

(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
2015 年 7 月 16 日(16.07.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/104959 A1

- (51) 国際特許分類:
H01J 37/05 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/083200
- (22) 国際出願日: 2014 年 12 月 16 日(16.12.2014)
- (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 2014-002260 2014 年 1 月 9 日(09.01.2014) 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: 李 ウェン(LI Wen); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 門井 涼(KADOI Ryo); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 池田 一樹(IKEDA Kazuki); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 高橋 弘之(TAKAHASHI Hiroyuki); 〒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). 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).

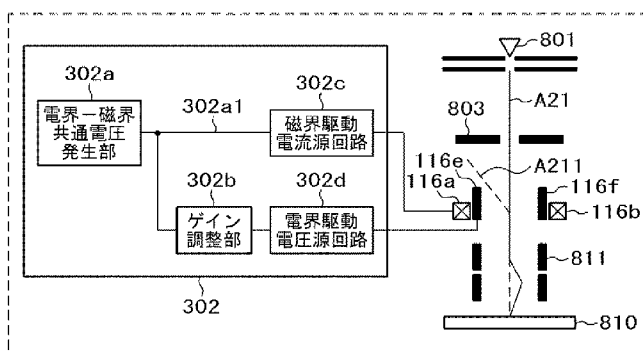
- (74) 代理人: 青稜特許業務法人(SEIRYO I.P.C.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀二丁目 2 4 番 2 号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) Title: CHARGED PARTICLE BEAM DEVICE

(54) 発明の名称: 荷電粒子ビーム装置

図 1



- 302a Electric field / magnetic field common voltage generation unit
302b Gain adjustment unit
302c Magnetic field driving current source circuit
302d Electric field driving voltage source circuit

と電界偏向器 (116e, 116f) から構成される直交電磁偏向器の制御回路 (302) において、電界-磁界共通電圧発生部 (302a) から電圧値 (302a1) を生成し、前記電圧値 (302a1) を磁界駆動電流源回路 (302c) で電流へ変換・増幅して、前記磁界偏向器 (116a, 116b) へ印加するとともに、前記電圧値 (302a1) をゲイン調整部 (302b) でウイン条件を満足するように調整し、電界駆動電圧源回路 (302d) で増幅して、前記電界偏向器 (116e, 116f) へ印加するようにした。

(57) Abstract: The present invention suppresses the positional deviation of a primary electron beam due to circuit noise of a means for separating a primary beam and a secondary beam. In a control circuit (302) of an orthogonal electromagnetic deflector composed of magnetic field deflectors (116a, 116b) and electric field deflectors (116e, 116f), a voltage value (302a1) is generated from an electric field / magnetic field common voltage generation unit (302a), the voltage value (302a1) is converted into a current and amplified in a magnetic field driving current source circuit (302c), and applied to the magnetic field deflectors (116a, 116b), and the voltage value (302a1) is adjusted so as to satisfy a Wien condition in a gain adjustment unit (302b), amplified in an electric field driving voltage source circuit (302d), and applied to the electric field deflectors (116e, 116f).

(57) 要約: 一次ビーム/二次ビーム分離手段の回路ノイズに起因する一次電子ビームの位置ずれを抑制する。磁界偏向器 (116a, 116b)



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：荷電粒子ビーム装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体基板（ウェハ）などの試料（対象物）の計測、あるいは観察、または検査などの処理を行う計測検査装置、及びそれを用いて計測、または検査などを行う計測検査方法に関し、特に、荷電粒子装置の一つとして走査型電子顕微鏡装置（以下、SEMと略す）を用いて試料を撮像し、計測、あるいは観察、または検査を行う処理装置、及びその計測・検査方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体製造プロセスにおいて、半導体基板（ウェハ）上に形成される回路パターンの微細化が急速に進んでおり、それらのパターンが設計通りに形成されているか否か等を監視するプロセスモニタリングの重要性が益々増加している。例えば、半導体製造プロセスにおける異常や不良（欠陥）の発生を早期に、あるいは事前に検知するために、各製造工程の終了時にウェハ上の回路パターン等の計測及び検査が行われる。

[0003] 上記計測・検査の際、走査型電子ビーム方式を用いたSEMなどの計測検査装置及び対応する計測検査方法においては、対象のウェハなどの試料に対して一次電子ビーム（電子線）を走査（スキャン）しながら照射し、これにより発生する二次電子・反射などのエネルギーを検出する。そして、その検出に基づき信号処理・画像処理などにより画像（計測画像や検査画像）を生成し、当該画像に基づいて計測、観察又は検査が行われる。

[0004] 前記走査型電子ビーム方式を用いた計測装置においては、試料から発生する二次電子・反射電子（二次ビーム）を高効率的に検出するため、二次電子・反射電子を検出器の方に偏向する必要がある。一方、二次ビームを所定の方に偏向する手段が一次ビームに影響を及ぼすと、一次ビームが試料上の照射位置ずれが発生し、装置の計測精度を劣化する。そのために、二次電子

ビームと言う二次電子・反射電子を検出器の設置方向へ偏向し、且つ試料の所定位置に照射する一次ビームを偏向しない一次ビーム・二次ビームの分離手段が必要である。

[0005] 上記計測・検査および一次電子ビーム・二次電子ビーム分離制御に係わる先行技術例として、特開 2006-332038 号公報（特許文献 1）に記載された技術がある。

[0006] 特許文献 1 では、高分解能化可能な電磁界重畳型対物レンズにおいて、試料から発生する二次電子を加速して対物レンズによる回転作用の二次電子エネルギー依存性を抑制し、電子源と対物レンズの間に設けた環状検出器で二次電子の発生箇所から見た仰角の低角成分と、高角成分を選別、さらに方位角成分も選別して検出する際、加速によって細く収束された二次電子の中心軸を低仰角信号検出系の中心軸に合わせると共に、高仰角信号検出系の穴を避けるように $E \times B$ で二次電子を調整・偏向することについて記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献 1：特開 2006-332038 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] SEM による計測装置では、計測対象であるウェハ上に形成される回路パターンの微細化と材料の多様化に伴い、計測精度の分解能向上と深溝・穴の見え改善が要求されている。分解能の向上には、一次電子ビームの走査精度向上、つまり一次電子ビームの走査位置ずれの低減を要求される。深い溝・深い穴の見え改善には、二次電子・反射電子の高効率検出をするため、二次ビームの高角度（大角度）偏向が必要である。つまり、二次ビームを偏向する電界・磁界を大きくする高電圧・大電流の制御回路は必須である。

[0009] 前掲の特許文献 1 には、一次電子ビーム・二次電子ビーム分離制御に関し

て、直交電磁界発生器による一次電子線への影響を相殺し且つ二次電子を検出器側に導くように電界と直交する方向に磁界を発生させる方法などについて記載されている。しかし、電界偏向器を制御する電圧源回路と磁界偏向器を制御電流源回路において、回路構成素子で発生した回路ノイズが一次電子ビームの走査位置ずれを発生させる問題に関する解決手段などは開示されていない。

[0010] そこで、本発明は、二次電子・反射電子の大角度偏向を実現すると共に、電磁偏向器と静電偏向器のノイズを打ち消して一次ビーム/二次ビーム分離回路の回路ノイズが起因する一次電子ビームの位置ずれを抑制する走査型電子顕微鏡を用いた処理装置及び処理方法を提供するものである。

課題を解決するための手段

[0011] 上記した課題を解決するために、本発明の荷電粒子ビーム装置の主な特徴は、以下の通りである。

[0012] 荷電粒子ビームを生成する荷電粒子銃と、該荷電粒子銃から放出された荷電粒子ビームをステージに載置した試料上に照射して走査する電子光学系と、試料から発生する二次電子、または反射電子を検出する検出部と、二次電子、または反射電子の進路を検出部の方向へ偏向させる直交電磁偏向部と、を有し、直交電磁偏向部は、磁界を発生させて荷電粒子ビームの軌跡を変化させる磁界偏向器と、電界を発生させて荷電粒子ビームの軌跡を変化させる電界偏向器と、磁界偏向器に電流を供給する電流源回路と、電界偏向器に電圧を供給する電圧源回路と、電流と電圧との関係を調整するゲイン調整部とを備え、磁界偏向器と電界偏向器は、磁界と前記電界とが互いに直交し重畳するように配置され、電流源回路に電圧を印加する電圧発生部と、電圧源回路に電圧を印加する電圧発生部とが一つに共通化され、ゲイン調整部により、磁界により進路が偏向される量と電界により進路が偏向される量とが一致するように、電流と電圧との関係が調整されることを特徴とする。

[0013] 上記構成によれば、本発明による荷電粒子ビーム装置は、高スループットと高分解能に対応した計測を制御する機能を有すると共に、その際に課題と

なる、電子ビームを偏向する電界偏向器を制御する電圧源回路と磁界偏向器を制御電流源回路において、回路構成素子で発生した回路ノイズが一次電子ビームの走査位置ずれを発生させる問題に関する解決手段を提供する。

[0014] 即ち、本発明では、分解能とスループットの向上を図るために電流制御コイルで発生する磁界と電圧制御で発生する電界を直交する電磁重畳偏向器(以下、直交電磁偏向器と呼ぶ)による一次電子ビームの走査位置ずれ課題を解決する方策として、静電場を発生する静電偏向器へ印加する電圧源制御信号生成部と、静磁場を発生する電磁偏向器へ印加する電流源制御信号生成部と共通化することと、電圧制御信号の周波数特性および位相特性と電流源制御信号の周波数特性および位相特性と一致することを設けた。これにより回路ノイズに起因する一次電子ビームずれを低減し、高分解能と高スループットな計測を実現した。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、二次電子・反射電子の大角度偏向を実現すると共に、電磁偏向器と静電偏向器のノイズを打ち消して一次ビーム/二次ビーム分離回路の回路ノイズが起因する一次電子ビームの位置ずれを抑制する走査型電子顕微鏡を用いた処理装置及び処理方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の実施例1に係る直交電磁偏向器と直交電磁偏向器の制御回路との組合せを示すブロック図である。

[図2]本発明の実施例2に係る2段直交電磁偏向器と直交電磁偏向器の制御回路に用いた装置の概略の構成を示すブロック図である。

[図3]本発明と従来の走査型電子ビーム方式の半導体の計測検査装置に係る直交電磁偏向器の電界電極、磁界コイル構成と一次ビーム・二次ビームの俯瞰図を示すブロック図である。

[図4]従来の走査型電子ビーム方式の半導体の計測検査装置に係るX方向直交電磁偏向器構成と二次ビームの偏向力を示すブロック図である。

[図5]従来の走査型電子ビーム方式の半導体の計測検査装置に係るX方向直交

電磁偏向器構成と一次ビームの偏向力を示すブロック図である。

[図6]従来の走査型電子ビーム方式の半導体の計測検査装置に係るX方向直交電磁偏向器の制御回路ノイズを示すブロック図である。

[図7]従来の走査型電子ビーム方式の半導体の計測検査装置に係るX方向直交電磁偏向器の制御回路ノイズと一次ビームの偏向力を示すブロック図である。

[図8]従来の走査型電子ビーム方式の半導体の計測検査装置を含んで成るシステム全体の構成を示すブロック図である。

[図9]本発明の実施例2に係る2段直交電磁偏向器と直交電磁偏向器の制御回路の構成を示すブロック図である。

[図10]本発明の実施例3に係る直交電磁偏向器の制御回路の構成を示すブロック図である。

[図11]本発明の実施例4に係る直交電磁偏向器の制御回路の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、図面に基づき、本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお実施の形態を説明するための全図において同一部には原則として同一符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。以下、計測観察検査装置及び計測観察検査方法とは、計測、観察、検査のうちの何れか一つ又はそれらを組み合わせた場合を含む。

[0018] 本発明になる走査型電子ビーム方式の計測検査装置は、図8に示す従来の走査型電子ビーム方式を用いた計測検査装置(システム)を基本構成にし、当該装置構成に本発明になる直交電磁偏向器の制御回路の構成を採り込んでいる。そこで、先ず、図8のシステム構成について説明する。

[0019] 従来の計測検査装置(システム)は、大きくは、走査型電子顕微鏡800とコンピュータ820とで構成されている。

[0020] 走査型電子顕微鏡800は、鏡筒830と試料室840を備え、鏡筒830の内部には、照射系(電子光学系)として、電子ビームA21を射出する

電子銃801、射出された電子ビームA21が通る集束レンズ（第1コンデンサレンズ）802、絞り803、集束レンズ（第2コンデンサレンズ）804、ブランキング制御電極805、アパーチャ806、偏向電極808、対物レンズ809等が備えられている。また鏡筒830には、検出系として、照射された電子ビームA21（A24）により試料810から発生した二次電子A211を検出する検出器807を備える。また一次ビームと二次ビームの分離手段として、直交電磁界発生器（ $E \times B$ ）816を備える。

[0021] コンピュータ820には、全体制御部824と、ブランキング（BLK）制御回路821と、直交電磁偏向器（ $E \times B$ ）822、偏向制御回路823、機構系制御部825と、信号検出部（二次電子信号検出回路）827、画像処理部（二次電子信号処理回路）828、ステージ位置検出部（図示せず）、電子光学系制御部（図示せず）、GUI部（ユーザインタフェース部）826、等を備える。

[0022] 鏡筒830の内部（真空状態）において、電子銃801より生成・射出された電子ビームA21は、第1コンデンサレンズ（集束レンズ）802、絞り803、第2コンデンサレンズ（集束レンズ）804を通じて集束され、偏向電極808を介してビームの照射中心に移動と走査偏向制御され、対物レンズ809等を経て試料810上を走査しながら照射される。ビームA21（A24）が照射されると、試料810からは二次電子A211が発生し、直交電磁偏向器（ $E \times B$ ）822の偏向作用で検出器807の方に入射されて検出される。検出器807で検出された信号（アナログ信号）は、信号検出部827（二次電子信号検出回路）によってデジタル信号に変換される。そしてそのデジタル信号をもとに画像処理部828（二次電子信号処理回路）で二次元の画像が生成処理され、処理された結果がGUI部826の画面に表示される。この画像内に基づいて回路パターンが計測される（計測機能の場合）。

[0023] GUI部826は、ユーザ（測定・検査者）に対するインタフェース（GUI画面など）を提供する処理を行う。GUI部826では、検査条件など

を入力（設定）するGUI画面や、検査結果（二次元の画像など）を表示するGUI画面などを提供する。

[0024] 全体制御部824は、GUI部826での指示に従い、本システム（装置）の全体を制御する処理を行う。電子光学系制御部（図示せず）は、全体制御部824からの制御に従い、鏡筒830内の電子光学系（照射系）を制御する。機構系制御部825は、試料室840に設置された試料台812を駆動するモータ841等を含む機構系を制御する。モータ841の回転信号はステージ位置検出部（図示せず）に送られて、試料台（ステージ）812の位置情報が得られる。

[0025] 図8に示したような、従来の走査型電子ビーム方式を用いた計測検査装置においては、例えば特許文献1にも記載されているように、一次ビームと二次ビームの分離手段として電流制御コイルで発生する磁界と電圧制御で発生する電界を直交する電磁偏向器（ $E \times B$ ）が採用されている。

[0026] ここで、直交電磁偏向器（ $E \times B$ ）822が一次ビーム・二次ビームに対する分離・偏向作用は、図3、図4、図5に用いて説明する。直交電磁偏向器（ $E \times B$ ）は一般的に図3に示すようにX、Y方向にそれぞれ配置して、二次ビームを任意の方向へ偏向できる。なお、図4と図5の説明では簡略化のため、X方向の電磁偏向器と電界偏向器およびそれぞれの制御回路のみを図示し、Y方向は省略している。図4は直交電磁偏向器と二次ビームA21の俯瞰図である。図5は直交電磁偏向器と一次ビームA21の俯瞰図である。

[0027] 直交電磁偏向器の電界偏向器の電極816eと対向電極816fとの間に $\pm V_x$ （V）の電位差を与えて電界Eを発生させると、加速電圧 V_{acc} の一次電子線A21は、発生する電界Eと同一方向に偏向する力を受けて、 V_e/V_{acc} に比例した角度 $\theta_e = K_e \cdot V_e/V_{acc}$ だけ偏向される。ここで、 V_e は、電界偏向器の電極間電圧であり、 K_e は電極816eおよび対向電極816fの形状や配置で決まる定数である。

[0028] 一方、直交磁界発生コイル816a、816bに励磁電流 I_x （A）を流

すと電界Eと直交する磁界Bが発生し、一次電子線A21は $I_x / \sqrt{V_{acc}}$ に比例した角度 $\theta_b = K_b \cdot I_x / \sqrt{V_{acc}}$ だけ電界による偏向とは逆向きに偏向される。ここで、 K_b は、直交磁界発生コイル816a、816bの形状や配置で決まる定数である。互いに直交する電界Eと磁界Bが同時に存在する場合には、電界Eと磁界Bによる力の合成で一次電子線の軌道が決まるため、 $\theta_e = \theta_b$ に選べば一次電子線は偏向作用を受けずに直進する。

[0029] 一方、試料810から発生した二次電子（又は、反射電子）A211は、一次電子A21と進行方向が逆向きであるため、電界と磁界とで同一方向、即ち、電極側に偏向される。偏向する角度は、二次電子（又は、反射電子）A211のエネルギーに依存する。一次電子が偏向されない条件： $\theta_e = \theta_b$ 、電圧 V_x と電流 I_b との関係を $V_x = K \cdot V_{acc}$ 、 $I_x = K \cdot (K_e / K_b) \cdot \sqrt{V_{acc}}$ とすればよい。ここで、 K は、二次電子や反射電子の偏向角度を決める定数である。 V_{acc} が一定であれば、 $V_x = K_x \cdot I_x$ の形に書き換えられる。この関係を満たす条件を、以下に「ウイン(Wien)条件」と呼ぶ。

このウイン条件は、直交電磁偏向器が発生した電界と磁界が一次ビームへの影響を打ち消す条件である。 K_x は直交電磁偏向器の電極形状や配置、コイルの状や配置、一次ビームの加速速度に依存する。

[0030] 図3に示すように直交電磁偏向器がX、Y方向にそれぞれ配置して、二次ビームを任意の方向へ偏向できる場合は、ウイン条件は同じ方向の電界制御電圧と磁界制御電流間の関係以外、X方向の電圧とY方向の電流の間にも下記（式1）及び（式2）で示す制約条件ある。

[0031] （式1）： $V_x = K_1 \cdot I_x + K_2 \cdot I_y$

（式2）： $V_y = K_3 \cdot I_x + K_4 \cdot I_y$

これはX方向の電極、コイルとY方向の電極、コイルの製造・実装誤差に起因する。

ここで、上記式中の K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 は以下の関係を満足する。すな

わち、

$$\cdot K_1 \gg K_2, \text{ 且つ } K_1 \gg K_3, \text{ 且つ } K_4 \gg K_2, \text{ 且つ } K_4 \gg K_3$$

K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 は電極、コイルの製造・実装誤差に依存するから、装置に実装した後、最初に調整が必要である。

[0032] $\cdot$ 電界により偏向量が加速電圧 V_{acc} に反比例、磁界により偏向量が加速電圧 V_{acc} のルートに反比例ので、一次ビームの加速電圧 V_{acc} に応じて K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 の調整が必要である。

[0033] そのため、従来の装置では、電界を制御する電圧の値と磁界を制御する電流の値との関係を任意に調整できるように、発生回路が別々に独立していることが特徴である。

[0034] ところで、電界偏向器を制御する電圧源回路と磁界偏向器を制御電流源回路において、回路構成素子で発生した回路ノイズが一次電子ビームの走査位置ずれを発生させることになる。

[0035] 直交電磁偏向器の制御回路のノイズと一次電子ビームの走査ずれの関係について、図6、図7を用いて説明する。図6、図7では一段直交電磁偏向器のX方向を用いて説明するが、偏向器制御回路のノイズと一次電子ビームの走査ずれの関係については、多段直交電磁偏向器やX方向を用いた構成に限られるものではない。

[0036] 図6に示す直交電磁偏向器において、試料（ウェハ）上の電子ビーム偏向量 L_{ex} は、電界により一次電子ビーム偏向感度が S_{ex} であれば、以下の簡略式（式3）で与えられる。

[0037] （式3）： $L_{ex} = V_x \cdot S_{ex}$

磁界により一次電子ビーム偏向量 L_{bx} は、以下の簡略式（式4）で与えられる。

[0038] （式4）： $L_{bx} = I_x \cdot S_{bx}$

となる。

[0039] ウイン条件を満足する V_x と I_x であれば、

$$V_x = K_1 \cdot I_x, \quad K_1 \cdot S_{ex} = S_{bx}$$

$L_{ex} = L_{bx}$ 、偏向方向逆であり、一次電子ビームの走査ずれはない。

[0040] 一方、直交電磁偏向器の制御回路の回路ブロックに回路ノイズが存在すると、回路ノイズにより発生する電界と磁界の方向・大きさは、ウイン条件に満足できず、一次電子ビームの走査ずれは発生する。

[0041] 例えば、図6、図7示すように、X方向電場制御電圧のノイズ823eが $N_{ECV\ X}$ 、電界駆動電圧源回路のノイズ823fが $N_{EAmpV\ X}$ であり、これらのランダム性ノイズに起因する一次電子ビームのずれ量は、

$$(式5) : L_{ENX} = (N_{ECV\ X} \times G_{E1} + N_{EAmpV\ X} \times G_{E2}) \times S_{ex}$$

の式で表される。

[0042] 同じく、X方向磁場制御電圧のノイズ823gが $N_{BCV\ X}$ 、磁界駆動電流源回路のノイズ823hが $N_{BAmpI\ X}$ であり、これらのノイズに起因する一次電子ビームのずれ量は、

$$(式6) : L_{BNX} = (N_{BCV\ X} \times G_{B1} + N_{BAmpI\ X} \times G_{B2}) \times S_{bx}$$

の式で表される。

[0043] ウイン条件に満足すれば、

$$G_{E1}/G_{B1} = G_{E2}/G_{B2} = K_1, \quad K_1 \cdot S_{ex} = S_{bx}$$

の関係を満たす。

[0044] 直交電磁偏向器に起因する一次電子ビームのずれ量は、

$$(式7) : L_{EXBNX} = (N_{ECV\ X} - N_{BCV\ X}) \times G_{B1} + (N_{EAmpV\ X} - N_{BAmpI\ X}) \times G_{B2} \times S_{bx}$$

の式で表される。

[0045] 電界制御電圧のノイズ $N_{ECV\ X}$ と磁界制御電圧のノイズ $N_{BCV\ X}$ は同相であれば打ち消しできるが、これらのノイズがランダム性であるので、発生する一次電子ビームずれ量の大きさは、以下の(式8)の実効値で表わされる。

$$(式8) \quad \delta L_{EXBNX} = ((N_{ECV\ X}^2 + N_{BCV\ X}^2) \times G_{B1}^2 +$$

$$(N_{EAmpV\ X}^2 + N_{BAmpI\ X}^2) \times G_{B2}^2)^{(0.5)} \times S_{bx}$$

となる。

上述したことから、直交電磁偏向器の制御回路のノイズにおいて、電界偏向器と磁界偏向器における無相関なノイズ成分が電子ビームの走査ずれの主要因である。

[0047] 従って、電子ビームの走査ずれを低減するために、電界偏向器と磁界偏向器に印加する非無相関な回路ノイズを低減すること、及び電界偏向器と磁界偏向器に対して偏向制御回路の共通化を図ることが必要となる。

[0048] 以下の実施例においては、直交電磁偏向器に用いた一次ビーム・二次ビーム分離手段について、電界によって二次電子を検出器側に偏向すると共に、この電界の一次電子線への影響を相殺し、且つ二次電子を検出器側に導くように電界と直交する方向に磁界を発生させる構成ことについて説明する。

実施例 1

[0049] 本実施例においては、直交電磁偏向器に用いた一次ビーム・二次ビーム分離手段について、電界偏向器を制御する電圧源回路と磁界偏向器を制御する電流源制御回路の制御信号生成部を共通化する構成と、磁界を制御する電流信号に基準として電界を制御する電圧信号がウイン条件に満足するように調整する構成について説明する。

[0050] 本実施例における走査型電子ビーム方式の計測検査装置は、図8で説明した従来の走査型電子ビーム方式の計測検査装置の構成のうち、直交電磁偏向器において、電界偏向器と磁界偏向器を制御する直交電磁偏向器の制御回路の構成を、図1に示したような構成と置き換えたものである。従って、以下では、図1、8を用いて説明する。

[0051] 直交電磁偏向器においては、二次電子・反射電子を検出器へ方向へ偏向するため、直交する2方向(X方向とY方向)への偏向を互いに独立の制御するために、通常最低X、Y方向それぞれの偏向電極と偏向コイルが必要である。

[0052] 説明を簡略するため、図1では、X方向のみの電界偏向器と磁界偏向器およびそれらの電圧と電流制御回路のブロックをしか表示していない。Y方向の構成は本実施例と同じである。

[0053] 本実施例における走査型電子ビーム方式の計測検査装置の動作を図8に示した装置構成を用いて説明すると、鏡筒830の内部（真空）において、電子銃801より生成・射出された電子ビームA21は、第1コンデンサレンズ（集束レンズ）802、絞り803、第2コンデンサレンズ（集束レンズ）804を通じて集束され、偏向電極808により形成された電界中を進んで偏向電極808に印加される偏向電圧に応じて電子ビームは走査偏向制御が行われ、対物レンズ809等を経て試料810上を走査しながら照射される。ビームA24が照射されると、試料810からは二次電子A211が発生し、直交電磁偏向器816の電界と磁界により二次電子A211は偏向されて検出器807で検出される。検出器807で検出された信号（アナログ信号）は、信号検出部827（二次電子信号検出回路）によってデジタル信号に変換される。そしてそのデジタル信号をもとに画像処理部828（二次電子信号処理回路）で二次元の画像が生成処理され、GUI部826の画面に表示される。この画像内に基づいて回路パターンが計測される（計測機能の場合）。

[0054] 次に、図1、8を用いて、本実施例の電界偏向器と磁界偏向器を制御する直交電磁偏向器の制御回路の構成を説明する。

[0055] 一次電子ビームA21の照射で試料810から発生した二次電子（あるいは、反射電子）A211は、直交電磁偏向器816を構成する磁界偏向器116a、116bと電界偏向器116e、116fからの力を受けて検出器807の方向に偏向され、検出される。検出される二次ビーム（二次電子・反射電子）A211の偏向角度は、直交電磁偏向器816が発生した電界・磁界の強さと比例して、二次ビームA211のエネルギーと反比例する。試料からの二次電子や反射電子のエネルギーが異なって、実装位置が固定された検出器に入射するため、直交電磁偏向器816が発生した電界・磁界の大きさを直交電磁偏向器の制御回路302の出力電圧・出力電流を制御する。

[0056] 一方、直交電磁偏向器816が発生した電界・磁界は一次電子ビームA21の走査位置に影響しないように、電界を制御する電圧源回路の出力電圧V

x と磁界を制御する電流源回路の出力電流の I_x はウイン条件を満足する。

[0057] 直交電磁偏向器の制御回路302は、電界・磁界共通電圧発生部302aから二次ビームA211のエネルギーに応じた二次ビームの偏向角度を決定する電圧値302a1を生成する。生成した電圧値を磁界駆動電流源回路302cで磁界を制御する電流へ変換・増幅して、磁界偏向器116a、116bへ印加する。一方、電圧値302a1をゲイン調整手段302bで電界を制御する電圧源回路の出力電圧 V_x と磁界を制御する電流源回路の出力電流の I_x はウイン条件を満足するように調整して、電界駆動電圧源回路302cで電界を制御する電圧へ増幅して、電界偏向器116e、116fへ印加する。

[0058] このような構成で、従来の装置構成で一次電子ビームA21の位置ずれを生じる直交電磁偏向器の制御回路ノイズの主要部分が、電界制御回路と磁界制御回路に対して共通化した同相成分になって、この部分のノイズに起因する電界と磁界の揺れ方向が逆方向で、大きさはウイン条件に満足する。さらに、電圧源制御信号の周波数特性および位相特性と電流源制御信号の周波数特性および位相特性と一致する。

[0059] よって、電磁偏向器制御回路の共通化回路ノイズに起因する一次電子ビームへの偏向力について、電界偏向器と磁界偏向器のノイズ部分は打ち消すことができ、一次電子ビームの位置ずれを低減できる。

[0060] 以上、本実施例によれば、走査型電子ビーム方式の半導体（試料）の計測検査装置及び方法において、一次・二次電子を分離する手段の高電圧・大電流実現すると共に、一次ビームへの揺れ影響を最小限に抑制でき、分解能とスループットの向上を図ることができる。

実施例 2

[0061] 図2を用いて、本発明の実施例2の走査型電子ビーム方式の計測検査装置、及びそれを用いた計測検査方法について、従来例と比較しながら説明する。

[0062] 本実施例では、一次・二次電子を分離して二次ビームを偏向する直交電磁

偏向器が２段以上構成された手段を提供する。なお、図２では２段構成の場合を図示している。

この２段構成二次ビーム偏向手段の特徴は、１段構成の二次ビーム偏向手段により一次電子ビームの色収差問題を解決できる点にある。

[0063] 以下に、実施例２における構成と色収差の補正作用について説明する。

[計測検査装置（システム）]

本実施例２における計測検査装置を含んで成るシステム全体の構成を図２に示す。実施例２における計測検査装置１は、対象の半導体ウェハ（試料１１０）の自動計測および自動検査を可能とする適用例である。本計測検査装置１は、半導体ウェハ（試料１１０）の回路パターンにおける寸法値を計測する計測機能、及び同パターンにおける欠陥（異常や不良）を検出する検査機能を備える。

[0064] 本計測検査装置（システム）１は、大きくは、走査型電子顕微鏡１００と、信号処理・制御用のコンピュータ２００で構成されている。

[0065] 走査型電子顕微鏡１００は、カラム１５０と試料室１３０とを備え、試料室１３０の内部には、測定・検査の対象物である試料１１０を載置する試料台（ステージ）１１２、及びこの試料台を駆動するモータ１３１が設置されている。

[0066] 走査型電子顕微鏡１００のカラム１５０内（真空）には、照射系（電子光学系）として、電子ビームＡ１を射出する電子銃１０１、射出された電子ビームＡ１が通る集束レンズ（第１コンデンサレンズ）１０２、絞り１０３、集束レンズ（第２コンデンサレンズ）１０４、ブランキング（ＢＬＫ）制御電極１０５、アパーチャ１０６、偏向器（電極）１２０、対物レンズ１０９等を有する。

[0067] また、カラム１５０は検出系として、照射された電子ビームＡ１（Ａ４）により試料１１０から発生した二次電子・反射電子Ａ１１を検出する検出器１０７、およびＡ１１を検出器１０７の方向へ偏向する二次電子・反射電子直交電磁偏向器１６０を備える。偏向器１７０は偏向器１６０により発生し

た一次電子ビームA1（A4）の色収差を補正する直交電磁偏向器である。
ここで、電子ビームA1、A4（図示せず）はそれぞれ図8で示したA21、A24に相当する。

[0068] コンピュータ200は、例えば制御ラックにPCや制御ボードなどの形態で格納される構成である。コンピュータ200の各部は、例えばプロセッサ及びメモリ等によるソフトウェアプログラム処理、あるいは専用回路の処理などで実現される。

[0069] コンピュータ200には、全体制御部210と、ブランキング（BLK）制御回路201と、電子ビームの位置シフトと偏向走査とを制御するイメージシフト・偏向制御回路206と、機構系制御部230と、信号検出部（二次電子信号検出回路）207と、画像処理部（二次電子信号処理回路）208と、GUI部（ユーザインタフェース部）250、等を備える。

[0070] 走査型電子顕微鏡100のカラム150内（真空）において、電子銃101より生成・射出された電子ビームA1は、第1コンデンサレンズ（集束レンズ）102、絞り103、第2コンデンサレンズ（集束レンズ）104を通じて集束され、イメージシフトと走査一体化された偏向器120を介してビームの照射中心に移動と走査偏向制御され、対物レンズ109等を経て試料110上を走査しながら照射される。ビームA1（A4）が照射されると、試料110からは二次電子A11が発生し、検出器107で検出される。検出器107で検出された信号（アナログ信号）は、信号検出部207（二次電子信号検出回路）によってデジタル信号に変換される。そしてそのデジタル信号をもとに画像処理部208（二次電子信号処理回路）で二次元の画像が生成処理され、GUI画面で表示される。この画像内に基づいて回路パターンが計測される（計測機能の場合）。

[0071] GUI部250は、ユーザ（測定・検査者）に対するインタフェース（GUI画面など）を提供する処理を行う。GUI部250では、検査条件などを入力（設定）するGUI画面や、検査結果（二次元の画像など）を表示するGUI画面などを提供する。GUI部250は、キーボードやディスプレ

イ等の入出力装置や通信インタフェース部などを含む。ユーザは、G U I 画面で計測機能や検査機能を選択実行可能である。

[0072] 全体制御部 2 1 0 は、G U I 部 2 5 0 での指示に従い、本システム（装置）の全体（電子光学制御部 2 2 0、機構系制御部 2 3 0、イメージシフト・偏向制御回路 2 0 6、信号検出部 2 0 7、画像処理部 2 0 8、ステージ位置検出部等）を制御する処理を行う。例えば全体制御部 2 1 0 は、G U I 部 2 5 0 の画面でユーザにより入力された計測・検査条件や指示などに応じて、電子光学制御部 2 2 0、イメージシフト・偏向制御回路 2 0 6、機構系制御部 2 3 0 などを制御することで、計測の処理を行う。例えば全体制御部 2 1 0 は、計測の実行時、信号処理部 2 0 7 及び画像処理部 2 0 8 を通じて生成された二次元の画像などのデータ情報を受信し、G U I 部 2 5 0 の画面で表示させる。

[0073] 電子光学制御部 2 2 0 は、全体制御部 2 1 0 からの制御に従い、コラム 1 0 0 内の電子銃 1 0 1、第 1 コンデンサレンズ（集束レンズ）1 0 2、絞り 1 0 3、第 2 コンデンサレンズ（集束レンズ）1 0 4、ブランキング制御電極 1 0 5、対物レンズ 1 0 9 等の電子光学系（照射系）を制御する。ブランキング制御回路 2 0 1 は、信号ラインを介してブランキング制御電極 1 0 5 を制御して、電子ビーム A 1 の試料 1 1 0 への照射を停止するときには、電子ビーム A 1 の軌道を曲げて電子ビーム A 1 をアパーチャ 1 0 6 に照射させる。

[0074] イメージシフト・偏向制御回路 2 0 6 は、全体制御部 2 1 0 からの制御に従い、偏向器 1 2 0 に対して信号ライン（c 1、c 2）を通じて偏向制御信号を印加することにより、電子ビームの位置をシフトさせると共にこのシフトした位置における偏向による走査を制御する。

[0075] 2 段直交電磁偏向器 3 0 3 の制御部は、全体制御部 2 1 0 からの制御に従い、一次ビーム・二次ビーム分離する直交電磁偏向器 1 6 0 に対して信号ライン（b 1）を通じて二次ビーム偏向制御信号を印加することにより、二次電子・反射電子を検出器 1 0 7 の方向へ偏向させると共に、一次電子ビーム

の走査方向に影響を与えないような制御をする。

[0076] しかしながら、このような直交電磁界発生器は、ウィンフィルターエネルギー分光器と同等の作用により、一次電子線をエネルギー分散させることになるため、大きな偏向力の発生により、色収差の問題が大きくなる。そのため、２段直交電磁偏向器制御部３０３は、全体制御部２１０からの制御に従い、直交電磁偏向器１７０に対して信号ライン（ｂ２）を通じて一次電子ビーム色収差補正制御信号を印加することにより、直交電磁偏向器１６０が二次ビームを大きく偏向すると同時に生じた一次電子ビームの色収差を、逆電界と磁界の生成により補正を制御する。

[0077] 図９は、本発明の実施例２に係る２段直交電磁偏向器３０３とその制御回路の構成を示すブロック図である。

図９に示すように、２段直交電磁偏向器の上段偏向器１７０を制御する部分と下段偏向器１６０を制御する部分で構成する。一次電子ビームへの位置ずれ影響を最小限するために、各段制御回路の構成は実施例１で説明した構成と同じであり、電圧源回路と電流源回路の信号発生部を共通化する。

[0078] さらに、電圧源制御信号および電流源制御信号のそれぞれの周波数特性および位相特性を一致させる。よって、各段電磁偏向器制御回路の共通化回路ノイズに起因する一次電子ビームへの偏向力について、電界偏向器と磁界偏向器の部分は打ち消しができ、一次電子ビームの位置ずれを低減できる。

[0079] なお、周波数特性および位相特性を一致させる手段の一例としては、電圧源回路と電流源回路の周波数帯域や減衰特性が同じようになるように、それぞれの出力段にフィルタを設けることで、共通制御信号部で発生するノイズの位相・周波数特性を一致させることができる。

[0080] 図２において、機構系制御部２３０は、試料室１３０に設置された試料台１１２を駆動するモータ１３１等を含む機構系を制御する。例えば、電子ビームの走査制御に対応させてモータ１３１を駆動して、試料台１１２を移動制御することが可能である。このとき、モータ１３１の回転信号はステージ位置検出部（図示せず）に送られて、試料台１１２の位置情報が得られる。

[0081] なお、図2のコンピュータ200（全体制御部210等）において、計測機能と検査機能の両方を備えるが、一方のみ備える形態としてもよい。画像処理部208は、計測時（計測機能）の場合は、計測画像を生成し、当該画像内のパターン寸法値の計算などを行い、また、検査時（検査機能）の場合は、検査画像を生成し、当該画像内の欠陥を検出・判定する処理などを行う。

[0082] 本実施例によれば、走査型電子ビーム方式の半導体（試料）の計測検査装置及び方法などに関して、スループットと計測精度の向上を実現するため、一次ビーム・二次ビーム分離手段として、2段構成の直交電磁偏向器で構成する。一次・二次電子を分離する手段の高電圧・大電流実現すると共に、一次ビームへの揺れ影響と収差を最小限に抑制でき、分解能とスループットの向上を図ることができる。

実施例 3

[0083] 実施例1で説明した構成では、直交電磁偏向器のX方向（或いはY方向）しか示していないが、本実施例における走査型電子ビーム方式の計測検査装置の構成は、直交電磁偏向器と制御回路をX、Y両方向に設ける。

[0084] 図10は、本発明の実施例3に係る直交電磁偏向器の制御回路の構成を示すブロック図である。本図に示すように、実施例1で説明した直交電磁偏向器の制御回路は、X、Y両方向の直交電磁偏向きの電界・磁界を制御する電圧源回路と電流源回路から構成される。各方向において、一次電子ビームへの位置ずれ影響を最小限にするために、電圧源回路と電流源回路の信号発生部を共通化する。さらに、電圧源制御信号の周波数特性および位相特性と、電流源制御信号の周波数特性および位相特性とが一致する。よって、各方向に対する直交電磁偏向器制御回路の共通化回路ノイズに起因する一次電子ビームへの偏向力について、電界偏向器と磁界偏向器の部分は打ち消しができ、一次電子ビームの位置ずれを低減できる。

[0085] 本実施例によれば、走査型電子ビーム方式の半導体（試料）の計測検査装置及び方法などに関して、スループットと計測精度の向上を実現するため、

一次ビーム・二次ビーム分離手段として、X、Y方向のそれぞれを直交電磁偏向器で構成する。一次・二次電子を分離する手段の高電圧・大電流実現すると共に、一次ビームへの揺れ影響と収差を最小限に抑制でき、分解能とスループットの向上を図ることができる。

実施例 4

[0086] 実施例3で説明した構成では、直交電磁偏向器と制御回路をX、Y両方向に設けるが、

各方向の制御電圧と制御電流の制御は独立して行うことが特徴である。

[0087] 本実施例における走査型電子ビーム方式の計測検査装置の構成では、直交電磁偏向器と制御回路をX、Y両方向に設けている。且つ、X、Y両方向の制御電圧と制御電流の制御は、独立ではないことが特徴である。これはX方向の電極、コイルとY方向の電極、コイルの製造・実装誤差によって、X、Y方向で独立に発生した電磁界は直交することはないので、回転効果を補正することが必要である。

[0088] 図11は、本発明の実施例4に係る直交電磁偏向器の制御回路の構成を示すブロック図である。

[0089] 図11に示すように、直交電磁偏向器の制御回路は、X、Y両方向の直交電磁偏向器の電界・磁界を制御する電圧源回路と電流源回路から構成される。

[0090] 直交電磁偏向器制御回路305は、X方向用直交電磁偏向器制御部とY方向用電界・磁界直交電磁偏向器制御部から構成される。X方向用の直交電磁偏向器制御部は、X方向電界・磁界共通電圧発生部305aから二次ビームのエネルギーに応じた二次ビームのX方向偏向角度を決定する電圧値305a1を生成する。Y方向用の直交電磁偏向器制御部は、Y方向電界・磁界共通電圧発生部305dから二次ビームのエネルギーに応じた二次ビームのY方向偏向角度を決定する電圧値305d1を生成する。生成したX方向共通電圧値305a1をX方向磁界駆動電流源回路305bでX方向磁界を制御する電流へ変換・増幅して、X方向磁界偏向器へ印加する。生成したY方向

共通電圧値 305 d 1 を Y 方向磁界駆動電流源回路 305 e で Y 方向磁界を制御する電流へ変換・増幅して、Y 方向磁界偏向器へ印加する。

[0091] 一方、X 方向偏向器と Y 方向偏向器の回転効果を補正するため、X 方向電界を制御する電圧源回路の出力電圧 V_x は、X 方向共通電圧値 305 a 1 と Y 方向共通電圧値 305 d 1 を、それぞれゲイン調整手段 305 g と 305 h での調整結果を加算し、その値を電界駆動電圧源回路 305 c へ入力し、電界駆動電圧源回路 305 c で電界を制御する電圧へ増幅して X 方向電界偏向器へ印加する。

[0092] 同様に、X 方向偏向器と Y 方向偏向器の回転効果を補正するため、Y 方向電界を制御する電圧源回路の出力電圧 V_y は X 方向共通電圧値 305 a 1 と Y 方向共通電圧値 305 d 1 を、それぞれゲイン調整手段 305 i と 305 j での調整結果を加算し、その値を電界駆動電圧源回路 305 f へ入力し、電界駆動電圧源回路 305 f で電界を制御する電圧へ増幅して、Y 方向電界偏向器へ印加する。

[0093] このような構成で、X、Y 方向電磁偏向器の回転効果がある場合にも、一次電子ビームの位置ずれを生じる電磁偏向器制御回路ノイズの主要部分が、電界制御回路と磁界制御回路に対して共通化した同相成分になって、この部分のノイズに起因する電界と磁界の揺れ方向が逆方向で、大きさはウイン条件に満足する。さらに、電圧源制御信号の周波数特性および位相特性と電流源制御信号の周波数特性および位相特性とを一致させる。

[0094] 本実施例によれば、走査型電子ビーム方式の半導体（試料）の計測検査装置及び方法などに関して、スループットと計測精度の向上を実現するため、一次ビーム・二次ビーム分離手段として、X、Y 方向電磁偏向器の回転効果を補正できる直交電磁偏向器で構成する。一次・二次電子を分離する手段の高電圧・大電流実現すると共に、一次ビームへの揺れ影響と収差を最小限に抑制でき、分解能とスループットの向上を図ることができる。

[0095] 以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸

脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

[0096] 上記構成による、本発明の荷電粒子ビーム装置の主な特徴は以下の通りである。

(1) 荷電粒子ビームを生成する荷電粒子銃と、

該荷電粒子銃から放出された荷電粒子ビームをステージに載置した試料上に照射して走査する電子光学系と、

前記試料から発生する二次電子、または反射電子を検出する検出部と、

前記二次電子、または反射電子の進路を前記検出部の方向へ偏向させる直交電磁偏向部と、を有し、

前記直交電磁偏向部は、磁界を発生させて前記荷電粒子ビームの軌跡を変化させる磁界偏向器と、電界を発生させて前記荷電粒子ビームの軌跡を変化させる電界偏向器と、前記磁界偏向器に電流を供給する電流源回路と、前記電界偏向器に電圧を供給する電圧源回路と、前記電流と前記電圧との関係を調整するゲイン調整部と、を備え、

前記磁界偏向器と前記電界偏向器は、前記磁界と前記電界とが互いに直交し重畳するように配置され、

前記電流源回路に電圧を印加する電圧発生部と、前記電圧源回路に電圧を印加する電圧発生部とが一つに共通化され、

前記ゲイン調整部により、前記磁界により進路が偏向される量と前記電界により進路が偏向される量とが一致するように、前記電流と前記電圧との関係が調整される、

ことを特徴とする荷電粒子ビーム装置。

(2) 荷電粒子ビームを生成する荷電粒子銃と、

該荷電粒子銃から放出された荷電粒子ビームをステージに載置した試料上に照射して走査する電子光学系と、

前記試料から発生する二次電子、または反射電子を検出する検出部と、

前記二次電子、または反射電子の進路を前記検出部の方向へ偏向させる直交電磁偏向部と、を有し、

前記直交電磁偏向部は、前記荷電粒子銃から放出される荷電粒子ビームの進路方向に交わる第 1 の方向に電界および磁界のそれぞれを印加する第 1 の電界偏向器及び第 1 の磁界偏向器と、前記第 1 の方向に直交する第 2 の方向に電界および磁界のそれぞれを印加する第 2 の電界偏向器及び第 2 の磁界偏向器と、前記第 1 及び第 2 の磁界偏向器のそれぞれに電流を供給する第 1 及び第 2 の電流源回路と、前記第 1 及び第 2 の電界偏向器のそれぞれに電圧を供給する第 1 及び第 2 の電圧源回路と、前記電流と前記電圧との関係を調整する第 1 及び第 2 のゲイン調整部と、をそれぞれ備え、

前記第 1 及び第 2 の磁界偏向器は、磁界を発生させて前記荷電粒子ビームの軌跡を変化させ、前記第 1 及び第 2 の電界偏向器は、電界を発生させて前記荷電粒子ビームの軌跡を変化させ、

前記第 1 及び第 2 の磁界偏向器と前記第 1 及び第 2 の電界偏向器は、それぞれの磁界と電界とが互いに直交し重畳するように配置され、

前記第 1 の電流源回路に電圧を印加する電圧発生部と、前記第 1 の電圧源回路に電圧を印加する電圧発生部とが一つに共通化された第 1 の電圧発生部と、

前記第 2 の電圧源回路に電圧を印加する電圧発生部と、前記第 2 の電圧源回路に電圧を印加する電圧発生部とが一つに共通化された第 2 の電圧発生部と、を有し、

前記第 1 の電圧発生部と前記第 2 の電圧発生部とは互いに独立して電圧を制御し、

前記第 1 のゲイン調整部により、前記第 1 の磁界偏向器により磁界の進路が偏向される量と前記第 1 の電界偏向器の電界により進路が偏向される量とが一致するように、前記電流と前記電圧との関係が調整され、

前記第 2 のゲイン調整部により、前記第 2 の磁界偏向器により磁界の進路が偏向される量と前記第 2 の電界偏向器の電界により進路が偏向される量とが一致するように、前記電流と前記電圧との関係が調整される、ことを特徴とする荷電粒子ビーム装置。

符号の説明

- [0097] 1…計測検査装置（システム）、
100…走査型電子顕微鏡（カラム）、
101…電子銃、
102…第1コンデンサレンズ（集束レンズ）、
103…絞り、
104…第2コンデンサレンズ（集束レンズ）、
105…ブランキング（BLK）制御電極、
106…アパーチャ、
107…検出器（二次電子・反射電子検出器）、
109…対物レンズ、
110…試料、
112…試料台（ステージ）、
120…偏向器、
160…直交電磁偏向器、
200…コンピュータ（信号処理系）、
201…ブランキング（BLK）制御回路、
206…イメージシフト・偏向制御回路、
207…信号検出部（二次電子信号検出回路）、
208…画像処理部（二次電子信号処理回路）、
210…全体制御部、
220…電子光学制御部、
230…機構系制御部、
250…GUI部、
303…直交電磁偏向器、
302…直交電磁偏向器の制御回路。

請求の範囲

[請求項1]

荷電粒子ビームを生成する荷電粒子銃と、
該荷電粒子銃から放出された荷電粒子ビームをステージに載置した試料上に照射して走査する電子光学系と、
前記試料から発生する二次電子、または反射電子を検出する検出部と、
前記二次電子、または反射電子の進路を前記検出部の方向へ偏向させる直交電磁偏向部と、を有し、
前記直交電磁偏向部は、磁界を発生させて前記荷電粒子ビームの軌跡を変化させる磁界偏向器と、電界を発生させて前記荷電粒子ビームの軌跡を変化させる電界偏向器と、前記磁界偏向器に電流を供給する電流源回路と、前記電界偏向器に電圧を供給する電圧源回路と、前記電流と前記電圧との関係を調整するゲイン調整部と、を備え、
前記磁界偏向器と前記電界偏向器は、前記磁界と前記電界とが互いに直交し重畳するように配置され、
前記電流源回路に電圧を印加する電圧発生部と、前記電圧源回路に電圧を印加する電圧発生部とが一つに共通化され、
前記ゲイン調整部により、前記磁界により進路が偏向される量と前記電界により進路が偏向される量とが一致するように、前記電流と前記電圧との関係が調整される、
ことを特徴とする荷電粒子ビーム装置。

[請求項2]

請求項1に記載の荷電粒子ビーム装置において、
前記直交電磁偏向部が、前記荷電粒子銃から放出される荷電粒子ビームの進路方向に2つ並置された2段構成であり、
前記2段構成のそれぞれの直交電磁偏向部が、前記磁界偏向器と前記電界偏向器と前記電流源回路と前記電圧源回路と前記ゲイン調整部と、を備えることを特徴とする荷電粒子ビーム装置。

[請求項3]

荷電粒子ビームを生成する荷電粒子銃と、

該荷電粒子銃から放出された荷電粒子ビームをステージに載置した試料上に照射して走査する電子光学系と、

前記試料から発生する二次電子、または反射電子を検出する検出部と、

前記二次電子、または反射電子の進路を前記検出部の方向へ偏向させる直交電磁偏向部と、を有し、

前記直交電磁偏向部は、前記荷電粒子銃から放出される荷電粒子ビームの進路方向に交わる第1の方向に電界および磁界のそれぞれを印加する第1の電界偏向器及び第1の磁界偏向器と、前記第1の方向に直交する第2の方向に電界および磁界のそれぞれを印加する第2の電界偏向器及び第2の磁界偏向器と、前記第1及び第2の磁界偏向器のそれぞれに電流を供給する第1及び第2の電流源回路と、前記第1及び第2の電界偏向器のそれぞれに電圧を供給する第1及び第2の電圧源回路と、前記電流と前記電圧との関係を調整する第1及び第2のゲイン調整部と、をそれぞれ備え、

前記第1及び第2の磁界偏向器は、磁界を発生させて前記荷電粒子ビームの軌跡を変化させ、前記第1及び第2の電界偏向器は、電界を発生させて前記荷電粒子ビームの軌跡を変化させ、

前記第1及び第2の磁界偏向器と前記第1及び第2の電界偏向器は、それぞれの磁界と電界とが互いに直交し重畳するように配置され、

前記第1の電流源回路に電圧を印加する電圧発生部と、前記第1の電圧源回路に電圧を印加する電圧発生部とが一つに共通化された第1の電圧発生部と、

前記第2の電圧源回路に電圧を印加する電圧発生部と、前記第2の電圧源回路に電圧を印加する電圧発生部とが一つに共通化された第2の電圧発生部と、を有し、

前記第1の電圧発生部と前記第2の電圧発生部とは互いに独立して電圧を制御し、

前記第 1 のゲイン調整部により、前記第 1 の磁界偏向器により磁界の進路が偏向される量と前記第 1 の電界偏向器の電界により進路が偏向される量とが一致するように、前記電流と前記電圧との関係が調整され、

前記第 2 のゲイン調整部により、前記第 2 の磁界偏向器により磁界の進路が偏向される量と前記第 2 の電界偏向器の電界により進路が偏向される量とが一致するように、前記電流と前記電圧との関係が調整される、

ことを特徴とする荷電粒子ビーム装置。

[請求項4]

請求項 3 に記載の荷電粒子ビーム装置において、

前記第 2 の電圧発生部から出力される電圧のゲイン調整を行う第 3 のゲイン調整部と、

前記第 1 の電圧発生部から出力される電圧のゲイン調整を行う第 4 のゲイン調整部と、をさらに有し、

前記第 1 の電圧源回路に、前記第 1 の電圧発生部から出力される電圧が前記第 1 のゲイン調整部を介して調整された電圧と、前記第 2 の電圧発生部から出力される電圧が前記第 3 のゲイン調整部を介して調整された電圧とが加算された電圧が入力され、

前記第 2 の電圧源回路に、前記第 1 の電圧発生部から出力される電圧を前記第 4 のゲイン調整部を介して調整された電圧と、前記第 2 の電圧発生部から出力される電圧を前記第 2 のゲイン調整部を介して調整された電圧とが加算された電圧が入力される

ことを特徴とする荷電粒子ビーム装置。

[請求項5]

請求項 3 に記載の荷電粒子ビーム装置において、

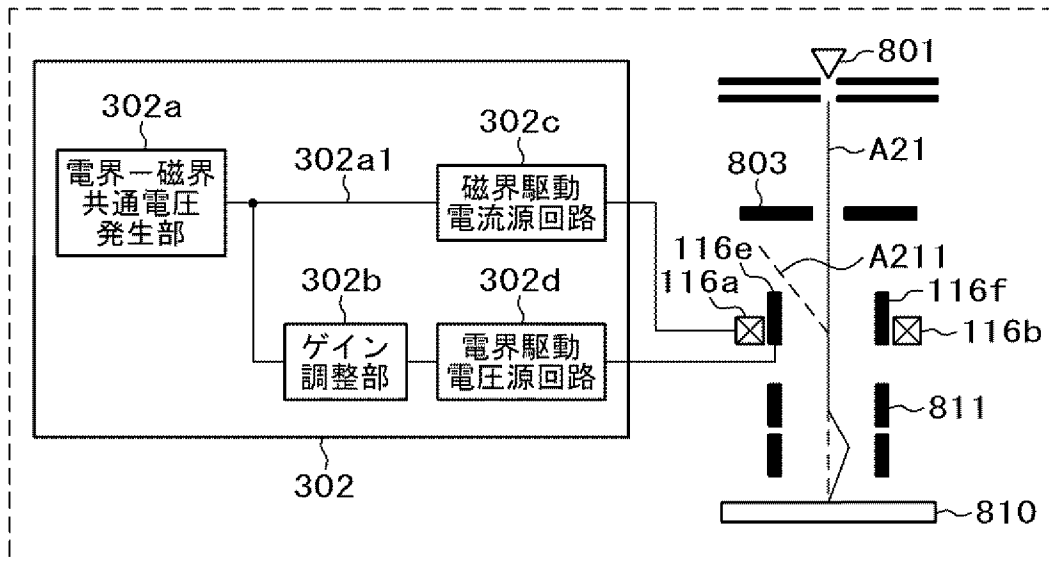
前記第 1 の電圧源回路からの第 1 電圧は、前記第 1 の電流源回路からの第 1 電流と前記第 2 の電流源回路からの第 2 電流とに依存し、

前記第 2 の電圧源回路からの第 2 電圧は、前記第 1 の電流源回路からの第 1 電流と前記第 2 の電流源回路からの第 2 電流とに依存するこ

とを特徴とする荷電粒子ビーム装置。

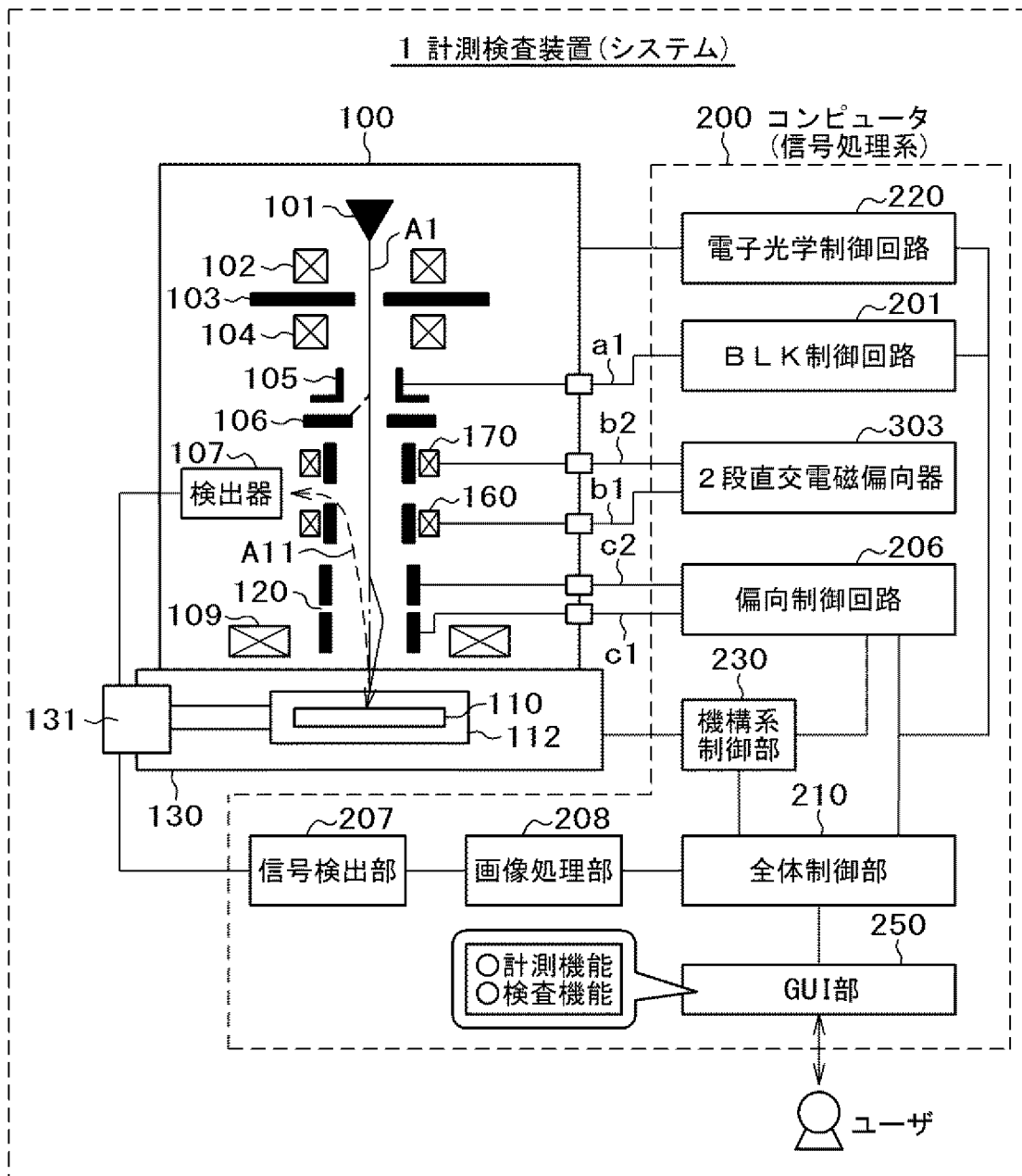
[図1]

図 1



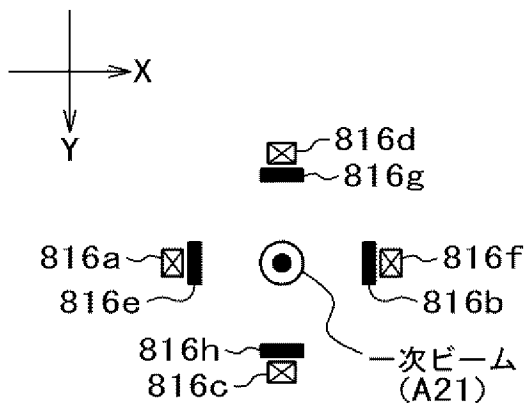
[図2]

図 2



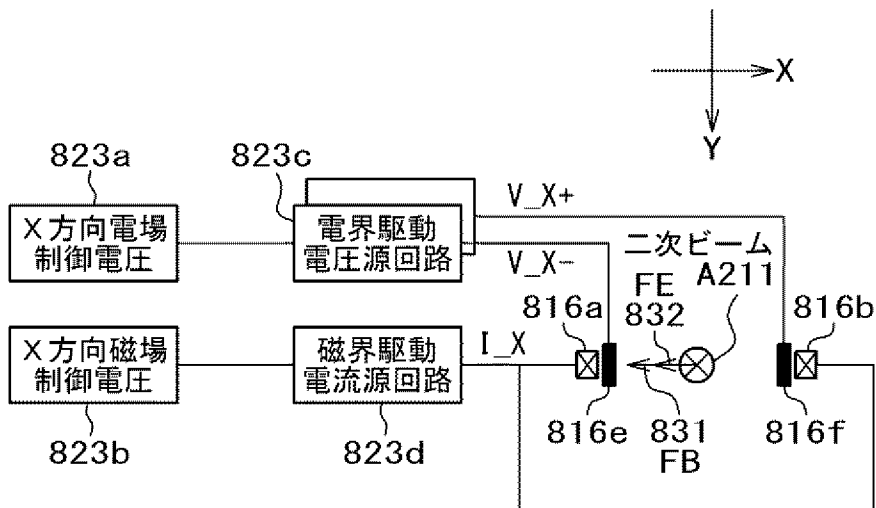
[図3]

図 3



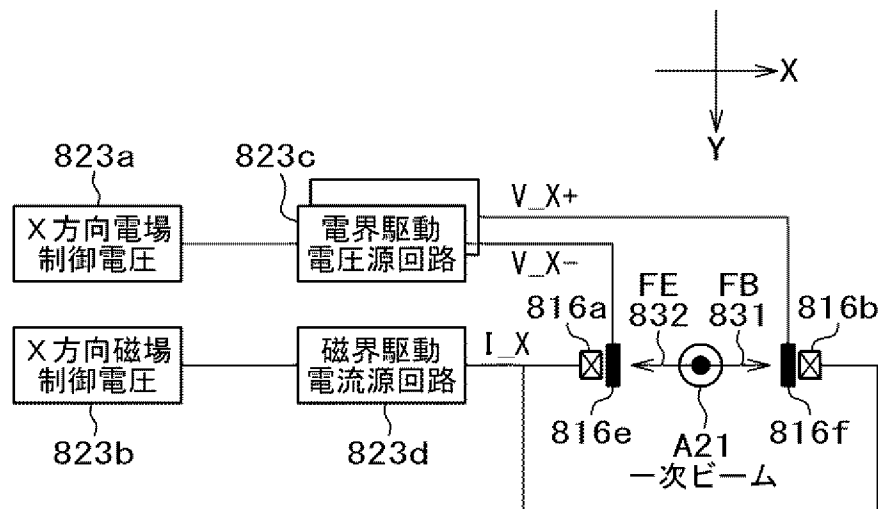
[図4]

図 4



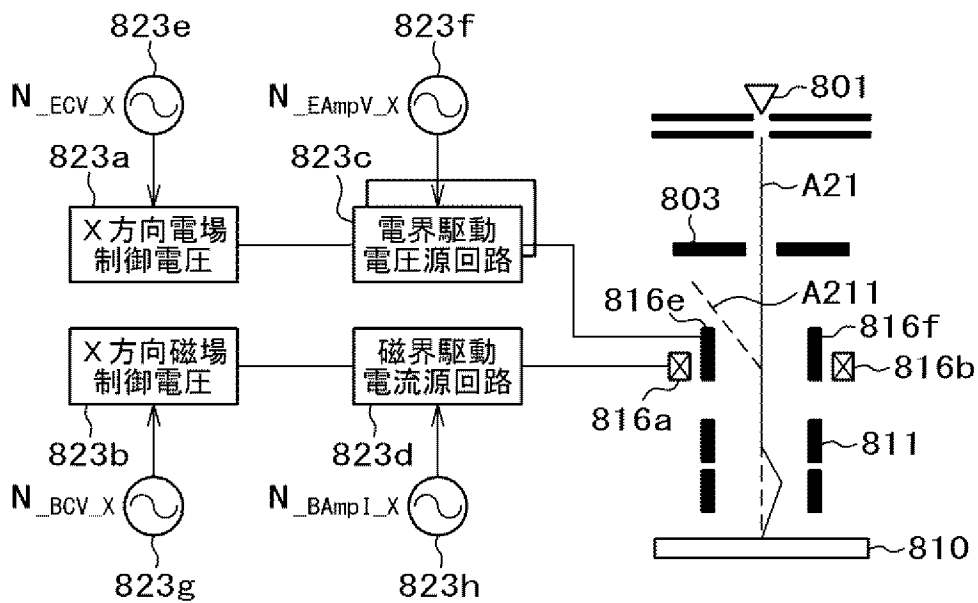
[図5]

図 5



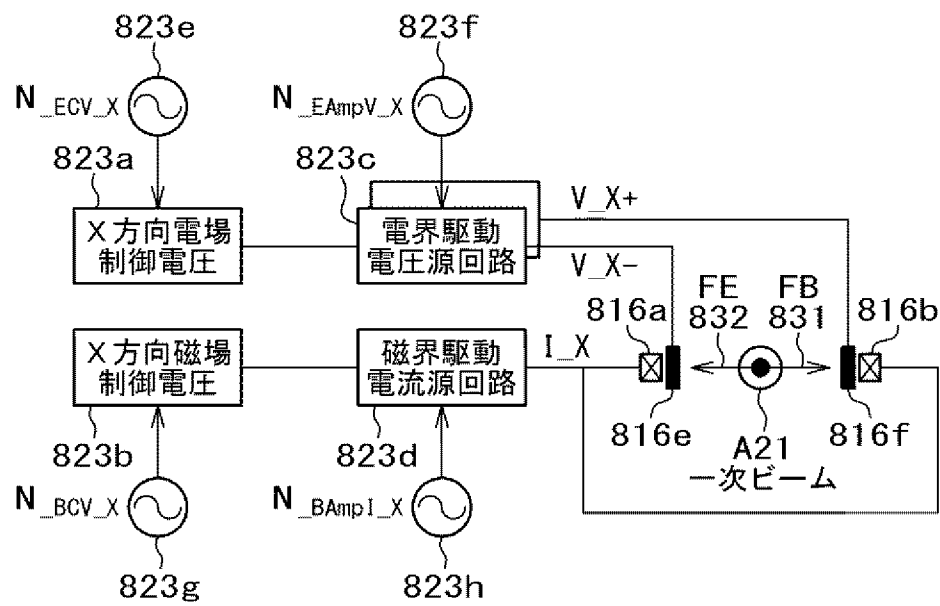
[図6]

図 6



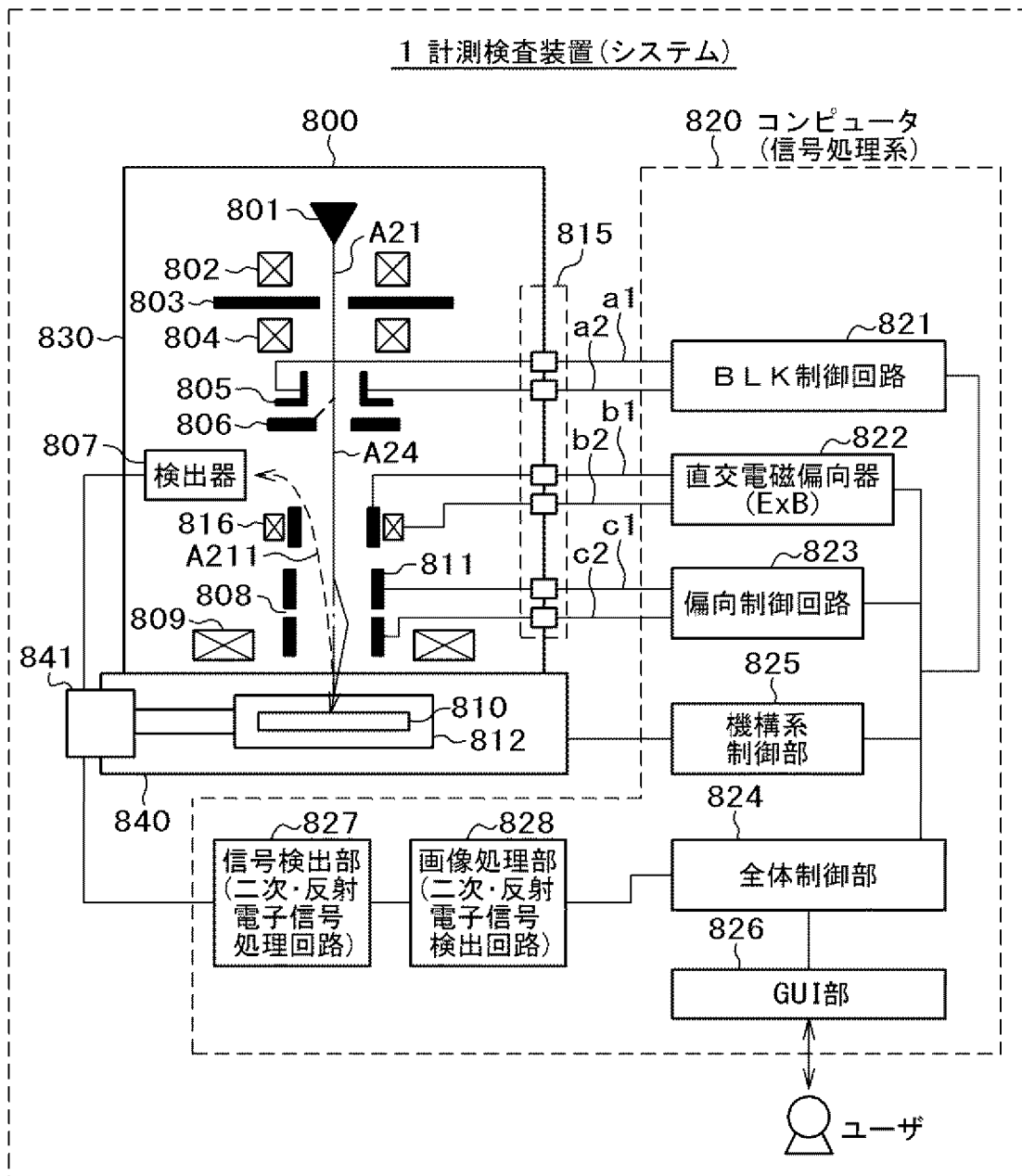
[図7]

図 7



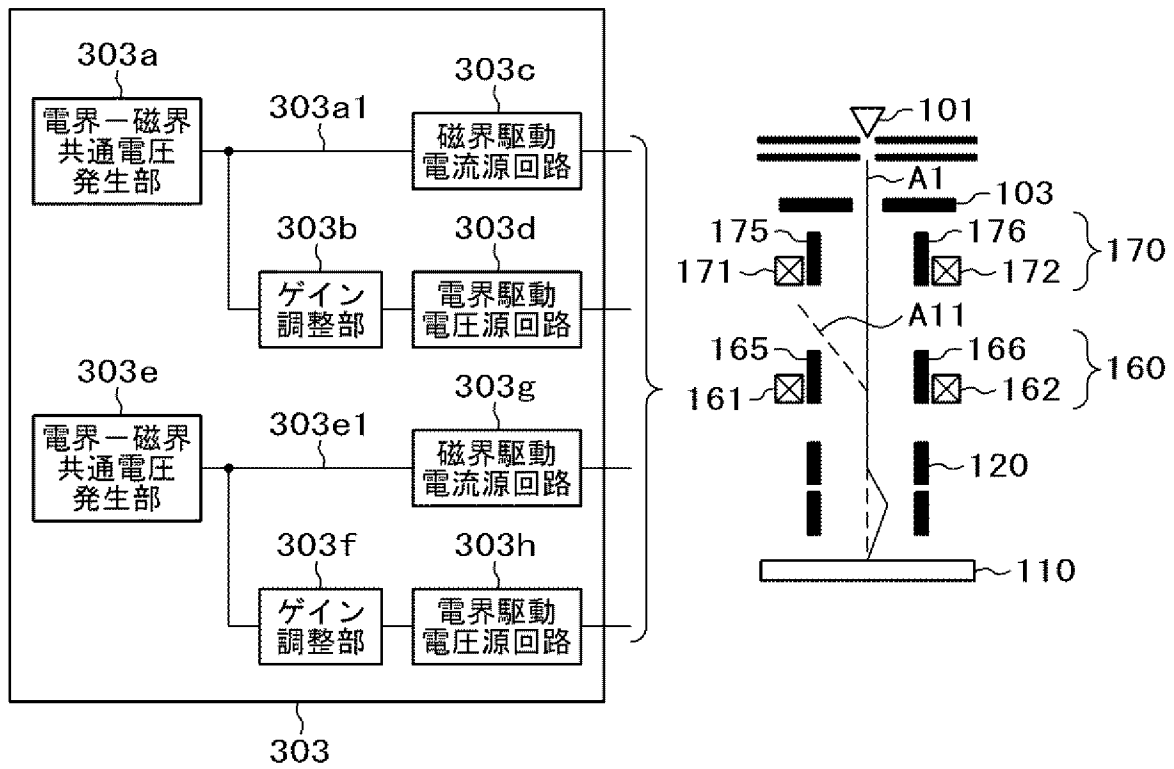
[図8]

図 8



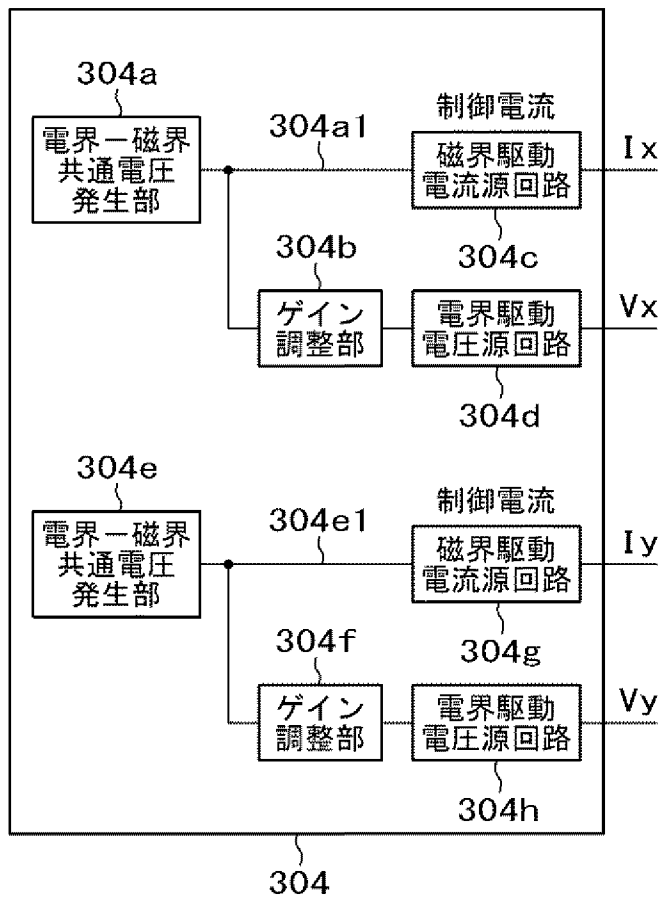
[図9]

図 9



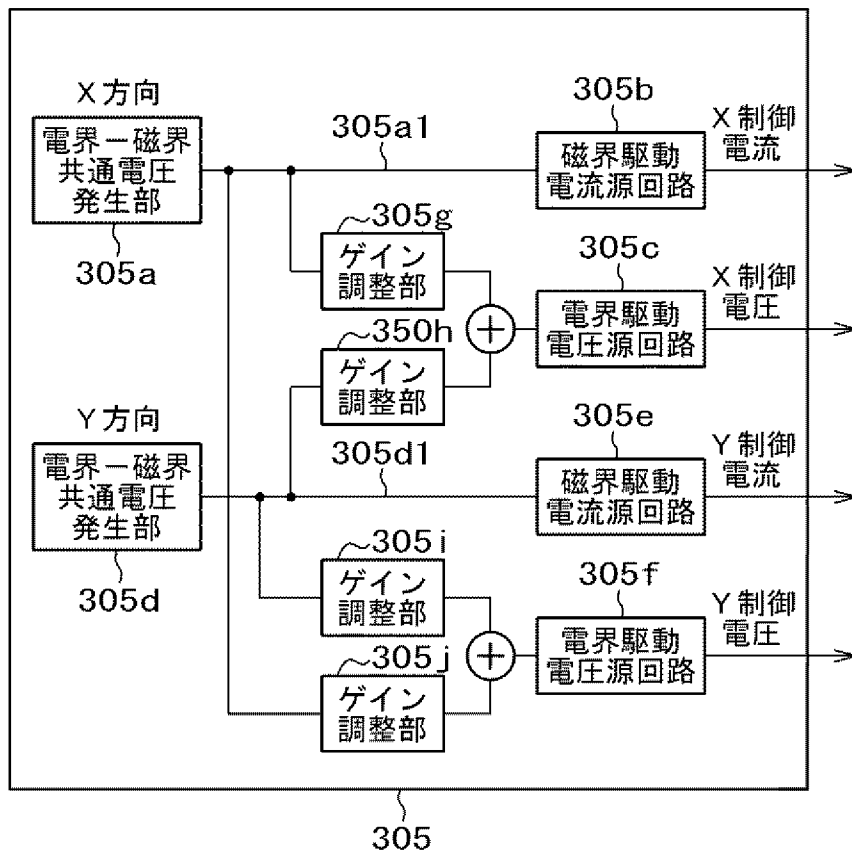
[図10]

図 1 0



[図11]

図 1 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/083200

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J37/05(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)

H01J37/05

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2-60042 A (Hitachi, Ltd.), 28 February 1990 (28.02.1990), entire text; all drawings (Family: none)	1 2-3
Y	JP 2006-332038 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 07 December 2006 (07.12.2006), paragraphs [0060], [0070] & US 2006/0243906 A1	2-3
A	JP 2-142045 A (Hitachi, Ltd.), 31 May 1990 (31.05.1990), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

☐ 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
13 January 2015 (13.01.15)

Date of mailing of the international search report
20 January 2015 (20.01.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01J37/05(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. H01J37/05

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	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015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 2-60042 A（株式会社日立製作所）1990.02.28, 全文全図 (ファミリーなし)	1 2-3
Y	JP 2006-332038 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2006.12.07, 【0060】 , 【0070】 & US 2006/0243906 A1	2-3
A	JP 2-142045 A（株式会社日立製作所）1990.05.31, 全文全図 (ファミリーなし)	1-5

☐ 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

13.01.2015

国際調査報告の発送日

20.01.2015

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）

桐畑 幸▲廣▼

2G

9606

電話番号 03-3581-1101 内線 3226