

(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
2014 年 1 月 16 日(16.01.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/010430 A1

- (51) 国際特許分類:
H01J 37/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/067640
- (22) 国際出願日: 2013 年 6 月 27 日(27.06.2013)
- (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 2012-154997 2012 年 7 月 10 日(10.07.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社日立ハイテクノロジーズ(HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目 2 4 番 1 4 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 津野 夏規(TSUNO Natsuki); 〒1858601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内 Tokyo (JP). 数見 秀之(KAZUMI Hideyuki); 〒3128504 茨城県ひたちなか市大字市毛 8 8 2 番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ 那珂事業所内 Ibaraki (JP). 木村 嘉伸(KIMURA Yoshinobu); 〒1858601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内 Tokyo (JP). 川野 源 (KAWANO Hajime); 〒1058717 東京都港区西新橋

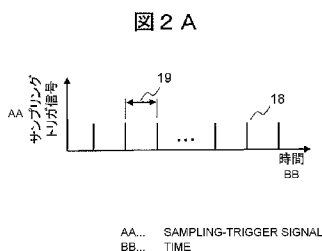
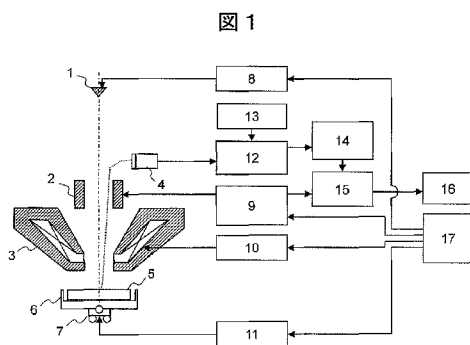
一丁目 2 4 番 1 4 号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 平木 祐輔, 外(HIRAKI Yusuke et al.); 〒1056232 東京都港区愛宕 2 丁目 5 番 1 号 愛宕グリーンヒルズMORIタワー 3 2 階 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, 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, 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, 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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシヤ (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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

[続葉有]

(54) Title: ELECTRON MICROSCOPE AND IMAGE-FORMATION METHOD USING ELECTRON MICROSCOPE

(54) 発明の名称: 電子顕微鏡および電子顕微鏡による画像形成方法



(57) Abstract: This scanning electron microscope is provided with the following: sampling units (12, 13) that sample a detection signal representing emitted electrons detected by a first detection unit (4); a processing unit (14) that computes the mean or sum of a plurality of detection signals sampled by the sampling unit; and an image-formation unit (15) that forms an image on the basis of the mean or sum of the plurality of detection signals. The period (19) of a sampling-trigger signal is determined on the basis of the mean number of electrons that a specimen is irradiated with per unit time. This allows efficient detection, with reduced droppage of emitted-electron detection signals and summing of unneeded signals, making it possible to acquire high-quality scanning electron microscope images even with a low electron irradiation level.

(57) 要約: 本発明の走査電子顕微鏡は、第 1 の検出部 (4) において検出された放出電子の検出信号をサンプリングするサンプリング部 (12, 13) と、サンプリング部によってサンプリングされた複数の検出信号の平均値または積算値を算出する処理部 (14) と、複数の検出信号の平均値または積算値に基づいて画像を形成する画像形成部 (15) とを備え、試料に対する単位時間当たりの平均的な電子の照射個数に基づき、サンプリングトリガ信号の周期 (19) を決定する。これにより、放出電子の検出信号の取りこぼしや不要信号の積算を抑制した効率の良い検出が可能になり、電子照射量が少ない場合でも高画質な走査電子顕微鏡像を取得することができる。

WO 2014/010430 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, 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：電子顕微鏡および電子顕微鏡による画像形成方法 技術分野

[0001] 本発明は、電子線を用いた試料形態を観察する顕微鏡技術に関し、特に放出電子の検出制御および信号処理技術に関する。

背景技術

[0002] 試料の拡大観察可能な顕微鏡として電子線を用いた電子顕微鏡がある。特に、試料上で電子線を走査して撮像する走査型電子顕微鏡（以下、SEMと略す）は、微細な表面形状の観察や局所的な組成分析などの試料解析に利用されている。SEMでは、電子源に印加された電圧によって加速された電子線（以下、1次電子とする）を電子レンズで集束し、試料に照射する。集束した電子線は、偏向器により試料上を走査する。そして、電子線照射による試料からの放出電子（オージェ電子、2次電子、反射電子、もしくは2次電子と反射電子）を検出器で検出する。さらに、検出器で検出した放出電子の検出信号は、一定の周期でサンプリングされる。前記放出電子の信号のサンプリングは、走査信号に同期して実施され、2次元画像の画素に対応した抽出信号が得られる。抽出信号の強度は、画像の明るさに変換される。試料からの放出電子の放出率は、試料表面の形状により異なるため、抽出信号に差が生じ、形状を反映したコントラストが得られる。

[0003] SEMでは、微細な表面形状の観察が最も一般的なアプリケーションである。近年、有機材料や生体材料などのソフトマテリアルを含む試料がSEMの観察対象となる事例が増えている。対象がソフトマテリアルを含む場合、電子線照射によって試料が帯電し、観察中の画像ドリフトや形状コントラストの喪失といった像障害が問題となる。さらには、電子線照射によって試料にダメージが生じるため、シュリンクといった試料の形状変化も問題となる。そのため、数百Vの電子線を用いる低加速SEMが実用化されている。低加速SEMにおいても、電子線の走査速度を遅くした高画質観察やナノ分解

能での高倍観察では、電子照射量が増加し、電子線照射による帯電やダメージの影響が顕在化する。そのため、電子線の低加速化に加え、少ない電子照射量での観察が求められる。

[0004] 通常、SEMでは、同一箇所を複数回走査し、各走査で得られる抽出信号の積算により、画質を向上させる。また、抽出信号の積算以外の方法として、特許文献1には、走査速度や観察領域のサイズに応じて放出電子の検出信号をサンプリングする回数を制御し、高解像SEM像を取得する方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2006-139965号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 試料に対して照射される電子の個数は、観察視野、電子線の走査速度、照射電流、信号の積算数に依存する。例えば、信号の積算数を増やしたり、走査速度を遅くして、高画質で観察した場合、同一画素内で電子は100個以上照射される。100個以上の照射で得られる放出電子の検出信号を、通常、10回程度サンプリングする。100個以上の電子照射量では、サンプリングの回数より照射した電子の数の方が多く、積算数に応じた高いSN比（Signal to noise ratio）を有する画像が得られる。

[0007] しかしながら、電子線による帯電やダメージが顕著な試料を観察するため、同一画素内に照射する電子を1から数十個と少なくした場合、サンプリングの回数と照射した電子の数が同等もしくは、電子の数の方が小さくなる。そのため、検出信号を取りこぼしたり、電子が照射されていないときの信号を抽出してしまうため、SN比が低下し、画質が悪化する。また、この同一画素内に照射する電子の数が少ない場合、積算数を増やしても、電子が照射されていない不要な信号を積算することになり、画質が向上しない。

[0008] 本発明は、上記課題を解決するために、少ない電子照射量で高画質なSEM像を得る電子顕微鏡および電子顕微鏡の画像形成方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するには、放出電子の検出信号の取りこぼしや不要な信号検出を抑えた、検出のサンプリングを制御することが重要となる。上記課題を解決するために、本発明の電子顕微鏡は、電子線を試料に照射する照射部と、前記電子線の照射を制御する制御部と、前記電子線の照射位置において前記試料から放出する放出電子を検出する第1の検出部と、前記電子線の単位時間当たりの平均的な電子の照射個数に基づいて、前記第1の検出部において検出された前記放出電子の検出信号をサンプリングするサンプリング部と、前記サンプリング部によってサンプリングされた複数の検出信号の平均値または積算値を算出する処理部と、前記複数の検出信号の平均値または積算値に基づいて画像を形成する画像形成部と、を備える。本発明の電子顕微鏡によれば、効率的に検出信号をサンプリングできるため、少ない電子照射量であっても、放出電子の検出信号の取りこぼしや不要な信号の積算を抑制でき、高画質なSEM像が提供できる。

[0010] また、本発明によれば、電子顕微鏡の画像形成方法が提供される。本発明の電子顕微鏡の画像形成方法は、電子線を試料に照射するステップと、前記電子線の照射を制御するステップと、前記電子線の照射位置において前記試料から放出する放出電子を検出するステップと、前記電子線の単位時間当たりの平均的な電子の照射個数に基づいて前記放出電子の検出信号をサンプリングするステップと、サンプリングされた複数の検出信号の平均値または積算値を算出するステップと、前記複数の検出信号の平均値または積算値に基づいて画像を形成するステップと、を含む。

[0011] なお、本発明は、前記電子線を連続的に試料に照射する電子顕微鏡、および前記電子線を断続的に試料に照射する電子顕微鏡のいずれの装置にも適用することができる。

[0012] また、本発明では、前記放出電子の検出信号をサンプリングする周期とタ

イメージングを、前記放出電子の検出信号のタイムチャート、もしくは前記試料に照射する電子線を検出したタイムチャートのうちいずれかにより決定することができる。放出電子の検出信号のタイムチャートを用いる構成の場合、本発明の電子顕微鏡は、放出電子の検出信号のサンプリング条件を解析するサンプリング条件解析部と、前記サンプリング条件に基づいて放出電子の検出信号をサンプリングするサンプリング制御部とを備える。これにより、電子線の単位時間当たりの平均的な電子の照射個数に基づく周期を、放出電子の検出信号のタイムチャートから解析的に得ることが可能となる。

[0013] また、電子線を検出したタイムチャートを用いる構成の場合、本発明の電子顕微鏡は、電子線を検出する第2の検出部と、前記第2の検出部によって検出された検出信号に基づいて前記サンプリング部にサンプリングトリガ信号を入力する信号処理部とを備える。これにより、電子線の検出信号をトリガとして、電子線の単位時間当たりの平均的な電子の照射個数に基づく周期で、放出電子のサンプリングのための信号を生成し、放出電子の検出信号をサンプリングすることができる。

[0014] また、本発明では、前記電子線の単位時間あたりの平均的な電子の照射個数を電子線の照射電流により決定することができる。

[0015] また、通常SEMで用いる単位時間あたりの平均的な電子の照射個数は、 10^9 個から 10^6 個/sの範囲であるため、前記放出電子の検出信号のサンプリングする周期を、1GHzから10MHzの範囲内に設定するのがよい。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、少ない電子照射量の観察条件下においても、高画質で画像化する電子顕微鏡が提供できる。

[0017] 本発明に関連する更なる特徴は、本明細書の記述、添付図面から明らかになるものである。また、上記した以外の、課題、構成および効果は、以下の実施例の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]第1実施例による電子顕微鏡の一例を示す構成図である。

[図2A]第1実施例の放出電子の検出信号を処理する方法の一例を示す説明図である。

[図2B]第1実施例の放出電子の検出信号を処理する方法の一例を示す説明図である。

[図3]第1実施例のサンプリング条件の設定フローの一例を示す説明図である。

[図4A]第1実施例の観察条件で取得した画像の一例である。

[図4B]任意に設定した観察条件で取得した画像の一例である。

[図5]第2実施例の放出電子の検出信号を処理する方法の一例を示す説明図である。

[図6]第2実施例の画像形成条件の設定フローの一例を示す説明図である。

[図7]第2実施例の電子顕微鏡の一例を示す構成図である。

[図8]第3実施例の画像形成条件の設定フローの一例を示す説明図である。

[図9]第3実施例の画像形成条件の設定操作GUIの一例を示す図である。

[図10]第4実施例の電子顕微鏡の一例を示す構成図である。

[図11]第4実施例のサンプリング条件の設定フローの一例を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、添付図面を参照して本発明の実施例について説明する。なお、添付図面は本発明の原理に則った具体的な実施例を示しているが、これらは本発明の理解のためのものであり、決して本発明を限定的に解釈するために用いられるものではない。

[0020] <第1実施例>

本実施例では、放出電子の検出信号のサンプリング周期を制御して画像を形成する装置および方法について述べる。図1は、本発明の第1実施例である電子顕微鏡の構成図を示す。なお、本実施例では、例として走査電子顕微鏡を用いているが、断続的な電子線を用いた電子顕微鏡であっても構わない。

。

[0021] 走査電子顕微鏡は、電子光学系と、ステージ機構系と、SEM制御系と、信号処理系と、SEM操作系とにより構成されている。電子光学系は、電子銃1と、偏向器2と、対物レンズ3と、検出器4とを備える。ステージ機構系は、試料5を設置する試料ホルダ6と、傾斜制御可能で且つXYZ軸方向に移動可能なステージ7とを備える。

[0022] SEM制御系は、電子銃制御部8と、偏向走査信号制御部9と、対物レンズコイル制御部10と、ステージ制御部11とを備える。また、信号処理系は、検出信号抽出部12と、抽出制御部13と、抽出信号処理部14と、画像形成部15とを備える。本実施例では、検出器4で検出された放出電子をサンプリングするサンプリング部は、検出信号抽出部12と抽出制御部13とで構成され、抽出制御部13が、放出電子の検出信号のサンプリング条件を解析するサンプリング条件解析部と、前記サンプリング条件に基づいて放出電子の検出信号をサンプリングするサンプリング制御部とを備える。さらに、操作系は、画像表示部16と、操作インターフェース17とを備える。

[0023] 走査電子顕微鏡では、電子銃1からの電子線に対物レンズ3で集束し、試料ホルダ6上の試料5に照射する。また、電子線は、偏向器2により試料5上を走査する。そして、電子線照射による試料5からの放出電子を検出器4で検出する。検出信号抽出部12は、検出器4で得られるアナログの検出信号から、あるサンプリング周期で検出信号を抽出する。ここで、検出信号を抽出するためのサンプリング周期は、抽出制御部13によって制御される。また、抽出信号処理部14は、検出信号抽出部12によって抽出された信号を積算する。なお、抽出信号処理部14は、検出信号抽出部12によって抽出された信号の平均値を計算してもよい。画像形成部15は、抽出された信号の積算値または平均値に基づいて画像を形成し、画像表示部16がSEM像を表示する。

[0024] 本実施例では、電子照射量を照射電流 I_p で制御する。電子銃制御部8が、照射電流 I_p を制御することによって、電子銃1から放出される放出電流

を制御する。すなわち、電子銃制御部 8 が、照射電流 I_p を制御することによって、単位時間当たりの平均的な電子の照射個数が制御される。

図 2 A および図 2 B は、本実施例の放出電子の検出信号を処理する方法の概念図である。図 2 A は、横軸に時間、縦軸にサンプリングトリガ信号をとったタイムチャート 18 を示す。また、図 2 B は、横軸に時間、縦軸に抽出信号をとったタイムチャート 20 を示す。

[0025] 本実施例において、サンプリングトリガ信号の周期は、単位時間当たりの平均的な電子の照射個数に基づき (1) 式で決定する。

$$f = I_p / e \quad (1)$$

ここで、 f は、図 2 A に示すサンプリング周期 19 であり、 e は、素電荷である。このように、電子銃 1 から電子が照射電流 I_p によって制御されている構成では、電子線の照射電流 I_p を用いて、サンプリング周期を求めることができる。

[0026] (1) 式に基づいてサンプリング周期 f が求められると、図 2 A のタイムチャート 18 に示すように、サンプリング周期 19 で検出信号を抽出する。さらに、図 2 B の抽出信号のタイムチャート 20 に示すように、積算区間 21 に含まれる抽出信号を積算し、画質を向上させる。ここで、積算区間 21 は、観察条件として設定される信号の積算数によって決定される。

[0027] 図 3 は、本実施例におけるサンプリング条件の設定フローを示す。ステップ S100 において、予め、観察条件を設定する。これらの観察条件は、操作インターフェース 17 を介して電子顕微鏡に設定される。なお、本実施例の観察条件は、加速電圧 V_a 、観察視野 M 、照射電流 I_p 、積算数 N_a とした。本実施例では、 $V_a = 300 \text{ eV}$ 、 $M = 80 \text{ nm}$ 、 $I_p = 5.3 \text{ pA}$ とし、積算数 $N_a = 60$ とした。

[0028] 次に、ステップ S101 において、サンプリング周期を電子顕微鏡（すなわち、抽出制御部 13）に設定する。サンプリング周期 f は、(1) 式によって求められる。 $I_p = 5.3 \text{ pA}$ の場合、 f は 33 MHz である。ここで、サンプリング周期 f は、放出電子の信号検出系の帯域以下であることが望

ましい。

[0029] また、本発明では、画素ごとに、指定した積算数で検出信号を積算処理する必要がある、電子線の走査速度は、サンプリング周期 f と積算数 N_a に依存する。したがって、ステップ $S102$ において、観察条件やサンプリング条件によって電子線の走査速度を設定する。電子線の走査速度 V は、以下の(2)式により求められる。

$$V = S_p / t_p \quad (2)$$

ここで、 S_p は画素サイズであり、 t_p は1画素あたりの取得時間である。画素サイズ S_p は、観察視野を画素数で割ることで算出できる。1画素あたりの取得時間 t_p は、以下の(3)式より算出できる。

$$t_p = 1 / (f \times N_a) \quad (3)$$

ここで、 f はサンプリング周期 19 であり、 N_a は前記積算数である。以上の処理によってサンプリング条件の設定が終了する($S103$)。その後、検出信号抽出部 12 は、抽出制御部 13 からの制御によって、サンプリング周期 f で検出信号を抽出する。その後、抽出信号処理部 14 は、検出信号抽出部 12 によって抽出された信号を積算し、画像形成部 15 は、抽出された信号の積算値に基づいて画像を形成する。

[0030] 図4Aは、図3のフローで設定した放出電子の検出信号のサンプリング周期 19 ($f = 33 \text{ MHz}$) で取得した画像である。また、図4Bは、任意に設定した放出電子の検出信号のサンプリング周期 ($f = 3.3 \text{ MHz}$) での画像である。図4Bは、ノイズ成分が多く画質が悪いのに対し、図4Aは、ノイズ成分が少なく、画質が向上している。

このように、本実施例によれば、単位時間当たりの平均的な電子の照射個数に基づいて放出電子の信号を効率よくサンプリングできるため、少ない電子照射量でも高画質SEM像を取得することができる。

[0031] なお、通常SEMで用いる単位時間あたりの平均的な電子の照射個数は、 10^9 個から 10^6 個/sの範囲であるため、放出電子の検出信号のサンプリングする周期を、 1 GHz から 10 MHz の範囲内に設定するのが好ましい

。

[0032] <第2実施例>

本実施例では、放出電子の検出信号のサンプリング周期を制御して画像を形成する装置および方法について述べる。なお、本実施例における電子顕微鏡の構成は、第1実施例と同様の構成を使用するため、説明を省略する。図5は、本実施例の放出電子の検出信号を処理する方法の概念図を示す。図5の一番上の図は、横軸に時間、縦軸にサンプリングトリガ信号をとったタイムチャート18を示す。また、図5における残りの3つの図は、横軸に時間、縦軸に抽出信号をとったタイムチャート23、24、25を示す。

[0033] 本実施例では、サンプリング周期19を、以下の(4)式に基づき設定する。

$$f = n \times I_p / e \quad (4)$$

ここで、 n はサンプリング係数であり、整数である。本実施例では $n=3$ を用いた。放出電子の検出信号は、電子の平均的な照射数より高い頻度でサンプリングされる。ここでは、図5のタイムチャート18には、係数 $n=3$ を用いて得られたサンプリング周期19が示されている。

[0034] 本実施例では、サンプリング周期19でサンプリングした検出信号の抽出信号のタイムチャートから、(1)式の周期で再度抽出する。この際、サンプリング係数に依存して、サンプリングのタイミング22ずつオフセットした3つの異なるタイムチャート23、24、25が得られる。タイムチャート23、24、25において、実線の部分が信号を抽出するタイミングを示している。本実施例におけるサンプリングのタイミング22は、パルス状の検出信号からの遅れ時間で定義している。この遅れ時間が最少となるタイミングが、最適なサンプリングのタイミングである。

[0035] 本実施例では、最適なサンプリングのタイミングを判定するため、タイムチャート23、24、25において抽出信号が閾値26以上となる頻度を解析する。ここで、閾値26は、電子線を遮断したときに生じるノイズ以上で、かつ、電子1個を検出したときの信号電圧以下であることが望ましい。こ

ここで、電子1個を検出したときの信号電圧は、量子化された検出信号の抽出信号の検出電圧ピッチにより求まる。この例では、タイミングの異なる検出信号の抽出信号のタイムチャート23、24、25のうち、閾値26を超える頻度が最も高いタイミングが、パルス状の検出信号からの遅れ時間が最少となるタイミングとする。

[0036] 図5の例では、検出信号の抽出信号のタイムチャート24のタイミングが、閾値26を超える頻度が最も高いため、最適なサンプリングのタイミングである。ここで、タイミングの調整量はサンプリング係数 n に依存するため、 n が大きいほど調整精度が向上する。本実施例によれば、サンプリングのタイミングを補正することが可能となる。

[0037] 図6は、本実施例の画像形成条件の設定フローを示す。第1実施例と同様に、画像取得前に、ステップS110において、観察条件（加速電圧 V_a 、観察視野 M 、照射電流 I_p 、積算数 N_a ）を設定する。次に、ステップS111において、サンプリング条件の解析条件（サンプリング係数 n 、検出信号の抽出値の閾値 V_{th} ）を設定する。ここで、閾値 V_{th} は、図5の閾値26に対応するものである。これらの条件は、例えば、操作インターフェース17を介して抽出制御部13に設定される。

[0038] 次に、ステップS112において、設定した照射電流 I_p とサンプリング係数 n から（4）式に基づいて、サンプリング周期 f を電子顕微鏡に（すなわち、抽出制御部13）に設定する。次に、ステップS113において、画素に対応した電子線の照射位置に移動する。本実施例において、電子線の照射位置は走査によって制御する。

[0039] 次に、ステップS114において、検出信号抽出部12は、抽出制御部13からの制御によって、サンプリング周期 f （ $=n \times f_e$ ）でサンプリングする。ここで、 $f_e = I_p / e$ である。さらに、ステップS115において、抽出制御部13は、図5で説明したやり方で、抽出信号が閾値 V_{th} 以上となる頻度が最も高いタイミングを解析し、最適なタイミングを判定する。次に、ステップ116において、検出信号抽出部12は、最適なタイミング

での抽出信号のみを抽出し、抽出信号処理部 14 は、それら抽出信号を積算する。

[0040] その後、再度、ステップ S 113 に戻り、画素に対応した電子線の照射位置に移動する。そして、ステップ S 114 ~ 116 を実行して、最適なタイミングの判定と、検出信号の積算とを繰り返し実行する。最終的に、ステップ S 117 において、画像形成部 15 は、画素ごとに積算した信号により、画像を形成する。

このように、本実施例によれば、サンプリング周期とのタイミングを高精度に調整することができ、少ない電子照射量でも高画質 SEM 像を取得することができる。

[0041] <第 3 実施例>

本実施例では、予めサンプリングの周期とタイミングを解析する方法とサンプリングの周期とタイミングを解析する機能を備えた装置について述べる。図 7 は、本実施例における電子顕微鏡の構成図を示す。

[0042] 図 7 の構成は、第 1 実施例で示した図 1 の構成に対して、ビームブランカ 27 と、絞り機構 28 と、ビームブランキング制御部 29 とが追加された構成となっている。ビームブランカ 27 は、例えば、電子線を偏向させる偏向器などであり、絞り機構 28 は、電子線を通過させるための経路（孔など）を有するものである。したがって、ビームブランキング制御部 29 でビームブランカ 27 を制御することにより、電子銃 1 からの電子線を絞り機構 28 の経路を通過させたり、通過させなかったりすることが可能となる。これにより、図 7 に示すように断続的な電子線の照射が可能となる。

[0043] 電子線の断続条件（照射時間、照射回数、照射間の間隔時間）は、ビームブランカ 27 に印加するビームブランキング電圧信号で制御できる。本実施例では、ビームブランキング制御部 29 が、時間を管理する基準信号であるクロック信号と同期して、ビームブランキング電圧信号を制御する。

[0044] 本実施例の特徴は、断続的な電子線の照射を用いたサンプリングの周期とタイミングを解析できる点にある。以下に、サンプリングの周期とタイミン

グを解析する方法について説明する。図8は、サンプリングの周期とタイミングを解析するフローである。

[0045] まず、ステップS120において、電子顕微鏡をサンプリング条件の解析モードに切り替える。このとき、サンプリングの周期とタイミングを設定する操作GUIが起動し、操作GUIが画像表示部16に表示される。この操作GUIの詳細については後述する。

[0046] 次に、ステップS121において、操作GUI上において、観察条件（加速電圧 V_a 、観察視野 M 、照射電流 I_p 、積算数 N_a ）を入力する。さらに、ステップS122において、サンプリング条件の解析条件（サンプリング係数 n 、検出信号の抽出値の閾値 V_{th} ）を入力する。

[0047] 次に、ステップS123において、(4)式に基づいて、設定した照射電流 I_p とサンプリング係数 n から解析用サンプリング周期 f を設定する。この解析用サンプリング周期 f は、例えば、抽出制御部13に設定される。次に、ステップS124において、サンプリング条件を解析するために、電子線を照射する解析位置を設定する。解析位置は、観察領域であっても、観察領域外であっても構わない。固定した解析位置に断続的な電子線を照射する。

[0048] 次に、ステップS125において、検出信号抽出部12は、抽出制御部13からの制御によって、解析用サンプリング周期 f で放出電子の検出信号を抽出する。次に、ステップS126において、第2実施例と同様に、タイミングの異なる抽出信号の複数のタイムチャートから、抽出信号の閾値（ V_{th} ）以上となる頻度の解析することによって、サンプリングのタイミングを解析する。ここで、まず、上述の第2実施例と同様に、抽出信号の閾値（ V_{th} ）以上となる頻度が最も高いタイミングを選択する。ここで、本実施例におけるサンプリングのタイミングは、ビームブランキング電圧信号の立ち上がり時を基準とする。サンプリングのタイミングは、断続的な照射の間において、ビームブランキング電圧信号の立ち上がり時から最初に検出される抽出信号までの遅れ時間で定義した。

[0049] 本実施例では、ビームブランキング電圧信号の立ち上がり時から最初に検出される抽出信号までの遅れ時間が解析された後、その遅れ時間後からは（１）式のサンプリング周期 f でサンプリングすればよい。すなわち、本実施例では、画素ごとにサンプリングのタイミングを解析する必要がない。したがって、ステップ $S127$ においては、上述のように得られたサンプリングのタイミングを抽出制御部 13 に設定し、さらに、観察に用いるサンプリングの周期として（１）式のサンプリング周期 f を抽出制御部 13 に設定する。

[0050] そして、ステップ $S128$ において、これらのサンプリング条件（サンプリング周期 f とタイミング）で、電子顕微鏡を観察モードに切り替えて、サンプリングトリガ信号を発生させる。なお、このサンプリングトリガ信号は、電子線の照射電流を変更するまで使用できる。また、本実施例で解析したサンプリング条件は、走査電子顕微鏡もしくは断続的な電子線による電子顕微鏡の画像形成に適用できる。

[0051] 次に、サンプリングの周期とタイミングを設定する操作 GUI （*Graphic User Interface*）について説明する。図 9 は、画像表示部 16 に表示される操作 GUI を示す。操作 GUI は、観察条件入力ウィンドウ 30 と、解析条件入力ウィンドウ 31 と、解析タイムチャートウィンドウ 32 と、サンプリング解析結果ウィンドウ 33 とを備える。

[0052] 観察条件とサンプリング条件の解析条件は、観察条件入力ウィンドウ 30 およびサンプリング条件の解析条件入力ウィンドウ 31 に入力することができる。例えば、観察条件入力ウィンドウ 30 では、加速電圧 V_a 、観察視野 M 、照射電流 I_p 、積算数 N_a を設定する。また、解析条件入力ウィンドウ 31 では、サンプリング係数 n 、検出信号の抽出値の閾値 V_{th} を設定する。

[0053] 解析タイムチャートウィンドウ 32 には、横軸に時間、縦軸にブランキング電圧信号をとったタイムチャート $32a$ と、横軸に時間、縦軸に抽出信号をとったタイムチャート $32b$ が表示される。図 9 に示すように、ビームブランキング電圧信号の立ち上がり時と、断続的な照射の中で最初に検出される

抽出信号との間の時間差により、サンプリングのタイミング32cを解析することができる。また、サンプリング解析結果ウィンドウ33には、サンプリング条件が表示される。この例では、タイミングごとに(2.5ns、5ns、7.5ns)、閾値V_{th}を超えた頻度が表示されている。ユーザは、この中で閾値を越えた頻度が最も多いタイミングを最適なタイミングとして設定することができる。この構成によれば、ユーザが、各タイミングについて閾値を越えた頻度を確認しながら、最適なタイミングを設定することができる。例えば、閾値を超えた頻度の値が近い2つ以上のタイミングが表示された場合、再解析を行って、より最適なタイミングを選択できる。この場合、ユーザは、解析条件入力ウィンドウ31の閾値V_{th}を設定し直して、「再解析」ボタンを押すことによって、再解析を行うことができる。

このように、本実施例によれば、サンプリング周期とのタイミングを高精度に調整することができ、少ない電子照射量でも高画質SEM像が取得することができる。

[0054] <第4実施例>

本実施例では、放出電子の検出信号のサンプリング周期を制御して画像を形成する方法と装置について述べる。図10は、本実施例における電子顕微鏡の構成例を示す。

[0055] 図10の構成は、第1実施例で示した図1の構成に対して、第二の検出部である1次電子検出器34と、1次電子検出信号処理部35とが追加された構成となっている。そして、1次電子検出信号処理部35が、抽出制御部13に電氣的に接続されている。

[0056] 本実施例では、電子線を1次電子検出器34に直接照射し、電子の照射のタイムチャートを取得する。1次電子検出信号処理部35は、1次電子検出器34によって検出された1次電子の検出信号のタイムチャートから、単位時間当たりの平均的な電子の照射数を解析する。そして、1次電子検出信号処理部35は、単位時間当たりの平均的な電子の照射数からサンプリング周期fを決定し、サンプリングトリガ信号を発生させる。このサンプリングト

リガ信号は、1次電子検出信号処理部35から抽出制御部13に直接入力される。検出信号抽出部12は、抽出制御部13に対して入力されたサンプリングトリガ信号に基づいて、検出信号を抽出する。

[0057] 第1実施例乃至第3実施例においては、(1)式によって、解析的にサンプリング周期を設定する方法について説明した。これに対して、本実施例によれば、1次電子検出器34で1次電子の照射の周期とタイミングを直接計測し、その周期とタイミングをそのまま検出信号の抽出に利用できる。これにより、サンプリング周期とタイミングを高精度に制御できる。

[0058] 図11は、第4実施例のサンプリング条件の設定フローを示す。まず、ステップS130において、電子顕微鏡をサンプリング条件の解析モードに切り替える。次に、ステップS131において、電子線の照射位置を、1次電子の解析位置である1次電子検出器34に移動する。次に、ステップS132において、1次電子検出信号処理部35が、1次電子の検出信号のタイムチャートを取得する。

[0059] さらに、ステップS133において、1次電子検出信号処理部35は、1次電子の検出信号のタイムチャートから、1次電子の単位時間当たりの平均的な電子の照射数を解析し、1次電子の単位時間当たりの平均的な電子の照射数に基づくサンプリング周期 f を決定する。次に、ステップS134において、1次電子検出信号処理部35は、サンプリング周期 f で、1次電子の検出信号をトリガにして、サンプリングトリガ信号を発生させる。なお、このサンプリングトリガ信号は、1次電子検出信号処理部35から抽出制御部13に入力される。そして、ステップS135において、抽出制御部13がサンプリングトリガ信号を保持した状態で、電子顕微鏡を観察モードに変更する。これにより、検出信号抽出部12は、抽出制御部13が保持したタイミングで検出信号を抽出することができる。

このように、本実施例によれば、1次電子を直接検出してサンプリング周期を設定でき、少ない電子照射量でも高画質SEM像が取得することができる。

[0060] <まとめ>

第1実施例によれば、サンプリングトリガ信号の周期は、単位時間当たりの平均的な電子の照射個数に基づき(1)式で決定される。第1実施例によれば、(1)式のサンプリング周期 f で検出信号を抽出し、積算区間21に含まれる抽出信号を積算する。このように、第1実施例によれば、単位時間当たりの平均的な電子の照射個数に基づいて放出電子の信号を効率よくサンプリングでき、放出電子の検出信号の取りこぼしや不要な信号の積算を抑制できる。これにより、少ない電子照射量であっても高画質なSEM像を取得することができる。

[0061] 第2実施例によれば、まず、サンプリング周期を(4)式に基づき設定する。すなわち、サンプリング周期を、電子線の単位時間当たりの平均的な電子の照射個数に基づく周期の整数倍に設定する。そして、タイミング22ずつオフセットした複数の異なるタイムチャート23、24、25から、検出信号が最も高い頻度で所定の閾値26を越えるタイミングを、サンプリングのタイミングとして選択する。そして、選択されたタイミングで、かつ電子線の単位時間当たりの平均的な電子の照射個数に基づく周期(すなわち、(1)式のサンプリング周期 f)で、放出電子の検出信号をサンプリングする。

第2実施例によれば、(4)式のサンプリング係数 n によってより細かい時間間隔でサンプリングを行い、その中から最適なタイミングを選択することができる。したがって、サンプリング周期とのタイミングを高精度に調整することができ、少ない電子照射量でも高画質SEM像を取得することができる。また、係数 n を大きく設定することにより、サンプリング周期とのタイミングの調整精度をより向上させることもできる。

[0062] 第3実施例によれば、断続的な電子線を用いた電子顕微鏡において、予めサンプリングの周期とタイミングを解析することができる。詳細には、第3実施例では、ビームブランキング電圧信号の立ち上がり時と、立ち上がり時から最初に検出される抽出信号との間の時間差に基づいて、検出信号のサン

プリングのタイミングを決定する。そして、決定されたタイミングで、かつ電子線の単位時間当たりの平均的な電子の照射個数に基づく周期（すなわち、（１）式のサンプリング周期 f ）で、検出信号をサンプリングする。

第３実施例によれば、断続的な電子線を用いた電子顕微鏡において、サンプリング周期とのタイミングを高精度に調整することができ、少ない電子照射量でも高画質SEM像が取得することができる。さらに、このタイミングおよびサンプリング周期は、電子線の照射電流を変更するまで使用することができる。

[0063] 第４実施例によれば、電子線を１次電子検出器３４に直接照射し、電子の照射のタイムチャートを取得する。１次電子検出信号処理部３５は、１次電子検出器３４によって検出された１次電子の検出信号のタイムチャートから、単位時間当たりの平均的な電子の照射数を解析し、１次電子の単位時間当たりの平均的な電子の照射数に基づくサンプリング周期 f を決定する。そして、１次電子検出信号処理部３５は、サンプリング周期 f で、１次電子の検出信号をトリガにして、サンプリングトリガ信号を発生させる。

第４実施例によれば、放出電子の検出信号から解析的にサンプリング周期を得る必要がなく、１次電子を直接検出してサンプリング周期を設定できる。これにより、少ない電子照射量でも高画質SEM像が取得することができる。

[0064] また、上記の電子顕微鏡の実施例の各制御部および各処理部等は、それらの一部または全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、本発明は、各制御部および各処理部の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードによっても実現できる。この場合、プログラムコードを記録した記憶媒体をコンピュータなどの情報処理装置に提供し、そのコンピュータ（またはCPUやMPU）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出す。この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施例の機能を実現することになり、そのプログラムコード自体、およびそれを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。

。

[0065] なお、本発明は上述した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上述した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることがあり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0066] 第2実施例では、抽出信号が閾値 V_{th} 以上となる頻度が最も高いタイミングを、最適なタイミングとして設定しているが、この構成に限定されない。例えば、複数のタイミングのそれぞれにおいて抽出信号の平均値を求めて比較するなど、他の方法で、最適なタイミングを設定してもよい。

[0067] 図9に示すように、操作GUI上において、閾値を越えた頻度が最も多いタイミングを最適なタイミングとして設定することができる。この構成に限定されず、例えば、装置が、閾値を越えた頻度が最も多いタイミングを自動的に設定してもよい。

[0068] また、図面における制御線や情報線は、説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。全ての構成が相互に接続されていてもよい。

符号の説明

- [0069]
- 1 電子銃
 - 2 偏向器
 - 3 対物レンズ
 - 4 検出器
 - 5 試料
 - 6 試料ホルダ
 - 7 ステージ
 - 8 電子銃制御部

- 9 偏向走査信号制御部
- 10 対物レンズコイル制御部
- 11 ステージ制御部
- 12 検出信号抽出部
- 13 抽出制御部
- 14 抽出信号処理部
- 15 画像形成部
- 16 画像表示部
- 17 操作インターフェース
- 27 ビームブランカ
- 28 絞り機構
- 29 ビームブランキング制御部
- 34 1次電子検出器
- 35 1次電子検出信号処理部

請求の範囲

- [請求項1] 電子線を試料に照射する照射部と、
前記電子線の照射を制御する制御部と、
前記電子線の照射位置において前記試料から放出する放出電子を検出する第1の検出部と、
前記電子線の単位時間当たりの平均的な電子の照射個数に基づいて、前記第1の検出部において検出された前記放出電子の検出信号をサンプリングするサンプリング部と、
前記サンプリング部によってサンプリングされた複数の検出信号の平均値または積算値を算出する処理部と、
前記複数の検出信号の平均値または積算値に基づいて画像を形成する画像形成部と、
を備えることを特徴とする電子顕微鏡。
- [請求項2] 請求項1に記載の電子顕微鏡において、
前記サンプリング部は、
前記放出電子の検出信号のサンプリング条件を解析するサンプリング条件解析部と、
前記サンプリング条件に基づいて前記検出信号をサンプリングするサンプリング制御部と、
を備えることを特徴とする電子顕微鏡。
- [請求項3] 請求項2に記載の電子顕微鏡において、
前記サンプリング条件解析部は、前記サンプリング条件としての前記検出信号のサンプリング周期を、前記電子線の照射電流によって決定することを特徴とする電子顕微鏡。
- [請求項4] 請求項2に記載の電子顕微鏡において、
前記サンプリング条件解析部は、
前記検出信号のサンプリング周期を、前記電子線の単位時間当たりの平均的な電子の照射個数に基づく周期の整数倍に設定し、

複数の異なるタイミングから、前記検出信号が最も高い頻度で所定の閾値を越えるタイミングを、前記検出信号のサンプリングのタイミングとして選択し、

前記サンプリング制御部は、前記選択されたタイミングで、かつ前記電子線の単位時間当たりの平均的な電子の照射個数に基づく周期で、前記検出信号をサンプリングすることを特徴とする電子顕微鏡。

[請求項5]

請求項2に記載の電子顕微鏡において、

前記照射部は、断続的な電子線を前記試料に照射し、

前記サンプリング条件解析部は、前記断続的な電子線の照射を制御するための信号の立ち上がり時間と前記立ち上がり時間後に最初に所定の閾値を超える前記検出信号との間の時間差に基づいて、前記検出信号のサンプリングのタイミングを決定し、

前記サンプリング制御部は、前記決定されたタイミングで、かつ前記電子線の単位時間当たりの平均的な電子の照射個数に基づく周期で、前記検出信号をサンプリングすることを特徴とする電子顕微鏡。

[請求項6]

請求項1に記載の電子顕微鏡において、

前記電子線を検出する第2の検出部と、

前記第2の検出部によって検出された検出信号に基づいて前記サンプリング部にサンプリングトリガ信号を入力する信号処理部と、
を更に備え、

前記信号処理部は、前記電子線の単位時間当たりの平均的な電子の照射数に基づくサンプリング周期で、サンプリングトリガ信号を前記サンプリング部に入力することを特徴とする電子顕微鏡。

[請求項7]

請求項1に記載の電子顕微鏡において、

前記検出信号のサンプリング周期が、1 GHz から 10 MHz までの範囲内であることを特徴とする電子顕微鏡。

[請求項8]

電子線を試料に照射するステップと、

前記電子線の照射を制御するステップと、

前記電子線の照射位置において前記試料から放出する放出電子を検出するステップと、

前記電子線の単位時間当たりの平均的な電子の照射個数に基づいて前記放出電子の検出信号をサンプリングするステップと、

サンプリングされた複数の検出信号の平均値または積算値を算出するステップと、

前記複数の検出信号の平均値または積算値に基づいて画像を形成するステップと、

を含むことを特徴とする電子顕微鏡の画像形成方法。

[請求項9]

請求項8に記載の電子顕微鏡の画像形成方法において、

前記サンプリングするステップは、

前記放出電子の検出信号のサンプリング条件を解析するステップと、

、

前記サンプリング条件に基づいて前記検出信号をサンプリングするステップと、

を含むことを特徴とする電子顕微鏡の画像形成方法。

[請求項10]

請求項9に記載の電子顕微鏡の画像形成方法において、

前記解析するステップは、前記検出信号のサンプリング周期を前記電子線の照射電流によって決定することを特徴とする電子顕微鏡の画像形成方法。

[請求項11]

請求項9に記載の電子顕微鏡の画像形成方法において、

前記解析するステップは、

前記検出信号のサンプリング周期を、前記電子線の単位時間当たりの平均的な電子の照射個数に基づく周期の整数倍に設定することと、

複数の異なるタイミングから、前記検出信号が最も高い頻度で所定の閾値を越えるタイミングを、前記検出信号のサンプリングのタイミングとして選択することと、

を含み、

前記サンプリングするステップは、前記選択されたタイミングで、かつ前記電子線の単位時間当たりの平均的な電子の照射個数に基づく周期で、前記検出信号をサンプリングすることを含むことを特徴とする電子顕微鏡の画像形成方法。

[請求項12]

請求項9に記載の電子顕微鏡の画像形成方法において、

前記照射するステップは、断続的な電子線を前記試料に照射し、

前記解析するステップは、前記断続的な電子線の照射を制御するための信号の立ち上がり時間と前記立ち上がり時間後に最初に所定の閾値を超える前記検出信号との間の時間差に基づいて、前記検出信号のサンプリングのタイミングを決定することを含み、

前記サンプリングするステップは、前記決定されたタイミングで、かつ前記電子線の単位時間当たりの平均的な電子の照射個数に基づく周期で、前記検出信号をサンプリングすることを含むことを特徴とする電子顕微鏡の画像形成方法。

[請求項13]

請求項8に記載の電子顕微鏡の画像形成方法において、

前記電子線を検出するステップと、

前記検出された電子線の検出信号に基づいてサンプリングトリガ信号を発生させるステップと、

を更に含み、

前記サンプリングトリガ信号を発生させるステップは、前記電子線の単位時間当たりの平均的な電子の照射数に基づくサンプリング周期で、サンプリングトリガ信号を発生させ、

前記サンプリングするステップは、前記サンプリングトリガ信号に基づいて前記放出電子の検出信号をサンプリングすることを特徴とする電子顕微鏡の画像形成方法。

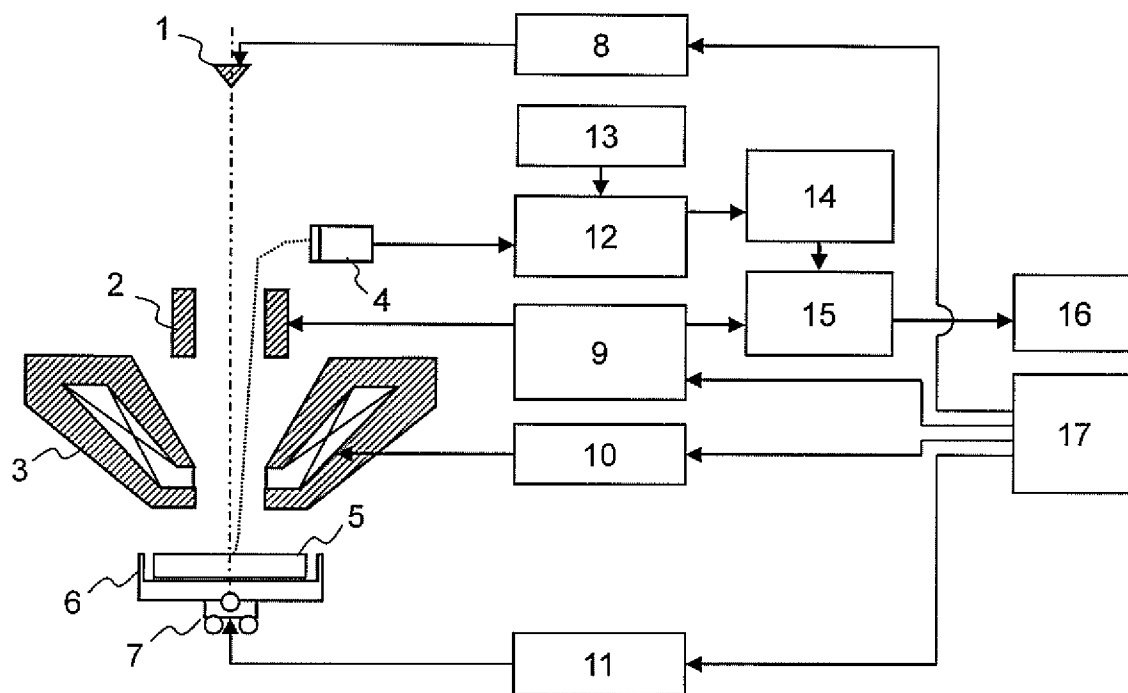
[請求項14]

請求項8に記載の電子顕微鏡の画像形成方法において、

前記検出信号のサンプリング周期が、1GHzから10MHzまでの範囲内であることを特徴とする電子顕微鏡の画像形成方法。

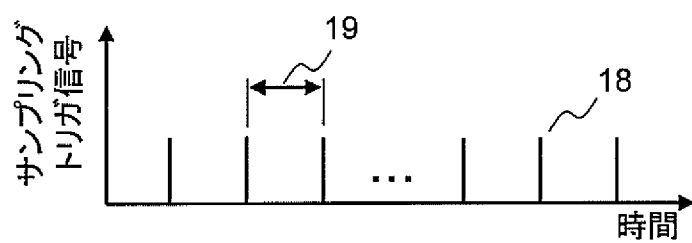
[図1]

图 1



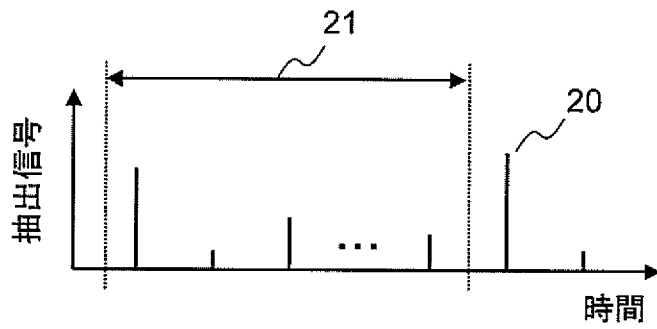
[図2A]

图 2 A



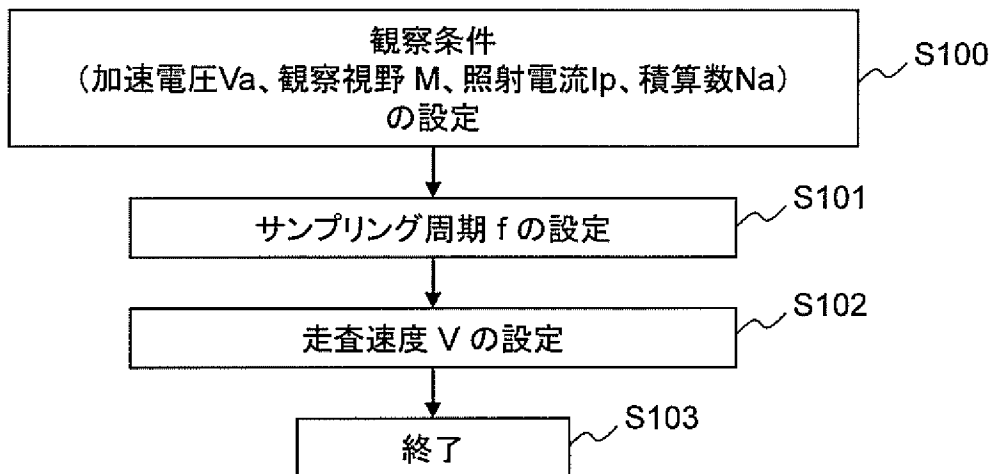
[図2B]

図 2 B



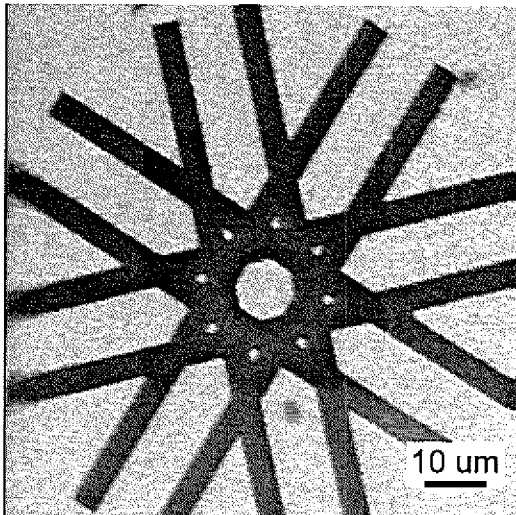
[図3]

図 3



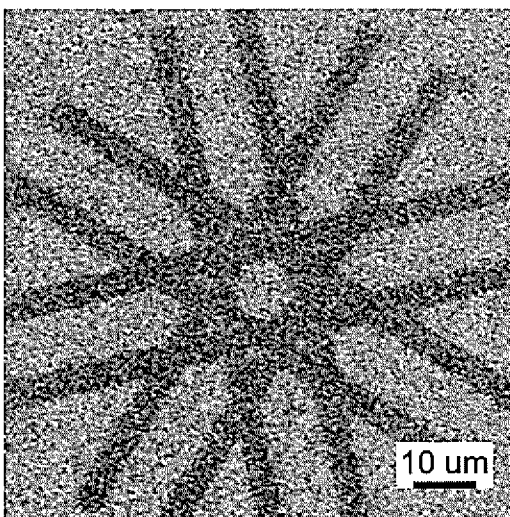
[図4A]

図 4 A



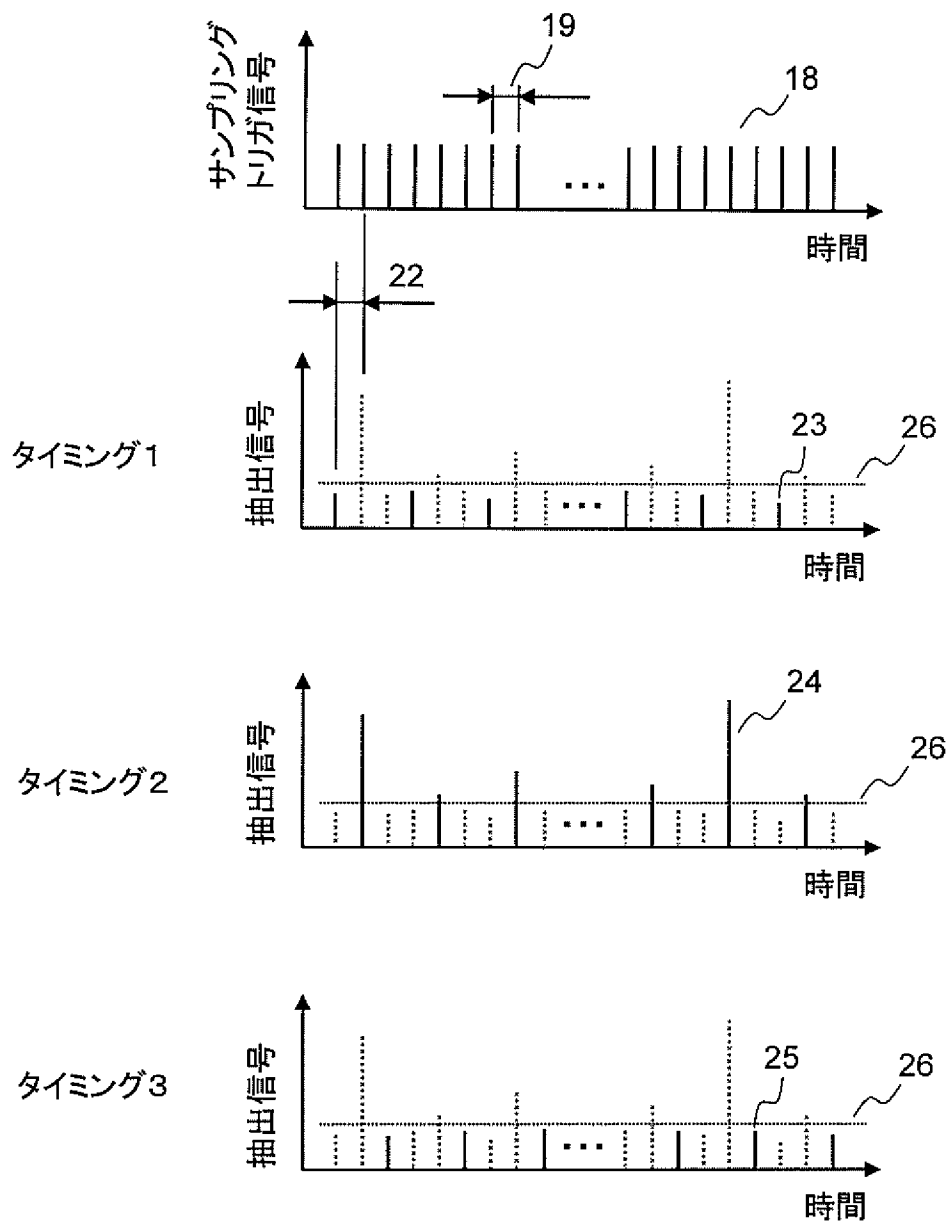
[図4B]

図 4 B



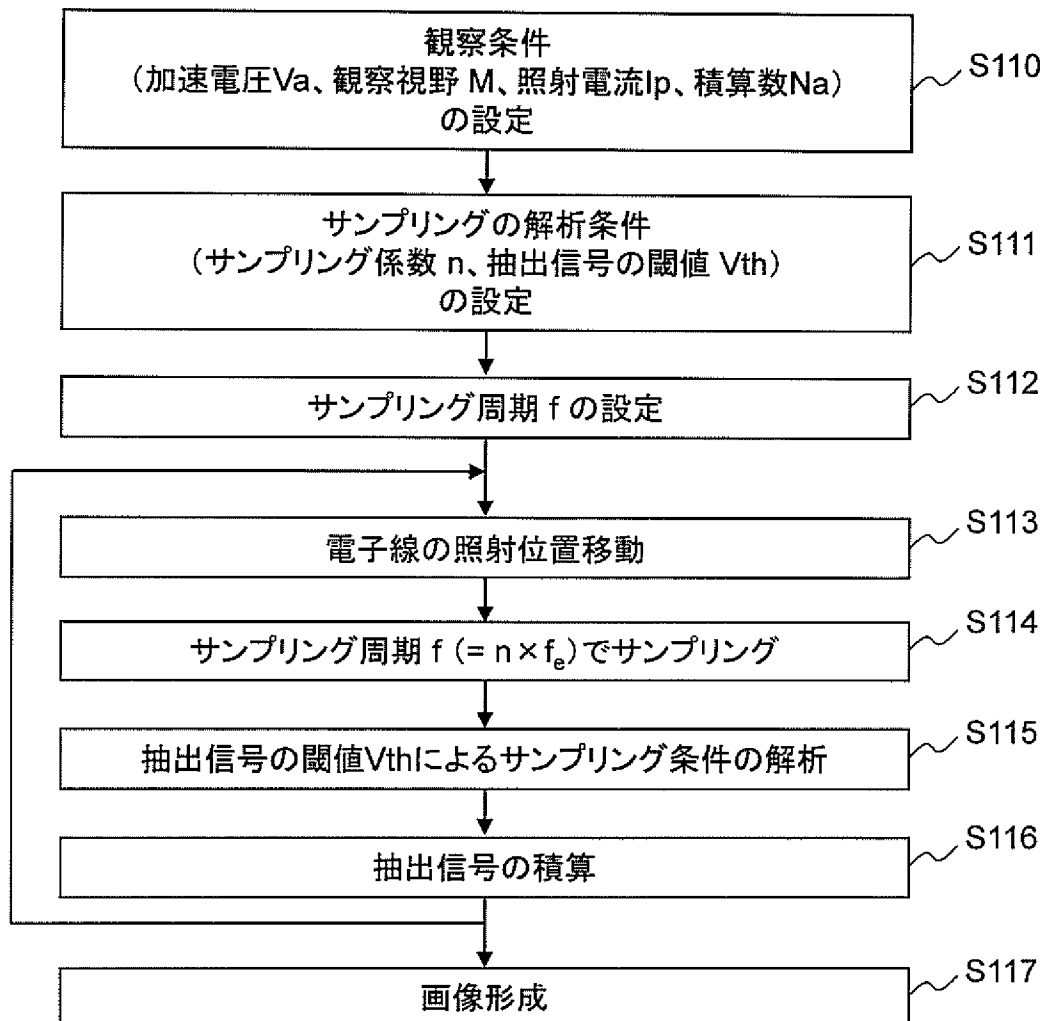
[図5]

図 5



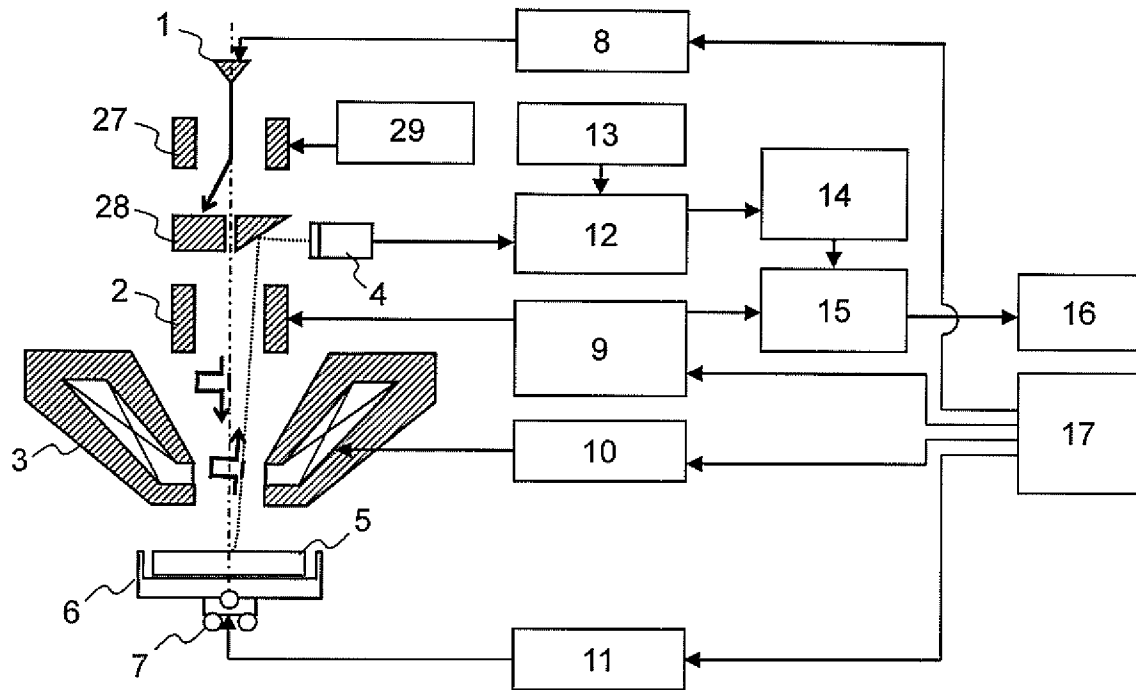
[図6]

図 6



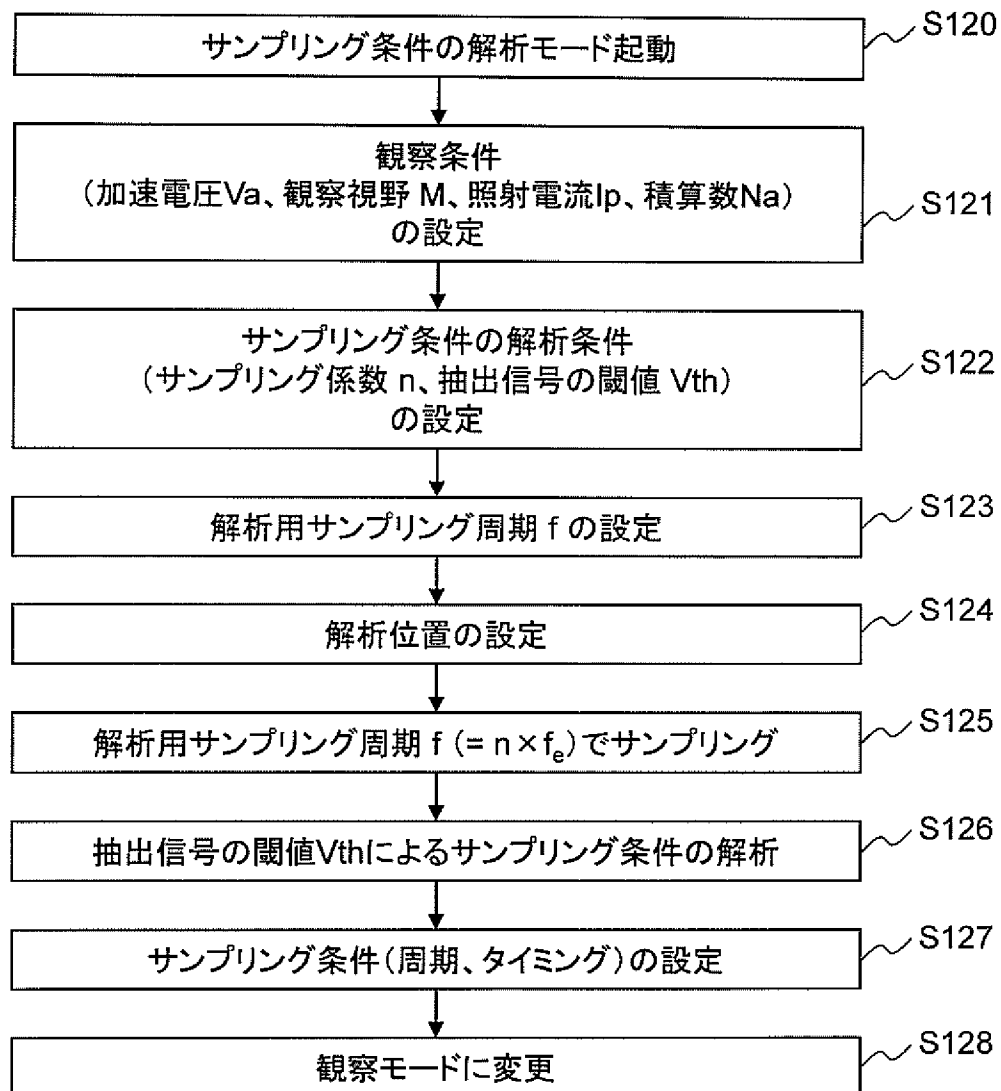
[図7]

図 7



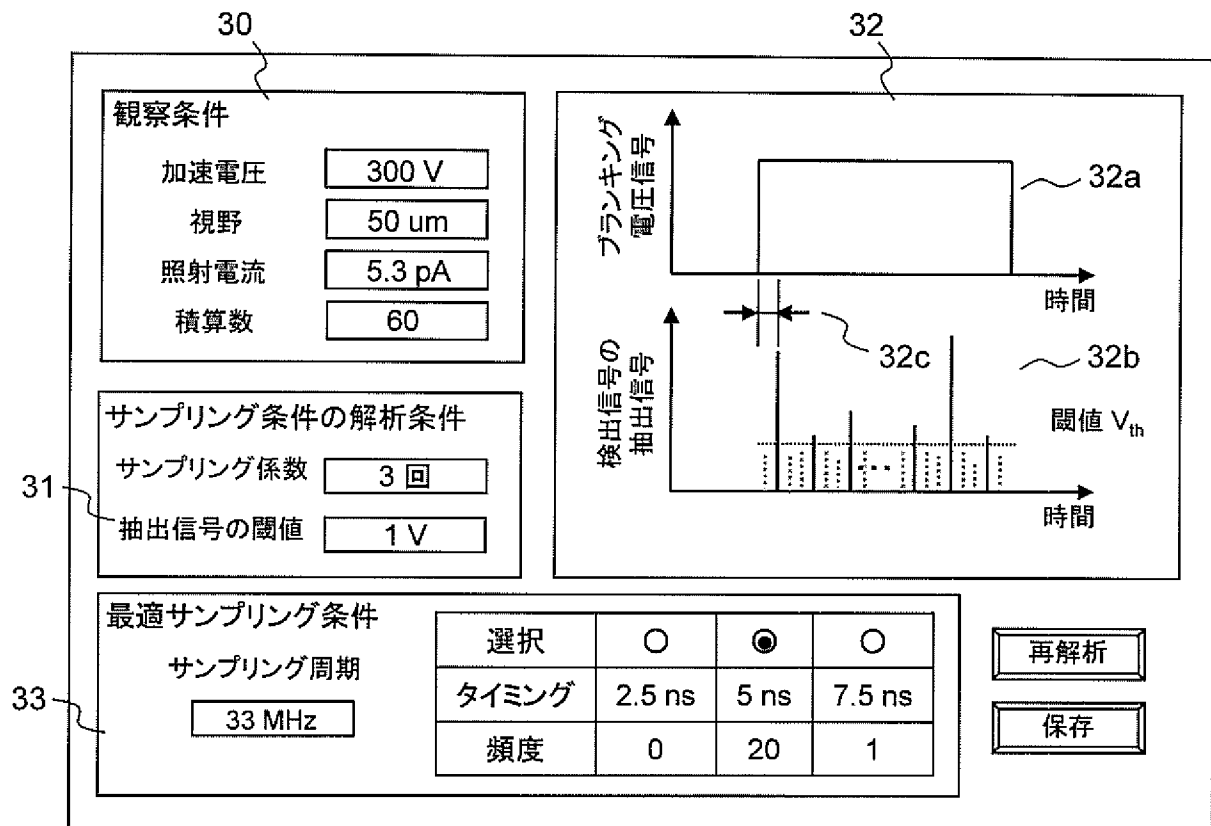
[図8]

図 8



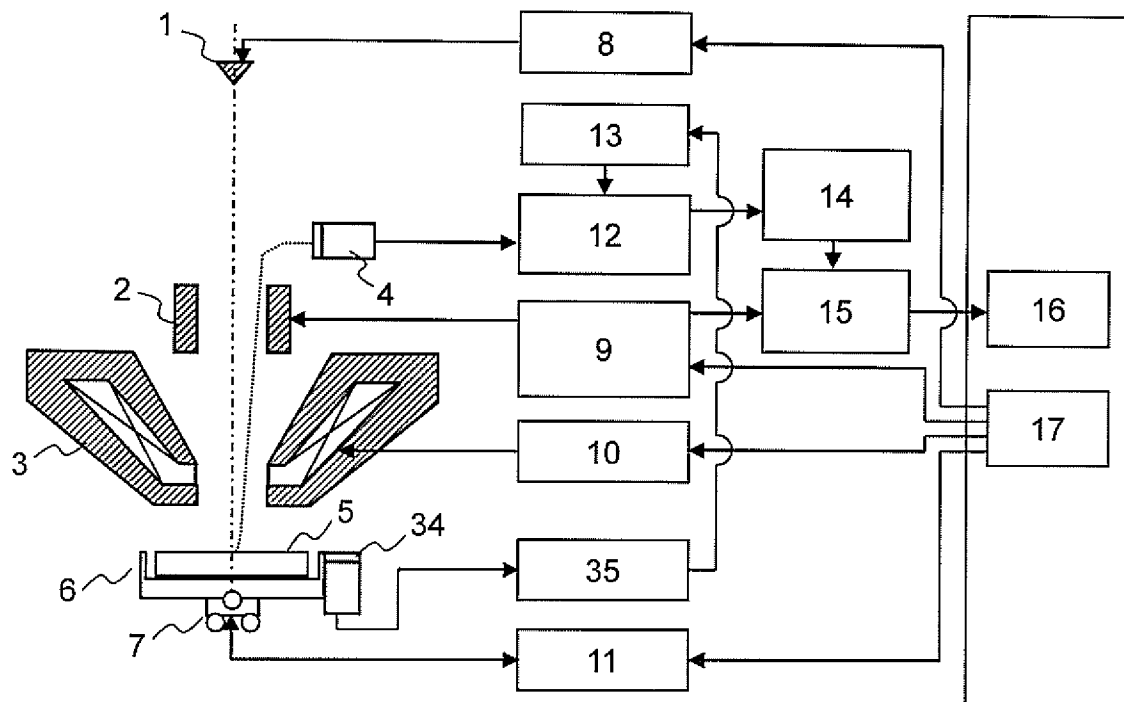
[図9]

図 9



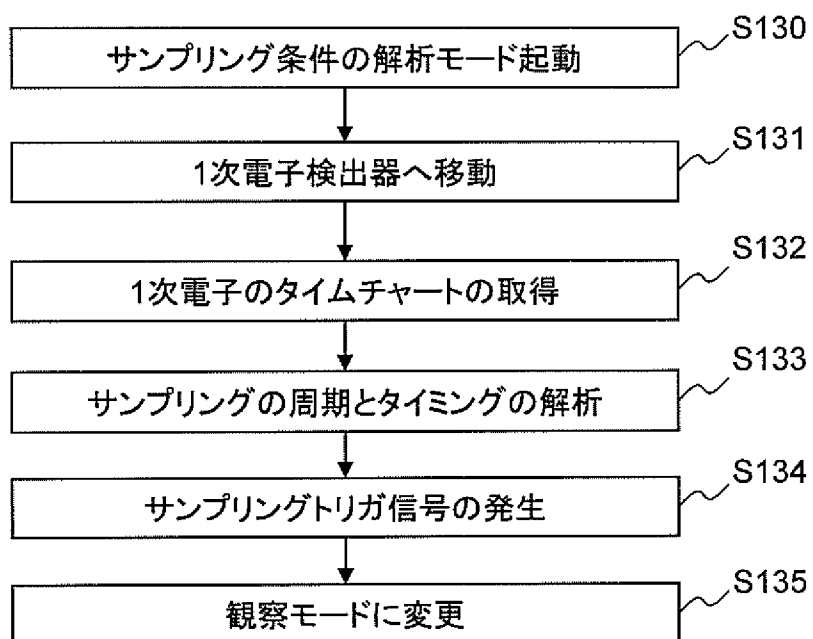
[図10]

図 1 0



[図11]

図 1 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/067640

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J37/22(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)

H01J37/22

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 2006-139965 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 01 June 2006 (01.06.2006), paragraphs [0020] to [0039], [0059] to [0066]; fig. 1, 11, 12 & US 2006/0108525 A1	1, 7-8, 14 6, 13
Y	JP 2007-155515 A (JEOL Ltd.), 21 June 2007 (21.06.2007), paragraph [0019]; fig. 1 (Family: none)	6, 13
A	JP 2010-182573 A (JEOL Ltd.), 19 August 2010 (19.08.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-14

☒ 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
19 July, 2013 (19.07.13)

Date of mailing of the international search report
30 July, 2013 (30.07.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/067640

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-165697 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 29 July 2010 (29.07.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 2011-108363 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 02 June 2011 (02.06.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01J37/22 (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（I P C））

Int.Cl. H01J37/22

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 2006-139965 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2006.06.01, 段落 0 0 2 0 - 0 0 3 9、0 0 5 9 - 0 0 6 6、図 1、図 1 1、図 1 2 & US 2006/0108525 A1	1, 7-8, 14 6, 13
Y	JP 2007-155515 A（日本電子株式会社）2007.06.21, 段落 0 0 1 9、図 1（ファミリーなし）	6, 13
A	JP 2010-182573 A（日本電子株式会社）2010.08.19, 全文、全図（ファミリーなし）	1-14

☒ 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

1 9 . 0 7 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

3 0 . 0 7 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

佐藤 仁美

2 G

4 0 7 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 2 6

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
A	JP 2010-165697 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2010.07.29, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2011-108363 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2011.06.02, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-14