

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第6307468号  
(P6307468)

(45) 発行日 平成30年4月4日 (2018.4.4)

(24) 登録日 平成30年3月16日 (2018.3.16)

(51) Int.Cl.

F I

G O 6 F 3/041 (2006.01)

G O 6 F 3/044 (2006.01)

G O 6 F 3/041 4 9 0

G O 6 F 3/044 1 2 2

G O 6 F 3/041 6 6 0

請求項の数 10 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2015-74609 (P2015-74609)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成27年3月31日 (2015.3.31)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2016-194827 (P2016-194827A)		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(43) 公開日	平成28年11月17日 (2016.11.17)	(74) 代理人	100080159
審査請求日	平成29年3月2日 (2017.3.2)		弁理士 渡辺 望穂
		(74) 代理人	100090217
			弁理士 三和 晴子
		(74) 代理人	100152984
			弁理士 伊東 秀明
		(74) 代理人	100148080
			弁理士 三橋 史生
		(72) 発明者	岩見 一央
			神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
			富士フイルム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 導電性フィルム、これを備える表示装置及び導電性フィルムの評価方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表示装置の表示ユニット上に設置される導電性フィルムであって、  
透明基体と、  
該透明基体の少なくとも一方の面に形成され、複数の金属細線からなる導電部と、  
を有し、  
前記導電部は、前記複数の金属細線によりメッシュ状に形成された、複数の開口部を配列した配線パターンを有し、  
前記配線パターンは、その全画像の透過率画像データを2次元フーリエ変換して得られた前記全画像のスペクトルピークの規格化スペクトル強度を求め、規定値以上の前記規格化スペクトル強度を持つ前記スペクトルを抽出し、該抽出されたスペクトル各々について、2次元フーリエ座標における原点と前記抽出されたスペクトルの座標とを結んだ直線と前記2次元フーリエ座標の1つの座標軸とのなす角度を特定角度単位で算出し、前記抽出されたスペクトルについて、前記角度を前記特定角度単位刻みで振りながら前記抽出されたスペクトルの全ての点において、各角度毎の前記規格化スペクトル強度の最大値と最小値とから得られる強度差を算出し、前記全ての点の前記強度差のヒストグラムを取った時に前記強度差の平均値以上における前記ヒストグラムの度数を表わす柱の1以上の塊が他の塊から孤立して存在し、かつ前記規格化スペクトル強度の1つの角度におけるばらつきを表わす第1標本標準偏差の全角度方向のばらつきを表わす第2標本標準偏差を前記配線パターンの定量値として算出した時、前記定量値が特定の数値範囲に収まり、

10

20

前記規格化スペクトル強度は、前記全画像のスペクトルのスペクトル強度の平均値及び画像サイズで規格化された規格値であり、

前記規定値は、前記規格化スペクトル強度値の対数値を10000倍した値として、-4.0であり、

前記特定角度単位は、1度であり、

前記強度差は、1つの角度において、前記規格化スペクトル強度の最大値と最小値の差の値の対数値の10000倍であり、

前記ヒストグラムの横軸となる前記強度差の範囲は、-4.0～0であり、そのステップ幅は、0.1であり、

前記特定の数値範囲は、-5.29～-5.05であることを特徴とする導電性フィルム。

10

#### 【請求項2】

前記角度は、小数点以下第2位まで求め、小数点以下第2位に対して丸め処理を行い、小数点第1位まで求められる請求項1に記載の導電性フィルム。

#### 【請求項3】

前記配線パターンは、四角形状の平面上に規則的に配置された複数のドットを発生させ、配置されたドットを、乱数を用いて360度の任意の方向に移動してランダム性を付与し、ランダムに配置されたドットを中心とする多角形を発生させ、多角形間に存在する領域を細線化することにより形成される請求項1又は2に記載の導電性フィルム。

#### 【請求項4】

20

前記配線パターンは、前記表示ユニットの画素配列パターンに重畳されるものである請求項1～3のいずれか1項に記載の導電性フィルム。

#### 【請求項5】

前記画素配列パターンは、ブラックマトリックスパターンである請求項4に記載の導電性フィルム。

#### 【請求項6】

表示ユニットと、

この表示ユニットの上に設置される、請求項1～5のいずれか1項に記載の導電性フィルムと、を備えることを特徴とする表示装置。

#### 【請求項7】

30

表示装置の表示ユニット上に設置され、複数の金属細線によりメッシュ状に形成された、複数の開口部を配列した配線パターンを有する導電性フィルムの評価方法であって、

前記導電性フィルムの全画像の前記配線パターンの透過率画像データを取得し、

前記全画像の透過率画像データを2次元フーリエ変換して得られた前記全画像のスペクトルピークの規格化スペクトル強度を求め、

規定値以上の前記規格化スペクトル強度を持つ前記スペクトルを抽出し、

該抽出されたスペクトル各々について、2次元フーリエ座標における原点と前記抽出されたスペクトルの座標とを結んだ直線と前記2次元フーリエ座標の1つの座標軸とのなす角度を特定角度単位で算出し、

前記抽出されたスペクトルについて、前記角度を前記特定角度単位刻みで振りながら前記抽出されたスペクトルの全ての点において、各角度毎の前記規格化スペクトル強度の最大値と最小値とから得られる強度差を算出し、かつ前記規格化スペクトル強度の1つの角度におけるばらつきを表わす第1標本標準偏差の全角度方向のばらつきを表わす第2標本標準偏差を前記配線パターンの定量値として算出し、

40

算出された前記全ての点の前記強度差のヒストグラムを取った時に前記強度差の平均値以上における前記ヒストグラムの度数を表わす柱の1以上の塊が他の塊から孤立して存在し、かつ、算出された前記定量値が特定の数値範囲に収まる配線パターンを評価し、

前記規格化スペクトル強度は、前記全画像のスペクトルのスペクトル強度の平均値及び画像サイズで規格化された規格値であり、

前記規定値は、前記規格化スペクトル強度値の対数値を10000倍した値として、-

50

4 . 0 であり、

前記特定角度単位は、1 度であり、

前記強度差は、1 つの角度において、前記規格化スペクトル強度の最大値と最小値の差の値の対数値の 1 0 0 0 0 倍であり、

前記ヒストグラムの横軸となる前記強度差の範囲は、- 4 . 0 ~ 0 であり、そのステップ幅は、0 . 1 であり、

前記特定の数値範囲は、- 5 . 2 9 ~ - 5 . 0 5 であることを特徴とする導電性フィルムの評価方法。

【請求項 8】

前記角度は、小数点以下第 2 位まで求め、小数点以下第 2 位に対して丸め処理を行い、  
小数点第 1 位まで求められる請求項 7 に記載の導電性フィルムの評価方法。

【請求項 9】

前記配線パターンは、四角形状の平面上に規則的に配置された複数のドットを発生させ、配置されたドットを、乱数を用いて 3 6 0 度の任意の方向に移動してランダム性を付与し、ランダムに配置されたドットを中心とする多角形を発生させ、多角形間に存在する領域を細線化することにより形成される請求項 7 又は 8 に記載の導電性フィルムの評価方法。

【請求項 10】

前記配線パターンは、前記表示ユニットの画素配列パターンに重畳されるものである請求項 7 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の導電性フィルムの評価方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、導電性フィルム、これを備える表示装置及び導電性フィルムの評価方法に関する。

【背景技術】

【0002】

表示装置の表示ユニット（以下、ディスプレイともいう）上に設置される導電性フィルムとして、例えばタッチパネル用の導電性フィルム等が挙げられる。

このような導電性フィルムにおいては、図 23（A）に示されるように、正方格子状に配置されるディスプレイのブラックマトリックス（BM：Black Matrix）の周波数ピーク 120 に対して、導電性フィルムのメッシュパターンのピークをどのように配置すれば、モアレに対して視認性に優れたメッシュパターンにすることが求められている。視認性に優れたメッシュパターンとするためのモアレの定義は、高周波、低強度であることから、複数存在するディスプレイのブラックマトリックスの周波数ピーク 120 と、メッシュパターンの周波数ピークをそれぞれ、ピーク同士の距離が最大となるように配置する必要があるという課題があり、その課題を解決するために種々の提案がなされている（例えば、特許文献 1 及び 2 参照）。

【0003】

特許文献 1 は、導電性フィルムとして、透明基材と電気伝導性パターンとを有し、電気伝導性パターンが、透明基材の全体面積の 30 % 以上が、電気伝導性パターンと交差する直線を描いた時、直線と前記電気伝導性パターンの隣接する交点間の距離の平均値に対する標準偏差の比率（距離分布比率）が 2 % 以上であり、ボロノイダイアグラムをなす図形の境界線形態のパターンを有する伝導体を開示している。

こうして、特許文献 1 では、視野を遮られず、伝導性に優れるだけでなく、モアレ現象を防止することができるとしている。

【0004】

一方、本出願人の出願に係る特許文献 2 では、透明基体とメッシュ状配線パターンを持つ導電部とを有し、配線パターンが、その透過率画像データの 2 次元フーリエスペクトルのピーク周波数及びピーク強度と、画素配列パターンの透過率画像データの 2 次元フーリ

10

20

30

40

50

エスペクトルのピーク周波数及びピーク強度とからそれぞれ算出されるモアレの周波数情報及び強度情報に人間の視覚応答特性を作用させて得られたモアレの周波数及び強度に対し、モアレの周波数が視覚応答特性に応じて定まる所定の周波数範囲に入るモアレの強度の和が所定値以下である導電性フィルムを開示している。

こうして、特許文献 2 では、モアレの発生を抑止でき、視認性を大幅に向上させることができるとしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】米国特許公開 2013 / 0248239 A1 (対応日本公表特表 2012 - 533887 号公報)

10

【特許文献 2】特開 2013 - 213858 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、特許文献 1 は、上記導電性フィルムの課題であるピーク同士の距離を最大化するに当たって、電気伝導性パターンとしてボロノイ多角形によるランダムメッシュパターンを用いているので、ロバストなランダムメッシュパターンを提供することができる。しかしながら、特許文献 1 に開示の伝導体では、図 23 (B) に示すように、ボロノイランダムメッシュパターンの周波数ピーク 122 は、ピーク強度が弱く、指向性が弱く等方性を有し、BM の周波数ピーク 120 を中心に 2 次元等方的に広がるため、制御することが困難であるという問題があった。ディスプレイのブラックマトリクスに応じたメッシュパターンの設計は、不要になるが、画質の大幅改善は困難であるという問題があった。

20

【0007】

また、特許文献 2 では、上記課題であるピーク同士の距離を最大化するに当たって、メッシュパターンとして、異方性を 1 次元的に制御したランダムパターンを用いているので、視認性に優れたメッシュパターンを提供することができる。しかしながら、特許文献 2 に開示の導電性フィルムでは、図 23 (C) に示すように、メッシュパターンの周波数ピーク 124 は、BM の周波数ピーク 120 に対して最大里香距離にあるが、ピーク強度が強く、指向性が強いことから、メッシュパターンのピッチがランダムになるのでメッシュパターンの周波数ピーク 124 を通る点線方向 126 にボケ、生じるノイズが 1 次元方向に限定されるため、ノイズ視認性が悪化するケースがあるという問題があった。

30

【0008】

本発明は、上記従来技術の問題点を解消し、メタルメッシュ方式透明導電膜をディスプレイに搭載した際に生じる透過画像の画質を、モアレを生じさせずに視認性を優れたものにすると共に、ディスプレイ解像度、及びカラーフィルタ構造等のディスプレイ画素構造に依存することなく、ロバストに改善することができる配線パターンを持つ導電性フィルム、それを備える表示装置及び導電性フィルムの評価方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

40

上記目的を達成するために、本発明の第 1 の態様に係る導電性フィルムは、表示装置の表示ユニット上に設置される導電性フィルムであって、透明基体と、透明基体の少なくとも一方の面に形成され、複数の金属細線からなる導電部と、を有し、導電部は、複数の金属細線によりメッシュ状に形成された、複数の開口部を配列した配線パターンを有し、配線パターンは、その全画像の透過率画像データを 2 次元フーリエ変換して得られた全画像のスペクトルピークの規格化スペクトル強度を求め、規定値以上の規格化スペクトル強度を持つスペクトルを抽出し、抽出されたスペクトル各々について、2 次元フーリエ座標における原点と抽出されたスペクトルの座標とを結んだ直線と 2 次元フーリエ座標の 1 つの座標軸とのなす角度を特定角度単位で算出し、抽出されたスペクトルについて、角度を特定角度単位刻みで振りながら抽出されたスペクトルの全ての点において、各角度毎の規格

50

化スペクトル強度の最大値と最小値とから得られる強度差を算出し、全ての点の強度差のヒストグラムを取った時に強度差の平均値以上におけるヒストグラムの度数を表わす柱の1以上の塊が他の塊から孤立して存在し、かつ規格化スペクトル強度の1つの角度におけるばらつきを表わす第1標本標準偏差の全角度方向のばらつきを表わす第2標本標準偏差を配線パターンの定量値として算出した時、定量値が特定の数値範囲に収まることを特徴とする。

【0010】

上記目的を達成するために、本発明の第2の態様に係る表示装置は、表示ユニットと、この表示ユニットの上に設置される、上記第1の態様に係る導電性フィルムとを備えることを特徴とする。

10

【0011】

また、上記目的を達成するために、本発明の第3の態様に係る導電性フィルムの評価方法は、表示装置の表示ユニット上に設置され、複数の金属細線によりメッシュ状に形成された、複数の開口部を配列した配線パターンを有する導電性フィルムの評価方法であって、導電性フィルムの全画像の配線パターンの透過率画像データを取得し、全画像の透過率画像データを2次元フーリエ変換して得られた全画像のスペクトルピークの規格化スペクトル強度を求め、規定値以上の規格化スペクトル強度を持つスペクトルを抽出し、抽出されたスペクトル各々について、2次元フーリエ座標における原点と抽出されたスペクトルの座標とを結んだ直線と2次元フーリエ座標の1つの座標軸とのなす角度を特定角度単位で算出し、抽出されたスペクトルについて、角度を特定角度単位刻みで振りながら抽出されたスペクトルの全ての点において、各角度毎の規格化スペクトル強度の最大値と最小値とから得られる強度差を算出し、かつ規格化スペクトル強度の1つの角度におけるばらつきを表わす第1標本標準偏差の全角度方向のばらつきを表わす第2標本標準偏差を配線パターンの定量値として算出し、算出された全ての点の強度差のヒストグラムを取った時に強度差の平均値以上におけるヒストグラムの度数を表わす柱の1以上の塊が他の塊から孤立して存在し、かつ、算出された定量値が特定の数値範囲に収まる配線パターンを評価することを特徴とする。

20

【0012】

上記第1の態様、第2の態様及び第3の態様において、規格化スペクトル強度は、全画像のスペクトルのスペクトル強度の平均値及び画像サイズで規格化された規格値であり、規定値は、規格化スペクトル強度値の対数値を10000倍した値として、-4.0であり、特定角度単位は、1度であり、強度差は、1つの角度において、規格化スペクトル強度の最大値と最小値の差の値の対数値の10000倍であり、ヒストグラムの横軸となる強度差の範囲は、-4.0～0であり、そのステップ幅は、0.1であり、特定の数値範囲は、-5.29～-5.05であることが好ましい。

30

また、角度は、小数点以下第2位まで求め、小数点以下第2位に対して丸め処理を行い、小数点第1位まで求められることが好ましい。

【0013】

また、配線パターンは、四角形状の平面上に規則的に配置された複数のドットを発生させ、配置されたドットを、乱数を用いて360度の任意の方向に移動してランダム性を付与し、ランダムに配置されたドットを中心とする多角形を発生させ、多角形間に存在する領域を細線化することにより形成されることが好ましい。

40

また、配線パターンは、表示ユニットの画素配列パターンに重畳されるものであることが好ましく、また、画素配列パターンは、ブラックマトリックスパターンであることが好ましい。

【発明の効果】

【0014】

以上説明したように、本発明によれば、メタルメッシュ方式配線パターンを有する透明導電膜をディスプレイに搭載した際に生じる透過画像の画質を、ディスプレイ解像度、及びカラーフィルタ構造等のディスプレイ画素構造に依存することなくロバストに改善する

50

ことができる。

また、本発明によれば、導電性フィルムの配線パターンの特徴として、周波数空間において異方性を有し、指向性のあるランダムパターンを提供することができ、このような指向性のあるランダムパターンにより、ディスプレイ解像度およびディスプレイ画素構造にロバストなメッシュパターンを提供することができる。

【0015】

また、本発明によれば、異なるディスプレイ解像度、および異なる画素（カラーフィルタ）構造に対して、ロバストに画質改善を行うことができる。

本発明によれば、特に、特許文献2に開示の規則パターンと比較した場合、ディスプレイ解像度、およびピクセル（特に、サブピクセル、例えばカラーフィルタ等）構造に対してロバストな画質設計が可能となり、一方、ボロノイランダムパターンと比較した場合、ある程度設計に自由度を持つことが可能であるため、モアレ視認性による画質劣化を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る導電性フィルムの一例を模式的に示す部分断面図である。

【図2】図1に示す導電性フィルムの配線部のランダムなメッシュ状配線パターンの一例を模式的に示す平面図である。

【図3】（A）は、図2に示すランダムメッシュパターンを形成する多角形を生成させるために、1つの平面領域内に任意の間隔で発生させたシード点（ドット）を示すドット切り出し画像の一例の概略説明図であり、（B）は、図2に示すドット切り出し画像のドットの位置に菱形パターンを畳み込んだ菱形パターン画像の一例の概略説明図である。

【図4】本発明の第2の実施形態に係る導電性フィルムの一例の模式的部分断面図である。

【図5】本発明の第3の実施形態に係る導電性フィルムの一例の模式的部分断面図である。

【図6】本発明の第4の実施形態に係る導電性フィルムの一例の模式的部分断面図である。

【図7】ディスプレイのブラックマトリックスの周波数ピークに対して配置される本発明に係る導電性フィルムのランダムメッシュパターンの周波数ピークの周辺に分布するノイズ成分の分布状態に示す説明図である。

【図8】（A）は、本発明に係るランダムメッシュパターンの他の一例を模式的に示す平面図であり、（B）は、（A）に示すランダムメッシュパターンのFFTスペクトルの強度特性の一例を示す模式図である。

【図9】（A）は、それぞれ図8（A）に示す本発明に係るランダムメッシュパターンのFFTスペクトル強度の1つの角度方向の最大値と最小値の差の値の一例を角度毎に示すグラフであり、（B）は、（A）に示す最大値と最小値の差のヒストグラムである。

【図10】図9（A）示すFFTスペクトル強度の1つの角度方向のばらつきの、角度方向のばらつきの一例を示すグラフである。

【図11】（A）および（D）は、それぞれ本発明に係るランダムメッシュパターンの他の一例を模式的に示す平面図であり、（B）および（E）は、それぞれ（A）および（D）に示すランダムメッシュパターンのFFTスペクトル強度の1つの角度方向のばらつきの、角度方向のばらつきの一例を示すグラフであり、（C）および（F）は、それぞれ（A）および（D）に示すランダムメッシュパターンのFFTスペクトル強度の角度毎の最大値と最小値の差のヒストグラムである。

【図12】（A）および（D）は、それぞれ本発明に係るランダムメッシュパターンの他の一例を模式的に示す平面図であり、（B）および（E）は、それぞれ（A）および（D）に示すランダムメッシュパターンのFFTスペクトル強度の1つの角度方向のばらつきの、角度方向のばらつきの一例を示すグラフであり、（C）および（F）は、それぞれ（

10

20

30

40

50

A) および (D) に示すランダムメッシュパターンの F F T スペクトル強度の角度毎の最大値と最小値の差のヒストグラムである。

【図 1 3】本発明に係る導電性フィルムが適用される表示ユニットの一部の画素配列パターンの一例を表す概略説明図である。

【図 1 4】図 1 に示す導電性フィルムを組み込んだ表示装置の一実施例の概略断面図である。

【図 1 5】(A) 及び (B) は、それぞれ本発明に係る導電性フィルムが適用される表示ユニットの一部の画素配列パターンの一例を表す概略説明図であり、(B) は、(A) の画素配列パターンの部分拡大図である。

【図 1 6】(A) ~ (C) は、それぞれ本発明に適用される 3 つの副画素の形及び周期の少なくとも 1 つが異なる画素配列パターンの構成単位の一部を示す概略説明図である。

【図 1 7】(A) 及び (B) は、それぞれ図 1 3 に示す表示ユニットの画素配列パターンの画素中の 3 つの副画素の強度のばらつきを模式的に示す説明図である。

【図 1 8】(A) ~ (I) は、それぞれ解像度、及び形状が異なる表示ユニットの画素配列パターンの代表副画素の 2 × 2 画素の繰り返し単位の一部を示す模式図である。

【図 1 9】本発明に係るランダムメッシュパターンの F F T スペクトル強度の角度の算出を説明する説明図である。

【図 2 0】(A) は、本発明に係るランダムメッシュパターンの F F T スペクトル強度の角度毎の最大値と最小値の差のばらつきを表す標準標準偏差の一部を示すグラフであり、(B) は、(A) に示すランダムメッシュパターンの F F T スペクトル強度の角度毎の最大値と最小値の差のヒストグラムである。

【図 2 1】本発明に係る導電性フィルムのランダムメッシュパターンの定量値算出方法の一部を示すフローチャートである。

【図 2 2】本発明の導電性フィルムのランダムメッシュパターンの定量値の評価方法の一部を示すフローチャートである。

【図 2 3】(A) は、正方格子状に配置されるディスプレイのブラックマトリックスの周波数ピークを示す説明図であり、(B) および (C) は、それぞれ (A) に示すブラックマトリックスの周波数ピークに対して配置されるボロノイランダムメッシュパターンおよび異方性を 1 次元的に制御したランダムパターンの周波数ピークの分布状態を示す説明図である。

#### 【0017】

以下に、本発明に係る導電性フィルム、これを備える表示装置及び導電性フィルムの評価方法を添付の図面に示す好適な実施形態を参照して詳細に説明する。

本発明の導電性フィルムの特徴は、メッシュ状配線パターン（以下、単にメッシュパターンとも言う）として異方性を有するランダムパターンを用いることにより、表示装置の表示ユニット（以下、ディスプレイともいう）のブラックマトリックス（以下、BMともいう）の解像度、およびディスプレイのカラーフィルタ構造に依存することなく、ディスプレイの表示画像にモアレを生じさせずに視認性を優れたものにして、ロバストな画質改善を提供することができる点にある。

#### 【0018】

このように、本発明は、メッシュパターンが規則パターンの場合には、周波数ピーク強度が強く、指向性も強すぎるため、ディスプレイの解像度および画素構造に依存する周波数ピークとの距離の最大化して画質改善を図るための設計が必要となる問題点と、メッシュパターンがボロノイランダムパターンの場合には、周波数ピーク強度が弱く、指向性も弱すぎるため、ディスプレイの解像度および画素構造にはあまり依存せず、設計は不要であるが、周波数ピークとの距離を制御できず、大幅な画質改善が図れない問題点とを同時に解決するために、規則パターンとボロノイランダムパターンとの中間の指向性のあるランダムパターンとして、ディスプレイの解像度や画素構造にロバストなランダムメッシュパターンを提供するものである。

#### 【0019】

このため、本発明者らは、メッシュパターンの高速フーリエ変換（FFT：Fast Fourier Transform）のスペクトルの指向性角度ばらつきのヒストグラム（固定条件：下記式（１）参照）を見た場合、その平均値より強度が強い側に、孤立した島を少なくとも１つ持つ、即ちヒストグラムの度数を表わす柱の塊が他の塊から孤立して１つ以上存在するという条件が、ポロノイ多角形からなるポロノイランダムパターンを区別できること、およびこの指向性角度ばらつきが特定の数値範囲に収まっているという条件が、規則パターンを区別できることを知見し、本発明では、フーリエスペクトル強度のばらつきは、ポロノイランダムパターンのように規則パターンより小さくし、フーリエ空間座標で、原点から放射線状の１方向のばらつき（第１標本標準偏差）の、動径方向のばらつきである指向性角度ばらつき（第２標本標準偏差）は、規則パターンのようにポロノイランダムパターンより大きくすることにより、ディスプレイの解像度、および画素構造に対してロバストにモアレの視認性に関する画質改善を行うことができ、本発明の導電性フィルム及びその評価方法を提供することができる。

10

#### 【００２０】

以下では、本発明に係る導電性フィルムについて、タッチパネル用の導電性フィルムを代表例として説明する。本発明は、これに限定されず、透明基体の両側に配置される、もしくは片側に絶縁層を介して配置される配線パターンの内、少なくとも一方が、ランダムな多角形状のセル（開口部）からなるランダムなメッシュ状配線パターン（ランダムメッシュパターン）を持つ配線部を有するものであり、表示装置の様々な発光強度の表示ユニット上に設置される導電性フィルムであれば、どのようなものでも良い。例えば、電磁波シールド用の導電性フィルム等であっても良いのはもちろんである。

20

なお、本発明に係る導電性フィルムが重畳される表示装置の表示ユニットとしては、特に制限的ではないが、例えば、液晶ディスプレイ（LCD：Liquid Crystal Display）、プラズマディスプレイ（PDP：Plasma Display Panel）、有機エレクトロルミネッセンス（有機EL）（OEL：Organic Electro-Luminescence）を利用した有機EL（発光）ダイオード（OLED：Organic Light Emitting Diode）や有機ELディスプレイ（OLED：Organic Electro-Luminescence Display）、無機EL（Electro-Luminescence）ディスプレイ、電子ペーパー等を挙げることができる。

#### 【００２１】

なお、詳細は後述するが、本発明の導電性フィルムの重畳される表示装置の表示ユニットは、互いに異なる少なくとも３色、例えば、赤、緑及び青の３色を含む複数色の光を射出する複数の副画素を含む画素の画素配列パターン（以下、BMパターンともいう）で配列されてなり、その発光強度（輝度）の異なる各副画素（カラーフィルタ）の輝度（明度）を、導電性フィルムの重畳によるモアレの視認性の評価において考慮できるものであれば、特に制限的ではない。上記表示ユニットは、例えば、従来のように、副画素（カラーフィルタ）の繰り返し周期及び強度（形状、サイズ）、即ち副画素配列パターン（副画素の形状及びサイズ、周期）がRGB等の複数色において全て同じであり、G副画素で代表させることができるBMパターンを持つ表示ユニットであっても良い。また、上記表示ユニットは、前述したOLEDのように、複数色において全て同じでない、即ち、少なくとも２つの色について異なる副画素配列パターンを含むBMパターンを持つ表示ユニットであっても良い。

30

40

また、本発明の対象となる表示装置のディスプレイは、高解像度スマートフォンやタブレット端末等のように、発光強度の高いディスプレイであっても良いし、低解像度のデスクトップパソコンやテレビ（TV）等のように、発光強度の低いディスプレイであっても良いし、中解像度ノートブック等のように、発光強度の中程度のディスプレイであっても良い。

#### 【００２２】

図１は、本発明の第１の実施形態に係る導電性フィルムの一例を模式的に示す部分断面図であり、図２は、図１に示す導電性フィルムの配線部の配線パターンの一例を模式的に示す平面図である。

50



これらの図に示すように、本実施形態の導電性フィルム 10 は、表示装置の表示ユニット上に設置されるもので、表示ユニットのブラックマトリックス (BM: Black Matrix) に対してモアレの発生の抑止の点で優れた配線パターン、特に、BM パターンに重畳した際にもモアレの視認性に優れた配線パターンを持つ導電性フィルムであり、透明基体 12 と、透明基体 12 の一方の面 (図 1 中上側の面) に形成され、複数の金属製の細線 (以下、金属細線という) 14 からなり、第 1 電極部となる第 1 配線部 16 a と、第 1 配線部 16 a の略全面に、金属細線 14 を被覆するように、第 1 接着層 18 a を介して接着された第 1 保護層 20 a と、透明基体 12 の他方の面 (図 1 中下側の面) に形成され、複数の金属製の細線 14 からなり、第 2 電極部となる第 2 配線部 (電極) 16 b と、第 2 配線部 16 b の略全面に第 2 接着層 18 b を介して接着された第 2 保護層 20 b とを有する。

10

なお、以下では、第 1 配線部 16 a 及び第 2 配線部 16 b を総称する際には単に配線部 16 といい、第 1 接着層 18 a 及び第 2 接着層 18 b を総称する際には単に接着層 18 といい、第 1 保護層 20 a 及び第 2 保護層 20 b を総称する際には単に保護層 20 という。

#### 【0023】

透明基体 12 は、絶縁性を有し、かつ透光性が高い材料からなり、例えば、樹脂、ガラス、シリコン等の材料を挙げることができる。樹脂としては、例えば、PET (Polyethylene Terephthalate)、PMMA (Polymethyl methacrylate)、PP (polypropylene)、PS (polystyrene) 等が挙げられる。

金属細線 14 は、波線の形状をなし、導電性の高い金属製の細線であれば特に制限的ではなく、例えば、金 (Au)、銀 (Ag) 又は銅 (Cu) の線材等からなるものを挙げることができる。金属細線 14 の線幅は、視認性の点からは細い方が好ましいが、例えば、30 µm 以下であれば良い。なお、タッチパネル用途では、金属細線 14 の線幅は 0.1 µm 以上 15 µm 以下が好ましく、1 µm 以上 9 µm 以下がより好ましく、2 µm 以上 7 µm 以下がさらに好ましい。

20

#### 【0024】

配線部 16 (16 a, 16 b) は、メッシュ状に配列したメッシュ配線 21 (21 a, 21 b) によって形成される配線パターン 24 (24 a, 24 b) を持つ波線形状の複数の金属細線 14 を有する。配線パターン 24 (24 a, 24 b) は、詳細には、図 2 に示すように、複数の金属細線 14 同士を互いに交差させて形成された所定のランダム形状、例えばランダムな多角形状の開口部 (セル) 22 (22 a, 22 b) が配列されたメッシュパターンである。

30

配線部 16 (16 a 及び 16 b) は、図 2 に示すように、金属細線 14 と、隣接する金属細線 14 間の開口部 (セル) 22 (22 a 及び 22 b) によるランダムなメッシュ形状の配線パターン 24 (24 a 及び 24 b) とを有する配線層 28 (28 a 及び 28 b) からなる。配線パターン 24 a 及び 24 b は、複数の金属細線で形成される開口部が異方性を有する配線パターン、即ちランダムメッシュパターン 25 である。このランダムメッシュパターン 25 は、金属細線 14 によって形成される開口部 22 の形状が、異なる 2 種類以上の開口形状であり、その頂点の数が 2 種類以上となるランダムな多角形状となるものであれば、どのようなランダムメッシュパターンであっても良い。

#### 【0025】

40

ここで、図 2 に示す異方性ランダムメッシュパターン 25 は、以下のようにして作製することができる。

まず、図 3 (A) に示すように、1 つの平面領域 100 内において、菱形などの閉区間の重心となる点として、任意の間隔で無作為に選択された複数の位置、例えば乱数等を用いて任意の間隔で複数の位置にシード点 (ドット) p を配置したドット切り出し画像 102 を作製する。なお、予め平面領域 100 内に規則的にドットを配置しておき、そのドット間 (ドット間) の間隔を標準偏差等を用いて 360 度任意の方向にずらすことにより、シード点 p を配置しても良い。

次に、図 3 (B) に示すように、平面領域 100 内に配置された、図 3 (A) に示すシード点 p の位置に開口部 22 となる菱形パターン 104 を、隣接する菱形パターン 104

50

が互いに離間し、両者の間に境界領域 106 が存在するように、畳み込んで、菱形パターン画像 108 を作製する。図示例では、シード点 p に菱形パターン 104 を畳み込んでいるが、本発明は菱形に限定されず、正三角形、二等辺三角形等の三角形、正方形、長方形（矩形）、平行四辺形等の四角形、正五角形等の五角形、正六角形等六角形などの正多角形を含む多角形であっても良い。

#### 【0026】

次に、図 3 (B) に示す菱形パターン画像 108 の境界領域 106 を細線化するために、細線化処理、例えば mathworks 社製 matlab の細線化処理を実施する。

ここで、細線化処理は、境界領域 106 の縁部のピクセルを除去することにより境界領域 106 を収縮させ、菱形パターン 104 の縁部にピクセルを除去することにより菱形パターン 104 を膨張させることを繰り返して、同一線幅のランダムな線分からなる細線となるように細線化する。

こうして、図 2 に示すランダムメッシュパターン 25 を形成することができる。

このような形状の金属細線 14 は、銀などの金属層をエッチング等の公知方法により、容易に形成することができる。

#### 【0027】

なお、本発明の導電性フィルム 10 は、上側及び下側の配線パターン 24 a 及び 24 b の合成配線パターン 24 は、表示ユニットの解像度および画素構造によらず、モアレ視認性が優れたランダムメッシュパターン 25 である。なお、モアレ視認性が優れたランダムメッシュパターンとは、本発明では、表示ユニットの解像度および画素構造によらず、モアレが人間の視覚に知覚されない 1 又は 2 以上の 1 群のランダムパターンを言う。なお、モアレの視認性とは、本明細書では、モアレが視認できない程度をいう。

#### 【0028】

したがって、図 2 に示すランダムメッシュパターン 25 は、合成配線パターン 24 とした時に、ランダムメッシュパターン 25 の全画像の透過率画像データを 2 次元フーリエ変換して得られた全画像のスペクトルピークの規格化スペクトル強度を求め、規定値以上の規格化スペクトル強度を持つスペクトルを抽出し、抽出されたスペクトル各々について、2 次元フーリエ座標における角度を特定角度単位で算出し、抽出されたスペクトルについて、角度を特定角度単位刻みで振りながら抽出されたスペクトルの全ての点において、各角度毎の規格化スペクトル強度の最大値と最小値とから得られる強度差を算出すると共に、強度差の標本標準偏差をパターンの定量値として算出した時、全ての点の強度差のヒストグラムを取った時に強度差の平均値以上にピーク値の島が存在し、定量値が特定の数値範囲に収まるランダムメッシュパターンであり、いかなるディスプレイの表示画面に重畳しても、十分にモアレの発生を抑制でき、視認性を向上させることができるモアレ視認性の点で優れ、ディスプレイの解像度および画素構造に対してロバストなランダムメッシュパターンであるといえることができる。

なお、本発明の導電性フィルムのランダムメッシュパターンの構成については、後述する。

#### 【0029】

なお、このようなランダムメッシュパターン 25 には、開口部 22 を構成する金属細線 14 の辺（メッシュ配線 21）に断線（ブレイク）が入っていてもよい。このようなブレイクのあるメッシュ状配線パターンとしては、本出願人の出願に係る特願 2012 - 276175 号明細書に記載の導電性フィルムのメッシュ状配線パターンを適用することができる。

#### 【0030】

上述したように、第 1 保護層 20 a は、第 1 配線部 16 a の金属細線 14 を被覆するように、第 1 接着層 18 a によって第 1 配線部 16 a からなる配線層 28 a の略全面に接着されている。また、第 2 保護層 20 b は、第 2 配線部 16 b の金属細線 14 を被覆するように、第 2 接着層 18 b によって第 2 配線部 16 b からなる配線層 28 b の略全面に接着されている。

ここで、接着層 18 (第 1 接着層 18a 及び第 2 接着層 18b) の材料としては、ウェットラミネート接着剤、ドライラミネート接着剤、又はホットメルト接着剤等が挙げられるが、第 1 接着層 18a の材質と第 2 接着層 18b の材質とは、同一であってもよいし、異なってもよい。

また、保護層 20 (第 1 保護層 20a 及び第 2 保護層 20b) は、透明基体 12 と同様に、樹脂、ガラス、シリコンを含む透光性が高い材料からなるが、第 1 保護層 20a の材質と第 2 保護層 20b の材質とは、同一であってもよいし、異なってもよい。

#### 【0031】

第 1 保護層 20a の屈折率  $n_1$  及び第 2 保護層 20b の屈折率  $n_2$  は、いずれも、透明基体 12 の屈折率  $n_0$  に等しいか、これに近い値であるのが好ましい。この場合、第 1 保護層 20a に対する透明基体 12 の相対屈折率  $n_{r1}$  及び第 2 保護層 20b に対する透明基体 12 の相対屈折率  $n_{r2}$  は、共に 1 に近い値となる。

ここで、本明細書における屈折率は、波長 589.3nm (ナトリウムの D 線) の光における屈折率を意味し、例えば樹脂では、国際標準規格である ISO 14782:1999 (JIS K 7105 に対応) で定義される。また、第 1 保護層 20a に対する透明基体 12 の相対屈折率  $n_{r1}$  は、 $n_{r1} = (n_1 / n_0)$  で定義され、第 2 保護層 20b に対する透明基体 12 の相対屈折率  $n_{r2}$  は、 $n_{r2} = (n_2 / n_0)$  で定義される。

ここで、相対屈折率  $n_{r1}$  及び相対屈折率  $n_{r2}$  は、0.86 以上 1.15 以下の範囲にあればよく、より好ましくは、0.91 以上 1.08 以下である。

なお、相対屈折率  $n_{r1}$  及び相対屈折率  $n_{r2}$  の範囲をこの範囲に限定して、透明基体 12 と保護層 20 (20a、20b) との部材間の光の透過率を制御することにより、モアレの視認性をより向上させ、改善することができる。

#### 【0032】

図 1 に示す実施の形態の導電性フィルム 10 では、透明基体 12 の上側及び下側の両側の配線部 16 (16a 及び 16b) は、いずれも複数の金属細線 14 を備える電極部となっており、本発明はこれに限定されず、第 1 及び第 2 配線部 16a 及び 16b の少なくとも一方を電極部と非電極部 (ダミー電極部) とによって構成しても良い。

図 4 は、本発明の第 2 の実施形態に係る導電性フィルムの一例を示す模式的断面図である。なお、図 4 に示す本第 2 の実施形態の導電性フィルムの配線パターンの平面図は、図 2 に示す配線パターンの平面図と同様であるのでここでは省略する。

#### 【0033】

同図に示すように、本第 2 の実施形態の導電性フィルム 11 は、透明基体 12 の一方 (図 4 の上側) の面に形成された第 1 電極部 17a 及びダミー電極部 26 からなる第 1 配線部 16a と、透明基体 12 の他方 (図 4 の下側) の面に形成された第 2 電極部 17b からなる第 2 配線部 16b と、第 1 電極部 17a 及びダミー電極部 26 からなる第 1 配線部 16a の略全面に第 1 接着層 18a を介して接着された第 1 保護層 20a と、第 2 電極部 17b からなる第 2 配線部 16b の略全面に第 2 接着層 18b を介して接着された第 2 保護層 20b とを有する。

#### 【0034】

導電性フィルム 11 においては、第 1 電極部 17a 及びダミー電極部 26 は、それぞれ複数の金属細線 14 からなり、共に、透明基体 12 の一方 (図 4 の上側) の面に配線層 28a として形成され、第 2 電極部 17b は、複数の金属細線 14 からなり、透明基体 12 の他方 (図 4 下側) の面に配線層 28b として形成されている。ここで、ダミー電極部 26 は、第 1 電極部 17a と同様に、透明基体 12 の一方 (図 4 の上側) の面に形成されるが、図示例のように、他方 (図 4 の下側) の面に形成された第 2 電極部 17b の複数の金属細線 14 に対応する位置に同様に配列された複数の金属細線 14 からなる。

#### 【0035】

ダミー電極部 26 は、第 1 電極部 17a と所定間隔だけ離間して配置されており、第 1 電極部 17a と電気的に絶縁された状態下にある。

本実施形態の導電性フィルム 11 においては、透明基体 12 の一方 (図 4 の上側) の面

にも、透明基体 1 2 の他方（図 4 の下側）の面に形成されている第 2 電極部 1 7 b の複数の金属細線 1 4 に対応する複数の金属細線 1 4 からなるダミー電極部 2 6 を形成しているので、透明基体 1 2 の一方（図 4 の上側）の面での金属細線による散乱を制御することができ、電極視認性を改善することができる。

【0036】

ここで、配線層 2 8 a の第 1 電極部 1 7 a 及びダミー電極部 2 6 は、金属細線 1 4 と開口部 2 2 によるメッシュ状の配線パターン 2 4 a とを有する。また、配線層 2 8 b の第 2 電極部 1 7 b は、第 1 電極部 1 7 a と同様に、金属細線 1 4 と開口部 2 2 によるメッシュ状の配線パターン 2 4 b を有する。上述したように、透明基体 1 2 は絶縁性材料からなり、第 2 電極部 1 7 b は、第 1 電極部 1 7 a 及びダミー電極部 2 6 と電氣的に絶縁された状態下にある。

10

なお、第 1、第 2 電極部 1 7 a、1 7 b 及びダミー電極部 2 6 は、それぞれ図 1 に示す導電性フィルム 1 0 の配線部 1 6 と同様の材料で同様に形成することができる。

【0037】

なお、第 1 保護層 2 0 a は、第 1 配線部 1 6 a の第 1 電極部 1 7 a 及びダミー電極部 2 6 のそれぞれの金属細線 1 4 を被覆するように、第 1 接着層 1 8 a によって第 1 電極部 1 7 a 及びダミー電極部 2 6 からなる配線層 2 8 a の略全面に接着されている。

また、第 2 保護層 2 0 b は、第 2 配線部 1 6 b の第 2 電極部 1 7 b の金属細線 1 4 を被覆するように、第 2 接着層 1 8 b によって第 2 電極部 1 7 b からなる配線層 2 8 b の略全面に接着されている。

20

なお、図 4 に示す導電性フィルム 1 1 の第 1 及び第 2 接着層 1 8 a 及び 1 8 b、並びに第 1 及び第 2 保護層 2 0 a 及び 2 0 b は、図 1 に示す導電性フィルム 1 0 と同様であるので、その説明は省略する。

【0038】

なお、本実施形態の導電性フィルム 1 1 では、第 2 電極部 1 7 b を備える第 2 配線部 1 6 b は、ダミー電極部を有していないが、本発明はこれに限定されず、第 2 配線部 1 6 b において、第 1 配線部 1 6 a の第 1 電極部 1 7 a に対応する位置に、第 2 電極部 1 7 b から所定間隔だけ離間して、第 2 電極部 1 7 b と電氣的に絶縁された状態下にある、金属細線 1 4 からなるダミー電極部を配置しても良い。

本実施形態の導電性フィルム 1 1 においても、上記第 1 配線部 1 6 a にダミー電極部を設け、また、第 2 配線部 1 6 b にこのようなダミー電極部を設けることにより、第 1 配線部 1 6 a の第 1 電極部 1 7 a と第 2 配線部 1 6 b の第 2 電極部 1 7 b の各メッシュ配線を対応して配置することができるので、透明基体 1 2 の一方（例えば、図 4 の上側又は下側）の面での金属細線による散乱を制御することができ、電極視認性を改善することができる。

30

【0039】

図 1 及び図 4 に示す第 1 及び第 2 の実施形態の導電性フィルム 1 0 及び 1 1 では、透明基体 1 2 の上側及び下側の両側に、それぞれ配線部 1 6（1 6 a 及び 1 6 b）が形成されているが、本発明はこれに限定されず、図 5 に示す本発明の第 3 の実施形態の導電性フィルム 1 1 A のように、透明基体 1 2 の一方の面（図 5 中上側の面）に複数の金属細線 1 4 からなる配線部 1 6 を形成し、配線部 1 6 の略全面に、金属細線 1 4 を被覆するように、接着層 1 8 を介して保護層 2 0 を接着した導電性フィルム要素を 2 つ重ねる構造としても良い。

40

図 5 に示す本発明の第 3 の実施形態の導電性フィルム 1 1 A は、図 5 中、下側の透明基体 1 2 b と、この透明基体 1 2 b の上側面に形成された複数の金属細線 1 4 からなる第 2 配線部 1 6 b と、第 2 配線部 1 6 b 上に第 2 接着層 1 8 b を介して接着される第 2 保護層 2 0 b と、第 2 保護層 2 0 b 上に、例えば接着剤等により接着されて配置される上側の透明基体 1 2 a と、この透明基体 1 2 a の上側面に形成された複数の金属細線 1 4 からなる第 1 配線部 1 6 a と、第 1 配線部 1 6 a 上に接着層 1 8 a を介して接着される保護層 2 0 a とを有する。

50

ここで、第 1 配線部 16 a 及び又は第 2 配線部 16 b の金属細線 14 の少なくとも一方の全部又は一部は、図 2 に示すランダムメッシュパターン 25 である。

【0040】

図 1、図 4 及び図 5 に示す第 1、第 2 及び第 3 の実施形態の導電性フィルム 10、11 及び 11 A では、透明基体 12、または 12 a の上側及び下側の両側に、それぞれ配線部 16 (16 a 及び 16 b) が形成されているが、本発明はこれに限定されず、図 6 に示す本発明の第 4 の実施形態の導電性フィルム 11 B のように、透明基体 12 の一方の面 (図 6 中上側の面) のみに複数の金属細線 14 からなる配線部 16 を形成し、配線部 16 の略全面に、金属細線 14 を被覆するように、接着層 18 を介して保護層 20 を接着した、一層配線構造としても良い。

10

ここで、配線部 16 の金属細線 14 は、図 2 に示すランダムメッシュパターン 25 である。

【0041】

ここで、本発明の導電性フィルムのランダムメッシュパターンの構造について説明する。

なお、本発明の導電性フィルムのランダムメッシュパターンは、図 7 に示すように、ディスプレイのブラックマトリックス (BM) の周波数ピーク 120 に対して配置される本発明に係る導電性フィルムのランダムメッシュパターンの周波数ピーク 128 の周辺にフーリエスペクトルピークの強度を分散させておぼかすことにより、モアレ視認のリスクを低減している。こうすることにより、本発明のランダムメッシュパターンでは、図 23 (B) に示すポロノイランダムメッシュパターンのように、フーリエスペクトル強度が広く分散してしまうことを防止する。更に、図 23 (C) に示す規則メッシュパターンのように、フーリエスペクトルが局在し、モアレが強く視認されることを防止する。

20

【0042】

このため、本発明では、ポロノイランダムメッシュパターンよりはピーク強度が強く、指向性があり、規則パターンよりは、ピーク強度が弱く、指向性も弱い、両者の中間のピーク強度および指向性を持つ図 8 (A) に示すような構造のランダムメッシュパターン 25 a を提供する。このような本発明のランダムメッシュパターン 25 a の FFT スペクトルの強度特性を図 8 (B) に示す。

以上のように、図 8 (A) に示すような構造の本発明のメッシュパターン 25 a は、パターンの FFT スペクトルが特定の位置にピークを持ち、そのピーク周辺にノイズ成分が 2 次元的に広がる特徴を有する。

30

【0043】

このような本発明のメッシュパターンは、以下のようにして特定することができる。

図 8 (A) に示す本発明のメッシュパターン 25 a のスペクトル強度 (絶対値)  $I_{sp}$  の、1 つの角度方向の最大値と最小値との差の常用対数  $I_{sp}$  を、 $0 \sim 360^\circ$  に渡って、絶対値の常用対数の  $10000$  倍の値が、 $-4.0$  以上のものについて、所定の角度単位、好ましくは、 $0.1^\circ$  毎に取ると、図 9 (A) に示すようなグラフとなる。ここでは、1 つの角度について、スペクトル強度の差 (強度差)  $I_{sp}$  は、下記式 (1) によって求めることができる。以下、スペクトルの絶対値の常用対数の  $10000$  倍の値が  $-4.0$  以上のみ取り扱うこととする。

40

$$I_{sp} = 10000 \times \{ \log_{10} (I_{spMAX} - I_{spMIN}) \} \quad \dots (1)$$

こうして、 $I_{sp}$  を  $0 \sim 360^\circ$  に渡って、所定の角度単位、好ましくは、 $0.1^\circ$  毎に求めることができ、図 9 (A) に示すグラフを得ることができる。

ここで、角度  $i$  における差  $I_{sp}$  を  $I_{sp}(i)$  ( $i = 1, 2, 3 \dots, 360$ ) と置くと、この強度差  $I_{sp}$  の角度  $0 \sim 360$  度にわたる平均値  $I_{spa}$  は、下記式 (2) で表すことができる。

【数 1】

$$I_{spa} = \frac{1}{360} \sum_{k=1}^{360} \Delta I_{sp}(k) \quad \dots\dots\dots (2)$$

【0044】

以上のようにして求められたスペクトルの強度差 =  $I_{sp}(k)$  のヒストグラムを求める。そして、ヒストグラムの横軸にスペクトルの強度差を、0.1 刻みで(上記式(1))取り、それに対応する度数を柱として縦軸に取る。これを、表示の都合上、スペクトル強度の差の10倍の常用対数値を10000倍して示すと、図9(B)のように表すことができる。図9(B)に示すヒストグラムにおいて、平均値  $I_{spa}$  も同時に示す。なお、図示例では、平均値  $I_{spa}$  は -3.2 である。

10

本発明のランダムメッシュパターン25aでは、図9(B)に示すヒストグラム(上記式(1)参照)において、平均値以上、即ち  $I_{spa}$  以上において、ヒストグラムの不連続な刻み部分、他の度数を表わす柱の塊から孤立した1以上の柱からなる塊、即ち、分布部分(島)が存在する。

以上から、本発明のランダムメッシュパターンでは、0~360度の全ての角度点のスペクトルの強度差のヒストグラムを取った時に強度差の平均値以上に度数の島が存在する。

【0045】

20

次に、本発明においては、ランダムメッシュパターンのFFTスペクトルの絶対値の常用対数の1方向のばらつき(第1標本標準偏差)の、角度方向ばらつき(第2標本標準偏差)が特定の数値範囲以内に収まる必要がある。

ここで、図10は、ランダムメッシュパターンのFFTスペクトルの1方向のばらつきを示す。

ここで、1方向、すなわち*i*方向のばらつき(標本標準偏差) $x(i)$  ( $i = 0.1, 0.2, \dots, 360$ )は、ランダムメッシュパターンのFFTスペクトルの0[cycle/mm]から、ランダムメッシュパターンの各角度に対して画像データが持つ最大の周波数における、フーリエスペクトル強度の絶対値を算出する。1方向のばらつきは、その値の標本標準偏差を取得し、常用対数で表した値で定義する。

30

角度*i*に対する1方向のばらつきを $x(i)$  ( $i = 0.1, 0.2, \dots, 360$ )とする標本として抽出したとすると、360個の標本の平均値 $X_a$ は、下記式(3)で表され、標本の分散を $S^2$ とすると、標本の分散 $S^2$ は、下記式(4)で表すことができる。こうして得られる標本の分散 $S^2$ の平方根 $S$ を標本標準偏差として下記式(5)で求めることができる。

【0046】

【数 2】

$$X_a = \frac{1}{360} \sum_{i=1}^{360} X(i) \quad \dots\dots\dots (3)$$

40

$$S^2 = \frac{1}{359} \sum_{i=1}^{359} (X(i) - X_a)^2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{359} \sum_{i=1}^{359} (X(i) - X_a)^2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

【0047】

50

本発明においては、この標本標準偏差  $S$  を本発明のランダムメッシュパターンの特徴を表わすパターン定量値（単に定量値ともいう）とする。この定量値  $S$  は、標本標準偏差で表されるので、FFT スペクトルの 1 方向のばらつきの、角度方向ばらつきを表わす。

上述した規則パターンにおいては、1 つの角度方向のばらつきが大きく、ランダムメッシュパターンにおいては、1 つの角度方向のばらつきが小さい、その間に本発明のばらつきが入る。

したがって、本発明の定量値  $S$  は、特定の数値範囲以内に収まる必要があることが分かる。

ここで、本発明においては、詳細は後述するが、定量値（標本標準偏差） $S$  は、角度を  $0 \sim 360^\circ$  に渡って、所定の角度単位、好ましくは、 $0.1^\circ$  毎に取った時、 $-5.29 \sim -5.05$  ( $-5.29 \leq S \leq -5.05$ ) であることが好ましく、 $-5.29 \sim -5.11$  ( $-5.29 \leq S \leq -5.11$ ) であることがより好ましい。

【0048】

なお、図 10 に示す例では、定量値（標本標準偏差） $S$  は、 $-5.05$  であり、また、図 9 (B) のヒストグラムには平均値  $-3.2$  以上に周波数ピーク値の島が存在するので、図 8 (A) に示すランダムメッシュパターン 25 a は、本発明のランダムメッシュパターンであることが分かる。なお、このランダムメッシュパターン 25 a は、後述する実施例の本発明例のメッシュパターン 13 である。

【0049】

図 11 (A) に示すランダムメッシュパターンは、図 11 (B) 示す FFT スペクトル強度の 1 つの角度方向のばらつきの、角度方向のばらつきの定量値（標本標準偏差） $S$  は、 $-5.07$  であり、図 11 (C) 示すヒストグラムでは、平均値が  $-3.23$  であり、この平均値以上に周波数ピーク値の島が存在するので、本発明のランダムメッシュパターンであることが分かる。なお、このランダムメッシュパターンは、後述する実施例における本発明例のメッシュパターン 24 である。

なお、図 11 (D) に示すランダムメッシュパターンは、図 11 (F) 示すヒストグラムでは、平均値が  $-3.59$  であり、この平均値以上に周波数ピーク値の島が存在するが、図 11 (E) 示す FFT スペクトル強度の 1 つの角度方向のばらつきの、角度方向のばらつきの定量値（標本標準偏差） $S$  は、 $-4.90$  であり、本発明の好ましい範囲から外れている。なお、このランダムメッシュパターンは、後述する実施例における比較例のメッシュパターン 27 である。

【0050】

図 12 (A) に示すランダムメッシュパターンは、図 12 (B) 示す FFT スペクトル強度の 1 つの角度方向のばらつきの、角度方向のばらつきの定量値（標本標準偏差） $S$  は、 $-5.18$  であり、図 12 (C) 示すヒストグラムでは、平均値が  $-3.57$  であり、この平均値以上に周波数ピーク値の島が存在するので、本発明のランダムメッシュパターンであることが分かる。なお、このランダムメッシュパターンは、後述する実施例における本発明例のメッシュパターン 20 である。

なお、図 12 (D) に示すランダムメッシュパターンは、図 12 (E) 示す FFT スペクトル強度の 1 つの角度方向のばらつきの、角度方向のばらつきの定量値（標本標準偏差） $S$  は、 $-5.17$  であり、図 12 (F) 示すヒストグラムでは、平均値が  $-3.11$  であり、この平均値以上に周波数ピーク値の島が存在するので、本発明のランダムメッシュパターンであることが分かる。なお、このランダムメッシュパターンは、後述する実施例における本発明例のメッシュパターン 14 である。

【0051】

上述した本発明の第 1、第 2、第 3 及び第 4 の実施形態の導電性フィルム 10、11、11 A 及び 11 B は、例えば、図 13 に模式的に示す表示ユニット 30（ディスプレイ）のタッチパネル（44：図 14 参照）に適用されるが、ディスプレイの解像度および画素構造によらず、モアレ視認性に優れたランダムメッシュパターン 25 を持つものである。

なお、本発明では、モアレ視認性に優れたランダムメッシュパターン（ランダムメシ

10

20

30

40

50

ュパターン)とは、少なくとも1視点において、ディスプレイの複数の副画素の各色の光を単独で点灯した時にいずれにおいても、ディスプレイの解像度および画素構造によらず、当該色のBMパターンに対して合成配線パターンとしてランダムメッシュパターン25とした時にモアレが人間の視覚に知覚されない1又は2以上の1群のランダムメッシュパターンを言う。なお、本発明では、ディスプレイの解像度および画素構造によらず、モアレの視認性に優れた、2以上の1群のランダムメッシュパターンにおいても、モアレが最も知覚されないランダムメッシュパターンから知覚されにくいランダムメッシュパターンまで序列を付けることができ、最もモアレが知覚されない1つのランダムメッシュパターンを決定し、評価することもできる。

本発明の導電性フィルムは、基本的に以上のように構成される。

10

#### 【0052】

図13は、本発明の導電性フィルムが適用される表示ユニットの一部の画素配列パターンの一例を模式的に表す概略説明図である。

図13にその一部を示すように、表示ユニット30には、複数の画素32がマトリクス状に配列されて所定の画素配列パターンが構成されている。1つの画素32は、3つの副画素(赤色副画素32r、緑色副画素32g及び青色副画素32b)が水平方向に配列されて構成されている。1つの副画素は垂直方向に縦長とされた長形状とされている。画素32の水平方向の配列ピッチ(水平画素ピッチPh)と画素32の垂直方向の配列ピッチ(垂直画素ピッチPv)は略同じとされている。つまり、1つの画素32とこの1つの画素32を囲むブラックマトリクス(BM)34(パターン材)にて構成される形状(網掛けにて示す領域36を参照)は正方形となっている。また、1つの画素32のアスペクト比は1ではなく、水平方向(横)の長さ>垂直方向(縦)の長さとなっている。

20

#### 【0053】

図13から明らかなように、複数の画素32の各々の副画素32r、32g及び32bによって構成される画素配列パターンは、これらの副画素32r、32g及び32bをそれぞれ囲むBM34のBMパターン38によって規定され、表示ユニット30と導電性フィルム10又は11とを重畳した時に発生するモアレは、表示ユニット30のBM34のBMパターン38と導電性フィルム10又は11の配線パターン24との干渉によって発生するので、厳密には、BMパターン38は、画素配列パターンの反転パターンであるが、ここでは、同様のパターンを表すものとして扱う。

30

#### 【0054】

上記したBM34によって構成されるBMパターン38を有する表示ユニット30の表示パネル上に、例えば、導電性フィルム10、11、11A又は11Bを配置する場合、導電性フィルム10、11、11A又は11Bの配線パターン24(又は配線パターン24aと24bの合成配線パターン)は、配線パターン24aと24bとの少なくとも一方がランダムメッシュパターン25であり、BM(画素配列)パターン38に対してモアレ視認性の点で最適化されているので、画素32の配列周期と、導電性フィルム10、11又は11Aの金属細線14の配線配列との間における空間周波数の干渉が弱まり、モアレの発生が抑制され、モアレの視認性に優れたものとなる。以下では、導電性フィルム10を代表例として説明するが、導電性フィルム11及び11Aでも同様である。

40

なお、図13に示す表示ユニット30は、液晶パネル、プラズマパネル、有機ELパネル、無機ELパネル等の表示パネルで構成されても良く、その発光強度は、解像度に応じて異なるものであって良い。

#### 【0055】

本発明に適用可能なディスプレイのBMパターン及びその発光強度は、特に制限的ではなく、従来公知のいかなるディスプレイのBMパターン及びその発光強度であっても良いが、例えば、図15(A)及び(B)、並びに図16(A)、(B)及び(C)に示すような、OLED等のRGBの各色の周期や強度が異なるものであっても良いし、図16(A)及び(B)に示すような同一形状のRGB副画素からなり、副画素内の強度ばらつきが大きいものや、副画素内の強度ばらつきが小さく、最も強度の高いG副画素(チャンネル

50



）だけ考慮すればよいものであっても良いし、特に、スマートフォンやタブレット等のような強度の高いディスプレイ等であっても良い。

【 0 0 5 6 】

図 1 5 ( A ) 及び図 1 5 ( B ) は、それぞれ本発明の導電性フィルムが適用される表示ユニットの画素配列パターンの一例を模式的に表す概略説明図及びその一部の部分拡大図である。

図 1 5 ( A ) に示すように、表示ユニット 3 0 には、複数の画素 3 2 がマトリクス状に配列されて所定の画素配列パターンが構成されている。図 1 5 ( A ) に示すように、1 つの画素 3 2 は、3 つの副画素（赤色副画素 3 2 r、緑色副画素 3 2 g 及び青色副画素 3 2 b）が水平方向に配列されて構成されている。

10

本発明においては、表示ユニットの画素配列パターンが、1 画素内の複数、図示例では 3 つの副画素の内の少なくとも 2 つの副画素が異なる形状を有しているか、1 画素内の複数（3 つ）の副画素の内の少なくとも 2 つについて各副画素の配列によって形成される副画素配列パターンの周期が異なるか、1 画素内の複数（3 つ）の副画素が 1 つの方向に 1 列に並んでいないか、3 つの条件のいずれかを満たす必要がある。なお、本発明においては、副画素配列パターンの周期、すなわち、副画素（カラーフィルタ）の周期には、一画素内の副画素の周期も含まれる。

【 0 0 5 7 】

図 1 5 ( B ) 示す例においては、副画素 3 2 r は、図中 y（垂直）方向に縦長とされた菱形形状とされて、正方形の画素 3 2 の図中左側に配置されており、副画素 3 2 g は、円形状とされて、画素 3 2 の図中右下側に配置されており、副画素 3 2 b は、矩形状（正方形形状）とされて、画素 3 2 の図中右上側に配置されている。図 1 5 ( A ) 及び ( B ) に示す表示ユニット 3 0 は、その画素配列パターン 3 8 が 1 画素内の 3 つの副画素 3 2 r、3 2 g 及び 3 2 b の形が異なり、強度が異なる場合に相当し、かつ 1 画素内の複数（3 つ）の副画素が 1 つの方向に 1 列をなさない場合に相当する。

20

図示例では、画素 3 2 の水平方向の配列ピッチ（水平画素ピッチ  $P_h$ ）と画素 3 2 の垂直方向の配列ピッチ（垂直画素ピッチ  $P_v$ ）は略同じとされており、画素ピッチ  $P_d$  で表すことができる。即ち、1 つの画素 3 2 の 3 つの副画素 3 2 r、3 2 g 及び 3 2 b からなる領域と、これらの副画素 3 2 r、3 2 g 及び 3 2 b を囲むブラックマトリクス（BM）3 4（パターン材）にて構成される画素域領域 3 6 は正方形となっている。なお、画素域領域 3 6 は、1 つの画素 3 2 に対応するものであるので、以下では、画素域領域 3 6 を画素ともいう。

30

なお、画素ピッチ  $P_d$ （水平及び垂直画素ピッチ  $P_h$ 、 $P_v$ ）は、表示ユニット 3 0 の解像度に応じたピッチであれば、如何なるピッチでも良く、例えば、 $84\ \mu\text{m} \sim 264\ \mu\text{m}$  の範囲内のピッチを挙げることができる。

【 0 0 5 8 】

なお、図示例では、1 つの画素内の副画素 3 2 r、3 2 g、3 2 b の形状は、それぞれ菱形、円形、正方形であるが、本発明はこれに限定されず、図 1 3 に示すような同じ形の 3 つの副画素が図中水平方向に 1 列に並んだ 1 つの画素 3 2 が図中水平方向及び垂直方向に繰り返され、副画素（カラーフィルタ）の周期及び強度が RGB の 3 つの副画素で全て同じになる画素配列パターン 3 8 を持つものであっても良い。

40

又は、図 1 6 ( A ) ~ ( C ) に示すピンタイル構造と呼ばれる開口形状の副画素（カラーフィルタ）3 2 r、3 2 g、3 2 b であっても良く、これらの副画素 3 2 r、3 2 g、3 2 b からなる画素配列パターンを持つものであっても良い。

【 0 0 5 9 】

図 1 6 ( A ) に示すように、画素 3 2 の 3 つの副画素 3 2 r、3 2 g、3 2 b の形が異なって（形状は長方形であるが、大きさが異なって）いても良い。この場合は、強度が異なる場合に相当する。なお、この場合には、副画素の周期は同一であると言える。

即ち、図 1 6 ( A ) に示す例では、このような形が異なる 3 つの副画素 3 2 r、3 2 g、3 2 b を 1 画素として画素配列パターン 3 8 a が形成され、3 つの副画素 3 2 r、3 2

50

g、32bのそれぞれの副画素配列パターンの周期は、いずれも画素配列パターン38aの周期と同じになる。

なお、本発明においては、副画素の形が異なるとは、副画素の形状が異なる場合のみならず、副画素の大きさが異なる場合も含まれるものと定義される。

【0060】

また、図16(B)に示すように、3つの副画素32r、32g、32bの形が同じであっても、副画素32gと、副画素32r、32bとの繰り返し周期(副画素配列パターンの周期)は異なっても良い。この例では、副画素32gの周期は、副画素32r、32bの周期の半分である。なお、この場合には、副画素の強度は同一であると言える。

即ち、図16(B)に示す例では、2つの副画素32gと、副画素32r、32bとの4つの副画素を1画素32として画素配列パターン38bが形成され、副画素32r、32bのそれぞれの副画素配列パターンの周期は、いずれも画素配列パターン38aの周期と同じになるが、副画素32gの副画素配列パターンの周期は、画素配列パターン38aの周期の半分となる。

【0061】

さらに、図16(C)に示すように、副画素32gと、副画素32r、32bとは、繰り返し周期(副画素パターンの周期)も、形(形状も大きさも)も異なっても良い。この場合は、副画素の周期も、強度も異なる場合に相当する。

即ち、図16(C)に示す例では、図16(B)に示す例と同様に、2つの副画素32gと、副画素32r、32bとの4つの副画素を1画素32として画素配列パターン38cが形成され、副画素32r、32bのそれぞれの副画素配列パターンの周期は、いずれも画素配列パターン38aの周期と同じになるが、副画素32gの副画素配列パターンの周期は、画素配列パターン38aの周期の半分となる。

【0062】

また、図17(A)は、GBR副画素内の強度ばらつきが大きい同一形状のRGB副画素からなる画素のBM構造を示し、図17(B)は、GBR副画素内の強度ばらつきが小さい同一形状のRGB副画素からなる画素のBM構造を示し、最も強度の高いG副画素だけ考慮すれば導電性フィルムの配線パターンの設計が可能なものである。

なお、本発明に用いることのできるディスプレイの2×2画素のBM1~BM9の解像度及び形状を図18(A)~(I)に示す。図18(A)~(I)に示す各BM1~BM9は、それぞれ、解像度、及び形状のいずれかが異なるものである。図18(A)~(I)においては、Gチャネル(G副画素)のみが示され、Bチャネル(B副画素)及びRチャネル(R副画素)は示されていないが、その解像度及び形状は同一であるのは勿論である。

図18(A)は、解像度が98dpiで、短冊形状の4つのG副画素を示し、後述する実施例において用いたBMNo.1のBM1に相当する。

【0063】

図18(B)は、解像度が151dpiで、図中少し湾曲し、下端が一部欠けた平板状の4つのG副画素を示し、後述する実施例において用いたBMNo.2のBM2に相当する。

図18(C)は、解像度が151dpiで、図中少し湾曲する平板形状の左側によって配置された4つのG副画素を示し、後述する実施例において用いたBMNo.3のBM3に相当する。

図18(D)は、解像度が151dpiで、図中横方向に傾斜した細い帯形状が複数並ぶ帯状体が上下逆向きに傾斜した4つのG副画素を示し、後述する実施例において用いたBMNo.4のBM4に相当する。

図18(E)は、解像度が151dpiで、図中上下端が一部欠けた平板状の対称に配置された4つのG副画素を示し、後述する実施例において用いたBMNo.5のBM5に相当する。

【0064】

図18(F)は、解像度が218dpiで、図中縦方向に細長い平板状の左側によって配置された4つのG副画素を示し、後述する実施例において用いたBMNo.6のBM6に相当する。

図18(G)は、解像度が218dpiで、図中縦方向に長い平板状の右側によって配置された4つのG副画素を示し、後述する実施例において用いたBMNo.7のBM7に相当する。

図18(H)は、解像度が245dpiで、図中下端が一部欠けた平板状の4つのG副画素を示し、後述する実施例において用いたBMNo.8のBM8に相当する。

図18(I)は、解像度が265dpiで、図中横方向に配置された平板状の4つのG副画素を示し、後述する実施例において用いたBMNo.9のBM9に相当する。

10

#### 【0065】

上述したRGBの副画素配列パターンを定義するBM34によって構成されるBMパターン38を有する表示ユニット30の表示パネル上に、例えば、導電性フィルム10、11又は11Aを配置する場合、その配線パターン24は、RGBの副画素配列パターンを含むBM(画素配列)パターン38の解像度及び形状によらず、モアレ視認性の点で優れたランダムメッシュパターンであるので、画素32の配列周期と、導電性フィルム10、11、11A又は11Bの金属細線14の配線配列との間における空間周波数の干渉が殆どなく、モアレの発生が抑制されることになる。

#### 【0066】

次に、本発明の導電性フィルムを組み込んだ表示装置について、図14を参照しながら説明する。図14では、表示装置40として、本発明の第2の実施の形態に係る導電性フィルム10を組み込んだ投影型静電容量方式のタッチパネルを代表例に挙げて説明するが、本発明はこれに限定されないことは言うまでもない。

20

図14に示すように、表示装置40は、カラー画像及び/又はモノクロ画像を表示可能な表示ユニット30(図13参照)と、入力面42(矢印Z1方向側)からの接触位置を検出するタッチパネル44と、表示ユニット30及びタッチパネル44を収容する筐体46とを有する。筐体46の一面(矢印Z1方向側)に設けられた大きな開口部を介して、ユーザは、タッチパネル44にアクセス可能である。

#### 【0067】

タッチパネル44は、上記した導電性フィルム10(図1及び図2参照)の他、導電性フィルム10の一面(矢印Z1方向側)に積層されたカバー部材48と、ケーブル50を介して導電性フィルム10に電氣的に接続されたフレキシブル基板52と、フレキシブル基板52上に配置された検出制御部54とを備える。

30

表示ユニット30の一面(矢印Z1方向側)には、接着層56を介して、導電性フィルム10が接着されている。導電性フィルム10は、他方の主面側(第2配線部16b側)を表示ユニット30に対向させて、表示画面上に配置されている。

#### 【0068】

カバー部材48は、導電性フィルム10の一面を被覆することで、入力面42としての機能を発揮する。また、接触体58(例えば、指やスタイラスペン)による直接的な接触を防止することで、擦り傷の発生や、塵埃の付着等を抑止可能であり、導電性フィルム10の導電性を安定させることができる。

40

カバー部材48の材質は、例えば、ガラス、樹脂フィルムであってもよい。カバー部材48の一面(矢印Z2方向側)を酸化珪素等でコートした状態で、導電性フィルム10の一面(矢印Z1方向側)に密着させてもよい。また、擦れ等による損傷を防止するため、導電性フィルム10及びカバー部材48を貼り合わせて構成してもよい。

#### 【0069】

フレキシブル基板52は、可撓性を備える電子基板である。本図示例では、筐体46の側面内壁に固定されているが、配設位置は種々変更してもよい。検出制御部54は、導体である接触体58を入力面42に接触する(又は近づける)際、接触体58と導電性フィルム10との間での静電容量の変化を捉えて、その接触位置(又は近接位置)を検出する

50

電子回路を構成する。

本発明の導電性フィルムが適用される表示装置は、基本的に以上のように構成される。

【0070】

次に、本発明において、表示装置の画素配列（BM）パターンの解像度および画素（副画素またはカラーフィルタ）構造によらず、モアレ視認性に優れた導電性フィルムの配線パターンの評価方法および決定方法、並びに導電性フィルムの評価方法の手順について説明する。即ち、本発明の導電性フィルムにおいて、表示装置の所定の画素配列（BM）パターンによらず、モアレが人間の視覚に知覚されないランダムメッシュ状配線パターンを評価して決定し、それによって導電性フィルムを評価する手順について説明する。

図21は、本発明の導電性フィルムの評価方法の一例を示すフローチャートである。

【0071】

本発明の導電性フィルムの配線パターンの評価方法では、まず始めに、ステップS10において、導電性フィルムのランダムメッシュ状配線パターン（ランダムメッシュパターン）を作製する。

先ず、上述した図3（A）に示すように、1つの平面領域100内において、菱形などの閉区間の重心となるシード点pを、例えば乱数や標準偏差等を用いて任意の間隔で無作為に選択された複数の位置に発生させる。

次に、図3（B）に示すように、平面領域100内に配置されたシード点pの位置に開口部22となる菱形パターン104を畳み込んで菱形パターン画像108を作製する。

次に、図3（B）に示す菱形パターン画像108の境界領域106を細線化するために、細線化処理、例えばmathworks社製matlabの細線化処理を実施して、図2に示すようなランダムメッシュパターン25を作製する。

ここで、画像端は、閉区間が形成されないため、中央部を切り出す。

なお、後述する実施例では、中央部を切り出して、 $5589 \text{ pix} \times 5589 \text{ pix}$ を用いた。

【0072】

こうして、ステップS10で作製されたランダムメッシュパターン25のパターン定量値を算出する。

まず、ステップS12において、ランダムメッシュパターンの定量化のために、ステップS10で作製されたランダムメッシュパターン25の透過率データを作成する。

次に、ステップS14において、ステップS12で作成したランダムメッシュパターンの透過率画像データに対して、2次元高速フーリエ変換（2DFFT（基底2））を行い、透過率画像データの定量化を行って、スペクトルピークの空間周波数、及びスペクトル強度を算出する。この際、計算する全ての画像のスペクトル強度は、平均値、及び画像サイズ（幅（width）×高さ（height））で規格化しておくことが好ましい。なお、規格化後、算出した平均値は使用しないのが良い。

【0073】

次に、ステップS16において、ステップS14で算出されたスペクトル強度から、規定値以上のスペクトル強度を抽出する。ここで、ステップS14で算出した定量化に必要なスペクトル強度は、強度の10倍の対数が $-4.0$ 以上、即ち $\log_{10}(\text{強度}) - 4.0$ とする。その理由は、 $-4.0$ より小さい微弱な信号はノイズであり、後に算出する定量値の誤差要因となるため、無視する方が良いからである。

次に、ステップS18において、ステップS16で抽出されたスペクトル強度（ $-4.0$ 以上）を持つスペクトルについて、図19に示すように、角度を算出する。角度は、小数第2位（小数点以下2桁）まで算出し、小数第2位に丸め処理を施し、小数第1位（小数点以下1桁）に丸める。

ここで、 $\theta_2$ を小数第2位まで求めた角度であり、 $\theta_1$ を小数第1位まで求めた角度であるとする、 $\theta_1$ は、 $\theta_1 = \text{round}(\theta_2 / 10)$ として、最も近い整数への丸めた後に、小数第1位に戻す。

なお、丸め関数roundは、matlabの関数で表される。ここで、 $Y = \text{round}(X)$ は、Xの要素

10

20

30

40

50

を最も近い整数に丸める。小数部が、0.5の正の要素は、最も近い正の整数に丸められる。小数部が、-0.5の負の要素は、最も近くの負の整数に四捨五入される。Xが複素数の場合は、実数部と虚数部を個々に丸めるものである。なお、丸め関数roundは、<http://jp.mathworks.com/help/matlab/ref/round.html>を参照する。

#### 【0074】

次に、ステップS20において、ステップS18で算出した角度を0.1°刻みに振りながら、0～360度の全ての角度刻み点において、角度毎にスペクトル強度の最大値と最小値との差（強度差＝最大値－最小値）を算出し、その強度差の平均値を算出する。こうして算出された強度差（最大値－最小値）のヒストグラムを図20（B）に示す。

同時に、ステップS22において、ステップS18で算出した角度を0.1°刻みに振りながら、0～360度の全ての角度刻み点において、1つの角度方向のばらつきの、角度方向のばらつきを表わす標本標準偏差をパターンの定量値として算出する。

算出された角度毎のスペクトル強度の標準偏差を図20（A）に示す。こうして、パターン定量値として、図20（A）に示す角度毎のスペクトル強度の標準偏差から、角度毎のスペクトル強度の標準偏差の角度ばらつきを表わす標本標準偏差を求める。

#### 【0075】

最後に、ステップS24において、ステップS20で得られた図20（B）に示す強度差（最大値－最小値）のヒストグラムから、強度差の平均値以上にピーク値の島が存在するか否か、およびステップS22で得られた図20（A）から求められたパターン定量値（標本標準偏差）の大きさで、対象とするランダムメッシュパターンを評価する。

ここで、強度差の平均値以上にピーク値の島が存在し、パターン定量値（標本標準偏差）が所定数値範囲、例えば-5.29～-5.05の範囲内に入っているランダムメッシュパターンを、本発明の導電性フィルムの配線パターンとして決定し、評価する。

こうして評価された図2に示すランダムメッシュパターン25aを、本発明の導電性フィルムの配線パターンとして決定し評価することができる。

#### 【0076】

こうして、本発明の導電性フィルムの配線パターンの決定方法は、終了し、評価されたランダムメッシュパターンを本発明の導電性フィルムの配線パターンとして評価することができる。

その結果、表示装置の表示ユニットのBMパターンに重畳しても、その解像度および画素構造に依存せず、異なる解像度、異なる画素構造の表示装置であっても、モアレの視認性に優れたランダムメッシュパターンを持つ本発明の導電性フィルムを作製することができる。

#### 【0077】

以上に、本発明に係る導電性フィルム、それを備える表示装置及び導電性フィルムのパターンの評価方法について種々の実施形態及び実施例を挙げて説明したが、本発明は、上述の実施形態及び実施例に限定されず、本発明の要旨を逸脱しないかぎり、種々の改良や設計の変更を行っても良いことはもちろんである。

#### 【0078】

##### （実験例）

以下に、本発明を実験例に基づいて具体的に説明する。

本実施例においては、図21に示す本発明の導電性フィルムの評価方法のフローに従って、上述のようにして、以下のように実験を行った。

図21に示す導電性フィルムの評価方法のフローに従って、46種類のメッシュパターン1～46を作製し、作製された46種のメッシュパターンのスペクトル異方性（指向性）の定量化を行った。作製された46種類のメッシュパターン1～46を表1に示す。

表1に示すメッシュパターン1～46の概要は、以下の通りであった。

#### 【0079】

メッシュパターン1～9は、ボロノイ多角形によるボロノイランダムパターンであり、それぞれ平均ピッチが200μm～300μmで、線幅が2μm～6μmのものであった

10

20

30

40

50

。メッシュパターン 10 ~ 11 は、開口形状が六角形であり、一辺の長さが 100  $\mu\text{m}$  ~ 200  $\mu\text{m}$  で、線幅が 2  $\mu\text{m}$  であり、開口重心がばらついていない規則パターンであった。

。メッシュパターン 12 ~ 21 は、開口形状が菱形であり、その斜辺の角度が 20° ~ 40° で、斜辺の長さが 50  $\mu\text{m}$  ~ 200  $\mu\text{m}$  で、線幅がいずれも 2  $\mu\text{m}$  であり、開口重心が平均値で 5 % ばらついているランダムパターンであった。

#### 【0080】

メッシュパターン 22 ~ 23 は、開口形状が六角形であり、一辺の長さが 100  $\mu\text{m}$  ~ 200  $\mu\text{m}$  で、線幅が 2  $\mu\text{m}$  であり、開口重心が平均値で 5 % ばらついているランダムパターンであった。

10

メッシュパターン 24 ~ 25 は、開口形状が平行四辺形であり、底辺に対する斜辺角度 30° で、一辺（底辺）の長さが 100  $\mu\text{m}$  ~ 200  $\mu\text{m}$  で、線幅が 2  $\mu\text{m}$  であり、開口重心が平均値で 5 % ばらついているランダムパターンであった。

メッシュパターン 26 ~ 29 は、開口形状が正方形であり、一辺の長さが 50  $\mu\text{m}$  ~ 200  $\mu\text{m}$  で、線幅がいずれも 2  $\mu\text{m}$  であり、開口重心が平均値で 5 % ばらついているランダムパターンであった。

#### 【0081】

メッシュパターン 30 ~ 40 は、開口形状が菱形であり、その斜辺の角度が 20° ~ 40° で、斜辺の長さが 50  $\mu\text{m}$  ~ 200  $\mu\text{m}$  で、線幅がいずれも 2  $\mu\text{m}$  であり、開口重心がばらついていない規則パターンであった。

20

メッシュパターン 41 ~ 42 は、開口形状が平行四辺形であり、底辺に対する斜辺角度 30° で、一辺（底辺）の長さが 100  $\mu\text{m}$  ~ 200  $\mu\text{m}$  で、線幅が 2  $\mu\text{m}$  であり、開口重心がばらついていない規則パターンであった。

メッシュパターン 43 ~ 46 は、開口形状が正方形であり、一辺の長さが 50  $\mu\text{m}$  ~ 200  $\mu\text{m}$  で、線幅がいずれも 2  $\mu\text{m}$  であり、開口重心がばらついていない規則パターンであった。

#### 【0082】

続いて、画質によい数値範囲を明確にする必要があるので、以下の点をシミュレーションで確認した。

30

表 2 に異なる解像度、図 18 (A) ~ (I) に示す異なる開口形状（画素構造）を有し、透過部を 1.0、遮蔽部を 0 とした BM1 ~ BM9 の 9 種類のディスプレイ BM 画像データを、12700 dpi で作成した（図 22 のステップ S30）。BM1 ~ BM9 の 9 種類のディスプレイ BM の解像度を表 2 に示す。

ディスプレイ BM と、パターン定量値で示されるメッシュパターンとの重畳画像を作成し（図 22 のステップ S32）、モアレを 3 名の研究員が以下の劣化尺度で官能評価した（図 22 のステップ S34）。

5：劣化が認められない、4：劣化が認められるが気にならない、3：劣化が認められ、わずかに気になる、2：劣化が認められ、気になる、1：劣化が認められ非常に気になる。

40

視認性が良いと判定される境界は 3.3 とした。

#### 【0083】

メッシュパターンのパターン例 48 種、ディスプレイ BM 種類 9 種の組み合わせで表現されるモアレ評価結果を表 3 に示す。表 3 は、横軸に BM 種、縦軸にパターン例を取り、パターン定量値、およびそれぞれ劣化尺度による評価結果を記載している。

#### 【0084】

【表 1】

メッシュ パターン	
1	ポロノイ多角形 ランダム 平均ピッチ200 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
2	ポロノイ多角形 ランダム 平均ピッチ200 $\mu\text{m}$ 線幅4 $\mu\text{m}$
3	ポロノイ多角形 ランダム 平均ピッチ200 $\mu\text{m}$ 線幅6 $\mu\text{m}$
4	ポロノイ多角形 ランダム 平均ピッチ250 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
5	ポロノイ多角形 ランダム 平均ピッチ250 $\mu\text{m}$ 線幅4 $\mu\text{m}$
6	ポロノイ多角形 ランダム 平均ピッチ250 $\mu\text{m}$ 線幅6 $\mu\text{m}$
7	ポロノイ多角形 ランダム 平均ピッチ300 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
8	ポロノイ多角形 ランダム 平均ピッチ300 $\mu\text{m}$ 線幅4 $\mu\text{m}$
9	ポロノイ多角形 ランダム 平均ピッチ300 $\mu\text{m}$ 線幅6 $\mu\text{m}$
10	六角形 開口重心のばらつき無 一辺の長さ100 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
11	六角形 開口重心のばらつき無 一辺の長さ200 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
12	菱形 開口重心の5%ばらつき 斜辺角度20° 長さ200 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
13	菱形 開口重心の5%ばらつき 斜辺角度20° 長さ50 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
14	菱形 開口重心の5%ばらつき 斜辺角度30° 長さ100 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
15	菱形 開口重心の5%ばらつき 斜辺角度30° 長さ150 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
16	菱形 開口重心の5%ばらつき 斜辺角度30° 長さ200 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
17	菱形 開口重心の5%ばらつき 斜辺角度30° 長さ50 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
18	菱形 開口重心の5%ばらつき 斜辺角度40° 長さ100 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
19	菱形 開口重心の5%ばらつき 斜辺角度40° 長さ150 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
20	菱形 開口重心の5%ばらつき 斜辺角度40° 長さ200 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
21	菱形 開口重心の5%ばらつき 斜辺角度40° 長さ50 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
22	六角形 開口重心の5%ばらつき 一辺の長さ100 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
23	六角形 開口重心の5%ばらつき 一辺の長さ200 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
24	平行四辺形 開口重心の5%ばらつき 斜辺角度30° 長さ100 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
25	平行四辺形 開口重心の5%ばらつき 斜辺角度30° 長さ200 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
26	正方形 開口重心の5%ばらつき 一辺の長さ100 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
27	正方形 開口重心の5%ばらつき 一辺の長さ150 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
28	正方形 開口重心の5%ばらつき 一辺の長さ200 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
29	正方形 開口重心の5%ばらつき 一辺の長さ50 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
30	菱形 開口重心のばらつき無 斜辺角度20° 長さ150 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
31	菱形 開口重心のばらつき無 斜辺角度20° 長さ200 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
32	菱形 開口重心のばらつき無 斜辺角度20° 長さ50 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
33	菱形 開口重心のばらつき無 斜辺角度30° 長さ100 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
34	菱形 開口重心のばらつき無 斜辺角度30° 長さ150 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
35	菱形 開口重心のばらつき無 斜辺角度30° 長さ200 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
36	菱形 開口重心のばらつき無 斜辺角度30° 長さ50 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
37	菱形 開口重心のばらつき無 斜辺角度40° 長さ100 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
38	菱形 開口重心のばらつき無 斜辺角度40° 長さ150 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
39	菱形 開口重心のばらつき無 斜辺角度40° 長さ200 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
40	菱形 開口重心のばらつき無 斜辺角度40° 長さ50 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
41	平行四辺形 開口重心のばらつき無 斜辺角度30° 長さ100 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
42	平行四辺形 開口重心のばらつき無 斜辺角度30° 長さ200 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
43	正方形 開口重心のばらつき無 一辺の長さ100 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
44	正方形 開口重心のばらつき無 一辺の長さ150 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
45	正方形 開口重心のばらつき無 一辺の長さ200 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$
46	正方形 開口重心のばらつき無 一辺の長さ50 $\mu\text{m}$ 線幅2 $\mu\text{m}$

【 0 0 8 5 】

10

20

30

40

【表 2】

	BMNo.	dpi
BM1	1	98
BM2	2	151
BM3	3	151
BM4	4	151
BM5	5	151
BM6	6	218
BM7	7	218
BM8	8	245
BM9	9	265

【 0 0 8 6 】



【表 3】

	メッシュ パターン	定量値	BM1	BM2	BM3	BM4	BM5	BM6	BM7	BM8	BM9
比較例	4	-5.75	2.7	2.5	2.3	2.3	2.7	2.3	2.3	2.5	2.3
	8	-5.70	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	1	-5.66	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	5	-5.66	2.3	2.5	2.0	2.3	2.0	2.3	2.3	2.0	2.5
	2	-5.58	1.3	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.5	1.7
	9	-5.55	1.0	1.0	1.0	3.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	6	-5.50	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	7	-6.02	3.0	2.0	3.3	3.3	3.3	3.0	3.0	2.0	3.5
	3	-5.43	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
本発明例	21	-5.29	4.0	4.0	4.0	4.0	3.5	3.3	3.3	4.0	4.0
	23	-5.26	4.0	4.0	4.0	4.0	3.5	4.0	3.7	4.0	4.0
	16	-5.20	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.3
	22	-5.20	4.0	3.7	3.5	4.0	3.3	4.0	3.3	3.3	3.3
	17	-5.19	4.0	4.0	4.0	3.7	3.7	4.0	3.7	4.0	3.3
	20	-5.18	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.3
	14	-5.17	4.0	3.3	3.5	3.5	3.3	4.0	4.0	3.3	3.3
	25	-5.16	4.0	4.0	3.5	3.7	4.0	4.0	4.0	4.0	3.5
	15	-5.16	4.0	4.0	4.0	4.0	3.5	3.3	3.3	4.0	3.7
	18	-5.15	4.0	4.0	3.5	4.0	4.0	3.7	4.0	4.5	4.0
	19	-5.15	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.5	3.5
	12	-5.11	4.0	3.3	3.0	3.7	3.7	4.0	4.0	4.0	4.0
	24	-5.07	4.0	3.7	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.5
	13	-5.05	4.0	4.0	4.0	4.0	3.3	4.0	4.0	3.3	3.3
比較例	29	-4.97	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0
	28	-4.92	2.3	2.0	2.3	2.0	3.0	3.0	2.0	3.7	2.0
	27	-4.90	3.0	2.0	3.3	2.0	2.0	3.0	2.0	3.7	3.5
	26	-4.88	3.3	3.0	3.5	3.3	3.0	3.0	3.0	3.3	3.0
	11	-4.61	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.3	1.3
	10	-4.47	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	2.0	1.3	1.3
	39	-4.43	2.0	3.3	3.0	3.0	2.0	3.0	2.3	3.0	1.0
	45	-4.38	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	38	-4.37	4.0	2.0	3.0	1.0	2.0	2.0	1.0	2.0	1.0
	35	-4.35	3.3	2.0	2.0	2.3	2.3	2.0	2.0	3.0	1.5
	42	-4.35	4.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0
	44	-4.32	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	34	-4.28	1.7	4.0	2.0	3.0	2.3	2.0	2.0	2.0	1.5
	37	-4.27	1.0	2.0	2.3	2.0	2.3	1.0	2.0	3.0	1.0
	31	-4.23	2.0	1.3	2.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0
	43	-4.23	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	33	-4.19	3.3	2.0	3.0	2.0	1.0	2.0	2.5	2.0	1.0
	41	-4.18	4.0	1.0	1.0	1.3	1.0	2.0	2.3	1.0	1.0
	30	-4.17	2.0	2.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	1.0
	40	-4.09	2.0	4.0	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	2.0
	46	-4.07	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	36	-4.01	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	1.0
	32	-3.86	3.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0

【 0 0 8 7 】

表 3 から明らかなように、パターン定量値が、- 5 . 2 9 ~ - 5 . 0 5 であるランダムメッシュパターン 1 2 ~ 2 5 は、B M 1 ~ B M 9 のいずれの場合も、劣化化尺度が高く、B M 1 ~ B M 9 の B M の種類（解像度、画素構造）によらず、モアレの視認性に優れている本発明例、または極めて優れている本発明例であることが分かる。

また、表 3 から明らかなように、パターン定量値が、- 5 . 2 9 ~ - 5 . 1 1 の範囲から外れたランダムメッシュパターン 1 ~ 1 1 及び 2 6 ~ 4 6 は、B M 1 ~ B M 9 のいずれかで劣化化尺度が 3 . 0 以下であるものを含み、B M 1 ~ B M 9 の B M の種類（解像度、画素構造）の少なくとも 1 つに、モアレの視認性に劣っているものを含む比較例であることが分かる。

10

20

30

40

50

以上から、本発明の効果は明らかである。

【符号の説明】

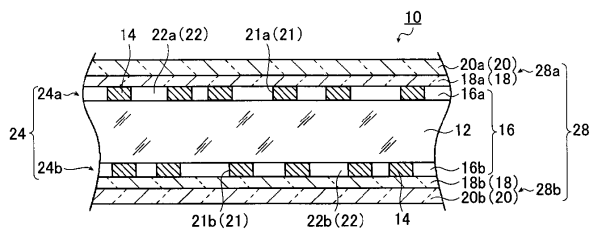
【 0 0 8 8 】

- 10、11、11A、11B 導電性フィルム  
 12 透明支持体  
 14 金属製の細線（金属細線）  
 16、16a、16b 配線部  
 18、18a、18b 接着層  
 20、20a、20b 保護層  
 21 メッシュ状配線  
 22 開口部  
 24 合成配線パターン  
 24a 第1（上側）の配線パターン  
 24b 第2（下側）の配線パターン  
 25、25a ランダムメッシュパターン  
 26 ダミー電極部  
 28、28a、28b 配線層  
 30 表示ユニット  
 32、32r、32g、32b 画素  
 34 ブラックマトリクス（BM）  
 38 BMパターン  
 40 表示装置  
 44 タッチパネル

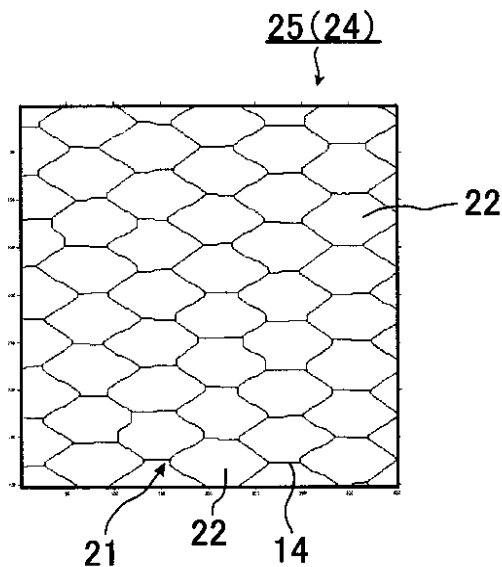
10

20

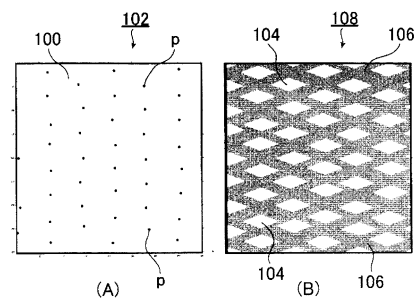
【図1】



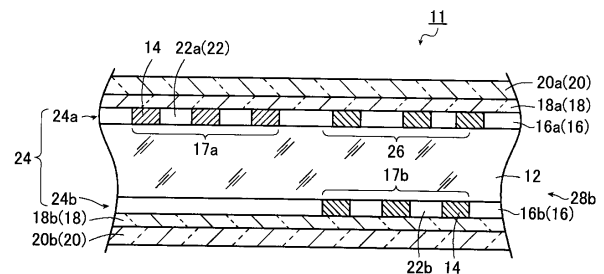
【図2】



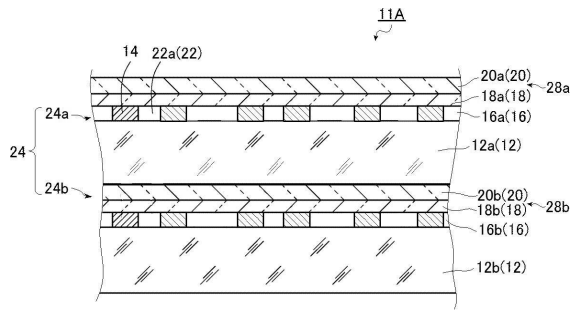
【図3】



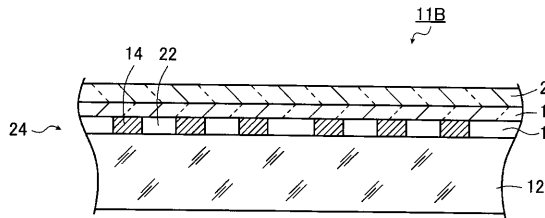
【図4】



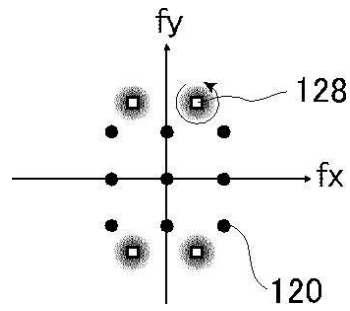
【図 5】



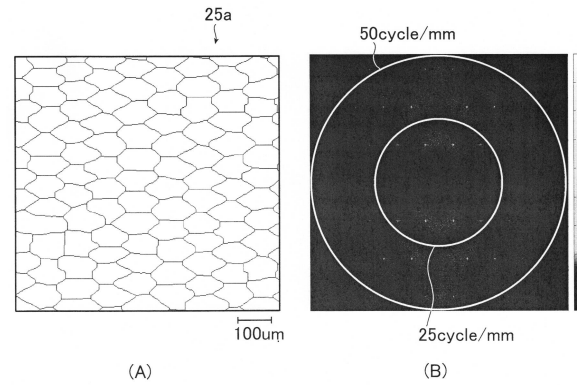
【図 6】



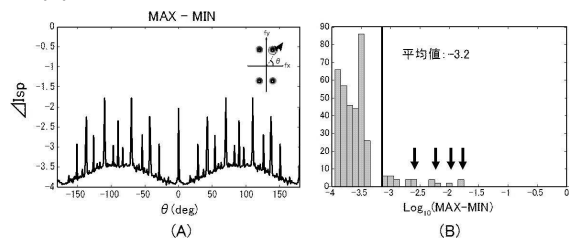
【図 7】



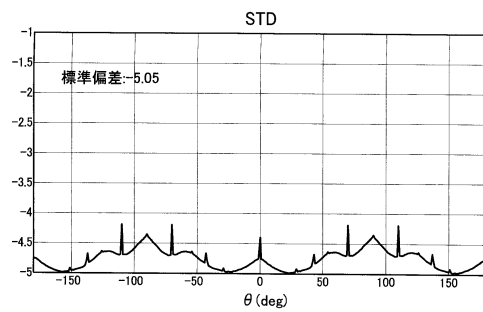
【図 8】



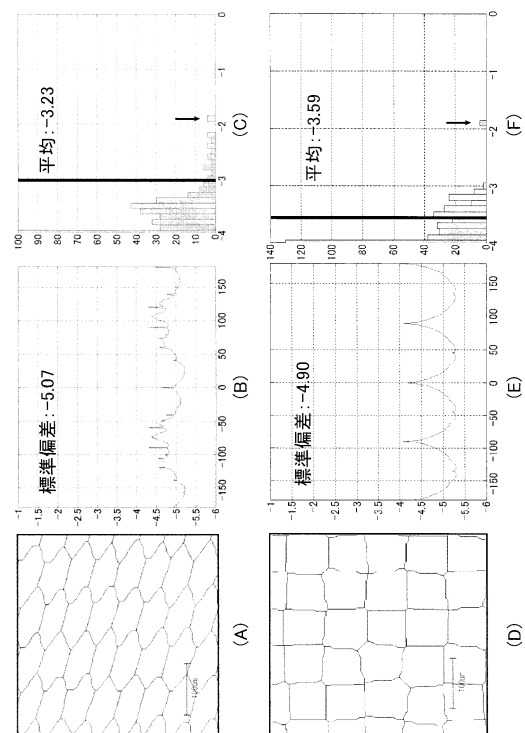
【図 9】



【図 10】

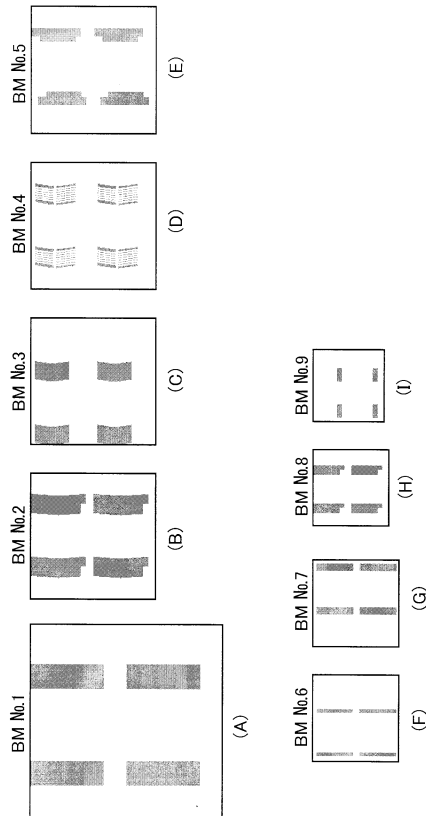


【図 11】

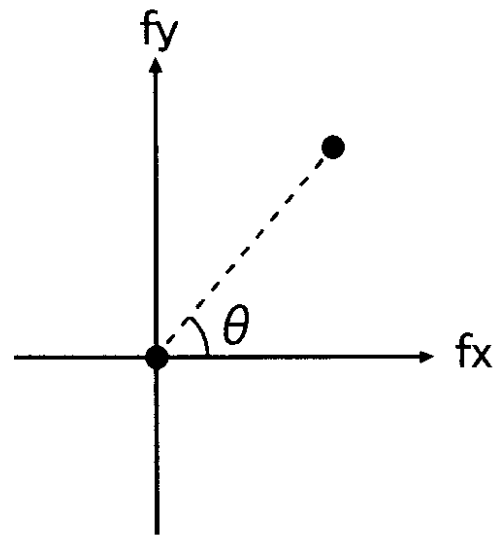




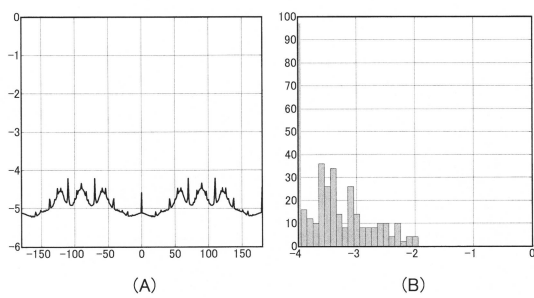
【図 18】



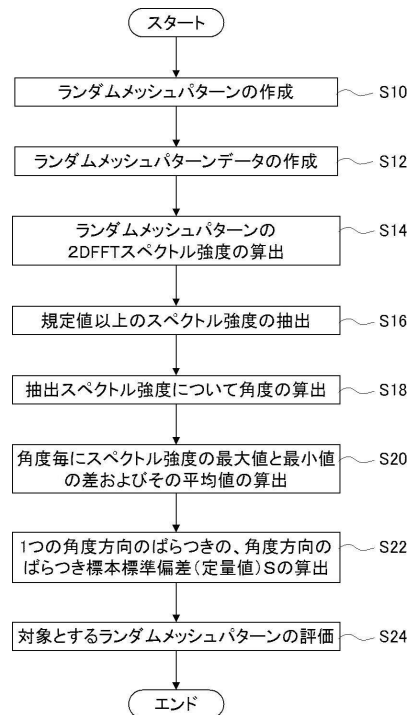
【図 19】



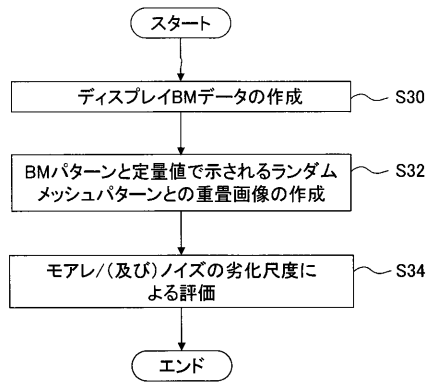
【図 20】



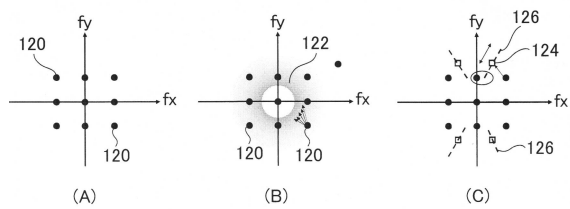
【図 21】



【図 2 2】



【図 2 3】



---

フロントページの続き

審査官 加内 慎也

- (56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 1 1 7 6 8 3 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 1 5 / 0 3 0 0 9 0 ( W O , A 1 )  
国際公開第 2 0 1 3 / 1 4 6 0 5 6 ( W O , A 1 )  
国際公開第 2 0 1 4 / 0 9 7 9 2 1 ( W O , A 1 )  
国際公開第 2 0 1 4 / 1 2 3 0 0 9 ( W O , A 1 )  
国際公開第 2 0 1 4 / 1 4 1 8 6 7 ( W O , A 1 )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
G 0 6 F 3 / 0 4 1  
G 0 6 F 3 / 0 4 4