

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4834825号
(P4834825)

(45) 発行日 平成23年12月14日(2011.12.14)

(24) 登録日 平成23年10月7日(2011.10.7)

(51) Int. Cl.		F I			
GO 1 T	1/16	(2006.01)	GO 1 T	1/16	B
GO 1 T	1/167	(2006.01)	GO 1 T	1/167	C
GO 1 T	1/185	(2006.01)	GO 1 T	1/185	Z
GO 1 T	7/00	(2006.01)	GO 1 T	7/00	C

請求項の数 14 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2006-90295 (P2006-90295)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成18年3月29日(2006.3.29)	(73) 特許権者	505374783 独立行政法人日本原子力研究開発機構 茨城県那珂郡東海村村松4番地49
(65) 公開番号	特開2007-263804 (P2007-263804A)	(74) 代理人	100078765 弁理士 波多野 久
(43) 公開日	平成19年10月11日(2007.10.11)	(74) 代理人	100078802 弁理士 関口 俊三
審査請求日	平成20年2月4日(2008.2.4)	(72) 発明者	泉 幹雄 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】放射線測定装置及び放射線測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

放射線を放出する測定対象物を気体と共に収容する測定対象物収容部と、
前記測定対象物収容部から流出した前記気体中のイオンを収集するイオン収集部と、
前記イオン収集部の電極に電圧を印加する電源部と、
前記測定対象物収容部内の前記気体を前記イオン収集部に送ると共に、そのイオン収集部に送られた気体を前記測定対象物収容部に戻して前記気体を循環させる気体輸送部と、
前記イオン収集部で収集した前記イオンを電流として計測する電流計測部と、
前記測定対象物の形状と感度の補正係数との対応表を基に、前記測定対象物の形状に対応する補正係数を取得する補正係数取得部と、
前記電流計測部から出力される電流値を前記補正係数取得部から出力される前記補正係数で補正し、補正した電流値から前記測定対象物の放射線量を測定する電流補正部とを有することを特徴とする放射線測定装置。

【請求項2】

前記測定対象物収容部の内部に具備し、載置された前記測定対象物を回転させる回転テーブルと、
前記回転テーブルの回転を制御する回転制御部と、をさらに有し、
前記電流計測部は、前記イオン収集部で収集した前記イオンを、前記測定対象物の回転角に応じた電流として計測し、
前記電流補正部は、前記回転角に応じた電流を、前記補正係数取得部で取得した補正係

数でそれぞれ補正し、補正された電流値の回転角による変動を基に、前記感度の補正係数が適正であるか否かを判断することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線測定装置。

【請求項 3】

前記測定対象物を中心として回転し、前記測定対象物に対して前記気体を吹き付ける気体吹付部と、

前記気体吹付部の回転を制御する回転制御部と、をさらに有し、

前記電流計測部は、前記イオン収集部で収集した前記イオンを、前記測定対象物の吹き付け角に応じた電流として計測し、

前記電流補正部は、前記吹き付け角に応じた電流を、前記補正係数取得部で取得した補正係数でそれぞれ補正し、補正された電流値の吹き付け角による変動を基に、前記感度の補正係数が適正であるか否かを判断することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線測定装置。

10

【請求項 4】

放射線を放出する測定対象物を気体と共に収容する測定対象物収容部と、

前記測定対象物収容部から流出した前記気体中のイオンを収集するイオン収集部と、

前記イオン収集部の電極に電圧を印加する電源部と、

前記測定対象物収容部内の前記気体を前記イオン収集部に送ると共に、そのイオン収集部に送られた気体を前記測定対象物収容部に戻して前記気体を循環させる気体輸送部と、

前記イオン収集部で収集した前記イオンを電流として計測する電流計測部と、

前記測定対象物の帯電量と感度の補正係数との対応表を基に、前記測定対象物の帯電量に対応する感度の補正係数を取得する補正係数取得部と、

20

前記電流計測部から出力される電流値を前記補正係数取得部から出力される前記補正係数で補正し、補正した電流値から前記測定対象物の放射線量を測定する電流補正部とを有することを特徴とする放射線測定装置。

【請求項 5】

前記補正係数取得部は、前記測定対象物の帯電量に対応する感度を予め実測することで得られる前記測定対象物の帯電量と感度の補正係数との対応表を基に、前記測定対象物の帯電量に対応する感度の補正係数を取得することを特徴とする請求項 4 に記載の放射線測定装置。

【請求項 6】

30

放射線を放出する測定対象物を気体と共に収容する測定対象物収容部と、

前記測定対象物収容部から流出した前記気体中のイオンを収集するイオン収集部と、

前記イオン収集部の電極に電圧を印加する電源部と、

前記測定対象物収容部内の前記気体を前記イオン収集部に送ると共に、そのイオン収集部に送られた気体を前記測定対象物収容部に戻して前記気体を循環させる気体輸送部と、

前記気体の一部を入れ替える気体入替部と、

前記イオン収集部で収集した前記イオンを電流として計測する電流計測部と、

前記気体の割合と感度の補正係数との対応表を基に、前記割合に対応する補正係数を取得する補正係数取得部と、

前記電流計測部で計測した電流値を前記補正係数取得部から出力される補正係数で補正する電流補正部とを有することを特徴とする放射線測定装置。

40

【請求項 7】

前記気体入替部は、前記気体と比較して湿度の低い空気を前記測定対象物収容部の内部に注入することを特徴とする請求項 6 に記載の放射線測定装置。

【請求項 8】

放射線を放出する測定対象物を気体と共に収容する測定対象物収容部と、

前記測定対象物収容部から流出した前記気体中のイオンを収集する第 1 イオン収集部と、

、

前記第 1 イオン収集部の電極に電圧を印加する第 1 電源部と、

前記測定対象物収容部内の前記気体を前記第 1 イオン収集部に送ると共に、そのイオン

50

収集部に送られた気体を前記測定対象物収容部に戻して前記気体を循環させる気体輸送部と、

前記第 1 イオン収集部で収集した前記イオンを電流として計測する第 1 電流計測部と、
前記第 1 電源部の起動前に、前記気体中のイオンを収集する第 2 イオン収集部と、
前記第 1 電源部の起動前に、前記第 2 イオン収集部の電極に電圧を印加する第 2 電源部と、

前記第 1 電流計測部で計測した電流値から前記測定対象物の放射線量を測定する電流補正部とを有することを特徴とする放射線測定装置。

【請求項 9】

前記第 2 イオン収集部で収集した前記イオンを電流として計測する第 2 電流計測部と、
前記第 2 電流計測部で計測した電流を B G (Back Ground) イオンに起因する電流として評価する B G 電流評価部と、をさらに有し、

前記電流補正部は、前記電流値を前記 B G 電流評価部から出力される電流値で補正することを特徴とする請求項 8 に記載の放射線測定装置。

【請求項 10】

放射線を放出する測定対象物をアースするアース部と、
前記測定対象物を気体と共に収容する測定対象物収容部と、
前記測定対象物収容部から流出した前記気体中のイオンを収集する第 1 イオン収集部と

前記第 1 イオン収集部の電極に電圧を印加する第 1 電源部と、
前記測定対象物収容部の内部に具備し、前記測定対象物を電界シールドすると共に前記測定対象物収容部内のイオンを前記第 1 イオン収集部の方向に導く電界シールド部と、
前記測定対象物収容部の内部に具備し、前記電界シールド部の外側のイオンを収集する第 3 イオン収集部と、

前記第 3 イオン収集部の電極に電圧を印加する第 3 電源部と、
前記測定対象物収容部内の前記気体を前記第 1 イオン収集部に送ると共に、その第 1 イオン収集部に送られた気体を前記測定対象物収容部に戻して前記気体を循環させる気体輸送部と、

前記第 1 イオン収集部で収集した前記イオンを電流として計測する第 1 電流計測部と、
前記第 1 電流計測部で計測した電流値から前記測定対象物の放射線量を測定する電流補正部とを有することを特徴とする放射線測定装置。

【請求項 11】

前記第 3 イオン収集部を、前記測定対象物収容部の内部に具備し、前記電界シールド部の外側のイオンを収集する帯電物質とすることを特徴とする請求項 10 に記載の放射線測定装置。

【請求項 12】

放射線を放出する測定対象物を気体と共に収容する測定対象物収容部と、
前記測定対象物収容部から流出した前記気体中のイオンを収集するイオン収集部と、
前記イオン収集部の電極に電圧を印加する電源部と、
前記測定対象物収容部内の前記気体を前記イオン収集部に送ると共に、そのイオン収集部に送られた気体を前記測定対象物収容部に戻して前記気体を循環させる気体輸送部と、
前記測定対象物の放射線発生源を含む表面に対して前記気体を吹き付ける気体吹付部と

前記気体吹付部から吹き付ける気体の流速を制御する流速制御部と、
前記イオン収集部で収集した前記イオンを電流として計測する電流計測部と、
前記電流計測部で計測した電流値から前記測定対象物の放射線量を測定する電流補正部と、

前記気体吹付部から吹き付ける気体の流速と前記電流計測部で計測した電流値との関係から前記放射線の種類を弁別する放射線弁別部とを有することを特徴とする放射線測定装置。

10

20

30

40

50

【請求項 13】

放射線を放出する測定対象物を気体と共に收容する測定対象物收容部と、
前記測定対象物收容部から流出した前記気体中のイオンを収集する第1イオン収集部と、
前記第1イオン収集部の電極に電圧を印加する第1電源部と、
前記第1イオン収集部の下流側に、前記気体中のイオンを収集する第4イオン収集部と、
前記第4イオン収集部の電極に電圧を印加する第4電源部と、
前記測定対象物收容部内の前記気体を前記イオン収集部に送ると共に、そのイオン収集部に送られた気体を前記測定対象物收容部に戻して前記気体を循環させる一方、前記気体の循環を逆転させる気体輸送部と、
前記第1イオン収集部で収集した前記イオンを電流として計測する第1電流計測部と、
前記第1電流計測部で計測した電流値から前記測定対象物の放射線量を測定する電流補正部とを有することを特徴とする放射線測定装置。

10

【請求項 14】

放射線を放出する測定対象物を気体と共に測定対象物收容部に收容し、その測定対象物收容部からイオン収集部に送られた前記気体を、前記イオン収集部から前記測定対象物收容部に戻すことで循環流路を形成させ、前記イオン収集部で収集した前記気体中のイオンを電流として計測することで前記測定対象物の放射線量を測定する放射線測定方法において、

20

測定対象物の形状に対応する感度の補正係数を基に、前記測定対象物の形状に対応する感度の補正係数である形状/補正係数を取得する形状/補正係数取得工程と、

前記測定対象物が帯電しているか、又は、前記の測定対象物の帯電量が閾値以上である場合、前記測定対象物を除電する除電工程と、

前記測定対象物が帯電している場合、前記測定対象物の帯電量に対応する感度の補正係数である帯電量/補正係数を取得する帯電量/補正係数取得工程と、

前記気体の温度及び湿度のうち少なくとも一方に対応する感度の補正係数である温湿度/補正係数を取得する温湿度/補正係数取得工程と、

前記気体と比較して湿度の低い空気を注入して気体を入れ替える気体入替工程と、

前記空気の割合に対応する感度の補正係数である注入割合/補正係数を取得する注入割合/補正係数取得工程と、

30

前記測定対象物の回転角に応じて計測した電流値の変動が閾値未満の場合、前記形状/補正係数が適正であると判断する形状/補正係数適正判断工程と、

前記形状/補正係数が適正であると判断する場合、前記電流値を、前記形状/補正係数、前記帯電量/補正係数、前記温湿度/補正係数及び前記注入割合/補正係数によって補正することで、前記測定対象物の放射線量を測定することを特徴とする放射線測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射線による電離作用を利用して電流測定によって放射線を測定する放射線測定装置及び放射線測定方法に関する。

40

【背景技術】

【0002】

一般に、放射線測定装置及び放射線測定方法においては、廃棄物等の測定対象物から放出される放射線によってその近傍の気体が電離されてイオン対が生成されるが、そのイオンは数秒～数十秒の寿命をもち、その間は測定対象物の近傍に存在する。この生成されるイオンのイオン数を電流として計測すれば、放射線の強度を求めることができる。

【0003】

この原理を利用した放射線測定装置及び放射線測定方法の従来技術として、次に示すような文献が開示されている。

50

【特許文献1】特許第3408543号公報

【特許文献2】特開2003-337175号公報

【特許文献3】特開2003-194946号公報

【非特許文献1】内藤晋、佐野明、泉幹雄、他、「線の電離空気輸送型計測におけるイオン電流予測モデルの開発」日本原子力学会和文論文誌, Vol. 4, No. 1, pp. 7『2005』

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来技術の第1の課題は、測定対象物収容部に収容する測定対象物の形状や材質、又は設置されている場所の気体の状態によって計測されるイオン電流が変化する点である。つまり、測定対象物としてのパイプ内部に汚染がある場合、表面に汚染がある場合に比べてイオン収集部まで輸送されるイオン量が異なり、異なった電流として計測されてしまう。

10

【0005】

また、測定対象物が帯電する物質である場合、電離したイオンを吸着し、検出器まで輸送されるイオン量を減少させる。また、気体中にエアロゾルと一般に言われる汚染物質が浮遊しているが、その量によって、イオン消滅時間等が異なり、計測される電流が変化する。特に、汚染の検出の観点からは、イオン電流が減少する場合は汚染を見逃すことになるため適切な対策を講じることは必須である。

20

【0006】

従来技術の第2の課題は、イオン気体中のBG (Back Ground) イオンの量が変化することによって、検出できる汚染の最低量(下限値)が変化する点である。BGイオン量が変化する要因としては、気体中の放射性ガスであるラドン濃度の変化や、宇宙放射線の変動などが挙げられる。特に、ラドン濃度は、装置の設置位置や、雨等の天候に影響されて変動する。また、ラドン濃度は、汚染の考えられる施設では、ウラン等の核分裂物質からのラドンも増加する傾向にあると考えられ、その変動を抑えることは重要である。

【0007】

また、測定対象とする放射線が線や重荷電粒子の場合、電離したイオンの発生直後の数密度は非常に大きい。このため、イオン数密度の2乗に比例する正負イオンの再結合反応により、数割程度のイオンが発生直後に消滅する。よって、検出器まで輸送されるイオン量が減少し、計測電流の低下や揺らぎが発生することで、放射線の計測精度が低下することが従来技術の第3の課題となっている。

30

【0008】

さらに、放射線の種類(線、線及び線等)によって計測電流と放射線との関係は異なるため、精度よく放射線を測定するためには、放射線の種類を弁別することが必要である。しかしながら、計測電流のみからは放射線の種類の弁別ができないことが従来技術の第4の課題となっている。

【0009】

また、計測電流には、被検体からの放射線以外に自然放射線(ラドン、宇宙線及び環境線等)によって電離したBGイオンに起因する電流も含む。そのBGイオンが、計測におけるノイズとなり放射線の測定精度を低下させることが従来技術の第5の課題となっている。

40

【0010】

本発明は、上述した事情を考慮してなされたもので、正確に精度よく、効率的に測定対象物の放射線量の測定が行なえる放射線測定装置及び放射線測定方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明に係る放射線測定装置は、上述した課題を解決するために請求項1に記載したよ

50

うに、放射線を放出する測定対象物を気体と共に収容する測定対象物収容部と、前記測定対象物収容部から流出した前記気体中のイオンを収集するイオン収集部と、前記イオン収集部の電極に電圧を印加する電源部と、前記測定対象物収容部内の前記気体を前記イオン収集部に送ると共に、そのイオン収集部に送られた気体を前記測定対象物収容部に戻して前記気体を循環させる気体輸送部と、前記イオン収集部で収集した前記イオンを電流として計測する電流計測部と、前記測定対象物の形状と感度の補正係数との対応表を基に、前記測定対象物の形状に対応する補正係数を取得する補正係数取得部と、前記電流計測部から出力される電流値を前記補正係数取得部から出力される前記補正係数で補正し、補正した電流値から前記測定対象物の放射線量を測定する電流補正部とを有する。

【0012】

本発明に係る放射線測定装置は、上述した課題を解決するために請求項4に記載したように、放射線を放出する測定対象物を気体と共に収容する測定対象物収容部と、前記測定対象物収容部から流出した前記気体中のイオンを収集するイオン収集部と、前記イオン収集部の電極に電圧を印加する電源部と、前記測定対象物収容部内の前記気体を前記イオン収集部に送ると共に、そのイオン収集部に送られた気体を前記測定対象物収容部に戻して前記気体を循環させる気体輸送部と、前記イオン収集部で収集した前記イオンを電流として計測する電流計測部と、前記測定対象物の帯電量と感度の補正係数との対応表を基に、前記測定対象物の帯電量に対応する感度の補正係数を取得する補正係数取得部と、前記電流計測部から出力される電流値を前記補正係数取得部から出力される前記補正係数で補正し、補正した電流値から前記測定対象物の放射線量を測定する電流補正部とを有する。

【0016】

本発明に係る放射線測定装置は、上述した課題を解決するために請求項6に記載したように、放射線を放出する測定対象物を気体と共に収容する測定対象物収容部と、前記測定対象物収容部から流出した前記気体中のイオンを収集するイオン収集部と、前記イオン収集部の電極に電圧を印加する電源部と、前記測定対象物収容部内の前記気体を前記イオン収集部に送ると共に、そのイオン収集部に送られた気体を前記測定対象物収容部に戻して前記気体を循環させる気体輸送部と、前記気体の一部を入れ替える気体入替部と、前記イオン収集部で収集した前記イオンを電流として計測する電流計測部と、前記気体の割合と感度の補正係数との対応表を基に、前記割合に対応する補正係数を取得する補正係数取得部と、前記電流計測部で計測した電流値を前記補正係数取得部から出力される補正係数で補正する電流補正部とを有する。

【0017】

本発明に係る放射線測定装置は、上述した課題を解決するために請求項8に記載したように、放射線を放出する測定対象物を気体と共に収容する測定対象物収容部と、前記測定対象物収容部から流出した前記気体中のイオンを収集する第1イオン収集部と、前記第1イオン収集部の電極に電圧を印加する第1電源部と、前記測定対象物収容部内の前記気体を前記第1イオン収集部に送ると共に、そのイオン収集部に送られた気体を前記測定対象物収容部に戻して前記気体を循環させる気体輸送部と、前記第1イオン収集部で収集した前記イオンを電流として計測する第1電流計測部と、前記第1電源部の起動前に、前記気体中のイオンを収集する第2イオン収集部と、前記第1電源部の起動前に、前記第2イオン収集部の電極に電圧を印加する第2電源部と、前記第1電流計測部で計測した電流値から前記測定対象物の放射線量を測定する電流補正部とを有する。

【0018】

本発明に係る放射線測定装置は、上述した課題を解決するために請求項10に記載したように、放射線を放出する測定対象物をアースするアース部と、前記測定対象物を気体と共に収容する測定対象物収容部と、前記測定対象物収容部から流出した前記気体中のイオンを収集する第1イオン収集部と、前記第1イオン収集部の電極に電圧を印加する第1電源部と、前記測定対象物収容部の内部に具備し、前記所要の測定対象物を電界シールドすると共に前記測定対象物収容部内のイオンを前記第1イオン収集部の方向に導く電界シールド部と、前記測定対象物収容部の内部に具備し、前記電界シールド部の外側のイオンを

10

20

30

40

50

収集する第3イオン収集部と、前記第3イオン収集部の電極に電圧を印加する第3電源部と、前記測定対象物収容部内の前記気体を前記第1イオン収集部に送ると共に、その第1イオン収集部に送られた気体を前記測定対象物収容部に戻して前記気体を循環させる気体輸送部と、前記第1イオン収集部で収集した前記イオンを電流として計測する第1電流計測部と、前記第1電流計測部で計測した電流値から前記測定対象物の放射線量を測定する電流補正部とを有する。

【0019】

本発明に係る放射線測定装置は、上述した課題を解決するために請求項12に記載したように、放射線を放出する測定対象物を気体と共に収容する測定対象物収容部と、前記測定対象物収容部から流出した前記気体中のイオンを収集するイオン収集部と、前記イオン収集部の電極に電圧を印加する電源部と、前記測定対象物収容部内の前記気体を前記イオン収集部に送ると共に、そのイオン収集部に送られた気体を前記測定対象物収容部に戻して前記気体を循環させる気体輸送部と、前記測定対象物の放射線発生源を含む表面に対して前記気体を吹き付ける気体吹付部と、前記気体吹付部から吹き付ける気体の流速を制御する流速制御部と、前記イオン収集部で収集した前記イオンを電流として計測する電流計測部と、前記電流計測部で計測した電流値から前記測定対象物の放射線量を測定する電流補正部と、前記気体吹付部から吹き付ける気体の流速と前記電流計測部で計測した電流値との関係から前記放射線の種類を弁別する放射線弁別部とを有する。

【0021】

本発明に係る放射線測定装置は、上述した課題を解決するために請求項13に記載したように、放射線を放出する測定対象物を気体と共に収容する測定対象物収容部と、前記測定対象物収容部から流出した前記気体中のイオンを収集する第1イオン収集部と、前記第1イオン収集部の電極に電圧を印加する第1電源部と、前記第1イオン収集部の下流側に、前記気体中のイオンを収集する第4イオン収集部と、前記第4イオン収集部の電極に電圧を印加する第4電源部と、前記測定対象物収容部内の前記気体を前記イオン収集部に送ると共に、そのイオン収集部に送られた気体を前記測定対象物収容部に戻して前記気体を循環させる一方、前記気体の循環を逆転させる気体輸送部と、前記第1イオン収集部で収集した前記イオンを電流として計測する第1電流計測部と、前記第1電流計測部で計測した電流値から前記測定対象物の放射線量を測定する電流補正部とを有する。

【0022】

本発明に係る放射線測定方法は、上述した課題を解決するために請求項14に記載したように、放射線を放出する測定対象物を気体と共に測定対象物収容部に収容し、その測定対象物収容部からイオン収集部に送られた前記気体を、前記イオン収集部から前記測定対象物収容部に戻すことで循環流路を形成させ、前記イオン収集部で収集した前記気体中のイオンを電流として計測することで前記測定対象物の放射線量を測定する放射線測定方法において、測定対象物の形状に対応する感度の補正係数を基に、前記測定対象物の形状に対応する感度の補正係数である形状/補正係数を取得する形状/補正係数取得工程と、前記測定対象物が帯電しているか、又は、前記測定対象物の帯電量が閾値以上である場合、前記測定対象物を除電する除電工程と、前記測定対象物が帯電している場合、前記測定対象物の帯電量に対応する感度の補正係数である帯電量/補正係数を取得する帯電量/補正係数取得工程と、前記気体の温度及び湿度のうち少なくとも一方に対応する感度の補正係数である温湿度/補正係数を取得する温湿度/補正係数取得工程と、前記気体と比較して湿度の低い空気を注入して気体を入れ替える気体入替工程と、前記空気の割合に対応する感度の補正係数である注入割合/補正係数を取得する注入割合/補正係数取得工程と、前記測定対象物の回転角に応じて計測した電流値の変動が閾値未満の場合、前記形状/補正係数が適正であると判断する形状/補正係数適正判断工程と、前記形状/補正係数が適正であると判断する場合、前記電流値を、前記形状/補正係数、前記帯電量/補正係数、前記温湿度/補正係数及び前記注入割合/補正係数によって補正することで、前記測定対象物の放射線量を測定する。

【発明の効果】

【 0 0 2 3 】

本発明に係る放射線測定装置及び放射線測定方法によると、正確に精度よく、効率的に測定対象物の放射線量の測定が行なえる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 4 】

本発明に係る放射線測定装置及び放射線測定方法の実施形態について、添付図面を参照して説明する。

【 0 0 2 5 】

図 1 は、本発明に係る放射線測定装置の第 1 実施形態を示す概略図である。

【 0 0 2 6 】

図 1 は、放射線によって電離した比較的長寿命のイオンに対して間接的測定を行なう放射線測定装置 1 0 を示す。この放射線測定装置 1 0 は、放射線を放出する廃棄物（パイプ等）等の測定対象物 P をアルゴン、ヘリウム又は空気等の気体と共に内部に収容する測定対象物収容部 1 1 と、その測定対象物収容部 1 1 から流出した気体中のイオンを収集（検出）する第 1 イオン収集部 1 5 と、その第 1 イオン収集部 1 5 の電極（センサ）S a に電圧を印加する電源部としての第 1 高圧電源装置 1 7 と、測定対象物収容部 1 1 内の気体を第 1 イオン収集部 1 5 に送ると共に、第 1 イオン収集部 1 5 に送られた気体を測定対象物収容部 1 1 に戻して気体を循環させる気体輸送部としてのファン 2 0（2 0 a, 2 0 b）と、第 1 イオン収集部 1 5 で収集したイオンを電流として計測するエレクトロメータ等の第 1 電流計測部 2 1 と、その第 1 電流計測部 2 1 で計測した電流値を補正する電流補正部 2 2 とを有する。電流補正部 2 2 は、電流値から測定対象物 P の放射線量を測定する機能を有している。なお、放射線測定装置 1 0 には気体輸送部としてファンを 2 つ有するものとして説明するが、2 つに限定されるものではない。

【 0 0 2 7 】

また、放射線測定装置 1 0 には、測定対象物収容部 1 1 の気体流入側に連結しその測定対象物収容部内に気体を流入する気体流入部 2 3 と、測定対象物収容部 1 1 の気体流出側に連結しその測定対象物収容部 1 1 内の気体を流出する気体流出部としての気体収集ノズル 2 4 と、第 1 イオン収集部 1 5 を通過した気体の径路に備えたバッファータンク 2 5（2 5 a, 2 5 b）と、気体径路 3 2（3 2 a, 3 2 b）と、気体から微粒子を除去して気体全体を浄化する気体全体浄化部、例えばフィルタ 3 3（3 3 a, 3 3 b）と、電気的手段等を用いて気体中の微粒子を捕集して気体の一部を浄化する気体一部浄化部、例えば気体清浄装置 3 4 とが具備される。

【 0 0 2 8 】

ここで、同一放射線量に対する第 1 電流計測部 2 1 の出力電流を表す感度は、測定対象物 P の形状（収容方向）の影響を受ける。よって、放射線測定装置 1 0 は、測定対象物 P の形状によって感度を補正するための第 1 の構成要素を有する。

【 0 0 2 9 】

（第 1 の構成要素）

正確に精度よく測定対象物 P の放射線量を測定することを目的とした第 1 の構成要素として、放射線測定装置 1 0 には、測定対象物 P の形状に対応する感度の補正係数を取得する形状 / 補正係数取得部 3 8 を有する。

【 0 0 3 0 】

ここで、形状 / 補正係数取得部 3 8 は、測定対象物 P を形状によって電離するイオンのイオン量（イオン発生効率）を推定する。例えば、測定対象物 P としてのパイプ内に放射能による汚染がある場合、線の飛ぶ距離（飛程）は、1 気圧中では数 c m であり、その飛程よりパイプの径が細ければ、線はパイプの内壁に衝突してエネルギーを消費するため、周辺の気体を電離する割合は減少する。つまり、測定対象物 P の形状によって電離するイオン量を推定することができる。

【 0 0 3 1 】

一方、比較的長いパイプの中に汚染がある場合では、パイプ内のイオンが速やかにパイ

10

20

30

40

50

外部に出なければ、第1イオン収集部15に到達するまでの途中で損失するイオンの割合が増え、第1イオン収集部15で収集するイオン量が減少する。つまり、測定対象物Pの形状によってイオンの輸送効率が異なり、その輸送効率に伴ってイオン量が変化するので、測定対象物Pの形状によって電離するイオン量を推定することができる。

【0032】

図2は、パイプ形状の測定対象物Pに対する感度の変化の一例をグラフとして示す図である。

【0033】

図2のグラフに示したように、測定対象物Pの形状と感度とを対応させた対応表を予め放射線測定装置10に内蔵した、又は、外部接続された記憶装置(図示しない)に記録しておく。図1に示した形状/補正係数取得部38は、対応表を基に、オペレータが入力する測定対象物Pの形状に対応する感度の補正係数を取得する。

10

【0034】

また、例えば、放射線測定装置10に内蔵した、又は、外部接続された記憶装置(図示しない)に、形状によって定まるイオン収集効率及び電離空間(線源効率)の組み合わせと感度の補正係数との対応表を予め記憶させ、形状/補正係数取得部38は、対応表を基に、オペレータが入力する測定対象物Pの形状に対応する感度の補正係数を取得する。

【0035】

図3は、イオン収集効率及び電離空間(線源効率)の組み合わせと感度の補正係数との対応表の一例を示す図である。

20

【0036】

図3に示したように、イオン収集効率及び電離空間(線源効率)の組み合わせによって測定対象物Pを数種類の類型に分ける。ここでは、イオン収集効率及び電離空間(線源効率)の組み合わせによって、測定対象物Pを4つの類型(類型A、B、C及びD)に分け、類型毎に感度の補正係数を設定するものである。ここで、電離空間は、線が電離できる空間を指す。

【0037】

また、図1に示した放射線測定装置10に第1の構成要素を有する場合、放射線測定装置10に、測定対象物収容部11内に具備し、載置された測定対象物Pを回転させる回転テーブル39と、この回転テーブル39の回転を制御する回転制御部40とを有してもよい。その場合、第1電流計測部21は、測定対象物Pの回転角に応じた電流を計測する。次いで、電流補正部22は、回転角に応じた電流を、形状/補正係数取得部38で取得した補正係数でそれぞれ補正し、補正された電流値の回転角による変動を基に、感度の補正係数、すなわち、オペレータによって入力された測定対象物Pの形状が適正であるか否かをオペレータに通知する。よって、オペレータは、入力した測定対象物の形状が適正であったか否かを判断できる。

30

【0038】

図4は、パイプ状の測定対象物Pの回転角に対する電流の変化の一例をグラフとして示す図である。

【0039】

パイプ内に汚染がある場合は、図4に示したグラフのように、パイプの回転角によって計測される電流が大きく変化する。つまり、回転によってイオン電流が変化するものは、形状に依存して電離するイオン量が変化するものと判断できる。回転テーブル39の回転に応じて計測される電流の変動が大きい場合、形状に依存して計測イオン量の感度が変化するものと判断できる。よって、電流補正部22は、第1電流計測部21で計測した電流値を、形状/補正係数取得部38で取得した補正係数で補正し、補正された電流値の回転角による変動が閾値未満であるか否かを判断することによって、オペレータによって入力された測定対象物Pの形状が適正であるか否かを判断する。

40

【0040】

なお、図1に示した回転テーブル39及び回転制御部40に替えて、測定対象物収容部

50

1 1 内の測定対象物 P を中心に回転し、測定対象物 P に対して種々の方向から気体を吹き付ける気体吹付部（図示しない）と、その気体吹付部の回転を制御する回転制御部とを有してもよい。その場合、第 1 電流計測部 2 1 は、吹き付け方向に応じた電流を計測する。次いで、電流補正部 2 2 は、吹き付け方向に応じた電流値を、形状 / 補正係数取得部 3 8 で取得した補正係数でそれぞれ補正し、補正された電流値の回転角による変動を基に、感度の補正係数、すなわち、オペレータによって入力された測定対象物 P の形状が適正であるか否かをオペレータに通知する。

【 0 0 4 1 】

このように、放射線測定装置 1 0 に第 1 の構成要素としての形状 / 補正係数取得部 3 8 を有する場合、電流補正部 2 2 が第 1 電流計測部 2 1 で計測した電流値を、形状 / 補正係数取得部 3 8 から出力した補正係数で補正することで、正確に精度よく測定対象物 P の放射線量を測定できる。

10

【 0 0 4 2 】

（第 2 の構成要素）

正確に精度よく測定対象物 P の放射線量を測定することを目的とした第 2 の構成要素として、放射線測定装置 1 0 には、測定対象物 P の帯電状態、すなわち、測定対象物 P の帯電の有無、又は、測定対象物 P の帯電の閾値以上若しくは未満を判断する帯電状態判断部 4 2 と、基準となる汚染源又はイオン発生源の電流の減少割合で測定対象物 P の帯電が感度に影響するか否かを判断し、測定対象物 P の帯電量に対応する感度の補正係数を取得する帯電量 / 補正係数取得部 4 3 とを有する。例えば、放射線測定装置 1 0 に内蔵した、又は、外部接続された記憶装置に、数種の帯電量に対応する感度を予め実測することで得られる数種の帯電量と感度の補正係数との対応表を予め記憶させ、帯電量 / 補正係数取得部 4 3 は、対応表を基に補正係数を取得する。

20

【 0 0 4 3 】

ラドンが 線を放出して娘核種（放射性核種が放射線を出して崩壊し、新しく生まれた核種が放射能をもっているもの）に壊変する場合、 線は正の電荷を有するため娘核種は一般に負の電荷を帯び、周辺の粉塵（又はエアロゾル）に付着し、帯電した粉塵が生成され、イオンとして計測される。よって、帯電量 / 補正係数取得部 4 3 は、帯電した粉塵の成分を補正するものである。

【 0 0 4 4 】

また、放射線測定装置 1 0 に第 2 の構成要素を有する場合、放射線測定装置 1 0 に、測定対象物 P の帯電量を測定する電位測定部 4 4、例えば測定対象物 P の表面電位を測定する表面電位計 4 4 a を具備してもよい。

30

【 0 0 4 5 】

帯電状態判断部 4 2 は、表面電位計 4 4 a 等による直接の計測結果を基に測定対象物 P の帯電の有無、又は、測定対象物 P の帯電量が閾値以上若しくは未満を判断する。また、帯電状態判断部 4 2 は、測定対象物 P の材質から測定対象物 P の帯電の有無、又は、測定対象物 P の帯電量の閾値以上若しくは未満を判断してもよい。さらに、測定対象物 P を測定対象物収容部 1 1 に収容する前に実測した電流値を記録しておき、測定対象物 P の収容後に計測した電流の減少割合によって、帯電状態判断部 4 2 は、測定対象物 P の帯電の有無、又は、測定対象物 P の帯電量の閾値以上若しくは未満を判断してもよい。

40

【 0 0 4 6 】

帯電状態判断部 4 2 で測定対象物 P が帯電する物質であると判断された場合や、直接の測定結果を基に測定対象物 P が帯電していると判断された場合は、例えば、表示装置（図示しない）に表示を行なって、オペレータに対して測定対象物 P の除電が必要である旨の提供を行なう。測定対象物 P の除電が必要である旨の提供がされると、ユーザは、放射線測定前に予め一般的な除電スプレーや水による測定対象物 P の洗浄等を行なう。測定対象物 P の表面電位が 0 V（ゼロボルト）となった後、又は、表面電位が閾値未満になった後、測定対象物収容部 1 1 に測定対象物 P を収容して放射線測定を行なう。

【 0 0 4 7 】

50

また、帯電状態判断部 4 2 を有さない場合、あるいは、帯電状態判断部 4 2 を有する場合であっても、網状の導電シート又は薄膜の導電シートを予め測定対象物 P 表面に巻きつけ、その網状の導電シートを 0 V にした後に測定を行なってもよい。

【 0 0 4 8 】

図 5 は、測定対象物 P の内表面に巻きつける導電シートの構成例を示す横断面図である。

【 0 0 4 9 】

図 5 に示した測定対象物 P であるパイプ内壁を覆うように網状導電シート 4 5 を巻きつけ、その網状導電シート 4 5 をアース部 4 6 に接続する。この構成では、パイプ内壁の付着した放射能からの放射線、例えば 線は、網の隙間から網状導電シート 4 5 内部に飛び込む。よって、測定対象物 P が帯電していたとしても、網状導電シート 4 5 でパイプ内壁はシールドされるため、パイプ内部で電離したイオンは、パイプ内部を流れる気体によって速やかにパイプ外部に取り出すことが可能となる。

【 0 0 5 0 】

このように、図 1 に示した放射線測定装置 1 0 に第 2 の構成要素としての帯電状態判断部 4 2 及び帯電量 / 補正係数取得部 4 3 を有する場合、電流補正部 2 2 が第 1 電流計測部 2 1 で計測した電流値を、帯電量 / 補正係数取得部 4 3 から出力した補正係数で補正することで、正確に精度よく測定対象物 P の放射線量を測定できる。

【 0 0 5 1 】

(第 3 の構成要素)

正確に精度よく、効率的に測定対象物 P の放射線量を測定することを目的とした第 3 の構成要素として、放射線測定装置 1 0 には、循環流路内の気体の温度及び湿度のうち少なくとも一方を制御する温湿度制御部 4 7 と、循環流路内の気体の温度に対応する感度の補正係数と湿度に対応する感度の補正係数とを取得する温湿度 / 補正係数取得部 4 8 とを有する。例えば、放射線測定装置 1 0 に内蔵した、又は、外部接続された記憶装置 (図示しない) に、循環流路内の気体の温度と感度の補正係数との対応表を予め記憶させ、温湿度 / 補正係数取得部 4 8 は、対応表を基に測定対象物 P の補正係数を取得する。また、例えば、放射線測定装置 1 0 に内蔵した、又は、外部接続された記憶装置 (図示しない) に、循環流路内の気体の湿度と感度の補正係数との対応表を予め記憶させ、温湿度 / 補正係数取得部 4 8 は、対応表を基に測定対象物 P の補正係数を取得する。なお、図 1 では、温湿度制御部 4 7 をバッファータンク 2 5 b 内に有しているが、温湿度制御部 4 7 は気体の循環流路内のどこに有してもよい。

【 0 0 5 2 】

循環流路内の気体が低湿度の場合、気体と構造材との摩擦等により気体中の帯電量が増加したりすること等があるので、温湿度制御部 4 7 は、気体中の B G (Back Ground) イオンが最も少なくなる気体の温湿度条件に設定する。B G イオンとしては、宇宙線によって電離した宇宙線寄与イオンや、気体中に浮遊するラドンとその娘核種から放出される線によって電離したラドン寄与イオン等が挙げられる。

【 0 0 5 3 】

図 6 は、気体中の温度又は湿度と、イオンの検出下限 (B q) との関係を図として示す図である。

【 0 0 5 4 】

図 6 (a) の 3 2 におけるプロットは、気体の温度が 3 2 の場合であって、気体の湿度と気体中のラドン濃度とを変化させたときの検出下限の平均を示すものである一方、3 4 におけるプロットは、気体の温度が 3 4 の場合であって、気体の湿度と気体中のラドン濃度とを変化させたときの検出下限の平均を示すものである。このグラフから、気体の温度が比較的低い 3 2 の方が 3 4 よりイオンの検出下限が優れていることが分かる。

【 0 0 5 5 】

また、図 6 (b) の 4 0 % におけるプロットは、気体の湿度が 4 0 % の場合であって、

気体の温度と気体中のラドン濃度とを変化させたときの検出下限の平均を示すものである一方、70%におけるプロットは、気体の湿度が70%の場合であって、気体の温度と気体中のラドン濃度とを変化させたときの検出下限の平均を示すものである。このグラフから、気体の湿度が比較的低い40%の方が70%よりイオンの検出下限が優れていることが分かる。

【0056】

このように、放射線測定装置10に第3の構成要素としての温湿度制御部47及び温湿度/補正係数取得部48を有し、気体の温度及び湿度を比較的低く制御する場合、電流補正部22が第1電流計測部21で計測した電流値を、温湿度/補正係数取得部48から出力した補正係数で補正することで、正確に精度よく、効率的に測定対象物Pの放射線量を測定できる。

10

【0057】

また、測定対象物Pを収容した測定対象物収容部11内の気体には、測定対象物Pに付着した放射線量に応じて電離した計測対象のイオン(計測対象イオン)の他、BGイオンが存在する。

【0058】

これらイオンは第1イオン収集部15で収集され、第1電流計測部21で電流として計測されるが、計測電流にはBGイオンに起因するBG電流が含まれている。よって、測定対象物Pを測定対象物収容部11に収容する前にBG電流を計測しておき、計測電流からBG電流を差分するデータ処理を行なうことで、計測電流から計測対象イオンのみに起因する計測対象の電流(計測対象電流)を取得する。

20

【0059】

しかし、第1電流計測部21で電流の計測を行なう前に、その都度、BG電流を計測するとなると、1回の放射線測定で2度のイオン収集・電流計測を行なう必要がある。そこで一般的には、あるタイミングで1度BG電流を計測し、そのBG電流値を代表値として、その後第1電流計測部21で計測される各電流値から代表値をそれぞれ差分するデータ処理を行なう。なお、代表値としてのBG電流値は、定期又は不定期に更新される。

【0060】

BG電流値の代表値を用いる場合、正確に精度よく測定対象物Pの放射線量を測定するために、放射線測定装置10は、各電流値から差分するBG電流値が代表値として適切なものであるかを適宜確認する、後述する第7の構成要素を有する。

30

【0061】

また、各電流値から差分するBG電流値が代表値として適切なものである必要があるが、気体中にBGイオンが比較的多く含まれている場合、BGイオンに起因するBG電流の変動が大きくなり第1電流計測部21で行なう計測への影響が大きくなる。よって、各電流値から差分するBG電流値が代表値として適切なものであるためには、計測電流中の計測対象電流とBG電流との関係は、計測対象電流に対してBG電流が小さいほどよい。すなわち、第1電流計測部21で計測を行なう際、気体中のBGイオンが少ない方が望ましい。そこで、放射線測定装置10には、気体中のBGイオンを低減させる第4乃至第7の構成要素を有する。

40

【0062】

(第4の構成要素)

正確に精度よく、効率的に測定対象物Pの放射線量を測定することを目的とした第4の構成要素として、放射線測定装置10には、気体中の放射性ガスを捕集する放射性ガス捕集部、例えば活性炭51を有する。なお、図1では、活性炭51をバッファータンク25b内に有しているが、活性炭51は気体の循環流路内のどこに有してもよい。また、放射性ガス捕集部は、電界を捕集する電界捕集部であってもよい。

【0063】

活性炭51は、循環流路内の気体中のラドンを捕集し、BGイオンとしてのラドン寄与イオンを低減させる。一方、活性炭51は、測定対象物Pに付着したウラン等が壊変して

50

生成されるラドンも吸着でき、計測中の測定対象物収容部 11 内のラドンの蓄積を防止する機能も有している。

【0064】

このように、放射線測定装置 10 に第 4 の構成要素としての活性炭 51 を有する場合、第 1 電流計測部 21 で計測した電流値を基に、正確に精度よく、効率的に測定対象物 P の放射線量を測定できる。

【0065】

(第 5 の構成要素)

正確に精度よく、効率的に測定対象物 P の放射線量を測定することを目的とした第 5 の構成要素として、放射線測定装置 10 には、循環流路内の気体と比較して同等の温度であって湿度の低い空気(乾燥空気)を測定対象物収容部 11 の内部に注入して循環流路内の気体を入れ替える気体入替部 53 と、その気体入替部 53 から注入した空気の循環流路内に占める割合に対応する感度の補正係数を取得する注入割合/補正係数取得部 54 とを有する。例えば、放射線測定装置 10 に内蔵した、又は、外部接続された記憶装置(図示しない)に、注入した空気の循環流路内に占める割合と感度の補正係数との対応表を予め記憶させ、注入割合/補正係数取得部 54 は、対応表を基に測定対象物 P の補正係数を取得する。なお、図 1 では、気体入替部 53 からの空気を測定対象物収容部 11 の内部に注入するように気体入替部 53 を有しているが、気体入替部 53 は気体の循環流路内のどこに有してもよい。

10

【0066】

図 7 は、循環流路内の空気の温度、湿度及び BG 電流値の時系列の推移をグラフとして示す図である。

20

【0067】

このグラフによると、時刻 18:05 から 19:00 までの間、入れ替えた空気の循環流路内に占める割合が 50% となるように、気体入替部 53 から測定対象物収容部 11 の内部に、気体と比較して同等の温度である乾燥空気を注入している。時刻 18:05 から 19:00 までの間、循環流路内の気体の温度は約 29℃ に維持され、湿度は約 9% (17% - 8%) 減少され、また、BG 電流値が約 100 fA (680 fA - 580 fA) 減少している。このグラフから、気体の湿度が比較的低い方が BG 電流の低減に優れていることが分かる。

30

【0068】

このように、放射線測定装置 10 に第 5 の構成要素としての気体入替部 53 及び注入割合/補正係数取得部 54 を有し、注入した空気の循環流路内に占める割合を増加させる場合、電流補正部 22 が第 1 電流計測部 21 で計測した電流値を、注入割合/補正係数取得部 54 から出力した補正係数で補正することで、正確に精度よく、効率的に測定対象物 P の放射線量を測定できる。

【0069】

(第 6 の構成要素)

正確に精度よく、効率的に測定対象物 P の放射線量を測定することを目的とした第 6 の構成要素として、放射線測定装置 10 には、第 1 イオン収集部 15 でイオン収集前の気体中のイオンを収集する第 2 イオン収集部 55 と、その第 2 イオン収集部 55 の電極 S b に電圧を印加する電源部としての第 2 高圧電源装置 56 とを有する。

40

【0070】

ラドンが α 線を放出して娘核種に壊変する場合、α 線は正の電荷を有するため娘核種は一般に負の電荷を帯び、周辺の粉塵に付着し、帯電した粉塵が生成されてイオンとして計測される。よって、これらラドンが崩壊した後に帯電した娘核種を予め第 2 イオン収集部 55 で収集することで、第 1 イオン収集部 15 でイオン収集する際の気体中の BG イオンを低減させる。すなわち、第 1 イオン収集部 15 用の第 1 高圧電源装置 17 は、第 2 イオン収集部 55 用の第 2 高圧電源装置 56 の電源が所定の電圧に設定された後に起動することで、第 1 イオン収集部 15 への娘核種の付着を抑制できる。

50

【 0 0 7 1 】

このように、放射線測定装置 1 0 に第 6 の構成要素としての第 2 イオン収集部 5 5 及び第 2 高圧電源装置 5 6 を有する場合、第 1 電流計測部 2 1 で計測した電流値を基に、正確に精度よく、効率的に測定対象物 P の放射線量を測定できる。

【 0 0 7 2 】

(第 7 の構成要素)

正確に精度よく、効率的に測定対象物 P の放射線量を測定することを目的とした第 7 の構成要素として、放射線測定装置 1 0 には、測定対象物 P の収容前に第 2 イオン収集部 5 5 で収集した B G イオンを B G 電流として計測するエレクトロメータ等の第 2 電流計測部 5 7 と、その第 2 電流計測部 5 7 の出力を基に B G 電流の変動を評価し、その評価によつて適正な B G 電流を電流補正部 2 2 に提供する B G 電流評価部 5 8 とを有する。

10

【 0 0 7 3 】

このように、放射線測定装置 1 0 に第 7 の構成要素としての第 2 電流計測部 5 7 及び B G 電流評価部 5 8 を有する場合、電流補正部 2 2 は、第 1 電流計測部 2 1 で計測した電流値を、B G 電流評価部 5 8 から出力した電流値で補正することで、正確に精度よく、効率的に測定対象物 P の放射線量を測定できる。

【 0 0 7 4 】

なお、正確に精度よく、効率的に測定対象物 P の放射線量を測定する目的を達成するためには、放射線測定装置 1 0 には第 1 乃至第 6 の構成要素のうち少なくとも一構成要素を有すればよい。また、第 6 の構成要素を有する場合は、第 7 の構成要素を有してもよい。しかし、上述した目的を達成するためには図 1 に示した放射線測定装置 1 0 のように、第 1 乃至第 7 の構成要素を全て有することが好適であるので、以下の説明では、放射線測定装置 1 0 に第 1 乃至第 7 の構成要素を全て有する場合を例にとって説明する。

20

【 0 0 7 5 】

すなわち、放射線測定装置 1 0 は、ファン 2 0 a , 2 0 b によって測定対象物収容部 1 1 内の気体が気体収集ノズル 2 4 から、気体径路 3 2 a、第 1 イオン収集部 1 5、バッファータンク 2 5 a、ファン 2 0 a、フィルタ 3 3 a、気体径路 3 2 b、バッファータンク 2 5 b、ファン 2 0 b、第 2 イオン収集部 5 5、気体流入部 2 3、フィルタ 3 3 b を順に介して再び測定対象物収容部 1 1 に戻る気体の循環流路を形成するものとする。

【 0 0 7 6 】

また、C P U (Central Processing Unit、図示しない) が記憶装置 (図示しない) に内蔵したプログラムを実行することによって、第 1 電流計測部 2 1、電流補正部 2 2、形状 / 補正係数取得部 3 8、回転制御部 4 0、帯電物質判断部 4 2、帯電量 / 補正係数取得部 4 3、温湿度制御部 4 7、温湿度 / 補正係数取得部 4 8、注入割合 / 補正係数取得部 5 4、第 2 電流計測部 5 7 及び B G 電流評価部 5 8 として機能するものとするが、各構成部の全部又は一部は特定の回路としてもよい。さらに、第 1 イオン収集部 1 5、第 1 高圧電源装置 1 7、ファン 2 0 a , 2 0 b、気体清浄装置 3 4、気体入替部 5 3、第 2 イオン収集部 5 5 及び第 2 高圧電源装置 5 6 は、C P U によって動作を制御されるものであってもよい。

30

【 0 0 7 7 】

続いて、本発明に係る放射線測定方法について、図 8 に示すフローチャートを用いて説明する。なお、図中の「S」に数字を付した符号はフローチャートの各ステップを示す。

40

【 0 0 7 8 】

まず、オペレータによって選定された測定対象物 P の形状が放射線測定装置 1 0 に入力されると、放射線測定装置 1 0 に有する第 1 の構成要素としての形状 / 補正係数取得部 3 8 が機能する (ステップ S 1)。形状 / 補正係数取得部 3 8 は、図 2 又は図 3 に示した対応表から、測定対象物 P の形状に対応する感度の補正係数を取得する。

【 0 0 7 9 】

また、放射線測定装置 1 0 に有する第 2 の構成要素としての帯電状態判断部 4 2 及び帯電量 / 補正係数取得部 4 3 が機能する (ステップ S 2)。表面電位計 4 4 a によって計測

50

された表面電位等によって、帯電状態判断部 4 2 は、測定対象物 P が帯電しているか否かを判断する（ステップ S 2 - 1）。ステップ S 2 - 1 の判断にて Yes、すなわち、測定対象物 P が帯電していると判断された場合、帯電状態判断部 4 2 は、測定対象物 P の帯電量が閾値以上であるか否かを判断する（ステップ S 2 - 2）。ステップ S 2 - 2 の判断にて Yes、すなわち、測定対象物 P の帯電量が閾値以上であると判断された場合、測定対象物 P の除電を行なって（ステップ S 2 - 3）、帯電状態判断部 4 2 は、再び、測定対象物 P が帯電しているか否かを判断する（ステップ S 2 - 1）。測定対象物 P の除電は、一般的な除電部、例えば除電スプレーや水スプレーによって測定対象物 P の洗浄等を行なう。また、除電の代わりに、図 5 に示したように、網状の導電シート又は薄膜の導電シートを測定対象物 P 表面に巻きつけ、その網状の導電シートを 0 V 又は閾値未満にした後に放射線測定を行なってもよい。

10

【 0 0 8 0 】

一方、ステップ S 2 - 1 の判断にて No、すなわち、測定対象物 P が帯電していないと判断された場合、ステップ S 3 に進む。また、ステップ S 2 - 2 の判断にて No、すなわち、測定対象物 P の帯電量が閾値未満と判断された場合、帯電量 / 補正係数取得部 4 3 は、測定対象物 P の帯電量に対応する感度の補正係数を取得して（ステップ S 2 - 4）、ステップ S 3 に進む。

【 0 0 8 1 】

加えて、放射線測定装置 1 0 の測定対象物収容部 1 1 内に気体を収容し、ファン 2 0 a、2 0 b を稼働させることで、測定対象物収容部 1 1 内の気体が、気体収集ノズル 2 4 から、気体径路 3 2 a、第 1 イオン収集部 1 5、バッファータンク 2 5 a、ファン 2 0 a、フィルタ 3 3 a、気体径路 3 2 b、バッファータンク 2 5 b、ファン 2 0 b、第 2 イオン収集部 5 5、気体流入部 2 3、フィルタ 3 3 b を順に介して再び測定対象物収容部 1 1 に戻る。ここで、フィルタ 3 3 a、3 3 b 及び気体清浄装置 3 4 が機能する。放射線測定装置 1 0 に循環気体全体を浄化するフィルタ 3 3 a、3 3 b と、気体の一部をサンプリングして浄化する気体清浄装置 3 4 とによって、循環する気体量を確保しながら循環気体を一定の清浄度に維持させる。

20

【 0 0 8 2 】

さらに、放射線測定装置 1 0 に有する第 3 の構成要素としての温湿度制御部 4 7 及び温湿度 / 補正係数取得部 4 8 が機能する（ステップ S 3）。温湿度制御部 4 7 は、循環流路内の気体及び湿度を、イオンの検出下限に優れた条件に維持する。また、温湿度 / 補正係数取得部 4 8 は、循環流路内の気体及び湿度に対応する感度の補正係数を取得する。

30

【 0 0 8 3 】

また、放射線測定装置 1 0 に有する第 4 の構成要素としての活性炭 5 1 が機能する（ステップ S 4）。活性炭 5 1 は、循環流路内の気体中のラドンを捕集し、BG イオンとしてのラドン寄与イオンを低減させる。一方、活性炭 5 1 は、測定対象物 P の収容後、測定対象物 P に付着したウラン等が壊変して生成されるラドンも吸着する。

【 0 0 8 4 】

加えて、放射線測定装置 1 0 に有する第 5 の構成要素としての気体入替部 5 3 及び注入割合 / 補正係数取得部 5 4 が機能する（ステップ S 5）。気体入替部 5 3 は、気体と比較して湿度の低い空気（乾燥空気）を測定対象物収容部 1 1 の内部に注入して気体を入れ替える。また、注入割合 / 補正係数取得部 5 4 は、入れ替えられた空気の割合に対応する感度の補正係数を取得する。

40

【 0 0 8 5 】

次いで、ステップ S 5 の動作から所要時間経過後、第 1 イオン収集部 1 5 用の第 1 高压電源装置 1 7 の静止状態において、放射線測定装置 1 0 に有する第 6 の構成要素としての第 2 イオン収集部 5 5 及び第 2 高压電源装置 5 6 が機能し、第 2 イオン収集部 5 5 用の第 2 高压電源装置 5 6 を起動する（ステップ S 6）。第 2 イオン収集部 5 5 は気体中のイオンの収集を行なう。このイオン収集工程では、第 2 高压電源装置 5 6 によって第 2 イオン収集部 5 5 の電極 S b に電圧が印加され、第 2 イオン収集部 5 5 は、ファン 2 0 b から送

50

られた気体中のイオンをBGイオンとして電界によって収集する。

【0086】

次いで、放射線測定装置10の測定対象物収容部11内の回転テーブル39上にパイプ等の測定対象物Pを載置して、測定対象物収容部11内部に測定対象物Pを収容する(ステップS7)。

【0087】

第2イオン収集部55用の第2高圧電源装置56が所定の電圧に設定された後、第1イオン収集部15用の第1高圧電源装置17を起動することで(ステップS8)、第1イオン収集部15は、イオンの収集を行なう。このイオン収集工程では、第1高圧電源装置17によって第1イオン収集部15の電極Saに電圧が印加され、第1イオン収集部15は、気体収集ノズル24から送られた気体中のイオンを電界によって収集する。気体中には、計測対象イオンの他、BGイオンが存在する。よって、第1イオン収集部15で収集するイオンには、計測対象イオンとBGイオンが含まれている。しかし、前述したように、放射線測定装置10に第2イオン収集部55を有する場合、気体中のBGイオンが第2イオン収集部55によって予め収集されているので、第1イオン収集部15の電極Saに対する娘核種の付着が低減されている。

10

【0088】

第1電流計測部21は、第1イオン収集部15で収集したイオンの電流としての計測を開始する(ステップS9)。

【0089】

電流の計測中、放射線測定装置10に有する第1の構成要素としての形状/補正係数取得部38と、回転テーブル39及び回転制御部40とが機能する(ステップS10)。まず、回転制御部40から発する駆動信号によって測定対象物Pを載置した回転テーブル39を回転させる(ステップS10-1)。電流補正部22は、第1電流計測部21で計測した電流値を、ステップS1で取得した(又は、ステップS10-4で再取得した)補正係数で補正し、補正された電流の回転角による変動が閾値以上であるか否かを判断する(ステップS10-2)。

20

【0090】

ステップS10-2にて、Yes、すなわち、補正された電流値の回転角による変動が閾値以上であると判断された場合、オペレータによって入力された測定対象物Pの形状が適正でないことをオペレータに通知する(ステップS10-3)。オペレータは、測定対象物Pの形状を入力し、図2又は図3に示した対応表から、測定対象物Pの形状に対応する感度の補正係数を再取得して(ステップS10-4)、ステップS10-1に戻る。

30

【0091】

一方、ステップS10-2にて、No、すなわち、補正された電流値の回転角による変動が閾値未満であると判断された場合、測定対象物Pの形状に対応する感度の補正係数を確定する(ステップS10-5)。

【0092】

よって、図1に示した回転テーブル39を有する場合、形状/補正係数取得部38は、ステップS1でオペレータが手動で入力した形状が妥当であるか否かを確認できる。また、手動で入力した形状と、予め記憶された対応表の回転角に対する形状が異なる場合は適正な形状を再び入力し、感度の補正係数を修正できる。

40

【0093】

次いで、放射線測定装置10に有する第7の構成要素としての第2電流計測部57及びBG電流評価部58が機能する(ステップS11)。まず、第2電流計測部57は、第2イオン収集部55で、測定対象物Pが収容された以降に収集したイオンを電流として計測する(ステップS11-1)。BG電流評価部58は、第2電流計測部57の出力を基にBG電流を評価する(ステップS11-2)。ここで、測定対象物Pが収容された以降に測定対象物収容部11内で電離した計測対象イオンの殆どは、測定対象物収容部11の直後に接続される第1イオン収集部15で収集される。一方、第1イオン収集部15と第2

50

イオン収集部 5 5 との間で電離した残りの B G イオンは第 2 イオン収集部 5 5 で収集される。よって、第 2 イオン収集部 5 5 で収集される B G イオンは単位体積当たり一定量であると仮定できる。つまり、第 1 イオン収集部 1 5 が収集する気体の体積と、第 2 イオン収集部 5 5 が収集する気体の体積は既知であり、第 1 イオン収集部 1 5 で収集したイオンに含まれる B G イオンに起因する B G 電流値は、

【数 1】

$$BG1 = \frac{V1}{V2} \times BG2 \times F$$

ただし、B G 1 : 第 1 電流計測部 2 1 で計測したであろう B G 電流予測値

10

B G 2 : 第 2 電流計測部 5 7 で実際に計測した B G 電流値

V 1 : 第 1 イオン収集部 1 5 の収集気体の体積

V 2 : 第 2 イオン収集部 5 5 の収集気体の体積

F : 補正係数

によって B G 電流予測値として演算できる。ここで補正係数 F は、イオンの輸送距離によるイオン減衰の割合を補正するファクタであり、実際に測定対象物 P を測定対象物収容部 1 1 に収容しない条件で計測することで決定される。

20

【 0 0 9 4 】

B G 電流評価部 5 8 は、上記式で演算した B G 電流予測値の変動を時系列で監視する。B G 電流予測値の変動が予め設定した閾値より小さい場合、B G 電流予測値を B G 電流値として電流補正部 2 2 に提供する。一方、B G 電流予測値の変動が予め設定した閾値より大きい場合等、B G 電流予測値の変動が大きいと判断された場合は、B G 電流評価部 5 8 は、予め計測評価した B G 電流値を電流補正部 2 2 に提供する。

【 0 0 9 5 】

電流補正部 2 2 は、ステップ S 9 以降に計測した電流値を、ステップ S 1、S 2、S 3 及び S 5 で取得した補正係数や、ステップ S 1 1 で評価した B G 電流評価部 5 8 から出力した B G 電流で補正して、測定対象物 P の放射線量を測定する (ステップ S 1 2)。

30

【 0 0 9 6 】

なお、ステップ S 1 乃至 S 5 の順序、ステップ S 1 0 及び S 1 1 の順序は問わないものとし、また、それぞれ並行して行なわれてもよい。

【 0 0 9 7 】

図 9 は、本発明に係る放射線測定方法の第 1 変形例をフローチャートとして示す図である。

【 0 0 9 8 】

まず、ステップ S 7 にて放射線測定装置 1 0 の測定対象物収容部 1 1 内にパイプ等の測定対象物 P を載置した後 (又は収容する前) に、ファン 2 0 a、2 0 b を運転させている場合はファン 2 0 a、2 0 b を停止させ、気体の循環停止状態とする (ステップ S 2 1)。第 2 イオン収集部 5 5 用の第 2 高圧電源装置 5 6 が所定の電圧に設定された後、第 1 イオン収集部 1 5 用の第 1 高圧電源装置 1 7 を起動することで (ステップ S 8)、第 1 イオン収集部 1 5 は、イオンの収集を行なう。このイオン収集工程では、第 1 高圧電源装置 1 7 によって第 1 イオン収集部 1 5 の電極 S a に電圧が印加され、第 1 イオン収集部 1 5 は、気体収集ノズル 2 4 から送られた気体中のイオンを電界によって収集する。

40

【 0 0 9 9 】

第 1 電流計測部 2 1 は、第 1 イオン収集部 1 5 で収集したイオンの電流としての計測を開始する (ステップ S 9)。第 1 電流計測部 2 1 は、出力パルスを計数する (ステップ S 2 2)。

【 0 1 0 0 】

50

第1電流計測部21の出力パルスを時系列で監視すると、図10に示すようなパルス状の電流変化が観測できる。このパルスは、第1イオン収集部15近傍でのラドンの崩壊時に生成する線による電離パルスと考えられ、この出力パルスをで計数することで、出力パルスを単位体積当たりのBGイオン数に換算できる(ステップS23)。つまり、第1電流計測部21では、第1電流計測部21で計数した出力パルスをBG電流に換算できる(ステップS24)。

【0101】

電流補正部22は、ステップS9以降に計測した電流値と、ステップS24で換算したBG電流値とを基に、測定対象物Pの放射線量を測定する(ステップS12)。

【0102】

図11は、本発明に係る放射線測定装置10の作用の第2変形例をフローチャートとして示す図である。

【0103】

図11は、放射線測定装置10に第6の構成要素としての第2電流計測部57及びBG電流評価部58を有する場合における放射線測定方法の第2変形例を示す。

【0104】

本変形例では、測定対象物Pの体積分だけ測定対象物収容部11内の容積が減少するとして、測定対象物Pの体積から測定対象物収容部11内の容積を差し引く。その差分に応じてBG電流値を演算するものである。

【0105】

まず、ステップS7にて放射線測定装置10の測定対象物収容部11内にパイプ等の測定対象物Pを収容する。第2イオン収集部55用の第2高圧電源装置56を起動する(ステップS6)。また、第1イオン収集部15用の第1高圧電源装置17を起動することで(ステップS8)、第1電流計測部21は、第1イオン収集部15で収集したイオンの電流としての計測を開始する(ステップS9)。

【0106】

第2電流計測部57は、第2イオン収集部55で、測定対象物Pが収容された以降に収集したイオンを電流として計測する(ステップS11-1)。BG電流評価部58は、測定対象物Pの体積、測定対象物収容部11内の容積を基に、BG電流値の差分に応じたBG電流値を演算する(ステップS11-3)。よって、放射線量の過小評価を回避できる。なお、測定対象物収容部11内の容積に対するBG電流値の関係は、図12に示すように予め計測して求めた関係から求めた値を用いてもよい。

【0107】

電流補正部22は、ステップS9以降に計測した電流値と、ステップS11-3で演算したBG電流値とを基に、測定対象物Pの放射線量を測定する(ステップS12)。

【0108】

図1に示す放射線測定装置10及び放射線測定方法によれば、第1の構成要素、すなわち、形状/補正係数取得部38を有することによって、測定対象物Pの形状による感度の変化を適切に補正でき、また、測定対象物Pの放射線量の測定中においてオペレータが入力した測定対象物Pの形状の妥当性を評価して感度の補正係数を修正できるので、正確に精度よく測定対象物Pの放射線量の測定が行なえる。

【0109】

加えて、放射線測定装置10及び放射線測定方法によれば、第2の構成要素、すなわち、帯電状態判断部42及び帯電量/補正係数取得部43を有することによって、測定対象物Pの帯電量による感度の変化を適切に補正でき、正確に精度よく測定対象物Pの放射線量の測定が行なえる。

【0110】

さらに、放射線測定装置10及び放射線測定方法によれば、第3の構成要素、すなわち、活性炭51を有することによって、測定対象物Pに付着したウラン等が壊変して生成されるラドンを吸着でき、正確に精度よく、効率的に測定対象物Pの放射線量の測定が行な

10

20

30

40

50

える。

【0111】

加えて、放射線測定装置10及び放射線測定方法によれば、第4の構成要素、すなわち、温湿度制御部47及び温湿度/補正係数取得部48を有することによって、気体中のBGイオンを低減でき、正確に精度よく、効率的に測定対象物Pの放射線量の測定が行なえる。

【0112】

また、放射線測定装置10及び放射線測定方法によれば、第5の構成要素、すなわち、気体入替部53及び注入割合/補正係数取得部54を有することによって、気体と比較して湿度の低い空気(乾燥空気)を測定対象物収容部11の内部に注入してBG電流を低減でき、正確に精度よく、効率的に測定対象物Pの放射線量の測定が行なえる。

10

【0113】

さらに、放射線測定装置10及び放射線測定方法によれば、第6の構成要素、すなわち、第2イオン収集部55及び高圧電源装置56を有することによって、第1イオン収集部15への娘核種の付着を抑制でき、正確に精度よく、効率的に測定対象物Pの放射線量の測定が行なえる。

【0114】

加えて、放射線測定装置10及び放射線測定方法によれば、第7の構成要素、すなわち、第2電流計測部57及びBG補正係数評価部58とを有することで、電流値に含まれるBG電流成分を補正でき、正確に精度よく、効率的に測定対象物Pの放射線量の測定が行なえる。

20

【0115】

図13は、本発明に係る放射線測定装置の第2実施形態を示す概略図である。

【0116】

図13は、放射線測定装置10Aを示す。放射線測定装置10Aには、測定対象物収容部11、第1イオン収集部15(図1に示す)、第1高圧電源装置17(図1に示す)、ファン20(図1に示す)、第1電流計測部21(図1に示す)及び電流補正部22(図1に示す)を有する。また、放射線測定装置10には、気体流入部23、気体収集ノズル24、バッファータンク25(図1に示す)、気体径路32(図1に示す)、フィルタ33(図1に示す)及び気体清浄装置34(図1に示す)が具備される。

30

【0117】

また、放射線測定装置10Aには、気体流入部23(図1に示す)、気体収集ノズル24(図1に示す)、バッファータンク25a, 25b(図1に示す)及び気体径路32a, 32b(図1に示す)が具備される。

【0118】

そして、放射線測定装置10は、図1で説明したように、ファン20a, 20bによって測定対象物収容部11内の気体が気体収集ノズル24から、気体径路32a、第1イオン収集部15、バッファータンク25a、ファン20a、フィルタ33a、気体径路32b、バッファータンク25b、ファン20b、第2イオン収集部55、気体流入部23、フィルタ33bを順に介して再び測定対象物収容部11に戻る気体の循環流路を形成するものとする。

40

【0119】

また、放射線測定装置10Aは、第8の構成要素として、測定対象物収容部11内に具備し、電界をシールドすると共に、測定対象物収容部11内のイオンを第1イオン収集部15の方向に導く電界シールド部61と、測定対象物収容部11内に具備し、電界シールド部61の外側のイオンを収集する第3イオン収集部62と、その第3イオン収集部62の電極Scに電圧を印加する電源部としての第3高圧電源装置63と、測定対象物Pを0Vアースするアース部65とを有する。なお、第3イオン収集部62、第3高圧電源装置63及びアース部65は、CPU(図示しない)によって動作を制御されるものであってよい。

50

【 0 1 2 0 】

図 1 4 は、放射線測定装置 1 0 A の作用を模式図として示す図である。なお、図 1 4 では測定対象物 P をパイプとし、そのパイプの内面のイオンを計測する場合を示しているため、パイプ内面に対しては、パイプ自体が電界シールド部 6 1 の機能を兼ねている。

【 0 1 2 1 】

ファン 2 0 a , 2 0 b 及びアース部 6 5 を稼動し、第 1 イオン収集部 1 5 用の第 1 高電圧電源装置 1 7 と第 3 イオン収集部 6 2 用の第 3 高電圧電源装置 6 3 とを起動する。測定対象物 P であるパイプ内面に線源 R が付着していると、その線によってパイプ内面にイオン I が電離される。イオン I は気流によって第 1 イオン収集部 1 5 に運ばれる。

【 0 1 2 2 】

一方、パイプ外面にて宇宙線等で電離した B G イオンは、第 3 イオン収集部 6 2 で収集される。つまり、アース部 6 5 にてパイプを 0 V アースすることで、パイプ内面は電界が弱く、気流によってイオン I は第 1 イオン収集部 1 5 側に移送されるが、パイプ外面は電界の方が気流による移送と同等または強くなるように第 3 高電圧電源装置 6 3 によって調整する。

【 0 1 2 3 】

図 1 5 は、第 3 イオン収集部 6 2 で収集したイオンに起因する電流の内訳をグラフとして示す図である。

【 0 1 2 4 】

第 1 イオン収集部 1 5 で収集したイオンに起因する電流は、線による信号に起因する電流と、宇宙線等の B G による信号に起因する B G 電流に分けられる。図 1 5 に示されたグラフによると、第 3 高電圧電源装置 6 3 を起動して電極 S c を印加した状態にて第 1 イオン収集部 1 5 でイオンの計測を行なうと、第 1 電流計測部 2 1 で計測した電流から、B G による信号に起因する B G 電流が低減される。

【 0 1 2 5 】

また、本実施形態ではパイプ内面を例に説明を行なったが、別途、測定対象物 P の周りに電界シールド部 6 1 を設ければ、同様に、測定対象物収容部 1 1 の体積を低減させたのと同様の B G 電流の低減効果が得られる。

【 0 1 2 6 】

図 1 3 に示す放射線測定装置 1 0 A 及び放射線測定方法によれば、第 8 の構成要素、すなわち、電界シールド部 6 1、第 3 イオン収集部 6 2、第 3 高電圧電源装置 6 3 及びアース部 6 5 を有することで、第 1 イオン収集部 1 5 で収集される電流中の宇宙線等による寄成分を低減でき、正確に精度よく、効率的に測定対象物 P の放射線量の測定が行なえる。

【 0 1 2 7 】

図 1 6 は、本発明に係る放射線測定装置の第 3 実施形態を示す概略図である。

【 0 1 2 8 】

図 1 6 は、放射線測定装置 1 0 B を示す。放射線測定装置 1 0 B には、測定対象物収容部 1 1、第 1 イオン収集部 1 5 (図 1 に示す)、第 1 高電圧電源装置 1 7 (図 1 に示す)、ファン 2 0 (図 1 に示す)、第 1 電流計測部 2 1 (図 1 に示す) 及び電流補正部 2 2 (図 1 に示す) を有する。また、放射線測定装置 1 0 には、気体流入部 2 3、気体収集ノズル 2 4、バッファータンク 2 5 (図 1 に示す)、気体径路 3 2 (図 1 に示す)、フィルタ 3 3 (図 1 に示す) 及び気体清浄装置 3 4 (図 1 に示す) が具備される。

【 0 1 2 9 】

そして、放射線測定装置 1 0 B は、図 1 で説明したように、ファン 2 0 a , 2 0 b によって測定対象物収容部 1 1 内の気体が気体収集ノズル 2 4 から、気体径路 3 2 a、第 1 イオン収集部 1 5、バッファータンク 2 5 a、ファン 2 0 a、フィルタ 3 3 a、気体径路 3 2 b、バッファータンク 2 5 b、ファン 2 0 b、第 2 イオン収集部 5 5、気体流入部 2 3、フィルタ 3 3 b を順に介して再び測定対象物収容部 1 1 に戻る気体の循環流路を形成するものとする。

【 0 1 3 0 】

10

20

30

40

50

また、放射線測定装置 10 B は、第 9 の構成要素として、測定対象物収容部 11 内に具備し、電界をシールドすると共に前記測定対象物内のイオンを第 1 イオン収集部 15 の方向に導く電界シールド部 61 と、測定対象物収容部 11 内であって電界シールド部 61 の外側に具備した帯電物質 71 (71 a, 71 b) と、測定対象物 P を 0 V アースするアース部 65 とを有する。

【0131】

図 17 は、放射線測定装置 10 B の作用を模式図として示す図である。なお、図 17 では測定対象物 P をパイプとし、そのパイプの内面のイオンを計測する場合を示しているので、パイプ内面に対しては、パイプ自体が電界シールド部 61 の機能を兼ねている。

【0132】

ファン 20 a, 20 b 及びアース部 65 を稼動し、第 1 イオン収集部 15 用の第 1 高電圧電源装置 17 と第 3 イオン収集部 62 用の第 3 高電圧電源装置 63 とを起動する。測定対象物 P であるパイプ内面に線源 R が付着していると、その線によってパイプ内面にイオン I が電離され、イオン I は気流によって第 1 イオン収集部 15 に運ばれる。

【0133】

一方、パイプ外面にて宇宙線等で電離した B G イオンは、帯電物質 71 a, 71 b で収集される。

【0134】

また、本実施形態ではパイプ内面を例に説明を行なったが、別途、測定対象物 P の周りに電界シールド部 61 を設ければ、同様に、測定対象物収容部 11 の体積を低減させたのと同程度の B G 電流の低減効果が得られる。

【0135】

図 16 に示す放射線測定装置 10 B 及び放射線測定方法によれば、第 9 の構成要素、すなわち、電界シールド部 61、帯電物質 71 a, 71 b 及びアース部 65 を有することで、第 1 イオン収集部 15 で収集される電流中の宇宙線等による寄与成分を低減でき、正確に精度よく、効率的に測定対象物 P の放射線量の測定が行なえる。

【0136】

図 18 は、本発明に係る放射線測定装置の第 4 実施形態を示す概略図である。

【0137】

図 18 は、放射線測定装置 10 C を示す。放射線測定装置 10 C には、測定対象物収容部 11、第 1 イオン収集部 15 (図 1 に示す)、第 1 高電圧電源装置 17 (図 1 に示す)、ファン 20 (図 1 に示す)、第 1 電流計測部 21 (図 1 に示す) 及び電流補正部 22 (図 1 に示す) を有する。また、放射線測定装置 10 には、気体流入部 23、気体収集ノズル 24、バッファータンク 25 (図 1 に示す) 及び気体径路 32 (図 1 に示す)、フィルタ 33 (図 1 に示す) 及び気体清浄装置 34 (図 1 に示す) が具備される。

【0138】

そして、放射線測定装置 10 C は、図 1 で説明したように、ファン 20 a, 20 b によって測定対象物収容部 11 内の気体が気体収集ノズル 24 から、気体径路 32 a、第 1 イオン収集部 15、バッファータンク 25 a、ファン 20 a、フィルタ 33 a、気体径路 32 b、バッファータンク 25 b、ファン 20 b、第 2 イオン収集部 55、気体流入部 23、フィルタ 33 b を順に介して再び測定対象物収容部 11 に戻る気体の循環流路を形成するものとする。

【0139】

また、放射線測定装置 10 C は、第 10 の構成要素として、測定対象物収容部 11 内に、測定対象物 P の放射線発生源を含む表面周辺に対して気体を吹き付ける気体吹付部 76 を有する。よって、測定対象物収容部 11 内では、吹き付けた気体によって気流が加速される気流加速領域 a の気体の流速と、気流加速領域 a 外の気流非加速領域の気体の流速とに差が生じる。なお、気体吹付部 76 は、CPU (図示しない) によって動作を制御されるものであってもよい。

【0140】

10

20

30

40

50

ファン20a, 20bを稼動し、第1イオン収集部15用の第1高電圧電源装置17を起動する。また、気体吹付部76を稼動すると、電離したイオンは、気体吹付部76で加速された気流加速領域aの気流に乗って素早く第1イオン収集部15に到達する。ここで、線等の荷電粒子による気体の電離で発生した一次イオンは不安定であり、他の分子との化学反応を経て比較的安定なイオン(正負イオン対、二次イオン)を生成する。このイオンは、第1イオン収集部15(図示しない)に剥離・輸送されるまでの間に、再結合反応(自己再結合反応や、BGイオンとの再結合反応)によって消滅し、また、エアロゾル粒子への付着による大イオン化して検出されなくなる。

【0141】

ここで、イオンの再結合反応とイオン数との関係を説明する。

10

【0142】

図19は、イオンの再結合反応とイオン数との関係を説明するための図である。

【0143】

図19に示したように、イオン(数密度 ϕ)は、測定対象物Pの放射線発生源における生成直後は、荷電粒子の軌跡に沿って円柱状の柱状イオンIcとして分布している。そのイオンが自己再結合反応したりBGイオン(数密度N)と再結合反応したりする場合、イオン数及びBGイオン数は、

【数2】

$$\frac{\partial \phi(x,t)}{\partial t} = -\alpha \phi(x,t)^2 - \alpha \phi(x,t)N(x,t) - \beta \phi(x,t) - V_x \frac{\partial \phi(x,t)}{\partial x} + D \Delta \phi(x,t) \quad (1)$$

20

$$\frac{\partial N(x,t)}{\partial t} = -\alpha N(x,t)^2 - \alpha \phi(x,t)N(x,t) - \beta N(x,t) - V_x \frac{\partial N(x,t)}{\partial x} + Q_1(x) \quad (2)$$

x : 検出器と放射線発生源との距離, t : 経過時間, D : イオン拡散係数,
 α : イオンの再結合反応定数, β : エアロゾルへの付着係数,
 V_x : 気流速度, Q : イオン発生密度

によってそれぞれモデル化できる。なお、BGイオンは過去に放射線源で発生したイオンが十分拡散し定常状態になったものとする($N \ll \phi$)。

30

【0144】

式(1), (2)の右辺の第1, 2項は、イオンの再結合反応によるイオンの消滅、同じく第3項はエアロゾルへの付着によるイオンの消滅、同じく第4項は気流によるイオンの輸送を表す。また、式(1)の右辺の第5項はイオンの拡散による密度低下を、式(2)の右辺の第5項はBGイオンの発生をそれぞれ表す。例えば、所要の経過時間 t でイオンの数密度 ϕ を式(1)に代入してイオン数を電流に換算することで、高密度時のイオンの再結合反応を経た電流を換算できる。

【0145】

40

図20は、気体の流速と電流値との関係をグラフとして示す図である。なお、気体吹付部76から吹き付ける気体を空気と、また、放射線Rを線とする。

【0146】

図20は、第1に、吹き付ける気体の種々の流速と、イオンの生成直後の高密度時に再結合反応がないと仮定した場合の理論計算上の電流値Aとの関係をグラフとして示す。図20は、第2に、吹き付ける気体の種々の流速と、再結合反応があることを想定し式(1)によって算出したイオン数を電流に換算した場合の電流値Bとの関係をグラフとして示す。なお、式(1)のイオン拡散係数Dは、大気中での標準値である $0.035 \text{ cm}^2/\text{s}$ を用いるものとする。また、図20は、第3に、吹き付ける気体の種々の流速と、実測して電流値Cとの関係を示す。また、各電流値A, B, Cは、検出器(第1イオン収集部

50

15)と放射線発生源との距離を10, 60及び110cmとした場合に分けて示している。

【0147】

このグラフによると、発生直後のイオンの再結合反応によってイオン数は数割程度減少し、それにより電流は数割程度減少することが分かる。また、式(1)によって算出した電流値Bは、電流値Aと比較して平均で約28%低下し、また、電流値Aと比較して実測の電流値Cに近い値となっている。なお、実測の電流値Cにおける流速が1m/s以上での減少傾向は、第1イオン収集部15の感度低下のためであり、感度補正を行なうことで電流値Aと同様の増加傾向を示す。

【0148】

次に、気体の流速とイオン数との関係を説明する。

【0149】

図21は、気体の流速と理論計算値比(図20中の電流値B/電流値A)との関係と、その関係の近似直線をグラフとして示す図である。

【0150】

図21は、検出器(第1イオン収集部15)と放射線発生源との距離毎(10, 50及び100cm)毎に、気体の流速と理論計算値比との関係と、その関係の近似直線を示したものである。このグラフによると、気体速度の増加に従って理論計算値比が増加することが分かる。すなわち、気体の流速の増加に従って電流値Bが電流値Aに近づく。これは、気体の流速の増加に従って拡散効果が大きくなることでイオンの数密度が低下し、発生直後のイオンの再結合効果によるイオン数の低下が抑えられるからである。

【0151】

また、このグラフにおいて気体の流速が1m/s以下の場合では、理論計算値比は急激に増加する。一方、気体の流速が1m/s以上の場合では、理論計算値比は緩やかに増加する。理論計算値比は期待の流速が十分高くなることで1になる。よって、気体の流速が1m/s以下の場合では、気体の流速の僅かな変動によって電流値は揺らぎ、計測精度は低下すると言える。逆に気体吹付器76から吹き付ける気体の流速が少なくとも1m/s以上あれば、電流値の揺らぎを抑えることができる。

【0152】

さらに、図18に示した気体吹付部76から吹き付ける気体の吹き付け方向と、測定対象物Pの放射線発生源を含む表面方向とが角度をもつ場合、イオンは放射線発生源を含む表面に衝突して消滅し易くなる。よって、吹き付け方向は、測定対象物Pの放射線発生源を含む表面に対して平行であることが望ましい。

【0153】

また、測定対象物Pとして重要なウラン汚染物は線を放出する。この線の最大飛程は約4cmであるため、発生直後のイオンは、測定対象物Pの放射線発生源を含む表面から約4cm以内の距離に存在する。よって、測定対象物Pとしてウラン汚染物を測定する場合は、放射線発生源を含む表面から4cm以内で行なうことが望ましい。

【0154】

ここで、ノイズとなる自然放射線の中で、最も寄与の大きいのはラドンである。ラドンは線を放出するため、気流加速領域a内の気流によって測定対象物Pで生成する放射線のイオン数の低下が抑えられるのと同時に、その周囲のラドンから発生したイオン数の低下も抑えられることでノイズが増えてしまう。また、ノイズは気流加速領域a全体で発生した自然放射線によるイオンであり、発生位置から第1イオン収集部15までのイオン輸送時間が長いほど、イオンの再結合反応やエアロゾルへの付着によって消滅する確率が高くなる。

【0155】

そこで、放射線測定装置10Cは、第11の構成要素として、測定対象物Pを載置し、最大流速となる気流の位置とは異なる位置に測定対象物Pを配置する配置調整テーブル77を有してもよい。配置調整テーブル77によって測定対象物Pを配置することによって

10

20

30

40

50

、その位置に存在するラドンから発生したイオンは輸送時間が最大流速の位置と比べ長くなり、消滅確率が高くなる。その結果、ノイズへの相対的な寄与を下げることができ、ノイズの増加を抑えられる。一方、測定対象物 P から生成したイオンについては、同様に消滅確率が高くなるものの、吹き付けによる生成直後のイオン数低下の効果が消滅の効果よりも大きくなる設置位置を選ぶことで、結果として S / N (Signal / Noise) 比は向上し、測定精度が向上する。

【 0 1 5 6 】

一方、気流非加速領域の気体の流速は、気流加速領域 a の気体の流速と比較して遅くなるが、一般に気流非加速領域には B G 成分が主に存在するため流速を遅くすることで、B G イオンの寄与を低減できる。

【 0 1 5 7 】

図 1 8 に示す放射線測定装置 1 0 C 及び放射線測定方法によれば、第 1 0 の構成要素、すなわち、気体吹付部 7 6 を有することで、第 1 イオン収集部 1 5 で収集される電流中の宇宙線等による寄与成分を低減でき、正確に精度よく、効率的に測定対象物 P の放射線量の測定が行なえる。

【 0 1 5 8 】

また、放射線測定装置 1 0 C 及び放射線測定方法によれば、気体吹付部 7 6 を有することで、計測電流値の低下と揺らぎが抑えられ、正確に精度よく、効率的に測定対象物 P の放射線量の測定が行なえる。

【 0 1 5 9 】

さらに、放射線測定装置 1 0 C 及び放射線測定方法によれば、第 1 0 及び第 1 1 の構成要素、すなわち、気体吹付部 7 6 及び位置調整テーブル 7 7 を有することで、S / N を向上させることができ、正確に精度よく、効率的に測定対象物 P の放射線量の測定が行なえる。

【 0 1 6 0 】

図 2 2 は、本発明に係る放射線測定装置の第 5 実施形態を示す概略図である。

【 0 1 6 1 】

図 2 2 は、放射線測定装置 1 0 D を示す。放射線測定装置 1 0 D には、測定対象物収容部 1 1、第 1 イオン収集部 1 5、第 1 高圧電源装置 1 7、ファン 2 0 (図 1 に示す)、第 1 電流計測部 2 1 及び電流補正部 2 2 を有する。また、放射線測定装置 1 0 には、気体流入部 2 3、気体収集ノズル 2 4、バッファータンク 2 5 (図 1 に示す) 及び気体径路 3 2 (図 1 に示す)、フィルタ 3 3 (図 1 に示す) 及び気体清浄装置 3 4 (図 1 に示す) が具備される。

【 0 1 6 2 】

そして、放射線測定装置 1 0 D は、図 1 で説明したように、ファン 2 0 a , 2 0 b によって測定対象物収容部 1 1 内の気体が気体収集ノズル 2 4 から、気体径路 3 2 a、第 1 イオン収集部 1 5、バッファータンク 2 5 a、ファン 2 0 a、フィルタ 3 3 a、気体径路 3 2 b、バッファータンク 2 5 b、ファン 2 0 b、第 2 イオン収集部 5 5、気体流入部 2 3、フィルタ 3 3 b を順に介して再び測定対象物収容部 1 1 に戻る気体の循環流路を形成するものとする。

【 0 1 6 3 】

また、放射線測定装置 1 0 D は、第 1 2 の構成要素として、測定対象物収容部 1 1 内に、測定対象物 P の放射線発生源を含む表面に対して気体を吹き付ける気体吹付部 7 6 と、その気体吹付部 7 6 から吹き付ける気体の流速を制御する流速制御部 7 8 と、気体吹付部 7 6 から吹き付ける気体の流速と電流値の関係から放射線の種類を弁別する放射線弁別部 7 9 とを有する。なお、CPU (図示しない) が記憶装置 (図示しない) に内蔵したプログラムを実行することによって、流速制御部 7 8 及び放射線弁別部 7 9 として機能するものとするが、各構成部の両部又は一方は特定の回路としてもよい。

【 0 1 6 4 】

ファン 2 0 a , 2 0 b を稼動し、第 1 イオン収集部 1 5 用の第 1 高電圧電源装置 1 7 を

10

20

30

40

50

起動する。また、流速制御部 7 8 を介して気体吹付部 7 6 を稼動すると、気流加速領域 a 内の気体の流速が変化し、流速制御部 7 8 で制御した吹き付け気体の流速毎に第 1 イオン収集部 1 5 はイオンを収集する。第 1 電流計測部 2 1 で計測した電流は、放射線弁別部 7 9 に送られる。

【 0 1 6 5 】

放射線弁別部 7 9 は、吹き付け気体の流速毎の電流値の差によって、放射線の種類を弁別する。ここで、放射線の中でも線や線や宇宙線は生成直後のイオンの数密度が低い
10
ため、発生直後のイオンの再結合反応によるイオン数の低下の効果は小さい。よって、例えば、気体吹付部 7 6 から気体を吹き付ける場合に計測される第 1 計測電流値と、気体を吹き付けない場合に計測される第 2 計測電流値との線や線や宇宙線の寄与は同程度とみなせ、第 1 計測電流値と第 2 計測電流値の差は、すべて線や重粒子に起因する電流とみなせる。さらに、測定対象として重要な放射線は線であり、他の重粒子の寄与を無視できる場合には、第 1 計測電流値と第 2 計測電流値との差は線のみ
20
に起因する電流となる。放射線弁別部 7 9 が、第 1 計測電流値と第 2 計測電流値との差をとる演算及び適切な補正演算を行なうことによって線と線等を弁別することで、放射線量の測定精度が向上する。

【 0 1 6 6 】

なお、気体吹付部 7 6 から気体を吹き付けた場合に計測される第 1 計測電流値と、気体を吹き付けない場合に計測される第 2 計測電流値との差から放射線の種類を弁別する場合
20
について説明したが、この場合に限定するものではない。例えば、流速制御部 7 8 によって吹き付ける気体の流速を管理することで、イオンの再結合反応の程度を任意に設定し、より高い測定精度を得ることができる。

【 0 1 6 7 】

図 2 2 に示す放射線測定装置 1 0 D 及び放射線測定方法によれば、第 1 2 の構成要素、すなわち、気体吹付部 7 6、流速制御部 7 8 及び放射線弁別部 7 9 を有することで、放射線の種類を弁別することができるので、正確に精度よく、効率的に測定対象物 P の放射線量の測定が行なえる。

【 0 1 6 8 】

図 2 3 は、本発明に係る放射線測定装置の第 6 実施形態を示す概略図である。

【 0 1 6 9 】

図 2 3 は、放射線測定装置 1 0 E を示す。放射線測定装置 1 0 E には、測定対象物収容部 1 1、第 1 イオン収集部 1 5 (図 1 に示す)、第 1 高圧電源装置 1 7 (図 1 に示す)、ファン 2 0 (図 1 に示す)、第 1 電流計測部 2 1 (図 1 に示す) 及び電流補正部 2 2 (図 1 に示す) を有する。また、放射線測定装置 1 0 には、気体流入部 2 3、気体収集ノズル 2 4、バッファータンク 2 5 (図 1 に示す) 及び気体径路 3 2 (図 1 に示す)、フィルタ 3 3 (図 1 に示す) 及び気体清浄装置 3 4 (図 1 に示す) が具備される。

【 0 1 7 0 】

そして、放射線測定装置 1 0 E は、図 1 で説明したように、ファン 2 0 a , 2 0 b によって測定対象物収容部 1 1 内の気体が気体収集ノズル 2 4 から、気体径路 3 2 a、第 1 イオン収集部 1 5、バッファータンク 2 5 a、ファン 2 0 a、フィルタ 3 3 a、気体径路 3
40
2 b、バッファータンク 2 5 b、ファン 2 0 b、第 2 イオン収集部 5 5、気体流入部 2 3、フィルタ 3 3 b を順に介して再び測定対象物収容部 1 1 に戻る気体の循環流路を形成するものとする。

【 0 1 7 1 】

また、放射線測定装置 1 0 E は、第 1 3 の構成要素として、測定対象物 P の放射線発生源を含む表面周辺の気流を攪拌する気流攪拌部、例えば扇風機 8 0 を有する。よって、測定対象物収容部 1 1 内では、気流が攪拌される気流攪拌領域 b が生じる。なお、扇風機 8 0 は、CPU (図示しない) によって動作を制御されるものであってもよい。

【 0 1 7 2 】

ファン 2 0 a , 2 0 b を稼動し、第 1 イオン収集部 1 5 用の第 1 高電圧電源装置 1 7 を

10

20

30

40

50

起動する。また、扇風機 80 を稼動すると気流攪拌領域 b の気流が攪拌され、生成直後のイオンの数密度が低下する。

【0173】

図 24 は、気体の攪拌と生成直後のイオンの数密度との関係を説明する図である。

【0174】

生成直後のイオンの数密度を低下させるために気流攪拌領域 b の気流を攪拌させると、式 (1) の拡散係数 D が増加し、短時間で数密度を低下させることができる。よって、扇風機 80 によって気流攪拌領域 b の気流を攪拌することで、生成直後のイオンの再結合反応によるイオン数の低下を低減でき、計測電流の低下と揺らぎを抑えることができる。

【0175】

なお、測定対象物 P として重要なウラン汚染物は 線 を放出する。この 線の最大飛程は約 4 cm であるため、発生直後のイオンは、測定対象物 P の放射線発生源を含む表面から約 4 cm 以内の距離に存在する。よって、測定対象物 P としてウラン汚染物を測定する場合は、放射線発生源を含む表面から 4 cm 以内の気流を攪拌することが望ましい。

【0176】

また、気流攪拌領域 b の気流を攪拌するために扇風機 80 を用いているが、測定対象物 P を載置する回転テーブル (図示しない) を設置し、測定対象物 P を載置した回転テーブルを回転させることで、気流攪拌領域 b の気流を攪拌させてもよい。

【0177】

図 23 に示す放射線測定装置 10E 及び放射線測定方法によれば、第 13 の構成要素、すなわち、扇風機 80 を有することで、電流の低下と揺らぎが抑えられるので、正確に精度よく、効率的に測定対象物 P の放射線量の測定が行なえる。

【0178】

図 25 は、本発明に係る放射線測定装置の第 7 実施形態を示す概略図である。

【0179】

図 25 は、放射線測定装置 10F を示す。放射線測定装置 10F には、測定対象物収容部 11、第 1 イオン収集部 15、第 1 高圧電源装置 17 (図 1 に示す)、ファン 20a、20b (図 1 に示す)、第 1 電流計測部 21 (図 1 に示す) 及び電流補正部 22 (図 1 に示す) を有する。また、放射線測定装置 10 には、気体流入部 23、気体収集ノズル 24、バッファータンク 25a、25b (図 1 に示す) 及び気体径路 32a、32b (図 1 に示す) フィルタ 33a、33b (図 1 に示す) 及び気体清浄装置 34 (図 1 に示す) が具備される。

【0180】

また、放射線測定装置 10F は、第 14 の構成要素として、第 1 イオン収集部 15 の下流側 (図 25 ではバッファータンク 25a の下流側とする。) に、気体中のイオンを収集する第 4 イオン収集部 81 と、その第 4 イオン収集部 81 の電極 Sd に電圧を印加する電源部としての第 4 高圧電源装置 82 とを有する。なお、第 4 イオン収集部 81 及び第 4 高圧電源装置 82 は、CPU (図示しない) によって動作を制御されるものであってもよい。

【0181】

ファン 20a、20b を稼動し、第 1 イオン収集部 15 用の第 1 高電圧電源装置 17 と第 4 イオン収集部 81 用の第 4 高電圧電源装置 82 とを起動する。第 1 電流計測部 21 で測定中、測定対象物 P に付着した 線源が飛散し、例えばバッファータンク 25a に付着した場合、第 1 イオン収集部 15 では収集できない。また、フィルタ 33a で 線源は捕獲できるため、フィルタ 33a の下流での汚染は殆ど起こらない。

【0182】

よって、バッファータンク 25a の下流側であって、フィルタ 33a の前段に有する第 4 イオン収集部 81 でイオンを収集する。これによって、第 1 イオン収集部 15 からフィルタ 33a 間で、 線によって電離したイオンを低減できる。

【0183】

10

20

30

40

50

また、第1イオン収集部15で収集したイオンを電流として計測する第4電流計測部83を設け、その第4電流計測部83から電流値の出力を行なうことで、オペレータは第1イオン収集部15からフィルタ33a間で、線によって電離したイオン量を監視できる。つまり、オペレータは第1イオン収集部15からフィルタ33a間の汚染を監視できる。この監視は、通常の測定対象物Pの放射線測定をしながら連続的に可能であり、線源の飛散の有無をリアルタイムに測定できる。また、異常が起こった場合は、オペレータは放射線測定を中断し、汚染測定等の対策を講じることが容易に可能となる。

【0184】

また、ファン20a, 20bとして逆転可能ファンを用いることで、通常の計測終了後に気体流を逆転させることで、第1イオン収集部15のみで、第1イオン収集部15からフィルタ33a間の放射線測定を実施可能となる。

10

【0185】

図25に示す放射線測定装置10F及び放射線測定方法によれば、第14の構成要素、すなわち、第4イオン収集部81及び第4高圧電源装置82を有することで、通常の放射線測定の監査をしながら、測定対象物収容部11内への放射線の飛散を検出することで、異常が起こった場合の対処を支援することができ、正確に精度よく、効率的に測定対象物Pの放射線量の測定が行なえる。

【図面の簡単な説明】

【0186】

【図1】本発明に係る放射線測定装置の第1実施形態を示す概略図。

20

【図2】パイプ形状の測定対象物に対する感度の変化の一例をグラフとして示す図。

【図3】イオン収集効率及び電離空間(線源効率)の組み合わせと感度の補正係数との対応表の一例をテーブルとして示す図。

【図4】パイプ状の測定対象物を載せた回転テーブルの回転角に対する電流値の変化の一例をグラフとして示す図。

【図5】測定対象物の内表面に巻きつける導電シートの構成例を示す横断面図。

【図6】(a)は、気体中の温度とイオンの検出下限との関係をグラフとして示す図、(b)は気体中の湿度とイオンの検出下限との関係をグラフとして示す図。

【図7】循環流路内の空気の温度、湿度及びBG電流値の時系列の推移をグラフとして示す図。

30

【図8】本発明に係る放射線測定方法を示すフローチャート。

【図9】本発明に係る放射線測定方法の第1変形例をフローチャートとして示す図。

【図10】パルス状の電流変化を示す図。

【図11】放射線測定装置の作用の第2変形例をフローチャートとして示す図。

【図12】測定対象物収容部とBG電流値との関係を示す図。

【図13】本発明に係る放射線測定装置の第2実施形態を示す概略図。

【図14】本発明に係る放射線測定装置の第2実施形態の作用を模式図として示す図。

【図15】第3イオン収集部で収集したイオンに起因する電流の内訳をグラフとして示す図。

【図16】本発明に係る放射線測定装置の第3実施形態を示す概略図。

40

【図17】本発明に係る放射線測定装置の第3実施形態の作用を模式図として示す図。

【図18】本発明に係る放射線測定装置の第4実施形態を示す概略図。

【図19】イオンの再結合反応とイオン数との関係を説明するための図。

【図20】気体の流速と電流値との関係をグラフとして示す図。

【図21】気体の流速と理論計算値比との関係と、その関係の近似直線をグラフとして示す図。

【図22】本発明に係る放射線測定装置の第5実施形態を示す概略図。

【図23】本発明に係る放射線測定装置の第6実施形態を示す概略図。

【図24】気体の攪拌と生成直後のイオンの数密度との関係を説明する図。

【図25】本発明に係る放射線測定装置の第7実施形態を示す概略図。

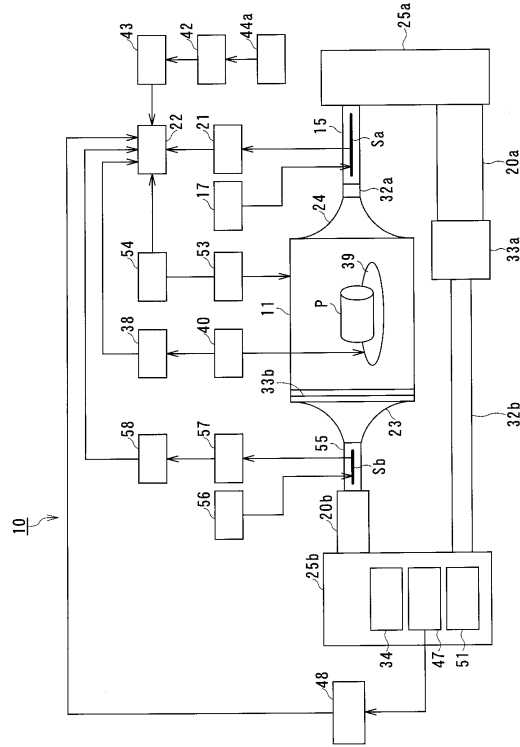
50

【符号の説明】

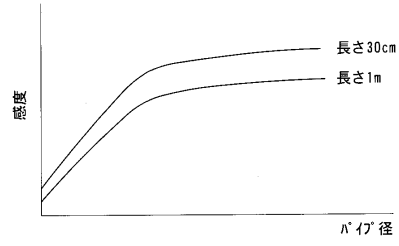
【0187】

10, 10A, 10B, 10C, 10D, 10E, 10F	放射線測定装置	
11	測定対象物収容部	
15	第1イオン収集部	
17	第1高電圧電源装置	
20a, 20b	ファン	
21	第1電流計測部	
22	電流補正部	
25a, 25b	バッファータンク	10
24	気体収集ノズル	
38	形状/補正係数取得部	
39	回転テーブル	
40	回転制御部	
42	帯電状態判断部	
43	帯電量/補正係数取得部	
44a	表面電位計	
47	温湿度制御部	
48	温湿度/補正係数取得部	
51	活性炭	20
53	気体入替部	
54	注入割合/補正係数取得部	
55	第2イオン収集部	
56	第2高圧電源装置	
57	第2電流計測部	
58	BG電流評価部	
61	電界シールド部	
62	第3イオン収集部	
63	第3高圧電源装置	
65	アース部	30
71a, 72b	帯電物質	
76	気体吹付部	
77	配置調整テーブル	
78	流速制御部	
79	放射線弁別部	
80	扇風機	
81	第4イオン収集部	
82	第4高圧電源装置	
83	第4電流計測部	

【図1】



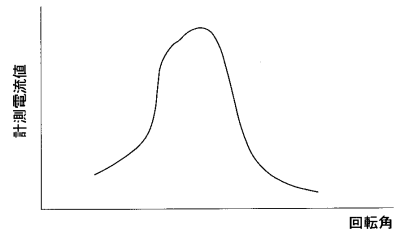
【図2】



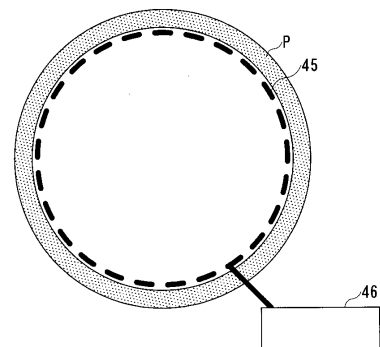
【図3】

	電離空間 1~4cm 線源効率 10~50%	電離空間 4~10cm 線源効率 50~70%	電離空間 10cm以上 線源効率 70%以上
イオン収集効率 10%以下	類型 A	類型 D	類型 D
イオン収集効率 10~40%			
イオン収集効率 40~100%	類型 D		

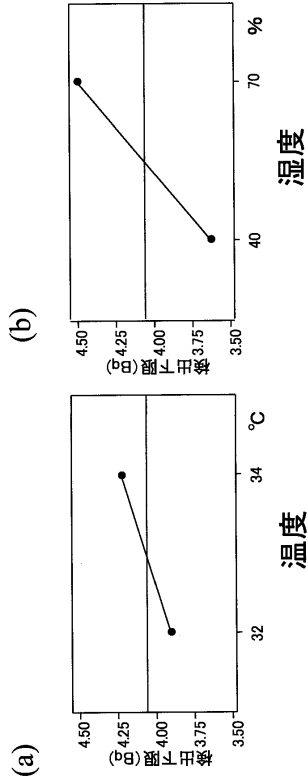
【図4】



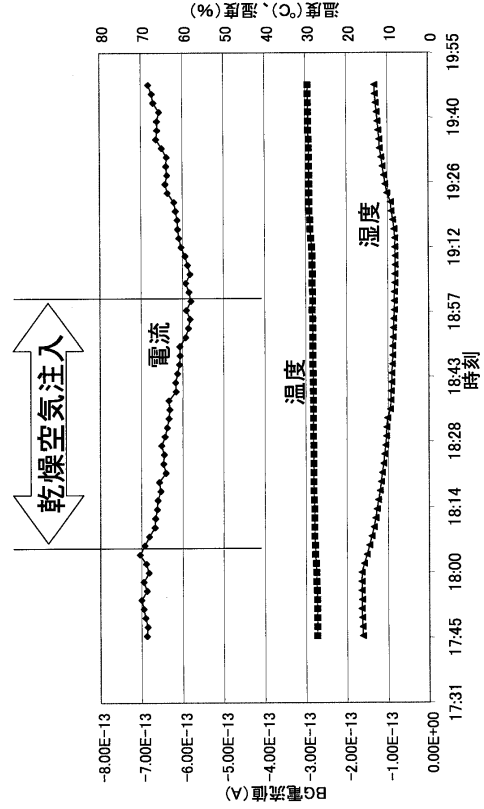
【図5】



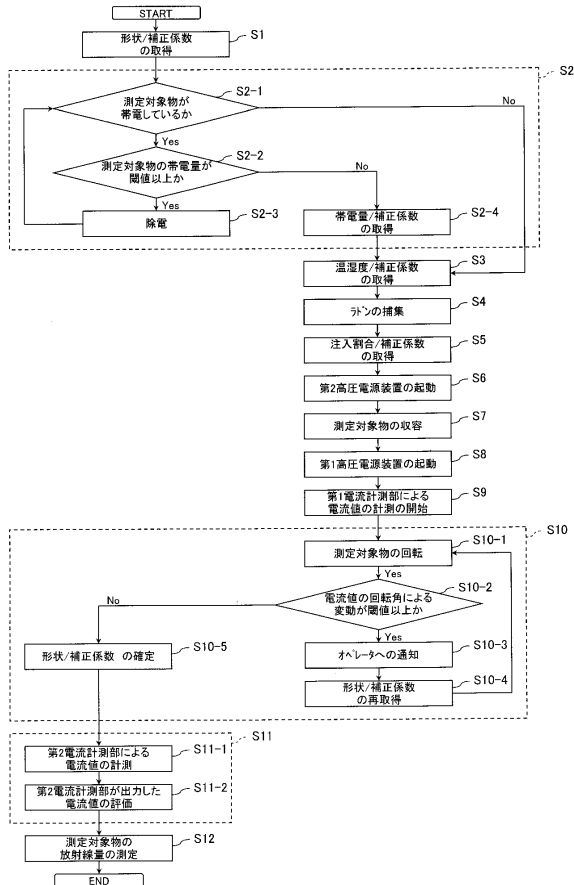
【図6】



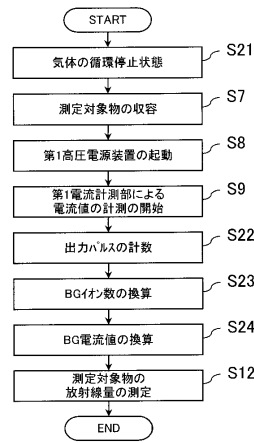
【図7】



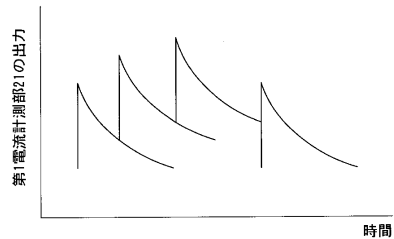
【図8】



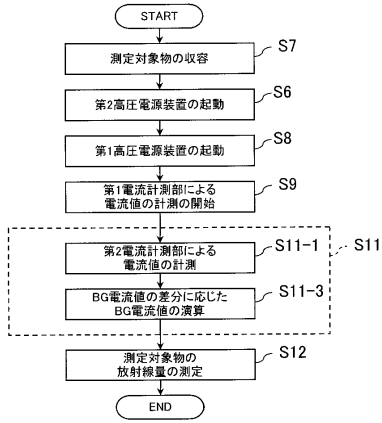
【図9】



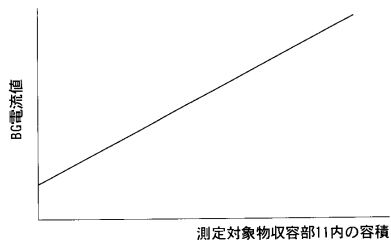
【図10】



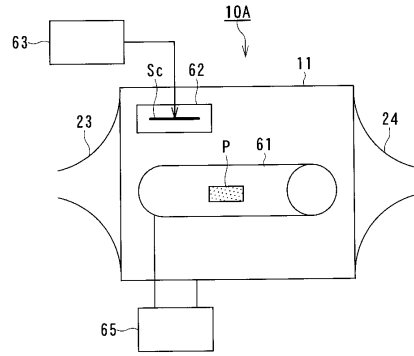
【図11】



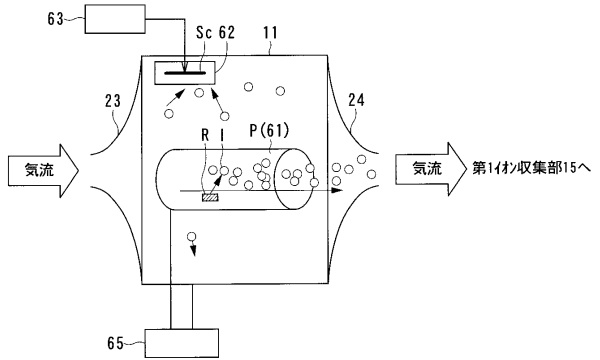
【図12】



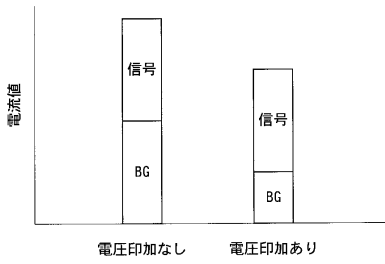
【図13】



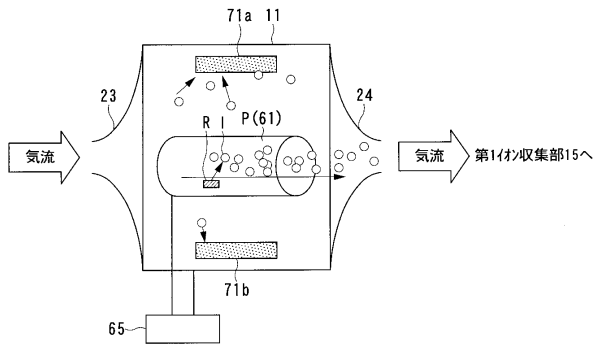
【図14】



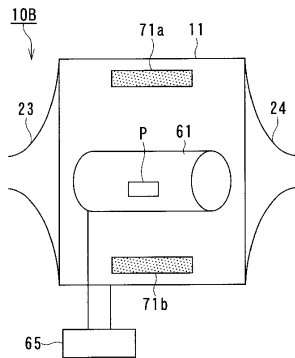
【図15】



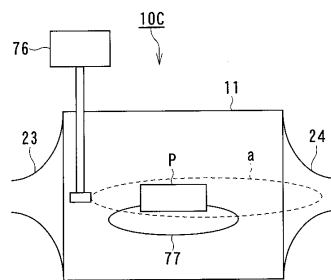
【図17】



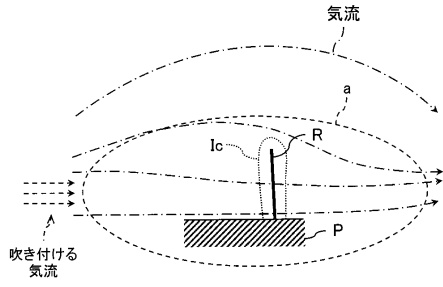
【図16】



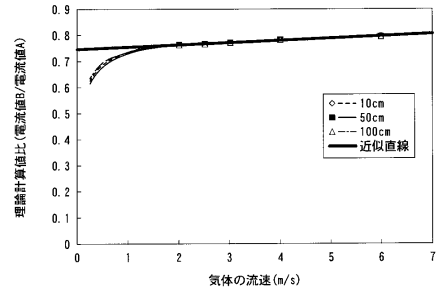
【図18】



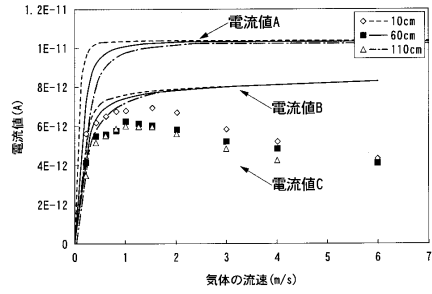
【図19】



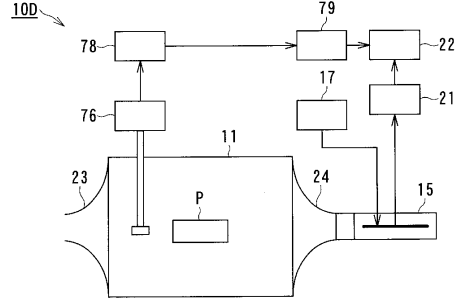
【図21】



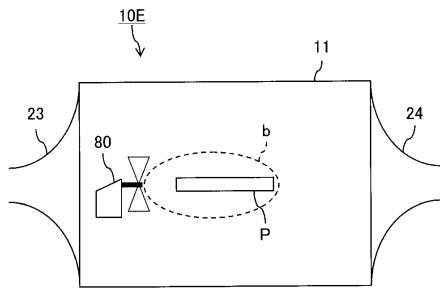
【図20】



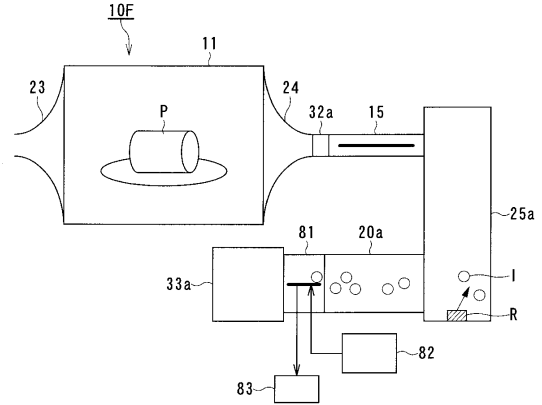
【図22】



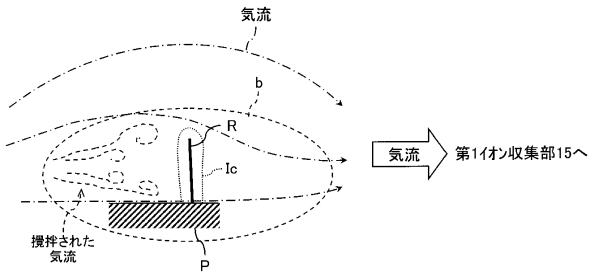
【図23】



【図25】



【図24】



フロントページの続き

- (72)発明者 佐野 明
神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝 横浜事業所内
- (72)発明者 内藤 晋
神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝 横浜事業所内
- (72)発明者 兼本 茂
神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝 横浜事業所内
- (72)発明者 小野寺 徹
神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝 横浜事業所内
- (72)発明者 平田 洋介
神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝 横浜事業所内
- (72)発明者 佐藤 光吉
神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝 横浜事業所内
- (72)発明者 隅田 晃生
神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝 横浜事業所内
- (72)発明者 宮本 泰明
茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 3 3 独立行政法人日本原子力研究開発機構 東海研究開発センタ
ー 核燃料サイクル工学研究所内
- (72)発明者 福本 雅弘
茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 3 3 独立行政法人日本原子力研究開発機構 東海研究開発センタ
ー 核燃料サイクル工学研究所内

審査官 藤本 加代子

- (56)参考文献 特開 2006 - 046972 (JP, A)
特開 2005 - 049137 (JP, A)
特開 2003 - 004886 (JP, A)
特開 2004 - 239762 (JP, A)
特開 2005 - 134239 (JP, A)
特開 2003 - 194946 (JP, A)
特開平 10 - 073668 (JP, A)
特開 2000 - 275347 (JP, A)
特開昭 61 - 164177 (JP, A)
特開 2006 - 078338 (JP, A)
特開 2002 - 090459 (JP, A)
特開 2002 - 033071 (JP, A)
特開昭 62 - 195580 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 1 T 1 / 1 6
G 0 1 T 1 / 1 6 7
G 0 1 T 1 / 1 8 5
G 0 1 T 7 / 0 0