

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6511382号
(P6511382)

(45) 発行日 令和1年5月15日(2019.5.15)

(24) 登録日 平成31年4月12日(2019.4.12)

(51) Int.Cl.		F I			
G06F 3/041 (2006.01)		G06F 3/041	420		
G06F 3/044 (2006.01)		G06F 3/041	490		
		G06F 3/044	122		

請求項の数 21 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2015-204748 (P2015-204748)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成27年10月16日 (2015.10.16)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2017-76336 (P2017-76336A)		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(43) 公開日	平成29年4月20日 (2017.4.20)	(74) 代理人	100080159
審査請求日	平成30年3月5日 (2018.3.5)		弁理士 渡辺 望稔
		(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、及びこれを備える表示装置

(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有する、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からなるメッシュ状であって、異なる開口形状を有する複数の開口部を持つ不規則配線パターンを有し、
前記表示ユニットは、少なくとも3色の複数色の光を射出する複数の副画素を含む画素が配列された画素配列パターンを有し、
前記導電性フィルムは、前記不規則配線パターンと前記表示ユニットの前記画素配列パターンとが重畳されるように、前記表示ユニットに設置されるものであり、
前記不規則配線パターンを構成する前記1以上の金属細線が前記表示ユニットの副画素の長手方向に延びる1本と見做せる連続する1本の線分からなり、該1本の線分が前記長手方向に配列された1以上の副画素を前記長手方向に縦断している場合に、前記1本の線分が縦断している1以上の縦断副画素の前記長手方向の合計長さを前記1本の線分の長さ $L \mu m$ とし、前記1以上の縦断副画素の合計面積を S 、かつ前記1以上の縦断副画素内において前記1本の線分が占める面積の合計を線幅面積 S_L とし、被覆率 $C \%$ を下記式(1)で表す場合、

$$C = 100 \times S_L / S$$

... (1)

前記不規則配線パターンは、

前記1本の線分の長さLをx座標となる横軸とし、被覆率Cをy座標となる縦軸をとす
るxy2次元座標において、下記式(2)で表される線以下の領域内に含まれる前記1本
の線分となる前記1以上の金属細線によって構成されることを特徴とする導電性フィルム
。

$$\begin{aligned} 0 < x < 168 \text{ の場合、} & y = 6.7、 \\ 168 < x < 252 \text{ の場合、} & y = -0.00595x + 7.7 \\ 252 < x < 378 \text{ の場合、} & y = -0.00476x + 7.4 \\ 378 < x < 504 \text{ の場合、} & y = -0.02143x + 13.7 \\ 504 < x < 756 \text{ の場合、} & y = 2.9 \end{aligned} \quad \dots (2)$$

10

【請求項2】

前記不規則配線パターンは、

前記xy2次元座標において、下記式(3)で表される線以下の領域内に含まれる前記
1本の線分からなる前記1以上の金属細線によって構成される請求項1に記載の導電性フ
ィルム。

$$\begin{aligned} 0 < x < 168 \text{ の場合、} & y = 6.6、 \\ 168 < x < 252 \text{ の場合、} & y = -0.00833x + 8.0 \\ 252 < x < 378 \text{ の場合、} & y = -0.00278x + 6.6 \\ 378 < x < 504 \text{ の場合、} & y = -0.02421x + 14.7 \\ 504 < x < 756 \text{ の場合、} & y = 2.5 \end{aligned} \quad \dots (3)$$

20

【請求項3】

前記不規則配線パターンは、

前記xy2次元座標において、下記式(4)で表される線以下の領域内に含まれる前記
1本の線分からなる前記1以上の金属細線によって構成される請求項1に記載の導電性フ
ィルム。

$$\begin{aligned} 0 < x < 168 \text{ の場合、} & y = 6.5、 \\ 168 < x < 252 \text{ の場合、} & y = -0.01071x + 8.3 \\ 252 < x < 378 \text{ の場合、} & y = -0.00079x + 5.8 \\ 378 < x < 504 \text{ の場合、} & y = -0.02698x + 15.7 \\ 504 < x < 756 \text{ の場合、} & y = 2.1 \end{aligned} \quad \dots (4)$$

30

【請求項4】

前記領域は、前記1本の線分の長さLが0μm超、756μm以下の領域である請求項
1～3のいずれか1項に記載の導電性フィルム。

【請求項5】

前記領域は、前記1本の線分の長さLが84μm以上、756μm以下の領域である請
求項1～4のいずれか1項に記載の導電性フィルム。

【請求項6】

前記不規則配線パターンは、一方の方向及び前記一方の方向に垂直な方向に繰り返さ
れる単位となる単位不規則配線パターンから構成され、

前記1本の線分は、前記単位不規則配線パターン毎に繰り返される繰り返し模様である
請求項1～5のいずれか1項に記載の導電性フィルム。

40

【請求項7】

前記繰り返し模様は、周期的に繰り返される直線模様である請求項6に記載の導電性フ
ィルム。

【請求項8】

前記開口部の形状は、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
となる多角形状である請求項1～7のいずれか1項に記載の導電性フィルム。

【請求項9】

前記開口部は、1つの平面領域にランダムに配置されたシード点を基準とするポロノイ
多角形又はドロネー三角形からなる請求項1～8のいずれか1項に記載の導電性フィルム

50

。

【請求項 10】

前記表示ユニットの表示画面に表示された各色の前記画素配列パターンの画像は、複数色の光を各色毎に単独で前記副画素を点灯した場合に前記表示ユニットに表示されたものである請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の導電性フィルム。

【請求項 11】

前記複数色が、赤、緑及び青の 3 色である請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の導電性フィルム。

【請求項 12】

前記導電部は、前記透明基体の片側の面に有する請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の導電性フィルム。 10

【請求項 13】

前記導電部は、2つの配線部からなり、該2つの配線部は、前記透明基体の両側の面にそれぞれ有する請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の導電性フィルム。

【請求項 14】

前記透明基体を第1の透明基体とする場合、さらに、前記第1の透明基体と異なる第2の透明基体を有し、

前記導電部は、2つの配線部からなり、

該2つの配線部の一方の配線部は、前記第1の透明基体の一方の面に有し、

前記2つの配線部の他方の配線部は、前記第1の透明基体の他方の面側であって、前記第2の透明基体の一方の面に有する請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の導電性フィルム。 20

【請求項 15】

前記導電部は、2つの配線部からなり、

該2つの配線部は、前記透明基体の片側に絶縁層を介してそれぞれ有する請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の導電性フィルム。

【請求項 16】

前記2つの配線部の前記複数の金属細線は、いずれも前記不規則配線パターンを構成するものである請求項 13 ~ 15 のいずれか 1 項に記載の導電性フィルム。

【請求項 17】

前記2つの配線部の一方の配線部の前記複数の金属細線は、前記不規則配線パターンを構成するものであり、かつ 30

他方の配線部の前記複数の金属細線は、規則性のある多角形の配線パターンを構成するものである請求項 13 ~ 15 のいずれか 1 項に記載の導電性フィルム。

【請求項 18】

前記2つの配線部の一方の配線部の前記複数の金属細線は、前記不規則配線パターンを構成するものであり、かつ

他方の配線部は、酸化インジウムスズで構成されるものである請求項 13 ~ 15 のいずれか 1 項に記載の導電性フィルム。

【請求項 19】

前記2つの配線部の少なくとも一方の配線部は、電極部と非電極部とを備え、 40

前記電極部及び前記非電極部の一方の前記複数の金属細線は、前記不規則配線パターンを構成するものであり、かつ

前記電極部及び前記非電極部の他方の前記複数の金属細線は、規則性のある多角形の配線パターンを構成するものである請求項 13 ~ 18 のいずれか 1 項に記載の導電性フィルム。

【請求項 20】

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 1 ~ 19 のいずれか 1 項に記載の導電性フィルム。

【請求項 21】

50

互いに異なる複数色の光を射出する複数の副画素を備える画素が一方の方向及び前記一方の方向に垂直な方向に繰り返される画素配列パターンで配列されてなる表示ユニットと

、
この表示ユニットの上に設置される、請求項 1 ~ 20 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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、導電性フィルム、及びこれを備える表示装置に係り、詳しくは、表示装置との干渉によるノイズを抑制し、視認性に優れたメッシュ状配線パターンを持つ導電性フィルム、及び表示装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

表示装置（以下、ディスプレイともいう）の表示ユニット上に設置される導電性フィルムとして、例えばメッシュ状配線パターン（以下、メッシュパターンともいう）を持つ金属細線からなる導電膜を有するタッチパネル用の導電性フィルムや電磁波シールド用の導電性フィルム等が挙げられる。

このようなメッシュパターンでは、ディスプレイの画素配列パターン（例えば、RGB カラーフィルタの配列パターン、もしくはその反転パターンであるブラックマトリックス（Black Matrix：以下、BMともいう）パターンといふことができる）との干渉によるモアレの視認が問題となるため、モアレが視認されない、もしくは視認され難いランダムなメッシュパターンが多数提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

20

【0003】

例えば、特許文献 1 は、金属で作製され、不規則多角形で構成されたランダムな不規則メッシュを有する透明電極領域を備える金属メッシュ導電層を開示し、不規則メッシュで構成された透明電極領域が液晶ディスプレイの表面に重畳されても、モアレの発生が防止されることを開示している。

このように、ボロノイ多角形、ドロネー三角形に代表されるランダムなメッシュパターンは、ディスプレイとの重畳の際に生じるモアレを抑止し、かつ、ディスプレイ解像度に依存することなく視認性を向上させる効果があることは周知の事実である。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2014 - 519129 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、特許文献 1 では、透明電極領域の視認性を改善するために、金属製電極をランダムな不規則メッシュで構成し、ランダムなメッシュパターンとすることを提案している。

40

しかしながら、ランダムなメッシュパターンはディスプレイとの重畳により、多種のノイズを発生させ、パターン単体では、その視認性を向上させることは困難であるという問題がある。

【0006】

また、上記特許文献 1 に開示のランダムな不規則メッシュを始めとして、ランダムなメッシュパターンをタッチパネルとして機能させるためには、ランダムなメッシュパターンの電子データを元にしてセンサーフィルムを作成するプロセスが必要である。例えば、CAD（computer aided design）やイラストレータ（登録商標）で作成したランダムなパターン情報を読み込み、露光、リソグラフィ、印刷プロセスを通して、センサーフィルムを作成する。ランダムなメッシュパターンを、ベクトルデータで持つ場合、適用するディ

50

スプレイのサイズが大きくなればなるほど、電子データの容量が増加し、データの取り扱いが困難になるケースがある。そこで、ランダムなメッシュパターンを小さな領域で作成し、それを繰り返すことで、データ容量の増加を抑える取り組みが挙げられる。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、このような場合、繰り返し構造が原因となって、視認性が悪化するという問題があることが分かっている。このランダムなメッシュパターン小片の繰り返しによる視認性悪化の例として、図 2 5 に繰り返し模様が視認される例を示す。例えば、ランダムパターンの小片で作成した場合、何ら制約条件を設けなければ、図 2 5 に示すような繰り返し模様が目立ち、視認されやすいという問題がある。ここで、図 2 5 は、ランダムなメッシュパターンの撮像画像であり、繰り返された視認性の局所悪化部分が丸印で囲まれている。この丸印で囲まれた視認性の局所悪化部分において、黒のドットのつながりが、悪化した箇所、残りの箇所は均一なノイズを示す。

このため、ランダムなメッシュパターン小片の繰り返しによる視認性悪化を防ぐため、ランダムなメッシュパターン電子データの作成時に、制約を設ける必要がある。即ち、視認性を向上させるための、ディスプレイとランダムなパターンの組み合わせを規定することが重要になる。

【 0 0 0 8 】

本発明の目的は、上記従来技術の問題点を解消し、表示ユニット（ディスプレイ）との組み合わせにおいて視認されるノイズの発生を抑制し、視認性を向上させることができるランダム（不規則）なメッシュ状配線パターン（メッシュパターン）を有する導電性フィルム、及びこれを備える表示装置を提供することにある。

本発明は、特に、ディスプレイの赤（R）、黄（G）、青（B）サブピクセルの開口がそれぞれ異なる周波数・強度を持つ場合のランダムなメッシュパターンの設計において、モアレは勿論のこと、更にノイズが視認されない、もしくは視認され難い最良の画質を提供することができるディスプレイとメッシュパターンとの組み合わせとすることができるランダムなメッシュパターンを持つ導電性フィルム、及びこれを備える表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

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有する、複数の金属細線からなる導電部と、を有し、導電部は、複数の金属細線からなるメッシュ状であって、異なる開口形状を有する複数の開口部を持つ不規則配線パターンを有し、表示ユニットは、少なくとも 3 色の複数色の光を射出する複数の副画素を含む画素が配列された画素配列パターンを有し、導電性フィルムは、不規則配線パターンと表示ユニットの画素配列パターンとが重畳されるように、表示ユニットに設置されるものであり、不規則配線パターンを構成する 1 以上の金属細線が表示ユニットの副画素の長手方向に延びる 1 本と見做せる連続する 1 本の線分からなり、1 本の線分が長手方向に配列された 1 以上の副画素を長手方向に縦断している場合に、1 本の線分が縦断している 1 以上の縦断副画素の長手方向の合計長さを 1 本の線分の長さ $L \mu\text{m}$ とし、1 以上の縦断副画素の合計面積を S 、かつ 1 以上の縦断副画素内において 1 本の線分が占める面積の合計を線幅面積 S_L とし、被覆率 $C \%$ を下記式（1）で表す場合、

$$C = 100 \times S_L / S \quad \dots (1)$$

不規則配線パターンは、1 本の線分の長さ L を x 座標となる横軸とし、被覆率 C を y 座標となる縦軸をとる $x y$ 2 次元座標において、下記式（2）で表される線以下の領域内に含まれる 1 本の線分からなる 1 以上の金属細線によって構成されることを特徴とする。

$$0 < x \quad 168 \text{ の場合、} \quad y = 6.7、$$

$$168 < x \quad 252 \text{ の場合、} \quad y = -0.00595x + 7.7$$

$$252 < x \quad 378 \text{ の場合、} \quad y = -0.00476x + 7.4$$

$$378 < x \quad 504 \text{ の場合、} \quad y = -0.02143x + 13.7$$

10

20

30

40

50

$504 < x < 756$ の場合、 $y = 2.9$... (2)

即ち、不規則配線パターンは、 x y 2次元座標において、6つの座標(84、6.7)、座標(168、6.7)、座標(252、6.2)、座標(378、5.6)、座標(504、2.9)、及び座標(756、2.9)を結ぶ線以下の領域、及び1本の線分の長さ L が $84 \mu\text{m}$ 以下で被覆率 C が6.7%以下の領域内に含まれる1本の線分からなる1以上の金属細線によって構成される。

【0010】

ここで、不規則配線パターンは、 x y 2次元座標において、下記式(3)で表される線以下の領域内に含まれる1本の線分からなる1以上の金属細線によって構成されることが好ましい。

$0 < x < 168$ の場合、 $y = 6.6$ 、
 $168 < x < 252$ の場合、 $y = -0.00833x + 8.0$
 $252 < x < 378$ の場合、 $y = -0.00278x + 6.6$
 $378 < x < 504$ の場合、 $y = -0.02421x + 14.7$
 $504 < x < 756$ の場合、 $y = 2.5$... (3)

即ち、不規則配線パターンは、 x y 2次元座標において、6つの座標(84、6.6)、座標(168、6.6)、座標(252、5.9)、座標(378、5.5)、座標(504、2.5)、及び座標(756、2.5)を結ぶ線以下の領域、及び1本の線分の長さ L が $84 \mu\text{m}$ 以下で被覆率 C が6.6%以下の領域内に含まれる1本の線分からなる1以上の金属細線によって構成されることが好ましい。

【0011】

また、不規則配線パターンは、 x y 2次元座標において、下記式(4)で表される線以下の領域内に含まれる1本の線分からなる1以上の金属細線によって構成されていても良い。

$0 < x < 168$ の場合、 $y = 6.5$ 、
 $168 < x < 252$ の場合、 $y = -0.01071x + 8.3$
 $252 < x < 378$ の場合、 $y = -0.00079x + 5.8$
 $378 < x < 504$ の場合、 $y = -0.02698x + 15.7$
 $504 < x < 756$ の場合、 $y = 2.1$... (4)

即ち、不規則配線パターンは、 x y 2次元座標において、6つの座標(84、6.5)、座標(168、6.5)、座標(252、5.6)、座標(378、5.5)、座標(504、2.1)、及び座標(756、2.1)を結ぶ線以下の領域、及び1本の線分の長さ L が $84 \mu\text{m}$ 以下で被覆率 C が6.5%以下の領域内に含まれる1本の線分からなる1以上の金属細線によって構成されていても良い。

【0012】

また、領域は、1本の線分の長さ L が $0 \mu\text{m}$ 超、 $756 \mu\text{m}$ 以下の領域であることが好ましく、また、1本の線分の長さ L が $84 \mu\text{m}$ 以上、 $756 \mu\text{m}$ 以下の領域であることがより好ましい。

また、不規則配線パターンは、一方の方向及び一方の方向に垂直な方向に繰り返される単位となる単位不規則配線パターンから構成され、1本の線分は、単位不規則配線パターン毎に繰り返される繰り返し模様であってもよいし、必ずしも繰り返す必要もない。

また、繰り返し模様は、周期的に繰り返される直線模様であってもよい。

【0013】

また、開口部の形状は、異なる2種類以上の開口形状であり、その頂点の数が2種類以上となる多角形状であることが好ましい。

また、開口部は、1つの平面領域にランダムに配置されたシード点を基準とするポロノイ多角形又はドロネー三角形からなることが好ましい。

また、表示ユニットの表示画面に表示された各色の画素配列パターンの画像は、複数色の光を各色毎に単独で副画素を点灯した場合に表示ユニットに表示されたものであることが好ましい。

10

20

30

40

50

また、複数色が、赤、緑及び青の3色であることが好ましい。

【0014】

また、導電部は、透明基体の片側の面に有することが好ましい。

また、導電部は、2つの配線部からなり、2つの配線部は、透明基体の両側の面にそれぞれ有することが好ましい。

また、透明基体を第1の透明基体とする場合、さらに、第1の透明基体と異なる第2の透明基体を有し、導電部は、2つの配線部からなり、2つの配線部の一方の配線部は、第1の透明基体の一方の面に有し、2つの配線部の他方の配線部は、第1の透明基体の他方の面側であって、第2の透明基体の一方の面に有することが好ましい。

また、導電部は、2つの配線部からなり、2つの配線部は、透明基体の片側に絶縁層を介してそれぞれ有することが好ましい。

10

【0015】

また、2つの配線部の複数の金属細線は、いずれも不規則配線パターンを構成するものであることが好ましい。

また、2つの配線部の一方の配線部の複数の金属細線は、不規則配線パターンを構成するものであり、かつ他方の配線部の複数の金属細線は、規則性のある多角形の配線パターンを構成するものであることが好ましい。

また、2つの配線部の一方の配線部の複数の金属細線は、不規則配線パターンを構成するものであり、かつ他方の配線部は、酸化インジウムスズで構成されるものであることが好ましい。2つの配線部の合成配線パターンは、不規則配線パターンとなる。

20

また、2つの配線部の少なくとも一方の配線部は、電極部と非電極部とを備え、電極部及び非電極部の一方の複数の金属細線は、不規則配線パターンを構成するものであり、かつ電極部及び非電極部の他方の複数の金属細線は、規則性のある多角形の配線パターンを構成するものであることが好ましい。

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。

【0016】

また、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、互いに異なる複数色の光を射出する複数の副画素を備える画素が一方の方向及び一方の方向に垂直な方向に繰り返される画素配列パターンで配列されてなる表示ユニットと、この表示ユニットの上に設置される、上記第1の態様の導電性フィルムと、を備えることを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0017】

以上説明したように、本発明によれば、表示ユニット(ディスプレイ)との組み合わせにおいて視認されるノイズの発生を抑制し、視認性を向上させることができるランダム(不規則)なメッシュ状配線パターン(メッシュパターン)を有する導電性フィルム、及びこれを備える表示装置を提供することができる。

また、本発明によれば、特に、ディスプレイの赤(R)、黄(G)、青(B)サブピクセルの開口がそれぞれ異なる周波数・強度を持つ場合のランダムなメッシュパターンの設計において、モアレは勿論のこと、更にノイズが視認されない、もしくは視認され難い最良の画質を提供することができるディスプレイとメッシュパターンとの組み合わせとすることができるランダムなメッシュパターンを持つ導電性フィルム、及びこれを備える表示装置を提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0018】

【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、ポロノイ多角形からなる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】図2に示すランダムメッシュパターンを形成するポロノイ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

50

出し画像の一例の概略説明図である。

【図4】本発明の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他の一例を模式的に示す平面図である。

【図5】(A)は、図4に示すランダムなメッシュ状配線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、(A)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6】(A)、(B)及び(C)は、それぞれ本発明の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他の一例を模式的に示す平面図である。

10

【図7】図1に示す導電性フィルムの上側及び下側の配線部の配線パターンの重なりによる合成配線パターンの一例を模式的に示す平面図である。

【図8】本発明の他の実施形態に係る導電性フィルムの上側及び下側の配線部の配線パターンの重なりによる合成配線パターンの一例を模式的に示す平面図である。

【図9】本発明の他の実施形態に係る導電性フィルムの上側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。

【図10】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11】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。

20

【図12】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13】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14】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15】(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16】(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例を示す概略説明図である。

30

【図17】(A)及び(B)は、それぞれ図13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の一例を模式的に示す説明図である。

【図18】(A1)~(H2)は、それぞれ解像度、形状及び強度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例を示す模式図である。

【図19】本発明の導電性フィルムのランダムなメッシュ状配線パターンを構成する金属細線の連続する1本の線分が表示ユニットの画素配列パターンの1以上の副画素を縦断する場合の1本の線分の合計長さL及び被覆率Cのノイズが視認されない領域を分ける線を示すグラフである。

40

【図20】(A)~(D)は、それぞれ導電性フィルムのランダムなメッシュ状配線パターンを構成する金属細線の連続する1本の線分が表示ユニットの画素配列パターンの1以上の副画素上を通過する状態を示す模式図である。

【図21】(A)及び(B)は、それぞれ本発明におけるシミュレーション実験に用いられた表示ユニットの画素配列パターンを示す概略説明図である。

【図22】本発明におけるシミュレーション実験の結果を長さL、被覆率C及び劣化尺度を3次元座標にプロットした立体図である。

【図23】本発明におけるシミュレーション実験の結果を長さL及び被覆率Cで表す2次元グラフである。

【図24】本発明におけるシミュレーション実験の結果から求められた近似式を示すグラ

50

フである。

【図25】従来技術において視認される繰り返し模様を示す概略説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下に、本発明に係る導電性フィルム、及びこれを備える表示装置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。

本発明は、不規則なメッシュ状のランダムパターン（以下、ランダムメッシュパターンという）とディスプレイ画素配列（BM）パターンの重畳で視認されるノイズを抑制するため、ディスプレイに組み合わせるためのランダムメッシュパターンを持つ導電性フィルムを提供するものである。

ここで、本発明に用いられるランダムメッシュパターンとしては、ディスプレイ画素配列（BM）パターンに対して、メッシュを構成し、ランダムメッシュパターンを構成する1以上の金属細線がディスプレイの画素内の副画素（サブピクセル）の長手方向に延びる1本と見做せる連続する1本の線分からなり、この1本の線分が長手方向に配列された1以上の副画素を長手方向に縦断している場合に、1以上の副画素を縦断する連続する金属細線の1本の線分の合計長さ L （ μm ）、及び1以上の縦断副画素内において1本の線分が占める面積の合計を線幅面積（合計面積） S_L とする場合、1以上の副画素を縦断する線分の合計面積 S_L と1以上の副画素の合計面積 S との比（百分率）として下記式（1）で表される被覆率 C （％）によって制約された条件を備える不規則なメッシュパターンとすることができる。

$$C = 100 \times S_L / S \quad \dots (1)$$

【0020】

ところで、表示装置（ディスプレイ）とランダムメッシュパターンとの組み合わせにおいて、図19に実線で示すように、線分の長さ L （ μm ）と被覆率 C （％）とが、長さ L （ μm ）を x 軸とし、被覆率 C （％）を y 軸とする xy 2次元座標において、図19に実線で示す所定の線以下の領域内の存在する組み合わせである場合、ランダムメッシュパターンの電子データを、所定の小片のランダムメッシュパターンの繰り返し電子データとして設計時のメモリコストの低減を図り、全体のランダムメッシュパターンを小片のランダムメッシュパターンの繰り返しパターンとする本発明の導電性フィルムを作製し、ディスプレイのBMパターンと本発明の導電性フィルムのランダムメッシュパターンを重畳しても、ノイズは視認されることはない。したがって、本発明においては、ランダムメッシュパターンとして、上記のように定義できるが、ディスプレイのBMパターンの1以上の副画素を縦断するランダムメッシュパターンの金属細線の連続する線分に起因する繰り返し模様が視認されないようにするために、前述の連続する線分の長さ L （ μm ）と被覆率 C （％）とに制約を設ける必要がある。

【0021】

ここで、繰り返し模様は、模様の長さとなる1以上の副画素を縦断する金属細線の連続する1本の線分の長さ L （ μm ）及び模様の強度となる被覆率 C （％）に依存して視認される。従って、ランダムメッシュパターンとディスプレイが重畳されることを想定し、所定の数値以上の繰り返し模様が生じないようにランダムパターンを定義する必要がある。

そのため、本発明においては、ランダムメッシュパターンとディスプレイのBMパターンとの組み合わせにおいて、模様の長さとなる上記線分の長さ L （ μm ）と模様の強度となる被覆率 C （％）とが、ノイズが視認されない所定の範囲、又は領域内にある必要がある。なお、この所定範囲を明確にするため、シミュレーションによりその数値範囲を算出している。

【0022】

本発明においては、このようなノイズが視認されないランダムメッシュパターンの上記1本の線分の長さ L （ μm ）及び被覆率 C （％）の所定範囲とは、図19に実線で示すグラフの線以下の領域である。即ち、図19に実線で示すような、 xy 2次元座標において下記式（2）で表される線より下側の領域である。

$$\begin{aligned}
 0 < x & \quad 168 \text{ の場合、} & y = 6.7、 \\
 168 < x & \quad 252 \text{ の場合、} & y = -0.00595x + 7.7 \\
 252 < x & \quad 378 \text{ の場合、} & y = -0.00476x + 7.4 \\
 378 < x & \quad 504 \text{ の場合、} & y = -0.02143x + 13.7 \\
 504 < x & \quad 756 \text{ の場合、} & y = 2.9 \quad \dots (2)
 \end{aligned}$$

なお、この領域は、後述する表4に最大値として示されるように、図19に示す x y 2次元座標において、6つの座標(84、6.7)、座標(168、6.7)、座標(252、6.2)、座標(378、5.6)、座標(504、2.9)、及び座標(756、2.9)を結ぶ線以下の領域、及び1本の線分の長さ L が84 μ m以下で被覆率 C が6.7%以下の領域であるといえることができる。

10

なお、ノイズが視認されないランダムメッシュパターンの上記の1本の線分の長さ L (μ m)及び被覆率 C (%)の数値範囲の詳細、及びこの数値範囲を算出するためのシミュレーションの詳細については後述する。

【0023】

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、不規則性が付与された多角形状のセル(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(OELD: 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。

【0024】

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(以下、ディスプレイともいう)は、互いに異なる少なくとも3色、例えば、赤(R)、緑(G)及び青(B)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)のよる各副画素(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ノイズ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OELD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。

【0025】

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、それぞれ、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クス(BM:Black Matrix)に対してノイズ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BMパターンに対してノイズの視認性の点で最適化さ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10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16aと、第1配線部16aの略全面に、金属細線14を被覆するように、第1接着層18aを介して接着された第1保護層20aと、透明基体10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)16bと、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。

10

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

【0026】

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)、PMA(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 μ m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 μ m以上15 μ m以下が好ましく、1 μ m以上9 μ m以下がより好ましく、2 μ m以上7 μ m以下がさらに好ましい。

20

【0027】

配線部16(16a, 16b)は、本発明の導電部を構成するものであり、メッシュ状に配列したメッシュ配線21(21a, 21b)によって形成される配線パターン24(24a, 24b)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(24a, 24b)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(22a, 22b)が配列されたメッシュパターンである。

30

配線部16(16a及び16b)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(22a及び22b)によるランダムなメッシュ形状の配線パターン24(24a及び24b)とを有する配線層28(28a及び28b)からなる。配線パターン24a及び24bは、複数の金属細線で形成される開口部がランダムな多角形とからなることで不規則性が付与された配線パターン、即ちランダムメッシュパターン25aである。このランダムメッシュパターン25aは、金属細線14によって形成される開口部22の形状が異なっていれば、異なる2種類以上の開口形状であっても良いし、その頂点の数が1種類以上となるランダムな多角形状となるものであっても良く、また、どのようなランダムメッシュパターンであっても良い。

40

【0028】

なお、図1に示す例においては、配線パターン24は、配線パターン24a及び24bとして、図2に示すようなランダムメッシュパターン25aを有するものである。

ここで、図2に示す不規則性が付与された配線パターンであるランダムメッシュパターン25aは、図3に示すような1つの平面領域100内において任意の間隔で複数の位置に存在する複数のシード点pを基準としてポロノイ図(ポロノイ分割法)に従って決定されたポロノイ多角形からなる開口部22を持つ配線形状を有する。

図3は、図2に示すランダムメッシュパターンを形成するポロノイ多角形を生成させるために、1つの平面領域100内において任意の間隔で無作為に選択された複数の位置に

50

ドットを発生させて複数のシード点 p としたドット切り出し画像を示す。

図 2 に示すランダムメッシュパターン 2 5 a においては、ポロノイ図（ポロノイ分割法）に従って図 3 に示す複数のシード点 p をそれぞれ圍繞する複数のランダムな多角形の領域、すなわち複数のポロノイ多角形の領域がそれぞれ画定されている。ここで、ポロノイ図により区画された複数のポロノイ多角形の領域は、シード点 p が最も近接する点である点の集合体であることを示している。ここで、距離関数としてユークリッド距離を用いたが、種々の関数を用いてもよい。

【 0 0 2 9 】

なお、本発明において用いられるランダムメッシュパターンとして、図 3 に示す複数のシード点を基準として、ドロネー図（ドロネー三角形分割法）に従って決定されたドロネー三角形からなる開口部 2 2 を持つ配線形状を有するランダムメッシュパターン（図示せず）を用いても良い。ドロネー三角形分割法とは、複数のシード点 p のうち、隣接するシード点同士を繋いで三角形の領域を画定する方法である。これにより、例えば、複数のシード点のいずれかを頂点とする複数のドロネー三角形の領域をそれぞれ画定することができる。

また、本発明において用いられるランダムメッシュパターンとしては、上記のポロノイ多角形やドロネー三角形等の開口部（セル）の形状を持つランダムメッシュパターンに限定されず、ランダムメッシュパターンであれば、どのようなものであっても良い。

例えば、菱形などの正多角形の規則的な定型パターンを数％、例えば 1 0 ％以下ランダム化したランダムメッシュパターン等であっても良い。なお、このようなランダムメッシュパターンには、正多角形の規則的な定型パターンのピッチのみランダム化したものや、角度のみをランダム化したものは含まない。

このような異方性を有するランダムメッシュパターンとしては、例えば、図 4 に示すようなランダムメッシュパターンを挙げることができる。

【 0 0 3 0 】

図 4 に示すようなランダムメッシュパターンは、周波数ピーク強度も指向性も強い規則的な定型メッシュパターン（以下、定型パターンともいう）と、周波数ピーク強度も指向性も弱いポロノイ多角形やドロネー三角形等の開口部（セル）の形状を持つランダムメッシュパターン（以下、代表して単にポロノイランダムパターンともいう）との中間の指向性のあるランダムパターンである。

ここで、図 4 に示す異方性ランダムメッシュパターン 2 5 b は、開口部 2 2 の開口形状の原図形が菱形であり、開口部 2 2 の開口重心が平均値で数％、例えば 5 ％程度、好ましくは、1 0 ％～1 5 ％、より好ましくは、1 5 ％～2 0 ％ばらついているもので、以下のようにして作製することができる。

【 0 0 3 1 】

まず、図 4 に示すように、1 つの平面領域 1 1 0 内において、菱形などの閉空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 1 1 2 を作製する。なお、予め平面領域 1 1 0 内に規則的にドットを配置しておき、そのドット間の間隔を、標準偏差等を用いて 3 6 0 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 5（B）に示すように、平面領域 1 1 0 内に配置された、図 5（A）に示すシード点 p の位置に開口部 2 2 となる菱形パターン 1 1 4 を、隣接する菱形パターン 1 1 4 が互いに離間し、両者の間に境界領域 1 1 6 が存在するように、畳み込んで、菱形パターン画像 1 1 8 を作製する。図示例では、シード点 p に菱形パターン 1 1 4 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。

【 0 0 3 2 】

次に、図 5（B）に示す菱形パターン画像 1 1 8 の境界領域 1 1 6 を細線化するために

10

20

30

40

50

、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 1 1 6 の縁部のピクセルを除去することにより境界領域 1 1 6 を収縮させ、菱形パターン 1 1 4 の縁部にピクセルを除去することにより菱形パターン 1 1 4 を膨張させることを繰り返して、同一線幅の細線となるように細線化する。

こうして、図 4 に示すランダムメッシュパターン 2 5 b を形成することができる。

このような形状の金属細線 1 4 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。

なお、異方性を有するランダムメッシュパターンとしては、原図形が図 5 (B) に示す菱形 1 1 4 である図 4 に示すランダムメッシュパターン 2 5 b に加え、例えば、原図形が図 5 (B) に示す菱形 1 1 4 とは異なる菱形である図 6 (A) に示すランダムメッシュパターン 2 5 c、原図形が六角形である図 6 (B) に示すランダムメッシュパターン 2 5 d、原図形が平行四辺形である図 6 (C) に示すランダムメッシュパターン 2 5 e 等も上げることができる。

なお、以下では、図 2 に示すランダムメッシュパターン 2 5 a を代表例として説明するが、図 4、並びに図 6 (A)、(B) 及び (C) に示すランダムメッシュパターン 2 5 b、2 5 c、2 5 d、及び 2 5 e も同様に適用可能なことは勿論である。

【 0 0 3 3 】

なお、詳細は、後述するが、本発明の導電性フィルム 1 0 は、上側及び下側の配線パターン 2 4 a 及び 2 4 b の合成配線パターン 2 4 とした場合にも、表示ユニットの B M パターンの所定の明度 (明度画像データ) に対しても、ノイズ視認性の点で最適化されたランダムメッシュパターンを持つものであっても良い。なお、この場合には、所定の明度の B M パターンに対してもノイズ視認性の点で最適化された配線パターンとは、合成配線パターン 2 4 とした場合にも、所定の明度の B M パターンに対しても、ノイズが人間の視覚に知覚されない 1 又は 2 以上の 1 群の配線パターンを言う。なお、ノイズの視認性とは、本明細書では、ノイズが視認できない程度をいう。

したがって、図 2 に示すランダムメッシュパターン 2 5 a は、合成配線パターン 2 4 とした場合にも、表示ユニットの B M パターンの所定の明度 (明度画像データ) に対しても、ノイズ視認性の点で最適化されたランダムメッシュパターンであり、ランダムメッシュパターン 2 5 a の透過率画像データが上側及び下側の配線パターン 2 4 a 及び 2 4 b として重ねあわされた合成配線パターン 2 4 の合成画像データと、ディスプレイの複数色の光をそれぞれ点灯した場合の各色の B M パターンの明度画像データとから求められるノイズの評価指標が所定評価閾値以下となるランダムメッシュパターンであり、それ自体で、所定発光強度のディスプレイの表示画面に重畳して、十分にノイズの発生を抑制でき、視認性を向上させることができる、表示ユニットの所定の明度の B M パターンに対してもノイズ視認性の点で最適化されたランダムメッシュパターンであるということもができる。

【 0 0 3 4 】

なお、このような最適化されたランダムメッシュパターン 2 5 a には、開口部 2 2 を構成する金属細線 1 4 の辺 (メッシュ配線 2 1) に断線 (ブレーク) が入っていてもよい。このようなブレークのあるメッシュ状配線パターンの形状としては、本出願人の出願に係る特願 2 0 1 4 - 5 5 3 0 8 2 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の形状を適用することができる。

【 0 0 3 5 】

図 1 に示す実施の形態の導電性フィルム 1 0 では、図 1 中、透明基体 1 2 の上側 (観察側) の第 1 配線部 1 6 a の複数の金属細線 1 4 も、下側 (ディスプレイ側) の第 2 配線部 1 6 b の複数の金属細線 1 4 も、図 2 に示す不規則性が付与されたランダムメッシュパターン 2 5 a をそれぞれ配線パターン 2 4 a 及び 2 4 b として有し、図 7 に示すように、上下の不規則性が付与された配線パターン 2 4 a 及び 2 4 b の重ね合わせによる不規則性が付与された合成配線パターン 2 4 を構成する。なお、図 7 及び後述する図 8 では、理解しやすいように、上側の配線パターン 2 4 a を構成する複数の金属細線 1 4 を太線で、下側の配線パターン 2 4 b を構成する複数の金属細線 1 4 を細線で示しているが、太線及び細

10

20

30

40

50

線の幅は、金属細線 1 4 の線幅を表すものではないことは勿論であり、同じであっても、異なっても良い。

【 0 0 3 6 】

即ち、図 1 に示す例では、第 1 及び第 2 の配線部 1 6 a 及び 1 6 b を、共に、図 2 に示すような不規則性が付与されたランダムメッシュパターン 2 5 a を持つ複数の金属細線で構成しているが、本発明はこれに限定されず、いずれか一方の配線部 1 6 の少なくとも一部に図 2 に示す不規則性が付与されたランダムメッシュパターン 2 5 a を持つ複数の金属細線を有していればよい。

このように、導電性フィルムの上側又は下側の配線部 1 6 (配線部 1 6 a 又は 1 6 b) の全部又は一部の金属細線を不規則性が付与 (ランダム化) されたランダムメッシュパターン 2 5 a で構成することにより、両配線部 1 6 の配線パターンの重ね合わせによって合成されたメッシュ状配線パターンをランダム化して、メッシュ状配線パターンを透過してくる光をランダムにすることができ、配線パターンとディスプレイの干渉によるノイズ視認性を改善することができる。

【 0 0 3 7 】

例えば、図 8 に示すように、第 1 及び第 2 の配線部 1 6 a 及び 1 6 b を、異なる配線パターンを持つ複数の金属細線で構成しても良い。図 8 に示す例では、透明基体 1 2 の上側の第 1 配線部 1 6 a を、図 2 に示す不規則性が付与されたランダムメッシュパターン 2 5 a を持つ複数の金属細線 1 4 で構成し、透明基体 1 2 の下側の第 2 配線部 1 6 b を、菱形形状の開口部からなる規則的な定型パターン 2 7 を持つ複数の金属細線 1 4 で構成しているが、逆に、第 1 配線部 1 6 a を、定型パターン 2 7 を持つ複数の金属細線 1 4 で、第 2 配線部 1 6 b を、ランダムメッシュパターン 2 5 a を持つ複数の金属細線 1 4 で構成しても良い。こうして、ランダムメッシュパターン 2 5 a と規則的な定型パターン 2 7 との重ね合わせによる合成配線パターンに不規則性を付与することができる。

【 0 0 3 8 】

又は、図 9 に示すように、第 1 及び第 2 の配線部 1 6 a 及び 1 6 b の少なくとも一方の複数の金属細線 1 4 を、上述したように、断線 (ブレイク) によって、配線層 2 8 を構成する電極部 1 7 と、ダミー電極部 (非電極部) 2 6 とに分断し、電極部 1 7 及びダミー電極部 2 6 のいずれか一方を、図 2 に示すランダムメッシュパターン 2 5 a を持つ複数の金属細線 1 4 で構成し、他方を、規則的な定型パターン 2 7 (図 8 参照) を持つ複数の金属細線 1 4 で構成して、後述する図 1 0 に示すような本発明の第 2 の実施形態の導電性フィルム 1 1 のような形態としても良い。こうして、ランダムメッシュパターン 2 5 a 及び規則的な定型パターン 2 7 の組み合わせと、ランダムメッシュパターン 2 5 a 又は定型パターン 2 7 との重ね合わせによる合成配線パターン、又はランダムメッシュパターン 2 5 a 及び定型パターン 2 7 の組み合わせ同士との重ね合わせによる合成配線パターンに不規則性を付与することができる。

なお、図 9 においては、透明基体 1 2 の上側の第 1 配線部 1 6 a を断線 (ブレイク) によって電極部 1 7 a と、その両側の 2 つのダミー電極部 2 6 に分断し、2 つのダミー電極部 2 6 を図 2 に示すランダムメッシュパターン 2 5 a を持つ複数の金属細線 1 4 で構成し、電極部 1 7 a を、規則的な定型パターン 2 7 を持つ複数の金属細線 1 4 で構成しているが、逆でも良いのはもちろんである。

【 0 0 3 9 】

なお、図 7、図 8 及び図 9 等に示す例においては、第 1 配線部 1 6 a 及び第 2 配線部 1 6 b の両方を複数の金属細線 1 4 で構成しているが、本発明は、これに限定されず、一方の配線部を、複数の金属細線 1 4 の代わりに、ITO (Indium Tin Oxide: 酸化インジウムスズ (スズドープ酸化インジウム)) 等の透明導電膜によるパターン化された配線で構成しても良い。この場合には、他方の配線部の配線パターンが合成配線パターンとなる。

例えば、図 8 に示す例やその逆の例などにおいては、第 1 配線部 1 6 a 及び第 2 配線部 1 6 b の一方の規則的な定型パターン 2 7 を持つ複数の金属細線 1 4 の代わりに、ITO によるパターン化された配線を用いても良い。

10

20

30

40

50

また、図9に示すように、第1配線部16a及び第2配線部16bの一方が、断線（ブレイク）によって電極部17aとその両側の2つのダミー電極部26に分断され、電極部17a及びダミー電極部26の一方がランダム化された配線パターンを持つ複数の金属細線14で構成されている場合には、他方の配線部を構成する複数の金属細線14の代わりに、ITOによるパターン化された配線を用いても良い。

なお、図10に示す本発明の第2の実施形態の導電性フィルム11の構造については、後述する。

【0040】

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

【0041】

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1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、ノイズの視認性をより向上させ、改善することができる。

【0042】

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いるが、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10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部分断面図である。なお、図10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、図4、図6(A)～図6(C)、図7及び図8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。

【0043】

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10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10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

10

20

30

40

50

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。

【0044】

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 10 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 10 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 10 の上側）の面に形成されるが、図示例のように、他方（図 10 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。

10

【0045】

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 と電氣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 10 の上側）の面にも、透明基体 12 の他方（図 10 の下側）の面に形成されている第 2 電極部 17b の複数の金属細線 14 に対応する複数の金属細線 14 からなるダミー電極部 26 を形成しているため、透明基体 12 の一方（図 10 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。

【0046】

ここで、配線層 28a の第 1 電極部 17a 及びダミー電極部 26 は、金属細線 14 と開口部 22 によるメッシュ状の配線パターン 24a とを有する。また、配線層 28b の第 2 電極部 17b は、第 1 電極部 17a と同様に、金属細線 14 と開口部 22 によるメッシュ状の配線パターン 24b を有する。上述したように、透明基体 12 は絶縁性材料からなり、第 2 電極部 17b は、第 1 電極部 17a 及びダミー電極部 26 と電氣的に絶縁された状態下にある。

20

なお、第 1、第 2 電極部 17a、17b 及びダミー電極部 26 は、それぞれ図 1 に示す導電性フィルム 10 の配線部 16 と同様の材料で同様に形成することができる。

【0047】

なお、第 1 保護層 20a は、第 1 配線部 16a の第 1 電極部 17a 及びダミー電極部 26 のそれぞれの金属細線 14 を被覆するように、第 1 接着層 18a によって第 1 電極部 17a 及びダミー電極部 26 からなる配線層 28a の略全面に接着されている。

30

また、第 2 保護層 20b は、第 2 配線部 16b の第 2 電極部 17b の金属細線 14 を被覆するように、第 2 接着層 18b によって第 2 電極部 17b からなる配線層 28b の略全面に接着されている。

なお、図 10 に示す導電性フィルム 11 の第 1 及び第 2 接着層 18a 及び 18b、並びに第 1 及び第 2 保護層 20a 及び 20b は、図 1 に示す導電性フィルム 10 と同様であるため、その説明は省略する。

【0048】

なお、本実施形態の導電性フィルム 11 では、第 2 電極部 17b を備える第 2 配線部 16b 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 16b において、第 1 配線部 16a の第 1 電極部 17a に対応する位置に、第 1 電極部 17a から所定間隔だけ離間して、第 2 電極部 17b と電氣的に絶縁された状態下にある、金属細線 14 からなるダミー電極部を配置しても良い。

40

本実施形態の導電性フィルム 11 においても、上記第 1 配線部 16a にダミー電極部 26a を設け、また、第 2 配線部 16b 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 16a の第 1 電極部 17a と第 2 配線部 16b の第 2 電極部 17b の各メッシュ配線を対応して配置することができるため、透明基体 12 の一方（例えば、図 10 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。

【0049】

50

図 1 及び図 1 0 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 1 1 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 1 1 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。

図 1 1 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 1 1 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。

ここで、第 1 配線部 1 6 a 及び又は第 2 配線部 1 6 b の金属細線 1 4 の少なくとも一方の全部又は一部は、図 2 に示す不規則性が付与されたランダムメッシュパターン 2 5 a である。

【 0 0 5 0 】

図 1、図 1 0 及び図 1 1 に示す第 1、第 2 及び第 3 の実施形態の導電性フィルム 1 0、1 1 及び 1 1 A では、透明基体 1 2、または 1 2 a 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 1 2 に示す本発明の第 4 の実施形態の導電性フィルム 1 1 B のように、透明基体 1 2 の一方の面 (図 1 2 中上側の面) のみに複数の金属細線 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 を接着した一層配線構造の単層配線パターンとしても良い。

ここで、配線部 1 6 の金属細線 1 4 は、図 2、図 4、図 6 (A)、図 6 (B)、及び図 6 (C) にそれぞれ示すランダムメッシュパターン 2 5 a、2 5 b、2 5 c、2 5 d、および 2 5 e のいずれかである。

【 0 0 5 1 】

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 1 0、1 1、1 1 A 及び 1 1 B は、例えば、図 1 3 に模式的に示す表示ユニット 3 0 (ディスプレイ) のタッチパネル (4 4 : 図 1 4 参照) に適用されるが、ディスプレイの各色の画素配列 (B M) パターンに対して、単層配線パターン、又は合成配線パターンが、ノイズ視認性の点で優れた不規則配線パターンを持つものである。

ここで、本発明においては、ランダムメッシュパターンとディスプレイの B M パターンとの組み合わせにおいて、繰り返し模様によるノイズの視認性を決める 2 つの要因である、1 以上の副画素を縦断する金属細線の連続する線分の長さ L (μm) 及び被覆率 C (%) は、上述したように、繰り返し模様 (ノイズ) が視認されない数値範囲を表わす図 1 9 に示すグラフの線の下側の領域にある必要がある。なお、この数値範囲の詳細及びその算出のためのシミュレーションについては、後述する。

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。

【 0 0 5 2 】

図 1 3 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 1 3 にその一部を示すように、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。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。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 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) は略同じとされている。つまり、1 つの画素 3 2 とこの 1 つの

10

20

30

40

50

画素 3 2 を囲むブラックマトリクス (B M) 3 4 (パターン材) にて構成される形状 (網掛けにて示す領域 3 6 を参照) は正方形となっている。また、1 つの画素 3 2 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。

【 0 0 5 3 】

図 1 3 から明らかなように、複数の画素 3 2 の各々の副画素 3 2 r、3 2 g 及び 3 2 b 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 3 2 r、3 2 g 及び 3 2 b をそれぞれ囲む B M 3 4 の B M パターン 3 8 によって規定され、表示ユニット 3 0 と導電性フィルム 1 0 又は 1 1 とを重畳した場合に発生するノイズは、表示ユニット 3 0 の B M 3 4 の B M パターン 3 8 と導電性フィルム 1 0、1 1、1 1 A、又は 1 1 B の配線パターン 2 4 との干渉によって発生するので、厳密には、B M パターン 3 8 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。

10

【 0 0 5 4 】

上記した B M 3 4 によって構成される B M パターン 3 8 を有する表示ユニット 3 0 の表示パネル上に、例えば、導電性フィルム 1 0、1 1、1 1 A、又は 1 1 B を配置する場合、導電性フィルム 1 0、1 1、又は 1 1 A、1 1 B の配線パターン 2 4 (配線パターン 2 4 a と 2 4 b の合成配線パターン) は、配線パターン 2 4 a と 2 4 b との少なくとも一方がランダムメッシュパターン 2 5 a であり、又は導電性フィルム 1 1 B の配線パターン 2 4 は、単層配線パターン 2 4 であり、B M (画素配列) パターン 3 8 に対してノイズ視認性の点で最適化され、ノイズが視認されないものとなっているので、画素 3 2 の配列周期と、導電性フィルム 1 0、1 1、1 1 A、又は 1 1 B の金属細線 1 4 の配線配列との間に

20

おける空間周波数の干渉が弱まり、ノイズの発生が抑制され、ノイズの視認性に優れたものとなる。以下では、導電性フィルム 1 0 を代表例として説明するが、導電性フィルム 1 1、1 1 A、又は 1 1 B でも同様である。

なお、図 1 3 に示す表示ユニット 3 0 は、液晶パネル、プラズマパネル、有機 E L パネル、無機 E L 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。

【 0 0 5 5 】

本発明に適用可能なディスプレイの B M 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 B M パターン及びその発光強度であっても良いが、例えば、図 1 5 (A) 及び (B)、並びに図 1 6 (A)、(B) 及び (C) に示すような、O L E D 等の R G B の各色の周期や強度が異なるものであっても良いし、図 1 3 や図 1 7 (A) 及び (B) に示すような同一形状の R G B 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 (チャネル) 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。

30

【 0 0 5 6 】

図 1 5 (A) 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 a 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。

40

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 】

50

図15(B)示す例においては、副画素32r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32の図中左側に配置されており、副画素32gは、円形状とされて、画素32の図中右下側に配置されており、副画素32bは、矩形状(正方形形状)とされて、画素32の図中右上側に配置されている。図15(A)及び(B)に示す表示ユニット30は、その画素配列パターン38が1画素内の3つの副画素32r、32g及び32b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。

図示例では、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)は略同じとされており、画素ピッチPdで表すことができる。即ち、1つの画素32の3つの副画素32r、32g及び32bからなる領域と、これらの副画素32r、32g及び32bを囲むブラックマトリクス(BM)34(パターン材)にて構成される画素域領域36は正方形となっている。なお、画素域領域36は、1つの画素32に対応するものであるため、以下では、画素域領域36を画素ともいう。

なお、画素ピッチPd(水平及び垂直画素ピッチPh、Pv)は、表示ユニット30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、84µm~264µmの範囲内のピッチを挙げることができる。

【0058】

なお、図示例では、1つの画素内の副画素32r、32g、32b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13(A)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32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38を持つものであっても良い。

又は、図16(A)~(C)に示すピントイル構造と呼ばれる開口形状の副画素(カラーフィルタ)32r、32g、32bであっても良く、これらの副画素32r、32g、32bからなる画素配列パターンを持つものであっても良い。

【0059】

図16(A)に示すように、画素32の3つの副画素32r、32g、32b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16(A)に示す例では、このような形が異なる3つの副画素32r、32g、32bを1画素として画素配列パターン38aが形成され、3つの副画素32r、32g、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(C)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、G B R副画素内の強度ばらつきが大きい同一形状のR G B副画素からなる画素のB M構造を示し、図17(B)は、G B R副画素内の強度ばらつきが小さい同一形状のR G B副画素からなる画素のB M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B Mの解像度及び強度を図18(A1)～図18(H2)に示す。図18(A1)～図18(H2)に示す各B Mは、それぞれ、解像度、形状、及び強度(明度)のいずれかが異なるものである。図18(A1)～図18(H2)においては、Gチャンネル(G副画素)のみが示され、Bチャンネル(B副画素)及びRチャンネル(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。本発明は、副画素の被服率により視認性が決定される為、後述のように、副画素の強度、開口形状は問わないことは自明である。

図18(A1)及び(A2)は、共に、解像度が149dpiで、図中中心で左側に折れ曲がった短冊形状の4つのG副画素を示し、基準となるディスプレイにおける強度で規格化した場合の強度が、それぞれ、0.5及び1.0であることを示し、後述する実施例において用いたB M No. 1及び2のB Mに相当する。

【0063】

図18(B1)及び(B2)は、共に、解像度が222dpiで、図中縦に連続する帯形状の4つのG副画素を示し、基準となるディスプレイにおける強度で規格化した場合の強度が、それぞれ、0.5及び1.0であることを示し、後述する実施例において用いたB M No. 3及び4のB Mに相当する。

図18(C1)及び(C2)は、共に、解像度が265dpiで、図中横方向に並ぶ平板形状の4つのG副画素を示し、基準となるディスプレイにおける強度で規格化した場合の強度が、それぞれ、0.5及び1.0であることを示し、後述する実施例において用いたB M No. 5及び7のB Mに相当する。

図18(D1)及び(D2)は、共に、解像度が265dpiで、図中縦方向に並ぶ細い帯形状の4つのG副画素を示し、基準となるディスプレイにおける強度で規格化した場合の強度が、それぞれ、0.5及び1.0であることを示し、後述する実施例において用いたB M No. 6及び8のB Mに相当する。

【0064】

図18(E1)及び(E2)は、共に、解像度が326dpiで、図中横方向に並ぶ矩形形状の4つのG副画素を示し、基準となるディスプレイにおける強度で規格化した場合の強度が、それぞれ、0.5及び1.0であることを示し、後述する実施例において用いたB M No. 9及び10のB Mに相当する。

図18(F1)及び(F2)は、共に、解像度が384dpiで、図中4角方向に並ぶ小矩形形状の4つのG副画素を示し、基準となるディスプレイにおける強度で規格化した場合の強度が、それぞれ、0.5及び1.0であることを示し、後述する実施例において用いたB M No. 11及び13のB Mに相当する。

図18(G1)及び(G2)は、共に、解像度が384dpiで、図中4辺方向に並ぶ小三角形形状の4つのG副画素を示し、基準となるディスプレイにおける強度で規格化した場合の強度が、それぞれ、0.5及び1.0であることを示し、後述する実施例において用いたB M No. 12及び14のB Mに相当する。

図18(H1)及び(H2)は、共に、解像度が440dpiで、図中縦方向に並ぶ矩形形状の4つのG副画素を示し、基準となるディスプレイにおける強度で規格化した場合の強度が、それぞれ、0.5及び1.0であることを示し、後述する実施例において用いた

10

20

30

40

50

BMNo. 15及び16のBMに相当する。

【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の明度値に対してノイズ視認性の点で合成配線パターンとして最適化されたランダムメッシュパターンであるので、画素32の配列周期や強度と、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殆どなく、ノイズの発生が抑制されることになる。

【0066】

ところで、ノイズの最適化を行う際に用いられるディスプレイの画素配列パターンは、厳密には、複数色、例えばRGBの個々の副画素配列パターン、例えば、副画素の形状、繰り返し周波数等によって規定されるので、ディスプレイの解像度に対して副画素の解像度を正確に定義する必要があるが、本発明では、ディスプレイの画素配列パターンの光強度、例えば明度値(明度画像データ)を用いる必要があるので、強度・周波数の観点で言うと、どういう強度の副画素(単チャンネルを示す)が、どういう配列をしているかが問題となるのみであるため、RGBを明確に分ける必要はない。したがって、ディスプレイに最適な不規則(ランダム)メッシュパターンを設計するには、ノイズの定量値を求める際に、RGB単体点灯時の最悪値を利用すればよい。したがって、ディスプレイに最適なランダムメッシュパターンを設計するには、ノイズの評価指標、即ち定量値を求める際に、RGB単体点灯時の最悪値を利用すればよい。

【0067】

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。

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。

【0068】

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に電気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。

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。

【0069】

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。

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。

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

10

20

30

40

50

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、所定の強度（明度値）を持つ表示装置の画素配列（BM）パターンに対する導電性フィルムの配線パターンのノイズの視認性について説明する。

上述したように、本発明の導電性フィルムは、そのランダムメッシュパターンが、ディスプレイの BM パターンに重畳されているとき、ディスプレイの 1 以上の副画素を縦断する、ランダムメッシュパターンを構成する 1 以上の金属細線からなる連続する 1 本の線分の長さ L (μm) 及び被覆率 C (%) が、それぞれ x 軸及び y 軸とする x y 2 次元座標上において、下記式 (2) で表される線以下の領域、即ちこの線と x 軸とで囲まれる領域内に入る必要がある。

$$\begin{aligned} 0 < x & \quad 168 \text{ の場合、} & y = 6.7、 \\ 168 < x & \quad 252 \text{ の場合、} & y = -0.00595x + 7.7 \\ 252 < x & \quad 378 \text{ の場合、} & y = -0.00476x + 7.4 \\ 378 < x & \quad 504 \text{ の場合、} & y = -0.02143x + 13.7 \\ 504 < x & \quad 756 \text{ の場合、} & y = 2.9 \end{aligned} \quad \dots (2)$$

【0071】

なお、本発明において、上記のように限定する理由は、以下の点が技術的な法則と言えることを本発明者が知見したからである。

即ち、図 20 (A) ~ (C) に示すように、ランダムメッシュパターンの金属細線 14 の上記 1 本の線分がディスプレイの G 色の副画素 32g の 1 つ以上、図示例では 3 つの副画素 32 の長手方向に沿って縦断している場合、1 本の線分とみなせる金属細線 14 の長さが長いので、その線幅がある程度以上あれば金属細線 14 がノイズとして視認されるが、線幅が細ければ、金属細線 14 の長さが長くても、ノイズとして視認されることない点、

逆に、図 20 (D) に示す上側 2 つの副画素のように、1 つの副画素を横断したり、斜めに部分的に横切ったりしている場合には、金属細線 14 の長さが短いので、用いられる線幅には上限があり、ある程度以上は広くならないので、金属細線 14 がノイズとして視認されないが、線幅が細ければ、金属細線 14 の長さが長くても、ノイズとして視認されることない点、

また、図 20 (D) に示す下側 1 つの副画素のように、1 つの副画素を長手方向に縦断する場合には、線幅によっては、金属細線 14 がノイズとして視認される点。

【0072】

また、その上で、更に、以下のことを本発明者が知見したからである。

1 本の線分とみなせる金属細線 14 の長さを、長手方向に沿って縦断する 1 以上の副画素の合計長さ L (μm) として定義すれば良いこと、

また、副画素に対する線幅の大きさを、縦断する 1 本の線分とみなせる金属細線 14 が 1 以上の副画素を被覆する被覆率 C (%) として定義すれば良いこと、

また、このように定義した上で、長さ L (μm) 及び被覆率 C (%) に制約条件を付けることにより、ディスプレイの BM パターンに重畳しても、ノイズが視認されないランダムメッシュパターンを持つ導電性フィルムとすることができること。

【0073】

そこで、本発明者は、長さ L (μm) 及び被覆率 C (%) と、ノイズの視認性についてのシミュレーション実験を行い、ディスプレイの BM パターンに重畳しても、ノイズが視認されないランダムメッシュパターンを持つ導電性フィルムに必要な長さ L (μm) 及び被覆率 C (%) の条件として、上記式 (2) によって規定される領域（範囲）を見出したのである。

以上から、本発明において、導電性フィルムのランダムメッシュパターンの 1 本の線分

の長さ L (μm) 及び被覆率 C (%) の範囲を上記式 (2) によって規定される範囲に限定する理由は、上記式 (2) によって規定される範囲内であれば、ディスプレイの BM パターンに重畳されても、ノイズが視認されることが無く、視認性の劣化が認められないからである。

【0074】

なお、この領域は、上述したように、 xy 2次元座標において、6つの座標 (84、6.7)、座標 (168、6.7)、座標 (252、6.2)、座標 (378、5.6)、座標 (504、2.9)、及び座標 (756、2.9) を結ぶ線以下の領域、及び1本の線分の長さ L が $84\ \mu\text{m}$ 以下で被覆率 C が 6.7% 以下の領域として、2次元座標上においても規定することができる。

10

【0075】

ここで、1以上の金属細線からなる連続する1本の線分とは、ランダムメッシュパターンを構成する1以上の金属細線がディスプレイの副画素の長手方向に延びる1本と見做せる連続する1本の線分であり、1本の線分の長さ L (μm) とは、1本の線分が長手方向に配列された1以上の副画素を長手方向に縦断している場合に、1本の線分が縦断している1以上の縦断副画素の長手方向の合計長さである。

なお、ここでは、「1本と見做せる連続する1本の線分」とは、メッシュ状に形成された開口形状を形成する1辺の直線又は曲線に対応するものであっても良いし、複数のメッシュの開口形状を形成する各1辺が連続して1本に繋がっている直線又は曲線に対応するものであっても良い。また、「縦断副画素」とは、「1本と見做せる連続する1本の線分」によって、縦断されている副画素のことをいう。また、1本の線分の合計長さ L (μm) は、1本の線分が縦断している1以上の縦断副画素の長さのみを合計した長さで表す。即ち、副画素の長さが同じである場合には、1本の線分が縦断している副画素の数を n とし、副画素の長さを L_p とする場合、 $L = n \times L_p$ で表すことができる。

20

【0076】

なお、図20(A)~(C)に示す例では、金属細線の14の1本の線分は、長手方向の配列される3つのG色の副画素を長手方向に沿って縦断しているが、本発明ではこれに限定されず、1以上の副画素を長手方向に沿って縦断するものであっても良いし、他の色、例えばR色、又はB色の1以上の副画素を長手方向に沿って縦断するものであっても良い。

30

また、図20(A)~(C)に示す例では、金属細線の14の1本の線分は、連続する直線、又は滑らかに連続する曲線からなる線分であるが、本発明ではこれに限定されず、1以上の副画素を長手方向に沿って縦断している連続した線分と見做すことができれば、どのように湾曲、又は屈曲していても良い。このような1本の線分の湾曲部の湾曲角度、及び屈曲部の屈曲角度は、1本の線分が連続した線分と見做せれば、特に制限的ではないが、例えば、 15° 以下とすることが好ましい。ここで、屈曲角度は、屈曲部の構成する2つの線分の成す角の外角として定義され、湾曲角度は、湾曲部における2つの接線が湾曲部を包絡する側になす角の外角として定義される。

【0077】

また、被覆率 C (%) は、1本の線分が縦断している1以上の副画素を被覆している割合(百分率)を表わす。即ち、被覆率 C (%) は、上述したように、1本の線分が縦断する1以上の縦断副画素の合計面積を S とし、かつ1以上の縦断副画素内において1本の線分が占める面積の合計を線幅面積 S_L とする場合、下記式(1)で表される。

40

$$C = 100 \times S_L / S \quad \dots (1)$$

ここで、縦断副画素の合計面積 S は、1本の線分が縦断している1以上の縦断副画素の各画素の合計面積を言う。したがって、副画素のサイズが同じである場合には、1本の線分が縦断している副画素の数を n とし、副画素の面積を S_p とする場合、 $S = n \times S_p$ で表すことができる。

また、1本の線分の線幅面積 S_L は、1本の線分が縦断している1以上の縦断副画素の各画素内のみにおいて1本の線分が占有する面積の合計を言う。したがって、1本の線分

50

の線幅を w とし、副画素の長さが同じ L_p である場合、 $S_L = n \times w \times L_p$ で表すことができる。

したがって、このような場合には、上記式 (1) は、下記式のように表すことができる。

$$C = 100 \times S_L / S = 100 \times n \times w \times L_p / (n \times S_p) \\ = 100 \times w \times L_p / S_p$$

なお、被覆率 C は、1本の線分が副画素を透過する光を遮蔽する割合とすることができるので、被覆率 C の代わりに、その逆に、副画素全体を透過する光に対する1本の線分によって遮蔽された副画素を透過する光の割合を表わす透過率 T (%) を用いることもできる。なお、被覆率 C と透過率 T との関係は下記式のように表すことができる。

$$T = 100 \times (S - S_L) / S = (100 - C)$$

【0078】

以下に、本発明において行ったノイズの視認性についてのシミュレーション実験について説明する。

本発明においては、以下のように実験を行った。

図21(A)及び(B)に示すG副画素配列パターンで代表的に表される、異なる副画素形状を持つ2種類のディスプレイの画素配列(BM)パターン38に対して、図2に示すボロノイ多角形からなるランダムなメッシュパターン形状を持つ配線パターン(ランダムメッシュパターン25a)24について、シミュレーションサンプルで、その配線パターン24と各色のBMパターン38とを重畳し、3名の官能評価者が、ノイズのシミュレーション画像において重畳された両者の干渉によって生じるノイズを目視で官能評価した。

その結果を表1～表3に示す。

【0079】

ここで、ノイズの評価は、図21(A)及び(B)に示す画素配列(BM)パターンの各色の副画素配列パターンの明度画像データ上に配線パターン24の透過率データを重畳して、明度画像上に透過率画像が重畳されたノイズのシミュレーション画像を作成してディスプレイに表示し、表示されたシミュレーション画像を3名の官能評価者が目視して官能評価を行った。

ここで、官能評価結果は、1～5の5段階の劣化尺度で行い、ノイズの視認性の劣化が認められ、非常に気になる場合は、1と評価し、ノイズの視認性の劣化が認められ、気になる場合は、2と評価し、ノイズの視認性の劣化が認められ、僅かに気になる場合は、3と評価し、ノイズの視認性の劣化が認められるが、気にならない場合は、4と評価し、ノイズの視認性の劣化が認められない場合は、5と評価した。

ノイズの視認性としては、劣化尺度4であれば合格であるが、評価5であるのがより好ましい。

【0080】

本シミュレーション実験においては、ディスプレイのBMパターン38は、図21(A)及び(B)に示すBM構造が異なる2種のBMパターンを用い、チャネルの色は、G色とし、画素サイズは、128 μm 、254 μm 、及び84 μm の3種とし、異なる色の副画素間の間隔(水平間隔)は、9 μm 、18 μm 、及び8 μm の3種とし、同色の上下の副画素間の間隔(垂直間隔)は、27 μm 、54 μm 、及び20 μm の3種とし、副画素の構造は、共に、長手方向は垂直方向で、図21(A)に示す屈曲構造で水平に対する傾斜角度80°の場合と、図21(B)に示す長方形構造で水平に対する角度90°の場合との2種類とした。

一方、ランダムメッシュパターン25aの線幅は、1 μm と、3 μm とを用いた。

また、ランダムメッシュパターン25aを構成する金属細線14の1本の線分の長さL(μm)は、2種のBMパターンの副画素のサイズに応じた離散的な値である0 μm 、84 μm 、168 μm 、252 μm 、378 μm 、504 μm 、及び756 μm の7種類とした。

【 0 0 8 1 】

【 表 1 】

画素サイズ (μm)	水平間隔 (μm)	垂直間隔 (μm)	構造	角度 ($^{\circ}$)	向き ($^{\circ}$)	長さL (μm)	線幅 (μm)	被覆率 (%)	劣化 尺度
128	9	27	屈曲	80	0	0	1	0.0	5
128	9	27	屈曲	80	0	252	1	2.0	5
128	9	27	屈曲	80	0	378	1	2.0	5
128	9	27	屈曲	80	90	0	1	0.0	5
128	9	27	屈曲	80	90	252	1	5.5	4
128	9	27	屈曲	80	90	378	1	5.5	3
128	9	27	屈曲	80	0	0	3	0.0	4
128	9	27	屈曲	80	0	252	3	4.0	4
128	9	27	屈曲	80	0	378	3	4.0	4
128	9	27	屈曲	80	90	0	3	0.0	5
128	9	27	屈曲	80	90	252	3	11.0	2
128	9	27	屈曲	80	90	378	3	11.1	1.5
128	9	27	長方形	90	0	0	1	0.0	5
128	9	27	長方形	90	0	252	1	2.0	5
128	9	27	長方形	90	0	378	1	2.0	5
128	9	27	長方形	90	90	0	1	0.0	5
128	9	27	長方形	90	90	252	1	5.6	4
128	9	27	長方形	90	90	378	1	5.6	4
128	9	27	長方形	90	0	0	3	0.0	5
128	9	27	長方形	90	0	252	3	3.9	5
128	9	27	長方形	90	0	378	3	3.9	5
128	9	27	長方形	90	90	0	3	0.0	5
128	9	27	長方形	90	90	252	3	11.1	2
128	9	27	長方形	90	90	378	3	11.1	1.5

10

20

【 0 0 8 2 】

本シミュレーション実験においては、ディスプレイのBMパターン38は、図21(A)及び(B)に示すBM構造が異なる2種のBMパターンを用い、チャネルの色は、G色とし、画素サイズは、128 μm 、254 μm 、及び84 μm の3種とし、異なる色の副画素間の間隔(水平間隔)は、9 μm 、18 μm 、及び8 μm の3種とし、同色の上下の副画素間の間隔(垂直間隔)は、27 μm 、54 μm 、及び20 μm の3種とし、副画素の構造は、共に、長手方向は垂直方向で、図21(A)に示す屈曲構造で水平に対する傾斜角度80 $^{\circ}$ の場合と、図21(B)に示す長方形構造で水平に対する角度90 $^{\circ}$ の場合との2種類とした。

30

一方、ランダムメッシュパターン25aの線幅は、1 μm と、3 μm とを用いた。

また、ランダムメッシュパターン25aのメッシュの向きでは、0 $^{\circ}$ は、メッシュがx軸に平行に被覆する場合と、90 $^{\circ}$ は、メッシュがy軸に平行に被覆する場合の2種類とした。

また、ランダムメッシュパターン25aを構成する金属細線14の1本の線分の長さL(μm)は、2種のBMパターンの副画素のサイズに応じた離散的な値である0 μm 、84 μm 、168 μm 、252 μm 、378 μm 、504 μm 、及び756 μm の7種類とした。

40

【 0 0 8 3 】

【表 2】

画素サイズ (μm)	水平間隔 (μm)	垂直間隔 (μm)	構造	角度 ($^{\circ}$)	向き ($^{\circ}$)	長さL (μm)	線幅 (μm)	被覆率 (%)	劣化 尺度
254	18	54	屈曲	80	0	0	1	0.0	5
254	18	54	屈曲	80	0	252	1	1.0	5
254	18	54	屈曲	80	0	504	1	1.0	5
254	18	54	屈曲	80	0	756	1	1.0	5
254	18	54	屈曲	80	90	0	1	0.0	5
254	18	54	屈曲	80	90	252	1	2.9	5
254	18	54	屈曲	80	90	504	1	2.9	5
254	18	54	屈曲	80	90	756	1	2.9	5
254	18	54	屈曲	80	0	0	3	0.0	5
254	18	54	屈曲	80	0	252	3	2.1	5
254	18	54	屈曲	80	0	504	3	2.1	5
254	18	54	屈曲	80	0	756	3	2.1	5
254	18	54	屈曲	80	90	0	3	0.0	5
254	18	54	屈曲	80	90	252	3	5.3	3
254	18	54	屈曲	80	90	504	3	5.8	3
254	18	54	屈曲	80	90	756	3	5.9	3
254	18	54	長方形	90	0	0	1	0.0	5
254	18	54	長方形	90	0	252	1	1.0	5
254	18	54	長方形	90	0	504	1	1.0	5
254	18	54	長方形	90	0	756	1	1.0	5
254	18	54	長方形	90	90	0	1	0.0	5
254	18	54	長方形	90	90	252	1	2.9	4
254	18	54	長方形	90	90	504	1	2.9	3
254	18	54	長方形	90	90	756	1	2.9	3
254	18	54	長方形	90	0	0	3	0.0	5
254	18	54	長方形	90	0	252	3	2.0	5
254	18	54	長方形	90	0	504	3	2.0	5
254	18	54	長方形	90	0	756	3	2.0	5
254	18	54	長方形	90	90	0	3	0.0	5
254	18	54	長方形	90	90	252	3	5.3	3
254	18	54	長方形	90	90	504	3	5.8	3
254	18	54	長方形	90	90	756	3	5.9	3

10

20

30

【 0 0 8 4 】

【表 3】

画素サイズ (μm)	水平間隔 (μm)	垂直間隔 (μm)	構造	角度 ($^{\circ}$)	向き ($^{\circ}$)	長さL (μm)	線幅 (μm)	被覆率 (%)	劣化 尺度
84	8	20	屈曲	80	0	0	1	0.0	5
84	8	20	屈曲	80	0	84	1	3.3	5
84	8	20	屈曲	80	0	168	1	3.3	5
84	8	20	屈曲	80	0	252	1	3.3	4.5
84	8	20	屈曲	80	90	0	1	0.0	5
84	8	20	屈曲	80	90	84	1	6.7	3
84	8	20	屈曲	80	90	168	1	6.7	3
84	8	20	屈曲	80	90	252	1	6.7	2
84	8	20	屈曲	80	0	0	3	0.0	5
84	8	20	屈曲	80	0	84	3	6.5	4
84	8	20	屈曲	80	0	168	3	6.5	4
84	8	20	屈曲	80	0	252	3	6.5	3
84	8	20	屈曲	80	90	0	3	0.0	3
84	8	20	屈曲	80	90	84	3	18.0	3
84	8	20	屈曲	80	90	168	3	18.0	2
84	8	20	屈曲	80	90	252	3	18.0	1
84	8	20	長方形	90	0	0	1	0.0	5
84	8	20	長方形	90	0	84	1	3.1	4.5
84	8	20	長方形	90	0	168	1	3.1	4.5
84	8	20	長方形	90	0	252	1	3.1	4.5
84	8	20	長方形	90	90	0	1	0.0	5
84	8	20	長方形	90	90	84	1	9.1	3.5
84	8	20	長方形	90	90	168	1	9.1	2
84	8	20	長方形	90	90	252	1	9.1	2
84	8	20	長方形	90	0	0	3	0.0	5
84	8	20	長方形	90	0	84	3	6.2	3
84	8	20	長方形	90	0	168	3	6.2	3
84	8	20	長方形	90	0	252	3	6.2	3
84	8	20	長方形	90	90	0	3	0.0	2
84	8	20	長方形	90	90	84	3	18.2	2
84	8	20	長方形	90	90	168	3	18.2	2
84	8	20	長方形	90	90	252	3	18.2	2

10

20

30

【0085】

表1～表3に示すシミュレーション実験結果について、ランダムメッシュパターン25aを構成する金属細線14の1本の線分の長さL(μm)、被覆率C(%）、及び劣化尺度を3次元座標にプロットした3次元(立体)グラフを図22に示す。

この図22に示す立体グラフにおいて、劣化尺度4以上となる1本の線分の長さL(μm)、及び被覆率C(%)の点を本発明範囲に入る点とした。

また、表1～表3に示すシミュレーション実験結果について、ランダムメッシュパターン25aを構成する金属細線14の1本の線分の長さL(μm)をx軸(横軸)とし、被覆率C(%)をy軸(縦軸)とするxy2次元座標において、0 μm 、84 μm 、168 μm 、252 μm 、378 μm 、504 μm 、及び756 μm の7種類の長さL(μm)

40

毎に、被覆率C(%)をプロットしたグラフを図23に示す。

図23において、長さL(μm)毎に、被覆率C(%)をプロットする際に、劣化尺度が5となる被覆率C(%)の点を星印(*)とし、劣化尺度が4以下となる被覆率C(%)の点を黒丸(●)とした。

なお、図23において、四角で囲まれた範囲は、各長さLにおいて、黒丸(●)から星印(*)に変化する領域を示す。

【0086】

まず、図23において、各長さLについて、四角で囲まれた領域において、劣化尺度が4である黒丸(●)の内、被覆率C(%)が最大となる点を被覆率C(%)の最大値として求めた。なお、劣化尺度が4は合格である。

50

その結果を表 4 に最大値として示す。

こうして得られた長さ L (μm) 及び被覆率 C (%) の最大値からなる 6 点を座標点 a 、 b 、 c 、 d 、 e 、及び f として、長さ L (μm) を x 軸とし、被覆率 C (%) を y 軸とする $x y$ 2 次元座標上にプロットし、座標点 a 、 b 、 c 、 d 、 e 、及び f の隣接する座標点間を直線状の実線で結んだグラフを図 19 に示す。

図 19 に示す実線の折れ線グラフは、表 5 に示す数式として求められる。こうして求められた表 5 に示す数式が、上記式 (2) を与える。

以上から、長さ L (μm) 及び被覆率 C (%) の本発明の範囲を求めることができる。こうして求められた本発明の範囲は、劣化尺度が 4 以上であり、長さ L (μm) 及び被覆率 C (%) が本発明の範囲に入る導電性フィルムのランダムメッシュパターンは、ディスク 10 プレイの BM パターンに重畳しても、ノイズの視認性の劣化が認められない、もしくは、ノイズの視認性の劣化が認められるが、気にならない良好な視認性を示す。

本発明の具体的な範囲は、長さ L (μm) 及び被覆率 C (%) を $x y$ 座標とする場合、表 4 に最大値として示される領域として上述しているので、ここでは説明を省略する。

【0087】

【表 4】

座標点	長さ L (μm)	被覆率 C (%)		
		最大値	中点	最小値
a	84	6.7	6.6	6.5
b	168	6.7	6.6	6.5
c	252	6.2	5.9	5.6
d	378	5.6	5.55	5.5
e	504	2.9	2.5	2.1
f	756	2.9	2.5	2.1

【0088】

【表 5】

領域No	変域					被覆率 $y = ax+b$	
						a	b
1	0	\leq	長さ	\leq	168	0	6.7
2	168	<	長さ	\leq	252	-0.00595	7.7
3	252	<	長さ	\leq	378	-0.00476	7.4
4	378	<	長さ	\leq	504	-0.02143	13.7
5	504	<	長さ	\leq	756	0	2.9

【0089】

次に、図 23 において、各長さ L について、四角で囲まれた領域において、劣化尺度が 4 である黒丸 () の内の被覆率 C (%) が最大となる点と、劣化尺度が 5 である星印 (*) の内の被覆率 C (%) が最小となる点との中点を被覆率 C (%) の中点として求めた 40

その結果を表 4 に中点として示す。

こうして得られた長さ L (μm) 及び被覆率 C (%) の中点からなる 6 点を座標点 a 、 b 、 c 、 d 、 e 、及び f として、図 19 に示す $x y$ 2 次元座標上にプロットして、座標点 a 、 b 、 c 、 d 、 e 、及び f の隣接する座標点間を直線状の破線 (点線) で結んだグラフを得ることができる。

図 19 に示す破線 (点線) の折れ線グラフは、表 6 に示す数式として求められる。

表 6 に示す数式によって規定される領域 (範囲) は、図 19 に示す実線の折れ線グラフ、表 5 に示す数式、又は上記式 (2) によって規定される本発明の範囲より、劣化尺度が 5 に近くて、より高いので、本発明のより好ましい範囲ということが出来る。

【0090】

10

20

30

40

50

即ち、表 6 に示す数式によって規定される領域（範囲）は、下記式（3）によって規定される範囲である。

したがって、ランダムメッシュパターンは、x y 2次元座標において、下記式（3）で表される線以下の領域内に含まれる 1本の線分からなる 1以上の金属細線によって構成されることがより好ましい。

$$\begin{aligned}
0 < x & \leq 168 \text{ の場合、} & y & = 6.6、 \\
168 < x & \leq 252 \text{ の場合、} & y & = -0.00833x + 8.0 \\
252 < x & \leq 378 \text{ の場合、} & y & = -0.00278x + 6.6 \\
378 < x & \leq 504 \text{ の場合、} & y & = -0.02421x + 14.7 \\
504 < x & \leq 756 \text{ の場合、} & y & = 2.5
\end{aligned}
\tag{3}$$

10

【0091】

【表 6】

領域No	変域					被覆率 $y = ax+b$	
						a	b
1	0	\leq	長さ	\leq	168	0	6.6
2	168	<	長さ	\leq	252	-0.00833	8
3	252	<	長さ	\leq	378	-0.00278	6.6
4	378	<	長さ	\leq	504	-0.02421	14.7
5	504	<	長さ	\leq	756	0	2.5

20

【0092】

なお、この領域は、表 4 に中点として示されるように、x y 2次元座標において、6つの座標（84、6.6）、座標（168、6.6）、座標（252、5.9）、座標（378、5.55）、座標（504、2.5）、及び座標（756、2.5）を結ぶ線以下の領域、及び 1本の線分の長さ L が 84 μm 以下で被覆率 C が 6.6% 以下の領域として、2次元座標上においても規定することができる。

また、上記式（3）、及び図 19 に示す点線の折れ線グラフの代わりに、上記の 6つの座標から最小二乗法によって近似式 $y = 8.43 e^{-0.002x}$ 、及び図 24 に示す曲線で表しても良い。この場合、決定係数 R^2 は、0.8179 となる。

【0093】

また、図 23 において、各長さ L について、四角で囲まれた領域において、劣化尺度が 5 である星印（*）の内、被覆率 C（%）が最小となる点を被覆率 C（%）の最小値として求めた。

その結果を表 4 に最小値として示す。

こうして得られた長さ L（μm）及び被覆率 C（%）の最小値からなる 6 点を座標点 a、b、c、d、e、及び f として、図 19 に示す x y 2次元座標上にプロットして、座標点 a、b、c、d、e、及び f の隣接する座標点間を直線状の一点鎖線で結んだグラフを得ることができる。

図 19 に示す一点鎖線の折れ線グラフは、表 7 に示す数式として求められる。

表 7 に示す数式によって規定される領域（範囲）、即ち図 19 に示す一点鎖線の折れ線グラフによって規定される領域（範囲）は、図 19 に示す線の折れ線グラフ、又は上記式（3）によって規定される本発明の範囲より、劣化尺度が更に 5 に近くて、より高いので、本発明の更により好ましい範囲とすることができる。

40

【0094】

即ち、表 7 に示す数式によって規定される領域（範囲）は、下記式（4）によって規定される範囲である。

したがって、ランダムメッシュパターンは、x y 2次元座標において、下記式（4）で表される線以下の領域内に含まれる 1本の線分からなる 1以上の金属細線によって構成されることがより好ましい。

$$0 < x \leq 168 \text{ の場合、} \quad y = 6.5、$$

50

- 168 < x 252の場合、 $y = -0.01071x + 8.3$
- 252 < x 378の場合、 $y = -0.00079x + 5.8$
- 378 < x 504の場合、 $y = -0.02698x + 15.7$
- 504 < x 756の場合、 $y = 2.1$... (4)

【0095】

【表7】

領域No	変域				被覆率 $y = ax+b$		
					a	b	
1	0	\leq	長さ	\leq	168	0	6.5
2	168	<	長さ	\leq	252	-0.01071	8.3
3	252	<	長さ	\leq	378	-0.00079	5.8
4	378	<	長さ	\leq	504	-0.02698	15.7
5	504	<	長さ	\leq	756	0	2.1

10

【0096】

なお、この領域、即ち、図19に示す一点鎖線の折れ線グラフによって規定される領域（範囲）は、表4に最小値として示されるように、 x y 2次元座標において、6つの座標（84、6.5）、座標（168、6.5）、座標（252、5.6）、座標（378、5.5）、座標（504、2.1）、及び座標（756、2.1）を結ぶ線以下の領域、及び1本の線分の長さLが84 μ m以下で被覆率Cが6.5%以下の領域として、2次元座標上においても規定することができる。

20

したがって、ランダムメッシュパターンは、 x y 2次元座標において、上記座標で規定される領域内に含まれる1本の線分からなる1以上の金属細線によって構成されることが更により好ましい。

【0097】

上述した例では、表1～表4に示すように、上述の1本の線分の長さL（ μ m）として、84 μ m、168 μ m、252 μ m、378 μ m、504 μ m、及び756 μ mの6種類の代表長さを用いているが、これらの長さは、特に制限的ではなく、どのような長さを選ぶことができるが、ディスプレイのBMパターンの副画素の長手方向の長さに依存するので、副画素の長手方向の長さに応じたものとするのが好ましい。また、上述した例では、1本の線分の長さL（ μ m）の代表長さとして、6種類の代表長さを用いているが、本発明は、特に制限的ではなく、何種類であっても良い。代表長さの数は、多い方が正確性が上がるが、多すぎると時間がかかり煩雑となるので、精度や用途に応じて適宜選択すればよい

30

【0098】

また、上述の1本の線分の長さL（ μ m）の範囲も、特に制限的ではなく、どのような長さの範囲も選ぶことができるが、本発明においては、図19に示すように、本発明の範囲を決める領域は、上述の1本の線分の長さLが0 μ m超、756 μ m以下の領域であることが好ましい。ここで、1本の線分の長さLが84 μ m未満では、元々、ノイズとしての視認性が低いので、ノイズの視認性判断の効率化のために、本発明の範囲を決める領域は、1本の線分の長さLが84 μ m以上、756 μ m以下の領域であることがより好ましい。

40

また、ランダムメッシュパターンは、一方の方向及び一方の方向に垂直な方向に繰り返される単位ランダムメッシュパターンから構成され、1本の線分は、単位ランダムメッシュパターン毎に繰り返される繰り返し模様であることが好ましい。

また、繰り返し模様は、単位ランダムメッシュパターンデータの繰り返しにより、周期的に繰り返される直線模様であることが好ましい。

【0099】

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

50

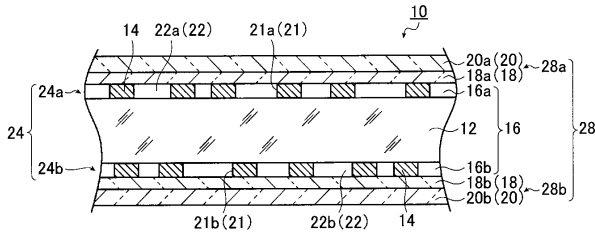
述の実施形態及び実施例に限定されず、本発明の要旨を逸脱しないかぎり、種々の改良や設計の変更を行っても良いことはもちろんである。

【符号の説明】

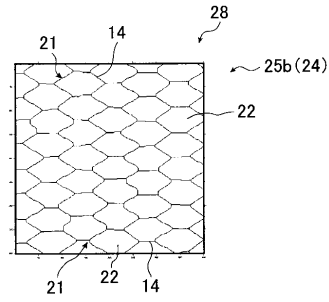
【 0 1 0 0 】

- 1 0、1 1、1 1 A、1 1 B 導電性フィルム
- 1 2 透明支持体
- 1 4 金属製の細線（金属細線）
- 1 6、1 6 a、1 6 b 配線部
- 1 8、1 8 a、1 8 b 接着層
- 2 0、2 0 a、2 0 b 保護層 10
- 2 1 メッシュ状配線
- 2 2 開口部
- 2 3 a 電極部
- 2 3 b ダミー電極部（非電極部）
- 2 4 配線パターン（合成配線パターン、単層配線パターン）
- 2 4 a 第1（上側）の配線パターン
- 2 4 b 第2（下側）の配線パターン
- 2 5 a、2 5 b、2 5 c、2 5 d、2 5 e ランダムメッシュパターン
- 2 6 ダミー電極部
- 2 7 規則的な定型パターン 20
- 2 8、2 8 a、2 8 b 配線層
- 3 0 表示ユニット
- 3 2、3 2 r、3 2 g、3 2 b 画素
- 3 4 ブラックマトリクス（BM）
- 3 8 BMパターン
- 4 0 表示装置
- 4 4 タッチパネル

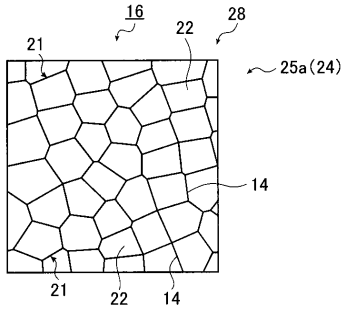
【図 1】



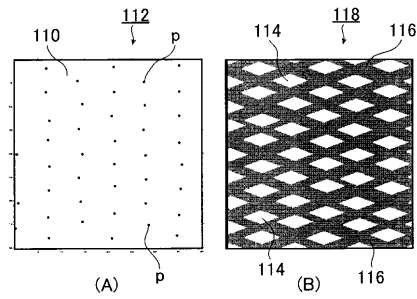
【図 4】



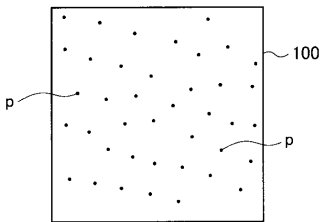
【図 2】



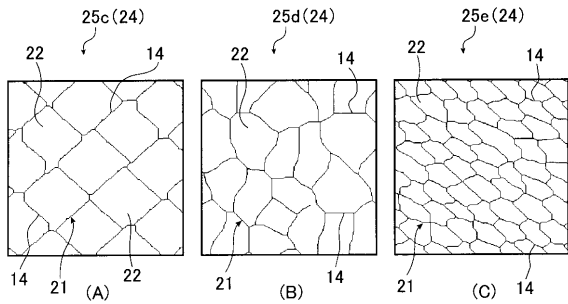
【図 5】



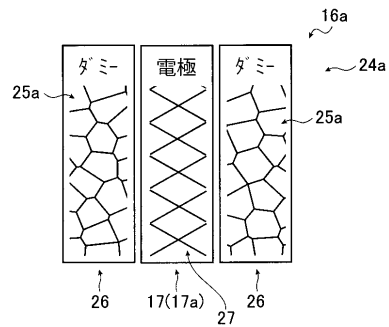
【図 3】



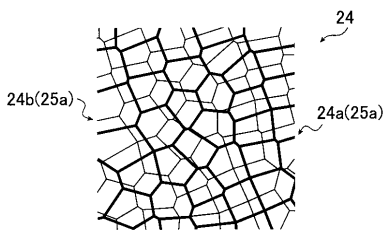
【図 6】



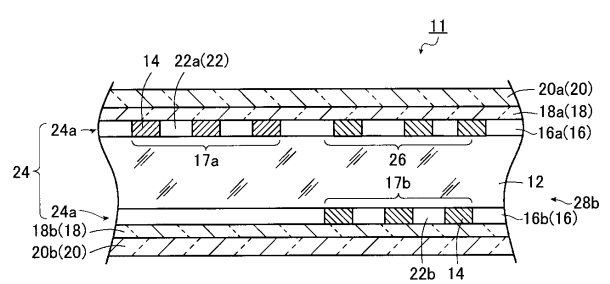
【図 9】



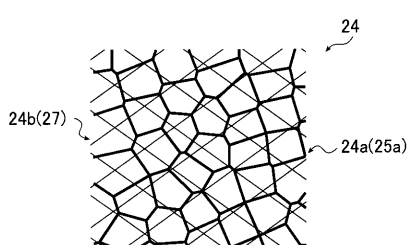
【図 7】



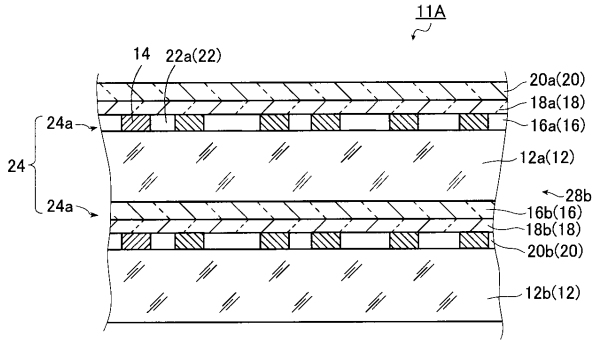
【図 10】



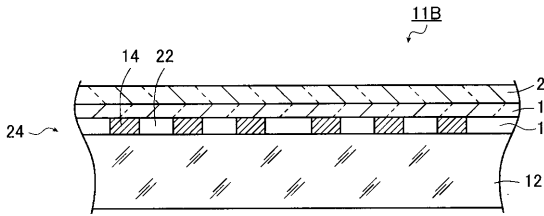
【図 8】



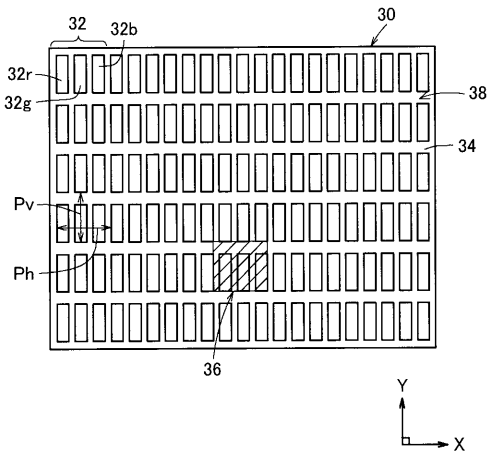
【 図 1 1 】



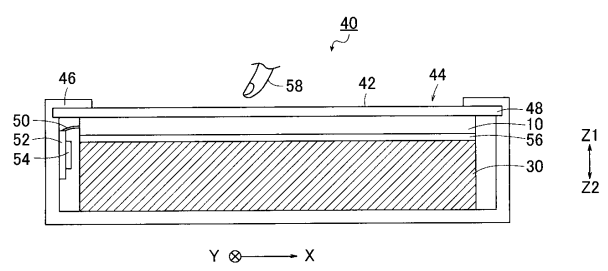
【 図 1 2 】



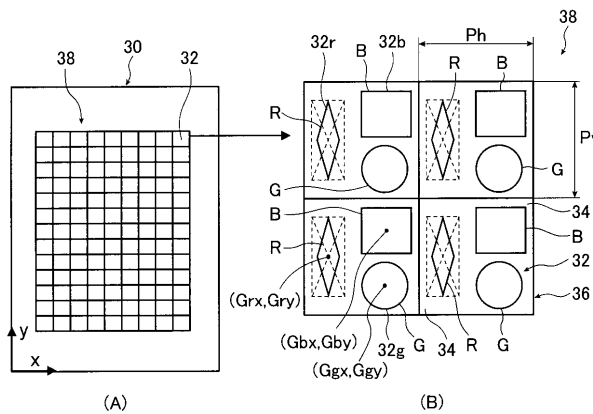
【 図 1 3 】



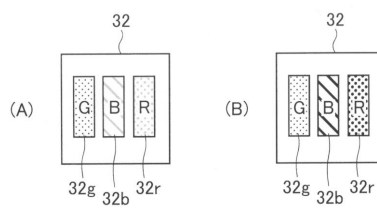
【 図 1 4 】



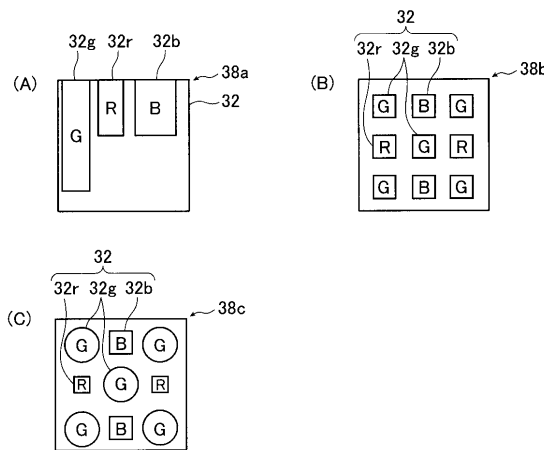
【 図 1 5 】



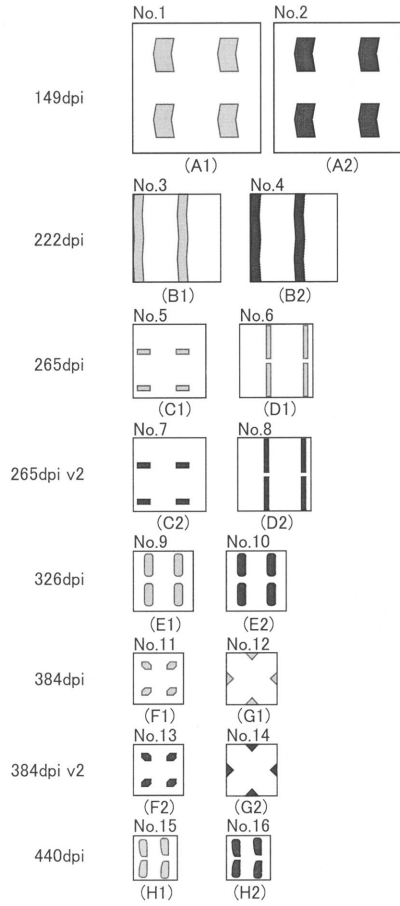
【 図 1 7 】



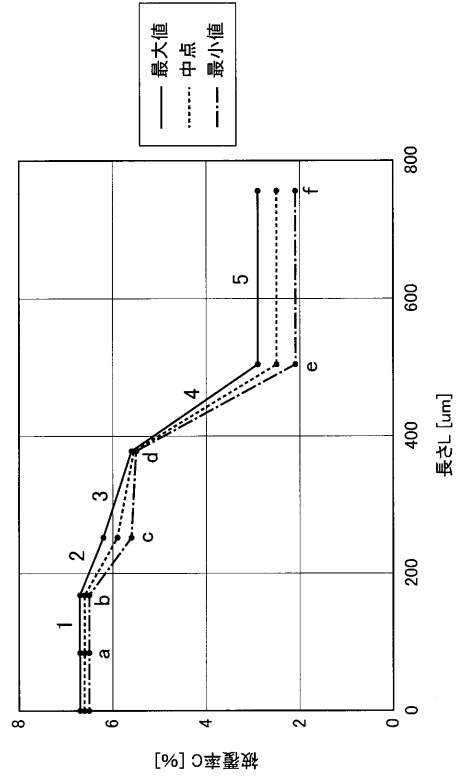
【 図 1 6 】



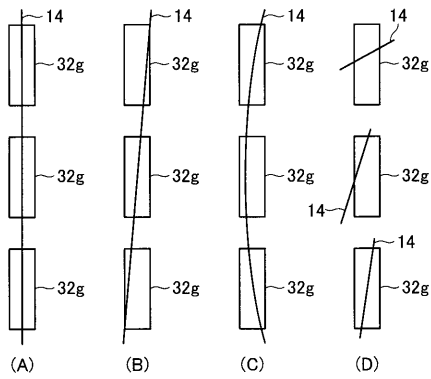
【図18】



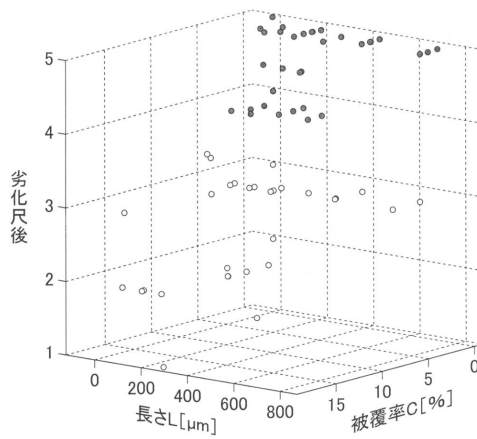
【図19】



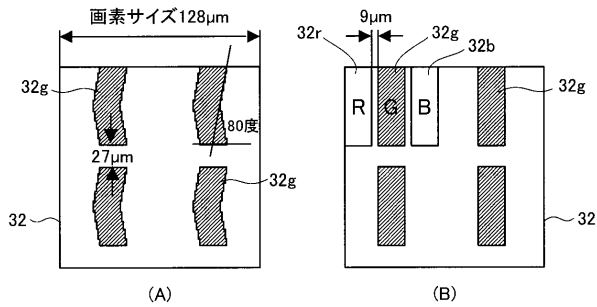
【図20】



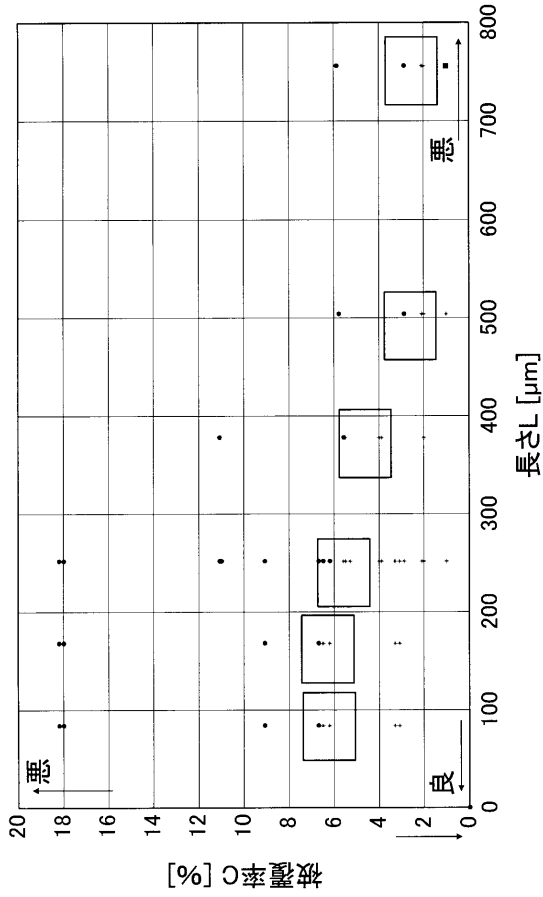
【図22】



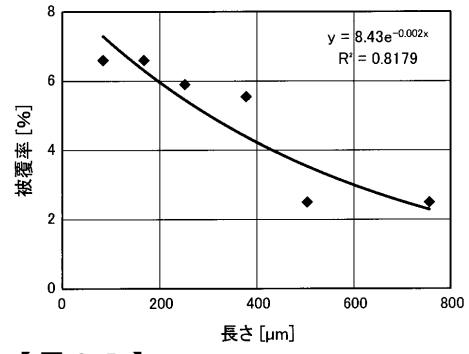
【図21】



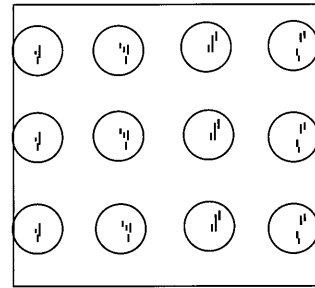
【図 23】



【図 24】



【図 25】



フロントページの続き

審査官 桜井 茂行

- (56)参考文献 国際公開第2015/087863(WO, A1)
国際公開第2014/123009(WO, A1)
米国特許出願公開第2015/0342034(US, A1)
特開2015-108896(JP, A)
特表2014-523599(JP, A)
米国特許出願公開第2015/0220107(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 3/041
G06F 3/044