(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2015-24497
(P2015-24497A)
(43)公開日　平成27年2月5日(2015.2.5)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
B44B	3/04	(2006.01)	B44B	3/04		5B057
H04N	1/405	(2006.01)	H04N	1/40	B	5C077
G06T	5/00	(2006.01)	G06T	5/00	200A	

審査請求 有　請求項の数 10　ＯＬ　公開請求　（全 44 頁）

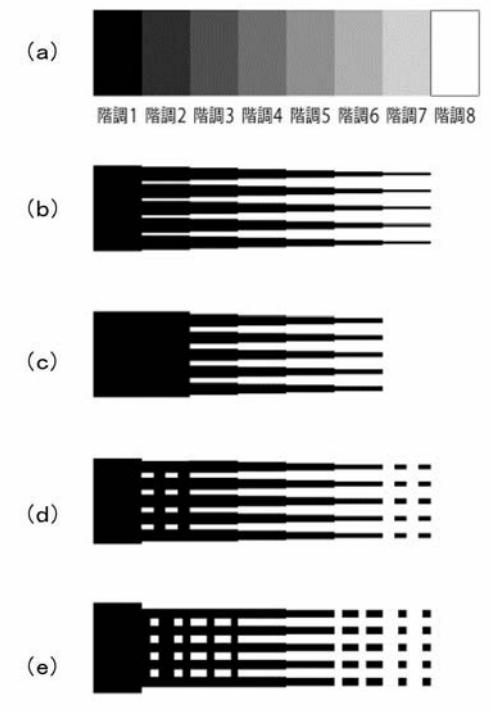
(21)出願番号　特願2013-138035 (P2013-138035)
(22)出願日　平成25年7月1日 (2013.7.1)
(11)特許番号　特許第5491662号 (P5491662)
(45)特許公報発行日　平成26年5月14日 (2014.5.14)

(71)出願人　512012986
平井　正義
埼玉県川口市幸町１－９－２５
(74)代理人　100166006
弁理士　泉　通博
(72)発明者　平井　正義
川口市芝中田１－２１－１３－２０１

Ｆターム(参考)　5B057 AA01 CA08 CA12 CA16 CB07
CB12 CB16 CD11 CE13 CH20
5C077 MP01 NN02 PP47 RR06 TT01

(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、及び彫刻物

(57)【要約】
【課題】基底材を彫刻して多階調画像を表現することができる２値画像を生成する。
【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画像データを取得する画像データ取得工程と、複数の万線を前記Ｘ－Ｙ座標平面上に配置することで万線画像を形成する万線画像生成工程と、それぞれの座標位置における画素値に基づいて、当該座標位置における万線の幅及び連続する長さの少なくとも１つを変更して変形万線画像を生成する変形万線画像生成工程と、を備える。
【選択図】図９



【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画像データを取得する画像データ取得工程と、
複数の万線を前記Ｘ－Ｙ座標平面上に配置することで万線画像を形成する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、当該座標位置における前記万線の幅及び連続する長さの少なくとも１つを変更して変形万線画像を生成する変形万線画像生成工程と、
を備える画像生成方法。
【請求項２】
前記変形万線画像生成工程において、前記画素値に基づいて、幅が同一であり、かつ、連続する長さが異なる複数の万線を生成することにより、前記変形万線画像を生成する、
請求項１に記載の画像生成方法。
【請求項３】
前記万線画像生成工程において、前記複数の万線を、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前記万線画像を生成する、
請求項１又は２に記載の画像生成方法。
【請求項４】
前記万線画像生成工程において、前記Ｙ軸方向に複数の異なる階調の領域を有する前記複数の万線を生成する、
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画像データを取得する画像データ取得部と、
複数の万線を前記Ｘ－Ｙ座標平面上に配置することで万線画像を形成する万線画像形成部と、
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、当該座標位置における前記万線の幅及び連続する長さの少なくとも１つを変更して変形万線画像を生成する変形万線画像生成部と、
を備える画像生成装置。
【請求項９】
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画像データを取得する画像データ取得工程と、
複数の万線を前記Ｘ－Ｙ座標平面上に配置することで万線画像を形成する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、当該座標位置における前記万

線の幅及び連続する長さの少なくとも１つを変更して変形万線画像を生成する変形万線画像生成工程と、
を実行させるための画像生成用プログラム。
【請求項１０】
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に応じて、幅及び連続する長さの少なくとも１つ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の画素値に応じて形成された、幅及び連続する長さの少なくとも１つが異なる複数の万線を備える画像データ。

【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】
【０００２】
従来、画像データの階調に応じて異なる大きさや密度の網点を用いることで、２値画像を用いて多階調画像を表現する、ハーフトーン処理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、網点を大きくしたり網点の密度を高くしたりすることで、濃度が高い画像を表現し、網点を小さくしたり網点の密度を低くしたりすることで、濃度が低い画像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２００９－１００２３３号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
ところで、紙に画像を印刷する場合のように、支持体上に色素を付着させる方法で画像を形成した場合、時間の経過とともに劣化して、画像が消えてしまうことがある。そこで、長期間にわたって画像が消えないようにするために、金属や木材等の基底材に凹凸を施すことで画像を表現する彫刻物が求められている。彫刻物においては凹凸によって画像が表現されるので、多階調画像を２値化した画像に基づいて作成される。
【０００５】
ところが、網点を用いて多階調画像を２値化する方法では、主にインクを用いて紙に印刷する場合に用いることが想定されていた。紙にインクジェットプリンタで印刷する場合、インクの吐出位置や吐出量を制御することにより、あるいはオフセット印刷等の印刷版を用いる方式の場合、版を適切に作成してインクを適切に管理することにより、任意の大きさの網点を任意の密度で印刷することができる。
【０００６】
しかし、金属や木材等の基底材に凹凸を施す場合、多数の網点を形成することは容易でない。特に、基底材の最小加工可能サイズの制約により、印刷時のように細かい網点を基底材に形成することはできない。そのため、網点を用いる方法によって基底材を彫刻して多階調画像を表現しようとすると、全体として網点のサイズを大きくする必要が生じて画面が粗くなるだけでなく、網点を相対的に細かくしなければならないハイライト部とシャドウ部の再現性が著しく劣ってしまい、画像品質を向上させることができなかった。

【０００７】
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、基底材を彫刻して多階調画像を表現することができる２値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】
【０００８】
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画像データを取得する画像データ取得工程と、複数の万線を前記Ｘ－Ｙ座標平面上に配置することで万線画像を形成する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、当該座標位置における前記万線の幅及び連続する長さの少なくとも１つを変更して変形万線画像を生成する変形万線画像生成工程と、を備える画像生成方法を提供する。
【０００９】
前記変形万線画像生成工程において、前記画素値に基づいて、幅が同一であり、かつ、連続する長さが異なる複数の万線を生成することにより、前記変形万線画像を生成してもよい。
【００１０】
前記万線画像生成工程において、前記複数の万線を、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前記万線画像を生成してもよい。前記万線画像生成工程において、前記Ｙ軸方向に複数の異なる階調の領域を有する前記複数の万線を生成してもよい。
【００１１】
本発明の第２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３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、複数の万線を前記Ｘ－Ｙ座標平面上に配置することで万線画像を形成する万線画像形成部と、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、当該座標位置における前記万線の幅及び連続する長さの少なくとも１つを変更して変形万線画像を生成する変形万線画像生成部と、を備える画像生成装置を提供する。
【００１３】
本発明の第４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画像データを取得する画像データ取得工程と、複数の万線を前記Ｘ－Ｙ座標平面上に配置することで万線画像を形成する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、当該座標位置における前記万線の幅及び連続する長さの少なくとも１つを変更して変形万線画像を生成する変形万線画像生成工程と、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５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に応じて、幅及び連続する長さの少なくとも１つ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の画素値に応じて形成された、幅及び連続する長さの少なくとも１つ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、基底材を彫刻して多階調画像を表現することができる２値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。

【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１２Ａ】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１２Ｂ】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１２Ｃ】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１２Ｄ】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１３Ａ】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１３Ｂ】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１３Ｃ】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１３Ｄ】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１５Ａ】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１５Ｂ】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１６Ａ】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１６Ｂ】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１７Ａ】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１７Ｂ】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１８Ａ】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１８Ｂ】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１８Ｃ】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１８Ｄ】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１９Ａ】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１９Ｂ】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１９Ｃ】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１９Ｄ】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２０Ａ】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２０Ｂ】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。

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】

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（ｘＡ’，ｙＡ’）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（ｘＡ’，ｙＡ’）である場合、（ｘＡ’，ｙＡ’）に対応する高さｈは、ＡＡ’の長さである。図４においては、（ｘＡ１’，ｙＡ１’）に対応する高さがｈ１として示され、（ｘＡ２’，ｙＡ２’）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】

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（ｘＡ’，ｙＡ’）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、（ｘＡ’，ｙＡ’）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、（ｘＡ’，ｙＡ’）の位置の万線を（ｘＡ’，ｙＡ’＋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。

【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。

【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る。

【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（ハーフトーニング処理）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。

【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１６０～１９１）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１４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１４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。

【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、隣接する万線の間に、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が変更されることにより生成される。

【００４０】
このように、２値画像生成部１４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１４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１４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することが好ましい。

【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に、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１４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。

【００４２】
２値画像生成部１４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１４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１４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。
【００４３】
また、２値画像生成部１４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１４は、当該画素を階調６として扱う。
【００４４】
なお、２値画像生成部１４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１４は、破線を構成する線分の最小の長さより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。
【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】
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。
【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。

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値画像を生成でき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する第１の方法を示す図である。

【００５２】

まず、図１２Ａ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１２Ｂ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１２Ｃ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１２Ｄ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１３Ａから図１３Ｄ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１３Ａ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１３Ｂ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１３Ｃ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１３Ｄ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１４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１５Ａ及び図１５Ｂ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１５Ａ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。
【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。
【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。
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。

【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。

【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。

【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。

【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。

【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】

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】

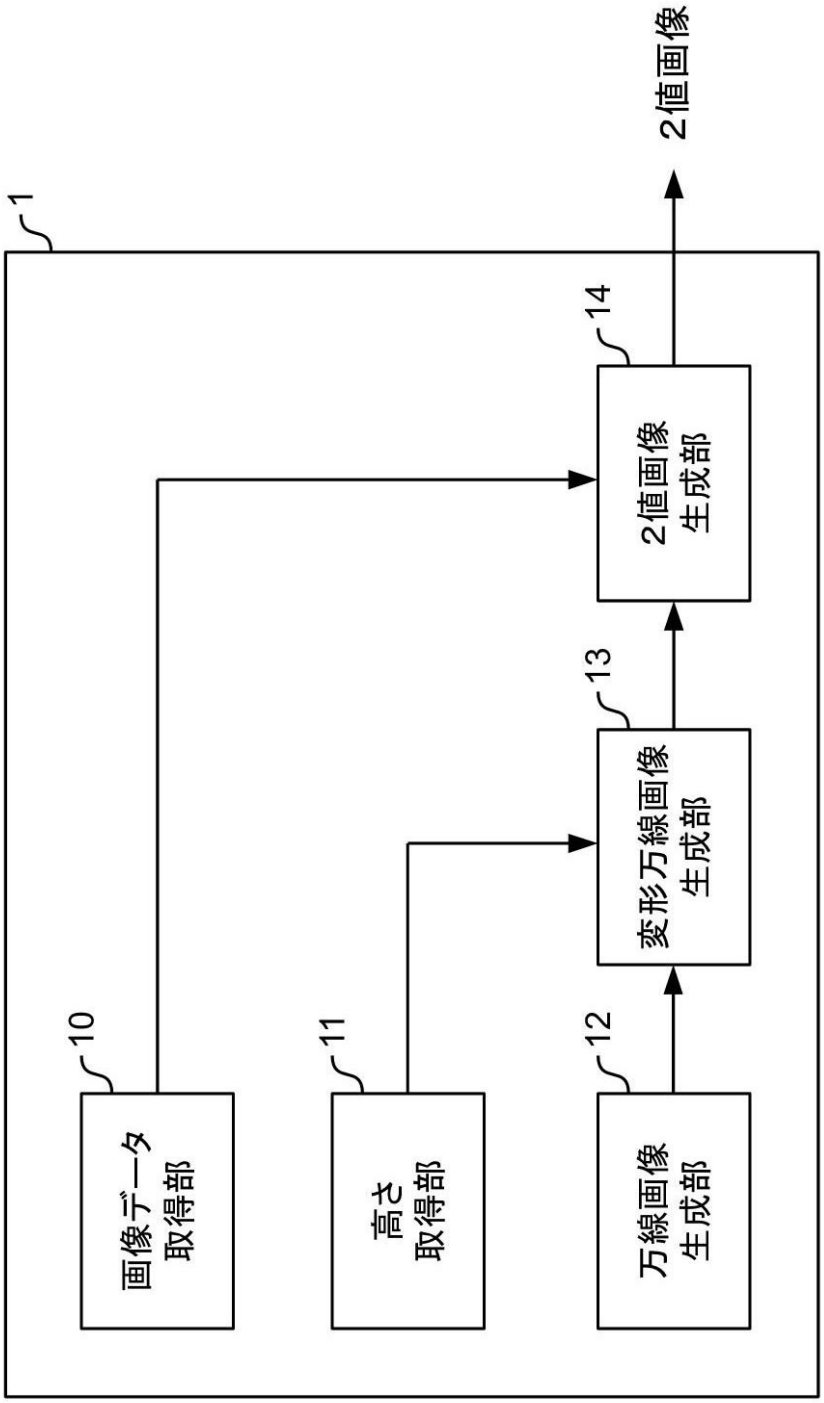
以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更又は改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。そのような変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

【００８９】

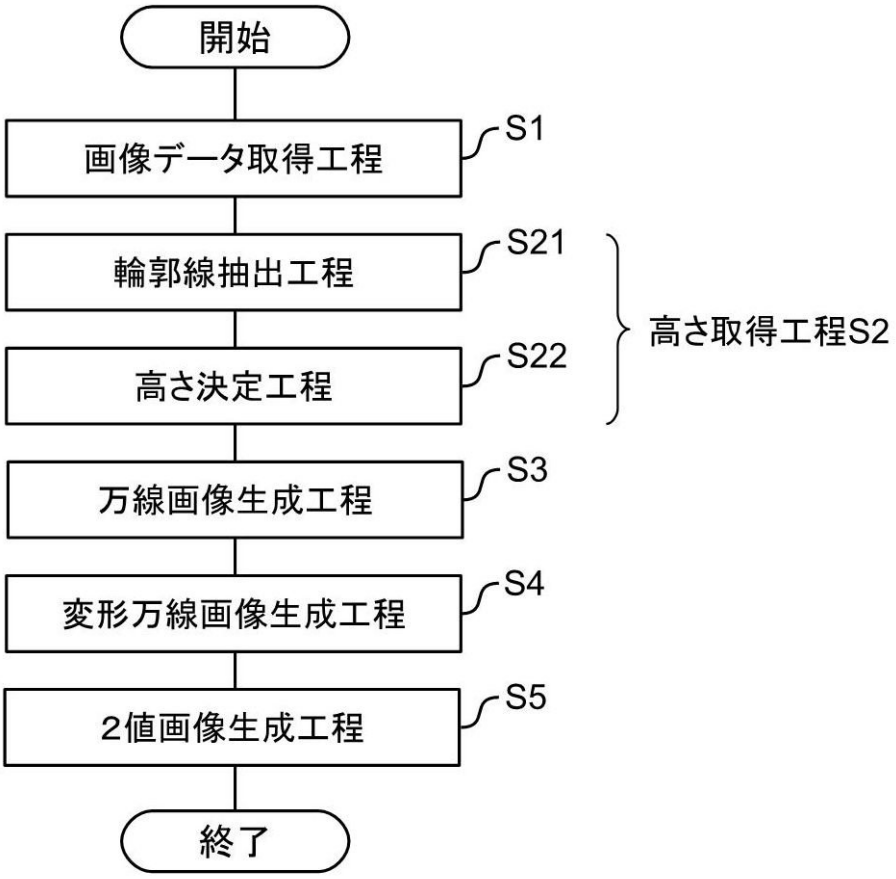
例えば、上記の実施形態における万線画像は、直線状の万線から構成されていたが、万線の形状は直線状に限らない。万線画像は、曲線状の等間隔で配置された万線から構成されていてもよい。また、上記の実施形態における万線は、複数の階調を有するものとして説明したが、万線は複数の階調を有しておらず、黒色であってもよい。

【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。
【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
１１　高さ取得部
１２　万線画像生成部
１３　変形万線画像生成部
１４　２値画像生成部

【図１】


1
2値画像
14
2値画像
生成部
13
変形万線画像
生成部
10
画像データ
取得部
11
高さ
取得部
12
万線画像
生成部

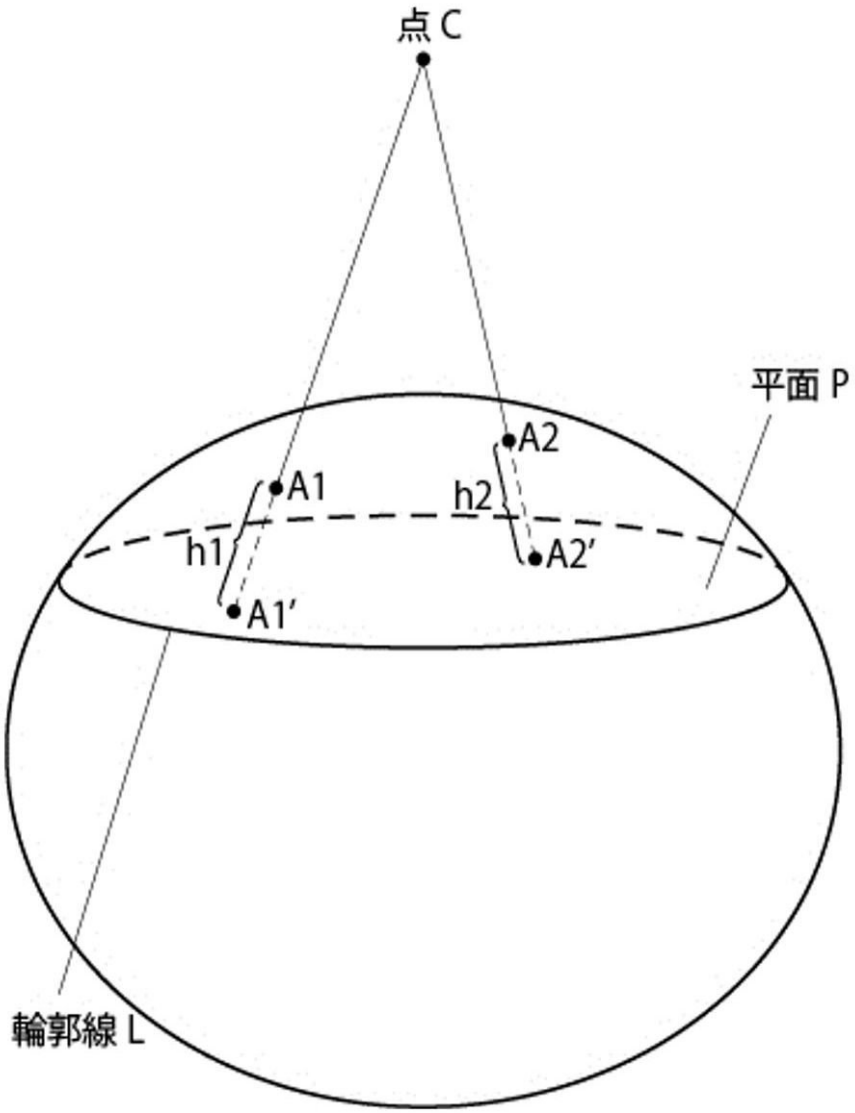
【図２】


開始
画像データ取得工程
S1
輪郭線抽出工程
S21
高さ決定工程
S22
高さ取得工程S2
万線画像生成工程
S3
変形万線画像生成工程
S4
2値画像生成工程
S5
終了

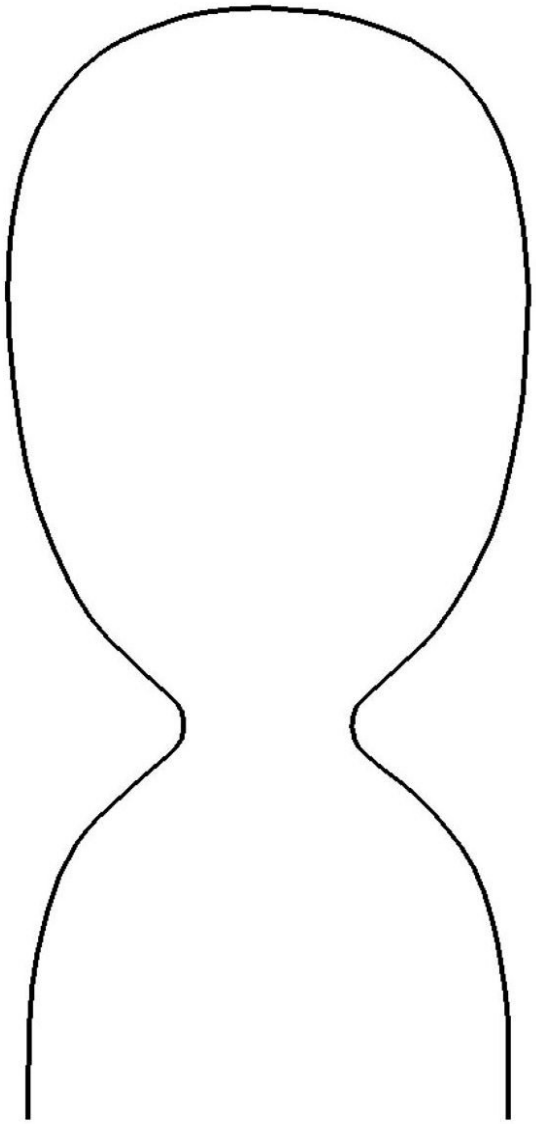
【図３】



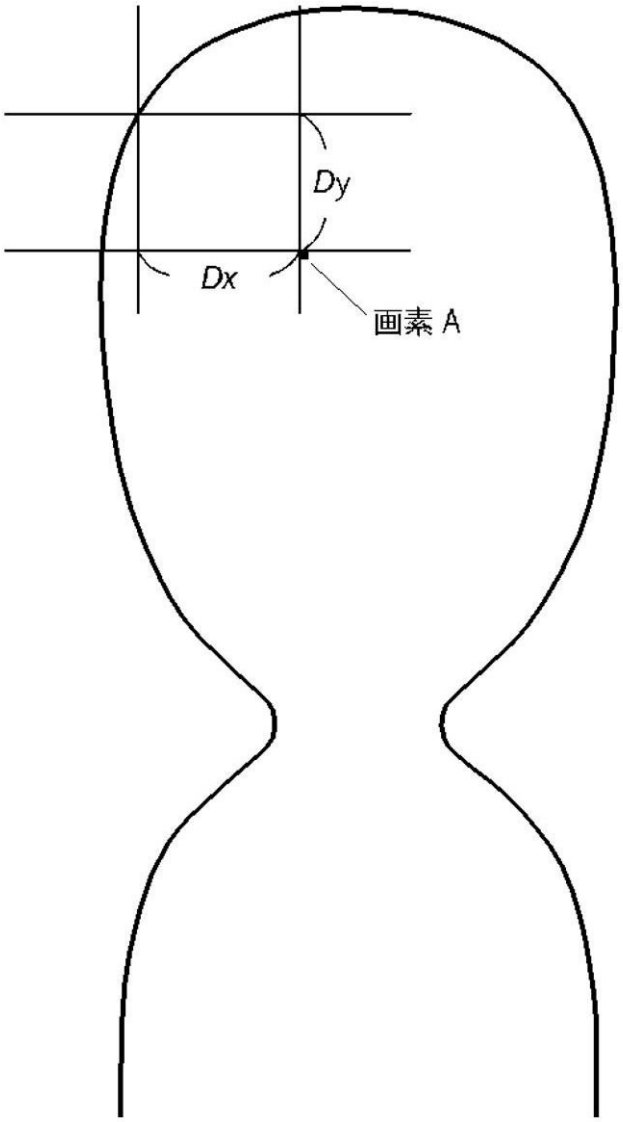
【図４】



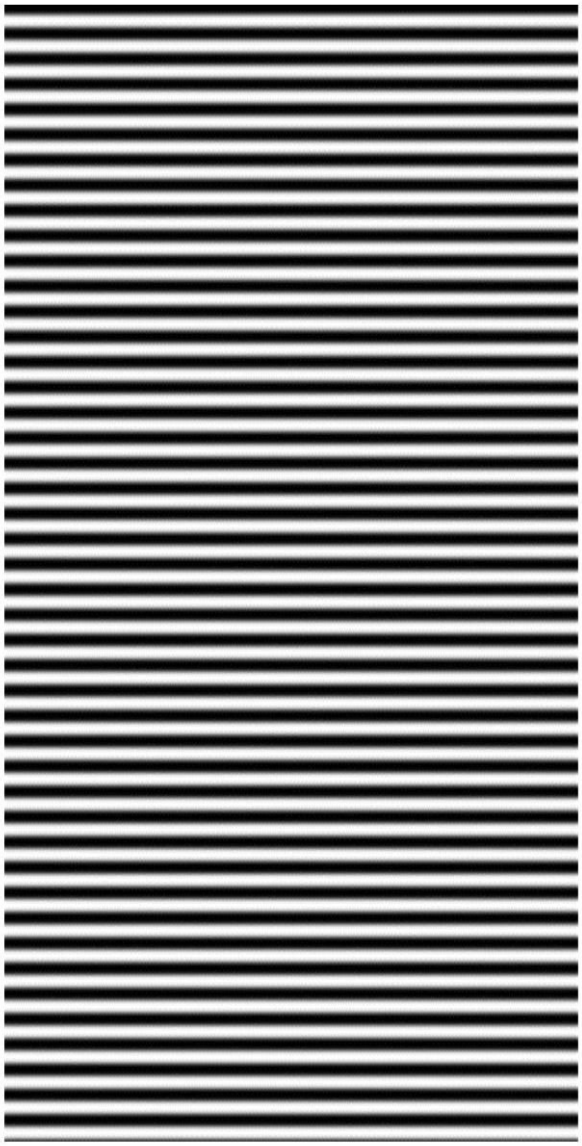
【図５】



【図６】



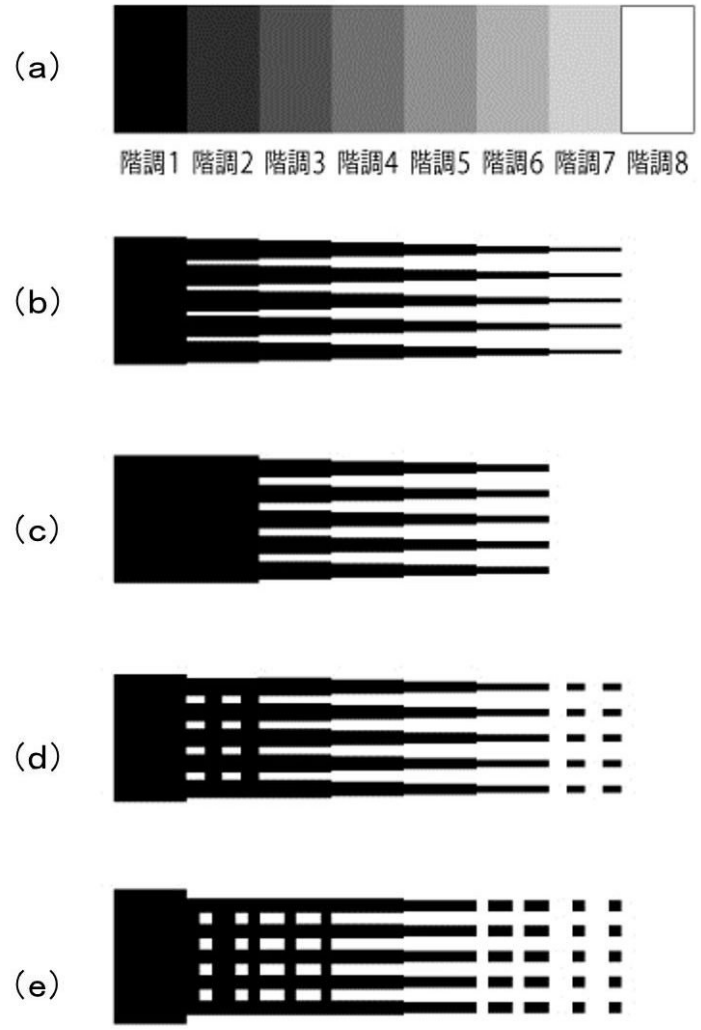
【図７】



【図８】



【図９】

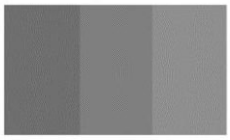


【図１０】



【図１１】

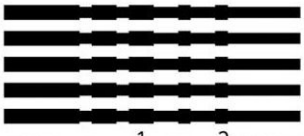
(a)


階調4
階調5

(b)


階調4
階調4 1/2
階調5

(c)


階調4
階調4 1/3
階調4 2/3
階調5

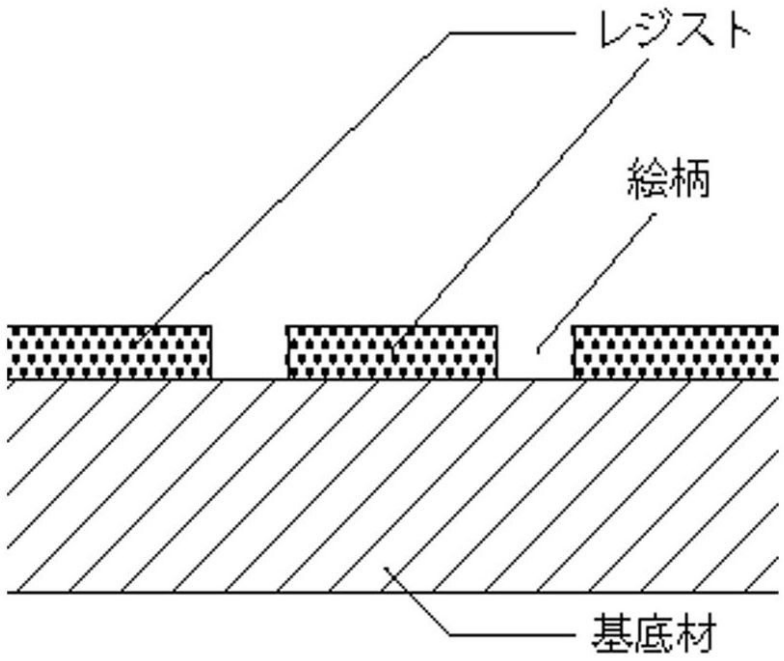
(d)


階調4
階調4 1/4
階調4 1/2
階調4 3/4
階調5

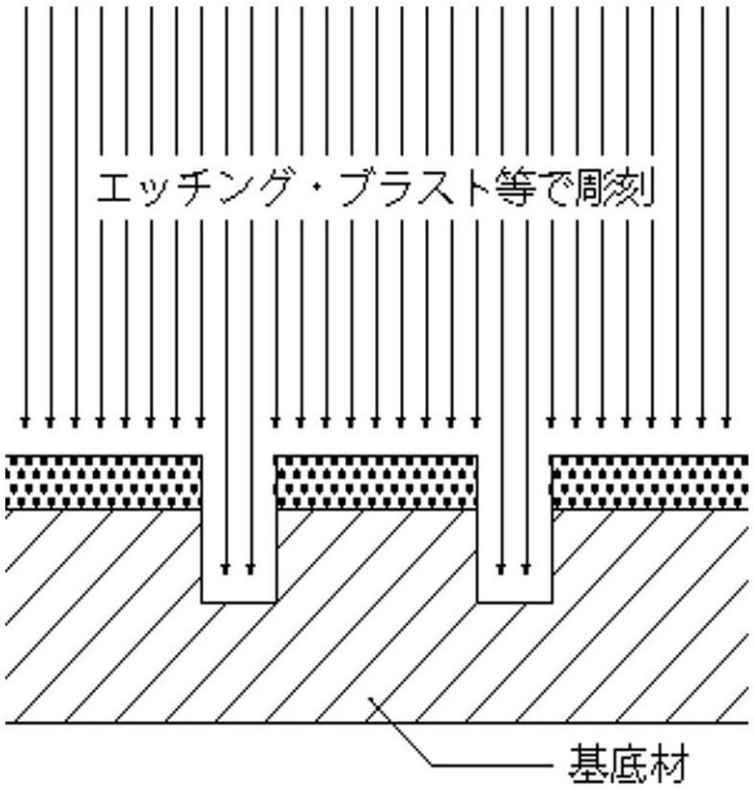
(e)


階調4
階調4 1/4
階調4 1/2
階調4 3/4
階調5

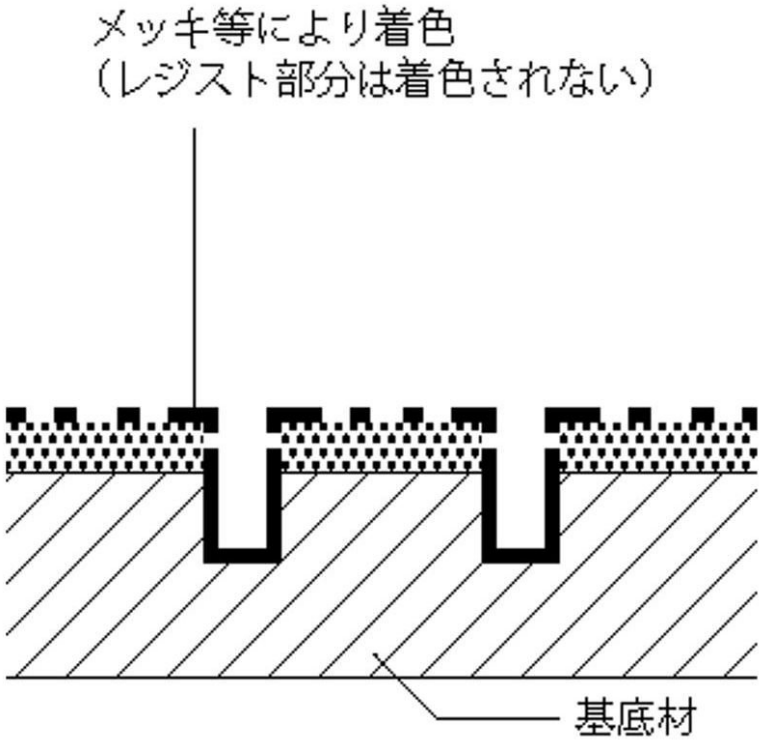
【図１２Ａ】



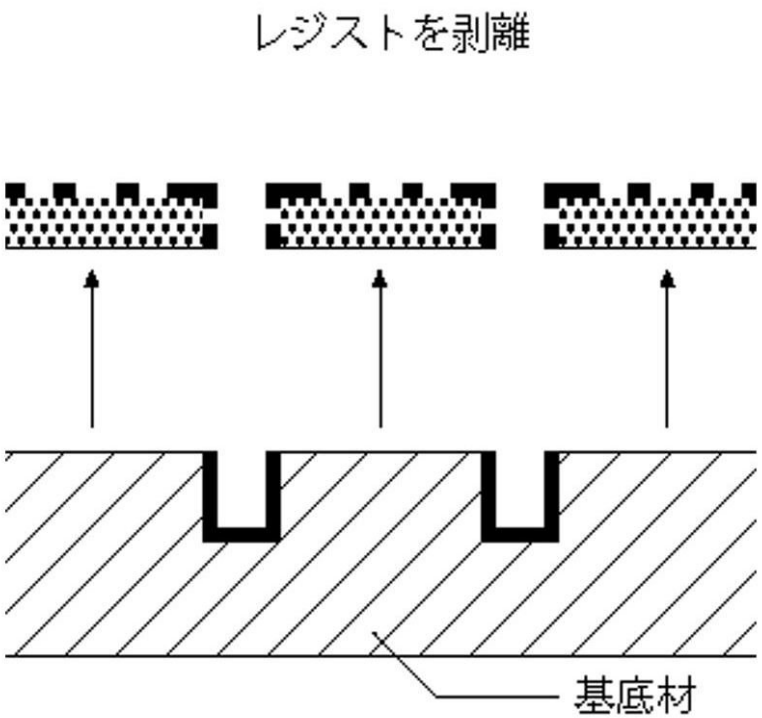
【図１２Ｂ】



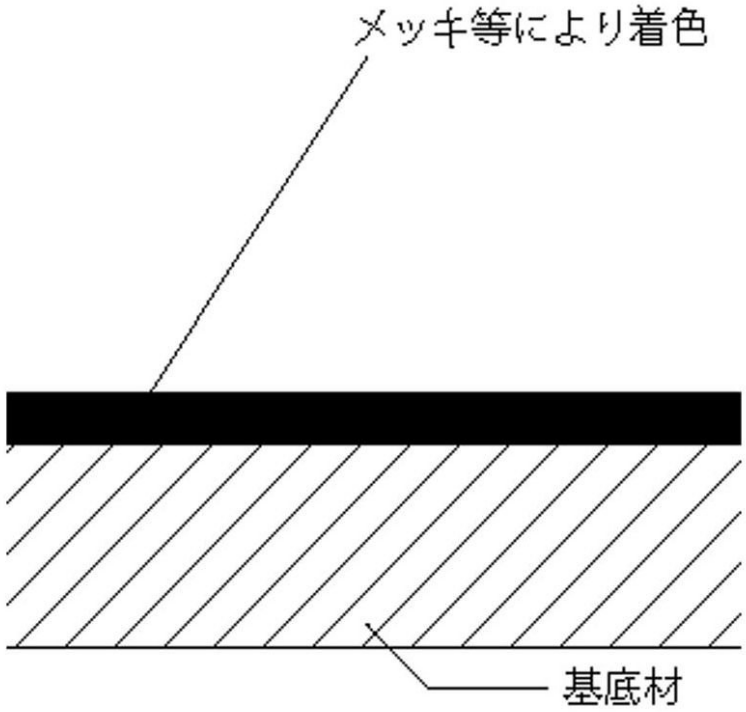
【図１２Ｃ】



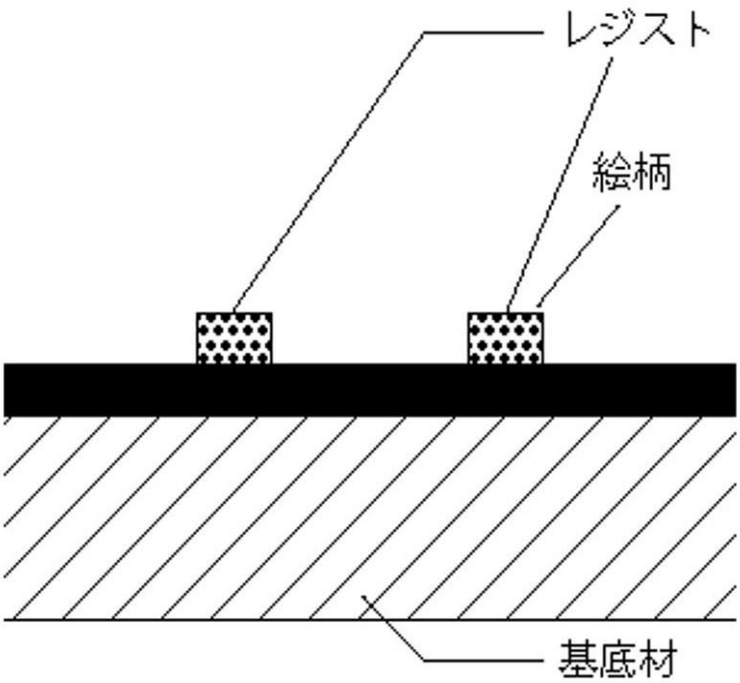
【図１２Ｄ】



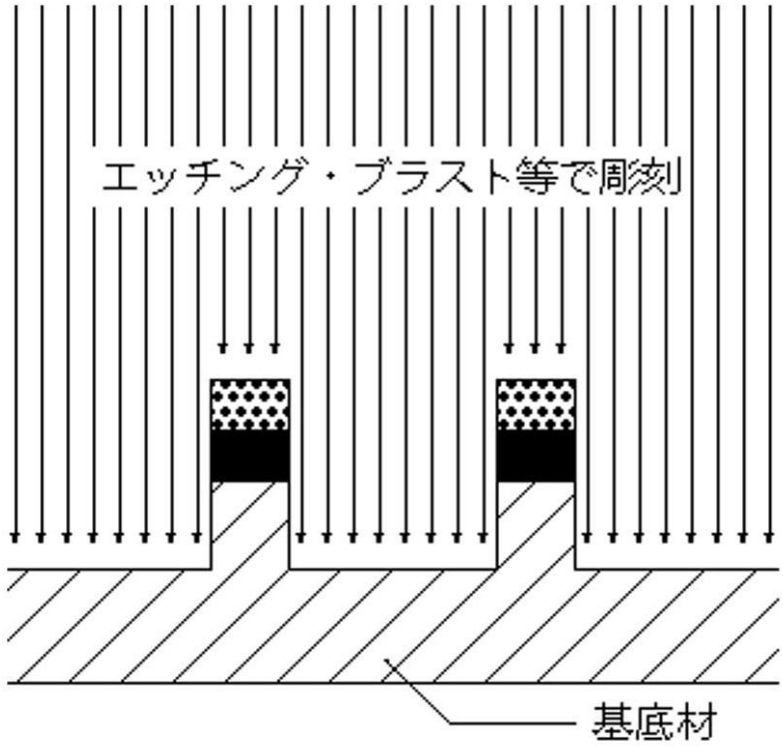
【図１３Ａ】



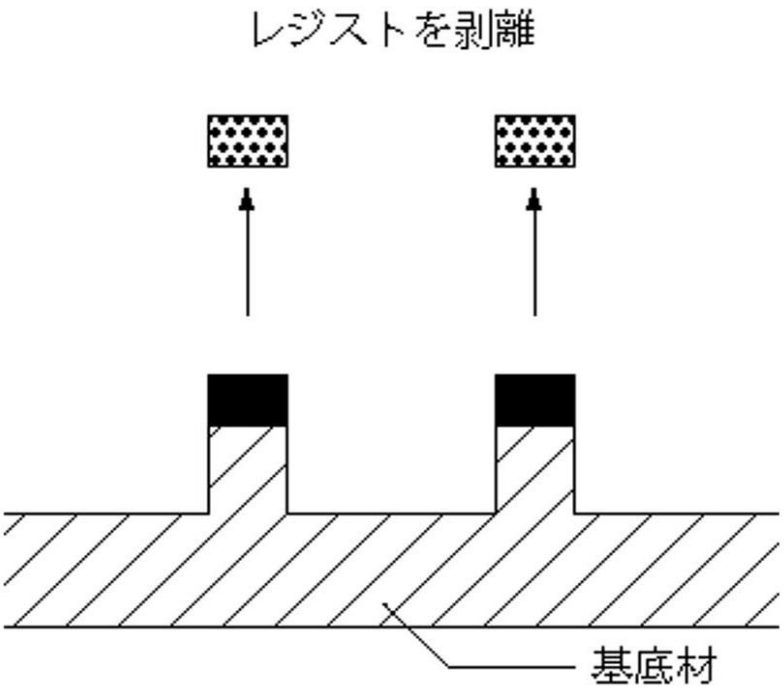
【図１３Ｂ】



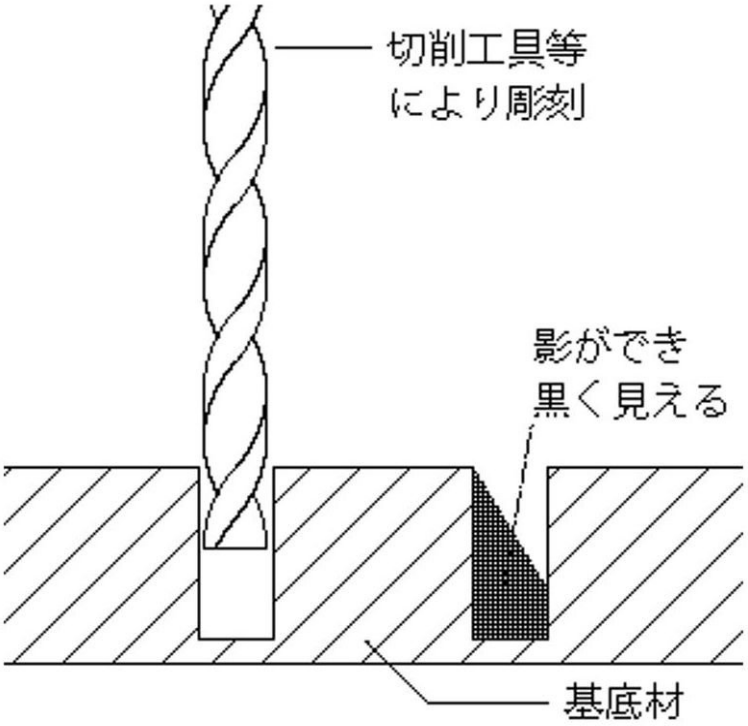
【図１３Ｃ】



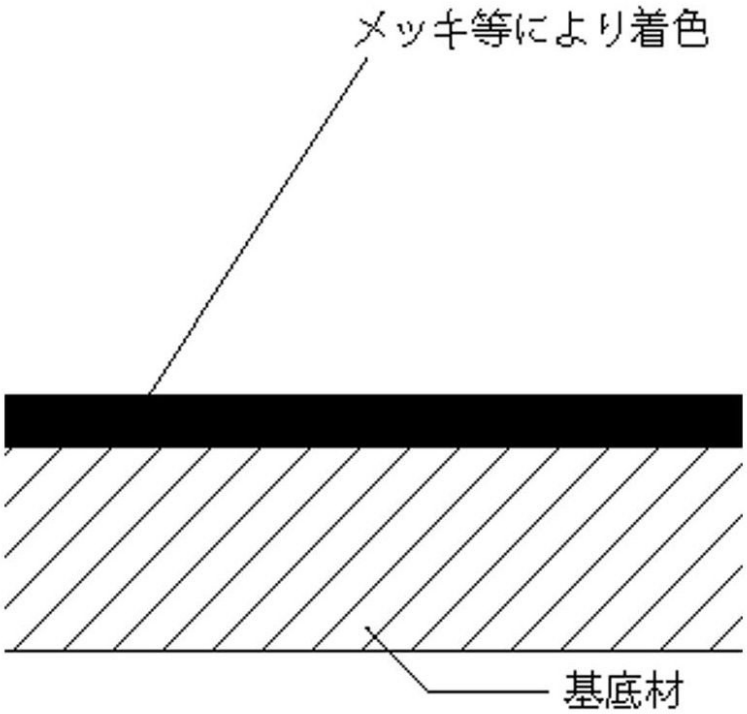
【図１３Ｄ】



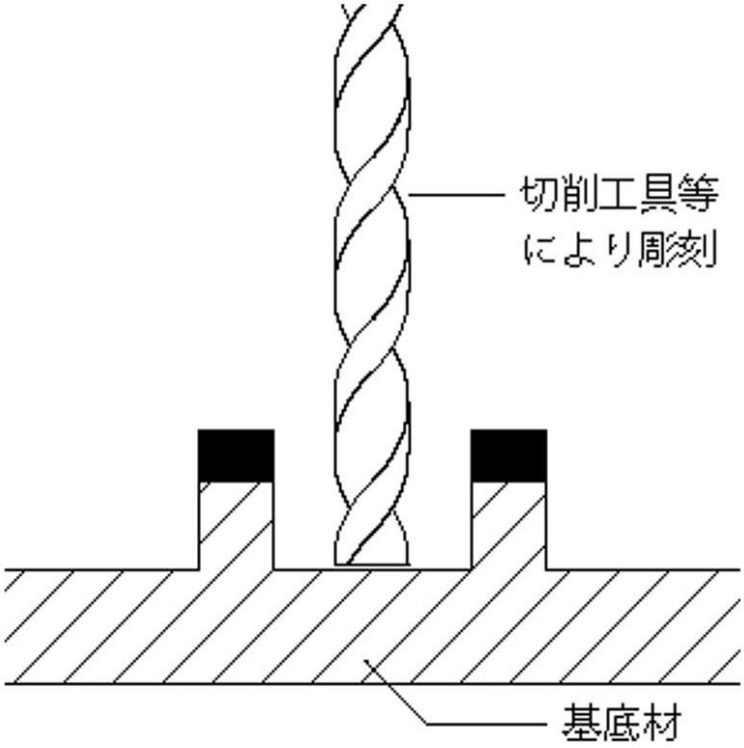
【図１４】



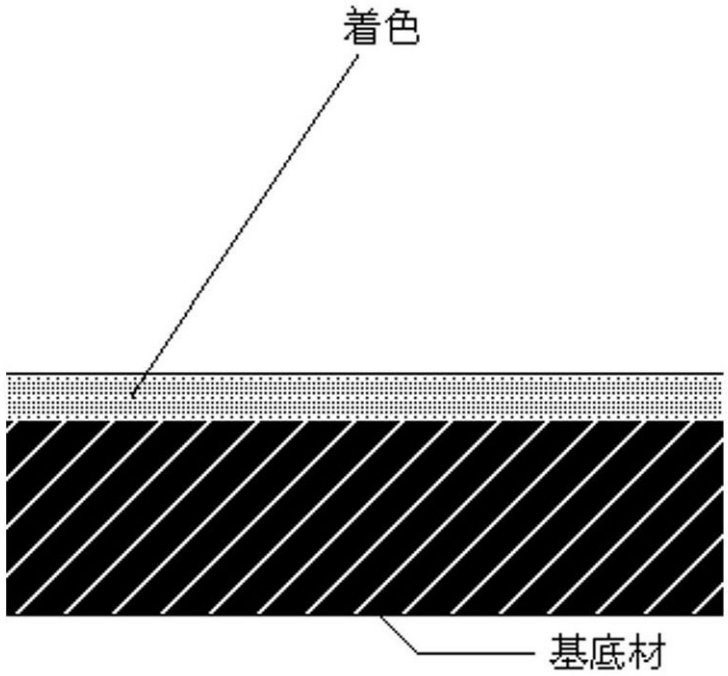
【図１５Ａ】



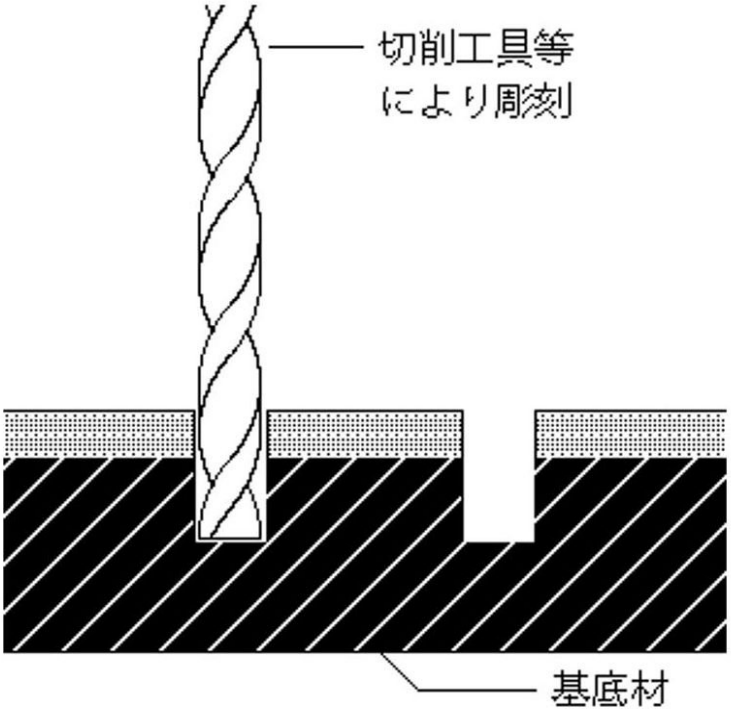
【図１５Ｂ】



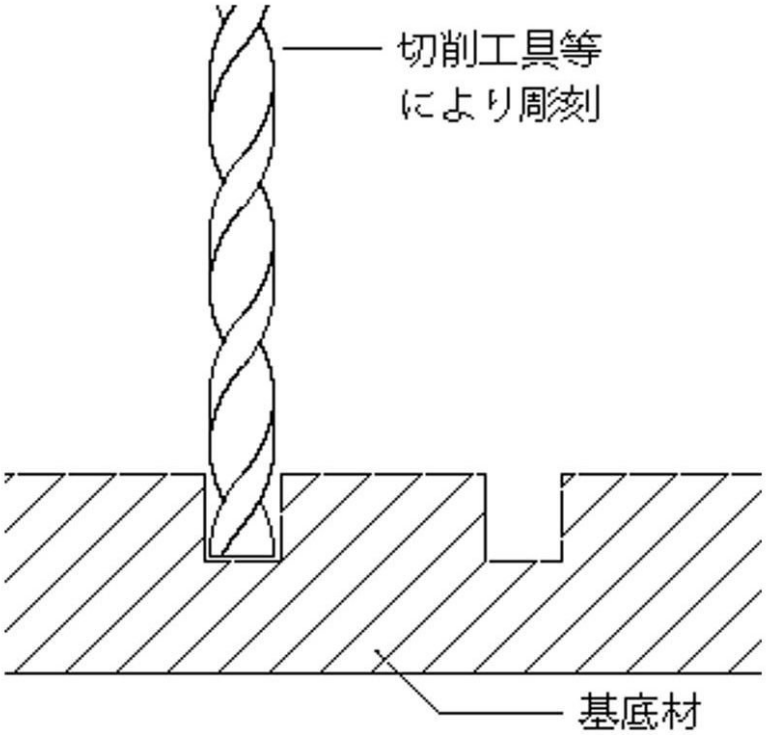
【図１６Ａ】



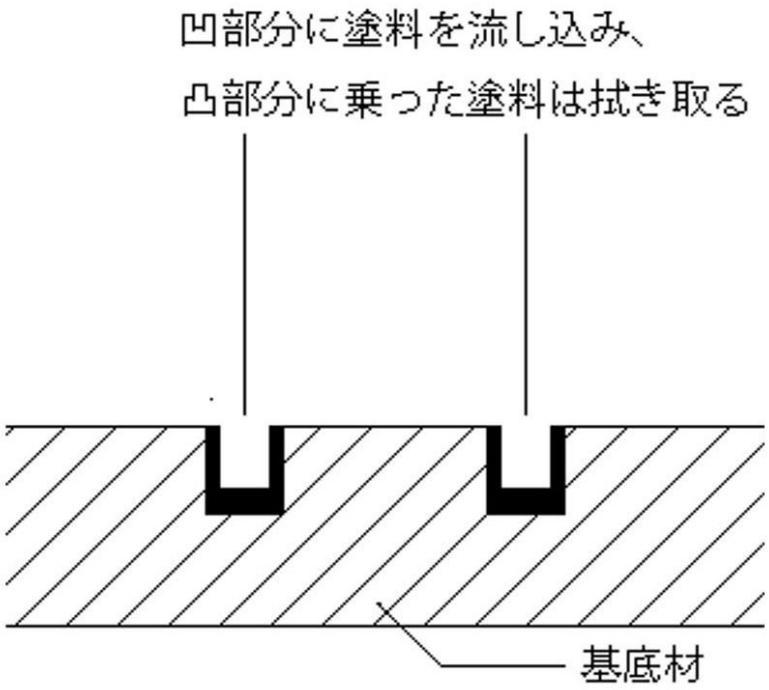
【図１６Ｂ】



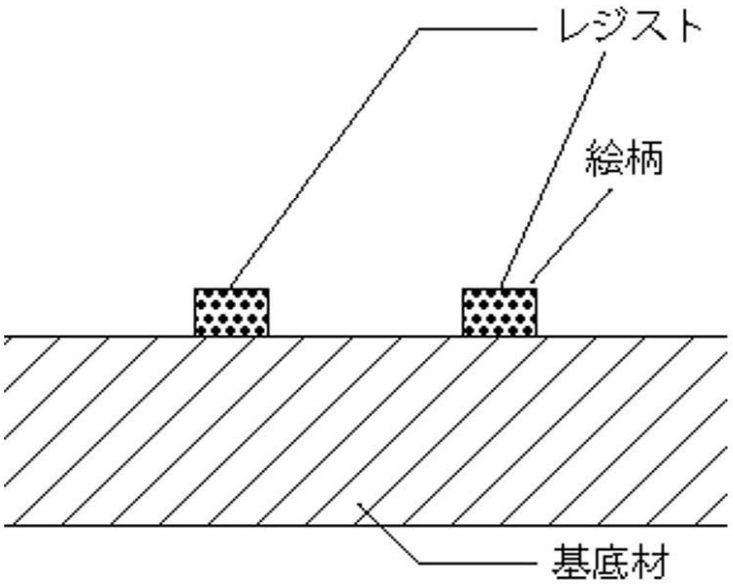
【図１７Ａ】



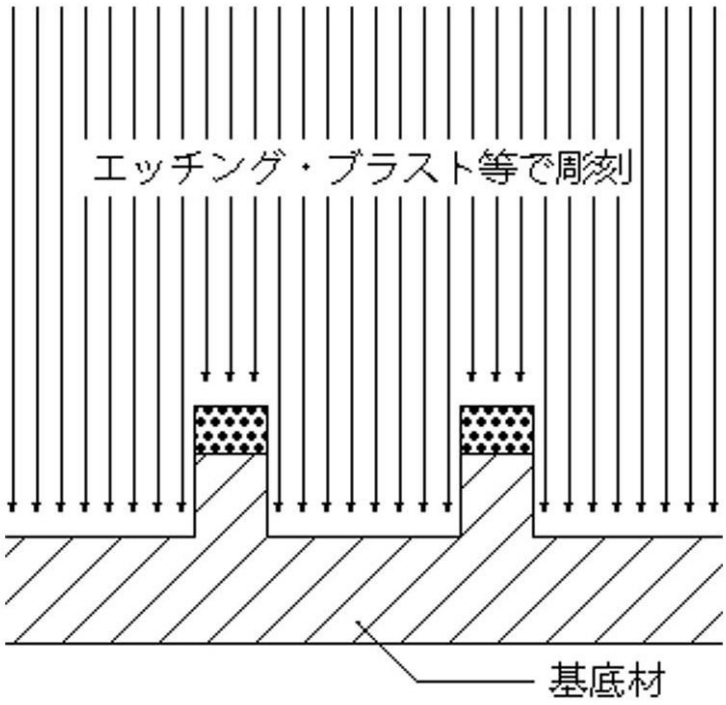
【図１７Ｂ】



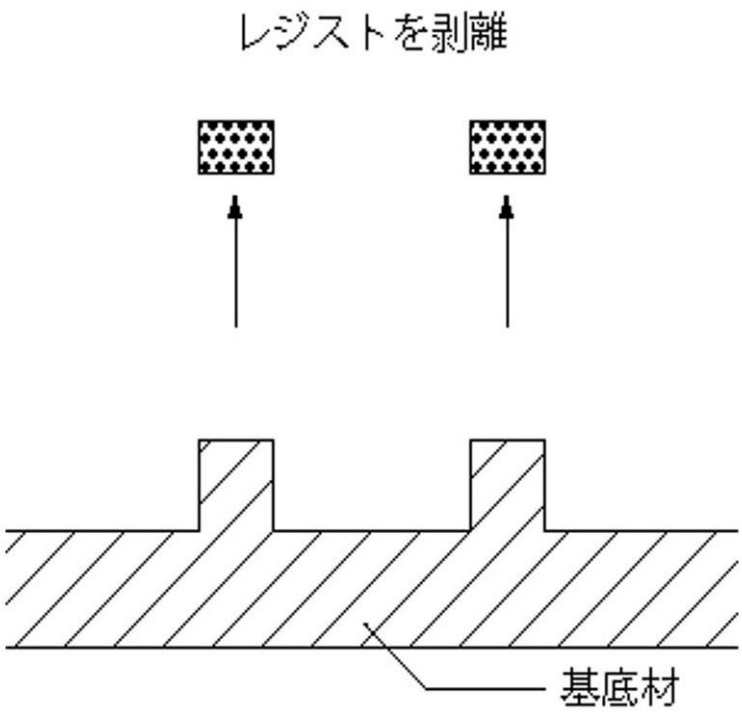
【図１８Ａ】



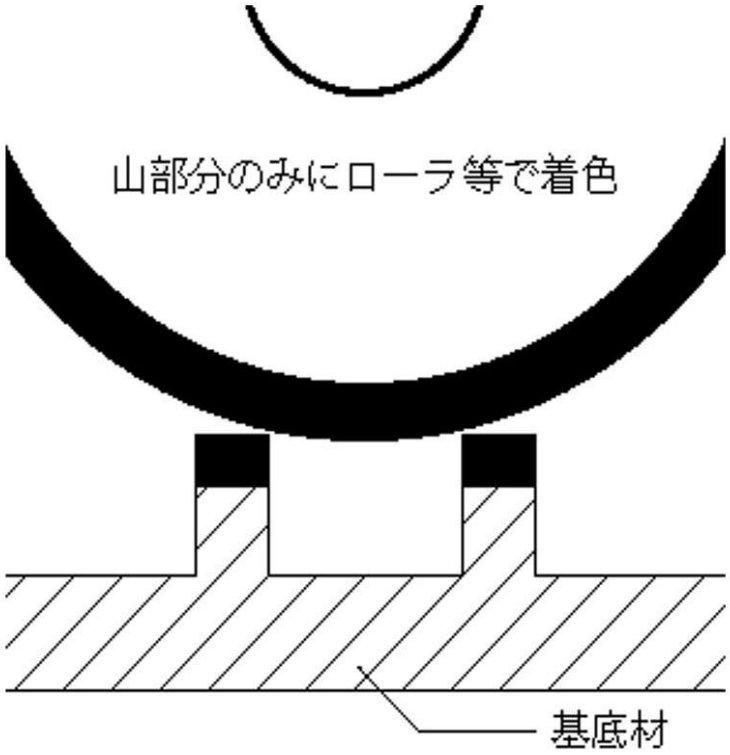
【図１８Ｂ】



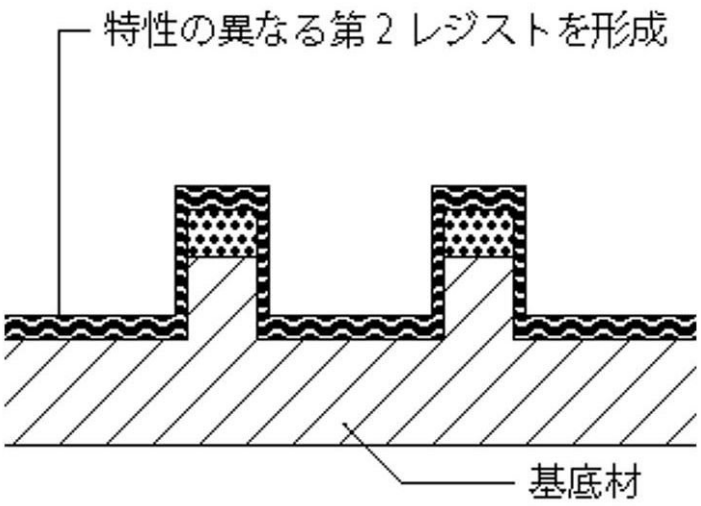
【図１８Ｃ】



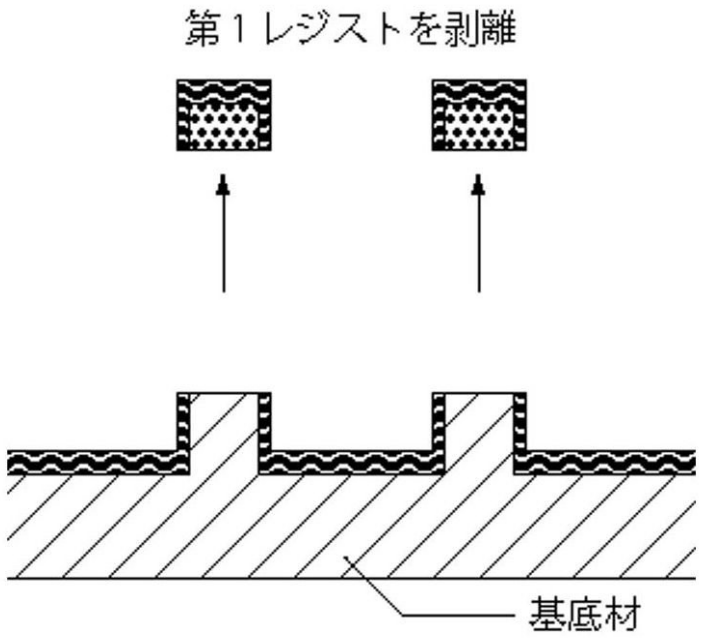
【図１８Ｄ】



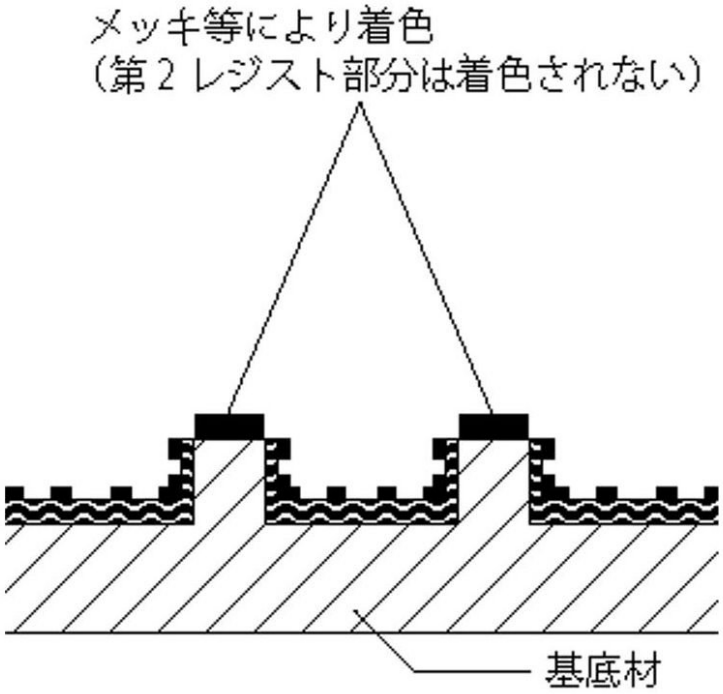
【図１９Ａ】



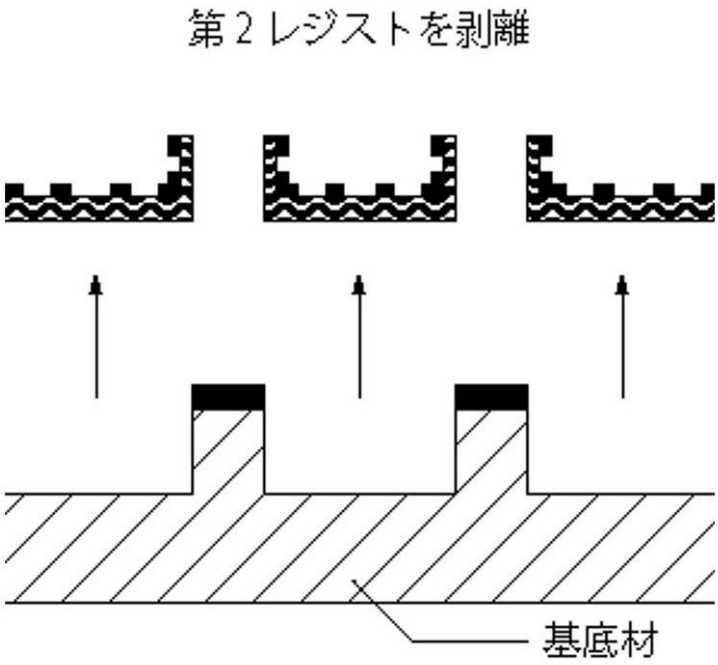
【図１９Ｂ】



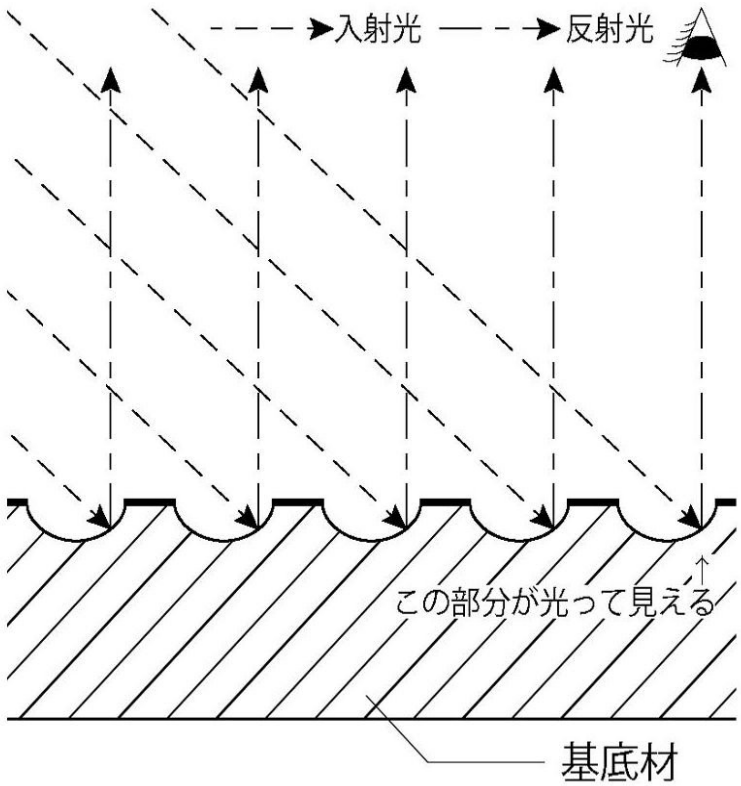
【図１９Ｃ】



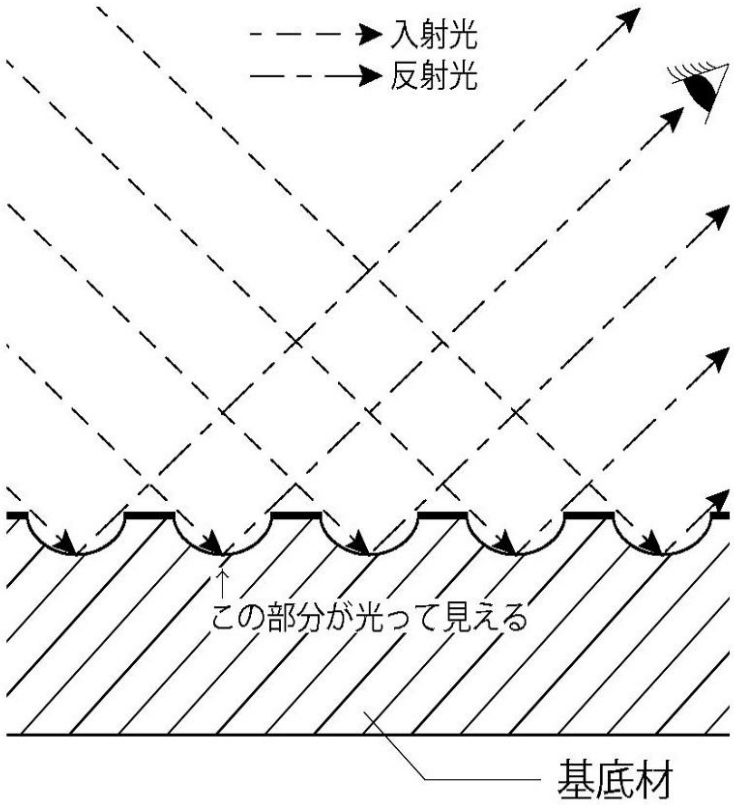
【図１９Ｄ】



【図２０Ａ】



【図２０Ｂ】



【手続補正書】
【提出日】平成25年10月9日(2013.10.9)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【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画像データを取得する画像データ取得工程と、
複数の万線を前記Ｘ－Ｙ座標平面上に配置することで万線画像を形成する万線画像生成工程と、
前記万線の幅及び連続する長さの少なくとも１つを変更して変形万線画像を生成する対象となる画素の画素値が所定の範囲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画像と同じ幅の万線画像を分断して、前記隣接する階調で用いられる万線画像と同じ幅の破線状の万線画像を生成することにより、前記変形万線画像を生成する変形万線画像生成工程と、
を備える画像生成方法。
【請求項２】
前記変形万線画像生成工程において、前記破線状の万線画像を構成する線分の最小の長さを、前記破線状の万線画像の線幅以上の長さとする、
請求項１に記載の画像生成方法。
【請求項３】
前記万線画像生成工程において、前記複数の万線を、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前記万線画像を生成する、

請求項１又は２に記載の画像生成方法。
【請求項４】
前記万線画像生成工程において、前記Ｙ軸方向に複数の異なる階調の領域を有する前記複数の万線を生成する、
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
を備える彫刻物の製造方法。
【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画像データを取得する画像データ取得部と、
複数の万線を前記Ｘ－Ｙ座標平面上に配置することで万線画像を形成する万線画像形成部と、
前記万線の幅及び連続する長さの少なくとも１つを変更して変形万線画像を生成する対象となる画素の画素値が所定の範囲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画像と同じ幅の万線画像を分断して、前記隣接する階調で用いられる万線画像と同じ幅の破線状の万線画像を生成することにより、前記変形万線画像を生成する変形万線画像生成部と、
を備える画像生成装置。
【請求項９】
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画像データを取得する画像データ取得工程と、
複数の万線を前記Ｘ－Ｙ座標平面上に配置することで万線画像を形成する万線画像生成工程と、
前記万線の幅及び連続する長さの少なくとも１つを変更して変形万線画像を生成する対象となる画素の画素値が所定の範囲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画像と同じ幅の万線画像を分断して、前記隣接する階調で用いられる万線画像と同じ幅の破線状の万線画像を生成することにより、前記変形万線画像を生成する変形万線画像生成工程と、
を実行させるための画像生成用プログラム。
【請求項１０】
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が所定の範囲に含まれている場合に、隣接する階調で用いられる凸部と同じ幅の破線状の凸部が形成された基底材を備える彫刻物。
【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の画素値が所定の範囲に含まれている場合に、隣接する階調で用いられる万線画像と同じ幅の破線状の万線画像を含む彫刻物生成用の画像データ。

【手続補正３】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０００１
【補正方法】変更
【補正の内容】
【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、彫刻物及び彫刻物生成用画像データに関する。

【手続補正４】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０００７
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０００７】
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、基底材を彫刻して多階調画像を表現することができる２値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、彫刻物生成用画像データとを提供することを目的とする。

【手続補正５】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００１５
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００１５】
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の画素値が所定の範囲に含まれている場合に、隣接する階調で用いられる万線画像と同じ幅の破線状の万線画像を含む彫刻物生成用の画像データを提供する。

【手続補正書】
【提出日】平成26年1月9日(2014.1.9)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【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画像データを取得する画像データ取得工程と、
複数の万線を前記Ｘ－Ｙ座標平面上に配置することで万線画像を形成する万線画像生成工程と、
前記万線の幅及び連続する長さの少なくとも１つを変更して２値画像を生成する対象となる画素の画素値が所定の範囲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画像と同じ幅の万線画像を分断して、前記隣接する階調で用いられる万線画像と同じ幅の破線状の万線画像を生成することにより、前記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、前記破線状の万線画像を構成する線分の最小の長さを、前記破線状の万線画像の線幅以上の長さとする、
請求項１に記載の画像生成方法。
【請求項３】
前記万線画像生成工程において、前記複数の万線を、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前記万線画像を生成する、
請求項１又は２に記載の画像生成方法。
【請求項４】
前記万線画像生成工程において、前記Ｙ軸方向に複数の異なる階調の領域を有する前記複数の万線を生成する、
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
を備える彫刻物の製造方法。
【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画像データを取得する画像データ取得部と、
複数の万線を前記Ｘ－Ｙ座標平面上に配置することで万線画像を形成する万線画像形成部と、
前記万線の幅及び連続する長さの少なくとも１つを変更して２値万線画像を生成する対象となる画素の画素値が所定の範囲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画像と同じ幅の万線画像を分断して、前記隣接する階調で用いられる万線画像と同じ幅の破線状の万線画像を生成することにより、前記２値万線画像を生成する２値万線画像生成部と、
を備える画像生成装置。
【請求項９】
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画像データを取得する画像データ取得工程と、
複数の万線を前記Ｘ－Ｙ座標平面上に配置することで万線画像を形成する万線画像生成工程と、
前記万線の幅及び連続する長さの少なくとも１つを変更して２値万線画像を生成する対象となる画素の画素値が所定の範囲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画像と同じ幅の万線画像を分断して、前記隣接する階調で用いられる万線画像と同じ幅の破線状の万線画像を生成することにより、前記２値万線画像を生成する２値万線画像生成工程と、
を実行させるための画像生成用プログラム。
【請求項１０】
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に基づいて、前記画素値の階調に対応する幅の凸部が形成された彫刻物であって、前記画素値の階調が所定の範囲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に対応して形成される凸部と同じ幅の凸部を分断して生成される、前記隣接する階調で用いられる凸部と同じ幅の破線状の凸部が形成された基底材を備える彫刻物。
【手続補正３】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０００１
【補正方法】変更
【補正の内容】
【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、及び彫刻物に関する。
【手続補正４】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０００７
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０００７】
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、基底材を彫刻して多階調画像を表現することができる２値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、彫刻物とを提供することを目的とする。
【手続補正５】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００１５
【補正方法】削除
【補正の内容】