

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4768253号
(P4768253)

(45) 発行日 平成23年9月7日(2011.9.7)

(24) 登録日 平成23年6月24日(2011.6.24)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 J 35/16 (2006.01)

HO 1 J 35/04 (2006.01)

HO 1 J 35/16

HO 1 J 35/04

請求項の数 10 外国語出願 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2004-348517 (P2004-348517)	(73) 特許権者	300019238
(22) 出願日	平成16年12月1日 (2004.12.1)		ジーイー・メディカル・システムズ・グロ
(65) 公開番号	特開2005-203354 (P2005-203354A)		ーバル・テクノロジー・カンパニー・エル
(43) 公開日	平成17年7月28日 (2005.7.28)		エルシー
審査請求日	平成19年11月29日 (2007.11.29)		アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53
(31) 優先権主張番号	10/707,269		188・ワウケシャ・ノース・グランドヴ
(32) 優先日	平成15年12月2日 (2003.12.2)		ュー・ブルバード・ダブリュー・710
(33) 優先権主張国	米国 (US)		・3000
		(74) 代理人	100137545
			弁理士 荒川 聡志
		(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100106541
			弁理士 伊藤 信和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 陰極と電磁シールド間の導電的近接を有するX線管システム及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

イメージング管（52、52'）において、
内部真空部（98）を有する真空容器（96）と、
電磁シールド（94、94'）を有する大気側給電線組立体（104、104'）と、
外部大気（126）から前記内部真空部（98）を分離する絶縁体（106、106'）
と、
前記電磁シールド（94、94'）に電氣的に接続し、前記電磁シールド（94、94'
）に近接し且つイメージング管（52、52'）内の静電界線（132）の湾曲を防ぐ、
前記真空容器（96）内に少なくとも部分的に存在する陰極ポスト（92、92'）と、
を備え、
前記陰極ポスト（92、92'）が、
アウターハウジング（110）と、
前記アウターハウジング（110）内に存在する複数の陰極接続部と、
を含むイメージング管（52、52'）。

【請求項2】

前記絶縁体（106、106'）が、セラミック絶縁体を含む請求項1に記載のイメージ
ング管（52、52'）。

【請求項3】

前記絶縁体（106、106'）が陰極ポストチャンネル（122）を含み、前記陰極ポ

スト(92、92')が前記陰極ポストチャンネル(122)内に結合される請求項1に記載のイメージング管(52、52')。

【請求項4】

前記絶縁体(106、106')が、
陰極ポスト内部部分(120)と、
陰極ポスト外部部分(124)と、
を含む請求項1に記載のイメージング管(52、52')。

【請求項5】

前記陰極ポスト内部部分(120)が、完全に前記陰極ポスト(92、92')内に存在する請求項4に記載のイメージング管(52、52')。

10

【請求項6】

前記陰極ポスト(92、92')が、前記大気側給電線組立体(104、104')と接触している請求項1に記載のイメージング管(52、52')。

【請求項7】

前記陰極ポスト(92、92')が、前記X線管の少なくとも1つの三重点領域内で前記静電界線(132)の湾曲を防ぐ請求項1に記載のイメージング管(52、52')。

【請求項8】

前記陰極ポスト(92、92')が、前記X線管の少なくとも1つの高電界応力領域内で前記静電界線(132)の湾曲を防ぐ請求項1に記載のイメージング管(52、52')。

20

【請求項9】

前記電磁シールド(94、94')が、前記絶縁体(106、106')に対して内側及び外側にある前記静電界線(132)の湾曲を防ぐ請求項1に記載のイメージング管(52、52')。

【請求項10】

前記大気側給電線組立体(104、104')が、前記陰極ポスト(92、92')に近接するファラデー箱(26)を含む請求項1に記載のイメージング管(52、52')。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、コンピュータ断層撮影X線源の高電圧安定性に関する。より具体的には、本発明は、X線管の三重点領域内における静電界線の湾曲の最小化に関する。

【背景技術】

【0002】

X線管などの高出力高電圧コンピュータ断層撮影(CT)X線源の高電圧安定性は、使用中のX線源の構成、シーズニング、検査、及び配置に不可欠である。X線管の製造において、X線管は組み立てられて検査される。X線管の製造に続いて、該X線管はシステム組み立て中に更に検査されて較正される。検査プロトコル及び較正手順の多くは、実際の最終的な顧客用途における標準的又は予想されるプロトコル及び手順よりも厳しい。厳格なプロトコル及び手順の迅速且つ効率的な実行の要求に加え、これに耐えることに対する要求は、結果として、厳密な高電圧X線管設計要件を満たす高度にロバストなX線源が必要となる。

40

【0003】

シングルエンド又は単極高電圧X線管において、X線は、陰極及び回転陽極間の真空ギャップを横断する電子ビームを加速することにより発生される。陰極及び陽極は、挿入部又はフレームと呼ばれる場合もある真空容器内に設けられる。単一の高電圧絶縁体を貫通する高電圧ケーブルを介して、高電圧が陰極に供給される。陽極接地のX線管の場合、高電圧絶縁体は、接地基準の電位に対して負の電位とすることができる。

50

【 0 0 0 4 】

高電圧絶縁体は、ほぼ接地電位である場合が多い挿入部の壁から陰極を絶縁及び分離する。その際、絶縁体は陰極と壁との間に真空シールを形成する。高電圧ケーブルは、導電ピンを介して挿入部又は真空容器を貫通し、高電圧を陰極に供給する。高電圧ケーブルは、ファラデー箱を有するコネクタによって挿入部に結合される。ファラデー箱は通常、高電圧ケーブルと陰極との間の導通を形成する導電ピンを囲み、該ピンにかかる高電圧応力及びその絶縁破壊を防ぐような円柱形状である。

【 0 0 0 5 】

挿入部の高電圧安定性に役立つ主な設計上の特徴は、一般に2つある。2つの主な特徴は、高電圧絶縁体の真空側及び大気側の設計である。真空密閉法が絶縁体の真空側に用いられ、大気ガスのX線管への漏洩を防ぐ。大気側はファラデー箱を有するコネクタの使用を含む。コネクタは通常接地電位であるので、ファラデー箱は、導電ピンとコネクタとを絶縁し分離するために用いられる。

10

【 0 0 0 6 】

絶縁体の設計は実際に混成型である。絶縁体は、空気ギャップ及び絶縁材料を用いて高電圧電位絶縁及び分離を形成する。絶縁体はまた、広範な温度にわたってミリメートルより小さい許容誤差の特定の物理的間隔を維持する機械強度をもたらす。絶縁体は静電電位を確立するための中実の表面を備え、これを横切ってアーク放電が発生することができる。アーク経路は、例えば、陰極と挿入部の壁との間などの1対の高電圧端子間に存在する。

20

【 0 0 0 7 】

真空容器内で該真空容器に沿って導電体と絶縁体とが互いに隣接し、又は互いに接触する領域を総称して「三重点領域」という。三重点領域の陰極及び導電体近傍の絶縁体の外側及び内側に、高電界応力が生じる。

【 0 0 0 8 】

三重点領域内の高電界応力は、絶縁体を貫通し、電界放出効果及び他の混成型マイクロ機構を通じて電子照射を生成することができる。電子照射からの電荷が、陰極などの中実の表面から分離され、真空又は絶縁体内に存在すると、電荷は電界の影響下で加速され、カスケードされてアークを生成することができる。アークは上述の経路に沿って発生することができる。アーク放電は絶縁体を損傷させ、絶縁破壊し、亀裂を生じさせる可能性がある。絶縁体の絶縁破壊は最終的には空気漏洩をもたらし、X線管を動作不能にする恐れがある。アーク放電はまた、大気側のフラッシュオーバーを生じ、これが他のX線システムの構成要素に損傷を与える可能性がある。

30

【特許文献1】米国特許出願公開第2004/0096037号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

従って、三重点領域内で受ける高電界応力を最小化すると共に、X線管の現在の電位差及び電界性能基準並びに許容誤差を維持して満足する改良されたX線管設計に対する必要性がある。

40

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明は、真空容器及び大気側給電線組立体を含むイメージング管を提供する。真空容器は、内部真空部を有する。給電線組立体は、電磁シールドを有する。絶縁体が内部真空を外部大気から分離する。陰極ポストは真空容器内に存在する。陰極ポストは、電磁シールドに導電的に近接しており、イメージング管内で静電界線の湾曲を防ぐ。

【 0 0 1 1 】

本発明の実施形態は、幾つかの利点を提供する。本発明の複数の実施形態によって与えられるこうした利点の1つは、陰極ポストが高電圧給電線組立体の電磁シールドに導電的に近接しているようなX線管の構成を提供することである。その際、上記の実施形態は、

50

X線管内で静電界線の湾曲を防ぐ。静電界線の湾曲を防ぐことにより、高電圧X線管絶縁体のアーク放電及び絶縁破壊を防ぎ、従ってX線管の寿命が延びる。

【0012】

更に、本発明はX線管の高電圧安定性を高め、これはX線管の製造時間を最短化する。製造時間の短縮は、X線管のコスト及びサイクル時間の低減をもたらす。本発明により、汚染され、排気又はシーズニングが不十分で、異物に対して解放された状態のX線管、又は表面に汚染膜のあるX線管などといった、X線管の高電圧安定性又は性能を損なう可能性がある全ての不安定なX線管と、高電圧安定のX線管とが更に容易に差別化される。

【0013】

更に、本発明は、電磁シールドに導電的に近接する陰極ポストの構成において、多数の用途に適用することができる多くの技法を提供する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

付随する利点と共に本発明自体は、添付図と併せて以下の詳細な説明を参照することにより最もよく理解されるであろう。

【0015】

次に、本発明をより完全に理解するために、より詳細に添付図に示され、且つ本発明の実施例を用いて以下に説明された実施形態を参照されたい。

【0016】

図1を参照すると、従来のX線管12の高電圧絶縁体部分10の拡大断面図が示されている。X線管12は、内部真空部16を備えた真空容器14を有する。陰極ポスト18が真空16内に設けられ、高電圧コネクタ組立体22を介して高電圧ケーブル20から電力を受け取る。コネクタ組立体22は、真空容器14に結合される主コネクタ24とファラデー箱26とを含む。ファラデー箱26は、周囲に電磁シールドを形成し且つコネクタ接続部30の絶縁破壊を防ぐ。

【0017】

高電圧絶縁体32は、陰極ポスト18と真空容器14の壁34との間で、コネクタ組立体22の側面に沿って結合される。陰極ポスト18とファラデー箱26は、絶縁体32とコネクタ24とによって隔てられていることに留意されたい。陰極ポスト18と真空部16付近の絶縁体32との間の接続部44には、三重点領域が存在する。ファラデー箱26と絶縁体32との間の領域には、高電界応力領域が存在する。三重点領域は破線円38で示され、高電界応力領域は、破線円40で示され、且つ高電界が不均一な範囲である。領域38及び40は、図2に示される三重点領域38と高電界領域40である。

【0018】

次に、図2を参照すると、絶縁体部分10の静電界線を表す4分の1拡大断面図が示されている。静電界線42は、陰極ポスト18とファラデー箱26に沿って絶縁体32を通過してほぼ延びる等電位線として示される。電界線42は、絶縁体32内の陰極ポスト18の端部44及びファラデー箱26の端部46の近傍で曲っていることに留意されたい。この電界線42の湾曲が、三重点領域38及び高電界応力領域40内の高電界応力の原因となる。電界線42の曲率が急であるほど、電界応力は強くなる。一般的に、電界線の急な湾曲は、金属形状の鋭い角及び不連続部に存在する。電子は、矢印48で示されるように、端部44から絶縁体32の表面をわたり固体から真空中へ放出される。これは電界効果放出と呼ばれる。時間の経過と共に、絶縁体32をわたる電界効果照射により、絶縁体32に亀裂が生じ、最終的にはX線管12が動作不能となる。本発明の多くの実施形態は、陰極ポスト及びファラデー箱の近傍などでX線管内の静電界線の湾曲を防止する。上記の実施形態を以下に詳細に説明する。

【0019】

以下の図では、同じ参照符号は同じ構成要素を表すように用いられる。本発明は、X線管の三重点領域内の静電界線の湾曲を最小化する装置に関して説明しているが、以下の、コンピュータ断層撮影(CT)システム、放射線治療システム、X線イメージング・シス

10

20

30

40

50

テム、及び当該技術分野で公知の他の用途の装置は、種々の目的に適合させることが可能であり、これらの用途に限定されるものではない。本発明は、X線管、CT管、及び当該技術分野で公知の他のイメージング管に適用することができる。本発明は、単極及び双極イメージング管に適用することができる。

【0020】

以下の説明において、種々の動作パラメータ及び構成要素が、1つの構成された実施形態において説明される。これらの特定のパラメータ及び構成要素は、例証として含まれるものであり、限定を意図するものではない。

【0021】

また、用語「三重点領域」は、イメージング管の真空容器内の領域を意味し、これに沿って高電圧接続部と高電圧絶縁体とが互いに隣接し、近接し、又は接触する。三重点領域は、絶縁体の外部又は内部の領域を含むことができる。例示的な三重点領域は図1、2、5及び6に示される。

【0022】

次に、図3及び図4を参照すると、本発明の実施形態によるイメージング管52を使用したマルチスライスCTイメージング・システム50の斜視図及び概略ブロック図が示される。イメージング・システム50は、X線管組立体56と検出器アレイ58とを有するガントリ54を含む。組立体56は、イメージング管52などのX線発生装置を有する。イメージング管52は、X線ビーム60を検出器アレイ58に向けて投射する。イメージング管52及び検出器アレイ58は、並進移動可能テーブル62の周りを回転する。テーブル62は、組立体56と検出器アレイ58との間でz軸に沿って並進し、ヘリカル・スキューを実行する。患者ボア66内で患者64を透過した後のビーム60は、検出器アレイ58で検出される。ビーム60を受信すると検出器アレイ58は、CT画像の生成に用いられる投影データを発生する。

【0023】

イメージング管52及び検出器アレイ58は、中心軸68の周りを回転する。ビーム60は多数の検出器素子70によって受信される。各検出器素子70は、入射X線ビーム60の強度に応じた電気信号を発生する。ビーム60が患者64を透過すると、該ビーム60は減弱される。ガントリ54の回転及び管52の動作は、制御機構71によって制御される。制御機構71は、管52に電力とタイミング信号とを供給するX線制御装置72と、ガントリ54の回転速度及び位置を制御するガントリ・モータ制御装置74とを含む。データ収集システム(DAS)76は、検出器素子70から発生されるアナログ・データをサンプリングし、後続の処理のために該アナログ・データをデジタル信号に変換する。画像再構成装置78は、サンプリングされてデジタル化された、DAS76からのX線データを受け取り、高速画像再構成を実行してCT画像を生成する。主制御装置、すなわちコンピュータ80が、CT画像を大容量記憶装置82内に格納する。

【0024】

コンピュータ80はまた、オペレータ・コンソール84を介してオペレータから命令及びスキュー・パラメータを受け取る。表示装置86によって、オペレータはコンピュータからの再構成画像及び他のデータを観察することができる。オペレータが供給した命令及びパラメータは、制御機構71の動作においてコンピュータ80によって用いられる。更にコンピュータ80は、テーブル・モータ制御装置88を作動させ、該制御装置がテーブル62を並進させて患者64をガントリ54内で位置決めする。

【0025】

次に、図5を参照すると、大気側電磁シールド94に導電的に近接し、且つ本発明の実施形態による陰極ポスト92を有するX線管52の高電圧絶縁体部分90の拡大断面図が示される。X線管52は、内部真空部98を備えた真空容器96及び中心軸100を有する。陰極組立体102は、真空部98内に設けられ、高電圧大気側給電線組立体104から電力を受け取る。高電圧絶縁体106は、陰極組立体104、真空容器96の壁108、及び給電線組立体104の間に結合される。陰極ポスト92は、給電線組立体104と

10

20

30

40

50

接触するように絶縁体 106 を貫通して延びる。陰極ポスト 92 が延びることにより、陰極ポスト 92 とシールド 94 との間の分離距離が最小になる。陰極ポスト 92 とシールド 94 との間の分離距離が最小になることで、これらの間に電氣的な伝導が可能となる。

【0026】

陰極組立体 102 は、アウターハウジング 110 を有する陰極ポスト 92 を含む。複数の陰極接続部 112 がアウターハウジング 110 内に設けられ、給電線組立体 104 に結合される。

【0027】

給電線組立体 104 は、真空容器 96 に結合される主コネクタ 114 を含む。主コネクタ 114 は、ファラデー箱の形態とすることができるシールド 94 を含む。シールド 94 は、コネクタ 114 内で、且つ接続点での絶縁体 106 とコネクタ 114 との間の境界面でコネクタ接続部 116 を取り囲み、その絶縁破壊を防止する。コネクタ接続部 116 は、高電圧ケーブル 118 から電力を受け取り、陰極接続部 112 へ電力を供給する。主コネクタ 114 及びシールド 94 は、種々の形態、形状、及び寸法とすることができる。

【0028】

絶縁体 106 は、陰極ポスト内部部分 120、陰極ポストチャンネル 122、及び外部部分 124 を有する。内部部分 120 は、完全に陰極ポスト 92 内部に設けることができる。陰極ポスト 92 は、チャンネル 122 内部に設けられる。絶縁体 106 は、真空容器 96 の外部にある大気 126 から真空部 98 を絶縁して分離する。絶縁体 106 はまた、陰極ポスト 92、給電線組立体 104、及び壁 108 の間の電位を絶縁し分離する。絶縁体 106 は、高絶縁耐力を有する厚いセラミック絶縁体などの誘電性絶縁体の形態とすることができ、又は当該技術分野で公知の他の形式とすることができる。絶縁体 106 はまた、種々の形態、形状、寸法とすることができる。

【0029】

X線管 52 内の三重点領域及び高電界応力領域は、それぞれ破線円 130 及び 131 で示される。三重点領域 130 内及び高電界応力領域 131 内の静電界の湾曲は、シールド 94 に対する陰極ポスト 92 の導電的近接によって最小化される。これは図 6 で更に詳細に分かる。

【0030】

図 6 を参照すると、本発明の実施形態による図 5 の絶縁部分 90 の静電界線を表す 4 分の 1 拡大断面図を示す。絶縁体 106 内で陰極ポスト 92 に沿った静電界線 132 の湾曲が最小であることに留意されたい。陰極ポストの端部 134 及びシールド 94 の端部 136 の間及びその近傍で最小量の湾曲が存在する。X線管 52 内の電磁界応力は、三重点領域 130 及び高電界応力領域 131 において、図 1 に示されるような従来技術の X線管内の電磁界応力よりも実質的に小さい。電界線 132 が本来の同軸配列により近接して従う結果、電界線 132 は中心軸 100 に対してほぼ平行であり、陰極ポスト 92 及びシールド 94 などの真空容器 96 内に含まれる任意の中実の金属面に対して直角に終端するようになる。最小量の湾曲の残部は、図 7 の実施形態によって更に解消される。

【0031】

次に図 7 を参照すると、本発明の実施形態による、X線管 52' の高電圧絶縁体部分 90' の拡大断面図が、陰極ポスト 92' が大気側電磁シールド 94' と導電接触した状態で示されている。図 7 は本発明の別の実施形態を示す。X線管 52' は、陰極組立体 102'、絶縁体 106'、及び給電線組立体 104' を含む。絶縁体 106' は、絶縁体 106 の中心部分 142 に設けられる導電素子 140 を有する。導電素子 140 は、陰極ポスト 92' 及び給電線組立体 104' に導電接触する。また、シールド 94' は、中心軸 100 に沿ってシールド 94 よりも更に延長され、導電素子 140 に接触するようにする。

【0032】

導電素子 140 は、陰極ポスト 92' とシールド 94' との間に設けられ、電流を伝える。導電素子 140 は導電リングの形態で示されるが、種々の形態、形状、及び寸法であってもよい。導電素子 140 は、金属材料又は当該技術分野で公知の他の導電性材料で形

10

20

30

40

50

成することができる。

【 0 0 3 3 】

図 7 の実施形態は、陰極ポスト 9 2 ' とシールド 9 4 ' との間に連続した導電接続部を形成する。連続した導電接続部は、絶縁体 1 0 6 ' の内外の陰極ポスト 9 2 ' 及びシールド 9 4 ' に沿った静電界線の湾曲を除去する。連続した導電接続部は、更に、図 6 に示される陰極ポスト 9 2 とシールド 9 4 との間のギャップ 1 5 2 の排除によりこれらの間の少量の湾曲部 1 5 0 を最小限にする。

【 0 0 3 4 】

本発明は、陰極ポストと高電圧給電線組立体の電磁シールドとの間の最小限のギャップを具備する X 線管を提供する。陰極ポストとシールドとの間のギャップを縮小すると、X 線管の三重点領域及び高電界応力領域の電界応力が低下する。電界応力の低下は、スピット活動を最小にし、X 線管の高電圧安定性を向上させる。本発明は、絶縁体表面に沿った電界加速及びカスケード増強放電開始に起因する電荷移動度を最小限に抑える。本発明はまた、X 線管の高電圧絶縁体の絶縁耐力も向上させる。

10

【 0 0 3 5 】

上述の装置及び方法は、当業者であれば当該技術分野で公知の種々の用途及びシステムに適用することができる。上述の発明はまた、本発明の真の範囲から逸脱することなく変更することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 6 】

20

【 図 1 】 従来の X 線管の高電圧絶縁体部分の拡大断面図。

【 図 2 】 図 1 の高電圧絶縁体部分の静電界線を表す 4 分の 1 拡大断面図。

【 図 3 】 本発明の実施形態によるイメージング管を使用するマルチスライス CT イメージング・システムの概略図。

【 図 4 】 本発明の実施形態による図 1 のマルチスライス CT イメージング・システムの概略ブロック図。

【 図 5 】 大気側電磁シールドに導電的に近接し且つ本発明の実施形態による陰極管を有する X 線管の高電圧絶縁体部分の拡大断面図。

【 図 6 】 本発明の実施形態による図 5 の高電圧絶縁体部分の静電界線を表す 4 分の 1 拡大断面図。

30

【 図 7 】 大気側電磁シールドに導電接触し且つ本発明の実施形態による陰極カップを具備する X 線管の高電圧絶縁体部分の拡大断面図。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 7 】

9 2 陰極ポスト

9 4 電磁シールド

9 6 真空容器

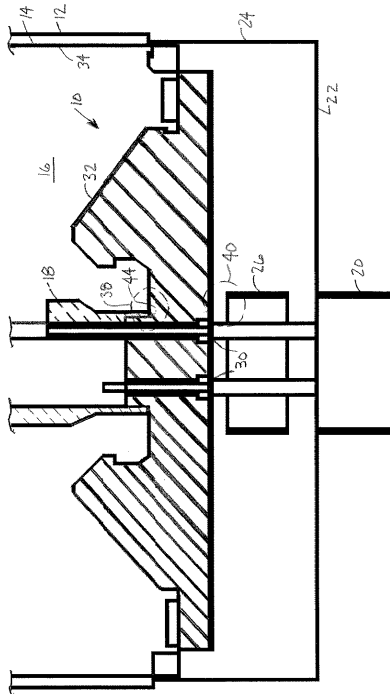
9 8 内部真空部

1 0 4 大気側給電線組立体

1 0 6 絶縁体

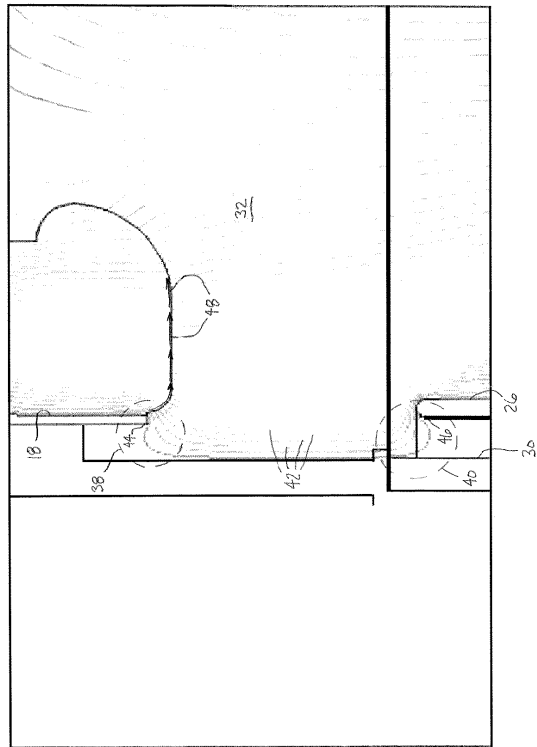
40

【 図 1 】



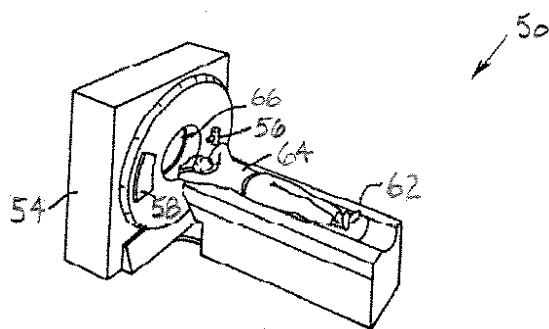
(PRIOR ART)

【 図 2 】

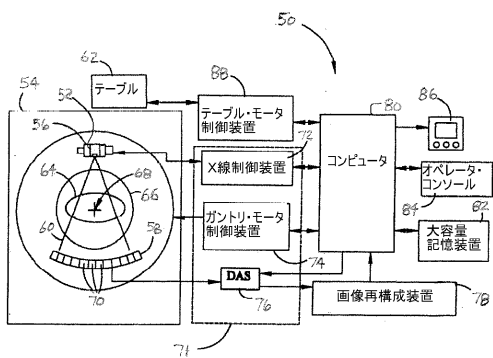


(PRIOR ART)

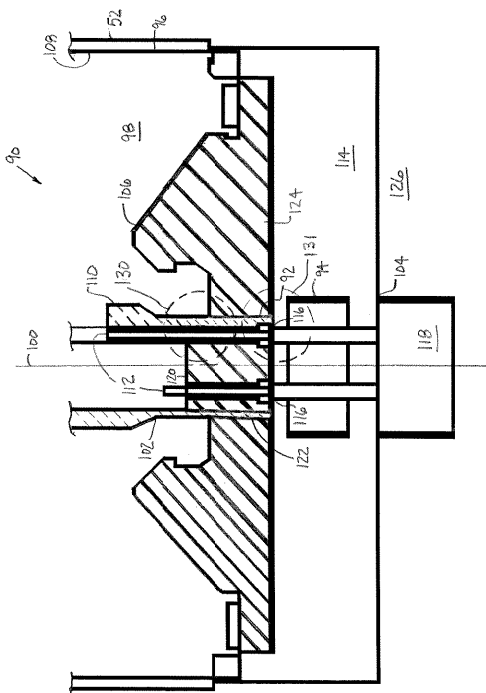
【 図 3 】



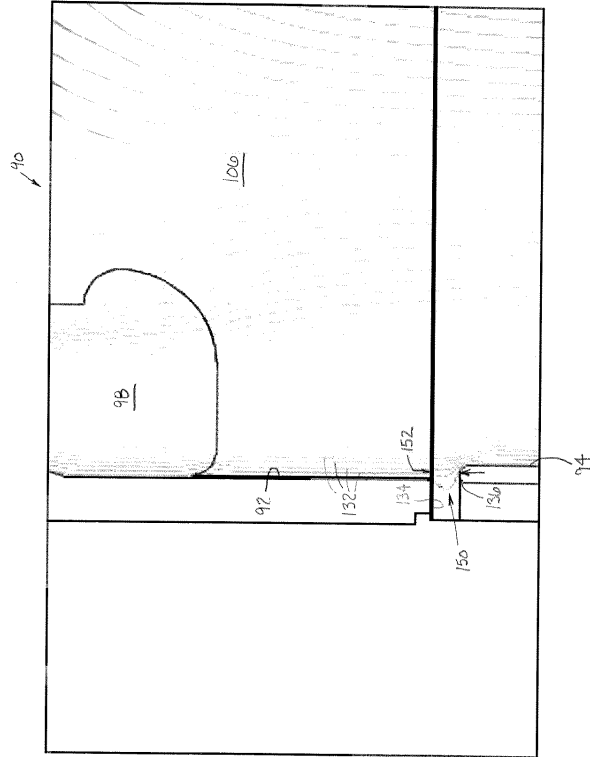
【圖 4】



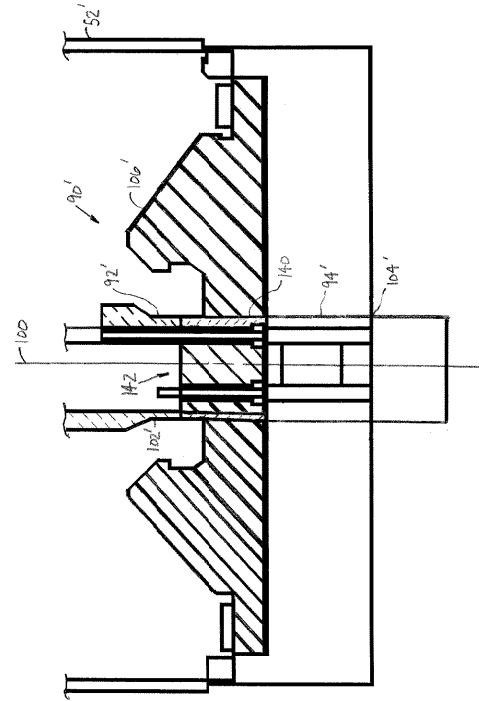
【 図 5 】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(74)代理人 100129779

弁理士 黒川 俊久

(72)発明者 カセグン・テクレトサディック

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、クリフトン・パーク、ロンドン・スクエア・ドライブ、2012番

(72)発明者 ジョン・スコット・プライス

アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、ウォーワトサ、ノース・69ティーエイチ・ストリート、2618番

審査官 岡 崎 輝雄

(56)参考文献 国際公開第2004/013883(WO, A1)

特開平06-318440(JP, A)

特開昭57-182952(JP, A)

特開2004-165167(JP, A)

特表2005-502160(JP, A)

米国特許第05136625(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01J 35/16

H01J 35/04