

(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
2012 年 6 月 21 日(21.06.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/081338 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/956 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/075758
- (22) 国際出願日: 2011 年 11 月 8 日(08.11.2011)
- (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 2010-276914 2010 年 12 月 13 日(13.12.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立ハイテクノロジーズ(HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目 2 4 番 1 4 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 本田 敏文(HONDA Toshifumi) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立製作所 横浜研究所内 Kanagawa (JP). 芝田 行広(SHIBATA Yukihiko) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県横

浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立製作所 横浜研究所内 Kanagawa (JP). 谷口 敦史(TANIGUCHI Atsushi) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立製作所 横浜研究所内 Kanagawa (JP).

- (74) 代理人: ポレール特許業務法人(POLAIRE I.P.C.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀二丁目 7 番 1 号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ

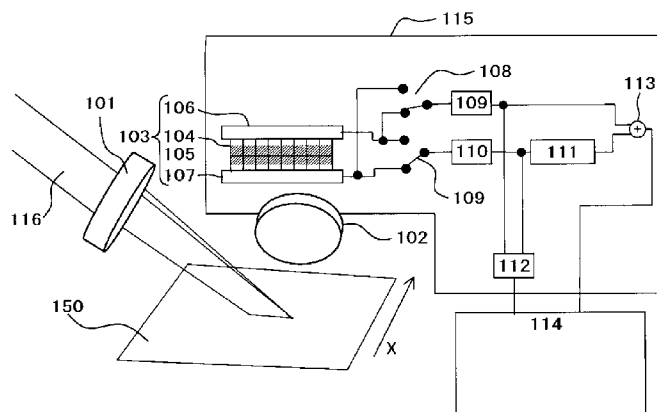
[続葉有]

(54) Title: DEFECT INSPECTION METHOD AND DEVICE THEREFOR

(54) 発明の名称: 欠陥検査方法及びその装置

[図1]

図 1



(57) Abstract: In order to be able to process a signal from a plurality of detectors arranged in a plurality of directions without the signal being affected by a variation in the height of a substrate, and to be able to detect more-minute defects on the substrate, a defect inspection device is provided with a photoelectric converter having a plurality of rows of optical sensor arrays in each of first light-collecting/detecting means and second light-collecting/detecting means. Processing means uses a detection signal from the plurality of rows of optical sensor arrays of each of the first and the second light-collecting/detecting means to determine the extent to which the positions of the focal points of the first and the second light-collecting/detecting means are misaligned with respect to the surface of a test specimen. A detection signal outputted from the first light-collecting/detecting means and a detection signal outputted from the second light-collecting/detecting means are corrected in accordance with the extent to which each of the positions of the focal points of the first and the second light-collecting/detecting means are misaligned. The corrected detection signal outputted from the first light-collecting/detecting means and the corrected detection signal outputted from the second light-collecting/detecting means are combined together to detect the defects on the test specimen.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2012/081338 A1



ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

複数の方向に配置した複数の検出器からの信号を基板の高さ変動の影響を受けることなく処理して基板上のより微細な欠陥を検出できるようにするために、欠陥検査装置に、第 1 の集光検出手段と第 2 の集光検出手段とにそれぞれ複数列の光センサアレイを有する光電変換器を備え、処理手段は第 1 及び第 2 の集光検出手段のそれぞれの複数列の光センサアレイからの検出信号を用いて試料の表面に対する第 1 及び第 2 の集光検出手段の焦点位置のずれを求め、この求めた第 1 及び第 2 の集光検出手段のそれぞれの焦点位置のずれに応じて第 1 の集光検出手段から出力された検出信号と第 2 の集光検出手段から出力された検出信号とを補正し、この補正した第 1 の集光検出手段から出力された検出信号と第 2 の集光検出手段から出力された検出信号とを統合して試料上の欠陥を検出するようにした。

明 細 書

発明の名称：欠陥検査方法及びその装置

技術分野

[0001] 本発明は、試料に発生した微細な欠陥を検出する方法及びその装置に係り、特に、表面に微細なパターンが形成された半導体ウェハ上に発生した微細な欠陥を検出するのに適した欠陥検査方法及びその装置に関するものである。

背景技術

[0002] 半導体ウェハは回路の高集積化に伴って、ウェハ上に形成されるパターン形状はより微細化すると共に多層構造となり、その生産工程の数は増加の一途をたどっている。この微細なパターンをウェハ上に確実に形成して信頼性の高い高集積回路を安定して生産するためには、パターンが形成されたウェハを検査して微細なパターンが確実に形成されていること、異物などの欠陥が発生していないことを確認することが重要になる。

[0003] パターンが形成されたウェハを検査する手段として、例えば、明視野による光学式のパターン検査装置(明視野パターン検査装置)や暗視野による光学式の欠陥検査装置(暗視野欠陥検査装置)などがある。

[0004] 明視野パターン検査装置と暗視野欠陥検査装置とは一般にその用途が異なるが、暗視野欠陥検査装置は明視野パターン検査装置と比べて検査のスループットが高いという特徴を持っている。

[0005] このような暗視野欠陥検査装置においては、ウェハ上に形成されたパターンからの散乱光の影響を受けずに如何により微細な欠陥をより高速に検出できるようにするかということが課題のひとつになっている。

[0006] この課題を解決する手段として、特許文献1及び特許文献2には、一方向に細く絞った線状の照明光をウェハに斜方から照射し、ウェハを線状の照明光の長手方向と直行する方向に連続的に移動させながら線状の照明光によりウェハの表面から散乱した光をウェハの上方の検出系とその両側に配置した

検出系とで検出し、それぞれの検出信号を用いてウェハ状の欠陥を検出することについて記載されている。

[0007] また、特許文献3には検出系にTDI(Time Delay Integration:時間遅延積分)センサを用い、TDIセンサのラインレートとステージスキャン速度を非同期で制御し、非検査物を細く絞った線状の光で照明してTDIセンサの任意の画素ラインのみに被検査物からの散乱光を受光させるように構成し、TDIセンサのラインレートとステージスキャン速度の速度比によって検出画素サイズの縦横比を制御できるようにすることにより、TDIセンサのラインレート以上のスキャン速度で監査をできるようにすることが記載されている。

[0008] 更に、特許文献4には、一方向に細く絞った線状の照明光をウェハに斜方から照射し、ウェハを線状の照明光の長手方向と直行する方向に連続的に移動させながら線状の照明光によりウェハの表面から上方に散乱した光を集光して偏光の状態に応じて分岐し、アレイ状の空間フィルタで正常パターンからの回折光や散乱光をフィルタリングして空間フィルタを透過した光を検出することにより欠陥散乱光の偏光特性に依存されずに欠陥を検出することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

- [0009] 特許文献1: 特開2000-105203号公報
特許文献2: 特表2001-512237号公報
特許文献3: 特開2010-256340号公報
特許文献4: 特開2010-190722号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0010] より微細な欠陥を効率よく検出して、この検出した欠陥の種類を分類できるようにするためには、欠陥の種類によって異なる散乱特性を利用し、散乱

方位を分離して検出する方法が考えられる。即ち、検出器を複数の箇所配置してそれぞれの箇所で検出した信号を処理して統合することにより、一方向からに検出ではノイズに埋もれてしまうような微細な欠陥からの散乱光を検出した信号を顕在化することができると共に、検出した欠陥の種類をより細かく分類することができるようになる。

[0011] このように検出器を複数の方向に配置して欠陥からの散乱光を検出することについては、特許文献 1 および 2 に記載されている。この特許文献 1 の図 2 5 および特許文献 2 の図 2 に記載されている検査装置の構成では、複数の検出器を基板の法線方向に対して斜めの方向にそれぞれ配置している。

[0012] 特許文献 1 および 2 に記載されている構成においては、基板に線状の照明光を照射し、基板を搭載したステージを線状の照明の長手方向と直角に方向に一定の速度で移動させながら基板からの散乱光を検出する。このステージが一定の速度で移動するときに、テーブルにはピッチング(上下方向の変動)やヨーイング(左右方向の変動)といった位置の変動が発生することが知られている。このうち、ピッチングにより基板の高さが変動することにより、異なる方位角方向に配置した検出器で検出する基板表面上の位置にずれが発生してしまい、基板表面に形成された同一のパターンをそれぞれの検出器で検出した信号に互いに位置のずれが生じてしまう。これは、数 10 nm 程度又はそれ以下のより微小な欠陥を検出する場合に顕著になる。

[0013] しかし、特許文献 1 および 2 に記載された発明においては、この基板の高さ変動に伴い発生する複数の検出器間の検出信号の位置ずれに対しては配慮されていない。

[0014] また、特許文献 3 及び 4 においては、複数の検出器を異なる方位角方向に配置して基板上の欠陥を検出することについては記載されていない。

[0015] 本発明の目的は、複数の方向に配置した複数の検出器からの信号を基板の高さ変動の影響を受けることなく処理して基板上のより微細な欠陥を検出することを可能にする欠陥検査方法及びその装置を提供することに有る。

課題を解決するための手段

[0016] 上記課題を解決するために、本発明では、試料を載置して少なくとも一方向に移動可能なステージ手段と、このステージ手段に載置した試料にステージの試料を載置する面の法線方向に対して傾斜した方向から線状に成形した光を照射する光照射手段と、この光照射手段により線状に成形した光が照射された試料から第1の方向に反射・散乱した光を集光して検出する第1の集光検出手段と、光照射手段により線状に成形した光が照射された試料から第2の方向に反射・散乱した光を集光して検出する第2の集光検出手段と、第1の集光検出手段から出力された検出信号と第2の光検出手段から出力された検出信号とを処理して試料状の欠陥を検出する処理手段と、ステージ手段と光照射手段と第1の光検出手段と第2の光検出手段と処理手段とを制御する制御手段とを備えた検査装置において、第1の集光検出手段と第2の集光検出手段とはそれぞれ複数列の光センサアレイを備えた光電変換器を有し、処理手段は第1の集光検出手段の複数列の光センサアレイからの検出信号を用いて試料の表面に対する第1の集光検出手段の焦点位置のずれを求めると共に第2の集光検出手段の複数列の光センサアレイからの検出信号を用いて試料の表面に対する第2の集光検出手段の焦点位置のずれを求め、この求めた第1の集光検出手段の焦点位置のずれ及び第2の集光検出手段の焦点位置のずれに応じて第1の集光検出手段から出力された検出信号と第2の集光検出手段から出力された検出信号とを補正し、この補正した第1の集光検出手段から出力された検出信号と第2の集光検出手段から出力された検出信号とを統合して試料上の欠陥を検出するようにした。

[0017] また、上記課題を解決するために、本発明では、試料を載置して少なくとも一方向に移動可能なステージ手段と、このステージ手段に載置した試料にステージの試料を載置する面の法線方向に対して傾斜した方向から線状に成形した光を照射する光照射手段と、この光照射手段により線状に成形した光が照射された試料から第1の方向に反射・散乱した光を集光して検出する第1の集光検出手段と、光照射手段により線状に成形した光が照射された試料から第2の方向に反射・散乱した光を集光して検出する第2の集光検出手段

と、第1の集光検出手段から出力された検出信号と第2の光検出手段から出力された検出信号とを処理して試料状の欠陥を検出する処理手段と、ステージ手段と光照射手段と第1の光検出手段と第2の光検出手段と処理手段とを制御する制御手段とを備えた検査装置において、第1の集光検出手段と第2の集光検出手段とはそれぞれ複数列の光センサアレイを備えた光電変換器を有し、制御手段はステージ手段を制御してこのステージ手段を一方向に連続的に移動させると共に第1の集光検出手段の光電変換器と第2の集光検出手段の光電変換器とを制御して光照射手段により線状に成形した光が照射された試料からの反射散乱光をステージ手段の移動と同期させて検出し、制御手段は更に処理手段を制御して第1の集光検出手段の光電変換器と第2の集光検出手段の光電変換器とから出力された検出信号をステージ手段の移動との動機とは異なるタイミングで処理し、この同期とは異なるタイミングで処理した前記第1の集光検出手段の光電変換器と第2の集光検出手段の光電変換器とから出力された検出信号を統合して試料状の欠陥を検出するようにした。

更に、上記課題を解決するために、本発明では、欠陥検査方法を、試料を載置したステージを一方向に移動させながら試料の表面の法線方向に対して傾斜した方向からステージが移動する一方向に直角な方向に長い線状に成形した光を試料の表面に照射し、この線状に成形した光が照射された試料の表面から第1の方向に反射・散乱した光を集光して複数列の光センサアレイを備えた第1の集光検出手段で検出し、線状に成形した光が照射された試料の表面から第2の方向に反射・散乱した光を集光して複数列の光センサアレイを備えた第2の集光検出手段で検出し、第1の集光検出手段から出力された複数列の光センサアレイからの検出信号を用いて試料の表面に対する第1の集光検出手段の焦点位置のずれを求めると共に第2の集光検出手段から出力された複数列の光センサアレイからの検出信号を用いて試料の表面に対する第2の集光検出手段の焦点位置のずれを求め、この求めた第1の集光検出手段の焦点位置のずれ及び第2の集光検出手段の焦点位置のずれに応じて第1

の集光検出手段から出力された検出信号と第2の集光検出手段から出力された検出信号とを補正し、この補正した第1の集光検出手段から出力された検出信号と第2の集光検出手段から出力された検出信号とを統合して試料上の欠陥を検出するようにした。

[0018] 更にまた、上記課題を解決するために、本発明では、欠陥検査方法を、試料を載置したステージを一方向に移動させながら試料の表面の法線方向に対して傾斜した方向からステージが移動する一方向に直角な方向に長い線状に成形した光を試料の表面に照射し、この線状に成形した光が照射された試料の表面から第1の方向に反射・散乱した光を集光して複数列の光センサアレイを有する光電変換器を備えた第1の集光検出手段でステージの前記一方向への移動と同期して検出し、線状に成形した光が照射された試料の表面から第2の方向に反射・散乱した光を集光して複数列の光センサアレイを有する光電変換器を備えた第2の集光検出手段でステージの前記一方向への移動と同期して検出し、第1の集光検出手段の光電変換器と第2の集光検出手段の光電変換器とから出力された検出信号をステージの移動との同期とは異なるタイミングで処理し、この同期とは異なるタイミングで処理した第1の集光検出手段の光電変換器と第2の集光検出手段の光電変換器とから出力された検出信号を統合して試料上の欠陥を検出するようにした。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、検査中の基板の高さ方向の変動の影響を受けずに複数の検出器の検出信号を統合して処理することができるようになり、より微細な欠陥を検出することができるようになった。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の実施例1の原理を説明するブロック図である。

[図2]本発明の実施例1の光学系の概略の構成を示す平面図である。

[図3A]本発明の実施例1の光学系の概略の構成を示す正面図である。

[図3B]本発明の実施例1の照明光学系の概略の構成を示す正面図である。

[図3C]本発明の実施例1の検出光学系の概略の構成を示す正面図である。

[図4] A F ずれによるセンサ上の検出位置のずれを説明する検出光学系のブロック図である。

[図5]本発明の実施例 1 に係る画像処理手段の構成を示すブロック図である。

[図6]ウェハの平面図と、このウェハ上に形成されたチップの拡大図である。

[図7]本発明の実施例 1 の 3 つの検出光学系で検出されて欠陥候補の信号特徴量を 3 次元空間にプロットした例を示すグラフである。

[図8]照明のプロファイルと画素サイズを無限小としたときの検出系の P S F (Point Spread Factor: 点分布関数) を示すグラフである。

[図9A]斜方に配置したセンサ上で A F ずれにより発生する検出位置のずれを説明する検出光学系のブロック図である。

[図9B]線状照明光のビームプロファイルと画素サイズを考慮したときの検出系の P S F を示すグラフである。

[図10]パターンが形成された半導体ウェハの断面図である。

[図11A]本発明の実施例 1 における斜方に配置したセンサと資料からの反射・散乱光の関係を示す検出光学系のブロック図である。

[図11B]本発明の実施例 1 における線状照明光のビームプロファイルと照明系の P S F の関係を示すグラフである。

[図11C]本発明の実施例 1 における線状照明光のビームプロファイルと照明系のセンターからのずれ量を補正したシステムとしての P S F の関係を示すグラフである。

[図12]線状照明系だけの解像度と本発明の実施例 1 における照明系の解像度との関係を示すグラフである。

[図13A]本発明の実施例 1 において A F ずれが有る場合に試料上の繰り返しパターンからの反射・散乱光を検出したときのセンサ出力を示すグラフである。

[図13B]従来の T D I センサ検出したときの A F ずれが有る場合に試料上の繰り返しパターンからの反射・散乱光を検出したときのセンサ出力を示すグラフである。

[図14A]本発明の実施例1において2段センサを用いたときにAFずれが発生した場合の格段のセンサの出力波形を示すグラフである。

[図14B]本発明の実施例1においてAFずれが有る場合に試料上の繰り返しパターンからの反射・散乱光を検出したときのセンサ出力を示すグラフである。

[図15]本発明の実施例1における高さずれ情報算出部の構成を示すブロック図である。

[図16]本発明の実施例2の原理を説明するブロック図である。

[図17A]本発明の実施例2における線状照明光のビームプロファイルとTDIセンサの各画素列ごとのPSFを示すグラフである。

[図17B]本発明の実施例2における線状照明光のビームプロファイルとTDIセンサの格段の画素の出力を所定の量ずらして足し合わせたシステムとしてのPSFを示すグラフである。

[図18]本発明の実施例2においてAFずれが有る場合に試料上の繰り返しパターンからの反射・散乱光を検出したときのTDIセンサの出力を示すグラフである。

[図19]本発明の実施例2に係る画像処理手段の構成を示すブロック図である。

[図20]本発明の実施例2に係る画像処理手段におけるTDIセンサの出力のAFずれ量を補正する方法を説明するTDIセンサの出力から欠陥候補の配置をプロットした図である。

[図21]本発明の実施例3の原理を説明するブロック図である。

[図22]本発明の実施例3における高さずれ情報算出部の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下に、本発明の実施例を、図を用いて説明する。

実施例 1

[0022] 本発明の第1の実施例を、図1乃至22を用いて説明する。

- [0023] 図1は本実施例の原理を説明する図である。本実施例では、照明光116をレンズ部101で一方向に絞ってそれと直角な方向には平行光となるように整形して微細なパターンが形成されている試料150の表面に斜め方向から照射する。検査時には、試料150は後述するステージ手段により、矢印の方向に一定の速度で移動する。
- [0024] 102は検出光学系で、線状に成形された照明光116が照射された試料150からの反射・散乱光のうち、検出光学系102の方向に反射・散乱した光を集光して検出器115の検出素子列104、105上に試料150の線状に照射された領域の像を結像する。
- [0025] 検出器115は、検出素子列104、105とを持ち、それぞれに信号を読み出すためのリードアウトレジスタ106と107とを備えた2段センサ（二次元CCD又は、Dual Line Sensor）103と、試料150の移動方向に応じて2段センサ103のリードアウトレジスタ106と107とからの出力を切り替えるスイッチ108と109、リードアウトレジスタ106と107とから同時に出力されたアナログ信号をデジタル信号に切り替えるA/D変換部109と110、A/D変換器110から出力されたデジタル信号を1次記憶して、A/D変換器109から出力されたデジタル信号とタイミングを合わせて出力するFIFO（First In First Out）メモリ111、FIFOメモリ111からの出力信号とA/D変換器109からの出力信号とを足し合わせて出力する加算器113、112はA/D変換器109からの出力信号とA/D変換器110からの出力信号とを用いて試料150の高さのずれの情報を求める高さずれ情報算出部である。114は画像処理部で、検出器115からの出力信号を受けて試料150上の欠陥を検出する。
- [0026] 図2は、本実施例に係る欠陥検査装置の光学系の構成を示す平面図である。本実施例に係る欠陥検査装置の光学系には、照明光学系側に光源206、光源206から出射した照明光116を線状にビームに成形するレンズ部101を備えている。光源206は、UV光やDUV光などの紫外レーザを発射する。一方、検出光学系102は、第1の斜方検出光学系102Aと第1

の検出器 115 A、上方検出光学系 102 B と上方検出器 115 B、第 2 の斜方検出光学系 102 C と第 2 の検出器 115 C、とを備えて構成されている。第 1 の検出器 115 A と上方検出器 115 B と第 2 の検出器 115 C とからの出力信号は画像処理部 114 に入力され、処理される。

[0027] また、本実施例に係る欠陥検査装置は、試料 150 の表面の高さを検出する高さ検出部を備えている。高さ検出部は、複数の線状の光パターン 207 を発射する光源部 201 と、光源部 201 から発射された線状の光パターン 207 を試料 150 の法線方向に対して傾いた方向から試料 150 の表面に集光して照射する集光レンズ 202、複数の線状の光パターン 207 が照射された試料 150 からの反射光(正反射光)を集光する集光レンズ 203 及び集光された反射光を検出する光検出器 204、光検出器で試料 150 からの反射光を検出した信号を受けて処理することにより試料 150 の高さ情報を抽出する高さ検出部 205 で構成されている。

[0028] 図 3 A は、本実施例に係る欠陥検査装置の検査光学系 100 の構成を示す正面図である。303 は高さ方向に移動可能な Z ステージ、304 は X 方向に移動可能な X ステージ、305 は紙面と垂直な Y 方向に移動可能な Y ステージであり、それぞれステージ制御手段 302 により動きを制御される。試料 150 は、Z ステージ 303 上に載置されている。図 3 に示した構成において、第 1 の斜方検出光学系 102 A と上方検出光学系 102 B と第 2 の斜方検出光学系 102 C とはそれぞれ図 3 C に示すように、対物レンズ 102 1、空間フィルタ 102 2、フォーカシングレンズ 102 3、偏光フィルタ 102 4、結像レンズ 102 5 を備え、試料 150 上の微細な繰り返しパターンに光を照射することにより発生する回折光による回折光パターンを空間フィルタ 102 2 で遮光し、空間フィルタ 102 2 を透過した反射・散乱光を結像レンズ 102 5 で検出器 115 の検出面上に結像する。図 3 C に示した構成は、第 1 の斜方検出光学系 102 A と上方検出光学系 102 B と第 2 の斜方検出光学系 102 C とに共通するので、各構成部品の最後の A, B, C の表記を照尺した。

- [0029] また、図3Bに照明光学系側の構成を示す。照明光学系は、レーザビームを発射する光源206とレンズ部101を備えている。レンズ部101は、光源206から発射されたレーザビームの径を拡大するためのビームエキスパンダ1011、径を拡大したレーザを平行光とするためのコリメータレンズ1012、レーザの偏光の状態を調整する偏光板1013、光量を調整するための光量調整部1014、集光レンズ1015、径を拡大されたレーザビームを一方向に集光させてそれと直角な方向には平行な状態を保った線状の光に成形するシリンドリカルレンズ1016を備えている。
- [0030] 301は全体制御部で、照明側の光源206、高さ検出部の光源部201、ステージ制御手段302を制御すると共に、画像処理部114と高さ検出部205の出力を受けて試料150を検査した結果を出力する。
- [0031] 図2及び図3に示した構成において、検査時にテージ制御手段302によりXステージ304が制御されて一方向に一定の速度で移動し、Xステージ304の移動と同期して第1の検出器115Aと上方検出器115Bと第2の検出器115Cから検出信号が出力される。Xステージ304が移動して試料150上の端まで検査が終わるとテージ制御手段302によりYステージが制御されて試料150の検査領域を隣の検査領域に移動させる。次にテージ制御手段302によりXステージ304を制御して、全回路逆の方向（－X方向）に一定の速度で移動させる。これを繰り返すことにより、試料150の全面の検査を行うことができる。
- [0032] このように、Xステージ304を駆動して試料150をX方向、又は－X方向に一定の速度で移動させるときに、Xステージ304にはピッチングと呼ばれる上下方向の高さの変動が発生する。また、これ以外に試料の二次元的な歪によっても上下方向の高さの変動が発生する。検査中にXステージ304にこのような高さの変動が発生すると、図4に示すように、第1の斜方検出光学系102Aと第2の斜方検出光学系102Cとに入射する試料150の表面からの反射・散乱光の入射角度が変化して、第1の検出器115Aと第2の検出器115Cとのそれぞれの受光面上で試料150の表面からの

反射・散乱光を受光する位置にずれが発生する。一方、上方検出器 115B に入射する試料 150 の表面からの反射・散乱光の受光位置には、ずれが生じない。

[0033] 実際には、図 2 又は 3 に示した光源部 201 から高さ検出部 205 で構成される高さ検出部で検出した試料 150 の表面の高さ情報に基づいて、全体制御部 301 によりステージ制御手段 302 が制御されて Z ステージ 303 の Z 軸方向に位置(高さ)が調整されるが、調整のオフセットや時間遅れなどの原因により高さ方向のずれ (AF (Auto Focus : 自動焦点) ずれ) が発生してしまう。この AF ずれが発生したままの状態それぞれの検出器からの信号を統合して処理をすると、AF ずれ分だけ画像がぼけてしまい、その結果、欠陥検出の精度を劣化させてしまうことになる。

[0034] この AF ずれを低減する方法として、試料 150 に照射する線状の照明光の線幅を狭める方法がある。しかし、後述するように、照明光の線幅を狭めただけでは AF ずれの影響を十分に低減することができず、検出精度に対する AF ずれの影響を十分に取りきれないで残ってしまうことになる。

[0035] 図 5 は、画像処理手段 114 の構成を示すブロック図である。

X ステージ 304 の X 方向への移動と同期して第 1 の検出器 115A から出力のうち、加算器 113 から出力された 2 つの検出素子列 104 と 105 との出力を加算した信号 509A は 2 つに分岐されてその一方が 501A のバッファメモリに入力される。501A は FIFO 型のバッファメモリであり、ダイの整数倍ずれた画像を出力する。なお、この中で、複数ダイずれた画像を重ね合わせると、ノイズの低減を図ることができる。511A は第 1 の位置あわせ処理部であり、ダイの整数倍ずれた画像間の位置ずれを検出して、分岐した 2 つの画像の位置ずれがないようにして出力し、差分器 502A に入力する。バッファメモリ 501A に先に入力していた試料 150 上の同一の形状のパターンを検出した信号または試料 150 上の隣接するダイの同じ領域のパターンを検出した信号を参照信号として、この参照信号との差分が算出され(セル比較又はダイ比較)、算出された差分画像信号 503A は第 2

の位置合せ回路部504Aに入力される。また、第1の検出器115Aからの出力のうち、高さずれ情報算出部112からの出力信号510Aも位置合せ回路部504Aに入力されて、別途入力された差分画像信号503Aに対して高さずれ分の補正を行い、欠陥候補の画像が抽出される。

[0036] 同様に、上方検出器115B及び第2の検出器115CからもXステージ304のX方向への移動と同期して出力されたそれぞれの信号が処理されて位置合せ回路部504B及び504Cで高さずれ分が補正された差画像505B、505C(欠陥候補の画像)が抽出され、それらが統合判定部506に入力される。統合判定部506では、高さずれ分が補正された差画像505A～505C(欠陥候補の画像)を統合して一つの画像を生成する。この統合判定部506で生成された画像はしきい値判定部507でしきい値と比較され、比較の結果抽出された欠陥信号508は全体制御部301へ出力される。

[0037] 図6には、差分器502A乃至502Cで実行するダイ比較を可視的に表したものである。試料150である半導体ウェハ上には、ダイ(チップ)600が複数形成されており、それぞれのダイの対応する場所には同一の形状のパターン601～605が形成されている。差分器502A乃至502Cでは、例えばダイパターン603の画像を、ダイパターン603が形成されたチップに隣接するチップに形成されているダイパターン604の画像を参照画像として両画像間の差画像を算出する。

[0038] 図7には、各位置合せ回路部504A乃至504Cから出力されたそれぞれの差画像から統合判定部506で実行する各位置合せ回路部504A乃至504Cから出力されたそれぞれの欠陥候補の画像から抽出された画像特徴量を3次元空間にプロットした例を示す。欠陥候補の画像特徴量をこのように3次元空間にプロットしたとき、真の欠陥ではない部分の画像の特徴量は中央に固まって分布するが、欠陥を含む画像の特徴量は、正常な部分の画像から算出した差画像の分布から離れた部分に存在する。従って、各検出器から得られる欠陥候補の画像を統合して図7に示すような多次元空間にプロッ

トして外れ値を抽出することにより、真の欠陥を検出することができる。

[0039] しかし、各検出器から得られる欠陥候補の画像を統合して図7に示すような多次元空間にプロットして精度良く欠陥を検出するためには、各検出器から得られる欠陥候補の位置ずれが補正されていること、すなわち、各検出器から得られる欠陥候補のアライメントが合っていることが必要になる。しかし、一般に行われる画像のマッチング技術を用いて、たとえば115A乃至115Cの画像のアライメントを行うことは極めて困難である。それぞれの画像が異なる検出条件になるため、それぞれの画像に表れるパターンが異なるためである。

[0040] 図8は、ステージ走査方向に対する照明のプロファイル801と検出系のプロファイル802をプロットしたグラフである。ここで、照明のプロファイル801の計算においては、ビームの幅が $1.8\mu\text{m}$ とし、照明は斜方照明で、照明の強度はガウス分布をしていると仮定している。また、検出系のプロファイル802の計算においては、検出器の画素のサイズを無限小として試料の法線方向に対して45度傾いた方向に設置して、NA (Numerical Aperture: 開口数) が0.5の光学系を介して検出するとした場合を例にとり、試料150上のパターンからはフラウンホーファ回折による散乱光が発生していると仮定して、検出系の点分布関数 (Point Spread Function: PSF) $d(x)$ を(数1)によって求めた。

[0041] [数1]

$$y(x) = \frac{2\pi N A x \sin \theta}{\lambda}$$

$$d(x) = d_0 \left(J_1(y(x)) / y(x) \right)^2 \quad \cdots \quad (\text{数1})$$

λ : 波長

x : 中心からの距離

θ : 試料法線方向からの検出系の角度

[0042] 図8のグラフからは、検出系のPSFと比較したときに斜方照明系の照明は相対的に拡がっており、ステージ走査方向に対して照明系のみでは十分な画像の解像度

が得られないことを示している。装置全体での解像度の向上を図るには、検出系の解像度を改善することが有効である。

[0043] 図 8 に示したグラフにおいては、検出器の画素サイズを無限小として計算した場合を示したが、実際には検出器の画素は有限の大きさを持っている。そこで、図 9 A に示すような、検出器 1 1 5 C の画素サイズを以下に述べる理由により $2.5 \mu\text{m}$ として、それ以外の条件を図 8 の場合と同じにして計算した場合、その結果は図 9 B に示したグラフのようになる。

[0044] ここで、試料 1 5 0 が X 方向に連続的に移動して試料 1 5 0 の表面の高さ変動することにより、図 9 A に示すような A F ずれとして $\pm 0.5 \mu\text{m}$ のずれが発生したと仮定すると、ビーム幅が $1.8 \mu\text{m}$ の光を照射したときに、この $\pm 0.5 \mu\text{m}$ の A F ずれを許容するために必要な検出器 1 1 5 C の画素のサイズは、ウェハ上で $1.8 + 1.0/\sqrt{2} = 2.5 \mu\text{m}$ 必要になる。

[0045] このときの検出系の P S F は、(数 2) で表されるように画素サイズと (数 1) で表される検出系の P S F の畳み込み積分で求められ、図 9 B に示すような特性となる。

[0046] [数 2]

$$\text{rect}(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } |x| < 1/2 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{PSF}(x) = \text{rect}(x/p) \otimes d(x) \quad \dots \quad (\text{数 } 2)$$

P は画素サイズ

[0047] この図 9 B に示したグラフにおいては、図 8 に示したグラフと異なり、検出系の解像度が照明形のそれに比べて悪くなっている。すなわち、図 9 B のグラフから、有限の画素サイズを持つ検出器を図 9 A に示したような単純な構成で用いた場合には、照明光のビームの線幅方向（ステージの移動方向）の解像度は照明系の解像度で決まってしまうことが判る。

[0048] 図 1 0 には、試料 1 5 0 として、下層に微細なパターン 1 0 0 4 が形成され、その上に二酸化シリコン (SiO_2) 膜又は窒化シリコン (Si_3N_4) 膜などの光学的に透明な薄膜 1 0 0 2 が形成され、表面にパターン 1 0 0 7 が形

成された例を示す。このような断面構造を有する試料 150 に 1001 のようなビームプロファイルを有する照明光を照射した場合、照明光は光学的に透明な膜 1002 を透過して下層の微細なパターン 1004 で反射散乱して 1003 に示すようなビームプロファイルを有する光になって光学的に透明な膜 1002 を透過し、これと入射光が緩衝して 1008 に示すような分布特性となってしまう。

[0049] このように、試料 150 が下地パターンからの反射光の影響を無視できないような構造である場合、照明系の解像度が見かけ上、低下してしまうことが起こる。

[0050] このような現象の発生を防ぐためには、検出系の解像度を向上させることが必要になる。この検出系の解像度を向上させるためには、図 8 と図 9 B とを比較すると明らかなように、検出系の画素サイズを小さくすることが有効であることがわかる。

図 11 A には、図 9 A に示した構成と同じで、画素を 104 と 105 の 2 つ配置してそれらのサイズを図 9 A の場合の半分の $1.25 \mu\text{m}$ とした状態を示す。試料 150 に照射したビームの中心が 2 つの画素 104 と 105 との中間に投影されるように試料 150 上の照明光の照射領域と検出系の画素の位置が調整されている状態を示している。

[0051] このような図 11 A に示した構成における照明光のビームプロファイルと各画素 104 と 105 とで検出される反射・散乱光の分布を図 11 B に示す。

[0052] このとき、照明のプロファイル 1101 は、(数 3) によって表される。

[0053] [数 3]

$$i(x) = i_0 \exp \left(-\frac{x^2}{2(w/4)} \right) \quad \dots \quad (\text{数 3})$$

w : 照明の線幅

[0054] 一方、検出系の画素サイズを無限小とした場合の P S F は、(数 4) で表される。

[0055] [数4]

$$I(x) = I_0 \frac{J_1(2\pi N A x \sin \theta / \lambda)^2}{\pi N A x \sin \theta / \lambda} \quad \dots \quad (\text{数 } 4)$$

[0056] しかし、実際には検出系の画素は有限の大きさを持っており、これを考慮すると、検出系の P S F は、(数 5) で表される。

[0057] [数5]

$$PSF(x) = I(x) (\text{rect}((x \pm \alpha) / p) - I(x)) \quad \dots \quad (\text{数 } 5)$$

[0058] p : ステージ移動方向の画素のサイズ

$$\alpha: p / 2$$

ここで、多段のラインセンサを有する検出系の 1 ライン分の画像取得と同期したステージの移動量を $2S$ とすると、数 3 で求められる $i(x)$ がほぼコンスタントの場合には通常が多段のラインセンサ(例えば T D I センサ (Time Delay Integration sensor: 時間遅延積分センサ) で検出する場合と同じくシフト量を画素サイズの $1/2$ にすればよいが、照明光の幅を寄り細く絞ってビームプロファイル 1 1 0 1 をより急峻にすると、シフト量は画素のサイズでは決まらず、照明光のビームプロファイルと検出系の解像度で決まり、(数 6) のように表される。

[0059] [数6]

$$s = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} x PSF(x) dx}{\int_{-\infty}^{\infty} PSF(x) dx} \quad \dots \quad (\text{数 } 6)$$

[0060] 一般に用いられる T D I センサーでは、この s であらわされるシフト量が画素サイズの $1/2$ であるのに対し、本発明の構成をとる場合には、 s は画素サイズの $1/2$ よりも小さくなる。これはシステムとしての画素サイズが小さくなることとほぼ等価であり、大きな画素サイズを用いた場合であっても、高い解像度を得ることが可能になる。この状態において、移動量を一般の T D I センサーを利用する場合と同様に、試料上での画素サイズと等しい量だけ移動させた場合には画像の解像度が劣化する。

[0061] 図11Cに、各画素104と105とで検出される反射・散乱光の分布を、(数6)に基づいて求めたセンタからのシフト量だけずらして(全体制御部301で制御して、Xステージ304のX方向への移動と同期させて多段のラインセンサ103試料150からの反射・散乱光を検出するための同期信号に対して時間遅れを持たせて)加算した結果のシステムとしてのPSFを、照明光のビームプロファイルとかさねて表したグラフを示す。この結果から、検出系の解像度が図9Bに示した場合と比べて大幅に改善されていることがわかる。

[0062] 図12に、照明光を細線化することにより達成される解像度の特性と、細線化した照明光に本実施例により2段のラインセンサを用いて検出系の解像度を向上させた場合の解像度の特性とを重ねて表示したグラフを示す。

本実施例による2段のラインセンサを用いて検出系を採用することにより、解像度が向上していることがわかる。

[0063] 図13Aには、2段のラインセンサを用いて図11Aに示したような光学系を組んでテストパターンを細線照明したときに、AFずれが発生した場合と発生しない場合とのセンサ出力をシミュレーションにより求めた結果を示す。AFずれが無い場合のセンサ出力1302と、 $-0.5\mu\text{m}$ のAFずれが発生した場合のセンサ出力1301、及び $+0.5\mu\text{m}$ のAFずれが発生した場合のセンサ出力を、シミュレーションにより求めた結果を示す。AFずれが発生することにより、検出信号が大きくばらつくことがわかる。この信号のばらつき幅 δ は、図11Aに示したような2段のセンサで従来のように画像のシフト量を画素サイズの半分にして加算した場合には $\pm 0.5/\sqrt{2} = \pm 0.35(\mu\text{m})$ であるのに対して、本実施例のように2段のセンサの画像のシフト量を(数5)を用いて算出した値に設定した場合(照明の線幅： $1.5\mu\text{m}$ 、画素サイズ： $1.25\mu\text{m}$)、ばらつき幅 δ を $0.18\mu\text{m}$ にまで低減できる。

[0064] これに対して図13Bには、図9Aに示したような従来の画素サイズが $2.5\mu\text{m}$ の検出系を用いたときに図13Aの場合と同じAFずれが発生した場

合のセンサ出力をシミュレーションにより求めた結果を示す。この場合、画素のサイズがAFずれによるビーム位置の変動量をカバーできる大きさなので、AFずれが発生しても検出されるパターンの位置に変化は生じない。ただし、図13Bの場合には画素サイズが大きいので、図13Aの場合と比べて欠陥検出の感度が低くなってしまう。

[0065] 図14Aに、AFずれが発生した場合の2段センサ103の画素列104と105からの出力波形を示す。図11Aで説明したように、AFずれが無い状態で試料150に照射したビームの中心が2つの画素104と105との中間に投影されるように試料150上の照明光の照射領域と検出系の画素の位置が調整されている。このように調整された検出系に対してAFずれが発生するとセンサ面におけるビームの中心位置がずれるために、2段センサ103の画素列104から出力される信号1401の出力レベルと画素列105から出力される信号1402のレベルが変化する。この信号レベルの変化は、AFずれ量に対応する。

[0066] 図14Bには、AFずれが発生した状態でXステージ304を走査させたときに、試料150に形成された繰り返しパターンからの反射・散乱光を2段センサ103で検出したときの画素列104からの出力波形1403と画素列105からの出力波形1404を示す。このように、出力波形1403と出力波形1404との信号レベルに一定の差が生じているので、画素列104からの出力信号と画素列105からの出力信号とをXステージ304のある走査範囲にわたって加算することにより、AFずれ量を推定することが可能になる。この画素列104からの出力信号と画素列105からの出力信号とをXステージ304のある走査範囲にわたって加算することを図1に示した高さずれ情報算出部112で実行する。

[0067] 図15に、高さずれ情報算出部112の構成を示す。1503と1504とはそれぞれ信号加算器で、Xステージ304が一方向に一定の速度で移動しているときにA/D変換器109から出力された信号1501を信号加算器1503で加算し、A/D変換器110から出力された信号1502を信号加

算器 1504 で加算する。信号加算器 1503 および信号加算器 1504 から出力された加算信号はそれぞれ処理部 1505 に入力され、信号加算器 1503 からの信号値を信号加算器 1504 からの信号値で割り算をするなどしてノルマライズされる。処理部 1505 でノルマライズされた結果は比較部 1506 において、予め設定しておいた AF ずれ量とノルマライズされて値との関係を記録したルックアップテーブル (LUT) のデータと比較することにより AF ずれ量が求められる。

[0068] 図 5 に示したように、高さずれ情報算出部 112 で求められた AF ずれ量の情報 510A~510C は画像処理部 114 に送られ、位置合せ部 504A~504C において、差分器 502A~502C から出力された差画像 503A~503C に対してそれぞれ AF ずれ量の情報を用いて高さずれ分の補正が行われる。なお、102A および 102C が対称的に配置されていた場合、510A および 510C で検出する高さずれは原理的に一致する。そこで、510A と 510C で検出する高さずれ量の平均を算出し、504A と 504C に入力し、これを用いるようにすれば、さらに安定した AF ずれ量の算出が可能になる。また、AF ずれ量が短時間で大きく変動しない性質を考慮して、510A および 510C の信号に時間的な平均化処理をかけることでさらに安定した AF ずれ量算出が可能になる。また、102B が傾きを持たずに配置されていた場合には、AF ずれが発生した場合においても画像のずれは発生しない。そこで、図 5 より 510B および 504B を省いても良い。

[0069] この高さずれ分の補正が行われた差画像 505A~505C は統合判定部 506 に送られて、統合されて 3 次元ベクトル画像を生成する。この統合判定部 506 で生成された画像はしきい値判定部 507 に送られて、各欠陥候補について画像特徴量が抽出され、図 7 で説明したような三次元空間にプロットされた欠陥候補の特徴量のうち欠陥候補が密集している特徴量領域から予め設定したしきい値以上離れている孤立した欠陥候補が抽出され、この抽出された欠陥信号 508 は全体制御部 301 へ出力される。

[0070] このように、本実施例によれば、異なる方向から撮像して得た画像に対してA F高さずれ分の補正を行ってから合成処理することが可能になり、より高感度に欠陥を検出することができると共に、検出した欠陥の分類精度を向上させることが可能になる。

実施例 2

[0071] 実施例 1 においては、検出器 1 1 5 に 2 段センサ 1 0 3 を採用した例を示したが、本実施例においては、2 段センサ 1 0 3 の代わりに 3 段の T D I センサ 1 6 0 4 を用いた例を説明する。本実施例における欠陥検査装置の構成は、基本的には図 2 及び 3 に示した構成と同じであり、検出器 1 1 5 A 乃至 1 1 5 C の構成、及び画像処理部 1 1 4、全体制御部 3 0 1 の一部が実施例 1 で説明した構成股が動作と異なっている。

[0072] 図 1 6 は実施例 2 の原理を説明する図である。試料 1 5 0 上には図示していない光源から発射された照明光 1 1 6 がレンズ 1 0 1 で一方向(図 1 6 の場合は X 方向)に絞られてそれと直角な方向には平行光となるように成形されて斜め方向から照射される。このとき試料 1 5 0 は X ステージ 3 0 4 により X 方向に一定の速度で移動している。照明光 1 1 6 が照射された試料 1 5 0 からの反射・散乱光のうち検出光学系 1 0 2 の方向に向かった光は検出光学系 1 0 2 で集光されて検出器 1 6 1 5 の T D I センサ 1 6 1 0 の受光面に配置された画素列 1 6 0 1、1 6 0 2、1 6 0 3 上に結像される。画素列 1 6 0 1、1 6 0 2、1 6 0 3 で検出された信号は下流側のリードアウトレジスタ 1 6 0 4 又は 1 6 0 5 から出力されて切替スイッチ 1 6 1 1 で A/D 変換器 1 6 1 2 に入力される。

[0073] A/D 変換器 1 6 1 2 でアナログ信号からデジタル信号に変換された T D I センサ 1 6 1 0 からの出力信号は画像処理部 1 6 1 4 に入力して処理され試料 1 5 0 上の欠陥が検出される。

[0074] T D I センサ 1 6 1 0 からは、各画素列 1 6 0 1、1 6 0 2、1 6 0 3 で検出した信号が順次積算されてリードアウトレジスタ 1 6 0 4 又は 1 6 0 5 から出力されるため、出力信号は A F ずれの影響を等しく受けているので、

実施例 1 における検出器 115 の高さずれ情報算出部 112 に相当する回路を必要としない。

[0075] 図 17A には、線状に成形した照明光 116 の線幅方向の断面のプロファイル 1101 と、この照明光 116 で照明された試料 150 からの反射・散乱光を AF ずれが無い状態で TDI センサ 1610 で検出したときの各画素列 1601, 1602, 1603 ごとに PSF を算出した結果を波形 1701, 1702, 1703 として照明光の断面のプロファイル 1101 と重ねて表示したものである。なお、TDI センサ 1610 の各画素列 1601, 1602, 1603 の走査 X ステージ走査方向の画素サイズを $0.833\ \mu\text{m}$ とて計算した。

[0076] TDI センサ 1610 の段数を 3 段とすることにより、画素列 1601 と画素列 1602 とで検出した画像のシフト量と、画素列 1602 と画素列 1603 とで検出した画像のシフト量とを同じ量に設定することにより、TDI センサ 1610 からの出力を連続的に処理することができる。また、3 段の TDI センサーを用いた場合の s 、すなわち、検出系の 1 ライン分の画像取得と同期したステージの移動量の $1/2$ は、(数 6) の α をステージ移動方向の画素サイズ p とおくことによって計算することができる。この場合においても、 s は画素サイズの $1/2$ よりも小さな値になる。実施例 1 の場合と同様、この状態において、一般の TDI センサーを利用する場合と同様に、1 ライン分の画像取得と同期したステージの移動量を試料上でのステージ移動方向の画素サイズと等しくすると画像の解像度が劣化してしまう。

[0077] 本実施例では、TDI センサ 1610 の画素列の段数を 3 段の場合について説明したが、画素列を 4 段以上にすると、隣接する画素列間の画像シフト量が中央部分と周辺部分とで異なってしまうために、TDI センサ 1610 からの出力を連続的に処理することができなくなってしまう。従って、TDI センサ 1610 の段数は、2 段又は 3 段が適している。

[0078] 図 17B は、TDI センサ 1610 の各画素列 1601, 1602, 1603 ごとの PSF 波形を、(数 5) に基づいて求めたシフト量だけずらして

加算した結果のシステムとしてのPSF1704を、照明光のビームプロファイル1101とかさねて表したグラフを示す。この結果から、検出系のPSFが照明光のプロファイルと比べて改善されていることがわかる。

[0079] 図18には、3段のTDIセンサ1610を用いて図11Aに示したものと同様な光学系を組んでテストパターンを細線照明したときに、AFずれが発生した場合と発生しない場合とのTDIセンサ1610の出力をシミュレーションにより求めた結果を示す。AFずれが無い場合のセンサ出力1802と、 $-0.5\mu\text{m}$ のAFずれが発生した場合のセンサ出力1801、及び $+0.5\mu\text{m}$ のAFずれが発生した場合のセンサ出力1803を、シミュレーションにより求めた結果を示す。AFずれが発生することにより、検出信号が大きくばらつくことがわかる。この信号のばらつき幅 δ は、本実施例のようにTDIセンサの画像のシフト量を(数5)を用いて算出した値に設定した場合(照明の線幅: $1.5\mu\text{m}$ 、画素サイズ: $1.25\mu\text{m}$)、ばらつき幅 δ を $\pm 0.21\mu\text{m}$ にまで低減できる。これは、実施例1に場合と比べるとやや大きい、照明の線幅が広い従来の方式と比較すると大幅に改善されている。

[0080] 実施例2における欠陥検査装置の画像処理部1614の構成を図19に示す。図5で説明した実施例1における構成と類似しているが、図5で説明した高さずれ情報算出部112からの出力信号510A~510Cに相当する信号の入力がない。

[0081] 図19に示した構成において、第1の検出器1615Aからの出力1613Aから分岐された一方の信号はバッファメモリ501Aに入力し、第1の位置あわせ処理部511Aにて図5にて説明したように位置あわせが行われる。分岐した他方の信号は差分器502Aに入力し、バッファメモリ501Aに先に入力していた試料150上の同一の形状のパターンを検出した信号または試料150上の隣接するダイの同じ領域のパターンを検出した信号を参照信号として、この参照信号との差分が算出され(セル比較又はダイ比較)、算出された差画像1901Aは仮欠陥判定部1902Aにおいて予め設定さ

れた第1のしきい値信号レベルと比較されて差画像1901Aの中から擬似欠陥が除去される。この擬似欠陥信号が除去された信号1903AはAFずれ算出部1904に入力される。

第2の検出器1615Bからの出力1613B及び第3の検出器1615Cからの出力1613Cも同様に処理されて、仮欠陥判定部1902B及び1902Cにおいて予め設定された第1のしきい値信号レベルと比較されて擬似欠陥信号が除去された信号1903B及び1903CはAFずれ算出部1904に入力される。

[0082] AFずれ算出部1904においてAFずれ量を求める方法について、図20を用いて説明する。図20において、2001と2006とは第1の検出器1615Aで検出された欠陥候補の位置を表し、2002と2004とは第2の検出器1615Bで検出された欠陥候補の位置を表し、2003と2007とは第3の検出器1615Cで検出された欠陥候補の位置を表わす。比較的近距離に有る欠陥候補は同一のAFずれ量であると仮定して対応関係が最もよく取れる欠陥候補(図20の場合には、2001と2002及び2003)の座標情報からAFずれ量を推定し、この推定したAFずれ量の情報を用いて擬似欠陥信号が除去された信号1903A乃至1903Cの高さずれを補正する。AFずれ算出部1904において高さずれが補正された信号1905A乃至1905Cは、統合判定部1906に入力されて、3次元のベクトル差分画像に統合され、しきい値判定部1908で予め設定したしきい値と比較して欠陥が抽出され、この抽出された欠陥の情報1909は全体制御部301へ出力される。

[0083] 本実施例によれば、異なる方向から撮像して得た画像に対してAF高さずれ分の補正を行ってから合成処理することが可能になり、より高感度に欠陥を検出することができると共に、検出した欠陥の分類精度を向上させることが可能になる。

実施例 3

[0084] 本実施例においては、検出するパターンに基づきAFずれを判定する方式

を図 2 1 と本実施例における欠陥検査装置の構成は、基本的には実施例 1 において図 2 及び 3 に示した構成と同じであり、検出器 1 1 5 A 乃至 1 1 5 C の構成の一部のみが実施例 1 で説明した構成及び動作と異なっている。実施例 1 においては、検出器 1 1 5 に 2 段センサ 1 0 3 を採用し、A F ずれによる検出位置のずれを高さずれ情報算出部 1 1 2 で算出していた。高さずれ情報算出部 1 1 2 は、図 1 5 に示すように、A/D 変換器 1 0 9 から出力された信号と A/D 変換器 1 1 0 から出力された信号から算出される明度の比率を L U T 1 5 0 6 で評価して高さを算出していた。

[0085] これに対して、本実施例では図 2 1 に示すように、高さずれ情報算出部 1 1 2 の代替として高さずれ情報算出部 2 1 0 1 を用いて A F ずれを算出する。図 2 1 に示した構成で、2 段センサ 1 0 3 は実施例 1 に代いて図 1 を用いて説明したものと同一である。また、スイッチ 2 1 0 8 及び 2 1 0 9 は、試料 1 5 0 の移動方向に応じて 2 段センサ 1 0 3 のリードアウトレジスタ 1 0 6 と 1 0 7 とからの出力を切り替える。高さずれ情報算出部 2 1 0 1 には、A/D 変換器 2 1 0 9 から出力された信号 2 1 0 2 および A/D 変換器 2 1 1 0 でから出力された信号 2 1 0 3 さらに、加算記 2 1 1 3 で加算して合成された信号 2 1 0 4 を入力する。

[0086] 高さずれ情報算出部 2 1 0 1 の処理を図 2 2 で説明する。2 2 0 1 はローパスフィルタであり、加算記 2 1 1 3 で加算して合成された信号 2 1 0 4 の信号に対して、図 2 1 の矢印で示したステージ走査方向の高空間周波数を抑制し信号 2 2 0 4 を出力する。2 2 0 3 は加算器であり、A/D 変換器 2 1 0 9 から出力された信号 2 1 0 2 と A/D 変換器 2 1 1 0 でから出力された信号 2 1 0 3 とを加算し、信号 2 2 0 5 を出力する。この信号 2 2 0 5 は加算記 2 1 1 3 で加算して合成された信号 2 1 0 4 に対してステージ走査方向に解像度が悪くなっている画像であるため、信号 2 2 0 4 と信号 2 2 0 5 は極めて類似した画像になる。そこで、パターンマッチング部 2 2 0 2 で信号 2 2 0 4 と信号 2 2 0 5 をパターンマッチングにより、ずれ量を算出する。信号 2 2 0 5 は A F ずれにより、ほとんどパターンの位置が変化しないのに対し

、信号2204はAFずれによって、パターンの位置が変化する。そこで、信号2205を基準として信号2204のずれ量を求めることにより、AFずれを算出することが可能である。

符号の説明

[0087] 100・・・検査光学系 101・・・レンズ 102、102A、
102B、102D・・・検出光学系 103・・・2段センサ 11
2・・・高さずれ情報算出部 113・・・加算器 114・・・画像
処理部 115、115A、115B、115C・・・検出器 201
・・・光源部 202・・・集光レンズ 203・・・集光レンズ
204・・・光検出器 205・・・高さ検出部 301・・・全体制
御部 302・・・ステージ制御手段 303・・・Zステージ 3
04・・・Xステージ 305・・・Yステージ 501A、501B
、501C・・・バッファメモリ 502A、502B、502C・・・
差分器 504A、504B、504C・・・位置合せ回路部 506
・・・統合判定部 507・・・しきい値判定部 1610・・・TD
Iセンサ 1614・・・画像処理部 1615・・・検出器 19
02A、1902B、1902C・・・仮欠陥判定部 1904・・・A
Fずれ算出部 1906・・・統合判定部 1908・・・しきい値判
定部。

請求の範囲

[請求項1]

試料を載置して少なくとも一方向に移動可能なステージ手段と、

該ステージ手段に載置した前記試料に前記ステージの前記試料を載置する面の法線方向に対して傾斜した方向から線状に成形した光を照射する光照射手段と、

該光照射手段により前記線状に成形した光が照射された前記試料から第1の方向に反射・散乱した光を集光して検出する第1の集光検出手段と、

前記光照射手段により前記線状に成形した光が照射された前記試料から第2の方向に反射・散乱した光を集光して検出する第2の集光検出手段と、

前記第1の集光検出手段から出力された検出信号と前記第2の光検出手段から出力された検出信号とを処理して前記試料状の欠陥を検出する処理手段と、

前記ステージ手段と前記光照射手段と前記第1の光検出手段と前記第2の光検出手段と前記処理手段とを制御する制御手段とを備えた検査装置であって、

前記第1の集光検出手段と前記第2の集光検出手段とはそれぞれ複数列の光センサアレイを備えた光電変換器を有し、

前記処理手段は前記第1の集光検出手段の前記複数列の光センサアレイからの検出信号を用いて前記試料の表面に対する前記第1の集光検出手段の焦点位置のずれを求めると共に前記第2の集光検出手段の前記複数列の光センサアレイからの検出信号を用いて前記試料の表面に対する前記第2の集光検出手段の焦点位置のずれを求め、該求めた前記第1の集光検出手段の焦点位置のずれ及び前記第2の集光検出手段の焦点位置のずれに応じて前記第1の集光検出手段から出力された検出信号と前記第2の集光検出手段から出力された検出信号とを補正し、該補正した前記第1の集光検出手段から出力された検出信号と前

記第2の集光検出手段から出力された検出信号とを統合して前記試料上の欠陥を検出することを特徴とする欠陥検査装置。

[請求項2] 前記集光照射手段により前記線状に成形した光が照射された前記試料から第3の方向に反射・散乱した光を集光して検出する複数列の光センサアレイを備えた光電変換器を有する第3の集光検出手段を更に備えたことを特徴とする請求項1記載の欠陥検査装置。

[請求項3] 前記第1の集光検出手段と前記第2の集光検出手段とは、それぞれ2列の光センサアレイを有するデュアルラインセンサを光検出器として備えることを特徴とする請求項1記載の欠陥検査装置。

[請求項4] 前記第1の集光検出手段と前記第2の集光検出手段とはそれぞれ前記試料上に形成された繰り返しパターンにより発生する回折光パターンを遮光する空間フィルタを備え、該空間フィルタを透過した光を検出することを特徴とする請求項1記載の欠陥検査装置。

[請求項5] 前記試料表面の高さを光学的に検出する高さ検出手段をさらに備えることを特徴とする請求項1記載の欠陥検査装置。

[請求項6] 試料を載置して少なくとも一方向に移動可能なステージ手段と、
該ステージ手段に載置した前記試料に前記ステージの前記試料を載置する面の法線方向に対して傾斜した方向から線状に成形した光を照射する光照射手段と、

該光照射手段により前記線状に成形した光が照射された前記試料から第1の方向に反射・散乱した光を集光して検出する第1の集光検出手段と、

前記光照射手段により前記線状に成形した光が照射された前記試料から第2の方向に反射・散乱した光を集光して検出する第2の集光検出手段と、

前記第1の集光検出手段から出力された検出信号と前記第2の光検出手段から出力された検出信号とを処理して前記試料状の欠陥を検出する処理手段と、

前記ステージ手段と前記光照射手段と前記第 1 の光検出手段と前記第 2 の光検出手段と前記処理手段とを制御する制御手段とを備えた検査装置であって、

前記第 1 の集光検出手段と前記第 2 の集光検出手段とはそれぞれ複数列の光センサアレイを備えた光電変換器を有し、

前記制御手段は前記ステージ手段を制御して該ステージ手段を前記一方向に連続的に移動させると共に前記第 1 の集光検出手段の光電変換器と前記第 2 の集光検出手段の光電変換器とを制御して前記光照射手段により線状に成形した光が照射された前記試料からの反射散乱光を前記ステージ手段の移動と同期させて検出し、

前記制御手段は更に前記処理手段を制御して前記第 1 の集光検出手段の光電変換器と前記第 2 の集光検出手段の光電変換器とから出力された検出信号を前記ステージ手段の移動との前記動機とは異なるタイミングで処理し、該同期とは異なるタイミングで処理した前記前記第 1 の集光検出手段の光電変換器と前記第 2 の集光検出手段の光電変換器とから出力された検出信号を統合して前記試料状の欠陥を検出することを特徴とする欠陥検査装置。

[請求項7] 前記集光照射手段により前記線状に成形した光が照射された前記試料から第 3 の方向に反射・散乱した光を集光して検出する複数列の光センサアレイを備えた光電変換器を有する第 3 の集光検出手段を更に備えたことを特徴とする請求項 6 記載の欠陥検査装置。

[請求項8] 前記第 1 の集光検出手段と前記第 2 の集光検出手段とは、それぞれ 2 列の光センサアレイを有するデュアルラインセンサを光検出器として備えることを特徴とする請求項 6 記載の欠陥検査装置。

[請求項9] 前記第 1 の集光検出手段と前記第 2 の集光検出手段とはそれぞれ前記試料上に形成された繰り返しパターンにより発生する回折光パターンを遮光する空間フィルタを備え、該空間フィルタを透過した光を検出することを特徴とする請求項 6 記載の欠陥検査装置。

[請求項10] 前記試料表面の高さを光学的に検出する高さ検出手段をされに備えることを特徴とする請求項6記載の欠陥検査装置。

[請求項11] 試料を載置したステージを一方向に移動させながら前記試料の表面の法線方向に対して傾斜した方向から前記ステージが移動する前記一方向に直角な方向に長い線状に成形した光を前記試料の表面に照射し、

該線状に成形した光が照射された前記試料の表面から第1の方向に反射・散乱した光を集光して複数列の光センサアレイを備えた第1の集光検出手段で検出し、

前記線状に成形した光が照射された前記試料の表面から第2の方向に反射・散乱した光を集光して複数列の光センサアレイを備えた第2の集光検出手段で検出し、

前記第1の集光検出手段から出力された前記複数列の光センサアレイからの検出信号を用いて前記試料の表面に対する前記第1の集光検出手段の焦点位置のずれを求めると共に前記第2の集光検出手段から出力された前記複数列の光センサアレイからの検出信号を用いて前記試料の表面に対する前記第2の集光検出手段の焦点位置のずれを求め、

該求めた前記第1の集光検出手段の焦点位置のずれ及び前記第2の集光検出手段の焦点位置のずれに応じて前記第1の集光検出手段から出力された検出信号と前記第2の集光検出手段から出力された検出信号とを補正し、

該補正した前記第1の集光検出手段から出力された検出信号と前記第2の集光検出手段から出力された検出信号とを統合して前記試料上の欠陥を検出する

ことを特徴とする欠陥検査方法。

[請求項12] 前記線状に成形した光が照射された前記試料の表面から第3の方向に反射・散乱した光を集光して複数列の光センサアレイを備えた第3

の集光検出手段で検出し、

前記第3の集光検出手段から出力された前記複数列の光センサアレイからの検出信号を用いて前記試料の表面に対する前記第3の集光検出手段の焦点位置のずれを求め、該求めた前記第3の集光検出手段の焦点位置のずれに応じて前記第3の集光検出手段から出力された検出信号を補正し、該補正した前記第3の集光検出手段から出力された検出信号と前記補正した前記第1の集光検出手段から出力された検出信号と前記第2の集光検出手段から出力された検出信号とを統合して前記試料状の欠陥を検出することを特徴とする請求項11記載の欠陥検査方法。

[請求項13] 前記第1の集光検出手段で集光した前記試料の表面から第1の方向に反射・散乱した光を前記第1の集光検出手段の2列の光センサアレイで検出し、該2列の光センサアレイの各列からの検出信号を用いて前記試料の表面に対する前記第1の集光検出手段の焦点位置のずれを求め、前記第2の集光検出手段で集光した前記試料の表面から第2の方向に反射・散乱した光を前記第2の集光検出手段の2列の光センサアレイで検出し、該2列の光センサアレイの各列からの検出信号を用いて前記試料の表面に対する前記第2の集光検出手段の焦点位置のずれを求めることを特徴とする請求項11記載の欠陥検査方法。

[請求項14] 前記第1の集光検出手段と前記第2の集光検出手段とは、それぞれ前記試料上に形成された繰り返しパターンにより発生する回折光パターンを遮光した光を検出することを特徴とする請求項11記載の欠陥検査方法。

[請求項15] 前記試料を載置したステージを一方向に移動させながら前記線状に成形した光を前記試料の表面に照射しているときに、前記試料表面の高さを光学的に検出し、該検出した高さ情報に基づいて前記ステージを上下させて前記試料表面の高さを制御することを特徴とする請求項11記載の欠陥検査方法。

- [請求項16] 試料を載置したステージを一方向に移動させながら前記試料の表面の法線方向に対して傾斜した方向から前記ステージが移動する前記一方向に直角な方向に長い線状に成形した光を前記試料の表面に照射し、
- 該線状に成形した光が照射された前記試料の表面から第1の方向に反射・散乱した光を集光して複数列の光センサアレイを有する光電変換器を備えた第1の集光検出手段で前記ステージの前記一方向への移動と同期して検出し、
- 前記線状に成形した光が照射された前記試料の表面から第2の方向に反射・散乱した光を集光して複数列の光センサアレイを有する光電変換器を備えた第2の集光検出手段で前記ステージの前記一方向への移動と同期して検出し、
- 前記第1の集光検出手段の光電変換器と前記第2の集光検出手段の光電変換器とから出力された検出信号を前記ステージの移動との前記同期とは異なるタイミングで処理し、該同期とは異なるタイミングで処理した前記前記第1の集光検出手段の光電変換器と前記第2の集光検出手段の光電変換器とから出力された検出信号を統合して前記試料上の欠陥を検出することを特徴とする欠陥検査方法。
- [請求項17] 前記第1の集光検出手段と前記第2の集光検出手段とは、それぞれ前記試料上に形成された繰り返しパターンにより発生する回折光パターンを遮光した光を検出することを特徴とする請求項16記載の欠陥検査方法。
- [請求項18] 前記試料を載置したステージを一方向に移動させながら前記線状に成形した光を前記試料の表面に照射しているときに、前記試料表面の高さを光学的に検出し、該検出した高さ情報に基づいて前記ステージを上下させて前記試料表面の高さを制御することを特徴とする請求項16記載の欠陥検査方法。
- [請求項19] 試料を載置して少なくとも一方向に移動可能なステージ手段と、

該ステージ手段に載置した前記試料に前記ステージの前記試料を載置する面の法線方向に対して傾斜した方向から線状に成形した光を照射する光照射手段と、

該光照射手段により前記線状に成形した光が照射された前記試料から反射・散乱した光を集光して検出する集光検出手段と、

前記集光検出手段から出力された検出信号を処理して前記試料状の欠陥を検出する処理手段と、

前記ステージ手段と前記光照射手段と前記光検出手段と前記処理手段とを制御する制御手段を備えた検査装置であって、

前記集光検出手段は、前記ステージの移動方向の前記試料面上での共役な大きさが前記光照射手段が前記試料上に線上に照明する照明光の線幅に対して小さい光電変換面を有する複数列の光センサアレイを備えた光電変換器を有し、

前記複数列の光センサアレイで検出した、一定の時間差をもって検出した電気信号を加算する信号加算手段を有し、

前記制御手段は前記ステージ手段が前記一定の時間差の区間に移動量が前記光電変換面の前記試料上での対応する大きさ以下になるように制御することを特徴とする欠陥検査装置。

[請求項20]

試料を載置したステージを一方向に移動させながら前記試料の表面の法線方向に対して傾斜した方向から前記ステージが移動する前記一方向に直角な方向に長い線状に成形した光を前記試料の表面に照射し、

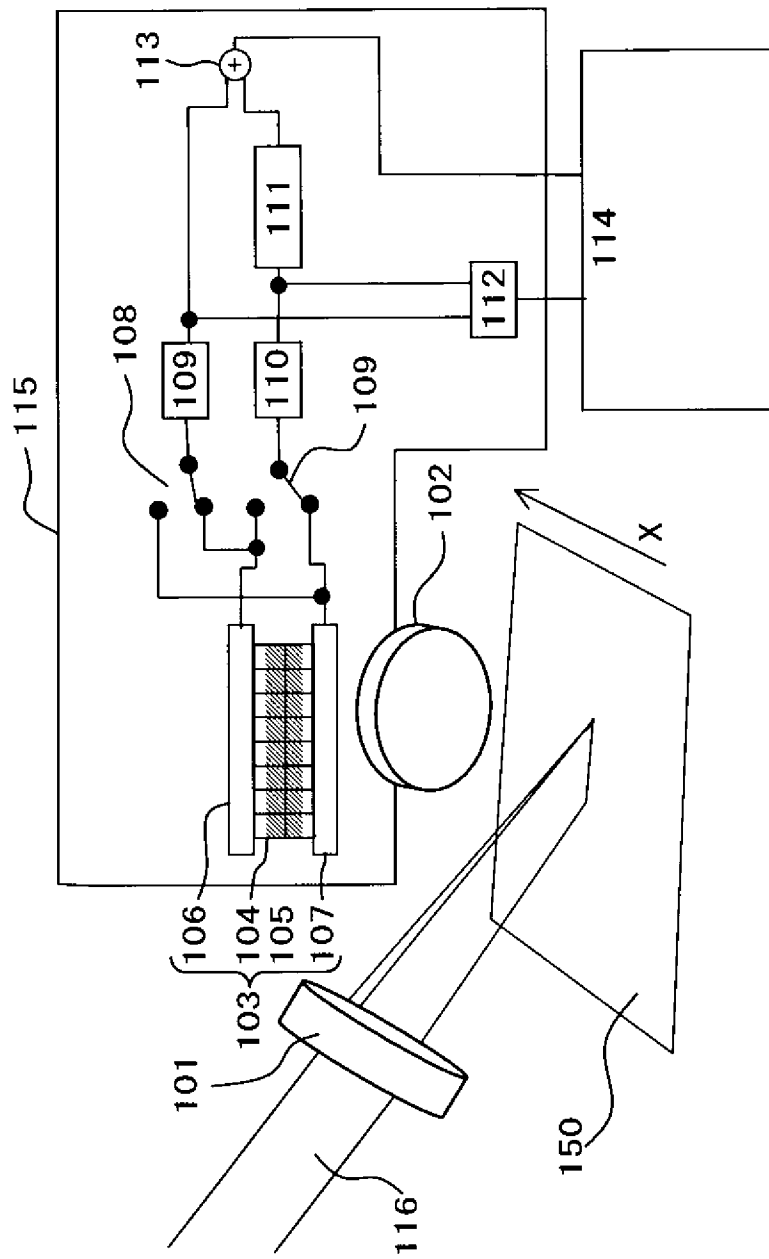
該線状に成形した光が照射された前記試料の表面から反射・散乱した光を集光して複数列の光センサアレイを有する光電変換器を備えた集光検出手段で前記ステージの前記一方向への移動と同期して検出し、

前記複数列の光センサアレイの電気信号を、異なる時間で検出した電気信号をもって加算する欠陥検出方法であって、

前記ステージの移動量は前記試料上における前記光電変換器の光電変換面のステージ移動方向の大きさに以下になるように制御することを特徴とする欠陥検査方法。

[図1]

図 1



[図2]

図 2

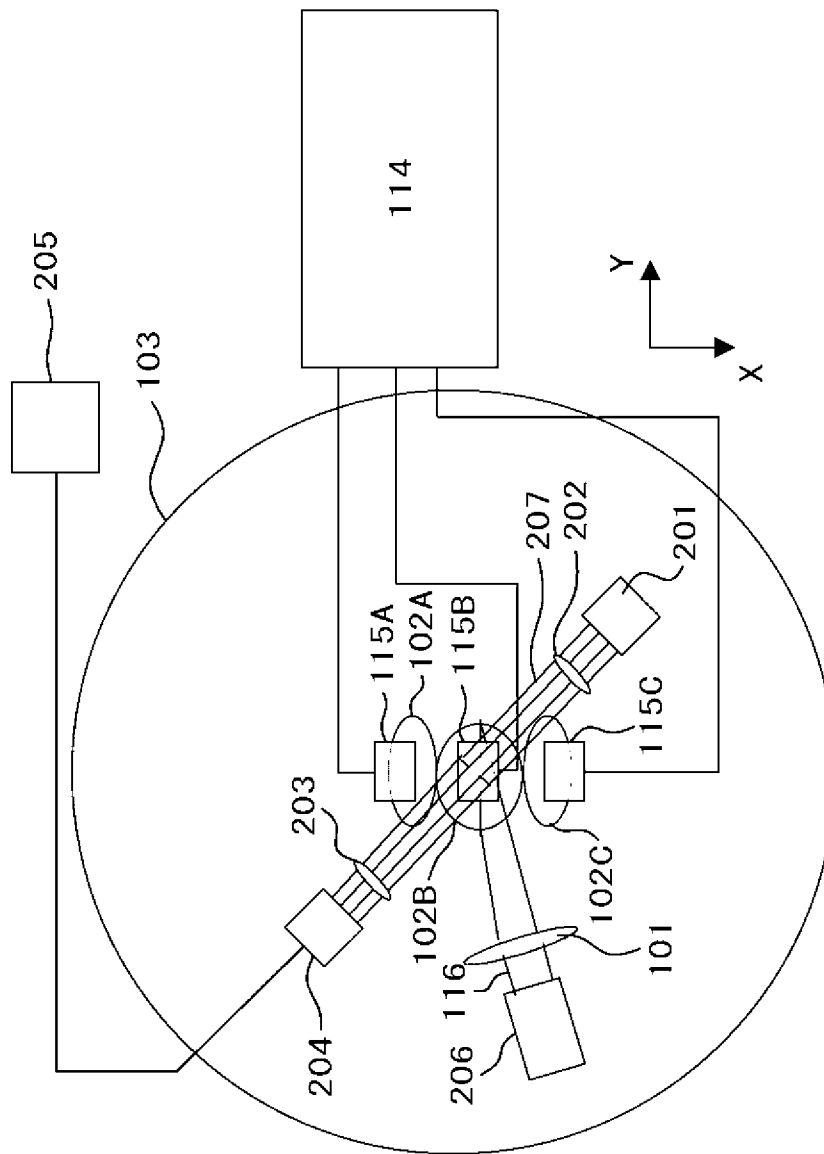


图 3 A

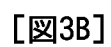
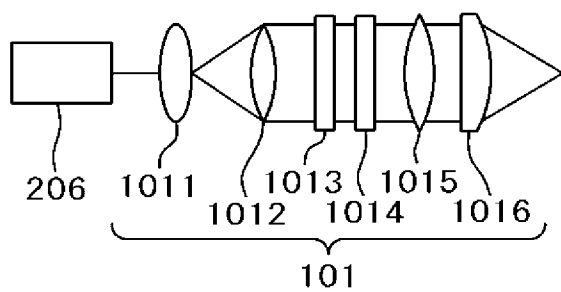
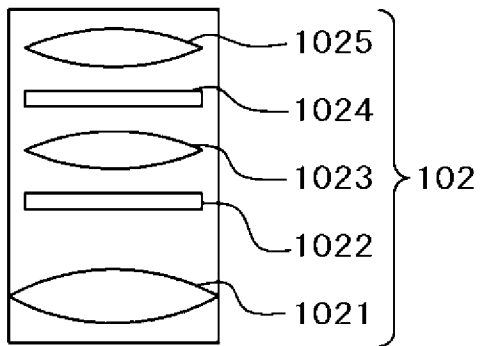


図 3 B



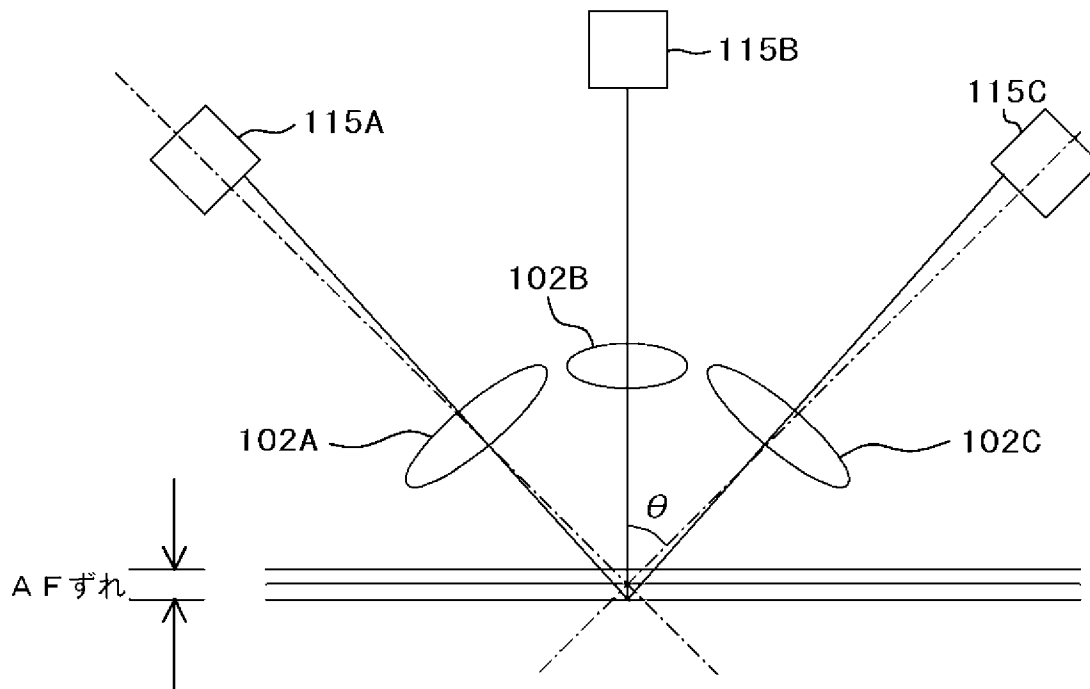
[図3C]

図 3 C

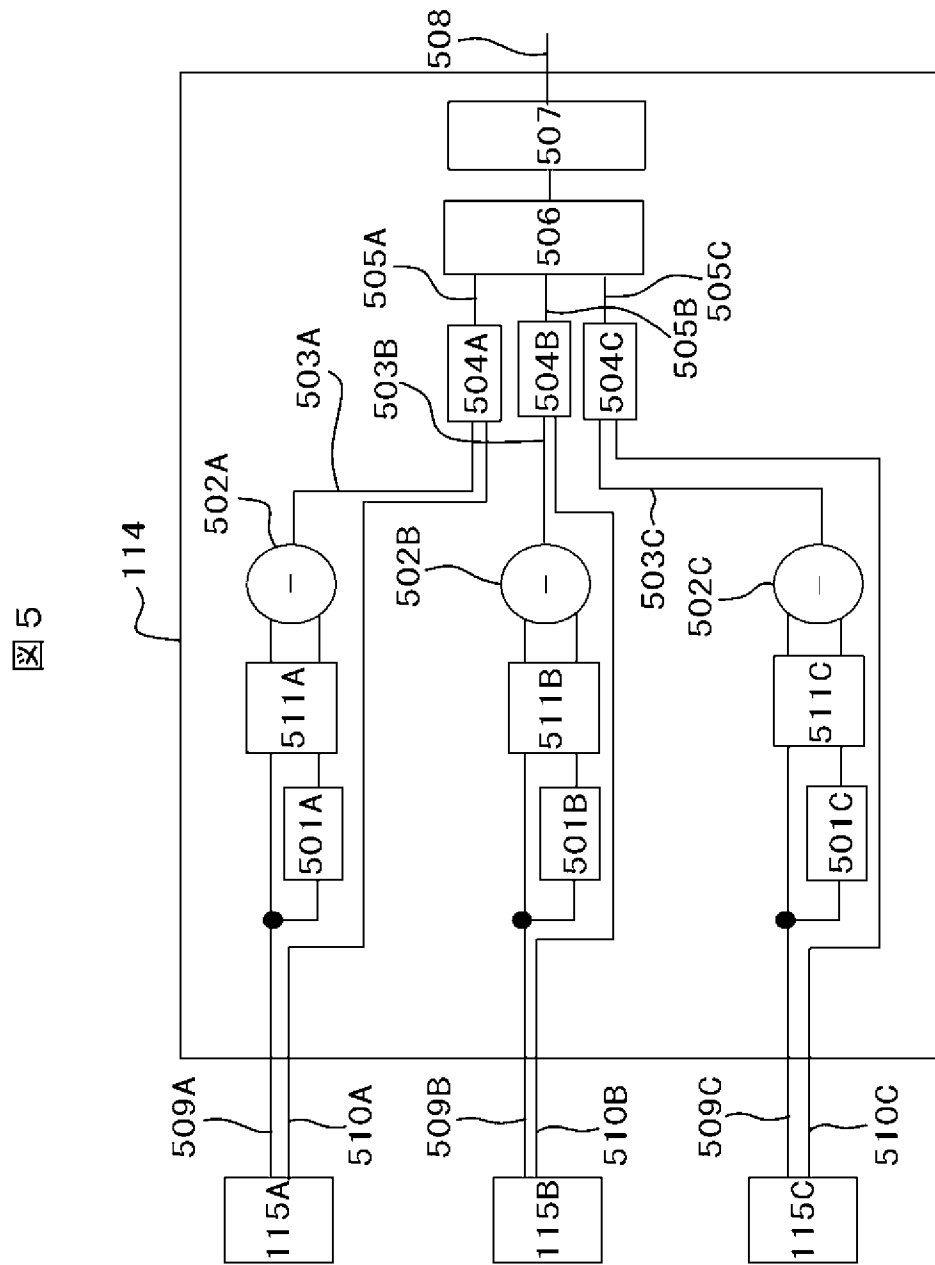


[図4]

図 4

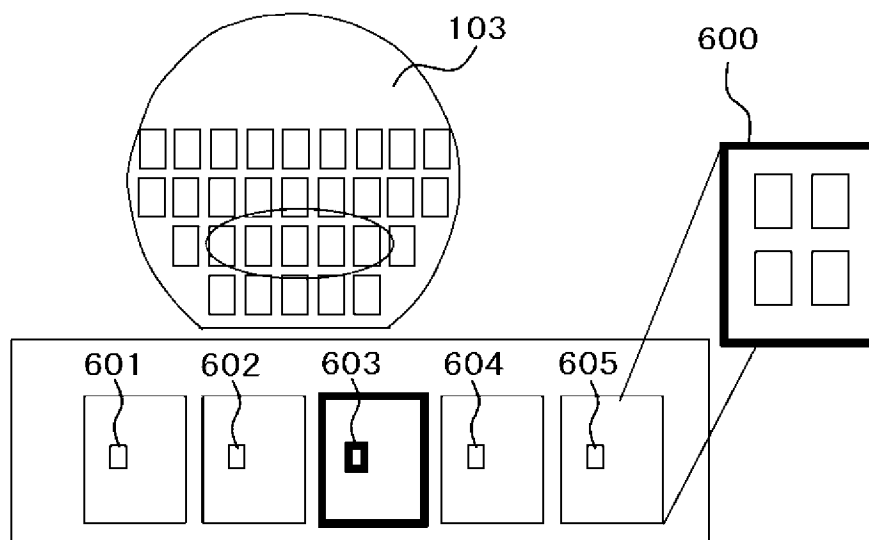


[図5]



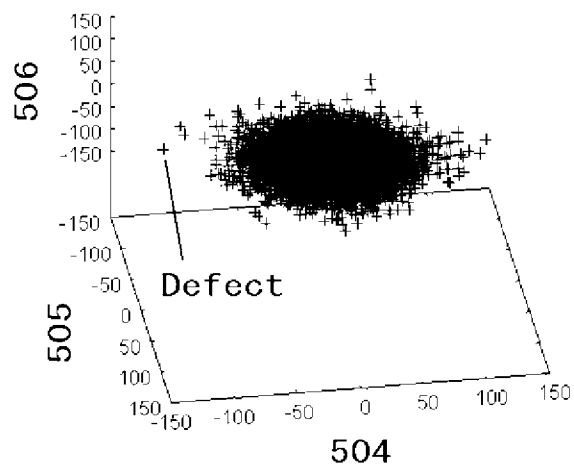
[図6]

図 6



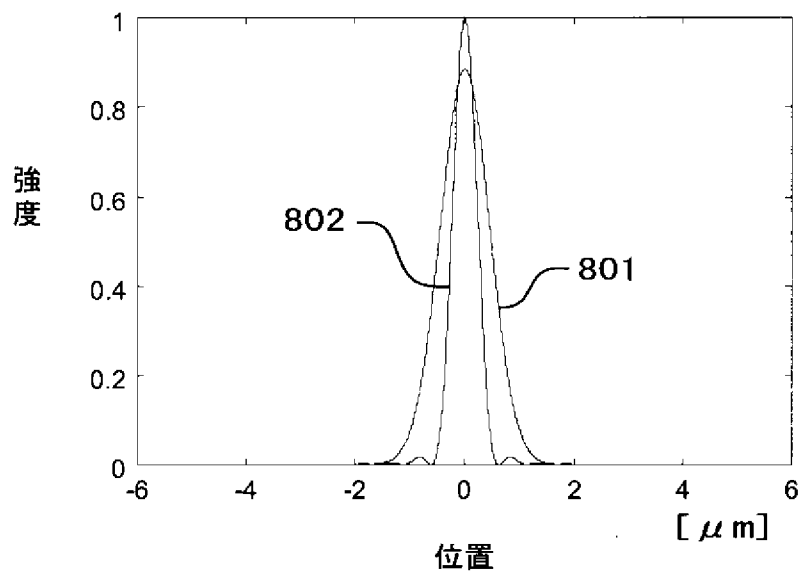
[図7]

図 7



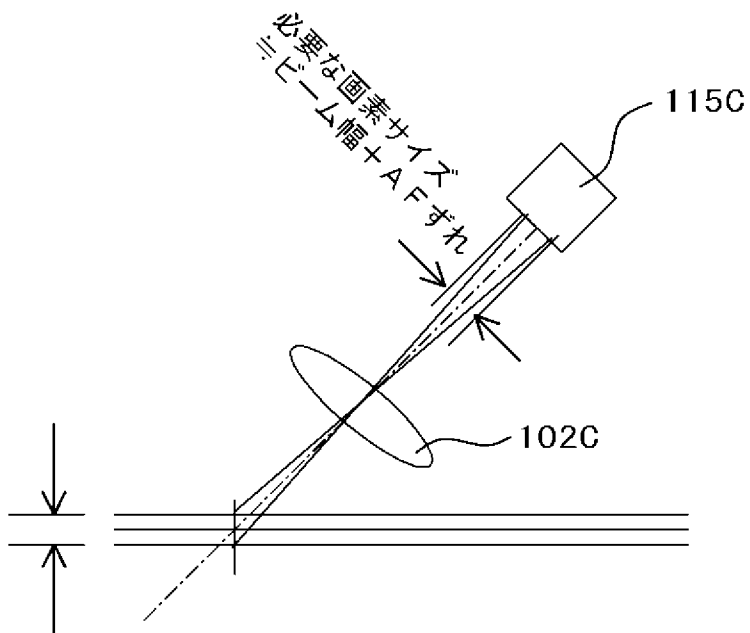
[図8]

図 8



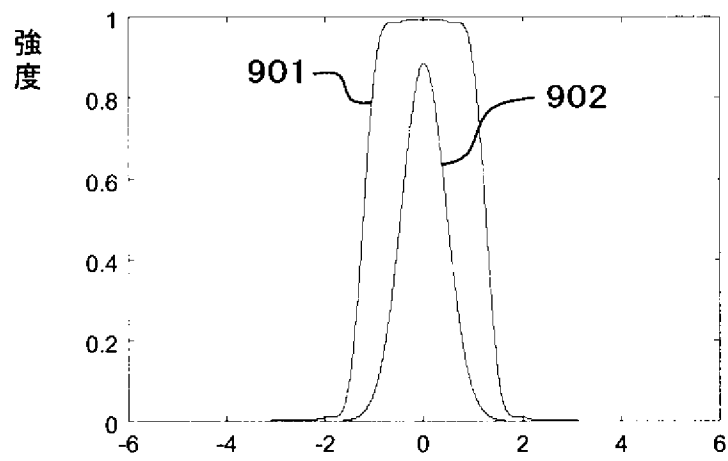
[図9A]

図 9 A



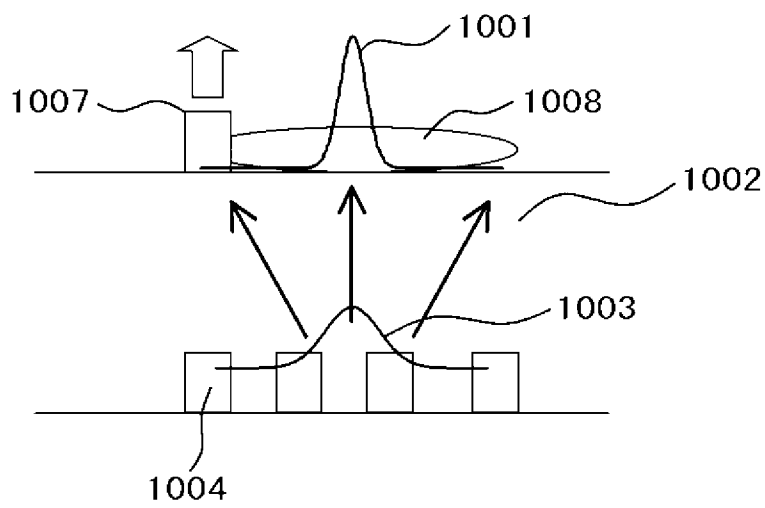
[図9B]

図 9 B



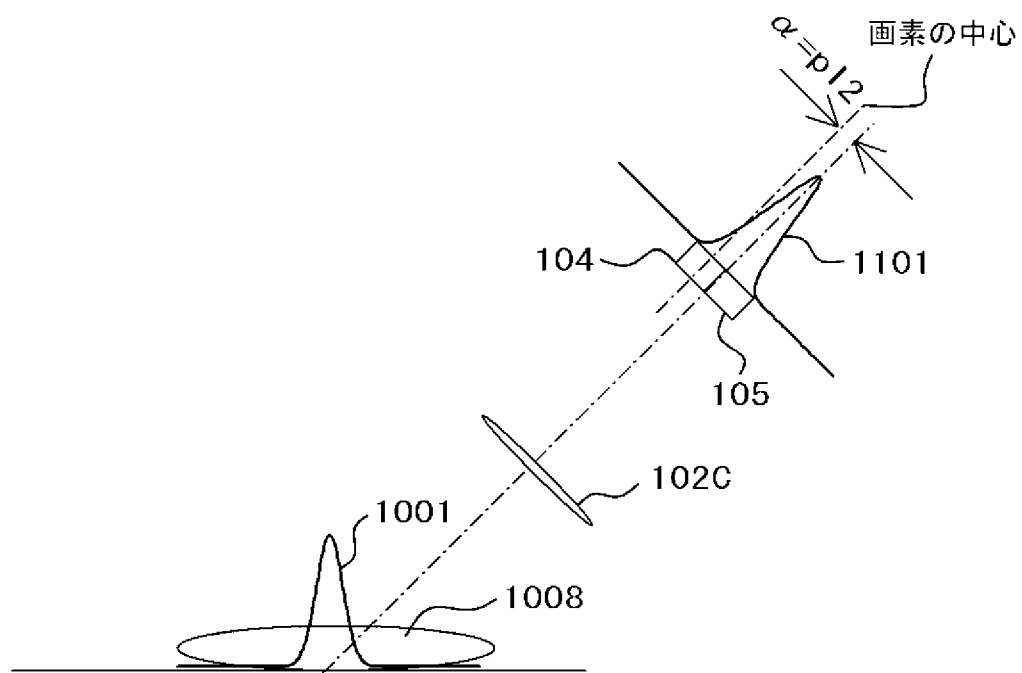
[図10]

図 1 0



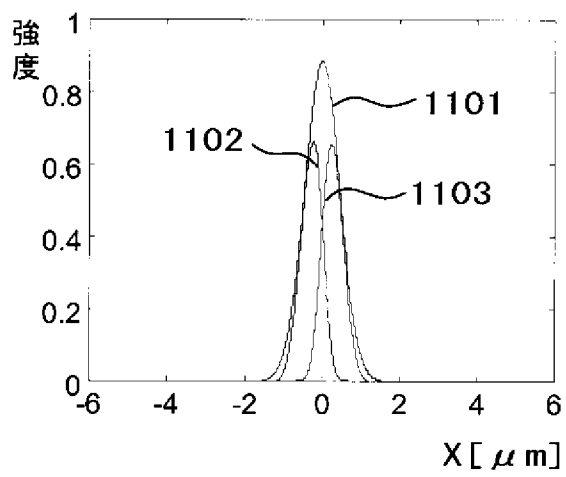
[図11A]

図 1 1 A



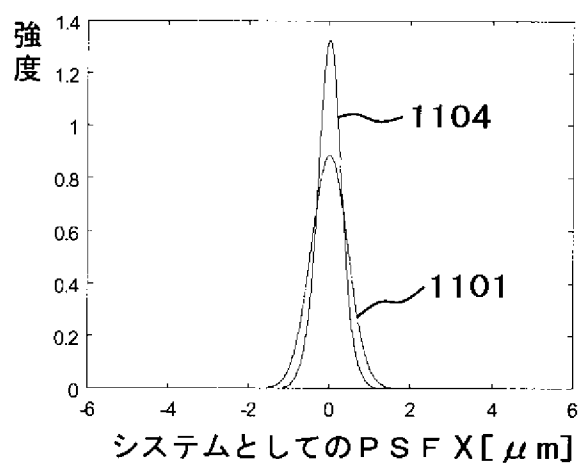
[図11B]

図 1 1 B



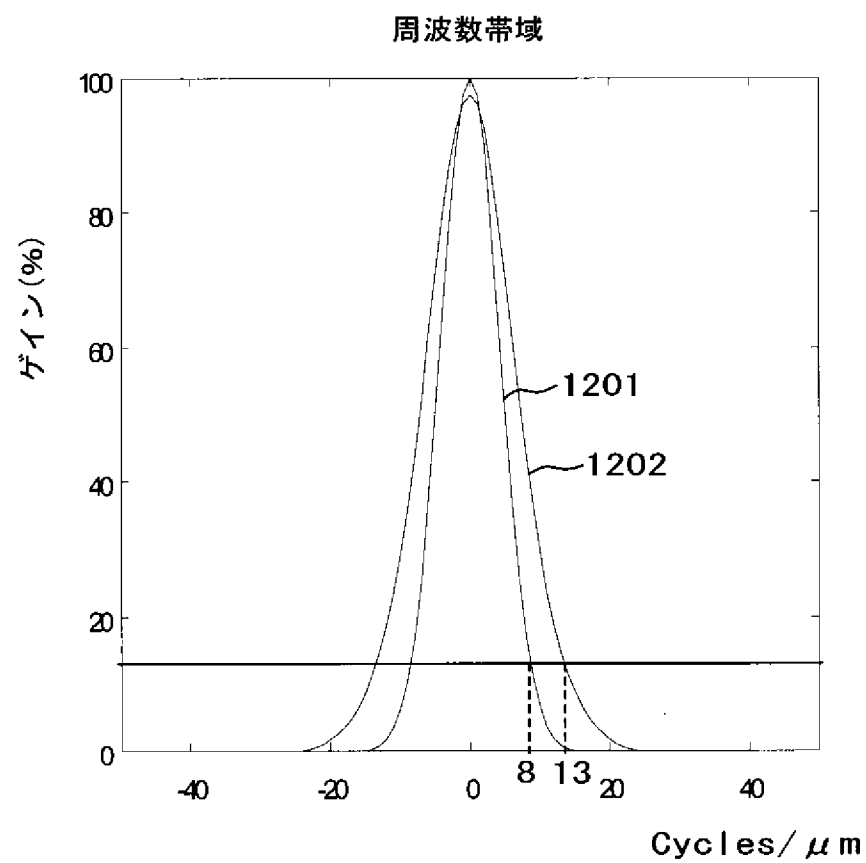
[図11C]

図 1 1 C



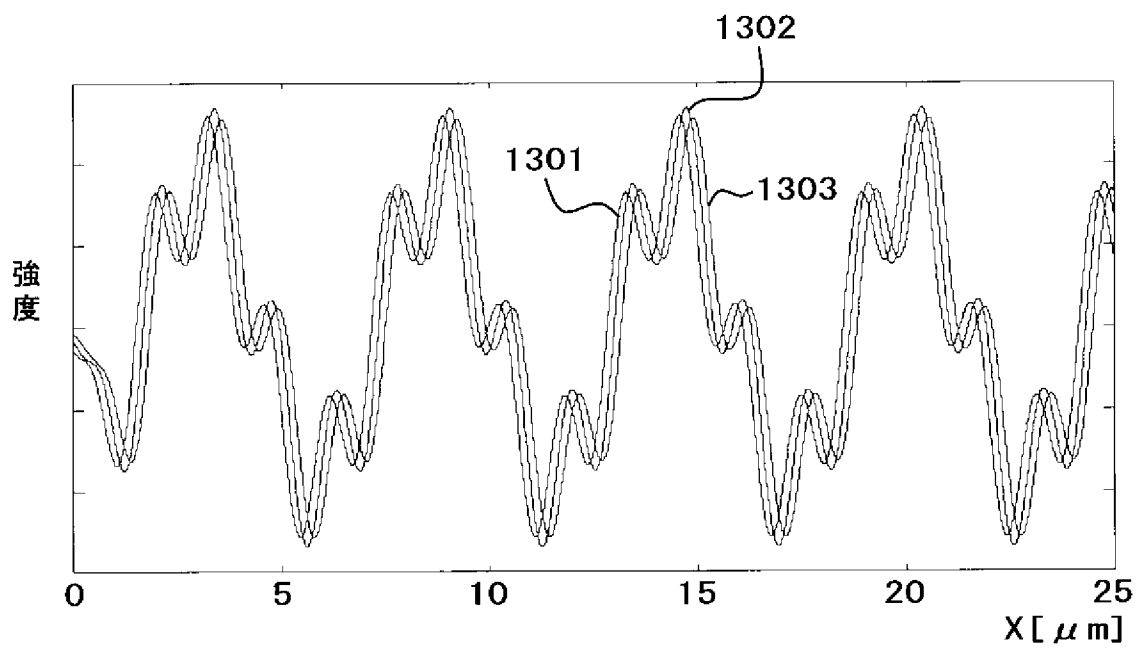
[図12]

図 1 2



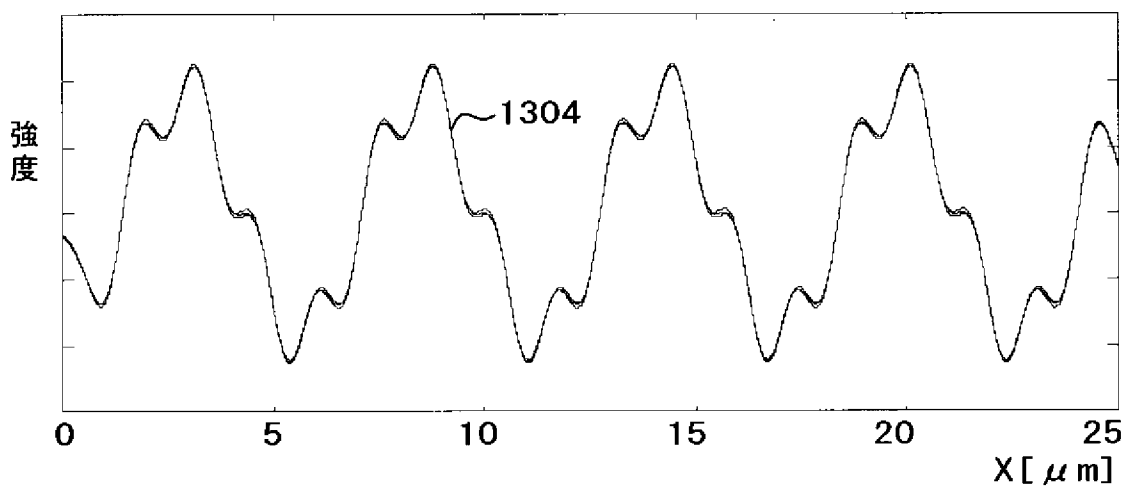
[図13A]

図 1 3 A



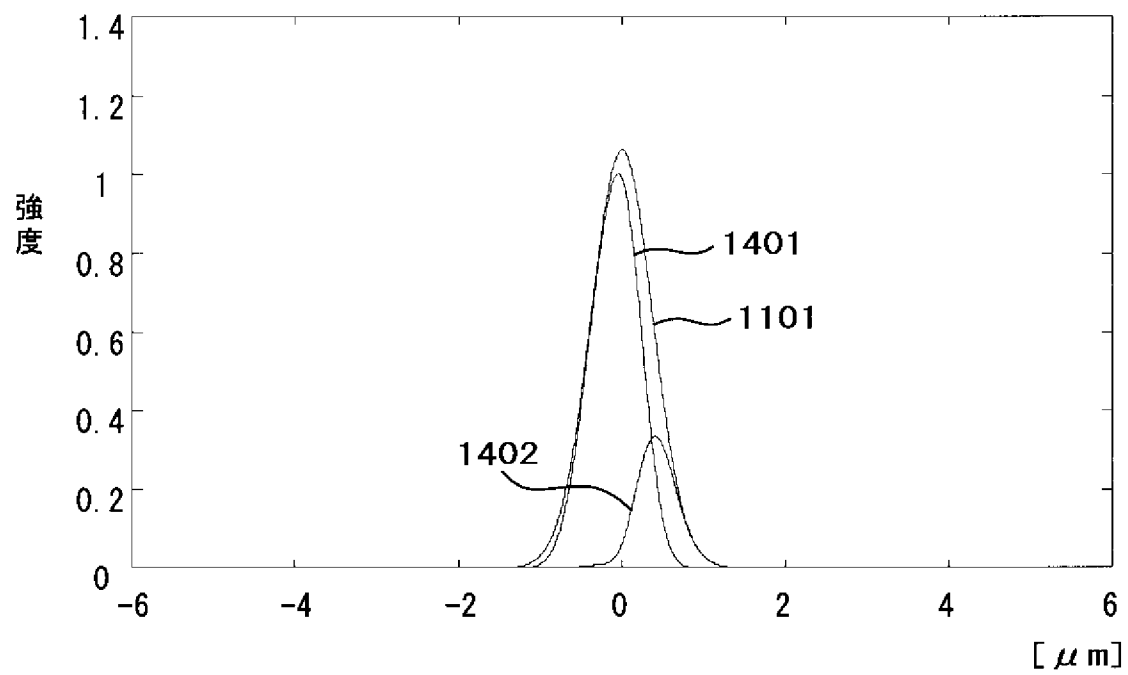
[図13B]

図 1 3 B



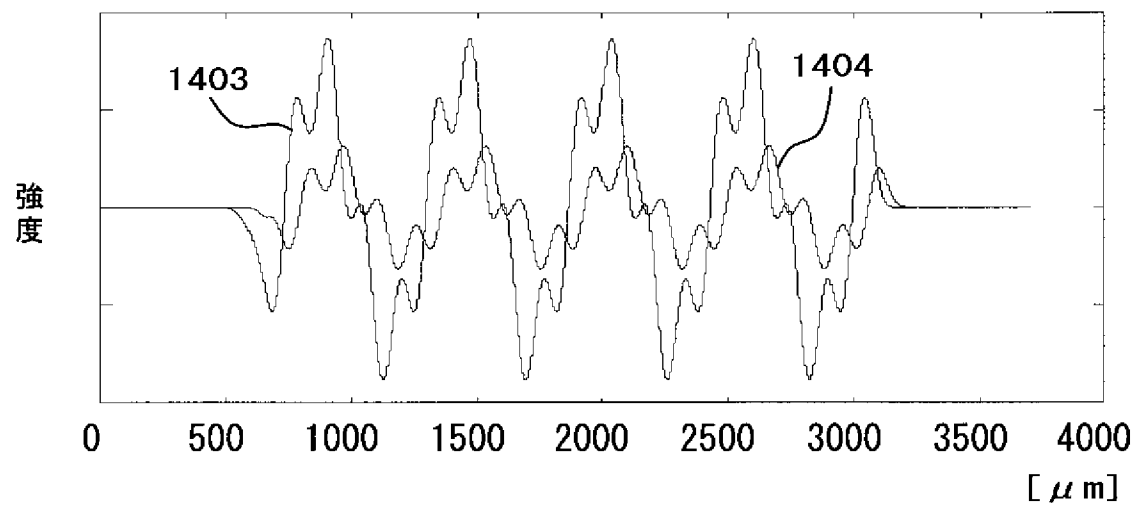
[図14A]

図 1 4 A



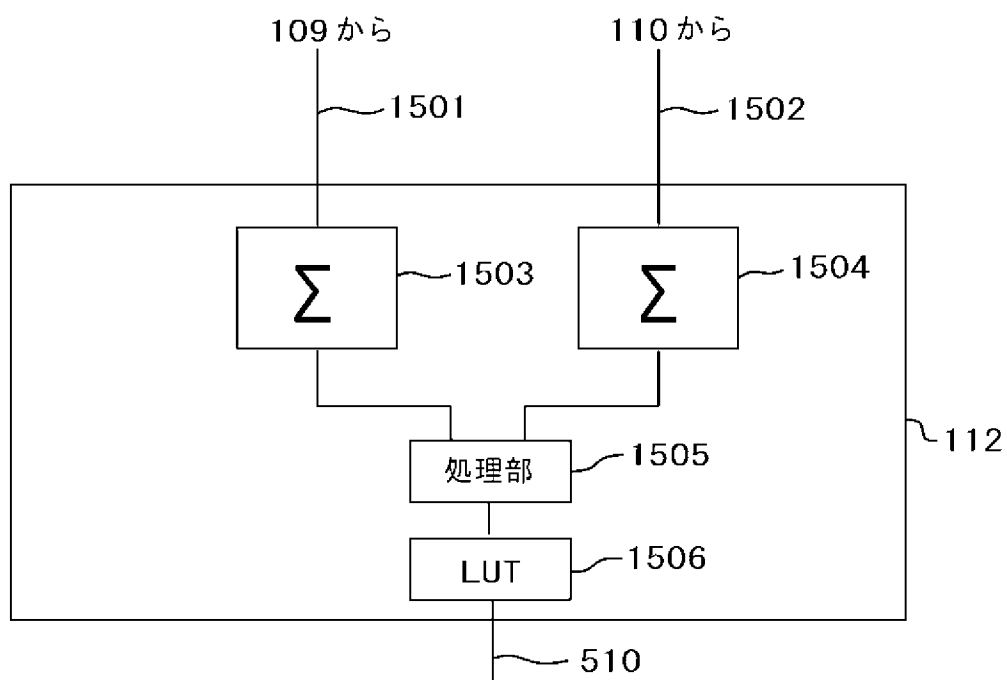
[図14B]

図 1 4 B



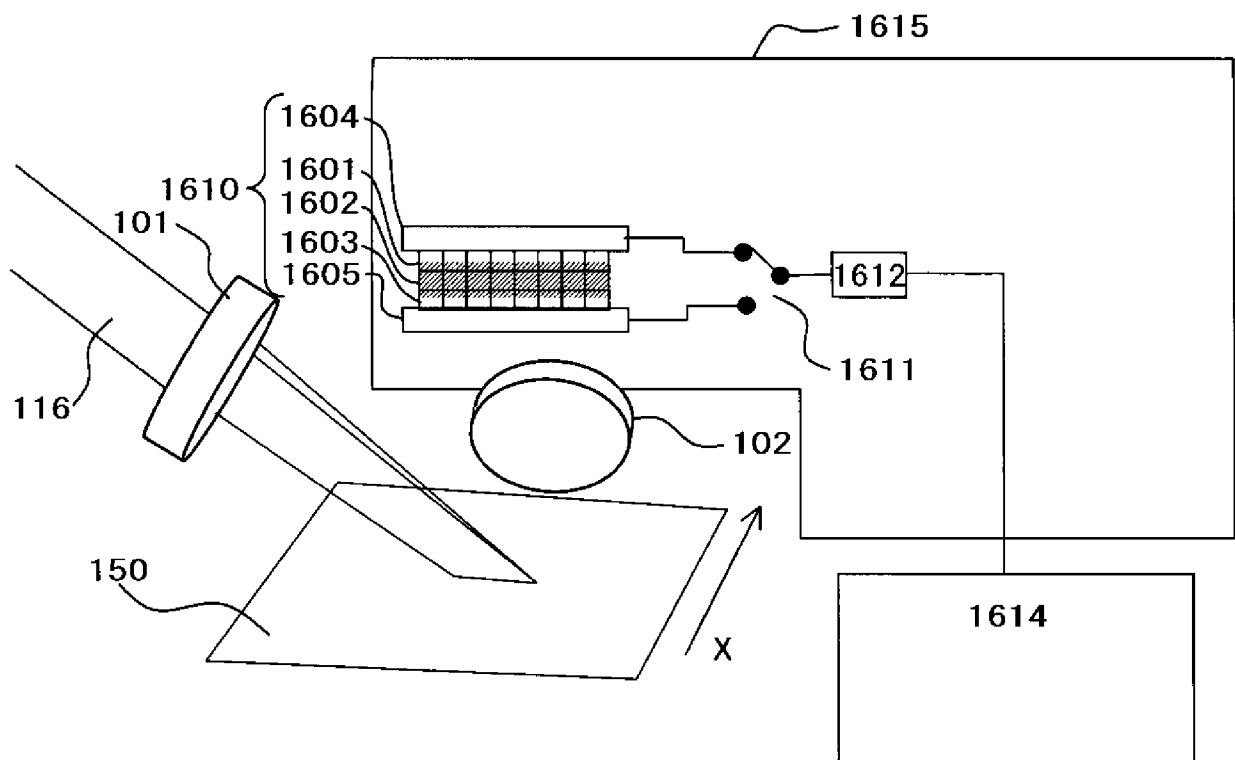
[図15]

図 1 5



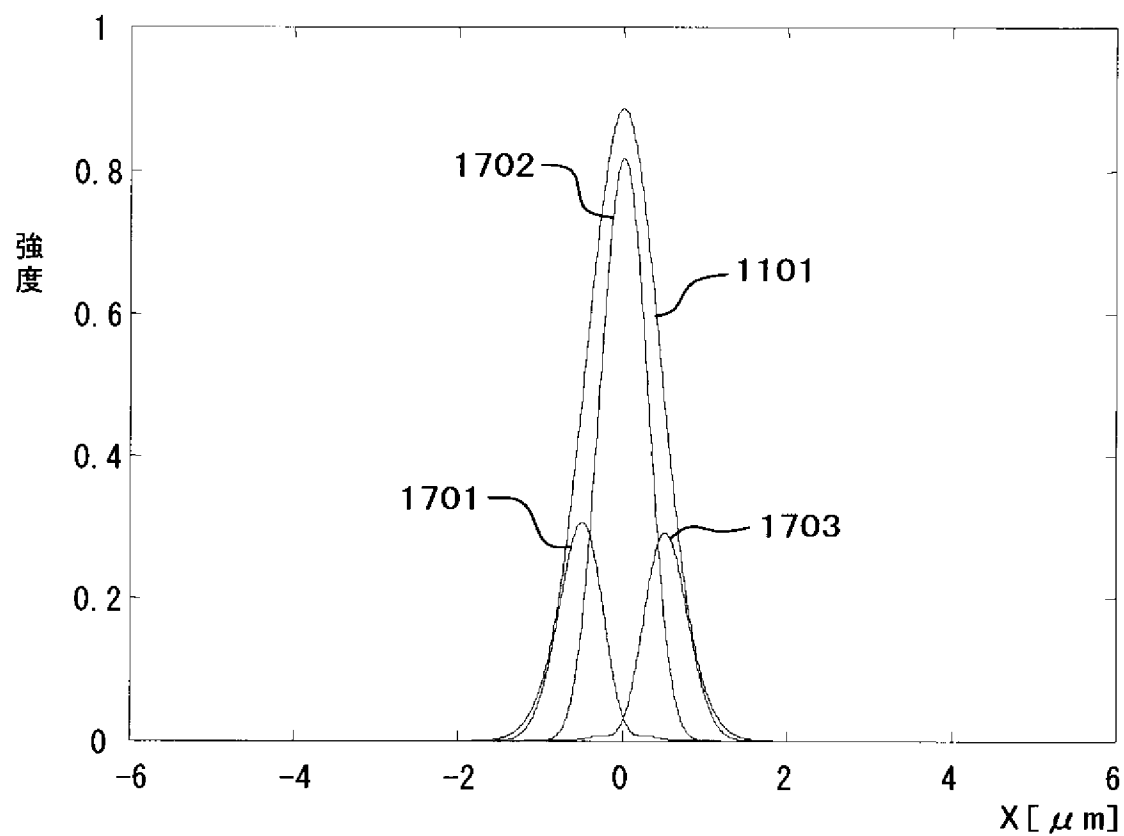
[図16]

図 1 6



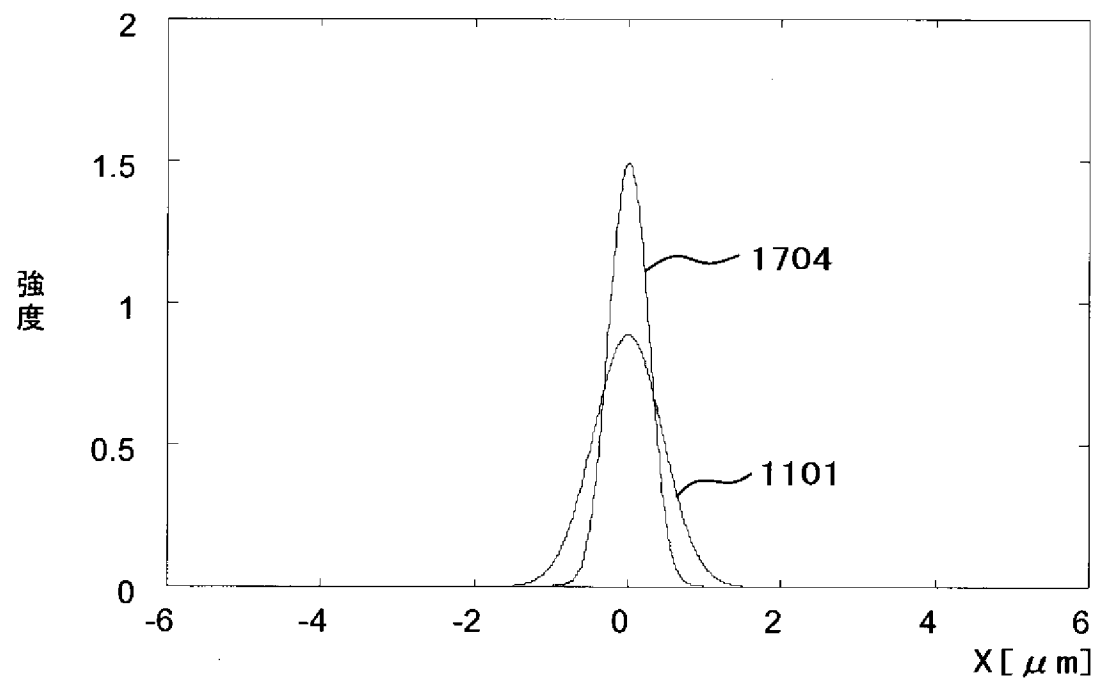
[図17A]

図 1 7 A



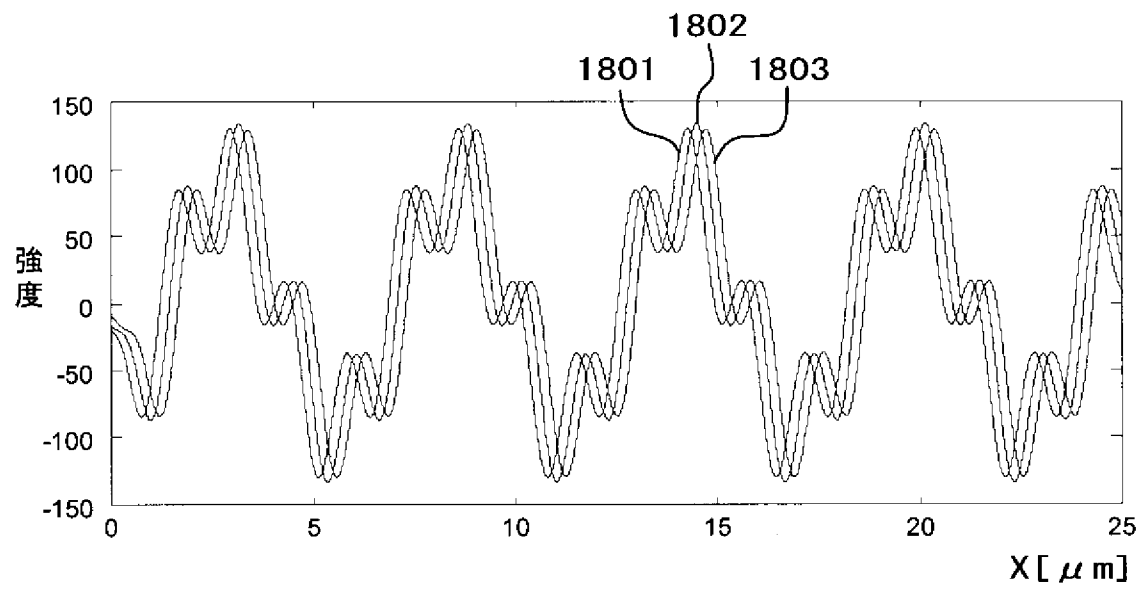
[図17B]

図 1 7 B

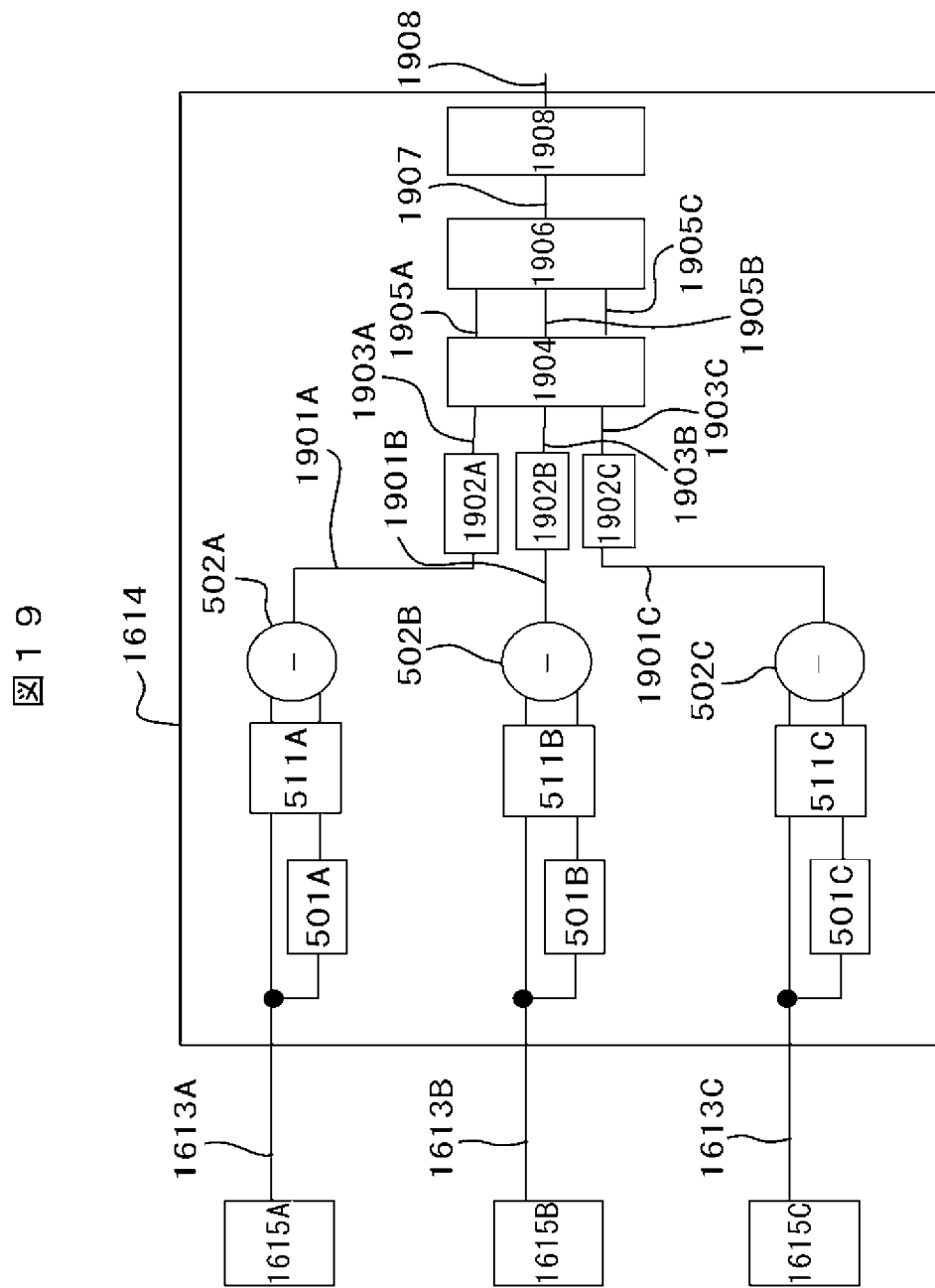


[図18]

図 18

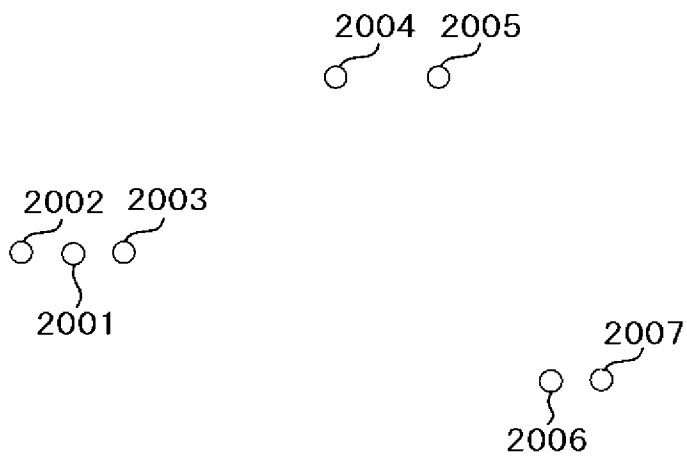


[図19]

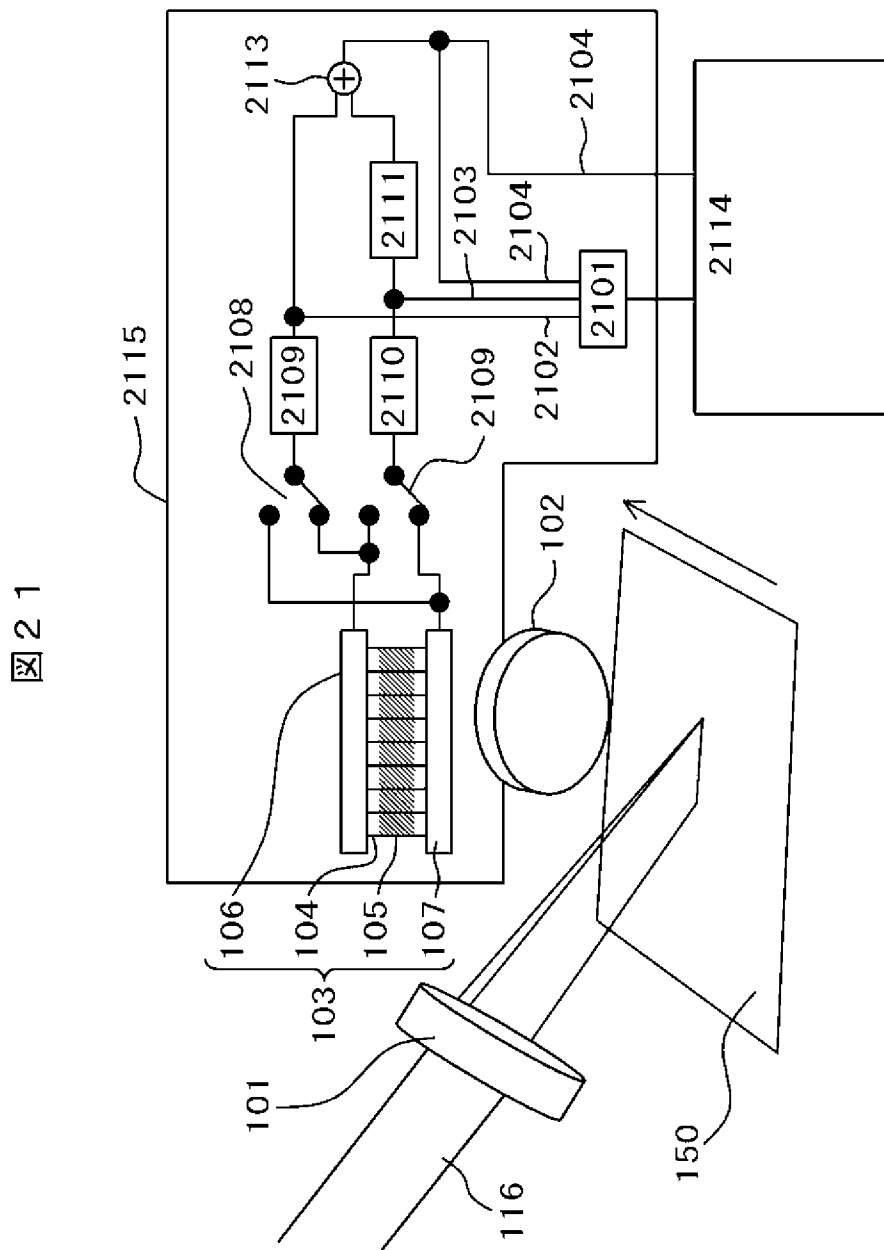


[図20]

[図20]

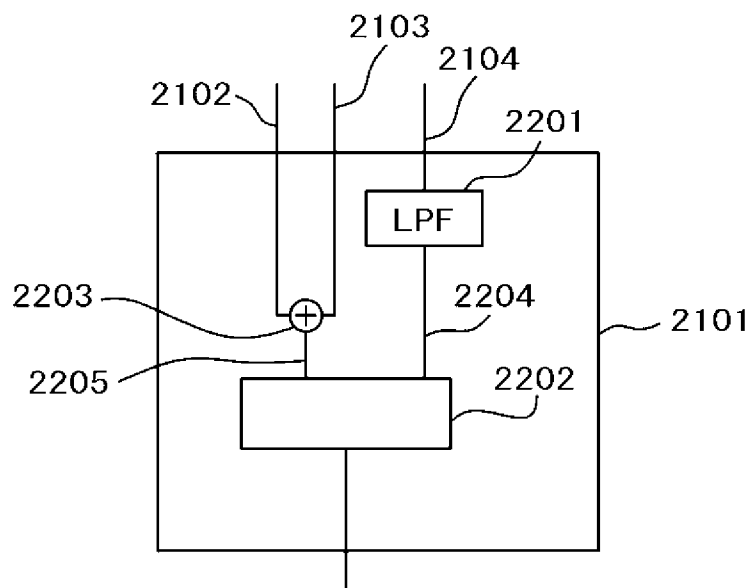


[図21]



[図22]

図 2 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/075758

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N21/956(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)

G01N21/956

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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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	JP 2010-256340 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 11 November 2010 (11.11.2010), entire text; all drawings & WO 2010/113228 A1	1-20
Y	JP 2009-180691 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 13 August 2009 (13.08.2009), entire text; all drawings & US 7916288 B2	1-20
A	JP 2006-515668 A (Applied Materials Israel Ltd.), 01 June 2006 (01.06.2006), entire text; all drawings & WO 2004/031741 A2	1-20



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
08 December, 2011 (08.12.11)Date of mailing of the international search report
20 December, 2011 (20.12.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/075758

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-221368 A (Olympus Corp.), 18 August 2005 (18.08.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-20
A	JP 2009-10325 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 15 January 2009 (15.01.2009), entire text; all drawings & US 2008/0297786 A1	1-20

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01N21/956 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01N21/956

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2010-256340 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2010.11.11, 全文全図 & WO 2010/113228 A1	1-20
Y	JP 2009-180691 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2009.08.13, 全文全図 & US 7916288 B2	1-20
A	JP 2006-515668 A (アプライド マテリアルズ イスラエル リミテッ ド) 2006.06.01, 全文全図 & WO 2004/031741 A2	1-20

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

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 8 . 1 2 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 0 . 1 2 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

森口 正治

2 W

9 4 0 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2

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
A	JP 2005-221368 A (オリンパス株式会社) 2005.08.18, 全文全図 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2009-10325 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2009.01.15, 全文全図 & US 2008/0297786 A1	1-20