

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6114981号  
(P6114981)

(45) 発行日 平成29年4月19日(2017.4.19)

(24) 登録日 平成29年3月31日(2017.3.31)

(51) Int.Cl. F I  
 HO 1 J 35/14 (2006.01) HO 1 J 35/14  
 HO 1 J 35/08 (2006.01) HO 1 J 35/08 C

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2012-230115 (P2012-230115)	(73) 特許権者	000250339
(22) 出願日	平成24年10月17日(2012.10.17)		株式会社リガク
(65) 公開番号	特開2014-82130 (P2014-82130A)		東京都昭島市松原町3丁目9番12号
(43) 公開日	平成26年5月8日(2014.5.8)	(74) 代理人	100114258
審査請求日	平成26年11月4日(2014.11.4)		弁理士 福地 武雄
		(74) 代理人	100125391
			弁理士 白川 洋一
		(72) 発明者	マーチン・ホルバース
			チェコ共和国 プラハ4 142-21
			ノヴォドヴォルスカ994 リガク イ
			ノベータイプ テクノロジーズ ヨーロッパ s r o内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線発生装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電子線をターゲットに当ててX線を発生させるX線発生装置であって、  
 電子線の進行方向に垂直な面上における位置および断面形状を調整するアライメントコイルと、

前記アライメントコイルの後段に設けられ、中央に孔を有し、前記孔内を通過する電子線を集束させる永久磁石レンズと、

前記永久磁石レンズの孔内の電子線側に設けられ、前記永久磁石レンズによって生じる電子線の進行方向の焦点位置を補正する補正コイルと、

前記集束した電子線を当てられるターゲットと、を備えることを特徴とするX線発生装置。

10

【請求項2】

前記補正コイルは、電子線の進行方向において前記永久磁石レンズの磁場の磁力範囲内に設置されていることを特徴とする請求項1記載のX線発生装置。

【請求項3】

前記ターゲットは、前記電子線と前記ターゲットの表面とのなす角度が3°以上20°以下となるように前記電子線に対して表面を傾斜させて設置されていることを特徴とする請求項1または請求項2記載のX線発生装置。

【請求項4】

前記ターゲットで生じるX線を装置外部に取り出すX線取出し窓を更に備え、

20

前記 X 線取出し窓は、前記ターゲットで生じる X 線と前記ターゲットの表面とのなす角が、前記ターゲットの表面に対する前記電子線と前記ターゲットの表面とのなす角度と同程度となる位置で X 線を取り出せるように設置されていることを特徴とする請求項 3 記載の X 線発生装置。

【請求項 5】

前記ターゲットで生じる X 線を装置外部に取り出す X 線取出し窓を更に備え、

前記 X 線取出し窓は、前記 X 線取出し窓の表面が前記電子線に概略平行かつ前記ターゲットの表面に概略垂直になるように設置されていることを特徴とする請求項 3 記載の X 線発生装置。

【請求項 6】

前記ターゲットは、薄膜に形成され、ダイヤモンド基板上に形成されていることを特徴とする請求項 3 から請求項 5 のいずれかに記載の X 線発生装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子線をターゲットに当てて X 線を発生させる X 線発生装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、焦点の寸法を小さく絞った X 線を発生させる X 線の発生源としてマイクロフォーカス X 線発生装置が普及している。一般的な X 線発生装置では、加熱されたカソードから出る熱電子を加速しターゲットに衝突させて X 線を放射させる。ターゲットへ向かう電子流は広がるので、ウエネルトに適切な電場をかけて電子流の発散をおさえ、ターゲット上に焦点を結ばせている。マイクロフォーカス X 線発生装置では、ターゲット上へ微小に絞った電子ビームを当てる必要があるため、様々な手段で電子ビームの集束を制御するものが知られている。

【0003】

たとえば、特許文献 1 記載の X 線発生装置は、X 線管、電子銃、X 線ターゲット、電子レンズ、スティグマトールおよび X 線窓からなる基本構成に、X 線反射鏡を用いた X 線集束デバイスを備え、小さな寸法の焦点または焦線を有する X 線を生じさせている。

【0004】

特許文献 2 記載の X 線集束装置は、2 平面で使用され、電子銃のアノードと電磁石による集束レンズの間に設けられた 2 組の偏向コイルを有し、ビームを中心に合わせている。また、集束レンズとターゲットの間に設けられ、円形断面のビームを長く変形させるスティグマトールとして空芯の四極子磁石を有している。この四極子は、管の軸の周りを回転してライン焦点の方向を調節でき、ビームは、四極子の 4 つのコイル内の電流を制御することによりターゲット表面上で動かせるようになっている。

【0005】

特許文献 3 記載の小型 X 線管球は、電子ビームの焦点をターゲットの微小面積部分に合わせるために、細径部の外部に設けられた環状の永久磁石を用いて、電子ビーム進行方向の焦点位置とターゲット上の焦点位置の調整を行っている。ただし、調整方法は、細径部に沿って永久磁石を移動させて行っている。

【0006】

図 1 1 は、上記のような従来の X 線発生装置 300 を示す斜視断面図である。X 線発生装置 300 は、アライメントコイル 310、電磁石レンズ 320、スティグマトール 340、ターゲット 350 および X 線取出し窓 360 を備えている。図 1 2 は、ターゲット 350 に対する電子線 e 3 の入射角  $\theta_3$  と X 線 x 3 の取り出し角  $\theta_3$  を示す斜視図である。

$\theta_3$  は 78° 程度に大きくとり、スティグマトール 340 により電子線の断面を伸長させてターゲットに照射し、X 線の取り出し角  $\theta_3$  を小さくしたたとえば 12° 程度で取り出す。図 1 2 の破線で囲む範囲は、電子線のターゲットへの照射範囲を示している。X 線発生装置 300 は、カソードで生じ、絞り 305 を通過した電子線を電磁石レンズ 320 で集

10

20

30

40

50

束させており、装置においては電磁石レンズ 3 2 0 が大きい容積を占めている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】米国特許第 6 2 8 2 2 6 3 号明細書

【特許文献 2】米国特許第 6 7 7 8 6 3 3 号明細書

【特許文献 3】特開昭 5 8 - 1 4 5 0 4 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上記のように、電子線を集束させる電磁石レンズは大きい容積を占めるため、装置をコンパクトに構成するのは困難である。しかしながら、X線発生装置に対しては、小さく、軽量化された装置を構成したいという要請がある。これに対しては、電磁石レンズに比べて小さい容積で強い磁場を発生させる永久磁石を用いて、電子線を集束する方法が考えられる。しかし、永久磁石を用いて電子線を集束させても、磁場強度が固定のため焦点を細かく制御することはできない。

【0009】

永久磁石を用いて電子線を集束させた場合、経年変化や熱膨張によるカソードの寸法変化による電子放射性的変動、熱変化による永久磁石の磁力の変動、電圧の変動による焦点の移動、ターゲットの温度上昇やX線管球の寸法変化による焦点位置のズレなどに対して、永久磁石だけでは常に安定したX線を発生させることができない。

【0010】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、小さく、軽量化された装置構成で、電子ビームの焦点位置の微細な調整ができるX線発生装置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】

(1) 上記の目的を達成するため、本発明のX線発生装置は、電子線をターゲットに当ててX線を発生させるX線発生装置であって、電子線を集束させる永久磁石レンズと、前記永久磁石レンズに対して電子線側に設けられ、前記永久磁石レンズによって生じる電子線の進行方向の焦点位置を補正する補正コイルと、前記集束した電子線を当てられるターゲットと、を備えることを特徴としている。

【0012】

このように、電子レンズとして永久磁石を用いているため、通常の装置に較べて極めて小さく、軽量化された装置構成を実現できる。また、補正コイルにより、磁場強度を微調整し、電子線の進行方向の焦点位置の細かい調整が可能になる。なお、本発明のX線発生装置は、基本的に、X線管、電子銃、ターゲット、アライメントコイル、永久磁石レンズ、補正コイルおよびX線取出し窓から構成されている。

【0013】

(2) また、本発明のX線発生装置は、前記補正コイルが、電子線の進行方向において前記永久磁石レンズの磁場の磁力範囲内に設置されていることを特徴としている。これにより、電子線の進行方向にわたるX線発生装置の外形寸法を短くできる。また、補正コイルのサイズを小さくできる。なお、上記の磁力範囲とは、永久磁石レンズによる磁力が永久磁石レンズの最大磁力の68%以上となる範囲である。補正コイルは、永久磁石レンズの電子線経路側に設けられていることがなお好ましい。

【0014】

例えば、永久磁石レンズが円筒状である場合、補正コイルは、その永久磁石レンズの孔の内側に設置されていることが好ましい。ただし、厳密に永久磁石レンズの孔内でなくてもその端面付近の永久磁石レンズの磁力範囲内に設けることができる。

【0015】

10

20

30

40

50

(3) また、本発明のX線発生装置は、前記ターゲットが、前記電子線の入射角が3°以上20°以下となるように前記電子線に対して表面を傾斜させて設置されていることを特徴としている。これにより、焦点サイズを小さくしたまま、ターゲット上では電子ビームが斜めに広がって当たるため、ターゲットが融点を超える高温になることなく大きな負荷を印加して、輝度の高いX線を取り出すことができる。

【0016】

(4) また、本発明のX線発生装置は、前記ターゲットで生じるX線を装置外部に取り出すX線取出し窓を更に備え、前記X線取出し窓は、前記ターゲットの表面に対するX線の取り出し角が、前記ターゲットの表面に対する前記電子線の入射角と同程度となる位置に設置されていることを特徴としている。これにより、見掛けのX線源焦点サイズを小さくでき、輝度の高いX線を取り出すことができる。

10

【0017】

(5) また、本発明のX線発生装置は、前記ターゲットで生じるX線を装置外部に取り出すX線取出し窓を更に備え、前記X線取出し窓が、前記X線取出し窓の表面が前記電子線に概略平行かつ前記ターゲットの表面に概略垂直になるように設置されていることを特徴としている。これにより、線状に広がったラインフォーカスのX線を取り出すことができる。

【0018】

(6) また、本発明のX線発生装置は、前記ターゲットが、薄膜に形成され、ダイヤモンド基板上に形成されていることを特徴としている。これにより、薄膜に生じた熱をダイヤモンドにより拡散できる。また、斜入射を前提としているため、ターゲット用薄膜を薄くしても入射電子がターゲットと作用し、十分にX線強度が得られる。

20

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、小さく、軽量化された装置構成で、電子ビームの焦点位置の微細な調整ができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】第1の実施形態に係るX線発生装置を示す斜視断面図である。

【図2】ターゲットに対する電子線の入射角とX線の取り出し角を示す斜視図である。

30

【図3】補正コイルを十分に操作していないときのX線スポットを示す図である。

【図4】補正コイルを十分に操作したときのX線スポットを示す図である。

【図5】第1の実施形態に係るX線発生装置により得られたX線スポットである。

【図6】X線スポットの強度分布を示す図である。

【図7】実験結果を示す表である。

【図8】ダイヤモンド上に金属薄膜を形成したターゲットを示す断面図である。

【図9】X線発生試験後のCuバルクターゲットの表面状態を示す図である。

【図10】X線発生試験後のダイヤモンド上のターゲット用のCu薄膜の表面状態を示す図である。

【図11】従来のX線発生装置を示す斜視断面図である。

40

【図12】ターゲットに対する電子線の入射角とX線の取り出し角を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

次に、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。なお、図面に示す実施態様は一例であり、本発明はこれに限定されるものではない。

【0022】

[第1の実施形態]

図1は、X線発生装置100を示す斜視断面図である。X線発生装置100は、アライ

50

メントコイル110、永久磁石レンズ120、補正コイル130、ターゲット150およびX線取出し窓160を備えている。X線発生装置100は、カソードを陰極とし、ターゲット150を陽極として、数十キロボルトの高電圧を印加することで、カソードから生じた電子線をターゲット150に衝突させてX線を発生させる装置である。なお、図1では、電子線の集束を制御するための構成を示しており、カソード周辺部は省略している。

【0023】

通常カソードは通電によって加熱されることにより熱電子を放出し、放出された電子線がウエネルトに印加された制御用電圧によって進行方向を制御されながら、カソードとターゲットとの間に印加された高電圧によって加速されてターゲット150に衝突し、その衝突の際にターゲットからX線が発生して広い角度領域内に発散する。

10

【0024】

アライメントコイル110は、絞り105の直後に設けられ、電子線e1の進行方向に垂直な面上における位置や断面形状を調整できる。アライメントコイル110は、面上での電子線の位置調整に用いられるものであるため、電子線の進行方向に垂直な面上の2方向に応じて2組設けられている。

【0025】

永久磁石レンズ120は、アライメントコイル110の後段に設けられており、電子レンズとして磁場により電子線e1を集束させる。電子レンズとして電磁石レンズではなく、永久磁石レンズを用いているため、従来の装置に較べて極めて小さく、軽量化された装置構成を実現できる。

20

【0026】

補正コイル130は、電子線e1の進行方向において永久磁石レンズ120の磁場の磁力範囲内に設置され、かつ、永久磁石レンズ120に対して電子線e1側に設けられ、永久磁石レンズ120によって生じる電子線e1の進行方向における焦点位置を補正し、1A以下の小さい電流で電子線の焦点位置を調整できる。補正コイル130は、電子線の進行方向を軸として軸対称に構成され、軸を中心とする丸型、円筒形または樽型等に形成することができる。また、上記のアライメントコイル110のように、ブロック状に形成され、軸を中心として対称に配置されていてもよい。補正コイル130により、磁場強度を微調整し、電子線の進行方向の焦点位置の細かい調整が可能になる。なお、磁力範囲とは、永久磁石レンズ120による磁力が永久磁石レンズ120の最大磁力の68%以上となる範囲である。また、補正コイル130は、永久磁石レンズ120の電子線経路側に設けられていることが好ましい。

30

【0027】

例えば、永久磁石レンズ120が円筒状である場合、補正コイル130は、その永久磁石レンズ120の孔の内側に設置されていることが好ましい。ただし、厳密に永久磁石レンズ120の孔内でなくてもその端面付近の永久磁石レンズ120の磁力範囲内に設けることができる。

【0028】

補正コイル130は、電子線e1の進行方向において永久磁石レンズ120の磁力範囲内に設置されているので、電子線e1の進行方向にわたるX線発生装置100の外形寸法を短くできる。また、補正コイル130が永久磁石レンズ120の磁力範囲外に設置されている場合と比べて、補正コイル130のサイズを小さくできる。

40

【0029】

仮に、永久磁石レンズ120の磁力範囲外、例えばターゲット150側に補正コイル130を置いた場合、永久磁石レンズ120で合わせきれなかったズレが大きくなり補正しなければならない量が大きくなるため、補正コイル130自体のサイズも大きくなければならない。永久磁石レンズ120の磁力範囲内への設置であれば、補正量が小さく、補正コイル130自体のサイズも小さくて済む。

【0030】

ターゲット150は、集束した電子線e1を当てられ、X線x1を発生させる。ターゲ

50

ット150には、たとえばCu、Mo、W等の陽極となる金属が用いられる。図1に示すように、ターゲット150は、電子線の進行方向に対して大きく傾斜して設置されており、電子線e1の入射角が3°～20°となるように設けられている。

【0031】

これにより、電子線の断面形状を伸長させなくても、電子線の進行方向に対して長い範囲で電子線をターゲットに照射することができる。その結果、ターゲット150を損傷させることなく、十分な強度のX線を取り出すことができる。このようにターゲット150が電子線に対して大きく傾斜していることで、X線強度を確保するための調整を行う手段が不要になり、装置を小型化、簡略化することができる。

【0032】

X線取出し窓160は、たとえばBe(ベリリウム)で形成され、ターゲット150で生じるX線を装置外部に取り出す。電子線がターゲットに衝突し、広い角度領域内に発散されたX線のうち、X線取出し窓160の方向に射出されたX線が装置外部に取り出される。

【0033】

X線取出し窓160の位置は利用態様に応じて様々に考えられるが、一態様としてターゲット150の表面に対するX線の取り出し角が、ターゲット150の表面に対する電子線の入射角と同程度となる位置に設置されていることが好ましい。これにより、見掛けのX線源焦点サイズを小さくしたまま、大きな負荷を印加し、輝度の高いX線を取り出すことができる。

【0034】

図2は、ターゲットに対する電子線の入射角 $\theta_1$ とX線の取り出し角 $\theta_2$ を示す斜視図である。図2に示すように、ターゲット150は、電子線の入射角 $\theta_1$ が3°以上20°以下となるように電子線に対して表面を傾斜させて設置されている。これにより、いわゆるステグマツールによる電子線の断面形状の調整なしで、焦点サイズを小さくしたまま、ターゲット上の電子ビーム照射面積を広くできる。そして、ターゲットが融点を超える高温になることなく大きな負荷を印加して、輝度の高いX線を取り出すことができる。その結果、小型化、簡略化をさらに進めることができる。なお、図2の破線で囲む範囲は、電子線のターゲット150への照射範囲を示している。

【0035】

図2に示す例では、ターゲット150の表面に対するX線の取り出し角 $\theta_2$ が、ターゲットの表面に対する電子線の入射角 $\theta_1$ と同程度となる位置にX線取出し窓160の位置が設置されている。すなわち、取り出し角 $\theta_2$ も電子線の入射角 $\theta_1$ と同程度に設置されている。電子線の入射角 $\theta_1$ 、X線の取り出し角 $\theta_2$ としては、たとえば15°に設定できる。

【0036】

X線取出し窓160は、X線取出し窓160の表面が電子線e1に概略平行かつターゲット150の表面に概略垂直になるように設置されていてもよい。X線発生装置100では、電子線のターゲット150に対する入射角 $\theta_1$ が小さく、進行方向に長い範囲に電子線が照射される。その結果、ターゲット150の表面に概略平行な方向に放射される線状に広がったラインフォーカスのX線をX線取出し窓160を介して取り出すことができる。

【0037】

[実施例1]

上記のX線発生装置100、および従来のX線発生装置300を用いて、X線発生装置100が、十分な焦点サイズ、X線強度のX線を発生できるかを検証した。

【0038】

いずれの装置においてもターゲットへの負荷を45kV、0.5mA、すなわち22.5Wとし、同じ温度、大気圧の条件で検証した。また、X線検出器はいずれの装置に対しても同じものを使用した。また、距離の条件はすべて同じにした。このようにして、発生

10

20

30

40

50

したX線スポットを検出した。このとき、補正コイルにより、電子線の進行方向について焦点位置を調整した。

【0039】

図3は、補正コイルを十分に操作していないときのX線スポットを示す図である。図3に示す例は、2つのアライメントコイルの電流をそれぞれ、70mA、150mAに設定し、補正コイルの電流を-100mAとされている場合のX線スポットである。

【0040】

図4は、補正コイルを十分に操作したときのX線スポットを示す図である。図4に示す例は、2つのアライメントコイルの電流をそれぞれ、70mA、150mAに設定し、補正コイルの電流を300mAに調整した場合のX線スポットである。このようにして、補正コイルで電子線の焦点位置を調整し、X線スポットを小さくし、その強度を大きくして鋭いピークを作ることができた。

【0041】

図5は、X線発生装置100により得られたX線スポットである。図6は、図5に示すX線スポットの強度分布を示す図である。図5、図6に示すように、強度が大きく十分にサイズの小さいX線スポットが得られている。図6では、累積強度分布が90%の閾値をaとし、50%の閾値をbとし、20%の閾値をcとし、10%の閾値をdとして表している。

【0042】

図7は、実験結果を示す表である。X線発生装置100（表中のExample 1）および従来のX線発生装置300（表中のExample 3）のそれぞれを用いた場合に得られたX線スポットの評価を表にまとめたものである。強度、スポットサイズについていずれの装置でもほぼ同じであることが分かる。これにより、従来の装置と比較して、構成を小型化、軽量化したX線発生装置であっても、マイクロフォーカスのX線源としてX線スポットの強度や鋭さについて遜色ないことを実証できた。なお、X線強度は、X線強度検出メータの出力電圧値mVで表している。

【0043】

[第2の実施形態]

上記の実施形態では、ターゲット250が金属のバルクで構成されているが、ダイヤモンド上に金属薄膜を形成したものであってもよい。図8は、ダイヤモンド上に金属薄膜を形成したターゲット250を示す断面図である。ターゲット250は、導電性の材料で円筒状に形成されたホルダ部251の上部開口部を塞ぐように円板状のダイヤモンド板256が気密に接合され、ダイヤモンド板256の表面に導電性材料からなるターゲット用薄膜255が設けられている。ターゲット用薄膜255は、ホルダ部251の側面まで延長して設けられ、ホルダ部251に電氣的に接続されている。

【0044】

ホルダ部251の開口端は、円筒の内周面の内径よりわずかに大きい内径で段差が形成されており、段差は、ダイヤモンド板256の厚さとほぼ同じ高さを有し、ダイヤモンド板256を傾斜させて収容できるように設けられている。ダイヤモンド板256とホルダ部251とは、ろう付け等で接合される。

【0045】

また、ターゲット用薄膜255は、イオンビームスパッタのような薄膜堆積法で形成される。ホルダ部251の支持される側の端部も気密に接合されており、その内部にはキャップ258が設けられ、キャップ258の内部と外部との間で形成される流通路に水等の冷媒を循環できるように構成されている。ダイヤモンド板256の厚さは、300 $\mu$ m～800 $\mu$ mであることが好ましい。

【0046】

ターゲットは、薄膜に形成され、ダイヤモンド基板上に形成されている。これにより、薄膜に生じた熱をダイヤモンドにより拡散できる。また、電子線の斜入射を前提としているため、ターゲット用薄膜を薄くしても入射電子がターゲットと作用し、十分にX線強度

10

20

30

40

50

が得られる。

【0047】

[実施例2]

上記のようなターゲット250と同等な構成の傾斜のないダイヤモンド板上のターゲット用のCu薄膜に対して、 $0.1\text{ mm} \times 1.1\text{ mm}$  (= 焦点サイズ) に絞った電子線を連続して照射したところ、 $5.4\text{ kW/mm}^2$  の負荷で長期間安定したX線が得られた。ターゲットの最大負荷は焦点サイズに依存するので、上記値を $20\text{ }\mu\text{m} \times 80\text{ }\mu\text{m}$  の焦点サイズに換算すると、 $40\text{ kW/mm}^2$  となる。

【0048】

一方で、バルクCuを用いた通常のCuターゲットの場合、この値は半分以下である。なお、図9は、X線発生試験後のCuバルクターゲットの表面状態を示す図である。図9に示す例では、 $40\text{ kV} \cdot 11\text{ mA}$  (=  $440\text{ W} = 4\text{ kW/mm}^2$ ) で約1時間負荷をかけたものであり、表面が完全に損傷されていることが分かる。

10

【0049】

一方、図10は、X線発生試験後のダイヤモンド上のターゲット用のCu薄膜の表面状態を示す図である。図10に示す例では、 $40\text{ kV} \cdot 15\text{ mA}$  (=  $600\text{ W} = 5.45\text{ kW/mm}^2$ ) で約100時間負荷をかけたものであり、表面が全く正常状態であることが分かる。なお、焦点サイズは両者とも $0.1\text{ mm} \times 1.1\text{ mm}$  である。

【符号の説明】

【0050】

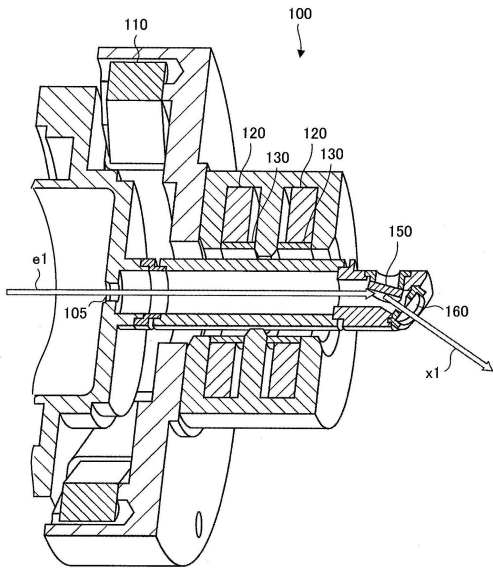
- 100 X線発生装置
- 110 アライメントコイル
- 120 永久磁石レンズ
- 130 補正コイル
- 250 ターゲット
- 251 ホルダ部
- 255 ターゲット用薄膜
- 256 ダイヤモンド板
- 258 キャップ
- 160 X線取出し窓
- e1、e3 電子線
- x1、x3 X線
- 1、3 電子線の入射角
- 1、3 X線の取り出し角

20

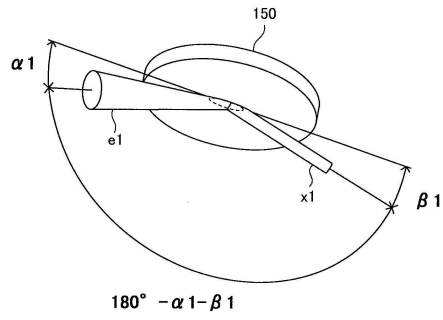
30



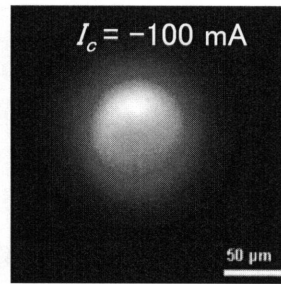
【 図 1 】



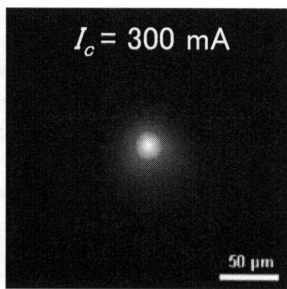
【 図 2 】



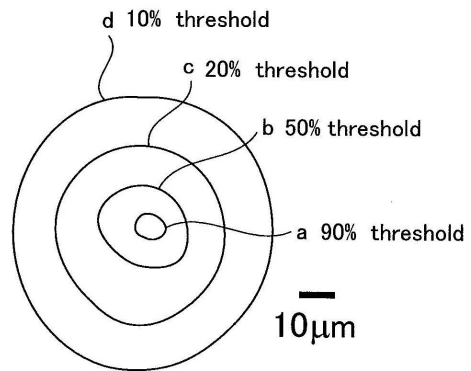
【 図 3 】



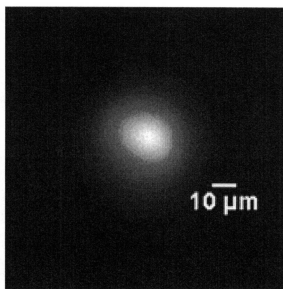
【 図 4 】



【 図 6 】



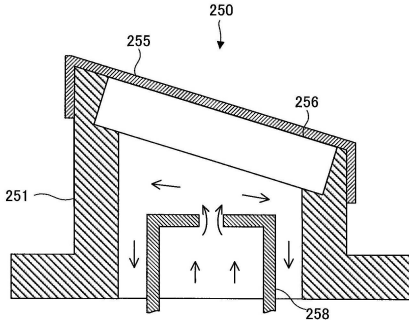
【 図 5 】



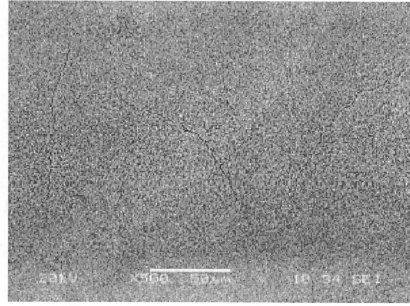
【 図 7 】

	Spot size H(μm) x V(μm)	X-ray intensity (mV)	Relative X-ray intensity
Example 1	24 x 22	167.6	0.88
Example 3	22 x 19	190.5	1.00

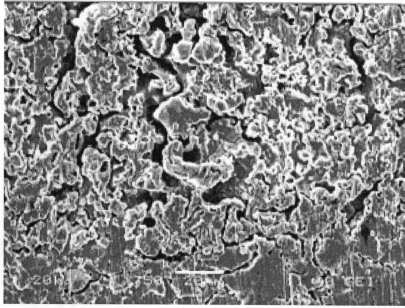
【図 8】



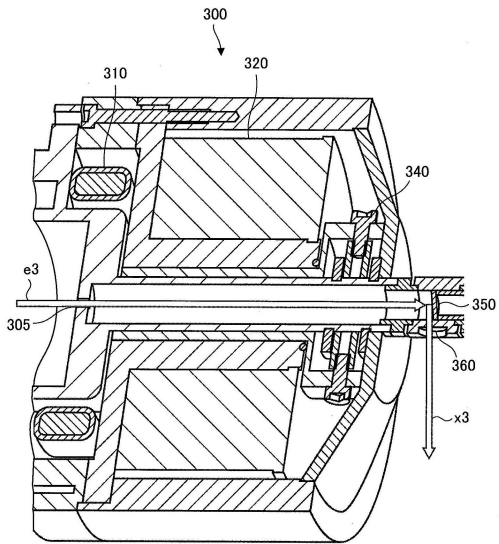
【図 10】



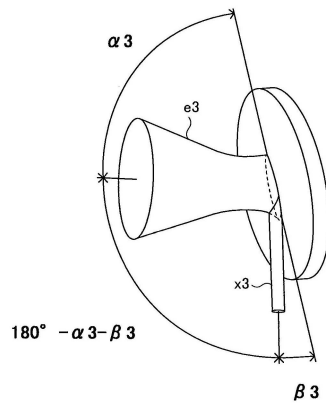
【図 9】



【図 11】



【図 12】



## フロントページの続き

- (72)発明者 ジリ・マーシク  
チェコ共和国 プラハ4 142-21 ノヴォドヴォルスカ-994 リガク イノベーター  
テクノロジーズ ヨーロッパ sro内
- (72)発明者 ラディスラブ・ピナ  
チェコ共和国 プラハ4 142-21 ノヴォドヴォルスカ-994 リガク イノベーター  
テクノロジーズ ヨーロッパ sro内
- (72)発明者 バクラフ・ジェルニック  
チェコ共和国 プラハ4 142-21 ノヴォドヴォルスカ-994 リガク イノベーター  
テクノロジーズ ヨーロッパ sro内
- (72)発明者 大坂 尚久  
東京都昭島市松原町3丁目9番12号 株式会社リガク内
- (72)発明者 表 和彦  
東京都昭島市松原町3丁目9番12号 株式会社リガク内
- (72)発明者 神戸 亮  
東京都昭島市松原町3丁目9番12号 株式会社リガク内
- (72)発明者 リーサイ・ジャン  
アメリカ合衆国 ミシガン オーバンヒルズ テイラーロード 1900番地 リガク イノベ  
ーター テクノロジーズ インコーポレイテッド内
- (72)発明者 ボンリー・キム  
アメリカ合衆国 ミシガン オーバンヒルズ テイラーロード 1900番地 リガク イノベ  
ーター テクノロジーズ インコーポレイテッド内

審査官 鳥居 祐樹

- (56)参考文献 特表2008-535183(JP,A)  
特開昭58-145049(JP,A)  
特表平05-502330(JP,A)  
特開2011-233365(JP,A)  
特開2009-212058(JP,A)  
特開2001-351552(JP,A)  
特表2002-540581(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01J 35/08  
H01J 35/14