

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6536013号
(P6536013)

(45) 発行日 令和1年7月3日(2019.7.3)

(24) 登録日 令和1年6月14日(2019.6.14)

(51) Int. Cl. F I
HO4N 1/46 (2006.01) HO4N 1/46
GO6T 1/00 (2006.01) GO6T 1/00 510

請求項の数 8 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2014-226441 (P2014-226441)	(73) 特許権者	000006747
(22) 出願日	平成26年11月6日(2014.11.6)		株式会社リコー
(65) 公開番号	特開2016-92653 (P2016-92653A)		東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(43) 公開日	平成28年5月23日(2016.5.23)	(74) 代理人	100127111
審査請求日	平成29年10月26日(2017.10.26)		弁理士 工藤 修一
		(74) 代理人	100067873
			弁理士 樺山 亨
		(74) 代理人	100090103
			弁理士 本多 章悟
		(72) 発明者	澁谷 竹志
			東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内
		審査官	大室 秀明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像形成システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の基本色を組み合わせ形成された画像データ配列に基づいて、当該基本色の混色により記録媒体上に画像を出力する画像出力手段と、

前記基本色の階調特性を各前記基本色ごとに補正するための階調補正值を用いて、前記画像出力手段が出力する前記画像を補正する階調補正手段と、

前記画像の全体あるいは一部の反射特性を少なくとも1つの分光特性を有する測定チャンネルで測定する測定センサと、

前記画像データ配列に対応して当該測定センサで測定される測定値から予測値を予測する測色予測部と、

前記測定センサによって測定される前記反射特性と、前記画像データ配列と、に基づいて補正配列を合成することで前記基本色のそれぞれの前記階調補正值を生成する階調補正值生成手段と、を有し、

前記階調補正值生成手段は、前記画像データ配列から任意の混色を許容して複数の測色領域から階調値を抽出するとともに、それぞれの測色領域において、前記抽出された階調値と、前記測色予測部によって予測された予測値と、前記測定値と、を用いて補正配列を生成し、

前記複数の測色領域に渡って平均化することで正規化された前記補正配列を合成し、当該補正配列により前記階調補正值を生成することを特徴とする画像形成システム。

【請求項2】

請求項 1 に記載の画像形成システムにおいて、
前記画像出力手段の出力する前記基本色の数は 4 以上であり、
前記測定センサの前記測定チャンネルの数は 3 であることを特徴とする画像形成システム。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の画像形成システムにおいて、
前記補正配列はさらに前記階調特性の変化を近似する基底となる変化モードデータに基づいて合成されることを特徴とする画像形成システム。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の画像形成システムにおいて、
前記変化モードデータは、前記基本色の前記階調特性の変化の主成分を近似する関数からなることを特徴とする画像形成システム。

10

【請求項 5】

請求項 4 に記載の画像形成システムにおいて、
前記関数は、配列あるいは配列と当該配列の補間とにより実装された区分的に滑らかな関数であることを特徴とする画像形成システム。

【請求項 6】

請求項 3 乃至 5 の何れか 1 つに記載の画像形成システムにおいて、
各基本色毎に互いに一次独立な少なくとも 2 つの変化モードデータを有することを特徴とする画像形成システム。

20

【請求項 7】

請求項 3 乃至 6 の何れか 1 つに記載の画像形成システムにおいて、
前記階調補正值生成手段は、前記変化モードデータのそれぞれの寄与の大きさを決定するモードパラメータを保持し、当該モードパラメータを前記補正配列に基づいて更新することで、前記階調補正值を生成することを特徴とする画像形成システム。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 の何れか 1 つに記載の画像形成システムにおいて、
前記測定センサは、1 つの分光特性を有するモノクロラインセンサであることを特徴とする画像形成システム。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、記録媒体上に画像を形成するための画像形成システムに関する。

【背景技術】

【0002】

記録媒体上にカラー画像を形成する例えば複写機やプリンター等を用いる画像形成システムにおいては、大量に連続して出力を行うときにも、形成される画像の品質、例えば出力される色を一定の範囲内で再現あるいは管理することが求められる。

【0003】

こうした画像形成システムにおいて、出力画像の色を測定する測定センサを用いて、測定値と基準値との誤差を小さくするように色の階調を補正する構成が知られている（例えば特許文献 1～6 参照）。

40

【0004】

しかしながら、従来のように出力画像の色の測定値のみを元にした階調補正では、ベースとなる基本色の変動に基づいて階調補正值を導出するので、階調補正による再現性を向上させ、あるいは基本色を増やしてより高精彩な画像を得るためには、多数の測定チャンネルを持つ測定センサが必要である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

50

本発明は、以上のような課題に鑑みてなされたものであり、基本色より少ないチャンネル数の測定センサを用いても安定して色の再現を行える画像形成システムの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述した課題を解決するため、本発明における画像形成システムは、複数の基本色を組み合わせて形成された画像データ配列に基づいて、当該基本色の混色により記録媒体上に画像を出力する画像出力手段と、前記基本色の階調特性を各前記基本色ごとに補正するための階調補正值を用いて、前記画像出力手段が出力する前記画像を補正する階調補正手段と、前記画像の全体あるいは一部の反射特性を少なくとも1つの分光特性を有する測定チャンネルで測定する測定センサと、前記画像データ配列に対応して当該測定センサで測定される測定値から予測値を予測する測色予測部と、前記測定センサによって測定される前記反射特性と、前記画像データ配列と、に基づいて補正配列を合成することで前記基本色のそれぞれの前記階調補正值を生成する階調補正值生成手段と、を有し、前記階調補正值生成手段は、前記画像データ配列から任意の混色を許容して複数の測色領域から階調値を抽出するとともに、それぞれの測色領域において、前記抽出された階調値と、前記測色予測部によって予測された予測値と、前記測定値と、を用いて補正配列を生成し、前記複数の測色領域に渡って平均化することで正則化された前記補正配列を合成し、当該補正配列により前記階調補正值を生成することを特徴とする。

10

【発明の効果】

20

【0007】

本発明の画像形成システムによれば、基本色より少ないチャンネル数の測定センサを用いても安定して色の再現を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の実施形態における画像形成装置の構成の一例を示す図である。

【図2】図1に示した画像形成装置の制御部の構成の一例を示す模式図である。

【図3】図1に示した画像形成装置の画像形成システムの構成の一例を示す模式図である。

【図4】図3に示した画像形成システムの動作の一例を示すフロー図である。

30

【図5】図3に示した階調補正值生成手段の動作の一例を示すフロー図である。

【図6】図3に示した画像形成システムが用いる階調特性、変動モード、変動補正ゲインの組み合わせの一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

図1に、本実施形態における画像形成システムの一例として、画像形成装置の全体構成の概略を示す。

本実施形態において、画像形成装置100は、記録媒体たる用紙Pを搬送する給紙部2と、入力された原稿データを基に画像情報を形成する制御部3と、画像情報を用いて転写ベルト47にトナー画像を形成する電子写真式のプリンタエンジンである画像出力手段たる画像形成部4と、を有している。

40

画像形成装置100はまた、給紙部2から供給された用紙Pを所定のタイミングで転写部5に送り出すレジストローラ対22を有している。

画像形成装置100はまた、転写ベルト47に担持されているトナー像を、転写ベルト47とのニップ部である2次転写位置Nで用紙Pに転写する2次転写手段である転写部5と、形成された画像を定着させる定着部6と、用紙Pを外部に排出する排紙部7と、を有している。

画像形成装置100は、画像の反射特性を測定する測定センサ45を有する。例えば、測定センサ45は、2次転写位置Nよりも用紙P搬送方向の下流にあって、用紙Pに形成された画像の全体あるいは一部の反射特性を測定する。

50

【 0 0 1 0 】

給紙部 2 は、給紙口 2 0 と、給紙口 2 0 から給紙された用紙 P を転写部 5 まで搬送するための複数の給紙ローラ 2 1 と、を有している。

【 0 0 1 1 】

画像形成部 4 は、複数の基本色たるイエロー Y、マゼンタ M、シアン C、ブラック K の各色に対応する 4 つのプロセスユニット 4 Y、4 M、4 C、4 K を有している。

プロセスユニット 4 Y、4 M、4 C、4 K は、いずれも同様の構成を有し、説明が重複するため、ここでは特にイエロー Y に対応するプロセスユニット 4 Y についてのみ説明する。

プロセスユニット 4 Y は、図 1 に示す反時計方向である A 方向に回転する回転体としての像担持体たるドラム状の感光体 4 0 Y と、光走査装置たる光書込み装置としてのレーザーユニット 5 3 Y と、を有している。感光体 4 0 Y には、その表面にレーザーユニット 5 3 Y が射出する走査光の被走査面である感光層が形成されている。

プロセスユニット 4 Y はまた、感光体 4 0 Y の周囲に A 方向上流に設けられた帯電装置 4 2 Y と、現像手段としての現像装置 4 3 Y と、転写ベルト 4 7 を巻き掛けるよう備えられた 1 次転写手段としての 1 次転写ローラ 4 7 5 Y とを有している。

プロセスユニット 4 Y はまた、1 次転写ローラ 4 7 5 Y と感光体 4 0 Y との接する位置よりも A 方向下流に設けられたクリーニング装置 4 4 Y を有している。

プロセスユニット 4 Y はまた、感光体 4 0 Y の表面電位を検出する表面電位検知手段としての表面電位センサである電位センサを有している。

プロセスユニット 4 Y は、レーザーユニット 5 3 Y によって感光体 4 0 Y に潜像を形成することで、イエローの基本色のトナー像を形成する。

画像形成部 4 は、このようなプロセスユニット 4 Y、4 M、4 C、4 K を用いて複数の基本色を組み合わせて形成された画像データ配列たる画像情報に基づいて、基本色の混色により用紙 P 上に画像たるトナー像を出力する画像出力手段である。つまり、画像出力手段は、複数の色で形成された画像データ配列に基づいて、混色の画像を出力する。

【 0 0 1 2 】

転写部 5 は、転写ベルト 4 7 と、図 1 の B 方向に回転するように駆動源によって駆動される駆動ローラ 4 7 1 と、駆動ローラ 4 7 1 と同様に B 方向に回転する従動ローラ 4 7 2 及び 2 次転写ローラ 4 7 3 と、2 次転写ローラ 4 7 3 に対向して設けられた 2 次転写対向ローラ 4 7 4 と、を有している。

転写部 5 は、2 次転写位置 N において、2 次転写対向ローラ 4 7 4 が転写ベルト 4 7 に当接して、ニップ部を形成している。転写部 5 は、2 次転写位置 N において、2 次転写対向ローラ 4 7 4 と 2 次転写ローラ 4 7 3 との間に転写ベルト 4 7 を用紙 P とともに挟みこみ、2 次転写バイアスをかけて転写ベルト 4 7 表面のトナー像を用紙 P に転写する。

転写部 5 の 2 次転写バイアスとしては、転写ベルト 4 7 の表面に帯電されている静電荷とは逆の電荷を付与する。

2 次転写対向ローラ 4 7 4 は、2 次転写位置 N において 2 次転写を行った後の用紙 P を定着部 6 まで搬送する。

【 0 0 1 3 】

転写ベルト 4 7 は、伸びの少ないポリイミド樹脂に、電気抵抗を調整するためのカーボン粉末を分散させたものを用いている。転写ベルト 4 7 は、駆動ローラ 4 7 1 と、従動ローラ 4 7 2 と、2 次転写ローラ 4 7 3 と、1 次転写ローラ 4 7 5 Y、4 7 5 C、4 7 5 M、4 7 5 K と、に巻きかけられている。

【 0 0 1 4 】

測定センサ 4 5 は、赤、緑、青の 3 つの測定対象色に対して感度を持つように前段に各測定対象色に対応するバンドパスフィルタを取り付けた、複数のモノクロラインセンサを組み合わせたインライン式の色度測定器である。すなわち測定センサ 4 5 は、ここでは赤、緑、青 (R、G、B) の 3 色に対応する 3 つの分光特性を備えた測定チャンネルを有している。測定センサ 4 5 の有する測定チャンネルの個数を測定チャンネル数という。

10

20

30

40

50

測定センサ45は、少なくとも1つの分光特性を有する測定チャンネル、言い換えると1つ以上の基本色に対して感度を持った測定チャンネルを有するセンサであれば良く、所謂カラーキャナを用いても良い。また、後述するように単一の分光特性を有するモノクロラインセンサであっても良い。

【0015】

制御部3は、通信ネットワークなどを介した上位装置（例えばパソコン）との双方向の通信を制御するための通信制御手段として動作する。

制御部3はまた、上位装置からの原稿データを基に作成した画像データを画像形成部4に送る画像データ処理手段としても動作する。

制御部3は、図2に示すように、原稿データを保管している上位装置たるパソコン200やサーバー201などから送信された原稿データを受け取る画像処理部30と、画像処理部30が展開した画像情報を、画像形成部4が受け取り可能な形式の画像データに変換する階調処理部31と、を有している。

制御部3はまた、画像形成部4によって出力された画像をインラインで検査して画像情報を検出する画像検査部33と、検出された画像情報から画像の色調変動を検知して階調処理部31に対して階調補正値を与える色調制御部32と、を有している。

制御部3はまた、画像形成部4の制御を行うエンジン制御部39を有している。

制御部3のうち、エンジン制御部39と、色調制御部32と、階調処理部31と、画像検査部33と、は画像形成装置100に備えられている。画像処理部30は、画像形成装置100とは別体のパソコン上のソフトウェアと拡張ボードで構成され、画像形成装置100と独立して交換可能なシステムである。

なお、画像処理部30は、当該画像形成を行う画像形成システム上に配置されていれば、画像形成装置100とは別体の端末上に設けても、あるいはネットワークを介してサーバー201やパソコン200上に設けても、画像形成装置100上に設けても良い。

【0016】

画像処理部30は、図3に示すように、原稿データQをL a b形式に変換する原稿色L a b変換手段310と、L a b形式をC M Y K形式に変換するL a b C M Y K変換手段311と、選択されたカラープロファイルに基づいて階調を補正するユーザ階調変換手段312と、を有している。

画像処理部30は、算出した画像データR等の各値を一時的にあるいは画像形成を行う間継続的に保存するための記憶手段たるハードディスクドライブとしての記憶装置302を有している。

【0017】

階調処理部31は、各基本色の階調特性を各基本色ごとに補正するための階調補正値 $c=(c(c), m(m), y(y), k(k))$ を用いて、画像形成部4が出力するための画像を補正する階調補正手段たる階調補正部316と、画像形成部4で表現可能な形式に変換するための階調変換部317と、を有している。言い換えれば、階調補正部316は、色の階調特性を階調補正値に基づいて補正する。

ここで、 $c(c)$ 等は、シアンCの入力階調値cに対する補正量が $c(c)$ であることを示している。以下の説明で、必ずしも入力階調を明示する必要がない場合には単に c とも記す。

【0018】

画像検査部33は、測定センサ45によって測定された画像を元にL a b値に変換する、すなわち測定値を求めるためのキャナ色L a b変換手段318を有している。

【0019】

色調制御部32は、画像処理部30から入力された画像情報を元に、形成されるべき画像の階調を予測して出力する測色予測部34と、階調補正値 c を生成する階調補正値生成手段たる色調補正量決定部319と、を有している。

測色予測部34は、C M Y K形式をL a b形式に変換するC M Y K L a b変換手段313と、予め与えられた測定センサ45の読取誤差に基づいて入力値を補正するキャナ補

10

20

30

40

50

正部 3 2 5 と、スキャナ色 L a b 変換手段 3 1 5 とを有している。ここでスキャナ色 L a b 変換手段 3 1 5 と、スキャナ色 L a b 変換手段 3 1 8 とは、同様の機能を有する変換手段であるため、説明を省略する。

色調補正量決定部 3 1 9 は、反射特性と、画像データ配列と、に基づいて補正配列を合成して色ごとの階調補正値を生成する。

【 0 0 2 0 】

このような構成の画像形成装置 1 0 0 を用いて画像の形成を行うときには、まず、図 3 に示すように、ネットワーク上のパソコン 2 0 0 やサーバー 2 0 1 から印刷要求と共に原稿データ Q が送付される。

原稿データ Q は、R G B あるいは C M Y K などによってカラー指定されたビットマップ、テキスト、図形の描画命令を含んだ複雑なデータフォーマットである。

画像処理部 3 0 は、受け取った原稿データ Q を展開し、画像形成部 4 が有するシアン C、マゼンタ M、イエロー Y、ブラック K の各基本色で構成された画素配列、例えば各画素の色情報を格子状に並べたビットマップデータとして階調処理部 3 1 に送信する。

【 0 0 2 1 】

階調処理部 3 1 は、画素をさらに画像形成部 4 で表現可能な階調数に変換し、画像データ配列たる画像データ R として画像形成部 4 に送信する。

画像形成部 4 は、階調処理部 3 1 から受け取った画像データ R に基づいて、イエロー Y、マゼンタ M、シアン C、ブラック K の混色により、転写ベルト 4 7 上にトナー像を出力し、転写部 5 の 2 次転写位置 N において転写ベルト 4 7 上のトナー像を用紙 P に転写する。

画像検査部 3 3 は、測定センサ 4 5 の検知したトナー像の反射特性を用いて、後述するように用紙 P 上の画像をスキャンする。色調制御部 3 2 は、後述する階調補正操作により、目標となる再現色と、出力された画像の発色とのずれが最小となるように、エンジン制御部 3 9 や階調処理部 3 1 に与える色調補正量を補正することで、用紙 P に出力される画像の発色を安定させる。

【 0 0 2 2 】

表面にトナー像を形成された用紙 P は、すべての色のトナー像を転写され、担持すると、定着部 6 に進入し、加熱ローラ 1 6 1 と定着ローラ 1 6 2 との間の定着ニップ部 N 2 を通過する際、熱と圧力との作用により、担持したトナー像を定着され、用紙 P 上に良好なカラー画像が形成される。

定着部 6 を通過した定着済みの用紙 P は、排紙部 7 から画像形成装置 1 0 0 の外へ排出される。

あるいは、排紙部 7 に切替爪と両面ユニットとを設け、切替爪の態様に応じて用紙 P を両面ユニットに進入させて両面画像形成に備えることとしても良い。

【 0 0 2 3 】

階調補正についてのより詳細な処理を説明する。以下の説明において、色調制御部 3 2 が扱う形式を L a b (C I E L a b) 形式とし、原稿データ Q の C M Y K 形式の色データを L a b 形式に変換しているが、L a b 形式に限定されるものではなく、どのような色表現形式を用いても良い。

【 0 0 2 4 】

また、原稿色 L a b 変換手段 3 1 0、L a b C M Y K 変換手段 3 1 1、C M Y K L a b 変換手段 3 1 3、スキャナ色 L a b 変換手段 3 1 5、3 1 8、L a b スキャナ色変換 3 1 4 は、それぞれの色空間変換のために、カラープロファイルと呼ばれる基礎データを必要とする。これらのカラープロファイルのうち、原稿色から L a b 値への変換に必要なカラープロファイルは、原稿データ Q に添付されているか予め用意されているものが使用される。また、スキャナ色 L a b 変換手段 3 1 5、3 1 8 と L a b スキャナ色変換 3 1 4 とに必要なカラープロファイルは、色調制御部 3 2 と画像検査部 3 3 とにそれぞれ予め設定されている。

L a b C M Y K 変換手段 3 1 1、C M Y K L a b 変換手段 3 1 3 に必要なカラープロフ

10

20

30

40

50

ファイルは、用紙Pの種類によって色再現特性に影響が出るために、サーバー201に予め保存された複数のカラープロファイルから用紙Pの種類に合った適切なカラープロファイルを選択して設定することが望ましい。

このような用紙Pの種類によるカラープロファイルの変更は、ユーザーが任意で行っても良いし、画像処理部30が入力された原稿データQに合った用紙Pの選択に合わせ自動で行っても良い。

また、このようなカラープロファイルとしては、例えばICC(International Color Consortium)の定めるICCプロファイルを用いても良い。

【0025】

図4に示すように、画像処理部30に送信された原稿データQは、原稿色Lab変換手段310によって、RGB形式やCMYK形式で表現された色のデータを、デバイスに依存しないLab形式の表色値たるdocLab値に変換される(ステップS100)。

LabCMYK変換手段311は、docLab値を画像形成部4の基本色シアンC、マゼンタM、イエローY、ブラックKの各色をそれぞれ8bitの整数階調値の組である階調値prnCMYKに変換する(ステップS101)。

ユーザ階調変換手段312は、初期状態においては階調値prnCMYKを変更せずにそのまま画像データRとして出力する(ステップS102)。

これらの処理は、ベクトルデータやフォント展開と同時に行われる。結果として得られる画像データRは、原稿データQの色情報を量子化した基本色C、M、Y、Kの4色分のビットマップデータとして出力される。

出力された画像データRは、印刷に用いた原稿毎に画像処理部30の記憶装置302に保持される。

【0026】

階調補正部316は、色の階調特性を階調補正值に基づいて補正する。たとえば、各基本色C、M、Y、Kごとに階調補正テーブル(TRC: Tone Response Correction)を備え、後述する階調補正值と階調補正テーブルとを用いて、基本色のそれぞれの階調を補正する(ステップS103)。

階調変換部317は、基本色各色毎に8bitで送られてくるカラー値を、画像形成部4が表現可能な階調数に合うように、面積階調法や誤差拡散法を用いて変換する(ステップS104)。

画像形成部4は、このように階調処理部31によって画像形成部4で表現可能な形式に合わされた画像データRを受け取り、トナー像を形成する(ステップS105)。

【0027】

画像形成部4によって形成されたトナー像は、転写部5によって用紙P上に転写された後、測定センサ45の測定したトナー像の反射特性を用いてスキャンされる。

画像検査部33は、スキャンされた画像情報を出力計測値mesColとしてスキャナ色Lab変換手段318に入力する。

スキャナ色Lab変換手段318は、入力された出力計測値mesColをLab値に変換することで、Lab値化された測色値mesLabを得る(ステップS106)。

【0028】

色調補正量決定部319は、記憶装置302に蓄積されたビットマップデータから、予め必要な部分の階調値prnCMYKをページバッファに読み込む(ステップS107)。

一方、色調制御部32は、CMYKLab変換手段313によってCMYK形式からLab形式へと変換し、出力予測値prnLabとして保存する(ステップS108)。

このときの、色調制御部32によって得られた出力予測値prnLabは、出力される画像データRの再現色をLab値としてシミュレートした値である。

【0029】

出力予測値prnLabは、測定センサ45に固有の読取誤差を含まないため、出力予

10

20

30

40

50

測値 $p r n L a b$ をそのまま補正に用いると、測定センサ 4 5 の読取誤差を含んだ状態で補正される。例えば、測定センサ 4 5 が読み取り可能な色域が画像形成部 4 の出力可能な色域よりも範囲が小さいような場合には、測定センサ 4 5 による色域の圧縮が生じるため、出力予測値 $p r n L a b$ が測定センサ 4 5 のスキャンした出力計測値 $m e s C o l$ と大きく異なるおそれがある。

スキャナ補正部 3 2 5 は、出力予測値 $p r n L a b$ を、予め与えられた測定センサ 4 5 の読取誤差に基づいて補正することでスキャナ読取予測値 $s c n C o l$ を算出する（ステップ S 1 0 9）。

このようなスキャナ補正部 3 2 5 を有することで、測定センサ 4 5 が読み取り可能な色域が画像形成部 4 の出力可能な色域より範囲が小さい場合にも、精度良く色の読取値の予測が行われる。

【 0 0 3 0 】

スキャナ色 $L a b$ 変換手段 3 1 5 は、スキャナ補正部 3 2 5 からスキャナ読取予測値 $s c n C o l$ が入力されると、 $L a b$ 値に変換して目標値 $t a r g e t L a b$ を算出する（ステップ S 1 1 0）。

測色予測部 3 4 は、このように予め印刷されるべき印刷領域全体について目標値 $t a r g e t L a b$ を算出した結果を記憶装置 3 0 2 に保存しておく。

【 0 0 3 1 】

色調補正量決定部 3 1 9 は、これら印刷領域に対する目標値 $t a r g e t L a b$ と、測色値 $m e s L a b$ と、階調値 $p r n C M Y K$ と、に基づいて、階調補正テーブルの補正を行うための階調補正值 $c = (c, m, y, k)$ を決定する。

【 0 0 3 2 】

次に色調補正量決定部 3 1 9 が階調補正值 c を決定する方法について述べる。まず、処理に先立って各ページの印刷領域から、測色に適した色の变化の少ない複数の数 $m m$ 四方程度の微小測色領域 $\{ (x_i, y_i) \} i = 1, \dots, N$ を抽出する。ここでは、測色領域をその中心座標 (x, y) で代表している。微小測色領域 (x_i, y_i) の抽出方法は例えば、 $5 m m$ 角程度の任意の領域から、 $4 0 0 d p i$ で $4 1 \times 4 1$ 画素の領域を選択し、抽出する方法が利用できる。単一ページから抽出される微小測色領域 (x_i, y_i) でサンプル数が不足する場合には、連続する数ページから先の N 個の微小測色領域 (x_i, y_i) を抽出し、階調補正值を決定する。このサイクルを 1 サイクルとして図 5 の処理を反復する。

以下の図 5 の説明では、これら N 個の微小測色領域 $\{ (x_i, y_i) \} i = 1, \dots, N$ の測定値平均に基づいて、補正值を算出するアルゴリズムについて説明する。このため、個々の微小測色領域のサンプル番号や座標は、ここでは本質的でないので省略する。

【 0 0 3 3 】

図 5 に示す処理では、まず $C M Y K$ 各色の $T R C$ の初期値たる基準階調補正テーブル値を、 $c_0 (c)$ 、 $m_0 (m)$ 、 $y_0 (y)$ 、 $k_0 (k)$ とする。また、後述のモードパラメータ p_i^j ($i = \{ 1, 2 \}$, $j = \{ c, m, y, k \}$) を 0 に初期化する（ステップ S 2 0 0）。

本例では、説明を簡潔にするために、各色の $T R C$ は要素数 2 5 6 の整数値配列からなる $L U T$ として実装されているとする。従って、上記の $c_0 (c)$ 等は、0 ~ 2 5 5 の整数値 c に対応する値を収めた 2 5 6 要素の整数配列として実装される。また、上記の 0 は 0 を要素とする 2 5 6 配列である。以下の説明の変動モード等についても同様である。もちろん、これは実装の一例であって、要素数がこれよりも多い $L U T$ で実装しても良いし、要素数の少ない $L U T$ と補間アルゴリズムや関数モデルとその制御パラメータで実装する場合もある。また、扱う数値レンジも 0 - 2 5 5 の整数値以外にも、0 - 1 0 0 の整数レンジや 0 - 1 の実数値レンジとして扱っても良い。

次に、前述の N 個の測色領域について、測色値 $m e s L a b$ と目標値 $t a r g e t L a b$ を抽出する（ステップ S 2 0 1）。このとき、測色値 $m e s L a b$ と目標値 $t a r g e t L a b$ との変動を最小に抑えるような補正值が、階調補正值 $c = (c (c), m (m), y (y), k (k))$ である。

10

20

30

40

50

ここで階調補正值 c を求めるために、階調補正部 316 によって補正された C M Y K 階調値を補正 C M Y K 階調値として、それぞれの要素を予め規定した変動モード数に従って摂動計算を行うような場合を考える。この摂動が持つ変動モードを変化モードデータと定義する。

このとき、補正 C M Y K 階調値は、数式 (1) で表すことができる。

【 0 0 3 4 】

【数 1】

$$\begin{cases} \tilde{c} = c_0(c) + \theta_1^c c_1(c) + \theta_2^c c_2(c) \\ \tilde{m} = m_0(m) + \theta_1^m m_1(m) + \theta_2^m m_2(m) \\ \tilde{y} = y_0(y) + \theta_1^y y_1(y) + \theta_2^y y_2(y) \\ \tilde{k} = k_0(k) + \theta_1^k k_1(k) + \theta_2^k k_2(k) \end{cases} \quad 10$$

【 0 0 3 5 】

ここで、 c, m, y, k は補正前の C M Y K 階調値、 c_0, m_0, y_0, k_0 は前述の基準階調テーブル値、 c_1, m_1, y_1, k_1 は第1変動モード、 c_2, m_2, y_2, k_2 は第2変動モード、 θ_i ($i=\{1,2\}$) はモードパラメータである(ただし、上付きの添字 $j = c, m, y, k$ は指数ではなく単なる識別用の添え字)。特に、モードパラメータは、後述する方法で決定される各変化モードの影響度を与える実スカラーであり、各変動モードは、各色毎に一次独立(c_1 と c_2 、 m_1 と m_2 、 y_1 と y_2 、 k_1 と k_2 がそれぞれ一次独立という意味)な256配列(256次元ベクタ)である。モードパラメータは、変動モードのそれぞれの寄与の大きさを決定するためのものである。

20

なお、変動モード数は、3以上でも良いが、ここでは説明を単純化するため、互いに一次独立な第1変動モードと第2変動モードとの2つの変動モードを例として説明する。

【 0 0 3 6 】

数式 (1) の関係は、C M Y K 階調値の変動分をベクトル $d\tilde{c}$ 、 $i=1,2$ として、数式 (2) で表せる。

【 0 0 3 7 】

【数 2】

$$d\tilde{c} = \mathbf{M}_1(c)d\theta_1 + \mathbf{M}_2(c)d\theta_2 \quad 30$$

【 0 0 3 8 】

ただし、数式 (2) の各要素は、以下の数式 (3) で与えられる。

【 0 0 3 9 】

【数 3】

$$\tilde{c} = (\tilde{c}, \tilde{m}, \tilde{y}, \tilde{k}), d\tilde{c} = (d\tilde{c}, d\tilde{m}, d\tilde{y}, d\tilde{k}), d\theta_i = {}^t(\theta_i^c, \theta_i^m, \theta_i^y, \theta_i^k)$$

$$\mathbf{M}_i(c) = \begin{bmatrix} c_i(c) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & m_i(m) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & y_i(y) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & k_i(k) \end{bmatrix} \quad 40$$

【 0 0 4 0 】

上記 M_1, M_2 をそれぞれ第1変動モード行列、第2変動モード行列と呼ぶことにする。

【 0 0 4 1 】

このとき、測色値 $m e s L a b$ に対する評価関数 f を数式 (4) とすれば、評価関数を最小化するようなモードパラメータ θ_1, θ_2 を求めることで印刷特性の変動を近似することができる。

ただし、数式 (4) においては、測色値 $m e s L a b$ を $L a b_m$ 、目標値 $t a r g e t L a b$ を $L a b_t$ で表している。

50

また、ここで色差評価関数 $f = (f_1, f_2, \dots, f_n)$ は Lab 空間から n 次元数空間 R^n への適当な可微分関数、 E は期待値 (サンプル平均)、 J はこれらの合成関数 $f_i(\text{Lab}_m(c, m, y, k), \text{Lab}_t(c, m, y, k))$ のヤコビ行列 (数式 (5)) である。

【 0 0 4 2 】

【 数 4 】

$$\phi(\Delta\theta_1, \Delta\theta_2) = E \left[\|f(\text{Lab}_m, \text{Lab}_t) - J(\mathbf{M}_1\Delta\theta_1 + \mathbf{M}_2\Delta\theta_2)\|^2 \right]$$

【 0 0 4 3 】

【 数 5 】

$$J = \left(\frac{\partial f}{\partial c} \right) = \begin{pmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial c} & \frac{\partial f_1}{\partial m} & \frac{\partial f_1}{\partial y} & \frac{\partial f_1}{\partial k} \\ \frac{\partial f_2}{\partial c} & \frac{\partial f_2}{\partial m} & \frac{\partial f_2}{\partial y} & \frac{\partial f_2}{\partial k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{\partial f_n}{\partial c} & \frac{\partial f_n}{\partial m} & \frac{\partial f_n}{\partial y} & \frac{\partial f_n}{\partial k} \end{pmatrix} \quad 10$$

【 0 0 4 4 】

ここで、数式 (6) で表される補正配列 F を考える。

【 0 0 4 5 】

【 数 6 】

$$F = \begin{bmatrix} E[{}^t\mathbf{M}_1 {}^t\mathbf{J}\mathbf{J}\mathbf{M}_1] & E[{}^t\mathbf{M}_1 {}^t\mathbf{J}\mathbf{J}\mathbf{M}_2] \\ E[{}^t\mathbf{M}_2 {}^t\mathbf{J}\mathbf{J}\mathbf{M}_1] & E[{}^t\mathbf{M}_2 {}^t\mathbf{J}\mathbf{J}\mathbf{M}_2] \end{bmatrix} \quad 20$$

【 0 0 4 6 】

補正配列 F は、数式 (6) から明らかなように、第 1 変動モード行列 \mathbf{M}_1 、第 2 変動モード行列 \mathbf{M}_2 に基づいて形成された行列である。言い換えると、補正配列 F は、各要素に第 1 変動モード (c_1, m_1, y_1, k_1) と、第 2 変動モード (c_2, m_2, y_2, k_2) とを含んでいる。

補正配列 F は、ヤコビ行列と第 1 変動モード行列 \mathbf{M}_1 、ヤコビ行列と第 2 変動モード行列 \mathbf{M}_2 、の乗算に対して各々の転置行列がかけられた、ここでは 4 行 4 列の各要素をモード数だけ持つ正方行列である。

30

このような補正配列 F が正則であること、即ち逆行列を有するための必要十分条件は、数式 (7) で与えられる。

【 0 0 4 7 】

【 数 7 】

$$\det(E[{}^t\mathbf{M}_1 {}^t\mathbf{J}\mathbf{J}\mathbf{M}_1]E[{}^t\mathbf{M}_2 {}^t\mathbf{J}\mathbf{J}\mathbf{M}_2] - E[{}^t\mathbf{M}_1 {}^t\mathbf{J}\mathbf{J}\mathbf{M}_2]E[{}^t\mathbf{M}_2 {}^t\mathbf{J}\mathbf{J}\mathbf{M}_1]) \neq 0$$

【 0 0 4 8 】

一方、例えばサンプルに使用された使用色が例えばマゼンタ M 、イエロー Y 、ブラック K の 3 色しか用いられていない場合には、補正配列 F の何れかの要素が 0 を含むために、階数が落ちてしまい、補正配列 F は正則ではなくなる問題を生じる。

40

このような場合には、使用色をマゼンタ M 、イエロー Y 、ブラック K の 3 色であると考えて、数式 (1)、数式 (2) を再定義すれば、補正配列 F は 3 行 3 列の各要素をモード数だけ持つ正方行列となって、色数が少ない場合で会っても十分サンプルがある場合には、正則性が満たされる。

【 0 0 4 9 】

数式 (4) を最小化するようなモードパラメータ $c_{1,new}$ 、 $m_{1,new}$ 、 $y_{1,new}$ 、 $k_{1,new}$ は、数式 (6)、数式 (7) で示した補正配列 F を用いて、数式 (8) のように求めることができる (ステップ S202)。なお数式 (8) においては、補正配列 F の逆行列を F^{-1} として示している。

【 0 0 5 0 】

50

【数 8】

$$\begin{bmatrix} \Delta\theta_{1,new} \\ \Delta\theta_{2,new} \end{bmatrix} = F^{-1} \begin{bmatrix} E[{}^tM_1 {}^tJd] \\ E[{}^tM_2 {}^tJd] \end{bmatrix}$$

【0051】

色調補正量決定部 319 は、このように得られたモードパラメータ $\theta_{1,new}$ 、 $\theta_{2,new}$ を、色調補正量決定部 319 に保持されている θ_1 、 θ_2 に加算して、これらを更新する(ステップ S203)。言い換えると色調補正量決定部 319 は、モードパラメータ θ_1 、 θ_2 に、ステップ S202 で得られたモードパラメータ $\theta_{1,new}$ 、 $\theta_{2,new}$ を加算することで新しいモードパラメータ θ_1 、 θ_2 を算出する。基準階調補正テーブル値(c_0 , y_0 , m_0 , k_0)に対して加えるべき階調補正值 $c = (c, m, y, k)$ は、これから数式(9)によって近似的に求められる(ステップ S204)。

すなわち、色調補正量決定部 319 は、各変化モードデータの寄与の大きさを決定するモードパラメータ θ_1 、 θ_2 を保持し、モードパラメータ θ_1 、 θ_2 を補正配列 F に基づいて更新する。

このように、安定化のためのフィードバックのループ(ステップ S201 からステップ 205)において、モードパラメータ θ_1 、 θ_2 を保持・更新することで、量子化された階調値に対する補正值に量子化誤差や打ち切りによる誤差が累積することが回避される。

階調補正值 c を実変数のベクトルの組として保持して、累積することでも量子化誤差の累積を回避することは可能であるが、モードパラメータを用いる方が、遥かに少ないパラメータ数で実現される上に、異常値処理などの細かい対応も容易となるため望ましい。

【0052】

【数 9】

$$\begin{cases} \Delta c \approx -\left(\frac{\partial c_0}{\partial c}\right)^{-1} (c_1(c)\Delta\theta_1^c + c_2(c)\Delta\theta_2^c) \\ \Delta m \approx -\left(\frac{\partial m_0}{\partial m}\right)^{-1} (m_1(m)\Delta\theta_1^m + m_2(m)\Delta\theta_2^m) \\ \Delta y \approx -\left(\frac{\partial y_0}{\partial y}\right)^{-1} (y_1(y)\Delta\theta_1^y + y_2(y)\Delta\theta_2^y) \\ \Delta k \approx -\left(\frac{\partial k_0}{\partial k}\right)^{-1} (k_1(k)\Delta\theta_1^k + k_2(k)\Delta\theta_2^k) \end{cases}$$

【0053】

色調補正量決定部 319 は、数式(9)に示された階調補正值 $c = (c, m, y, k)$ を階調補正部 316 に送信する。

階調補正部 316 は、かかる階調補正值 c を、基準階調補正テーブル値(c_0 , y_0 , m_0 , k_0)に加算する(ステップ 205)。

以上のステップ S201 からステップ S205 の処理を印刷が完了するまで反復する。

これにより、基本色より少ないチャンネル数の測定センサを用いても再現色が安定化される。

【0054】

モードパラメータ θ_1 、 θ_2 以外の右辺の係数は、階調補正值 c の導出を高速化するために、予め計算して数値化し、補正ゲインテーブル G として記憶装置 302 に記憶しておくことが望ましい。

この補正ゲインテーブル G は、明度や濃度などの階調特性の入力階調空間上の調整量であるから、出力階調空間すなわち表現すべき色空間に依存しない。

したがって、予め計算によって補正ゲインテーブル G を求める際には、入力される各基本色の階調特性を精度良く特徴付けられるように、任意の計測量に基づいて形成することができる。

【0055】

10

20

30

40

50

ここでは4つの基本色シアンC、マゼンタM、イエローY、ブラックKをn次元の色空間に投影する場合について述べたが、このnが一つのサンプルについて測定チャンネル数よりも小さい場合であっても、十分独立なデータ量が確保されれば数式(7)が成立して数式(8)より解が求められる。

【0056】

【数10】

$$E[{}^tM_i {}^tJM_j]$$

【0057】

すなわち、補正配列Fの要素である数式(10)において、個々のサンプル毎には、Eの内側の行列のランクは、測定センサ45によって測定される測定チャンネル数以下となるために正則ではなくなるが、これが複数のサンプルにわたって平均化されることにより、数式(10)は正則行列となる。

10

【0058】

具体的には、色差評価関数fの変化に対して十分に感度を持つ、言い換えると基本色シアンC、マゼンタM、イエローY、ブラックKの変化に対して感度が高いようなサンプルを蓄積し平均化することで、数式(7)が満たされることになる。

【0059】

このような色差評価関数fとしては、例えば、 $f(Lab_t, Lab_m) = (L_m - L_t, a_m - a_t, b_m - b_t)$ が利用できる。あるいは、単純に明度差のみに注目して、 $f(Lab_t, Lab_m) = L_m - L_t$ なども利用できるが、この場合、色差評価関数ではイエローの明度差の分解能が不足する可能性もある。その場合には、 $f(Lab_t, Lab_m) = (L_m - L_t, b_m - b_t)$ や、 $f(Lab_t, Lab_m) = ||Lab_t - Lab_m||$ などを用いても良い。

20

【0060】

本実施形態において、色調補正量決定部319は、測定センサ45によって測定される混色領域の測定値を含む測色値mesLabと、画像データRと、階調特性の変化を近似するための基底となる第1変動モード c_{1,m_1,y_1,k_1} と、第2変動モード c_{2,m_2,y_2,k_2} とに基づいて補正配列Fを合成する。

ここで補正配列Fは、第1変動モード c_{1,m_1,y_1,k_1} と、第2変動モード c_{2,m_2,y_2,k_2} とに基づいて形成される正則な行列である。

30

かかる構成により、基本色より少ないチャンネル数の測定センサを用いても安定して色の再現を行うことができる。

【0061】

このように、モードパラメータ α_1 、 α_2 の導出には $f(Lab_t, Lab_m)$ の出力が必要であるが、中間入力たるLab形式は必ずしも必須ではない。従って、色調補正量決定部319への入力信号は、Lab値の他にもRGB値やCMYK値であっても良い。

【0062】

また、本実施形態では、画像形成部4の出力する基本色の数は、シアンC、マゼンタM、イエローY、ブラックKの4つであり、測定センサ45の測定チャンネル数は3つである。

40

かかる構成により、基本色より少ないチャンネル数の測定センサ45を用いて測定センサ45のコストを低減しながらも、安定して色の再現が行われる。

【0063】

また、これらの入力信号は、基本色の混色によって形成された所謂カラーの色情報を含んだものであってもよいし、色情報を含まず、例えばある基本色に対するモノクロ信号であっても良い。このようにモノクロ信号を用いる場合には、モノクロセンサ前段に所定の、ある1つの分光特性を有するフィルタを取り付けて、かかる分光特性に対応する基本色の各色に対して感度をもつように調整することが望ましい。

50

【 0 0 6 4 】

C M Y K 階調値のうち、一例としてシアン C の階調値について、上述のようにして求められた明度 L、第 1 変動モード c_1 、補正ゲインテーブル G を、それぞれ図 6 (a)、(b)、(c) に示す。

他の基本色マゼンタ M、イエロー Y、ブラック K についても同様であるため適宜説明を省略する。

C M Y K 階調値の入力レンジは 8 b i t すなわち 0 ~ 2 5 5 までの整数値をとる離散的な値である。

【 0 0 6 5 】

図 6 (a) に示された階調特性は、印刷と共に多少上下に変動するが、それらの測色領域からサンプルを実験的に収集して求めたシアン C の階調特性変動の第 1 主成分の一例が、図 6 (b) にプロットされた点である。

図 6 (b) に示すように、第 1 主成分は、各サンプルから求められた時点では、様々な外乱によるノイズが重畳されるために滑らかではない。

この第 1 主成分をそのままモードパラメータ m_1 、 y_1 と階調補正值の導出に用いるのでは、階調補正值 c の結果が滑らかでなくなるのみならず、過適合によって誤差が増幅されるおそれがある。

そのため、本実施形態では、図 6 (b) に実線で示すように、第 1 主成分を大まかに近似する滑らかな関数を、第 1 変動モード c_1 としている。

【 0 0 6 6 】

第 1 変動モード $c_1=(c_1, m_1, y_1, k_1)$ は、階調特性変動成分のうち、最も効率良く階調の変動を近似する主成分を近似する関数であるから、測色領域のサンプル数が少ない場合にも精度よく階調補正值を決定することができる。

【 0 0 6 7 】

本実施形態では、各変動モード $c_i=(c_i, m_i, y_i, k_i)$ は、各色毎にそれぞれが 256 要素の配列として実現しているが、これを、より少ない要素の配列と、その配列の値を用いた区分的になめらかな関数で実装することでメモリが節約される。また、各変動モードは必ずしも主成分に厳密に一致する必要もなく、モード全体である程度の階調変動成分が近似されれば良いので、大まかに主成分を近似する関数モデルで実現することもできる。

【 0 0 6 8 】

かかる構成により、測定のノイズや濃度ばらつき等の外乱に対する過適合を抑制するとともに、メモリや演算の量が抑えられるから、演算負荷が抑制されて C P U などの負担が軽減される。

【 0 0 6 9 】

本実施形態では、変動モードは互いに一次独立な少なくとも 2 つの変化モードデータである第 1 変動モード $c_1=(c_1(c), m_1(m), y_1(y), k_1(k))$ と、第 2 変動モード $c_2=(c_2(c), m_2(m), y_2(y), k_2(k))$ とを有している。

かかる構成により、より高次の変動も含めて精度よく補正することができる。

【 0 0 7 0 】

測定センサ 4 5 は、1 つの分光特性を有するモノクロラインセンサである。

かかる構成により、測定センサ 4 5 の色度の測色誤差を抑制するから、測定センサ 4 5 のコストと測色誤差を低減しながらも、階調補正值の導出に必要なサンプル数の増加を抑制する。

また、かかる構成により、測色位置や選択条件などの出力画像の絵柄に対する制約も軽減される。

【 0 0 7 1 】

以上本発明の好ましい実施の形態について説明したが、本発明はかかる特定の実施形態に限定されるものではなく、上述の説明で特に限定していない限り、特許請求の範囲に記載された本発明の趣旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

【 0 0 7 2 】

10

20

30

40

50

例えば、色調補正量決定部 319 は、画像検査部 33 によって測定された測色値 $m e s L a b$ と、出力予測値 $p r n L a b$ と、階調値 $p r n C M Y K$ と、に基づいて、階調補正テーブルの補正を行うための階調補正值を決定しても良い。

【0073】

また、画像形成装置の画像形成部は、 $C M Y K$ の各色を基本色とする電子写真方式であるとしたが、インクジェット方式であっても良いし、基本色の種類を増やしても良い。

【0074】

また、本実施形態では、測定センサは 2 次転写位置より下流に設置され、用紙上に形成されたトナー像の全体あるいは一部の反射特性を測定するとしたが、転写ベルト上に形成されたトナー像の全体あるいは一部の反射特性を測定しても良い。

10

【0075】

本発明の実施の形態に記載された効果は、本発明から生じる最も好適な効果を列挙したに過ぎず、本発明による効果は、本発明の実施の形態に記載されたものに限定されるものではない。

【符号の説明】

【0076】

100	画像形成装置	
2	給紙部	
3	制御部	
4	階調補正手段(画像形成部)(画像出力手段)	20
5	転写部	
22	レジストローラ対	
6	定着部	
7	排紙部	
20	給紙口	
21	給紙ローラ	
30	画像処理部	
31	階調処理部	
33	画像検査部	
32	色調制御部	30
39	エンジン制御部	
45	測定センサ	
47	転写ベルト	
200	パソコン	
201	サーバー	
302	記憶装置	
316	階調補正手段(階調補正部)	
325	スキャナ補正部	
34	測色予測部	
319	階調補正值生成手段(色調補正量決定部)	40
C、M、Y、K	基本色	
$m e s L a b$	測定値(測色値)	
F	補正配列	
f	色差評価関数	
M1	変動モード行列	
M2	変動モード行列	
c_1, m_1, y_1, k_1	第1変動モード	
c_2, m_2, y_2, k_2	第2変動モード	
c	階調補正值	
R	画像データ	50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0077】

【特許文献1】特開2012-023711号公報

【特許文献2】特開2012-070360号公報

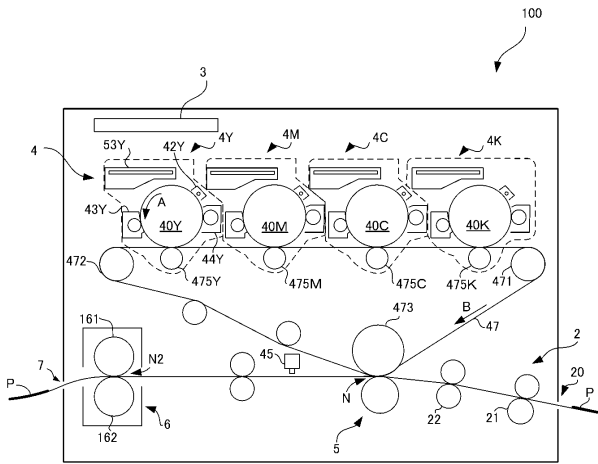
【特許文献3】特開2012-169866号公報

【特許文献4】特許5150096号公報

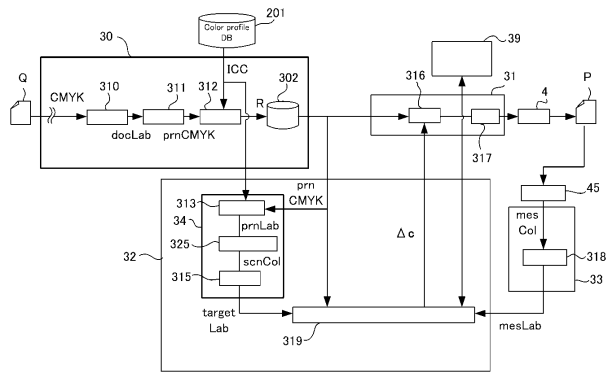
【特許文献5】特開2004-112470号公報

【特許文献6】特開2014-072823号公報

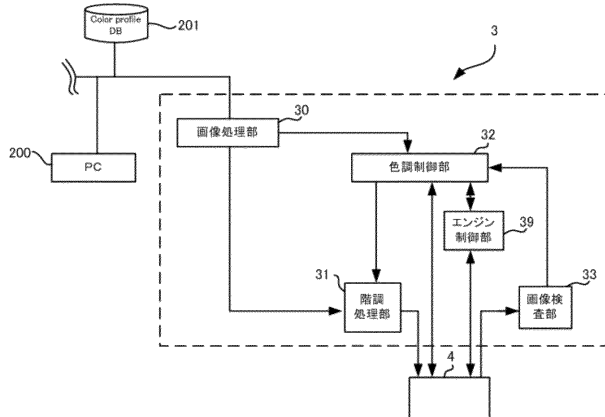
【図1】



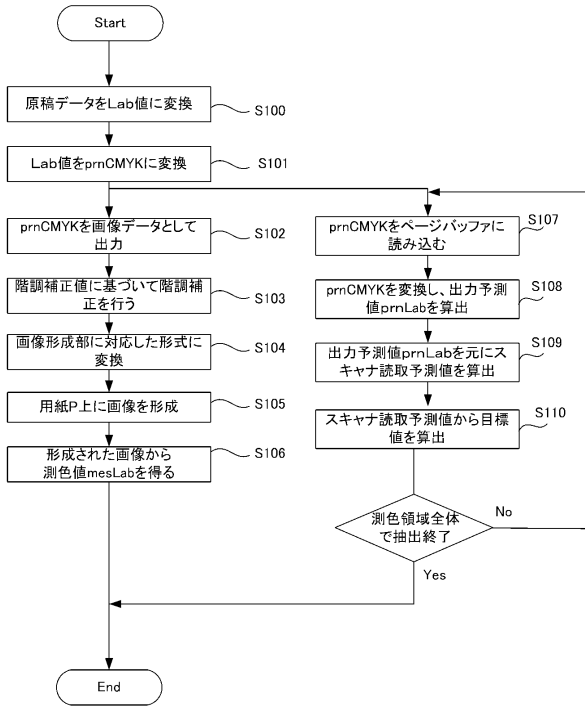
【図3】



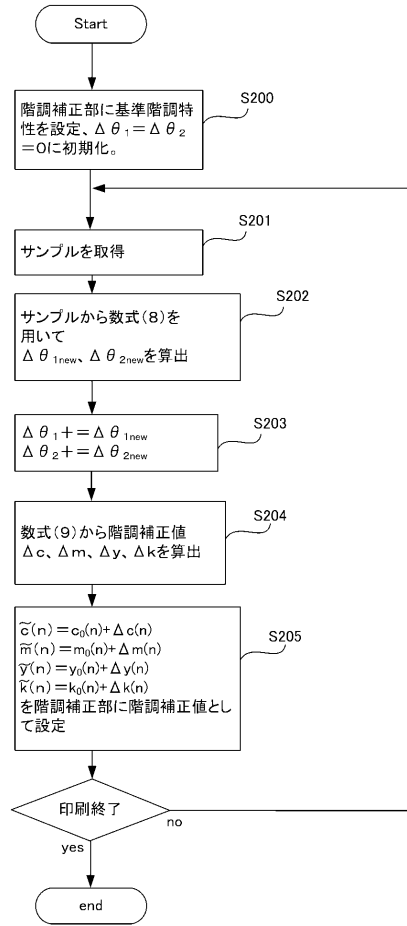
【図2】



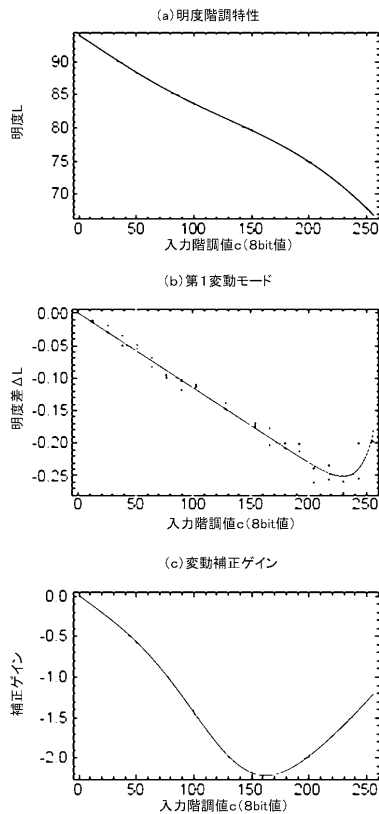
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-042463(JP,A)
特開平10-181104(JP,A)
米国特許出願公開第2007/0139734(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 1/00 - 1/40
G06T 3/00 - 5/50
G06T 9/00 - 9/40
H04N 1/40 - 1/409
H04N 1/46 - 1/62