

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-45891

(P2010-45891A)

(43) 公開日 平成22年2月25日(2010.2.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02G 3/22 (2006.01)	H02G 3/22 D	2G085
H05H 7/00 (2006.01)	H05H 7/00	5G363
G21F 3/00 (2006.01)	H02G 3/22 B	
G21D 1/00 (2006.01)	G21F 3/00 P	
	G21D 1/00 M	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2008-206842 (P2008-206842)
 (22) 出願日 平成20年8月11日 (2008.8.11)

(71) 出願人 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
 (71) 出願人 000141060
 株式会社関電工
 東京都港区芝浦4丁目8番33号
 (74) 代理人 100140109
 弁理士 小野 新次郎
 (74) 代理人 100089705
 弁理士 社本 一夫
 (74) 代理人 100075270
 弁理士 小林 泰
 (74) 代理人 100080137
 弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

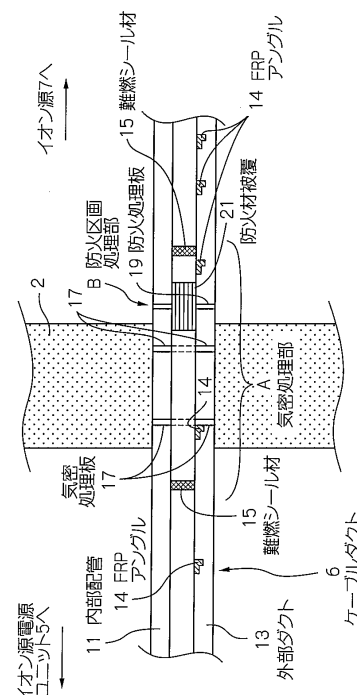
(54) 【発明の名称】 放射線発生装置用ケーブルダクト

(57) 【要約】

【課題】 加速器等の放射線発生装置に用いる場合に要求される耐電圧性、高気密性、及び防火区画性の3特性をいずれも満足することができる放射線発生装置用ケーブルダクトを提供する。

【解決手段】 金属製で円筒状の内部配管11と断面正方状の外部ダクト13の二重同軸構造とし、気密処理部Aで気密処理板17及び気密ガスケットにより気密処理及び耐電圧処理が施され、防火区画処理部Bで防火処理板19及び防火材被覆により防火区画処理及び耐電圧処理が施されている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

遮蔽壁を貫通して少なくとも一方の側が放射化空気発生区域内に接続される放射線発生装置用ケーブルダクトであって、金属製の内部配管と外部ダクトとの二重同軸構造で構成され、前記内部配管内にはケーブルが敷設されると共に当該ケーブルと同じ電圧が印加され、他方、前記外部ダクトには接地電位とされ、かつ、気密処理部において、前記内部配管と前記外部ダクトとの間に、ガラスFRP製の気密処理板を設けると共に、当該気密処理板と前記内部配管との隙間、及び前記気密処理板と前記外部ダクトとの隙間に、それぞれシリコンゴム製のガスケットを設け、かつ、防火区画処理部において、前記内部配管と前記外部ダクトとの間に、ケイ酸カルシウム板に2液型シリコンゴムをコーティングした防火処理板を設けると共に、当該防火処理板と前記内部配管との隙間に、2液型シリコンゴムからなる防火材被覆を設けたことを特徴とする放射線発生装置用ケーブルダクト。

10

【請求項 2】

印加電圧が70kVの場合に、前記防火材被覆の厚みを18.4mm以上とすることを特徴とする請求項1記載の放射線発生装置用ケーブルダクト。

【請求項 3】

前記気密処理板が、エポキシ系ガラスFRPであることを特徴とする請求項1記載の放射線発生装置用ケーブルダクト。

【請求項 4】

前記内部配管を高絶縁性のFRPアングルによって前記外部ダクトに支持したことを特徴とする請求項1記載の放射線発生装置用ケーブルダクト。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、加速器等の放射線発生装置に用いる場合に要求される耐電圧性、高气密性、及び防火区画性の3特性をいずれも満足することができる放射線発生装置用ケーブルダクトに関するものである。

【背景技術】**【0002】**

工場や発電所などの大規模な施設では、施設内にケーブルダクト等の敷設路が縦横に設置され、それら敷設路に多数の電気ケーブルや絶縁電線、コード等が相互に密着混在して敷設される（例えば、特許文献1参照）。

30

【0003】

しかしながら、一般的な電気施設で用いられているケーブルダクトでは、耐電圧性、高气密性及び防火区画性を同時に満たすことができない。例えば、一般の電気施設において防火区画を形成することは通常行なわれているが、加速器等で要求される程度の耐電圧まで考慮されることがない。

【0004】

一方、高气密性が要求される箇所では一般にガスケットが用いられるが、気密ガスケットが利用される分野では、一般的に耐電圧性は考慮されていない。

40

【特許文献1】特開2002-5982号公報**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、大強度の陽子を加速するような加速器施設では、加速器トンネルが高線量放射線場となる。このような場所で使用できる消火設備は現存しないため、部屋を貫通するケーブルダクトは防火区画性を有する必要がある。また、トンネル外へ高放射化空気が漏洩するのを防止するために、ケーブルダクトには高气密性を有することが必須となる。さらに、加速器等では、直流電圧DC70kV程度まで印加され得るため、この電圧ま

50

で耐電圧が要求される。

【 0 0 0 6 】

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、加速器等の放射線発生装置に用いる場合に要求される耐電圧性、高気密性、及び防火区画性の3特性をいずれも満足することができる放射線発生装置用ケーブルダクトを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明の放射線発生装置用ケーブルダクトは、遮蔽壁を貫通して少なくとも一方の側が放射化空気発生区域内に接続される放射線発生装置用ケーブルダクトであって、金属製の内部配管と外部ダクトとの二重同軸構造で構成され、前記内部配管内にはケーブルが敷設されると共に当該ケーブルと同じ電圧が印加され、他方、前記外部ダクトには接地電位とされ、かつ、気密処理部において、前記内部配管と前記外部ダクトとの間に、ガラスFRP製の気密処理板を設けると共に、当該気密処理板と前記内部配管との隙間、及び前記気密処理板と前記外部ダクトとの隙間に、それぞれシリコンゴム製のガスケットを設け、かつ、防火区画処理部において、前記内部配管と前記外部ダクトとの間に、ケイ酸カルシウム板に2液型シリコンゴムをコーティングした防火処理板を設けると共に、当該防火処理板と前記内部配管との隙間に、2液型シリコンゴムからなる防火材被覆を設けたことを特徴とする。

10

【 0 0 0 8 】

印加電圧が70kVの場合に、前記防火材被覆の厚みを18.4mm以上とすることが好ましい。

20

【 0 0 0 9 】

前記気密処理板をエポキシ系ガラスFRPとすることが好ましい。

【 0 0 1 0 】

前記内部配管を高絶縁性のFRPアングルによって前記外部ダクトに支持することが好ましい。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、耐電圧性、高気密性、及び防火区画性の3特性をいずれも満足することができる放射線発生装置用ケーブルダクトを提供することができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 2 】

物質を構成する原子の原子核に、高エネルギーの陽子ビームをぶつけると、原子核が砕けて、中性子、陽子、 π 中間子、ニュートリノ、ミューオン、 k 中間子、反陽子等の二次粒子が発生する。このような方法で生成した強力な中性子(neutron)ビームを用いて、核変換法により半減期の長い長寿命核を短寿命化して放射性廃棄物を処理したり、タンパク質や酵素の未知の微細構造を解明して医薬品や食品の開発に利用したりすることができる。

【 0 0 1 3 】

このような目的のために用いられる、大強度、かつ、高エネルギーの陽子ビームを生成するための陽子加速器は、通常、直線形のリニアック部と円形のシンクロトロン部とで構成される。陽子はリニアック部と大小2つのシンクロトロン部で徐々に加速され、最終的には光の速度の99.98%まで加速された陽子ビームとなる。

40

【 0 0 1 4 】

図1に、リニアック部の概略断面図を示す。リニアック部10は、イオン源電源室1と加速器トンネル3とがコンクリート壁2によって区画され、加速器トンネル3内が放射化空気発生区域となる。イオン源電源室1内には、イオン源の電源となるイオン源電源ユニット5が配置され、ケーブルダクト6によりイオン源7と接続されている。イオン源7にはリニアック9が接続され、加速された陽子はその内部を通過するようになっている。

【 0 0 1 5 】

50

図 2 に、ケーブルダクト 6 の拡大図を示す。

ケーブルダクト 6 の基本構成は、金属製で円筒状の内部配管 1 1 と断面正方状の外部ダクト 1 3 の二重同軸構造とし、内部配管 1 1 内にはケーブルが敷設される。また、外部ダクト 1 3 は接地電位とし、内部配管 1 1 は敷設するケーブルと同じ高電圧が印加される。

【 0 0 1 6 】

ケーブルダクト 6 は、図面左側でイオン源電源ユニット 5 に接続される一方、図面右側でイオン源 7 に接続される。なお、コンクリート壁 2 より右側は放射化空気発生区域である。内部配管 1 1 及び外部ダクト 1 3 は、図中の気密処理部 A で気密処理及び耐電圧処理が施され、防火区画処理部 B で防火区画処理及び耐電圧処理が施されている。

【 0 0 1 7 】

10

(内部配管 1 1、外部ダクト 1 3)

内部配管 1 1 の材質としては、鋼管（電気部材の汎用品）、銅管、アルミニウム管等が挙げられるが、電気特性、表面状態及びコストの観点から、アルミニウム管が好ましい。また、外部ダクト 1 3 の材質としては、ステンレス鋼や、アルミニウム、鉄等の金属を用いることができる。更に、内部配管 1 1 を外部ダクト 1 3 に支持するための部材としては、高絶縁性の F R P アングル 1 4 が好適に使用される。この F R P アングル 1 4 によって耐電圧性を付与することができる。

【 0 0 1 8 】

次に、気密処理部 A での気密処理について説明する。

【 0 0 1 9 】

20

(気密処理板 1 7)

図 3 に、気密処理部 A に設けられた気密処理板の拡大図を示す。気密処理板 1 7 は、内部配管 1 1 と外部ダクト 1 3 との隙間の気密処理のために設けられる。気密処理板 1 7 の材質としては、エポキシ系アラミド F R P、フェノール系ガラス F R P、エポキシ系ガラス F R P、メラミン系ガラス F R P、無機質系ガラス F R P、ポリイミド系ガラス F R P、シリコン系ガラス F R P 等が挙げられるが、絶縁抵抗及び機械強度の観点から、エポキシ系ガラス F R P が好ましい。

【 0 0 2 0 】

また、内部配管 1 1 と気密処理板 1 7 との隙間には、気密ガスケット 2 2 が設けられている。本用途の場合、ガスケットの装着状態を挿入方向の反対側から確認する必要があるが、スポンジ状ガスケットはそれに対応できないこと、及び数値解析ができない理由から、気密ガスケット 2 2 として円形用 Y 型ガスケットを採用した。気密ガスケット 2 2 の材質としては、後述する電気特性試験（実験例）の結果、シリコンゴムを用いることが好ましく、クロロプレンゴムは絶縁性能が低いことから好ましくない。

30

【 0 0 2 1 】

更に、外部ダクト 1 3 と気密処理板 1 7 との隙間にも、気密ガスケット 2 4 が設けられる。気密ガスケット 2 4 の材質としては、独自の数値解析や気密特性を考慮した結果から、Y 型ガスケットが好ましい。気密ガスケット 2 4 の材質としても、シリコンゴムを用いることが好ましい。

【 0 0 2 2 】

40

(難燃シール材 1 5)

内部配管 1 1 内に敷設するケーブルのケーブル間の隙間、及びケーブルと内部配管内との隙間の気密処理のために、内部配管内に難燃シール材 1 5 を充填する。難燃シール材 1 5 の材質としては、独自の気密特性試験の結果、「ダンシール L」（株）古河テクノマテリアル製）と「ダンシール W」（株）古河テクノマテリアル製のいずれも本用途の仕様を満たすことが分かったが、ダンシール L は難燃性能も有しているのでより好ましい。

【 0 0 2 3 】

なお、本実施形態では、気密処理部 A に、気密処理板 1 7、難燃シール材 1 5 をそれぞれ二ヶ所づつ設けたが、必要に応じて、個数を増減させても良い。

【 0 0 2 4 】

50

次に、防火区画処理部 B での気密処理について説明する。

【 0 0 2 5 】

(防火処理板 1 9)

図 4 に、防火区画処理部 B に設けられた防火処理板の拡大図を示す。防火処理板 1 9 は、内部配管 1 1 と外部ダクト 1 3 との防火区画処理のための仕切りとして設置される。防火処理板 1 9 の材質としては、通常、ケイ酸カルシウム板（ケイカル板）や耐火ブロック等が揚げられるが、ケイカル板は建築工事のほかに電気設備工事としての防火区画処理工法の認定を受けているので、ケイカル板がより好ましい。

【 0 0 2 6 】

しかしながら、通常のケイカル板のみでは、本発明者らの独自の電気特性試験の結果、絶縁性能が低く、本放射線発生装置用途には不適であることが分かった。このため、絶縁性能を付与すべく鋭意研究を行った結果、以下に示す 2 液混合型区画材をケイカル板にコーティングすることにより、絶縁性、耐電圧性が劇的に向上し、本放射線発生装置用途に好適に用いることができることが判明した。

【 0 0 2 7 】

(2 液混合型区画材)

基本組成として、ベースポリマー（末端にビニル基を持ったポリジオルガノシロキサン）、架橋剤（ベースポリマー同士をつなぎ、架橋させてゴム弾性体化するためのケイ素原子結合水素原子を持つポリオルガノシロキサン）、及び白金化合物などの硬化触媒（1 ~ 1 0 0 p p m 程度の極微量）を有し、その他、充填剤（補強、増量、熱伝導、導電等）やその他添加剤（接着性付与剤、反応抑制剤、顔料等）を含む 2 液型シリコンゴムを用いることができる。上記の必須 3 成分は、2 液型の場合、A 液または主剤として、ベースポリマー、硬化触媒、B 液または硬化剤として、架橋剤、（ベースポリマー）のように組み合わせることができる。具体的に、かかる 2 液型混合区画材としては、「シリコン・シール S E 1 8 1 1」（東レ・ダウコーニング製）が、気密・防水性を有し、優れた耐火性を備えている耐火充填材であるため、最適である。なお、防火区画板（ケイカル板）への 2 液混合型区画材のコーティング厚さは、施工性を考慮して 2 m m とすることが好ましい。

【 0 0 2 8 】

(防火材被覆 2 1)

防火区画処理部 B に耐電圧性を付加するために、2 液混合型区画材をコーティングしたケイカル板からなる防火処理板 1 9 を用いると共に、更に、内部配管 1 1 に上記の 2 液混合型区画材を巻き付け、防火材被覆 2 1 を形成する。具体的には、まず、円柱型の型枠を作り、内部配管 1 1 にこの型枠を取り付けた後、型枠に液状の 2 液混合型区画材を流し込む。しばらく放置すると、液状の区画材が固形化する。固形化後、型枠を外すと、内部配管 1 1 に防火区画材が巻かれたものが形成される。巻き付け厚は、後述する実験例 1 の結果による 2 液混合型防火区画材の 1 m m 厚当たりの耐電圧性能 9 . 5 k V / m m に従って決定することができる。

【 0 0 2 9 】

すなわち、配管 1 1 への印加電圧を V_1 [k V] とすると、最小厚さ t [m m] は、次式より求めることができる。

$$t = (V_1 / V_2) \times \alpha$$

但し、 V_1 : 配管への印加電圧 [k V]

V_2 : 2 液混合型防火区画材の耐電圧 [k V / m m]

α : 安全率

今回、 $V_1 = 70$ [k V]、 $V_2 = 9.5$ [k V / m m]、 $\alpha = 2.5$ とし、最小厚さ $t = 18.4$ m m を得た。従って、実際には厚さを 20 m m 程度とすることができる。

【 0 0 3 0 】

(ケーブル端部気密材)

内部配管 1 1 内に敷設するケーブル端部の芯線と被覆間の気密処理のために、ケーブル

端部にシール材を塗布することが好ましい。シール材としては、２液混合型防火区画材を用いることができる。

【００３１】

（本実施態様の効果）

以上説明したように、ケーブルダクト６を用いることにより、

- （１）内部配管への印加電圧７０ｋＶに対しても耐電圧性を有し、
- （２）気密処理部について、ＪＩＳ Ａ１５１６に準拠した気密試験において、０．５等級以上、具体的には２０００Ｐａの気圧条件下で１．５ｍ^３/ｈ以下の高気密性を有し、
- （３）国土交通大臣の認定工法である２５ｍｍケイカル板壁工法（ＰＳ０６０ＷＬ－０２３６）の準用と、認定工法材料の使用により、防火区画処理部において耐火性能（防火区画性）を有するものとすることができる。

10

【実験例１】

【００３２】

（絶縁性能試験）

クロロプレンゴム（タケチ工業ゴム）、シリコンゴム（タケチ工業ゴム）、２液混合型防火区画材（「シリコンシールＳＥ１８１１」 東レ ダウコーニング シリコン製）について、絶縁破壊試験を行った。試験方法は、「ＪＩＳ Ｃ２１１０－１９９４」に準じて実施し、試験の種類は絶縁破壊試験（短時間破壊試験）によった。測定は、ＪＩＳ Ｃ２３２０に規定される１種２号絶縁油（油温２２℃）を用い、図５に示すように、１０×１０ｃｍの寸法の試料３１の上部に直径２５ｍｍの円筒形電極（正極）３３を載せる一方、試料３１の下に直径７５ｍｍの円筒形電極（負極）３５を配置し、絶縁油３７中に試料３１を沈めて、高電圧発生装置３９により電圧を発生させて行った。なお、電圧上昇速度は２ｋＶ／２０秒とした。結果を次表に示す。

20

【００３３】

【表１】

試料	番号	試料厚さ（mm）	破壊時電圧（kV）	耐電圧（kV/mm）
クロロプレンゴム	1	3.00	測定できず	—
シリコンゴム	1	3.02	31.763	10.518
	2	3.05	31.766	10.415
	3	3.08	32.122	10.429
	4	3.08	31.482	10.221
	5	3.08	34.174	11.095
	平均	—	—	平均値10.5
２液混合型防火区画材	1	3.45	35.977	10.428
	2	3.80	36.048	9.486
	3	3.50	32.127	9.179
	4	3.73	34.083	9.138
	5	3.68	34.094	9.265
	平均	—	—	平均値9.5

30

40

【００３４】

上記の結果より、耐電圧の平均値はシリコンゴムで１０．５ｋＶ／ｍｍ、２液混合型防火区画材で９．５ｋＶ／ｍｍであったが、クロロプレンゴムでは絶縁性能が低すぎて測定不可能であった。

【実験例２】

【００３５】

（電気抵抗試験）

クロロプレンゴム（タケチ工業ゴム）、シリコンゴム（タケチ工業ゴム）、２液混合型防火区画材（「シリコンシールＳＥ１８１１」 東レ ダウコーニング シリコン製）について、電気抵抗試験を行った。試験方法は、ＪＩＳ Ｋ６２４９「未硬化及び硬化

50

シリコンゴムの試験方法」及びK 6 2 7 1「加硫ゴム及び熱可塑性ゴム - 体積抵抗率及び表面抵抗率の求め方」に準じて実施した。使用機器として、デジタル超高抵抗・微小電流計 (ADVANTEST社 R 8 3 4 0) 及び抵抗測定試料箱 (ADVANTEST社 R 1 2 7 0 2 A) を使用し、前処理として湿度 1 5 % 気中に 1 6 時間静置した後、気温 2 2 、湿度 6 4 %、測定電圧 1 0 0 0 [V]、測定時圧力 3 [k g f] の条件で測定した。結果を次表に示す。

【 0 0 3 6 】

【表 2】

試料	番号	体積抵抗 (Ωcm^3)	表面抵抗 (Ωcm)	厚さ (mm)
クロロプレンゴム	1	9.96×10^6	1.69×10^6	2.90
	2	7.4×10^6	2.9×10^6	2.85
	3	5.3×10^7	1.5×10^7	2.76
	4	1.4×10^7	5.5×10^8	2.86
	5	1.1×10^8	1.8×10^8	2.88
	平均	3.9×10^7	4.1×10^7	—
シリコンゴム	1	$5.1 \sim 5.4 \times 10^{16}$	$6.8 \sim 7.2 \times 10^{16}$	2.84
	2	$2.4 \sim 2.6 \times 10^{16}$	$4.1 \sim 4.3 \times 10^{16}$	2.82
	3	$5.7 \sim 6.4 \times 10^{16}$	6.0×10^{17}	2.83
	4	$2.8 \sim 3.2 \times 10^{16}$	2.0×10^{17}	2.80
	5	1.2×10^{16}	$1.6 \sim 1.7 \times 10^{17}$	2.83
	平均	3.6×10^{16}	2.2×10^{17}	—
2液混合型防火区画材	1	1.3×10^{14}	2.8×10^{14}	3.70
	2	$2.8 \sim 3.0 \times 10^{14}$	3.8×10^{15}	3.66
	3	$1.2 \sim 1.3 \times 10^{14}$	3.2×10^{14}	3.53
	4	2.4×10^{14}	7.2×10^{15}	3.28
	5	1.5×10^{14}	3.2×10^{14}	3.29
	平均	1.9×10^{14}	2.4×10^{15}	—

【 0 0 3 7 】

上記の結果より、シリコンゴム、2液混合型防火区画材の体積抵抗はそれぞれ、 3.6×10^{16} 、 $1.9 \times 10^{14} \Omega \text{cm}^3$ と十分な値が得られたが、クロロプレンゴムのそれは $3.9 \times 10^7 \Omega \text{cm}^3$ と十分な値を得ることができなかった。

【 0 0 3 8 】

実施例 1 及び 2 の結果より、シリコンゴム及び 2 液混合型防火区画材が絶縁性能に優れており、好ましいことが判明した。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 9 】

【図 1】陽子加速器のリニアック部を示す概略断面図である。

【図 2】本実施形態に係るケーブルダクトを示す拡大図である。

【図 3】図 2 の気密処理部 A に設けられた気密処理板を示す拡大図である。

【図 4】図 2 の防火区画処理部 B に設けられた防火処理板を示す拡大図である。

【図 5】実験例 1 で行った絶縁破壊試験の概念図である。

【符号の説明】

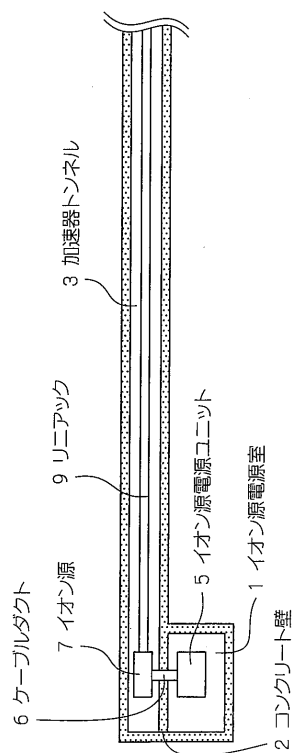
【 0 0 4 0 】

- 1 イオン源電源室
- 2 コンクリート壁
- 3 加速器トンネル
- 5 イオン源電源ユニット
- 6 ケーブルダクト
- 7 イオン源

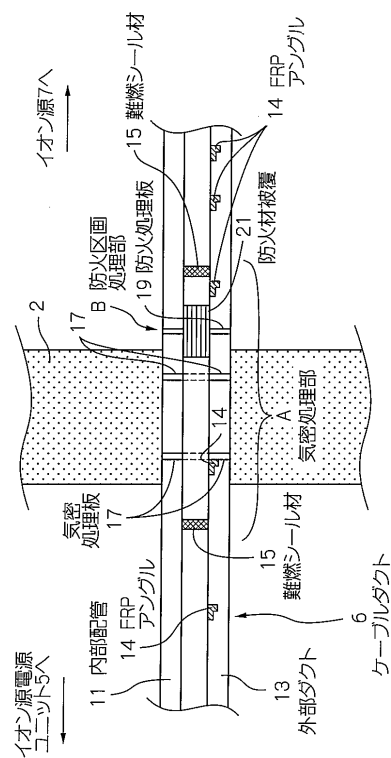
- 9 リニアック
- 10 リニアック部
- 11 内部配管
- 13 外部ダクト
- 14 FRPアングル
- 15 難燃シール材
- 17 気密処理板
- 19 防火処理板
- 21 防火材被覆
- 22 気密ガスケット
- 24 気密ガスケット

【図1】

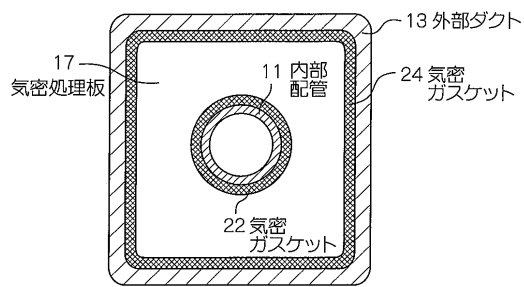
10 リニアック部



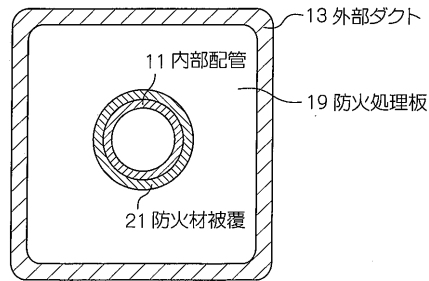
【図2】



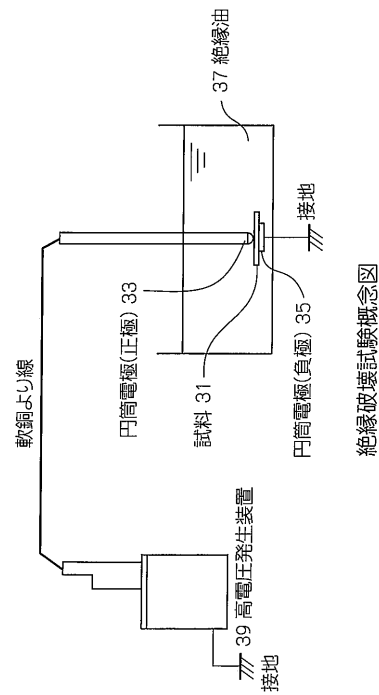
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100096013
弁理士 富田 博行
- (74)代理人 100109276
弁理士 岡本 芳明
- (72)発明者 小栗 英知
茨城県那珂郡東海村白方白根 2 丁目 4 番 独立行政法人日本原子力研究開発機構 原子力科学研究
所内
- (72)発明者 上野 彰
茨城県那珂郡東海村白方白根 2 丁目 4 番 独立行政法人日本原子力研究開発機構 原子力科学研究
所内
- (72)発明者 村野 佳大
東京都港区芝浦 4 丁目 8 番 3 3 号 株式会社関電工内
- (72)発明者 柏崎 和久
東京都港区芝浦 4 丁目 8 番 3 3 号 株式会社関電工内
- (72)発明者 土田 崇
東京都港区芝浦 4 丁目 8 番 3 3 号 株式会社関電工内
- (72)発明者 川崎 正治
東京都港区芝浦 4 丁目 8 番 3 3 号 株式会社関電工内
- F ターム(参考) 2G085 AA03 AA13 BA02 BA19 BB01 BB07 BE06 BE07
5G363 AA03 BA01 CA02 CA05 CB05