

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3757263号

(P3757263)

(45) 発行日 平成18年3月22日(2006.3.22)

(24) 登録日 平成18年1月13日(2006.1.13)

(51) Int. Cl. F I
HO 1 J 37/244 (2006.01) HO 1 J 37/244
GO 1 N 23/20 (2006.01) GO 1 N 23/20
HO 1 J 37/26 (2006.01) HO 1 J 37/26

請求項の数 15 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2000-133700 (P2000-133700)	(73) 特許権者	504173471
(22) 出願日	平成12年5月2日(2000.5.2)		国立大学法人 北海道大学
(65) 公開番号	特開2001-319611 (P2001-319611A)		北海道札幌市北区北8条西5丁目8番地
(43) 公開日	平成13年11月16日(2001.11.16)	(74) 代理人	100072051
審査請求日	平成12年5月2日(2000.5.2)		弁理士 杉村 興作
		(74) 代理人	100100125
			弁理士 高見 和明
		(74) 代理人	100101096
			弁理士 徳永 博
		(74) 代理人	100107227
			弁理士 藤谷 史朗
		(74) 代理人	100114292
			弁理士 来間 清志
		(74) 代理人	100119530
			弁理士 富田 和幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子スピン分析器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電子線発生装置と、この電子線発生装置の電子線発射口と対向するように配置された半球状の加速電極部と、この加速電極部を支持する電極支持部と、前記加速電極部の外周部に設けられた散乱電子検出部と、前記加速電極部内であって、前記電極支持部上に設けられた散乱ターゲットとを具えた電子スピン分析器において、

前記加速電極部を内側加速電極と外側加速電極とからなる2重構造にするとともに、電子線を前記散乱ターゲットに導入すべく前記内側加速電極に設けられた内側導入口の開口径を、前記電子線を前記散乱ターゲットに導入すべく前記外側加速電極に設けられた外側導入口の開口径よりも大きくしたことを特徴とする、電子スピン分析器。

10

【請求項 2】

前記内側導入口の開口径が、前記外側導入口の開口径よりも開口角で0.1～5度大きいことを特徴とする、請求項1に記載の電子スピン分析器。

【請求項 3】

前記内側導入口及び前記外側導入口の互いに対向するエッジ部のそれぞれに曲率を持たせたことを特徴とする、請求項1又は2に記載の電子スピン分析器。

【請求項 4】

電子線発生装置と、この電子線発生装置の電子線発射口と対向するように配置された半球状の加速電極部と、この加速電極部を支持する電極支持部と、前記加速電極部の外周部に設けられた散乱電子検出部と、前記加速電極部内であって、前記電極支持部上に設けら

20

れた散乱ターゲットとを具えた電子スピン分析器において、

前記加速電極部を内側加速電極と外側加速電極とからなる2重構造にするとともに、前記散乱ターゲットによって散乱された電子を前記散乱電子検出部に導入するための、前記内側加速電極に設けられた内側開口部の開口径を、前記散乱ターゲットによって散乱された前記電子を前記散乱電子検出部に導入するための、前記外側加速電極に設けられた外側開口部の開口径よりも大きくしたことを特徴とする、電子スピン分析器。

【請求項5】

前記内側開口部の開口径が、前記外側開口部の開口径よりも開口角で $0.1 \sim 5$ 度大きいことを特徴とする、請求項4に記載の電子スピン分析器。

【請求項6】

前記内側開口部及び前記外側開口部の互いに対向するエッジ部のそれぞれに曲率を持たせたことを特徴とする、請求項4又は5に記載の電子スピン分析器。

【請求項7】

電子線発生装置と、この電子線発生装置の電子線発射口と対向するように配置された半球状の加速電極部と、この加速電極部を支持する電極支持部と、前記加速電極部の外周部に設けられた散乱電子検出部と、前記加速電極部内であって、前記電極支持部上に設けられた散乱ターゲットとを具えた電子スピン分析器において、

前記散乱電子検出部に補正電極を設けたことを特徴とする、電子スピン分析器。

【請求項8】

前記補正電極は、電界レンズからなることを特徴とする、請求項7に記載の電子スピン分析器。

【請求項9】

電子線発生装置と、この電子線発生装置の電子線発射口と対向するように配置された半球状の加速電極部と、この加速電極部を支持する電極支持部と、前記加速電極部の外周部に設けられた散乱電子検出部と、前記加速電極部内であって、前記電極支持部上に設けられた散乱ターゲットとを具えた電子スピン分析器において、

前記散乱電子検出器を、電子線の入射方向に対して $100 \sim 140$ 度の位置に配置したことを特徴とする、電子スピン分析器。

【請求項10】

電子線発生装置と、この電子線発生装置の電子線発射口と対向するように配置された半球状の加速電極部と、この加速電極部を支持する電極支持部と、前記加速電極部の外周部に設けられた散乱電子検出部と、前記加速電極部内であって、前記電極支持部上に設けられた散乱ターゲットとを具えた電子スピン分析器において、

前記加速電極部を内側加速電極と外側加速電極とからなる2重構造にするとともに、電子線を前記散乱ターゲットに導入すべく前記内側加速電極に設けられた内側導入口の開口径を、前記電子線を前記散乱ターゲットに導入すべく前記外側加速電極に設けられた外側導入口の開口径よりも大きくし、前記散乱ターゲットによって散乱された電子を前記散乱電子検出部に導入するための、前記内側加速電極に設けられた内側開口部の開口径を、前記散乱ターゲットによって散乱された前記電子を前記散乱電子検出部に導入するための、前記外側加速電極に設けられた外側開口部の開口径よりも大きくし、前記散乱電子検出部に補正電極を設けるとともに、前記散乱電子検出器を電子線の入射方向に対して $100 \sim 140$ 度の位置に配置したことを特徴とする、電子スピン分析器。

【請求項11】

前記内側導入口の開口径が、前記外側導入口の開口径よりも開口角で $0.1 \sim 5$ 度大きいことを特徴とする、請求項10に記載の電子スピン分析器。

【請求項12】

前記内側導入口及び前記外側導入口の互いに対向するエッジ部のそれぞれに曲率を持たせたことを特徴とする、請求項10又は11に記載の電子スピン分析器。

【請求項13】

前記内側開口部の開口径が、前記外側開口部の開口径よりも開口角で $0.1 \sim 5$ 度大き

10

20

30

40

50

いことを特徴とする、請求項 10 ~ 12 のいずれか一に記載の電子スピン分析器。

【請求項 14】

前記内側開口部及び前記外側開口部の互いに対向するエッジ部のそれぞれに曲率を持たせたことを特徴とする、請求項 10 ~ 13 のいずれか一に記載の電子スピン分析器。

【請求項 15】

前記補正電極は、電界レンズからなることを特徴とする、請求項 10 ~ 14 のいずれか一に記載の電子スピン分析器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子スピン分析器に関し、さらに詳しくは電子材料分析、磁気材料材料表面分析などにおける高効率の電子スピン分析装置に好適に用いることのできる、電子スピン分析器に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来の電子スピン分析器においては、散乱した電子線を効率よく検出すべく、装置全体が大型する傾向があった。例えば、Mott スピン分析器などにおいては、散乱角 95 ~ 145 度の広い範囲に亘って散乱電子を検出する必要があることから、散乱電子検出器を大きくしなければならなかった。

装置の大型化は、設置場所の確保及び操作性の問題から、望ましいものではなく、電子スピン分析器においても小型化の要請が高まっている。しかしながら、従来の電子スピン分析器をそのままの形態で縮尺させたのみでは、散乱電子を効率よく検出することができないという問題があった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、装置を小型化した場合においても、散乱電子を効率よく検出することのできる電子スピン分析器を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成すべく、本発明の第 1 の電子スピン分析器は、電子線発生装置と、この電子線発生装置の電子線発射口と対向するように配置された半球状の加速電極部と、この加速電極部を支持する電極支持部と、前記加速電極部の外周部に設けられた散乱電子検出部と、前記加速電極部内であって、前記電極支持部上に設けられた散乱ターゲットとを具えた電子スピン分析器において、

前記加速電極部を内側加速電極と外側加速電極とからなる 2 重構造にするとともに、電子線を前記散乱ターゲットに導入すべく前記内側加速電極に設けられた内側導入口の開口径を、前記電子線を前記散乱ターゲットに導入すべく前記外側加速電極に設けられた外側導入口の開口径よりも大きくしたことを特徴とする。

【0005】

また、本発明の第 2 の電子スピン分析器は、上記目的を達成すべく、電子線発生装置と、この電子線発生装置の電子線発射口と対向するように配置された半球状の加速電極部と、この加速電極部を支持する電極支持部と、前記加速電極部の外周部に設けられた散乱電子検出部と、前記加速電極部内であって、前記電極支持部上に設けられた散乱ターゲットとを具えた電子スピン分析器において、

前記加速電極部を内側加速電極と外側加速電極とからなる 2 重構造にするとともに、前記散乱ターゲットによって散乱された電子を前記散乱電子検出部に導入するための、前記内側加速電極に設けられた内側開口部の開口径を、前記散乱ターゲットによって散乱された前記電子を前記散乱電子検出部に導入するための、前記外側加速電極に設けられた外側開口部の開口径よりも大きくしたことを特徴とする。

【0006】

10

20

30

40

50

また、本発明の第3の電子スピン分析器は、上記目的を達成すべく、電子線発生装置と、この電子線発生装置の電子線発射口と対向するように配置された半球状の加速電極部と、この加速電極部を支持する電極支持部と、前記加速電極部の外周部に設けられた散乱電子検出部と、前記加速電極部内であって、前記電極支持部上に設けられた散乱ターゲットとを具えた電子スピン分析器において、前記散乱電子検出部に補正電極を設けたことを特徴とする。

【0007】

さらに、上記目的を達成すべく、本発明の第4の電子スピン分析器は、電子線発生装置と、この電子線発生装置の電子線発射口と対向するように配置された半球状の加速電極部と、この加速電極部を支持する電極支持部と、前記加速電極部の外周部に設けられた散乱電子検出部と、前記加速電極部内であって、前記電極支持部上に設けられた散乱ターゲットとを具えた電子スピン分析器において、前記散乱電子検出器を、電子線の入射方向に対して100～140度の位置に配置したことを特徴とする。

【0008】

本発明者らは、電子スピン分析器を小型化した場合において、散乱電子の検出感度の劣化を防止すべく鋭意検討を行った。その結果、本発明の第1の電子スピン分析器にしたがって、加速電極部を内側加速電極と外側加速電極の2重構造とし、内側加速電極に設けられた内側導入口の開口径を外側加速電極に設けられた外側導入口の開口径よりも大きくした構成とすることにより、入射電子線を散乱ターゲット位置に極めて高度に収束させることができ、その結果として、散乱電子の収束度合いが増加することを見出した。したがって、本発明の第1の電子スピン分析器によれば、散乱電子を効率よく検出することができ、分析器の検出感度を増大させることができる。

【0009】

また、本発明の第2の電子スピン分析器によれば、散乱電子検出部へ散乱された電子を導入するための内側加速電極に設けられた内側開口部の開口径を、同様の目的で設けられた外側加速電極の外側開口部の開口径よりも大きくしている。その結果、散乱電子の収束性が増大し、散乱電子検出部において散乱電子を効率よく検出することができ、分析器の検出感度を増大させることができる。

さらに、本発明の第3の電子スピン分析器によれば、散乱電子検出部に散乱電子を捕捉するための補正電極を設けているので散乱電子の収束性が増大する。したがって、分析器における散乱電子の検出感度を増大させることができる。

【0010】

さらに、本発明者らは、一般の電子スピン分析器においては入射電子線の方向と120度の方向において散乱電子の分布が最大となるが、電子スピン分析器を小型化した場合においては、散乱電子の分布が最大となる位置が120度からシフトすることを見出した。本発明の第4の電子線スピン分析器は、散乱電子検出部を前記散乱電子の分布が最大となる位置に設けるようにしているので、散乱電子の検出感度を増大させることができる。

【0011】

なお、上記第1～第4の電子スピン分析器は、それぞれ単独で用いることもできるが、これら構成上の特徴を2つ以上組み合わせることも可能である。そして、好ましくは、第1～第4の電子スピン分析器の構成上の特徴を総て組み合わせることによって、散乱電子の検出感度を極めて大きくすることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を発明の実施の形態に基づいて詳細に説明する。

図1は、上記第1～第4の電子線スピン分析器の特徴を組み合わせた、本発明の電子スピン分析器の好ましい態様を示す断面図である。なお、図中における矢印は、入射電子線の方向を示す。

【0013】

10

20

30

40

50

図 1 に示す電子スピン分析器は、電子線発生装置 1 と、電子線発生装置 1 の電子線発射口 1 A と対向するように配置された外側加速電極 2 と内側加速電極 3 とを具える。外側加速電極 2 及び内側加速電極 3 は、電極支持部材 6 によって支持されている。外側加速電極 2 の外周部には、電子線の入射方向に対して左右対照となる位置に散乱電子検出部 4 が設けられ、外側加速電極 2 及び内側加速電極 3 の内部には、電極支持部材 6 に取り付けられた支持台 1 3 によって支持された散乱ターゲット 5 が設けられている。

【 0 0 1 4 】

外側加速電極 2 及び内側加速電極 3 には、それぞれ電子線発生装置 1 から発射された電子線を散乱ターゲット 5 に導入すべく、外側導入口 1 4 及び内側導入口 1 5 が設けられている。そして、散乱ターゲット 5 で散乱された電子を散乱電子検出部 4 に導入すべく、それぞれ外側開口部 8 及び内側開口部 7 が設けられている。

10

【 0 0 1 5 】

本発明にしたがって内側導入口 1 5 の開口径は外側導入口 1 4 の開口径よりも大きいことが必要である。具体的には、内側導入口 1 5 の開口径の開口角 θ が、外側導入口 1 5 の開口径の開口角 θ_0 よりも $0.1 \sim 5$ 度大きいことが好ましい。これによって、上述したように、入射電子線を散乱ターゲット位置に極めて高度に収束させることができ、散乱電子の検出感度を増大させることができる。

【 0 0 1 6 】

また、本発明にしたがって内側開口部 7 の開口径は外側開口部 8 の開口径よりも大きいことが必要である。具体的には、内側開口部 7 の開口径の開口角 θ が、外側開口部 8 の開口径の開口角 θ_0 よりも $0.1 \sim 5$ 度大きいことが好ましい。これによって、上述したように、散乱電子を高度に収束させることができ、散乱電子検出部における散乱電子の検出割合を向上させて検出感度を増大させることができる。

20

【 0 0 1 7 】

図 2 は、図 1 に示す内側導入口 1 4 及び外側導入口 1 5 近傍を拡大して示す図である。図 2 から明らかなように、外側加速電極 2 及び内側加速電極 3 の互いに対向するエッジ部分 2 a、2 b、及び 3 a、3 b はそれぞれ曲率を有している。このように互いに対向するエッジ部分に対して曲率を持たせることによって、入射電子線の散乱ターゲット上での収束性をさらに増大させることができる。その結果、散乱電子の検出感度を向上させることができる。

30

【 0 0 1 8 】

外側加速電極 2 のエッジ部分 2 a 及び 2 b の曲率半径 R_1 は、同様の理由から $0.5 \sim 2$ mm であることが好ましい。

同様に、内側加速電極 3 のエッジ部分 3 a 及び 3 b の曲率半径 r_1 は、 $0.5 \sim 2$ mm であることが好ましい。

【 0 0 1 9 】

図 3 は、図 2 同様に、図 1 に示す内側開口部 7 及び外側開口部 8 近傍を拡大して示す図である。

図 3 から明らかなように、外側加速電極 2 及び内側加速電極 3 の互いに対向するエッジ部分 2 A、2 B、及び 3 A、3 B はそれぞれ曲率を有している。このように互いに対向するエッジ部分に対して曲率を持たせることによって、散乱電子の収束性が增大するため、散乱電子検出部 4 における散乱電子の検出感度が増大する。

40

【 0 0 2 0 】

外側加速電極 2 のエッジ部分 2 A 及び 2 B の曲率半径 R_2 は、同様の理由から $0.5 \sim 2$ mm であることが好ましい。

同様に、内側加速電極 3 のエッジ部分 3 A 及び 3 B の曲率半径 r_2 は、 $0.5 \sim 2$ mm であることが好ましい。

【 0 0 2 1 】

散乱電子検出部 4 は、電子検出器 1 0 及びその手前にグリッド 1 1 を具えるとともに、電子検出器 1 0 及びグリッド 1 1 の両側において本発明にしたがって補正電極 9 を具えてい

50

る。そして、これらがシールド 12 によって囲まれた構成を呈している。このように散乱電子検出部 4 に補正電極 9 を具えることにより、散乱電子検出部 4 内に入射してきた散乱電子が収束され、グリッド 11 を通過して電子検出器 10 に至る割合が増大する。その結果、図 1 に示す電子スピン分析器の感度が向上する。

【0022】

補正電極 9 は、散乱電子検出部 4 内に入射した散乱電子を収束させることが目的であることから、電界レンズから構成されることが好ましい。電界レンズとしては、ユニポテンシャルレンズ及びバイポテンシャルレンズなどを用いることができる。また、その形状は収束度合いを向上させるべく、円筒形であることが好ましい。

【0023】

さらに散乱電子検出部 4 は、入射電子線の方向に対して角度 が 100 ~ 140 度となる位置、好ましくは 115 ~ 125 度となる位置に配置されている。上述したように、電子スピン分析器を小型化した場合においては、上記位置において散乱電子に分布が最大となるため、かかる位置に散乱電子検出部を配置することによって散乱電子の検出感度を向上させることができる。

【0024】

なお、図 1 に示す電子スピン分析器の各部は、当業者にとって公知の材料から構成することができる。

また、図 1 に示す電子スピン分析器は、電子線の入射方向に対して左右対称の位置に 1 対の散乱電子検出器を具えている。これによって、一方向のスピン成分を測定することができる。さらに図 1 には示していないが、紙面の前後において、各散乱電子検出部が 4 回対称となる位置に追加の 1 対の散乱電子検出部を設けることにより、2 方向のスピン成分を測定することができる。

【0025】

以上、具体例を挙げながら発明の実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明してきたが、本発明は上記内容に限定されるものではなく、本発明の範疇を逸脱しない限りにおいてあらゆる変形や変更が可能である。

【0026】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、散乱電子の検出感度を劣化させることなく、電子スピン分析器を小型化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の電子スピン分析器の一例を示す断面図である。

【図 2】 図 1 に示す電子スピン分析器の拡大断面図である。

【図 3】 同じく図 1 に示す電子スピン分析器の拡大断面図である。

【符号の説明】

- 1 電子線発生装置
- 2 外側加速電極
- 3 内側加速電極
- 4 散乱電子検出部
- 5 散乱ターゲット
- 6 電極支持部材
- 7 内側開口部
- 8 外側開口部
- 9 補正電極
- 10 電子検出器
- 11 グリッド
- 12 シールド
- 13 支持台
- 14、15 電子線導入口

10

20

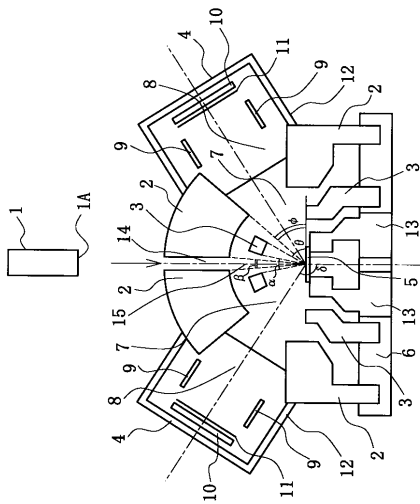
30

40

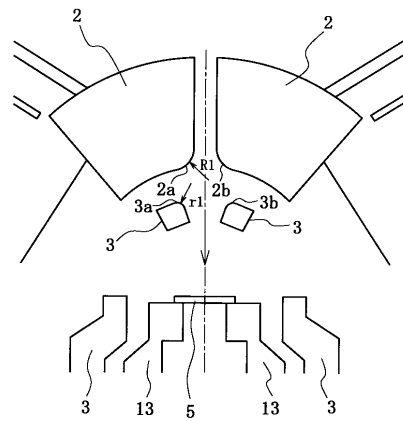
50

2 a、2 b、2 A、2 B 外側開口部のエッジ部分
3 a、3 b、3 A、3 B 内側開口部のエッジ部分

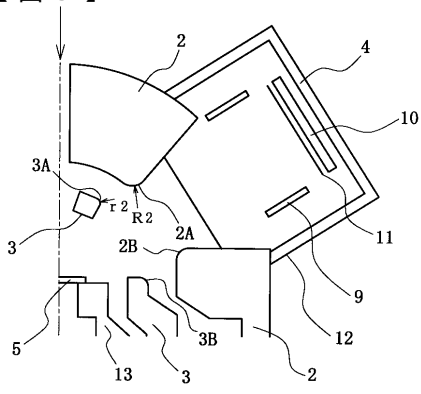
【図1】



【図2】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100110180
弁理士 阿相 順一
- (72)発明者 武笠 幸一
北海道札幌市中央区南13条西5丁目1-1-901
- (72)発明者 池田 正幸
北海道札幌市手稲区金山2条3丁目5-6
- (72)発明者 末岡 和久
北海道札幌市東区北35条東3丁目3-10-108
- (72)発明者 武藤 征一
北海道札幌市白石区本郷通13丁目南4-1 ムトウ建設工業株式会社内
- (72)発明者 上遠野 久夫
北海道札幌市手稲区曙2条4-2-29 株式会社 産鋼スチール内
- (72)発明者 上田 映介
北海道上磯郡上磯町字追分3丁目2-2 株式会社 菅製作所内

審査官 河原 英雄

- (56)参考文献 特開平08-220244(JP,A)
特開平08-306332(JP,A)
特開平10-020044(JP,A)
特開平11-211838(JP,A)
特開2001-311702(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01J 37/244
G01N 23/20
H01J 37/26