

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4635762号  
(P4635762)

(45) 発行日 平成23年2月23日(2011.2.23)

(24) 登録日 平成22年12月3日(2010.12.3)

(51) Int. Cl.			F I		
<b>B 4 1 J</b>	<b>2/52</b>	<b>(2006.01)</b>	B 4 1 J	3/00	A
<b>B 4 1 J</b>	<b>2/01</b>	<b>(2006.01)</b>	B 4 1 J	3/04	1 O 1 Z
<b>B 4 1 J</b>	<b>2/205</b>	<b>(2006.01)</b>	B 4 1 J	3/04	1 O 3 X
<b>H O 4 N</b>	<b>1/23</b>	<b>(2006.01)</b>	H O 4 N	1/23	1 O 1 B
<b>H O 4 N</b>	<b>1/405</b>	<b>(2006.01)</b>	H O 4 N	1/40	C

請求項の数 14 (全 40 頁)

(21) 出願番号 特願2005-210792 (P2005-210792)  
 (22) 出願日 平成17年7月21日(2005.7.21)  
 (65) 公開番号 特開2007-15359 (P2007-15359A)  
 (43) 公開日 平成19年1月25日(2007.1.25)  
 審査請求日 平成19年3月27日(2007.3.27)  
 (31) 優先権主張番号 特願2005-32771 (P2005-32771)  
 (32) 優先日 平成17年2月9日(2005.2.9)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)  
 (31) 優先権主張番号 特願2005-171290 (P2005-171290)  
 (32) 優先日 平成17年6月10日(2005.6.10)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 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

審査官 松川 直樹

(56) 参考文献 特開平11-048587(JP, A)  
 特開2001-232859(JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 双方向印刷を行うための画像処理装置および印刷装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

印刷媒体上にドットを形成して複数の画素からなる画像を印刷する印刷装置であって、  
 印刷しようとする画像の画像データを受け取り、前記画像の画素毎にドット形成の有無を表わすドットデータに変換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とともに、主走査を行い、双方向印刷によって前記画像を印刷するドット形成ヘッドと、

を備え、

前記画像を、前記双方向印刷における往動時にドットが形成される第1の画素のグループと、前記双方向印刷における復動時にドットが形成される第2の画素のグループとを重  
 ね合わせた状態で印刷するとともに、前記第1および第2の画素のグループの各々属する画素に形成されるドットのパターンのいずれもが、その空間周波数特性としてブルーノイズ特性またはグリーンノイズ特性のいずれかを有するようにドットを形成して印刷することを特徴とする、

印刷装置。

【請求項2】

印刷媒体上にドットを形成して複数の画素からなる画像を印刷する印刷装置であって、  
 印刷しようとする画像の画像データを受け取り、前記画像の画素毎にドット形成の有無を表わすドットデータに変換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ドット形成ヘッドと、

を備え、

前記ドット形成ヘッドは、主走査を行ない、N回（Nは2以上の整数）の主走査によるインタレース記録方式またはオーバーラップ記録方式によって前記画像を印刷し、

前記第1の画素のグループは、前記N回的主走査のうちの第1の主走査においてドットが形成される画素のグループであり、前記第2の画素のグループは、前記第1の主走査とは異なる第2の主走査においてドットが形成される画素のグループであるとともに、前記第1および第2の画素のグループの各々属する画素に形成されるドットのパターンのいずれもが、その空間周波数特性としてブルーノイズ特性またはグリーンノイズ特性のいずれかを有するようにドットを形成して印刷することを特徴とする、

印刷装置。

10

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載の印刷装置であって、

前記第1の画素のグループに属する画素と、前記第2の画素のグループに属する画素とは、前記主走査方向および副走査方向において交互に配置された、

印刷装置。

【請求項4】

請求項1または請求項2に記載の印刷装置であって、

前記第1の画素のグループに属する画素と、前記第2の画素のグループに属する画素とは、互いに異なるラスタを構成し、該ラスタは、副走査方向に交互に配置された、

印刷装置。

20

【請求項5】

請求項3または請求項4に記載の印刷装置であって、

前記第1、第2の画素のグループの各々に属する画素に形成されるドットの全体のパターンが、その空間周波数特性として、前記第1、第2の画素のグループの各々に属する画素に形成されるドットのパターンと同じブルーノイズ特性またはグリーンノイズ特性を有する

印刷装置。

【請求項6】

請求項4に記載の印刷装置であって、

前記第1の画素のグループの各々に属する画素に形成されるドットの位置に対して、前記第2の画素のグループの各々に属する画素に形成されるドットの位置が、前記画像データから想定される位置から前記主走査方向に1画素分シフトしている場合に、前記第1、第2の画素のグループに属する画素に形成されるドットの全体のパターンが、前記第1、第2の画素のグループの各々に属する画素に形成されるドットのパターンと同じブルーノイズ特性またはグリーンノイズ特性を有する

印刷装置。

30

【請求項7】

請求項1に記載の印刷装置であって、

複数のドット形成ヘッドを有するとともに前記印刷媒体を前記複数のドット形成ヘッドに対して相対的に移動させて前記画像を印刷し、

前記第1の画素のグループに属する画素に形成されるドットは、第1のドット形成ヘッドにより形成し、

前記第2の画素のグループに属する画素に形成されるドットは、第2のドット形成ヘッドにより形成する

印刷装置。

40

【請求項8】

印刷媒体上にドットを形成して複数の画素からなる画像を印刷する印刷方法であって、

印刷しようとする画像の画像データを受け取り、前記画像の画素毎にドット形成の有無を表わすドットデータに変換し、

ドット形成ヘッドを駆動して、双方向印刷による主走査を行いながら、前記ドットデー

50

タに応じてドットを形成し、

前記画像を、前記双方向印刷における往動時にドットが形成される第1の画素のグループと、前記双方向印刷における復動時にドットが形成される第2の画素のグループとを重ね合わせた状態で印刷するとともに、前記第1および第2の画素のグループの各々属する画素に形成されるドットのパターンのいずれもが、その空間周波数特性としてブルーノイズ特性またはグリーンノイズ特性のいずれかを有するようにドットを形成して印刷する、印刷方法。

【請求項9】

印刷媒体上にドットを形成して複数の画素からなる画像を印刷する印刷方法であって、印刷しようとする画像の画像データを受け取り、前記画像の画素毎にドット形成の有無を表わすドットデータに変換し、

10

ドット形成ヘッドを駆動して、前記ドットデータに応じてドットを形成し、

前記ドット形成ヘッドは主走査を行ない、N回(Nは2以上の整数)の主走査によるインタレース記録方式またはオーバーラップ記録方式によって前記画像を印刷し、

前記第1の画素のグループは、前記N回的主走査のうちの第1の主走査においてドットが形成される画素のグループであり、前記第2の画素のグループは、前記第1の主走査とは異なる第2の主走査においてドットが形成される画素のグループであるとともに、前記第1および第2の画素のグループの各々属する画素に形成されるドットのパターンのいずれもが、その空間周波数特性としてブルーノイズ特性またはグリーンノイズ特性のいずれかを有するようにドットを形成して印刷する、

20

印刷方法。

【請求項10】

請求項8または請求項9に記載の印刷方法であって、

前記第1の画素のグループに属する画素と、前記第2の画素のグループに属する画素とは、前記主走査方向および副走査方向において交互に配置された、

印刷方法。

【請求項11】

請求項8または請求項9に記載の印刷方法であって、

前記第1の画素のグループに属する画素と、前記第2の画素のグループに属する画素とは、互いに異なるラスタを構成し、該ラスタは、副走査方向に交互に配置された、

30

印刷方法。

【請求項12】

請求項10または請求項11に記載の印刷方法であって、

前記第1,第2の画素のグループの各々に属する画素に形成されるドットの全体のパターンが、その空間周波数特性として、前記第1,第2の画素のグループの各々に属する画素に形成されるドットのパターンと同じブルーノイズ特性またはグリーンノイズ特性を有する

印刷方法。

【請求項13】

請求項11に記載の印刷方法であって、

40

前記第1の画素のグループの各々に属する画素に形成されるドットの位置に対して、前記第2の画素のグループの各々に属する画素に形成されるドットの位置が、前記画像データから想定される位置から前記主走査方向に1画素分シフトしている場合に、前記第1,第2の画素のグループに属する画素に形成されるドットの全体のパターンが、前記第1,第2の画素のグループの各々に属する画素に形成されるドットのパターンと同じブルーノイズ特性またはグリーンノイズ特性を有する

印刷方法。

【請求項14】

請求項8に記載の印刷方法であって、

複数のドット形成ヘッドを有するとともに前記印刷媒体を前記複数のドット形成ヘッド

50

に対して相対的に移動させて前記画像を印刷し、

前記第1の画素のグループに属する画素に形成されるドットは、第1のドット形成ヘッドにより形成し、

前記第2の画素のグループに属する画素に形成されるドットは、第2のドット形成ヘッドにより形成する

印刷方法。

【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。

10

【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、ドット形成ヘッドを印刷媒体上で往復動させながら、適切なタイミングでヘッドを駆動して印刷媒体上にドットを形成することによって画像を印刷している。また、印刷装置の中には、ドット形成ヘッドの往動時にのみドットを形成するものも存在するが、往動時に加えて復動時にもヘッドを駆動してドットを形成してやれば、画像を迅速に印刷することが可能である。このように、往動時および復動時にドットを形成する印刷方法は、双方向印刷と呼ばれている。

20

【0003】

双方向印刷を行う印刷装置では、往動時に形成する場合と復動時に形成する場合とで、ドットの形成位置にずれが生じることの無いように、ドットの形成タイミングを予め調整しておく必要がある。これは次のような理由による。例えば、ヘッドの往動時にのみドットを形成するのであれば、往復動の端部付近に基準位置を1つ決めておき、ヘッドが基準位置を通過したら（あるいは基準位置の経過後の所定のタイミングで）、ドットの形成を開始することとすればよい。1つの画像を印刷するためにはドット形成ヘッドを複数回往復動させる必要があるが、毎回の往動時で同じ位置からドットの形成を開始すれば、複数回の往復動に分けて形成してもドット位置がずれることはない。

【0004】

30

これに対して復動時にもドットを形成する場合は、形成されるドットが、往動時に形成されたドット列のちょうど終端の位置から形成され始めるように、毎回の復動時にドットを形成し始めるタイミングを適切に調整しておく必要がある。もちろん、往動時に形成したドット列のちょうど終端からドットが形成されるように、復動時にドットを形成し始めるタイミングを調整したとしても、往動時と復動時とでヘッドの移動速度が微妙に異なっていたのでは、往動時に形成したドットと復動時に形成したドットとの間に位置ずれが生じてしまう。このため、双方向印刷を行う場合は、ヘッドを往復動させる機構に対する精度の要求も厳しいものとなる。そして、十分な精度が確保できない場合には、ドットの位置ずれが目立ち難くなるように、復動時にドット形成を開始するタイミングを調整する必要がある。こうした理由から、双方向印刷を行う印刷装置には、往動時に対して復動時にドットを形成する相対的なタイミングを調整するための専用の調整機構や調整用プログラムが搭載されており、調整方法についても種々の方法が提案されている（例えば、特許文献1、特許文献2など）。

40

【0005】

【特許文献1】特開平7-81190号公報

【特許文献2】特開平10-329381号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、こうした調整には高い精度が要求されるので、いきおい、調整機構や調整用プ

50

プログラムは複雑で大掛かりなものになってしまうという問題がある。また、双方向印刷を行うためには、ドット形成ヘッドを移動させる機構についても高い精度が要求されることから、ヘッドの移動機構も複雑で大掛かりなものとなりがちであるという問題がある。このため、ドットの形成位置が多少ずれた場合でも画質への影響を最小限に抑制することにより、ドット形成位置の調整機構や調整プログラム、更にはヘッドの移動機構の簡素化を図ることを可能とする技術の開発が要請されている。さらに、このような問題は、双方向印刷における主走査方向のズレだけでなく、たとえば副走査方向のズレといった機械的誤差やインクの吐出タイミングのズレといった時間的な誤差を含む物理的要因に起因するドット形成位置のシフトによっても生ずる。さらに、ドット形成位置のズレだけでなく、ドットの形成タイミングのズレ自体によっても生ずる。

10

## 【0007】

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、ドットの形成位置のズレに起因する画質への影響を最小限に抑制することが可能な技術の提供を目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

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、印刷媒体上にドットを形成して複数の画素からなる画像を印刷する印刷装置を提供する。本は印刷装置は、

印刷しようとする画像の画像データを受け取り、前記画像の画素毎にドット形成の有無を表わすドットデータに変換するドットデータ生成部と、

20

前記ドットデータに応じてドットを形成するドット形成ヘッドと、  
を備え、

前記画像を、第1の画素のグループと第2の画素のグループを重ね合わせた状態で印刷するとともに、前記第1および第2の画素のグループの各々属する画素に形成されるドットのパターンのいずれもが、その空間周波数特性としてブルーノイズ特性またはグリーンノイズ特性のいずれかを有するようにドットを形成して印刷することを特徴とする。

## 【0009】

本発明の印刷装置では、画像を、第1および第2の画素のグループの各々に属する画素に形成されるドットのパターンのいずれもが、その空間周波数特性としてブルーノイズ特性またはグリーンノイズ特性のいずれかを有するように印刷するので、複数の画素のグループの重ね合わせにより画像を形成することに起因する画質の劣化、たとえば各画素のグループに属するドットの形成位置のシフトやドットの形成タイミングのズレに起因する低周波ノイズの発生を抑制することができる。

30

## 【0010】

このような物理的な相違とハーフトーン処理の有機的な関係に起因する画質劣化のメカニズムは、発明者によって初めて見いだされた知見である。すなわち、従来のハーフトーン処理は、印刷画像の空間周波数分布に着目して構成されていたため、たとえば共通の印刷領域で相互に組み合わせられる複数の画素グループの相対位置が、印刷装置の物理的な誤差によって一体としてシフトすると、相対的な位置関係が崩れてしまい過度に画質が劣化するということがこの度初めて明らかにされたのである。

40

## 【0011】

さらに、発明者は、以下の現象をも突き止めた。すなわち、複数の画素グループに形成されるドットに低周波の疎密状態が存在すると、ドットの形成タイミングのズレを持って重ねてインク滴が吐出される場合には、ドット密度が高い位置においてインク滴の凝集や過度の光沢、ブロンズ現象といった状態を生じさせ、ドット密度が低い位置との間に画像の相違を生じさせる。この画像の相違は、人間の視覚に対して画像ムラとして認識されやすいという問題を生じさせる。

## 【0012】

上記印刷装置において、

前記物理的な相違は、前記複数の画素グループ毎のドットの形成タイミングのズレを含

50

んでも良いし、あるいは、

前記物理的な相違は、前記複数の画素グループ毎のドットの相対的位置のシフトを含んでも良い。

【0013】

このように、物理的な相違は、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誤差やインクの吐出タイミング（時間的誤差）のズレや順序といった要因を含む広い意味を有する。

【0014】

このような新たな知見に基づき、本願発明では、たとえば以下のような種々の構成によって、このような物理的な相違に起因する画質の劣化を抑制することができる。

10

【0015】

上記印刷装置において、

前記ハーフトーン処理は、前記複数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のいずれもが所定の特性を有するように構成しても良い。

【0016】

このように、複数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が所定の特性を有するようにすれば、複数の画素グループの相対的な位置関係に依存する従来のハーフトーン処理と異なり、物理的な相違に対するロバスト性が高いハーフトーン処理として構成することができる。

20

【0017】

なお、所定の特性は、粒状性指数（すなわち、ドットの目立ち易さを表す指標）に基づいて決定されていても良いし、後述するように空間周波数分布の相関係数に基づいて決定されていても良い。また、所定の特性は、必ずしも、このハーフトーン処理によって再現される全ての階調に渡って備えられている必要はなく、一部の階調において備えられていればよい。ここで、「一部の階調」は、比較的ドット密度が低い階調であることが望ましい。比較的ドット密度が低い階調は、ドットが目立ち易いからである。

【0018】

上記印刷装置において、

前記ハーフトーン処理は、さらに、前記シフトを含まないと仮定したときの印刷画像が前記所定の特性を有するように構成しても良い。こうすれば、さらにシフトに対するロバスト性を高めることができる。

30

【0019】

上記印刷装置において、

前記ハーフトーン処理は、前記シフトを含まないと仮定したときの印刷画像と前記シフトを含むと仮定したときの印刷画像の双方が所定の特性を有するように構成しても良い。

【0020】

こうすれば、シフトの形態が予測可能な場合に顕著な効果を奏することができる。

【0021】

上記印刷装置において、

前記所定の特性は、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。

40

【0022】

上記印刷装置において、

前記印刷画像生成部は、印刷ヘッドを有するとともに、前記印刷ヘッドの主走査を行いつつ前記印刷ヘッドの往動時と復動時の各々で、前記ドットデータに応じて前記各印刷画素にドットを形成して印刷画像を生成し、

前記複数の画素グループは、前記印刷ヘッドの往動時にドットが形成される第1の画素位置のグループと、前記印刷ヘッドの復動時にドットが形成される第2の画素位置のグループとを含むようにしても良い。

50

## 【 0 0 2 3 】

こうすれば、双方向印刷において主走査方向のズレに対するロバスト性の高いハーフトーン処理を構成することができる。

## 【 0 0 2 4 】

上記印刷装置において、

前記印刷画像生成部は、印刷ヘッドを有するとともに、前記印刷ヘッドのN回（Nは2以上の整数）の主走査のサイクルを繰り返しつつ前記ドットデータに応じて前記各印刷画素にドットを形成して印刷画像を生成し、

前記複数の画素グループは、主走査ラインの副走査方向の順番を表す数値を前記Nで除した余りに応じて分割された複数の画素位置のグループを含む用にしても良い。

10

## 【 0 0 2 5 】

こうすれば、複数回のサイクルで主走査を埋めていくインターレース印刷において副走査方向のズレに対するロバスト性の高いハーフトーン処理を構成することができる。

## 【 0 0 2 6 】

上記印刷装置において、

前記印刷画像生成部は、複数の印刷ヘッドを有するとともに、前記複数の印刷ヘッドの主走査を行いつつ前記ドットデータに応じて前記各印刷画素にドットを形成して印刷画像を生成し、

前記複数の画素グループは、前記複数の印刷ヘッドの各々がドットの形成を担当する複数の画素位置のグループを含むようにしても良い。

20

## 【 0 0 2 7 】

こうすれば、複数の印刷ヘッドを用いた印刷において、たとえば印刷ヘッドの相互間のドット形成位置のズレに対するロバスト性の高いハーフトーン処理を構成することができる。

## 【 0 0 2 8 】

上記印刷装置において、

前記印刷画像生成部は、複数の印刷ヘッドを有するとともに、前記印刷媒体の副走査を行いつつ前記ドットデータに応じて前記各印刷画素にドットを形成して印刷画像を生成し、

前記複数の画素グループは、前記複数の印刷ヘッドの各々がドットの形成を担当する複数の画素位置のグループを含むようにしても良い。

30

## 【 0 0 2 9 】

こうすれば、印刷媒体の副走査を行いつつ各印刷画素にドットを形成するラインプリンタに適したロバスト性の高いハーフトーン処理を構成することができる。

## 【 0 0 3 0 】

上記印刷装置において、

前記ドットデータ生成部は、画素毎に閾値が設定されたディザマトリックスを有するとともに、前記元画像を構成する各画素の階調値と、前記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、前記印刷画素毎にドット形成の有無を決定し、

前記ディザマトリックスは、前記複数の画素グループの各々に属する画素に設定されている閾値の空間周波数分布の各々と、前記印刷画像の空間周波数とが相互に正の相関係数を有するように構成しても良いし、

40

あるいは、

前記ドットデータ生成部は、画素毎に閾値が設定されたディザマトリックスを有するとともに、前記元画像を構成する各画素の階調値と、前記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、前記印刷画素毎にドット形成の有無を決定し、

前記ディザマトリックスは、前記複数の画素グループの各々に属する画素に設定されている閾値の空間周波数分布の各々と、前記印刷画像の空間周波数とが相互に0.7以上の相関係数を有するように構成しても良い。

## 【 0 0 3 1 】

50

このようなディザマトリックスを使用すれば、上述の物理的相違が発生しても形成されるドットの空間周波数分布に大きな影響を与えないので、上述の物理的相違に対するロバスト性の高いハーフトーン処理を構成することができる。

【0032】

上記印刷装置において、

前記ハーフトーン処理は、前記複数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の空間周波数分布の各々と、前記印刷画像の空間周波数分布とを印刷画像空間周波数分布とが相互に正の相関係数を有するように構成しても良いし、

あるいは

前記ハーフトーン処理は、前記複数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の空間周波数分布の各々と、前記印刷画像の空間周波数分布とが相互に0.7以上の相関係数を有するように構成しても良い。

10

【0033】

本明細書では、「相関係数」は、相関係数として一般に用いられているピアソンの積率相関係数を意味している。ピアソンの積率相関係数とは、2つのデータ列の間の相関（類似性の度合い）を示す統計学的指標の1つであり、-1から1の間の実数値をとり、1に近いときは2つのデータ列には正の相関があるといい、-1に近ければ負の相関があるという。0に近いときは2つのデータ列の相関は弱い。0.7以上の相関係数は、一般に、偶然の一致として起こりえないほどに強い相関があることを意味する。

【0034】

ピアソンの積率相関係数は、2つのデータ列の共分散を、2つのデータ列の標準偏差の積で除することによって求められる。いわば、共分散を2つのデータ列の標準偏差の積で除することによって-1から1に正規化した値とも言える。2つのデータ列は、本願発明では、各ドットパターンの空間周波数分布を離散化した複数のデータ列のうちの任意に選択された2つに相当する。

20

【0035】

なお、本発明が印刷装置に確実に実装されるとともに効果を奏していることは、たとえば統計工学における検定手法を用いて確認することができる。この検定手法は、帰無仮説（本発明が実装されていない）の起こる確率を算出し、その確率がある程度低いときに、帰無仮説をまちがいであると判断し、代わりに対立仮説（本発明が実装されている）を支持するという手順ですすめられる。ここで、帰無仮説をまちがいであると判断ための基準となる確率（有意水準）は、設計の品質保証要求事項として決定される。これにより、全ての階調や色について確認を行うことなく、設計の品質保証を実現することができる。

30

【0036】

具体的には、たとえば以下のような方法によって本発明が印刷装置に確実に実装されるとともに効果を奏しているという設計の品質保証を行うことができる。

(1) 評価対象となる印刷装置を用いて、各画素グループ毎に所定数のグレイトーンのサンプルを印刷させる。

(2) 印刷されたパターン毎に空間周波数分布を計測する。

(3) 計測された複数の空間周波数分布の相互間の相関係数を求める。

(4) 相関係数が正あるいは0.7以上となることを確認する。

40

ここで、グレイトーンのサンプル数の増加に応じて帰無仮説（本発明が実装されていない）の起こる確率が低下していくことになる。

【0037】

なお、前述のように所定の特性としての相関係数は、必ずしも、このハーフトーン処理によって再現される全ての階調に渡って備えられている必要はなく、一部の階調において備えられていればよい。ここで、「一部の階調」は、比較的ドット密度が低い階調であることが望ましい。比較的ドット密度が低い階調は、ドットが目立ち易いからである。このような場合には、たとえば比較的ドット密度が低い連続する階調において相関係数を確認すればよいことになる。

50



## 【 0 0 3 8 】

上記印刷装置において、

前記ハーフトーン処理は、少なくとも比較的ドット密度が低い一部の階調において、前記複数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の空間周波数分布の各々と、前記印刷画像の空間周波数分布との間の相関係数が、前記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を形成する他の任意の複数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の空間周波数分布の各々と、前記印刷画像の空間周波数分布との間の相関係数のいずれよりも高くなるように構成されていても良いし、あるいは、

前記ハーフトーン処理は、少なくとも比較的ドット密度が低い一部の階調において、前記複数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のRMS粒状度が、前記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を形成する他の任意の複数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のRMS粒状度のいずれよりも低くなるように構成されていても良い。

10

## 【 0 0 3 9 】

このように、本発明では、評定となる複数の画素グループに対して最適性が補償されていれば良い。

## 【 0 0 4 0 】

本発明は、さらに以下の態様の印刷装置をも提供する。すなわち、

ドット形成ヘッドの往動時および復動時の各々でドットを形成することにより画像を印刷する印刷装置において、

20

画素毎に閾値が設定されたディザマトリックスと、

画像を構成する各画素の階調値を表す画像データを受け取って、該各画素の階調値と、前記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、画素毎にドット形成の有無を決定するドット形成有無決定手段と、

前記ドット形成有無の決定結果に基づいてドットを形成するドット形成手段とを備え、

前記ディザマトリックスは、

前記ドット形成ヘッドの往動時あるいは復動時のいずれか一方でドットが形成される画素についての、前記ドット形成の有無を決定するために用いられる第1の画素位置のグループに設定されている閾値の分布と、該ディザマトリックスから該第1の画素位置のグループを除いた第2の画素位置のグループに設定されている閾値の分布とが、いずれもブルーノイズ特性あるいはグリーンノイズ特性を有するマトリックスであることを特徴とする。

30

## 【 0 0 4 1 】

また、上記の印刷装置に対応する本発明の印刷方法は、

ドット形成ヘッドの往動時および復動時の各々でドットを形成することにより画像を印刷する印刷方法において、

画素毎に閾値が設定されたディザマトリックスを記憶しておく第1の工程と、

画像を構成する各画素の階調値を表す画像データを受け取って、該各画素の階調値と、前記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、画素毎にドット形成の有無を決定する第2の工程と、

40

前記ドット形成有無の決定結果に基づいてドットを形成する第3の工程とを備え、

前記第1の工程で記憶される前記ディザマトリックスは、

前記ドット形成ヘッドの往動時あるいは復動時のいずれか一方でドットが形成される画素についての、前記ドット形成の有無を決定するために用いられる第1の画素位置のグループに設定されている閾値の分布と、該ディザマトリックスから該第1の画素位置のグループを除いた第2の画素位置のグループに設定されている閾値の分布とが、いずれもブルーノイズ特性あるいはグリーンノイズ特性を有するマトリックスであることを特徴とす

50

る。

【0042】

かかる本願発明の印刷装置および印刷方法においては、次のようなディザマトリックスを参照しながら、画素毎にドット形成の有無を決定する。すなわち、ディザマトリックスの各画素位置が、第1の画素位置または第2の画素位置の何れかに分類可能であり、第1の画素位置に設定されている閾値の分布と、第2の画素位置に設定されている閾値の分布とが、何れもブルーノイズ特性またはグリーンノイズ特性を有するようなマトリクスである。ここで、第1の画素位置および第2の画素位置とは、ドット形成ヘッドが往復動しながらドットを形成するに際して、一方の画素位置が、往動時または復動時の何れかでドットが形成されると、他方の画素位置では、それ以外でドットが形成されるような関係にある画素位置をいう。尚、ディザマトリクス上の各画素位置が、第1の画素または第2の画素位置に分類可能であるからとって、各画素位置のドットを形成する向きが往動時あるいは復動時に固定されていることまでは要しない。

10

【0043】

また、ブルーノイズ特性を有する閾値の分布とは、次のような分布をいう。すなわち、そのような閾値の分布を有するディザマトリックスを用いてドットを発生させたときに、ドットを不規則に発生させるとともに、設定されている閾値の空間周波数成分は、1周期が2画素以下の高周波数領域に最も大きな成分を有するような閾値の分布を言う。また、グリーンノイズ特性を有する閾値の分布とは、次のような分布をいう。すなわち、そのような閾値の分布を有するディザマトリックスを用いてドットを発生させたときに、ドットを不規則に発生させるとともに、設定されている閾値の空間周波数成分は、1周期が2画素から十数画素の中間周波数領域に最も大きな成分を有するような閾値の分布をいう。

20

【0044】

詳細な原理については後ほど詳しく説明するが、双方向印刷する際の往動時と復動時とでドットを形成する位置がずれた場合に生じる画質の悪化は、往動時に形成されるドットのみによる画像、および復動時に形成されるドットのみによる画像の双方で、ドットを適切に分散させておくことによって大きく抑制することができる。周知のように、ブルーノイズ特性あるいはグリーンノイズ特性を有するディザマトリックスを用いて、各画素のドット形成有無を決定してやれば、ドットを適切に分散させることが可能である。従って、第1の画素位置に設定された閾値の分布と、第2の画素位置に設定された閾値の分布とが、それぞれブルーノイズ特性あるいはグリーンノイズ特性を有するようなディザマトリックスを用いれば、往動時に形成されるドットのみによる画像、および復動時に形成されるドットのみによる画像の双方で、ドットを適切に分散させることが可能となり、延いては、ドットの形成位置がずれたときの画質の悪化を最小限に抑制することができる。

30

【0045】

また、こうした印刷装置では、つぎのようなディザマトリックスを参照しながら、各画素についてのドット形成の有無を決定することとしても良い。すなわち、マトリックスの画素位置を、ドット形成ヘッドが往復動する方向に並んだ画素位置たるラスタに分類したときに、一つの該ラスタ内には、第1の画素位置または第2の画素位置の何れか一方のみが含まれているようなディザマトリックスを参照することとしても良い。

40

【0046】

このようにしておけば、ドット形成ヘッドの往動時と復動時とで、仮にドットの形成位置がずれたとしても、同じラスタ内では、往動時または復動時の何れか一方のみでドットが形成されており、ドット間の距離が接近したり遠ざかったりすることがないので、画質の悪化を抑制することが可能となる。

【0047】

また、このようなディザマトリックスでは、第1の画素位置のみが含まれるラスタと、第2の画素位置のみが含まれるラスタとを、ラスタと交差する方向に交互に並べておくこととしても良い。

【0048】

50

こうすれば、往動時に形成するドットと復動時に形成するドットとで、仮にドットの形成位置がずれた場合でも、連続するラスタに亘ってドットが一方向にずれてしまい、これが視認されて画質を悪化させることを回避することが可能となる。

【 0 0 4 9 】

また、上述した印刷装置が、各画素について決定されたドット形成の有無に基づいてドットを形成しており、各画素のドット形成の有無を決定するに際しては、所定の特徴を有するディザマトリックスを参照することによって決定していることに着目すれば、本願発明は、次のような画像処理装置および画像処理方法として把握することも可能である。すなわち、本願発明の画像処理装置は、

ドット形成ヘッドの往動時および復動時の各々でドットを形成することにより画像を印刷する印刷装置が、該ドットの形成を制御するために用いる制御データを生成する画像処理装置において、

画素毎に閾値が設定されたディザマトリックスと、

画像を構成する各画素の階調値を表す画像データを受け取って、該各画素の階調値と、前記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、画素毎にドット形成の有無を決定するドット形成有無決定手段と、

前記ドット形成有無の決定結果を前記制御データとして出力する制御データ出力手段とを備え、

前記ディザマトリックスは、

前記ドット形成ヘッドの往動時あるいは復動時のいずれか一方でドットが形成される画素についての、前記ドット形成の有無を決定するために用いられる第1の画素位置のグループに設定されている閾値の分布と、該ディザマトリックスから該第1の画素位置のグループを除いた第2の画素位置のグループに設定されている閾値の分布とが、いずれもブルーノイズ特性あるいはグリーンノイズ特性を有するマトリックスであることを特徴とする。

【 0 0 5 0 】

このようなディザマトリックスの生成方法は、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を形成する印刷のためのディザマトリックスを生成する方法であって、

前記ディザマトリックスの評価値を算出するための評価関数を設定する評価関数設定工程と、

入力階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準備工程と、

前記各要素に格納された複数の閾値の一部を、他の要素に格納された閾値と入れ替えて各閾値が格納される要素を決定する格納要素決定工程と、

前記複数の閾値の全ての格納要素が決定されたディザマトリックスを出力する工程と、を備え、

前記格納要素決定工程は、

前記複数の閾値の一部を相互に入れ替える工程と、

前記評価関数を用いて、前記閾値が入れ替えられたディザマトリックスの評価値を算出する工程と、

前記評価値の所定の基準への適合に応じて、前記複数の閾値の格納要素を決定する工程と、

を含み、

前記評価関数は、少なくとも比較的ドット密度が低い一部の階調における前記複数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の特性に基づいて構成されていても良い。

【 0 0 5 1 】

上記ディザマトリックスの生成方法において、前記評価関数は、少なくとも比較的ド

ット密度が低い一部の階調における前記複数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のRMS粒状度であるようにすることが好ましい。

【0052】

RMS粒状度は、ドットの疎密のバラツキを表す客観的な尺度であって、解像度に応じて設定された平滑化フィルタによる平滑化処理と、ドット形成密度の標準偏差の計算だけで簡単に算出することができるので、繰り返し計算の多い最適化処理に好適だからである。加えて、RMS粒状度の利用は、人間の視覚感度特性VTFを利用した固定的な処理に対して、平滑化フィルタの設計次第で人間の視覚感度や視覚環境を考慮した柔軟な処理が可能となるという利点をも有するからである。

【0053】

このようなディザマトリックスの生成方法は、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を形成する印刷のためのディザマトリックスを生成する方法であって、

前記ディザマトリックスの評価値を算出するための評価関数を設定する評価関数設定工程と、

入力階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準備工程と、

前記各要素に格納された複数の閾値の一部を、他の要素に格納された閾値と入れ替えて各閾値が格納される要素を決定する格納要素決定工程と、

前記複数の閾値の全ての格納要素が決定されたディザマトリックスを出力する工程と、を備え、

前記格納要素決定工程は、

前記複数の閾値の一部を相互に入れ替える工程と、

前記評価関数を用いて、前記閾値が入れ替えられたディザマトリックスの評価値である全体評価値を算出する工程と、

前記複数の画素グループの各々に属する印刷画素に対応する要素に格納された閾値のみから構成されるディザマトリックスの各々の評価値であるグループ評価値の各々を算出する工程と、

前記全体評価値と前記グループ評価値の各々の所定の基準への適合に応じて、前記複数の閾値の格納要素を決定する工程と、

を含むように構成しても良い。

【0054】

また、上記の画像処理装置に対応する本発明の画像処理方法は、

ドット形成ヘッドの往動時および復動時の各々でドットを形成することにより画像を印刷する印刷装置が、該ドットの形成を制御するために用いる制御データを生成する画像処理方法において、

画素毎に閾値が設定されたディザマトリックスを記憶しておく工程(A)と、

画像を構成する各画素の階調値を表す画像データを受け取って、該各画素の階調値と、前記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、画素毎にドット形成の有無を決定する工程(B)と、

前記ドット形成有無の決定結果を前記制御データとして出力する工程(C)と

を備え、

前記工程(A)で記憶される前記ディザマトリックスは、

前記ドット形成ヘッドの往動時あるいは復動時のいずれか一方でドットが形成される画素についての、前記ドット形成の有無を決定するために用いられる第1の画素位置のグループに設定されている閾値の分布と、該ディザマトリックスから該第1の画素位置のグループを除いた第2の画素位置のグループに設定されている閾値の分布とが、いずれもブルーノイズ特性あるいはグリーンノイズ特性を有するマトリックスであることを特徴とする。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 5 】

かかる画像処理装置および画像処理方法においても、前述した印刷装置および印刷方法と同様に、各画素についてのドット形成の有無を決定するに際して、次のようなディザマトリックスを参照する。すなわち、ディザマトリックスの各画素位置が、第1の画素位置または第2の画素位置の何れかに分類可能であり、第1の画素位置に設定されている閾値の分布と、第2の画素位置に設定されている閾値の分布とが、何れもブルーノイズ特性またはグリーンノイズ特性を有するようなマトリックスを参照する。このようなディザマトリックスを参照して生成した制御データを用いて画像を印刷すれば、仮に、ドット形成ヘッドの往動時と復動時とで、ドットの形成位置がずれたとしても、そのことによる画質の悪化を最小限に抑制して高画質な画像を印刷することが可能となる。

10

## 【 0 0 5 6 】

更に本願発明は、上述した印刷方法あるいは画像処理方法を実現するためのプログラムをコンピュータに読み込ませ、コンピュータを用いて実現することも可能である。従って、本発明は次のようなプログラム、あるいは該プログラムを記録した記録媒体としての態様も含んでいる。すなわち、上述した印刷方法に対応する本願発明のプログラムは、

ドット形成ヘッドの往動時および復動時の各々でドットを形成することにより画像を印刷する方法を、コンピュータを用いて実現するためのプログラムにおいて、

画素毎に閾値が設定されたディザマトリックスを記憶しておく第1の機能と、

画像を構成する各画素の階調値を表す画像データを受け取って、該各画素の階調値と、前記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、画素毎にドット形成の有無を決定する第2の機能と、

20

前記ドット形成有無の決定結果に基づいてドットを形成する第3の機能と

をコンピュータを用いて実現させるとともに、

前記第1の機能によって記憶される前記ディザマトリックスは、

前記ドット形成ヘッドの往動時あるいは復動時のいずれか一方でドットが形成される画素についての、前記ドット形成の有無を決定するために用いられる第1の画素位置のグループに設定されている閾値の分布と、該ディザマトリックスから該第1の画素位置のグループを除いた第2の画素位置のグループに設定されている閾値の分布とが、いずれもブルーノイズ特性あるいはグリーンノイズ特性を有するマトリックスであることを特徴とする。

30

## 【 0 0 5 7 】

また、上記のプログラムに対応する本願発明の記録媒体は、

ドット形成ヘッドの往動時および復動時の各々でドットを形成することにより画像を印刷するプログラムを、コンピュータで読み取り可能に記録した記録媒体において、

画素毎に閾値が設定されたディザマトリックスを記憶しておく第1の機能と、

画像を構成する各画素の階調値を表す画像データを受け取って、該各画素の階調値と、前記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、画素毎にドット形成の有無を決定する第2の機能と、

前記ドット形成有無の決定結果に基づいてドットを形成する第3の機能と

をコンピュータを用いて実現する機能を記録しているとともに、

40

前記第1の機能によって記憶される前記ディザマトリックスは、

前記ドット形成ヘッドの往動時あるいは復動時のいずれか一方でドットが形成される画素についての、前記ドット形成の有無を決定するために用いられる第1の画素位置のグループに設定されている閾値の分布と、該ディザマトリックスから該第1の画素位置のグループを除いた第2の画素位置のグループに設定されている閾値の分布とが、いずれもブルーノイズ特性あるいはグリーンノイズ特性を有するマトリックスであることを特徴とする。

## 【 0 0 5 8 】

また、上述した画像処理方法に対応する本願発明のプログラムは、

ドット形成ヘッドの往動時および復動時の各々でドットを形成することにより画像を印

50

刷する印刷装置が、該ドットの形成を制御するために用いる制御データを生成する方法を、コンピュータを用いて実現するためのプログラムにおいて、

画素毎に閾値が設定されたディザマトリックスを記憶しておく機能（Ａ）と、

画像を構成する各画素の階調値を表す画像データを受け取って、該各画素の階調値と、前記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、画素毎にドット形成の有無を決定する機能（Ｂ）と、

前記ドット形成有無の決定結果を前記制御データとして出力する機能（Ｃ）とをコンピュータを用いて実現させるとともに、

前記機能（Ａ）によって記憶される前記ディザマトリックスは、

前記ドット形成ヘッドの往動時あるいは復動時のいずれか一方でドットが形成される画素についての、前記ドット形成の有無を決定するために用いられる第１の画素位置のグループに設定されている閾値の分布と、該ディザマトリックスから該第１の画素位置のグループを除いた第２の画素位置のグループに設定されている閾値の分布とが、いずれもブルーノイズ特性あるいはグリーンノイズ特性を有するマトリックスであることを特徴とする。

10

#### 【 0 0 5 9 】

また、上記のプログラムに対応する本願発明の記録媒体は、

ドット形成ヘッドの往動時および復動時の各々でドットを形成することにより画像を印刷する印刷装置が、該ドットの形成を制御するために用いる制御データを生成するプログラムを、コンピュータで読み取り可能に記録した記録媒体において、

20

画素毎に閾値が設定されたディザマトリックスを記憶しておく機能（Ａ）と、

画像を構成する各画素の階調値を表す画像データを受け取って、該各画素の階調値と、前記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、画素毎にドット形成の有無を決定する機能（Ｂ）と、

前記ドット形成有無の決定結果を前記制御データとして出力する機能（Ｃ）と

をコンピュータを用いて実現するプログラムを記録しているとともに、

前記機能（Ａ）によって記憶される前記ディザマトリックスは、

前記ドット形成ヘッドの往動時あるいは復動時のいずれか一方でドットが形成される画素についての、前記ドット形成の有無を決定するために用いられる第１の画素位置のグループに設定されている閾値の分布と、該ディザマトリックスから該第１の画素位置のグループを除いた第２の画素位置のグループに設定されている閾値の分布とが、いずれもブルーノイズ特性あるいはグリーンノイズ特性を有するマトリックスであることを特徴とする。

30

#### 【 0 0 6 0 】

こうしたプログラム、あるいは記録媒体に記録されているプログラムをコンピュータに読み込ませ、該コンピュータを用いて上述の各種機能を実現させれば、ドット形成ヘッドの往動時と復動時とでドットの形成位置がずれた場合でも、これによる影響を最小限に抑制することができる。このため、高画質な画像を迅速に印刷することが可能になるとともに、往動時と復動時とでドットの形成位置を調整するための機構や制御を簡素化することが可能となる。

40

#### 【 発明を実施するための最良の形態 】

#### 【 0 0 6 1 】

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．実施例の概要：

B．装置構成：

C．画像印刷処理の概要：

D．ドットの位置ずれによる画質の悪化を抑制する原理：

E．ディザマトリックスの生成方法：

F．変形例：

50

## 【 0 0 6 2 】

## A . 実施例の概要 :

実施例の詳細な説明に入る前に、図 1 を参照しながら、実施例の概要について説明しておく。図 1 は、本実施例の印刷装置としての印刷システムの概要を示した説明図である。図示されているように、印刷システムは、画像処理装置としてのコンピュータ 1 0 と、コンピュータ 1 0 の制御の下で実際に画像を印刷するプリンタ 2 0 などから構成されており、全体が一体となって印刷装置として機能する。

## 【 0 0 6 3 】

コンピュータ 1 0 には、ドット形成有無決定モジュールとディザマトリックスとが設けられており、ドット形成有無決定モジュールは、印刷しようとする画像の画像データを受け取ると、ディザマトリックスを参照しながら、画素毎にドット形成の有無を表したデータ(ドットデータ)を生成し、得られたドットデータをプリンタ 2 0 に向かって出力する。

10

## 【 0 0 6 4 】

プリンタ 2 0 には、印刷媒体上を往復動しながらドットを形成するドット形成ヘッド 2 1 と、該ドット形成ヘッド 2 1 におけるドットの形成を制御するドット形成モジュールとが設けられている。ドット形成モジュールは、コンピュータ 1 0 から出力されたドットデータを受け取ると、ドット形成ヘッド 2 1 が往復動する動きに合わせてドットデータをヘッドに供給する。その結果、印刷媒体上で往復動するドット形成ヘッド 2 1 が適切なタイミングで駆動され、印刷媒体上の適切な位置にドットが形成されて、画像が印刷されることになる。

20

## 【 0 0 6 5 】

また、本実施例の印刷装置では、ドット形成ヘッド 2 1 の往動時だけでなく、復動時にもドットを形成する、いわゆる双方向印刷を行うことによって、画像の迅速な印刷を可能としている。もっとも、双方向印刷を行う場合、往動時に形成されるドットと、復動時に形成されるドットとで、ドットの形成位置にずれると画質が悪化してしまう。そこで、このようなプリンタには、往復動の一方のドット形成タイミングを他方のタイミングに対して高い精度で調整するための、特別な機構あるいは制御が搭載されていることが通常であり、このことが、プリンタの大型化あるいは複雑化を招く要因の一つとなっている。

30

## 【 0 0 6 6 】

こうした点に鑑みて、図 1 に示した本実施例の印刷装置では、画像データからドットデータを生成する際に参照するディザマトリックスとして、少なくとも次の 2 つの特性を有するマトリックスを使用する。すなわち、第 1 の特性としては、ディザマトリックスの画素位置を、第 1 の画素位置のグループと、第 2 の画素位置のグループとに分類することが可能なマトリックスである。ここで、第 1 の画素位置および第 2 の画素位置とは、一方が、往動時または復動時の何れかでドットが形成されるとき、他方では、それ以外でドットが形成されるような関係にある画素位置をいう。そして、第 2 の特性としては、ディザマトリックスと、該ディザマトリックスから第 1 の画素位置に設定されている閾値を抜き出したマトリックス(第 1 の画素位置のマトリックス)と、第 2 の画素位置に設定されている閾値を抜き出したマトリックス(第 2 の画素位置のマトリックス)とが、何れもブルーノイズ特性を有するマトリックスである。

40

## 【 0 0 6 7 】

ここで、詳細には後述するが、本願の発明者によって、次のような新たな知見が見出された。すなわち、往動時と復動時とでドットの形成位置がずれた画像の画質は、往動時に形成されるドットのみによる画像(元の画像から復動時に形成したドットのみを削除して得られる画像。以下では、「往動時の画像」と呼ぶ。)の画質、あるいは復動時に形成されるドットのみによる画像(元の画像から往動時に形成したドットのみを削除して得られる画像。以下では「復動時の画像」と呼ぶ。)の画質と、極めて強い相関がある。そして、往動時の画像の画質、あるいは復動時の画像の画質を改善しておけば、双方向印刷の往動時と復動時とでドットの形成位置がずれた場合でも、画質の悪化を抑制することが可能

50

である。従って、ディザマトリックスが上記の特性、すなわち、第1の画素位置のマトリックスと第2の画素位置のマトリックスとに分類することが可能であり、かつ、これら3つのマトリックスが何れもブルーノイズ特性を有するようなディザマトリックスを用いてドットデータを生成しておけば、往動時の画像も復動時の画像も良好な画質の画像とすることができるので、双方向印刷時にドットの形成位置がずれた場合でも画質の悪化を最小限に抑制することが可能となる。その結果、往復動の一方のドット形成タイミングを他方のタイミングに対して調整するに際して、高い精度が要求されることがないので、調整のための機構や制御を簡素なものとすることができ、延いては、プリンタが大型化あるいは複雑化することを回避することが可能となる。以下では、このような実施例について詳しく説明する。

10

#### 【0068】

B. 装置構成 :

図2は、本実施例の画像処理装置としてのコンピュータ100の構成を示す説明図である。コンピュータ100は、CPU102を中心に、ROM104やRAM106などを、バス116で互いに接続することによって構成された周知のコンピュータである。

#### 【0069】

コンピュータ100には、フレキシブルディスク124やコンパクトディスク126等のデータを読み込むためのディスクコントローラDDC109や、周辺機器とデータの授受を行うための周辺機器インターフェースPIF108、CRT114を駆動するためのビデオインターフェースVIF112等が接続されている。PIF108には、後述するカラープリンタ200や、ハードディスク118等が接続されている。また、デジタルカメラ120やカラーキャナ122等をPIF108に接続すれば、デジタルカメラ120やカラーキャナ122で取り込んだ画像に対して画像処理を施すことも可能である。また、ネットワークインターフェースカードNIC110を装着すれば、コンピュータ100を通信回線300に接続して、通信回線に接続された記憶装置310に記憶されているデータを取得することもできる。コンピュータ100は、印刷しようとする画像の画像データを取得すると、後述する所定の画像処理を行うことにより、画像データを、画素毎にドット形成の有無を表したデータ(ドットデータ)に変換して、カラープリンタ200に出力する。

20

#### 【0070】

図3は、本実施例のカラープリンタ200の概略構成を示す説明図である。カラープリンタ200はシアン、マゼンタ、イエロ、ブラックの4色インクのドットを形成可能なインクジェットプリンタである。もちろん、これら4色のインクに加えて、染料または顔料濃度の低いシアン(淡シアン)インクと、染料または顔料濃度の低いマゼンタ(淡マゼンタ)インクとを含めた合計6色のインクドットを形成可能なインクジェットプリンタを用いることもできる。尚、以下では場合によって、シアンインク、マゼンタインク、イエロインク、ブラックインク、淡シアンインク、淡マゼンタインクのそれぞれを、Cインク、Mインク、Yインク、Kインク、LCインク、LMインクと略称することがあるものとする。

30

#### 【0071】

カラープリンタ200は、図示するように、キャリッジ240に搭載された印字ヘッド241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240をキャリッジモータ230によってプラテン236の軸方向に往復動させる機構と、紙送りモータ235によって印刷用紙Pを搬送する機構と、ドットの形成やキャリッジ240の移動および印刷用紙の搬送を制御する制御回路260などから構成されている。

40

#### 【0072】

キャリッジ240には、Kインクを収納するインクカートリッジ242と、Cインク、Mインク、Yインクの各種インクを収納するインクカートリッジ243とが装着されている。インクカートリッジ242、243をキャリッジ240に装着すると、カートリッジ内の各インクは図示しない導入管を通じて、印字ヘッド241の下面に設けられた各色の

50



インク吐出用ヘッド 244 ないし 247 に供給される。

【0073】

図4は、インク吐出用ヘッド 244 ないし 247 におけるインクジェットノズル  $N_z$  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、C, M, Y, Kの各色のインクを吐出する4組のノズル列が形成されており、1組のノズル列あたり48個のノズル  $N_z$  が、一定のノズルピッチ  $k$  で配列されている。

【0074】

カラープリンタ 200 の制御回路 260 は、CPU や、ROM、RAM、PIF (周辺機器インターフェース) 等がバスで相互に接続されて構成されており、キャリッジモータ 230 および紙送りモータ 235 の動作を制御することによってキャリッジ 240 の主走査動作および副走査動作の制御を行う。また、コンピュータ 100 から出力されたドットデータを受け取ると、キャリッジ 240 が主走査あるいは副走査する動きに合わせて、ドットデータをインク吐出用ヘッド 244 ないし 247 に供給することによって、これらヘッドを駆動するが可能となっている。

【0075】

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 200 は、キャリッジモータ 230 を駆動することによって、各色のインク吐出用ヘッド 244 ないし 247 を印刷用紙 P に対して主走査方向に往復動させ、また紙送りモータ 235 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 260 は、キャリッジ 240 が往復動する動き (主走査) や、印刷媒体の紙送りの動き (副走査) に合わせて、ドットデータに基づいて適切なタイミングでノズルを駆動することにより、印刷媒体上の適切な位置に適切な色のインクドットを形成する。こうすることによって、カラープリンタ 200 は印刷用紙上にカラー画像を印刷することが可能となっている。

【0076】

尚、本実施例のプリンタは、印刷媒体に向けてインク滴を吐出することにより、インクドットを形成する所謂インクジェットプリンタであるものとして説明するが、どのような手法を用いてドットを形成するプリンタであっても構わない。例えば、本願発明は、また、インク滴を吐出する代わりに、静電気を利用して各色のトナー粉を印刷媒体上に付着させることでドットを形成するプリンタや、いわゆるドットインパクト方式のプリンタに対しても好適に適用することが可能である。

【0077】

C. 画像印刷処理の概要 :

図5は、印刷しようとする画像にコンピュータ 100 が所定の画像処理を加えることにより、画像データをドット形成の有無によって表現されたドットデータに変換し、得られたドットデータを制御データとしてカラープリンタ 200 に供給して、画像を印刷する処理の流れを示すフローチャートである。以下では、フローチャートに従って、本実施例の画像処理について説明する。

【0078】

コンピュータ 100 は、画像処理を開始すると、まず初めに、変換すべき画像データの読み込みを開始する (ステップ S100)。ここでは、画像データは RGB カラー画像データであるものとして説明するが、カラー画像データに限らず、モノクロ画像データについても同様に適用することができる。

【0079】

画像データの読み込みに続いて、解像度変換処理を開始する (ステップ S102)。解像度変換処理とは、読み込んだ画像データの解像度を、カラープリンタ 200 が画像を印刷しようとする解像度 (印刷解像度) に変換する処理である。画像データの解像度よりも印刷解像度の方が高い場合は、補間演算を行って画素間に新たな画像データを生成することにより解像度を増加させる。逆に、画像データの解像度の方が印刷解像度よりも高い場合は、読み込んだ画像データを一定の比率で間引くことによって解像度を低下させる。解像度変換処理では、読み込んだ画像データに対して、このような操作を行うことにより、

画像データの解像度を印刷解像度に変換する。

【0080】

こうして画像データの解像度を印刷解像度に変換したら、今度は、色変換処理を行う(ステップS104)。色変換処理とは、R、G、Bの階調値の組合せによって表現されているRGBカラー画像データを、印刷のために使用される各色の階調値の組合せによって表現された画像データに変換する処理である。前述したように、カラープリンタ200はC、M、Y、Kの4色のインクを用いて画像を印刷している。そこで、本実施例の色変換処理ではRGB各色によって表現された画像データを、C、M、Y、Kの各色の階調値によって表現されたデータに変換する処理を行うのである。

【0081】

色変換処理は、色変換テーブル(LUT)を参照することで、迅速に行うことができる。図6は、色変換処理のために参照されるLUTを概念的に示した説明図である。LUTは、次のように考えれば3次元の数表と考えることができる。先ず、図6に示されているように、直交する3つの軸にR軸、G軸、B軸を取って色空間を考える。すると、全てのRGB画像データは、必ず色空間内の座標点に対応付けて表示することができる。このことから、R軸、G軸、B軸のそれぞれを細分して色空間内に多数の格子点を設定してやれば、それぞれの格子点はRGB画像データを表していると考えることができ、各RGB画像データに対応するC、M、Y、K各色の階調値を、各格子点に対応付けてやることができる。LUTは、こうして色空間内に設けた格子点に、C、M、Y、K各色の階調値を対応付けて記憶した3次元の数表と考えることができる。このような、LUTに記憶されているRGBカラー画像データとC、M、Y、K各色の階調データとの対応関係に基づいて色変換処理を行えば、RGBカラー画像データを、C、M、Y、K各色の階調データに迅速に変換することが可能となる。

【0082】

こうしてC、M、Y、K各色毎に階調データが得られると、コンピュータ100は、階調数変換処理を開始する(ステップS106)。階調数変換処理とは、次のような処理である。色変換処理によって得られた画像データは、データ長を1バイトとすると、画素毎に、階調値0から階調値255までの値を取り得る階調データである。これに対してプリンタはドットを形成することによって画像を表示しているから、それぞれの画素については「ドットを形成する」か「ドットを形成しない」かのいずれかの状態しか取り得ない。そこで、画素毎の階調値を変化させる代わりに、こうしたプリンタでは、所定領域内で形成されるドットの密度を変化させることによって画像を表現している。階調数変換処理とは、階調データの階調値に応じて適切な密度でドットを発生させるべく、画素毎にドット形成の有無を判断する処理である。

【0083】

階調値に応じた適切な密度でドットを発生させる手法としては、誤差拡散法やディザ法などの種々の手法が知られているが、本実施例の階調数変換処理では、ディザ法と呼ばれる手法を使用する。本実施例のディザ法は、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する手法である。以下、ディザ法を用いてドット形成の有無を判断する原理について簡単に説明する。

【0084】

図7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画素、縦方向(副走査方向)に64画素、合計8192個の画素に、階調値1~255の範囲から万遍なく選択された閾値がランダムに記憶されている。ここで、閾値の階調値が1~255の範囲から選択されているのは、本実施例では、画像データが階調値0~255の値を取り得る1バイトデータとしていることに加えて、画像データの階調値と閾値とが等しい場合には、その画素にはドットを形成するものと判断していることによるものである。

【0085】

10

20

30

40

50

すなわち、ドットが形成されるのは画像データの階調値が閾値よりも大きい画素に限る（すなわち階調値と閾値が等しい画素にはドットは形成しない）とした場合、画像データの取り得る最大階調値と同じ値の閾値を有する画素には、決してドットが形成されることはない。こうしたことを避けるため、閾値の取り得る範囲は、画像データの取り得る範囲から最大階調値を除いた範囲とする。逆に、画像データの階調値と閾値が等しい画素にもドットを形成するとした場合、画像データの取り得る最小階調値と同じ値の閾値を有する画素には、常にドットが形成されてしまうことになる。こうしたことを避けるため、閾値の取り得る範囲は、画像データの取り得る範囲から最小階調値を除いた範囲とする。本実施例では、画像データの取り得る階調値が0～255であり、画像データと閾値が等しい画素にはドットを形成するとしていることから、閾値の取り得る範囲を1～255としておくのである。尚、ディザマトリックスの大きさは、図7に例示したような大きさに限られるものではなく、縦と横の画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。

#### 【0086】

図8は、ディザマトリックスを参照しながら、各画素についてのドット形成の有無を判断している様子を概念的に示した説明図である。ドット形成の有無を判断するに際しては、先ず、判断しようとする画素を選択し、この画素についての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比較する。図8中に示した細い破線の矢印は、画像データの階調値と、ディザマトリックスに記憶されている閾値とを、画素毎に比較していることを模式的に表したものである。例えば、画像データの左上隅の画素については、画像データの階調値は97であり、ディザマトリックスの閾値は1であるから、この画素にはドットを形成すると判断する。図8中に実線で示した矢印は、この画素にはドットを形成すると判断して、判断結果をメモリに書き込んでいる様子を模式的に表したものである。一方、この画素の右隣の画素については、画像データの階調値は97、ディザマトリックスの閾値は177であり、閾値の方が大きいので、この画素についてはドットを形成しないと判断する。ディザ法では、こうしてディザマトリックスを参照しながら、画素毎にドットを形成するか否かを判断することで、画像データを画素毎にドット形成の有無を表すデータに変換する。このように、ディザ法を用いれば、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。

#### 【0087】

また、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明らかなように、ディザ法では、ディザマトリックスに設定する閾値によって、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。本実施例の階調数変換処理では、ディザ法のこうした特長を利用して、後述する特別な特性を有するディザマトリックスを用いて画素毎のドット形成の有無を判断することにより、双方向印刷時の往動時に形成されるドットと、復動時に形成されるドットとでドットの形成位置がずれた場合でも、そのことによる画質の悪化を最小限に抑制することを可能としている。画質の悪化を最小限に抑制可能な原理、および、こうしたことを可能とするディザマトリックスが備える特性については、後ほど詳しく説明する。

#### 【0088】

階調数変換処理を終了して、C、M、Y、K各色の階調データから画素毎にドット形成の有無を表すデータが得られたら、今度は、インターレース処理を開始する（ステップS108）。インターレース処理とは、ドットの形成有無による表現形式に変換された画像データを、ドットが実際に印刷用紙上に形成される順序を考慮しながら、カラープリンタ200に転送する順序に並べ替える処理である。コンピュータ100は、インターレース処理を行って画像データを並べ替えた後、最終的に得られたデータを、制御データとしてカラープリンタ200に出力する（ステップS110）。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 9 】

カラープリンタ 200 は、このようにしてコンピュータ 100 から供給された制御データに従って、印刷用紙上にドットを形成することにより画像を印刷する。すなわち、図 3 を用いて前述したように、キャリッジモータ 230 および紙送りモータ 235 を駆動することによってキャリッジ 240 の主走査および副走査を行い、これらの動きに合わせて、ドットデータに基づいてヘッド 241 を駆動してインク滴を吐出する。その結果、適切な位置に適切な色のインクドットが形成されて画像が印刷されることになる。

## 【 0 0 9 0 】

以上に説明したカラープリンタ 200 は、キャリッジ 240 を往復動させながらドットを形成して画像を印刷していることから、キャリッジ 240 の往動時だけでなく復動時にもドットを形成することとすれば、画像を迅速に印刷することが可能である。もっとも、こうした双方向印刷を行う場合、キャリッジ 240 の往動時に形成したドットと、復動時に形成したドットとで、ドットの形成位置にずれが生じると画質が悪化してしまう。そこで、こうしたことを回避するために、通常のカラプリンタは、往動時あるいは復動時の少なくとも一方について、ドットを形成するタイミングを精度良く調整することができるようになっている。このため、往動時にドットが形成される位置と復動時にドットが形成される位置とを一致させることができ、双方向印刷を行った場合でも画質を悪化させることなく、高画質な画像を迅速に印刷することが可能となっている。しかし、その一方で、ドットを形成するタイミングを精度良く調整可能とするためには、専用の調整機構や調整用のプログラムが必要となり、カラープリンタが複雑化および大型化してしまう傾向がある。

## 【 0 0 9 1 】

こうした問題の発生を回避するために、本実施例のコンピュータ 100 では、往動時と復動時とでドットの形成位置が多少ずれた場合でも、画質への影響を最小限に抑制可能なディザマトリックスを用いてドットの形成有無を判断している。このようなディザマトリックスを参照して画素毎のドット形成有無を判断しておけば、往動時と復動時とでドットの形成位置が多少ずれても画質に大きな影響を与えることがない。このため、ドットの形成位置を高い精度で調整する必要が無く、調整のための機構や制御内容を簡素なものとするので、カラープリンタをいたずらに大型化や複雑化させることを回避することが可能となっている。以下では、こうしたことが可能となる原理について説明し、その後、このようなディザマトリックスを生成するための一つの方法について簡単に説明する。

## 【 0 0 9 2 】

D. ドットの位置ずれによる画質の悪化を抑制する原理 :

本願発明は、ディザ法を用いて形成した画像について、新たな知見を見出したことが端緒となって完成されたものである。そこで、先ず初めに、本願発明の端緒となった新たに見出された知見について説明する。

## 【 0 0 9 3 】

図 9 は、本願発明の端緒となった知見について示した説明図である。図 9 ( a ) は、ある階調値の画像を形成するために、所定の密度でドットが形成されている様子を拡大して示している。良好な画質の画像を得るためには、図 9 ( a ) に示されているように、ドットが出来るだけ満遍なく分散された状態で形成されている必要がある。

## 【 0 0 9 4 】

このようにドットを、満遍なく分散された状態で形成するためには、いわゆるブルーノイズ特性を有するディザマトリックスを参照して、ドット形成の有無を判断すればよいことが知られている。ここで、ブルーノイズ特性を有するディザマトリックスとは、次のようなマトリックスを言う。すなわち、ドットを不規則に発生させるとともに、設定されている閾値の空間周波数成分は、1 周期が 2 画素以下の高周波数領域に最も大きな成分を有するディザマトリックスを言う。尚、明るい ( 明度の高い ) 画像など、特定の明度付近では規則的なパターンでドットが形成される場合があっても良い。

## 【 0 0 9 5 】

図10は、ブルーノイズ特性を有するディザマトリックス（以下では、ブルーノイズマトリックスと呼ぶことがあるものとする）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。尚、図10では、ブルーノイズマトリックスの空間周波数特性に加えて、いわゆるグリーンノイズ特性を有するディザマトリックス（以下では、グリーンノイズマトリックスと呼ぶことがあるものとする）に設定された閾値の空間周波数特性についても併せて表示している。グリーンノイズマトリックスの空間周波数特性については後述することとして、先ずブルーノイズマトリックスの空間周波数特性について説明する。

## 【 0 0 9 6 】

図10では、表示の都合から、横軸には空間周波数の代わりに周期を取って表示している。言うまでもなく、周期が短くなるほど、空間周波数は高くなる。また、図10の縦軸は、それぞれの周期での空間周波数成分を示している。尚、図示されている周波数成分は、ある程度変化が滑らかとなるように平滑化された状態で示されている。

## 【 0 0 9 7 】

ブルーノイズマトリックスに設定された閾値の空間周波数成分は、図中では実線によって例示されている。図示されているように、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2画素以下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。ブルー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、このような特性を有するマトリックスに基づいてドット形成の有無を判断してやれば、ドットが互いに離れた状態で形成されることになる。

## 【 0 0 9 8 】

以上のような理由から、ブルー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、各画素についてのドット形成の有無を判断してやれば、図9(a)に例示したように、ドットが万遍なく分散した画像を得ることが可能となる。逆に言えば、図9(a)に示すようにドットを万遍なく分散して発生させるために、ディザマトリックスには、ブルー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のである。

## 【 0 0 9 9 】

尚、ここで、図10に示されたグリーンノイズマトリックスに設定された閾値の空間周波数特性について説明しておく。図10に示された破線の曲線は、グリーンノイズマトリックスの空間周波数特性を例示したものである。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苦手なプリンタでは、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。

## 【 0 1 0 0 】

以上に説明したように、カラープリンタ200のようなインクジェットプリンタでは、ブルーノイズ特性を有するディザマトリックスが用いられており、従って、得られる画像は図9(a)に示すように、ドットが万遍なく分散した画像となっている。しかし、この画像を、ヘッドの往動時に形成されたドットと、復動時に形成されたドットとに分解してみたところ、往動時に形成されたドットのみによる画像（往動時の画像）、および、復動時に形成されたドットのみによる画像（復動時の画像）は、必ずしもドットが万遍なく分

10

20

30

40

50

散しているわけではないことが見出された。図9(b)は、図9(a)に示した画像から、往動時に形成されたドットのみを抜き出して得られた画像である。また、図9(c)は、図9(a)に示した画像から、復動時に形成されたドットのみを抜き出して得られた画像である。

#### 【0101】

図示されているように、往復動のいずれで形成されるドットも合わせれば、図9(a)に示されているように、ドットが万遍なく形成されているにも拘わらず、図9(b)に示した往動時に形成されるドットのみ画像、あるいは、図9(c)に示した復動時に形成されるドットのみ画像は、いずれもドットが偏った状態で発生している。

#### 【0102】

このように、大きく傾向が異なることは意外ではあるが、次のように考えれば、半ば必然的に生じる現象でもあると思われる。すなわち、前述したようにドットの分布状態は、ディザマトリックスの閾値の設定に依存しており、ディザマトリックスの閾値は、ドットを良好に分散させるために、ブルーノイズ特性を有するような閾値の分布が特別に生成されて設定されている。ここで、ディザマトリックスの閾値の中で、往動時にドットが形成される画素の閾値、あるいは、復動時にドットが形成される画素の閾値を取り出して、それぞれの閾値の分布がブルーノイズ特性を有するような配慮はされていない以上、これら閾値の分布は、ブルーノイズ特性とは異なり、長周期領域で大きな周波数成分を有する特性となってしまうのは、半ば必然的であると考えられる(図10参照)。また、グリーンノイズ特性を有するディザマトリックスも、閾値の分布がグリーンノイズ特性を有するよう  
20  
ように、特に設定されたマトリックスであることを考えると、往動時あるいは復動時にドットが形成される画素の閾値は、グリーンノイズマトリックスが大きな周波数成分を有する周期よりも、長周期側で大きな周波数成分を有するものと考えられる(図10参照)。結局、ブルーノイズ特性を有するディザマトリックスから、往動時にドットが形成される画素の閾値、あるいは、復動時にドットが形成される画素の閾値を取り出すと、それら閾値の分布は、視覚の感度範囲に大きな周波数成分を有することとなる。このため、たとえ、ドットが万遍なく分散している画像でも、往動時に形成したドットのみ、あるいは復動時に形成したドットのみを抜き出すと、得られる画像はそれぞれ、図9(b)および図9(c)に示したようなドットが偏って発生した画像となってしまうものと考えられる。すな  
30  
わち、図9に示した現象は、特定のディザマトリックスで生じる特異な現象ではなく、大部分のディザマトリックスで同様な現象が生じるものと考えられるのである。

#### 【0103】

以上のような、新たな知見と、この知見に対する考察とを踏まえて、他のディザマトリックスについても調査を行った。調査では、結果を定量的に評価するために、粒状性指数と呼ばれる指標を使用している。そこで、調査結果について説明する前に、粒状性指数について簡単に説明しておく。

#### 【0104】

図11は、人間が有する視覚の空間周波数に対する感度特性VTF(Visual Transfer Function)を概念的に示した説明図である。図示されているように、人間の視覚には高い感度を示す空間周波数が存在しており、空間周波数が高くなると次第に感度が低下する特性がある。また、空間周波数が極端に低い領域においても視覚の感度が低下する特性を有することが知られている。図11(a)には、こうした人間の視覚の感度特性の一例が示されている。こうした感度特性を与える実験式には、種々の実験式が提案されているが、図11(b)に代表的な実験式が示されている。尚、図11(b)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。

#### 【0105】

こうした視覚の感度特性VTFに基づいて、粒状性指数(すなわち、ドットの目立ち易さを表す指標)を考えることができる。今、ある画像をフーリエ変換してパワースペクトルを求めたものとする。仮に、そのパワースペクトルに大きな周波数成分が含まれていたからといって、直ちに、その画像がドットの目立つ画像となるわけではない。何故なら、  
50

図11(a)を用いて前述したように、その周波数が人間の視覚感度の低い領域にあれば、たとえ大きな周波数成分を有していても、ドットがそれほど目立たないからである。逆に、人間の視覚感度が高い周波数では、たとえ、比較的小さな周波数成分しか存在しない場合でも、見る者にとってはドットが目立って感じられる場合もある。このことから、画像をフーリエ変換してパワースペクトル $FS$ を求め、得られたパワースペクトル $FS$ を、人間の視覚感度特性 $VTF$ に相当する重みを付けて、各空間周波数で積分してやれば、人間がドットを目立つと感じるか否かを示す指標が得られることになる。粒状性指数とは、このようにして得られた指標であり、図11(c)に示した計算式によって算出することができる。尚、図11(c)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。

10

#### 【0106】

図9を用いて前述した現象が、特定のディザマトリックスで生じる特異な現象ではなく、大部分のディザマトリックスでも生じることを確かめるために、ブルーノイズ特性を有する種々のディザマトリックスについて、次のような調査を行った。まず、双方向印刷によって形成された形成されたドットの中から、図9(b)に示したような往動時に形成されたドットのみによる画像(往動時の画像)を取得する。次いで、得られた画像の粒状性指数を算出する。こうした操作を、画像の階調値を変更しながら種々のディザマトリックスについて行った。

#### 【0107】

図12は、ブルーノイズ特性を有する種々のディザマトリックスについて、往動時の画像の粒状性指数を調査した結果を示した説明図である。図12には、解像度の異なる3つのディザマトリックスについて得られた結果のみが示されている。図12(a)に示したディザマトリックスAは、主走査方向の解像度1440dpi、副走査方向の解像度720dpiで印刷するためのディザマトリックスであり、図12(b)に示したディザマトリックスBは、主走査方向および副走査方向何れの解像度も1440dpiで印刷するために用いられるディザマトリックスである。また、図12(c)に示したディザマトリックスCは、主走査方向の解像度720dpi、副走査方向の解像度1440dpiで印刷するためのディザマトリックスである。尚、図12では、横軸に小ドットの形成密度を取って表示しており、表示された小ドットの形成密度40%以下の領域は、ドットが比較的目立ち易いとされるハイライト領域から中間階調領域の手前までの領域に相当している。

20

30

#### 【0108】

図12に示された3つの往動時の画像は、それぞれ異なる解像度で印刷するために別個に作成されたディザマトリックスから生成されたものであるにも拘わらず、何れも粒状性指数が悪化する領域(すなわち、ドットが目立ち易くなっている領域)が存在している。このような領域では、往動時の画像は、図9(b)に示したようにドットが偏って発生しているものと考えられる。結局、図12に示した3つのディザマトリックスは何れもブルーノイズ特性を有しており、従って、双方向印刷によって形成される画像はドットが偏らずに形成されたものであるにも拘わらず、少なくとも一部の階調領域では、往動時の画像あるいは復動時の画像はドットが偏って発生したものとなっている。このことから、図9を用いて前述した現象は、特定のディザマトリックスで生じる特異な現象ではなく、大部分のディザマトリックスで生じる一般的な現象であると考えられる。そして、このように往動時の画像あるいは復動時の画像ではドットが偏って発生することを踏まえると、このことが、双方向印刷時のドットの位置ずれによる画質の悪化に影響を与えている可能性が考えられる。そこで、双方向印刷時のドット形成位置を意図的にずらして形成した画像(位置ずれ画像)の粒状性指数と、往動時の画像の粒状性指数との間に、何らかの相関が見られるか否かを調査してみた。

40

#### 【0109】

図13は、位置ずれ画像の粒状性指数と、往動時の画像の粒状性指数との相関関係を調査した結果を示す説明図である。図13(a)は、図12(a)に示したディザマトリックスAについて調査した結果を示しており、図中の黒丸は位置ずれ画像の粒状性指数を、

50

図中の白丸は往動時の画像についての粒状性指数をそれぞれ表している。また、図13(b)は、図12(b)に示したディザマトリックスBについて調査した結果を示しており、黒四角は位置ずれ画像の粒状性指数を、白四角は往動時画像の粒状性指数を表している。図13から明らかなように、何れのディザマトリックスについても、位置ずれ画像の粒状性指数と、往動時の画像についての粒状性指数との間には、驚くほど強い相関が見られる。このことから、双方向印刷時のドットの位置ずれによって画質が悪化する現象は、往動時の画像と復動時の画像との相対位置がずれることによって双方の画像のドットの偏りが顕在化することが、大きな要因の一つになっているものと考えられる。逆に、往動時の画像および復動時の画像のドットの偏りを低減しておけば、たとえ双方向印刷時にドットの位置ずれが生じた場合でも、画質の悪化を抑制することができるものと考えられる。

10

【0110】

図14は、往動時の画像および復動時の画像のドットの偏りを低減しておけば、双方向印刷時にドットの位置ずれが生じた場合の画質悪化を抑制可能なことを示す説明図である。図14(a)には、ドットの位置ずれが無い状態で双方向印刷を行った画像と、ドットの形成位置を意図的に所定量だけずらした状態で印刷した画像とが、比較して示されている。また、図14(b)および図14(c)には、図14(a)に示した画像を、ヘッドの往動時に形成したドットのみによる画像(往動時の画像)と、復動時に形成したドットのみによる画像(復動時の画像)とに分解して得られた画像が、それぞれ示されている。

【0111】

図14(b)および図14(c)に示されているように、往動時の画像も復動時の画像も、何れもドットが万遍なく分散した画像となっている。また、図14(a)の左側に示したように、ドットの位置ずれの無い状態では、往動時の画像と復動時の画像とを合成して得られる画像(すなわち、双方向印刷で得られる画像)も、ドットが万遍なく分散した画像となっている。このように、双方向印刷を行って得られた画像だけでなく、往動時の画像と復動時の画像とに分解した場合でも、それぞれの画像でドットが万遍なく分散するような画像は、図5の階調数変換処理において、後述するような特性を有するディザ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得ることができる。そして、図14(a)の右側に示された画像は、このような往動時の画像と復動時の画像とを、所定量だけずらした状態で重ね合わせた画像に相当している。

20

【0112】

図14(a)に示された位置ずれ無しの画像(左側の画像)と、位置ずれ有りの画像(右側の画像)とを比較すれば、右側の画像は、ドットの位置がずれることで、ずれのない左側の画像よりも若干ドットが目立ち易くなっているが、画質を大きく悪化させる程ではないことが了解される。このことは、往動時の画像および復動時の画像に分解した場合でも、ドットが万遍なく分散しているようにドットを発生させておけば、たとえ双方向印刷時にドットの位置ずれが生じて、これによる画質の悪化を大幅に抑制可能であることを示していると考えられる。

30

【0113】

参考として、一般的なディザマトリックスを用いて形成した画像では、図14に示した場合と同じだけドットの位置ずれが生じたとしたときに、どの程度、画質が悪化するかを調べてみた。図15は、一般的なディザマトリックスで形成した画像で、ドットの位置ずれの有無による画質の悪化を示した説明図である。図15(a)に示した位置ずれ無しの画像(左側の画像)は、図9に示した往動時の画像と復動時の画像とを、位置ずれさせずに重ね合わせた画像である。また、図15(a)に示した位置ずれ有りの画像(右側の画像)は、往動時の画像と復動時の画像とを、図14に示した場合と同じだけ位置をずらした状態で重ね合わせた画像である。尚、図15(b)および図15(c)には、それぞれの往動時の画像および復動時の画像が示されている。

40

【0114】

図15から明らかなように、往動時の画像および復動時の画像でドットが偏って発生していると、双方向印刷時にドットの形成位置がずれると、画質が大きく悪化したときに画

50



質が大きく悪化してしまうことが確認できる。また、図14と図15とを比較すれば、往動時の画像および復動時の画像でドットを万遍なく分散させておくことで、ドットの位置ずれによる画質の悪化を、劇的に改善可能であることが了解できる。

【0115】

本実施例のカラープリンタ200では、このような原理に基づいて、双方向印刷時のドットの位置ずれによる画質の悪化を、最小限に抑制することが可能となっているのである。このため、双方向印刷時に、往動時に形成されるドットと、復動時に形成されるドットとの形成位置を高い精度で一致させずとも、画質が悪化することが無い。その結果、ドットの位置ずれを精度良く調整するための機構や制御プログラムが不要となるので、プリンタの構成を簡素なものとするのが可能となる。更には、ヘッドを往復動させるための機構についても要求される精度を下げるのが可能となり、この点でも、プリンタの構成の簡素化を図ることが可能となるのである。

10

【0116】

E. ディザマトリックスの生成方法 :

次に、本実施例の階調数変換処理で参照されるディザマトリックスの生成方法について、その一例を簡単に説明しておく。すなわち、本実施例の階調数変換処理では、往動時に形成するドットについても、復動時に形成するドットについても、更には、これらを合わせたドットについても、万遍なく分散した状態でドットを発生させるために、次のような2つの特性を有するディザマトリックスを参照して階調変換処理を行っている。

【0117】

[第1の特性]: ディザマトリックスの画素位置を、第1の画素位置のグループと、第2の画素位置のグループとに分類することが可能である。ここで、第1の画素位置および第2の画素位置とは、互いに、往動時または復動時の何れかでドットが形成されるとき、他方がそれ以外でドットが形成されるような関係にある画素位置をいう。

20

【0118】

[第2の特性]: ディザマトリックスと、該ディザマトリックスから第1の画素位置に設定されている閾値を抜き出したマトリックス(第1の画素位置のマトリックス)と、第2の画素位置に設定されている閾値を抜き出したマトリックス(第2の画素位置のマトリックス)とが、何れもブルーノイズ特性あるいはグリーンノイズ特性を有している。ここで、「ブルーノイズ特性を有するディザマトリックス」とは、次のようなマトリックスをいう。すなわち、ドットを不規則に発生させるとともに、設定されている閾値の空間周波数成分は、1周期が2画素から十数画素の中間周波数領域に最も大きな成分を有するディザマトリックスを言う。また、「グリーンノイズ特性を有するディザマトリックス」とは、ドットを不規則に発生させるとともに、設定されている閾値の空間周波数成分は、1周期が2画素から十数画素の中間周波数領域に最も大きな成分を有するディザマトリックスをいう。尚、これらディザマトリックスは、特定の明度付近であれば、規則的なパターンでドットが形成される場合があっても良い。

30

【0119】

前述したように、このような特性を有するディザマトリックスは、決して偶然に生成可能なわけではないので、こうしたディザマトリックスを生成する方法について、一例を簡単に説明しておく。

40

【0120】

図16は、本実施例の階調数変換処理で参照されるディザマトリックスを生成する処理の流れを示すフローチャートである。尚、ここでは、ブルーノイズ特性を有する既存のディザマトリックスを元にして、上述した[第1の特性]および[第2の特性]が得られるように、修正を加える方法について説明する。もっとも、元になるマトリックスを修正するのではなく、[第1の特性]および[第2の特性]を有するディザマトリックスを初めから生成することも可能である。また、ここでは、ブルーノイズ特性を有するマトリックスを元にした場合について説明するが、グリーンノイズ特性を有するディザマトリックスを元にする場合も、ほぼ同様にすれば、上記の特性を有するディザマトリックスを得るこ

50

とができる。

【0121】

ディザマトリックス生成処理を開始すると、先ず初めに元になるディザマトリックスを読み込む(ステップS200)。かかるマトリックスは、全体としてはブルーノイズ特性を有しているものの、第1の画素位置のマトリックス(ディザマトリックスから第1の画素位置に設定されている閾値を抜き出したマトリックス)、および、第2の画素位置のマトリックス(ディザマトリックスから前述した第2の画素位置に設定されている閾値を抜き出したマトリックス)は、何れもブルーノイズ特性を有していないマトリックスである。尚、前述したように、第1の画素位置および第2の画素位置とは、互いに、往動時または復動時の何れかでドットが形成されるとき、他方がそれ以外でドットが形成されるような関係にある画素位置をいう。

10

【0122】

次いで、読み込んだマトリックスをマトリックスAとして設定する(ステップS202)。そして、ディザマトリックスAから、2つの画素位置(画素位置Pおよび画素位置Q)をランダムに選択し(ステップS204)、選択した画素位置Pに設定されている閾値と、選択した画素位置Qに設定されている閾値とを入れ換えて、得られたマトリックスをマトリックスBとする(ステップS206)。

【0123】

次いで、マトリックスAについての粒状性評価値 $E_{va}$ を算出する(ステップS208)。ここで、粒状性評価値とは次のようにして求めた評価値である。先ず、階調値0~255の256通りの画像にディザ法を適用して、ドットの形成有無によって表現された256通りの画像を得る。次いで、各画像を往動時の画像と、復動時の画像とに分解する。この結果、「0」~「255」までの各階調値について、往動時の画像と、復動時の画像と、これらを重ね合わせた画像(合計の画像)とが得られることになる。こうして得られた768個(=256×3)の画像について、図11を用いて前述した粒状性指数を算出した後、これらの平均値を求めて得られた値を粒状性評価値とする。尚、粒状性評価値の算出に際しては、768個の粒状性指数を単純に算術平均するのではなく、往動時の画像、復動時の画像、合計の画像毎にそれぞれの重みを付けて平均しても良い。あるいは、特定の階調値(例えば、ドットが比較的目立ち易いと言われる低階調領域)については、大きな重み係数をかけて、平均することとしても良い。図16のステップS208では、マトリックスAについてこのような粒状性評価値を求めて、得られた値を粒状性評価値 $E_{va}$ とするのである。

20

30

【0124】

マトリックスAについての粒状性評価値 $E_{va}$ が得られたら、マトリックスBについても同様にして粒状性評価値 $E_{vb}$ を算出する(ステップS210)。次いで、マトリックスAについての粒状性評価値 $E_{va}$ と、マトリックスBについての粒状性評価値 $E_{vb}$ とを比較する(ステップS212)。そして、粒状性評価値 $E_{va}$ の方が大きいと判断された場合は(ステップS212:yes)、元になったマトリックスAよりも、2つの画素位置に設定された閾値を入れ換えたマトリックスBの方が、より好ましい特性を有するものと考えられる。そこで、この場合は、マトリックスBをマトリックスAと読み替える(ステップS214)。一方、マトリックスAの粒状性評価値 $E_{va}$ よりも、マトリックスBの粒状性評価値 $E_{vb}$ の方が大きいと判断された場合は(ステップS212:no)、マトリックスの読み替えは行わない。

40

【0125】

こうして、マトリックスAの粒状性評価値 $E_{va}$ がマトリックスBの粒状性評価値 $E_{vb}$ よりも大きいと判断された場合にだけ、マトリックスBをマトリックスAと読み替える操作を行ったら、粒状性評価値が収束したか否かを判断する(ステップS216)。すなわち、元にしたディザマトリックスは、往動時に形成したドット、および復動時に形成したドットが偏って発生しているため、以上のような操作を開始した直後では、粒状性評価値は大きな値を取る。しかし、2箇所の画素位置に設定されている閾値を入れ換えることで、

50

より小さな粒状性評価値が得られた場合には、閾値を入れ換えたマトリックスを採用し、このマトリックスについて更に上述した操作を繰り返していけば、得られる粒状性評価値は小さくなっていき、やがてある値で安定するものと考えられる。ステップS 2 1 6では、粒状性評価値が安定したか否か、換言すれば、下げ止まったものと考えられるか否かを判断するのである。粒状性評価値が収束したか否かは、例えば、マトリックスAの粒状性評価値E<sub>va</sub>よりもマトリックスBの粒状性評価値E<sub>vb</sub>の方が小さくなった場合について、粒状性評価値の減少量を求めておき、この減少量が複数回の操作に亘って安定して一定値以下となっていれば、粒状性評価値が収束したものと判断することができる。

#### 【0126】

そして、粒状性評価値が収束していないと判断された場合は(ステップS 2 1 6 : n o )、ステップS 2 0 4に戻って、新たに2つの画素位置を選択した後、続く一連の操作を繰り返す。こうして操作を繰り返していく間に、やがて粒状性評価値が収束していき、粒状性評価値が収束したと判断されたら(ステップS 2 1 6 : y e s)、そのときのマトリックスAは、前述した[第1の特性]および[第2の特性]を有するディザマトリックスとなっている。そこで、このマトリックスAを記憶して(ステップS 2 1 8)、図16に示したディザマトリックス生成処理を終了する。

#### 【0127】

このようにして得られたディザマトリックスを参照して、階調数変換処理を行い、画素毎にドット形成の有無を判断してやれば、全体の画像は言うに及ばず、往動時の画像や復動時の画像についても、ドットが良好に分散した画像を得ることができる。このため、たとえ双方向印刷時にドットの形成位置が多少ずれたとしても、そのことが画質に与える影響を最小限に抑制することが可能となる。

#### 【0128】

なお、本実施例では、ディザマトリックスの評価に使用される粒状性評価値E<sub>va</sub>は、視覚の感度特性VTFを用いた主観的な評価値である粒状性指数に基づいて算出されているが、たとえば濃度分布の標準偏差であるRMS粒状度に基づいて算出するようにしても良い。

#### 【0129】

粒状性指数は、周知な方法であって、従来から広く使用されている評価指数である。しかし、粒状性指数の計算は、前述のように、画像をフーリエ変換してパワースペクトルFSを求め、得られたパワースペクトルFSを、人間の視覚感度特性VTFに相当する重みを付けて各空間周波数で積分する必要があるため、計算量が非常に多くなるという問題を有する。一方、RMS粒状度は、ドットの疎密のバラツキを表す客観的な尺度であって、解像度に応じて設定された平滑化フィルタによる平滑化処理と、ドット形成密度の標準偏差の計算だけで簡単に算出することができるので、繰り返し計算の多い最適化処理に好適である。加えて、RMS粒状度の利用は、人間の視覚感度特性VTFを利用した固定的な処理に対して、平滑化フィルタの設計次第で人間の視覚感度や視覚環境を考慮した柔軟な処理が可能となるという利点をも有する。

#### 【0130】

また、上述の実施例では、第1の画素位置および第2の画素位置とは、互いに、往動時または復動時の何れかでドットが形成されるとき、他方がそれ以外でドットが形成されるような関係にある画素位置であるものとして説明した。すなわち、主走査方向に並んだ一列の画素(このような画素の並びは「ラスタ」と呼ばれる)の中にも、第1の画素位置と第2の画素位置とが含まれる場合があることになる。しかし、ドットの位置ずれ発生時の画質を確保する観点からは、同じラスタ内には第1の画素位置と第2の画素位置とが混在しないようにしておくことが望ましい。以下、この理由について説明する。

#### 【0131】

図17は、同じラスタ内では第1の画素位置と第2の画素位置とを混在させないことで、ドットの位置ずれ発生時の画質を確保可能な理由を示した説明図である。図中に示した黒丸は、往動時に形成されるドットを示しており、黒四角は復動時に形成されるドットを

10

20

30

40

50

示している。すなわち、黒丸または黒四角の一方を第1の画素位置とすれば、他方が第2の画素位置となる。図17(a)は、同じラスタに第1の画素位置と第2の画素位置とが混在している状態を表しており、図17(b)は、同じラスタには第1の画素位置と第2の画素位置とが混在していない状態を表している。また、それぞれの図で、左側に示した図は、ドットの位置ずれが無い状態の画像を示しており、右側の図は、ドットが位置ずれしている状態の画像を示している。図17(a)から明らかなように、同じラスタに第1の画素位置と第2の画素位置とが混在している場合は、ドットの位置ずれが生じると、ラスタ内でドット間距離が接近する箇所と遠ざかる箇所とが生じることになり、これが画質を悪化させる。これに対して、図17(b)に示されているように、同じラスタで第1の画素位置と第2の画素位置とが混在していなければ、たとえ、ドットの位置ずれが生じた場合でも、ラスタ内ではドット間が接近する箇所と遠ざかる箇所とが生じることがなく、画質の悪化を抑制することが可能である。

10

## 【0132】

加えて、図17(b)に示すように、第1の画素位置のラスタと第2の画素位置のラスタとが交互に配置されていれば、たとえ、ドットの位置ずれが発生しても、連続するラスタに亘ってドットが一方向にずれてしまい、これが視認されて画質を悪化させることを回避することも可能となる。

## 【0133】

以上に説明したように、第1の画素位置のディザマトリックスおよび第2の画素位置のディザマトリックスを、ブルーノイズ特性（あるいはグリーンノイズ特性）を有するディザマトリックスとすることに加えて、同じラスタ内では第1の画素位置と第2の画素位置とが混在しないようにしておけば、たとえ、双方向印刷時にドットの形成位置がずれたとしても、そのことによって画質が悪化することを、より一層、効果的に抑制することが可能になるのである。

20

## 【0134】

F. 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、以下のような変形例が可能である。

## 【0135】

30

F-1. 第1変形例 :

図18は、本発明の第1変形例における複数の印刷ヘッド251、252を有するラインプリンタ200Lによる印刷状態を示す説明図である。印刷ヘッド251と印刷ヘッド252とは、それぞれ上流側と下流側とに複数個配置されている。ラインプリンタ200Lは、主走査を行うことなく副走査送りのみを行って高速に出力するプリンタである。

## 【0136】

図18の右側には、ラインプリンタ200Lによって形成されるドットパターン500が示されている。丸の中の数字1、2は、ドットの形成を担当するのが印刷ヘッド251、252のいずれかであるかを示している。具体的には、丸の中の数字が「1」と「2」のドットは、それぞれ印刷ヘッド251と印刷ヘッド252とで形成される。

40

## 【0137】

ドットパターン500の太線の内部は、印刷ヘッド251と印刷ヘッド252の双方でドットが形成されるオーバーラップ領域である。オーバーラップ領域は、印刷ヘッド251と印刷ヘッド252との間のつなぎ目を滑らかにするとともに、印刷ヘッド251、252の両端部で生ずるドット形成位置の誤差を目立たなくするために設けられているものである。印刷ヘッド251、252の両端部では、印刷ヘッド251、252の製造個体差が大きくなってドット形成位置の誤差も大きくなるので、これを目立たなくすることが要請されるからである。

## 【0138】

このような場合にも、印刷ヘッド251、252の相互の位置関係の誤差によって、上

50

述の往動時と復動時とでドットの形成位置がずれた場合と同様の現象が生ずることになるので、印刷ヘッド251で形成される画素位置のグループと、印刷ヘッド252で形成される画素位置のグループとして上述の実施例と同様の処理を行うことによって画質の向上を図ることができる。

【0139】

F-2. 第2変形例 :

図19は、本発明の第2変形例におけるインターレース記録方式による印刷状態を示す説明図である。インターレース記録方式とは、印刷ヘッドの副走査方向に沿って測ったノズルピッチ $k$  [ドット]が2以上であるときに採用される記録方式を言う。インターレース記録方式では、1回の主走査では隣接するノズルの間に記録できないラスタラインが残り、このラスタライン上の画素は他の主走査時に記録される。本変形例では、主走査はパスとも呼ばれる。

10

【0140】

図19(A)は、4個のノズルを用いた場合の副走査送りの一例を示しており、図19(B)はそのドット記録方式のパラメータを示している。図19(A)において、数字を含む実線の丸は、各パスにおける4個のノズルの副走査方向の位置を示している。ここで、「パス」とは1回分の主走査を意味している。丸の中の数字0~3は、ノズル番号を意味している。4個のノズルの位置は、1回の主走査が終了する度に副走査方向に送られる。

【0141】

20

図19(A)の左端に示すように、この例では副走査送り量 $L$ は4ドットの一定値である。従って、副走査送りが行われる度に、4個のノズルの位置が4ドットずつ副走査方向にずれてゆく。各ノズルは、1回の主走査中にそれぞれのラスタライン上のすべてのドット位置(「画素位置」とも呼ぶ)を記録対象としている。図19(A)の右端には、各ラスタライン上のドットを記録するノズルの番号が示されている。

【0142】

図19(B)には、このドット記録方式に関する種々のパラメータが示されている。ドット記録方式のパラメータには、ノズルピッチ $k$  [ドット]と、使用ノズル個数 $N$  [個]と、副走査送り量 $L$  [ドット]とが含まれている。図19の例では、ノズルピッチ $k$ は3ドットである。使用ノズル個数 $N$ は4個である。

30

【0143】

図19(B)の表には、各パスにおける副走査送り量 $L$ と、その累計値 $L$ と、ノズルのオフセット $F$ とが示されている。ここで、オフセット $F$ とは、最初のパス1におけるノズルの周期的な位置(図19では4ドットおきの位置)をオフセットが0である基準位置と仮定した時に、その後の各パスにおけるノズルの位置が基準位置から副走査方向に何ドット離れているかを示す値である。例えば、図19(A)に示すように、パス1の後には、ノズルの位置は副走査送り量 $L$ (4ドット)だけ副走査方向に移動する。一方、ノズルピッチ $k$ は3ドットである。従って、パス2におけるノズルのオフセット $F$ は1である(図19(A)参照)。同様にして、パス3におけるノズルの位置は、初期位置から $L=8$ ドット移動しており、そのオフセット $F$ は2である。パス4におけるノズルの位置は、初期位置から $L=12$ ドット移動しており、そのオフセット $F$ は0である。3回の副走査送り後のパス4ではノズルのオフセット $F$ は0に戻るため、3回の副走査を1サイクルとして、このサイクルを繰り返すことによって、有効記録範囲のラスタライン上のすべてのドットを記録することができる。

40

【0144】

このように、第2変形例は、上述の往動時と復動時とでドットが埋められていくのに対して、1サイクル3回のパスでドットが埋められていくので、副走査送りの誤差に起因して1サイクル中の各パス間の相互位置がずれることが考えられる。このため、上述の往動時と復動時とでドットの形成位置がずれた場合と同様の現象が生ずる可能性があるため、各サイクルの1番目のパスで形成される画素位置のグループと、2番目のパスで形成され

50

る画素位置のグループと、3番目のパスで形成される画素位置のグループとして上述の実施例と同様の処理によって画質の向上を図ることができる。

【0145】

なお、インターレース記録方式では、各サイクルは必ずしも3回のパスでドットが埋められるとは限らず、2回でも良く、4回以上で1サイクルを構成するようにしても良い。この場合には、各サイクルを構成するパス毎にグループ分けをすることができる。

【0146】

また、グループ分けは、必ずしも各サイクルを構成する全部のパスについて行う必要はなく、たとえば副走査送り誤差の累積が予測される各サイクルの最後のパスで形成される画素位置のグループと、各サイクルの最初のパスで形成される画素位置のグループとに分けるように構成しても良い。

10

【0147】

F-3. 第3変形例 :

図20は、本発明の第3変形例におけるオーバーラップ記録方式による印刷状態を示す説明図である。図20において、数字を含む実線の丸は、各パスにおける6個のノズルの副走査方向の位置を示している。実線の丸の中の数字1~8は、パス番号を8で割った余りの数である。画素位置番号は、各ラスタライン上の画素の配列の順番を示している。

【0148】

オーバーラップ記録方式とは、各ラスタラインを複数のパスで形成する記録方式である。第3変形例では、各ラスタラインが2回のパスで形成されている。具体的には、たとえばラスタ番号が1番のラスタラインは、パス1およびパス5で形成され、また、2番と3番のラスタラインは、それぞれパス8およびパス4と、パス3およびパス7とで形成されている。

20

【0149】

図20から分かるように、ラスタ番号が1~4のラスタラインで構成されるドットパターンは、パス1~パス8の8回のパスで形成され、ラスタ番号が5~8のラスタラインで構成されるドットパターンは、パス3~パス10の8回のパスで形成される。さらに、パス番号を8で割った余りの数に着目すると、ラスタ番号と画素位置番号が1~4の画素に形成されるドットで構成されるドットパターンの繰り返しによって、ドットパターンの全てが形成されていることが分かる。

30

【0150】

図21は、パス番号を8で割った余りの数に応じて分割された8個の画素位置のグループを示す説明図である。図21では、各正方形は、ラスタ番号が1~4のラスタラインのうちの画素位置番号が1~4の画素で構成された画像領域を示している。この画像領域は、特許請求の範囲における「共通の印刷領域」に相当し、8個の画素位置のグループの各々に属する印刷画素を組み合わせることによって構成されている。

【0151】

このような場合にも、各パスで形成されるドットの位置が相互にずれた場合と同様の現象が生ずることになるので、8個の画素位置のグループの各々に形成されるドットが所定の特性を有するように上述の実施例と同様の処理を行うことによって画質の向上を図ることができる。

40

【0152】

F-4. 第4変形例 :

図22は、本発明の第3変形例の双方向印刷方式における現実の印刷状態の例を示す説明図である。丸の中の文字は、往復のいずれの主走査でドットが形成されているかを示している。図22(a)は、主走査方向にズレが生じていない場合のドットパターンを示している。図22(b)および図22(c)は、主走査方向にズレが生じている場合のドットパターンを示している。

【0153】

図22(b)では、印刷ヘッドの往動時にドットが形成される画素位置のグループに属

50

する印刷画素に形成されるドットの位置に対して、印刷ヘッドの復動時にドットが形成される画素位置のグループに属する印刷画素に形成されるドットの位置が右方向に1ドットピッチだけシフトしている。一方、図22(c)では、印刷ヘッドの往動時にドットが形成される画素位置のグループに属する印刷画素に形成されるドットの位置に対して、印刷ヘッドの復動時にドットが形成される画素位置のグループに属する印刷画素に形成されるドットの位置が左方向に1ドットピッチだけシフトしている。

【0154】

上述の実施例では、往動時にドットが形成される画素グループのドットパターンと、復動時にドットが形成される画素グループのドットパターンの双方に、ブルーノイズあるいはグリーンノイズの空間周波数分布を与えることによって、このようなズレに起因する画質劣化を抑制している。

10

【0155】

これに対して、第4変形例は、往動時に形成される画素のグループに形成されるドットパターンと、復動時に形成される画素のグループに形成されるドットパターンとが主走査方向に1ドットピッチだけシフトして合成されたドットパターンがブルーノイズあるいはグリーンノイズの空間周波数分布を持つように、あるいは小さな粒状性指数を有するように構成されている。

【0156】

粒状性指数に着目したディザマトリックスの構成は、たとえば主走査方向のズレが一方に1ドットピッチだけシフトした場合、他方に1ドットピッチだけシフトした場合、シフトなしの場合の粒状性指数の平均値が最小となるように構成しても良いし、あるいは、これらの場合の空間周波数分布が相互に高い相関係数を有するように構成しても良い。

20

【0157】

なお、本変形例は、往動時と復動時とにおけるドットの形成位置のズレに対する画質のロバスト性を高くすることができるので、往動時と復動時とにおけるドットの形成位置が一括してシフトする場合に限られず、往動時にドットが形成される画素グループと復動時にドットが形成される画素グループの一部に不特定のズレが生ずる場合にも、画質の劣化を抑制することができる。たとえば印刷ヘッドの主走査機構の主走査に起因する周期的な変形によって、印刷ヘッドと印刷用紙のギャップが往動時と復動時とで部分的に変動するような場合にも画質の劣化を抑制することができる。

30

【0158】

F-5. 本発明は、複数の印刷ヘッドを用いて印刷を行う印刷にも適用することができる。具体的には、複数の印刷ヘッドの各々がドットの形成を担当する複数の画素位置のグループに形成されるドットの空間周波数分布が相互に高い相関係数を有するように構成しても良い。

【0159】

こうすれば、複数の印刷ヘッドを用いた印刷において、たとえば印刷ヘッドの相互間のドット形成位置のズレに対するロバスト性の高いハーフトーン処理を構成することができる。

【0160】

F-6. 本発明は、ドット形成位置のズレに対するロバスト性だけでなく、ドット形成の時間的な順序(あるいはドット形成のタイミングのズレ)に起因する画質の劣化をも抑制することが発明者によって見いだされた。

40

【0161】

図23は、従来のハーフトーン処理が行われた場合において、4個の画素グループ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様子を示す説明図である。図23(a)~(d)は、それぞれ4個~1個の画素グループが組み合わせられたドットパターンを示している。

【0162】

従来のハーフトーン処理では、全ての画素グループで形成される印刷画像のドットの分

50

散性に着目して処理が行われているので、図 2 3 から分かるように、各画素グループのドットの分散性にムラが存在する。すなわち、低周波領域におけるドットの疎密状態が発生している。このようなドットの疎密状態は、ドット密度が高い位置においてインク滴の凝集や過度の光沢、ブロンズ現象といった状態を生じさせ、ドット密度が低い位置との間に画像の相違を生じさせる。この画像の相違は、人間の視覚に対して画像ムラとして認識されやすいという問題を生じさせる。

【 0 1 6 3 】

本発明は、ドットの過度の高密度を抑制してインク滴の凝集や過度の光沢、ブロンズ現象といった状態を減少させるとともに、印刷画像の全体において均一に生じさせるので、画像ムラを抑制することができる。このように、本発明は、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を形成する印刷に広く適用することができ、複数の画素グループに形成されるドットが相互にズレることを想定していなくても、複数の画素グループに形成されるドットの形成タイミングに相違がある場合にも適用することができる。本発明は、一般に、ドットの形成において、時間的あるいは形成位置のズレといった物理的な相違が想定された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場合に適用可能である。

10

【 0 1 6 4 】

F - 7 . 上述の実施例では、ディザマトリックスを用いてハーフトーン処理が行われているが、たとえば誤差拡散を利用してハーフトーン処理を行う場合にも本発明は適用することができる。誤差拡散の利用は、たとえば複数の画素位置のグループ毎に誤差拡散処理を行うようにして実現することができる。

20

【 0 1 6 5 】

なお、上記実施例のディザ法では、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。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 6 6 】

【 図 1 】 本実施例の印刷装置としての印刷システムの概要を示した説明図である。

【 図 2 】 本実施例の画像処理装置としてのコンピュータの構成を示す説明図である。

【 図 3 】 本実施例のカラープリンタの概略構成を示す説明図である。

【 図 4 】 インク吐出用ヘッドにおけるインクジェットノズルの配列を示す説明図である。

【 図 5 】 本実施例の画像印刷処理の流れを示すフローチャートである。

【 図 6 】 色変換処理のために参照される L U T を概念的に示した説明図である。

【 図 7 】 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 8 】 ディザマトリックスを参照しながら各画素についてのドット形成の有無を判断している様子を概念的に示した説明図である。

40

【 図 9 】 本願発明の端緒となった知見について示した説明図である。

【 図 1 0 】 ブルーノイズ特性を有するディザマトリッ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。

【 図 1 1 】 人間が有する視覚の空間周波数に対する感度特性 V T F を概念的に示した説明図である。

【 図 1 2 】 ブルーノイズ特性を有する種々のディザマトリックスについて往動時の画像の粒状性指数を調査した結果を示した説明図である。

【 図 1 3 】 位置ずれ画像の粒状性指数と往動時の画像の粒状性指数との相関関係を調査した結果を示す説明図である。

50



【図14】双方向印刷時にドットの位置ずれが生じた場合でも画質悪化を抑制可能な原理を示す説明図である。

【図15】一般的なディザマトリックスで形成した画像でドットの位置ずれの有無による画質の悪化を示した説明図である。

【図16】本実施例の階調数変換処理で参照されるディザマトリックスを生成する処理の流れを示すフローチャートである。

【図17】同じラスタ内では第1の画素位置と第2の画素位置とを混在させないことでドットの位置ずれ発生時の画質を確保可能な理由を示した説明図である。

【図18】本発明の第1変形例における印刷ヘッド251、252を有するラインプリンタ200Lによる印刷状態を示す説明図である。

10

【図19】本発明の第2変形例におけるインターレース記録方式による印刷状態を示す説明図である。

【図20】本発明の第3変形例におけるオーバーラップ記録方式による印刷状態を示す説明図である。

【図21】パス番号を8で割った余りの数に応じて分割された8個の画素位置のグループを示す説明図である。

【図22】本発明の第4変形例の双方向印刷方式における現実の印刷状態の例を示す説明図である。

【図23】従来のハーフトーン処理が行われた場合において、4個の画素グループ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様子を示す説明図である。

20

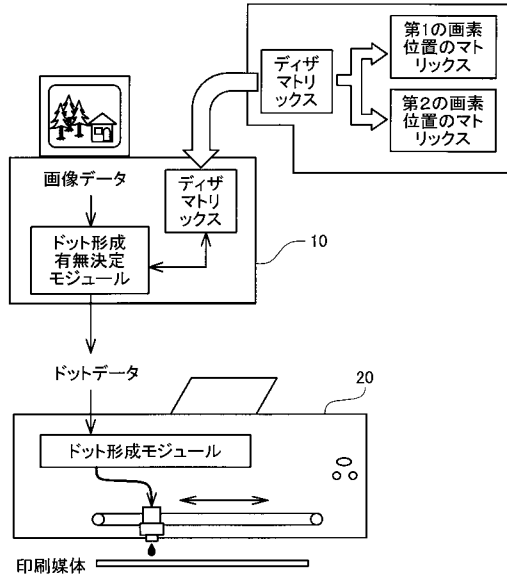
【符号の説明】

【0167】

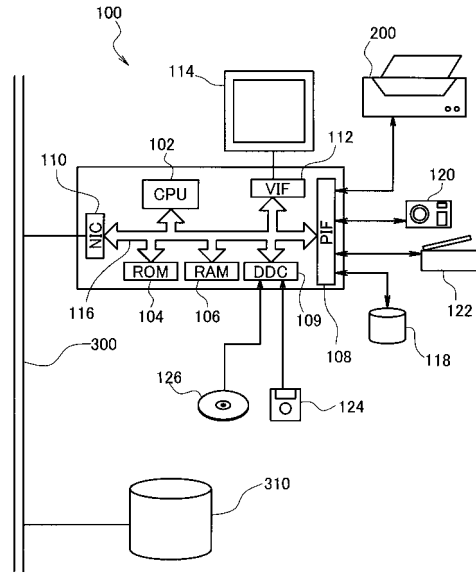
- 10 ... プリンタ、 20 ... デジタルカメラ、 30 ... コンピュータ、
- 100 ... コンピュータ、 108 ... 周辺機器インターフェースPIF、
- 109 ... ディスクコントローラDDC、
- 110 ... ネットワークインターフェースカードNIC、
- 112 ... ビデオインターフェースVIF、
- 116 ... バス、 118 ... ハードディスク、 120 ... デジタルカメラ、
- 122 ... カラースキャナ、 124 ... フレキシブルディスク、
- 126 ... コンパクトディスク、 230 ... キャリッジモータ、 235 ... モータ、
- 236 ... プラテン、 240 ... キャリッジ、 241 ... 印字ヘッド、
- 242 ... インクカートリッジ、 243 ... インクカートリッジ、
- 244、251、252 ... インク吐出用ヘッド、 260 ... 制御回路
- 200 ... カラープリンタ
- 300 ... 通信回線、 310 ... 記憶装置

30

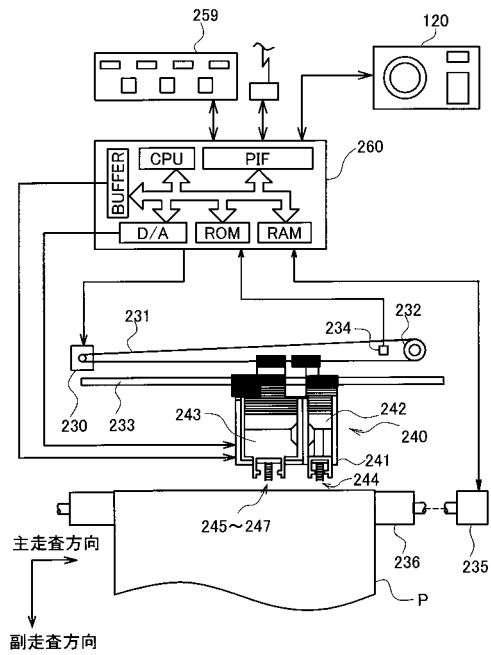
【図1】



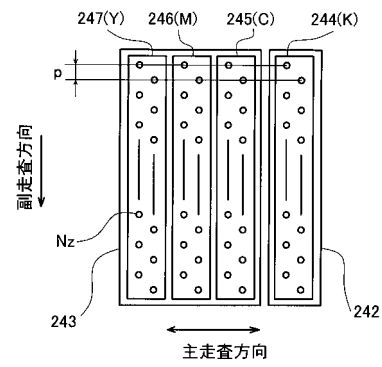
【図2】



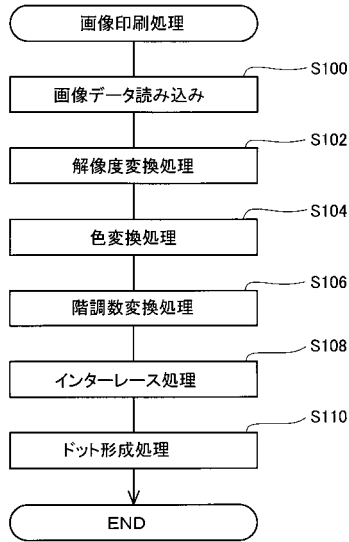
【図3】



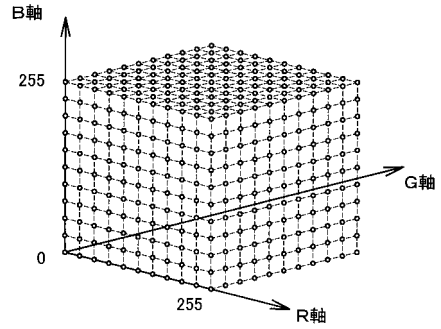
【図4】



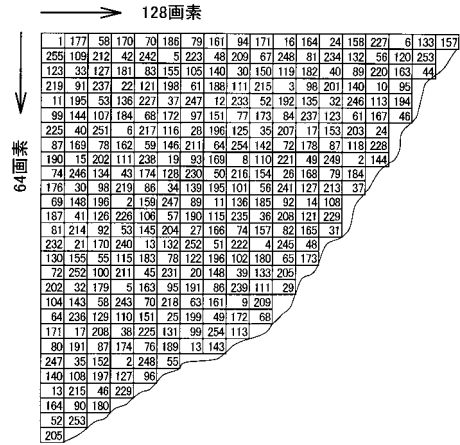
【図5】



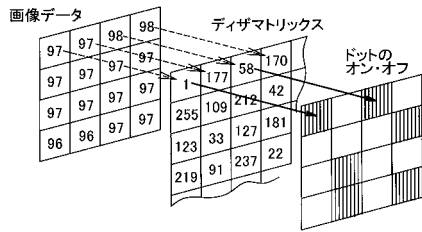
【図6】



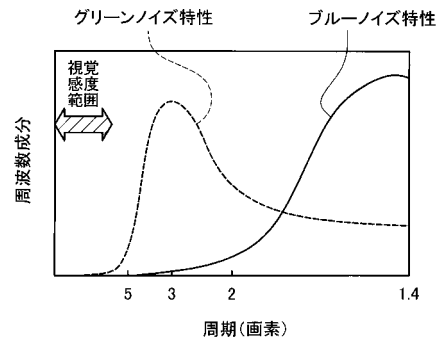
【図7】



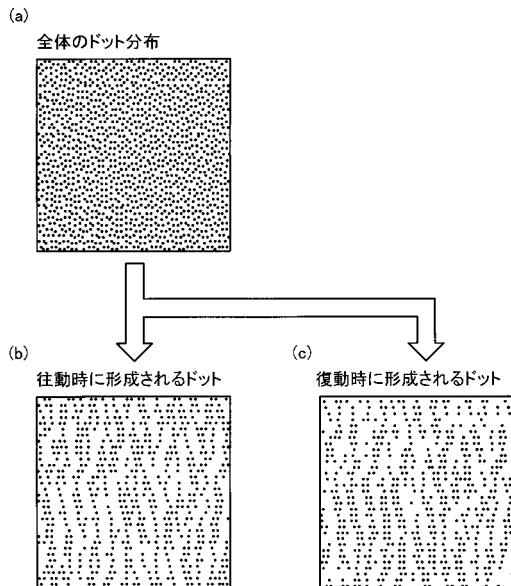
【図8】



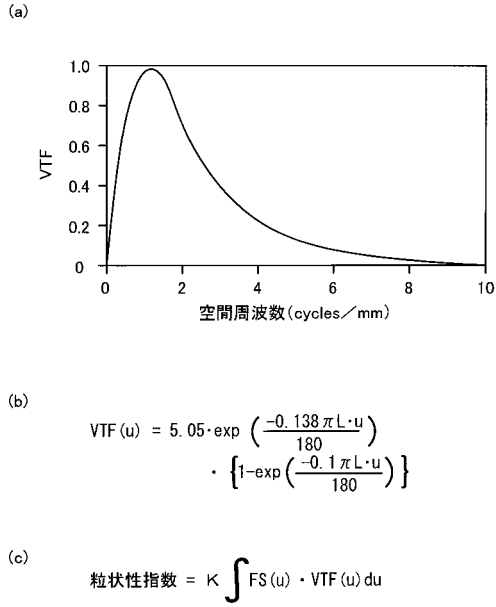
【図10】



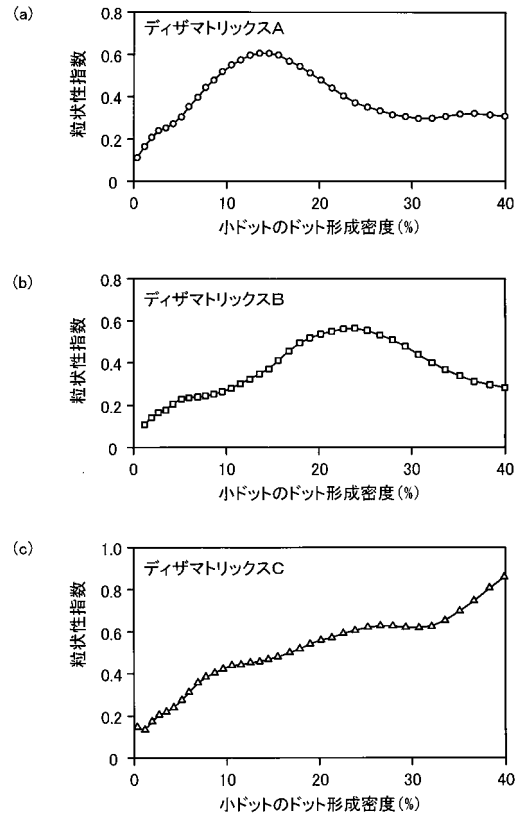
【図9】



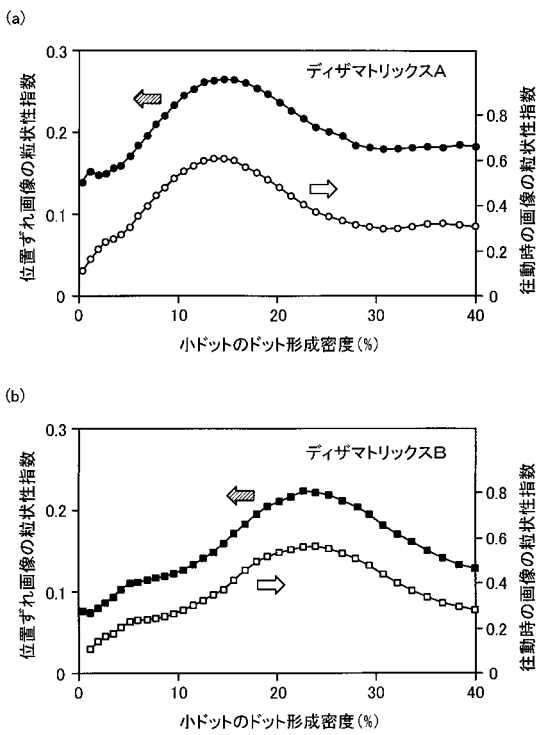
【図11】



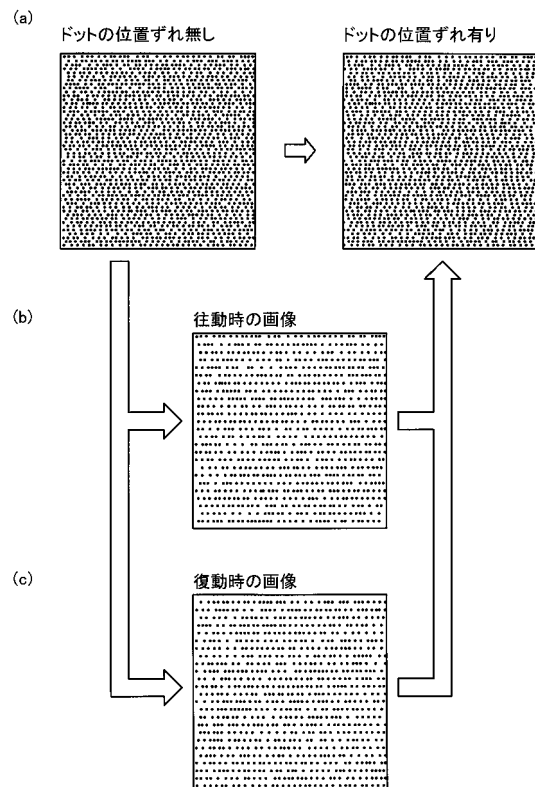
【図12】



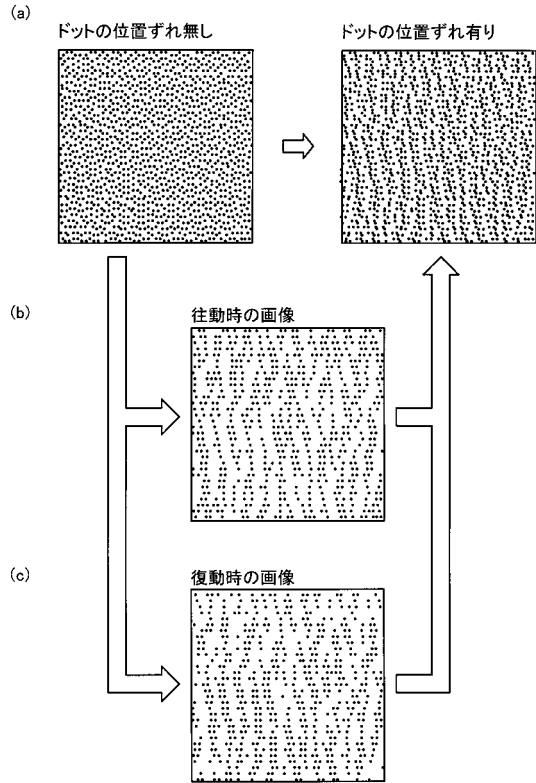
【図13】



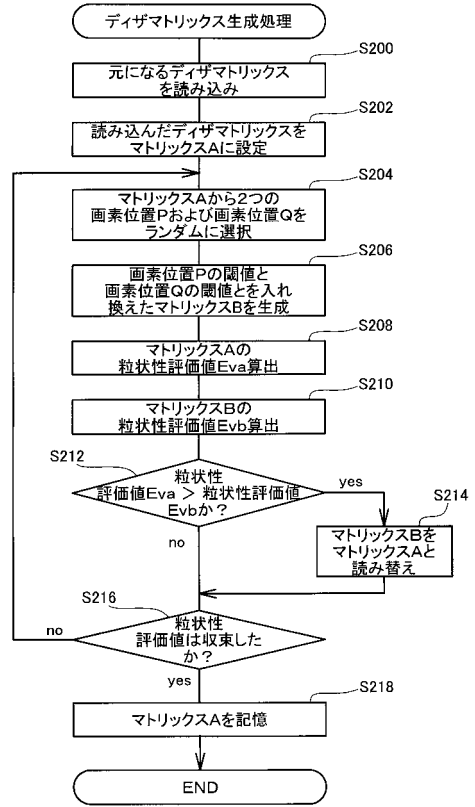
【図14】



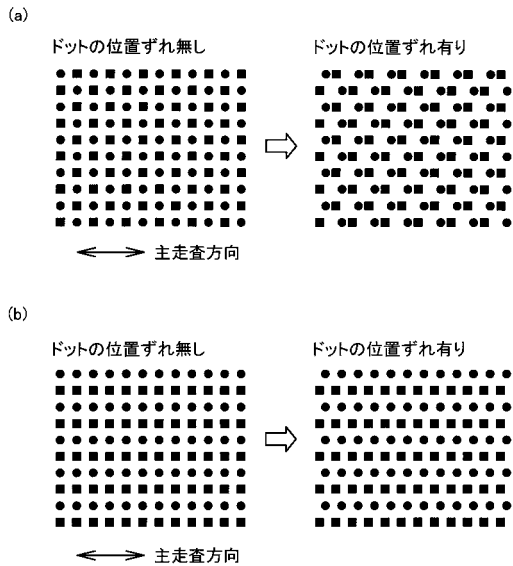
【図15】



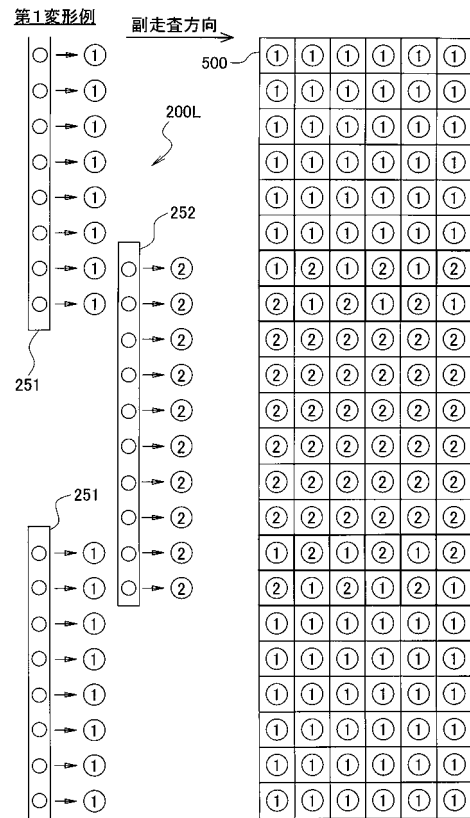
【図16】



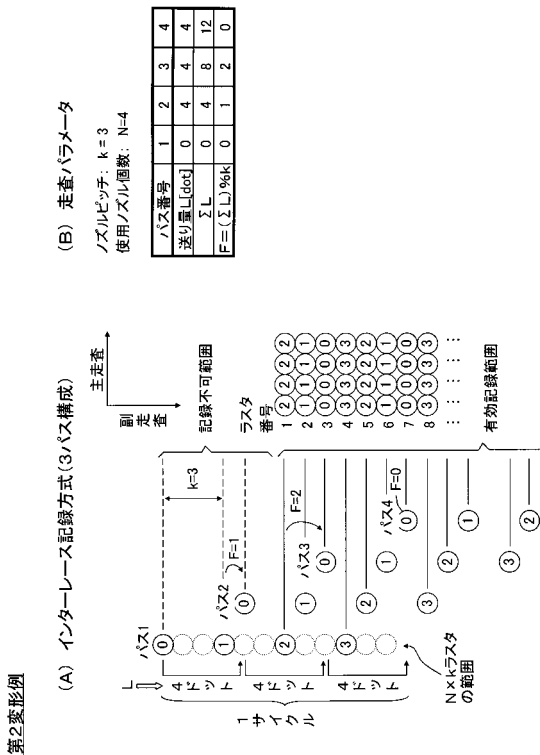
【図17】



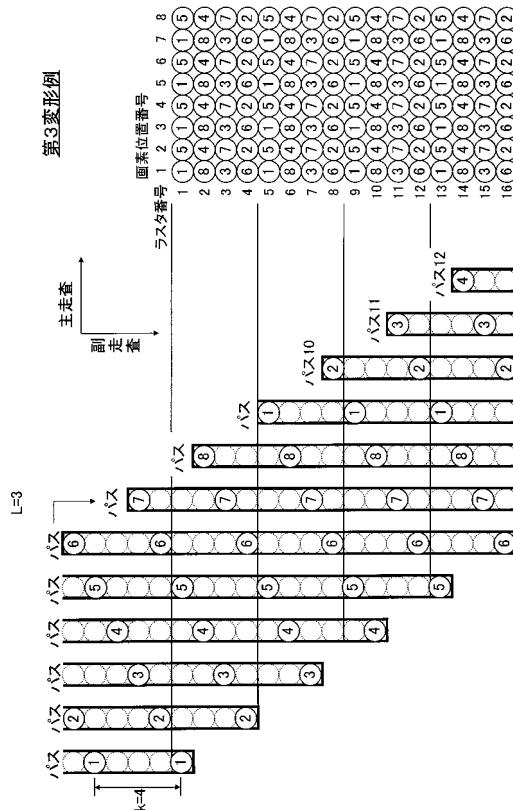
【図18】



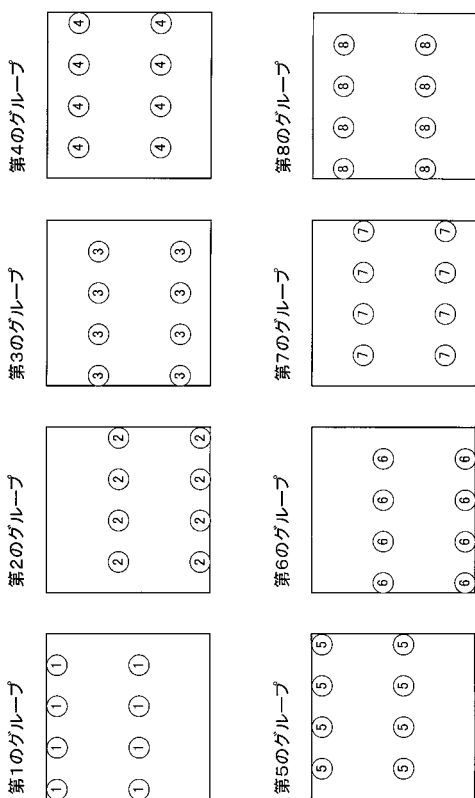
【図 19】



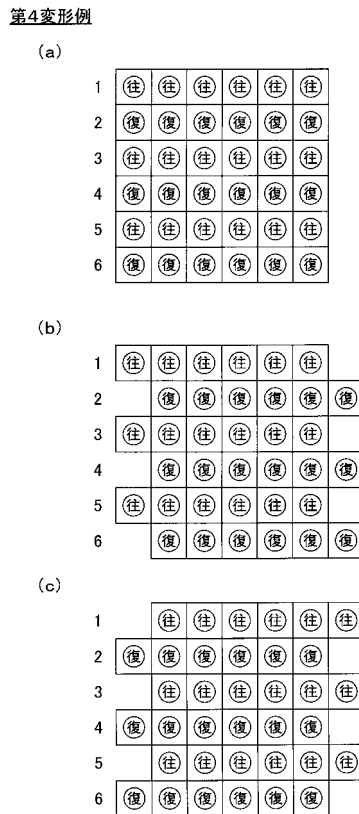
【図 20】



【図 21】



【図 22】



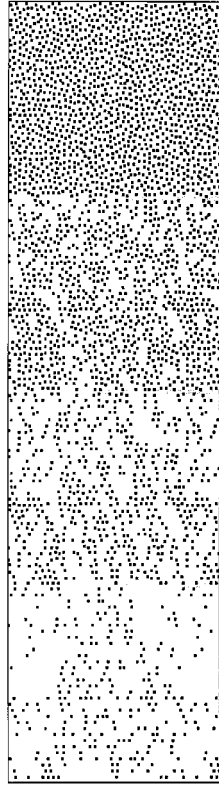
【図 23】

(a) 4個全ての画素グループ  
で形成されたドットパターン

(b) 第1～第3の画素グループ  
で形成されたドットパターン

(c) 第1と第2の画素グループ  
で形成されたドットパターン

(d) 第1の画素グループだけ  
で形成されたドットパターン



---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 4 1 J	2 / 5 2
B 4 1 J	2 / 0 1
B 4 1 J	2 / 2 0 5
H 0 4 N	1 / 2 3
H 0 4 N	1 / 4 0 5