

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5021716号
(P5021716)

(45) 発行日 平成24年9月12日(2012.9.12)

(24) 登録日 平成24年6月22日(2012.6.22)

(51) Int.CI.

H05G 1/04 (2006.01)

F 1

H05G 1/04

請求項の数 6 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2009-274147 (P2009-274147)
 (22) 出願日 平成21年12月2日 (2009.12.2)
 (65) 公開番号 特開2011-119084 (P2011-119084A)
 (43) 公開日 平成23年6月16日 (2011.6.16)
 審査請求日 平成24年5月9日 (2012.5.9)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 312002532
 マイクロXジャパン株式会社
 東京都港区西新橋一丁目4番12号
 (74) 代理人 100114269
 弁理士 五十嵐 貞喜
 (72) 発明者 羽場 方紀
 東京都町田市鶴川5-18-28
 (72) 発明者 石黒 義久
 東京都港区南青山2-11-14 イチエビル4F R. K. S. 内 株式会社ライフ技術研究所内
 審査官 小田倉 直人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線発生装置及び携帯型非破壊検査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エミッタとターゲットとグリッド電極とを備えたX線発生装置において、前記エミッタと前記ターゲットはそれぞれ別の容器内に設けられ、前記各容器は前記グリッド電極を備える連結部材で結合されることを特徴とするX線発生装置。

【請求項2】

前記容器はセラミック製であり、かつ、前記連結部材は金属製であるとともに、前記グリッド電極は前記連結部材に一体的に形成されていることを特徴とする請求項1に記載のX線発生装置。

【請求項3】

さらに、スイッチを備え、該スイッチには指紋などのバイオメトリックスによる本人認証を行う手段が設けられていることを特徴とする請求項1又は2に記載のX線発生装置。

【請求項4】

前記容器の外側は樹脂モールドで覆われていることを特徴とする請求項2に記載のX線発生装置。

【請求項5】

前記連結部材は筒状をなし、内部に前記エミッタまたはターゲットが臨み、前記エミッタに近い側の端部に前記グリッド電極が一体的に形成されていることを特徴とする請求項2に記載のX線発生装置。

【請求項6】

10

20

請求項 1 乃至 5 の何れかに記載の X 線発生装置が組み込まれた本体部と、電源部と、を備えた携帯型非破壊検査装置であって、

前記本体部と前記電源部が分離可能に構成されていることを特徴とする携帯型非破壊検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子線をターゲットに当てて X 線を発生する X 線発生装置とこの X 線発生装置を組み込んだ携帯型非破壊検査装置に関する。 10

【背景技術】

【0002】

非破壊検査装置などに組み込まれる X 線発生装置は、3 極管構造をしており、1 本のガラス管内に電子源（エミッタ）、ターゲット及びグリッド電極（格子電極）を配置し、電子源とグリッド電極との間に電圧を印加して電子を発生せしめ、またグリッド電極とターゲットとの間に電圧を印加して発生した電子をターゲットに衝突させている。

【0003】

特許文献 1 には、第 1 の導電体と複数個の第 2 の導電体によって絶縁体を長手方向に挟持し、第 1 の導電体には負極性高電圧パルスを印加し、第 2 の導電体はコンデンサまたは抵抗を介して接地することで、絶縁体の陽極対向面で沿面放電により線状の電子ビームを発する内容が開示されている。 20

【0004】

特許文献 2 には、電子源とグリッド電極との間にかける電子発生電圧と、グリッド電極とターゲットとの間にかける加速電圧を制御部によって可変制御することで、軟 X 線の発生量と軟 X 線のエネルギーを個別に制御可能とした汎用性を重視した光除電装置が開示されている。

【0005】

特許文献 3 には、カソード電極が形成された基板表面にカーボンナノチューブからなる電子放出層が形成され、この電子放出層の外周側に、電子放出層と同電位の導電層を設け、更に電子放出層の上方にゲート電極を設けた構造が開示されている。 30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開平 5 - 74394 号公報

【特許文献 2】特開 2006 - 066075 号公報

【特許文献 3】特開 2002 - 093307 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述した従来の X 線発生装置においては、エミッタ、ターゲット及びグリッド電極を 1 つのガラス容器内に配置しており、破損しやすい、製作に手間がかかる、冷却が困難などの問題がある。 40

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するため本発明に係る X 線発生装置は、エミッタとターゲットとグリッド電極とを備え、前記エミッタとターゲットは個別の容器内に設けられ、これら容器はグリッド電極を備える金属製連結部材で結合されて 1 つの X 線発生装置となる。

【0009】

前記エミッタとターゲットはアルミナ等のセラミック製容器に収納され、前記グリッド電極はステンレスなどの金属製連結部材の一部として形成される。また、承認された者の 50

みの使用が可能となるように、スイッチに指紋などのバイオメトリックスによる本人認証を行う部分を設けることが好ましい。

【0010】

また、絶縁破壊を防ぐため、前記セラミック製容器の外側を樹脂モールドで覆うことが好ましい。更に、前記金属製連結部材を筒状とし、内部に前記エミッタまたはターゲットが臨み、エミッタに近い側の端部にグリッド電極が一体的に形成された構成が好ましい。

【0011】

また、本発明に係る携帯型の非破壊検査装置は、前記X線発生装置を収納する本体部と電源部とが分離可能とされている。

【発明の効果】

10

【0012】

本発明に係るX線発生装置及び非破壊検査装置は、X線発生装置を構成するエミッタ、ターゲット及びグリッド電極を個別の容器に収納若しくは容器と一緒にして形成しており、個々の部材を小型化でき、更にエミッタ及びターゲットについてはセラミック容器内に入れているので、絶縁破壊されにくく、従来のように絶縁オイル内に浸漬する必要がなく、軽量・小型化できる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明に係るX線発生装置を組み込んだ携帯型CT装置の断面図

20

【図2】携帯型非破壊検査装置の本体部分と電源部分を分離した状態の図

【図3】本発明に係るX線発生装置の断面図

【図4】図3のA方向から見た一部断面図

【図5】X線発生ユニットの分解図

【図6】同X線発生装置の回路の概略構成図

【図7】エミッタの先端部分の拡大断面図

【図8】回路の別実施例とIV曲線を示すグラフ

【図9】別実施例を示す図1と同様の図

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に本発明の好適な実施例を添付図面に基づいて説明する。図1に示すように、本発明に係る携帯型非破壊検査装置1は、X線発生装置を収納する本体部2と電源部3からなり、これら本体部2と電源部3は分離可能とされ、本体部2と電源部3の分離結合はメカニカルキーによって行う。

30

【0015】

前記電源部3はトランス4と電池収納部5を一体化しており、トランス4からは端子6が突出し、電池収納部5には把持部7が取り付けられ、この把持部7にスイッチ8を設けている。

【0016】

本体部2と電源部3とを切り離し可能としたことで、使用しないときには別々に保管して他人が使用できないようにしているが、更にセキュリティー性を高めるべく前記スイッチ8に指紋認証部などのバイオメトリックスによって本人認証を行う部分を設け、仮に認証されていない人間の場合はスイッチが入らないようにしたり、逆に大電流を流してX線発生装置を破壊することが考えられる。

40

【0017】

本体部2はステンレス製ケース内にX線発生装置10が収納されている。X線発生装置10はエミッタユニット20、ターゲットユニット30及びこれらをつなぐ連結ユニット40からなる。

【0018】

エミッタユニット20はセラミック製の容器21内にエミッタ22が設けられ、このエミッタ22の先端は連結ユニット40内に臨み、また容器21の外側はシリコーンやエポキ

50

シなどの樹脂でモールド 2 3 されている。また樹脂モールド 2 3 内には導線 2 4 が埋設され、この導線は受け端子 2 5 に接続されている。

【 0 0 1 9 】

ターゲットユニット 3 0 はセラミック製の容器 3 1 内にタンクステンなどのターゲット 3 2 が設けられ、容器 3 1 の外側はシリコーンやエポキシなどの樹脂でモールド 3 3 され、モールド 3 3 から露出するターゲット 3 2 の後端にはアルミナ製の放熱部材 3 4 が接触し、更に樹脂モールド 3 3 内には導線 3 5 が埋設され、この導線は受け端子 3 6 に接続されている。

【 0 0 2 0 】

また、前記放熱部材 3 4 に近接する本体部 2 内には放熱部材 3 4 を冷却するファン 3 7 が配置されている。 10

【 0 0 2 1 】

連結ユニット 4 0 はステンレスなどの金属製とし、筒状をなしている。そして、前記エミッタ 2 2 に近い箇所に一体的にグリッド電極 4 1 を形成し、エミッタ 2 2 から発生した電子線を絞って前記ターゲット 3 2 に当てるようになっている。

【 0 0 2 2 】

また、連結ユニット 4 0 の一側にはゲッター 4 2 を配置し、このゲッター 4 2 と対向する側面にはエミッタユニット 2 0 、ターゲットユニット 3 0 及び連結ユニット 4 0 を連結して X 線発生装置 1 0 を組み立てた後に X 線発生装置 1 0 内を真空状態にする排気管 4 3 を接続している。この排気管 4 3 は吸引後に封着される。 20

【 0 0 2 3 】

図 6 に示すように、エミッタ 2 2 とグリッド電極 4 1 との間には電子発生回路 5 1 が設けられ、前記グリッド電極 4 1 とターゲット 3 2 との間には電子加速回路 5 2 が設けられ、グリッド電極 4 1 を基準としてエミッタ 2 2 には例えば - 40 kV が印加され、ターゲット 3 2 には + 40 kV が印加される。

【 0 0 2 4 】

前記電子発生回路 5 1 では検出器 5 3 で電流値を検出し、この検出値を制御部 5 4 に送り当該検出電流値が一定範囲に収まるようにフィードバック制御を行う。また、前記電子加速回路 5 2 では、検出器 5 5 で電圧値を検出し、この検出値を制御部 5 4 に送り当該検出電圧値が一定範囲に収まるようにフィードバック制御を行う。 30

【 0 0 2 5 】

前記電子発生回路 5 1 での一定電圧となるように制御された印加電圧によって X 線の発生量（管電流）が決まり、前記電子加速回路 5 2 での印加電圧によって X 線のエネルギー（管電圧 = 陰極側電圧 + 陽極側電圧）が決まる。

【 0 0 2 6 】

前記エミッタ 2 2 はステンレスなどを材料とする基板 6 0 、炭素膜 6 1 および前記基板 6 0 の周囲を囲むように設けられたガード電極 6 2 から構成される。

【 0 0 2 7 】

基板 6 0 は長尺状をなすとともに電子発生回路 5 1 の陰極側に接続され、電子加速回路 5 2 の陽極側に接続されたターゲット 3 2 に対向する面を電子放出面 6 3 とし、この電子放出面 6 3 の表面に前記炭素膜 6 1 を形成している。 40

【 0 0 2 8 】

前記電子放出面 6 3 は電子の出射方向を基準として前記ガード電極 6 2 の先端よりも後退した位置に設けられている。電子放出面 6 3 のガード電極 6 2 の先端からの後退量に比例して電子放出面にかかる電圧が低下する。したがって、ガード電極の先端からの後退量を調整することで発生する電子線の強度をコントロールできる。電子放出面 6 3 は凹球面とされ、この凹面は一定の曲率半径を有し、平行な光線が入射したと仮定すると収束する焦点 F が存在する。

【 0 0 2 9 】

前記ガード電極 6 2 の先端部は凸曲面とされ、この凸曲面の外周側の曲率半径 (R 1) を 50

炭素膜を囲む内周側の曲率半径 (R_2) 以上 ($R_1 > R_2$) とすることで、炭素膜 6 1 の表面での局部的な電界集中を抑制し、熱劣化に伴う電流劣化や放電現象を防止している。

【0030】

また、ターゲット 3 2 とグリッド電極 4 1との距離を d 、印加電圧を V とすると、電界の強さ E は、 $E = V / d$ となる。そして、ガード電極 6 2 の先端部から電子放出面 6 3 を後退させることで、電子放出面 6 3 にかかる電圧が小さくなる。電子線の場合には高電圧を必要としないので、電子放出面 6 3 をガード電極 6 2 の先端から後退 (h) させてターゲットの破損を防止している。後退量は $0.5 \sim 2.0 \text{ mm}$ が好ましい。

【0031】

前記電子放出面 6 3 の表面に形成された炭素膜 6 1 は数 μm ~ 数十 μm の厚さで、多数の突起が面状に展開して構成され、更に突起は電子放出面 6 3 の表面に形成される隆起部とこの隆起部から伸びる針状部からなる。

【0032】

図 8 は認証されていない人間がスイッチを押した場合に大電流を流して X 線発生装置を破壊する構造の一例を示す図であり、この図に示すように、エミッタ 2 2 とガード電極 6 2 との間に絶縁体 6 4 を介在させて離し、ガード電極 6 2 は電子発生回路 5 1 とグランドとを切替え可能となっている。

【0033】

そして、認証されていない人間がスイッチを押すとガード電極 6 2 がグランド側に切り替わる。すると、エミッタ 2 2 とガード電極 6 2 とが分離しているためグリッド電極 4 1 よりもガード電極 6 2 に電流が流れ、これによって X 線の発生が抑制される。更に、ターゲット 3 2 (陽極) とグリッド電極 4 1 間には数 10 KV の負電圧が印加されているので、ターゲット 3 2 には行かず、グリッド電極 4 1 よりも近いガード電極 6 2 に放電電流が流れ、それによりエミッタ 2 2 が破壊される。

【0034】

図 9 は別実施例を示す図 1 と同様の図であり、この実施例にあってはターゲット 3 2 を金属製の連結部材 4 0 の内部に臨ませ、この連結部材 4 0 に窓部 4 4 を形成し、この窓部 4 4 をベリリウムの薄板 4 5 で覆うことで、X 線の減衰を抑え効率よく X 線を外部に放出できる構造にしている。

【産業上の利用可能性】

【0035】

本発明に係る X 線発生装置は携帯型の非破壊検査装置や携帯型の蛍光 X 線用 X 線発生装置として利用することができる。

【符号の説明】

【0036】

1 ... 非破壊検査装置、2 ... 本体部、3 ... 電源部、4 ... トランス、5 ... 電池収納部、6 ... 端子、7 ... 把持部、8 ... スイッチ、10 ... X 線発生装置、20 ... エミッタユニット、30 ... ターゲットユニット、40 ... 連結ユニット、21 ... 容器、22 ... エミッタ、23 ... 樹脂モールド、24 ... 導線、25 ... 受け端子、31 ... 容器、32 ... ターゲット、33 ... 樹脂モールド、34 ... 放熱部材、35 ... 導線、36 ... 受け端子、41 ... グリッド電極、42 ... ゲッター、43 ... 排気管、44 ... 窓部、45 ... ベリリウム薄膜、51 ... 電子発生回路、52 ... 電子加速回路、53 ... 検出器、54 ... 制御部、55 ... 検出器、60 ... 基板、61 ... 炭素膜、62 ... ガード電極、63 ... 電子放出面、64 ... 絶縁体。

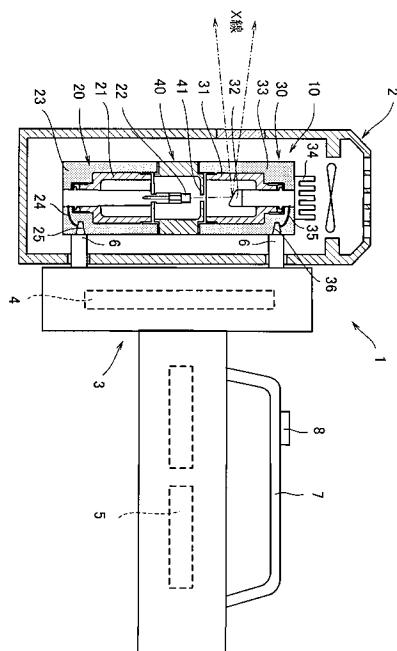
10

20

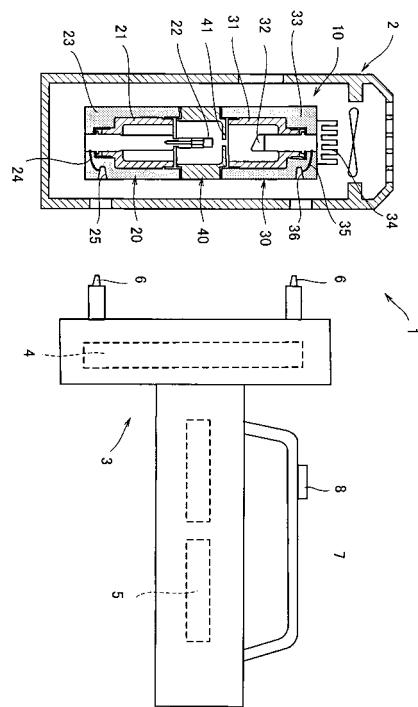
30

40

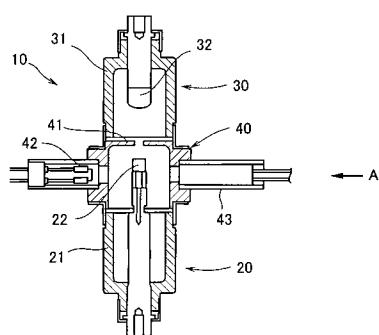
【図1】



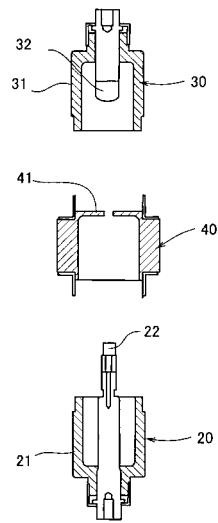
【図2】



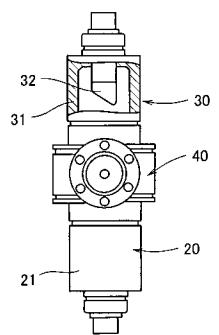
【図3】



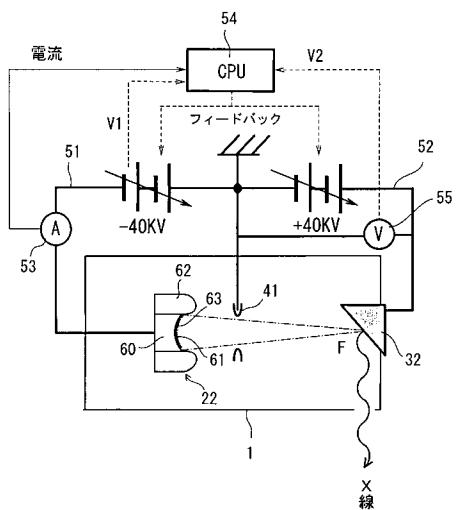
【図5】



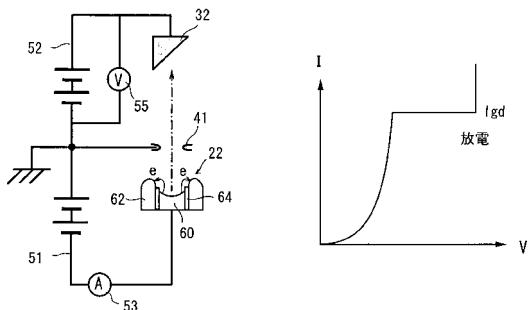
【図4】



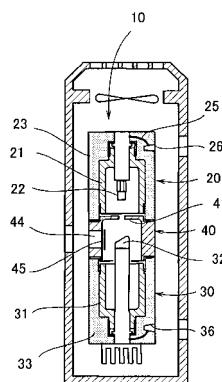
【図6】



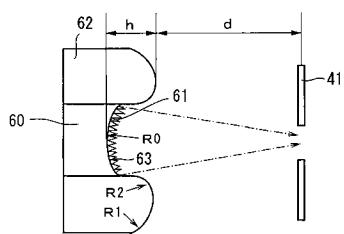
【図8】



【図9】



【図7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-252095(JP,A)
特開2001-23557(JP,A)
国際公開第2006/70586(WO,A1)
特開平7-29532(JP,A)
特開2001-15295(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 05 G 1 / 04