(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6855293号
(P6855293)

(45)発行日　令和3年4月7日(2021.4.7)　(24)登録日　令和3年3月19日(2021.3.19)

(51)Int.Cl.　　F I
B41J 2/205 (2006.01)　　B41J 2/205
B41J 2/01 (2006.01)　　B41J 2/01 201
B41J 2/01 129
B41J 2/01 109

請求項の数 13　(全 19 頁)

(21)出願番号　特願2017-50377(P2017-50377)
(22)出願日　平成29年3月15日(2017.3.15)
(65)公開番号　特開2018-8508(P2018-8508A)
(43)公開日　平成30年1月18日(2018.1.18)
審査請求日　令和2年3月12日(2020.3.12)
(31)優先権主張番号　特願2016-130607(P2016-130607)
(32)優先日　平成28年6月30日(2016.6.30)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100126240
弁理士　阿部　琢磨
(74)代理人　100124442
弁理士　黒岩　創吾
(72)発明者　久保　英希
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号キヤノン株式会社内

審査官　長田　守夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】画像処理装置、画像処理方法及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
記録媒体上に凸部を有する単位領域を複数配置した層を形成するためのデータを生成する画像処理装置であって、
第１観察方向における物体の明るさと、前記第１観察方向とは仰角が異なる方向である第２観察方向における前記物体の明るさと、に関する明るさ情報を取得する取得手段と、
前記明るさ情報に応じて前記単位領域の幅と前記凸部の高さとの少なくとも１つを異ならせるように、前記層を前記記録媒体上に形成するための記録材の記録量を表す記録量データを生成する生成手段と、
を有することを特徴とする画像処理装置。
【請求項２】
前記生成手段は、前記明るさ情報に応じて前記単位領域の幅と前記凸部の高さとの比を異ならせるように、前記記録量データを生成することを特徴とする請求項１に記載の画像処理装置。
【請求項３】
前記層が形成された印刷物において、観察方向の仰角の変化に応じた観察される影の領域の変化は、前記単位領域の幅と前記凸部の高さとの少なくとも１つにより制御されることを特徴とする請求項１又は請求項２に記載の画像処理装置。
【請求項４】
前記明るさ情報は、前記第１観察方向における前記物体の明るさと、前記第２観察方向

における前記物体の明るさとの差分であることを特徴とする請求項１乃至請求項３のいずれか一項に記載の画像処理装置。
【請求項５】
前記明るさ情報は、前記第１観察方向における前記物体の明るさと、前記第２観察方向における前記物体の明るさであることを特徴とする請求項１乃至請求項３のいずれか一項に記載の画像処理装置。
【請求項６】
前記明るさ情報において、前記第２観察方向における前記物体の明るさは、前記第１観察方向における前記物体の明るさよりも大きく、
前記生成手段は、前記明るさ情報に基づいて、前記層を前記第１観察方向から観察した場合よりも前記層を前記第２観察方向から観察した場合の明るさが大きくなるように、前記記録量データを生成することを特徴とする請求項１乃至請求項５のいずれか一項に記載の画像処理装置。
【請求項７】
前記取得手段は、前記第１観察方向は、前記第２観察方向と仰角が異なり方位角が等しい方向であることを特徴とする請求項１乃至請求項６のいずれか一項に記載の画像処理装置。
【請求項８】
前記記録材は、紫外線を照射することで硬化する記録材であることを特徴とする請求項１乃至請求項７のいずれか一項に記載の画像処理装置。
【請求項９】
記録媒体上に凸部を有する単位領域を複数配置した層を形成するためのデータを生成する画像処理装置であって、
第１観察方向における物体の明るさと、前記第１観察方向とは仰角が異なる方向である第２観察方向における前記物体の明るさと、に関する明るさ情報を取得する取得手段と、
前記明るさ情報に基づいて、前記層を前記記録媒体上に形成するための記録材の記録量を画素ごとに表す記録量データを生成する生成手段と、を有し、
前記生成手段は、前記明るさ情報に基づいて、前記単位領域の大きさと、前記単位領域に記録する前記記録材の記録量と、を決定することを特徴とする画像処理装置。
【請求項１０】
前記生成手段は、前記単位領域に凸部が１つ形成されるように、前記記録材の記録量を決定することを特徴とする請求項９に記載の画像処理装置。
【請求項１１】
記録媒体上に凸部を有する単位領域を複数配置した層を形成するためのデータを生成する画像処理方法であって、
第１観察方向における物体の明るさと、前記第１観察方向とは仰角が異なる方向である第２観察方向における前記物体の明るさと、に関する明るさ情報を取得する取得ステップと、
前記明るさ情報に応じて前記単位領域の幅と前記凸部の高さとの少なくとも１つを異ならせるように、前記層を前記記録媒体上に形成するための記録材の記録量を表す記録量データを生成する生成ステップと、
を有することを特徴とする画像処理方法。
【請求項１２】
記録媒体上に凸部を有する単位領域を複数配置した層を形成するためのデータを生成する画像処理方法であって、
第１観察方向における物体の明るさと、前記第１観察方向とは仰角が異なる方向である第２観察方向における前記物体の明るさと、に関する明るさ情報を取得する取得ステップと、
前記明るさ情報に基づいて、前記層を前記記録媒体上に形成するための記録材の記録量を画素ごとに表す記録量データを生成する生成ステップと、を有し、

前記生成ステップにおいて、前記明るさ情報に基づいて、前記単位領域の大きさと、前記単位領域に記録する前記記録材の記録量と、を決定することを特徴とする画像処理方法。

【請求項１３】
コンピュータを請求項１乃至請求項１０のいずれか一項に記載の画像処理装置の各手段として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、観察する角度を変えると明るさが変化する印刷物を出力するための画像処理技術に関する。

【背景技術】
【０００２】
サテン生地や刺繍に代表されるような織物やヘアライン加工された金属面などは、その表面の複雑な微細形状に起因して、観察する角度を変えると見え方が大きく変化する異方性を持つ。この異方性を再現する印刷物の例として、レンチキュラーレンズを利用したものが挙げられる。特許文献１では、光硬化樹脂を含むインクによって任意の凹凸が形成可能なＵＶ硬化型インクジェットプリンタを用いることで、画像と当該画像に重ねるレンチキュラーレンズとを同時に形成できる技術が開示されている。

【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特許第３５５５４２０号

【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
しかしながら、特許文献１のようなレンチキュラーレンズを用いた方法では、観察角度を変えた際に滑らかに明るさや色を変化させるために、高解像度で画像を印刷する必要がある。また、インクジェットプリンタを用いて、レンズの曲面形状を高解像度にて精度良く形成することは困難である。
【０００５】
本発明は、従来よりも簡易に異方性を有する印刷物を得るための画像処理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】
【０００６】
上記課題を解決するために、本発明に係る画像処理装置は、記録媒体上に凸部を有する単位領域を複数配置した層を形成するためのデータを生成する画像処理装置であって、第１観察方向における物体の明るさと、前記第１観察方向とは仰角が異なる方向である第２観察方向における前記物体の明るさと、に関する明るさ情報を取得する取得手段と、前記明るさ情報に応じて前記単位領域の幅と前記凸部の高さとの少なくとも１つを異ならせるように、前記層を前記記録媒体上に形成するための記録材の記録量を表す記録量データを生成する生成手段と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】
【０００７】
本発明によれば、従来よりも簡易に異方性を有する印刷物を得ることができる。

【図面の簡単な説明】
【０００８】
【図１】画像処理装置１のハードウェア構成例を表すブロック図
【図２】プリンタ１２の構成例を表すブロック図
【図３】プリンタ１２が凹凸層及び画像層を形成する動作を説明する模式図

【図４】凹凸層を説明するための模式図
【図５】インク量データの断面構造を表す模式図
【図６】形成された印刷物の断面構造を表す模式図
【図７】形成された印刷物により仰角異方性が発現するメカニズムを説明するための模式図
【図８】画像処理装置１の機能構成を表すブロック図
【図９】画像データの構成を表す模式図
【図１０】再現対象物を互いに異なる複数の幾何条件で撮像した様子を表す模式図
【図１１】参照するＬＵＴの例を表す図
【図１２】ｗ／ｄと凹凸の形状との関係について説明する図
【図１３】ＣＬインク量データの例を表す図
【図１４】画像処理装置１の動作を表すフローチャート
【図１５】回転処理を説明するための模式図
【図１６】形成された印刷物により方位角異方性が発現するメカニズムを説明するための模式図
【図１７】形成された凸部の高さの変化に応じた陰の面積の変化を説明するための図
【発明を実施するための形態】
【０００９】
［実施例１］
本実施例では、画像の色を表す色情報と仰角方向に観察角度を変えた際の明るさ変化量情報とを有する画像データを取得する。そして、取得した画像データに基づいて有色インク量データ（有色インク記録量データ）及びＣＬインク量データ（ＣＬインク記録量データ）を生成する。
【００１０】
図１は、画像処理装置１のハードウェア構成例を表すブロック図である。図１において、画像処理装置１は、例えばコンピュータであり、マイクロプロセッサ（ＣＰＵ）１０１と、ランダムアクセスメモリなどのメモリ１０２を備える。ＣＰＵ１０１は、メモリ１０２をワークメモリとして、ハードディスクドライブ（ＨＤＤ）１０３に格納されたオペレーティングシステム（ＯＳ）や各種プログラムを実行する。そして、システムバス１０６を介して各構成を制御する。汎用インターフェース（Ｉ／Ｆ）１０４には、マウスやキーボードなどの入力デバイス１１やプリンタ１２が接続される。また、ビデオインターフェース（Ｉ／Ｆ）１０５には、モニタ１３が接続される。ＣＰＵ１０１は、プログラムが提供するユーザインターフェース（ＵＩ）の画面をモニタ１３に表示させ、入力デバイス１１を介してユーザの指示を受け付ける。
【００１１】
図２は、プリンタ１２の構成図である。プリンタ１２としては、インクを用いて凹凸の形成及び色の記録を行うインクジェットプリンタを想定する。ヘッドカートリッジ８０１は、複数の吐出口からなる記録ヘッドと、この記録ヘッドへインクを供給するインクタンクとを有し、また、記録ヘッドの各吐出口を駆動する信号などを受信するためのコネクタが設けられている。以降、インクにより形成される凹凸と色の層とをそれぞれ、凹凸層、画像層と称する。インクタンクには、凹凸層を形成するためのクリア（ＣＬ）インクと、画像層を形成するためのシアン（Ｃ）、マゼンタ（Ｍ）、イエロー（Ｙ）、ブラック（Ｋ）の有色インクとの計５種のインクが独立に設けられている。これらのインクは紫外線を照射することにより硬化するＵＶ硬化型インクである。ヘッドカートリッジ８０１はキャリッジ８０２に位置決めして交換可能に搭載されており、キャリッジ８０２には、コネクタを介してヘッドカートリッジ８０１に駆動信号等を伝達するためのコネクタホルダが設けられている。また、キャリッジ８０２には、紫外線（ＵＶ）照射装置８１５が搭載されており、吐出されたインクを硬化させ記録媒体上に固着させるために制御される。キャリッジ８０２は、ガイドシャフト８０３に沿って往復移動可能となっている。具体的には、キャリッジ８０２は、主走査モータ８０４を駆動源としてモータプーリ８０５、従動プー

リ８０６及びタイミングベルト８０７等の駆動機構を介して駆動されるとともに、その位置及び移動が制御される。本実施例では、このキャリッジ８０２のガイドシャフト８０３に沿った移動を「主走査」といい、移動方向を「主走査方向」という。プリント用紙等の記録媒体８０８は、オートシートフィーダ（ＡＳＦ）８１０に載置されている。画像形成時、給紙モータ８１１の駆動によってギアを介してピックアップローラ８１２が回転し、ＡＳＦ８１０から記録媒体８０８が一枚ずつ分離され、給紙される。更に、記録媒体８０８は、搬送ローラ８０９の回転によりキャリッジ８０２上のヘッドカートリッジ８０１の吐出口面と対向する記録開始位置に搬送される。搬送ローラ８０９は、ラインフィード（ＬＦ）モータ８１３を駆動源としてギアを介して駆動される。記録媒体８０８が給紙されたか否かの判定と給紙時位置の確定は、記録媒体８０８がペーパエンドセンサ８１４を通過した時点で行われる。キャリッジ８０２に搭載されたヘッドカートリッジ８０１は、吐出口面がキャリッジ８０２から下方へ突出して記録媒体８０８と平行になるように保持されている。制御部８２０は、ＣＰＵや記憶手段等から構成されており、プリンタ１２の各パーツの動作を制御する。

【００１２】

以下、プリンタ１２における凹凸層及び画像層の形成動作について説明する。まず、凹凸層を形成するために、記録媒体８０８が記録開始位置に搬送されると、キャリッジ８０２がガイドシャフト８０３に沿って記録媒体８０８上を移動し、その移動の際に記録ヘッドの吐出口よりインクが吐出される。紫外線照射装置８１５は記録ヘッドの移動に合わせて紫外線を照射し、吐出されたＣＬインクを硬化させ、記録媒体上に固着させる。そして、キャリッジ８０２がガイドシャフト８０３の一端まで移動すると、搬送ローラ８０９が所定量だけ記録媒体８０８をキャリッジ８０２の走査方向に垂直な方向に搬送する。本実施例では、この記録媒体８０８の搬送を「紙送り」または「副走査」といい、この搬送方向を「紙送り方向」または「副走査方向」という。記録媒体８０８の所定量の搬送が終了すると、再度キャリッジ８０２はガイドシャフト８０３に沿って移動する。このように、記録ヘッドのキャリッジ８０２による走査と紙送りとを繰り返すことにより記録媒体８０８全体に凹凸層が形成される。凹凸層が形成された後は、搬送ローラ８０９が記録媒体８０８を記録開始位置に戻し、凹凸層形成と同様のプロセスで凹凸層上にシアン、マゼンタ、イエロー、ブラックの各有色インクを吐出し、画像層を形成する。

【００１３】

説明を簡易にするため、本実施例における記録ヘッドは、インク滴を吐出するか否かの二値の制御で表現されることとする。これはＣＬインクについても有色インクについても同じである。本実施例では、プリンタ１２のプリンタ解像度で定義される画素毎にインク滴を吐出するか否かを制御するものとし、単位面積において全画素にインク滴を吐出すると決めた状態をインク量（記録量）１００％として扱うものとする。尚、インクの吐出量が変調可能な記録ヘッドが一般的に使用されているが、上述の二値化処理を変調可能な複数レベルへの多値化処理に拡張すれば適用可能であり、二値に限定されるものではない。

【００１４】

本実施例の凹凸層の形成では、前述のインク量の概念を用いて位置毎に高さの制御を行う。凹凸層形成においてインク量１００％でほぼ均一な層を形成した場合、吐出したインクの体積に応じて、層はある厚さ（高さ）を有する。例えば、インク量１００％で形成された層が１５μｍの厚さを有する場合、７５μｍの厚さを再現するには、層を５回重ねれば良い。つまり、７５μｍの高さが必要な位置に打ち込むインク量は５００％となる。

【００１５】

図３は、記録媒体８０８上を記録ヘッドが走査することで凹凸層、画像層を形成する動作を説明する図である。キャリッジ８０２による主走査で記録ヘッドの幅Ｌだけ層形成を行い、１ラインの記録が終了する毎に記録媒体８０８を副走査方向に距離Ｌずつ搬送する。ここで１ラインとは、一回の走査で記録が行われる領域である。説明を簡易にするため、本実施例におけるプリンタ１２は一回の走査でインク量１００％までのインク吐出しかできないものとし、インク量１００％を超える層形成の場合には、搬送は行わずに同じ領

域を複数回走査する。例えば、打ち込むインク量が最大５００％の場合は、同じラインを５回走査する。図３を用いて説明すると、領域Ａを記録ヘッドで５回走査した（図３（ａ））後、記録媒体８０８を副走査方向に搬送し、領域Ｂの主走査を５回繰り返す（図３（ｂ））ことになる。

【００１６】

尚、記録ヘッドの駆動精度に起因する周期ムラ等の画質劣化を抑制するために、インク量１００％以下でも複数回の走査を行う、いわゆるマルチパス印刷を行う場合がある。図３（ｃ）～（ｅ）に２パス印刷の例を示す。この例では、キャリッジ８０２による主走査で記録ヘッドの幅Ｌだけ画像形成を行い、１ラインの記録が終了する毎に記録媒体８０８を副走査方向に距離Ｌ／２ずつ搬送する。領域Ａは記録ヘッドのｍ回目の主走査（図３（ｃ））とｍ＋１回目の主走査（図３（ｄ））により記録され、領域Ｂは記録ヘッドのｍ＋１回目の主走査（図３（ｄ））とｍ＋２回目の主走査（図３（ｅ））により記録される。ここで、２パス記録の動作を説明したが、何回のパス数で記録するかは、所望の精度に応じて変えることができる。ｎパス記録を行う場合は、例えば、１ラインの記録が終了する毎に記録媒体８０８を副走査方向に距離Ｌ／ｎずつ搬送する。この場合、インク量が１００％以下でも複数の印字パターンに分割し、記録媒体の同一ライン上を記録ヘッドがｎ回主走査することで凹凸層及び画像層を形成する。本実施例では、上述のマルチパス印刷による走査と１００％以上のインクを打ち込むための走査との混同を防ぐため、マルチパス印刷は行わないものとし、複数回の走査は、層を積層するためのものとして説明する。尚、記録媒体に特に限定はなく、記録ヘッドによる画像形成に対応できるものであれば、紙やプラスチックフィルム等、各種の材料が利用可能である。

【００１７】

図４は、プリンタ１２にて形成する凹凸層及び画像層を説明するための模式図である。図４（ａ）は、ＣＬインク量データを表している。破線で表される単位領域が周期的に配置されており、単位領域は凸部（ＣＬインクを吐出する領域）と凹部（ＣＬインクを吐出しない領域）とで構成されている。単位領域は、一般的な網点スクリーンと同様の考え方で周期的に配置することが可能であり、図示する以外にも任意の角度を取ることが可能である。また、凸部の高さは、場所毎に異なる値をとることができる。

【００１８】

図５は、ＣＬインク量データ及び有色インク量データの断面構造を表す模式図である。本実施例では、プリンタ解像度が６００ｄｐｉであり、１ドットの幅は４０μｍとする。８ドット幅の単位領域が繰り返し配置されているため、構造体一つは約３２０μｍである。また、本実施例における一層の厚さは１５μｍであり、凸部の高さは、ドットの積層数を変えることで制御される。また、凹凸層の表面には、画像層が形成される。本実施例では、説明を簡易にするため、画像層の厚さは無視する。このような微小な凹凸層及び画像層は、観察者からはほぼ視認されず、紙や布のような平面的な印刷物に見える。

【００１９】

図６は、図５に表すインク量データに基づいて、プリンタ１２により出力された印刷物の断面構造の一例を表す模式図である。プリンタ１２による凹凸層の形成過程において、吐出されたＣＬインクは、着弾からＵＶ照射による硬化までの間、記録媒体の面方向に濡れ広がる。そのため、最終的に形成される凹凸は、図６に表すような滑らかな形状になる。尚、図６に表す凹凸の形状は一例であり、例えば、濡れ広がりが起きにくい高粘度のインクを用いることにより、図５に近い凹凸形状を形成することも可能である。

【００２０】

図７は、本実施例により形成された印刷物により異方性が発現するメカニズムを説明するための模式図である。照明および観察の角度は、方位角θと仰角φで表現することができる。本実施例では、図７におけるｘ軸と並行する方向を方位角θ＝０°であるものとして説明する。図７（ａ）は照明位置の仰角φが変化した際に発生する陰を説明する模式図である。図７（ａ）に表す凸部の高さｈは、単位領域の幅ｗｓの１／２とする。照明位置の仰角φが０°の場合、単位領域内の凸部にも凹部にも光が当たるため陰は発生しない。

照明位置の仰角φが０°を超えると陰が発生し、φが４５°を超えると凹部が全て陰となる。こうした陰の面積の変化は仰角異方性として認知される。そこで本実施例では、単位領域内の凸部の高さｈを制御することにより印刷物の仰角異方性を制御する。図１７は、本実施例において形成された凸部の高さの変化に応じた陰の面積の変化を説明するための図である。図１７（ａ）は、凸部の高さが２ドット（３０μｍ）の場合の図であり、図１７（ｂ）は、凸部の高さが４ドット（６０μｍ）の場合の図である。図に表す通り、凸部の高さが変化することで発生する陰の面積が変化するため、凸部の高さを制御することによって仰角異方性を制御することができる。

【００２１】

図８は、本実施例における画像処理装置１の機能構成を表すブロック図である。取得部７０１は、画像の色を表す色情報と、異方性の情報として方位角方向に観察角度を変えた際の明るさ変化量情報とを有する画像データを取得する。図９は、取得部７０１で取得される画像データの構成を表す模式図である。画像データは任意の解像度であり、各情報はそれぞれ異なる４つのチャンネルに記録されている。１～３チャンネルには再現対象物体の色情報を表すＲＧＢ値が格納されている。ここで、ＲＧＢ値は、標準規格ｓＲＧＢで定義されるものとする。他にもＡｄｏｂｅＲＧＢで定義されるＲＧＢ値や、ＣＩＥＬＡＢで定義されるＬ＊ａ＊ｂ＊値などが利用できる。また、４チャンネル目には、再現対象物を異なる幾何条件で観察した際の明るさ変化量ΔＬが格納されている。

【００２２】

ここで、画像データの生成例について説明する。図１０は再現対象物を互いに異なる複数の幾何条件で撮像した様子を表す模式図である。まず、観察角度φ＝０°、照明角度φ＝６０°の幾何条件１にて撮像して得た第１撮像データのＲＧＢ値は、取得部７０１で取得する画像データの１～３チャンネルに格納するＲＧＢ値として利用することができる。続いて、幾何条件２として、照明角度のみをφ＝２０°に変え、再現対象物を撮像し、第２撮像データを得る。第２撮像データは、各画素における第１撮像データとの明るさの差分を取ることで、明るさ変化量情報を取得することができる。本実施例では、明るさとして、撮像データのＲＧＢ値をＣＩＥＬＡＢ空間で定義されるＬ＊ａ＊ｂ＊値に変換し、そのＬ＊値をそれぞれ第１撮像データの明るさ$L_{\phi=60°}$、明るさ$L_{\phi=20°}$とする。式（１）のように算出される、明るさ$L_{\phi=60°}$と$L_{\phi=20°}$との差分である明るさ変化量ΔＬを画像データの４チャンネル目に格納する。

【００２３】

$\Delta L = L_{\phi=60°} - L_{\phi=20°}$・・・式（１）

本実施例では、上記のような明るさ変化量ΔＬを用いるが、他にも明度比率$L_{\phi=60°}/L_{\phi=20°}$や式（２）で表されるＲＧＢ平均値の変化量などを用いることも可能である。

【００２４】

【数１】

$$\Delta\overline{RGB} = \overline{RGB}_{\varphi=60°} - \overline{RGB}_{\varphi=20°} \quad \cdots \text{式（２）}$$

ここで、ＲＧＢ上部の横棒状の記号バーはＲＧＢ値の平均を表す。また、取得するデータを第１撮像データ及び第２撮像データとし、装置内部の上記方法を用いた演算により明るさ変化量ΔＬに変換する方法も考えられる。

【００２５】

変換部７０２は、取得部７０１で取得した画像データの各画素に格納されたＲ，Ｇ，Ｂ，ΔＬに解像度変換処理を施し、プリンタ１２のプリンタ解像度と同じ解像度となる画像データに変換する。解像度変換処理後のＲ，Ｇ，Ｂ，ΔＬをそれぞれＲ’，Ｇ’，Ｂ’，ΔＬ’とする。解像度変換処理は、公知のニアレストネイバー法やバイリニア法などの方法が利用できる。

【００２６】
第１生成部７０３は、解像度変換後のＲ’Ｇ’Ｂ’値から印刷に用いるＣＭＹＫインク量を表す有色インク量データを生成する。ＲＧＢ値からＣＭＹＫ値への変換は、ＬＵＴ（ルックアップテーブル）を使った公知の変換方法などが利用できる。
【００２７】
第２生成部７０４は、解像度変換後のΔＬ’値を用いて単位領域内の凸部を形成するためのＣＬインク量を表すＣＬインク量データを生成する。前述の通り、本実施例ではプリンタ解像度が６００ｄｐｉであり、１ドットの幅は４０μｍとする。本実施例では、単位領域の奥行きｄｓ、幅ｗｓはそれぞれ８ドットとして説明する。これは、スクリーン角度０°、スクリーン線数７５ｌｐｉの網点に相当する。本実施例における単位領域内の凸部は、データ上、幅ｗが４ドットで、奥行きｄが８ドットであり、高さｈを有する直方体である。第２生成部７０４は、単位領域毎にΔＬ’の平均値ΔL_{ave}を算出し、図１１（ａ）に例示するＬＵＴを用いて凸部の高さｈと単位領域の幅ｗｓとの互いに対する長さ比（以下、高さ・幅比と呼ぶ）を算出する。図１１（ａ）のＬＵＴは高さ・幅比及び凸部の幅及び奥行きからＣＬインク量を決定しており、予め、異なる高さ・幅比である複数の凸部を記録媒体上に形成し、明るさを測定しておくことで作成できる。
【００２８】
形成制御部７０５は、有色インク量データ及びＣＬインク量データに基づいて、プリンタ１２に凹凸層及び画像層を形成させる。
【００２９】
図１３は、図１１（ａ）で例示したＬＵＴを用いて算出した高さ・幅比に基づき生成されたＣＬインク量データにおける単位領域の一例である。図１３（ａ）は、高さ・幅比が１：８の場合における例で、図１３（ｂ）は、高さ・幅比が１：４の場合における例である。尚、図１３における例では、凹凸の凸部を単位領域内で左詰めとしているが、右詰めでも良いし、中央でも良い。また、本実施例におけるＣＬインク量データは高さ・幅比に基づいて生成されているが、予めＨＤＤ１０３などの記憶装置に保持しておき、高さ・幅比と対応付けることで取得しても良い。形成制御部７０５はプリンタ１２に、第２生成部７０４から受け取ったＣＬインク量データをもとにＣＬインクを用いて凹凸層を形成させる。また、形成制御部７０５は、第１生成部７０３から受け取った有色インク量データをもとに、公知のパス分解処理及びハーフトーン処理を行い、先に形成された凹凸層上に有色インクを用いて画像層をプリンタ１２に形成させる。
【００３０】
図１４（ａ）は、本実施例における画像処理装置１の処理の流れを表すフローチャートである。以下、各ステップ（工程）は符号の前にＳをつけて表す。
【００３１】
Ｓ２０１において、取得部７０１は再現対象物の色情報Ｒ，Ｇ，Ｂと仰角異方性を表す明るさ変化量情報ΔＬとを各画素に格納した画像データを取得し、Ｒ，Ｇ，Ｂ，ΔＬ値を変換部７０２へ出力する。Ｓ２０２において、変換部７０２は、Ｒ，Ｇ，Ｂ，ΔＬ値に解像度変換処理を施し、Ｒ’，Ｇ’，Ｂ’，ΔＬ’を算出し、Ｒ’，Ｇ’，Ｂ’値を第１生成部７０３へ、ΔＬ’値を第２生成部７０４へ出力する。
【００３２】
Ｓ２０３において、第１生成部７０３は、Ｒ’，Ｇ’，Ｂ’値からＣＭＹＫインク量を表す有色インク量データを生成し、プリンタ１２へ出力する。Ｓ２０４において、第２生成部７０４は、単位領域ごとにΔＬ’を平均することで$\Delta L'_{ave}$を算出し、$\Delta L'_{ave}$値から単位領域内の高さ・幅比ｈ／ｗｓを算出する。さらに、第２生成部７０４は、算出したｈ／ｗｓに基づき、凹凸層を形成するためのＣＬインクのＣＬインク量を表すＣＬインク量データを生成し、プリンタ１２へ出力する。
【００３３】
Ｓ２０５において、形成制御部７０５はプリンタ１２に、ＣＬインク量データに基づき、ＣＬインクを用いて凹凸層を形成させる。Ｓ２０６において、形成制御部７０５はプリ

ンタ１２に、有色インク量データに基づき、Ｓ２０５で形成された凹凸層の上に有色インクを用いて画像層を形成させる。

【００３４】

以上により、明るさ変化量に応じて凸部の高さと凸部を有する単位領域の配置周期が変わるような前記単位領域を並べて複数配置した印刷物を形成することができ、形成された印刷物は所望の異方性を発現する。また、構造体の形状を高さ・幅比ｈ／ｗｓのみを使って制御するため、演算が容易であり、任意のスクリーン線数でも柔軟に凹凸形状を形成できる利点がある。

【００３５】

また、プリンタ１２の例としてＵＶ硬化型インクジェット方式を例に挙げたが、生成したインク量データに応じて、凹凸層及び画像層を形成できるものであれば電子写真方式などの方式でも構わない。

【００３６】

また、本実施例では、取得する画像データとして、色情報と、観察角度を変えた際の明るさ変化量情報とを有する画像データを取得したが、上記一例に限定されない。ある幾何条件（例えば、照明角度φ＝６０°）での色情報を表す第１画像データと、第１画像データとは異なる幾何条件（例えば、照明角度φ＝２０°）での色情報を表す第２画像データとを別々に取得し、幾何条件が変わった際の明るさ変化量を算出してもよい。算出された明るさ変化量に基づいて、ＣＬインク量データを生成する。この場合、有色インク量データの生成に用いる画像データは、第１画像データか第２画像データのどちらかを選択して用いてもよいし、二つの画像データの平均値を使うなど、演算して用いることもできる。

【００３７】

また、本実施例では、明るさとしてＲＧＢ値から算出するＬ＊値を用いたが、分光放射輝度の測定器によって得られた入射光に対する反射強度（反射率）などでも良い。

【００３８】

また、本実施例では、明るさ変化量として明るさの差分を用いたが、上記一例に限定されない。例えば、明るさ変化量として明るさの比を用いてもよい。

【００３９】

また、本実施例では、高さ・幅比を取得するために、明るさ変化量の平均値と高さ・幅比とが対応づけられたＬＵＴを用いたが、上記一例には限定されない。異なる複数の幾何条件における明るさに関する情報（明るさ情報）と高さ・幅比とが対応づけられていればよい。例えば、第１の幾何条件（照明角度φ＝６０°）における明るさ及び第２の幾何条件（照明角度φ＝２０°）における明るさと、高さ・幅比とが対応づけられているＬＵＴを用いてもよい。

【００４０】

また、本実施例では、記録媒体に記録する記録材として、有色インク及びＣＬインクを用いたが、上記一例に限定されない。有色インクの代わりとしては、有色トナー等の有色色材を用いることができる。また、ＣＬインクの代わりとして、無彩色のホワイトインクやＣＬトナー等の記録材を用いることができる。

【００４１】

また、本実施例では、凸部の形状を決定するために高さ・幅比ｈ／ｗｓを用いたが、どちらかの値を固定して、凸部の高さｈ又は単位領域の幅ｗｓとのどちらか一方で凸部の形状又は凸部を形成する周期を決定しても良い。

【００４２】

［実施例２］

実施例１では、方位角θ＝０°での観察を基準とし、仰角の変化による明るさの差を画像データが有する例を説明した。本実施例では、方位角方向の観察角度を各画素に格納した画像データを用いることで、所望の角度で仰角の異方性を制御する方法について記載する。尚、本実施例における画像処理装置１の構成および動作は、特に説明のない限り実施例１に示したものと同じであるので省略する。

【００４３】
本実施例における画像処理装置１の処理の流れを図１４（ａ）を用いて説明する。
【００４４】
Ｓ２０１において取得部７０１は再現対象物の色情報Ｒ，Ｇ，Ｂと観察した際に最も明るく見える位置の方位角θと、最も明るく見える位置と最も暗く見える位置との明るさの変化を表す仰角方向の明るさ変化量ΔＬとを各画素に格納した画像データを取得する。画像データにおいて、Ｒ，Ｇ，Ｂ，θ，ΔＬ値はそれぞれ異なる５つのチャンネルに記録されている。さらに、Ｒ，Ｇ，Ｂ，ΔＬ、θ値を変換部７０２へ出力する。尚、方位角θは、方位角を１５°ずつ変えた複数の幾何条件で再現対象物の撮像を行い、明るさＬが最も大きい条件の方位角を各画素に格納すれば良い。
【００４５】
Ｓ２０２において、変換部７０２は、Ｒ，Ｇ，Ｂ，θ，ΔＬ値に解像度変換処理を施し、Ｒ’，Ｇ’，Ｂ’，θ’，ΔＬ’を算出する。そして、Ｒ’，Ｇ’，Ｂ’を第１生成部７０３へ、θ’，ΔＬ’を第２生成部７０４へ出力する。解像度変換により高い解像度の複数の観察方向φを低い解像度へ変換する際は、単純に各方向の角度の平均を求めれば良い。逆に低い解像度から高い解像度に変換する場合は、公知のニアレストネイバー法などを用いれば良い。
【００４６】
Ｓ２０３において、第１生成部７０３は、Ｒ’，Ｇ’，Ｂ’からＣＭＹＫインク量を表す有色インク量データを生成し、プリンタ１２へ出力する。Ｓ２０４において、第２生成部７０４は、単位領域ごとにΔＬ’及びθを平均することでΔＬ’$_{ave}$とθ’$_{ave}$を算出し、ΔＬ’$_{ave}$から高さ・幅比ｈ／ｗｓを算出する。さらに、第２生成部７０４は、算出したθ’$_{ave}$と算出したｈ／ｗｓに基づき、凹凸層を形成するためのＣＬインク量を表すＣＬインク量データを生成し、プリンタ１２へ出力する。図１５は、θ’$_{ave}$及びｈ／ｗｓに基づき生成されるＣＬインク量データを表す模式図である。ｈ／ｗｓとθ’$_{ave}$に対応する複数のパターンを予め作成し、メモリ上に保持しておく。図１５は、ｈ／ｗｓ＝１／８に対応するパターン群である。また、各パターン群は、θ’$_{ave}$に対応する複数のパターンであり、算出されたθ’$_{ave}$と対応したＣＬインク量データが選択される。
【００４７】
Ｓ２０５において、形成制御部７０５はプリンタ１２に、ＣＬインク量データに基づき、ＣＬインクにて印字を行わせ、凹凸層を形成させる。Ｓ２０６において、形成制御部７０５はプリンタ１２に、有色インク量データに基づき、形成された凹凸層の上に有色インクを用いて画像層を形成させる。
【００４８】
以上説明したように本実施例の画像処理装置１は、取得する画像データとして観察方向を取得し、単位領域内の凸部の向きを制御することで、所望の角度で異方性を制御した印刷物を得ることができる。
【００４９】
［実施例３］
上述した実施例において、仰角異方性を制御した印刷物の形成方法について説明した。本実施例では、さらに方位角異方性についても制御した印刷物の形成方法について記載する。尚、本実施例における画像処理装置１の構成及び動作は、特に説明のない限り実施例１に示したものと同じであるので省略する。
【００５０】
図１６は、本実施例により形成された印刷物の方位角異方性が発現するメカニズムを説明するための模式図である。図１６（ａ）は、印刷物を真上（仰角９０°の位置）から観察した際の凹凸形状のパターンの一例を表しており、図１６（ｂ）、図１６（ｃ）は図１６（ａ）のパターンを仰角４５°の位置から観察した際の見えを説明する模式図である。印刷物のｘ方向を方位角θ＝０°とすると、図１６（ｂ）は図１６（ａ）のパターンをｘ

軸と並行する方向から観察した場合、すなわち方位角θ＝０°で観察した場合の図である。一方、図１６（ｃ）は、方位角θ＝９０°から観察した場合の図である。照明の角度と観察角度が記録媒体面に対しての正反射の関係にある場合、図１６（ｃ）の位置では、凹凸による反射方向のばらつきや陰の影響により、図１６（ｂ）に比べて観察される光量が少なく、暗く見える。本実施例ではこのメカニズムを使って、印刷物の方位角異方性を制御する。

【００５１】

本実施例における画像処理装置１の処理の流れを図１４（ａ）を用いて説明する。

【００５２】

Ｓ２０１において、取得部７０１は再現対象物の色情報Ｒ，Ｇ，Ｂと仰角の明るさ変化量情報ΔＬφと方位角の明るさ変化量情報ΔＬθを各画素に格納した画像データを取得し、Ｒ，Ｇ，Ｂ，ΔＬφ，ΔＬθ値を変換部７０２へ出力する。方位角の明るさ変化量は実施例１のように取得する。仰角の明るさ変化量ΔＬφは、図１０の幾何条件３及び幾何条件４に表すように、仰角方向に照明の位置を変えた撮像を行うことで、取得することが可能である。本実施例における仰角の明るさ変化量には、照明位置の方位角をθ＝０°で固定し、仰角がφ_1＝６０°からφ_2＝２０°に変化した際の明るさＬφ_1とＬφ_2との差分を用いる。

【００５３】

Ｓ２０２において、変換部７０２は、Ｒ，Ｇ，Ｂ，ΔＬθ，ΔＬφ値に解像度変換処理を施し、Ｒ’，Ｇ’，Ｂ’，ΔＬθ’，ΔＬφ’を算出する。Ｒ’，Ｇ’，Ｂ’を第１生成部７０３へ、ΔＬθ’，ΔＬφ’を第２生成部７０４へ出力する。

【００５４】

Ｓ２０３において、第１生成部７０３は、Ｒ’，Ｇ’，Ｂ’からＣＭＹＫインク量を表す有色インク量データを生成し、プリンタ１２へ出力する。

【００５５】

Ｓ２０４において、第２生成部７０４は、単位領域ごとにΔＬθ’を平均することでΔＬθ'_{ave}を算出し、図１１（ｂ）に表すＬＵＴを用いて、ΔＬθ'_{ave}から単位領域内の凸部の底面の幅・奥行き比（縦横比）ｗ／ｄを算出する。

【００５６】

ここで、ΔL'_{ave}と凸部の形状との関係について説明する。図１２（ａ）は、異方性の程度を表す明るさ変化量ΔＬθ'_{ave}と、本実施例における単位領域内の凸部の幅・奥行き比との関係を表す模式図である。図１６を用いて説明した通り、異方性は観察角度が変わった際の凹凸による反射方向のばらつきや陰の変化により発現する。図１２（ａ）の中央に表すパターンが繰り返し配置される場合、方位角θ＝０°とθ＝９０°で観察される凹凸は同じであるため、異方性はない。すなわち、ΔＬが０の場合は、このパターンを用いるのが適当である。一方、図１２（ａ）の左端に表すパターンは、方位角θ＝０°での観察で凹凸が多く、θ＝９０°で少ない。すなわち、明るさは$L_{\theta=90°}$＞$L_{\theta=0°}$となり、ΔＬがプラスで且つ値が大きいほど、左端に近いパターンを用いるのが適当である。逆に、図１２（ａ）の右端に表すパターンは、ΔＬの値がマイナス且つ値が大きい場合に用いることが適当である。

【００５７】

さらに、第２生成部７０４は、位領域ごとにΔＬφ’を平均することでΔＬφ'_{ave}を算出し、Δ$L\varphi'_{ave}$と仰角変化により変化する陰の面積比率Ａとの関係から、凸部の高さｈを算出する。具体的にＡは、単位領域内で陰になっていない領域に対する陰になっている領域の面積比率であり、次の式（３）で表すことができる。

【００５８】

【数２】

$$A = \frac{h \cdot \{\tan(\phi_2) - \tan(\phi_1)\} \cdot \mathrm{d}}{ds \cdot ws} \quad \cdots \text{式（3）}$$

ここで、分母は単位領域一つの面積、分子は仰角変化による陰の面積の変化である。ΔＬφ’と面積比率Ａとの関係は予め測定するなどして保持しておけばよい。図１１（ｂ）は、ΔＬφ’ａｖｅと陰の面積比率Ａとの関係を表すＬＵＴの一例である。実施例１では、凸部の幅ｗと奥行きｄが固定で合ったため、ΔＬφ’から高さｈを簡易に変換することができた。しかし、本実施例では凸部のｗおよびｄが可変であるため、ＬＵＴ中でｈ／ｗｓとして扱っていた値を、変化する陰の面積比率Ａに置き換えて高さｈを算出する。単位領域内の凸部の高さｈは、図１１（ｂ）に例示するＬＵＴと式（４）に表す面積比率Ａとｈとの関係から算出する。

【００５９】

【数３】

$$h = \frac{A \cdot ds \cdot ws}{\{\tan(\phi_2) - \tan(\phi_1)\} \cdot \mathrm{d}} \quad \cdots \text{式（4）}$$

そして、第２生成部７０４は、算出したｗ／ｄ及びｈから、凹凸層を形成するためのＣＬインク量を表すＣＬインク量データを生成し、プリンタ１２へ出力する。

【００６０】

Ｓ２０５において、形成制御部７０５はプリンタ１２に、ＣＬインク量データに基づき、ＣＬインクにて印字を行わせ、凹凸層を形成させる。Ｓ２０６において、形成制御部７０５はプリンタ１２に、有色インク量データに基づき、形成された凹凸層の上に有色インクを用いて画像層を形成させる。

【００６１】

以上説明したように本実施例における画像処理装置１は、方位角の明るさ変化量を各画素に格納した画像データを取得し、単位領域内の凸部の幅及ぶ奥行きをさらに制御することで、仰角異方性に加えて方位角異方性を制御した印刷物を得ることが可能である。

【００６２】

尚、本実施例では、単位領域内の凸部の形状を直方体としたが、四角形などの、底面が幅ｗ、奥行きｄで定義できる立体形状、例えば、四角錐や屋根型やかまぼこ型などの形状も利用することが可能である。また、幅と奥行きとをそれぞれ三角形の底辺と高さと考えれば、凸部の形状を三角錐や三角柱などにすることもできる。

【００６３】

また、図１２（ｂ）の中央に表すパターンのように、異方性再現の必要のない場合は凸部を形成しないなどの例も考えられる。

【００６４】

また、より高解像度に凹凸を形成することができる場合、図１２（ｃ）に例示するように底面が円形や楕円形である円柱、円錐や半球などを利用することが可能である。この際には、幅・奥行き比ｗ／ｄを利用することもできるし、代替として、真円度などを利用することが可能である。

【００６５】

また、本実施例では、凸部の形状を決定するために幅・奥行き比ｗ／ｄを用いたが、どちらかの値を固定して、幅ｗ又は奥行きｄとのどちらか一方で凸部の形状を決定しても良

い。

【００６６】

［実施例４］

実施例３において、仰角に加え方位角の異方性が発現するように制御した印刷物の形成方法について説明した。本実施例では、さらに色に関する仰角異方性についても制御した印刷物の形成方法について記載する。尚、本実施例における画像処理装置１の構成および動作は、特に説明のない限り実施例３に示したものと同じであるので省略する。

【００６７】

図１６（ｂ）は、本実施例により形成された印刷物を説明するための模式図である。本実施例では、単位領域内の凸部の画像層と凹部の画像層に異なるＲＧＢ値を適用することで、観察角度φの仰角方向の変化に応じて、記録媒体上に形成された画像の色が変化する印刷物を形成する。

【００６８】

図１４（ｂ）は、本実施例における画像処理装置１の処理の流れを表すフローチャートである。

【００６９】

Ｓ３０１において、取得部７０１は再現対象物の仰角方向の第１観察角度φ１における色情報Ｒ１，Ｇ１，Ｂ１と仰角方向の第２観察角度φ２における色情報Ｒ２，Ｇ２，Ｂ２と方位角の明るさ変化量ΔＬθとを各画素に格納した画像データを取得する。そして、Ｒ１，Ｇ１，Ｂ１，Ｒ２，Ｇ２，Ｂ２，ΔＬθ値を変換部７０２へ出力する。本実施例では、仰角がφ１＝４５°で撮像して得た撮像データ（撮像画像１）のＲ１Ｇ１Ｂ１値とφ２＝０°で撮像して得た撮像データ（撮像画像２）のＲ２Ｇ２Ｂ２値を用いるものとする。

【００７０】

Ｓ３０２において、変換部７０２は、R_1，G_1，B_1，R_2，G_2，B_2，ΔＬθ値に解像度変換処理を施し、R_1'，G_1'，B_1'，R_2'，G_2'，B_2'，ΔＬθ’を算出する。そして、R_1'，G_1'，B_1'，R_2'，G_2'，B_2'を第１生成部７０３へ、R_1'，G_1'，B_1'，R_2'，G_2'，B_2'，ΔＬθ’を第２生成部７０４へ出力する。Ｓ３０３において、第１生成部７０３は、R_1'，G_1'，B_1'からインク値$C_1M_1Y_1K_1$を表す第１有色インク量データを生成し、R_2'，G_2'，B_2'からインク値$C_2M_2Y_2K_2$を表す第２有色インク量データを生成し、プリンタ１２へ出力する。

【００７１】

Ｓ３０４において、第２生成部７０４は、単位領域内でΔＬθ’を平均することでΔＬθ’$_{ave}$を算出し、ΔＬθ’$_{ave}$から単位領域内の凸部の幅・奥行き比ｗ／ｄを算出する。Ｓ３０５において、第２生成部７０４は、撮像画像１のR_1'，G_1'，B_1'と撮像画像２のR_2'，G_2'，B_2'とから上述した方法により仰角の明るさ変化量ΔＬφ’を算出する。

【００７２】

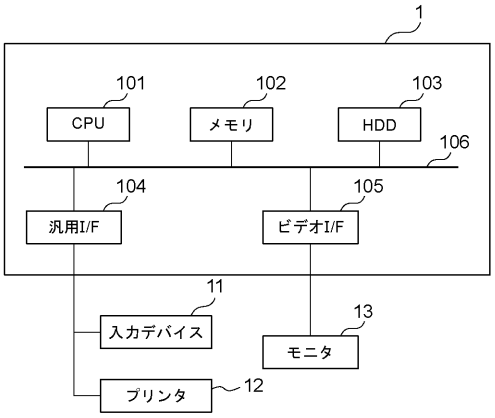
Ｓ３０６において、第２生成部７０４は、実施例３のＳ２０４と同様に、ΔＬφ’から、単位領域内の凸部の高さｈを算出する。そして、ｗ／ｄ及びｈに基づいて、ＣＬインク量データを生成し、プリンタ１２へ出力する。また、第２生成部７０４は、ＣＬインク量データに基づいて、単位領域内の所定領域が凸部領域か凹部領域かを判別するためのマスクデータを生成し、プリンタ１２へ出力する。Ｓ３０７において、形成制御部７０５はプリンタ１２に、ＣＬインク量データに基づき、ＣＬインクにて印字を行わせ、凹凸層を形成させる。

【００７３】

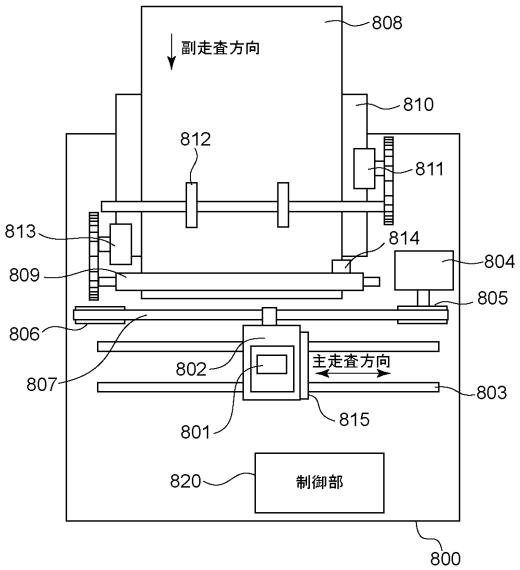
Ｓ３０８において、形成制御部７０５はプリンタ１２に、第２生成部７０４から入力したマスクデータと第２有色インク量データとに基づき、凹凸層の凸部に相当する領域上に画像層を形成する。また、第２生成部７０４から入力したマスクデータと第２有色インク量データとに基づき、凹凸層の凹部に相当する領域上に画像層を形成する。

【００７４】
以上により、形成した印刷物は、観察する仰角に応じて、凹部に形成された画像の見える面積が変化する。これにより、撮像画像１の色と撮像画像２の色とが仰角方向の角度に応じた比率で混色するため、明るさに加えて色についての仰角異方性を制御することができる。
【００７５】
［その他の実施例］
本発明は、上述の実施例の１以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける１つ以上のプロセッサーがプログラムを読出し実行する処理でも実現可能である。また、１以上の機能を実現する回路（例えば、ＡＳＩＣ）によっても実現可能である。
【符号の説明】
【００７６】
１　画像処理装置
７０１　取得部
７０４　第２生成部

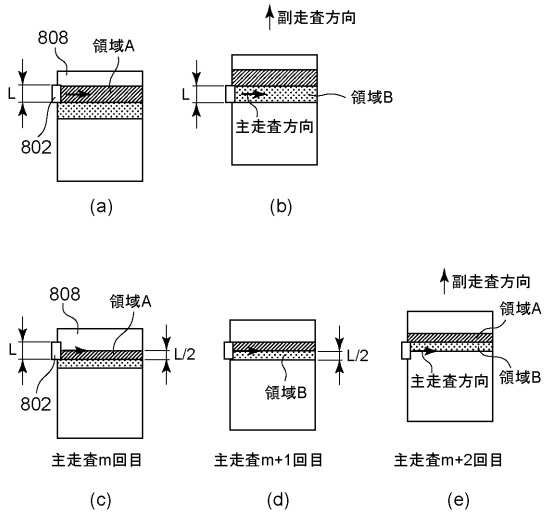
【図１】



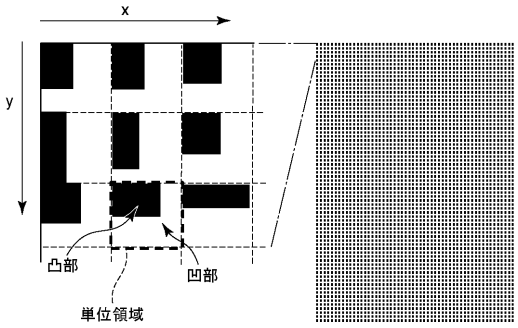
【図２】



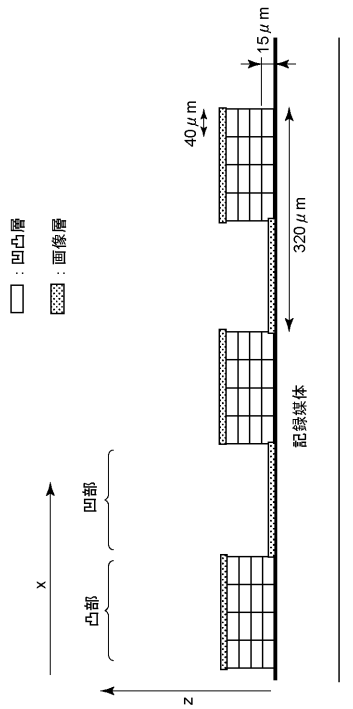
【図３】


808
領域A
L
802
副走査方向
領域B
主走査方向
(a)
(b)
L/2
主走査m回目
主走査m+1回目
主走査m+2回目
(c)
(d)
(e)

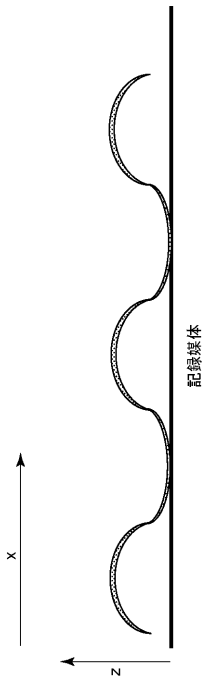
【図４】


x
y
凸部
凹部
単位領域

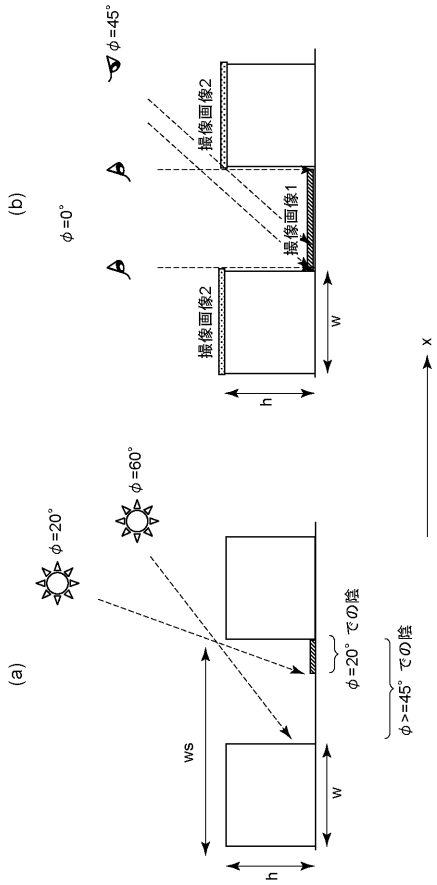
【図５】


15μm
40μm
320μm
凹凸層
画像層
記録媒体
凹部
凸部
x
z

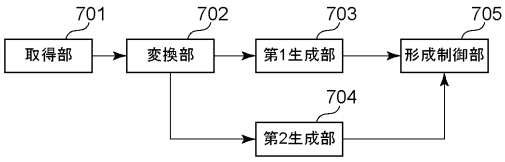
【図６】


記録媒体
x
z

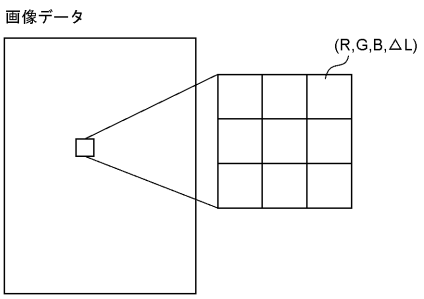
【図７】


(b)
φ=0°
φ=45°
撮像画像2
撮像画像1
撮像画像2
w
h
x
(a)
φ=20°
φ=60°
φ=20°での陰
φ>=45°での陰
ws
w
h

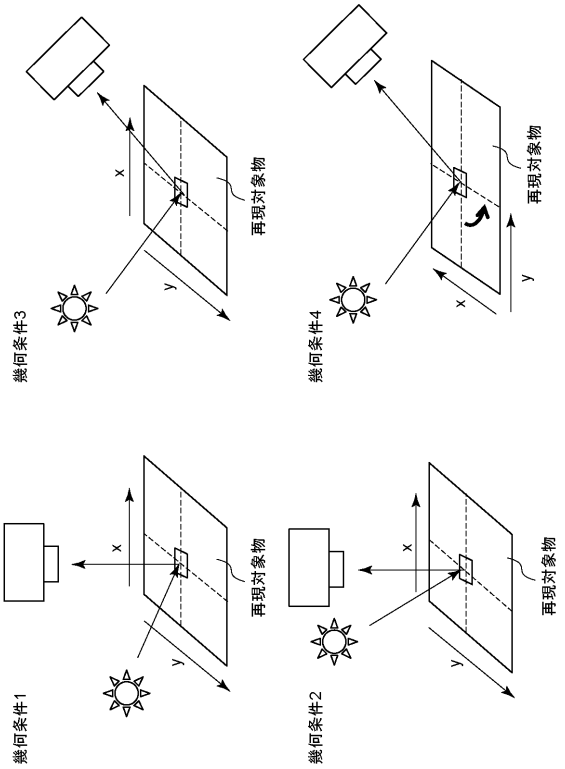
【図８】


701
取得部
702
変換部
703
第1生成部
705
形成制御部
704
第2生成部

【図９】


画像データ
(R,G,B,△L)

【図１０】


幾何条件3
再現対象物
x
y
幾何条件4
再現対象物
x
y
幾何条件1
再現対象物
x
y
幾何条件2
再現対象物
x
y

【図１１】

(a)

ΔL'ave	h / ws
−20	1/2
−15	1/4
−10	1/8
−5	1/16
0	0

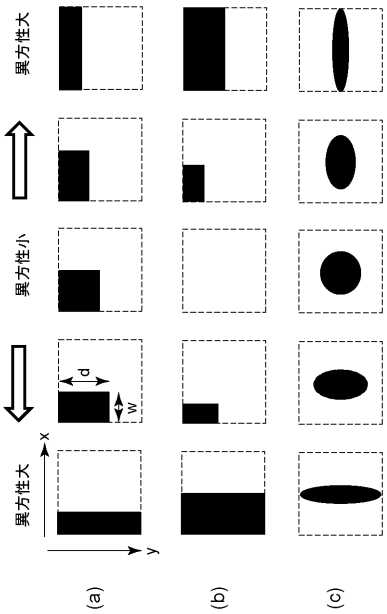
(b)

ΔLθ'ave	w/d
15	2/8
10	3/6
5	4/5
0	4/4
−5	5/4
−10	6/3
−15	8/2

(c)

ΔLΦ'ave	A
−20	1/2
−15	1/4
−10	1/8
−5	1/16
0	0

【図１２】



【図１３】

(a)

h/ws=1/8

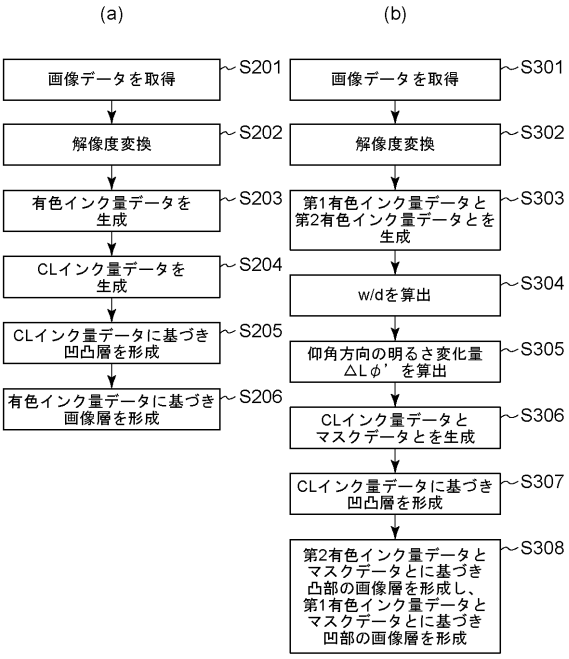
266%	266%	266%	266%	0%	0%	0%	0%
266%	266%	266%	266%	0%	0%	0%	0%
266%	266%	266%	266%	0%	0%	0%	0%
266%	266%	266%	266%	0%	0%	0%	0%
266%	266%	266%	266%	0%	0%	0%	0%
266%	266%	266%	266%	0%	0%	0%	0%
266%	266%	266%	266%	0%	0%	0%	0%
266%	266%	266%	266%	0%	0%	0%	0%

(b)

h/ws=1/4

533%	533%	533%	533%	0%	0%	0%	0%
533%	533%	533%	533%	0%	0%	0%	0%
533%	533%	533%	533%	0%	0%	0%	0%
533%	533%	533%	533%	0%	0%	0%	0%
533%	533%	533%	533%	0%	0%	0%	0%
533%	533%	533%	533%	0%	0%	0%	0%
533%	533%	533%	533%	0%	0%	0%	0%
533%	533%	533%	533%	0%	0%	0%	0%

【図１４】



【図１５】

h/ws=1/8

θ'_{ave}=−3° ～3°

266%	266%	266%	266%	266%	266%	266%	266%
266%	266%	266%	266%	266%	266%	266%	266%
266%	266%	266%	266%	266%	266%	266%	266%
266%	266%	266%	266%	266%	266%	266%	266%
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

θ'_{ave}=4° ～10°

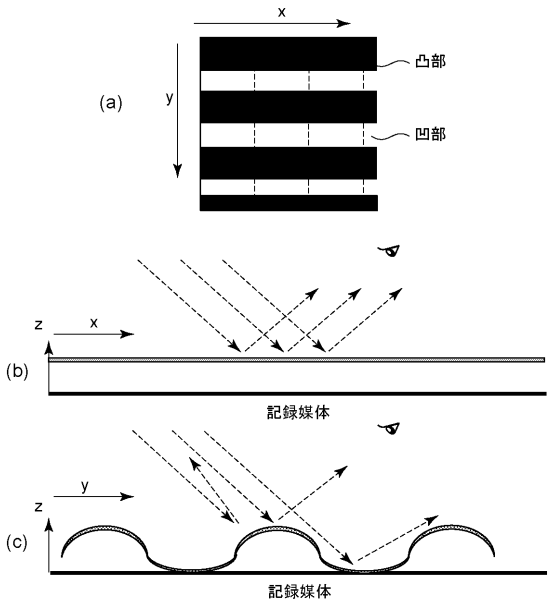
266%	266%	266%	266%	0%	0%	0%	0%
266%	266%	266%	266%	266%	266%	266%	266%
266%	266%	266%	266%	266%	266%	266%	266%
266%	266%	266%	266%	266%	266%	266%	266%
0%	0%	0%	0%	266%	266%	266%	266%
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

θ'_{ave}=11° ～16°

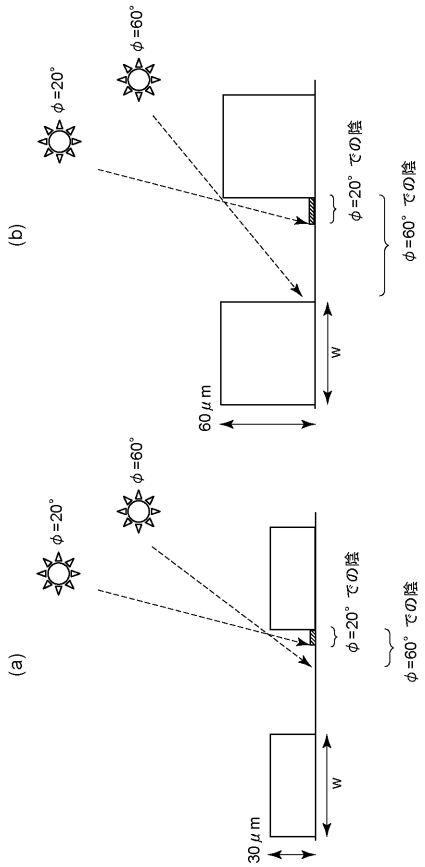
266%	266%	266%	0%	0%	0%	0%	0%
266%	266%	266%	266%	266%	266%	0%	0%
266%	266%	266%	266%	266%	266%	266%	266%
266%	266%	266%	266%	266%	266%	266%	266%
0%	0%	0%	266%	266%	266%	266%	266%
0%	0%	0%	0%	0%	0%	266%	266%
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

⋮

【図１６】



【図１７】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２０１７－０５２１５４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１６－００５８６８（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－２１９７１５（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－０１２４１１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－１３７４１７（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－１８０１４２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１７－１０８３１３（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１４／０２２５３６２（ＵＳ，Ａ１）
米国特許出願公開第２００９／００９１５９１（ＵＳ，Ａ１）
中国特許出願公開第１０１０３３３４８（ＣＮ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ４１Ｊ　２／０１－２／２１５
Ｂ４１Ｊ　２９／００－２９／７０
Ｇ０６Ｔ　１／００
Ｈ０４Ｎ　１／０４－１／２０
Ｈ０４Ｎ　１／４０－１／４０９
Ｈ０４Ｎ　１／４６