

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-54760

(P2010-54760A)

(43) 公開日 平成22年3月11日(2010.3.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 0 2 B 5/18 (2006.01)	G 0 2 B 5/18	2 C 0 0 5
G 0 3 H 1/04 (2006.01)	G 0 3 H 1/04	2 H 2 4 9
B 4 2 D 15/10 (2006.01)	B 4 2 D 15/10 5 O 1 G	2 K 0 0 8
	B 4 2 D 15/10 5 O 1 P	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2008-219073 (P2008-219073)	(71) 出願人	000002897
(22) 出願日	平成20年8月28日 (2008. 8. 28)		大日本印刷株式会社
			東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
		(74) 代理人	100111659
			弁理士 金山 聡
		(74) 代理人	100135954
			弁理士 深町 圭子
		(74) 代理人	100119057
			弁理士 伊藤 英生
		(74) 代理人	100122529
			弁理士 藤枿 裕実
		(74) 代理人	100131369
			弁理士 後藤 直樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回折格子又はホログラム

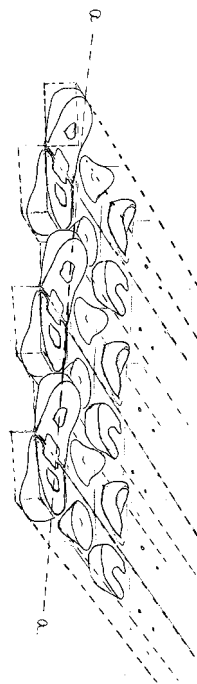
(57) 【要約】

【課題】 回折格子やホログラムなど、セキュリティ用途で使用される各種絵柄の中に、目視では確認困難な情報として組み込まれた凹凸構造による隠し情報を有する回折格子またはホログラムに関し、その隠し情報の無秩序性によって偽造防止効果を高めたときは、「無秩序」であることと、凹凸の「周期性」により光の干渉を発生させて光を「強く」回折させるということが相反し、この技術により作成された回折格子またはホログラム全体を目視にて観察した場合、その回折画像やホログラム画像の明るさや色合いに大きなバラツキ・ムラが発生するというという欠点があった。

【解決手段】

隠し情報である所定の情報を一列の凹凸形状としてなる一本の回折格子線を、可視光波長の2倍の長さの周期で規則正しく平行に配列することで、その回折格子またはホログラムの「回折光」の「干渉性」を強め、且つ、バラツキやムラのない回折画像を得る。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可視光波長の 2 倍の長さの周期のレリーフ形状を有する回折格子または、その回折格子で構成されるホログラムであって、その回折格子線が、所定の文字、記号、図柄の何れか、または、これらの組み合わせ情報（以下所定情報という。）を表示する一列の凹凸構造からなることを特徴とする回折格子又はホログラム。

【請求項 2】

前記レリーフ形状が矩形状すなわち回折格子線断面が矩形状であって、その矩形の底面と上面に、前記所定情報を表示する前記凹凸構造の凹部底面と凸部上面が位置することを特徴とする請求項 1 の回折格子又はホログラム。

10

【請求項 3】

前記所定情報が、「白抜き表示」されており、その画線部と非画線部の面積比が $1/10$ 以下であることを特徴とする請求項 2 の回折格子又はホログラム。

【請求項 4】

前記所定情報の画線部と、非画線部の面積が同一となることを特徴とする請求項 2 の回折格子又はホログラム。

【請求項 5】

前記所定情報が可視光波長の 20 倍以内の長さの繰り返し情報であることを特徴とする請求項 1～4 の回折格子又はホログラム。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、主にセキュリティ用途に使用される凹凸構造に関し、詳しくは、回折格子やホログラムなど、セキュリティ用途で使用する各種絵柄の中に、目視では確認困難な情報として組み込まれた凹凸構造による隠し情報を有する回折格子またはホログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

（主なる用途）本発明の回折格子又はホログラムの主なる用途としては、偽造防止分野に使用される回折格子又はホログラムであって、具体的には、クレジットカード等の偽造されて使用されると、カード保持者やカード会社等に損害を与え得るもの、運転免許証、社員証、会員証等の身分証明書、入学試験用の受験票、パスポート等、紙幣、商品券、ポイントカード、株券、証券、抽選券、馬券、預金通帳、乗車券、通行券、航空券、種々の催事の入場券、遊戯券、交通機関や公衆電話用のプリペイドカード等がある。

30

【0003】

これらはいずれも、経済的、もしくは社会的な価値を有する情報を保持した情報記録体であり、偽造による損害を防止する目的で、記録体そのものの真正性を識別できる機能を有することが望まれる。

【0004】

また、これら情報記録体以外であっても、高額商品、例えば、高級腕時計、高級皮革製品、貴金属製品、もしくは宝飾品等の、しばしば、高級ブランド品と言われるもの、または、それら高額商品の収納箱やケース等も偽造され得るものである。また、量産品でも有名ブランドのもの、例えば、オーディオ製品、電化製品等、または、それらに吊り下げられるタグも、偽造の対象となりやすい。

40

【0005】

さらに、著作物である音楽ソフト、映像ソフト、コンピュータソフト、もしくはゲームソフト等が記録された記憶体、またはそれらのケース等も、やはり偽造の対象となり得る。また、プリンター用のトナー、用紙など、交換する備品を純正材料に限定している製品などにも、偽造による損害を防止する目的で、そのものの真正性を識別できる機能を有することが望まれる。

50

【0006】

特に、本発明の回折格子又はホログラムは、同一のものを作成することが物理的にも経済的にも不可能なものが望まれる分野、すなわち、芸術品や、骨董品等の鑑定しなければその価値を証明できない分野、もしくは、非常に貴重なものであって模造品でないことを所有者や関係者のみ知り得る方法により確認する必要がある分野等に最適である。

【0007】

高額な金券類に着目すると、近年、カラーコピー機による偽造事件が頻発している。

そのために、高額紙幣や商品券等の金券類は、デザインの一部にカラーコピー機のセンサーでは読み取ることができない小さな網点や細線を、同じ反射濃度でデザインされた絵柄の中に組み込んでいる。その結果、これらの高額紙幣や商品券をカラーコピー機によって複写しようとする、コピー機のスキヤナーが小さな網点や細線を読み落とし、その部分が白く抜けることでコピー品であると判別している。

【0008】

（背景技術）

また、高度な複製技術を必要とするホログラムが、一部の高額紙幣や、その他の金券類に採用されている。

ホログラムは、また、その凹凸面に金属の反射層を形成することにより、ホログラムをコピーした時にホログラム形成部を黒に再現するため、コピー牽制手段として利用されている。

しかしながら、技術の進歩によって、ホログラムに近似の偽造品が出現するようになってきた。そして、このような偽造品をチェックするために、ホログラムの光回折構造即ち回折格子の中に判別困難な隠し情報を組み込んで真偽判別の手段として使用する技術が開示されている。

ところがこれらの技術を使用した製品も、見る角度によって隠し情報が微かに判別されてしまうという課題があった。

【0009】

このような課題に対して、目視手段による判別が極めて困難な隠し情報を含む回折格子により構成された真贋識別構造及びその作製方法が提供されている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1で開示されている技術は、回折格子で構成されたデザインの中に、第一の隠し情報を有し、その第一の隠し情報の中にさらに文字・記号又はこれらの組み合わせによる第二の隠し情報を凹凸によって形成するものである。この第二の隠し情報のサイズは、 $0.5\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ であり、簡易な顕微鏡を用いても判読が困難である。

【0010】

また、例え第二の隠し情報として形成されている凹凸の情報を精密な顕微鏡で判読したとしても、その情報は無秩序（ランダムな）情報であり、且つ、そのサイズも無秩序に形成されているため、偽造を試みる場合は、回折格子デザインの全ての部分の情報及びサイズを判読し尽くして再現しなければ真正なものを作ることは不可能であるため、高い偽造防止効果を有する。

【0011】

【特許文献1】特開2007-292899号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

特許文献1に開示されている技術は、その無秩序性によって偽造防止効果を高めたものであるが、「無秩序」であることと、凹凸の「周期性」により透過光若しくは反射光の干渉を発生させて光を「強く」回折させるという「回折の原理・原則」とは、相反し、この技術により作成された回折格子またはホログラム全体を目視にて観察した場合、その回折画像やホログラム画像の明るさや色合いに大きなバラツキ・ムラが発生していた。しかも、そのバラツキ・ムラの発生度合いは設計段階では予想がつかず、実際に回折格子またはホログラムを作成してその仕上がり（画像の明るさや色調）を観察し部分的に修正すると

10

20

30

40

50

いう手順をとらざるを得ないという欠点があった。

【課題を解決するための手段】

【0013】

前記課題を解決するために、

本発明の回折格子またはホログラムの第1の態様は、可視光波長の2倍の長さの周期のレリーフ形状を有する回折格子または、その回折格子で構成されるホログラム、であって、その回折格子線が、所定の文字、記号、図柄の何れか、または、これらの組み合わせ情報（以下所定情報という）を表示する一列の凹凸構造からなることを特徴とするものである。

【0014】

基本構造として、「回折格子線」が平行に複数並んでおり（以下、回折格子線群ともいう。）、この複数の線群の並びに垂直な方向での断面をみると、周期性を有する「回折格子線群のレリーフ形状」を観察できる。

このレリーフ形状は、「完全な周期性」（曲線が、その一周分を、全く同一形状で繰り返して形成されている。）を有する。

【0015】

すなわち、回折格子線群の中の一本の「回折格子線」に垂直な方向での断面は、その格子線のところが、例えば一つの凸で構成され、それに続く格子線間の溝の部分が、一つの凹で構成されている形状となる（この一つずつの凹凸が一周分となる。）。この凹凸形状（一周分）が、並んでいる他の「回折格子線」の垂直方向の断面と全て同一となっていることを意味する。

【0016】

例えるならば、三角関数と同様の周期性を備えている。周期性を持つあらゆる関数（あらゆる凹凸形状）は、必ず「正規三角関数の和」で表わされるが、この場合の「正規三角関数の和」の一周分が、「回折格子線」1本の断面とそれに続く回折格子線間の溝1本の断面で形成される一組の凹凸形状に対比される。

【0017】

ある光源（観察する光ともいう。）でこの回折格子線群を照明した場合、その光源の光の波長と、この凹凸形状及び、その周期の大きさ、凹凸の数との関係から、この回折格子線群の回折光（回折格子線群を透過もしくは反射するときに、この回折格子線群によって回折した光。再生画像もしくは回折画像ともいう。種々の回折格子線群の集合体（その周期や、平行に並べる角度を種々変えた回折格子線群の集まり）である場合は、個々の回折格子線群の再生画像が合わさり、より複雑な再生画像、さらにはホログラム画像となる。）の回折強度及び回折角度（回折方向）等が決定される。

【0018】

本発明のように観察する光を可視光とした場合、その波長は、ほぼ400nm～800nmとなることから、上記した周期は、その2倍すなわち、0.8μm～1.6μmとなる。

この範囲の中でどの数値を採用するかは、実際に使用する観察する光の波長もしくは波長域や、回折光により再現する再生画像、すなわち、回折画像やホログラム画像のデザインにより決定される。

【0019】

一組の「回折格子線」と「回折格子線間の溝」（以後、これを併せて「一本の回折格子線」ともいう。）の断面の凹凸形状について、その「回折格子線」に沿った方向にみると、その凹凸形状は所定情報の形状により、様々に形を変えることになるが、一組の「回折格子線」と「回折格子線間の溝」の断面の凹凸形状と、その隣の同様の断面の凹凸形状は（一つの回折格子線群の中では、）、同調して様々に形を変える。その形状の変化は「回折格子線」の端から端まで同期している。

すなわち、本発明の複数の「回折格子線」を俯瞰すると、一本の回折格子線に沿った複雑な凹凸形状が、それと平行に、全く同じ形状で何本も並んでいることが判る。

10

20

30

40

50

【0020】

本発明において、単純な具体例を示すと、一つの「回折格子線」に沿って、隠し情報としての所定情報（例えば“H”という文字）が、活版印刷における「”H”文字の凸版」のように、凹凸形状で形成されている。これが、その「回折格子線」に沿って「HHHHHHHH・・」と形成されている。この「回折格子線」と平行に複数形成されている回折格子線群は、端から端までこの「回折格子線」とまったく同一の立体形状をしており、且つ、上記した垂直な方向にみると、全ての「回折格子線」上の文字が同じ位置にくるように配置されている。

【0021】

この配置によって、垂直方向の断面形状が、三角関数のように正確な周期性を持つことになる。この断面形状の周期が、光の回折方向及び色調を決める要素となるため、「回折格子線」に対して垂直方向に周期性を持たせることが、カラーホログラム画像等の複雑な再生画像を設計する点で望ましい。但し、垂直方向でなくとも、所定方向（垂直方向から所定の角度ずらした方向）に周期性を持たしたとしても本発明の効果を得ることは可能である。

【0022】

ただし、上記例示のように所定情報が“H”文字単一であった場合は、「回折格子線」に平行な方向に同一文字が並ぶため、「回折格子線」に平行な方向でも「周期性」が発生し、この方向へも強い回折光を生み出す。この場合は、「回折格子線」に垂直な方向への回折光と、「回折格子線」へ平行な方向への回折光が強く発生し、さらに対角方向等へも2次的回折光が発生するため、本発明の目的としている（再生画像形成に寄与する）垂直方向への回折光の強度を弱める結果となる。

【0023】

垂直方向の「回折格子線」の数は、その周期が可視光波長の2倍であることから（可視光波長領域は、400nm～800nmであるから、その周期は、その範囲内で観察する光に応じて設定することになる。）、10本以上存在することが望ましく、且つ、上記した回折格子線に平行な方向への回折を抑えるために、同一文字列とせず、“HOL・・”というように、少なくとも3文字以上（可視光波長の3倍以上）、望ましくは5文字以上（可視光波長の5倍以上）の文字の繰り返しであることが好適である。

【0024】

以上の条件が揃うことにより、白色の可視光を観察する光として、本発明の回折格子を照明すると、所定方向に所望の強度・色調を有する回折光を観察することができる。

もちろん、所定情報は上記例に限るものでなく、文字、記号、図柄の何れか、または、これらの組み合わせ情報とすることができ、また、周期や角度の異なる回折格子群を組み合わせ、カラーホログラムを再現することも好適である。

【0025】

本発明の回折格子を用いることにより、上記した設計通りの回折角度・強度・色調を有する回折光を安定して得ることができ、表現したいホログラム画像を所望のものとするのが容易となる。

凹凸の形状は、所定情報を表わす凸部と平坦な凹部、所定情報を表わす凸部と点対称となる凹部、もしくはその逆の組み合わせ、さらには、3階層以上の階層を持つ階段構造等、所定情報を読み出せる構造であれば、あらゆる構造を採用することができる。

【0026】

但し、凹凸形状が複雑になるほど、その繰り返しによる回折光の分布が複雑となり、回折光の強度や色調を想定する（設計する）ことが困難となるため、その場合には、回折光シミュレーション等の手法を用いることで所望の再生画像を設計することができる。また、実際に回折光を測定しその強度分布、色調分布を初期条件とした上で、再生すべき回折格子またはホログラムが持つ強度分布、色調分布を再現可能な構造を設計してもよい。

【0027】

凹凸形状は、可視光波長程度の大きさ、すなわち、0.4μm～0.8μmの大きさで

10

20

30

40

50

所定情報を表わすが、さらに凹凸形状を複雑なものとすることができ、 $0.01\mu\text{m}$ 以下のサイズで形成した浅く微細な凹凸変化や、凹部から凸部へ変化していく曲線をも所定情報として取り入れることができるため、これらの複雑な変化をも真正性判定の要素とでき、「偽造」することをさらに困難とできる。凹凸形状の高さ、すなわちレリーフ形状深さの最大値は、回折光強度の設計や、上記した形成方法さらには形成材料の屈折率等により決定されるが、 $0.8\mu\text{m}$ 以下、望ましくは、 $0.20\mu\text{m}\sim 0.50\mu\text{m}$ が好適である。

【0028】

この凹凸部を形成するため、種々の方法が用いられる。特に電子線リソグラフィーやX線リソグラフィーを用いることにより、高解像度であって、且つ、形成面全体の凹凸形状の安定性（回折格子やホログラムの全面に渡ってその所定の凹凸形状が各々同一の形状であること。凹凸形状再現性、すなわち歪みの無い周期性、歪みの無い画像再現性を実現することに寄与する。）及び、回折格子線の平行度（ 10mm で $0.01\mu\text{m}$ 以内）、間隔精度（ 10mm 内で、各線のズレが $0.05\mu\text{m}$ 以内）に優れるレリーフを得ることができる。

【0029】

また、これらリソグラフィー手法は、回折格子線の所定情報の位置精度が非常に高いという特性があり、回折格子に垂直な方向での断面形状をみたとき、各回折格子線の同一情報の同一位置（例えば、“H”の左端部）の切断面になり、高い周期性効果をかもし出すことが可能となる。即ち、設計通りのバラツキ・ムラの無いレリーフ構造を得ることができるとともに、設計通りの再現性を有する回折格子またはホログラムを得ることができる。

電子線レジスト用化合物には、ポジ型として、ポリメチルメタクリレート、ポリオレフィンスルホン等、ネガ型電子線レジストとして、不飽和系高分子、エポキシ樹脂、シリコン樹脂等が用いられるが、カリックスアレーン系レジストは特に高解像度である。また、電子線描画装置としては、加速電圧が高い（ 50kV 以上）ものが好ましく、電子ビーム系を nm オーダーまで絞ることができる装置がより好ましい。

X線レジスト用化合物としては、ポリメチルメタクリレート等が用いられる。

【0030】

回折強度を大きくするため、上記凹凸形状が回折格子線に沿った方向にもあまり変化しないよう配慮することはさらに望ましい。このように、所定情報の判読し難さと回折強度という相反するものを両立させることが本発明の特徴である。このレリーフ原盤を用いて、レリーフ回折格子またはホログラムの各種製造方法を採用することにより、高度な偽造防止性を有し、且つ、意匠性に優れる回折格子またはホログラムのシートや、ラベル、転写箔を製造し、セキュリティ性を付与すべき各種媒体へ形成して、各種媒体の真正性を証明する。

【0031】

本発明の回折格子またはホログラムの第2の態様は、前記レリーフ形状が矩形状すなわち一本の回折格子線断面が矩形状であって、その矩形の底面と上面に、前記所定情報を表示する前記凹凸構造の凹部底面と凸部上面が位置することを特徴とするものである。

凹凸形状を回折格子の形状の中で最も回折効率が高くなる「矩形」を基本形状（ブレード形状を含む。ブレードとした場合は、所定情報が斜面に形成されることから、その判読をさらに困難にすることができる。）とすることで、高い回折効率を実現する。

【0032】

また、リソグラフィーを用いて凹凸形状を作成する場合は、そのリソグラフィー用の感材を均一に塗布し、露光・現像により所定パターンを形成するため、感材をほぼ全て残す部分と、感材を全て除去する部分との2パターンとする方法が、最も再現性高く、安定した凹凸形成方法であるため、「矩形」とすることで、高い再現性・安定性を得ることができる。この凹凸形成には、感光材料として有機材料のみならず、シリコン基板そのものや金属薄膜等の無機材料をエッチングする等により使用することもできる。金属薄膜の厚さ精度は、有機材料のそれよりも遥かに高く、安定性に優れた凹凸形状を得ることができる。

。

【0033】

本発明の回折格子またはホログラムの第3の態様は、前記第2の態様における前記所定情報が、「白抜き表示」されており、その画線部と非画線部の面積比が $1/10$ 以下であることを特徴とするものである。

すなわち、回折格子線群の断面が、矩形形状を基本形状とする回折格子線群であって、凸部に表示している所定情報が、「白抜き表示」となっていて、ほぼ全体を占める非画線部は全て凸部上面に位置し、 $1/10$ 以下の画線部が凹部底面に位置している。すなわち、凸部のごく一部がへこんでいるように見える。

【0034】

もちろん、「回折格子線と回折格子線の間」（溝のように見える）は、凹部底面に位置してもよく、浅くてもよい。そして、その画線部の面積が、非画線部の $1/10$ 以下に設定することで、所定情報表示が全く無い矩形形状の回折光との差を小さくでき、回折効率の最も高い矩形形状回折格子の回折光に近づけることができる。すなわち、所定情報を表示しつつ、回折効率を最も高くすることができる。

【0035】

本発明の回折格子またはホログラムの第4の態様は、前記第2の態様における前記所定情報の画線部と、非画線部の面積が同一となることを特徴とするものである。

非画線部の面積は、所定情報表示エリアの非画線部と、「回折格子線」と「回折格子線」との間のエリアとの合計（例えば凹部の面積の合計）であり、それ以外は画線部の面積となる（例えば凸部の面積の合計）。この面積比を1対1として、凹部すなわち矩形の底面と、凸部すなわち矩形の上面の面積を同じとするものである。

【0036】

これにより、矩形形状回折格子の底面反射光と上面反射光の光の量が、所定情報個々で同一とすることができるため、所定情報のない凹凸が1対1の矩形形状回折格子に近い回折効率を得ることができる。また、画線部面積を大きく確保できるため、所定情報の判読性を高めることができる。

【0037】

本発明の回折格子またはホログラムの第5の態様は、前記1～4の態様における前記所定情報が可視光波長の20倍以内の長さの繰り返し情報であることを特徴とするものである。

矩形形状回折格子の回折効率は、回折格子線が所定情報をもたない場合、「回折格子線」に垂直な方向での断面が凹凸比1対1の標準的な矩形形状（1次元）回折格子であるときに最も高く（正面から観察すると1次元格子に見える）、「回折格子線」に垂直な方向及び、「回折格子線」に平行な方向の両方向での断面の凹凸比が1対1の標準的な矩形形状（2次元）回折格子であるときに最も低い（正面から観察すると2次元格子に見える）。

【0038】

しかし、上記1次元回折格子に位置づけられる回折格子線群の中で、「回折格子線」方向の断面が端から端までまったく周期性のないランダムな凹凸であった場合（垂直方向の断面における周期性は有る）には、回折光の干渉による増幅効果が回折格子方向では見込めないため、少なくとも、可視光波長の20倍以内での周期性、好ましくは、可視光波長の10倍以内であることが望ましい。但し、1倍の場合は、上記した二次元格子となって返って回折効率が低下するため、可視光波長の3倍以上、できれば5倍以上であることが好適である。

従って、所定情報の繰り返し長さは、可視光波長の20倍以内、好ましくは、5倍以上、且つ、10倍以内であることが好適である。

【発明の効果】

【0039】

本発明の回折格子またはホログラムの第1の態様によれば、可視光波長の2倍の長さの周期のレリーフ形状を有する回折格子または、その回折格子で構成されるホログラム、で

10

20

30

40

50

あって、その回折格子線が、所定の文字、記号、図柄の何れか、または、これらの組み合わせ情報（以下所定情報という）を表示する一列の凹凸構造からなることを特徴とする回折格子、または、ホログラムが提供されるという効果がある。

【0040】

本発明の回折格子またはホログラムの第2の態様によれば、前記レリーフ形状が矩形状すなわち回折格子線断面が矩形状であって、その矩形の底面と上面に、前記所定情報を表示する前記凹凸構造の凹部底面と凸部上面が位置することを特徴とする上記の回折格子、または、ホログラムが提供されるという効果がある。

【0041】

本発明の回折格子またはホログラムの第3の態様によれば、前記所定情報が、「白抜き表示」されており、その画線部と非画線部の面積比が $1/10$ 以下であることを特徴とする上記の回折格子、または、ホログラムが提供されるという効果がある。

【0042】

本発明の回折格子またはホログラムの第4の態様によれば、前記所定情報の画線部と、非画線部の面積が同一となることを特徴とする上記の回折格子、または、ホログラムが提供されるという効果がある。

【0043】

本発明の回折格子またはホログラムの第5の態様によれば、前記所定情報が可視光波長の20倍以内の長さの繰り返し情報であることを特徴とする上記の回折格子、または、ホログラムが提供されるという効果がある。

【0044】

さらに、本発明の回折格子またはホログラムの第1の態様によれば、隠し情報である所定の情報を一列の凹凸形状としてなる一本の回折格子線を、可視光波長の2倍の長さの周期で規則正しく平行に配列することで、その回折格子またはホログラムの「透過光」もしくは「反射光」（合わせて「回折光」ともいう）の干渉性を高め、且つ、バラツキやムラのない回折画像を得ることができるという効果がある。さらには、所定情報の判読性と回折強度の両立を図ることができる。

【0045】

併せて、回折光強度分布が安定しているため、設計段階で期待した通りの再生画像を得ることができ、観察しながら仕上がりを部分修正するという手間は不要となる効果がある。

本発明の回折格子またはホログラムの第2～5の態様によれば、凹凸構造を矩形波形とすることにより、回折光強度を高め、設計段階での再生画像予測を容易にする効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0046】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら、詳細に説明する。

図1を参照して、本発明の所定情報を表わす回折格子の一例について説明する。

図1の回折格子線は、所定の文字、記号、図柄の何れか、または、これらの組み合わせ情報（以下所定情報という）を表示する一列の凹凸構造からなる所定情報を表わす、一列の凹凸構造からなる。この所定情報は、任意の文字、記号、図柄の何れか、または、これらの組み合わせ情報とすることができる。凹凸構造形成方法もサブミクロン加工（ $1\mu\text{m}$ 以下のパターン加工）が可能な微細加工方法のいずれをも採用することができる。

【0047】

図1の例（回折格子A）では、所定情報として「A○C・・・」という文字が設定されており、凸部と凹部は線対称になっている。文字の高さ・幅は、 $0.5\mu\text{m} \times 0.5\mu\text{m}$ （周期 $1.0\mu\text{m}$ の回折格子となる）であり、これは、電子線リソグラフィにより形成できる。電子線レジストの厚さを $0.6\mu\text{m}$ とし、電子線強度を線対称に分布させ、現像処理時間を抑えることで、凹凸が連続的に変化するレリーフ原盤を形成することができる。

【0048】

このレリーフ原盤の a-a 断面をみると、図 2 のように周期性のあるなだらかな曲線となっており、一周期内の曲線は、その中心点を対称点とする点対称性を有している。

図 3 は、回折格子 A を上から見た図である。

これと同様に、同一所定情報の配列にて、文字高さ・幅が、 $0.625\mu\text{m} \times 0.5\mu\text{m}$ （周期 $1.25\mu\text{m}$ の回折格子となる）、及び $0.75\mu\text{m} \times 0.5\mu\text{m}$ （周期 $1.5\mu\text{m}$ の回折格子となる）の回折格子線群を形成し、それぞれを図 4 の 3 つのエリア（B1、B2、B3）に配置して円形の回折格子体 B の原盤を作成できる。

【0049】

これら回折格子線群のレリーフ周期や、レリーフ深さ（図 2 における高さ）を調節することにより、観察したときの色調や明るさ（光の強度）を制御することができ、また、各回折格子線群の配置方法等（回折格子線群の占有する形、面積及び点在させる方法等）を工夫することにより、複雑なデザインの回折格子や、カラーホログラムを形成することができる。すなわち、所定のエリアに、同一のピッチ、同一の角度を持つ回折格子線群を埋めてエリア毎の回折格子線群を形成し、個々のエリアには、所定の面積、所定のピッチ、角度が割り当てられていて、全エリアを白色光で観察すると、カラーホログラム画像を見ることができる。

【0050】

次に、上記した回折格子原盤を用いて、シート状の回折格子又はホログラムを作成する方法を述べる。

透明基材として、厚みを薄くすることが可能であって、機械的強度や、回折格子又はホログラムシート、ラベル、及び転写シートを製造する際の加工に耐える耐溶剤性および耐熱性を有するものを使用する。使用目的にもよるので、限定されるものではないが、フィルム状もしくはシート状のプラスチックが好ましい。

【0051】

例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリカーボネート、ポリビニルアルコール、ポリスルホン、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリアリレート、トリアセチルセルロース（TAC）、ジアセチルセルロース、ポリエチレン／ビニルアルコール等の各種のプラスチックフィルムを例示することができる。

透明基材の厚さは、同様の配慮から、 $5 \sim 50\mu\text{m}$ 、特に $5 \sim 15\mu\text{m}$ とすることが望ましい。転写シートを形成する際、透明基材 1 に、通常用いられる酢酸セルロース樹脂やメタクリル樹脂等からなる剥離層を設けても良い。

【0052】

回折格子やホログラムを形成する層（以下ホログラム形成層という。）を構成するための透明な樹脂材料としては、各種の熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂、もしくは電離放射線硬化性樹脂を用いることができる。熱可塑性樹脂としてはアクリル酸エステル樹脂、アクリルアミド樹脂、ニトロセルロース樹脂、もしくはポリスチレン樹脂等が、また、熱硬化性樹脂としては、不飽和ポリエステル樹脂、アクリルウレタン樹脂、エポキシ変性アクリル樹脂、エポキシ変性不飽和ポリエステル樹脂、アルキッド樹脂、もしくはフェノール樹脂等が挙げられる。

【0053】

これらの熱可塑性樹脂および熱硬化性樹脂は、1 種もしくは 2 種以上を使用することができる。これらの樹脂の 1 種もしくは 2 種以上は、各種イソシアネート樹脂を用いて架橋させてもよいし、あるいは、各種の硬化触媒、例えば、ナフテン酸コバルト、もしくはナフテン酸亜鉛等の金属石鹸を配合するか、または、熱もしくは紫外線で重合を開始させるためのベンゾイルパーオキサイド、メチルエチルケトンパーオキサイド等の過氧化物、ベンゾフェノン、アセトフェノン、アントラキノン、ナフトキノン、アゾビスイソブチロニトリル、もしくはジフェニルスルフィド等を配合しても良い。

【0054】

また、電離放射線硬化性樹脂としては、エポキシアクリレート、ウレタンアクリレート、アクリル変性ポリエステル等を挙げることができ、このような電離放射線硬化性樹脂に

10

20

30

40

50

架橋構造を導入するか、もしくは粘度を調整する目的で、単官能モノマーもしくは多官能モノマー、またはオリゴマー等を配合して用いてもよい。微細な凹凸を精密に複製するためには、この粘度を0.001~0.1パスカル秒とすると好適である。この精密性は、真正性判定において重要であり、原盤の形状を欠陥なく忠実に再現できること、さらには、複製後の収縮・膨張を小さくすることが可能となる電離放射線硬化方法が望ましい。

【0055】

熱硬化性樹脂や電離放射線硬化性樹脂を用いる場合に、型面に未硬化の樹脂を密着させたまま、加熱もしくは電離放射線照射により、硬化を行わせ、硬化後に剥離することによって、硬化反応や熱変化による変形の少ないレリーフホログラムの微細凹凸を形成することができる。この方法によれば、0.01 μm程度の微細な凹凸変化も精密に複製することができる。

10

さらに、微細な形状を精密に再現する方法として、複製後の熱収縮などの歪みや変形を最小とするため、低温・高圧下で複製を行うことも好適である。

この場合、複製方式は、平板式もしくは、回転式を用い、線圧0.1トン/m~10トン/m、複製温度は、通常60℃~200℃とすることが好適である。

【0056】

さらに、ホログラム形成層のホログラムレリーフ面に、一部または全面に反射性薄膜層を形成する。この薄膜は、入射した光を反射する必要があるため、ホログラム形成層よりも高い屈折率を有する薄膜であれば、特に限定されない。

反射性薄膜としては、真空薄膜法などにより形成される金属薄膜などの金属光沢反射層、又は透明反射層のいずれでもよいが、金属光沢反射層を部分的に設けたり、透明反射層を設けた場合は、その反射層に接して設けたセキュリティ対象物をこの透明反射層を通して確認できるので好ましい。

20

【0057】

透明反射層としては、ほぼ無色透明な色相で、その光学的な屈折率がホログラム形成層のそれとは異なることにより、金属光沢が無いにもかかわらず、ホログラムなどの光輝性を視認できることから、透明なホログラムを作製することができる。例えば、ホログラム形成層よりも光屈折率の高い薄膜、例として、ZnS、TiO₂、Al₂O₃、Sb₂S₃、SiO₂、SnO₂、ITOなどがある。

【0058】

好ましくは、金属酸化物又は窒化物であり、具体的には、Be、Mg、Ca、Cr、Mn、Cu、Ag、Al、Sn、In、Te、Ti、Fe、Co、Zn、Ge、Pb、Cd、Bi、Se、Ga、Rb、Sb、Pb、Ni、Sr、Ba、La、Ce、Auなどの酸化物又は窒化物他はそれらを2種以上を混合したものなどが例示できる。またアルミニウムなどの一般的な光反射性の金属薄膜も、厚みが20nm以下になると、透明性が出てきて透明反射層として使用できる。

30

【0059】

透明金属化合物の形成は、金属の薄膜と同様、ホログラム形成層のホログラムレリーフ面に、10~2000nm程度、好ましくは20~1000nmの厚さになるよう、蒸着、スパッタリング、イオンプレーティング、CVD（化学蒸着法）などの真空薄膜法などにより設ければよい。微細な凹凸を忠実に覆うには、特にCVDが好適である。但し、レリーフホログラムに接している面からの反射光だけでなく、反対面での反射光で同様の再生画像を得るためには、薄膜の凹凸をレリーフホログラムと同様の形状にする必要があり、上記薄膜の厚さを10nm程度とする。

40

【0060】

回折格子又はホログラムは、転写形態で使用する場合は、上記反射層の上に、感熱接着剤層を形成して転写用フィルムと成し、熱せられた金属の型等によって、接着剤層を含めた極めて薄い樹脂層をセキュリティ対象物上に転写して使用する。

回折格子又はホログラムをラベル形態で使用する場合は、上記反射層の上に粘着剤層を形成し、粘着剤面を剥離紙で被覆して、基材フィルムを剥離紙と一緒に所定の大きさに打

50

ち抜いてラベルとし、剥離紙を剥がしてセキュリティ対象物に貼付して使用する。

【0061】

もちろん、本発明の回折格子又はホログラムが、その意匠性や、偽造防止性だけでなく、セキュリティ対象物の唯一の真正性証明手段ということであれば、セキュリティ対象物から容易に剥離可能であってはならず、セキュリティ対象物を成形加工する際に本発明の回折格子又はホログラムを一体成形として埋め込んだり、本発明の回折格子又はホログラムを剥離しようとした時、セキュリティ対象物もしくは、本発明の回折格子又はホログラムそのものが破壊される等、セキュリティ対象物と一体不可分としてさらに偽造防止性を高めることも望ましい。

【0062】

例えば、1mm板ガラス2枚の間に、50 μ mのガラス接着シートを介して本ホログラムシートを配し、100℃、3kg/cm²の圧力で接着、固定することができる。また、アクリル樹脂を、120℃で2色成型（2種の樹脂を同時成形し、2層からなる成型品を作る方法。）するときに、その間にホログラムシートを挿入し、樹脂成型品の内部へ埋め込むことも好適である。さらに、証明カードの塩化ビニル製100 μ mオーバーシートの下に挟み込み、通常のカード加工によりカード内に留めることも好適である。

これらは、素材が透明であるので外部から光学的に所定情報を読み出すことができる。

【0063】

さらには、本発明の回折格子又はホログラムは、「回折格子線」の集合である回折格子線群の回折像となる「再生画像」（多数の回折像の集合体として一つの画像を形成したもの）や「カラーホログラム画像」（回折格子線群を、R（赤色）、G（緑色）、B（青色）三色それぞれの回折画像再生用に適宜振り分け、白色光によって観察することにより、カラーホログラムを見ることができるようにしたもの）の再生効率（回折強度を示す指標の一つ）を確保するため、「回折格子線」のピッチを可視光波長（400nmから800nm）の2倍の長さ（0.8 μ mから1.6 μ m）とし、一本の回折格子線にある所定情報（高さ0.4 μ mから0.8 μ m、幅0.4 μ mから0.8 μ mの個々の情報の連なり）の凹凸形状と、他の「回折格子線」の凹凸形状を全く同一、且つ、格子線に垂直方向にみた時、全く同一位置に配置されるよう構成し、光の干渉効果を高めて、回折光強度を高めている。

【0064】

この位置精度が高精度であればあるほど（所定情報幅の±10%以内、望ましくは±1%以内）、回折光強度を高めることができる。

ただし、この垂直方向の同一性を垂直方向でなく、80度方向、70度方向としても（位置精度を維持した上で）、強い回折強度を得ることができるが、垂直方向が最も回折効率が高く望ましい。

凹凸の深さも、0～可視光波長（0.8 μ m）まで、なだらかな曲線状でも階段状でもよいが、所定情報一つ一つの凹凸形状で想定される回折強度が高いものが望ましく、複数の所定情報の凹凸形状で想定される回折強度さらには、回折格子線群としての回折強度が高いものがさらに望ましい。

【0065】

そのために、図1の例のように凸部と凹部が可視光波長周期で繰り返す「回折格子線」の、その垂直な方向での断面形状を見たとき、その凸部断面形状と、その凹部断面形状が、その凸部と凹部の切り替わり点を中心として点対称に形成されているときに回折効率が高くなり好ましい。また、回折格子の形成し易さから、例えば、凸部に所定情報を含めて、凹部は平坦としてもよく、さらには、凹部を平坦として、凸部を階段状にし、回折強度を確保しつつ、回折効率の設計計算を容易とすることもできる。

【0066】

所定情報は、任意でよく、ランダムなものであっても（ランダム数字発生器により発生したランダム数字など）、同一文字・記号・図柄の繰り返しとしてもよく、（その場合は回折効率の計算が容易となる）、目視では確認困難な情報として組み込む情報であるため

10

20

30

40

50

、セキュリティ用途として採用された上記カラーホログラム画像としての各種絵柄に関連する情報や、このカラーホログラム画像が転写もしくは貼付されるセキュリティ対象物に関連する情報もしくは、関連する商品や、その商品を提供する会社の名称、マーク等、本発明の回折格子またはホログラムの真正性を証明できる情報を盛り込むこともできる。

【0067】

上記例では、所定情報幅を $0.5\mu\text{m}$ としたが、この幅に制限はなく任意に設定できる。例えば、「回折格子線」の端から橋まで一つの文字・記号・図柄であってもよく、例えばカラーホログラム画像の端から端まで、途中の「回折格子線」の途切れに関係なく、情報としてつながっているものであってもよい。

この所定情報は、目視や簡易顕微鏡では判別できないため、真正性を確認するためには倍率の高い精密顕微鏡を用いてその情報を読み出し、「正規な情報」（所定情報を実際に物理的形狀として形成した時の、真正であると判定するための情報。所定情報そのものだけでなく、形状等の情報を含めても良い。また、所定情報でなく、その形状を測定したデータ等や、部分的に変形した情報等を用いても良い。）か否かを判定する必要がある。

【0068】

判定者は、判定を行う時には、「正規な情報」に関する正確な知識を有する必要があるが、上記したようにカラーホログラム画像としての各種絵柄やセキュリティ対象物等に関する情報であれば、特段の照会等を必要とせず、判定者へ「関連情報が隠し文字として入っている。」程度の申し送りを事前しておくことで、簡易に真正と類推することができる。もしくは、隠し文字の特徴の一部のみを申し送りして置く方法も使用できる。

【0069】

もちろん、「真正性を鑑定する場合」（偽造品が真正品かの判定を何らかの証拠に用いる場合等、信頼性の高い判定をする場合。）には、「正規な情報」として、例えば、文字、記号、図柄の情報だけでなく、そのサイズ、画線部の太さ、凹凸の高さ等、より多くの情報を設定し、その全てを確認する必要がある。

所定情報の「正規な情報」をデータで残す方法として、高解像度のレーザー顕微鏡による3次元形状情報を取得しておき、このデータと、鑑定のために測定した「真正性を確認するもの」のデータを照合し、「50%以上の一致」あるいは照合項目によっては「100%の一致」等の「ある程度の一致」をもって「真正」と判断する方法を使用することも好適である。

【0070】

これらの正規な情報は、真正性を鑑定する鍵となる情報であるため、物理的もしくは電子的に、セキュリティレベルの高い場所（物理的もしくは電子的）に保存、保管することが望ましい。もちろん、DES（Data Encryption Standard。暗号化方式の規格）やAES（Advanced Encryption Standard。同左。）等による暗号化を施してもよい。その場合は、共通鍵方式や、さらに秘匿性の高い公開鍵方式等の種々の鍵管理方式を併用し、複数の鑑定者へ鍵情報を秘匿性を維持しつつ提供することも好適である。

【0071】

単純な例では、所定の用紙に書いて、金庫等に保管してもよいし、電子データとして、アクセス制限（パスワード設定等）されたサーバーの所定のホルダに記録しておき、数人程度に限定した人のみが読み出しできるように、ホルダを読み出す際にも、パスワード入力を要求するシステムとしても良い。いずれにしても、正規な情報の秘匿性のレベルに対応し、且つ、可用性（使いやすさ）を考慮して管理方式を定めることが求められる。

【0072】

また、所定情報を「回折格子線」の途中で変更したり、回折格子線群のピッチ（周期）、角度を変えた時に変更することも偽造防止性を高めるために好適である。さらには、回折格子線群のピッチ、角度が同一のエリアにある「回折格子線」は、エリアとエリアの間のブランクに無関係に、「一続き」（ブランクがなく続いていると想定したときの並びを意味する）の所定情報を形成したものであってもよい。

【0073】

こうすることで、全く同一のものを偽造しようとする者が、本発明の回折格子またはホログラムの全ての「回折格子線」の全ての所定情報を解読しない限り、「同一のもの」を偽造することができない状況とすることができる。

もちろん、回折格子線群毎に、所定情報を変更してもよいが、この場合は、所定情報毎の回折効率を考慮した配置とする必要がある。

所定情報や、その凹凸形状に関する情報は、実際の絵柄としての情報や、凹凸設計情報、さらには各リソグラフィー形成情報（電子線リソグラフィーでは、電子線描画プログラム等）により真正性証明情報として保有できる。もちろん、「回折格子線」のピッチ、角度等の情報も同様である。

【0074】

凹凸構造形成方法としては、上記した電子線リソグラフィー、X線リソグラフィー等の高精度なパターンを形成することができるリソグラフィー法のみならず、金属薄膜形成法等の高精度な均一膜厚さを形成することができる各種薄膜形成方法とそのパターン化方法を組み合わせる方法等を用いることができる。この場合は、薄膜を形成する基盤の表面平滑精度を高くすることで、欠陥の少ない、形状精度nmレベルであり、且つ理想的な矩形を作り出すことができる。さらには、その物理的安定性から、複製時に加温・加圧が可能であり、樹脂等への複製精度を向上させることができる。

【0075】

回折格子Aの回折効率は、図4の回折格子Bのそれぞれのエリア（B1、B2、B3）を、それぞれの光源、周期1.0μmのエリアを青色半導体レーザー、周期1.25μmのエリアを緑色半導体レーザー、周期1.5μmのエリアを赤色半導体レーザーで測定したところ、それぞれ、4%、6%、7%であった。回折格子体B全体を、白色光で照明したところ、それぞれのエリアが、青色、緑色、赤色に分かれて鮮やかに観察された。

【0076】

また、隠し文字としての「AOC・・・」は、目視ではもちろんのこと、簡易顕微鏡（倍率200倍、400倍）で判読しようとしたが、文字・記号まで読み取ることは出来なかった。しかし、所定の設定調整を施した高解像度レーザー顕微鏡では明確に判読できた。

もちろん、これより解像度の高い顕微鏡、例えば、共焦点レーザー顕微鏡、電子顕微鏡

透過型電子顕微鏡、走査型電子顕微鏡、走査型プローブ顕微鏡、原子間力顕微鏡、走査型トンネル顕微鏡、走査型近接場光顕微鏡、X線顕微鏡等、物理的に測定が可能なように対応できる範囲で利用できる。さらに、共焦点法や、位相シフト干渉法等の解像度を向上する手法も利用できる。これらの顕微鏡映像を高解像度CCDカメラ等を用いた画像処理方法により、画像を精密につなぎ合わせて、広範囲のエリアに対する情報とすることもできる。これらを用いることで、それぞれの特徴に応じて、偽造防止性を高めるとともに、判定の信頼性を向上させることも出来る。

【0077】

但し、「真正性」判定（もしくは鑑定）をする手法は、上記した「多くの所定情報を読み出す方法」にこだわらず、一つの文字、記号や図柄もしくはさらにその一部に注目し、この一つの文字、記号や図柄もしくはさらにその一部を「精密に測定」して、その立体形状のみを「真正性」判定に使用する方法も用いることができる。

この場合、注目した部分を全て同一のものとしせず、少し変形（太さを2倍としたり、欠陥を付加したりする。）しておき、それらの情報を、「真正性」判定用に使用することができる。すなわち、「真正性」判定に使用する情報は、セキュリティ管理をする側が定めることができ（その任意性がさらに偽造防止性を高める。）、偽造者からは到底類推できないものとすることが可能となる。

【0078】

図5の回折格子線（回折格子C）は、所定情報を“H”とした例である。

1本の回折格子線に沿って「HHHHHHH・・・」と形成されている。この「回折格子線」と平行に複数形成されている回折格子線群は、端から端までこの「回折格子線」とま

10

20

30

40

50

まったく同一の立体形状をしており、且つ、上記した垂直な方向にみると、全格子線上の文字が同一位置に位置するように配置されている。

「回折格子線」の a-a 断面の形状を図 6 に、b-b 断面の形状を図 7 に示す。いずれも矩形状になっている。

【0079】

図 8 は、回折格子 C を上から見た図である。

文字の高さ・幅は、 $0.75\mu\text{m} \times 0.4\mu\text{m}$ （周期 $1.5\mu\text{m}$ の回折格子となる。）であり、これは、電子線リソグラフィにより形成できる。電子線レジストの厚さを $0.3\mu\text{m}$ とし、電子線を十分にあて、現像処理後、電子線をあてた部分の電子線レジストがすべて除かれ、あてていない部分の電子線レジストがほぼ残存する形となり、矩形とすることができた。

10

【0080】

この回折格子 C を赤色半導体レーザーで照明し、回折効率を測定したところ、10% であり、やや高い回折効率を得ることができた。白色光で照明したところ、鮮やかな赤色を観察することができた。

回折格子 C は、「回折格子線」に垂直な方向での周期性だけでなく、「回折格子線」に平行な方向にも周期性を有するため、回折光が十字方向へ回折し（1 次回折光が 4 方向へ向かって回折する。）、その対角方向にも回折光が存在する（2 次回折光。4 方向あり。）ため、回折光が各方向へ分散し、一方向のみの回折効率測定値は、あまり大きくなっていない。

20

【0081】

また、回折光方向が多いため、カラーホログラム画像を構成する（その設計をする）には不向きであった。これは、設定した文字“H”そのものの対照性によるところが大きく、他の文字や、記号例えば、“Q”や、“&”等を採用することにより改善可能である。また、採用するフォントや、文字そのものを変形して、所望の回折光のみの強度を改善することもできる。回折光が所定の方向に集約すればするほど、その方向の回折効率は大きくなる。

【0082】

隠し文字としての「HHH・・・」は、目視ではもちろんのこと、簡易顕微鏡（倍率 200 倍、400 倍）で判読しようとしたが、文字・記号まで読み取ることは出来なかったものの、類推はできた。これも、“H”の単純さに因るところが大きく、他の文字、記号により改善可能である。

30

【0083】

図 9 の回折格子線（回折格子 D）も、所定情報“H”とし、文字の高さ・幅は、 $0.75\mu\text{m} \times 0.5\mu\text{m}$ （周期 $1.5\mu\text{m}$ の回折格子となる。）とし、形成方法も回折格子 C と同一としたが、その“H”を「白抜き」文字の形で表現したものである。

その「回折格子線」の a-a 断面の形状を図 10 に示す。図 10 にある通り、矩形状になっている。文字部分の面積を文字が割り当てられたエリア、すなわち $0.75\mu\text{m} \times 0.5\mu\text{m}$ の面積に対して $1/10$ としたため、白抜きで表現された文字の線幅は $1/30$ となる。図 11 は、回折格子 D を上からみた図である。

40

【0084】

従って、a-a 断面に現れる文字部の凹部は、文字が無いときの矩形（周期 $1.5\mu\text{m}$ の標準的な矩形）の $1/30$ 程度もしくは、それ以下となり、この凹部からの回折光の影響がかなり小くなる。この結果、回折格子 D による回折は、文字が無いときの矩形（周期 $1.5\mu\text{m}$ の標準的な矩形）による回折光と同様となり、大きな回折効率を得ることができた。

この回折格子 D を赤色半導体レーザーで照明し、回折効率を測定したところ、24% であり、高い回折効率を得ることができた。白色光で照明したところ、鮮やかな赤色を観察することができた。

【0085】

50

回折格子Dの回折光は、1次回折光の2方向のみであり、2次回折光は見られなかった。このため回折光が各方向へ分散せず、一方向の回折効率測定値は、かなり大きくなっている。

隠し文字としての「HHH・・・」は、目視ではもちろんのこと、簡易顕微鏡（倍率200倍、400倍）で判読しようとしたが、文字・記号まで読み取ることは出来なかった。さらに、白抜き文字面積を小さくするため、文字・記号・図柄の高さ・幅を小さくすることができる。これにより、所定情報の判読性をより困難にすることができると共に、回折効率をさらに向上させることができる。カラーホログラム画像の設計し易さも大幅に改善されている。

【0086】

また、所定情報を「白抜き」とする場合、その画線部は10nm以下となる部分がでてくる。このような場合は、使用するリソグラフィー手段により差があるものの矩形とならず、なだらかな凹凸形状となることもある。この場合は、その幅が非常に小さいため「回折格子線」としての回折効率には影響を及ぼさず、判読時には光学的に読み取れることから、部分的に矩形でない部分が発生しても本発明の目的を達成することができる。

【0087】

逆に電子線リソグラフィーにおける電子線の強度を小さくして、現像処理を加減し「白抜き」そのものを取って10nm幅以下とし、（この場合深さも浅くなる。）光学顕微鏡を目視にて覗くだけでは、所定情報を読み取れず、レーザー顕微鏡等の3次元計測可能な手段を用いてのみ判読できるという手法を用いることで、よりセキュリティ性を高めることも好適である。

【0088】

さらに、光学顕微鏡に具備されている「明視野」での観察でなく、「暗視野」（高開口数成分（円錐の外周表面構造）のみをもって照明しているため、基本的には「散乱光」を読み取ることとなる。）での観察により、僅かな凹凸を情報として判読する方法を採用することも好適である。「暗視野」と同様に、斜め方向からのみ照明し、凸部で発生するその凸部の影を情報として判読する方法を採用すると、偽造者が、凹凸形状をいかに精密に計測しても、所定情報に至ることができないようにすることもできる。

【0089】

図12の回折格子線（回折格子E）は、文字の高さ・幅を、 $0.75\mu\text{m} \times 0.5\mu\text{m}$ （周期 $1.5\mu\text{m}$ の回折格子となる。）とし、形成方法も回折格子Cと同一としたが、所定情報“H”の占有する面積（画線部面積）と、所定情報以外の部分の面積（非画線部＋「回折格子線」間部の面積）をほぼ同一の大きさとした。

こうすることで、画線部面積を確保できるため、所定情報を鑑定するときに、鑑定し易くすると同時に、所定情報が特殊なもの（太さ、曲がり等、本発明でのみ使用する形）とすることで、その文字形状等の設定情報を知りえない限り、同一のものの作成をほぼ不可能とすることができる。

【0090】

画線部、すなわち、凸部上面から反射する回折光と、「非画線部＋回折格子線間部」、すなわち、凹部底面から反射する回折光の光の量を同一とすることで、高い回折効率をকাশし出すことができる。実際に回折効率は、回折格子Cにみられる程の2次回折光がでなかったため、16%であった。隠し文字としての「HHH・・・」は、目視ではもちろんのこと、簡易顕微鏡（倍率200倍、400倍）で判読しようとしたが、文字・記号まで読み取ることは出来なかったものの、類推はできた。これも、所定情報“H”の単純さに因るところが大きく、他の文字、記号により改善可能である。

【0091】

しかも、所定情報の形そのものを工夫する（電子描画データ作成の簡便性から、既存の種々のフォントを採用してもよいが、独自に画線の太さや曲がり方等を工夫してもよい。）ことにより、この判読性及び回折効率をさらに改善することが可能である。

上記したように、所定情報の形を工夫した場合は、所定情報の深さ、すなわち、電子線

10

20

30

40

50

レジストの厚さを調節して、回折効率を高く維持する必要がある。

【0092】

図13の回折格子線（回折格子F）は、文字の高さ・幅を、 $0.75\mu\text{m} \times 0.5\mu\text{m}$ （周期 $1.5\mu\text{m}$ の回折格子となる。）とし、形成方法も回折格子Cと同一としたが、所定情報を“H O L O G”（図13は一部省略）とした。こうすることで、回折格子C等に見られる2次回折光を抑え、1次回折光の強度を高めるとともに、20文字以内の繰り返しとすることで、回折光の予測を立てやすく、カラーホログラム画像の設計をし易くした。

そのa-a断面の形状及び、b-b断面の形状を、それぞれ図14、図15に示す。

回折効率は、回折格子Cのような2次回折光がでていないため、12%であった。

隠し文字としての“H O L O G”は、目視ではもちろんのこと、簡易顕微鏡（倍率200倍、400倍）で判読しようとしたが、文字・記号まで読み取ることは出来なかった。

【0093】

2次回折光の強度は、文字数が増加するにつれて減少するが、3文字（可視光波長の3倍）で十分小さくなる。さらに文字数を増加すると、徐々に減少するが5文字以上では大きな変動はない。逆に、文字数が増加することで「回折格子線」上のムラが目立つようになる。このムラは、カラーホログラム画像の設計に対しての阻害要因となる。従って、文字列では20文字が限界となる。結局、所定情報の繰り返し長さは、可視光波長の20倍以内、好ましくは、5倍以上、且つ、10倍以内であることが好適である。

【0094】

（実施例1）

電子線レジストを $0.6\mu\text{m}$ 形成したパターン形成基盤に、予め用意した制御データにより、電子ビームの強度を変化させながら所定の回折格子パターンに沿って電子ビームを照射した。まず、 $0.5\mu\text{m}$ 幅の線上に、所定情報「A O C O E O G O I O · · O Y」、及びその繰り返しを各文字サイズが、 $0.5\mu\text{m} \times 0.5\mu\text{m}$ となるように、続いて、その「回折格子線」に接して、 $0.5\mu\text{m}$ 幅の線状に、その電子ビーム強度変化を逆にして同様に「A O C O E O G O H O · · O Y」を同様のサイズで、且つ、そのスタート位置を高精度に合わせて照射した。この照射を、図4の半径20mmの円の一つのエリアにそのエリアが埋まるまで実施した。

【0095】

次に、同様に、 $0.625\mu\text{m}$ 幅の線上に、同様の所定文字を $0.625\mu\text{m} \times 0.5\mu\text{m}$ サイズで照射し、同様に図4の円のもう一つのエリアを埋めた。

さらに、図4の残るエリアを、 $0.75\mu\text{m}$ 幅の線状に、 $0.75\mu\text{m} \times 0.5\mu\text{m}$ サイズの所定文字をそのエリアが埋まるように照射し、図4の円内の全エリアを埋めた。

この基盤を現像処理して、所望の凹凸レリーフ原盤を得た。

【0096】

この原盤と、 $16\mu\text{m}$ 厚さのポリエチレンテレフタレート（東レ製「ルミラー」）との間に、電離放射線硬化性樹脂として、

・＜電離放射線硬化組成物A＞

2-ヒドロキシエチルアクリレート

100重量部

ジブチルチンジラウレート

0.1重量部

イソシアン酸メチル

50重量部

を反応させて得られた電離放射線硬化組成物Aを用いて、

・＜電離放射線硬化組成物B＞

電離放射線硬化組成物A

80重量部

ポリウレタン樹脂（デスモコール130、住友バイエルウレタン社製）

20重量部

上記、電離放射線硬化組成物Bを作製し、この電離放射線硬化組成物Bを $10\mu\text{m}$ 導入して、フィルムを送り出しながら電子線照射装置「エレクトロカーテン」（アメリカのESI社製）を用い、150KeV、15mAの条件で3Mradの線量を照射して、硬化させた。

【0097】

10

20

30

40

50

この後、原盤と電子線レジストを剥離、除去し、硬化した透明な樹脂材料からなる層の片面にレリーフホログラムの微細凹凸を形成することができた。

この透明樹脂の表面に真空蒸着法によりアルミニウム薄膜100nmを形成し、ホログラムシートとした。このホログラムシートに接着剤を塗工し、パスポートの顔写真を一部覆うように接着した。

このパスポートのホログラム部分をハロゲンランプで照明し、目視で観察すると、円形ホログラムが3色に分かれて鮮明に見えた。さらに、倍率20倍と400倍の顕微鏡で拡大して確認したところ、所定情報を判読することは出来なかった。

【0098】

このホログラム部分を高解像度レーザー顕微鏡で観察することで、各回折格子の所定情報を判読することができ、予め極秘情報として入手した（パスポートを管理する関係者のみが所定情報のサイズ、並び等の情報（以下、所定情報関連情報という。）を知らされるという意味。）所定情報関連情報と、判読した情報を比較し、パスポートの真正性を確認した。

【0099】

別途、このホログラムの回折効率を各色半導体レーザーを用いて測定したところ、それぞれ、4%、6%、7%であり、やや高い回折効率を得た。

【0100】

（実施例2）

電子線レジストを0.3μm形成したパターン形成基盤に、予め用意した制御データにより、電子ビームの強度を変化させながら所定の回折格子パターンに沿って電子ビームを照射した。まず、0.5μm幅の線上に、所定情報「HHHHHHH・・・」を各文字サイズが、0.5μm×0.4μmとなるように、続いて、その「回折格子線」に接して、0.5μm幅の線状に、全面露光で電子ビームを照射した。この照射を、図4の半径20mmの円の一つのエリアにそのエリアが埋まるまで実施し、実施例1と同様に現像処理した。

次に、再度電子線レジストを、0.4μmとし、0.625μm幅の線上に、同様の所定文字を0.625μm×0.4μmサイズで照射した以外は実施例1と同様に処理し、図4の円のもう一つのエリアを埋めた。

さらに、図4の残るエリアを、電子線レジスト厚さを0.5μm、0.75μm幅の線状に、0.75μm×0.4μmサイズの所定文字をそのエリアが埋まるように照射した以外は実施例1と同様とし、図4の円内の全エリアを埋めた。

この基盤を現像処理することにより、非画線部のレジストを完全に除去し、この位置を凹凸の凹部底面とし、画線部を凸部上面として、所望の矩形状レリーフ原盤を得た。

【0101】

この後は、実施例1と同様に作成し、実施例2のホログラム形成パスポートを得た。

このパスポートのホログラム部分をハロゲンランプで照明し、目視で観察すると、円形ホログラムが3色に分かれて鮮明に見えた。さらに、倍率20倍と400倍の顕微鏡で拡大して確認したところ、所定情報を判読することは出来なかった。

【0102】

このホログラム部分を高解像度レーザー顕微鏡で観察することで、各回折格子の所定情報を判読することができ、予め極秘情報として入手した所定情報関連情報と、判読した情報を比較し、パスポートの真正性を確認した。

別途、このホログラムの回折効率を各色半導体レーザーを用いて測定したところ、それぞれ、10%、9%、10%となり、やや高い回折効率を得た。

【0103】

（実施例3）

所定情報「HHHHHHHH・・・」を白抜き文字とし、その画線部線幅を0.01μmとした以外は、実施例2と同様として、実施例3のホログラム形成パスポートを得た。

このパスポートのホログラム部分をハロゲンランプで照明し、目視で観察すると、円形

10

20

30

40

50

ホログラムが３色に分かれて鮮明に見えた。さらに、倍率２０倍と４００倍の顕微鏡で拡大して確認したところ、全く所定情報を判読することは出来なかった。

【０１０４】

このホログラム部分を高解像度レーザー顕微鏡で観察することで、各回折格子の所定情報を判読することができ、予め極秘情報として入手した所定情報関連情報と、判読した情報を比較し、パスポートの真正性を確認した。

別途、このホログラムの回折効率を各色半導体レーザーを用いて測定したところ、それぞれ、２５％、２３％、２４％と高い回折効率を得た。

【０１０５】

（実施例４）

所定情報「HHHHHHHH・・・」を図１２の形とした以外は、実施例２と同様として、実施例４のホログラム形成パスポートを得た。この時の面積比は、５４／４６とした。

このパスポートのホログラム部分をハロゲンランプで照明し、目視で観察すると、円形ホログラムが３色に分かれて鮮明に見えた。さらに、倍率２０倍と４００倍の顕微鏡で拡大して確認したところ、所定情報を類推できたが、判読することは出来なかった。

【０１０６】

このホログラム部分を高解像度レーザー顕微鏡で観察することで、各回折格子の所定情報を判読することができ、予め極秘情報として入手した所定情報関連情報と、判読した情報を比較し、パスポートの真正性を確認した。

別途、このホログラムの回折効率を各色半導体レーザーを用いて測定したところ、それぞれ、１３％、１３％、１６％と高い回折効率を得た。

【０１０７】

（実施例５）

所定情報を「H O L O Gとその繰り返し」とした以外は、実施例２と同様として、実施例５のホログラム形成パスポートを得た。

このパスポートのホログラム部分をハロゲンランプで照明し、目視で観察すると、円形ホログラムが３色に分かれて鮮明に見えた。さらに、倍率２０倍と４００倍の顕微鏡で拡大して確認したところ、所定情報を判読することは出来なかった。

【０１０８】

このホログラム部分を高解像度レーザー顕微鏡で観察することで、各回折格子の所定情報を判読することができ、予め極秘情報として入手した所定情報関連情報と、判読した情報を比較し、パスポートの真正性を確認した。

別途、このホログラムの回折効率を各色半導体レーザーを用いて測定したところ、それぞれ、１１％、１１％、１２％とやや高い回折効率を得た。

【０１０９】

（比較例）

実施例２の所定情報として、「HHHHHHHH・・・」としたが、その文字のサイズを、文字高さ、文字幅とも０．３μm～３．０μmの間でランダムに選択したサイズとしたことと、図４の円形エリアを全てこの条件で埋めた意外は、すべて実施例２と同様として、比較例を得た。

このパスポートのホログラム部分をハロゲンランプで照明し、目視で観察すると、円形ホログラムが３色に分かれておらず、少し虹色を呈しているだけであった。さらに、倍率２０倍と４００倍の顕微鏡で拡大して確認したところ、ところどころ所定情報を判読することができた。

【０１１０】

このホログラム部分を高解像度レーザー顕微鏡で観察することで、各回折格子の所定情報を全て判読することができ、予め極秘情報として入手した所定情報関連情報と、判読した情報を比較し、パスポートの真正性を確認することはできた。

別途、このホログラムの回折効率を赤色半導体レーザーを用いて測定したところ、３％と低い回折効率を得た。これは、光が種々の方向へ回折しており、一方向へ集中していな

10

20

30

40

50

いためと推察された。

(評価試験) ホログラムの再現性の評価は、意匠性については、ハロゲンランプ光原下にて目視判定した。ホログラムの明るさについては、回折格子の回折効率で評価した。

ハロゲンランプ：ローボルトハロゲンランプ 35 mm 径ミラー付き

：電圧 12 V・光度 2300 cd (カンデラ)

目視判定基準：○ 再生画像が鮮やかにムラなく見える。隠し情報は見えない。

：× 隠し情報は見えないが、再生画像が暗く、ムラが見える。。

回折効率測定：光源：各色半導体レーザー：キコー技研 MLX コリメートレーザー

：電圧 DC 4.8 ~ 6.5 V・平行光時ビーム径拡大 6 mm

：回折効率：反射光強度 / 入射光強度 × 100 (%)

：判定基準：◎：回折効率が高い 回折効率 15 % 以上

：○：回折効率がやや高い // 5 % ~ 15 %

：×：回折効率が低い // 5 % 未満

10

【図面の簡単な説明】

【0111】

【図1】は、本発明の実施形態の一例を示す回折格子 A の俯瞰図である。

【図2】は、回折格子 A の a - a 線断面について説明するための図である。

【図3】は、本発明の実施形態の一例を示す回折格子体 B の図である。

【図4】は、回折格子 A を上からみた図である。

【図5】は、本発明の実施形態の一例を示す回折格子 C の俯瞰図である。

20

【図6】は、回折格子 C の a - a 線断面について説明するための図である。

【図7】は、回折格子 C の b - b 線断面について説明するための図である。

【図8】は、回折格子 C を上からみた図である。

【図9】は、本発明の実施形態の一例を示す回折格子 D の俯瞰図である。

【図10】は、回折格子 D の a - a 線断面について説明するための図である。

【図11】は、回折格子 D を上からみた図である。

【図12】は、本発明の実施形態の一例を示す回折格子 E を上からみた図である。

【図13】は、本発明の実施形態の一例を示す回折格子 F の俯瞰図である。

【図14】は、回折格子 F の a - a 線断面について説明するための図である。

【図15】は、回折格子 F の b - b 線断面について説明するための図である。

30

【符号の説明】

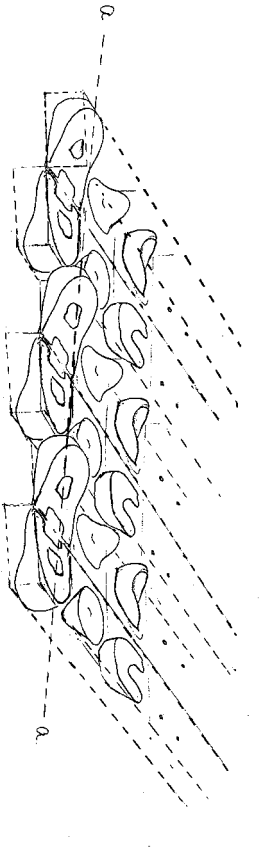
【0112】

A、C、D、E、F 回折格子 (回折格子線群)

B 回折格子体

B1、B2、B3 各回折格子線群

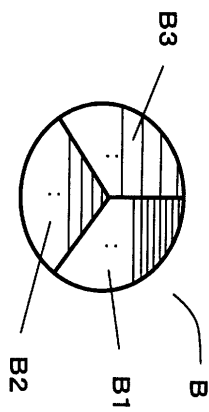
【図 1】



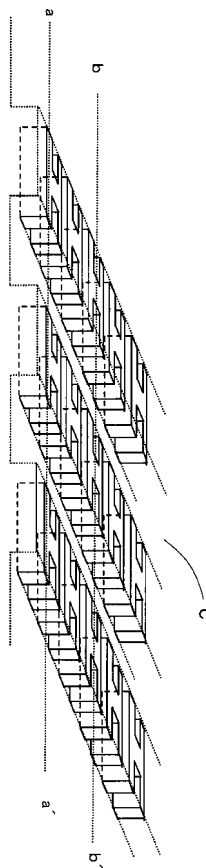
【図 2】



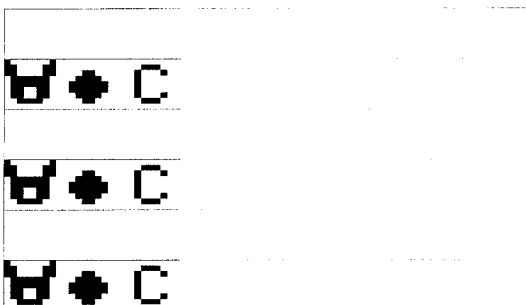
【図 3】



【図 5】



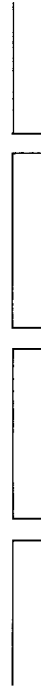
【図 4】



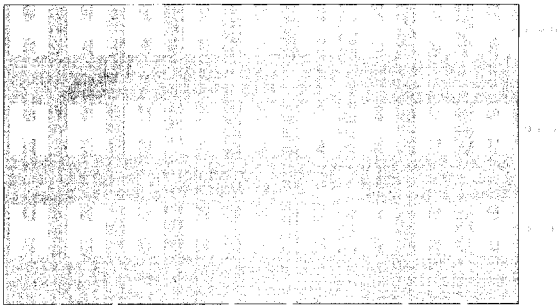
【図 6】



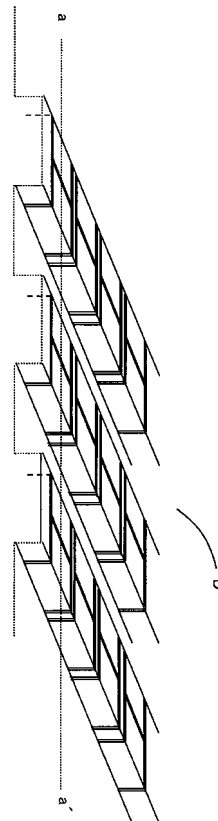
【図 7】



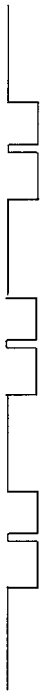
【図 8】



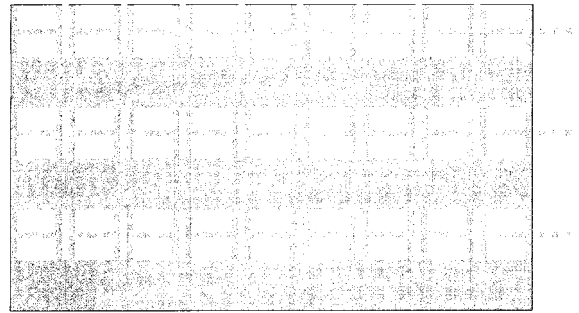
【図 9】



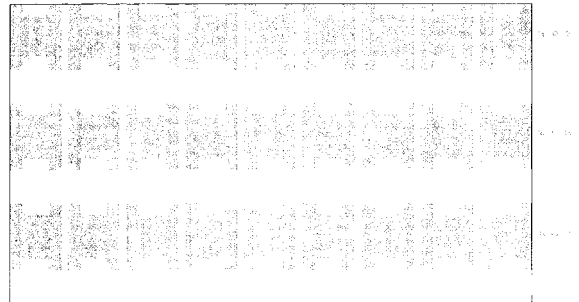
【図 1 0】



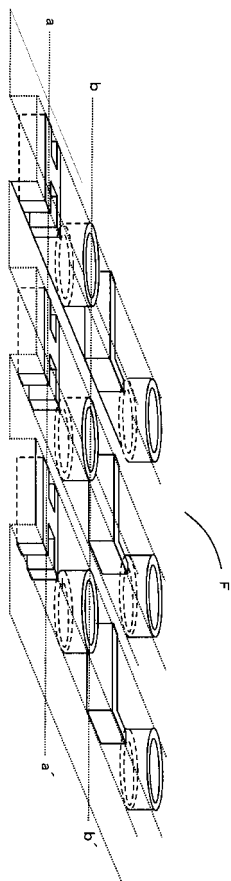
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



【図 15】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 慎一郎

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内

Fターム(参考) 2C005 HA02 HA06 HB02 JA18 JA19 JB02 JB08 JB09 KA01 KA11

KA37 KA48 KA61 LA19 LA20 LB07

2H249 AA07 AA13 AA33 AA39 AA60 AA66

2K008 AA13 CC01 EE04 FF12 GG05