

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5279977号  
(P5279977)

(45) 発行日 平成25年9月4日(2013.9.4)

(24) 登録日 平成25年5月31日(2013.5.31)

(51) Int.Cl. F I  
**H05G 1/34 (2006.01)** H05G 1/34 E  
**H01J 35/06 (2006.01)** H01J 35/06 E

請求項の数 17 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2002-513855 (P2002-513855)	(73) 特許権者	511054444
(86) (22) 出願日	平成13年7月23日 (2001.7.23)		ニコン・メトロロジー・エヌヴェ
(65) 公表番号	特表2004-504710 (P2004-504710A)		ベルギー・B-3001・ルーヴェン・ゲルテンアークセバーン・329
(43) 公表日	平成16年2月12日 (2004.2.12)	(74) 代理人	100079049
(86) 国際出願番号	PCT/GB2001/003274		弁理士 中島 淳
(87) 国際公開番号	W02002/009481	(74) 代理人	100084995
(87) 国際公開日	平成14年1月31日 (2002.1.31)		弁理士 加藤 和詳
審査請求日	平成20年6月5日 (2008.6.5)	(74) 代理人	100085279
(31) 優先権主張番号	0017976.2		弁理士 西元 勝一
(32) 優先日	平成12年7月22日 (2000.7.22)	(72) 発明者	ハッドランド、 ロジャー
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		イギリス国 ダブリューディー4 9イー エイチ ハートフォードシャー チッパー フィールド スキャッターデルズ レーン 91

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線源

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

X線放射ターゲットと、  
高電圧電源と、

前記高電圧電源に接続され、電子ビームを前記X線放射ターゲットに向かって放出する陰極フィラメントと、

前記X線放射ターゲットと前記陰極フィラメントとの間に配置されかつ前記放出された電子ビームを加速させる陽電極と、

前記高電圧電源の前記陰極フィラメントと同じ電極側に接続された制御グリッド電極と、

前記高電圧電源から前記制御グリッド電極と前記陰極フィラメントとへ分岐する位置と前記陰極フィラメントとの間に配置されて流れる電流の大きさを検知する検知手段と、前記制御グリッド電極と前記陰極フィラメントとの間に接続され、前記電流の大きさを変化させるための可変コンダクタンス装置とを含み、前記電流の大きさに応じたバイアス電圧を前記制御グリッド電極に印加すると共に電子ビームの集束電界を形成する自己バイアス印加手段と、

前記検知手段により検知された前記電流の大きさに基づいて、前記電流の大きさが、前記電子ビームの強度が所望の強度になるための所望値になるように、前記可変コンダクタンス装置を制御する制御手段と、

を含む、X線源。

## 【請求項 2】

前記可変コンダクタンス装置がトランジスタである、請求項 1 記載の X 線源。

## 【請求項 3】

前記トランジスタが電界効果トランジスタ又はバイポーラトランジスタである、請求項 2 記載の X 線源。

## 【請求項 4】

前記電界効果トランジスタの抵抗の大きさは、前記電界効果トランジスタのゲートに印加されるゲート電圧に応じて変化し、

前記制御手段は、前記ビーム電流の大きさが前記所望値になるように前記ゲート電圧を変化させて前記ゲートに印加する

ことを特徴とする請求項 3 に記載の X 線源。

10

## 【請求項 5】

前記制御手段が光学手段を含む、請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の X 線源。

## 【請求項 6】

前記光学手段が、光信号を渡す光ファイバと、光信号を電気信号に、及びその逆に変換する電気光学装置とを含む、請求項 5 記載の X 線源。

## 【請求項 7】

前記制御手段が、前記ビーム電流を表す周波数変調光信号を生成可能な手段と、前記周波数変調光信号を前記制御手段が配置された位置から離間した離間位置に伝送する手段と、前記光信号をユーザによる入力の影響を受けることが可能な電気信号に変換する前記離間位置にある前記手段と

を含む請求項 5 又は 6 記載の X 線源。

20

## 【請求項 8】

前記ビーム電流に影響を与えるためにユーザが操作可能なコンピュータが前記離間位置に設けられている、請求項 7 記載の X 線源。

## 【請求項 9】

制御信号を前記位置から前記可変コンダクタンス装置に転送するフィードバック手段をさらに含む、請求項 7 又は 8 記載の X 線源。

## 【請求項 10】

前記フィードバック手段が光学手段を含み、前記制御信号が振幅変調光信号を含む、請求項 9 記載の X 線源。

30

## 【請求項 11】

前記検知手段を、前記高電圧電源の出力と前記可変コンダクタンス装置との間又は前記可変コンダクタンス装置と前記陰極フィラメントとの間に備える、請求項 1 ~ 10 の何れか 1 項に記載の X 線源。

## 【請求項 12】

前記検知手段の出力が前記制御手段に直接的に又は間接的に与えられる、請求項 11 記載の X 線源。

## 【請求項 13】

電気回路を収容するファラデーシールドと、高電圧電源と絶縁変圧器とをさらに含み、絶縁変圧器の巻線が同軸状に遮蔽され、この遮蔽部分がファラデーシールドとの連続部分を形成する、請求項 1 ~ 12 の何れか 1 項に記載の X 線源。

40

## 【請求項 14】

前記絶縁変圧器の巻線が、前記変圧器の一次巻線が変圧器のコアを介して接続されている二次巻線を含み、前記変圧器の前記二次巻線は前記ファラデーシールド内の回路に電力を供給するように構成される、請求項 13 記載の X 線源。

## 【請求項 15】

シールドが巻線に電氣的に接続する、請求項 14 記載の X 線源。

## 【請求項 16】

前記同軸シールドが、変圧器の二次巻線を取り囲み該二次巻線からファラデーシールド

50

に向かって管として延びるトロイダル金属シースを含み、該トロイダルシースにはこれが短絡巻線として作用しないように不連続部分が形成されている、請求項 14 又は 15 記載の X 線源。

【請求項 17】

外側同軸導線が二次巻線に接続されることで前記二次巻線の一部を形成する、請求項 13 ~ 請求項 16 の何れか 1 項に記載の X 線源。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は一般に X 線の生成に関し、特に小型の X 線源に関するが、これに限られたものではない。

【0002】

典型的な X 線源は、熱電子源（典型的には加熱フィラメント）、電子を加速させて高エネルギーにする高電圧源、及び原子番号の大きな金属からなるターゲットからなる。

【0003】

図 1 は非常に基本的で従来通りの X 線源の単純な概略図を示すが、実際は電子ビームの制御や集束のために電極や磁界を追加して使用することを含めたより複雑な構造を通常使用することが理解されるであろう。

【0004】

電子は、絶縁ヒータ電源 10 の作用によって熱陰極フィラメント 30 から熱電子的に放出され、介在する陽極 60 を経て金属ターゲット 70 に引き寄せられる。電子は、高電圧源 20 によって確立されたフィラメントと陽極/ターゲットの配置の高電位差のために、加速されてビーム 50 となりターゲットに向かう。電子がターゲット 70 に衝突すると、これが種々の方法で X 線の放射を促し、結果的に X 線ビーム 80 を放射する。

【0005】

陽極とターゲットが地電位又は実質的にこれに近い電位であることが望ましいため、陰極フィラメントを接地に対して非常に高い負の電位にする必要がある。さらに陰極フィラメントが動作温度に到達するには数ワットの電力を要する。

【0006】

図 2 は、陰極フィラメント 30 が絶縁変圧器 11 から供給される電圧によって加熱される典型的な X 線源の構造を示す。電圧は典型的に 2 V ~ 6 V であり、電子はコッククロフト・ウォルトン電圧倍増器として知られる倍増器 90 から供給される高電圧によって加速させられる。高電圧は何百 kV の範囲で例えば 160 kV である。

【0007】

小型の X 線源を構成することが要求されることが多く、この要求によって種々の問題、例えば、特に X 線源が低放射出力で確実に動作可能なことが望まれる場合に電子ビーム電流の正確且つ有効な制御を提供することに関連する問題や、種々の構成部品間の十分な絶縁を達成することに関連する問題が誘引されたりさらに悪化したりする。

【0008】

通常、電子ビーム 50 の電流の制御は X 線源全般で所望され、低性能 X 線源では、このことは、より熱いフィラメントのほうがより冷たいフィラメントよりも多くの電流を放出するという原理に基づいてフィラメントの温度を単に変化させることによって達成されるのが普通である。図 3 に非常に基本的な形態で例示する、より高性能のシステムでは、このことは空間電荷制限状態のビームを通常集束カップ又はウェーネルと呼ばれる電界制御電極 40 によって制御することによって達成される。このような集束カップ 40 は、熱電子三極真空管のグリッドと同様に、陰極フィラメントに対して負の電位であることが要求される。必要な電位は電氣的に絶縁したバイアス電源又は陰極フィラメント 30 と集束カップ 40 との間にあるフィードバック抵抗器 120 を使用した自己バイアス印加によって供給することができる。フィードバック抵抗器を通過する電流は必要な負のバイアスを生成する。しかしながらこのような負のフィードバックシステムには、調節が難しいという欠点がある。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 9 】

従来のX線源に低電子ビーム電流レベルで動作することが要求される場合、全体の電子ビーム電流に比べて陰極及び集束カップからの電子電流の漏れが著しくなるという問題が生じる。この問題は冷陰極放電（電界放出）、「表面トラッキング」又は他のこのような問題現象から生じることが多い。従来のX線源は、（図4に25で概略的に示す）地電位の高電圧源の端部に配置された電流検知回路で電子ビーム電流を測定する。このシステムのこのポイントでのあらゆる電流測定値では実際の熱電子ビーム電流と漏れ電流との区別ができないという問題が生じる。電流漏れのレベルと全体的な電流の測定値とを区別できないことによって、真の電子ビーム電流の正確な制御ができないためX線出力がばらつく。低放射出力レベルが要求される場合特に、上述したような偽因子による、測定された電子ビーム電流のばらつきが、放射出力レベルや動作の安定性に著しい悪影響を及ぼし得る。

10

## 【 0 0 1 0 】

従来のX線源の他の問題は、電子ビームを加速させるために必要な高電圧によって生じる。このように極端な電位差を用いる場合、放電や絶縁破壊の危険が常に存在する。このような現象が起こった場合、急激に変化する電磁界が生じる。このような電磁界によって大量の電流が誘引されてX線源の電子回路内を瞬時に流れ、これらの電流が回路の構成部品に損傷を与えたり破壊したりしてX線源の故障につながる。この問題に対する一般的な解決策は、損傷しやすい構成部品や回路全てをファラデーシールドで取り囲み、急激に変化するあらゆる電界から保護することである。

20

## 【 0 0 1 1 】

公知のX線源では、電力や信号を回路に誘導可能な経路を残さなければならないことで、ファラデーシールドの完全性が損なわれている。また、信号路を提供するためのシールドの破壊はまた、高電圧絶縁破壊時に信号干渉の経路をも提供してしまう。電力や信号をファラデーシールドに誘導するために一般的に使用される絶縁変圧器の使用によって、シールドの完全性が特に損なわれる。

## 【 0 0 1 2 】

本発明は、上記の問題のうち幾つか又はその全てを処理する目的で生じた。

## 【 0 0 1 3 】

本発明の1態様によると、高電圧電源と、この高電圧電源に接続された陰極フィラメントと、陰極フィラメントと高電圧電源との間に接続された能動可変コンダクタンス装置と、可変コンダクタンス装置を通過して陰極フィラメントへと流れる電流の量を決定しそれを表す信号を提供する手段と、この信号を利用して電流量を制御することで陰極から放射される電子ビーム電流を制御するX線源が提供される。

30

## 【 0 0 1 4 】

この電流制御構造は、陰極電位で浮動し、グリッド電圧用に別個のDC源を典型的に用いる従来の回路方式とは概念と効果の上で著しく異なる。このような電源の電圧レベルには正確な制御と安定化が要求される。動作高電圧（陽極/陰極）レベルを制御するために直列調整素子を使用することは米国特許第5,528,657号で提案されているが、この文献ではグリッド電圧レベルの直列調整制御については教示していない。本発明はまた、日本国特許公開番号第59,132,599号に開示したようなパルスグリッドX線管の回路構造とは概念や効果の上で実質的に異なる。この文献では、トランジスタをグリッド回路のスイッチとして使用することで電流パルスのオーバーシュートや歪みを最小にして高速のビーム切替を実行することを教示している。

40

## 【 0 0 1 5 】

能動可変コンダクタンス装置はトランジスタ、例えば電界効果トランジスタ（FET）又はバイポーラトランジスタのいずれかであることが好ましい。

## 【 0 0 1 6 】

或いは、能動可変コンダクタンス装置は1つ以上の光依存抵抗器を含むことができる。

## 【 0 0 1 7 】

50

制御手段は、光ファイバ、電気光学装置又は任意の他の光リンクを適宜含む。

【0018】

従来技術のような受動抵抗器の代わりに能動可変コンダクタンス装置を使用することで、電子ビーム電流の制御がより容易になる。好ましくは、可変コンダクタンス装置を制御するために光リンクを使用することで電磁干渉の危険を低減させる。

【0019】

好適な実施形態では、高電圧源と陰極フィラメントとの間を流れる電流を検出する電流検出器を、高電圧電源の出力と能動可変コンダクタンス装置との間又は能動可変コンダクタンス装置と陰極フィラメントとの間に備える。

【0020】

高電圧電源の接地端部ではなくこのポイントで電流を測定することで、フィラメントからの真の熱電子放出と全ての他の形態の漏れ電流との区別が可能となる。したがって、真の熱電子電流を測定し制御することができる。

【0021】

本発明の第2の態様によると、電気回路を収容するファラデーシールドと、高電圧電源と、絶縁変圧器とを含むX線源が提供され、絶縁変圧器は同軸状に遮蔽され、この遮蔽部分がファラデーシールドへの連続部分を形成する。

【0022】

絶縁変圧器は、電子加速手段と陰極フィラメント変圧器又は他の陰極フィラメントの電源手段に電氣的に接続していることが好ましい。

【0023】

本発明の第1及び第2の態様はそれぞれ価値のあるものだが、好適な実施形態は本発明の両態様を含むX線源を含む。

【0024】

本発明はさらに、本明細書中で説明し請求する新規の特徴のうち任意の1つ以上を含むX線源又は装置を提供する。

【0025】

本発明の実施形態を添付の概略図面を参照して例示の目的のみで説明する。

【0026】

図1~7の全てにおいて、同一参照番号は一貫して類似の構成部品や特徴を示すために使用する。しかしながら図8では、図1~7の特徴や構成部品と直接比較可能なものには、先の図面で使用した参照番号に200を加えたものを使用する。

【0027】

図1に示す従来のX線源では、陰極フィラメント30は絶縁電源10に接続される。陰極フィラメント30を取り囲み高電圧源20に接続するのは、集束カップ40である。動作時電子ビーム50は環状陽極60を介して加速され、金属ターゲット70上で焦点が合わされ、このターゲットからX線80が放射する。電源10は典型的に、(図2に11で示す)絶縁降圧変圧器を含み、約6Vを供給して陰極フィラメント30を加熱する。

【0028】

図2は、集束カップ40に接続する高電圧倍増器回路90を含む従来のX線源を示す。ここで絶縁変圧器11は陰極フィラメント30に接続されて示されている。倍増器90は別名コッククロフト・ウォルトン電圧倍増器90として知られている。最新のX線源はこの種の倍増器を使用し、この機能は当業者には公知である。

【0029】

図3に示す従来のX線源に含まれるのは可変フィードバック抵抗器120であり、これは陰極フィラメント30と集束カップ40との間に接続される。この構造によって集束カップ40に負のバイアスが印加されるため、集束カップ40は陰極フィラメント30の電位と比べて確実に負の電位のままとなる。集束カップが電子ビーム電流の空間電荷制御を行おうとするならばバイアス印加は必須であり、代替的に、絶縁した負のバイアス電源によって提供されることも多い。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 0 】

図3のX線源から生じる問題は、ビーム電流の最適な制御を維持するためにフィードバック抵抗器の値を安全に且つ正確に変化させることに関する難しさから生じている。本発明の第1の態様のX線源の実施形態を図4に示す。ここではフィードバック抵抗器の代わりに能動可変コンダクタンス装置130を用いる。この装置は、例えば電界効果トランジスタ(FET)でもよい。或いは、光リンクによって制御されてコンダクタンスを変化させる光依存抵抗器(LDR)を使用することもできる。実際、用途の特定の要求に適した多くの他の装置が存在することに気づくであろう。

## 【 0 0 3 1 】

図4のX線源では、可変コンダクタンス装置130は制御信号150にตอบสนองして制御回路140によって(種々の公知の方法のうちの一つによって)制御されるバイポーラトランジスタである。光制御を使用する場合、制御信号150は従来の光ファイバケーブルなどの公知の光リンクから選択した一つによって渡されて発フォトダイオード(LED)やフォトダイオードなどの適切な電気光学装置によって変換される。このようにして、電子ビーム電流の正確でダイナミックで慣性のない制御を行うことができる。

## 【 0 0 3 2 】

この構造の第1の態様のX線源の他の実施形態では、図5に示すように、電子ビーム電流の測定可能なインジケーションを提供するために、電流検知回路160を用いる。この回路はLEDを含むことができ、その輝度は増幅された電子ビーム電流に正比例する。この回路は制御信号170を生成し、これらの信号は制御信号150や関連する制御回路140を介した可変コンダクタンス装置130のフィードバック制御に使用する。(このフィードバックループを破線155で概略的に示す。)実際は他の構成部品をフィードバックループに含めてもよく、これらの構成部品は接地回路156を含むことができるため、信号170は接地に戻り信号150が接地から伝送される。電流検知回路160は高電圧源と能動コンダクタンス装置との間に示されている。或いはこの電流検知回路は、能動コンダクタンス装置130とフィラメント30との間の160Aで示す位置にあってもよい。

## 【 0 0 3 3 】

上記の実施形態の利点は次の通りである。図5において回路160(或いは160A)で示す回路のポイントで電流を測定した場合、熱電子電流と、既に述べた多くの外部因子に影響され得る漏れ電流とを正確に区別できる。次いで測定した電流値を光リンク150を介してフィードバック制御ループで使用することができ、バイアス付加レベルの最適な調節が容易になる。電流検知回路160は多くの種々の形態をとることができ、光学的でも電子的でもよいし、或いはその他でもよい。当業者には、多くのこのような手段は明らかであろう。

## 【 0 0 3 4 】

上述のように、敏感な回路や構成部品の全てをファラデーシールドで取り囲むことが一般的である。しかしながら、損傷を与える可能性のある電磁界から構成部品を完全に電氣的に遮蔽することは通常不可能である。その理由は、電力線や制御入力などのために回路へのアクセスを可能にするためにはファラデーシールドの破壊が必要なためである。

## 【 0 0 3 5 】

図6及び7を参照すると、変圧器の一次巻線180は変圧器のコア200を介して変圧器の二次巻線190に接続する。変圧器の二次巻線190は、ファラデーシールド210内の回路に電力を供給する。

## 【 0 0 3 6 】

本発明の第2の態様の実施形態では、トロイダル金属シース193が変圧器の二次巻線190を取り囲み、管194として二次回路190からメインファラデーシールド210へと延びる。実際の遮蔽のために、トロイダルシース193と管194はファラデーシールド210との一体化部分を形成する。管194は経路の役目を果たし、巻線190をファラデーシールド内の回路に接続する(又は連続させる)ワイヤ195を遮蔽する。トロ

10

20

30

40

50

イダルシースは不連続部分、即ち電気的な切れ目 196 を有し、シースが短絡巻線として作用するのを防ぐ。しかしながらこの不連続部分は、それでもなお遮蔽が得られるように設けられる。

【0037】

図7は図6の変形を示し、そこでは外側同軸導線が二次巻線の一部を形成し、ポイント197で二次巻線に接続する。したがって、外側導線が巻線の一部を形成し、その延長がファラデーシールドにつながる。

【0038】

図6及び7では、分かり易くするために一次と二次の巻線それぞれに対して1巻きしか示していないことに留意されたい。実際は、これらの巻線のいずれか又は両方に対して1巻き以上存在する。

10

【0039】

図8を参照すると本発明の好適な実施形態が示されており、そこでは本発明の両態様の展開された形態が一体化した高電圧発生器とX線源に組み込まれている。

【0040】

電子ビームは陰極230からの熱電子放出によって生成され、陰極230は典型的にはヘアピンの形状に成形したタングステンワイヤ又は他の物質からなる。陰極が電子を放出するためには、白熱まで加熱する必要がある。必要な陰極温度は、抵抗性自己加熱によって発生する。電子は、公知の方法で陰極230と陽極(図8には図示せず)との間に印加される電界によって陰極から抽出される。既に説明したように、陽極は地電位で陰極は高い負の電位に上昇させられる配置である。ビーム電流の強度は、陰極を取り囲む環状グリッド電極又はウェーネル240に印加される「バイアス」電圧によって制御される。バイアス電圧は、陰極に対して常に負である。バイアス電圧はまた放射した電子ビームの集束電界を生成する役目も果たすため、ビームの径や最終的にはX線源のサイズも制御する。陰極230及び環状グリッド電極240は従来通り真空中に保たれる。真空壁を235として図8に部分的に示す。

20

【0041】

グリッドバイアス電圧は、特に電子顕微鏡を含む三極管装置で一般的に使用する、自己バイアスとして知られる技術によって得られる。電子ビーム電流はグリッドと陰極との間に接続された抵抗器を通過し、抵抗器にわたってグリッドバイアス電圧を構成する電圧を発生させる。したがってこのシステムは自己安定しており、グリッド電圧のための別個の電源は必要ない。電子ビーム電流の強度は、抵抗器のサイズや形状依存的な銃の物理的特徴に依存する。

30

【0042】

本実施形態によると、抵抗器がその抵抗を電子的に変更できる装置に代わっている。好適な装置は電界効果トランジスタ(FET)330であるが、動作の原理を光依存抵抗器などの他の装置を用いて実行することもできる。

【0043】

ビーム電流は抵抗器325、FET330及び抵抗器335を直列に流れる。ツェナーダイオード336はFET330を余分な電圧から保護する。

40

【0044】

上述のようにこの構造は、陰極電位で浮動し、グリッド電圧用に別個のDC源を典型的に使用し、電圧の制御と安定化のために直列調整素子を使用する従来の回路方式とは概念と効果の両方の点で著しく異なる。

【0045】

従来のX線発生器では、ビーム電流検知は典型的に、高電圧増倍器(通常コッククロフト・ウォルトン増倍器と呼ぶ)を形成するダイオードコンデンサバンクの底部を流れる電流を測定することで達成できる。本システムでは、このような高電圧増倍器290を用いる。従来通りのセンス抵抗器300も示す。しかしながら上述のように、センス抵抗器300上の電圧を電子ビーム電流の測定及び制御の手段として使用することに重大な欠点が

50

ある。即ち、このポイントを通る電流は真の電子ビーム電流の他に外部からの成分を含む可能性がある。これらの外部からの電流には通常、フィラメントを取り囲むハウジングの真空対向面から放出された電流が含まれる。このような放出を発生させる場所は冷陰極又は電界放出サイトとして知られており、高電圧真空装置の設計分野の当業者にはよく知られている。電界放出サイトは不安定で予測することもできなくすこともできない。ビーム電流安定化のための制御信号がセンス抵抗器300から導出されると、陰極230から熱電子的に放射された真の電子ビームの制御は、電界放出サイトからの数量化できない外部電流を含むことによって悪影響を受ける。このことが低い動作ビーム電流且つ高い陰極電圧での安定した制御を非常に困難にしており、このような条件下のX線の画質を低下させている。本発明によって、陰極から流れる真の電流を測定することができる。このことによって、非常に高電圧且つ低いビーム電流で動作する場合や電界放出サイトが存在する場合などの通常では困難な条件下でも、ビーム電流の非常に正確な制御が可能となる。

10

## 【0046】

真の電子ビーム電流は抵抗器325にわたる電圧として検知され、電圧-周波数変換器として構成された集積回路361に送られる。集積回路361の周波数出力がLED362を駆動し、該LEDが周波数変調光信号371を光ファイバ355aに送る。ファイバ355aのもう一方の端部で、光信号がフォトダイオード363に入射する。このことによって光信号が測定した電子ビーム電流を正確に表す電気信号に変換され、電気信号はバッファ増幅器364を介して公知の方法でコンピュータとインタフェースする回路(図示せず)に与えられる。システムのユーザが入力するコンピュータコマンドは、電子ビーム電流の調節を実行するために使用する。しかしながらコンピュータを使用しない場合は、オペレータによる手作業の直接又は遠隔調節に簡便な位置に適切な回路を設けることで、ビーム電流をリアルタイムで又は所定の値のいずれかに制御することができる。

20

## 【0047】

オペレータが選択した所定の必要レベルに対してビーム電流を正確に閉ループ制御するにはフィードバック信号を与えることが必要である。都合のいいことにFET330の抵抗はそのゲート電圧を調節することで変更できるため、第2のLED366によって生成される光信号351を用いて別のフォトダイオード365によって達成することができる。これらの光信号351はビーム電流のあらゆる所望の変化を示すのに有効であるよう振幅変調されている。信号は第2の光ファイバ355bに送られ、その出力がフォトダイオード365を照射させる。

30

## 【0048】

光ファイバは、高電圧増倍器290の高電圧端部と低電圧端部の電子回路間に電気絶縁を設けるために使用する。

## 【0049】

抵抗器300で検知した電流は制御や測定のために使用するのではなく、増倍器290の過度に高い電流を引き起こす故障の場合に高電圧発生器を保護するために設計された回路で使用する事ができる。

## 【0050】

時にX線源内で電気放電が起こることが予測できる。このような放電によって過渡電流が急速に変化し、これらの過渡電流によって生じ、放射され伝導される電磁干渉の潜在的に損傷を与える効果から能動電子構成部品を保護する必要がある。陰極とグリッドに関連する電子回路は金属壁のチャンバ410に含まれる。この容器全体がグリッドに接続されるため、接地に対して非常に高い電圧である。この容器によってその内側の敏感な回路が実質的に遮蔽され、この容器が「ファラデーシールド」として作用する。

40

## 【0051】

この容器を気密する必要はないが、その開口が最小のサイズになるように構成する。電気信号を入出力しなければならないため、このようなファラデーシールドの完全性が損なわれる恐れがある。

50

## 【0052】

本実施形態では、シールド内の回路全ての電力は高電圧絶縁変圧器によって供給される。変圧器の二次巻線390は必要な高電圧絶縁を与えるように絶縁され、同軸系として構成される。この同軸構造の外側伝導部材393は、メインファラデーシールド410へ続く延長部分を形成する。さらに、同軸構造の外側導線だけが変圧器のコア400の周りに巻かれる。

## 【0053】

内側導線390は外側導線側の穴から現れ、そして外側導体393の端部に結合する。内側導線390の長さとお外側導体393の穴のサイズは非常に小さく保たれる。二次巻線の同軸自己遮蔽構成によって、ファラデーシールドに伝導され放射される信号が確実に小さくなり、シールド内に収容された敏感な構成部品の信頼性が保証される。

10

## 【0054】

絶縁変圧器のコア400はファラデーシールド410の境界の外側に位置し、二次巻線390の外側同軸部材393だけがファラデーシールドの壁の連続体と一体化している。

## 【0055】

ファラデーシールドは、例えば陰極フィラメントの電圧、電流又は電力を監視し、制御し又は安定化させるために使用できる幾つかの追加の電子回路を適宜含むことができる。高電圧で浮動するこのような回路はまた、地電位付近で動作する他の電子回路に信号を伝送する手段として光ファイバを利用することもできる。

20

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 従来のX線源の回路構造を示す。

【図2】 高電圧倍増器回路及び絶縁加熱器の変圧器を組み込んだX線源における従来の陰極フィラメントの加熱を示す。

【図3】 負のフィードバックバイアス印加を利用するX線源を示す。

【図4】 本発明の第1の態様の一例のX線源の実施形態を示す。

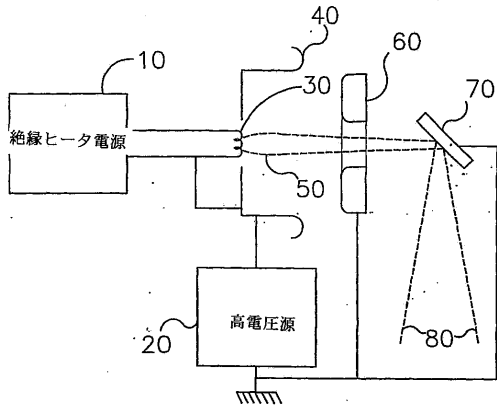
【図5】 本発明の第1の態様のもう一つの例のX線源の別の実施形態を示す。

【図6】 本発明の第2の態様の一例のX線源の実施形態を示す。

【図7】 本発明の第2の態様のもう一つの例のX線源の別の実施形態を示す。

【図8】 本発明の両態様の例を組み込んだX線源の好適な実施形態を示す。

【図1】



【図2】

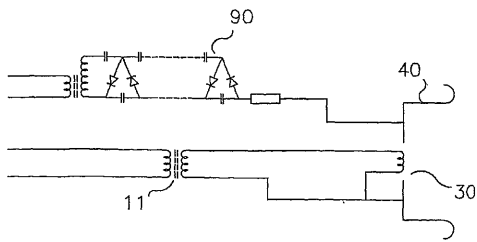
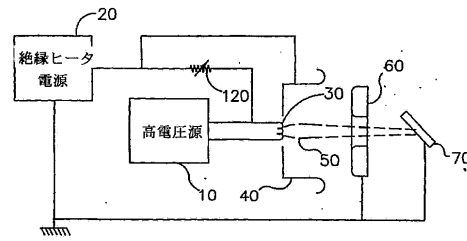
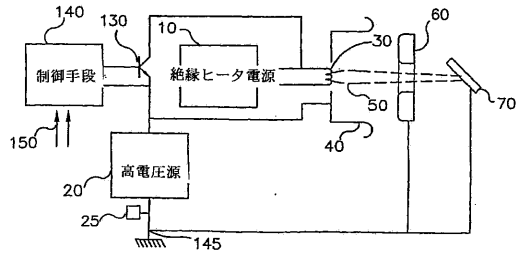


Fig. 2

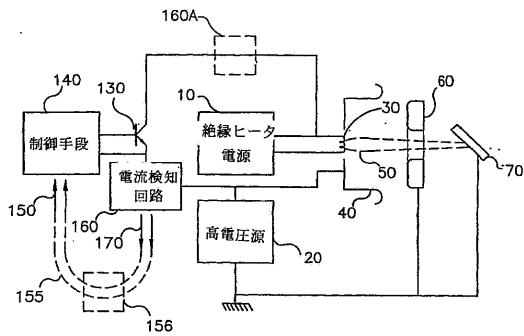
【図3】



【図4】



【図5】



【図7】

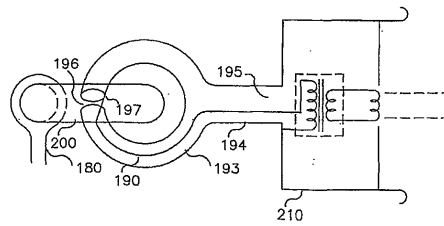


Fig. 7

【図6】

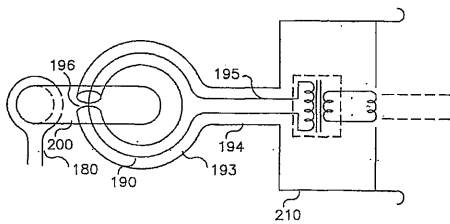


Fig. 6

【 図 8 】

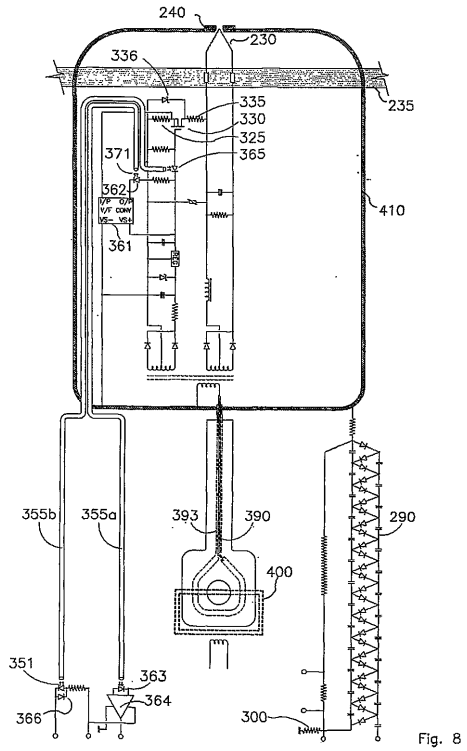


Fig. 8

## フロントページの続き

- (72)発明者 クローリー、 アラン、 コーブランド  
イギリス国 ダブリューディー3 7エヌピー ハートフォードシャー リックマンズワース シ  
ェパーズ ウェイ 69
- (72)発明者 ヘイグ、 イアン、 ジョージ  
イギリス国 ユービー8 3エージェイ ミドルセックス アクスブリッジ ハミルトン ロード  
21
- (72)発明者 キーンリー、 ポール、 ジャスティン  
イギリス国 エイチピー3 9イーダブリュー ハートフォードシャー ヒメル ヘンプステッド  
チャールズワース クローズ 15

審査官 亀澤 智博

- (56)参考文献 特開平05 - 174754 (JP, A)  
特開昭57 - 111998 (JP, A)  
特開平10 - 064740 (JP, A)  
実開平07 - 036548 (JP, U)  
特開平07 - 029532 (JP, A)  
実開昭60 - 096800 (JP, U)  
特開2000 - 156187 (JP, A)  
特開2000 - 030642 (JP, A)  
特開平11 - 176592 (JP, A)  
特開平11 - 144653 (JP, A)  
特開平10 - 228994 (JP, A)  
特開平10 - 050200 (JP, A)  
特開昭61 - 218100 (JP, A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05G 1/34  
H01J 35/06