

(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2018-65289

(P2018-65289A)

(43) 公開日 平成30年4月26日(2018.4.26)

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)
B29C	67/00	(2017.01)	B29C 67/00	2C262
B33Y	30/00	(2015.01)	B33Y 30/00	4F213
B33Y	50/02	(2015.01)	B33Y 50/02	
B41J	2/525	(2006.01)	B41J 2/525	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2016-205273 (P2016-205273)	(71) 出願人	000005496 富士ゼロックス株式会社 東京都港区赤坂九丁目7番3号
(22) 出願日	平成28年10月19日(2016.10.19)	(74) 代理人	110001210 特許業務法人YK I 国際特許事務所
		(72) 発明者	松原 功一 神奈川県横浜市西区みなとみらい六丁目1番 富士ゼロックス株式会社内
		(72) 発明者	原 健児 神奈川県横浜市西区みなとみらい六丁目1番 富士ゼロックス株式会社内
		(72) 発明者	米坂 綾甫 神奈川県横浜市西区みなとみらい六丁目1番 富士ゼロックス株式会社内

最終頁に続く

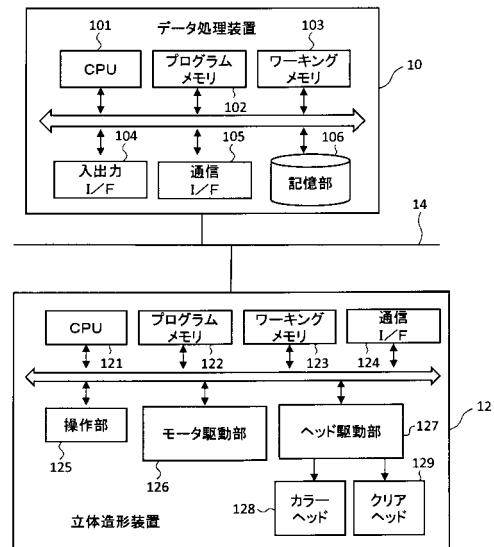
(54) 【発明の名称】 データ処理装置、立体造形システム及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】 ハーフトーン処理で複数色が干渉する場合でも、これを適切に処理できる装置及びプログラムを提供する。

【解決手段】 データ処理装置10のCPU101は、立体造形物データ(3Dデータ)を入力し、立体造形物データをボクセルデータに変換し、さらにハーフトーン処理して立体造形装置12に出力する。CPU101は、カラーデータをハーフトーン処理する場合において同一ボクセルで2以上の色が干渉するときに、いずれかの色を処理対象ボクセルの色として出力し、残りの色を処理対象ボクセルの周囲の無彩色ボクセルの色として出力する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

立体造形物の形状および色を規定した第 1 のデータを受け付ける受付手段と、
前記第 1 のデータにおける色情報に基づき、複数の色成分ごとにハーフトニング処理を行った結果、一のボクセルで 2 以上の前記色成分が干渉するときに、前記 2 以上の色成分のうちいずれか 1 つの色成分を前記一のボクセルの色情報として付与し、前記 2 以上の色成分のうち残りの色成分を前記一のボクセルの周囲に存在するボクセルの色情報として付与してカラーボクセルデータを生成する生成手段と、
を備えるデータ処理装置。

【請求項 2】

立体造形物の形状および色を規定した第 1 のデータを受け付ける受付手段と、
前記第 1 のデータにおける色情報に基づき、各ボクセルに色情報を付与するか否かを複数の色成分ごとに判定する判定手段と、
前記判定手段により、一のボクセルで 2 以上の前記色成分が付与されると判定されたとき、前記 2 以上の色成分のうちいずれか 1 つの色成分を前記一のボクセルの色情報として付与し、前記 2 以上の色成分のうち残りの色成分を前記一のボクセルの周囲に存在するボクセルの色情報として付与してカラーボクセルデータを生成する生成手段と、
を備えるデータ処理装置。

【請求項 3】

前記生成手段は、前記一のボクセルの周囲に存在するボクセルのうち前記判定手段によりいずれの色成分も付与されないと判定されたボクセルである無彩色ボクセルに対し、前記残りの色成分を付与する
請求項 1、2 のいずれかに記載のデータ処理装置。

【請求項 4】

前記生成手段は、前記処理対象ボクセルとの距離と深さデータの差の少なくともいずれかを用いて前記残りの色成分を前記無彩色ボクセルの色情報として付与として出力する
請求項 1、2 のいずれかに記載のデータ処理装置。

【請求項 5】

前記生成手段は、
判定式 $J = a * (\text{処理対象ボクセルとの距離})$
 $+ b * |\text{処理対象ボクセルとの深さデータの差}|$
但し、 $a > 0$ 、 $b > 0$
を用いて前記残りの色を前記無彩色ボクセルの色として出力する
請求項 1、2 のいずれかに記載のデータ処理装置。

【請求項 6】

前記生成手段は、
干渉した色の明度域を用いて前記処理対象ボクセル及び前記無彩色ボクセルの色を出力する
請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載のデータ処理装置。

【請求項 7】

前記生成手段は、
干渉した色の入力濃度を用いて前記処理対象ボクセルの色及び前記無彩色ボクセルの色を出力する
請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載のデータ処理装置。

【請求項 8】

前記無彩色ボクセルは、前記処理対象ボクセルの所定範囲内に存在するボクセルである
請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載のデータ処理装置。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載のデータ処理装置と、
前記データ処理装置から出力されたデータを用いて立体造形物を形成する立体造形装置

10

20

30

40

50

と、

を備える立体造形システム。

【請求項 10】

コンピュータに、

立体造形物の形状および色を規定した第 1 のデータを受け付けるステップと、

前記第 1 のデータにおける色情報に基づき、複数の色成分ごとにハーフトニング処理を行った結果、一のボクセルで 2 以上の前記色成分が干渉するときに、前記 2 以上の色成分のうちいずれかの 1 つの色成分を前記一のボクセルの色として出力し、前記 2 以上の色成分のうち残りの色成分を前記一のボクセルの周囲に位置するボクセルの色情報として出力するステップと、

を実行させるプログラム。

10

【請求項 11】

コンピュータに、

立体造形物の形状および色を規定した第 1 のデータを受け付けるステップと、

前記第 1 のデータにおける色情報に基づき、各ボクセルに色情報を付与するか否かを複数の色成分ごとに判定するステップと、

一のボクセルで 2 以上の前記色成分が付与されると判定されたとき、前記 2 以上の色成分のうちいずれか 1 つの色成分を前記一のボクセルの色情報として付与し、前記 2 以上の色成分のうち残りの色成分を前記一のボクセルの周囲に存在するボクセルの色情報として付与してカラーボクセルデータを生成するステップと、

を実行させるプログラム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、データ処理装置、立体造形システム及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、立体造形装置、いわゆる 3D プリンタが提案されている。そして 3D プリンタを用いて立体造形を行うにあたっては、入力データとして造形物の形状および色を規定したデータ（例：ポリゴンデータ）を受け付けると共に、受け付けたデータを造形装置で造形可能となるようにボクセルデータに変換し、変換したボクセルデータを基にして造形を行う技術が一般に知られている。また、複数の着色材料を出力可能な造形装置であれば、ボクセルごとに色情報が割り当てられたカラーのボクセルデータを基にして、カラーの 3 次元造形物を造形することもできる。

30

【0003】

特許文献 1 には、立体造形物の外側面の色を正確に表現するための立体造形装置および立体造形データ作成プログラムが記載されている。立体造形装置は、それぞれの造形層のうち、着色される立体造形物の外側面を構成する端部から造形層の内側へ広がる領域をカラー領域とする。造形層に隣接する隣接層の端部が、造形層の端部よりも内側に位置する場合、隣接層の端部または前記端部よりも内側に広がる領域をカラー領域とする。カラー領域には、着色する色を発色させる量のカラー造形液を吐出させる。カラー領域よりも内側に、無色造形液のみを吐出する無色領域を形成する。カラー領域と無色領域の間の領域を、カラー造形液と無色造形液を共に吐出する混合領域とする。

40

【0004】

特許文献 2 には、積層方向とは異なる方向に隣接する画素よりも積層方向に隣接する画素に対し拡散する誤差を大きくして縦スジの形成を防止できる立体造形データ作成装置およびプログラムが記載されている。PC の CPU は、立体造形物の表面部に対応する表面画素を抽出した画素集合体に誤差拡散処理を行って造形データを作成する。CPU は処理対象の対象画素を量子化した際の差分値を同じ画素集合体の隣接画素と内部側の画素集合

50

体の対象画素および隣接画素に拡散する。CPUは積層方向に隣接する隣接画素に対する差分値の割合を他の隣接画素よりも大きくする。CPUは同じ画素集合体の隣接画素に対する差分値の割合を内部側の画素集合体の隣接画素よりも大きくする。

【0005】

特許文献3には、複数の層を積層することによって立体造形された構造物において、所望の色調を実現した造形物を提供する技術が記載されている。造形物は、複数の層を積層することによって製造され、各層は、表層側（外周側）から内側（中心部側）に向かって、透明インクから形成された第2の透明層の一部分と、着色剤を含むインクから形成された加飾層の一部分と光反射性を有するインクから形成された反射層がこの順で形成される。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2013-75390号公報

【特許文献2】特開2015-44299号公報

【特許文献3】特開2015-147327号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、入力データからカラーのボクセルデータを生成する際、複数の色成分ごとに例えばディザや誤差拡散等でハーフトニング処理を実行する場合がある。この場合、ある1つのボクセルに着目すると、ハーフトニング処理の結果、その1つのボクセルにおいて複数の色成分が干渉してしまう場合がある。カラーの立体造形装置で1つのボクセルに1つの色成分のインクしか吐出できない場合には、このような干渉が生じたボクセルのカラーをどのように決定するかが問題となり得る。

20

【0008】

本発明の目的は、カラーの立体造形物を示す入力データからカラーのボクセルデータを生成処理する構成において、前記入力データに基づくハーフトニング処理の結果、一のボクセルに対し複数の色成分が干渉した場合であっても、当該複数の色成分をボクセルデータに反映させることができる装置及びプログラムを提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

請求項1に記載の発明は、立体造形物の形状および色を規定した第1のデータを受け付ける受付手段と、前記第1のデータにおける色情報に基づき、複数の色成分ごとにハーフトニング処理を行った結果、一のボクセルで2以上の前記色成分が干渉するときに、前記2以上の色成分のうちいずれか1つの色成分を前記一のボクセルの色情報として付与し、前記2以上の色成分のうち残りの色成分を前記一のボクセルの周囲に存在するボクセルの色情報として付与してカラーボクセルデータを生成する生成手段とを備えるデータ処理装置である。

【0010】

40

請求項2に記載の発明は、立体造形物の形状および色を規定した第1のデータを受け付ける受付手段と、前記第1のデータにおける色情報に基づき、各ボクセルに色情報を付与するか否かを複数の色成分ごとに判定する判定手段と、前記判定手段により、一のボクセルで2以上の前記色成分が付与されると判定されたとき、前記2以上の色成分のうちいずれか1つの色成分を前記一のボクセルの色情報として付与し、前記2以上の色成分のうち残りの色成分を前記一のボクセルの周囲に存在するボクセルの色情報として付与してカラーボクセルデータを生成する生成手段とを備えるデータ処理装置である。

【0011】

請求項3に記載の発明は、前記生成手段は、前記一のボクセルの周囲に存在するボクセルのうち前記判定手段によりいずれの色成分も付与されないと判定されたボクセルである

50

無彩色ボクセルに対し、前記残りの色成分を付与する請求項 1 , 2 のいずれかに記載のデータ処理装置である。

【 0 0 1 2 】

請求項 4 に記載の発明は、前記生成手段は、前記処理対象ボクセルとの距離と深さデータの差の少なくともいずれかを用いて前記残りの色成分を前記無彩色ボクセルの色情報として付与として出力する請求項 1、2 のいずれかに記載のデータ処理装置である。

【 0 0 1 3 】

請求項 5 に記載の発明は、前記生成手段は、
判定式 $J = a * (\text{処理対象ボクセルとの距離})$
 $+ b * |\text{処理対象ボクセルとの深さデータの差}|$

10

但し、 $a > 0$ 、 $b > 0$

を用いて前記残りの色を前記無彩色ボクセルの色として出力する請求項 1 , 2 のいずれかに記載のデータ処理装置である。

【 0 0 1 4 】

請求項 6 に記載の発明は、前記生成手段は、干渉した色の明度域を用いて前記処理対象ボクセル及び前記無彩色ボクセルの色を出力する請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載のデータ処理装置である。

【 0 0 1 5 】

請求項 7 に記載の発明は、前記生成手段は、干渉した色の入力濃度を用いて前記処理対象ボクセルの色及び前記無彩色ボクセルの色を出力する請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載のデータ処理装置である。

20

【 0 0 1 6 】

請求項 8 に記載の発明は、前記無彩色ボクセルは、前記処理対象ボクセルの所定範囲内に存在するボクセルである請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載のデータ処理装置である。

【 0 0 1 7 】

請求項 9 に記載の発明は、請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載のデータ処理装置と、前記データ処理装置から出力されたデータを用いて立体造形物を形成する立体造形装置とを備える立体造形システムである。

【 0 0 1 8 】

請求項 10 に記載の発明は、コンピュータに、立体造形物の形状および色を規定した第 1 のデータを受け付けるステップと、前記第 1 のデータにおける色情報に基づき、複数の色成分ごとにハーフトニング処理を行った結果、一のボクセルで 2 以上の前記色成分が干渉するときに、前記 2 以上の色成分のうちいずれかの 1 つの色成分を前記一のボクセルの色として出力し、前記 2 以上の色成分のうち残りの色成分を前記一のボクセルの周囲に位置するボクセルの色情報として出力するステップとを実行させるプログラムである。

30

【 0 0 1 9 】

請求項 11 に記載の発明は、コンピュータに、立体造形物の形状および色を規定した第 1 のデータを受け付けるステップと、前記第 1 のデータにおける色情報に基づき、各ボクセルに色情報を付与するか否かを複数の色成分ごとに判定するステップと、一のボクセルで 2 以上の前記色成分が付与されると判定されたとき、前記 2 以上の色成分のうちいずれか 1 つの色成分を前記一のボクセルの色情報として付与し、前記 2 以上の色成分のうち残りの色成分を前記一のボクセルの周囲に存在するボクセルの色情報として付与してカラーボクセルデータを生成するステップとを実行させるプログラムである。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 2 0 】

請求項 1 , 2 , 3 , 9 , 10 , 11 に記載の発明によれば、入力データに基づくハーフトニング処理の結果、一のボクセルに対し複数の色成分が干渉した場合であっても、当該複数の色成分をボクセルデータに反映させることができる。

【 0 0 2 1 】

請求項 4、5 に記載の発明によれば、さらに、処理対象ボクセルとの距離と深さデータ

50

の差の少なくともいずれかを用いて出力色を得ることができる。

【 0 0 2 2 】

請求項 6 に記載の発明によれば、さらに、色の明度域を用いて出力色を得ることができる。

【 0 0 2 3 】

請求項 7 に記載の発明によれば、さらに、色の入力濃度を用いて出力色を得ることができる。

【 0 0 2 4 】

請求項 8 に記載の発明によれば、さらに、処理対象ボクセルの所定範囲内に存在するボクセルを用いて出力色を得ることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 5 】

【 図 1 】 システム構成図である。

【 図 2 】 全体処理フローチャートである。

【 図 3 】 スライスデータ説明図である。

【 図 4 】 ハーフトーン処理説明図である。

【 図 5 】 実施形態の処理フローチャートである。

【 図 6 】 ボクセル群の説明図である。

【 図 7 】 多元色判定式の説明図である。

【 図 8 】 多元色判定式の説明図（その 2 ）である。

【 図 9 】 実施形態の処理フローチャート（その 2 ）である。

【 図 1 0 】 変形例の処理フローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 6 】

以下、図面に基づき本発明の実施形態について説明する。なお、本明細書において用いられる用語の定義は、以下の通りである。

「ボクセル」：立体物の表現に用いられる小さな立方体の最小単位のこと。二次元画像におけるピクセル（画素）に相当する。これらのボクセルを組み合わせることで立体物を可視化することができることから、一般に造形装置で立体物を造形する際には、造形対象物をボクセルの集合体として記述したデータに基づき、造形を行う。また、二次元の際のピクセルと同様、各ボクセルに色情報を付加すれば、ボクセル単位で色をつけることができる。

「ボクセルデータ」：造形対象物をボクセルの集合体として記述したデータのこと。

「カラーボクセルデータ」：各ボクセルに色情報が付加されたボクセルデータのこと。

「ハーフトーン処理」：誤差拡散やディザ等により各ボクセルに色情報を付与するか否か判定する処理のこと。

「干渉」：1つのボクセルで複数の色成分が付与されること。

【 0 0 2 7 】

図 1 は、本実施形態における立体造形システムの構成図を示す。立体造形システムは、データ処理装置 1 0 と、立体造形装置 1 2 を備える。データ処理装置 1 0 と立体造形装置 1 2 は、通信ネットワーク 1 4 で接続される。

【 0 0 2 8 】

データ処理装置 1 0 は、立体造形物データ（3Dデータ）を入力し、所定の処理を施して通信ネットワーク 1 4 を介して立体造形装置 1 2 に出力する。データ処理装置 1 0 は、受付手段及び生成手段を備え、具体的には、CPU 1 0 1、ROM や SSD、HDD 等のプログラムメモリ 1 0 2、RAM 等のワーキングメモリ 1 0 3、キーボードやマウス、CD-ROM 等の光ディスク、USBメモリ、SDカード等の半導体メモリ、及びディスプレイ等との入出力を行う入出力インターフェイス（I/F）1 0 4、立体造形装置 1 2 を含む外部機器との通信を行う通信インターフェイス（I/F）1 0 5、及び HDD 等の記憶部 1 0 6 を備える。受付手段は入出力 I/F 1 0 4 及び通信 I/F 1 0 5 であり、生成

10

20

30

40

50

手段はCPU101である。データ処理装置10は、コンピュータあるいはタブレット端末等で構成され得る。

【0029】

CPU101は、プログラムメモリ102に記憶された処理プログラムを読み出し実行することで、立体造形物データに対して処理を施し、通信I/F105及び通信ネットワーク14を介して立体造形装置12に出力する。CPU101で実行される主な処理は、

- ・立体造形物データ(3Dデータ)を構成するポリゴンのボクセルへの変換処理
- ・各ボクセルについて、カラーボクセルとするか無彩色ボクセルとするかの決定処理
- ・各ボクセルのカラーデータの、立体造形装置12で処理し得るデータ形式への変換処理

である。

10

【0030】

カラーボクセルとするか無彩色ボクセルとするかの決定処理には、処理対象となるボクセルに最も近いポリゴンまでの距離の算出処理が含まれる。カラーボクセルについてのカラーデータの決定処理には、最も近いポリゴンのカラー濃度が用いられ、必要に応じて最も近いポリゴンまでの距離も用いられる。立体造形装置12で処理し得るデータ形式への変換処理には、カラーボクセルのカラーデータのCMYKへの変換処理、ハーフトーニング処理、スライス処理が含まれる。

【0031】

立体造形装置12は、いわゆる3Dプリンタとして機能する。立体造形装置12は、CPU121、ROM等のプログラムメモリ122、ワーキングメモリ123、通信インターフェイス(I/F)124、操作部125、モータ駆動部126、ヘッド駆動部127、カラーヘッド128、及びクリアヘッド129を備える。

20

【0032】

CPU121は、プログラムメモリ122に記憶された処理プログラムに従い、操作部125からの操作指令に基づいて、通信I/F124を介して入力したデータ処理装置10からの立体造形物データを用いてモータ駆動部126及びヘッド駆動部127に制御信号を出力して各種モータ及びヘッドを駆動する。

【0033】

モータ駆動部126は、造形物を支持する支持台(ステージ)移動モータやヘッド移動モータを含む各種モータを駆動する。

30

【0034】

ヘッド駆動部127は、カラーヘッド128及びクリアヘッド129のそれぞれのインク(造形液)の吐出を制御する。カラーヘッド128は、シアン(C)ヘッド、マゼンタ(M)ヘッド、イエロー(Y)ヘッド、ブラック(K)ヘッドから構成される。また、クリアヘッド129は、着色されていない透明のインク(造形液)を吐出する。ヘッド駆動部127は、例えば各ヘッドの吐出チャンネルに設けられた圧電素子を駆動することで吐出を制御するが、駆動方法はこれに限定されない。また、クリアヘッド129は、透明のインクを吐出するのではなく、白インクを吐出してもよい。白あるいは透明は、シアン、マゼンタ、イエロー、ブラックのカラーに対する無彩色として定義される。

【0035】

立体造形装置12は、データ処理装置10から出力された立体造形物のスライスデータを用いて、カラーヘッド128、クリアヘッド129のインクを吐出し、高さ方向にスライスを順次積み重ねることで所望の立体造形物を形成する。具体的には、カラーヘッド128及びクリアヘッド129をXYZの3軸方向に順次移動させながらインク(造形液)を吐出して立体造形物を形成する。カラーヘッド128及びクリアヘッド129を固定し、その下方に設けられたステージをXYZの3軸方向に順次移動させてもよい。

40

【0036】

カラーヘッド128は、シアン(C)ヘッド、マゼンタ(M)ヘッド、イエロー(Y)ヘッドから構成されていてもよく、あるいはシアン(C)、マゼンタ(M)、イエロー(Y)、ブラック(K)に加え、さらに別の色から構成されていてもよい。

50

【0037】

通信ネットワーク14は、インターネットやLAN（ローカルエリアネットワーク）、Wi-Fi（登録商標）、ブルートゥース（登録商標）(Bluetooth)等が用いられる。

【0038】

図2は、立体造形システムの全体処理フローチャートを示す。

【0039】

まず、データ処理装置10のCPU101は、立体造形物データ（3Dデータ）を取得する（S101）。3Dデータは、キーボードやCD-ROM等の光ディスク、USBメモリ等から入出力I/F104を介して取得してもよく、通信I/F105を介して通信ネットワーク14に接続された他のコンピュータから取得してもよい。3Dデータは、物体の三次元形状を示すデータであり、物体の外形の形状と表面のカラーを示す。3Dデータは、例えばポリゴンにより構成されており、物体表面のカラーデータ（例えばRGBデータ）が含まれる。ポリゴンは、三角形や四角形の組み合わせで物体を表現する時の各要素である。3Dデータの形式は特に限定されず、CADソフトで作成されたデータ形式であっても、CGソフトで作成されたデータ形式であってもよい。

10

【0040】

次に、データ処理装置10のCPU101は、プログラムメモリ102に記憶された処理プログラムに従い、3Dデータをボクセルデータに変換するとともに、そのカラーデータを決定する（S102）。ここでのボクセルデータは、物体表面からの深さデータDと、カラーデータ（r, g, b）を備えている。

20

【0041】

深さデータDは、ボクセル中心と、ボクセル中心から最も近いポリゴンとの距離である。深さデータDは、例えば、ボクセル中心と、最も近いポリゴン各点（ポリゴンが三角形であれば三角形の各頂点）までの距離の平均値として算出される。

【0042】

また、カラーデータは、各ボクセルについて、その深さデータDから、当該ボクセルをカラーボクセルとするか、あるいは無彩色（白あるいは透明）ボクセルとするかを決定することで設定される。CPU101は、深さデータDが所定の閾値以下であればカラーボクセルとし、所定の閾値を超える場合には無彩色ボクセルとする。すなわち、表面から所定深さまでカラーボクセルとし、それよりも内部のボクセルは無彩色ボクセルとする。カラーボクセルのカラーデータは、最も近いポリゴンのカラーデータをそのまま用いる。

30

【0043】

次に、データ処理装置10のCPU101は、処理プログラムに従い、各ボクセルに割り当てられたカラーデータ（r, g, b）をCMYKのデータに変換する（S103）。RGBからCMYKへの変換は公知であり、2Dプリンタと同様に補色変換やルックアップテーブル（LUT）等を用いることができる。なお、立体造形装置12のクリアヘッド129が無色透明のインク（造形液）を吐出するのであれば、カラーデータ（r, g, b）が示す色が白（RGBの全ての値が最大値）であれば、これを無彩色に変換する。

【0044】

次に、データ処理装置10のCPU101は、処理プログラムに従い、ハーフトーン処理及び出力色決定処理により各ボクセルの出力色を決定する（S104）。ハーフトーン処理は公知であり、2Dプリンタと同様に誤差拡散や閾値ディザマトリクス等を用いることができる。例えば、閾値ディザマトリクスを用いるハーフトーン処理では、CMYKの各色に対応した3次元閾値ディザマトリクスを予めプログラムメモリ102に記憶しておき、各色で、そのカラーデータと閾値ディザマトリクスの値を大小比較し、カラーデータが閾値以上であればON、閾値未満であればOFFと判定し、ONと判定された場合のみカラーデータを残す。

40

【0045】

但し、シアン(C)、マゼンタ(M)、イエロー(Y)、ブラック(K)の色毎にディザや誤差拡散等でハーフトーン処理を順次実行する場合に、あるボクセル（3次元空間での正規格

50

子単位)に着目した場合に、ハーフトニング処理により当該ボクセルにおいて複数の色が干渉してしまう場合がある。例えば、当該ボクセルにおいて、シアン(C)の判定結果がONであり、かつ、マゼンタ(M)の判定結果もONとなってしまう等である。

【0046】

そこで、CPU101は、このように複数色が重なり合って干渉してしまう場合に、入力濃度を用いて複数色のいずれかを選択して当該ボクセルのカラーデータに決定する。この処理についてはさらに詳述する。

【0047】

ハーフトニング処理及び出力色決定処理により、各ボクセルのカラーデータは、シアン(C)、マゼンタ(M)、イエロー(Y)、ブラック(K)、無彩色(白あるいは透明)のいずれか1つを示すデータとなる。

10

【0048】

次に、データ処理装置10のCPU101は、処理プログラムに従い、カラーデータが決定されたボクセルから、1スライス分のデータを抽出する(S105)。この1スライスは、立体造形装置12のカラーヘッド128及びクリアヘッド129が1移動で吐出できる分量に相当する。CPU101は、ボクセルからスライスデータを抽出すると、抽出したスライスデータを通信I/F105及び通信ネットワーク14を介して立体造形装置12に送信する。

【0049】

立体造形装置12のCPU121は、通信I/F124を介してスライスデータを受信し、スライスデータを用いてモータ駆動部126及びヘッド駆動部127を制御し、カラーヘッド128及びクリアヘッド129からインク(造形液)を吐出させて立体物を造形する(S106)。スライス抽出と、カラーヘッド128及びクリアヘッド129によるインク吐出を繰り返し、高さ方向にスライスを積み重ねることで立体物を造形する。

20

【0050】

図3は、スライスデータを模式的に示す。図3(a)に示すように、3Dデータをボクセルデータに変換し、各ボクセルのカラーデータを決定すると、これらのボクセルから構成される3Dデータ16を所定のスライス面18で順次スライスしていき、図3(b)に示すようにスライスデータ20を抽出する。スライスデータ20は、複数のボクセルデータから構成され、無彩色ボクセル201のデータやカラーボクセル202のデータを含む

30

【0051】

次に、CPU101における各ボクセルのハーフトニング処理について説明する。

【0052】

図4は、例としてディザマトリクスを用いたハーフトニング処理を模式的に示す。図4(a)は、シアン(C)の入力濃度データを示す。数字は、各ボクセルにおけるシアン(C)の濃度を示す。図4(b)は、シアン(C)の3Dディザマトリクスを示す。数字は、各ボクセルにおける閾値を示す。通常、各色でマトリクスサイズが異なる、あるいは閾値の並び方が異なり得る。各ボクセルにおいて、その入力濃度と閾値とを大小比較し、

40

入力濃度 > 閾値であればON

入力濃度 ≤ 閾値であればOFF

と判定していく。オンと判定されたボクセルについてはシアン(C)に決定され、OFFと判定されたボクセルについては無彩色に決定される。この処理を各色の全てのボクセルについて実行していく。

【0053】

各色で入力濃度と閾値とを大小比較してON/OFFを判定した場合、あるボクセルについて、その判定結果は以下の4通りのいずれかとなる。

(1) どの色についてもOFFと判定される

50

- (2) いずれかの色のみ ON と判定される
- (3) 2つの色がともに ON と判定される
- (4) 3つ以上の色がともに ON と判定される

【0054】

このうち、(1)の場合は当該ボクセルについては無彩色に決定できる。また、(2)の場合も ON と判定された色のカラーボクセルに決定できる。他方、(3)、(4)の場合には、複数色が干渉しているため、何らかの方法でいずれかの色に決定する必要が生じる。1つのボクセルには1色分のインク(造形液)しか吐出できないからである。

【0055】

図5は、CPU101におけるハーフトニング処理のフローチャートを示す。

10

【0056】

CPU101は、各ボクセルに割り当てられたカラーデータ(r、g、b)をCMYKのデータに変換した後(図2のS103)、各色にディザマトリクスを用いてハーフトニング処理を実行する(S201)。この処理により、各ボクセルは、各色についてON/OFF判定される。ON/OFF判定の結果は、ワーキングメモリ103に格納される。

例えば、ボクセルをボクセル1、ボクセル2、ボクセル3等とすると、

ボクセル1：C(ON)、M(OFF)、Y(OFF)、K(OFF)

ボクセル2：C(ON)、M(ON)、Y(OFF)、K(OFF)

ボクセル3：C(OFF)、M(OFF)、Y(OFF)、K(OFF)

20

等である。

【0057】

次に、CPU101は、処理対象ボクセル(該当ボクセル)について、そのONの個数をカウントする(S202)。

【0058】

ONが0個であれば、当該ボクセルを無彩色に決定する(S203)。

【0059】

ONが1個であれば、当該ボクセルをON判定された色に決定する(S204)。

【0060】

ONが2個以上であれば、所定の多次色判定式で色を決定する(S205)。

30

【0061】

以下、多次色判定式について説明する。

【0062】

<多次色判定式>

入力色がX色x%、Y色y%、Z色z%の三次色でハーフトニング処理した結果、XYZの三色ともにON判定になった場合について説明する。

【0063】

CPU101は、処理対象ボクセルの周辺画素として、所定範囲(例えば縦方向5ボクセル、横方向5ボクセル、深さ方向5ボクセル)のボクセル群 $5 * 5 * 5 - 1 = 124$ ボクセルの中から、いずれの色の判定もOFFになった無彩色ボクセルを検索する。ここで、-1は処理対象ボクセル分を差し引いたものである。

40

【0064】

そして、CPU101は、検索して得られた無彩色ボクセルに対し、以下の計算を実行する。

$$\text{判定式 } J = a * (\text{処理対象ボクセルとの距離}) + b * |\text{処理対象ボクセルの深さデータ} - \text{無彩色ボクセルの深さデータ}|$$

ここで、a、bは係数であり、 $a > 0$ 、 $b > 0$ である。

【0065】

検索して得られた無彩色ボクセルが複数存在する場合、得られた全ての無彩色ボクセル

50

に対して判定式 J を算出する。CPU 101 は、判定式 J の値が最も小さな無彩色ボクセルを第一移動先ボクセルに決定し、二番目に小さな無彩色ボクセルを第二移動先ボクセルに決定する。検索して得られた無彩色ボクセルが 1 つしか存在しない場合、その無彩色ボクセルを第一移動先ボクセルに決定する。他方、検索して得られた無彩色ボクセルが 1 つも存在しない場合は、他の代替処理を実行する。他の代替処理の一例は、処理対象ボクセルを ON 判定ボクセルから OFF 判定ボクセルに変更する、つまり無彩色ボクセルに変更する。

【0066】

判定式 J は、処理対象ボクセルと無彩色ボクセルとの距離が小さいほど小さな値となり、また、処理対象ボクセルと無彩色ボクセルの深さデータの差が小さいほど小さな値となる。要するに、処理対象ボクセルに近いほど小さくなり、距離が同じであれば深さデータが同じほど小さくなる。係数 a は距離の重みであり、係数 b は深さデータの重みとして機能する。係数 a が大きいほど距離を重視することになり、これは色むらに影響し得る。また、係数 b が大きいほど深さを重視することになり、これは色再現力に影響し得る。

10

【0067】

CPU 101 は、判定式 J の値を用いて第一移動先ボクセル及び第二移動先ボクセルを決定するが、これは、処理対象ボクセルにおいて XYZ の 3 色がともに ON 判定となり、3 色が干渉する場合であることを考慮したものである。すなわち、処理対象ボクセルを XYZ のいずれか 1 色に決定し、残りの 2 色を第一移動先ボクセルと第二移動先ボクセルにそれぞれ振り分けるためである。

20

【0068】

従って、処理対象ボクセルにおいて XY の 2 色で ON 判定となり、2 色が干渉する場合には、CPU 101 は第一移動先ボクセルだけを決定すればよく、処理対象ボクセルを XY のいずれか 1 色に決定し、残りの 1 色を第一移動先ボクセルに振り分ける。

【0069】

図 6 は、ボクセル群の一例を示す。ボクセル A ~ L が図示のように存在するものとする。

【0070】

図 7 は、マゼンタ (M) 30%、イエロー (Y) 50%、ボクセルサイズ 40 μm、判定式 J の係数 a = 1、b = 1 の場合の具体的な処理を示す。

30

【0071】

図 7 (a) は、入力濃度を具体的に示す。図 7 (b) は、マゼンタ (M)、イエロー (Y) のそれぞれについて閾値マトリクスを用いてハーフトニング処理を実行した結果、ON 判定、OFF 判定を行った結果を示す。図において、ON 判定されたボクセルについてはハッチングで示す。図 7 (c) は、マゼンタ (M)、イエロー (Y) のハーフトニング結果を合わせて示す。図 6 に示すボクセル A ~ L について、

ボクセル A : Y / M

ボクセル B : Y

ボクセル C : M

ボクセル D : W

ボクセル E : M

ボクセル F : Y

ボクセル G : Y

ボクセル H : M

ボクセル I : Y

ボクセル J : Y

ボクセル K : W

ボクセル L : W

40

である。ここで、M はマゼンタ、Y はイエロー、W は無彩色を示す。Y / M はマゼンタかつイエローを示し、ボクセル A についてはハーフトニング処理の結果、2 以上の色で O

50

N判定されたことを示す。

【0072】

そこで、CPU101は、ボクセルAを処理対象ボクセルとし、処理対象ボクセルの周囲の所定範囲内における無彩色ボクセルを探索し、第一移動先ボクセル及び第二移動先ボクセルを決定する。図7に示す所定範囲内では、ボクセルD、ボクセルK、ボクセルLが無彩色ボクセル(W)であるから、ボクセルAとこれらのボクセルD、K、Lについて、判定式Jの値を算出する。

【0073】

図8は、判定式Jの算出処理を模式的に示す。図8(a)は、処理対象であるボクセルAと各無彩色ボクセルD、K、Lとの距離を示す。

ボクセルAとボクセルDとの距離 = 40

ボクセルAとボクセルKとの距離 = 69

ボクセルAとボクセルLとの距離 = 98

である。

【0074】

図8(b)は、処理対象であるボクセルAと各無彩色ボクセルD、K、Lとの深さデータを示す。

ボクセルAとボクセルDとの深さデータの差 = $20 - 20 = 0$

ボクセルAとボクセルKとの深さデータの差 = $60 - 20 = 40$

ボクセルAとボクセルLとの深さデータの差 = $60 - 20 = 40$

である。

【0075】

図8(c)は、各無彩色ボクセルD、K、Lについての判定式Jの値を示す。係数 $a = b = 1$ として、

ボクセルD : $J = 40 + 0 = 40$

ボクセルK : $J = 69 + 40 = 109$

ボクセルL : $J = 98 + 40 = 138$

である。

【0076】

CPU101は、処理対象であるボクセルAでは2色が干渉しているから、第一移動先ボクセルを決定する必要があるところ、判定式Jの値が最も小さいボクセルDを、処理対象ボクセルであるボクセルAに対して第一移動先ボクセルに決定する。仮に、処理対象であるボクセルAで3色が干渉しているのであれば、第一移動先ボクセルに加え、判定式Jの値が次に小さいボクセルKを第二移動先ボクセルに決定する。

【0077】

判定式Jを用いて第一移動先ボクセル(必要な場合にはさらに第二移動先ボクセル)を決定した後、CPU101は、以下のようにしてXYZの3色ともにON判定になった処理対象ボクセルの色を決定する。

【0078】

<出力色を色材の明度域の広さで決定する場合>

明度域の広さの関係が $X > Y > Z$ であれば、出力色は、

処理対象ボクセル : X色

第一移動先ボクセル : Y色

第二移動先ボクセル : Z色

と決定する。すなわち、処理対象ボクセルについては、最も明度域の広い色を優先させて決定し、他の色についてその明度域の広さの順序に従って第一移動先ボクセルと第二移動先ボクセルに振り分ける。

【0079】

なお、処理対象ボクセルについてXYの2色がON判定となった場合には、同様に、

処理対象ボクセル : X色

10

20

30

40

50

第一移動先ボクセル：Y色
と決定する。

【0080】

<出力色を色材の入力濃度で決定する場合>
入力濃度の値が $Y > X > Z$ であれば、出力色は、
処理対象ボクセル：Y色
第一移動先ボクセル：X色
第二移動先ボクセル：Z色
と決定する。

【0081】

なお、処理対象ボクセルについてXYの2色がON判定となった場合には、同様に、
処理対象ボクセル：Y色
第一移動先ボクセル：X色
と決定する。

【0082】

図9は、2以上の色が干渉した場合のCPU101の処理の流れをまとめて示す。

【0083】

まず、CPU101は、処理対象ボクセルの周囲の所定範囲内において無彩色ボクセルを探索する(S301)。無彩色ボクセルが存在すれば、その全てを探索する。また、無彩色ボクセルが存在しなければ、処理対象ボクセルをON判定からOFF判定に変更し、
無彩色ボクセルとする。

【0084】

次に、所定範囲内に存在する全ての無彩色ボクセルについて、判定式Jの値を算出する(S302)。

【0085】

判定式Jの値を算出した後、判定式Jの値を用いて、処理対象ボクセルについての移動先ボクセルを決定する(S303)。処理対象ボクセルで2色が干渉する場合には第一移動先ボクセルを決定し、3色が干渉する場合には第一移動先ボクセル及び第二移動先ボクセルを決定し、4色が干渉する場合には第一移動先ボクセル、第二移動先ボクセル及び第三移動先ボクセルを決定する。

【0086】

移動先ボクセルを決定した後、処理対象ボクセルについて、所定の基準に基づきいずれかの色に決定する(S304)。所定の基準は、色材の明度域、あるいは色材の入力濃度である。

【0087】

処理対象ボクセルの色を決定した後、処理対象ボクセルにおいて干渉していた残りの色を用いて所定の基準に基づき移動先ボクセルの色を決定する(S305)。この所定の基準も、色材の明度域、あるいは色材の入力濃度であり、S304とS305における基準は同一である。

【0088】

このように、本実施形態では、ハーフトニング処理の結果、2色以上においてON判定となって2色以上が干渉する場合において、当該ボクセルについてはいずれかの色に決定し、残りの色については当該ボクセル周囲に存在する無彩色ボクセルに割り振ることで、適切に干渉問題を解消し得る。すなわち、2色以上が干渉する場合に、単にいずれかの色を選択して処理対象ボクセルの色として出力する構成では、所望の色味が得られないことになるが、本実施形態では選択されなかった色については処理対象ボクセルの周囲の無彩色ボクセルを利用して出力するので、所望の色味に近い出力色が得られる。

【0089】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、種々の変形が可能である。以下、これらの変形例について説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 0 】

< 変形例 1 >

実施形態では、ハーフトーニング処理の結果、2以上の色が干渉したボクセルについて、当該ボクセルの所定範囲内の無彩色ボクセルを探索して移動先ボクセルに決定し、無彩色ボクセルが存在しない場合には処理対象ボクセルを無彩色ボクセルに変更しているが、所定範囲内に無彩色ボクセルが存在しない場合に、さらに所定範囲を拡げて無彩色ボクセルを再探索してもよい。

【 0 0 9 1 】

例えば、第1回目の探索範囲を処理対象ボクセルの周囲の $3 * 3 * 3 - 1 = 26$ ボクセルとし、この範囲内に無彩色ボクセルが存在しない場合に範囲を $5 * 5 * 5 - 1 = 124$ ボクセルに拡大して再探索し、この範囲内にも無彩色ボクセルが存在しない場合に範囲を $7 * 7 * 7 - 1 = 342$ ボクセルに拡大して再探索する等である。但し、所定範囲の上限を設け、その上限に達しても無彩色ボクセルが存在しない場合、処理対象ボクセルを無彩色ボクセルに変更してもよい。

10

【 0 0 9 2 】

< 変形例 2 >

実施形態では、処理対象ボクセルで2色が干渉する場合には第一移動先ボクセルを決定し、3色が干渉する場合には第一移動先ボクセル及び第二移動先ボクセルを決定しているが、3色が干渉する場合において所定範囲内に無彩色ボクセルが1つしか存在せず、第二移動先ボクセルを決定できない場合には、3色のうちの残り1色については振り分けない

20

処理対象ボクセル：X色

第一移動先ボクセル：Y色

とし、残りのZ色については振り分けない。

【 0 0 9 3 】

あるいは、所定範囲内に無彩色ボクセルが1つしか存在しない場合に、変形例1のように所定範囲を順次拡大して追加の無彩色ボクセルを探索してもよい。このことは、処理対象ボクセルにおいて干渉している色の数に応じて、探索すべき無彩色ボクセルの数が変化するとともに所定範囲も変化し得ることを意味する。

30

【 0 0 9 4 】

< 変形例 3 >

実施形態では、色材の明度域、あるいは色材の入力濃度を用いて処理対象ボクセルの色を決定するとともに移動先ボクセルの色を決定しているが、これらを組合せ、色材の明度域及び入力濃度を用いて処理対象ボクセルの色を決定するとともに移動先ボクセルの色を決定してもよい。例えば、入力濃度が同じ場合には明度域の広さに応じて処理対象ボクセルの色を決定するとともに移動先ボクセルの色を決定する等である。

【 0 0 9 5 】

< 変形例 4 >

実施形態では、判定式Jの値を用いて無彩色ボクセルから移動先ボクセルを決定しているが、判定式Jを用いることなく、処理対象ボクセルの周囲の所定範囲内にある無彩色ボクセルからランダムに移動先ボクセルを決定してもよい。この場合にも、処理対象ボクセルをいずれかの色に決定し、残りの色を移動先ボクセルに振り分けることになる。

40

【 0 0 9 6 】

< 変形例 5 >

実施形態では、処理対象ボクセルの所定範囲内のボクセルとして、縦方向、横方向、深さ方向の所定範囲内のボクセルを探索しているが、例えば深さデータが同一の周囲のボクセルを所定範囲内のボクセルとしてもよい。例えば、図6に即して説明すると、ボクセルAが処理対象ボクセルの場合に、ボクセルB～Dを所定範囲内のボクセルとしてこれらのボクセルから無彩色ボクセルを探索し、ボクセルG～Lについては所定範囲外のボクセル

50

として無彩色ボクセルから除外する等である。

【0097】

あるいは、処理対象ボクセルと縦方向、横方向の位置が同一で、深さデータのみが異なる周囲のボクセルを所定範囲内のボクセルとしてもよい。

【0098】

<変形例6>

実施形態では、

判定式 $J = a * (\text{処理対象ボクセルとの距離}) + b * |\text{処理対象ボクセルとの深さデータの差}|$

但し、 $a > 0$ 、 $b > 0$

としているが、 $a = 1$ 、 $b = 0$ として

判定式 $J = \text{処理対象ボクセルとの距離}$

としてもよく、あるいは $a = 0$ 、 $b = 1$ として、

判定式 $J = |\text{処理対象ボクセルの深さデータ} - \text{無彩色ボクセルの深さデータ}|$

としてもよい。

【0099】

要するに、処理対象ボクセルとその周囲の無彩色ボクセルとの距離と、深さデータの差の少なくともいずれかを用いて移動先ボクセルを決定すればよい。

【0100】

<変形例7>

実施形態では、処理対象ボクセルにおいて2色以上が干渉する場合に、所定の基準に従って処理対象ボクセルの色を決定するとともに残りの色を移動先ボクセルに振り分けているが、2色が干渉する場合には、所定の基準を用いることなく、処理対象ボクセルの色をいずれかの色に決定し、残りの色を移動先ボクセルに振り分けてもよい。すなわち、3色以上が干渉する場合において、所定の基準を用いて処理対象ボクセル及び移動先ボクセルの色を決定してもよい。

【0101】

図10は、この変形例におけるCPU101の処理フローチャートを示す。

【0102】

まず、CPU101は、処理対象ボクセルにおいて2色が干渉しているか否かを判定する(S401)。

【0103】

2色が干渉している場合(S401でYES)、処理対象ボクセルから所定範囲内にある無彩色ボクセルを少なくとも1つ探索する(S402)。そして、2色のうちのいずれかの色を処理対象ボクセルの色に決定し(S403)、残りの色を探索して得られた無彩色ボクセルに振り分ける(S404)。勿論、2色の場合において、所定の基準(明度域あるいは入力濃度)に従って処理対象ボクセルの色を決定してもよい。

【0104】

他方、3色以上が干渉している場合(S401でNO)、図9に示される処理と同様に、所定範囲内の無彩色ボクセルを探索し(S405)、判定式Jの値を算出して移動先ボクセルを決定し(S406、S407)、所定の基準に従って処理対象ボクセル及び移動先ボクセルの色を決定して出力する(S408、S409)。

【0105】

<変形例8>

実施形態では、図2に示すように、3Dデータを取得すると(S101)、ボクセルデータに変換してカラーボクセルとするか否かを決定し(S102)、その後RGBデータをCMYKデータに変換しているが(S103)、3Dデータを取得した後にRGBデータをCMYKデータに変換し、その後ボクセルデータに変換してカラーボクセルとするか否かを決定してもよい。

【0106】

10

20

30

40

50

また、実施形態では、データ処理装置 10 に入力される 3D データのカラーデータを RGB としているが、3D データのカラーデータは当初から CMYK でもよい。

【0107】

<変形例 9>

実施形態では、処理対象のボクセルと最も近いポリゴンとの距離を算出しているが、このとき、処理対象のボクセルに対して半径 R 内に存在するポリゴンを探索し、なければ半径 R を順次拡大してポリゴンを探索し、半径 R 内に存在するポリゴンとの距離を算出してもよい。

【0108】

<変形例 10>

実施形態では、処理対象のボクセルに対し、最も近いポリゴンのカラーデータを用いて当該ボクセルのカラーデータを決定しているが、深くなるほどその色が薄くなるように補正してもよい。

【0109】

<変形例 11>

実施形態では、データ処理装置 10 と立体造形装置 12 が別個に存在し、これらが通信ネットワーク 14 でデータ送受可能に接続される構成であるが、データ処理装置 10 と立体造形装置 12 が物理的に一体化して立体造形システムを構成してもよい。

【0110】

また、データ処理装置 10 とネットワークサーバが通信ネットワーク 14 で接続され、データ処理装置 10 がクライアントとして取得した 3D データをネットワークサーバに送信し、ネットワークサーバで図 2 の S101 ~ S105 の処理を実行し、スライスデータをクライアントであるデータ処理装置 10 に返信する、あるいは立体造形装置 12 に出力する構成としてもよい。この場合、当該ネットワークサーバがデータ処理装置 10 として機能する。

【0111】

<変形例 12>

実施形態では、図 2 における S101 ~ S105 までのステップをデータ処理装置 10 で実行し、S106 のステップを立体造形装置 12 で実行しているが、S103 あるいは S104 までのステップをデータ処理装置 10 で実行し、残りのステップを立体造形装置 12 で実行してもよい。要するに、データ処理装置 10 は、S102 の処理を実行し、その結果としてのボクセルデータ（カラーボクセルデータ及び無彩色ボクセルデータを含む）を出力し、立体造形装置 12 に供給すればよい。データ処理装置 10 の出力データを一旦記録媒体等に格納し、当該記録媒体から立体造形装置 12 に供給してもよい。

【符号の説明】

【0112】

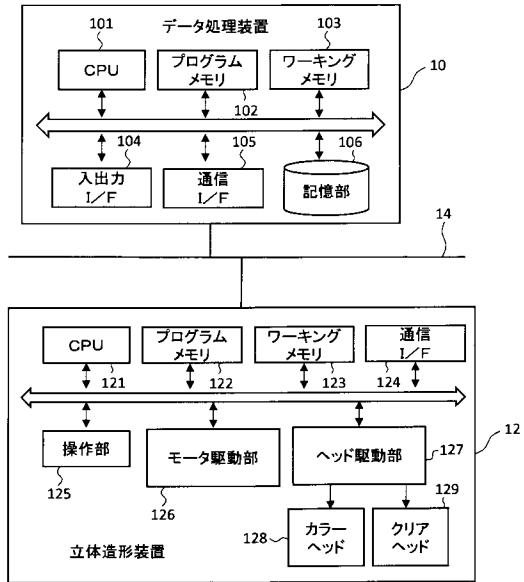
10 データ処理装置、12 立体造形装置、14 通信ネットワーク、16 3D データ、18 スライス面、20 スライスデータ、22 立体造形物。

10

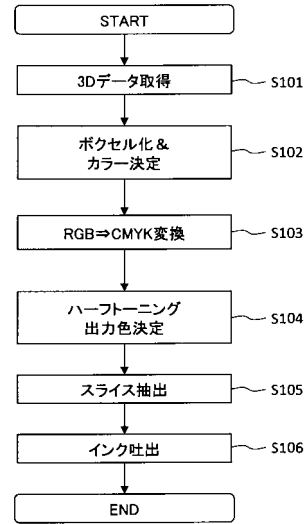
20

30

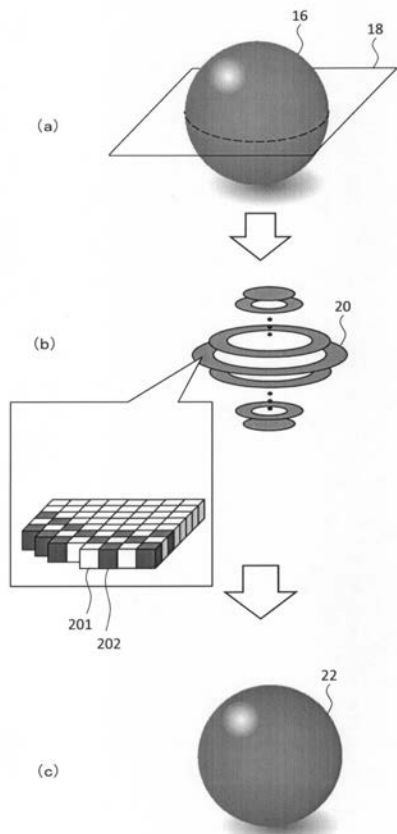
【 図 1 】



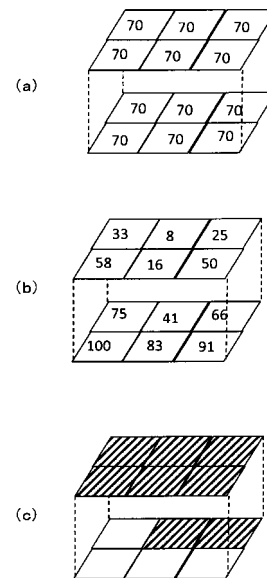
【 図 2 】



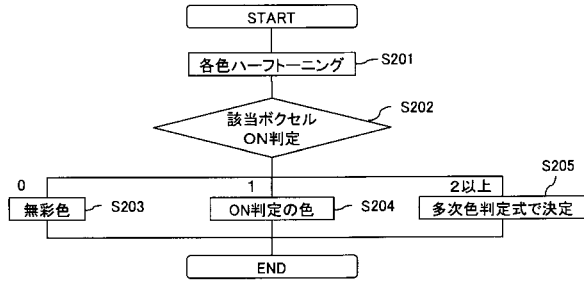
【 図 3 】



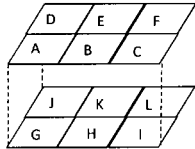
【 図 4 】



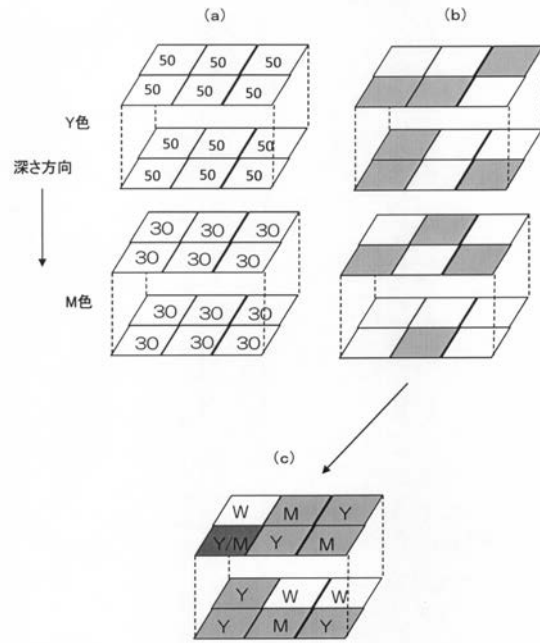
【 図 5 】



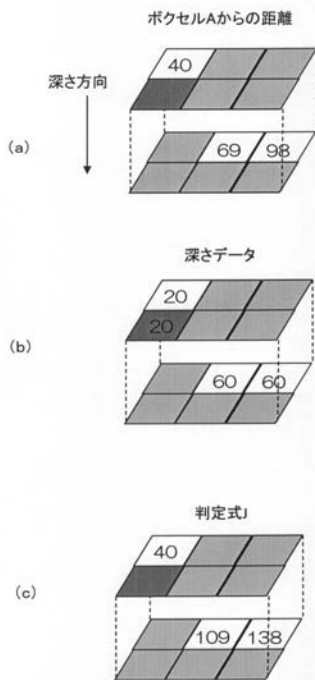
【 図 6 】



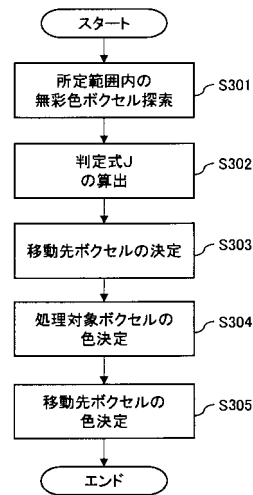
【 図 7 】



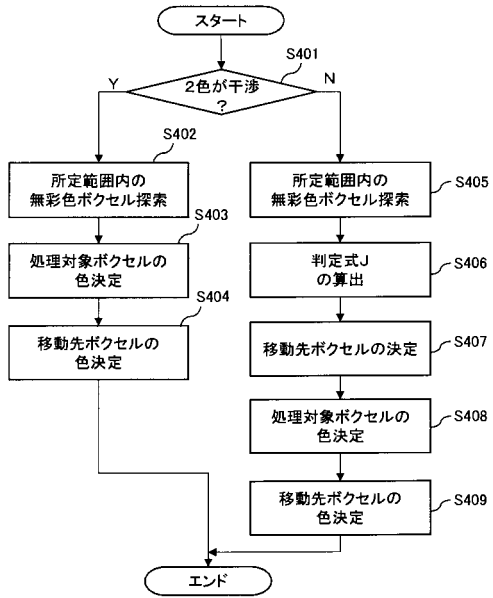
【 図 8 】



【 図 9 】



【図 10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2C262 AA02 AA23 AB11 BA14 BB03 BB06 BB29 CA07 DA08 EA06
GA29
4F213 AF10 WA25 WB01 WL02 WL85 WL87