

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7242272号  
(P7242272)

(45)発行日 令和5年3月20日(2023.3.20)

(24)登録日 令和5年3月10日(2023.3.10)

(51)国際特許分類		F I		
B 4 1 J	2/52 (2006.01)	B 4 1 J	2/52	
B 4 1 J	2/01 (2006.01)	B 4 1 J	2/01	2 0 3
B 4 1 J	2/21 (2006.01)	B 4 1 J	2/21	
H 0 4 N	1/405(2006.01)	H 0 4 N	1/405	

請求項の数 10 (全22頁)

(21)出願番号	特願2018-225664(P2018-225664)	(73)特許権者	000001007 キャノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	平成30年11月30日(2018.11.30)	(74)代理人	110001243 弁理士法人谷・阿部特許事務所
(65)公開番号	特開2020-82694(P2020-82694A)	(72)発明者	大谷 亮介 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャノン株式会社内
(43)公開日	令和2年6月4日(2020.6.4)	(72)発明者	石川 尚 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャノン株式会社内
審査請求日	令和3年11月18日(2021.11.18)	審査官	井出 元晴

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ディザマトリクス生成装置、生成方法、当該ディザマトリクスを用いた画像処理装置、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】

複数の記録素子が第一方向に配列された記録素子列を有する記録ヘッドに、前記第一方向と交差する第二方向に記録媒体を相対移動させることにより前記記録媒体上の所定領域に画像形成するために使用される画像データを処理する画像処理装置において、

前記画像形成の際に前記記録素子間のばらつきにより発生し得るムラを打ち消すように、前記画像データにおける画素値を補正する補正手段と、

前記補正後の画像データに、前記所定領域の画素にそれぞれ対応する複数の閾値からなるディザマトリクスを用いて量子化処理を行う量子化手段と、  
を備え、

前記量子化手段は、前記補正後の画像データにおいて前記所定領域に含まれる前記第二方向に並ぶ1画素幅の1次元領域を構成する複数画素の画素値の平均値と、前記ディザマトリクスにおける前記複数の閾値との比較処理の結果に基づいて、前記所定領域におけるドット配置を決定する

ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記量子化手段は、

前記比較処理によって得られたドットパターンに含まれるオンドットの数に基づき、前記複数画素におけるオンドットの合計数を導出する合計ドット数導出手段と、

前記複数画素におけるオンドットの分配順を決定する分配順決定手段と、

前記合計数と前記分配順とに基づいて、前記複数画素においてオンドットとする画素を決定する出力ドット決定手段と、

を有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】

前記所定領域は、前記複数画素が、前記第一方向に連続して複数並んだ 2 次元領域であり、

前記量子化手段は、

前記比較処理によって得られたドットパターンに含まれるオンドットの数に基づき、前記複数画素におけるオンドットの合計数を導出する合計ドット数導出手段と、

前記 2 次元領域におけるオンドットの目標数を導出する目標ドット数導出手段と、

前記複数画素におけるオンドットの分配順を決定する分配順決定手段と、

前記 2 次元領域を構成する複数の前記複数画素における前記合計数の総計が、前記目標数と一致するように、前記合計数を変更する変更手段と、

前記変更後の合計数と前記分配順とに基づいて、前記 2 次元領域を構成する複数の前記複数画素においてオンドットとする画素を決定する出力ドット決定手段と、

を有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 4】

前記分配順決定手段は、前記各画素についての評価値が高い画素から順に、ドットを配置すべき優先順位の高い画素として決定することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記評価値は、前記複数画素の各画素の画素値と、当該各画素に対応する前記ディザマトリクス内の閾値との差分であ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】

前記評価値は、前記複数画素の各画素に対応する前記ディザマトリクス内の閾値であ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 7】

前記複数画素は、インクを吐出する 1 つのノズルに対応することを特徴とする請求項 2 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記ディザマトリクスは、均一な階調を持つ前記画像データに対して前記量子化処理を行って得られたドットパターンにおける、前記第一方向の空間周波数成分の低周波成分が、前記第二方向の空間周波数成分の低周波成分と比較して抑圧されているディザマトリクスであることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

複数の記録素子が第一方向に配列された記録素子列を有する記録ヘッドに、前記第一方向と交差する第二方向に記録媒体を相対移動させることにより前記記録媒体上の所定領域に画像形成するために使用される画像データを処理する画像処理方法において、

前記画像形成の際に前記記録素子間のばらつきにより発生し得るムラを打ち消すように、前記画像データにおける画素値を補正する補正ステップと、

前記補正後の画像データに、前記所定領域の画素にそれぞれ対応する複数の閾値からなるディザマトリクスを用いて量子化処理を行う量子化ステップと、  
を含み、

前記量子化ステップでは、前記補正後の画像データにおいて前記所定領域に含まれ前記第二方向に並ぶ 1 画素幅の 1 次元領域を構成する複数画素の画素値の平均値と、前記ディザマトリクスにおける前記複数の閾値との比較処理の結果に基づいて、前記所定領域におけるドット配置を決定する

ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 10】

コンピュータを、請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置として機能させ

10

20

30

40

50

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、色材を用いて記録媒体上に画像を形成するために、入力画像の階調数を、より少ない階調数へ変換する量子化処理に関する。

【背景技術】

【0002】

画像記録装置にはインクジェット方式や電子写真方式など、様々な記録方式がある。これらの画像記録装置では、通常、入力画像データの有する階調をドットのオン・オフにより表現するためのハーフトーン処理を施し、それにより得られた画像データ（ハーフトーン画像データ）を用いて印刷する。ハーフトーン処理には、種々の方法が提案されており、その代表的な手法の一つとしてディザ法がある。ディザ法とは、入力画像データの各画素の値（階調値）を、所定の閾値と比較し、画素値が閾値よりも大きければドットをオンに、画素値が閾値よりも小さければドットをオフにして階調表現を行う手法である。ディザ法で用いる、所定の閾値が格納されているディザマトリクスのサイズは一般的に入力画像のサイズよりも小さいため、入力画像に対して周期的に繰り返し適用することで各画素の出力値が決定される。

10

【0003】

しかしながら、入力画像データの各画素値と対応する閾値とを比較した結果が、所望のドットパターンを表すハーフトーン画像データにならない場合がある。具体的には、得られたハーフトーン画像データの一部領域において、入力画像データの濃度パターンが表す階調を再現できていなかったり、再現すべき形状が崩れたりしてしまうことがある。これは、入力画像データが表す濃度パターンとディザマトリクスにおける閾値パターンとが干渉することによって起こる。これへの対策として特許文献1には、所定領域において、まず目標値（ドット数）を決定し、さらに閾値と画素値とに基づき各画素の評価値を求め、求めた各画素の評価値と目標値とに基づき、当該所定領域におけるドットの配置を決定する技術を開示している。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0004】

【文献】特開2016-21735号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

例えば、シングルパス方式のインクジェット記録装置では、ノズル毎の吐出量のばらつきや、吐出曲がりにより、用紙搬送方向に沿ったスジ状のムラ（スジムラ）が発生することがある。これに対しては、記録ヘッドを構成するノズル毎の吐出特性に基づき、ノズル毎に入力画像データを補正することで、スジムラの発生を抑制することが行われている。そして、スジムラが発生する現象は他の記録方式でも同様に見られるものであり、これを抑制するための画像補正は、「スジムラ補正」、「シェーディング補正」、「濃度ムラ補正」などと呼ばれる。本明細書では「スジムラ補正」を用いることとする。

40

【0006】

スジムラ補正を行った後の画像に対しては、スジムラ補正の効果を低減させないために、スジムラと同一方向における出力値（インクジェット方式であればノズル毎の出力値）の再現性を重視した量子化処理を行うことが望ましいといえる。この点、例えば特許文献1の開示の技術では、ノズル毎の出力値の再現性に関しては考慮されることがないため、スジムラ補正の効果が低減してしまう場合があった。

【0007】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、スジムラ補正の効果を維持しつつ、

50

高品質なハーフトーン画像データを生成することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る画像処理装置は、複数の記録素子が第一方向に配列された記録素子列を有する記録ヘッドに、前記第一方向と交差する第二方向に記録媒体を相対移動させることにより前記記録媒体上の所定領域に画像形成するために使用される画像データを処理する画像処理装置であって、前記画像形成の際に前記記録素子間のばらつきにより発生し得るムラを打ち消すように、前記画像データにおける画素値を補正する補正手段と、前記補正後の画像データに、前記所定領域の画素にそれぞれ対応する複数の閾値からなるディザマトリクスを用いて量子化処理を行う量子化手段と、を備え、前記量子化手段は、前記補正後の画像データにおいて前記所定領域に含まれ前記第二方向に並ぶ1画素幅の1次元領域を構成する複数画素の画素値の平均値と、前記ディザマトリクスにおける前記複数の閾値との比較処理の結果に基づいて、前記所定領域におけるドット配置を決定する。

10

【発明の効果】

【0009】

本発明により、スジムラ補正の効果を維持しつつ、高品質なハーフトーン画像データを生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】プリンタのハードウェア構成の一例を示す図

20

【図2】画像処理部及び画像形成部の内部構成を示したブロック図

【図3】補正情報の一例を示す図

【図4】(a)は入力画像データの一例、(b)はそれに対してスジムラ補正を行った後の画像データの一例を示す図

【図5】記録ヘッドを構成するノズル列の説明図

【図6】実施形態1に係る、量子化処理部の内部構成を示すブロック図

【図7】実施形態1に係る、量子化処理の流れを示すフローチャート

【図8】補正後画像データの一部を切り出した図

【図9】ディザマトリクスの一例を示す図

【図10】各1次元領域について決定された合計ドット数の一例を示す図

30

【図11】(a)は各1次元領域についての評価値を示す図、(b)は当該評価値に基づいて決定されたドット分配順を示す図

【図12】各1次元領域について決定した各画素の出力値を示す図

【図13】実施形態2に係る、量子化処理部の内部構成を示すブロック図

【図14】実施形態2に係る、量子化処理の流れを示すフローチャート

【図15】ノズル単位でのドットの疎密が顕在化し、粒状性を劣化した状態を説明する図

【図16】情報処理装置のハードウェア構成の一例を示す図

【図17】改良型ディザマトリクスの作成を実現するソフトウェア構成を示すブロック図

【図18】実施形態3に係る、改良型ディザマトリクスの作成の流れを示すフローチャート

【図19】(a)は改良型ディザマトリクスから得られる複数の階調におけるドットパターンの一例を示す図、(b)は(a)に示す各階調のドットパターンを2次元フーリエ変換した結果を示した図

40

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、添付図面を参照して、本発明を好適な実施例に従って詳細に説明する。なお、以下の実施例において示す構成は一例にすぎず、本発明は図示された構成に限定されるものではない。

【実施形態1】

【0012】

図1は、本実施形態に適用可能な画像処理コントローラを含む、プリンタのハードウェア

50

ア構成を示す。プリンタ100は、CPU101、RAM102、ROM103、操作部104、表示部105、大容量記憶装置106、画像処理部107、画像形成部108、I/F(インターフェース)部109、バス110を備える。

【0013】

CPU101は、RAM102やROM103に格納されているコンピュータプログラムを用いて、プリンタ100全体の動作を制御する。なお、ここでは1つのCPU101がプリンタ100全体を制御する場合を例に説明するが、演算処理を行う複数のハードウェアが処理を分担することにより全体を制御するようにしてもよい。

【0014】

RAM102は、大容量記憶装置106から読み取ったコンピュータプログラムやデータ、I/F部109を介して外部から受信したデータを一時的に記憶する。またRAM102は、CPU101や画像処理部107が処理を行う際のワークエリアとして使用される。ROM103は、プリンタ100を構成する各部の設定パラメータやブートプログラムなどを格納する。

10

【0015】

操作部104は、キーボードやマウスなどにより構成されており、ユーザによる入力操作を介してユーザの指示を受け付ける。表示部105は、液晶画面などにより構成されており、CPU101による処理結果を画像や文字などで表示することができる。なお表示部105がユーザのタッチ操作を検知可能なタッチパネルである場合、表示部105が操作部104の一部として機能することになる。

20

【0016】

大容量記憶装置106は、例えばHDD(ハードディスクドライブ)などで構成され、OS(オペレーティングシステム)やCPU101に各種処理を実行させるためのプログラムやデータなどを保存する。また、各部の処理によって生成される一時的なデータ(入出力される画像データや画像処理部107で使われるディザマトリクスなど)を保持する。大容量記憶装置106に保存されているプログラムやデータは、CPU101による制御に従って適宜読み取られ、RAM102に展開されてCPU101による処理対象となる。

【0017】

画像処理部107は、プログラムを実行可能なプロセッサや専用の画像処理回路で構成され、印刷対象として入力された画像データに対し、前述のスジムラ補正処理やハーフトーン処理を行って、画像形成部108が使用する出力画像データを生成する。この出力画像データは、N階調の入力画像データが、量子化されてM階調( $N > M$ )となった画像データ(以下、「ハーフトーン画像データ」とも呼ぶ。)である。

30

【0018】

画像形成部108は、画像処理部107から受け取った出力画像データに基づいて、用紙等の記録媒体上に色材を用いて画像を形成する印刷エンジンである。本実施形態では、画像形成部108が、ノズルからインクを吐出するインクジェット方式により画像を形成する場合を例に説明を行うものとする。

【0019】

I/F部109は、プリンタ100と外部機器を接続するための外部インターフェースとして機能する。さらに、I/F部109は、LANやインターネット等を介して後述する情報処理装置1600とデータのやりとりを行うための通信インターフェースとしても機能する。上記の各部はいずれもバス110に接続され、バス110を介してデータの授受を行う。

40

【0020】

(画像処理部及び画像形成部の詳細)

図2は、画像処理部107及び画像形成部108の内部構成を示したブロック図である。まず画像形成部108から説明する。画像形成部108は、ヘッド駆動部211と記録ヘッド212を有する。記録ヘッド212は、インクを吐出可能なノズル(記録素子)を複数配列したノズル列で構成される。本実施形態の記録ヘッド212の場合、CMYKの

50

各インクに対応した4つのノズル列を備える。図5は、記録ヘッド212を構成するノズル列の説明図である。例えば1200dpiの出力解像度を持つプリンタ100の場合、1インチ当たり1200個のノズルが並ぶことになる。このようなノズル列が、シアン(C)、マゼンタ(M)、イエロー(Y)、ブラック(K)の4種類のインクそれぞれについて存在する。本実施形態の記録ヘッド212は、ノズル列に平行な方向(ノズル並び方向、y方向)に、描画領域の全範囲をカバーする長尺のいわゆるフルライン型の記録ヘッドであるものとする。ヘッド駆動部211は、画像処理部107から入力されたハーフトーン画像データに基づいて、記録ヘッド212を制御するための駆動信号を生成する。記録ヘッド212は、駆動信号に基づき、y方向と交差するノズル列に垂直な方向(用紙搬送方向、x方向)に相対移動しつつ用紙上にドットを生成することにより、画像形成を行う。

10

#### 【0021】

画像処理部107は、入力画像バッファ201、補正処理部202、量子化処理部203、ハーフトーン画像バッファ204を有する。

#### 【0022】

画像処理部107に入力された印刷対象の画像データは、まず、入力画像バッファ201に格納される。入力される画像データの形式は特に制限されないが、ここでは説明を簡単にするために、画像形成部108で使用されるインク色と同じ色種、色数並びに解像度を持った階調画像であるとする。例えば、プリンタ100が、シアン(C)、マゼンタ(M)、イエロー(Y)、黒(K)の4色インクを用いて出力解像度1200dpiを実現する場合、入力画像データは、各画素がCMYKそれぞれ8bit(0~255)の階調値を持つ画像データである。なお、入力画像データの形式が、例えばRGB色空間で表現されるなど画像形成部108で使用するインク色の種類や解像度と一致しない形式であった場合には、図示しない前処理部により色変換や解像度変換などを行えばよい。

20

#### 【0023】

補正処理部202は、大容量記憶装置106等に格納された補正情報を用いて、入力画像データに対し、前述のスジムラ補正を行う。図3に、8ビットの入力画像データを8ビットの補正画像データに変換する場合の補正情報の一例を示す。図3に示す補正情報は、ノズル毎の入力階調と出力階調の関係を示したルックアップテーブル(LUT)として構成されている。図3のLUTにおいて、ノズル位置番号は、後述の画像形成部108における各ノズルに割り当てられた番号を表す。また、入力階調の行には、入力階調値を表し、各セルの値は出力階調を表している。つまり、図3の補正情報は、各ノズル位置に対応した、入力階調値に対する出力階調値を保持している。補正処理部202は、このような補正情報を参照することにより、処理対象とする画素の入力階調値を、対応する出力階調値に変換する。ここでは、簡略化のため、LUTの縦軸を32階調刻み(9ステップ)としているが、例えば16階調刻みなどさらに細かいステップ数で刻んでもよい。また、LUTに存在しない入力階調値に対する出力階調値は、隣接する入力階調値に対する出力階調値から補間して求めればよい。なお、補正情報は、LUTに限らず関数形式で保持してもよい。図4(a)はスジムラ補正を行う前の入力画像データ、同(b)は図3に示すLUTを用いてスジムラ補正を行った後の画像データを示している。両画像データの上部に付された数字は、ノズル列内のノズルの並び方向に沿ったノズル位置番号を示し、各セル内の数値は各画素における階調値を示す。例えばノズル位置番号“0”に対応する画素列の1番上の画素を見ると、図4(a)の入力画像データにおける階調値“192”が、図3のLUTを用いた補正の結果、図4(b)の補正後画像データにおいては“177”に変換されている。

30

40

#### 【0024】

量子化処理部203は、大容量記憶装置106等に格納されたディザマトリクスを用いて、N階調(ここでは256階調)の補正後画像データに対し、画像形成部108が表現可能なM階調(ここでは2階調)の出力画像データに変換する処理を行う。つまり、本実施形態の量子化処理部203は、1画素当たり8ビットの画像データを、画素毎に“0”か“

50

1”のいずれかの値を有する1ビット2値のハーフトーン画像データ（出力画像データ）に変換する。ハーフトーン画像データにおいて、画素値（出力値）が“0”である画素はドットのオフを、画素値（出力値）が“1”である画素はドットのオンを表す。このようにハーフトーン画像データは、入力画像データが表す階調数よりも少ない階調数にて、擬似的に入力画像データを再現している。そして、N階調からM階調への変換の際には、ノズル群によって形成される各ドットの配置の決定も行われる。このドット配置の決定の詳細については後述する。最終的に得られたハーフトーン画像データは、ハーフトーン画像バッファ204に格納された後、CPU101の制御の下、画像形成部108へ出力される。なお、以下では、ディザマトリクスを用いた量子化処理を「ディザ処理」と表記する場合もある。また、以下の説明において単に「ドット」といった場合には、特に断らない限りはオンドットを意味するものとする。

10

#### 【0025】

（量子化処理部の詳細）

一般的なディザ処理では、入力画像データにおける各画素値が一樣ではない場合、ディザマトリクスに対応する処理対象領域に含まれる各画素の濃度パターンと、ディザマトリクスにおける閾値パターンとが干渉し、所望の出力結果が得られないことがある。一例を挙げて説明する。例えば、周辺画素よりも大きい画素値を持つ画素については、周辺画素よりも高い確率で、ドットをオンにする2値データ（出力値“1”）に変換した方が良いと言える。しかしながら、ディザマトリクスの閾値の方が画素値よりも大きい場合は、周辺画素よりも大きい画素値を持つ画素であっても、ドットをオフにする2値データ（出力値“0”）に変換されることになる。その結果、入力画像データの解像度や画像特徴が失われてしまう場合がある。特に、スジムラ補正を施した後の画像データにおける画素値はノズル毎に変動するため、出力結果における劣化が目立ちやすい。一方、入力画像データにおける各画素値が一樣（すなわち、処理対象領域に含まれる各画素の階調値が一樣）である場合、ディザマトリクス内の閾値パターンに基づいてドットが配置される。ディザマトリクスは、ディザ処理の結果得られるドットができるだけ分散し、粒状性がよくなるように設計されているため、処理対象領域内の画素値は均一化され、粒状性の良好な出力結果を得ることができる。しかしながら、スジムラ補正を施した後の画像において処理対象領域に含まれる各画素の画素値を均一化してしまうと、スジムラ補正を抑制するように決定したノズル毎の出力値が適切に再現されなくなり、スジムラ補正の効果が低減してしまう。

20

30

#### 【0026】

そこで、本実施形態の量子化処理では、ノズル列に垂直なx方向に延びる所定領域に含まれる各画素の平均値と、ディザマトリクスにおける当該各画素に対応する閾値との比較処理の結果に基づいて、ドット配置を決定する。そうすることで、x方向（用紙搬送方向）に沿ったスジ状の濃度ムラの方向と同一方向に沿って入力画像データにおける画素値を均一化する。これにより、x方向においては所望の出力結果が得られるようにする。この際、本実施形態では、所定領域の幅を、1個のノズルに対応する1画素幅（ノズル単位）に制限することで、ノズル毎の合計ドット数が適切に再現されるようにしている。以下では、スジ状の濃度ムラの方向と同一方向に延びる、連続する2以上の画素で構成される1画素幅の領域を「1次元領域」と表記することとする。つまり本実施形態においては、1ノズルに1つの1次元領域が対応している。こうして、本実施形態では、スジムラ補正の精度を高めつつ、粒状性の良好な高品質なハーフトーン画像データを生成する。以下、本実施形態の量子化処理部203の構成要素とその動作について詳しく説明する。

40

#### 【0027】

図6は、本実施形態に係る、量子化処理部203の内部構成を示すブロック図である。量子化処理部203は、画素値取得部601、閾値取得部602、合計ドット数導出部603、ドット分配順決定部604、出力ドット決定部605を有する。図7のフローチャートを参照して、各部の動作を説明する。なお、以下の説明において記号「S」はステップを表す。

#### 【0028】

50

補正処理部 202 からスジムラ補正が施された補正後画像データが入力されると、まず、S701では、画素値取得部 601 が、当該補正後画像データにおける注目する 1 次元領域に含まれる各画素の画素値を取得する。上述のとおり 1 次元領域は、x 方向に並ぶ Q 個の画素（Q は 2 以上の自然数）で構成される。注目する 1 次元領域は、例えば、画像内の左上隅の 1 次元領域から順に右方向に移動していき、画像の右端に到達したら下の 1 次元領域に移動するといった具合に決定していけばよい。図 8 は、入力された補正後画像データの一部を切り出した図であり、太枠で囲まれた領域 801 ~ 816 が 1 次元領域を示している。つまり、本実施形態の場合は、補正後の画像データにおけるスジムラの方角と同一方向に延びる、4 つの画素からなる領域が 1 次元領域となる。例えば、処理対象となる注目する 1 次元領域が、領域 801 であるとする、当該領域 801 に含まれる 4 画素分の画素値（上から 177、62、177、62）が取得されることになる。なお、実際に適用する Q の値（1 次元領域のサイズ）は、出力解像度、狙いとする粒状性、処理負荷などを考慮して決定すればよい。例えば、出力解像度が 1200 dpi のプリンタであれば、Q の値を“4 ~ 8”程度とすることが望ましい。取得した各画素値は、合計ドット数導出部 603 とドット分配順決定部 604 に送られる。

【0029】

次に、S702では、閾値取得部 602 が、注目 1 次元領域内の各画素に対応するディザマトリクス内の閾値を取得する。図 9 は、ディザマトリクスの一例であり、図 8 の入力画像データに対応する、ディザマトリクス全体の一部分を示している。ここでのディザマトリクスは、y 方向に 256 個、x 方向 256 個、合計 65536 個の各画素に対し、8 ビットの階調値（0 ~ 255）の範囲から万遍なく選択された閾値が格納されているものとする。いま、図 8 の入力画像データにおける領域 801 に対応するディザマトリクスの領域が領域 901 である。この場合、領域 901 に含まれる 4 つの閾値（上から 172、116、191、70）が取得されることになる。取得した各閾値は、合計ドット数導出部 603 とドット分配順決定部 604 に送られる。

【0030】

次に、S703では、合計ドット数導出部 603 が、S701 で取得された注目 1 次元領域内の各画素値に基づいて、注目 1 次元領域におけるオンドットの合計数（以下、「合計ドット数  $S_n$ 」と表記）を決定する。前述の通り、オンドットを出力値“1”、オフドットを出力値“0”により表すので、1 次元領域における合計ドット数  $S_n$  は、その 1 次元領域における出力値の合計値と等しくなる。本実施形態では、S701 で取得された各画素値の平均値と、S702 で取得された各閾値とを比較し、平均値の方が大きい場合にその画素をオンドットにするディザ処理を行い、その結果得られるドットパターンにおけるオンドットの数を合計ドット数  $S_n$  とする。つまり、1 次元領域内の各画素について、閾値よりも平均値の方が大きい場合は  $S_n$  を 1 加算（インクリメント）し、閾値よりも平均値の方が小さいか或いは両者が同じ場合は  $S_n$  をインクリメントしないという処理を、閾値の数だけ繰り返す。例えば、図 8 の領域 801 に関しては、4 つの画素値の平均値は“120”である。したがって、この平均値“120”と、領域 801 に対応する領域 901 の 4 つの閾値（172、116、191、70）とをそれぞれ比較することになる。この場合、平均値 120 が各閾値よりも大きくなる 2 つの画素（116、70）について  $S_n$  をインクリメントするので、最終的な合計ドット数  $S_n$  は“2”となる。図 10 は、図 8 に示した 16 個の領域 801 ~ 816 それぞれについて決定された合計ドット数  $S_n$  を示している。こうして決定された合計ドット数  $S_n$  は、出力ドット決定部 605 に送られる。

【0031】

次に、S704では、ドット分配順決定部 604 が、注目 1 次元領域内の各画素についての評価値に基づいて、当該注目 1 次元領域におけるドットの分配順を決定する。具体的には、まず、注目 1 次元領域内の各画素値と、対応する各閾値との差分を、評価値として求める。そして、得られた評価値が高い画素から順に、ドットを配置すべき優先順位の高い画素として決定していく。図 11 (a) は図 8 に示した 16 個の 1 次元領域 801 ~ 816 それぞれについての評価値を示し、同 (b) は当該評価値に基づいて決定されたドット

10

20

30

40

50



ト分配順を示している。こうして決定された注目 1 次元領域におけるドット分配順の情報は、出力ドット決定部 6 0 5 に送られる。

【 0 0 3 2 】

次に、S 7 0 5 では、出力ドット決定部 6 0 5 が、S 7 0 4 で決定されたドット分配順に従って、S 7 0 3 で決定された合計ドット数  $S_n$  に達するまで、注目 1 次元領域内の各画素にオンドットを表す出力値 “ 1 ” を割り当てる。これにより、注目 1 次元領域においてオンドットとする画素が決定される。図 1 2 は、図 8 に示した 1 6 個の領域 8 0 1 ~ 8 1 6 について決定した各画素の出力値を示している。図 1 2 において、黒塗りの矩形はオンドットの画素を示し、白塗りの矩形はオフドットの画素を示す。

【 0 0 3 3 】

S 7 0 6 では、入力された補正後画像データ内の全ての 1 次元領域について処理が終了したかどうかを判定する。未処理の 1 次元領域があれば、S 7 0 1 に戻って次の注目 1 次元領域を決定して処理を続行する。一方、全ての 1 次元領域について処理が完了している場合には、本フローを終了する。こうして、補正後の画像データからハーフトーン画像データが得られる。

【 0 0 3 4 】

以上が、本実施形態の量子化処理部 2 0 3 における量子化処理の内容である。

【 0 0 3 5 】

以上のとおり本実施形態では、ノズル列に垂直な x 方向に並ぶ複数画素からなる 1 次元領域内の画素値の平均値と、各画素に対応する閾値との比較処理により、1 次元領域毎のドット数が決定される。これにより、ノズル毎のスジムラ補正の精度を維持しつつ、粒状性の良好な高品質なハーフトーン画像データを生成することができる。

【 0 0 3 6 】

さらに、本実施形態においては、入力された補正後画像データの画素値と、ディザマトリクス of 閾値との差分を画素毎に求め、求めた差分を評価値として用い、1 次元領域において差分が大きい画素から順にドットを分配するようにしている。これにより、入力された補正後画像データの特徴と設計されたディザマトリクスの特性との両方が考慮された出力値とすることができる。なお、評価値として、ディザマトリクスの閾値そのものを用いてもよい。この場合、1 次元領域において対応する閾値が小さい画素から順にドットを分配することになり、設計されたディザマトリクスの特性で、1 次元領域におけるオンドットが決定されることになる。これにより、入力された補正後画像データの内容に関わらず、より粒状性の良好なハーフトーン画像データを得ることができる。

【実施形態 2】

【 0 0 3 7 】

実施形態 1 では、スジムラ補正が施された後の画像データにおける画素値がノズル列に垂直な x 方向にノズル単位で均一化されるように量子化することで、少なくとも x 方向においては望ましい出力結果 (= 1 次元領域毎の合計ドット数) が得られるようにしていた。この場合、ノズル列に平行な y 方向に対しては画素値を均一化する効果は得られない。そのため、スジムラ補正が施された後の画像データにおける画素値の変動と、ディザマトリクスにおける閾値の変動とが干渉することによる弊害が y 方向では残ってしまうことになる。そこで、y 方向に連続する複数の 1 次元領域で構成される 2 次元領域におけるオンドットの目標数を求め、各ノズルに対応する 1 次元領域毎の合計ドット数  $S_n$  の総計 T が目標数と一致するように、合計ドット数  $S_n$  を変更する態様を、実施形態 2 として説明する。なお、プリンタ 1 0 0 の基本的な構成は実施形態 1 と異なるところがないので、以下では差異点である量子化処理の内容を中心に説明を行うものとする。

【 0 0 3 8 】

( 量子化処理部の詳細 )

図 1 3 は、本実施形態に係る、量子化処理部 2 0 3 ' の内部構成を示すブロック図である。本実施形態の量子化処理部 2 0 3 ' は、画素値取得部 6 0 1、閾値取得部 6 0 2、合計ドット数導出部 6 0 3、ドット分配順決定部 6 0 4、目標ドット数導出部 1 3 0 1、合計ド

10

20

30

40

50

ット数変更部 1302、出力ドット決定部 605' を有する。図 14 のフローチャートを参照して、各部の動作を説明する。なお、以下の説明において記号「S」はステップを表す。

【0039】

S1401~S1404 は、実施形態 1 の図 7 のフローにおける S701~S704 にそれぞれ対応する。まず、S1401 では、画素値取得部 601 が、入力された補正後画像データにおける注目する 1 次元領域に含まれる各画素の画素値を取得する。ここで取得した各画素値は、合計ドット数導出部 603 とドット分配順決定部 604 に加え、目標ドット数導出部 1301 にも送られる。続く S1402 では、閾値取得部 602 が、注目 1 次元領域内の各画素に対応するディザマトリクス内の閾値を取得する。ここで取得した各閾値は、合計ドット数導出部 603 とドット分配順決定部 604 に加え、目標ドット数導出部 1301 にも送られる。そして、S1403 では、合計ドット数導出部 603 が、S1401 で取得された注目 1 次元領域内の各画素値に基づいて、注目 1 次元領域における合計ドット数  $S_n$  を決定する。決定した合計ドット数  $S_n$  は、合計ドット数変更部 1302 に送られる。次に、S1404 では、ドット分配順決定部 604 が、S1401 で取得された注目 1 次元領域内の各画素値と S1402 で取得された対応する各閾値とに基づいて、当該注目 1 次元領域におけるドットの分配順を決定する。こうして決定された注目 1 次元領域におけるドット分配順の情報は、出力ドット決定部 605 に送られる。

10

【0040】

S1405 では、P 列分の 1 次元領域について処理が終了したかどうか判定される。処理が終了していない場合には S1401 に戻って処理を繰り返す。一方、P 列分の 1 次元領域について処理が終了した場合は、S1406 に進む。

20

【0041】

S1406 では、目標ドット数導出部 1301 が、ノズル列に平行な y 方向において連続する複数の 1 次元領域から成る 2 次元領域 (P 列 x Q 画素の領域) の各画素値の平均値に基づいて、当該 2 次元領域についてのオンドットの目標数を決定する。前述の通り、オンドットを出力値 "1"、オフドットを出力値 "0" により表すので、2 次元領域におけるオンドットの目標数 (以下、「目標ドット数 S」と表記) は、その 2 次元領域における出力値の合計値と等しくなる。本実施形態では、2 次元領域に含まれる Q 画素分の画素値の平均値と、S1402 で取得された対応する各閾値とを比較するディザ処理を行い、その結果得られるドットパターンにおけるドットの数を目標ドット数 S とする。つまり、2 次元領域内の全画素値の平均値が閾値よりも大きい場合は目標ドット数 S を 1 加算 (インクリメント) し、小さいか同じ場合は目標ドット数 S をインクリメントしないという処理を、閾値の数だけ繰り返す。前述の図 8~図 10 を参照して、目標ドット数導出処理の一例を説明する。いま、ノズル列に平行な y 方向に連続する複数の列が 4 列 (P = 4) であり、図 8 における 4 つの領域 801~804 で構成される 2 次元領域が処理対象であるとする。この場合、当該 2 次元領域 (4 x 4 画素) における各画素値の平均値は "130" であり、これと図 9 に示すディザマトリクス内の対応する 4 つの領域 701~704 における各閾値との比較を行うことになる。平均値 "130" の方が大きくなるのは、閾値が "116"、"70"、"106"、"19"、"34"、"98"、"53"、"66" のときである。したがって、これら 8 つの閾値に対応する画素について目標ドット数 S をインクリメントするので、最終的な目標ドット数 S は "8" となる。

30

40

【0042】

次に、S1407 では、合計ドット数変更部 1302 は、S1406 で決定された目標ドット数 S に基づき、P 回の S1403 にて決定された P 列分の合計ドット数  $S_n$  を変更する。具体的には、まず、y 方向に連続する P 個の 1 次元領域についての各合計ドット数  $S_n$  の総計 T を求める。そして、求めた総計 T が目標ドット数 S よりも大きい場合は、当該総計 T が目標ドット数 T と同じになるまで、1 つ以上の 1 次元領域についての合計ドット数  $S_n$  の値を 1 減算 (デクリメント) する。いま、2 次元領域は図 8 における 4 つの領域 801~804 で構成されている。この場合の総計 T は、前述の図 10 から、"2" + "2" + "3" + "1" = "9" である。総計 T が "9" で目標ドット数 S が "8" なので、総計 T の値を

1 減らす必要がある。したがって、この場合は、P 個の 1 次元領域のうちいずれか 1 つの 1 次元領域についての合計出力値  $S_n$  をデクリメントすることになる。なお、総計 T が目標ドット数 S より小さい場合は、総計 T が目標ドット数 T と同じになるまで、1 つ以上の 1 次元領域についての合計ドット数  $S_n$  の値を 1 加算（インクリメント）すればよい。加算・減算の対象とする列は、ランダムで決定してもよいし、ノズル位置毎の量子化誤差（P 列について列毎の、{ 入力値の平均値 } - { 出力値  $\times 255$  の平均値 }）が最少となるように決定してもよい。また総計 T と目標ドット数 S の差が 2 以上である場合は、複数の 1 次元領域についての合計ドット数  $S_n$  を対象に加算・減算すればよい。

#### 【0043】

次に、S1408 では、出力ドット決定部 605' が、P 列分の各 1 次元領域に対して、実施形態 1 の図 7 のフローにおける S705 の処理を行う。すなわち、N 回の S1404 にて決定されたそれぞれのドット分配順に従って、S1407 で変更された後の合計ドット数  $S_n$  にそれぞれ達するまで、1 次元領域内の各画素に出力値“1”を割り当てる。これにより、2 次元領域を構成する P 列分の各 1 次元領域における各画素の出力値を決定する。

#### 【0044】

S1409 では、入力された補正後画像データ内の全ての 1 次元領域について処理が終了したかどうかを判定する。未処理の 1 次元領域があれば、S1401 に戻って次の注目 1 次元領域を決定して処理を続行する。一方、全ての 1 次元領域について処理が完了している場合には、本フローを終了する。

#### 【0045】

以上が、本実施形態の量子化処理部 203' における量子化処理の内容である。

#### 【0046】

以上のとおり本実施形態では、ノズル列に平行な y 方向に複数（P 列）連続する 1 次元領域（Q 画素）で構成される 2 次元領域（P 列  $\times$  Q 画素）において目標ドット数 S が導出される。そして、1 次元領域毎の合計ドット数  $S_n$  の総計 T が目標ドット数 S と一致するように、1 つ以上の 1 次元領域における合計ドット数  $S_n$  を変更する。従って、ノズル列に垂直な x 方向における望ましい出力特性（合計ドット数  $S_n$ ）をなるべく反映しつつ、ノズル列に平行な y 方向をも加味した総合的な出力特性（目標ドット数 S）となるように出力値を得ることができる。これにより、ノズル毎のスジムラ補正の精度を維持しつつ、より粒状性の良好な高品質なハーフトーン画像データを生成することができる。

#### 【実施形態 3】

#### 【0047】

次に、ノズル列に垂直な x 方向のドット分散性が高くなるように閾値配置を調整したディザマトリクスを使用することにより、より高品質なハーフトーン画像データを生成する態様を、実施形態 3 として説明する。

#### 【0048】

（一般的なディザマトリクスの問題点）

一般的なディザマトリクスは、均一な階調の画像データをディザ処理した結果においてドットができるだけ分散し粒状性が良くなるように、すなわち、ドット分散性が等方的となるように、閾値が配置されている。そのため、均一な階調の画像データに対しては、粒状性の良好な出力結果を得ることができる。このような一般的なディザマトリクスを、ノズル列に平行な y 方向において画素値が一樣ではない画像データに対して適用すると、狙った粒状性が得られなかった。これは、ディザマトリクスを構成する複数の閾値のうちオンドットになりやすい小さい閾値が、同一ノズルについて特定の領域に偏ると、当該ノズルについてのドット配置に偏り（ドットの疎密）が発生するためである。特に、スジムラ補正が施された後の画像データのように、ノズル毎に平均階調値が異なる画像データをディザ処理した場合、ノズル単位でのドットの疎密が顕在化し、粒状性を劣化させてしまう。

#### 【0049】

ここで、図 15 に示す具体例を参照して詳しく説明する。図 15 (a) は画像全体が一樣な階調値（128 で一定）を持つ画像データを示し、同 (b) は x 方向には階調値が均

10

20

30

40

50

一（128で一定）であるがy方向には階調値が変動（0と128を繰り返す）する画像データを示している。両者の違いを分かりやすく説明するために、図15（b）の画像データを、極端にy方向に階調値の変動が生じた高周波画像データとしている。そして、図15（c）及び（d）は、一般的なディザマトリクスを使用してディザ処理した結果得られるドットパターンを示し、図15（c）が図15（a）の画像データに対するディザ処理結果、同（d）が図15（b）の画像データに対するディザ処理結果を示す。図15（d）のディザ処理結果におけるドットパターンは、図15（c）のディザ処理結果におけるドットパターンから1列おきにドットパターンを抽出して得られる結果と同等である。ドット分散性が等方的なディザマトリクスを使用すると、図15（a）に示す画像全体で階調が均一な画像データの場合は、ドット分散性が良好な出力結果を得ることができる。しかしながら、図15（b）に示す階調が不均一な画像データの場合は、ノズル単位でのドット配置の疎密が顕在化し、ドット分散性が劣化した出力結果となってしまう。ここでは、極端な例を挙げて説明したが、ノズル列に平行なy方向における画素値が一様ではない画像データにおいては、その程度の差はあるものの同様の現象が生じることになる。

10

#### 【0050】

そこで、本実施形態では、各ノズルで形成されるドットが高分散になるように、ディザマトリクスにおける閾値配置を調整する。すなわち、x方向のドットの分散性が、その他の方向のドットの分散性よりも高くなるように閾値の配置を改良したディザマトリクス（以下、「改良型ディザマトリクス」と呼ぶ。）を用いる。図15（e）及び（f）は、本実施形態に係る改良型ディザマトリクスを使用して得られるディザ処理結果を示している。図15（e）が図15（a）に示す画像全体で階調が均一な画像データに対するディザ処理結果、図15（f）が、図15（b）に示す階調が不均一な画像データに対するディザ処理結果である。図15（f）のディザ処理結果におけるドットパターンは、図15（e）のディザ処理結果におけるドットパターンから1列おきにドットパターンを抽出して得られる結果と同等である。図15（e）を見ると、図15（c）と比較してもドットパターンに変化は見られない。さらに、図15（f）を見ると、図15（d）と比較して、ドット分散性の劣化が抑制されていることが分かる。

20

#### 【0051】

##### （改良型ディザマトリクスの作成）

続いて、x方向のドット分散性を、その他の方向のドット分散性よりも高くなるように閾値配置を調整した改良型ディザマトリクスの作成方法について説明する。図16は、改良型ディザマトリクスの作成に用いる一般的なコンピュータ（情報処理装置）のハードウェア構成の一例を示す図である。図16に示す情報処理装置1600は、CPU1601、ROM1602、RAM1603、HDD1604及びネットワークI/F1605を有する。CPU1601は、プログラム等に従って情報処理装置1600全体の動作を制御する。RAM1603は、CPU1601の主メモリ、ワークエリア等の一時記憶領域として用いられる。HDD1604は、各種プログラムを記憶する大容量記憶部である。本実施形態に係る改良型ディザマトリクスの作成は、HDD1604等に格納された対応する制御プログラムをRAM1603に展開し、CPU1601がこれを実行することで実現される。ネットワークI/F1605は、情報処理装置1600をLAN等のネットワークに接続するインターフェースである。情報処理装置1600は、ネットワークI/F1605を用いて、LAN上のプリンタ100に対してディザマトリクスのデータを提供する。図17は、情報処理装置1600における、改良型ディザマトリクスの作成を実現するソフトウェア構成を示すブロック図である。図17に示すとおり、ドットパターン生成部1701、フィルタ部1702、ドット配置部1703が協働することにより、改良型ディザマトリクスが作成される。なお、図17に示す要素の一部又は全部をハードウェア（回路）で実現してもよい。

30

40

#### 【0052】

一般的なディザマトリクスと同様、本実施形態に係る改良型ディザマトリクスは、x方向のサイズをSx行、y方向のサイズをSy列とした二次元配列である。SxとSyは任

50

意の自然数であるが、典型的には2のべき乗の辺の長さをもつ四角形で各辺が256画素以上（例えば256×256画素や512×512画素）が好適である。本実施形態では、 $S_x = S_y = 256$ とする。ドット分散型のディザマトリクスを作成する手法として、Void&Cluster法が知られている。Void&Cluster法は、ローパスフィルタを適用して平滑化濃度画像を求め、局所的な濃度変動を抑える様にドットを追加/削除すべき配置を決定する手法である。本実施形態に係る改良型ディザマトリクスもドット分散型のブルーノイズ特性を有するディザマトリクスであり、Void&Cluster法を用いて作成する。以下の説明において、Void&Cluster法の実行過程で生成されるドットパターンを $d(x, y)$ で表すものとする。 $(x, y)$ は位置座標を示す。 $d(x, y)$ は二次元の配列で、そのサイズは作成対象のディザマトリクスと同じである。 $d(x, y)$ の各画素の値は、ドットが存在するときは“1”、ドットが存在しないときは“0”とする。ドットパターン $d(x, y)$ は、反復過程において変化する。反復過程を経て、ドット数が0個のドットパターンから、ドット数が $S_x \times S_y$ 個までの、 $S_x \times S_y + 1$ 通りのドットパターンが生成される。そのため、ドットパターン $d(x, y)$ におけるドット数を $g$ としたとき、この $g$ を用いることで、反復過程における、ある1つの時点を特定できる。以下の説明では、オンドットの数を示す $g$ を「階調 $g$ 」と呼ぶことにする。また、以下の説明では、階調が $g$ のときのドットパターン $d(x, y)$ を「 $d(g, x, y)$ 」あるいは $x$ と $y$ を省略して単に「 $d(g)$ 」と表記する。

10

#### 【0053】

図18は、本実施形態に係る、改良型ディザマトリクスの作成の流れを示すフローチャートである。以下、図17の機能ブロック図を参照しつつ、本実施形態に係る改良型ディザマトリクスの作成処理について詳しく説明する。本実施形態では、ドットが1つも存在しない画像を起点として、階調 $g = 65536$ に達するまでドットの追加を繰り返す行なうことで、改良型ディザマトリクスを得る。なお、以下の説明では、生成過程または生成後の閾値マトリクスを「 $M(x, y)$ 」と表記するものとする。以下、図17のフローに沿って詳しく説明する。

20

#### 【0054】

S1801では、ドットパターン生成部1701が、初期ドットパターン $d(g_0)$ を生成する。初期ドットパターンの階調は任意であるが、できるだけ低階調から開始するのが望ましい。本実施形態では、ドットが1つも存在しない状態を起点とするので初期ドットパターン $d(g_0)$ はゼロ階調( $g = 0$ )である。

30

#### 【0055】

S1802～S1806は、ステップ1801で生成した初期ドットパターン $d(g_0)$ を起点としたドットの追加を、階調 $g$ の値が $g_{MAX}$ に達するまで反復する処理である。つまり、階調が $g$ のドットパターンに対してドットを1つ追加してその隣接する階調(すなわち、階調が $g + 1$ )のドットパターンを生成するという動作が繰り返される。ここで、 $g_{MAX} = g_0$ であり、本実施形態では、 $g_{MAX} = S_x \times S_y = 65536$ とする。これにより、全階調におけるドット配置が決定される。

#### 【0056】

S1802では、フィルタ部1702が、階調 $g$ に対応するドットパターン $d(g)$ に対してローパスフィルタを適用して各方向における濃度分散成分、中でも $x$ 方向の濃度分散成分を抽出し、その分布状態を示す情報である濃度変動マップ $n(g)$ を生成する。濃度変動マップ $n(g)$ は、ドットパターン $d(g)$ と同じサイズの二次元配列であり、ドットパターン $d(g)$ と同様に、配列の値が階調 $g$ によって変化する。濃度変動マップ $n(g)$ において、その値が小さい場所ほど平滑化濃度が低い(ドットが疎ら)と評価でき、逆に、その値が大きい場所ほど平滑化濃度が高い(ドットが密)と評価できる。この濃度変動マップ $n(g)$ を用いて、階調が $g$ のドットパターン $d(g)$ におけるドットの分散性、特に $x$ 方向におけるドットの疎密を評価する。ディザマトリクスは、入力画像データに対してその適用する位置を変えながら周期的に使用される。そのため、本ステップにおけるフィルタ処理では、ドットパターン $d(g)$ とフィルタ係数 $f$ との巡回畳み込み演

40

50

算によって、濃度変動マップ  $n(g)$  を生成する。巡回畳み込み演算は、通常の畳み込み演算を、周期的境界条件を設定したドットパターン  $d(g)$  と、フィルタ係数  $f$  との間で行う演算である。なお、フィルタ係数  $f$  の詳細は後述する。

【0057】

S1803では、ドット配置部1703が、S1802で生成した濃度変動マップ  $n(g)$  を用いて、ドット密度が最も低い部分にドットを追加する処理を行う。具体的には、ドットが存在せず、かつ、濃度変動マップ  $n(g, x, y)$  の値が最少である位置  $(x, y)$  にドットを追加する。具体的には、現時点のドットパターン  $d(g, x, y)$  において画素値が“0”になっている画素の中から、濃度変動マップ  $n(g, x, y)$  の値が最小となる位置  $(x_{MIN}, y_{MIN})$  を探索する。そして、当該ドットパターン  $d(g, x_{MIN}, y_{MIN})$  の画素値を“1”にする。なお、濃度変動マップ  $n(g, x, y)$  の値が最小となる位置が複数存在する場合は、当該複数の位置の中からドットを追加する位置をランダムに1つ選択すればよい。これにより、階調毎に順次  $x$  方向のドットの分散性がその他の方向のドットの分散性よりも高くなるように閾値配置を決定することができる。つまり、階調に依存しない、ノズル毎の  $x$  方向のドット分散性が高いドットパターンを生成可能となる。

10

【0058】

S1804では、S1803でドットが追加された位置  $(x_{MIN}, y_{MIN})$  に基づき、ディザマトリクス  $M(x, y)$  における閾値が設定される。具体的には、ディザマトリクス  $M(x, y)$  の値として、現在の  $g$  の値が設定される。続くステップ1805では、階調  $g$  の値がインクリメントされて、 $g = g + 1$  となる。

20

【0059】

S1806では、階調  $g$  の値が  $g_{MAX}$  (ここでは65536) に達したか否かが判定される。判定の結果、 $g = g_{MAX}$  でなければS1802に戻り、処理が続行される。一方、 $g = g_{MAX}$  であればS1807に進む。

S1807では、ディザ処理の対象となる入力画像データの画素値のレンジに応じて、ディザマトリクスの閾値のレンジが調整される。本ステップまで処理が進んだ段階で、ディザマトリクス  $M(x, y)$  には、1 ~  $g_{MAX}$  まで (本実施形態の場合は1 ~ 65536) の値が格納されている。ディザ処理を行う際の入力画像の信号値が例えば8ビットで表される場合は、画素値のレンジが0 ~ 255であるため、1 ~ 65536までの閾値が格納されたディザマトリクスを使用しても、適切な量子化結果を得ることができない。そこで、本ステップにおいて、想定される入力画像の信号値のビット数に合うように、ディザマトリクス  $M(x, y)$  の値のレンジを調整する。例えば、ディザマトリクスの値のレンジを  $t_{h_{MIN}}$  から  $t_{h_{MAX}}$  に変更したい場合は、レンジ調整後のディザマトリクスの値は、 $a \times M(x, y) + b$  の整数部となる。ただし、 $a = (t_{h_{MAX}} - t_{h_{MIN}}) \div (g_{MAX} - g_{MIN})$ 、 $b = t_{h_{MIN}} - a \times g_{MIN}$  である。なお、レンジ調整の方法は上述の方法に限らず、公知の方法を用いればよい。

30

【0060】

以上のような処理によって、本実施形態に係る改良型ディザマトリクスが作成される。図19(a)は、改良型ディザマトリクスから得られる複数の階調におけるドットパターンの一例を示す図である。図19(a)において、横軸が上述の  $y$  方向に対応し、縦軸が上述の  $x$  方向に対応している。また、図19(b)は、図19(a)に示す各階調のドットパターンを2次元フーリエ変換した結果 (空間周波数領域での分布) を示した図である。図19(b)における点線で囲った部分が示すとおり、改良型ディザマトリクスにおける閾値配置の場合、どの階調においても、 $x$  方向の低周波数成分が抑制されており、 $x$  方向におけるドット分散性がその他の方向のドット分散性に比べて向上しているのが分かる。このように、階調に拠らず、 $x$  方向の低周波成分がすべて抑制されているので、スジムラ補正によってノズル毎に階調変化が発生しても、ノズル毎のドット分散性を高いまま保つことができる。故に、スジムラ補正による粒状性の劣化やアーティファクトも発生しない。なお、抑制される  $x$  方向の低周波成分は、人の目の周波数特性 (視覚の空間周波数感

40

50

度特性)を踏まえ、視認されやすくなる10 cycle/mm以下であることが望ましい。

【0061】

(フィルタ係数の詳細)

続いて、S1802のフィルタ処理で使用するフィルタ係数fについて説明する。このフィルタ係数fは、二次元配列であり、本実施形態ではドットパターンd(g)と同じサイズとする。すなわち、x方向のフィルタサイズをSfx、y方向のフィルタサイズをSfyとしたとき、Sfx = Sfy = 256とする。ドットからの距離rが下記の式(1)で表されるとき、本実施形態のフィルタ係数fは下記の式(2)で表される。

【0062】

【数1】

$$r = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2} \quad \dots \text{式(1)}$$

10

【0063】

【数2】

$$\text{if}(y \neq y_0) \quad f(x, y) = \frac{1}{(r+1)} \quad \dots \text{式(2)}$$

【0064】

上記式(1)及び式(2)において、(x, y)は座標を表す。x<sub>0</sub>及びy<sub>0</sub>はフィルタ係数fの中心座標を表し、x<sub>0</sub> = Sfx ÷ 2、y<sub>0</sub> = Sfy ÷ 2である。前述のS1803では、濃度変動マップn(g)を緩和するようにドットを追加することにより、ドットの疎密を低減し、これにより低粒状性を実現する。これを好適に実現するためには、ドット同士の間隔を抽出する必要がある、それにはフィルタ係数fをドットからの距離rの逆数の関数にすればよい。なお、ここでは、距離r = 0におけるゼロ割を避けるため、f = 1となるように分母に1を加算している。さらに、本実施形態に係る改良型ディザマトリクスの特徴である、x方向のドット分散性がその他の方向のドット分散性よりも高くなるように調整するためには、下記式(3)に示すように、y = y<sub>0</sub>においてfを倍する。

20

【0065】

【数3】

$$\text{if}(y = y_0) \quad f(x, y) = \frac{\alpha}{(r+\alpha)} \quad \dots \text{式(3)}$$

30

【0066】

この場合において、α > 1であり、本実施形態では例えばα = 2とする。これにより、ドットの疎密の評価に関して、x方向のドットの疎密の影響度をその他の方向のドットの疎密の影響度よりも大きくすることができる。その結果、x方向のドット分散性が、その他の方向のドット分散性よりも高くなるように閾値を配置することが可能となる。なお、上記式(3)においても、上記式(2)と同様に、距離r = 0におけるゼロ割を避けるため、f = 1となるように分母にαを加算している。

【0067】

以上が、本実施形態に係る改良型ディザマトリクスを得るためのフィルタ係数fの説明である。

40

【0068】

(改良型ディザマトリクスによる効果)

本実施形態に係る改良型ディザマトリクスを用いて、実施形態1又は2で説明したディザ処理を行った場合の効果を説明する。前述した2つの実施形態におけるディザ処理では、スジムラ補正が施された後の画像データにおける画素値がノズル列に垂直なx方向に均一化されるように量子化されるので、x方向において望ましい出力結果を得ることができる。さらに、本実施形態の改良型ディザマトリクスを用いることで、ノズル列に平行なy方向に画素値の変動があったとしても、粒状性の良好なドット配置を実現することが可能と

50

なる。つまり、入力画像データの各画素値におけるx方向の変動に対しては、実施形態1及び2のディザ処理手法によって画素値が均一化されるように量子化することで、入力画像データが表す濃度パターンとディザマトリクスにおける閾値パターンとの干渉を抑制する。一方で、入力画像データの各画素値におけるy方向の変動に対しては、改良型ディザマトリクスを用いることで、上述の干渉を抑制する。これにより、入力画像データにおける濃度パターンの変動に関わらず、ノズル毎のスジムラ補正の精度を維持しつつ、粒状性の良好な高品質なハーフトーン画像データを得ることができる。また、入力画像データにおける濃度パターンの変動に依存しないため、入力画像データの特徴に応じてディザマトリクスを切り替える等の処理が不要になるというメリットもある。したがって、スジムラ補正の強弱に関わらず、入力画像全体に同一のディザマトリクスを用いてディザ処理することが可能となる。

10

#### 【0069】

<その他の実施形態>

なお上述の実施形態では、フルライン型の記録ヘッドについて説明したが、シリアル型の記録ヘッドであってもよい。シリアル型の場合には、記録媒体上における同じ領域に記録ヘッドを用いて複数回記録走査することにより画像を形成する。この時、1回の記録走査において、フルライン型と同様にスジムラが生じる場合がある。そのため上述の実施形態と同様に、ノズルごと補正処理を実行する場合に、1ノズルに対応する1次元領域ごとに、量子化処理を実行することにより、同様の効果を奏することができる。また、x方向とy方向は必ずしも垂直に交差していなければならないというわけではなく、用紙搬送方向がノズル並び方向に対して凡そ垂直であればよい。例えば、ノズル列が用紙搬送方向に対して一定の傾きを持っていてもよいし、シリアル型の記録ヘッドを構成する各ノズル列が波型に連結されていてもよい。

20

#### 【0070】

さらに例えば、色材としてトナーを使用する電子写真方式のプリンタ対しても、上述の実施形態を適用することもできる。電子写真方式のプリンタにおいては、一方向に生じるスジ状のムラを補正する処理を入力画像データに対して行なっている場合、本実施形態を適用することで、高画質なハーフトーン画像データを得ることができる。

#### 【0071】

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。

30

#### 【符号の説明】

#### 【0072】

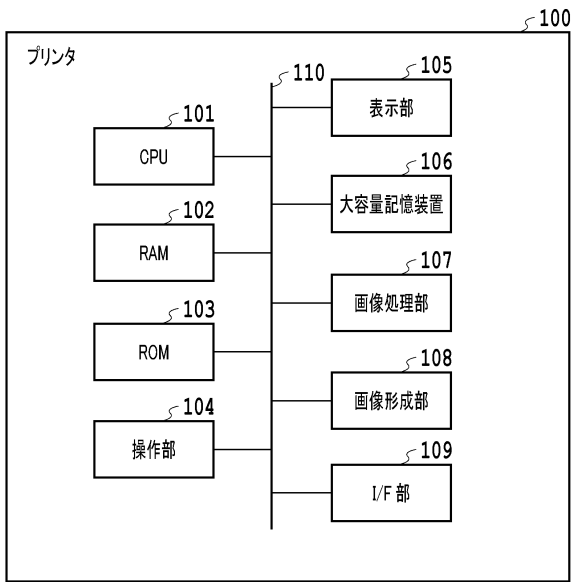
- 107 画像処理部
- 108 画像形成部
- 202 補正処理部
- 203 量子化処理部

40

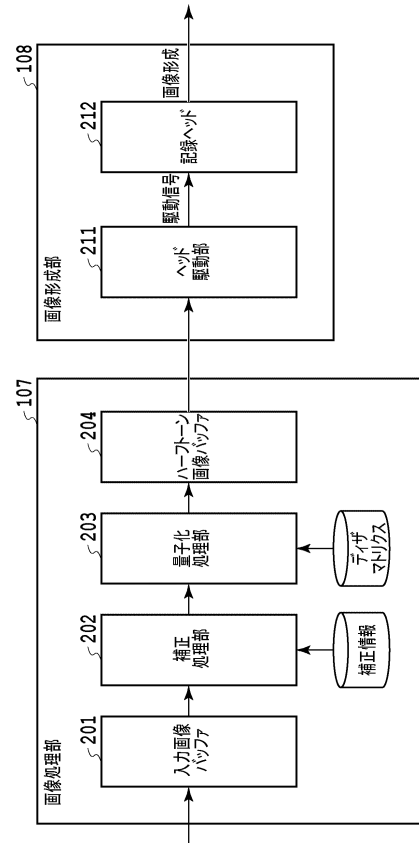


【 図 面 】

【 図 1 】



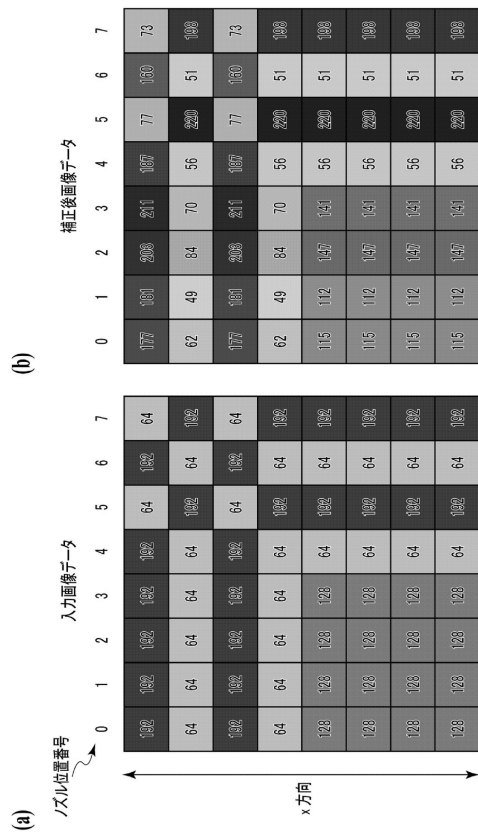
【 図 2 】



【 図 3 】

ノズル位置番号	0	1	2	3	4	5	6	7	...
入力階調	出力階調								
0	0	0	0	0	0	0	0	0	...
32	29	21	48	35	26	38	26	39	...
64	62	49	84	70	56	77	51	73	...
96	86	79	117	106	87	115	77	106	...
128	115	112	147	141	119	154	102	137	...
160	144	146	176	176	153	192	128	168	...
192	177	181	203	211	187	220	160	198	...
224	202	218	230	246	221	240	200	227	...
255	255	255	255	255	255	255	255	255	...

【 図 4 】



10

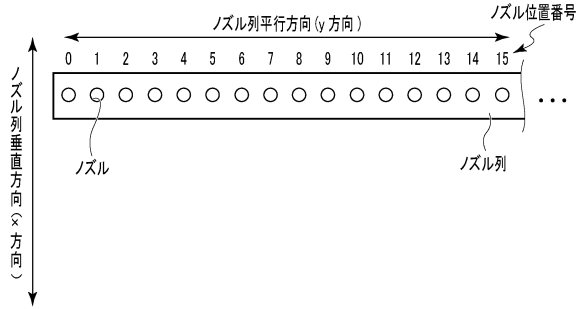
20

30

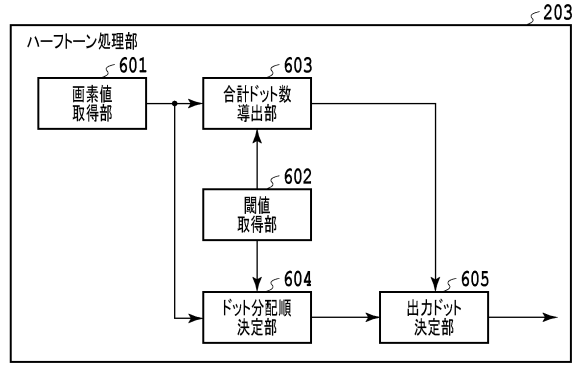
40

50

【 図 5 】

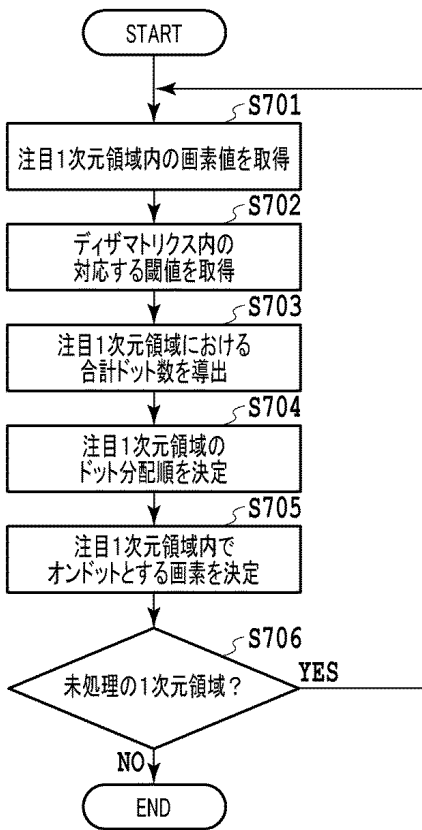


【 図 6 】

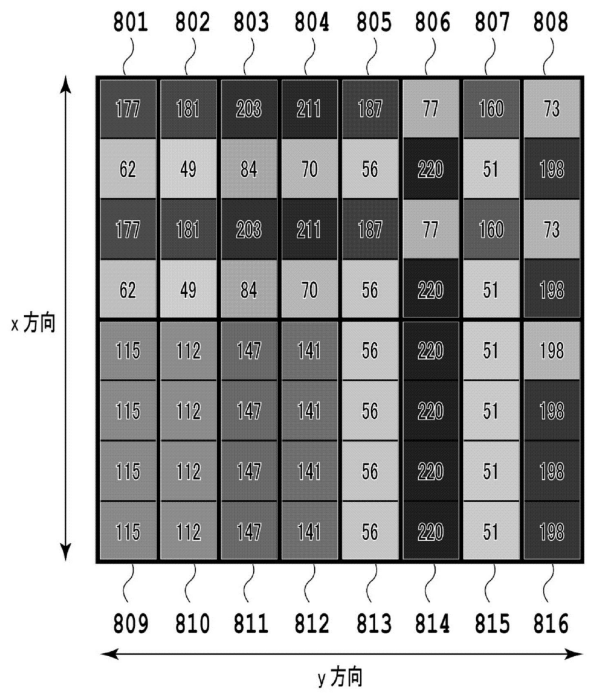


10

【 図 7 】



【 図 8 】



20

30

40

50

【 図 9 】

	901	902	903	904	905	906	907	908
x 方向	172	106	34	203	55	229	38	140
	116	16	217	66	175	90	197	17
	191	154	98	131	4	189	118	165
	70	223	53	251	147	43	240	77
	134	29	166	80	212	108	24	177
	243	112	226	11	126	201	66	247
	16	196	47	182	57	159	94	122
	160	85	139	102	235	20	221	40
	909	910	911	912	913	914	915	916
	y 方向							

【 図 1 0 】

x 方向	2	2	3	2	2	2	1	2
	1	2	2	3	0	4	1	3
	y 方向							

10

20

【 図 1 1 】

3	1	4	2	3	1	3	2	4	1
4	2	3	1	4	3	2	4	2	4
2	4	1	3	2	3	1	4	3	2
2	3	4	3	1	2	4	1	3	3
1	4	2	1	3	4	1	4	1	2
1	2	3	4	3	4	1	4	2	2
1	4	3	2	4	3	4	1	3	3
1	4	3	2	2	4	4	1	3	3
-67	122	-152	132	8	169	75	5		
181	-146	130	-119	4	-133	30	-54		
-92	42	-112	183	80	105	27	-14		
121	-169	177	-91	-181	31	-174	-8		
21	27	112	-166	61	-19	83	-19		
-49	-15	19	-70	130	-82	0	-128		
76	-43	61	-41	-1	100	-84	89		
158	-170	200	-179	39	8	27	-45		
	y 方向								
	x 方向								

【 図 1 2 】

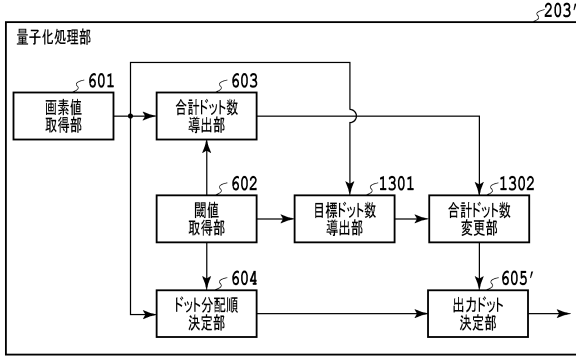
x 方向	1	1	1	2	2	4	1	3
	4	2	4	3	4	2	3	1
	3	3	2	1	1	3	2	4
	2	4	3	4	3	1	4	2
	2	1	3	2	3	2	1	3
	4	3	4	1	2	4	2	4
	1	4	1	4	1	3	3	2
	3	2	2	3	4	1	4	1
		y 方向						

30

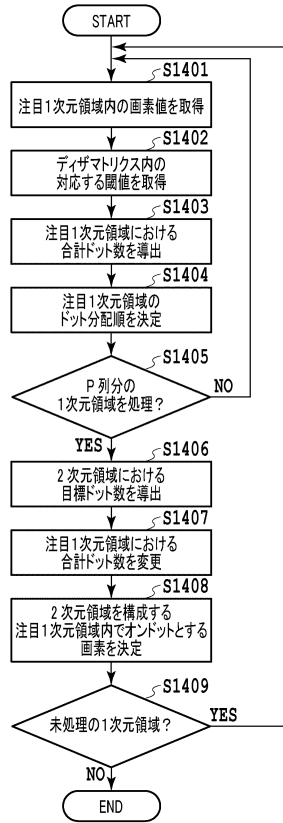
40

50

【図 1 3】



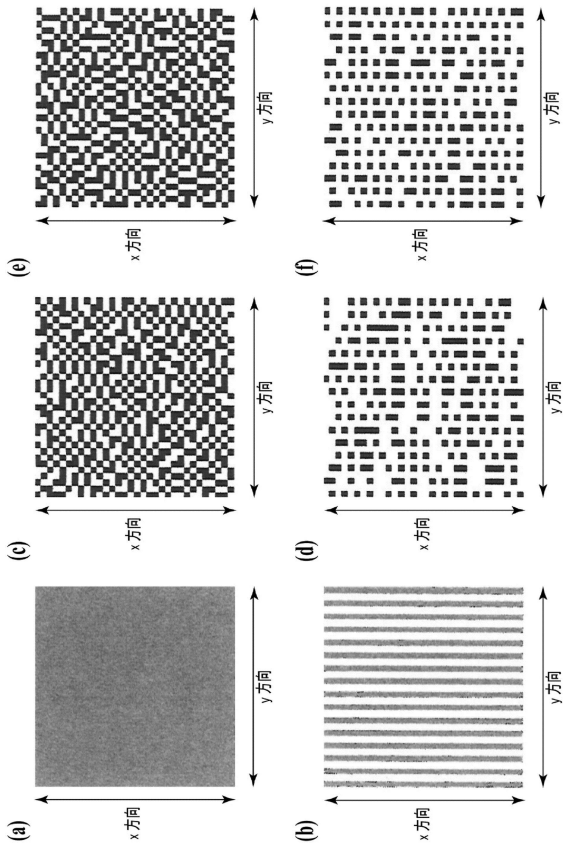
【図 1 4】



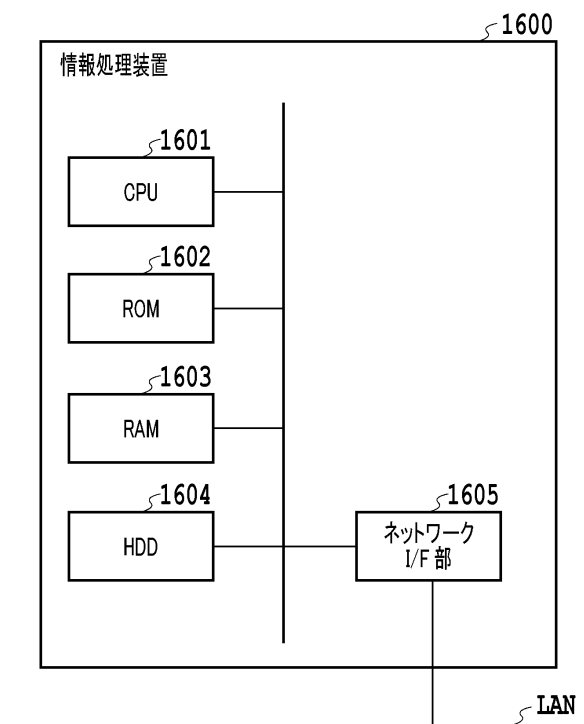
10

20

【図 1 5】



【図 1 6】

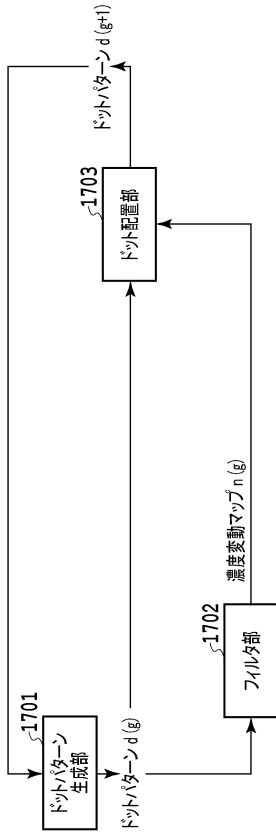


30

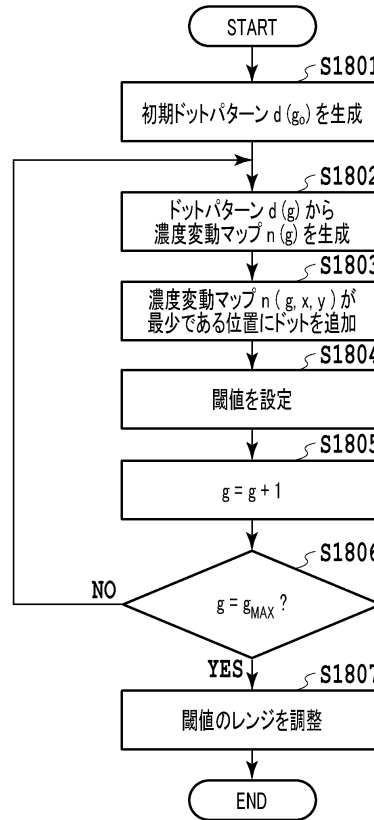
40

50

【図 17】



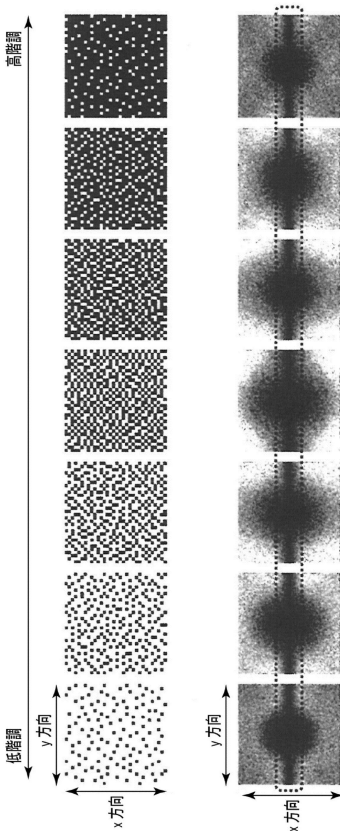
【図 18】



10

20

【図 19】



30

40

50

---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2016-021735(JP,A)  
特開2014-144610(JP,A)  
特開2017-200003(JP,A)  
特開2017-103562(JP,A)  
特開2008-030432(JP,A)  
特開2007-076306(JP,A)  
特開2007-194904(JP,A)  
特開2002-190963(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
B41J 2/52  
B41J 2/01  
B41J 2/21  
H04N 1/405