

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4367750号
(P4367750)

(45) 発行日 平成21年11月18日(2009.11.18)

(24) 登録日 平成21年9月4日(2009.9.4)

(51) Int.Cl.		F I
GO3H	1/00	(2006.01)
GO3H	1/08	(2006.01)
GO3H	1/16	(2006.01)
	GO3H	1/00
	GO3H	1/08
	GO3H	1/16

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-205317 (P2003-205317)	(73) 特許権者	000002897
(22) 出願日	平成15年8月1日(2003.8.1)		大日本印刷株式会社
(65) 公開番号	特開2004-126536 (P2004-126536A)		東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(43) 公開日	平成16年4月22日(2004.4.22)	(74) 代理人	100097777
審査請求日	平成18年6月27日(2006.6.27)		弁理士 荏澤 弘
(31) 優先権主張番号	特願2002-225606 (P2002-225606)	(74) 代理人	100088041
(32) 優先日	平成14年8月2日(2002.8.2)		弁理士 阿部 龍吉
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100092495
			弁理士 蛭川 昌信
		(74) 代理人	100095120
			弁理士 内田 亘彦
		(74) 代理人	100095980
			弁理士 菅井 英雄
		(74) 代理人	100094787
			弁理士 青木 健二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ホログラム観察具とそのための計算機ホログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

透過型のフーリエ変換ホログラムとして構成され計算機ホログラムからなるホログラム観察具において、前記計算機ホログラムには、前記計算機ホログラムを構成する微小なセルのピッチ x 、 y の2倍 $2x$ 、 $2y$ の格子間隔を持つ回折格子の所定波長の ± 1 次回折光で挟まれる範囲で定義される計算機ホログラムの再生像領域の 0次透過光が達する中心に、その波長で再現される原画パターンの明部が重なるように記録されていることを特徴とするホログラム観察具。

【請求項2】

前記計算機ホログラムは、位相分布を多値化した位相ホログラムからなることを特徴とする請求項1又は2記載のホログラム観察具。

10

【請求項3】

観察具用の透過型のフーリエ変換ホログラムとして構成されホログラム観察具用の計算機ホログラムにおいて、前記計算機ホログラムを構成する微小なセルのピッチ x 、 y の2倍 $2x$ 、 $2y$ の格子間隔を持つ回折格子の所定波長の ± 1 次回折光で挟まれる範囲で定義される計算機ホログラムの再生像領域の 0次透過光が達する中心に、その波長で再現される原画パターンの明部が重なるように記録されていることを特徴とする計算機ホログラム。

【請求項4】

位相分布を多値化した位相ホログラムからなることを特徴とする請求項3記載の計算機

20

ホログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ホログラム観察具とそのための計算機ホログラムに関し、特に、ホログラムで回折されずに直接観察者の眼に達する0次光がシーン中の光源に置き替わって見えパターンに影響を与えないようにしたホログラムメガネとそのための計算機ホログラムを提供することである。

【0002】

【従来の技術】

特許文献1においてホログラムメガネが提案されている。このホログラムメガネは、図6(a)に斜視図を示すような構成になっている。すなわち、メガネフレーム1の両眼用の枠内には、2つの透過型ホログラム2、3が嵌め込まれている。この透過型ホログラム2、3を用いたメガネを掛けて図6(b)に示すような小面積の光源4、5、6、7を含むシーンを見ると、例えば図6(c)に示すように見える。すなわち、図6(b)の実際のシーンにおける光源4、5、6、7がそれぞれ予め選択されたパターン「NOEL」8、9、10、11に置き替わったシーンとして見える。このような特性を持つ透過型ホログラム2、3としては、計算機ホログラムとして構成された上記パターン「NOEL」のフーリエ変換ホログラム(フラウンホーファーホログラム)が用いられる。

【0003】

【特許文献1】

米国特許第5,546,198号明細書

【0004】

【非特許文献1】

日本光学会(応用物理学会)主催 第22回冬期講習会テキスト「ホログラムと回折型光学素子-基礎理論から産業応用まで-」pp.36~39

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

計算機によって得られるフーリエ変換ホログラムは、そのホログラムに記録されるパターン(上記の例では、「NOEL」)を含む制限された矩形領域を縦横に碁盤目状のセルに区切って、セル位置に対応するパターン部分の情報を各セルに持たせ、その限られた数のセルからなるパターンを遠方のホログラム領域にフーリエ変換して投影して構成されているもので、実際には、ホログラム領域も記録するパターン領域と同様に縦横に碁盤目状のセルに区切って、記録するパターンのフーリエ変換された各セル位置の振幅情報と位相情報を記録してなるものである。

【0006】

このように、予め選択されたパターンを記録したフーリエ変換計算機ホログラムは、所定波長(設計波長)において回折効率が100%となるように作製されていても、それ以外の波長においては位相条件を満足しないため、ホログラムで回折されずに直接観察者の眼に達する0次透過光が存在する。また、実際に作製される計算機ホログラムの位相分布等は設計値から若干なりともずれて作製されるので、設計波長においても回折効率は必ずしも100%とはならず、同様にこのような0次光が存在する。この0次光は、シーン中の光源に置き替わって見える再生パターンの中心にスポットとして見えるため、観察においては邪魔なものとなる。

【0007】

本発明は従来技術のこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、0次透過光によるスポットが目立たなく明るい再生パターンがシーン中の光源に置き替わって見えるホログラムメガネとそのための計算機ホログラムを提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

上記目的を達成する本発明のホログラム観察具は、透過型のフーリエ変換ホログラムとして構成され計算機ホログラムからなるホログラム観察具において、前記計算機ホログラムには、前記計算機ホログラムを構成する微小なセルのピッチ p_x 、 p_y の2倍 $2p_x$ 、 $2p_y$ の格子間隔を持つ回折格子の所定波長の ± 1 次回折光で挟まれる範囲で定義される計算機ホログラムの再生像領域の中心に、その波長で再現される原画パターンの明部が重なるように記録されていることを特徴とするものである。

【0009】

この場合に、計算機ホログラムは、位相分布を多値化した位相ホログラムからなることが望ましい。

【0010】

本発明の計算機ホログラムは、観察具用の透過型のフーリエ変換ホログラムとして構成されホログラム観察具用の計算機ホログラムにおいて、前記計算機ホログラムを構成する微小なセルのピッチ p_x 、 p_y の2倍 $2p_x$ 、 $2p_y$ の格子間隔を持つ回折格子の所定波長の ± 1 次回折光で挟まれる範囲で定義される計算機ホログラムの再生像領域の中心に、その波長で再現される原画パターンの明部が重なるように記録されていることを特徴とするものである。

【0011】

この場合に、この計算機ホログラムは、位相分布を多値化した位相ホログラムからなることが望ましい。

【0012】

本発明においては、計算機ホログラムを構成する微小なセルのピッチ p_x 、 p_y の2倍 $2p_x$ 、 $2p_y$ の格子間隔を持つ回折格子の所定波長の ± 1 次回折光で挟まれる範囲で定義される計算機ホログラムの再生像領域の中心に、その波長で再現される原画パターンの明部が重なるように記録されているので、再生像領域の中心に発生する0次透過光のスポットは目立たず、シーン中の光源に置き替わって見える再生パターンの観察の邪魔にはならない。そのため、明るく原画通りのパターンが観察具を通して見ているシーン中の光源に置き替わって見えるようになる。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明のホログラム観察具とそのための計算機ホログラムの実施例を説明する。

【0014】

図1に、本発明のホログラムメガネの枠に嵌め込まれる計算機ホログラム20（図6(a)の透過型ホログラム2、3に相当）とそれから再現される像領域30とを模式的に示す。計算機ホログラム20はフーリエ変換ホログラムであり、碁盤目状に配置された縦方向（y軸方向）の寸法 p_y 、横方向（x軸方向）の寸法 p_x の微小なセル21の集合体からなり、本実施例においては、後記のように、各セル21は位相情報のみを持つ。セル21はx軸方向に 2^m 個、y軸方向に 2^n 個配置されている。

【0015】

一方、この計算機ホログラム20から十分に遠方に配置される像領域30は、計算機ホログラム20に対応してx軸方向に同じ 2^m 個、y軸方向に同じ 2^n 個配置されたセル31の集合体からなり、各セル31は縦方向（y軸方向）寸法 p_y 、横方向（x軸方向）寸法 p_x であり、像領域30全体のx軸方向長さは L_x 、y軸方向長さは L_y である。

【0016】

なお、像領域30のx軸方向長さ L_x 、y軸方向長さ L_y は、計算機ホログラム20のセル21のそれぞれx軸方向寸法 p_x 、y軸方向寸法 p_y と関係しており、計算機ホログラム20からの回折角で表すと（計算機ホログラム20から十分に遠方の位置に像領域30があるので、 L_x 、 L_y は角度で表現した方がよい。）、 L_x は空間周波数 $1/(2p_x)$ の回折格子の ± 1 次回折光で挟まれる範囲に対応し、 L_y は空間周波数 $1/(2p_y)$ の回折格子の ± 1 次回折光で挟まれる範囲に相当する。これは、計算機ホログラム20に記録される最大空間周波数がx軸方向で $1/(2p_x)$ 、y軸方向で $1/(2p_y)$ であ

10

20

30

40

50

ることに対応している。

【0017】

このような配置関係で、計算機ホログラム20の正面から所定波長の平行光15が入射すると、計算機ホログラム20の裏面側に回折光16が生じ、遠方の像領域30に計算機ホログラム20に記録されたパターン、例えば後記のような「F」の字が再生される。したがって、このような計算機ホログラム20をメガネのレンズの代わりに用いて計算機ホログラム20の正面方向を見ると、その「F」の字が見えることになる。そのため、例えば図6(b)に示すようなシーンをこの計算機ホログラム20を介して見ると、光源4、5、6、7がパターン「F」に置き替わったシーンとして見えることになる。

【0018】

このような計算機ホログラム20がパターン「F」を再生するように各セル21の位相情報を計算して求める実施例を説明する。この方法は、再生像面に所定の回折光を与えるために、再生像面とホログラム面との間で束縛条件を加えながらフーリエ変換と逆フーリエ変換を交互に繰り返しながらホログラム面に配置する計算機ホログラムを求める方法であり、Gerchberg-Saxton反復計算法として知られている方法である(例えば、非特許文献1)。

【0019】

ここで、分かりやすくするため、再生像面30での原画の振幅分布(画素値)を $A_{\text{IMG}}(x, y)$ 、再生像面30での原画の位相分布を $\phi_{\text{IMG}}(x, y)$ 、ホログラム面20での振幅分布を $A_{\text{HOLO}}(u, v)$ 、ホログラム面20での位相分布を $\phi_{\text{HOLO}}(u, v)$ とする。図2に示すように、ステップ(1)で、再生像面30領域で、記録する原画の画素値を $A_{\text{IMG}}(x, y)$ として与え、原画の位相分布をランダムな値に初期化して、ステップ(2)で、その初期化した値にフーリエ変換を施す。ステップ(3)で、フーリエ変換で得られたホログラム面20での振幅分布 $A_{\text{HOLO}}(u, v)$ を1にし、位相分布 $\phi_{\text{HOLO}}(u, v)$ を所定の多値化(量子化)する束縛条件が付与される。そのような束縛条件が付与された後、ステップ(4)で、その束縛条件を付与した振幅分布 $A_{\text{HOLO}}(u, v)$ と位相分布 ϕ_{HOLO} にフーリエ逆変換が施される。ステップ(5)で、そのフーリエ逆変換で得られた再生像面30での振幅分布 $A_{\text{IMG}}(x, y)$ が原画の画素値と略等しいと収束判定された場合に、ステップ(3)で多値化(量子化)された位相分布 $\phi_{\text{HOLO}}(u, v)$ が計算機ホログラム20のセル21に与えられる位相分布となる。ステップ(5)の収束判定で、フーリエ逆変換で得られた振幅分布 $A_{\text{IMG}}(x, y)$ が原画の画素値と等しくない判定されると、ステップ(6)で、そのフーリエ逆変換で得られた振幅分布 $A_{\text{IMG}}(x, y)$ の代わりに原画の画素値を与え、フーリエ逆変換で得られた位相分布 $\phi_{\text{IMG}}(x, y)$ はそのままとする束縛条件が付与される。そのような束縛条件が付与された後、ステップ(2) (3) (4) (5) (6)のループがステップ(5)の条件が満足されるまで(収束するまで)繰り返され、最終的な所望の計算機ホログラム20が得られる。

【0020】

また、ステップ(3)で位相分布 $\phi_{\text{HOLO}}(u, v)$ を多値化する処理を行わず、ステップ(5)の条件が満足された後に、所定の多値化する処理を行うようにしてもよい。

【0021】

このようにして求めた多値化した位相分布 $\phi_{\text{HOLO}}(u, v)$ から、実際のホログラムの深さ分布を求めるが、本発明のような透過型の場合は、次の式(1)に基づいて、計算機ホログラム20の深さ $D(x, y)$ に変換する。

【0022】

$$D(u, v) = \frac{\phi_{\text{HOLO}}(u, v)}{\{2(n_1 - n_0)\}} \cdots (1)$$

ここで、 λ は使用中心波長、 n_1 , n_0 は透過型ホログラムを構成する2つの材質の屈折率である。そして、図3に断面図を例示するように、透明基板17の表面に上記式(1)で求めた $D(u, v)$ の深さのレリーフパターン18を形成することによって、本発明の計算機ホログラム20が得られる。図3の場合は、 $\phi_{\text{HOLO}}(u, v)$ を0, $\lambda/2$, λ , $3\lambda/2$ の4段階に多値化した例である。なお、上記のホログラム面20での座標 $(u,$

10

20

30

40

50

v) は、再生像面 30 での座標 (x, y) と区別するためのものであり、座標軸の方向としては、u 軸方向は x 軸方向に、v 軸方向は y 軸方向に対応する。

【0023】

上記のような本発明による計算機ホログラム 20 は、インラインのホログラムであり、前記したように、所定波長（設計波長）において回折効率が 100% となるように作製されていても、それ以外の波長においては位相条件を満足しないため、図 1 に示すように、計算機ホログラム 20 で回折されずに直接再生像面 30 に達する 0 次透過光 15' が存在する。また、実際に作製される計算機ホログラム 20 の位相分布等は設計値から若干なりともずれて作製されるので、設計波長においても回折効率は 100% とはならず、同様にこのような 0 次透過光 15' が存在する。この 0 次透過光 15' は、シーン中の光源に置き替わって見える再生パターンの中心（再生像面 30 の中心）にスポット 19 として見えてしまい、観察においては再生パターンの邪魔なものとなる。なお、図 1 では再生像面 30 に達する 0 次透過光 15' の領域 19 はスポットと言うよりは計算機ホログラム 20 の外形と略同じ有限の領域のように図示されているが、実際にはこの領域は遠方に位置するので、観察者にはスポットとして認識される。

10

【0024】

そこで、本発明においては、計算機ホログラム 20 から再生像面 30 に再生されるパターンの明部がこの 0 次透過光によるスポット 19 と重なるように、計算機ホログラム 20 に原画パターンを記録するようにする。

【0025】

図 4 に、計算機ホログラム 20 に記録する原画パターン 35、35' を示す。原画パターン 35、35' は、明部 36（文字「F」の字部分）と暗部 37（文字「F」の背景）との組み合わせからなるが、原画パターン 35、35' 全体の大きさは再生像面 30 の縦横の寸法 $L_y \times L_x$ と同じ大きさに選ばれる。ここで、図 4 (a) の原画パターン 35 は、その中心 O が原画パターン 35 の明部 36（文字「F」の字部分）に重なる原画パターンであり、図 4 (b) の原画パターン 35' は、その中心 O が原画パターン 35 の暗部 37（文字「F」の背景）に重なる原画パターンである。

20

【0026】

図 4 (a)、(b) に示すような原画パターン 35、35' を用いて図 2 のフローチャートに従って作製した計算機ホログラム 20 から再生した実際の再生像をそれぞれ図 5 (a)、(b) に示す。図 4 (a) の原画パターン 35 を用いた場合は、図 5 (a) に示すように、再生像面 30 の中心に発生する 0 次透過光 15' のスポット 19 が再生パターン「F」の明部（原画パターン 35 の明部 36 の位置に対応）に重なるため、0 次透過光 15' のスポット 19 は見えず（目立たず）、シーン中の光源に置き替わって見える再生パターン「F」の観察の邪魔にはならない。これに対して、図 4 (b) の原画パターン 35' を用いた場合は、図 5 (b) に示すように、再生像面 30 の中心に発生する 0 次透過光 15' のスポット 19 が再生パターン「F」の明部でなく暗部（原画パターン 35' の暗部 37 の位置に対応）中に位置することになって明るく見えるため、シーン中の光源に置き替わって見える再生パターン「F」の観察の邪魔になるばかりでなく、再生パターンを「F」と認識できない場合もある。

30

40

【0027】

以上のように、計算機ホログラム 20 の微小なセル 21 のピッチ 2_x 、 2_y の 2 倍 2_x 、 2_y の格子間隔を持つ回折格子の ±1 次回折光で挟まれる範囲で定義される計算機ホログラム 20 の再生像領域 30 の中心に、その波長で再現される原画パターン 35 の明部（上記の例では、文字「F」の字部分）が重なるように、原画パターン 35 を計算機ホログラム 20 に記録するようにすることにより、再生像領域 30 の中心に発生する 0 次透過光 15' のスポット 19 は目立たず、シーン中の光源に置き替わって見える再生パターンの観察の邪魔にはならない。そのため、明るく原画通りのパターンがメガネを通して見ているシーン中の光源に置き替わって見ることができる。

【0028】

50

以上、本発明によるホログラムメガネとそのための計算機ホログラムを実施例に基づいて説明してきたが、これらに限定されず種々の変形が可能である。なお、本発明の計算機ホログラムは、片目用のホログラムメガネに用いることも含むものであり、さらには、ホログラムメガネ用に限らず、窓用あるいはディスプレイ用等に用いることもできるものである。

【0029】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明のホログラム観察具とそのための計算機ホログラムによると、計算機ホログラムを構成する微小なセルのピッチ x 、 y の2倍 $2x$ 、 $2y$ の格子間隔を持つ回折格子の所定波長の ± 1 次回折光で挟まれる範囲で定義される計算機ホログラムの再生像領域の中心に、その波長で再現される原画パターンの明部が重なるように記録されているので、再生像領域の中心に発生する0次透過光のスポットは目立たず、シーン中の光源に置き替わって見える再生パターンの観察の邪魔にはならない。そのため、明るく原画通りのパターンが観察具を通して見ているシーン中の光源に置き替わって見えるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のホログラムメガネの枠に嵌め込まれる計算機ホログラムとそれから再現される像領域とを模式的に示す図である。

【図2】本発明の計算機ホログラムを得るためのフローチャートである。

【図3】本発明の計算機ホログラムの構成例を示す断面図である。

【図4】本発明に基づいて計算機ホログラムに記録する原画パターンと別の原画パターンを示す図である。

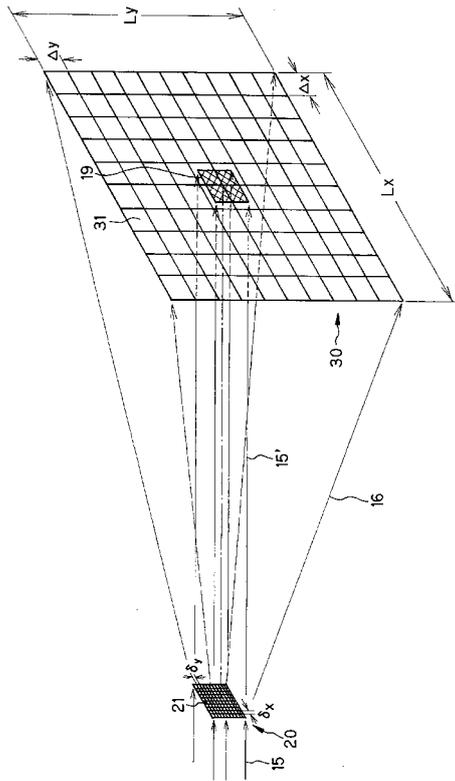
【図5】図4の原画パターンを用いて図2のフローチャートに従って作製した計算機ホログラムから再生した実際の再生像の例を示す図である。

【図6】ホログラムメガネとその作用を説明するための図である。

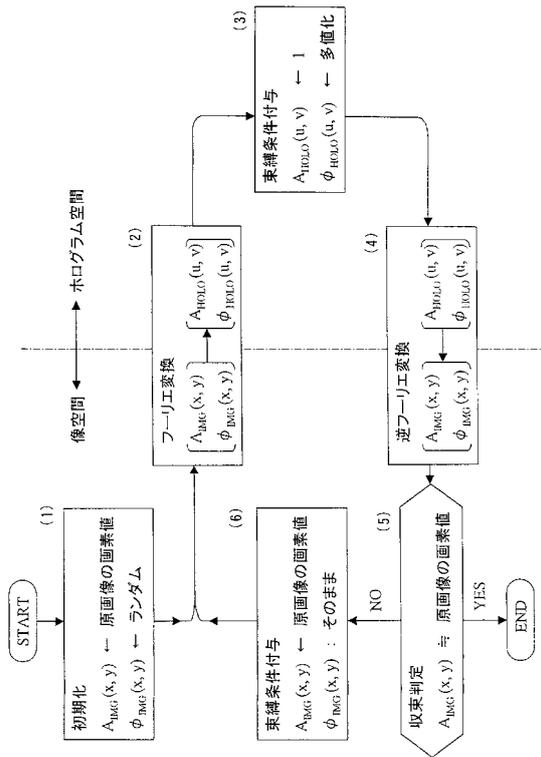
【符号の説明】

- 1 ...メガネフレーム
- 2、3 ...透過型ホログラム
- 4、5、6、7 ...小面積の光源
- 8、9、10、11 ...予め選択された置き替えパターン
- 15 ...平行光
- 15' ...0次透過光
- 16 ...回折光
- 17 ...透明基板
- 18 ...レリーフパターン
- 19 ...0次透過光によるスポット
- 20 ...計算機ホログラム(ホログラム面)
- 21 ...セル
- 30 ...像領域(再生像面)
- 31 ...セル
- 35 ...原画パターン(本発明)
- 35' ...原画パターン
- 36 ...原画パターンの明部
- 37 ...原画パターンの暗部

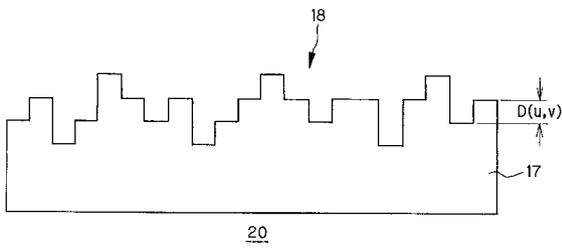
【 図 1 】



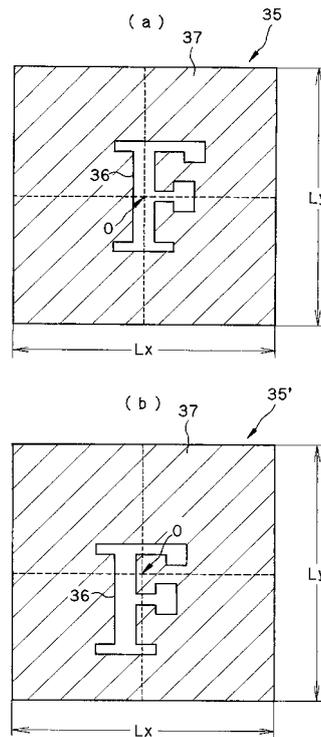
【 図 2 】



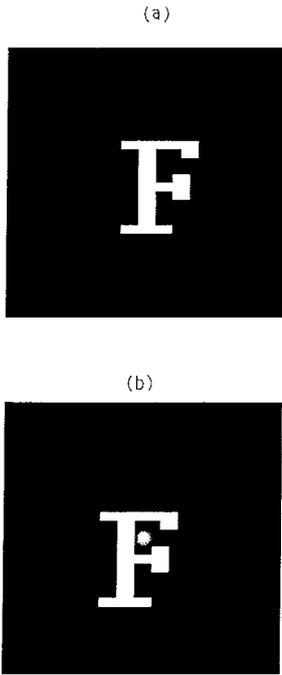
【 図 3 】



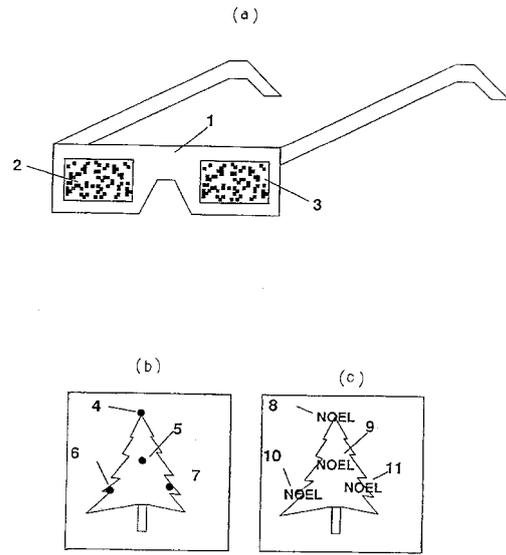
【 図 4 】



【 5 】



【 6 】



フロントページの続き

(74)代理人 100091971

弁理士 米澤 明

(72)発明者 北村 満

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

審査官 竹村 真一郎

(56)参考文献 特開2002-149045(JP,A)

特開2000-250388(JP,A)

特開2002-040219(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03H 1/00-3/00