

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7699503号
(P7699503)

(45)発行日 令和7年6月27日(2025.6.27)

(24)登録日 令和7年6月19日(2025.6.19)

(51)国際特許分類

F I

G 0 3 G 15/00 (2006.01)

G 0 3 G 15/00 3 0 3

B 4 1 J 2/52 (2006.01)

B 4 1 J 2/52

請求項の数 10 (全31頁)

(21)出願番号	特願2021-145714(P2021-145714)	(73)特許権者	000001007
(22)出願日	令和3年9月7日(2021.9.7)		キヤノン株式会社
(65)公開番号	特開2023-38807(P2023-38807A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43)公開日	令和5年3月17日(2023.3.17)	(74)代理人	110003281
審査請求日	令和6年9月9日(2024.9.9)		弁理士法人大塚国際特許事務所
		(72)発明者	竹村 太一
			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
		(72)発明者	横手 暁仁
			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	大石 紗恵子
			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	市川 勝

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像形成装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像形成条件に基づいて、中間転写体を介してシートに画像を形成する画像形成手段と、
前記画像形成手段により前記中間転写体に形成された第1測定用画像を測定する第1の
測定手段と、

前記画像形成手段により前記シートに形成された第2測定用画像を測定する第2の測定
手段と、

前記画像形成手段により形成される画像の濃度の変動に相関のある変動相関情報を取得
する取得手段と、

前記取得手段により取得された前記変動相関情報から決定条件に基づいて前記画像形成
手段により形成される画像の濃度を決定し、決定した前記濃度に基づいて前記画像形成条
件を生成する生成手段と、

前記第1の測定手段による前記第1測定用画像の測定結果と、前記第2の測定手段によ
る前記第2測定用画像の測定結果と、前記取得手段により取得された前記変動相関情報と
に基づいて前記決定条件を更新する更新手段と、を有し、

前記更新手段は、前記第2の測定手段による第2測定用画像の測定結果に、前記第1の測
定手段による第1測定用画像の測定結果よりも大きい重み付けを行って前記決定条件を更
新する

ことを特徴とする画像形成装置。

【請求項2】

10

請求項 1 に記載の画像形成装置であって、

前記更新手段は、前記第 2 の測定手段による第 2 測定用画像の測定結果および該測定結果に係る前記変動相関情報を所定数複製することで前記重み付けを行うことを特徴とする画像形成装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の画像形成装置であって、

前記生成手段は、前記変動相関情報を入力値とする重回帰モデルを前記決定条件として用いて前記濃度を決定し、

前記更新手段は、前記第 1 の測定手段による第 1 測定用画像の測定結果と前記第 2 の測定手段による第 2 測定用画像の測定結果と、前記測定結果に係る前記変動相関情報とに基づいて前記重回帰モデルの係数を更新することを特徴とする画像形成装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の画像形成装置であって、

前記画像形成条件は、画像データを変換するために用いる階調補正テーブルであり、

前記画像形成手段は、前記階調補正テーブルに基づいて変換された前記画像データに基づいて前記画像を形成することを特徴とする画像形成装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の画像形成装置であって、

前記画像形成装置は電子写真方式であり、

前記第 1 の測定手段は、前記中間転写体として、中間転写ベルトまたは感光体のいずれかに形成された画像の濃度情報を測定し、

前記第 2 の測定手段は、搬送されている状態、または静止している状態のいずれかの状態の前記シートに形成された画像の濃度情報を測定することを特徴とする画像形成装置。

20

【請求項 6】

画像形成装置の制御方法であって、

前記画像形成装置は、画像形成条件に基づいて、中間転写体を介してシートに画像を形成する画像形成手段と、前記画像形成手段により前記中間転写体に形成された第 1 測定用画像を測定する第 1 の測定手段と、前記画像形成手段により前記シートに形成された第 2 測定用画像を測定する第 2 の測定手段と、取得手段と、生成手段と、更新手段とを有し、

30

前記画像形成装置の制御方法は、

前記取得手段が、前記画像形成手段により形成される画像の濃度の変動に相関のある変動相関情報を取得する取得工程と、

前記生成手段が、前記取得手段により取得された前記変動相関情報から決定条件に基づいて前記画像形成手段により形成される画像の濃度を決定し、決定した前記濃度に基づいて前記画像形成条件を生成する生成工程と、

前記更新手段が、前記第 1 の測定手段による前記第 1 測定用画像の測定結果と、前記第 2 の測定手段による前記第 2 測定用画像の測定結果と、前記取得手段により取得された前記変動相関情報とに基づいて前記決定条件を更新する更新工程と、を有し、

40

前記更新工程では、前記第 2 の測定手段による第 2 測定用画像の測定結果に、前記第 1 の測定手段による第 1 測定用画像の測定結果よりも大きい重み付けを行って前記決定条件を更新する

ことを特徴とする画像形成装置の制御方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の画像形成装置の制御方法であって、

前記更新工程では、前記第 2 の測定手段による第 2 測定用画像の測定結果および該測定結果に係る前記変動相関情報を所定数複製することで前記重み付けを行う

ことを特徴とする画像形成装置の制御方法。

50

【請求項 8】

請求項 6 または 7 に記載の画像形成装置の制御方法であって、

前記生成工程では、前記変動相関情報を入力値とする重回帰モデルを前記決定条件として用いて前記濃度を決定し、

前記更新工程では、前記第 1 の測定手段による第 1 測定用画像の測定結果と前記第 2 の測定手段による第 2 測定用画像の測定結果と、前記測定結果に係る前記変動相関情報とに基づいて前記重回帰モデルの係数を更新する

ことを特徴とする画像形成装置の制御方法。

【請求項 9】

請求項 6 乃至 8 のいずれか一項に記載の画像形成装置の制御方法であって、

前記画像形成条件は、画像データを変換するために用いる階調補正テーブルであり、

前記画像形成手段により、前記階調補正テーブルに基づいて変換された前記画像データに基づいて前記画像が形成される

ことを特徴とする画像形成装置の制御方法。

【請求項 10】

請求項 6 乃至 9 のいずれか一項に記載の画像形成装置の制御方法であって、

前記画像形成装置は電子写真方式であり、

前記第 1 の測定手段により、前記中間転写体として、中間転写ベルトまたは感光体のいずれかに形成された画像の濃度情報が測定され、

前記第 2 の測定手段により、搬送されている状態、または静止している状態のいずれかの状態の前記シートに形成された画像の濃度情報が測定される

ことを特徴とする画像形成装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は画像形成装置に関するもので、例えば電子写真プロセスを用いた画像形成装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

画像形成装置は、装置が設置される環境の変動や装置内の環境の変動に起因する短期的な変動及び感光体や現像剤の経時変化（経時劣化）に起因する長期的な変動等の影響で、出力画像の濃度や濃度階調性が所望の濃度や階調性と異なる場合が生じる。そこで、画像形成装置では、出力画像の濃度や階調性を所望の濃度や階調性に合わせるためにそれらの様々な変動を考慮して随時画像形成条件を補正する必要がある。

【0003】

このように、濃度や色味の変化を適切に補正する処理は、一般にキャリブレーションと称されている。キャリブレーションでは、例えば濃度が一様なパターン画像を用紙や感光体或いは中間転写体などにいくつか形成し、形成したパターンの濃度を測定してその目標値と比較し、その比較結果に基づいて画像を形成するための各種条件を適宜調整する。

【0004】

従来は、前記した出力画像の濃度や階調性を安定化させるために、例えば特許文献 1 のように、階調パターン等の特定の補正用パターンを用紙に形成する。形成したパターンを画像読取部で読み取り、読み取った階調パターン情報を（ガンマ）補正等の画像形成条件にフィードバックさせることにより、画像品質の安定性を向上させている。

【0005】

また、キャリブレーションが必要になるタイミングは、前述したように環境の変動や長時間の放置がある場合を含めてさまざまな場面で適宜階調性の補正が必要になる。たとえば、特に環境変動が起こりやすい朝一番の電源投入時や節電モードからの復帰時、あるいは、出力画像DUTYが高い場合でトナー補給量が多くなる場合や、逆に出力画像DUTYが低いジョブが連続して行われる場合などである。このようなキャリブレーションを行う技術

10

20

30

40

50

として、例えば特許文献 2 のような技術が提案されている。

【 0 0 0 6 】

近年では、画質の安定性と同時に、ユーザビリティの向上、特に待機時間やダウンタイムの削減による生産性の向上に対する要求が高まっており、画質安定化のためのキャリブレーション制御に対しても、より短時間に制御することが強く求められている。このような要求に対応した技術として、例えば特許文献 3 のように、外部環境や画像出力条件、各種センサ値の変動を入力値とするモデルを作成し、モデルからキャリブレーション用のパッチの変動を予測する。こうすることで、キャリブレーション所要時間の多くを費やすパッチの作像工程を省略する技術が提案されている。

【 0 0 0 7 】

さらには、変動を予測するためのモデルにおいて、使用環境や使用状況によって最適な操作値になるような制御を行う方法として、特許文献 4 のような技術が提案されている。特許文献 4 には、ニューラルネットワークを用いて画像形成装置の特性を学習させて、状態予測値と目標値から操作量を決定する技術が提案されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 文献 】特開 2 0 0 0 - 2 3 8 3 4 1 号公報

【 文献 】特開 2 0 0 3 - 1 6 7 3 9 4 号公報

【 文献 】特開 2 0 1 7 - 3 7 1 0 0 号公報

【 文献 】特開平 5 - 7 2 8 5 9 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

しかしながら、このように色味や濃度の変動をモデルによって予測するキャリブレーション手法では、以下のような問題が発生する。

【 0 0 1 0 】

使用環境や出力条件、使用状況に個別に対応した最適な濃度予測モデルを用いて濃度調整のためのキャリブレーション制御を行う場合、現状の予測モデルを修正していく必要がある。なぜなら、通常初期の段階は、ある程度の使用環境や状況を網羅できるような平均的なモデルを用いることが一般的で、個別の使用環境に最適であるとは限らないためである。

【 0 0 1 1 】

予測モデルを修正するには、実際の濃度の変動と環境や出力条件等を合わせたデータが必要になってくる。そのため、通常は実際にキャリブレーション用のパッチを形成して濃度調整を実施する制御を併用し、パッチによるキャリブレーション制御を実行するタイミングで、同時に予測モデルを修正するためのデータを取得していく。

【 0 0 1 2 】

しかし、予測モデルを修正するためには、相当数のデータが必要となり、最適なモデルを算出するまでには多くの時間がかかってしまう。これは、少数のデータでモデルの修正を実行してしまうと、取得したデータのみ大きく偏ったモデルになる、或いは取得した修正用のデータが想定濃度の分布中心から大きく外れ、結果として逆に予測精度が悪いモデルができてしまう可能性があるためである。

【 0 0 1 3 】

また、予測モデルの修正に使用するデータ自体のバラつきに対しても考慮する必要がある。取得できる実際の濃度変動のデータ精度は、濃度検出システムの精度に依存するが、早く高精度に予測モデルを修正するためには、使用する濃度データは真値に近いデータを多く用いることが重要である。

【 0 0 1 4 】

本発明は、上記のような事情に鑑みてなされたものである。その目的は、色味及び濃度

10

20

30

40

50

階調性安定化制御のためのキャリブレーションにおいて、使用環境における予測モデルの修正を短期間かつ高精度に実行することが可能な画像形成装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 5 】

上記目的を達成するために本発明は以下の構成を有する。すなわち、本発明の一側面によれば、画像形成条件に基づいて、中間転写体を介してシートに画像を形成する画像形成手段と、

前記画像形成手段により前記中間転写体に形成された第1測定用画像を測定する第1の測定手段と、

前記画像形成手段により前記シートに形成された第2測定用画像を測定する第2の測定手段と、

10

前記画像形成手段により形成される画像の濃度の変動に相関のある変動相関情報を取得する取得手段と、

前記取得手段により取得された前記変動相関情報から決定条件に基づいて前記画像形成手段により形成される画像の濃度を決定し、決定した前記濃度に基づいて前記画像形成条件を生成する生成手段と、

前記第1の測定手段による前記第1測定用画像の測定結果と、前記第2の測定手段による前記第2測定用画像の測定結果と、前記取得手段により取得された前記変動相関情報とに基づいて前記決定条件を更新する更新手段と、を有し、

前記更新手段は、前記第2の測定手段による第2測定用画像の測定結果に、前記第1の測定手段による第1測定用画像の測定結果よりも大きい重み付けを行って前記決定条件を更新することを特徴とする画像形成装置が提供される。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明により、色味及び濃度階調性安定化制御のためのキャリブレーションにおいて、使用環境における最適な予測モデルを、短期間かつ高精度に修正することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図1】実施例における画像形成装置の全体概略構成図

【図2】プリントシステム構成図

30

【図3】本発明にかかる濃度予測部ブロック図

【図4】本発明にかかる予測モデル修正部ブロック図

【図5】実施形態における自動階調補正実行時のフローを示す図

【図6】実施形態における2点電制の概念説明図

【図7】実施形態における最大トナー載り量補正用チャート一例を示す図

【図8】実施形態における最大トナー載り量補正時の露光強度決定の概念説明図

【図9】実施形態における自動階調補正時の階調補正テーブルを示す図

【図10】実施形態における濃度予測値から補正LUTを作成するフローを示す図

【図11】実施形態における初期補正LUTと基本濃度カーブ及び予測濃度カーブの関係を示す図

40

【図12】実施形態において予測濃度カーブから作成される予測時LUTを示す図

【図13】実施形態における初期補正LUTと予測時LUT、及び合成補正LUTの関係を示した図

【図14】実施形態においてパッチ画像形成を行い濃度算出するフローを示す図

【図15】実施形態において画像濃度予測モデルから予測濃度を算出するフローを示す図

【図16】実施形態における予測関数モデル作成のフローを示す図

【図17】実施形態における濃度予測モデルを修正するフロー

【図18】実施形態2における濃度予測モデルを修正するフロー

【図19】実施形態2における濃度予測モデルを修正するフロー

【図20】実施形態における実測制御時の合成LUT作成フロー

50

【図 2 1】実施形態における実測制御時の各 L U T の関係を示す図

【図 2 2】実施形態における実測制御時の各 L U T の関係を示す図

【図 2 3】実施形態における実測制御時の各 L U T の関係を示す図

【図 2 4】実施形態における実測制御と予測制御の制御タイミング概略図

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

以下、添付図面を参照して実施形態を詳しく説明する。なお、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。実施形態には複数の特徴が記載されているが、これらの複数の特徴の全てが発明に必須のものとは限らず、また、複数の特徴は任意に組み合わせられてもよい。さらに、添付図面においては、同一若しくは同様の構成に同一の参照番号を付し、重複した説明は省略する。

10

【 0 0 1 9 】

[実施形態 1]

先ず、本発明の第一の実施形態について説明する。本実施形態では電子写真方式（あるいは電子写真プロセス）の画像形成装置を用いて上記課題の解決方法を説明する。説明は電子写真方式で行うが、制御の特徴的な点、特に請求項で記載した事項は、インクジェットプリンタや昇華型プリンタなどでも同じ課題がありかつ以下で述べる方法を用いて課題を解決することができる。よって各画像形成装置についても上記請求項に係る発明に含まれると主張する。

【 0 0 2 0 】

20

（画像形成装置）

（リーダー部）

図 1 に示すように、画像形成装置 1 0 0 は、リーダー部 A を有する。リーダー部 A の原稿台ガラス 1 0 2 上に置かれた原稿は光源 1 0 3 によって照らされ、原稿からの反射光は光学系 1 0 4 を介して C C D センサ 1 0 5 に結像する。C C D センサ 1 0 5 は、三列に配置されたレッド、グリーンおよびブルーの C C D ラインセンサ群からなり、ラインセンサ毎にレッド、グリーンおよびブルーの色成分信号を生成する。これら読取光学系ユニットは図 1 に示す矢印 R 1 0 3 の方向に移動され、原稿の画像をライン毎の電気信号に変換する。原稿台ガラス 1 0 2 上には、原稿の一边を当接させて原稿の斜め配置を防ぐ位置決め部材 1 0 7、C C D センサ 1 0 5 の白レベルを決定し、C C D センサ 1 0 5 のスラスト方向のシェーディング補正を行うための基準白色板 1 0 6 が配置されている。C C D センサ 1 0 5 によって得られる画像信号は、リーダー制御部 1 0 8 によって A / D 変換、基準白色版 1 0 6 の読取信号を用いたシェーディング補正、色変換がされてプリンタ部に送られ、プリンタ制御部で処理される。また、リーダー部 A には、オペレーターがコピー開始や各種設定等の操作するための操作部 2 0 および表示器 2 1 8 が接続されている。リーダー部 A にはこのほか制御のための C P U、R A M 2 1 5、R O M 2 1 6 を備えてよい。これらはリーダー部 A の制御をする。

30

【 0 0 2 1 】

（プリンタ部）

図 1 に示すように、画像形成装置 1 0 0 は、中間転写ベルト 6 に沿ってイエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの画像形成部 P Y、P M、P C、P K を配列したタンデム型中間転写方式のフルカラープリンタである。

40

【 0 0 2 2 】

画像形成部 P Y では、感光ドラム 1 Y にイエロートナー像が形成されて中間転写ベルト 6 に一次転写される。画像形成部 P M では、感光ドラム 1 M にマゼンタトナー像が形成されて中間転写ベルト 6 のイエロートナー像に重ねて一次転写される。画像形成部 P C、P K では、それぞれ感光ドラム 1 C、1 K にシアントナー像、ブラックトナー像が形成されて同様に中間転写ベルト 6 に順次重ねて一次転写される。

【 0 0 2 3 】

中間転写ベルト 6 に一次転写された四色のトナー像は、二次転写部 T 2 へ搬送されて記

50

録材 P へ一括二次転写される。四色のトナー像を二次転写された記録材 P は、搬送ベルト 10 により搬送され、定着装置 11 で加熱加圧を受けて表面にトナー像を定着された後に、機体外部へ排出される。

【0024】

中間転写ベルト 6 は、テンションローラ 61、駆動ローラ 62、及び対向ローラ 63 に掛け渡して支持され、駆動ローラ 62 に駆動されて所定のプロセススピードで矢印 R2 方向に回転する。

【0025】

記録材カセット 65 から引き出された記録材 P は、分離ローラ 66 で 1 枚ずつに分離して、レジストローラ 67 へ送り出される。レジストローラ 67 は、停止状態で記録材 P を受け入れて待機させ、中間転写ベルト 6 のトナー像にタイミングを合わせて記録材 P を二次転写部 T2 へ送り込む。

【0026】

二次転写ローラ 64 は、対向ローラ 63 に支持された中間転写ベルト 6 に当接して二次転写部 T2 を形成する。二次転写ローラ 64 に正極性の直流電圧が印加されることによって、負極性に帯電して中間転写ベルト 6 に担持されたトナー像が記録材 P へ二次転写される。

【0027】

画像形成部 PY、PM、PC、PK は、現像装置 4Y、4M、4C、4K で用いるトナーの色がイエロー、マゼンタ、シアン、ブラックと異なる以外は、実質的にほぼ同一に構成される。以下では、特に区別を要しない場合は、いずれかの色用のものであることを示すために符号に付した添え字 Y、M、C、K は省略して、総括的に説明する。

【0028】

図 1 に示すように、画像形成部は、感光ドラム 1 の周囲に、帯電装置 2、露光装置 3、現像装置 4、一次転写ローラ 7、クリーニング装置を配置している。

【0029】

感光ドラム 1 は、アルミニウムシリンダの外周面に負極性の帯電極性を持たせた感光層が形成され、所定のプロセススピードで矢印方向に回転する。感光ドラム 1 は、近赤外光 (960 nm) の反射率が約 40% の OPC 感光体である。しかし、反射率が同程度であるアモルファスシリコン系の感光体などであっても構わない。

【0030】

帯電装置 2 は、スコロトロン帯電器を用いており、コロナ放電に伴う荷電粒子を感光ドラム 1 に照射して、感光ドラム 1 の表面を一律な負極性の電位に帯電する。スコロトロン帯電器は、高圧電圧が印加されるワイヤと、アースにつながれたシールド部と、所望の電圧が印加されたグリッド部とを有する。帯電装置 2 のワイヤには、帯電バイアス電源 (図示せず) から、所定の帯電バイアスが印加される。帯電装置 2 のグリッド部には、グリッドバイアス電源 (図示せず) から、所定のグリッドバイアスが印加される。ワイヤに印加される電圧にも依存するが、感光ドラム 1 は、ほぼグリッド部に印加された電圧に帯電する。

【0031】

露光装置 3 は、レーザービームを回転ミラーで走査して、帯電した感光ドラム 1 の表面に画像の静電像を書き込む。電位検出手段の一例である電位センサ (図示せず) は、露光装置 3 が感光ドラム 1 に形成した静電像の電位を検出可能である。現像装置 4 は、感光ドラム 1 の静電像にトナーを付着させてトナー像に現像する。

【0032】

一次転写ローラ 7 は、中間転写ベルト 6 の内側面を押圧して、感光ドラム 1 と中間転写ベルト 6 との間に一次転写部を形成する。正極性の直流電圧が一次転写ローラ 7 に印加されることによって、感光ドラム 1 に担持された負極性のトナー像が、一次転写部 T1 を通過する中間転写ベルト 6 へ一次転写される。

【0033】

10

20

30

40

50

第１濃度センサ（パッチ検センサ）２００は、中間転写ベルト６に対向させて配置され、未定着のトナーの画像濃度を測定する。第１濃度センサ２００は、中間転写ベルトに対して赤外線を照射する光源である発光ダイオード（以下ＬＥＤ）を含む。第１濃度センサ２００は更に、光源から中間転写ベルトおよびパッチ画像に照射された光の反射光を正反射角度の位置で受光する光学センサ例えばフォトダイオード（以下ＰＤ）と、拡散反射の位置で拡散反射光を受光するＰＤで構成された光学センサとを含む。それらＬＥＤ及び光学センサは、電気基板に実装され、それらを含めて第１濃度センサ２００が構成されている。ここで光学センサ２００の位置では、画像形成時には、中間転写ベルト６に各色成分の画像形成部ＰＹ、ＰＭ、ＰＣ、ＰＫによりトナー像、例えばパッチ画像が形成されている。

10

【００３４】

ブラックトナーについては第１濃度センサ２００による正反射光の検出結果を、シアン・マゼンタ・イエローについては第１濃度センサ２００による拡散反射光の検出結果を用いて濃度値へと変換する。その際、第１濃度センサ２００の出力信号の信号値と濃度値の関係性を事前に取得してＬＵＴとして画像形成装置の本体内に持たせておく。そして、そのＬＵＴに従って、第１濃度センサ２００の信号値から各色の濃度値に変換する。なお、本実施形態では中間転写ベルト６に対向させて第１濃度センサ２００を配置した構成であるが、感光ドラム１に対向させて配置する構成も含め適宜配置することが可能である。本例では黒以外の色が複数あるが、例えばそれぞれの色成分のパッチ画像を、色ごとに定めたタイミングで測定することで、一つのセンサでそれぞれの色の濃度を検出できる。

20

【００３５】

一方、定着後のパターン画像を測定する画像濃度センサとして、定着装置下流側に第２濃度センサ５００としてラインセンサが配置される。第２濃度センサ５００はＣＭＯＳラインセンサや、ＣＣＤラインセンサ等の光学式センサであって、用紙上に形成された画像の読み取りを行い、Ｒ、Ｇ、Ｂの各色の読取信号を出力する。第２濃度センサ５００付近にはシートに形成されたトナー像を照射する光源として白色ＬＥＤなどを備えていてもよい。

【００３６】

この読取信号値はシアン（Ｃ）、マゼンタ（Ｍ）、黄（Ｙ）、黒（Ｋ）各色の濃度値へ変換して用いられる。一般的に、ＣはＲセンサの輝度値、ＭはＧセンサの輝度値、ＹはＢセンサの輝度値、ＫはＧセンサの輝度値から算出する。その際、ＲＧＢ各センサ輝度値と各色濃度値の関係性を事前に取得し、ＬＵＴとして本体内に持たせておき、そのＬＵＴに従って各輝度値から各色濃度値に変換する。

30

【００３７】

クリーニング装置は、感光ドラム１にクリーニングブレードを摺擦させて、中間転写ベルト６への転写を逃れて感光ドラム１に残った転写残トナーを回収する。

【００３８】

ベルトクリーニング装置６８は、中間転写ベルト６にクリーニングブレードを摺擦させて、記録材Ｐへの転写を逃れて二次転写部Ｔ２を通過して中間転写ベルト６に残った転写残トナーを回収する。

40

【００３９】

なお、各色成分の感光ドラム１には、その表面上の電位を測定する電位センサが設けられ、電位を示す信号を出力するよう構成されていてもよい。

【００４０】

（画像処理部）

図２は、本発明におけるプリントシステム構成を示す図である。同図において、３０１はホストコンピュータであり、１００は画像形成装置である。そして、ホストコンピュータ３０１及び画像形成装置１００はＵＳＢ２．０Ｈｉｇｈ－Ｓｐｅｅｄ、１０００Ｂａｓｅ－Ｔ／１００Ｂａｓｅ－ＴＸ／１０Ｂａｓｅ－Ｔ（ＩＥＥＥ ８０２．３準拠）などの通信線によって接続されている。

50

【 0 0 4 1 】

画像形成装置 1 0 0 において、プリンタコントローラ 3 0 0 はプリンタ全体の動作を制御する。また、プリンタコントローラ 3 0 0 は以下の構成を有する。

ホストコンピュータ 3 0 1 との入出力を司るホスト I / F 部 3 0 2 。

ホスト I / F 部 3 0 2 からの制御コードや各通信手段からデータの送受信を行なうための入出力バッファ 3 0 3 。

コントローラ 3 0 0 全体の動作を制御するプリンタコントローラ CPU 3 1 3 。

プリンタコントローラ CPU 3 1 3 の制御プログラムや制御データが内蔵されているプログラム ROM 3 0 4 。

上記制御コード、データの解釈や印刷に必要な計算、或いは印字データの処理のためのワークメモリに利用される RAM 3 0 9 。

10

ホストコンピュータ 3 0 1 から受信したデータの設定より各種の画像オブジェクトを生成する画像情報生成部 3 0 5 。

画像オブジェクトをビットマップ画像に展開する RIP (R a s t e r I m a g e P r o c e s s o r) 部 3 1 4 。

多次色の色変換処理を行う色処理部 3 1 5 。

単色の階調補正を実行する階調補正部 3 1 6 。

ディザマトリクスや誤差拡散法などの擬似中間調処理を実行する擬似中間調処理部 3 1 7 。

変換された画像を画像形成エンジン部に転送するエンジン I / F 部 3 1 8 。

変換後の画像データを画像として形成する画像形成エンジン部 1 0 1 。

20

以上が基本的な画像形成時のプリンタコントローラの画像処理の流れで、太い実線で示している。

【 0 0 4 2 】

プリンタコントローラ 3 0 0 は、画像形成だけではなく各種制御演算も司る。そのための制御プログラムをプログラム ROM 3 0 4 内に持つ。その制御プログラムおよびデータとして以下のものが含まれる。

・最大濃度調整を行なう最大濃度条件決定部 3 0 6 。

・センサからの出力値等により濃度を予測する予測濃度算出部 3 0 7 。

・濃度階調補正を行う階調補正テーブル生成部 (L U T) 3 0 8 。

生成される階調補正テーブルには、補正值として例えば入力濃度値に対応する出力濃度値が含まれる。

30

・予測濃度を算出するためのモデルを修正する予測モデル修正部 3 5 0 。

なお、プリンタコントローラ内の各種制御演算に関する詳細説明は後述する。なお階調補正テーブルのことを画像補正条件と呼ぶこともある。

【 0 0 4 3 】

このほか、上記最大濃度条件決定部 3 0 6 ~ 階調補正テーブル生成部 3 0 8 までの調整結果を一次格納するテーブル格納部 3 1 0 を有する。さらに、印刷装置の操作や上記補正処理に実行指示を行う操作パネル 2 1 8 、プリンタコントローラ 3 0 0 と操作パネル 2 1 8 とを繋ぐパネル I / F 部 3 1 1 を有する。さらに、印字データや様々な印刷装置の情報等の保存に利用される外部メモリ部 1 8 1 、コントローラ 3 0 0 と外部メモリ部 1 8 1 とを繋ぐメモリ I / F 部 3 1 2 、そして、各ユニットをつなぐシステムバス 3 1 9 から構成されている。

40

【 0 0 4 4 】

さらに画像形成装置 1 0 0 には画像形成エンジン部 1 0 1 、が含まれ、エンジン制御 CPU 1 0 1 2 により制御されている。このほかに画像形成エンジン部 1 0 1 には第 1 濃度センサ 2 0 0 や第 2 濃度センサ 5 0 0 、タイマー 2 0 1 カウンタ 2 0 2 等も含まれる。

【 0 0 4 5 】

(濃度予測部)

次に、図 3 を用いて、プリンタコントローラ 3 0 0 内での予測濃度算出部について説明する。画像形成装置 1 0 0 が備える画像濃度センサ 2 0 0 、タイマー 2 0 1 、カウンター 2 0 2 からの各種信号値、及び、現在の画像形成条件 2 0 3 が、プリンタコントローラ 3

50

00内の予測濃度算出部307に入力される。画像形成条件203には、画像形成装置100における現在の露光強度（以下LPW）および帯電電位（以下Vd）等が含まれる。さらに機内の温度などを含めてもよい。この時、まず予測濃度算出部307内の入力信号値処理部320に信号値は入力される。この入力信号値処理部320は、基本となる信号値を記憶しておく信号値記憶部321と、入力された信号値と信号値記憶部321に記憶されている信号値との差分を算出する差分算出部322とを含む。

【0046】

入力信号値処理部320で処理された信号値は、濃度予測部330に入力される。濃度予測部330は、基本となる濃度を記憶しておく濃度記憶部331と、入力信号処理部320からの入力値から濃度を予測する予測関数部332とを含む。予測関数部332は、入力値から、基本となる濃度からの濃度変化量を算出する画像濃度予測モデル（予測モデルとも呼ぶ）3321を有する。予測モデル3321は例えば重回帰モデルの偏回帰係数の行列を含む。予測関数部332は、画像濃度予測モデル3321を用いて算出された濃度変化量と、濃度記憶部331に記憶されている基本濃度とを足し合わせて現在の予測濃度を算出する。なお、画像濃度予測モデル3321については後述する。また、基本となる信号値の取得、基本となる濃度の取得についても後述する。

10

【0047】

算出された予測濃度は、階調補正テーブル生成部308に入力される。階調補正テーブル生成部308は、予測濃度に基づいて階調補正部316を入力するためのLUTを作成する。なお、階調補正方法については後述する。

20

【0048】

（予測モデル修正部）

次に、予測濃度を算出するためのモデルを修正する予測モデル修正部350について図4を用いて説明する。予測モデルの修正は、後述するが、現状のモデルを作成したデータに、修正用のデータを追加していくことで行われる。すなわち修正用のデータを追加して修正モデルの作成を行う。従って、現状のモデルを作成したときのデータを記憶しておくモデル作成用データ記憶部351は、モデル作成用のセンサや条件等の信号値を記憶しておく信号値記憶部と、それに対となる濃度値記憶部を含む。なお現状のモデルとは、修正が加えられていない状態では、初期的に作成された基本モデル（或いは初期モデル）を、修正が加えられた状態では、修正された最新のモデルを指す。

30

【0049】

また、モデル修正用データ記憶部352は、新たに取得した修正用のデータを記憶しておく。モデル修正用データ記憶部352は、信号値を記憶する信号値記憶部と、記憶した信号値と対となる濃度値を記憶しておく濃度値記憶部とを含む。信号値記憶部には、第1濃度センサ200、タイマー201、カウンタ202、画像形成条件203から得られる信号値を記憶しておく。このほか、各感光ドラム1表面の電位を測定する電位センサ等のセンサ299から得られる信号値を記憶してもよい。濃度値記憶部には、第1濃度センサ200と第2濃度センサ500とからそれぞれ得られる濃度値を記憶しておく。第1濃度センサ200は、画像濃度センサ（パッチ検センサ）200に相当する。第2濃度センサ500は、本実施形態ではシートの搬送路に設けたラインセンサとしているが、リーダー部Aなど、記録材上の濃度を測定することができるセンサであればよい。なお本実施形態では、シート上の画像の濃度センサとしてリーダー部Aを用いた場合を説明する。

40

【0050】

さらに、これらのデータを用いて新たなモデルを決定するモデル演算部353は、新たにモデルを作成する演算部と、作成されたモデルを記憶しておくモデル記憶部とを含む。なお、モデル修正が完了すれば、信号値と濃度値の関係はデータセットとして、モデル作成用データ記憶部に収納される。ここで説明した予測モデル修正部350は、画像形成装置内に有するか、もしくは、画像形成装置とネットワーク接続された装置に有することで実現可能である。

【0051】

50

(濃度予測基準値取得)

次に、前述の濃度予測部 330 において説明した、信号値記憶部 321 に保存される基本となる信号値、及び濃度記憶部 331 に保存される基本となる濃度の取得方法について説明する。本実施形態で用いる基本濃度は、一例として、図 5 に示すように定期的に行われる用紙上に形成された出力画像(定着後のトナー画像)を用いた自動階調補正で取得される。なお、本実施形態においては、ドラム表面上の電位を測定する電位センサを有する系で説明するが、これに限定されるものではない。また、取得タイミングについては、十分な階調パッチを作成する制御タイミングで同様に取得することも可能である。

【0052】

(電位制御)

ユーザー任意で自動階調補正制御が開始されると、まず、電位制御処理(S201)がスタートする。エンジン制御部 CPU1012 は、シート(媒体であり例えば紙)上に印刷する前に、電位制御によって目標とする帯電電位(V_dT)、グリッドバイアス(Y)と現像バイアス(V_dc)を決定する。電位制御処理により画像形成装置 100 が設置されている環境条件(温度や湿度の条件を含む)に応じた帯電電位等を決定することができる。なおエンジン制御部 CPU1012 をエンジン制御部 1012 と呼ぶこともある。

【0053】

本実施形態において、エンジン制御部 1012 は 2 点電制と呼ばれる電位制御を行っている。図 6 は、2 点電制による電位制御の概念を説明する図である。図 6 において、横軸はグリッドバイアス、縦軸は感光体表面電位を示している。 $VD1$ は第 1 の帯電条件(グリッドバイアス 400V)での帯電電位を示し、 $V11$ は、標準レーザパワーで形成された露光部電位を示している。また、 $Vd2$ は第 2 の帯電条件(グリッドバイアス 800V)での帯電電位を示し、 $V12$ はそのときの標準レーザパワーで形成された露光部電位である。このとき、400V 及び 800V のグリッドバイアスにおけるコントラスト電位($Cont1$ 、 $Cont2$)は(1)、(2)式より算出することができる。

【0054】

$$(Cont1) = (Vd1 - V11) \cdots (1)$$

$$(Cont2) = (Vd2 - V12) \cdots (2)$$

ここで、帯電電位 1V おきのコントラスト電位の増加量($Cont$)は(1)、(2)式の結果を基に(3)式により算出することができる。

【0055】

$$(Cont) = ((Cont2 - Cont1) / (Vd2 - Vd1)) \cdots (3)。$$

【0056】

一方、画像形成装置 100 内には不図示の環境センサが設けられており、環境センサは画像形成装置 100 内の温度や湿度の環境条件を計測する。エンジン制御部 1012 は、環境センサの計測結果に基づいて画像形成装置 100 内の環境条件(例えば、絶対水分量)を求める。そして、予め登録されている環境テーブルから環境条件に対応する目標コントラスト電位($ContT$)を参照する。

【0057】

目標コントラスト電位($ContT$)と、コントラスト電位の増加量($Cont$)との関係は、(4)式により算出することができる。

$$ContT = Cont1 + X \cdot Cont \cdots (4)。$$

【0058】

(4)式の関係を満たすパラメータ「X」を算出すれば、目標とする帯電電位(VdT)(以下、これを「ターゲット電位」ともいう)は(5)式で算出することができる。

$$VdT = Vd1 + X \cdots (5)。$$

【0059】

グリッドバイアス 1V あたりの帯電電位変化量(Vd)は(6)式により算出することができる。

$$(Vd) = (Vd2 - Vd1) / (800 - 400) \cdots (6)。$$

10

20

30

40

50

【 0 0 6 0 】

ターゲット電位 ($V_d T$) を与えるグリッドバイアス (Y) は、(7) 式より算出することができる。

ターゲット $V_d T = 400 + Y \cdot V_d \quad \cdots (7)$ 。

【 0 0 6 1 】

(7) 式において、 V_d は (6) 式により算出することは可能であり、 $V_d T$ は (5) 式より算出ことが可能である。従って、(5)、(6) 式より既知となる電位を代入することにより (7) 式の関係を満たすグリッドバイアス (Y) を最終的に決定することができる。

【 0 0 6 2 】

以上の処理により環境条件に応じたターゲット電位 ($V_d T$)、グリッドバイアス (Y) を決定することができる。現像バイアス ($V_d c$) は、ターゲット電位 ($V_d T$) に対して規定電位差を有し、決定したターゲット電位 ($V_d T$) から規定電位を減じることで算出することは可能である。決定した現像バイアス ($V_d c$) でこれ以降の画像形成を行う。なお、各ドラム上の電位はマイナスであるが、計算のプロセスをわかり易くするために、ここではマイナスを省略している。以上の処理により図 5 のステップ S 2 0 1 の電位制御処理を終了する。

【 0 0 6 3 】

(最大トナー載り量調整)

次にステップ S 2 0 2 に処理進め、先のステップ S 2 0 1 における電位制御で決定したグリッドバイアス (Y) と、現像バイアス ($V_d c$) とを用いてトナーの最大載り量を調整するためのパッチ画像を形成する (S 2 0 2)。

【 0 0 6 4 】

生産性を重視するプリンタでは下記フローを省略し、電位制御のみで最大載り量を調整するフローも開示されている。しかしながら、現像器内の色材電荷保持量、トナーとキャリアの混合比なども環境や耐久によって変化してしまうため、電位のみでの制御は精度が低い。そのため本実施形態では露光強度 (以下、 $L P W$) を数段階に変更したパッチ画像を形成し、通常の画像形成に用いる $L P W$ を決定する。

【 0 0 6 5 】

グリッドバイアス (Y)、現像バイアス ($V_d c$) が決定された画像形成装置 1 0 0 は、最大載り量の調整を行うため、図 7 のような、黒、シアン、イエロー、マゼンタ、1 色あたり 5 つのパッチ画像 ((1) ~ (5)) を形成する。なお、パッチ数については、これに限定されるものではない。5 つのパッチ画像の形成条件はそれぞれ $L P W$ が異なり、左から順に $L P W 1$ 、 $L P W 2$ 、 $L P W 3$ (電位制御に用いた際の標準レーザパワーに相当する)、 $L P W 4$ 、 $L P W 5$ である。 $L P W 1$ から順に $L P W 5$ までレーザパワーは高くなっている。またパッチの色数についても、画像形成装置 1 0 0 で使用する色成分数に従えばよく、4 色には限られない。

【 0 0 6 6 】

出力された画像はユーザーにてリーダー部にセットされ、画像パターンの濃度が自動的に検出される (S 2 0 3)。図 8 は、各パッチ画像の濃度値と $L P W$ の関係を示す図である。検出された濃度値を目標とする濃度ターゲット値 (以下、「最大載り量ターゲット濃度値」ともいう) に合わせて $L P W$ を制御することで、トナー載り量を調整することが可能である。

【 0 0 6 7 】

(階調補正及び基本値取得)

最大トナー載り量の調整が終了すると、次に階調性の補正を行う。ここでは、先に決定したグリッドバイアス (Y) と、現像バイアス ($V_d c$) 及び $L P W$ レベルを用いて、各色 6 4 階調の画像パターンを形成し、紙上へ出力する (S 2 0 4)。なお、階調数についてはこれに限定されるものではない。

【 0 0 6 8 】

10

20

30

40

50

出力された画像はユーザーにてリーダー部にセットされ、画像パターンの濃度が自動的に検出される（S205）。

【0069】

画像パターンから得られた濃度から、補間処理とスムージング処理を行い、全濃度領域のエンジン特性を得る。次に得られたエンジン特性と予め設定されている階調ターゲットを用いて、入力画像信号を出力用の画像信号に変換するための階調補正テーブルが作成される（S206）。本実施形態では、図9に示すように、階調ターゲットに対して一致するように逆変換処理を行い階調補正テーブルを作成する。この作業が終了すると、階調ターゲットに対して紙上の濃度が全濃度領域で合うようになる。

【0070】

以上の手順で決定した目標LPWを適用し、階調補正テーブルを用いて、色成分ごとに複数の階調のテスト画像（測定用画像とも呼ぶ）を含むトナー画像パターンを形成する（S207）。そのテスト画像の濃度を、中間転写体上で第1の濃度センサ200を用いて検出すれば（S208）、その濃度値が中間転写体上におけるターゲット濃度となり、基本濃度として濃度記憶部331に保存される（S209）。中間転写体とは中間転写ベルトや感光体などであってよい。本実施形態では、階調補正テーブルが作成された後に各色成分について10階調のテスト画像を形成し、第1の濃度センサ200を用いてテスト画像を測定し、その結果（例えば測定値）を基本濃度として濃度記憶部331に保存する。濃度記憶部331にはテスト画像の濃度に応じて変動する第1の濃度センサ200の測定結果が保存される。この場合濃度記憶部331に保存されるデータはテスト画像の濃度値である。なお濃度値は、たとえばその濃度に対応する階調補正前あるいは補正後の濃度値とともに保存されてよい。ただし、どちらであるかは決めておく必要がある。また形成するテスト画像を予め決めておくのであれば、濃度値とは紐づけずに検出されたテスト画像ごとの濃度値を記憶しておいてもよい。基本濃度値は、較正（キャリブレーション）の際に参照される。

【0071】

また、この自動階調補正を行い、基本濃度を取得したときのセンサ、カウンター、タイマー値及び、グリッドバイアスや現像バイアス、LPWレベル等の画像形成条件を、基本となる信号値として、信号値記憶部321に保存する（S210）。このようにして得た基本濃度やエンジン特性、基本信号値を参照して、以下で説明する要領で階調補正テーブル（LUT）が更新される。

【0072】

なお、本実施形態では画像濃度予測モデルを中間転写体上のパッチ等のテスト画像の濃度を予測するモデルとしたため、基本となる濃度値は中間転写体上で測定した濃度値を保存した。しかし、例えば記録媒体上のテスト画像の濃度を予測するモデルとする場合は、基本となる濃度値（基本濃度）として記録媒体上のテスト画像の濃度をリーダー部Aにより測定して保存する。基本濃度は、画像濃度予測モデルを、どの位置のパッチ濃度を扱うかによって、適宜選択すればよく、上記に限定されるものではない。なおリーダー部Aに代えて第2濃度センサ500を用いてもよい。テスト画像の濃度をリーダー部Aにより測定する場合、第2濃度センサとはリーダー部Aを指すことがある。

【0073】

（濃度補正制御）

（実測制御と予測制御の制御タイミング概要）

図5の手順で基本となる階調補正テーブルを作成し、また基本濃度や基本信号値を保存した。階調補正テーブルは、画像形成装置の使用の程度に応じて生じる色味の変化や濃度の変化に応じて更新される必要がある。そのために本実施形態では、実測制御による濃度補正と予測制御による濃度補正とを併用している。

【0074】

中間転写ベルトに濃度パッチを形成し、濃度パッチを第1の濃度センサなどの画像濃度センサで読み取る実測制御による濃度補正シーケンスは、一般的に印刷動作である画像形

10

20

30

40

50

成シーケンスに割り込んで実施されることが多く、生産性の低下の一因となっている。一方、生産性の低下を懸念して実測制御を低頻度で実施することは、色味および濃度またはそのいずれかの変動の放置による画質の悪化につながる。この背景を踏まえ、従来の画像形成装置では色味・濃度変動と生産性のバランスを考慮して実測制御の制御タイミングを設定している。本体構成によっては画像形成範囲外に濃度パッチを形成することで実測制御の頻度を向上することも可能であるが、高頻度で実測制御を行うことはトナー使用量の増大、つまりコストアップにつながることもあるため、実測制御の高頻度化は難しいのが現状である。

【 0 0 7 5 】

しかし濃度の予測制御を実施することで、実測制御の制御間の濃度補正を補い色味・濃度変動を抑制することが可能となる。実測制御と予測制御の制御タイミングの概要図を図 2 4 に示す。図 2 4 (a) は従来の実測制御だけで制御していたときの濃度補正制御タイミングと、そのときの色味変動実力である。一方、図 2 4 (b) は本案件で提案する実測制御と予測制御を織り交ぜて制御する濃度補正制御タイミングと、色味変動実力である。結果としては図 2 4 (b) で示す濃度補正制御の方が、高頻度に濃度補正を実施できるため、色味変動をより抑制することが実現できている。

【 0 0 7 6 】

なお、後述するが、濃度予測モデルの修正用のデータセットは、このような転写ベルト上に濃度パッチを形成して行う補正制御を含め、実際にパッチ画像を形成し濃度を測定する制御のタイミングで同時に取得する。

【 0 0 7 7 】

(予測濃度補正時の L U T 作成 (更新) 方法)

次に、予測制御において、算出濃度値を L U T に反映していく方法について説明する。まず、ユーザーが任意で行った自動階調補正時 (図 5) に、予め設定されている階調ターゲット (以後階調 L U T) になるように、エンジン 特性に合わせて階調補正テーブル (以後基本補正 L U T) が形成される。その後前記した各色 1 0 階調の基本濃度値を取得する。自動階調補正後は、入力画像データにこの初期補正 L U T による変換を施してエンジンに入力し、エンジン 特性が合わさって出力されることによって、狙いの階調 L U T になるように出力される。

【 0 0 7 8 】

以後、例えば電源 O N 時、スリープ復帰時、環境変動時、予め設定されたタイミングなどの、濃度補正制御の起動条件が満たされたタイミングで濃度値を取得し、取得した濃度値を用いて画像出力時の L U T (以後合成補正 L U T) を作成する。図 1 0、図 1 1、図 1 2 及び図 1 3 を用いて合成補正 L U T 作成方法について説明する。図 1 0 は合成補正 L U T 作成のフロー図である。図 1 0 の処理は例えばプリンタコントローラ C P U 3 1 3 により実行される。なお以下の説明の濃度カーブとは、濃度を表す入力信号値と記録された濃度値 (或いは予測された濃度値) との対応関係を示すカーブである。濃度カーブは、たとえば入力値と濃度値とを対応付けた表などで実現されてよい。また図 1 0 の処理は、図 2 4 に示した予測制御タイミングで実行される。具体的には、所定枚数 (あるいは面数) のシートへの印刷が完了するごとに実行されてよい。

【 0 0 7 9 】

まず、テスト画像の予測濃度値を取得する (S 3 0 1)。予測濃度の取得については、図 1 5 を参照して後述する。次に、取得した予測濃度値を階調毎にプロットし、図 1 1 の点に示す予測濃度値に対する濃度カーブ (破線) を作成する (S 3 0 2)。この予測濃度値の濃度カーブを、初期濃度カーブに補正するために逆変換を行い、図 1 2 の長破線で示すような予測時 L U T を作成する (S 3 0 3)。

【 0 0 8 0 】

ここで初期濃度カーブとは、図 1 2 においては で示した基本濃度取得時の濃度カーブに相当する。これは入力信号値と濃度記憶部に記憶した基本濃度値とを対応付けた表により実現されてよい。また図 1 1、図 1 3 に示した初期補正 L U T のカーブは、初期補正 L

10

20

30

40

50

U Tにより入力信号値を変換した出力信号値に基づいて画像形成した場合に、入力信号値と濃度との関係が初期濃度カーブとなるよう入力信号値を補正する特性を示す。一方図 12 に示した予測時 L U T は、入力値に対応する予測濃度カーブ（特性）を基本濃度カーブ（特性）へと変換するための L U T である。

【 0 0 8 1 】

最後に、予測時 L U T と、初期補正 L U T を掛け合わせた（すなわち合成した）図 13 の長 2 点鎖線に示すような合成補正 L U T を作成する（S 3 0 4）。作成された合成補正 L U T は、例えば階調補正部 3 1 6 に渡され、階調補正のために利用される。この合成後補正 L U T により入力信号を出力信号へと変換し、出力画像に反映させて出力する。なお、濃度カーブの作成方法は、10 点を結ぶような近似式を用いる等、一般的に使用される近似方法で構わない。

10

【 0 0 8 2 】

（予測濃度算出）

S 3 0 1 で予測濃度値を算出するフローは、図 15 のようになる。ここでは、図 5 の方法において、予め基本信号値、基本濃度が取得された状態において、予測濃度補正制御の起動条件を満たしたときの濃度を予測するフローについて説明する。

【 0 0 8 3 】

まず、予測濃度補正制御が起動されると、画像形成装置に備えられているセンサ、タイマー、カウンタから、起動時の環境値や放置時間、トナー補給回数等の情報と、画像形成を行うための画像形成条件の情報を、入力信号値として取得する（S 4 0 1）。この取得した信号値と、予め記憶されている基本信号値との差分を抽出する（S 4 0 2）。

20

【 0 0 8 4 】

次に、抽出された差分値を、予め検討に基づいて作成されている画像濃度予測モデル式に代入し（S 4 0 3）、現時点での濃度の基本濃度からの差分値を予測値として算出する（S 4 0 4）。この差分予測値と、基本濃度値との和から、現時点での予測濃度値を算出し、特性を取得する（S 4 0 5）。なお画像濃度の予測モデルの作成処理については図 16 を参照して後述する。

【 0 0 8 5 】

（実測濃度補正時の L U T 作成方法）

図 20 の処理フローと、図 21、図 22 及び図 23 の濃度特性図を用いて濃度補正用のパッチ画像を作成、濃度を検知した場合の、合成補正 L U T 作成方法について説明する。なお、本実施形態においては、入力値が 30 H、60 H、90 H、C0 H、FF H の 5 点のパッチ画像を順次打ちまわして補正する方法について述べるが、これに限定されるものではない。図 20 の処理は例えばプリンタコントローラ C P U 3 1 3 により実行される。また図 20 の処理は、図 24 に示した実測制御タイミングで実行される。具体的には、所定枚数（あるいは面数）のシートへの印刷が完了するごとに実行されてよい。ただし、その間隔は、予測制御による濃度補正の間隔よりも長く、望ましくは数倍（図 24 の例では 5 倍）程度であってよい。

30

【 0 0 8 6 】

パッチ画像は、現時点での補正 L U T をかけて作成する。自動階調補正後は、濃度補正用の決められた階調、例えば各色成分について濃度値が 30 H のパターンをテスト画像として、自動階調補正時に得られた図 21 に示すような初期補正 L U T をかけて作成する（S 9 0 1、S 9 0 2）。この作成されたパターンを画像形成して濃度検出センサ（例えば第 1 の濃度センサ 2 0 0）にて検知し、検知結果を 30 H の検出濃度としてプロットする（S 9 0 3）。濃度値を検出したなら、図 22 に示す 印のように初期ターゲット濃度値の 30 H 部分に新たにプロットする。すなわち、入力値である 30 H と、検出された濃度値とを対応付ける。その他の 60 H、90 H、C0 H、FF H については、初期補正 L U T 作成直後の濃度ターゲット値を用いる。この新たにプロットした 30 H 実測濃度値と、初期に計測した濃度値 60 H、90 H、C0 H、FF H の 5 点の基本濃度値を用いて、図 23 に示す長二点鎖線のような濃度カーブを作成する（S 9 0 4）。基本濃度値は濃度記

40

50

憶部 3 3 1 から得ることができる。この濃度カーブの作成方法は、5 点を結ぶような近似式を用いる等、一般的に使用される近似方法で構わない。

【 0 0 8 7 】

次に、S 9 0 4 において作成された現時点での濃度カーブを初期濃度カーブに補正するために逆変換を行い、図 2 3 に示す破線で示すような逐次補正 L U T を作成する (S 9 0 5)。

【 0 0 8 8 】

最後に、逐次補正 L U T と、初期補正 L U T を掛け合わせた図 2 2 の実線に示すような合成補正 L U T を作成し (S 9 0 6)、出力画像に反映させて出力する。出力された合成補正 L U T は、例えば諧調補正部 3 1 6 に渡され、階調補正のために利用される。この合成補正 L U T を反映させた後は、出力画像、及び次の紙間部分での画像濃度補正用階調パターンは、この合成補正 L U T で補正された状態で画像出力される。その後は、たとえば所定ページ数の印刷後に引き続き別の階調のパターン画像を作成、濃度検出を行い、同様の手順で合成補正 L U T を逐次作成していく。別の階調のパターン画像とは、上記例では 6 0 H、9 0 H、C 0 H、F F H の各階調のパッチであってよい。実測したパターンの濃度以外の濃度については、上記例と同様に基本濃度を用いればよい。

【 0 0 8 9 】

(通常濃度算出)

次に、濃度補正用のパッチ画像を形成する通常の (実測ベースの) 濃度補正制御において、現在の画像形成装置における濃度値を取得するフロー (S 9 0 3) を、図 1 4 に示す。図 1 4 は、図 2 0 の S 9 0 1 - S 9 0 3 に相当する。

【 0 0 9 0 】

起動条件を満たすと、画像形成装置に備えられているセンサ、タイマー、カウンタから、制御動作時の環境値や放置時間、トナー補給回数等の情報と、画像形成を行うための画像形成条件の情報を、入力信号値として取得する (S 5 0 1)。起動条件は、たとえば濃度補正制御の起動条件、例えば電源 O N や規定枚数へ到達することなどである。

【 0 0 9 1 】

次に、取得した情報に応じた画像形成条件で複数トナー画像パターンを形成する。 (S 5 0 2)。なお、本実施形態においては、3 0 H、6 0 H、9 0 H、C 0 H、F F H のパターンを順次形成することとするが、これに限定されるものではない。

【 0 0 9 2 】

次に、形成したパッチ画像を、中間転写体上で第 1 の濃度センサ 2 0 0 を用いて濃度検出 (S 5 0 3) し、補正時点での濃度値 (特性) を取得する。

【 0 0 9 3 】

(濃度予測モデル作成)

画像濃度予測モデルは、画像の濃度変動に相関のある情報 (変動相関情報) を入力情報とし、画像濃度情報を出力情報として、実験結果をもとに数式化することで得られる。このためこの数式そのものを予測モデルあるいは予測条件あるいは決定条件と呼ぶこともある。入力情報とは、画像形成装置の電源投入直後や復帰直後にセンサ 2 0 0 から入手できる環境情報や、タイマー 2 0 1 から入手できる前の印刷からの放置時間などの時間情報を含む。さらに入力情報は、カウンタ 2 0 2 から入手できるトナー補給回数や空回転回数などの回数情報、画像形成装置が放置される前の画像形成条件 2 0 3 等を含む。本実施形態における濃度予測モデルは重回帰モデルであり、その作成では、説明変数である予め定めた入力情報それぞれに対応する偏回帰係数が決定される。また本例では説明変数として、印刷時の帯電電位 V d、露光強度 L P W、現像器内トナー濃度、環境温度を用いている。

【 0 0 9 4 】

以下、本実施形態に用いる画像濃度予測モデルを予め作成する手順を、図 1 6 のフローチャートにより説明する。このフローチャートの手順は、ソフトウェア (或いはファームウェア) 上は予測モデル修正部 3 5 0 により実行されてよい。ハードウェア上はプリンタコントローラ C P 3 1 3 により実行される。本説明では例として重回帰モデルを用いて説

10

20

30

40

50

明を進めるが、本発明はこの重回帰モデルに限定されるものではなく、別の手段による回帰モデルであってもよい。また入力値（説明変数）として、例示した変数の一部を用いてもよいし、他の変数を含めてもよい。予測モデルの作成は、機体ごとに個別に行ってもよいが、サンプルとなる機体について行ってもよい。後者の場合、サンプル機体について予測モデルを作成しておき、それを初期の予測モデルとして同型の画像形成装置に適用してよい。またサンプル機体は複数であってもよい。なおここで作成される予測モデルは、新たに生産され、部品等が消耗していない画像形成装置に搭載される初期的な予測モデルであり、使用に応じて図 17 等で後述する手順で更新される。

【0095】

まず、環境条件の変動パターンと、画像形成条件の変動パターンを多数用意し、その条件下で所定のテスト画像を印刷して、環境条件と画像濃度を測定する（S101）。テスト画像は、予め決められた濃度のパターンが、予め決められた配置に並べられた画像などであってよい。環境条件とは、印刷時の現像器内トナー濃度や様々な箇所の温度・湿度、前の印刷時の現像器内トナー濃度や、前の印刷からの放置時間などである。これらは、電源投入直後に入手できる環境情報である。画像形成条件とは、感光ドラム上の帯電電位（以下 V_d ）や、露光強度（以下 L_{PW} ）、現像部における現像コントラスト（以下 V_{cont} ）等である。測定対象の環境条件および画像形成条件は説明変数として選択されたものであればよい。また、画像濃度とはテスト画像の濃度であり、例えばトナーパッチの感光体上での濃度や中間転写体上での濃度や印刷媒体上での濃度のいずれかである。本例では初期的な予測モデルの作成には、例えば中間転写体上での濃度を用いた例を説明するが、その他の濃度を用いてもよい。或いは中間転写体上での濃度と印刷媒体上での濃度の組み合わせなど、複数通りの濃度の測定値を組み合わせ用いてもよい。

【0096】

次に、測定データを、同定用データと検証用データとに分類する（S102）。同定用データは仮係数の決定のために使用し、検証用データは仮係数を用いた予測濃度値の検証及び本係数の決定のために用いる。本係数が、生成される予測モデルの偏回帰係数となる。そのため、同定用データと検証用データとは、測定値の中から無作為に選択されることが望ましい。あるいは、同定用データと検証用データとを相異なる機体を用いて測定してもよい。

【0097】

次に最初の測定データを基準値として、環境変動、画像形成条件変化と画像濃度変動のそれぞれの測定項目の値について、基準値からの変動を演算する（S103）。

【0098】

次に、同定用データとして分類された各環境条件および各画像形成条件それぞれの測定値を入力データ（説明変数）とし、各環境条件および各画像形成条件の下で測定された実測濃度値を教師データとして重回帰モデルの係数を求める（S104）。求める係数は、同定用データに含まれた各環境条件および各画像形成条件を説明変数として目的変数である予測濃度値を求めた場合に、予測濃度値と実測濃度値との誤差が最小となるような係数である。換言すれば、ステップ S104 では回帰モデルのカーブフィットを行う。この詳しい説明は、図 16 の説明の後で行う。

【0099】

次に検証用データと指定分類された各環境条件および各画像形成条件それぞれの測定値を入力データとして予測濃度値を計算する。この時予測モデルには、仮係数が用いられる。そしてその予測濃度値と、証用データと指定分類された各環境条件および各画像形成条件それぞれの測定値の下で測定された実測濃度値との差すなわち予測誤差を演算する（S105）。

【0100】

最後に、予測誤差あるいはその平均値を最小とするよう、仮係数を修正して本係数を決定する（S106）。すなわち、回帰モデルとして、環境条件および画像形成条件それぞれの測定項目に係数を乗じて加算する一次関数モデルが決定される。

【 0 1 0 1 】

以上のようにして重回帰モデルが作成される。なお、上記例では測定データを同定用データと検証データとに分けたが、すべてを同定データとし、ステップ S 1 0 4 で決定した仮係数を最終的な予測モデルの係数としてもよい。この場合には S 1 0 5、S 1 0 6 は実行しなくてよい。

【 0 1 0 2 】

係数の決定

例えば、以下では入力信号値として、印刷時の帯電電位 V_d 、露光強度 $L P W$ 、現像器内トナー濃度、環境温度を、画像の濃度の変動に相関のある変動相関情報として説明するが、これに限定されるものではない。なおこの変動相関情報に含まれる項目は、基本信号値に含まれていてよいが、あるいは同じものであってもよい。また、上記のセンサ入力値に対して、4 入力 of 1 次関数モデルまでの説明を行うが、5 入力やそれ以上のセンサ入力、画像形成条件入力を用いた場合においても、同様の処理を行うことによって回帰モデルの作成は可能で、これに限定されるものではない。

【 0 1 0 3 】

4 種類の入力変数の組み合わせから出力変数として画像濃度変動 y_{n_train} を予測する一次関数モデルを作成する。ここで入力変数 $x_i(n)$ は、印刷時の $L P W$ 変動 $x_1(n)$ 、帯電電位変動 $x_2(n)$ 、現像器内トナー濃度変動 $x_3(n)$ 、環境温度変動 $x_4(n)$ とする。

4 入力モデル：

$$y_{n_train} = a_1 \times x_1(n) + a_2 \times x_2(n) + a_3 \times x_3(n) + a_4 \times x_4(n) \\ (i = 1, 2, 3, 4, n = 1, \dots, \text{データ数})$$

より一般的には、 $y_{n_train} = \sum_i a_i \times x_i(n)$ となる。

【 0 1 0 4 】

この入力モデルに対して、出力変数である画像濃度変動の実際に測定した実測データを教師データ y_{n_teach} として、この値に対してカーブフィットを行う。カーブフィットの方法の一例としては、一次関数モデルの係数 (a_1, a_2, a_3, a_4) に対して、予測値と実測値の次式で表される予測誤差の二乗和 L を演算し、これを最小にする前記係数を導出する。

その導出方法を説明する。まずは各変数を下記のように行列で表す。

【 0 1 0 5 】

【数 1】

$$y_{n_teach} = \begin{bmatrix} y_{1_teach} \\ y_{2_teach} \\ \vdots \\ y_{n_teach} \end{bmatrix}, \quad y_{n_train} = \begin{bmatrix} y_{1_train} \\ y_{2_train} \\ \vdots \\ y_{n_train} \end{bmatrix}, \quad X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & x_{14} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & x_{24} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & x_{n3} & x_{n4} \end{bmatrix}, \quad a = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{bmatrix}$$

【 0 1 0 6 】

そして、前述したように予測値と実測値の差の二乗和を求める。

【 0 1 0 7 】

【数 2】

10

20

30

40

50

$$\sum_{n=1}^n (y_{n_teach} - y_{n_train})^2$$

$$= (y_{n_teach} - y_{n_train})^T (y_{n_teach} - y_{n_train})$$

$$= y^T y - 2y^T Xa + a^T X^T Xa$$

10

【 0 1 0 8 】

この展開式がつまり予測誤差の二乗和Lであり、このLが最小を実現する行列a、つまり一次関数モデルの係数(a₁ , a₂ , a₃ , a₄)を求めることが目的である。すなわち、 y = y_{n_teach}、 y_{n_train} = X a として、

$$L = y^T y - 2y^T Xa + a^T X^T Xa$$

の最小値を与える係数行列aを求める。

そのため、Lを目的変数としておき、Lをaで微分した式を0と置き、それを解くことで回帰モデルの最適係数を導出する。

まずは微分式を求める。

【 0 1 0 9 】

20

【 数 3 】

$$\frac{\partial}{\partial a} L = \frac{\partial}{\partial a} (y^T y - 2y^T Xa + a^T X^T Xa)$$

$$= -2y^T X + a^T (X^T X + (X^T X)^T)$$

【 0 1 1 0 】

そして、この解を0と置く。

【 0 1 1 1 】

30

$$2y^T X + a^T (X^T X + (X^T X)^T) = 0$$

そして、aを左辺に置く式展開を行うと以下のようにaが求まる。

【 0 1 1 2 】

$$a = ((X^T X)^T X^T y_{n_teach})$$

このようにして、画像濃度予測モデルの一例とした重回帰モデルの係数a行列を求めることにより、重回帰モデルの作成ができる。

【 0 1 1 3 】

本実施形態では、入力変数を x₁(n)、x₂(n)、x₃(n)、x₄(n) のような単純なものとしたが、x₁(n) × x₂(n) のような環境条件、及び画像形成条件の積や商を用意することにより、複雑なモデルも検討することができる。例えば、現像器内トナー濃度と放置時間とを加味したトナー帯電量の変化を表現できる入力変数を作成し、予測モデルを検討することができる。

40

【 0 1 1 4 】

(濃度予測モデルの修正)

図17を用いて、濃度予測モデルを修正するフローについて説明する。このフローチャートの手順は、ソフトウェア(或いはファームウェア)上は予測モデル修正部350により実行されてよい。ハードウェア上はプリンタコントローラCP313により実行される。前述したように、使用環境や出力条件、使用状況に個別に対応した最適な濃度予測モデルを用いて濃度調整のためのキャリブレーション制御を行う場合、使用する予測モデルを修正していく必要がある。なぜなら、通常出荷時に設定されている予測モデルには、ある

50

程度の使用環境や状況を網羅できるような平均的なモデルを用いることが一般的で、個別の使用環境に最適であるとは限らないためである。

【 0 1 1 5 】

予測モデルを修正するには、実際の濃度の変動と、環境条件や画像形成条件等を合わせたデータ（測定値）が必要になってくる。本実施形態においては、キャリブレーション用のパッチを形成して濃度調整を実施する制御と併用し、同時に予測濃度を修正するためのデータを取得していく（S 7 0 1）。予測濃度の修正は、予測モデルの係数を修正することで行う。そのために、中間転写体である転写ベルト上（もしくは感光ドラム上）に形成されたパッチ画像の濃度値を、第 1 の濃度センサ 2 0 0 を用いて、濃度補正制御を実行するタイミングで測定する。そしてその濃度値と、機内温度センサなど各種のセンサの出力値、タイマー値、カウンタ値、そのときの画像形成条件とをセットで取得し、濃度予測モデル修正用のデータとして記憶する。中間転写体の形成した測定用画像であるパッチ画像を第 1 測定用画像と呼ぶことがある。また、記録材上に形成されたパッチ画像の濃度を検出する第 2 の濃度センサ 5 0 0 を用いて、濃度補正制御を実行するタイミングで、濃度値を測定する。そのタイミングは、ここでは前述した定期的に行われる自動階調補正時にリーダー部で濃度を検出するタイミングでよい。そしてその時の濃度値と、機内温度センサなど各種のセンサ値、タイマー値、カウンタ値、画像形成条件とをセットで取得し、濃度予測モデル修正用のデータとして記憶する。そして、データ数 n を増やして以下の行列データへ追加する。ここで測定した濃度値は教師データとなる。記録材すなわちシートに形成した測定用画像であるパッチ画像を第 2 測定用画像と呼ぶことがある。

【 0 1 1 6 】

【数 4】

$$y_{n_teach} = \begin{bmatrix} y_{1_teach} \\ y_{2_teach} \\ \vdots \\ \cdot \\ y_{n_teach} \end{bmatrix}, \quad y_{n_train} = \begin{bmatrix} y_{1_train} \\ y_{2_train} \\ \vdots \\ \cdot \\ y_{n_train} \end{bmatrix}, \quad X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & x_{14} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & x_{24} \\ & & \cdot & \\ & & \cdot & \\ x_{n1} & x_{n2} & x_{n3} & x_{n4} \end{bmatrix}, \quad a = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{bmatrix}$$

【 0 1 1 7 】

追加されたデータ数 n が規定数に達するまでデータは追加される（S 7 0 2）。規定数に達すると、追加更新された各変数を用いて、前述した流れと同様の方法で、重回帰モデルの係数 a を再度求めることで、新たな重回帰モデルを作成する（S 7 0 3）。すなわち、係数行列 a を更新する。前述した流れとは、たとえば新たなデータを元のデータに付加して図 1 6 のステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 4 を実行することであってよい。あるいは、新たなデータを検証用データとして図 1 6 のステップ S 1 0 5 ~ S 1 0 6 を実行することであってもよい。

【 0 1 1 8 】

また、濃度予測モデルの修正を行うにあたり、実際に濃度予測制御実行中のモデルの修正を随時進めるか、もしくは、濃度予測モデルを複数有し、実際に濃度予測を行うモデルと、修正を進める濃度予測モデルを別に有する構成も考えられる。また、前記したように、濃度予測モデルを修正するためのデータ蓄積や、実際に修正濃度予測モデルを求める演算の実施は、画像形成装置内で行うか、もしくは、画像形成装置とネットワーク接続された装置で行うことで実現可能である。その演算する場所は本発明を限定するものではない。

【 0 1 1 9 】

（記録材上濃度測定値の効果）

次に、本実施例の特徴である第 1 の濃度センサ 2 0 0（第 1 濃度検出センサ）と第 2 の濃度センサ 5 0 0（第 2 濃度検出センサ）を用いて濃度予測モデル修正を実行することの効果について説明する。

【 0 1 2 0 】

前述したように、第 1 濃度検出センサは、転写ベルト上（もしくは感光ドラム上）に形成されたパッチ画像の濃度を検出するものである。すなわち、画像形成装置動作中に通紙枚数や画像 DUTY、あるいは環境変化などの決められた条件を満たした場合に、ベルト上や感光ドラム上に形成されたパッチなどのテスト画像の検出値を第 1 濃度検出センサにより測定し、それを用いて濃度補正制御を行う。従って、画像形成装置が動作するほどに第 1 濃度検出センサで測定したデータセットが累積される。

【 0 1 2 1 】

一方、第 2 濃度検出センサは、記録材上に形成されたテスト画像の濃度を検出するもので、前記したようなユーザーが任意で行う自動階調補正時にデータセットを取得することができる。従って、通常、第 1 濃度検出センサによる検出値の方が第 2 濃度センサによる検出値よりもデータセット数は多くなる。

10

【 0 1 2 2 】

ところが、モデル修正用のデータとしての確からしさ（精度）という観点で、第 2 濃度検出センサからは、第 1 濃度検出センサからよりも、真値（ここでは個々の画像形成装置の出力濃度）に近い濃度値を取得することができる。

【 0 1 2 3 】

第 1 濃度検出センサから得られる濃度値は、ベルト上に形成されたパッチ画像からの正反射光あるいは拡散反射光の検出結果を、事前に取得しておいた検出信号値と濃度の関係（以後第 1 ID 変換テーブル）から濃度値に変換することによって得られる。

20

【 0 1 2 4 】

第 1 ID 変換テーブルは、中間転写ベルト上のパッチ画像信号値を紙上に形成された画像の濃度に変換するテーブルである。そのため、通常、中間転写ベルト上から記録材上へパッチ画像を転写する際のバラつき、定着部における定着性のバラつきなどが含まれたものになっている。また、中間転写ベルト自体が回転走行しているため、ベルト上のパッチ画像から得られる信号値は、ベルト自体の搬送性のバラつきも含まれたものになっている。

【 0 1 2 5 】

一方、第 2 濃度検出センサから得られる濃度値は、前記したように記録材上のパッチ画像を測定して取得するため、転写・定着によるバラつきを含まない。また、第 2 濃度検出センサとしてリーダー部 A で静止している状態の媒体に形成された画像の濃度情報を測定するため、測定面の搬送バラつきも少ない。従って、第 2 濃度検出センサから取得できる濃度データは、第 1 濃度検出センサから取得できる濃度データよりも、真値に近い濃度値を取得することができ、モデル修正用のデータとして精度の高いデータを得ることができる。

30

【 0 1 2 6 】

また、モデルの修正は、モデル修正に使用するデータセットがある程度蓄積した段階で実行するため、データセットを取得する頻度を高くすると、蓄積データが増えるレートが高まる。そのため、第 1 濃度センサ 200 により濃度値を取得することで、データセットの取得頻度が上がり、より早くモデルを修正することが可能になる。さらに、第 2 濃度センサで取得する濃度データは、前述したように真値に近いため、各画像形成装置の個別モデルへの収束性を上げることが可能になる。

40

【 0 1 2 7 】

以上のことから、第 2 濃度検出センサから得られる信号値のデータセットは、第 1 濃度検出センサのデータセットよりも、使用している画像形成装置の出力濃度に近い値となる。それにより、第 1 濃度検出センサだけでなく第 2 濃度検出センサから得られる信号値のデータセットも使用することによって、より早くかつ高精度に濃度予測モデルの再構築（あるいは較正）を実現することが可能になる。また測定した濃度値を濃度補正のための LUT の較正に用いることで、LUT の較正についてもより高頻度かつ高精度に行える。

【 0 1 2 8 】

[変形例 1]

50

実施形態 1 においては、第 2 濃度検出センサとしてリーダーを用い、ユーザーが任意で行う自動階調補正時にデータセットを取得することによってモデル修正用のデータを取得する場合について説明した。

【 0 1 2 9 】

本変形例 1 においては、第 1 濃度検出センサとしては実施形態 1 と同じベルト上パッチ画像を測定する第 1 濃度センサ 2 0 0 と、第 2 濃度検出センサとして記録材上に定着後のパッチ画像を測定する第 2 濃度センサ 5 0 0 とを用いる。そしてこれらの濃度センサにより濃度予測モデル修正用のデータセットを取得する場合について説明する。なお、それ以外の画像形成装置の構成やフローは、実施形態 1 と同様とする。

【 0 1 3 0 】

第 2 濃度センサ 5 0 0 による検出対象のパッチ画像等のテスト画像は、記録材上に形成される。第 2 濃度センサ 5 0 0 は搬送されている状態の媒体に形成された画像の濃度情報を測定する。その測定値を用いた濃度予測モデルの濃度制御（或いは較正）のタイミングは、中間転写ベルト上のテスト画像の濃度に基づいた濃度制御と同様であってよい。すなわち、画像形成装置動作中に通紙枚数や画像 D U T Y、あるいは環境変化などの決められた条件を満たしたときに、実際の出力画像とは別に記録材上にパッチ画像を形成して、その濃度を測定して較正してよい。記録材上のパッチ画像は実際の出力画像の画像領域上に形成してもよい。この場合には、印刷物を生産する合間にテスト画像が出力されることになる。または印刷後に断裁される断裁部を利用してパッチ画像を形成してもよい。断裁部を利用してパッチ画像を形成して検出する場合は、実際の印刷物の生産と合わせてテスト画像が形成されるので生産性が落ちることがない。そのため、高頻度にパッチ画像を形成し、濃度予測モデルの較正や、濃度補正のための L U T の較正を行うことが可能である。なお、上記に限定されるものではなく、記録材上に形成されたパッチ画像を検出するタイミングで実行することが可能である。

【 0 1 3 1 】

ここで、モデル修正用のデータとしての確からしさ（精度）という観点で説明する。第 2 濃度検出センサから取得できる濃度データは、第 1 濃度検出センサから取得できる濃度データよりも、真値（ここでは個々の画像形成装置の出力濃度）に近い濃度値を取得することができる。

【 0 1 3 2 】

第 2 濃度検出センサとしての定着後画像濃度センサから得られる濃度値は、記録材を搬送しながら記録材上に形成されたパッチ画像を測定し取得するため、搬送バラつきによる測定値バラつきが生じる一方で、転写・定着によるバラつきは発生しない。

【 0 1 3 3 】

第 1 濃度センサから得られる濃度値は、実施形態 1 で示したように、搬送によるバラつき、転写・定着によるバラつきを含むものになっている。従って、第 2 濃度検出センサから取得できる濃度データは、第 1 濃度検出センサから取得できる濃度データよりも、真値に近い濃度値を取得することができ、モデル修正用のデータとして精度の高いデータを得ることができる。

【 0 1 3 4 】

また、本変形例のように記録材上に定期的、あるいは高頻度にパッチ画像を形成して補正制御をする場合は、データセットを取得する頻度が高くなり、早くモデルを修正することが可能になる。さらに、第 2 濃度センサで取得する濃度データは、前述したように真値に近い値のため、各画像形成装置の個別モデルへの収束性を上げることが可能になる。

【 0 1 3 5 】

以上のことから、第 2 濃度検出センサから得られる信号値のデータセットは、第 1 濃度検出センサのデータセットよりも、使用している画像形成装置の出力濃度に近い値となる。第 1 濃度検出センサだけでなく第 2 濃度検出センサから得られる信号値のデータセットも使用することによって、より早く（或いはより高頻度に）かつ高精度に濃度予測モデルの再構築を実現することが可能になる。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 6 】

[実施形態 2]

実施形態 1 では、第 1 濃度センサで転写ベルト上に形成されたパッチ画像の濃度を検出し、第 2 濃度センサで記録材上に形成されたパッチ画像の濃度を検出し、濃度値を含む画像形成条件のデータセットを用いて濃度予測モデルを修正する方法を説明した。

【 0 1 3 7 】

本実施形態 2 では、第 1 濃度センサから得られたデータセットと、第 2 濃度センサそれぞれから得られた測定値に重みづけを行い、濃度予測モデルを修正する方法について図 1 8 を用いて説明する。なお本実施形態でも、用紙上のテスト画像（パッチ画像）の濃度は、リーダー部 A により測定するものとする。なお図 1 8 の手順は、実施形態 1 と同様に予測モデル修正部 3 5 0 により実行されるが、ハードウェア上ではプリンタコントローラ CPU 3 1 3 により実行される。

10

【 0 1 3 8 】

まず、実施形態 1 と同じように、各濃度制御のタイミングで、算出濃度値とセンサ値等のデータセットを取得する（S 8 0 1）。これは図 1 7 の S 7 0 1 と同様であってよい。次に、取得したデータセットが紙上に形成された濃度測定値かどうかを判断する（S 8 0 2）。すなわち第 2 濃度センサで測定された濃度値に対応するデータセットであるか判定する。実施形態 1 で説明したように、モデル修正用のデータとしての確からしさ（精度）という観点で、第 2 濃度センサから取得できる濃度データは、第 1 濃度センサから取得できる濃度データよりも、真値（ここでは個々の画像形成装置の出力濃度）に近い。従って、第 2 濃度センサから取得したデータセットは、重要度が高いデータとして扱い（S 8 0 3）、第 1 濃度センサから取得したデータセットは、通常データとして扱う（S 8 0 4）。ここでは例えばデータセットに、重要度の相違を示す情報を紐づけて記憶しておけばよい。

20

【 0 1 3 9 】

次に、S 8 0 1 において収集された重要データおよび通常データを併せたデータセットの数が規定数以上かどうかを判断する（S 8 0 5）。規定数に達していない場合は再度データセット収集を行い（S 8 0 1）、規定数に達した場合は修正モデルの作成を実施する（S 8 0 6）。

【 0 1 4 0 】

重要データとして扱う方法は、例えば重要データとして判断された場合、そのデータ自体の数を増やす方法が挙げられる。重要データと判断されたデータは、例えば同じデータセットを 3 倍複製する。3 倍複製とは、1 つのデータセットを 2 セット分複製することである。このように、濃度情報と返送相関情報を含むデータセットを所定数複製することによって、実際に紙上濃度を測定したデータに重みづけがなされる。これにより、真値に近いデータセットが増加し、より早く高精度に各画像形成装置の最適な濃度予測モデルに修正することが可能になる。

30

【 0 1 4 1 】

[変形例 2]

また、変形形態 1 で示したように、定着後濃度センサ（第 2 濃度センサ 5 0 0）を用いる場合も含めて重みづけを行う。その例を図 1 9 に示す。図 1 9 の手順は、実施形態 1 と同様に予測モデル修正部 3 5 0 により実行されるが、ハードウェア上ではプリンタコントローラ CPU 3 1 3 により実行される。

40

【 0 1 4 2 】

図 1 9 に示すように、図 1 9 との相違は、S 8 0 5 - S 8 0 5 を S 1 0 0 3 - S 1 0 0 7 に置き換えたことにある。そこでこの相違を中心として説明する。

【 0 1 4 3 】

測定された濃度値を含むデータセットを取得したなら、データセットに含まれた濃度データ（すなわち濃度値）がリーダー部で取得された物が判定する（S 1 0 0 3）。そうであれば、取得した濃度データのバラつきを考えて、リーダー部によ

50

る検出濃度に関連付けたデータセットは、5倍複製される（S1005）。一方、定着後画像濃度センサすなわち第2濃度センサ500による検出濃度のデータセットは、2倍複製される（S1006）。転写ベルト上の第1濃度センサ200による検出濃度のデータセットは、そのままとされる（S1007）。S1007では何も行わなくてよい。複製も含めたデータセットの合計数が規定数以上になればモデルの修正を実施する（S1009）。こうすることによって、さらにより早く高精度に各画像形成装置の最適な濃度予測モデルに修正することができる。

【0144】

以上のように、複数種類の濃度検出センサからの信号値に重みを付けて濃度予測モデルの修正データに使用することによって、より早くかつ高精度に濃度予測モデルの修正を実現することが可能になる。

10

【0145】

[その他の実施形態]

本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路例えば、ASICによっても実現可能である。

【0146】

発明は上記実施形態に制限されるものではなく、発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、発明の範囲を公にするために請求項を添付する。

20

【符号の説明】

【0147】

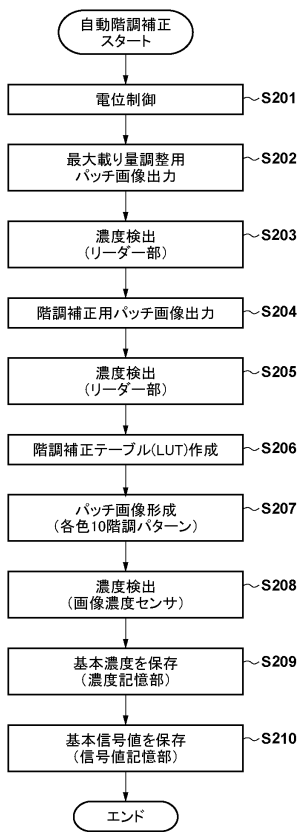
1：感光体ドラム、2：帯電装置、3：露光装置、4：現像装置、6：転写装置、200：中間転写上画像濃度センサ、300：プリンタコントローラ

30

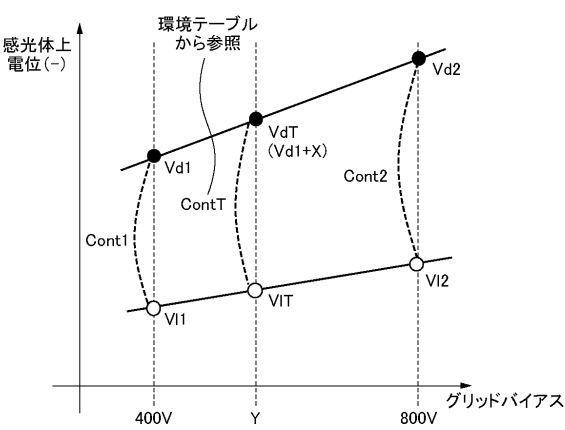
40

50

【図 5】



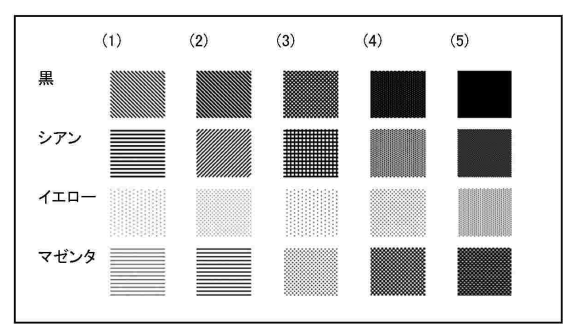
【図 6】



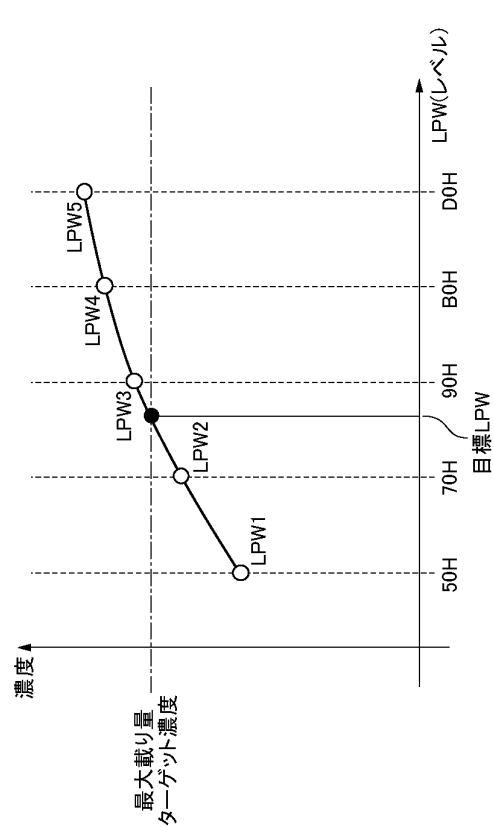
10

20

【図 7】



【図 8】

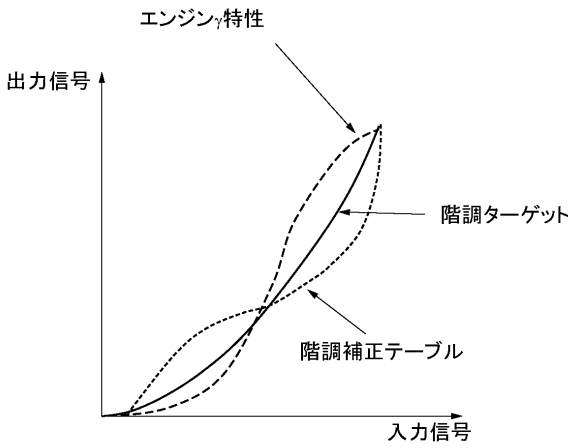


30

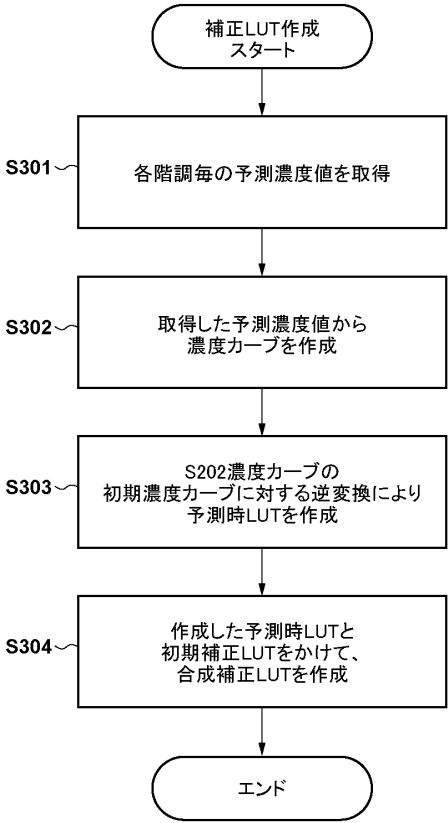
40

50

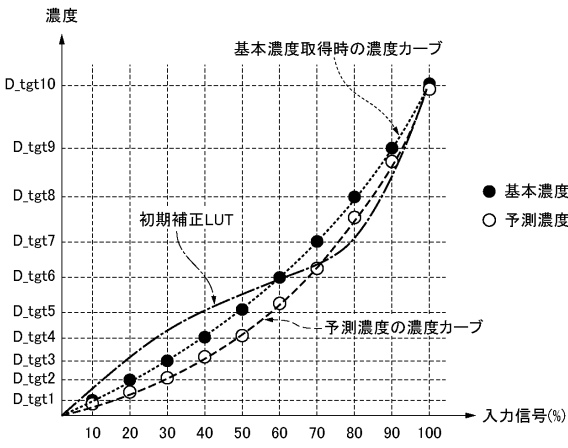
【図 9】



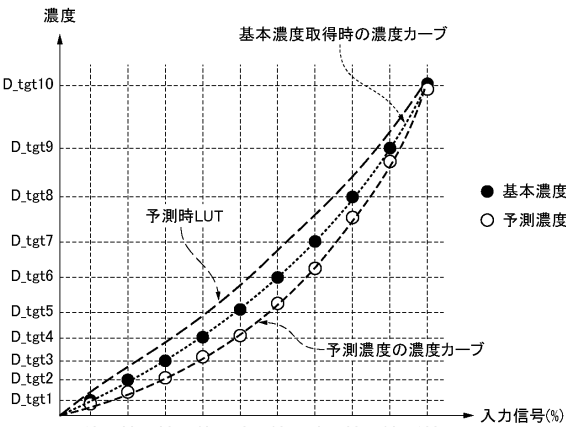
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

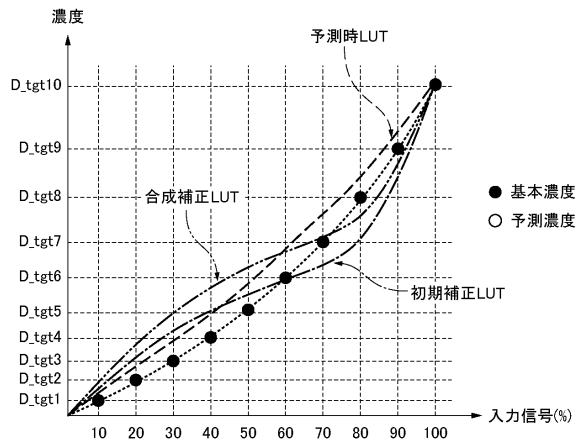
20

30

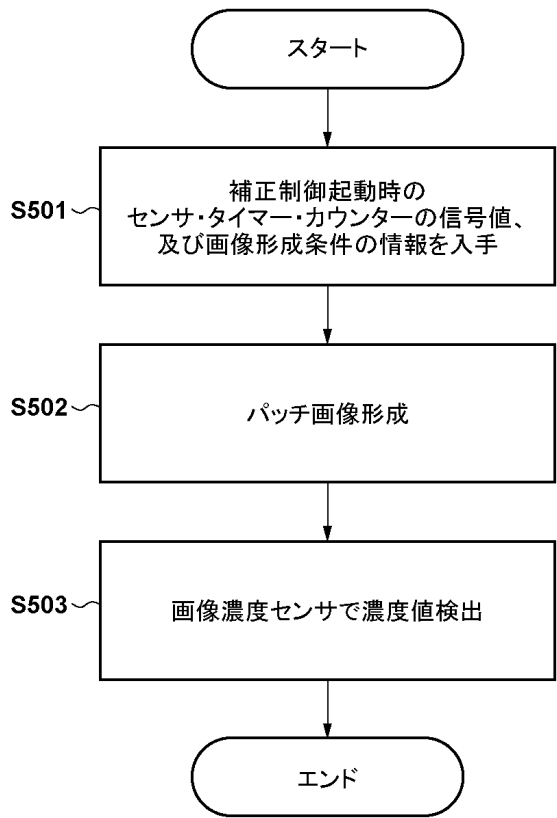
40

50

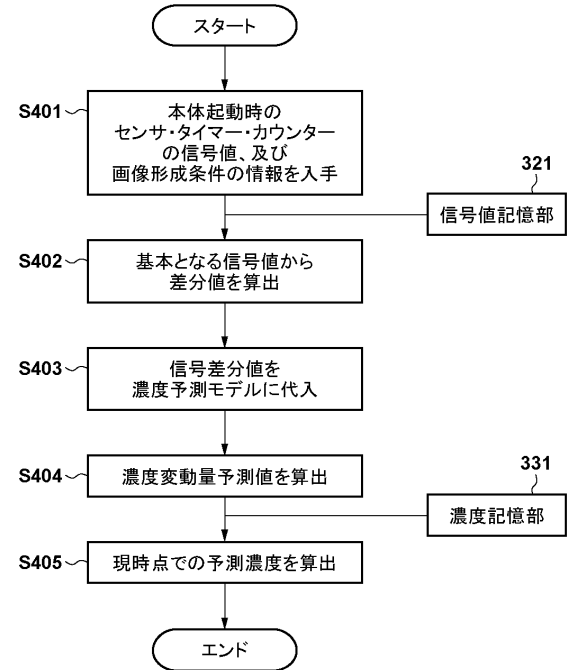
【図 1 3】



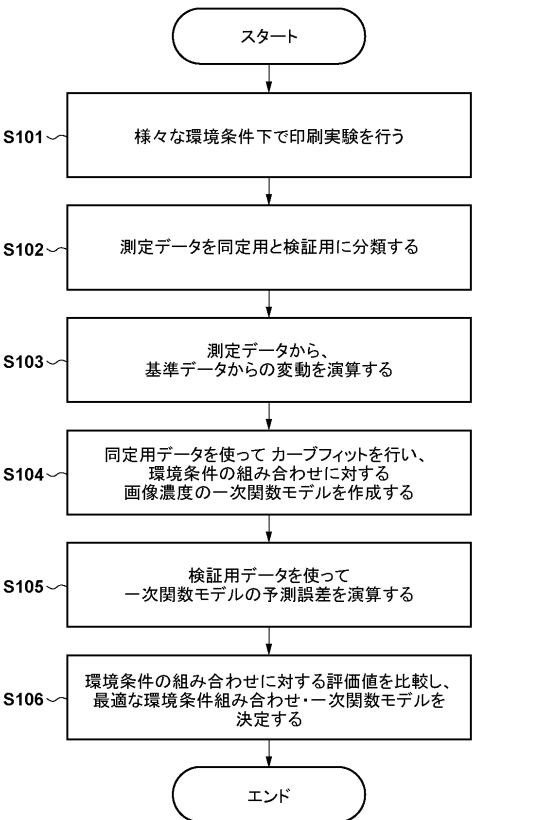
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



10

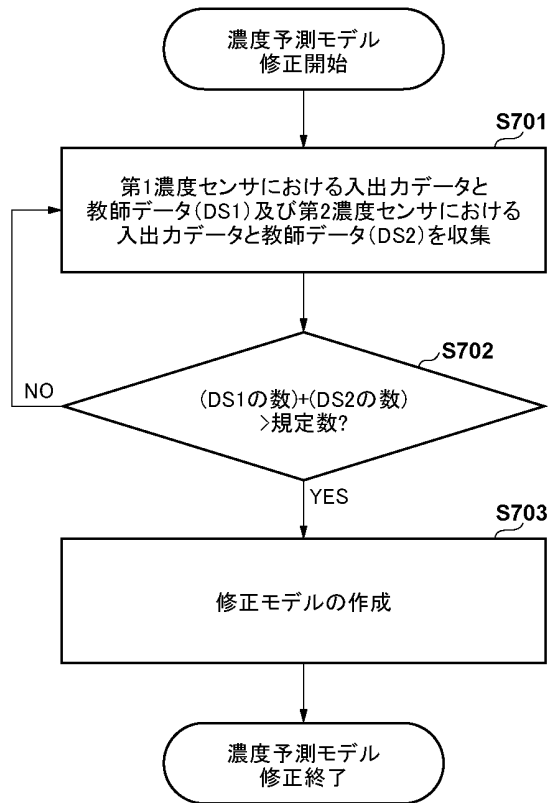
20

30

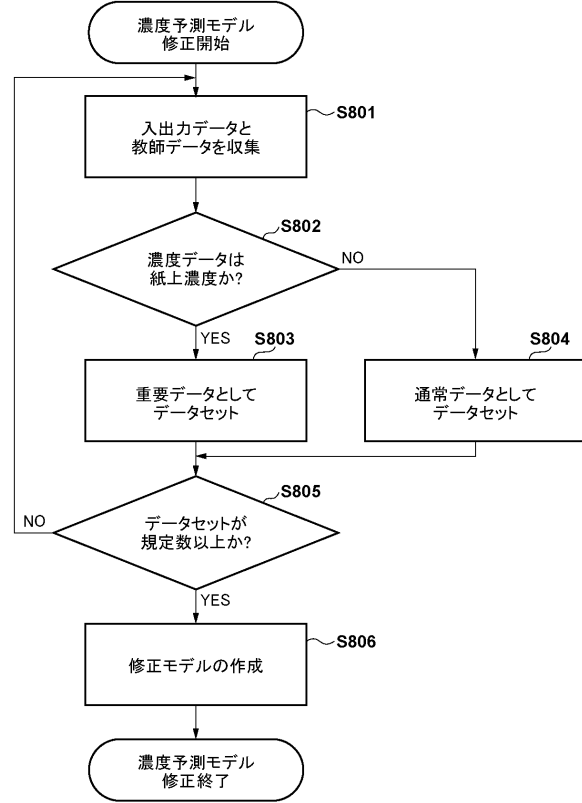
40

50

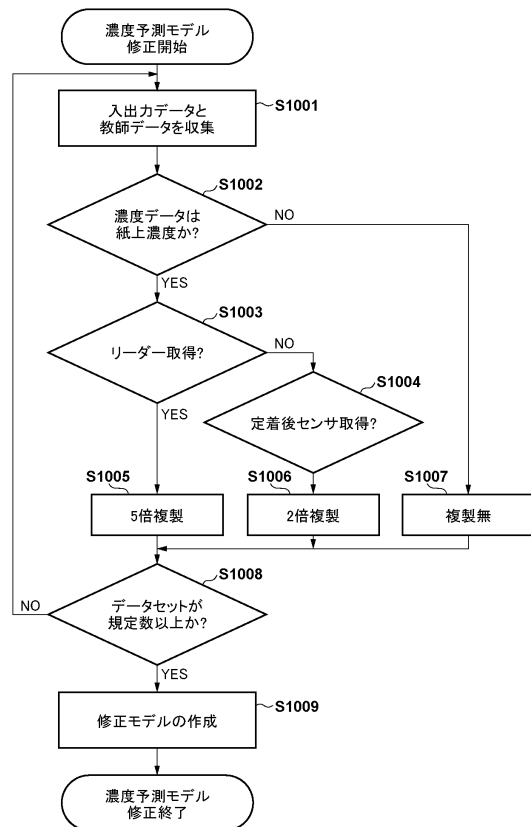
【図 17】



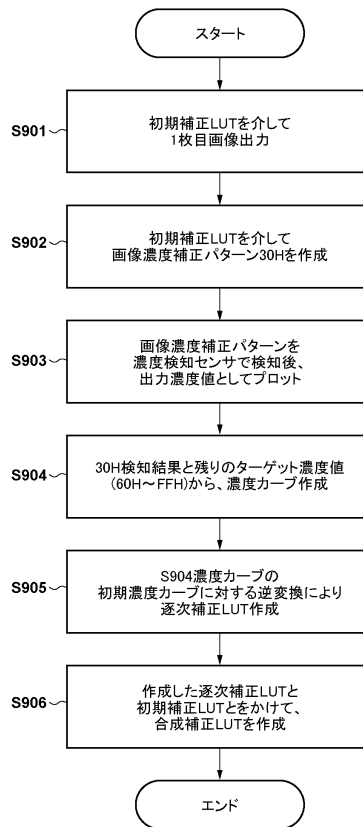
【図 18】



【図 19】



【図 20】



10

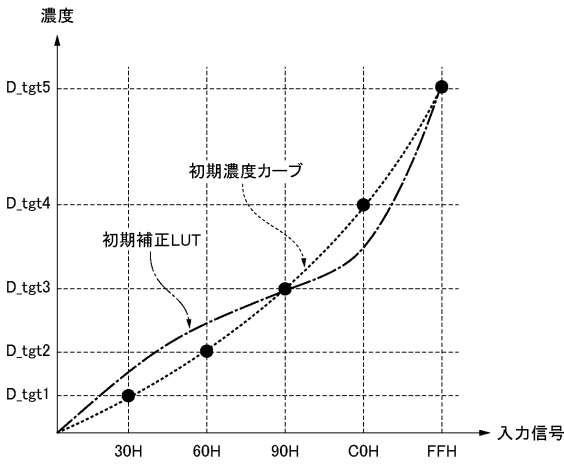
20

30

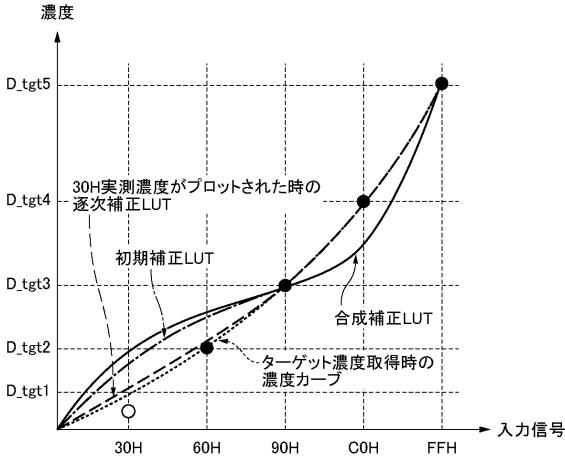
40

50

【図 2 1】

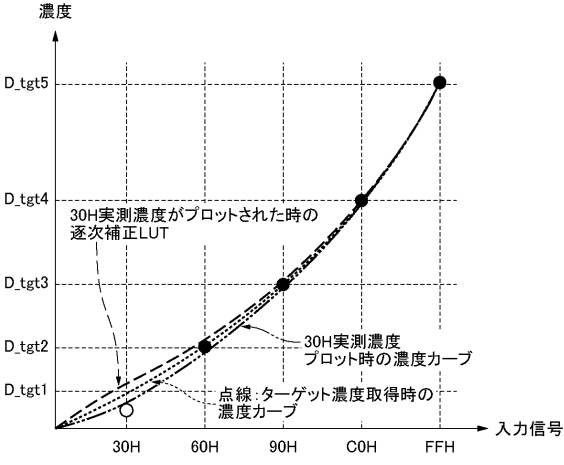


【図 2 2】

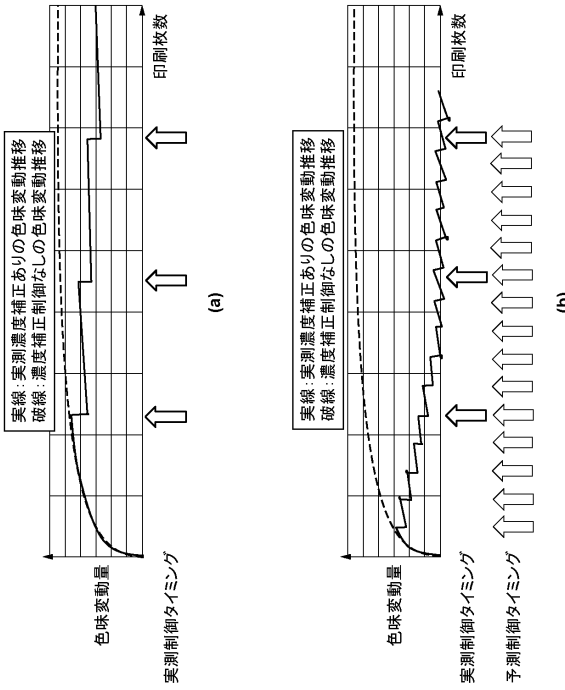


10

【図 2 3】



【図 2 4】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 6 - 1 8 0 8 1 3 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 0 3 7 0 9 9 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 3 8 3 4 1 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- G 0 3 G 1 5 / 0 0
B 4 1 J 2 / 5 2