

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6520359号  
(P6520359)

(45) 発行日 令和1年5月29日(2019.5.29)

(24) 登録日 令和1年5月10日(2019.5.10)

(51) Int. Cl. F 1  
**G 0 2 B** 5/18 (2006.01) G O 2 B 5/18  
**B 4 2 D** 25/328 (2014.01) B 4 2 D 25/328  
**G 0 9 F** 19/14 (2006.01) G O 9 F 19/14

請求項の数 10 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2015-93427 (P2015-93427)  
 (22) 出願日 平成27年4月30日(2015.4.30)  
 (65) 公開番号 特開2016-212158 (P2016-212158A)  
 (43) 公開日 平成28年12月15日(2016.12.15)  
 審査請求日 平成30年3月23日(2018.3.23)

(73) 特許権者 000003193  
 凸版印刷株式会社  
 東京都台東区台東1丁目5番1号  
 (74) 代理人 100105957  
 弁理士 恩田 誠  
 (74) 代理人 100068755  
 弁理士 恩田 博宣  
 (72) 発明者 永野 彰  
 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内  
 審査官 瀬川 勝久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示体、物品、原版、および、原版の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被覆面を備える基材と、  
 前記被覆面の少なくとも一部を被覆する反射層と、を備え、  
 前記反射層の表面は、複数の第1反射面と第2反射面とを含み、  
 前記反射層の表面と対向する平面視において、各第1反射面は略正形状を有し、互いに隣り合う前記第1反射面の隙間が前記第2反射面によって埋められ、かつ、  
 前記基材の厚さ方向において、前記第1反射面と前記第2反射面との間の距離は、前記第1反射面において反射された光と前記第2反射面において反射された光との干渉によって前記反射層の表面が有彩色の光を射出する大きさであり、かつ、  
 前記反射層の表面と対向する平面視において、前記複数の第1反射面は、各仮想線の上に複数ずつ位置し、複数の前記仮想線と交差する直線上において、互いに隣り合う前記仮想線との距離には、互いに異なる大きさが含まれ、  
 複数の前記仮想線は、放射状に延びている

表示体。

【請求項2】

各仮想線上において、互いに隣り合う前記第1反射面との距離は、前記第1反射面の並びの順序に対し不規則に変わっている

請求項1に記載の表示体。

【請求項3】

前記反射層の表面と対向する平面視において、各第 1 反射面の一辺の長さが互いに略等しい

請求項 1 または 2 に記載の表示体。

【請求項 4】

複数の前記第 1 反射面を第 1 表示部が含み、

複数の前記第 1 反射面を第 2 表示部が含み、

前記反射層の表面は、複数の前記第 1 表示部と、複数の前記第 2 表示部とを含み、

前記第 1 表示部と、当該第 1 表示部と隣り合う前記第 2 表示部との境界では、前記第 1 表示部を構成する前記第 1 反射面と、前記第 2 表示部を構成する前記第 1 反射面との間に隙間が形成されている

10

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の表示体。

【請求項 5】

前記第 1 表示部において全ての前記第 1 反射面の占有する面積と、前記第 2 表示部において全ての前記第 1 反射面の占有する面積とが互いに略等しい

請求項 4 に記載の表示体。

【請求項 6】

前記第 1 表示部において、全ての前記第 1 反射面の占有する面積が、前記第 1 表示部の全体が有する面積に対して 15% 以上 50% 以下である

請求項 4 または 5 に記載の表示体。

【請求項 7】

前記反射層の表面には、前記反射層の表面に入射した光を回折する回折部、前記反射層の表面に入射した光の反射を防止する反射防止部、および、前記反射層の表面に入射した光を散乱させる光散乱部の少なくとも 1 つが形成されている

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の表示体。

20

【請求項 8】

表示体と、

前記表示体を支持する支持部と、を備え、

前記表示体が請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の表示体である

物品。

【請求項 9】

表示体の製造に用いられる原版であって、

1 つの面を有した基板と、

前記基板の前記 1 つの面に形成されて、前記基板に接する面とは反対側の面である転写面を有するレジスト層と、を備え、

前記転写面は、複数の第 1 転写面と第 2 転写面とを含み、前記転写面の転写によって、前記表示体の被覆面が形成され、前記被覆面のうち、前記第 1 転写面によって第 1 被覆面が形成され、前記第 2 転写面によって第 2 被覆面が形成され、

前記転写面と対向する平面視において、各第 1 転写面は略正方形を有し、互いに隣り合う前記第 1 転写面の隙間が前記第 2 転写面によって埋められ、かつ、

前記基板の厚さ方向において、前記第 1 転写面と前記第 2 転写面との間の距離は、前記被覆面を覆う反射層の表面のうち、前記第 1 被覆面の上に形成された部分において反射された光と、前記第 2 被覆面の上に形成された部分において反射された光との干渉によって前記反射層の表面が有彩色の光を射出する大きさであり、かつ、

40

前記転写面と対向する平面視において、前記複数の第 1 転写面は、各仮想線の上に複数ずつ位置し、複数の前記仮想線と交差する直線上において、互いに隣り合う前記仮想線の間の距離には、互いに異なる大きさが含まれ、

複数の前記仮想線は、放射状に延びている

原版。

【請求項 10】

表示体の製造に用いられる原版の製造方法であって、

50

基板の1つの面にレジスト層を形成する工程と、  
前記レジスト層を露光する工程と、  
露光された前記レジスト層を現像して、前記レジスト層に転写面を形成する工程と、を  
含み、

前記露光する工程では、

前記現像する工程の後において、前記転写面が、複数の第1転写面と第2転写面とを含み、前記転写面の転写によって、前記表示体の被覆面が形成され、前記被覆面のうち、前記第1転写面によって第1被覆面が形成され、前記第2転写面によって第2被覆面が形成され、

前記転写面と対向する平面視において、各第1転写面は略正形状を有し、互いに隣り合う前記第1転写面の隙間が前記第2転写面によって埋められ、かつ、

前記基板の厚さ方向において、前記第1転写面と前記第2転写面との間の距離は、前記被覆面を覆う反射層の表面のうち、前記第1被覆面の上に形成された部分において反射された光と、前記第2被覆面の上に形成された部分において反射された光との干渉によって、前記反射層の表面が有彩色の光を射出する大きさであり、かつ、

前記転写面と対向する平面視において、前記複数の第1転写面は、各仮想線の上に複数ずつ位置し、複数の前記仮想線と交差する直線上において、互いに隣り合う前記仮想線の間の距離には、互いに異なる大きさが含まれ、複数の前記仮想線は、放射状に延びるように、前記レジスト層を露光する

原版の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、偽造を防止する構造体として用いることが可能な表示体、表示体を備える物品、表示体の製造に用いられる原版、および、原版の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

紙幣、商品券、および、小切手などの有価証券類、クレジットカード、キャッシュカード、および、IDカードなどのカード類、パスポート、および、免許証などの証明書類には、これらの偽造を防止するために、染料や顔料などによる印刷物とは異なる視覚的な効果を有する表示体が貼り付けられている。

【0003】

印刷物とは異なる視覚的な効果を有している表示体として、複数のレリーフ型回折格子を備える表示体が知られている。複数のレリーフ型回折格子の間においては、溝の延びる方向、または、格子定数が互いに異なり、それによって、虹色に変化する像を表示体は表示することができる（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

こうした表示体は、物品の偽造を防止する目的で広く用いられているため、表示体に用いられている技術も広く知られている。結果として、表示体が偽造される可能性が高まりつつあるため、虹色に変化する像を表示する表示体よりも偽造を防止する効果が高い表示体が求められている。

【0005】

近年では、偽造の防止効果を高めることを目的として、レリーフ型回折格子を備える表示体とは異なる視覚的な効果を有する表示体が提案されている。この表示体は、複数の第1面と第2面とから構成される凹凸構造を有する反射面を有し、複数の波長の光から構成される混色である有彩色を有した光を射出する（例えば、特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許第5058992号明細書

10

20

30

40

50

【特許文献2】特許第4983899号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、特許文献2に記載の表示体に光が照射されるとき、上述の表示体は、所定の固有色を有した光を反射面上の空間に向け広い範囲にわたって射出する。そのため、表示体は、表示体に対する照明光源の位置や、表示体に対する観察者の位置などの観察条件が変わっても、ほぼ同じ色を有した光を射出する。結果として、表示体は、観察条件が変わっても、ほぼ同じ像を表示するため、表示体の視覚的な効果を高める上では、観察条件が変わることに応じて、表示体の表示する像が変わることが望まれている。

10

【0008】

なお、こうした要請は、上述した偽造を防止する目的で用いられる表示体に限らず、物品を装飾する目的で用いられる表示体や、表示体そのものが観察の対象である表示体においても共通している。

【0009】

本発明は、所定の有彩色を有する光によって動的に変わる像を表示することができる表示体、物品、表示体の製造に用いられる原版、および、原版の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するための表示体は、被覆面を備える基材と、前記被覆面の少なくとも一部を被覆する反射層とを備える。前記反射層の表面は、複数の第1反射面と第2反射面とを含み、前記反射層の表面と対向する平面視において、各第1反射面は略正方形を有し、互いに隣り合う前記第1反射面の隙間が前記第2反射面によって埋められ、かつ、前記基材の厚さ方向において、前記第1反射面と前記第2反射面との間の距離は、前記第1反射面において反射された光と前記第2反射面において反射された光との干渉によって前記反射層の表面が有彩色の光を射出する大きさであり、かつ、前記反射層の表面と対向する平面視において、前記複数の第1反射面は、各仮想線の上に複数ずつ位置し、複数の前記仮想線と交差する直線上において、互いに隣り合う前記仮想線の間の距離には、互いに異なる大きさが含まれる。

20

上記課題を解決するための物品は、表示体と、前記表示体を支持する支持部と、を備え、前記表示体が上記表示体である。

30

【0011】

上記課題を解決するための原版は、表示体の製造に用いられる原版であって、1つの面を有した基板と、前記基板の前記1つの面に形成されて、前記基板に接する面とは反対側の面である転写面を有するレジスト層とを備える。前記転写面は、複数の第1転写面と第2転写面とを含み、前記転写面の転写によって、前記表示体の被覆面が形成され、前記被覆面のうち、前記第1転写面によって第1被覆面が形成され、前記第2転写面によって第2被覆面が形成される。前記転写面と対向する平面視において、各第1転写面は略正方形を有し、互いに隣り合う前記第1転写面の隙間が前記第2転写面によって埋められ、かつ、前記基板の厚さ方向において、前記第1転写面と前記第2転写面との間の距離は、前記被覆面を覆う反射層の表面のうち、前記第1被覆面の上に形成された部分において反射された光と、前記第2被覆面の上に形成された部分において反射された光との干渉によって前記反射層の表面が有彩色の光を射出する大きさであり、かつ、前記転写面と対向する平面視において、前記複数の第1転写面は、各仮想線の上に複数ずつ位置し、複数の前記仮想線と交差する直線上において、互いに隣り合う前記仮想線の間の距離には、互いに異なる大きさが含まれる。

40

【0012】

上記課題を解決するための原版の製造方法は、表示体の製造に用いられる原版の製造方法であって、基板の1つの面にレジスト層を形成する工程と、前記レジスト層を露光する

50

工程と、露光された前記レジスト層を現像して、前記レジスト層に転写面を形成する工程とを含む。前記露光する工程では、前記現像する工程の後において、前記転写面が、複数の第1転写面と第2転写面とを含み、前記転写面の転写によって、前記表示体の被覆面が形成され、前記被覆面のうち、前記第1転写面によって第1被覆面が形成され、前記第2転写面によって第2被覆面が形成される。前記転写面と対向する平面視において、各第1転写面は略正形状を有し、互いに隣り合う前記第1転写面の隙間が前記第2転写面によって埋められ、かつ、前記基板の厚さ方向において、前記第1転写面と前記第2転写面との間の距離は、前記被覆面を覆う反射層の表面のうち、前記第1被覆面の上に形成された部分において反射された光と、前記第2被覆面の上に形成された部分において反射された光との干渉によって、前記反射層の表面が有彩色の光を射出する大きさであり、かつ、前記転写面と対向する平面視において、前記複数の第1転写面は、各仮想線の上に複数ずつ位置し、複数の前記仮想線と交差する直線上において、互いに隣り合う前記仮想線の間の距離には、互いに異なる大きさが含まれるように、前記レジスト層を露光する。

10

**【0013】**

上記構成によれば、表示体は、第1反射面と第2反射面との間の距離によって規定される所定の有彩色を有した光を射出することができる。また、各仮想線の上に、複数の第1反射面が並んでいるため、各仮想線上の複数の第1反射面と第1反射面の間に位置する第2面とが、1つの疑似面を形成していることを見なすことができる。これにより、仮想線上に並ぶ複数の第1反射面と仮想線間に位置する第2反射面との間における反射光の干渉によって有彩色の光が生成され、有彩色の光の射出される方向には、反射層の表面と対向する平面視において、仮想線の延びる方向とほぼ直交する方向への指向性が与えられる。それゆえに、表示体が、所定の有彩色を有した光を射出しつつ、光を等方的に射出する構成と比べて、動的に変わる像を表示することができる。

20

**【0014】**

上記表示体では、各仮想線上において、互いに隣り合う前記第1反射面との距離は、前記第1反射面の並びの順序に対し不規則に変わっていることが好ましい。

**【0015】**

上記表示体によれば、各仮想線上において、複数の第1反射面が、所定の周期で並んでいないため、複数の第1反射面を含む構造によって、仮想線の延びる方向に沿って回折光が射出されることが抑えられる。

30

**【0016】**

上記表示体において、前記複数の仮想線は、放射状に延びていてもよい。

上記表示体によれば、各仮想線の延びる方向と、観察者の視線の方向とが形成する角度が変わるに連れて、表示体の中で相対的に輝度が高いと認識される部分と、相対的に輝度が低いと認識される部分とが連続的に変わる。

上記表示体において、前記反射層の表面と対向する平面視において、各第1反射面の一边の長さが互いに略等しいことが好ましい。

**【0017】**

上記表示体によれば、例えば、原版における第1反射面に対応する部分と第2反射面に対応する部分とを区画するための原版の製造工程の中の露光工程において、原版のうち、各第1反射面に対応する部分であって、光が照射される部分である照射部分の大きさを略等しくすることができる。そのため、照射部分の各々に光から与えられるエネルギーも略等しくことができ、結果として、照射部分に対して与えられるエネルギーのばらつきによって、原版の形状の精度が低くなることが抑えられ、ひいては、表示体の形状の精度が低くなることが抑えられる。

40

**【0018】**

上記表示体において、複数の前記第1反射面を第1表示部が含み、複数の前記第1反射面を第2表示部が含み、前記反射層の表面は、複数の前記第1表示部と、複数の前記第2表示部とを含む。前記第1表示部と、当該第1表示部と隣り合う前記第2表示部との境界では、前記第1表示部を構成する前記第1反射面と、前記第2表示部を構成する前記第1

50

反射面との間に隙間が形成されていることが好ましい。

【0019】

上記表示体によれば、例えば、原版における第1反射面に対応する部分と第2反射面に対応する部分とを区画するための原版の製造工程の中の露光工程において、原版のうち、第1表示部を構成する第1反射面に対応する部分である照射部分と、第2表示部を構成する第1反射面に対応する部分である照射部分とが接することが避けられる。そのため、2つの照射部分の境界に与えられるエネルギーが過剰になることが避けられる。結果として、原版の形状の精度が低くなることが抑えられ、ひいては、表示体の形状の精度が低くなることが抑えられる。

【0020】

上記表示体において、前記第1表示部において全ての前記第1反射面の占有する面積と、前記第2表示部において全ての前記第1反射面の占有する面積とが互いに略等しいことが好ましい。

【0021】

各表示部から射出される所定の有彩色を有した光の光量は、各表示部において、複数の第1反射面の占有する面積と、第2反射面の占有する面積との割合によって決まる。この点で、上記表示体によれば、2つの表示部の間において、各表示部において全ての第1反射面が占有する面積が略等しいため、各表示部から射出される光の光量を略等しくすることができる。

【0022】

上記表示体では、前記第1表示部において、全ての前記第1反射面の占有する面積が、前記第1表示部の全体が有する面積に対して15%以上50%以下であることが好ましい。

【0023】

上記表示体によれば、全ての第1反射面の占有する面積が50%であるとき、第1表示部から射出される有彩色を有する光の光量を最大にすることができる。また、全ての第1反射面の占有する面積が15%以上であるとき、観察者が有彩色を有する光を視認することができる程度に十分な光量の光が、第1表示部から射出される。

【0024】

上記表示体において、複数の前記第1反射面を第3表示部が含み、複数の前記第1反射面を第4表示部が含み、前記第3表示部、および、前記第4表示部の各々において、複数の前記仮想線が設定され、かつ、各仮想線と他の前記仮想線とが互いに平行である。前記第3表示部における前記仮想線の延びる方向が第3方向であり、前記第4表示部における前記仮想線の延びる方向が第4方向である。前記第3方向と前記第4方向とが互いに異なり、かつ、前記第3方向と前記第4方向とが形成する角度が10°以下であってもよい。

【0025】

上記表示体によれば、第3表示部における仮想線の延びる方向と、第4表示部における仮想線の延びる方向とが形成する角度が10°以下に抑えられている。そのため、各仮想線の延びる方向と、観察者の視線の方向とが形成する角度が変わるに連れて、第3表示部と第4表示部との間において輝度が連続的に変わる。

【0026】

上記表示体において、前記反射層の表面には、前記反射層の表面に入射した光を回折する回折部、前記反射層の表面に入射した光の反射を防止する反射防止部、および、前記反射層の表面に入射した光を散乱させる光散乱部の少なくとも1つが形成されていてもよい。

【0027】

上記表示体によれば、回折部、反射防止部、および、光散乱部の少なくとも1つが反射層の表面に形成されている分、表示体には、所定の有彩色を有した光を射出する以外の光学的な機能が付加される。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 8 】

本発明によれば、所定の有彩色を有する光によって動的に変わる像を表示することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 9 】

【 図 1 】 本発明の表示体を具体化した 1 つの実施形態における表示体の平面構造を示す平面図である。

【 図 2 】 図 1 の I - I 線に沿う表示体の一部断面構造を示す部分断面図である。

【 図 3 】 表示体の一部断面構造を拡大して示す部分拡大断面図である。

【 図 4 】 反射面と対向する方向から見た 1 つの表示部の平面構造を示す平面図である。

10

【 図 5 】 ヘアライン加工を用いて形成される構造体の一例を示す平面図である。

【 図 6 】 反射面と対向する方向から見た複数の表示部の平面構造を示す平面図である。

【 図 7 】 第 1 表示領域の表示部、第 2 表示領域の表示部、および、第 3 表示領域の表示部の各々の平面構造を並べて示す平面図である。

【 図 8 】 第 1 表示領域の表示部、第 2 表示領域の表示部、および、第 3 表示領域の表示部の各々における断面構造を並べて示す断面図である。

【 図 9 】 格子定数が相対的に小さい回折格子が + 1 次回折光を射出している状態を模式的に示す模式図である。

【 図 1 0 】 格子定数が相対的に大きい回折格子が + 1 次回折光を射出している状態を模式的に示す模式図である。

20

【 図 1 1 】 表示部の一例における斜視構造を示す斜視図である。

【 図 1 2 】 表示部の作用を説明するための作用図である。

【 図 1 3 】 回折格子の作用を説明するための作用図である。

【 図 1 4 】 本発明の物品を IC カードとして具体化した 1 つの実施形態における IC カードの平面構造を示す平面図である。

【 図 1 5 】 図 1 4 における I I - I I 線に沿う IC カードの断面構造を示す断面図である。

【 図 1 6 】 原版の製造方法における手順を説明するためのフローチャートである。

【 図 1 7 】 原版の斜視構造を示す斜視図である。

【 図 1 8 】 変形例の表示体が備える反射防止部の一例における斜視構造を示す斜視図である。

30

【 図 1 9 】 変形例の表示体が備える光散乱部の一例における斜視構造を示す斜視図である。

【 図 2 0 】 変形例の表示体における仮想線の状態を説明するための平面図である。

【 図 2 1 】 変形例の表示体における作用を説明するための作用図である。

【 図 2 2 】 変形例の表示体における作用を説明するための作用図である。

【 図 2 3 】 変形例の表示体における作用を説明するための作用図である。

【 図 2 4 】 変形例の表示体における作用を説明するための作用図である。

【 図 2 5 】 変形例の表示体における作用を説明するための作用図である。

【 図 2 6 】 変形例の表示体における作用を説明するための作用図である。

40

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 3 0 】

図 1 から図 1 7 を参照して、本発明の表示体、物品、原版、および、原版の製造方法を具体化した 1 つの実施形態を説明する。以下では、表示体の構成、表示体の作用、物品の構成、表示体の製造方法、および、原版の製造方法を順番に説明する。

## 【 0 0 3 1 】

## 〔 表示体の構成 〕

図 1 から図 8 を参照して、表示体の構成を説明する。なお、図 1 では、図示の便宜上から、表示体の備える反射層の図示が省略されている。

図 1 が示すように、表示体 1 0 は、板形状を有する基材 1 1 を備え、表示体 1 0 には、

50

第1表示領域12、第2表示領域13、および、第3表示領域14が区画されている。各表示領域は、複数の表示部を含んでいる。第1表示領域12は、アルファベットの「A」を表示し、第2表示領域13は、アルファベットの「B」を表示し、第3表示領域14は、アルファベットの「C」を表示する。表示体10は、第1表示領域12、第2表示領域13、および、第3表示領域14によって、文字列「ABC」を表示する。

【0032】

なお、表示体10は、2つ以下の表示領域を備えていてもよいし、4つ以上の表示領域を備えていてもよい。また、各表示領域は、文字以外の画像、例えば、数字、記号、および、絵柄などの像を表示してもよい。

【0033】

図2は、図1に示されるI-I線に沿う断面構造を示している。図2が示すように、表示体10は、光透過性を有する基材11と、反射層21とを備えている。基材11は、支持層22と凹凸層23とから構成され、凹凸層23のうち、支持層22とは反対側の面が、凹凸面である被覆面23sである。基材11は、支持層22と凹凸層23とから構成されているが、被覆面23sを有する1つの層のみから構成されていてもよい。

【0034】

被覆面23sは、複数の第1被覆面23aと第2被覆面23bとを含み、基材11の厚さ方向において、第1被覆面23aの位置と、第2被覆面23bとの位置が互いに異なっている。

【0035】

反射層21は、被覆面23sの全体を覆っているが、被覆面23sの少なくとも一部である第1被覆面23aと第2被覆面23bとを覆っていればよい。反射層21のうち、凹凸層23の被覆面23sに接する面が、反射層21の表面の一例である反射面21sである。本実施形態では、表示体10のうち、支持層22から光が入射するため、反射層21のうち、基材11の被覆面23sと接する面が、表示体10に入射した光を反射する反射面21sである。

【0036】

反射層21は、表示体10に入射する光の反射する効率を高めるため、反射層を備えていない構成と比べて、表示体10から射出される光の光量が大きくなる。それゆえに、反射層21によれば、表示体10の視認性が高まる。

【0037】

なお、反射層21に対して基材11とは反対側から反射層21に光が入射してもよい。この場合には、反射層21のうち、被覆面23sに接する面とは反対側の面が反射面として機能する。

【0038】

反射面21sは、複数の第1反射面21aと第2反射面21bとを含んでいる。基材11の厚さ方向において、第1反射面21aの位置と第2反射面21bの位置とが互いに異なる一方で、各第1反射面21aの位置は、他の残りの第1反射面21aと等しい。各第1反射面21a、および、第2反射面21bは、それぞれ平坦面であり、各第1反射面21aと第2反射面21bとは略平行である。

【0039】

すなわち、反射面21sのうち、凹凸層23における第1被覆面23aと接する部分が第1反射面21aであり、凹凸層23における第2被覆面23bと接する部分が第2反射面21bである。

【0040】

基材11の厚さ方向に沿う反射層21の厚さは、例えば、30nm以上150nm以下であり、反射層21のうち、第1反射面21aにおける厚さと、第2反射面21bにおける厚さとは、互いに等しい。

【0041】

図3が示すように、基材11の厚さ方向において、第1反射面21aと第2反射面21

10

20

30

40

50

bとの間の距離が反射面間距離D1である。反射面間距離D1は、第1反射面21aにおいて反射された光である第1反射光RL1と、第2反射面21bにおいて反射された光である第2反射光RL2との干渉によって、反射面21sが、有彩色の光を射出する大きさである。

【0042】

反射面21sに白色光が入射すると、複数の第1反射面21aの各々において反射された第1反射光RL1と、第2反射面21bにおいて反射された第2反射光RL2との間で、光路長、すなわち、幾何学的な距離に対して屈折率を乗じた値に差が生じる。そして、こうした光路長の差に応じた光の干渉によって、反射面21sにおける特定の波長を有する回折光の回折効率が低められ、かつ、他の波長を有する光の回折効率が低められることが抑えられる。これにより、反射面21sが、所定の有彩色、すなわち、反射面間距離D1に固有の有彩色を有した光を射出する。

10

【0043】

第1反射面21aに接する第1被覆面23aと第2反射面21bに接する第2被覆面23bとの間の距離が被覆面間距離D2であり、被覆面間距離D2が、例えば、0.05 μm以上0.5 μm以下の範囲に含まれることが好ましく、0.15 μm以上0.4 μmの範囲に含まれることがより好ましい。

【0044】

被覆面間距離D2が0.05 μm以上であるとき、可視光の波長の範囲に含まれる光を弱めることができるため、反射面21sが射出する光の色が、白色よりも彩度の高い色を有する。また、被覆面間距離D2が0.05 μm以上であるとき、表示体10を製造するときの外的な要因、例えば、製造装置の状態、表示体10を製造する環境の変動、および、表示体10の形成材料における組成の変化などが、表示体10の光学的な性質に影響を及ぼしにくい。そして、被覆面間距離D2が0.5 μm以下であるとき、被覆面間距離D2がより大きい構成と比べて、被覆面23sをより高い形状の精度、および、寸法の精度で形成することができる。

20

【0045】

なお、反射層21に対して基材11とは反対側から反射層21に光が入射する構成では、反射層21のうち、凹凸層23に接する面とは反対側の面が反射層として機能する。そのため、反射層21のうち、第1反射面21aにおける厚さと、第2反射面における厚さとが互いに等しい前提では、被覆面間距離D2が上述した範囲を満たすことにより、反射面間距離D1は、固有の有彩色の光を反射面が射出することができる大きさになる。

30

【0046】

また、反射層21のうち、第1反射面21aにおける厚さと、第2反射面21bにおける厚さとが互いに異なる構成であっても、第1反射面21aと第2反射面21bとの間の距離である反射面間距離D1が、被覆面間距離D2における上述の範囲を満たしていればよい。

【0047】

第1被覆面23aと第2被覆面23bとの間を繋ぐ側面23cは、第2被覆面23bに対して略垂直であるが、側面23cは、第2被覆面23bの法線方向に対して傾きを有していてもよい。ただし、側面23cと第2被覆面23bとが形成する角度は、垂直に近いほど好ましく、側面23cと第2被覆面23bとが形成する角度が垂直に近いほど、反射面21sの射出する光の色における彩度が高まる。

40

【0048】

なお、反射層21のうち、側面23cを覆う部分では、基材11の厚さ方向と直交する方向の厚さが、反射層21のうち、第1反射面21a、および、第2反射面21bの各々における部分での基材11の厚さ方向に沿う厚さよりも小さい。

【0049】

図4は、第1表示領域12の一部であって、第1表示領域12を構成する複数の表示部のうちの1つを拡大して示している。図4は、反射面21sと対向する方向から見た平面

50

構造を示している。

【0050】

なお、図4では、表示部が正方形形状を有しているが、表示部は、正方形形状以外の矩形形状、三角形形状、円形状、および、楕円形状などを有していてもよい。表示部が多角形状を有しているときには、表示部の外縁における一辺の長さは、 $300\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。各表示部は、第1表示領域12に1つの画像を表示させるための1つの画素として機能する。

【0051】

図4が示すように、反射面21sと対向する平面視では、第1表示領域12が備える1つの表示部12pにおいて、各第1反射面21aは略正方形形状を有し、互いに隣り合う第1反射面21aの隙間が第2反射面21bによって埋められている。

10

【0052】

反射面21sと対向する平面視において、複数の第1反射面21aは、各仮想線Lvの上にも複数ずつ位置している。すなわち、各仮想線Lvには、複数の第1反射面21aが並んでいる。複数の仮想線Lvの各々は、1つの方向であるX方向に沿って伸び、かつ、複数の仮想線Lvは、X方向と直交する方向であるY方向に沿って並んでいる。複数の仮想線Lvは、肉眼で知覚することが可能な回折光の射出が抑えられるようにY方向に沿って配置されている。

【0053】

複数の仮想線Lvでは、Y方向において互いに隣り合う2つの仮想線Lvの距離が仮想線間距離D3であり、仮想線間距離D3が、仮想線Lvの並ぶ順序に対し不規則に変わっている。言い換えれば、複数の仮想線Lvは、Y方向においてランダムに配置され、各仮想線Lvと他の残りの仮想線Lvとは互いに平行である。すなわち、反射面21sと対向する平面視では、複数の仮想線Lvと交差する直線上、例えば、Y方向に沿って伸びる直線上において、仮想線間距離D3は、互いに異なる大きさを含み、仮想線Lvの並びの順序に対し不規則に変わっている。

20

【0054】

複数の仮想線Lvにおいて、仮想線間距離D3は、例えば、 $0.3\mu\text{m}$ 以上 $2\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。仮想線間距離D3が小さくなるほど、仮想線Lvの伸びる方向と直交する方向において光が射出される角度の範囲が大きくなる。そのため、表示体10の観察者が、射出された光を観察することのできる領域が広がる。一方で、仮想線間距離D3が大きくなるほど、仮想線Lvの伸びる方向と直交する方向において光が射出される角度の範囲が小さくなる。そのため、表示体10の観察者が、射出された光を観察することのできる領域が狭まる。

30

【0055】

各仮想線Lv上において、複数の第1反射面21aは、ランダムに並んでいる。すなわち、1つの仮想線Lvに沿って配置される複数の第1反射面21aにおいて、互いに隣り合う第1反射面21aの間の距離は、一定の値ではない。複数の第1反射面21aが各仮想線Lvにおいてランダムに並ぶ構成は、複数の第1反射面21aの並ぶ周期に基づいて、仮想線Lvの伸びる方向に沿って回折光が射出されることが抑えられる点で好ましい。

40

【0056】

なお、本実施形態では、各仮想線Lvと他の残りの仮想線Lvとの間においても、仮想線Lvに対する複数の第1反射面21aの位置は互いに異なっている。しかし、各仮想線Lvにおいて、複数の第1反射面21aがランダムに並んでいれば、各仮想線Lvと他の残りの仮想線Lvとの間では、仮想線Lvに対する複数の第1反射面21aの位置が互いに同じであってもよい。

【0057】

また、各仮想線Lvにおいて、複数の第1反射面21aは規則的に並んでいてもよい。すなわち、複数の第1反射面21aは所定の周期で並んでいてもよい。こうした構成であっても、表示部12pは、第1反射面21aにおいて反射される光と第2反射面21bに

50

において反射される光との干渉によって所定の有彩色を有した光を射出することが可能ではある。

【 0 0 5 8 】

各仮想線  $L_v$  には、複数の第 1 反射面 2 1 a が配置されているため、1 つの仮想線  $L_v$  に沿って配置された複数の第 1 反射面 2 1 a は、ヘアライン加工を用いて金属層などの表面に形成された構造体のように作用する。それゆえに、表示部 1 2 p は、仮想線  $L_v$  の延びる方向と直交する方向に光を射出する一方で、仮想線  $L_v$  の延びる方向には、有彩色を有した光をほとんど射出しない。

【 0 0 5 9 】

すなわち、1 つの仮想線  $L_v$  に沿って並ぶ第 1 反射面 2 1 a と、仮想線  $L_v$  上において、互いに隣り合う第 1 反射面 2 1 a の間を埋める第 2 反射面 2 1 b とは、仮想線  $L_v$  に沿って延びる 1 つの面である疑似面 2 1 d と同様な機能を発現する。そのため、疑似面 2 1 d と互いに隣り合う疑似面 2 1 d 間の第 2 反射面 2 1 b とによって生成された有彩色の光が、仮想線  $L_v$  と直交する方向に射出される。

【 0 0 6 0 】

言い換えれば、表示部 1 2 p において、表示部 1 2 p から光が射出される方向のうち、射出光の光量が最も大きい方向と直交する方向が、仮想線  $L_v$  の延びる方向である。そのため、表示部 1 2 p において仮想線  $L_v$  の延びる方向は、表示部 1 2 p から射出される光の方向によって特定することが可能である。

【 0 0 6 1 】

これに対して、図 5 は、一般的なヘアライン加工を用いて金属層の表面に形成された構造体 H L を示している。図 5 が示すように、ヘアライン加工後の金属層には、Y 方向に沿って延びる複数の直線形状を有する構造体が形成され、複数の構造体は、Y 方向と交差する方向に沿って不規則な間隔で配置されている。また、複数の構造体の高さには、互いに異なる大きさが含まれる。そのため、ヘアライン加工によって形成された構造体は、特定の波長の光の回折効率を低下させる作用は有していない。それゆえに、ヘアライン加工後の金属層に白色光が入射すると、金属層は、Y 方向と直交する方向である X 方向に沿って白色の散乱光を射出する。

【 0 0 6 2 】

反射面 2 1 s と対向する方向から見て、各第 1 反射面 2 1 a の一辺の長さは、 $0.3 \mu\text{m}$  以上  $2 \mu\text{m}$  以下であることが好ましい。こうした大きさを有する第 1 反射面 2 1 a が表示部 1 2 p の内部に配置されるとき、互いに隣り合う第 1 反射面 2 1 a 間の距離は、例えば、 $0.3 \mu\text{m}$  以上  $2 \mu\text{m}$  以下とすることが可能である。

【 0 0 6 3 】

第 1 反射面 2 1 a の一辺の長さ、および、第 1 反射面 2 1 a 間の距離が、 $0.3 \mu\text{m}$  以上  $2 \mu\text{m}$  以下であるため、第 1 反射面 2 1 a の一辺の長さ、および、第 1 反射面 2 1 a 間の距離がより大きい構成と比べて、回折光の射出角が大きくなる。それゆえに、複数の光から構成される有彩色を有した光を観察することが可能な領域が広がる。

【 0 0 6 4 】

表示部 1 2 p では、反射面 2 1 s と対向する平面視において、各第 1 反射面 2 1 a の一辺の長さ、他の残りの第 1 反射面 2 1 a の一辺の長さ、および、第 1 反射面 2 1 a 間の距離が互いに略等しいことが好ましい。すなわち、各第 1 反射面 2 1 a は、互いに略等しい面積を有した略正方形を有することが好ましい。

【 0 0 6 5 】

第 1 反射面 2 1 a の一辺の長さが、上述した  $0.3 \mu\text{m}$  以上  $2 \mu\text{m}$  以下の範囲に含まれるとき、第 1 反射面 2 1 a は非常に微細な構造であるため、第 1 反射面 2 1 a の一辺の長さがより大きい構成と比べて、第 1 反射面 2 1 a の加工が難しい。そのため、複数の第 1 反射面 2 1 a の各々を高い精度で加工する上では、第 1 反射面 2 1 a の形状、および、第 1 反射面 2 1 a の面積は略等しいことが好ましい。

【 0 0 6 6 】

10

20

30

40

50

各第1反射面21aが互いに略等しい形状、および、互いに略等しい面積を有していれば、複数の第1反射面21aの間において、形状が互いに異なる構成と比べて、第1反射面21aの平坦性が第1反射面21aごとに変わったり、反射面間距離D1が第1反射面21aごとに変わったりするなどの加工不良を抑えることができる。それゆえに、表示部12pにおける加工不良に起因して、表示部12pから射出される光の色が、設計上の光の色から意図しない色に変わることが抑えられる。

【0067】

表示部12pでは、反射面21sと対向する平面視において、第2反射面21bの面積と、全ての第1反射面21aの面積との和が表示部12pの面積Sであり、全ての第1反射面21aの面積の和が面積S1である。そして、面積Sに対する面積S1の比( $S1/S$ )の百分率が、表示部12pにおける第1反射面21aの占有度である。

10

【0068】

複数の表示部12pの間において、第1反射面21aの占有度が、互いに略等しいことが好ましい。言い換えれば、各表示部12pと他の残りの表示部12pとの間において、表示部12pにおける全ての第1反射面21aの専有する面積が、互いに略等しいことが好ましい。表示部12pにおいて、第1反射面21aの占有度に応じて、表示部12pから射出される有彩色の光の光量が変わる。

【0069】

そのため、各表示部12pと他の残りの表示部12pとの間において、第1反射面21aの占有度が互いに略等しければ、複数の表示部12pの間において、各表示部12pから射出される光量における差を抑えることができる。結果として、第1表示領域12において、射出される光の光量に分布が形成されることが抑えられるため、表示体10の表示する像の品質が高まる。

20

【0070】

表示部12pにおいて、第1反射面21aの占有度は、例えば、15%以上50%以下であることが好ましい。すなわち、表示部12pにおいて、全ての第1反射面21aの占有する面積が、表示部12pの全体が有する面積に対して15%以上50%以下であることが好ましい。

【0071】

なお、表示部12pに配置される各第1反射面21aは略正形状を有し、かつ、各第1反射面21aは、他の第1反射面21aから離れて配置されるため、占有度における最大値は50%である。表示部12pにおける占有度が高い値であるほど、表示部12pから射出される光の光量が大きくなるため、第1表示領域12が表示する像を明るくする上で好ましい。また、占有度が15%以上であるとき、表示部12pから射出される光の光量が、第1表示領域12が表示する像を観察者が観察することができる程度の大きさになる。

30

【0072】

すなわち、表示部12pが、反射面間距離D1に固有の有彩色を有する光を射出し、かつ、射出光の光量を十分に大きくする上では、第1反射面21aの占有度は、15%以上50%以下であることが好ましい。

40

【0073】

第1反射面21aと対向する方向から見て、各第1反射面21aを区画する辺は、X方向に沿って延びる辺と、Y方向に沿って延びる辺とから構成されるが、各第1反射面21aを区画する辺は、X方向に対して傾きを有する辺とY方向に対して傾きを有する辺とから構成されてもよい。また、1つの仮想線Lv上に配置された複数の第1反射面21aには、X方向に沿って延びる辺と、Y方向に沿って延びる辺とによって区画される第1反射面21aと、X方向に対して傾きを有する辺とY方向に対して傾きを有する辺とによって区画される第1反射面21aとが含まれていてもよい。

【0074】

図6が示すように、第1表示領域12を構成する各表示部12pにおいて、全ての第1

50

反射面 2 1 a が、表示部 1 2 p の外縁から離れて位置している。そして、複数の表示部 1 2 p の間の境界では、一つの表示部 1 2 p を構成する第 1 反射面 2 1 a と、他の表示部 1 2 p を構成する第 1 反射面 2 1 a との間に隙間が形成されている。

【 0 0 7 5 】

なお、複数の表示部 1 2 p の間の境界において、一つの表示部 1 2 p を構成する第 1 反射面 2 1 a と、他の表示部 1 2 p を構成する第 1 反射面 2 1 a との間に隙間が形成されていれば、各表示部 1 2 p は、表示部 1 2 p の外縁に接する第 1 反射面 2 1 a を含んでいてもよい。

【 0 0 7 6 】

図 7 は、第 1 表示領域 1 2、第 2 表示領域 1 3、および、第 3 表示領域 1 4 の各々の一部であって、各表示領域に含まれる 1 つの表示部を拡大して示している。図 7 では、説明の便宜上から、各表示領域の表示部が 1 つの方向に沿って並べて示されている。また、図 7 には、反射面 2 1 s と対向する方向から見た平面構造が示されている。

【 0 0 7 7 】

図 7 が示すように、反射面 2 1 s と対向する平面視において、第 2 表示領域 1 3 の表示部 1 3 p は、第 1 表示領域 1 2 の表示部 1 2 p と同様、複数の仮想線 L v を含んでいる。複数の仮想線 L v の各々は、X 方向と交差する方向である第 2 延伸方向に沿って伸び、表示部 1 3 p において、仮想線 L v の伸びる方向である方位角方向が、第 1 表示領域 1 2 の表示部 1 2 p とは異なっている。複数の仮想線 L v は、第 2 延伸方向と直交する方向に沿って、ランダムに並んでいる。

【 0 0 7 8 】

各仮想線 L v には、複数の第 1 反射面 2 1 a が並び、各仮想線 L v において、複数の第 1 反射面 2 1 a は、ランダムに並んでいる。なお、各仮想線 L v において、複数の第 1 反射面 2 1 a は、所定の周期で並んでいてもよい。

【 0 0 7 9 】

反射面 2 1 s と対向する平面視において、第 3 表示領域 1 4 の表示部 1 4 p は、第 1 表示領域 1 2 の表示部 1 2 p と同様、複数の仮想線 L v を含んでいる。複数の仮想線 L v の各々は、X 方向と交差する方向である第 3 延伸方向に沿って伸び、X 方向と第 3 延伸方向とが形成する角度は、X 方向と第 2 延伸方向とが形成する角度よりも大きい。表示部 1 4 p において、仮想線 L v の伸びる方向である方位角方向は、第 1 表示領域 1 2 における方位角方向、および、第 2 表示領域 1 3 における方位角方向のいずれとも異なる方向である。なお、X 方向と第 3 延伸方向とが形成する角度は、X 方向と第 2 延伸方向とが形成する角度よりも小さくてもよい。複数の仮想線 L v は、第 3 延伸方向と直交する方向に沿って、ランダムに並んでいる。

【 0 0 8 0 】

各仮想線 L v には、複数の第 1 反射面 2 1 a が並び、各仮想線 L v 上において、複数の第 1 反射面 2 1 a は、ランダムに並んでいる。なお、各仮想線 L v において、複数の第 1 反射面 2 1 a は、所定の周期で並んでいてもよい。

【 0 0 8 1 】

第 1 表示領域 1 2、第 2 表示領域 1 3、および、第 3 表示領域 1 4 の間では、仮想線 L v の伸びる方向が互いに異なる。そのため、第 1 表示領域 1 2、第 2 表示領域 1 3、および、第 3 表示領域 1 4 の各々から、互いに異なる指向性を有した光が射出される。

【 0 0 8 2 】

なお、第 1 表示領域 1 2、第 2 表示領域 1 3、および、第 3 表示領域 1 4 の間では、仮想線 L v の伸びる方向が互いに異なっているが、仮想線 L v の伸びる方向は、3 つの表示領域のうちの少なくとも 2 つの表示領域の間において、互いに同じであってもよい。

【 0 0 8 3 】

第 1 表示領域 1 2 における反射面間距離 D 1、第 2 表示領域 1 3 における反射面間距離 D 1、および、第 3 表示領域 1 4 における反射面間距離 D 1 は、互いに等しい。そのため、第 1 表示領域 1 2 から射出される光の色、第 2 表示領域 1 3 から射出される光の色、お

10

20

30

40

50

よび、第3表示領域14から射出される光の色は、互いに同じ有彩色を有した光である。

【0084】

なお、図8が示すように、第1表示領域12、第2表示領域13、および、第3表示領域14の間において、反射面間距離D1が互いに異なっていてもよい。例えば、第1表示領域12における反射面間距離D1が最も小さく、第2表示領域13における反射面間距離D1が二番面に小さく、かつ、第3表示領域14における反射面間距離D1が最も大きい。

【0085】

第1表示領域12、第2表示領域13、および、第3表示領域14の間では、反射面間距離D1が互いに異なるため、第1表示領域12の射出する光の色、第2表示領域13の射出する光の色、および、第3表示領域14の射出する光の色が、互いに異なる。

10

【0086】

また、第1表示領域12、第2表示領域13、および、第3表示領域14の各々において、複数の表示部には、各表示部と他の残りの表示部との間において反射面間距離D1が互いに異なっていてもよい。こうした構成によれば、第1表示領域12、第2表示領域、および、第3表示領域14の各々が、複数の色が混ざった混色を表示することができる。

【0087】

[表示体の作用]

図9から図13を参照して表示体10の作用を説明する。なお、表示体10の作用の説明に先立ち、回折格子の格子定数、すなわち、回折格子における溝のピッチ、照明光の波長、照明光の入射角、および、回折光の射出角の関係を説明する。

20

【0088】

[回折格子]

光源から回折格子に照明光が照射されると、回折格子は、入射光である照明光の進行方向、および、波長に応じて特定の方向に強い回折光を射出する。

m次回折光(m=0, ±1, ±2, ...)の射出角は、回折格子の有する溝が延びる方向に対して垂直な面内で光が進行する場合には、以下に示す式(1)から算出することができる。

【0089】

【数1】

30

$$d = \frac{m\lambda}{\sin\alpha - \sin\beta} \dots (1)$$

【0090】

式(1)において、dは回折格子の格子定数であり、mは回折次数であり、は入射光および回折光の波長である。また、は0次回折光、すなわち、正反射光の射出角であり、の絶対値は照明光の入射角と等しく、回折格子が反射型回折格子であるときには、照明光の入射方向と正反射光の射出方向とは、回折格子が形成された面と正対する正対方向に対して対称である。

【0091】

40

なお、回折格子が反射型回折格子であるときには、角度は0°以上90°未満である。また、回折格子が形成された面に対して斜め方向から照明光を照射し、正対方向の角度、すなわち、0°を境界値とする2つの角度範囲を設定するとき、角度は、回折光の射出方向と正反射光の射出方向とが同じ角度範囲に含まれるときには正の値であり、回折光の射出方向と照明光の入射方向とが同じ角度範囲に含まれるときには負の値である。

【0092】

図9は、相対的に小さい格子定数を有する回折格子が、1次回折光を射出している状態を模式的に示している。一方で、図10は、相対的に大きい格子定数を有する回折格子が、1次回折光を射出している状態を模式的に示している。

【0093】

50

図9、および、図10の各々が示すように、点光源LSは白色を有する照明光ILを放射し、照明光ILは、赤色の波長領域に含まれる波長を有する赤色光成分と、緑色の波長領域に含まれる波長を有する緑色光成分と、青色の波長領域に含まれる波長を有する青色光成分とを含む。点光源LSが放射した緑色光成分、青色光成分、および、赤色光成分は、正対方向CDに対して入射角θで回折格子GRに入射する。回折格子GRは、緑色光成分の一部を射出角が射出角gである回折光DLgとして射出し、青色光成分の一部を射出角が射出角bである回折光DLbとして射出し、赤色光成分の一部を射出角が射出角rである回折光DLrとして射出する。

【0094】

また、図9に示される射出角θと、図10に示される射出角θ'の比較から明らかなように、回折格子GRにおける格子定数dが大きいほど、回折光は正反射光RLの射出される方向に近い方向に射出される。また、回折格子GRにおける格子定数dが大きいほど、射出角g、射出角b、および、射出角rの間における角度の差が小さくなる。

【0095】

なお、図9および図10では、図示の便宜上から、回折格子GRの射出する回折光であって、式(1)によって導出される他の次数の回折光の図示が省略されている。

【0096】

このように、所定の照明条件のもとでは、回折格子GRは、回折光の波長に応じた異なる射出角で回折光を射出する。回折格子GRは、例えば、太陽および蛍光灯などの白色光源のもとでは、互いに異なる波長を有した光を別々の射出角で射出する。そのため、回折格子GRが表示する像の色は、回折格子GRを観察する観察者の観察角度であって、回折格子GRの形成された面に対する観察者の視線の方向が変わるにつれて虹色に変わる。

式(2)を参照して、回折格子の格子定数、照明光の波長、および、回折光の射出角方向における回折光の強度、すなわち、回折効率の関係を説明する。

【0097】

上述した式(1)によれば、格子定数dの回折格子GRに対して、入射角θで照明光を入射させると、回折格子は、射出角θ'で回折光を射出する。このとき、波長λの光における回折効率は、回折格子の格子定数、および、溝の深さなどに応じて変化し、以下に示す式(2)から算出することができる。

【0098】

【数2】

$$\eta = \left(\frac{2}{\pi}\right)^2 \times \sin^2\left(\frac{2\pi}{\lambda} \times \frac{r}{\cos\theta}\right) \times \sin^2\left(\frac{\pi}{d} \times L\right) \dots (2)$$

【0099】

ここで、ηは回折効率(ηは0から1の値)であり、rは回折格子の溝の深さであり、Lは回折格子の溝の幅であり、dは格子定数であり、θは照明光の入射角であり、λは照明光および回折光の波長である。なお、式(2)は、溝の長さ方向に垂直な断面が矩形波形状を有し、かつ、溝の深さが比較的小さい回折格子において成り立つ。

【0100】

式(2)から明らかなように、回折効率ηは、溝の深さr、格子定数d、入射角θ、および、波長λに応じて変化する。また、回折効率ηは、回折次数mが高次になることに伴って、徐々に減少する傾向を有する。

【0101】

[表示体]

図11から図13を参照して、表示体10の光学的な性質を説明する。なお、図11および図12では、表示体10に含まれる表示部のうち、X方向に対して所定の傾きを有する仮想線Lvの上に第1反射面21aが並ぶ構成が例示されている。

【0102】

また、図11および図12では、図示の便宜上から、表示部を構成する反射層21を、

10

20

30

40

50

第1反射面21aを頂面として備える複数の凸部と、第2反射面21bを複数の凸部が位置する1つの面として有する層とから形成される構造体として示している。

【0103】

図11が示すように、表示部における反射層21は、基材11の被覆面23sに接する反射面21sを有している。反射面21sは、複数の第1反射面21aと第2反射面21bとを含んでいる。複数の第1反射面21aは、略正方形を有し、各第1反射面21aは、表示部が含む複数の仮想線Lvのいずれか1つに沿って配置されている。複数の仮想線Lvは互いに平行であり、各仮想線Lvは、X方向と交差する方向に沿って延びている。複数の仮想線Lvは、仮想線Lvの延びる方向と直交する方向に沿ってランダムに並んでいる。

10

【0104】

図12が示すように、反射面21sに光源LSから放射された白色の照明光ILが入射すると、反射面21sが含む複数の第1反射面21aと、第2反射面21bとから構成される凹凸構造によって、回折光が射出される。しかも、複数の第1反射面21aが、複数の仮想線Lvに沿って複数ずつ並んでいるため、反射面21sは、仮想線Lvの延びる方向と直交する方向に沿って回折光を射出する。すなわち、X方向とY方向とに直交する方向であって、基材11の厚さ方向と平行な方向がZ方向であり、仮想線Lvの並ぶ方向が配列方向であるとき、反射面21sは、配列方向とZ方向とによって規定される平面に対して回折光を射出する。

【0105】

20

上述したように、仮想線Lvの配置される間隔はランダムであるため、1つの仮想線Lvに沿って並んだ複数の第1反射面21aと、仮想線Lv上において隣り合う第1反射面21aの間に位置する第2反射面21bは、1つの疑似面を形成していると思なすことができる。また、複数の第1反射面21aは、複数の疑似面が互いに異なる複数の間隔で並ぶ構成、すなわち、互いに異なる複数の格子定数dを有する構成であると思なすことができる。こうした構成では、互いに異なる複数の格子定数dの凹凸構造が、1つの表示部内に重畳されているため、反射面21sから射出される回折光は、回折光の波長ごとに異なる射出角に対して射出されず、各波長の回折光が、複数の角度において互いに重畳された状態で射出される。

【0106】

30

なお、図12では、表示部における所定の一点に照明光ILが入射した状態が示されているが、光源LSは、実際には所定の面積に対して照明光ILを放射するため、表示部には、点状ではなく面状に照明光ILが入射する。そのため、所定の定点において観察者が観察する光は、所定の範囲に含まれる波長を有した複数の光であって、互いに異なる波長を有した光が合わさった光である。結果として、観察者には、互いに異なる波長を有した複数の光に基づく有彩色を有した光が観察される。

【0107】

ここで、上述した式(2)が示すように、回折格子から射出される回折光は、回折光が有する波長に応じて光量、すなわち、回折効率 が変化する。特に、回折格子の格子線幅L、および、格子定数dが一定であると仮定したときには、回折効率 は、回折格子の溝の深さrと、照明光の波長 によって決まる。

40

【0108】

そのため、表示部において、各波長の回折光における回折効率 は、表示部における第1反射面21aと第2反射面21bとにおける反射面間距離D1と、照明光の波長 によって決まる。そして、観察者の目に到達する光は、反射面21sに入射した白色を有した照明光のうち、特定の波長を有した光が弱められた光である所定の有彩色を有した光である。

【0109】

例えば、上述した反射面間距離D1が、所定の値に設定された表示体では、460nmの波長を有する青色光の回折効率が低くなることで、観察者の目に到達する回折光に含

50

れる光のほとんどが、630nmの波長を有する赤色光、および、540nmの波長を有する緑色光である。これにより、観察者によって観察される光は、黄色を有した光である。

【0110】

これに対して、反射面間距離D1が、上述した値とは異なる所定の値に設定された表示部では、例えば、赤色光の回折効率が低くなることで、観察者の目に到達する回折光に含まれる光のほとんどが、緑色光および青色光である。これにより、観察者によって観察される光は、シアン色、すなわち、うすい水色を有した光である。

【0111】

なお、図12には、表示部の一例が示され、表示部14pでは、白色光を放射する光源LSからの照明光ILのうち、赤色を有する回折光DLrが弱められ、かつ、緑色を有した回折光DLgと青色を有した回折光DLbとが、赤色を有する回折光DLrよりも強い状態で射出される。そして、各波長の光は、回折格子において回折される光に比べて、様々な射出角で射出されるため、表示部から射出される光において、観察点が変わることによって視認される光の色が虹色に変わることが抑えられ、結果として、所定の波長を有した光による有彩色の光が視認される。

【0112】

表示部の射出する光の色である表示色は、表示部の射出する回折光が到達しない位置に観察者が位置するときには、観察者によって観察されない。そのため、染料や顔料によって形成された印刷物とは異なり、表示部によれば、光源や観察者の位置によって、観察者が表示色を視認できる状態と、視認できない状態との2つの状態を実現することができる。

すなわち、表示部を観察する条件には、表示部の射出する光を観察することが可能な条件と、表示部の射出する光を観察することが不可能な条件とが含まれる。

【0113】

このうち、観察することが可能な条件には、例えば、室内において、蛍光灯などの光源LSからの光が、表示体10の反射面21sに対して、略垂直な方向から入射し、観察者が目視によって表示体10の表示部から射出された光を観察することができる状態が含まれる。また、観察することが可能な条件には、室外において、太陽光などの光が、反射面21sに対して、略垂直な方向から入射し、観察者が目視によって表示部から射出された光を観察することができる状態が含まれる。

【0114】

一方で、観察することが不可能な条件には、例えば、光源LSからの光が、反射面21sに対して、略水平な方向から入射し、表示部から光がほとんど射出されない状態を含む。また、観察することが不可能な条件には、観察者が、表示体10の仮想線Lvが延びる方向と直交する方向とは異なる方向から表示部を観察する状態であって、反射面21sから回折光が射出されてはいるものの、観察者が、回折光が到達しないような角度から表示体10を目視した状態を含む。

【0115】

このように、表示体10の表示部では、複数の第1反射面21aが仮想線Lvに沿って並ぶことで、表示部14pにおける光の射出方向に指向性が与えられる。そのため、表示部14pが、光を等方的に射出する構成と比べて、表示体10が所定の有彩色を有した光を射出しつつ、表示体10によって表示される像が動的に変わる。

【0116】

一方で、図13が示すように、複数の格子線GLを備える回折格子GRであって、各格子線GLがY方向に沿って延び、かつ、複数の格子線GLがX方向に沿って規則的に配置された回折格子GRは、以下のように回折光を射出する。すなわち、回折格子GRは、回折格子GRに光源LSの放射した照明光ILが入射したときに、XZ平面に対して、格子線GLの延びる方向であるY方向と直交するX方向に沿って、赤色を有する回折光DLr、緑色を有する回折光DLg、および、青色を有する回折光DLbを互いに異なる射出角

10

20

30

40

50

で射出する。

【0117】

なお、上述した表示体10、および、回折格子GRに入射した光は、所定の方向に回折光を射出光として射出する一方で、入射光の入射角方向に対して正反射の方向に正反射光、すなわち鏡面反射光を射出する。正反射光は、表示体10および回折格子GRの各々が有する微細な構造の形状に影響されずに、表示体10および回折格子GRの各々から射出される光である。また、一般に、観察者が反射層21を備える表示体10を観察するときには、正反射光は光量が大きいため、観察者は正反射光を眩しく感じるため、観察者は、正反射光が自身の目に到達しないように表示体10を観察する。そのため、先に参照した図11から図13では、図示の便宜上から、正反射光の図示を省略している。

10

【0118】

[物品の構成]

図14および図15を参照して、上述した表示体10を備える物品の一例であるICカードの構成を説明する。上述した表示体10において、表示部は、インキなどを用いた印刷、および、上述した反射面21s以外の構造では表示することができない固有の色を有した像を表示することができる。そのため、表示体10の表示する像を高い精度で再現することは難しいことから、表示体10の偽造が難しい。それゆえに、物品が表示体10を備えていれば、表示体10を含めた物品の偽造も難しいため、表示体10は、物品の偽造を抑える目的で用いることができる。

【0119】

20

図14が示すように、IC(integrated circuit)カード30は、板形状を有するカード基材31であって、例えば、プラスチックから形成されたカード基材31、所定の画像が印刷された印刷層32、ICチップ33、および、表示体10を備えている。

【0120】

図15が示すように、印刷層32は、カード基材31の上に形成され、印刷層32の有する面のうち、カード基材31に接する面とは反対側の面である表示面には、上述した表示体10が、例えば粘着層を用いて固定されている。表示体10は、例えば、粘着層を有したステッカ、または、転写箔として準備されて、支持部の一例である印刷層32に貼りつけられる。

30

【0121】

印刷層32には、例えば、文字、数字、および、記号などの少なくとも1つから構成される情報、および、意匠性を有する絵柄などが形成されている。なお、印刷層32は、カード基材31の上だけでなく、表示体10の中で、印刷層32に接する面とは反対側の面である表面に形成されていてもよい。

【0122】

また、表示体10は、カード基材31に貼り付けられていてもよく、表示体10がカード基材31に貼り付けられた構成では、印刷層32が、カード基材31のうち、表示体10に覆われていない部分と、表示体10のうち、カード基材31に接する面とは反対側の面である表面とに形成されていてもよい。こうした構成では、カード基材31が支持部の一例である。

40

【0123】

印刷層32の形成材料は、顔料や染料などを含むインキ、あるいは、トナーなどである。印刷層32に用いられるインキおよびトナーは、表示体10の表示部が有する光学的な機能を発現することができない。すなわち、インキやトナーから形成された印刷物において、印刷物を観察する条件が変わっても、印刷物の色や輝度がほとんど変わらない。言い換えれば、印刷物の表示する像は、印刷物を観察する条件が変わってもほとんど変わらない。

【0124】

そのため、表示体10を備えるICカード30によれば、ICカード30が、互いに異

50

なる複数の観察条件の下で観察されたとき、印刷層 3 2 の表示する像が複数の観察条件の間でほとんど変わらない一方で、表示体 1 0 の表示する像が複数の観察条件の間で変わる。それゆえに、ICカード 3 0 が互いに異なる複数の観察条件の下で観察されたときに、印刷層 3 2 と表示体 1 0 とが対比されることによって、印刷層 3 2 に対する表示体 1 0 の光学的な機能の違いが明確になる。結果として、表示体 1 0 を用いた ICカード 3 0 の真贋の判断をより明確に行うことができる。

#### 【 0 1 2 5 】

特に、印刷層 3 2 が表示する像の色と、特定の観察条件において表示体 1 0 が表示する像の輝度とが略等しいことが好ましい。こうした構成では、相互に異なる複数の観察条件の下で ICカード 3 0 が観察されたとき、表示体 1 0 が表示する像における輝度の変化と、印刷層 3 2 の表示する像の輝度における変化との間の違いが、より視認されやすくなる。それゆえに、こうした印刷層 3 2 と表示体 1 0 とによれば、偽造を防止する効果がより高まる。

10

#### 【 0 1 2 6 】

印刷層 3 2 の形成材料は、印刷層 3 2 を観察する条件が変わることによって、印刷層 3 2 の視覚効果が変わる機能性インキであって、印刷層 3 2 を観察する条件が変わることによって、印刷層 3 2 の表示する像が変わる機能性インキであってもよい。機能性インキは、例えば、蓄光インキ、液晶、および、可視光が照射されている状態では不可視である一方で、紫外線や赤外線などが照射されることによって可視化されるインキなどである。紫外線や赤外線が照射されることによって可視化されるインキによれば、可視光が照射されているときには、インキによって形成された情報が観察者に対して隠蔽される。一方で、紫外線や赤外線が情報に照射されたときには、情報が観察者に向けて再生される。

20

#### 【 0 1 2 7 】

これらの機能性インキから形成された印刷層 3 2 は、印刷層 3 2 の観察される条件が変わることによって視覚効果が変わる一方で、表示部とは異なる視覚効果を有している。そのため、機能性インキによって形成された印刷層 3 2 と表示体 1 0 とを組み合わせることによって、偽造を防止する効果がより高まる。

#### 【 0 1 2 8 】

また、印刷層 3 2 は、レーザー光線や紫外線、熱、および、圧力などのエネルギーが与えられることによって、エネルギーが与えられる前の色とは異なる色に変わる層であって

30

#### 【 0 1 2 9 】

カード基材 3 1 のうち、印刷層 3 2 と接する面に、印刷層 3 2 と接する面とは反対側の面に向けて窪む凹部 3 1 a が形成され、印刷層 3 2 には、ICカード 3 0 の厚さ方向において、凹部 3 1 a と重なる位置に貫通孔 3 2 a が形成されている。ICチップ 3 3 は、凹部 3 1 a および貫通孔 3 2 a に嵌め込まれ、ICチップ 3 3 は、ICチップ 3 3 の中で印刷層 3 2 に囲まれる面である表面に、複数の電極を備えている。ICチップ 3 3 において、ICチップ 3 3 への情報の書き込み、および、ICチップ 3 3 に記録された情報の読み出しが、複数の電極を介して行われる。

#### 【 0 1 3 0 】

ICカード 3 0 は、偽造の難しい表示体 1 0 を備えているため、ICカード 3 0 の偽造も難しい。しかも、ICカード 3 0 は、表示体 1 0 に加えて、ICチップ 3 3 および印刷層 3 2 を備えているため、ICチップ 3 3 によって電子データを用いた偽造の防止が可能であるとともに、表示体 1 0 および印刷層 3 2 によって、視覚効果を用いた偽造の防止が可能である。

40

#### 【 0 1 3 1 】

[ 表示体の製造方法 ]

表示体 1 0 の製造方法を説明する。

表示体 1 0 を製造する際には、まず、支持層 2 2 として光透過性を有する樹脂製のシートまたはフィルムを準備する。支持層 2 2 の形成材料は、例えば、ポリエチレンテレフタ

50

レート（PET）、および、ポリカーボネート（PC）などであればよい。支持層22の1つの面に、熱可塑性樹脂、熱硬化製樹脂、および、光硬化性樹脂などの光透過性を有する合成樹脂を塗布して塗膜を形成し、形成した塗膜に金属製のスタンプを密着させた状態で、樹脂を硬化させる。なお、塗膜の形成材料が熱硬化性樹脂であるときには、塗膜に熱を与えることで樹脂を硬化させ、塗膜の形成材料が光硬化性樹脂であるときには、光を照射することで樹脂を硬化させる。

【0132】

硬化後の塗膜から金属製スタンプを剥離することによって、被覆面23sを有する凹凸層23が得られる。なお、支持層22と凹凸層23とは密着しているため、支持層22の形成材料と、凹凸層23の形成材料とが同じであるとき、支持層22と凹凸層23との境界が存在しない。それゆえに、支持層22と凹凸層23とを単一の層から形成された基材11であると見なすことができる。

10

【0133】

次いで、基材11の被覆面23sの形状に追従するように反射層21を被覆面23sの上に形成する。反射層21の形成方法は、例えば、真空蒸着法、および、スパッタリング法などの気相堆積法であればよい。

【0134】

反射層21において、以下の場合には、干渉によって光が弱め合う効果が低くなる。すなわち、反射層21のうち、第1被覆面23aの上に形成された部分、および、第2被覆面23bの上に形成された部分の各々の平坦性が低い場合、および、第1被覆面23aの上に形成された部分の厚さ、および、第2被覆面23bの上に形成された部分の厚さの各々が偏りを有する場合である。

20

【0135】

これらの場合には、回折効率が低下する光の波長の範囲が大きくなるために、表示体10の射出する光における波長の分布と、入射した白色光における波長の分布との差が小さくなる。結果として、表示体10が射出する光の色における彩度が低くなり、射出する光の色が白色に近くなってしまう。

【0136】

それゆえに、反射層21は、第1被覆面23aおよび第2被覆面23bの各々の平坦性に倣い、各第1反射面21aと、第2反射面21bとが互いに略平行に保たれるように形成されることが好ましい。

30

【0137】

反射層21は、金属層および誘電体層のいずれかであればよい。反射層21が金属層であるとき、反射層21の形成材料は、例えば、アルミニウム、銀、金、および、これら金属の合金などであればよい。反射層21が誘電体層であるとき、反射層21の形成材料は、硫化亜鉛（ZnS）、および、酸化チタン（TiO<sub>2</sub>）などであればよい。

【0138】

なお、反射層21が誘電体層であるときには、反射層21は単層構造を有してもよいし、多層構造であって、互いに隣り合う層の間において屈折率が異なる多層構造を有してもよい。

40

【0139】

反射層21の厚さは、30nm以上150nm以下であることが好ましく、30nm以上70nm以下であることがより好ましく、50nmであることがさらに好ましい。反射層21は、気相堆積法によって薄膜状に形成することが可能である。ただし、反射層21の形成材料が上述した金属であるとき、反射層21の表面には、粒状を有した構造体が形成されやすい。粒状を有した構造体の大きさは、反射層21の厚さが大きくなるほど大きくなりやすいため、反射層21の平坦性を高める上では、反射層21の厚さが小さいことが好ましい。一方で、反射層21の厚さが小さすぎると、反射層21が、光を反射する機能を十分に有しない。

【0140】

50

本願発明者らは、反射層 2 1 の厚さと反射層 2 1 の機能との関係を鋭意研究する中で、反射層 2 1 が所望の平坦性を有し、かつ、光を反射する機能を十分に有する上では、反射層 2 1 の厚さが、30 nm 以上 150 nm 以下であることが好ましいことを見出した。

【0141】

反射層 2 1 は、上述したように、基材 1 1 における被覆面 2 3 s の全体を覆っていてもよいし、被覆面 2 3 s の一部のみを覆っていてもよい。すなわち、反射層 2 1 は、被覆面 2 3 s を部分的に覆っていてもよい。反射層 2 1 が被覆面 2 3 s を部分的に覆っている構成では、反射層 2 1 は、被覆面 2 3 s のうち、反射層 2 1 が形成された部分と、反射層 2 1 が形成されていない部分とによって、絵柄、文字、および、記号などの画像を形成してもよい。

10

【0142】

被覆面 2 3 s を部分的に覆う反射層 2 1 は、例えば、気相堆積法により被覆面 2 3 s の全体に反射層 2 1 を形成した後に、薬品などを用いて反射層 2 1 の一部を溶解させることによって形成することができる。あるいは、被覆面 2 3 s を部分的に覆う反射層 2 1 は、被覆面 2 3 s の全体に反射層 2 1 を形成した後に、反射層 2 1 に対する密着力が、凹凸層 2 3 よりも高い接着材料を用いて、反射層 2 1 の一部を凹凸層 2 3 から剥離することによって形成することもできる。またあるいは、被覆面 2 3 s を部分的に覆う反射層 2 1 は、マスクを用いた気相堆積法、および、リフトオフ法などを用いて形成することもできる。

【0143】

なお、表示体 1 0 は、他の機能層、例えば、表示体 1 0 の表面を保護する保護層、および、表示体 1 0 の表面を覆って、表示体 1 0 において所定の菌が増殖することを抑える抗菌コート層などを更に含んでもよい。

20

【0144】

[ 原版の製造方法 ]

図 1 6 および図 1 7 を参照して、表示体 1 0 の製造に用いられる原版の製造方法を説明する。なお、原版は、上述した金属製のスタンプの型として用いられる。

図 1 6 が示すように、原版の製造方法は、基板の 1 つの面にレジスト層を形成する工程 (ステップ S 1 1)、レジスト層を露光する工程 (ステップ S 1 2)、および、露光されたレジスト層を現像して、レジスト層に転写面を形成する工程 (ステップ S 1 3) を含んでいる。すなわち、原版の製造方法は、レジスト層形成工程と、露光工程と、現像工程とを含んでいる。

30

【0145】

レジスト層形成工程では、例えば、板形状を有するガラス基板を準備し、ガラス基板の 1 つの面にレジストを塗布して、レジスト層を形成する。レジストは、電子線レジストであってもよいし、フォトリソレジストであってもよい。レジストは、ポジ型のレジストであって、レジストのうち、露光された部分において、露光されていない部分よりも現像液に対する溶解性が高まる。そのため、現像工程では、レジストのうち、露光された部分が、露光されていない部分から取り除かれる。

【0146】

露光工程では、原版において、表示体 1 0 の第 1 反射面 2 1 a に対応する部分と、第 2 反射面 2 1 b に対応する部分とを区画するための露光が行われる。レジスト層の形成材料が電子線レジストであるとき、レジスト層に対して電子線を照射して、レジスト層を露光する。一方で、レジスト層の形成材料がフォトリソレジストであるとき、レジスト層に紫外の波長を有するレーザー光線を照射して、レジスト層を露光する。

40

【0147】

露光工程では、XY ステージであって、1 つの方向である X 方向と、X 方向と直交する Y 方向とに沿って二次元的に位置を変えることができるステージ上にガラス基板を載置する。そして、XY ステージの移動を制御する制御装置を用いてステージを移動させながら、レジスト層に電子線あるいはレーザー光線を照射することによって、レジスト層をパターン露光する。

50

## 【 0 1 4 8 】

なお、レジストが電子線レジストであるとき、電子線レジストに対する電子線の照射には、可変成形ビーム露光方式、言い換えれば矩形ビーム露光方式を用いることが好ましい。可変成形ビーム露光方式では、電子銃から照射される電子線に、電子線の照射方向から見て矩形の開口部である成形アパーチャーを通過させて、電子線の照射方向と直交する電子線の断面形状を矩形に変えた状態で、レジスト層の表面に電子線を照射する。

## 【 0 1 4 9 】

ここで、電子線に成形アパーチャーを通過させずに、電子線をレジスト層に照射するスポットビーム露光方式によれば、可変成形ビーム露光方式と比べて、露光するパターン10の自由度は高まるが、可変成形ビーム露光方式よりも1回あたりの照射面積が小さいため、描画にかかる時間が長くなる。一方で、可変成形ビーム露光方式によれば、スポットビーム方式よりも1回あたりの照射面積を大きくでき、かつ、1回あたりの照射面積が可変であることから描画にかかる時間を短くすることができる。

## 【 0 1 5 0 】

可変成形ビーム露光方式では、レジスト層のうち、表示部における1つの第1被覆面23 aに対応する部分の各々が、1回の露光で描画されることが好ましい。これにより、1つの第1被覆面23 aに対応する部分の全体において、露光の条件が同じになるため、1つの第1被覆面23 aに対応する部分が、複数回の露光で描画される場合と比べて、第1被覆面23 aの平坦性を高めることができる。

## 【 0 1 5 1 】

また、1つの第1被覆面23 aに対応する部分の各々が1回の露光で描画されることにより、複数の第1被覆面23 aの各々に対応する部分の間において、露光の条件が略同じになる。そのため、複数の第1被覆面23 aの各々に対応する部分の間では、レジスト層の厚さ方向において、レジストを分解させるエネルギーを電子線から得られる距離が互いに略等しくなる。

## 【 0 1 5 2 】

なお、レジスト層を露光する工程では、レジスト層のうち、電子線またはレーザー光線は、電子線またはレーザー光線が照射された照射部分に到達することに加えて、照射部分の近傍の部分に散乱する。そのため、電子線またはレーザー光線によるエネルギーは、照射部分、および、照射部分の近傍に到達する。それゆえに、電子線またはレーザー光線の照射装置に対して設定した条件の通りに、レジスト層の描画ができない場合もある。

## 【 0 1 5 3 】

この点で、1つの表示領域に含まれる複数の表示部の間において、第1被覆面23 aの占有度が略等しければ、レジスト層のうち、各表示部に対応する部分に対して照射される電子線またはレーザー光線の光量が互いに略等しくなる。そのため、電子線またはレーザー光線の散乱による影響が、複数の表示部の間において略等しくなる。これにより、レジスト層が、電子線またはレーザー光線の散乱による影響を受けたとしても、複数の表示部の間において、射出する光の色にむらやずれが生じることが抑えられる。

## 【 0 1 5 4 】

また、電子線によるレジスト層の露光では、電子線によって与えられるエネルギー量が同じであっても、電子線の照射される面積が大きいほど、レジスト層の厚さ方向において、レジストを分解させるエネルギーを電子線から得られる距離が大きくなる。それゆえに、複数の表示部において、複数の第1被覆面23 aの各々と、第2被覆面23 bとの間の距離におけるばらつきを小さくする上では、表示部に含まれる第1被覆面23 aの全てにおいて、反射面21 sと対向する平面視における第1反射面21 aの一辺の長さが略等しいことが好ましい。

## 【 0 1 5 5 】

表示体10の備える各第1反射面21 aが、他の第1反射面21 aと接する構成では、レジスト層の露光工程において、一つの照射領域と、一つの照射領域と接する他の照射領域とに電子線の照射が行われる。そのため、一つの照射領域に照射された電子線が、他の

10

20

30

40

50

照射領域にも散乱することで、2つの照射領域の境界において、電子線の照射によって与えられたエネルギー量が過剰になる。結果として、2つの照射領域の境界において、現像後における形状の精度が低くなる。

【0156】

それゆえに、表示体10において、各表示部に含まれる各第1被覆面23aが他の第1被覆面23aから離れていることが好ましい。また、複数の表示部において、各表示部に含まれる第1被覆面23aと、各表示部と隣り合う他の表示部に含まれる第1被覆面23aとの間には、隙間が形成されていることが好ましい。

【0157】

現像工程では、電子線またはレーザー光線が照射されたレジスト層を現像する。これにより、レジスト層のうち、電子線またはレーザー光線が照射された部分が、電子線またはレーザー光線が照射されていない部分から取り除かれることで、レジスト層の表面に凹凸面である転写面が形成される。

10

【0158】

すなわち、図17が示すように、原版40は、ガラス基板41と、レジスト層42とを備えている。レジスト層42は、ガラス基板41に接する面とは反対側の面である転写面42sを有している。転写面42sは、複数の第1転写面42aと第2転写面42bとを含んでいる。転写面42sの厚さ方向から見て、各第1転写面42aの位置と第2転写面42bの位置とが異なり、転写面42sと対向する方向から見て、第2転写面42bは、互いに隣り合う第1転写面42aの間を埋めている。

20

【0159】

転写面42sのうち、第1転写面42aの転写によって、表示体10における被覆面23sの第1被覆面23aが形成され、第2転写面42bの転写によって、被覆面23sの第2被覆面23bが形成される。

【0160】

原版40において、第1転写面42aと第2転写面42bとの間の距離は、被覆面間距離D2に等しい。すなわち、第1転写面42aと第2転写面42bとの間の距離は、表示体10の第1被覆面23aの上に形成された第1反射面21aにおいて反射された光と、第2被覆面23bの上に形成された第2反射面21bにおいて反射された光との干渉によって、有彩色の光を射出する距離である。

30

【0161】

ガラス基板41の転写面42sと対向する平面視において、各第1転写面42aは略正方形を有し、かつ、複数の第1転写面42aは、複数の仮想線Lvの上に複数ずつ並んでいる。複数の仮想線Lvと交差する直線上において、互いに隣り合う仮想線Lvの間の距離には、互いに異なる大きさが含まれている。

【0162】

そして、上述した方法によって得られた原版40に対して、電鍍およびめっきなどを行うことによって、原版40の転写面42sが転写された凹凸面を有する金属製のスタンプを得ることができる。

【0163】

40

以上説明したように、表示体、物品、原版、および、原版の製造方法によれば、以下に列挙する効果を得ることができる。

(1) 表示体10は、反射面間距離D1によって規定される所定の有彩色を有した光を射出することができる。また、各仮想線Lvの上に、複数の第1反射面21aが並んでいるため、各仮想線Lv上の複数の第1反射面21aが、1つの疑似面21dを形成していると見なすことができる。これにより、仮想線Lv上に並ぶ第1反射面21aと仮想線Lv間に位置する第2反射面21bとの間における反射光の干渉によって有彩色の光が生成され、有彩色の光の射出される方向には、基材11の厚さ方向から見て、仮想線Lvとほぼ直交する方向への指向性が与えられる。それゆえに、表示体10が、所定の有彩色を有した光を射出しつつ、光を等方的に射出する構成と比べて、表示体10によって表示され

50

る像が動的に変わる。

【0164】

(2) 各仮想線Lv上において、複数の第1反射面21aが、所定の周期で並んでいないため、複数の第1反射面21aを含む構造によって、仮想線Lvの延びる方向に沿って回折光が射出されることが抑えられる。

【0165】

(3) 露光工程において、原版40のうち、各第1反射面21aに対応する部分であって、光が照射される部分である照射部分の大きさを略等しくすることができる。そのため、照射部分の各々に光から与えられるエネルギーも略等しくことができ、結果として、照射部分に対して与えられるエネルギーのばらつきによって、原版40の形状の精度が低くなることが抑えられ、ひいては、表示体10の形状の精度が低くなることが抑えられる。

10

【0166】

(4) 露光工程において、原版40のうち、一つの第1反射面21aに対応する部分である照射部分と、他の第1反射面21aに対応する部分である他の照射部分とが接することが避けられる。そのため、2つの照射部分の境界に与えられるエネルギーが過剰になることが避けられる。結果として、原版40の形状の精度が低くなることが抑えられ、ひいては、表示体10の形状の精度が低くなることが抑えられる。

【0167】

(5) 複数の表示部の間において、各表示部において全ての第1反射面21aが占有する面積が略等しい構成では、各表示部から射出される光の光量を略等しくすることができる。

20

(6) 各表示部において、第1反射面21aの占有度が、15%以上50%以下である構成では、表示部から視認可能な程度の光量の光が射出される。

【0168】

[変形例]

なお、上述した実施形態は、以下のように適宜変更して実施することもできる。

・物品は、ICカードに限らず、例えば、磁気カード、無線カード、および、ID (identification) カードなどの他のカードであってもよい。あるいは、物品は、紙幣および商品券などの有価証券であってもよいし、美術品などの高級品であってもよい。またあるいは、物品は、真正品であることが確認されるべき品物に取り付けられるタグであってもよいし、真正品であることが確認されるべき品物を収容する包装体、または、包装体の一部であってもよい。

30

【0169】

・表示体において、反射層21の反射面21sは、上述した表示部に加えて、表示部とは異なる光学的な機能を有する領域である異機能部を含んでいてもよい。そして、異機能部には、反射面21sに入射した光を回折する回折部、反射面21sに入射した光の反射を防止する反射防止部、および、反射面21sに入射した光を散乱させる光散乱部の少なくとも1つが形成されていればよい。

【0170】

このうち、回折部は、例えば、図13を参照して先に説明した回折格子であり、反射面21sに入射した光の回折によって、観察者が表示体を観察する条件に応じて虹色に色が変わる光を射出する。

40

【0171】

図18が示すように、反射防止部50は、可視光の波長以下の周期で並ぶ複数の微細な凸部51を備え、複数の凸部51が、複数の凸部51に入射した光の反射による射出を低くする。これにより、反射防止部50は、黒色を表示する。

【0172】

図19が示すように、光散乱部60は、例えば、表示体の反射面21sと対向する方向から見た大きさ、および、表示体の厚さ方向における長さの少なくとも一方が互いに異な

50

る複数の凸部 61 を備えている。複数の凸部 61 の各々は、表示体の厚さ方向における長さが、例えば、数  $\mu\text{m}$  以上である。光散乱部 60 は、光散乱部 60 に入射した光の乱反射によって、白色を有した光を射出する。

【0173】

こうした構成によれば、以下の効果を得ることができる。

(7) 回折部、反射防止部 50、および、光散乱部 60 の少なくとも 1 つが反射面 21s に形成されている分、表示体には、所定の有彩色を有した光を射出する以外の光学的な機能が付加される。そのため、反射面 21s が表示部のみを含む構成と比べて、表示体によって得られる光学的な機能がより複雑であり、結果として、表示体の偽造をより難しくすることができる。

10

【0174】

・第 1 表示領域 12、第 2 表示領域 13、および、第 3 表示領域 14 の各々に含まれる複数の表示部の全てにおいて、仮想線 Lv の延びる方向が互いに等しくなくてもよい。

【0175】

例えば、各表示領域に含まれる複数の表示部において、各表示部に含まれる複数の仮想線 Lv が互いに平行である。そして、隣り合う 2 つの表示部の間において、一方の表示部における仮想線 Lv の延びる方向と、他方の表示部における仮想線 Lv の延びる方向とが形成する角度である仮想線間角が  $10^\circ$  以下である。

【0176】

こうした構成によれば、以下に記載の効果を得ることができる。

20

(8) 互いに隣り合う 2 つの表示部の間において、仮想線間角が  $10^\circ$  以下に抑えられている。そのため、各仮想線の延びる方向と、観察者の視線の方向とが形成する角度が変わるに連れて、互いに隣り合う 2 つの表示部の間において、輝度が連続的に変わる。

【0177】

・表示部において、第 1 反射面 21a の占有度は、15% よりも小さくてもよい。こうした構成であっても、表示部は、反射面間距離 D1 に固有の有彩色を有した光を少なからず射出することが可能であることから、上述した (1) に準じた効果を得ることはできる。

【0178】

・複数の表示部のうち、少なくとも 2 つの表示部において、第 1 反射面 21a の占有度が互いに等しければよい。こうした構成であっても、第 1 反射面 21a の占有度が互いに等しい表示部の間では、上述した (5) に準じた効果を得ることができる。

30

【0179】

・全ての表示部において、第 1 反射面 21a の占有度が互いに異なってもよい。こうした構成であっても、反射面間距離 D1 に固有の有彩色を有した光が反射面 21s から射出されることから、上述した (1) に準じた効果を得ることはできる。

【0180】

・複数の表示部のうち、互いに隣り合う少なくとも 2 つの表示部において、一方の表示部を構成する第 1 反射面 21a と、他方の表示部を構成する第 1 反射面 21a との間に隙間が形成されていけばよい。こうした構成であっても、第 1 反射面 21a の間に隙間が形成された表示部の間では、上述した (4) に準じた効果を得ることができる。

40

【0181】

・互いに隣り合う 2 つの表示部において、一方の表示部を構成する第 1 反射面 21a と、他方の表示部を構成する第 1 反射面 21a との間に隙間が形成されていなくてもよい。こうした構成であっても、第 1 反射面 21a と対向する方向から見て、各表示部を構成する各第 1 反射面 21a は、他の残りの第 1 反射面 21a とは互いに重ならないため、表示部の内部においては、上述した (4) に準じた効果を得ることができる。

【0182】

・各第 1 反射面 21a の一辺の長さには、互いに異なる大きさが含まれていてもよい。こうした構成であっても、反射面間距離 D1 に固有の有彩色の光が反射面 21s から射出

50

されるため、上述した(1)に準じた効果を得ることはできる。

【0183】

・図20が示すように、表示体70において、複数の仮想線Lvは、表示体70の反射面21sにおける始点部Stから放射状に伸びていてもよい。なお、図20は、表示体70の反射面21sと対向する方向から見た平面構造を示している。また、図20では、図示の便宜上から、各仮想線Lvの上に並ぶ複数の第1反射面21aの図示が省略されている。

【0184】

図20が示すように、表示体70は、X方向に沿って伸びる長方形形状を有し、表示体70の外縁のうち、X方向に沿って伸びる2つの辺の一方に対して、X方向における中央を含む位置に始点部Stが設定されている。1つの表示体70は、複数の仮想線Lvを含み、複数の仮想線Lvの各々は、反射面21sにおける1つの始点部Stから放射状に伸び、複数の仮想線Lvは、扇形状を形成している。複数の仮想線Lvにおいて、各仮想線Lvの伸びる始点が一致している。複数の仮想線Lvと交差する直線Ls上において、仮想線間距離D3には、互いに異なる複数の大きさが含まれる。複数の仮想線Lvのうち、互いに隣り合う2つの仮想線Lvが形成する角度は、例えば10°以下に設定され、数度であることが好ましい。

【0185】

なお、反射面21sにおいて、各仮想線Lvに沿って並ぶ複数の第1反射面21aと、第2反射面21bとの間の距離は、表示体70の全体において略等しい。そのため、表示体70から射出される光の色は、所定の有彩色であって、かつ、表示体70の全体において同じ色である。

【0186】

図21から図26を参照して、表示体70の作用を説明する。なお、図21から図26では、表示体70に対する観察者の視線の方向である視線方向が、表示体70の上方から見て、Y方向に沿った方向である。そして、表示体70の外縁のうち、始点部Stが位置する辺がY方向に沿っている状態である初期状態から、始点部Stを通り、かつ、紙面と直交する回転軸を中心に表示体70を紙面の左回りに徐々に回転させたときに、観察者に視認される像が示されている。また、図21から図26では、表示体70のうち、観察者によって輝度の高い領域であると認識される部分が白色で示される一方で、観察者によって輝度の低い領域であると認識される部分にドットが付されている。

【0187】

図21が示すように、表示体70のうち、始点部Stを通り、かつ、Y方向に沿って伸びる中心線Cよりも左側の部分が左部分70Lであり、中心線Cよりも右側の部分が右部分70Rである。初期状態では、左部分70Lの全体と、右部分70Rの一部とが、表示体70において輝度の高い部分である高輝度領域71であり、右部分70Rのうち、高輝度領域71に含まれる部分とは異なる部分が、低輝度領域72である。

【0188】

図22が示すように、表示体70が回転軸を中心に左回りに回転すると、表示体70のうち、左部分70Lの全体は、初期状態と同様、高輝度領域71である一方で、右部分70Rにおいて高輝度領域71に含まれる部分が、初期状態よりも広がる。

【0189】

図23、および、図24が示すように、表示体70がさらに左回りに回転すると、回転角度が大きくなるほど、左部分70Lにおいて、低輝度領域72に含まれる部分が広がる一方で、右部分70Rにおいて、低輝度領域72に含まれる部分が狭まる。すなわち、左部分70Lにおいて、高輝度領域71に含まれる部分が狭まる一方で、右部分70Rにおいて、高輝度領域71に含まれる部分が広がる。

【0190】

図25、および、図26が示すように、表示体70がさらに左回りに回転すると、回転角度が大きくなるほど、左部分70Lにおいて、低輝度領域72に含まれる部分が広がる

10

20

30

40

50

一方で、右部分 7 0 R の全体が、高輝度領域 7 1 に含まれ続ける。

【 0 1 9 1 】

以上説明した表示体 7 0 によれば、以下に記載の効果を得ることができる。

( 9 ) 各仮想線 L v の延びる方向と、観察者の視線の方向とが形成する角度が変わるに連れて、表示体 7 0 の中で相対的に輝度が高い部分である高輝度領域 7 1 として認識される部分と、相対的に輝度が低い部分である低輝度領域 7 2 として認識される部分とが連続的に変わる。

【 0 1 9 2 】

・複数の仮想線 L v が 1 つの始点部 S t から放射状に延びる構成では、1 つの表示体の中で、複数の仮想線 L v が円形状を形成していてもよい。

10

・複数の仮想線 L v が始点部 S t から放射状に延びる構成では、1 つの始点部 S t が、所定の面積を有した領域であってもよく、この場合には、複数の仮想線 L v は、始点部 S t を共有する一方で、複数の仮想線 L v における始点が一致していなくてもよい。こうした構成では、複数の仮想線 L v は、1 つの表示体の中で、円環形状を形成していてもよいし、円弧形状を形成していてもよい。

【 0 1 9 3 】

・1 つの表示体が複数の表示部を含む構成では、複数の表示部には、仮想線 L v の延びる方向が互いに同じである複数の表示部に加えて、以下の表示部の少なくとも一方が含まれていてもよい。すなわち、複数の表示部には、互いに隣り合う 2 つの表示部において、仮想線間角が 1 0 ° 以下である表示部、および、1 つの始点部 S t から放射線状に延びて

20

【 0 1 9 4 】

・第 1 反射面 2 1 a における一辺の長さには、互いに異なる複数の大きさが含まれてもよい。こうした構成であっても、各第 1 反射面 2 1 a における反射面間距離 D 1 が他の残りの第 1 反射面 2 1 a における反射面間距離 D 1 と略等しければ、反射面 2 1 s は、反射面間距離 D 1 に固有の有彩色を有する光を射出することは可能である。

【 0 1 9 5 】

・表示体は、上述した偽造を防止する目的だけでなく、物品を装飾する目的で用いられてもよいし、表示体そのものが観察の対象であってもよい。表示体そのものが観察の対象であるときには、表示体は、例えば、玩具および学習教材などとして用いることができる。

30

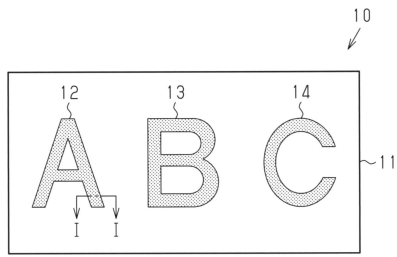
【 符号の説明 】

【 0 1 9 6 】

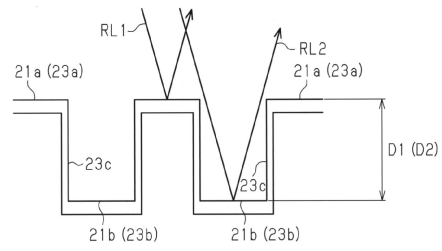
1 0 , 7 0 ... 表示体、 1 1 ... 基材、 1 2 ... 第 1 表示領域、 1 2 p , 1 3 p , 1 4 p ... 表示部、 1 3 ... 第 2 表示領域、 1 4 ... 第 3 表示領域、 2 1 ... 反射層、 2 1 a ... 第 1 反射面、 2 1 b ... 第 2 反射面、 2 1 c ... 側面、 2 1 d ... 疑似面、 2 1 s ... 反射面、 2 2 ... 支持層、 2 3 ... 凹凸層、 2 3 a ... 第 1 被覆面、 2 3 b ... 第 2 被覆面、 2 3 s ... 被覆面、 3 0 ... I C カード、 3 1 ... カード基材、 3 1 a ... 凹部、 3 2 ... 印刷層、 3 2 a ... 貫通孔、 3 3 ... I C チップ、 4 0 ... 原版、 4 1 ... ガラス基板、 4 2 ... レジスト層、 4 2 a ... 第 1 転写面、 4 2 b ... 第 2 転写面、 4 2 s ... 転写面、 5 0 ... 反射防止部、 5 1 , 6 1 ... 凸部、 6 0 ... 光散乱部、 7 0 L ... 左部分、 7 0 R ... 右部分、 7 1 ... 高輝度領域、 7 2 ... 低輝度領域。

40

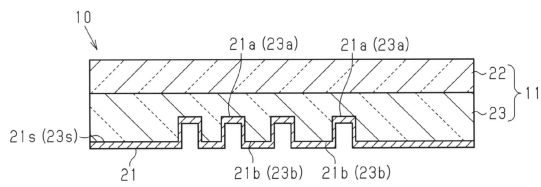
【図1】



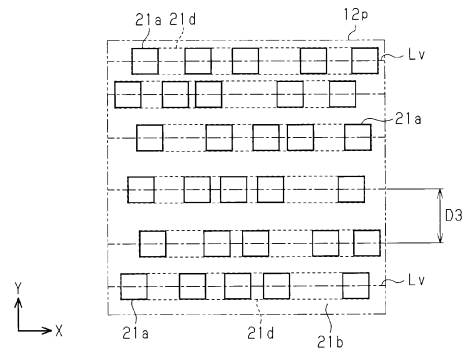
【図3】



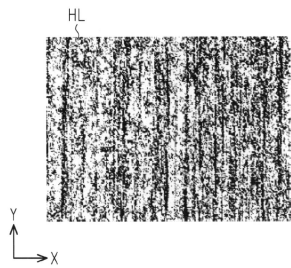
【図2】



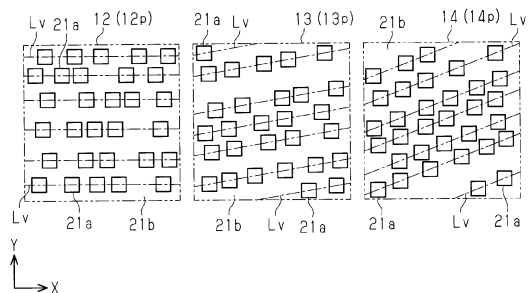
【図4】



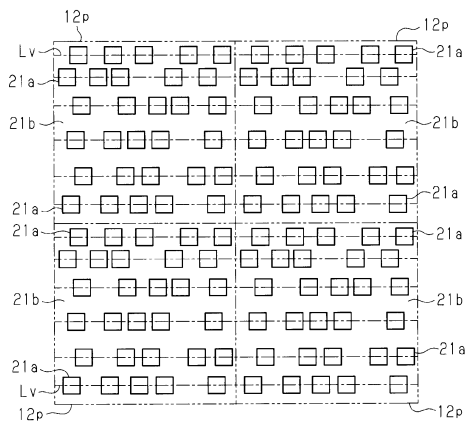
【図5】



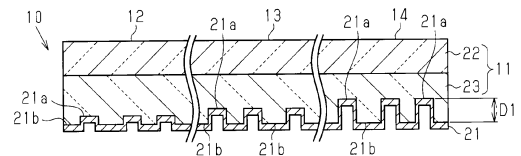
【図7】



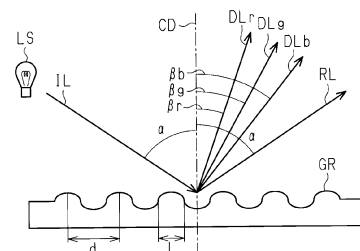
【図6】



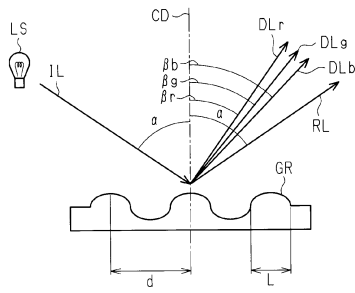
【図8】



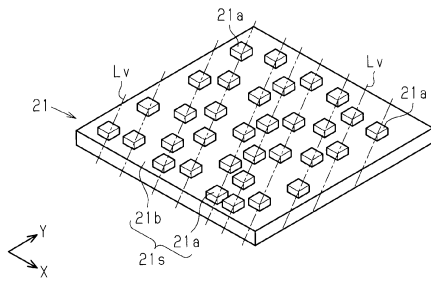
【図9】



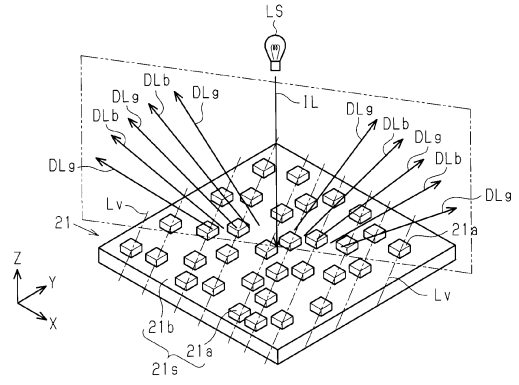
【図10】



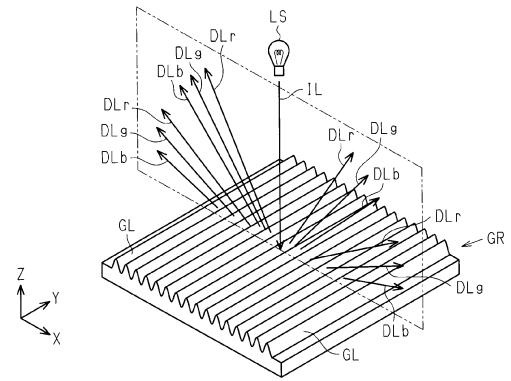
【図11】



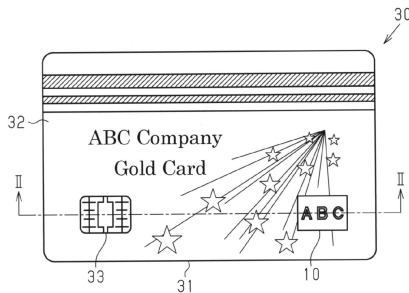
【図12】



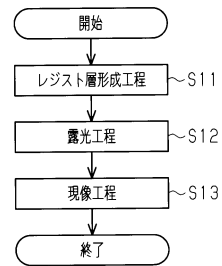
【図13】



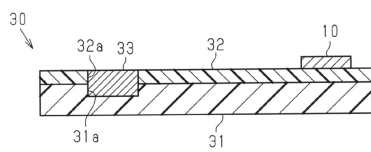
【図14】



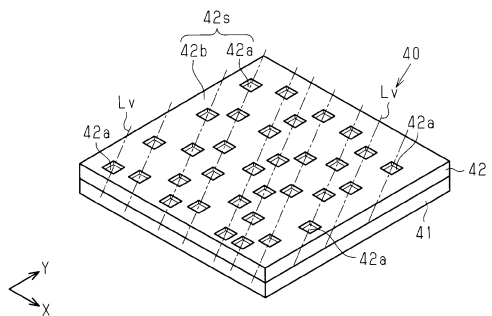
【図16】



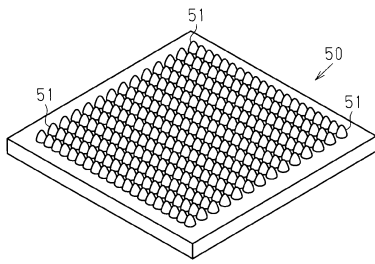
【図15】



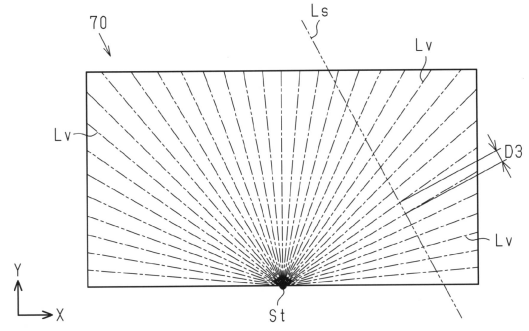
【図17】



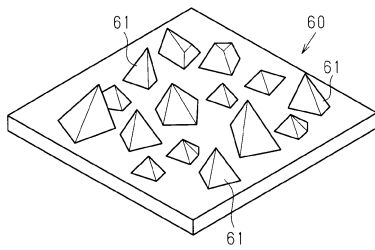
【 図 1 8 】



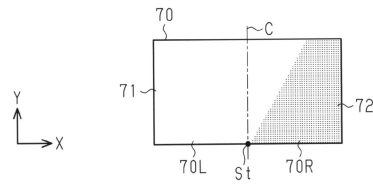
【 図 2 0 】



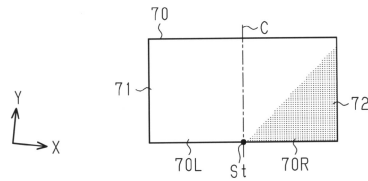
【 図 1 9 】



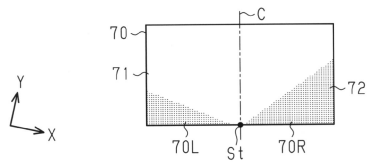
【 図 2 1 】



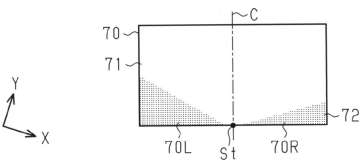
【 図 2 2 】



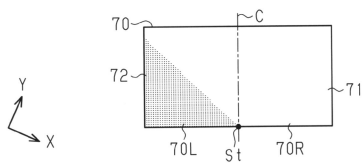
【 図 2 3 】



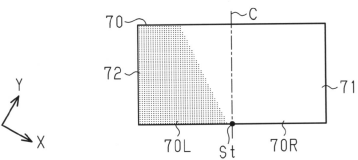
【 図 2 4 】



【 図 2 5 】



【 図 2 6 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2014-134739(JP,A)  
特開2013-193268(JP,A)  
国際公開第2012/176429(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B	5/18
B42D	25/328
G09F	19/14