

(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
2009年9月17日(17.09.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/113169 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/027 (2006.01) H01J 37/153 (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01) H01J 37/305 (2006.01)
H01J 37/141 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/054594
- (22) 国際出願日: 2008年3月13日(13.03.2008)
- (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 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社アドバンテスト(ADVANTEST CORPORATION) [JP/JP]; 〒1790071 東京都練馬区旭町1丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 安田 洋 (YASUDA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒1790071 東京都練馬区旭町1丁目3番1号 株式会社アドバンテスト内 Tokyo (JP). 原口 岳士 (HARAGUCHI, Takeshi) [JP/JP]; 〒1790071 東京都練馬区旭町1丁目3番1号 株式会社アドバンテスト内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 岡本 啓三(OKAMOTO, Keizo); 〒1030013 東京都中央区日本橋人形町3丁目1番7号 山西ビル4階 岡本国際特許事務所 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

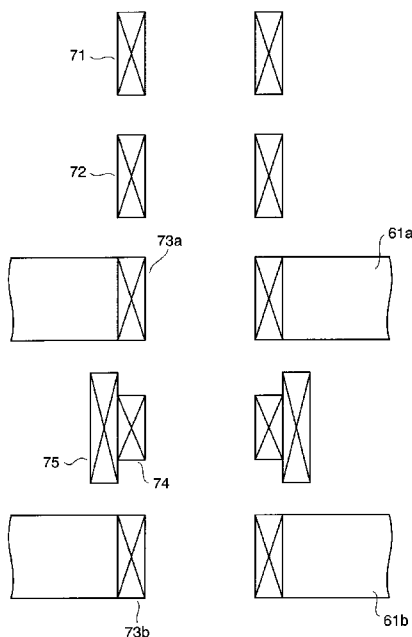
添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: MULTI-COLUMN ELECTRON BEAM PHOTOLITHOGRAPHY SYSTEM

(54) 発明の名称: マルチコラム電子ビーム露光装置

12/71



(57) Abstract: [PROBLEMS] To provide a multi-column electron beam photolithography system which is capable of keeping an electromagnetic lens on each of column cells uniform and axisymmetric. [MEANS FOR SOLVING PROBLEMS] The multi-column electron beam photolithography system having a plurality of column cells includes electromagnetic lenses on which two magnetic pole plates provided with openings for passing-through of an electron beam to be used for each column cell are arranged in opposition with a common coil surrounding each column cell interposed. At least six-pole deflection aberration compensators are disposed at the inside of the electromagnetic lens which is formed between each of a pair of openings on the lens or the outside of the lens on the top of the openings. The deflection aberration compensators may be composed of electromagnets which are reverse-wound every 60 degrees with almost identical number of turns. Alternatively, the six-pole deflection aberration compensators may be disposed in two pairs by rotating 30 degrees.

(57) 要約: 【課題】 各コラムセルの電磁レンズを均一かつ軸対称にすることのできるマルチコラム電子ビーム露光装置を提供すること。 【解決手段】 複数のコラムセルを備えるマルチコラム電子ビーム露光装置は、各コラムセルで使用される電子ビームが通過するための開口部が設けられた2枚の磁極板が各コラムセルを囲む共通のコイルを挟んで対向して配置された電磁レンズを有し、電磁レンズの一对の各開口部間に形成されるレンズ内部又は開口部の上部のレンズ外部に少なくとも6極の偏向収差補正器が配置される。偏向収差補正器は、60度毎に逆巻きで略巻数の等しい電磁石で構成されているようにしてもよく、6極の偏向収

差補正器は、30度回転させて2対配置されるようにしてもよい。

明 細 書

マルチコラム電子ビーム露光装置

技術分野

[0001] 本発明は、マルチコラム電子ビーム露光装置に関し、特に、各コラムセルの電磁レンズを軸対称にすることを可能にするマルチコラム電子ビーム露光装置に関する。

背景技術

[0002] 電子ビーム露光装置では、スループットの向上を図るために、ステンシルマスクに変形開口又は複数のステンシルマスクパターンを用意し、ビーム偏向によりそれらを選択してウエハに転写露光している。

[0003] このような露光装置として、例えば特許文献1には部分一括露光をする電子ビーム露光装置が開示されている。部分一括露光では、マスク上に配置した複数個、例えば100個のステンシルパターンからビーム偏向により選択した一つのパターン領域、例えば $20 \times 20 \mu\text{m}$ の領域にビームを照射し、ビーム断面をステンシルパターンの形状に成形し、さらにマスクを通過したビームを後段の偏向器で偏向振り戻し、電子光学系で決まる一定の縮小率、例えば $1/10$ に縮小し、試料面に転写する。露光するデバイスパターンに応じてマスク上のステンシルパターンを適切に用意すれば、可変矩形開口だけの場合より、必要な露光ショット数が大幅に減少し、スループットが向上する。

[0004] さらに、このようなコラム一つ一つの大きさを小さくしたもの(以下、コラムセルと呼ぶ)を複数個集め、ウエハ上に並べて並列して露光処理するマルチコラム電子ビーム露光装置が提案されている。各コラムセルはシングルコラムの電子ビーム露光装置のコラムと同等であるが、マルチコラム全体では並列して処理するため、コラム数倍の露光スループットの増加が可能である。

[0005] このようにコラム数倍の露光スループットを達成するためには、各コラムセルが同等であることが要求される。マルチコラム電子ビーム露光装置において、例えば電磁レンズによるビームの収束を個々に電磁レンズを設けてそれぞれ電流を印加した場合、電磁レンズの構成や各コラム間の印加電流の違いなどから同一の機能を発揮する

ことができないおそれがある。そのため、各コラムに共通のものであれば、一つにすることが望ましい。共通化を図ることによって、コラム間の距離も狭めることができ、装置全体をコンパクトにすることも可能である。

[0006] しかし、マルチコラム電子ビーム露光装置のすべてのコラムセルに共通に電磁レンズを設けて電子ビーム軌道のシミュレーションを行った結果、各コラムセル間で焦点距離が異なり、均一な軸対称レンズとならないことが明らかとなった。

特許文献1:特開2004-88071号公報

発明の開示

[0007] 本発明は、かかる従来技術の課題に鑑みなされたものであり、各コラムセルの電磁レンズを均一かつ軸対称にすることのできるマルチコラム電子ビーム露光装置を提供することを目的とする。

[0008] 上記した課題は、複数のコラムセルを備えるマルチコラム電子ビーム露光装置であって、各コラムセルで使用される電子ビームが通過するための開口部が設けられた2枚の磁極板が各コラムセルを囲む共通のコイルを挟んで対向して配置された電磁レンズを有し、当該電磁レンズの一对の前記各開口部間に形成されるレンズ内部又は前記開口部の上部のレンズ外部に少なくとも6極の偏向収差補正器が配置されることを特徴とするマルチコラム電子ビーム露光装置により解決する。

[0009] この形態に係るマルチコラム電子ビーム露光装置において、前記偏向収差補正器は、60度毎に逆巻きで略巻数の等しい電磁石で構成されているようにしてもよく、前記6極の偏向収差補正器は、30度回転させて2対配置されるようにしてもよく、前記2対の偏向収差補正器は、前記レンズ内部では同一の高さに配置され、前記レンズ外部では同一又は異なる高さに配置されるようにしてもよい。

[0010] また、この形態に係るマルチコラム電子ビーム露光装置において、前記開口部の側面に前記電子ビームをXY方向に偏向させる4極偏向器が配置され、前記一对の開口部間に形成されるレンズ内部に、焦点補正コイル、及び非点収差補正コイルが配置され、前記開口部の上部のレンズ外部に、前記電子ビームを前記レンズ内に偏向させるアライメントコイルが配置されているようにしてもよい。

[0011] 本発明のマルチコラム電子ビーム露光装置では、複数のコラムセルに共通な電磁

レンズに対して各コラムセルの電子ビームが通過する円型孔による小レンズ開口を設けている。この小レンズ開口には電子ビームを光軸上で収束させるために補正用コイルを設けている。補正用コイルは、焦点補正コイル、XY方向の偏向用コイル、非点収差補正用コイル、円型孔へ電子ビームを照射させるためのアライメントコイル、及びビーム形状を円形に補正するビーム形状収差補正コイルである。

[0012] このような補正用コイルを設け、コイルに供給する電流を調整することにより、各コラムセルにおいて均一な軸対称レンズを構成することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、本発明に係るマルチコラム電子ビーム露光装置の構成図である。

[図2]図2は、図1に係る露光装置における1つのコラムセルの構成図である。

[図3]図3は、図1に係る露光装置のコラムセル制御部の模式図である。

[図4]図4は、マルチコラム電子ビーム露光装置の電磁レンズの部分を模式的に示した図である。

[図5]図5(a)及び(b)は、マルチコラム電子ビーム露光装置の電磁レンズについての問題点を示す図である。

[図6]図6(a)及び(b)は、一段の電磁レンズを模式的に示した図である。

[図7]図7は、補正用コイルを模式的に示した図(その1)である。

[図8]図8は、補正用コイルを模式的に示した図(その2)である。

[図9]図9は、非点収差補正用コイルの一例を示した図である。

[図10]図10(a)及び(b)は、電磁レンズによって電子ビームが収束する様子を説明する図である。

[図11]図11(a)はビーム形状の一例を示す図であり、図11(b)は、図11(a)のビーム形状を補正する6極子コイルを説明する図である。

[図12]図12は、磁界レンズの対称性を説明する図である。

発明を実施するための最良の形態

[0014] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

[0015] (電子ビーム露光装置の構成)

図1は、本実施形態に係るマルチコラム電子ビーム露光装置の概略構成図である。

マルチコラム電子ビーム露光装置は、電子ビームコラム10と電子ビームコラム10を制御する制御部20に大別される。このうち、電子ビームコラム10は、同等なコラムセル11が複数、例えば16集まって、全体のコラムが構成されている。すべてのコラムセル11は後述する同じユニットで構成される。コラムセル11の下には、例えば300mmウエハ12を搭載したウエハステージ13が配置されている。

[0016] 一方、制御部20は、電子銃高圧電源21、レンズ電源22、デジタル制御部23、ステージ駆動コントローラ24及びステージ位置センサ25を有する。これらのうち、電子銃高圧電源21は電子ビームコラム10内の各コラムセル11の電子銃を駆動させるための電源を供給する。レンズ電源22は電子ビームコラム10内の各コラムセル11の電磁レンズを駆動させるための電源を供給する。デジタル制御部23は、コラムセル11内の各偏向器の偏向出力をコントロールする電気回路であり、ハイスピードの偏向出力などを出力する。デジタル制御部23はコラムセル11の数に対応する分だけ用意される。

[0017] ステージ駆動コントローラ24は、ステージ位置センサ25からの位置情報を基に、ウエハ12の所望の位置に電子ビームが照射されるようにウエハステージ13を移動させる。上記の各部21～25は、ワークステーション等の統合制御系26によって統合的に制御される。

[0018] 上述したマルチコラム電子ビーム露光装置では、すべてのコラムセル11は同じコラムユニットで構成されている。

[0019] 図2は、マルチコラム電子ビーム露光装置に使用される各コラムセル11の概略構成図である。

[0020] 各コラムセル11は、露光部100と、露光部100を制御するコラムセル制御部31とに大別される。このうち、露光部100は、電子ビーム生成部130、マスク偏向部140及び基板偏向部150によって構成される。

[0021] 電子ビーム生成部130では、電子銃101から生成した電子ビームEBが第1電磁レンズ102で収束作用を受けた後、ビーム成形用マスク103の矩形アパーチャ103aを透過し、電子ビームEBの断面が矩形に成形される。

[0022] その後、電子ビームEBは、マスク偏向部140の第2電磁レンズ105によって露光マ

スク110上に結像される。そして、電子ビームEBは、第1、第2静電偏向器104、106により、露光マスク110に形成された特定のパターンPに偏向され、その断面形状がパターンPの形状に成形される。

[0023] なお、露光マスク110は電子ビームコラム10内のマスクステージ123に固定されるが、そのマスクステージ123は水平面内において移動可能であって、第1、第2静電偏向器104、106の偏向範囲(ビーム偏向領域)を超える部分にあるパターンPを使用する場合、マスクステージ123を移動することにより、そのパターンPをビーム偏向領域内に移動させる。

[0024] 露光マスク110の上下に配された第3、第4電磁レンズ108、111は、それらの電流量を調節することにより、電子ビームEBを基板上で結像させる役割を担う。

[0025] 露光マスク110を通った電子ビームEBは、第3、第4静電偏向器112、113の偏向作用によって光軸Cに振り戻された後、第5電磁レンズ114によってそのサイズが縮小される。

[0026] マスク偏向部140には、第1、第2補正コイル107、109が設けられており、それらにより、第1～第4静電偏向器104、106、112、113で発生するビーム偏向収差が補正される。

[0027] その後、電子ビームEBは、基板偏向部150を構成する遮蔽板115のアパーチャ115aを通過し、第1、第2投影用電磁レンズ116、121によって基板上に投影される。これにより、露光マスク110のパターンの像が、所定の縮小率、例えば1/10の縮小率で基板に転写されることになる。

[0028] 基板偏向部150には、第5静電偏向器119と電磁偏向器120とが設けられており、これらの偏向器119、120によって電子ビームEBが偏向され、基板の所定の位置に露光マスクのパターンの像が投影される。

[0029] 更に、基板偏向部150には、基板上における電子ビームEBの偏向収差を補正するための第3、第4補正コイル117、118が設けられる。

[0030] 一方、コラムセル制御部31は、電子銃制御部202、電子光学系制御部203、マスク偏向制御部204、マスクステージ制御部205、ブランキング制御部206及び基板偏向制御部207を有する。これらのうち、電子銃制御部202は電子銃101を制御し

て、電子ビームEBの加速電圧やビーム放射条件等を制御する。また、電子光学系制御部203は、電磁レンズ102、105、108、111、114、116及び121への電流量等を制御して、これらの電磁レンズが構成される電子光学系の倍率や焦点位置等を調節する。ブランキング制御部206は、ブランキング電極127への印加電圧を制御することにより、露光開始前から発生している電子ビームEBを遮蔽板115上に偏向し、露光前に基板上に電子ビームEBが照射されるのを防ぐ。

[0031] 基板偏向制御部207は、第5静電偏向器119への印加電圧と、電磁偏向器120への電流量を制御することにより、基板の所定の位置上に電子ビームEBが偏向されるようにする。上記の各部202～207は、ワークステーション等の統合制御系26によって統合的に制御される。

[0032] 図3は、マルチコラム型電子ビーム露光装置におけるコラムセル制御部31の模式図である。コラムセル制御部31はコラムセル11のそれぞれが有している。各コラムセル制御部31はマルチコラム型電子ビーム露光装置の全体を制御する統合制御系26とバス34で接続される。また、統合記憶部33には、露光データ等すべてのコラムセルで必要となるデータが格納されている。統合記憶部33も統合制御系26とバス34で接続されている。

[0033] このように構成されたマルチコラム型電子ビーム露光装置において、ウエハステージ13に載置したウエハ12上に露光するパターンの露光データを統合記憶部33から各コラムセル制御部31のコラムセル記憶部35に転送する。転送された露光データは、各コラムセル制御部31の補正部36において補正され、露光データ変換部37で実際に露光処理に必要なデータに変換されて、各コラムセル11に割り当てられたウエハ12上の露光領域で同一のパターンが露光される。

[0034] (電磁レンズの構成)

次に、マルチコラム電子ビーム露光装置の電磁レンズについて説明する。

[0035] 電子ビーム露光装置では、電子光学系を用いて基板上に投影される像の倍率や回転、像の焦点位置などを調整しており、電磁レンズではコイルに流す電流を変化させることによって磁場を変えて、像の焦点位置、回転、倍率を所望の値になるように調整している。

[0036] 図4は、マルチコラム電子ビーム露光装置の電磁レンズの部分を模式的に示した図である。図4は4つのコラムセルを有した装置を示しており、電子銃43a~43dにより照射される電子ビームEB1~EB4によって一つの試料13を露光する。また、この装置は4段の電磁レンズ41a~41dを備えている。電磁レンズ41aはすべてのコラムセルに共通に磁界を供給するコイル42aを備え、コイル42aを挟むようにして磁極板が設置され、磁極板には電子ビームが通過するための開口44a~44dが設けられている。各開口部には、コイル42aで生成される磁界を補正するための補正用コイル45a~45dが設けられている。

[0037] 図5は、マルチコラム電子ビーム露光装置の電磁レンズについての問題点を示す図である。図5(a)は、装置のコラムセル全体に共通するコイル52だけで各コラムセルの電磁レンズを構成した場合の電子ビームの焦点を示す図である。この図5(a)に示すように、同じ条件で電子ビームを照射したとき、中央のコラムセルに比較して両側のコラムセルでの電磁レンズの焦点距離が短くなるように、コラムセルによって焦点距離が異なることがシミュレーションにより明らかとなった。

[0038] この要因は、コイルが共通して巻かれていること、及び、並行平板の磁極の間では、マルチコラムセル磁界の磁極が不均一になることが考えられる。これに対し、コイルを各コラムで独立にすると、同一の値の電流を供給する等の調整が困難となり、各コラム間で誤差が大きくなるおそれがある。よって、本実施形態では、全体の共通コイルを使用しながら、各コラムセルにおけるレンズに対して補正を行うようにしている。

[0039] 図6は、補正コイルを設けた一段の電磁レンズを模式的に示した図である。図6(a)はその断面図であり、図6(b)は平面図である。

[0040] 図6に示すように、マルチコラム電子ビーム露光装置の電磁レンズ61は全体のコラムセルに共通して使用されるコイル62と、コイル62を挟んで上下2枚の磁極板(ポールピース)61a、61bを有している。磁極板は各コラムセルの電子ビームEB1~EB4が通る開口(円型孔)63a~63dが設けられ、開口部近傍に補正用コイル64a~64dが設けられている。この開口部分を便宜上小レンズ開口と呼ぶ。

[0041] 各コラムセルの小レンズ開口による電磁レンズを軸対称とするためには、電子ビームを光軸に偏向させること、及び像の高さ方向の位置ずれを修正することが要求され

る。また、電子ビームを偏向させると偏向に付随した収差が発生するため、その収差を補正することが要求される。さらに、後述するシミュレーションの結果判明したビームボケの要因をなくすことが要求される。

[0042] 図7及び図8は、これらの要求を満たすために小レンズ開口部に設けられた補正用コイルを詳細に示した図である。

[0043] 補正用コイルは、円型孔に電子ビームを通過させるためのアライメントコイル71、Z方向の補正(焦点補正)コイル74と、非点収差補正用コイル75、電子ビームをXY方向に偏向するためのXY偏向コイル73a、73bと、電子ビームの断面形状を円形に補正するビーム形状収差補正コイル72の5種類のコイルで構成されている。

[0044] 焦点補正コイル74は、光軸を中心とした円形コイルで構成され、電子ビームのZ軸方向(高さ方向)の磁界を補正して焦点位置を調整する。

[0045] 非点収差補正用コイル75は、電子レンズ固有の非点収差や、電子ビームの偏向による非点収差を補正するもので、45度ずらした8極のコイルで構成している。この非点収差補正コイルに電流を流して磁界を発生させて、電子ビームに力を及ぼし、楕円状のビーム断面を円形状にするような磁界を発生するように電流量を調整して非点収差を補正する。

[0046] 図9は非点収差補正用コイル75の一例を示す図である。図9(a)は非点収差補正用コイル75の平面図を示し、図9(b)は図9(a)の同コイルの動作原理を模式的に示す平面図である。非点収差補正用コイル75は、2組の4極子コイル81a、81bを有している。2組の4極子コイル81a、81bは、各組の各コイルが交互に逆向きになるように巻かれ、かつ、コイルの軸芯が光軸(Z軸)に対して放射状となるように配置されている。

[0047] 2組の4極子コイル81a、81bは、2組の電源Ia、Ibでそれぞれ駆動される。一方の一連に繋がれたコイル81a1~81a4は電源Iaに接続されており、他方の一連に繋がれたコイル81b1~81b4は電源Ibに接続されている。図9(b)は図9(a)の2組の4極子コイル81a、81bのうち、一連に繋がれた一組のコイル81a1~81a4を示している。これらの4個のコイルに電源Iaから電流が供給されると、矢印の磁力線で示される磁界が発生する。この磁界により、光軸付近をZ方向(紙面の上から下)に向う電子線は

、二重矢印で示される方向へ力を受け、その方向に偏向される。

[0048] 図9(b)の場合は、右斜め上及び左斜め下の領域では、電子ビームは光軸に近づく力を受け、右斜め下及び左斜め上の領域では、光軸から遠ざかる方向に力を受ける。この結果、図9(b)の非点収差補正コイルの磁界中を通る電子ビームは右斜め方向に圧縮され、これと直交する方向には伸長されて、右斜め方向に細長の非点収差がキャンセルされる。他のコイルについても同様に作用する。各コイルへの電源からの供給電流をコントロールすることにより、様々な方向の非点収差を補正する。

[0049] アライメントコイル71は、電子ビームが円型孔63を通過するようにするために設けられたコイルであり、各小レンズ開口の上部に上下2段の4極子コイルで構成されている。この2つのコイルを連動させて電子ビームを偏向させるモードを組み合わせ、電子ビームがレンズ中心へ軸に沿って入射するように制御する。電子ビームを偏向させるモードとしては、例えば、入射した電子ビームの方向を保ったまま横方向にシフトさせるシフトモードや、ある支点を中心にして電子ビームの方向を変えるピボットモードがある。電子ビームをシフトモードで開口部へ移動させ、続いてピボットモードで開口中心を支点にして電子ビーム方向を振るようにして、レンズ中心へ軸に沿って入射するように制御する。

[0050] XY偏向コイル73a, 73bは、上下各磁極板の円型孔の側面に4極偏向器が設置されて構成される。4極偏向器は図9(b)に示したような90度ずらした4極のコイルで構成され、このコイルに電流を流して磁界を発生させ、電子ビームのXY方向の位置を補正する。

[0051] ビーム形状収差補正コイル72は、収束する直前のビームの形状を円形に近い形状に補正するコイルであり、円型孔間の小レンズ開口間の電磁レンズ中、又は電磁レンズに入射する前の位置に6極子コイルを2つ設置して構成されている。

[0052] 図10は、電磁レンズによって電子ビームが収束する様子を説明する図である。図10(a)は電磁レンズが正常な場合を示しており、図10(b)は電磁レンズに収差がある場合を示している。

[0053] 電磁レンズが正常な場合は、図10(a)に示すように、レンズ磁界85aにより電子ビームが収束し、焦点87aでは電子ビーム像(最小錯乱円)を小さく絞ることができる。

一方、電磁レンズに収差がある場合は、図10(b)に示すように、レンズ磁界85aにより、電子ビームが収束した結果、正常な場合よりも焦点87b付近の像(最小錯乱円)がボケてしまう。

[0054] 図10(b)は、補正コイルが設置されない状態で照射された電子ビームの軌道をシミュレーションした結果であり、焦点付近でのビームが直径6nm程度となり、ビーム形状がボケてしまうことが判明した。このシミュレーションにおいて、焦点直前のビームの形状を算出すると、図10(b)に示すように略三角形状86bになることが判明した。

[0055] 電磁レンズの収差、非点収差や偏向収差などが影響して、最小錯乱円が形成される前に電子ビームの断面形状が略三角形になると考えられる。従って、収差をなくすことができれば、略三角形も解消されると考えられるが、様々な要因で発生する収差を予測することは困難である。

[0056] よって、本実施形態では、図11(a)に示すような略三角形状のビーム断面を円形にするようコイルを設けることにより、ビームにボケが発生しないように補正する。この補正では、略三角形の頂点部分(P1~P3)近傍を中心方向に偏向し、略三角形の辺の中央(Q1~Q3)近傍を中心から離れる方向に偏向するように6極子コイルによって磁界を発生させることにより行う。

[0057] 図11(b)は6極子コイルを模式的に示す図である。6極子の各コイル91a1~91a6は60度毎に設置され、交互に逆向きになるように巻かれ、かつ、コイルの軸芯が光軸に対して放射状になるように配置されている。この一群のコイル91a1~91a6は一つの電源に接続され、その電源から電流が供給される。これらのコイル91a1~91a6に電流が供給されると、図11(b)の矢印の磁力線で示される磁界が発生する。この磁界により、光軸付近をZ方向に向かう電子ビームは、二重矢印で示される方向へ力を受け、その方向に偏向される。

[0058] 三角形状の頂点に、中心へ向かう力が働くようにコイルに印加する電流を制御することにより、その頂点を中心方向に潰し、辺の中央を中心から離れる方向に伸長させることができる。

[0059] なお、頂点の位置が図とは異なり、60度回転した状態の場合には、コイルに供給する電流の極性を逆にすることにより、三角形状を円形にすることができる。

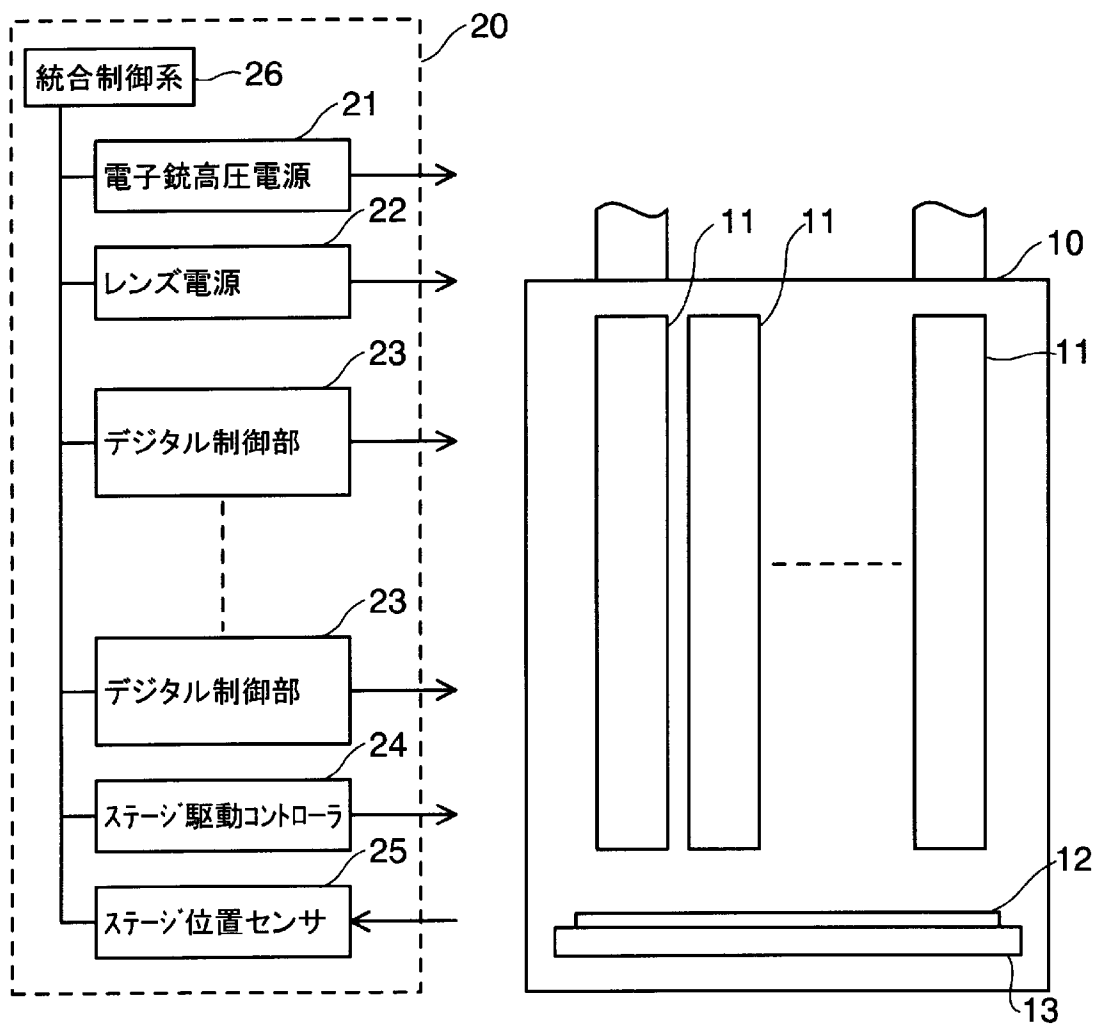
- [0060] また、電磁レンズ内では電子ビームは回転しながら試料面に向って移動する。従って、三角形状の断面も回転するため、頂点の位置がXY方向のどこになるか特定することが困難である。そのため、あらゆる回転の場合を考慮して、すべての場合に対応できるようなn極の電磁レンズを構成することが理想的である。
- [0061] 図12は、磁界レンズの対称性を示した図である。回転を考慮して360度を整数で除算した4例を示している。図12(a)は、180度毎に反転する磁場を形成する場合であり、矢印で示すような磁場を形成し、偏向場となる。図12(b)は、90度毎に反転する磁場を形成する場合である。この場合は矢印で示すような磁場を形成し、非点収差等の補正に利用される。図12(c)は、60度毎に反転する磁場を形成する場合であり、3回対称場となる。上記のビーム形状収差補正に利用される。図12(d)は、45度毎に反転する磁場を形成する場合であり、8極場を形成する。これも非点収差等の補正に利用される。
- [0062] このような磁界レンズを組み合わせて、三角形状の頂点をつぶし辺を膨らませる方向に磁界が発生するように磁極を構成する。本実施形態では、6極子コイルを用いて三角形状を補正するようにしているが、三角形状を円形により近くするために、相互に30度ずらして設置された2つの6極子コイルを用いている。
- [0063] 2つの6極子コイルを用いたビーム形状補正コイルは、図7に示すように小レンズ開口の電磁レンズに電子ビームが入射する前の位置に設置してもよいし、図8に示すように小レンズ開口の電磁レンズ内に設置してもよい。ただし、小レンズ開口の電磁レンズ内に設置する場合は、電磁レンズ内で電子ビームが回転するため、2つの6極子コイルを同一の高さに設置するようにする。
- [0064] 以上説明した補正用コイルは、マルチコラム電子ビーム露光装置が有する各電磁レンズに設置される。補正用コイルが設置された電磁レンズに対して、電子ビーム照射のシミュレーションを行い、各コラムの電子ビームが各光軸上で収束するように、補正コイルに印加する電流を決定する。
- [0065] 以上説明したように、本実施形態のマルチコラム電子ビーム露光装置では、複数のコラムセルに共通な電磁レンズに対して各コラムセルの電子ビームが通過する円型孔による小レンズ開口を設けている。この小レンズ開口には電子ビームを光軸上で収

束させるために補正用コイルを設けている。補正用コイルは、焦点補正コイル、XY方向の偏向用コイル、非点収差補正用コイル、円型孔へ電子ビームを照射させるためのアライメントコイル、及びビーム形状を円形に補正するビーム形状収差補正コイルである。これらの補正用コイルを設け、供給する電流を調整することにより、各コラムセルにおいて均一な軸対称レンズを構成することが可能となる。

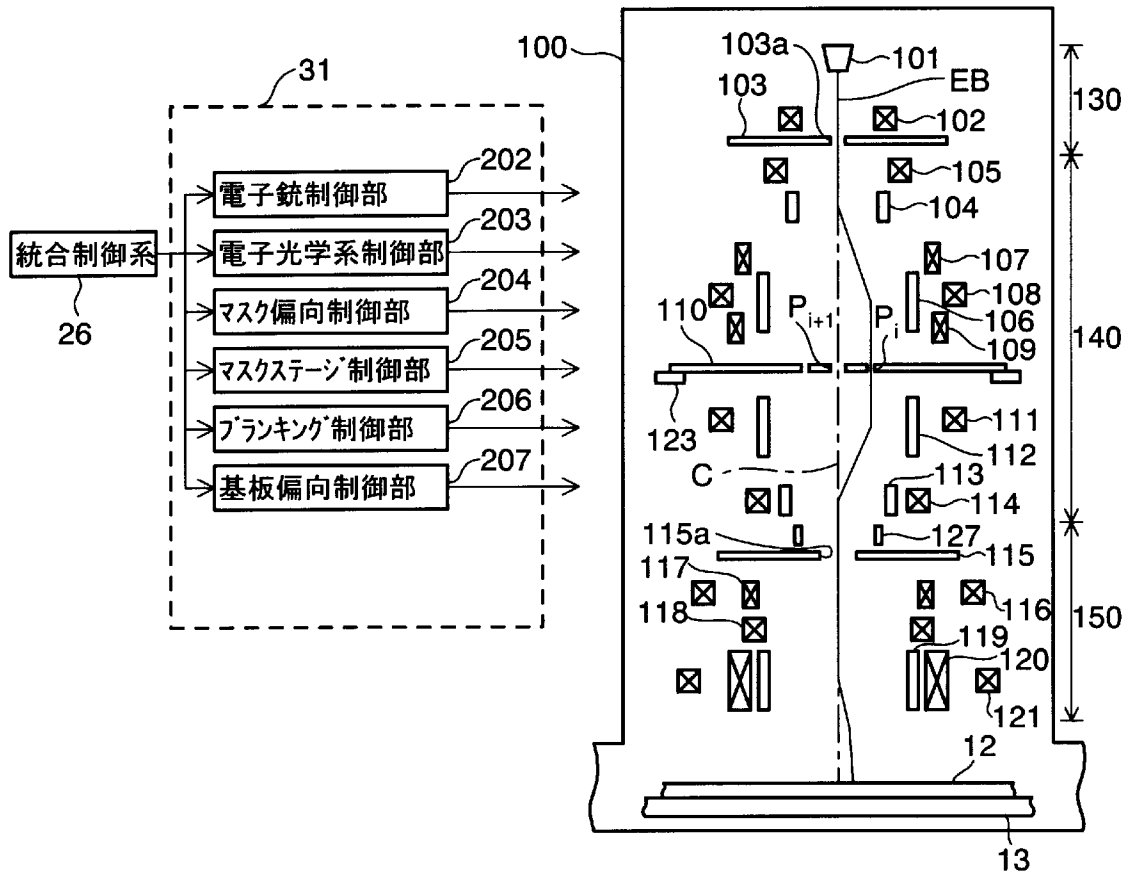
請求の範囲

- [1] 複数のコラムセルを備えるマルチコラム電子ビーム露光装置であつて、
各コラムセルで使用される電子ビームが通過するための開口部が設けられた2枚の
磁極板が各コラムセルを囲む共通のコイルを挟んで対向して配置された電磁レンズ
を有し、
当該電磁レンズの一对の前記各開口部間に形成されるレンズ内部又は前記開口部
の上部のレンズ外部に少なくとも6極の偏向収差補正器が配置されることを特徴とす
るマルチコラム電子ビーム露光装置。
- [2] 前記偏向収差補正器は、60度毎に逆巻きで略巻数の等しい電磁石で構成されて
いることを特徴とする請求項1に記載のマルチコラム電子ビーム露光装置。
- [3] 前記6極の偏向収差補正器は、30度回転させて2対配置されることを特徴とする請
求項2に記載のマルチコラム電子ビーム露光装置。
- [4] 前記2対の偏向収差補正器は、前記レンズ内部では同一の高さに配置され、前記
レンズ外部では同一又は異なる高さに配置されることを特徴とする請求項3に記載の
マルチコラム電子ビーム露光装置。
- [5] 前記開口部の側面に前記電子ビームをXY方向に偏向させる4極偏向器が配置さ
れ、
前記一对の開口部間に形成されるレンズ内部に、焦点補正コイル、及び非点収差
補正コイルが配置され、
前記開口部の上部のレンズ外部に、前記電子ビームを前記レンズ内に偏向させる
アライメントコイルが配置されていることを特徴とする請求項1から4のいずれか一項
に記載のマルチコラム電子ビーム露光装置。

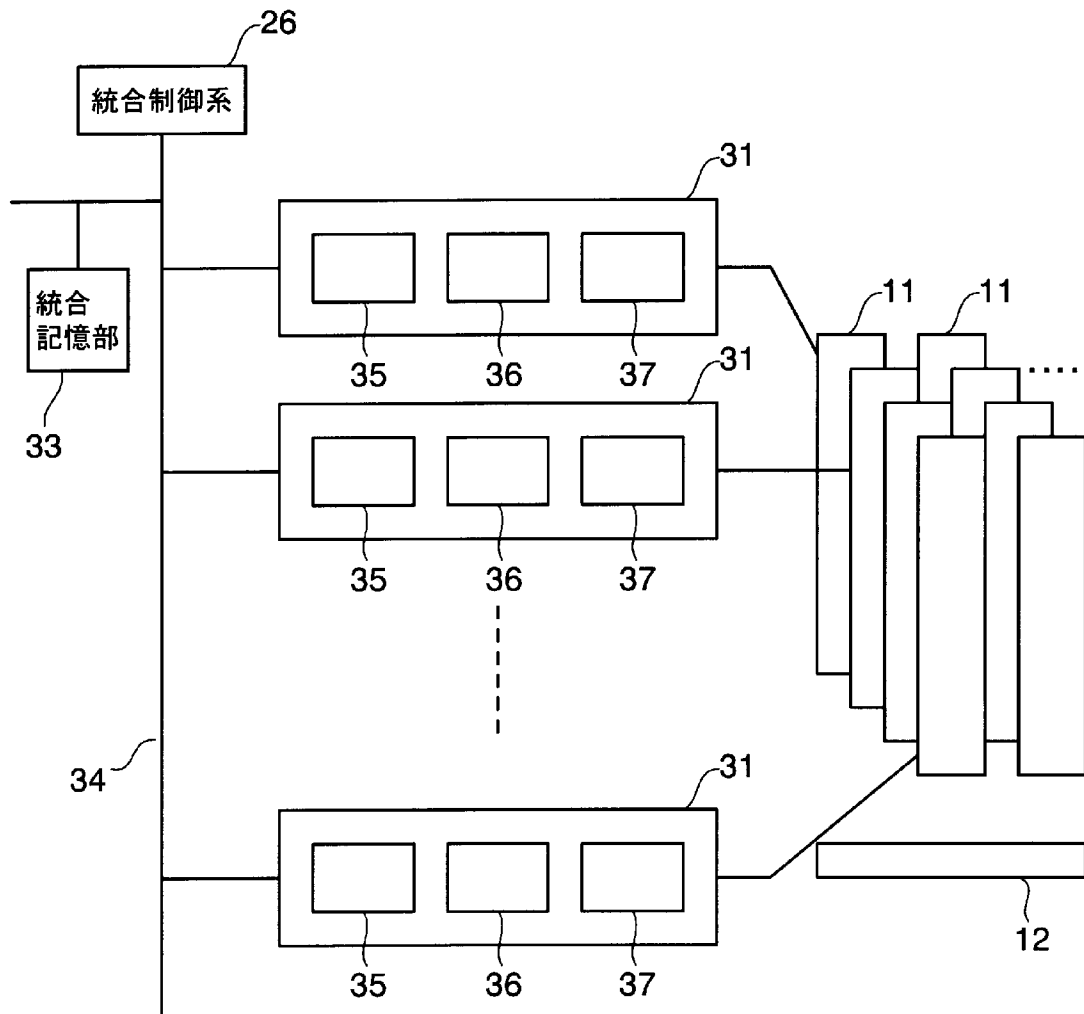
[図1]



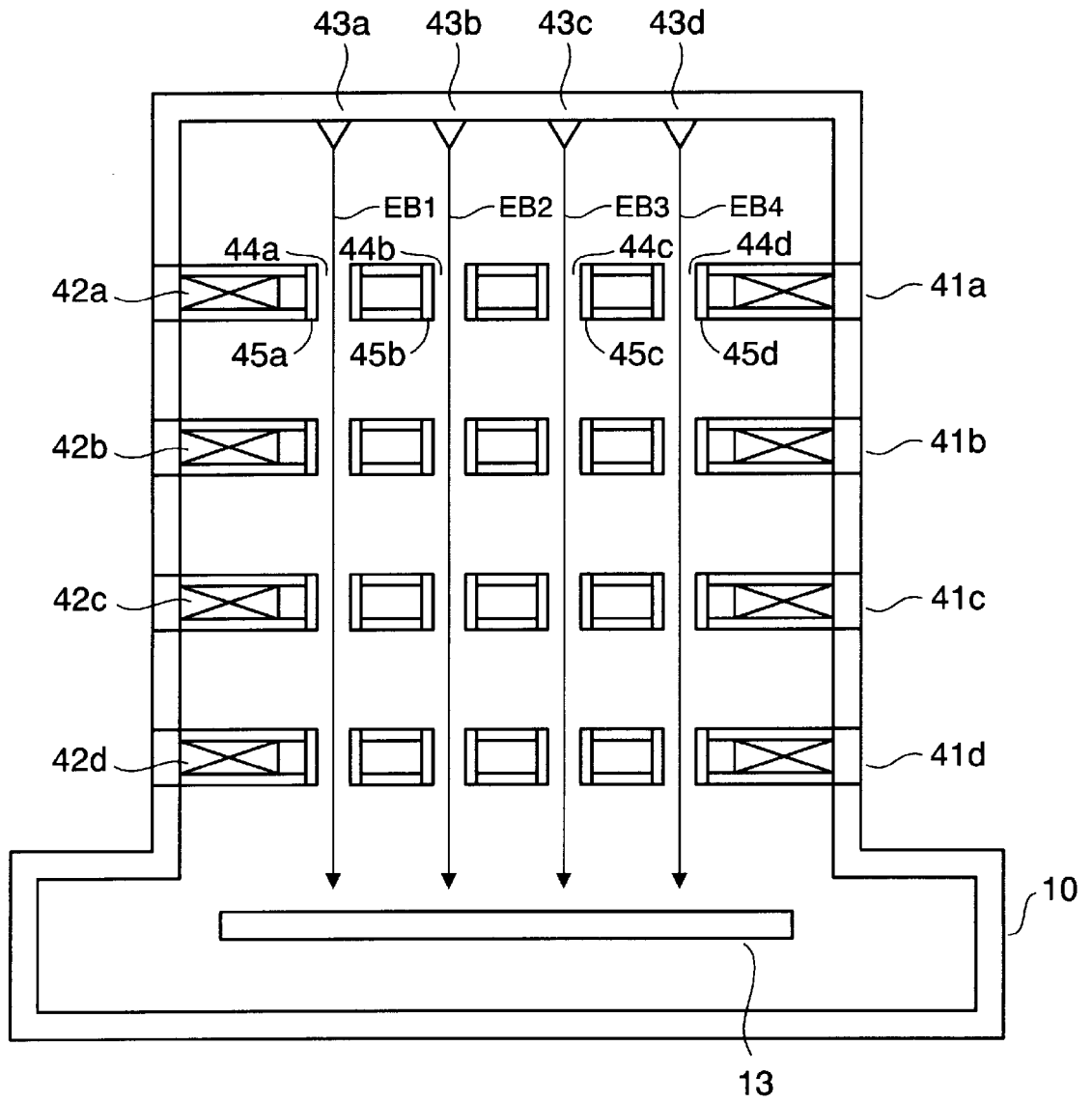
[図2]



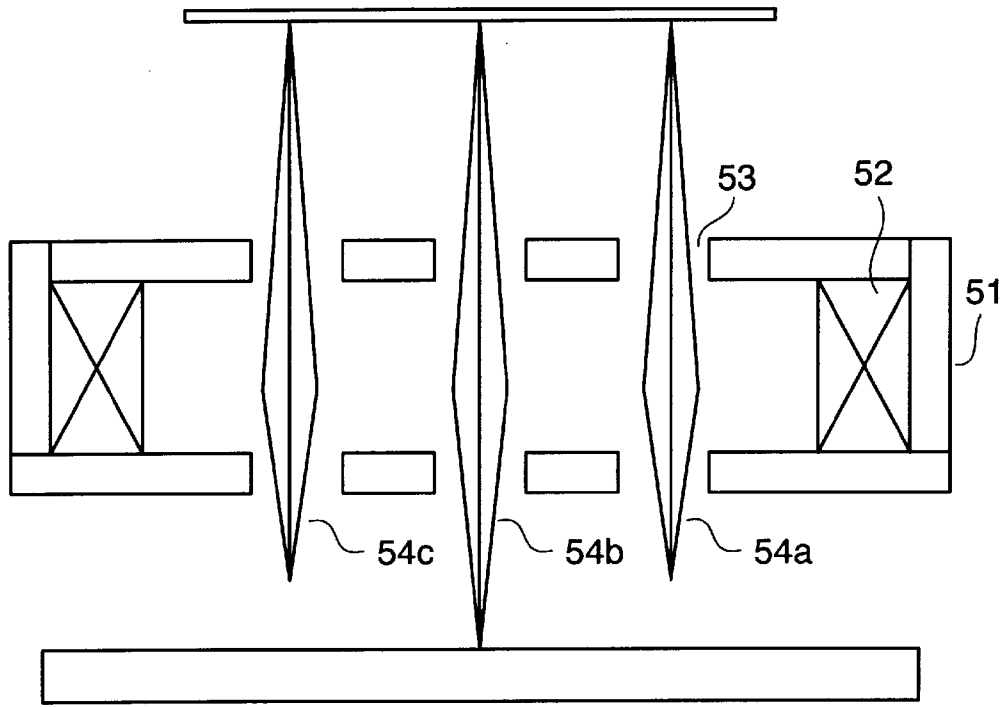
[図3]



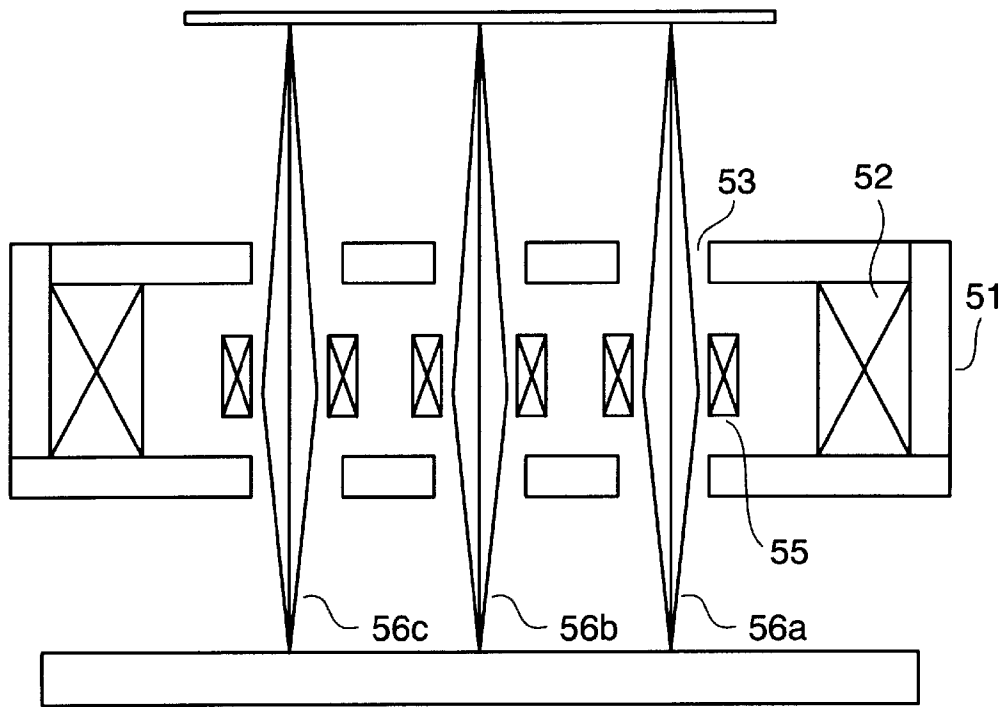
[図4]



[図5]

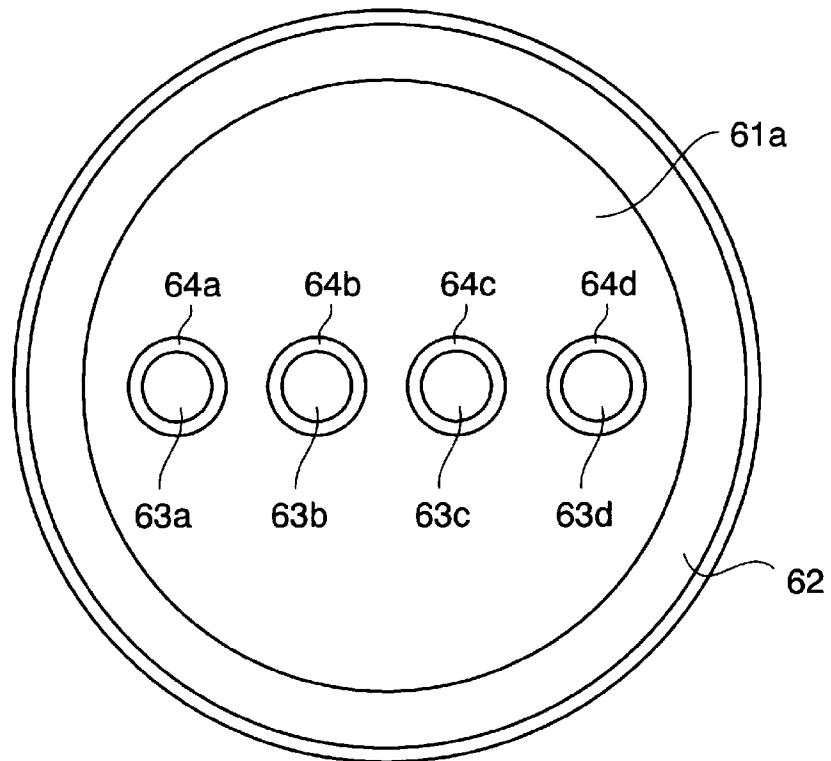
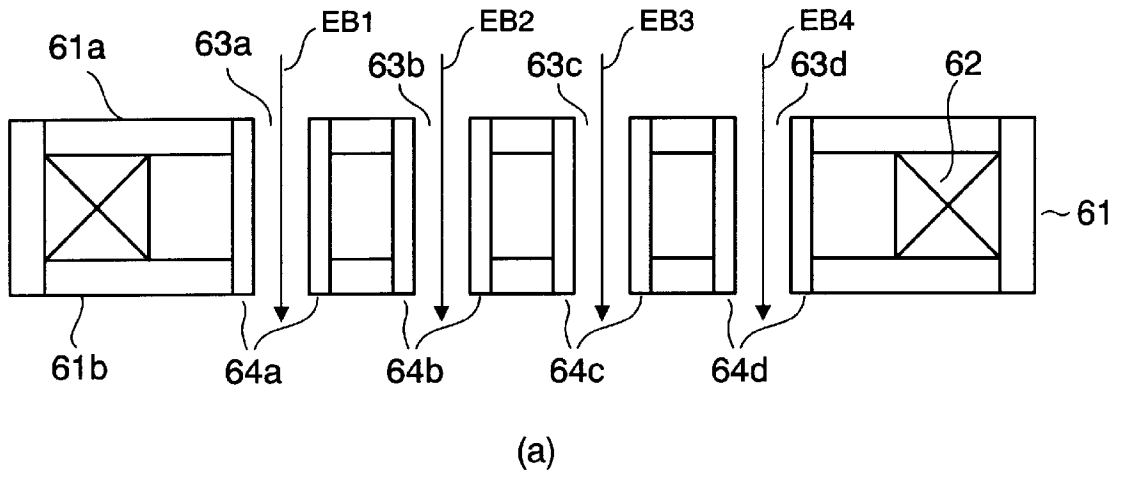


(a)

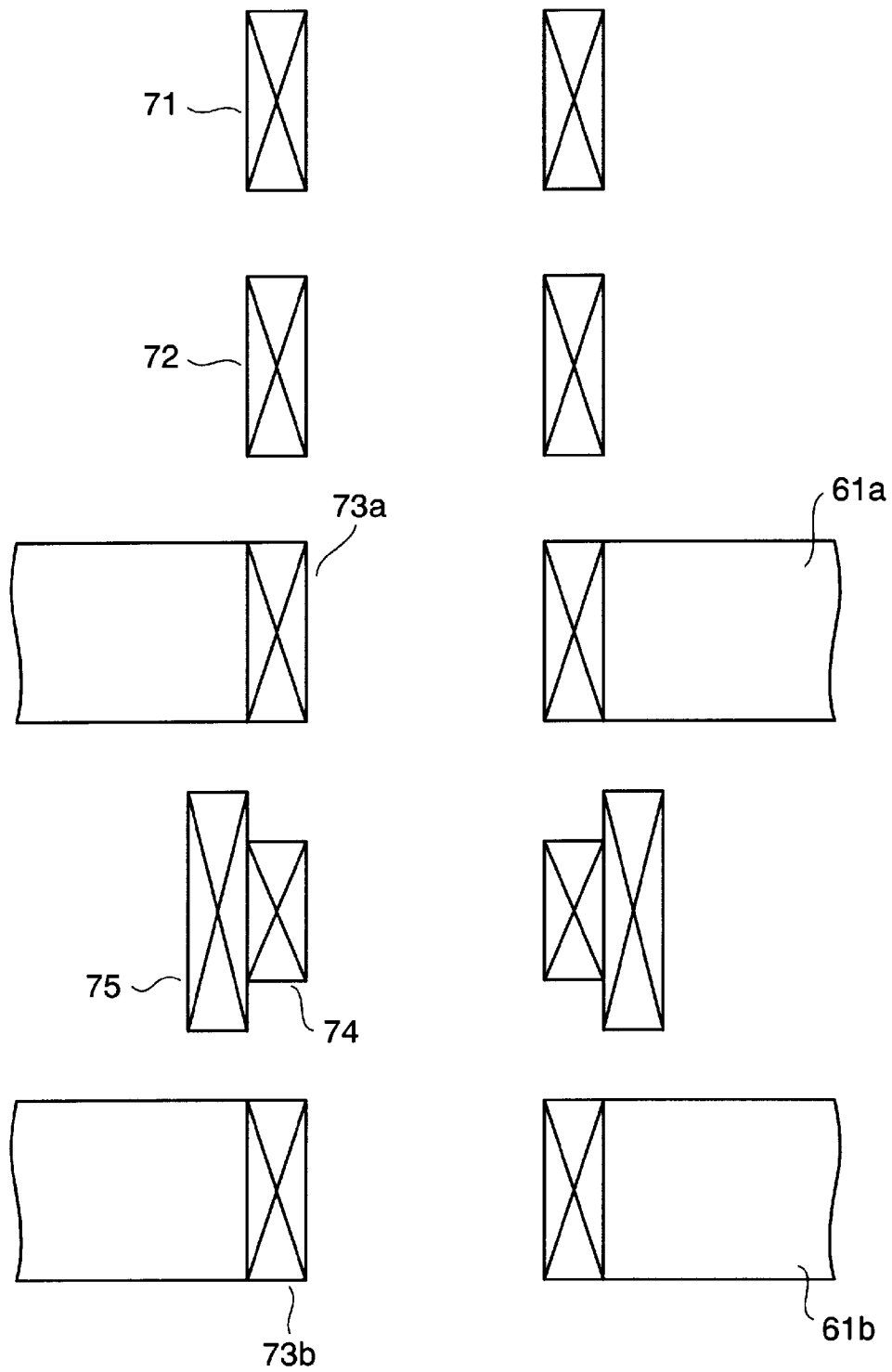


(b)

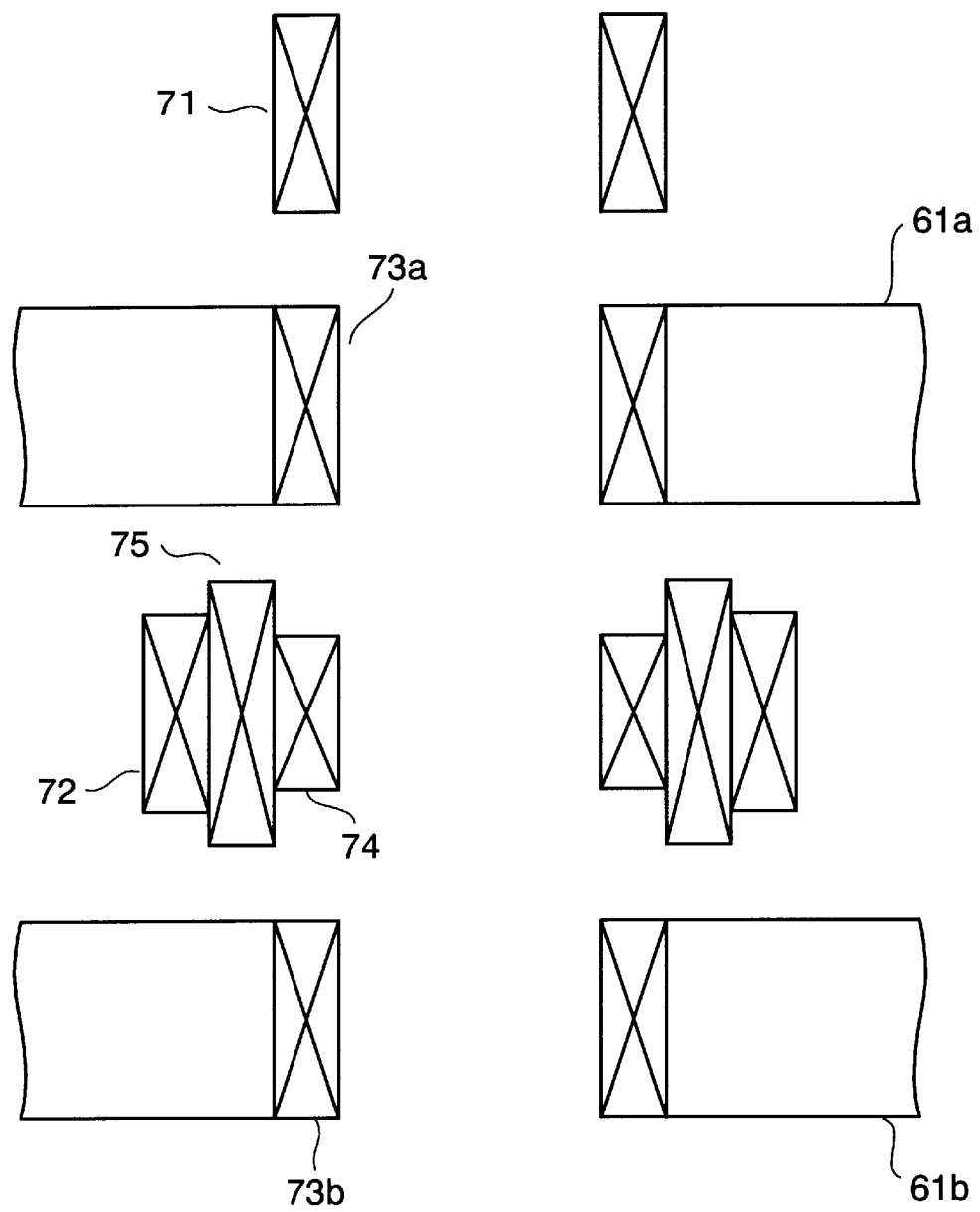
[図6]



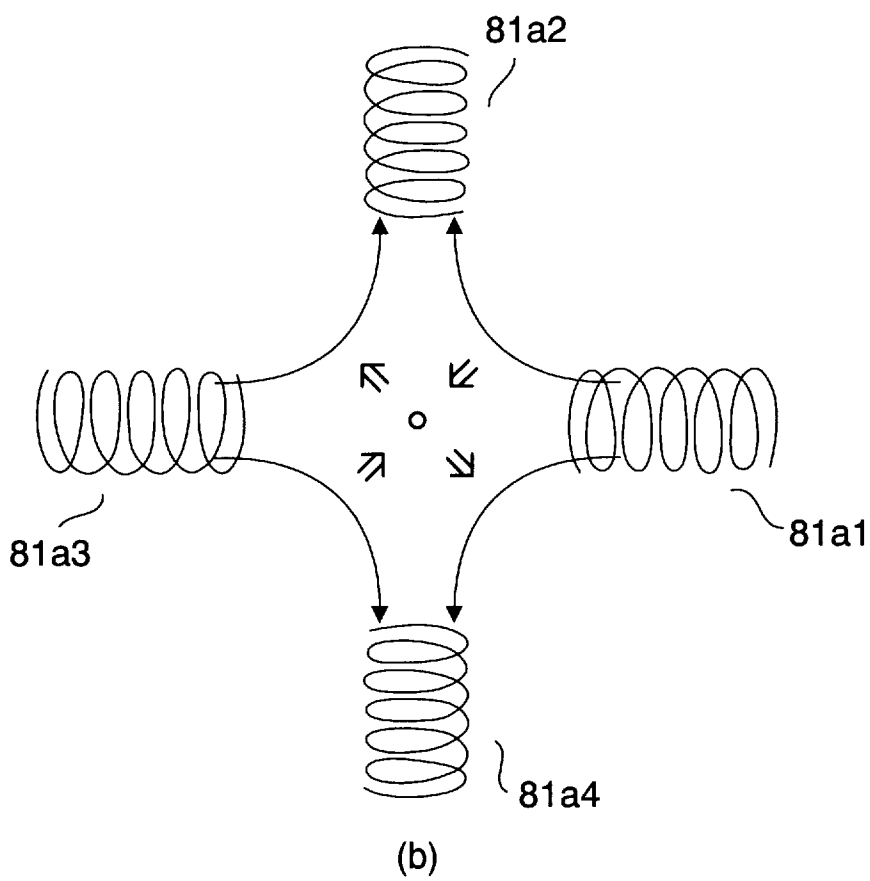
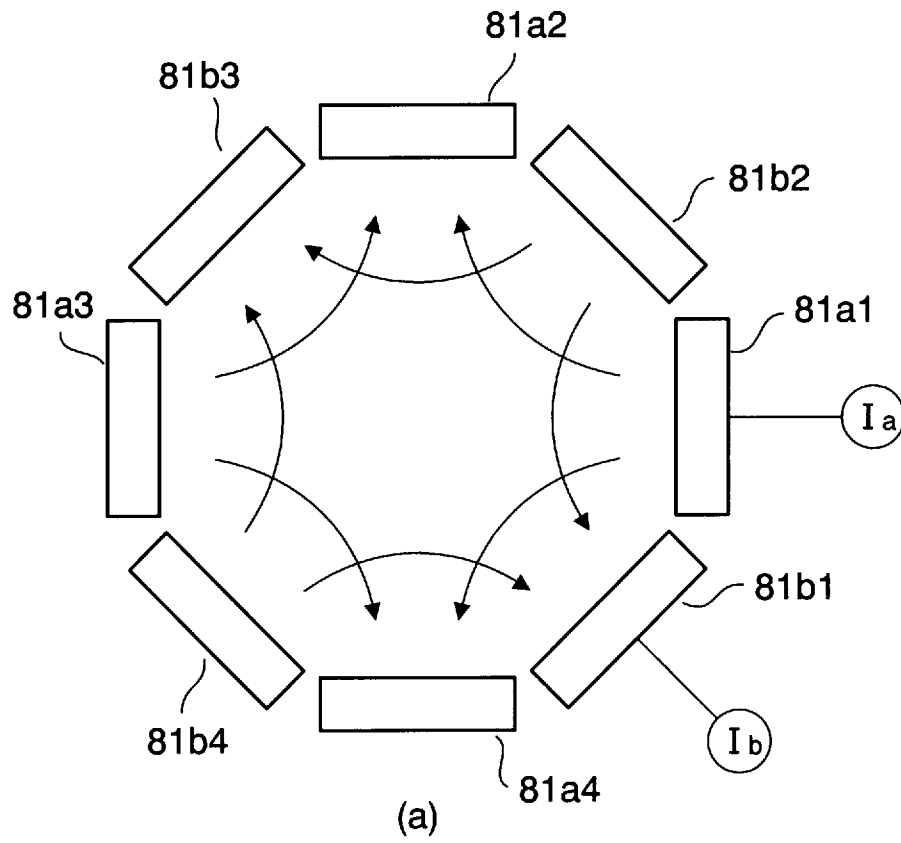
[図7]



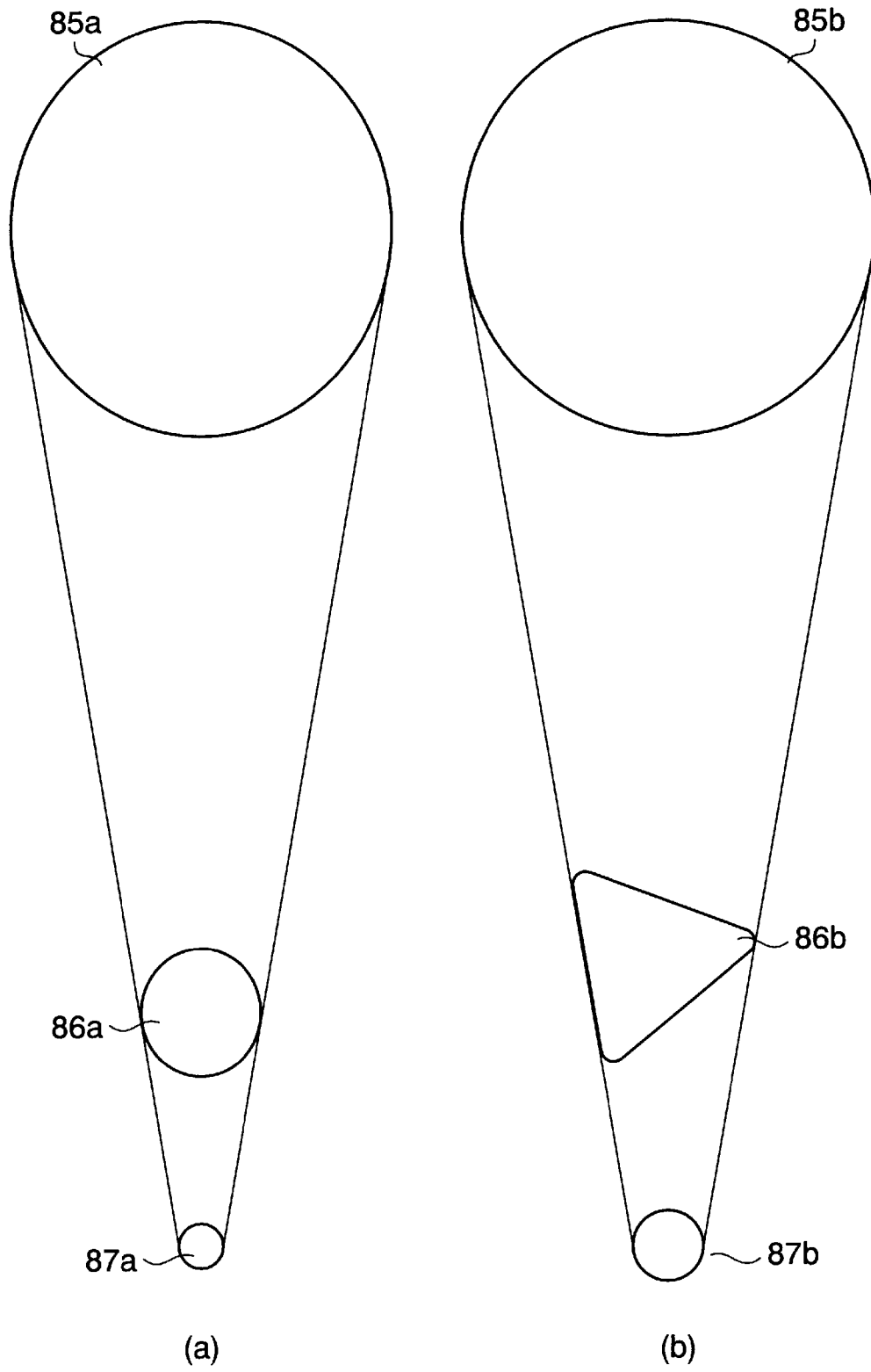
[図8]



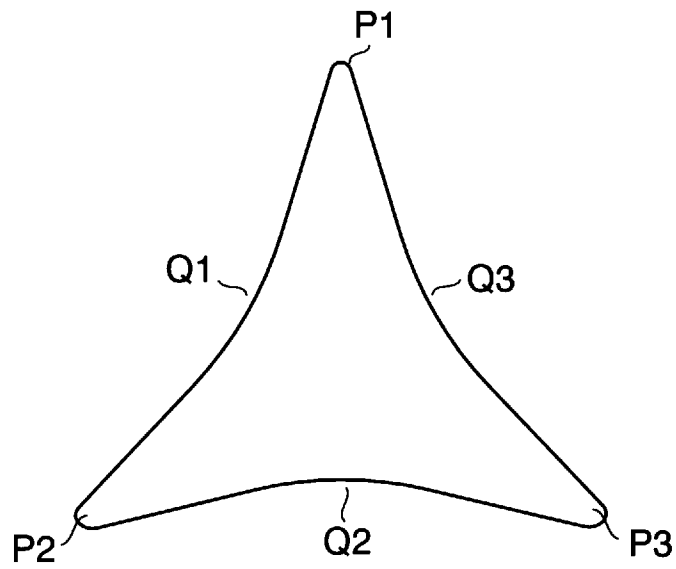
[図9]



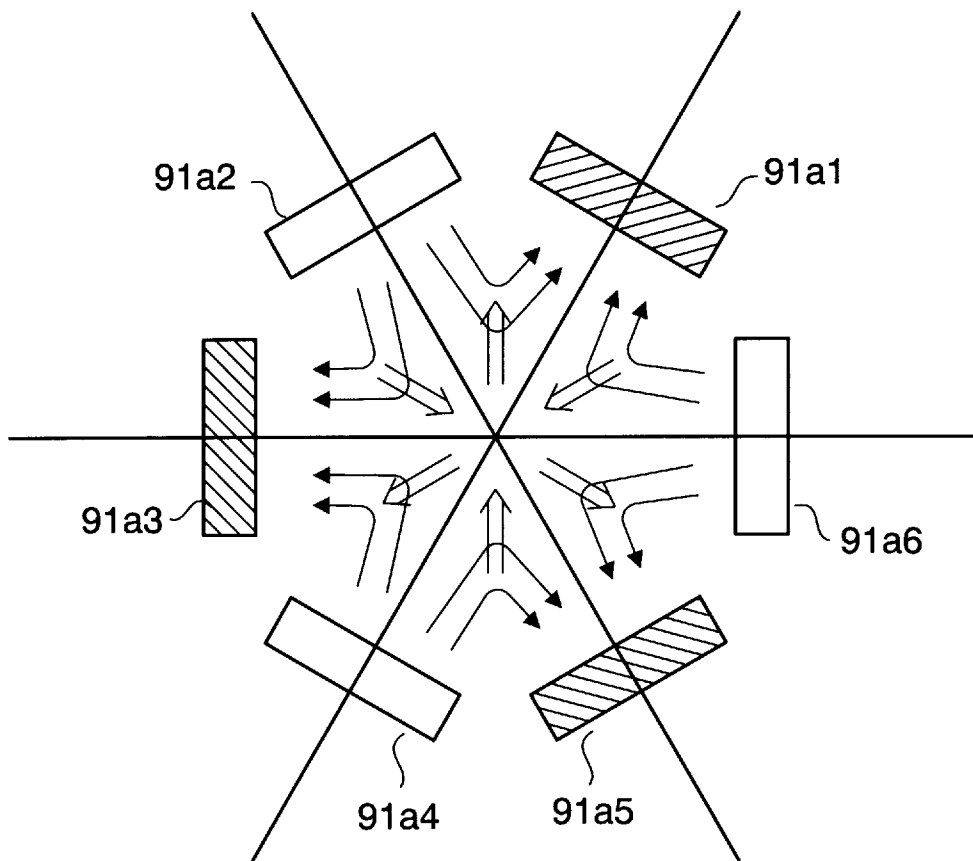
[図10]



[図11]

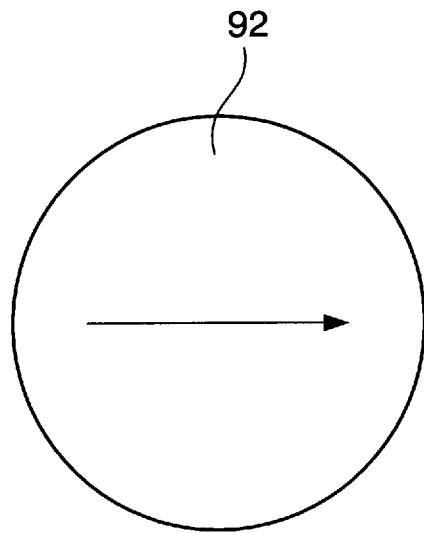


(a)

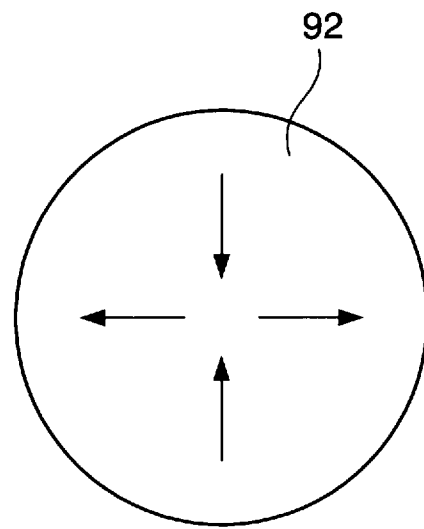


(b)

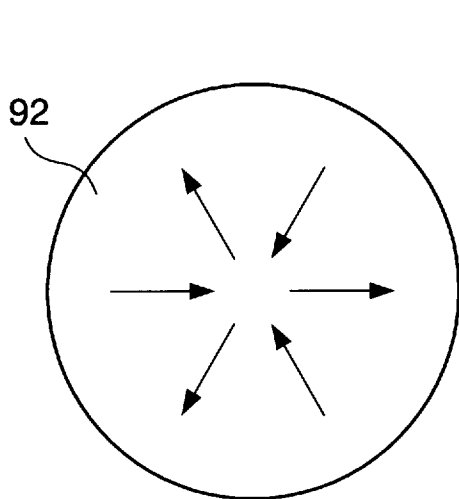
[図12]



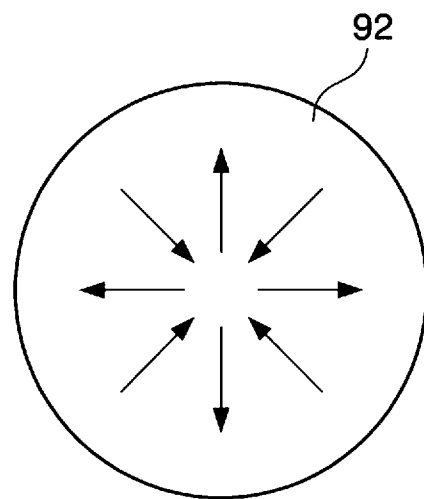
(a)



(b)



(c)



(d)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/054594

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 H01L21/027(2006.01) i, G03F7/20(2006.01) i, H01J37/141(2006.01) i,
 H01J37/153(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, H01J37/141, H01J37/153, H01J37/305

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	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2002-175968 A (ADVANTEST KABUSHIKI KAISHA), 21 June, 2002 (21.06.02), Full text; all drawings (particularly, Par. Nos. [0037] to [0041]; Fig. 6) & WO 2002/47135 A1 & TW 508645 A & US 2003/183773 A1 & US 6777694 B2	1-4 5
Y A	JP 2001-118765 A (NIKON CORP.), 27 April, 2001 (27.04.01), Prior Art & US 6432594 B1	1-4 5

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 02 April, 2008 (02.04.08)	Date of mailing of the international search report 15 April, 2008 (15.04.08)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/054594

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 54-23476 A (Kabushiki Kaisha Akashi Seisakusho), 22 February, 1979 (22.02.79), Full text; all drawings (particularly, Fig. 5) & US 4209702 A & GB 2001799 A & DE 2832582 A & DE 2832582 A1	1-4 5
A	JP 05-090145 A (NIPPON SEIKO KABUSHIKI KAISHA), 09 April, 1993 (09.04.93), Full text; all drawings (Family: none)	1
A	JP 10-027744 A (NIKON CORP.), 27 January, 1998 (27.01.98), Full text; all drawings (Family: none)	5
A	JP 2006-510184 A (ICT INTEGRATED CIRCUIT TESTING), 23 March, 2006 (23.03.06), Full text; all drawings & EP 1432008 A1 & WO 2004/055856 A2 & US 2006/169910 A1 & US 7253417 B2	1

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H01L21/027(2006.01)i, G03F7/20(2006.01)i, H01J37/141(2006.01)i, H01J37/153(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 (IPC))
 Int.Cl. H01L21/027, G03F7/20, H01J37/141, H01J37/153, H01J37/305

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 1971-2008年
 日本国実用新案登録公報 1996-2008年
 日本国登録実用新案公報 1994-2008年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 2002-175968 A (ADVANTEST KK) 2002.06.21, 全文全図 (特に【0037】～【0041】、図6) & WO 2002/47135 A1 & TW 508645 A & US 2003/183773 A1 & US 6777694 B2	1-4 5
Y A	JP 2001-118765 A (NIKON CORP) 2001.04.27, 【従来の技術】 & US 6432594 B1	1-4 5

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な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 02.04.2008	国際調査報告の発送日 15.04.2008
--------------------------	--------------------------

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) 多田 達也 電話番号 03-3581-1101 内線 3274	2M	3011
---	--	----	------

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 請求の範囲の番号
Y A	JP 54-23476 A (株式会社明石製作所) 1979. 02. 22, 全文全図 (特に第 5 図) & US 4209702 A & GB 2001799 A & DE 2832582 A & DE 2832582 A1	1-4 5
A	JP 05-090145 A (NIPPON SEIKO KK) 1993. 04. 09, 全文全図(ファミリーなし)	1
A	JP 10-027744 A (NIKON CORP) 1998. 01. 27, 全文全図(ファミリーなし)	5
A	JP 2006-510184 A (ICT INTEGRATED CIRCUIT TESTING) 2006. 03. 23, 全文全図 & EP 1432008 A1 & WO 2004/055856 A2 & US 2006/169910 A1 & US 7253417 B2	1