

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2020-532767

(P2020-532767A)

(43) 公表日 令和2年11月12日(2020.11.12)

(51) Int.Cl.

G03H 1/04 (2006.01)

F 1

G03H 1/04

テーマコード(参考)

2K008

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 72 頁)

(21) 出願番号 特願2020-513732 (P2020-513732)
 (86) (22) 出願日 平成30年9月5日 (2018.9.5)
 (85) 翻訳文提出日 令和2年4月30日 (2020.4.30)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2018/073904
 (87) 國際公開番号 WO2019/048499
 (87) 國際公開日 平成31年3月14日 (2019.3.14)
 (31) 優先権主張番号 102017120536.5
 (32) 優先日 平成29年9月6日 (2017.9.6)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 ドイツ(DE)

(71) 出願人 506151626
 オーファウデー キネグラム アーゲー
 スイス連邦共和国 6300 ツーク ツ
 エーラーヴェーグ 11
 (74) 代理人 240000327
 弁護士 弁護士法人クレオ国際法律特許事
 務所
 (72) 発明者 マデル セバスチャン
 スイス連邦共和国 6340 バール ヴ
 アインペルクヘーエ 31
 (72) 発明者 ヴァルター ハラルト
 スイス連邦共和国 8810 ホルゲン
 アインジートラーシュトラーセ 192

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ホログラムの製造方法、セキュリティ要素、及び、セキュリティ文書

(57) 【要約】

本発明は、ホログラム(1)、特に、セキュリティ要素(1a)及び/又はセキュリティ文書(1b)のためのホログラム(1)の製造方法に関する。1つ以上の仮想ホログラム面(10)は、1つ以上の仮想モデル(20)の前及び/又は後に配置され、及び/又は、1つ以上の仮想ホログラム面(10)は、1つ以上の仮想モデル(20)と交差するように配置される。1つ以上の仮想光源(30)は、1つ以上の仮想モデル(20)の表面(21)の1つ以上の部分領域に配置される。1つ以上の仮想電磁界(40)は、1つ以上の仮想ホログラム面(10)の1つ以上のゾーン(11)における少なくとも1つの前記仮想光源(30)から計算される。1つ以上のゾーン(11)において、それぞれの場合において、仮想全電磁界(41)は、それぞれのゾーン(11)における2つ以上、特に、全ての仮想電磁界(40)の合計に基づいて計算される。1つ以上の位相画像(50)は、1つ以上のゾーン(11)における仮想全電磁界(41)から計算される。ホログラム(1)の高さプロファイル(60)は、1つ以上の位相画像(50)か

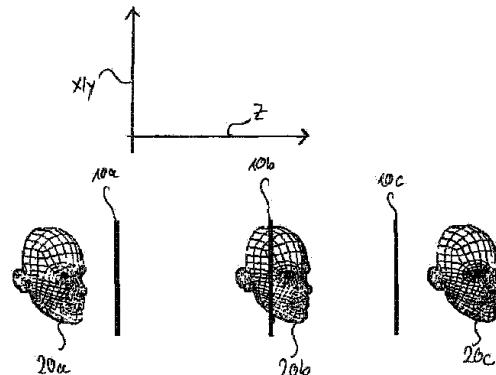


Fig. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ホログラム(1)、特に、セキュリティ要素(1a)及び/又はセキュリティ文書(1b)のためのホログラム(1)の製造方法であって、

1つ以上の仮想ホログラム面(10)は、1つ以上の仮想モデル(20)の前及び/又は後に配置され、及び/又は、1つ以上の仮想ホログラム面(10)は、1つ以上の仮想モデル(20)と交差するように配置され、

1つ以上の仮想光源(30)は、1つ以上の前記仮想モデル(20)の前記表面(21)の1つ以上の部分領域に配置され、

1つ以上の仮想電磁界(40)は、前記1つ以上の仮想ホログラム面(10)の1つ以上のゾーン(11)における少なくとも1つの前記仮想光源(30)から計算され、

前記1つ以上のゾーン(11)において、それぞれの場合において、仮想全電磁界(41)は、前記それぞれのゾーン(11)における2つ以上、特に、全ての前記仮想電磁界(40)の合計に基づいて計算され、

1つ以上の位相画像(50)は、前記1つ以上のゾーン(11)における前記仮想全電磁界(41)から計算され、

前記ホログラム(1)の高さプロファイル(60)は、前記1つ以上の位相画像(50)から計算され、前記ホログラム(1)の前記高さプロファイル(60)は、基板(2)に組み込まれ、前記ホログラム(1)を設けることを特徴とする、方法。

【請求項 2】

1つ以上の前記仮想モデル(20)は、それぞれの場合において、仮想2Dモデルとして又は仮想3Dモデルとして形成されることを特徴とする、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

2つ以上の前記仮想光源(30)、特に、全ての前記仮想光源(30)からの前記仮想電磁界(40)は、立体角の1つ以上の範囲に亘って同じ強度及び/又は同じ強度分布を有することを特徴とする、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項 4】

2つ以上の前記仮想光源(30)、特に、全ての前記仮想光源(30)からの前記仮想電磁界(40)は、立体角の1つ以上の範囲に亘って異なる強度及び/又は異なる強度分布を有することを特徴とする、請求項1～3のいずれか1項に記載の方法。

【請求項 5】

1つ以上の前記仮想光源(30)、特に、全ての前記仮想光源(30)からの前記仮想電磁界(40)は、立体角の1つ以上の範囲に亘って等方性又は異方性強度分布を有することを特徴とする、請求項1～4のいずれか1項に記載の方法。

【請求項 6】

1つ以上の前記仮想光源(30)、特に、全ての前記仮想光源(30)は、仮想点光源(31)を形成し、前記仮想点光源(31)は、好ましくは仮想球面波を出射することを特徴とする、請求項1～5のいずれか1項に記載の方法。

【請求項 7】

前記仮想光源(30)、特に、前記仮想点光源(31)の前記ビームコーンは、±45°の立体角の範囲、好ましくは±35°の立体角の範囲、さらに好ましくは±25°、さらに好ましくは±15°に仮想開口を用いて規制されることを特徴とする、請求項1～6のいずれか1項に記載の方法。

【請求項 8】

前記点(x_i 、 y_i 、 z_i)におけるi番目の仮想点光源(31)からの前記仮想電磁界 U_i は、式によって、前記少なくとも1つのゾーン(11)の点(x_h 、 y_h 、 $z_h = 0$)において計算されることを特徴とする、請求項1～7のいずれか1項に記載の方法。

10

20

30

40

【数5】

$$U_i(x_h, y_h) = \frac{\exp(ikr)}{r}, \quad r = \sqrt{(x_h - x_i)^2 + (y_h - y_i)^2 + z_i^2}$$

【請求項9】

前記仮想モデル(20)の1つの前記表面(21)の1つ以上の前記部分領域に配置された前記仮想光源(30)は、前記仮想モデル(20)の前記表面(21)に少なくとも1つの方向に周期的に配置され、及び/又は、前記仮想モデル(20)の前記表面(21)に少なくとも1つの方向にランダム又は擬似ランダムに配置されることを特徴とする、請求項1~8のいずれか1項に記載の方法。

10

【請求項10】

隣接する仮想光源(30)の間の前記距離は、5μm~500μmの間、さらに好ましくは10μm~200μmの間であることを特徴とする、請求項1~9のいずれか1項に記載の方法。

【請求項11】

前記仮想光源(30)、特に、前記仮想点光源(31)は、クロスグリッドとして配置され、隣接する仮想光源(30)の間の距離は、5μm~500μmの間、特に、10μm~200μmの間であることを特徴とする、請求項1~10のいずれか1項に記載の方法。

20

【請求項12】

1つ以上の前記仮想光源(30)は、特に、字、ポートレート、画像、英数字、文字、幾何学的自由形状、正方形、三角形、円、曲線、輪郭から選択されるマイクロシンボル(32)の形状を有することを特徴とする、請求項1~11のいずれか1項に記載の方法。

【請求項13】

1つ以上の前記仮想モデル(20)の前記表面(21)の1つ以上の前記部分領域の前記マイクロシンボル(32)の前記横方向寸法は、5μm~500μmの間、特に、10μm~200μmの間であることを特徴とする、請求項1~12のいずれか1項に記載の方法。

【請求項14】

2つ以上の仮想ホログラム面(10)が設けられ、前記2つ以上の仮想ホログラム面(10)のそれぞれは、1つ以上の前記ゾーン(11)を有することを特徴とする、請求項1~13のいずれか1項に記載の方法。

30

【請求項15】

前記2つ以上の仮想ホログラム面(10)は、それらの位置合わせ、位置決め、寸法、及び/又は、曲率に関して異なり、特に、前記それぞれのゾーン(11)における前記2つ以上の仮想ホログラム面(10)は、それらの位置合わせ、位置決め、寸法、及び/又は、曲率に関して異なることを特徴とする、請求項1~14のいずれか1項に記載の方法。

【請求項16】

前記2つ以上の仮想モデル(20)が設けられることを特徴とする、請求項1~15のいずれか1項に記載の方法。

40

【請求項17】

前記2つ以上の仮想モデル(20)のそれぞれは、前記仮想ホログラム面(1)のうちの1つに割り当てられ、前記割り当てられた仮想モデル(20)の前記1つ以上の仮想光源(30)からの前記1つ以上の仮想電磁界(40)は、前記それぞれの仮想ホログラム面(10)の前記1つ以上のゾーン(11)において計算されることを特徴とする、請求項1~16のいずれか1項に記載の方法。

【請求項18】

前記仮想モデル(20)又は前記2つ以上の仮想モデル(20)のそれぞれは、2つ以上の前記仮想ホログラム面(10)に割り当てられ、前記割り当てられた仮想モデル(2

50

0) 又は前記割り当てられた仮想モデル(20)の前記1つ以上の仮想光源(30)からの前記1つ以上の仮想電磁界(40)は、前記それぞれの仮想ホログラム面(10)の前記1つ以上のゾーン(11)において計算されることを特徴とする、請求項1~17のいずれか1項に記載の方法。

【請求項19】

前記1つ以上の位相画像(50)を計算するために、前記仮想全電磁界(41)は、2つ以上の前記ゾーン(11)によって、特に、前記仮想ホログラム面(10)のうちの異なる仮想ホログラム面のゾーン(11)である2つ以上のゾーン(11)によって、特に、所定の基準方向(42)に基づいて、重ね合わされることを特徴とする、請求項1~18のいずれか1項に記載の方法。

10

【請求項20】

前記1つ以上の位相画像(50)を計算するために重ね合わされた前記2つ以上のゾーン(11)は、前記所定の基準方向(42)に関して少なくとも部分的、好ましくは完全に重なり、その結果、前記設けられたホログラム(1)の異なるゾーン(11)によって設けられた2つ以上のモチーフ(22)は、好ましくは、前記所定の基準方向(42)に関して前記設けられたホログラム(1)の表面の交差領域に生成されることを特徴とする、請求項1~19のいずれか1項に記載の方法。

【請求項21】

前記1つ以上の位相画像(50)を計算するために重ね合わされた前記2つ以上のゾーン(11)は、前記所定の基準方向(42)に関して重ならず、その結果、前記設けられたホログラム(1)の異なるゾーン(11)によって提供された2つ以上のモチーフ(22)は、好ましくは、前記所定の基準方向(42)に関して前記設けられたホログラム(1)の表面のそれぞれの領域に生成されることを特徴とする、請求項1~20のいずれか1項に記載の方法。

20

【請求項22】

1つ以上の前記ゾーン(11)における1つ以上の前記仮想ホログラム面(10)は、少なくとも基準方向(42)に沿ってゼロとは異なる曲率を有し、特に、凸状若しくは凹状に屈曲し又は局所的な曲率を有し、前記局所的な曲率に割り当てられた前記曲率半径は、特に、5mm~50mmの間、好ましくは10mm~30mmの間であることを特徴とする、請求項1~21のいずれか1項に記載の方法。

30

【請求項23】

1つ以上の前記ゾーン(11)における1つ以上の前記仮想ホログラム面(10)の前記幾何学形状は、それぞれの場合において、円柱セグメントの側面に対応するか、又は、自由曲面に対応することを特徴とする、請求項1~22のいずれか1項に記載の方法。

【請求項24】

1つ以上の前記ゾーン(11)における1つ以上の前記仮想ホログラム面(10)は、所定の曲率を有し、前記1つ以上のゾーン(11)における前記仮想全電磁界(41)は、それぞれの場合において、前記1つ以上の仮想モデル(20a)の1つ以上の第1仮想モデルの前記仮想電磁界(40)に基づいて計算され、その結果、前記基板(2)が前記1つ以上のゾーン(11)の前記曲率に従って曲げられ又は屈曲されたとき、前記設けられたホログラム(1)は、観察者(70)及び/又はセンサ(71)にとって部分的又は完全に検出可能であり、特に、前記基板(2)が前記1つ以上のゾーン(11)の前記曲率に従って曲げられ又は屈曲されたとき、前記1つ以上の第1モチーフ(22a)は、観察者(70)又はセンサ(71)にとって部分的又は完全に検出可能になることを特徴とする、請求項1~23のいずれか1項に記載の方法。

40

【請求項25】

前記基板(2)が前記1つ以上のゾーン(11)の前記曲率に従って曲げられ又は屈曲されたとき、前記1つ以上の第1モチーフ(22a)は、観察者(70)及び/又はセンサ(71)にとって、前記基板(2)による前記面の上及び/又は下及び/又は内部で検

50

出可能であり、1つ以上の前記第1モチーフ(22a)と前記基板(2)による前記面との間の距離は、好ましくは-30mm~+30mmの間であり、好ましくは-15mm~+15mmの間であり、さらに好ましくは-5mm~+5mmの間であり、さらに好ましくは-3mm~+3mmの間であることを特徴とする、請求項1~24のいずれか1項に記載の方法。

【請求項26】

前記ゾーン(11a)のうちの1つ以上の第1ゾーンにおける2つ以上の前記仮想ホログラム面(10)は、前記ゾーン(11b)のうちの1つ以上の第2ゾーンにおける前記曲率及び/又は前記位置合わせとは異なる曲率及び/又は異なる位置合わせを有し、前記1つ以上の第1及び第2ゾーン(11a、11b)における前記仮想全電磁界(41)は、それぞれの場合において、前記1つ以上の仮想モデル(20a、20b)のうちの前記1つ以上の第1又は第2仮想モデルの前記仮想電磁界(40)に基づいて計算され、その結果、前記基板(2)が前記1つ又は第2ゾーン(11a、11b)の前記曲率に従って曲げられ若しくは屈曲されたとき、又は、前記第1又は第2ゾーン(11a、11b)の前記位置合わせに従って位置合わせされたとき、前記設けられたホログラム(1)は、観察者(70)及び/又はセンサ(71)にとって部分的又は完全に検出可能であることを特徴とする、請求項1~25のいずれか1項に記載の方法。

10

【請求項27】

前記1つ以上の第1ゾーン(11)における前記仮想全電磁界(41)は、それぞれの場合において、前記1つ以上の第1仮想モジュール(20a)の前記仮想電磁界(40)に基づいて計算され、前記1つ以上の第2ゾーン(11b)における前記仮想全電磁界(41)は、それぞれの場合において、前記1つ以上の第2仮想モデル(20b)の前記仮想電磁界(40)に基づいて計算され、その結果、前記基板(2)が前記1つ以上の第1ゾーン(11a)の前記曲率に従って曲げられ又は屈曲されたとき、前記1つ以上の第1仮想モデル(20a)に割り当てられた1つ以上の第1モチーフ(22a)は、観察者(70)及び/又はセンサ(71)にとって部分的又は完全に検出可能になり、前記基板(2)が前記1つ以上の第2ゾーン(11)の前記曲率に従って曲げられ又は屈曲されたとき、前記1つ以上の第2仮想モデル(20b)に割り当てられた1つ以上の第2モチーフ(22b)は、観察者(70)及び/又はセンサ(71)にとって部分的又は完全に検出可能になることを特徴とする、請求項1~26のいずれか1項に記載の方法。

20

30

【請求項28】

前記1つ以上の第1ゾーン(11a)における前記仮想全電磁界(41)は、それぞれの場合において、前記1つ以上の第1仮想モデル(20a)の前記仮想全電磁界(40)に基づいて計算され、及び/又は、前記1つ以上の第2ゾーン(11b)における前記仮想全電磁界(41)は、それぞれの場合において、前記1つ以上の第2仮想モデル(20b)の前記仮想電磁界(40)に基づいて計算され、その結果、前記基板(2)が前記1つ以上のゾーン(11)、第1ゾーン(11a)及び/又は第2ゾーン(11b)の特に前記曲率に従って曲げられ及び/又は屈曲されたとき、前記1つ以上の第1仮想モデル(20a)に割り当てられた前記1つ以上の第1モチーフ(22a)の第1部分及び/又は前記1つ以上の第2仮想モデル(20b)に割り当てられた前記1つ以上の第2モチーフ(22b)の第2部分は、観察者(70)及び/又はセンサ(71)にとって検出可能であり、及び/又は、前記1つ以上のゾーン(11)、第1ゾーン(11a)及び/又は第2ゾーン(11b)の特に前記曲率に従って、前記基板(2)の前記平坦若しくは曲げられていない又は非屈曲状態において、観察者(70)及び/又はセンサ(71)にとって検出可能ではない、前記1つ以上の第1モチーフ(22a)は、好ましくは、前記1つ以上の第1モチーフ(22a)の前記第1部分を備える第1全モチーフを生成し、及び/又は、前記1つ以上の第2モチーフ(22b)は、好ましくは、前記1つ以上の第2モチーフ(22b)の前記第2部分を備える第2全モチーフを生成することを特徴とする、請求項1~27のいずれか1項に記載の方法。

40

【請求項29】

50

前記 1 つ以上の第 1 ゾーン (1 1 a) における前記仮想全電磁界 (4 1) は、それぞれの場合において、前記 1 つ以上の第 1 仮想モデル (2 0 a) の前記仮想電磁界 (4 0) に基づいて計算され、及び / 又は、前記 1 つ以上の第 2 ゾーン (1 1 b) における前記仮想全電磁界 (4 1) は、それぞれの場合において、前記 1 つ以上の第 2 仮想モデル (2 0 b) の前記仮想電磁界 (4 0) に基づいて計算され、その結果、特に、非コリメート光、好ましくは拡散照明の下で照明されると、前記 1 つ以上の第 1 仮想モデル (2 0 a) に割り当てられた 1 つ以上の第 1 モチーフ (2 2 a) 及び / 又は前記 1 つ以上の第 2 仮想モデル (2 0 b) に割り当てられた 1 つ以上の第 2 モチーフ (2 2 b) は、特に、前記 1 つ以上のゾーン (1 1)、第 1 ゾーン (1 1 a)、及び / 又は、第 2 ゾーン (1 1 b) の曲率に従って観察者 (7 0) 及び / 又はセンサ (7 1) にとって検出可能ではない、及び / 又は、コリメート光によって証明されると、好ましくは LED 光によって証明されると、特に好ましくはスマートフォンの LED 光によって証明されると、検出可能であることを特徴とする、請求項 1 ~ 2 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

10

【請求項 3 0】

前記 1 つ以上の第 1 ゾーン (1 1 a) における前記仮想全電磁界 (4 1) は、それぞれの場合において、前記 1 つ以上の第 1 仮想モデル (2 0 a) の前記仮想電磁界 (4 0) に基づいて計算され、前記 1 つ以上の第 2 ゾーン (1 1 b) における前記仮想全電磁界 (4 1) は、前記 1 つ以上の第 2 仮想モデル (2 0 d) の前記仮想電磁界 (4 0) に基づいて計算され、その結果、前記基板 (2) が前記 1 つ以上の第 1 ゾーン (1 1 a) の前記位置合わせに従って位置合わせされたとき、前記 1 つ以上の第 1 仮想モデル (2 0 a) に割り当てられた前記 1 つ以上の第 1 モチーフ (2 2 a) は、観察者 (7 0) 及び / 又はセンサ (7 1) にとって部分的又は完全に検出可能になり、前記基板 (2) が前記 1 つ以上の第 2 ゾーン (1 1 b) の前記位置合わせに従って位置合わせされたとき、前記 1 つ以上の第 2 仮想モデル (2 0 b) に割り当てられた前記 1 つ以上の第 2 モチーフ (2 2 b) は、観察者 (7 0) 及び / 又はセンサ (7 1) にとって部分的又は完全に検出可能になることを特徴とする、請求項 1 ~ 2 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

20

【請求項 3 1】

2 つ以上の前記ゾーン (1 1) は、それぞれの場合において、前記仮想ホログラム面 (1 0) のうちの 1 つに割り当てられ、前記 1 つ以上のゾーン (1 1) における前記仮想全電磁界 (4 1) は、それぞれの場合において、前記 1 つ以上のゾーン (1 1) の前記仮想電磁界 (4 0) に基づいて計算され、その結果、前記基板 (2) が傾斜及び / 又は回転されたとき、1 つ以上の前記仮想モデル (2 0) は、観察者 (7 0) 及び / 又はセンサ (7 1) によって、特に視差移動効果若しくは視差直交移動効果 (orthoparallaktischen Bewegungseffekt) 又は視差移動効果及び視差直交移動効果 (orthoparallaktischen Bewegungseffekt) の組み合わせを有する、前記 1 つ以上の仮想モデル (2 0) に割り当てられた 1 つ以上のモチーフ (2 2) のシーケンスとして、部分的又は完全に検出可能であることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 0 のいずれか 1 項に記載の方法。

30

【請求項 3 2】

1 つ以上のゾーン (1 1)、特に、全てのゾーン (1 1) において、それぞれの場合において、仮想全電磁界 (4 1) は、前記 1 つ以上のゾーン (1 1) において 1 つ以上の仮想基準光源 (3 3) の 1 つ以上の仮想基準磁界 (4 3) によって乗算されたそれぞれのゾーン (1 1) における 2 つ以上、特に、全ての前記仮想電磁界 (4 0) の合計に基づいて計算されることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 1 のいずれか 1 項に記載の方法。

40

【請求項 3 3】

1 つ以上の前記仮想基準磁界 (4 3) は、前記仮想 2 D モデル及び / 又は前記仮想 3 D モデルの非等方性照明をシミュレーションし、特に、前記 1 つ以上の仮想基準磁界 (4 3) に割り当てられた前記 1 つ以上の基準光源 (3 3) による照明をシミュレーションすることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 2 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 3 4】

1 つ以上の前記仮想基準磁界 (4 3) の伝播方向は、1 つ以上の前記仮想ホログラム面

50

(10) の前記表面法線又は前記平均表面法線に対して、10°～50°の間、特に、15°～45°の間、さらに好ましくは30°～40°の間の角度を有し、及び／又は、1つ以上の前記仮想基準光源(33)の前記ビームコーンは、0°～45°の間、さらに好ましくは0°～15°の間の開口角度を有し、及び／又は、1つ以上の前記仮想基準光源(33)は、1つ以上の前記仮想ホログラム面(10)からの間隔を有し、前記間隔は、0.01m～10mの間、好ましくは0.1m～2mmの間、さらに好ましくは0.2m～1mの間であることを特徴とする、請求項1～33のいずれか1項に記載の方法。

【請求項35】

1つ以上の前記モチーフ(22、22a、22b、22c、22d、22e、22f、22g、22h、22i、22j、22k、22l、22m)が観察者(70)及び／又はセンサ(71)によって完全又は部分的に検出可能である立体角の1つ以上の範囲、特に立体角の全範囲は、前記ホログラム面(10)の前記表面法線、特に、前記平均表面法線を中心に対称に配置され、前記表面法線、特に、前記平均表面法線に対して、特に、0°～30°の角度範囲、好ましくは0°～20°の角度範囲、特に好ましくは0°～15°の角度範囲に及ぶことを特徴とする、請求項1～34のいずれか1項に記載の方法。

10

【請求項36】

前記設けられたホログラム(1)の前記高さプロファイル(60)の計算中、1つ以上の前記位相画像(50)は、1つ以上の割り当てられた高さプロファイル(62)に変換され、特に、線状に変換され、特に、前記設けられたホログラム(1)の前記高さプロファイル(60)は、前記1つ以上の位相画像(50)に割り当てられた前記高さプロファイル(62)の重ね合わせ及び／又は格子化によって計算されることを特徴とする、請求項1～35のいずれか1項に記載の方法。

20

【請求項37】

1つ以上の前記割り当てられた高さプロファイル(62)は、基板(2)に組み込まれ、前記ホログラム(1)を設け、前記割り当てられた高さプロファイル(62)は、好ましくは、前記基板(2)に重ね合わせられ及び／又は格子状されて存在することを特徴とする、請求項1～36のいずれか1項に記載の方法。

【請求項38】

前記設けられたホログラム(1)の前記割り当てられた高さプロファイル(62)及び／又は前記高さプロファイル(60)は、グレースケール画像(61)として符号化され、前記グレースケール値は、好ましくは最小高さ値0及び最大高さ値2を有する高さ値、特に、標準高さ値に割り当てられることを特徴とする、請求項1～37のいずれか1項に記載の方法。

30

【請求項39】

前記基板(2)に組み込まれた前記高さプロファイル(60)の前記最小高さ値と前記基板(2)に組み込まれた前記高さプロファイル(62)の前記最大高さ値との間の差は、前記設けられたホログラム(1)が反射ホログラムとして形成される場合の基準波長の半分又は半分の倍数の光路差に対応する、又は、前記基板(2)に組み込まれた前記高さプロファイルの前記最小高さ値と前記基板(2)に組み込まれた前記高さプロファイルの前記最大高さ値との間の差は、前記設けられたホログラム(1)が透過ホログラムとして形成される場合の基準波長の光路差又は基準波長の倍数に対応することを特徴とする、請求項1～38のいずれか1項に記載の方法。

40

【請求項40】

前記設けられたホログラム(1)の前記割り当てられた高さプロファイル(62)及び／又は前記高さプロファイル(60)は、レーザービームリソグラフィ、電子ビームリソグラフィから選択される方法によって、前記基板(2)、特に、フォトレジスト層を有する基板(2)に組み込まれることを特徴とする、請求項1～39のいずれか1項に記載の方法。

【請求項41】

前記設けられたホログラム(1)の前記割り当てられた高さプロファイル(62)及び

50

/ 又は前記高さプロファイル(60)は、複製方法によって、特に、熱複製又はUV複製によって、前記基板(2)に組み込まれることを特徴とする、請求項1～40のいずれか1項に記載の方法。

【請求項42】

前記設けられたホログラム(1)の前記割り当てられた高さプロファイル(62)及び/又は前記高さプロファイル(60)は、電気めっき、再結合、及び、ロール・ツー・ロール複製の方法によって、フィルム、特に、少なくとも1つの金属層を有するフィルム、及び/又は、少なくとも1つの透明層を有するフィルムに組み込まれ、前記フィルムは、特に、HRI層を有することを特徴とする、請求項1～41のいずれか1項に記載の方法。

10

【請求項43】

前記設けられたホログラム(1)の前記割り当てられた高さプロファイル(62)及び/又は前記高さプロファイル(60)は、薄膜構造、特に、ファブリーペロー層構造に組み込まれ、前記ファブリーペロー層構造は、好ましくは、少なくとも1つの第1半透明吸収体層、少なくとも1つの透明スペーサ層、及び、少なくとも1つの第2半透明吸収体層又は不透明反射層を有することを特徴とする、請求項1～42のいずれか1項に記載の方法。

【請求項44】

前記第1半透明吸収体層は、5nm～10nmの間の厚さを有し、及び/又は、アルミニウム若しくはクロムからなることを特徴とする、請求項1～43のいずれか1項に記載の方法。

20

【請求項45】

前記透明スペーサ層は、300nm～600nmの間の厚さを有し、及び/又は、SiO₂若しくはMgF₂からなることを特徴とする、請求項1～44のいずれか1項に記載の方法。

【請求項46】

前記透明スペーサ層は、特に、グラビア印刷、スロットキャスティング、又は、インクジェット印刷によって適用される印刷ポリマー層からなることを特徴とする、請求項1～45のいずれか1項に記載の方法。

30

【請求項47】

前記不透明反射層は、5nm～50nmの間の厚さを有すること特徴とする、請求項1～46のいずれか1項に記載の方法。

【請求項48】

前記設けられたホログラム(1)の前記割り当てられた高さプロファイル(62)及び/又は前記高さプロファイル(60)は、不透明な基板(2)、特に不透明な紙文書若しくは不透明な紙幣に組み込まれ又は適用されることを特徴とする、請求項1～47のいずれか1項に記載の方法。

【請求項49】

前記設けられたホログラム(1)の前記割り当てられた高さプロファイル(62)及び/又は前記高さプロファイル(60)は、少なくとも1つの窓領域、特に、ID1カードの少なくとも1つの窓領域若しくは透明基板、特に、透明ポリマー紙幣に組み込まれ又は適用され、それによって、前記ホログラム(1)の前記高さプロファイル(60)は、少なくとも透過光で見たとき検出可能であることを特徴とする、請求項1～48のいずれか1項に記載の方法。

40

【請求項50】

前記ホログラム(1)の前記割り当てられた高さプロファイル(62)及び/又は前記高さプロファイル(60)は、体積ホログラム材料の露光によって前記基板(2)に組み込まれ、前記ホログラム(1)の前記割り当てられた高さプロファイル(60)及び/又は前記高さプロファイル(60)は、ここでは、これにより生成された前記体積ホログラムのプラック面の前記進行によって決まることを特徴とする、請求項1～49のいずれか

50

1 項に記載の方法。

【請求項 5 1】

前記ホログラム(1)の前記割り当てられた高さプロファイル(62)及び/又は前記高さプロファイル(60)に加えて、回折レリーフ構造、特に、回折格子、キネグラム(登録商標)及び/又はトラストシール(登録商標)、0次回折構造、ブレーズド格子、マイクロミラー構造、等方性若しくは異方性マット構造、マイクロレンズ構造から選択される少なくとも1つの別の光学可変構造体(63)の前記高さプロファイルは、前記基板(2)に組み込まれることを特徴とする、請求項1～50のいずれか1項に記載の方法。

【請求項 5 2】

前記ホログラム(1)の前記割り当てられた前記高さプロファイル(62)及び/又は前記高さプロファイル(60)は、前記基板(2)の1つ以上の第1領域(2a)に組み込まれ、前記少なくとも1つの別の光学可変構造体(63)の前記高さプロファイルは、前記基板(2)の1つ以上の第2領域(2b)に組み込まれていることを特徴とする、請求項1～51のいずれか1項に記載の方法。

【請求項 5 3】

少なくとも1つ以上の前記第2領域(2b)は、1つ以上の前記第1領域(2a)と少なくとも部分的に重なり合うことを特徴とする、請求項1～52のいずれか1項に記載の方法。

【請求項 5 4】

前記1つ以上の第1領域(2a)は、前記1つ以上の第2領域(2b)と重ならず、前記1つ以上の第1領域(2a)及び前記1つ以上の第2領域(2b)は、好ましくは互いに隣接して配置され、さらに好ましくは互いに入れ子に配置され、及び/又は、前記第1若しくは第2領域(2a、2b)の一方は、前記第1若しくは第2領域(2a、2b)の他方を囲むことを特徴とする、請求項1～53のいずれか1項に記載の方法。

【請求項 5 5】

特に、請求項1～54のいずれか1項に従って製造されたセキュリティ要素(1a)であって、

前記セキュリティ要素(1a)は、基板(2)を有し、ホログラム(1)の前記高さプロファイル(60)は、前記基板に組み込まれ、前記高さプロファイルは、1つ以上の位相画像(50)から計算され、前記1つ以上の位相画像(50)は、1つ以上の仮想ホログラム面(10)の1つ以上のゾーン(11)において、1つ以上の仮想全電磁界(41)から計算され、前記仮想全電磁界(41)のそれぞれは、前記それぞれの1つ以上のゾーン(11)において2つ以上の仮想電磁界(40)の合計に基づいて計算され、前記2つ以上の仮想電磁界(40)は、それぞれの場合において、少なくとも1つの仮想光源(30)から計算され、1つ以上の前記仮想光源(30)は、1つ以上の仮想モデル(20)の前記表面(21)の1つ以上の部分領域に配置され、1つ以上の前記仮想ホログラム面(10)は、1つ以上の前記仮想モデル(20)の前及び/又は後に配置され、及び/又は、1つ以上の前記仮想ホログラム面(10)は、1つ以上の前記仮想モデル(20)と交差することを特徴とする。

【請求項 5 6】

前記基板(2)が傾斜及び/又は回転されたとき、1つ以上の前記仮想モデル(20)は、前記1つ以上の仮想モデル(20)に割り当てられた1つ以上のモチーフ(22)のシーケンスとして、観察者(70)及び/又はセンサ(71)によって部分的又は完全に検出可能であり、1つ以上の前記モチーフ(22)は、異なる若しくは同一の移動速度及び/又は異なる若しくは同一の移動方向を有し、1つ以上の前記モチーフ(22)、特に、1つ以上の前記モチーフ(22)の幾何学重心と、前記基板(2)による前記面との間の距離は、-30mm～+30mmの間、好ましくは-15mm～+15mmの間、さらに好ましくは-5mm～+5mmの間、さらに好ましくは±3mmの間であることを特徴とする、請求項55に記載のセキュリティ要素(1a)。

【請求項 5 7】

10

20

30

40

50

1つ以上の前記仮想モデル(20)に割り当てられた前記1つ以上のモチーフ(22)は、異なる観察方向から観察者(70)及び/又はセンサ(71)によって部分的又は完全に検出可能であり、前記モチーフ(22)は、前記異なる観察方向から観察されたとき、ドット又はストリップのグリッド、特に、線状バーコード又は2Dバーコード、好ましくはQRコードを形成するように組み立てられ、1つ以上の前記ドット又は1つ以上の前記ストリップは、それぞれの場合において、前記基板(2)による面から異なる距離で配置され、特に、前記基板(2)による面の上及び/又は下及び/又は内部に配置されることを特徴とする、請求項55又は56に記載のセキュリティ要素(1a)。

【請求項58】

それぞれの場合において、前記仮想モデル(20)の1つに割り当てられた1つ以上のモチーフ(22)は、前記設けられたホログラム(1)のセンサ(70)及び/又は観察者(71)によって検出可能であることを特徴とする、請求項55~57のいずれか1項に記載のセキュリティ要素(1a)。

10

【請求項59】

前記基板(2)が平坦又は屈曲されずに配置されたとき、第1量のモチーフ(22c)からの1つ以上のモチーフは、観察者(70)及び/又はセンサ(71)にとって検出可能であり、前記基板(2)が前記ゾーン(11)若しくは前記ゾーン(11)の1つにおいて前記仮想ホログラム面(10)若しくは前記仮想ホログラム面(10)の1つの前記曲率に基づいて曲げられ又は屈曲されたとき、第2量のモチーフ(2d)からの1つ以上のモチーフは、観察者(70)及び/又はセンサ(71)にとって部分的又は完全に検出可能であり、前記第1量のモチーフ(22c)からの前記モチーフと前記第2量のモチーフ(22d)からの前記モチーフとは、部分的又は完全に異なることを特徴とする、請求項55~58のいずれか1項に記載のセキュリティ要素(1a)。

20

【請求項60】

前記基板(2)が傾斜及び/又は回転されたとき、第3量のモチーフ(22e)からの1つ以上のモチーフは、観察者(70)及び/又はセンサ(71)によって検出可能な視差移動効果を部分的又は完全に提供し、及び/又は、前記基板(2)が傾斜及び/又は回転されたとき、第4量のモチーフ(22f)からの1つ以上モチーフは、観察者(70)及び/又はセンサ(71)によって検出可能な視差直交移動効果(orthoparallaktischen Bewegungseffekt)を提供し、前記第3量のモチーフ(22e)からの前記モチーフ及び前記第4量からのモチーフ(22f)の前記モチーフは、部分的又は完全に異なることを特徴とする、請求項55~59のいずれか1項に記載のセキュリティ要素。

30

【請求項61】

第5量のモチーフ(22g)からの1つ以上のモチーフは、第6量のモチーフ(22h)からの1つ以上のモチーフと同じ空間距離又は異なる空間距離を有し、前記第5量のモチーフ(22g)からの前記モチーフ及び第6量のモチーフ(22h)からの前記モチーフは、部分的又は完全に異なることを特徴とする、請求項55~60のいずれか1項に記載のセキュリティ要素。

【請求項62】

第7量のモチーフ(22i)からの1つ以上のモチーフ及び/又は第8量のモチーフ(22j)からの1つ以上のモチーフは、完全又は部分的に互いに重なり、及び/又は、完全又は部分的に互いに空間的に離れ、前記第7量のモチーフ(22i)からの前記モチーフ及び第8量のモチーフ(22j)からの前記モチーフは、部分的又は完全に異なることを特徴とする、請求項55~61のいずれか1項に記載のセキュリティ要素。

40

【請求項63】

1つ以上の前記仮想モデル(20)に割り当てられた前記1つ以上のモチーフ(22)は、前記基板(2)による面に垂直に見たとき、白に現れ、440nm~460nmの波長を有する光の入射角に対して30°~34°の視野角で青に検出可能であり、530nm~550nmの波長を有する光の入射角に対して38°~42°の視野角で緑に検出可能であり、及び/又は、640nm~660nmの波長を有する光の入射角に対して49

50

° ~ 5 3 ° の視野角で赤に検出可能であることを特徴とする、請求項 5 5 ~ 6 2 のいずれか 1 項に記載のセキュリティ要素。

【請求項 6 4】

前記基板 (2) が傾斜及び / 又は回転されたとき、1 つ以上の仮想モデル (20) に割り当てられた前記 1 つ以上のモチーフ (22) の前記色は、変化することを特徴とする、請求項 5 5 ~ 6 3 のいずれか 1 項に記載のセキュリティ要素。

【請求項 6 5】

1 つ以上の前記仮想モデル (20) に割り当てられた前記 1 つ以上のモチーフ (22) は、第 3 仮想モデル (20c) の少なくとも 1 つの赤モチーフ (22k)、第 4 仮想モデル (20d) の少なくとも 1 つの緑モチーフ (221)、及び / 又は、第 5 仮想モデル (20e) の少なくとも 1 つの青モチーフ (22m) から本来の色の画像を形成するように構成されることを特徴とする、請求項 5 5 ~ 6 4 のいずれか 1 項に記載のセキュリティ要素。

【請求項 6 6】

前記対応して割り当てられた第 1、第 2、及び、第 3 仮想モデル (20c、20d、20e) の前記少なくとも 1 つの赤、前記少なくとも 1 つの緑、及び / 又は、前記少なくとも 1 つの青モチーフ (22k、221、22m) の強度は、前記入射光の前記スペクトルの前記進行及び / 又は前記人間の目の前記応答関数の前記進行に従って、それぞれの場合において、重み付けされることを特徴とする、請求項 5 5 ~ 6 5 のいずれか 1 項に記載のセキュリティ要素。

【請求項 6 7】

1 つ以上のモチーフ (22、22a、22b、22c、22d、22e、22f、22g、22h、22i、22j、22k、22l、22m) は、字、ポートレート、画像、英数字、文字、幾何学的自由形状、正方形、三角形、円、曲線、輪郭から選択されることを特徴とする請求項 5 5 ~ 6 6 のいずれか 1 項に記載のセキュリティ要素。

【請求項 6 8】

請求項 1 ~ 5 4 のいずれか 1 項に従って製造された少なくとも 1 つのセキュリティ要素 (1a) を有し、及び / 又は、請求項 5 5 ~ 6 7 のいずれか 1 項に記載のセキュリティ要素 (1a) を有するセキュリティ文書 (1b)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、ホログラムの製造方法、セキュリティ要素、及び、セキュリティ文書に関する。

【0 0 0 2】

光学可変セキュリティ要素は、パスポート、紙幣、小切手カード、ビザ、クレジットカード、又は、証明書のようなセキュリティ文書の偽造に対する保護を高めるために使用される。これらのセキュリティ要素の偽造に対する保護を高めることに加え、セキュリティ要素によってもたらされる光学可変効果は、素人が容易且つ明確に認識することができる。その結果、素人は、そのようなセキュリティ要素を備えたセキュリティ文書の信憑性を簡単に判定することができ、セキュリティ文書の改ざん又は偽造を認識することができる。

【0 0 0 3】

特に、回折構造は、セキュリティ要素として使用される。回折構造は、例えば、回折格子又はホログラムである。

【0 0 0 4】

ここで、ホログラムは、通常、ホログラフィック方法によって生成される。この目的のために、例えば、3 次元モデルはコヒーレント光ビームで照射され、3 次元モデルで反射された光はコヒーレント参照光ビームに重ね合わされ、それによって形成される干渉パタ

10

20

30

40

50

ーンは記録される。

【0005】

数学的計算に支持されるホログラムの製造方法がさらに知られている。例えば、欧州特許第0766103B1は、ホログラムの製造方法を記載している。この方法では、1つ以上の画像テンプレートが部分領域、特に、ストリップ形状の部分領域に分割される。割り当てられた回折格子は、これらの部分領域のそれぞれのグレースケール値に応じて特定され、次いで、これらの特定された回折格子は、対応するホログラフィック表現を生成するために、互いに格子化される。

【0006】

しかしながら、そのような方法の欠点は、部分領域への分割によりそれらの遷移で望ましくない回折効果が生じることである。さらに、そのような方法によって生じ得る光学的効果も制限される。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の目的は、改ざんに対するセキュリティ及び／又はホログラムの偽造に対するセキュリティを改善することができるホログラムの製造方法を提供すること、並びに、改良されたセキュリティ要素及び改良されたセキュリティ文書を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本目的は、ホログラム、特に、セキュリティ要素及び／又はセキュリティ文書のためのホログラムの製造方法によって達成される。この方法では、手順は以下の通りである。

1つ以上の仮想ホログラム面は、1つ以上の仮想モデルの前及び／又は後に配置され、及び／又は、1つ以上の仮想ホログラム面は、1つ以上の仮想モデルと交差するように配置され、

1つ以上の仮想光源は、1つ以上の仮想モデルの表面の1つ以上の部分領域に配置され、

1つ以上の仮想電磁界は、1つ以上の仮想ホログラム面の1つ以上のゾーンにおける少なくとも1つの仮想光源から計算され、

1つ以上のゾーンにおいて、それぞれの場合において、仮想全電磁界は、それぞれのゾーンにおける2つ以上、特に、全ての仮想電磁界の合計に基づいて計算され、

1つ以上の位相画像は、1つ以上のゾーンにおける仮想全電磁界から計算され、

ホログラムの高さプロファイルは、1つ以上の位相画像から計算され、ホログラムの高さプロファイルは、基板に組み込まれ、ホログラムを設ける。

【0009】

さらに、本目的は、セキュリティ要素によって達成される。セキュリティ要素は、ホログラムの高さプロファイルが組み込まれた基板を有する。ホログラムは、1つ以上の位相画像から計算される。1つ以上の位相画像は、1つ以上の仮想ホログラム面の1つ以上のゾーンにおける1つ以上の仮想全電磁界から計算される。仮想全電磁界のそれぞれは、それぞれの場合において、2つ以上の仮想電磁界の合計に基づいて計算される。仮想電磁界は、それぞれの場合において、それぞれのゾーンにおける少なくとも1つの光源、好ましくは少なくとも2つの仮想光源から始まる。2つ以上の仮想光源は、1つ以上の仮想モデルの表面の1つ以上の部分領域に配置される。1つ以上の仮想ホログラム面は、1つ以上の仮想モデルの前及び／又は後に配置され、及び／又は、1つ以上の仮想ホログラム面は、1つ以上の仮想モデルと交差する。

【0010】

さらに、本目的は、少なくとも1つのそのようなセキュリティ要素を有するセキュリティ文書によって達成される。

【0011】

このようなホログラムの製造方法は、公知の方法では実現できない複雑性及び／又は光

10

20

30

40

50

学的効果を特徴とするホログラムを費用効果的に製造することができることを特徴とする。さらに、これにより、この方法によって製造されたホログラムは、公知の方法では模倣若しくは再生できないか、又は、模倣若しくは再生が非常に難しいという利点を有する。

【0012】

したがって、本発明によるセキュリティ要素及びセキュリティ文書は、改ざんに対して著しく改善されたセキュリティ及び/又は偽造に対して著しく改善されたセキュリティを特徴とする。

【0013】

「仮想」とは、特に、「コンピュータシミュレーション」を意味する。例えば、仮想ホログラム面は、コンピュータによってシミュレーションされたホログラム面である。このようなコンピュータによってシミュレーションされたホログラムは、コンピュータ生成ホログラム(CGH)とも呼ばれる。

【0014】

「仮想ホログラム面」とは、仮想空間、特に、座標軸x、y、zによって決まる3次元空間における面を意味する。座標軸x、y、zは、好ましくは互いに直交して配置される。座標軸x、y、zによって決まる方向のそれぞれは、互いに垂直に、すなわち、互いに直角に配置される。特に、座標軸x、y、zは、仮想点において共通の座標原点を有する($x = 0$ 、 $y = 0$ 、 $z = 0$)。仮想ホログラム面(x_h 、 y_h)は、仮想空間、特に、3次元仮想空間の仮想空間(x 、 y 、 z)の、特に、1次元又は2次元の部分本体として、仮想空間における表面領域($x = x_h$ 、 $y = y_h$ 、 z)によって決まる。 z は、ゼロであってもよいし、又は、ゼロとは異なる値をとることもできる。

【0015】

座標軸x、y、z及び/又は $x = x_h$ 、 $y = y_h$ 、又は、仮想ホログラム面によって決まる仮想空間は、特に、複数の離散仮想点(x_i 、 y_i 、 z_i)又は(x_h 、 y_h)からなり、インデックスi又はインデックスhは、好ましくは自然数のサブセットから選択される。

【0016】

「離散仮想点」とは、同じ又は異なる距離だけ互いに離れている仮想空間における仮想点を意味する。特に、離散仮想点の隣接する点は、同じ又は異なる距離だけ互いに離れている。

【0017】

例えば、インデックスiは、3つの座標軸x、y、zのそれぞれに対して1~1000までとすることができます。これによって、仮想空間は、座標軸x、y、zに対して $1000 \times 1000 \times 1000$ の仮想点(x_i 、 y_i 、 z_i)によって表される。インデックスhは、2つの座標軸 $x = x_h$ 、 $y = y_h$ のそれぞれに対して1~5000までとすることができます。これによって、ホログラム面は、 5000×5000 の仮想点(x_h 、 y_h)によって表される。座標 $x = x_h$ 、 $y = y_h$ によって規定される方向において、1つ以上の仮想ホログラム面は、好ましくは、対応する方向において仮想空間に完全には延在しない。

【0018】

「仮想モデル」とは、1つ以上の1次元曲線若しくは直線、及び/又は、1つ以上の2次元曲面若しくは非曲面、及び/又は、1つ以上の2次元曲面若しくは非曲面、又は、1つ以上の3次元オブジェクト若しくは物体の表面の部分領域を意味する。1つ以上の仮想モデルは、好ましくは仮想空間に配置される。仮想モデルの仮想点は、コンピュータによるシミュレーションにおいて仮想光源として作用することができる。

【0019】

「仮想光源」とは、仮想空間における仮想電磁界のうちの1つの原点を意味し、1つ以上の電磁界は、電磁波方程式によってシミュレーションされる。

【0020】

「位相画像」とは、1つ以上のゾーン及び/又は1つ以上の仮想ホログラム面における

10

20

30

40

50

1つ以上の全電磁界の位相を備える画像、特に、2次元画像を意味する。ホログラム面のうちの1つにおける1つの仮想点(x_h 、 y_h)での位相は、好ましくは対応する位相画像のうちの1つの対応する点に割り当てられる。特に、位相画像は、対応するゾーン及び/又は仮想ホログラム面と同じ解像度を有する。

【0021】

本発明の有利な実施例は、従属請求項に記載されている。

【0022】

1つ以上の仮想モデルは、それぞれの場合において、好ましくは仮想2Dモデル(2D = 2次元)として、又は、仮想3Dモデル(3D = 3次元)として形成される。

【0023】

仮想2Dモデルは、好ましくは、ここでは、1つ以上のコヒーレント又は部分的コヒーレント又は非コヒーレント2次元表面を意味する。1つ以上の2次元表面は、特に、例えば、円形表面のように開いて形成される。例えば、2Dモデルは、例えば、人間の頭部のような3次元物体の表面の部分領域に対応する。仮想3Dモデルは、特に、例えば、球体の表面のような3次元物体の閉じた表面を意味する。

【0024】

1つ以上のホログラム面の前及び/又は後に1つ以上の2D及び/又は3Dモデルを配置すること、及び/又は、ホログラム面と交差するように、1つ以上の2D及び/又は3Dモデルを配置することが可能である。

【0025】

仮想電磁界は、2つ以上の仮想光源から始まり、特に、全ての仮想光源から始まり、好ましくは全立体角に亘って同じ強度及び/又は同じ強度分布を有する。

【0026】

「強度」とは、所定の立体角で1つ以上の仮想光源によって放出される放射パワー全体の割合を意味し、放射パワーは、特に、所定の時間間隔内で電磁場、特に、1つ以上の仮想電磁界によって搬送されるエネルギーの量とみなされる。放射パワーはワットで与えられる。

【0027】

「強度分布」は、1つ以上の異なる立体角におけるそれぞれの放射電力を意味する。1つ以上の異なる立体角のそれぞれの放射パワーは、特に、互いに異なる。

【0028】

「立体角の範囲」又は「立体角」とは、球の半径Rの二乗で除算される球面の部分表面の領域を意味する。立体角の範囲は、特に、無次元単位ステラジアンで与えられる。全立体角は、単位球、すなわち、半径1の球の表面に対応し、したがって4となる。

【0029】

仮想電磁界は、仮想光源の2つ以上から始まり、特に、全ての仮想光源から始まり、好ましくは立体角の1つ以上の範囲に亘って、特に、全立体角に亘って、異なる強度及び/又は異なる強度分布を有する。

【0030】

仮想電磁界は、仮想光源の1つ以上から始まり、特に、全ての仮想光源から始まり、好ましくは1つ以上の立体角に亘って、特に、全立体角に亘って、等方性又は異方性強度分布を有する。「等方性強度分布」とは、放射パワーが全立体角に亘って同じである強度分布を意味する。

【0031】

「異方性強度分布」とは、放射パワーが、少なくとも1つの第1立体角と少なくとも1つの第2立体角とで異なる強度分布を意味する。

【0032】

特に、1つ以上又は全ての仮想光源、特に、1つ以上又は全ての仮想点光源は、同じ強度及び/又は同じ強度分布を有する。

【0033】

10

20

30

40

50

1つ以上の仮想光源、特に、全ての仮想光源は、好ましくは仮想点光源を形成し、仮想点光源は、好ましくは仮想球面波を出射する。

【0034】

平面波で照明された点は球面波を出射する。ここで、ホログラム面に形成される干渉パターンをフレネルゾーンプレートと呼ぶ。したがって、個々の点のホログラムはフレネルゾーンプレートである。オブジェクトがいくつかの点からなると、それぞれの点は、ホログラム記録中又はホログラム計算中それ自身のフレネルゾーンプレートを生成する。これらのフレネルゾーンプレートは、重ね合わされ、一緒に、オブジェクトのホログラムを形成する。

【0035】

「球面波」とは、全立体角において、光源、特に、仮想光源から同心円状の波面を伝搬する波を意味する。仮想光源は、好ましくは球面波の点状光源としてみなされる。

【0036】

仮想光源、特に、仮想点光源のビームコーンは、好ましくは、1つ以上の仮想開口によって、 $\pm 45^\circ$ の立体角の範囲、好ましくは $\pm 35^\circ$ の立体角の範囲、特に好ましくは $\pm 25^\circ$ の立体角の範囲、特に好ましくは $\pm 15^\circ$ の立体角の範囲に制限される。

【0037】

1つ以上の仮想開口は、好ましくは円形、橢円形、正方形、長方形、又は、環状の開口を有する。仮想開口は、例えば、星形のような他の形状を有することが可能である。

【0038】

立体角の1つ以上の範囲は、特に、仮想ホログラム面の表面法線、特に、平均表面法線を中止に対称又は非対称に配置される。1つ以上の立体角の範囲は、割り当てられた仮想ホログラム面のそれぞれの表面法線、特に、平均表面法線に対して、 $0^\circ \sim 45^\circ$ の角度範囲、好ましくは $0^\circ \sim 30^\circ$ の角度範囲、特に好ましくは $0^\circ \sim 15^\circ$ の角度範囲である。特に、立体角の範囲は、 $5^\circ \sim 30^\circ$ 、特に好ましくは $5^\circ \sim 15^\circ$ の角度範囲を含むことができる。

【0039】

同一及び/又は異なるオブジェクトの多くのモチーフを1つ又は異なる視線方向に重ね合わせる場合、立体角の範囲が等距離又は非等距離の角度範囲に分割されると有利である。例えば、30個のモチーフが使用される場合、 $0^\circ \sim 30^\circ$ の立体角の範囲は、モチーフ当たり 1° の広角範囲に分割される。角度範囲は、また、完全又は部分的に重なることができる。これは、構成された互いにわずかに異なる静止画から構成されるフィルムと同様に、連続的又は略連続的な移動及び/又は変形効果を表すのに有利である。

【0040】

仮想電磁界から一緒に加算された仮想総電磁界が1つ以上の仮想ホログラム面の対応する1つ以上のゾーンにおいてのみ計算されるように、1つ以上の仮想開口は、特に、1つ以上の仮想光源の1つ以上の仮想電磁界、特に、1つ以上の仮想電磁界の立体角を制限する。これは、コンピュータで必要とされる計算時間の有益な短縮につながる。

【0041】

点(x_i 、 y_i 、 z_i)における i 番目の仮想点光源からの仮想電磁界 U_i は、好ましくはホログラム面における少なくとも1つのゾーン、特に、少なくとも1つのゾーンの点(x_h 、 y_h 、 z_h)において、次式によって計算される。

【数1】

$$U_i(x_h, y_h) = \frac{\exp(ikr)}{r}, \quad r = \sqrt{(x_h - x_i)^2 + (y_h - y_i)^2 + z_i^2}$$

座標原点に配置される非曲面ホログラム面の特別な場合には、座標(x_h 、 y_h)によって規定される電磁界 U_i からホログラム面又はゾーンまでの距離 z_h は、例えば、ゼロである。指標関数の引数における文字「 i 」は、虚数単位を示す。距離 r は、仮想空間における点(x_i 、 y_i 、 z_i)と仮想ホログラム面における点(x_h 、 y_h 、 $z_h = 0$)

10

20

30

40

50

)との間のユークリッド距離を表す。

【0042】

任意選択で、 z 構成要素 z_i は、好ましくは計算に使用される波長の±10倍、さらに好ましくはの±5倍、特に好ましくはの±0.5倍の範囲で、ランダムな量だけ変化させることもできる。これは、計算された位相画像が、望ましくない回折効果及び/又は色効果をもたらす周期的な構造部分を全く持たない又は大幅に減少させるという利点を有する。

【0043】

ゾーンのうちの1つは、1つ以上の立体角と1つ以上のホログラム面との1つ以上の交点から決まることが可能である。例えば、特定の量に及ぶ立体角の範囲は、前後に配置され及び/又は互いに隣り合って配置されるいくつかのホログラム面と交差することができる。その結果、この立体角に割り当てられたゾーンは、立体角とホログラム面との対応する交差点で構成される。

【0044】

仮想モデルのうちの1つの表面の1つ以上の部分領域に配置される仮想光源は、好ましくは仮想モデルの表面の1つ以上の部分領域に少なくとも1つの方向へ周期的に配置され、及び/又は、仮想モデルの表面の1つ以上の部分領域に少なくとも1つの方向へランダム又は擬似ランダムに配置される。

【0045】

1つの実施例では、仮想光源は、最初に平坦な面に配置され、次いで表現されるオブジェクトの表面に仮想的に投影される。

【0046】

仮想2Dモデルの場合、仮想光源は、好ましくは、仮想2Dモデルを囲む閉じた形状の内側、特に、仮想2Dモデルの外側に配置される。周辺又は周囲形状は、好ましくは、幾何学形状、例えば、円形又は長方形、特に、自由曲面を形成する。ここで製造されるホログラムは、好ましくは、仮想2Dモデルの表面のネガ画像を表示する。

【0047】

少なくとも1つの方向へランダム又は擬似ランダムに分布する仮想光源の分布は、ガウス分布、特に、非対称分布に従うことが可能である。特に、仮想光源は、仮想モデルの表面の1つ以上の部分領域に点群の形状又は波形の形状で配置される。

【0048】

好ましくは、隣接する仮想光源間の距離は、好ましくは $5\text{ }\mu\text{m} \sim 500\text{ }\mu\text{m}$ 、さらに好ましくは $10\text{ }\mu\text{m} \sim 200\text{ }\mu\text{m}$ である。

【0049】

仮想光源は、1次元グリッド、特に、ライングリッド、又は、2次元グリッド、特に、ドットグリッドとして配置されることが可能である。

【0050】

仮想光源、特に、仮想点光源は、好ましくは、クロスグリッドとして配置される。隣接する仮想光源間の距離は、 $5\text{ }\mu\text{m} \sim 500\text{ }\mu\text{m}$ の間、特に $10\text{ }\mu\text{m} \sim 200\text{ }\mu\text{m}$ の間である。

【0051】

1つ以上の仮想光源は、好ましくは、マイクロシンボルの形状を有する。マイクロシンボルは、特に、字、ポートレート、画像、英数字、文字、幾何学的自由形状、正方形、三角形、円、星、月、金種記号、国固有記号（例えば、スイス十字、ドイツ連邦イーグル、カナダのカエデの葉）、曲線、又は、輪郭（例えば、国境の輪郭）から選択される。

【0052】

さらに、1つ以上の仮想光源が、例えば、1つ以上の字、ポートレート、画像、英数字、文字、幾何学的自由形状、正方形、三角形、円、星、月、金種記号、国固有記号（例えば、スイス十字、ドイツ連邦イーグル、カナダのカエデの葉）、曲線、又は、輪郭（例えば、国境の輪郭）などのマイクロシンボルの形状を有することが可能であり、仮想光源は

10

20

30

40

50

、マイクロシンボルの輪郭に沿って所定の距離で配置される。

【0053】

1つ以上の仮想モデルの表面の1つ以上の部分領域上のマイクロシンボルの横方向寸法は、好ましくは5μm～500μm、特に10μm～200μmである。

【0054】

人がホログラムを観察する場合、その計算中、マイクロシンボルの形状の仮想光源が使用され、モデルが構築されるマイクロシンボルではなく、1つ以上の基礎となる仮想モデルのみが検出されることが研究によって示されている。特に、マイクロシンボルは、拡大レンズ系、好ましくは拡大鏡又はカメラによって検出可能である。モチーフがマイクロシンボルから構成されることが検出され得る。

10

【0055】

ホログラム面の利用、特に、2つ以上の仮想ホログラム面の利用が好ましい。仮想ホログラム面のそれぞれは、1つ以上のゾーンを有する。

【0056】

2つ以上の仮想ホログラム面は、好ましくは、それらの位置合わせ、位置決め、寸法、及び／又は、曲率に関して異なる。2つ以上の仮想ホログラム面は、特に、それぞれのゾーンにおいて、それらの位置合わせ、位置決め、寸法、及び／又は、曲率に関してさらに異なる。

【0057】

「位置合わせ」とは、特に、座標(x、y、z)によって規定される1つ以上の軸に対するホログラム面による表面法線の角度又は角度を意味する。

20

【0058】

「位置決め」とは、特に、1つ以上のホログラム面及び／又は1つ以上の点(x_h、y_h、z_h)、特に、1つ以上の点(x_h、y_h、z_h=0)、座標(x、y、z)による仮想空間における1つ以上の仮想ホログラム面の位置を意味する。

【0059】

「寸法」とは、特に、仮想空間における座標(x、y、z)によって規定される方向に沿った1つ以上のホログラム面の範囲又は範囲を意味する。

【0060】

「曲率」とは、特に、直線からの曲線の局所的な偏差を意味する。曲線の曲率とは、特に、十分に短い曲線片又は曲線を通過する長さ及び／又は延伸ごとの方向の1つの変化を意味する。直線の曲率は、どこでもゼロに等しい。半径Rの円は、どこでも同じ曲率、すなわち1/Rを有する。ほとんどの曲線の場合、曲率は、曲線点から曲線点に変化する。特に、曲率は、曲線点から曲線点に連続的に変化し、その結果、曲線は、特に、よじれ及び／又は不連続点を有しない。したがって、点Pにおける曲線の曲率は、点Pのすぐ近くの周囲の曲線が直線からどの程度強く逸脱するかを示す。曲率の量は、曲率半径と呼ばれ、これは局所半径ベクトルの量の逆数値に対応する。曲率半径は、接線点Pにちょうど接觸する、及び／又は、接線点Pの局所的な周囲における最良の近似を表す円の半径である。曲線は、例えば、球状又は円形表面の2次元表面である。

30

【0061】

好ましくは1つの仮想モデルが提供され、さらに好ましくは2つ以上の仮想モデルが提供される。

【0062】

1つ以上の仮想モデルのそれぞれは、好ましくは、仮想ホログラム面の1つに割り当てる。特に、割り当てられた仮想モデルの1つ以上の仮想光源からの1つ以上の仮想電磁界は、それぞれの仮想ホログラム面の1つ以上のゾーンにおいて計算される。

【0063】

仮想モデル又は1つ以上の仮想モデルのそれぞれは、好ましくは、1つ以上の仮想ホログラム面に割り当てられ、割り当てられた仮想モデル又は割り当てられた仮想モデルの1つ以上の仮想光源からの1つ以上の仮想電磁界は、それぞれの仮想ホログラム面の1つ以

40

50

上のゾーンにおいて計算される。

【0064】

1つ以上の位相画像を計算するために、仮想全電磁界は、好ましくは、2つ以上のゾーン、特に、仮想ホログラム面の異なるゾーンである2つ以上のゾーンによって重ね合わされる。特に、1つ以上の位相画像を計算するために、仮想全電磁界は、所定の基準方向に基づいて、2つ以上のゾーン、特に、仮想ホログラム面の異なるゾーンである2つ以上のゾーンによって重ね合わされる。

【0065】

1つ以上の仮想モデルは、好ましくは、それぞれの場合において、設けられたホログラムによって生成される1つ以上のモチーフに割り当てられる。したがって、特に、設けられたホログラムによって生成された1つ以上のモチーフの幾何学形状は、特に、縮小、拡大、又は、幾何学的に歪んだ投影を含む変換関数によって任意選択的に追加的に影響される1つ以上の仮想モデルの幾何学形状に対応する。

10

【0066】

ホログラムとは、好ましくは、可視光及び／又は不可視光で照射されたとき、可視光及び／又は不可視光の範囲の1つ以上のモチーフを生成する構造を意味する。ここで、ホログラムは、人間の観察者にとって認識可能であり及び／又は光学センサにとって検出可能であり得る。

【0067】

例えば、見たとき、モチーフは、1つ以上の字、ポートレート、景観若しくは建物の表現、画像、バーコード、QRコード（登録商標）、英数字、文字、幾何学的自由形状、正方形、三角形、円、曲線、及び／又は、輪郭の形状、又は、上記形状及び／又はそれらのネガのうちの1つ以上の組合せの形状をとることができる。

20

【0068】

さらに、1つ以上のモチーフは、それぞれ、1つ以上のパターンで構成及び／又は重ね合わされることが可能である。パターンは、好ましくは、それぞれの場合において、特に、線、直線、モチーフ、画像、三角形、バーコード、QRコード、波、四角形、多角形、曲線、円、楕円、台形、平行四辺形、菱形、十字形、鎌形、枝構造、星、楕円、ランダムパターン、擬似ランダムパターン、マンデルプロットセット、特に、フラクタル、又は、マンデルプロットセットから選択、又は、組み合わされる幾何学形状及び／又は形状を有する。特に、パターンは、互いに重ね合わされ及び／又は補完する。

30

【0069】

設けられたホログラムによって提供された1つ以上のモチーフの形状は、好ましくは、1つ以上の仮想モデルの選択によって影響される又は規定される。設けられたホログラムによって提供された1つ以上のモチーフの光学的に可変な外観、並びに、それらの相対的な配置は、さらに好ましくは、1つ以上の仮想モチーフに対する1つ以上の仮想ホログラム面の対応する配置の選択によって影響される又は規定される。光学的に可変な外観は、例えば、魚がモチーフとして選択された場合、魚の水泳運動をシミュレーションすることができる。さらに、光学的に可変な外観は、好ましくは、仮想光源のパラメータ及び配置の対応する選択によって影響される。それによって、さらに好ましくは、モチーフの色、明るさ、及び、それらのコースも対応して影響される又は規定される。

40

【0070】

これについて、いくつかの好ましい実施例を参照して以下に説明する。

【0071】

1つ以上の位相画像を計算するために重ね合わされた2つ以上のゾーンは、好ましくは、所定の基準方向に関して、少なくとも部分的に、好ましくは完全に重なり合う。これにより、好ましくは、設けられたホログラムの異なるゾーンによって提供された2つ以上のモチーフは、所定の基準方向に関して、設けられたホログラムの表面の交差領域に生成される。

【0072】

50

1つ以上の位相画像を計算するために重ね合わされた2つ以上のゾーンは、好ましくは、所定の基準方向に関して、重ならない。その結果、設けられたホログラムの異なるゾーンによって提供された2つ以上のモチーフは、好ましくは、所定の基準方向に関して、設けられたホログラムの表面の分離領域において生成される。

【0073】

座標軸x、y、zに対する任意の所望の方向を基準方向として選択することができる。

【0074】

1つ以上のゾーンにおける1つ以上の仮想ホログラム面は、好ましくは、少なくとも基準方向に沿ってゼロとは異なる曲率を有する。仮想ホログラム面は、特に、凸状又は凹状に屈曲されている。仮想ホログラム面は局所曲率を有する。局所曲率に割り当てられた曲率半径は、特に、5mm～50mmの間、好ましくは10mm～30mmの間である。局所曲率は、特に、円形セグメントの形状又は放物線セグメントの形状であっても良い。

10

【0075】

1つ以上のゾーンにおける1つ以上の仮想ホログラム面の幾何学形状は、好ましくは、それぞれの場合において、円柱セグメントの側面又は自由曲面に対応する。

【0076】

「自由曲面」とは、特に、少なくとも1つの方向に平坦又は屈曲した3次元空間における開放又は閉鎖2次元表面を意味する。例えば、球体の表面及びトーラスの表面は、閉鎖自由曲面である。サドル表面及び屈曲円形表面は、例えば、開放自由曲面である。

20

【0077】

1つ以上のゾーンにおける1つ以上の仮想ホログラム面は、好ましくは、所定の曲率を有する。特に、1つ以上のゾーンにおける仮想全電磁界は、それぞれの場合において、1つ以上の仮想モデルのうちの1つ以上の第1仮想モデルの仮想電磁界に基づいて計算される。これにより、基板が1つ以上のゾーンの曲率に従って曲げられ又は屈曲されたとき、設けられたホログラムは、観察者及び/又はセンサにとって部分的又は完全に検出可能である。基板が1つ以上のゾーンの曲率に従って曲げられ又は屈曲されたとき、1つ以上の第1仮想モデルに割り当てられた1つ以上の第1モチーフは、好ましくは、観察者にとって部分的又は完全に検出可能になる。基板が曲げられてない又は屈曲されていない、平坦であると、これらの1つ以上の第1モチーフは、好ましくは、観察者にとって検出できない又は少なくとも検出が困難である。

30

【0078】

例えば、光検出器、カメラ、特に、電磁スペクトルの可視範囲から若しくは電磁スペクトルの1つ以上の部分領域から電磁放射線を検出するCCD又はCMOSチップは、センサとして利用される。例えば、センサは、スマートフォンのカメラ、他のモバイルデバイスのカメラ、又は、カメラを有する固定デバイスのカメラであってもよい。任意選択で、ホログラムの照明は、スマートフォン又は他のデバイスのLED光によって行うことができる。これは、まず、カメラによって画像が撮られるときに強く方向付けられた照明が存在すること、次に、センサに関する照明の方向が比較的正確に規定されること、の利点を有する。

40

【0079】

設けられたホログラムがIR範囲及び/又は人間の肉眼で見える光の範囲及び/又はUV範囲(IR=赤外線=電磁スペクトルの赤外線範囲の1つ以上の部分からの放射線、UV=紫外線=電磁スペクトルの紫外線範囲の1つ以上の部分からの放射線)の1つ以上のセンサによって検出され、任意選択で観察者にとって検出可能になることも可能である。

【0080】

基板が1つ以上のゾーンの曲率に従って曲げられ又は屈曲されたとき、1つ以上の第1モチーフは、好ましくは、より大きなモチーフ又は全モチーフの少なくとも1つのセクションを観察者に表示する。ここで、全モチーフは、特に、1つ以上のモチーフ、好ましくは1つ以上の第1モチーフを備える。例えば、ストリップ形状でそのようにデザインされたセキュリティ要素は、曲げられ又は屈曲されたとき、ブリッジのストリップ形状部分を

50

示す。このようにデザインされたセキュリティ要素が、特に、ストリップ形状部分を除いてブリッジの完全な画像を表示する紙幣などのセキュリティ文書に適用されると、ストリップ形状のセキュリティ要素のモチーフが特に検出可能ではない又は検出困難であるため、平坦な状態の紙幣のデザインは好ましくは不完全に現れる。紙幣が曲げられ又は屈曲されたとき、ブリッジの欠落部分も目に見えるようになり、その過程において、好ましくは、紙幣のデザインを補足又は完成させる。

【0081】

基板が1つ以上のゾーンの曲率に従って曲げられ又は屈曲されたとき、1つ以上の第1モチーフは、好ましくは、観察者及び/又はセンサにとって、基板による面の上及び/又は下及び/又は内部で完全に検出可能である。好ましくは、1つ以上の第1モチーフと基板による面との間の距離は、好ましくは-30mm~+30mmの間、好ましくは-15mm~+15mmの間、特に好ましく-10mm~+10mmの間、さらに好ましくは-5mm~+5mmの間、さらに好ましくは-3mm~+3mmの間である。

10

【0082】

ゾーンのうちの1つ以上の第1ゾーンにおける2つ以上の仮想ホログラム面は、好ましくは、ゾーンのうちの1つ以上の第2ゾーンにおける曲率とは異なる曲率及び/又は異なる位置決めを有する。1つ以上の第1及び第2ゾーンにおける仮想全電磁界は、好ましくは、それぞれの場合において、1つ以上の仮想モデルの1つ以上の第1又は第2仮想電磁界に基づいて計算される。基板が1つ以上の第1又は第2ゾーンの曲率に従って曲げられ又は屈曲されたとき、又は、第1又は第2ゾーンの位置合わせに従って位置合わせされたとき、特に、設けられたホログラムは、観察者及び/又はセンサにとって部分的又は完全に検出可能である。1つ以上の第1及び第2ゾーンの曲率は、特に、同じではない。

20

【0083】

1つ以上の第1ゾーンにおける仮想全電磁界は、好ましくは、それぞれの場合において、1つ以上の第1仮想モデルの仮想電磁界に基づいて計算される。1つ以上の第2ゾーンにおける仮想全電磁界は、好ましくは、それぞれの場合において、1つ以上の第2仮想モデルの仮想電磁界に基づいて計算される。基板が1つ以上の第1ゾーンの曲率に従って曲げられ又は屈曲されたとき、特に、1つ以上の第1仮想モデルに割り当てられた1つ以上の第1モチーフは、観察者及び/又はセンサにとって部分的又は完全に検出可能になる。基板が1つ以上の第2ゾーンの曲率に従って曲げられ又は屈曲されたとき、1つ以上の第2仮想モデルに割り当てられた1つ以上の第2モチーフは、好ましくは、観察者及び/又はセンサにとって部分的又は完全に検出可能になる。

30

【0084】

基板が1つ以上のゾーンの曲率に従って曲げられ又は屈曲されたとき、1つ以上の第1モチーフは、好ましくは、より大きなモチーフ又は全モチーフの少なくとも1つのセクションを観察者に表示する。全モチーフは、特に、1つ以上のモチーフ、好ましくは1つ以上の第1及び/又は第2モチーフを備える。

【0085】

1つ以上の第1ゾーンにおける仮想全電磁界は、それぞれの場合において、1つ以上の第1仮想モデルの仮想電磁界に基づいて計算することが可能であり、及び/又は、1つ以上の第2ゾーンにおける仮想全電磁界は、それぞれの場合において、1つ以上の第1仮想モデルの仮想電磁界に基づいて計算することが可能である。その結果、1つ以上の第1仮想モデルに割り当てられた1つ以上の第1モチーフの第1部分、及び/又は、1つ以上の第2仮想モデルに割り当てられた1つ以上の第2モチーフの第2部分は、基板が特に1つ以上のゾーン、第1ゾーン及び/又は第2ゾーンの曲率に従って曲げられ又は屈曲されたとき、観察者及び/又はセンサにとって検出可能であり、及び/又は、特に、1つ以上のゾーン、第1ゾーン及び/又は第2ゾーンの曲率に従って基板の平坦又は曲げられていない若しくは非屈曲状態で、観察者及び/又はセンサにとって検出可能ではない、特に、部分的に検出可能ではない。1つ以上の第1モチーフは、好ましくは、1つ以上の第1モチーフ及び/又は1つ以上の第2モチーフの第1部分を備える第1全モチーフを生成し、好ま

40

50

しくは、1つ以上の第2モチーフの第2部分を備える第2全モチーフを生成する。

【0086】

第1全モチーフ及び／又は第2全モチーフは、全モチーフを形成することも可能である。

【0087】

1つ以上の第1ゾーンにおける仮想全電磁界は、好ましくは、それぞれの場合において、1つ以上の第1仮想モデルの仮想電磁界に基づいて計算される。特に、1つ以上の第2ゾーンにおける仮想全電磁界は、それぞれの場合において、1つ以上の第2仮想モデルの仮想電磁界に基づいて計算される。基板が1つ以上の第1ゾーンの位置合わせに従って位置合わせされたとき、特に、1つ以上の第1仮想モデルに割り当てられた1つ以上の第1モチーフは、観察者及び／又はセンサにとって部分的又は完全に検出可能になる。基板が1つ以上の第2ゾーンの位置合わせに従って位置合わせされたとき、特に、1つ以上の第2仮想モデルに割り当てられた1つ以上の第2モチーフは、観察者及び／又はセンサにとって部分的又は完全に検出可能になる。

【0088】

2つ以上のゾーンは、好ましくは、それぞれの場合において、仮想ホログラム面のうちの1つに割り当てられる。1つ以上のゾーンにおける仮想全電磁界は、好ましくは、それぞれの場合において、1つ以上のゾーンの仮想電磁界に基づいて計算される。特に、基板が傾斜及び／又は回転されたとき、1つ以上の仮想モデルは、これにより、1つ以上の仮想モデルに割り当てられた1つ以上のモチーフのシーケンスとして、観察者及び／又はセンサにとって部分的又は完全に検出可能になる。1つ以上の仮想モデルに割り当てられた1つ以上のモチーフのシーケンスは、特に、視差移動効果若しくは視差直交移動効果(*orthoparallaktischen Bewegungseffekt*)、又は、視差移動効果及び視差直交移動効果(*orthoparallaktischen Bewegungseffekt*)の組み合わせを有する。

【0089】

「視差移動効果」とは、特に、観察者及び／又はセンサが1つ以上のモチーフの位置の明らかな変化を検出する光学的移動効果を意味する。ここでは、基板は、光学的移動効果が検出可能である方向と同じ方向へ傾斜及び／又は回転される。

【0090】

「視差直交移動効果(*orthoparallaktischen Bewegungseffekt*)」とは、特に、観察者及び／又はセンサがいくつかのモチーフのうちの1つの位置の明らかな変化を検出する光学的移動効果を意味する。ここでは、基板は、光学的移動効果が検出可能である方向に直交する方向に傾斜及び／又は回転される。

【0091】

また、基板は右に傾いているが、オブジェクトは左に動いているように見える、反視差移動効果も実現可能である。

【0092】

基板が傾斜及び／又は回転され、モチーフに割り当てられた仮想モデルが対応する仮想ホログラム面又は対応する仮想ホログラム面から離間されたとき、観察者及び／又はセンサは、1つ以上のモチーフのより強い光学的移動効果を検出することができる事が研究によって示されている。基板が傾斜及び／又は回転されたとき、モチーフは、好ましくは、それぞれの割り当てられた仮想ホログラム面から0.01mm～30mmの間、特に、0.1mm～10mmの間、特に、0.5mm～5mmの間の距離で浮動する。

【0093】

特に、設けられたホログラムの光学的効果は、好ましくは適用される基板の粗さに依存する。基板が粗いほど、特に設けられたホログラム又は好ましくはホログラムのモチーフがよりはやけて現れる。好ましくは、光学的効果に対する基板の粗さの影響が事前に補償されるように、設けられたホログラムは、計算されるか又は計算されている。この前もった補償は、とりわけ、特に、仮想ホログラム面からのモチーフの距離を減少させることによって達成することができる。

【0094】

別の実施例では、移動効果なしにホログラムを作成することが可能である。ここで、それぞれの視野角に対して、オブジェクトの同じ視点が異なる視線方向に対して使用される。これは、観察者にとって静止モチーフの錯覚を生み出す。

【0095】

基板が傾斜及び／又は回転されたとき、1つ以上の仮想モデルは、好ましくは、1つ以上の仮想モデルに割り当てられた1つ以上のモチーフのシーケンスとして、観察者及び／又はセンサにとって部分的又は完全に検出可能である。1つ以上のモチーフは、好ましくは、異なる若しくは同一の移動速度、及び／又は、異なる若しくは同一の移動方向を有する。特に、1つ以上の仮想モチーフ、好ましくは1つ以上の仮想モチーフの幾何学重心と基板による面との間の距離は、好ましくは-30mm～+30mmの間、好ましくは-15mm～+15mmの間、特に好ましくは-10mm～+10mmの間、さらに好ましくは-5mm～+5mmの間、さらに好ましくは-3mm～+3mmの間である。

10

【0096】

1つ以上の仮想モデルに割り当てられた1つ以上のモチーフは、好ましくは、異なる観察方向から観察者及び／又はセンサによって部分的又は完全に検出可能である。異なる観察方向から観察されたとき、特に、モチーフは、ドット及び／又はストリップのグリッド、特に、線状バーコード若しくは2Dバーコード、好ましくはQRコード (QR=Quick Response登録商標) を形成するように構成される。1つ以上のドット又は1つ以上のストリップは、好ましくは、それぞれの場合において、基板による面から異なる距離に配置され、特に、基板の上及び／又は下及び／又は基板による面の内部に配置される。

20

【0097】

「バーコード」とは、特に、例えは、その間に配置されたストリップ、ピクセル、及び、間隔などの異なる横方向寸法を有する機械可読領域のシーケンスを意味する。ここで、1つ以上の情報、特に、バイナリ情報は、領域及び感覚のシーケンスにおいて符号化され得る。例えは、バーコードは、光学リーダ、特に、CCDチップを含むカメラ、好ましくはスマートフォンカメラ、バーコードリーダ、又は、スキャナを用いて読み取られ及び／又は電子的に処理される。

【0098】

「QRコード」とは、特に、第1色を提供し、異なる横方向寸法を有する機械可読の第1領域と、第2色又は色を提供しない第2領域との2つの方向に延在するシーケンスを意味する。ここで、1つ以上の情報、特に、バイナリ情報は、第1及び第2領域の2次元シーケンスで符号化することができる。第1領域は、好ましくは白色であり、第2領域は、好ましくはコントラストであり、特に、第1領域よりも暗い。特に、第1及び第2領域は、それぞれの場合において、正方形及び／又は長方形である。

30

【0099】

例えは、バーコード及び／又はQRコードは、光学リーダ、特に、CCDチップを含むカメラ、好ましくはスマートフォンカメラ、バーコードリーダ、又は、スキャナで読み取られ及び／又は電子的に処理される。

40

【0100】

観察者及び／又はセンサは、ドット及び／又はストリップのグリッド、特に、好ましくはQRコードのバーコードの1つ以上の部分を2つ以上の異なる角度から検出可能である。ドット及び／又はストリップのグリッドを有するセキュリティ要素又はセキュリティ文書の信憑性を確認及び検証するために、電子処理におけるドット及び／又はストリップのグリッドは、ドット及び／又はストリップのグリッドの異なる角度依存画像から構成される。

【0101】

さらに、計算中、1つ以上の仮想ホログラム面に対して、互いに及び／又は仮想ホログラム面から異なる距離で2つ以上の仮想モデルを配置することが可能である。これにより、ホログラムは、好ましくはモチーフを提供する。設けられたホログラムを有する基板が

50

傾斜及び／又は回転されたとき、モチーフは、ホログラムの計算中、仮想モデルの互いの異なる距離に従って及び／又は仮想ホログラム面に対して異なる移動速度を提供する。特に、観察者及び／又はセンサは、設けられたホログラムの異なる視線方向から及び／又は設けられたホログラムの異なる傾斜角度及び／又は回転角度で、異なるモチーフ又はモチーフの配置を検出する。その高い複雑性により、このような設けられたホログラムは、光学的に可変な移動効果を提供する。これにより、偽造者にとって模倣が極端に困難になる。

【0102】

スマートフォン若しくは別のモバイルデバイス、又は、カメラを備えた固定デバイスを用いて、前述の設けられたホログラムの容易な識別又は検証が可能であることが研究によって示されている。例えば、ホログラムをスマートフォンのカメラの視界から計算することができる。この際、ホログラムの位置、ホログラムからの距離、及び、ホログラムに対する位置合わせに従って、カメラの幾何学、カメラレンズシステム、及び、仮想光源としてのカメラのフラッシュを考慮して、設けられたホログラムの実際の検出と比較する。ホログラムの計算された画像とホログラムの実際の画像との間の十分良好な一致が、スマートフォンのプログラム、特に、ソフトウェアによって見つけられると、設けられたホログラムを備えるセキュリティ文書の信憑性を検証することができる。

【0103】

別の実施例では、方向付けられていない照明の場合、モチーフが人間の観察者及び／又はセンサにとって認識不可能又はほとんど認識不可能になるように、ホログラムをデザインすることができる。このために、ホログラムの計算に使用されるオブジェクトは、好ましくは、2次元、すなわち、平坦なオブジェクト、例えば、アイコン、1つ又は2つ以上の字、ロゴ、又は、バーコードなどであり、特に好ましくは、仮想ホログラム面からの仮想距離が、10mmより大きく、特に、20mmより大きく、さらに好ましくは40mmより大きく、さらにより好ましくは100mmより大きい。スマートフォンのソフトウェアは、このようなホログラムの2つの画像を得ることができる。一方の画像は、光源としてカメラのフラッシュを用いない照明によるものであり、他方の画像は、カメラのフラッシュを用いた照明によるものである。カメラフラッシュによる照明は、強く向けられた照明である。そのような照明の下で、モチーフは認識可能である。カメラフラッシュを用いない照明の場合、拡散照明、すなわち、方向付けられていない照明が優勢である。このため、モチーフが認識不可能又はほとんど認識不可能である。一方、ソフトウェアは、カメラフラッシュによる照明で撮影した画像において、モチーフがホログラムの領域に存在するか否かを適切なパターン認識を用いて調べる。他方、照明なしの画像において、印刷されたモチーフのように模倣を防ぐために、このモチーフが存在しないか否かを調べる。上記したように、スマートフォン、別のモバイルデバイス、又は、カメラ付きの固定デバイスを用いて、前述したホログラムの容易な識別又は検証も同様に可能である。

【0104】

特に、スマートフォンから設けられたホログラムを備えるセキュリティ文書までの距離は、5cm～50cmの間、好ましくは20cm～30cmの間、特に好ましくは23cm～27cmの間である。

【0105】

それぞれの場合において、仮想モデルの1つに割り当たられる1つ以上のモチーフは、好ましくは、設けられたホログラムのセンサ及び／又は観察者によって検出可能である。

【0106】

基板が平坦に配置されている又は曲げられていないとき、第1量のモチーフからの1つ以上のモチーフは、好ましくは、観察者及び／又はセンサにとって検出可能である。基板が曲率又はゾーン若しくはゾーンの1つにおける仮想ホログラム面のうちの1つに従って曲げられ又は屈曲されたとき、特に、第2量のモチーフからの1つ以上のモチーフは、観察者及び／又はセンサにとって部分的又は完全に検出可能である。第1量のモチーフからのモチーフ及び第2量のモチーフからのモチーフは、好ましくは、部分的又は完全に異なる。

10

20

30

40

50

る。第1及び第2モチーフの組み合わせは、好ましくは、観察者にとって検出可能な意味をもたらす。基板が平坦に配置されている場合、例えば、通貨記号（例えば、「ユーロ」又は「ドル」）は、第1モチーフとして認識可能であり、基板が曲げられ又は屈曲されている場合、紙幣の数値（例えば、「50」）は、第2モチーフとして認識可能である。第1モチーフ及び第2モチーフは、特に、この例では、通貨及び関連する数値などの意味に関連する。

【0107】

基板が傾斜及び／又は回転されたとき、第3量のモチーフからの1つ以上のモチーフは、好ましくは、観察者及び／又はセンサによって部分的又は完全に検出可能な視差移動効果を提供する。基板が傾斜及び／又は回転されたとき、第4量のモチーフからの1つ以上のモチーフは、好ましくは、観察者及び／又はセンサによって検出可能な視差直交移動効果（orthoparallaktischen Bewegungseffekt）を提供する。特に、第3量のモチーフからのモチーフ及び第4量のモチーフからのモチーフは、部分的又は完全に異なる。

10

【0108】

第5量のモチーフからの1つ以上のモチーフは、好ましくは、第6量のモチーフからの1つ以上のモチーフからの同じ空間距離又は異なる空間距離を有する。特に、第5量のモチーフからのモチーフ及び第6量のモチーフからのモチーフは、部分的又は完全に異なる。

20

【0109】

第7量のモチーフからの1つ以上のモチーフ及び／又は第8量のモチーフからの1つ以上のモチーフは、好ましくは、完全又は部分的に互いに重なる。第7量のモチーフからの1つ以上のモチーフ及び／又は第8量のモチーフからの1つ以上のモチーフは、好ましくは、完全又は部分的に互いに空間的に離れる。特に、第7量のモチーフからのモチーフ及び第8量のモチーフからのモチーフは、部分的又は完全に異なる。

20

【0110】

基板による面に垂直に見たとき、特に、観察者及び／又はセンサによって垂直に見たとき、1つ以上の仮想モデルに割り当てられた1つ以上のモチーフは、好ましくは白く見える。例えば、1つ以上の仮想モデルに割り当てられた1つ以上のモチーフは、好ましくは、観察者及び／又はセンサによって、好ましくは440nm～460nmの波長を有する光の入射角に対して30°～34°の視野角で青色に検出可能であり、及び／又は、好ましくは、観察者及び／又はセンサによって、好ましくは530nm～550nmの波長を有する光の入射角に対して38°～42°の視野角で緑色に検出可能であり、及び／又は、好ましくは、観察者及び／又はセンサによって、640nm～660nmの波長を有する光の入射角に対して49°～53°の視野角で赤色に検出可能である。

30

【0111】

基板が傾斜及び／又は回転されたとき、1つ以上の仮想モデルに割り当てられた1つ以上のモチーフの色は、好ましくは変化する。

30

【0112】

1つ以上の仮想モデルに割り当てられた1つ以上モチーフは、好ましくは、第1仮想モデルの少なくとも1つの赤色モチーフ、第2仮想モデルの少なくとも1つの緑色モチーフ、及び／又は、第3仮想モデルの少なくとも1つの青色モチーフから本来の色の画像を形成するように構成される。

40

【0113】

「本来の色の画像」とは、特に、反射光及び／又は透過光で照明されたとき、少なくとも領域において割り当てられた本来の色を表示する設けられたホログラムを意味する。

【0114】

「本来の色」とは、特にここでは、1つ以上のスペクトル色の色混合によって形成され得る色を意味する。本来の色の画像は、少なくとも照明された領域において本来の色を表示する。

【0115】

50

対応して割り当てられた第1、第2及び第3仮想モデルの少なくとも1つの赤色、少なくとも1つの緑色及び/又は少なくとも1つの青色モチーフの強度は、好ましくは、それぞれの場合において、入射光のスペクトルの進行及び/又は人間の目の応答関数の進行に従って重み付けされる。

【0116】

「人間の目の応答関数」とは、特に、特定の周波数範囲又は特定の波長範囲において入射する放射線の色が、目において検出又は知覚される色にどのように変換されるかを記述する関数を意味する。

【0117】

1つ以上のゾーンにおいて、特に、全てのゾーンにおいて、それぞれの場合において、仮想全電磁界は、好ましくは、1つ以上のゾーンにおける1つ以上の仮想基準光源の1つ以上の複素共役仮想基準磁界によって乗算された、それぞれのゾーンにおける2つ以上、特に、全ての仮想電磁界の合計に基づいて計算される。

【0118】

1つ以上の仮想基準磁界は、好ましくは、2Dモデル及び/又は3Dモデルの異方性又は非等方性照明をシミュレーションする。1つ以上の仮想基準磁界は、好ましくは、1つ以上の仮想基準磁界に割り当てられた1つ以上の基準光源による照明をシミュレーションする。

【0119】

1つ以上の仮想基準磁界の伝播方向は、好ましくは、1つ以上の仮想ホログラム面の表面法線に対して又は平均表面法線に対して、10°～50°の間、特に、15°～45°の間、さらに好ましくは30°～40°の間の角度を有する。特に、1つ以上の仮想基準光源のビームコーンは、0°～45°の間、さらに好ましくは0°～15°の間の開口角度を有する。1つ以上の仮想基準光源は、1つ以上の仮想ホログラム面からの間隔を有する。この間隔は、好ましくは、0.01m～1.0mの間、さらに好ましくは0.1m～2mの間、特に好ましくは0.2m～1mの間である。好ましい実施例では、仮想基準光源は、ホログラム面から無限に離れて配置される。この場合、基準光源は、ホログラム面に平面波を放射する。

【0120】

「伝播方向」とは、特に、電磁波の伝播方向、特に、1つ以上の仮想電磁界のそれぞれの伝播方向、特に、1つ以上の仮想基準磁界のそれぞれの伝播方向を意味する。

【0121】

「ビームコーン」とは、特に、電磁波、特に、1つ以上の仮想電磁界、好ましくは1つ以上の仮想基準磁界が伝播する立体角を意味する。

【0122】

基準磁界は、好ましくは、設けられたホログラムが観察者及び/又はセンサによって検出される立体角を補償するために使用され、通常の照明及び/又は非理想的な照明を好ましくは15cm～35cmの距離で補償するために使用される。これらの照明は、例えば、スマートフォン、携帯電話、別のモバイルデバイス、又は、カメラ及び照明装置を備える固定デバイスのLED光(LED=Light Emitting Diode(発光ダイオード))又はディスプレイ又はトーチによる照明である。基準磁界を利用しない場合、設けられたホログラムは、観察者及び/又はセンサにとって、仮想ホログラム面による表面法線に平行な観察方向からのみ検出可能である。これらの場合において、設けられたホログラムは強い無彩色印象を有する。

【0123】

観察者及び/又はセンサによって1つ以上のモチーフが完全又は部分的に検出可能である立体角の1つ以上の範囲、特に、立体角の全範囲は、好ましくは、ホログラム面の表面法線、特に、平均表面法線を中心に対称に配置される。1つ以上の立体角の範囲は、好ましくは、表面法線、特に、平均表面法線に対して、0°～30°、好ましくは0°～20°、特に好ましくは0°～15°の角度範囲である。

10

20

30

40

50

【0124】

「平均表面法線」とは、屈曲曲線上又は屈曲曲線の1つ以上の部分領域のあらゆる点における表面法線の平均値を意味する。

【0125】

さらに、設けられたホログラムは、1つ以上のモチーフを有することが可能である。略コリメートされた光源、特に、コリメート光源によって照明されたときのみ、モチーフは、観察者及び／又はセンサによって検出可能である。一方、拡散発光光源又は複数の拡張光源（例えば蛍光管）で照射されたとき、設けられたホログラムは、特に、ぼやけた表面として現れる。略指向的に発光する光源は、例えば、スマートフォン若しくは別のモバイルデバイスのLEDシーリングライト若しくはLED光、又は、カメラ及び／若しくは照明デバイスを有する固定デバイスである。設けられたホログラムの計算中、1つ以上の仮想ホログラム面からのモチーフに対応する仮想モデルの距離は、10mmよりも大きく、特に、20mmよりも大きく、好ましくは40mmよりも大きく、特に好ましくは100mmよりも大きいことが有利である。設けられたホログラムの光学的効果は、特に、好ましくは適用される基板の粗さに依存する。基板が粗いほど、特に設けられたホログラム又は好ましくはホログラムのモチーフはぼやけて現れる。ここで、光学的効果に対する基板の粗さの影響が事前に補償されるように、特に、設けられたホログラムは計算されることが好ましい。この事前の補償は、特に、仮想ホログラム面からのモチーフの距離を減少させることによって達成することができる。

10

【0126】

「コリメート光源」とは、好ましくは、電磁放射線の赤外線、可視、及び／又は、紫外線スペクトルの1つ以上の部分から光又は電磁放射線を放射及び／又は出射する少なくとも1つの光源及び／又は少なくとも1つの放射線源を意味する。電磁放射線の1つ以上の部分の伝播方向及び／又は伝播の方向及び／又は移動方向、及び／又は、電磁放射線の2つ以上又は全ての電磁波、及び／又は、電磁放射線の2つ以上又は全てのフォトンは、互いに及び／又は所定の方向からの角度及び／又は平均角度及び／又は所定の方向から10°未満、特に、5°未満、好ましくは1°未満で異なり、さらに好ましくは、互いに異なる、及び／又は、互いに平行に配置される。

20

【0127】

略コリメートされた光源による照明のために最適化されたそのような設けられたホログラムは、好ましくは、デザインにおいて、特に、キネグラム（登録商標）又はトラストシール（登録商標）において格子化される。これにより、デザインのみが略コリメートされていない光源による全ての照明の下で観察者及び／又はセンサによって検出可能であり、設けられたホログラムは、観察者及び／又はセンサにとって艶消し及び／又はぼやけて見える。デザインにおいて格子化された設けられたホログラムが、略コリメートされた光源で照明されたとき、設けられたホログラムの1つ以上のモチーフは、好ましくは、デザイン及び設けられたホログラムを備える基板から異なる距離における観察者及び／又はセンサによって検出可能である。

30

【0128】

略コリメートされた光源による照明のために最適化されたこのような設けられたホログラムは、少なくとも1つのデザイン要素として存在することが好ましい。例えば、ライオンの形状のデザイン要素の目に100%の領域割合を与えることができる。コリメート光源で照明されたとき、提供されたモチーフは、好ましくは、ライオンの目にのみ現れる。特に、ホログラムは、例えば、50%の領域割合で存在し、全デザインにおいて格子化される。コリメート光源で照明されたとき、提供されたモチーフは、好ましくは、全デザインに現れる。ここで、1つ以上のモチーフ及び／又は提供されたモチーフは、好ましくは繰り返し、特に、繰り返し現れる。例えば、デザイン、1つ以上のデザイン要素を備える。デザインは、特に、1つのデザイン要素を備えることも可能である。

40

【0129】

特に、1つ以上の第1ゾーンにおける仮想全電磁界は、それぞれの場合において、1つ

50

以上の第1仮想モデルの仮想電磁界に基づいて計算することが可能であり、及び／又は、1つ以上の第2ゾーンにおける仮想全電磁界は、それぞれの場合において、1つ以上の第2仮想モデルの仮想電磁界に基づいて計算することが可能である。その結果、1つ以上の第1仮想モデルに割り当てられた1つ以上の第1モチーフ及び／又は1つ以上の第2仮想モデルに割り当てられた1つ以上の第2モチーフは、特に、1つ以上のゾーン、第1ゾーン及び／又は第2ゾーンの曲率に従って、特に、非コリメート光により照明されたとき、好ましくは拡散照明下で、観察者及び／又はセンサにとって検出可能ではなく、及び／又は、特に、コリメート光により照明されたとき、好ましくはLED光により照明されたとき、特に好ましくはスマートフォンのLED光により照明されたとき、観察者及び／又はセンサにとって検出可能である。

10

【0130】

略コリメートされた光源による照明のために最適化された設けられたホログラムの視野角及び傾斜角に応じて、1つ以上又は全てのモチーフを移動させることができ、及び／又は、略コリメートされた光源による照明のために最適化された設けられたホログラムの視野角及び傾斜角に応じて、1つ以上又は全てのモチーフ又は全てが消失することができる。特に、観察者及び／又はセンサによって検出される立体角の直径が20°未満、好ましくは10°未満であると、モチーフの移動は検出できない。モチーフは、好ましくは、傾斜角に応じて出現及び消失する。少なくとも設けられたホログラムを備える基板の傾斜角度に応じて、観察者及び／又はセンサは、モチーフの移動を全く検出することができない。

20

【0131】

ホログラムの高さプロファイルの計算中、1つ以上の位相画像は、好ましくは、1つ以上の割り当てられた高さプロファイルに変換され、特に、線状変換される。設けられたホログラムの高さプロファイルは、好ましくは、1つ以上の位相画像に割り当てられた高さプロファイルの重ね合わせ及び／又は格子化によって計算される。

【0132】

1つ以上の割り当てられた高さプロファイルは、好ましくは、ホログラムを設けるために基板に組み込まれる。特に、割り当てられた高さプロファイルは、好ましくは、重ね合わせ及び／又は格子化された基板に存在する。

30

【0133】

設けられたホログラムの割り当てられた高さプロファイル及び／又は高さプロファイルは、好ましくは、グレースケール画像として符号化される。特に、グレースケール値には、高さ値、特に、標準化された高さ値が割り当てられる。グレースケール値及び／又は高さ値は、好ましくは、0の最小高さ値及び2の最大高さ値を有する。

【0134】

さらに、グレースケール値及び／又は高さ値を、任意の所望の最小及び最大高さ値に標準化することが可能である。それぞれの最大高さ値は、それぞれの最小高さ値よりも大きい。

【0135】

基板に組み込まれた高さプロファイルの最小高さ値と、基板に組み込まれた高さプロファイルの最大高さ値との間の差は、特に、設けられたホログラムを反射ホログラムとして形成する場合、好ましくは、基準波長の半分又は半分の倍数の光路差に対応する。

40

【0136】

特に、基板に組み込まれた高さプロファイルの最小高さ値と、基板に組み込まれた高さプロファイルの最大高さ値との間の差は、設けられたホログラムを透過ホログラムとして形成する場合、好ましくは、基準波長の光路差又は基準波長の倍数に対応する。

【0137】

設けられたホログラムの割り当てられた高さプロファイル及び／又は高さプロファイルは、レーザービームリソグラフィ及び電子ビームリソグラフィから選択される方法によって、好ましくは、基板、特に、フォトレジスト層を有する基板に組み込まれるか又は組み

50

込まれる。いずれの方法においても、高さプロファイルを符号化するグレースケール画像は、使用されるビームの強度の変化によってレジスト層に書き込まれる。高さプロファイルは、露光されたレジスト層の現像後にレジスト層に提供される。

【0138】

設けられたホログラムの割り当てられた高さプロファイル及び／又は高さプロファイルは、複製方法によって、特に、熱複製又はUV複製によって、好ましくは、基板に組み込まれる又は組み込まれる。

【0139】

設けられたホログラムの割り当てられた高さプロファイル及び／又は高さプロファイルは、電気めっき、再結合、及び、ロール・ツー・ロール複製の方法によって、好ましくは、フィルム、特に、少なくとも1つの金属層及び／又は1つの透明な高屈折率又は低屈折率層を有するフィルムに組み込まれる。高屈折率、特に、1.5より大きい屈折率を有する層は、ここでは、高屈折率層と呼ばれる。低屈折率、特に、1.5より小さい屈折率を有する層は、ここでは、低屈折率層と呼ばれる。特に、フィルムは、HRI層(HRI = High Reflective Index(高屈折率))を有する。金属層及び／又は高屈折率層若しくは低屈折率層は、通常、ロール・ツー・ロール複製後に、フィルムの高さプロファイル又はプロファイルに適用される。

10

【0140】

高さプロファイル又はプロファイルを、別の層と組み合わせることもでき、特に、これらの別の層の間に埋め込むことができる。このような別の層は、保護層、接着促進層、接着剤層、バリア層、装飾層、反射層であってもよい。

20

【0141】

層は、(例えば、ポリエステル、特に、PETからなる)キャリア基板に着脱可能又は着脱不可能に配置することができる。

20

【0142】

1つ以上の装飾層は、例えば、1つ以上の以下の層を有する。

【0143】

1つ以上の装飾層は、好ましくは1つ以上の金属層を有する。これらの金属層は、好ましくは、それぞれの場合において、全表面ではなく部分的にのみセキュリティ要素に設けられる。ここで、金属層は、不透明、半透明、又は、半透明に形成することができる。ここでは、金属層は、好ましくは、明らかに異なる反射及び／又は透過スペクトルを有する異なる金属から形成される。例えば、金属層は、アルミニウム、銅、金、銀、クロム、スズ、又は、これらの金属の合金から形成される。さらに、金属領域は、格子状に及び／又は局所的に異なる層厚でデザインすることができる。

30

【0144】

ここで、1つ以上の金属層は、好ましくは、金属層の金属が提供される1つ以上の画像要素を備え、金属層の金属が提供されない背景領域を備えるような形状でパターン化される。ここで、画像要素は、好ましくは、英数字の形状で形成されることができるが、グラフィック及びオブジェクトの複雑な表現の形状でも形成されることができる。

30

【0145】

1つ以上の装飾層は、特に、1つ以上のカラー層、特に、透明なインクをさらに備える。これらのカラー層は、好ましくは印刷法によって塗布され、バインダーマトリックスに埋め込まれた1種以上の染料及び／又は顔料を有するカラー層である。カラー層、特に、インクは、透明、明瞭、部分散乱、半透明若しくは不透明、又は、不透明であってもよい。

40

【0146】

さらに、1つ以上の装飾層は、好ましくは1つ以上の光学活性レリーフ構造を有する。これらは、好ましくは、それぞれの場合において、複製されたニス層の表面に組み込まれる。これらのレリーフ構造は、好ましくは、例えば、ホログラム、回折格子、フレネル自由曲面、対称若しくは非対称のプロファイル形状を有する回折格子、及び／又は、0次回

50

折構造のような回折レリーフ構造である。また、これらのレリーフ構造は、例えば、マイクロレンズ、マイクロプリズム、又は、マイクロミラーなどの実質的に反射及び／又は透過において作用する等方性及び／又は異方性散乱マット構造、ブレーズド格子、及び／又は、レリーフ構造であり得る。

【0147】

1つ以上の装飾層は、特に、1つ以上の液晶層を有する。これらの液晶層は、液晶の位置合わせに応じて、一方では、入射光の偏光に応じて入射光を反射及び／又は透過させ、他方では、入射光を波長選択的に反射及び／又は透過させる。

【0148】

「H R I層」とは、特に、例えば、完全又は部分的にTiO₂又はZnSからなり、又は、金属酸化物、金属硫化物、二酸化チタンなどの蒸着層からなる高屈折率を有する層を意味する。特に、H R I層は、10 nm～150 nmの層厚を有する。

【0149】

設けられたホログラムの割り当てられた高さプロファイル及び／又は高さプロファイルは、好ましくは、薄膜構造、特に、ファブリーペロー層構造に組み込まれる。薄膜構造は、典型的には、ホログラムの複製された高さプロファイルに適用される。ファブリーペロー層構造は、好ましくは、少なくとも1つの第1半透明吸収体層、少なくとも1つの透明スペーサ層、及び、少なくとも1つの第2半透明吸収体層、又は、不透明反射層を有する。

【0150】

「薄膜構造」とは、特に、入射光又は入射電磁波、特に、入射仮想電磁界の半波長(1/2)又は1/4波長(1/4)の領域に光学深さを有する層の配置に基づいて、画角に依存する色シフト効果をもたらす薄膜素子の構造を意味する。屈折率n及び厚さdを有する干渉層における構成干渉は、以下のように計算される。

【数2】

$$2nd \cos(\Theta) = m\lambda$$

ここで、θは照明方向と視野方向との間の角度であり、λは光の波長であり、mは整数である。これらの層は、好ましくは、特に、吸収層と反射層との間に配置されたスペーサ層を備える、又は、好ましくは薄膜顔料を含む層から形成される。

【0151】

「半透明」とは、特に、10%～70%の間、好ましくは10%～50%の間である赤外線、可視、及び／又は、紫外線波長範囲における透過率を意味する。好ましくは、入射電磁波、特に、入射光の十分な部分が吸収される。

【0152】

第1半透明吸収体層は、好ましくは5 nm～15 nmの間の厚さを有する。吸収体層は、好ましくは、アルミニウム、銀、銅、スズ、ニッケル、インコネル(米国ウェストバージニア州ハンティントンのスペシャルメタルズコーポレーション(Special Metals Corporation)製の耐食性ニッケル基合金)、チタン、又は、クロムからなる。

【0153】

透明スペーサ層は、好ましくは300 nm～600 nmの間の厚さを有する。スペーサ層は、好ましくはポリマー、SiO₂、又は、MgF₂からなる。

【0154】

透明スペーサ層は、好ましくは、特に、グラビア印刷、スロットキャスティング、又は、インクジェット印刷によって適用される印刷ポリマー層からなる。

【0155】

不透明ミラー層は、好ましくは5 nm～50 nmの間の厚さを有する。ミラー層は、好ましくはアルミニウム、銀、銅、スズ、又は、クロムからなる。

【0156】

設けられたホログラムの割り当てられた高さプロファイル及び／又は高さプロファイル

10

20

30

40

50

は、好ましくは、不透明な基板、特に、不透明な紙文書若しくは不透明な紙幣に組み込まれる又は適用される。

【0157】

「不透明」とは、特に、赤外線、可視、及び／又は、紫外線波長範囲の光が不透明基板、特に、不透明紙文書、好ましくは不透明紙幣を透過しない、又は、特に、10%未満、さらに好ましくは5%未満の赤外線、可視、又は、紫外線波長範囲のわずかな量の光のみが不透明基板、特に、不透明紙文書、好ましくは不透明紙幣を透過することを意味する。

【0158】

設けられたホログラムの割り当てられた高さプロファイル及び／又は高さプロファイルは、好ましくは、少なくとも1つの窓領域、特に、ID1カードの少なくとも1つの窓領域、又は、透明基板、特に、透明ポリマー紙幣に組み込まれる又は適用される。それによって、ホログラムの高さプロファイルは、少なくとも前面及び裏面から、及び／又は、透過光で見たときに検出可能である。窓領域は、特に、基板の穿孔及び／又は基板の穿孔されていない透明領域であり得る。

10

【0159】

「透明」とは、特に、70%～100%の間、好ましくは80%～95%の間である赤外線、可視、及び／又は、紫外線波長範囲における透過率を意味する。入射電磁波、特に、入射光の不十分な部分が吸収されることが好ましい。

【0160】

「ID1カード」とは、特に、85.6mm×53.99mmの寸法を有するセキュリティ文書又はカードを意味する。セキュリティ文書又はカードの寸法は、ID1フォーマットに対応する。特に、ID1フォーマットの仕様に従って、丸められた角を有するセキュリティ文書又はカードの半径は、2.88mmと3.48mmとの間である。

20

【0161】

高さプロファイルを組み込む前又は後に、カラーフィルタの機能を有する透明インク層を基板に設け、ホログラムを設けることが可能である。高さプロファイルを組み込み、金属層及び／又は透明な高屈折率層又は低屈折率層を塗布するまで、透明インク層を設けることはできない。例えば、透明インク層は、観察者及び／又はセンサのために、設けられたホログラムの無彩色白色外観を単色外観に変化させる。

30

【0162】

ホログラムは、好ましくは体積ホログラム材料の露光によって基板に組み込まれる。オブジェクト波は、ホログラムに割り当てられた高さプロファイル及び／又は割り当てられた高さプロファイルから始まる。特に、ホログラムの割り当てられた高さプロファイル及び／又は高さプロファイルは、これにより生成される体積ホログラムのプラグ面の進行に変換される。

30

【0163】

ホログラムの割り当てられた高さプロファイル及び／又は高さプロファイルをシムに組み込み、体積ホログラムを製造するためのマスタとして、このシムを露光することが可能である。これにより、ホログラムの光学的可変効果は、特に、体積ホログラムに伝達され、体積ホログラムの光学的可変効果は、好ましくは、観察者及び／又はセンサにとって照明に使用されるレーザー光の色で検出可能である。特に、体積ホログラムを製造するためのマスタの露光は、1つ以上、特に、単色レーザー、例えば、1つ以上の赤色、黄色、緑色、ターコイズ、又は、青色レーザーによって行われる。

40

【0164】

高さプロファイルの最大高さ又は最大深さを、体積ホログラムを製造するためのマスタの露光に使用されるレーザーの波長に適合させることが有利であることが研究によって示されている。特に、全ての仮想光源、好ましくは全ての仮想点光源の波長は、レーザーの波長と一致する。特に、マスタが反射ホログラムとしてデザインされているとき、ホログラムのマスタに組み込まれた割り当てられた高さプロファイル及び／又は高さプロファイルの最小深さと最大深さ若しくは最小高さと最大高さとの間の差は、好ましくは、レーザ

50

ーの光学的波長の半分又は光学的波長の半分の倍数に対応する。

【0165】

回折レリーフ構造、特に、回折格子、フレネル自由形状レンズ、0次回折構造、ブレーズド格子、マイクロミラー構造、等方性又は異方性マット構造、マイクロレンズ構造から選択される少なくとも1つの別の光学可変構造の高さプロファイルは、好ましくは、ホログラムの割り当てられた高さプロファイル及び／又は高さプロファイルに加えて、基板に組み込まれる。

【0166】

ホログラムの割り当てられた高さプロファイル及び／又は高さプロファイルは、好ましくは、基板の1つ以上の第1領域に組み込まれる。少なくとも1つの別の光学可変構造の高さプロファイルは、特に、基板の1つ以上の第2領域に組み込まれる。

10

【0167】

少なくとも1つ以上の第2領域及び1つ以上の第1領域は、好ましくは、少なくとも部分的に重なり合う。

【0168】

1つ以上の第1領域は、好ましくは、1つ以上の第2領域と重ならない。1つ以上の第1領域及び1つ以上の第2領域は、好ましくは、互いに隣接して配置される。1つ以上の第1領域及び1つ以上の第2領域は、さらに好ましくは、互いに入れ子になって配置され、及び／又は、第1又は第2領域のうちの1つが、第1又は第2領域のうちの別の領域を囲む。

20

【0169】

特に、視野角は、観察者及び／又はセンサが設けられたホログラムを検出可能な立体角を規定する。ホログラムは、一般的に、直接反射に近接して認識可能である。ホログラムの計算中、基準波を加えることにより、直接反射から視野角を遠ざけることができる。好ましくは、基板が傾けられたとき見えるように、設けられたホログラムは、計算される。基板の面による表面法線に対する視野角は、 $15^\circ \pm 10^\circ \sim 25^\circ \pm 10^\circ$ 、好ましくは $20^\circ \pm 10^\circ$ の間である。また、基板が大きく傾けられたとき見えるように、設けられたホログラムを計算することができる。表面法線に対する視野角は、好ましくは $30^\circ \pm 25^\circ \sim 65^\circ \pm 25^\circ$ の間、さらに好ましくは $20^\circ \pm 15^\circ \sim 75^\circ \pm 15^\circ$ 、特に好ましくは $10^\circ \pm 5^\circ \sim 85^\circ \pm 5^\circ$ である。

30

【0170】

光を、垂直、すなわち、基板の面による表面法線に平行に基板に入射させることができあり、これにより、設けられたホログラムのモチーフを観察者及び／又はセンサによって検出可能にすることが可能である。このモチーフは、特に、好ましくは $30^\circ \pm 25^\circ \sim 65^\circ \pm 25^\circ$ の間、さらに好ましくは $20^\circ \pm 15^\circ \sim 75^\circ \pm 15^\circ$ 、特に好ましくは $10^\circ \pm 5^\circ \sim 85^\circ \pm 5^\circ$ の傾斜角度で検出可能である。

【0171】

さらに、設けられたホログラムのモチーフは、好ましくは傾斜角度で基板に入射する光の入射方向に対して逆平行又は逆方向から観察者及び／又はセンサによって検出可能である。

40

【0172】

表面レリーフ、例えば、フレネル自由形状レンズを有する設けられたホログラムは、好ましくは、互いに格子状である。ここで、1つ及び同じ3Dオブジェクトは、好ましくは、両方の構造タイプで同じサイズで実現される。例えば、3Dオブジェクトは、例えば、マッターホルンのような山の景観であり得る。2つの効果の格子状又は重ね合わせにより、2つの効果のうちの1つのみのそれぞれの外観よりも複雑な外観をもたらす。これにより、設けられたホログラムを備えるセキュリティ要素及び／又は設けられたホログラムを備えるセキュリティ文書の偽造は、実質的に、より困難になる。

【0173】

さらに、フレネル自由形状レンズ要素を備える設けられたホログラムを完成させること

50

が可能である。その結果、静止部分及び可動部分からなる1つ以上のモチーフの場合、静止部分は、フレネル自由形状レンズとしてデザインされ、可動部分は、設けられたホログラムとしてデザインされる。例えば、特に、脚部を有するライオンの本体は、表面レリーフとして設けることができ、ライオンの頭部は、設けられたホログラムとして設けることができる。セキュリティ要素を傾けたとき、特に、ライオンの頭部は、移動又は光学的に可変な効果をもたらし、例えば、基板の表面法線による軸を中心にわずかに回転するが、ライオンの本体は、特に、静止である又は弱い光学的に可変な効果のみをもたらす。

【0174】

さらに、観察者の目及び／又はセンサの前に短い距離で現れ、観察者又はセンサによって検出されるように、設けられたホログラムを計算することが可能である。設けられたホログラムの観察距離は、好ましくは0.1cm～40cmの間、特に、1cm～10cmの間である。

【0175】

設けられたホログラムが光源の方向へ観察されたとき、観察者及び／又はセンサが設けられたホログラムの1つ以上のモチーフを検出するように、設けられたホログラムは、さらに計算される。この光学的効果は、特に、鍵穴を通して部屋を観察することに類似している。

【0176】

本発明は、添付の図面を用いて、いくつかの実施例を参照して、以下の例によって説明される。

【図面の簡単な説明】

【0177】

【図1】図1は方法ステップを概略的に示す。

【図2】図2は方法ステップを概略的に示す。

【図3】図3は高さプロファイルの顕微鏡画像を示す。

【図4】図4は高さプロファイルの顕微鏡画像を示す。

【図5】図5は高さプロファイルを示す。

【図6】図6は高さプロファイルの斜視図を示す。

【図7】図7はセキュリティ文書を概略的に示す。

【図8】図8は方法ステップを概略的に示す。

【図9】図9は方法ステップを概略的に示す。

【図10】図10はホログラムの写真を示す。

【図10a】図10aはデザインの写真を示す。

【図10b】図10bはデザインの写真を示す。

【図11】図11はホログラムを模式的に示す。

【図12】図12はホログラムを模式的に示す。

【図13】図13はホログラムを模式的に示す。

【図14】図14はセキュリティ文書を概略的に示す。

【図15】図15はセキュリティ文書を概略的に示す。

【図16】図16はセキュリティ文書を概略的に示す。

【図17】図17はセキュリティ文書を概略的に示す。

【図18】図18はセキュリティ要素を概略的に示す。

【図19】図19は曲げられたセキュリティ要素を概略的に示す。

【図20】図20はホログラム面の配置を概略的に示す。

【図21】図21はホログラムの写真を示す。

【図22】図22は曲げられたホログラムの写真を示す。

【図23】図23はホログラムの写真を示す。

【図24】図24は曲げられたホログラムの写真を示す。

【図25】図25は方法ステップを概略的に示す。

【図26】図26は方法ステップを概略的に示す。

10

20

30

40

50

【図27】図27は方法ステップを概略的に示す。

【図28】図28は方法ステップを概略的に示す。

【図29】図29は方法ステップを概略的に示す。

【発明を実施するための形態】

【0178】

図1は、ホログラム、特にセキュリティ要素及び/又はセキュリティ文書のためのホログラムを製造する方法の方法ステップを示す。第1仮想ホログラム面10aは、方向zに対して第1仮想モデル20aの右側に配置される。第2仮想ホログラム面10bは、第2仮想モデル20bと交わるように、方向zに対して配置されている。第3仮想ホログラム面10cは、方向zに対して第3仮想モデル20cの左側に配置されている。第1、第2及び、第3仮想ホログラム面は、平面x/yに平行に広がる。
10

【0179】

第1、第2、及び、第3仮想モデル20a、20b、20cは、人の頭部の表面に類似している。表面は、格子構造によって近似されている。

【0180】

特に、第1、第2、及び、第3仮想モデル20a、20b、20cは、それぞれの場合において、仮想2Dモデルとして、又は、仮想2Dモデルとして形成されている。

【0181】

1つ以上の仮想ホログラム面10a、10b、10cは、好ましくは、1つ以上の仮想モデル20a、20b、20cの前及び/又は後に配置され、及び/又は、1つ以上の仮想ホログラム面10a、10b、10cは、特に1つ以上の仮想モデル20a、20b、20cと交差する。
20

【0182】

さらに、異なる仮想ホログラム面10a、10b、10cに複数のモデル20a、20b、20cを設け、ホログラムを製造することができる。

【0183】

図2は、ホログラムを製造するための別 の方法ステップを示す。仮想光源30a又は30bは、それぞれの場合において、仮想ホログラム面10dから距離z₁又はz₂で、仮想モデル20dの表面の2つの部分領域21a、21bに配置されている。仮想モデル20dは、前述のモデル20a、20b、20cの形状に類似する。
30

【0184】

別 の方法ステップでは、仮想電磁界40a、40bは、それぞれの場合において、仮想ホログラム面10dの1つ以上のゾーン11a、11bにおいて、仮想光源30a、30bの1つから計算される。

【0185】

仮想光源30a、30bは、特に仮想点光源として、ゾーン11a、11bにおいて仮想ホログラム面と交差する立体角で仮想球面波を異方性出射する。仮想電磁界40a、40bの異方性出射は、計算が複雑でないことから、全ての立体角での等方性出射と比較して、特に計算時間が短縮され、したがって、コストが節約される。

【0186】

2つの仮想光源30a、30bからの仮想電磁界40a、40bは、好ましくは、1つ以上の立体角、特に、全立体角に亘って等方性又は異方性強度分布を有する。

【0187】

2つの仮想光源30a、30bからの仮想電磁界40a、40bは、全立体角に亘って同じ強度及び/又は同じ強度分布を有することが可能である。

【0188】

2つの仮想光源30a、30bからの仮想電磁界40a、40bは、1つ以上の立体角、特に、全立体角に亘って異なる強度及び/又は異なる強度分布を有することがさらに可能である。

【0189】

10

20

30

40

50

点 (x_i 、 y_i 、 z_i) における i 番目の仮想点光源からの仮想電磁界 U_i は、好ましくは、少なくとも 1 つのゾーン 11 a 又は 11 b の点 (x_h 、 y_h 、 z_h) において、特に次式によって計算される。

【数 3】

$$U_i(x_h, y_h) = \frac{\exp(ikr)}{r}, \quad r = \sqrt{(x_h - x_i)^2 + (y_h - y_i)^2 + z_i^2}$$

ここでは、等方性出射が行われる。

【0190】

仮想ホログラム面 10 d の 2 つのゾーン 11 a、11 b への仮想電磁界 40 a、40 b の出射は、仮想的な開口によって、それぞれの場合において、制限されることが好ましい。仮想光源 30 a、30 b のビームコーンは、 $\pm 45^\circ$ 、好ましくは $\pm 35^\circ$ 、さらに好ましくは $\pm 25^\circ$ 、特に、 $\pm 15^\circ$ の立体角に制限される。

【0191】

特に、仮想モデル 20 d の表面 21 a、21 b のそれぞれの部分領域に配置された仮想光源 30 a、30 b は、仮想モデル 20 d の表面 21 a、21 b の 2 つの部分領域に少なくとも一方向へ周期的に配置され、及び / 又は、仮想モデル 20 d の表面 21 a、21 b の 2 つの部分領域に少なくとも一方向へランダム又は擬似ランダムに配置される。

【0192】

隣接する仮想光源 30 a、30 b の間の距離は、特に、 $5 \mu\text{m} \sim 500 \mu\text{m}$ の間であり、好ましくは $10 \mu\text{m} \sim 200 \mu\text{m}$ の間である。

【0193】

仮想光源 30 a、30 b は、さらに好ましくは交差格子として配置される。2 つの仮想光源 30 a、30 b は、互いに、 $5 \mu\text{m} \sim 500 \mu\text{m}$ の間、特に、 $10 \mu\text{m} \sim 200 \mu\text{m}$ の間で配置される。

【0194】

2 つの仮想光源 30 a、30 b は、特に、字、ポートレート、画像、英数字、文字、幾何学的自由形状、正方形、三角形、星、月、円、金種記号、国別記号（例えば、スイス十字、ドイツ連邦のワシ、カナダのカエデの葉）、曲線、又は、輪郭（例えば、国境の輪郭）から選択されるマイクロシンボルの形状を有することが可能である。

【0195】

仮想モデル 20 d の表面 21 a、21 b の部分領域のマイクロシンボルの横寸法は、さらに好ましくは $5 \mu\text{m} \sim 500 \mu\text{m}$ の間、特に、 $10 \mu\text{m} \sim 200 \mu\text{m}$ の間である。

【0196】

仮想モデル 20 d 又は 2 つ以上の仮想モデル 20 a、20 b、20 c のそれぞれは、好ましくは、2 つ以上の仮想ホログラム面 10 a、10 b、10 c、10 d に割り当てられる。割り当てられた仮想モデル 20 d 又は割り当てられた仮想モデル 20 a、20 b、20 c の 1 つ以上の仮想光源 30 a、30 b からの 1 つ以上の仮想電磁界 40 a、40 b は、それぞれの仮想ホログラム面 10 a、10 b、10 c、10 d の 1 つ以上のゾーン 11 a、11 b において計算される。

【0197】

1 つ以上の位相画像 50 を計算するために、仮想全電磁界 41 は、さらに好ましくは、特に、所定の基準方向に基づいて、異なる仮想ホログラム面 10 a、10 b、10 c、10 d のゾーンである 2 つのゾーン 11 a、11 b、特に、2 つのゾーン 11 a、11 b より重ね合わされる。

【0198】

特に、1 つ以上の位相画像 50 を計算するために重ね合わされた 2 つ以上のゾーン 11 a、11 b は、所定の基準方向に関して、少なくとも部分的に、好ましくは完全に重なり合う。その結果、設けられたホログラム 1 において異なるゾーン 11 a、11 b によって提供された 2 つ以上のモチーフ 22 a、22 b、22 c、22 d は、好ましくは、所定の

10

20

30

40

50

基準方向に関して、設けられたホログラム 1 の表面の交差領域に生成される。

【0199】

1つ以上の位相画像 50 を計算するために重ね合わされた2つ以上のゾーン 11a、11b は、好ましくは、所定の基準方向に関して重ならない。その結果、設けられたホログラム 1 の異なるゾーン 11a、11b によって提供され2つ以上のモチーフ 22a、22b、22c、22d は、好ましくは、所定の基準方向に関して、設けられたホログラム 1 の表面のそれぞれの領域に生成される。

【0200】

別の方法ステップでは、仮想電磁界は、それぞれのゾーン 11a、11b における2つの仮想電磁界 40a、40b と仮想基準磁界 43 との合計に基づいて、それぞれの場合において、2つのゾーン 11a、11b において計算される。ここで、それぞれのゾーン 11a 又は 11b における仮想電磁界 40a、40b は、好ましくは、特に仮想基準光源 33 の複素共役仮想基準磁界 43 によって乗算され、それぞれのゾーン 11a 又は 11b における全電磁界は計算される。

10

【0201】

仮想基準磁界 43 は、好ましくは、仮想 3D モデル 20d の非等方性照明、特に、割り当てられた基準光源 33 の仮想基準磁界 43 による照明をシミュレーションする。例えば、トーチ、好ましくはスマートフォンの LED フラッシュによる仮想 3D モデル 20d の照明は、仮想基準磁界 43 によってシミュレーションされる。ここで、光源と仮想ホログラム面 10d との間の距離は、特に、5cm ~ 35cm の間、好ましくは 15cm ~ 25cm の間である。

20

【0202】

仮想基準磁界 43 の伝播方向又は伝播の方向は、好ましくは、仮想ホログラム面 10d の平均表面法線に対して又は相対的に 10° ~ 50° の間、特に 15° ~ 45° の間、さらに好ましくは 30° ~ 40° の間の角度を有し、及び / 又は、仮想基準光源 33 のビームコーンは、特に、0° ~ 45° の間、さらに好ましくは 0° ~ 15° の間の開口角度を有し、及び / 又は、仮想基準光源 33 は、好ましくは、仮想ホログラム面 10d から 0.01m ~ 10m の間、さらに好ましくは 0.1m ~ 2m、特に好ましくは 0.2m ~ 1m の間の間隔を有する。好ましい実施例において、仮想基準光源 33 は、ホログラム面 10d から無限に離れている。この場合、基準光源 33 は、ホログラム面 10d に平面波を放射する。

30

【0203】

別の方法ステップでは、1つ以上ゾーン 11a、11b における仮想全電磁界から1つ以上の位相画像が計算される。

【0204】

別の方法ステップでは、ホログラムの高さプロファイルが、1つ以上の位相画像から計算され、ホログラムの高さプロファイルが、ホログラムを提供するために基板に組み込まれる。

40

【0205】

図 3 及び図 4 は、ホログラムの高さプロファイル 60a 又は 60b の別のセクションのそれぞれの場合における顕微鏡画像の例を示す。それぞれの場合において、ここではスイスの輪郭又は国境が仮想モデルとして選択されている。

【0206】

図 5 は、グレースケール画像 61a として基板に組み込まれた高さプロファイルを示す。

基礎となる仮想モデルは、スイスの輪郭又は国境に相当する。

【0207】

設けられたホログラムの高さプロファイル 60a、60b の計算中、1つ以上の位相画像は、好ましくは、1つ以上の割り当てられた高さプロファイルに変換され、特に、線状変換される。特に、設けられたホログラムの高さプロファイル 60a、60b は、1つ以

50

上の位相画像に割り当てられた高さプロファイルの重ね合わせ及び／又は格子化によって生成される。

【0208】

ホログラムを提供するために、1つ以上の割り当てられた高さプロファイルを基板に組み込むことが可能である。割り当てられた高さプロファイルは、好ましくは、重ね合わせられ及び／又は格子化された基板に存在する。

【0209】

図6は、図5に示された高さプロファイル61aを3D斜視図として示す。x、y、及び、y方向への高さプロファイル61aの横方向の広がりは、それぞれ、96μm、72.2μm、及び、0.6μmである。

10

【0210】

設けられたホログラムの割り当てられた高さプロファイル及び／又は高さプロファイル60a、60bは、好ましくは、グレースケール画像として符号化される。グレースケール値は、割り当てられた高さ値、特に標準化された高さ値である。最小高さ値は、好ましくは0の値を有し、最大高さ値は、2の値を有する。

【0211】

基板に組み込まれた高さプロファイル60a、60bの最小高さ値と、基板に組み込まれた高さプロファイル60a、60bの最大高さ値との差は、好ましくは、基準波長の半分又は半分の倍数の光路差に相当する。ここで、設けられたホログラムは、特に、反射ホログラムとして提供される。例えば、基準波長は、仮想電磁界40a、40bの波長に相当する。

20

【0212】

なお、透過ホログラムとして設けられたホログラムの形成の場合、基板に組み込まれた高さプロファイル60a、60bの最小高さ値と基板に組み込まれた高さプロファイル60a、60bの最大高さ値との差は、好ましくは、基準波長の光路差又は基準波長の倍数に相当する。

【0213】

設けられたホログラムの割り当てられた高さプロファイル及び／又は高さプロファイル60a、60bは、好ましくは、レーザービームリソグラフィ及び電子ビームリソグラフィから選択される方法によって、基板、特に、レジスト層、特に、フォトレジスト層を有する基板に組み込まれる。いずれの方法においても、高さプロファイルを符号化するグレースケール画像は、使用されるビームの強度の変化によってレジスト層に書き込まれる。高さプロファイルは、露光されたレジスト層の現像後にレジスト層に設けられる。

30

【0214】

複製方法によって、特に熱複製又はUV複製によって、設けられたホログラムの割り当てられた高さプロファイル及び／又は高さプロファイル60a、60bを基板に組み込むことがさらに可能である。

【0215】

特に、設けられたホログラムの割り当てられた高さプロファイル及び／又は高さプロファイル60a、60bは、電気めっき、再結合、及び、ロール・ツー・ロール複製の方法によって、フィルム、特に少なくとも1つの金属層及び／又は1つの透明な高屈折率層若しくは低屈折率層を有するフィルムに組み込まれる。フィルムは、好ましくは、HRI層を有する。金属層及び／又は高屈折率層若しくは低屈折率層は、通常、ロール・ツー・ロール複製ステップ後に、フィルムの高さプロファイル又はプロファイルに適用される。

40

【0216】

高さプロファイルは、別の層と組み合わせることもでき、特に、これらの別の層の間に埋め込むことができる。このような別の層は、保護層、接着促進層、接着剤層、バリア層、装飾層、反射層であってもよい。

【0217】

図7は、セキュリティストリップ65を有する基板2を備えるセキュリティ文書1bを

50

示す。セキュリティストリップ 65 は、3 つの光学可変構造体 63 を含む。光学可変構造体 63 は、数字「25」として、ポートレートとして、及び、架空の名称記号 U T (二重取り消し線)として形成される。例えば、光学可変構造体「25」及び U T (二重取り消し線)は、照射されると回折的に点灯する表面として形成され、フレネル自由曲面として形成されるポートレートの光学印象は、表面レリーフが照明されると、観察者及び/又はセンサにとって検出可能になる。

【0218】

回折レリーフ構造、特に、回折格子、フレネル自由形状レンズ、0 次回折構造、ブレード格子、マイクロミラー構造、等方性又は異方性マット構造、及び/又は、マイクロレンズ構造から選択される少なくとも1つの別の光学可変構造体 63 の高さプロファイルは、ホログラム 1 の割り当てられた高さプロファイル及び/又は1つ以上の高さプロファイル 60a、60b を含むセキュリティ要素 1a に加えて、セキュリティストリップ 65 に組み込まれることが好ましい。

10

【0219】

セキュリティ文書 1b の文書本体は、好ましくは、多層に形成され、紙基板及び/又はプラスチック基板から形成される基板 2 を備える。

【0220】

セキュリティストリップ 65 は、好ましくは、同様に多層に形成され、着脱可能又は着脱不可能なキャリア基板（例えば、ポリエステル、特に、P E T からなる）を備え、1つ以上のポリマーワニス層（例えば、複製層）は、高さプロファイルに複製され得る。さらに、セキュリティストリップ 65 は、1つ以上の保護層及び/又は1つ以上の装飾層及び/又は1つ以上の接着剤又は接着促進層及び/又は1つ以上のバリア層及び/又は1つ以上の別のセキュリティ特徴を備えることができる。

20

【0221】

1つ以上の装飾層は、例えば、1つ以上の以下の層を有する。

【0222】

1つ以上の装飾層は、好ましくは、1つ以上の金属層を有する。これらの金属層は、好ましくは、それぞれの場合において、全体的ではなく、部分的にのみセキュリティ要素の表面に設けられる。ここで、金属層は、不透明、半透明、又は、半透明に形成することができる。ここで、金属層は、好ましくは、明らかに異なる反射及び/又は透過スペクトルを有する異なる金属から形成される。例えば、金属積層は、アルミニウム、銅、金、銀、クロム、スズ、又は、これら金属の合金からなる。さらに、金属領域を格子状及び/又は局所的に異なる層厚でデザインすることができる。

30

【0223】

ここで、1つ以上の金属層は、好ましくは、金属層の金属が設けられる1つ以上の画像要素を備え、金属層の金属が設けられない背景領域を備える形状でパターン化される。ここで、画像要素は、好ましくは、英数字の形状で形成することができるが、グラフィック及びオブジェクトの複雑な表現の形状でも形成することができる。

【0224】

1つ以上の装飾層は、特に、1つ以上のカラー層、特に、透明なインクをさらに備える。これらのカラー層は、好ましくは、印刷法によって塗布され、バインダーマトリックスに埋め込まれた1つ以上の染料及び/又は顔料を有する着色層である。カラー層、特に、インクは、透明、明瞭、部分散乱、半透明、又は、不透明、又で、不透明あってもよい。

40

【0225】

さらに、1つ以上の装飾層は、好ましくは、1つ以上の光学活性レリーフ構造を有する。これらは、好ましくは、それぞれの場合において、複製されたワニス層の表面に組み込まれる。これらのレリーフ構造は、好ましくは、回折レリーフ構造である。回折レリーフ構造は、例えば、ホログラム、回折格子、フレネル自由曲面、対称又は非対称プロファイル形状を有する回折格子、及び/又は、0 次回折構造である。また、これらのレリーフ構造は、例えば、マイクロレンズ、マイクロプリズム又はマイクロミラーのような実質的に

50

反射及び／又は透過において作用する等方性及び／又は異方性散乱マット構造、ブレーズド格子、及び／又は、レリーフ構造であり得る。

【0226】

1つ以上の装飾層は、好ましくは、入射光を波長選択的に反射又は透過する1つ以上の干渉層を有する。これらの層は、例えば、薄膜素子、特に、ファブリーペロー薄膜素子から形成することができる。これらの素子は、入射光の半波長若しくは $\lambda/2$ （ λ は、光の波長又は電磁波の波長である）又は $1/4$ 波長若しくは $\lambda/4$ の領域の光学深さを有する層の配置に基づいて、画角に依存する色シフト効果をもたらす。屈折率n及び厚さdを有する干渉層における構成干渉は、以下のように計算される。

【数4】

$$2nd \cos(\Theta) = m\lambda$$

ここで、 Θ は照明方向と視線方向との間の角度であり、 λ は光の波長であり、mは整数である。これらの層は、特に吸収層と反射層との間に配置されたスペーサ層を備える、又は、好ましくは薄膜顔料からなる層から形成することができる。

【0227】

1つ以上の装飾層は、特に、1つ以上の液晶層を有する。液晶層は、一方では、液晶の配向に応じて、入射光の偏光に応じた入射光を反射及び／又は透過させ、他方では、入射光を波長選択的に反射及び／又は透過させる。

【0228】

さらに、セキュリティストリップ65は、設けられたホログラム1を備えるセキュリティ要素1を有する。セキュリティ要素1は、ホログラム1の高さプロファイル60が組み込まれる複製層を有するキャリア基板を有する。ホログラム1は、1つ以上の位相画像から計算される。1つ以上の位相画像は、1つ以上の仮想ホログラム面10の1つ以上のゾーン11における1つ以上の仮想全電磁界41から計算される。仮想全電磁界41のそれぞれは、2つ以上の仮想電磁界40の合計に基づいて、1つ以上のゾーン11において計算される。少なくとも1つの仮想光源30からの1つ以上の仮想電磁界40は、1つ以上のゾーン11において計算される。1つ以上の仮想光源30は、1つ以上の仮想モデル20の表面21の1つ以上の部分領域上に配置される。1つ以上の仮想ホログラム面10は、1つ以上の仮想モデル20の前及び／又は後に配置され、及び／又は、1つ以上の仮想ホログラム面10は、1つ以上の仮想モデル20と交差する。

【0229】

ホログラム1のモチーフ22は、ハンドルとして形成される。観察者及び／又はセンサのために、基板2の視野角及び／又は傾斜角に応じて、モチーフ22は、基板2の前及び／又は後に配置され、及び／又は、基板2と交差する。設けられたホログラム1の計算中、ハンドルの対応する仮想モデルは、特に、仮想ホログラム面の前又は後に配置されるか又は仮想モデルが仮想ホログラム面と交差するように配置される。仮想ホログラム面は、好ましくは、基板2の面に対応する。これにより、観察者及び／又はセンサは、基板2による面の前又は後に設けられたホログラム1のモチーフ22を検出し、又は、観察者及び／又はセンサは、基板2の面と交差するように設けられたホログラムのモチーフ22を検出する。これらの光学的効果は、好ましくは、基板2による面に対する傾斜角及び／又は視野角に依存する。

【0230】

基板2による面からのモチーフ22の距離、又は、仮想ホログラム面からのハンドルの仮想モデルの距離は、-50mm～+50mmの間、特に-25mm～+25mmの間、好ましくは-15mm～15mmの間である。

【0231】

モチーフ22は、好ましくは、字、ポートレート、画像、英数字、文字、風景の表現、建物の表現、幾何学的自由形状、正方形、三角形、円、曲線、建物の表現、風景の表現、及び／又は、輪郭から選択される。

10

20

30

40

50

【0232】

図8は、図の上部において、設けられたホログラム1の星形のモチーフ220を示す。この星形のモチーフは、軸x及びyによる平面に延在する。

【0233】

図8の下部において、設けられたホログラム1の星形モチーフ220は、軸x及びyによる基板2による平面x/yに対して、3つの異なる距離又は高さ h_1 、 h_2 、及び、 h_3 で観察者及び/又はセンサによって検出可能である。ここで、設けられたホログラム1の計算中、高さ h_1 、 h_2 、 h_3 は、例えば、 $h_1 = 3\text{ mm}$ 、 $h_2 = 10\text{ mm}$ 、及び、 $h_3 = 20\text{ mm}$ に設定され、特に、平面x/yをシミュレーションする仮想ホログラム面からの星型モチーフ220をシミュレーションする仮想モデルの距離として規定される。

10

【0234】

さらに、設けられたホログラム1が観察者及び/又はセンサによって限定された立体角でのみ検出可能であるように、設けられたホログラム1の計算中に立体角を限定することが可能である。

【0235】

図9の上部において、図8の星形モチーフ220を示す。この星形モチーフは、軸x及びyによる平面x/yに延在している。

【0236】

図9の下部において、基板2による平面x/yからの距離又は高さ h_4 で星形モチーフ220を示す。ここで、星型モチーフ220をシミュレーションする仮想モデルは、仮想ホログラム面から距離 $h_4 = 20\text{ mm}$ で配置されている。仮想ホログラム面は、設けられたホログラムの計算中に面x/yをシミュレーションする。

20

【0237】

モチーフ220は、角度による立体角でのみ観察者及び/又はセンサにとって検出可能である。立体角は、平面x/yの表面法線Nを中心に対称に設けられる。設けられたホログラム1の計算中、仮想電磁界が仮想ホログラム面又は平面x/yのゾーン11にのみ設けられるように、立体角は仮想開口によって制限される。角度は、 $0^\circ \sim 20^\circ$ の角度範囲にあり、好ましくは $0^\circ \sim 20^\circ$ の角度範囲にあり、さらに好ましくは $0^\circ \sim 15^\circ$ の範囲にある。

【0238】

設けられたホログラム1の割り当てられた高さプロファイル及び/又は1つ以上の高さプロファイル60、60a、60bは、好ましくは、薄膜システム、特に、ファブリーペロー薄膜システムに組み込まれ、ファブリーペロー薄膜システムは、少なくとも1つの第1半透明吸収層、少なくとも1つの透明スペーサ層、及び、少なくとも1つの第2半透明吸収層又は不透明反射層を有する。第1半透明吸収層は、好ましくは、アルミニウム、銀、銅、スズ、ニッケル、インコネル(米国ウェストバージニア州ハンティントンのスペシャルメタルズコーポレーション(Special Metals Corporation)製の耐食性ニッケル基合金)、チタン、又は、クロムからなり、及び/又は、 $5\text{ nm} \sim 15\text{ nm}$ の厚さを有する。透明スペーサ層は、好ましくは、 $300\text{ nm} \sim 600\text{ nm}$ の厚さを有し、及び/又は、ポリマー、 SiO_2 又は MgF_2 からなる。不透明反射層は、好ましくは $5\text{ nm} \sim 50\text{ nm}$ の厚さを有する。

30

40

【0239】

透明スペーサ層は、好ましくは、印刷されたポリマー層からなり、これは、特に、グラビア印刷、スロットキャスティング、又は、インクジェット印刷によってワニスとして塗布される。ポリマー層を印刷するために提供されるワニスに応じて、印刷されたポリマー層は、好ましくは、薄膜システムに複製された高さプロファイル60a、60bに設けられたホログラム1を特に部分的に補償する。ワニスの流動拳動及び/又は乾燥拳動は、複製された高さプロファイル60a、60bの補償の程度を決める。

【0240】

設けられたホログラム1の高さプロファイル60a、60bを強く補償するワニスが使

50

用される場合、観察者及び／又はセンサにとって、色効果は、薄膜システムにおいて設けられたホログラム1の領域における干渉効果によって強く減衰され、観察者及び／又はセンサは、特に、グレーの混合色を検出する。この光学的効果は、好ましくは、例えば、図10に示された写真のようなデザイン要素として提供される。

【0241】

図10は、観察者及び／又はセンサによって検出可能な円形線の形状のモチーフ221を有する薄膜システムにおける設けられたホログラム1の写真を示す。内側領域2c及び外側領域2dでは、ホログラム1の高さプロファイルが存在しないので、設けられたホログラム1のモチーフ221は、観察者及び／又はセンサにとって検出可能ではない。したがって、フィルムシステムは、内側領域2c及び外側領域2dに規定されたワニス層を有する。その結果、観察者及び／又はセンサは、内側領域2c及び外側領域においてフィルムシステムの色効果を検出する。一方、設けられたホログラム1のモチーフ221の領域では、薄膜システムの色効果が減衰又は抑制される。それによって、モチーフ221は、色がはるかに弱く、又は、無色の灰色若しくは無彩色の白色にさえ見える。モチーフ221は、特に、内側領域2c及び外側領域2dと完全に位置合わせされて配置される。内側領域2c及び／又は外側領域2dは、視線方向が薄膜システムに対して変化したとき及び／又は傾斜したとき、観察者及び／又はセンサに対する薄膜システムの干渉効果によって提供される色変化効果を有する。ここで、円形線の形状のモチーフ221の領域は、特に、傾斜したとき及び／又は視野角が変化したとき、薄膜システムの干渉効果によって提供される色変化効果を有さない。例えば、緑の干渉色は、内側領域2c及び外側領域2dにおいて観察者及び／又はセンサにとって検出可能であり、円形線の形状のモチーフ221の領域においては検出可能ではない。傾斜させると、緑の干渉色が例えば青に変わる。

10

20

30

【0242】

設けられたホログラム1の割り当てられた高さプロファイル及び／又は高さプロファイル60a、60bが、不透明基板2、特に、紙文書若しくは不透明紙幣に組み込まれるか又は適用されることが可能である。

【0243】

設けられたホログラム1の割り当てられた高さプロファイル及び／又は高さプロファイル60a、60bは、好ましくは、少なくとも1つの窓領域、特に、ID1カードの少なくとも1つの窓領域、又は、透明基板、特に、透明ポリマー紙幣に組み込まれるか又は適用される。これにより、設けられたホログラム1の高さプロファイル60a、60bは、少なくとも前面及び後面から、及び／又は、透過光で見たときに検出可能になる。

【0244】

ホログラム1は、さらに、体積ホログラム材料の露光によって基板2に組み込まれる。オブジェクト波は、ホログラムに割り当てられた高さプロファイルから始まる。ここで、ホログラム1の割り当てられた高さプロファイル及び／又は高さプロファイル60a、60bは、特に、これにより生成された体積ホログラムのプラグ面の進行に変換される。

【0245】

図10a及び図10bは、それぞれの場合において、デザイン3b、特に、同一デザインの写真を示している。デザイン3bは、設けられたホログラム1を備えている。ホログラム1は、100%の面積割合でデザイン3bの円形領域に含まれる。設けられたホログラム1は、観察者及び／又はセンサによって、2つの文字又は文字列「UT」の形状で検出可能なモチーフ240を有する。特に、図10aに示されたように、例えば、拡散照明の下で非コリメート光により照明されたとき、モチーフ240が検出可能ではないように、ホログラムが設けられる。一方、設けられたホログラムがコリメート光源、例えば、スマートフォンのLED光で照明されたとき、提供されたモチーフ「UT」は、図10bに示されたように現れる。

40

【0246】

特に、1つ以上の第1ゾーンにおける仮想全電磁界は、それぞれの場合において、1つ以上の第1仮想モデルの仮想電磁界に基づいて計算することが可能であり、及び／又は、

50

1つ以上の第2ゾーンにおける仮想全電磁界は、それぞれの場合において、1つ以上の第2仮想モデルの仮想電磁界に基づいて計算することが可能である。その結果、特に、非コリメート光により好ましくは拡散照明の下で照明されたとき、特に、1つ以上のゾーン、第1ゾーン及び／又は第2ゾーンの曲率に従って1つ以上の第1仮想モデルに割り当てられた1つ以上の第1モチーフ、及び／又は、1つ以上の第2仮想モデルに割り当てられた1つ以上の第2モチーフは、観察者及び／又はセンサにとって検出可能ではない、及び／又は、特に、コリメート光により照明されたとき、好ましくはLED光で照明されたとき、特に好ましくはスマートフォンのLED光で照明されたとき、観察者及び／又はセンサにとって検出可能である。

【0247】

さらに、1つ以上の第1ゾーンにおける仮想全電磁界は、それぞれの場合において、1つ以上の第1仮想モデルの仮想電磁界に基づいて計算することが可能であり、及び／又は、1つ以上の第2ゾーンにおける仮想全電磁界は、それぞれの場合において、1つ以上の第2仮想モデルの仮想電磁界に基づいて計算することが可能である。その結果、1つ以上の第1仮想モデルに割り当てられた1つ以上の第1モチーフの第1部分及び／又は1つ以上の第2仮想モデルに割り当てられた1つ以上の第2モチーフの第2部分は、特に、1つ以上のゾーン、第1ゾーン及び／又は第2ゾーンの曲率に従って基板が曲げられ又は屈曲されたとき、観察者及び／又はセンサにとって検出可能であり、及び／又は、観察者及び／又はセンサにとって、基板の平坦又は屈曲されていない又は曲げられていない状態で検出可能ではない。1つ以上の第1モチーフは、1つ以上の第1モチーフの第1部分及び／又は1つ以上の第2モチーフを備える第1全モチーフを生成し、好ましくは、1つ以上の第2モチーフの第2部分を備える第2全モチーフを生成する。

【0248】

図11は、図面の面の又は軸x及びyによる面に対して垂直に見たときのセキュリティ要素1aを示す。セキュリティ要素1aは、3つのデザイン要素3aを備える。デザイン要素3aの1つは、数字「42」及び2重枠の正方形を備え、それぞれの場合において、正方形の角において斜めに延びる線を有し、これらの線は、それぞれ、2つの枠の位置決めされた角を接続する。

【0249】

セキュリティ要素1aを垂直に見たとき、設けられたホログラム1の第1領域2aにおける三日月の形状の第1モチーフ22aと、設けられたホログラム1の第2領域2bにおける雲の形状の第2モチーフ22bとは、観察者及び／又はセンサにとって検出可能ではない。第1モチーフ22a及び第2モチーフ22bは、破線で示されており、3つのデザイン要素3aによって隠されている。

【0250】

図12は、軸yに沿って右に傾けられたときのセキュリティ要素1aを示す。第1モチーフ22a及び第2モチーフ22bは、もはや第1又は第2領域2a、2bに位置しない。第1モチーフ22aは、3つのデザイン要素3aに沿って左側に配置され、第2モチーフ22bは、3つのデザイン要素3aの下に配置される。第1モチーフ22aは、観察者及び／又はセンサにとって検出可能であり、第2モチーフ22bは、3つのデザイン要素3bによって隠され、破線によって示され、したがって、観察者及び／又はセンサにとって検出可能ではない。

【0251】

図13は、軸yに沿って左に傾けられたときのセキュリティ要素1aを示す。第1モチーフ22a及び第2モチーフ22bは、もはや第1又は第2領域2a、2bに位置しない。第1モチーフ22aは、3つのデザイン要素3aの下に位置し、第2モチーフ22bは、3つのデザイン要素3aに沿って右側に位置する。第2モチーフ22bは、観察者及び／又はセンサにとって検出可能であり、第1モチーフ22aは、3つのデザイン要素3aによって隠され、破線によって示され、したがって、観察者及び／又はセンサにとって検出可能ではない。

10

20

30

40

50

【0252】

同様に、1つ以上の3つのデザイン要素3aが設けられたホログラム1のモチーフであることが可能である。3つのデザイン要素のモチーフの遠近感又は遠近感の光学印象が、観察者及び/又はセンサにとって任意の所望の視野角で変化しないように、特に、3つのデザイン要素3aのモチーフがホログラム1の計算中に計算される。

【0253】

さらに、ホログラム1の割り当てられた高さプロファイル及び/又は1つ以上の高さプロファイル60、60a、60bを基板2の第1領域2aに組み込み、1つ以上の別の光学可変構造体63の高さプロファイルを基板2の第2領域2bに組み込むことが可能である。

10

【0254】

特に、第2領域2b及び第1領域2aは、少なくとも部分的に重なり合う。第1領域2a及び/又は第2領域2bは、好ましくは、1つのコピーレント領域又は複数の非コピーレント領域からなる。

【0255】

第1領域2aは、好ましくは、第2領域2bと重ならない。第1領域2a及び第2領域2bは、好ましくは互いに隣接して配置されるか、又は、さらに好ましくは互いに入れ子になって配置される。例えば、第1領域2aは第2領域2bを囲むか、又は、第2領域2bは第1領域2aを囲む。

20

【0256】

図14及び図15は、図7に示されたセキュリティ文書1bを斜視図で示す。セキュリティ文書1bは、設けられたホログラム1を有するセキュリティ要素1aを備える。

【0257】

図14は、セキュリティ文書1bが軸yに対して角度₁だけ傾けられたときの設けられたホログラム1の第1モチーフ222を示す。

【0258】

図15は、セキュリティ文書1bが軸yに対して角度₂だけ傾けられたときの設けられたホログラム1の第2モチーフ223を示す。

【0259】

セキュリティ文書1bの視野角及び/又は傾斜角に応じて、設けられたホログラム1の異なるモチーフが観察者及び/又はセンサにとって検出可能であるように、設けられたホログラム1は計算されることが好ましい。ここで、セキュリティ文書1bが左若しくは右又は軸yを中心に傾けられたとき、設けられたホログラムは、少なくとも2つのモチーフ若しくはモチーフのシーケンスの間又は第1モチーフ222と第2モチーフ223との間で変化若しくはフリップを表示する。

30

【0260】

例えば、図14において、セキュリティ文書1bが右に傾けられたとき、観察者及び/又はセンサは、ドル記号の形状の第1モチーフ222を検出可能である。一方、図15において、セキュリティ文書1bが傾けられたとき、観察者及び/又はセンサは、例えば、数字「5」として形成されるモチーフ223を検出可能である。第1及び/又は第2モチーフ222、223は、好ましくは、セキュリティ文書1bの同じ位置又は異なる位置に、すなわち、互いに離れて配置される。

40

【0261】

観察者及び/又はセンサは、好ましくは、セキュリティ要素1bによる面の上又は下の第1及び/又は第2モチーフ222、223を検出する。第1モチーフ222及び/又は第2モチーフ223は、セキュリティ要素1bによる面の上で検出可能であり、又は、第2モチーフ223及び/又は第1モチーフ222は、セキュリティ要素1bによる面の下で検出可能である。

【0262】

3つのデザイン要素3aは、特に好ましくは、セキュリティ要素1bによる面において

50

観察者及び／又はセンサにとって検出可能である。したがって、これらのデザイン要素 3 a は、観察者及び／又はセンサにとって光学基準を表す。

【0263】

セキュリティ文書 1 b が軸 x を中心に傾けられたとき、第 1 モチーフ 222 及び／又は第 2 モチーフ 223 は、観察者及び／又はセンサにとって検出可能である。ここで、セキュリティ文書 1 b が上向き若しくは下向き又は軸 x を中心に傾けられたとき、設けられたホログラムは、少なくとも 2 つのモチーフ若しくはモチーフのシーケンス又は第 1 及び第 2 モチーフ 222、223 の間の変化若しくはフリップを表示する。

【0264】

特に、第 1 モチーフ 222 及び／又は第 2 モチーフ 223 は、セキュリティ文書 1 b による面の上又は下で観察者及び／又はセンサにとって検出可能である。

【0265】

さらに、セキュリティ文書 1 b がセキュリティ文書 1 b による面の表面法線を中心に回転されたとき、第 1 モチーフ 222 及び／又は第 2 モチーフ 223 は、観察者及び／又はセンサにとって検出可能である。ここで、セキュリティ文書 1 b がセキュリティ文書 1 b の面で回転されたとき、設けられたホログラムは、少なくとも 2 つのモチーフ若しくはモチーフのシーケンス又は第 1 及び第 2 モチーフ 222、223 の間の変化若しくはフリップを表示する。第 1 モチーフ 222 及び／又は第 2 モチーフ 223 は、セキュリティ要素 1 b による面の下又は上で観察者及び／又はセンサにとって検出可能である。

【0266】

2 つ以上のゾーン 11 は、好ましくは、それぞれの場合において、仮想ホログラム面 10 のうちの 1 つに割り当てられ、1 つ以上のゾーン 11 における仮想全電磁界 41 は、それぞれの場合において、1 つ以上のゾーン 11 の仮想電磁界 40 に基づいて計算される。したがって、基板 2 又はセキュリティ文書 1 b が傾斜及び／又は回転されたとき、1 つ以上の仮想モデル 20 は、1 つ以上の仮想モデル 20 又は第 1 モチーフ 222 及び第 2 モチーフ 223 に割り当てられた 1 つ以上のモチーフ 22 のシーケンスとして、観察者及び／又はセンサにとって部分的又は完全に検出可能である。特に、1 つ以上のモチーフ 22 又は第 1 モチーフ 222 及び第 2 モチーフ 223 のこのシーケンスは、視差移動効果又は視差直交移動効果 (orthoparallaktischen Bewegungseffekt) を提供する。1 つ以上の仮想モデル 20 のそのようなシーケンスは、好ましくは、観察者又はセンサにとって視差移動効果と視差直交移動効果 (orthoparallaktischen Bewegungseffekt) との組み合わせを提供する。

【0267】

さらに、基板 2 又はセキュリティ文書 1 b が傾斜及び／又は回転されたとき、1 つ以上の仮想モデル 20 又は第 1 モチーフ 222 及び第 2 モチーフ 223 に割り当てられた 1 つ以上のモチーフ 22 のシーケンスとして、1 つ以上の仮想モデル 20 は、好ましくは、観察者及び／又はセンサによって部分的又は完全に検出可能である。ここで、1 つ以上のモチーフ 22 又は第 1 モチーフ 222 及び第 2 モチーフ 223 は、特に、異なる及び／又は同一の移動方向の間で異なる又は同一の移動を有する。ここで、好ましくは、1 つ以上のモチーフ 22 又は第 1 モチーフ 222 と第 2 モチーフ 223 との間の距離、特に、1 つ以上の仮想モチーフ 22 又は第 1 モチーフ 222 と第 2 モチーフ 223 との幾何学重心の間の距離と、基板 2 又はセキュリティ文書 1 b による面とは、好ましくは -50 mm ~ +50 mm の間、好ましくは -25 mm ~ +25 mm の間、特に好ましくは -15 mm ~ +15 mm の間である。

【0268】

特に、1 つ以上の第 1 ゾーン 11 a の仮想全電磁界 41 は、それぞれの場合において、1 つ以上の第 1 仮想モデル 20 a の仮想電磁界 40 に基づいて計算される。1 つ以上の第 2 ゾーン 11 b の仮想全電磁界 41 は、好ましくは、それぞれの場合において、1 つ以上の第 2 仮想モデル 20 b の仮想電磁界 40 に基づいて計算される。基板 2 又はセキュリティ文書 1 b が 1 つ以上の第 1 ゾーン 11 a の位置合わせに従って位置合わせされると、1

10

20

30

40

50

つ以上の仮想モデル 20a に割り当てられた第 1 モチーフ 222 は、好ましくは、観察者及び／又はセンサにとって部分的又は完全に検出可能になる。基板 2 又はセキュリティ文書 1b が 1 つ以上の第 2 ゾーン 11a の位置合わせに従って位置合わせされると、1 つ以上の第 2 仮想モデル 20b に割り当てられた第 2 モチーフ 223 は、好ましくは、観察者及び／又はセンサにとって部分的又は完全に検出可能になる。

【0269】

1 つ以上の仮想モデル 20 に割り当てられた 1 つ以上のモチーフ、又は、第 1 モチーフ 222 及び第 2 モチーフ 223 は、好ましくは、異なる観察方向から観察者及び／又はセンサによって部分的又は完全に検出可能である。特に、モチーフ 222、又は、第 1 モチーフ 222 及び第 2 モチーフ 223 は、異なる観察方向から観察されたとき、ドット又はストリップのグリッド、特に、線状バーコード又は 2D バーコード、好ましくは、QR コードを形成するように構成される。ここで、1 つ以上のドット又は 1 つ以上のストリップは、好ましくは、それぞれの場合において、基板 2 又はセキュリティ文書 1b による面から異なる距離で配置され、特に、基板 2 又はセキュリティ文書 1b による面の上及び／又は下及び／又は内部に配置される。

10

【0270】

図 16 及び図 17 は、図 7 に示されたセキュリティ文書 1b の斜視図である。セキュリティ文書 1b は、設けられたホログラム 1 を有するセキュリティ要素 1a を備える。

【0271】

図 16 は、セキュリティ文書 1b が平坦に位置合わせされたときの設けられたホログラム 1 の第 1 モチーフ 224 を示す。

20

【0272】

図 17 は、セキュリティ文書 1b が 2 次元曲線 K に沿って曲げられ又は屈曲されたときの設けられたホログラム 1 の第 2 モチーフ 225 を示す。

【0273】

第 1 モチーフ 224 は \$ 記号として形成され、第 2 モチーフ 225 は数字「5」として形成される。

【0274】

特に、2 次元曲線 K の幾何学形状は、設けられたホログラム 1 の計算中に使用される仮想ホログラム面 10 の幾何学形状に対応する。1 つ以上のゾーン 11 における 1 つ以上の仮想ホログラム面 10 の幾何学形状は、それぞれの場合において、円柱セグメントの側面又は自由曲面に対応する。

30

【0275】

1 つ以上のゾーン 11 における 1 つ以上の仮想ホログラム面 10 は、好ましくは、所定の曲率を有する。ここで、仮想ホログラム面 10 は、特に、異なる方向に異なる曲率を有する。1 つ以上のゾーン 11 における仮想全電磁界 41 は、好ましくは、1 つ以上の仮想モデル 20a のうちの 1 つ以上の第 1 仮想電磁界 40 に基づいて、それぞれの場合において、計算される。これにより、基板 2 又はセキュリティ文書 1b が 1 つ以上のゾーン 11 の曲率に従って曲げられ又は屈曲されたとき、設けられたホログラム 1 は、観察者及び／又はセンサにとって部分的又は完全に検出可能になる。特に、基板 2 又はセキュリティ文書 1b が 1 つ以上のゾーン 11 の曲率に従って曲げられ又は屈曲されたとき、1 つ以上の第 1 仮想モデル 20a 又は第 1 モチーフ 224 及び第 2 モチーフ 225 に割り当てられた 1 つ以上の第 1 モチーフ 22a は、観察者又はセンサにとって部分的又は完全に検出可能になる。

40

【0276】

平面用にデザインされた設けられたホログラム 1 を各点 (x_h、y_h) から見たとき、特に、1 つ以上の屈曲ホログラム面は、位置に依存する角度で観察者の目及び／又はセンサに当たる。

【0277】

図 18 は、光源 72 により照明され、特に、反射光により照明される設けられたホログ

50

ラム 1 を備えるセキュリティ文書 1 b を示す。ホログラム 1 からの光は、観察者 7 0 の目に対する角度 α_1 、 α_2 、 α_3 によって特徴付けられる特定の伝播方向 4 4 を有する。

【0278】

図 19 は、図 18 に示されたセキュリティ文書 1 b を示す。セキュリティ文書 1 b は、軸 y を中心に屈曲される。その結果、光の伝播方向 4 4 は、角度 α_1 、 α_2 、 α_3 とは異なる角度 β_1 、 β_2 、及び、 β_3 によって特徴付けられる。

【0279】

図 19 に示された例えはセキュリティ文書 1 b のような曲面に対して設けられたホログラム 1 の計算中、仮想ホログラム面は、その曲面に応じた曲率を有する仮想ホログラム面によってシミュレーションされる。

10

【0280】

図 20 は、3 つの仮想ホログラム面 10 a、10 b、10 c を示す。仮想ホログラム面 10 a は凹曲率を有し、仮想ホログラム面 10 c は凸曲率を有する。

【0281】

特に、2 つ以上の仮想ホログラム面 10 a、10 b、10 c は、それぞれの場合において、1 つ以上のゾーン 11 を有する。

【0282】

仮想ホログラム面 10 a、10 b、10 c は、特に、それらの位置合わせ、位置決め、寸法、及び／又は、曲率に関して異なり、それぞれのゾーン 11 における仮想ホログラム面 10 a、10 b、10 c は、それらの位置合わせ、位置決め、寸法、及び／又は、曲率に関して異なる。

20

【0283】

1 つ以上のゾーン 11 における 1 つ以上の仮想ホログラム面 10 a、10 b、10 c は、好ましくは、少なくとも基準方向 x 又は y に沿ってゼロとは異なる曲率を有する。1 つ以上の仮想ホログラム面 10 a、10 b、10 c は、好ましくは、局所曲率を有する。ここで、局所曲率に割り当てられた曲率半径は、特に、5 mm ~ 50 mm の間、好ましくは 10 mm ~ 30 mm の間である。局所曲率は、特に、円形セグメントの形状、又は、放物線セグメントの形状であってもよい。

【0284】

図 21 は、文字「B」の形状のモチーフ 226 を有する設けられたホログラム 1 を備える平坦なセキュリティ要素 1 a の写真を示す。セキュリティ要素 1 a は、軸 x 及び y に沿って延在する。

30

【0285】

図 22 は、設けられたホログラム 1 を有する図 21 に示されたセキュリティ要素 1 a を示す。セキュリティ要素 1 a は、0.75 インチの曲率半径で軸 y に沿って曲げられ、モチーフ 226 に加えて、それぞれの場合において、文字「A」又は「C」の形状のモチーフ 227 及び 228 をさらに有する。モチーフ 226 は、図 22 において、y 方向の曲率のためわずかに圧縮される。フリップ効果がもたらされ、モチーフ 226 は、モチーフ 227 及び 228 によってセキュリティ要素 1 a の屈曲状態で完成される（「画像完成」）。

40

【0286】

仮想ホログラム面からのモチーフ 226 の距離及びモチーフ 226 の場合の角度 α は、それぞれ、10 mm、 $\pm 10^\circ$ （x 方向に沿った視野方向）及び $\pm 15^\circ$ （y 方向に沿った視野方向）である。

【0287】

仮想ホログラム面からのモチーフ 227、228 の距離及びモチーフ 227、228 の場合の角度 α は、それぞれ、10 mm、 $\pm 8^\circ$ （x 方向に沿った視野方向）及び $\pm 8^\circ$ （y 方向に沿った視野方向）である。

【0288】

軸 y に沿って圧縮されたモチーフ 226 は、セキュリティ要素 1 a の曲げにより、別の

50

モチーフ 227 と 228 との間で検出可能である。セキュリティ文書 1a をセキュリティ文書 1a の平坦な状態で垂直に見たとき、モチーフ 227 及び 228 は、観察者及び/又はセンサによって検出可能ではない。

【0289】

設けられたホログラム 1 の計算中は、好ましくは、2つ以上の仮想モデル 20 が設けられている。ここで、特に、2つ以上の仮想モデル 20 のそれぞれは、仮想ホログラム面 10a、10b、10c の1つに割り当てられる。割り当てられた仮想モデル 20 の1つ以上の仮想光源 30 からの1つ以上の仮想電磁場 40 は、好ましくは、それぞれの仮想ホログラム面 10a、10b、10c の1つ以上のゾーン 11 において計算される。

【0290】

特に、設けられたホログラム 1 の計算中、観察者及び/又はセンサによって設けられたホログラム 1 の検出中に、後に生じるモチーフの起こり得る歪みは、事前に補償される。モチーフは、対応して伸張又は圧縮される。

【0291】

特に、モチーフ 226、227、228 を備える1つ以上のゾーン 11 の曲率に従って基板 2 又はセキュリティ要素 1a が曲げられ又は屈曲されたとき、1つ以上のモチーフ 226、227、228 は、観察者及び/又はセンサにとって、好ましくは、基板 2 又はセキュリティ要素 1a による面の上及び/又は下及び/又は内部で完全に検出可能である。具体的には、1つ以上のモチーフ 226、227、228 と、基板 2 又はセキュリティ要素 1a による面との間の距離は、-50mm ~ +50mm の間、好ましくは -25mm ~ 20 +25mm の間、特に好ましくは -15mm ~ +15mm の間である。

【0292】

ゾーン 11a のうち1つ以上の第1ゾーンにおける2つ以上の仮想ホログラム面 10a、10b、10c は、さらに好ましくは、ゾーン 11b のうち1つ以上の第2ゾーンにおける曲率及び/又は位置合わせとは異なる曲率及び/又は位置合わせを有する。特に、1つ以上の第1及び第2ゾーン 11a、11b の仮想全電磁界 41 は、それぞれの場合において、1つ以上の仮想モデル 20a、20b の第1又は第2仮想電磁界 40 に基づいて計算される。これは、基板 2 又はセキュリティ要素 1a が1つ以上の第1又は第2ゾーン 11a、11b の曲率に従って曲げられ又は屈曲されたとき、又は、第1又は第2ゾーン 11a、11b の位置合わせに従って位置合わせされたとき、設けられたホログラム 1 が、観察者及び/又はセンサにとって部分的又は完全に検出可能であるようなものである。

【0293】

1つ以上の第1ゾーン 11a の仮想全電磁界 41 は、好ましくは、それぞれの場合において、1つ以上の第1仮想モデル 20a の仮想電磁界 40 に基づいて計算される。1つ以上の第2ゾーン 11b における仮想全電磁界 41 は、好ましくは、それぞれの場合において、1つ以上の第2仮想モデル 20b の仮想電磁界 40 に基づいて計算される。ここで、基板 2 又はセキュリティ要素 1a が1つ以上の第1ゾーン 11a の曲率に従って曲げられ又は屈曲されたとき、第1仮想モデル 20b に割り当てられたモチーフ 226 は、観察者及び/又はセンサにとって部分的又は完全に検出可能になる。特に、2つの第2仮想モデル 20b に割り当てられたモチーフ 227 及び 228 は、基板 2 又はセキュリティ要素 1a が1つ以上の第2ゾーン 11 の曲率に従って曲げられ又は屈曲されたとき、観察者及び/又はセンサにとって部分的又は完全に検出可能になる。

【0294】

1つ以上のモチーフ 226、227、228 は、設けられたホログラム 1 の光学センサ及び/又は人間の観察者によって検出可能であることが好ましい。モチーフ 226 は第1仮想モデル 20a に割り当てられ、モチーフ 227、228 は第2仮想モデル 20b に割り当てられる。

【0295】

基板 2 又はセキュリティ要素 1a が平坦に配置されている又は屈曲されていないとき、第1量のモチーフ 226 からの1つのモチーフは、観察者及び/又はセンサにとって検出

可能であり、及び／又は、基板 2 又はセキュリティ要素 1 a がゾーン 1 1 の 1 つ以上の仮想ホログラム面 1 0 a、1 0 b、1 0 c の曲率に従って曲げられ又は屈曲されているとき、第 2 量のモチーフ 2 2 7、2 2 8 からの 2 つ以上のモチーフは、観察者及び／又はセンサにとって部分的又は完全に検出可能である。第 1 量のモチーフ 2 2 6 からのモチーフ及び第 2 量のモチーフ 2 2 7、2 2 8 からのモチーフは、好ましくは、部分的又は完全に異なる。

【 0 2 9 6 】

基板 2 又はセキュリティ要素 1 a が傾斜及び／又は回転されたとき、第 3 量のモチーフ 2 2 6 からの 1 つのモチーフは、好ましくは、観察者及び／又はセンサによって部分的又は完全に検出可能な視差移動効果を提供し、及び／又は、基板 2 又はセキュリティ要素 1 a が傾斜及び／又は回転されたとき、第 4 量のモチーフ 2 2 7、2 2 8 からの 1 つ又は 2 つのモチーフは、観察者及び／又はセンサによって検出可能な視差防止又は視差直交移動効果 (orthoparallaktischen Bewegungseffekt) を提供する。特に、第 3 量のモチーフ 2 2 6 からのモチーフ及び第 4 量のモチーフ 2 2 7、2 2 8 からのモチーフは、部分的又は完全に異なる。

10

【 0 2 9 7 】

第 5 量のモチーフ 2 2 6 からの 1 つのモチーフは、好ましくは、第 6 量のモチーフ 2 2 7、2 2 8 からの 1 つ又は 2 つのモチーフから同じ空間距離又は異なる空間距離を有する。第 5 量のモチーフ 2 2 6 からのモチーフ及び第 6 量のモチーフ 2 2 7、2 2 8 からのモチーフは、好ましくは部分的又は完全に異なる。

20

【 0 2 9 8 】

第 7 量のモチーフ 2 2 6 からの 1 つのモチーフ及び／又は第 8 量のモチーフ 2 2 7、2 2 8 からの 1 つ又は 2 つのモチーフは、さらに好ましくは互いに完全又は部分的に重なり、及び／又は、互いに空間的に完全又は部分的に離れる。特に、第 7 量のモチーフ 2 2 6 のモチーフと、第 8 量のモチーフ 2 2 7、2 2 8 からのモチーフとは、部分的又は完全に異なる。

30

【 0 2 9 9 】

図 2 3 は、設けられたホログラム 1 を有する平坦なセキュリティ要素 1 a の写真を示す。設けられたホログラム 1 は、モチーフ 2 9 9 を備える。モチーフ 2 9 9 は、飛行中の鳥として形成され、曲がった状態にデザインされている。写真に見られるように、鳥 2 9 2 a の一部のみが認識可能である。したがって、モチーフ 2 2 9 は、観察者及び／又はセンサにとって完全には現れない。

30

【 0 3 0 0 】

図 2 4 は、図 2 3 に示されたセキュリティ要素 1 a を曲げた状態での写真を示す。ここで、モチーフ 2 2 9 は完全に認識可能である。

【 0 3 0 1 】

設けられたホログラム 1 は、仮想ホログラム面 1 0 からのモチーフ 2 2 9 の距離と、角度 によって決定される立体角とを適切に選択することによって計算される。その結果、観察者及び／又はセンサにとって、セキュリティ要素 1 a の平坦な状態におけるモチーフ 2 2 9 は、特に狭いストリップとして部分的に検出可能であり、モチーフ 2 2 9 は、完全には検出できない。

40

【 0 3 0 2 】

仮想屈曲ホログラム面からのモチーフ 2 2 9 の距離及び角度 は、それぞれ、1 0 mm、± 8 ° (x 方向に沿った視野方向) 及び ± 8 ° (y 方向に沿った視野方向) である。ホログラム面の曲率半径は 0 . 7 5 インチである。

【 0 3 0 3 】

角度 が小さく仮想ホログラム面 1 0 からのモチーフ 2 2 9 の距離が大きいほど、セキュリティ要素 1 a の平坦な状態で既に検出可能なモチーフ 2 2 9 の領域が小さくなることが研究によって示されている。これにより、観察者及び／又はセンサにとって、モチーフ 2 2 9 は、曲げプロセス中、セキュリティ要素 1 a による面から離れているように見え、

50

完全なモチーフ 229 は、セキュリティ要素 1a の曲げられた状態でセキュリティ要素 1a による曲げられた面の上又は下に浮いているように見えるという効果が達成される。

【0304】

角度 は、好ましくは、観察者及び／又はセンサが設けられたホログラム 1 を検出する立体角を規定する。特に、設けられたホログラムは、観察者及び／又はセンサが最初に特定の角度及び／又は 1 つ以上の角度範囲で設けられたホログラム 1 を検出するように計算される。角度 は、好ましくは、 $30^\circ \pm 25^\circ \sim 65^\circ \pm 25^\circ$ 、さらに好ましくは $20^\circ \pm 15^\circ \sim 75^\circ \pm 15^\circ$ 、特に好ましくは $10^\circ \pm 5^\circ \sim 85^\circ \pm 5^\circ$ の範囲にある。角度 は、好ましくは、最大立体角と、仮想ホログラム面及び／又はセキュリティ要素 1a 及び／又はセキュリティ文書 1b による面との間の角度に関係する。

10

【0305】

図 25 は、設けられたホログラム 1 を有するセキュリティ要素 1a の断面図を示す。方向 45 に沿って垂直に入射した光は、観察者 70 の目に向けて方向 44 に沿って伝搬するように、設けられたホログラム 1 で反射される。

【0306】

図 26 は、設けられたホログラム 1 を有するセキュリティ要素 1a の断面図を示す。ここで、方向 45 に沿った入射光は、設けられたホログラム 1 によって反射されて反対方向 44 に観察者 70 の目に入射する。

20

【0307】

1 つ以上のモチーフは、好ましくは、観察者 70 及び／又はセンサによって、立体角の 1 つ以上の範囲、特に、立体角の全範囲で完全に又は部分的に検出可能である。立体角の 1 つ以上の範囲は、特に、仮想ホログラム面 10 の表面法線、特に、平均表面法線を中心に対称又は非対称に配置される。立体角の 1 つ以上の範囲は、割り当てられた仮想ホログラム面 10 のそれぞれの表面法線、特に、平均表面法線に対して、特に、 $0^\circ \sim 30^\circ$ の角度範囲、好ましくは $0^\circ \sim 20^\circ$ の角度範囲、特に好ましくは $0^\circ \sim 15^\circ$ の角度範囲である。

【0308】

表面レリーフ、例えば、フレネル自由曲面を備える設けられたホログラム 1 は、グリッドを形成することができる。ここで、観察者及び／又はセンサによって検出可能な同じモチーフが、ホログラム及び表面レリーフにおいて同じ寸法で提供されることが好ましい。例えば、モチーフは、例えば、マッターホルンのような山の景観であり得る。2 つの効果の格子化によって提供される組み合わせは、特に、それぞれの光学外観がホログラム又は表面レリーフによってのみ提供される場合よりも、観察者及び／又はセンサにとってより複雑な光学外観を提供する。このような組み合わせは、セキュリティ要素又はセキュリティ文書の偽造が実質的により難しくなる。

30

【0309】

さらに、表面レリーフを備える設けられたホログラム 1 を完成させることができある。その結果、このようにして生成されたモチーフは、光学的に静止及び動的な領域を有する。例えば、ライオンの本体は、モチーフの第 1 部分として、表面レリーフとして、例えば、フレネル自由曲面として形成することができ、ライオンの頭は、モチーフの第 2 部分として、設けられたホログラムとして形成することができる。ライオンのモチーフを有するセキュリティ要素を傾けたとき、モチーフの第 1 部分は、光学的に静止又は略静止であり、モチーフの第 2 部分は、移動効果をもたらす。

40

【0310】

図 27 は、設けられたホログラム 1 の計算中の方法ステップを示す。仮想モデル 201 は、その面に仮想光源 300、301、特に、点光源を有する。光源は、仮想ホログラム面 10d の同一のゾーン 11a、11b に立体角 ω_1 及び ω_2 でそれぞれ仮想電磁界を放射する。

【0311】

図 28 は、透過光における観察者 70 による設けられたホログラム 1 のモチーフ 230

50

の観察を示す。ここで、ホログラム面 10e 又は基板 2 による面は、観察者 70 とモチーフ 230 との間に配置される。光源 72 は、ホログラム面 10e 又は基板 2 による面に向かう伝搬方向 44 に沿って、観察者 70 の目に光を出射する。ここで、観察者 70 の目とホログラム面 10e 又は基板 2 による面との間の距離は、好ましくは、25 cm ~ 30 cm の間である。

【0312】

基板が観察者 70 の目の前に 25 cm ~ 30 cm の間の距離で配置されていると、モチーフ 230 は、好ましくは、観察者 70 にとって透過光で完全に検出可能である。この光学的効果は、「鍵穴効果」に類似している。観察者の目が鍵穴にできる限り近接して配置されているときのみ、鍵穴を通して観察される部屋は完全に検出可能になる。

10

【0313】

光の入射と観察者又はセンサが設けられたホログラム 1 を検出する視野角との間の差が小さいと、設けられたホログラム 1 は、観察者及び / 又はセンサによって検出されたとき、無彩色、特に、白色に見えることが研究によって示されている。設けられたホログラム 1 を、例えば、基板 2 による表面法線に対して垂直又は平行な方向から見ると、及び、照明角度が基板 2 による面に対して 30° を超えると、色収差が生じる。ここで、設けられたホログラム 1 に割り当てられたモチーフ又はモチーフのエッジ領域は、特定の色で現れ、中央領域は、好ましくは白であるが、ぼやけて現れる。

【0314】

基板 2 による面に対する視野角が 38° ~ 42° の間であると、割り当てられたモチーフは、観察者及び / 又はセンサによって検出されたとき、サイズに応じて単色又は虹色に見えることがさらなる研究によって示されている。特に、観察者又はセンサのためのモチーフの色は、視野角の大きさに依存する。

20

【0315】

基板 2 による面を垂直に見たとき、例えば、1つ以上の仮想モデル 20 に割り当てられた1つ以上のモチーフ 22 は白く見える。特に、モチーフ 22 は、440 nm ~ 460 nm の光の入射角に対して 30° ~ 34° の視野角で青色、530 nm ~ 550 nm の波長を有する光の入射角に対して 38° ~ 42° の視野角で緑色、及び / 又は、640 nm ~ 660 nm の波長の光の入射角に対して 9つの 50° ~ 53° の視野角で赤色に検出可能である。

30

【0316】

基板 2 が傾斜及び / 又は回転されたとき、1つ以上の仮想モデル 20 に割り当てられた1つ以上のモチーフ 22 の色及び / 又は色は、さらに好ましくは、変化及び / 又は変化する。

【0317】

点光源で照明され、観察者及び / 又はセンサによって検出されたとき、このようにして設けられたホログラム 1 のモチーフ 22 は、色の結像誤差が生じないことから高い画像鮮明度を有する。

【0318】

例えば、モチーフとして、文字「A」は、そのように設けられたホログラム 1 が左に水平に傾けられたときに検出可能であり、文字「B」は、それが上に傾けられたときに検出可能であり、文字「C」は、それが右に傾けられたときに検出可能である。別の例として、このようにして設けられたホログラム 1 は、別の設けられたホログラム 1 と組み合わせることができる。その結果、このようにして設けられたホログラム 1 に割り当てられたモチーフ 22 は、基板 2 による面に対して 40° の視野角で有色に検出され、別の設けられたホログラム 1 に割り当てられたモチーフは、直接反射光の角度範囲において白色に検出可能である。

40

【0319】

図 29 は、設けられたホログラム 1 の計算中の方法ステップを示す。仮想モデルは、仮想ホログラム面 10f に光を出射する仮想光源 300、301 を有する。図 29 は、さら

50

に、全てのゾーンの投影光が通過しなければならない細長い鍵穴を備える開口の使用を示す。したがって、垂直方向の視差（レインボー ホログラムに一般的である）は制限されるが、他の方向の視差は制限されない。

【0320】

設けられたホログラム1に割り当てられた1つ以上モチーフ22は、好ましくは、観察者及び／又はセンサにとって本来の色に検出可能である。ここで、特に、1つ以上の仮想モデル20に割り当てられたモチーフ22は、第3仮想モデルの少なくとも1つの赤色モチーフ、第4仮想モデルの少なくとも1つの緑色モチーフ、及び、第5仮想モデルの少なくとも1つの青色モチーフから本来の色の画像を形成するように構成される。ここで、設けられたホログラム1が検出可能であるシミュレーションされた視野角及び／又は立体角は、特に、同一である。このような方法で計算された設けられたホログラム1は、好ましくは、本来の色のホログラムとも呼ばれる。

10

【0321】

対応して割り当てられた第1、第2、及び、第3仮想モデルの少なくとも1つの赤色、少なくとも1つの緑色、及び／又は、少なくとも1つの青色モチーフの強度は、好ましくは、入射光のスペクトルの進行及び／又は人間の目の応答関数の進行に従って、それぞれの場合において、重み付けされる。

【0322】

本来の色のホログラムが特定の軸を中心に傾斜及び／又は回転されたとき、観察者及び／又はセンサによって検出可能なわずかな強い色の歪み又は色の変化が発生することが可能である。ここで、特に、割り当てられたモチーフは偽色に現れる。光の入射角が基板2による面に対してより大きくなるように与えられると、色の安定性がより良好であることが研究によって示されている。

20

【0323】

設けられたホログラム1及び／又は本来の色のホログラムを備えるセキュリティ要素1aを有する紙幣及び／又は識別書類は、好ましくは、観察者及び／又はセンサによって、基板2による面に対して30°～45°の照明角度で検出される。特に、70°を超える照明角度は、ここでは、非常に不自然である。

【符号の説明】

【0324】

30

1 ホログラム

1 a セキュリティエレメント

1 b セキュリティ文書

2 基板

2 a 第1領域

2 b 第2領域

2 c 後領域

2 d 外側領域

3 デザイン要素

3 a デザイン要素

40

3 b デザイン

1 0 仮想ホログラム面

1 0 a 仮想ホログラム面

1 0 b 仮想ホログラム面

1 0 c 仮想ホログラム面

1 0 d 仮想ホログラム面

1 0 e 仮想ホログラム面

1 0 f 仮想ホログラム面

1 1 ゾーン

1 1 a 第1ゾーン

50

1 1 b	第 1 ゾーン	
2 0	仮想 モデル	
2 0 0	仮想 モデル	
2 0 1	仮想 モデル	
2 0 a	第 1 仮想 モデル	
2 0 b	第 2 仮想 モデル	
2 0 c	第 3 仮想 モデル	
2 0 d	第 4 仮想 モデル	
2 0 e	第 5 仮想 モデル	
2 1	表面の部分 領域	10
2 2	モチーフ	
2 2 0	モチーフ	
2 2 1	モチーフ	
2 2 2	モチーフ	
2 2 3	モチーフ	
2 2 4	モチーフ	
2 2 5	モチーフ	
2 2 6	モチーフ	
2 2 7	モチーフ	
2 2 8	モチーフ	20
2 2 9	モチーフ	
2 2 9 a	モチーフ	
2 3 0	モチーフ	
2 4 0	モチーフ	
2 2 a	第 1 モチーフ	
2 2 b	第 2 モチーフ	
2 2 c	第 1 量の モチーフ	
2 2 d	第 2 量の モチーフ	
2 2 e	第 3 量の モチーフ	
2 2 f	第 4 量の モチーフ	30
2 2 g	第 5 量の モチーフ	
2 2 h	第 6 量の モチーフ	
2 2 i	第 7 量の モチーフ	
2 2 j	第 8 量の モチーフ	
2 2 k	赤色 モチーフ	
2 2 l	緑色 モチーフ	
2 2 m	青色 モチーフ	
3 0	仮想 光源	
3 0 0	仮想 光源	
3 0 1	仮想 光源	40
3 1	仮想 点光源	
3 2	マイクロシンボル	
3 3	仮想 基準 光源	
4 0	仮想 電磁界	
4 1	仮想 全電磁界	
4 2	基準 方向	
4 3	基準 磁界	
4 4	伝播 方向	
4 5	露光 方向	
5 0	位相 画像	50

6 0	高さプロファイル	
6 1	グレースケール画像	
6 2	割り当てられた高さプロファイル	
6 3	光学可変構造体	
6 5	セキュリティストリップ	
7 0	観察者	
7 1	センサ	
7 2	光源	
	角度	
1	角度	10
2	角度	
3	角度	
1	角度	
2	角度	
3	角度	
h 1	距離	
h 2	距離	
h 3	距離	
h 4	距離	
	立体角	20
1	立体角	
2	立体角	
N	表面法線	
1	角度	
2	角度	
K	曲線	

【図 1】

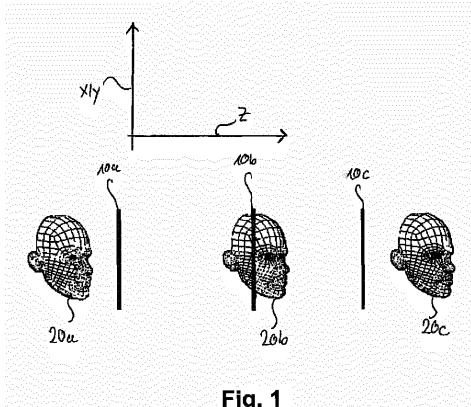


Fig. 1

【図 2】

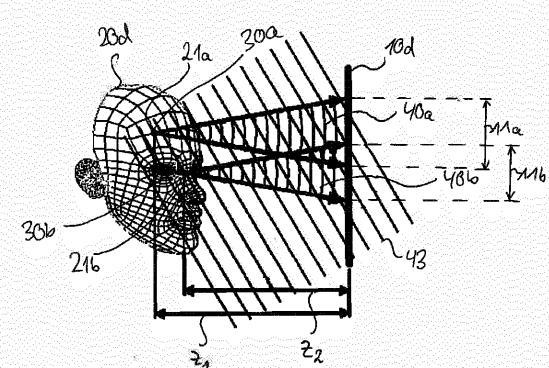


Fig. 2

【図 3】

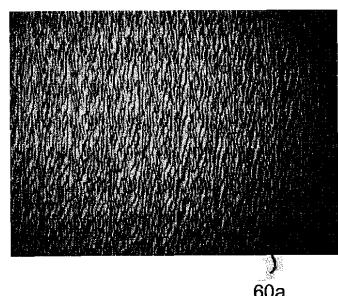


Fig. 3

【図 4】

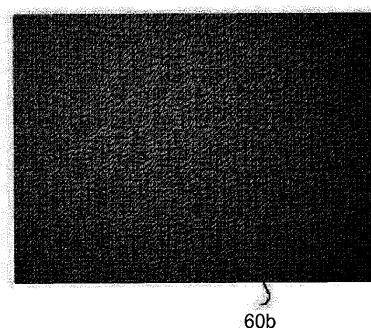


Fig. 4

【図 6】

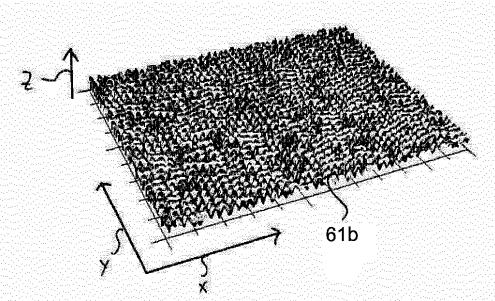


Fig. 6

【図 5】

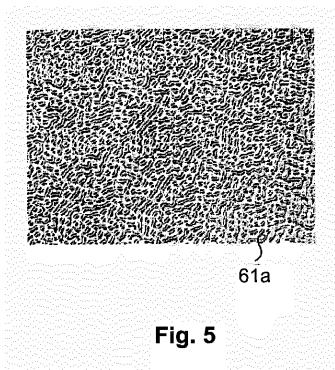


Fig. 5

【図 7】

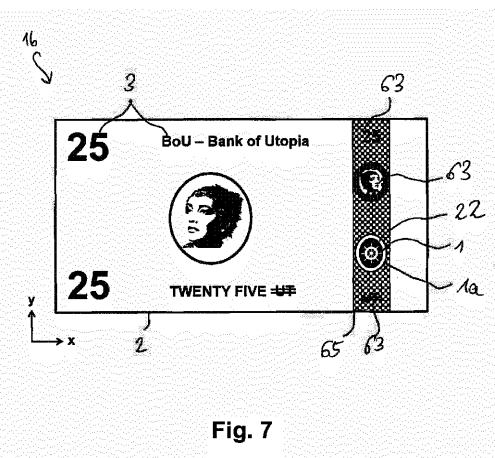


Fig. 7

【図 8】

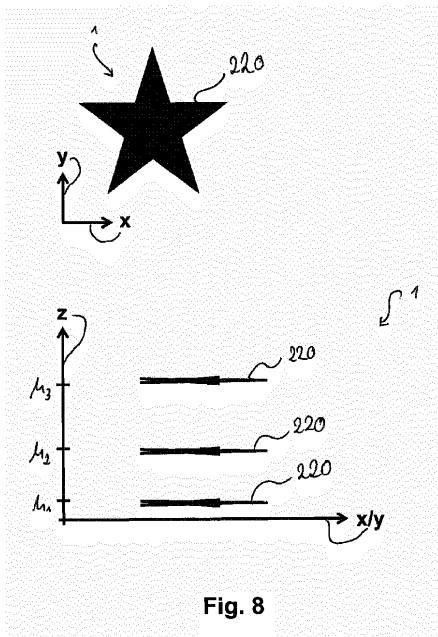


Fig. 8

【図 9】

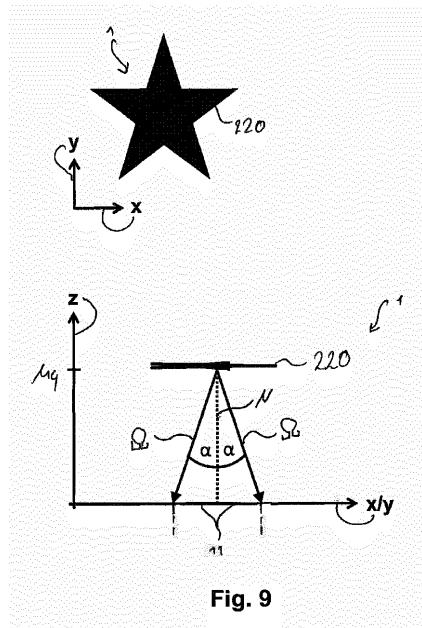


Fig. 9

【図 10】

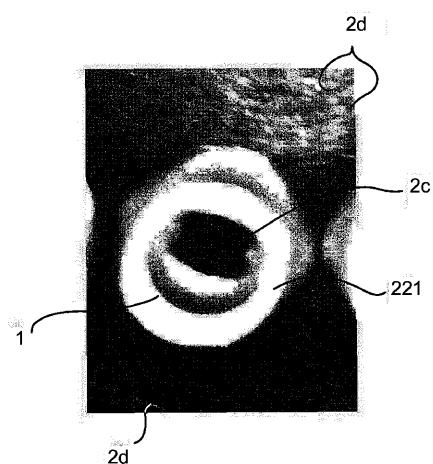


Fig. 10

【図 10a】

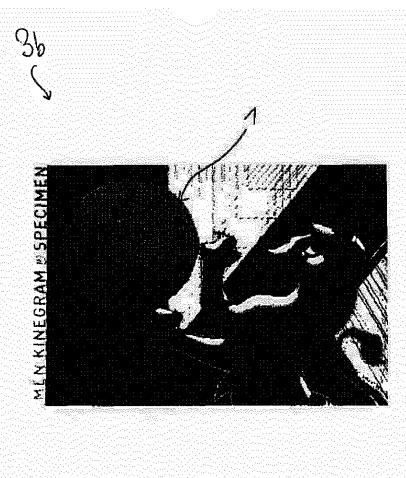


Fig. 10a

【図 10 b】

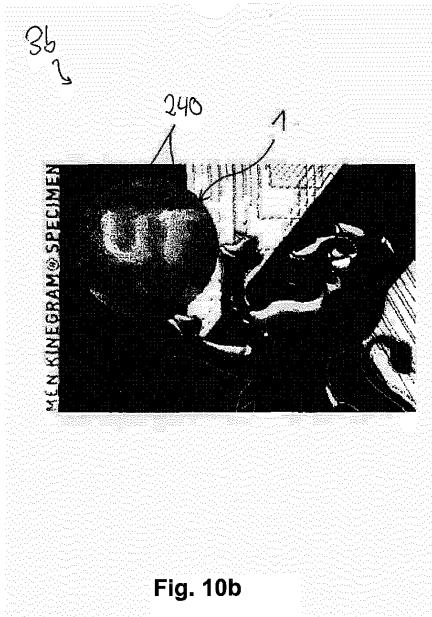


Fig. 10b

【図 11】

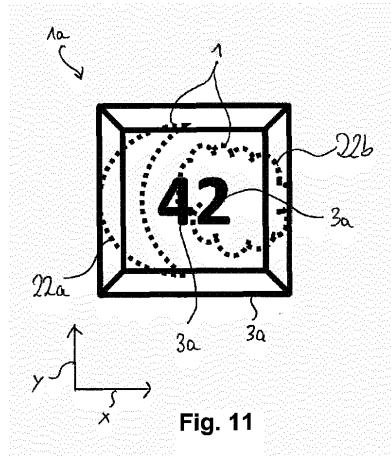


Fig. 11

【図 12】

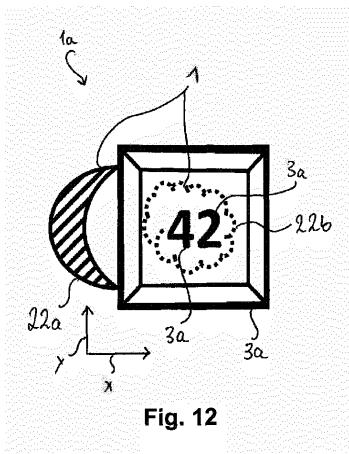


Fig. 12

【図 14】

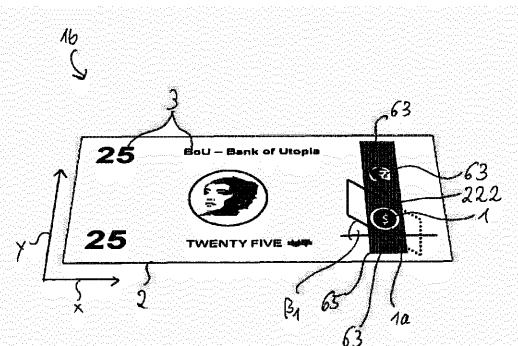


Fig. 14

【図 13】

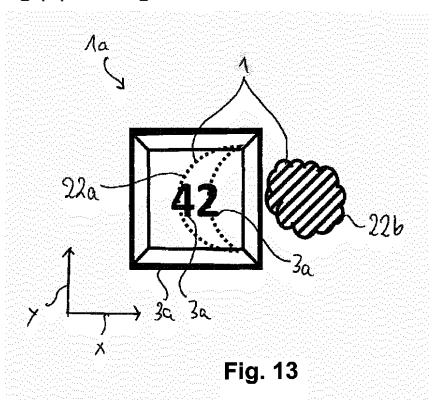


Fig. 13

【図 15】

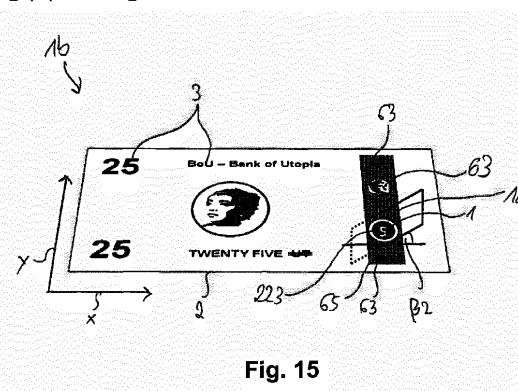


Fig. 15

【図 16】

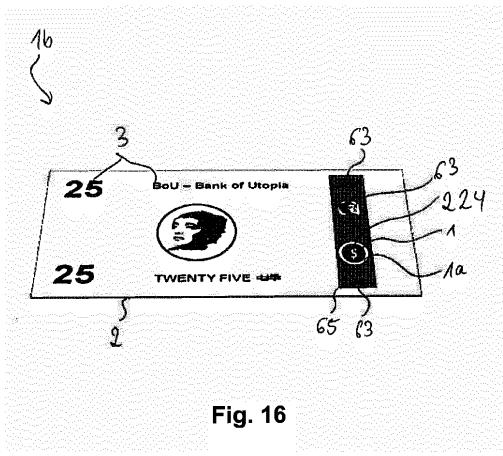


Fig. 16

【図 18】

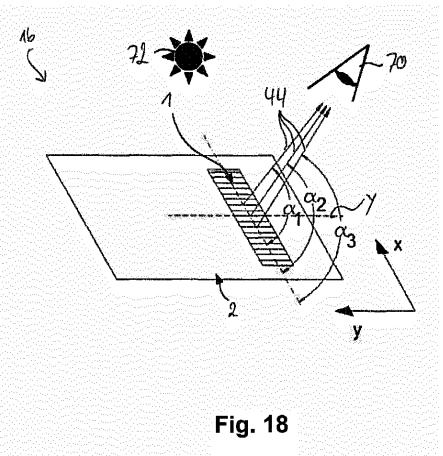


Fig. 18

【図 17】

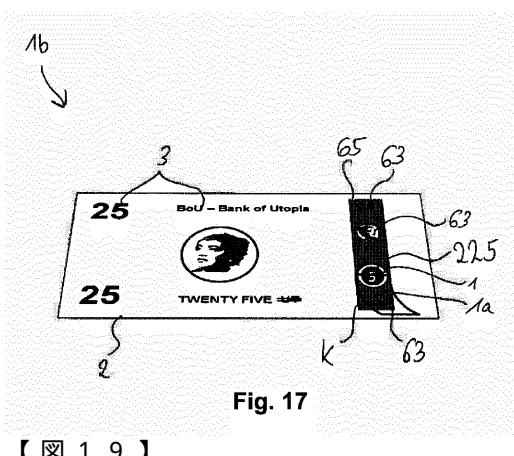


Fig. 17

【図 19】

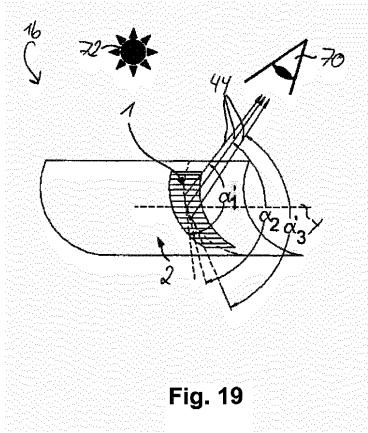


Fig. 19

【図 21】

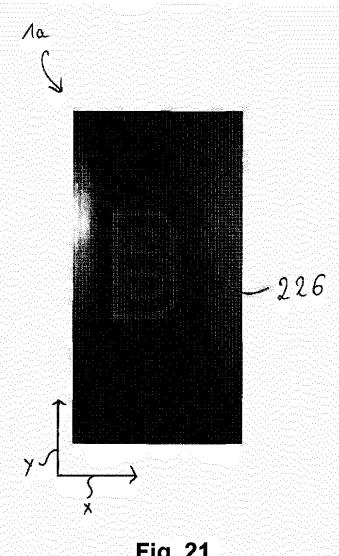


Fig. 21

【図 20】

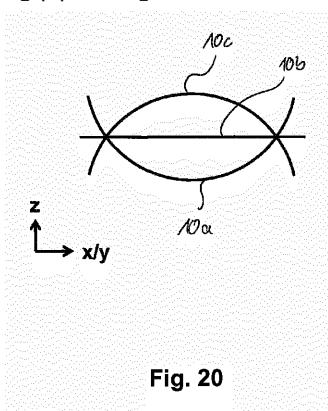


Fig. 20

【図 2 2】

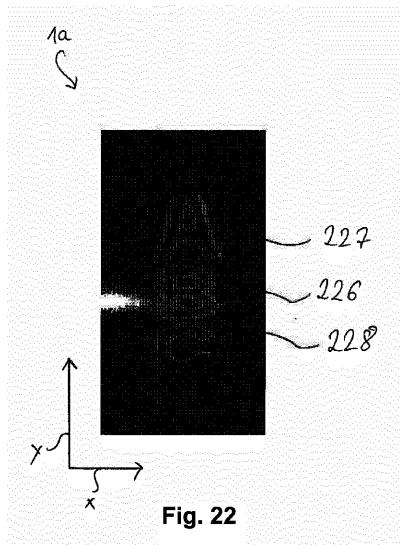


Fig. 22

【図 2 3】

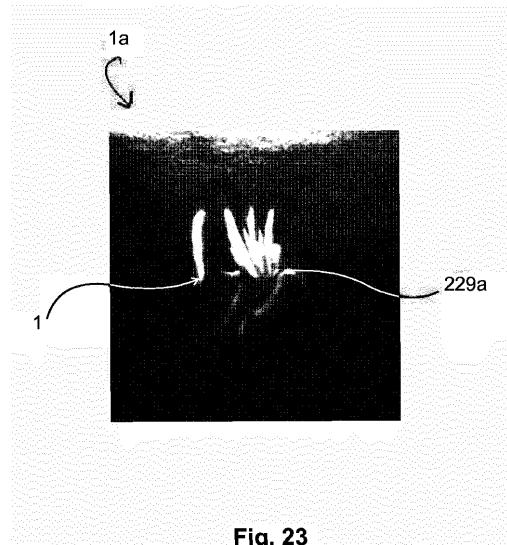


Fig. 23

【図 2 4】

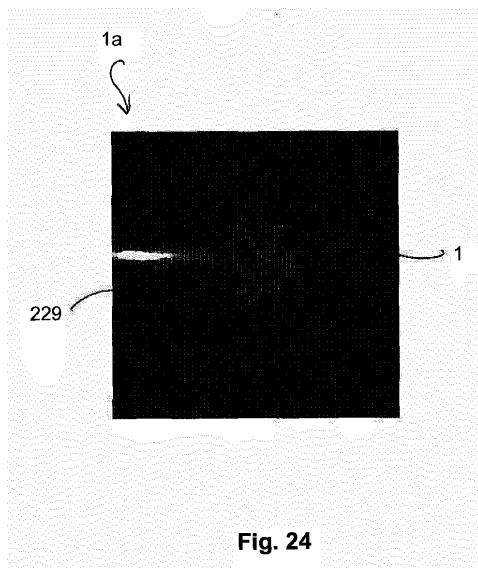


Fig. 24

【図 2 5】

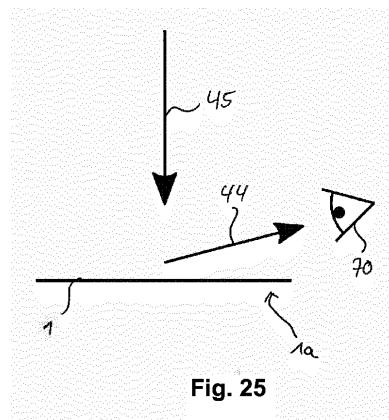


Fig. 25

【図 2 6】

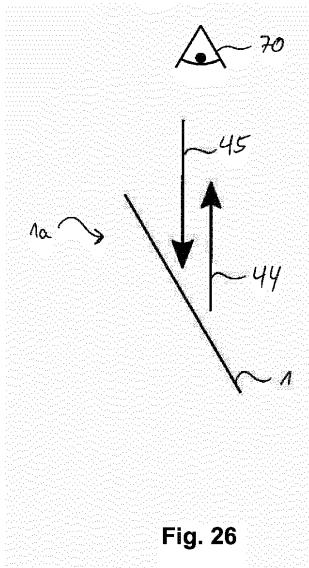


Fig. 26

【図 2 7】

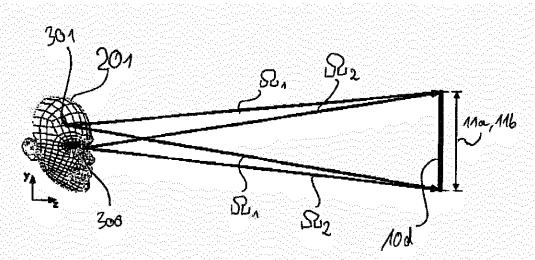


Fig. 27

【図 2 8】

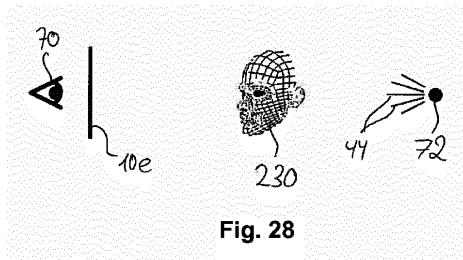


Fig. 28

【図 2 9】

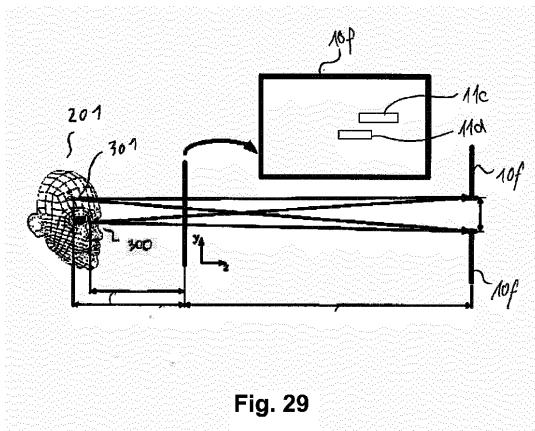


Fig. 29

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/EP2018/073904															
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G03H 1/08</i> (2006.01); <i>G03H 1/02</i> (2006.01); <i>G03H 1/20</i> (2006.01); <i>G03H 1/10</i> (2006.01); <i>G03H 1/22</i> (2006.01); <i>G03H 1/24</i> (2006.01); <i>G03H 1/28</i> (2006.01); <i>G03H 1/26</i> (2006.01); <i>G03H 1/30</i> (2006.01); <i>G03H 1/00</i> (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																	
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G03H Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched																	
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data																	
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Category*</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">X</td> <td style="text-align: left; padding: 2px;">EP 1484652 A1 (DAINIPPON PRINTING CO LTD [JP]) 08 December 2004 (2004-12-08)</td> <td style="text-align: left; padding: 2px;">1-11,14,16-21,32,35-42,48,50-55,58,67,68</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">Y</td> <td style="text-align: left; padding: 2px;">paragraphs [0001], [0002], [0045] - [0067], [0069] - [0073], [0097] - [0102]; figures 2-12, 23, 24</td> <td style="text-align: left; padding: 2px;">15,22-30,33,34, 43-47,49,59,63,64</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">A</td> <td style="text-align: left; padding: 2px;">ATHANASIA SYMEONIDOU ET AL. "Computer-generated holograms by multiple waveform recording plane method with occlusion culling" <i>OPTICS EXPRESS</i>, Vol. 23, No. 17, 14 August 2015 (2015-08-14), page 22149 DOI: 10.1364/OE.23.022149 XP055521605 paragraphs 3. and 4.</td> <td style="text-align: left; padding: 2px;">14,15,18,22-30,59</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">A</td> <td style="text-align: left; padding: 2px;">HAO ZHANG ET AL. "Computer-generated hologram with occlusion effect using layer-based processing" <i>APPLIED OPTICS</i>, WASHINGTON, DC, US, Vol. 56, No. 13, 23 March 2017 (2017-03-23), page F138 DOI: 10.1364/AO.56.00F138 ISSN: 0003-6935, XP055393015 Sections 1. to 3.</td> <td style="text-align: left; padding: 2px;">14,15,18,22-30,59</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	EP 1484652 A1 (DAINIPPON PRINTING CO LTD [JP]) 08 December 2004 (2004-12-08)	1-11,14,16-21,32,35-42,48,50-55,58,67,68	Y	paragraphs [0001], [0002], [0045] - [0067], [0069] - [0073], [0097] - [0102]; figures 2-12, 23, 24	15,22-30,33,34, 43-47,49,59,63,64	A	ATHANASIA SYMEONIDOU ET AL. "Computer-generated holograms by multiple waveform recording plane method with occlusion culling" <i>OPTICS EXPRESS</i> , Vol. 23, No. 17, 14 August 2015 (2015-08-14), page 22149 DOI: 10.1364/OE.23.022149 XP055521605 paragraphs 3. and 4.	14,15,18,22-30,59	A	HAO ZHANG ET AL. "Computer-generated hologram with occlusion effect using layer-based processing" <i>APPLIED OPTICS</i> , WASHINGTON, DC, US, Vol. 56, No. 13, 23 March 2017 (2017-03-23), page F138 DOI: 10.1364/AO.56.00F138 ISSN: 0003-6935, XP055393015 Sections 1. to 3.	14,15,18,22-30,59
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.															
X	EP 1484652 A1 (DAINIPPON PRINTING CO LTD [JP]) 08 December 2004 (2004-12-08)	1-11,14,16-21,32,35-42,48,50-55,58,67,68															
Y	paragraphs [0001], [0002], [0045] - [0067], [0069] - [0073], [0097] - [0102]; figures 2-12, 23, 24	15,22-30,33,34, 43-47,49,59,63,64															
A	ATHANASIA SYMEONIDOU ET AL. "Computer-generated holograms by multiple waveform recording plane method with occlusion culling" <i>OPTICS EXPRESS</i> , Vol. 23, No. 17, 14 August 2015 (2015-08-14), page 22149 DOI: 10.1364/OE.23.022149 XP055521605 paragraphs 3. and 4.	14,15,18,22-30,59															
A	HAO ZHANG ET AL. "Computer-generated hologram with occlusion effect using layer-based processing" <i>APPLIED OPTICS</i> , WASHINGTON, DC, US, Vol. 56, No. 13, 23 March 2017 (2017-03-23), page F138 DOI: 10.1364/AO.56.00F138 ISSN: 0003-6935, XP055393015 Sections 1. to 3.	14,15,18,22-30,59															
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.																	
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "J" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family																	
Date of the actual completion of the international search 01 February 2019		Date of mailing of the international search report 08 February 2019															
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Lutz, Christoph Telephone No.															

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/EP2018/073904
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GILLES ANTONIN ET AL. "Computer generated hologram from Multiview-plus-Depth data considering specular reflections" <i>2016 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIMEDIA & EXPO WORKSHOPS (ICMEW)</i> , IEEE, 11 July 2016 (2016-07-11), pages 1-6 DOI: 10.1109/ICMEW.2016.7574699 XP032970836 Sections 1. to 4.	14,15,18,22-30,59
Y	DE 10236891 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]) 25 March 2004 (2004-03-25) paragraph [0005] - paragraph [0030]	15,22-30,59
Y	TOMOKI YASUDA ET AL. "Computer simulation of reconstructed image for computer-generated holograms" <i>PROCEEDINGS OF SPIE</i> , 1000 20th St. Bellingham WA 98225-6705 USA, Vol. 7233, 03 February 2009 (2009-02-03), page 72330H DOI: 10.1117/12.809774 ISSN: 0277-786X, ISBN: 978-1-5106-2099-5. XP055550144 the whole document	33,34
Y	DANIELA KARTHAUS ET AL. "Design and Simulation of Computer-generated Volume Holograms for Automotive Headlamps" <i>DGAO-PROCEEDINGS</i> , 05 August 2016 (2016-08-05), pages 1-3 XP055550095 the whole document	33,34
Y	Hiroshi Yoshikawa. "Chapter 8 COMPUTER-GENERATED HOLOGRAMS FOR WHITE LIGHT RECONSTRUCTION" In: Digital Holography and Three-Dimensional Display, Springer Science, pages 235-255, 01 January 2006 (2006-01-01), ISBN: 978-0-387-31340-5. XP055550208 the whole document	33,34
Y	WO 2005038136 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]; HEIM MANFRED [DE]; HOFFMUELLER WINFRIED) 28 April 2005 (2005-04-28) page 1, line 1 - page 23, line 26; figures 1-9	43-47
Y	WO 2016113220 A1 (LEONHARD KURZ STIFTUNG & CO KG [DE]; OVD KINEGRAM AG [CH]) 21 July 2016 (2016-07-21) the whole document	43-47
Y	WO 2008095706 A1 (LEONHARD KURZ STIFTUNG & CO KG [DE]; SCHILLING ANDREAS [CH]) 14 August 2008 (2008-08-14) page 1, line 1 - page 30, line 10; figures 1-5	49
Y	US 2015224809 A1 (TOMPKIN WAYNE ROBERT [CH] ET AL) 13 August 2015 (2015-08-13) the whole document	49
Y	WO 2013023052 A1 (SABIC INNOVATIVE PLASTICS IP [NL]; CHEVERTON MARK [US]; JAIN SUMEET [U]) 14 February 2013 (2013-02-14) paragraph [0001] - paragraph [0060]; figures 1, 2	63,64
Y	EP 2676802 A1 (OVD KINEGRAM AG [CH]) 25 December 2013 (2013-12-25) paragraph [0001] - paragraph [0148]; figures 1-13	63,64

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/073904

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-11, 14, 16-21, 32, 35-42, 48, 50-55, 58, 67, 68

Algorithm using one or several virtual planes in order to calculate a phase hologram. The phase hologram is used for producing a security feature of a surface hologram.

1.1. claims: 3-5

Intensity and solid angle distribution of the light of the virtual light sources.

1.2. claims: 6-8

Virtual point light sources.

1.3. claims: 9-11

Periodic and/or random arrangement of the virtual light sources on a grid.

1.4. claims: 14, 16-21

Several virtual planes, several virtual models and several zones on the virtual planes, which can overlap.

1.5. claim: 32

Virtual reference light source.

1.6. claim: 35

Solid angle regions arranged about the surface normal.

1.7. claims: 36-39

Superimposition or rasterization of the elevation profiles for or in the substrate and minimum and maximum elevation values.

1.8. claims: 40-42

Usual methods for producing surface holograms.

1.9. claim: 48

Opaque substrate.

1.10. claim: 50

Volume hologram.

1.11. claims: 51-54

Combination of security elements.

1.12. claim: 67

Selection of special motives.

2. claims: 12, 13

Virtual light sources in the form of microsymbols.

3. claims: 15, 22-30, 59

Different alignment and/or curvature of the virtual hologram planes.

4. claims: 31, 56, 60-62

Tilting and/or rotation of the substrate of the real hologram leads to a sequence of several virtual models or motives for the observer in the form of a parallactic or ortho-parallactic movement effect.

5. claims: 33, 34

Special virtual reference fields which simulate a non-isotropic illumination of the virtual 2D or 3D model, and/or special angles with respect to the surface normal of the virtual hologram planes or special aperture angles.

6. claims: 43-47

Production of elevation profiles in a thin-film structure, such as a Fabry-Perot layer structure with semi-transparent absorber layers and/or an opaque reflection layer.

7. claim: 49

Arrangement of produced surface holograms on a window region of a product to be seen in transmitted light.

8. claim: 57

Three-dimensional barcode, the parts of which are visible in different observation directions.

9. claims: 63, 64

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/073904

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

Combination of white light reconstructions with angle and color multiplexing.

10. claims: 65, 66

Generation of a true color image by superimposition of the reconstructions of virtual motives having different colors.

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.: 1-11, 14-30, 32-55, 58, 59, 63, 64, 67, 68

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT Information on patent family members				International application No. PCT/EP2018/073904			
Patent document cited in search report		Publication date (day/month/year)		Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
EP	1484652	A1	08 December 2004	EP	1484652	A1	08 December 2004
				EP	1777596	A2	25 April 2007
				EP	1777597	A2	25 April 2007
DE	10236891	A1	25 March 2004	AU	2003266269	A1	29 March 2004
				DE	10236891	A1	25 March 2004
				EP	1532491	A1	25 May 2005
				WO	2004023220	A1	18 March 2004
WO	2005038136	A1	28 April 2005	DE	10349000	A1	19 May 2005
				EP	1682723	A1	26 July 2006
				WO	2005038136	A1	28 April 2005
WO	2016113220	A1	21 July 2016	BR	112017014159	A2	02 January 2018
				CA	2972950	A1	21 July 2016
				CN	107107648	A	29 August 2017
				DE	102015100520	A1	28 July 2016
				EP	3245073	A1	22 November 2017
				JP	2018509313	A	05 April 2018
				US	2017368864	A1	28 December 2017
WO	2008095706	A1	14 August 2008	WO	2016113220	A1	21 July 2016
				AT	502774	T	15 April 2011
				AU	2008213095	A1	14 August 2008
				CA	2677153	A1	14 August 2008
				CN	101678664	A	24 March 2010
				DE	102007057658	A1	04 June 2009
				EP	2121320	A1	25 November 2009
				JP	5350273	B2	27 November 2013
				JP	2010517820	A	27 May 2010
				RU	2009133328	A	20 March 2011
US	2015224809	A1	13 August 2015	SI	2121320	T1	31 May 2011
				US	2010084851	A1	08 April 2010
				WO	2008095706	A1	14 August 2008
				AU	2013310859	A1	19 March 2015
				CA	2882777	A1	06 March 2014
				CN	104797430	A	22 July 2015
				DE	102012108169	A1	28 May 2014
WO	2013023052	A1	14 February 2013	EP	2892729	A2	15 July 2015
				ES	2667526	T3	11 May 2018
				PT	2892729	T	25 June 2018
				US	2015224809	A1	13 August 2015
				WO	2014033324	A2	06 March 2014
				CN	103733143	A	16 April 2014
				EP	2742389	A1	18 June 2014
EP	2676802	A1	25 December 2013	US	2013038916	A1	14 February 2013
				WO	2013023052	A1	14 February 2013
EP	2676802	A1	25 December 2013	DE	102012105444	A1	24 December 2013
				EP	2676802	A1	25 December 2013

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT					Internationales Aktenzeichen PCT/EP2018/073904
A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G03H1/08 G03H1/02 G03H1/20 G03H1/10 G03H1/22 G03H1/24 G03H1/28 G03H1/26 G03H1/30 G03H1/00					
ADD. Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC					
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole) G03H					
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen					
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data					
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN					
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.			
X	EP 1 484 652 A1 (DAINIPPON PRINTING CO LTD [JP]) 8. Dezember 2004 (2004-12-08)	1-11, 14, 16-21, 32, 35-42, 48, 50-55, 58, 67, 68			
Y	Absätze [0001], [0002], [0045] - [0067], [0069] - [0073], [0097] - [0102]; Abbildungen 2-12, 23, 24	15, 22-30, 33, 34, 43-47, 49, 59, 63, 64			
	-----	-/-			
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie					
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besondere Bedeutung anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist					
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzipiell oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindenderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist					
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts			
1. Februar 2019		08/02/2019			
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Lutz, Christoph			

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2018/073904

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	ATHANASIA SYMEONIDOU ET AL: "Computer-generated holograms by multiple wavefront recording plane method with occlusion culling", OPTICS EXPRESS, Bd. 23, Nr. 17, 14. August 2015 (2015-08-14), Seite 22149, XP055521605, DOI: 10.1364/OE.23.022149 Abschnitte 3. und 4. -----	14,15, 18, 22-30,59
A	HAO ZHANG ET AL: "Computer-generated hologram with occlusion effect using layer-based processing", APPLIED OPTICS, Bd. 56, Nr. 13, 23. März 2017 (2017-03-23) , Seite F138, XP055393015, WASHINGTON, DC; US ISSN: 0003-6935, DOI: 10.1364/AO.56.00F138 Abschnitte 1. bis 3. -----	14,15, 18, 22-30,59
A	GILLES ANTONIN ET AL: "Computer generated hologram from Multiview-plus-Depth data considering specular reflections", 2016 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIMEDIA & EXPO WORKSHOPS (ICMEW), IEEE, 11. Juli 2016 (2016-07-11), Seiten 1-6, XP032970836, DOI: 10.1109/ICMEW.2016.7574699 [gefunden am 2016-09-22] Abschnitte 1. bis 4. -----	14,15, 18, 22-30,59
Y	DE 102 36 891 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]) 25. März 2004 (2004-03-25) Absatz [0005] - Absatz [0030] -----	15, 22-30,59
Y	TOMOKI YASUDA ET AL: "Computer simulation of reconstructed image for computer-generated holograms", PROCEEDINGS OF SPIE, Bd. 7233, 3. Februar 2009 (2009-02-03), Seite 72330H, XP055550144, 1000 20th St. Bellingham WA 98225-6705 USA ISSN: 0277-786X, DOI: 10.1117/12.809774 ISBN: 978-1-5106-2099-5 das ganze Dokument -----	33,34
Y	DANIELA KARTHAUS ET AL: "Design and Simulation of Computer-generated Volume Holograms for Automotive Headlamps", DGAO-PROCEEDINGS, 5. August 2016 (2016-08-05), Seiten 1-3, XP055550095, das ganze Dokument -----	33,34
		-/-

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP2018/073904

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	Hiroshi Yoshikawa: "Chapter 8 COMPUTER-GENERATED HOLOGRAMS FOR WHITE LIGHT RECONSTRUCTION" In: "Digital Holography and Three-Dimensional Display", 1. Januar 2006 (2006-01-01), Springer Science, XPO55550208, ISBN: 978-0-387-31340-5 Seiten 235-255, DOI: 10.1007/0-387-31397-4_8, das ganze Dokument -----	33,34
Y	WO 2005/038136 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]; HEIM MANFRED [DE]; HOFFMUELLER WINFRIED) 28. April 2005 (2005-04-28) Seite 1, Zeile 1 - Seite 23, Zeile 26; Abbildungen 1-9 -----	43-47
Y	WO 2016/113220 A1 (LEONHARD KURZ STIFTUNG & CO KG [DE]; OVD KINEGRAM AG [CH]) 21. Juli 2016 (2016-07-21) das ganze Dokument -----	43-47
Y	WO 2008/095706 A1 (LEONHARD KURZ STIFTUNG & CO KG [DE]; SCHILLING ANDREAS [CH]) 14. August 2008 (2008-08-14) Seite 1, Zeile 1 - Seite 30, Zeile 10; Abbildungen 1-5 -----	49
Y	US 2015/224809 A1 (TOMPKIN WAYNE ROBERT [CH] ET AL) 13. August 2015 (2015-08-13) das ganze Dokument -----	49
Y	WO 2013/023052 A1 (SABIC INNOVATIVE PLASTICS IP [NL]; CHEVERTON MARK [US]; JAIN SUMEET [U]) 14. Februar 2013 (2013-02-14) Absatz [0001] - Absatz [0060]; Abbildungen 1, 2 -----	63,64
Y	EP 2 676 802 A1 (OVD KINEGRAM AG [CH]) 25. Dezember 2013 (2013-12-25) Absatz [0001] - Absatz [0148]; Abbildungen 1-13 -----	63,64

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2018/073904

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. Ansprüche Nr. weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. Ansprüche Nr. weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. Ansprüche Nr. weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchengebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
3. Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr. 1-11, 14-30, 32-55, 58, 59, 63, 64, 67, 68
4. Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich
eines Widerspruchs

- Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchengebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- Die zusätzlichen Recherchengebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- Die Zahlung der zusätzlichen Recherchengebühren erfolgte ohne Widerspruch.

Internationales Aktenzeichen PCT/ EP2018/ 073904

WEITERE ANGABEN	PCT/ISA/ 210
<p>Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:</p> <p>1. Ansprüche: 1-11, 14, 16-21, 32, 35-42, 48, 50-55, 58, 67, 68</p> <p>Algorithmus, der eine oder mehrere virtuelle Ebenen verwendet, um ein Phasenhologramm zu berechnen. Das Phasenhologramm wird zur Erzeugung eines Sicherheitsmerkmals, eins Oberflächenhologramms verwendet.</p> <p>1.1. Ansprüche: 3-5</p> <p>Intensität und Raumwinkelverteilung des Lichts der virtuellen Lichtquellen</p> <p>1.2. Ansprüche: 6-8</p> <p>Virtuelle Punktlichtquellen</p> <p>1.3. Ansprüche: 9-11</p> <p>Periodische und/oder zufällige Anordnung der virtuellen Lichtquellen auf einen Raster</p> <p>1.4. Ansprüche: 14, 16-21</p> <p>Mehrere virtuelle Ebenen, mehrere virtuelle Modelle und mehrere Zonen auf den Virtuellen ebenen die sich überlappen können</p> <p>1.5. Anspruch: 32</p> <p>Virtuelle Referenzlichtquelle</p> <p>1.6. Anspruch: 35</p> <p>Raumwinkelbereiche um Flächennormale</p> <p>1.7. Ansprüche: 36-39</p> <p>Überlagerung oder Rasterung der Höhenprofile für oder im Substrat und minimale und maximale Höhenwerte</p> <p>1.8. Ansprüche: 40-42</p> <p>Übliche Methoden zur Erzeugung von Oberflächenhologrammen</p> <p>1.9. Anspruch: 48</p> <p>Opakes Substrat</p> <p>1.10. Anspruch: 50</p> <p>Volumenhologramm</p>	

Internationales Aktenzeichen PCT/ EP2018/ 073904

WEITERE ANGABEN	PCT/ISA/	210
1.11. Ansprüche: 51-54	Kombination von Sicherheitselementen	
1.12. Anspruch: 67	Wahl spezieller Motive ---	
2. Ansprüche: 12, 13	Virtuelle Lichtquellen in der Form von Mikrosymbolen ---	
3. Ansprüche: 15, 22-30, 59	Unterschiedliche Ausrichtung und/oder Krümmung der virtuellen Hologrammebenen ---	
4. Ansprüche: 31, 56, 60-62	Verkippung und/oder Drehung des Substrats des realen Hologramms führt zu einer Abfolge mehrere virtueller Modelle bzw. Motive für den Betrachter in Form eines parallaktischen oder ortho-parallaktischen Bewegungseffekts ---	
5. Ansprüche: 33, 34	Spezielle virtuelle Referenzfelder , die eine nicht-isotrope Beleuchtung des virtuellen 2D oder 3D-Modells simulieren und/oder spezielle Winkel zu den Flächennormalen der virtuellen Hologrammebenen bzw. spezielle Öffnungswinkel besitzen ---	
6. Ansprüche: 43-47	Erzeugung von Höhenprofilen in einem Dünnschichtaufbau wie in einem Fabry-Perot-Schichtaufbau mit semitransparenten Absorberschichten und/oder einer opaker Reflexionsschicht ---	
7. Anspruch: 49	Anordnung des hergestellten Oberflächenhologramms auf einem Fensterbereich eines Produkts zur Durchlichtbetrachtung ---	
8. Anspruch: 57	Dreidimensionaler Barcode, dessen Teile in unterschiedlichen Beobachtungsrichtungen sichtbar sind	

Internationales Aktenzeichen PCT/ EP2018/ 073904

WEITERE ANGABEN	PCT/ISA/	210

9. Ansprüche: 63, 64	Kombination von Weißlichtrekonstruktionen mit Winkel- und Farbmultiplexing	---
10. Ansprüche: 65, 66	Erzeugung eines Echtfarbenbildes durch die Überlagerung der Rekonstruktionen verschiedenfarbiger virtueller Motive	---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2018/073904

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1484652	A1	08-12-2004		EP 1484652 A1		08-12-2004
				EP 1777596 A2		25-04-2007
				EP 1777597 A2		25-04-2007
DE 10236891	A1	25-03-2004		AU 2003266269 A1		29-03-2004
				DE 10236891 A1		25-03-2004
				EP 1532491 A1		25-05-2005
				WO 2004023220 A1		18-03-2004
WO 2005038136	A1	28-04-2005		DE 10349000 A1		19-05-2005
				EP 1682723 A1		26-07-2006
				WO 2005038136 A1		28-04-2005
WO 2016113220	A1	21-07-2016		BR 112017014159 A2		02-01-2018
				CA 2972950 A1		21-07-2016
				CN 107107648 A		29-08-2017
				DE 102015100520 A1		28-07-2016
				EP 3245073 A1		22-11-2017
				JP 2018509313 A		05-04-2018
				US 2017368864 A1		28-12-2017
				WO 2016113220 A1		21-07-2016
WO 2008095706	A1	14-08-2008		AT 502774 T		15-04-2011
				AU 2008213095 A1		14-08-2008
				CA 2677153 A1		14-08-2008
				CN 101678664 A		24-03-2010
				DE 102007057658 A1		04-06-2009
				EP 2121320 A1		25-11-2009
				JP 5350273 B2		27-11-2013
				JP 2010517820 A		27-05-2010
				RU 2009133328 A		20-03-2011
				SI 2121320 T1		31-05-2011
				US 2010084851 A1		08-04-2010
				WO 2008095706 A1		14-08-2008
US 2015224809	A1	13-08-2015		AU 2013310859 A1		19-03-2015
				CA 2882777 A1		06-03-2014
				CN 104797430 A		22-07-2015
				DE 102012108169 A1		28-05-2014
				EP 2892729 A2		15-07-2015
				ES 2667526 T3		11-05-2018
				PT 2892729 T		25-06-2018
				US 2015224809 A1		13-08-2015
				WO 2014033324 A2		06-03-2014
WO 2013023052	A1	14-02-2013		CN 103733143 A		16-04-2014
				EP 2742389 A1		18-06-2014
				US 2013038916 A1		14-02-2013
				WO 2013023052 A1		14-02-2013
EP 2676802	A1	25-12-2013		DE 102012105444 A1		24-12-2013
				EP 2676802 A1		25-12-2013

フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,R0,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT

(72)発明者 フラシナ コラド

スイス連邦共和国 8906 ボンシュテッテン アム イゼンバッハ 3

F ターム(参考) 2K008 AA13 FF27 HH01

【要約の続き】

ら計算され、ホログラム(1)の高さプロファイル(60)は、基板(2)に組み込まれ、ホログラム(1)を設ける。