

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6541417号
(P6541417)

(45) 発行日 令和1年7月10日(2019.7.10)

(24) 登録日 令和1年6月21日(2019.6.21)

(51) Int.Cl.

F 1

B29C	64/112	(2017.01)
B29C	64/386	(2017.01)
B41J	2/01	(2006.01)
B41J	2/21	(2006.01)
B33Y	50/00	(2015.01)

B 2 9 C	64/112	
B 2 9 C	64/386	
B 4 1 J	2/01	1 2 9
B 4 1 J	2/01	4 5 1
B 4 1 J	2/21	

請求項の数 14 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2015-97363 (P2015-97363)

(22) 出願日

平成27年5月12日(2015.5.12)

(65) 公開番号

特開2016-210139 (P2016-210139A)

(43) 公開日

平成28年12月15日(2016.12.15)

審査請求日

平成30年5月8日(2018.5.8)

(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 110001243

特許業務法人 谷・阿部特許事務所

(72) 発明者 佐野 利行

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 越本 秀幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像形成装置、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】

凹凸層と光沢層とを含む三次元造形物の形成に用いる、前記凹凸層の表面凹凸の形状を表す表面凹凸データ及び前記光沢層の光沢度を表す光沢度データを取得する取得手段と、

前記表面凹凸データが表す前記凹凸層の表面凹凸の形状を解析することによって、周波数空間における前記表面凹凸の周波数を導出する導出手段と、

導出された前記周波数に基づいて、前記光沢度データを補正する補正手段と、
を備えたことを特徴する画像処理装置。

【請求項 2】

前記補正手段は、さらに、前記三次元造形物の出力に用いる画像形成装置の出力特性に基づいて、前記光沢度データを補正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】

前記出力特性は、前記画像形成装置によって出力される前記三次元造形物における前記凹凸層の表面凹凸の周波数応答特性であることを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記導出手段は、前記表面凹凸の周波数として、前記表面凹凸を特徴付ける代表周波数を導出することを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

10

20

前記表面凹凸の周波数応答特性を示す LUT を格納する格納手段をさらに備え、
 前記補正手段は、前記 LUT を用いて、前記代表周波数における光沢度の変化率を求め
 、前記変化率を用いて前記光沢度データを補正する
 ことを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記光沢度データは、前記表面凹凸の影響を含んだデータであり、
 前記 LUT には、前記画像形成装置によって出力される前記三次元造形物における前記
 凹凸層の表面凹凸の周波数応答特性が変化する所定の周波数の情報が含まれ、
 前記補正手段は、前記代表周波数が前記所定の周波数より低い場合に、前記光沢度データ
 の値を前記変化率に応じて増加させる補正を行なう
 ことを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理装置。 10

【請求項 7】

前記光沢度データは、前記表面凹凸の影響を含まないデータであり、
 前記 LUT には、前記画像形成装置によって出力される前記三次元造形物における前記
 凹凸層の表面凹凸の周波数応答特性が変化する所定の周波数の情報が含まれ、
 前記補正手段は、前記代表周波数が前記所定の周波数より高い場合に、前記光沢度データ
 の値を前記変化率に応じて減少させる補正を行なう
 ことを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記光沢度データが前記表面凹凸の影響を含んだデータであるかどうかを判定する判定
 手段をさらに備え、
 前記 LUT には、前記画像形成装置によって出力される前記三次元造形物における前記
 凹凸層の表面凹凸の周波数応答特性が変化する所定の周波数の情報が含まれ、
 前記補正手段は、

前記判定の結果、前記光沢度データが前記表面凹凸の影響を含んだデータである場合は、前記代表周波数が前記所定の周波数より低い場合に、前記光沢度データの値を前記変化率に応じて増加させる補正を行ない、

前記判定の結果、前記光沢度データが前記表面凹凸の影響を含んでいないデータである場合は、前記代表周波数が前記所定の周波数より高い場合に、前記光沢度データの値を前記変化率に応じて減少させる補正を行なう 30

ことを特徴する請求項 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記光沢度データにおける前記表面凹凸の影響の有無を入力するためのユーザインタフェイスをさらに備え、

前記判定手段は、前記ユーザインタフェイスを介したユーザ入力に基づいて、前記判定を行なう

ことを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記画像形成装置は、インクジェット方式の画像形成装置であり、
 前記所定の周波数は、前記凹凸層の形成のために吐出されたインクの漏れ広がりによつて、前記表面凹凸データに対応する周波数成分の表面凹凸が形成できなくなる周波数である 40

ことを特徴とする請求項 6 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 11】

前記表面凹凸データは、基準面に対する高さを 2 次元分布で記述した表面凹凸画像であり、

前記導出手段は、前記表面凹凸画像を周波数成分に分解することによって、前記代表周波数を導出し、

前記代表周波数は、周波数空間における、最大振幅値の周波数、最小振幅値の周波数、平均値の周波数、中央値の周波数のうちのいずれかである 50

ことを特徴とする請求項 4 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 12】

前記表面凹凸データ及び前記光沢度データに基づいて、記録媒体上に凹凸層及び光沢層を形成する形成手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 13】

凹凸層と光沢層とを含む三次元造形物の形成に用いる、前記凹凸層の表面凹凸の形状を表す表面凹凸データ及び前記光沢層の光沢度を表す光沢度データを取得するステップと、

前記表面凹凸データが表す表面凹凸の形状を解析することによって、周波数空間における前記表面凹凸の周波数を導出するステップと、

前記周波数に基づいて、前記光沢度データを補正するステップと、

を含むことを特徴する画像処理方法。

【請求項 14】

コンピュータを、請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 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、三次元造形において所望の光沢を実現する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、文化財の保全を目的として 3D プリンタや UV 硬化型インクを用いたプリンタによる文化財複製が試みられている。例えば、油彩画の複製においては、絵具の色、油彩画表面の凹凸状態である隆起（以下、表面凹凸）、油彩画表面の光沢が再現されることが望ましい。この再現技術として、表面凹凸のための第 1 の記録ヘッド、画像形成のための第 2 の記録ヘッド、光沢形成のための第 3 の記録ヘッドを用いて、表面凹凸層、色材層、光沢層を独立に形成して三次元造形物を得る方法が提案されている（特許文献 1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2004 - 299058 号公報

【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 に記載の方法では、所望の光沢度が十分に再現できない場合があった。この原因を、図 1 を用いて説明する。図 1 は同一素材の表面を異なる凹凸周波数となるように加工した際の、表面凹凸周波数と光沢度との関係を示したグラフである。図 1 に示すように、比較的周波数の低い表面凹凸に加工された領域ではその表面が平滑に近いため、物体表面で反射する光の反射方向の角度のばらつきが小さく光沢度は高くなる。一方、比較的周波数が高い表面凹凸では、微細な表面凹凸により物体表面で反射する光は、反射方向の角度のばらつきが大きくなるため光沢度は低くなる。このように、表面凹凸の周波数成分の高低は光沢度に影響するが、特許文献 1 では、表面凹凸の周波数の影響を考慮することなく、表面凹凸層と光沢層の形成を独立に行なっている。このため、出力される三次元造形物において所望の光沢度を再現できない場合があった。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明に係る画像処理装置は、凹凸層と光沢層とを含む三次元造形物の形成に用いる、前記凹凸層の表面凹凸の形状を表す表面凹凸データ及び前記光沢層の光沢度を表す光沢度データを取得する取得手段と、前記表面凹凸データが表す前記凹凸層の表面凹凸の形状を解析することによって、周波数空間における前記表面凹凸の周波数を導出する導出手段と

10

20

30

40

50

、導出された前記周波数に基づいて、前記光沢度データを補正する補正手段と、を備えたことを特徴する。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、所望の光沢度を有する三次元造形物を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】表面凹凸周波数と光沢度との関係を示したグラフである。

【図2】対象物の鏡面光沢度を測定する様子を説明する図である。

【図3】画像形成システムの構成例を示す図である。

10

【図4】画像処理装置の機能構成を示すブロック図である。

【図5】画像処理装置における処理の流れを示すフローチャートである。

【図6】入力データの取得時に用いるUI画面の一例を示す図である。

【図7】実施例1に係る、光沢度補正処理の詳細を示すフローチャートである。

【図8】実施例1に係る凹凸光沢度特性LUTの一例を示す図である。

【図9】実施例1における光沢度補正処理の結果の具体例を示す図である。

【図10】インクジェットプリンタの構成を示す図である。

【図11】三次元造形物の断面を示す模式図である。

【図12】(a)は面積率の説明図であり、(b)は面積率と光沢度との関係の一例を示すテーブルである。

20

【図13】実施例1における光沢度補正処理を行った場合の効果を説明する図である。

【図14】(a)は実施例2に係る、表面凹凸データの周波数と光沢度との関係を示したグラフであり、(b)はインクの濡れ広がりを説明する図である。

【図15】実施例2に係る、光沢度補正処理の詳細を示すフローチャートである。

【図16】実施例2に係る凹凸光沢度特性LUTの一例を示す図である。

【図17】実施例3に係る、表面凹凸データの周波数と光沢度との関係を示したグラフである。

【図18】実施例3に係る、光沢度補正処理の詳細を示すフローチャートである。

【図19】実施例4に係る、光沢度補正処理の詳細を示すフローチャートである。

【図20】光沢度データにおける表面凹凸の影響の有無を入力するためのUI画面の一例を示す図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、添付の図面を参照して、本発明を実施する形態について説明する。なお、以下の実施例において示す構成は一例に過ぎず、本発明は図示された構成に限定されるものではない。

【0009】

[実施例1]

以下に、画像形成装置によって、表面凹凸の周波数特性が考慮された所望の光沢度を有する三次元造形物を得るための方法について説明する。ここで三次元造形物は、例えば3Dプリンタで形成される三次元の造形物でもよいし、印刷媒体の同一領域に顔料プリンタで顔料色材を複数回に渡って形成することで形成される三次元の造形物でもよい。

40

【0010】

本実施例では光沢度データとして、鏡面光沢度を採用するものとする。図2は、対象物の鏡面光沢度を測定する様子を説明する図である。図2(a)では、60°の方向から入射される測定光源201からの光が、微細な凹凸を有した対象物の試料面203に反射し、当該反射した光を受光器202が60°の方向で受光している。図2(b)では、同じく60°の方向から入射される測定光源201からの光が、略平滑な試料面204に反射し、当該反射した光を受光器202が60°の方向で受光している。試料面203の光沢度は、その微細な表面凹凸によって反射する光の方向のばらつきが大きくなるため、60

50

。方向に出射する光量が小さくなる(図2(a))。そのため、平滑な表面からの反射で取得される光沢度に対して小さい値を示すことになる。本実施例における光沢度とは、図2(a)に示すような表面に微細な凹凸を有する物体の入射角60°における光沢度を意味し、表面凹凸の影響を含んだ光沢度データとなる。

【0011】

<画像形成装置の概略構成>

図3は、本実施例に係る、画像形成システムの構成例を示す図である。画像形成システムは、画像処理装置300、入力デバイス310、出力デバイス320、ハードディスクドライブ(HDD)330、汎用ドライブ340、ディスプレイ350で構成される。さらに、画像処理装置300は、CPU301、ROM302、RAM303、汎用インターフェイスI/F304、シリアルATA(SATA)I/F305、ビデオカード(VC)306で構成され、これら各部はシステムバス307を介して接続されている。
10

【0012】

CPU301は、RAM303をワークメモリとして、ROM302やHDD330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し、画像形成システム全体を制御する。なお、CPU301が実行するプログラムには、後述する画像処理などのプログラムが含まれる。汎用I/F304は、例えばUSBなどシリアルバスインターフェイスで、マウスやキーボードなどの入力デバイス310やプリンタなどの出力デバイス320などが接続される。SATAI/F305には、HDD330や各種記録メディアの読み書きを行う汎用ドライブ340が接続される。CPU301は、HDD330や汎用ドライブ340にマウントされた各種記録メディアをデータの格納場所として読み書きに利用する。VC306は、ビデオインターフェイスであり、ディスプレイ350が接続される。CPU301は、プログラムが提供するユーザインタフェイス(UI)画面をディスプレイ350に表示し、入力デバイス310を介してユーザ指示を含むユーザ入力を受け付ける。
20

【0013】

<画像処理装置の機能構成>

図4は、本実施例に係る、画像処理装置300の機能構成を示すブロック図である。画像処理装置300は、凹凸代表周波数導出部401、光沢度補正部402、凹凸光沢度特性LUT403で構成される。画像処理装置300には、三次元造形物を記録媒体上に形成するための3種類の画像データ、具体的には、表面凹凸データ、光沢度データ、色データが入力される。このうち表面凹凸データは、凹凸代表周波数導出部401と出力デバイス320に送られる。光沢度データは光沢度補正部402に送られる。色データは、そのまま出力デバイス320に送られる。
30

【0014】

凹凸代表周波数導出部401は、入力された表面凹凸データを解析して、三次元造形物における表面凹凸を特徴付ける代表的な周波数(以下、凹凸代表周波数)を導出する。導出された凹凸代表周波数の情報は、光沢度補正部402に送られる。

【0015】

光沢度補正部402は、表面凹凸データから導出された凹凸代表周波数、及び出力デバイス320(プリンタ)の出力特性に基づいて、光沢度データを補正する。ここで、プリンタの出力特性とは、出力される表面凹凸の周波数応答特性を意味する。そして、この出力特性を表すものとして、様々な凹凸周波数と光沢度とを対応付けたルックアップテーブル(凹凸光沢度特性LUT403)が用いられる。補正された光沢度データは、出力デバイス320に送られる。
40

【0016】

そして、出力デバイス320としてのプリンタは、入力された表面凹凸データ、補正された光沢度データ、及び色データを用いて印刷処理を行って、三次元造形物を出力する。

【0017】

図5は、画像処理装置300における処理の流れを示すフローチャートである。この一
50

連の処理は、CPU301が、ROM302或いはHDD330に格納されているプログラムをRAM303にロードし、実行することで実現される。

【0018】

ステップ501では、再現対象である三次元造形物に関する、上述した3種類の画像データ（表面凹凸データ、光沢度データ、色データ）が取得される。ここで取得される表面凹凸データは、基準面に対する高さを2次元分布で記述したデータである。本実施例では、各画素位置における高さ（基準面に対して0mmから1mmの高さ）を0から255の8ビットの値に変換したグレースケール画像（以下、「表面凹凸画像」）のデータとする。また、光沢度データは、図2の測定系で得られる、入射・出射角度それぞれ60度における鏡面光沢度の2次元分布を記述したデータである。本実施例では、出力デバイス320としてのプリンタで出力可能な60度における鏡面光沢度7.7から85.2（測定値）を0から255の8ビットの値（画素値）に置き換えたグレースケール画像のデータとし、 G_{in} で表す。また、色データは、再現対象である三次元造形物の位置毎の色をRGB値で表したデータであり、CIELab値からRGB変換式にて求められる。図6は、入力データの取得時に用いるユーザインターフェイス（UI）画面の一例を示す図である。UI画面600において、入力領域601は、印刷対象の色情報を規定するデータのファイル名を入力する領域である。入力領域602は、印刷対象の光沢情報を規定するデータのファイル名を入力する領域である。入力領域603は、印刷対象の表面凹凸情報を規定するデータのファイル名を入力する領域である。実行ボタン604が押下されると、各入力領域601～603に入力された各ファイル名に対応した上記3種類のデータがHDD330或いは汎用ドライブ340から取得される。キャンセルボタン605が押下されると、データの取得を行わずに処理が終了する。10 20

【0019】

ステップ502において、凹凸代表周波数導出部402は、取得された表面凹凸データを解析して、上述の凹凸代表周波数を導出する。具体的には、以下に示す手法によって、表面凹凸画像 $H(x, y)$ の代表的な周波数 f_{rep} を導出する。

【0020】

まず、表面凹凸画像 $H(x, y)$ を、以下の式（1）を用いた公知の高速フーリエ変換によって周波数成分に分解し、周波数画像 $A(u, v)$ を求める。

$$A(u, v) = FFT(H(x, y)) \quad \dots \text{式(1)} \quad \text{30}$$

【0021】

上記式（1）において u, v は、それぞれ水平周波数と垂直周波数を表す。なお、表面凹凸画像を周波数成分に分解できればよいので、ウェーブレット変換など他の分解方法を用いてもよい。

【0022】

次に、周波数分解によって得られた周波数画像 $A(u, v)$ を用いて、表面凹凸画像を特徴付ける代表的な周波数 f_{rep} を導出する。本実施例では、周波数画像 $A(u, v)$ の中で最も値の大きい画素 (u, v) を抽出し、凹凸を特徴付ける周波数として、周波数空間における最大振幅値の周波数 f_{max} を、以下の式（2）を用いて導出する。

【0023】

【数1】

$$f_{max} = \arg \max_f (A(f)) \quad \text{ただし、} f = \sqrt{u^2 + v^2} \quad \dots \text{式(2)} \quad \text{40}$$

【0024】

上記式（2）において、 $\arg \max$ は、関数 $A(f)$ を最大化する変数 f を求める関数である。なお、本実施例では、上記のとおり周波数空間における最大振幅値の周波数を、表面凹凸を特徴付ける代表的な周波数 f_{rep} としたがこれに限定されるものではない。例えば、本実施例とは逆に周波数空間における最小振幅値の周波数を凹凸代表周波数としてもよいし、ノイズ等を考慮して、周波数空間における平均値や中央値といった他の統計値を50

凹凸代表周波数としてもよい。このようにして導出された凹凸代表周波数 f_{rep} は、光沢度補正部 402 に送られる。

【0025】

ステップ 503において、光沢度補正部 402 は、導出された凹凸代表周波数 f_{rep} を用いて、光沢度データを補正する。詳細には、凹凸代表周波数に対応した光沢度の変化量を導出し、導出した変化量に応じて光沢度データを補正する処理（光沢度補正処理）を行なう。図 7 は、本実施例に係る、光沢度補正処理の詳細を示すフローチャートである。

【0026】

ステップ 701 では、凹凸光沢度特性 LUT 403（以下、単に「LUT」と呼ぶ。）を HDD 330 等から読み出す。図 8 は、本実施例に係る凹凸光沢度特性 LUT の一例を示す図であり、表面凹凸の各周波数 f に対応する光沢度 G が規定されている。なお、このような LUT は、所定の光沢度（例えば $G = 255$ ）で、周波数と振幅が異なる矩形波形状の表面凹凸データを出力デバイス 320（プリンタ）で出力し、得られた 3 次元画像の光沢度を測定することで得ることができる。10

【0027】

ステップ 702 では、読み出した LUT を用いて、上述のステップ 502 で導出した凹凸代表周波数 f_{rep} （ここでは f_{max} ）における光沢度の変化率 G を導出する。この処理は、平滑面の光沢度 G_{max} （画素値：255）が凹凸の周波数によってどのくらい変化（ここでは減少）するかを推定する処理と言い換えることもできる。光沢度の変化率（ここでは減少率） G は、例えば以下の式（3）によって求めることができる。20

【0028】

【数 2】

$$\Delta G = \frac{1}{G_{max}} \times \frac{(f_{n+1} - f_{max})G_n + (f_{max} - f_n)G_{n+1}}{f_{n+1} - f_n} \quad \cdots \text{式 (3)}$$

【0029】

上記式（3）において、 f_n 、 f_{n+1} は LUT に規定された周波数であって、 f_n は f_{max} 未満の周波数の中での最大値であり、 f_{n+1} は f_{max} 以上の周波数の中での最小値である。また G_{max} は、LUT に規定された光沢度の中で最大の光沢度であり、 G_n 、 G_{n+1} は、それぞれ LUT 内の n 、 $n+1$ 番目の光沢度で周波数 f_n 、 f_{n+1} に対応した値である。以下、具体的な手順について、数値例を用いて説明する。まず、凹凸代表周波数 f_{max} が 1.5 であったとする。この場合の周波数 f_n と f_{n+1} は、図 8 に示す LUT からそれぞれ $f_n = 1.0$ 、 $f_{n+1} = 2.0$ となる。次に、周波数 $f_n = 1.5$ 、 $f_{n+1} = 2.0$ に対応する光沢度として、 $G_n = 104$ 、 $G_{n+1} = 178$ が、図 8 に示す LUT から取得される。そして、以下の式（3'）により、凹凸代表周波数 $f_{max} = 1.5$ における推定光沢度 $G = 141$ が得られる。30

【0030】

【数 3】

$$\tilde{G} = \frac{(f_{n+1} - f_{max})G_n + (f_{max} - f_n)G_{n+1}}{f_{n+1} - f_n} \quad \cdots \text{式 (3')}$$

【0031】

最後に、 G_{max} に対する上記推定光沢度 G の割合が算出される。ここでは、 $G_{max} = 255$ に対する推定光沢度 $G = 141$ の割合となるので、 $G = 0.55$ となる。40

【0032】

なお、本実施例では、凹凸代表周波数 f_{rep} における光沢度の減少率 G を単純な線形和で導出しているが、このような方法に限られない。例えば、任意の重み付け係数を用いてもよいし、ガンマなどの非線形演算によって導出してもよい。

【0033】

ステップ 703 では、ステップ 702 で導出した光沢度の減少率 G を用いて、上述のステップ 501 で取得された光沢度データにおける入力値 G_{in} に対する補正值 G' を以下

の式(4)を用いて求める。

$$G' = G_{in} / G \quad \dots \text{式(4)}$$

【0034】

なお、上記式(3)より G の値は $0 \leq G \leq 1$ の範囲となるため、ここで光沢度補正処理は、入力値 G_{in} を増加させる処理となる。ただし、 $G = 0$ の場合は、 $G' = G_{in}$ とする。図9は、本実施例における光沢度補正処理の結果の具体例を示す図である。図9(a)に示す補正前の光沢度データにおける各入力値 G_{in} が、同(b)に示す補正後の光沢度データにおいては、ステップ702で求めた光沢度減少率 $G = 0.55$ で除した値となっており、入力値 G_{in} が増加している。

【0035】

図5のフローチャートの説明に戻る。

ステップ504では、表面凹凸データ、補正された光沢度データ、及び色データが出力デバイス320であるプリンタに出力される。そして、これらデータを用いた印刷処理がプリンタで実行され、表面凹凸に応じて補正された光沢度有する三次元造形物が出力されることになる。

【0036】

以上が本実施例に係る、画像処理装置300における処理の内容である。上述のとおり本実施例では、表面凹凸画像の周波数成分に対する光沢度の減少率を導出し、導出した光沢度減少率の逆数を入力光沢度に乗じることで、表面凹凸に起因する光沢度の減少量を考慮した光沢度が導出される。これにより、表面に凹凸を有する対象物の光沢度を好適に再現した三次元造形物を得ることが可能となる。

【0037】

次に、出力デバイス320として、UV硬化型のインクを用いたインクジェット方式のプリンタを用いた場合の三次元造形物の印刷処理について説明する。

【0038】

まず、インクジェットプリンタにおける印刷動作について説明する。図10は、インクジェットプリンタの構成を示す図である。また、図11は、インクジェットプリンタによって形成される、表面に凹凸を有する三次元造形物の断面を示す模式図である。ヘッドカートリッジ1001は、複数の吐出口からなる記録ヘッドと、この記録ヘッドにインクを供給するインクタンクを有し、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。インクタンクは、凹凸層1101及び光沢層1103を形成するための紫外線(UV)硬化型の無色透明な液体樹脂インク、発色層1102を形成するためのシアン、マゼンタ、イエロー、ブラックの色インクの計5種類のインク用のタンクが独立に設けられている。ヘッドカートリッジ1001はキャリッジ1002に位置決めして交換可能に搭載されており、キャリッジ1002には、コネクタを介してヘッドカートリッジ1001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1002には、紫外光照射装置1010が搭載されており、吐出された硬化性のインクを硬化させ記録媒体1008上に固着させるように制御される。キャリッジ1002は、ガイドシャフト1003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1002は、主走査モータ1004を駆動源としてモータブーリ1005、従動ブーリ1006およびタイミングベルト1007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。尚、このキャリッジ1002のガイドシャフト1003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。記録媒体1008は支持体1009上に設置されている。キャリッジ1002に搭載されたヘッドカートリッジ1001は、吐出口面がキャリッジ1002から下方へ突出して記録媒体1008と平行になるように保持されている。制御部1020は、CPUや記憶手段等から構成されており、表面凹凸データ、光沢度データ及び色データを受け取り、各データに基づいてプリンタの各パーツの動作を制御する。なお、本実施例では出力デバイス320として、UV硬化型のインクジェット方式のプリンタを例に説明を行うが、無色透明な液体樹脂インクと色材を備えていればこれに限るものではない。例えばUV硬化型イン

10

20

30

40

50

クでなく、ソリッドインクであってもよいし、電子写真方式のプリンタであってもよい。

【0039】

続いて、上述したプリンタにおいて、凹凸層1101、発色層1102及び光沢層1103で構成される、表面凹凸有する三次元造形物が形成されるまでの各工程について説明する。

【0040】

まず、最下層の凹凸層1101が、表面凹凸データを用いて記録媒体1008上に形成される。本実施例では、インク量によって高さの制御を行う。凹凸層1101の形成において、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、凹凸層1101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 $20\mu m$ の厚さを有する場合、 $100\mu m$ の厚さを再現するには、インク量100%による層形成をおよそ5回重ねればよい。つまり、 $100\mu m$ の高さが必要な位置に打ち込むインク量は約500%となる。このような考え方方に従って、表面凹凸データが示す表面凹凸画像の濃度に基づいて、凹凸層1101が最初に形成される。

【0041】

次に、発色層1102が、色データを用いて凹凸層1101の上に形成される。例えば、RGB値で表される画像をCIELab値へ変換し、CIELab値とシアン、マゼンタ、イエロー、ブラックの各色の濃度値との関係を規定したテーブル等に基づいて各インクの打込み量が決定され、発色層1102が形成される。

【0042】

そして、最上層の光沢層1103が、補正された光沢度データを用いて発色層1102の上に形成される。本実施例では、最表面に対応して面積率を制御することで、光沢を制御することとしている。ここで、面積率とは、単位面積におけるインクを打つ画素の割合を意味する。すなわち、ドットのオン・オフを制御することで表面の平滑性が制御され、例えば面積率100%の場合は全画素にオンドットが形成されるため、印刷物の表面は平滑に近づくことになる。そして、面積率が低下するほどドットを打つ場所と、打たない場所で凹凸が生じるため印刷物の表面は平滑でなくなる。本実施例では、出力デバイス320としてのプリンタを、画素毎にインクのオン・オフを制御する二値プリンタとし、単位面積において全画素をオンドットにした状態をインク量100%として扱うものとする。なお、この場合、単一の画素では100%か0%でしか表現することができないため、複数の画素の集合で中間調を表現することになる。図12(a)は面積率の説明図であり、例えば25%の濃度で中間調表現を行う代わりに 4×4 画素（全16画素）中の4つの画素にインクを吐出することで、面積的に $4/16 = 25\%$ の表現を行うことを示している。50%、75%、100%の各階調についても同様である。そして、面積率を変化させることで、最表面に形成されるドットパターンの粗密が変化する。図12(b)は、面積率と光沢度との関係の一例を示すテーブルであり、面積率を30%~100%で変化させた場合に対応する光沢度をそれぞれ示している。面積率が小さくなると最表面に形成されるドットパターンが疎になり（単位面積当たりのオンドットの数が少なくなり）、面積率が大きくなると最表面に形成されるドットパターンが密になる（単位面積当たりのオンドットの数が多くなる）。例えば、図9(b)に示した補正後の光沢度データにおける左下隅の画素値は145であるが、この場合は面積率83%でドットが形成されることになる。

【0043】

以上をまとめると、低面積率のドットパターンを形成した場合は記録媒体上に不規則な表面凹凸を形成することとなり、これは表面を粗すことには相当する。その結果、低い光沢強度を再現することができる。また、高面積率のドットパターンを形成した場合は記録媒体上に形成される表面凹凸は密になり、これは表面を平滑に近づけることに相当する。その結果、高い光沢強度を再現することができる。

【0044】

なお、面積率が一定の値よりも小さくなかった場合、記録媒体の表面凹凸が露出し、逆に光沢度が高くなる場合がある。そのため、一定の値よりも高い面積率の範囲で光沢を制御

10

20

30

40

50

するのが望ましい。前述の図12(b)に示すテーブルにおいて、面積率の最小値を30%としているのはこのような理由による。ただし、この一定の値は、インクの特性によって変化するものである。

【0045】

図13は、本実施例における光沢度補正処理を行った場合の効果を説明する図である。いま、周波数が6.0cycle/mmの表面凹凸上に、再現したい光沢度の値(測定値)が34.0の光沢層を形成するケースを想定する。光沢度補正処理を行なった場合は再現したい光沢度と同等の光沢度が得られている。これに対し、光沢度補正処理を行なわなかつた場合はそれよりも低い光沢度しか得られないのが分かる。

【0046】

なお、本実施例では表面凹凸画像に対して一様に光沢度の補正を行う場合について説明を行つた。しかしながら、光沢度の補正処理は表面凹凸画像に対して一様に行わなくてよい。例えば、表面凹凸画像を複数の領域に分割し、分割された画像ごとに本実施例を適用することにより、部分的に光沢度の補正を行うことも可能である。

【0047】

以上のとおり本実施例によれば、表面に凹凸を有する三次元造形物の形成において、表面凹凸周波数が高くなるのに応じて減少する光沢の変化量に応じて光沢度データを補正することで、所望の光沢を再現することができる。

【0048】

[実施例2]

実施例1では、入力された光沢度データが表面凹凸の影響を含んでいることを考慮し、表面凹凸の周波数成分と光沢度との関係に基づいて、表面凹凸周波数が高くなるにつれて減少する光沢の変化量を考慮して光沢度データの補正を行つた。しかしながら、インクジェット方式のプリンタを用いて高周波な表面凹凸形状を有する三次元造形物を形成する場合、実施例1の光沢度補正処理では所望の光沢度を得られない場合がある。図14(a)は、本実施例に係る、出力デバイス320に入力される表面凹凸データの周波数と光沢度との関係を示したグラフである。破線1401は、前述の図1における実線に相当し、表面凹凸の周波数が高くなるにつれて、得られる光沢度が低下する傾向にあることを示している。一方、実線1402は、インクジェットプリンタを用いて、周波数の異なる表面凹凸を形成し、それによって形成された凹凸面上に破線1401が示す光沢度に対応した面積率で光沢を再現した場合に測定される光沢度を示している。 f_{th} よりも低い周波数領域では凹凸が二度掛けされることで実線1401よりも光沢度が低くなり、 f_{th} よりも高い周波数領域では企図した凹凸が形成できないことから破線1401とほぼ同じ光沢度が得られることが分かる。ここで、インクジェットプリンタの場合に、実線1402のような特性を示すことになる原因について詳しく説明する。

【0049】

1つ目の原因として、インクジェットプリンタでは、周波数の高い表面凹凸を形成しようとしても、インクの濡れ広がりによって略平滑な面となってしまうということが挙げられる。図14(b)は、インクの濡れ広がりを説明する図であり、企図した周波数の表面凹凸が得られないことを示している。

【0050】

2つ目の原因として、入力される光沢度データが凹凸の影響を含んでいる(実際の再現対象物の光沢度を測定したデータである)ということが挙げられる。そもそもの前提として、表面凹凸データに基づき凹凸層を形成し、その凹凸層上に光沢度データに基づき光沢層を形成するため、プリンタに入力された凹凸の影響を含んだ光沢度データを単純に出力してしまうと、凹凸が2度掛けされるのである。

【0051】

上述のような理由から、インクジェットプリンタを用いる場合には、以下のような対処が求められることになる。

【0052】

10

20

30

40

50

まず、凹凸周波数が f_{th} よりも低い部分（凹凸が 2 度掛けされる部分）については、実施例 1 と同様、周波数に対応した光沢度の変化率（減少率）に応じて光沢度を補正する必要がある。その一方で、凹凸周波数が f_{th} 以上の高い部分については、インクの漏れ広がりによって略平滑な面となるため、入力された光沢度データを単純に出力するだけで所望の光沢度が得られる（破線 1401 と実線 1402 が一致）ことから、光沢度データを補正する必要はない。仮に、 f_{th} 以上の周波数領域において光沢度データを補正すると過補正となり、却って所望の光沢度が得られないことになる。

【0053】

そこで本実施例では、出力特性が変化する所定の凹凸周波数 f_{th} に応じて、光沢度補正処理を適用するか否かを切り替えるようにする。

10

【0054】

なお、実施例 1 と共に通する部分については説明を省略ないしは簡略化し、以下では差異点を中心に説明を行なうものとする。

【0055】

図 15 は、本実施例に係る、光沢度補正処理の詳細を示すフローチャートである。

【0056】

ステップ 1501 では、凹凸光沢度特性 LUT 403 を HDD 330 等から読み出す。図 16 は、本実施例に係る凹凸光沢度特性 LUT の一例を示す図であり、表面凹凸の各周波数 f に対応する光沢度 G が規定されている。実施例 1 と同様、この LUT は、所定の光沢度（例えば $G = 255$ ）で周波数と振幅が異なる矩形波形状の表面凹凸データを出力デバイス 320（プリンタ）で出力し、得られた 3 次元画像の光沢度を測定することで得ることができる。本実施例の場合、所定の周波数 f_{th} 以上の高い周波数領域では、インクの漏れ広がりにより狙いとする周波数の表面凹凸が形成されずに平滑面に近くなる。そこで本実施例では、得られた LUT から、変曲点となる周波数 $f_n (= f_{th})$ を以下の式（5）を用いて導出し、基準となる所定の周波数 f_{th} を決定しておく必要がある。

$$G(f_{n-1}) > G(f_n) \text{かつ } G(f_n) < G(f_{n+1}) \quad \dots \text{式(5)}$$

(ただし、 $f_{n-1} < f_n < f_{n+1}$)

20

【0057】

なお、本実施例では基準となる所定の周波数 f_{th} を、上記式（5）を満たすような変曲点としたが、これに限るものではない。例えば、得られた LUT から光沢度の変化率を導出し、閾値の大小関係から基準となる周波数 f_{th} を決定してもよい。図 16 に示すように本実施例で用いる LUT は、基準となる周波数 f_{th} の情報を含んだ LUT となる。

30

【0058】

ステップ 1502 では、図 5 のフローのステップ 502 で導出した凹凸代表周波数 f_{re} （ここでは最大振幅値の周波数 f_{max} ）と、ステップ 1501 で読み出した LUT に含まれる基準となる周波数 f_{th} とが比較される。そして、凹凸代表周波数 f_{max} が基準となる周波数 f_{th} より低いかどうかが判定される。判定の結果、凹凸代表周波数 f_{max} が基準となる周波数 f_{th} よりも低い場合は、光沢度データの補正を行うべくステップ 1503 へ進む。一方、凹凸代表周波数 f_{max} が基準となる周波数 f_{th} 以上である場合は、入力された光沢度データをそのまま利用するべく、本処理を終了する。

40

【0059】

ステップ 1503 では、ステップ 1501 で読み出した LUT を用いて、凹凸代表周波数 f_{max} における光沢度の減少率 G が導出される（図 7 のフローのステップ 702 に相当）。

【0060】

ステップ 1504 では、ステップ 1503 で導出した光沢度の減少率 G を用いて、光沢度データにおける入力値 G_{in} に対する補正值 G' が求められる（図 7 のフローのステップ 703 に相当）。

【0061】

以上が、本実施例に係る光沢度補正処理の内容である。

50

【0062】

なお、本実施例では、基準となる周波数 f_{th} 未満の周波数成分を持つ表面凹凸はプリンタで形成可能なものとして説明を行った。しかしながら、基準となる周波数 f_{th} 未満であっても前述したインクの濡れ広がりによって必ずしも所望の周波数の表面凹凸形状となる場合がある。このような場合には、 f_{th} 未満の周波数成分の表面凹凸データに対して、MTF補正処理などの前処理を行うようにしてもよい。

【0063】

以上のとおり、本実施例によれば、表面凹凸の周波数帯がインクジェットプリンタで形成困難な高い周波数帯である場合には、表面凹凸形状が略平滑になることを考慮して光沢度の補正を行わないようとする。これにより、インクの濡れ広がりをも考慮した所望の光沢度を再現することが可能となる。10

【0064】**[実施例3]**

実施例1及び2は、入力される光沢度データが表面凹凸の影響を含んでいることを前提としていた。しかしながら、入力光沢度データを取得する対象物が、再現対象物で使用されている素材と同一の素材であってその表面が略平滑な素材である場合には、表面凹凸の影響は無視できるほど小さいと考えられる。このようなケースとしては、例えば、再現対象物がカメラのフレームなどの加工された金属（例：梨地加工など）の場合で、入力光沢度データの取得対象が実際の加工された金属ではなく、その素材である加工前の平滑な金属の塗板である場合が考えられる。これは、前述の図2（b）で示されるような略平滑な素材の光沢度の測定値を入力光沢度データとして用いることを意味している。次に、このような表面凹凸の影響を含まないデータを入力光沢度データとして用いる態様について、実施例3として説明する。20

【0065】

なお、実施例1及び2と共通する部分については説明を省略ないしは簡略化し、以下では差異点を中心に説明を行なうものとする。

【0066】

図17は、本実施例に係る、出力デバイス320に入力される表面凹凸データの周波数と光沢度との関係を示したグラフである。破線1701は、前述の図1における実線に相当し、表面凹凸の周波数が高くなるにつれて、得られる光沢度が低下する傾向にあることを示している。一方、実線1702は、略平滑な素材から取得された光沢度データを用いて場合に得られる光沢度を表している。所定の周波数 f_{th} 以下よりも低い周波数の領域では、破線1701とほぼ同様に、表面凹凸の周波数が高くなるにつれて光沢度が低下する特性となっており、この場合は入力光沢度データをそのまま用いることで所望の光沢度を得ることができる。しかしながら、インクジェットプリンタでは解像が困難な所定の周波数 f_{th} よりも高い周波数の領域においては、実施例2と同様、インクの濡れ広がりにより表面凹凸の形状が略平面となる上、入力光沢度データを平滑な素材から得ているため、破線1701よりも極端に光沢度が高くなり、所望の光沢度が得られなくなる。このように、所定の周波数 f_{th} 以上の周波数帯においては、平滑な素材から得られた表面凹凸の影響を含まない光沢度データに基づく光沢層を、略平滑な面の上に形成することになり、所望の光沢度からかけ離れた光沢度となってしまう。3040

【0067】

図18は、本実施例に係る、光沢度補正処理の詳細を示すフローチャートである。

【0068】

ステップ1801では、凹凸光沢度特性LUT403をHDD330等から読み出す。ここで読み出されるLUTは、実施例2と同様、基準となる周波数 f_{th} の情報を持つLUT（図16を参照）である。

【0069】

ステップ1802では、図5のフローのステップ502で導出した凹凸代表周波数 f_{re_p} と、ステップ1801で読み出したLUTに含まれる基準となる周波数 f_{th} とが比較さ50

れる。そして、凹凸代表周波数 f_{rep} が基準となる周波数 f_{th} より高いかどうかが判定される。判定の結果、凹凸代表周波数 f_{rep} が基準となる周波数 f_{th} よりも高い場合は、光沢度の補正を行うべくステップ 1803 へ進む。一方、凹凸代表周波数 f_{rep} が基準となる周波数 f_{th} 以下である場合は、入力された光沢度データをそのまま利用するべく、本処理を終了する。

【0070】

ステップ 1803 では、ステップ 1801 で読み出した LUT を用いて、凹凸代表周波数 f_{rep} における光沢度の変化率（ここでは増加率） G が導出される（図 7 のフローのステップ 702 に相当）。

【0071】

ステップ 1804 では、ステップ 1803 で導出した光沢度の増加率 G を用いて、光沢度データにおける入力値 G_{in} に対する補正值 G' が求められる（図 7 のフローのステップ 703 に相当）。この際の補正值 G' は、以下の式（6）を用いて求められる。

$$G' = G_{in} \times G \quad \cdots \text{式 (6)}$$

【0072】

上記式（6）から理解されるように、本ステップの補正処理では、インクジェットプリンタで再現が困難な高周波数の表面凹凸に対して所望の光沢度となるように、平滑な表面凹凸による光沢度の増加を考慮して入力光沢度 G_{in} を減少させる処理となる。

以上が、本実施例に係る光沢度補正処理の内容である。

【0073】

なお、本実施例では、所定の周波数 f_{th} より低い周波数成分を持つ表面凹凸に対しては光沢度補正処理を行わないものとして説明を行った。しかしながら、インクジェットプリンタで出力される表面凹凸形状は、前述の通りインクの濡れ広がりにより必ずしも所望の周波数の表面凹凸形状とならない場合がある。従って、 f_{th} より低い周波数成分の表面凹凸に対しても同様に LUT を用いた光沢度補正を行ってもよいし、或いは、MTF 補正処理などの前処理を行うようにしてもよい。

【0074】

また、本実施例では、入力光沢度データを、再現対象物と同一の素材であってその表面が略平滑な素材から取得した測定値としたが、必ずしも測定値である必要はない。例えば、phong モデルなど双方向反射率分布関数のモデルから推定される光沢度であってもよい。

【0075】

以上のとおり本実施例によれば、表面凹凸の周波数が、プリンタで形成が困難な高周波帯である場合に、平滑な表面凹凸により増加する光沢度の変化率に基づいた光沢度データの補正を行う。これにより、所望の光沢度を好適に再現することが可能となる。

【0076】

[実施例 4]

実施例 1 及び 2 では表面凹凸の影響を含んだ光沢度データ、実施例 3 では表面凹凸の影響を無視できる光沢度データを、それぞれ入力対象としていた。しかしながら、入力光沢度データが表面凹凸の影響を含むものであるかどうかが事前に判明していないケースも想定され得る。そこで、入力光沢度データが表面凹凸の影響を含んだものかどうかを判定し、判定結果によって補正内容を切り替える態様について、実施例 4 として説明する。

【0077】

なお、実施例 1 ~ 3 と共に通する部分については説明を省略ないしは簡略化し、以下では差異点を中心に説明を行なうものとする。

【0078】

図 19 は、本実施例に係る、光沢度補正処理の詳細を示すフローチャートである。

【0079】

ステップ 1901 では、凹凸光沢度特性 LUT 403 を HDD 330 等から読み出す。ここで読み出される LUT は、実施例 2 及び 3 と同様、基準となる周波数 f_{th} の情報を持

10

20

30

40

50

LUT(図16を参照)である。

【0080】

ステップ1902では、入力された光沢度データが表面凹凸の影響を含むデータあるかどうかが判定される。この判定は、例えばディスプレイ350に表示されるUI画面を介したユーザ入力に基づいてなされる。図20は、光沢度データにおける表面凹凸の影響の有無を入力するためのUI画面の一例を示す図である。ユーザは、実際にプリンタで出力をやって、その結果物において所望の光沢が得られているかどうかを目視で判断し、所望の光沢が再現できていなければ光沢度データに表面凹凸の影響があると判断する。こうして、光沢度データが表面凹凸の影響を含んでいると判断した場合は、ユーザはラジオボタン2001にチェックを入れ、実行ボタン2003を押下する。一方、光沢度データが表面凹凸の影響を含んでいないと判断した場合は、ユーザはラジオボタン2002にチェックを入れ、実行ボタン2003を押下する。ユーザ入力に基づいた判定の他にも、例えば、ある特定の周波数帯では所望の光沢度が得られないことが経験的に判明している場合は、当該周波数を閾値として保持しておき、自動で判定するようにしてもよい。光沢度データが表面凹凸の影響を含んでいると判定された場合は、ステップ1903に進む。一方、光沢度データが表面凹凸の影響を含んでいないと判定された場合は、ステップ1905に進む。

【0081】

ステップ1903では、実施例2に係る図15のステップ1502と同様、図5のフローのステップ502で導出した凹凸代表周波数 f_{rep} と、ステップ1901で読み出したLUTにおける基準となる周波数 f_{th} とが比較される。そして、凹凸代表周波数 f_{rep} が基準となる周波数 f_{th} より低いかどうかが判定される。判定の結果、凹凸代表周波数 f_{rep} が基準となる周波数 f_{th} よりも低い場合は、光沢度の補正を行うべくステップ1904へ進む。一方、凹凸代表周波数 f_{rep} が基準となる周波数 f_{th} 以上である場合は、入力された光沢度データをそのまま利用するべく、本処理を終了する。

【0082】

ステップ1904では、実施例2に係る図15のステップ1503と同様、ステップ1901で読み出したLUTを用いて、凹凸代表周波数 f_{rep} における光沢度の減少率 G が導出される。そして、ステップ1907に進む。

【0083】

ステップ1905では、実施例3に係る図18のステップ1802と同様、図5のフローのステップ502で導出した凹凸代表周波数 f_{rep} と、ステップ1901で読み出したLUTにおける基準となる周波数 f_{th} とが比較される。そして、凹凸代表周波数 f_{rep} が基準となる周波数 f_{th} より高いかどうかが判定される。判定の結果、凹凸代表周波数 f_{rep} が基準となる周波数 f_{th} よりも高い場合は、光沢度の補正を行うべくステップ1906へ進む。一方、凹凸代表周波数 f_{rep} が基準となる周波数 f_{th} 以下である場合は、入力された光沢度データをそのまま利用するべく、本処理を終了する。

【0084】

ステップ1906では、実施例3に係る図18のステップ1803と同様、ステップ1901で読み出したLUTを用いて、凹凸代表周波数 f_{rep} における光沢度の増加率 G が導出される。そして、ステップ1907に進む。

【0085】

ステップ1907では、ステップ1904で導出した光沢度減少率 G 、或いはステップ1906で導出した光沢度増加率 G を用いて、光沢度データにおける入力値 G_{in} に対する補正值 G' が求められる。すなわち、凹凸代表周波数 f_{rep} が基準となる周波数 f_{th} より低い場合であれば、光沢度減少率 G と前述の式(4)を用いて、入力値 G_{in} を増加させる補正処理が実行される。そして、凹凸代表周波数 f_{rep} が基準となる周波数 f_{th} より高い場合であれば、光沢度増加率 G と前述の式(6)を用いて、入力値 G_{in} を減少させる補正処理が実行される。

【0086】

10

20

30

40

50

以上のとおり本実施例によれば、入力される光沢度データが表面凹凸の影響を含むものであるかどうかに応じて補正処理の内容を切り替えることで、所望の光沢度を好適に再現することが可能となる。

【0087】

(その他の実施例)

本発明は、上述の実施形態の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み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。

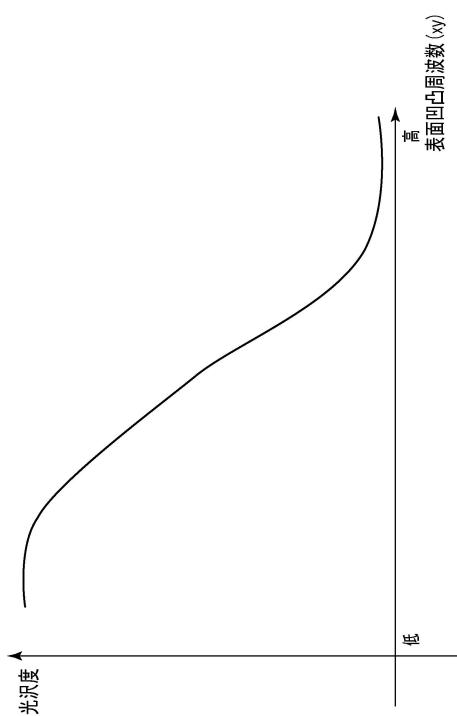
【符号の説明】

10

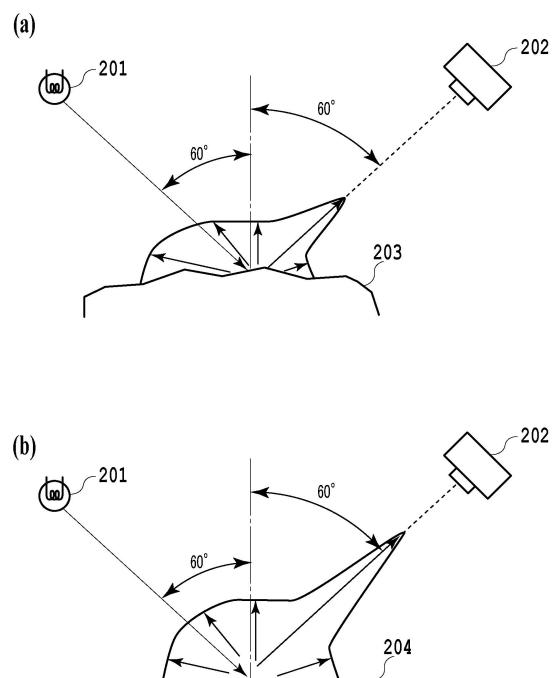
【0088】

- 300 画像処理装置
- 320 出力デバイス
- 401 凹凸代表周波数導出部
- 402 光沢度補正部
- 1101 凹凸層
- 1103 光沢層

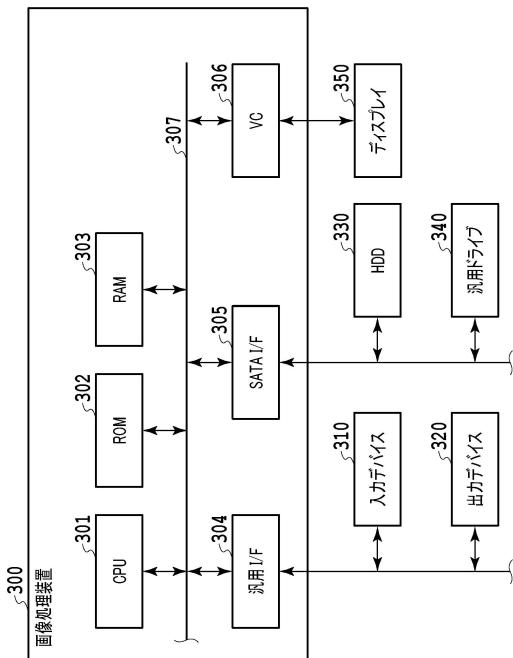
【図1】



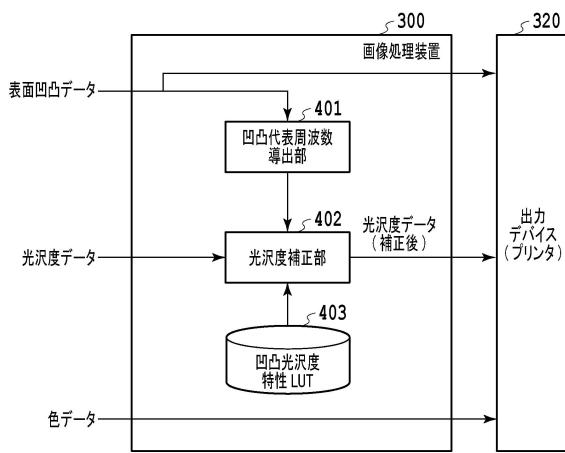
【図2】



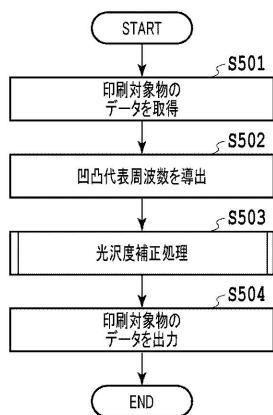
【図3】



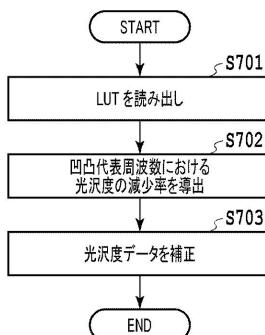
【図4】



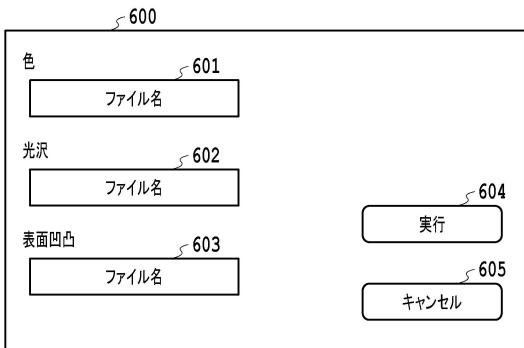
【図5】



【図7】



【図6】



【図8】

周波数 f (cycle/mm)	光沢度 G
0.25	240
0.50	235
1.00	178
2.00	104
4.00	59
8.00	18

【図9】

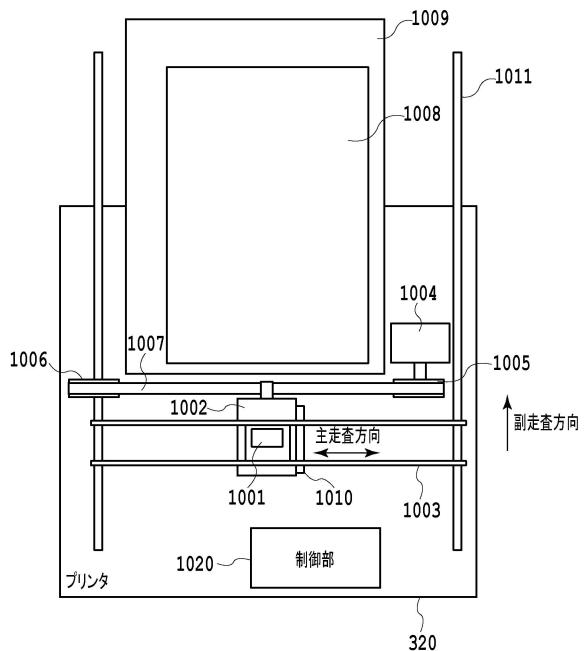
(a) 振幅前光沢度データ

100	95	50	70	25
90	60	70	12	15
95	55	115	40	30
60	35	40	30	15
80	25	35	20	12

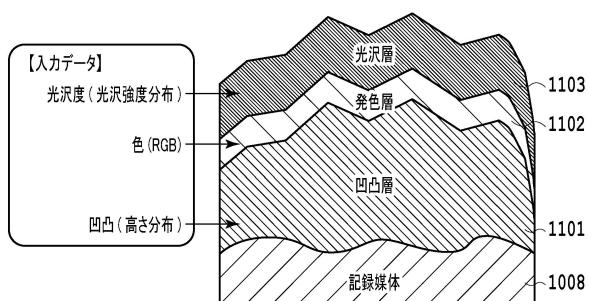
(b) 振幅後光沢度データ

181	172	90	127	45
163	109	127	22	27
172	99	208	72	54
109	63	72	54	27
145	45	63	36	22

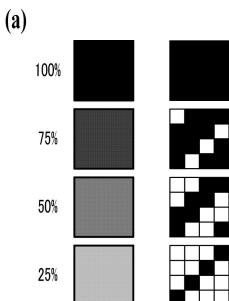
【図10】



【図11】



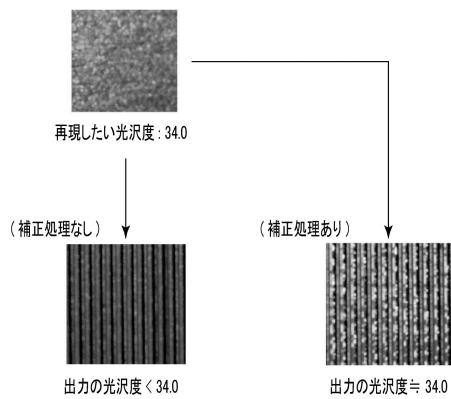
【図12】



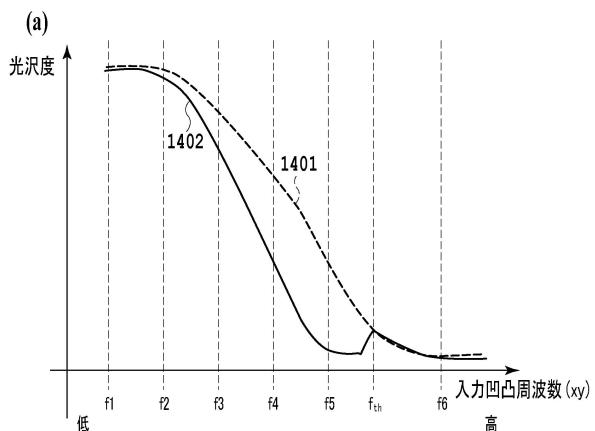
(b)

面積率	光沢度	
	測定値	画素値
30%	7.7	20
48%	25.3	65
83%	57.0	145
100%	85.2	217

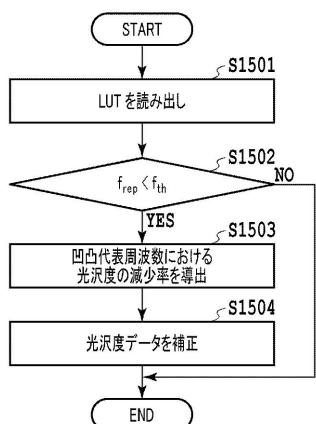
【図13】



【図14】



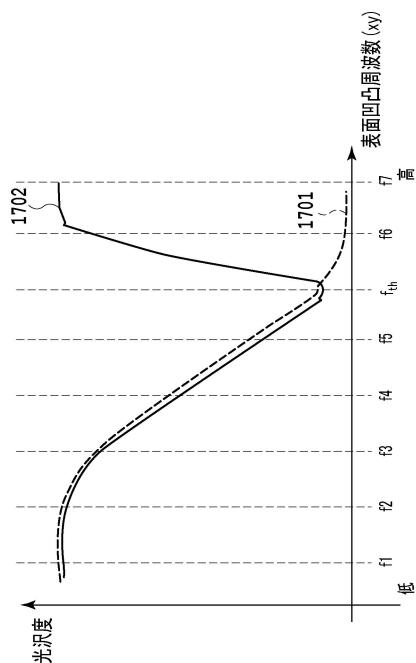
【図15】



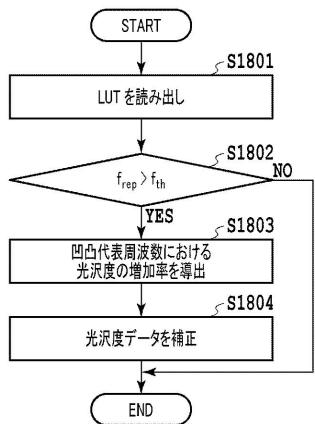
【図16】

周波数 f (cycle/mm)	光沢度 G
0.25	240
0.50	235
1.00	178
2.00	104
4.00	59
8.00 (= f_{th})	18
16.00	188
32.00	204

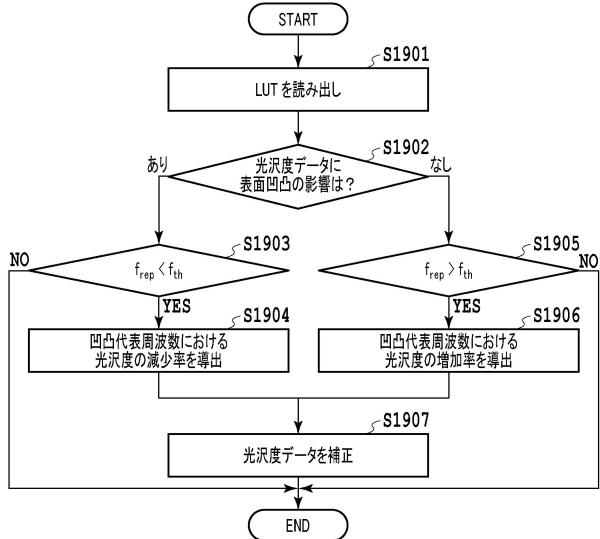
【図17】



【図18】



【図19】



【図20】

光沢度の条件を選択して下さい	
2001	<input type="radio"/> 凹凸の影響あり
2002	<input type="radio"/> 凹凸の影響なし
2003 実行	

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 33 Y 50/00

(56)参考文献 特開2004-306593(JP,A)
特開2013-239152(JP,A)
特開2003-145733(JP,A)
特開2005-231350(JP,A)
特開2013-166306(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 29 C 64 / 00 - 64 / 40
B 41 J 2 / 01
B 41 M 1 / 26