(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2011 年 10 月 6 日(06.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/122020 A1

(51) 国際特許分類:
H05G 2/00 (2006.01) *H05G 1/70* (2006.01)
G01N 23/227 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/001904

(22) 国際出願日: 2011 年 3 月 30 日(30.03.2011)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2010-080669 2010 年 3 月 31 日(31.03.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人物質・材料研究機構 (National Institute for Materials Science) [JP/JP]; 〒3050047 茨城県つくば市千現一丁目２番地１ Ibaraki (JP). アルバック・ファイ株式会社 (ULVAC-PHI, Inc.) [JP/JP]; 〒2538522 神奈川県茅ヶ崎市円蔵３７０ Kanagawa (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山瑞 拡路 (YAMAZUI, Hiromichi) [JP/JP]; 〒2538522 神奈川県茅ヶ崎市円蔵３７０アルバック・ファイ株式会社内 Kanagawa (JP). 小林 啓介 (KOBAYASHI, Keisuke) [JP/JP]; 〒3050047 茨城県つくば市千現一丁目２番地１独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP). 岩井 秀夫 (IWAI, Hideo) [JP/JP]; 〒3050047 茨城県つくば市千現一丁目２番地１独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP). 小畠 雅明 (KOBATA, Masaaki) [JP/JP]; 〒3050047 茨城県つくば市千現一丁目２番地１独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 大森 純一 (OMORI, Junichi); 〒1070052 東京都港区赤坂７－５－４７ Ｕ＆Ｍ赤坂ビル２Ｆ Tokyo (JP).

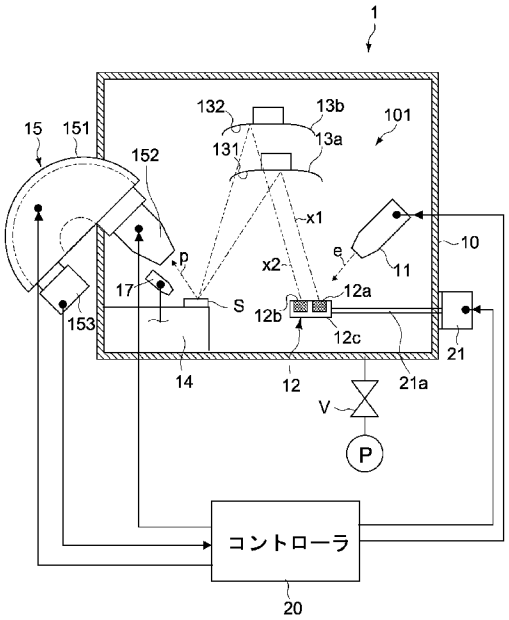
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH,

[続葉有]

(54) **Title**: X-RAY IRRADIATION DEVICE AND ANALYSIS DEVICE

(54) 発明の名称 : Ｘ線照射装置および分析装置

[図1]



20 CONTROLLER

(57) **Abstract**: Provided are a X-ray irradiation device capable of adjusting the energy of X-rays over a wide range, and an analysis device provided with the X-ray irradiation device. In the X-ray irradiation device, X-rays emitted from a X-ray generation mechanism are focused on a predetermined focal point by a light focusing mechanism. The X-ray generation mechanism is comprised of a structure for generating several types of X-ray having different wavelengths. The light focusing mechanism is comprised of a structure in which the X-rays are focused on the same focal point by light focusing elements having diffraction characteristics suitable for the wavelengths of the X-rays generated by the X-ray generation mechanism.

(57) 要約: 【課題】Ｘ線の広範なエネルギー調整が可能なＸ線照射装置及びこれを備えた分析装置を提供する。 【解決手段】本発明の一実施形態に係るＸ線照射装置は、Ｘ線発生機構から発せられたＸ線を集光機構により所定の焦点位置に集光するＸ線照射装置であって、前記Ｘ線発生機構は、波長の異なる複数種のＸ線を発生させる構成を具備し、前記集光機構は、前記Ｘ線発生機構により発生させたＸ線の各々の波長に適合した回折特性を有する集光体により、共通の焦点位置へ集光する構成を具備する。

WO 2011/122020 A1

PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： Ｘ線照射装置および分析装置

技術分野

[0001] 本発明は、Ｘ線発生機構から発せられたＸ線を集光機構により所定の焦点位置に集光するＸ線照射装置及びこれを備えた分析装置に関する。

背景技術

[0002] 表面分析法のひとつにＸ線光電子分光（ＸＰＳ：X-ray photoelectron spectroscopy）が知られている。

ＸＰＳは、Ｘ線の照射により試料表面から放出された光電子の運動エネルギーを分析することにより、試料中に存在する元素及び化学結合状態に関する情報を得ることができる。例えば特許文献１および非特許文献１には、集束された電子ビームを生成するための電子銃と、集束された電子ビームが入射されることでＸ線を生成する陽極と、陽極で生成したＸ線を試料表面上に集束させる集束手段と、Ｘ線の照射により試料表面から放出される光電子エネルギーを分析する分析器手段とを備えた電子分光装置が記載されている。

[0003] 従来のこの種Ｘ線分析装置では、試料や分析目的により適正なエネルギーのＸ線を照射することが望まれていた。例えば特許文献２および非特許文献２には、一つの装置によるエネルギーの異なる複数のＸ線を選択可能な分光器手段を備えたＸ線分光装置およびＸ線分析装置が記載されているが、一つの装置による広範なエネルギー調整を行い、Ｘ線を試料表面上に集束させることは不可能とされていた。

[0004] また、Ｘ線のエネルギーによっては、脱出角の異なる光電子のスペクトルの解析から非破壊で深さ方向の分析を行うことも可能であることが理論的には知られているが、現状のＸ線分析装置では、試料内部での光電子の散乱のために検出深さはせいぜい数ｎｍ程度に限られ、実現不可能な理論であるとされていた。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平７－３２５０５２号公報

特許文献2：特開２００１－１３３４２１号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：Masaaki Kobata et al, "Development of the Hard-X-ray Angle Resolved X-ray Photoemission Spectrometer for Laboratory Use", ANALYTICAL SCIENCES FEBRUARY 2010, VOL.26, pp.227-232 (2010)

非特許文献2：高計数率・高分解能な蛍光X線分析装置（アワーズテック株式会社）、http://business.atengineer.com/ourstex/product3.htm

非特許文献3：J. A. Berden: "X-Ray Wavelengths", Review of Modern Physics, Vol.39, No.1, pp.78-124 (1967)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明は、このような実情に鑑み、Ｘ線の広範なエネルギー調整が可能なＸ線照射装置とそれを用いた分析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

[0008] 発明１のＸ線照射装置は、Ｘ線発生機構から発せられたＸ線を集光機構により所定の焦点位置に集光するＸ線照射装置であって、前記Ｘ線発生機構は、波長の異なる複数種のＸ線を発生させる構成を具備し、前記集光機構は、前記Ｘ線発生機構により発生させたＸ線の各々の波長に適合した回折特性を有する集光体により、共通の焦点位置へ集光する構成を具備することを特徴とする。

発明２は、発明１のＸ線照射装置において、集光体は、その回折特性に適合するＸ線の発生位置と、前記焦点位置とを通過点とするローランド円の直径に等しい曲率半径の鏡面が前記ローランド円上に配置されたＸ線反射鏡であることを特徴とする。

発明３は、発明２のＸ線照射装置において、発生するＸ線の波長毎に前記

Ｘ線反射鏡が設置され、各Ｘ線反射鏡は、自らの回折特性に該当しない波長のＸ線の光路から外れた位置に使用位置が設定されていることを特徴とする。

発明４は、発明２のＸ線照射装置において、発生するＸ線の波長毎に前記Ｘ線反射鏡が設置され、自らの回折特性に該当しない波長のＸ線光路に重複した位置に、使用位置が設定されたＸ線反射鏡には、非使用時に、前記光路から外れた位置に退避させる退避構造が設けられていることを特徴とする。

発明５は、発明１から４のいずれかのＸ線照射装置において、前記Ｘ線発生機構は、一定の電子ビームを発射する電子銃と、前記電子ビームの照射により異なる波長のＸ線を発生する複数のＸ線源と、前記電子ビームが照射するＸ線源を選択して、発生するＸ線の波長を選択する波長選択構造とを具備することを特徴とする。

[0009] 発明６の分析装置は、そのＸ線照射装置が、発明１から５のいずれかのＸ線照射装置であり、その焦点位置を試料設置位置としてあることを特徴とする分析装置。

発明７は、発明６の分析装置において、前記分析器は、前記試料から放出される光電子の運動エネルギーの検出によるものであることを特徴とする。

発明の効果

[0010] 発明１、２は、Ｘ線のエネルギーとその波長には密接な関係を有し、かつ、そのエネルギーを試料に高効率で与えるには、Ｘ線の波長に適合した回折特性を有する集光体を用いることにより達成できるとの知見に基づき、波長の異なった複数種のＸ線を発生させるＸ線発生機構のみならず、Ｘ線の波長それぞれに適合した回折特性を集光機構に保有させたものである。これにより、Ｘ線は、焦点位置において、そのエネルギーが減衰されることなく照射されることとなった。さらに、波長の異なったＸ線の全てが共通の焦点位置をもつようにして、波長調整によっても、試料位置を変更する必要がないようにした。

このことは、表面の分析結果と深さ方向での分析結果とを同一座標上で結

合して、３次元的な分析結果を得ることを可能にするものである。

[0011] 発明３、４は、このような波長の異なるＸ線を用いる場合に生じる光路空間の確保に関するものである。

発明３では、光路が主に縦方向であるとした場合、集光機構は、異なるＸ線の数だけ、横方向に広がった大きなものとなるが、発明４のような操作は不要となる。

一方、発明４では、横方向の広がりがほとんどないコンパクトな集光機構とすることができるが、波長を変更するときに、集光体を移動する操作が必要となる。

しかし、この操作は、自動制御により波長変更とともに行うことが可能であるから、実質的には操作上に煩わしさは解消できるものである。

[0012] 発明５は、Ｘ線の波長変更の為の具体的な適例を示すものである。

発明５では、電子ビームによる励起により特定の波長のＸ線を発生するＸ線源を複数用いて、Ｘ線の波長を、電子ビームを照射するＸ線源によって設定できるようにしたものである。このようにすることで、Ｘ線の波長はダイナミックに変更することが可能であり、試料の材質の違いや分析の目的の違い等に広範に適用できるようになる。

[0013] 発明６、７は、本発明のＸ線照射装置の効果を有効に生かした分析装置であり、上記各Ｘ線照射装置の利点を有するのみならず、表面と深さの双方における分析結果を互いに関連付けて得ることができ、３次元的なＸ線分析結果を得ることも可能なものである。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]実施例１に係る分析装置の概略構成図である。

[図2]図１の分析装置の一動作例を示す、当該装置の概略構成図である。

[図3]図１の分析装置の他の動作例を示す、当該装置の概略構成図である。

[図4]図１の分析装置で用いられるＸ線照射装置の概略斜視図である。

[図5]実施例１において取得される光電子スペクトルの一例を示す図である。

[図6]実施例２に係る分析装置の概略構成図である。

[図7]図６の分析装置の一動作例を示す、当該装置の概略構成図である。

[図8]実施例３に係る分析装置の概略構成図である。

[図9]図８の分析装置の動作例を示す、当該装置の概略構成図である。

[図10]実施例４に係る分析装置の概略構成図である。

[図11]図１０の分析装置の動作例を示す、当該装置の概略構成図である。

[図12]本発明の他の実施形態に係るＸ線照射装置を示す概略斜視図である。

[図13]本発明の他の実施形態に係る分析装置の概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0015] 本発明のＸ線照射装置は、Ｘ線発生機構から発せられたＸ線を集光機構により所定の焦点位置に集光するＸ線照射装置であって、前記Ｘ線発生機構は、波長の異なる複数種のＸ線を発生させる構成を具備し、前記集光機構は、前記Ｘ線発生機構により発生させたＸ線の各々の波長に適合した回折特性を有する集光体により、共通の焦点位置へ集光する構成を具備する。

実施例では、前記集光体として、その回折特性に適合するＸ線の発生位置と、前記焦点位置とを通過点とするローランド円の直径に等しい曲率半径の鏡面が前記ローランド円上に配置されたＸ線反射鏡を例示したが、本発明は、これに限らず、Ｘ線発生機構により発生させられるＸ線の波長に適合する回折特性を有するものであれば良い。

なお、回折特性の適合性は、Ｘ線の単色化が可能となり、Ｘ線の連続スペクトル部分が除去されることで、エネルギー分解能の高い高精度な分析を実現することを意味する。

また、集光体は、表1に示すように同様なものでも複数の波長のX線に適合する回折特性を有するものがあるので、発生させるX線の波長と集光体の数が同じとは限らず、場合によっては、一つの集光体により集光機構を構成することが可能である。

[0016] 前記Ｘ線発生機構の例としては、一定の電子ビームを発射する電子銃と、前記電子ビームの照射により異なる波長のＸ線を発生する複数のＸ線源と、前記電子ビームが照射するＸ線源を選択して、発生するＸ線の波長を選択す

る波長選択構造とを具備するものを例示した。

また、そのＸ線源としては、表1に示すものが一般に知られており、この実施例においては、表1のＸ線源を複数選択して用いることを前提としている。

[0017] [表1]

X線源	X線名	波長	エネルギー	ローランド円	適合する波長特性を有する反射鏡
		Å	keV	直径(mm)	
Al	AlKα	8.34	1.49	200	石英湾曲結晶
Zr	ZrLα1	6.07	2.04	162	Si湾曲結晶
Ag	AgLα1	4.15	2.98	184	石英湾曲結晶
Ti	TiKα1	2.75	4.51	170	Ge湾曲結晶
Cr	CrKα1	2.29	5.41	300	Ge湾曲結晶
	CrKβ1.3	2.08	5.95	200	石英湾曲結晶
Cu	CuKα1	1.54	8.05	459	LiF湾曲結晶

[0018] 下記実施例の他、電子ビームの照射電圧により異なる波長のＸ線を発生するＸ線源が用いられてもよい。Ｘ線源のアノード材は複数の純物質アノードだけでなく単数の合金アノード、例えば、８０ａｔ％Ａｌ／２０ａｔ％等のＣｕＡｌ合金が用意されてもよい。この場合、電子ビームの照射電圧が９ｋＶ未満のときはＡｌＫα線を発生させることができ、電子ビームの照射電圧が９ｋＶを超えるときはＣｕＫα線とＡｌＫα線を発生させることができる。後者の場合、ＣｕＫα線に適合した回折特性を持つ集光体を用いることで、ＣｕＫα線のみ選択できる。

その理由として、ＡｌＫα線とＣｕＫα線それぞれのエネルギーは約１．４９ｋｅＶ、８．０５ｋｅＶであり、ＣｕＫα線は電子ビームの照射電圧がＣｕＫ殻電子の束縛エネルギー（８．９８ｋｅＶ）以上すなわち９ｋＶ以上でないと発生しないことが挙げられる。したがって、電子ビームの照射電圧９ｋＶを閾値としてＡｌＫα線またはＣｕＫα線とＡｌＫα線の発生を選択することができる。また、ここで使用する複数のアノード材においては、ＡｌとＣｕのように両者のＸ線のエネルギーが大きく異なる組み合わせを選択するのがよい。

上述した理由から、単数の合金アノードを用意し、電子ビームの照射電圧に応じてＫαＸ線を選択的に発生させることで、アノード材の適切な位置に電子ビームを照射するための電子銃の移動量と、アノード材の個数をできるだけ少なくすることができる。

さらに、電子ビームの照射電圧は、適切なＸ線強度を得るために、それぞれのアノード材から発生するＸ線のエネルギーの５倍以上であるとよい。

なお、各種特性Ｘ線の波長に適合した回折特性を有する分光結晶（種類、結晶面の面指数および格子定数）と回折角（２θ）との関係については、非特許文献３に記載され公知であり、この公知の知見を本発明においても用いることができる。

[0019] 下記実施例では分析装置として、X線の試料への照射により前記試料から放出される光電子の運動エネルギーの検出によるものを例示したが、これ以外のＸ線を励起線とする表面分析装置、例えば、蛍光Ｘ線分析装置（ＸＲＦ：X-ray fluorescence analysis）、あるいは光電子顕微鏡（ＰＥＥＭ：Photo-Emission Electron Microscope）に適用することができる。

[0020] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。

［実施例１］

[0021] 図１は、本実施例に係る分析装置を示す概略構成図である。本実施例では、分析装置として、Ｘ線光電子分光装置（ＸＰＳ装置）を例に挙げて説明する。図２及び図３は、上記分析装置の動作例を示す図１と同様な概略図である。

[0022] 本実施例の分析装置１は、チャンバ１０と、Ｘ線照射装置１０１と、ステージ１４と、分析器１５と、コントローラ２０とを有する。

[0023] チャンバ１０は、真空バルブＶを介して真空ポンプＰに接続されており、内部が所定の圧力（例えば、10^{-7}Ｐａ台）に排気及び維持されることが可能である。

[0024] Ｘ線照射装置１０１は、電子銃１１と、アノード１２と、第１の集光体１３ａと、第２の集光体１３ｂとを有する。

[0025] 電子銃１１は、チャンバ１０の内部に設置され、アノード１２に電子ビーム（ｅ）を照射する。電子銃１１は、電子を発生する電子源と、発生した電子を集束し所定のビーム径に調整可能な電子レンズとを有する。電子源は、熱陰極でもよいし冷陰極でもよい。電子レンズは電界式でもよいし磁界式でもよい。また、電子銃１１は、電子ビームを偏向可能な偏向器を有する。電子銃１１による電子ビームの生成、集束及び偏向の各動作は、コントローラ２０によって制御される。

[0026] アノード１２は、第１のアノード体１２ａと、第２のアノード体１２ｂと、第１及び第２のアノード体１２ａ、１２ｂを支持する支持体１２ｃとを有する。第１及び第２のアノード体１２ａ、１２ｂはそれぞれ異種の金属材料で構成されており、電子ビームの照射を受けることでそれぞれ固有の波長を有するＸ線（特性Ｘ線）を発生するＸ線源として機能する。支持体１２ｃは、銀（Ａｇ）や銅（Ｃｕ）などの熱伝導性に優れた金属材料で構成されており、内部には冷却水が循環する冷却水路が形成されている。

[0027] 本実施例では、第１のアノード体１２ａとしてＡｌが用いられ、第２のアノード体１２ｂとしてＣｒが用いられる。第１のアノード体１２ａは、電子銃１１から電子ビームの照射を受けることで、第１のＸ線（ｘ１）としてＡｌＫα線（波長：８．３４Å、エネルギー：１．４９ｋｅＶ）を発生する。第２のアノード体１２ｂは、電子銃１１から電子ビームの照射を受けることで、第２のＸ線（ｘ２）としてＣｒＫα線（波長：２．２９Å、エネルギー：５．４１ｋｅＶ）を発生する。電子銃１１は、第１のアノード体１２ａに電子ビームを照射する状態（第１の状態）と、第２のアノード体１２ｂに電子ビームを照射する状態（第２の状態）とを有し、電子ビームの照射条件は、各状態において独立して制御される。

[0028] 支持体１２ｃは、第１の移動機構２１によって電子銃１１に対する相対位置が可変に構成されている。第１の移動機構２１は、チャンバ１０の外面に設置されており、図示しない真空シールを介してチャンバ１０を貫通する駆動ロッド２１ａを有する。駆動ロッド２１ａは支持体１２ｃと連結されてい

る。第１の移動機構２１は、シリンダ装置、ボールネジユニット、サーボモータ等によって構成され、駆動ロッド２１ａを伸縮させることで支持体１２ｃを水平方向に移動させる。第１の移動機構２１の動作は、コントローラ２０によって制御される。

[0029] 本実施例では、電子銃１１による電子ビームの照射範囲は一定の範囲に固定されており、当該電子ビームの照射範囲に第１のアノード体１２ａ又は第２のアノード体１２ｂが位置するように、支持体１２ｃが移動される。すなわち、第１の移動機構２１は、図２に示すように第１のＸ線の発生時、第１のアノード体１２ａが電子ビームの照射を受ける位置（第１の位置）へ支持体１２ｃを移動させる。また、第１の移動機構２１は、図３に示すように第２のＸ線の発生時、第２のアノード体１２ｂが電子ビームの照射を受ける位置（第２の位置）へ支持体１２ｃを移動させる。

[0030] なお図示せずとも、支持体１２ｃは、チャンバ１０の内部に設置された基台に沿って移動される。また、第１の移動機構２１は、駆動ロッド２１ａの伸縮動作によって支持体１２ｃを移動させる構成に限られない。例えば、支持体１２ｃは、上記基台の内部に設置されたギヤ機構によって移動可能に構成されてもよい。これら電子銃１１、アノード１２及び移動機構２１は、本発明に係る「Ｘ線発生機構」を構成する。

[0031] 第１及び第２の集光体１３ａ、１３ｂは本発明に係る「集光機構」を構成し、それぞれ、チャンバ１０の内部に配置されている。第１の集光体１３ａは、第１のアノード体１２ａで発生した第１のＸ線（ＡｌＫα線）をステージ１４上の試料Ｓの表面に集光させるためのものである。一方、第２の集光体１３ｂは、第２のアノード体１２ｂで発生した第２のＸ線（ＣｒＫα線）をステージ１４上の試料Ｓの表面に集光させるためのものである。

[0032] 第１の集光体１３ａは、第１のＸ線（ＡｌＫα）が入射する第１の鏡面１３１を有し、第２の集光体１３ｂは、第２のＸ線（ＣｒＫα）が入射する第２の鏡面１３２を有する。これら鏡面１３１、１３２は、アノード体１２ａ、１２ｂから放出されたＸ線を試料Ｓに向けて反射することで試料Ｓの表面

上の微小領域にＸ線を集光する凹面反射鏡を形成する。これにより、試料Ｓの微細領域の表面分析が可能となる。なお、試料Ｓ上におけるＸ線のスポット径は、電子銃１１から出射される電子ビームのビーム径や集光体を構成する分光結晶の精度等に依存し、例えば直径５μｍ～２００μｍとされる。

[0033] また、各集光体１３ａ、１３ｂは、入射されたＸ線を単色化する分光結晶（モノクロメータ）で構成されている。分光結晶は、ブラッグの反射条件を満たす所定波長のＸ線のみを選択的に反射する機能を有する。本実施例では、各集光体１３ａ、１３ｂは、入射Ｘ線から連続スペクトル部分を除去し、所望の特性Ｘ線（ＡｌＫα線、ＣｒＫα線）のみをそれぞれ選択的に反射する。これにより、分析器１５において、エネルギ分解能の高い高精度な表面分析を実現することが可能となる。

[0034] 集光体１３ａ、１３ｂを構成する分光結晶としては、対象とするＸ線波長に対応する格子定数を有する材料が用いられる。本実施例では、第１のＸ線（ＡｌＫα線）を集光する第１の集光体１３ａには、水晶が用いられる。また、第２のＸ線（ＣｒＫα線）を集光する第２の集光体１３ｂには、Ｇｅ（ゲルマニウム）結晶が用いられる。

[0035] アノード体１２ａ、１２ｂ及びこれらから励起されるＸ線は、表１に記載された、あるいは表１に記載を超えた範囲で適宜選定することができる。集光体１３ａ、１３ｂは、選定されたＸ線の波長に応じて適宜選定することができる。集光体１３ａ、１３ｂは、上記分光結晶で構成される場合に限られず、回折格子や光学多層膜で構成されてもよい。

[0036] 第１及び第２の集光体１３ａ、１３ｂは、それぞれ共通の焦点位置をもつように真空チャンバ１０内に配置される。これにより、試料Ｓ上の同一箇所に異なる波長のＸ線を照射することができる。このような機能を得るために、各集光体の鏡面１３１、１３２は、アノード１２と上記焦点位置とをそれぞれ通る複数の異なるローランド円周上に配置されている。

[0037] 図４は、アノード１２と、試料Ｓ（ステージ１４）と、第１及び第２の集光体１３ａ、１３ｂとの相対位置関係を説明するＸ線照射装置１０１の概略

斜視図である。図４に示すように、第１の集光体１３ａは、その回折特性に適合するＸ線の発生位置と、試料Ｓ上の焦点位置とを通過点とするローランド円（第１のローランド円）Ｃ１の直径の２倍に等しい曲率の鏡面１３１を有し、その鏡面１３１が第１のローランド円Ｃ１上に配置される。一方、第２の集光体１３ｂは、その回折特性に適合するＸ線の発生位置と、試料Ｓ上の焦点位置とを通過点とするローランド円（第２のローランド円）Ｃ２の直径に等しい曲率半径の鏡面１３２を有し、その鏡面１３２が第２のローランド円Ｃ２上に配置される。これにより、焦点位置へ効率よく各波長のＸ線を集光することができる。また、各集光面１３１、１３２は回転楕円面形状に形成されることで、焦点位置におけるＸ線の収差を低減することができる。収差は回転楕円面形状より大きいが、各集光体１３ａ、１３ｂの鏡面１３１、１３２はトロイダル面形状でもよい。

[0038] 第１及び第２の集光体１３ａ、１３ｂは、各アノード体１２ａ、１２ｂから出射されるＸ線が各集光体の鏡面１３１、１３２に対して垂直に近い入射角で入射する位置にそれぞれ配置されることで、立体角またはエタンデュが大きく取れ、試料Ｓ上の焦点位置へ集光されるＸ線の高フラックス化を図ることができる。

[0039] 次に、ステージ１４は、試料Ｓをその表面を上向きにして支持する支持台として構成されている。ステージ１４は、試料Ｓをチャンバ１０の内部と外部との間で搬送するための搬送機構、試料Ｓをアース電位に維持する接地機構等を備えていてもよい。

[0040] 分析器１５は、Ｘ線（ＡｌＫα線、ＣｒＫα線）の照射を受けることでステージ１４上の試料Ｓの表面から放出された光電子（ｐ）を分光する。分析器１５は、光電子の運動エネルギーを分光する分析器本体１５１と、分析器本体１５１へ光電子を導くインプットレンズ１５２と、分析器本体１５１に分光された光電子を検出する検出器１５３とを有する。

[0041] 分析器本体１５１は静電的に光電子を分光するための複数の電極を有し、これら電極間に印加される電圧はコントローラ２０によって制御される。イ

ンプットレンズ１５２は多段の電極ユニットを有し、これら電極に対する印加電圧もまたコントローラ２０によって制御される。検出器１５３は例えば電子増倍管を含み、その出力がコントローラ２０へ供給される。

[0042] コントローラ２０は、例えばコンピュータで構成されており、電子銃１１、第１の移動機構２１及び分析器１５の動作を制御する。コントローラ２０は、試料Ｓの表面分析を所定のアルゴリズムに基づいて実行し、その分析結果を図示しないディスプレイに表示し、あるいは、所定の記憶部に記憶する。

[0043] なお、本実施例の分析装置１は、試料Ｓの表面を除電するための電子照射源１７とを有する。試料Ｓの表面が絶縁材料で構成されている場合、光電子の放出により当該表面が正にチャージアップする場合がある。これを防止するため、電子照射源１７は、試料Ｓに低速の電子を照射する。電子照射源１７の動作は、コントローラ２０によって制御される。

[0044] 本実施例の分析装置１は以上のように構成される。次に、この分析装置１の動作について説明する。

[0045] 本実施例では、第１のＸ線（ＡｌＫα線）を用いた表面分析と、第２のＸ線（ＣｒＫα線）を用いた表面分析は、それぞれ独立して実施される。

[0046] まず、第１のＸ線（Ａｌ－Ｋα線）を用いた表面分析について説明する。図２は、第１のＸ線を用いた試料Ｓの表面分析の様子を示している。コントローラ２０は、第１の移動機構２１を制御することで、第１のアノード（Ａｌアノード）１２ａが電子ビームの照射を受ける位置（第１の位置）に支持体１２ｃを移動させる。

[0047] 電子銃１１は、第１のアノード体１２ａへ電子ビーム（ｅ）を照射することで、第１のアノード体１２ａから第１のＸ線（ｘ１：ＡｌＫα線）を発生させる。第１のＸ線は、第１の集光体１３ａに入射し、鏡面１３１によってステージ１４上の試料Ｓの表面に向けて反射される。第１の集光体１３ａは上述した凹面形状を有し、かつ所定の分光結晶で形成されているため、集光体１３ａで反射された第１のＸ線は、単色化されて試料Ｓの表面上に集光さ

れる。

[0048] 試料Ｓは、第１のＸ線が照射されることで、当該第１のＸ線の有するエネルギーで励起された光電子（ｐ１）を放出する。放出された光電子は、インプットレンズ１５２を介して分析器本体１５１へ導かれ、分光された後、検出器１５３で検出される。コントローラ２０は、分析器本体１５１及びインプットレンズ１５２への入力電圧を所定範囲内で掃引（スウィープ）することで、光電子強度のエネルギー分布を取得する。

[0049] 次に、第２のＸ線（ＣｒＫα線）を用いた表面分析について説明する。図３は、第２のＸ線を用いた試料Ｓの表面分析の様子を示している。コントローラ２０は、第１の移動機構２１を制御することで、第２のアノード（Ｃｒアノード）１２ｂが電子ビームの照射を受ける位置（第２の位置）に支持体１２ｃを移動させる。

[0050] 電子銃１１は、第２のアノード体１２ｂへ電子ビーム（ｅ）を照射することで、第２のアノード体１２ｂから第２のＸ線（ｘ２：ＣｒＫα線）を発生させる。第２のＸ線は、第２の集光体１３ｂに入射し、鏡面１３２によってステージ１４上の試料Ｓの表面に向けて反射される。第２の集光体１３ｂは上述した凹面形状を有し、かつ所定の分光結晶で形成されているため、集光体１３ｂで反射された第２のＸ線は、単色化されて試料Ｓの表面上に集光される。

[0051] 試料Ｓは、第２のＸ線が照射されることで、当該第２のＸ線の有するエネルギーで励起された光電子（ｐ２）を放出する。放出された光電子は、インプットレンズ１５２を介して分析器本体１５１へ導かれ、分光された後、検出器１５３で検出される。コントローラ２０は、分析器本体１５１及びインプットレンズ１５２への入力電圧を所定範囲内で掃引（スウィープ）することで、光電子強度のエネルギー分布を取得する。

[0052] 上述のように本実施例においては、試料Ｓの同一の位置に波長の異なる第１及び第２のＸ線を用いて表面分析を行うようにしている。各波長のＸ線はそれぞれ異なるエネルギーを有するため、Ｘ線の種類によって試料Ｓの表面

から放出される光電子の運動エネルギーが異なる。したがって、例えば、第１のＸ線を用いて取得される光電子強度のエネルギー分布と第２のＸ線を用いて取得される光電子強度のエネルギー分布との差分をとることで、第１のＸ線では取得することができない深度の情報を取得することが可能となる。

[0053] 図５は、表面に２５ｎｍの厚みでSiO_2膜が形成されたＳｉ基板にＣｒＫα線を照射することで得られた光電子の分光スペクトルを示す。３５６４．５ｅＶ付近にSiO_2に由来するピークが認められ、３５６９ｅＶ付近にＳｉ基板に由来するピークが認められる。図示は省略するが、線源にＡｌＫαを用いた場合、下地のＳｉ基板に由来するピークを認めることはできなかった。

[0054] 以上のように、本実施例によれば、Ｘ線の広範なエネルギー調整が可能となり、第１のＸ線と第２のＸ線とで異なる深さレベルの組成分析あるいは化学結合状態の分析が行えるようになる。これにより、試料Ｓの表面を破壊することなく、異なる深度の元素及び化学結合状態に関する情報を取得することが可能となる。

［実施例２］

[0055] 図６及び図７は、本実施例に係る分析装置を示している。なお、図において上述の実施例１と対応する部分については同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

[0056] 上述の実施例１では、第１の移動機構２１によりアノード１２を電子銃１１に対して相対移動させることで電子ビーム（ｅ）が第１のアノード体１２ａへ照射される状態と、電子ビーム（ｅ）が第２のアノード体１２ｂに照射される状態とを切り替えた。本実施例では、アノード１２の位置を固定とし、電子銃１１で電子ビーム（ｅ）の照射方向を切り替えることで、第１のＸ線（ｘ１）と第２のＸ線（ｘ２）とを選択的に発生させることが可能なＸ線発生機構を有するＸ線照射装置１０２を備える。

[0057] 本実施例において、電子銃１１は、偏向器１１ａを有する。偏向器１１ａはコントローラ２０によって制御され、図６に示すように第１のアノード体

１２ａへ電子ビーム（ｅ）を照射する状態と、図７に示すように第２のアノード体１２ｂへ電子ビーム（ｅ）を照射する状態とが選択的に切り替えられる。これにより、第１のＸ線を用いた試料Ｓの表面分析と、第２のＸ線を用いた試料Ｓの表面分析とを、電子銃１１による電子ビームの偏向操作によって容易に切り替えることが可能となる。ここで、コントローラ２０は、発生するＸ線の波長を選択する、本発明に係る「波長選択構造」を構成する。

[0058] 本実施例によれば、上述の実施例１と同様な作用効果をえることができる。特に本実施例によれば、アノード１２の移動機構が不要となるので、装置構成および制御の簡素化を図ることができる。

［実施例３］

[0059] 図８及び図９は、本実施例に係る分析装置を示している。なお、図において上述の実施例１及び２と対応する部分については同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

[0060] 上述の各実施例では、第１及び第２の集光体１３ａ、１３ｂを所定の固定位置に配置した。しかしながら、集光体１３ａ、１３ｂによる各々のＸ線の集光作用が相互に干渉することなく、アノード体１２ａ、１２ｂと、試料Ｓと、集光体１３ａ、１３ｂとを上述したような幾何学的配置関係となるように配置することが、チャンバ１０の形状、大きさ等の制約によって不可能な場合がある。このため、本実施例に係る分析装置３は、第１の集光体１３ａと第２の集光体１３ｂとの間の相対位置を変更するための第２の移動機構２２を有する。

[0061] 本実施例では、第１の集光体１３ａは、第２の集光体１３ｂよりもアノード１２に近い位置に配置されている。そこで本実施例では、第１の集光体１３ａを第２の集光体１３ｂに対して相対移動させることで、これら２つの集光体１３ａ、１３ｂの間の相対位置を変更する。第２の移動機構２２は、本発明に係る「退避構造」を構成する。また、これら集光体１３ａ、１３ｂおよび第２の移動機構２２は、本発明に係る「集光機構」を構成し、当該集光機構と、電子銃１１と、アノード１２とにより、本実施例に係るＸ線照射装

置１０３が構成される。

[0062] 第２の移動機構２２は、チャンバ１０の外面に設置されており、図示しない真空シールを介してチャンバ１０を貫通する駆動ロッド２２ａを有する。駆動ロッド２２ａは第１の集光体１３ａと連結されている。第２の移動機構２２は、シリンダ装置、ボールネジユニット、サーボモータ等によって構成され、駆動ロッド２２ａを伸縮させることで第１の集光体１３ａを水平方向に移動させる。第２の移動機構２２の動作は、コントローラ２０によって制御される。

[0063] 本実施例において、第２の移動機構２２は、図８に示すように第１のＸ線の発生時、第１のローランド円Ｃ１（図４）上に第１の集光体１３ａを配置させる。一方、図９に示すように第２のＸ線の発生時、第２の移動機構２２は、第２のローランド円Ｃ２（図４）上に配置された第２の集光体１３ｂによる第２のＸ線の集光作用を阻害しない位置に、第１の集光体１３ａを水平移動させる。

[0064] 図示せずとも、第１の集光体１３ａは、チャンバ１０の内部に設置されたガイド部（図示略）に沿って移動される。また、第２の移動機構２２は、駆動ロッド２２ａの伸縮動作によって第１の集光体１３ａを移動させる構成に限られない。

[0065] なお、上述の例に代えて、第１の集光体１３ａと第２の集光体１３ｂとをいずれも移動可能に構成し、第１のＸ線の発生時は第１の集光体１３ａを第１のローランド円Ｃ１上に配置し、第２のＸ線の発生時は第２の集光体１３ｂを第２のローランド円Ｃ２上に配置してもよい。

[0066] 本実施例によっても、上述の実施例１と同様の作用効果を得ることができる。本実施例によれば、第１及び第２の集光体１３ａ、１３ｂの相対位置を変更することができるため、チャンバ１０の小型化を図ることができるとともに、チャンバ１０内における各構成部材の配置レイアウトの自由度を高めることができる。また、本実施例のＸ線照射装置１０３は、電子銃１１に電子ビームの偏向操作が可能な偏向器１１ａを有しているので、第１の集光体

１３ａの移動誤差に起因する焦点位置の変動を、アノード体１２ａに対する電子ビームの照射位置の変更によって解消することができる。

［実施例４］

[0067] 図１０及び図１１は、本実施例に係る分析装置を示している。なお、図において上述の実施例１及び２と対応する部分については同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

[0068] 本実施例に係る分析装置４は、上述の実施例１と実施例３との組み合わせに係るものであり、電子銃１１に対してアノード１２を相対移動させることが可能な第１の移動機構２１と、第１及び第２の集光体１３ａ、１３ｂ間の相対位置を変更することが可能な第２の移動機構２２とを有するＸ線照射装置１０４を含む。

[0069] 図１０は、第１のＸ線を用いた試料Ｓの表面分析の様子を示している。コントローラ２０は、第１の移動機構２１を制御することで、第１のアノード（ＡｌアノードＡ）１２ａが電子ビームの照射を受ける位置（第１の位置）に支持体１２ｃを移動させる。また、コントローラ２０は、第２の移動機構２２を制御することで、第１の集光体１３ａ（鏡面１３１）を第１のローランド円Ｃ１（図４）上に配置する。これにより、第１のＸ線を用いた試料Ｓの表面分析が実施される。

[0070] 図１１は、第２のＸ線を用いた試料Ｓの表面分析の様子を示している。コントローラ２０は、第１の移動機構２１を制御することで、第２のアノード（ＣｒアノードＣ）１２ｂが電子ビームの照射を受ける位置（第２の位置）に支持体１２ｃを移動させる。また、コントローラ２０は、第２の移動機構２２を制御することで、第２のローランド円Ｃ２（図４）上に配置された第２の集光体１３ｂによる第２のＸ線の集光作用を阻害しない位置に、第１の集光体１３ａを水平移動させる。これにより、第２のＸ線を用いた試料Ｓの表面分析が実施される。

[0071] 以上、本発明の実施形態について説明したが、勿論、本発明はこれに限定されることはなく、本発明の技術的思想に基づいて種々の変形が可能である

。

[0072] 例えば以上の実施形態では、第１のＸ線としてＡｌＫα線、第２のＸ線としてＣｒＫα線をそれぞれ用いたが、要求される分析深度や試料の種類等に応じて、適用されるＸ線の種類、陽極は適宜変更することが可能である。

[0073] また、以上の実施形態では、Ｘ線源として２つのアノード体１２ａ、１２ｂを用いたが、Ｘ線源の数はこれに限られず、３つ以上あってもよい。この場合、集光体は、アノード体の数及び発生するＸ線の種類等に応じて適宜増設されればよい。図１２は、３つの集光体１３ａ、１３ｂ、１３ｃを有する集光機構を備えたＸ線照射装置１０５の概略構成を示している。第１の集光体１３ａは、アノード１２及び試料Ｓを通る第１のローランド円Ｃ１上に配置される。第２の集光体１３ｂは、アノード１２及び試料Ｓを通る第２のローランド円Ｃ２上に配置される。第３の集光体１３ｃは、アノード１２及び試料Ｓを通る第３のローランド円Ｃ３上に配置される。これにより、試料Ｓ上の共通の焦点位置へ波長の異なる３種のＸ線をそれぞれ集光することが可能となる。

[0074] さらに、以上の実施形態では、ＸＰＳ装置に本発明を適用した例を説明したが、これに限られず、Ｘ線を線源とする各種の分析装置に本発明は適用可能である。例えば図１３に蛍光Ｘ線分析装置の概略構成を示す。図示する蛍光Ｘ線分析装置６は、Ｘ線照射装置１０１と、光検出器５１とを有する。光検出器５１は、波長の異なる各Ｘ線を照射されることで試料Ｓから発生する特性Ｘ線（蛍光Ｘ線）（ｘｆ）を測定する。また、これ以外にも、光検出器５１の代わりに光電子顕微鏡を用いた光電子顕微鏡にも本発明は適用可能である。

符号の説明

[0075] １、２、３、４…分析装置（ＸＰＳ装置）

１０…チャンバ

１１…電子銃

１１ａ…偏向器

１２…アノード

１２ａ、１２ｂ…アノード体

１２ｃ…支持体

１３ａ…第１の集光体

１３ｂ…第２の集光体

１３ｃ…第３の集光体

１４…ステージ

１５…分析器

１７…電子照射源

２０…コントローラ

２１…第１の移動機構

２２…第２の移動機構

１０１、１０２、１０３、１０４、１０５…Ｘ線照射装置

１３１、１３２…鏡面

Ｓ…試料

ｅ…電子ビーム

ｐ、ｐ１、ｐ２…光電子

ｘ１、ｘ２…Ｘ線

請求の範囲

[請求項1] Ｘ線発生機構から発せられたＸ線を集光機構により所定の焦点位置に集光するＸ線照射装置であって、前記Ｘ線発生機構は、波長の異なる複数種のＸ線を発生させる構成を具備し、前記集光機構は、前記Ｘ線発生機構により発生させたＸ線の各々の波長に適合した回折特性を有する集光体により、共通の焦点位置へ集光する構成を具備することを特徴とするＸ線照射装置。

[請求項2] 請求項１に記載のＸ線照射装置において、前記集光体は、その回折特性に適合するＸ線の発生位置と、前記焦点位置とを通過点とするローランド円の直径の２倍に等しい曲率の鏡面が前記ローランド円上に配置されたＸ線反射鏡であることを特徴とするＸ線照射装置。

Ｘ線照射装置。

[請求項3] 請求項２に記載のＸ線照射装置において、発生するＸ線の波長毎に前記Ｘ線反射鏡が設置され、各Ｘ線反射鏡は、自らの回折特性に該当しない波長のＸ線の光路から外れた位置に使用位置が設定されていることを特徴とするＸ線照射装置。

[請求項4] 請求項２に記載のＸ線照射装置において、発生するＸ線の波長毎に前記Ｘ線反射鏡が設置され、自らの回折特性に該当しない波長のＸ線光路に重複した位置に、使用位置が設定されたＸ線反射鏡には、非使用時に、前記光路から外れた位置に退避させる退避構造が設けられていることを特徴とするＸ線照射装置。

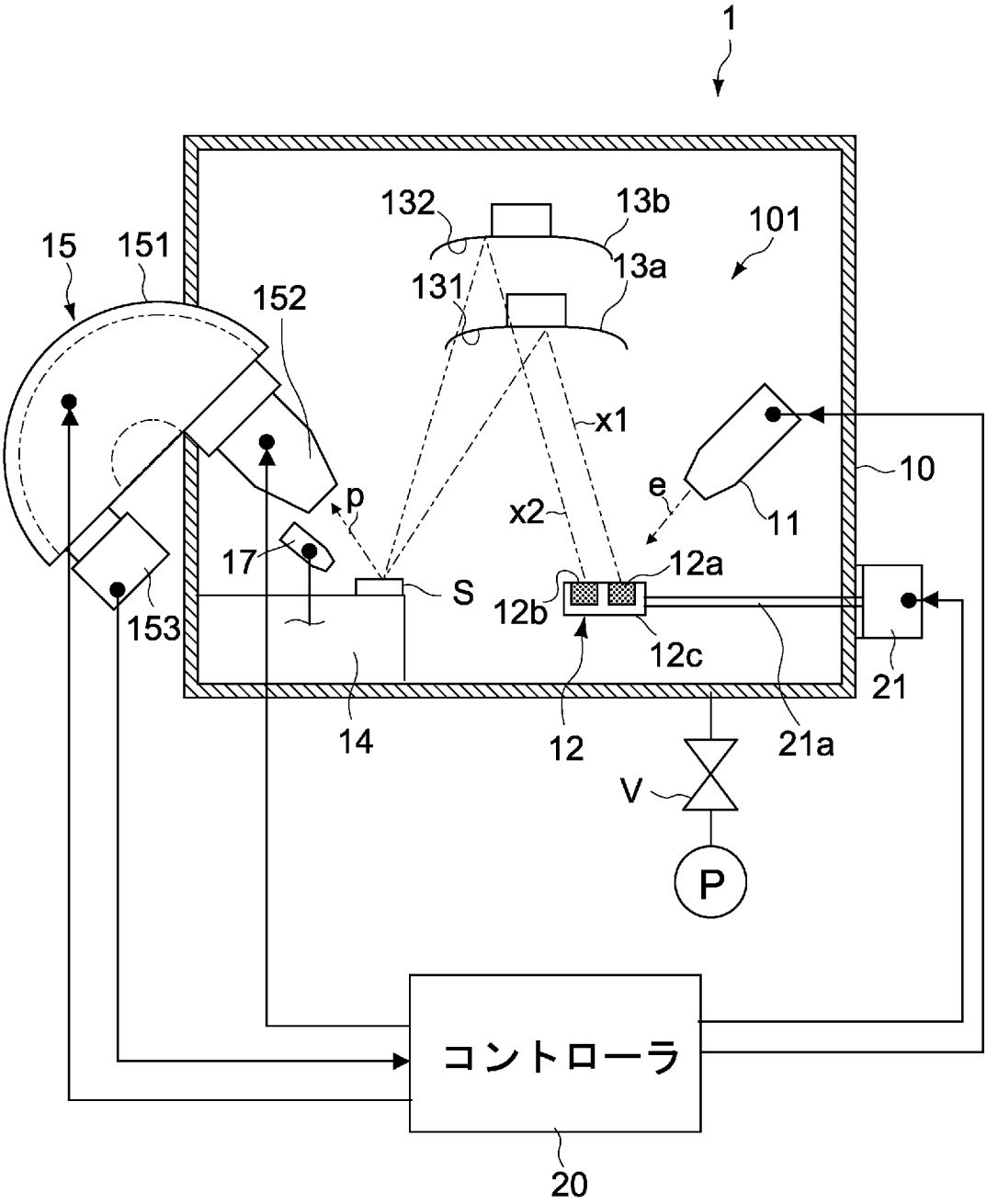
[請求項5] 請求項１から４のいずれかに記載のＸ線照射装置において、前記Ｘ線発生機構は、一定の電子ビームを発射する電子銃と、前記電子ビームの照射により異なる波長のＸ線を発生する複数のＸ線源と、前記電子ビームが照射するＸ線源を選択して、発生するＸ線の波長を選択する波長選択構造とを具備することを特徴とするＸ線照射装置。

[請求項6] 請求項１から５のいずれかに記載のＸ線照射装置と、これからのＸ線の照射により試料から放出されるエネルギーを検出して、前記試料

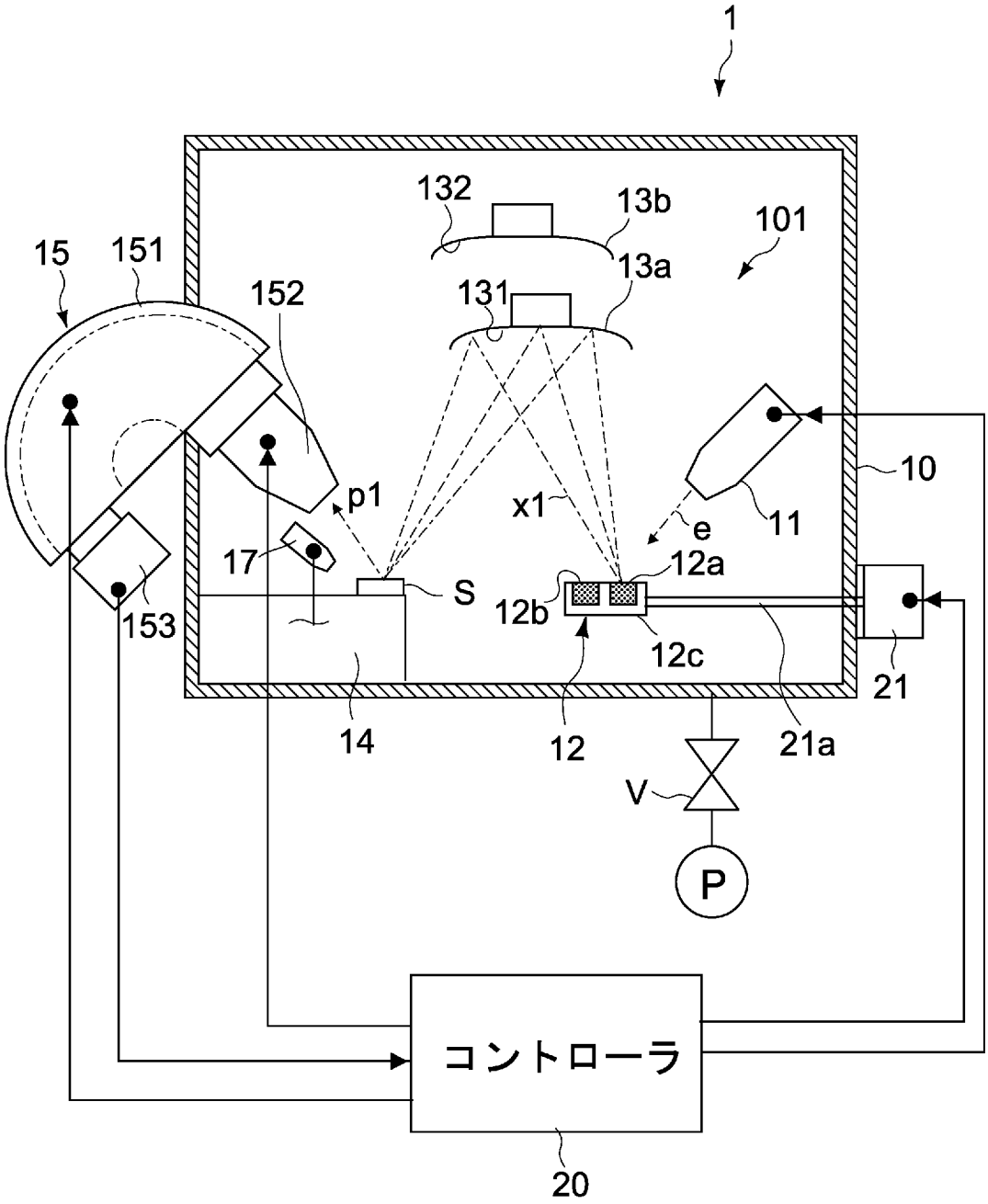
を分析する分析器とを有する分析装置であって、前記Ｘ線照射装置の焦点位置を試料設置位置としてあることを特徴とする分析装置。

[請求項7] 請求項６に記載の分析装置において、前記分析器は、前記試料から放出される光電子の運動エネルギーの検出によるものであることを特徴とする分析装置。

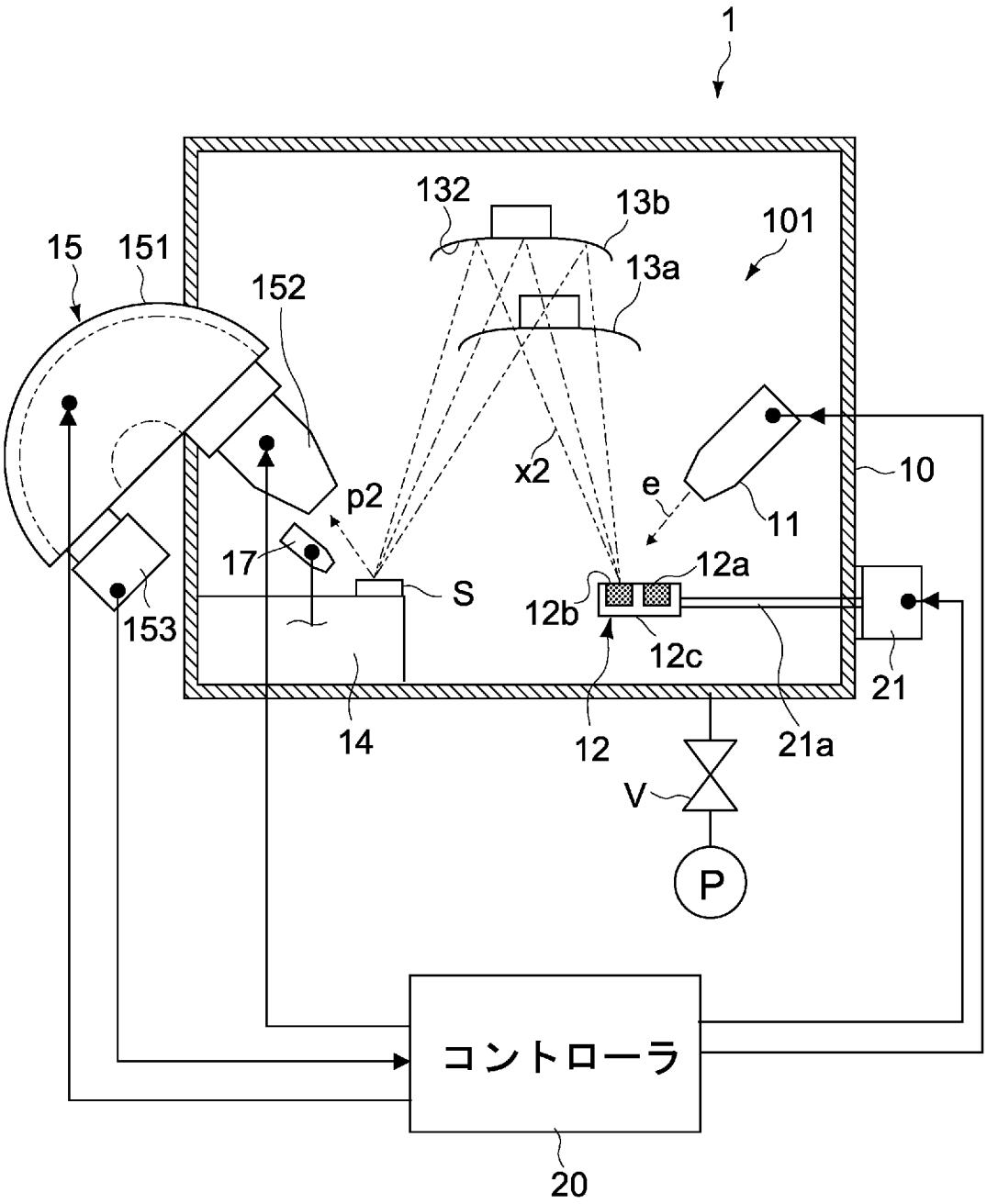
[図1]


1
15
151
152
132
13b
101
131
13a
x1
10
e
x2
11
p
17
S
12b
12a
153
12c
21
14
12
21a
V
P
コントローラ
20

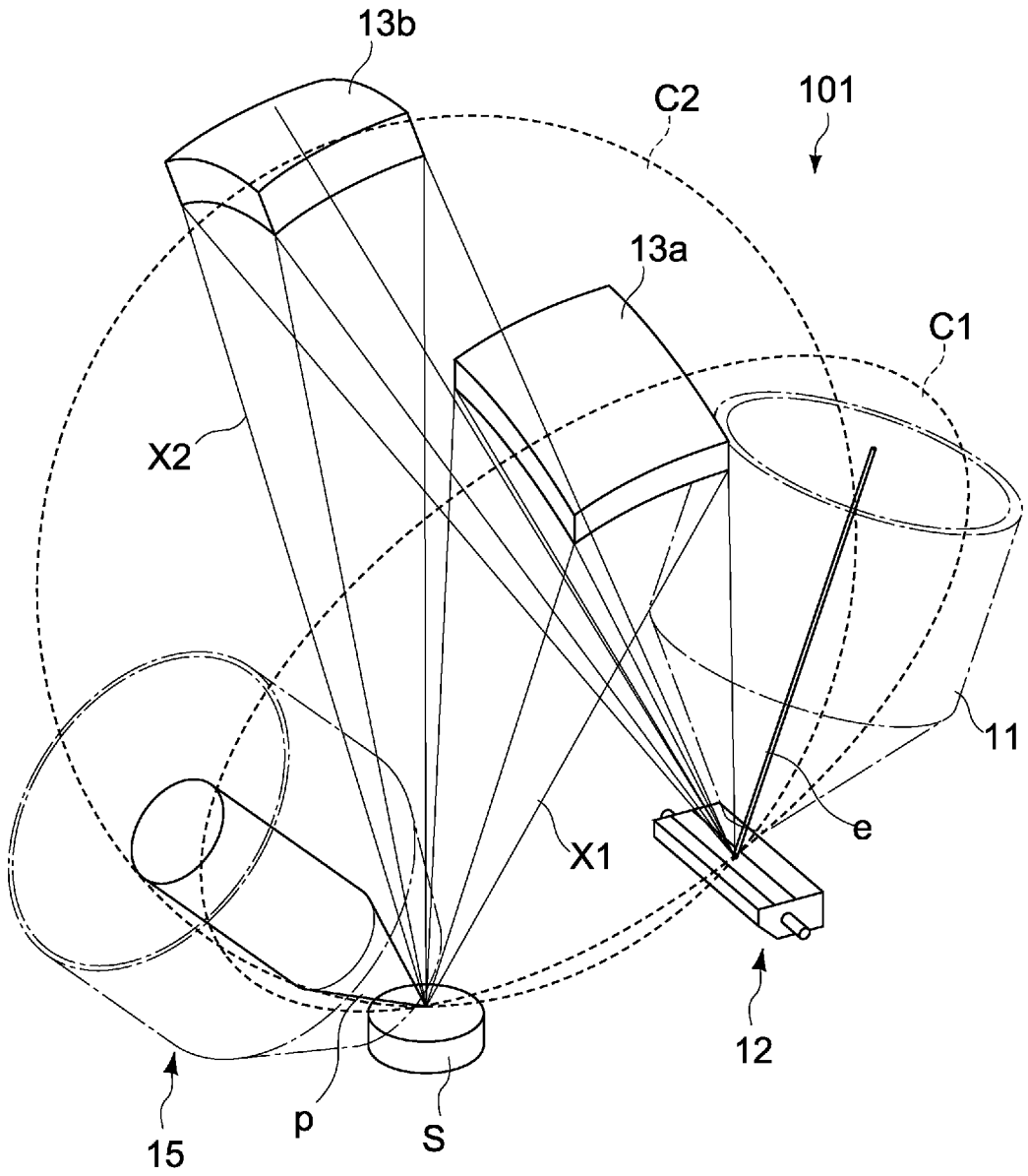
[図2]


1
132
13b
101
15
151
13a
152
131
10
p1
x1
e
11
17
12a
S
12b
153
12c
21
14
12
21a
V
P
コントローラ
20

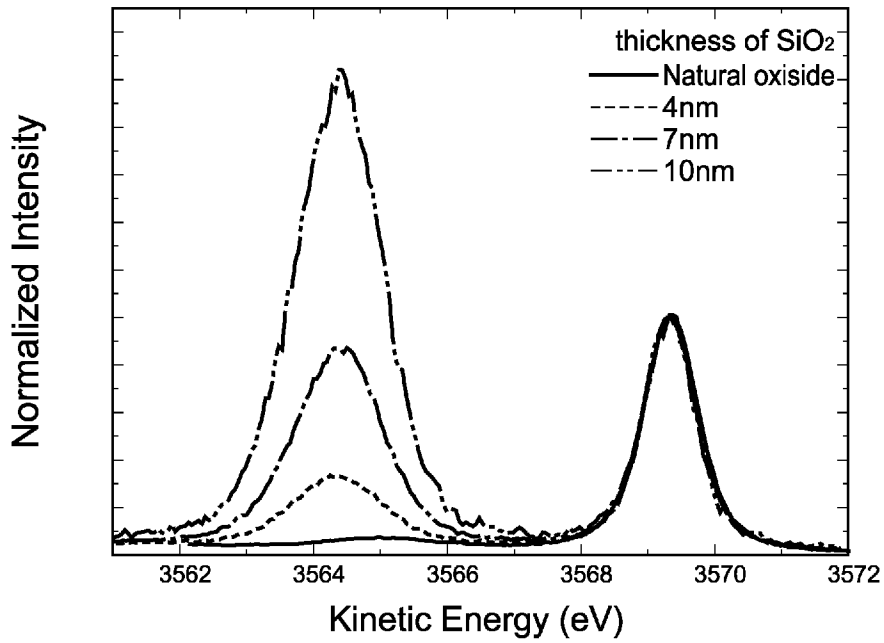
[図3]


1
132
13b
101
15
151
13a
152
x2
e
10
p2
11
17
S
12a
153
12b
12c
21
14
12
21a
V
P
コントローラ
20

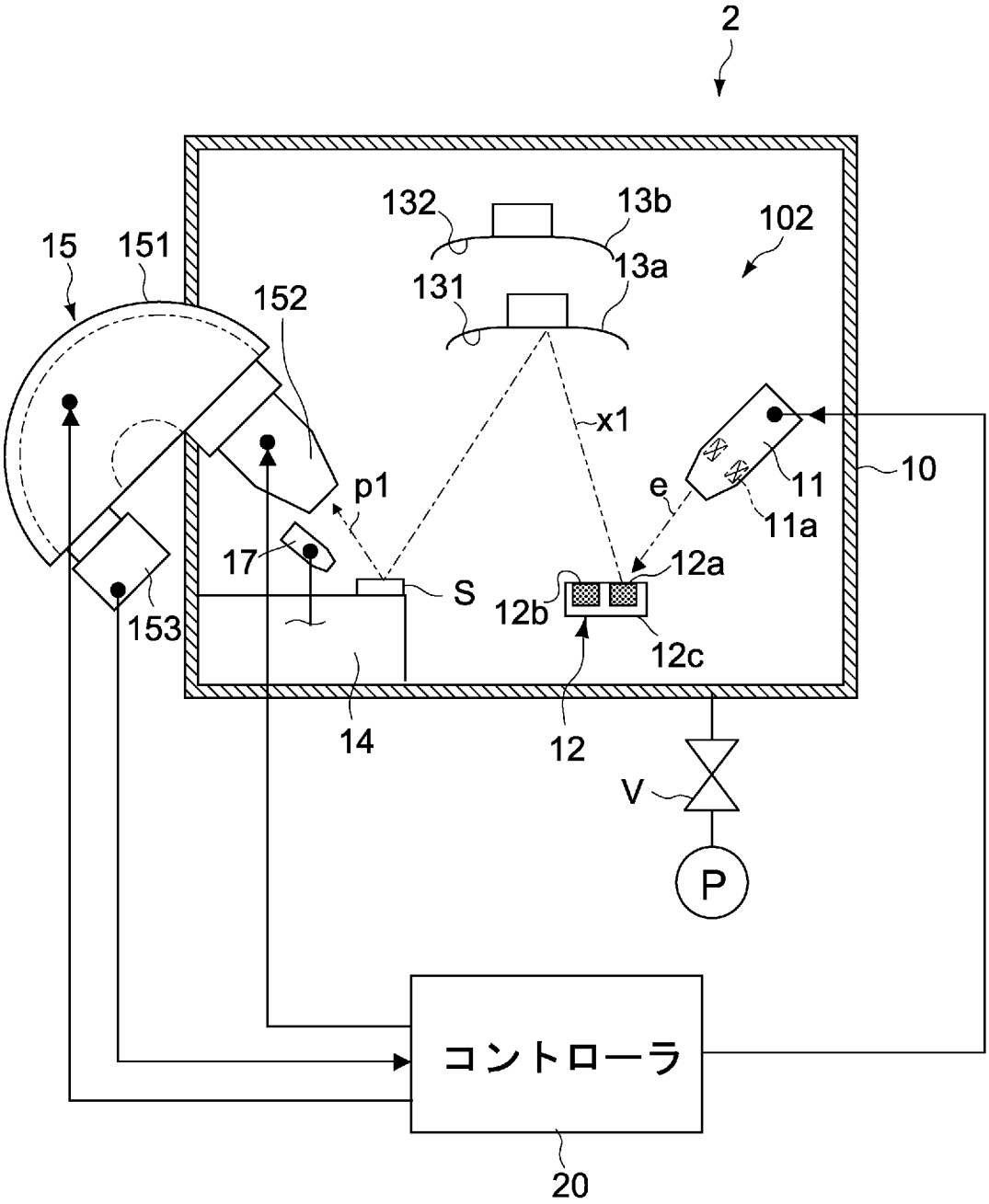
[図4]



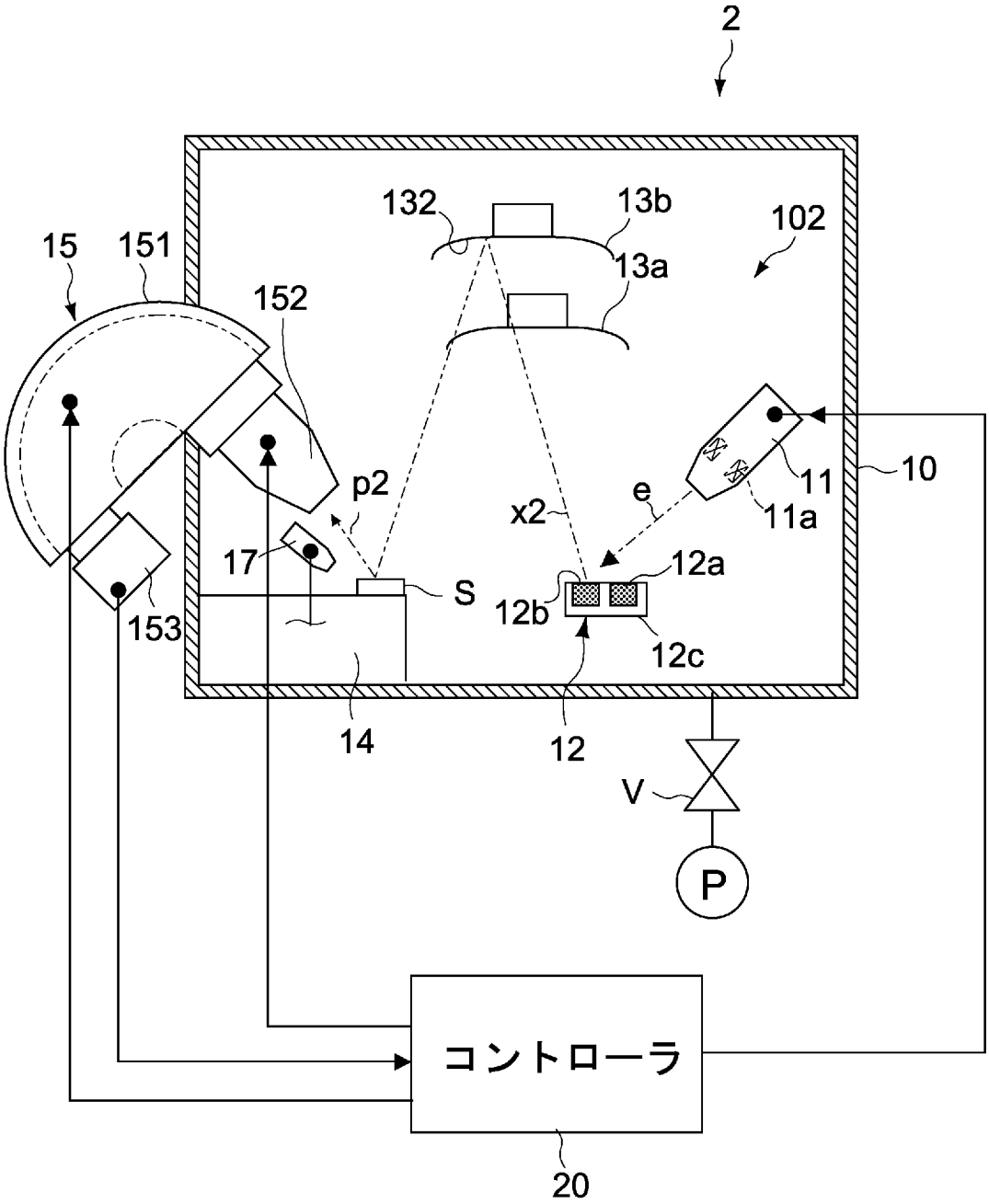
[図5]


thickness of SiO2
Natural oxiside
4nm
7nm
10nm
Normalized Intensity
3562
3564
3566
3568
3570
3572
Kinetic Energy (eV)

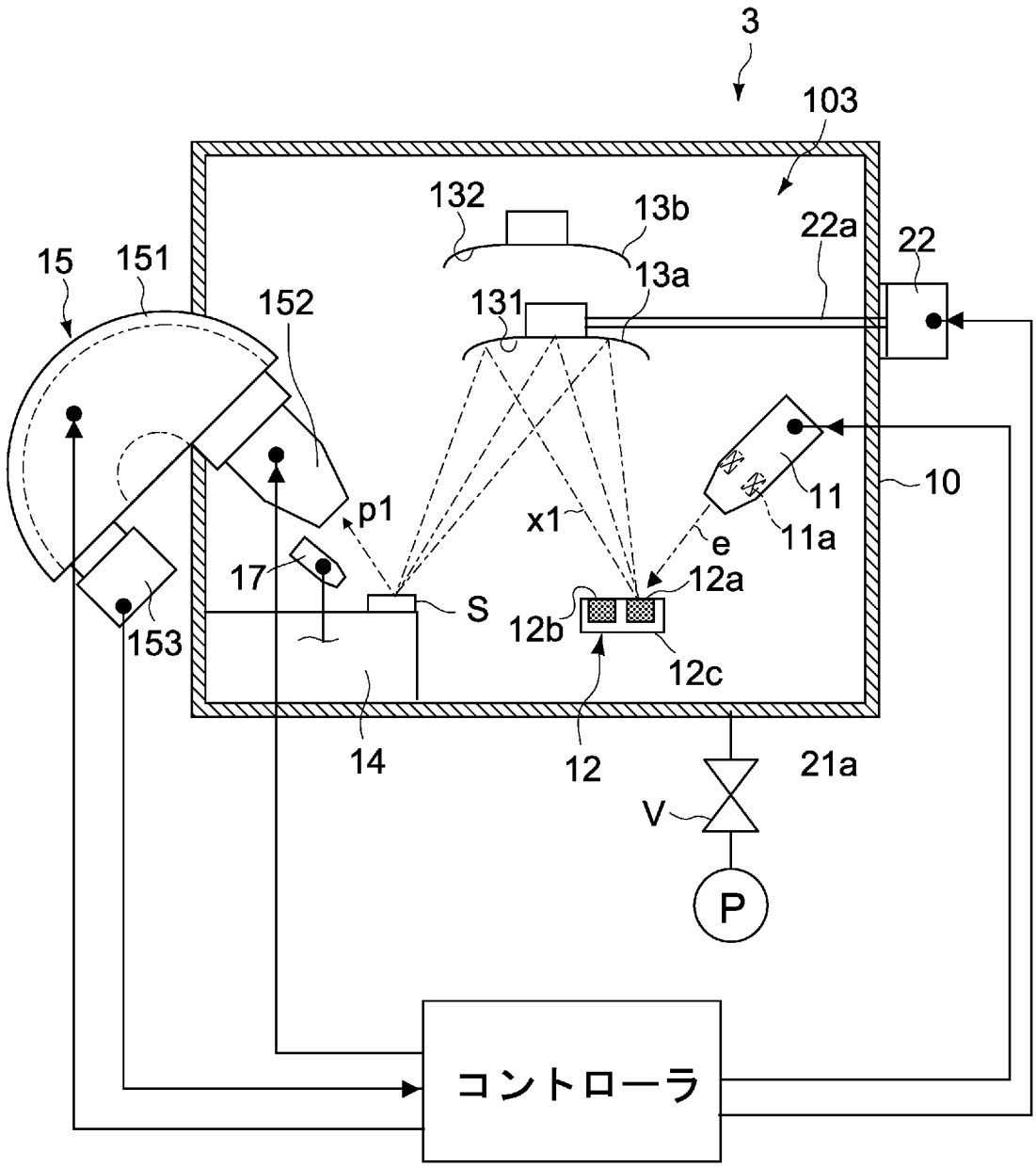
[図6]


2
102
132
13b
13a
131
15
151
152
x1
p1
e
11
11a
10
17
S
12a
12b
12c
153
14
12
V
P
コントローラ
20

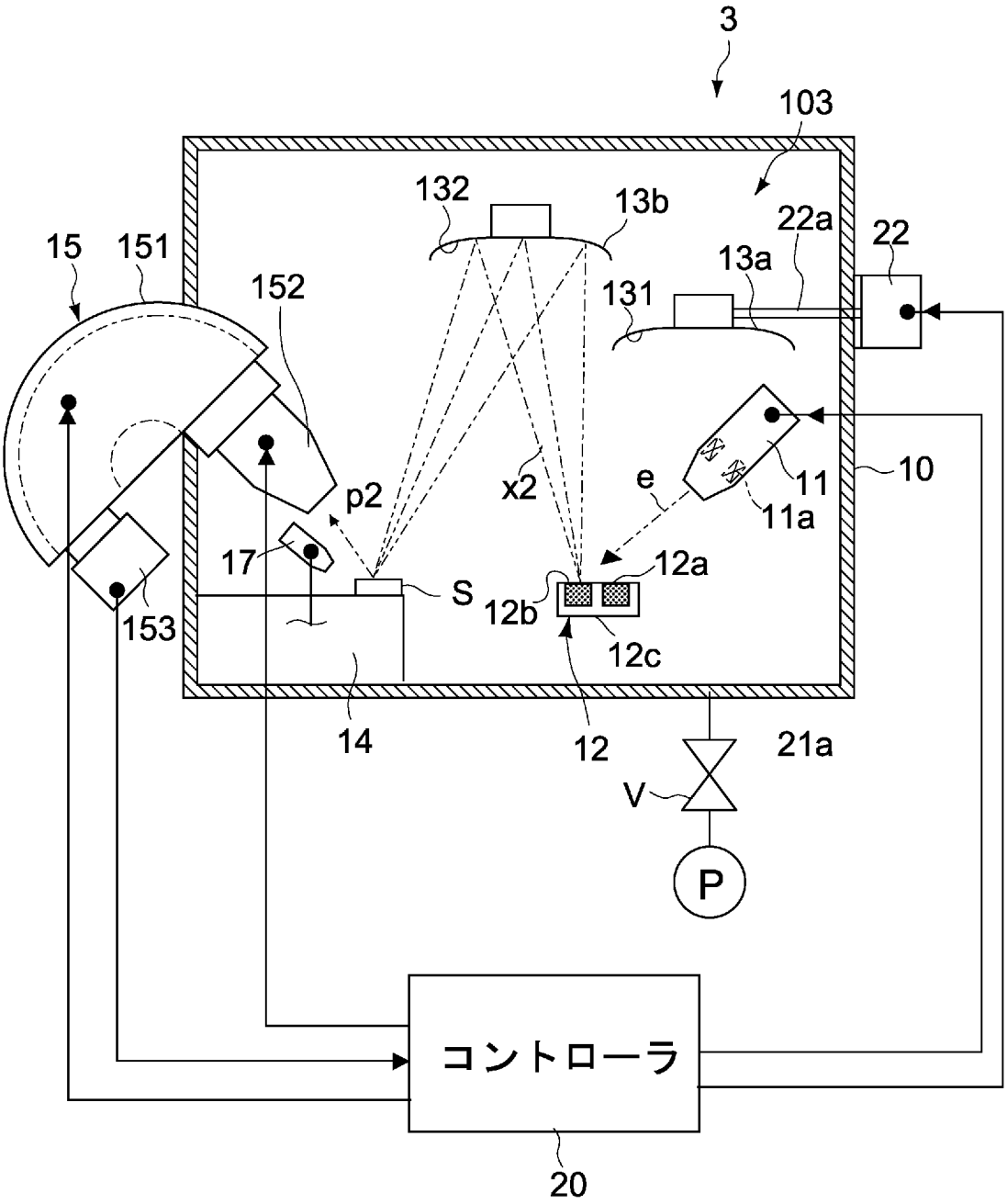
[図7]


2
132
13b
102
15
151
13a
152
p2
e
x2
11
10
11a
17
12a
S
12b
153
12c
14
12
V
P
コントローラ
20

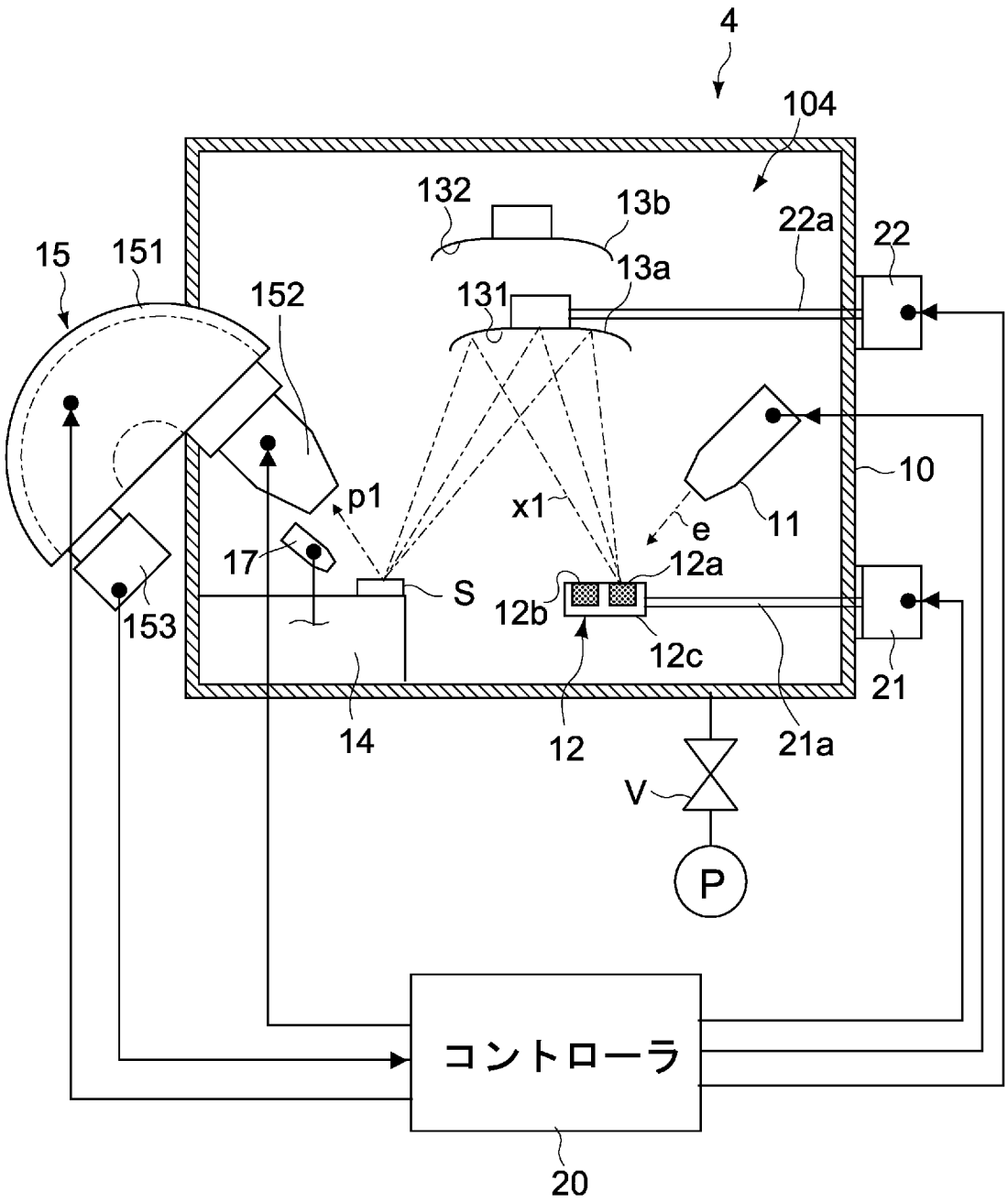
[図8]


3
103
132
13b
22a
22
15
151
152
131
13a
11
10
11a
p1
x1
e
17
12a
S
12b
153
12c
14
12
21a
V
P
コントローラ

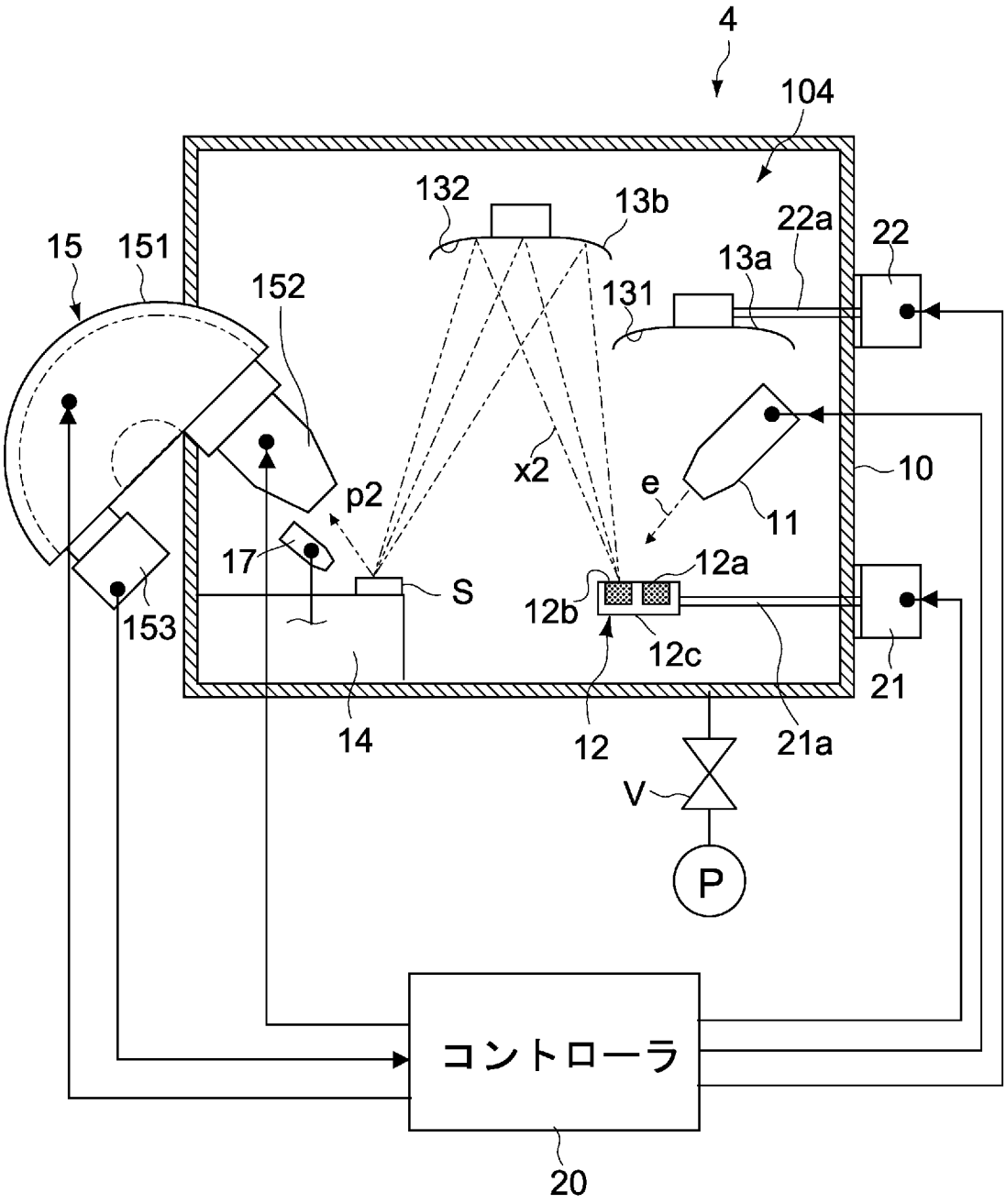
[図9]


3
103
132
13b
22a
22
15
151
152
13a
131
p2
x2
e
11
10
11a
17
S
12a
12b
153
12c
14
12
21a
V
P
コントローラ
20

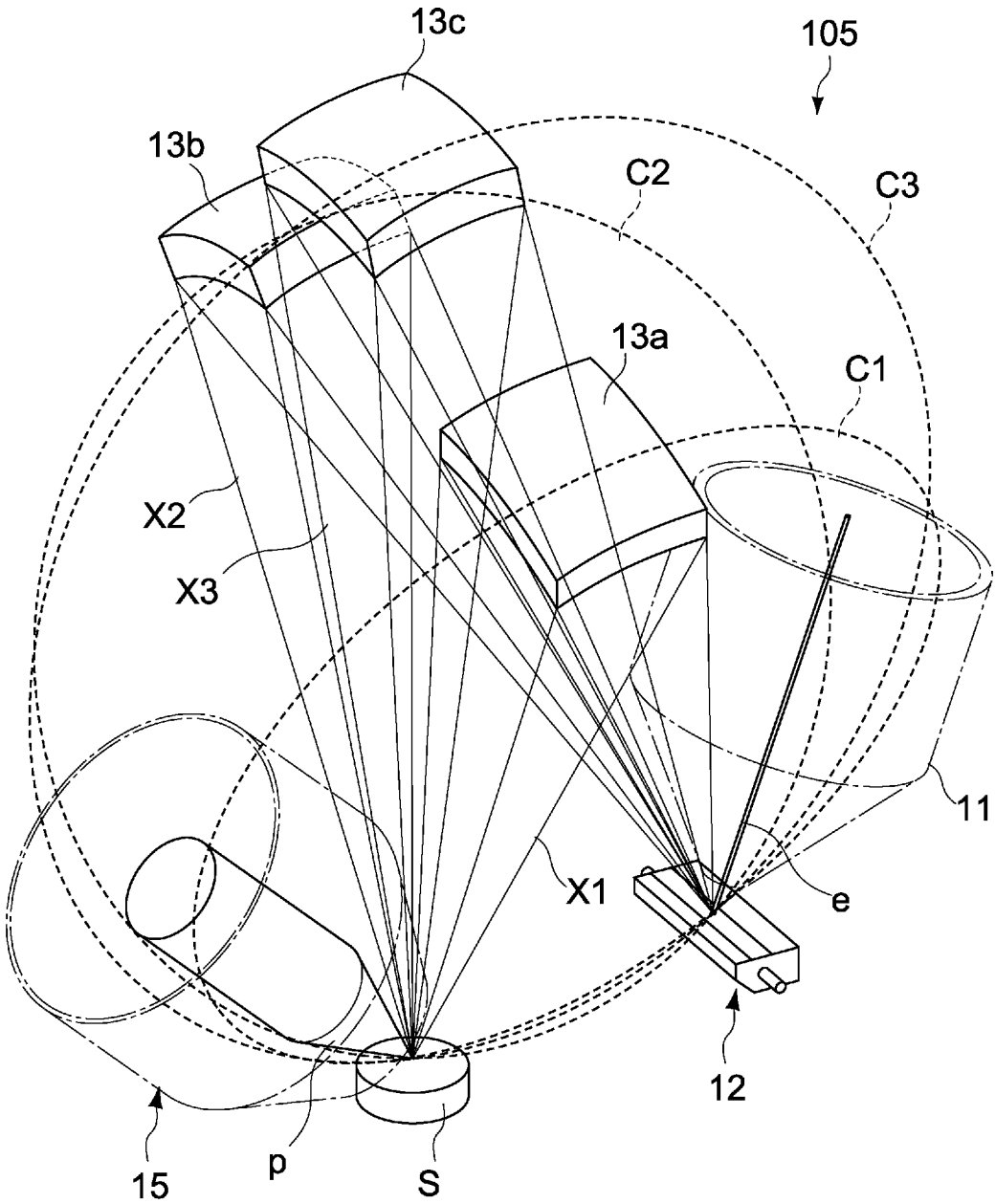
[図10]


4
104
132
13b
22a
22
15
151
152
131
13a
10
p1
x1
e
11
17
S
12a
12b
12c
153
21
14
12
21a
V
P
コントローラ
20

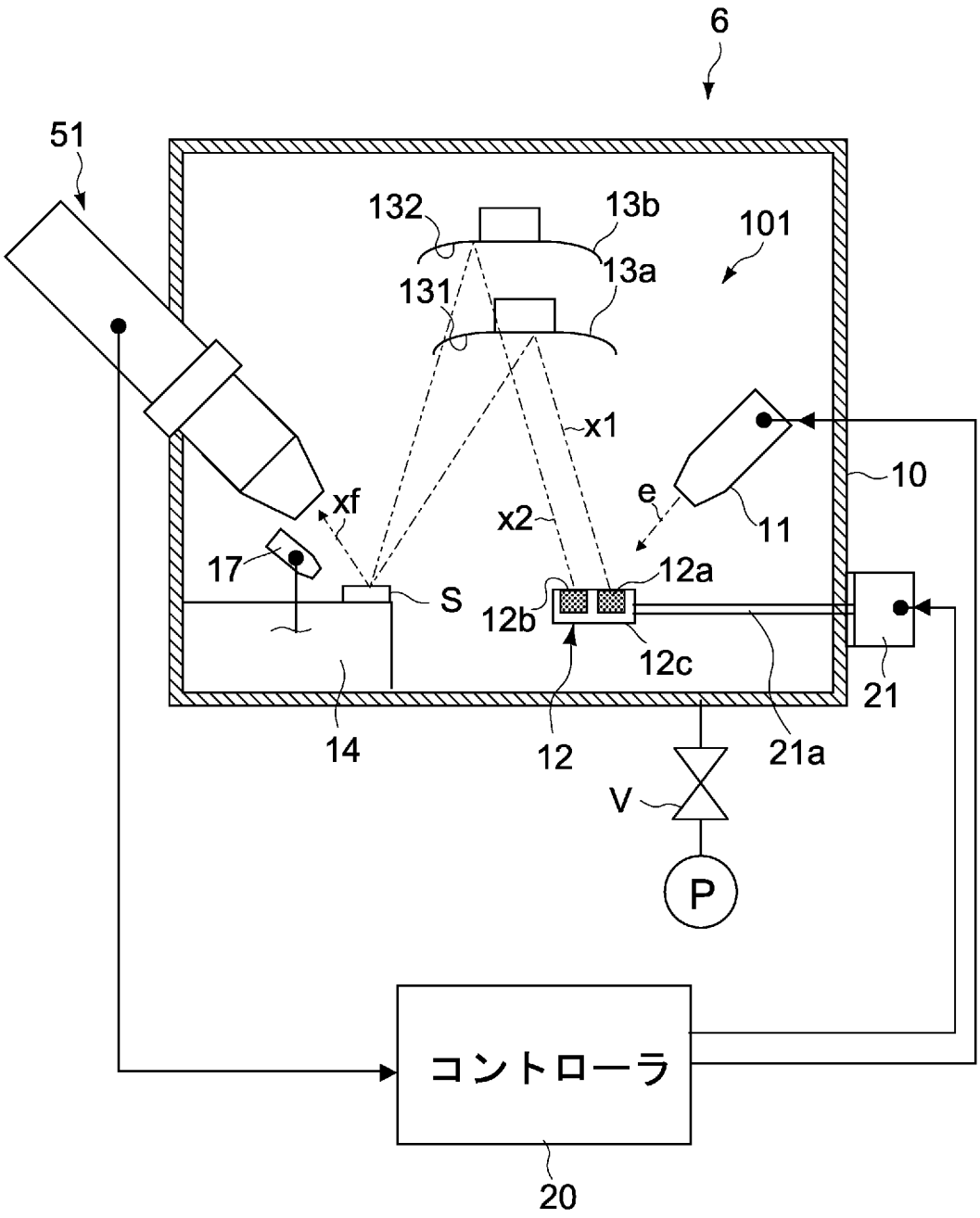
[図11]


4
104
132
13b
22a
22
15
151
152
13a
131
x2
e
10
p2
11
17
S
12a
12b
12c
153
21
14
12
21a
V
P
コントローラ
20

[図12]



[図13]


6
51
132
13b
101
13a
131
x1
10
xf
e
x2
11
17
12a
S
12b
12c
21
14
12
21a
V
P
コントローラ
20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/001904

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H05G2/00(2006.01)i, *G01N23/227*(2006.01)i, *H05G1/70*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H05G2/00, G01N23/227, H05G1/70

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 11-281597 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 15 October 1999 (15.10.1999), fig. 2 (Family: none)	1,6,7 2,3,5
Y	JP 2009-500642 A (Revera Inc.), 08 January 2009 (08.01.2009), paragraph [0059] & US 2007/10973 A1 & EP 1907936 A1	2,3,5
Y	JP 7-325052 A (Physical Electronics Inc.), 12 December 1995 (12.12.1995), paragraph [0022] & US 5444242 A & EP 1170778 A2	2,3,5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 28 April, 2011 (28.04.11)	Date of mailing of the international search report 17 May, 2011 (17.05.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/001904

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 95149/1990(Laid-open No. 53548/1992) (Shimadzu Corp.), 07 May 1992 (07.05.1992), (Family: none)	2,3,5
Y	JP 2005-216578 A (BRUKER AXS Kabushiki Kaisha), 11 August 2005 (11.08.2005), fig. 1 & US 2005/185764 A1	5
Y	JP 2001-351551 A (Kazuo TANIGUCHI), 21 December 2001 (21.12.2001), abstract (Family: none)	5
A	JP 2002-228609 A (Ricoh Co., Ltd.), 14 August 2002 (14.08.2002), paragraph [0025]; fig. 1, 5 (Family: none)	1-7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／００１９０４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H05G2/00(2006.01)i, G01N23/227(2006.01)i, H05G1/70(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H05G2/00, G01N23/227, H05G1/70

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１１年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 11-281597 A (工業技術院長) 1999.10.15, 【図２】 (ファミリーなし)	１，６，７ ２，３，５
Y	JP 2009-500642 A (リヴェラ　インコーポレイテッド) 2009.01.08,段落【００５９】& US 2007/10973 A1 & EP 1907936 A1	２，３，５
Y	JP 7-325052 A (フィジカル・エレクトロニクス・インコーポレイテッド) 1995.12.12,段落【００２２】 & US 5444242 A & EP 1170778 A2	２，３，５

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２８．０４．２０１１	１７．０５．２０１１

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｑ　９１６３
小田倉　直人
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９２

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ｙ	日本国実用新案登録出願 2-95149 号(日本国実用新案登録出願公開 4-53548 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（株式会社島津製作所） 1992.05.07,（ファミリーなし）	２，３，５
Ｙ	JP 2005-216578 A（ブルカー・エイエックスエス株式会社） 2005.08.11,【図１】 & US 2005/185764 A1	５
Ｙ	JP 2001-351551 A（谷口一雄） 2001.12.21,【要約】（ファミリーなし）	５
Ａ	JP 2002-228609 A（株式会社リコー） 2002.08.14, 段落【００２５】、【図１】、【図５】（ファミリーなし）	１－７