(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
2024年2月8日(08.02.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/029060 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 23/2251 (2018.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/030067

(22) 国際出願日： 2022年8月5日(05.08.2022)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 株式会社日立ハイテク (**HITACHI HIGH-TECH CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目１７番１号 Tokyo (JP).

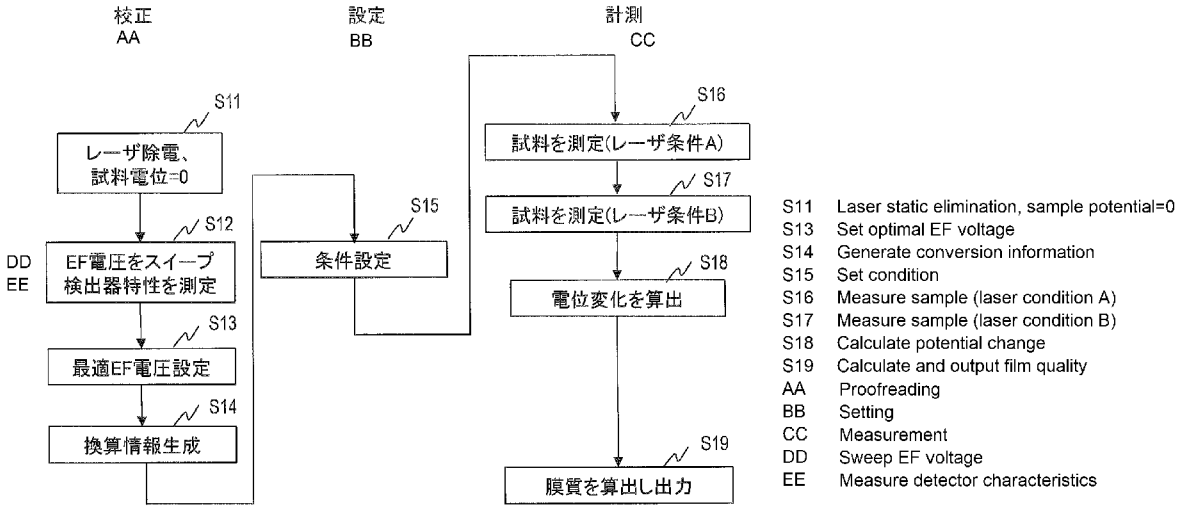
(72) 発明者: 白崎 保宏 (**SHIRASAKI Yasuhiro**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 内保 美南(**UCHIHO Minami**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 備前 大輔(**BIZEN Daisuke**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 榊原 慎(**SAKAKIBARA Makoto**); 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目１７番１号 株式会社日立ハイテク内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 藤央弁理士法人 (**TOU-OU PATENT FIRM**); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目１６番４号アーバン虎ノ門ビル 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,

(54) **Title:** SAMPLE MEASURING DEVICE

(54) 発明の名称： 試料測定装置



(57) **Abstract:** This sample measuring device comprises: a light source that irradiates a sample including an insulating film with light; an excitation source that irradiates the sample with a primary beam to emit charged particles; a detector that applies at least one of an electric field or a magnetic field to the charged particles to separate the trajectories in accordance with the energy of the charged particles, and outputs a detection signal that depends on the energy of the charged particles; and a control device that processes the detection signal of the charged particles obtained from the detector. The control device changes a light irradiation condition, acquires a detection signal by the detector under a different irradiation condition, and determines and outputs material characteristic values from the detection signal under the different irradiation condition by using information indicating the relationship between the detection signal and the material characteristic values of the insulating film.

WO 2024/029060 A1

[続葉有]

CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, SC, 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, 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:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：試料測定装置は、絶縁膜を含む試料に光を照射する光源と、一次ビームを試料に照射して荷電粒子を放出させる励起源と、荷電粒子に電場又は磁場の少なくても一つを印加して荷電粒子のエネルギに応じて軌道を分離することにより、荷電粒子のエネルギに依存する検出信号を出力する検出器と、検出器から得られる荷電粒子の検出信号を処理する制御装置とを含む。制御装置は、光の照射条件を変えて、異なる照射条件で前記検出器により検出信号を取得し、検出信号と絶縁膜の材料特性値との関係を示す情報を用いて、異なる照射条件での検出信号から材料特性値を決定して出力する。

明　細　書

発明の名称 ： 試料測定装置

技術分野

[0001]　本発明は試料測定装置に関する。

背景技術

[0002]　半導体デバイスにおいて、絶縁膜の膜質は重要である。ここでは、絶縁膜または絶縁膜と半導体界面の欠陥（トラップ）密度、欠陥準位、バンドエネルギ、キャリア移動度、キャリア寿命や絶縁膜に印加できる最大電圧（耐電圧）を含む材料特性等の物性を総じて膜質と呼ぶ。膜質の重要な絶縁膜の一つにトランジスタのゲート酸化膜がある。ゲート酸化膜に欠陥が多く存在し膜質が悪い場合、時間とともに絶縁膜に電荷がたまりトランジスタの性能を変化させてしまう。すなわち、デバイスの信頼性を低下する。また、メモリデバイスにおいても絶縁膜は電荷を保持することでメモリ機能として使う重要な膜である。この場合も、絶縁膜の膜質はメモリの揮発性等、メモリとしての機能を左右する。このように、デバイスに重要な絶縁膜の膜質は半導体プロセス中に適時検査及び計測することによって半導体デバイスの歩留まりや信頼性を向上することができる。

[0003]　特許文献１には、半導体試料に光を照射することで生じる試料表面での電位の変化を電子線で測定する装置が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００１－１４４１５５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　膜質を測る手法として、対象とする絶縁膜を電極で挟んだ時の容量と電圧の関係を測るＣＶ測定が知られている。しかし、ＣＶ測定は、絶縁膜上に電極を作製する必要があり、時間とコストをともなう。また、電極を小さく作

るのは難しく、膜質測定の空間分解能は限られている。微細な半導体デバイスを完成していない絶縁膜成膜直後の状態からでも高い空間分解能で絶縁膜質を検査計測する手法が求められる。

[0006] 特許文献１に記載の装置は、電子線によって帯電しない半導体の特性を評価する。絶縁体は電子線によって帯電し、評価する物性も異なるため特許文献１の装置では不十分である。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様の試料測定装置は、絶縁膜を含む試料に光を照射する光源と、一次ビームを前記試料に照射して、荷電粒子を放出させる、励起源と、前記荷電粒子に電場又は磁場の少なくても一つを印加して前記荷電粒子のエネルギに応じて軌道を分離することにより、前記荷電粒子のエネルギに依存する検出信号を出力する検出器と、前記検出器から得られる前記荷電粒子の検出信号を処理する制御装置と、ユーザから前記試料に関する情報を入力する入力装置と、を含み、前記制御装置は、前記光の異なる照射条件で前記検出器により検出された検出信号と、前記検出信号と前記試料の電位との関係を示す情報に基づき、前記異なる照射条件での前記試料の電位変化を決定し、前記試料に関する情報に含まれる膜厚及び誘電率を用いて、前記電位変化を前記絶縁膜の材料特性値に換算して出力する。

[0008] 本発明の一態様の試料測定装置は、絶縁膜を含む試料に複数の波長の光を照射する光源と、一次ビームを前記試料に照射して、荷電粒子を放出させる、励起源と、前記荷電粒子に電場又は磁場の少なくても一つを印加して前記荷電粒子のエネルギに応じて軌道を分離することにより、前記荷電粒子のエネルギに依存する検出信号を出力する検出器と、前記検出器から得られる前記荷電粒子の検出信号を処理する制御装置と、を含み、前記制御装置は、前記光の異なる波長のそれぞれにおいて、前記光の異なる照射条件で前記検出器により検出された検出信号の比較結果を示す比較信号を生成し、前記比較信号に基づく前記絶縁膜の膜質の情報を出力する。

[0009] 本発明の一態様の試料測定装置は、絶縁膜を含む試料に光を照射する光源

と、一次ビームを前記試料に照射して、荷電粒子を放出させる、励起源と、前記荷電粒子に電場又は磁場の少なくても一つを印加して前記荷電粒子のエネルギに応じて軌道を分離することにより、前記荷電粒子のエネルギに依存する検出信号を出力する検出器と、前記検出器から得られる前記荷電粒子の検出信号を処理する制御装置と、ユーザから前記試料に関する情報を入力する入力装置と、を含み、前記制御装置は、前記光の照射条件を変えて、異なる照射条件で前記検出器により検出信号を取得し、前記検出信号と前記絶縁膜の材料特性値との関係を示す情報を用いて、前記異なる照射条件での検出信号から前記材料特性値を決定して出力する。

発明の効果

[0010] 本発明の一態様によれば、試料の所望の膜質を測定することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]ＳＥＭの概略構成例を模式的に示す。

[図2]制御装置のハードウェア構成例を示す。

[図3]制御装置によるＳＥＭの制御処理例のフローチャートを示す。

[図4]設定及び計測画面における、校正画面の例を示す。

[図5]光源からの紫外レーザ光を照射する期間、ＥＦ電圧の時間変化、及び撮像（信号電子検出）を行う期間を示す。

[図6]検出器特性を示す。

[図7]試料の異なる帯電状態における、ＥＦ電圧と検出信号と関係を模式的に示す。

[図8]上述のように計算される、信号電子の検出信号量と、試料電位との関係を示す。

[図9]対象試料の膜質を測定するための設定画面の例を示す。

[図10]図９を参照して説明した設定条件での、レーザ光照射と撮像のシーケンスの例を示す。

[図11]計測段階のためのＧＵＩ画面の例を示す。

[図12]計測段階のためのＧＵＩ画面の他の例を示す。

[図13]実施例２の、ロックイン検出機構を搭載したＳＥＭの装置構成例を示す。

[図14]実施例３の、制御装置によるＳＥＭの制御処理例のフローチャートを示す。

[図15]実施例３の、計測段階におけるＧＵＩ画面の例を示す。

[図16]実施例４の、制御装置によるＳＥＭの制御処理例のフローチャートを示す。

[図17]実施例４の、計測段階におけるＧＵＩ画面の例を示す。

[図18]実施例５の、試料へのレーザ光照射と撮像のシーケンスの例を示す。

[図19]実施例５の、試料へのレーザ光照射と撮像のシーケンスの例を示す。

[図20]実施例５の、計測段階におけるＧＵＩ画面の例を示す。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、図面を用いて実施例を説明する。なお、実施例を説明するための全図において、同一の要素には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略される。以下において具体的に説明される装置の例は、一次ビームとして電子ビームを使用して、信号荷電粒子として信号電子を検出することにより、試料を測定する。本開示の特徴は、他の装置、例えば、一次ビームとしてイオンビーム又はレーザ光を使用し及び／または信号荷電粒子としてイオンを検出するする装置にも適用できる。

実施例 １

[0013] 図１は、走査電子顕微鏡装置（ＳＥＭ）１の概略構成例を模式的に示す。走査電子顕微鏡装置１は、試料の膜質の材料特性値、例えば、絶縁膜の電位や耐電圧を測定する、本明細書の一実施例に係る試料測定装置である。ＳＥＭ１は、電子ビームを使用して、試料の観察及び測定を行う。

[0014] 図１に示すＳＥＭ１は、電子光学系と、電子光学系を制御し、試料を測定する制御装置１１２と、を含む。説明の容易のため、図１は、電子光学系の一部の構成要素のみを示す。ＳＥＭは図示されていない他の構成要素、例えば、他のレンズ、アライナ、スティグメータ、偏向器やセパレータ等が付加

されてもよい。ＳＥＭの光学素子（レンズ、偏向器、セパレータ等）は、電場、磁場、又は磁場及び電場の複合を生成し、電子ビームに対して作用を及ぼす。

[0015] 電子光学系において、励起源１０１から試料２００へ向けて引き出された一次ビーム２５１の軌道上に、対物レンズ１０７が配置されている。本例において、励起源１０１は（電子源であるが、信号荷電粒子を放出する励起源であれば他の荷電粒子原又はレーザ等が使用されてもよい）。

[0016] 一次ビーム２５１は、対物レンズ１０７を通過した後に、試料２００上で集束される。例えば、不図示の走査用偏向器が励起源１０１と対物レンズ１０７との間に配置され、一次ビーム２５１が試料２００上の領域を二次元的に走査するように、一次ビーム２５１の向きを制御する。

[0017] 試料２００に照射された一次ビーム２５１は表面付近の物質と相互に作用し、試料の形状や材料に応じて二次電子やそれ以外の信号電子が発生する。本実施例では、試料２００から放出され検出器１１０で検出される二次電子を信号電子と呼ぶ。

[0018] 試料２００は、ステージ１０８の上に配置されている。試料２００に照射された一次ビーム２５１は、試料２００の表面付近の物質と相互に作用し、信号電子２６１を生成する。ステージ１０８には負電圧が印加されており、試料２００上には電界が生成されている。この電界により信号電子２６１は、一次ビーム２５１の軌道を逆戻りする。不図示のビームセパレータは、信号電子２６１を偏向させて、それらの軌道を一次ビーム２５１の軌道から分離させる。

[0019] 検出器１１０は、信号電子２６１を検出し、検出信号に変換する。検出信号の強度は、一次ビーム２５１が照射する位置での試料２００の形状や材質に応じて変化する。

[0020] エネルギフィルタ（ＥＦ）１１６は、検出器１１０の前に配置されている。エネルギフィルタ１１６と検出器１１０とは、エネルギ検出器１０６を構成する。試料２００からの信号電子２６１は、エネルギフィルタ１１６を通

過して、検出器１１０に入射する。検出器１１０は、エネルギフィルタ１１６を通過した信号電子２６１を検出する。エネルギフィルタ１１６は、ＥＦ電源１１１に接続されている。ＥＦ電源１１１は、制御装置１１２により設定された電圧をエネルギフィルタ１１６に与える。

[0021] エネルギフィルタ１１６は、例えば、金属メッシュを含み、ＥＦ電源１１１からの電圧が印加される。エネルギフィルタ１１６は、印加されているＥＦ電圧に応じて、信号電子２６１を跳ね返す又は通過させる。このように、エネルギフィルタ１１６は、信号電子２６１のエネルギに応じて軌道を分離する。

[0022] エネルギフィルタ１１６は電場によって、信号電子２６１の軌道をそのエネルギに応じて分離する。他例のエネルギフィルタは、磁場によって、信号電子２６１の軌道をそのエネルギに応じて分離してもよい。また、エネルギフィルタは信号電子を反射せずエネルギに応じて異なる角度で偏向し信号電子を軌道分離するスペクトロメータでもよい。エネルギ検出器は、信号電子に電場又は磁場の少なくても一つを印加して信号電子のエネルギに応じてその軌道を分離することにより信号電子のエネルギに依存する検出信号を出力できる。

[0023] 制御装置１１２は、ＥＦ電圧をスイープして、信号電子２６１が検出器１１０によって検出できなくなる又は検出可能となるＥＦ電圧を決定する。信号電子２６１の検出の有無を示すＥＦ電圧は、信号電子２６１のエネルギに対応しており、信号電子２６１のエネルギは、試料２００の電位と対応付けられる。

[0024] 試料２００は絶縁体を含むため、一次ビーム２５１の照射により帯電する。例えば、試料２００が正に帯電しているものとする。試料２００の電位が高い場合、検出される信号電子２６１のエネルギは低くなる。例えば、試料２００が無帯電の状態において、信号電子２６１のエネルギが１ｋＶとして、正帯電の状態において、信号電子２６１は、９９０Ｖの運動エネルギを有し得る。

[0025] 検出器１１０は、信号電子エネルギを測定する。後述するように、検出器１１０による信号電子エネルギの測定結果に基づいて、試料２００の電位及びそれに基づく試料の膜質が測定される。測定される膜質は、例えば、絶縁膜内又は界面の、欠陥密度［個／ｃｍ^2］、キャリア移動度［ｃｍ^2／（Ｖｓ）］、欠陥準位［ｅＶ］又はバンドエネルギ［ｅＶ］等である。絶縁膜の欠陥は、形状欠陥ではなく、トラップ等の材料欠陥である。

[0026] より正確な測定のためには、試料２００が無帯電の状態での、信号電子エネルギを知ることが重要である。本明細書の一実施例のＳＥＭ１は、光源１０３からの光１０５を試料２００に照射することで、試料２００を除電する。制御装置１１２は、光源１０３及び／又は光路１０４を制御し、光路１０４を介して、光１０５を試料２００に照射する。光１０５は、例えば、紫外光であり、その波長は例えば波長４００ｎｍ以下であってよい。光源１０３は、例えば、紫外光レーザである。光源１０３は白色光源をモノクロメータで単色化したものでもよい。また、光源１０３は複数の光源から構成され、波長設定に応じて光源を選択する構成でもよい。

[0027] 例えば、制御装置１１２は、光源１０３からの紫外光１０５を試料２００に照射した状態で、ＥＦ電圧と信号電子エネルギとの関係を測定する。これにより、試料２００の帯電量が０Ｖでの、信号電子２６１のエネルギが分かる。その後、制御装置１１２は、光源１０３または光路１０４で光１０５をＯＦＦに維持して、ＥＦ電圧と信号電子エネルギとの関係を測定する。二つの測定結果から、一次ビーム２５１を試料２００に照射した時の試料２００の帯電量［Ｖ］が分かる。

[0028] 測定のための電子光学系の上記全ての構成要素は、制御装置１１２によって制御される。図１の構成例において、制御装置１１２は、制御演算部１１４及び入出力部１１５を含む。制御演算部１１４は、各構成要素を制御すると共に、検出器１１０により検出された信号電子強度を演算し、所望の情報を生成する。入出力部１１５は、ユーザによる設定操作を受け付けると共に、ユーザに対して要求された情報を提示する。

[0029] 図２は、制御装置１１２のハードウェア構成例を示す。制御装置１１２は、計算機構成を有することができる。制御装置１１２は、プロセッサ１２１、メモリ（主記憶装置）１２２、補助記憶装置１２３、出力装置１２４、入力装置１２５、及び通信インタフェース（Ｉ／Ｆ）１２７を含む。上記構成要素は、バスによって互いに接続されている。メモリ１２２、補助記憶装置１２３又はこれらの組み合わせは記憶装置であり、プロセッサ１２１が使用するプログラム及びデータを格納している。

[0030] メモリ１２２は、例えば半導体メモリから構成され、主に実行中のプログラムやデータを保持するために利用される。プロセッサ１２１は、メモリ１２２に格納されているプログラムに従って、様々な処理を実行する。プロセッサ１２１がプログラムに従って動作することで、様々な機能部が実現される。補助記憶装置１２３は、例えばハードディスクドライブやソリッドステートドライブなどの大容量の記憶装置から構成され、プログラムやデータを長期間保持するために利用される。

[0031] プロセッサ１２１は、単一の処理ユニットまたは複数の処理ユニットで構成することができ、単一もしくは複数の演算ユニット、又は複数の処理コアを含むことができる。プロセッサ１２１は、１又は複数の中央処理装置、マイクロプロセッサ、マイクロ計算機、マイクロコントローラ、デジタル信号プロセッサ、ステートマシン、ロジック回路、グラフィック処理装置、チップオンシステム、及び／又は制御指示に基づき信号を操作する任意の装置として実装することができる。制御装置１１２の機能部、例えば、制御演算部１１４及び入出力部１１５は、プロセッサ１２１が、プログラムに従って他のデバイスと共に動作することで実現され得る。例えば、入出力部１１５は、プロセッサ１２１が、出力装置１２４及び入力装置１２５と共に動作することで実装され得る。

[0032] 補助記憶装置１２３に格納されたプログラム及びデータが起動時又は必要時にメモリ１２２にロードされ、プログラムをプロセッサ１２１が実行することにより、制御装置１１２の各種処理が実行される。したがって、以下に

おいて制御装置１１２により実行される処理は、プロセッサ１２１又はプログラムによる処理である。

[0033] 入力装置１２５は、ユーザが制御装置１１２に指示や情報などを入力するためのハードウェアデバイスである。出力装置１２４は、入出力用の各種画像を提示するハードウェアデバイスであり、例えば、表示デバイス又は印刷デバイスである。通信Ｉ／Ｆ１２７は、ネットワークとの接続のためのインタフェースである。

[0034] 制御装置１１２の機能は、１以上のプロセッサ及び非一過性の記憶媒体を含む１以上の記憶装置を含む１以上の計算機からなる計算機システムに実装することができる。複数の計算機はネットワークを介して通信する。例えば、制御装置１１２の複数の機能の一部が一つの計算機に実装され、他の一部が他の計算機に実装されてもよい。

[0035] 図３は、制御装置１１２によるＳＥＭ１の制御処理例のフローチャートを示す。図３は、膜質、例えば、絶縁膜の帯電量や耐電圧等の材料特性値を測定するためのフローを示す。制御フローは、校正段階、設定段階及び計測段階の３段階を含む。校正段階はステップＳ１１からＳ１４で構成され、設定段階はステップＳ１５で構成され、計測段階はステップＳ１６からＳ１９で構成されている。

[0036] 校正段階は、検出器１１０及びＥＦ電圧の校正を実行する。制御装置１１２は、校正段階を、定期的に実行して、対象試料の試料電位のより正確な測定を可能とする。まず、ステップＳ１１において、制御装置１１２は、光源１０３から光１０５を、光路１０４を介して、試料２００に照射する。ここで、光源１０３は試料２００が帯電していた場合にその帯電を除電できる波長のレーザ、例えば紫外レーザ、とする。紫外レーザ光１０５により、試料２００が除電され、その帯電量は０Ｖとなる。

[0037] 次に、ステップＳ１２において、制御装置１１２は、試料からの信号電子２６１のエネルギ特性を測定することで、検出器の設定条件と信号電子検出信号強度の関係を示す検出器特性を測定する。制御装置１１２は、紫外レー

ザ光１０５を試料２００に照射した状態で、エネルギフィルタ１１６に与えるＥＦ電圧をスイープ（増加又は減少）する。制御装置１１２は、異なるＥＦ電圧それぞれにおいて、試料２００に一次電子ビームを照射して、検出器１１０による信号電子２６１の検出信号量を測定する。なお、ステップＳ１１における紫外レーザ光１０５照射の役割はステップＳ１２の検出器特性を試料が帯電していない状態、すなわち帯電量が０Ｖの時に行うことである。同等の効果が得られれば、ステップＳ１１の紫外レーザ光１０５の照射は、ＥＦ電圧スイープの前、ＥＦ電圧のスイープ中常時、ＥＦ電圧のスイープ中定期的に試料２００に照射してもよい。

[0038] 信号電子２６１のエネルギ特性測定において、一次ビーム２５１は、同じ材料及び厚みの試料２００領域内に照射されていれば二次元的に走査（移動）されても走査されなくてもよい。信号電子２６１の検出強度は、ＥＦ電圧と試料２００の構成に依存するが、一次ビーム照射位置には依存しないＳＥＭ１光学系である。

[0039] 次に、ステップＳ１３において、制御装置１１２は、ステップＳ１２における測定結果に基づく、試料測定のための最適ＥＦ電圧を設定する。制御装置１１２は、上述のようにＥＦ電圧を変化させて、信号電子２６１の検出信号のＥＦ電圧に対する感度が、最適ＥＦ電圧と決定することができる。または、測定結果を参照してユーザに指定されたＥＦ電圧を最適ＥＦ電圧として設定してもよい。

[0040] 次に、ステップＳ１４において、制御装置１１２は、測定対象試料からの信号電子の検出信号量から、測定対象試料の試料電位を換算するための、換算情報を生成し、補助記憶装置１２３に格納する。試料電位は、ステージ電圧及び試料２００の帯電量に依存する。試料の測定は、エネルギフィルタ１１６に、ステップＳ１３で決定された最適電圧を与えた状態で、試料からの信号電子を測定する。対象試料の測定は、換算情報を参照して、検出器１１０の検出信号量から試料電位を算出する。換算情報は、数式又はルックアップテーブル等、任意のフォーマットで表され得る。

[0041] ここで、ステップＳ１１からＳ１４の詳細を説明する。図４は、設定及び計測画面における、校正画面の例を示す。ユーザは、校正画面内で、電子線条件３０１、レーザ条件３０２、試料条件３０３、及び校正条件３０４を入力することができる。

[0042] ユーザは、校正のための電子線条件３０１として、電子線加速電圧、電子線電流、ステージ電圧、及びフレーム数を設定できる。電子線は一次ビーム２５１である。ステージ電圧は、試料ステージ１０８に与える電圧である。

[0043] フレーム数は、試料の画像を生成するために使用されるフレーム数を示す値であるが、SEM１の出力が画像でない場合は、一次ビーム２５１の照射時間等でもよい。ここでは、制御装置１１２は、一次ビーム２５１で試料２００の対象領域を二次元的に走査して、画像を生成する。例えば、４枚のフレームの平均が、試料の画像である。検出信号量は、例えば、画像の画素の信号量の総和又は平均であってもよい。

[0044] レーザ条件３０２は、光源１０３及び光路１０４の条件を示す。本例において、レーザ条件３０２として、レーザ光の波長及び強度が設定できる。試料条件３０３は、校正のために測定する試料が配置されている座標を示す。

[0045] 校正条件３０４は、エネルギフィルタ１１６に印加するＥＦ電圧の範囲及び試料電位の測定において使用される設定電圧V_{EF}を示す。設定電圧V_{EF}は、校正結果として得られる最終的なＥＦ電圧である。ユーザは、ＥＦ電圧のスイープ範囲を設定可能であり、設定電圧V_{EF}は、制御装置１１２により計算及び設定される。設定電圧V_{EF}は、校正における測定結果に応じてユーザにより入力されてもよい。

[0046] ユーザは、校正画面において、電子線条件３０１、レーザ条件３０２、試料条件３０３及び校正条件３０４のＥＦ電圧範囲を設定する。ユーザにより校正手順ボタンが選択されると、制御装置１１２は、図３のフローチャートにおけるステップＳ１１からＳ１４を実行する。

[0047] 制御装置１１２は、測定により得られる検出器特性３０５を校正画面において表示する。検出器特性３０５のグラフにおいて、横軸はＥＦ電圧を示し

、縦軸は信号電子の検出信号量を示す。特定のＥＦ電圧の範囲において、検出信号量は、ＥＦ電圧の増加（減少）と共に大きく減少（増加）する。

[0048] 制御装置１１２は、検出器特性３０５のグラフに基づいて、設定電圧V_{EF}を決定することができる。決定された設定電圧V_{EF}の決定方法の詳細は後述する。設定電圧V_{EF}は、ユーザにより指定されてもよい。ユーザは、検出器特性３０５を参照して、適切と考えるＥＦ電圧値を、校正条件３０４の設定電圧V_{EF}のセルに設定する。

[0049] ユーザが、設定保存ボタンを選択すると、設定電圧V_{EF}及び他の条件３０１～３０４並びに検出器特性の測定結果３０５が補助記憶装置１２３に保存される。設定電圧V_{EF}以外の少なくとも一部の情報は、保存される情報から除外されてもよい。

[0050] 次に、ステップＳ１２の検出器及びＥＦ電圧の校正のための、校正用試料の測定方法の例を説明する。図５は、光源１０３からの紫外レーザ光を照射する期間、ＥＦ電圧の時間変化、及び撮像（信号電子検出）を行う期間を示す。図５の三つのグラフにおいて、横軸は時間を示す。なお、本明細書においては、一次ビームを走査する場合の像及び一点に維持する場合の信号電子のいずれを取得する場合も撮像と呼ぶ。

[0051] 制御装置１１２は、測定の間、常に紫外レーザ光を試料２００に照射し続ける。つまり、測定の間、光源１０３はＯＮに維持される。制御装置１１２は、レーザ光を試料２００に照射した状態で、ＥＦ電圧を低い値から高い値にスイープする。図５に示すように、ＥＦ電圧はステップ状に増加される。

[0052] ＥＦ電圧が一定の各期間において、制御装置１１２は、試料２００の画像を取得する。つまり、制御装置１１２は、試料２００上の特定の範囲を一次ビーム２５１で走査して、試料２００の画像を取得する。上述のように、制御装置１１２は、各ＥＦ電圧値において、所定数のフレームを撮像し、それらの平均値によって画像を生成する。制御装置１１２は、生成した画像の画素の信号量（輝度）の総計又は平均値を、そのＥＦ電圧における信号電子の検出信号量と決定してよい。なお、紫外レーザ光の照射は、本実施例のよう

に常時ＯＮでなくてもよい。光電子の発生等、紫外レーザ光を照射することによって信号電子の検出精度を劣化する場合は、撮像のＯＮタイミングに同期して紫外レーザ光をＯＦＦにすることが有効である。

[0053] 次に、ステップＳ１３における、測位結果に基づく設定電圧V_{EF}の決定方法の例を説明する。図６は、検出器特性を示す。検出器特性は、ＥＦ電圧と信号電子の検出信号量との関係で表されている。横軸はＥＦ電圧を示し、縦軸は信号電子の検出信号量を示す。

[0054] 検出信号量は、特定のＥＦ電圧の範囲内で大きく変化する。具体的には、検出信号量は、最も低い開始電圧からＥＦ電圧が増加して特定のＥＦ電圧まで略一定であるが、当該特定の電圧において大きく減少を開始する。検出信号量は、その特定のＥＦ電圧から、ＥＦ電圧の増加に応じて特定のＥＦ電圧まで減少を続け、その後、ＥＦ電圧が増加しても略一定である。

[0055] 設定電圧V_{EF}は、例えば、検出信号量の変化率（微分）の絶対値が最も大きいＥＦ電圧値に設定されてもよい。

[0056] 次に、ステップＳ１４における、換算情報の生成方法の例を説明する。図７は、試料の異なる帯電状態における、ＥＦ電圧と検出信号と関係を模式的に示す。図７のグラフにおいて、横軸はＥＦ電圧を示し、縦軸は信号電子の検出信号量を示す。線３３１は、無帯電試料の検出信号量を示し、線３３２は、帯電試料の検出信号量を示す。

[0057] 無帯電試料は、校正のためにレーザ光を照射された状態で測定される試料に相当する。帯電試料は、測定対象の試料に相当する。帯電試料が正帯電している場合、その検出信号量は、無帯電試料の検出信号量よりも低いＥＦ電圧において、減少し始める。

[0058] 無帯電試料の検出信号量３３１において、点３３３Ａが、最も大きい微分の絶対値を示す。点３３３Ｂは、帯電試料の検出信号量３３２において、点３３３Ａと同一のＥＦ電圧を有する点である。点３３３Ｂの検出信号量は、点３３３Ａの検出信号量より小さい。点３３３Ｃは、無帯電試料の検出信号量３３１において、点３３３Ｂと同一の検出信号量を有する点である。点３

３３ＣのＥＦ電圧は、点３３３ＢのＥＦ電圧より大きい。

[0059] ここで、点３３３ＡのＥＦ電圧が、試料測定時の設定電圧V_{EF}とする。点３３３Ｃと点３３３Ｂとの間のＥＦ電圧差ΔＶが、帯電試料と無帯電試料の電位差を示す。設定電圧V_{EF}と、測定対象試料の検出信号量での無帯電試料のＥＦ電圧と、の間の差が、測定対象試料と無帯電試料の電位差である。無帯電試料の試料電位からの電位差は、測定試料の帯電量を示す。

[0060] 図８は、上述のように計算される、信号電子の検出信号量と、試料電位との関係を示す。図８に示すように、測定対象試料の試料電位は、検出信号量の関数で表される。

試料電位［Ｖ］＝ｆ（信号電子検出信号量）

[0061] 制御装置１１２は、校正段階で測定した、ステージ電圧、及び、無帯電試料のＥＦ電圧信号電子検出信号量との関係３３１から、図８が示す関数を規定する換算情報を構築する。換算情報は、試料の信号電子の測定結果（検出信号量）を、試料電位に換算するための情報であり、ルックアップテーブル又は数式等で表すことができる。

[0062] 次に、図３のフローチャートにおける設定段階を説明する。設定段階は、ステップＳ１５で構成されている。ステップＳ１５において、制御装置１１２は、対象試料の測定条件を設定する。

[0063] 図９は、対象試料の膜質を測定するための設定画面の例を示す。ユーザは、電子線条件３５１、測定条件３５２、及び測定条件３５２に対応した１以上のレーザ条件３５３を設定することができる。電子線条件３５１は、校正段階における電子線条件３０１と同様に、一次電子ビーム、ステージ電圧及びフレーム数を指定する。

[0064] 測定条件３５２は、試料の測定条件数及びそれらの測定結果に対する演算方法を指定する。ユーザは、一つの試料に異なる条件の複数の測定を指定することができる。図９に示す例において、二つの測定条件Ａ、Ｂが指定され、指定された演算方法は、二つの測定結果の差を算出する。

[0065] 図９の例において、ユーザは、試料に照射するレーザ光の条件を指定する

ことができる。レーザ光は、上述のように、試料の電位を変化させる。試料測定に使用される光源は、校正段階で使用されたレーザと同一又は異なっていてよい。照射する光はレーザ光でなくてもよい。照射する光は、例えばキセノンランプのような白色光源を、モノクロメータを用いて単色化したものでもよい。

[0066] 図９は、測定条件Ｂのレーザ条件（レーザ条件Ｂ）を例として示す。レーザ条件は、波長、強度及び偏光を指定する。本例においては、半導体の上に成膜された絶縁膜の帯電量を測定する条件を示す。レーザ条件Ａは、強度０のレーザ光、つまり、レーザ光の非照射を指定する。レーザ条件Ｂは、波長３５０ｎｍ、強度１００ｍＷ、Ｐ偏光のレーザ光の照射を指定する。ユーザが設定保存ボタンを選択することで、指定された条件が補助記憶装置１２３に保存される。

[0067] 二つの異なる測定条件Ａ、Ｂの他の例は、測定条件Ａ、Ｂが異なる波長のレーザ光を照射する。例えば、レーザ条件Ａは、７００ｎｍのレーザ光を照射し、レーザ条件Ｂは、３５０ｎｍのレーザ光を照射する。制御装置１１２は、二つの測定条での検出信号の差を算出する。

[0068] 上述のように、レーザ条件Ｂの紫外レーザ光は除電効果を用いて絶縁膜に作用するが、同時に下層の半導体に対しても光起電圧等の作用がある。測定する信号電子のエネルギは絶縁膜と半導体に対するレーザの効果が複合されている。レーザ条件Ａの近赤外レーザ光は、絶縁膜を透過するため、下層のシリコンに対してのみ作用がある。すなわち、半導体に対する作用が無視できない場合は、レーザ条件ＡとＢの測定結果の差を算出することで半導体に対する作用を差し引く。したがって、絶縁膜のみに対する作用を検出し絶縁膜の帯電量等の膜質を適切に測定できる。

[0069] なお、測定条件３５２で指定される測定のレーザ条件の数は限定されない。また、測定条件３５２で指定する演算方法は、減算に限定されず、算出する膜質に応じて適切な任意の演算方法を指定することができる。

[0070] 図１０は、図９を参照して説明した設定条件での、レーザ光照射と撮像の

シーケンスの例を示す。図１０に示す例において、制御装置１１２は、レーザをＯＦＦにした状態（レーザ条件Ａ）において、試料の撮像を行い、信号１Ａを取得する。次に、制御装置１１２は、レーザ光を照射した状態（レーザ条件Ｂ）において、試料の撮像を行い、信号１Ｂを取得する。

[0071] 次に、制御装置１１２は、レーザをＯＦＦにした状態（レーザ条件Ａ）において、試料の撮像を行い、信号２Ａを取得する。次に、制御装置１１２は、レーザ光を照射した状態（レーザ条件Ｂ）において、試料の撮像を行い、信号２Ｂを取得する。

[0072] 例えば、制御装置１１２は、信号１Ａと信号２Ａの平均値を、レーザ条件Ａで取得された像と決定してよい。また、制御装置１１２は、信号１Ｂと信号２Ｂの平均値を、レーザ条件Ｂで取得された像と決定してよい。

[0073] 図３に戻って、以下において計測段階を説明する。計測段階は、ステップＳ１６からＳ１９で構成されている。ステップＳ１６において、制御装置１１２は、レーザ条件Ａにおいて、対象試料の測定を行う。上述のように、レーザ条件Ａは、レーザ光を試料に照射しない。

[0074] 制御装置１１２は、レーザ光を照射しない状態で、エネルギフィルタ１１６に設定電圧V_{EF}を与える。制御装置１１２は、電子線条件３５１で指定された条件で、一次ビーム２５２を試料の指定領域で走査する。これにより、レーザ条件Ａでの二次元の試料像が取得される。

[0075] 次に、ステップＳ１７において、制御装置１１２は、レーザ条件Ｂにおいて、上記対象試料の測定を行う。上述のように、レーザ条件Ｂは、波長３５０ｎｍ、強度１００ｍＶ、Ｐ偏光のレーザ光の照射を指定する。

[0076] 制御装置１１２は、エネルギフィルタ１１６に設定電圧V_{EF}を与える。制御装置１１２は、指定された条件でレーザ光を試料に照射しながら、電子線条件３５１で指定された条件で、一次ビーム２５２を試料の指定領域で走査する。これにより、レーザ条件Ｂでの二次元の試料像が取得される。

[0077] 図１０を参照して説明したように、制御装置１１２は、レーザ条件Ａ及びＢのそれぞれにおいて、複数回の測定（撮像）を実行してもよいし、レーザ

条件Ａ及びＢのそれぞれの測定回数は１回のみのであってもよい。

[0078] 次に、ステップＳ１８において、制御装置１１２は、レーザ条件Ａにおける検出信号量に基づき、換算情報を参照してレーザ条件Ａにおける試料電位を決定する。さらに、制御装置１１２は、レーザ条件Ｂにおける検出信号量に基づき、換算情報を参照して、レーザ条件Ｂにおける試料電位を決定する。

[0079] 制御装置１１２は、レーザ条件Ａとレーザ条件Ｂの試料電位変化を算出する。図８に示す関係を用いて、レーザ条件Ａの試料電位からレーザ条件Ｂの試料電位を減算した値が算出される。なお、制御装置１１２は、レーザ条件Ａでの検出信量とレーザ条件Ｂの検出信号量の差を算出し、その差と換算情報とに基づき、二つのレーザ条件間での電位変化を決定してもよい。条件Ａと条件Ｂとの間における検出信号量の差及び電位変化は、それぞれ、これら条件での検出信号量の比較結果を表す比較信号である。

[0080] 次に、ステップＳ１９において、制御装置１１２は、図９に示す測定条件３５２が指定する演算方法に従って膜質を算出し、その結果を出力する。本例において、制御装置１１２は、設定画面で指定された測定条件に従って、レーザ条件Ａの試料電位からレーザ条件Ｂにおける試料電位を減算して、それらの差を、絶縁膜の膜質を表す情報として出力装置１２４に出力する。

[0081] 図１１は、計測段階のためのＧＵＩ画面の例を示す。当該画面において、ユーザは、測対象の座標３８１を指定することができる。指定座標は、例えば、所定の走査領域の基準位置又は一次ビームを照射する一点の位置であってよい。

[0082] また、ユーザは、表示する膜質量３８２を指定することができる。図１１に示す例において、試料の電圧が指定されている。例えば、上述のように算出された絶縁膜の帯電量が表示される。帯電量は、試料電位変化を表す数値の例である。制御装置１１２は、計算した試料電位から指定された他の単位の膜質量を計算するための参照情報を保持していてよい。これにより、複数の選択肢から選択された単位で膜質量を表示することができる。

[0083] 計測ＧＵＩ画面は、さらに、試料の計測結果を示す。図１１の例は、試料の膜質像３８４に加えて、比較対象としてのＳＥＭ像３８３を表示する。これにより、ユーザは、対象試料の膜質を構造と対比して視認することができる。試料の測定領域は、例えば、シリコンライン３９１とその間のトレンチ部のシリコン上に成膜されている絶縁膜３９２とで構成されている。

[0084] 図１１の例において、膜質像３８４は、測定領域における、レーザ条件Ａでの試料電位とレーザ条件Ｂでの試料電位の差の分布を示す。膜質像３８４は、絶縁膜３９２における帯電量が、シリコンからの距離に応じて異なることを示している。帯電量は、絶縁膜３９２の膜質を表す。

[0085] 図１２は、計測段階のためのＧＵＩ画面の他の例を示す。図１１に示すＧＵＩ画面例と比較して、表示される測定結果が異なっている。図１２のＧＵＩ画面は、測定結果として、ウェハヒートマップ３８７を示す。測定がＳＥＭ像のように複数個所ではなく１か所（例えば１画素）である場合、各測定結果は、一つの値を示す。制御装置１１２は、その値の試料上での分布を測ることで、ウェハ上の膜質のヒートマップであるウェハヒートマップ３８７を作成及び表示できる。本実施例において、Ｓ１５の条件設定にある電子線電流が多い場合は絶縁膜の帯電が飽和し、測定する帯電量は絶縁膜の耐電圧を意味する。すなわち、耐電圧も同様に測定することができる。

実施例 2

[0086] 以下において、本明細書の実施例２に係るＳＥＭを説明する。以下においては、実施例１との相違点を主に説明する。図１３は、ロックイン検出機構を搭載したＳＥＭ２の装置構成例を示す。ロックイン検出機構を用いることで測定感度を向上させることができる。

[0087] ＳＥＭ２は、図１に示すＳＥＭ１の構成要素に加えて、ロックインアンプ１１３を含む。制御装置１１２は、光源１０３の強度を一定周期で変調し、同一周期の参照信号をロックインアンプ１１３に与える。ロックインアンプ１１３は、この周期と同期して変調される検出器１１０による高精度な検出を可能とする。

[0088] 例えば、図９に示す例のように、測定条件３５２で指定される演算が、二つのレーザ条件で取得した検出信号の差を算出することである場合、ロックイン検出は特に有効である。ロックイン検出は、制御装置１１２が減算を行うより高精度かつ高速な測定を可能とする。

実施例 3

[0089] 以下において、本明細書の実施例３に係るＳＥＭの処理を説明する。以下においては、実施例１との相違点を主に説明する。本実施例のＳＥＭの構成は、実施例１と同様でよい。実施例１は、膜質を表す物理量（材料特性値）として、絶縁膜の帯電量または耐電圧をユーザに提示する。本実施において、制御装置１１２は、ユーザ入力を用いて、膜質を表す他の物理量の一例である欠陥密度を測定及び提示する。本実施例は、正確な欠陥密度測定を可能とする。

[0090] 図１４は、本実施例の、制御装置１１２によるＳＥＭ１の制御処理例のフローチャートを示す。ステップＳ１１からＳ１８は、実施例１の図３のフローチャートのステップＳ１１からＳ１８と同様である。

[0091] ステップＳ３１において、制御装置１１２は、ユーザにより予め入力されている、測定対象膜についての情報（膜情報）を取得する。膜情報は、例えば、補助記憶装置１２３に格納されている。測定対象が絶縁膜の膜質である場合、膜情報は、例えば、膜厚、誘電率等を含むことができる。

[0092] 次に、ステップＳ３２において、制御装置１１２は、異なるレーザ条件での試料電位（検出信号量）の比較結果と、膜情報とに基づいて、測定対象の膜質、ここでは欠陥密度を算出して、出力装置１２４に出力する。制御装置１１２は、予め設定されている膜質換算式を使用して、欠陥密度を算出することができる。欠陥密度の換算式は、次にように表すことができる。

欠陥密度［１／ｃｍ^2］＝Ｃ（ε_r，ｄ，Ｖ）×Ｖ　　（換算式１）

[0093] Ｃは容量を示す関数であり、比誘電率ε_r、膜厚ｄ及び電圧Ｖの関数である。Ｖは、レーザ条件Ａ及びレーザ条件Ｂでの試料電位差であり、測定により得られる。絶縁膜中に均一に電荷が溜まると仮定したモデルにおいて、関数

Ｃを含む換算式は、下記にように表される。

欠陥密度［１／ｃｍ^2］＝２×（ε_r×ε_0×Ｖ）／ｄ　　（換算式２）

[0094] 制御装置１１２は、測定した試料電位の比較結果を、ユーザ入力された膜情報及び換算式によって、欠陥密度の膜質値に変換して、出力する。上記例において、膜情報は、測定対象絶縁膜の比誘電率ε_r及び膜厚ｄを含む。

[0095] 図１５は、計測段階におけるＧＵＩ画面の例を示す。ユーザは、ＧＵＩ画面において、所望の膜質を測定するために必要な情報を入力することができる。具体的には、測定対象膜の情報、及び、膜質を表す所望の物理量を計算するための換算式を入力することができる。また、ＧＵＩ画面は、試料の膜質の測定結果をユーザに提示する。

[0096] 図１５の計測ＧＵＩ画面例において、ユーザは、測定座標３８１に加えて、測定及び表示する膜質量の情報４０１を指定する。膜質量の情報４０１は、測定及び表示する物理量、膜の情報、及び上記物理量を算出するための換算式を指定する。図１５の例において、膜質を表す物理量として、欠陥密度（材料欠陥の密度）が選択されている。また、膜の情報は、膜厚及び比誘電率を示す。ユーザは、換算式のセルに、換算式を入力することができる。または、上記換算式２のような単純な仮定でよければ、制御装置１１２が、デフォルト情報として保持しており、ユーザはそれを選択するだけでもよい。

[0097] 計測ＧＵＩ画面は、測定結果として、ウェハヒートマップ４０２をユーザに対して表示する。ウェハヒートマップ４０２は、ウェハ上の位置と測定された欠陥密度との関係を示すマップである。ウェハヒートマップ４０２は、図１２に示すウェハヒートマップ３８７と同様に作成することができる。図１１に示す膜質像３８４のように、欠陥密度を示す膜質像が生成及び表示されてもよい。

実施例 ４

[0098] 以下において、本明細書の実施例４に係るＳＥＭの処理を説明する。以下においては、実施例１との相違点を主に説明する。本実施例のＳＥＭの構成は、実施例１と同様でよい。本実施において、制御装置１１２は、絶縁膜の

膜質を表す物理量の一例である、欠陥準位やバンドのエネルギ準位を測定及び提示する。ここでは、バンドのエネルギ準位の測定について述べるが、同様のことが欠陥準位の測定に対しても可能である。本実施例は、正確なエネルギ準位測定を可能とする。

[0099] 制御装置１１２は、絶縁膜電圧の光波長依存から、エネルギ準位（膜質）を測定する。エネルギ準位を測定するには、複数波長において、絶縁膜の電圧を測定することが必要である。半導体デバイスにおいて重要なバンドのエネルギ準位測定の一例として、半導体の価電子帯と絶縁膜の伝導帯のエネルギ準位差測定がある。このエネルギ準位差の測定には、半導体内の電子を絶縁膜に注入するのに必要なエネルギを測定することで求めることができる。半導体内の電子は、光を吸収することで励起され光子エネルギ分のエネルギを得る。

[0100] 光子エネルギがエネルギ準位差より高ければ半導体内の電子は絶縁膜へ注入が可能となる。光子エネルギがエネルギ準位差より低ければ、絶縁膜へ注入されない。絶縁膜が帯電している場合、半導体より注入された電子は絶縁膜の除電に寄与する。すなわち、絶縁膜の除電が可能な光子エネルギを持つ光の波長を測定することで準位エネルギ差を算出することができる。言い換えれば、エネルギ準位は絶縁膜電圧と照射した光の波長（光子エネルギ）の関係から算出される。制御装置１１２は、波長間で単位時間当たりの光子数が同一となるように、レーザ光源１０３を制御してよい。１秒当たりの光子数は、１秒当たりのレーザエネルギを光子エネルギで割った値である。

[0101] 図１６は、本実施例の、制御装置１１２によるＳＥＭ１の制御処理例のフローチャートを示す。ステップＳ１１からＳ１８は、実施例１の図３のフローチャートのステップＳ１１からＳ１８と同様である。

[0102] 制御装置１１２は、レーザ条件Ａとレーザ条件Ｂで設定する試料に照射するレーザ光の波長のいずれかまたは両方を変更して（Ｓ４１）、異なるレーザ光波長でステップＳ１６からＳ１８のループを繰り返す。例えば、図１０におけるレーザ条件Ｂの波長を変更する。その後、ステップＳ４２において

、制御装置１１２は、試料電位と光子エネルギとの関係の測定結果から、エネルギ準位を決定する。試料電位が大きく変化する光子エネルギが、エネルギ準位差を決定する。

[0103] 図１７は、計測段階におけるＧＵＩ画面の例を示す。ユーザは、計測ＧＵＩ画面において、所望の膜質を測定するために必要な情報を入力することができる。本例において、膜質の表示物理量として、エネルギ準位が選択されている。計測ＧＵＩ画面は、さらに、試料の膜質の測定結果をユーザに提示する。

[0104] 図１７の計測ＧＵＩ画面例において、ユーザは、測定座標３８１に加えて、表示する膜質量情報４１１を指定する。膜質量の情報４１１は、膜質を表す物理量として、エネルギ準位を指定する。

[0105] 計測ＧＵＩ画面は、測定結果として、光子エネルギと条件Ａと条件Ｂとの間の試料電位変化との関係を示すグラフ４１２を示す。グラフ４１２において、横軸は光子エネルギ、縦軸は試料電圧を示す。低い光子エネルギの領域では絶縁膜が除電されずレーザ条件Ａとレーザ条件Ｂで同じ試料電位となるため、試料電位変化は低く略一定である。特定の光子エネルギにおいて除電が発生することによってレーザ条件Ａとレーザ条件Ｂで測定する試料電位が異なる、試料電位変化は増加を開始する。試料電位変化は、高い光子エネルギの領域で除電の効果が飽和し略一定である。

[0106] 制御装置１１２は、光子エネルギの変化に対して試料電圧が最も大きく変化する点、つまり、微分の絶対値が最も大きい点の接線と、低い光子エネルギ領域での近似直線との交点を、試料のエネルギ準位と決定してよい。

[0107] 計測ＧＵＩ画面は、さらに、ウェハヒートマップ４１３をユーザに対して表示する。ウェハヒートマップ４１３は、ウェハ上の位置と測定されたエネルギ準位との関係を示すマップである。ウェハヒートマップ４１３は、図１２に示すウェハヒートマップ３８７と同様に作成することができる。図１１に示す膜質像３８４のように、エネルギ準位を示す膜質像が生成及び表示されてもよい。

[0108] 本実施例では、半導体と絶縁膜のエネルギ準位差を測定した。片方、例えば半導体、のエネルギ準位が絶対値として分かっている場合は、測定したエネルギ準位差を用いて絶縁膜のエネルギ準位を求めることができる。また、絶縁膜やその界面にトラップがある場合は、そのトラップに保持される電子を光で励起することが可能であり、半導体と絶縁膜のバンドエネルギ準位差同様に試料電位変化量と光子エネルギの関係からトラップ準位を求めることができる。

実施例 5

[0109] 以下において、本明細書の実施例５に係るＳＥＭの処理を説明する。以下においては、実施例１との相違点を主に説明する。本実施例のＳＥＭの構成は、実施例１と同様でよい。本実施において、制御装置１１２は、膜質を表す物理量の一例である、キャリア寿命や移動度を測定及び提示する。本実施例は、正確なキャリア寿命や移動度の測定を可能とする。

[0110] 制御装置１１２は、パルス光照射とパルス電子線（一次ビーム）照射の時間差から、キャリア寿命や移動度を測定する。キャリア寿命や移動度は、測定の過渡応答に現れる。例えば、図１８は、試料へのレーザ光照射と撮像（一次ビーム照射）のシーケンスの例を示す。

[0111] 図１８に示す例において、制御装置１１２は、レーザをＯＦＦにした状態（レーザ条件Ａ）において、試料の撮像を行い、信号１Ａを取得する。次に、制御装置１１２は、レーザ光を照射した（レーザ条件Ｂ）後、所定の待ち時間（ＤＥＬＡＹ）後に、試料の撮像を行い、信号１Ｂを取得する。１回の測定は、信号１Ａと信号１Ｂを取得する。その後、異なる待ち時間での測定により、信号２Ａ、２Ｂが取得される。以下、異なる待ち時間での測定が繰り返される。

[0112] 図１８に示す例において、制御装置１１２は、レーザ光と電子線（一次ビーム）の同時照射により信号１Ｂを取得するのではなく、レーザ光照射と電子線照射の間に、時間差（ＤＥＬＡＹ）を設ける。制御装置１１２は、待ち時間の長さを制御し、測定する電位変化の待ち時間依存を測定することによ

って、絶縁膜及びその界面の光に対する応答を測定できる。

[0113] 制御装置１１２は、応答特性をキャリア寿命や移動度に変換するために換算式を用いる。この換算式は、待ち時間を因数とする。例えば、試料電位変化が大きな変化を示す待ち時間から、換算式を使用して、キャリア寿命や移動度を算出できる。

[0114] 複数種類の光照射によって試料電位が変わる現象の場合、図１９に示すように、制御装置１１２は、複数種類の光照射の待ち時間を可変パラメータとする。図１９は、試料へのレーザ光照射と撮像（一次ビーム照射）のシーケンスの例を示す。

[0115] 図１９に示す例において、制御装置１１２は、レーザ光を試料に照射することなく（レーザ１条件Ａかつレーザ２条件Ａ）、試料の撮像を行い、信号１Ａを取得する。次に、制御装置１１２は、レーザ光１を照射した（レーザ１条件Ｂ）後、所定の第２の待ち時間（ＤＥＬＡＹ）後に、レーザ光２を照射した状態（レーザ２条件Ｂ）で試料の撮像を行い、信号１Ｂを取得する。１回の測定は、信号１Ａと信号１Ｂを取得する。その後、異なる待ち時間での測定により、信号２Ａ、２Ｂが取得される。以下、異なる待ち時間での測定が繰り返される。

[0116] レーザ光１とレーザ光２は、例えば、波長が異なる。制御装置１１２は、試料電位変化と待ち時間の関係からその現象の応答特性を算出及び出力できる。待ち時間（時間差）は、ユーザによる設定値として、計測ＧＵＩ画面において入力され得る。制御装置１１２は、横軸が待ち時間を示し、縦軸が試料電位変化を示すグラフを、測定結果として表示することができる。また、キャリア寿命や移動度を示すヒートマップや膜質像を生成して表示してもよい。

[0117] 図２０は、計測段階におけるＧＵＩ画面の例を示す。ユーザは、計測ＧＵＩ画面において、所望の膜質を測定するために必要な情報を入力することができる。本例において、膜質の表示物理量として、キャリア寿命が選択されている。計測ＧＵＩ画面は、さらに、試料の膜質の測定結果をユーザに提示

する。

[0118] 図２０の計測ＧＵＩ画面例において、ユーザは、測定座標３８１に加えて、表示する膜質量情報４１１を指定する。膜質量の情報４１１は、膜質を表す物理量として、キャリア寿命を指定する。

[0119] 計測ＧＵＩ画面は、測定結果として、待ち時間と条件Ａと条件Ｂとの間の試料電位変化との関係を示すグラフ４３２を示す。グラフ４３２において、横軸は待ち時間、縦軸は試料電圧を示す。制御装置１１２は、待ち時間の変化に対して試料電圧が最も大きく変化する点、つまり、微分の絶対値が最も大きい点の接線と、大きい待ち時間の領域での近似直線との交点を、試料のキャリア寿命と決定してよい。

[0120] 計測ＧＵＩ画面は、さらに、ウェハヒートマップ４３３をユーザに対して表示する。ウェハヒートマップ４３３は、ウェハ上の位置と測定されたキャリア寿命との関係を示すマップである。ウェハヒートマップ４１３は、図１２に示すウェハヒートマップ３８７と同様に作成することができる。図１１に示す膜質像３８４のように、キャリア寿命を示す膜質像が生成及び表示されてもよい。

[0121] なお、本発明は上記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、上記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、必ずしも説明したすべ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可能であり、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。

[0122] また、上記の各構成・機能・処理部等は、それらの一部又は全部を、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、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディス

ク、ＳＳＤ（Ｓｏｌｉｄ　Ｓｔａｔｅ　Ｄｒｉｖｅ）等の記録装置、または、ＩＣカード、ＳＤカード等の記録媒体に置くことができる。

[0123] また、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、製品上必ずしもすべての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆どすべての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

請求の範囲

[請求項1] 絶縁膜を含む試料に光を照射する光源と、

一次ビームを前記試料に照射して、荷電粒子を放出させる、励起源と、

前記荷電粒子に電場又は磁場の少なくても一つを印加して前記荷電粒子のエネルギに応じて軌道を分離することにより、前記荷電粒子のエネルギに依存する検出信号を出力する検出器と、

前記検出器から得られる前記荷電粒子の検出信号を処理する制御装置と、

ユーザから前記試料に関する情報を入力する入力装置と、を含み、

前記制御装置は、

前記光の異なる照射条件で前記検出器により検出された検出信号と、前記検出信号と前記試料の電位との関係を示す情報に基づき、前記異なる照射条件での前記試料の電位変化を決定し、

前記試料に関する情報に含まれる膜厚及び誘電率を用いて、前記電位変化を前記絶縁膜の材料特性値に換算して出力する、試料測定装置。

[請求項2] 請求項１に記載の試料測定装置であって、

前記材料特性値は、前記絶縁膜についての、耐電圧、欠陥密度、キャリア移動度、キャリア寿命、欠陥準位、バンドエネルギのうちの少なくても一つを含む、試料測定装置。

[請求項3] 請求項２に記載の試料測定装置であって、

前記制御装置は、前記荷電粒子を放出する位置を前記試料上で二次元的に走査することで、前記材料特性値の試料上での分布を測定し、出力する、試料測定装置。

[請求項4] 請求項１に記載の試料測定装置であって、

前記制御装置は、ロックイン検出を使用して、前記光の異なる照射条件で前記検出器による検出を行う、試料測定装置。

[請求項5] 請求項１に記載の試料測定装置であって、

前記制御装置は、波長４００ｎｍ以下の紫外光を前記試料に照射して、前記検出器の校正を行う、試料測定装置。

[請求項6] 絶縁膜を含む試料に複数の波長の光を照射する光源と、

一次ビームを前記試料に照射して、荷電粒子を放出させる、励起源と、

前記荷電粒子に電場又は磁場の少なくても一つを印加して前記荷電粒子のエネルギに応じて軌道を分離することにより、前記荷電粒子のエネルギに依存する検出信号を出力する検出器と、

前記検出器から得られる前記荷電粒子の検出信号を処理する制御装置と、を含み、

前記制御装置は、前記光の異なる波長のそれぞれにおいて、前記光の異なる照射条件で前記検出器により検出された検出信号の比較結果を示す比較信号を生成し、

前記比較信号に基づく前記絶縁膜の膜質の情報を出力する、試料測定装置。

[請求項7] 請求項６に記載の試料測定装置であって、

前記制御装置は、前記比較信号の波長依存と前記絶縁膜の材料特性値との関係を示す情報を用いて、前記比較信号に対応する材料特性値を決定し、決定した前記材料特性値を出力する、試料測定装置。

[請求項8] 請求項７に記載の試料測定装置であって、

前記材料特性値は、前記絶縁膜についての、耐電圧、欠陥密度、キャリア移動度、キャリア寿命、欠陥準位、バンドエネルギのうちの少なくても一つを含む、試料測定装置。

[請求項9] 請求項６に記載の試料測定装置であって、

前記制御装置は、ロックイン検出を使用して、前記光の異なる照射条件で前記検出器による検出を行う、試料測定装置。

[請求項10] 請求項６に記載の試料測定装置であって、

前記制御装置は、波長４００ｎｍ以下の紫外光を前記試料に照射して、前記検出器の校正を行う、試料測定装置。

[請求項11] 請求項６に記載の試料測定装置であって、

前記制御装置は、

パルス化された前記光とパルス化された前記一次ビームを、第１の時間差で前記試料に照射し、

前記比較信号の前記第１の時間差に対する依存性に基づき、前記絶縁膜の材料特性値を決定する、試料測定装置。

[請求項12] 請求項６に記載の試料測定装置であって、

前記制御装置は、

第１の光パルスと、前記第１の光パルスと第２の時間差で前記試料に第２の光パルスを照射し、

前記比較信号の前記第２の時間差に対する依存性に基づき、前記絶縁膜の材料特性値を決定する、試料測定装置。

[請求項13] 絶縁膜を含む試料に光を照射する光源と、

一次ビームを前記試料に照射して、荷電粒子を放出させる、励起源と、

前記荷電粒子に電場又は磁場の少なくても一つを印加して前記荷電粒子のエネルギに応じて軌道を分離することにより、前記荷電粒子のエネルギに依存する検出信号を出力する検出器と、

前記検出器から得られる前記荷電粒子の検出信号を処理する制御装置と、を含み、

前記制御装置は、

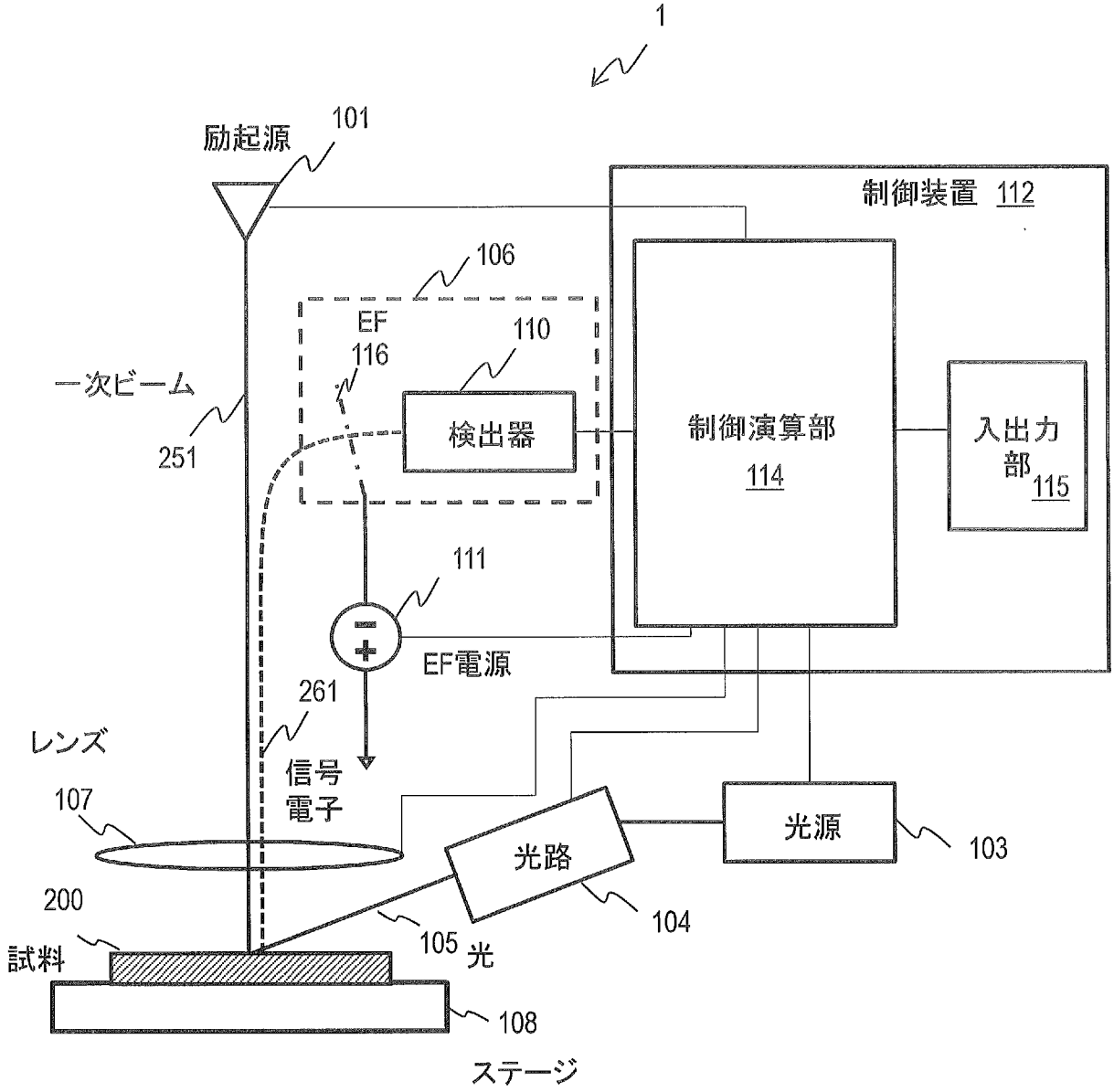
前記光の照射条件を変えて、異なる照射条件で前記検出器による検出信号を取得し、

前記検出信号と前記絶縁膜の材料特性値との関係を示す情報を用いて、前記異なる照射条件での検出信号から前記材料特性値を決定して出力する、試料測定装置。

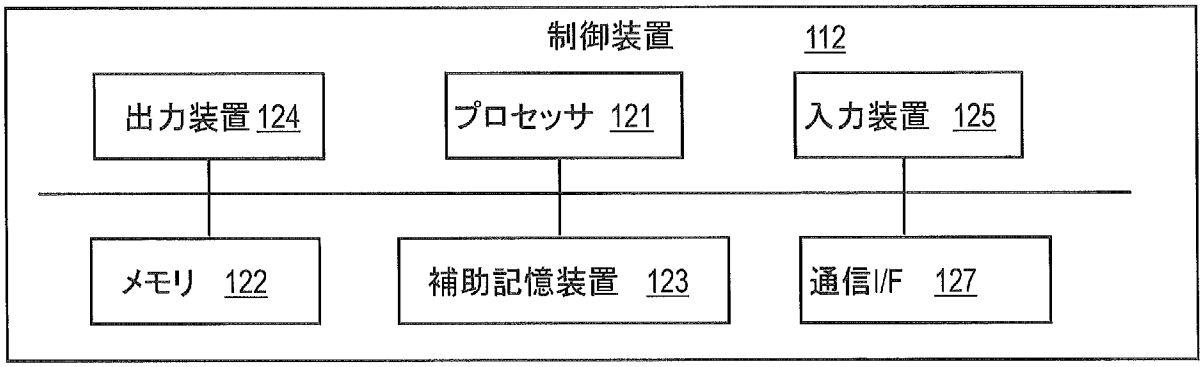
[請求項14] 請求項１３に記載の試料測定装置であって、

前記異なる照射条件は、前記試料に照射する前記光の波長が異なる、試料測定装置。

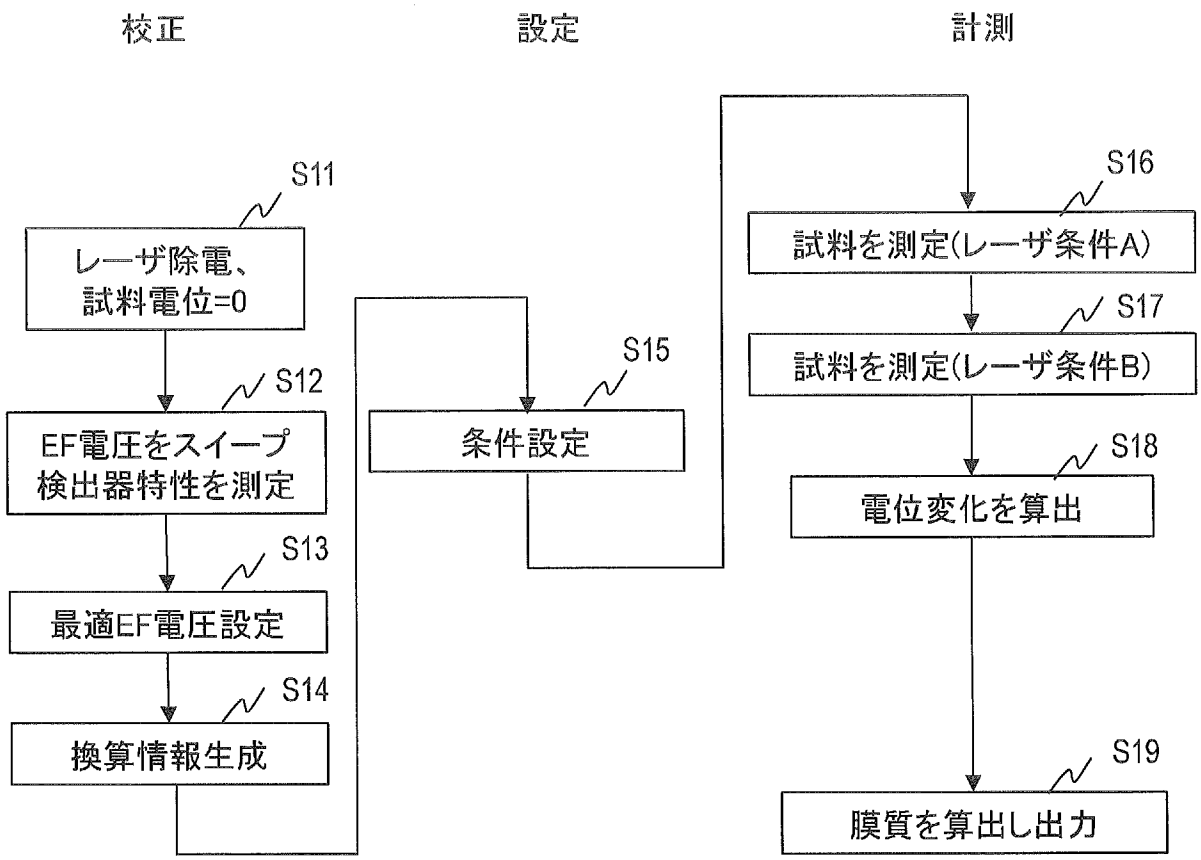
[図1]


1
励起源
101
制御装置 112
106
EF
116
110
一次ビーム
251
検出器
制御演算部
114
入出力
部
115
111
EF電源
261
レンズ
信号
電子
107
光源
103
光路
104
200
105
光
試料
108
ステージ

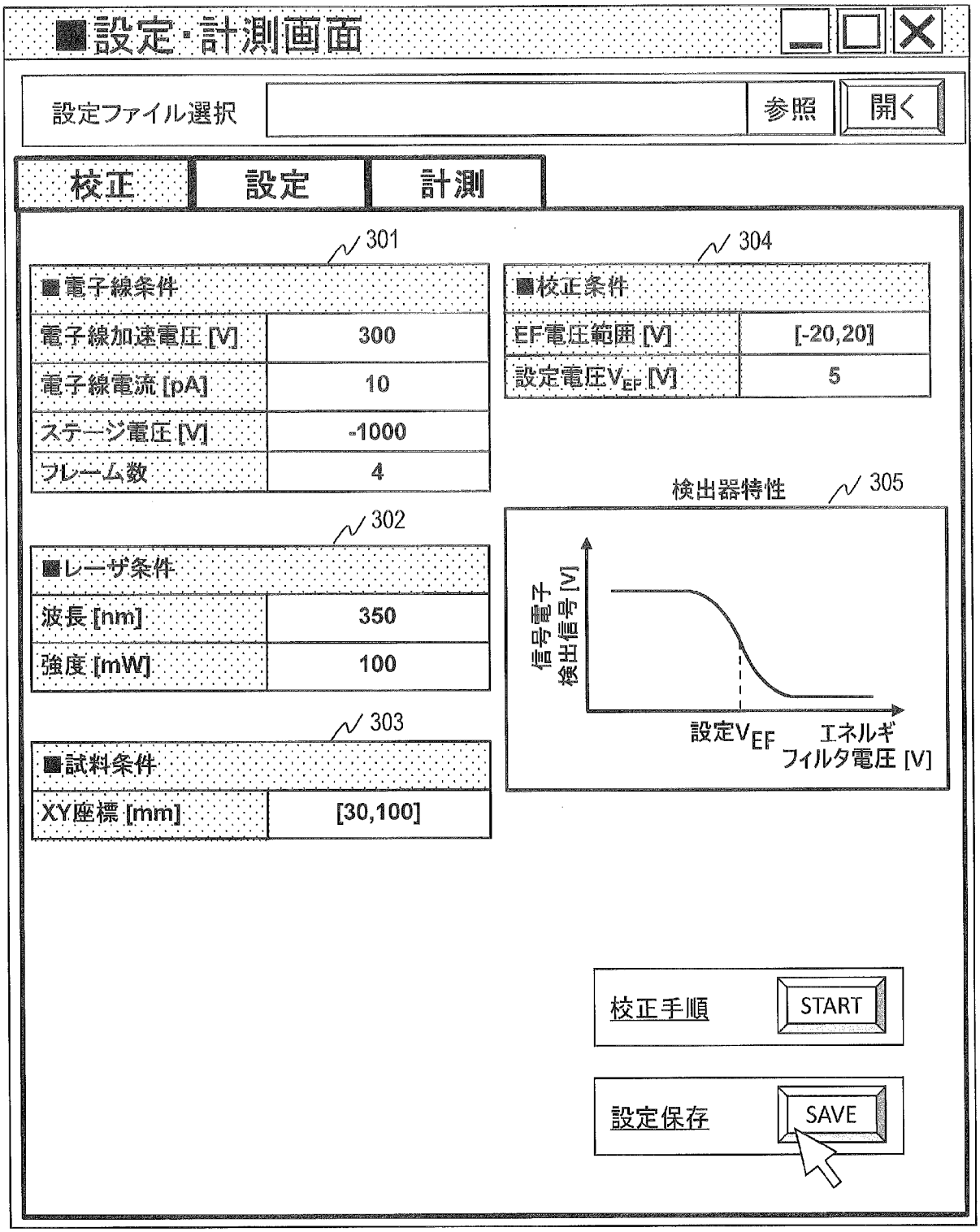
[図2]


制御装置 112
出力装置 124
プロセッサ 121
入力装置 125
メモリ 122
補助記憶装置 123
通信I/F 127

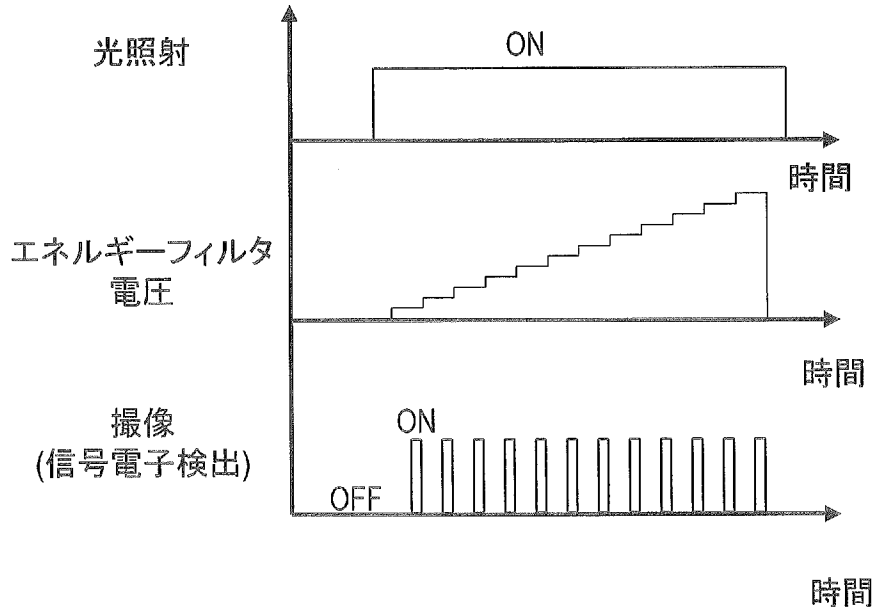
[図3]


校正
設定
計測
S11
レーザ除電、
試料電位=0
S12
EF電圧をスイープ
検出器特性を測定
S13
最適EF電圧設定
S14
換算情報生成
S15
条件設定
S16
試料を測定(レーザ条件A)
S17
試料を測定(レーザ条件B)
S18
電位変化を算出
S19
膜質を算出し出力

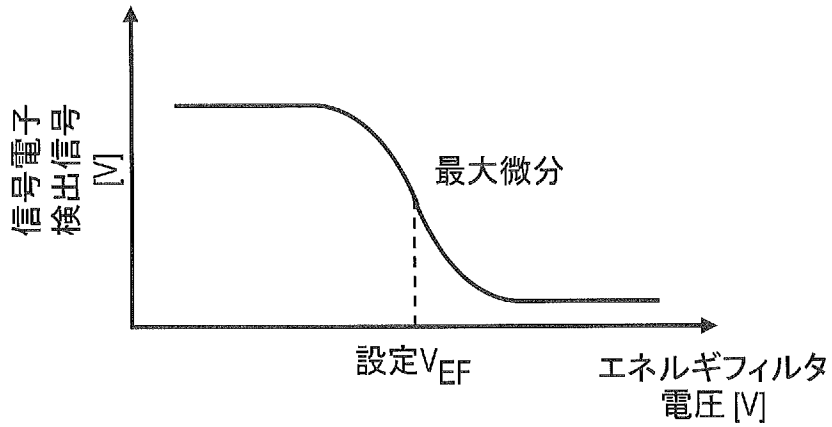
[図4]


■設定・計測画面
設定ファイル選択
参照
開く
校正
設定
計測
301
■電子線条件
電子線加速電圧 [V] 300
電子線電流 [pA] 10
ステージ電圧 [V] -1000
フレーム数 4
302
■レーザ条件
波長 [nm] 350
強度 [mW] 100
303
■試料条件
XY座標 [mm] [30,100]
304
■校正条件
EF電圧範囲 [V] [-20,20]
設定電圧V_{EF} [V] 5
検出器特性
305
信号電子検出信号 [V]
設定V_{EF}
エネルギフィルタ電圧 [V]
校正手順
START
設定保存
SAVE

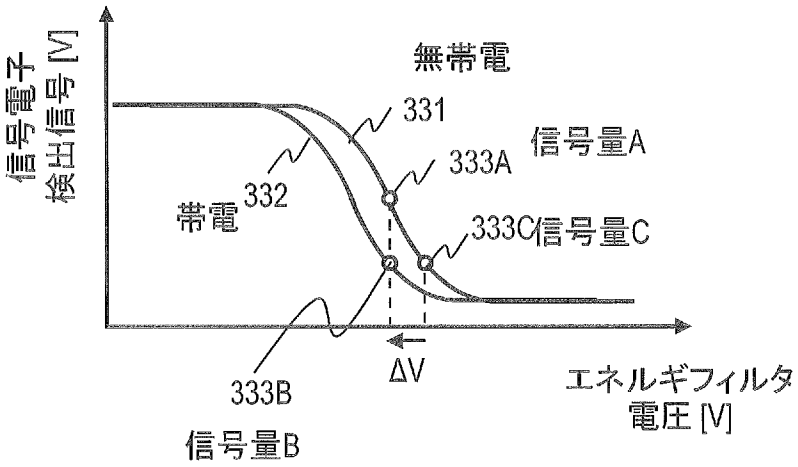
[図5]


光照射
ON
時間
エネルギーフィルタ
電圧
時間
撮像
(信号電子検出)
ON
OFF
時間

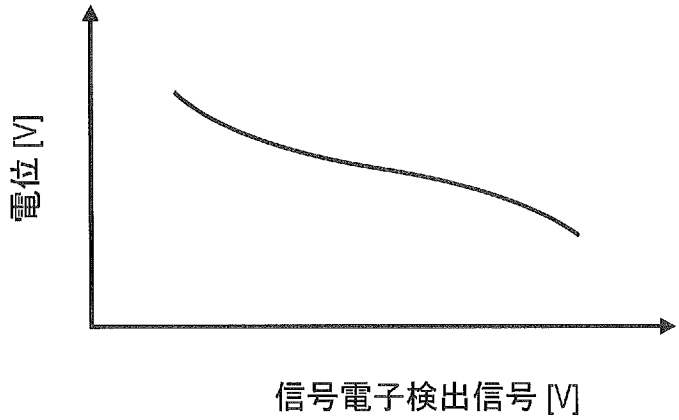
[図6]


信号電子検出信号 [V]
最大微分
設定V_{EF}
エネルギフィルタ
電圧 [V]

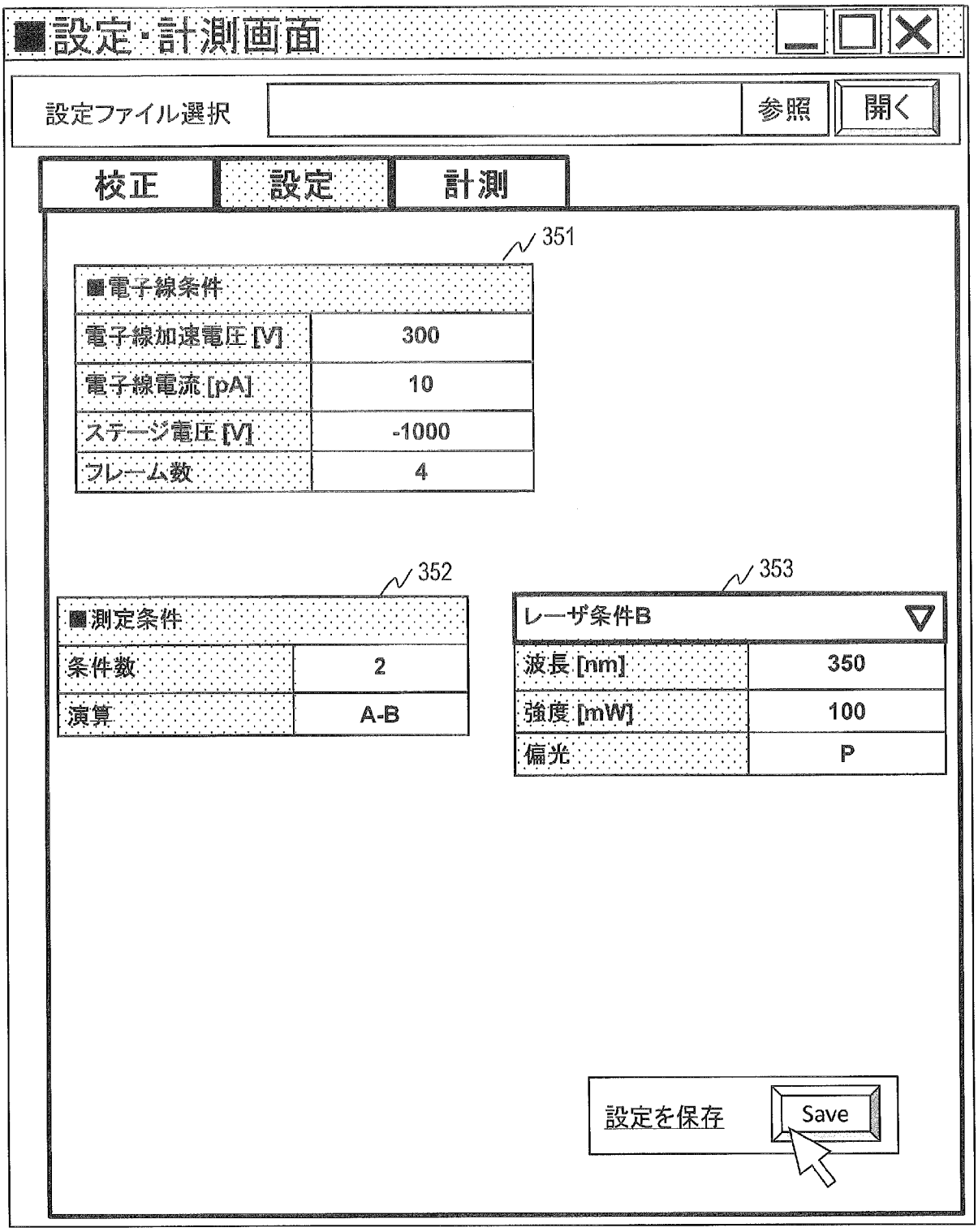
[図7]


信号電子
検出信号 [V]
無帯電
331
信号量A
333A
帯電
332
333C信号量C
ΔV
333B
信号量B
エネルギフィルタ
電圧 [V]

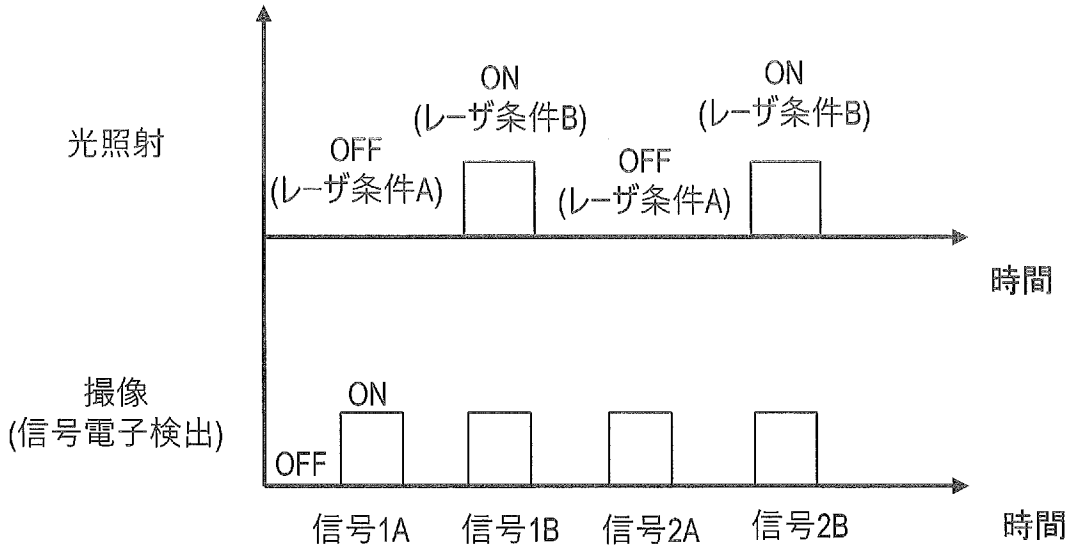
[図8]


電位 [V]
信号電子検出信号 [V]

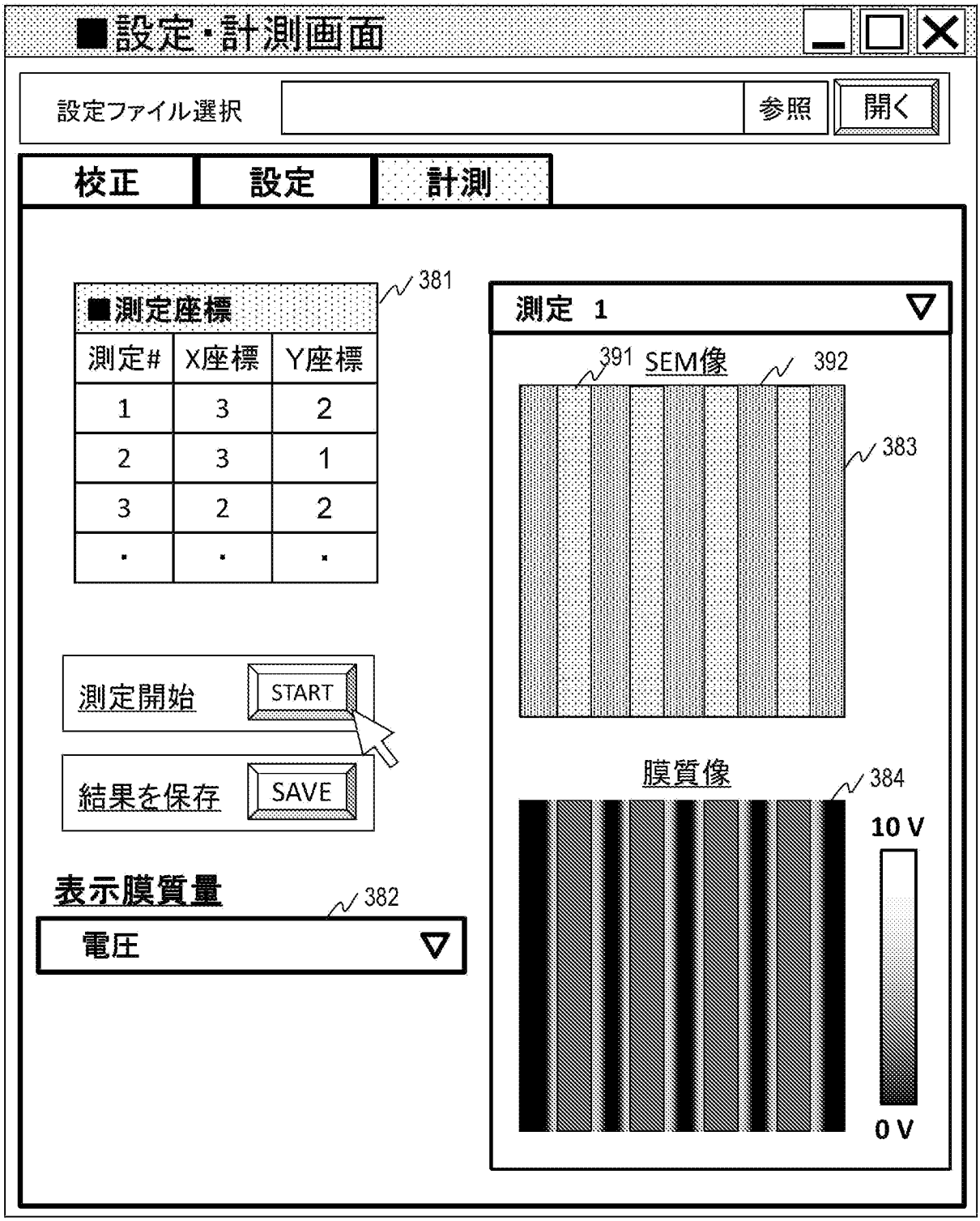
[図9]


■設定・計測画面
設定ファイル選択
参照
開く
校正
設定
計測
351
■電子線条件
電子線加速電圧 [V]
300
電子線電流 [pA]
10
ステージ電圧 [V]
-1000
フレーム数
4
352
■測定条件
条件数
2
演算
A-B
353
レーザ条件B
波長 [nm]
350
強度 [mW]
100
偏光
P
設定を保存
Save

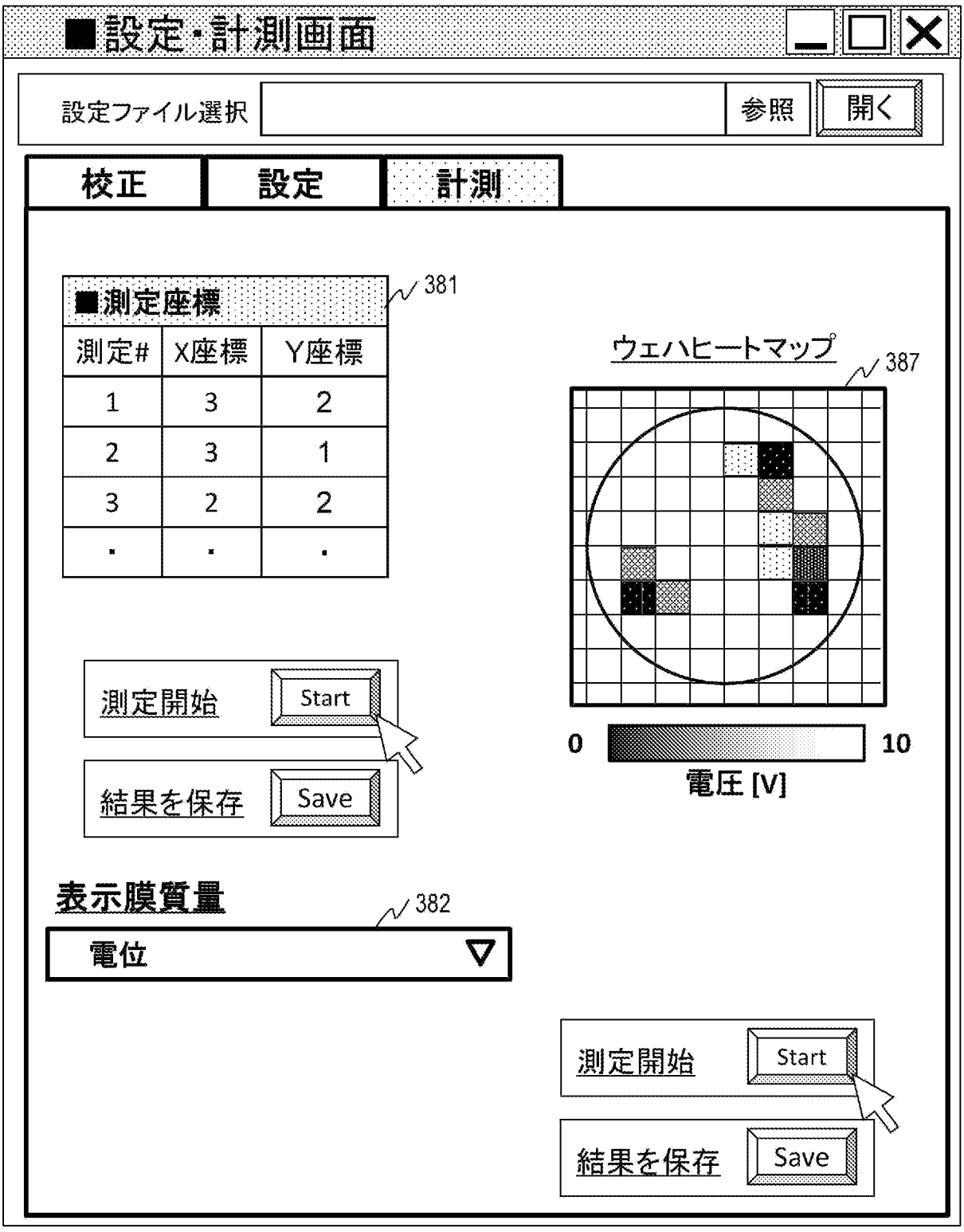
[図10]


光照射
ON
(レーザ条件B)
ON
(レーザ条件B)
OFF
(レーザ条件A)
OFF
(レーザ条件A)
時間
撮像
(信号電子検出)
ON
OFF
信号1A
信号1B
信号2A
信号2B
時間

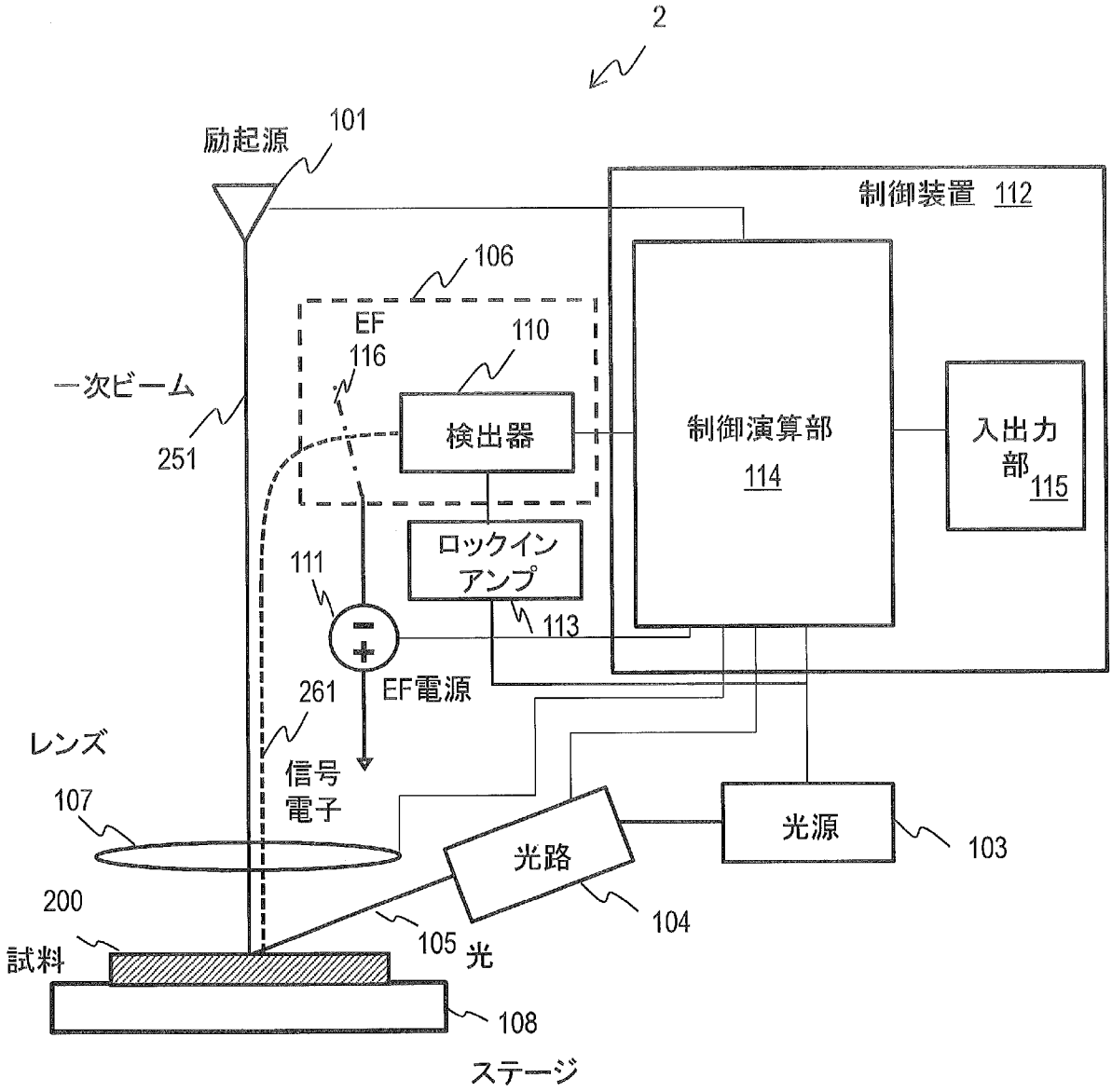
[図11]


■設定・計測画面
設定ファイル選択
参照
開く
校正
設定
計測
381
■測定座標
測定#
X座標
Y座標
1
3
2
2
3
1
3
2
2
測定開始
START
結果を保存
SAVE
表示膜質量
382
電圧
測定 1
391
SEM像
392
383
膜質像
384
10 V
0 V

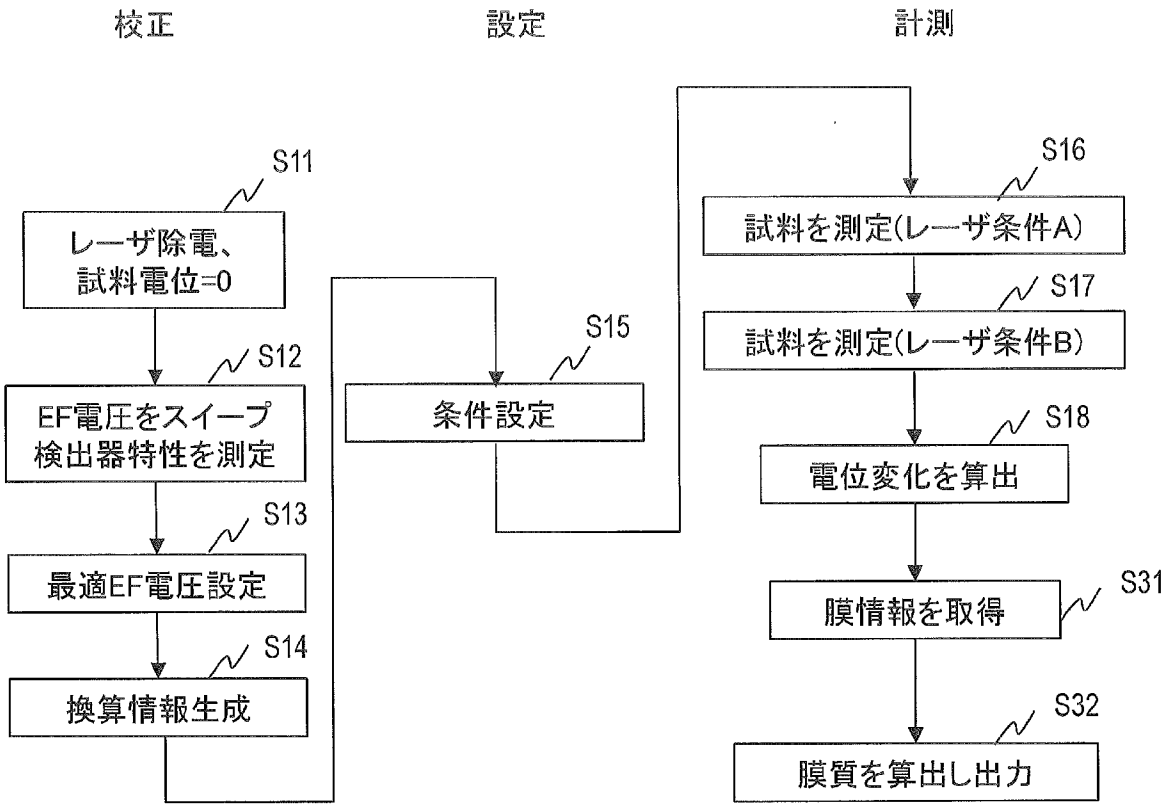
[図12]


■設定・計測画面
設定ファイル選択
参照
開く
校正
設定
計測
■測定座標
381
測定# X座標 Y座標
1 3 2
2 3 1
3 2 2
測定開始
Start
結果を保存
Save
ウェハヒートマップ
387
0
10
電圧 [V]
表示膜質量
382
電位
測定開始
Start
結果を保存
Save

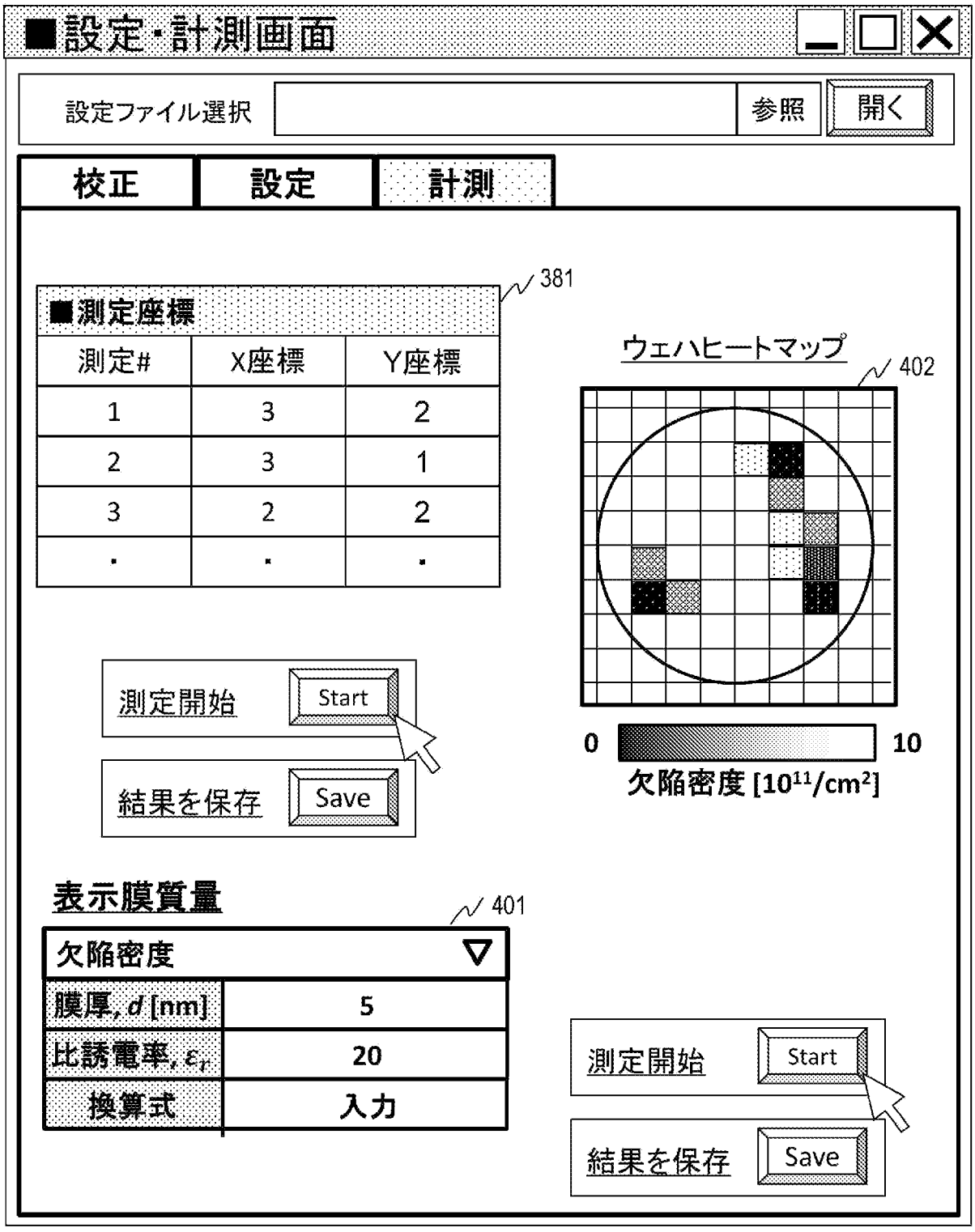
[図13]


2
励起源
101
制御装置 112
106
EF
116
110
一次ビーム
251
検出器
制御演算部
114
入出力
部
115
ロックイン
アンプ
111
113
261
EF電源
レンズ
信号
電子
107
光源
103
光路
104
200
105
光
試料
108
ステージ

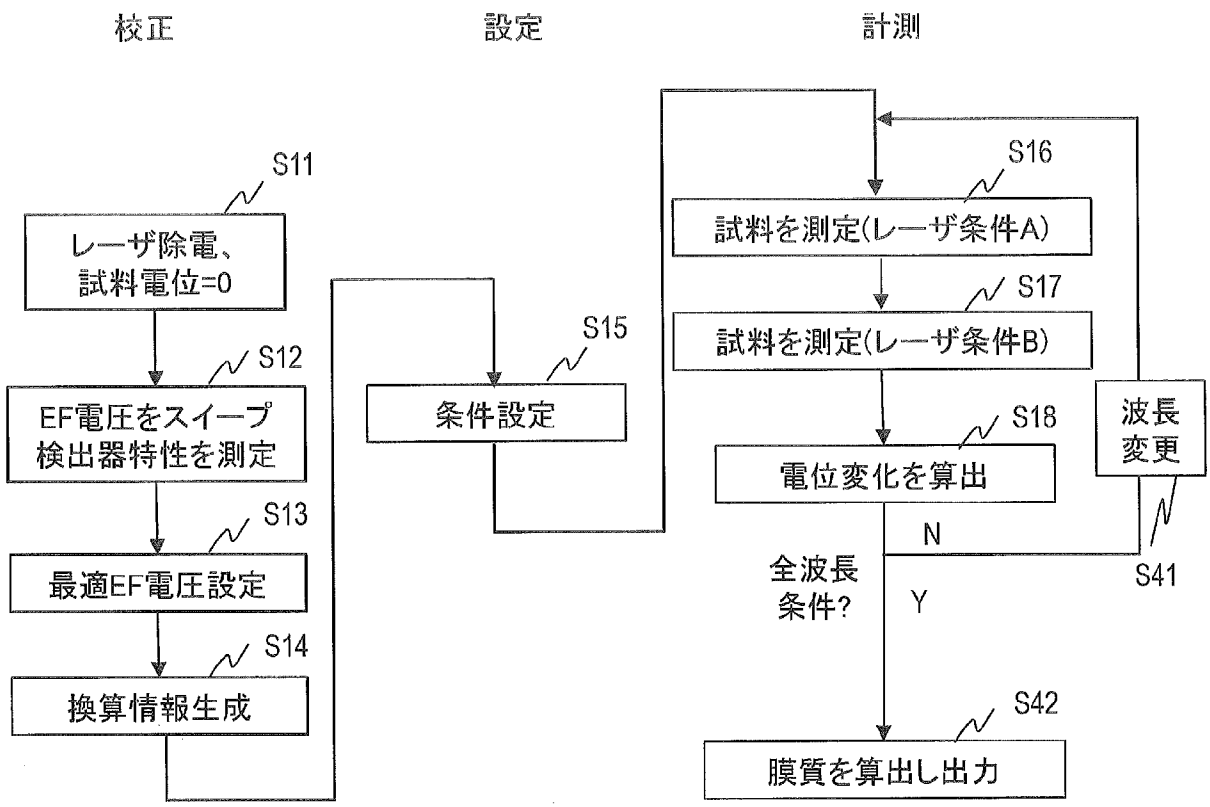
[図14]


校正
設定
計測
S11
レーザ除電、
試料電位=0
S12
EF電圧をスイープ
検出器特性を測定
S13
最適EF電圧設定
S14
換算情報生成
S15
条件設定
S16
試料を測定(レーザ条件A)
S17
試料を測定(レーザ条件B)
S18
電位変化を算出
S31
膜情報を取得
S32
膜質を算出し出力

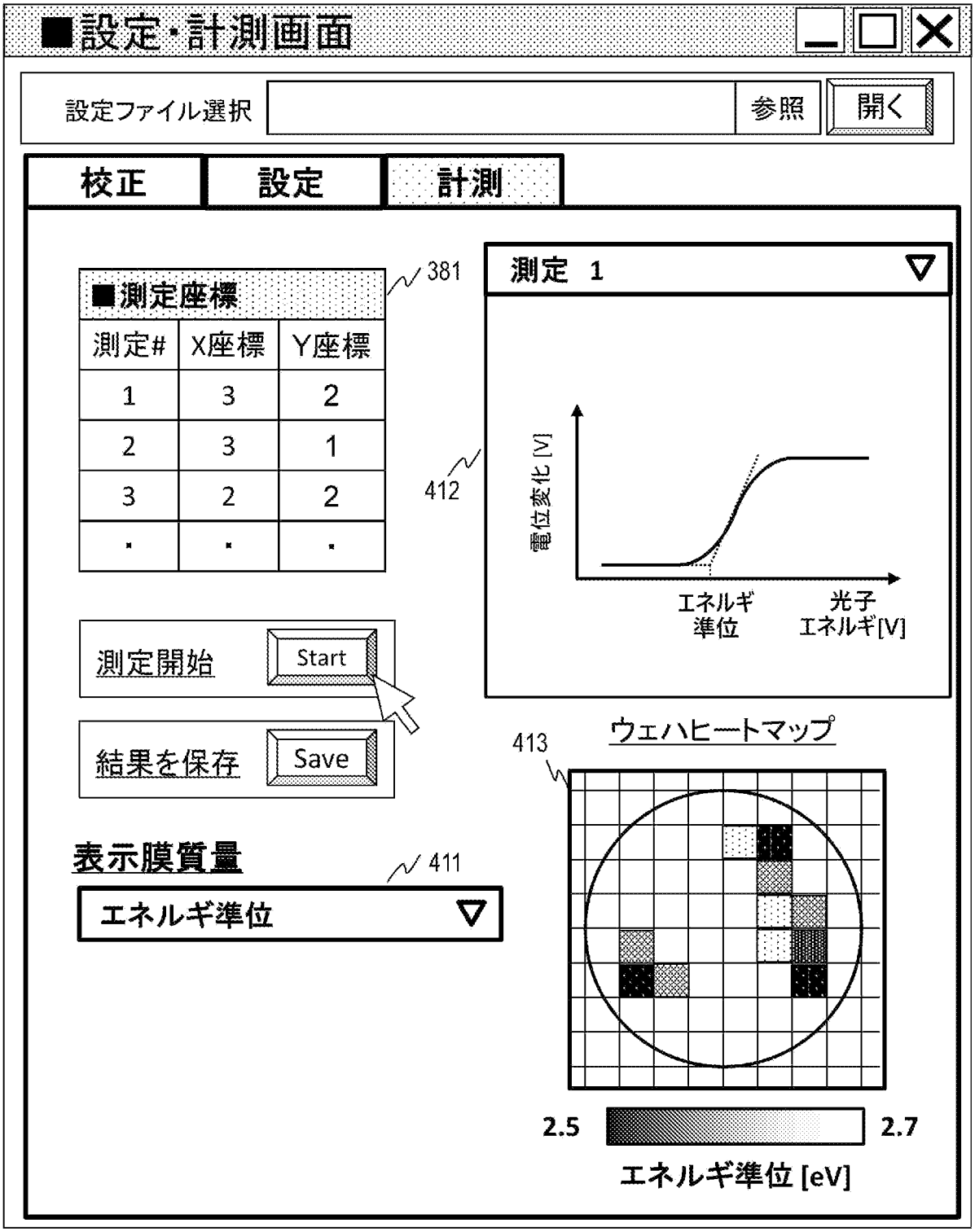
[図15]


■設定・計測画面
設定ファイル選択
参照
開く
校正
設定
計測
381
■測定座標
測定#
X座標
Y座標
1
3
2
2
3
1
3
2
2
ウェハヒートマップ
402
0
10
欠陥密度 [10^11/cm^2]
測定開始
Start
結果を保存
Save
表示膜質量
401
欠陥密度
膜厚, d [nm]
5
比誘電率, εr
20
換算式
入力
測定開始
Start
結果を保存
Save

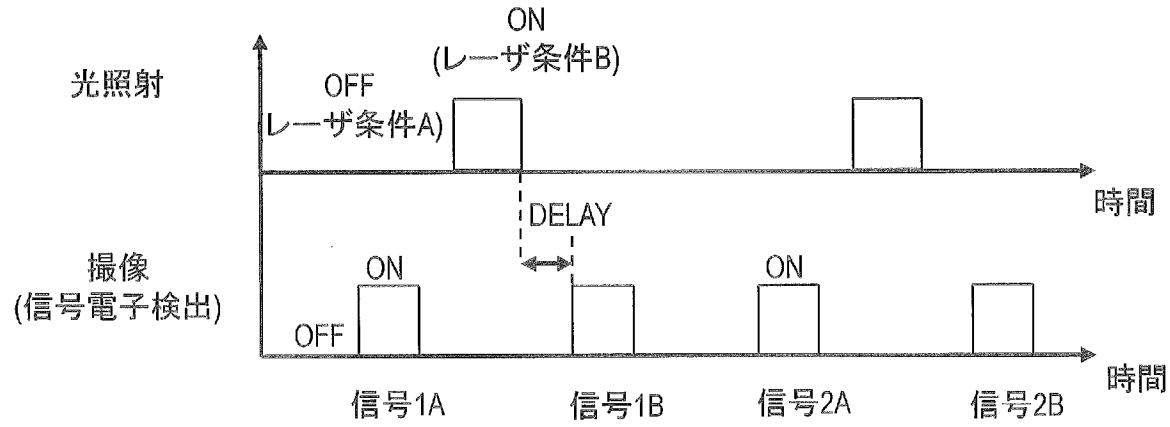
[図16]


校正
設定
計測
S11
レーザ除電、
試料電位=0
S12
EF電圧をスイープ
検出器特性を測定
S13
最適EF電圧設定
S14
換算情報生成
S15
条件設定
S16
試料を測定(レーザ条件A)
S17
試料を測定(レーザ条件B)
S18
電位変化を算出
全波長
条件?
N
Y
波長
変更
S41
S42
膜質を算出し出力

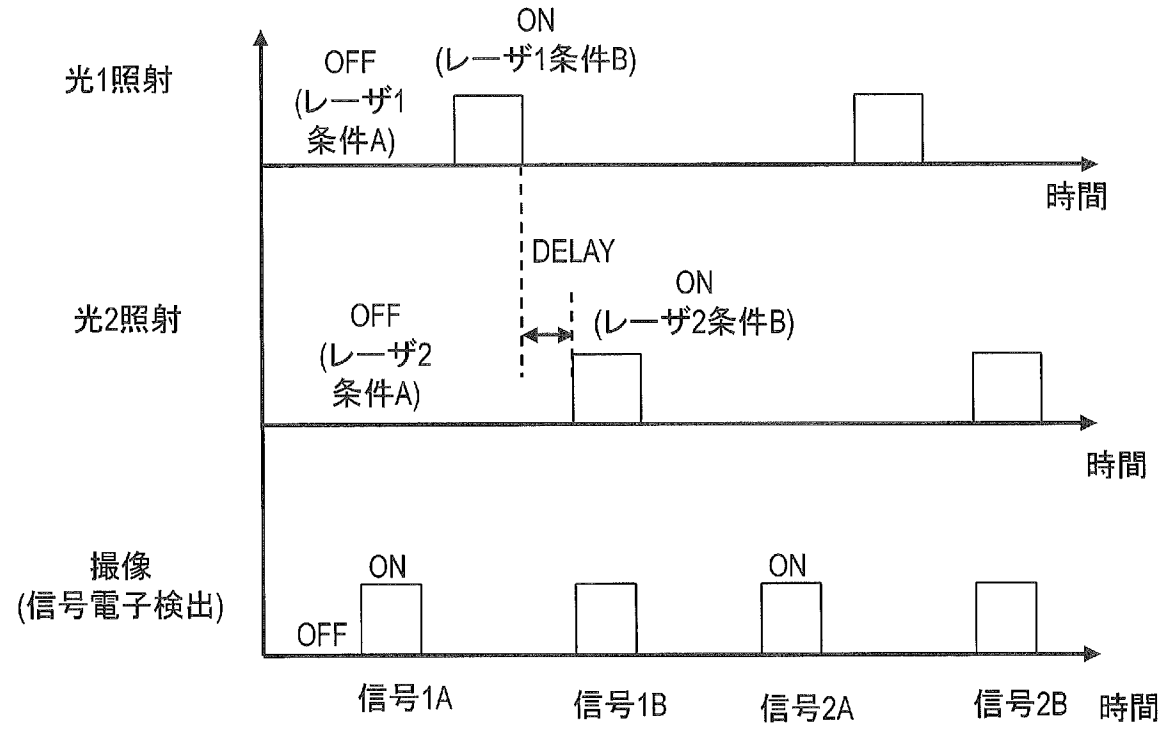
[図17]


■設定・計測画面
設定ファイル選択
参照
開く
校正
設定
計測
381
■測定座標
測定#
X座標
Y座標
1
3
2
2
3
1
3
2
2
測定 1
412
電位変化 [V]
エネルギ準位
光子エネルギ[V]
測定開始
Start
結果を保存
Save
ウェハヒートマップ
413
表示膜質量
411
エネルギ準位
2.5
2.7
エネルギ準位 [eV]

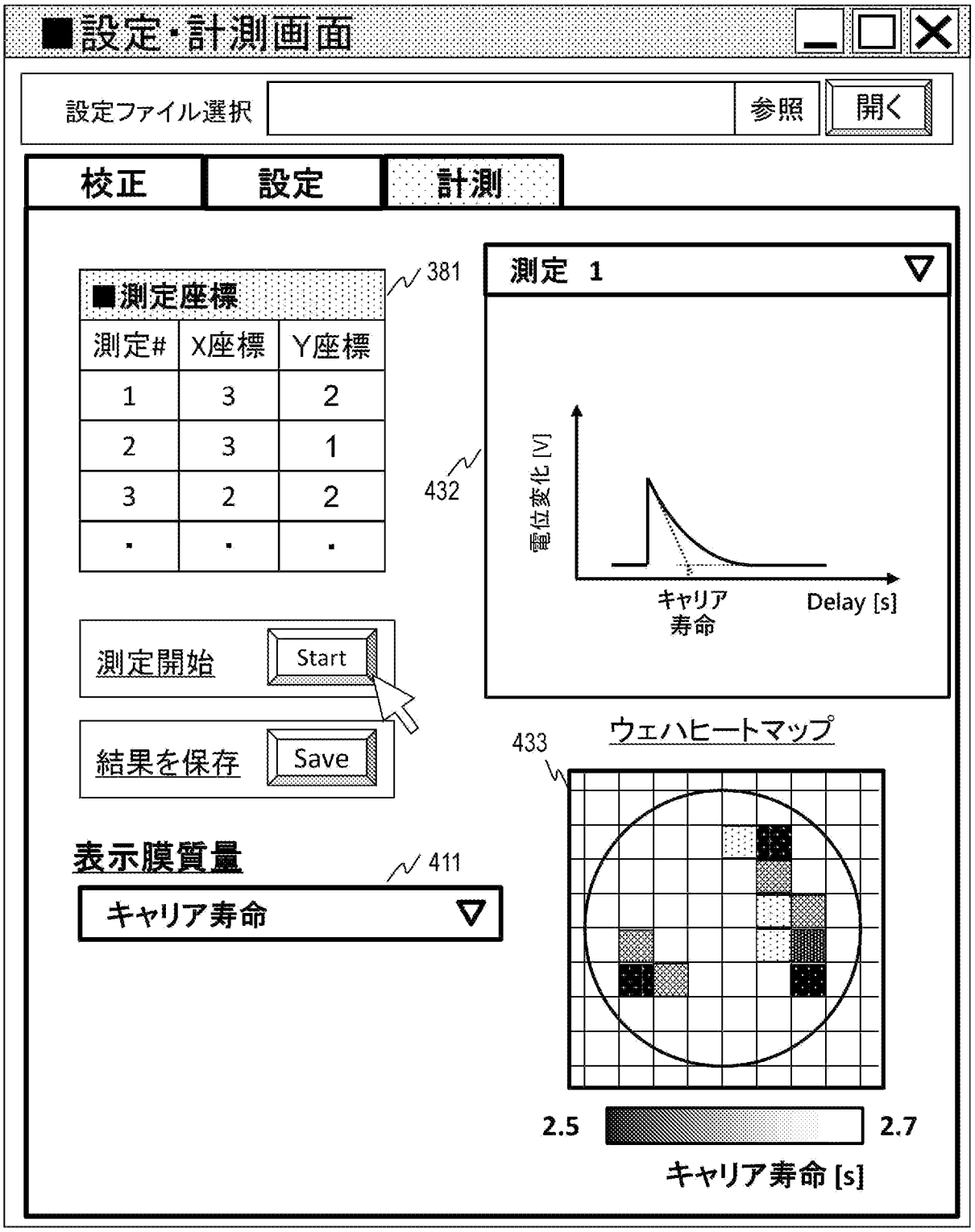
[図18]


光照射
ON
(レーザ条件B)
OFF
レーザ条件A)
時間
DELAY
撮像
(信号電子検出)
ON
ON
OFF
時間
信号1A
信号1B
信号2A
信号2B

[図19]


光1照射
ON
OFF
(レーザ1条件B)
(レーザ1
条件A)
時間
DELAY
光2照射
ON
OFF
(レーザ2条件B)
(レーザ2
条件A)
時間
撮像
(信号電子検出)
ON
ON
OFF
信号1A
信号1B
信号2A
信号2B
時間

[図20]


■設定・計測画面
設定ファイル選択
参照
開く
校正
設定
計測
■測定座標
381
測定#
X座標
Y座標
1
3
2
2
3
1
3
2
2
測定 1
432
電位変化 [V]
キャリア
寿命
Delay [s]
測定開始
Start
結果を保存
Save
ウェハヒートマップ
433
表示膜質量
411
キャリア寿命
2.5
2.7
キャリア寿命 [s]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/030067

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 23/2251(2018.01)i
FI: G01N23/2251

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)

G01N23/00-23/2276, H01J37/00-37/36, H01L21/66

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-93892 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD) 06 April 2001 (2001-04-06) paragraphs [0007]-[0117], fig. 1-13	1-14
A	JP 2021-39844 A (HITACHI HIGH TECH CORP) 11 March 2021 (2021-03-11) paragraphs [0012]-[0080], fig. 1-20	1-14
A	WO 2017/158742 A1 (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) 21 September 2017 (2017-09-21) paragraphs [0019]-[0071], fig. 1-12	1-14
A	JP 9-162253 A (HITACHI LTD) 20 June 1997 (1997-06-20) paragraphs [0007]-[0157], fig. 1-18	1-14
A	JP 2014-182984 A (EBARA CORP) 29 September 2014 (2014-09-29) paragraphs [0014]-[0033], fig. 1-5	1-14
A	JP 2010-216931 A (RICOH CO LTD) 30 September 2010 (2010-09-30) paragraphs [0025]-[0073], fig. 1-21	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	Date of mailing of the international search report
31 August 2022	**13 September 2022**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/030067

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2007/129596 A1 (THE UNIVERSITY OF TOKYO) 15 November 2007 (2007-11-15) paragraphs [0011]-[0038], fig. 1-8	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/030067

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2001-93892 A	06 April 2001	US 2004/0061052 A1 paragraphs [0007]-[0105], fig. 1-13 KR 10-2001-0018057 A	
JP 2021-39844 A	11 March 2021	US 2021/0066029 A1 paragraphs [0050]-[0111], fig. 1-20 KR 10-2021-0027064 A TW 202123289 A	
WO 2017/158742 A1	21 September 2017	US 2019/0079025 A1 paragraphs [0031]-[0084], fig. 1-12 CN 108603851 A	
JP 9-162253 A	20 June 1997	(Family: none)	
JP 2014-182984 A	29 September 2014	(Family: none)	
JP 2010-216931 A	30 September 2010	(Family: none)	
WO 2007/129596 A1	15 November 2007	JP 2007-322411 A paragraphs [0009]-[0036], fig. 1-8	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/030067

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01N 23/2251(2018.01)i
FI: G01N23/2251

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（ＩＰＣ））

G01N23/00-23/2276, H01J37/00-37/36, H01L21/66

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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）

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

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
A	JP 2001-93892 A (三星電子株式会社) 06.04.2001 (2001-04-06) [0007]-[0117], [図1]-[図13]	1-14
A	JP 2021-39844 A (株式会社日立ハイテク) 11.03.2021 (2021-03-11) [0012]-[0080], [図1]-[図20]	1-14
A	WO 2017/158742 A1 (株式会社　日立ハイテクノロジーズ) 21.09.2017 (2017-09-21) [0019]-[0071], [図1]-[図12]	1-14
A	JP 9-162253 A (株式会社日立製作所) 20.06.1997 (1997-06-20) [0007]-[0157], [図1]-[図18]	1-14
A	JP 2014-182984 A (株式会社荏原製作所) 29.09.2014 (2014-09-29) [0014]-[0033], [図1]-[図5]	1-14
A	JP 2010-216931 A (株式会社リコー) 30.09.2010 (2010-09-30) [0025]-[0073], [図1]-[図21]	1-14
A	WO 2007/129596 A1 (国立大学法人東京大学) 15.11.2007 (2007-11-15) [0011]-[0038], [図1]-[図8]	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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
31.08.2022	13.09.2022

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）

清水　靖記 2W 3605

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2022/030067

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2001-93892 A	06.04.2001	US 2004/0061052 A1 [0007]-[0105], FIG. 1-FIG. 13 KR 10-2001-0018057 A	
JP 2021-39844 A	11.03.2021	US 2021/0066029 A1 [0050]-[0111], FIG. 1-FIG. 20 KR 10-2021-0027064 A TW 202123289 A	
WO 2017/158742 A1	21.09.2017	US 2019/0079025 A1 [0031]-[0084], FIG. 1-FIG. 12 CN 108603851 A	
JP 9-162253 A	20.06.1997	（ファミリーなし）	
JP 2014-182984 A	29.09.2014	（ファミリーなし）	
JP 2010-216931 A	30.09.2010	（ファミリーなし）	
WO 2007/129596 A1	15.11.2007	JP 2007-322411 A [0009]-[0036], [図1]-[図8]	