

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-531288

(P2016-531288A)

(43) 公表日 平成28年10月6日 (2016. 10. 6)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 T 1/32 (2006. 01)	GO 1 T 1/32	2 G 1 8 8
HO 1 J 37/147 (2006. 01)	HO 1 J 37/147	Z

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2016-528292 (P2016-528292)	(71) 出願人	515291465 中国科学院上海微系統与信息技術研究所 中国上海市長寧区長寧路865号
(86) (22) 出願日	平成25年9月10日 (2013. 9. 10)	(74) 代理人	100131381 弁理士 黒田 雄一
(85) 翻訳文提出日	平成28年1月21日 (2016. 1. 21)	(72) 発明者	喬山 中華人民共和国上海市長寧区長寧路865号
(86) 国際出願番号	PCT/CN2013/083207	(72) 発明者	万維実 中華人民共和国上海市長寧区長寧路865号
(87) 国際公開番号	W02015/010356	(72) 発明者	李福昊 中華人民共和国上海市長寧区長寧路865号
(87) 国際公開日	平成27年1月29日 (2015. 1. 29)		
(31) 優先権主張番号	201310313572.0		
(32) 優先日	平成25年7月24日 (2013. 7. 24)		
(33) 優先権主張国	中国 (CN)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像型電子スピン分析器

(57) 【要約】

本発明は画像型電子スピン分析器を提供する。前記画像型電子スピン分析器は、少なくとも散乱ターゲット、2D画像型電子検出器及び電子屈曲ユニットを含み、電子屈曲ユニットは、入射電子を収束させたのちに第1角度屈曲させ、最適な入射角で散乱ターゲットに収束入射させるとともに、散乱ターゲットにより散乱した出射電子を収束させたのちに第2角度屈曲させ、最適な出射角で2D画像型電子検出器へ収束出射させ、且つ、入射電子の運動軌道と出射電子の運動軌道が分離しており、第1角度と第2角度のうち少なくとも一方が0°ではない。これにより、電子スピン分析器の初期平面からターゲット平面への電子画像の一次2D画像化と、ターゲット平面から2D画像型電子検出器の平面への二次2D画像化をそれぞれ実現可能であるため、電子スピンのマルチチャネル測定が実現される。更には、電子屈曲ユニットを導入することで、スピン分析器の各ユニットの幾何学的配置の自由度を高められる。

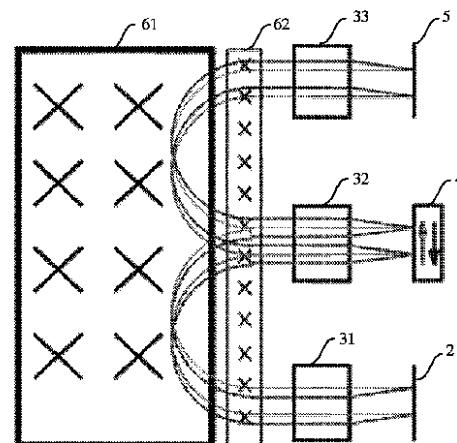


図2 / FIG. 2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも、散乱ターゲット、2D画像型電子検出器、電子屈曲ユニットを含み、

前記電子屈曲ユニットは、入射電子を収束させたのちに第1角度屈曲させ、最適な入射角で前記散乱ターゲットに収束入射させるとともに、前記散乱ターゲットにより散乱した出射電子を収束させたのちに第2角度屈曲させ、最適な出射角で前記2D画像型電子検出器へ収束出射させ、且つ、入射電子の運動軌道と出射電子の運動軌道が分離しており、第1角度と第2角度のうち少なくとも一方が0°ではないことを特徴とする画像型電子スピン分析器。

【請求項 2】

前記電子屈曲ユニットは、収束された入射電子を第1角度屈曲させたのちに収束させ、前記散乱ターゲットに垂直に入射させるユニットであることを特徴とする請求項1に記載の画像型電子スピン分析器。

【請求項 3】

前記第1角度は[0°, 180°]の範囲内であることを特徴とする請求項1又は2に記載の画像型電子スピンの分析器。

【請求項 4】

前記第1角度は180°又は90°であることを特徴とする請求項3に記載の画像型電子スピン分析器。

【請求項 5】

前記電子屈曲ユニットは、収束された出射電子を第2角度屈曲させたのちに収束させ、前記2D画像型電子検出器に垂直に到達させるユニットであることを特徴とする請求項1に記載の画像型電子スピン分析器。

【請求項 6】

前記第2角度は[0°, 180°]の範囲内であることを特徴とする請求項1又は5に記載の画像型電子スピン分析器。

【請求項 7】

前記第2角度は180°又は90°であることを特徴とする請求項6に記載の画像型電子スピン分析器。

【請求項 8】

前記電子屈曲ユニットは、磁界を発生させる磁界発生ユニット及び電子レンズを含むことを特徴とする請求項1に記載の画像型電子スピン分析器。

【請求項 9】

第1角度屈曲した入射電子を収束させる電子レンズと、出射電子を収束させたのちに再び第2角度屈曲させる電子レンズとが同一の電子レンズであることを特徴とする請求項8に記載の画像型電子スピン分析器。

【請求項 10】

前記磁界発生ユニットは、主2極磁石と、主2極磁石により発生した磁界の辺縁を修正するとともに、電子ビームを電子屈曲平面に垂直な方向に収束させる少なくとも1つの補正磁石を含むことを特徴とする請求項8に記載の画像型電子スピン分析器。

【請求項 11】

前記散乱ターゲットは、Fe(001)-p(1×1)0ターゲット又はW(100)ターゲットを含むことを特徴とする請求項1に記載の画像型電子スピン分析器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電子スピン分析分野に関し、特に、画像型電子スピン分析器に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、電子スピンを測定するデバイスとしては、主にMott検出器、Spin-LE

10

20

30

40

50

ED検出器及びVLEED検出器等がある。このうち、Mott検出器では、まず電子の運動エネルギーを20～100 KeVまで加速したのち、電子をスピン軌道相互作用の大きい高Z元素ターゲットで散乱させ、散乱電子強度の非対称性を測定することで、入射電子のスピンを測定する方式をとっている。また、Spin-LEED検出器は、W(100)単結晶表面における電子の回折スポット強度の非対称性を測定することで、電子のスピンを測定するものである。そして、VLEED検出器は近年発展した新たな測定デバイスであり、まず電子の運動エネルギーを6 eVまで加速(減速)したのち、+Z及び-Z方向に磁化したFe(001)-p(1×1)0ターゲットにおける電子の反射率をそれぞれ測定し、これら両反射率の差を測定することで入射電子のZ方向におけるスピンを測定する方式をとっている。VLEED検出器は、現在のところ測定効率が最も高い電子スピン分析器である。

10

【0003】

例えば、図1は、従来のVLEED検出器における電子スピンの測定原理を示す図である。初期電子平面11のa点における入射電子は、電子レンズ12を経由して散乱ターゲット13に入射する。そして、当該散乱ターゲット13で散乱したのち、電子レンズ14を経由して2D画像型電子検出器15のA点に到達する。同様に、初期電子平面11におけるb点の入射電子も、類似の経路を通して2D画像型電子検出器のB点に到達する。入射電子が散乱ターゲット13に対し垂直に入射した場合、散乱ターゲット13を経由して弾性散乱した出射電子もまた散乱ターゲット13に対して垂直となる。しかし、このような場合、2D画像型電子検出器は当然ながら電子ビームの入射を阻んでしまうため、従来のVLEEDスピン検出器では、入射電子を傾斜させて散乱ターゲット13に到達させている。VLEEDの検出効率は、入射角(即ち、電子ビームと散乱ターゲットの法線間の夾角)が大きくなるほど低下する。よって、小さ目の入射角を選択せねばならないが、電子レンズ12及び電子レンズ14のサイズ等の要素を考慮すると、入射角を小さくしすぎることはできない。そこで、図1に示すように、通常は入射角を7°としている。入射角が0ではなく、入射電子軌道と出射電子軌道が異なることから、入射電子と出射電子に対しては同一の電子レンズを用いることはできない。このような幾何学的制限があるため、電子光学レンズ12及び14のサイズは小さ目とされ、結果として収差が大きくなってしまふ。つまり、a点からの各入射電子が電子検出器上でA点を中心としたやや大きなビームスポットを形成し、同様に、b点からの各入射電子が電子検出器上でB点を中心としたやや大きなビームスポットを形成してしまう。そして、ビームスポットが大きいことから、A点を中心としたビームスポットと、B点を中心としたビームスポットが部分的に重なり合うことになる。そして、ビームスポットを区別できないため、従来のVLEED検出器では、ビームスポットに基づいて入射電子の源位置を区別することができない。即ち、入射電子がa点から出射されたのか、b点から出射されたのかを区別できない。このように入射電子の源位置を区別できない検出器のことをシングルチャネルアナライザといい、ビームスポットに基づいて入射電子の源位置を区別可能な検出器のことを、マルチチャネルアナライザ又は画像型検出器という。現在使用されている電子スピン分析器のほとんどはシングルチャネルである。電子スピンの測定効率を上げるため、電子スピンのマルチチャネル測定を実現することが科学研究者・技術者のかねてからの関心事となっている。

20

30

40

【0004】

近年のマルチチャネル電子スピン分析器に関する唯一の報告として、ドイツKirschner研究チームにより作製されたSpin-LEED画像型スピン分析器がある。当該分析器では、入射電子が45°の角度でW(100)ターゲットへ入射し、入射電子ビームと散乱電子ビームが90°の夾角を形成する。入射電子によって当該W(100)ターゲットの裏面に形成される仮想画像面及び電子検出器の平面は、いずれも電子光学軸に対し垂直であるため、電子光学系の収差は小さく、入射電子の源位置を区別することが可能となる。しかし、Spin-LEED分析器による電子スピン測定はスピン軌道の相互作用に基づくものであり、その測定効率は、強相関相互作用に基づいたVLEED分析器のわずか10分の1にすぎない。また、Spin-LEED分析器で用いられるW(10

50

0) ターゲットは磁化不可能なため、試料を前後して逆方向に磁化するとともに、各磁化方向時における電子の反射強度をそれぞれ測定し、反射強度の差より、試料から発せられる電子のスピン偏極度を測定する必要がある。当該測定方式では試料を磁化せねばならないことから、強磁性の試料しか測定することができない。これに対し、スピン軌道の相互作用を持つ非磁性試料における電子スピン状態の研究が、凝縮系物理学では最前線となっている。したがって、他の原理に基づくマルチチャネル電子スピン分析器が早急に必要とされている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来技術における上述の欠点に鑑みて、本発明は電子スピンのマルチチャネル測定を実現するために、汎用的でより高効率の画像型電子スピン分析器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】

【0006】

前記の目的及びその他関連の目的を実現するために、本発明は、少なくとも散乱ターゲット、2D画像型電子検出器、及び電子屈曲ユニットを含み、前記電子屈曲ユニットが、入射電子を収束させたのちに第1角度屈曲させ、最適な入射角で前記散乱ターゲットに収束入射させるとともに、前記散乱ターゲットにより散乱した出射電子を収束させたのちに第2角度屈曲させ、最適な出射角で前記2D画像型電子検出器へ収束出射させ、且つ、入射電子の運動軌道と出射電子の運動軌道が分離しており、第1角度と第2角度のうち少なくとも一方が0°ではない画像型電子スピン分析器を提供する。

【0007】

好ましくは、前記電子屈曲ユニットは、収束された出射電子を第2角度屈曲させたのちに収束させ、前記2D画像型電子検出器に垂直に到達させるユニットである。より好ましくは、前記第2角度は[0°, 180°]の範囲内である。

【0008】

好ましくは、前記電子屈曲ユニットは、収束された入射電子を第1角度屈曲させたのちに収束させ、前記散乱ターゲットに垂直に入射させるユニットである。より好ましくは、前記第1角度は[0°, 180°]の範囲内である。

【0009】

好ましくは、前記電子屈曲ユニットは、磁界を発生させる磁界発生ユニット及び電子レンズを含む。より好ましくは、第1角度屈曲した入射電子を収束させる電子レンズと、出射電子を収束させたのちに再び第2角度屈曲させる電子レンズとが同一の電子レンズである。前記磁界発生ユニットは、主2極磁石と、主2極磁石により発生した磁界の辺縁を修正するとともに、電子ビームを電子屈曲平面に垂直な方向に収束させる少なくとも1つの補正磁石を含む。

【0010】

好ましくは、前記散乱ターゲットは、Fe(001)-p(1×1)0ターゲット又はW(100)ターゲットを含む。

【発明の効果】

【0011】

上述したように、本発明の画像型電子スピン分析器によれば、以下の有益な効果を得られる。電子軌道を屈曲させることにより、入射電子軌道と出射電子軌道の分離を実現できるため、電子レンズと電子検出器の幾何学的配置が困難であるという課題が解消され、電子レンズ系のサイズを大きくすることで、収差を小さくすることが可能となる。また、初期電子平面、ターゲット平面及び電子検出器平面をいずれも電子光学軸に対し垂直とできるため、真の2D画像化を確実に実現し、収差の減少、電子スピン測定のチャンネル数増加が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、従来のVLEED検出器における電子スピンの測定原理を示す図である。

【図2】図2は、本発明における好ましい画像型電子スピン分析器の電子運動軌道を示す図である。

【図3】図3は、本発明における他の好ましい画像型電子スピン分析器の電子運動軌道を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、特定の具体的実施例によって本発明の実施形態を説明する。なお、当業者であれば、本明細書に開示の内容から、本発明におけるその他の利点及び効果を容易に理解可能である。

【0014】

ここで、図2～図3を参照する。本明細書の図面に示した構造、比率、大きさ等は、いずれも当業者の理解及び閱讀に資するべく、明細書に開示の内容に合わせたものにすぎず、本発明が実施可能な要件を限定する主旨ではない。したがって、図面には技術上の実質的意味はなく、構造の補足、比率関係の変更又は大きさの調整のいずれも、本発明が奏し得る効果及び達成し得る目的に影響しない限り、いずれも本発明が開示する技術内容の範囲内に包含される。また、本明細書で用いる「上」「下」「左」「右」「～の間」及び「1つの」等の用語もまた記載を明瞭にするためのものにすぎず、本発明で実施可能な範囲を限定する主旨ではない。また、対応関係の変更又は調整は、実質的技術内容が変動しない限り、いずれも本発明で実施可能な範疇とみなされる。

【0015】

本発明は画像型電子スピン分析器を提供する。前記画像型電子スピン分析器は少なくとも、散乱ターゲット、2D電子画像検出器、及び電子屈曲ユニットを含む。

【0016】

前記散乱ターゲットは、電子を散乱させられるデバイスであって、Fe(001)-p(1×1)0ターゲット又はW(100)ターゲット等を含むことが好ましいが、これに限らない。

【0017】

前記2D画像型電子検出器は、散乱ターゲットによって散乱された出射電子の強度を記録可能なデバイスである。常用の2D画像型電子検出器は、マイクロチャンネルプレート(MCP)、蛍光板及び高感度カメラから構成される。また、他の常用の2D画像型電子検出器は、マイクロチャンネルプレート(MCP)及び遅延線検出器(DLD)から構成される。

【0018】

前記電子屈曲ユニットは、入射電子を収束させたのちに第1角度屈曲させ、最適な入射角で前記散乱ターゲットに収束入射させるとともに、前記散乱ターゲットにより散乱した出射電子を収束させたのちに第2角度屈曲させ、最適な出射角で前記2D画像型電子検出器へ収束出射させる。また、入射電子の運動軌道と出射電子の運動軌道は分離しており、第1角度と第2角度のうち少なくとも一方が0°ではない。

【0019】

散乱ターゲットとしてFe(001)-p(1×1)0ターゲットを用いる場合、最適な入射角及び最適な出射角はいずれも0°となる。即ち、入射電子ビームが収束して垂直にFe(001)-p(1×1)0ターゲットに入射するとともに、出射電子ビームが第2角度屈曲し、電子レンズを経由して収束すると、垂直に2D画像型電子検出器へ到達する。即ち、このとき、電子ビームの中心線と2D画像型電子検出器の平面が垂直となる。

【0020】

なお、第1角度と第2角度は、散乱ターゲット、2D画像型電子検出器及び初期電子平面の位置に基づいて決定される。好ましくは、第1角度と第2角度はいずれも[0°, 1

10

20

30

40

50

80°]の範囲とされるが、双方が同時に0°となることはない。

【0021】

好ましくは、前記電子屈曲ユニットには、磁界を発生させる磁界発生ユニット及び電子レンズが含まれる。

【0022】

例えば、図2に示すように、電子屈曲ユニットは、磁界発生ユニット及び電子レンズ31、電子レンズ32、電子レンズ33を含む。当該磁界発生ユニットは、主磁界領域61を形成する主2極磁石と、主磁界領域61の辺縁領域を修正するための補正磁石62を含む。初期電子平面2は電子レンズ31の焦点面に、散乱ターゲット4は電子レンズ32の焦点面に、2D画像型電子検出器5は電子レンズ33の焦点面に位置する。散乱ターゲット4、2D画像型電子検出器5及び初期電子平面2は、いずれも主磁界領域61に対して同じ側に位置する。これにより、初期電子平面からの入射電子が電子レンズ31を経由して磁界発生ユニットにより発生した磁界領域に入ると、当該磁界発生ユニットが入射電子を180°屈曲させ、電子レンズ32を経由して散乱ターゲット4に垂直に入射させる。そして、散乱ターゲット4により散乱した出射電子が電子レンズ32を経由して再び磁界発生ユニットにより発生した磁界領域に入ると、当該磁界発生ユニットが出射電子を再び180°屈曲させ、電子レンズ33を経由して2D画像型電子検出器5に垂直に到達させる。

10

【0023】

また、例えば図3に示すように、電子屈曲ユニットは、磁界発生ユニット及び電子レンズ31'、電子レンズ32'、電子レンズ33'を含む。当該磁界発生ユニットは、主磁界領域61'を形成するための主2極磁石と、主磁界領域61'の辺縁領域62'、63'、64'を修正するための3つの補正磁石を含む。初期電子平面2'は電子レンズ31'の焦点面に、散乱ターゲット4'は電子レンズ32'の焦点面に、2D画像型電子検出器5'は電子レンズ33'の焦点面に位置し、散乱ターゲット4'、2D画像型電子検出器5'及び初期電子平面2'は、磁界発生ユニットにより形成される主磁界領域61'に対して異なる側にそれぞれ位置する。これにより、初期電子平面2'からの入射電子が電子レンズ31'を経由して磁界発生ユニットにより発生した磁界領域に入ると、当該磁界発生ユニットが入射電子を90°屈曲させ、電子レンズ32'を経由して散乱ターゲット4'に垂直に入射させる。そして、散乱ターゲット4'により散乱した出射電子が電子レンズ32'を経由して再び磁界発生ユニットにより発生した磁界領域に入ると、当該磁界発生ユニットが出射電子を再び90°屈曲させ、電子レンズ33'を経由して2D画像型電子検出器5'に垂直に到達させる。

20

30

【0024】

ここで、前記補正磁石は主2極磁石と連携して理想的な磁界分布を形成するだけでなく、電子ビームの収束に対する主2極磁石磁界の各異方性を除去することを可能とする。このほか、前記収束には無限遠に収束する場合が含まれる。

【0025】

更に、当業者は、上記記載は例示にすぎず、本発明を制限する主旨ではないものと理解すべきである。実際に、入射電子ビームを第1角度屈曲させたのちに最適な入射角で散乱ターゲットに入射させ、散乱ターゲットで散乱した出射電子ビームを第2角度屈曲させたのちに最適な出射角で2D画像型電子検出器に到達させることが可能な電子屈曲ユニットであれば、いずれも本発明の範囲に包含される。

40

【0026】

以下に、Fe(001)-p(1×1)0ターゲットを用いて本発明の画像型電子スピン分析器の動作過程について詳述する。

【0027】

図2に示すように、まず、Fe(001)-p(1×1)0ターゲット4を任意の方向、例えば+Z方向に磁化させる。続いて、画像型電子スピン分析器の初期電子平面2における入射電子を電子レンズ31を経由して電子屈曲ユニットにより形成された磁界領域に

50

入射させる。そして、磁界作用下において、入射電子を上方へ 180° 屈曲させた後、電子レンズ32を経由して $\text{Fe}(001)-p(1\times1)0$ ターゲット4に垂直に入射させ、 $\text{Fe}(001)-p(1\times1)0$ ターゲット4上に2D画像化する。続いて、 $\text{Fe}(001)-p(1\times1)0$ ターゲット4から弾性散乱した出射電子を、電子レンズ32を経由して電子屈曲ユニットに入射させる。そして、電子屈曲ユニットの磁界作用下において、出射電子を上方へ 180° 屈曲させた後に、電子レンズ33を経由して2D電子画像検出器5へ垂直に到達させると、2D画像型電子検出器5の入口面において再び2D画像化する。そして、前記2D電子画像検出器の高感度カメラが蛍光板上の2D電子強度画像を記録する。

【0028】

10

続いて、 $\text{Fe}(001)-p(1\times1)0$ ターゲット4を-Z方向に磁化させて、蛍光板上の2D電子強度画像を再び記録する。

【0029】

最後に、2度の測定で取得された2D電子強度画像における対応画素の電子強度の差が、初期電子平面の対応位置における入射電子のZ方向のスピンの偏極度に正比例することに基づき、初期電子平面上の各点における入射電子のスピンの偏極度を測定可能である。

【0030】

以上より、電子軌道の屈曲によって入射電子軌道と出射電子軌道の分離が実現されるだけでなく、初期電子平面、ターゲット平面及び2D画像型電子検出器の平面がいずれも光学軸に対し垂直であり、且つ、第1角度屈曲した入射電子を収束させる電子レンズと、出射電子を収束させたのちに再び第2角度屈曲させる電子レンズとが同一の電子レンズであることから、電子レンズのサイズを大きくすることができるため、光学系全体の収差を大幅に低下させることが可能となる。よって、初期電子平面の各地点からの入射電子が散乱したのちに、2D画像型電子検出器の平面に形成されるビームスポットが非常に小さくなるため、互いに重なり合うことがない。これにより、各ビームスポットと初期電子平面の対応箇所における入射電子とを対応付けることができる。即ち、入射電子の源位置を区別可能となるため、本発明の画像型電子スピン分析器によれば、電子スピンのマルチチャンネル測定を実現できる。

20

【0031】

前記記載に基づき、 $\text{Fe}(001)-p(1\times1)0$ ターゲットを用いれば、VLEED型のマルチチャンネル電子スピン分析器を構築することが可能である。また、Wターゲットを用いた場合には、Spin-LEED型のマルチチャンネル電子スピン分析器を構築することが可能である。

30

【0032】

以上述べたように、本発明の画像型電子スピン分析器によれば、磁界によって電子を屈曲させることで、入射電子軌道と出射電子軌道の分離を実現可能である。また、入射電子を最適な入射角で散乱ターゲットに入射させ、出射電子を最適な出射角で2D画像型電子検出器に到達させることで、スピン検出器の初期平面からターゲット平面への電子画像の一次2D画像化と、ターゲット平面から2D画像型電子検出器の平面への二次2D画像化をそれぞれ実現可能であり、結果として電子スピンのマルチチャンネル測定が実現される。これら2度の画像化過程では、物象平面がいずれも電子光学レンズ系の光軸に垂直なことから、真の2D画像化を確実に実現可能である。更に、電子屈曲ユニットを導入することで、スピン分析器の各ユニットの幾何学的配置の自由度を向上させられる。なお、ここで、真の2D画像化とは、収差を考慮しない一次画像化の画像平面とターゲット平面が完全に重なり合い、収差を考慮しない二次画像化の画像平面と2D電子画像検出器の平面が完全に重なり合うことをいう。

40

【0033】

以上より、本発明は従来技術における種々の欠点を効果的に解消しており、産業上の利用価値を有している。

【0034】

50

上記実施例は本発明の原理及び効果を例示的に説明するものにすぎず、本発明を制限する主旨ではない。当業者であれば、本発明の精神及び範疇から逸脱せずに、上記実施例を補足又は変更することが可能である。よって、当業者が本発明に開示される精神及び技術的思想を逸脱せずに行うあらゆる等価の補足或いは変更もまた本発明の特許請求の範囲に包含されるものとする。

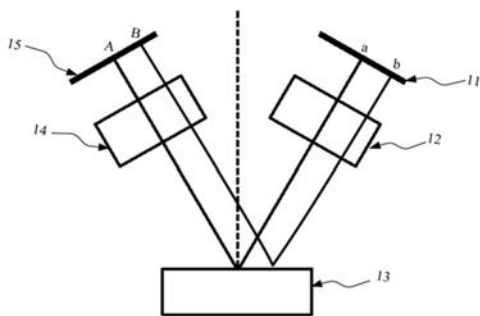
【符号の説明】

【0035】

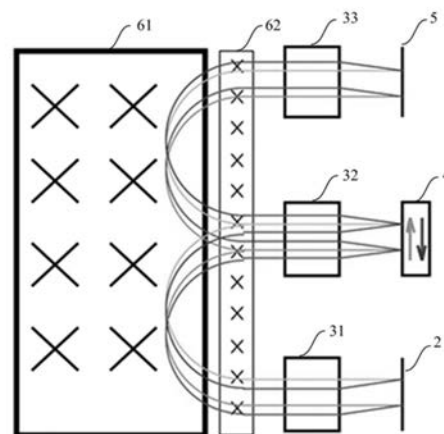
- 1 1 初期電子平面
- 1 2、1 4 電子レンズ
- 1 3 散乱ターゲット
- 1 5 2 D画像型電子検出器
- 2、2' 初期電子平面
- 3 1、3 2、3 3 電子レンズ
- 4、4' 散乱ターゲット
- 5、5' 2 D画像型電子検出器
- 6 1、6 1' 主磁界領域
- 6 2、6 2'、6 3'、6 4' 辺縁領域

10

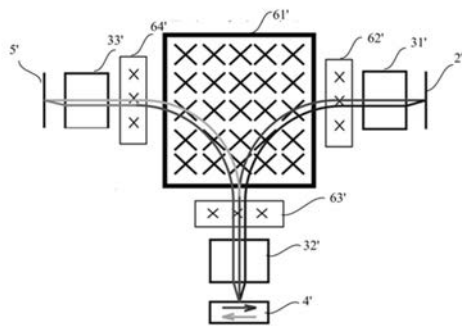
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/CN2013/083207
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
G01T 1/32 (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)		
G01N; H01J; G01T		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNPAT, WPI, EPDOC: scattering target, electron, spin, analyz+, analys+, swerve, turnaround, veer, change, alter, direction, orientation, angle		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2007087954 A (GST GES FUER SYSTEMBEZOGENE TE), 05 April 2007 (05.04.2007), description, paragraphs [0001]-[0023], and figures 4 and 5	1-11
A	CN 1322004 A (HOKKAIDO UNIVERSITY), 14 November 2001 (14.11.2001), the whole document	1-11
A	CN 101038330 A (INSTITUTE OF PHYSICS CHINESE, ACADEMY OF SCIENCES et al.), 19 September 2007 (19.09.2007), the whole document	1-11
A	CN 1336542 A (HOKKAIDO UNIVERSITY), 20 February 2002 (20.02.2002), the whole document	1-11
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 08 April 2014 (08.04.2014)		Date of mailing of the international search report 28 April 2014 (28.04.2014)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451		Authorized officer YANG, Shuangyi Telephone No.: (86-10) 62413596

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2013/083207

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2007087954 A	05 April 2007	DE 102005045622 A1	05 April 2007
		DE 102005045622 B4	30 April 2009
CN 1322004 A	14 November 2001	EP 1158564 B1	20 June 2007
		DE 60128985 T2	18 October 2007
		US 2002003213 A1	10 January 2002
		KR 100456368 B1	10 November 2004
		EP 1158564 A2	28 November 2001
		JP 2001319611 A	16 November 2001
		JP 3757263 B2	22 March 2006
		US 6639218 B2	28 October 2003
		DE 60128985 E	02 August 2007
CN 101038330 A	19 September 2007	CN 100575981 C	30 December 2009
CN 1336542 A	20 February 2002	HK 1042743 A1	11 March 2005
		US 2002003212 A1	10 January 2002
		JP 2001311702 A	09 November 2001
		KR 100414381 B1	07 January 2004
		CN 1159599 C	28 July 2004
		JP 3383842 B2	10 March 2003
		EP 1150329 A2	31 October 2001
		US 6674073 B2	06 January 2004

国际检索报告		国际申请号 PCT/CN2013/083207															
A. 主题的分类 G01T 1/32(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类																	
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) G01N; H01J; G01T 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNPAT, WPI, EPDOC: 电子, 自旋, 分析, 转弯, 弯转, 转向, 变向, 改变, 方向, 角度, 散射靶, electron, spin, analyz+, analys+, swerve, turnaround, veer, change, alter, direction, orientation, angle																	
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>JP 2007087954A (GST GES FUER SYSTEMBEZOGENE TE) 2007年 4月 06日 (2007 - 04 - 06) 说明书第[0001]-[0023]段, 附图4, 5</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1322004A (北海道大学) 2001年 11月 14日 (2001 - 11 - 14) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101038330A (中国科学院物理研究所, 等) 2007年 9月 19日 (2007 - 09 - 19) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1336542A (北海道大学) 2002年 2月 20日 (2002 - 02 - 20) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	JP 2007087954A (GST GES FUER SYSTEMBEZOGENE TE) 2007年 4月 06日 (2007 - 04 - 06) 说明书第[0001]-[0023]段, 附图4, 5	1-11	A	CN 1322004A (北海道大学) 2001年 11月 14日 (2001 - 11 - 14) 全文	1-11	A	CN 101038330A (中国科学院物理研究所, 等) 2007年 9月 19日 (2007 - 09 - 19) 全文	1-11	A	CN 1336542A (北海道大学) 2002年 2月 20日 (2002 - 02 - 20) 全文	1-11
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
X	JP 2007087954A (GST GES FUER SYSTEMBEZOGENE TE) 2007年 4月 06日 (2007 - 04 - 06) 说明书第[0001]-[0023]段, 附图4, 5	1-11															
A	CN 1322004A (北海道大学) 2001年 11月 14日 (2001 - 11 - 14) 全文	1-11															
A	CN 101038330A (中国科学院物理研究所, 等) 2007年 9月 19日 (2007 - 09 - 19) 全文	1-11															
A	CN 1336542A (北海道大学) 2002年 2月 20日 (2002 - 02 - 20) 全文	1-11															
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																	
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																	
国际检索实际完成的日期 2014年 4月 08日		国际检索报告邮寄日期 2014年 4月 28日															
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国 传真号 (86-10)62019451		受权官员 杨双翼 电话号码 (86-10)62413596															

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2013/083207

检索报告引用的专利文件	公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
JP 2007087954A	2007年 4月 05日	DE 102005045622A1	2007年 4月 05日
		DE 102005045622B4	2009年 4月 30日
CN 1322004A	2001年 11月 14日	EP 1158564B1	2007年 6月 20日
		DE 60128985T2	2007年 10月 18日
		US 2002003213A1	2002年 1月 10日
		KR 100456368B1	2004年 11月 10日
		EP 1158564A2	2001年 11月 28日
		JP 2001319611A	2001年 11月 16日
		JP 3757263B2	2006年 3月 22日
		US 6639218B2	2003年 10月 28日
		DE 60128985E	2007年 8月 02日
CN 101038330A	2007年 9月 19日	CN 100575981C	2009年 12月 30日
CN 1336542A	2002年 2月 20日	HK 1042743A1	2005年 3月 11日
		US 2002003212A1	2002年 1月 10日
		JP 2001311702A	2001年 11月 09日
		KR 100414381B1	2004年 1月 07日
		CN 1159599C	2004年 7月 28日
		JP 3383842B2	2003年 3月 10日
		EP 1150329A2	2001年 10月 31日
		US 6674073B2	2004年 1月 06日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ

Fターム(参考) 2G188 AA03 BB01 CC22 CC41 DD05 EE08