(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2008-87382
(P2008-87382A)
(43)公開日　**平成20年4月17日(2008.4.17)**

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
B41J 2/205	***(2006.01)***	B41J	3/04	103X	2C056
B41J 2/01	***(2006.01)***	B41J	3/04	101Z	2C057
B41J 2/52	***(2006.01)***	B41J	3/00	A	2C262

審査請求 未請求　請求項の数 11　ＯＬ　（全 28 頁）

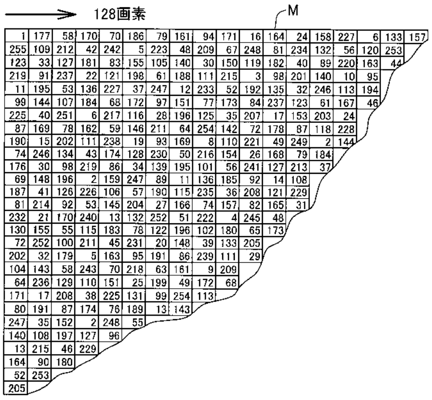
(21)出願番号　特願2006-272217 (P2006-272217)
(22)出願日　平成18年10月3日 (2006.10.3)

(71)出願人　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿２丁目４番１号
(74)代理人　110000028
特許業務法人明成国際特許事務所
(72)発明者　角谷　繁明
長野県諏訪市大和三丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

Ｆターム（参考）　2C056 EA01 EA04 ED05 FA04 FA10
2C057 AF01 AF39 AN01 BA04 BA14 CA05
2C262 AA02 AA24 AB13 BB03 BB06 BB08 BB14 BB18 BC07

(54)【発明の名称】高画質ハーフトーン処理

(57)【要約】
【課題】ディザ法と誤差拡散法の望ましい組合せによるハーフトーン処理によって画質を向上させる技術を提供する。
【解決手段】本発明の印刷装置は、画像データに対してハーフトーン処理を行うことによって、印刷媒体上に形成されるべき印刷画像の各印刷画素へのドットの形成状態を表すドットデータを生成するドットデータ生成部と、ドットデータに応じてドットを形成することによって印刷画像を生成する印刷部とを備える。ドットデータ生成部は、入力階調値のうち低い階調値側の領域である低階調領域においては誤差拡散法によってハーフトーン処理を実行し、入力階調値のうち高い階調値側の領域である高階調領域においてはディザ法によってハーフトーン処理を実行し、低階調領域と高階調領域の間に設定された遷移領域においてはディザ法と誤差拡散法の双方によってハーフトーン処理を実行する。
【選択図】図９



【特許請求の範囲】
【請求項１】
印刷媒体上に印刷を行う印刷装置であって、
元画像を構成する各画素の入力階調値を表す画像データに対してハーフトーン処理を行うことによって、前記印刷媒体上に形成されるべき印刷画像の各印刷画素へのドットの形成状態を表すドットデータを生成するドットデータ生成部と、
前記ドットデータに応じてドットを形成することによって前記印刷画像を生成する印刷部と、
を備え、
前記ドットデータ生成部は、前記入力階調値のうち低い階調値側の領域である低階調領域においては誤差拡散法によって前記ハーフトーン処理を実行し、前記入力階調値のうち高い階調値側の領域である高階調領域においてはディザ法によって前記ハーフトーン処理を実行し、前記低階調領域と前記高階調領域の間に設定された遷移領域においては前記ディザ法と前記誤差拡散法の双方によって前記ハーフトーン処理を実行する印刷装置。
【請求項２】
請求項１記載の印刷装置であって、
前記ドットデータ生成部は、前記遷移領域においては、前記入力階調値の一部に基づいて前記ディザ法によるハーフトーン処理を実行し、前記ハーフトーン処理によってドットが形成されないと決定された場合には、さらに、前記入力階調値と前記ディザ法で決定されたドットの形成状態とに基づいて前記誤差拡散法によるハーフトーン処理を実行してドットの形成の有無を決定する、印刷装置。
【請求項３】
請求項１または２に記載の印刷装置であって、
前記印刷部は、前記ドットの形成において物理的な相違が想定された複数の画素グループ毎に形成されるドット群の各々を共通の印刷領域で相互に組み合わせることによって前記印刷画像を生成し、
を備え、
前記ディザ法は、前記ドット群の各々のいずれもが第１の所定の特性を有するようにハーフトーン処理の条件が設定されている印刷装置。
【請求項４】
請求項１ないし３のいずれかに記載の印刷装置であって、
前記入力階調値の一部は、前記低階調領域に近づくほど前記入力階調値に対する割合が小さくなり、前記高階調領域に近づくほど前記入力階調値に対する割合が大きくなるように設定されている、印刷装置。
【請求項５】
請求項１ないし４のいずれかに記載の印刷装置であって、
前記入力階調値の一部は、前記低階調領域と接する階調値ではゼロとなり、前記高階調領域と接する階調値では前記入力階調値に一致するように設定されている、印刷装置。
【請求項６】
請求項１ないし５のいずれかに記載の印刷装置であって、
前記誤差拡散法は、前記ドット群の各々のいずれもが第２の所定の特性を有するように設定されている、印刷装置。
【請求項７】
請求項１ないし６のいずれかに記載の印刷装置であって、
前記第１の所定の特性は、ブルーノイズ特性とグリーンノイズ特性のいずれか一方である、印刷装置。
【請求項８】
請求項１ないし７のいずれかに記載の印刷装置であって、
前記ドット群の各々は、いずれも印刷媒体上において１サイクル毎ミリメートルを中心周波数とした０．５サイクル毎ミリメートルから２サイクル毎ミリメートルまでの所定の

低周波の範囲内の成分の平均値が、１０サイクル毎ミリメートルの周波数を中心周波数とした５サイクル毎ミリメートルから２０サイクル毎ミリメートルまでの範囲の成分の平均値よりも小さくなるような周波数特性を有している、印刷装置。

【請求項９】

印刷媒体上に印刷を行う印刷方法であって、

元画像を構成する各画素の入力階調値を表す画像データに対してハーフトーン処理を行うことによって、前記印刷媒体上に形成されるべき印刷画像の各印刷画素へのドットの形成状態を表すドットデータを生成するドットデータ生成工程と、

前記ドットの形成において物理的な相違が想定された複数の画素グループ毎に形成されるドット群の各々を共通の印刷領域で相互に組み合わせることによって、前記ドットデータに応じて前記印刷画像を生成する印刷工程と、

を備え、

前記ドットデータ生成工程は、

前記入力階調値のうち低い階調値側の領域である低階調領域においては誤差拡散法によって前記ハーフトーン処理を実行する工程と、

前記入力階調値のうち高い階調値側の領域である高階調領域においては前記ドット群の各々のいずれもが第１の所定の特性を有するようにハーフトーン処理の条件が設定されたディザ法によって前記ハーフトーン処理を実行する工程と、

前記低階調領域と前記高階調領域の間に設定された遷移領域においては前記ディザ法と前記誤差拡散法の双方によって前記ハーフトーン処理を実行する工程と、

を含む印刷方法。

【請求項１０】

印刷媒体上に印刷画像を形成して印刷物を生成する方法であって、

元画像を構成する各画素の入力階調値を表す画像データに対してハーフトーン処理を行うことによって、前記印刷媒体上に形成されるべき印刷画像の各印刷画素へのドットの形成状態を表すドットデータを生成するドットデータ生成工程と、

前記ドットの形成において物理的な相違が想定された複数の画素グループ毎に形成されるドット群の各々を共通の印刷領域で相互に組み合わせることによって、前記ドットデータに応じて前記印刷画像を生成する印刷工程と、

を備え、

前記ドットデータ生成工程は、

前記入力階調値のうち低い階調値側の領域である低階調領域においては誤差拡散法によって前記ハーフトーン処理を実行する工程と、

前記入力階調値のうち高い階調値側の領域である高階調領域においては前記ドット群の各々のいずれもが第１の所定の特性を有するようにハーフトーン処理の条件が設定されたディザ法によって前記ハーフトーン処理を実行する工程と、

前記低階調領域と前記高階調領域の間に設定された遷移領域においては前記ディザ法と前記誤差拡散法の双方によって前記ハーフトーン処理を実行する工程と、

を含む印刷物生成方法。

【請求項１１】

印刷媒体上に印刷を行う印刷部に供給すべき印刷データをコンピュータに生成させるためのコンピュータプログラムであって、

元画像を構成する各画素の入力階調値を表す画像データに対してハーフトーン処理を行うことによって、前記印刷媒体上に形成されるべき印刷画像の各印刷画素へのドットの形成状態を表すドットデータを生成するドットデータ生成機能を前記コンピュータに実現させるプログラムを備え、

前記印刷部は、前記ドットの形成において物理的な相違が想定された複数の画素グループ毎に形成されるドット群の各々を共通の印刷領域で相互に組み合わせることによって、前記ドットデータに応じて前記印刷画像を生成し、

を備え、

前記ドットデータ生成機能は、
前記入力階調値のうち低い階調値側の領域である低階調領域においては誤差拡散法によって前記ハーフトーン処理を実行する機能と、
前記入力階調値のうち高い階調値側の領域である高階調領域においては前記ドット群の各々のいずれもが第１の所定の特性を有するようにハーフトーン処理の条件が設定されたディザ法によって前記ハーフトーン処理を実行する機能と、
前記低階調領域と前記高階調領域の間に設定された遷移領域においては前記ディザ法と前記誤差拡散法の双方によって前記ハーフトーン処理を実行する機能と、
を含む、コンピュータプログラム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、印刷媒体上にドットを形成して画像を印刷する技術に関する。
【背景技術】
【０００２】
コンピュータで作成した画像や、デジタルカメラで撮影した画像などの出力装置として、印刷媒体上にドットを形成して画像を印刷する印刷装置が広く使用されている。かかる印刷装置は、入力階調値に対して形成可能なドットの階調数が少ないためハーフトーン処理によって階調表現が行われる。ハーフトーン処理の手法として、ディザマトリックスを用いた組織的ディザ法（本明細書では、単にディザ法とも呼ぶ。）や誤差拡散法が広く用いられている。従来は、ディザ法と誤差拡散法は、処理負担が小さいが画質に劣るディザ法と、処理負担が大きいが画質に勝る誤差拡散法という技術的な位置づけを有していた。
【０００３】
一方、複数サイズのドットを形成する印刷において、たとえば複数の閾値を用いて多値化を実行する誤差拡散において問題となる一部階調における画質劣化を抑制するためにディザ法を組み合わせる手法も提案されている（特許文献１）。
【０００４】
【特許文献１】特開２０００－１２５１２１号公報
【特許文献２】特許第３００１００２号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
しかし、従来は、同一のサイズのドットの形成状態の決定にディザ法と誤差拡散法とを組み合わせてハーフトーン処理を実行することは想定されていなかった。
【０００６】
この発明は、従来の技術における上述した課題を解決するためになされたものであり、ディザ法と誤差拡散法の組合せによるハーフトーン処理によって処理速度と画質向上の両立を実現させる技術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】
【０００７】
上述した課題の少なくとも一部を解決するために、本発明は、印刷媒体上に印刷を行う印刷装置を提供する。この装置は、
元画像を構成する各画素の入力階調値を表す画像データに対してハーフトーン処理を行うことによって、前記印刷媒体上に形成されるべき印刷画像の各印刷画素へのドットの形成状態を表すドットデータを生成するドットデータ生成部と、
前記ドットデータに応じてドットを形成することによって前記印刷画像を生成する印刷部と、
を備え、
前記ドットデータ生成部は、前記入力階調値のうち低い階調値側の領域である低階調領域においては誤差拡散法によって前記ハーフトーン処理を実行し、前記入力階調値のうち

高い階調値側の領域である高階調領域においてはディザ法によって前記ハーフトーン処理を実行し、前記低階調領域と前記高階調領域の間に設定された遷移領域においては前記ディザ法と前記誤差拡散法の双方によって前記ハーフトーン処理を実行する。

【０００８】

本発明の印刷装置では、入力階調値に応じて、ディザ法と誤差拡散法とにハーフトーン手法が切り替えられる。このような切替は、両手法の特徴を活かすために行われる。ディザ法の特徴は、処理の高速化が図れる点である。一方、誤差拡散法の特徴は、ディザ法よりも印刷画像を構成するドットの分散性が良いという点にある。このような観点から、粒状性が目立つハイライト領域では、ドットの分散性が良い誤差拡散法でハーフトーン処理を行うとともに、粒状性が目立たない領域では、処理負担の小さなディザ法でハーフトーン処理を行うように構成されている。さらに、本発明の印刷装置では、処理の切替に起因する画質劣化を抑制するためにディザ法と誤差拡散法の双方で処理を行う遷移領域が設定されている。

【０００９】

上記印刷装置において、

前記ドットデータ生成部は、前記遷移領域においては、前記入力階調値の一部に基づいて前記ディザ法によるハーフトーン処理を実行し、前記ハーフトーン処理によってドットが形成されないと決定された場合には、さらに、前記入力階調値に基づいて前記誤差拡散法によるハーフトーン処理を実行してドットの形成の有無を決定するようにしても良い。

【００１０】

こうすれば、予めディザ法でドットの形成の有無を決定し、このドット形成状態を考慮して誤差拡散法に補完的にドットを追加することができるので、両者の特性を活かすことができる。

【００１１】

上記印刷装置において、

前記印刷部は、前記ドットの形成において物理的な相違が想定された複数の画素グループ毎に形成されるドット群の各々を共通の印刷領域で相互に組み合わせることによって前記印刷画像を生成し、

を備え、

前記ディザ法は、前記ドット群の各々のいずれもが第１の所定の特性を有するようにハーフトーン処理の条件が設定されているようにしても良い。

【００１２】

このようなのディザ法（特定のディザ法）の特徴は、ドットの形成における物理的な相違（たとえばドットが形成される主走査の方向の相違）を有するドット群の各々を共通の印刷領域で相互に組み合わせることによって印刷画像を生成する場合に、このような組合せに起因する画質の劣化を抑制できるという点にある。ただし、特定のディザ法は、ドット群間の相互作用が画質に影響を与えるほどのドット記録率を有している場合（すなわち高入力階調値の場合）に顕著な効果を奏する一方、ドット群の各々のドット記録率が小さい場合（すなわち低入力階調値の場合）には顕著な効果が得られないという特徴をも有している。一方、誤差拡散法の特徴は、ドット群間の相互作用の問題を考慮しなければ、特定のディザ法よりも印刷画像を構成するドットの分散性が良いという点にある。

【００１３】

なお、「物理的な相違」は、たとえば印刷ヘッドの位置の計測誤差や副走査送り量の計測誤差といった印刷装置の機構の誤差によるドットのズレだけでなく、たとえば印刷用紙の浮き上がりに起因する主走査方向のドットのズレやインクの吐出タイミング（時間的誤差）のズレ（時間差）や順序といった要因を含む広い意味を有する。ドットの位置ズレは、たとえば印刷ヘッドの往方向の主走査で形成されるドットと復方向の主走査で形成されるドットの主走査方向の位置ズレとして顕在化する。さらに、本発明は、比較的に低い階調領域と比較的に高い階調領域とを滑らかに接続する遷移領域を設けて、ハーフトーンの処理の切替に起因する画質劣化を抑制している。

【００１４】
上記印刷装置において、
前記入力階調値の一部は、前記低階調領域に近づくほど前記入力階調値に対する割合が小さくなり、前記高階調領域に近づくほど前記入力階調値に対する割合が大きくなるように設定されているようにしても良いし、
あるいは、
前記入力階調値の一部は、前記低階調領域と接する階調値ではゼロとなり、前記高階調領域と接する階調値では前記入力階調値に一致するように設定されているようにしても良いし、双方を適用しても良い。
【００１５】
こうすれば、低階調領域や高階調領域と遷移領域のつなぎ目における処理の変動を滑らかにして、ハーフトーンの処理の切替に起因する画質劣化（たとえば疑似輪郭）を抑制している。
【００１６】
上記印刷装置において、
前記誤差拡散法は、前記ドット群の各々のいずれもが第２の所定の特性を有するように設定されていても良い。こうすれば、誤差拡散法によってハーフトーン処理が実行される領域においても、ドット群の各々を共通の印刷領域で相互に組み合わせることに起因する画質の劣化を抑制することができる。
【００１７】
上記印刷装置において、
前記第１の所定の特性は、ブルーノイズ特性とグリーンノイズ特性のいずれか一方であるようにしても良い。なお、「ブルーノイズ特性」と「グリーンノイズ特性」は、本明細書では、文献「Digital halftoning」（Robert Ulichney著）によって定義されるものとする。
【００１８】
上記印刷装置において、
前記ドット群の各々は、いずれも印刷媒体上において１サイクル毎ミリメートルを中心周波数とした０．５サイクル毎ミリメートルから２サイクル毎ミリメートルまでの所定の低周波の範囲内の成分の平均値が、１０サイクル毎ミリメートルの周波数を中心周波数とした５サイクル毎ミリメートルから２０サイクル毎ミリメートルまでの範囲の成分の平均値よりも小さくなるような周波数特性を有しているようにしても良い。
【００１９】
こうすれば、人間の視覚感度の高い領域において粒状性を抑制することができるので、人間の視覚感度に着目した効果的な画質の改善を行うことができる。
【００２０】
なお、本発明のディザ法は、たとえば特開２００５－２３６７６８号公報や特開２００５－２６９５２７号公報に開示されているようなドットの形成状態を特定するための中間データ（個数データ）を使用するような技術においては、ディザマトリックスを用いて生成された変換テーブル（あるいは対応関係テーブル）を用いたハーフトーン処理も含む広い概念を有する。
【００２１】
また、本発明は、ディザマトリックス、ディザマトリックス生成装置、ディザマトリックスを用いた印刷装置や印刷方法、印刷物の生成方法といった種々の形態、あるいは、これらの方法または装置の機能をコンピュータに実現させるためのコンピュータプログラム、そのコンピュータプログラムを記録した記録媒体、そのコンピュータプログラムを含み搬送波内に具現化されたデータ信号、等の種々の形態で実現することができる。
【００２２】
さらに、印刷装置や印刷方法、印刷物の生成方法におけるディザマトリックスの使用は、ディザマトリックスに設定されている閾値と画像データの階調値とを画素毎に比較する

ことによって、画素毎にドット形成の有無を判断しているが、たとえば閾値と階調値の和を固定値と比較してドット形成の有無を判断するようにしても良い。さらに、閾値を直接使用することなく閾値に基づいて予め生成されたデータと、階調値とに応じてドット形成の有無を判断するようにしても良い。本発明のディザ法は、一般に、各画素の階調値と、ディザマトリックスの対応する画素位置に設定された閾値とに応じてドットの形成の有無を判断するものであれば良い。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２３】

以下では、本発明の作用・効果をより明確に説明するために、本発明の実施の形態を、次のような順序に従って説明する。

Ａ．本発明の実施例における印刷システムの構成：

Ｂ．本発明の第１実施例における印刷データ生成処理：

Ｃ．本発明の第２実施例における印刷データ生成処理：

Ｄ．変形例：

【００２４】

Ａ．本発明の実施例における印刷システムの構成：

図１は、本発明の実施例における印刷システムの構成を示すブロック図である。この印刷システムは、印刷制御装置としてのコンピュータ９０と、印刷部としてのカラープリンタ２０と、を備えている。なお、カラープリンタ２０とコンピュータ９０の組み合わせを、広義の「印刷装置」と呼ぶことができる。

【００２５】

コンピュータ９０では、所定のオペレーティングシステムの下で、アプリケーションプログラム９５が動作している。オペレーティングシステムには、ビデオドライバ９１やプリンタドライバ９６が組み込まれており、アプリケーションプログラム９５からは、これらのドライバを介して、カラープリンタ２０に転送するための印刷データＰＤが出力されることになる。アプリケーションプログラム９５は、処理対象の画像に対して所望の処理を行い、また、ビデオドライバ９１を介してＣＲＴ２１に画像を表示する。

【００２６】

プリンタドライバ９６の内部には、入力画像の解像度を印刷解像度に変換する解像度変換モジュール９７と、ＲＧＢをＣＭＹＫに色変換する色変換モジュール９８と、後述の実施例で生成されるディザマトリックスＭや誤差拡散法を使用して入力階調値をドットの形成で表現可能な出力階調数へ減色するハーフトーンモジュール９９と、ハーフトーンデータを用いてカラープリンタ２０に送信するための印刷データを生成する印刷データ生成モジュール１００と、色変換モジュール９８が色変換の基準とする色変換テーブルＬＵＴと、ハーフトーン処理のために各サイズのドットの記録率を決定するための記録率テーブルＤＴと、が備えられている。プリンタドライバ９６は、印刷データＰＤを生成する機能を実現するためのプログラムに相当する。プリンタドライバ９６の機能を実現するためのプログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録された形態で供給される。このような記録媒体としては、たとえばＣＤ－ＲＯＭ１２６やフレキシブルディスク、光磁気ディスク、ＩＣカード、ＲＯＭカートリッジ、パンチカード、バーコードなどの符号が印刷された印刷物、コンピュータの内部記憶装置（ＲＡＭやＲＯＭなどのメモリ）および外部記憶装置等の、コンピュータが読み取り可能な種々の媒体を利用できる。

【００２７】

図２は、カラープリンタ２０の概略構成図である。カラープリンタ２０は、紙送りモータ２２によって印刷用紙Ｐを副走査方向に搬送する副走査駆動部と、キャリッジモータ２４によってキャリッジ３０を紙送りローラ２６の軸方向（主走査方向）に往復動させる主走査駆動部と、キャリッジ３０に搭載された印刷ヘッドユニット６０（「印刷ヘッド集合体」とも呼ぶ）を駆動してインクの吐出およびドット形成を制御するヘッド駆動機構と、これらの紙送りモータ２２，キャリッジモータ２４，印刷ヘッド１０、２０を備える印刷ヘッドユニット６０および操作パネル３２との信号のやり取りを司る制御回路４０とを備

えている。制御回路４０は、コネクタ５６を介してコンピュータ９０に接続されている。
【００２８】
図３は、印刷ヘッド１０、２０の下面におけるノズル配列を示す説明図である。印刷ヘッド１０の下面には、ブラックインクを吐出するためのブラックインクノズル列Ｋと、シアンインクを吐出するためのシアンインクノズル列Ｃと、マゼンタインクを吐出するためのマゼンタインクノズル列Ｍｚと、イエローインクを吐出するためのイエローインクノズルＹとが形成されている。
【００２９】
各ノズル列の複数のノズルＮｚは、副走査方向に沿って一定のノズルピッチｋ・Ｄでそれぞれ整列している。ここで、ｋは整数であり、Ｄは副走査方向における印刷解像度に相当するピッチ（「ドットピッチ」と呼ぶ）である。本明細書では、「ノズルピッチはｋドットである」とも言う。このときの単位［ドット］は、印刷解像度のドットピッチを意味している。副走査送り量に関しても同様に、［ドット］の単位を用いる。
【００３０】
各ノズルＮｚには、各ノズルＮｚを駆動してインク滴を吐出させるための駆動素子としてのピエゾ素子（後述）が設けられている。印刷時には、印刷ヘッド１０、２０が主走査方向ＭＳに移動しつつ、各ノズルからインク滴が吐出される。
【００３１】
以上説明したハードウェア構成を有するカラープリンタ２０は、紙送りモータ２２により印刷用紙Ｐを搬送しつつ、キャリッジ３０をキャリッジモータ２４により往復動させ、同時に印刷ヘッド１０のピエゾ素子を駆動して、各色インク滴の吐出を行い、大中小のインクドットを形成して印刷用紙Ｐ上に視覚系やカラープリンタ２０に最適化された画像を形成することができる。
【００３２】
Ｂ．本発明の第１実施例における印刷データ生成処理：
図４は、本発明の実施例における印刷データ生成処理のルーチンを示すフローチャートである。印刷データ生成処理とは、カラープリンタ２０に供給するための印刷データＰＤを生成するためにコンピュータ９０で行われる処理である。
【００３３】
ステップＳ１００では、プリンタドライバ９６（図１）は、アプリケーションプログラム９５から画像データを入力する。この入力処理は、アプリケーションプログラム９５による印刷命令に応じて行われる。ここで、画像データは、ＲＧＢデータであるものとしている。
【００３４】
ステップＳ２００では、解像度変換モジュール９７は、入力されたＲＧＢ画像データの解像度（すなわち、単位長さ当りの画素数）を所定の解像度に変換する。
【００３５】
ステップＳ３００では、色変換モジュール９８は、色変換テーブルＬＵＴ（図１）を参照しつつ、各画素ごとに、ＲＧＢ画像データを、カラープリンタ２０が利用可能なインク色の多階調データに変換する。
【００３６】
ステップＳ４００では、ハーフトーンモジュール９９は、ハーフトーン処理を行う。ハーフトーン処理とは、多階調データの階調数である２５６階調を、カラープリンタ２０が各画素で表現可能な階調数である２階調に減少させる処理（減色処理）である。この２階調は、本実施例では、「ドットの形成なし」と「ドットの形成」とで表現される。
【００３７】
図５は、本発明の実施例におけるディザ法と誤差拡散法とに対するレベルデータの配分の様子を示す説明図である。記録率テーブルＤＴの横軸には、階調値（０～２５５）、左側の縦軸には、ドット記録率（％）、右側の縦軸には、レベルデータ（０～２５５）が示されている。ここで、「ドット記録率」とは、一定の階調値に応じて一様な領域が再現さ

れるときに、その領域内の画素のうちでドットが形成される画素の割合を意味する。直線ＬＶＬは、入力階調値とドット記録率を表すレベルデータの関係を示している。レベルデータとは、ドットの記録率を値０～２５５の２５６段階に変換したデータをいう。

【００３８】

レベルデータは、誤差拡散で処理される領域とディザ法で処理される領域とに分割されている。「＋」のハッチングが施された領域がディザ法で処理される領域であり、「－」のハッチングが施された領域がディザ法で処理される領域である。この図から分かるように、低い階調領域（階調値０～階調値Ｇ１）においては誤差拡散法によってハーフトーン処理が実行され、高い階調領域（階調値Ｇ２～階調値２５５）においてはディザ法によってハーフトーン処理が実行される。さらに、低い階調領域と高い階調領域の間に設定された遷移領域（階調値Ｇ１～階調値Ｇ２）においてはディザ法と誤差拡散法の双方によってハーフトーン処理が実行されることが分かる。

【００３９】

遷移領域（階調値Ｇ１～階調値Ｇ２）は、低い階調領域（階調値０～階調値Ｇ１）と高い階調領域（階調値Ｇ２～階調値２５５）とを滑らかに接続して、ハーフトーンの処理の切替に起因する疑似輪郭その他の画質劣化を抑制するための領域である。遷移領域では、直線Ｔｒに基づいて入力階調値をディザ法と誤差拡散法に分配して処理が行われる。たとえば入力階調値が階調値６４である場合には、レベルデータＴｒ１が誤差拡散の処理に配分され、レベルデータＬｖ１からレベルデータＴｒ１を減じた値がディザ法に配分される。ただし、レベルデータＴｒ１は、誤差拡散の処理に配分されるが、誤差拡散の処理にそのまま使用されるわけではない。なお、詳細は後述する。

【００４０】

このような入力階調値に応じた配分により、ドット記録率の比較的に低いハイライト領域においては、ドットの分散性が画質に大きな影響を与えるので、誤差拡散法によってハーフトーン処理が行われ、ドット記録率の比較的に高い領域（シャドー領域を含む）においては、処理負担の小さなディザ法によって高速にハーフトーン処理が行われることになる。

【００４１】

図６は、ディザ法と誤差拡散に使用されるレベルデータの決定に利用される記録率テーブルＤＴを示す説明図である。直線Ｌｄｉｔｈは、遷移領域においてディザ法に使用されるレベルデータを示している。たとえば入力階調値が階調値６４である場合には、レベルデータＬＤ１が誤差拡散の処理に使用され、レベルデータＬＤ１がディザ法に配分される。レベルデータＬＤ１は、図５においてレベルデータＬｖ１からレベルデータＴｒ１を減じた値に一致する。一方、誤差拡散法には、レベルデータＴｒ１（図５）ではなくてレベルデータＬｖ１を使用することによって、レベルデータＴｒ１（図５）に相当するドットが誤差拡散法によって形成されることになる。この理由については後述する。

【００４２】

図７は、本発明の実施例におけるハーフトーン処理の流れを示すフローチャートである。ステップＳ４１０では、ハーフトーンモジュール９９（図１）は、上述の方法で入力階調値に応じて記録率テーブルＤＴからドット記録率ＬＶＬとディザ法に配分されるレベルデータＬＤを読み取る。

【００４３】

ステップＳ４２５では、ステップＳ４１０で読み出されたレベルデータＬＤと閾値ｔｈとの大小が比較される。閾値ｔｈは、後述する方法で最適化されたディザマトリックスＭから読み出された値である。この比較の結果、レベルデータＬＤが閾値ｔｈよりも大きいときには、「ドットの形成」が決定される（ステップＳ４２６）。一方、レベルデータＬＤが閾値ｔｈよりも小さいときには、誤差拡散でのドットの形成の有無を決定するために、処理がステップＳ４５２に進められる。

【００４４】

ステップＳ４５２では、誤差拡散成分算出処理を行う。誤差拡散成分算出処理とは、誤

差拡散によって追加される階調成分の有無を決定する処理である。具体的には、誤差拡散成分（＝ドット記録率ＬＶＬ－レベルデータＬＤ）が記録率テーブルＤＴ（図６）基づいて決定される。具体的には、以下のとおりであり、本実施例では、低い階調領域と遷移領域とにおいてのみ誤差拡散法によってドットが追加されることになる。
（１）低い階調領域（階調値０～階調値Ｇ１）：誤差拡散成分Ｔｒは、ドット記録率ＬＶＬに等しくなる。
（２）遷移領域（階調値Ｇ１～階調値Ｇ２）：誤差拡散成分Ｔｒは、正となる（ドット記録率ＬＶＬ＞レベルデータＬＤ）。
（３）高い階調領域（階調値Ｇ２～階調値２５５）：誤差拡散成分Ｔｒは、ゼロとなる（ドット記録率ＬＶＬ＝レベルデータＬＤ）。
【００４５】
ステップＳ４５３では、着目画素に対して処理済みの他の複数の画素から拡散されている拡散誤差ＥＤｅｒｒが読み込まれるとともに、レベルデータＬＤに加算される。これにより、誤差拡散法において、ドット形成の判断（ステップＳ４５５）に使用される補正データＬＤｘが生成される。
【００４６】
ステップＳ４５５では、ハーフトーンモジュール９９は、誤差拡散成分Ｔｒおよび補正データＬＤｘと誤差拡散用閾値ＴＨedの大小関係に基づいて、ドットの形成判断の対象となっている着目画素におけるドットの形成と非形成を決定する。具体的には、誤差拡散成分Ｔｒが正で、かつ、補正データＬＤｘが誤差拡散用閾値ＴＨedよりも大きいと判定された場合には、ドットの形成が判定されて、処理がステップＳ４２６に進められる。一方、誤差拡散成分Ｔｒがゼロと判定されるか、あるいは補正データＬＤｘが誤差拡散用閾値ＴＨｅｄ以下と判定された場合には、ドットの非形成が決定される（ステップＳ４５７）。このようにして、ドットの形成状態が決定されると、処理がステップＳ４６０に勧められる。
【００４７】
図７は、本発明の実施例における誤差拡散処理のフローチャートを示す説明図である。ステップＳ４６１では、ハーフトーンモジュール９９は、ドットが形成されたか否かに応じて処理を分岐する。ドットが形成されていない場合には、処理がステップＳ４６２に進められる。一方、ドットが形成された場合には、処理がステップＳ４６３に進められる。
【００４８】
ステップＳ４６２では、ハーフトーンモジュール９９は、補正データＬＤｘから量子化誤差Ｅｒｒを算出する。量子化誤差Ｅｒｒは、補正データＬＤｘに応じて表現されるべきレベルデータ（０～２５５）と、ドットの形成によって現実に表現されるレベル（０あるいは２５５）の差として発生する量子化誤差である。ステップＳ４６２（大中小ドット非形成）において、量子化誤差Ｅｒｒが補正データＬＤｘに等しくなっているのは、ドットの形成によって現実に表現されるレベルであるドット評価値Ｅｖｓが「０」だからである。
【００４９】
ステップＳ４６３では、ハーフトーンモジュール９９は、補正データＬＤｘからドット評価値Ｅｖｓを減ずることによって、量子化誤差Ｅｒｒを算出する。ドット評価値Ｅｖｓは、本実施例では、大中小ドットのいずれが形成されても最大レベルの「２５５」とされている。このように、本実施例では、小ドットの形成状態だけでなく、大ドットや中ドットの形成状態を考慮して量子化誤差を算出するので、小ドットのみの相互間だけでなく、大中小ドットの相互間の分散性を向上させることができる。たとえば、補正データＬＤｘのレベルが「２２３」で、大中小ドットのいずれかの形成によって現実に生じたとみなされるレベルが２５５であるとすると、量子化誤差Ｅｒｒは、「－３２」（＝２２３－２５５）となる。
【００５０】
ステップＳ４６８では、ハーフトーンモジュール９９は、このようにして算出された量

子化誤差Ｅｒｒを周囲の未処理の画素に拡散する。誤差の拡散は、本実施例では、周知のＪａｒｖｉｓ、Ｊｕｄｉｃｅ ＆ Ｎｉｎｋｅ型の誤差拡散マトリックスを使用して行われる。具体的には、着目画素の右隣の画素については、着目画素で生じた量子化誤差Ｅｒｒ「－３２」に対して誤差拡散全体マトリックスＭａのうち右隣の画素に対応する係数「７／４８」を乗じた値「－２２４／４８」（＝－３２×７／４８）が拡散される。さらに、着目画素の２つの右隣の画素については、着目画素で生じた量子化誤差Ｅｒｒ「－３２」に対して誤差拡散全体マトリックスＭａのうち２つの右隣の画素に対応する係数「５／４８」を乗じた値「－１６０／４８」（＝－３２×５／４８）が拡散される。

【００５１】

このようにして拡散された量子化誤差は、各未処理画素で蓄積されて拡散誤差ＥＤｅｒｒとなって、各未処理画素が着目画素となったときに補正データＬＤｘの生成に使用される（図６のステップＳ４５３）。

【００５２】

このようにして、全画素についてハーフトーン処理が完了すると、処理がステップＳ５００（図４）に進められる。ステップＳ５００では、各画素について決定された大中小のドットの形成状態に基づいて印刷データＰＤが生成される。

【００５３】

このように、本実施例では、粒状性が目立つハイライト領域では、ドットの分散性が良い誤差拡散法でハーフトーン処理を行うとともに、粒状性が目立たない領域では、処理負担の小さなディザ法でハーフトーン処理を行うことによって、両ハーフトーン手法を入力階調値に応じて効果的に使い分けている。さらに、本発明の印刷装置では、ディザ法と誤差拡散法の双方で処理を行う遷移領域を設定することによって処理の切替に起因する画質劣化を抑制することも可能である。

【００５４】

なお、単一サイズのドットの使用を想定しているが、本発明は、たとえば複数サイズのドットを形成可能な印刷にも適用可能である。具体的には、たとえば大中小の各サイズのドットを形成可能な印刷装置において、小ドットや中ドットに本発明を適用することが可能である。

【００５５】

Ｃ．本発明の第２実施例における印刷データ生成処理：

第２実施例は、印刷装置のハードウェア特性に最適化されたディザマトリックスでハーフトーン処理を行う点で第１実施例と相違する。このディザ法の特徴は、ドットの形成における物理的な相違（たとえばドットが形成される主走査の方向の相違）を有するドット群の各々を共通の印刷領域で相互に組み合わせることによって印刷画像を生成する場合に、このような組合せに起因する画質の劣化を抑制できるという点にある。

【００５６】

このような特徴は、ドット群間の相互作用が画質に影響を与えるほどのドット記録率となるような入力階調値の場合に顕著な効果を奏する一方、ドット群の各々のドット記録率が小さい場合（すなわち低階調値の場合）には、ドット群間の相互作用が画質に影響を与えないため顕著な効果が得られないという特質を有している。第２実施例は、このような特質を考慮して顕著な効果が得られる階調領域においてのみ、このようなディザ法を適用し、低い入力階調値におけるドットの形成の有無は印刷画像を構成するドットの分散性の良好性を重視して誤差拡散法を利用しているのである。

【００５７】

図９は、ディザマトリックスの一部を概念的に例示した説明図である。図示したマトリックスには、横方向（主走査方向）に１２８要素、縦方向（副走査方向）に６４要素、合計８１９２個の要素に、階調値１～２５５の範囲から万遍なく選択された閾値が格納されている。なお、ディザマトリックスの大きさは、図９に例示したような大きさに限られるものではなく、縦と横の要素数が同じマトリックスも含めて種々の大きさとすることができる。

【００５８】
図１０は、ディザマトリックスを使用したドット形成の有無の考え方を示す説明図である。図示の都合上、一部の要素についてのみ示されている。ドット形成の有無の決定では、図１０に示す通り、画像データの階調値と、ディザマトリックス中で対応する位置に記憶されている閾値とが比較される。画像データの階調値の方がディザテーブルに格納された閾値よりも大きい場合にはドットが形成され、画像データの階調値の方が小さい場合にはドットが形成されない。図１０中でハッチングを付した画素がドットの形成対象となる画素を意味している。このように、ディザマトリックスを用いれば、画像データの階調値とディザマトリックスに設定されている閾値とを比較するという単純な処理で、画素毎のドットの形成有無を判断することができるので、階調数変換処理を迅速に実施することが可能となる。さらに、画像データの階調値が決まると、各画素にドットが形成されるか否かは、もっぱらディザマトリックスに設定される閾値によって決まることからも明らかなように、組織的ディザ法では、ディザマトリックスに設定する閾値の格納位置によって、ドットの発生状況を積極的に制御することが可能である。

【００５９】
このように、組織的ディザ法は、ディザマトリックスに設定する閾値の格納位置によって、ドットの発生状況を積極的に制御することが可能なので、閾値の格納位置の設定を調整することによってドットの分散性その他の画質を制御することができるという特徴を有している。このことは、ディザマトリクスの最適化処理によってハーフトーン処理を多様な目標状態に対して最適化することが可能であることを意味している。

【００６０】
図１１は、ディザマトリクスの調整の簡単な例として、ブルーノイズ特性を有するブルーノイズディザマトリクスの各画素に設定されている閾値の空間周波数特性を概念的に例示した説明図である。ブルーノイズマトリックスの空間周波数特性は、１周期の長さが１周期の長さが２画素付近の高い周波数領域に最も大きな周波数成分を有する特性となっている。このような空間周波数特性は、人間の視覚特性を考慮して設定されたものである。すなわち、ブルーノイズディザマトリクス、高周波領域において感度が低いという人間の視覚特性を考慮して、高周波領域に最も大きな周波数成分が発生するように閾値の格納位置が調整されたディザマトリックスである。

【００６１】
図１１には、さらに、グリーンノイズマトリックスの空間周波数特性を破線の曲線として例示している。図示されているように、グリーンノイズマトリックスの空間周波数特性は、１周期の長さが２画素から十数画素の中間周波数領域に最も大きな周波数成分を有する特性となっている。グリーンノイズマトリックスの閾値は、このような空間周波数特性を有するように設定されていることから、グリーンノイズ特性を有するディザマトリックスを参照しながら各画素のドット形成の有無を判断すると、数ドット単位で隣接してドットが形成されながら、全体としてはドットの固まりが分散した状態で形成されることになる。いわゆるレーザープリンタなどのように、１画素程度の微細なドットを安定して形成することが困難なプリンタでは、こうしたグリーンノイズマトリックスを参照してドット形成の有無を判断することで、孤立したドットの発生を抑制することができる。その結果、安定した画質の画像を迅速に出力することが可能となる。逆に言えば、レーザープリンタなどでドットの形成有無を判断する際に参照されるディザマトリックスには、グリーンノイズ特性を有するように調整された閾値が設定されている。本実施例では、このような特性は、特許請求の範囲における「第１の所定の特性」に相当する。

【００６２】
図１２は、人間が有する視覚の空間周波数に対する感度特性である視覚の空間周波数特性ＶＴＦ（Visual Transfer Function）を概念的に示した説明図である。視覚の空間周波数特性ＶＴＦを利用すれば、人間の視覚感度を視覚の空間周波数特性ＶＴＦという伝達関数としてモデル化することによって、ハーフトーン処理後のドットの人間の視覚に訴える粒状感を定量化することが可能となる。このようにして定量化された値は、粒状性指数と

呼ばれる。式Ｆ１は、視覚の空間周波数特性ＶＴＦを表す代表的な実験式を示している。式Ｆ１中の変数Ｌは観察距離を表しており、変数ｕは空間周波数を表している。式Ｆ２は、粒状性指数を定義する式である。式Ｆ２中の係数Ｋは、得られた値を人間の感覚と合わせるための係数である。

【００６３】

このような人間の視覚に訴える粒状感の定量化は、人間の視覚系に対するディザマトリクスのきめ細かな最適化を可能とするものである。具体的には、ディザマトリックスに各入力階調値を入力した際に想定されるドットパターンに対してフーリエ変換を行ってパワースペクトルＦＳを求めるとともに、視覚の空間周波数特性ＶＴＦと乗算した後に全入力階調値で積分（式Ｆ２）することによって得ることができる粒状性指数をディザマトリクスの評価関数として利用することができる。この例では、ディザマトリクスの評価関数が小さくなるように閾値の格納位置を調整すれば最適化が図れることになる。

【００６４】

このような人間の視覚特性を考慮して設定されたブルーノイズディザマトリクスやグリーンノイズマトリックスといったディザマトリックスに共通するのは、いずれも印刷媒体上において人間の視覚感度が最も高い空間周波数の領域である１サイクル毎ミリメートルを中心周波数とした０．５サイクル毎ミリメートルから２サイクル毎ミリメートルまでの所定の低周波の範囲内の成分の平均値が小さくなるように設定されている点である。たとえば所定の低周波の範囲内の成分の平均値が少なくとも人間の視覚感度がほぼゼロとなる１０サイクル毎ミリメートルの周波数を中心周波数とした５サイクル毎ミリメートルから２０サイクル毎ミリメートルまでの範囲の成分の平均値よりも小さくなるような周波数特性を有するようにすれば、人間の視覚感度の高い領域において粒状性を抑制することができるので、人間の視覚感度に着目した効果的な画質の改善を行うことができることが発明者によって確認されている。

【００６５】

ただし、従来のディザマトリックスでは、印刷媒体上の共通の領域を複数回走査することによってインクドットを形成し、これにより画像を印刷することに起因する画質の劣化は考慮されていなかった。

【００６６】

図１３は、本発明の実施例における印刷画像の生成方法の一例を示す説明図である。この画像形成方法の例では、説明を分かりやすくするために主走査と副走査を行いつつブラックインクのドットを印刷媒体上に形成することによって印刷画像が生成されるものとしている。主走査とは、印刷媒体に対して印刷ヘッド１０（図３）を主走査方向に相対的に移動させる動作を意味する。副走査とは、印刷媒体に対して印刷ヘッド１０を副走査方向に相対的に移動させる動作を意味する。印刷ヘッド１０は、印刷媒体上にインク滴を吐出してインクドットを形成するように構成されている。印刷ヘッド１０は、画素ピッチｋの２倍の間隔で図示しない１０個のノズルを装備している。

【００６７】

印刷画像の生成は、主走査と副走査を行いつつ以下のように行われる。パス１の主走査では、ラスタ番号が１、３、５、７、９、１１、１３、１５、１７、１９の１０本の主走査ラインのうちで、画素位置番号が１、３、５、７の画素にインクドットが形成される。主走査ラインとは、主走査方向に連続する画素によって形成される線を意味する。各丸は、ドットの形成位置を示している。各丸の中の数字は、同時にインクドットが形成される複数の画素から構成される画素グループを示している。パス１では、第１の画素グループに属する印刷画素にドットが形成される。

【００６８】

パス１の主走査が完了すると、副走査方向に画素ピッチの３倍の移動量Ｌｓで副走査送りが行われる。一般には、印刷媒体を移動させることによって副走査送りは行われるが、本実施例では、説明を分かりやすくするために印刷ヘッド１０が副走査方向に移動するものとしている。副走査送りが完了すると、パス２の主走査が行われる。

【００６９】
　パス２の主走査では、ラスタ番号が６、８、１０、１２、１４、１６、１８、２０、２２、２４の１０本の主走査ラインのうちで、画素位置番号が１、３、５、７の画素にインクドットが形成される。このようにして、パス２では、第２の画素グループに属する印刷画素にドットが形成される。なお、ラスタ番号が２２、２４の２本の主走査ラインは、図示が省略されている。パス２の主走査が完了すると、前述と同様の副走査送りが行われた後に、パス３の主走査が行われる。
【００７０】
　パス３の主走査では、ラスタ番号が１１、１３、１５、１７、１９の主走査ラインを含む１０本の主走査ラインのうちで、画素位置番号が２、４、６、８の画素にインクドットが形成される。パス４の主走査では、ラスタ番号が１６、１８、２０の３本の主走査ラインを含む１０本の主走査ラインのうちで、画素位置番号が２、４、６、８の画素にインクドットが形成される。このようにして、ラスタ番号が１５以降の副走査位置に隙間なくインクドットが形成可能であることが分かる。パス３とパス４では、それぞれ第３と第４の画素グループに属する印刷画素にドットが形成される。
【００７１】
　このような印刷画像の生成を一定の領域に着目して観察すると、以下のように行われていることが分かる。たとえばラスタ番号が１５～１９で画素位置番号が１～８の領域を着目領域とすると、着目領域では以下のように印刷画像が形成されていることが分かる。
【００７２】
　パス１では、着目領域において、ラスタ番号が１～５で画素位置番号が１～８の画素位置に形成されたインクドットと同一のドットパターンが形成されていることが分かる。このドットパターンは、第１の画素グループに属する画素に形成されるドットで形成されている。すなわち、パス１では、着目領域において、第１の画素グループに属する画素にドットが形成される。
【００７３】
　パス２では、着目領域において、第２の画素グループに属する画素にドットが形成される。パス３では、着目領域において、第３の画素グループに属する画素にドットが形成される。パス４では、着目領域において、第４の画素グループに属する画素にドットが形成される。
【００７４】
　このように、本実施例のモノクロ印刷では、第１～第４の複数の画素グループの各々に属する印刷画素が、共通の印刷領域で相互に組み合わせられることによって印刷画像が形成されることが分かる。一方、カラー印刷では、第１～第４の複数の画素グループの各々に、印刷ヘッド（図３）からＣ、Ｍｚ、Ｙ、Ｋの各色のインクが吐出されることによって、同様のメカニズムでカラーの印刷画像が形成される。
【００７５】
　図１４は、本発明の実施例において複数の画素グループの各々に属する印刷画素が、共通の印刷領域で相互に組み合わせられることによって印刷媒体上に印刷画像が生成される様子を示す説明図である。図１４の例では、印刷画像は、所定の中間階調（単色）の印刷画像である。ドットパターンＤＰ１、ＤＰ１ａは、第１の画素グループに属する複数の画素に形成されたドットパターンを示している。ドットパターンＤＰ２、ＤＰ２ａは、第１と第２の画素グループとに属する複数の画素に形成されたドットパターンを示している。ドットパターンＤＰ３、ＤＰ３ａは、第１～第３の画素グループに属する複数の画素に形成されたドットパターンを示している。ドットパターンＤＰ４、ＤＰ４ａは、全画素グループに属する複数の画素に形成されたドットパターンを示している。
【００７６】
　ドットパターンＤＰ１、ＤＰ２、ＤＰ３、ＤＰ４は、従来技術のディザマトリックスを使用した場合におけるドットパターンである。ドットパターンＤＰ１ａ、ＤＰ２ａ、ＤＰ３ａ、ＤＰ４ａは、本願発明のディザマトリックスを使用した場合におけるドットパター

ンである。図１４から分かるように、本願発明のディザマトリックスを使用した場合には、特にドットパターンの重畳が少ないドットパターンＤＰ１ａ、ＤＰ２ａにおいて、従来技術のディザマトリックスを使用した場合よりもドットの分散性が均一である。

【００７７】

従来技術のディザマトリックスには、画素グループという概念が無いため最終的に形成される印刷画像（図１４の例ではドットパターンＤＰ４）におけるドットの分散性にのみ着目して最適化が行われている。

【００７８】

しかし、本願発明者は、敢えてドットの形成過程におけるドットパターンに着目して印刷画像の画質の解析を行った。この解析の結果、ドットの形成過程におけるドットパターンの疎密に起因して、画像のむらが発生することが分かったのである。この画像のむらは、同一の主走査で形成される複数色のドットの重なり方が不均一であるため、複数色のドットが接触して滲む部分と、複数色のドットが離れていて滲まない部分とが、まだら状に発生することに起因して色むらが生じていることが発明者によって見いだされた。

【００７９】

このような色むらは、１回のパスで印刷画像を形成する場合においても発生し得る。しかし、色むらが印刷画像の全面で均一に発生しても人間の目には近くされにくい。均一に発生している故に、低周波成分を含む不均一な「むら」としてはインクの滲みが発生しないからである。

【００８０】

ところが、同一の主走査でほぼ同時にインクドットが形成される画素グループに形成されるドットパターンにおいて、インクの滲みで人間の目に認識されやすい低周波領域でむらが発生すると、顕著な画質劣化として顕在化することになる。このように、インクドットの形成によって印刷画像を形成する場合には、ほぼ同時にインクドットが形成される画素グループに形成されるドットパターンにも着目してディザマトリックスを最適化することが高画質化につながることを発明者によって初めて見いだされたのである。

【００８１】

さらに、インクの滲みだけでなく、インク凝集むらや光沢むら、ブロンズ現象といったインクの物理現象も画質の劣化として人間の目に顕著に知覚されることも本願発明者によって突き止められた。ブロンズ現象とは、インク滴の染料の凝集等によって、見る角度によって印刷表面がブロンズ色に呈色するなど、印刷用紙表面で反射される光の状態が変化する現象である。

【００８２】

さらに、従来技術のディザマトリックスでは、各画素グループの相互の位置関係が予め想定されたとおりになっていることを前提として最適化が図られているので、相互の位置関係がズレた場合には最適性が保証されず、顕著に画質が劣化する原因となっていた。しかし、本願発明のディザマトリックスによれば、各画素グループのドットパターンにおいてもドットの分散性が確保されているので、相互の位置関係のズレに対する高いロバスト性も確保できることが本願発明の発明者の実験によって初めて確認された。

【００８３】

さらに、この技術的思想は、印刷速度の高速化に伴って重要性が増していることも発明者によって突き止められた。印刷速度の高速化は、インクの吸収のための時間が十分に取られないうちに、次の画素グループのドットが形成されることにつながるからである。

【００８４】

このような観点から、本願発明者は、印刷媒体上の共通の領域を複数回走査することによってインクドットを形成し、これにより画像を印刷することに起因する画質の劣化を抑制することができるディザマトリックスの生成方法を創作した。

【００８５】

図１５は、本発明の実施例におけるディザマトリックスの生成方法の処理ルーチンを示すフローチャートである。実施例の生成方法では、印刷画像の形成過程において各主走査

（パス）で形成されるドットの分散性を考慮して最適化を図ることができるように構成されている。この例では、説明を分かりやすくするために８行８列の小さなディザマトリックスを生成するものとしている。ディザマトリックスの最適性をあらわす評価としては、粒状性指数（式Ｆ２）が使用されるものとしている。

【００８６】

ステップＳ１１００では、グループ化処理が行われる。グループ化処理とは、本実施例では、印刷画像の形成過程（図１３）において、各主走査でドットが形成される複数の画素グループに対応する要素毎にディザマトリックスを分割する処理である。

【００８７】

図１６は、本発明の実施例におけるグループ化処理が行われたディザマトリックスＭを示す説明図である。このグループ化処理では、図１３における４つの画素グループに分割されるものとしている。ディザマトリックスＭの各要素に記載された数字は、各要素が属する画素グループを示している。たとえば１行１列の要素は、第１の画素グループ（図１３）に属し、２行１列の要素は、第２の画素グループに属する。

【００８８】

図１７は、本発明の実施例における４個の分割マトリックスＭ１～Ｍ４を示す説明図である。分割マトリックスＭ１は、ディザマトリックスＭの要素のうち第１の画素グループに属する画素に対応する複数の要素と、空欄となっている複数の要素である空欄要素とから構成されている。空欄要素は、入力階調値に拘わらず常にドットが形成されない要素である。分割マトリックスＭ２～Ｍ４は、それぞれディザマトリックスＭの要素のうち第２～第４の画素グループに属する画素に対応する複数の要素と、空欄要素とから構成されている。

【００８９】

このようにして、ステップＳ１１００のグループ化処理（図１５）が完了すると、処理がステップＳ１２００に進められる。

【００９０】

ステップＳ１２００では、着目閾値決定処理が行われる。着目閾値決定処理とは、格納要素の決定対象となる閾値を決定する処理である。本実施例では、比較的に小さな値の閾値、すなわちドットの形成されやすい値の閾値から順に選択することによって閾値が決定される。このように、ドットが形成されやすい閾値から順に選択すれば、ドットの粒状性が目立つハイライト領域におけるドット配置をコントロールする閾値から順に格納される要素を固定していくことになるので、ドットの粒状性が目立つ比較的にドット密度が低い領域に対して大きな設計自由度を与えることができるからである。この例では、後述するように８個の閾値が既に決定済みで、９番目の閾値が決定されるものとする。

【００９１】

図１８は、本発明の実施例におけるディザマトリックス評価処理の処理ルーチンを示すフローチャートである。ステップＳ１３１０では、決定済み閾値の対応ドットがオンとされる。決定済み閾値とは、格納要素が決定された閾値を意味する。本実施例では、前述のようにドットの形成されやすい値の閾値から順に選択されるので、着目閾値にドットが形成される際には、決定済み閾値が格納された要素に対応する画素には必ずドットが形成されることになる。逆に、着目閾値にドットが形成される最も小さな入力階調値においては、決定済み閾値が格納された要素以外の要素に対応する画素にはドットは形成されないことになる。

【００９２】

図１９は、ディザマトリックスＭの１～８番目にドットが形成されやすい閾値が格納された要素に対応する８個の画素の各々にドットが形成された様子を示す説明図である。このようにして構成されるドットパターンＤpaは、９番目のドットをどの画素に形成すべきかを決定するために使用される。＊印は、格納候補要素を示している。

【００９３】

ステップＳ１３２０（図１８）では、格納候補要素選択処理が行われる。格納候補要素

選択処理とは、評定マトリックスとして選択された分割マトリックスＭ１の要素の中から閾値の格納要素の候補となる格納候補要素を選択する処理である。この例では、＊印が付された１行１列の格納要素が格納候補要素として選択されている。

【００９４】

格納候補要素の選択は、たとえばディザマトリックスＭの閾値の格納要素として決定済みの８個の格納要素である決定済み要素を除く他の格納要素の全てを順に選択するようにしても良いし、あるいは決定済み要素に隣接しない要素が存在する限り、これを優先的に選択するようにしても良い。

【００９５】

ステップＳ１３３０（図１８）では、選択された格納候補要素にドットがオンされたとの仮定がなされる。これにより、格納候補要素に９番目にドットが形成されやすい閾値が格納されたときのディザマトリックスＭの評価を行うことが可能となる。

【００９６】

図２０は、ドットパターンＤpaが形成された状態を数値化したマトリックス、すなわちドット密度を定量的に表したドット密度マトリックスＤdaを示す説明図である。数字０は、ドットが形成されていないことを意味し、数字１は、ドットが形成されていること（ドットが形成されていると仮定されている場合を含む）を意味する。

【００９７】

図２１は、ディザマトリックスＭの１～８番目にドットが形成されやすい閾値が格納された要素のうち第１～第４の画素グループの各々に属する印刷画素に形成される４つのドットパターンＤp1、Ｄp2、Ｄp3、Ｄp4を示す説明図である。換言すれば、ドットパターンＤpa（図１９）から第１～第４の画素グループの各々に属する印刷画素に形成されるドットパターンを抜き出したものである。図２１には、ドットパターンＤpa（図１９）と同様に＊印で格納候補要素に対応する印刷画素も示されている。図２２は、４つのドットパターンＤp1、Ｄp2、Ｄp3、Ｄp4のそれぞれに対応するドット密度マトリックスＤd1、Ｄｄ2、Ｄｄ3、Ｄｄ4を示す説明図である。

【００９８】

このようにして５つのドット密度マトリックスＤda、Ｄd1、Ｄｄ2、Ｄｄ3、Ｄｄ4が決定されると、処理が評価値決定処理（ステップＳ１３４０）に進められる。

【００９９】

図２３は、本発明の実施例における評価値決定処理の処理ルーチンを示すフローチャートである。ステップＳ１３４２では、全画素を評定として粒状性指数が算出される。具体的には、ドット密度マトリックスＤda（図２０）に基づいて、式Ｆ２（図１２）によって算出される。ステップＳ１３４４では、第１～第４の画素グループを評定として粒状性指数が算出される。具体的には、ドット密度マトリックスＤda、Ｄd1、Ｄｄ2、Ｄｄ3、Ｄｄ4の各々に基づいて、式Ｆ２（図１２）によって同様に算出される。

【０１００】

ステップＳ１３４８では、重み付け加算処理が行われる。重み付け加算処理とは、算出された各粒状性指数の各々に重み付けを行うとともに加算する処理である。

【０１０１】

図２４は、重み付け加算処理に使用する計算式を示す説明図である。この計算式から分かるように、評価値Ｅは、全画素についての粒状性指数Ｇa（ステップＳ１３４２で算出）に重み付け係数Ｗa（たとえば４）を乗じた値と、第１～第４の画素グループの各々についての４つの粒状性指数Ｇ1、Ｇ2、Ｇ3、Ｇ4（ステップＳ１３４４で算出）の和に重み付け係数Ｗｇ（たとえば１）を乗じた値と、の和として決定される。

【０１０２】

このような格納候補要素選択処理（ステップＳ１３２０）から評価値決定処理（ステップＳ１３４０）への一連の処理（図１８）は、全ての格納候補要素について行われる（ステップＳ１３５０）。このようにして、全ての格納候補要素について、それぞれの評価値が決定されると、処理がステップＳ１４００（図１５）に進められる。

【０１０３】
　ステップＳ１４００では、格納要素決定処理が行われる。格納要素決定処理では、最も評価値が小さな格納候補要素が着目閾値の格納要素として決定される。
【０１０４】
　このような処理（ステップＳ１２００～ステップＳ１４００）は、最終閾値まで、閾値を変更しつつ繰り返される（ステップＳ１５００）。最終閾値は、最もドットが形成されにくい最大閾値としても良いし、あるいは予め定められた所定の閾値範囲の中の最大閾値としても良い。この点は、最初に評価対象となる閾値についても同様である。すなわち、このような最適化は、一部の閾値に限定して適用することもできる。
【０１０５】
　このように、本実施例では、各主走査でそれぞれ形成される複数のドットパターンの粒状性指数が小さくなるようにディザマトリックスＭが最適化されるので、各主走査でそれぞれ形成される複数のドットパターンの相互間で発生するインクの物理現象に起因する画質の劣化を抑制することができる。この実施例における粒状性指数が低いという特性は、特許請求の範囲における「第１の所定の特性」に相当する。
【０１０６】
Ｄ．変形例：
　以上、本発明のいくつかの実施の形態について説明したが、本発明はこのような実施の形態になんら限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内において種々なる態様での実施が可能である。例えば、本発明は、以下のような変形例についてのディザマトリックスの最適化が可能である。
【０１０７】
Ｄ－１．上述の実施例では、ディザマトリックスの評価尺度として粒状性指数が使用されているが、たとえば本願発明者によって創作されたＲＭＳ粒状度を使用するようにしても良い。ＲＭＳ粒状度とは、ドット密度値に対して、所定のローパスフィルタを用いてローパスフィルタ処理を行うとともに、ローパスフィルタ処理がなされた密度値の標準偏差を算出することによって決定することができる。さらに、ローパスフィルタ処理後のドット密度が低い画素に対応する要素に閾値を順に格納するポテンシャル法を利用するようにしても良い。この変形例における粒状性指数が小さいという特性は、特許請求の範囲における「第１の所定の特性」に相当する。
【０１０８】
Ｄ－２．上述の実施例では、１個の閾値の格納要素毎に評価処理が行われているが、たとえば複数個の閾値の格納要素を同時に決定するような場合にも本発明は、適用することができる。具体的には、たとえば上述の実施例において６番目までの閾値の格納要素が決定されていて、７番目と８番目の閾値の格納要素を決定するような場合にも７番目の閾値の格納要素にドットが追加された場合の評価値と、７番目と８番目の閾値の格納要素にそれぞれドットが追加された場合の評価値とに基づいて格納要素を決定するようにしても良いし、あるいは７番目の閾値の格納要素のみを決定するようにしても良い。
【０１０９】
Ｄ－３．上述の実施例では、粒状性指数やＲＭＳ粒状度に基づいてディザマトリックスの最適性を評価しているが、たとえばドットパターンに対してフーリエ変換を行うとともにＶＴＦ関数を用いてディザマトリックスの最適性を評価するように構成しても良い。具体的には、ゼロックスのＤｏｏｌｅｙらが用いた評価尺度（Ｇｒａｉｎｅｓｓ　ｓｃａｌｅ：ＧＳ値）をドットパターンに適用して、ＧＳ値によってディザマトリックスの最適性を評価するように構成しても良い。ここで、ＧＳ値とは、ドットパターンに対して２次元フーリエ変換を含む所定の処理を行って数値化するとともに、視覚の空間周波数特性ＶＴＦを乗じるフィルタ処理を行った後に積分することによって得ることができる粒状性評価値である。この変形例におけるＧＳ値が小さいという特性は、特許請求の範囲における「第１の所定の特性」に相当する。
【０１１０】

Ｄ－４．上述の実施例では、閾値の格納要素を順に決定するように構成されているが、たとえば予め準備された初期状態としてのディザマトリックスを調整することによってディザマトリックスを生成するように構成しても良い。たとえば、入力諧調値に応じて画素毎のドットの形成の有無を決定するための複数の閾値を各要素に格納する初期状態としてのディザマトリックスを準備するとともに、各要素に格納された複数の閾値の一部を、ランダムにあるいは組織的に決定された方法で他の要素に格納された閾値と入れ替え、その入替の前後の評価値に基づいて入れ替えるか否かを決定してディザマトリックスを調整して生成するようにしても良い。

【０１１１】

Ｄ－５．上述の実施例では、ディザマトリックスに設定されている閾値と画像データの階調値とを画素毎に比較することによって、画素毎にドット形成の有無を判断しているが、たとえば閾値と階調値の和を固定値と比較してドット形成の有無を判断するようにしても良い。さらに、閾値を直接使用することなく閾値に基づいて予め生成されたデータと、階調値とに応じてドット形成の有無を判断するようにしても良い。本発明のハーフトーン処理は、一般に、各画素の階調値と、ディザマトリックスの対応する画素位置に設定された閾値とに応じてドットの形成の有無を判断するものであれば良い。

【０１１２】

Ｄ－６．上述の実施例では、ディザマトリックスから閾値を読み出してドットの形成有無を決定しているが、本発明は、たとえば特開２００５－２３６７６８号公報や特開２００５－２６９５２７号公報に開示されているようなドットの形成状態を特定するための中間データ（個数データ）を使用するような技術にも適用可能である。

【０１１３】

Ｄ－７．上述の実施例では、単一サイズのドットの使用を想定しているが、本発明は、たとえば複数サイズのドットを形成可能な印刷にも適用可能である。具体的には、たとえば大中小の各サイズのドットを形成可能な印刷装置において、小ドットや中ドットに本発明を適用することが可能である。

【０１１４】

Ｄ－８．上述の実施例の誤差拡散法では、印刷媒体上の共通の領域を複数回走査することによってインクドットを形成し、これにより画像を印刷することに起因する画質の劣化は考慮されていない。しかし、誤差拡散法についても、このような画質の劣化を抑制するために複数のドット群のいずれもが所定の特性（良好なドット分散性）を有するように構成しても良い。このような誤差拡散法（図２５）は、本願発明者によって初めて創作されたものであり、図５の誤差拡散法のステップＳ４５３（補正データ生成処理）とＳ４５５（ドット形成判断処理）とステップＳ４６０（誤差拡散処理）とを、それぞれステップＳ４５３ａとステップＳ４５５ａとステップＳ４６０ａに入れ替えることによって実現可能である。

【０１１５】

図２６は、本発明の変形例における誤差拡散処理（ステップＳ４６０ａ）のフローチャートを示す説明図である。この誤差拡散処理は、複数のドット群のいずれにも所定の特性を持たせるためのグループ誤差拡散（枠線内の処理）の処理が追加されている点で実施例の誤差拡散処理（図８）と相違する。グループ誤差拡散処理は、３つの工程（ステップＳ４６４～Ｓ４６６）を備えている。

【０１１６】

ステップＳ４６４では、ハーフトーンモジュール９９は、レベルデータＬＶＬとグループ拡散誤差ＥＤｅｒｇとを加算することによって、ステップＳ４６２（図８）と同様にグループ誤差Ｅｒｇを生成する。グループ拡散誤差ＥＤｅｒｇの生成方法については後述する。

【０１１７】

ステップＳ４６５では、ハーフトーンモジュール９９は、レベルデータＬＶＬとグループ拡散誤差ＥＤｅｒｇとを加算した値からドット評価値Ｅｖｓを減ずることによって、ス

テップＳ４６３（図８）と同様にグループ誤差Ｅｒｇを算出する。

【０１１８】

ステップＳ４６６では、ハーフトーンモジュール９９は、グループ誤差Ｅｒｇを周囲の同一画素グループに属する未処理画素に拡散して、グループ拡散誤差ＥＤｅｒｇを生成する。このような誤差の拡散は、誤差拡散全体マトリックスＭａの代わりに誤差拡散同一主走査グループマトリックスＭｇ１を使用して拡散誤差ＥＤｅｒｒと同様の処理を行うことによって実現することができる。

【０１１９】

図２７は、着目画素と同一の画素グループへの追加的な誤差拡散を行うための誤差拡散同一主走査グループマトリックスＭｇ１を示す説明図である。誤差拡散同一主走査グループマトリックスＭｇ１は、各主走査でドットが形成される第１～第４の複数の画素グループのうち着目画素と同一の画素グループに誤差を追加的に拡散するための誤差拡散マトリックスである。４個の分割マトリックスＭ１～Ｍ４は、第１～第４の複数の画素グループの位置関係を表すために示されたものであり、ディザの最適化処理において使用されたマトリックスと同一である（図１７）。

【０１２０】

たとえば着目画素が第１の画素グループに属する場合には、分割マトリックスＭ１で「１」の値が格納された要素に対応する画素に誤差が拡散されることになる。誤差拡散同一主走査グループマトリックスＭｇ１は、このような画素に誤差を拡散するように誤差拡散のための係数が格納された誤差拡散マトリックスとして構成されている。一方、着目画素が同一の主走査（パス）で形成される第２～第４の画素グループに属する場合においても、着目画素と他の画素の相対的な位置関係が同じであるため、同一の誤差拡散マトリックスが利用可能であることが分かる。

【０１２１】

このように、本実施例では、誤差拡散全体マトリックスＭａによる誤差拡散によって最終的なドットパターンに所定の特性を持たせるとともに、誤差拡散同一主走査グループマトリックスＭｇ１による誤差拡散によって複数の画素グループの各々のドットパターンに所定の特性を持たせるように誤差が拡散されている。

【０１２２】

このようにして生成されたグループ拡散誤差ＥＤｅｒｇおよび拡散誤差ＥＤｅｒｒは、ステップＳ４５３ａ（図２５）で、変形例におけるドット形成の判断処理（図２５のステップＳ４５５ａ）に使用される補正データＬＤｘｇａの生成に利用される。

【０１２３】

ステップＳ４５３ａ（図２５）では、ハーフトーンモジュール９９は、補正データＬＤｘｇａを生成する。補正データＬＤｘｇａは、レベルデータＬＤと加重平均誤差ＥＤｅｒｇａとの和として算出される。加重平均誤差ＥＤｅｒｇａは、グループ拡散誤差ＥＤｅｒｇと拡散誤差ＥＤｅｒｒの重み付き平均値として算出される。本変形例では、一例として拡散誤差ＥＤｅｒｒとグループ拡散誤差ＥＤｅｒｇの重み付けをそれぞれ「４」と「１」としている。加重平均誤差ＥＤｅｒｇａは、拡散誤差ＥＤｅｒｒに重み付け「４」を乗じた値と、グループ拡散誤差ＥＤｅｒｇに重み付け「１」を乗じた値の和を、重み付けの総和「５」で除した値として算出される。

【０１２４】

このように、本変形例では、全画素における誤差拡散処理と、同一画素グループに属する画素のみにおける誤差拡散処理とを独立して行うことによって、全画素に形成されるドットの分散性と、同一画素グループに属する画素のみに形成されるドットの分散性とを向上させることができる。これにより、印刷媒体上の共通の領域を複数回走査することによってインクドットを形成し、これにより画像を印刷することに起因する画質の劣化を抑制することができる。

【０１２５】

ただし、全画素を対象とする誤差拡散と各画素グループを対象とする誤差拡散のいずれ

もが大域的に誤差がゼロとなることを考慮して、両者の誤差拡散を同一の誤差拡散バッファ（図示せず）で処理するようにしても良い。具体的には、実施例の処理（図５）において、誤差拡散マトリックスＭａ（図８）の代わりに、図２８に示されるような誤差拡散合成マトリックスＭｇ３を使用して、誤差拡散処理を行うことによって簡易に実現可能である。

【０１２６】

誤差拡散合成マトリックスＭｇ３は、全ドットの分散性の向上のための誤差拡散マトリックスＭａ（図８）と、各画素グループに形成されるドットの分散性向上のためのグループマトリックスＭｇ１ａとを合成することによって生成される。グループマトリックスＭｇ１ａは、誤差拡散同一主走査グループマトリックスＭｇ１（図２７）に対して、上述の重み付け処理がなされたマトリックスである。

【図面の簡単な説明】

【０１２７】

【図１】本発明の実施例における印刷システムの構成を示すブロック図。

【図２】カラープリンタ２０の概略構成図。

【図３】印刷ヘッド１０、２０の下面におけるノズル配列を示す説明図。

【図４】本発明の実施例における印刷データ生成処理のルーチンを示すフローチャート。

【図５】本発明の実施例におけるディザ法と誤差拡散法とに対するレベルデータの配分の様子を示す説明図。

【図６】ディザ法と誤差拡散に使用されるレベルデータの決定に利用される記録率テーブルＤＴを示す説明図。

【図７】ディザ法によるドットのオン・オフ判定の考え方の一例を示す説明図。

【図８】本発明の実施例における誤差拡散法のフローチャートを示す説明図。

【図９】ディザマトリックスの一部を概念的に例示した説明図。

【図１０】ディザマトリックスを使用したドット形成の有無の考え方を示す説明図。

【図１１】ブルーノイズ特性を有するブルーノイズディザマトリクスの各画素に設定されている閾値の空間周波数特性を概念的に例示した説明図。

【図１２】人間が有する視覚の空間周波数に対する感度特性である視覚の空間周波数特性ＶＴＦ（Visual Transfer Function）を概念的に示した説明図。

【図１３】本発明の実施例における印刷画像の生成方法の一例を示す説明図。

【図１４】本発明の実施例において複数の画素グループの各々に属する印刷画素が、共通の印刷領域で相互に組み合わせられることによって印刷媒体上に印刷画像が生成される様子を示す説明図。

【図１５】本発明の実施例におけるディザマトリックスの生成方法の処理ルーチンを示すフローチャート。

【図１６】本発明の実施例におけるグループ化処理が行われたディザマトリックスＭを示す説明図。

【図１７】本発明の実施例における４個の分割マトリックスＭ１～Ｍ４を示す説明図。

【図１８】本発明の実施例におけるディザマトリックス評価処理の処理ルーチンを示すフローチャート

【図１９】ディザマトリックスＭの１～８番目にドットが形成されやすい閾値が格納された要素に対応する８個の画素の各々にドットが形成された様子を示す説明図。

【図２０】ドットパターンＤpaが形成された状態を数値化したマトリックス、すなわちドット密度を定量的に表したドット密度マトリックスＤdaを示す説明図。

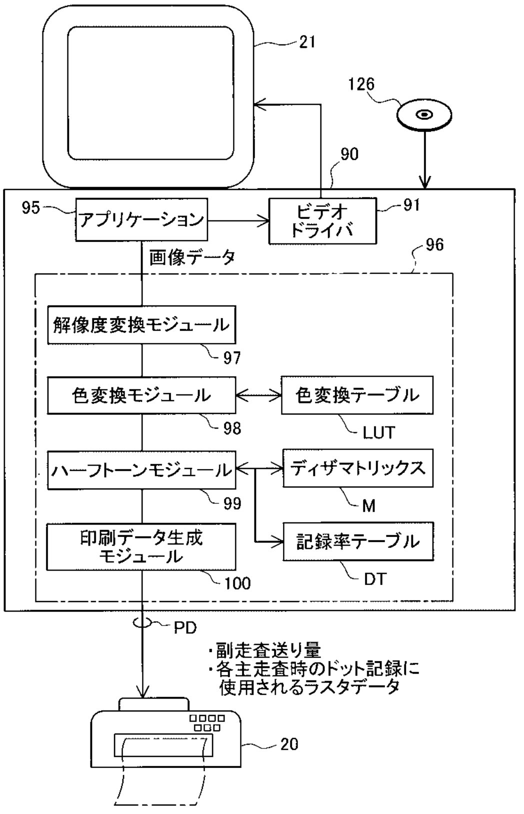
【図２１】ディザマトリックスＭの１～８番目にドットが形成されやすい閾値が格納された要素のうち第１～第４の画素グループの各々に属する印刷画素に形成される４つのドットパターンを示す説明図。

【図２２】４つのドットパターンのそれぞれに対応するドット密度マトリックスを示す説明図。

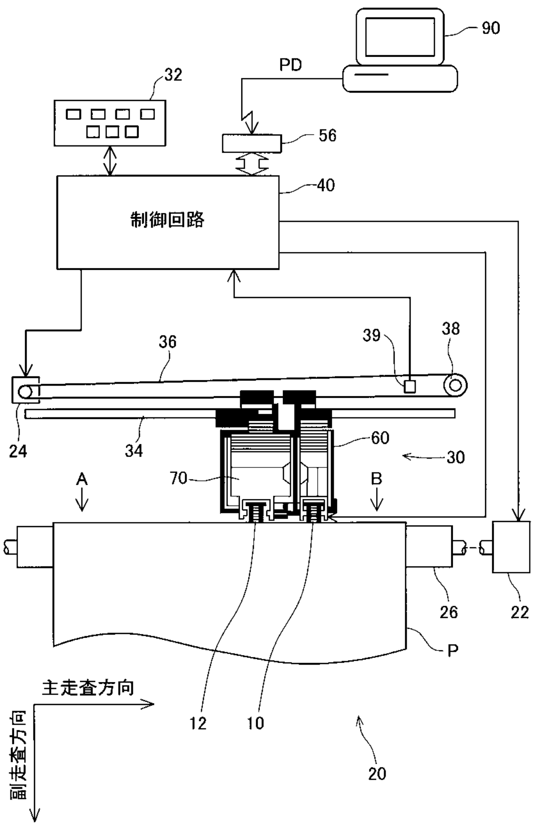
【図２３】本発明の実施例における評価値決定処理の処理ルーチンを示すフローチャート

。
【図２４】本発明の実施例の重み付け加算処理に使用する計算式を示す説明図。
【図２５】本発明の変形例における誤差拡散法のフローチャートを示す説明図。
【図２６】本発明の変形例における誤差拡散処理のフローチャートを示す説明図。
【図２７】着目画素と同一の画素グループへの追加的な誤差拡散を行うための誤差拡散同一主走査グループマトリックスＭｇ１を示す説明図。
【図２８】本発明の他の変形例における誤差拡散マトリックスを示す説明図。
【符号の説明】
【０１２８】
１０、１２、２５１、２５２…印刷ヘッド
２０、２００Ｌ…カラープリンタ
２２…モータ
２４…キャリッジモータ
２５…ローラ
３０…キャリッジ
３２…操作パネル
４０…制御回路
５６…コネクタ
６０…印刷ヘッドユニット
９０…コンピュータ
９１…ビデオドライバ
９５…アプリケーションプログラム
９６…プリンタドライバ
９７…解像度変換モジュール
９８…色変換モジュール
９９…減色モジュール
１００…印刷データ生成モジュール
Ｍ…ディザマトリックス
Ｍ１…分割マトリックス
Ｍ２…分割マトリックス
Ｍ３…分割マトリックス
Ｍ４…分割マトリックス
ＥＢ１～ＥＢ４…要素ブロック
ＤＰ１、ＤＰ１ａ…ドットパターン
ＤＰ２、ＤＰ２ａ…ドットパターン
ＤＰ３、ＤＰ３ａ…ドットパターン
ＤＰ４、ＤＰ４ａ…ドットパターン

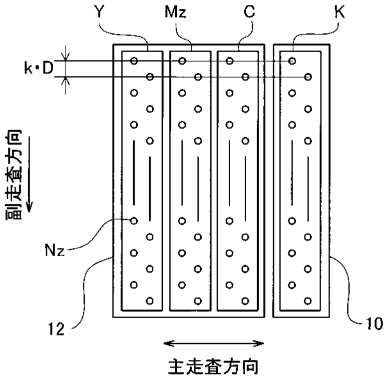
【図１】


21
126
90
95
アプリケーション
ビデオ
ドライバ
91
画像データ
96
解像度変換モジュール
97
色変換モジュール
色変換テーブル
98
LUT
ハーフトーンモジュール
ディザマトリックス
99
M
印刷データ生成
モジュール
記録率テーブル
100
DT
PD
・副走査送り量
・各主走査時のドット記録に
使用されるラスタデータ
20

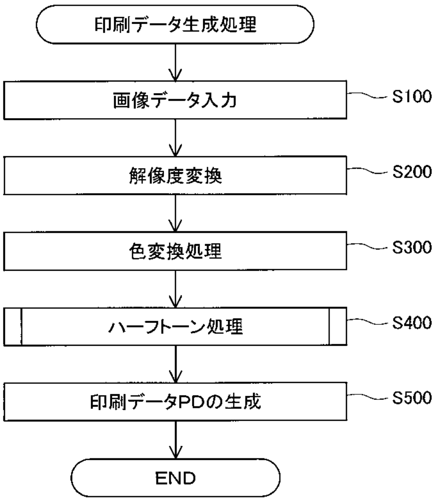
【図２】


90
PD
32
56
40
制御回路
36
39
38
24
34
60
30
70
A
B
26
22
P
主走査方向
副走査方向
12
10
20

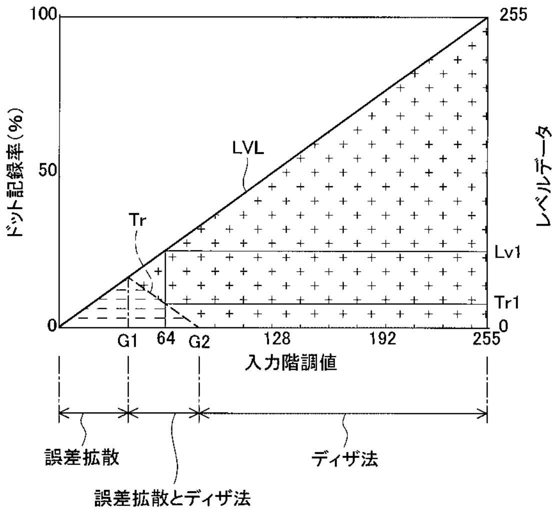
【図３】


Y
Mz
C
K
k・D
副走査方向
Nz
12
10
主走査方向

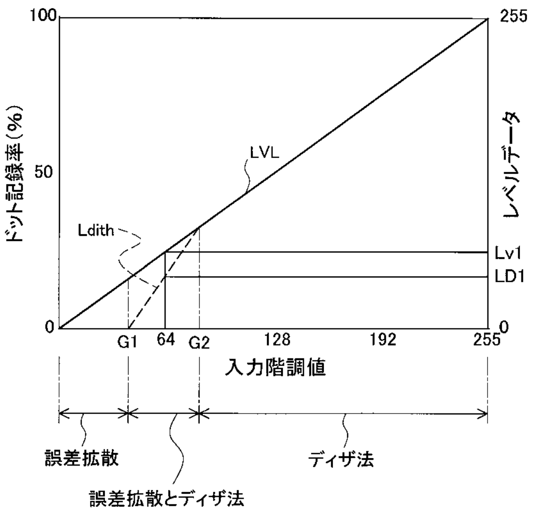
【図４】


印刷データ生成処理
画像データ入力
S100
解像度変換
S200
色変換処理
S300
ハーフトーン処理
S400
印刷データPDの生成
S500
END

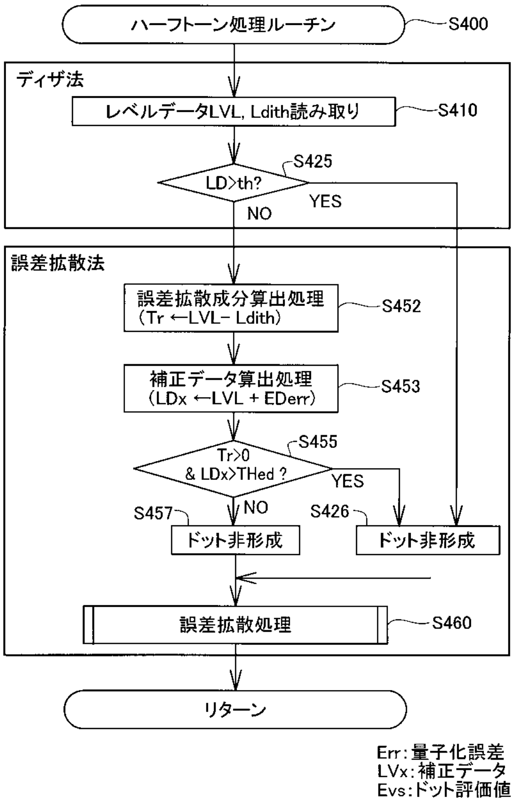
【図５】



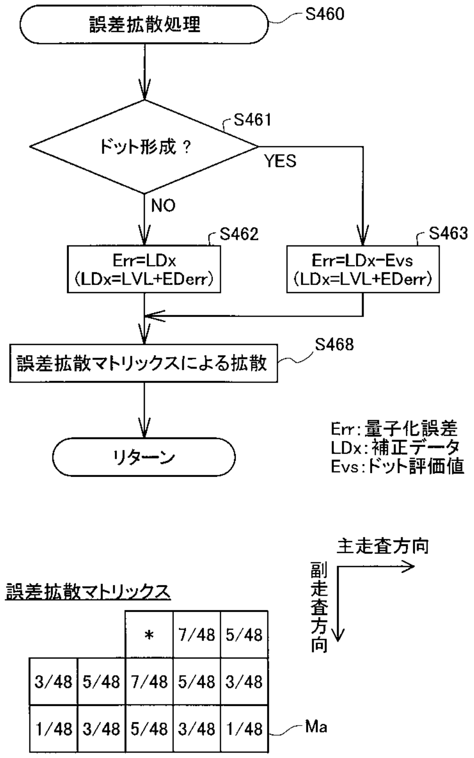
【図６】



【図７】



【図８】



誤差拡散マトリックス

		＊	7/48	5/48
3/48	5/48	7/48	5/48	3/48
1/48	3/48	5/48	3/48	1/48

＊:着目画素

【図９】

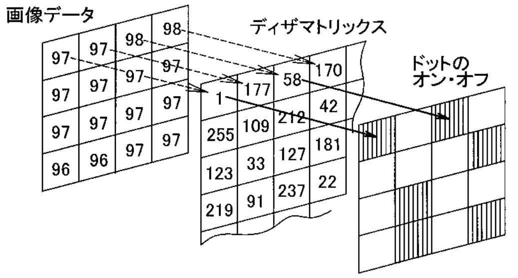
128画素 →

64画素 ↓

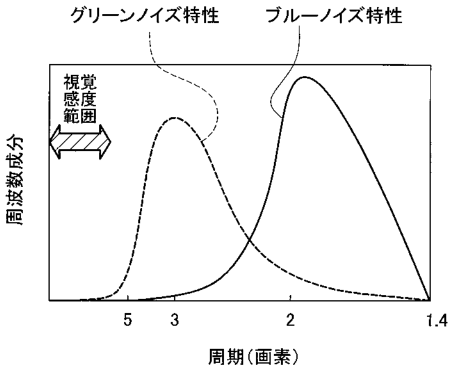
M

1	177	58	170	70	186	79	161	94	171	16	164	24	158	227	6	133	157
255	109	212	42	242	5	223	48	209	67	248	81	234	132	56	120	253	
123	33	127	181	83	155	105	140	30	150	119	182	40	89	220	163	44	
219	91	237	22	121	198	61	188	111	215	3	98	201	140	10	95		
11	195	53	136	227	37	247	12	233	52	192	135	32	246	113	194		
99	144	107	184	68	172	97	151	77	173	84	237	123	61	167	46		
225	40	251	6	217	116	28	196	125	35	207	17	153	203	24			
87	169	78	162	59	146	211	64	254	142	72	178	87	118	228			
190	15	202	111	238	19	93	169	8	110	221	49	249	2	144			
74	246	134	43	174	128	230	50	216	154	26	168	79	184				
176	30	98	219	86	34	139	195	101	56	241	127	213	37				
69	148	196	2	159	247	89	11	136	185	92	14	108					
187	41	126	226	106	57	190	115	235	36	208	121	229					
81	214	92	53	145	204	27	166	74	157	82	165	31					
232	21	170	240	13	132	252	51	222	4	245	48						
130	155	55	115	183	78	122	196	102	180	65	173						
72	252	100	211	45	231	20	148	39	133	205							
202	32	179	5	163	95	191	86	239	111	29							
104	143	58	243	70	218	63	161	9	209								
64	236	129	110	151	25	199	49	172	68								
171	17	208	38	225	131	99	254	113									
80	191	87	174	76	189	13	143										
247	35	152	2	248	55												
140	108	197	127	96													
13	215	46	229														
164	90	180															
52	253																
205																	

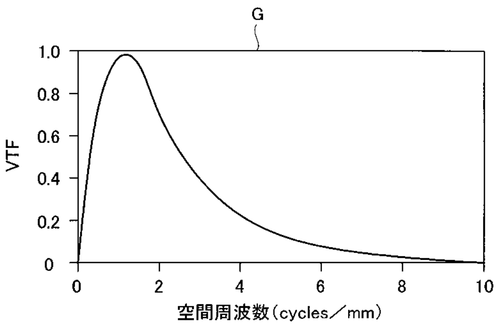
【図１０】



【図１１】



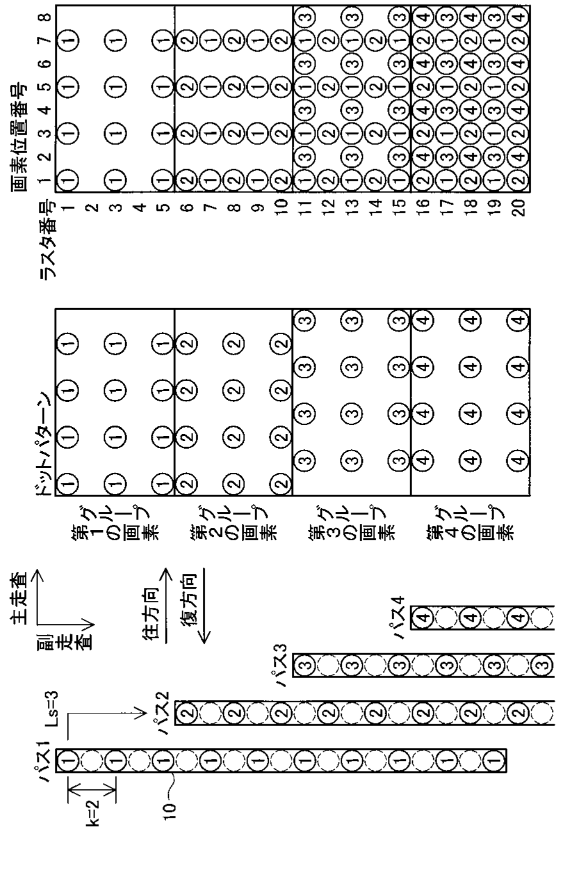
【図１２】



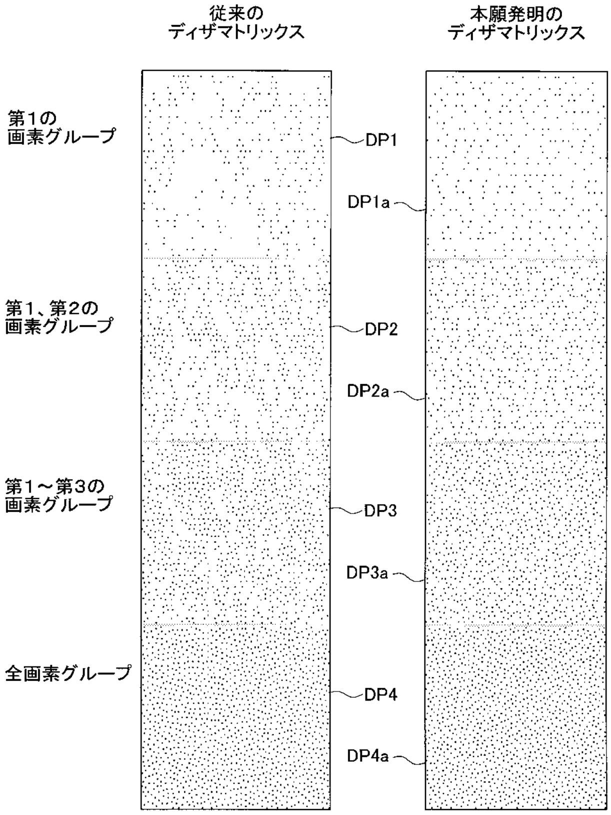
$$VTF(u) = 5.05 \cdot \exp\left(\frac{-0.138\pi L \cdot u}{180}\right) \cdot \left\{1-\exp\left(\frac{-0.1\pi L \cdot u}{180}\right)\right\} \quad \cdots F1$$

$$粒状性指数 = K\int FS(u) \cdot VTF(u)du \quad \cdots F2$$

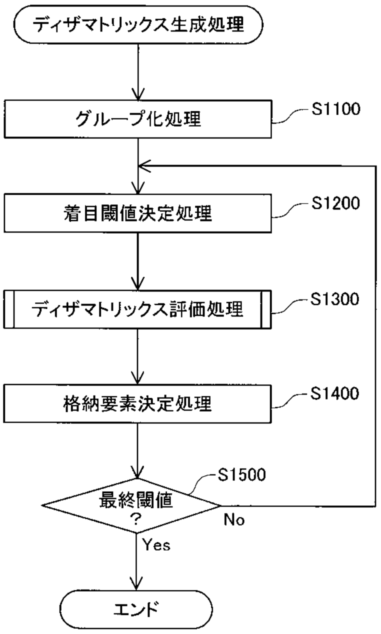
【図１３】



【図１４】



【図１５】



【図１６】

	1列	2列	3列	4列	5列	6列	7列	8列
1行	1	3	1	3	1	3	1	3
2行	2	4	2	4	2	4	2	4
3行	1	3	1	3	1	3	1	3
4行	2	4	2	4	2	4	2	4
5行	1	3	1	3	1	3	1	3
6行	2	4	2	4	2	4	2	4
7行	1	3	1	3	1	3	1	3
8行	2	4	2	4	2	4	2	4

M

主走査方向

副走査方向

【図１７】

M1

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1		1		1		1	
2								
3	1		1		1		1	
4								
5	1		1		1		1	
6								
7	1		1		1		1	
8								

M3

	1	2	3	4	5	6	7	8
1		3		3		3		3
2								
3		3		3		3		3
4								
5		3		3		3		3
6								
7		3		3		3		3
8								

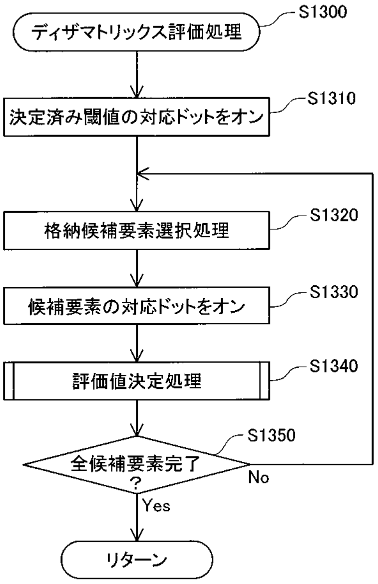
M2

	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2	2		2		2		2	
3								
4	2		2		2		2	
5								
6	2		2		2		2	
7								
8	2		2		2		2	

M4

	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2		4		4		4		4
3								
4		4		4		4		4
5								
6		4		4		4		4
7								
8		4		4		4		4

【図１８】



【図１９】

決定済み閾値格納要素等の対応ドット形成状態(全画素)

	1列	2列	3列	4列	5列	6列	7列	8列
1行	*				●			
2行		●						
3行						●		
4行								
5行			●					
6行								●
7行				●				
8行	●						●	

Dpa

●:決定済み閾値格納要素に対応
*:格納候補要素に対応

【図２０】

数値化されたドット形成状態(全画素)

	1列	2列	3列	4列	5列	6列	7列	8列
1行	1	0	0	0	1	0	0	0
2行	0	1	0	0	0	0	0	0
3行	0	0	0	0	0	1	0	0
4行	0	0	0	0	0	0	0	0
5行	0	0	1	0	0	0	0	0
6行	0	0	0	0	0	0	0	1
7行	0	0	0	1	0	0	0	0
8行	1	0	0	0	0	0	1	0

Dda

【図２１】

決定済み閾値格納要素等の対応ドット形成状態(各画素グループ)

Dp1

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	*		1		●		1	
2								
3	1		1		1		1	
4								
5	1		●		1		1	
6								
7	1		1		1		1	
8								

Dp3

	1	2	3	4	5	6	7	8
1		3		3		3		3
2								
3		3		3		●		3
4								
5		3		3		3		3
6								
7		3		●		3		3
8								

Dp2

	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2	2		2		2		2	
3								
4	2		2		2		2	
5								
6	2		2		2		2	
7								
8	●		2		2		●	

Dp4

	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2		●		4		4		4
3								
4		4		4		4		4
5								
6		4		4		4		●
7								
8		4		4		4		4

【図２２】

数値化されたドット形成状態(各画素グループ)

Dd1

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1				1			
2								
3								
4								
5			1					
6								
7								
8								

Dd3

	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2								
3						1		
4								
5								
6								
7				1				
8								

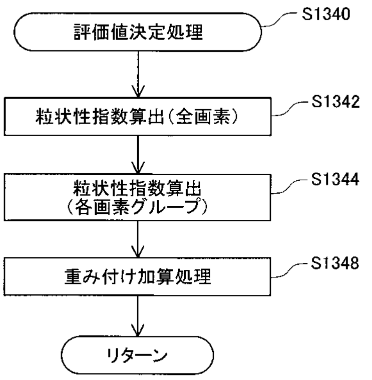
Dd2

	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8	1						1	

Dd4

	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2		1						
3								
4								
5								
6								1
7								
8								

【図２３】



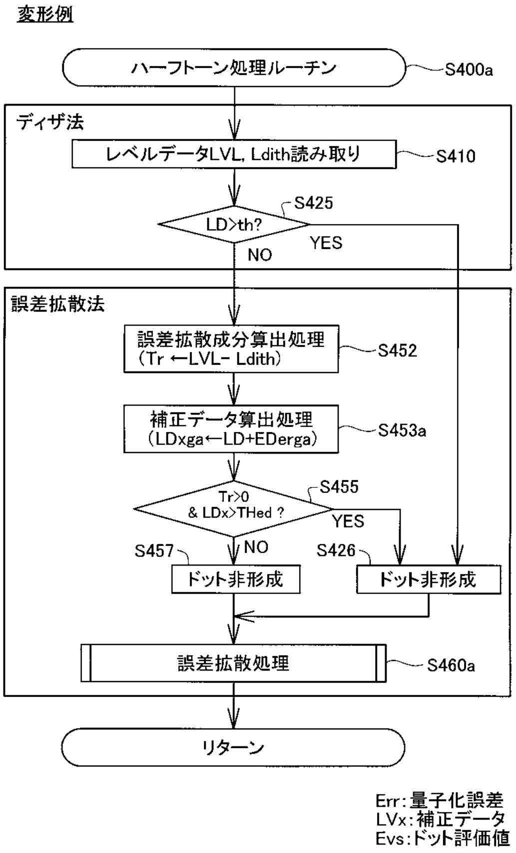
【図２４】

評価値算出式

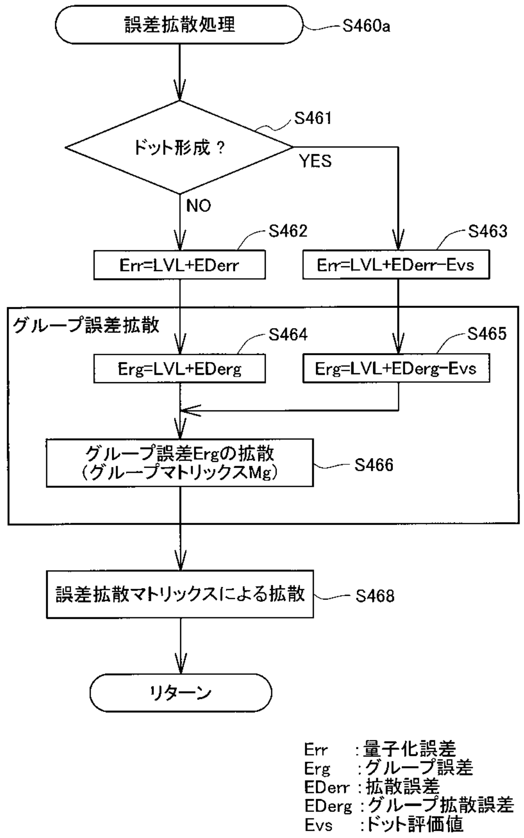
$$E = Ga \times Wa + (G1 + G2 + G3 + G4) \times Wg$$

E :評価値
Ga:粒状性指数(全画素)
G1、G2、G3、G4:粒状性指数(画素グループ)
Wa、Wg:重み付け係数

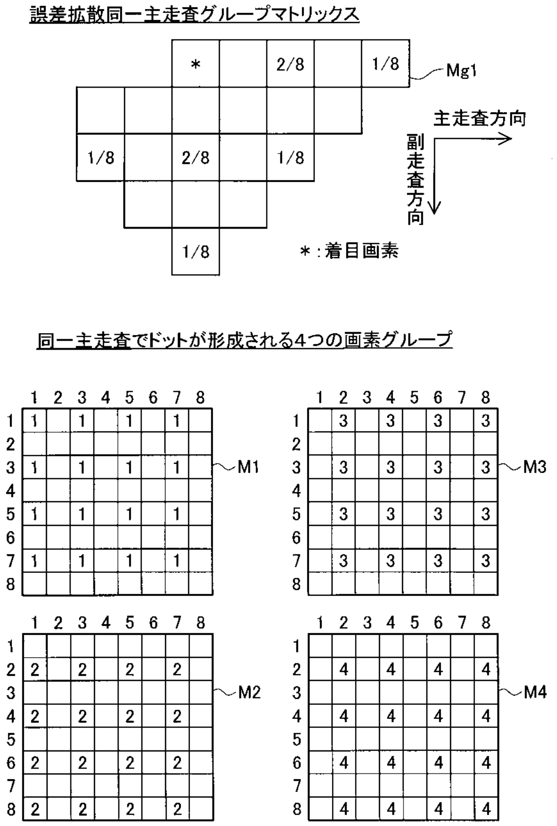
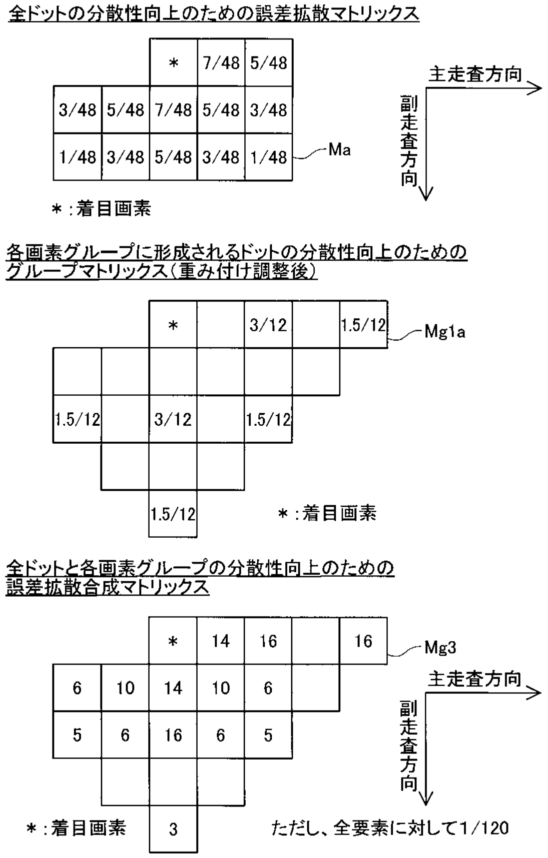
【図２５】



【図２６】



【図２７】



【図２８】