

(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2005-252893

(P2005-252893A)

(43) 公開日 平成17年9月15日(2005.9.15)

(51) Int.Cl.⁷

H04N 1/405

F I

H04N 1/40

B

テーマコード (参考)

5C077

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2004-63204 (P2004-63204)

(22) 出願日 平成16年3月5日(2004.3.5)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(74) 代理人 100077665

弁理士 千葉 剛宏

(74) 代理人 100116676

弁理士 宮寺 利幸

(72) 発明者 井上 義章

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地

富士写真フイルム株式会社内

(72) 発明者 小林 史和

静岡県榛原郡吉田町川尻4000 富士写

真フイルム株式会社内

最終頁に続く

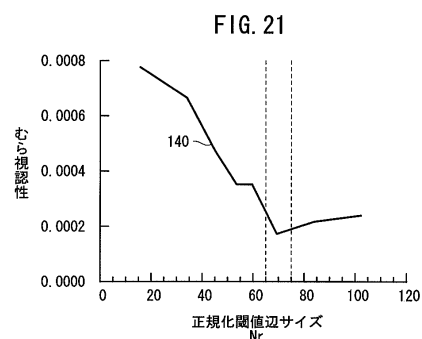
(54) 【発明の名称】 閾値マトリクス

(57) 【要約】

【課題】 ハイライト側では確実にドットがつき、中間調ではざらつきが低減されかつドットゲインの少ない画像を発生させることができる閾値マトリクスを提供する。

【解決手段】 1つの閾値マトリクスの中に、パターン周波数 r が何回繰り返すかを示す指標として正規化閾値辺サイズ Nr を、閾値マトリクスの1辺のサイズを N 〔画素〕、出力解像度を R としたとき、 $Nr = N \times r / R$ で定義し、この正規化閾値辺サイズ Nr が6.5を超えない値となるように閾値配列を決定する。

【選択図】 図21



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

連続調画像を 2 値画像であるドットパターンに変換する閾値マトリクスにおいて、前記ドットパターンを構成するドットの最小構成画素数を 2×2 画素ドットとし、パターン周波数 r 、黒化率 Q 、及び出力解像度 R のドットパターンの単位面積当たりの基準周囲長割合 Ref_sur を、 $Ref_sur = (4 \times r \times Q^{1/2}) / R$ で定義し、黒化率 Q に対応する閾値マトリクスにより発生されるドットパターンに対して求めた単位面積当たりの周囲長割合を Mes_sur とするとき、ドットパターン周囲長評価指数である Mes_sur / Ref_sur が $0 \sim 1$ の全ての黒化率 Q において 1.14 を超えないドットパターンを発生し、

10

1 つの閾値マトリクスの中に、前記パターン周波数 r が何回繰り返すかを示す指標としての正規化閾値辺サイズ Nr を、閾値マトリクスの 1 辺のサイズを N [画素] としたとき、 $Nr = N \times r / R$ で定義し、この正規化閾値辺サイズ Nr が 65 を超えない値となるように閾値配列が決定されている

ことを特徴とする閾値マトリクス。

【請求項 2】

連続調画像を 2 値画像であるドットパターンに変換する閾値マトリクスにおいて、パターン周波数 r 、黒化率 Q 、及び出力解像度 R のドットパターンの単位面積当たりの基準周囲長割合 Ref_sur を、 $Ref_sur = (4 \times r \times Q^{1/2}) / R$ で定義し、黒化率 Q に対応する閾値マトリクスにより発生されるドットパターンに対して求めた単位面積当たりの周囲長割合を Mes_sur とするとき、ドットパターン周囲長評価指数である Mes_sur / Ref_sur が $0 \sim 1$ の全ての黒化率 Q において 1.14 を超えないドットパターンを発生し、

20

1 つの閾値マトリクスの中に、前記パターン周波数 r が何回繰り返すかを示す指標として正規化閾値辺サイズ Nr を、閾値マトリクスの 1 辺のサイズを N [画素] としたとき、 $Nr = N \times r / R$ で定義し、この正規化閾値辺サイズ Nr が 75 を超えない値となるように閾値配列が決定されている

ことを特徴とする閾値マトリクス。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

この発明は、連続階調画像を 2 値画像であるドットパターンに変換する FM スクリーンあるいはストキャスティック (stochastic) スクリーンと呼ばれるスクリーンを作成するための閾値マトリクスに関し、例えばフィルムセッタ、プレートセッタ、CTP (Computer to Plate) 装置、CTC (Computer to Cylinder) 装置、DDCP (Direct Digital Color Proof) システム等の印刷分野機器 (出力システム)、その他インクジェットプリンタあるいは電子写真プリンタに適用して好適な閾値マトリクスに関する。

【背景技術】

【0002】

40

従来から、印刷分野では、線数、角度、ドット形状で特徴付けられる、いわゆる AM (振幅変調) スクリーンの他、FM (周波数変調) スクリーンが採用されている (特許文献 1 参照)。

【0003】

この FM スクリーン用の閾値マトリクスを作成する技術が上記特許文献 1 に提案されている。

【0004】

この特許文献 1 に係る技術では、既に決定された閾値の位置と新たに決定する閾値の位置との距離が最も離れるように閾値位置を決定することで閾値マトリクスを昇順あるいは降順に作成する。このようにして作成された閾値マトリクスを用いた 2 値画像のドットパ

50

ターンでは、ドットが片寄ることがなく、また、閾値マトリクスの繰り返しを原因とする周期性が現れないという優れた特徴を有する。

【0005】

なお、閾値マトリクスの作成に関し、以下に示す特許文献を上げることができる。

【0006】

特許文献2に係る技術は、あるドットパターンが持つ低周波成分で、白画素（未黒化画素）中、低周波成分が最も弱い画素と、黒化画素中、低周波成分が最も強い画素を抽出し、抽出した白画素と黒化画素を入れ替えることでドットパターンの平滑化を図る技術である（特許文献2参照）。

【0007】

特許文献3に係る技術は、閾値マトリクス中、閾値マトリクスが持つ低周波成分の最も弱い位置に次の黒化画素が配置されるように閾値位置を決定していく技術である（特許文献3参照）。

【0008】

特許文献4に係る技術は、ある階調までの閾値マトリクス中の閾値配列が決定しているとき、次階調の閾値位置を決める際、低周波成分を強めない位置に黒化画素が配置されるように閾値位置を決める技術である（特許文献4参照）。

【0009】

特許文献5に係る技術は、ある階調での理想的なドットパターンが与えられている場合に、このドットパターンに基づき、上記特許文献2～4の技術を適用し、閾値マトリクス

【0010】

【特許文献1】特開平8-265566号公報

【特許文献2】特許第3400316号公報

【特許文献3】特開2001-292317号公報

【特許文献4】特開2002-368995号公報

【特許文献5】特開2002-369005号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

ところで、FMスクリーンをオフセット印刷で用いる場合、画像品質上でざらつきが目立つという不具合がある。またFMスクリーンでは、印刷時、あるいは印刷の中間工程であるフィルム出力時、あるいはCTP装置による刷版出力時に、ドットゲインが大きくなったり、画像再現が不安定になる等の不具合が発生する。

【0012】

従来技術に係るFMスクリーンでは、1（1×1）画素FM、4（2×2）画素FMのように、構成画素数が1画素からなるドット、あるいは4画素からなるドットのようにドットサイズが決定されると、FMスクリーンを作成するアルゴリズムによって閾値マトリクスを構成する閾値の配列が決定されて出力品質が決定してしまい、ドットサイズのみが、FMスクリーンの品質を決めるパラメータになっている。例えば、ハイライト側で2×2画素FMのドットを安定して再現することができない出力システムに対して、ドットサイズを3×3画素FMに決定すると、中間調の解像度（パターン周波数あるいはパターン解像度という。）が低下し画像品質が低下する。

【0013】

図25には、従来技術に係るドットサイズが2×2画素FMの網パーセントが5%のハイライトHL側でのドットパターン1と、網パーセントが50%の中間調でのドットパターン2を示すとともに、ドットサイズが3×3画素FMの網パーセントが5%のハイライトHL側でのドットパターン3と、網パーセントが50%の中間調でのドットパターン4を示している。

【0014】

10

20

30

40

50

また、図 26 は、図 25 の 2×2 画素 FM のドットパターン 2 に対して FFT（高速フーリエ変換）をかけた場合のパワー図を示し、図 27 は、図 25 の 3×3 画素 FM のドットパターン 4 に対して FFT をかけた場合のパワー図を示している。

【0015】

図 25 中、中間調の 50% において、 2×2 画素 FM のドットパターン 2 は、 3×3 画素 FM のドットパターン 4 に比較してざらつきは少ないが、網パーセントの印刷への再現性は悪い。その一方、中間調の 50% において、 3×3 画素 FM のドットパターン 4 のパターン周波数 6 は約 13 [c/mm] であり、 2×2 画素 FM のドットパターン 2 のパターン周波数 5 である約 20 [c/mm] に比較して低くなる。ここで、ピーク値のパターン周波数 6、5 は、それぞれピーク空間周波数 f_{peak} と呼ぶ。

10

【0016】

なお、イメージセッタ及び CTP（Computer to Plate）装置等の出力システムの出力解像度（以下、出力システムの解像度を出力解像度 R という。）は、例えば $2540 \text{ [画素/インチ]} = 100 \text{ [画素/mm]}$ （や $2400 \text{ [画素/インチ]} = 94.488 \text{ [画素/mm]}$ ）のように設定されているが、この場合、 1×1 画素 FM のドットサイズが $10 \text{ [μm]} \times 10 \text{ [μm]}$ （ $10.6 \text{ [μm]} \times 10.6 \text{ [μm]}$ ）となり、 2×2 画素 FM のドットサイズが $20 \text{ [μm]} \times 20 \text{ [μm]}$ （ $21.2 \text{ [μm]} \times 21.2 \text{ [μm]}$ ）になる。この明細書において、出力解像度 R と図 26、図 27 に示したドットパターン 2、4 のパターン周波数 5、6 とは異なる。

【0017】

このような従来技術に係る FM スクリーンでは、上述したように、ドットサイズのみが品質を決定するパラメータとなっている。

20

【0018】

これら従来技術に係る FM スクリーンでは、AM スクリーンと比較して、同じ網パーセントにおいてもドットの周囲長（詳細は、後述する。）が長いことが関係していると予測される。

【0019】

閾値マトリクスは、 $N \times M$ （通常 $N = M$ ）画素を階調再現の 1 つの単位と考え、これに対応する $N \times M$ 個の閾値が配列されている。この閾値マトリクス（ディザマトリクスとも言われる。）を繰り返し並べて連続調画像データと比較するため、閾値マトリクスの繰り返し単位を原因とするピッチや角度でむらが発生することがある。

30

【0020】

例えば、出力システムの解像度 R が $2540 \text{ [画素/インチ]} = 100 \text{ [画素/mm]}$ で、 $100 \text{ 画素} \times 100 \text{ 画素}$ に対応する $100 \times 100 \text{ [個]}$ の閾値マトリクスを得ようとした場合、 1 [mm] ピッチの格子状のむら（ノイズ成分）や、 45 度 傾いた約 0.71 [mm] ピッチのむらが発生したりする。

【0021】

この発明は、上述した従来技術に係る FM スクリーンの課題を考慮してなされたものであり、最小サイズのドットと中間調におけるパターン周波数を自由に設定できて出力システムに最適であり、かつ印刷適性に優れる高品質の画像を再現することを可能とする閾値マトリクスを提供することを目的とする。

40

【0022】

また、この発明は、閾値マトリクスの繰り返し単位を原因とするむらの発生を低減することを可能とする閾値マトリクスを提供することを目的とする。

【0023】

さらに、この発明は、閾値マトリクスのサイズ（構成閾値数）を原因とするむらの発生を低減することを可能とする閾値マトリクス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】

【0024】

この発明の閾値マトリクスは、連続調画像を 2 値画像であるドットパターンに変換する

50

閾値マトリクスにおいて、前記ドットパターンを構成するドットの最小構成画素数を 2×2 画素ドットとし、パターン周波数 r 、黒化率 Q 、及び出力解像度 R のドットパターンの単位面積当たりの基準周囲長割合 Ref_sur を、 $Ref_sur = (4 \times r \times Q^{1/2}) / R$ で定義し、黒化率 Q に対応する閾値マトリクスにより発生されるドットパターンに対して求めた単位面積当たりの周囲長割合を Mes_sur とするとき、ドットパターン周囲長評価指数である Mes_sur / Ref_sur が $0 \sim 1$ の全ての黒化率 Q において 1.14 を超えないドットパターンを発生し、1つの閾値マトリクスの中に、前記パターン周波数 r が何回繰り返すかを示す指標としての正規化閾値辺サイズ Nr を、閾値マトリクスの1辺のサイズを N [画素] としたとき、 $Nr = N \times r / R$ で定義し、この正規化閾値辺サイズ Nr が 65 を超えない値となるように閾値配列が決定されていることを特徴とする（請求項1記載の発明）。 10

【0025】

また、この発明の閾値マトリクスは、連続調画像を2値画像であるドットパターンに変換する閾値マトリクスにおいて、パターン周波数 r 、黒化率 Q 、及び出力解像度 R のドットパターンの単位面積当たりの基準周囲長割合 Ref_sur を、 $Ref_sur = (4 \times r \times Q^{1/2}) / R$ で定義し、黒化率 Q に対応する閾値マトリクスにより発生されるドットパターンに対して求めた単位面積当たりの周囲長割合を Mes_sur とするとき、ドットパターン周囲長評価指数である Mes_sur / Ref_sur が $0 \sim 1$ の全ての黒化率 Q において 1.14 を超えないドットパターンを発生し、1つの閾値マトリクスの中に、前記パターン周波数 r が何回繰り返すかを示す指標として正規化閾値辺サイズ Nr を、閾値マトリクスの1辺のサイズを N [画素] としたとき、 $Nr = N \times r / R$ で定義し、この正規化閾値辺サイズ Nr が 75 を超えない値となるように閾値配列が決定されていることを特徴とする（請求項2記載の発明）。 20

【発明の効果】

【0026】

この発明によれば、最小サイズのドットと中間調におけるパターン周波数を自由に設定できて出力システムに最適であり、かつ印刷適性に優れた高品質の画像を再現することができる。

【0027】

また、この発明は、閾値マトリクスの繰り返し単位を原因とするむらの発生を低減することができる。 30

【0028】

さらに、この発明は、閾値マトリクスのサイズ（構成閾値数）を原因とするむらの発生を低減することができる。

【0029】

さらにまた、この発明は、特に中間調のドットパターンの解像度に対して周囲長を小さくすることができる。

【0030】

さらに具体的に説明すると、ハイライト側では確実にドットがつき、中間調ではざらつきが低減されかつドットゲインの少ない画像を発生させることができる閾値マトリクスを作成できる。 40

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

以下、この発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【0032】

図1は、この発明の実施形態に係る閾値マトリクス作成システム10の基本的な構成を示している。

【0033】

図1例の閾値マトリクス作成システム10は、均一濃度のテストパターンを含む任意の画像データIを発生するとともに、この画像データIの2次元上のアドレス（ x ， y ）を 50

発生する画像データ発生器12と、アドレス(x, y)で読み出される閾値t_hを出力する複数の閾値マトリクスT_Mを格納する閾値マトリクス格納部14と、閾値t_hと画像データIとを比較して2値画像データHを出力する比較器16と、比較器16から出力される2値画像データHに対応するドットパターンデータH_aを発生するドットパターン発生器18を含みドットパターンデータH_aが表すドットパターンが所望のドットパターンとなるように閾値マトリクスT_Mの閾値配列(閾値位置)を決定する閾値マトリクス作成装置20と、ドットパターンデータH_aに対応するドットパターンをフィルム、刷版P_P、あるいは印刷物上に形成する出力システム22とから構成されている。

【0034】

ここで、閾値マトリクス格納部14は、ハードディスク等の記録媒体であり、出力システム22を除く、画像データ発生器12、比較器16、ドットパターン発生器18及び閾値マトリクス作成装置20は、パーソナルコンピュータ(CPU、メモリ、キーボードマウス等の入力装置20a、ディスプレイ20b及びプリンタ20c等の出力装置を含む。)に格納されたプログラムを該コンピュータが実行することで達成される機能実現手段で構成することができる。また、閾値マトリクス作成装置20を構成する機能実現手段はハードウェアにより構成することも可能である。なお、閾値マトリクス作成装置20に含まれる機能実現手段の構成及び作用については後述する。

【0035】

この実施形態において、出力システム22は、基本的には、露光ユニット26と印刷版材E_Mが巻かれたドラム27とを有するCTP装置の構成とされ、図示しない主走査モータにより高速で主走査方向M_Sに回転されるドラム27に巻かれた印刷版材E_Mに対して、ドットパターンデータH_aに応じて画素毎にオンオフする複数のレーザビーム(記録ビーム)を出力する露光ユニット26を図示しない副走査モータによりドラム27の軸方向である副走査方向A_Sに移動させることで、印刷版材E_M上に潜像としての2次元画像であるドットパターンを形成する。なお、レーザビームの数は、数百チャンネルにわたる場合もある。

【0036】

ドットパターンの潜像が形成された印刷版材E_M(通常、CMYK用のスクリーン角度が異なった4種の印刷版材)は、自動現像機28により現像処理されて、顕像化されたドットパターンが形成された刷版P_Pが作成される。作成された刷版P_Pが図示していない印刷機に装着され、装着された刷版P_Pに対してインキが付けられる。

【0037】

なお、印刷版材E_Mが含む感光材料としては、特許第3461377号公報に開示されているような、アルカリ可溶性結着剤と、赤外光又は近赤外光を吸収し熱を発生する物質と、熱分解性でありかつ分解しない状態では前記結着剤の溶解性を実質的に低下させる物質を含むポジ型画像記録材料であることが好ましい。刷版P_P用の印刷版材としては、アルミ板あるいはポリエステルフィルム等の支持体上に前記各物質を含む層が設けられた感光材料を含む画像記録材料であることが好ましい。

【0038】

この場合、アルカリ可溶性結着剤としては、フェノール樹脂、アクリル樹脂、あるいはポリウレタン樹脂を含むものが用いられる。また、赤外光又は近赤外光を吸収し熱を発生する物質としては、染料、顔料、あるいはカーボンブラックが用いられる。さらに、熱分解性でありかつ分解しない状態では前記結着剤の溶解性を実質的に低下させる物質としては、オニウム塩、ジアゾニウム塩、あるいはキノンジアジド化合物を含む物質が用いられる。

【0039】

刷版P_Pに付けられたインキが印画紙等の記録媒体である印刷用紙上に転移されることで、印刷用紙上に画像が形成された所望の印刷物を得ることができる。

【0040】

また、後述するように、出力システムとしては、いわゆるレーザ光を用いた走査露光装

置に限らず、面露光方式やインクジェット方式でフィルム、刷版あるいは印刷物を描画する装置、さらには、CTC印刷機等にも適用することができる。

【0041】

なお、閾値マトリクス格納部14に格納されている閾値マトリクスTMの閾値配列は、DVD、CDROM、CD-R、半導体メモリ等のパッケージメディアであって持ち運ぶことの可能な記録媒体に記録して可搬することが可能である。

【0042】

次に、図1に示した閾値マトリクス作成システム10を使用した閾値マトリクスの作成方法について、図2のフローチャートを参照しながら説明する。なお、図2のフローチャートに係るプログラムを実行する主体は、閾値マトリクス作成装置20である。

10

【0043】

まず、ステップS1において、3つのパラメータを設定する。第1のパラメータは、閾値マトリクス格納部14に設定される閾値マトリクスTMのサイズであり、 $N \times N$ 個の画素に対応する $N \times N$ 個の閾値が格納される閾値マトリクスTMのサイズ $N \times N$ を設定する。閾値マトリクスTMは、アドレス(x, y)で決定される各位置(要素)に、 $0 \sim t_{hmax}$ をとる閾値 t_h が配置される。最大閾値 t_{hmax} の値は、8ビットの階調を持つシステムでは「255」、16ビットの階調を持つシステムでは「65535」に設定される。なお、以下、正方の閾値マトリクスサイズ $N \times N$ についての例を説明するが、長方の閾値マトリクスサイズ $N \times M$ を用いることもできる。實際上、閾値マトリクスTMは、画像の大きさに対応して、同じ閾値配列を有する閾値マトリクスサイズ $N \times N$ の閾値マトリクスTMがタイル状に複数敷き詰められた構成(スーパー閾値マトリクスSTMあるいはスーパーセルSTMと呼ぶ。)として使用に供される。閾値マトリクスTMを構成する閾値 t_h は、スーパー閾値マトリクスSTM全体の閾値配列を考慮して決定される。

20

【0044】

閾値マトリクスTMの繰り返し単位を原因とするピッチや角度で発生するむらは、閾値マトリクスTMのサイズ $N \times N$ を大きく設定すればするだけ、例えば、ドットパターンに変換しようとする連続調画像データの大きさ(サイズ)、すなわち連続調画像データの画素数と同じサイズの閾値マトリクスTMが準備できれば、閾値マトリクスTMの繰り返し単位を原因として発生するむらは視認されなくなる。しかし、閾値マトリクスTMのサイズ $N \times N$ を大きくすればするほど、閾値マトリクスTMの作成時間が膨大なものとなり、また、閾値マトリクスTMをメモリ等の記録媒体に格納して保存するための記憶容量も膨大なものとなる。さらに、仮に記録媒体に記憶できたとしても、閾値マトリクスを使用する2値化処理時に膨大な計算時間がかかることになり実用的ではない。

30

【0045】

そこで、閾値マトリクスTMのサイズ $N \times N$ は、閾値マトリクスTMの繰り返し単位を原因とするむらを考慮して、それほどには大きくない最適なサイズに決定することが好ましい。閾値マトリクスTMの最適なサイズについては後述する。

【0046】

この実施形態において、出力システム22により出力可能な画素の大きさは、 $10 [\mu m] \times 10 [\mu m] = 1 \times 1$ 画素ドット = 1画素であるものとする。 $10 [\mu m] \times 10 [\mu m]$ は、この実施形態では、印刷版材EMを露光記録する際の露光ユニット26で制御可能な最小単位である。

40

【0047】

第2のパラメータは、出力システム22から安定して出力可能な、換言すれば、出力システム22から出力される刷版PP上に安定して形成可能な最小サイズのドットの構成画素数である。この場合、最小サイズのドットは、1画素ドット(最小サイズのドットの構成画素数が1画素)、2画素ドット、3画素ドット、 2×2 画素(最小サイズのドットの構成画素数が4画素)ドット、 2×3 画素(6画素)ドット、 3×3 画素(9画素)ドット等に設定することができる。この実施形態において、刷版PP(実際上は、印刷物)上に安定して形成可能な最小サイズのドットは、ドットサイズが 2×2 の4画素からなる2

50

× 2 画素ドットであるものとする。

【0048】

第3のパラメータは、網パーセント（濃度パーセントともいう。）が、10%～50%の中間調の中、所定の網パーセントでのパターン周波数、すなわち中間調ドットパターン周波数 r である。中間調ドットパターンのパターン周波数 r は、中間調でドットパターンが持つピーク空間周波数 f_{peak} [c/mm] を指定する。

【0049】

このピーク空間周波数 f_{peak} は、實際上、画像のディテールの再現に対応する他、ざらつき等の画像品質に影響する。この実施形態においては、視覚的に十分に細かい 20 [c/mm]、すなわち、508 (20 × 25.4) [LPI: Line Per Inch] にパターン周波数 r を設定する ($f_{peak} = r = 20$ [c/mm])。 10

【0050】

次に、ステップ S2 において、中間調において、パターン周波数 r を持つように、ハイライト HL のドット候補位置及びシャドー SD のドット候補位置を決定する。

【0051】

この場合、第1に、図3Aに示すように、閾値マトリクス T_M のサイズ $N \times N$ と同一サイズ $N \times N$ の網パーセント 50% のホワイトノイズパターン WH をホワイトノイズ発生器 30 により作成する。ホワイトノイズパターン WH は、1 × 1 画素ドットが空間領域にランダムに配置された画像である。なお、ホワイトノイズパターン WH は、網パーセント 10%～90% の中間調内任意の値で発生させることができる。 20

【0052】

第2に、このホワイトノイズパターン WH に対して FFT 器（高速フーリエ変換器）32 で FFT（高速フーリエ変換）をかけ、さらに、パターン周波数帯域フィルタ（パターン周波数 BPF）34 によりパターン周波数 r (±Δ) の帯域フィルタをかけると、図3Bに示すように、半径がパターン周波数 r のリング状の周波数領域データ AFFT2 が得られる。

【0053】

第3に、この周波数領域データ AFFT に IFFT 器（高速逆フーリエ変換器）36 により IFFT（高速逆フーリエ変換）をかけ、図3Cに示す連続階調画像の空間領域データ A2 に変換する。 30

【0054】

第4に、空間領域データ A2 の各画素の値に対して、中央階調値（例えば、最大階調が 255 であれば、127）を比較器 38 により比較し、図3Dに示す2値データ A2__bin を作成する。

【0055】

この2値データ A2__bin 中、黒化されている部分（領域）がハイライト HL でのドット候補位置となり、白抜けとなっている部分（領域）がシャドー SD でのドットの候補位置となる。

【0056】

なお、2値データ A2__bin は、ハイライト HL 側あるいはシャドー SD 側でのドットを配置する候補位置であって、必ずしも、網パーセントが 50% の時に、2値データ A2__bin のパターンになる訳ではない。これは、2値データ A2__bin が、必ずしも最適な 50% のドットパターンではないとき、最適なドットパターンとなるように自由度を大きくするためである。 40

【0057】

ただし、50%において、特徴的なドットパターンを用いたいとき、あるいは2値データ A2__bin に相当するドットパターンを修正して最適な 50% のドットパターンを得ることができたときには、50%のドットパターンを設定することができる。

【0058】

次いで、ステップ S3 において、ドットパターンが定まった網パーセントに対して、今 50

回の網パーセントで新規に設定する最小サイズのドット数（新規の最小サイズのドット数あるいは最小サイズの新規ドット数ともいう。） D_n を決定する。各網パーセント P [%] で設定される最小サイズの新規ドット数 $D_n(P)$ は、各網パーセント P における累積ドット数（累積値）を $D_s(P)$ とすると、 $D_n(P) = D_s(P) - D_s(P-1)$ [個] で表すことができる。

【0059】

すなわち、ステップS3では、網パーセントを増大させながら順次ドットの候補位置を決定するときに、既にドットパターンが定まっている1つ前の網パーセント $P-1$ に対して今回の網パーセント P で新規に設定する最小サイズのドット数 $D_n(P)$ を決定する。

【0060】

閾値マトリクスのサイズ $N \times N$ に対して、ドットパターンが網パーセント P を持つとき、閾値マトリクス T_M のサイズ $N \times N$ に対応するドットパターン中での黒化総画素数は、 $N \times N \times P / 100$ [個] と計算される。ドットパターンを構成する全てのドットが 2×2 ($n=4$) 画素ドットの最小サイズのドットのみによる構成であれば、各網パーセント P における最小サイズのドットの数、 $D_s(P) = (N \times N \times P / 100) / n$ で表されるので、例えば、図4の実線の直線 n_a に示すように、 $N \times N \times P / 100 / n$ ($n=4$) [個] となる。

【0061】

このとき、各網パーセント P で新規に設定する最小サイズのドット数 $D_n(P)$ は、 $D_n(P) = D_s(P) - D_s(P-1) = (N \times N / 100 / n)$ となる。

【0062】

なお、図4の縦軸は、新規に設定する最小サイズのドット数（新規ドット数） D_n の計算上の累積値 D_s である。実際には、網パーセント P が25 [%] より大きくなってくると、隣接する最小サイズのドットが接してくるため、実際にドットパターンに形成されるドット数は、図4に示した新規ドット数 D_n の累積値 D_s より小さくなる。

【0063】

直線で表される新規ドット数累積特性 n_a の各網パーセントでの新規ドット数 D_n を決定した場合には、従来技術に係るFMスクリーンとなり、印刷時、あるいは印刷の中間工程であるフィルム出力時に、ドットゲインが大きくなったり、画像再現が不安定になる等の不具合が発生する。

【0064】

そこで、この発明の一実施形態では、網パーセント10%未満のハイライトHL側では、パターン周波数が小さくなることを考慮し、全てのドットを最小サイズのドットで構成し、網パーセントが10%～50%の中間調領域では、ドットを最小サイズのドットから太らせて、この実施形態では、画素数5 ($2 \times 2 + 1$) 以上のドットを使用するようにして、各網パーセントでの新規に増加するドット数 D_n の数が、例えば点線の曲線で表される新規ドット数累積特性 n_c に示すように、網パーセントが10%から25%程度までは、設定される最小サイズの新規ドット数 D_n が徐々に少なくなるように設定され、網パーセントが25%から50%に向かっては新規ドット数 D_n がゼロ値に設定される。あるいは、網パーセントが25%から50%に向かって新規ドット数 D_n が再び徐々に増加するように設定される一点鎖線の曲線で表される新規ドット数累積特性 n_b が選択される。

【0065】

この実施形態において、出力システム22の出力解像度 R は、 100 [画素/mm] $\leftarrow 10$ [μm /画素] であり、中間調ドットパターンのパターン周波数 r を $r = 20$ [c/mm] としているので、 $N \times N$ 画素の1辺で考えると、 100 画素/mm (R 画素/mm) 当たり4画素からなる黒化されている最小サイズのドットが20ドット (1ドットは 2×2 画素で r [c/mm]) [個] 存在しなければならない。したがって、 $N \times N$ 個の閾値マトリクス T_M のサイズで考えると、中間調までの新規ドット数 D_n の累積値 D_s は、 $(N / (R / r))^2 = N \times N \times (r / R)^2 = N \times N \times (20 / 100)^2 = N \times N \times 0.04$ [個] になる。

10

20

30

40

50

【0066】

このように設定すれば、網パーセント10%～50%の中間調では、各網パーセントにおいて、閾値マトリクスTMにより作成されるドットパターンを構成する総画素数は従来技術に係るFMスクリーンの場合と同数となるが、すなわち網パーセントは同一であるが、ドット数が減ることになるので、ドットパターンを構成する全てのドットの周囲を合計した周囲長は、従来技術に係るFMスクリーンに比べて減少することになる。

【0067】

この明細書において、周囲長（ドットパターン周囲長ともいう。）とは、ドットパターンの単位面積当たりの白黒境界の長さの総和をいい、ドットゲインや出力・印刷安定性と相関があることが知られている。

【0068】

例として示す図5A、図5Bの同一面積のドットパターン100、104から分かるように、ドットパターン100は、1辺の長さをLとすれば、周囲4Lの1×1画素ドット102が8個含まれているので、面積が $8L^2$ 、周囲長が32Lとなる。一方、ドットパターン104は、辺の長さ2L、周囲8Lの2×2画素ドット106が2個含まれているので、面積が $8L^2$ 、周囲長が16Lとなる。すなわち、ドットパターン100を構成するドット102の面積の総和と、ドットパターン104を構成するドット106の面積の総和は同一であるが周囲長が異なる。換言すれば、ドットパターン100とドットパターン104の網パーセントは同一であるが、単位面積当たりのドットパターンの白黒境界の長さの総和、すなわちドット周囲長は、ドットパターン104が、ドットパターン100に比べて半分の長さになることが分かる。

【0069】

この場合、周囲長32Lのドットパターン100がドットゲインによって、例えば網パーセントが+10[%]太るような変動が発生した場合、周囲長16Lのドットパターン104では、網パーセントが+5[%]程度となると予測される。

【0070】

このように、ドットゲイン量等の安定性を示す各種変動量は、ほぼドットパターン周囲長に比例するものと考えられる。

【0071】

一般に、より高解像度のドットパターンを作成しようとする、ドットを構成する画素数が少なくなると、ドット周囲長が増加し、各種安定性が悪化する。

【0072】

したがって、ドットパターンの解像度が同一であれば、ドット周囲長の小さい（短い）ドットパターンが高性能のドットパターンであるといえる。ドット周囲長とドットパターンの関係において、この性能を評価する一般的な指標がないので、この明細書では、AMスクリーンでの値を基準としてドットパターン周囲長評価指数（ドットパターン評価指標ともいう。）を次のように定義してドットパターンを特定する。

【0073】

ドットパターンの解像度（パターン解像度あるいはパターン周波数という。）が r [c/mm]、出力システムの解像度が R [画素/mm]、ドットパターンの黒化率が Q ($Q = P/100$)であるとしたときに、図6の規則的なドットパターン52を想定する。

【0074】

パターン周波数 r の正方形のパターン54の一辺の長さは $1/r$ [mm]になる。この一辺の長さ $1/r$ [mm]に出力解像度 R [画素/mm]をかけた値である R/r が、1辺の長さ当たりの画素数になる。走査露光方式の場合には、1辺の長さ当たりのラスタ数（走査線数）になる。

【0075】

正方形パターン54の黒化率が Q であるとき、正方形パターン54内のドット56の面積（占有面積）は、 $(1/r)^2 \times Q$ [mm²]となる。黒化率 Q が0.5以上のドットは正方形中、白抜けパターンの白化率 Q' ($Q' = 1 - Q$)を用いる。

10

20

30

40

50

【0076】

ドット56が正方形であると仮定したとき、ドット56の一辺の長さは、 $(1/r) \times Q^{1/2}$ [mm] になる。

【0077】

単位面積当たりのドットパターン周囲長（黒画素と白画素の境界線の長さ）を、 $1/r \times 1/r$ の正方形のパターン54で考慮することとする。

【0078】

図6中、縦方向（主走査線方向）で考えると、1つの正方形のパターン54の範囲でのドット56の周囲長は、 $(1/r) \times Q^{1/2} \times 2$ [mm] になる。1つの正方形のパターン54の縦方向の画素数長（単位走査線数長という。）は、 (R/r) [一辺の長さ当たりの画素数あるいは一辺の長さ当たりの走査線数] $\times (1/r)$ [1辺の長さ] = $(R/r) \times (1/r)$ [画素・mm] となる。

【0079】

縦方向（主走査方向）の単位主走査線数長に占めるドット周囲長は、 $(1/r) \times Q^{1/2} \times 2 / (R/r) \times (1/r) = (2 \times r \times Q^{1/2}) / R$ で表される。

【0080】

副走査方向も同様に考えると、単位面積としての正方形パターン54の全体に占めるドット周囲長（基準周囲長割合という。） Ref_sur は、以下の(1)式に示すようになる。

【0081】

$$Ref_sur = (4 \times r \times Q^{1/2}) / R \quad \dots (1)$$

この(1)式から、出力解像度Rが一定であれば、ドット周囲長は、ドットパターンのパターン周波数rに比例することが分かる。実際には、ドットパターンのパターン周波数rは、出力解像度Rに比例しており、ドットパターンの細かさを表す無次元の値 r/R が実際に影響する数字であるが、ここでは実際に適用し易いように、出力解像度Rとドットパターンのパターン周波数rに分離したものをを用いる。

【0082】

ここで、パターン周波数rは、図26や図27に示したように、ドットパターンをFFTした後の周波数特性図から判断することになる。この場合、ピーク周波数 f_{peak} が、図7A、図7Bの特性60、特性61に示すように、明確であれば、ピーク周波数 f_{peak} をドットパターンのパターン周波数rとする。

【0083】

しかし、図7C、図7Dの特性62、63に示すように、ピーク周波数 f_{peak} における $1/2$ 以上の強度を持つ周波数成分が2つ以上あるとき、これらの周波数の加重平均によって求まる周波数成分をドットパターンのパターン周波数rとする。加重平均を、次の(2)式で示す。

【0084】

$$f_{peak} = \Sigma (freq \times f_{power}) \text{ の平均} / \Sigma f_{power} \text{ の平均} \quad \dots (2)$$

ただし、 $freq$ は、ピーク周波数 f_{peak} における $1/2$ 以上の強度を持つ周波数成分であり、 f_{power} は、その周波数成分におけるパワー（強度）である。したがって、 f_{power} は、図7C及び図7Dにおいて、ハッチングで示した領域となる。

【0085】

また、図7Eに示すように、FFT処理後の解析が有効な周波数領域 $0 \sim R/2$ [c/mm] 内に明確なピークを含まない周波数特性64を有するドットパターンでは、パターン周波数rを定義できない。

【0086】

一例として、出力システム22として一般的な出力解像度 $R = 2400$ [画素/インチ] = 94.488 [画素/mm] で、175線（パターン周波数rが 6.89 [c/mm]）で網パーセント $P = 50\%$ ($Q = 0.5$) の網点を考えると、1個の網点（個の閾値

マトリクスにより形成されるドットパターンに対応する)に占めるドット周囲長である基準周囲長割合 Ref_sur は、以下に示すように、0.206 になる。

【0087】

$$\begin{aligned} Ref_sur &= (4 \times r \times Q^{1/2}) / R \\ &= (4 \times 6.89 \times 0.5^{1/2}) / 94.488 \\ &= 0.206 \end{aligned}$$

基準周囲長割合 $Ref_sur = 0.206$ は、パターン周波数 r で等間隔に配列された正方形のドット 56 を構成する全画素の周囲長のうち、約 2 割の長さが白と黒の境界線となっていることを意味する。

【0088】

10

線数が 350 線 (パターン周波数 r が 13.78 [c/mm]) では、基準周囲長割合 $Ref_sur = 0.412$ となる。

【0089】

基準周囲長割合 Ref_sur の値は、あるパターン周波数 r (ピッチ $1/r$) で等間隔に配列された正方形のドット 56 の周囲長 (理想周囲長という。)を表している。

【0090】

そこで、基準周囲長割合 Ref_sur を用いて、実際に計算できるデジタルデータにより形成されるドットパターンの周囲長の評価指数を以下の (3) 式で表すこととする。

【0091】

$$\text{ドットパターン周囲長評価指数} = Mes_sur / Ref_sur \quad \cdots (3)$$

20

ここで、 Mes_sur は、実際にデジタルパターンにより形成されるドットパターンから算出した単位面積当たりの周囲長割合を示す。

【0092】

ここで、パターン周囲長評価指数 Mes_sur / Ref_sur は、値が 1 のとき、同じパターン周波数 r を有する正方形パターン (等間隔正方形配列ドットパターン) 54 の周囲長と等しく、値が小さければ小さいほどそのドットパターンは、そのパターン周波数 r に対して周囲長がより短くなり安定なスクリーンであることが分かる。FM スクリーンでは、AM スクリーンとは異なり、網点ではなく、ドットがより小さいドットとなるので、換言すれば、同一の網パーセントであってもドットが分散するので、大抵の場合、値 1 を超えると考えられる。

30

【0093】

ここで、例えば、図 25 に示した従来技術に係る 2×2 画素 FM の網パーセントが 50 % の中間調でのドットパターン 2 についてパターン周囲長評価指数 Mes_sur / Ref_sur を算出してみる。

【0094】

図 25 の 2×2 画素 FM のドットパターン 2 のドットの周囲長割合 Mes_sur を計算すると、 $Mes_sur = 0.6302$ になる。

【0095】

このドットパターン 2 では、図 26 に示したように、ピーク空間周波数 f_{peak} に対応するパターン周波数 r は、有効数値を 3 桁まで考えると、 $r = 19.9$ [c/mm] である。したがって、基準周囲長割合 Ref_sur は、 $Ref_sur = (4 \times r \times Q^{1/2}) / R = (4 \times 19.9 \times 0.5^{1/2}) / 94.488 = 0.5956$ になる。

40

【0096】

この場合、ドットパターン周囲長評価指数 Mes_sur / Ref_sur は、 $Mes_sur / Ref_sur = 0.6302 / 0.5956 = 1.058$ になる。

【0097】

図 8 は、従来技術に係る 2×2 画素 FM のドットパターンの各網パーセント P [%] における周囲長評価指数 Mes_sur / Ref_sur の特性 66 と、後述するこの実施形態で作成した最小サイズのドットが 2×2 画素 FM の周囲長評価指数 Mes_sur / Ref_sur の特性 68 を示している。

50

【0098】

特性66、68から分かるように、もともと、ハイライトHL側の0～20 [%]の範囲、シャドーSD側の80～100 [%]の範囲では、後述するように、2×2画素の黒化ドットあるいは白抜けドットのいわゆる孤立ドット（2×2画素ドットの周囲に画素が付かない2×2画素ドットのみからなるドット）で構成されることになるので、周囲長評価指数 Mes_sur/Ref_sur は小さい。また、50 [%]のドットパターンも比較的に小さい値になる。

【0099】

しかしながら、従来技術に係る特性66では、網パーセント25～45 [%]及び55～75 [%]の領域で、周囲長評価指数 Mes_sur/Ref_sur が大きくなっていることが分かる。 10

【0100】

したがって、この網パーセントの領域（25～45 [%]及び55～75 [%]）では、ドットパターンのパターン周波数 r に対して周囲長が長くなり、出力・印刷に不安定になり易い要素を含んでいる。これに対して、この実施形態に係る技術では、図8の特性68から分かるように、網パーセント25～45 [%]及び55～75 [%]の領域で、周囲長評価指数 Mes_sur/Ref_sur を小さくすることが可能になった。

【0101】

周囲長評価指数 Mes_sur/Ref_sur は、その値が1.085以下であることが望ましい。その値が1.065以下であることが、特に好ましく効果があることが確認された。 20

【0102】

しかしながら、この実施形態においては、周囲長評価指数 Mes_sur/Ref_sur の値が1.14を超えないドットパターンであれば、閾値マトリクスサイズ $N \times N$ を適切なサイズに選択することにより、印刷・出力適性に優れる閾値マトリクス TM とすることができる。

【0103】

なお、図8の特性66、68は、網パーセントが5～95 [%]の間で、それぞれ、19個のドットパターンについての計算結果であるが、周囲長評価指数 Mes_sur/Ref_sur の評価として、十分なサンプル数である。この評価方法により、網パーセント0～100 %の全領域の周囲長評価指数 Mes_sur/Ref_sur の見通しを得ることができる。もちろん、さらに、細かい刻みで計算してもよい。 30

【0104】

ここで、ドットの周囲長の値が小さくなるドットの作成方法について説明する。例えば、既に存在する注目画素に対して、その近傍画素情報から、ドットの周囲長の値が小さくなる注目画素を黒化画素候補として選択すればよい。

【0105】

図9に示すように、例えば2値データである9画素のドット70の場合には、注目画素 $*$ に対して、4近傍の画素和 $f(k)$ を $f(k) = k_1 + k_2 + k_3 + k_4$ を求め、この和の大きい注目画素 $*$ を黒化候補画素、換言すれば、今回の閾値（次階調の閾値）を配置する候補位置とする。 40

【0106】

図10Aに示す、4近傍の画素和 $f(k)$ が4であるような配置にある画素 c_1 、及び図10Bに示す、4近傍の画素和 $f(k)$ が3であるような画素 c_2 を優先して閾値配置候補（黒化候補画素）上げることでドット72、73の周囲長の値が小さくなるドットを作成することができる。

【0107】

なお、最も単純な例として、4近傍の画素和 $f(k)$ を用いてドットの周囲長の値が小さくなる場合を示したが、4近傍の画素和 $f(k)$ に限らず、注目画素の8近傍の画素和を用いたり、近傍画素に対する各種ビットパターンマッチングによりドットの周囲長が小 50

さくなる画素を候補として求めることができる。

【0108】

ドットパターンの評価を行う際に、単位面積当たりの平均周囲長も重要な指標となるが、ドットパターン全体でのドットの周囲長の均一性も影響を及ぼす。特に、露光ユニット26が、主体的あるいは相対的に走査運動をすることによって画素を記録していく場合においては、特に、ドットの周囲長が各走査線で異なる場合、ドットの周囲長が最大となる走査線では、他の走査線と比較してドットの周囲長を原因とする画像の変動量が大きく画像上でむらが発生し易くなる可能性がある。つまり、ドットの周囲長の平均値が同じ場合には、ドットの周囲長の最大値が小さい方がむらが視認されにくい、換言すれば、ドットが一様に分布する場合では、ドットの周囲長のばらつきの度合いが小さい方がむらが視認されにくいことが分かる。 10

そこで、次に、走査線方向のドット周囲長のばらつきの度合いが小さいドットの作成方法について説明する。

【0109】

ドット周囲長のばらつきの度合いが小さいドット、すなわち、ドット周囲長の標準偏差 σ の小さいドットを作成するためには、各走査線毎になるべく均等にドットの境界（黒化画素と白抜け画素との境界）が存在するようにすればよい。したがって、この観点から画素が直線的に並ぶことは好ましくない。

【0110】

例えば、図11Aに示すように、注目画素C3に対して、逆L字状の5画素からなるドット74であることを8近傍のパターンマッチングにより判断した場合、注目画素C3を黒化画素の候補画素（今回の決めるべき閾値）を配置する候補位置とする。候補画素として選択されると、図11Bの6画素からなるドット75となる。このように選択した場合、ドット74とドット75で（走査線方向の）周囲長は同一であるが、（走査線方向の）周囲長の標準偏差 σ は、図11Aのドット74に比較して図11Bのドット75の方が小さい。 20

【0111】

具体的に説明すると、ドット74については、図11Aに示すように、走査線毎に左から周囲長が（1，0，2，3）となり、周囲長の平均値が1.5（6／4）で、標準偏差 σ が $\sigma = [\{ (-0.5)^2 + (-1.5)^2 + (0.5)^2 + (1.5)^2 \} / 3]^{1/2} = 1.29$ になる。ドット75については、図11Bに示すように、走査線毎に左から周囲長が（1，1，1，3）となり、周囲長の平均値が1.5で、標準偏差 σ が $\sigma = [\{ (-0.5)^2 + (-0.5)^2 + (-0.5)^2 + (1.5)^2 \} / 3]^{1/2} = 1.0$ になる。 30

【0112】

なお、図11を参照して説明した内容は、単純なものの一例であり、この他にも、8近傍画素のパターンマッチングや、さらに大きな24画素近傍等によるパターンマッチング技術を利用して、周囲長の標準偏差 σ を小さくすることが可能である。

【0113】

この実施形態にかかる網パーセント50%のドットパターン（後述する図19Eのドットパターン135）による走査線方向の周囲長比率（走査線長中、黒化画素に接している割合）の特性76を図12Aに示し、従来技術にかかる網パーセント50%の2×2画素FMスクリーンのドットパターン2（図25参照）による走査線方向の周囲長比率の特性77を図12Bに示す。 40

【0114】

この実施形態に係る周囲長比率の特性76の方が、従来技術に係る周囲長比率の特性77に比較してばらつきが小さいことが分かる。標準偏差 σ は、この実施形態にかかる新規技術では $\sigma = 0.00123$ 、従来技術では $\sigma = 0.0179$ である。

【0115】

図13は、各網パーセント毎に各走査線毎に周囲長比率を求め、各網パーセント毎に周囲長比率の標準偏差 σ をプロットした、従来技術に係る2×2画素FMのドットパターン 50

2の標準偏差の特性78と、この実施形態に係る新規技術によるドットパターン135の標準偏差の特性80を示している。

【0116】

図13から、全ての網パーセントに渡って、走査線毎の周囲長比率のばらつきの度合いを示す標準偏差 σ が値0.019以下であることが望ましく、値0.018以下であればさらに好ましいことが分かる。

【0117】

なお、網パーセントで5[%]刻みの19点についての標準偏差 σ を求めることで、全網パーセントでの走査線方向の周囲長比率のばらつきである標準偏差 σ の状況を把握することができる。

【0118】

なお、周囲長比率とは、例えば図11Aの走査線方向の長さが5画素のドットパターン82について計算すると、中央の4本の走査線について向かって左から順に、(0.2, 0, 0.4, 0.6)となり、平均値は0.3であるので走査線方向の周囲長比率の標準偏差 σ は、 $\sigma = \sigma = [\{(-0.1)^2 + (-0.3)^2 + (0.1)^2 + (0.2)^2\} / 3]^{1/2} = 0.258$ となる。

【0119】

また、図11Bの走査線方向の長さが5画素のドットパターン84について周囲長比率を計算すると、中央の4本の走査線について左から順に、(0.2, 0.2, 0.2, 0.6)となり、平均値は0.3であるので走査線方向の周囲長比率の標準偏差 σ は、 $\sigma = \sigma = [\{(-0.1)^2 + (-0.1)^2 + (-0.1)^2 + (0.3)^2\} / 3]^{1/2} = 0.20$ となる。

【0120】

そこで、網パーセントに対するドット数 D_n の累積値 D_s の関係を図4の新規ドット数累積特性 n_c のように設定すれば、中間調でのドットゲインの増加が直線の新規ドット数累積特性 n_a のように累積値 D_s が設定されるFMスクリーンに比較して抑制できる。また、全ての網パーセント範囲において十分な解像度を持ち、従来のFMスクリーンと同等となる。ただし、中間調での新規ドット数 D_n を新規ドット累積特性 n_c で示すように増加しないようにすると(余り減らしすぎると)、1つ1つのドットが大きくなってざらつきが見えやすくなり画像品質が落ちるので、ドットパターンのパターン周波数が粗くなってしまう。

【0121】

つまり、新規ドット数累積特性 n_c のように各網パーセントに対して新規ドット数 D_n を設定しても、網パーセントが25%を超えると隣接するドットが接し始めるので、新規ドット数累積特性 n_c で設定したドット数 D_n の累積値 D_s にはならない。

【0122】

このため、実際には、設定として、図4の一点鎖線の曲線で示す新規ドット数累積特性 n_b に示すように、網パーセントが25%を超えたときから50%に至るまで、新規のドット数 D_n が再び略一定数増加するように最小サイズの新規のドット数 D_n を設定する。この新規ドット数累積特性 n_b の設定により、網パーセント50%付近で集中してドットが接することが回避され、トーンジャンプの発生が抑制されるという効果が達成される。

【0123】

なお、網パーセント50%を超え100%までの新規ドット数 D_n の累積値 D_s の設定は、網パーセント50%の垂直線に線対称な曲線に設定すればよい。なお、網パーセント50%~100%では、100%側から50%側に向かって考えればよく、黒化画素の新規ドット数 D_n ではなく、白抜け画素(2×2白抜画素)の新規ドット数で考えることとなる。

【0124】

次に、ステップS4のハイライトHL側とシャドウSD側とから閾値 t_h を交互に順次昇順及び降順で決定する手順について、図14のフローチャートを参照して説明する。な

10

20

30

40

50

お、以下、繁雑となるのを避けるために、ハイライトHL側で閾値 t_h を順次決定する手順を主に説明するが、シャドーSD側でも同様である。

【0125】

ここで、ハイライト側（0%～50%）の閾値 $t_{h_hl} \{0 \sim (t_{hmax} - 1) / 2\}$ 及びシャドー側（100%～50%）の閾値 $t_{h_sd} \{t_{hmax} \sim (t_{hmax} - 1) / 2\}$ の初期値は、それぞれ、ステップS11で、 $t_{h_hl} = 0$ 、 $t_{h_sd} = t_{hmax}$ と決める。

【0126】

この図14のフローチャートにおいて、閾値 t_h の配置位置の決定順序は、閾値0→閾値 t_{hmax} →閾値1→閾値 $t_{hmax} - 1 \rightarrow \dots \rightarrow$ 閾値 $(t_{hmax} - 1) / 2$ の順で、網パーセントが50%までの全閾値 t_h の配置位置（配列）が決定される。 10

【0127】

ハイライト側の所定の閾値 t_{h_hl} の配列（配置位置）を決める際、ステップS12において、ドット中心位置を設定する。このステップS12では、ステップS2で決定してある2値データ $A2_bin$ （図3D）中、黒化されている部分（領域）のハイライトHLでのドット候補位置のうち、網パーセントに対応するステップS3で決定した新規ドット数 Dn 分のドット中心位置を設定する。

【0128】

ドットの中心位置は、特開平8-265566号公報（特許文献1）に記載されているように、既に閾値マトリクスTM中の閾値 t_h の配置位置が決定している1階調前までの閾値 $t_{h_hl} - 1$ により決定される現在存在する各ドットに対し、今回閾値マトリクスTM中の配置位置を決定しようとする閾値 t_{h_hl} により設定される（付けられる）各ドットが、最も離れる位置に設定されるように決められる。 20

【0129】

理解の容易化のために、各閾値マトリクスTMの閾値数が25個の9個の閾値マトリクス $TM1 \sim TM9$ が敷き詰められたスーパー閾値マトリクスSTMを模式的に示す図15を参照して説明すれば、閾値マトリクスTMのハイライトHL側から昇順に、あるいはシャドーSD側から降順に閾値の配置位置を決定する際、図15中、中央の閾値マトリクス（図15例では、 5×5 の閾値マトリクス） $TM5$ の周囲（図15例では9近傍）に配置される同一閾値配置構成からなる他の閾値マトリクス $TM1 \sim TM4$ 、 $TM6 \sim TM9$ を含め、既に決定された閾値 t_h （図15例では「1」）の配置位置と、新たに配置する閾値 t_{h_hl} （図15例では「2」）の配置位置との間の距離が最も離れるように新たに配置する閾値 t_{h_hl} の中心位置を決定する。 30

【0130】

この図15例では、閾値マトリクス $TM5$ 中、太く囲った中央の閾値「2」は、その周囲にある太く囲った4つの閾値「1」を中心にそれぞれ円を同心的に同時に大きくしていったときに4つの円が接する点を含む配置位置あるいはこの配置位置に最も近い位置であって、かつ2値データ $A2_bin$ （図3D）中、黒化されている部分が配置位置とされる。

【0131】

具体例で示せば、図16Aに示すように、現在まで決定している閾値 t_h によるドット108からなるドットパターン110中、例えば、△印の位置112がドットの配置位置の中心位置に決定される。 40

【0132】

次いで、ステップS13において、閾値配置位置の候補（閾値候補） $t_{h'}_hl$ を設定する。この場合、ステップS12で決定したドット配置位置の中心位置を中心としてステップS1で決定した最小サイズのドットである 2×2 （ $n=4$ ）画素ドットを設定し（配置し）、新しい閾値を配置する候補、すなわち閾値候補 $t_{h'}_hl$ とする。

【0133】

具体例で示せば、図16Bに示すように、図16中の△印のドットの配置位置112に 50

、 2×2 画素ドットの閾値候補 $t_h'_{_h1}$ が設定されるドットパターン 114 とされる。

【0134】

次に、ステップ S14～ステップ S16 において、現時点までの閾値 t_h の配置が決定している閾値マトリクス T_M により作成されるドットパターンの総画素数が、現在の網パーセントに対応しているかどうかを判断して総画素数の修正処理を行う。なお、このドットパターンは、例えば、画像データ発生器 12 から網パーセントに対応するグレイパターン（画素値が同一）の連続調画像データ（平網を発生する画像データ I）が発生され、閾値マトリクス格納部 14 に格納されている現時点までに閾値 t_h が決定している閾値 t_{h-1} までの閾値 t_h が配列されている閾値マトリクス T_M と比較器 16 により比較され、結果として得られる 2 値データ H がドットパターン発生器 18 に供給されドットパターンデータ H_a が得られる。このドットパターンデータ H_a によるドットパターンがディスプレイ 20b 等に表示される。

10

【0135】

次いで、ステップ S14 において、既に配置位置が決まっている閾値 $0 \sim t_{h-1}$ による総画素数と、新たな設定した閾値候補 $t_h'_{_h1}$ による総画素数とを加算した現在画素数 $t_{h_h1_total}$ が、現在の網パーセントで必要とされる必要画素数 $t_{h_h1_num} = N \times N \times t_h / t_{hmax}$ より少ないかどうかと比較される（ $t_{h_h1_total} < t_{h_h1_num}$ ）。

【0136】

20

もし、少ない場合には、必要画素数 $t_{h_h1_num}$ から現在画素数 $t_{h_h1_total}$ を引いた（ $t_{h_h1_num} - t_{h_h1_total}$ ）分の画素を増加する必要があるので、ステップ S15 において、この画素を付加するドットを、既存の閾値 $0 \sim t_{h-1}$ によるドットあるいは未だ配置位置が決まっていない新たな閾値候補 $t_h'_{_h1}$ 以外によるドットから新たな閾値候補 t_h' を設定する。

【0137】

一方、多い場合には、必要画素数 $t_{h_h1_num}$ - 現在画素数 $t_{h_h1_total}$ 分の画素を削除する必要があるので、ステップ S16 において、この画素を削除するドットを、新たな閾値候補 $t_h'_{_h1}$ によるドットから選択して削除する。

【0138】

30

なお、このステップ S16 において、ドットパターンを構成するドット中、数ドットについては、最小サイズのドットより小さいドットが発生する可能性がある。この実施形態では、最小サイズのドットを 2×2 画素ドットとしているため、最小サイズのドットによって作成されるドットパターンの総画素数は 4 の倍数になる。しかし、網パーセントを合わせるために総ドット数を調整する場合には、 2×2 画素ドットから 1～3 個の画素を削除した 3 画素ドット、2 画素ドット、あるいは 1 画素ドットが必要となる場合がある。

【0139】

上記のステップ S15 の処理は、特開 2001-292317 号公報（特許文献 3）により提案しているように、既に配置位置が決まっている閾値 $0 \sim t_{h-1}$ によるドットと新たな閾値候補 $t_h'_{_h1}$ によるドットとからなる空間領域上のドットパターン（2 値画像データ）に対して FFT 器 32 により FFT をかけて周波数領域に変換した後、LPF（低域通過フィルタ）40 により高周波を遮断し、さらに IFFT 器 36 により IFFT をかけて空間領域にもどした後、低周波成分を抽出する処理を行う。そして、抽出した低周波成分が最も弱い位置を画素を付加すべき閾値候補 t_h' に設定すればよい。ただし、ステップ S2 の処理において、50% のドットパターンが設定されている場合には、この 50% のドットパターンの黒化画素中であって、かつ低周波成分が最も弱い位置を、画素を付加すべき閾値候補 t_h' に設定すればよい。

40

【0140】

低周波成分の最も弱い位置の抽出処理について、さらに詳しく説明すると、FFT をかけて周波数領域に変換したとき、閾値マトリクス T_M の繰り返し周波数内に存在する周波

50

数成分がノイズ成分（低周波成分）であるので、この低周波成分を抽出するために、LPF40をかける。

【0141】

この場合、ノイズ成分は人間が知覚するものであるから、高周波成分をLPF40により除去する際に、例えば空間周波数0 [c/mm] でゼロ値、空間周波数0.8 [c/mm] 近傍で最大感度（1とする。）、空間周波数2 [c/mm] で約0.4、以下空間周波数6～8 [c/mm] で略ゼロ値になる特性を有する人間の視覚特性フィルタ42をLPF40としてLPFをかけて低周波成分を抽出する。なお、人間の視覚周波数特性のモデルについては、著者J.Sullivan, L.Ray, and R.Millerによる文献「Design of minimum visual modulation halftone patterns」IEEE Trans. Syst. Man Cybern., vol121, No.1, 33-38(1991)に詳しく述べられている。 10

【0142】

次いで、IFFT器36により、LPF40により抽出された低周波成分を逆フーリエ変換して空間領域上の低周波成分を得る。この低周波成分は、強弱をもっており、この低周波成分からなる画像と、閾値マトリクスTM中の閾値候補 t_h' の位置とを空間領域上で比較し、低周波成分が最も弱い（最も値が小さい）位置を閾値候補 $t_h'_{hl}$ として設定する。

【0143】

なお、シャドウSD側の場合には、低周波成分が最も強い（最も値が大きい）位置を閾値候補 $t_h'_{sd}$ として設定すればよい。 20

【0144】

また、ステップS16において、画素を削除するドットは、同様に低周波成分を抽出し、新たな閾値候補 $t_h'_{hl}$ 中、低周波成分の最も強い（最も値が大きい）位置にあるドットから画素を削除するようにすればよい。なお、シャドウSD側の場合には、低周波成分が最も弱い（最も値が小さい）位置にある新たな閾値 $t_h'_{sd}$ によるドットから画素を削除するようにすればよい。

【0145】

図17Aは、このようにして作成したこの実施形態にかかる、最小サイズのドットが2×2画素ドットで、網パーセントが30%のドットパターン120を示している。図17Cは、従来技術に係る2×2画素ドットFMスクリーンのドットパターン122を示している。 30

【0146】

ドットパターン120、122に視覚特性フィルタ42をLPF40としてかけたものの濃淡を強調したパターンを図17B、図17Dに濃淡パターン124、126として示す。また、この濃淡パターン124、126を鳥瞰図で表したパターンを図18A、図18Bに鳥瞰パターン128、130として示す。この鳥瞰図において、縦軸は白が0、黒を1.0として網パーセント30を0.3としている。横軸は、画素である。結果として、この実施形態に係る図17Aのドットパターン120は、従来技術に係る図17Cのドットパターン122に比較して、濃淡のばらつきが抑制された、振幅の小さいパターンとなることが分かる。 40

【0147】

なお、上記ステップS15あるいはステップS16において、閾値候補 $t_h'_{hl}$ を設定する際、特開2002-368995号公報（特許文献2）に示されているように、IFFT器36によりIFFTをかけて空間領域上の低周波成分が得られたとき、さらにFFT器32によりFFTをかけて、特定周波数成分抽出器44により周波数成分の強度の高い順に、特定周波数成分を抽出し、抽出した特定周波数成分を周波数成分の強度の高い順に、IFFTをかけて、空間領域上の画像とし、これら複数の画像を、いずれも強めない位置のうち、最も強度成分の弱い位置を閾値候補 t_h' あるいは閾値候補 $t_h'_{hl}$ として設定することもできる。

【0148】

以上のステップ S 1 2 ～ S 1 6 の処理により、ドットパターン上、新たにドットが付けられた位置に対応する閾値マトリクス T M 上に、所定数の閾値 t h を設定することができる。

【0149】

次いで、ステップ S 1 7 により、決定された閾値 t h により作成されるドットパターンの最適化処理を行う。このドットパターンの最適化処理は、上記のステップ S 1 6 までの処理により、高品質のドットパターンが作成されている場合には、不要な処理となる。

【0150】

このドットパターンの最適化処理は、特許 3 4 0 0 3 1 6 号公報（特許文献 2）に開示された技術及び特開 2 0 0 2 - 3 6 9 0 0 5 号公報（特許文献 5）に開示された技術のいずれか一方あるいは両方の技術を用いることができる。

10

【0151】

すなわち、特許 3 4 0 3 1 6 号公報に開示された技術によれば、閾値 t h _ h l により作成されるドットパターンに対し、上述したように、低周波成分を抽出し、抽出した低周波成分中、強度の最も強い位置にある画素を白抜けとし、強度の最も弱い位置にある画素を黒化画素とするように交換することで、低周波成分の強度を低減する処理である。ここで、黒化画素は、ドットの周囲に付く画素（ドットの周囲に接する画素）でなければならず、その画素の閾値 t h は、そのドットの閾値 t h に等しい値とされる。

【0152】

また、特開 2 0 0 2 - 3 6 9 0 0 5 号公報に開示された技術によれば、閾値 t h により作成されるドットパターンに対し、前記した、特開 2 0 0 2 - 3 6 8 9 9 5 号公報（特許文献 2）と同様に、閾値 t h により作成されるドットパターンに対し、F F T をかけた後、視覚特性フィルタ 4 2 及び L P F 4 0 をかけ、さらに I F F T をかけて空間領域上の低周波成分が得られたとき、さらにまた F F T をかけて、周波数成分の強度の高い順に、特定周波数成分を抽出し、抽出した特定周波数成分を周波数成分の強度の高い順に、I F F T をかけて、空間領域上の画像とし、これら複数の画像を、いずれも強めない位置のうち、最も強度成分の弱い位置の画素と、最も強度成分の強い位置の画素を抽出して交換することで、低周波成分の強度を低減する処理である。この場合にも、抽出した画素は、ドットの周囲に付く画素でなければならず、その画素の閾値 t h は、そのドットの閾値 t h に等しい値とされる。

20

30

【0153】

なお、ステップ S 1 4 ～ ステップ S 1 7 における低周波成分抽出処理においては、特開 2 0 0 2 - 3 6 9 0 0 5 号公報（特許文献）に開示しているように、ドットパターンに対応する画像出力装置から出力されるドットパターンに対応する濃度画像を濃度画像シミュレーション部（予測部）4 6 により予測計算し（シミュレーションし）、この濃度画像の低周波成分を抽出するようにしてもよい。この場合、濃度画像シミュレーション部 4 6 は、実際に、出力システム 2 2 からテストパターンを出力し、元のドットパターンの 1 ドットが、テストパターンの濃淡画像上でどのように出力されるのかを測定することで、実際の濃度像に近い濃度画像での網パーセントをドットパターンから計算することができる。

【0154】

濃度画像は、出力システム 2 2 で使用されるレーザ光のビーム形状から露光量を積算計算し、印刷版材 E M 上に形成されている感光材料のガンマ特性から濃度像を予測することができる。

40

【0155】

計算により濃度像を予測することを詳しく説明すると、まず、フィルム F 上等の記録媒体上に 1 × 1 画素ドット、2 × 2 画素ドット、…を形成するためのレーザビームのコンピュータ計算用のシミュレーション形状を決めておく。レーザビームは、ガウス分布に近い形状を有しており、振幅値の最大値 $1/e^2$ で規定されるビーム径で略表現できる形状である。このレーザビームとドットパターンとから各ドット毎の露光量を算出する。

【0156】

50

次いで、算出した 1×1 画素ドット、 2×2 画素ドット、…等、各ドット毎の露光量を、フィルム等の感光材料における露光特性、いわゆるガンマ特性を利用して、各ドットの濃度に変換する。このようにして求めた各ドットの濃度から、濃度画像（濃度シミュレーション画像）を得る。この濃度画像から上述したFFTを使用する手順により低周波成分を抽出することができる。實際上、ドットパターンより低周波成分を抽出するより、濃度画像より低周波成分を抽出した方が、ノイズ成分を除去するためにより効果的な低周波成分を抽出できる場合が多い。

【0157】

このようにして閾値マトリクス中の閾値 t_{h_hl} の位置が決定される。

【0158】

次いで、ステップS18において、新たに設定される閾値 t_{h_hl} が、次階調の閾値 t_{h_hl+1} に設定される（ $t_{h_hl} = t_{h_hl+1}$ ）。

【0159】

同様にして、ステップS22～ステップS28において、シャドウSD側の閾値 t_{h_sd} を決定する。

【0160】

そして、ステップS29において、ハイライトHL側から決定してきた閾値 t_{h_hl} とシャドウSD側から決定してきた閾値 t_{h_sd} の大きさを比較し、同一の値、すなわち網パーセント50%となるまで、閾値 t_{h_hl} と閾値 t_{h_sd} を決定し、同一の値となったときに閾値マトリクスの作成が終了する。

【0161】

図19A～図19Fは、このようにして作成された閾値マトリクスTMを対応する網パーセントを有するグレイパターンの連続調画像データと比較器16により比較することで最終的にドットパターン発生器18により発生された網パーセント10%、20%、30%、40%、50%、70%のドットパターンの一部分のドットパターン131～135及び137を示している。

【0162】

70%のドットパターン137は、30%のドットパターン133の白黒を逆転させたパターンとしてもよく、独立に作成したパターンとしてもよい。

【0163】

この図19A～図19Fは、図4のグラフ中、一点鎖線の曲線で表される新規ドット数累積特性nbを選択して作成されたものであって、網パーセント10%のドットパターン131までは、最小サイズのドットの 2×2 画素ドットのみでドットパターン131が作成されている。網パーセント20%のドットパターン132では、最小サイズのドットの 2×2 画素ドットを設定する割合が減少し、既存のドット（ 2×2 画素ドット）の周りに網パーセントに対応する分の画素が付けられている（4～12画素ドットが存在している）。網パーセント25%～30%では、最小サイズのドットの新規の割当を行わず、既存のドットに画素を付けて黒化率を上げている。35%位から最小サイズのドットの新規割当を増やしているが、近接したドットを強制的に接続させる働きがあるので、ドット同士の接点を分散させることができる。このように設定することにより階調再現の滑らかなドットパターンを発生させることの可能な閾値マトリクスTMを作成できた。

【0164】

このように、上述した実施形態によれば、ハイライトでの1個以上の所定個の画素からなる最小サイズのドットを決定するとともに、ドットパターンの中間調でのパターン周波数 r を決定し（ステップS1）、さらにパターン周波数 r に基づき、ドットの候補位置を決定する（ステップS2）。次いで、各網パーセントにおける最小サイズの新規ドット数 D_c を設定する（ステップS3）。そして、この最小サイズのドットの新規ドット数 D_c と中間調のパターン周波数 r の制限下に、各網パーセントにおいて最適ドットパターンが生成されるような閾値 t_h を順次設定する（ステップS4）ことで、出力システム22に最適な閾値マトリクスTMを作成することができる。出力システム22に最適な閾値マト

10

20

30

40

50

リクスTMとは、例えばハイライト側では確実にドットがつき、中間調ではざらつきが低減されかつドットゲインの少ない画像を発生させることができる閾値マトリクスTMを意味する。

【0165】

また、上述した実施形態によれば、連続調画像を2値画像であるドットパターンに変換する $N \times M$ ($N=M$ も含む。)マトリクスサイズの閾値マトリクスTMにおいて、該閾値マトリクスTMが、出力システム22の出力解像度が R [画素/mm]であって、各画素値が網パーセント P の50 [%]に対応する値を有する連続調画像データIを2値データHにして生成されるドットパターンデータHaのパターン周波数が r [c/mm]であるとき、網パーセント P が $P=0$ [%]からパターン周波数 r に対応するドットの数 $N \times M / (R / r)^2$ [個] 近傍になるまで、 n (n は少なくとも1)個の画素からなる最小サイズのドットが相互に接しないように付けられたドットパターンデータHaが作成され、最小サイズのドットの数 $N \times M / (R / r)^2$ 近傍になった領域以降の網パーセント P では、既存の最小サイズのドットの周囲に画素を付けてドットの数を増加させないドットパターンデータHaを作成する閾値配列を有するようにしている。

【0166】

この場合、閾値マトリクスTMは、ドットの数 $N \times M / (R / r)^2$ 近傍になった領域以降の網パーセント P では、最小サイズの既存のドットの周囲に画素を付けてドットの面積を調整する。

【0167】

ここで、閾値マトリクスTMの最適なサイズ $N \times M$ (以下、理解を容易にするために $N \times N$ とする。)について説明する。

【0168】

閾値マトリクスTMのサイズ $N \times N$ は、その閾値マトリクスTMが網パーセント50 [%]に対応するドットパターンでのパターン周波数 r [c/mm]が、何個含まれるのかで正規化する、換言すれば評価することができる。パターン周波数 r [c/mm]が小さい、すなわち、ドットパターン中のドットの数粗になる閾値マトリクスTMは、それだけ大きなサイズの閾値マトリクスTMが必要になると考えられる。

【0169】

ここで、1つの閾値マトリクスTMの中に、パターン周波数 r (基本周波数成分 r ともいう。)が何個入るか (何回繰り返すか) を示す指標として、正規化閾値辺サイズ N_r を定義する。

【0170】

正規化閾値辺サイズ N_r は、閾値マトリクスTMの1辺のサイズを N [画素]、出力システムの解像度を R [画素/mm]、パターン周波数を r [c/mm]としたとき、以下の(4)式で定義する。

【0171】

$$N_r = N / (R / r) = N \times r / R \quad \dots (4)$$

すなわち、正規化閾値辺サイズ N_r は、閾値マトリクスTMの1辺のサイズ N [画素]を、出力解像度 R 単位でパターン周波数 r の基本パターンが何回繰り返されるかを仮想的に示す出力解像度当たりのパターン周波数繰り返し回数 (R / r) で割った値で定義する。

【0172】

例えば、パターン周波数 $r = 20$ [c/mm]、出力解像度 $R = 100$ [画素/mm]、閾値マトリクスTMの1辺のサイズ $N = 200$ であれば、正規化閾値辺サイズ N_r は、 $N_r = 200 \times 20 / 100 = 40$ [個あるいは回]になる。

【0173】

閾値マトリクスTMのサイズは、 $N \times N$ であるので、この閾値マトリクスTMのサイズ $N \times N$ の中にパターン周波数 r の基本パターンが正規化閾値辺サイズの2乗、すなわち $N_r \times N_r = 40 \times 40 = 1600$ [個] 入ることになる。ここで、正規化閾値辺サイズ N

r の 2 乗を正規化閾値サイズ $N_r \times N_r$ という。

【0174】

ここで、作成される閾値マトリクス T_M のむら視認性を評価するための作業を説明する。

【0175】

上記のようにして、最小サイズのドットを 2×2 画素ドットし、パターン周波数 $r = 20$ [c/mm]、出力解像度 $R = 100$ [画素/mm] で作成した閾値マトリクス T_M の 1 辺のサイズ N を変化させ、それぞれのサイズ $N \times N$ の閾値マトリクス T_M により作成した網パーセントが 50 [%] のドットパターンを得、このドットパターンを F F T 器 3 2 により F F T する。なお、このドットパターンは、画像データ発生器 1 2 から各画素値が 10
網パーセント 50 [%] に対応する値を有するサイズ $N \times N$ の連続調画像データ I 出力させ、この連続調画像データ I の各画素値と閾値マトリクス格納部 1 4 から出力される上記 $N \times N$ の閾値マトリクス T_M の各閾値 t_h とを比較器 1 6 により比較して 2 値画像データ H 得、この 2 値画像データ H に対応するドットパターンデータ H_a をドットパターン発生器 1 8 により発生させ、このドットパターンデータ H_a が表すドットパターンである。

【0176】

このドットパターン、すなわちドットパターンデータ H_a を F F T することにより、周波数領域での、図 2 0 において、格子上に黒丸で示す基本周波数の座標 $(\mu, \nu) = (r/N, 0) : 90^\circ$ 成分 (空間領域で 90° 方向の周波数成分、以下、単に 90° 成分という。他の角度方向の周波数成分も同様である。)、座標 $(0, r/N) : 0^\circ$ 成分、座標 $(r/N, r/N) : 135^\circ$ 成分、座標 $(r/N, -r/N) : 45^\circ$ 成分の各絶対値を得る。 20

【0177】

図 2 1 は、この 4 成分の各絶対値を加算した値をむら視認性 (むら評価値) としてプロットしたグラフ 1 4 0 である。

【0178】

図 2 1 において、横軸は、正規化閾値辺サイズ N_r である。この実施形態において、正規化閾値辺サイズ N_r にパターン周波数の繰り返し回数 ($R/r = 5$) をかけることで、閾値マトリクス T_M の 1 辺のサイズ N になる。

【0179】

このグラフ 1 4 0 からむら視認性は、正規化閾値辺サイズ N_r が大きくなるほど、小さくなり、正規化閾値辺サイズ N_r が値 7 0 近傍の値ではむら視認性の変化が少なくなることが分かる。

【0180】

さらに、このグラフ 1 4 0 から、出力解像度 100 [画素/mm] 近傍 ($\pm 10\%$ 程度)、パターン周波数 r が約 20 [c/mm] 近傍にピークを持つ周波数特性の閾値マトリクス T_M を、最小サイズのドットを 2×2 画素ドットとして作成した場合には、正規化閾値辺サイズ N_r が値 6 5 を超えれば、閾値マトリクス T_M の繰り返しを原因とするむらはほとんど視認されないことが分かる。

【0181】

なお、余裕をみて、正規化閾値辺サイズ N_r は、値 7 5 を超えないことが好ましい。實際上、正規化閾値辺サイズ N_r の数値の制限は、カラー画像を印刷により再現する場合、C M Y K 4 版それぞれの閾値マトリクス T_M のサイズが全て上記の値 7 5 を超えないことが好ましい。しかし、ハードウェア等の制限がある場合には、特にむらの目立ち易い色版、例えば K 版のみをこの条件 (値 7 5 以下) を満たす閾値マトリクスサイズとすることも有効である。

【0182】

この閾値マトリクスサイズの制限は、上述した中間調パターンのパターン周波数 r を設定し、ドット周囲長が比較的小さなドットを有するドットパターンに対して有効である。つまり、このようなドットパターンは、中間調でドット周囲長を小さくしたり、パターン 40

10

20

30

40

50

周波数 r を制限しない従来の閾値マトリクスに比較して、ドットパターンを最適化する際の自由度が少ないからである。

【0183】

以上まとめて説明すると、一例として、連続調画像を2値画像であるドットパターンに変換する閾値マトリクス T_M において、ドットパターンを構成するドットの最小構成画素数を 2×2 画素ドットとし、パターン周波数 r 、黒化率 Q 、及び出力解像度 R のドットパターンの単位面積当たりの基準周囲長割合 Ref_sur を、 $Ref_sur = (4 \times r \times Q^{1/2}) / R$ で定義し、黒化率 Q に対応する閾値マトリクス T_M により発生されるドットパターンに対して求めた単位面積当たりの周囲長割合を Mes_sur とするとき、ドットパターン周囲長評価指数である Mes_sur / Ref_sur が $0 \sim 1$ の全ての黒化率 Q において 1.14 を超えないドットパターンを発生し、1つの閾値マトリクス T_M の中に、パターン周波数 r が何回繰り返すかを示す指標としての正規化閾値辺サイズ N_r を、閾値マトリクス T_M の1辺のサイズを N [画素] としたとき、 $N_r = N \times r / R$ で定義し、この正規化閾値辺サイズ N_r が 65 を超えない値となるように閾値配列が決定されていることが望ましい。

【0184】

また、他の例として、連続調画像を2値画像であるドットパターンに変換する閾値マトリクス T_M において、パターン周波数 r 、黒化率 Q 、及び出力解像度 R のドットパターンの単位面積当たりの基準周囲長割合 Ref_sur を、 $Ref_sur = (4 \times r \times Q^{1/2}) / R$ で定義し、黒化率 Q に対応する閾値マトリクス T_M により発生されるドットパターンに対して求めた単位面積当たりの周囲長割合を Mes_sur とするとき、ドットパターン周囲長評価指数である Mes_sur / Ref_sur が $0 \sim 1$ の全ての黒化率 Q において 1.14 を超えないドットパターンを発生し、1つの閾値マトリクス T_M の中に、パターン周波数 r が何回繰り返すかを示す指標として正規化閾値辺サイズ N_r を、閾値マトリクス T_M の1辺のサイズを N [画素] としたとき、 $N_r = N \times r / R$ で定義し、この正規化閾値辺サイズ N_r が 75 を超えない値となるように閾値配列が決定されていることが望ましい。

【0185】

上述した閾値マトリクス T_M は、正方形あるいは長方形の例を説明したが、一般に画像の描画は露光ユニット 26 等の記録ヘッドを走査することによって行われる。そうすると、閾値マトリクス T_M の繰り返し単位、すなわちスーパー閾値マトリクス 142 と記録ヘッドの走査方向が一致している場合には、例えば、図 22 に示すように、スーパー閾値マトリクス 142 を、主走査方向 MS 及び副走査方向 AS に対して一致して敷きつめた、いわゆるブロック方式（スクエアブロック方式）である場合には、閾値マトリクス T_M の繰り返し単位であるスーパー閾値マトリクス 142 の単位でのむらが強められると考えられる。そこで、閾値マトリクス T_M の繰り返し単位、すなわちスーパー閾値マトリクス 142 を有理角度傾けた正方形あるいは長方形等として設定する方法も有効である。

【0186】

この場合、図 $23A$ に示すように、閾値マトリクス T_M が、例えば9個からなる模式的な $\tan \theta = 1/3$ だけ傾けた正方形のスーパー閾値マトリクス 144 を、図 $23B$ に示すように、大小二つの正方形からなる、いわゆるユタブロックのスーパー閾値マトリクス 146 に変形する（ハッチングした部分の面積とクロスハッチングした部分の面積が等しい。）。

【0187】

そして、このユタブロックのスーパー閾値マトリクス 146 を、図 $23C$ に示すように重ねたユタブロック方式の繰り返しパターン 148 とすることもできる。すなわち、繰り返しパターン 148 は、大小二つの正方形からなるユタブロックのスーパー閾値マトリクス 145 をずらしながら重ねてゆく方式である。このようにすれば、閾値マトリクス T_M の繰り返し単位であるスーパー閾値マトリクス 146 が並んでいる方向と走査方向（主走査方向 MS と副走査方向 AS ）とが異なる方向になるので、閾値マトリクス T_M の繰り返

し単位であるスーパー閾値マトリクス146の単位でのむらを弱めることができる。

【0188】

なお、図23Dの長方形からなるスーパー閾値マトリクスの繰り返しパターン150を参照すれば分かるように、図23Cに示したユタブロック方式の繰り返しパターン148は、スーパー閾値マトリクス146を番号1から順に並べた、いわゆるレンガブロック方式の繰り返しパターン150で構成することもできる。

【0189】

この場合、図23Cに示すユタブロック方式の繰り返しパターン148は、長方形のレンガブロック方式の繰り返しパターン150を繰り返しの基本単位とし、この基本単位を副走査方向ASに副走査する毎にシフトする方式と考えることができる。

10

【0190】

なお、印刷版材EM等への描画速度を上げるために、図1に示したようなマルチビーム露光による同時描画多チャンネル化を採用した場合、閾値マトリクスTMのサイズあるいはスーパー閾値マトリクスSTMのサイズは、マルチビーム露光のチャンネル数と異なる値にすることが好ましい。閾値マトリクスTM等のサイズがマルチビーム露光のチャンネル数と一致している場合には、マルチビーム毎のばらつきと閾値マトリクスTM等のばらつきが重畳され、そのピッチのむらがノイズ成分として一層見えやすくなることが考えられるためである。

【0191】

上記の説明では、1版について説明しているが、カラー画像を再現する場合には、分版されたCMYK色にRGB色を加えた7色印刷や、CMYK色+G色+オレンジ色の6色印刷等が行われている。この場合、m ($m > 4$) 色に対して、m個の閾値マトリクスサイズの異なる閾値マトリクスを作成してもよいが、補色に対しては、網パーセントが共に大きくなることはほとんどないので、補色間の干渉は小さい。このため、補色に対しては同じ閾値マトリクスを使用することができる。例えば、CMYK色+RGB色のインクを用いるとき、M版とG版、C版とR版、Y版とB版はそれぞれ同一の閾値マトリクスを使用することができる。同様に、CMYK色+G色+オレンジ色を用いるときには、M版とG版、C版とオレンジ版は同一の閾値マトリクスを使用することができる。

20

【0192】

上記のようにして作成された閾値マトリクスは、例えば、以下に示すよう使用に供される。

30

【0193】

図24は、閾値マトリクス作成システム10（図1参照）を構成する閾値マトリクス作成装置20により作成された閾値マトリクスTMが使用される例としての印刷・製版システム200を示している。

【0194】

この印刷・製版システム200では、撮像装置としてのデジタルカメラ202により取り込まれたRGB画像データあるいはスキャナ（画像読取装置）としての製版入力機204により取り込まれたRGB画像データ（又はCMYK画像データ）が、RIP（ラスタイメージプロセッサ）206に供給され、RGB画像データは、一旦CMYK画像データに変換される。

40

【0195】

この場合、RIP206には、閾値マトリクス作成装置20により作成された閾値マトリクスTMのデータ（閾値マトリクスデータ）がCD-R等の記録媒体としての光ディスク208を通じて、あるいは通信により、RIP206のハードディスクに予め格納されている。

【0196】

RIP206は、CMYK各画像データと、対応するCMYK各閾値マトリクスデータを比較して、CMYK各ドットパターンデータ（CMYK各画像データ）に変換する。

【0197】

50

C M Y K各ドットパターンデータは、いわゆるD D C P（実網ブルーファともいう。）2 1 0に送られて、紙上に印刷ブルーP R aが作成される。このD D C P 2 1 0により、印刷機2 2 0にかける前に、ノイズ成分の混入の有無、印刷品質が確認される。この場合には、紙として印刷用紙自体が使用される場合がある。

【0 1 9 8】

また、R I P 2 0 6からカラーインクジェットプリンタ2 0 c 1あるいはカラー電子写真プリンタ2 0 c 2にC M Y Kドットパターンデータが送られて、簡易的に紙上に印刷ブルーP R b、P R cを作成することができる。

【0 1 9 9】

さらにC M Y K各ドットパターンデータは、C T C装置等の出力システム2 2を構成する、フィルムセッターあるいはプレートセッターである露光ユニット2 6に送られる。露光ユニット2 6がフィルムセッターである場合には、自動現像機2 8を介してフィルムFが作成され、このフィルムFが刷版用の印刷版材と重ねられ、図示しない面露光装置で露光されることで刷版P Pが作成される。また、露光ユニット2 6が図1に示したようにプレートセッターである場合には、自動現像機2 8を通じて刷版P Pが直接出力される。なお、露光ユニット2 6に対して感光材料（版材含む）のマガジン2 1 2から印刷版材E Mが供給される。

【0 2 0 0】

C M Y Kの各刷版P Pは、印刷機2 2 0を構成するK版印刷部2 1 4 K、C版印刷部2 1 4 C、M版印刷部2 1 4 M、Y版印刷部2 1 4 Yの図示していない版胴に装着される。印刷用紙供給部2 1 6から供給される印刷用紙に対して、K版印刷部2 1 4 K、C版印刷部2 1 4 C、M版印刷部2 1 4 M、Y版印刷部2 1 4 Yで重ね刷りされることで、カラー画像が再現された印刷物P Mが得られる。なお、印刷機2 2 0が、C T C装置構成である場合には、R I P 2 0 6からC M Y K各ドットパターンデータが直接通信により供給され、版胴に巻かれている印刷版材が露光記録・現像され、直接、刷版P Pとされる。

【図面の簡単な説明】

【0 2 0 1】

【図1】この発明の一実施形態に係る閾値マトリクスの作成方法が適用された閾値マトリクス作成システムの基本的な構成図である。

【図2】図1例のシステムによる閾値マトリクスの作成方法の説明に供される全体フローチャートである。

【図3】図3 Aは、1×1画素ドットにより作成された網パーセント5 0 %でのホワイトノイズパターンの説明図である。図3 Bは、ホワイトノイズパターンに対するF F T処理及び帯域フィルタ処理の説明図である。図3 Cは、図3 Bの周波数領域画像をI F F T処理した空間領域画像に変換した説明図である。図3 Dは、図3 Cの空間領域画像の2 値化画像の説明図である。

【図4】網パーセントに対するドット数の説明図である。

【図5】図5 Aは、小ドットの周囲長の説明に供される説明図である。図5 Bは、図5 Aと同一網パーセントの大ドットの周囲長の説明に供される説明図である。

【図6】ドットパターン周囲長評価指数の説明に供される規則的なドットパターンの模式図である。

【図7】図7 Aは、ピークが1つのパターン周波数特性図である。図7 Bは、ピークが1つの他の例のパターン周波数特性図である。図7 Cは、ピークが2つのパターン周波数特性図である。図7 Dは、ピークが2つの他の例のパターン周波数特性図である。図7 Eは、ピーク周波数が存在しないパターン周波数特性図である。

【図8】従来技術のこの実施形態に係る周囲長評価指数特性図である。

【図9】ドット周囲長を短くするドットの作成方法の説明に供される線図である。

【図1 0】図1 0 Aは、ドットの周囲長を短くする画素位置の説明図である。図1 0 Bは、ドットの周囲長を短くする他の画素位置の説明図である。

【図1 1】図1 1 A、図1 1 Bは、走査線方向のドット周囲長のばらつきの度合いを小さく

くする画素位置の説明図である。

【図 1 2】図 1 2 A は、この実施形態に係るドットパターンの周囲長比率特性図である。

図 1 2 B は、従来技術に係るドットパターンの周囲長比率の特性図である。

【図 1 3】この実施形態に係るドットパターンの周囲長比率の標準偏差と従来技術に係る周囲長比率の標準偏差の比較特性図である。

【図 1 4】図 2 に示す全体フローチャート中、ステップ S 4 の閾値の配置位置決定の説明に供される詳細フローチャートである。

【図 1 5】次階調の閾値位置決定処理の説明図である。

【図 1 6】図 1 6 A は、閾値候補位置の説明図である。図 1 6 B は、閾値候補位置に最小サイズのドットを配置した説明図である。

10

【図 1 7】図 1 7 A は、最小サイズのドットが 2×2 画素ドットで、網パーセントが 30 % のドットパターンを示している。図 1 7 B は、図 1 7 A のドットパターンに視覚特性フィルタをかけ、さらに L P F をかけたものの濃淡を強調したパターン図である。図 1 7 C は、従来技術に係る 2×2 画素ドット F M スクリーンのドットパターンを示している。図 1 7 D は、図 1 7 C のドットパターンに視覚特性フィルタをかけ、さらに L P F をかけたものの濃淡を強調したパターン図である。

【図 1 8】図 1 8 A は、図 1 7 B の濃淡パターンの鳥瞰図である。図 1 8 B は、図 1 7 D の濃淡パターンの鳥瞰図である。

【図 1 9】図 1 9 A は、この実施形態にかかる閾値マトリクスにより生成された網パーセント 10 % のドットパターンを示す図である。図 1 9 B は、この実施形態にかかる閾値マトリクスにより生成された網パーセント 20 % のドットパターンを示す図である。図 1 9 C は、この実施形態にかかる閾値マトリクスにより生成された網パーセント 30 % のドットパターンを示す図である。図 1 9 D は、この実施形態にかかる閾値マトリクスにより生成された網パーセント 40 % のドットパターンを示す図である。図 1 9 E は、この実施形態にかかる閾値マトリクスにより生成された網パーセント 50 % のドットパターンを示す図である。図 1 9 F は、この実施形態にかかる閾値マトリクスにより生成された網パーセント 70 % のドットパターンを示す図である。

20

【図 2 0】正規化閾値辺サイズのむら視認性の説明に供される図である。

【図 2 1】正規化閾値辺サイズに対するむら視認性のグラフを示す説明図である。

【図 2 2】スクエアブロック方式の説明図である。

30

【図 2 3】図 2 3 A は、ユタ（レンガ）方式スーパーセルの説明図である。図 2 3 B は、スーパーセルのユタブロックへの展開説明図である。図 2 3 C は、ブロック方式繰返しパターンの説明図である。図 2 3 D は、レンガブロック方式のパターンの説明図である。

【図 2 4】閾値マトリクス作成装置により作成された閾値マトリクスが適用される例としての印刷・製版システムを示すブロック図である。

【図 2 5】従来技術に係る、 2×2 画素 F M の網パーセントが 5 %、50 % のドットパターンと、 3×3 画素 F M の網パーセントが 50 % のドットパターンを示す説明図である。

【図 2 6】 2×2 画素 F M の網パーセントが 50 % のドットパターンに対して F F T をかけたときのパワー図である。

40

【図 2 7】 3×3 画素 F M の網パーセントが 50 % のドットパターンに対して F F T をかけたときのパワー図である。

【符号の説明】

【0 2 0 2】

1 0 … 閾値マトリクス作成システム

1 2 … 画像データ発生器

1 4 … 閾値マトリクス格納部

1 6、3 8 … 比較器

1 8 … ドットパターン発生器

2 0 … 閾値マトリクス作成装置

2 2 … 出力システム

2 6 … 露光ユニット

2 8 … 自動現像機

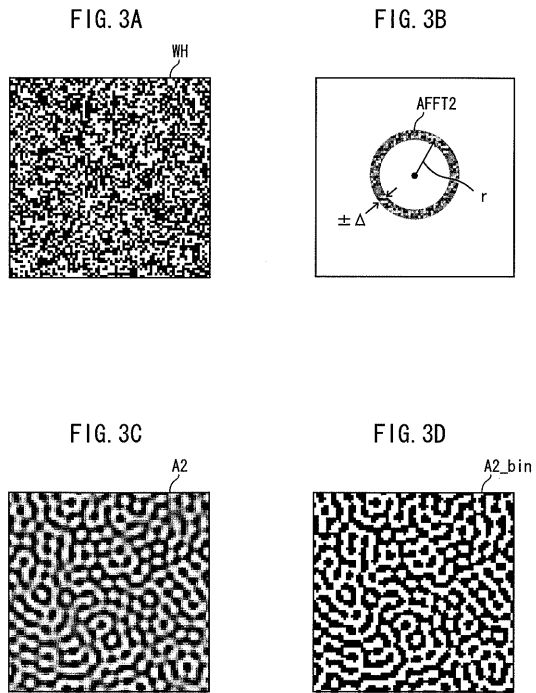
3 0 … ホワイトノイズ発生器

3 2 … F F T 器

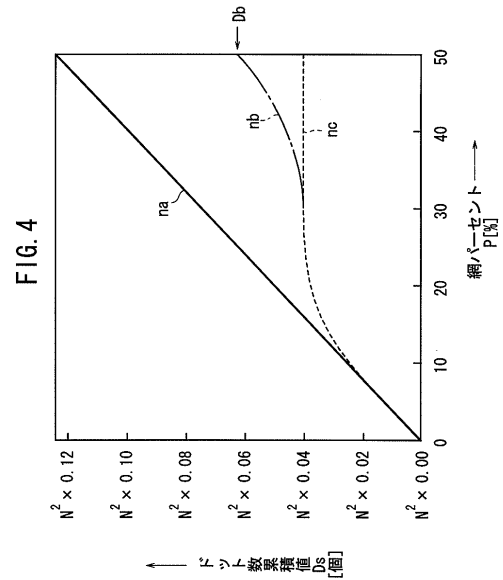
3 4 … パターン周波数帯域フィルタ

50

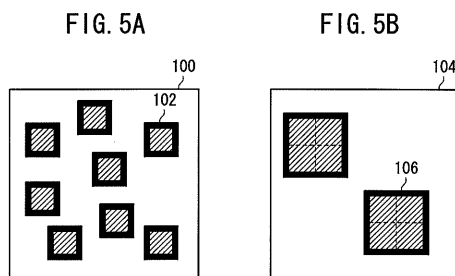
【図 3】



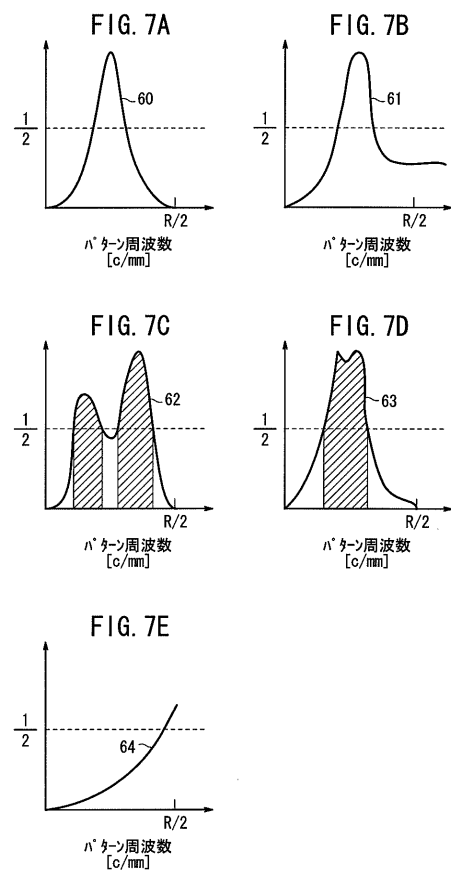
【図 4】



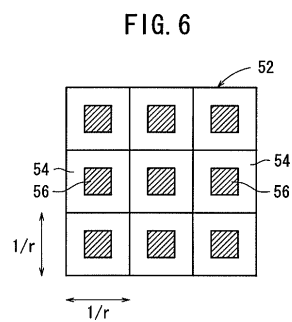
【図 5】



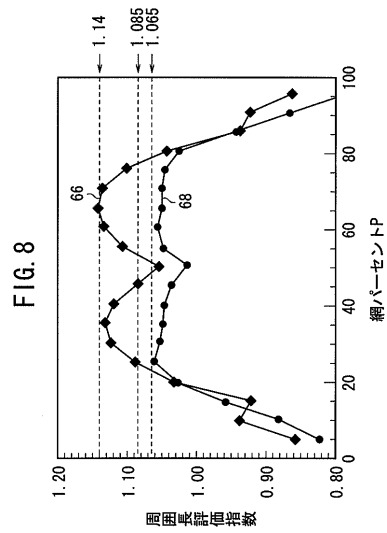
【図 7】



【図 6】



【図 8】



【図 9】

FIG. 9

	k2	
k3	*	k1
	k4	

【図 10】

FIG. 10A

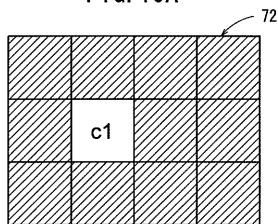
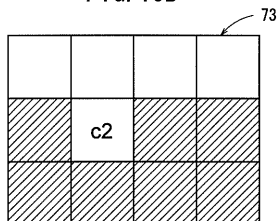


FIG. 10B



【図 11】

FIG. 11A

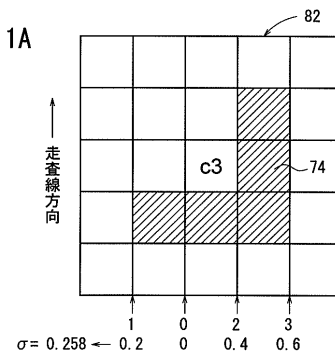
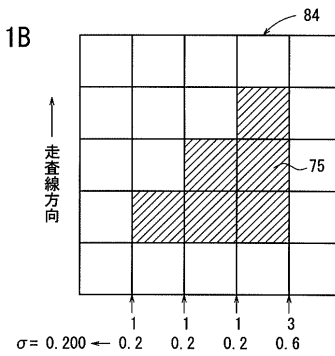


FIG. 11B



【図 1 2】

FIG. 12A

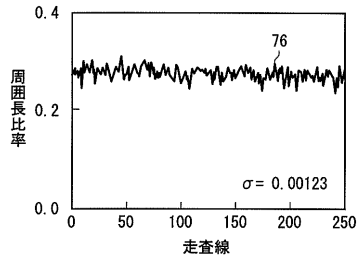
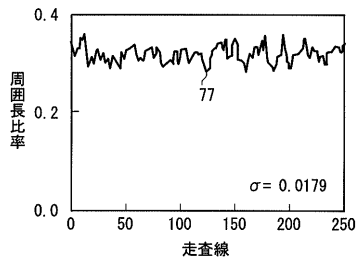


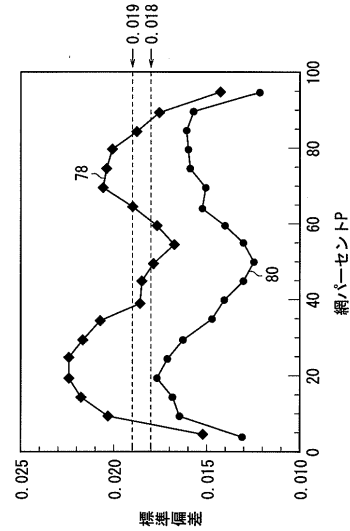
FIG. 12B

PRIOR ART



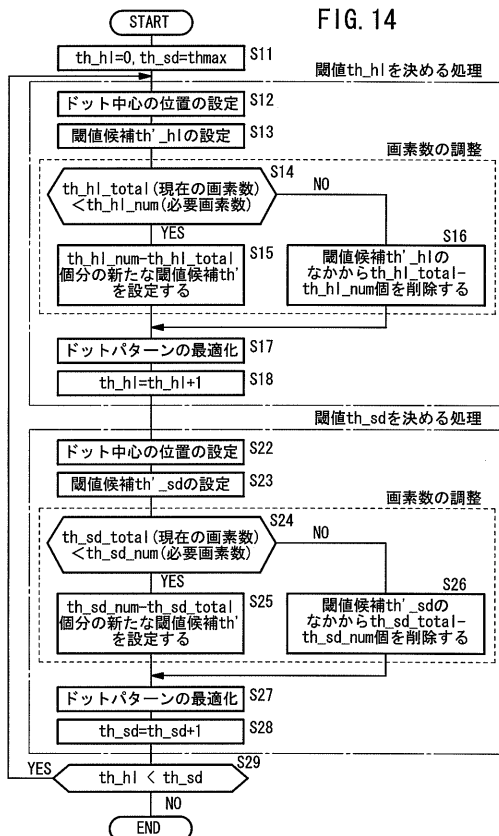
【図 1 3】

FIG. 13



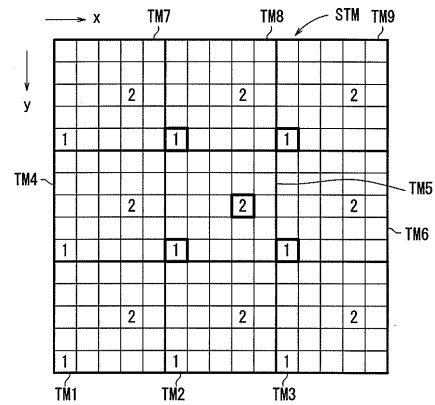
【図 1 4】

FIG. 14

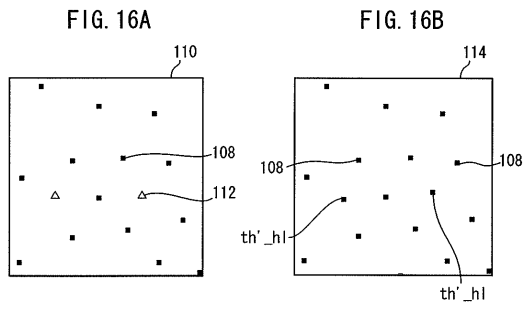


【図 1 5】

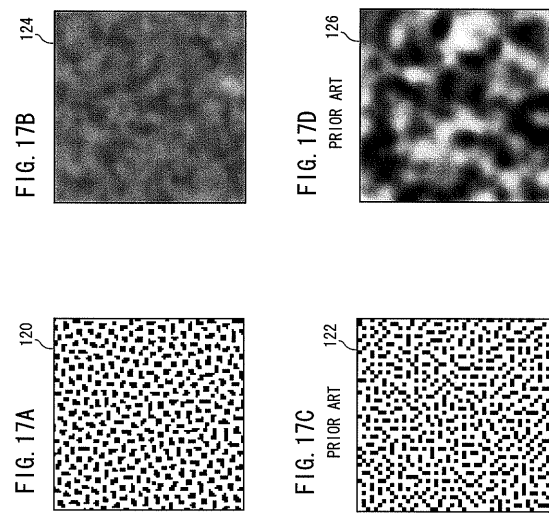
FIG. 15



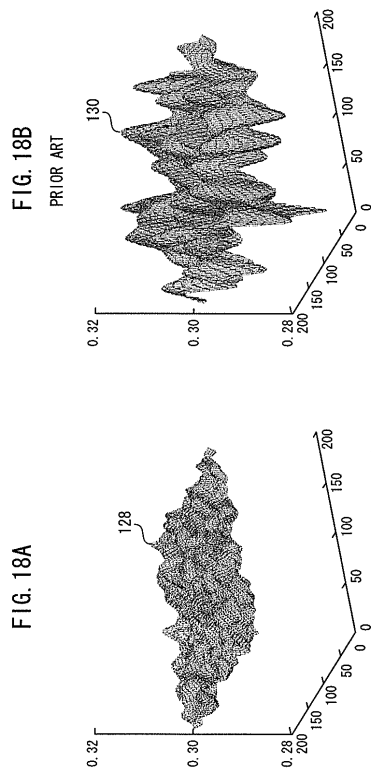
【図 16】



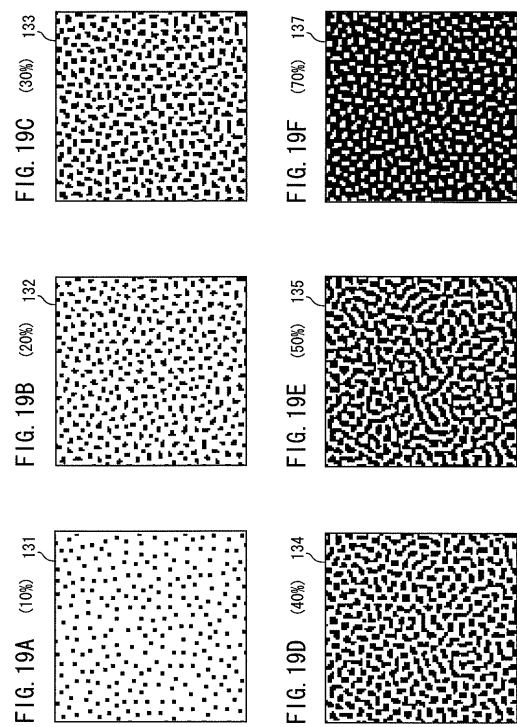
【図 17】



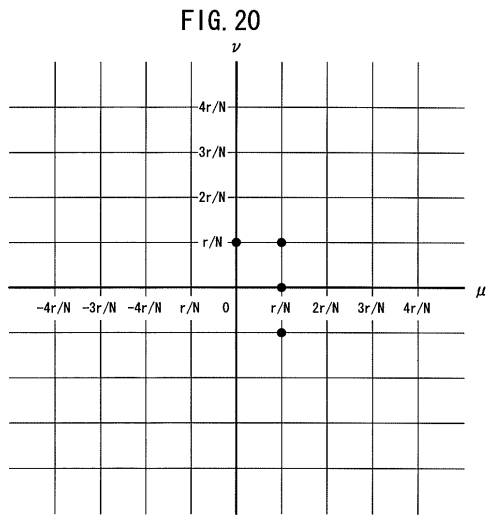
【図 18】



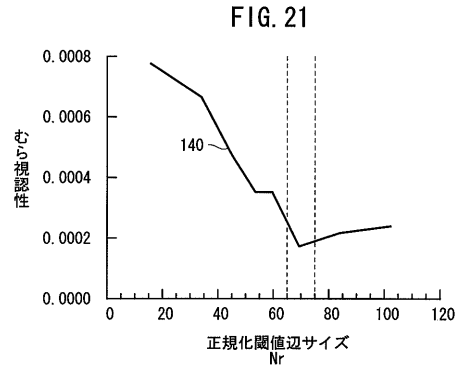
【図 19】



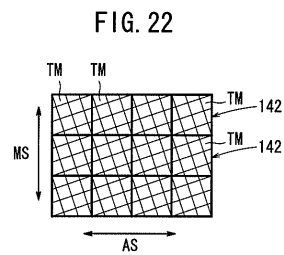
【図 20】



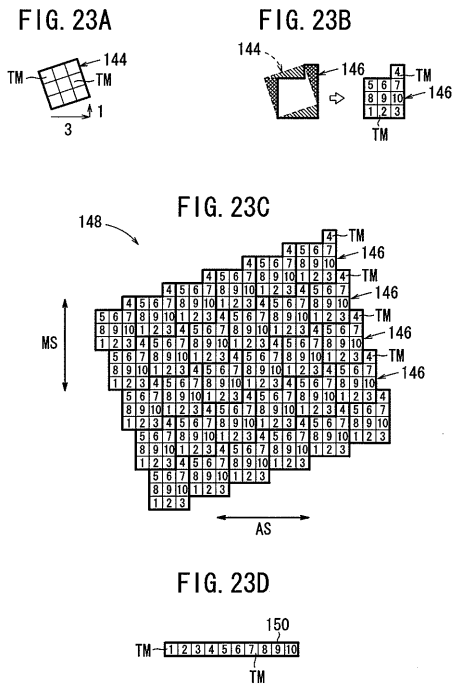
【図 21】



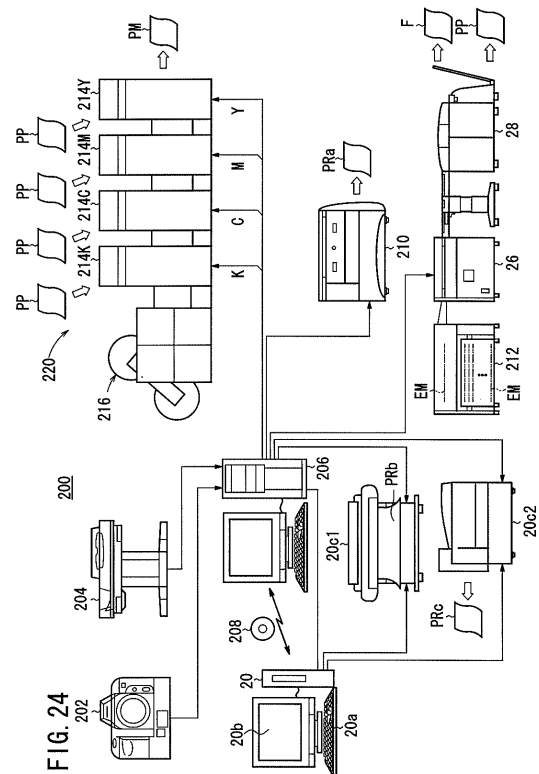
【図 22】



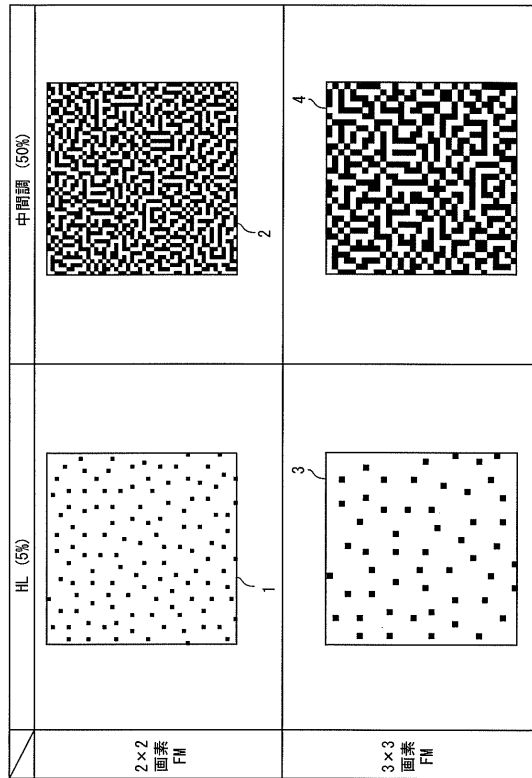
【図 23】



【図 24】

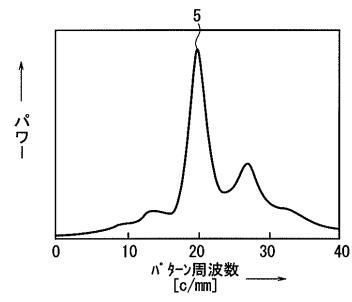


【図 25】

FIG. 25
PRIOR ART

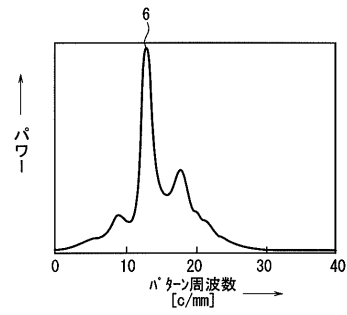
【図 26】

FIG. 26



【図 27】

FIG. 27



フロントページの続き

(72)発明者 河内 幾生

静岡県榛原郡吉田町川尻4000 富士写真フイルム株式会社内

Fターム(参考) 5C077 LL19 MP01 NN04 NN05 NN06 NN07 PQ20 RR02