークを取囲む2つの環状磁石を備えるマグネトロンイオン化真空測定セルを断面図で示す図である。

【図1c】先行技術に従う、軸方向磁化を有し、互いに対して極が反対になるように配置され、互いと当接する2つの環状磁石を備えるマグネトロンイオン化真空測定セルを断面図で示す図である。

【図2a】本発明に従う、径方向磁化を有する環状磁石と、外側に配置され、環状磁石の両側に脚状の区域を備えかつ環状磁石から離間され、各々が環状極を形成し、第1の電極に向けられる囲み軟磁性ヨークとを備えるマグネトロンイオン化真空測定セルであって、真空筐体が測定セルの全配置を取囲みかつ包含する、マグネトロンイオン化真空測定セルを断面図で示す図である。

【図2b】真空筐体がヨーク自身によって形成される、真空測定セルのさらなる実施形態を示す図である。

【図2c】真空測定セルであって、真空筐体が第1の電極と磁気系統の配置との間に配置され、これにより永久磁石およびヨークを備える磁気系統が大気中に真空チャンバの外側に配置される、真空測定セルのさらなる実施形態を示す図である。

【図2d】真空測定セルであって、真空筐体が第1の電極としても形成され、これにより永久磁石およびヨークを備える磁気系統が大気中に真空チャンバの外側に配置される、真空測定セルのさらなる実施形態を示す図である。

【図2e】真空測定セルであって、折り曲げられた極を有する脚状の区域が第1の電極に向けた方向に延在する、真空測定セルのさらなる実施形態を示す図である。

【図3】真空測定セルであって、軟磁性導電手段がヨークの極および/または環状磁石の

10

20

30

40

50

極の上であって測定セルの中心区域中に配置される、真空測定セルのさらなる実施形態を断面図で示す図である。

【図 4】真空測定セルであって、極が備える環状磁石および／または軟磁性導電手段が軸方向に非対称におよび／または調節可能にヨークの配置の内部に配置される、真空測定セルのさらなる実施形態を断面図で示す図である。

【図 5 a】磁化の方向がセグメントの弓に垂直に向けられる、組立てられた環状磁石の一部を形成するセグメントを平面図で示す図である。

【図 5 b】磁化の方向が径方向に向けられる、組立てられた環状磁石の一部を形成するセグメントを平面図で示す図である。

【図 5 c】単一の棒磁石が同じ方向に磁化される、単一の棒磁石から組立てられる環状磁石の部分図を平面図で示す図である。

10

【図 6 a】ヨークの配置の内部の、軸方向に互いから離間された 2 つの環状磁石を図示する、真空測定セルのさらなる実施形態を断面図で示す図である。

【図 6 b】真空測定セルであって、ヨークの配置の内部で、軸方向分極を有するさらなる環状磁石は各々径方向に磁化される環状磁石の極の両側に配置され、かつ環状磁石は極が反対となる態様でさらに配置されかつ軸に向けられる、真空測定セルのさらなる実施形態を断面方向図で示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

図 2 a は、断面図で示される、発明に従うマグネトロン磁界配置 19 を備えるイオン化真空測定セル 30 の第 1 の実施形態を例示的な概略図で示す。

20

【0028】

筐体 10 は、測定すべき真空中に接続されるように適合される測定接続部 8 を備え、これにより筐体 10 は適切に排気可能である。筐体 10 および測定すべき真空中を備える容器は、たとえば封止フランジによって接続可能である。真空測定セル 30 は、本実施の形態では筐体 10 に封入される 2 つの電極 3, 4 および磁気系統 19 を含む筐体 10 を備える。磁気系統 19 は、永久磁石リング 1 および軟磁性材料を備えるヨーク 2 を含む。軟磁性材料は、金属材料（強磁性材料）およびたとえばフェライトなどのセラミック材料からなることができる。

【0029】

30

第 1 および第 2 の電極 3, 4 は、共通の軸 7 を備えて実質的に同軸にかつ互いから離間されて配置される。したがって、測定チャンバ 20 はこれらの 2 つの電極の間に形成される。測定チャンバ 20 は測定接続部 8 に接続されるように配置される。第 1 の電極 3 は外側電極を形成し、実質的に円筒型の表面を備える。第 2 の電極 4 も円筒状に形成可能であるが、好ましくは第 2 の電極 4 は棒状に形成され、好ましくは中心に、すなわち軸 7 を横切って配置される。

【0030】

両電極には、筐体 10 上の真空気密給電トラフ 12, 12 を介して通電可能である。その際、電圧源 16 が電極 2, 3 に接続される。放電電流、すなわち電極 3, 4 に亘って形成される放電を評価するのに電流測定手段 17 を採用する。この放電電流は、測定すべき真空圧の関数に対応し、電氣的に評価され、さらなる適用のために供給される。

40

【0031】

少なくとも 1 つの永久磁石リング 1 は、軸に対して本質的に径方向に向けられる磁化 13 の方向を有する電極 3, 4 の同軸配置を包含する。この永久磁石リング 1 は、磁界を導通するために、軟磁性材料からなるヨーク 2 でさらに包含される。永久磁石リング 1 の両側に、軸方向に離れるようにヨーク 2 が導かれ、径方向に両側に永久磁石リング 1 から予め定められた距離 d を通った後に軸 7 および第 1 の電極 3 に導かれる。したがって、断面図では U 字状のヨークが形成され、これは永久磁石リング 1 の両側にかつそれから離間した関係で極 9 a および 9 b を形成する。この点において、第 1 の電極 3 は電極 3, 4 の同軸配置から外側電極を形成する。永久磁石リング 1 の力線の少なくとも一部、すなわち放

50

電に関して予め定められた正味力線 14 は、測定チャンバ 20 内部で永久磁石リング 1 の極およびヨーク 2 の極 9a, 9b の関連する 1 つの上で閉じた回路とされ、第 1 の電極 3 を貫通する。環状のトンネル状の磁界 14 は好ましくは測定チャンバ 20 内部の第 1 の電極 3 の上に形成される。図 1a に示される配置に従うと、トンネル状の磁界 14 が永久磁石リング 1 の両側にそれぞれ形成される。すなわち、2 つの環状のまたはむしろトーラス状の磁界 14 は、力線の分布とは反対の極性を有する。

【0032】

好ましくは、外側の第 1 の電極 3 は陰極として作用するように動作され、内側の第 2 の電極 4 は陽極として作用するように動作される。

【0033】

永久磁石リング 1 は径方向に磁化され、好ましくは、たとえばネオジウム、サマリウムなどの希土類を備える群から選択される磁性材料を備える。その製造を簡略化するため、リングは、単一の部品から、たとえば、図 5a から図 5c に示されるような環状に配列されるセグメントおよび/または単一の方形の磁石から組立可能である。その結果、図 5a に示されるようなセグメントの場合は均一な方向に向けられる、または図 5b に示されるようなセグメントの場合は径方向に向けられる、矢印で示すような磁化が生じる。図 5c に示されるように、単一の、たとえば方形の磁石を互いに対して環状に配列する。好ましくは、単一の部品に関する幅と比較して、長さ h が大きくされる。好ましくは、磁石リング 1 の厚みは幅 h よりも小さい。

【0034】

断面図では、その断面に軸 7 が延在する U 字状のヨーク 2 の形状は少なくとも部分的に角度付けられるように形成され、これにより、永久磁石リング 1 の両側に軸方向に距離 d を空けて、このように形成されたヨーク 2 の脚部は、軸 7 へ径方向に測定セル 30 に向けられ、リング状の極 9a, 9b をこの場所にそれぞれ形成して、第 1 の電極 3 に向けられる。好ましくは、図 2a から図 2d、図 3、図 4、および図 6 に示すように角度付けられたオフセットが矩形に形成される。好ましくは、ヨークの極 9a, 9b および永久磁石リングの内部極は、軸 7 に対して等距離に互いから離間される。しかしながら、ある場合、以上で言及した極は、たとえば図 2b に示すように相互にオフセットされ得る。この図に示すように、下方部分では、ヨーク 2 の極 9b は軸 7 へ突出する。好ましくは、すべての極は最適に磁界を導通しかつ用いることができるように、できる限り第 1 の電極 3 の区域の近傍にあるように配置される。好ましくは、ヨークの極 9a, 9b は、磁界 14 がこの場所で第 1 の電極 3 を貫通するように配置される。したがって、正味磁界 14 は永久磁石リング 1 の極から第 1 の電極 3 を通って延在し、次に第 1 の電極 3 を貫通することによって測定チャンバ 20 内部のヨーク 2 の両極 9a, 9b の上に閉じたループを形成する。第 1 の電極 3 を通る磁界の導通の結果、放電の効率がより高くなる。ある場合は、ヨーク 2 の一方のまたは両方の極 9a, 9b は、たとえば図 2b の極 9a の上側区域に示されるように第 1 の電極 3 を部分的に貫通するかまたは全く貫通しないように配置可能である。図 2b の下側部分は、力線 14 が次にこの場所で第 1 の電極 3 を貫通するように軸に向けて角度付けられた第 1 の電極 3 を示す。好ましくは、この角度付けられたオフセットは筒状の第 1 の電極 3 の両側にある。この場合、第 1 の電極 3 は測定気体 P を供給するための唯一の開口 8 と、必要な場合に第 2 の電極に通電するための給電貫通部を有する筒内部の第 2 の電極を支持するための手段とを備える、一種の閉じた筒を形成する。

【0035】

ヨーク 2 の脚部の角度付けられた設計とは別に、ヨークからの少なくとも一部は、図 2e に示されるように径方向に、少なくとも部分的に弓状に第 1 の軸 7 へまたは電極 3 へ導かれ得る。

【0036】

図 2a に示される例では、測定セル 30、磁気系統 19、および 2 つの電極 3, 4 の要素は、真空気密筐体 10 によって囲まれる。この筐体 10 は、好ましくはフランジ状に形成される開口 8 およびポート 11 を備え、これにより、測定セル 30 は、封止された態様

10

20

30

40

50

で実現される測定すべき真空容積に接続可能である。好ましくは、この接続部は取外し可能な接続部として形成され、測定セル 30 を構成要素として容易に交換できるようにする。

【0037】

筐体 10 に関する測定セル 30 のさらなる構成を図 2 b に示す。ここで、磁気系統のヨーク 2 は、同時に、ヨークに配置される接続手段 11 を備える真空気密筐体 10 として形成される。しかしながら、ヨーク 2 は単に筐体 10 の一部であることができる。この場合、筐体 10 は、ある部分では軟磁性または強磁性材料からなることができ、別の部分ではたとえば INOX などの非磁性材料からなることができる。

【0038】

図 2 c に従うさらなる形態では、第 1 の電極 3 と磁気系統 19 との間に筐体 10 を配置可能であり、これにより、磁気系統は真空を包含する筐体 10 の外側に位置決めされる。有利には、磁気系統 19 の材料は、不純物を加えないように、または測定結果に悪影響を及ぼすであろう測定チャンバ 20 の空間の汚染がないようにされる。

【0039】

図 2 d に示す形態では、第 1 の電極 3 は同時に真空封止筐体 10 として示される。真空に関して、このことは、磁気系統 19 を測定チャンバ 20 から分離することも可能にし、測定セル 30 の小型かつ容易な実現も可能にする。

【0040】

永久磁石リング 1 は、ヨーク 2 の脚の間にその内部に配置され得、極 9 a , 9 b は、図 4 に示されるように非対称にまたは移動可能に (gar verschiebbar) 軸方向に延在するように配置される。矢印 18 は移動の方向を示す。その際、磁石配置の特性およびしたがって放電に具体的に影響する可能性がある、またはむしろばらつきも修正可能である。大部分の場合、所望により、永久磁石リング 1 はヨーク 2 の極 9 a , 9 b に関して中心に配置され、これによりヨーク 2 の極 9 a , 9 b は永久磁石リング 1 に対して対称に配置される。

【0041】

極から始まって内部に向けられる磁界は、放電をさらに最適化するように、付加的な導電手段によって影響され得る。一例として、永久磁石リング 1 の内側の極の区域に、図 3 および図 4 に示されるように強磁性導電手段 6 を軸 7 に向いた径方向に配置可能である。また、ヨーク 2 の内側の極 9 a , 9 b の少なくとも 1 つの区域に、たとえば軸 7 に向いて径方向に強磁性導電手段 5 a , 5 b を配置することができる。そのような導電手段は、たとえば、円盤状の形状をとるように形成される軟磁性またはむしろ強磁性材料からなる板および/または金属板部分として製造可能である。必要に応じて、第 2 の電極 4 に給電するおよび/または気体の交換を達成することが可能であるように開口を設ける。

【0042】

図 6 a は、2 つの永久磁石リング 1 が軸方向に互いから離間され、反対の極を有するように配置され、ヨーク 2 内部に配置される磁気系統 19 のさらなる実施形態を示す。測定チャンバ 20 内部で、この配置は、第 1 の電極 3 の上に、永久磁石リング 1 の両極の間に特定の強い環状マグネトロン界を生成する。その両側に沿って、さらなる環状の界がそれぞれ延在し、これらはヨーク 2 の 2 つの極 9 a , 9 b によって閉じられるかまたはむしろ終端され、外に出ていく漂遊磁界を防止する。当然ながら、必要に応じて 2 つの永久磁石リング 1 を設けることができ、その極はそれぞれ交互に配置されるが、2 つの永久磁石リング 1 の使用が好ましい。

【0043】

図 6 b は磁気系統 19 のさらなる実施形態を示す。ヨーク 2 の脚部および極 9 a , 9 b と永久磁石リング 1 との間に付加的なリング磁石 21 a , 21 b がそれぞれ配置され、軸方向に磁化され、磁気系統内部の軸に向けられるように配置される。好ましくは、磁気リング 21 は、径方向に、最大で永久磁石リング 1 の幅 h の半分に等しい厚みを備える。この配置により、磁界トンネルの非常に高い磁束密度を第 1 の電極 3 の上で達成することが

10

20

30

40

50

できる。当然ながら、上述のような図 6 a に関する実施形態に従うと、好ましくは、そのような環状磁石 21 を 2 つの永久磁石リング 1 の間に配置することもできる。

【0044】

上述の発明に従う測定セル 30 は、両方の電極 3, 4 に亘って、すなわち陰極 3 と陽極 4 とに亘って印加される 3.3 kV の電圧を印加することによって動作される。測定セル 30 を動作させるための好ましい範囲は 2.0 kV から 4.5 kV の間である。

【0045】

以下は、必須の構成要素のサイズを与える。

第 2 の電極 4 (陽極) :

- 陽極長さ : 20 mm、たとえば、好ましくは 10 ~ 30 mm の範囲。

10

【0046】

- 陽極径 : 1.0 ~ 1.5 mm、たとえば、好ましくは 1.0 ~ 5.0 mm の範囲。
- 材料 : 非磁性 (常磁性または反磁性も)。

【0047】

第 1 の電極 3 (陰極) :

- 陰極長さ : 20 mm、たとえば好ましくは 10 ~ 30 mm の範囲。

【0048】

- 陰極径 : 20 ~ 25 mm、たとえば、好ましくは 15 ~ 35 mm の範囲。
- 材料 : 非磁性 (常磁性または反磁性も)。

【0049】

20

永久磁石リング 1 :

- 軸方向の高さ : 5.0 mm、たとえば、好ましくは 3.0 ~ 10 mm の範囲。

【0050】

- 径方向の幅 h : 5.0 mm、たとえば、好ましくは 3.0 ~ 10 mm の範囲。

磁界 :

軸方向に測定チャンバ内部で測定されるような円筒の軸を横切る磁束密度は、10 mT (m テスラ) ~ 300 mT の範囲、好ましくは 60 ~ 130 mT の範囲にある。

【0051】

漂遊磁界 15 :

- 測定セル 30 の外側角から径方向に 30 mm の距離で 2.0 mT 未満、好ましくは 0.5 mT 未満。

30

【0052】

- 測定セル 30 の軸方向の前方角または後方角から 30 mm の距離で 2.0 mT 未満、好ましくは 0.5 mT 未満。

【0053】

両方の場合、漂遊磁界がゼロ程度に低い値をとることは不可能である。最良の場合、得ることができる最も小さな限界値は、地表面レベルで測定した場合に、地球磁場のオーダである、最大で 0.1 ガウスに対応する約 0.01 mT に等しい。

【図 1 a】

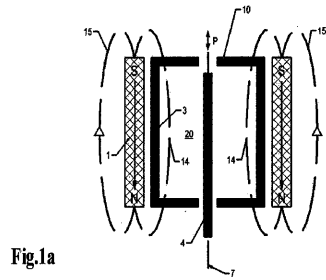


Fig.1a

【図 1 b】

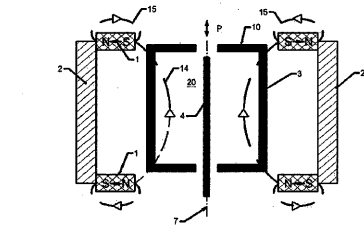


Fig.1b

【図 1 c】

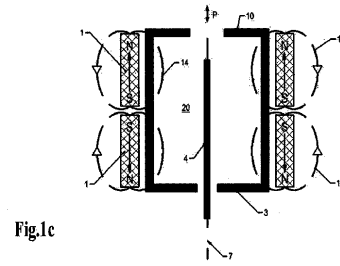


Fig.1c

【図 2 a】

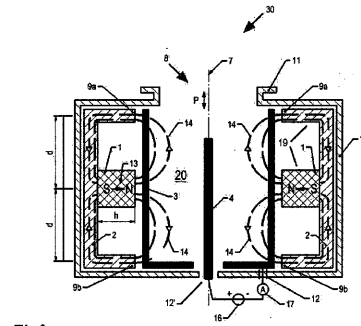


Fig.2a

【図 2 b】

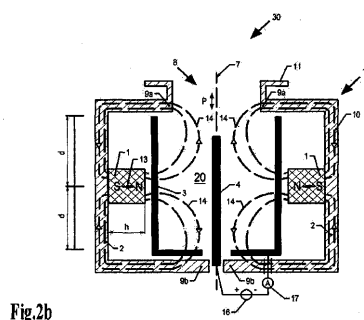


Fig.2b

【図 2 d】

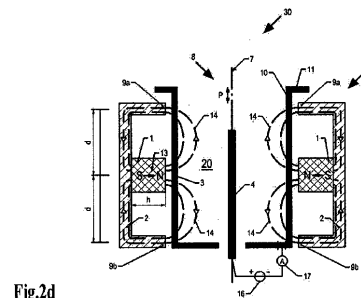


Fig.2d

【図 2 c】

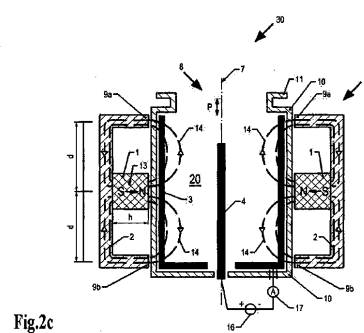


Fig.2c

【図 2 e】

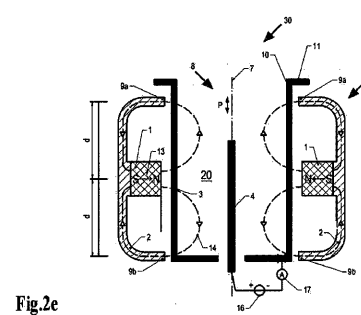


Fig.2e

【 図 3 】

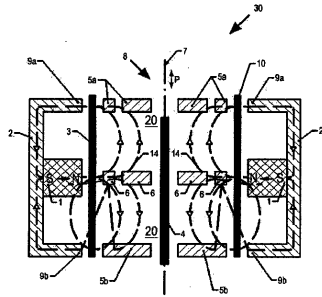


Fig.3

【 図 4 】

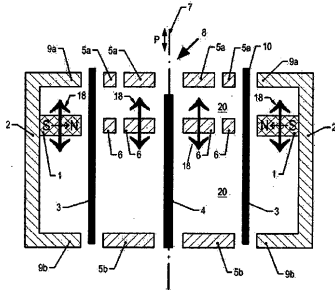


Fig.4

【 図 5 a 】

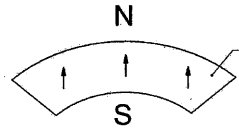


Fig.5a

【 図 5 b 】

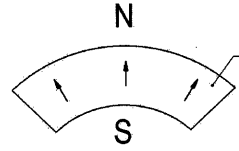


Fig.5b

【 図 5 c 】

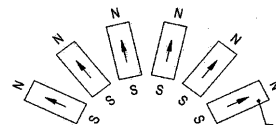


Fig.5c

【 図 6 a 】

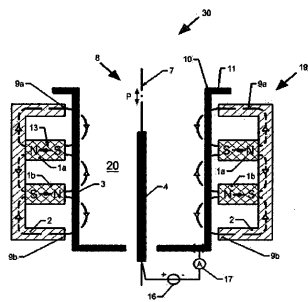


Fig.6a

【 図 6 b 】

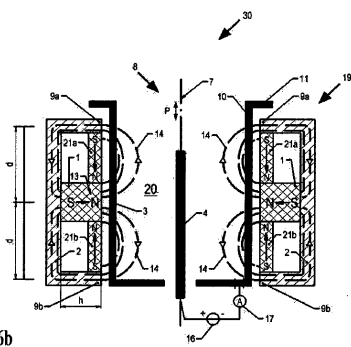


Fig.6b

フロントページの続き

(56)参考文献 特許第4905704(JP, B2)
特開平7-6925(JP, A)
特許第3325982(JP, B2)
特許第4992885(JP, B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01L21/34