

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6039241号
(P6039241)

(45) 発行日 平成28年12月7日(2016.12.7)

(24) 登録日 平成28年11月11日(2016.11.11)

(51) Int.Cl.

G03G 15/00 (2006.01)

F 1

G03G 15/00 303

請求項の数 6 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2012-117754 (P2012-117754)
 (22) 出願日 平成24年5月23日 (2012.5.23)
 (65) 公開番号 特開2013-246208 (P2013-246208A)
 (43) 公開日 平成25年12月9日 (2013.12.9)
 審査請求日 平成27年5月25日 (2015.5.25)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100126240
 弁理士 阿部 琢磨
 (74) 代理人 100124442
 弁理士 黒岩 創吾
 (72) 発明者 久保 英希
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
 ノン株式会社内
 (72) 発明者 滝川 陽一
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
 ノン株式会社内

審査官 後藤 孝平

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法及びコンピュータプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

周期的に動作するデバイスを用いて画像形成装置に画像を形成させる画像処理装置であつて、

入力画像データに対して、前記画像形成装置における階調再現特性を補正する第一の補正手段と、

前記デバイスに起因する周期的な変動を低減するように、前記入力画像データの階調に応じて前記入力画像データを補正する変動補正量を取得する取得手段と、

前記変動補正量の調整を行うか否かを判断する調整要否判断手段と、

前記調整要否判断手段の結果に基づき、前記階調再現特性が変更された場合に、前記変動補正量を調整する調整手段とを有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記調整された前記変動補正量を用いて、前記入力画像データを補正する第二の補正手段とを有することを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記第一の補正手段は、前記画像形成装置における階調再現特性に基づく階調補正テーブルを用いて、前記画像を補正することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記調整手段は、前記画像形成装置における作像条件の変更に伴って前記階調再現特性

が変更されることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

コンピュータに読み込まれ実行させることで、前記コンピュータを請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載された画像処理装置として機能させることを特徴とするコンピュータプログラム。

【請求項 6】

第一の取得手段と、取得手段と、調整要否判断手段と、調整手段とを有し周期的に動作するデバイスを用いて画像形成装置に画像を形成させる画像処理方法であって、

前記第一の取得手段は、入力画像データに対して、前記画像形成装置における階調再現特性を補正するための階調補正テーブルを取得し、

取得手段は、前記デバイスに起因する周期的な変動を低減するように、前記入力画像データの階調に応じて前記入力画像データを補正する変動補正量を取得し、

調整要否判断手段は、前記変動補正量の調整を行うか否かを判断し、

前記調整手段は、前記調整要否判断手段の結果に基づき、前階調再現特性が変更された場合に、前記変動補正量を調整することを特徴とする画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザ光を用いた電子写真プロセスによる画像形成を行う画像形成装置及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、レーザ光を像担持体上に走査することで画像を形成するレーザビームプリンタや複写機等、いわゆる電子写真方式の画像形成装置が知られている。電子写真方式の画像形成装置においては一般に、帯電、露光、現像、転写、定着、クリーニング等の複数のプロセスを経て画像を形成する。

【0003】

ここで、一般的な電子写真プロセスについて説明する。まず帯電手段が、像担持体である感光体を一様に帯電させた後、露光手段が感光体に画像信号に応じたレーザ光を露光し、感光体上に静電潜像を形成する。このときレーザ光が走査する方向を主走査方向といい、この主走査方向と直行する副走査方向に順次感光体を回転させながら、静電潜像を形成する。その後、現像手段が感光体上の静電潜像を現像し、感光体上にトナー像を形成する。その際、現像手段がトナーを帯電させた後、略等速度で回転する現像ローラーを用いて感光体へトナーを供給し、このトナーを静電潜像に付着させてトナー像を形成する。そして、感光体上のトナー像を記録媒体上に転写し、定着することで画像を形成する。なお、感光体上に残った転写残トナーはクリーニング手段により回収される。

【0004】

従来の電子写真方式の画像形成装置では、環境（温度や湿度など）やトナーの物性（帯電量や粘度など）が経時的に変化するため、階調再現特性が変化する。こうした階調再現特性の変化を抑制するため、入力画像の階調と出力画像の階調を一致するように、ルックアップテーブル（以降、LUTと記述）の補正や、露光時のレーザーパワーの調整が頻繁に行われる。

【0005】

一方、このような画像形成装置では、各種の原因によって形成された画像に濃淡による横縞（以下、バンディングと記述する）が発生し、画像の品質を著しく損なうという問題があった。

【0006】

例えば、感光体の回転速度が変動することによって、露光手段が感光体上を主走査する間隔（以下、走査間隔と記述する）にバラツキが生じ、バンディングが発生する。感光体の回転速度が高いときは走査間隔が大きくなるため、単位面積当たりの露光量が少なくな

10

20

30

40

50

る。従って、このとき形成された画像は、本来形成したい画像の濃度よりも薄くなる。また感光体の回転速度が低いときは走査間隔が小さくなるため、単位面積当たりの露光量が多くなる。従ってこのとき形成された画像は、本来形成したい画像の濃度よりも濃くなる。

【0007】

また別の例として、現像ローラーの回転速度が変動することによって、バンディングが発生する場合もある。現像ローラーの回転速度が低いと、供給されるトナーが少なくなる。その結果、静電潜像に付着するトナーも少くなり、形成される画像は本来形成したい画像の濃度よりも薄くなる。また、現像ローラーの回転速度が高いと、供給されるトナーが多くなる。その結果、静電潜像に付着するトナーも多くなり、形成される画像は本来形成したい画像の濃度よりも濃くなる。

【0008】

そこで、中間転写ベルト上に形成した画像の読み取り結果に基づいて、露光量を補正する方法が開示されている。（特許文献1）

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2007-140402号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

前述の通り、階調再現特性が変化してしまうことがあり、特許文献1に開示された方法では適切なバンディングの補正量を維持できない場合がある。

そこで本発明は、画像形成装置の階調再現特性の変化を勘案し、周期性を持ったモジュールに起因するバンディングを階調に応じて好適に抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するために本発明は、周期的に動作するデバイスを用いて画像形成装置に画像を形成させる画像処理装置であって、入力画像データに対して、前記画像形成装置における階調再現特性を補正する第一の補正手段と、前記デバイスに起因する周期的な変動を低減するように、前記入力画像データの階調に応じて前記入力画像データを補正する変動補正量を取得する取得手段と、前記変動補正量の調整を行うか否かを判断する調整要否判断手段と、前記調整要否判断手段の結果に基づき、前記階調再現特性が変更された場合に、前記変動補正量を調整する調整手段とを有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

以上本発明によれば、画像形成装置における階調再現特性の変化を勘案し、周期性を持ったモジュールに起因するバンディングを階調に応じて好適に抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】画像形成装置の構成を示すブロック図

【図2】現像ローラーの回転軸のずれを示す模式図

【図3】バンディング補正処理に関わる構成を示すブロック図

【図4】バンディング特性算出処理、補正画像生成処理、バンディング波形調整処理のフロー図

【図5】形成するパッチの模式図

【図6】バンディング特性算出処理における濃度信号を示す模式図

【図7】画像形成装置における露光量と出力画像濃度の関係を示す模式図

【図8】各モジュールのバンディング波形を示す図

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【0014】

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

【実施例1】

【0015】

図1は、本実施例に示す画像形成装置の構成図である。図1に示す画像形成装置は、エンジン10とコントローラ11からなる。エンジン10は、中間転写ベルト101に沿って、中間転写ベルト101回転方向R1の上流から、CMYK各色の画像形成部100a、100b、100c、100d、濃度センサ120、二次転写装置102、中間転写ベルトクリーニング装置104を有する。また、二次転写装置102の下流側には、定着装置103が配置されている。

【0016】

シアン(C)、マゼンタ(M)、イエロー(Y)、ブラック(K)各色の画像形成部100a、100b、100c、100dは、同様の処理を行う。画像形成部100aは、感光体ドラム1001a、帯電装置1002a、露光装置1003a、現像装置1004a、一次転写装置1005a、クリーニング装置1006a、回転位相取得部121aを有する。画像形成部100b、100c、100dについても同様である。

【0017】

以下に、画像形成装置の動作を詳細に説明する。

【0018】

まず、画像形成装置が行う画像形成処理について説明する。

【0019】

画像形成部100a、100b、100c、100dは、各色トナーを使用してそれぞれの感光体上にトナー像を形成し、中間転写ベルト101に順次一次転写する。画像形成装置で用いられるトナーは一般に、CMYKの4色である。本実施例では、画像形成部100aはCトナー、画像形成部100bはMトナー、画像形成部100cはYトナー、画像形成部100dはKトナーを使用する。なお、画像形成部及び使用する色は4種類に限らない。例えば、淡トナーやクリアトナーがあってもよい。また、各色の画像形成部の順番も本実施例に限定されるものではなく、任意でよい。

【0020】

トナー像形成は、画像形成部100a、100b、100c、100dの順に一定時間ずつタイミングをずらし、並行して実施される。

【0021】

まず、画像形成部100aが有する感光体ドラム1001aは、外周面に帯電極性が負極性である有機光導電体層を有し、矢印R3方向に回転する。

【0022】

(帯電)

帯電装置1002aは、負極性の電圧を印加され、感光体ドラム1001aの表面に帯電粒子を照射することにより、感光体ドラム1001aの表面を一様な負極性の電位に帯電する。帯電された感光体ドラム1001aは、矢印R3方向に回転する。

【0023】

(露光)

露光装置1003aは、コントローラから取得する制御信号にもとづいてレーザ光を駆動し、感光体ドラム1001a上にレーザ光を走査する。これにより、帯電した感光体ドラム1001aの表面に静電潜像を形成する。

【0024】

(現像)

現像装置1004aは、略等速度で回転する現像ローラーを用いて、負極性に帯電させたトナーを感光体ドラム1001aへ供給する。これにより、感光体ドラム1001a上

10

20

30

40

50

の静電潜像にトナーを付着させ、静電潜像を反転現像する。

【0025】

(一次転写)

一次転写装置1005aは、正極性の電荷を印加された転写ローラーを用いて、負極性に帯電している感光体ドラム1001a上に担持されたトナー像を中間転写ベルト101へ一次転写する。

【0026】

(クリーニング)

クリーニング装置1006aは、一次転写装置1005aを通過した感光体ドラム1001a上に残留した残トナー像を除去する。

10

【0027】

ここまででは、Cの画像形成部100aについて説明したが、画像形成部100b、100c、100dについても同様である。カラー画像を形成する場合、これまでの帯電、露光、現像、一時転写、クリーニングの各工程は、各色の画像形成部100a、100b、100c、100dにおいて順次進められる。その結果、中間手転写ベルト上には、4色のトナー像が重なった画像が形成される。

【0028】

(二次転写)

二次転写装置102は、中間転写ベルト101に担持されたトナー像を、矢印R2方向に移動する記録媒体Pへ二次転写する。

20

【0029】

(定着)

定着装置103は、トナー像を二次転写された記録媒体Pに加圧加熱などの処理を施し、画像を定着させる。

【0030】

(ベルトクリーニング)

中間転写ベルトクリーニング装置104は、二次転写装置102を通過した中間転写ベルト101上に残留した残トナーを除去する。

【0031】

以上、画像形成処理について説明した。

30

【0032】

以上のような電子写真方式を用いて画像を形成する画像形成装置では、各種の原因によってバンディングが発生する。以下に、露光時、現像時、一次転写時に発生するバンディングについて例を示す。なお、各画像形成部と各画像形成部が有する構成に付随する符号a、b、c、dは省略する。例えば、画像形成部100は、画像形成部100a、100b、100c、100dを示す。

【0033】

露光時に発生するバンディングの原因として、感光体ドラム1001の回転速度の変動が挙げられる。感光体ドラムの回転速度が高いときは走査間隔が大きくなるため、単位面積当たりの露光量が少なくなる。従って、このとき形成された画像は、本来形成したい画像の濃度よりも薄くなる。また、感光体ドラムの回転速度が低いときは走査間隔が小さくなるため、単位面積当たりの露光量が多くなる。従って、このとき形成された画像は、本来形成したい画像の濃度よりも濃くなる。

40

【0034】

現像時に発生するバンディングの原因として、現像ローラーの回転軸のずれと回転速度変動が挙げられる。現像処理において、現像装置1004が感光体ドラム1001との間で現像が行われる領域(接触現像の場合は現像ニップ、非接触現像の場合は現像ギャップ)へ供給するトナー量は、単位時間当たりに一定となることが望ましい。そのため一般に、現像ローラーは断面が真円の円柱であって、2つの底面の重心を通る直線を軸にして等速回転するように制御される。ところが、現像ローラーにおける各原因によってトナーの

50

供給量が変動してしまうことがある。図2は現像ローラーの回転軸のずれを示す模式図である。図2(a)は現像ローラー表面と感光体表面が遠い状態を示し、図2(b)は現像ローラー表面と感光体表面が近い状態を示す。現像ローラーの回転軸にずれがある場合、図2(a)の状態と図2(b)の状態とが、現像ローラーの回転周期に同期して交互に繰り返される。すると、現像領域に供給されるトナーの量は、前者では少なくなり、後者では多くなる。また、現像ローラーを駆動するモータの速度むらや、現像ローラーとモータを連結するギアの不良などによって回転速度変動が生じた場合、現像領域に供給されるトナーの量は、現像ローラーの回転速度が高い時には多くなり、低い時には少なくなる。この様に現像領域へのトナー供給量が変わることで、現像効率が変化し、画像の濃淡が発生し、バンディングを生じる。

10

【0035】

一次転写時に発生するバンディングの原因として、転写ローラーの回転軸のずれと表面の硬さの不均一性が挙げられる。転写処理において、転写ローラーの回転軸のずれがある場合、感光体ドラムと転写装置間の圧力が変わるために、転写されるトナー像のつぶれ方が変わり、画像の濃淡を発生させる。また、転写ローラーの表面の硬さが不均一であった場合、感光体ドラムと転写装置の接触面積が転写ローラーのつぶれ方により変化する。この際にも、転写効率が変化し、バンディングが発生する。

【0036】

以上、露光時、現像時、一時転写時に発生するバンディングについて例を示したが、これら以外にもバンディングの要因となりうる周期性を持ったデバイスが各所に存在する。

20

【0037】

本実施例では、感光体ドラム、現像ローラー、転写ローラーの回転周期に同期して発生するバンディングに対してバンディング補正処理を行う。その際、入力画像データの階調によりバンディングの特性が異なるため、階調に応じた補正処理を行う。また、階調毎のバンディング特性は、モジュールにより異なるため、モジュールに応じた補正処理を行う。

【0038】

以下に、バンディング補正処理をについて説明する。図3は、バンディング補正処理を行う構成を示したブロック図である。

【0039】

30

濃度センサ120は、画像形成部100a、100b、100c、100dを通過して中間転写ベルト101上に一次転写されたトナー像の濃度を検出する。検出した濃度は、バンディング波形算出部1101へ出力する。

【0040】

回転位相取得部121a、121b、121c、121dは、各モジュールの回転位相を取得する。ここで、各モジュールは、感光体ドラム1001a、1001b、1001c、1001d、現像装置1004a、1004b、1004c、1004dそれぞれが有する現像ローラー、一次転写装置1005a、1005b、1005c、1005dそれぞれが有する転写ローラーである。回転位相取得部121は、各モジュールの回転位相をバンディング波形算出部1101とバンディング補正部112に出力する。

40

【0041】

バンディング波形算出部1101は、濃度センサ120から取得するトナー像の濃度と回転位相取得部121から取得する回転位相に基づいて、各モジュールに起因した複数階調におけるバンディング波形を算出する。バンディング波形算出部1101は、算出した各モジュールに起因する複数の階調におけるバンディング波形をバンディング特性格納部1102へ出力する。

【0042】

バンディング特性格納部1102はバンディング波形算出部1101から各モジュールによって発生した複数階調のバンディング波形を受け取り、格納する。

【0043】

50

バンディング特性調整部 1103 は、画像形成装置における LUT が変更された場合、バンディング特性格納部 1102 に格納されているモジュールごとの複数階調のバンディング波形を調整する。

【0044】

画像入力部 111 は、外部から入力画像データを受け取り、YMC K 各色の色画像データを生成し、バンディング補正部 112 に出力する。

【0045】

バンディング補正部 112 は、回転位相取得部 121 から取得した各モジュールの回転位相に基づいて画像入力部 111 から取得した各色の色画像データを補正する。各色画像データの補正には、バンディング特性格納部 1102 から取得した各モジュールの複数階調に応じたバンディング波形を用いる。バンディング補正部 112 は、各色画像データを補正し、補正した画像データ（以下、補正後画像データ）を階調補正部 113 に出力する。

【0046】

階調補正部 113 は、バンディング補正部 112 から各色の補正後画像データを受け取り、ルックアップテーブル（以下、LUT）を用いて階調補正を行う。階調補正部 113 は、各色の階調補正した画像データ（階調補正後画像データ）をハーフトーン処理部 114 へ出力する。この際、階調補正は、入力される画像データと画像形成装置から出力される画像濃度が線形な関係になるように補正する。

【0047】

ハーフトーン処理部 114 は、階調補正部 113 から各色の階調補正後画像データに対してハーフトーン処理を施し、画像形成装置 113 が出力可能なハーフトーン画像データを生成する。ハーフトーン処理部 114 は生成したハーフトーン画像データを画像形成制御部 115 へ出力する。

【0048】

画像形成制御部 115 は、ハーフトーン処理部 114 から受け取ったハーフトーン画像データに基づいてエンジン 10 へ制御信号を出力し、画像形成処理を行う。

【0049】

以下に、バンディング補正処理について詳細に説明する。本実施例が行うバンディング補正処理は、バンディング特性算出処理と、補正画像データ生成処理の 2 つからなる。

【0050】

バンディング特性算出処理

図 4 (a) は、バンディング特性算出処理のフローを示す図である。バンディング特性算出処理は、画像形成部 100a、100b、100c、100d それぞれに対して実施する。これまでと同様に、各構成に付随する符号 a、b、c、d は省略する。例えば、画像形成部 100 は、画像形成部 100a、100b、100c、100d を示す。

【0051】

ステップ S401 において、パッチ形成処理を行う。

【0052】

図 5 (a) は、パッチ形成および読み取りの模式図である。パッチ形成処理は、前述の画像形成処理と同様に画像形成部 100 が形成したトナー像を中間転写ベルト 101 へ一次転写することで実施される。形成されるパッチは、複数の階調を表す均一な画像であり、副走査方向の長さは各モジュールの周期より充分に長くなるよう設計されている。なお、主走査方向の長さに関しては、後述のステップ S402 で用いる濃度センサ 120 で検知するのに足りる長さであればよい。

【0053】

また、パッチ形成処理と並行して、回転位相取得部 121 は、パッチ形成開始から各モジュールの回転位相 p_h を取得し、バンディング波形算出部 1101 へ出力する。回転位相の取得は、各モジュールに設置したロータリーエンコーダを用いる方法や、特定の回転角で信号を出力するホームポジションセンサと駆動時間から算出する方法などを用いる。

10

20

30

40

50

【0054】

ステップS401におけるパッチ形成処理、および、S402後述のパッチ読み取り処理、バンディング波形算出処理S403は、階調毎に行われる。ここで、処理の行われる複数の階調は、画像形成装置のダイナミックレンジ（出力可能な濃度域）に対して、なるべく均等に設定されていることが望ましい。また、階調数は、多いほど階調毎のバンディング特性の違いを精度良く検出できるが、許容されるパッチ数や要求精度を鑑み、適切に設定すればよい。一般的には、3～20階調程度が適當と思われる。

【0055】

ステップS402において、パッチ読み取り処理を行う。

【0056】

濃度センサ120は、ステップS401において中間転写ベルト101上に転写されたパッチの各位置yの濃度ODを検出し、バンディング波形算出部1101に出力する。

10

【0057】

ステップS403において、各モジュールのバンディング波形算出処理を行う。

【0058】

バンディング波形算出部1101は、濃度センサ120から取得した濃度信号OD(y)と回転位相取得部121から取得した各モジュールの回転位相phから、各モジュールのバンディング波形OD(ph)を算出する。図6(a)はステップS402において各パッチ位置で検出された濃度信号OD(y)の一例である。図6(a)が示すグラフの縦軸は濃度信号ODを示し、横軸はパッチの測定位置を示している。ここでは、説明を簡易にするため、パッチ位置0mmで各モジュールの回転位相が0である例を示す。図6(a)の濃度信号OD(y)は、平均濃度が0.6であり、感光体ドラム、現像ローラー、転写ローラーに起因する濃度変動ODが重畠した結果である。

20

【0059】

バンディング波形算出部1101は、図6(a)が示し濃度信号OD(y)に基づいて、各モジュールに起因したバンディング波形を算出する。つまり、本実施例では3つのバンディング波形が得られる。バンディング波形の算出方法について、感光体ドラムに起因するバンディング波形を例に説明する。バンディング波形算出部1101はまず、感光体ドラムの回転周期である70mm毎に濃度信号OD(y)を切り出す。ここでは、濃度センサ120により350mm分のパッチ測定結果があるので、感光体ドラムの周期70mmで濃度信号OD(y)を切り出すと、5つの波形が得られる。そして、切り出された5つの濃度信号ODn(ph)(n=1, 2, 3, 4, 5)の平均化を行う。この際、パッチ測定位置0は、感光体ドラムの回転位相ph0と対応づけられており、回転位相phの0から2の区間を切り出している。切り出した5つの波形を式(1)のように平均化し、濃度信号ODave(ph)を得る。

30

【0060】

【数1】

$$OD_{ave}(ph) = \sum_n OD_n(ph) \quad 式(1)$$

40

【0061】

図6(b)は、図6(a)が示す濃度信号OD(y)を切り出して得られる5つの濃度信号ODn(ph)(n=1, 2, 3, 4, 5)と、5つの波形を平均化して得られる濃度信号ODave(ph)を示す。切り出された個々の濃度信号ODn(ph)は、感光体ドラムとは異なる周期をもつ他のモジュールによる影響を受けているため、それぞれ異なる波形をしている。そこで5つの波形を平均化することにより、他のモジュールによる影響を相殺し、感光体ドラムに起因する濃度変動とほぼ同じ波形を抽出することができる。なお、感光体ドラム5周期分の信号を平均化する例を示したが、パッチサイズおよび平均化に用いる信号数は、許容されるパッチサイズおよび所望のバンディング波形算出の精

50

度を鑑みて設定すれば良い。

【0062】

さらに、バンディング波形算出部1101は、濃度信号ODave(ph)の傾き補正処理を行う。濃度信号ODave(ph)の始点(位相が0)の値と終点(位相が2、感光体ドラムの場合70mm)の値を結ぶ直線の傾きを求め、傾きが0になるように式(2)の通りに濃度信号ODave(ph)を補正し、濃度信号OD'(ph)を算出する。

【0063】

【数2】

$$OD' (ph) = ODave(ph) - (ODave(2\pi) - ODave(0)) \cdot ph / 2\pi \quad 10$$

・・式(2)

【0064】

後述する補正画像形成処理では、バンディング波形を繰り返し繋げて用いるため、傾き補正処理を行い、バンディング波形の始点と終点の間に連続性を確保することが好ましい。さらに、バンディング波形算出部1101は、式(3)の通りに傾き補正した濃度信号OD'(ph)の平均濃度を0にし、パッチ測定した階調におけるバンディング波形OD(ph)を算出する。

【0065】

【数3】

20

$$\Delta OD(ph) = OD'(ph) - \text{mean}(OD'(ph)) \quad \text{式(3)}$$

【0066】

ここで、mean(OD'(ph))は濃度信号OD'(ph)の平均濃度を表わす。以上の手順により、感光体ドラムに起因するバンディング波形を算出できる。

【0067】

バンディング波形算出部1101は、感光体ドラムに続き、現像ローラー、転写ローラーそれに起因するバンディング波形を算出する。現像ローラーの周期は40mm、転写ローラーの周期は30mmである。感光体ドラムの場合と同様に、図6(a)が示す濃度信号OD(y)に基づき、各周期で切り出した複数の波形を平均化し、平均化によって算出された濃度信号ODave(ph)からモジュールごとのバンディング波形OD(ph)を算出する。そして、バンディング波形算出部1101は、各モジュールに対応するバンディング波形OD(ph)を階調特性算出部1102に出力する。なお、各モジュールに対応するバンディング波形を算出する順序は任意で良い。また、本実施例では、説明を平易にするためモジュール回転周期と同周期の正弦波に近い波形を例に挙げたが、これに限らず、周期毎に繰り返している成分があればランダムな波形でも適用可能である。

30

【0068】

以上、ステップS403においてバンディング波形算出部1101は、ステップS402において濃度センサ120が階調毎に読み取った一つのパッチ画像から、各モジュールに起因しているバンディングをそれぞれ分離し、各モジュールのバンディング波形を算出する。

40

【0069】

ここで、各モジュールによって異なるバンディング波形の階調特性について説明する。

【0070】

図6(c)は、モジュールごとに階調と最大濃度変動量の相関を示している。この例において、感光体ドラム周期の最大濃度変動量は、濃度0.9付近で最も高く、低濃度側、高濃度側になるにしたがって振幅値は減少する。一方、現像ローラー周期の最大濃度変動量は、高濃度側で最大となり、平均濃度が下がるに従い振幅値は減少する。転写ローラー

50

周期の最大濃度変動量は、濃度 0 . 3 付近で最大となり、そこから離れるに従い振幅値が減少する。このようにモジュール毎に異なる階調特性には、以下の理由が考えられる。

【 0 0 7 1 】

まず感光体ドラムの場合、感光体ドラムの速度変動は露光時の露光量密度と強く関連している。感光体ドラムの回転速度が速ければ、露光量は少くなり、感光体ドラムの回転速度が遅ければ、露光量は多くなる。図 7 (a) は、電子写真方式の画像形成装置における露光量と出力画像濃度の相関を示している。図 7 (a) からわかるように通常、電子写真方式の画像形成装置では、露光量と濃度の関係が非線形である。高濃度、低濃度側の領域では、露光量の変動に対して濃度変動が少なく、中濃度では、露光量の変動に対して濃度変動が大きい。つまり、感光体ドラムの速度変動により露光量変動が起こった場合、中濃度ほど最大濃度変動量が大きくなると考えられる。バンディング振幅値は、の傾きが少なければ低く、の傾きが大きければ大きくなる。

【 0 0 7 2 】

なお、入力画像信号と線形に露光量を設定すると、入力画像信号と出力画像濃度が線形な関係にならない。このため、階調補正部 113 は、図 7 (b) に示すような露光量と濃度の関係の逆特性を持った階調補正を行う。画像形成装置は、階調補正された信号に線形な露光量で画像形成を行うため、入力される画像データと画像形成装置から出力される画像濃度は線形な関係になる。

【 0 0 7 3 】

本実施例において、現像ローラーの回転速度の変動は、現像領域へのトナーの供給量と強く関係している。前述の通り、現像ローラーの回転速度が高いと、供給されるトナー量が多くなり、現像ローラーの回転速度が遅いと、供給されるトナー量が少なくなる。感光体ドラムに現像されるトナー量は、低濃度の画像では少なく、高濃度の画像では多い。低濃度の画像を現像する際には、現像領域へ供給されるトナー量が増減しても、現像に充分なトナー量が供給されていれば、現像されるトナー量への影響は少ない。このため、低濃度では現像ローラーの回転速度の変動が起きてても、バンディング波形の振幅も低くなる。一方、高濃度の画像を現像する際には、現像領域へ供給されるトナー量が減少してしまうと、現像に必要なトナー量が不足してしまう。従って現像ローラーの回転速度の変動の影響をうけやすく、高濃度では現像ローラーの回転速度変動に起因するバンディングの最大濃度変動量が大きくなってしまう。

【 0 0 7 4 】

本実施例において、転写ローラーの回転速度の変動はトナーのつぶれと強く関係している。転写ローラーの回転速度が遅くなるとトナーはつぶれやすく、早いとトナーはつぶれにくい。低中濃度の領域では、ドット間に距離があり、非ドット部の面積が大きい。このため、トナーがつぶれるとドット部と非ドット部の面積比率が変わり、濃度が大きく変化する。しかし、高濃度の領域では、非ドット部が少ない。よって高濃度の領域では、主にトナーの厚みによって濃度が変わるので、ドットのつぶれによる画像濃度への影響が少ない。

【 0 0 7 5 】

上述のように、各モジュールにおける濃度変動が与える影響は、形成する画像の濃度(階調)によって異なるため、それぞれのバンディング波形はいずれも階調に依存する。そこで、バンディング特性算出処理では、各モジュールの回転位相と階調に応じて発生するバンディングの特性を算出する。

【 0 0 7 6 】

補正画像データ生成処理

次に、補正画像データ生成処理を行う。図 4 (b) は、補正画像データ生成処理のフローを示す図である。

【 0 0 7 7 】

ステップ S501において、画像データ入力処理を行う。まず、画像データ入力部 111 は、外部から入力画像データを受け取る。次に画像入力部 111 は、受け取った入力画

10

20

30

40

50

像データをもとに画像形成装置が持つ各色材色に対応する画像データ $I(x, y)$ を生成する。ここで、 x は画像データの主走査方向の位置、 y は副走査方向の位置である。また、以降の説明を簡易にするため、画像データ I は、所望の濃度値であるものとする。

【0078】

後述するバンディング補正処理 S 502 と階調補正処理 S 503 とハーフトーン画像生成処理 S 504 は、ここで生成された各色の画像データ $I(x, y)$ それぞれに対して行う。

【0079】

ステップ S 502 において、バンディング補正処理を行う。バンディング補正部 112 は、ステップ S 501 において生成された各色の画像データ $I(x, y)$ のうち、バンディング補正処理が未実施のものを 1 つ選択し、選択した画像データ $I(x, y)$ に対するバンディング補正処理を行う。まず、バンディング補正部 112 は、選択した画像データ $I(x, y)$ において、副走査位置 y の等しい画素群（以下、ラインと記述する）ごとに、回転位相取得部 121 から各モジュールにおける現在の回転位相を取得する。次に、形成する画像の処理対象ラインが現像される時点の各モジュールの回転位相 $p_h(y)$ を算出する。処理対象ラインが現像される時点の各モジュールにおける回転位相 $p_h(y)$ は、各モジュールの周期と現在の回転位相と、画像が形成されるまでの時間から容易に算出可能である。ラインごとの処理を副走査方向の画素数分繰り返す。次に、バンディング補正部 112 は、バンディング特性格納部 1102 から取得した各モジュールのバンディング特性 $OD(p_h, OD_{mean})$ を参照し、算出した各モジュールの回転位相 $p_h(y)$ と画素 $I(x, y)$ の階調に基づいて、式(5)の通りに画素ごとに補正する。全ての画素に対して補正を行った後、バンディング補正部 112 は補正後画像データを出力する。

【0080】

【数4】

$$O(x, y) = I(x, y) - \sum_m \Delta OD_m(p_h(y), I(x, y)) \quad \text{式 (4)}$$

【0081】

ここで m は、モジュールの識別番号である。画像データ $I(x, y)$ は、位置 (x, y) での濃度値である。実際に画像を形成する際には、各モジュールによって発生する濃度変動 OD が重畠する。各モジュールに起因するバンディング OD は、各モジュールにおけるバンディング特性 $OD(p_h, OD_{mean})$ を参照し、各モジュールの回転位相 $p_h(y)$ と所望の濃度値 $I(x, y)$ から予測可能である。なお、バンディング特性格納部 1102 に格納されている各モジュールのバンディング特性 $OD(p_h, OD_{mean})$ は離散値であるため、式(4)で用いる際には最近傍のデータを用いる、もしくは、線形補完等の処理を加える等すればよい。

【0082】

図 6 (d) は、各モジュールが図 6 (c) の特性をもった画像形成装置において、平均濃度 0.3、0.6、1.2 のパッチを出力した場合の濃度変動の例である。濃度 0.6 を目標とした濃度変動は、感光体ドラム、現像ローラー、転写ローラーそれぞれの周期の振幅 0.03 の正弦波が重畠している。濃度 1.2 では、現像ローラーに起因するバンディングが強くなるため、主に 40mm 周期の変動が大きく観察される。濃度 0.3 では、転写ローラーの変動が強くなる。このように、バンディング特性格納部 1102 に格納されているバンディング特性 $OD(p_h, OD_{mean})$ を用いることで、入力画像の階調に応じて発生するバンディングの特性の違いを予測することができる。このため、全モジュールの濃度変動 OD を積算し、予め画像データ I から減算しておく。これにより、画像形成処理で発生するバンディングを相殺し、バンディングによる画像の劣化を低減することができる。

【0083】

10

20

30

40

50

ステップ S 503において、階調補正処理を行う。階調補正部 113は、前述のように、入力画像データと画像形成装置から出力される画像濃度が線形になるように、補正画像データOに階調補正を施し、階調補正された画像データO'（階調補正後画像データ）を生成する。

【0084】

ステップ S 504において、ハーフトーン処理を行う。ハーフトーン処理部は、階調補正後画像データO'にハーフトーン処理を施す。

【0085】

以上のステップ S 502から S 504の処理を、各色の画像データ全てに対して終え、補正画像データ生成処理を終了する。

10

【0086】

生成された補正画像データは、画像形成制御部 115へ出力され画像形成が行われる。

【0087】

以上説明したように、本実施例によれば、各モジュールの回転位相と形成する画像濃度に応じて発生するバンディングの特性を算出し、算出されたバンディング特性に基づいて入力画像にバンディング補正処理を行う。これにより、複数のモジュールに起因する複数階調のバンディングを好適に抑制することができる。

【0088】

バンディング波形調整処理

次に、バンディング特性調整部 1103が行うバンディング波形調整処理について説明する。画像形成装置では、温度、湿度等の環境変化や経時変化に対応するため、諸所の作像条件、例えば、感光体ドラムの帯電電圧、現像ローラーの現像バイアス、レーザーパワー等を制御する。こうした作像条件の変更に伴い、画像形成装置の階調再現特性は当然変化する。一般に、このような階調再現特性の変化を吸収するため、階調補正部 113で用いる LUTは変更される。

20

【0089】

LUTの変更は、公知の方法である。例えば、図 5 (b) に示すように再度複数階調のパッチ測定を行い、LUTを再生成する方法がある。あるいは、特定の階調のパッチ測定した結果から、任意の値に対しては線形補完等の方法によって LUTを修正する場合もある。なお、前述の作像条件の変更以外にも階調再現特性が変化する場合がある。例えば、トナーの搅拌によるトナー帯電量、粘度等の変化に起因するものなどである。こうした場合にも、図 5 (c) に示すように通常の画像形成処理中の画像間に特定のパッチ画像の形成・測定を行う等して、所定のタイミングで LUTの調整を行う場合がある。

30

【0090】

バンディング波形調整処理は、階調補正部 113における LUTが変更された際に行われる。図 7 (c) および図 7 (d) は、露光量の変動と出力濃度の関係を示す模式図である。図 7 (c) に示す例は、露光量 E に対して出力濃度 OD が線形な関係になっている。ここで、目標となる露光量 E の全領域に対して、ある回転位相で変動 E が加わると、出力濃度変動 OD は、 $OD = k \cdot E$ となる。ここで k は、露光量 E と出力濃度 OD の関係を示す直線の傾きを表わす。この状態においてパッチ測定された画像に基づいてバンディング特性を算出した場合、上記の特性を反映した OD がバンディング特性格納部 1102に格納されることになる。しかし、画像形成装置の階調特性が変化し、階調補正部 113に用いられる LUTが変更された場合、図 7 (d) に示すように同量の変動 E が発生していても出力濃度変動 $OD = k \cdot E$ とならない。

40

【0091】

感光体ドラムの回転速度の変動による露光量変動 E は、階調特性の変動と比較すると変化が少ない。このため、LUTの変更に伴ってバンディング特性格納部 1102に格納されている感光体ドラムのバンディング特性 OD を調整しなければ、適切なバンディング補正を行うことができない。

【0092】

50

一方、現像ローラーの回転速度の変動は現像領域へのトナーの供給量へ影響するので、消費されるトナー量が同じであれば、LUT変更の影響は受けない。同様に、転写ローラーの回転速度の変動は現像後のトナー像の形状に影響するため、LUT変更の影響は受けない。

【0093】

従って、本実施例では、LUTが変更された場合、感光体ドラムに起因するバンディングを調整対象とし、現像ローラーおよび転写ローラーに起因するバンディングを調整対象としない。これらの判断は、モジュールに起因するバンディングの発生メカニズムに依存するため、予めモジュール毎に設定された調整要否フラグに基づき行われる。

【0094】

図4(c)は、バンディング波形調整処理のフローを示す図である。バンディング波形調整処理はバンディング特性格納部1102に格納されている各モジュールのバンディング特性OD(ph, ODmean)に対して行われる。

【0095】

ステップS701において、バンディング特性調整部1103は、バンディング特性格納部1102に格納されているデータが、調整対象となるモジュールか否かを判断する。本実施例では、感光体ドラムが調整対象となる。

【0096】

ステップS702において、バンディング特性調整部1103は、LUTが変更される前後の作像条件を取得する。ステップS701で調整対象である感光体ドラムにおいては、階調補正部113から変更前のLUT:LUTn-1と変更後のLUT:LUTnを取得する。

【0097】

ステップS703において、バンディング特性調整部1103は、バンディング特性格納部1102に格納されている調整対象である感光体ドラムのバンディング特性OD(ph, ODmean)を取得する。

【0098】

ステップS704において、ステップS702で取得した変更前後の作像条件とステップS703で取得したバンディング特性OD(ph, ODmean)から、濃度変動の直接的な要因となる物理量を算出する。感光体ドラムにおいては、露光量E(ph)を算出する。

【0099】

【数5】

$$E(ph) = LUT_{n-1}(ODmean + \angle OD(ph, ODmean)) \quad \text{式8}$$

【0100】

ここで、露光量E(ph)はモジュールの回転位相phにおける露光量Eを表わす。つまり、式(8)では、LUT変更前に発生していた露光量変動を算出する。

ステップS705において、変更後の作像条件でのバンディング波形OD'(ph, OD'mean)を算出する。

【0101】

【数6】

$$OD'(ph) = LUT_n^{-1}(E(ph)) \quad \text{式(9)}$$

【0102】

ここで、 LUT_n^{-1} は LUT_n の逆特性を持つLUTである。すなわち、LUT変更後に変更前と同じ露光量変動が発生した際の濃度変動を予測する。次に、バンディング特性調整部1103は、濃度変動OD'(ph)から平均濃度mean(OD'(ph))

10

20

30

40

50

)を減算し、バンディング波形 OD' (ph 、 OD'_{mean})をバンディング特性格納部 1102へ出力する。

【0103】

【数7】

$$\Delta OD' (ph) = OD' (ph) - mean(OD' (ph)) \text{ 式 (10)}$$

【0104】

バンディング特性格納部 1102では、バンディング特性調整部 1103より受け取ったバンディング波形 OD' (ph 、 OD'_{mean})に更新される。以上の処理により 10 、LUT変更によるバンディング特性の変化を反映し、適切な補正を行うことが可能である。

【0105】

以下、画像形成装置の階調再現特性が、図7(c)に示す状態から図7(d)示す状態へ変化した場合を例に、バンディング波形調整処理を説明する。

【0106】

まず、階調再現特性の変化に伴い、階調補正部 113が用いる LUTは図7(b)の破線(図7(c)の逆特性)から実線(図7(d)の逆特性)に変更される。バンディング特性調整部 1103は、階調補正部 113の LUT変更に伴い、バンディング波形調整処理を開始する。 20

【0107】

図8(a)、(b)、(c)は、各モジュールのバンディング波形 OD の例を示す。図8(a)、(b)、(c)はそれぞれ、図6(a)に示した濃度信号 $OD(y)$ から算出した平均濃度 OD_{mean} が 0.6 の場合の感光体ドラム、転写ローラー、現像ローラーの例である。ステップ S701において、感光体ドラムのみ調整対象となるので、図8(a)には調整前のバンディング波形 OD_{81} と調整後のバンディング波形 OD_{82} を示す。

【0108】

ステップ S704までの処理で、バンディング特性格納部 1102に格納されていた LUT変更前のバンディング波形 OD_{81} から、感光体ドラムの速度変動に起因する露光量変動 E を算出することができる。この例では、階調補正部 113の LUT変更が行われても、感光体ドラムの速度変動は変化しない。しかし、濃度 0.6 付近の階調再現特性の傾きは大きい方向に変化している。つまり、濃度 0.6 の画像を形成するために必要な露光量付近で、階調再現特性の変化前と同じ露光量変動が起こると、変化後ではより大きな濃度変動になってしまう。このため、ステップ S705、S706では、LUT変更後のバンディング波形 OD_{82} を算出する。 30

【0109】

こうして得られたバンディング波形 OD を用いて画像に対して補正を行うことで適正な補正効果を得ることができる。図8(d)に濃度 OD_{mean} が 0.6 の場合の各モジュールが重畳した濃度変動を示す。LUT変更前の濃度変動 801 から、画像形成装置の階調再現特性の変化の影響を受ける感光体ドラムの成分に変更を加えた濃度変動が、LUT変更後の濃度変動 802 となる。例えばここで、LUTの変更に応じて、感光体ドラム以外のモジュールにも感光体ドラムと同様の変更を加えてしまうと、図8(d)803に示す濃度変動に応じて画像を補正してしまうことになり、適正な補正効果が得られない。 40

【0110】

なお、本実施例では、LUTの変更前後で、階調補正後の画像信号値とレーザーパワーの対応関係は変化しないものとして記述した。しかしながら、画像信号値に対するレーザーパワーのダイナミックレンジが変化した場合は、倍率補正するなどして容易に対応することができる。 50

【 0 1 1 1 】

本実施例によれば、画像形成装置の階調再現特性が変化し LUT が変更された場合でも、モジュール毎に階調に応じたバンディング特性の変化を勘案することで、好適にバンディングを抑制することが可能である。

【 0 1 1 2 】**[その他の実施形態]**

実施例 1 では、ステップ S 4 0 2 において、パッチ画像を中間転写ベルト 1 0 1 上に形成する方法を記載した。他の方法として、感光体ドラム 1 0 0 1 上や記録媒体 P 上において、パッチの濃度を検出してもよい。さらに、外部の読み取り装置などを利用する方法も考えられる。

10

【 0 1 1 3 】

実施例 1 では、感光体ドラムに起因するバンディング特性を露光量の変動に置き換えることで LUT の変更に対応した。つまり、バンディングを濃度の変動ではなく、作像条件に依存しない定常的な物理量に変換することで、作像条件の変化に柔軟な補正を行っている。同様に、例えば、帯電ローラー周期の変動を感光体ドラムの帯電量変動に、現像ローラーの変動をトナー帯電量変動に置き換えるなどすることで、各モジュールに適したバンディング波形 OD (p h, O D m e a n) の調整を行うことが可能である。さらに、他の濃度変動に変換可能な物理量として、ローラー速度、モジュール間の距離、圧力、熱量、トナー量、キャリア量などを利用する方法も考えられる。

【 0 1 1 4 】

20

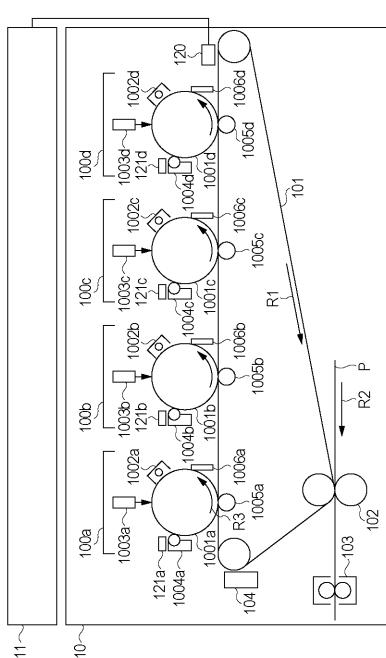
実施例 1 では、ステップ S 7 0 1 において、調整対象となるモジュールか否かを判断した。前述の通り、各モジュールに適した異なる物理量に変換する複数の調整手段を有する場合、モジュールに応じて調整手段を選択する選択手段を設ける等の構成とすることも可能である。

【 0 1 1 5 】

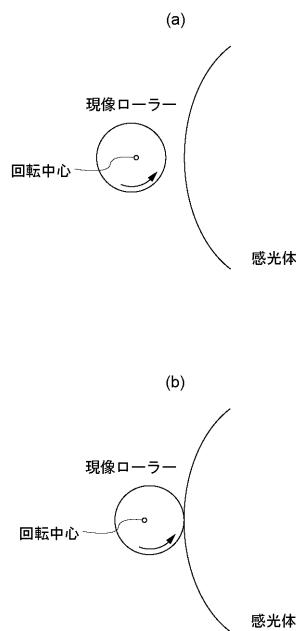
本発明は、上述した実施例の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体を、システム或いは装置に供給することによっても実現できる。この場合、そのシステム或いは装置のコンピュータ（又は C P U や M P U ）がコンピュータが読み取り可能に記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することにより、上述した実施例の機能を実現する。

30

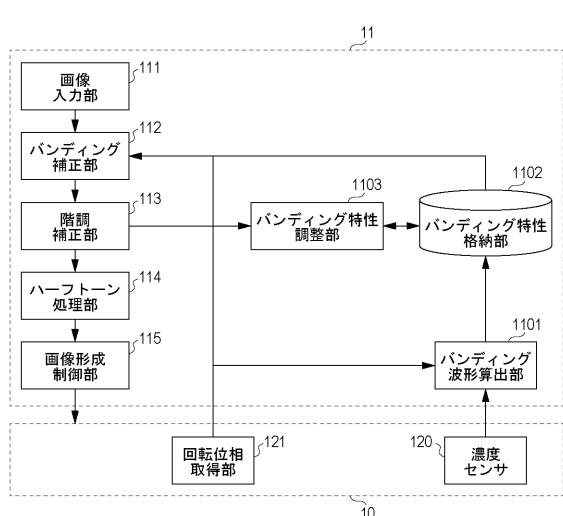
【 図 1 】



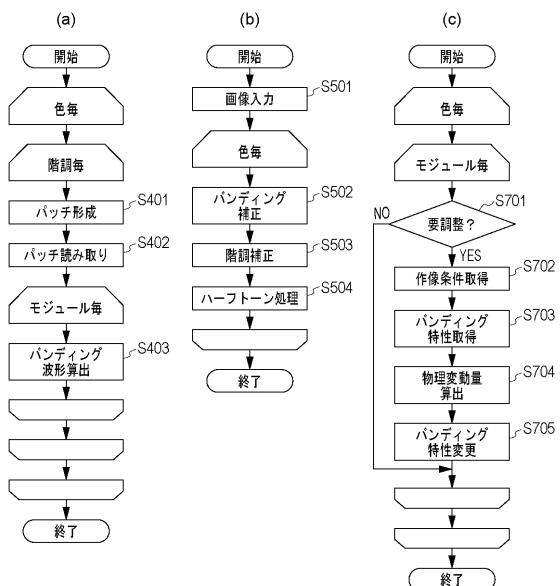
【 図 2 】



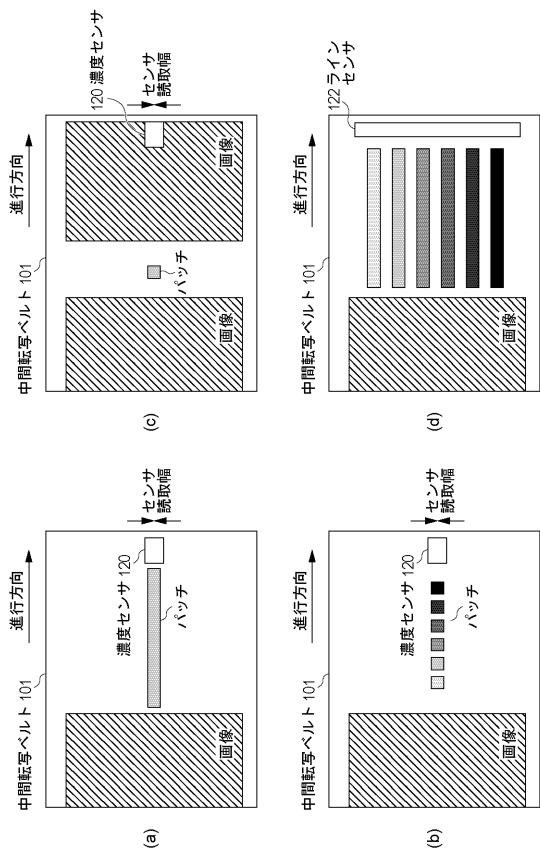
【図3】



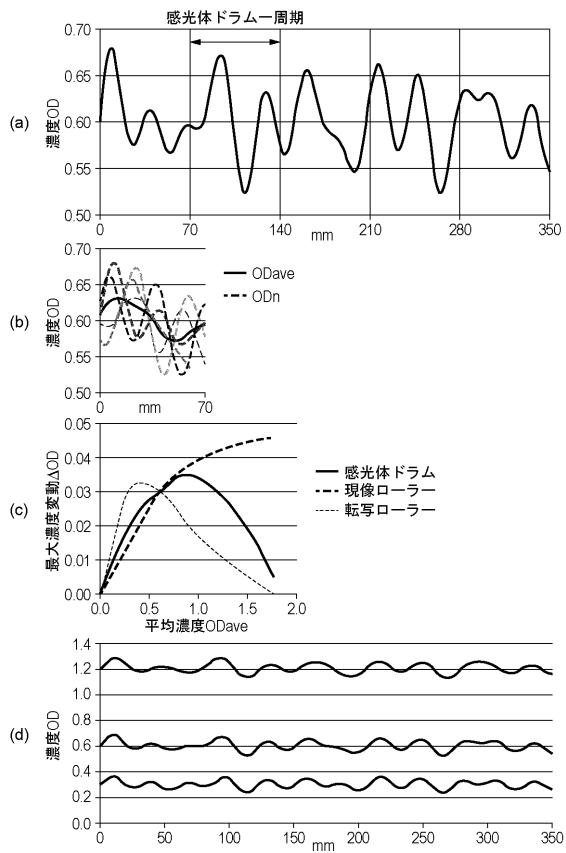
【 四 4 】



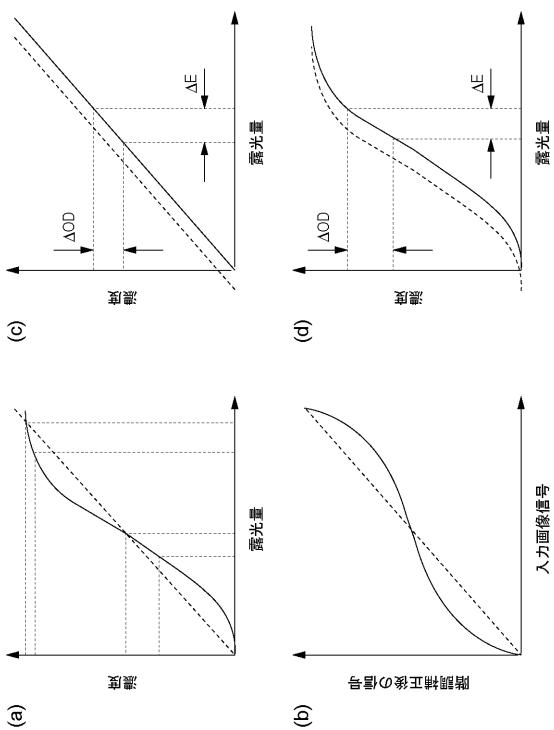
【図5】



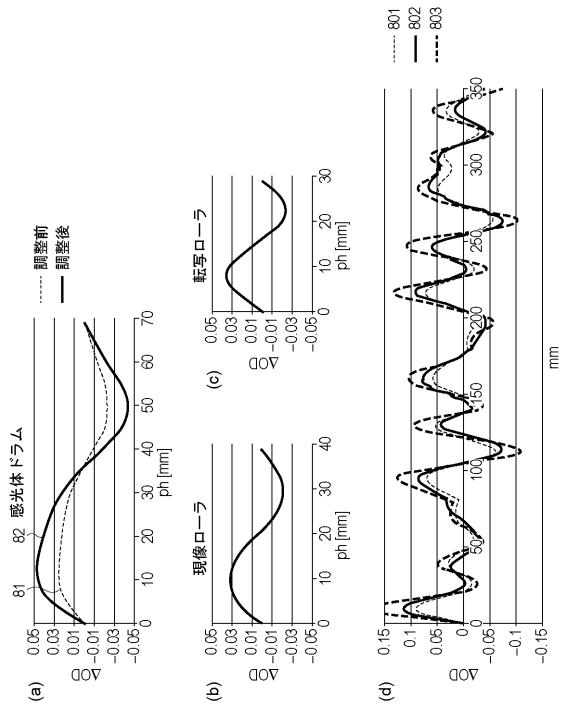
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-028226(JP,A)
特開2012-255833(JP,A)
米国特許出願公開第2011/0143272(US,A1)
米国特許出願公開第2011/0058184(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 03 G 15 / 00
G 03 G 21 / 00