

(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2010-27340

(P2010-27340A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05G 1/52 (2006.01)	H05G 1/52 B	4C092
A61B 6/03 (2006.01)	A61B 6/03 330C	4C093
	A61B 6/03 320B	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2008-186022 (P2008-186022)	(71) 出願人	000003078
(22) 出願日	平成20年7月17日 (2008.7.17)		株式会社東芝
			東京都港区芝浦一丁目1番1号
		(71) 出願人	594164542
			東芝メディカルシステムズ株式会社
			栃木県大田原市下石上1385番地
		(74) 代理人	110000866
			特許業務法人三澤特許事務所
		(74) 代理人	100081411
			弁理士 三澤 正義
		(72) 発明者	近藤 玄
			栃木県大田原市下石上1385番地 東芝
			メディカルシステムズ株式会社内

最終頁に続く

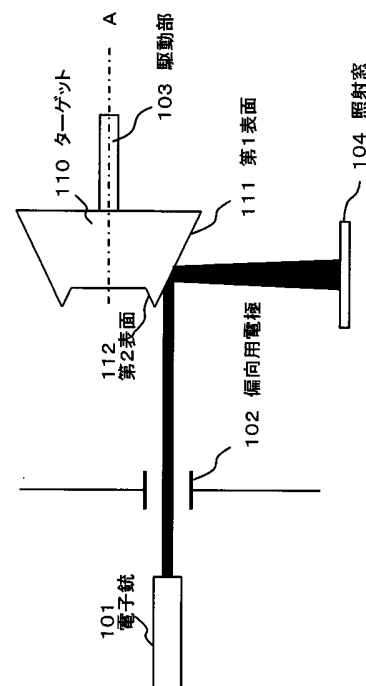
(54) 【発明の名称】 X線管装置及びX線CT装置

(57) 【要約】

【課題】被検体に照射するX線のオン/オフを高速で行えるX線管球装置を提供する。

【解決手段】電子ビームを出射する電子銃101と、制御信号を受けて電子銃101から出射された電子ビームを少なくとも2方向へ切り替えて送出させる偏向用电極102と、一方向の電子ビームを受けたときは所定の照射野に向けてX線を照射する第1反射面111と、他の方向の電子ビームを受けたときは所定の照射野と異なる方向に向けてX線を照射する第2反射面112と、を有するターゲット110と、を備える。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電子ビームを出射する電子銃と、
制御信号を受けて前記電子銃から出射された電子ビームを少なくとも 2 方向へ切り替えて送出させる偏向手段と、
一方向の前記電子ビームを受けたときは所定の照射野に向けて X 線を照射する第 1 の面と、他の方向の前記電子ビームを受けたときは前記所定の照射野と異なる方向に向けて X 線を照射する第 2 の面と、を有するターゲットと、
を備えることを特徴とする X 線管装置。

【請求項 2】

電子ビームを出射する電子銃と、制御信号を受けて前記電子銃から出射された電子ビームを少なくとも第 1 方向及び第 2 方向の 2 方向へ切り替えて送出させる偏向手段と、一方向の前記電子ビームを受けたときは所定の照射野に向けて X 線を照射する第 1 の面と、他の方向の前記電子ビームを受けたときは前記所定の照射野と異なる方向に向けて X 線を照射する第 2 の面と、を有するターゲットと、をそれぞれが備え、かつそれぞれ同一の被検体に対する異なる照射野に向けて照射可能に配置された第 1 X 線照射手段及び第 2 X 線照射手段と、

前記第 1 X 線照射手段と前記第 2 X 線照射手段の 2 つの前記偏向手段において、一方の前記偏向手段に対して前記第 1 方向へ前記電子ビームを照射させている時に、他の前記偏向手段に対して前記第 2 方向に前記電子ビームを照射させる前記制御信号を送信する制御手段と、

を備えることを特徴とする X 線管装置。

【請求項 3】

電子ビームを出射する電子銃と、制御信号を受けて前記電子銃から出射された電子ビームを少なくとも第 1 方向及び第 2 方向の 2 方向へ切り替えて送出させる偏向手段と、一方向の前記電子ビームを受けたときは所定の照射野に向けて X 線を照射する第 1 の面と、他の方向の前記電子ビームを受けたときは前記所定の照射野と異なる方向に向けて X 線を照射する第 2 の面と、を有するターゲットと、をそれぞれが備え、かつそれぞれ同一の被検体に対する異なる照射野に向けて照射可能に配置された n ($2 \leq n$) 個の X 線照射手段と、

前記 n 個の X 線照射手段の前記偏向手段において、 k ($1 \leq k \leq n$) 番目の前記 X 線照射手段の前記偏向手段に対して前記第 1 方向へ前記電子ビームを送出させている時に、他の前記 X 線照射手段の前記偏向手段に対して前記第 2 方向へ前記電子ビームを送出させる制御であって、前記 k 番目の前記 X 線照射手段を 1 から n まで順次変更していく制御となる前記制御信号を送信する制御手段と、

を備えることを特徴とする X 線管装置。

【請求項 4】

前記ターゲットを回転させる駆動手段をさらに備え、

前記ターゲットは、

前記 X 線発生手段の対向する位置に配置され、中心軸で回転する円盤状で、X 線管球側に上底面を向け、前記上底面の外周を頂上部とする前記中心軸とは反対側へ向けた第 1 の面を有し、かつ前記上底面部分が前記頂上部から前記中心軸側に向けた滑らかな傾斜面である第 2 の面を有して凹んでいる、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の X 線管装置。

【請求項 5】

前記第 1 の面から照射される X 線の前記照射野に向かう進路に沿って配置され、前記第 2 の面から照射される前記 X 線の散乱線の前記照射野への侵入を抑制する遮蔽部材をさらに有することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の X 線管装置。

【請求項 6】

同一の被検体に対する異なる照射野に向けて X 線を照射する n 個の X 線照射手段と、

前記 X 線照射手段からの X 線の照射を制御する制御手段と、
前記被検体を透過した X 線を検出する前記 X 線照射手段と対になる X 線検出器と、
前記検出した X 線に基づくデータに対し再構成処理を行って画像データを生成する画像生成手段と、を備え、

前記 X 線照射手段は、

電子ビームを出射する電子銃と、制御信号を受けて前記電子銃から出射された前記電子ビームを少なくとも第 1 方向及び第 2 方向の 2 方向へ切り替えて送出させる偏向手段と、一方向の前記電子ビームを受けたときは所定の照射野に向けて X 線を照射する第 1 の面と、他の方向の前記電子ビームを受けたときは前記所定の照射野と異なる方向に向けて X 線を照射する第 2 の面と、を有するターゲットと、を備え、

10

前記制御手段は、

前記 n 個の X 線照射手段の前記偏向手段において、 k ($1 \leq k \leq n$) 番目の前記 X 線照射手段の前記偏向手段に対して前記第 1 方向へ前記電子ビームを送出させている時に、他の前記 X 線照射手段の前記偏向手段に対して前記第 2 方向へ前記電子ビームを送出させる制御であって、前記 k 番目の前記 X 線照射手段を 1 から n まで順次変更していく制御となる前記制御信号を送信する、

ことを特徴とする X 線 CT 装置。

【請求項 7】

前記制御手段は、前記 X 線照射手段が前記照射野に X 線を照射している間にのみ前記対になる X 線検出器が X 線を検出するように制御することを特徴とする請求項 6 に記載の X 線 CT 装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の X 線照射部を備えた X 線管装置及びそれを使用した X 線 CT 装置に関する。さらに詳しくは、複数の X 線照射部から X 線を交互に曝射させる X 線管装置及びそれを使用した X 線 CT 装置に関する。

【背景技術】

【0002】

X 線 CT 装置は、被検体を間にして対向配置された X 線管球と X 線検出器とを被検体の周囲に回転させて、被検体に向けて X 線管球から X 線を曝射し、該被検体を透過した X 線を X 線検出器で検出し、その検出した X 線の量を基にデータを生成した投影データに対し再構成処理を行うことで被検体の断層像等の X 線 CT 画像を得る装置である。例えば、X 線管球と X 線検出器とを 360° 、又は $(180^\circ + \text{ファイン角})$ に回転させて投影データを収集し、 360° 分、又は $(180^\circ + \text{ファイン角})$ 分の投影データに基づいて X 線 CT 画像を得る。この X 線は数 kHz である。

30

【0003】

さらに、心臓などの循環器を詳細に診断するために、1 スキャンに要する時間 (スキャン時間) を短縮したいとの要望がある。しかし、回転周期を早めることは、X 線管球や X 線検出器などの回転部分に過度の遠心力が加わることになる。そのため、回転周期を早めることで要望にこたえることは技術的に問題があり容易ではない。

40

【0004】

そこで、回転周期を早めることなく短時間に所望ビュー数の投影データを収集するために、複数の X 線管球と X 線検出器の組を用いた多管球型の X 線 CT 装置が提案されている。また、多管球型の X 線 CT 装置では、異なる組織 (例えば、骨と血管など) の X 線 CT 画像を一度に生成することが可能である。

【0005】

しかし、X 線管球から曝射した X 線が被検体の骨などで反射した X 線が散乱することで散乱線が発生する。複数の X 線管球を備えた X 線 CT 装置では、複数の X 線管球から連続的に X 線が発生しているため、組となっている X 線検出器だけでなく、他の X 線検出器で

50

も散乱線が検知されてしまい、相互に散乱線が影響しあうことになる。例えば X 線管球及び X 線検出器の組を 2 つ有する X 線 CT 装置では、一方の X 線管球から曝射された X 線の散乱線が他方の X 線検出器で検出されることになる。このような、散乱線の検出はノイズとなり、X 線 CT 画像の画質が低下するといった問題がある。

【0006】

このような、対になる X 線管球以外の X 線管球に起因する散乱線の影響を除去するため、X 線の照射タイミングを X 線管球ごとにずらしながらパルス状の X 線を交互に曝射することで相互の影響を軽減することが行われている。

【0007】

従来、このパルス状の X 線を交互に曝射させる 1 つの方法として、X 線管球へ流れる電流（管電流）のオン/オフを行う技術（例えば、特許文献 1 参照。）が提案されている。また他の方法として、直流的に曝射される X 線を機械的シャッターで、オン/オフする技術（数個の穴を開けた円盤を X 線管球の前で回転させて X 線のオン/オフを行うようなものも含む。）が提案されている。

【0008】

【特許文献 1】特開 2004 - 1211446 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかし、特許文献 1 に記載の技術では、管電流のオン/オフを行うには必要な電流に達するまでの時間である立ち上がり時間、及び完全に電流を停止させるまでの時間である立下り時間が必要である。特に、曝射量が大きくなると、管電流が大きくなり、ジェネレータ及び X 線管球のフィラメントのチャージアップ及びディスクチャージの応答性が悪くなり、X 線 CT 装置に求められている上述したような数 kHz の X 線においてパルス状の高速での X 線の照射を行うことは困難である。

【0010】

また、数 kHz のスピードで機械的なシャッターのオン/オフを実現することは困難であり、さらに、円盤を回転させて X 線のオン/オフを行う技術では、2 つの円盤を同じ回転数で回転させることは可能であっても、2 管球システムのように交互に曝射するような場合、決まった角度ズレで回転同期させることは困難であるし、照射する X 線の量が一定ではないため正確な X 線 CT 画像の生成が困難になってしまう。

【0011】

この発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、被検体に照射する X 線のオン/オフを高速で行うことの可能な X 線管装置、及びその X 線管装置を使用し散乱線によるノイズを軽減した X 線 CT 装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記目的を達成するために、請求項 1 に記載の X 線管装置は、電子ビームを出射する電子銃と、制御信号を受けて前記電子銃から出射された電子ビームを少なくとも 2 方向へ切り替えて送出させる偏向手段と、一方向の前記電子ビームを受けたときは所定の照射野に向けて X 線を照射する第 1 の面と、他の方向の前記電子ビームを受けたときは前記所定の照射野と異なる方向に向けて X 線を照射する第 2 の面と、を有するターゲットと、を備えることを特徴とするものである。

【0013】

請求項 2 に記載の X 線管装置は、電子ビームを出射する電子銃と、制御信号を受けて前記電子銃から出射された電子ビームを少なくとも第 1 方向及び第 2 方向の 2 方向へ切り替えて送出させる偏向手段と、一方向の前記電子ビームを受けたときは所定の照射野に向けて X 線を照射する第 1 の面と、他の方向の前記電子ビームを受けたときは前記所定の照射野と異なる方向に向けて X 線を照射する第 2 の面と、を有するターゲットと、をそれぞれが備え、かつそれぞれ同一の被検体に対する異なる照射野に向けて照射可能に配置された

10

20

30

40

50

第 1 X 線照射手段及び第 2 X 線照射手段と、前記第 1 X 線照射手段と前記第 2 X 線照射手段の 2 つの前記偏向手段において、一方の前記偏向手段に対して前記第 1 方向へ前記電子ビームを照射させている時に、他の前記偏向手段に対して前記第 2 方向に前記電子ビームを照射させる前記制御信号を送信する制御手段と、を備えることを特徴とするものである。

【 0 0 1 4 】

請求項 3 に記載の X 線管装置は、電子ビームを出射する電子銃と、制御信号を受けて前記電子銃から出射された電子ビームを少なくとも第 1 方向及び第 2 方向の 2 方向へ切り替えて送出させる偏向手段と、一方向の前記電子ビームを受けたときは所定の照射野に向けて X 線を照射する第 1 の面と、他の方向の前記電子ビームを受けたときは前記所定の照射野と異なる方向に向けて X 線を照射する第 2 の面と、を有するターゲットと、をそれぞれが備え、かつそれぞれ同一の被検体に対する異なる照射野に向けて照射可能に配置された $n(2 \leq n)$ 個の X 線照射手段と、前記 n 個の X 線照射手段の前記偏向手段において、 $k(1 \leq k \leq n)$ 番目の前記 X 線照射手段の前記偏向手段に対して前記第 1 方向へ前記電子ビームを送出させている時に、他の前記 X 線照射手段の前記偏向手段に対して前記第 2 方向へ前記電子ビームを送出させる制御であって、前記 k 番目の前記 X 線照射手段を 1 から n まで順次変更していく制御となる前記制御信号を送信する制御手段と、を備えることを特徴とするものである。

10

【 0 0 1 5 】

請求項 6 に記載の X 線 CT 装置は、同一の被検体に対する異なる照射野に向けて X 線を照射する n 個の X 線照射手段と、前記 X 線照射手段からの X 線の照射を制御する制御手段と、前記被検体を透過した X 線を検出する前記 X 線照射手段と対になる X 線検出器と、前記検出した X 線に基づくデータに対し再構成処理を行って画像データを生成する画像生成手段と、を備え、前記 X 線照射手段は、電子ビームを出射する電子銃と、制御信号を受けて前記電子銃から出射された前記電子ビームを少なくとも第 1 方向及び第 2 方向の 2 方向へ切り替えて送出させる偏向手段と、一方向の前記電子ビームを受けたときは所定の照射野に向けて X 線を照射する第 1 の面と、他の方向の前記電子ビームを受けたときは前記所定の照射野と異なる方向に向けて X 線を照射する第 2 の面と、を有するターゲットと、を備え、前記制御手段は、前記 n 個の X 線照射手段の前記偏向手段において、 $k(1 \leq k \leq n)$ 番目の前記 X 線照射手段の前記偏向手段に対して前記第 1 方向へ前記電子ビームを送出させている時に、他の前記 X 線照射手段の前記偏向手段に対して前記第 2 方向へ前記電子ビームを送出させる制御であって、前記 k 番目の前記 X 線照射手段を 1 から n まで順次変更していく制御となる前記制御信号を送信する、ことを特徴とするものである。

20

30

【 発 明 の 効 果 】

【 0 0 1 6 】

請求項 1 に記載の X 線管装置によると、電子銃から出射された電子ビームに対し、偏向手段に電圧を加えて該電子ビームの進路を切り換えることで、照射野への X 線の照射のオン/オフを電氣的に切り替えることができる。これにより、応答性の素早い X 線の照射のオン/オフを行うことにより、高速な X 線のパルス状の照射を行うことが可能となる。

40

【 0 0 1 7 】

請求項 2 及び請求項 3 に記載の X 線管装置によると、照射野に向けて X 線を照射する X 線照射手段を素早く切り替えていくことができる。これにより、複数の X 線照射手段から素早く交互に X 線の照射を行うことが可能になる。

【 0 0 1 8 】

請求項 6 に記載の X 線 CT 装置によると、応答性の素早い X 線照射手段の X 線の照射のオン/オフを行うことで、複数の X 線から交互に X 線の照射を行ない、その照射された X 線を検出して X 線 CT 画像を生成することができる。これにより、散乱線によるノイズを軽減した X 線 CT 画像を生成することが可能となる。また、複数の X 線照射手段により並行して画像を生成することができるため、高速な画像の生成や、同時に異なる組織を対象とした画像の生成が可能となる。

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

〔第1の実施形態〕

以下、この発明の第1の実施形態に係るX線CT装置について図1～図4を参照して説明する。図1は本実施形態に係るX線CT装置の機能を表すブロック図である。また、図2及び図3は、X線照射部100a及びX線照射部100bの内部構造の概略図である。さらに、図2はX線が照射野に向かうときの状態の図であり、図3はX線が照射野とは反対方向に向かうときの状態の図である。さらに、図4はX線検出器001a及びX線検出器001bの構成を表す概略図である。

【0020】

図1に示すように本実施形態に係るX線CT装置はX線照射部100a及びX線照射部100bという2つのX線照射部を有する。これら2つのX線照射部は同じ構成であるので以下では、それぞれのX線照射部を区別しない時は単に「X線照射部100」という。このX線照射部100が本発明における「X線照射手段」にあたる。このX線照射手段は一般的に「X線管球」とよばれることがある。さらに、本実施形態に係るX線CT装置はX線照射部100aと対になるX線検出器001a、及びX線照射部100bと対になるX線検出器001bという2つのX線検出器を有する。これら2つのX線検出器は同じ構成であるので以下では、それぞれのX線検出器を区別しない時には単に「X線検出器001」という。

【0021】

X線照射部100は、図2に示すように電子銃101、偏向用電極102、駆動部103、照射窓104、及びターゲット110、を有する。X線照射部100の内壁は銅で覆われている。これにより、X線照射部100の内壁に当たったX線は反射されずに吸収される。

【0022】

電子銃101は、インバータ、高圧トランス、及びフィラメントを有する。電子銃101は、フィラメントとターゲット110との間にインバータ及び高圧トランスで発生させた高電圧をかけ、フィラメントから飛び出した電子をターゲット110に衝突させることでX線を発生させる。電子銃101から発生し出射された電子ビームは図2の右側方向、すなわちターゲット110の第1表面111に向けて直進する。このとき、電子銃101から照射されるX線は偏向用電極102の間を通過する。

【0023】

偏向用電極102は、2枚の金属の板で構成されており、その2枚の金属の間を電子銃101から出射された電子ビームが通過するように配置されている。そして、偏向用電極102は、電圧が掛けられると、金属の板の一方が陽極に、他方が陰極になる。本実施形態では図2における上側が陽極、下側が陰極になる。以下では、偏向用電極102に電圧が掛けられている状態をオン、偏向用電極102に電圧がかかっていない状態をオフという。

【0024】

すなわち、偏向用電極102がオフのときには、電子銃101から出射された電子ビームは直進して第1表面111の方向に進み、偏向用電極102がオンのときには、電子銃101から出射された電子ビームは屈折して、第2表面112の方向へ進む。この様に偏向用電極102は、オン/オフにより電子銃101から出射された電子ビームを2つの方向に切り替えて送出する。この偏向用電極102が本発明における「偏向手段」にあたる。ここで、本実施形態では電極に電圧をかけて電場を発生することで電子ビームを偏向させているが、これは他の方法でもよく、例えばコイルを電子ビームの進行方向の横に配置し、該コイルに磁場をかけることで電子ビームを変更させるなどでもよい。

【0025】

このオン/オフは、偏向用電極102が後述する制御部002（図1参照）からの制御信号を受けることで行われる。オンになった偏向用電極102は、電極間を通過する電子

10

20

30

40

50

ビームを陽極側に屈折させ、該電子ビームの進行方向を変更する。この進路を変更された電子ビームは、第2表面112の方向へ進む。本実施形態では、電子銃101からの電子ビームの進行方向が変更されることで、後述するターゲット110に電子ビームが当たる位置が図2における上下の方向に3mm移動する。ここで、本実施形態では、進行方向の変更に係る時間を短くするとともに、後述するターゲット110から照射されるX線の方向を大きく異ならせるためにターゲット110上での移動距離が3mmとなるように電子ビームの屈折角度を調整している。ただし、この屈折角度は小さければ小さいほどオンとオフの応答性がよくなるが、角度が大きいほど反射後の電子ビームの方向をコントロールしやすい。そこで、この屈折角度は、オン/オフの応答速度とターゲット110から照射されるX線の方向のコントロールしやすさを考慮して決定することが好ましい。ただし、オン/オフの応答速度があまりに遅い場合、後述する複数のX線照射部100によるパルス状のX線照射を用いた交互の曝射が困難となるため、ターゲット110上の移動距離は数ミリであることが好ましい。

10

20

30

40

50

【0026】

ターゲット110は「アノード」とも呼ばれ、銅やアルミなどで形成されている。ターゲット110は、図2に示すように円錐台状の上底面を凹ませた形状である。この円錐台状の形状が本発明における「円盤状」にあたる。さらに、ターゲット110における上底面の凹み部分は上底面の外周を頂上部として滑らかな斜面である第2表面112を有している。そして、ターゲット110の円錐台の外側面は上底面の外周を頂上部として滑らかな斜面である第1表面111を有している。この第1表面111が本発明における「第1の面」にあたる。また、第2表面112が本発明における「第2の面」にあたる。

【0027】

そして、ターゲット110は、電子銃101から電子ビームが出射される方向と、中心軸Aが平行になるように配置される。

【0028】

また、ターゲット110は、電子銃101から出射され直進してきた電子ビームが第1表面111に当たるように配置される。本実施形態では第1表面111の図2における下側の部分に当たり、図2に示すように第1表面111において発生するX線が図2における下方向に照射するように配置される。そして、第1表面111で発生したX線は照射窓104に向かって進み、照射窓104を通過して被検体上の照射野に向かって照射される。

【0029】

また、ターゲット110は、電子銃101から出射され偏向用電極102によって屈折されてきた電子ビームが第2表面112に当たるように配置されている。すなわち本実施形態では第1表面111で電子ビームが当たる位置から、第2表面112に電子ビームが当たる位置まで3mmの距離となるように構成されている。そして、図3に示すように第2表面112から照射されるX線は第1表面111から照射されるX線が進む方向と略反対の方向に進む。また、第2表面112から照射されたX線はX線照射部100の中の構造物（例えば、電子銃101やターゲット110など）に当たらずにX線照射部100の内壁に到達する方向に進むよう第2表面112の角度が調整されている。

【0030】

さらに、ターゲット110は、中心軸Aを中心に回転する。この回転は、一か所に電子ビームが照射され続けると高熱によりターゲット110が溶解してしまうため、回転させて電子ビームが照射されるターゲット110の位置を変更させていき、ターゲット110の溶解を防ぐためのものである。

【0031】

駆動部103は、ターゲット110を、中心軸Aを中心として回転させる。この駆動部103が本発明における「駆動手段」にあたる。

【0032】

以上のように、第1表面111は進んできた電子ビームを受けて照射窓104の方向にX線を照射し、第2表面112は進んできた電子ビームを受けて照射窓104とは略反対

方向で直接 X 線照射部 100 の内壁に当たる方向に X 線を照射するように調整されている。これにより、偏向用電極 102 がオフのときは、電子銃 101 から出射された電子ビームが第 1 表面 111 にあたることで X 線が発生し、該発生した X 線が照射窓 104 を通過して照射野に照射される。また、偏向用電極 102 がオンのときは、電子銃 101 から照射された電子ビームが第 2 表面 112 にあたることで X 線が発生し、該発生した X 線が X 線照射部 100 の内壁にあたり吸収される。したがって、偏向用電極 102 がオンのとき以外は、照射窓 104 から外へ向かう X 線をほぼ遮断することができる。

【0033】

X 線検出器 001 は、図 4 に示すように、シンチレータ 401、フォトダイオード 402、コンデンサ 403、アース用スイッチ 404、アンプ用スイッチ 405、及びアンプ 406 を有している。

10

【0034】

シンチレータ 401 は、被検体を透過した X 線を吸収して蛍光を発生する。フォトダイオード 402 は、シンチレータ 401 で発生した傾向を受信して電子に変換する。

【0035】

X 線検出器 001 は、制御部 002 からの制御信号を受けて、アース用スイッチ 404 及びアンプ用スイッチ 405 のオン/オフを行う。

【0036】

アース用スイッチ 404 及びアンプ用スイッチ 405 がオフのときには、コンデンサ 403 はシンチレータ 401 で生成された電子を貯蔵する。アース用スイッチ 404 がオンでアンプ用スイッチ 405 がオフのときには、コンデンサ 403 に蓄えられた電気をアースに流す。アース用スイッチ 404 がオフでアンプ用スイッチ 405 がオンのときには、コンデンサ 403 に蓄えられた電気はアンプ 406 で増幅され、画像生成部 003 に出力される。このアース用スイッチ 404 及びアンプ用スイッチ 405 のオン/オフは制御部 002 により行われ、そのオン/オフのタイミングの詳細は後にまとめて説明する。

20

【0037】

制御部 002 は、X 線照射部 100 a 及び X 線照射部 100 b における、電子銃 101 からの電子ビームの出射及び偏向用電極 102 のオン/オフ、並びに X 線検出器 001 a 及び X 線検出器 001 b の X 線の検出を制御する。この制御部 002 が本発明における「制御手段」にあたる。以下、それぞれの制御について図 5 を参照して詳細に説明する。ここで、図 5 は制御部 002 におけるタイミングパルスと偏向用電極 102 のオン/オフ及び各 X 線照射部 100 からの X 線照射のオン/オフとの関係を表すタイミングチャートの図である。このタイミングチャートは横軸を時間に縦軸を電圧又は X 線の照射量のレベルに採ったものである。図 5 (A) は制御部 002 におけるタイミング信号のグラフ、図 5 (B) は X 線照射部 100 a の偏向用電極 102 の電圧を表したグラフ、図 5 (C) は X 線照射部 100 a の照射野への X 線照射量を表したグラフ、図 5 (D) は X 線照射部 100 b の偏向用電極 102 の電圧を表したグラフ、図 5 (E) は X 線照射部 100 b の照射野への X 線照射量を表したグラフである。

30

【0038】

制御部 002 は、操作者から入力された X 線照射開始の命令を受信して電子銃 101 からの電子ビームの出射を開始させる。

40

【0039】

さらに、制御部 002 は、図 5 に示すタイミングパルス 500 を生成している。制御部 002 は、タイミングパルス 500 が $7n + 1$ 回の立ち上がりの時に X 線照射部 100 a の偏向用電極 102 をオフにする制御信号を X 線照射部 100 a に送信する。さらに、制御部 002 は、タイミングパルス 500 が $7n + 5$ 回の立ち上がりの時に X 線照射部 100 a の偏向用電極 102 をオンにする制御信号を X 線照射部 100 a に送信する。また、制御部 002 は、タイミングパルス 500 が $7n + 1$ の立下りの時に X 線照射部 100 b の偏向用電極 102 をオンにする制御信号を X 線照射部 100 b に送信する。さらに、制御部 002 は、タイミングパルス 500 が $7n + 4$ 回の立下りの時に X 線照射部 100 b

50

の偏向用電極 102 をオンにする制御信号を X 線照射部 100b に送信する。

【0040】

制御部 002 からオンの制御信号を受信した偏向用電極 102 は電圧を電極間にかける。これにより、電子銃 101 から出射された電子ビームは屈折し第 2 表面 112 にあたって X 線を発生し、該発生した X 線は X 線照射部 100 の内壁、すなわち照射野以外に当たる。この状態を以下では、「X 線オフ」の状態という。波形 510 における区間 512、及び波形 530 における区間 531 が偏向用電極 102 がオンになった状態の区間である。そして、偏向用電極 102 がオンになることで、X 線オフの状態になる開始点が波形 520 上の点 523、及び波形 540 上の点 541 である。このとき電子銃 101 から出射された電子ビームの進路が徐々に変わっていくために、波形 520 及び波形 540 の立下りのグラフは傾斜している。

10

【0041】

また、制御部 002 からオフの制御信号を受信した偏向用電極 102 は電極間にかけている電圧を停止させる。これにより、電子銃 101 から出射された電子ビームは直進し第 1 表面 111 にあたって X 線を発生し、該発生した X 線は照射窓 104 を通過して照射野に照射される。この状態を以下では、「X 線オン」の状態という。波形 510 における区間 511、及び波形 530 における区間 532 が偏向用電極 102 がオフになった状態の区間である。そして、偏向用電極 102 がオフになることで、X 線オンの状態になる開始点が時刻 t_0 で波形 520 上の点 521、及び時刻 t_2 で波形 540 上の点 542 である。このとき電子銃 101 から出射された電子ビームの進路は徐々に変わっていくために、波形 520 及び波形 540 の立ち上がりのグラフは傾斜している。そして、時刻 t_1 での波形 520 上の点 522、及び時刻 t_3 での波形 540 上の点 543 で電子銃 101 から出射された電子ビームの進路の切り替えが終了し、X 線は所定の照射野に向かって正確に照射される状態になる。

20

【0042】

以上のように制御することで、X 線照射部 100a の偏向用電極 102 がオフになり、X 線照射部 100a における電子銃 101 から出射された電子ビームの進行方向が第 2 表面 112 から第 1 表面 111 に向けて移動を時刻 t_0 で開始し（点 521）、該移動が終了して X 線照射部 100a から照射された X 線が正確に照射野に照射されるようになるタイミング（点 522）と、X 線照射部 100b の偏向用電極 102 がオンになり、X 線照射部 100a から照射された X 線が正確に照射野に照射される位置からずれ始めるタイミング（点 541）とが、時刻 t_1 で一致する。同様に、X 線照射部 100b から照射された X 線が正確に照射野に照射されるようになるタイミング（点 543）と、X 線照射部 100a の偏向用電極 102 がオンになり、X 線照射部 100a から照射された X 線が正確に照射野に照射される位置からずれ始めるタイミング（点 523）とが、時刻 t_3 で一致する。これにより、被検体に連続して X 線を照射することが可能となる。また、両方の X 線照射部 100 からの同時照射を防止して、各 X 線照射部 100 から高速のパルス状の X 線を極めて短い周期で交互に照射することができる。

30

【0043】

この、制御部 002 による X 線照射部 100a 及び X 線照射部 100b の偏向用電極 102 のオン/オフのタイミングは、それぞれの偏向用電極 102 がオフになっている時間が同一であり、さらに、一方の偏向用電極 102 がオンになるタイミングで他方の偏向用電極 102 による電子ビームの進行方向の切り替えが完了していれば、本実施形態以外でのタイミングでもよい。

40

【0044】

また、制御部 002 は、各 X 線照射部 100 から X 線が正確に照射野に照射が行われるようになったタイミングで、X 線検出器 001 へ、アース用スイッチ 404 及びアンプ用スイッチ 405 のオフの制御信号を送信する。これにより、コンデンサ 403 に電気のチャージが開始される。

【0045】

50

さらに、制御部 002 は、各 X 線照射部 100 からの X 線が照射野からずれだすタイミングで、X 線検出器 001 へ、アンプ用スイッチ 405 のオンの制御信号を送信する。これにより、コンデンサ 403 内に蓄えられた電気の読み出しが行われる。この読み出しは数十分の一秒単位といった瞬時に終了する。そのため、この読み出しを行っている間のノイズの影響は僅少であり無視できる。

【0046】

そして、制御部 002 は、コンデンサ 403 からの読み出しが終了したタイミングで、X 線検出器 001 へ、アンプ用スイッチ 405 のオフの制御信号、及びアース用スイッチ 404 のオフの制御信号を送信する。これにより、この時点から次の X 線照射部 100 から X 線が正確に照射野に照射が行われるようになったタイミングまでの間にコンデンサ 403 に貯えられた電気はアースに流される、すなわちこの間に検出された X 線のデータは廃棄される。

【0047】

以上の制御部 002 による X 線検出器 001 の制御の流れを動きに沿って説明する。時刻 t_1 (点 522) のタイミングで、X 線検出器 001 a のコンデンサ 403 に電気のチャージが開始される。そして、時刻 t_3 (点 523) のタイミングで X 線検出器 001 a のコンデンサ 403 へのチャージが終了する。すなわち波形 520 における区間 524 の間に X 線検出器 001 a のコンデンサ 403 へのチャージが行われる。また、X 線検出器 001 a のコンデンサ 403 に電気のチャージが開始と同時に時刻 t_1 (点 541) のタイミングで、X 線検出器 001 b のコンデンサ 403 からの読み出しが開始され、読み出しが終了した後に送られてくる X 線のデータの廃棄がなされる。そして、時刻 t_2 (点 542) のタイミングで、X 線検出器 001 b のコンデンサ 403 に電気のチャージが開始される。そして、波形 540 における区間 544 の間に X 線検出器 001 b のコンデンサ 403 へのチャージが行われる。

【0048】

以上のように、X 線照射部 100 の動作と X 線検出器 001 の動作を同期させて制御することで、X 線照射部 100 a からの X 線のデータ及び X 線照射部 100 b からの X 線のデータを、ノイズを除去して極めて短い周期で交互に取得することができる。したがって、2 つの異なる X 線照射部 100 から被検体の異なる照射野に向けて照射された X 線データを同時に取得し、その X 線データを基に画像生成することが可能となる。

【0049】

画像生成部 003 は、X 線検出器 001 a 及び X 線検出器 001 b から入力されたデータに対して、感度補正や X 線強度補正などを施す。そして、画像生成部 003 は、前述の処理を施したデータを再構成し画像データを生成する。さらに、画像生成部 003 は、入力装置 (不図示) にて入力された操作者の指示に従って、画像データに対して様々な画像処理を施す。例えば、画像生成部 003 は、ボリュームレンダリング処理や MPR 処理などを施して 3 次元画像データや MPR 画像データ (任意断面の画像データ) を生成して表示制御部 004 へ出力する。

【0050】

表示制御部 004 は、画像生成部 003 から入力された画像データに基づく画像を、液晶ディスプレイや CRT などの表示部 005 に表示させる。

【0051】

次に、図 6 を参照して本実施形態に係る X 線 CT 装置における X 線の照射及び検出の流れを説明する。ここで、図 6 は本実施形態に係る X 線 CT 装置における X 線の照射及び検出の流れを表すフローチャートの図である。

【0052】

ステップ S001 : 制御部 002 は、X 線照射部 100 a 及び X 線照射部 100 b の双方の電子銃 101 からの電子ビームの出射を開始させる。

【0053】

ステップ S002 : 制御部 002 は、自己が生成するタイミングパルスが $7n + 1$ (n

10

20

30

40

50

= 0, 1, 2, ...) の立ち上がりかを判断する。7n + 1 の立ち上がりであればステップ S 0 0 3 に進む。7n + 1 の立ち上がりでなければステップ S 0 0 4 に進む。

【 0 0 5 4 】

ステップ S 0 0 3 : X 線照射部 1 0 0 a は、制御部 0 0 2 からの制御信号を受けて、偏向用電極 1 0 2 をオフにする。これにより、X 線照射部 1 0 0 a は X 線オンの状態になる。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 0 0 4 : 制御部 0 0 2 は、自己が生成するタイミングパルスが 7n + 1 (n = 0, 1, 2, ...) の立下りかを判断する。7n + 1 の立下りであればステップ S 0 0 5 に進む。7n + 1 の立下りでなければステップ S 0 0 8 に進む。

10

【 0 0 5 6 】

ステップ S 0 0 5 : X 線照射部 1 0 0 b は、制御部 0 0 2 からの制御信号を受けて、偏向用電極 1 0 2 をオンにする。これにより、X 線照射部 1 0 0 b は X 線オフの状態になる。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 0 0 6 : X 線検出器 0 0 1 a は、制御部 0 0 2 からの制御信号を受けて、アース用スイッチ 4 0 4 を及びアンプ用スイッチ 4 0 5 をオフにする。これにより、X 線検出器 0 0 1 a のコンデンサ 4 0 3 に電気がチャージされる。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 0 0 7 : X 線検出器 0 0 1 b は、アース用スイッチ 4 0 4 をオフにし、アンプ用スイッチ 4 0 5 をオフにする。これにより、X 線検出器 0 0 1 b のコンデンサ 4 0 3 から読み出しが行われる。

20

【 0 0 5 9 】

ステップ S 0 0 8 : 制御部 0 0 2 は、自己が生成するタイミングパルスが 7n + 4 (n = 0, 1, 2, ...) の立下りかを判断する。7n + 4 の立下りであればステップ S 0 0 9 に進む。7n + 4 の立下りでなければステップ S 0 1 0 に進む。

【 0 0 6 0 】

ステップ S 0 0 9 : X 線照射部 1 0 0 b は、制御部 0 0 2 からの制御信号を受けて、偏向用電極 1 0 2 をオフにする。これにより、X 線照射部 1 0 0 b は X 線オンの状態になる。

30

【 0 0 6 1 】

ステップ S 0 1 0 : 制御部 0 0 2 は、自己が生成するタイミングパルスが 7n + 5 (n = 0, 1, 2, ...) の立ち上がりかを判断する。7n + 5 の立ち上がりであればステップ S 0 1 1 に進む。7n + 5 の立ち上がりでなければステップ S 0 1 4 に進む。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 0 1 1 : X 線照射部 1 0 0 a は、制御部 0 0 2 からの制御信号を受けて、偏向用電極 1 0 2 をオンにする。これにより、X 線照射部 1 0 0 a は X 線オフの状態になる。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 0 1 2 : X 線検出器 0 0 1 b は、制御部 0 0 2 からの制御信号を受けて、アース用スイッチ 4 0 4 を及びアンプ用スイッチ 4 0 5 をオフにする。これにより、X 線検出器 0 0 1 b のコンデンサ 4 0 3 に電気がチャージされる。

40

【 0 0 6 4 】

ステップ S 0 1 3 : X 線検出器 0 0 1 a は、アース用スイッチ 4 0 4 をオフにし、アンプ用スイッチ 4 0 5 をオフにする。これにより、X 線検出器 0 0 1 a のコンデンサ 4 0 3 から読み出しが行われる。

【 0 0 6 5 】

ステップ S 0 1 4 : 制御部 0 0 2 は、X 線検出器 0 0 1 a のコンデンサから読み出しが終了したかを確認する。終了している場合はステップ S 0 1 5 に進む。終了していない場合はステップ S 0 1 6 に進む。

50

【 0 0 6 6 】

ステップ S 0 1 5 : X 線検出器 0 0 1 a は、制御部 0 0 2 からの制御信号を受けて、アース用スイッチ 4 0 4 をオンにし、アンプ用スイッチ 4 0 5 をオフにする。これにより、X 線検出器 0 0 1 a で検出される X 線データは廃棄されることになる。

【 0 0 6 7 】

ステップ S 0 1 6 : 制御部 0 0 2 は、X 線検出器 0 0 1 b のコンデンサから読み出しが終了したかを確認する。終了している場合はステップ S 0 1 5 に進む。終了していない場合はステップ S 0 1 6 に進む。

【 0 0 6 8 】

ステップ S 0 1 7 : X 線検出器 0 0 1 b は、制御部 0 0 2 からの制御信号を受けて、アース用スイッチ 4 0 4 をオンにし、アンプ用スイッチ 4 0 5 をオフにする。これにより、X 線検出器 0 0 1 b で検出される X 線データは廃棄されることになる。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 0 1 8 : 制御部 0 0 2 は、X 線の照射終了か否かを判断する。X 線の照射終了の場合はステップ S 0 1 9 に進む。X 線の照射終了でない場合はステップ S 0 0 2 に進む。

【 0 0 7 0 】

ステップ S 0 1 8 : 制御部 0 0 2 は、X 線照射部 1 0 0 a 及び X 線照射部 1 0 0 b の双方の電子銃 1 0 1 からの電子ビームの出射を停止させる。

【 0 0 7 1 】

また、以上で説明した、2 つの X 線照射部及びその 2 つの X 線照射部からの X 線の照射を制御する制御部を有する装置が本発明における X 線管装置にあたる。

【 0 0 7 2 】

以上で説明したように、本実施形態に係る X 線 C T 装置においては、2 つの X 線照射部から異なる照射野に向けて交互に極めて短い周期でパルス状の X 線の照射を行い、その X 線の照射と同期させて該 X 線をそれぞれ別個に他方の X 線の散乱線の影響なく検出することができる。これにより、散乱線の影響の少ない異なる 2 つの照射野における X 線データを同時に取得することができ、その取得した X 線データを基にノイズの少ない異なる 2 つの画像をほぼ同時に生成することが可能なる。したがって、本実施形態に係る X 線 C T 装置は、同時に異なる組織を対象にしたノイズの少ない X 線 C T 画像を生成することができ、また、1 枚の X 線 C T 画像を生成する時間を短縮することもでき、その場合の画像もノイズを軽減させた画像として生成することができる。

【 0 0 7 3 】

また、本実施形態では、2 つの X 線照射部を有する X 線 C T 装置で説明を行ったが、この X 線照射部は 2 つ以上あってもよい。その場合、X 線が照射野に照射される X 線照射部を順次変更していき他の X 線照射部からは X 線が外部に照射されないようにし、さらに、その X 線が照射野に照射される X 線照射部に対応する X 線検出器のみで X 線の検出を行うように制御する構成となる。

【 0 0 7 4 】

〔 第 2 の実施形態 〕

以下、この発明の第 2 の実施形態に係る X 線 C T 装置について説明する。本実施形態に係る X 線 C T 装置は第 1 の実施形態に係る X 線 C T 装置において、X 線照射部の中の第 1 反射面と照射窓との間に、第 1 反射面で反射した X 線以外の散乱線が照射窓に入り込まないように遮蔽部材を設けたものである。そこで、以下では該遮蔽部材について主に説明する。本実施形態に係る X 線 C T 装置の機能構成も第 1 の実施形態と同様に図 1 のブロック図で表わされる。

【 0 0 7 5 】

図 7 及び図 8 は、本実施形態に係る X 線 C T 装置における X 線照射部 1 0 0 の内部構造の概略図である。さらに、図 7 は X 線が照射野に向かうときの状態の図であり、図 8 は X 線が照射野とは反対方向に向かうときの状態の図である。

【 0 0 7 6 】

図 7 及び図 8 に示すように、本実施形態に係る X 線 C T 装置は、X 線照射部 1 0 0 の内部に、電子銃 1 0 1 から出射された電子ビームが第 1 表面 1 1 1 にあたって発生した X 線が照射窓 1 0 4 に向かう進路を覆うように遮蔽部材 1 0 5 が配置されている。遮蔽部材 1 0 5 は、鉛などの X 線が透過しない金属で構成されている。

【 0 0 7 7 】

偏向用電極 1 0 2 がオフの場合には、電子銃 1 0 1 で出射された電子ビームが第 1 表面 1 1 1 にあたり X 線が発生する。そして、図 7 に示すように、第 1 表面 1 1 1 から照射された X 線は、遮蔽部材 1 0 5 で覆われた進路を進み、照射窓 1 0 4 を通過して照射野に照射される。このように、第 1 表面 1 1 1 から照射された X 線は照射野にさえぎられることなく照射窓 1 0 4 に進める。

10

【 0 0 7 8 】

偏向用電極 1 0 2 がオンの場合には、電子銃 1 0 1 で出射された電子ビームが第 2 表面 1 1 2 にあたって X 線が発生する。図 8 に示すように、第 2 表面 1 1 2 から照射された X 線は、X 線照射部 1 0 0 の内壁に向かう。X 線照射部 1 0 0 の内壁は銅などの X 線を吸収する材質で形成されているため、内壁に当たった X 線のほとんどは X 線照射部 1 0 0 の内壁で吸収される。しかし、X 線照射部 1 0 0 の内壁に当たった X 線のうち少量は散乱線として X 線照射部 1 0 0 の内部で反射を繰り返す。そして、この散乱線は図 8 に示す矢印 8 0 0 の様に照射窓 1 0 4 に向けて進む場合もある。そのような場合、本実施形態に係る X 線 C T 装置では、散乱線は遮蔽部材 1 0 5 にさえぎられることで遮蔽部材 1 0 5 の内部には侵入しない。したがって、散乱線が照射窓 1 0 4 を通過して X 線照射部 1 0 0 の外部に漏れることが軽減できる。

20

【 0 0 7 9 】

以上で説明したように、本実施形態にかかる X 線 C T 装置では、偏向用電極 1 0 2 がオフの場合には、電子銃 1 0 1 から出射された電子ビームが第 1 表面 1 1 1 にあたることで X 線が発生し、該発生した X 線は照射窓 1 0 4 を通過して照射野に照射される。そして、偏向用電極 1 0 2 がオフの場合には、電子銃 1 0 1 から出射された電子ビームが第 2 表面 1 1 2 にあたることで X 線が発生し、該発生した X 線は X 線照射部 1 0 0 の内壁で一部が反射し散乱線となるが、この散乱線を遮蔽部材 1 0 5 で反射させることで X 線照射部 1 0 0 の外部に漏らさないようにする構成である。これにより、X 線オンになっている X 線照射部 1 0 0 から照射された X 線のみを対になる X 線検出器 0 0 1 に検出させることができ、ノイズをより軽減した画像を生成することが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 8 0 】

【図 1】本発明に係る X 線 C T 装置のブロック図

【図 2】第 1 の実施形態に係る X 線が照射野に向かうときの状態の X 線照射部の内部構造の概略図

【図 3】第 1 の実施形態に係る X 線が照射野とは反対方向に向かうときの状態の X 線照射部の内部構造の概略図

【図 4】X 線検出器の構成を表す概略図

40

【図 5】制御部におけるタイミングパルスと偏向用電極のオン / オフ及び各 X 線照射部からの X 線照射のオン / オフとの関係を表すタイミングチャートの図、(A) 制御部 0 0 2 におけるタイミング信号のグラフ、(B) X 線照射部 1 0 0 a の偏向用電極 1 0 2 の電圧を表したグラフ、(C) X 線照射部 1 0 0 a の照射野への X 線照射量を表したグラフ、(D) X 線照射部 1 0 0 b の偏向用電極 1 0 2 の電圧を表したグラフ、(E) X 線照射部 1 0 0 b の照射野への X 線照射量を表したグラフ

【図 6】第 1 の実施形態に係る X 線 C T 装置における X 線の照射及び検出の流れを表すフローチャートの図

【図 7】第 2 の実施形態に係る X 線が照射野に向かうときの状態の X 線照射部の内部構造の概略図

50

【図 8】第 2 の実施形態に係る X 線が照射野とは反対方向に向かうときの状態の X 線照射部の内部構造の概略図

【符号の説明】

【0081】

001 a、001 b X 線検出器

002 制御部

003 画像生成部

004 表示制御部

005 表示部

100 a、100 b X 線照射部

101 電子銃

102 偏向用電極

103 駆動部

104 照射窓

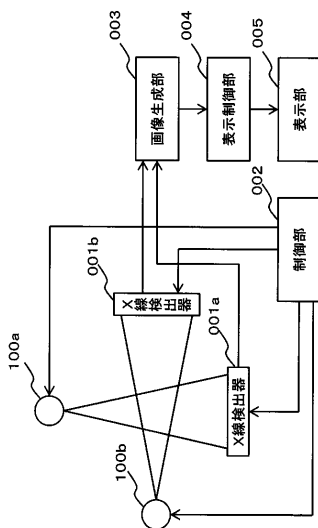
110 ターゲット（アノード）

111 第 1 表面

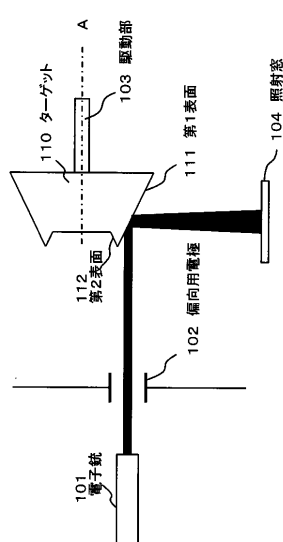
112 第 2 表面

10

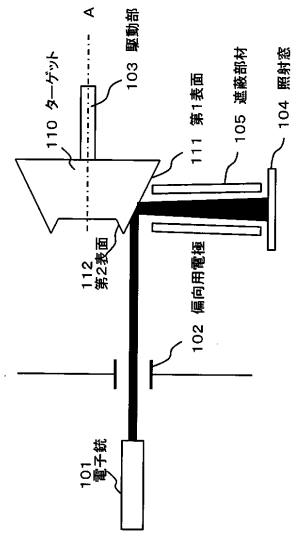
【図 1】



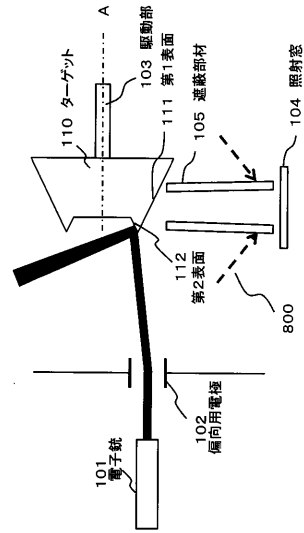
【図 2】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4C092 AA01 AB06 AB13 AC01 AC17 BC01 BD05 BD16 BF04 CC07
CD08 CE07 CF11
4C093 AA22 CA27 CA39 EA03 EA06 FA19 FA43 FA44 FA52 FA54