

(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 10 月 2 日(02.10.2014)

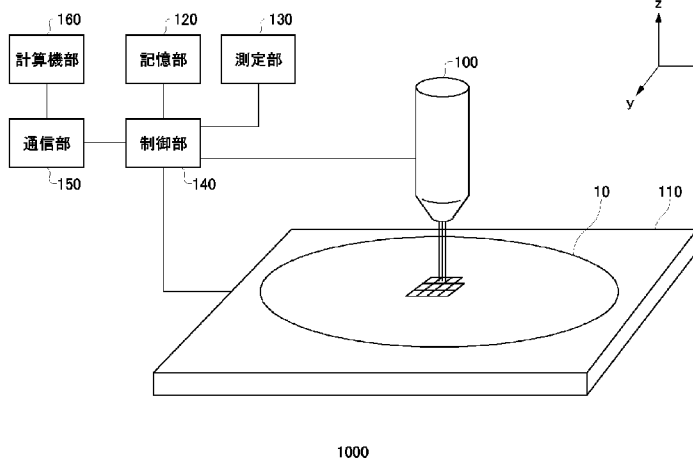


(10) 国際公開番号
WO 2014/156170 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/027 (2006.01) *H01J 37/06* (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01) *H01J 37/305* (2006.01)
G21K 5/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/001796
- (22) 国際出願日: 2014 年 3 月 27 日(27.03.2014)
- (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 2013-073601 2013 年 3 月 29 日(29.03.2013) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人東北大学(TOHOKU UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目 1 番 1 号 Miyagi (JP).
- (72) 発明者: 宮口 裕(MIYAGUCHI, Hiroshi); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目 1 番 1 号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP).
- (74) 代理人: 龍華国際特許業務法人(RYUKA IP LAW FIRM); 〒1631522 東京都新宿区西新宿 1-6-1 新宿エルタワー 2 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, IR, 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, 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, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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))

(54) Title: ELECTRON BEAM IRRADIATION DEVICE

(54) 発明の名称: 電子ビーム照射装置



120 Storage unit
130 Measurement unit
140 Control unit
150 Communications unit
160 Computer unit

(57) Abstract: Provided is an electron beam generation device having increased parallelism which increases throughput of an electron beam irradiation device, and having increased exposure precision. A first embodiment of the present invention provides an electron beam irradiation device that irradiates a drawing pattern by a plurality of electron beams, on to a target object and comprises: a planar electron beam source having a plurality of electron beam generation sources that output the plurality of electron beams arranged thereon; and a control unit that adjusts the electron beam output time for each of the plurality of electron beam generation sources.

(57) 要約: 電子ビーム照射装置のスルーputを向上させる並列度を高め、露光の精度を高めた電子ビーム発生装置を提供すること。第1の態様においては、複数の電子ビームによる描画パターンを対象物に照射する電子ビーム照射装置であって、複数の電子ビームを出力する複数の電子ビーム発生源が配列された面電子ビーム源と、複数の電子ビーム発生源のそれぞれの電子ビーム出力時間を調整する制御部とを備える電子ビーム照射装置を提供する。

明 細 書

発明の名称：電子ビーム照射装置

技術分野

[0001] 本発明は、電子ビーム照射装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、微細パターンが設けられる半導体集積回路は、電子ビーム照射装置を用い、パターンデータに応じて少数の電子ビームを半導体基板に直接描画して当該微細パターンを形成していた（例えば、特許文献1および2参照）。

特許文献1 特開2007-329220号公報

特許文献2 特開平9-245708号公報

非特許文献1 P.N.Minh, L.T.T.Tuyen, T.Ono, H.Mimura, K.Yokoo and M.Esashi : Carbon nanotube on a Si tip for electron field emitter, Jpn . J. Appl. Phys., 41 Part2, 12A (2002), L1409-L1411

非特許文献2 P.N.Minh, L.T.T.Tuyen, T.Ono, H.Miyashita, Y.Suzuki, H.Mimura and M.Esashi : Selective growth of carbon nanotubes on Si microfabricated tips and application for electron field emitters, J. Vac. Sci. Technol. B 21, 4, (2003), 1705-1709

非特許文献3 P.N.Minh, T.Ono, N.Sato, H.Mimura and M.Esashi : Microelectron field emitter array with focus lenses for multielectron beam lithography based on silicon on insulator wafer, J.Vac.Sci.Technol., B22, 3 (2004) 1273-1276

非特許文献4 J.H.Bae, P.N.Minh, T.Ono and M.Esashi : Schottky emitter using boron-doped diamond, J.Vac.Sci.Technol., B22, 3 (2004) 1349-1352

非特許文献5 C.-H.Tsai, T.Ono and M.Esashi : Fabrication of diamond Schottky emitter array by using electrophoresis pre-treatment and h

ot-filament chemical vapor deposition, diamond and related materials,
16 (2007) 1398-1402

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0003] しかしながら、描画するパターンの微細化と、半導体ウェハの大口径化が進むことにより、電子ビーム照射装置のスループットが低下していた。スループットを改善する目的で、電子ビーム発生装置を小型化する動向にあるが、実際に作製して動作させることは困難であり、また、スループットと露光の精度を両立させることも困難であった。

課題を解決するための手段

- [0004] 本発明の第1の態様においては、複数の電子ビームによる描画パターンを対象物に照射する電子ビーム照射装置であって、複数の電子ビームを出力する複数の電子ビーム発生源が配列された面電子ビーム源と、複数の電子ビーム発生源のそれぞれの電子ビーム出力時間を調整する制御部とを備える電子ビーム照射装置を提供する。
- [0005] なお、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

図面の簡単な説明

- [0006] [図1]本実施形態に係る電子ビーム照射装置1000の構成例を対象物10と共に示す。
- [図2]本実施形態に係る電子ビーム照射部100の構成例を対象物10と共に示す。
- [図3]本実施形態に係る面電子ビーム源200の構成例を示す。
- [図4]本実施形態に係る制御部140及び複数の駆動回路220a～dを示す。
- [図5]本実施形態に係る複数の駆動回路220のグループを示す（同心円状に

ブロック分割された電子源アレイの1/4部分のみ表示)。

[図6]本実施形態に係る駆動回路220の構成を示す。

[図7]本実施形態に係る第2レベルシフタ290の構成を示す。

[図8]本実施形態に係る電子ビーム照射方法の処理フローを示す。

[図9]本実施形態に係る駆動回路220の各信号波形を示す。

[図10]本実施形態に係る駆動回路220の各信号波形を示す。

[図11]本実施形態の変形例に係る駆動回路220の構成を示す。

発明を実施するための形態

[0007] 以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

[0008] 図1は、本実施形態に係る電子ビーム照射装置1000の構成例を対象物10と共に示す。電子ビーム照射装置1000は、複数の電子ビームによる描画パターンを対象物10に照射し、対象物10に微細パターンを描画する。

[0009] 対象物10は、半導体基板であってよく、例えば、シリコン、シリコンカーバイド、ゲルマニウム、ガリウムヒ素、窒化ガリウム、ガリウム燐、またはインジウム燐等の半導体材料の結晶を加工して形成された板状の基板でよい。対象物10には、電子線レジストが塗布されていてよい。電子ビーム照射装置1000は、電子ビーム照射部100と、ステージ部110と、記憶部120と、測定部130と、制御部140と、通信部150と、計算機部160とを備える。

[0010] 電子ビーム照射部100は、複数の電子ビームを照射する電子カラムである。電子ビーム照射部100は、対象物10の表面に複数の電子ビームを照射して予め定められた描画パターンを描画する。電子ビーム照射部100の詳細は後に説明する。

[0011] ステージ部110は、電子ビームを照射する対象物10を載置する。ステ

ージ部 110 は、載置した対象物 10 を水平方向に移動させ、電子ビーム照射部 100 によって対象物 10 の一方の面に、予め定められた微細パターンを予め定められた位置に描画させる。

[0012] ステージ部 110 は、例えば、ステージの水平平面を移動する X Y ステージを有する。また、ステージ部 110 は、予め定められた回転軸を中心として回転移動する θ ステージを有してよい。また、ステージ部 110 は、ステージの水平位置を調整するチルトステージを更に有してよい。また、ステージ部 110 は、対象物 10 を垂直方向に移動させ、対象物 10 および電子ビーム照射部 100 の間の距離を調節する Z ステージを更に有してよい。

[0013] 記憶部 120 は、電子ビーム照射部 100 が描画する描画パターンデータを記憶する。ここで、描画パターンデータは、対象物 10 の一方の面上の位置データ、および電子ビームを照射するか否かの照射データ等の情報を含んでよい。記憶部 120 は、予め定められた描画パターンデータを予め記憶してよい。

[0014] 測定部 130 は、電子ビーム照射部 100 の複数の電子ビームのそれぞれの強度を測定する。例えば、測定部 130 は、電子ビーム照射部 100 に電子ビームを個別に出力させて、出力させた電子ビームの強度を測定する。測定部 130 は、電子ビームの強度の測定結果を制御部 140 に供給する。

[0015] 制御部 140 は、電子ビーム照射部 100、ステージ部 110、記憶部 120、測定部 130、及び通信部 150 にそれぞれ接続され、記憶部 120 に記憶された描画パターンデータに応じて、電子ビーム照射部 100 の電子ビーム照射及びステージ部 110 の動作を制御する。

[0016] 例えば、制御部 140 は、記憶部 120 に記憶された複数の電子ビームの照射データを電子ビーム照射部 100 に送信することにより、電子ビーム照射部 100 の電子ビーム照射を制御する。また、制御部 140 は、記憶部 120 に記憶された描画パターンデータに応じて、ステージ部 110 を移動させる制御信号をステージ部 110 に送信することにより、ステージ部 110 の動作を制御する。また、制御部 140 は、通信部 150 を介して受け取っ

た指示信号に応じて、電子ビーム照射部１００および／またはステージ部１１０に制御信号を送信してよい。

[0017] また、制御部１４０は、測定部１３０の測定結果に基づいて、電子ビーム照射部１００が出力する複数の電子ビームの出力時間を調整する。例えば、制御部１４０は、複数の電子ビームの強度の測定結果に基づいて各電子ビームの出力時間を決定し、当該出力時間を含む設定値を電子ビーム照射部１００に供給する。

[0018] 通信部１５０は、制御部１４０と計算機部１６０とを接続する。通信部１５０は、汎用または専用のインターフェイスを有して、制御部１４０と計算機部１６０とを接続して通信させてよい。通信部１５０は、Ethernet（登録商標）、USB、Serial RapidIO等の汎用の高速シリアルインターフェースまたはパラレルインターフェースを用いてよい。また、通信部１５０は、無線で制御部１４０と計算機部１６０とを接続してよい。

[0019] 計算機部１６０は、制御部１４０に電子ビーム照射部１００および／またはステージ部１１０を動作させる指示信号を送信する。計算機部１６０は、電子ビーム照射装置１０００を動作させる動作プログラムを実行して、当該動作プログラムに応じて指示信号を送信してよい。また、計算機部１６０は、ユーザの指示を入力させる入力デバイスを有し、ユーザの指示に応じて指示信号を送信してよい。計算機部１６０は、パーソナルコンピュータまたはサーバマシンでよい。

[0020] 図２は、本実施形態に係る電子ビーム照射部１００の構成例を対象物１０と共に示す。図２は、電子ビーム照射部１００の縦断面の構成例を示す。電子ビーム照射部１００は、面電子ビーム源２００と、加速電極２３０と、電子レンズ２４０とを備える。

[0021] 面電子ビーム源２００は、複数の電子ビーム発生源２１２が配列され、制御部１４０から供給される電子ビームの出力時間の設定値に応じた期間、当該複数の電子ビーム発生源２１２から複数の電子ビームを出力する。面電子ビーム源２００は、電子ビーム発生デバイス２１０と、駆動デバイス２１９

とを有する。

[0022] 電子ビーム発生デバイス 210 は、駆動デバイス 219 と張り合わされ、駆動デバイス 219 の反対側に、複数の電子ビームを出力する複数の電子ビーム発生源 212 を有する。電子ビーム発生デバイス 210 の電子ビームには、一定の電圧が印加され、一例として、略 -5 kV が印加される。電子ビーム発生デバイス 210 の詳細は後に説明する。

[0023] 駆動デバイス 219 は、複数の電子ビーム発生源 212 を含む電子ビーム発生デバイス 210 の電子ビーム発生源 212 と反対側に貼り合わされて、複数の電子ビーム発生源 212 から電子ビームを出力させる。駆動デバイス 219 は、制御部 140 から照射データを受け取り、照射データに応じて、複数の電子ビーム発生源 212 に電子ビームを出力させる。

[0024] 駆動デバイス 219 は、シリコン等の半導体基板で形成されてよい。駆動デバイス 219 は、面電子ビーム源 200 が駆動して温度が上昇しても電子ビーム発生デバイス 210 または駆動デバイス 219 に撓みまたは剥がれ等が生じない程度に、電子ビーム発生デバイス 210 の熱膨張係数とほぼ同じか、同程度の熱膨張係数を有する材料で形成されてよい。

[0025] 加速電極 230 は、面電子ビーム源 200 の電子ビームを出力する側に備わり、面電子ビーム源 200 の電子ビームを出力させる電極よりも高い電圧が印加され、当該電子ビームを加速する。加速電極 230 は、複数の電子ビーム発生源 212 にそれぞれ対応する複数の貫通孔が形成され、複数の電子ビームをそれぞれ通過させる。加速電極 230 は、複数の貫通孔をマトリクス状に配列してよい。加速電極 230 は、一定の電圧が印加され、一例として、対象物 10 と共に略 0 V が印加される。

[0026] 電子レンズ 240 は、面電子ビーム源 200 から出力される複数の電子ビームによる描画パターンを予め定められた倍率にして対象物である対象物 10 に照射する。例えば、電子レンズ 240 は、複数の電子ビームが描画する描画パターンを $1/100$ 以下に縮小する。電子レンズ 240 は、コイル部 242 と、レンズ部 244 と、収束部 246 とを有する。

- [0027] コイル部242は、複数の電子ビームのX Y方向の偏向を制御する。即ち、コイル部242は、対象物10の電子ビームが照射される表面における当該電子ビームのビーム形状を制御する。コイル部242は、電子ビーム照射部100のX軸またはY軸と、対象物10の表面上のX軸またはY軸との対応を補正するローテーションコイルでよい。また、コイル部242は、対象物10の表面上のビーム径のXおよびY方向の振幅を補正してもよい。
- [0028] レンズ部244は、対象物10の表面上に複数の電子ビームを結像させる。レンズ部244は、テレセントリックレンズ系を構成してよく、面電子ビーム源200の対物レンズとして機能する。
- [0029] 収束部246は、加速電界および／または減速電界を複数の電子ビームに印加する。収束部246は、複数の電子ビームの太さおよび束を絞って収束させて、予め定められたエネルギーの電子ビームを対象物である対象物10に照射する。
- [0030] 以上の本実施形態に係る電子ビーム照射部100は、面電子ビーム源等の複数の電子ビームを発生させる面電子ビーム源200を有し、1つの電子カラムから複数の電子ビームを試料に照射してスループットを向上させる。従来、このような複数の電子ビームを発生させる電子ビーム源を製造することは困難であったが、本実施形態に係る面電子ビーム源200は、半導体製造プロセス等の製造工程により、簡便に製造することができる。
- [0031] 図3は、本実施形態に係る面電子ビーム源200の構成例を示す。面電子ビーム源200は、複数の電子ビーム発生源212のそれぞれから放出される電子を加速して集束させ、複数の電子ビームとして出力する。面電子ビーム源200は、図2で説明したように、電子ビーム発生デバイス210と、駆動デバイス219とを有する。
- [0032] また、面電子ビーム源200は、各部に電源電圧及び制御部140からの信号電圧等を供給する電圧供給部202を有してよい。また、面電子ビーム源200は、第1電極部310が障壁部330を介して接続される。
- [0033] 電圧供給部202は、定電圧発生回路および／または定電流発生回路と、

複数の電極部 204 とを含み、それぞれの電極部 204 に接続される接続先にそれぞれ電源電圧等を供給する。電圧供給部 202 は、駆動デバイス 219 の電子ビーム発生デバイス 210 側とは反対側の面に設けられる。複数の電極部 204 は、ワイヤボンディング等で複数の接続先にそれぞれ接続されてよい。

[0034] ここで、本実施例で説明する電極部 204 等の電極は、ニッケル、金、クロム、チタン、アルミニウム、タングステン、パラジウム、ロジウム、白金、銅、ルテニウム、インジウム、イリジウム、オスミウム、および／またはモリブデンを含んでよい。また、当該電極は、これらの材料を含む 2 以上の材料の合金であってよい。

[0035] 電子ビーム発生デバイス 210 は、シリコン等の半導体結晶から構成される基板 211 を有する。基板 211 には複数の凹部 214 と、アイソレーション部 340 と、第 3 電極部 350 とが設けられる。複数の凹部 214 は、それぞれが凹面を有し、それぞれに複数の電子ビーム発生源 212a 及び 212b が形成される。また、複数の凹部 214 のそれぞれは、球面状または放物面状に形成されてよい。

[0036] 複数の凹部 214 のそれぞれは、一例として、等方性エッチングにより形成され、電子ビームを発生させる電子ビーム発生源 212a 及び 212b が形成される。例えば、複数の凹部 214 は、ウェットエッチングにより形成される。電子ビーム発生源 212 は、ポリシリコン層 216 と、第 1 絶縁膜 215 と、第 2 絶縁膜 218 と、電子放出部 300 と、第 1 電極部 310 と、第 2 電極部 320 と、障壁部 330 とを含む。

[0037] ポリシリコン層 216 は、基板 211 の複数の凹部 214 が形成された面に形成される。ポリシリコン層 216 のうち、凹部 214 に形成された少なくとも一部は、陽極活性され、ナノ結晶化された電子放出部 300 となる。

[0038] 第 1 絶縁膜 215 および第 2 絶縁膜 218 は、基板 211 のポリシリコン層 216 が形成された面に形成される。第 1 絶縁膜 215 および第 2 絶縁膜 218 は、隣り合う電子ビーム発生源 212 のポリシリコン層 216 を電気

的に絶縁して、当該ポリシリコン層 216 を介してリーク電流が発生することを防止する。第 1 絶縁膜 215 は、一例として、熱酸化によって形成される SiO_2 膜等であり、また、第 2 絶縁膜 218 は、CVD 法等によって成膜される SiN 膜である。

[0039] 電子放出部 300 は、複数の凹部 214 のそれぞれに設けられ、電子を放出する。複数の凹部、即ち複数の電子放出部 300 は、基板 211 の一方の面にマトリクス状に配列され、駆動デバイス 219 からの駆動電圧に応じて電子をそれぞれ放出する。また、複数の電子放出部 300 のそれぞれは、ナノ結晶を有する。例えば、電子放出部 300 は、ナノ結晶シリコンで形成される。ナノ結晶シリコンは、電子トンネル障壁として機能する表面酸化膜を形成し、当該ナノ結晶シリコンが複数並ぶことにより、電子トンネル障壁を接続した列が形成される。

[0040] このような電子トンネル障壁の列は、当該障壁に電圧を印加することで、当該障壁を通過させる電子を、例えば数個の単位といった極微量な単位で制御することができる。したがって、電子放出部 300 は、ナノ結晶を有することで、電子の放出量を精密に、かつ、再現性よく制御することができる。

[0041] また、電子放出部 300 は、このようなナノ結晶シリコンが複数並ぶナノワイヤで形成される場合、電子を出力する面に対して当該ナノワイヤが垂直に形成されずに、結晶方位に依存して出力面の法線に対して傾くことがある。この場合、電子放出部 300 は、出力面の法線方向とは異なる方向に電子を出力させることがある。この場合、電子放出部 300 は、出力面の法線に対して異なる方向のトンネル確率の分布と、当該方向にナノワイヤが電子を放出する分布との掛け算で、電子放出量が定まる。

[0042] 電子放出部 300 は、凹面形状の凹部 214 を有することで、当該凹面形状を平坦な形状にした場合の電子放出量に比べてより多くの電子を有効な電子ビームとして外部に出力させることができる。例えば、電子放出部 300 は、電子を放出する分布がより高い方向および／またはトンネル確率の分布がより高い方向を、電子ビームを出力する方向に向けて形成することで、平

坦な形状にした場合の電子放出量に比べてより多くの電子を電子ビームとして出力させることができる。一例として、凹部 2 1 4 の形状は、複数の電子放出部 3 0 0 の電子を放出する方向と、当該方向の電子のトンネル確率との乗算がより大きくなる方向を、対応する第 1 電極部 3 1 0 の開口部に向ける。

[0043] また、複数の電子放出部 3 0 0 のそれぞれは、ナノ結晶に代えて、放出する電子をトンネリングさせる絶縁膜を有してよい。このような絶縁膜は、放出する電子の量をトンネルする確率によって調整することができるので、当該絶縁膜の材質、膜厚および絶縁膜に印加する電圧によって、電子の放出量を制御することができる。

[0044] 第 1 電極部 3 1 0 は、複数の電子放出部 3 0 0 のそれぞれに対応して設けられ、対応する電子放出部 3 0 0 が放出した電子を加速して電子放出部 3 0 0 に設けられた凹部 2 1 4 から電子ビームとして出力する。複数の第 1 電極部 3 1 0 のそれぞれは、開口部 3 1 2 を有し、基板 2 1 1 の複数の凹部 2 1 4 が設けられる一方の面に板状に形成され、対応する凹部 2 1 4 との電位差によって開口部 3 1 2 から電子ビームを集束させて出力させる。開口部 3 1 2 は、第 1 電極部 3 1 0 および／または電子放出部 3 0 0 の中心近辺に形成される。開口部 3 1 2 は、円形の貫通孔でよい。

[0045] 図中において、第 1 電極部 3 1 0 a は、電子放出部 3 0 0 a に対応して設けられ、電子放出部 3 0 0 a が放出する電子を加速して開口部 3 1 2 a から電子ビームとして出力させる例を示す。同様に、第 1 電極部 3 1 0 b は、電子放出部 3 0 0 b に対応して設けられ、電子放出部 3 0 0 b が放出する電子を加速する。ここで、複数の第 1 電極部 3 1 0（図中の例では第 1 電極部 3 1 0 a および第 1 電極部 3 1 0 b）は、電氣的に接続され、予め定められた定電圧が印加される。

[0046] 第 1 電極部 3 1 0 は、基板 2 1 1 の外部に備わる電極等と電氣的に接続され、制御部 1 4 0 からの駆動電圧等が印加される接続部を有してよい。当該接続部は、第 1 電極部の一部にメッキ等で導電性物質が更に形成された電極

部でよい。接続部は、ワイヤボンディング等によって外部の電極と接続されてよい。

[0047] 第2電極部320は、複数の凹部214のそれぞれに設けられ、当該凹部214を覆う導電性物質で形成される。第2電極部320は、電子放出部300から放出された電子を、第1電極部310との電位差によって開口部312から電子ビームとして出力させる。ここで、第2電極部320は、電子放出部300から放出される電子を通過させる程度に薄く形成される。複数の凹部214に設けられる複数の第2電極部320は、電氣的に接続され、予め定められた定電圧が印加される。

[0048] ここで、第1電極部310および第2電極部320は、これら電極間の電位差が数十から数百Vとなる駆動電圧がそれぞれ印加されてよい。好ましくは、第1電極部310および第2電極部320は、制御部140から電位差が百数十Vとなる駆動電圧がそれぞれ印加される。一例として、第1電極部310および第2電極部320は、電位差が150Vとなる駆動電圧がそれぞれ印加される。第2電極部320は、接続部322を含む。

[0049] 接続部322は、第2電極部320のうち厚さがより厚く形成される電極部であって、基板211の外部に備わる電極等と電氣的に接続され、駆動電圧が印加される。接続部322は、第2電極部の一部にメッキ等で導電性物質が更に形成された電極部でよい。接続部322は、ワイヤボンディング等によって外部の電極と接続されてよい。

[0050] 障壁部330は、複数の第1電極部310および基板211の間において複数の凹部214に対応する位置に設けられ、絶縁材料で形成される。障壁部330は、基板211と第1電極部310との間を予め定められた距離を離間させ、第1電極部310を支持しつつ、第1電極部310と第2電極部320とを電氣的に絶縁する。障壁部330は、樹脂等で形成されてよく、これに代えて、CVD法等によって成膜される酸化シリコン膜でよい。

[0051] 以上の電子ビーム発生源212は、電子放出部300が放出する電子に、第1電極部310と第2電極部320にそれぞれ印加される駆動電圧によっ

て生じる電界を印加することによって開口部 3 1 2 から電子ビームを発生させる。ここで、電子ビーム発生源 2 1 2 は、凹部 2 1 4 が凹面状、球面状、または放物面状に形成されることで、電子放出部 3 0 0 の電子を放出する面もまた凹面状、球面状、または放物面状に形成される。

[0052] これによって、電子ビーム発生源 2 1 2 は、電子放出部 3 0 0 が電子を放出する方向を開口部 3 1 2 の方向に合わせて、当該開口部 3 1 2 に集束させやすくすることができる。即ち、電子ビーム発生源 2 1 2 は、開口部 3 1 2 に集束させる電子の数を増加させることができ、発生する電子ビームの密度を高めることができる。

[0053] 電子ビーム発生源 2 1 2 は、発生させた電子ビームを後段の電子レンズ 2 4 0 によって対象物 1 0 に照射させる。ここで、電子レンズ 2 4 0 は、光学レンズ等と同様に電子ビームの結像にボケやゆがみ等を生じさせる収差を有する場合がある。例えば、電子レンズ 2 4 0 は、結像させる電子ビームに対して、ビームの中央近傍を走行する電子に比べてビームの外側近傍を走行する電子の焦点位置を短くさせる場合がある。

[0054] そこで、電子ビーム発生源 2 1 2 は、電子放出部 3 0 0 の電子を放出する面を凹面状、球面状、または放物面状に形成させて電子ビームの密度を高めつつ、当該収差を補正してよい。ここで、電子ビーム発生源 2 1 2 が凹部 2 1 4 を平坦にした場合、電子放出部 3 0 0 の電子の放出面の法線方向が開口部 3 1 2 近傍にある領域から出力される電子は、電子ビームの中央に集束されやすい。

[0055] そこで電子放出部 3 0 0 は、電子の放出面を開口部 3 1 2 に向けつつ、当該領域である放出面の中央近傍の領域と開口部 3 1 2 との間の距離よりも、放出面の縁側近傍の領域と開口部 3 1 2 との間の距離を、より短くする面を形成する。即ち、電子ビームの外側に集束されやすい電子がより速く開口部 3 1 2 に到達するように放出面を形成することで、当該電子の焦点距離を長くさせる。これは、凹部 2 1 4 が、電子放出部 3 0 0 の放出面の中心点により近い部分から放出される電子の層流を、当該中心点により近い位置に集中

させて負の収差を発生させることに相当する。

[0056] これによって、電子ビーム発生源 212 は、発生させる電子ビームの中央近傍（例えば、図 3 における A-A'、B-B' で示した凹部 214 の略中央を通る垂線近傍）を走行する電子に比べて、電子ビームの外側近傍を走行する電子の焦点距離を長くすることができる。例えば、電子ビーム発生源 212 は、電子ビームの光軸の中心から離れるに応じて電子ビームの焦点距離を長くして、電子ビームの照射方向に対する垂直方向の断面において、同心円状に焦点距離の分布を持たせる。このように、電子ビーム発生源 212 は、電子レンズ 240 の収差に対応させた放出面を形成することで、電子レンズ 240 の収差を補正することができる。

[0057] また、電子放出部 300 の放出面の縁側近傍の領域は、中央近傍の領域に比べて電子ビーム発生源 212 の外部に近いので、外部電界の影響を受けやすい。即ち、放出面の縁側近傍の領域から出力される電子は、放出面の法線から傾いた方向に出力されやすく焦点距離が長くなりやすい。このように、電子ビーム発生源 212 は、外部電界に依存して出力させる電子ビームに焦点距離の分布を形成させるので、このような分布に応じて、電子放出部 300 の放出面の形状を調整して対象物 10 に結像する電子ビームの収差を補正してよい。

[0058] ここで、第 2 電極部 320 は、凹部 214 を覆う電極を形成し、当該凹部 214 を同電位に保つ。これによって、第 2 電極部 320 は、電子放出部 300 から安定な速度分布の電子を放出させて開口部 312 近傍に集束させつつ、上記の外部電界の影響を低減させることができる。

[0059] アイソレーション部 340 は、絶縁物質が充填されて形成される。アイソレーション部 340 は、複数の電子ビーム発生源 212 のそれぞれの周囲を囲むように形成され、電子ビーム発生源 212 間を電氣的に分離する。アイソレーション部 340 は、一例として、基板 211 の複数の凹部 214 が形成される面とは反対側の面において、複数の電子放出部 300 に対応する複数のリング状または格子状に形成された溝に樹脂等の絶縁材料を充填させて

形成される。

[0060] 第3電極部350は、基板211の複数の凹部214が形成される上面とは反対側の下面に、複数の電子放出部300のそれぞれに対応して形成される。第3電極部350は、複数の電子放出部300から電子をそれぞれ放出させる駆動電圧がそれぞれ印加される。第3電極部350は、基板211の下面に形成される導電膜352を有してよい。第3電極部350は、駆動デバイス219と電氣的に接続される。

[0061] 駆動デバイス219は、複数の電子ビーム発生源212a及び212bのそれぞれに対応する、複数の駆動回路220a及び220bを有する。駆動回路220a及び212bは、複数の電子ビーム発生源212のそれぞれを駆動する駆動電圧を供給する。

[0062] 具体的には、駆動回路220は、複数の電子放出部300から電子を放出させる駆動電圧を、複数の電子放出部300のそれぞれに対して個別に供給する。駆動回路220a等は、半導体基板に形成され、当該半導体基板の一方の面を基板211と張り合わされてよい。

[0063] ここで駆動回路220は、基板211に形成される第3電極部350に対応する複数の電極部222を有し、当該電極部222が対応する第3電極部350と電氣的に接続されつつ基板211と張り合わされ、当該電極部222を介して駆動電圧を供給する。電極部222は、例えば、100 μ mピッチ程度で基板211に形成される第3電極部350に対応させるべく、当該第3電極部350と同程度のピッチで形成される。

[0064] 駆動回路220は、外部に備わる電極等と電氣的に接続され、駆動電圧および電源電圧等が印加される複数の接続部224を有してよい。当該接続部224は、ワイヤボンディング等によって外部の電極と接続されてよい。

[0065] 複数の駆動回路220の少なくとも1つは、電圧供給部202を介して外部に露出されて、駆動電圧を出力する検査用端子354を有してよい。検査用端子354は、検査時において、駆動回路220から対応する電子ビーム発生源212に供給する駆動信号を駆動デバイス219における電子ビーム

発生デバイス 210 とは反対側の面へと出力する。

- [0066] 駆動回路 220 は、複数の電子放出部 300 のそれぞれの配置に応じて、異なるオフセットバイアスを更に印加してよい。複数の電子放出部 300 は、それぞれ個別に駆動電圧を印加されて電子をそれぞれ放出し、対応する複数の電子ビーム発生源 212 は、複数の電子ビームを発生させる。複数の電子ビーム発生源 212 a 等は、発生させた複数の電子ビームを後段の電子レンズ 240 によって結像させて、対象物 10 に描画パターンを照射させる。
- [0067] ここで、電子レンズ 240 等の光学系は、レンズの中央近傍を通る電子ビームと、レンズの外縁近傍を通る電子ビームとで僅かに焦点位置に差を与え、複数の電子ビームによる描画像にボケやゆがみ等を生じさせる場合がある。例えば、電子レンズ 240 は、レンズの外縁近傍を通る電子ビームに対して、レンズの中央近傍を通る電子ビームに比べて焦点位置を短くさせる場合がある。
- [0068] そこで、駆動回路 220 は、電子レンズ 240 の中央近傍を通る電子ビームを発生させる電子ビーム発生源 212 に比べて、電子レンズ 240 の外縁近傍を通る電子ビームを発生させる電子ビーム発生源 212 に対して、高いオフセット電圧を供給する。これによって、駆動回路 220 は、電子レンズ 240 の外縁近傍を通る電子ビームの出力速度を増加させて焦点距離を長くして発生させ、電子レンズ 240 によって短くなる焦点位置と相殺させて補正することができる。
- [0069] ここで、複数の電子放出部 300 は、それぞれの配置に応じて複数のブロックに分配され、駆動回路 220 は、当該ブロック毎にオフセットバイアスを印加してよい。例えば、複数の電子放出部 300 のうち、基板 211 の一方の面上において中央近辺に配置され、電子レンズ 240 の中央近傍を通る電子ビームとなる電子を放出する複数の電子放出部 300 は、同一のブロックに分配される。また、その他の電子放出部 300 は、中央のブロックを中心に、略同心円状に 2 以上のブロックに分配されてよい。
- [0070] このように、複数の電子放出部 300 は、電子レンズ 240 の中央近傍を

通る電子ビームを出力させる電子放出部300を中心ブロックとして、電子レンズ240の外縁方向に同心円状に2以上に分割された環状領域に対応する電子放出部300を、他のブロックとして分配される。駆動回路220は、当該ブロック毎に異なるオフセットバイアスを印加することで、電子レンズ240の中央近傍を通る電子ビームを中心に、同心円状に分割された領域毎に電子ビームの焦点位置を調節することができ、効率的に描画パターンの結像を補正することができる。

[0071] 駆動回路220は、第1電極部310および第2電極部320に、数kV〜数十kVの負電圧を印加する。一例として、駆動回路220は、同心円の中央に分配された電子放出部300に対応する第2電極部320に -5 kV を、対応する第1電極部310に $-5\text{ kV} + 150\text{ V}$ を印加する。

[0072] この場合、電子ビーム発生源212は、 150 V の電位差によって生じる電界を電子放出部300から放出する電子に印加して電子ビームを発生させ、発生した電子ビームを加速電極230との略 5 kV の電位差で加速させる。また、駆動回路220は、中央のブロックから外縁に向けてnブロック異なる毎に、対応する第2電極部に $-5\text{ kV} + n\text{ V}$ を、対応する第1電極部に $-5\text{ kV} + 150\text{ V} + n\text{ V}$ を印加する。このように、駆動回路220は、ブロックが異なる毎に駆動電圧を 1 V 程度変化させて、電子ビームの加速電界をブロック毎に微調整してよい。

[0073] 以上の本実施例に係る面電子ビーム源200は、複数の電子ビーム発生源212を有し、当該複数の電子ビーム発生源212をそれぞれ個別に駆動して複数の電子ビームを出力させることができる。これによって、面電子ビーム源200を備える電子ビーム照射部100は、複数の電子ビームによって予め定められた描画パターンを対象物に照射することができる。

[0074] ここで、電子ビーム発生源212は、半導体基板に等方性エッチング等の簡便な方法で形成された複数の凹部214にそれぞれ形成される。したがって、複数の電子ビーム発生源212は、半導体製造プロセス等によって基板211に形成することができる。即ち例えば、電子ビーム発生源212は、

基板 211 の $1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$ の面積に、 100×100 個のマトリクス状に配列されて形成される。このように、電子ビーム発生源 212 は、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 程度のピッチのマトリクス状に形成することで、電子レンズ 240 によって $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下程度のピッチの描画パターンを対象物に照射することができる。

[0075] また、面電子ビーム源 200 に備わる電子ビーム発生源 212 は、複数の凹部 214 と、複数の凹部 214 に対応する位置に別プロセスで形成させた障壁部 330 とを有する。これによって、面電子ビーム源 200 は、凹面状、球面状、または放物面状といった予め定められた形状の底部を有する円柱状の穴等を精密に形成すること無しに、複数の電子ビーム発生源 212 を簡単に形成することができる。このように、面電子ビーム源 200 は、小面積、かつ、高密度に形成させた複数の電子ビーム発生源 212 を備えることができる。したがって、電子ビーム照射部 100 は、装置の大きさを小型にしつつ、 10000 程度の電子ビームを照射することができる。

[0076] 以上の本実施例において、面電子ビーム源 200 および電子ビーム照射部 100 は、電子ビーム照射装置 1000 に用いられる例を説明した。これに代えて、面電子ビーム源 200 および電子ビーム照射部 100 は、電子ビームを用いる装置に備わってよく、電子顕微鏡、電子線マイクロアナライザ、ブラウン管、送信管、撮像管、真空管、加工装置、加熱装置、または滅菌装置等に用いられてもよい。

[0077] 図 4 は、制御部 140 及び複数の駆動回路 220 a ~ d を示す。複数の駆動回路 220 a ~ d は、制御部 140 に対して縦続接続され、制御部 140 からのデータを駆動回路 220 a、駆動回路 220 b、駆動回路 220 c、駆動回路 220 d の順に伝播していくことによりデータを伝送する。

[0078] 制御部 140 は、直列に縦続接続される複数の駆動回路 220 a ~ d に対してシーケンシャルに照射データを出力して、複数の駆動回路 a ~ d に照射データを書き込ませる。また、制御部 140 は、複数の駆動回路 220 a ~ d に対してシーケンシャルに電子ビーム出力時間の設定値を出力して、複数

の駆動回路 220 a～d のそれぞれに対し当該設定値を設定する。

[0079] 例えば、制御部 140 は、駆動回路 220 a のシフトレジスタ S R に順次照射データを送信し、照射データをシフトレジスタ間でシフトさせていくことにより、複数の駆動回路 220 a～d のシフトレジスタ S R に、複数の駆動回路 220 a～d に対応する電子ビーム発生源 212 a～d 用の照射データを格納する。制御部 140 は、複数の駆動回路 220 a～d に対してシフトレジスタ S R の値をレジスタ L T 0 に格納する命令を送信することにより、複数の駆動回路 220 a～d のレジスタ L T 0 に照射データを格納する。

[0080] 制御部 140 は、同様の方法により、複数の駆動回路 220 a～d のレジスタ L T 1 及び L T 2 に、各駆動回路 220 a～d に対応する電子ビーム発生源 212 の出力時間の設定値を格納する。これにより、駆動回路 220 a～d の各々は出力時間の設定値として 2 ビット（4 段階）の値を格納する。なお、駆動回路 220 a～d の照射データ用のレジスタは 2 ビット以上でもよく、設定値のレジスタは 3 ビット以上又は 1 ビットであってもよい。

[0081] 図 5 は、複数の駆動回路 220 のグループを示す（同心円状にブロック分割された電子源アレイの 1/4 部分のみ表示）。本実施形態において、複数の駆動回路 220 は、複数のグループに分割されてよく、駆動回路 220 がグループ毎に縦続接続されてもよい。図示するように、面電子ビーム源 200 の領域は、電子ビームの焦点距離ごとに複数の同心円に囲まれたブロックにより分割される。

[0082] さらに同心円に囲まれた 1 つのブロックは、複数のグループ G 1 及びグループ G 2 等により分割される。複数の駆動回路 220 は、グループごとに縦続接続されており、制御部 140 は、複数のグループのそれぞれに含まれる複数の駆動回路 220 に対して、矢印で示すようにシーケンシャルに照射データ等を出力して複数の駆動回路 220 に書き込ませる。

[0083] 図 6 は、駆動回路 220 の構成を示す。駆動回路 220 は、制御部 140 から書き込まれた照射データ及び出力時間の設定値に基づいて、対応する電子ビーム発生源 212 に駆動電圧を供給する。駆動回路 220 は、シフトレ

ジスタSR、レジスタLT0、レジスタLT1、レジスタLT2、バッファアンプ248、AND回路250、AND回路252、AND回路254、AND回路260、AND回路262、AND回路264、AND回路266、OR回路268、AND回路270、AND回路272、OR回路274、第1レベルシフタ280、及び、第2レベルシフタ290を有する。

[0084] 駆動回路220は、制御部140からクロック信号SRckin及びデータ信号SRdinを入力し、クロック信号SRckin及びデータ信号SRdinを後続の駆動回路220に供給する。後続の駆動回路220は、前に接続された駆動回路220からクロック信号SRckin及びデータ信号SRdinを入力し、後続の駆動回路220に供給する。

[0085] 駆動回路220は、制御部140から、予め定められた長さの立ち上がり期間を有する複数のイネーブル信号Ena0～3、レジスタ指定信号Md0、レジスタ指定信号Md1、ライト信号Wr、ディセーブル信号Dis、及び、リセット信号Rstを入力する。これらの信号は、制御部140に対して1対多で接続されてよく、これに代えて制御部140に対して縦続接続されてもよい。

[0086] バッファアンプ248は、制御部140又は前に接続される駆動回路220からクロック信号を入力し、当該クロック信号を増幅して後に接続される駆動回路220に供給する。

[0087] シフトレジスタSRは、データ入力Dに制御部140又は前に接続される駆動回路220のシフトレジスタが接続され、データ出力Qに後続の駆動回路220のシフトレジスタが接続され、リセット入力Rに制御部140が接続される。シフトレジスタSRは、データ入力Dに制御部140又は前に接続された駆動回路220からデータ信号SRdinを入力し、クロック信号SRckinで示されるタイミング（例えば、立ち上がりタイミング）で当該データ信号SRdinを取り込む。そして、シフトレジスタSRは、レジスタLT0、レジスタLT1、レジスタLT2、及び、後に接続される駆動回路220に対し、取り込んだデータ信号SRdinを出力する。また、シ

フトレジスタSRは、制御部140からリセット信号Rstを入力する。

[0088] AND回路250は、レジスタ指定信号Md0の反転値、レジスタ指定信号Md1の反転値、及び、ライト信号Wrを入力し、これらの論理積をレジスタLT0に出力する。AND回路252は、レジスタ指定信号Md0、レジスタ指定信号Md1の反転値、及び、ライト信号Wrを入力し、これらの論理積をレジスタLT1に出力する。AND回路254は、レジスタ指定信号Md0の反転値、レジスタ指定信号Md1、及び、ライト信号Wrを入力し、これらの論理積をレジスタLT2に出力する。

[0089] レジスタLT0は、データ入力DにシフトレジスタSRの出力Qが接続され、クロック入力EにAND回路250の出力が接続される。レジスタLT0は、AND回路250の出力をイネーブル信号として入力し、AND回路250からの出力が立ちあがった状態で、シフトレジスタSRの出力値を格納する。これにより、レジスタLT0は、制御部140がLレベルのレジスタ指定信号Md0を出力し、Lレベルのレジスタ指定信号Md1を出力した状態で、ライト信号Wrの立ち上がり時にシフトレジスタSRの出力を格納する。

[0090] また、レジスタLT0は、リセット入力Rに制御部140が接続されて制御部140からリセット信号Rstを入力する。レジスタLT0は、AND回路260、AND回路262、AND回路264及びAND回路266に格納した値を出力する。

[0091] レジスタLT1は、データ入力DにシフトレジスタSRの出力Qが接続され、クロック入力EにAND回路252の出力が接続される。レジスタLT1は、AND回路252からの出力が立ちあがった状態で、シフトレジスタSRの出力値を格納する。これにより、レジスタLT1は、制御部140がHレベルのレジスタ指定信号Md0を出力し、かつLレベルのレジスタ指定信号Md1を出力した状態で、ライト信号Wrの立ち上がり時にシフトレジスタSRの出力を格納する。

[0092] また、レジスタLT1は、リセット入力Rに制御部140が接続されて制

制御部140からリセット信号Rstを入力する。レジスタLT1は、AND回路260、AND回路262、AND回路264及びAND回路266に格納した値を出力する。

[0093] レジスタLT2は、データ入力DにシフトレジスタSRの出力Qが接続され、クロック入力EにAND回路254の出力が接続される。レジスタLT2は、AND回路254からの出力が立ちあがった状態で、シフトレジスタSRの出力値を格納する。これにより、レジスタLT2は、制御部140がLレベルのレジスタ指定信号Md0を出力しHレベルのレジスタ指定信号Md1を出力した状態で、ライト信号Wrの立ち上がり時にシフトレジスタSRの出力を格納する。

[0094] また、レジスタLT2は、リセット入力Rに制御部140が接続されて制御部140からリセット信号Rstを入力する。レジスタLT2は、AND回路260、AND回路262、AND回路264及びAND回路266に格納した値を出力する。

[0095] AND回路260は、レジスタLT1の出力の反転値、レジスタLT2の出力の反転値、及び、制御部140からのイネーブル信号Ena0を入力し、これらの論理積をOR回路268に出力する。すなわち、AND回路260は、レジスタLT1に格納された値が0、レジスタLT2に格納された値が0の場合、イネーブル信号Ena0の立ち上がり期間に対応してOR回路268にHレベル信号を出力する。

[0096] AND回路262は、レジスタLT1の出力、レジスタLT2の出力の反転値、及び、制御部140からのイネーブル信号Ena1を入力し、これらの論理積をOR回路268に出力する。すなわち、AND回路262は、レジスタLT1に格納された値が1、レジスタLT2に格納された値が0の場合、イネーブル信号Ena1の立ち上がり期間に対応してOR回路268にHレベル信号を出力する。

[0097] AND回路264は、レジスタLT1の出力の反転値、レジスタLT2の出力、及び、制御部140からのイネーブル信号Ena2を入力し、これら

の論理積をOR回路268に出力する。すなわち、AND回路264は、レジスタLT1に格納された値が0、レジスタLT2に格納された値が1の場合、イネーブル信号Ena2の立ち上がり期間に対応してOR回路268にHレベル信号を出力する。

[0098] AND回路266は、レジスタLT1の出力、レジスタLT2の出力、及び、制御部140からのイネーブル信号Ena3を入力し、これらの論理積をOR回路268に出力する。すなわち、AND回路266は、レジスタLT1に格納された値が1、レジスタLT2に格納された値が1の場合、イネーブル信号Ena3の立ち上がり期間に対応してOR回路268にHレベル信号を出力する。

[0099] OR回路268は、AND回路260、AND回路262、AND回路264及びAND回路266からの出力を入力し、これらの入力の論理和をAND回路270に出力する。これにより、OR回路268は、イネーブル信号Ena0～3のいずれか1つの立ち上がり期間に対応してHレベル信号を出力する。

[0100] AND回路270は、レジスタLT0及びOR回路268の出力を入力し、これらの論理積をイネーブル信号Enaとして第1レベルシフタ280に出力する。すなわち、AND回路270は、LT0に1が格納される場合に、イネーブル信号Ena0～3のいずれか1つの立ち上がり期間に対応してHレベル信号を出力する。

[0101] AND回路272は、レジスタLT0の反転値及び制御部140からのディセーブル信号Disを入力し、これらの論理積をOR回路274に出力する。

[0102] OR回路274は、AND回路272及び制御部140からのリセット信号Rstを入力し、これらの論理和をディセーブル信号として第1レベルシフタ280に入力する。

[0103] 第1レベルシフタ280は、AND回路270、OR回路274及び第2レベルシフタ290に接続され、AND回路270からイネーブル信号En

aを入力し、OR回路274からディセーブル信号 D_{is} を入力し、これらの入力信号の電圧レベルを変換したのち、対応するイネーブル信号 E_{n_a-i} 及びディセーブル信号 D_{is-i} を第2レベルシフタ290に出力する。

[0104] 例えば、第1レベルシフタ280は、Hレベルが1.8Vのイネーブル信号 E_{n_a} を入力したことに応じて5Vのイネーブル信号 E_{n_a-i} を出力し、Hレベルが1.8Vのディセーブル信号 D_{is} を入力したことに応じて5Vのディセーブル信号 D_{is-i} を出力する。

[0105] 第2レベルシフタ290は、第1レベルシフタ280及び電子ビーム発生源212に接続され、制御部140からプリチャージ信号 HV_{pchg} を入力し、第1レベルシフタ280からイネーブル信号 E_{n_a-i} を入力し、プリチャージ信号 HV_{pchg} に応じてイネーブル信号 E_{n_a-i} よりも高電圧の駆動電圧を電子ビーム発生源212に出力する。

[0106] 例えば、第2レベルシフタ290は、20Vの電源電圧 V_H 及び0Vの基準電圧 V_L を入力し、プリチャージ信号 HV_{pchg} からプリチャージ信号が入力されると電子ビーム発生源212にHレベルの駆動電圧を出力する。また、第2レベルシフタ290は、第1レベルシフタ280からのイネーブル信号 E_{n_a-i} が入力されてから再びプリチャージ信号 HV_{pchg} が入力されるまでの間、電子ビーム発生源212にLレベルの駆動電圧を出力する。また、第2レベルシフタ290は、ディセーブル信号 D_{is-i} が入力される期間、Lレベルの駆動電圧を電子ビーム発生源212に出力しない。

[0107] 図7は、第2レベルシフタ290の構成を示す。第2レベルシフタ290は、電源電圧 V_H 及び基準電圧 V_L を入力し、制御部140からプリチャージ信号 HV_{pchg} を入力し、第1レベルシフタ280からのイネーブル信号 E_{n_a-i} 及びディセーブル信号 D_{is-i} を入力し、駆動電圧 V_{out} を電子ビーム発生源212に供給する。第2レベルシフタ290は、スイッチ Tr_1 、スイッチ Tr_2 、スイッチ Tr_3 、スイッチ Tr_4 、スイッチ Tr_5 、及び、スイッチ Tr_6 を備える。

[0108] スイッチ Tr_1 は、半導体スイッチであってよく、例えば、本実施形態に

においてはNMOSトランジスタである。スイッチTr1は、ゲートが第1レベルシフト280に接続されてイネーブル信号Ena-iを入力し、ドレインがスイッチTr3及び駆動電圧Voutに接続され、さらにドレインが抵抗を介してスイッチTr4及びスイッチTr6に接続され、ソースが基準電位VLに接続される。

[0109] スイッチTr2は、半導体スイッチであってよく、例えば、本実施形態においてはNMOSトランジスタである。スイッチTr2は、ゲートが第1レベルシフト280に接続されてディセーブル信号Dis-iを入力し、ドレインがスイッチTr4に接続され、さらにドレインが抵抗を介してスイッチTr3及びスイッチTr5に接続され、ソースが基準電位VLに接続される。

[0110] スイッチTr3は、半導体スイッチであってよく、例えば、本実施形態においてはPMOSトランジスタである。スイッチTr3は、ゲートが抵抗を介してスイッチTr2及びスイッチTr4に接続され、ソースが電源電圧VHに接続され、ドレインがスイッチTr1、駆動電圧Voutに接続され、さらにドレインが抵抗を介してスイッチTr2及びTr4に接続される。

[0111] スイッチTr4は、半導体スイッチであってよく、例えば、本実施形態においてはPMOSトランジスタである。スイッチTr4は、ゲートがスイッチTr6に接続され、さらにゲートが抵抗を介したスイッチTr1及びスイッチTr3に接続され、ソースが電源電圧VHに接続され、ドレインがスイッチTr2に接続され、さらにドレインが抵抗を介してスイッチTr3及びスイッチTr5に接続される。

[0112] スイッチTr5は、半導体スイッチであってよく、例えば、本実施形態においてはPMOSトランジスタである。スイッチTr5は、ゲートがスイッチTr6に接続され、制御部140からプリチャージ信号HVpchgを入力し、ソースが電源電圧VHに接続され、ドレインがスイッチTr3に接続され、さらにドレインが抵抗を介してスイッチTr2及びスイッチTr4に接続される。

- [0113] スイッチTr 6は、半導体スイッチであってよく、例えば、本実施形態においてはPMOSトランジスタである。スイッチTr 6は、ゲートがスイッチTr 5に接続されてスイッチTr 5とカレントミラー回路を形成する。また、スイッチTr 6は、ゲートが制御部140に接続されて制御部140からのプリチャージ信号HV p c h gを入力し、ソースが電源電圧VHに接続され、ドレインがスイッチTr 4に接続され、さらにドレインが抵抗を介してスイッチTr 1及びスイッチTr 3に接続される。
- [0114] プリチャージ信号HV p c h gがHレベルの場合、スイッチTr 5及びTr 6がオフとなる。この状態でイネーブル信号E n a - iが入力されるとスイッチTr 1がオンとなり、スイッチTr 1のソース側がスイッチTr 1を介して基準電位VLに接続されることによって、スイッチTr 4のゲートがLレベルとなってスイッチTr 4がオンとなる。この結果、スイッチTr 3のゲートがスイッチTr 4を介して電源電圧VHに接続され、スイッチTr 3がオフとなる。この結果、第2レベルシフタ290は、駆動電圧V o u tが基準電位VLに低下する。
- [0115] このようにして、第2レベルシフタ290は、スイッチTr 1～Tr 4により、低電圧（例えば、5V）の制御部140からのイネーブル信号E n a - iの立ち上りに応じて高電圧（例えば、20V）の駆動電圧V o u tを立て下げる。電子ビーム発生源212は駆動電圧V o u tの立下りを受けて電子ビームを出力する。第2レベルシフタ290は、制御部140からのディセーブル信号D i s - iにより駆動電圧V o u tの出力をディセーブルする。
- [0116] また、第2レベルシフタ290は、スイッチTr 5及びTr 6をオンとし、プリチャージ信号HV p c h gの立ち下りに応じて駆動電圧V o u tを立て上げる。第2レベルシフタ290は、スイッチTr 5及びスイッチTr 6によりスイッチTr 3及びスイッチTr 4のオン・オフを制御することにより、電源電圧VHから基準電位VLに貫通電流が流れるのを防止する。
- [0117] このように、図1～7に示した本実施形態の電子ビーム照射装置1000によると、複数の電子ビーム発生源212の駆動回路220のレジスタLT

0〜LT2に照射データ及び電子ビームの出力時間を格納する。従って、電子ビーム照射装置1000によれば、電子ビーム発生源212ごとに最適な電子ビームの出力時間を設定することができ、これにより、面電子ビーム源200は、電子ビーム発生源212ごとに電子放出強度（電流密度）にばらつきのない電子ビームを出力し、対象物10に均一なドーズ量の電子ビームを照射することができる。本実施形態の電子ビーム照射装置1000によれば、出力する電子ビームにばらつきがある面電子ビーム源200を対象物の露光に使用することができるので、電子ビーム照射装置の量産性及び製造コストを改善することができる。

[0118] 図8は、本実施形態に係る電子ビーム照射方法の処理フローを示す。電子ビーム照射装置1000は、S102からS112までの処理を実行することにより、対象物10に予め定められた描画パターンを描画する。

[0119] まず、S102において、制御部140は、電子ビーム照射部100の複数の電子ビーム発生源212を順次駆動し、各々の電子ビーム発生源212に電子ビームを出力させる。ここで、制御部140は、複数の電子ビーム発生源212の各電子ビームに同一の出力時間で電子ビームを出力させてよい。

[0120] 次に、S104において、測定部130は、各電子ビーム発生源212が出力した電子ビームの強度を測定する。例えば、測定部130は、電子線検出器により電子ビーム発生源212が出力する電子ビームの強度を例えば微小電流計により測定する。測定部130は、電子ビームの強度の測定結果を制御部140に供給する。

[0121] 次に、S106において、制御部140は、測定部130の測定した電子ビーム発生源212の出力する電子ビームの強度に応じて、各電子ビーム発生源212の電子ビームの出力時間を設定する。

[0122] 例えば、制御部140は、測定部130が測定した複数の電子ビームのそれぞれの強度に応じて、予め定められた電子ビーム出力時間に対して複数の電子ビームのそれぞれの電子ビーム出力時間を調整して、照射量のバラツキ

を低減する。具体的には、制御部 140 は、測定された出力強度が高い電子ビームに対して短い電子ビーム出力時間を設定し、出力強度が低い電子ビームに対して長い電子ビーム出力時間を設定してよい。一例として、制御部 140 は、各電子ビームに対して、測定された出力強度に反比例する電子ビーム出力時間を設定してよい。

[0123] また、例えば、制御部 140 は、一の電子ビームが対象物 10 に照射される照射位置に対して予め定められた範囲内に照射される描画パターンに基づいて、予め定められた電子ビーム出力時間に対して当該一の電子ビームを出力する電子ビーム出力時間を調整することにより、描画パターンの近接効果による各電子ビームの最適露光時間の違いを補償する。

[0124] 一例として、制御部 140 は、対象物 10 に照射される照射位置が一の電子ビームに対して隣接する隣接電子ビームの描画パターンに基づいて、予め定められた電子ビーム出力時間に対して当該一の電子ビームを出力する電子ビーム出力時間を調整してよい。具体的には、制御部 140 は、予め定められた範囲において隣接して配置される複数の電子ビームの数が大きいほど、一の電子ビームの電子ビーム出力時間を低減してよい。

[0125] 別の一例として、制御部 140 は、一の電子ビームが対象物 10 に照射される照射位置に対して予め定められた範囲内に照射される描画パターンと対象物 10 及び対象物 10 上のレジスト等の種類とに基づいて、予め定められた電子ビーム出力時間に対して当該一の電子ビームの電子ビーム出力時間を調整してよい。

[0126] 制御部 140 は、調整された電子ビーム出力時間の設定値を、電子ビーム照射部 100 の複数の駆動回路 220 に供給して、駆動回路 220 のレジスタ LT1 及びレジスタ LT2 に電子ビーム出力時間の設定値を書き込む。

[0127] 次に、S108において、制御部 140 は、記憶部 120 等に描画すべき描画パターンデータが存在するか否かを判断する。描画パターンデータが存在する場合は、制御部 140 は処理を S110に進め、描画パターンデータが存在しない場合は処理を終了する。

- [0128] 次に、S 1 1 0において、制御部 1 4 0は、描画パターンデータに含まれる照射データを電子ビーム照射部 1 0 0の複数の駆動回路 2 2 0に供給する。例えば、制御部 1 4 0は、駆動回路 2 2 0のレジスタ L T 0に照射パターンを書き込む。また、制御部 1 4 0は、ステージ部 1 1 0に電子線で描画される 1 ドット分ステージ部 1 1 0が移動するように指示を供給する。
- [0129] 次に、S 1 1 2において、電子ビーム照射部 1 0 0は、対象物 1 0に電子ビームを照射して、描画パターンを対象物 1 0に描画する。具体的には、駆動回路 2 2 0は、レジスタ L T 0に書き込まれた値が 1 であれば電子ビーム発生源 2 1 2に駆動電圧 V_{out} に基準電位 V_L を供給し、値が 0 であれば駆動電圧 V_{out} に電源電圧 V_H を供給する。また、駆動回路 2 2 0は、レジスタ L T 1 及び L T 2 に書き込まれた値で選択されるイネーブル信号 $E_{na0} \sim E_{na3}$ に応じて予め定められた期間、基準電位 V_L を駆動電圧 V_{out} として電子ビーム発生源 2 1 2に供給する。
- [0130] ステージ部 1 1 0は、描画パターンデータに基づいて、対象物 1 0を移動することにより、対象物 1 0における電子ビームの照射領域を順次移動する。制御部 1 4 0は、処理を S 1 0 8に戻す。
- [0131] このように、本実施形態の電子ビーム照射方法によれば、電子ビーム照射装置 1 0 0 0は、電子ビームの強度等に応じて複数の電子ビーム発生源 2 1 2の出力時間を、対象物 1 0の描画前に駆動回路 2 2 0のレジスタ L T 1 及び L T 2 に設定する。
- [0132] これにより、電子ビーム照射装置 1 0 0 0は、電子ビーム発生源 2 1 2ごとに最適な量の電子ビームを出力させることができ、複数の電子ビーム発生源 2 1 2の出力強度のばらつきに起因する露光量のむらを低減する。従って、電子ビーム照射装置 1 0 0 0は、複数の電子ビームにより高スループットかつ高精度で対象物 1 0を露光することができる。
- [0133] 図 9 は、S 1 0 6 及び S 1 1 0 における本実施形態に係る駆動回路 2 2 0 の各信号波形を示す。S 1 0 6 において、制御部 1 4 0 は、データ信号 S_{rdin} により、 n 個 (n は 1 以上の整数) の駆動回路 2 2 0 に、電子ビーム

の出力時間のデータ $a_1 \sim a_n$ をシリアルに出力する。これにより、 n 個の駆動回路 220 のシフトレジスタ SR にはデータ $a_1 \sim a_n$ に対応する値がセットされる。

[0134] ここで、時刻 t_1 において、制御部 140 が、各駆動回路 220 に対して平行に出力するレジスタ指定信号 Md_0 を H レベルに立ち上げ、レジスタ指定信号 Md_1 を L レベルにし、ライト信号 Wr に矩形パルスを出力すると、 n 個の駆動回路 220 のシフトレジスタ SR に格納されたデータ $a_1 \sim a_n$ が、各駆動回路 220 のレジスタ LT1 に書き込まれる。例えば、制御部 140 から i 番目 (i は 1 以上 n 以下の整数) に遠い駆動回路 220 のレジスタ LT1 には、データ a_i が書き込まれる。

[0135] 次に、制御部 140 は、データ信号 $SRdin$ により、 n 個の駆動回路 220 に、電子ビームの出力時間のデータ $b_1 \sim b_n$ をシリアルに出力する。これにより、 n 個の駆動回路 220 のシフトレジスタ SR にはデータ $b_1 \sim b_n$ に対応する値がセットされる。

[0136] ここで、時刻 t_2 において、制御部 140 が、各駆動回路 220 に対して平行に出力するレジスタ指定信号 Md_0 を L レベルに立ち下げ、レジスタ指定信号 Md_1 を H レベルに立ち上げ、ライト信号 Wr に矩形パルスを出力すると、 n 個の駆動回路 220 のシフトレジスタ SR に格納されたデータ $b_1 \sim b_n$ が、各駆動回路 220 のレジスタ LT2 に書き込まれる。

[0137] 例えば、制御部 140 は、制御部 140 から i 番目に遠い駆動回路 220 のレジスタ LT2 にデータ b_i を書き込む。このように、制御部 140 は、 n 個の駆動回路 220 のレジスタ LT1 及び LT2 に電子ビームの出力時間のデータ $a_1 \sim n$ 及び $b_1 \sim n$ を書き込む。

[0138] S110 において、制御部 140 は、データ信号 $SRdin$ により、 n 個の駆動回路 220 に、電子ビームの照射データ $c_1 \sim c_n$ をシリアルに出力する。これにより、 n 個の駆動回路 220 のシフトレジスタ SR にはデータ $c_1 \sim c_n$ に対応する値がセットされる。

[0139] ここで、時刻 t_3 において、制御部 140 が、各駆動回路 220 に対して

パラレルに出力するレジスタ指定信号M d 0をLレベルとし、レジスタ指定信号M d 1をLレベルとし、ライト信号W rに矩形パルスを出力すると、n個の駆動回路220のシフトレジスタS Rに格納されたデータc 1～c nが、各駆動回路220のレジスタL T 0に書き込まれる。

[0140] 例えば、制御部140は、制御部140からi番目に遠い駆動回路220のレジスタL T 0にデータc iを書き込む。このように、制御部140は、n個の駆動回路220のレジスタL T 0に電子ビームの照射データc 1～nを書き込む。

[0141] 図10は、S 112における本実施形態に係る駆動回路220の各信号波形を示す。S 112において、制御部140は、n個の駆動回路220に対して、プリチャージ信号H V p c h gをパラレルに出力する。これにより、駆動回路220の第2レベルシフト290は、対応する電子ビーム発生源212にHレベルの駆動電圧V o u tを出力する。

[0142] 次に、制御部140は、複数の異なる立ち上がり期間を有する複数のイネーブル信号E n a 0～E n a 3を各駆動回路220に供給する。例えば、制御部140は、異なるタイミングで立ち上がり、同時に立ち下がる複数のイネーブル信号E n a 0～E n a 3を駆動回路220に供給する。

[0143] 一例として、制御部140は、E n a 0の立ち上がり期間を100%とした場合に、E n a 1の立ち上がり期間が90%、E n a 2の立ち上がり期間が80%、E n a 3の立ち上がり期間が70%となる複数のイネーブル信号E n a 0～E n a 3を駆動回路220に供給する。

[0144] 駆動回路220は、レジスタL T 1及びレジスタL T 2の格納値に応じて、複数のイネーブル信号E n a 0～E n a 3のうちいずれか1つを第1レベルシフト280に供給する。第1レベルシフト280は、供給される1つのイネーブル信号E n a 0～E n a 3に対応するイネーブル信号E n a - iを第2レベルシフト290に供給する。

[0145] 第2レベルシフト290は、イネーブル信号E n a 0～E n a 3の立ち上がりに応じて、スイッチT r 1及びT r 4をオフからオンに切り替える。これ

により、第2レベルシフタ290は、電子ビーム発生源212に出力する駆動電圧 V_{out} を立ち下げる。電子ビーム発生源212は、駆動電圧 V_{out} の立ち下がりに対応して電子ビームを出力する。

[0146] 次に、第2レベルシフタ290は、イネーブル信号 $E_{na0} \sim E_{na3}$ の立ち下がり応じて、スイッチ $Tr1$ をオンからオフに切り替える。第2レベルシフタ290は、制御部140からプリチャージ信号 HV_{pchg} を再び入力したことに応じて、スイッチ $Tr4$ をオンからオフに切り替える。これにより、第2レベルシフタ290は、駆動電圧 V_{out} を立ち上げる。これにより、電子ビーム発生源212は、電子ビームの出力を中止する。

[0147] また、第2レベルシフタ290は、第1レベルシフタ280を介して制御部140からのディセーブル信号 D_{is} を入力し、ディセーブル信号 D_{is} の立ち上がりに応じて、第2レベルシフタ290のスイッチ $Tr2$ 及び $Tr3$ をオフからオンに切り替える。これにより、第2レベルシフタ290は、イネーブル信号 $E_{na0} \sim E_{na3}$ の入力により駆動電圧 V_{out} が立ち下がるのを防止する。

[0148] 図11は、本実施形態に係る電子ビーム照射装置1000の駆動回路220の変形例を示す。本変形例の駆動回路220において、図6に示された本実施形態に係る駆動回路220の動作と略同一のものには同一の符号を付け、説明を省略する。

[0149] 本変形例において、駆動回路220は、さらにAND回路256、AND回路400、第3レベルシフタ402、スイッチ404、スイッチ406、及び、スイッチ408を含んでよい。また、本変形例において、駆動デバイス219は、検査制御部410を含んでよい。

[0150] AND回路256は、レジスタ指定信号 $Md1$ 、レジスタ指定信号 $Md0$ 、及び、ライト信号 Wr を入力し、これらの論理積をAND回路400に出力する。すなわち、AND回路256は、制御部140からのレジスタ指定信号 $Md1$ 及びレジスタ指定信号 $Md0$ がHレベルである状態で、制御部140からライト信号 Wr の立ち上がりを入力すると、第3レベルシフタ40

2にHレベルを出力する。

[0151] AND回路400は、シフトレジスタSRからの出力とAND回路256からの出力を入力し、これらの論理積を第3レベルシフタ402に出力する。

[0152] 第3レベルシフタ402は、第1レベルシフタ280と同一であってよく、AND回路400からの出力を入力し、当該出力の電圧レベルを変換したのち、スイッチ408に出力する。例えば、第3レベルシフタ402は、Hレベルが1.8Vの信号をAND回路400から入力したことに応じて5Vの信号をスイッチ408に出力する。

[0153] スイッチ404は、半導体スイッチであってよく、例えば、本変形例においてはPMOSトランジスタである。スイッチ404は、ゲートにスイッチ412が接続され、ドレインにスイッチ406及びスイッチ408が接続され、ソースに電源電圧V_Hが接続される。

[0154] スイッチ406は、半導体スイッチであってよく、例えば、本変形例においてはPMOSトランジスタである。スイッチ406は、ゲートにスイッチ404及びスイッチ408が接続され、ドレインに検査電圧H_{Vout}が接続され、ソースに第2レベルシフタからの駆動電圧V_{out}が接続される。

[0155] スイッチ408は、半導体スイッチであってよく、例えば、本変形例においてはNMOSトランジスタである。スイッチ408は、ゲートに第3レベルシフタ402の出力が接続され、ドレインにスイッチ404及びスイッチ406が接続され、ソースに基準電位V_Lが接続される。

[0156] 検査制御部410は、スイッチ412及びスイッチ414を有し、電源電圧V_H及び基準電位V_Lを入力して検査電圧H_{Vout}の出力を制御する。

[0157] スイッチ412は、半導体スイッチであってよく、例えば、本変形例においてはPMOSトランジスタである。スイッチ412は、ゲートにドレイン及びスイッチ404のゲートが接続され、ドレインにゲート及びスイッチ414が接続され、ソースに電源電圧V_Hが接続される。

[0158] スイッチ414は、半導体スイッチであってよく、例えば、本変形例にお

いてはNMOSトランジスタである。スイッチ414は、ゲートに負荷抵抗を介した接地電位及び負荷抵抗を介した基準電位を入力し、ドレインにスイッチ412及びスイッチ404が接続され、ソースに基準電位VLが接続される。

[0159] 本変形例の駆動回路220は、検査時に、制御部140からHレベルのレジスタ指定信号Md1、レジスタ指定信号Md0及びライト信号Wrを入力し、これに応じて、シフトレジスタSrの出力を、第3レベルシフタ及びスイッチ408等を介して検査電圧HVoutに出力する。例えば、電子ビーム照射装置1000は、検査電圧HVoutを検査用端子354に出力する。

[0160] 複数の駆動回路220の検査電圧HVoutを共通に接続し、制御部140が駆動回路220をリセット信号Rstでリセットした後、レジスタ指定信号Md0およびMd1を共に1に設定し、データ信号SRdinに1を出力してクロック信号SRckinを立ち上げることにより、最初の駆動回路220aの駆動電圧Voutのレベルが共通接続された検査電圧HVoutに出力される。その後、制御部140がデータ信号SRdinに0を出力してクロック信号SRckinを立ち上げることにより、後に縦続接続される駆動回路220に1の値を取るデータ信号SRdinが順次入力されて、後続する複数の駆動回路220の駆動電圧Voutが共通接続された検査電圧HVoutに順次出力される。

[0161] また、本実施形態においては、駆動回路220は、制御部140から複数のイネーブル信号Ena0～3を入力したが、これに代えて、個々の駆動回路220は、駆動回路220内にイネーブル信号Ena0～3を生成する露光時間パルス発生回路を有してもよい。

[0162] さらにこれに代えて、面電子ビーム源200は、駆動デバイス219の近傍に露光時間パルス発生回路を有し、当該露光時間パルス発生回路が予め定められたタイミングで複数のイネーブル信号Ena0～3を駆動回路220に供給してよい。

[0163] このように本変形例の電子ビーム照射装置１０００によれば、電子ビーム発生デバイス２１０の電子ビーム発生源２１２が設けられた面の反対側の端子からの出力を検出することにより、駆動回路２２０の動作を検査することができる。従って、本変形例の電子ビーム照射装置１０００によると、電子ビーム発生源２１２から出力される電子ビームを検査することなく、駆動回路２２０の動作を検査することができる。

[0164] 以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、請求の範囲の記載から明らかである。

[0165] 請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

符号の説明

[0166] １０ 対象物、１００ 電子ビーム照射部、１１０ ステージ部、１２０ 記憶部、１３０ 測定部、１４０ 制御部、１５０ 通信部、１６０ 計算機部、２００ 面電子ビーム源、２０２ 電圧供給部、２０４ 電極部、２１０ 電子ビーム発生デバイス、２１１ 基板、２１２ 電子ビーム発生源、２１４ 凹部、２１６ ポリシリコン層、２１５ 第１絶縁膜、２１８ 第２絶縁膜、２１９ 駆動デバイス、２２０ 駆動回路、２２２ 電極部、２２４ 接続部、２３０ 加速電極、２４０ 電子レンズ、２４２ コイル部、２４４ レンズ部、２４６ 収束部、２４８ バッファアンプ、２５０ AND回路、２５２ AND回路、２５４ AND回路、２５６ AN

D回路、260 AND回路、262 AND回路、264 AND回路、
266 AND回路、268 OR回路、270 AND回路、272 A
ND回路、274 OR回路、280 第1レベルシフタ、290 第2レ
ベルシフタ、300 電子放出部、310 第1電極部、312 開口部、
320 第2電極部、322 接続部、330 障壁部、340 アイソレ
ーション部、350 第3電極部、352 導電膜、354 検査用端子、
400 AND回路、402 第3レベルシフタ、404 スイッチ、406
スイッチ、408 スイッチ、410 検査制御部、412 スイッチ、
414 スイッチ、1000 電子ビーム照射装置

請求の範囲

- [請求項1] 複数の電子ビームによる描画パターンを対象物に照射する電子ビーム照射装置であって、
複数の電子ビームを出力する複数の電子ビーム発生源が配列された面電子ビーム源と、
前記複数の電子ビーム発生源のそれぞれの電子ビーム出力時間を調整する制御部と、
を備える電子ビーム照射装置。
- [請求項2] 前記制御部は、前記複数の電子ビームのそれぞれの強度に応じて前記複数の電子ビーム発生源のそれぞれの電子ビーム出力時間を調整して、照射量のバラツキを低減する請求項1に記載の電子ビーム照射装置。
- [請求項3] 前記制御部は、一の電子ビームが対象物に照射される照射位置に対して予め定められた範囲内に照射される描画パターンに基づいて、当該一の電子ビームを出力する電子ビーム出力時間を調整する請求項1または2に記載の電子ビーム照射装置。
- [請求項4] 前記制御部は、対象物に照射される照射位置が一の電子ビームに対して隣接する隣接電子ビームの描画パターンに基づいて、当該一の電子ビームを出力する電子ビーム出力時間を調整する請求項3に記載の電子ビーム照射装置。
- [請求項5] 前記制御部は、一の電子ビームが対象物に照射される照射位置に対して予め定められた範囲内に照射される描画パターンと対象物の種類とに基づいて、当該一の電子ビームの電子ビーム出力時間を調整する請求項3または4に記載の電子ビーム照射装置。
- [請求項6] 前記複数の電子ビーム発生源のそれぞれが出力する電子ビームの強度を測定する測定部を備え、
前記制御部は、前記測定部の測定結果に基づいて、前記複数の電子ビーム発生源のそれぞれの電子ビーム出力時間を調整する

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の電子ビーム照射装置。

[請求項7]

前記複数の電子ビーム発生源を駆動する複数の駆動回路を備え、
前記制御部は、前記複数の駆動回路のそれぞれに対して電子ビーム出力時間の設定値を設定する

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の電子ビーム照射装置。

[請求項8]

前記複数の駆動回路は、複数のグループに分割され、グループごとに縦続接続されており、

前記制御部は、前記複数のグループのそれぞれに含まれる 2 以上の駆動回路に対してシーケンシャルに照射データおよび設定値を出力して当該 2 以上の駆動回路に書き込ませる

請求項 7 に記載の電子ビーム照射装置。

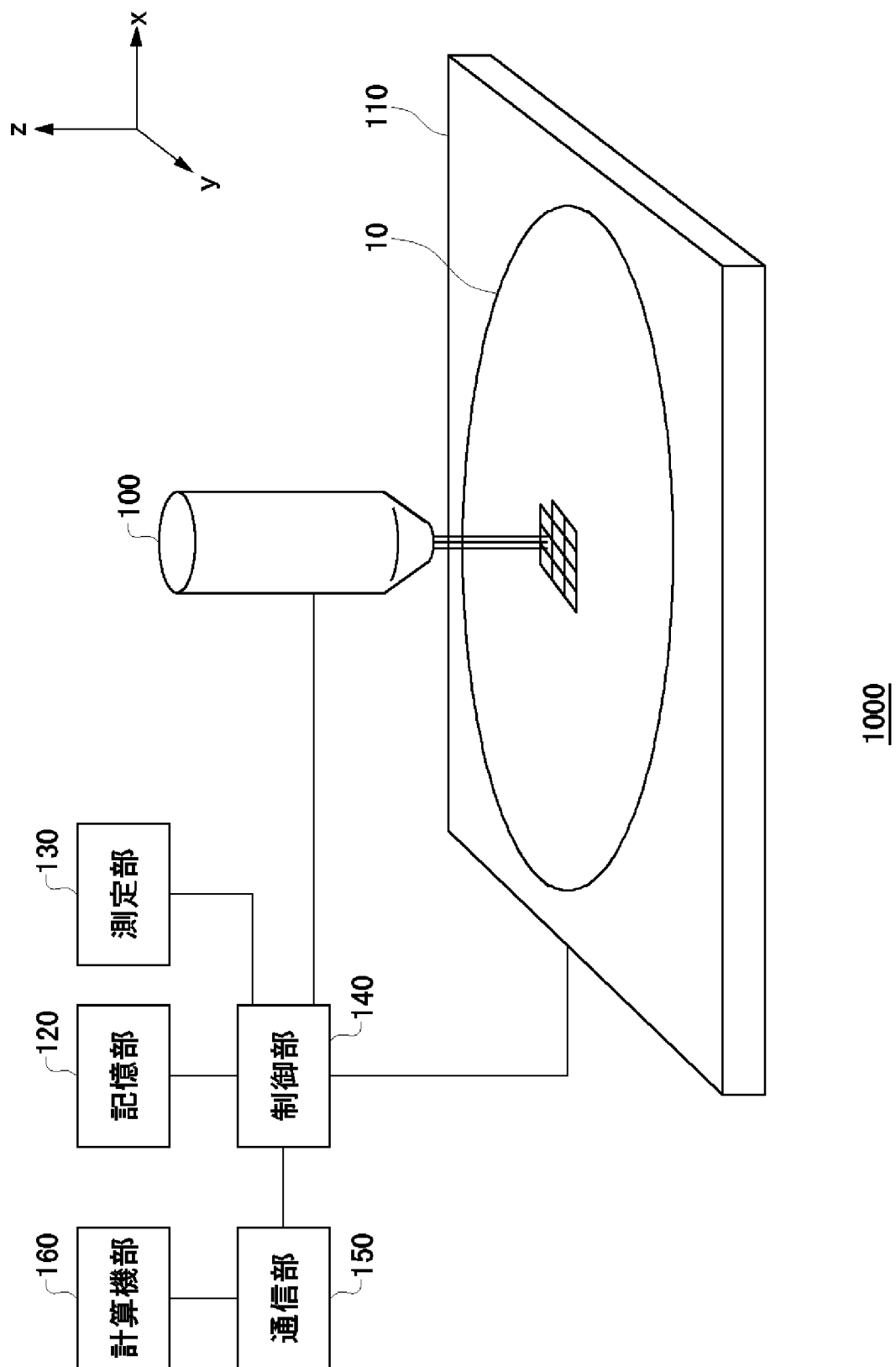
[請求項9]

前記複数の駆動回路を含む駆動デバイスは、前記複数の電子ビーム発生源を含む電子ビーム発生デバイスと貼り合わされ、

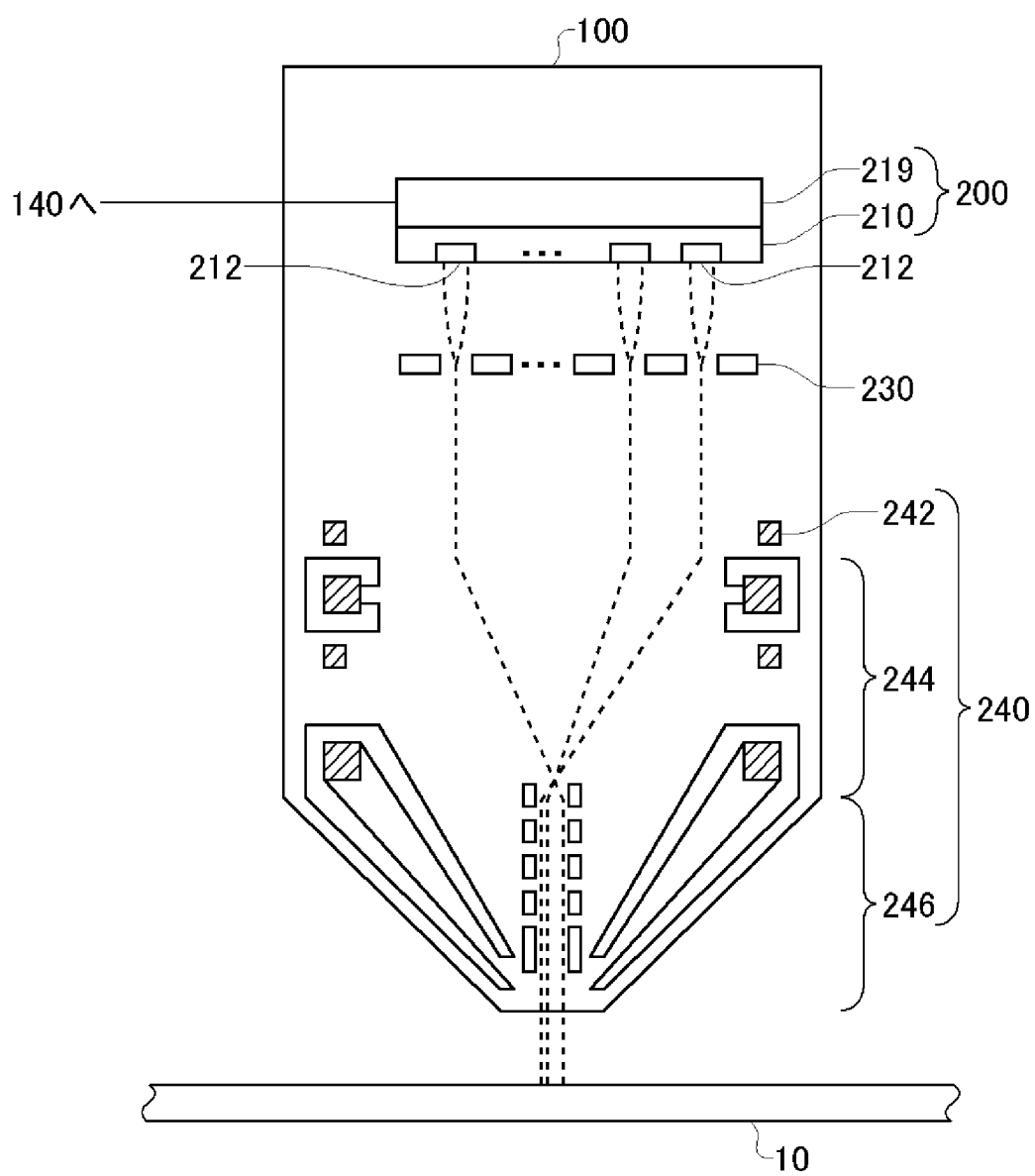
前記複数の駆動回路の少なくとも 1 つは、検査時において、当該駆動回路から対応する電子ビーム発生源に供給する駆動信号を前記駆動デバイスにおける前記電子ビーム発生デバイスとは反対側の面へと出力するための検査用端子を含む

請求項 7 または 8 に記載の電子ビーム照射装置。

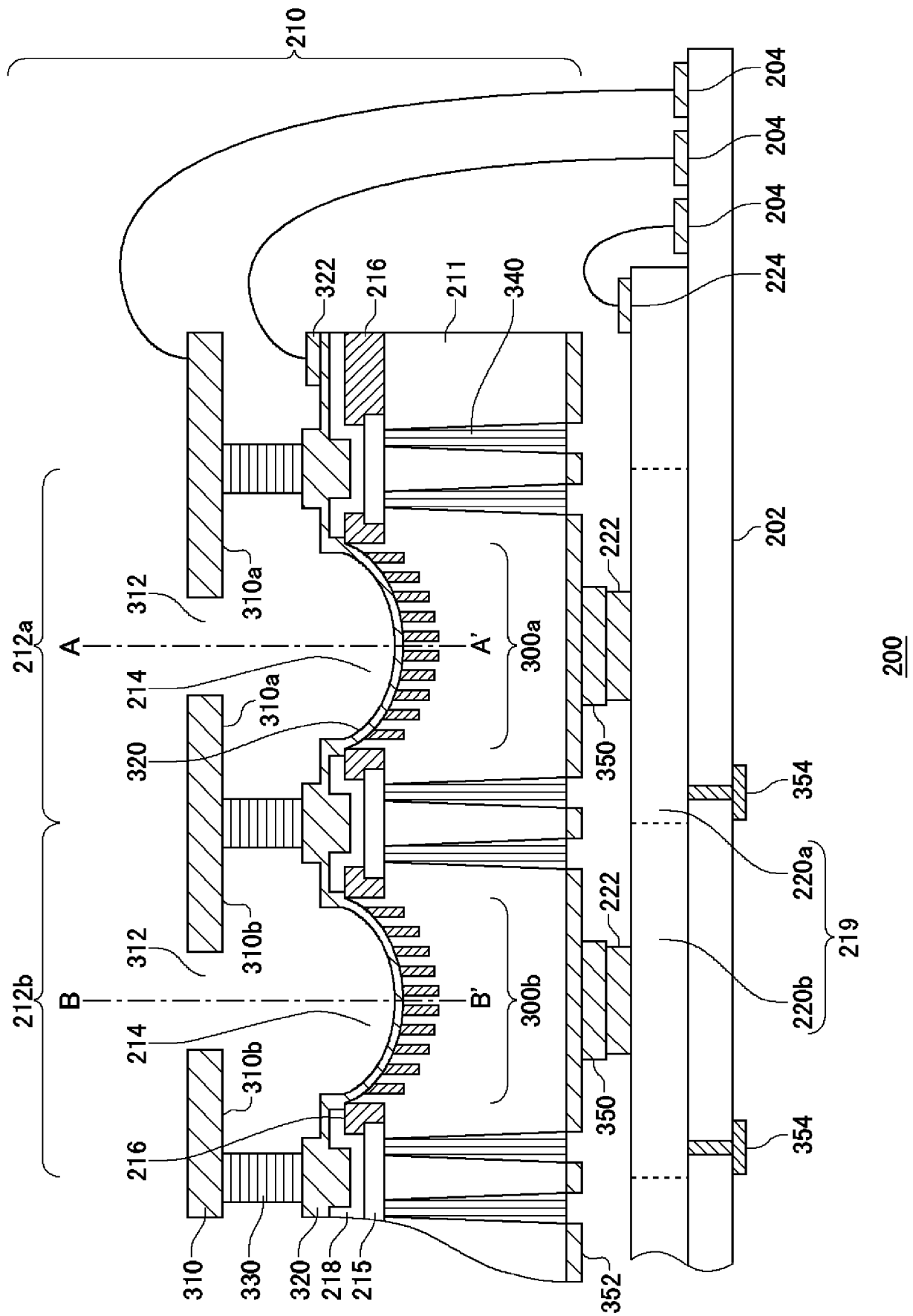
[図1]



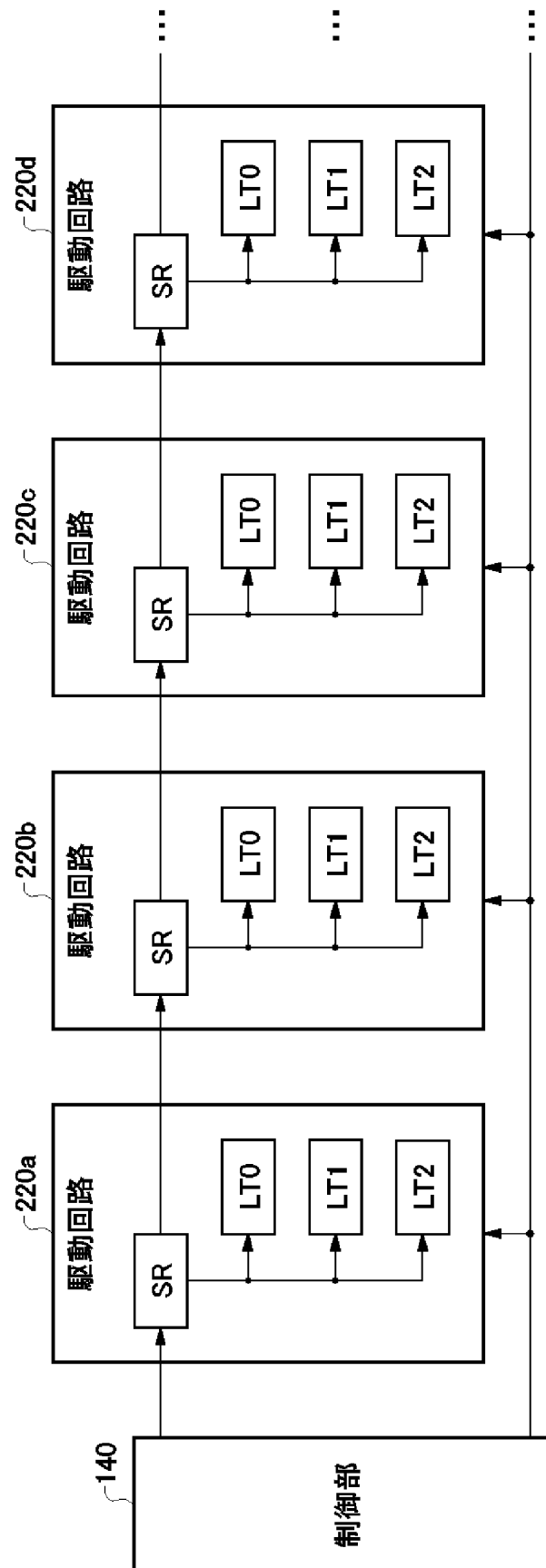
[図2]



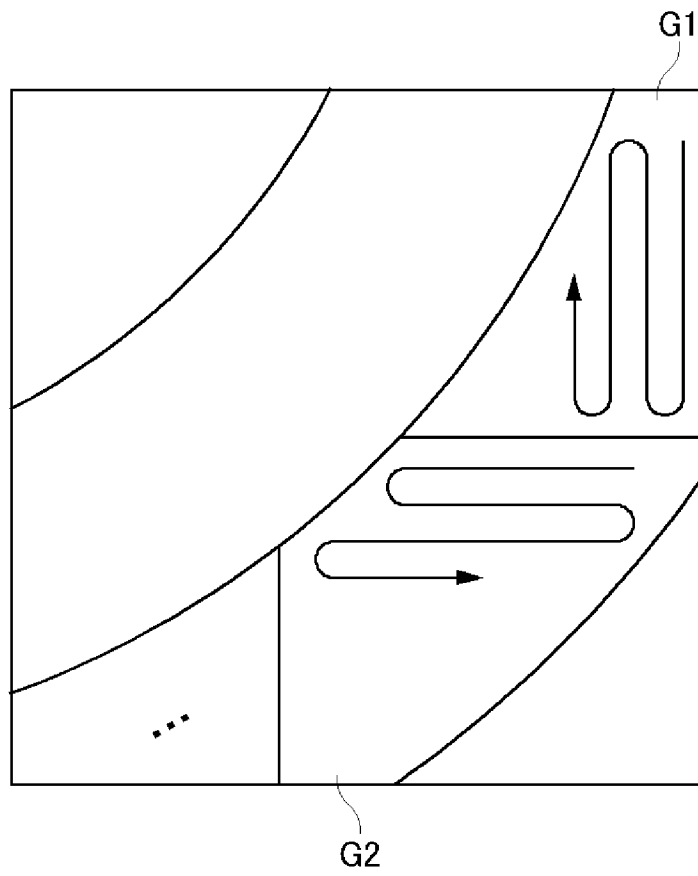
[図3]



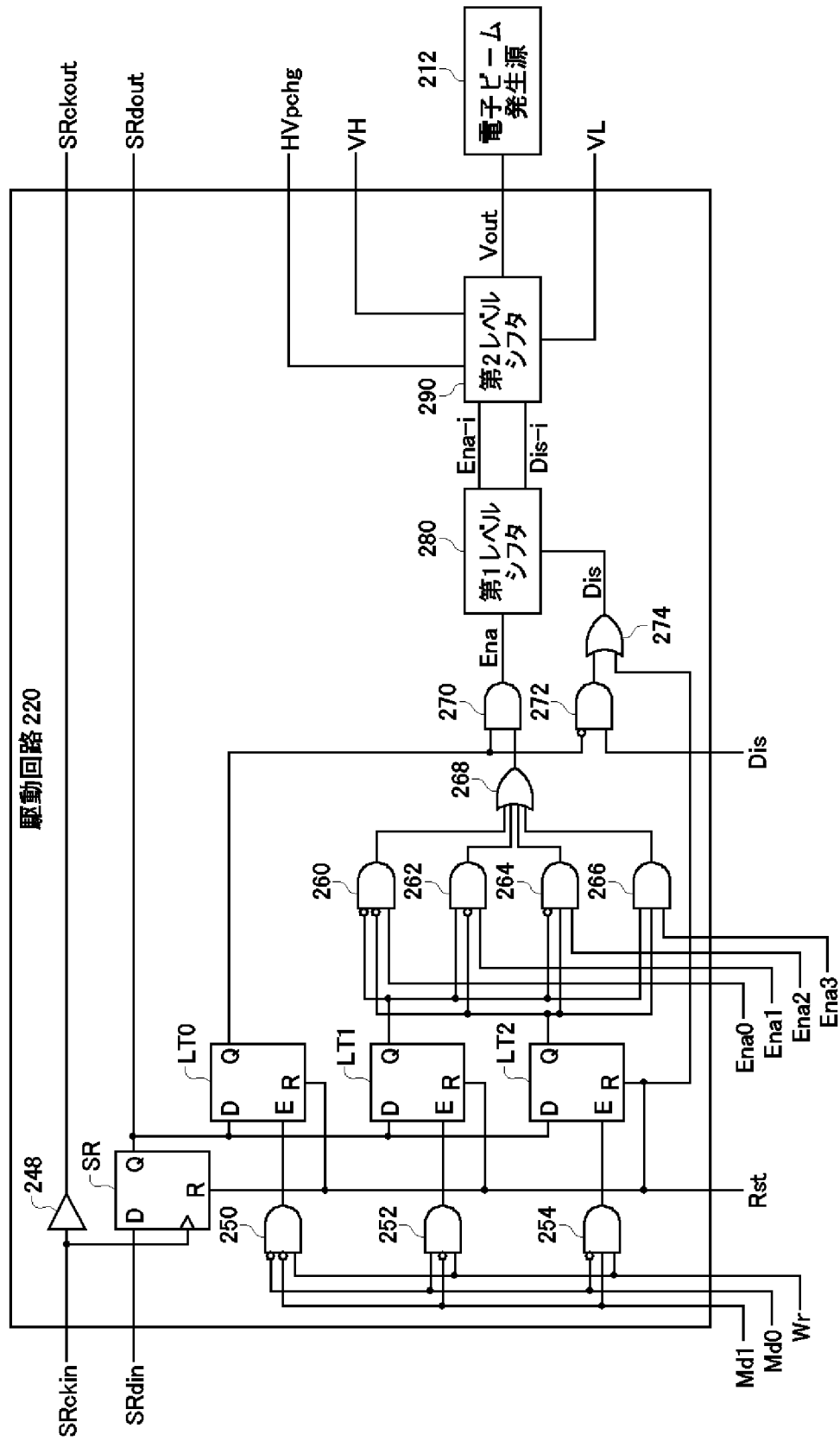
[図4]



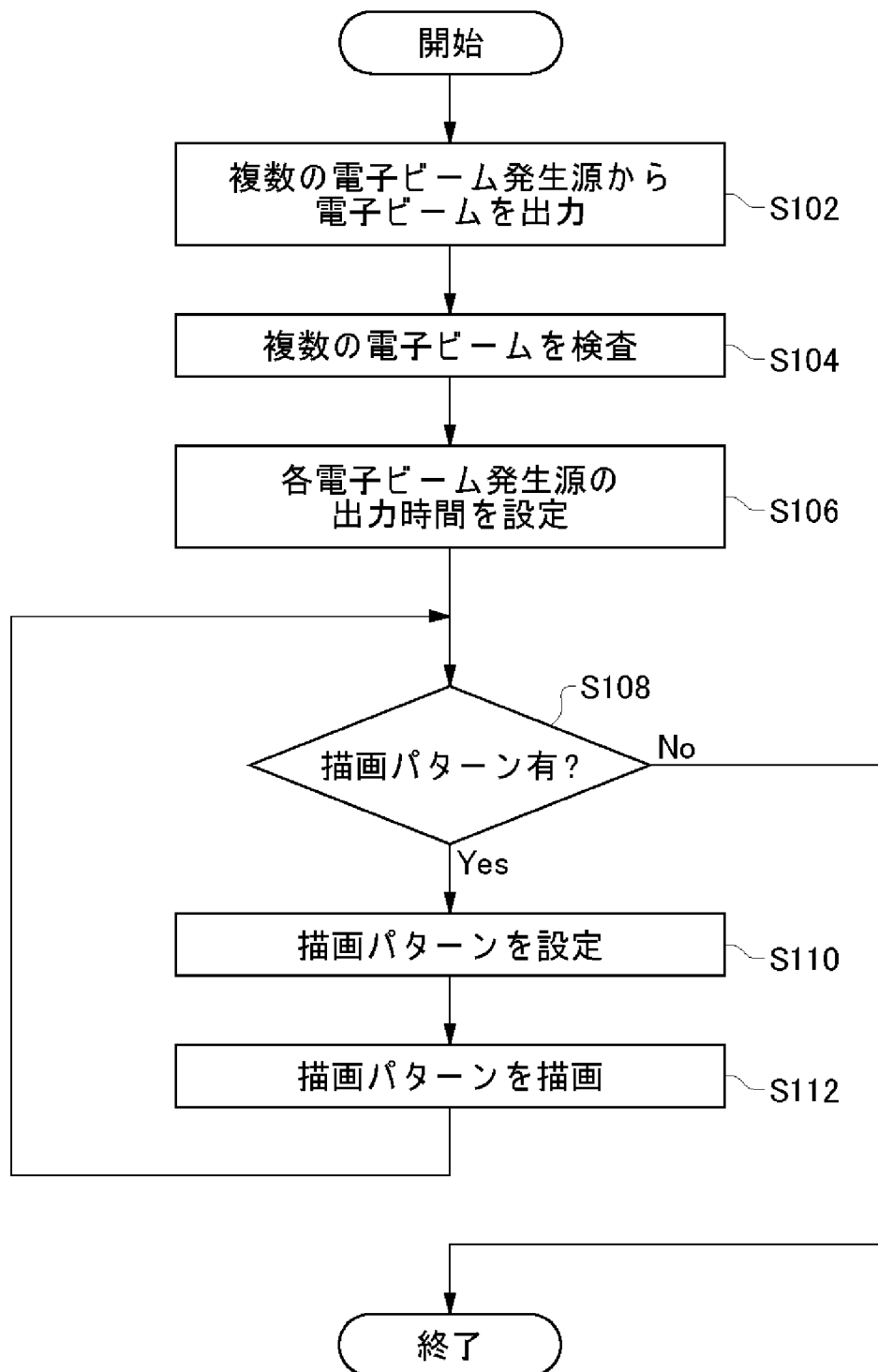
[図5]



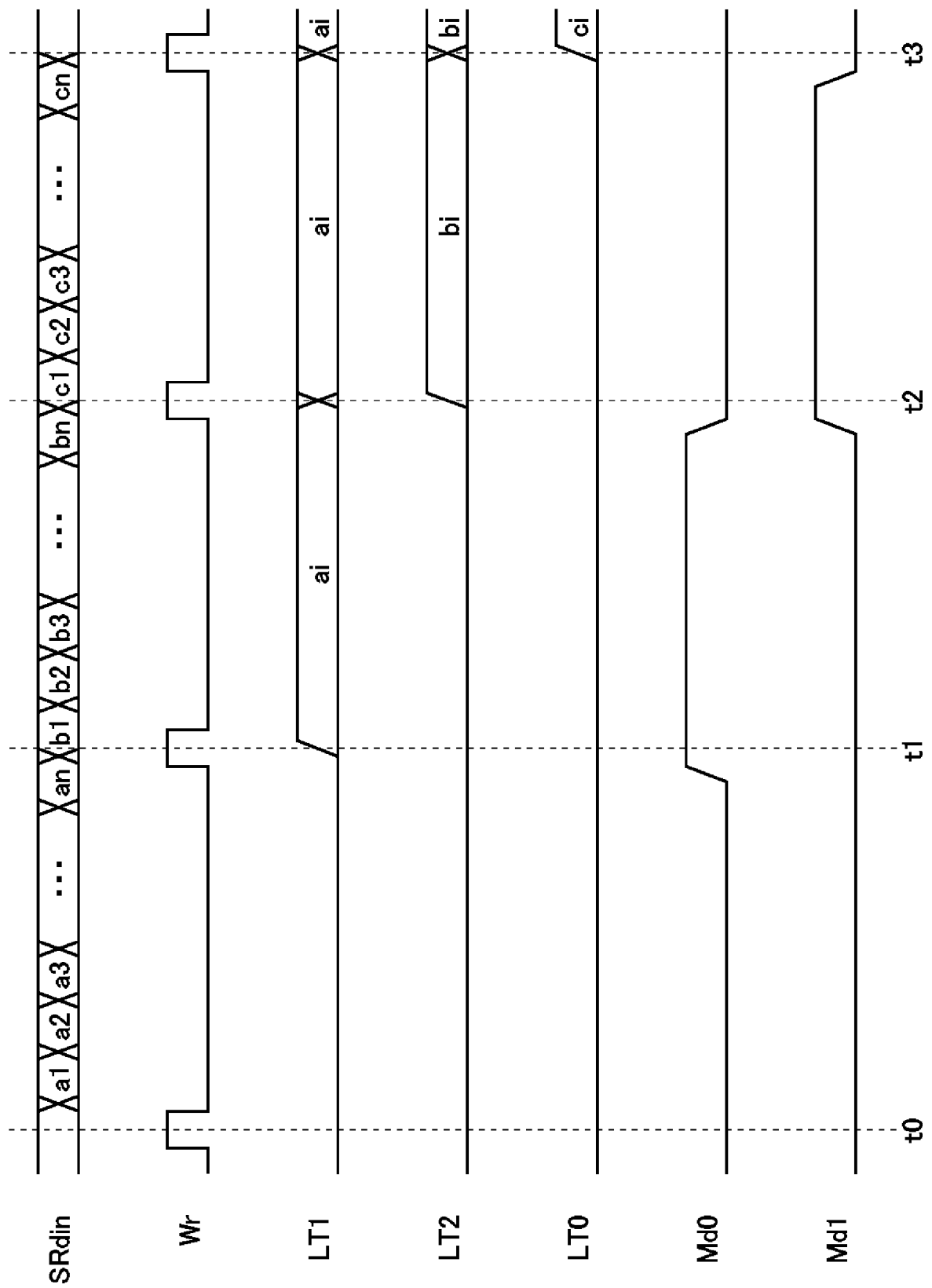
[図6]



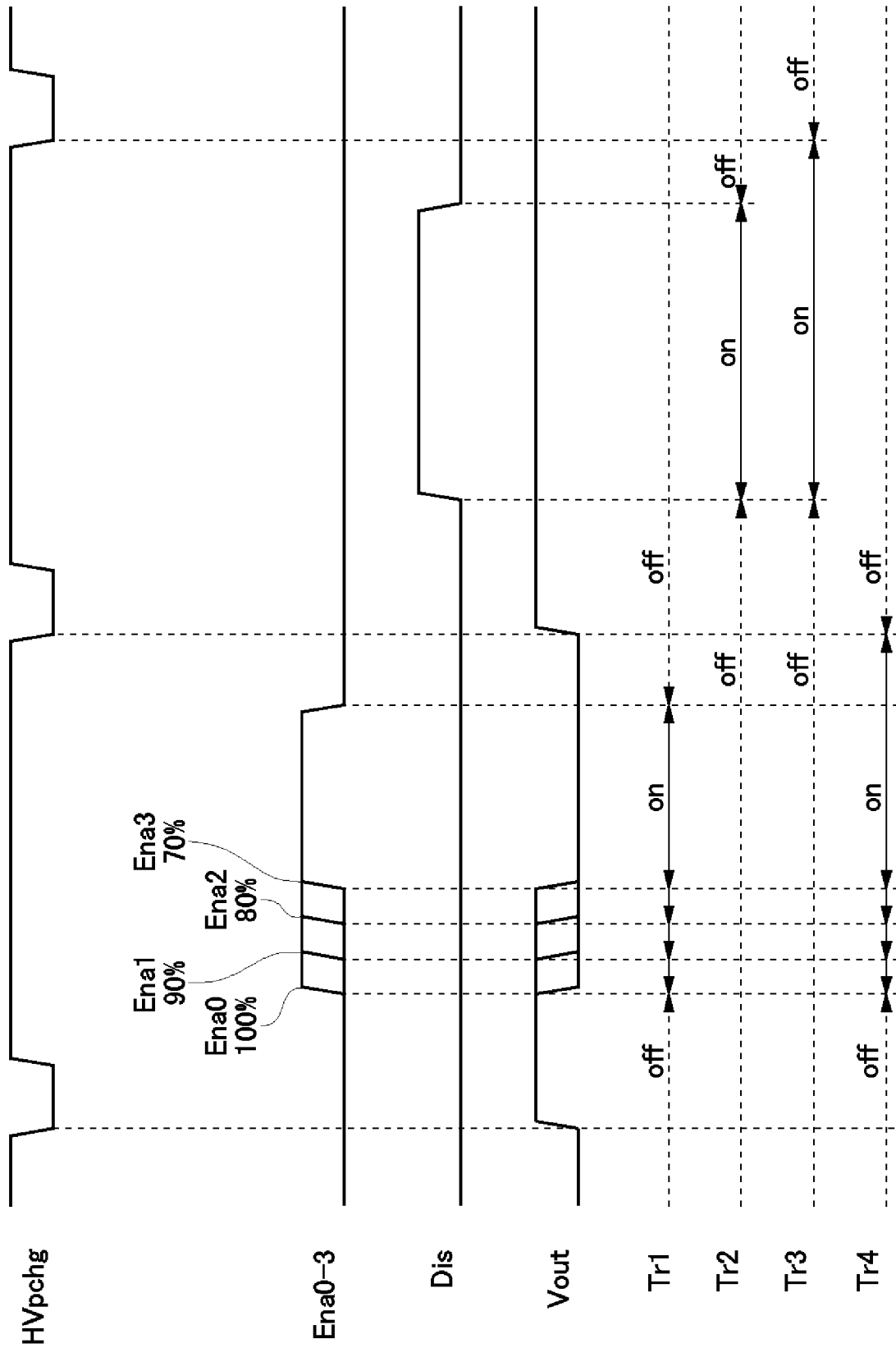
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/001796

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/027(2006.01)i, G03F7/20(2006.01)i, G21K5/04(2006.01)i, H01J37/06(2006.01)i, H01J37/305(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)

H01L21/027, G03F7/20, H01J1/30-1/316, 31/12, 37/06-37/073, 37/305, G09G3/00-3/38, G02F1/1337

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

CiNii

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 07-297094 A (Hitachi, Ltd.), 10 November 1995 (10.11.1995), paragraphs [0021] to [0022], [0028] to [0030], [0045] (Family: none)	1, 3-5, 7 2, 6, 8-9
Y	JP 2007-538398 A (Mapper Lithography IP B.V.), 27 December 2007 (27.12.2007), paragraph [0040] & US 2005/0269528 A1 & EP 1766653 A & WO 2005/112073 A1 & DE 602005016256 D & CN 101019203 A & KR 10-1099487 B	2, 6, 8-9

☒ 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
16 June, 2014 (16.06.14)

Date of mailing of the international search report
24 June, 2014 (24.06.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/001796

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Naokatsu Ikegami, et al., "Active-matrix nanocrystalline Si electron emitter array for massively parallel direct-write electron-beam system: first results of the performance evaluation", Journal of Micro/Nano Lithography, MEMS, and MOEMS, 2012.08.09, Vol.11, No.3, 031406	8-9
Y	Takahiro WATAYA et al., "An Electron Source Driver Circuit and Its Power Reduction for Compensation of Electron Beam Aberration of Massively Parallel Electron Beam Lithography", The Institute of Electrical Engineers of Japan Micromachine · Sensor System Kenkyukai Shiryo, 11 June 2012 (11.06.2012), MSS-12-19, pages 87 to 92	8-9
Y	Hitoshi NISHINO et al., "Cho Heiretsu Denshisen Byoga no Tameno LSI Shusekika Pierse-gata Men Denshigen Array no Sakusei Hoho no Kiso Kento", Heisei 25 Nen National Convention Record I.E.E. Japan, The Institute of Electrical Engineers of Japan, 05 March 2013 (05.03.2013), 3-127	8-9
Y	JP 10-104651 A (Toshiba Corp.), 24 April 1998 (24.04.1998), entire text; all drawings (Family: none)	9
A	JP 2012-104610 A (Canon Inc.), 31 May 2012 (31.05.2012), entire text; all drawings & US 2012/0115306 A1 & KR 10-2012-0049821 A & TW 201225145 A	1-9
A	JP 2006-186125 A (Canon Inc.), 13 July 2006 (13.07.2006), entire text; all drawings & US 2006/0138359 A1	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/027(2006.01)i, G03F7/20(2006.01)i, G21K5/04(2006.01)i, H01J37/06(2006.01)i,
H01J37/305(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. H01L21/027, G03F7/20, H01J 1/30-1/316, 31/12, 37/06-37/073, 37/305, G09G 3/00-3/38, G02F 1/1337

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 i N i i

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 07-297094 A（株式会社日立製作所）1995. 11. 10, 【0 0 2 1】 －【0 0 2 2】、【0 0 2 8】－【0 0 3 0】、【0 0 4 5】段落（フ ァミリーなし）	1, 3-5, 7 2, 6, 8-9
Y	JP 2007-538398 A（マッパー・リソグラフィー・アイピー・ビー. ブイ.）2007. 12. 27, 【0 0 4 0】段落 & US 2005/0269528 A1 & EP 1766653 A & WO 2005/112073 A1 & DE 602005016256 D & CN 101019203 A & KR 10-1099487 B	2, 6, 8-9

☒ 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 6 . 0 6 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 6 . 2 0 1 4

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）

松岡 智也

2 M

3 1 0 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	Naokatsu Ikegami, et al., "Active-matrix nanocrystalline Si electron emitter array for massively parallel direct-write electron-beam system: first results of the performance evaluation", Journal of Micro/Nano Lithography, MEMS, and MOEMS, 2012.08.09, Vol.11, No.3, 031406	8-9
Y	綿屋 孝裕 他, "超並列電子線描画システムにおける電子線照射の収差を補正可能な電子源駆動回路の提案とその低消費電力化", 電気学会マイクロマシン・センサシステム研究会資料, 2012.06.11, MS S-12-19, pp.87-92	8-9
Y	西野 仁 他, "超並列電子線描画のためのLSI集積化ピアース型面電子源アレイの作成方法の基礎検討", 平成25年電気学会全国大会講演論文集, 電気学会, 2013.03.05, 3-127	8-9
Y	JP 10-104651 A (株式会社東芝) 1998.04.24, 全文、全図 (ファミリーなし)	9
A	JP 2012-104610 A (キヤノン株式会社) 2012.05.31, 全文、全図 & US 2012/0115306 A1 & KR 10-2012-0049821 A & TW 201225145 A	1-9
A	JP 2006-186125 A (キヤノン株式会社) 2006.07.13, 全文、全図 & US 2006/0138359 A1	1-9