

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3820728号

(P3820728)

(45) 発行日 平成18年9月13日(2006.9.13)

(24) 登録日 平成18年6月30日(2006.6.30)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 M 11/00 (2006.01)

GO 1 M 11/00 T

GO 1 B 11/02 (2006.01)

GO 1 B 11/02 H

GO 2 F 1/13 (2006.01)

GO 2 F 1/13 I O I

請求項の数 4 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平10-23129
(22) 出願日 平成10年2月4日(1998.2.4)
(65) 公開番号 特開平11-218466
(43) 公開日 平成11年8月10日(1999.8.10)
審査請求日 平成16年3月8日(2004.3.8)

(73) 特許権者 000003159
東レ株式会社
東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号
(72) 発明者 佐々本 裕方
滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株
式会社滋賀事業場内
(72) 発明者 井戸 英夫
滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株
式会社滋賀事業場内
(72) 発明者 平田 肇
滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株
式会社滋賀事業場内

審査官 田邊 英治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板の測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

予め設計された凸部を複数有する基板の凸部の相対高さを測定する基板の測定方法であって、基板が対向する一对の基板の間に液晶組成物を挟持してなる液晶表示素子を構成する少なくとも一方の基板であり、高さ測定手段が該凸部を1つ以上含む測定領域内を均等に画素分割し、分割された画素単位毎に高さを測定する手段であり、凸部の相対高さを、

- (1) 高さ測定手段で得られた高さ情報から高さのしきい値を設定し、
 - (2) しきい値を超える高さを持つ画素の塊の特徴量を測定し、
 - (3) 特徴量が予め設定している範囲に入っている塊を凸部として認識し、
 - (4) 凸部の位置を基準に、予め設定された相対位置にウインドウを設定してウインドウ内の平均高さを測定し、
 - (5) 凸部の高さと同記ウインドウ内の平均高さとの差をとることにより算出する、
- ことを特徴とする基板の測定方法。

【請求項2】

請求項1に記載の基板の測定方法において、前記凸部がカラーフィルタのブラックマトリクス上に成形されたスペーサーであることを特徴とする基板の測定方法。

【請求項3】

請求項1に記載の基板の測定方法において、前記凸部の位置を、

- (1) 前記高さ測定方法で得られた高さ情報の分布図から高さのしきい値を設定し、

10

20

(2) 前記しきい値を越える高さを持つ画素から突起状物の位置を測定し、
(3) 窓部の位置を測定し、突起状物の窓部からの相対的な位置を測定する、
ことを特徴とする基板の測定方法。

【請求項4】

カラーフィルタまたは透明電極基板の製造方法であって、前記カラーフィルタまたは透明電極基板上の凸部を複数有する基板の1つ以上の凸部の高さを請求項1～3の何れかに記載の測定方法によって測定し、前記カラーフィルタまたは透明電極基板の良否判定を行うことを特徴とするカラーフィルタまたは透明電極基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

【発明の属する技術分野】

本発明は、カラーフィルタ、TFTアレイ基板、半導体などの積層膜構造体の各層または全体の高さまたは断面積または位置等の表面形状を測定するLCD用透明基板などの基板の測定装置およびカラーフィルタまたは透明電極基板の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

カラーフィルタ上にスペーサーを成形する方法としては種々の方法が知られている。たとえば、特開平9-43425号公報に記載されているように、BM上に各着色層を積層しスペーサとする技術がある。このスペーサーの測定技術として、スペーサーの高さ測定については触針式高さ計を使用し、スペーサーの面積、長さ、位置、数、あるいは画素開口部幅、画素開口部間の距離、ストライプ幅、ストライプ間の距離は光学顕微鏡を用いて測定を実施していた。しかしながら、そのような測定には、以下に述べるような問題があった。

20

【0003】

すなわち、スペーサーの高さ測定については、触針式高さ計を使用していたが、ある直線上の高さを測定するために、測定線上にスペーサーをとらえるのが困難であり、このため、測定する直線をわずかに移動させながらある範囲内について複数回測定していた。しかも破壊測定のため、測定したカラーフィルタは廃棄しなければならない、また、得られたチャートより検査員が高さを読み取っていたため、読み取り誤差が大きく、測定時間も長かった。

30

【0004】

また、スペーサーの面積および位置、画素開口部幅、画素開口部間の距離、ストライプ幅、ストライプ間の距離については、光学顕微鏡で拡大した画像に対し測定員が測長器にて測定を行っていたが、手動による測定のため読み取り誤差が大きく、測定時間も長かった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、従来の技術における上述した問題点を解決するもので、測定時間を短縮し、精度・再現性の良い基板の測定装置およびカラーフィルタまたは透明電極基板の製造方法を提供することを目的とする。

40

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するための本発明の基板の測定装置は、以下の構成を有する。
すなわち、予め設計された凸部を複数有する基板の凸部の相対高さを測定する基板の測定方法であって、基板が対向する一対の基板の間に液晶組成物を挟持してなる液晶表示素子を構成する少なくとも一方の基板であり、高さ測定手段が該凸部を1つ以上含む測定領域内を均等に画素分割し、分割された画素単位毎に高さを測定する手段であり、凸部の相対高さを、

(1) 高さ測定手段で得られた高さ情報から高さのしきい値を設定し、

(2) しきい値を超える高さを持つ画素の塊の特徴量を測定し、

50

- (3) 特徴量が予め設定している範囲に入っている塊を凸部として認識し、
(4) 凸部の位置を基準に、予め設定された相対位置にウインドウを設定してウインドウ内の平均高さを測定し、
(5) 凸部の高さと同記ウインドウ内の平均高さとの差をとることにより算出する、
ことを特徴とする基板の測定方法である。

【0007】

また、カラーフィルタまたは透明電極基板の製造方法であって、前記カラーフィルタまたは透明電極基板上の凸部を複数有する基板の1つ以上の凸部の高さを測定し、前記カラーフィルタまたは透明電極基板の良否判定を行うことを特徴とするものである。

【0008】

10

【発明の実施の形態】

[実施例1]

以下、本発明における高さ情報を用いた測定の一実施例を図面に基づいて説明する。

【0009】

図1は、本発明の測定対象であるカラーフィルタ1の上面図である。図2はカラーフィルタの断面図である。次に測定対象であるスペーサーの高さ、断面積、位置、画素開口部幅、画素開口部間の距離、ストライプ幅、ストライプ間の距離を説明する。

【0010】

スペーサー高さは図2のHSに示すように、画素開口部109からスペーサー110の最上部までの距離である。

20

【0011】

スペーサー断面積は、図2のAA'での着色層（赤色層）の断面積である。

【0012】

スペーサー位置は、図1のストライプ端部112からの距離P1、画素開口部109の端部からの距離P2、P3を測定する。

【0013】

画素開口部間の距離を図1のL1、L5、画素開口部幅を図1のL2、ストライプ幅を図1のL3、ストライプ間の距離を図1のL4にそれぞれ示す。

【0014】

図3は、本発明の測定装置の模式図で、ステージ2、高さ測定装置3、データ処理装置5、制御装置6、表示装置6から構成されている。

30

【0015】

ステージ2は、カラーフィルタを表面に載置、固定し、カラーフィルタの任意の点が測定できるようにするもので、XY方向に移動する。

【0016】

高さ測定装置3は、カラーフィルタ上のある範囲を画素に分割して、その画素ごとの高さを測定するもので、制御装置6より高さ測定開始信号を与えられると高さ測定を開始し、測定を終了すると高さ測定終了信号を制御部6に出力し、高さデータをデータ処理装置5に転送する。高さ測定装置3は、ある範囲を画素に分割して、その画素ごとの高さを測定するものであれば、どのようなものでもかまわない。

40

【0017】

データ処理装置5は、高さ測定装置3で測定した高さ情報から、スペーサーの高さ、断面積、長さ、位置、数およびカラーフィルタ画素開口部幅、画素開口部間の距離、ストライプ幅、ストライプ間の距離を測定するものである。制御装置6からデータ処理開始信号を与えられるとデータ処理を開始し、データ処理を終了するとデータ処理終了信号を制御装置6に出力する。

【0018】

制御装置6は、決められた手順に基づいて、前記ステージと高さ測定装置とデータ処理装置に操作指令を与えるためのものである。

【0019】

50

表示装置 7 は、データ処理装置で測定したスペーサーの高さ、断面積、長さ、位置、数を表示するためのものである。

【0020】

次に本発明の測定装置の作用を図 7 のフローチャートを用いて説明する。

【0021】

まず、サンプルをステージに設置し測定開始ボタンを押す。(ステップ 1)
サンプルの設置は、手動でも、ロボットアーム等で自動で行ってもかまわない。測定開始ボタンが押されると、制御装置 6 は測定するスペーサーが高さ測定装置の測定範囲内にくるように予め設定した移動量と、移動開始信号をステージ 2 に与える。この時、サンプル設置位置にバラツキがある場合は、アライメントをかけ設置誤差を測定しステージの移動量を補正するのが望ましい。移動開始信号を与えられたステージ 2 は移動を開始し、移動終了後に移動終了信号を制御装置 6 に与える (ステップ 2)。

10

【0022】

移動終了信号を与えられた制御装置 6 は、高さ測定装置 3 に高さ測定開始信号を与える。測定開始信号を与えられた高さ測定装置 3 は高さ測定を開始し、測定終了後にデータ処理装置 5 に高さデータを送り、高さ測定終了信号を制御装置 6 に与える (ステップ 3)。高さ測定装置 3 はカラーフィルタ表面の最も低い位置よりさらに数 μm 低い位置を高さの原点として測定を開始する。測定範囲は、測定対象であるカラーフィルタの表面の凹凸をすべて測定できるように設定する。

図 4 は高さ測定装置 3 で測定されたカラーフィルタの高さデータで、高い部分を 108 に示すように薄いハッチングで、低い部分を 102 に示すように濃いハッチングで表示している。図 5 は図 4 の XX' 間の高さを、図 6 は図 4 の YY' 間の高さを示しており、横軸が位置、縦軸が高さである。

20

【0023】

高さ測定終了信号を与えられた制御装置 6 は、データ処理装置 5 にデータ処理開始信号を与える。データ処理開始信号を与えられたデータ処理装置 5 は、以下の手順でスペーサーの高さ、断面積、位置を測定する。

【0024】

まず、与えられた高さデータの最大値 H_{max} 、最小値 H_{min} を求め、 H_{max} と H_{min} の差を高さ範囲 R とし、予め設定した値 H と比較する。 $R \geq H$ の場合は、そのまま処理を継続するが、 $R < H$ の場合は画面内にスペーサーが存在しないかスペーサーの高さが極端に低いとして処理を終了し、表示装置 7 に高さ範囲 R を表示する (ステップ 4)。 H はカラーフィルタの着色層の膜厚等から決定する。

30

【0025】

次にスペーサー部分を切り出すために高さによる 2 値化を行なう。(ステップ 5)。2 値化のしきい値 TH は前記 H_{max} と H_{min} からスペーサー部分をうまく切り出すように設定する。2 値化は、高さ測定装置 3 で得られた各画素の高さとしきい値 TH を比較して、高い場合は 1、低い場合は 0 とした。スペーサー部分を切り出した 2 値化画像を図 8 に示す。白い部分がしきい値より高いスペーサー部分である。

【0026】

次に図 8 の白い塊に対して面積、長さ、幅、重心位置等の特徴量を測定する (ステップ 6)。これらの特徴量が予め設定している範囲内に入っているものをスペーサーとして認識する。特徴量が設定した範囲内に入っている前記塊が 1 つも存在しなかった場合は、スペーサーが存在しないものとして処理を終了し、表示装置 7 にその旨を表示する (ステップ 7)。

40

【0027】

前記塊が 1 つの場合は、重心位置 X_c 、 Y_c を記憶する (ステップ 8)。前記塊が 2 つ存在した場合は、1 画面に複数のスペーサーがあるものとし、ステップ 8 ～ステップ 18 を各スペーサーごとに繰り返す。

【0028】

50

次に前記重心位置を基準にして、図9に示すW1～W6のウインドウを設定する（ステップ9）。これらのウインドウの大きさと X_c 、 Y_c との相対位置は測定するカラーフィルタに応じて予め設定している。W1はスペーサー部分の高さおよび各層の膜厚を測定するためのウインドウである。W2は開口部の高さを測定するためのウインドウである。W3、W4は開口部エッジを測定するウインドウである。W5、W6は開口部エッジおよびストライプエッジおよび隣接するストライプエッジを測定するためのウインドウである。

【0029】

次にウインドウW2内の平均高さを求めて、開口部高さ W_H とする（ステップ10）。

【0030】

次にウインドウW1について高さデータの分布図を作成する（ステップ11）。図10は図9のウインドウW1部分を拡大した図である。図11は高さデータの分布図であり、横軸が高さ分割値、縦軸が画素数である。高さ分割値は実際の高さを整数に変換したものである。この図11の102部分のピークは、図10で示す樹脂ブラックマトリクス102部分であり、以下同様に106～108は対応している。

【0031】

次に図11の高さ分布図のピークを認識し、各着色層の高さを測定する。（ステップ12）。ピーク認識は、どのような手法を用いてもかまわない。

【0032】

次に、スペーサー高さ H_S を求める（ステップ13）。スペーサー高さはカラーフィルタをセル組みした後、セルギャップを決定する重要な要素である。スペーサー高さはW1の最大値を H_T としても良いが、測定精度を向上させるためスペーサーの断面積がある面積になる高さを H_T とし、高さ測定装置3でのスパイクノイズなどの影響をなくするのが望ましい。

【0033】

次に、得られた各層の高さから、各層の膜厚を計算する（ステップ14）。

【0034】

次に、スペーサーの断面積、スペーサーの位置を測定する（ステップ15）。ステップ5で行った2値化では、スペーサーのどの部分で2値化したか正確にはわからない。そこで、ステップ12で求めた各着色層の高さからしきい値 T_{HS} を求め、再度2値化を行なう。

【0035】

しきい値 T_{HS} で2値化した画像について特徴量を測定し、スペーサー断面積 A_s 、スペーサー位置X軸最大値 X_{max} 、最小値 X_{min} 、Y軸最大値 Y_{max} 、 Y_{min} を求める（ステップ16）。

【0036】

次にウインドウ内のエッジ位置を測定する（ステップ17）。開口部エッジの測定について、W3のウインドウについて説明する。まず、測定するエッジと平行方向にウインドウ内で高さデータの平均を取りノイズを除去する。図12に平均後の高さデータを示す。このデータにさらに移動平均をかけノイズを除去し、微分をかけたデータを図13に示す。この図13の微分値のピーク位置をエッジ位置 E_3 として認識する。ピークの認識にはどのような手法を用いてもかまわない。以下同様にW4について開口部エッジを測定し E_4 を求める。

【0037】

次にストライプ部分のエッジ測定について、W5のウインドウについて説明する。まず、測定するエッジと平行方向にウインドウ内で高さデータの平均をとりノイズを除去する。図14に平均後の高さデータを示す。このデータにさらに移動平均をかけノイズを除去し、微分をかけたデータを図15に示す。この図15の微分値のピーク位置をエッジとして認識する。ピーク○1は開口部エッジ、ピーク○2はストライプエッジ、ピーク○3は隣のストライプエッジ、ピーク○4は隣の画素の開口部エッジである。ピーク認識はウインドウW3と同様に行い、開口部エッジ E_{5a} 、ストライプエッジ位置 E_{5b} 、隣のストライプエッジ位置 E_{5c} 、隣の画素の開口部エッジ位置 E_{5d} を測定する。

10

20

30

40

50

【0038】

以下同様にW6 について、開口部エッジ E 6d、ストライプエッジ位置 E 6c、隣のストライプエッジ位置 E 6b、隣の画素の開口部エッジ位置 E 6aを測定した。また、W1 ～W6 以外にウインドウを設定してエッジを測定し、他の項目について測定を行ってもかまわない。

【0039】

次にスペーサー位置、エッジ位置から、ストライプ端部からの距離 P 1、窓開口部端部からの距離 P 2、P 3、画素開口部間の距離 L 1、画素開口部幅 L 2、ストライプ幅 L 3、ストライプ間の距離 L 4、L 5 をそれぞれ求める（ステップ 1 8）。

【0040】

最後に測定結果を表示装置 7 に表示する。（ステップ 1 9）

以下、実際の測定結果の一例を説明する。測定は図 1 に示すカラーフィルタにおいて、製造時のエッチング時間および着色層膜厚の水準を変化させた複数のサンプルについて行った。以下にある水準のサンプル中央付近のスペーサーの測定について説明する。

【0041】

まず、手動でサンプルをステージ 2 に設置して測定開始すると、ステージ 2 は高さ測定装置の測定範囲内に前記スペーサーがくるようにサンプルを移動させる。

【0042】

次に、高さ測定装置 3 は高さ測定を開始し、データ処理装置 5 に高さデータを送る。高さ測定装置 3 は、光干渉式高さ計を用い、 $\square 200 \mu\text{m}$ の範囲について、1 画素 $\square 0.4 \mu\text{m}$ で 500×500 画素について、高さ精度 $\pm 0.05 \mu\text{m}$ の精度で測定した。データ処理装置 5 で高さデータの最大値 Hmax、最小値 Hmin、高さ範囲 R を求めたところ以下のようになった。なお、 $H = 4.00$ とした。

【0043】

$$H_{\text{max}} = 8.90 [\mu\text{m}]$$

$$H_{\text{min}} = 1.00 [\mu\text{m}]$$

$$R = 7.90 [\mu\text{m}]$$

次にスペーサー部分を切り出すために高さによる 2 値化を実施した。2 値化のしきい値 TH を下記 [式 1] により決めたところ、 $TH = 7.32$ となった。

[式 1]

$$TH = H_{\text{min}} + 0.8 \times R$$

2 値化した画像の白い塊に対して面積、長さ、幅、重心位置等の特徴量を測定したところ、予め設定した面積、長さ、幅の範囲内に入っている塊が 1 つ存在したため、これをスペーサーとして認識し、重心位置 Xc、Yc を記憶した。

【0044】

次に前記重心位置 Xc、Yc を基準にして、W1 ～W6 のウインドウを設定した。

【0045】

次にウインドウ W2 内の平均高さを求めたところ、開口部高さ WH は以下のようになった。

【0046】

$$WH = 2.50 [\mu\text{m}]$$

次にウインドウ W1 について高さデータの分布図を作成した。本実施例では、分布の刻み間隔 Hdiv を $H_{\text{div}} = 0.02 [\mu\text{m}]$ として下記 [式 2] より分割数 DIV を求めたところ、 $DIV = 395$ となった。

[式 2]

$$DIV = (H_{\text{max}} - H_{\text{min}}) / H_{\text{div}} \quad (DIV \text{ は整数})$$

高さデータの分布図横軸の高さ分割値 D と実際の高さ H には、下記 [式 3] の関係がある。

[式 3]

$$H = H_{\text{min}} + H_{\text{div}} \cdot D$$

10

20

30

40

50

次に高さ分布図のピーク位置を認識した。ピーク位置の認識は、まず高さ最小値からBM膜厚設計値の範囲で、画素数が最大となる高さ分割値をBM高さの分割値HDBMと認識し、上記〔式3〕によってBM高さHBMを求める。以下同様に、このBM高さを基準として、青色層膜厚設計値の60%から140%の範囲で画素数が最大となる高さ分割値から青色層高さHBを求める。次に青色層高さを基準に緑色層膜厚設計値の60%から140%の範囲で画素数が最大となる高さ分割値から緑色層高さHGを求める。次に緑色層高さを基準に赤色層膜厚設計値の60%から140%の範囲で画素数が最大となる高さ分割値から赤色層高さHBを求める。今回は、前述のようなピーク認識手法を使用したか、微分等を利用してピークを認識してもかまわない。それぞれのピーク位置、着色層高さは以下のようにになった。

10

【0047】

$$\begin{aligned} \text{HDBM} &= 15 \\ \text{HDB} &= 140 \\ \text{HDG} &= 265 \\ \text{HBM} &= 1.30 \quad [\mu\text{m}] \\ \text{HB} &= 3.80 \quad [\mu\text{m}] \\ \text{HG} &= 6.30 \quad [\mu\text{m}] \end{aligned}$$

次に、スペーサー頂上部の高さHTを求める(ステップ13)。高さ測定装置3でのスパイクノイズなどの影響をなくし測定精度を向上させるため、ある断面積Sになる分割値HDTを求める。高さ分布図のある分割値HDTでのスペーサー断面積Sは、下記〔式4〕になる。

20

〔式4〕

$$\begin{aligned} \text{DIV} \\ S &= \sum_{x=\text{HDT}}^{\text{DIV}} f(x) \times P^2 \\ x &: \text{高さ分割値} \\ f(x) &: \text{高さ分割値 } x \text{ での画素数} \\ \text{DIV} &: \text{高さ分布図の分割数} \\ P &: 1 \text{ 画素の幅 } [\mu\text{m}] \end{aligned}$$

そこで、以下の〔式5〕を満たす分割値HDTを求めることで、スペーサーの断面積Aになる分割値が得られる。

30

〔式5〕

$$\sum_{x=\text{HDT}+1}^{\text{DIV}} f(x) \leq A/P < \sum_{x=\text{HDT}}^{\text{DIV}} f(x)$$

本実施例では、 $A=2.00$ としたところ、 $\text{HDT}=345$ を得た。この高さ分割値HDTを〔式3〕代入して、スペーサー頂上部の高さHTは以下のようにになった。

【0048】

$$\text{HT} = 7.90 \quad [\mu\text{m}]$$

これよりスペーサー高さHSは次のようになる。

40

【0049】

$$\begin{aligned} \text{HS} &= \text{HT} - \text{HW} \\ &= 6.30 \quad [\mu\text{m}] \end{aligned}$$

次に、得られた各層の高さから、各層の膜厚を計算する。BM膜厚TBM、青色層膜厚TB、緑色層膜厚TG、赤色層膜厚TRを〔式6〕〔式7〕〔式8〕〔式9〕より計算。

〔式6〕

$$\text{TBM} = \text{HB} - \text{HW}$$

〔式7〕

$$\text{TB} = \text{HB} - \text{HBM}$$

〔式8〕

50

$$T G = H G - H B$$

[式 9]

$$T R = H T - H G$$

得られた各層の膜厚は以下ようになった。

【0050】

$$T B M = 1.30 \quad [\mu m]$$

$$T B = 2.50 \quad [\mu m]$$

$$T G = 2.50 \quad [\mu m]$$

$$T R = 2.50 \quad [\mu m]$$

次に、スペーサの断面積、スペーサの位置を測定した。本実施例では、赤色層の中央 10
での柱断面の面積をスペーサ断面積としたので、2値化のしきい値 T H S は [式 10] で
求めた。その結果、T H S = 7.55 を得た。

[式 10]

$$T H S = (H T + H G) / 2$$

しきい値 T H S で 2 値化した画像について特徴量を測定し、スペーサ断面積 A s 、ス
ペーサ位置 X 軸最大値 X max 、最小値 X min 、Y 軸最大値 Y max 、Y min を求めたところ、
以下ようになった。

【0051】

$$A s = 140 \quad [\mu m^2]$$

$$X_{max} = 125$$

20

$$X_{min} = 200$$

$$Y_{max} = 230$$

$$Y_{min} = 270$$

次にウインドウ W3 、W4 、W5 、W6 のエッジ位置を測定したところ、エッジ位置は
以下ようになった。

【0052】

$$E 3 = 200.0$$

$$E 4 = 300.0$$

$$E 5a = 50.0$$

$$E 5b = 57.5$$

30

$$E 5c = 67.5$$

$$E 5d = 75.0$$

$$E 6a = 250.0$$

$$E 6b = 257.5$$

$$E 6c = 267.5$$

$$E 6d = 275.0$$

次にスペーサ位置、エッジ位置から、ストライプ端部からの距離 P1 を [式 11] で
、窓開口部端部からの距離 P2 、P3 を [式 12] 、[式 13] で、画素開口部間の距離
L1 を [式 14] で、画素開口部幅 L2 を [式 15] で、ストライプ幅 L3 を [式 16]
で、ストライプ間の距離 L4 、L5 を [式 17] [式 18] でそれぞれ求めた。 40

[式 11]

$$P 1 = (X_{min} - E 5b) \times P$$

[式 12]

$$P 2 = (Y_{min} - E 3) \times P$$

[式 13]

$$P 3 = (E 4 - Y_{max}) \times P$$

[式 14]

$$L 1 = (E 4 - E 3) \times P$$

[式 15]

$$L 2 = (E 6a - E 5d) \times P$$

50

[式 16]

$$L3 = (E6b - E5c) \times P$$

[式 17]

$$L4 = (E5c - E5b) \times P$$

[式 18]

$$L5 = (E5d - E5a) \times P$$

計算結果は以下のようになった。

【0053】

$$P1 = 27.0 \quad [\mu m]$$

$$P2 = 12.0 \quad [\mu m]$$

$$P3 = 12.0 \quad [\mu m]$$

$$L1 = 40.0 \quad [\mu m]$$

$$L2 = 70.0 \quad [\mu m]$$

$$L3 = 76.0 \quad [\mu m]$$

$$L4 = 4.0 \quad [\mu m]$$

$$L5 = 10.0 \quad [\mu m]$$

他の着色層上のスペーサーおよび、他の水準のサンプルについても同様にして測定を行った。得られた測定結果と、従来の方法で得られた結果には高い相関があった。また、同じサンプルを繰り返し測定した場合の繰り返し精度は、いずれの測定項目も従来の方法より向上した。測定時間については大幅に短縮できた。

【0054】

本実施例では高さ測定装置として、ある範囲を画素に分割してその画素ごとの高さを測定する装置を用いたが、予め設定したある直線もしくは、ある点について高さを測定することで、突起状物の有無を判定してもかまわない。

【0055】

本実施例では、図2に示すカラーフィルタについて測定を実施したが、図16に示すカラーフィルタについても測定可能である。図16は、3色の着色層以外に樹脂層111を積層し、パターン加工してスペーサーを設置したカラーフィルタである。

【0056】

また、この測定装置を製造工程で使用したところ、工程の安定化、不良品の流出防止等の効果をあげることができた。工程の安定化については、最終製品のスペーサーを測定することで各着色層の膜厚および現像状態がわかるため、これをフィードバックすることで工程状態の変動を問題のない範囲内に管理できた。今回は常に測定結果を監視していたが、ある設定枚数の不良品がでた場合に警報をならして作業員に工程の異常を知らせてもかまわない。また、全ての基板について測定をおこない良否判定し、不良品を抜き出すことで不良品の流出防止がはかれた。

[実施例2]

以下、本発明における輝度情報を用いた測定の実施の一例を図面に基づいて説明する。

【0057】

測定対象は実施例1と同様のため説明は省略する。

【0058】

図17は、本発明の測定装置の模式図で、ステージ2、照明装置8、撮像装置4、データ処理装置5、制御装置6、表示装置7から構成されている。

【0059】

ステージ2は、カラーフィルタを表面に載置、固定し、カラーフィルタの任意の点が測定できるようにするもので、XY方向に移動する。

【0060】

照明装置8は測定対象に光を照射する。今回は同軸落射照明を用いたが、暗視野照明を用いても構わない。また、透過照明を併用してもかまわない。

【0061】

10

20

30

40

50

撮像装置 4 は、カラーフィルタ上のある範囲を画素に分割して、その画素ごとの輝度を測定するもので、制御装置 6 より輝度測定開始信号を与えられると輝度測定を開始し、測定を終了すると輝度測定終了信号を制御部 6 に出力し、輝度データをデータ処理装置 5 に転送する。撮像装置として、本実施例ではエリアセンサ CCD カメラを用いたが、ある範囲を画素に分割して、その画素ごとの輝度を測定するものであれば、ラインセンサ CCD カメラ等を用いても構わない。

【0062】

データ処理装置 5 は、撮像装置 4 で測定した輝度データから、スペーサーの断面積、長さ、位置、数およびカラーフィルタ画素開口部幅、画素開口部間の距離、ストライプ幅、ストライプ間の距離を測定するものである。制御装置 6 からデータ処理開始信号を与えられるとデータ処理を開始し、データ処理を終了するとデータ処理終了信号を制御装置 6 に出力する。

10

【0063】

制御装置 6 は、決められた手順に基づいて、前記ステージと輝度測定装置とデータ処理装置に操作指令を与えるためのものである。

【0064】

表示装置 7 は、データ処理装置で測定したスペーサーの断面積、長さ、位置、数を表示するためのものである。

【0065】

次に本発明の測定装置の作用を図 21 のフローチャートを用いて説明する。

20

【0066】

まず、サンプルをステージに設置し測定開始ボタンを押す。(ステップ 1)
サンプルの設置は、手動でも、ロボットアーム等で自動で行ってもかまわない。測定開始ボタンが押されると、制御装置 6 は測定するスペーサーが撮像装置の測定範囲内にくるように予め設定した移動量と、移動開始信号をステージ 2 に与える。この時、サンプル設置位置にバラツキがある場合は、アライメントをかけ設置誤差を測定しステージの移動量を補正するのが望ましい。移動開始信号を与えられたステージ 2 は移動を開始し、移動終了後に移動終了信号を制御装置 6 に与える(ステップ 2)。

【0067】

移動終了信号を与えられた制御装置 6 は、撮像装置 4 に輝度測定開始信号を与える。測定開始信号を与えられた撮像装置 4 は輝度測定を開始し、測定終了後にデータ処理装置 5 に輝度データを送り、輝度測定終了信号を制御装置 6 に与える(ステップ 3)。図 18 は撮像装置 4 で測定されたカラーフィルタの輝度データの模式図で、輝度が高い部分を白く、低い部分を黒く表示している。図 19 は図 18 の XX' 間の輝度を、図 20 は図 18 の YY' 間の輝度を示しており、横軸が位置、縦軸が輝度である。

30

【0068】

輝度測定終了信号を与えられた制御装置 6 は、データ処理装置 5 にデータ処理開始信号を与える。データ処理開始信号を与えられたデータ処理装置 5 は、以下の手順でスペーサーの長さ、断面積、位置、数を測定する。

【0069】

まず、図 22 に示すように予め設定されたスペーサー部分の輝度データをマスターパターンとして図 18 の輝度データに対してパターンマッチングをかけてスペーサーの概略位置、数を測定する。スペーサーの数が 1 つ以上の場合は、そのまま処理を継続するが、存在しないときは画面内にスペーサーが存在しないかスペーサーの形が極端に異なるとして処理を終了し、表示装置 7 にその旨を表示する(ステップ 4)。

40

【0070】

スペーサーが 1 つの場合は、マスターパターン中心位置 X_c 、 Y_c を記憶する(ステップ 5)。スペーサーが 2 つ存在した場合は、ステップ 6 ～ステップ 11 を各スペーサーごとに繰り返す。

【0071】

50

次に前記中心位置を基準にして、図 2 3 に示す W1 ～ W6 のウインドウを設定する（ステップ 6）。これらのウインドウの大きさと X_c 、 Y_c との相対位置は測定するカラーフィルタに応じて予め設定している。W1 はスペーサーの長さを測定するためのウインドウである。W2 はスペーサーの幅を測定するためのウインドウである。W3、W4 は開口部エッジを測定するウインドウである。W5、W6 は開口部エッジおよびストライプエッジおよび隣接するストライプエッジを測定するためのウインドウである。

【0072】

次にウインドウ W1 および W2 内のエッジ個数から設計どおりに着色層が積層されているかを判定する（ステップ 7）。エッジの測定について、W1 のウインドウについて説明する。まず、測定するエッジと平行方向にウインドウ内で輝度データの平均を取りノイズを除去する。図 2 4 に平均後の輝度データを示す。

10

【0073】

図 2 4 の a および d は図 1 の 5 の着色層のエッジであり、b および c は図 1 の 4 の着色層のエッジである。このデータにさらに移動平均をかけノイズを除去し、2 回微分をかけたデータを図 2 5 に示す。この図 2 5 の 2 回微分値のピーク位置をエッジ位置 E1a、E1b、E1c、E1d として認識する。ピークの認識にはどのような手法を用いてもかまわない。以下同様に W2 についてエッジ位置 E2a、E2b、E2c、E2d を測定する。

【0074】

次にウインドウ W1 および W2 内のエッジ位置からスペーサーの長さ、幅、断面積、位置を測定する（ステップ 8）。

20

【0075】

次にストライプ部分のエッジ測定を行う（ステップ 9）。W3 ～ W6 のウインドウについて、ステップ 7 と同様にエッジ位置の認識を行う。

【0076】

次にスペーサー位置、エッジ位置から、ストライプ端部からの距離 P1、窓開口部端部からの距離 P2、P3、画素開口部間の距離 L1、画素開口部幅 L2、ストライプ幅 L3、ストライプ間の距離 L4、L5 をそれぞれ求める（ステップ 10）。

【0077】

最後に測定結果を表示装置 7 に表示する。（ステップ 11）

以下、実際の測定結果の一例を説明する。測定は図 1 に示すカラーフィルタにおいて、製造時のエッチング時間および着色層膜厚の水準を変化させた複数のサンプルについて行った。以下にある水準のサンプル中央付近のスペーサーの測定について説明する。

30

【0078】

まず、手動でサンプルをステージ 2 に設置して測定開始すると、ステージ 2 は輝度測定装置の測定範囲内に前記スペーサーがくるようにサンプルを移動させる。

【0079】

次に、撮像装置 4 は輝度測定を開始し、データ処理装置 5 に輝度データを送る。撮像装置 4 は、エリアセンサ CCD カメラを用い、 $200\ \mu\text{m}$ の範囲について、1 画素 $0.4\ \mu\text{m}$ で 500×500 画素について輝度を測定した。

【0080】

次に、パターンマッチングをかけてスペーサーの数を測定したところ、スペーサーの数は 2 つであった。まずこのうちの 1 つについての測定を説明する。

40

【0081】

このスペーサーの中心座標 X_c 、 Y_c は以下ようになった。

【0082】

$$X_c = 160$$

$$Y_c = 250$$

この中心座標を基準にウインドウ W1 ～ W6 を設定しエッジ位置を測定したところ、エッジ位置は以下ようになった。

【0083】

50

$$\begin{aligned}
E1a &= 115.0 \\
E1b &= 125.0 \\
E1c &= 200.0 \\
E1d &= 210.0 \\
E2a &= 220.0 \\
E2b &= 230.0 \\
E2c &= 270.0 \\
E2d &= 280.0 \\
E3 &= 200.0 \\
E4 &= 300.0 \\
E5a &= 50.0 \\
E5b &= 57.5 \\
E5c &= 67.5 \\
E5d &= 75.0 \\
E6a &= 250.0 \\
E6b &= 257.5 \\
E6c &= 267.5 \\
E6d &= 275.0
\end{aligned}$$

10

次にスペーサー位置、エッジ位置から、ストライプ端部からの距離 $P1$ を〔式11〕で、窓開口部端部からの距離 $P2$ 、 $P3$ を〔式12〕、〔式13〕で、スペーサーの長さ $K1$ 、幅 $K2$ 、断面積 A を〔式14〕、〔式15〕、〔式16〕で、画素開口部間の距離 $L1$ を〔式17〕で、画素開口部幅 $L2$ を〔式18〕で、ストライプ幅 $L3$ を〔式19〕で、ストライプ間の距離 $L4$ 、 $L5$ を〔式20〕〔式21〕でそれぞれ求めた。

20

〔式11〕

$$P1 = (E1b - E5b) \times P$$

〔式12〕

$$P2 = (E2b - E3) \times P$$

〔式13〕

$$P3 = (E4 - E2c) \times P$$

〔式14〕

$$K1 = (E1c - E1b) \times P$$

30

〔式15〕

$$K2 = (E2c - E2b) \times P$$

〔式16〕

$$A = (K1 - K2) \times K2 + 0.785 \times K2^2$$

〔式17〕

$$L1 = (E4 - E3) \times P$$

〔式18〕

$$L2 = (E6a - E5d) \times P$$

〔式19〕

$$L3 = (E6b - E5c) \times P$$

40

〔式20〕

$$L4 = (E5c - E5b) \times P$$

〔式21〕

$$L5 = (E5d - E5a) \times P$$

計算結果は以下ようになった。

【0084】

$$P1 = 27.0 \quad [\mu m]$$

$$P2 = 12.0 \quad [\mu m]$$

$$P3 = 12.0 \quad [\mu m]$$

50

$K1 = 30.0 \quad [\mu m]$
 $K2 = 16.0 \quad [\mu m]$
 $A = 425.0 \quad [\mu m^2]$
 $L1 = 40.0 \quad [\mu m]$
 $L2 = 70.0 \quad [\mu m]$
 $L3 = 76.0 \quad [\mu m]$
 $L4 = 4.0 \quad [\mu m]$
 $L5 = 10.0 \quad [\mu m]$

他の着色層上のスペーサーおよび、他の水準のサンプルについても同様にして測定を行った。得られた測定結果と、従来の方法で得られた結果には高い相関があった。また、同じサンプルを繰り返し測定した場合の繰り返し精度は、いずれの測定項目も従来の方法より向上した。測定時間については大幅に短縮できた。

10

【0085】

本実施例ではスペーサーの認識としてパターンマッチングを用いたが、周波数フィルタ等を用いてスペーサー部分のみを強調し認識しても構わない。

【0086】

本実施例では、図2に示すカラーフィルタについて測定を実施したが、図16に示すように3色の着色層以外に樹脂層を使用してスペーサーを設置したカラーフィルタについても測定可能である。

【0087】

20

また、この測定装置を製造工程で使用したところ、工程の安定化、不良品の流出防止等の効果をあげることができた。工程の安定化については、最終製品のスペーサーを測定することで各着色層の膜厚および現像状態がわかるため、これをフィードバックすることで工程状態の変動を問題のない範囲内に管理できた。今回は常に測定結果を監視していたが、ある設定枚数の不良品がでた場合に警報をならして作業員に工程の異常を知らせてもかまわない。また、全ての基板について測定をおこない良否判定し不良品を抜き出すことで不良品の流出防止がはかれた。

【0088】

【発明の効果】

本発明の測定装置によれば、短時間で精度・再現性の良い判定が可能になるという優れた効果が得られる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の測定対象であるカラーフィルタの上面図である。

【図2】本発明の測定対象であるカラーフィルタの断面図である。

【図3】本発明の一例である測定装置の全体模式図である。

【図4】高さ測定結果を濃淡に変換した図である。

【図5】図4のXX'の高さデータを示す図である。

【図6】図4のYY'の高さデータを示す図である。

【図7】本発明の測定の手順の一例を示す図である。

【図8】高さ測定結果をある高さで2値化したときの図である。

40

【図9】ウインドウの位置関係を示す図である。

【図10】ウインドウW1を拡大した図である。

【図11】ウインドウW1の高さデータの分布図である。

【図12】ウインドウW3の高さデータを示す図である。

【図13】ウインドウW3の高さデータの微分値を示す図である。

【図14】ウインドウW5を高さデータを示す図である。

【図15】ウインドウW5を高さデータの微分値を示す図である。

【図16】本発明で測定可能なカラーフィルタの断面図の一例である。

【図17】本発明の一例である測定装置の全体模式図である。

【図18】輝度測定結果を濃淡に変換した図である。

50

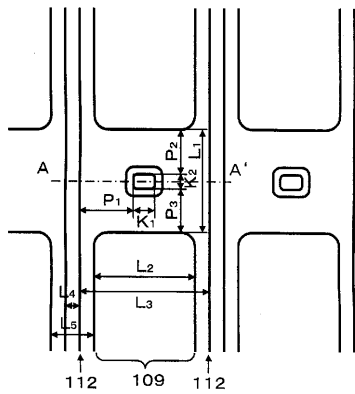
- 【図 1 9】 図 1 8 の X X ' の輝度データを示す図である。
【図 2 0】 図 1 8 の Y Y ' の輝度データを示す図である。
【図 2 1】 本発明の測定の手順の一例を示す図である。
【図 2 2】 パターンマッチングで使したマスタパターンを示す図である。
【図 2 3】 ウィンドウの位置関係を示す図である。
【図 2 4】 ウィンドウ W 1 の輝度データを示す図である。
【図 2 5】 ウィンドウ W 1 の輝度データの微分値を示す図である。

【符号の説明】

- | | |
|-------------------------------|----|
| 1 ……カラーフィルタ | |
| 2 ……ステージ | 10 |
| 3 ……高さ測定装置 | |
| 4 ……撮像装置 | |
| 5 ……データ処理装置 | |
| 6 ……制御装置 | |
| 7 ……表示装置 | |
| 8 ……照明装置 | |
| 1 0 1 ……透明基板（ガラス基板） | |
| 1 0 2 ……樹脂ブラックマトリクス | |
| 1 0 3 ……着色層（青色層） | |
| 1 0 4 ……着色層（緑色層） | 20 |
| 1 0 5 ……着色層（赤色層） | |
| 1 0 6 ……樹脂ブラックマトリクス上に積層された青色層 | |
| 1 0 7 ……樹脂ブラックマトリクス上に積層された緑色層 | |
| 1 0 8 ……樹脂ブラックマトリクス上に積層された赤色層 | |
| 1 0 9 ……画素開口部 | |
| 1 1 0 ……スペーサー | |
| 1 1 1 ……樹脂層 | |
| 1 1 2 ……ストライプ端部 | |

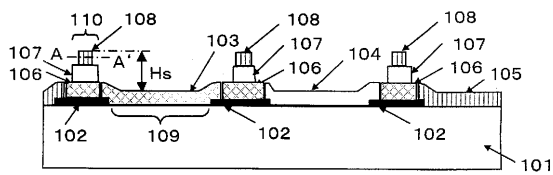
【図 1】

図 1



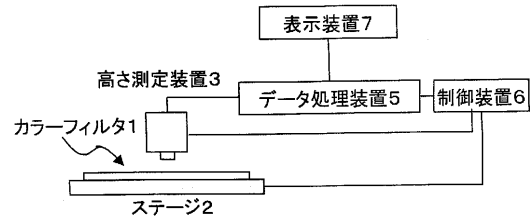
【図 2】

図 2



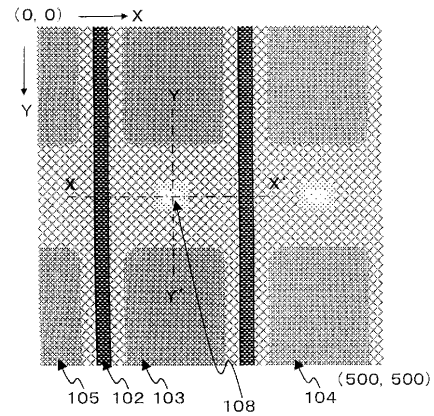
【図 3】

図 3



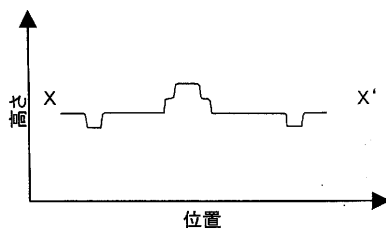
【図 4】

図 4



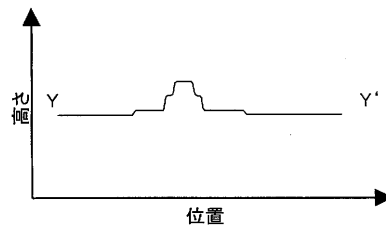
【図 5】

図 5



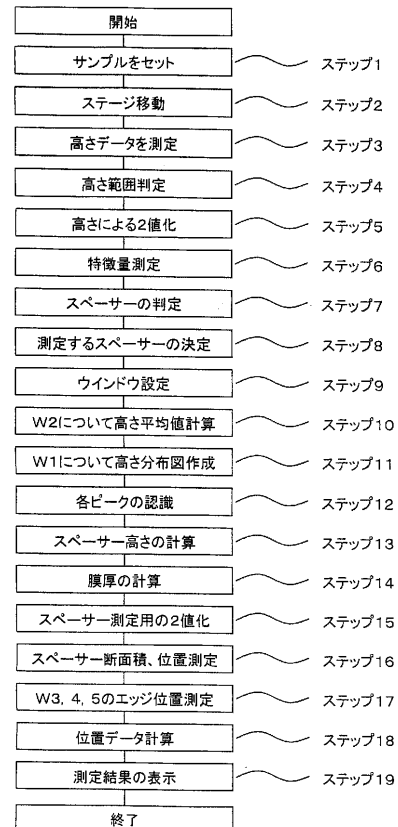
【図 6】

図 6

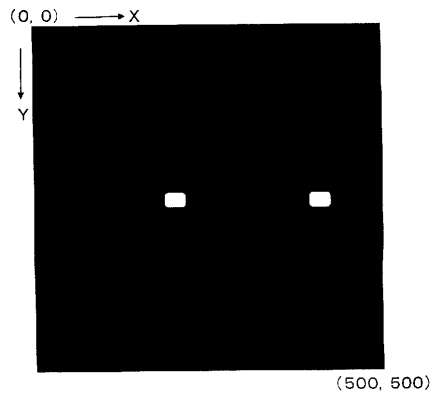


【図 7】

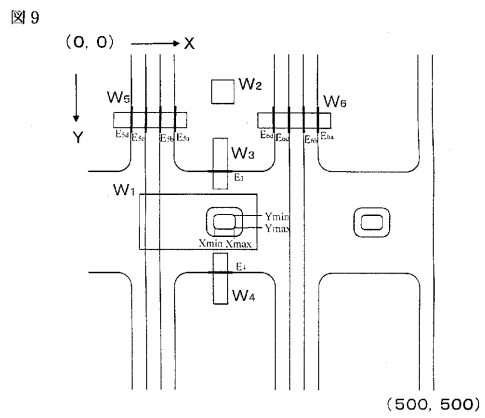
図 7



【図 8】

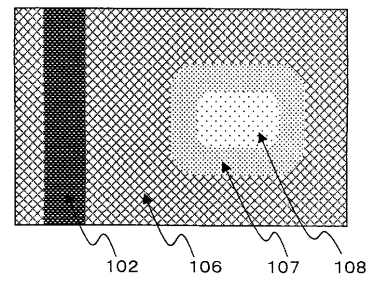


【図 9】



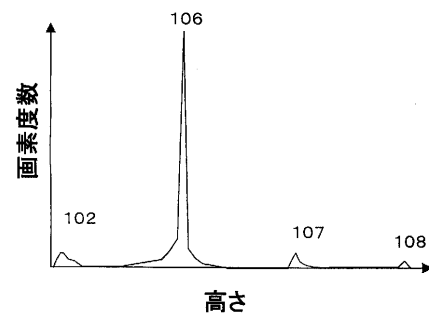
【図 10】

図 10



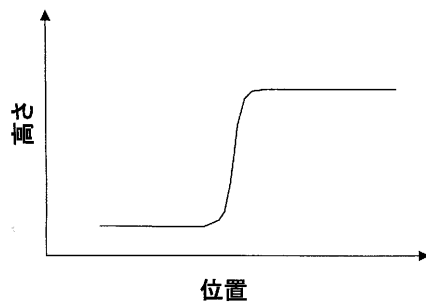
【図 11】

図 11



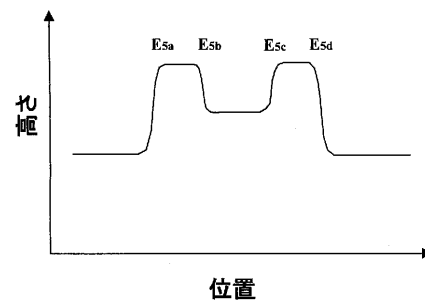
【図 12】

図 12



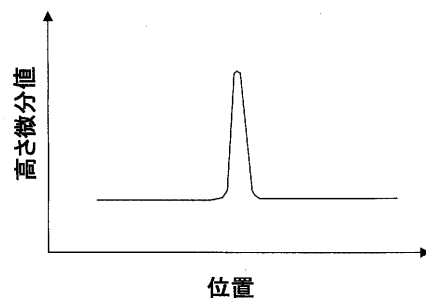
【図 14】

図 14



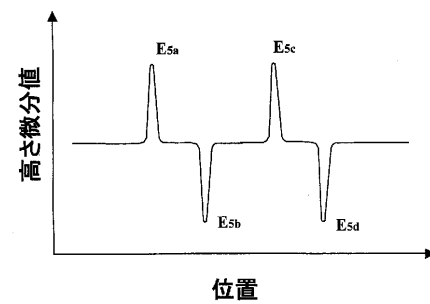
【図 13】

図 13



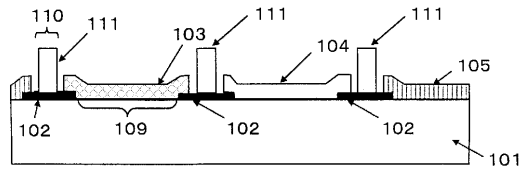
【図 15】

図 15



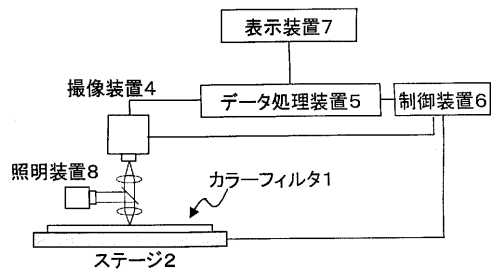
【図 16】

図 16



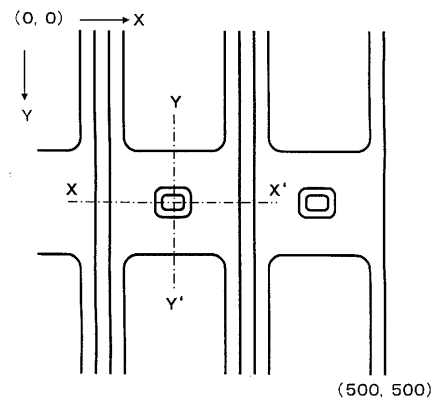
【図 17】

図 17



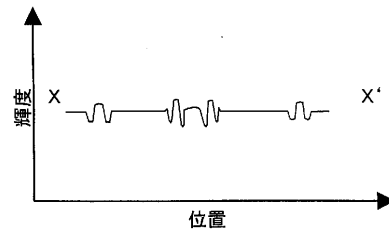
【図 18】

図 18



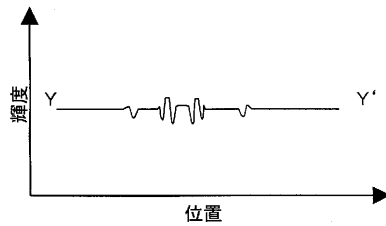
【図 19】

図 19



【図 20】

図 20



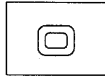
【図 21】

図 21



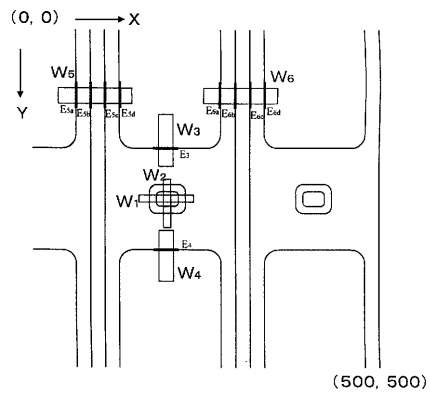
【図 2 2】

図 2 2



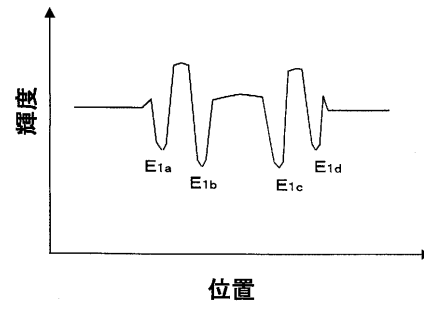
【図 2 3】

図 2 3



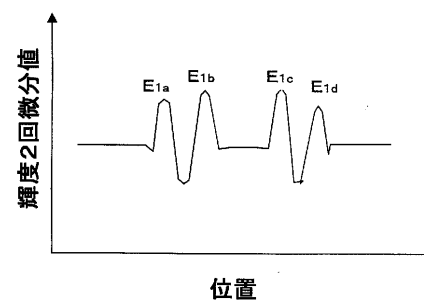
【図 2 4】

図 2 4



【図 2 5】

図 2 5



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平09-210632 (JP, A)
特開平08-061924 (JP, A)
特開平08-122272 (JP, A)
特開平09-043425 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01M 11/00-11/08

G01N 21/84-21/958

G01B 11/00-11/30

G02F 1/13