

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4521909号
(P4521909)

(45) 発行日 平成22年8月11日 (2010. 8. 11)

(24) 登録日 平成22年6月4日 (2010. 6. 4)

(51) Int. Cl.	F I
B 4 1 J 2/205 (2006. 01)	B 4 1 J 3/04 1 O 3 X
B 4 1 J 2/21 (2006. 01)	B 4 1 J 3/04 1 O 1 A
B 4 1 M 5/00 (2006. 01)	B 4 1 M 5/00 A

請求項の数 2 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願平11-342263	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成11年12月1日 (1999. 12. 1)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2001-150702 (P2001-150702A)		東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
(43) 公開日	平成13年6月5日 (2001. 6. 5)	(74) 代理人	110000028
審査請求日	平成15年6月30日 (2003. 6. 30)		特許業務法人明成国際特許事務所
審判番号	不服2006-19912 (P2006-19912/J1)	(72) 発明者	角谷 繁明
審判請求日	平成18年9月7日 (2006. 9. 7)		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

合議体
審判長 長島 和子
審判官 湯本 照基
審判官 江成 克己

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 印刷装置および印刷方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

大きさの異なる 3 種類以上のドットが形成可能であり、かつ該 3 種類以上のドットの各々は、単一種類のドットが全ての画素に形成可能であり、前記単一種類のドット毎の形成割合である単一種類のドット記録率が画像の階調値に応じて定められた所定値となるように、該それぞれのドットの形成を制御することによって、多階調の自然画像を表現可能な印刷装置であって、

画像の階調値と前記各ドットの単一種類のドット記録率との対応付けに関して、最も大きなドットを除く 2 種類以上の前記ドットの各々については、該ドットを全ての画素に形成することで表現可能な階調値およびそれ以上の階調値であっても、該ドットの形成されない画素を残して対応付ける対応付け手段と、

前記画像を構成する画素の階調値に応じて、前記対応付け手段に基づいて前記各ドットの単一種類のドット記録率を決定するドット記録率決定手段と、

該決定されたドット記録率となるように、該画素における前記各ドットの形成有無を判断するドット形成判断手段と、

該判断結果に基づいて、前記各ドットを形成するドット形成手段と

を備える印刷装置。

【請求項 2】

大きさの異なる 3 種類以上のドットが形成可能であり、かつ該 3 種類以上のドットの各々は、単一種類のドットが全ての画素に形成可能であり、単一種類のドットの形成割合で

10

20

ある単一種類のドット記録率が画像の階調値に応じて定められた所定値となるように、該それぞれのドットの形成を制御することによって、多階調の自然画像を表現する印刷方法であって、

画像の階調値と前記各ドットの単一種類のドット記録率との対応付けに関して、最も大きなドットを除く2種類以上の前記ドットの各々については、該ドットを全ての画素に形成することで表現可能な階調値およびそれ以上の階調値であっても、該ドットの形成されない画素が残る対応付け関係を記憶しておく、

前記画像を構成する画素の階調値に応じて、前記対応付け関係を参照して前記各ドットの単一種類のドット記録率を決定し、

該決定されたドット記録率となるように、該画素における前記各ドットの形成有無を判断し、

該判断結果に基づいて、前記各ドットを形成する印刷方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、記録媒体上にドットを形成して各種の画像を印刷する技術に関し、詳しくは大きさの異なるドットを形成して印刷される自然画像の画質を向上させる技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

コンピュータ等から出力される各種画像の出力機器として、記録媒体上にインクのドットを形成することによって画像を印刷する方式の印刷装置が広く使用されている。これら印刷装置は、ドットを形成するか否かの2つの状態しか採り得ないが、ドットの形成を制御することによって、幅広い階調表現を伴う自然画像を印刷することが可能である。

【0003】

ドットを形成するか否かの2つの状態しか採り得ない印刷装置を用いて、階調値が連続的に変化する自然画像を印刷することができるのは、表現しようとする階調値に応じてドットの形成密度を変化させているからである。例えば、記録紙全面に黒いドットを形成した状態から少しずつドットを間引いていく場合、初めは真黒であった記録紙の色がドットを間引くにつれて次第に灰色に変化していく。このように、表現しようとする階調値に応じてドットの形成密度を制御すれば、幅広い階調値を用いて表現された自然画像を印刷することが可能となる。

【0004】

かかる方法では、表現しようとする階調値が低くなりドットの形成密度が低くなるにつれて、ドットが目立ち易くなって画像の粒状感が悪化する問題が生じる。この問題を解決する1つの手段として、目立ち易い大きなドットを、より目立ちにくい小さなドットで置き換える方法が用いられる。1個の大ドットが表現する階調値と n 個の小ドットが表現する階調値とが同じになるとすれば、大ドット1個を常に小ドット n 個で置き換えることによって、階調値を同一に保ったまま粒状感を改善することができる。尚、階調値が更に低くなり、小さなドットでも目立つような低階調領域では、粒状感を改善するために小さなドットを更に小さなドットで置き換える手法も採用可能である。

【0005】

粒状感を改善するためには、低階調値領域で形成される大ドットはできるだけ少ない方がよく、大ドットをより小ドットで可能な限り置き換えることが望ましい。すなわち、大ドットが残っている限り、あるいは全ての画素に小ドットが形成されてそれ以上小ドットを増やせなくなるまで、小ドットの形成割合を増加させればそれだけ粒状感が改善される。大きなドットを小さなドットで置き換えたとしても、記録紙に打ち込まれるインク量はほとんど変わらないので、いわゆるインクデューティの制限、すなわちインク打ち込み量が所定量以下に制限される制約を受けることなく、小さなドットの形成割合を増加させることができる。

【0006】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

しかし、低階調値から中階調値にかけての中間階調領域で、小さなドットの形成割合をあまりに増加させると、粒状感が改善されるにもかかわらず、画質の低下を引き起こす場合があることが見出された。このため、中間階調領域における画質が十分に高画質とならない場合があった。

【0007】

この発明は、従来技術における上述の課題を解決するためになされたものであり、中間階調領域において高画質の印刷を可能とする技術を提供することを目的とする。

【0008】**【課題を解決するための手段およびその作用・効果】**

10

上述の課題の少なくとも一部を解決するため、本発明は、次の構成を採用した。すなわち、本発明の印刷装置は、

大きさの異なる3種類以上のドットが形成可能であり、かつ該3種類以上のドットの各々は、単一種類のドットが全ての画素に形成可能であり、前記単一種類のドット毎の形成割合である単一種類のドット記録率が画像の階調値に応じて定められた所定値となるように、該それぞれのドットの形成を制御することによって、多階調の自然画像を表現可能な印刷装置であって、

画像の階調値と前記各ドットの単一種類のドット記録率との対応付けに関して、最も大きなドットを除く2種類以上の前記ドットの各々については、該ドットを全ての画素に形成することで表現可能な階調値およびそれ以上の階調値であっても、該ドットの形成されない画素を残して対応付ける対応付け手段と、

20

前記画像を構成する画素の階調値に応じて、前記対応付け手段に基づいて前記各ドットの単一種類のドット記録率を決定するドット記録率決定手段と、

該決定されたドット記録率となるように、該画素における前記各ドットの形成有無を判断するドット形成判断手段と、

該判断結果に基づいて、前記各ドットを形成するドット形成手段と
を備えることを要旨とする。

【0009】

また、上記印刷装置に対応する本発明の印刷方法は、

大きさの異なる3種類以上のドットが形成可能であり、かつ該3種類以上のドットの各々は、単一種類のドットが全ての画素に形成可能であり、単一種類のドットの形成割合である単一種類のドット記録率が画像の階調値に応じて定められた所定値となるように、該それぞれのドットの形成を制御することによって、多階調の自然画像を表現する印刷方法であって、

30

画像の階調値と前記各ドットの単一種類のドット記録率との対応付けに関して、最も大きなドットを除く2種類以上の前記ドットの各々については、該ドットを全ての画素に形成することで表現可能な階調値およびそれ以上の階調値であっても、該ドットの形成されない画素が残る対応付け関係を記憶しておく、

前記画像を構成する画素の階調値に応じて、前記対応付け関係を参照して前記各ドットの単一種類のドット記録率を決定し、

40

該決定されたドット記録率となるように、該画素における前記各ドットの形成有無を判断し、

該判断結果に基づいて、前記各ドットを形成することを要旨とする。

【0010】

かかる印刷装置および印刷方法は、主に中間階調領域における画質の悪化を防止する技術に関する発明であり、本願の発明者は、このような画質の悪化とドットの形成密度との関係に着目することによって本願発明を完成させた。そこで、本願の印刷装置および印刷方法の作用・効果について説明する前に、本願発明者が着目した画質の悪化とドットの形成密度との関係について説明する。

【0011】

50

前述したように、記録媒体上にドットを形成して画像を印刷する印刷装置においては、ドットの形成密度を制御することによって幅広い階調値を表現している。また、低階調値から中階調値にかけての中間階調領域では、まばらに形成されるドットが目立って粒状感の悪い画像となることを回避するために、大きなドットを、より小さな複数の中ドットあるいは小ドットで置き換えて画像を印刷している。従って、中間階調領域で階調値が連続的に変化する画像を印刷しようとする場合、記録媒体上に形成される小ドットあるいは中ドットの密度も連続的に変化するようになる。

【0012】

ところが、高い密度で形成されているドットの分布状況を、視覚により認識する場合、人間の認識は次のような特性を示す。例えば、ドットの形成密度が90%から数%増減したとしても、このドット密度の変化を人間は明確に認識することは通常困難である。つまり、ドット形成密度を90%から数%増減してもドットの形成されない画素の割合が少し増減するだけであり、このような変化が生じた境界を視覚によって明確に認識することは困難なのである。

10

【0013】

これに対して、ドットの形成密度を100%の状態から減少させる場合は、わずかな減少でも、人間は明確に認識することができる。例えば、形成密度を100%から97%に減少させる場合、全ての画素にドットが形成されている状態（形成密度100%）から所々にドットの形成されない画素が存在するような状態（形成密度97%）に変化する。記録媒体上の画像に則して考えれば、全画素にドットが形成されている領域と、所々ドットの形成されていない領域とが隣接して存在していることになり、このような領域の境界を人間は視覚によって明確に認識することが可能である。

20

【0014】

以上は、ドットの形成密度が減少する場合を例にとって説明したが、ドットの形成密度が増加する場合にも同様なことがあてはまる。すなわち、ドットの形成密度を徐々に増加させる場合、全ての画素にドットが形成される状態（ドットの形成密度100%）にならない限りは、ドット密度が自然に増加しているようにしか見えない。しかし、全ての画素にドットが形成される領域が現れると、その領域と他の領域との間に明確な境界があるかのように認識されるのである。

【0015】

上述のような人間の視覚による認識特性を考慮すれば、主に中間階調領域で画質が低下する現象は、ドットの形成密度と密接な関係を有するものと考えられる。すなわち、前述したように低階調から中階調にかけての中間階調領域では、粒状感の悪化を回避するために、小ドットあるいは中ドットは、通常、できるだけ高い密度で形成されている。中間階調領域で階調が連続的に変化するような画像を印刷する場合には、小ドット・中ドットのドット形成密度も連続的に変化している。その結果、小ドットあるいは中ドットの形成密度が100%に相当するような状態、つまり全画素にドットが形成されている領域が現れると、この領域とそうでない領域との境界が明確に認識され、この境界部分でいわゆる擬似輪郭が発生して印刷画質を低下させるのである。

30

【0016】

本願発明の印刷装置および印刷方法は、上述のような画質の悪化とドットの形成密度との関係に着目して完成されたものであり、以下に述べる作用によって、画質の低下を回避し高画質の印刷を可能としている。

40

【0017】

本願の印刷装置および印刷方法では、画像の階調値と形成可能な各種ドットのドット記録率との対応付けに関して、最も大きなドットを除く前記各ドットについては、全ての画素に形成可能な条件においても、該ドットの形成されない少数の画素が残るように対応付けられている。本願の印刷装置および印刷方法においては、このように対応付けられたドット記録率に基づいて、各種ドットのドットの形成有無を判断し、該判断結果に従ってドットを形成している。このため、中間階調領域においてドットの形成密度が100%相当と

50

なることが無く、擬似輪郭の発生に伴う画質の低下を回避して高画質の印刷が可能となる。

【0018】

かかる印刷装置においては、形成可能な各ドットについて、該ドットを全ての画素に形成して表現される階調値および該階調値より高い階調領域において、該ドットが形成されない少数の画素を常に残るように対応付けるようにしてもよい。形成可能な各ドットについて、該ドットを全ての画素に形成して表現される階調値よりも高階調領域では、該ドットの形成密度が100%相当になりうるので、かかる階調領域で該ドットの形成されない画素が少数残るようになれば、擬似輪郭の発生に伴う画質の低下を回避することができる。

【0020】

かかる記録媒体に記憶された画像の階調値とドット記録率との対応関係と、該対応関係を参照してドットの形成を制御するプログラムとをコンピュータに読み込み、該コンピュータで各ドットの形成を判断することによって、主に中間階調領域での擬似輪郭の発生を回避し高画質の印刷を可能とすることができる。

【0021】

【発明の実施の形態】

A. 装置の構成

本発明の実施の形態を、実施例に基づいて説明する。図1は、本発明の実施例において使用される印刷装置の構成を示す説明図である。図示するように、この印刷装置は、コンピュータ80にカラスキャナ21とカラープリンタ20とが接続されており、コンピュータ80に所定のプログラムがロードされ実行されることによって、全体として印刷装置として機能する。印刷しようとするカラー原稿は、コンピュータ80が認識可能なカラー画像データORGにカラスキャナ21で変換された後、コンピュータ80に入力される。コンピュータ80は、所定の画像処理を行って、カラー画像データORGをプリンタで印刷可能な画像データに変換し、カラープリンタ20に出力する。コンピュータ80が扱う画像データには、カラスキャナ21で取り込んだ画像の他に、コンピュータ80上で各種のアプリケーションプログラム91により作成した画像や、カラスキャナ21から取り込んだ画像に加工を加えた画像等も用いられる。これら画像データの変換結果は、プリンタで印刷可能な画像データFNLとして、カラープリンタ20に出力され、この画像データFNLに従って、カラープリンタ20は印刷用紙上に各色のインクドットを形成する。この結果、コンピュータ80から出力されたカラー画像データに対応したカラー画像が、印刷用紙上に得られることになる。

【0022】

コンピュータ80は、各種の演算処理を実行するCPU81・ROM82・RAM83・入力インターフェース84・出力インターフェース85・CRTコントローラ(CRTC)86・ディスクコントローラ(DDC)87・シリアル入出力インターフェース(SIO)88等から構成されており、これらはバス89で接続されて相互にデータのやり取りが可能となっている。CRTC86はカラー表示可能なCRT23への信号出力を制御し、DDC87はフレキシブルディスクドライブ25やハードディスク26あるいは図示しないCD-ROMドライブ等とのデータのやり取りを制御する。ROM82やハードディスク26には、RAM83にロードされCPU81で実行される各種のプログラムや、デバイスドライバの形式で提供される各種のプログラムが記憶されている。また、SIO88をモデム24を経由して公衆電話回線PNTに接続すれば、外部のネットワーク上にあるサーバSVから必要なデータやプログラムをハードディスク26にダウンロードすることが可能となる。

【0023】

コンピュータ80に電源を投入すると、ROM82およびハードディスク26に記憶されていたオペレーティングシステムが起動し、オペレーティングシステムの管理の下で、各種アプリケーションプログラム91が動くようになっている。

【0024】

カラープリンタ20は、カラー画像の印刷が可能なプリンタであり、本実施例では、印刷用紙上にシアン・マゼンタ・イエロ・ブラックの合計4色のインクを吐出することによってカラー画像を印刷するインクジェットプリンタを使用している。もちろん、これら4色インクの他に、ライトシアン・ライトマゼンタのインクを加えた合計6色のインクを使用するカラープリンタであっても構わない。但し、本発明はインクを吐出してドットを形成するカラープリンタに限定されるものではなく、例えば昇華型あるいは溶融型の熱転写方式でドットを形成するカラープリンタであっても構わない。また、本実施例で使用したインクジェットプリンタのインク吐出方式は、後述するようにピエゾ素子PEを用いる方式を採用しているが、他の方式によりインクを吐出するヘッドを備えたプリンタを用いるものとしてもよい。例えば、インク通路に配置したヒータに通電し、インク通路内に発生する泡（バブル）によってインクを吐出する方式のプリンタに適用するものとしてもよい。

10

【0025】

また、本実施例のカラープリンタ20はバリアブルドットプリンタ、すなわち大きさの異なる大・中・小の3種類のドットを、各色毎に形成することが可能なプリンタである。バリアブルドットプリンタを使用して、形成するドットの大きさを変えれば、ドット毎に多値の階調を表現することが可能となるので、豊かな階調表現の画像を印刷することができる。尚、本実施例のカラープリンタ20は、インクの吐出方法を工夫することによって、単一のインク吐出ノズルを用いて3種類の大きさのドットを形成している。かかるインクの吐出方法については後述する。また、インク吐出方法の説明から明らかな通り、ドットの大きさは3種類に限られるものではなく、大小2種類のドットを形成するものであっても、更には4種類以上のドットを形成するものであっても構わない。

20

【0026】

図2は、本印刷装置のソフトウェアの構成を概念的に示すブロック図である。コンピュータ80においては、すべてのアプリケーションプログラム91はオペレーティングシステムの下で動作する。オペレーティングシステムには、ビデオドライバ90やプリンタドライバ92が組み込まれていて、各アプリケーションプログラム91から出力される画像データは、これらのドライバを介して、カラープリンタ20に出力される。画像の加工を行うレタッチ等のアプリケーションプログラム91は、カラスキャナ21から取り込んだ画像をビデオドライバ90を介してCRT23に表示させ、画像を確認しながら所定の加工を行うことができる。

30

【0027】

アプリケーションプログラム91が印刷命令を発すると、コンピュータ80のプリンタドライバ92は、アプリケーションプログラム91から画像データを受け取って所定の画像処理を行い、プリンタが印刷可能な画像データに変換する。図2に概念的に示すようにプリンタドライバ92が行う画像処理は、解像度変換モジュール93と、色変換モジュール94と、多値化モジュール95と、インターレースモジュール96の大きく4つのモジュールから構成されている。各モジュールで行う画像処理の内容は後述するが、プリンタドライバ92が受け取った画像データはこれらモジュールで変換された後、最終的な画像データFNLとしてカラープリンタ20に出力される。尚、本実施例のカラープリンタ20は、画像データFNLに従ってドットを形成する役割を果たすのみであり画像処理は行っていないが、もちろん、カラープリンタ20で画像変換の一部を行うものであってもよい。

40

【0028】

図3に、本実施例のカラープリンタ20の概略構成を示す。このカラープリンタ20は、図示するように、キャリッジ40に搭載された印字ヘッド41を駆動してインクの吐出およびドット形成を行う機構と、このキャリッジ40をキャリッジモータ30によってプラテン36の軸方向に往復動させる機構と、紙送りモータ35によって印刷用紙Pを搬送する機構と、制御回路60とから構成されている。キャリッジ40をプラテン36の軸方向に往復動させる機構は、プラテン36の軸と並行に架設されたキャリッジ40を摺動可能に保持する摺動軸33と、キャリッジモータ30との間に無端の駆動ベルト31を張設す

50

るプーリ32と、キャリッジ40の原点位置を検出する位置検出センサ34等から構成されている。印刷用紙Pを搬送する機構は、プラテン36と、プラテン36を回転させる紙送りモータ35と、図示しない給紙補助ローラと、紙送りモータ35の回転をプラテン36および給紙補助ローラに伝えるギヤトレイン（図示省略）とから構成されている。制御回路60は、プリンタの操作パネル59と信号をやり取りしつつ、紙送りモータ35やキャリッジモータ30、印字ヘッド41の動きを適切に制御している。カラープリンタ20に供給された印刷用紙Pは、プラテン36と給紙補助ローラの間に挟み込まれるようにセットされ、プラテン36の回転角度に応じて所定量だけ送られる。

【0029】

キャリッジ40には黒（K）インクを収納するインクカートリッジ42と、シアン（C）・マゼンタ（M）イエロ（Y）のインクを収納するインクカートリッジ43とが装着されている。もちろん、KインクとYインクとを同じインクカートリッジに収納させる等してもよい。どのような組合せにしろ複数のインクを1つのカートリッジに収納可能とすれば、キャリッジ40をコンパクトに構成することができる。キャリッジ40の下部にある印字ヘッド41には、K・C・M・Yの各インクに対して、インク吐出用ヘッド44・45・46・47がそれぞれ形成されている。キャリッジ40の底部には図示しない導入管が各インク毎に立設されており、キャリッジ40にインクカートリッジを装着すると、カートリッジ内の各インクは導入管を通じて、それぞれのインク吐出用ヘッド44ないし47に供給される。各ヘッドに供給されたインクは、以下に説明する方法によって印字ヘッド41から吐出され、印刷用紙上にドットを形成する。

【0030】

図4（a）は各色ヘッドの内部構造を示した説明図である。各色のインク吐出用ヘッド44ないし47には、各色毎に48個のノズルNzが設けられていて、各ノズルには、インク通路50とその通路上にピエゾ素子PEが設けられている。ピエゾ素子PEは周知のように、電圧の印加により結晶構造が歪み、極めて高速に電気－機械エネルギーの変換を行う素子である。本実施例では、ピエゾ素子PEの両端に設けられた電極間に所定時間幅の電圧を印可することにより、図4（b）に示すようにピエゾ素子PEが電圧の印加時間だけ伸張し、インク通路50の一侧壁を変形させる。この結果、インク通路50の体積はピエゾ素子PEの伸張に応じて伸縮し、この収縮分に相当するインクが粒子IpとなってノズルNzから高速で吐出される。このインクIpがプラテン36に装着された印刷用紙Pに染み込むことにより、印刷用紙Pの上にドットが形成される。

【0031】

図5は、インク吐出用ヘッド44ないし47におけるインクジェットノズルNzの配列を示す説明図である。図示するように、インク吐出用ヘッドの底面には、各色毎のインクを吐出する6組のノズルアレイが形成されており、1組のノズルアレイ当たり48個のノズルNzが一定のノズルピッチkで千鳥状に配列されている。尚、各ノズルアレイに含まれる48個のノズルNzは千鳥状に配列されている必要はなく、一直線上に配列されていてもよい。ただし、図5（a）に示すように千鳥状に配列すれば、製造上、ノズルピッチkを小さく設定し易いという利点がある。

【0032】

図5に示すように、各色のインク吐出用ヘッド44ないし47は、キャリッジ40の搬送方向にヘッドの位置がずれている。また、各色ヘッド毎のノズルに関しても、ノズルが千鳥状に配置されている関係上、キャリッジ40の搬送方向に位置がずれている。カラープリンタ20の制御回路60は、キャリッジ40を搬送しながらノズルを駆動する際に、ノズルの位置の違いによるヘッド駆動タイミングの違いを考慮しながら、適したタイミングでそれぞれのヘッドを駆動している。

【0033】

本実施例のカラープリンタ20は、図5に示したように一定径のノズルNzを備えているが、かかるノズルNzを用いて互いに大きさの異なる3種類のドットを形成することができる。以下にこの原理について説明する。図6は、インクが吐出される際のノズルNzの

駆動波形と吐出されるインク I p との関係を示した説明図である。図 6 において破線で示した駆動波形が通常のドットを吐出する際の波形である。区間 d 2 において一旦、基準電圧よりも低い電圧をピエゾ素子 P E に印加すると、先に図 4 で説明したのとは逆にインク通路 5 0 の断面積を増大する方向にピエゾ素子 P E が変形する。ノズルへのインクの供給速度には限界があるため、インク通路 5 0 の拡大に対してインクの供給量が不足し、図 6 の状態 A に示した通り、インク界面 M e はノズル N z の内側にへこんだ状態となる。また、図 6 の実線で示す駆動波形を用いて区間 d 1 に示すように電圧を急激に低くすると、インクの供給量が更に不足して、状態 a で示すように状態 A に比べて大きく内側にへこんだ状態となる。

【0034】

次に、ピエゾ素子 P E に高い電圧を印加すると（区間 d 3）、インク通路 5 0 の断面積の減少により通路内のインクが圧縮され、インク滴がインクノズルから吐出される。このとき、インク供給量が不足していると吐出されるインク滴も小さくなる。従って、インク界面があまり内側にへこんでいない状態（状態 A）からは、状態 B および状態 C に示すごとく大きなインク滴が吐出され、インク界面が大きくへこんだ状態（状態 a）からは状態 b および状態 c に示すごとく小さなインク滴が吐出される。このように、駆動電圧を低くする際（区間 d 1, d 2）の変化率を変えれば、形成されるドットの大きさを変化させることができる。

【0035】

カラープリンタ 2 0 は、2 種類の駆動波形を連続的に出力する。この様子を図 7 に示した。電圧を低くする際の変化率を比べれば、駆動波形 W 1 と W 2 は、それぞれ小さなインク滴 I p s と大きなインク滴 I p m とに対応していることが分かる。キャリッジ 4 0 が主走査方向に移動しながら、駆動波形 W 1 を出力し、次いで駆動波形 W 2 を出力する場合を考える。駆動波形 W 1 により吐出される小さなインク滴 I p s は飛翔速度が比較的小さく、駆動波形 W 2 により吐出される大きなインク滴 I p m は飛翔速度が大きいので、吐出されてから印刷用紙に到着するまでの所要時間は、小さなインク滴 I p s の方が長くなる。当然、インクの吐出位置から印刷用紙に到着した位置の主走査方向へ移動距離も、小さなインク滴 I p s の方が大きなインク滴 I p m より長くなる。従って、駆動波形 W 1 と駆動波形 W 2 のタイミングを調節すれば、図 7 に示すように、小さなインク滴 I p s と大きなインク滴 I p m とを同一画素に吐出することが可能となる。

【0036】

本実施例のカラープリンタ 2 0 では、駆動波形 W 1 のみをピエゾ素子 P E に供給することによって小さなドットを、駆動波形 W 2 のみをピエゾ素子 P E に供給することによって中ドットを、駆動波形 W 1 と W 2 をともに供給し、2 つのインク滴を同一画素に吐出することによって大ドットを形成している。もちろん、駆動波形の種類を増やすことによって、更に多種類の大きさのドットを形成することも可能である。

【0037】

図 8 は、カラープリンタ 2 0 の制御回路 6 0 の内部構成を示す説明図である。図示するように、制御回路 6 0 の内部には、CPU 6 1・PROM 6 2・RAM 6 3・コンピュータ 8 0 とのデータのやり取りを行う PC インターフェース 6 4・紙送りモータ 3 5 やキャリッジモータ 3 0 等とデータのやり取りを行う周辺機器入出力部（P I O）6 5・タイマ 6 6・駆動バッファ 6 7 等が設けられている。駆動バッファ 6 7 は、インク吐出用ヘッド 4 4 ないし 4 7 にドットのオン・オフ信号を供給するバッファとして使用される。これらは互いにバス 6 8 で接続され、相互にデータにやり取りが可能となっている。また、制御回路 6 0 には、所定周波数で駆動波形を出力する発振器 7 0、および発振器 7 0 からの出力をインク吐出用ヘッド 4 4 ないし 4 7 に所定のタイミングで分配する分配出力器 6 9 も設けられている。

【0038】

図 8 に示す構成を有する制御回路 6 0 は、コンピュータ 8 0 から画像データ F N L を受け取ると、ドットのオン・オフ信号を一時 RAM 6 3 に蓄える。CPU 6 1 は、紙送りモータ

10

20

30

40

50

タ 3 5 や キャリッジ モータ 3 0 の動きと同期を採りながら、所定のタイミングでドットデータを駆動バッファ 6 7 に出力する。

【0039】

次に、CPU 6 1 が駆動バッファ 6 7 にドットのオン・オフ信号を出力することによって、ドットが吐出されるメカニズムについて説明する。図 9 は、インク吐出用ヘッド 4 4 ないし 4 7 の 1 つのノズル列を例にとって、その接続を示す説明図である。インク吐出用ヘッド 4 4 ないし 4 7 のノズル列は、駆動バッファ 6 7 をソース側とし、分配出力器 6 9 をシンク側とする回路に介装されており、ノズル列を構成する各ピエゾ素子 P E は、その電極の一方が駆動バッファ 6 7 の各出力端子に、他方が一括して分配出力器 6 9 の出力端子に、それぞれ接続されている。分配出力器 6 9 からは、図 9 に示す通り、発振器 7 0 の駆動波形が出力されている。CPU 4 1 が駆動バッファ 6 7 に、各ノズル毎のドットのオン・オフ信号を出力すると、オン信号を受け取ったピエゾ素子 P E だけが駆動波形によって駆動される。この結果、駆動バッファ 6 7 からオン信号を受け取っていたピエゾ素子 P E のノズルから一斉にインク粒子 I p が吐出される。

10

【0040】

以上のようなハードウェア構成を有するカラープリンタ 2 0 は、キャリッジモータ 3 0 を駆動することによって、各色のインク吐出用ヘッド 4 4 ないし 4 7 を印刷用紙 P に対して主走査方向に移動させ、また紙送りモータ 3 5 を駆動することによって、印刷用紙 P を副走査方向に移動させる。制御回路 6 0 の制御の下、キャリッジ 4 0 の主走査および副走査を繰り返しながら、適切なタイミングで印字ヘッド 4 1 を駆動することによって、カラー

20

【0041】

B. 画像処理の概要

上述のように、カラープリンタ 2 0 は、画像データ F N L の供給を受けてカラー画像を印刷する機能を有するが、画像データ F N L は、コンピュータ 8 0 がカラー画像に所定の画像処理を行って生成する。図 1 0 はコンピュータ 8 0 のプリンタドライバ 9 2 内で、CPU 8 1 が行う画像処理の概要を示すフローチャートである。以下、同図に従って、画像処理の概要を説明する。

【0042】

画像処理を開始すると CPU 8 1 は、画像データを入力する（ステップ S 1 0 0）。この画像データは図 2 で説明したようにアプリケーションプログラム 9 1 から供給されるデータであり、画像を構成する各画素毎に R・G・Bそれぞれの色について、0～255の値の256階調を有するデータである。この画像データの解像度は、原画像のデータ O R G の解像度等に応じて変化する。

30

【0043】

CPU 8 1 は、入力された画像データの解像度をカラープリンタ 2 0 が印刷するための解像度に変換する（ステップ S 1 0 2）。画像データの解像度が印刷解像度よりも低い場合には、線形補間により隣接する原画像データの間に新たなデータを生成することで解像度変換を行う。逆に画像データの解像度が印刷解像度よりも高い場合には、一定の割合でデータを間引くことにより解像度変換を行う。

40

【0044】

次に、CPU 8 1 は色変換処理を行う（ステップ S 1 0 4）。色変換処理とは R・G・Bの階調値からなる画像データをカラープリンタ 2 0 で使用する C・M・Y等の各色の階調値のデータに変換する処理である。この処理は、色変換テーブル L U T を用いて行われており（図 2 参照）、L U T には R・G・Bのそれぞれの組合せからなる色をカラープリンタ 2 0 で表現するための C・M・Y・Kの組合せが記憶されている。色変換テーブルを用いて色変換を行う処理自体については、公知の種々の技術が適用可能であり、例えば補間演算による処理が適用できる。

【0045】

色変換処理を終了すると階調数変換処理を開始する（ステップ S 1 0 6）。本実施例にお

50

いては、色変換後の画像データはC・M・Y・Kの4色の256階調画像となっている。一方、本実施例のカラープリンタ20では、「ドットを形成しない」、「小ドットを形成する」、「中ドットを形成する」、「大ドットを形成する」の合計4つの状態しか採り得ない。従って、256階調を有する画像を、カラープリンタ20が表現できる4階調で表現された画像に変換する必要がある。このような変換を行う処理が階調数変換処理である。すなわち、記録媒体上で大・中・小の各ドットの形成され易さを、原画像の階調値に応じて変化させることによって、原画像の256階調をカラープリンタ20が表現可能な4階調値で表現するのである。

【0046】

CPU81は階調数変換処理を終了すると、インターレース処理を開始する（ステップS108）。この処理は、階調数変換処理によってドットの形成有無を表す形式に変換された画像データを、カラープリンタ20に転送すべき順序に並べ替える処理である。すなわち、前述のようにカラープリンタ20は、キャリッジ40の主走査と副走査を繰り返しながら、印字ヘッド41を駆動して印刷用紙Pの上にドット列（ラスト）を形成していく。図4を用いて説明したように、各色毎のインク吐出用ヘッド44ないし47には、複数のノズルNzが設けられているので、1回の主走査で複数本のラストを形成することができる。それらラストは互いにノズルピッチkだけ離れている。ノズルピッチkはできるだけ小さな値とすることが望ましいが、ヘッド製造の都合上、ノズルピッチkを画素の間隔（ノズルピッチkが1の場合に相当）まで小さくすることは困難である。その結果、画素間隔で並ぶラストを形成するには、まず、ノズルピッチkだけ離れた複数のラストを形成し、次にヘッド位置を少しずらして、ラストの間に新たなラストを形成していくといった制御が必要となる。

【0047】

また、印刷画質を向上させるために、1本のラストを複数回の主走査に分けて形成したり、更には印刷時間を短縮するために、主走査の往動時と復動時のそれぞれでドットを形成するといった制御も行われる。これらの制御を行うと、カラープリンタ20が実際にドットを形成する順序は、画像データ上で画素の順序と異なった順序となるので、インターレース処理において画像データの並べ替えを行うのである。

【0048】

インターレース処理が終了すると、画像データはプリンタが印刷可能な画像データFN Lとして、カラープリンタ20に出力される（ステップS110）。

【0049】

C．階調数変換処理の概要

本実施例では、低階調から中階調にかけての中間階調領域において、中・小ドットの形成を適切に判断することによって擬似輪郭の発生を回避しており、ドットの形成判断は上述した階調数変換処理中で行っている。本実施例の階調数変換処理の内容を詳細に説明するための準備として、先ず一般的な階調数変換処理について簡単に説明する。

【0050】

前述したように、階調数変換処理とは256階調を有する画像を、ドットの有無によって表現する処理であり、本実施例では大・中・小の3種類のドットの有無で表現することになる。ドットの形成密度を適切に制御すれば、ドットの有無によって256階調を有する画像を表現可能であることは冒頭部分で説明したので、ここでは次の2点について説明する。先ず1点目として、カラープリンタ20では連続階調を表現するために大・中・小の3種類のドット密度がどのように設定されているかを説明する。次いで2点目として、実際に形成されるドットの密度と設定されたドット密度とを一致させるために用いられる手法について説明する。

【0051】

（1）ドット記録率の設定

図11は、連続階調を有する画像を表現するために、大・中・小の3種類のドット記録率Dpがどのように設定されているかを示す説明図である。ドット記録率Dpとは、ある階

10

20

30

40

50

調値のベタ領域を印刷する際に該領域内の画素に対してドットが形成される割合をいう。尚、実際にはドットゲインの違い等による補正を行っているために、階調値とドット記録率との関係は線形とはならないが、本明細書では説明を分かり易くするため、図11に示すように階調値とドット記録率とは直線的な関係が成り立つものとして説明する。図11(a)は大ドットのみを用いて連続階調を表現する場合のドット記録率 D_p である。図に示されるように、表現しようとする階調値とドット記録率 D_p とは正比例の関係にあり、階調値255のときにドット記録率 D_p 100%すなわち全ての画素にドットが形成される状態となる。このような関係は、記録紙単位面積に打ち込まれるインク量と、記録紙上に表現される階調値とが対応することを表していると考えられることもできる。

【0052】

図11(b)は、大ドットと小ドットとを用いて、連続階調を表現する場合において、各ドットについて設定されるドット記録率を示した説明図である。図11(b)に示す大・小ドットのドット記録率は、図11(a)に示した大ドットのドット記録率を元にして、大ドットを複数の小ドットで置き換えていったものと考えられることができる。1つの大ドットと置き換える小ドットの数、表現する階調値が等しくなるように、言い換えれば、記録紙に打ち込まれるインク量が同じになるようにしておけばよい。図11(b)に示した例では、大ドット1つが小ドット4つに相当している。

【0053】

図11(b)を用いてドットの置き換え方を具体的に説明する。例えば、階調値32では、図に示されているように大ドットのドット記録率 D_{pL} は12.5%、すなわち1/8の画素のドットが形成される状態である。大ドット1つを小ドット4つで置き換えるから、全ての大ドットを小ドットに置き換えると、全画素の1/2に小ドットが形成される状態、つまり小ドットのドット記録率 D_{ps} は50%になる。同様に、階調値64では大ドットのドット記録率 D_{pL} は25%であるから、全ての大ドットを置き換えると小ドットのドット記録率 D_{ps} は100%、すなわち全画素に小ドットが形成された状態となる。階調値64で小ドットのドット記録率 D_{ps} は100%となるので、階調値64より高階調値を表現するためには大ドットを形成しなければならない。但し、全画素に小ドットが形成されている状態(ドット記録率 D_{ps} が100%)で大ドットを形成すると、小ドットと大ドットとが同じ画素に重ねて形成されることになるので、これを避けるために、大ドットの形成に合わせて小ドットを減らしてやる必要がある。その結果、階調値64より高い階調領域では、大ドットのドット記録率 D_{pL} が増えるにつれて小ドットのドット記録率 D_{ps} が減少していく。

【0054】

前述したように、階調値の低い領域で大きなドットを形成すると印刷画像の粒状感が悪化するので、これを避けるためには、低階調領域では可能な限り大ドットではなく小ドットを用いて画像を表現することが好ましい。これを図12を用いて具体的に説明する。

【0055】

図12(a)は、大ドットのみを用いて低階調領域の画像を表現している様子を示した説明図であり、図を見やすくするために拡大して表示してある。図示するように低階調領域ではドットがまばらに形成されるので、1つ1つの大ドットが目立ってしまい粒状感を大きく悪化させる。図12(a)に示した5つの大ドットのうち、A1ないしA3の3つの大ドットを小ドットに置き換えた結果が図12(b)に示されている。大ドットと小ドットの置き換え比率は、大ドット1つに対し小ドット4つの場合を想定している。図12(b)を見れば次のようなことが分かる。A1ないしA3の大ドットを置き換えた分だけ粒状感が改善されてはいるが、依然としてA4およびA5の大ドットが残っており、この2つの大ドットが粒状感を悪化させている。A1ないしA5の全ての大ドットを小ドットに置き換えた結果を示したのが図12(c)である。この場合は、粒状感を悪化させる大ドットはもはや残っておらず、粒状感は十分に改善されている。以上の説明から分かるように、低階調領域においては、大ドットが少しでも残っていると粒状感が悪化するので、高画質の画像を得るためには全ての大ドットを小ドットに置き換えることが好ましいのである

10

20

30

40

50

。

【0056】

大ドットを可能な限り小ドットに置き換える結果、大・小ドットの記録率は、半ば必然的に、図11(b)に示したような分布となる。すなわち、小ドットのドット記録率 Dps は0%からほぼ直線的に増加し、記録率が100%に達すると今度はほぼ直線的に減少する。大ドットのドット記録率 DpL は、小ドットのドット記録率 Dps が100%に達するまでは0%であるが、それ以降は小ドットの減少に合わせて徐々に増加し、小ドットの記録率が0%に達した時点で大ドットのみが形成される時のドット記録率に復帰する。大ドットのみを用いて表現する場合(図11(a))と大・小ドットを用いて表現する場合(図11(b))とを比較すれば、大・小ドットを用いる場合の大ドットのドット記録率 DpL は、小ドットの形成に相当する分だけ、図11(b)に斜線で示したようにドット記録率を減じたものになっている。

10

【0057】

大・中・小の3種類のドットを用いる場合のドット記録率 Dp の設定も、大・小2種類のドットを用いる場合と同様に考えることができる。図11(c)は、大・中・小ドットを用いて連続階調を表現する場合の、各ドットのドット記録率 Dp を示した説明図である。図示した例では、大ドット1つが中ドット2つに相当している。図11(b)に示す状態では、階調値64から大ドットが形成されているが、このような低階調領域で粒状感が悪化することを避けるため、可能な限り大ドットを中ドットで置き換える結果、中ドットのドット記録率 Dpm も小ドットと同様に、略三角形のドット記録率となる。大ドットのドット記録率 DpL は、図11(c)に斜線で示したように、中ドットを形成した分だけドット記録率を減じたものとなる。

20

【0058】

以上が、各種ドットのドット記録率 Dp を設定する基本的な考え方である。大・中・小の3種類のドットに加えて、更に多くのドットを形成する場合にも同様の考え方を適用することが可能である。例えば、ドット1つが小ドット半分に相当するような極小ドットを形成する場合は、図13(a)に示すように、極小ドットの形成に合わせて小ドットのドット記録率を減じて設定すればよい。

【0059】

また、本実施例のカラープリンタ20では、小ドットの大きさはほぼ画素の大きさと等しくなっている。周知のように、大きさが画素と同程度のドットを高い密度で形成すると、ドットの形成されない領域が画素の境界部分に筋状に発生して画質を悪化させる、いわゆるバンディングと呼ばれる現象が生じる。このため図13(b)に示すように、小ドットの最大ドット記録率をバンディングの発生が回避可能な低い値に抑制し、小ドットの形成を抑制した分を中ドットの形成によって補うように設定することも好適である。もちろん、小ドットより小さな極小ドットを形成可能な場合には、小ドットを極小ドットで置き換え、図13(c)に示すようなドット記録率に設定すればよい。

30

【0060】

(2) 設定したドット記録率 Dp の実現方法

上述の方法で設定したドット記録率 Dp になるように、記録媒体上に各ドットを形成すれば、すなわち設定したドット記録率を実現することができれば、256階調を有する自然画像を印刷することができる。以下では、本実施例のカラープリンタ20において、設定されたドット記録率 Dp を実現する方法について説明する。

40

【0061】

本実施例のカラープリンタ20では、いわゆる組織的ディザ法と呼ばれる手法を用いて階調数変換処理(図10参照)を行っているが、組織的ディザ法には設定したドット記録率 Dp が実現されるように画素毎にドットの形成有無を判断する作用がある。以下、この作用について簡単に説明する。

【0062】

設定されたドット記録率を実現するために、組織的ディザ法ではドット記録率 Dp を一旦

50

、レベルデータLdに読み替えている。レベルデータLdとはドット記録率100%がレベルデータ255となるようにスケールを読み替えたデータである。組織的ディザ法においては、レベルデータLdと所定の閾値とを画素毎に比較し、レベルデータLdの方が大きければその画素にはドットを形成すると判断し、レベルデータLdの方が小さければドットを形成しないと判断する。所定の閾値はディザマトリックスを用いて画素毎に設定されている。図14は、レベルデータLdとディザマトリックスにより定まる閾値とを比較して、各画素のドット形成有無を判断する様子を概念的に示す説明図である。図中で斜線を施した画素がドットを形成すると判断した画素である。組織的ディザ法において予め設定した記録率でドットが形成されるのは、以下に説明するような特殊な方法によりディザマトリックスを設定しているからである。

10

【0063】

一例として、縦・横が16×16の大きさを有し合計256個の画素から構成されているディザマトリックスを例に採ると、ディザマトリックスの各画素には0から255の値が1度ずつランダムに現れるように設定されている。例えば、ドット記録率Dpが100%と設定されている画素はレベルデータLdの値255に変換される。閾値としてディザマトリックスに設定されている値は0から255の値しか採り得ないから、この画素についてはレベルデータLdが閾値より必ず大きくなり必ずドットが形成される。つまり、この画素に関してはドット記録率100%となる。またドット記録率50%の画素であればレベルデータLdは128となる。ディザマトリックスによって定まる閾値は0から255の値をランダムに採り得るから、その画素にドットが形成される確率は50%となる。すなわち、例えばドット記録率が50%に設定されている領域があり、その領域を構成する画素数が20画素であったとすると、10画素にドットが形成されることになる。尚、印刷しようとする画像の大きさは、通常は設定されているディザマトリックスより大きいので、印刷画像を構成する全ての画素に閾値を設定するために、1枚のディザマトリックスの位置を移動させて使用する。

20

【0064】

以上説明したように、組織的ディザ法においては、ドット記録率DpをレベルデータLdに読み替えておき、ディザマトリックスによって0から255の範囲でランダムに設定された閾値とレベルデータLdとを比較することによって、形成されるドットの密度とドット記録率Dpとを一致させているのである。

30

【0065】

尚、本実施例のカラープリンタ20では組織的ディザ法を用いて階調数変換処理を行っているが、広く知られた他の手法、例えば、誤差拡散法と呼ばれる手法を用いても良いのもちろんである。

【0066】

D. 本実施例におけるドット記録率の設定

前述したように、低階調から中階調にかけての中間階調領域において、各ドットのドット記録率100%、すなわち単一種類のドットを全ての画素に形成すると擬似輪郭が発生し画質を低下させるという問題が見出された。このような問題の発生を回避するため、本実施例のカラープリンタ20では、各ドットのドット記録率が100%とならないように設定されている。図15(a)は本実施例のカラープリンタ20において大・中・小の各ドットに設定されているドット記録率を示したものである。図11および図12を用いて既に説明したように、粒状感を改善するためには小さめのドットの形成割合をできるだけ高くすることが好ましいので、階調値128において中ドットのドット記録率を100%とすべきであるが(図13(b)参照)、本実施例のカラープリンタ20ではあえて大ドットを形成し、中ドットのドット記録率が100%とならないように設定している。これは、粒状感の悪化をおそれるあまり中ドットのドット記録率を100%として擬似輪郭が発生させるよりも、大ドットが僅かに形成されるような設定として擬似輪郭の発生を避ける方が、画質上好ましい結果が得られるからである。図12を用いて説明したように、表現しようとする階調値が低い場合には、僅かに大ドットが形成されるだけでも大幅に粒状感

40

50

を悪化させるが、階調値128付近にあり、小ドットあるいは中ドットが一定割合で形成されていれば、僅かに大ドットを形成したとしても、さほど粒状感を悪化させることはない。

【0067】

尚、図15(a)において小ドットのドット記録率が50%前後に設定されているのは、前述したバンディングの発生を避けるためである。本実施例のカラープリンタ20ではバンディングの発生を回避するには小ドットのドット記録率を50%付近まで低下させる必要があったが、擬似輪郭の発生を回避するためには中ドットのドット記録率を僅かに低下させるだけで十分であり、図示するように95%程度に設定すれば十分であった。もちろん、カラープリンタの機種等の違いによって画質改善のために必要なドット記録率の抑制値は、より高い値となる場合もある。

10

【0068】

本実施例のカラープリンタ20は大・中・小の3種類のドットを形成しているが、形成可能なドットは3種類に限らないのはもちろんである。例えば、小ドットより小さい極小ドットを形成する場合には図15(b)に示すようなドット記録率に設定すればよい。また図15(a)あるいは図15(b)の例では、擬似輪郭の発生をさせないために、中ドットおよび極小ドットのいずれのドット記録率も最大記録率が95%付近の値に制限されているが、粒状感が悪化しない範囲で、より低い値とすることができることはもちろんである。例えば、図15(c)に示したように中ドットのドット記録率の最大値を、より低い値としても良い。

20

【0069】

本実施例のカラープリンタ20では、図15の各図に示すようなドット記録率に基づいてドットの形成有無を判断しているので、中間階調領域の画像を印刷する際に、記録媒体上で単一種類のドットで全ての画素が埋め尽くされるような領域の発生を避けることができる。記録媒体上にこのような領域が発生すると、他の領域との境界部分に擬似輪郭が生じて画質を大きく悪化させるが、本実施例ではこのような問題が発生するおそれはなく、全体としての印刷画質を向上することができる。

【0070】

E. 本実施例における階調数変換処理

最後に、本実施例のカラープリンタ20で行っている階調数変換処理について簡単に説明しておく。尚、以下に説明する方法に限られず、階調数変換処理について知られている種々の方法を適用することができるのは言うまでもない。

30

【0071】

図16は、プリンタドライバ92が、組織的ディザ法と呼ばれる方法を用いて階調数変換処理を行うフローチャートである。本実施例では、C・M・Y・Kの各色毎に階調数変換処理を並行して行っているが、説明の煩雑化を避けるために、以下の説明では、色を特定せずに説明する。

【0072】

階調数変換処理を開始すると、CPU81は今からドットの形成を判断しようとする画素（注目画素）の画像データCdを読み込む（ステップS200）。この画像データCdは、色変換後の256階調を有する各色毎の画像データである。次に、大・中・小ドット毎に設定されているドット記録率Dpl・Dpm・Dpsを取得してそれぞれのレベルデータLdl・Ldm・Ldsを算出する（ステップS202）。各ドットのドット記録率は階調値に対するテーブルとして記憶されているので、このテーブルを参照することにより画像データCdに対する各ドットのドット記録率を求めることができる。

40

【0073】

次に、大ドットのレベルデータLdlと第1の閾値th1との大きさを比較し（ステップS204）、大ドットのレベルデータLdlの方が大きければ、多値化結果Cdrに大ドットを形成することを意味する値「3」を代入する（ステップS206）。

【0074】

50

大ドットのレベルデータ L_{d1} が第1の閾値 t_{h1} より小さい場合には、中ドットについてのドット形成有無を判断する。すなわち、中ドットのレベルデータ L_{dm} と第2の閾値 t_{hm} との大小を比較し（ステップ S208）、中ドットのレベルデータ L_{dm} の方が第2の閾値 t_{hm} より大きければ、多値化結果 C_{dr} の中ドットを形成することを表す値「2」を代入する（ステップ S210）。このように、大ドットを形成しなかった画素について中ドットの形成有無を判断しているので、大ドットと中ドットが同じ画素の形成されることがない。また、中ドットの形成有無を判断する第2の閾値 t_{hm} の値は、中ドット用に設定されたディザマトリックスに設定されている。中ドット用のディザマトリックスを大ドット用のものと共用する場合、例えば閾値に255付近の大きな値が設定されている画素には、大ドットも中ドットも形成され難くなり、ひいては画質の低下をきたすおそれがある。かかることの無いよう、本実施例のプリンタドライバ92は大・中・小の各ドット毎に、それぞれのディザマトリックスを用意している。もちろん、コンピュータ80の記憶容量を節約する必要性が高い場合には、各ドットのディザマトリックスを共用するものとしてもよい。

10

【0075】

中ドットのレベルデータ L_{dm} が第2の閾値 t_{hm} より小さい場合には、小ドットのドット形成有無を判断する。すなわち小ドットのレベルデータ L_{ds} と第3の閾値 t_{hs} との大小を比較し（ステップ S212）、小ドットのレベルデータ L_{ds} の方が第3の閾値 t_{hs} より大きければ、多値化結果 C_{dr} の小ドットを形成することを意味する値「1」を代入し（ステップ S214）、小ドットのレベルデータ L_{ds} の方が小さければ、ドットを形成しないことを意味する値「0」を多値化結果 C_{dr} に代入する（ステップ S216）。こうして、全ての画素について、ドットの判断を終了すると（ステップ S218）、階調数変換処理を終了して、図10に示す画像処理ルーチンに戻る。

20

【0076】

以上、組織的ディザ法を用いた階調数変換処理について説明してきたが、誤差拡散法を組み合わせる階調数変換処理を行うことも可能である。誤差拡散法は周知の技術であるため方法自体についての詳細な説明は省略して、ここでは、図15に示したドット記録率の設定例を用いて概要のみ説明する。例えば図15(a)では、前述したように、階調値128付近で大ドットのドット記録率が僅かに多めに設定されており、その分だけ階調誤差が生じている。このため誤差拡散法を用いて中ドットの階調数変換処理を行うと、大ドットが多めに形成されたことによる誤差を解消するために中ドットの形成が少なめとなる。

30

【0077】

また本願の出願人は、誤差拡散法においてドット形成有無を判断するために使用される閾値を積極的に制御することによって、各ドットのドット記録率が予め設定された値となるように制御する技術を開示しており（特願平10-196793）、かかる技術を適用することも好適である。図17は、かかる技術を適用したフローチャートの一例を示したものである。以下、図17のフローチャートに従って簡単に説明する。

【0078】

階調数変換処理を開始すると、CPU81は今からドットの形成を判断しようとする画素（注目画素）の画像データ C_d を読み込み（ステップ S300）、画像データ C_d に拡散誤差を加算して補正データ C_x を生成する（ステップ S302）。誤差拡散法では処理済みの画素について生じた誤差を、予め周囲の画素に重みを付けて配分しておくので、ステップ S302では該当する誤差を読み出して、これを注目画素の画像データ C_d に反映させるのである。誤差の内容については後述する。

40

【0079】

次に、CPU81は閾値 $t_{hs} \cdot t_{hm} \cdot t_{hl}$ を設定する（ステップ S304）。これらの閾値は画像データ C_d に対応した値を、予めROMに記憶されたテーブルから読み取ることにより設定する。各閾値の設定方法については後ほど説明する。

【0080】

こうして設定された閾値 t_{hs} と注目画素についての補正データ C_x とを比較する（ステ

50

ップS306)。補正データCxが閾値thsより小さい場合は注目画素にはドットを形成しないと判断して、多値化結果を示す値Cdrにドットを形成しないことを示す値「0」を代入し、結果値RVに値「0」を代入する(ステップS308)。結果値RVとは、ドット形成有無の判断によって注目画素に表現される階調値をいう。ドットを形成しないと判断した場合は、注目画素にはドットは形成されないため、結果値RVの値は「0」となる。

【0081】

補正データCxが閾値thsより大きい場合は、閾値thmとの大小を判断する(ステップS310)。補正データCxが閾値thmより小さい場合は、注目画素に小ドットを形成すると判断して、多値化結果を示す値Cdrに小ドットを形成することを意味する値「1」を代入し、結果値RVに値「Vs」を代入する(ステップS312)。値「Vs」は小ドットが1つ形成された画素に表現される階調値である。補正データCxが閾値thmより大きい場合は、閾値thlとの大小関係を判断する(ステップS314)。補正データCxが閾値thlより小さければ中ドットを形成すると判断して、多値化結果Cdrに中ドットの形成を意味する値「2」を代入し結果値RVに値「Vm」を代入する(ステップS316)。値「Vm」は中ドットが1つ形成された画素に表現される階調値である。補正データCxが閾値thmより大きければ大ドットを形成すると判断して、多値化結果Cdrに大ドットの形成を意味する値「3」を代入し結果値RVに値「Vl」を代入する(ステップS318)。

【0082】

上述の説明から明らかなように、閾値ths・thm・thlはそれぞれ小・中・大の各ドットを注目画素に形成するか否かの判断基準として使用されている閾値であり、各閾値の設定を変更することによって対応するドットの形成され易さを制御可能である。例えば、小ドットの形成判断の基準となる閾値thsを低く設定するほど小ドットが形成され易くなり、thsを大きく設定するほど小ドットは形成されにくくなる。各ドットのドット記録率が所望の値とするために、それぞれの閾値ths・thm・thlの値をどのように設定ればよいかは、各条件でのシミュレーション計算を行うことによって決定することができる。すなわち、ある画像データにおいて、閾値ths・thm・thlの組合せを1つ決めると、図17に示すような階調数変換処理を計算機上でシミュレーションすることにより、各ドットのドット記録率を求めることができる。このような計算を、いろいろな画像データに対して、いろいろな閾値の組合せで実行し、計算結果を蓄積しておく。こうして蓄積されたデータに基づいて、画像データに対して各ドットのドット記録率が実現されるような各閾値の組合せを選択するのである。

【0083】

図17のステップS320では、誤差を計算して誤差拡散処理を行う。ここにいう誤差とは、ステップS302において計算された注目画素の補正データCxと、ドットの形成判断により決定された階調値RVとの差をいう。例えば、大ドットが形成されたときに階調値255が表現されるものとして、注目画素の補正データCxが階調値199であったとする。階調値199を表現すべき画素に大ドットを形成したことにより、注目画素には $199 - 255 = -56$ の誤差が生じていることになる。

【0084】

誤差拡散処理とは、こうして求められた誤差を所定の重みを付けて、注目画素の周囲の画素に拡散させる処理をいう。図18は周辺画素に誤差を拡散させる際の重み係数の一例を示したものである。注目画素PP1で発生した誤差は、図示した割合で画素PP2ないし画素PP8に拡散される。

【0085】

注目画素について以上の処理が終了すると、全画素の処理が終了したか否かを判断し(ステップS322)、未処理の画素が残っていれば再びステップS300に戻って階調数変換処理を続行する。

【0086】

以上説明してきたように、画像データの階調値に応じて各閾値を積極的に制御する方法によっても、各ドットのドット記録率が所望の値となるようにすることが可能である。従って、図15を用いて説明したように、大ドットを除く各ドットのドット記録率が100%とならないように設定しておき、このドット記録率に基づいて上述の階調数変換処理を行えば、中間階調領域において単一種類のドットで全画素が埋め尽くされるような領域の発生を避けることができる。

【0087】

以上、各種の実施例について説明してきたが、本発明は上記すべての実施例に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様で実施することができる。例えば、上述の機能を実現するソフトウェアプログラム（アプリケーションプログラム）を、通信回線を介してコンピュータシステムのメインメモリまたは外部記憶装置に供給し実行するものであってもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例の印刷装置の概略構成図である。

【図2】ソフトウェアの構成を示す説明図である。

【図3】本実施例のプリンタの概略構成図である。

【図4】本実施例のプリンタにおけるドット形成原理を示す説明図である。

【図5】本実施例のプリンタにおけるノズル配列を示す説明図である。

【図6】本実施例のプリンタにより大きさの異なるドットを形成する原理を説明する説明図である。

【図7】本実施例のプリンタにおけるノズルの駆動波形および該駆動波形により形成されるドットの様子を示す説明図である。

【図8】本実施例のプリンタの制御装置の内部構成を示す説明図である。

【図9】本実施例のプリンタヘッドが駆動バッファからデータを受けてドットを形成する様子を示す説明図である。

【図10】本実施例における画像処理ルーチンの流れを示すフローチャートである。

【図11】形成可能な各種ドットのドット記録率を設定する方法を示す説明図である。

【図12】大ドットの形成によって粒状感が悪化する理由を説明する説明図である。

【図13】形成可能な各種ドットについて一般的なドット記録率の設定を示す説明図である。

【図14】組織的ディザ法による階調数変換処理を概念的に説明する説明図である。

【図15】本実施例において設定されるドット記録率の一例を示す説明図である。

【図16】本実施例において組織的ディザ法による階調数変換処理の流れを示すフローチャートである。

【図17】本実施例において誤差拡散法を用いて階調数変換処理を行う一例を示したフローチャートである。

【図18】誤差拡散処理において誤差を拡散させるための重み係数の一例を示す説明図である。

【符号の説明】

20…カラープリンタ

21…カラスキャナ

23…CRT

24…モデム

25…フレキシブルディスクドライブ

26…ハードディスク

30…キャリッジモータ

31…駆動ベルト

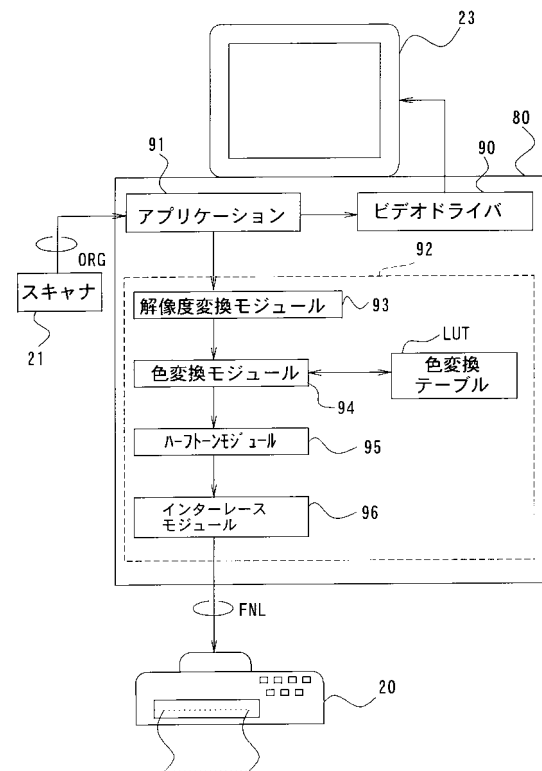
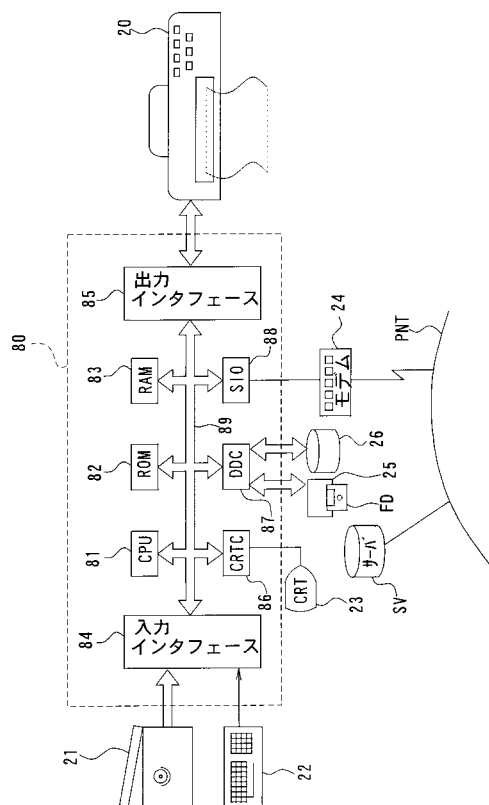
32…プーリ

33…摺動軸

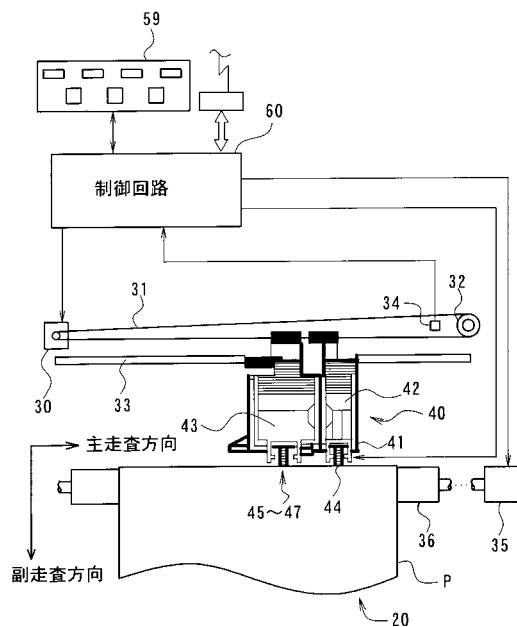
34…位置検出センサ

3 5 …紙送りモータ	
3 6 …プラテン	
4 0 …キャリッジ	
4 1 …C P U	
4 1 …印字ヘッド	
4 2, 4 3 …インクカートリッジ	
4 4 ~ 4 7 …インク吐出用ヘッド	
5 0 …インク通路	
5 9 …操作パネル	
6 0 …制御回路	10
6 1 …C P U	
6 2 …P R O M	
6 3 …R A M	
6 4 …P C インターフェース	
6 6 …タイマ	
6 7 …駆動バッファ	
6 8 …バス	
6 9 …分配出力器	
7 0 …発振器	
8 0 …コンピュータ	20
8 1 …C P U	
8 2 …R O M	
8 3 …R A M	
8 4 …入力インターフェース	
8 5 …出力インターフェース	
8 6 …C R T C	
8 7 …D D C	
8 8 …S I O	
8 9 …バス	
9 0 …ビデオドライバ	30
9 1 …アプリケーションプログラム	
9 2 …プリンタドライバ	
9 3 …解像度変換モジュール	
9 4 …色変換モジュール	
9 5 …ハーフトーンモジュール	
9 6 …インターレースモジュール	

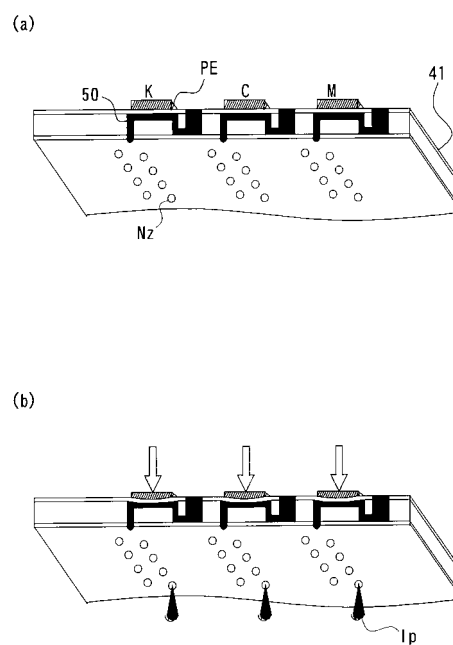
【図 2】



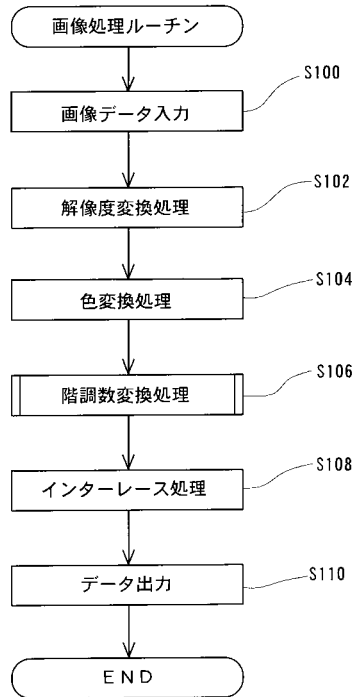
【図 3】



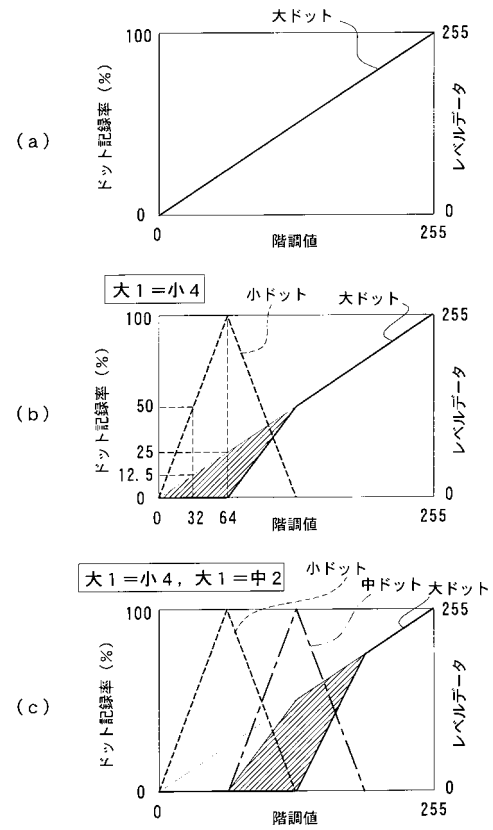
【図 4】



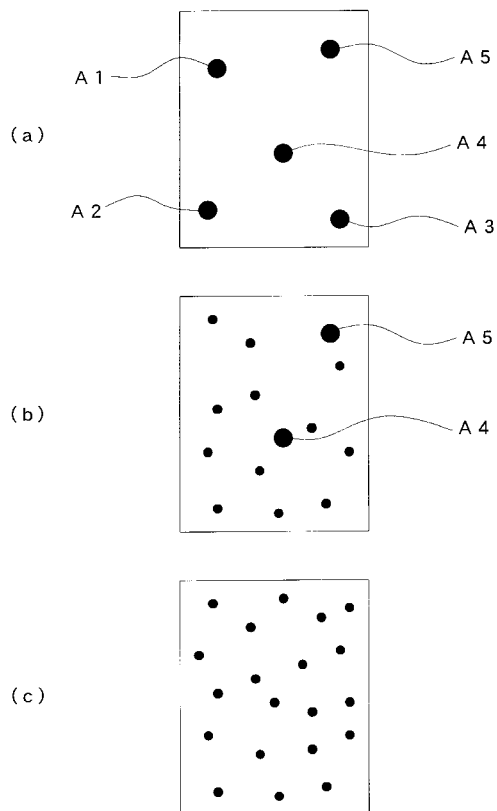
【図 10】



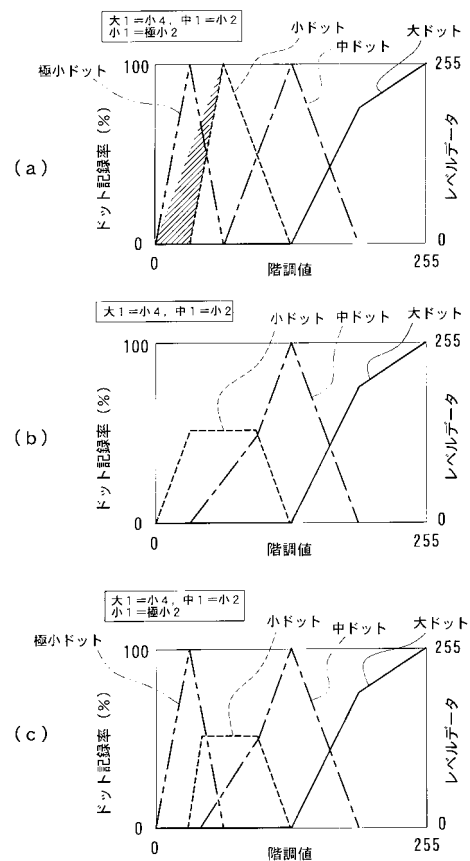
【図 11】



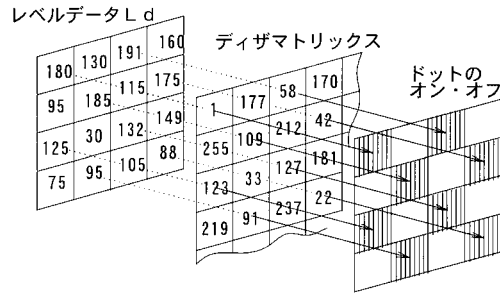
【図 12】



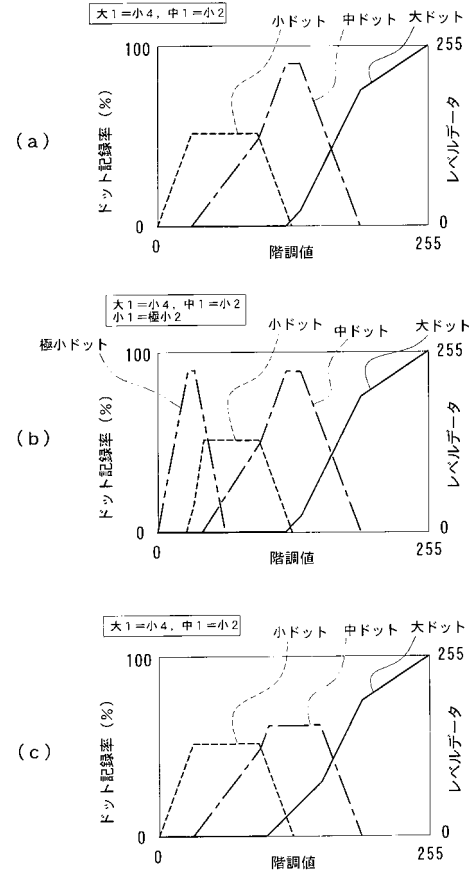
【図 13】



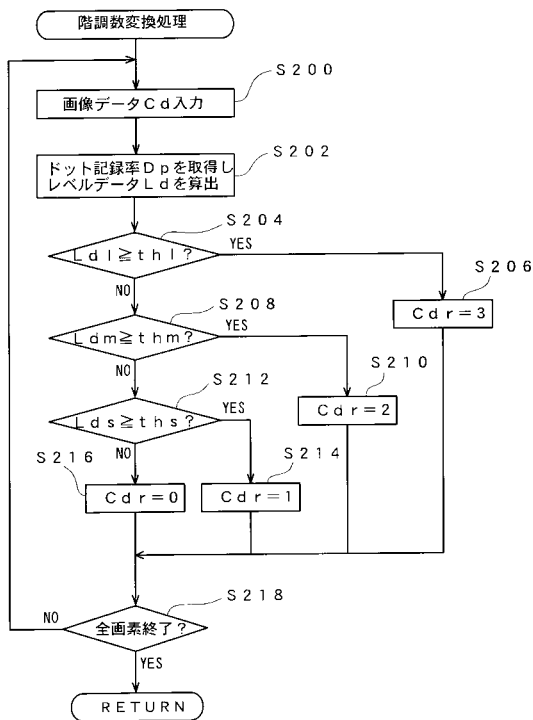
【図 14】



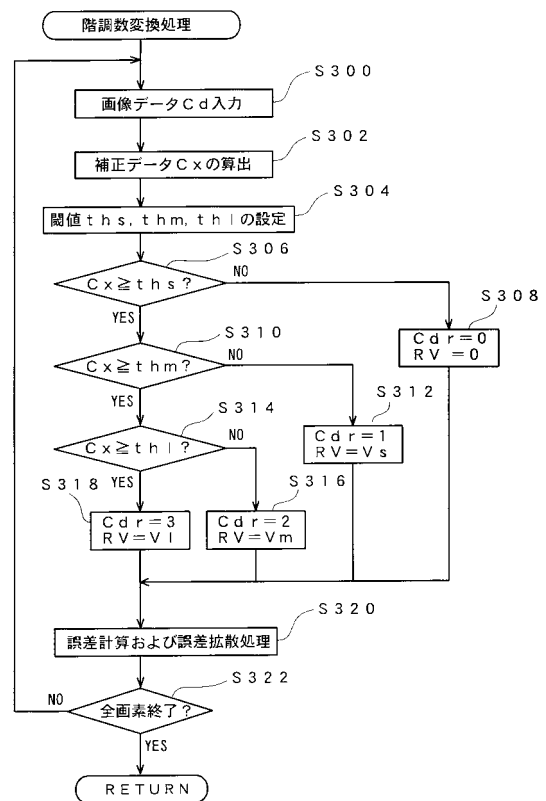
【図 15】



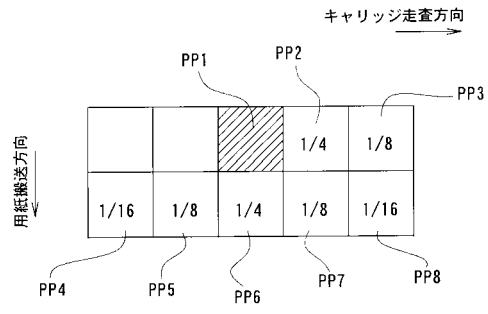
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1－2 5 4 7 0 9 号公報
特開平 1 0－1 7 5 3 1 8 号公報

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

B41J 2/205

B41J 2/21

B41J 2/175

B41M 5/00