

(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
2017 年 8 月 3 日(03.08.2017)



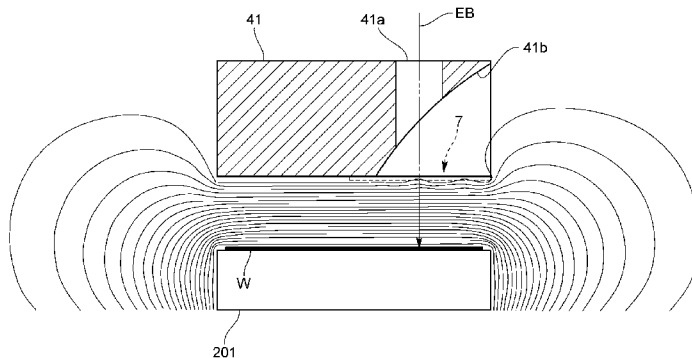
(10) 国際公開番号

WO 2017/131132 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 23/225 (2006.01) H01J 37/252 (2006.01)
G01N 21/62 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/002863
- (22) 国際出願日: 2017 年 1 月 27 日(27.01.2017)
- (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 2016-014919 2016 年 1 月 28 日(28.01.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社堀場製作所 (HORIBA, LTD.)
[JP/JP]; 〒6018510 京都府京都市南区吉祥院宮の
東町 2 番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 栗田 正吾 (AWATA, Shogo); 〒6018510 京
都府京都市南区吉祥院宮の東町 2 番地 株式会
社堀場製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 西村 竜平 (NISHIMURA, Ryuhei); 〒
6040857 京都府京都市中京区蒔絵屋町 2 8 0 番
地 ヤサカ烏丸御所南ビル 3 F Kyoto (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, DJ, 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, 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, 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,
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: SAMPLE ANALYSIS DEVICE AND COLLECTOR MIRROR UNIT FOR SAMPLE ANALYSIS DEVICE

(54) 発明の名称: 試料分析装置及び試料分析装置用集光ミラーユニット



(57) Abstract: A sample analysis device for detecting light emitted from a measurement sample irradiated with charged particles and analyzing the measurement sample, wherein in order to enable an analysis at a higher resolution than in the past, the sample analysis device is provided with: an irradiation unit 3 for irradiating the sample W with charged particles; a collector mirror 41 provided between the irradiation unit 3 and the sample W, the collector mirror 41 collecting light emitted from the sample W; and a retarding voltage application unit 6 for applying a retarding voltage, for decelerating the charged particles, onto the sample W or a sample stand 201 on which the sample W is placed.

(57) 要約: 荷電粒子が照射された測定試料から出る光を検出して前記測定試料を分析する試料分析装置において、従来よりも高い分解能で分析できるようにすべく、荷電粒子を試料Wに照射する照射部3と、照射部3と試料Wとの間に設けられるとともに、試料Wから出る光を集光する集光ミラー41と、試料W又は試料Wが載置される試料台201に荷電粒子を減速させるリターディング電圧を印加するリターディング電圧印加部6とを具備するようにした。



WO 2017/131132 A1

明 細 書

発明の名称：

試料分析装置及び試料分析装置用集光ミラーユニット

技術分野

[0001] 本発明は、例えば電子線やイオンビーム等が照射された測定試料から出る光を検出して、測定試料を分析する試料分析装置及びこの試料分析装置に用いられる集光ミラーユニットに関するものである。

背景技術

[0002] この種の試料分析装置としては、測定試料に電子線を照射することにより生じるカソードルミネッセンス（CL）を検出する、いわゆるカソードルミネッセンス分析装置がある。

[0003] ところで、近年、測定試料によっては、例えば電子機器用の各種素子など高集積化や微小化が進んでいるものがあり、これに伴って分析装置に求められる分解能が高まっている。

[0004] そこで、特許文献1には、カソードルミネッセンス分析装置の分解能が、測定試料に電子線を照射することにより発生した電子－キャリアの拡散領域に影響することに着目し、測定試料に磁場を印加することでキャリアの拡散を抑制して、分解能の向上を図ったものが記載されている。

[0005] しかしながら、これまでの分析装置では、ユーザが求める分解能によってはそのニーズを満足させることができない場合があるし、今後も求められる分解能が高まると予想されることから、分解能をより向上させる必要がある。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2008-107335号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] そこで本発明は、荷電粒子が照射された測定試料から出る光を検出して前記測定試料を分析する試料分析装置において、従来よりも高い分解能で分析できるようにすることをその主たる所期課題とするものである。

課題を解決するための手段

[0008] すなわち本発明に係る試料分析装置は、荷電粒子が照射された測定試料から出る光を検出して前記測定試料を分析する試料分析装置において、荷電粒子を前記測定試料に照射する照射部と、前記照射部と前記測定試料との間に設けられるとともに、前記測定試料から出る光を集光する集光ミラーと、前記測定試料又は前記測定試料が載置される試料台に前記荷電粒子を減速させるリターディング電圧を印加するリターディング電圧印加部とを具備することを特徴とするものである。

[0009] このようなものであれば、測定試料又は試料台にリターディング電圧を印加するので、照射部から射出された荷電粒子を、高い加速電圧、すなわち高いエネルギーを維持した状態から減速させることができる。その結果、加速電圧を高く維持できるので、エネルギーの色収差などの影響を少なくするとともに、照射部における電子ビームのスポット径を小さくすることができる。うえ、仮に試料が壊れやすい場合でも、荷電粒子を照射直前に減速させるので、試料に高いエネルギーの荷電粒子が照射されて壊れてしまうことを防ぐことができる。これにより、高輝度を維持しつつ、測定試料に照射される荷電粒子の数、すなわち電子ビームのビーム電流を大きくすることができ、測定試料における単位面積当たりに照射される電子数が増加して測定試料から出る光量が多くなり、従来よりも分解能を向上させることが可能となる。

[0010] ところで、上述したように測定試料又は試料台にリターディング電圧を印加すると、測定試料や試料台と集光ミラーとの間に電場が生じる。このとき、集光ミラーの電位がゼロであることから、電場は集光ミラーに引き寄せられてミラー面に沿って歪む。そうすると、測定試料に向かう荷電粒子の軌道が曲げられ、得られる画像が歪んでしまうという問題が生じる。

そこで、このような画像の歪みを防ぐためには、荷電粒子が通過する領域

において、前記リターディング電圧により生じる電場が、前記照射部から射出される荷電粒子の射出方向に対して垂直に形成されるように構成されていることが好ましい。

なお、ここでいう垂直とは完全に垂直な場合には限られず、得られる画像に歪みがない程度に若干傾いていても構わない。また、ここでいう垂直とは、リターディング電圧により生じる電場が、荷電粒子が通過する領域全体に亘って射出方向に対して垂直である場合のみならず、荷電粒子が通過する領域の一部で傾いている場合も含まれる。

[0011] 具体的な実施態様としては、試料分析装置が、前記測定試料と前記集光ミラーとの間に設けられ、前記測定試料との間で前記リターディング電圧による電場を生じさせる中間部材をさらに具備するものが挙げられる。

このような構成であれば、電場が集光ミラーに引き寄せられることを防ぐとともに、中間部材の形状や配置によって、中間部材と測定試料との間に荷電粒子がほとんど曲がらないような電場を生じさせることができる。これにより、荷電粒子をできるだけ曲げることなく測定試料に照射させることができ、上述した画像の歪みを防ぐことができる。

[0012] 荷電粒子をほとんど曲げることなく測定試料に照射するためには、前記中間部材が、前記測定試料との間で生じる電場を平行化することが好ましい。

[0013] このような中間部材の具体的な実施態様としては、前記測定試料と前記集光ミラーとの間で前記測定試料に対向して設けられた平板状をなすものであり、荷電粒子が中心を通過する荷電粒子通過孔が形成されているものが挙げられる。

このようなものであれば、中間部材が平板状をなし、測定試料に対面して設けられているので、中間部材と測定試料との間に生じる電場を平行化することができる。

そのうえ、荷電粒子が中間部材に形成された荷電粒子孔の中心を通過するので、荷電粒子孔から集光ミラー側に電場が洩れ出たとしても、荷電粒子はこの洩れ出た電場の中心軸に沿ってほとんど曲がることなく測定試料に照射

される。

[0014] 測定試料から出る光をより多く検出できるようにするためには、前記中間部材が、前記測定試料から出る光を通過させる複数の光通過孔が形成されたものであることが好ましい。

このように複数の光通過孔が形成されていれば、測定試料から出る光の多くが集光ミラーに到達するので、この光をより多く検出することができる。

[0015] 本発明に係る電子顕微鏡は、上述した試料分析装置を備えたことを特徴とするものである。

このような電子顕微鏡であれば、上述した試料分析装置と同様の作用効果を得ることができる。

[0016] また、本発明に係る試料分析装置用集光ミラーユニットは、測定試料に荷電粒子を照射する照射部と、前記測定試料又は前記測定試料が載置される試料台に前記荷電粒子を減速させるリターディング電圧を印加するリターディング電圧印加部とを具備し、荷電粒子が照射された測定試料から出る光を検出して前記測定試料を分析する試料分析装置に用いられるものであって、前記照射部と前記測定試料との間に設けられるとともに、前記測定試料から出る光を集光することを特徴とするものである。

このような集光ミラーユニットを用いることで、上述した試料分析装置と同様の作用効果を得ることができる。

[0017] さらに、上述した画像の歪みを抑えるためには、試料分析装置用集光ミラーユニットが、前記測定試料と前記集光ミラーとの間に設けられ、前記測定試料との間で前記リターディング電圧による電場を生じさせる中間部材を備えることが好ましい。

発明の効果

[0018] このように構成した本発明によれば、荷電粒子が照射された測定試料から出る光を検出して前記測定試料を分析する試料分析装置において、従来よりも高分解能な分析が可能となる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本実施形態の一実施形態に係る試料分析装置の模式的構成図である。

[図2]リターディング電圧により生じる電場を説明する図。

[図3]リターディング電圧により生じる電場を説明する図。

[図4]本実施形態の中間部材を示す模式図。

[図5]同実施形態の中間部材の全体構成を示す模式図。

[図6]同実施形態におけるリターディング電圧により生じる電場を説明する図

。

[図7]同実施形態におけるリターディング電圧により生じる電場を説明する図

。

[図8]同実施形態における試料分析装置を用いた実験結果を説明するための図

。

[図9]同実施形態において画像の歪みを定量評価した際の水平角度を説明するための図。

[図10]変形実施形態の中間部材を示す模式図。

[図11]変形実施形態に係る試料分析装置の模式的構成図である。

符号の説明

- [0020] 1 0 0 . . . 試料分析装置
2 . . . 真空チャンバ
3 . . . 電子線照射装置（照射部）
W . . . 試料
4 1 . . . 集光ミラー
6 . . . リターディング電圧印加部
7 . . . 中間部材

発明を実施するための形態

[0021] 以下に本発明に係る試料分析装置の一実施形態について図面を参照して説明する。

[0022] <装置構成>

本実施形態に係る試料分析装置 1 0 0 は、電子顕微鏡に組み込まれたもの

であり、荷電粒子線である電子線（エネルギー線）E Bを半導体ウエハ等の測定試料W（以下、単に試料Wという。）に照射することにより試料Wから生じるカソードルミネッセンスCLを用いて、試料Wの微小領域における物性評価や半導体素子の解析を行う、いわゆるカソードルミネッセンス分析装置である。

[0023] 具体的にこのものは、図1に示すように、試料Wを収容する真空チャンバ2と、その真空チャンバ2内に収容された試料Wに電子線E Bを照射する照射部たる電子線照射装置3と、電子線E Bの照射によって試料Wから発生するカソードルミネッセンスCLを分光し、検出する光検出部たる検出装置4と、その検出装置4からの出力信号を受信し、前記試料Wを評価等（例えば応力測定）するために所定の演算処理を行う情報処理装置5とを備えている。

[0024] 以下、各部2～5について図1を参照して説明する。

[0025] 真空チャンバ2は、電子線E Bが照射される試料Wを収容する容器と、当該容器内を真空にする真空ポンプと、試料Wが載置される試料台201とを備えている。

[0026] 電子線照射装置3は、例えば熱電界放出型の電子銃31と、電子銃31から射出された電子線E Bを試料Wの所定部位に収束させるレンズ機構及び電子線E Bを走査させるための走査機構等からなる電子線制御機構32と、電子銃31及び電子線制御機構32を内部に有する鏡筒33とを備えている。この鏡筒33の下端部は、前記真空チャンバ2の上壁に連続して設けられている。

なお、前記走査機構としては、例えば電子線E Bを走査方向に沿って偏向する走査コイルを利用したものが挙げられる。

[0027] 検出装置4は、集光ミラー41、光ファイバ42、分光部43及びセンシング部44を備えている。

[0028] 集光ミラー41は、鏡筒33及び試料Wの間（具体的には鏡筒33の下部に設けられるとともに前記レンズ機構を構成する対物レンズと試料Wとの間

）に設けられ、試料Wから発生するカソードルミネッセンスCLを集光して光ファイバ42に導くものである。この集光ミラー41は、鏡筒33で収束された電子線EBを通過させ、その電子線EBを試料Wに照射するための電子線通過孔41aと、その電子線通過孔41aの軸線上に焦点が設定されたミラー面41bとを有する。なお、ミラー面41bは、放物面鏡又は楕円面鏡などが考えられるが本実施形態では楕円面鏡を用いている。

[0029] 光ファイバ42は、集光ミラー41により集光されたカソードルミネッセンスCLを分光部43に転送するものである。この光ファイバ42の受光面である先端面は、集光ミラー41の焦点に配置されるとともに、後端部分が分光部43に接続される。

[0030] 分光部43は、前記集光ミラー41で集光されたカソードルミネッセンスCLを単色光に分離するもので、例えばモノクロメータを利用して構成している。

[0031] センシング部44は、光検出部であり、前記分光部43で波長毎に複数に分光された各単色光の強度をそれぞれ測定し、各単色光の強度に応じた値の電流値（又は電圧値）を有する出力信号を出力する。

[0032] 情報処理装置5は、構造としては、CPU、メモリ、入出力インターフェイス、AD変換器、入力手段等からなる汎用又は専用のコンピュータである。そして、前記メモリの所定領域に格納してあるプログラムに基づいてCPUやその周辺機器が作動することにより、この情報処理装置5は、前記検出装置4からの出力信号を受信する受信部51と、走査した各測定ポイントでの応力等を算出する演算部52としての機能を発揮する。

[0033] そして、本実施形態の試料分析装置100は、図1に示すように、試料Wが載置される試料台201に電子線EBを減速させるリターディング電圧を印加するリターディング電圧印加部6をさらに具備する。

本実施形態では、試料Wと試料台201とは電氣的に接続されており、試料台201を介して試料Wにリターディング電圧を印加するようにしているが、試料Wと試料台201とが電氣的に接続されていない場合など、試料W

に直接リターディング電圧を印加しても良い。

[0034] リターディング電圧印加部 6 は、試料台 201 を介して試料 W に 0 未満のリターディング電圧を印加するリターディング電源を有するものであり、ここではリターディング電圧を可変にしてある。

このリターディング電圧は、例えば前記情報処理装置 5 又はこれとは別の処理装置に備えさせたリターディング電圧制御部によって、電子線 E B のビーム電流又は電子線照射装置 3 の加速電圧に基づき制御される。

[0035] かかる構成により、電子線 E B のエネルギー、すなわちビーム電流の大きさは、電子線照射装置 3 における加速電圧とリターディング電圧との差に応じて決まり、リターディング電圧を変えることにより、試料 W に照射される電子線 E B のビーム電流を変えることができる。

[0036] ところで、上述したようにリターディング電圧を印加すると、試料 W と集光ミラー 41 との間に電場が生じる。このとき、集光ミラー 41 の電位がゼロであることから、上述した構成のままでは、図 2 及び図 3 に示すように、電場は集光ミラー 41 に引き寄せられてミラー面 41b に沿って歪み、試料 W に向かう電子線 E B の軌道が曲げられて電子顕微鏡で得られる画像が歪んでしまう。

[0037] そこで、本実施形態に係る試料分析装置 100 は、図 4 に示すように、試料 W と集光ミラー 41 との間に設けられ、前記集光ミラー 41 との間で電場を生じさせることなく、試料 W との間でリターディング電圧による電場を生じさせる中間部材 7 をさらに具備している。なお、集光ミラー 4 と中間部材 7 との間で電場が生じないようにすべく、中間部材 7 の電位は集光ミラー 4 と等電位であり、ここではその電位はゼロである。

[0038] 本実施形態の中間部材 7 は、図 4 に示すように、試料 W と集光ミラー 41 との間でミラー面 41b を覆うように設けられており、ここでは試料 W に対向して試料 W と平行に設けられた平板状をなすものである。なお、中間部材 7 と試料 W とを必ずしも平行にする必要はなく、例えば試料台 201 を傾けても構わない。

[0039] 試料Wと集光ミラー41との離間距離は、集光ミラー41の焦点が試料Wの表面に位置するように設定されており、ここでは3mm程度（もちろん、離間距離はこの値に限らず適宜変更して構わない）である。このことから、中間部材7と試料Wとが近いと、中間部材7と試料Wとの間で放電が生じる恐れがある。そこで、中間部材7は、試料Wとの間で放電が起こらない位置に設けられており、ここでは集光ミラー41に密接して配置されている。

[0040] 中間部材7の形状は、図5に示すように、中心軸に対して対称な形状をなしており、ここでは平面視矩形状であるが、平面視において円形状、楕円形状、多角形状などであっても良いし、非対称な形状であっても良い。

[0041] より詳細にこの中間部材7は、図4及び図5に示すように、電子線EBが通過する電子線通過孔7a（請求項でいう荷電粒子通過孔）と、電子線EBが照射された試料Wから出る光を通過させる複数の光通過孔7bとが形成されたものであり、具体的には多数の小孔を有する金属メッシュやパンチングメタルなどである。

[0042] 電子線通過孔7aは、上述した多数の小孔の1つであり、点対称な形状をなす。ここでは図5に示すように、中間部材7の中央に位置しており、直径は1mm以上2mm以下の円形状に形成されている。言い換えれば、中間部材7に形成された多数の小孔のうち、中央に位置する小孔を電子線EBが通過するように中間部材7を配置している。

なお、電子線通過孔7aの形状は、三角形、四角形、多角形、楕円など、適宜変更して構わない。

[0043] さらに、本実施形態では、図4に示すように、中間部材7の電子線通過孔7aの中心を電子線EBが通過するように、中間部材7を配置している。具体的には、中間部材7は、集光ミラー41を保持する図示しない保持部材に前記中間部材7を取り付けられており、集光ミラー41の電子線通過孔41aの中心軸Cが中間部材7の電子線通過孔7aの中心を通るように、つまり集光ミラー41の電子線通過孔41aと中間部材7の電子通過孔7aとが同軸上に位置するようにしてある。

[0044] 光通過孔 7 b は、上述した多数の小孔であり、ここでは図 5 に示すように、前記電子線通過孔 7 a と同じ円形状をなす。これらの光通過孔 7 b は、規則的に設けられており、互いに隣り合う光通過孔 7 b の中心間距離を光通過孔 7 b の直径 + 0.2 mm 以上、光通過孔 7 b の直径 + 1.0 mm 以下で、開孔率が 30% 以上となるようにしてあり、ここでは中心間距離は 2 mm である。このような構成であれば、光通過孔 7 b からの電場の洩れを抑制しつつ、電子線 E B が照射された試料 W を出て集光ミラー 4 1 に到達する光の光量を十分に確保することができる。

なお、光通過孔 7 b の形状は、三角形、四角形、多角形、楕円など、適宜変更して構わないし、電子線通過孔と異なる形状であっても構わない。

[0045] ここで、試料 W と集光ミラー 4 1 との間に中間部材 7 を設けて、試料 W に -1 V のリターディング電圧を印加した場合に生じる電場をシミュレーションした結果を図 6 及び図 7 に示す。

なお、図 6 及び図 7 において、電場の発生状態を分かりやすくすべく、中間部材 7 は点線で記載してある。

[0046] このシミュレーション結果から明らかなように、試料 W と集光ミラー 4 1 との間に中間部材 7 を設けることにより、リターディング電圧により生じる電場が平行化されていることが分かる。より詳細には、集光ミラー 4 1 と中間部材 7 との間では電場がほとんど生じず、中間部材 7 と試料 W との間で生じる電場が平行化されている。これにより、電子線 E B が試料 W に向かって可及的に曲がることなく進むようになる。

[0047] このように、中間部材 7 は、試料 W との間で生じる電場を平行化する電場平行化手段であり、本実施形態では、前記電場を試料 W に対して平行にしている。

なお、電場は必ずしも試料と完全に平行である必要はなく、試料分析装置 100 が組み込まれた電子顕微鏡により得られる画像が、実質的に歪みが無い程度に平行であれば良い。

[0048] 続いて、試料 W や試料台 201 にリターディング電圧を印加した状態で電

子顕微鏡により得られる画像（SEM像）について、集光ミラー41の有無による違いを確認するために行った実験について述べる。

[0049] この実験では、試料としてCuメッシュを使用し、リターディング電圧 E_b を0kV、0.5kV、1.0kV、1.3kVとしたときに、中間部材7及び集光ミラー41の両方を設けていない場合、中間部材7を設けることなく集光ミラー41を設けた場合、中間部材7及び集光ミラー41の両方を設けた場合それぞれにおいて前記Cuメッシュを観察した。その観察結果を図8に示す。

[0050] 上段のa、d、g、jから分かるように、集光ミラー41を設けていない場合、リターディング電圧の大きさに関わらず画像の歪みは生じていない。なお、リターディング電圧を大きくすると、得られる画像は低倍率側に移り変わる。

[0051] 一方、中段のb、e、h、kから分かるように、中間部材7を設けることなく集光ミラー41を設けた場合、リターディング電圧を大きくするほど、画像の歪みが顕著に生じている。これは、リターディング電圧を印加したことにより生じる電場が集光ミラー41に引き寄せられてミラー面41bに沿って歪み、試料Wに向かう電子線EBの軌道が曲げられるからであり、図2及び図3に示すシミュレーション結果と対応した結果であることが分かる。

そして、下段のc、f、i、lから分かるように、集光ミラー41とともに中間部材7を設けた場合、リターディング電圧が大きくなっても画像の歪みが抑制されている。これは、中間部材によって電場が平行化されている証左であり、図6及び図7に示すシミュレーション結果と対応した結果であることが分かる。

[0052] 次に、画像の歪みを定量的に評価した結果を以下の表1に示す。

[0053] [表1]

部材の有無		水平角度[deg.]			
集光ミラー	中間部材	$E_b=0kV$	$E_b=0.5kV$	$E_b=1.0kV$	$E_b=1.3kV$
×	×	2.4	2.4	2.8	2.4
○	×	0.4	2.1	4.1	7.8
○	○	0.4	0.4	1.2	1.5

なお、ここでの水平角度とは、図9に示すように、画像の水平方向（横方向）とCuメッシュの横方向に延びるメッシュ要素とのなす角度である。

[0054] この定量評価から分かるように、集光ミラー41を設けていない場合、リターディング電圧の大きくしても、水平角度はほぼ一定であり、画像の歪みが生じていないことが示されている。

一方、中間部材7を設けることなく集光ミラー41を設けた場合、リターディング電圧を大きくするほど、水平角度が徐々に大きくなっており、画像の歪みが徐々に増していることが示されている。

これに対して、集光ミラー41とともに中間部材7を設けた場合、リターディング電圧の大きくしても、水平角度の変化は小さく、中間部材7によって画像の歪みが抑制されていることが示されている。

[0055] <本実施形態の効果>

このように構成した本実施形態に係る試料分析装置100によれば、試料台201を介して試料Wにリターディング電圧を印加しているので、電子線照射装置3における電子線EBの加速電圧すなわちビームエネルギーを大きく維持した状態から照射直前で減速させることができる。その結果、色収差などの影響を少なくするとともに、電子線照射装置3における電子線EBのスポット径を小さくすることができるうえ、仮に試料が壊れやすい場合でも、荷電粒子を照射直前に減速させるので、試料に高いエネルギーの荷電子が照射されて壊れてしまうことを防ぐことができ。これにより、輝度を維持しつつ、試料Wに照射される電子の数、つまり電子線EBのビーム電流を大きくすることが可能となり、試料Wにおける単位面積当たりに照射される電子数が増加して試料Wから出るカソードルミネッセンスの光量が多くなり、従来よりも分解能を向上させることが可能となる。

[0056] また、集光ミラー41と試料Wとの間に平板状の中間部材7を設けているので、中間部材7と試料Wとの間に生じる電場を平行化することができる。これにより、電子線EBを可及的に曲げることなく試料Wに照射することができ、顕微鏡により得られる画像が歪んでしまうことを防ぐことができる。

そのうえ、上述したように、試料Wにリターディング電圧を印加することで電子線E Bを減速させる電場を生させているので、この電場が試料Wから放出される二次電子に対する加速電圧として働き、試料Wの帯電の影響を少なくすることができ、顕微鏡により得られる画像をより鮮明にすることができる。

[0057] さらに、集光ミラー4 1の電子線通過孔4 1 aと中間部材7の電子線通過孔7 aとを同軸上に設けているので電子線E Bが中間部材7の電子線通過孔7 aの中心を通るようになり、電子線通過孔7 aから集光ミラー4 1側に電場が洩れ出たとしても、電子線E Bはほとんど曲がらずに試料Wに照射される。

[0058] そのうえ、集光ミラー4 1を保持する保持部材に中間部材7を取り付けているので、分析のたびに中間部材7を位置決めすることなく、中間部材7の電子線通過孔7 aの中心に電子線E Bを通過させることができる。

[0059] <その他の変形実施形態>

なお、本発明は前記実施形態に限られるものではない。

[0060] 例えば、中間部材7は、前記実施形態では平板状をなすものであったが、中心軸に対して対称な湾曲した形状のものであっても良い。具体的には、図10に示すように、例えば線状の金属などを回転体形状に成型したものなどが挙げられる。この中間部材7は、その上端部に電子線通過孔7 1が形成されており、この電子線通過孔7 1の中心軸及び中間部材7の回転軸とが、集光ミラー4 1の電子通過孔4 1 aの中心軸と一致するように配置されている。

このような中間部材7であれば、中間部材7と試料Wとの間に生じる電場は中間部材7によって歪むものの、電子線E Bが通過する領域においては、電場が照射部たる電子線照射装置から射出された電子線E Bの射出方向に対して垂直に形成されるので、射出された電子線E Bをほとんど曲げることなく試料Wに向かわせることができる。

[0061] また、試料Wと集光ミラー4 1との間に中間部材7を設けることなく、試

料W又は試料台201にリターディング電圧を印加するようにしても良い。

この場合、画像の歪みを抑制するためには、図11に示すように、試料Wに対して集光ミラー41と反対側にセンシング部44を配置するとともに、集光ミラー41として楕円鏡などを用いて、この集光ミラー41をその中心軸が試料Wに対して垂直になるように配置すれば良い。

このような構成であれば、試料Wと集光ミラー41との間で生じる電場は、集光ミラー41によって歪むものの、上述した図10と同様に、電子線EBが通過する領域においては、電場が照射部たる電子線照射装置から射出された電子線EBの射出方向に対して垂直に形成されるので、射出された電子線EBをほとんど曲げることなく試料Wに向かわせることができる。

[0062] さらに、前記実施形態では、中間部材に形成された電子線通過孔と光通過孔とが互いに同じ形状であったが、試料から出る光をより多く検出すべく、光通過孔を電子線通過孔に比べて大きく形成しても良い。

[0063] その上、前記実施形態ではエネルギー線として電子線を照射するものをであったが、その他、例えばX線、イオンビーム等を照射するものであっても良い。

[0064] 加えて、前記実施形態ではカソードルミネッセンスを測定するものであったが、その他、例えばフォトルミネッセンス、ラマン光等を測定するものであっても良い。

[0065] その他、本発明は前記実施形態に限られず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能であるのは言うまでもない。

産業上の利用可能性

[0066] 本発明に係る試料分析装置であれば、荷電粒子が照射された測定試料から出る光を検出して前記測定試料を分析するものにおいて、従来よりも高い分解能で分析することができる。

請求の範囲

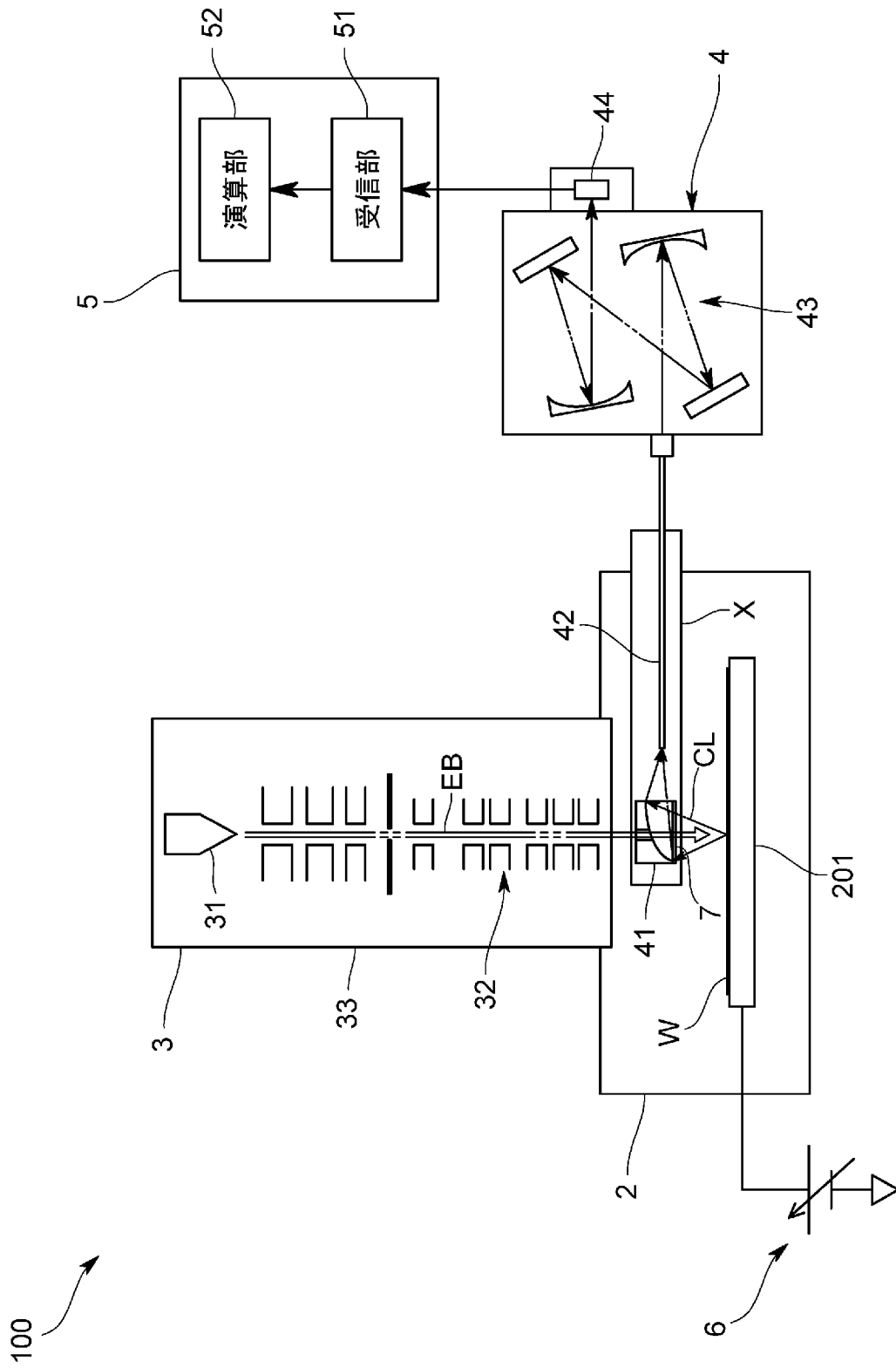
- [請求項1] 荷電粒子が照射された測定試料から出る光を検出して前記測定試料を分析する試料分析装置において、
荷電粒子を前記測定試料に照射する照射部と、
前記照射部と前記測定試料との間に設けられるとともに、前記測定試料から出る光を集光する集光ミラーと、
前記測定試料又は前記測定試料が載置される試料台に前記荷電粒子を減速させるリターディング電圧を印加するリターディング電圧印加部とを具備することを特徴とする試料分析装置。
- [請求項2] 荷電粒子が通過する領域において、前記リターディング電圧により生じる電場が、前記照射部から射出される荷電粒子の射出方向に対して垂直に形成されるように構成されていることを特徴とする請求項1記載の試料分析装置。
- [請求項3] 前記測定試料と前記集光ミラーとの間に設けられ、前記測定試料との間で前記リターディング電圧による電場を生じさせる中間部材をさらに具備することを特徴とする請求項1記載の試料分析装置。
- [請求項4] 前記中間部材が、前記測定試料との間で生じる電場を平行化することを特徴とする請求項3記載の試料分析装置。
- [請求項5] 前記中間部材が、前記測定試料と前記集光ミラーとの間で前記測定試料に対向して設けられた平板状をなすものであり、荷電粒子が中心を通過する荷電粒子通過孔が形成されていることを特徴とする請求項4記載の試料分析装置。
- [請求項6] 前記中間部材が、前記測定試料から出る光を通過させる複数の光通過孔が形成されたものであることを特徴とする請求項3記載の試料分析装置。
- [請求項7] 請求項1記載の試料分析装置を備えた電子顕微鏡。
- [請求項8] 測定試料に荷電粒子を照射する照射部と、前記測定試料又は前記測定試料が載置される試料台に前記荷電粒子を減速させるリターディン

グ電圧を印加するリターディング電圧印加部とを具備し、荷電粒子が照射された測定試料から出る光を検出して前記測定試料を分析する試料分析装置に用いられる集光ミラーユニットであって、

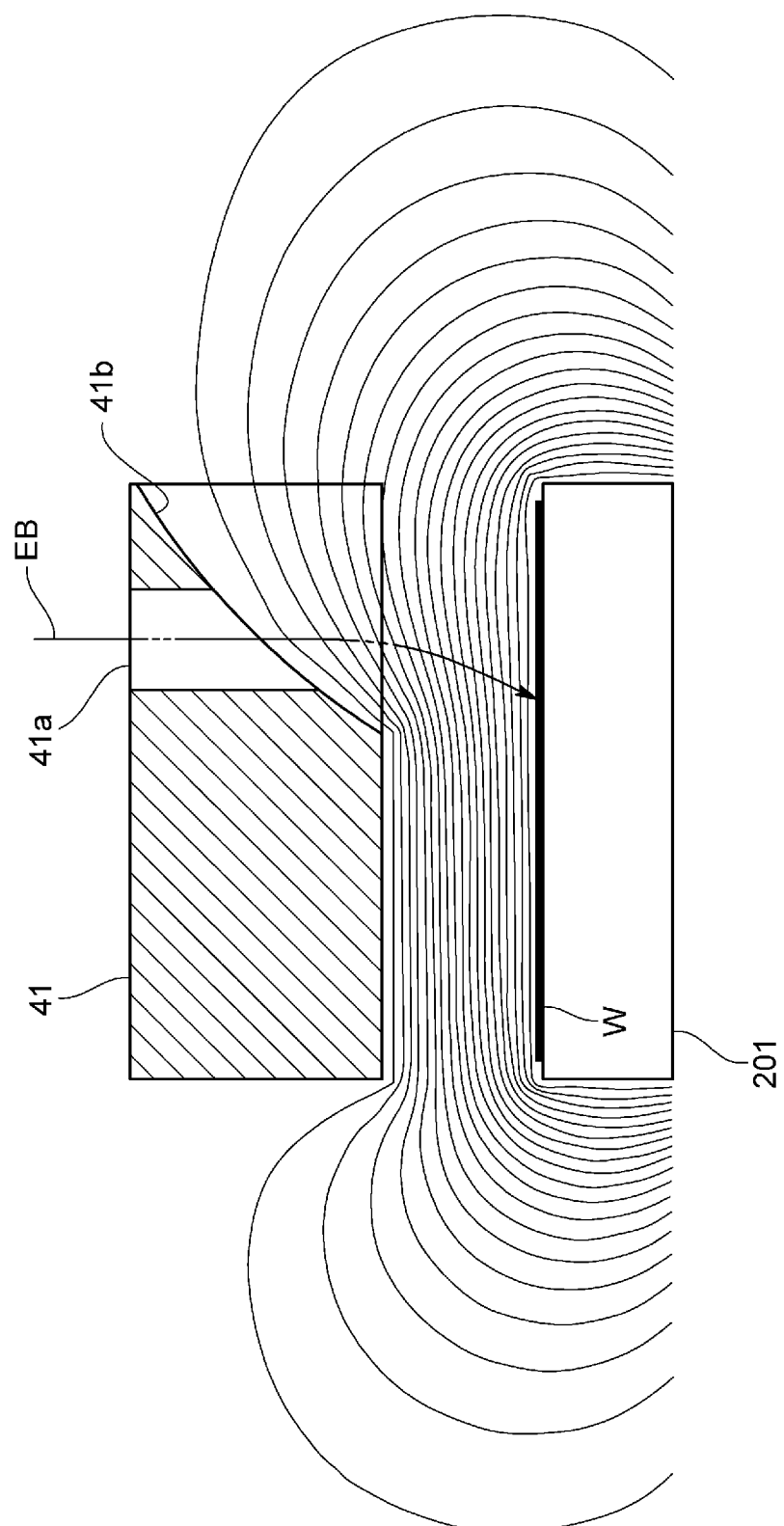
前記照射部と前記測定試料との間に設けられるとともに、前記測定試料から出る光を集光することを特徴とする試料分析装置用集光ミラーユニット。

[請求項9] 前記測定試料と前記集光ミラーとの間に設けられ、前記測定試料との間で前記リターディング電圧による電場を生じさせる中間部材を備えることを特徴とする請求項8記載の試料分析装置用集光ミラーユニット。

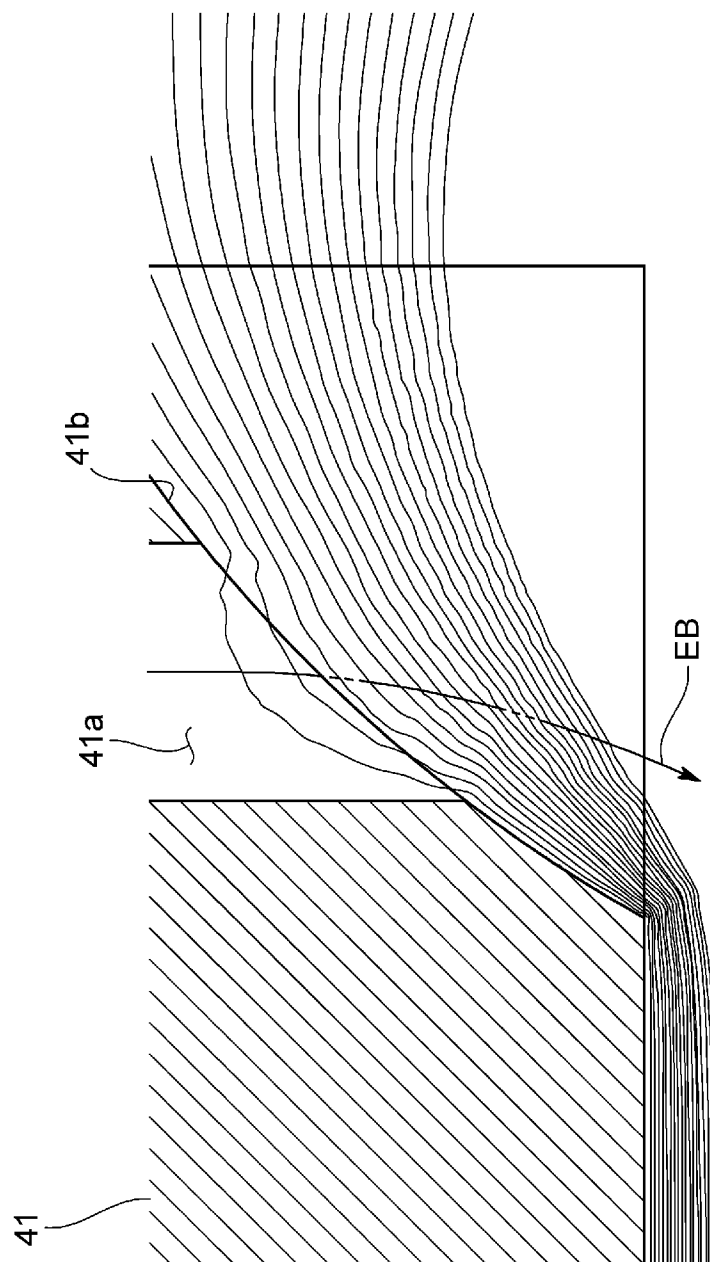
[図1]



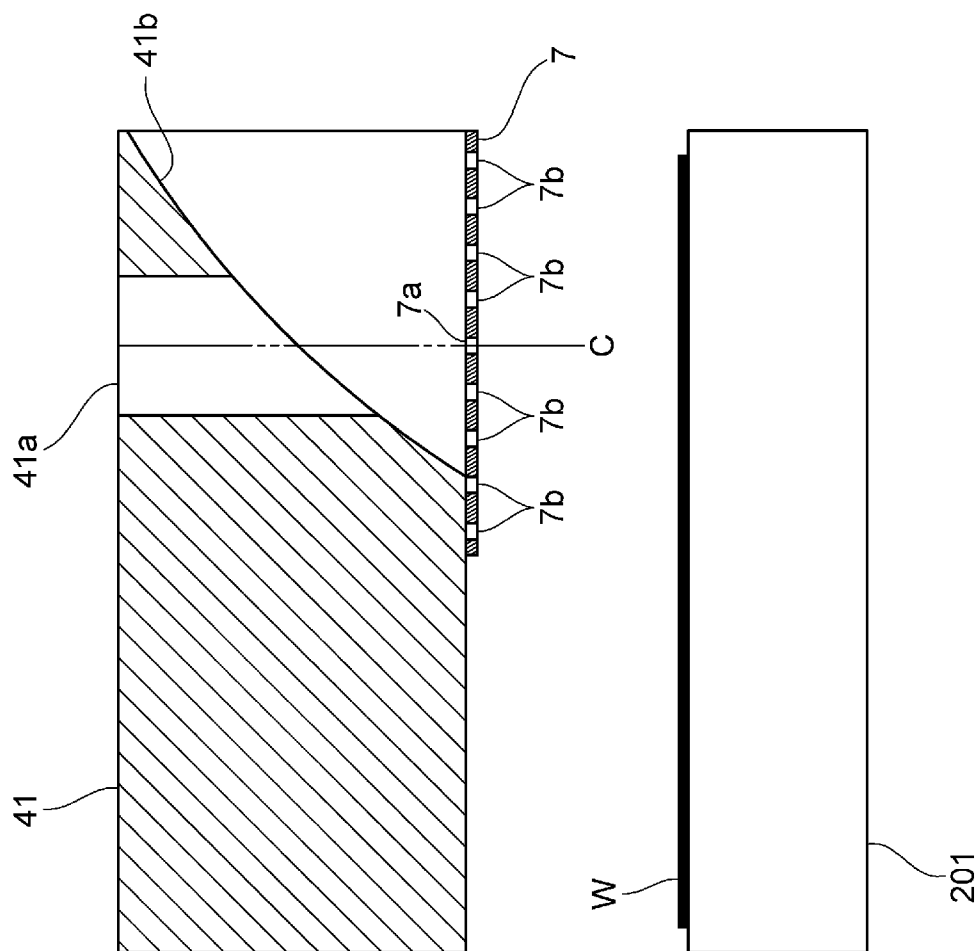
[図2]



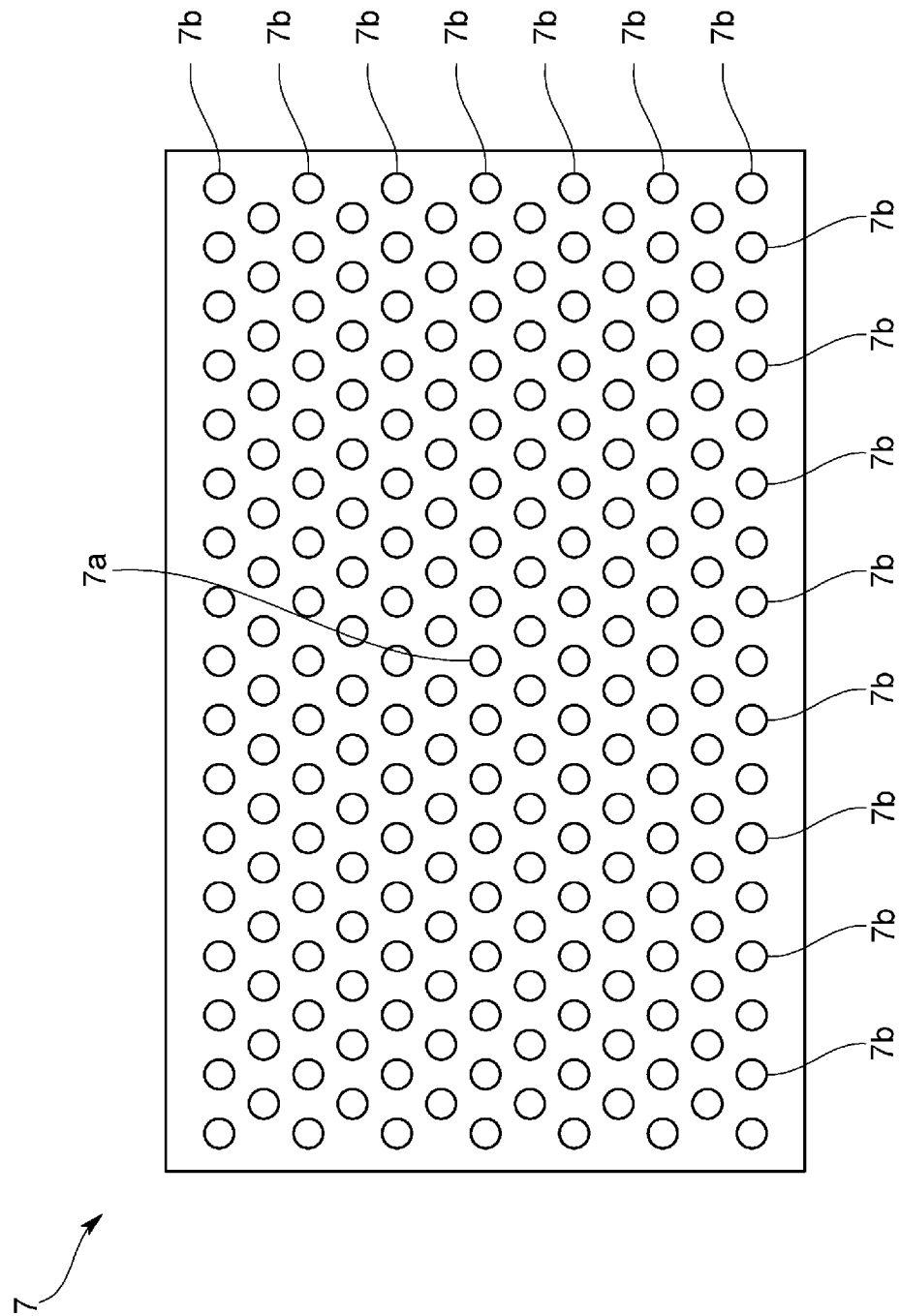
[図3]



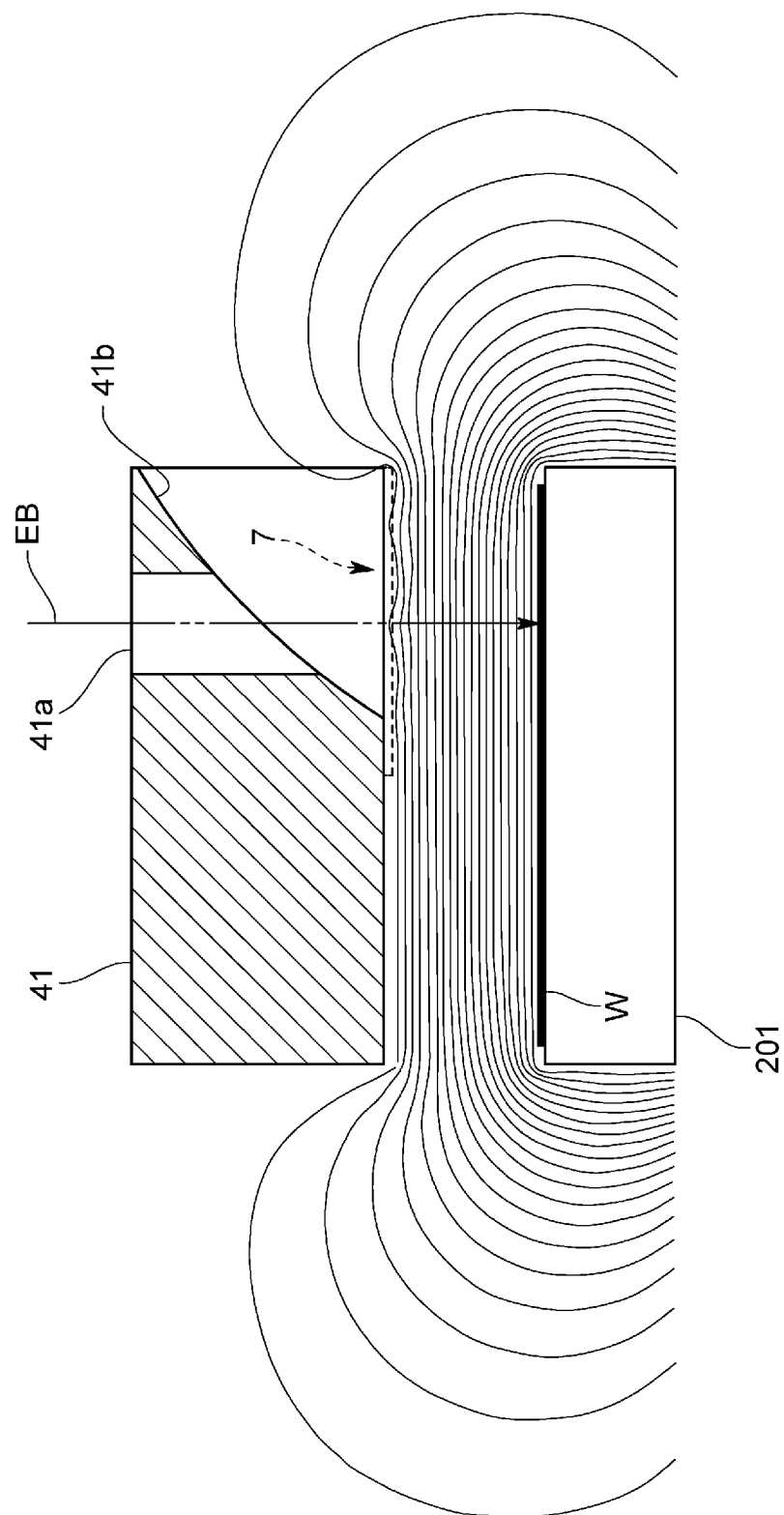
[図4]



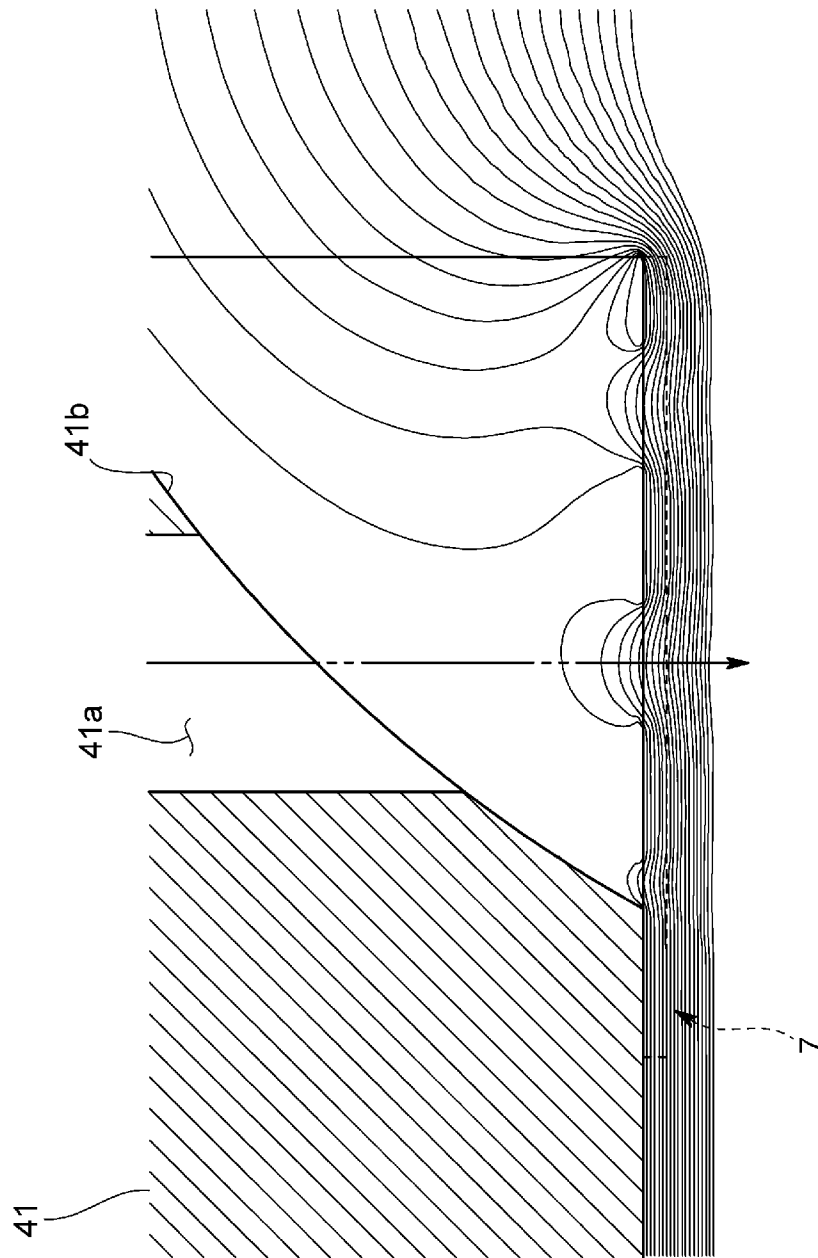
[図5]



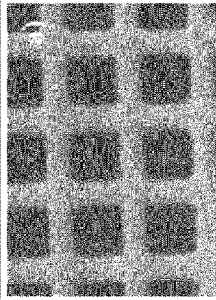
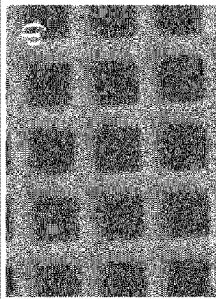
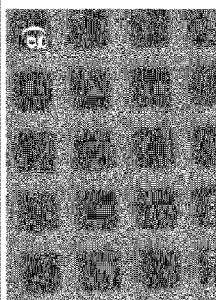
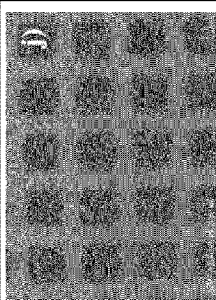
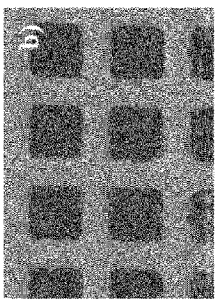
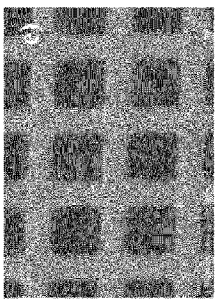
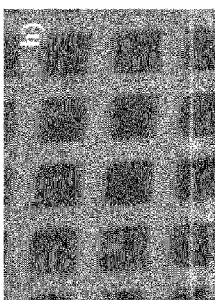
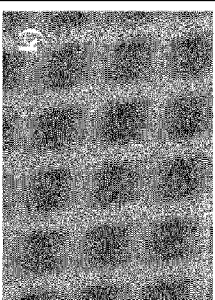
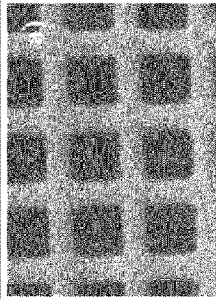
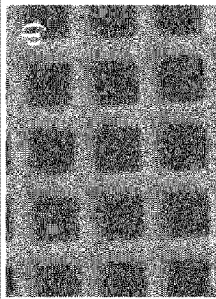
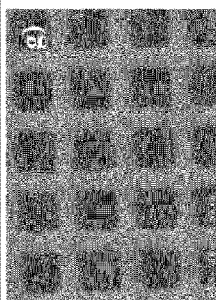
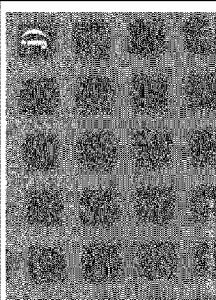
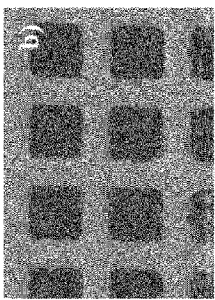
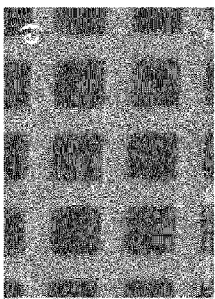
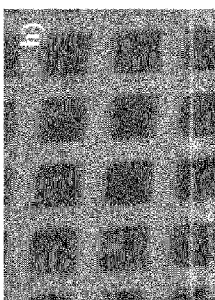
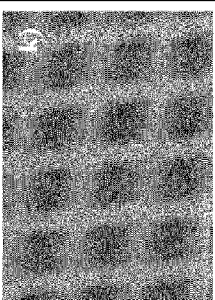
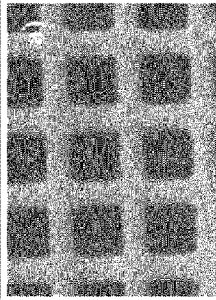
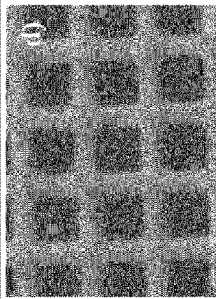
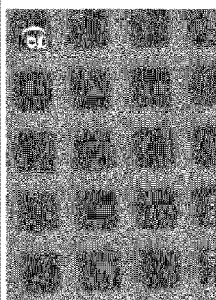
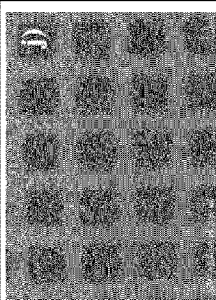
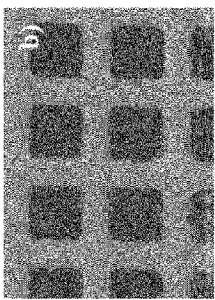
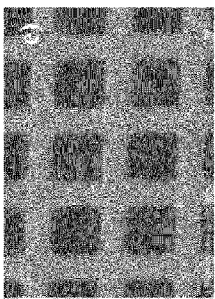
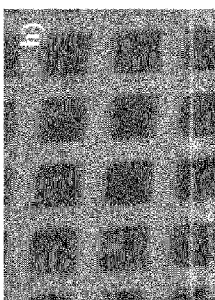
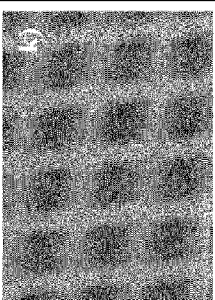
[図6]



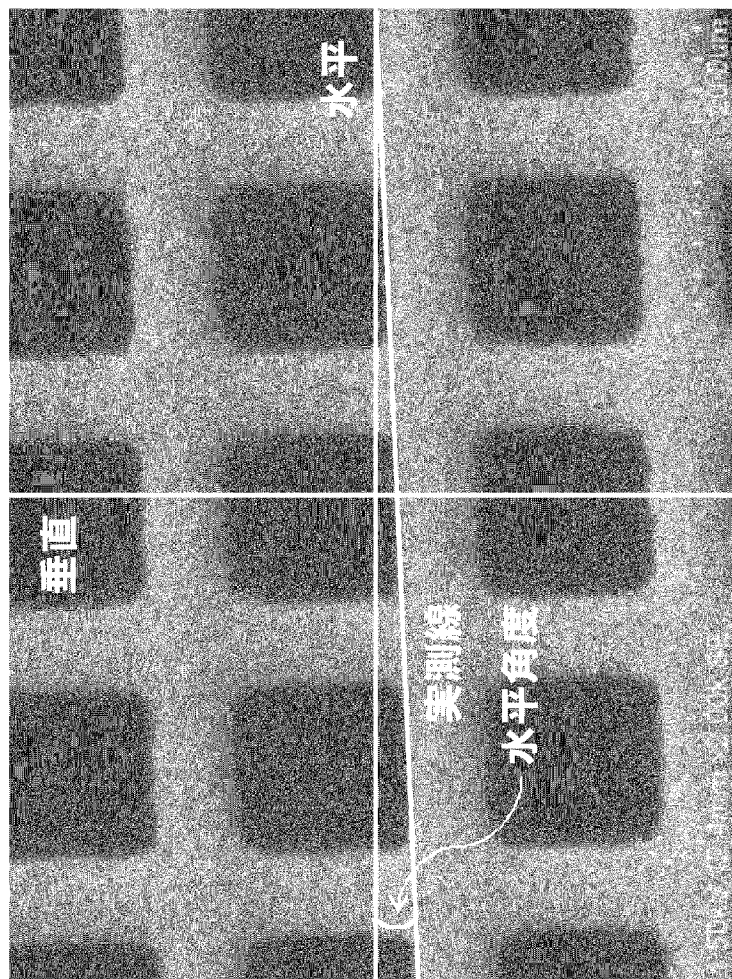
[図7]



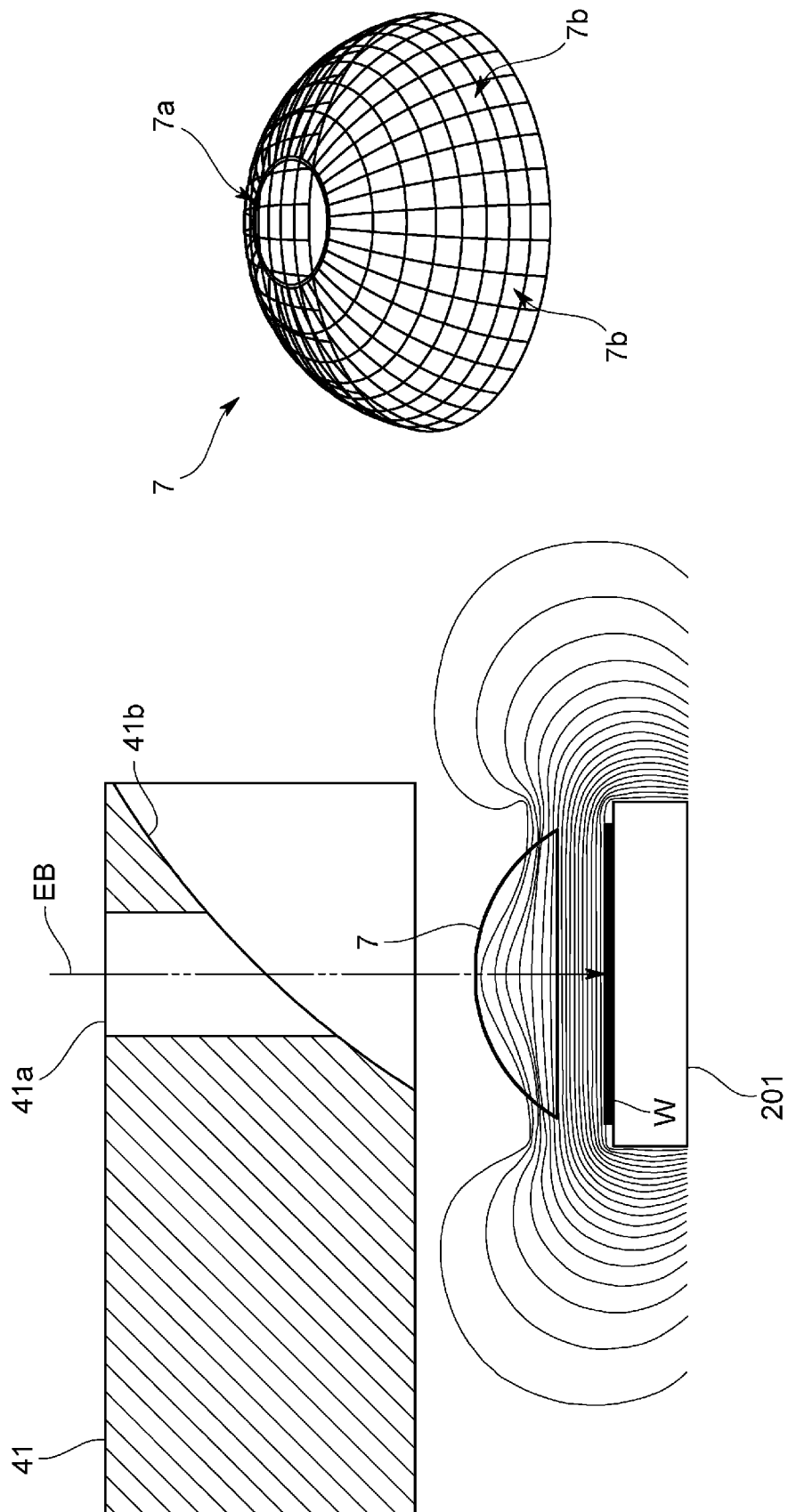
[図8]

部材の有無	リターディング電圧	Eb=0kV	Eb=0.5kV	Eb=1.0kV	Eb=1.3kV
集光ミラー無し 中間部材無し					
					
集光ミラー有り 中間部材無し					
					
集光ミラー有り 中間部材有り					
					

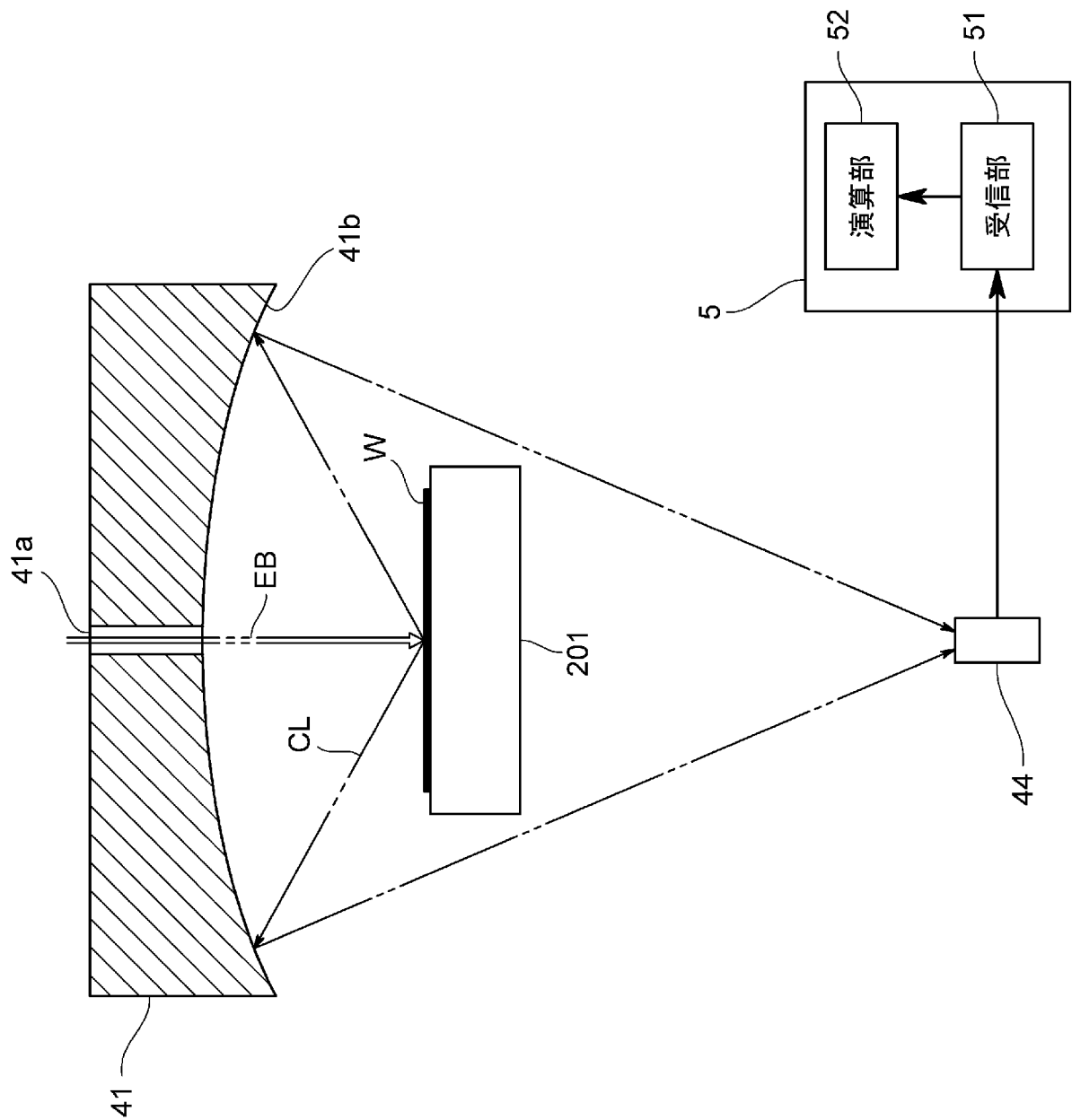
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/002863

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N23/225(2006.01)i, G01N21/62(2006.01)i, H01J37/252(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)

G01N23/00-G01N23/227, G01N21/62-G01N21/74, H01J37/00-H01J37/36

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

JSTPlus (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-106829 A (Hitachi, Ltd.), 09 April 2003 (09.04.2003), paragraph [0016] & US 2003/0062487 A1 paragraph [0028] & US 2003/0063792 A1	1-9
$\frac{X}{Y}$	JP 2011-133446 A (Mitsubishi Electric Corp.), 07 July 2011 (07.07.2011), fig. 1 (Family: none)	$\frac{8}{1-9}$
$\frac{X}{Y}$	JP 2012-28019 A (Horiba, Ltd.), 09 February 2012 (09.02.2012), fig. 1 & GB 2481726 A fig. 1	$\frac{8}{1-9}$

☒ 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
21 March 2017 (21.03.17)

Date of mailing of the international search report
04 April 2017 (04.04.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/002863

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5-347137 A (JEOL Ltd.), 27 December 1993 (27.12.1993), fig. 2 (Family: none)	2-6, 9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N23/225(2006.01)i, G01N21/62(2006.01)i, H01J37/252(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 (IPC))

Int.Cl. G01N23/00-G01N23/227,
G01N21/62-G01N21/74 ,
H01J37/00-H01J37/36

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 (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
Y	JP 2003-106829 A (株式会社日立製作所) 2003.04.09, [0016] & US 2003/0062487 A1, [0028] & US 2003/0063792 A1	1-9
$\frac{X}{Y}$	JP 2011-133446 A (三菱電機株式会社) 2011.07.07, 図1 (ファミリーなし)	$\frac{8}{1-9}$
$\frac{X}{Y}$	JP 2012-28019 A (株式会社堀場製作所) 2012.02.09, 図1 & GB 2481726 A, 図1	$\frac{8}{1-9}$

☒ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

21.03.2017

国際調査報告の発送日

04.04.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

比嘉 翔一

2W

4005

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

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	JP 5-347137 A (日本電子株式会社) 1993. 12. 27, 図 2 (ファミリーなし)	2-6, 9