

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年4月20日(20.04.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/065085 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 3/041 (2006.01) **G06F 3/044** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/079793
- (22) 国際出願日: 2016年10月6日(06.10.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-204748 2015年10月16日(16.10.2015) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目26番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 岩見 一央(IWAMI Kazuchika); 〒2588538 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 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 渡辺 望稔, 外(WATANABE Mochitoshi et al.); 〒1010032 東京都千代田区岩本町2丁目3番3号 友泉岩本町ビル6階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

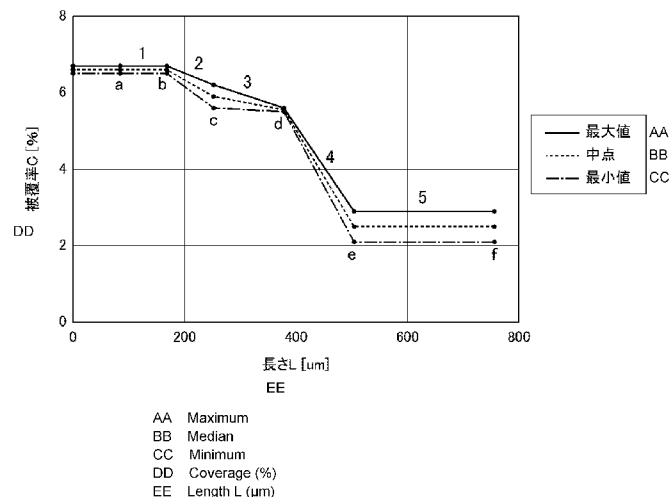
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: CONDUCTIVE FILM AND DISPLAY DEVICE PROVIDED WITH SAME

(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) Abstract: This conductive film is configured so that when one continuous line segment which may be considered to be a line of one or more metallic wires of a random wiring pattern extending in the longitudinal direction of sub-pixels of a display unit vertically runs across one or more sub-pixels in the longitudinal direction, the length L and the coverage C of the one line segment of the random wiring pattern when superposed with a pixel matrix pattern of the display unit fall in a region below a line which is represented by the following equations: if $0 < x \leq 168$, then $y = 6.7$; if $168 < x \leq 252$, then $y = -0.00595x + 7.7$; if $252 < x \leq 378$, then $y = -0.00476x + 7.4$; if $378 < x \leq 504$, then $y = -0.02143x + 13.7$; if $504 < x \leq 756$, then $y = 2.9$; where the length L (μm) of the one line segment is the total longitudinal length of the one or more sub-pixels that the one line segment vertically runs across, and the coverage C (%) is the extent to which the one line segment covers those one or more sub-pixels.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/065085 A1



本発明の導電性フィルムは、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本の線分が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 $L_{\mu m}$ とし、１本の線分が１以上の縦断副画素を被覆する被覆率 $C\%$ とする場合、表示ユニットの画素配列パターンに重畳される不規則配線パターンの１本の線分の長さ L 及び被覆率 C は、下記式で表される線以下の領域内に含まれる。 $0 < x \leq 168$ の場合、 $y = 6.7$ 、 $168 < x \leq 252$ の場合、 $y = -0.00595x + 7.7$ 、 $252 < x \leq 378$ の場合、 $y = -0.00476x + 7.4$ 、 $378 < x \leq 504$ の場合、 $y = -0.02143x + 13.7$ 、 $504 < x \leq 756$ の場合、 $y = 2.9$

明 細 書

発明の名称：導電性フィルム、及びこれを備える表示装置

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。

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）パターンといえることができる）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）。

[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。

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。

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。

[0007] 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25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25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25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

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。

[0008] 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）、緑（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

[0009] 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 $L \mu m$ 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 座標となる縦軸とする $x y$ 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。

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

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 $84 \mu m$ 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] 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。

発明の効果

[0011] 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）、緑（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。

図面の簡単な説明

[0012] [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、ボ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ボ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5A]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る。

[図5B]図5A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6A]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6B]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6C]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列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列の模式的部分断面図である。

[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列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15A]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15B]図15Aの画素配列パターンの部分拡大図である。

[図16A]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列を示す概略説明図である。

[図16B]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列を示す概略説明図である。

[図16C]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他の一例を示す概略説明図である。

[図17A]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17B]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他の一例を模式的に示す説明図である。

[図18A]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部を示す模式図である。

[図18B]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部を示す模式図である。

[図18C]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部を示す模式図である。

[図18D]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部を示す模式図である。

[図18E]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部を示す模式図である。

[図18F]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部を示す模式図である。

[図18G]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部を示す模式図である。

[図18H]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部を示す模式図である。

[図18I]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部を示す模式図である。

[図18J]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部を示す模式図である。

[図18K]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部を示す模式図である。

[図18L]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他の一例を示す模式図である。

[図18M]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他の一例を示す模式図である。

[図18N]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他の一例を示す模式図である。

[図18O]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他の一例を示す模式図である。

[図18P]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他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。

[図20A]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一例の模式図である。

[図20B]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他の一例の模式図である。

[図20C]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他の一例の模式図である。

[図20D]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他の一例の模式図である。

[図21A]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一例の概略説明図である。

[図21B]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他の一例の概略説明図である。

[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

[0013] 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いえることができる。

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

[0014] 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 $x-y$ 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。

[0015] 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。

[0016] 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、 x y 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。

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

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。

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。

[0017] 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。

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 P

anel)、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。

[0018] なお、詳細は後述するが、本発明の導電性フィルムが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。

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。

[0019] 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。

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）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。

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。

[0020] 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 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。

[0021] 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。

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。

[0022] 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 を基準としてボロノイ図 (ボロノイ分割法) に従って決定されたボ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ボ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25aにおいては、ボロノイ図（ボロノイ分割法）に従って図3に示す複数のシード点pをそれぞれ囲繞する複数のランダムな多角形の領域、すなわち複数のボロノイ多角形の領域がそれぞれ画定されている。ここで、ボロノイ図により区画された複数のボ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。

[0023] 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22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形状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、上記のボ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10%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。

[0024] 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ボ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、代表して単にボ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25bは、開口部22の開口形状の原図形が菱形であり、開口部22の開口重心が平均値で数%、例えば5%程度、好ましくは、10%~15%、より好ましくは、15%~20%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。

[0025] 先ず、図5Aに示すように、1つの平面領域110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112を作製する。なお、予め平面領域110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5Bに示すように、平面領域110内に配置された、図5A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114を、隣接する菱形パターン114が互いに離間し、両者の間に境界領域116が存在するように、畳み込んで、菱形パターン画像118を作製する。図示例では、シード点pに菱形パターン114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5Bに示す菱形パターン画像118の境界領域116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 116 の縁部のピクセルを除去することにより境界領域 116 を収縮させ、菱形パターン 114 の縁部にピクセルを除去することにより菱形パターン 114 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 25 b 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。

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 に示す菱形パターン 114 である図 4 に示すランダムメッシュパターン 25 b に加え、例えば、原図形が図 5 B に示す菱形パターン 114 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 25 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 25 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 25 e 等も挙げることができる。

なお、以下では、図 2 に示すランダムメッシュパターン 25 a を代表例として説明するが、図 4、並びに図 6 A、図 6 B 及び図 6 C に示すランダムメッシュパターン 25 b、25 c、25 d、及び 25 e も同様に適用可能なことは勿論である。

[0027] なお、詳細は、後述するが、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 とした場合にも、表示ユニットの BM 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 BM 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 24 とした場合にも、所定の明度の BM 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25aは、合成配線パターン24とした場合にも、表示ユニットのBM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25aの透過率画像データが上側及び下側の配線パターン24a及び24bとして重ねあわされた合成配線パターン24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BM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BMパターンに対して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ができる。

[0028] 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25a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の形状としては、本出願人の出願に係る特願2014-553082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。

[0029] 図1に示す実施の形態の導電性フィルム10では、図1中、透明基体12の上側（観察側）の第1配線部16aの複数の金属細線14も、下側（ディスプレイ側）の第2配線部16bの複数の金属細線14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25aをそれぞれ配線パターン24a及び24b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24a及び24b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24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24aを構成する複数の金属細線14を太線で、下側の配線パターン24bを構成する複数の金属細線14を細線で示しているが、太線及び細線の幅は、金属細線14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。

[0030] 即ち、図1に示す例では、第1及び第2の配線部16a及び16b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25a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16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25a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16（配線部16a又は16b）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25aで構成することにより、両配線部16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。

[0031] 例えば、図8に示すように、第1及び第2の配線部16a及び16b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12の上側の第1配線部16a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25aを持つ複数の金属細線14で構成し、透明基体12の下側の第2配線部16bを、菱形形状の開口部からなる規則的な定型パターン27を持つ複数の金属細線14で構成しているが、逆に、第1配線部16aを、定型パターン27を持つ複数の金属細線14で、第2配線部16bを、ランダムメッシュパターン25aを持つ複数の金属細線14で構成しても良い。こうして、ランダムメッシュパターン25aと規則的な定型パターン27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。

[0032] 又は、図9に示すように、第1及び第2の配線部16a及び16bの少なくとも一方の複数の金属細線14を、上述したように、断線（ブレイク）によって、配線層28を構成する電極部17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 の組み合わせ同士を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。

[0033] 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。

また、図 9 に示すように、第 1 配線部 1 6 a 及び第 2 配線部 1 6 b の一方が、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 に分断され、電極部 1 7 a 及びダミー電極部 2 6 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。

[0034] 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。

[0035] 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 589.3 nm（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 1

2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。

[0036] 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6A～図6C、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。

[0037] 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。

[0038] 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 28 b 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 17 a 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 17 b 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。

[0039] ダミー電極部 26 は、第 1 電極部 17 a と所定間隔だけ離間して配置されており、第 1 電極部 17 a 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 17 b 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 を形成しているので、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。

[0040] ここで、配線層 28 a の第 1 電極部 17 a 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 24 a とを有する。また、配線層 28 b の第 2 電極部 17 b は、第 1 電極部 17 a 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 24 b 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 17 b は、第 1 電極部 17 a 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。

なお、第 1、第 2 電極部 17 a、17 b 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。

[0041] なお、第 1 保護層 20 a は、第 1 配線部 16 a の第 1 電極部 17 a 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 18 a によって第 1 電極部 17 a 及びダミー電極部 26 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と同様であるので、その説明は省略する。

[0042] 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。

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ので、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。

[0043] 図1及び図10に示す第1及び第2の実施形態の導電性フィルム10及び11では、透明基体12の上側及び下側の両側に、それぞれ配線部16（16a及び16b）が形成されているが、本発明はこれに限定されず、図11に示す本発明の第3の実施形態の導電性フィルム11Aのように、透明基体12の一方の面（図11中上側の面）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を接着した導電性フィルム要素を2つ重ねる構造としても良い。

図11に示す本発明の第3の実施形態の導電性フィルム11Aは、図11

中、下側の透明基体 12b と、この透明基体 12b の上側面に形成された複数の金属細線 14 からなる第 2 配線部 16b と、第 2 配線部 16b 上に第 2 接着層 18b を介して接着される第 2 保護層 20b と、第 2 保護層 20b 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 12a と、この透明基体 12a の上側面に形成された複数の金属細線 14 からなる第 1 配線部 16a と、第 1 配線部 16a 上に接着層 18a を介して接着される保護層 20a とを有する。

ここで、第 1 配線部 16a 及び第 2 配線部 16b の金属細線 14 の少なくとも一方の全部又は一部は、図 2 に示す不規則性が付与されたランダムメッシュパターン 25a である。

[0044] 図 1、図 10 及び図 11 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 11A では、透明基体 12、または 12a の上側及び下側の両側に、それぞれ配線部 16（16a 及び 16b）が形成されているが、本発明はこれに限定されず、図 12 に示す本発明の第 4 の実施形態の導電性フィルム 11B のように、透明基体 12 の一方の面（図 12 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の単層配線パターンとしても良い。

ここで、配線部 16 の金属細線 14 は、図 2、図 4、図 6A、図 6B、及び図 6C にそれぞれ示すランダムメッシュパターン 25a、25b、25c、25d、および 25e のいずれかである。

[0045] 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、11A 及び 11B 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、ディスプレイの各色の画素配列（BM）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

BM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19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。

[0046] 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方形状とされている。画素32の水平方向の配列ピッチ(水平画素ピッチ P_h)と画素32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32とこの1つの画素32を囲むブラックマトリックス(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。

[0047] 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とを重畳した場合に発生するノイズは、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、11、11A、又は11B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。

[0048] 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、又は11A、11Bの配線パターン24（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25aであり、又は導電性フィルム11Bの配線パターン24は、単層配線パターン24であり、BM（画素配列）パターン38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10を代表例として説明するが、導電性フィルム11、11A、又は11Bでも同様である。

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。

[0049] 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15Aおよび図15B、並びに図16A、図16B及び図16C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13や図17A及び図17B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）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。

[0050] 図15A及び図15B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15Aに示すように、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。図13に示すように、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。

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つの方向に一直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。

[0051] 図15B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（正方形状）とされて、画素32の図中右上側に配置されている。図15A及び図15B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つの方向に一直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ックス（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3

6を画素ともいう。

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、 $84\mu m \sim 264\mu m$ の範囲内のピッチを挙げることができる。

[0052] 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に示すような同じ形の3つの副画素が図中水平方向に一行に並んだ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16A～図16C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。

[0053] 図16A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16A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。

[0054] また、図16B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 3 2 g の周期は、副画素 3 2 r、3 2 b 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 1 6 B に示す例では、2 つの副画素 3 2 g と、副画素 3 2 r、3 2 b との 4 つの副画素を 1 画素 3 2 として画素配列パターン 3 8 b が形成され、副画素 3 2 r、3 2 b 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 3 8 a の周期と同じになるが、副画素 3 2 g の副画素配列パターンの周期は、画素配列パターン 3 8 a の周期の半分となる。

[0055] さらに、図 1 6 C に示すように、副画素 3 2 g と、副画素 3 2 r、3 2 b 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 1 6 C に示す例では、図 1 6 B に示す例と同様に、2 つの副画素 3 2 g と、副画素 3 2 r、3 2 b との 4 つの副画素を 1 画素 3 2 として画素配列パターン 3 8 c が形成され、副画素 3 2 r、3 2 b 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 3 8 a の周期と同じになるが、副画素 3 2 g の副画素配列パターンの周期は、画素配列パターン 3 8 a の周期の半分となる。

[0056] また、図 1 7 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 1 7 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 1 8 A ～図 1 8 P に示す。図 1 8 A ～図 1 8 P 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 1 8 A ～図 1 8 P 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

の被覆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18A及び図18B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BMNo. 1及び2のBMに相当する。

[0057] 図18C及び図18D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BMNo. 3及び4のBMに相当する。

図18E及び図18F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BMNo. 5及び7のBMに相当する。

図18G及び図18H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BMNo. 6及び8のBMに相当する。

[0058] 図18I及び図18Jは、共に、解像度が326dpiで、図中横方向に並ぶ矩形状の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BMNo. 9及び10のBMに相当する。

図18K及び図18Lは、共に、解像度が384dpiで、図中4角方向に並ぶ小矩形状の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BMNo. 11及び13のBMに相当

する。

図18M及び図18N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BMNo.12及び14のBMに相当する。

図18O及び図18Pは、共に、解像度が440dpiで、図中縦方向に並ぶ矩形状の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BMNo.15及び16のBMに相当する。

[0059] 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。

[0060] 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、どのような強度の副画素（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。

[0061] 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。

[0062] 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。

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。

[0063] 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。

[0064] 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。

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

[0065] 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20A～図20C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ない点、

逆に、図20D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ない点、

また、図20D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。

[0066] 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。

[0067] 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にあれば、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。

[0068] なお、この領域は、上述したように、 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 % 以下の領域として、2次元座標上においても規定することができる。

[0069] 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。

[0070] なお、図 20A～図 20C に示す例では、金属細線 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。

また、図 20A～図 20C に示す例では、金属細線 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。

[0071] 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。

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

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。

$$\begin{aligned} C &= 100 \times S_L / S = 100 \times n \times w \times L_p / (n \times S_p) \\ &= 100 \times w \times L_p / S_p \end{aligned}$$

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いえ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。

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

[0072] 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21A及び図21B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。

[0073] ここで、ノイズの評価は、図21A及び図21B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。

[0074] 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21A及び図21Bに示すBM構造が異なる2種のBMパターンを用い、チャンネルの色は、G色とし、画素サイズは、 $128\mu\text{m}$ 、 $254\mu\text{m}$ 、及び $84\mu\text{m}$ の3種とし、異なる色の副画素間の間隔（水平間隔）は、 $9\mu\text{m}$ 、 $18\mu\text{m}$ 、及び $8\mu\text{m}$ の3種とし、同色の上下の副画素間の間隔（垂直間隔）は、 $27\mu\text{m}$ 、 $54\mu\text{m}$ 、及び $20\mu\text{m}$ 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21Aに示す屈曲構造で水平に対する傾斜角度 80° の場合と、図21B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、 $1\mu\text{m}$ と、 $3\mu\text{m}$ 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 $0\mu\text{m}$ 、 $84\mu\text{m}$ 、 $168\mu\text{m}$ 、 $252\mu\text{m}$ 、 $378\mu\text{m}$ 、 $504\mu\text{m}$ 、及び $756\mu\text{m}$ の7種類とした。

[0075]

[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

[0076] 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21A及び図21B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、 $128\mu\text{m}$ 、 $254\mu\text{m}$ 、及び $84\mu\text{m}$ の3種とし、異なる色の副画素間の間隔（水平間隔）は、 $9\mu\text{m}$ 、 $18\mu\text{m}$ 、及び $8\mu\text{m}$ の3種とし、同色の上下の副画素間の間隔（垂直間隔）は、 $27\mu\text{m}$ 、 $54\mu\text{m}$ 、及び $20\mu\text{m}$ 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21Aに示す屈曲構造で水平に対する傾斜角度 80° の場合と、図21B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、 $1\mu\text{m}$ と、 $3\mu\text{m}$ 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° は、メッシュがx軸に平行に被覆する場合と、 90° 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 $0\mu\text{m}$ 、 $84\mu\text{m}$ 、 $168\mu\text{m}$ 、 $252\mu\text{m}$ 、 $378\mu\text{m}$ 、 $504\mu\text{m}$ 、及び $756\mu\text{m}$ の７種類とした。

[0077] [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

[0078]

[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

[0079] 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、 $0\ \mu\text{m}$ 、 $84\ \mu\text{m}$ 、 $168\ \mu\text{m}$ 、 $252\ \mu\text{m}$ 、 $378\ \mu\text{m}$ 、 $504\ \mu\text{m}$ 、及び $756\ \mu\text{m}$ の7種類の長さ $L\ (\mu\text{m})$ 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 $L\ (\mu\text{m})$ 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。

[0080] 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。

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 $L\ (\mu\text{m})$ 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 $L\ (\mu\text{m})$ 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 $L\ (\mu\text{m})$ 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 $L\ (\mu\text{m})$ 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 $L\ (\mu\text{m})$ 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。

[0081] [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

[0082] [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

[0083] 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。

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できる。

[0084] 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。

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

[0085] [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

[0086] 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 μ m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 $y = 8.43e^{-0.002x}$ 、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。

[0087] 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（ μ m）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いえることができる。

[0088] 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。

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

[0089] [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

[0090] 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 μm 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。

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。

[0091] 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（ μm ）として、84 μm 、168 μm 、252 μm 、378 μm 、504 μm 、及び756 μm 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、どのような長さでも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（ μm ）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

[0092] また、上述の1本の線分の長さL（ μm ）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 μm 超、756 μm 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 μm 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 μm 以上、756 μm 以下の領域であることがより好ましい。

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。

[0093] 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。

符号の説明

- [0094] 1 0、1 1、1 1 A、1 1 B 導電性フィルム
- 1 2 透明基体
- 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
- 2 1 メッシュ配線
- 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
- 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 ブラックマトリックス（BM）

3 8 BMパターン

4 0 表示装置

4 4 タッチパネル

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1以上の前記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、

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

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 座標となる縦軸とする $x-y$ 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。

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

[請求項2]

前記不規則配線パターンは、

前記 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。

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

[請求項3]

前記不規則配線パターンは、

前記 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。

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

[請求項4]

前記領域は、前記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 $84 \mu\text{m}$ 以上、 $756 \mu\text{m}$ 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。
- [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ボ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。
- [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。
- [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。

[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

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、

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

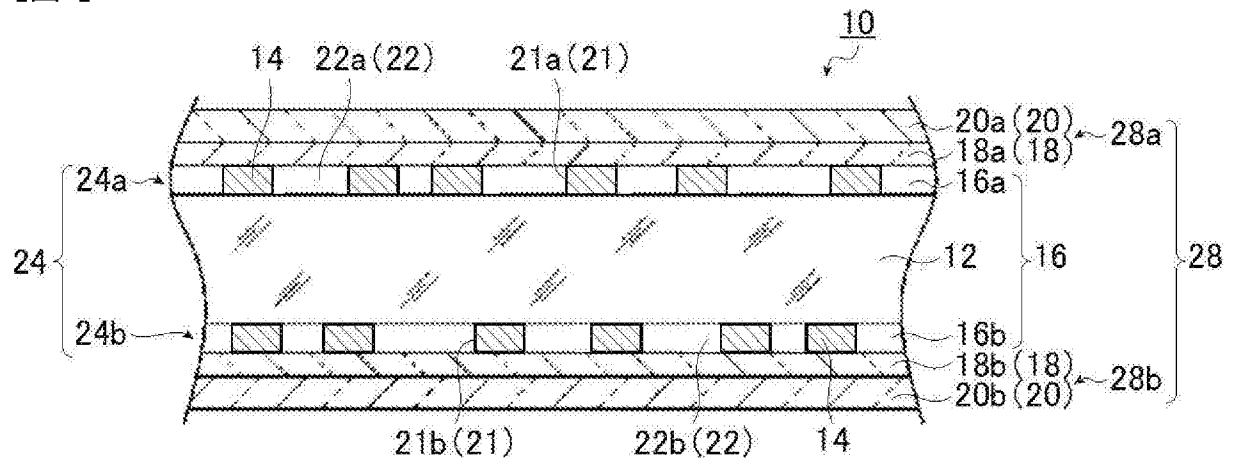
前記電極部及び前記非電極部の他方の前記複数の金属細線は、規則性のある多角形の配線パターンを構成するものである請求項 13 ～ 18 のいずれか 1 項に記載の導電性フィルム。

[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

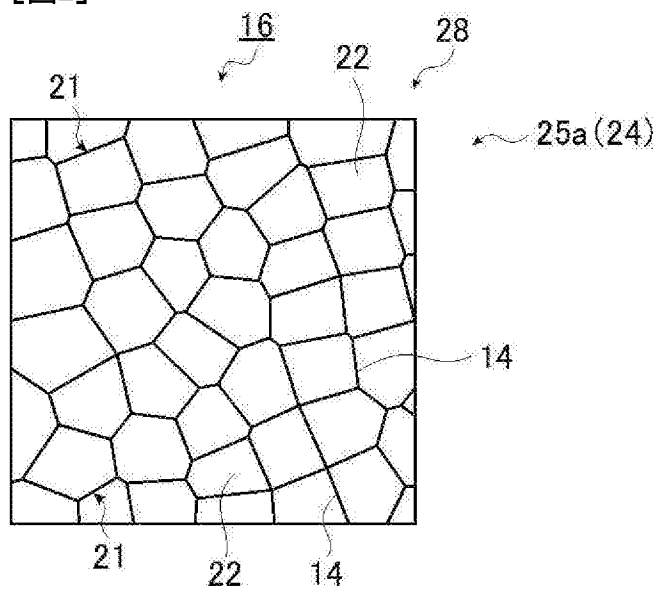
求項 1 ～ 19 のいずれか 1 項に記載の導電性フィルム。

- [請求項21] 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。

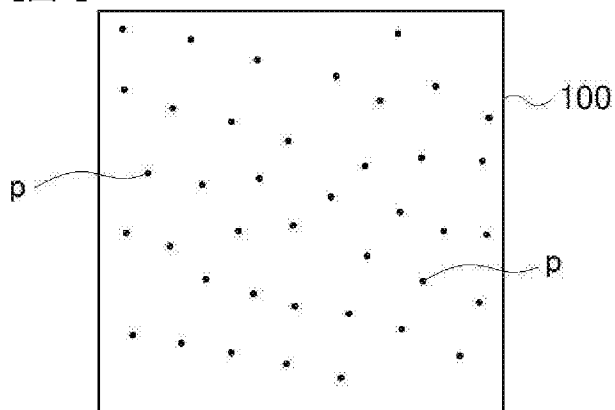
[図1]



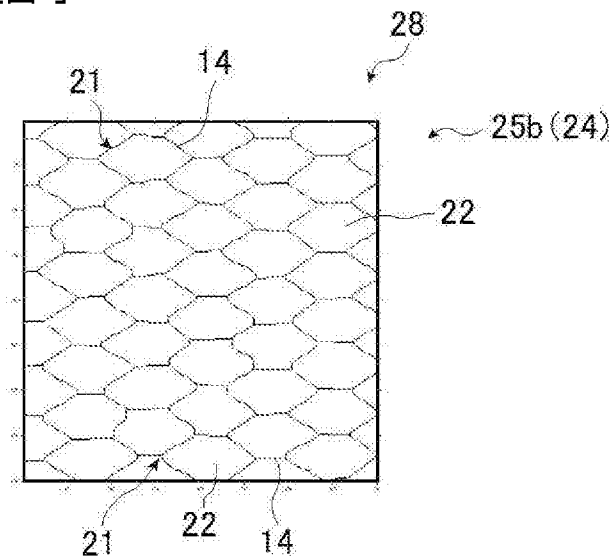
[図2]



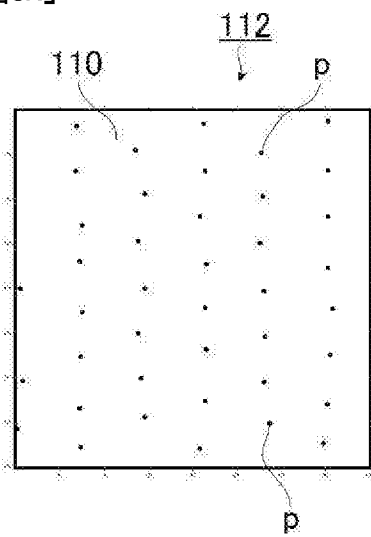
[図3]



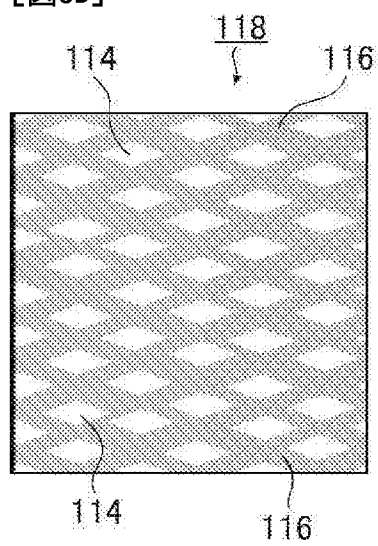
[図4]



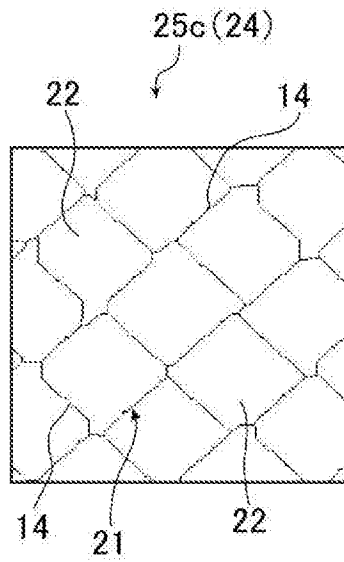
[図5A]



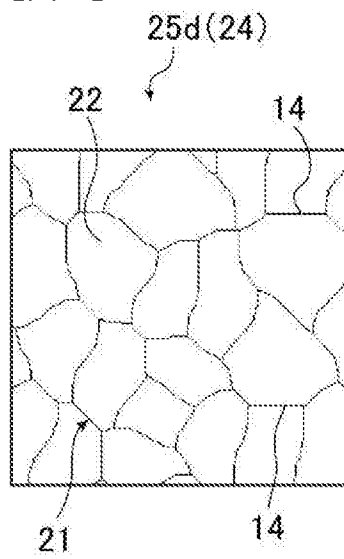
[図5B]



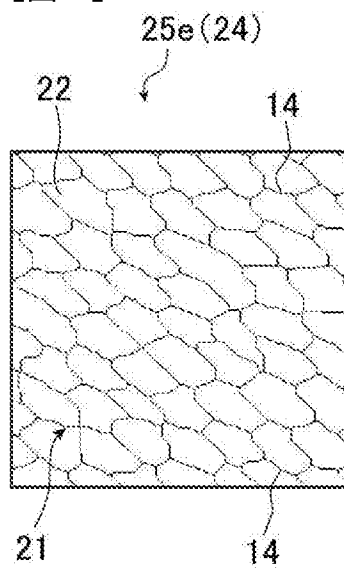
[図6A]



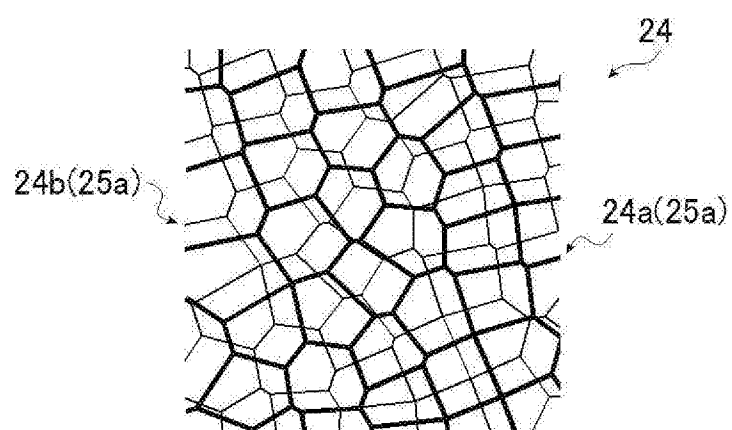
[図6B]



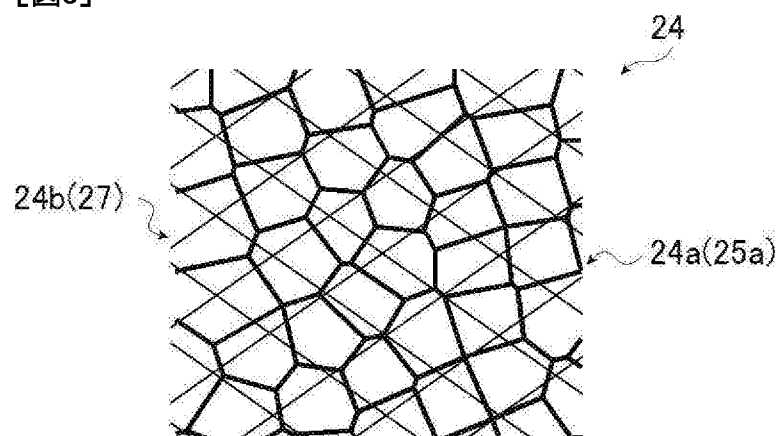
[図6C]



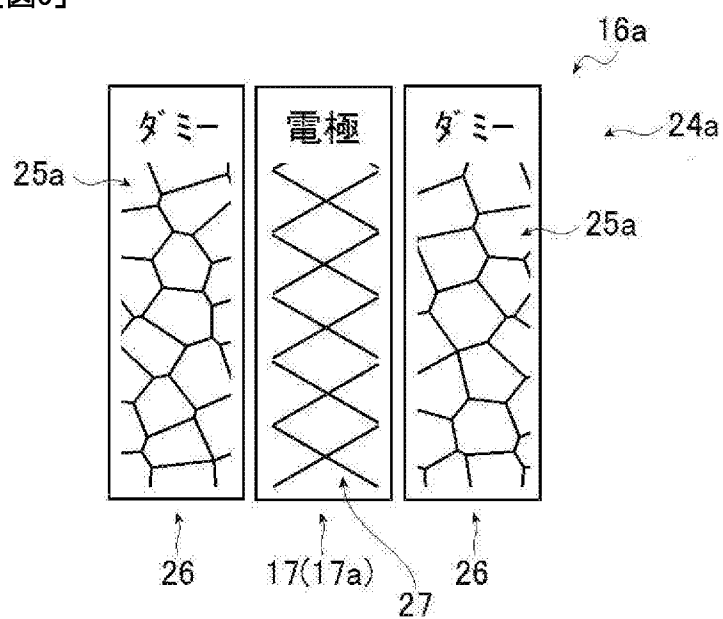
[図7]



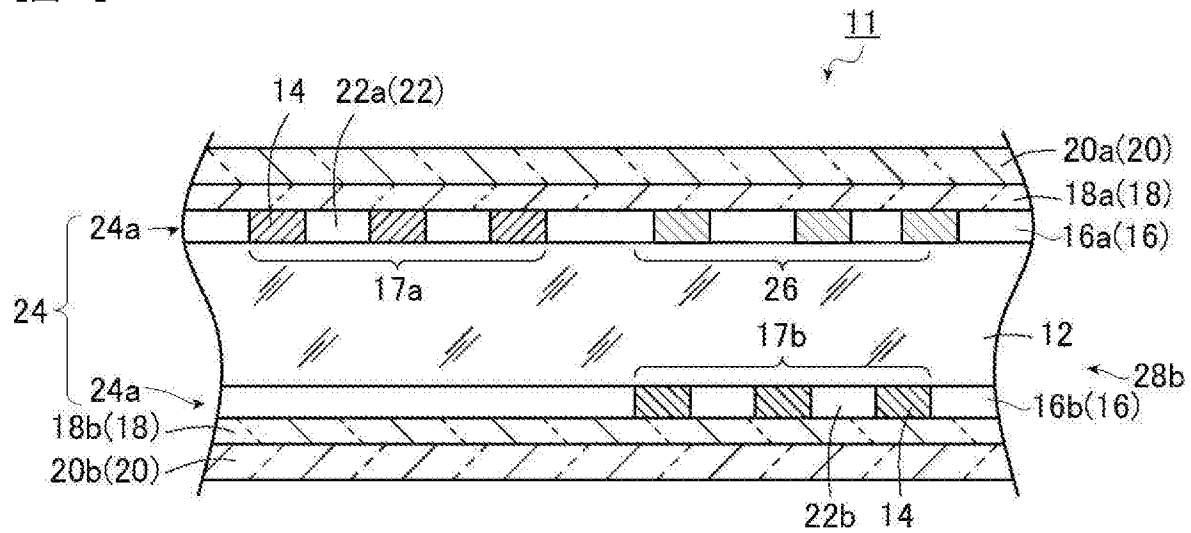
[図8]



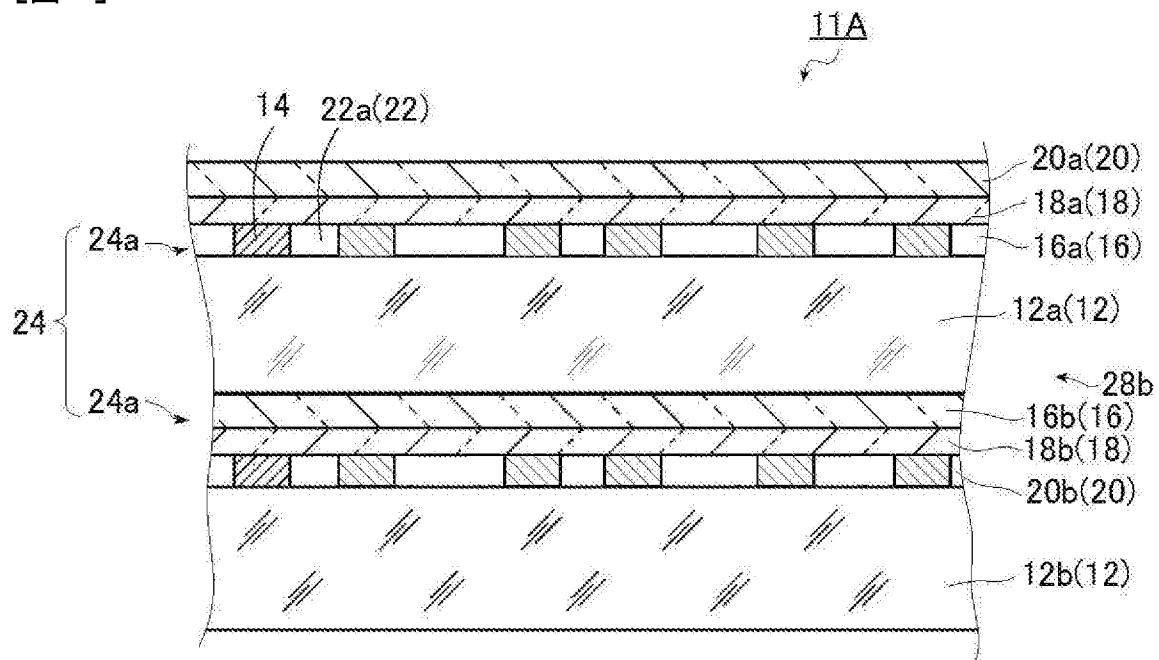
[図9]



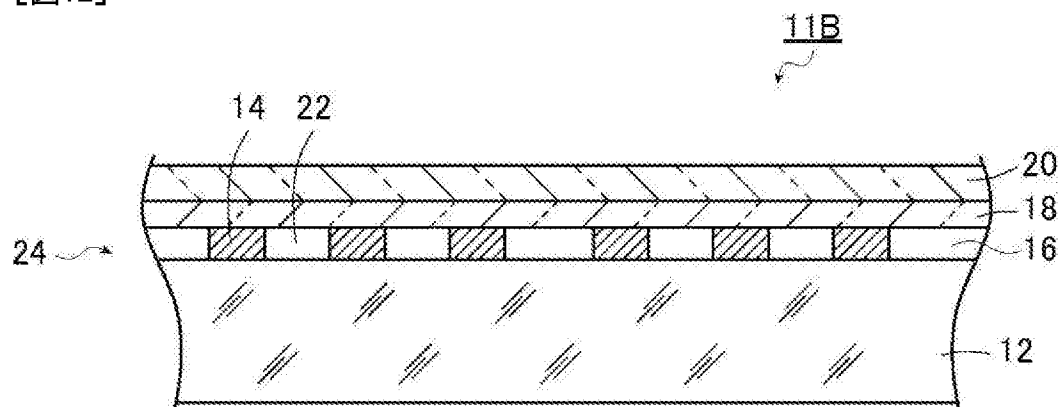
[図10]



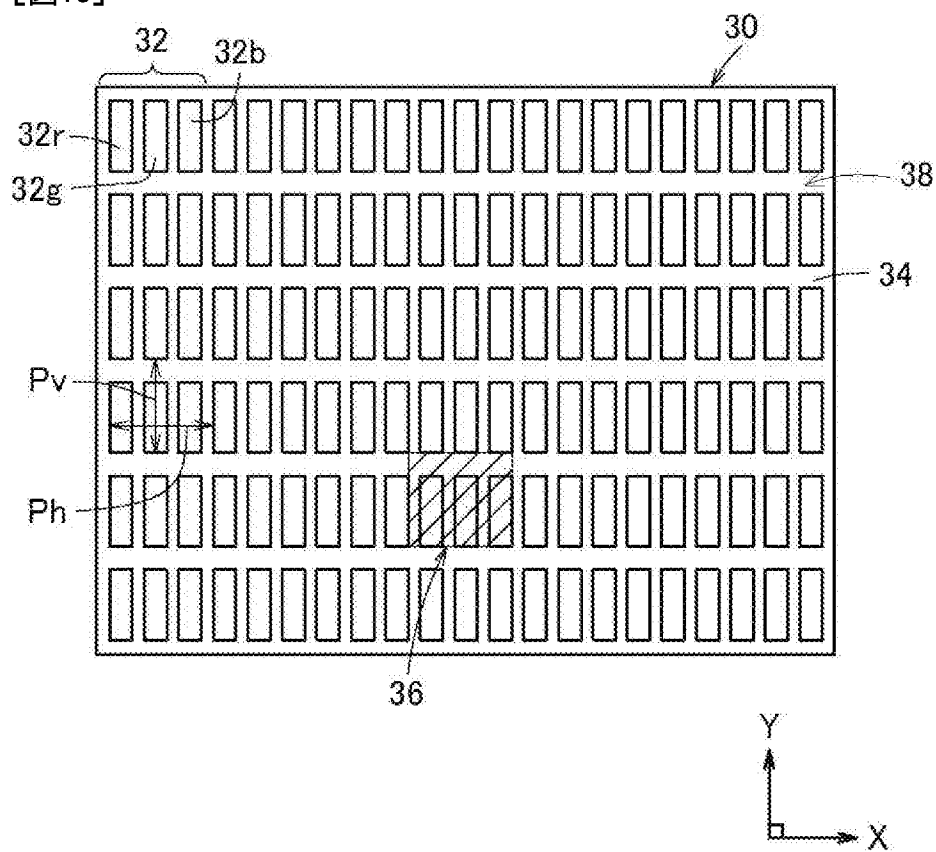
[図11]



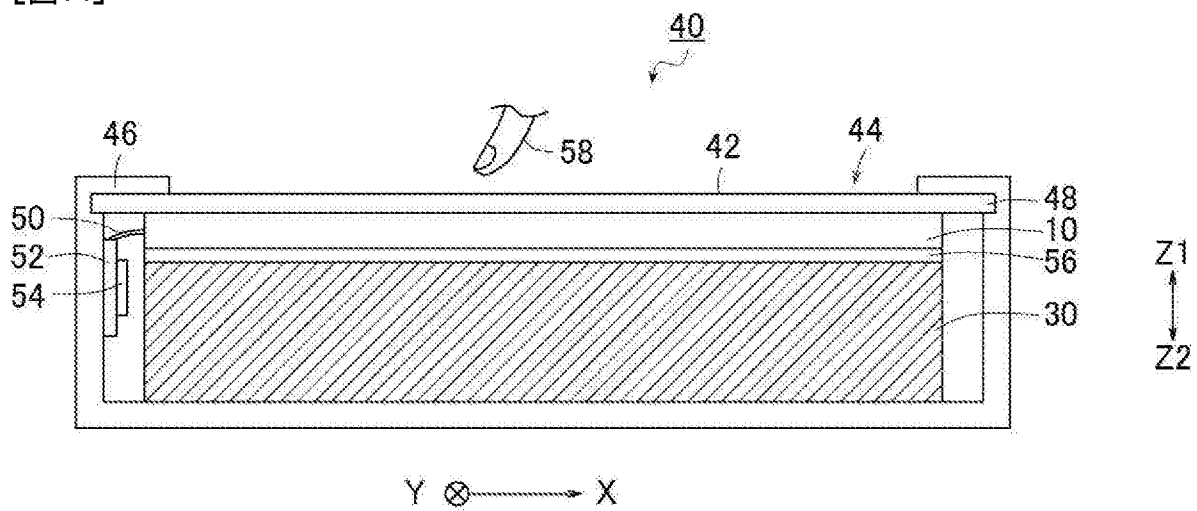
[図12]



[図13]



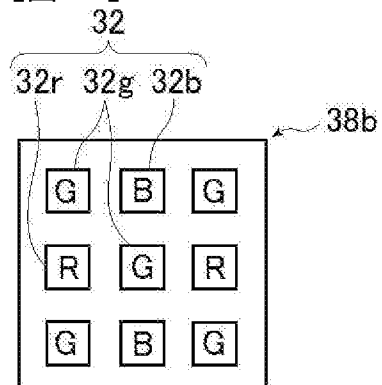
[図14]



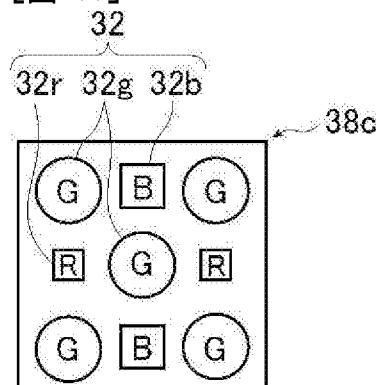
[illegible]

Diagram of a color filter 32 showing subpixels 32g (G), 32r (R), and 32b (B) separated by a partition 38a.

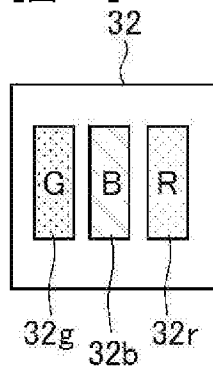
[図16B]



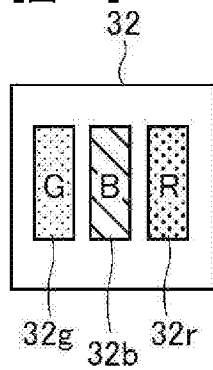
[図16C]



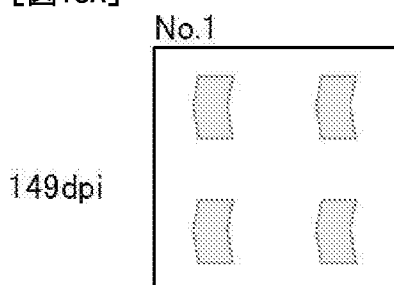
[図17A]



[図17B]



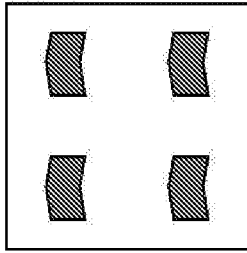
[図18A]



[図18B]

No.2

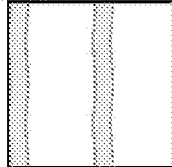
149dpi



[図18C]

No.3

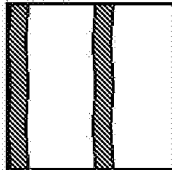
222dpi



[図18D]

No.4

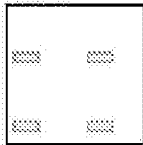
222dpi



[図18E]

No.5

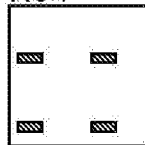
265dpi



[図18F]

No.7

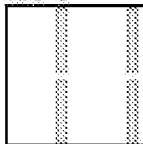
265dpi v2



[図18G]

No.6

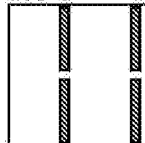
265dpi



[図18H]

No.8

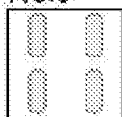
265dpi v2



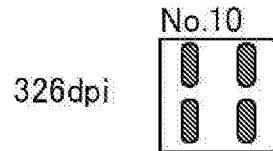
[図18I]

No.9

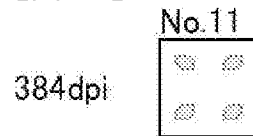
326dpi



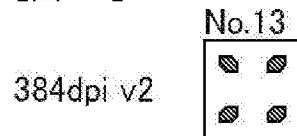
[図18J]



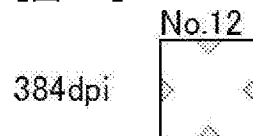
[図18K]



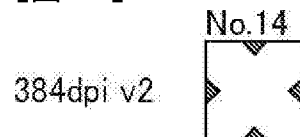
[図18L]



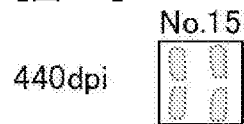
[図18M]



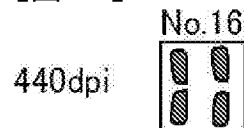
[図18N]



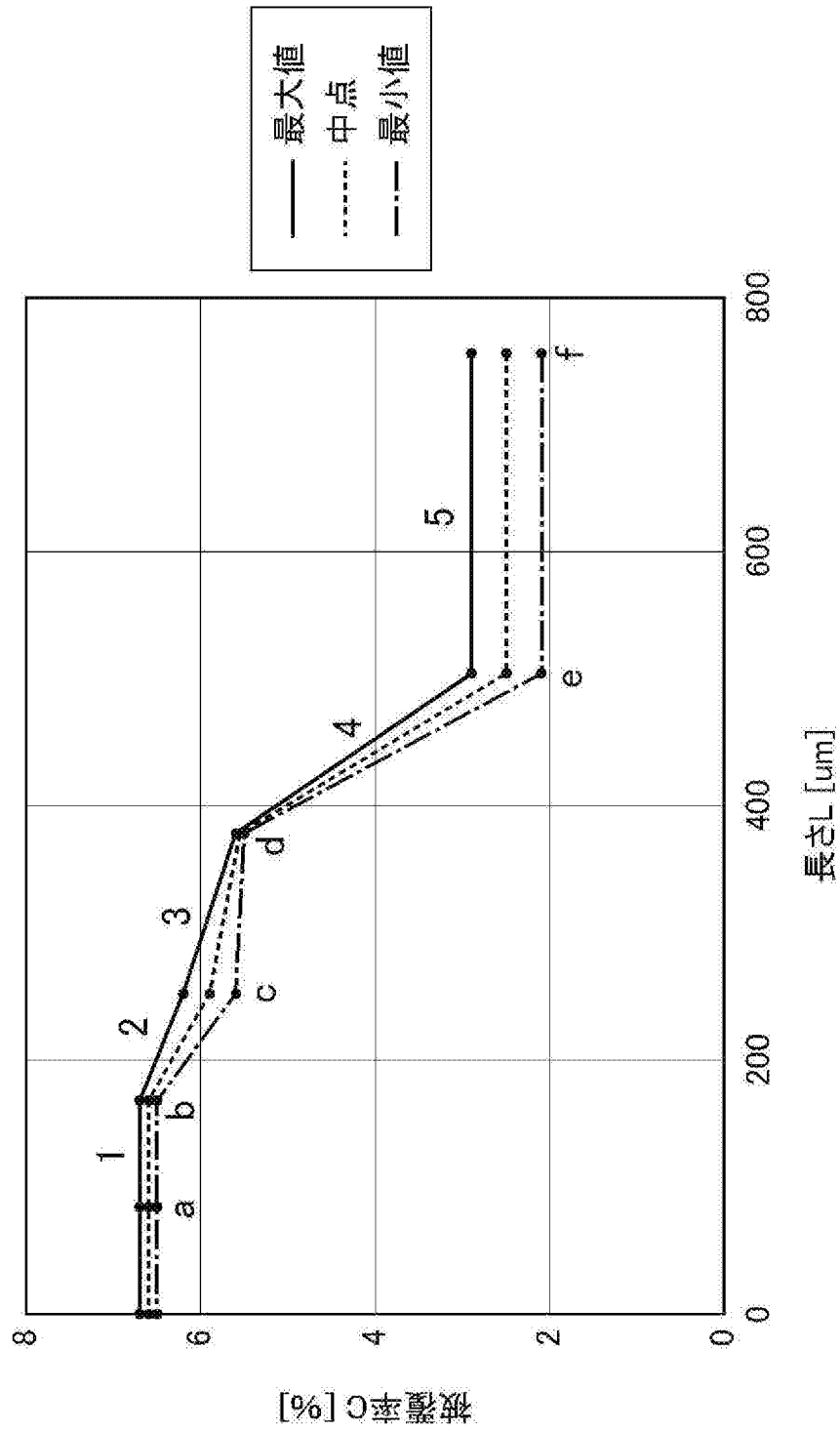
[図18O]

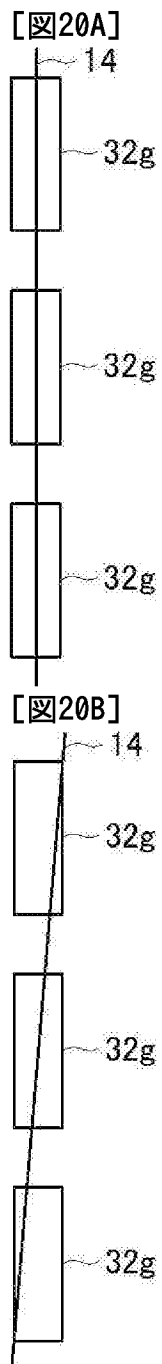


[図18P]

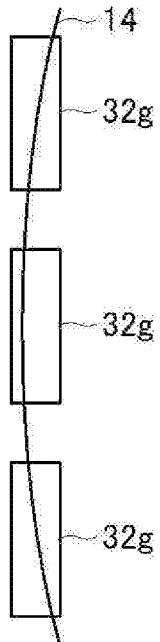


[図19]

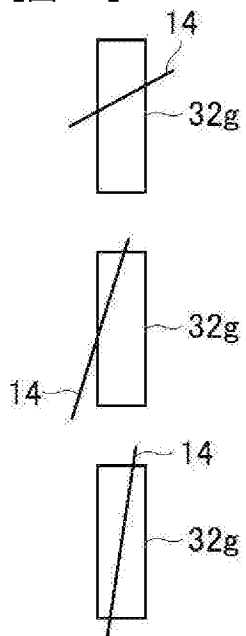




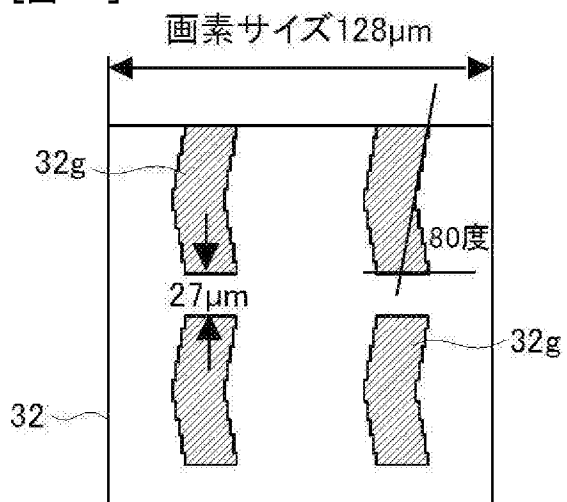
[図20C]



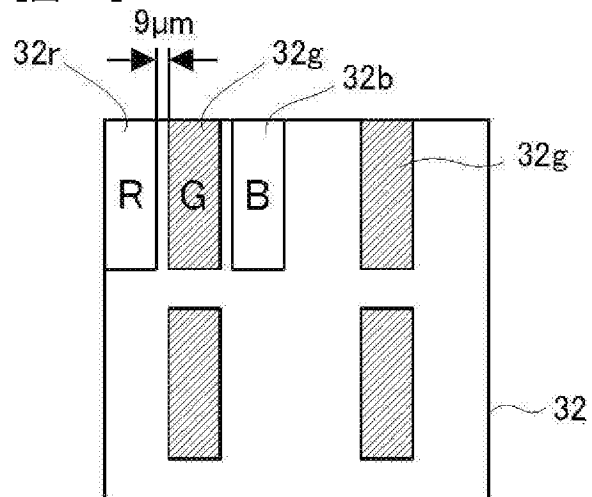
[図20D]



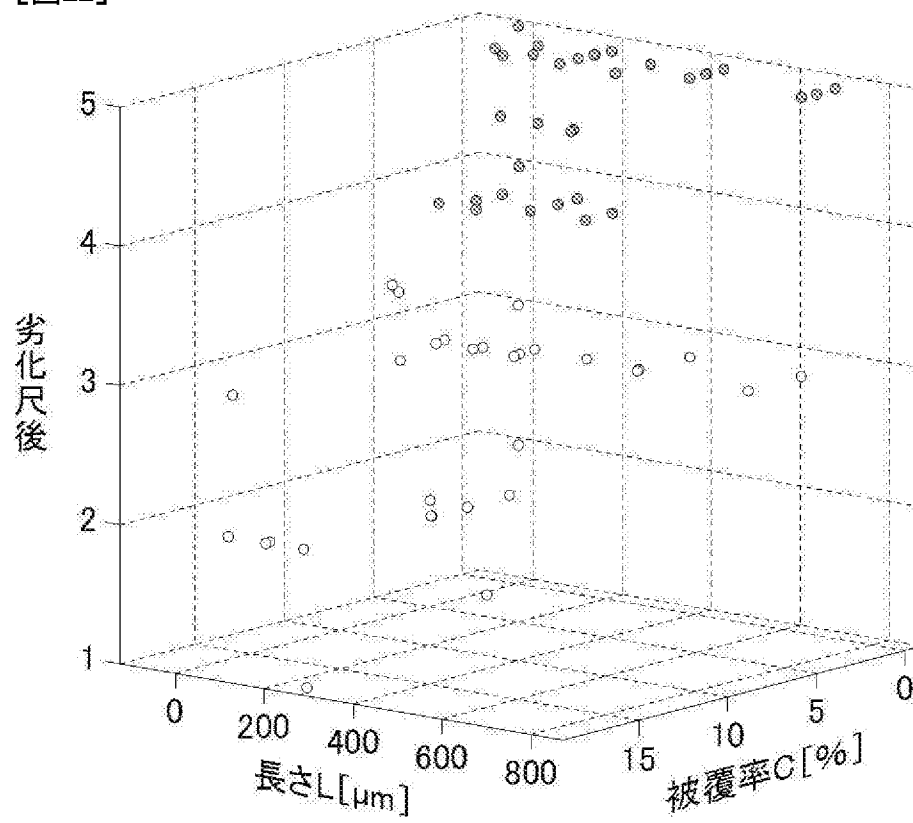
[図21A]



[図21B]



[図22]



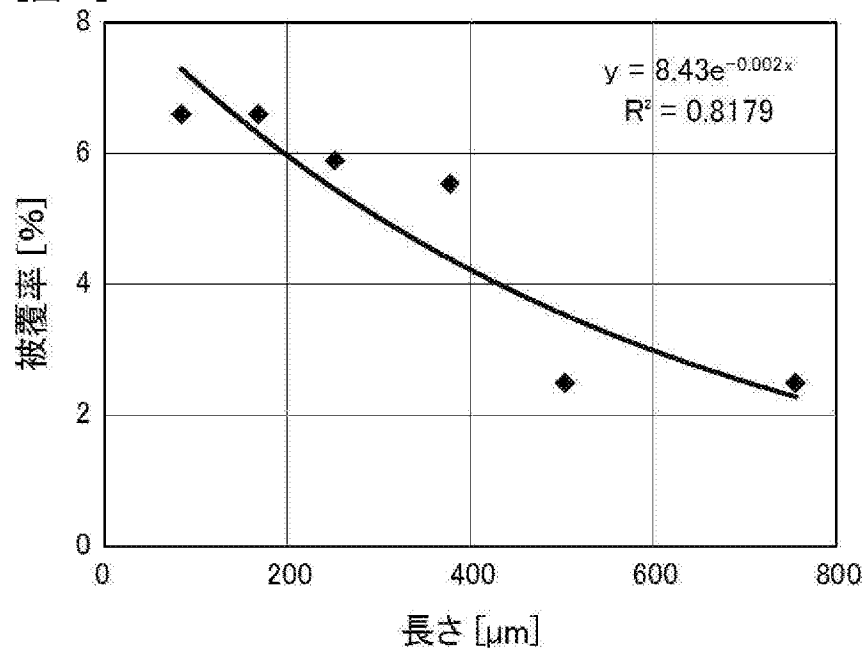
被覆率C [%]

長さL [μm]

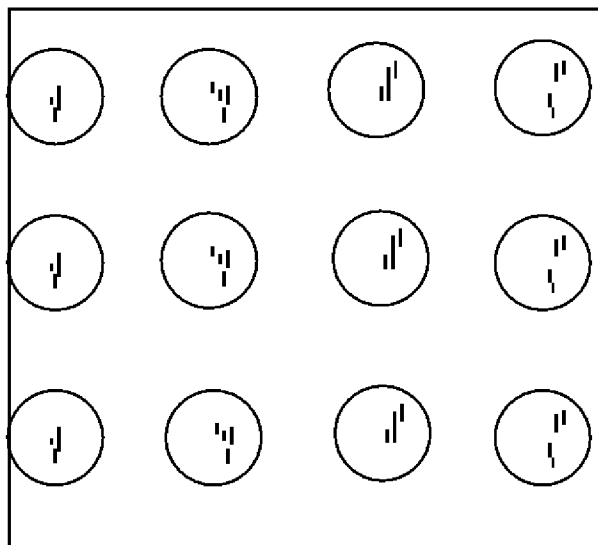
悪

良

[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/079793

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F3/041(2006.01) i, G06F3/044(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F3/041, G06F3/044

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/087863 A1 (Sharp Corp.), 18 June 2015 (18.06.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-21
A	WO 2014/123009 A1 (Fujifilm Corp.), 14 August 2014 (14.08.2014), entire text; all drawings & US 2015/0342034 A1 & CN 104969282 A & KR 10-2015-0103144 A & TW 201437876 A	1-21
A	JP 2015-108896 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 11 June 2015 (11.06.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-21

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 November 2016 (14.11.16)

Date of mailing of the international search report
22 November 2016 (22.11.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/079793

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-523599 A (LG Chem, Ltd.), 11 September 2014 (11.09.2014), entire text; all drawings & WO 2013/095078 A1 & US 2015/0220107 A1 & EP 2720121 A1 & CN 104094198 A & KR 10-2013-0073860 A & TW 201342154 A	1-21

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G06F3/041(2006.01)i, G06F3/044(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G06F3/041, G06F3/044

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2015/087863 A1 (シャープ株式会社) 2015.06.18, 全文全図 (ファミリーなし)	1-21
A	WO 2014/123009 A1 (富士フイルム株式会社) 2014.08.14, 全文全図 & US 2015/0342034 A1 & CN 104969282 A & KR 10-2015-0103144 A & TW 201437876 A	1-21
A	JP 2015-108896 A (大日本印刷株式会社) 2015.06.11, 全文全図 (ファミリーなし)	1-21

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- | | |
|--|---|
| 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの | 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの |
| 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの | 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの |
| 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) | 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの |
| 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | 「&」 同一パテントファミリー文献 |
| 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | |

国際調査を完了した日

1 4 . 1 1 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

2 2 . 1 1 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

笠田 和宏

5 E

5 2 8 5

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2014-523599 A (エルジー・ケム・リミテッド) 2014.09.11, 全文全図 & WO 2013/095078 A1 & US 2015/0220107 A1 & EP 2720121 A1 & CN 104094198 A & KR 10-2013-0073860 A & TW 201342154 A	1-21