

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2015-9561
(P2015-9561A)

(43) 公開日 平成27年1月19日 (2015.1.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 4 4 B 3/04 (2006.01)	B 4 4 B 3/04	2 H 0 9 7
G 0 6 T 1/00 (2006.01)	G 0 6 T 1/00 5 0 0 A	5 B 0 5 7
G 0 3 F 7/20 (2006.01)	G 0 3 F 7/20 5 0 1	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 41 頁)

(21) 出願番号	特願2014-19994 (P2014-19994)	(71) 出願人	512012986
(22) 出願日	平成26年2月5日 (2014.2.5)		平井 正義
(62) 分割の表示	特願2013-138034 (P2013-138034)		埼玉県川口市幸町 1-9-25
	の分割	(74) 代理人	100166006
原出願日	平成25年7月1日 (2013.7.1)		弁理士 泉 通博
		(72) 発明者	平井 正義
			川口市幸町 1-9-25
		Fターム(参考)	2H097 AA16 FA09 LA15
			5B057 CA08 CA13 CA16 CB08 CB12
			CB16 CE12 DC02 DC16

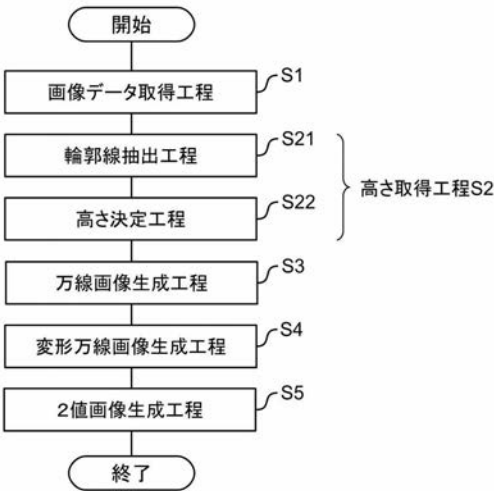
(54) 【発明の名称】 画像生成方法、画像生成装置、画像生成用プログラム、彫刻物製造方法、彫刻物及び画像データ

(57) 【要約】

【課題】立体物の形状と絵柄とを基底材における二次元座標上で表現可能な画像を生成する。

【解決手段】 X軸方向、及び前記X軸方向に直交するY軸方向からなるX-Y座標平面上の複数の座標位置の画素値を含む、立体物の画像データを取得する画像データ取得工程（S1）と、それぞれの前記座標位置に対応する前記立体物の高さを取得する高さ取得工程（S2）と、複数の万線を、当該複数の万線の幅と同じ間隔で前記X-Y座標平面上に配置することで万線画像を生成する万線画像生成工程（S3）と、それぞれの前記座標位置に対応する前記高さに基づいて、当該座標位置における前記万線の位置がY軸方向に移動した変形万線画像を生成する変形万線画像生成工程（S4）と、それぞれの前記座標位置における前記画素値に基づいて、前記座標位置における前記万線の幅が変更された2値画像を生成する2値画像生成工程（S5）と、を備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

X 軸方向、及び前記 X 軸方向に直交する Y 軸方向からなる X-Y 座標平面上の複数の座標位置の画素値を含む、立体物の画像データを取得する画像データ取得工程と、

それぞれの前記座標位置に対応する前記立体物の高さを取得する高さ取得工程と、

複数の万線を、当該複数の万線の幅と同じ間隔で前記 X-Y 座標平面上に配置することで万線画像を生成する万線画像生成工程と、

それぞれの前記座標位置に対応する前記高さに基づいて、当該座標位置における前記万線の位置が Y 軸方向に移動した変形万線画像を生成する変形万線画像生成工程と、

それぞれの前記座標位置における前記画素値に基づいて、前記座標位置における前記万線の幅が変更された 2 値画像を生成する 2 値画像生成工程と、

を備える画像生成方法。

【請求項 2】

前記 2 値画像生成工程において、

前記座標位置における画素値が黒色の画素値に近ければ近いほど前記万線の幅を大きくするとともに、前記座標位置における画素値が白色の画素値に近ければ近いほど前記万線の幅を小さくすることで、前記 2 値画像を生成する、

請求項 1 に記載の画像生成方法。

【請求項 3】

前記 2 値画像生成工程において、

前記座標位置における画素値が所定の閾値よりも白色の画素値に近い場合に前記万線を分断することで、前記 2 値画像を生成する、

請求項 2 に記載の画像生成方法。

【請求項 4】

前記高さ取得工程は、

前記画像データにおける輪郭線を抽出する工程と、

それぞれの前記座標位置と前記輪郭線からの距離に応じて前記高さを決定する工程と、を有する、

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の画像生成方法。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の画像生成方法により生成された前記 2 値画像に基づいて、基底材に凹部及び凸部を形成する工程

を備える彫刻の製造方法。

【請求項 6】

前記 2 値画像に含まれる前記万線の位置に基づいて、前記凹部及び凸部の少なくとも一部に着色する工程

をさらに備える請求項 5 に記載の彫刻物の製造方法。

【請求項 7】

前記 2 値画像に含まれる前記万線の位置に基づいて、前記万線の幅以上の深さの凹部を形成する工程

をさらに備える請求項 5 又は 6 に記載の彫刻物の製造方法。

【請求項 8】

X 軸方向、及び前記 X 軸方向に直交する Y 軸方向からなる X-Y 座標平面上の複数の座標位置の画素値を含む、立体物の画像データを取得する画像データ取得工程と、

前記画像データに基づいて前記立体物を形成する工程と、

前記立体物に所定の角度からレーザ光を照射することで、複数の万線が、当該複数の万線の幅と同じ間隔で前記 X-Y 座標平面上に配置され、かつ、それぞれの前記座標位置に対応する高さに基づいて、当該座標位置における前記万線の位置が Y 軸方向に移動した変形万線画像を生成する変形万線画像生成工程と、

それぞれの前記座標位置における前記画素値に基づいて、前記座標位置における前記万

10

20

30

40

50

線の幅が変更された２値画像を生成する２値画像生成工程と、
を備える画像生成方法。

【請求項９】

X軸方向、及び前記X軸方向に直交するY軸方向からなるX－Y座標平面上の複数の座標位置の画素値を含む画像データを取得する画像データ取得部と、
それぞれの前記座標位置に対応する高さを取得する高さ取得部と、
複数の万線を、当該複数の万線の幅と同じ間隔で前記X－Y座標平面上に配置することで万線画像を生成する万線生成部と、
それぞれの前記座標位置に対応する前記高さに基づいて、当該座標位置における前記万線の位置をY軸方向に移動することで変形万線画像を生成する変形万線画像生成部と、
それぞれの前記座標位置における前記画素値に基づいて、前記座標位置における前記万線の幅が変更された２値画像を生成する２値画像生成部と、
を備える画像生成装置。

10

【請求項１０】

コンピュータに、

X軸方向、及び前記X軸方向に直交するY軸方向からなるX－Y座標平面上の複数の座標位置の画素値を含む、立体物の画像データを取得する画像データ取得工程と、
それぞれの前記座標位置に対応する前記立体物の高さを取得する高さ取得工程と、
複数の万線を、当該複数の万線の幅と同じ間隔で前記X－Y座標平面上に配置することで万線画像を生成する万線画像生成工程と、
それぞれの前記座標位置に対応する前記高さに基づいて、当該座標位置における前記万線の位置がY軸方向に移動した変形万線画像を生成する変形万線画像生成工程と、
それぞれの前記座標位置における前記画素値に基づいて、前記座標位置における前記万線の幅が変更された２値画像を生成する２値画像生成工程と、
を実行させるための画像生成用プログラム。

20

【請求項１１】

X軸方向、及び前記X軸方向に直交するY軸方向からなるX－Y座標平面上の複数の座標位置に対応する立体物の高さに応じてY軸方向の位置が異なり、かつ、前記座標位置ごとの画素値に応じて幅が異なる凹部及び凸部が形成された基底材を備える彫刻物。

【請求項１２】

X軸方向、及び前記X軸方向に直交するY軸方向からなるX－Y座標平面上の複数の座標位置に対応する立体物の高さに応じて生成された、Y軸方向の位置が異なり、かつ、前記座標位置ごとの画素値に応じて幅が異なる複数の万線を備える画像データ。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、画像生成方法、画像生成装置、画像生成用プログラム、彫刻物製造方法、彫刻物及び画像データに関する。

【背景技術】

40

【０００２】

従来、立体物の高さ情報を含む２値画像の立体データに基づいて、複数の平行な万線の角度を変化させることにより、二次元座標上において立体図形を表現する方法が知られている（例えば、特許文献１を参照）。従来の方法によれば、立体物の高さに応じた量だけX－Y座標平面上の万線のY軸方向の位置を移動することにより、二次元画像を用いて立体を表現することができた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開平５－１２０４５０号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところが、従来の方法で用いられる立体データは、背景部分を示す第1の画素と、絵柄部分を示す第2の画素から構成される2値画像であった。したがって、絵柄部分の立体形状を二次元画像で表現することはできたが、絵柄の内容を表現することはできなかった。

【0005】

また、金属や木材等の基底材を加工する場合、万線の幅が所定の幅よりも小さいと加工ができない。従来の画像は、印刷したりディスプレイに表示したりすることが想定されており、基底材の加工可能な幅よりも小さい幅の万線が用いられていた。したがって、従来の画像を用いると、基底材を加工できない場合があるという問題があった。

【0006】

そこで、本発明はこれらの点に鑑みてなされたものであり、立体物の形状と絵柄とを基底材における二次元座標上で表現することができる画像を生成する方法、装置及びプログラムと、当該方法、装置又はプログラムを用いて生成された画像に基づいて彫刻物を製造する方法と、彫刻物と、画像データとを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1の態様においては、X軸方向、及び前記X軸方向に直交するY軸方向からなるX-Y座標平面上の複数の座標位置の画素値を含む、立体物の画像データを取得する画像データ取得工程と、それぞれの前記座標位置に対応する前記立体物の高さを取得する高さ取得工程と、複数の万線を、当該複数の万線の幅と同じ間隔で前記X-Y座標平面上に配置することで万線画像を生成する万線画像生成工程と、それぞれの前記座標位置に対応する前記高さに基づいて、当該座標位置における前記万線の位置がY軸方向に移動した変形万線画像を生成する変形万線画像生成工程と、それぞれの前記座標位置における前記画素値に基づいて、前記座標位置における前記万線の幅が変更された2値画像を生成する2値画像生成工程と、を備える画像生成方法を提供する。

【0008】

また、前記2値画像生成工程において、前記座標位置における画素値が黒色の画素値に近ければ近いほど前記万線の幅を大きくするとともに、前記座標位置における画素値が白色の画素値に近ければ近いほど前記万線の幅を小さくすることで、前記2値画像を生成してもよい。また、前記2値画像生成工程において、前記座標位置における画素値が所定の閾値よりも白色の画素値に近い場合に前記万線を分断することで、前記2値画像を生成してもよい。前記2値画像生成工程において、前記座標位置における画素値が所定の閾値よりも黒色の画素値に近い場合に前記万線を分断することで、前記2値画像を生成してもよい。

【0009】

前記高さ取得工程は、前記画像データにおける輪郭線を抽出する工程と、それぞれの前記座標位置と前記輪郭線からの距離に応じて前記高さを決定する工程と、を有してもよい。

【0010】

本発明の第2の態様においては、X軸方向、及び前記X軸方向に直交するY軸方向からなるX-Y座標平面上の複数の座標位置の画素値を含む、立体物の画像データを取得する画像データ取得工程と、前記画像データに基づいて前記立体物を形成する工程と、前記立体物に所定の角度からレーザ光を照射することで、複数の万線が、当該複数の万線の幅と同じ間隔で前記X-Y座標平面上に配置され、かつ、それぞれの前記座標位置に対応する高さに基づいて、当該座標位置における前記万線の位置がY軸方向に移動した変形万線画像を生成する変形万線画像生成工程と、それぞれの前記座標位置における前記画素値に基づいて、前記座標位置における前記万線の幅が変更された2値画像を生成する2値画像生成工程と、を備える画像生成方法を提供する。

【0011】

本発明の第3の態様においては、上記の画像生成方法により生成された前記2値画像に基づいて、基底材に凹部及び凸部を形成する工程を備える彫刻物の製造方法を提供する。上記の彫刻物の製造方法は、前記2値画像に含まれる前記万線の位置に基づいて、前記凹部及び凸部の少なくとも一部に着色する工程をさらに備えてもよい。また、上記の彫刻物の製造方法は、前記2値画像に含まれる前記万線の位置に基づいて、前記万線の幅以上の深さの凹部を形成する工程をさらに備えてもよい。

【0012】

本発明の第4の態様においては、X軸方向、及び前記X軸方向に直交するY軸方向からなるX-Y座標平面上の複数の座標位置の画素値を含む画像データを取得する画像データ取得部と、それぞれの前記座標位置に対応する高さを取得する高さ取得部と、複数の万線を、当該複数の万線の幅と同じ間隔で前記X-Y座標平面上に配置することで万線画像を生成する万線生成部と、それぞれの前記座標位置に対応する前記高さに基づいて、当該座標位置における前記万線の位置をY軸方向に移動することで変形万線画像を生成する変形万線画像生成部と、それぞれの前記座標位置における前記画素値に基づいて、前記座標位置における前記万線の幅が変更された2値画像を生成する2値画像生成部と、を備える画像生成装置を提供する。

【0013】

本発明の第5の態様においては、コンピュータに、X軸方向、及び前記X軸方向に直交するY軸方向からなるX-Y座標平面上の複数の座標位置の画素値を含む、立体物の画像データを取得する画像データ取得工程と、それぞれの前記座標位置に対応する前記立体物の高さを取得する高さ取得工程と、複数の万線を、当該複数の万線の幅と同じ間隔で前記X-Y座標平面上に配置することで万線画像を生成する万線画像生成工程と、それぞれの前記座標位置に対応する前記高さに基づいて、当該座標位置における前記万線の位置がY軸方向に移動した変形万線画像を生成する変形万線画像生成工程と、それぞれの前記座標位置における前記画素値に基づいて、前記座標位置における前記万線の幅が変更された2値画像を生成する2値画像生成工程と、を実行させるための画像生成用プログラムを提供する。

【0014】

本発明の第6の態様においては、X軸方向、及び前記X軸方向に直交するY軸方向からなるX-Y座標平面上の複数の座標位置に対応する立体物の高さに応じてY軸方向の位置が異なり、かつ、前記座標位置ごとの画素値に応じて幅が異なる凹部及び凸部が形成された基底材を備える彫刻物を提供する。

【0015】

本発明の第7の態様においては、X軸方向、及び前記X軸方向に直交するY軸方向からなるX-Y座標平面上の複数の座標位置に対応する立体物の高さに応じて生成された、Y軸方向の位置が異なり、かつ、前記座標位置ごとの画素値に応じて幅が異なる複数の万線を備える画像データを提供する。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、立体物の形状と絵柄とを基底材における二次元座標上で表現可能な画像を生成できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】第1の実施形態に係る画像生成装置の構成を示す図である。

【図2】第1の実施形態に係る画像生成方法のフローチャートである。

【図3】画像データ取得部が取得する画像データの一例を示す図である。

【図4】ラスター画像を生成する方法を説明するための図である。

【図5】図3の画像データから抽出された輪郭線を示す図である。

【図6】画像データに基づいて高さを算出する方法の説明図である。

10

20

30

40

50

【図 7】万線画像生成部が生成した万線画像を示す図である。

【図 8】変形万線画像生成部が生成した変形万線画像を示す図である。

【図 9】画像データの階調と万線の幅との関係を示す図である。

【図 10】図 3 に示した画像データの画素値に基づいて、図 8 に示した万線の幅を変化させて生成された 2 値画像を示す図である。

【図 11】画像データの階調と万線の幅との関係の他の例を示す図である。

【図 12 A】2 値画像を基底材に彫刻する第 1 の方法を示す図である。

【図 12 B】2 値画像を基底材に彫刻する第 1 の方法を示す図である。

【図 12 C】2 値画像を基底材に彫刻する第 1 の方法を示す図である。

【図 12 D】2 値画像を基底材に彫刻する第 1 の方法を示す図である。

10

【図 13 A】2 値画像を基底材に彫刻する第 2 の方法を示す図である。

【図 13 B】2 値画像を基底材に彫刻する第 2 の方法を示す図である。

【図 13 C】2 値画像を基底材に彫刻する第 2 の方法を示す図である。

【図 13 D】2 値画像を基底材に彫刻する第 2 の方法を示す図である。

【図 14】2 値画像を基底材に彫刻する第 3 の方法を示す図である。

【図 15 A】2 値画像を基底材に彫刻する第 4 の方法を示す図である。

【図 15 B】2 値画像を基底材に彫刻する第 4 の方法を示す図である。

【図 16 A】2 値画像を基底材に彫刻する第 5 の方法を示す図である。

【図 16 B】2 値画像を基底材に彫刻する第 5 の方法を示す図である。

【図 17 A】2 値画像を基底材に彫刻する第 6 の方法を示す図である。

20

【図 17 B】2 値画像を基底材に彫刻する第 6 の方法を示す図である。

【図 18 A】2 値画像を基底材に彫刻する第 7 の方法を示す図である。

【図 18 B】2 値画像を基底材に彫刻する第 7 の方法を示す図である。

【図 18 C】2 値画像を基底材に彫刻する第 7 の方法を示す図である。

【図 18 D】2 値画像を基底材に彫刻する第 7 の方法を示す図である。

【図 19 A】2 値画像を基底材に彫刻する第 8 の方法を示す図である。

【図 19 B】2 値画像を基底材に彫刻する第 8 の方法を示す図である。

【図 19 C】2 値画像を基底材に彫刻する第 8 の方法を示す図である。

【図 19 D】2 値画像を基底材に彫刻する第 8 の方法を示す図である。

【図 20 A】2 値画像を基底材に彫刻する第 9 の方法を示す図である。

30

【図 20 B】2 値画像を基底材に彫刻する第 9 の方法を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

< 第 1 の実施形態 >

〔画像生成方法〕

図 1 は、第 1 の実施形態に係る画像生成装置 1 の構成を示す図である。図 2 は、第 1 の実施形態に係る画像生成方法のフローチャートである。画像生成装置 1 は、画像データ取得部 10 と、高さ取得部 11 と、万線画像生成部 12 と、変形万線画像生成部 13 と、2 値画像生成部 14 とを備える。画像生成装置 1 は、CPU 等のコンピュータを有しており、コンピュータは、メモリ等の記憶媒体に格納された画像生成用プログラムに基づいて、画像生成方法に係る画像データ取得工程（S1）と、高さ取得工程（S2）と、万線画像生成工程（S3）と、変形万線画像生成工程（S4）と、2 値画像生成工程（S5）とを実行することができる。

40

以下、図 1 及び図 2 を参照して、画像生成装置 1 の構成及び動作を説明する。

【0019】

画像データ取得部 10 は、X 軸方向、及び X 軸方向に直交する Y 軸方向からなる X-Y 座標平面上の複数の座標位置の画素値を含む、立体物の画像データを取得する（S1）。画像データは、例えば 256 階調の画素値から構成されており、それぞれの座標位置に関連付けて、0（黒色）～255（白色）のいずれかの画素値が割り当てられている。

【0020】

50

図3は、画像データ取得部10が取得する画像データの一例を示す図である。図3は、両端が丸みを帯びた円柱状の顔部と胴体部から構成される木彫り人形（こけし）の画像を示している。画像データが、三次元画像データである場合、画像データ取得部10は、三次元画像内の仮想的物体を見る視点を設定し、当該視点から物体を見た場合の二次元のラスター画像を生成することにより、画像データを取得する。具体的には、画像データ取得部10は、例えば以下の方法によりラスター画像を生成する。

【0021】

図4は、ラスター画像を生成する方法を説明するための図である。まず、画像データ取得部10は、視点の位置である点Cから三次元画像データ内の仮想的物体の表面に引いた接線と物体表面との接点の集合によって得られる輪郭線Lを含む平面Pを生成する。画像データ取得部10は、平面Pにより分けられた仮想的物体の2つの部分のうち、視点の側の仮想的物体に基づいて、ラスター画像を生成する。具体的には、画像データ取得部10は、平面PのX-Y座標平面における、点Cと仮想的物体表面の任意の点Aとを結ぶ直線が平面Pと交わる点A'のX-Y座標を $(x_{A'}, y_{A'})$ とする。図4においては、点Cと点A1とを結ぶ直線が平面Pと交わる点A1'、及び点Cと点A2とを結ぶ直線が平面Pと交わる点A2'が示されている。

【0022】

続いて、画像データ取得部10は、特定の光源位置・光源色・環境光・反射状態等の条件下で、点Cを視点として見たとする場合の演算の結果、仮想的物体上の点Aが示すと導かれる画素値を点A'に複製する。例えば、画像データ取得部10は、点A1の、ある条件下での画素値を点A1'の画素値とし、点A2の同じ条件下での画素値を点A2'の画素値とする。以上の手順により、平面P上の輪郭線Lで囲まれた領域の全画素に、それぞれ対応する仮想的物体表面がある条件下でとる画素値が与えられ、二次元のラスター画像が得られる。

【0023】

高さ取得部11は、それぞれの座標位置に対応する高さhを取得して、X軸方向の座標xと、Y軸方向の座標yと、高さhとを関連付けてメモリに記憶する。高さhは、画像データに対応する立体物がX-Y座標平面に対して突出した量を示す。高さhは、例えば、視点から物体を見た場合の、平面Pからの突出量である。具体的には、仮想的物体表面の任意の点Aと点Cを結ぶ直線が平面Pと交わる点A'のX-Y座標が $(x_{A'}, y_{A'})$ である場合、 $(x_{A'}, y_{A'})$ に対応する高さhは、AA'の長さである。図4においては、 $(x_{A1'}, y_{A1'})$ に対応する高さがh1として示され、 $(x_{A2'}, y_{A2'})$ に対応する高さがh2として示されている。なお、点Aから平面Pに下した法線の長さを高さhとしてもよい。

【0024】

高さ取得部11は、画像データ取得部10が取得した画像データに、それぞれの座標位置に関連付けて高さを示す情報が含まれている場合、画像データから高さを示す情報を取得する。高さ取得部11は、画像データ取得部10が取得した画像データに含まれている三次元情報に基づいて、上記の手法により、視点を基準とする高さhを算出してもよい。

また、高さ取得部11は、画像データに、それぞれの座標位置に関連付けて高さを示す情報が含まれていない場合、画像データにおける輪郭線に基づいて、高さを算出する。具体的には、高さ取得部11は、画像データに含まれる輪郭線を抽出する(S21)。図5は、図3の画像データから抽出された輪郭線を示す図である。

【0025】

続いて、高さ取得部11は、予め定められた輪郭線からの距離の関数に基づいて、高さを算出する(S22)。図6は、画像データに基づいて高さを算出する方法の説明図である。図6に示されている画素Aは、最も近い輪郭線から、X軸方向にDx、Y軸方向にDyだけ離れている。高さ取得部11は、Dx及びDyに基づいて高さを算出してもよく、Dx及びDyの関数に基づいて高さを算出してもよい。

【0026】

10

20

30

40

50

例えば、高さ取得部 11 は、 $h = m (Dx^2 + Dy^2)^{0.5}$ (m は実数) とすることにより、輪郭線で囲まれた面を底面とする錐体状の立体物の高さを取得することができる。高さ取得部 11 は、 $h = [\{ 2b (Dx^2 + Dy^2)^{0.5} - Dx^2 - Dy^2 \} / c]^{0.5}$ (b 、 c は実数) とすることで、X 軸方向及び Y 軸方向の半径を b とする回転楕円体状の丸みを帯びた立体物の高さを取得することができる。 $c = 1$ ならば、この立体物は球体となる。高さ取得部 11 は、他にもさまざまな関数の設定が可能であり、この関数の選択により、立体感の効果が異なるさまざまな高さを取得することができる。さらに、高さ取得部 11 は、複数の輪郭線を設定して、それぞれの輪郭線に対して異なる関数を用いることで、人体のような複雑な形状の立体物の高さを取得できる。

【0027】

なお、高さ取得部 11 は、輪郭を変形することにより得られる画素値を、高さを示す情報として取得してもよい。例えば、高さ取得部 11 は、輪郭の変形度合に応じた画素値の変化量を、高さを示す情報として取得してもよい。高さ取得部 11 は、このように、さまざまな情報を、高さを示す情報として取得することができる。

【0028】

万線画像生成部 12 は、それぞれ幅がほぼ等しい複数の万線を、当該万線の幅とほぼ同じ間隔で X-Y 座標平面上に配置することで、万線画像を生成する (S3)。図 7 は、万線画像生成部 12 が生成した万線画像を示す図である。万線画像は、黒色で示された万線が等間隔で配置されることにより構成されている。すなわち、万線画像においては、黒色の線分と白色の線分とが交互に配置されている。図 7 における万線の幅を w とすると、隣接する万線同士の間隔も w である。万線の幅は、画像生成装置 1 が生成する 2 値画像に基づいて彫刻を施す基底材における最小加工可能幅よりも大きい。ここで、本明細書における「黒色」及び「白色」は、濃度、色相及び彩度の少なくともいずれかが異なる 2 種類の色を示す例を示すものであり、「黒色」及び「白色」に限定して解釈されるものではない。

【0029】

本実施形態に係る万線画像を構成する万線は、線分に直交する方向である Y 軸方向において階調が変化している。また、万線画像における白色の領域も、Y 軸方向において階調が変化している。すなわち、万線画像における万線の端部は、黒色と白色との間の色になっており、万線のエッジが滑らかになっている。本実施形態においては、万線画像が 8 階調を有するものとして説明するが、万線画像の階調数は 2 以上であれば、他の階調数であってもよい。

【0030】

変形万線画像生成部 13 は、それぞれの座標位置における高さに基づいて、当該座標位置における万線の位置が Y 軸方向に移動した変形万線画像を生成する (S4)。

具体的には、変形万線画像生成部 13 は、まず、高さ取得部 11 によってメモリに記憶された (x_A', y_A') に対応する高さ h を読み出す。次に、変形万線画像生成部 13 は、 (x_A', y_A') の位置の万線の Y 軸方向の移動量 ah (ただし、 a は実数) を算出する。続いて、変形万線画像生成部 13 は、Y 座標を ah の大きさだけ移動する。すなわち、変形万線画像生成部 13 は、 (x_A', y_A') の位置の万線を $(x_A', y_A' + ah)$ の位置に移動する。変形万線画像生成部 13 は、万線上のそれぞれの座標位置に対して上記の移動処理を行うことにより、変形万線画像を生成する。なお、 $a < 0$ の場合には、立体物を上方から見下ろしたように表現され、 $a > 0$ の場合には、立体物を下方から見上げたように表現される。

【0031】

図 8 は、変形万線画像生成部 13 が万線の位置を移動して生成した変形万線画像を示す図である。図 7 に示した万線画像に対して、図 3 に示した人形の顔部及び胴体部の形状に応じて、人形の輪郭線の内側の領域において、万線が Y 軸方向に移動している。人形の高さに応じて万線が Y 軸方向に移動していることにより、人形の立体感が表現されていることがわかる。

10

20

30

40

50

【0032】

2値画像生成部14は、万線上のそれぞれの座標位置に対応する画像データの画素値に基づいて、当該座標位置における万線の幅が変更された2値画像を生成する(S5)。具体的には、2値画像生成部14は、画像データ取得部10が取得した画像データにおけるそれぞれの座標位置の画素値に基づいて、万線上の当該画素値に対応する画素におけるY軸方向の幅を決定する。より具体的には、2値画像生成部14は、画像データの画素が黒色に近く、当該画素の画素値が黒色の画素値に近ければ近いほど、当該画素値に対応する画素における万線の幅を大きくする。逆に、2値画像生成部14は、画像データの画素が白色に近く、当該画素の画素値が白色の画素値に近ければ近いほど、当該画素値に対応する画素における万線の幅を小さくする。

10

【0033】

図9は、画像の階調と万線の幅との関係を示す図である。図9(a)は、画像の一例として、8階調の画像を示している。画素値が8ビット(10進数の0~255)で表される場合、階調1は画素値0~31に対応し、階調2は画素値32~63に対応し、階調3は画素値64~95に対応し、階調4は画素値96~127に対応し、階調5は画素値128~159に対応し、階調6は画素値160~191に対応し、階調7は画素値192~223に対応し、階調8は224~255に対応する。階調2はシャドウ領域画像に相当し、階調7はハイライト領域画像に相当する。

【0034】

図9(b)は、それぞれの階調の画像に対応する万線の幅を示している。2値画像生成部14は、2値画像を生成する対象の画素の画素値が階調1の画素値の範囲に含まれている場合は、万線を最大の幅とする。この場合、図9(b)においては、隣接する万線が接している。2値画像生成部14は、2値画像を生成する対象の画素の画素値が階調2の画素値の範囲に含まれている場合は、階調1の画素値の範囲に含まれている場合よりも小さい幅の万線を生成する。図9(b)においては、隣接する万線の間に、細い白色領域が形成されている。2値画像生成部14は、2値画像を生成する対象の画素の画素値が階調7の画素値の範囲に含まれている場合は、万線を最小の幅とする。2値画像生成部14は、2値画像を生成する対象の画素の画素値が階調8の画素値の範囲に含まれている場合は、万線を消去する。このようにして、2値画像生成部14は、2値画像を生成する対象の画素の画素値に応じて万線の幅を変更することで、黒色及び白色の2値で階調を表現することができ

20

30

【0035】

ここで、万線の幅により階調を表現する2値画像に基づいて、ステンレス鋼、銅、黄銅、青銅、アルミニウム、チタン合金、プラスチック、ガラス、セラミック、石材、木材又は紙等の基底材に彫刻を施す場合、基底材の材質に基づいて定められる加工限界の幅より小さな幅の線分を形成することが困難である。

【0036】

例えば、0.175mm幅(0.35mmピッチ)の万線画像を用いて、8階調の画像を2値化処理(ハーフトニング処理)する場合、階調1の万線の幅が0.35mm、階調2の万線の幅が0.30mm、・・・、階調7の万線の幅が0.05mm、階調8の万線の幅が0mmとなる。階調2においては、白色の領域の幅が0.05mmとなる。したがって、階調2のシャドウ領域画像、及び階調7のハイライト領域画像を表現するためには、0.05mmの黒線及び白線を基底材に形成しなければならない。ところが、基底材を加工して黒線及び白線に対応する凹凸を形成する場合、基底材の材質や加工方法に基づいて定められる、加工可能な最小の線幅が存在する。

40

【0037】

したがって、基底材の材質や加工方法によっては、図9(b)に示した全ての線を形成できるとは限らない。すなわち、図9(c)に示すように、階調2において、隣接する万線の間の白色領域が消失したり、階調7において、図9(b)において存在していた万線が消失したりする場合が発生する。そこで、2値画像生成部14は、2値画像を生成する

50

対象の画素の画素値が所定の範囲（例えば、階調 6 の画素値である 1 6 0 ～ 1 9 1）に含まれている場合に、当該所定の範囲に対応する階調に隣接する階調で用いられる万線と同じ幅の万線を分断して、破線状の万線を生成する。

【0038】

すなわち、2 値画像生成部 1 4 は、2 値画像を生成する対象となる画素の画素値が黒色の画素値に近ければ近いほど万線の幅を大きくするとともに、2 値画像を生成する対象となる画素の画素値が白色の画素値に近ければ近いほど万線の幅を小さくする。2 値画像生成部 1 4 は、2 値画像を生成する対象となる画素の画素値が黒色の画素値に近ければ近いほど万線の幅を小さくするとともに、2 値画像を生成する対象となる画素の画素値が黒色の画素値に近ければ近いほど万線の幅を小さくしてもよい。

10

【0039】

図 9（d）は、基底材に彫刻を施す場合に適した 2 値化の方法を示す図である。同図の階調 2 においては、階調 2 よりも濃度が低い階調 3 と同じ幅の線分が形成されるとともに、隣接する万線の間、黒色の破線が形成されている。黒色の破線を構成する線分の長さ及び破線の Y 軸方向の幅は、基底材に彫刻した場合に形成可能な最小の長さ及び幅よりも大きく設定されている。図 9（d）の階調 7 においては、階調 7 よりも濃度が高い階調 6 と同じ幅の破線が形成されている。当該破線を構成する線分の長さ及び破線の Y 軸方向の幅は、基底材に彫刻した場合に形成可能な最小の長さ及び Y 軸方向の幅よりも大きく設定されている。破線は、万線の連続する長さを変更されることにより生成される。

【0040】

20

このように、2 値画像生成部 1 4 は、万線の幅、又は隣接する万線間の距離が、基底材に彫刻した場合に形成可能な最小の線幅よりも小さい場合に、基底材に彫刻した場合に形成可能な最小の線幅以上の幅を有する破線を含む 2 値画像を生成することで、破線を用いない場合に比べて、彫刻により表現できる階調数を増加させることができる。2 値画像生成部 1 4 は、破線を用いた 2 値画像を生成する場合、破線を構成する線分の最小の長さを基底材に彫刻した場合に形成可能な最小の線幅以上とする。すなわち、2 値画像生成部 1 4 は、破線を構成する線分の最小の長さを、破線の線幅以上の長さとして行うことができる。

【0041】

図 9（e）は、図 9（d）の万線の幅よりも大きな幅の万線を用いた 2 値化の方法を示す図である。図 9（e）においては、階調 3 の隣接する万線の間、階調 2 におけるよりも白色の割合が多い破線が形成されている。また、階調 6 には、階調 7 よりも破線を構成する線分が長く、黒色の割合が多い破線が形成されている。このように、2 値画像生成部 1 4 は、画素値に応じて破線を構成する線分の長さを調整することで、基底材に彫刻した場合に形成可能な最小の線幅が比較的大きい場合であっても、より多くの階調を表現できる 2 値画像を生成することができる。

30

【0042】

2 値画像生成部 1 4 は、2 値画像を生成する際に、最大濃度と最小濃度のほぼ中間の階調を、幅を変化させる前の万線の幅とする。また、2 値画像生成部 1 4 は、最大濃度の階調を、幅を変化させる前の万線の幅のほぼ 2 倍とする。このようにすることで、2 値画像生成部 1 4 は、万線上の座標位置における画像データの画素値に基づいて、2 値画像を生成することができる。

40

【0043】

また、2 値画像生成部 1 4 は、万線を破線にする階調の画素が、破線を構成する線分の最小の長さに対応する画素数よりも少ない数で連続している場合、万線を破線にすることなく、隣接する階調に対応する幅の万線とする。例えば、階調 7 に対応する画素が 1 つだけ存在する場合、2 値画像生成部 1 4 は、当該画素を階調 6 として扱う。

【0044】

なお、2 値画像生成部 1 4 は、X 軸方向の所定の長さ単位で万線の幅を変化させる処理を行ってもよい。例えば、2 値画像生成部 1 4 は、破線を構成する線分の最小の長さより

50

も大きな長さ単位で、当該長さの万線上に含まれる複数の座標位置における画像データの画素値の平均値に基づいて、万線の幅を変更してもよい。

【0045】

また、2値画像生成部14は、2値画像を生成する対象となる座標位置における画像データの画素値と、当該座標位置における万線の画素値との平均値に基づいて、万線の幅を変更してもよい。また、2値画像生成部14は、2値画像を生成する対象となる座標位置における画像データの画素値と、当該座標位置における万線の画素値とを比較して、万線の幅を変更してもよい。

【0046】

図10は、図3に示した画像データの画素値に基づいて、図8に示した万線の幅を変化させることにより生成された2値画像を示す図である。図3に示した人形の立体感と模様の両方が表現されていることがわかる。

10

【0047】

図11は、画像の階調と万線の幅との関係の他の例を示す図である。図11(a)は、図9(a)における階調4及び階調5の画像と、それらの中間の階調(階調4+1/2)の画像を示している。図11(b)は、階調4、階調4+1/2、階調5に対応する2値画像を示している。第1の階調である階調4の万線の幅の第1線分と第2の階調である階調5の万線の幅の第2線分とを、同じ長さで交互に配置することにより、第1の階調と第2の階調の中間の階調である階調4+1/2の2値画像が生成されている。

【0048】

20

図11(c)は、交互に配置する第1線分の長さと第2線分の長さとを異なる長さにすることにより、階調4+1/3及び階調4+2/3に対応する2値画像を生成できることを示している。具体的には、第1の階調に対応する幅の第1線分の割合と、第2の階調に対応する幅の第2線分の割合とを、画像の濃度に応じて調整することにより、第1の階調と第2の階調との間の階調に対応する2値画像を生成することができる。なお、これらの複数の線分の幅及び長さは、基底材の最小加工可能幅よりも大きい。

【0049】

図11(d)は、同じ長さの第1線分と第2線分とを交互に配置し、第1線分の幅と第2線分の幅を調整することにより、階調4+1/4、階調4+1/2、階調4+3/4に対応する2値画像を生成できることを示している。このように、交互に配置される複数の種類の線分の幅及び長さを調整することにより、任意の階調に対応する2値画像を生成することができる。

30

【0050】

図11(e)は、図11(a)および図11(d)とは異なる中間階調の表し方の例である。図11(a)および図11(d)における階調4+1/2のように、万線をX軸方向に分断することに代えて、Y軸方向に非対称に幅を変化させることによっても、図11(a)及び図11(d)と同様に、階調4と階調5との中間の階調に対応する2値画像を生成することが可能になる。

40

また、図11(e)は、1本の万線をY軸方向に複数の万線に分割し、分割後のそれぞれの万線上の座標位置に対応する画像データの画素値に基づいて、それぞれの万線の幅を調整することにより、複数の階調に対応する2値画像を生成することも示している。例えば、図11(e)における階調4+1/2は、分割後の上側の万線の階調が階調5で、分割後の下側の万線の階調が階調4である場合を示している。このように、Y軸方向に非対称に幅を変化させることで、画像データの階調情報をより微細に表現することが可能になる。

【0051】

[第1の彫刻方法]

以下、上記の画像生成方法により生成された2値画像を用いて、基底材に彫刻をする方法について説明する。

図12Aから図12Dは、上記の画像生成方法により得られた2値画像を基底材に彫刻

50

する第 1 の方法を示す図である。

【0052】

まず、図 1 2 A に示すように、基底材上に、2 値画像に基づいて作成されたマスクを用いて、レジストを塗布する。例えば、レジストは、2 値画像における白色領域に対応する位置に塗布される。

続いて、図 1 2 B に示すように、レジストを塗布した基底材に研削材を吹き付けるブラスト処理、又はエッチング剤を用いるエッチング処理を施し、レジストが塗布されていない領域に凹部を形成する。なお、ブラスト処理及びエッチング処理を併用して凹部を形成してもよい。

【0053】

続いて、図 1 2 C に示すように、凹部が生成された基底材を、基底材の色よりも濃度が高い色（例えば、黒色）で着色する。着色方法としては、メッキ、塗装、化学着色、酸化発色、電解着色又は染料着色等を用いることができる。着色方式とレジストの品種の選択にあたっては、レジスト部分が着色されにくい組み合わせを選択すると、レジストが被膜で覆われず、レジストを剥離しやすいので好ましい。

続いて、図 1 2 D に示すように、レジストを剥離することにより、2 値画像の黒色領域に対応する凹部が黒く、2 値画像の白色領域に対応する凹部以外の部分が黒色よりも明るい色の彫刻が完成する。

【0054】

なお、上記の説明においては、レジストを剥離する前に基底材を着色したが、レジストを剥離した後で凹部に塗料を流し込み、凹部以外の領域に付着した塗料を除去することによっても、同等の彫刻を作成することができる。

【0055】

[第 2 の彫刻方法]

図 1 3 A から図 1 3 D は、上記の画像生成方法により得られた 2 値画像を基底材に彫刻する第 2 の方法を示す図である。

【0056】

まず、図 1 3 A に示すように、基底材の表面をメッキ処理や塗装処理により着色する。例えば、基底材の表面を黒色に着色する。続いて、図 1 3 B に示すように、2 値画像に基づいて作成されたマスクを用いて、2 値画像の黒色領域にレジストを塗布する。

【0057】

続いて、図 1 3 C に示すように、ブラスト処理及びエッチング処理の少なくともいずれかを施すことにより、レジストが塗布された領域以外の領域に彫刻を施すことで、黒色領域に対応する凸部を形成する。その後、図 1 3 D に示すように、レジストを剥離する。その結果、2 値画像における黒色領域に対応する部分が着色されて突出した彫刻が完成する。

【0058】

[第 3 の彫刻方法]

図 1 4 は、上記の画像生成方法により得られた 2 値画像を基底材に彫刻する第 3 の方法を示す図である。本方法においては、2 値画像の黒色の領域に対応する位置に、切削工具やレーザ加工等を用いて凹部を彫刻する。凹部の深さを凹部の幅以上にすることにより、凹部の内部に影が生じて黒く見える。このようにすることで、着色することなく、2 値画像の黒色の領域が濃く見え、元画像の明暗が表現された彫刻を作成することができる。

【0059】

[第 4 の彫刻方法]

図 1 5 A 及び図 1 5 B は、上記の画像生成方法により得られた 2 値画像を基底材に彫刻する第 4 の方法を示す図である。まず、図 1 5 A に示すように、基底材の表面をメッキ処理や塗装処理により着色する。例えば、基底材の表面を黒色に着色する。続いて、切削工具等を用いて彫刻することにより、2 値画像における黒色領域に対応する部分が着色されて突出した彫刻が完成する。

【0060】

[第5の彫刻方法]

図16A及び図16Bは、上記の画像生成方法により得られた2値画像を基底材に彫刻する第5の方法を示す図である。本方法で用いられる基底材の色は、第4の方法で用いた基底材の色よりも濃い。

【0061】

まず、図16Aのように、基底材の色よりも明るい色で着色する。続いて、2値画像の黒色の領域に対応する位置に、切削工具等を用いて凹部を彫刻する。着色された層を貫通して、基底材にまで到達する凹部を形成することにより、凹部の内部は、凹部が形成されていない領域に比べて暗い色になる。その結果、2値画像の黒色の領域が濃く見える彫刻を作成することができる。

10

【0062】

第4の彫刻方法と第5の彫刻方法とは、互いにネガとポジとが反転した画像に相当する。基底材の色と着色との関係を入れ替えることにより、他の彫刻方法においても、ネガとポジとが反転した彫刻を作成することができる。

【0063】

[第6の彫刻方法]

図17A及び図17Bは、上記の画像生成方法により得られた2値画像を基底材に彫刻する第6の方法を示す図である。

まず、図17Aに示すように、2値画像の黒色の領域に対応する位置に、切削工具等を用いて凹部を彫刻する。続いて、凹部に基底材の色よりも濃い色の塗料を流し込み、凹部以外の領域に付着した塗料を拭き取る。このようにすることで、2値画像の黒色の領域が濃く見える彫刻を作成することができる。

20

【0064】

[第7の彫刻方法]

図18Aから図18Dは、上記の画像生成方法により得られた2値画像を基底材に彫刻する第7の方法を示す図である。

【0065】

まず、図18Aに示すように、基底材上に、2値画像に基づいて作成されたマスクを用いて、レジストを塗布する。例えば、レジストは、2値画像における黒色領域に対応する位置に塗布される。

30

続いて、図18Bに示すように、レジストを塗布した基底材にブラスト処理又はエッチング処理を施し、レジストが塗布されていない領域に凹部を形成する。その結果、レジストが塗布された領域に凸部が形成される。

【0066】

続いて、図18Cに示すように、レジストを剥離する。続いて、図18Dに示すように、レジストが剥離された凸部に着色する。例えば、ローラを用いて、凸部の先端部のみを着色する。このようにして、2値画像の黒色領域に対応する凸部が濃く、2値画像の白色領域に対応する凸部以外の部分が薄い色の彫刻が完成する。

【0067】

[第8の彫刻方法]

図19Aから図19Dは、上記の画像生成方法により得られた2値画像を基底材に彫刻する第8の方法を示す図である。

【0068】

まず、図19Aに示すように、図18Bに示した状態の基底材の表面に、図18Aで塗布した第1レジストと異なる特性を有する第2レジストを塗布する。例えば、第1レジストがアルカリ溶解性であれば、第2レジストは、酸溶解性又は有機溶剤溶解性のウェットレジストである。

【0069】

次に、図19Bに示すように、凸部の先端に塗布された第1レジスト及び第2レジスト

40

50

を剥離する。第1レジストがアルカリ溶解性である場合、例えば、アルカリ現像液を用いることで、第1レジストとともに、凸部の先端に塗布されていた第2レジストも剥離することができる。この際、凸部の先端の表面を研磨して第1レジストの少なくとも一部を露出しておくことで、効率よく第1レジスト及び第2レジストを剥離することができる。

【0070】

続いて、図19Cに示すように、第1レジスト及び第2レジストを剥離した後の基底材をメッキ等により着色する。その後、図19Dに示すように、第2レジストを剥離することで、図18Dと同様に、2値画像の黒色領域に対応する凸部が濃く、2値画像の白色領域に対応する凸部以外の部分が薄い色の彫刻が完成する。

【0071】

〔第9の彫刻方法〕

図20A及び図20Bは、上記の画像生成方法により得られた2値画像を基底材に彫刻する第9の方法を示す図である。図12から図19における凹部の側面及び底面は平面状に形成されていたが、図20A及び図20Bに示すように、基底材に形成される凹部の内部には曲面が形成されていてもよい。

【0072】

基底材が金属で形成されていたり、基底材の表面に光を反射する金属がメッキされていたりする場合、凹部において光が反射して光沢が得られる。凹部の内部に曲面を形成することで、彫刻が施された基底材を見る角度を変化させたり、光源の位置を移動させたりすることによって、目に入射する光が凹部内で反射する位置が変化する。あるいは、異なる位置の凹部が光って見える。その結果、高さ取得部11が取得した高さ情報を彫刻が再現しているかのような独特な立体感を与えることができる。

【0073】

〔彫刻の複製方法〕

なお、上記の各彫刻方法で得られた彫刻板を鋳型として、この鋳型に溶解させた金属や樹脂を流し込んで固化させることにより、同一の彫刻物を複数製造することができる。

【0074】

〔第1の実施形態における効果〕

以上のとおり、本実施形態によれば、複数の万線を、当該複数の万線の幅と同じ間隔で前記X-Y座標平面上に配置することで生成した万線画像における万線を、立体物の高さに基づいてY軸方向に移動した変形万線画像を生成し、画像データの画素値に基づいて、変形万線画像を構成する万線の幅を変更することにより、立体物の形状と絵柄とを基底材における二次元座標上で表現可能な2値画像を生成できるという効果を奏する。本実施形態の構成によれば、コンピュータを用いて、彫刻に適した2値画像を生成できるので、属人的な特殊技能によることなく、良質な彫刻を短期間で製造することが可能になる。

【0075】

また、2値画像生成工程において、画像データにおける座標位置の画素値に基づいて万線の幅を変更することにより、万線の形状や階調に応じて、さまざまな質感の2値画像を生成することができる。

【0076】

また、2値画像生成工程において、2値画像を生成する対象となる画素の画素値が黒色の画素値に近ければ近いほど万線の幅を大きくするとともに、2値画像を生成する対象となる画素の画素値が白色の画素値に近ければ近いほど万線の幅を小さくすることで、画像データの濃淡を2値画像で表現することができる。さらに、2値画像生成工程において、2値画像を生成する対象となる画素の画素値が所定の閾値よりも白色の画素値に近い場合、又は2値画像を生成する対象となる画素の画素値が所定の閾値よりも黒色の画素値に近い場合に万線を分断することで、2値画像に基づいて基底材を加工する場合に、基底材の加工限界よりも細い線を用いる必要がなくなるので、基底材を彫刻する場合にも画像データの濃淡をより忠実に再現することができる。

【0077】

また、上記の高さ取得工程は、画像データにおける輪郭線を抽出する工程と、それぞれの座標位置と輪郭線からの距離に応じて高さを決定する工程と、を有するので、高さ情報が与えられていない場合であっても、2値画像によって立体物の立体感を表現することができる。

【0078】

上記の彫刻物の製造方法の一実施形態においては、上記の画像生成方法により生成された2値画像に基づいて、基底材に凹部及び凸部を形成するとともに、当該2値画像に含まれる万線の位置に基づいて、凹部及び凸部の少なくとも一部に着色することで、立体物の立体感を金属やプラスチックなどの基底材を用いて表現することができる。それらの基底材に彫刻することにより、紙に印刷して作成される写真に比べて、はるかに高い耐久性を得ることができる。

10

【0079】

また、上記の彫刻物の製造方法の一実施形態においては、上記の画像生成方法により生成された2値画像に含まれる万線の位置に基づいて、万線の幅以上の深さの凹部を形成するので、凹部に生じる影を利用して、着色することなく、画像の濃淡を表現することができる。

【0080】

<第2の実施形態>

第1の実施形態においては、立体物の高さを取得する高さ取得工程と、複数の万線を、当該複数の万線の幅と同じ間隔でX-Y座標平面上に配置することで万線画像を生成する万線画像生成工程と、それぞれの座標位置に対応する高さに基づいて、当該座標位置における万線の位置をY軸方向に移動する変形万線画像生成工程とを順次実行することで、変形万線画像を生成した。これに対して、第2の実施形態においては、X軸方向、及びX軸方向に直交するY軸方向からなるX-Y座標平面上の複数の座標位置の画素値を含む、立体物の画像データを取得する画像データ取得工程と、当該画像データに基づいて立体物を形成する工程とを経て形成した立体物にレーザ光を照射することで、変形万線画像を生成する点で、第1の実施形態と異なる。

20

【0081】

第2の実施形態においては、以下の手順により変形万線画像を得る。

まず、任意の連続階調の写真を用意する。次に、アクリル板などの透明なプラスチック板に熱を加えて可塑性を高めた上で変形させて、元画像の顔などの立体的な形態を再現する。プラスチック板を変形させる代わりに、三次元画像データに基づいて、三次元プリンターによって立体的な形態を再現してもよい。

30

【0082】

続いて、変形させたアクリル板にレーザ光を平行にほぼ等間隔で走査線状に照射する。レーザ光の照射によってアクリル板を焦がすことで、輪切りにしたような連続線を描画する。ここで、レーザ光を照射する角度を変化させることで、立体感を調節することができる。このアクリル板の下に感光材料を敷き、上から平行かつ直進性の高い光を用いて露光することで、感光材料に立体形を特定の角度で輪切りにした断面を並べたような投影像が得られる。すなわち、複数の万線が、当該複数の万線の幅と同じ間隔でX-Y座標平面上に配置され、かつ、それぞれの座標位置に対応する高さに基づいて、当該座標位置における万線の位置がY軸方向に移動した変形万線画像が生成される。変形万線画像を生成した後の工程は、第1の実施形態と同様である。

40

【0083】

なお、立体物の形成方法は、上記の方法に限定されない。画像データに基づくことなく形成された立体物にレーザ光を照射することによって変形万線画像を生成してもよい。

【0084】

[第2の実施形態における効果]

以上のとおり、第2の実施形態によれば、元画像に基づいて立体的な形態を再現した後にレーザ光を照射することにより変形万線画像を生成する。このようにすることで、画像

50

データに高さ情報が含まれない場合であっても、所望の立体形状を表す２値画像と、彫刻物を生成することができる。また、本実施形態によれば、元画像がデータではなく従来型の写真である場合に、デジタル処理の工程を経ることなく、立体形状を表現することができる。

【００８５】

＜その他の実施形態＞

上記の実施形態においては、画像データが示す立体物の高さ情報に基づいて万線のＹ軸方向の位置を移動させた後に、画像データの画素値に基づいて万線の幅及び万線を構成する線分の長さのいずれかを変更することにより２値画像が生成されていた。しかし、立体物の高さ情報を用いることなく、画像データの画素値に基づいて万線の幅及び万線を構成する線分の長さのいずれかを変更してもよい。

10

【００８６】

具体的には、図９（ｄ）及び図９（ｅ）に関連して説明した２値画像生成部１４における処理は、立体物の画像データであるか否かによらず、濃淡がある画像データを２値化する場合に適用することができる。また、図１０から図２０に関連して説明した彫刻物の製造方法は、立体物の画像データであるか否かによらず、２値画像生成部１４において生成された２値画像に基づく彫刻物の製造に適用することができる。この場合、画像生成装置１は、図１に示した高さ取得部１１を備える必要がなく、画像生成方法は、図２に示した高さ取得工程Ｓ２を実行する必要がない。

【００８７】

20

また、以上の実施形態においては、本発明に係る画像形成方法を用いて形成された画像を彫刻に用いる例について説明したが、他の用途に応用することもできる。例えば、低解像度の電光掲示板のような表示媒体では、表示に利用できる画素数が少ないために、画像データを階調豊かに表示することが困難であった。しかし、本発明に係る画像生成方法を用いることにより、低解像度の電光掲示板のような表示媒体における階調再現性能を向上させることができる。

【００８８】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更又は改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。そのような変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

30

【００８９】

例えば、上記の実施形態における万線画像は、直線状の万線から構成されていたが、万線の形状は直線状に限らない。万線画像は、曲線状の等間隔で配置された万線から構成されていてもよい。また、上記の実施形態における万線は、複数の階調を有するものとして説明したが、万線は複数の階調を有しておらず、黒色であってもよい。

【００９０】

また、上記の実施形態において、黒色の画素値が白色の画素値よりも小さいものとして説明したが、黒色の画素値が白色の画素値よりも大きくてもよい。また、「白色」及び「黒色」は、異なる色の例示に過ぎず、「白色」と「黒色」とが、特許請求の範囲及び明細書に記載の構成と逆に用いられてもよい。

40

【００９１】

また、上記の実施形態における彫刻には、アルマイトで着色したアルミ板のアルマイト層をレーザ加工で焼却して絵柄を表したり、基底材の表面にレーザ照射して絵柄を印刻したり、レーザマーキングにより着色したり、インクジェット方式等の方法により色素を付着したりすることにより画像や絵柄による微細な凹凸を形成したものも含まれる。

【符号の説明】

【００９２】

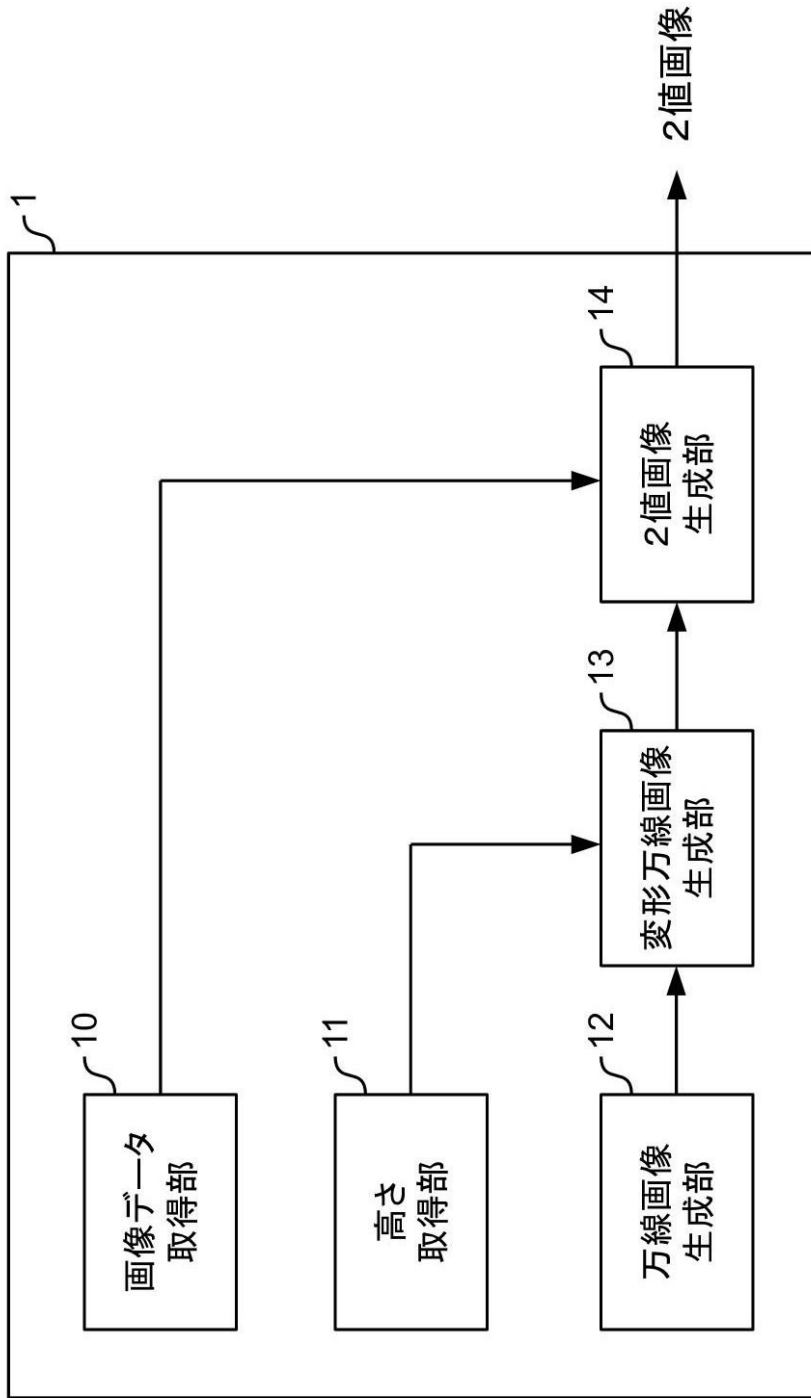
１ 画像生成装置

１０ 画像データ取得部

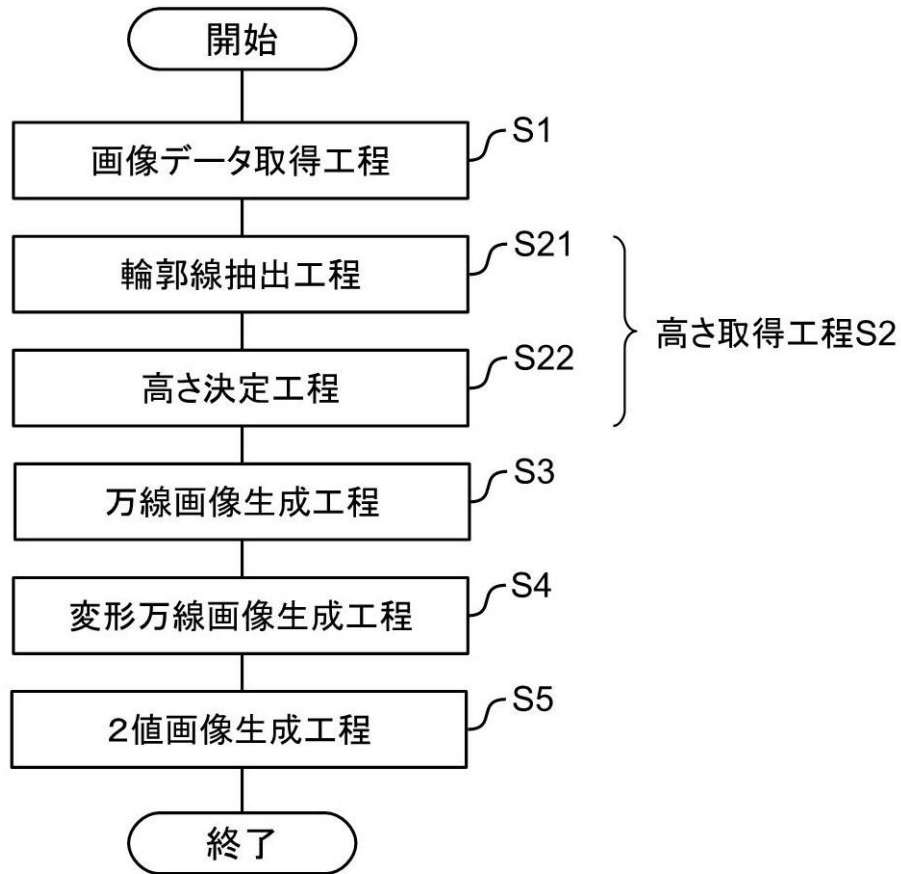
50

- 1 1 高さ取得部
- 1 2 万線画像生成部
- 1 3 変形万線画像生成部
- 1 4 2値画像生成部

【図 1】



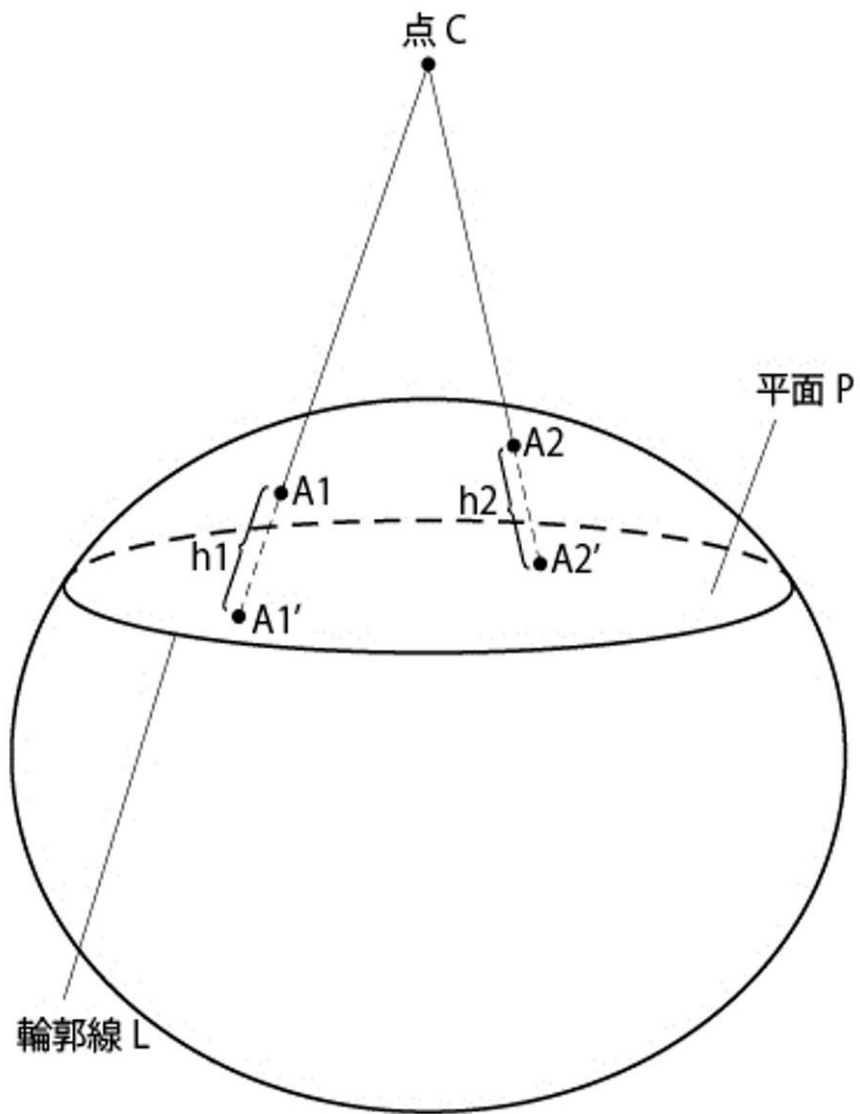
【図 2】



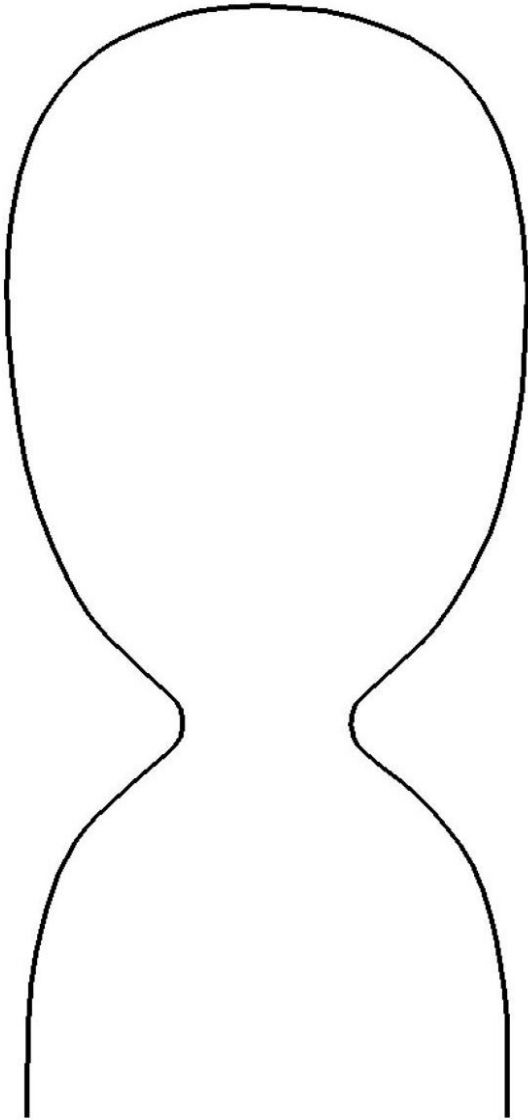
【図 3】



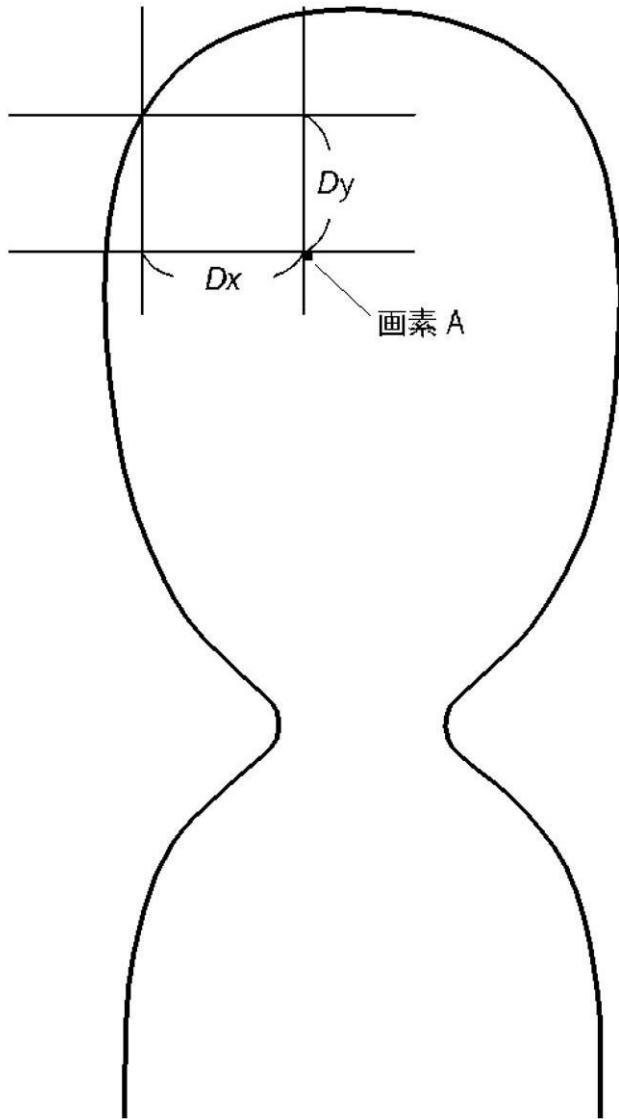
【 図 4 】



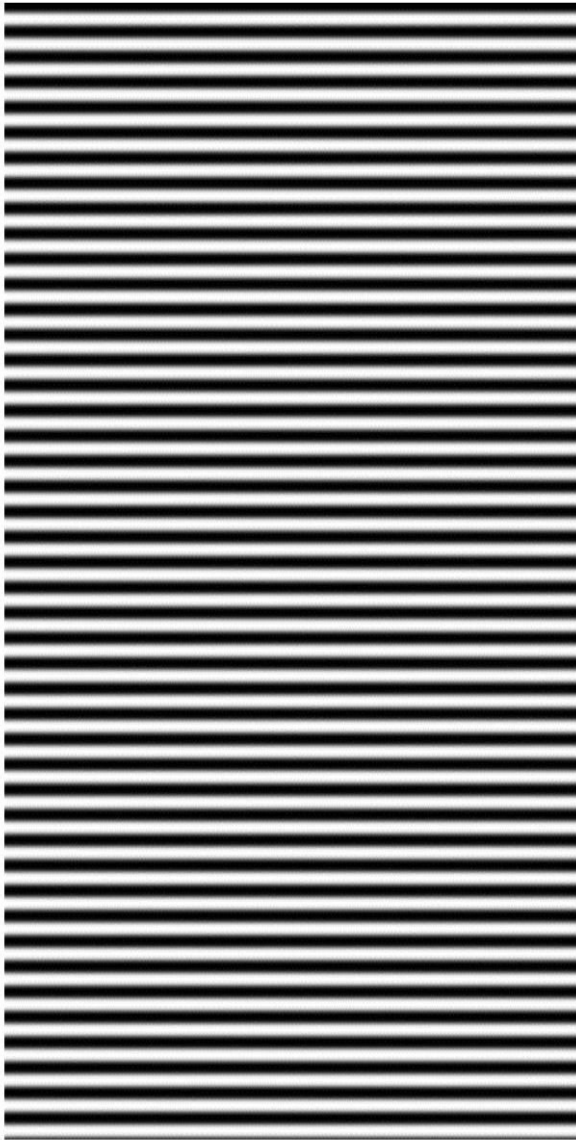
【図 5】



【図 6】



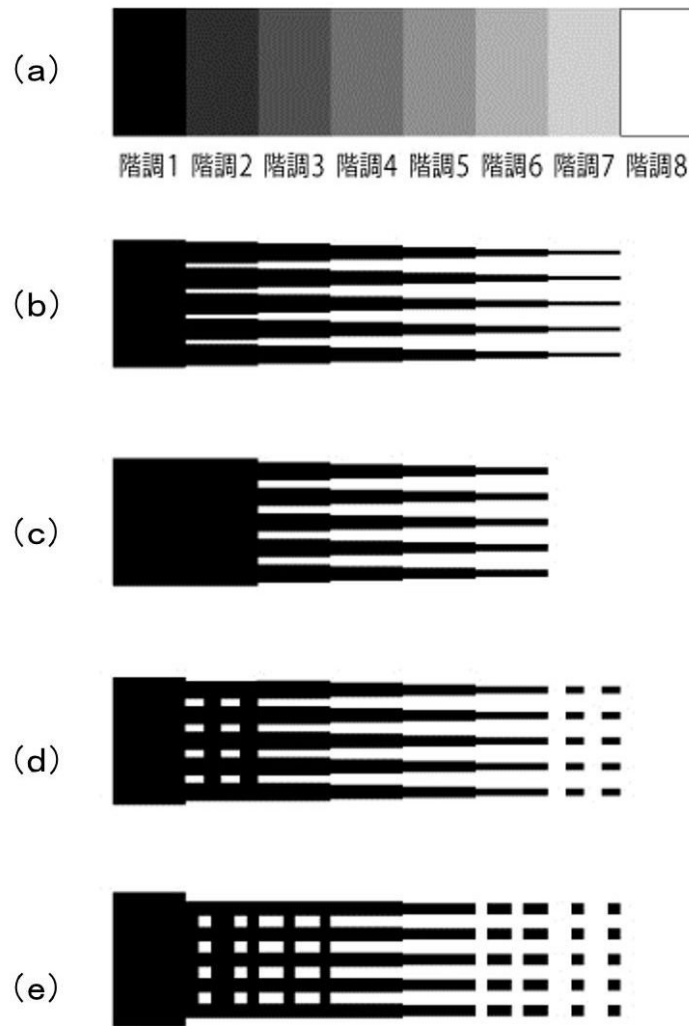
【図 7】



【図 8】



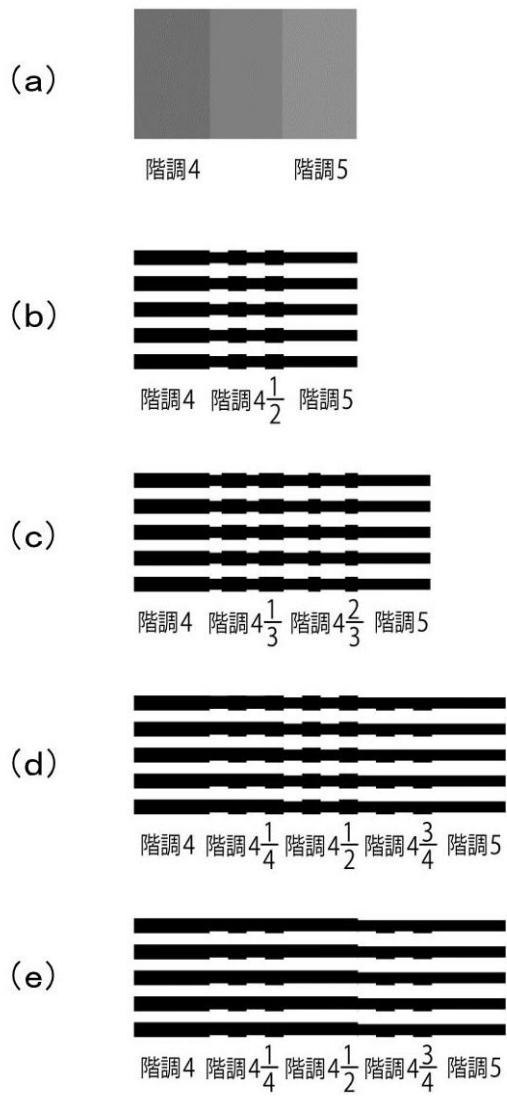
【図 9】



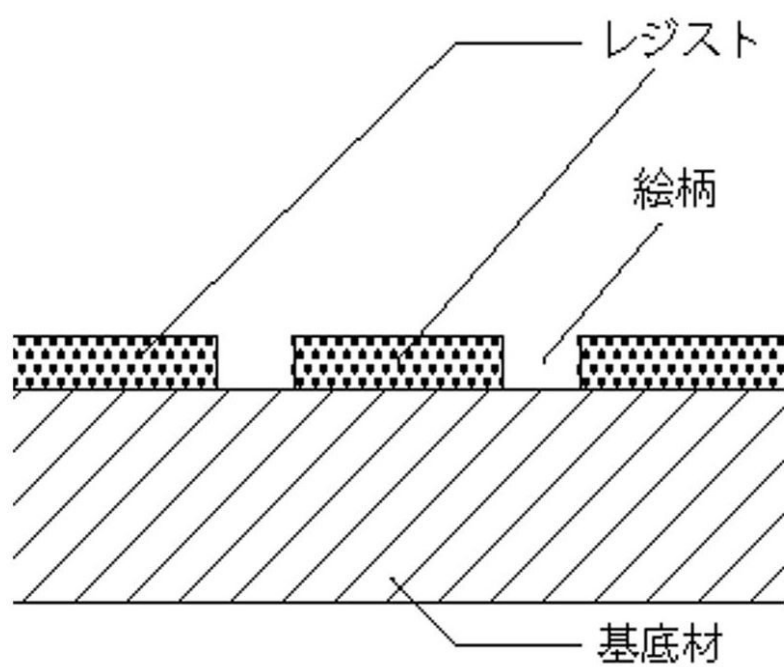
【図 10】



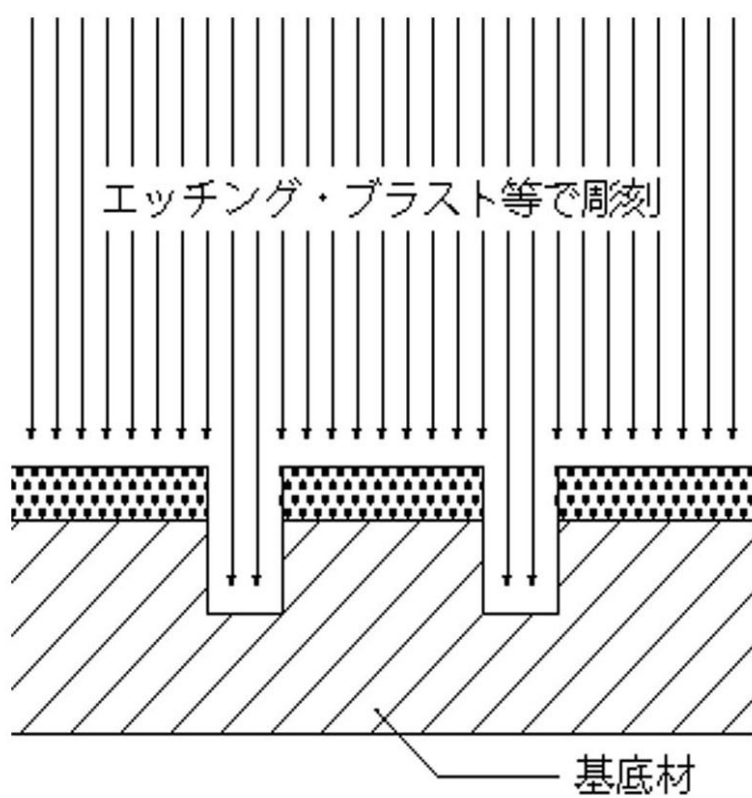
【図 1 1】



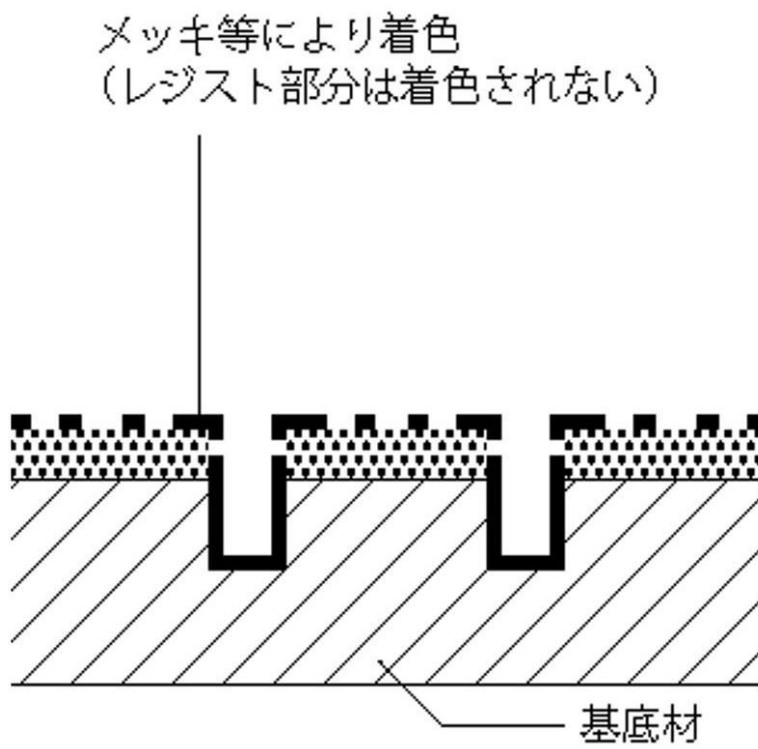
【図 1 2 A】



【図 1 2 B】

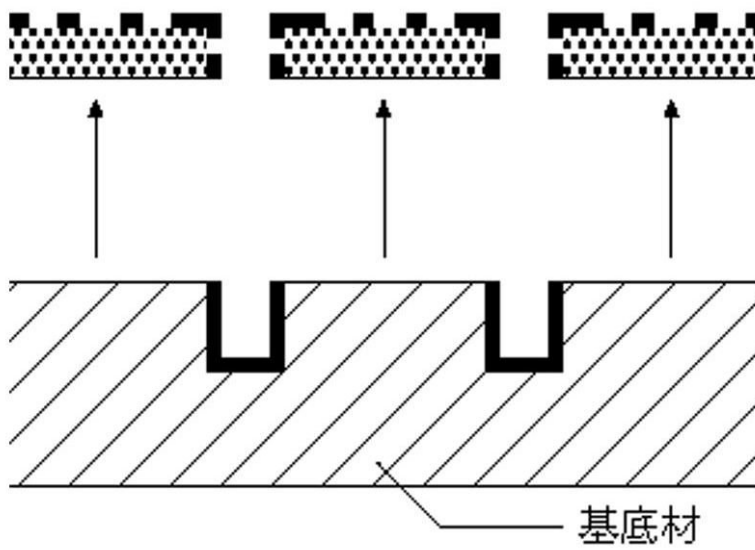


【図 1 2 C】

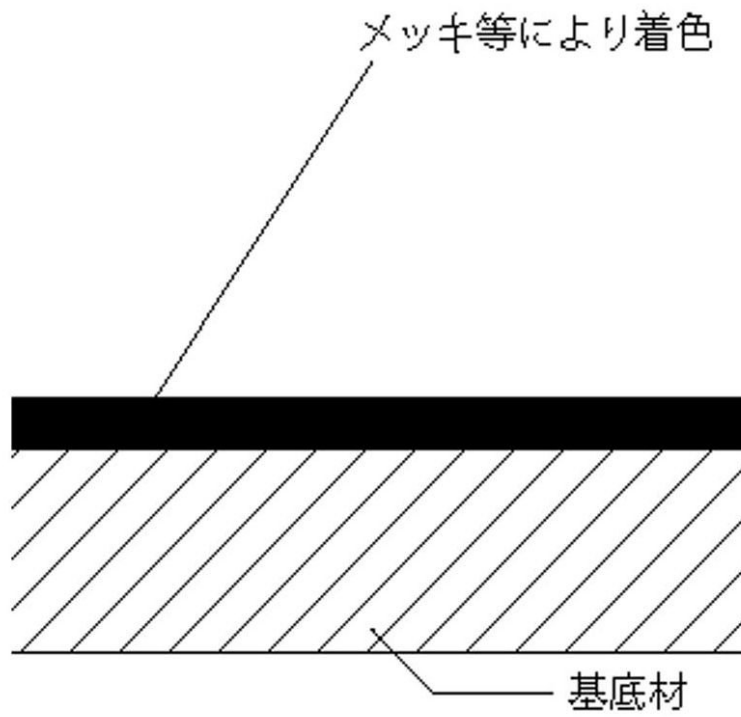


【図 1 2 D】

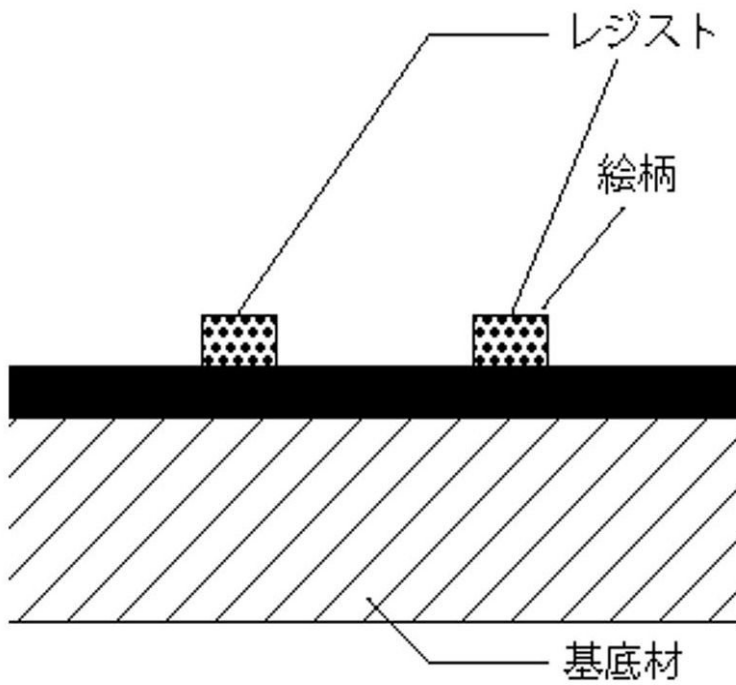
レジストを剥離



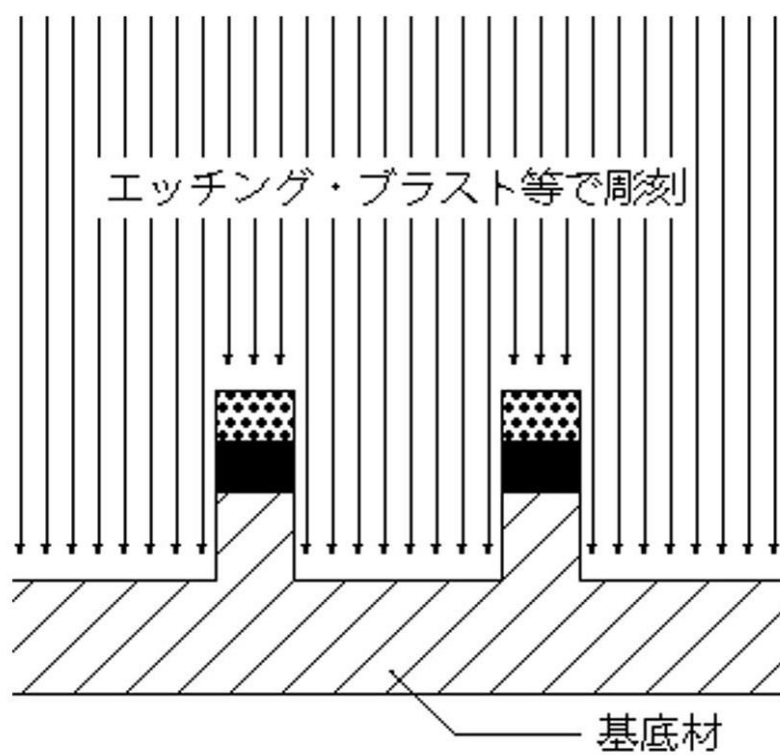
【図 1 3 A】



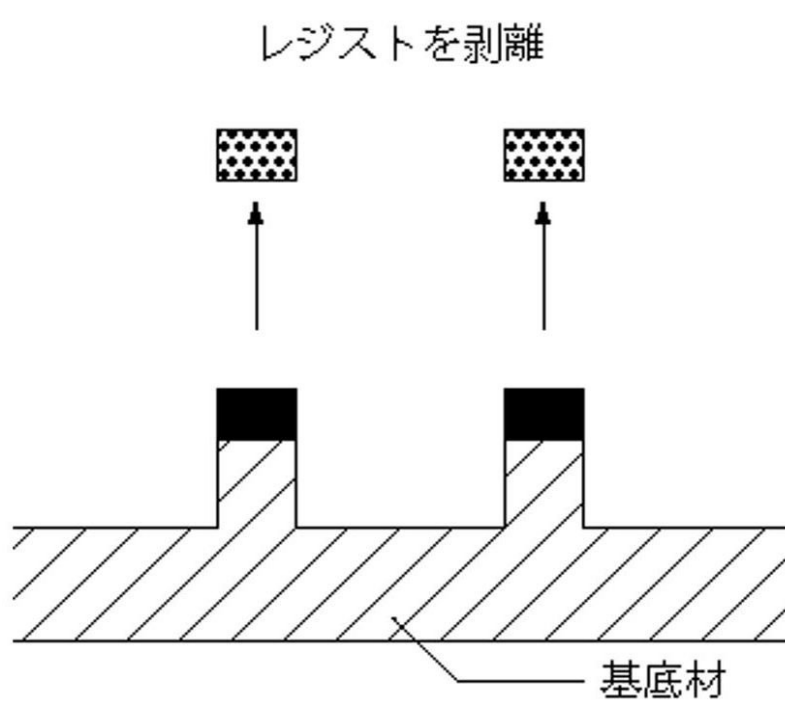
【図 1 3 B】



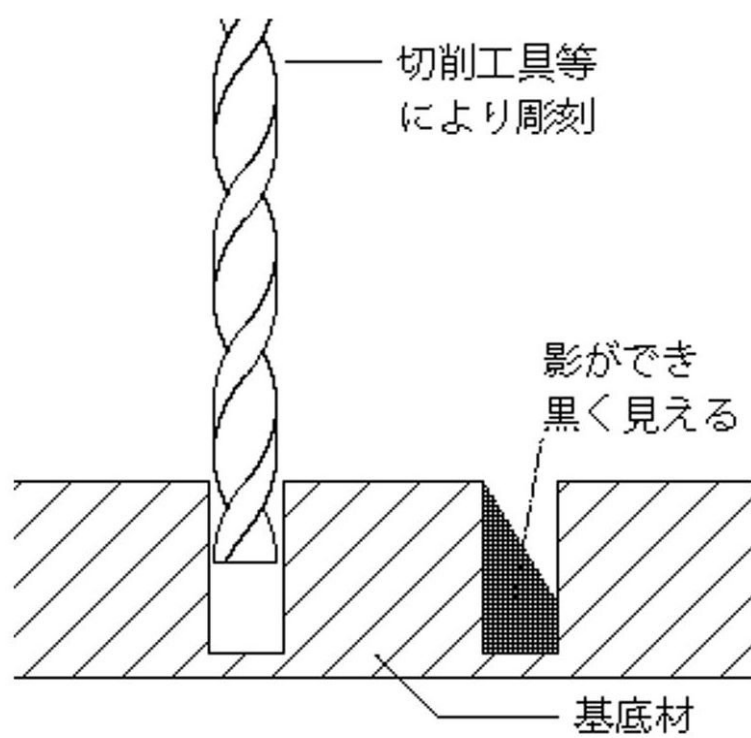
【図 1 3 C】



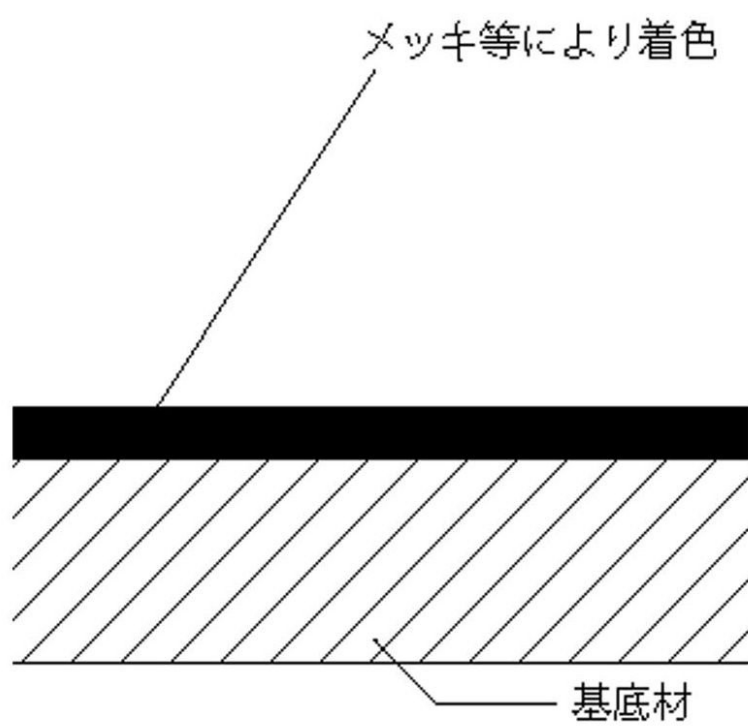
【図 1 3 D】



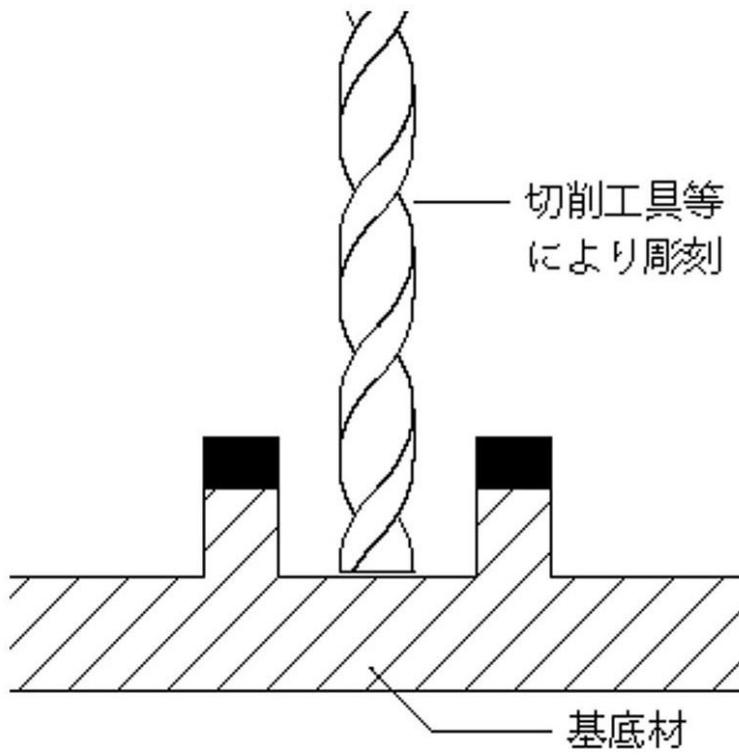
【図 1 4】



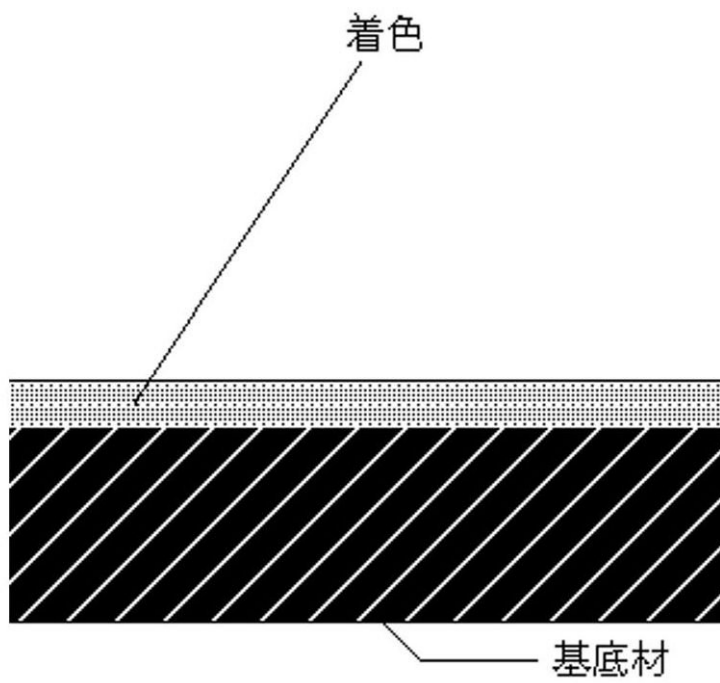
【図 1 5 A】



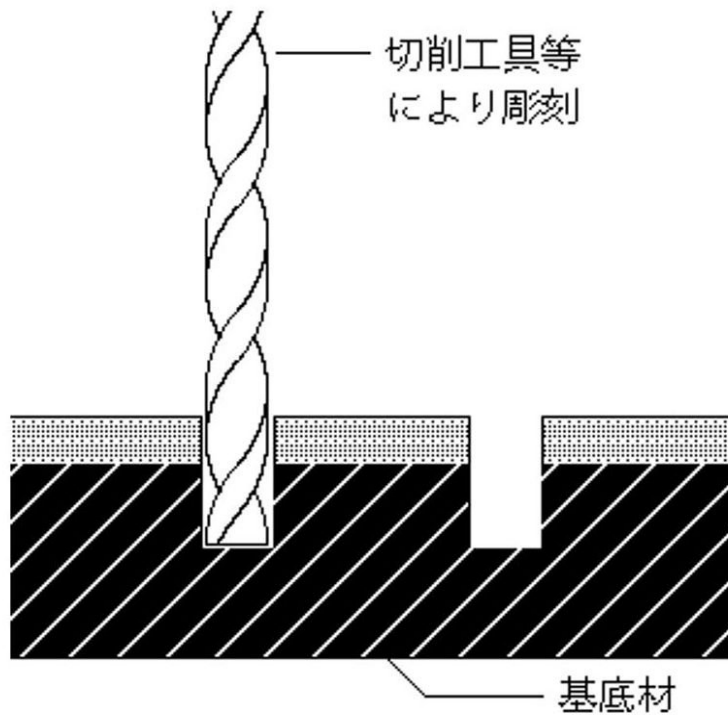
【図 1 5 B】



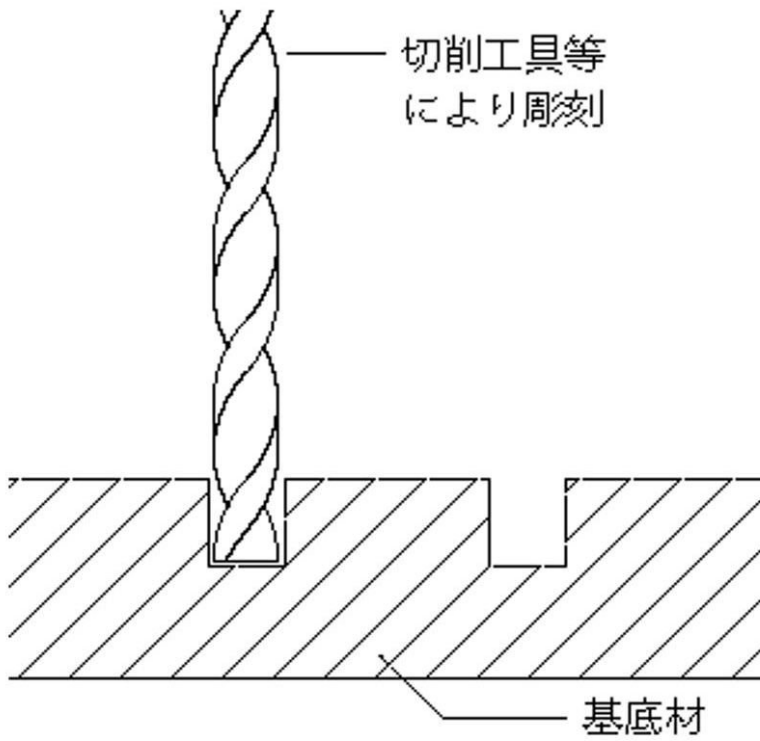
【図 1 6 A】



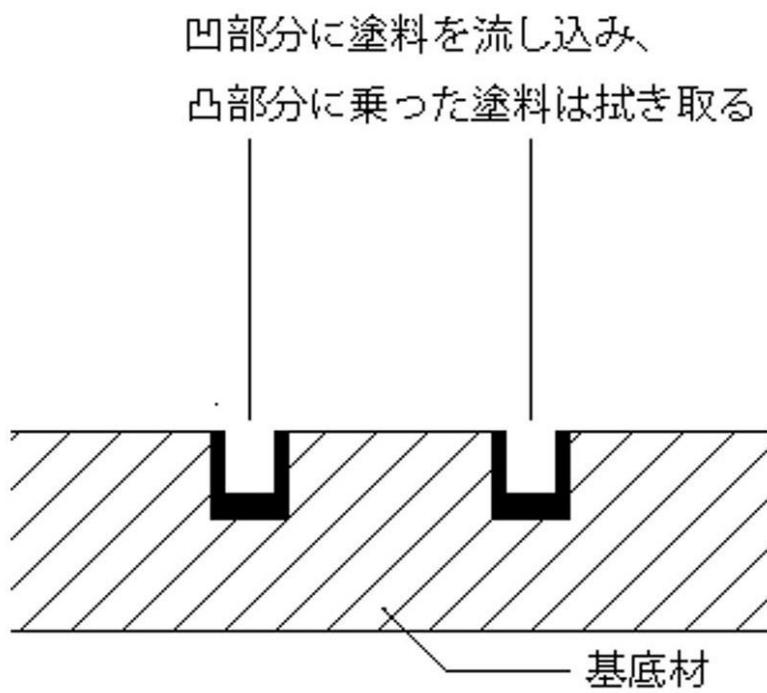
【図 1 6 B】



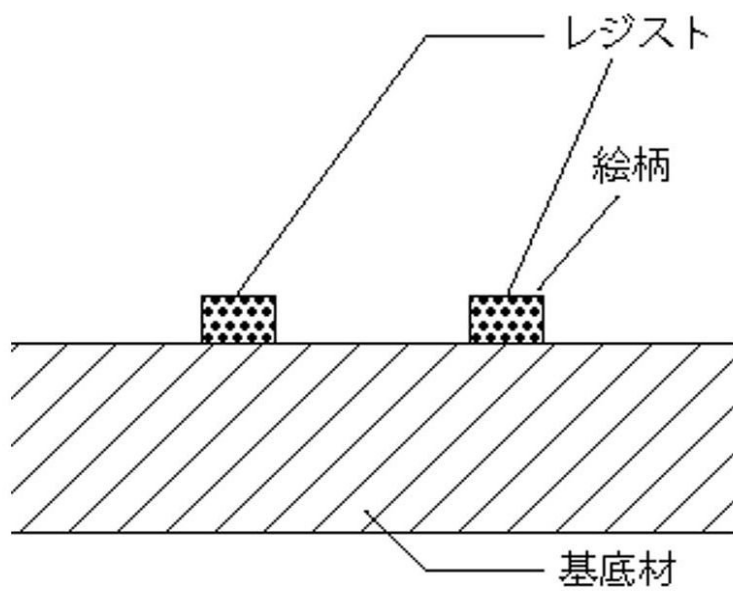
【図 1 7 A】



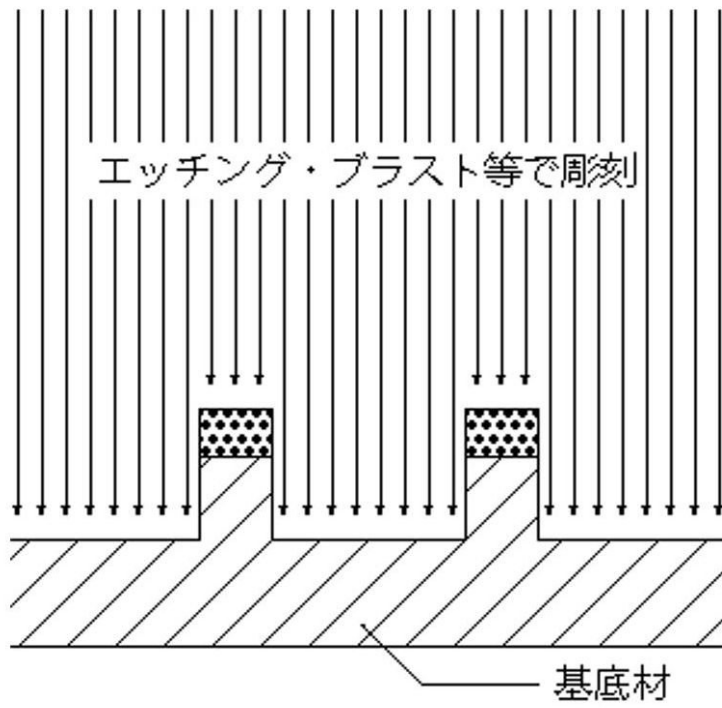
【図 17 B】



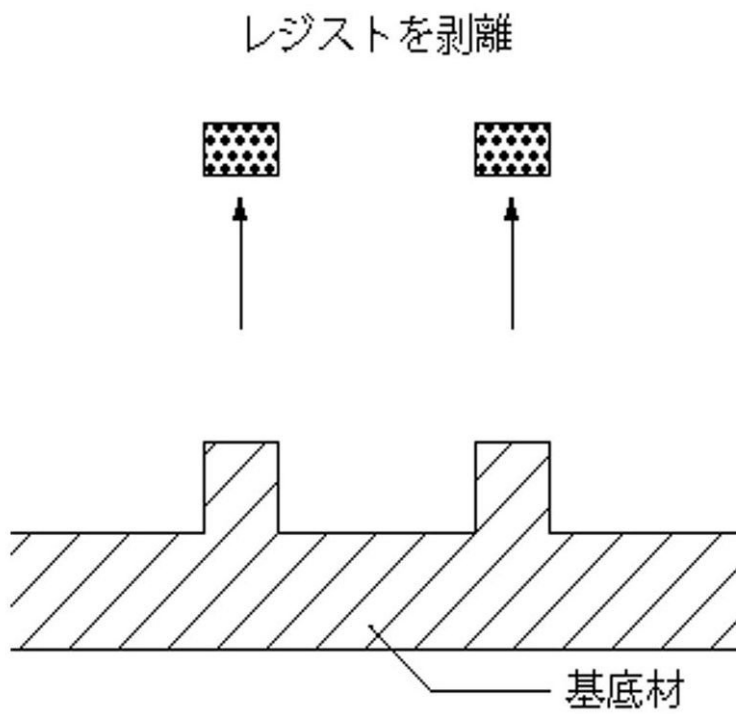
【図 18 A】



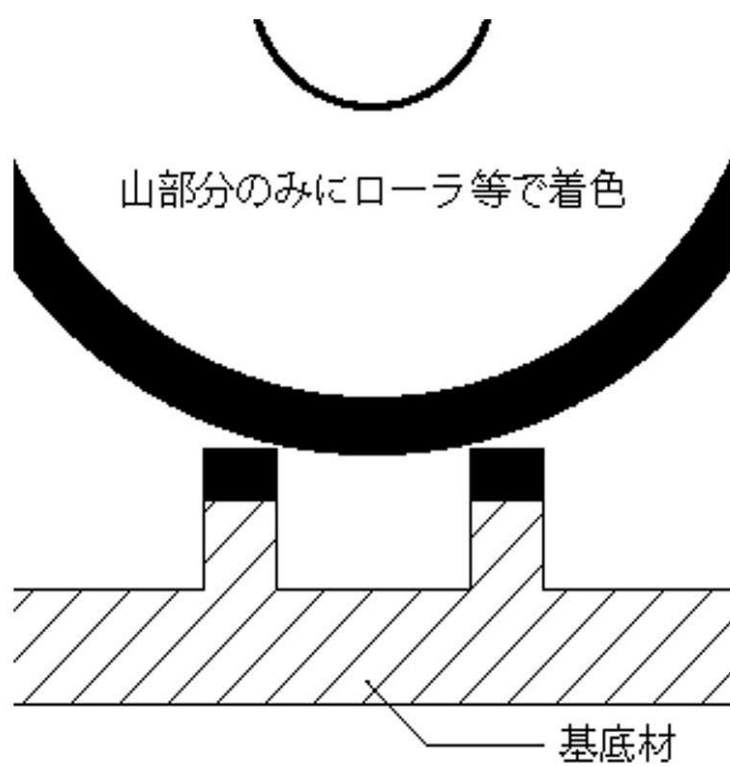
【図 18 B】



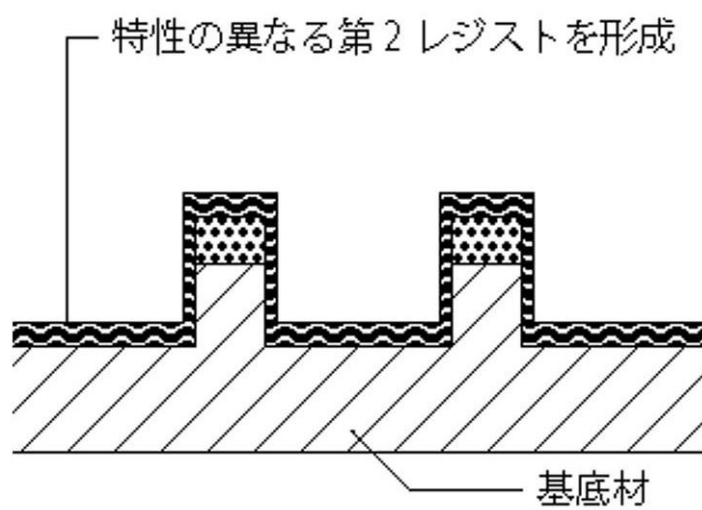
【図 18 C】



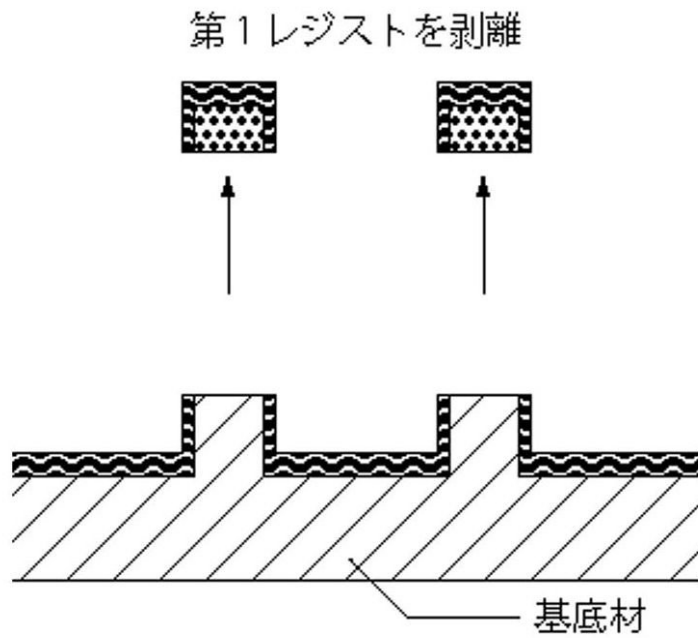
【図 18 D】



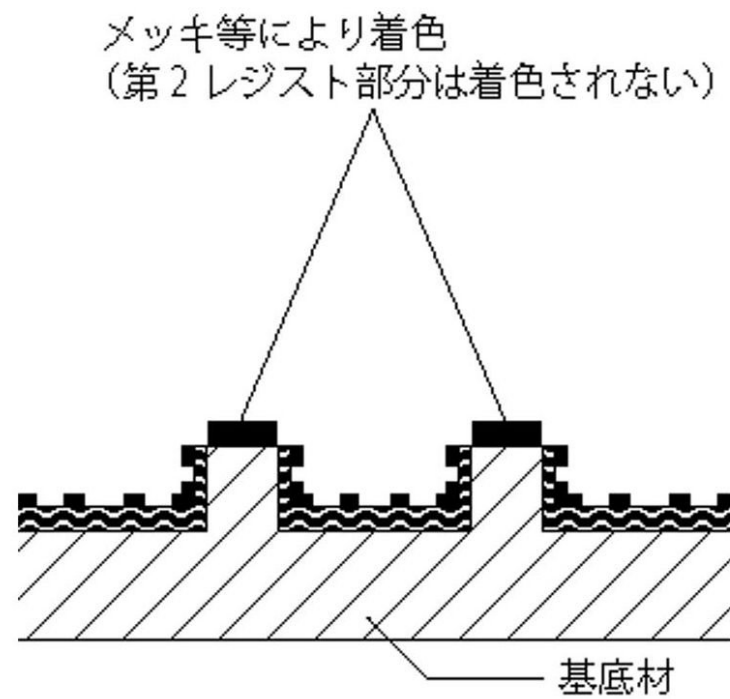
【図 19 A】



【図 19 B】

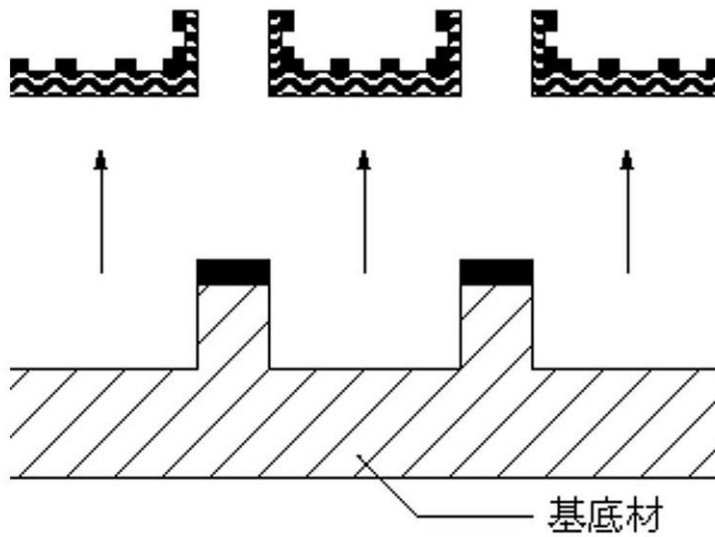


【図 19 C】

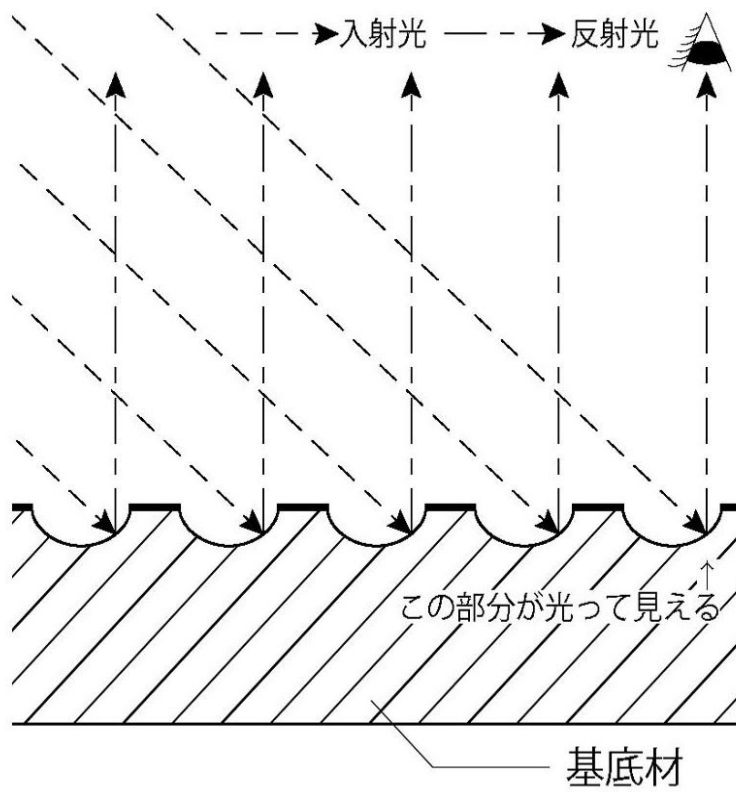


【図 19 D】

第2レジストを剥離



【図 20 A】



【図 20 B】

