

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5115960号
(P5115960)

(45) 発行日 平成25年1月9日 (2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月26日 (2012.10.26)

(51) Int.Cl.

F I

G 0 3 H 1/26 (2006.01)

G 1 1 B 7/24 (2013.01)

G 1 1 B 7/24035 (2013.01)

G 1 1 B 7/24041 (2013.01)

G 0 3 H 1/26

G 1 1 B 7/24 5 0 1 Z

G 1 1 B 7/24 5 2 2 A

G 1 1 B 7/24 5 2 2 Q

G 1 1 B 7/24 5 3 8 P

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2007-192447 (P2007-192447)

(22) 出願日 平成19年7月24日 (2007.7.24)

(65) 公開番号 特開2009-31360 (P2009-31360A)

(43) 公開日 平成21年2月12日 (2009.2.12)

審査請求日 平成22年6月21日 (2010.6.21)

(出願人による申告) 平成18年度、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構委託「ナノフォトリクスを核とした人材育成、産学連携等の総合的展開」産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの。

(73) 特許権者 504137912

国立大学法人 東京大学

東京都文京区本郷七丁目3番1号

(74) 代理人 100120868

弁理士 安彦 元

(72) 発明者 大津 元一

東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内

(72) 発明者 成瀬 誠

東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内

(72) 発明者 堅 直也

東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 階層型情報記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

照射される伝搬光の波長に対して回折限界以上のピッチで媒体の形状又は物性に改変が施された第1のスケールと、

上記伝搬光の波長に対して回折限界未満の径からなる近接場光の滲出スポットに対応した読出領域単位で媒体の形状又は物性に改変が施された第2のスケールとを備え、

上記伝搬光が照射された場合に上記第1のスケールのみが光学応答を示し、上記近接場光が滲出された場合に上記第2のスケールのみが光学応答を示し、

上記第1のスケールは、上記照射される伝搬光を回折及び反射するホログラムシールであり、

上記第2のスケールは、上記第1のスケールとしてのホログラムシール表面に積層されたAu薄膜に凹凸を設けることにより構成されていること

を特徴とする階層型情報記録媒体。

【請求項2】

上記第1のスケール及び／又は上記第2のスケールは、凹凸を設けることにより上記媒体の形状に改変が施されていること

を特徴とする請求項1記載の階層型情報記録媒体。

【請求項3】

上記第2のスケールにおける上記読出領域は、上記近接場光を滲出させる近接場光プロープのコアの径に基づいて決定されていること

を特徴とする請求項 1 又は 2 記載の階層型情報記録媒体。

【請求項 4】

上記第 2 のスケールは、上記読出領域単位で点在させた凸部又は凹部の形状、位置、有無の何れかを介して情報が記録されていること

を特徴とする請求項 1 ～ 3 のうち何れか 1 項記載の階層型情報記録媒体。

【請求項 5】

上記第 2 のスケールは、近接場光の滲出スポットのサイズに応じて複数階層に亘り情報を読み出し可能となるように凸部又は凹部を点在させてなること

を特徴とする請求項 4 記載の階層型情報記録媒体。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、入力光に基づいて再生可能な情報が記録された階層型情報記録媒体に関し、特に高いセキュリティレベルの認証が必要な場合等に好適な階層型情報記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の光学特性を利用した製品は、伝搬光に対する光学応答を持たせることを念頭に置いたものが多い。ホログラムを例にとれば、遠隔でこれを観察した場合の見え方が、また、宝石等を例にとれば、それを人間の目で見たときの見え方が、いずれも伝搬光に対する光学応答に相当する。更にレンズ等の透明媒体を例にとれば、光の透過特性が伝搬光に対する光学応答に相当する。

20

【0003】

このような伝搬光に対する光学応答は、上述の如き光学特性を利用した製品を作り出す上でコントロールしなければならない必要不可欠な物理的性質である。

ところで、この従来における光学特性を利用した製品は、伝搬光領域に対する光学応答のみ、その機能性が定まっていた。このため、光学特性を用いた新たな付加価値を当該製品に追加する際には、その伝搬光における機能性に関して自由度を高くすることができず、ひいては、製品自体に新たな付加価値を創出することも困難になるという問題点があった。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

そこで、本発明は、上述した問題点に鑑みて案出されたものであり、その目的とするところは、伝搬光領域に対する光学応答に加え、近接場光領域に対する光学応答を発揮させることにより、その機能性に自由度を与え、ひいては製品に付加価値を与えることが可能な階層型情報記録媒体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明を適用した階層型情報記録媒体は、上述した課題を解決するために、照射される伝搬光の波長に対して回折限界以上のピッチで媒体の形状又は物性に改変が施された第 1 のスケールと、上記伝搬光の波長に対して回折限界未満の径からなる近接場光の滲出スポットに対応した読出領域単位で媒体の形状又は物性に改変が施された第 2 のスケールとを備え、上記伝搬光が照射された場合に上記第 1 のスケールのみが光学応答を示し、上記近接場光が滲出された場合に上記第 2 のスケールのみが光学応答を示し、上記第 1 のスケールは、上記照射される伝搬光を回折及び反射するホログラムシールであり、上記第 2 のスケールは、上記第 1 のスケールとしてのホログラムシール表面に積層された Au 薄膜に凹凸を設けることにより構成されていることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0006】

50

上述した構成からなる本発明によれば、伝搬光が照射された場合に第1のスケールのみが光学応答を示すことができ、近接場光が滲出された場合に第2のスケールのみが光学応答を示すことができることから、これを応用した製品に対して付加価値を与えることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

以下、本発明を実施するための最良の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0008】

図1は、本発明を適用した階層型情報記録媒体1の構成を示している。この階層型情報記録媒体1は、第1のスケール11が形成された第1層21と、第2のスケール12が形成された第2層22とを備えている。

10

【0009】

第1層21は、例えばソーダガラス、 CaF_2 、 LiNbO_3 、 LaAlO_3 、光ファイバ等の材質で構成される媒体である。この第1層21には、所定のピッチ k で形状に改変が施された第1のスケール11が形成されている。

【0010】

図2は、この第1のスケール11の正面図を示している。この第1のスケール11は、ホログラムを形成する、いわゆる干渉縞として構成されている。この第1のスケール11は、干渉縞の明暗パターンに従った凹凸を交互に形成させることにより具体化されるものである。

20

【0011】

ちなみに、この第1のスケール11は、あくまで伝搬光が照射された場合において、その回折及び反射によりホログラムとしての光学応答を示すように調整されている。このためには、この第1のスケール11を構成する干渉縞のピッチ k を少なくとも上記照射される伝搬光の回折限界以上となるように構成している。このとき、第1のスケール11のピッチ k は、伝搬光の波長 λ としたときに $\lambda/4$ 以上で構成するようにしてもよい。

【0012】

第1のスケール11は、上述の如き凹凸を形成させる代わりに、材料の屈折率等を始めた材質を交互に異ならせることにより、干渉縞を作り出すようにしてもよい。これによっても同様にホログラム素子を形成させることができ、伝搬光を照射することによりホログラムによる光学応答を発揮させることが可能となる。

30

【0013】

第2のスケール12は、微細な凹凸を形成させることによりその形状が、又は屈折率を互いに異ならせる等の処理を加えることによりその物性が、改変されている。また凹凸を施すことに加えて、単に凸部のみ又は凹部のみを設けることにより形状に改変を施すようにしてもよい。

【0014】

図3は、この第2のスケール12の正面図を示している。この第2のスケール12は、後述する近接場光プローブを介して読み出し可能とされている。一般にこの近接場光プローブを介して情報を読み取る際には、読み取り面に対して近接場光を滲出させ、この滲出させた近接場光の戻り光を検出することによりこれを実行していくことになる。第2のスケール12は、かかる近接場光プローブを介した読み出しを行うため、当該プローブから滲出され得る近接場光の滲出スポットに応じて情報が予め書き込まれている必要がある。

40

【0015】

図3の第2のスケール12においては、近接場光プローブからの滲出スポットに対応した読出領域7単位で情報の読み出しができるようにするため、当該読出領域7単位で微細な凹凸を形成させることによりその形状が、又は屈折率を互いに異ならせる等の処理を加えることによりその物性が、改変されている。この図3の例において、各読出領域7内には、凹部71が設けられている。近接場光プローブの先端を各読出領域7に近接させて、

50

近接場光による滲出スポットをこれら各読出領域7に形成させると、この凹部71の形状や位置、配列、有無等により、各読出領域7から検出させる近接場光から互いに異なる光学応答が現れてくる。このため、これら近接場光を介した光学応答の差異を情報として取得することも可能となる。

【0016】

図3の例では、読出領域7に形成すべき凹部71の位置を互いに異ならせ、これに応じて互いに異なる近接場光の光学応答を発揮させることにより、これを情報として読み出し可能としている。ちなみに、この読出領域7の径Lは、伝搬光の波長に対して回折限界未満の径となるように構成している。また互いに隣接する読出領域7間の間隔mは、伝搬光の回折限界を超えていてもよい。図4は、読出領域7の間隔mを伝搬光の回折限界以上で配置した例を示している。読出領域7の間隔mを伝搬光の回折限界以上で配置されていても、読出領域7の径L自体が伝搬光の回折限界未満であれば、本発明所期の効果を奏することになる。

【0017】

次に、上述の如き構成からなる第1のスケール11、第2のスケール12を備える階層型情報記録媒体1の作用効果について説明をする。

【0018】

先ず図5に示すように、この階層型情報記録媒体1に対して伝搬光が照射された場合について説明する。この伝搬光に対しては、第1層21において形成された第1のスケール11のみが光学応答を示す。その理由として、第1のスケール11を構成する凹凸は、照射された伝搬光に対する回折限界以上のピッチで構成されているため、これらを光学応答として検出することができるためであり、これに対して第2のスケール12は、照射された伝搬光に対する回折限界未満の径で構成されているため、伝搬光の照射に対して光学応答を示さないためである。

【0019】

仮に、ホログラム素子の干渉縞として構成される第1のスケール11に対して、参照光として伝搬光を照射すると、当該伝搬光は第1のスケール11によって回折及び反射されることになる。その結果、発生した回折光により、ユーザは干渉縞に基づく像を視認することが可能となる。

【0020】

次に、図6に示すように階層型情報記録媒体1に対して近接場光を滲出させた場合について説明する。近接場光プローブ3の先端31を第2層22の表面22aに近接させ、エバネッセント波としての近接場光を滲出させる。

【0021】

この滲出させた近接場光は、この先端31から表面22aまでの間隔をhとし、伝搬光の波長を λ としたとき、 $h \leq \lambda / 4$ である場合において表面22aに滲出されることになる。この近接場光の滲出領域を上述した読出領域7に合わせることで、第2層22における第2のスケール12が読み出されることになる。

【0022】

これに対して、第1層21における第1のスケール11は、伝搬光の波長の回折限界を超える径で形成されているため、近接場光を介して第1のスケール11を読み取ることはできない。

【0023】

このように本発明を適用した階層型情報記録媒体1は、伝搬光が照射された場合に第1のスケール11のみが光学応答を示すことができ、近接場光が滲出された場合に第2のスケール12のみが光学応答を示すことができることになる。

【0024】

ここで階層型情報記録媒体1は、例えば図7に示すようなカード4に適用するようにしてもよい。カード4上に設けられた階層型情報記録媒体1から、ユーザは、デザイン5を肉眼により視認することができる。このデザイン5は、第1のスケール11に基づくもの

10

20

30

40

50

である。即ち、デザイン 5 が伝搬光に対する光学応答として現れるように、この第 1 のスケール 1 1 を第 1 層 2 1 に形成させる。

【0025】

しかしユーザは、このカード 4 上に設けられた階層型情報記録媒体 1 における第 2 のスケール 1 2 に基づく光学応答を肉眼により視認することはできない。実際にこの第 2 のスケール 1 2 に割り当てられている情報を読み取るためには、近接場光を階層型情報記録媒体 1 に滲出させる必要がある。実際には、上述したような近接場光プローブ 3 の先端 3 をこの階層型情報記録媒体 1 の表面に近接させ、近接場光を滲出させることにより、これを読み取ることが可能となる。

【0026】

即ち、本発明に係る階層型情報記録媒体 1 をカード 4 へ適用することにより、カード 4 のセキュリティ性を向上させることが可能となる。例えば、このカード 4 をセキュリティゾーンへの立ち入り許可のために用いる場合には、先ず第 1 のスケール 1 1 に基づく光学応答としてのデザイン 5 をあくまで視覚的な映像として係員が視認することにより、第 1 段階におけるセキュリティのチェックを行う。次に、このカード 4 における階層型情報記録媒体 1 を近接場光プローブに近接させることにより、第 2 のスケール 1 2 に割り当てられている情報を読み取る。このとき、第 2 のスケール 1 2 においてセキュリティに関する所定のキーワード等を予め割り当て、これを近接場光を利用して読み取ることにより、第 2 段階におけるセキュリティのチェックを行う。即ち、各段階において異種の光学応答を利用してセキュリティのチェックを行うことができることから、セキュリティ性の向上を図ることが可能となる。

【0027】

特に、この階層型情報記録媒体 1 が適用されたカード 4 においては、第 1 のスケール 1 1 までは、製造できたとしても、この光の回折限界未満のサイズからなる第 2 のスケール 1 2 を製造することは困難を極めるため、カード 4 の複製版を容易に作り出すことができない。この複製版の製造困難性がこのカード 4 のセキュリティ性をより向上させることが可能となり、カード 4 を製品として付加価値を与えることも可能となる。

【0028】

さらに、この階層型情報記録媒体 1 の他の応用例としては、宝石の表面に第 2 のスケール 1 2 を形成させる形態がある。可視光を介して人の目に映る宝石の美観は、あくまで伝搬光に対する光学応答であり、宝石の表面加工が第 1 のスケール 1 1 に相当する。これに加えて、宝石の表面に第 2 のスケール 1 2 を形成させ、当該第 2 のスケール 1 2 に対して所望の情報を割り当てておくことにより、近接場光を介して当該情報を読み出すことも可能となる。即ち、宝石という一つの製品に対して第 1 のスケール 1 1 を介して美観を作り出すという機能と、第 2 のスケール 1 2 を介して情報の伝達という機能を共に担わせることが可能となることから、宝石という製品自体に付加価値を与えることが可能となる。

【0029】

また、この階層型情報記録媒体 1 の他の応用例としては、レンズの表面に第 2 のスケール 1 2 を形成させる形態がある。レンズを介して人の目に映る像は、あくまで伝搬光に対する光学応答であり、レンズに施された表面加工等が第 1 のスケール 1 1 に相当する。これに加えて、レンズの表面に微細な第 2 のスケール 1 2 を形成させ、当該第 2 のスケール 1 2 に対して所望の情報を割り当てておくことにより、近接場光を介して当該情報を読み出すことも可能となる。即ち、レンズという一つの製品に対して第 1 のスケール 1 1 を介して肉眼で視認可能な像を作り出すという機能と、第 2 のスケール 1 2 を介して情報の伝達という機能を共に担わせることが可能となることから、レンズ製品自体に付加価値を与えることが可能となる。

【0030】

レンズ以外に、例えば化学や生物等の実験で使用するプレパラートに第 2 のスケール 1 2 を形成させて、これに情報を割り当てておくことにより、プレパラートという製品自体に付加価値を創出することも可能となる。

【0031】

なお、本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではない。例えば第2のスケール12において、近接場光の滲出スポットのサイズに応じて複数階層に亘り情報を読み出し可能となるように構成してもよい。

【0032】

図8は、近接場光プローブ3の開口31の径を拡大させることにより、近接場光の滲出スポットの径を拡大させた例を示している。近接場光の滲出スポットの径の拡大に応じて、第2のスケール12をより広範に読み出すことが可能となる。このため、第2のスケール12において形成すべき読出領域7のサイズをより広範な領域で設定しておくことにより、かかる拡張された開口31を持つ近接場光プローブ3により情報を読み出すことが可能となる。

10

【0033】

このとき、開口31の小さい近接場光プローブ3と開口31が拡大された近接場光プローブ3の双方により情報が読み出し可能なように第2のスケール12を形成させるようにしてもよい。このためには、図3に示すように、開口31の小さい近接場光プローブ3用の小さな読出領域7と、開口31が拡大された近接場光プローブ3用の大きな読出領域8の2階層が第2のスケール12上に形成されていることが必要になる。また、各階層においてそれぞれ光学応答の差異が明確に現れるように凹部71を点在させる必要もある。図3に示すように、読出領域7間のみならず、読出領域8間で比較した場合においても、凹部71の配置が異なることから、これを近接場光による光学応答の差異として識別することが可能となる。

20

【0034】

なお、この近接場光プローブ3の開口31の大きさを3段階以上に設定可能な場合には、上述した読出領域8が3階層以上に亘って第2のスケール12上に形成されている必要がある。

【実施例1】

【0035】

以下、本発明を適用した階層型情報記録媒体1の実施例として、例えば図9に示すように、第1層21としてホログラムシール25を用いる場合を説明する。

【0036】

30

ホログラムシール25は、最下層において接着層25aが形成され、その上層から順に反射金属薄膜層26、ホログラム形成層27が積層されている。

【0037】

反射金属薄膜層26は、金、アルミニウム等の金属及びその酸化物、窒化物などを単独もしくは2種以上を組み合わせ形成する。上記の金属のうち、特に金を用いて反射金属薄膜層26を形成することが望ましい。反射金属薄膜層26は、蒸着法、スパッタリング・イオン・プレーティング法、CVD法（化学気相成長法）等の方法や、めっきによって形成することができる。反射金属薄膜層26の厚さは本実施例では20～40nmとした。この反射金属薄膜層26には、上述した第1のスケール11が形成されてなり、かかる第1のスケール11のピッチkは、伝搬光の波長λとしたときにλ/4以上で構成されている。また、この第1のスケール11を構成する凹凸の高さの差分は、1～100μm程度とされていることが望ましい。

40

【0038】

ホログラム形成層27は、例えば銀塩等の公知の写真材料、感光性樹脂、サーモプラスチック等の材料で形成することができる。また、賦型可能な合成樹脂、例えば、ポリ塩化ビニル、アクリル、ポリスチレン、ポリカーボネート等の熱可塑性樹脂、不飽和ポリエステル、メラミン、エポキシ、ポリエステルメタクリレート、エポキシメタアクリレート等の熱硬化性樹脂を硬化させたもの、或いは、上記熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂の混合物が使用可能である。

【0039】

50

このような反射金属薄膜層 26、ホログラム形成層 27 を形成させたホログラムシールに対して伝搬光を照射することにより、ホログラムによる光学応答を示すことになる。

【0040】

次にこのホログラムシール 25 の表面 25b には、第 2 層 22 として Au 薄膜 28 が積層されている。即ち、この第 2 層 22 は、第 1 層 21 上に形成されていることになる。この Au 薄膜 28 は膜厚 40 nm 程度まで堆積されている。また、この Au 薄膜 28 の表面には、第 2 のスケール 12 が形成されている。この第 2 のスケール 12 は、収束イオンビーム (FIB) 装置を用いてナノオーダーまで加工されることにより作製される。この図 9 に示す例では、200 nm × 200 nm の矩形形状からなる凹部により構成する場合を想定している。

10

【0041】

ちなみに、この FIB 装置を用いる代わりに、周知のリソグラフィやインプリント方法を適用するようにしてもよいし、近接場光等を用いることで、ナノ構造を自己組織的に形成する技術を適用するようにしてもよい。

【0042】

このような構成からなる階層型情報記録媒体 1 に対して、近接場光プローブ 3 の先端曲率半径 5 nm からなる先端 31 を近づけると、近接場光領域における光学応答が得られた。この近接場光領域における光学応答は、矩形形状からなる凹部の有無により明らかに差異が生じることが実際のイメージから示されていた。ちなみに、ナノオーダーで構成される凹部の有無は、近接場光プローブを介してのみ識別できるものであって、単に階層型情報記録媒体 1 に伝搬光を照射したのみではこれを識別することができなかった。

20

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図 1】本発明を適用した階層型情報記録媒体の構成を示す図である。

【図 2】第 1 のスケールの正面図である。

【図 3】第 2 のスケールの正面図である。

【図 4】第 2 のスケールの他の形態について示す図である。

【図 5】この階層型情報記録媒体に対して伝搬光が照射された場合について説明するための図である。

【図 6】この階層型情報記録媒体に対して近接場光が照射された場合について説明するための図である。

30

【図 7】本発明を適用した階層型情報記録媒体の応用例について説明するための図である。

【図 8】近接場光プローブの開口の径を拡大させることにより、近接場光の滲出スポットの径を拡大させた例を示す図である。

【図 9】本発明を適用した階層型情報記録媒体の実施例について説明するための図である。

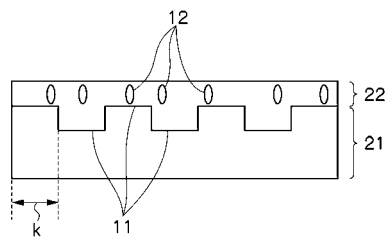
【符号の説明】

【0044】

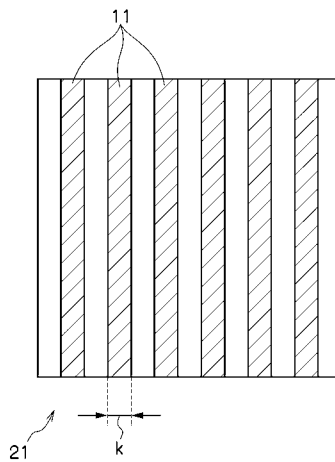
- 1 階層型情報記録媒体
- 3 近接場光プローブ
- 7 読出領域
- 11 第 1 のスケール
- 12 第 2 のスケール
- 21 第 1 層
- 22 第 2 層
- 31 先端
- 71 凹部

40

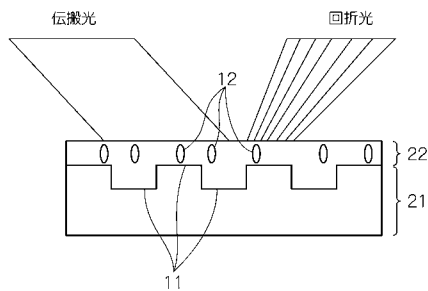
【図 1】



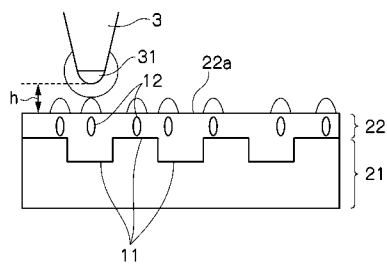
【図 2】



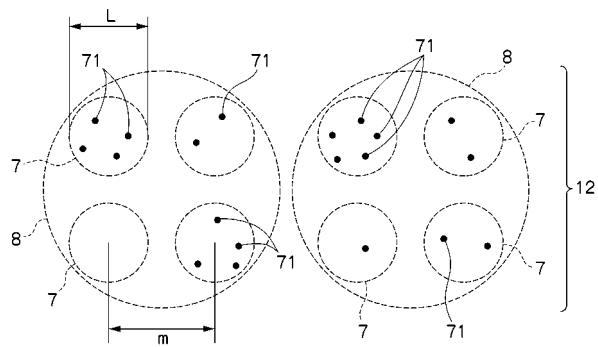
【図 5】



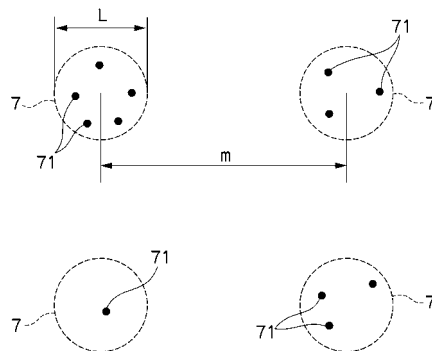
【図 6】



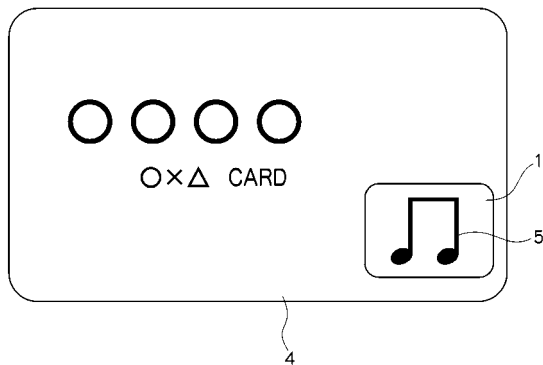
【図 3】



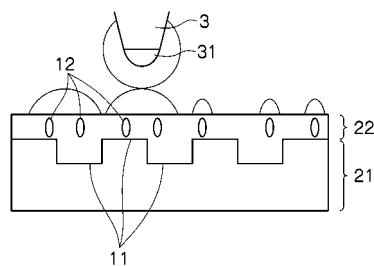
【図 4】



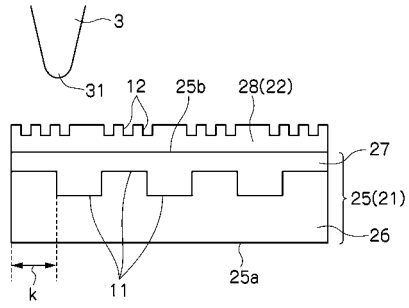
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 野村 航
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内
- (72)発明者 八井 崇
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内

審査官 竹村 真一郎

- (56)参考文献 特開2001-143295 (JP, A)
特開2000-293888 (JP, A)
特開2006-294211 (JP, A)
特開2003-308632 (JP, A)
特開2000-099681 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|---------------------|
| G 0 3 H | 1 / 0 0 - 1 / 3 4 |
| G 1 1 B | 7 / 2 4 - 7 / 2 4 3 |