

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-271519

(P2004-271519A)

(43) 公開日 平成16年9月30日(2004.9.30)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 1 N 21/956

G 0 1 B 11/30

H 0 1 L 21/66

F I

G 0 1 N 21/956

G 0 1 B 11/30

H 0 1 L 21/66

A

A

J

テーマコード (参考)

2 F 0 6 5

2 G 0 5 1

4 M 1 0 6

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-15576 (P2004-15576)
 (22) 出願日 平成16年1月23日 (2004.1.23)
 (31) 優先権主張番号 特願2003-39704 (P2003-39704)
 (32) 優先日 平成15年2月18日 (2003.2.18)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000220343
 株式会社トプコン
 東京都板橋区蓮沼町75番1号
 (74) 代理人 100083563
 弁理士 三好 祥二
 (72) 発明者 岩 陽一郎
 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社
 トプコン内
 (72) 発明者 宮川 一宏
 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社
 トプコン内
 (72) 発明者 関根 明彦
 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社
 トプコン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面検査装置

(57) 【要約】

【課題】

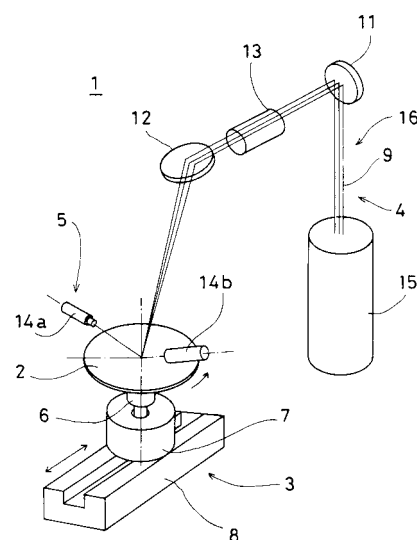
レーザ光線を基板表面に照射して、基板表面の異物等を検出する表面検査装置に於いて、検出精度の向上を図ると共に検出時間の短縮を図るものである。

【解決手段】

基板2表面にレーザ光線を照射、走査して基板表面の異物等を検出する表面検査装置に於いて、複数のレーザ光線16を射出する光源部15と、基板の照射部位に複数のレーザ光線が走査方向と交差する方向に列を形成する様レーザ光線を集光させる照射光学系11, 12, 13とを具備した。

【選択図】

図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板表面にレーザ光線を照射、走査して基板表面の異物等を検出する表面検査装置に於いて、複数のレーザ光線を射出する光源部と、基板の照射部位に複数のレーザ光線が走査方向と交差する方向に列を形成する様レーザ光線を集光させる照射光学系とを具備したことを特徴とする表面検査装置。

【請求項 2】

前記レーザ光線は基板表面の照射部位に於いて隣接するレーザ光線と重合し、重合部分の光強度が最大値に対して略 50% 以上である請求項 1 の表面検査装置。

【請求項 3】

前記複数のレーザ光線は、複数の発光源から射出される請求項 1 の表面検査装置。

【請求項 4】

前記複数のレーザ光線は、単一の発光源から発せられるレーザ光線を光学手段で複数のレーザ光線に分割して得られたものである請求項 1 の表面検査装置。

【請求項 5】

前記複数の発光源から射出される複数のレーザ光線はそれぞれ光ファイバによって導かれ、光ファイバの射出端部は直線上に平行に保持されている請求項 3 の表面検査装置。

【請求項 6】

光ファイバの射出端部は 2 列に保持されている請求項 5 の表面検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体ウェーハ等の基板の表面の微細な異物、或は結晶欠陥等の微細な傷を検査する表面検査装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

基板の表面の微細な異物、或は結晶欠陥等の微細な傷を検査する表面検査装置として、レーザ光線を用いたものがある。斯かる表面検査装置では、基板表面にレーザ光線を集光照射し、レーザ光線の照射点が基板全面を走査する様にし、異物、傷によって生じる散乱光を検出し、散乱光の強度、或は持続時間を解析して異物、傷を見分ける様になっている。

【0003】

尚、表面検査装置での発光源としては、ガスレーザ（He-Ne、Ar 等）等が一般的に用いられてきたが、最近では取扱いが容易、安全、長寿命等の理由からレーザダイオード（LD）が用いられるケースも増えている。

【0004】

図 8 は発光源としてレーザダイオードが使用された従来の表面検査装置 1 を示している。

【0005】

図中、2 はウェーハ等の被検査物である基板であり、前記表面検査装置 1 は走査駆動機構部 3、照射光学系 4、検出系 5 から主に構成されている。

【0006】

又、前記走査駆動機構部 3 は前記基板 2 を保持する基板保持部 6 を具備し、該基板保持部 6 は回転駆動部 7 により回転可能に支持され、該回転駆動部 7 は直線駆動機構部 8 により前記基板 2 の回転面と平行な半径方向に直線移動される様になっている。

【0007】

前記照射光学系 4 は検査光であるレーザ光線 9 を発する光源部 10、該光源部 10 からの前記レーザ光線 9 を前記基板 2 上に向けるミラー等の偏向光学部材 11、12、前記レーザ光線 9 を前記基板 2 の表面に集光させるレンズ群 13 等から構成されている。前記検出系 5 は前記基板 2 表面に照射される前記レーザ光線 9 の光軸に交差する検出光軸を有す

10

20

30

40

50

る受光検出器を具備している。ここでは、一例として2つの受光検出器14a, 14bを具備し、該受光検出器14a, 14bは異なる方向に配置されている。該受光検出器14a, 14bとしては光電子倍增管等が使用され、受光した散乱光は光電変換される。

【0008】

前記光源部10から照射された前記レーザ光線9は前記偏向光学部材11, 12により前記基板2の所定位置の照射点を照射する様に偏向され、前記レーザ光線9は前記レンズ群13により前記照射点で集光される。

【0009】

前記基板2の表面検査は、前記回転駆動部7により前記基板2が回転された状態で、前記照射光学系4より前記基板2の表面に前記レーザ光線9が照射され、更に前記直線駆動機構部8により前記回転駆動部7が半径方向に移動される。 10

【0010】

而して、前記直線駆動機構部8により前記基板2を一回転毎に前記回転駆動部7を所要ピッチでステップ送りすることにより、或は所定速度で前記回転駆動部7を連続送りすることにより、前記レーザ光線9の照射部位(スポット)が同心円、或は螺旋円の軌跡を描きながら、前記基板2の中心から外縁迄移動し、該基板2の全面が前記レーザ光線9によって走査されることとなる。

【0011】

該レーザ光線9が前記基板2の表面を走査する過程で、異物、傷があると前記レーザ光線9が散乱する。この散乱光は所定の位置に配置された前記検出系5の前記受光検出器14a, 14bによって検出され、該受光検出器14a, 14bは光電変換して電気信号を 20
図示しない演算処理部に送出する。該演算処理部は、前記受光検出器14a, 14bからの信号を解析等の信号処理することで、異物、傷の数、大きさが検出される。

【0012】

上記した表面検査装置1に於いて、前記基板2の回転速度と前記直線駆動機構部8の送り速度の組合わせにより走査ピッチが変る。従って、前記基板2の回転速度を一定とした場合、走査ピッチを大きくすると検査時間は短くなり、走査ピッチを小さくすると、検査時間は長くなる。更に、前記散乱光の光量は、異物の大きさと照射される前記レーザ光線9の光強度に依存する。即ち、光強度が大きい程散乱光量も大きく、一般に異物が大きい程散乱光量も大きくなる。 30

【0013】

図9は照射点でのスポットの光強度分布(図では受光信号強度で示している)を示しており、前記レーザ光線9は通常ガウシアンビームと呼ばれる光軸を中心としたガウス分布状の光強度分布を持っている。一般的な定義により、レーザ光線の径はレーザ光強度の最大値の $1/e^2$ ($=13.5\%$: e は自然対数の底)の値を示す径である。従って、スポット径 L は、光強度の最大値 I_0 の 13.5% の値を示す径となる。

【0014】

前記レーザ光線9を前記基板2表面に走査させた場合、前記レーザ光線9は照射部位で所要の面積を有し、上記した光強度分布を有している。又、該レーザ光線9を走査させた場合、異物等は必ずしもスポットの中心を通過するとは限らない。従って、スポットの中心を異物等が横切の場合と、中心から離れた部位を通過する場合とでは、散乱光の光量に相違が生じる。従来では、スポットの中心を横切った場合の略50~略70%程度の散乱光が得られる様に走査ピッチを設定し、レーザ光線照射部位を横切る異物等のスポット中心からの距離を設定していた。 40

【0015】

図10は、スポットの光強度分布と走査ピッチ p との関係を示している。光強度分布の最大値に対して最小値で例えば60%の光強度を得る様にすると、スポット径が L の場合、最小値は最大値の中心から $0.25L$ となるので、走査ピッチ p は $0.5L$ となる。

【0016】

検出感度、検出精度は、照射光強度を増大させることで向上し、検査時間は走査ピッチ 50

を大きくすることで短縮する。然し乍ら、上記した様にスポットはガウス分布状の光強度分布を持つことから、検査時間を短縮させる為に走査ピッチを大きくすると、スポットの端部付近で検出される異物での散乱光量は低下する為、検出精度が低下する虞れがある。又、前記基板2の回転速度を増大させ、処理時間を短縮する方法もあるが、該基板2の回転速度を増大させた場合、受光検出器に於ける検出周波数を変更しないと散乱光のサンプリング点数が少なくなってしまう検出精度が低下してしまう。又、前記検出周波数を高くした場合はノイズによる影響が大きくなるという問題がある。一方、高速回転させることによる気流の発生、回転部からのダストの発生等が懸念される。又、モータを高速回転対応のものに変更する等の、設計的な変更も要することとなる。

【0017】

10

更に、スポット形状を走査方向に対し直角方向にのみ拡大する方法もあるが、スポットの照射光強度が減少してしまうと共に光学系の負担が大きくなるという問題がある。

【0018】

更に又、レーザダイオードを発光源とした場合、レーザダイオードは種々の利点を有する一方、ガスレーザ等比べて発光光量が少ないという問題があり、照射光強度を維持して、スポット径を増大させるには限度があった。

【0019】

【特許文献1】特開2003-166946号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0020】

本発明は斯かる実情に鑑み、レーザダイオードを発光源とした表面検査装置に於いて、検出精度の向上を図ると共に検出時間の短縮を図るものである。

【課題を解決するための手段】

【0021】

本発明は、基板表面にレーザ光線を照射、走査して基板表面の異物等を検出する表面検査装置に於いて、複数のレーザ光線を射出する光源部と、基板の照射部位に複数のレーザ光線が走査方向と交差する方向に列を形成する様レーザ光線を集光させる照射光学系とを具備した表面検査装置に係り、又前記レーザ光線は基板表面の照射部位に於いて隣接するレーザ光線と重合し、重合部分の光強度が最大値に対して略50%以上である表面検査装置に係り、又前記複数のレーザ光線は、複数の発光源から射出される表面検査装置に係り、又前記複数のレーザ光線は、単一の発光源から発せられるレーザ光線を光学手段で複数のレーザ光線に分割して得られた表面検査装置に係り、又前記複数の発光源から射出される複数のレーザ光線はそれぞれ光ファイバによって導かれ、光ファイバの射出端部は直線上に平行に保持されている表面検査装置に係り、更に又光ファイバの射出端部は2列に保持されている表面検査装置に係るものである。

30

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、基板表面にレーザ光線を照射、走査して基板表面の異物等を検出する表面検査装置に於いて、複数のレーザ光線を射出する光源部と、基板の照射部位に複数のレーザ光線が走査方向と交差する方向に列を形成する様レーザ光線を集光させる照射光学系とを具備したので、照射されるスポット形状の走査方向に対して交差する方向の幅が大きくなり、走査ピッチを大きくでき、検査時間を短縮することができるという優れた効果を発揮する。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態を説明する。

【0024】

図1、図2は、本発明に係る表面検査装置1及び該表面検査装置1に用いられる光源部15の概略を示し、詳細を省略する。尚、図1中、図8中で示したのと同等のものには同

50

符号を付してある。

【0025】

先ず、図1に於いて前記表面検査装置1の概略を説明する。

【0026】

該表面検査装置1は走査駆動機構部3、照射光学系4、検出系5から主に構成されている。

【0027】

前記走査駆動機構部3は基板2を保持する基板保持部6を具備し、該基板保持部6は回転駆動部7により回転可能に支持され、該回転駆動部7は直線駆動機構部8により前記基板2の回転面と平行な半径方向に直線移動される様になっている。

10

【0028】

前記照射光学系4は前記光源部15、該光源部15から射出されるレーザ光線群16を前記基板2上に向けるミラー等の偏向光学部材11、12、前記レーザ光線群16を前記基板2の表面に集光させるレンズ群13等から構成されている。前記検出系5は、例えば2つの受光検出器14a、14bを具備し、該受光検出器14a、14bは前記基板2表面で反射された散乱光を受光する。前記受光検出器14a、14bとしては光電子倍增管等が使用され、受光した前記散乱光は光電変換される。

【0029】

次に、図2、図3に於いて前記光源部15について説明する。

【0030】

該光源部15は、所要数の発光源、例えば所要数のレーザダイオード17を具備しており、各レーザダイオード17に対してカップリングレンズ18が設けられ、該カップリングレンズ18に対応して光ファイバ19がそれぞれ配設されている。該光ファイバ19の入射端面は前記カップリングレンズ18と同軸に位置され、射出端部はファイバホルダ21により直線上に等間隔で平行に保持されている。前記ファイバホルダ21に対向して集光レンズ22が配設され、各光ファイバ19から射出されるレーザ光線9は平行光束とされる。前記光ファイバ19の射出端面は複数の前記レーザ光線9、9...（レーザ光線群16）を射出する2次光源として機能する。

20

【0031】

図3(A)、図3(B)、図3(C)はそれぞれ図2のA矢視方向から見たときの、前記ファイバホルダ21に於ける前記光ファイバ19の保持状態を示している。図3(A)は、該光ファイバ19が一行直線上に等間隔で配列された状態で保持された例を示している。又、図3(B)は図3(A)で示したファイバホルダ21a、21bを、2列重ねる様に配置したもので、直線上に等間隔の前記光ファイバ19が平行に2列配置された状態となる。このとき、前記各ファイバホルダ21a、21bに於ける光ファイバの相対的な位置が図示される様に互いに同じ位置となる様に配置されてもよいし、前記各光ファイバ19の間隔の半分だけずらすことで、光ファイバが互い違いに配置される様に（図示せず）配置してもよい。更に図3(C)は該光ファイバ19を千鳥状に配列し、前記ファイバホルダ21にて一体的に成形したものである。

30

【0032】

前記光源部15から射出された前記レーザ光線群16は、前記偏向光学部材11、12により前記基板2の照射部位に照射される様偏向され、又前記レンズ群13により前記基板2の照射部位に一部を重合する列を形成する様集光される。

40

【0033】

照射部位での前記レーザ光線群16の前記各レーザ光線9の状態は部分的に重合し、重合する位置は該各レーザ光線9の最大値の略50%以上、例えば60%以上となる様にされている。従って、照射部位に照射された前記レーザ光線群16のスポット23の形状は、図4に示す様に前記レーザ光線9の重合位置でくびれを有する線分状態となる。又、前記スポット23の光強度分布は、図5に示される様に、前記レーザ光線9の各中心で最大値を示し、重合位置で最小値を示す様になり、最大値と最小値との間が照射光強度のバラ

50

ツキ幅となる。尚、図 5 は受光信号の光強度分布を示している。

【0034】

図 5 に示される様に、前記レーザ光線群 16 が照射された場合の走査ピッチ p は、前記スポット 23 が両幅端で前記レーザ光線 9 の最大値 I_0 の略 50 % 以上、例えば 60 % 以上となる様に、重なって走査されればよい。

【0035】

前記レーザ光線群 16 による前記スポット 23 の走査方向に対して直交する方向の長さ（スポット幅：光強度の最大値の 13.5 % の値を示す幅）を L とする。

【0036】

例えば、前記レーザ光線群 16 の前記レーザ光線 9 の数を 10 とする。ここで、レーザ光線 9 は、図 8 で示した従来例で使用されたスポット径 L のレーザ光線とビーム強度が等しく、幅が $1/10$ とし、各レーザ光線 9 の重なる部分の強度の値が最大値の 60 % となる様に配置することでレーザ光線群 16 を構成する。これにより、レーザ光線群 16 のスポット幅 L は従来例に於けるスポット径 L に対して、図 6 にて示される様に $L = 0.79L$ となる。

【0037】

ここで、照射光強度を同等とし、又各レーザ光線 9 を最大値の 60 % とすることで、異物等による散乱光を検出する受光検出器等の設定を大幅に変更する必要がなくなる。

【0038】

前記レーザ光線群 16 で、最大値に対して略 50 % 以上、例えば 60 % の光強度が得られる範囲は、図 6 に於いて図示される様に、スポット幅 L に対して $0.94L$ となる。従って、前記レーザ光線群 16 で走査した場合の走査ピッチ P は $0.94L$ である。更に、上記した様に照射条件を従来と同様の照射光強度とすると、 $L = 0.79L$ の関係があるので、従来と同様の照射光強度で照射した場合で単一レーザ光線で照射した場合のスポット径を基準とすると、走査ピッチ P は、単一レーザ光線では $P = 0.5L$ 、レーザ光線群では $P = 0.94L = 0.74L$ となる。

【0039】

従って、本発明に於ける照射光のスポット幅 L は従来の照射光のスポット径 L より小さくなるが、光強度分布の最大値に対して約 60 % の光強度が得られるスポット幅は $0.74L$ となる。

【0040】

而して、走査ピッチ P を $0.74L$ とすると、異物等が前記スポット 23 を横切って得られる受光信号の強度は 60 % ~ 100 % の範囲で得られることとなることから、従来は $0.5L$ の走査ピッチで行う必要があった表面検査を、散乱光量を減らすことなく $0.74L$ ピッチで行うことが可能となる。これにより、ウェーハの表面検査を高速に行うことができるので、検査工程のスループット向上に寄与することができる。

【0041】

前記基板 2 の表面検査は、前記回転駆動部 7 により前記基板 2 が回転された状態で、前記照射光学系 4 より前記基板 2 の表面に前記レーザ光線群 16 が照射され、更に前記直線駆動機構部 8 により前記回転駆動部 7 が半径方向に走査ピッチが $0.74L$ となる様に移動される。

【0042】

異物、傷による前記散乱光が前記受光検出器 14a, 14b によって検出され、該受光検出器 14a, 14b が光電変換して電気信号を送出する。該受光検出器 14a, 14b からの信号を図示しない演算処理部により解析等の信号処理することで、異物、傷の数、大きさが検出される。

【0043】

上記した前記表面検査装置 1 に於いて、前記基板 2 の回転速度と前記直線駆動機構部 8 の送り速度の組み合わせにより走査ピッチが変る。従って、前記基板 2 の回転速度を一定とした場合、走査ピッチを大きくすると検査時間は短くなり、走査ピッチを小さくすると、

10

20

30

40

50

検査時間は長くなる。更に、前記散乱光の光量は、異物の大きさと照射されるレーザ光線の光強度に依存する。即ち、光強度が大きい程散乱光量も大きく、一般に異物が大きい程散乱光量も大きくなる。

【0044】

上記した様に、前記レーザ光線群16の前記レーザ光線9の数を10とした場合、0.74Lの走査ピッチで走査が可能であり、同等のスポット径を有するガウシアンビームを使用した場合の、0.5Lの走査ピッチに対して大幅に走査ピッチを増大させることができ(図7参照)、表面検査に要する時間は大幅に短縮される。尚、スポット幅Lについては前記レーザダイオード17の数を選択すること或は照射光学系4の倍率を変えることで種々調整可能であることは勿論である。

10

【0045】

尚、上記実施の形態では複数のレーザダイオード17を用いたが、1つのレーザダイオード17を用い、光学系、例えば回折光学素子等を用い複数のレーザ光線9に分割し、該レーザ光線9により前記レーザ光線群16を構成してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】本発明の実施の形態を示す概略構成図である。

【図2】該実施の形態に用いられる光源部の概略構成図である。

【図3】図2のA矢視図である。

【図4】該実施の形態での照射部位でのスポット形状を示す図である。

20

【図5】該実施の形態での照射部位でのスポットの光強度分布及び走査ピッチを示す図である。

【図6】本発明と従来例との照射部位でのスポットのスポット幅の比較を示す図である。

【図7】本発明と従来例との照射部位でのスポットの走査ピッチの比較を示す図である。

【図8】従来例を示す概略構成図である。

【図9】従来例での照射部位でのスポットの光強度分布図である。

【図10】従来例での光強度分布と走査ピッチとの関係を示す図である。

【符号の説明】

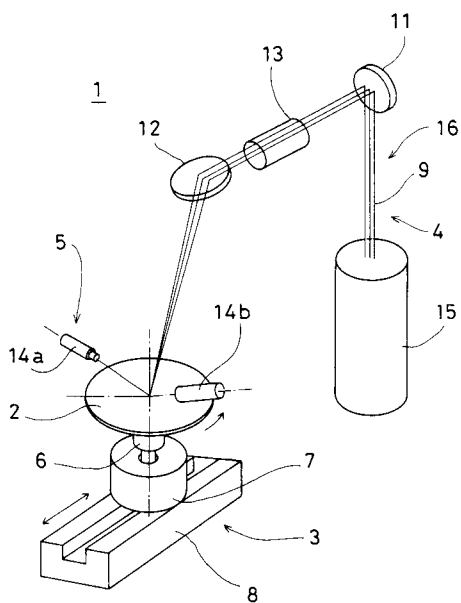
【0047】

1	表面検査装置
2	基板
3	走査駆動機構部
4	照射光学系
5	検出系
6	基板保持部
13	レンズ群
15	光源部
16	レーザ光線群
17	レーザダイオード
18	カップリングレンズ
19	光ファイバ
21	ファイバホルダ
22	集光レンズ
23	スポット

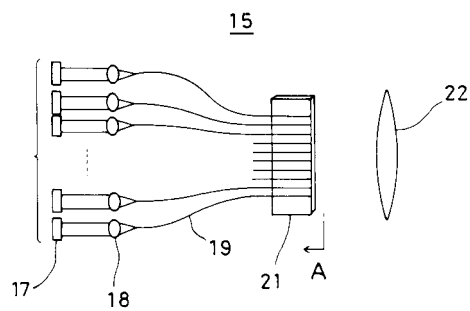
30

40

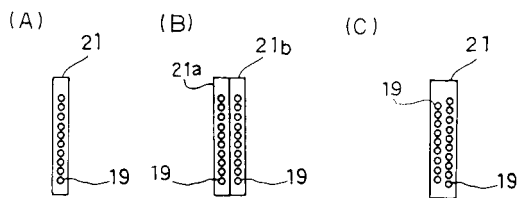
【図 1】



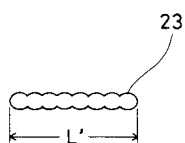
【図 2】



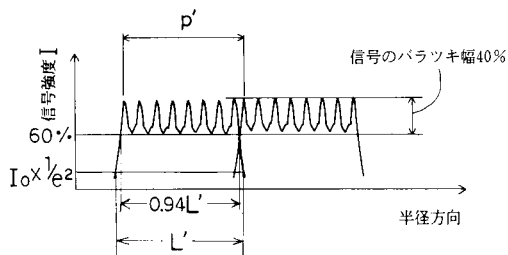
【図 3】



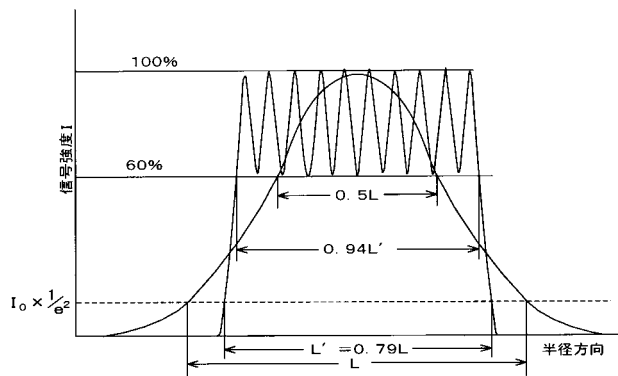
【図 4】



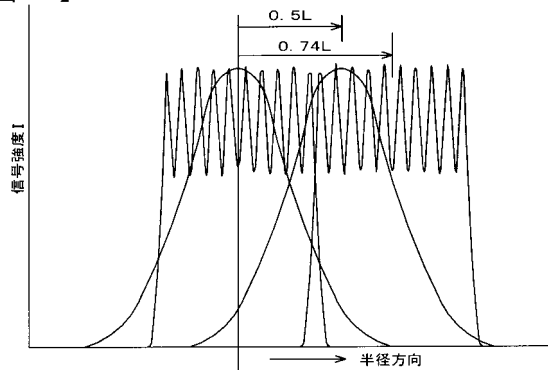
【図 5】



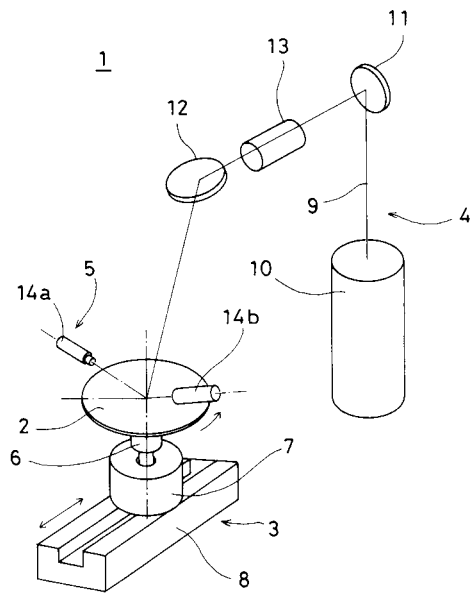
【図 6】



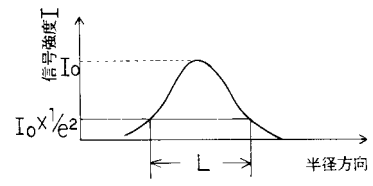
【図 7】



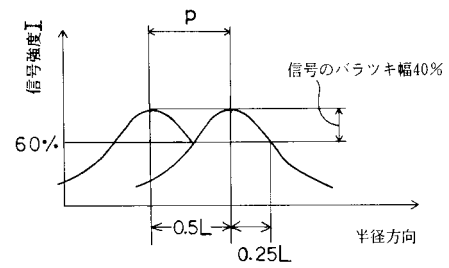
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2F065 AA49 BB01 CC19 DD06 FF44 GG06 HH04 HH12 JJ05 JJ08
JJ17 LL02 LL03 LL10 LL12 MM03 MM04 PP12 QQ42 UU01
2G051 AA51 AB01 AB02 BA01 BA10 CA01 CB01 CB05 DA08
4M106 AA01 BA05 CA38 CA41 DB08 DB12 DB16