

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6624772号
(P6624772)

(45) 発行日 令和1年12月25日 (2019. 12. 25)

(24) 登録日 令和1年12月6日 (2019.12. 6)

(51) Int. Cl.	F I
GO 3 G 15/00 (2006. 01)	GO 3 G 15/00 3 O 3
GO 3 G 15/01 (2006. 01)	GO 3 G 15/01 Y
B 4 1 J 29/393 (2006. 01)	B 4 1 J 29/393 1 O 1
GO 1 N 21/59 (2006. 01)	GO 1 N 21/59 L

請求項の数 24 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2014-122445 (P2014-122445)	(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
(22) 出願日	平成26年6月13日 (2014. 6. 13)	(74) 代理人	100123559 弁理士 梶 俊和
(65) 公開番号	特開2016-4068 (P2016-4068A)	(74) 代理人	100177437 弁理士 中村 英子
(43) 公開日	平成28年1月12日 (2016. 1. 12)	(72) 発明者	長嶋 悟 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
審査請求日	平成29年6月7日 (2017. 6. 7)	審査官	神谷 健一
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 画像形成装置、光量制御方法及び画像形成装置の制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

黒色と前記黒色を除く他の色とを含む複数の色のトナー画像又は記録材を担持する回転体と、

前記回転体に位置ずれ量又は濃度変動量を検知するためのトナー画像である検知パターンを形成する画像形成手段と、

前記回転体又は前記画像形成手段により形成された検知パターンに光を照射する発光手段と、前記回転体又は前記検知パターンから反射された光を受光する受光手段と、を有する検知手段と、

前記検知手段による検知結果に基づいて位置ずれ補正を行う、又は濃度補正を行う制御手段と、

を備え、前記回転体の拡散反射率が前記黒色のトナーの拡散反射率よりも高く、かつ前記回転体の拡散反射率が前記他の色のトナーの拡散反射率よりも低い画像形成装置であって、

前記制御手段は、

前記回転体上に前記検知パターンを形成する前に、予め設定された第一の光量で前記発光手段を発光させて前記検知手段により前記回転体を検知し、

前記他の色の中で前記受光手段からの出力が最も高い色の拡散反射率と前記回転体の拡散反射率との比である予め定められた第一の比、前記他の色の中で前記受光手段からの出力が最も低い色の拡散反射率と前記回転体の拡散反射率との比である予め定められた第二

の比、及び、前記黒色の拡散反射率と前記回転体の拡散反射率との比である予め定められた第三の比、の少なくとも 1 以上の比と、前記検知手段により前記回転体を検知した結果と、に基づいて、前記検知手段により前記検知パターンの検知を行う場合に前記発光手段を発光させるための第二の光量を算出することを特徴とする画像形成装置。

【請求項 2】

前記検知パターンは、前記複数の色のトナー画像からなる第一のパターンと、前記複数の色ごとに異なる階調のトナー画像からなる第二のパターンと、を有することを特徴とする請求項 1 に記載の画像形成装置。

【請求項 3】

前記第一のパターンは、前記他の色のトナー画像の上に前記黒色のトナー画像を重ねて形成されたトナー画像を含むことを特徴とする請求項 2 に記載の画像形成装置。

10

【請求項 4】

前記制御手段により算出された前記第二の光量で前記発光手段を発光させた場合に、前記受光手段から出力される電圧は、

前記第一のパターンの前記他の色のトナー画像を前記検知手段により検知した場合には第一の閾値より大きく、且つ、前記第一のパターンの前記黒色のトナー画像を前記検知手段により検知した場合には前記第一の閾値より小さく、且つ、前記回転体を前記検知手段により検知した場合には前記第一の閾値より小さく、且つ、前記第二のパターンを前記検知手段により検知した場合には前記第一の閾値よりも大きい第二の閾値よりも小さいことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の画像形成装置。

20

【請求項 5】

前記受光手段は、前記第一の光量で前記発光手段を発光させて前記回転体から反射された光を受光した場合に第一の電圧を出力し、

前記制御手段は、前記第一の光量で前記発光手段を発光させた場合に、

前記第一の電圧と前記第一の比に基づいて、前記他の色のトナー画像から反射される光を受光する場合の前記受光手段からの出力が前記他の色の中で最も高くなる第二の電圧を予測し、

前記第一の電圧と前記第二の比に基づいて、前記他の色のトナー画像から反射される光を受光する場合の前記受光手段からの出力が前記他の色の中で最も低くなる第三の電圧を予測し、

30

前記第一の電圧と前記第三の比に基づいて、前記黒色のトナー画像から反射される光を受光する場合の前記受光手段から出力される第四の電圧を予測し、

予測した前記第二乃至第四の電圧の少なくとも 1 以上の電圧に基づき、前記第二の光量を算出することを特徴とする請求項 4 に記載の画像形成装置。

【請求項 6】

前記制御手段は、前記第二の光量で前記発光手段を発光させて前記第一のパターン及び前記回転体からの反射光を受光した場合に前記受光手段から出力される電圧に基づいて、前記検知手段により前記検知パターンの検知を行う場合に前記発光手段を発光させるための光量を第三の光量に更新することを特徴とする請求項 2 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

40

【請求項 7】

前記制御手段は、前記第二の光量で前記発光手段を発光させた場合に前記受光手段から出力される電圧が、前記第一のパターンの前記他の色のトナー画像を前記検知手段により検知した場合には前記第一の閾値より大きく、且つ、前記回転体を前記検知手段により検知した場合には前記第一の閾値より小さくなるように、前記第一の閾値を決定することを特徴とする請求項 5 に記載の画像形成装置。

【請求項 8】

前記制御手段は、前記第一の電圧、前記第三の電圧、前記第一の光量及び前記第二の光量に基づいて、前記第一の閾値を決定することを特徴とする請求項 7 に記載の画像形成装置。

50

【請求項 9】

前記第一のパターンは、前記位置ずれ量を検知するためのパターンであり、

前記受光手段は、前記第一のパターンからの乱反射光を受光し、デジタルの電圧値を出力することを特徴とする請求項 2 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

【請求項 10】

前記第二のパターンは、前記濃度変動量を検知するためのパターンであり、

前記受光手段は、前記第二のパターンからの正反射光を受光し、アナログの電圧値を出力することを特徴とする請求項 2 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

【請求項 11】

前記発光手段は LED であり、前記受光手段はフォトランジスタであることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

10

【請求項 12】

黒色と前記黒色を除く他の色とを含む複数の色のトナー画像又は記録材を担持する回転体と、前記回転体に位置ずれ量又は濃度変動量を検知するための前記トナー画像である検知パターンを形成する画像形成手段と、前記回転体又は前記画像形成手段により形成された検知パターンに光を照射する発光手段と、前記回転体又は前記検知パターンから反射された光を受光する受光手段と、を有する検知手段と、前記検知手段による検知結果に基づいて位置ずれ補正を行う、又は濃度補正を行う制御手段と、を備え、前記回転体の拡散反射率が前記黒色のトナーの拡散反射率よりも高く、かつ前記回転体の拡散反射率が前記他の色のトナーの拡散反射率よりも低い画像形成装置の光量制御方法であって、

20

前記回転体上に前記検知パターンを形成する前に、予め設定された第一の光量で前記発光手段を発光させて前記検知手段により前記回転体を検知する検知工程と、

前記他の色の中で前記受光手段からの出力が最も高い色の拡散反射率と前記回転体の拡散反射率との比である予め定められた第一の比、前記他の色の中で前記受光手段からの出力が最も低い色の拡散反射率と前記回転体の拡散反射率との比である予め定められた第二の比、及び、前記黒色の拡散反射率と前記回転体の拡散反射率との比である予め定められた第三の比、の少なくとも 1 以上の比と、前記検知手段により前記回転体を検知した結果と、に基づいて、前記検知手段により前記検知パターンの検知を行う場合に前記発光手段を発光させるための第二の光量を算出する算出工程と、を備えることを特徴とする光量制御方法。

30

【請求項 13】

前記検知パターンは、前記複数の色のトナー画像からなる第一のパターンと、前記複数の色ごとに異なる階調のトナー画像からなる第二のパターンと、を有することを特徴とする請求項 12 に記載の光量制御方法。

【請求項 14】

前記第一のパターンは、前記他の色のトナー画像の上に前記黒色のトナー画像を重畳して形成されたトナー画像を含むことを特徴とする請求項 13 に記載の光量制御方法。

【請求項 15】

前記算出工程により算出された前記第二の光量で前記発光手段を発光させた場合に、前記受光手段から出力される電圧は、

40

前記第一のパターンの前記他の色のトナー画像を前記検知手段により検知した場合には第一の閾値より大きく、且つ、前記第一のパターンの前記黒色のトナー画像を前記検知手段により検知した場合には前記第一の閾値より小さく、且つ、前記回転体を前記検知手段により検知した場合には前記第一の閾値より小さく、且つ、前記第二のパターンを前記検知手段により検知した場合には前記第一の閾値よりも大きい第二の閾値よりも小さいことを特徴とする請求項 13 又は 14 に記載の光量制御方法。

【請求項 16】

前記受光手段は、前記第一の光量で前記発光手段を発光させて前記回転体から反射された光を受光した場合に第一の電圧を出力し、

前記算出工程では、前記第一の光量で前記発光手段を発光させた場合に、

50

前記第一の電圧と前記第一の比に基づいて、前記他の色のトナー画像から反射される光を受光する場合の前記受光手段からの出力が前記他の色の中で最も高くなる第二の電圧を予測し、

前記第一の電圧と前記第二の比に基づいて、前記他の色のトナー画像から反射される光を受光する場合の前記受光手段からの出力が前記他の色の中で最も低くなる第三の電圧を予測し、

前記第一の電圧と前記第三の比に基づいて、前記黒色のトナー画像から反射される光を受光する場合の前記受光手段から出力される第四の電圧を予測し、

予測した前記第二乃至第四の電圧の少なくとも1以上の電圧に基づき、前記第二の光量を算出することを特徴とする請求項15に記載の光量制御方法。

10

【請求項17】

前記第二の光量で前記発光手段を発光させて前記第一のパターン及び前記回転体からの反射光を受光した場合に前記受光手段から出力される電圧に基づいて、前記検知手段により前記検知パターンの検知を行う場合に前記発光手段を発光させるための光量を第三の光量に更新する更新工程を備えることを特徴とする請求項13乃至16のいずれか1項に記載の光量制御方法。

【請求項18】

前記算出工程では、前記第二の光量で前記発光手段を発光させた場合に前記受光手段から出力される電圧が、前記第一のパターンの前記他の色のトナー画像を前記検知手段により検知した場合には前記第一の閾値より大きく、且つ、前記回転体を前記検知手段により検知した場合には前記第一の閾値より小さくなるように、前記第一の閾値を算出することを特徴とする請求項16に記載の光量制御方法。

20

【請求項19】

前記算出工程では、前記第一の電圧、前記第三の電圧、前記第一の光量及び前記第二の光量に基づいて、前記第一の閾値を算出することを特徴とする請求項16に記載の光量制御方法。

【請求項20】

前記第一のパターンは、前記位置ずれ量を検知するためのパターンであり、

前記受光手段は、前記第一のパターンからの乱反射光を受光し、デジタルの電圧値を出力することを特徴とする請求項13乃至19のいずれか1項に記載の光量制御方法。

30

【請求項21】

前記第二のパターンは、前記濃度変動量を検知するためのパターンであり、

前記受光手段は、前記第二のパターンからの正反射光を受光し、アナログの電圧値を出力することを特徴とする請求項13乃至19のいずれか1項に記載の光量制御方法。

【請求項22】

前記発光手段はLEDであり、前記受光手段はフォトランジスタであることを特徴とする請求項12乃至21のいずれか1項に記載の光量制御方法。

【請求項23】

黒色と前記黒色を除く他の色とを含む複数の色のトナー画像又は記録材を担持する回転体と、

40

前記回転体に位置ずれ量又は濃度変動量を検知するための前記トナー画像である検知パターンを形成する画像形成手段と、

前記回転体又は前記画像形成手段により形成された検知パターンに光を照射する発光手段と、前記回転体又は前記検知パターンから反射された光を受光する受光手段と、を有する検知手段と、

前記検知手段による検知結果に基づいて位置ずれ補正を行う、又は濃度補正を行う制御手段と、

を備え、前記回転体の拡散反射率が前記黒色のトナーの拡散反射率よりも高く、かつ前記回転体の拡散反射率が前記他の色のトナーの拡散反射率よりも低い画像形成装置であって、

50

前記制御手段は、

前記回転体上に前記検知パターンを形成する前に、前記発光手段を発光させて前記検知手段により前記回転体を検知し、

前記他の色の中で前記受光手段からの出力が最も高い色の拡散反射率と前記回転体の拡散反射率との比である予め定められた第一の比、前記他の色の中で前記受光手段からの出力が最も低い色の拡散反射率と前記回転体の拡散反射率との比である予め定められた第二の比、及び、前記黒色の拡散反射率と前記回転体の拡散反射率との比である予め定められた第三の比、の少なくとも1以上の比と、前記検知手段により前記回転体を検知した結果と、に基づいて、前記検知手段により前記検知パターンを検知した場合の値より小さく、且つ前記検知手段により前記回転体を検知した場合の値より大きくなるように閾値を算出することを特徴とする画像形成装置。

10

【請求項24】

黒色と前記黒色を除く他の色とを含む複数の色のトナー画像又は記録材を担持する回転体と、前記回転体に位置ずれ量又は濃度変動量を検知するための前記トナー画像である検知パターンを形成する画像形成手段と、前記回転体又は前記画像形成手段により形成された検知パターンに光を照射する発光手段と、前記回転体又は前記検知パターンから反射された光を受光する受光手段と、を有する検知手段と、前記検知手段による検知結果に基づいて位置ずれ補正を行う、又は濃度補正を行う制御手段と、を備え、前記回転体の拡散反射率が前記黒色のトナーの拡散反射率よりも高く、かつ前記回転体の拡散反射率が前記他の色のトナーの拡散反射率よりも低い画像形成装置の制御方法であって、

20

前記回転体上に前記検知パターンを形成する前に、前記発光手段を発光させて前記検知手段により前記回転体を検知する検知工程と、

前記他の色の中で前記受光手段からの出力が最も高い色の拡散反射率と前記回転体の拡散反射率との比である予め定められた第一の比、前記他の色の中で前記受光手段からの出力が最も低い色の拡散反射率と前記回転体の拡散反射率との比である予め定められた第二の比、及び、前記黒色の拡散反射率と前記回転体の拡散反射率との比である予め定められた第三の比、の少なくとも1以上の比と、前記検知手段により前記回転体を検知した結果と、に基づいて、前記検知手段により前記検知パターンを検知した場合の値より小さく、且つ前記検知手段により前記回転体を検知した場合の値より大きくなるように閾値を算出する算出工程と、

30

を備え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、主に電子写真方式、静電記憶方式の複写機、プリンタなどの画像形成装置、光量制御方法及び画像形成装置の制御方法に関し、特に、像担持体上又は中間転写体上に形成された各色現像材の位置ずれ量及び濃度変動量を検知する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、複数の感光ドラムを備えたカラー画像形成装置は、各色の画像の位置ずれが発生しないように設計がなされているが、感光ドラムの機械的取り付け誤差及び各色のレーザービームの光路長誤差、光路変化等により、色間の画像の位置ずれが発生する。そのため、各色間の位置ずれを補正する手段が必要となる。また、使用環境やプリント枚数などの諸条件によって各色の画像濃度が変動し、カラーバランス（いわゆる色味）が変動するため、各色濃度を補正する手段が必要となる。各色間の位置ずれ量や濃度変動量を補正する手段の一つとして、例えば特許文献1では、次のような方法が開示されている。即ち、像担持体上にトナーパターンを形成し、形成したトナーパターンを、発光素子及び受光素子から構成される光学センサで検知して、各色間の位置ずれ量や濃度変動量を算出、補正する方法が開示されている。

40

【0003】

50

また、例えば特許文献2では、光学センサの発光素子の光量制御方法が開示されている。光学センサは、トナーパターンを検知するときには、拡散反射光や鏡面反射光を受光している。光学センサの受光光量や、受光した光を光電変換したセンサの出力電圧は、種々の要因により、ばらついてしまう。このため、像担持体又は中間転写体上に転写したトナーを光学センサで一度検知し、検知した際の受光光量と発光素子の発光光量から、所望の受光光量を得るために必要な光学センサの発光光量を算出する。そして、算出された光量となるように光学センサの発光素子を制御することで、所望の受光光量又は出力電圧を検知することを可能とする構成が開示されている。更に、例えば特許文献3では、中間転写ベルトを用いてトナーパターンを検知する場合、カラー現像材のトナーパターンを下地にし、カラー現像材にブラック現像材を重畳したトナーパターンにする構成が開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平05-249787号公報

【特許文献2】特開2000-039746号公報

【特許文献3】特開2009-93155号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

20

従来技術では、発光素子の最適な発光光量を算出するために、トナーパターンを中間転写体上に転写して光学センサで検知する必要がある。即ち、画像形成装置において、トナーを転写する際の初期動作から、トナーを中間転写体上に転写して光学センサでトナーパターンを検知した後、トナーパターンをクリーニングするまでの一連の動作が完了するまでには、所定の時間が必要となる。この時間はユーザの待ち時間となってしまう。また、従来技術のように、拡散反射光を検知する光学センサで、拡散反射率が高い中間転写体表面に転写したトナーパターンを検知する場合、トナーパターンと、中間転写体表面との出力差が小さくなり、センサ出力の信号雑音比（以下、S/N比）が低下する。センサ出力のS/N比が低下すると、中間転写体表面の汚れ等を検知した際のノイズや、トナーパターンの端部の転写量のばらつき等を検知した際、ノイズとトナーパターンを誤検知してしまうおそれがある。この場合には、安定して精度の良いトナーパターンの検知ができない。

30

【0006】

本発明は、このような状況のもとでなされたもので、ユーザの待ち時間を低減しつつ、精度よく位置ずれ量又は濃度変動量を検知することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

前述した課題を解決するために、本発明は、以下の構成を備える。

【0008】

(1) 黒色と前記黒色を除く他の色とを含む複数の色のトナー画像又は記録材を担持する回転体と、前記回転体に位置ずれ量又は濃度変動量を検知するためのトナー画像である検知パターンを形成する画像形成手段と、前記回転体又は前記画像形成手段により形成された検知パターンに光を照射する発光手段と、前記回転体又は前記検知パターンから反射された光を受光する受光手段と、を有する検知手段と、前記検知手段による検知結果に基づいて位置ずれ補正を行う、又は濃度補正を行う制御手段と、を備え、前記回転体の拡散反射率が前記黒色のトナーの拡散反射率よりも高く、かつ前記回転体の拡散反射率が前記他の色のトナーの拡散反射率よりも低い画像形成装置であって、前記制御手段は、前記回転体上に前記検知パターンを形成する前に、予め設定された第一の光量で前記発光手段を発光させて前記検知手段により前記回転体を検知し、前記他の色の中で前記受光手段からの出力が最も高い色の拡散反射率と前記回転体の拡散反射率との比である予め定められた第一の比、前記他の色の中で前記受光手段からの出力が最も低い色の拡散反射率と前記回

40

50

転体の拡散反射率との比である予め定められた第二の比、及び、前記黒色の拡散反射率と前記回転体の拡散反射率との比である予め定められた第三の比、の少なくとも1以上の比と、前記検知手段により前記回転体を検知した結果と、に基づいて、前記検知手段により前記検知パターンの検知を行う場合に前記発光手段を発光させるための第二の光量を算出することを特徴とする画像形成装置。

(2) 黒色と前記黒色を除く他の色とを含む複数の色のトナー画像又は記録材を担持する回転体と、前記回転体に位置ずれ量又は濃度変動量を検知するための前記トナー画像である検知パターンを形成する画像形成手段と、前記回転体又は前記画像形成手段により形成された検知パターンに光を照射する発光手段と、前記回転体又は前記検知パターンから反射された光を受光する受光手段と、を有する検知手段と、前記検知手段による検知結果に基づいて位置ずれ補正を行う、又は濃度補正を行う制御手段と、を備え、前記回転体の拡散反射率が前記黒色のトナーの拡散反射率よりも高く、かつ前記回転体の拡散反射率が前記他の色のトナーの拡散反射率よりも低い画像形成装置であって、前記制御手段は、前記回転体上に前記検知パターンを形成する前に、前記発光手段を発光させて前記検知手段により前記回転体を検知し、前記他の色の中で前記受光手段からの出力が最も高い色の拡散反射率と前記回転体の拡散反射率との比である予め定められた第一の比、前記他の色の中で前記受光手段からの出力が最も低い色の拡散反射率と前記回転体の拡散反射率との比である予め定められた第二の比、及び、前記黒色の拡散反射率と前記回転体の拡散反射率との比である予め定められた第三の比、の少なくとも1以上の比と、前記検知手段により前記回転体を検知した結果と、に基づいて、前記検知手段により前記検知パターンを検知した場合の値より小さく、且つ前記検知手段により前記回転体を検知した場合の値より大きくするように閾値を算出することを特徴とする画像形成装置。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、ユーザの待ち時間を低減しつつ、精度よく位置ずれ量又は濃度変動量を検知することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施例1～3のプリンタの全体構成図、光学センサと補正用トナーパターンを示す図

【図2】実施例1、2の光学センサの駆動回路図、実施例1～3の発光素子の電流特性を示すグラフ

【図3】実施例1～3の画像形成装置の概略システム図

【図4】実施例1の位置ずれ量検知用トナーパターンの検知可能条件1を説明する図

【図5】実施例1の位置ずれ量検知用トナーパターンの検知可能条件2を説明する図

【図6】実施例1の濃度変動量検知用トナーパターンの検知可能条件を説明する図

【図7】実施例1の発光光量算出用の光量対拡散反射光出力特性を示すグラフ

【図8】実施例1の位置ずれ量、濃度変動量を算出する処理を説明するフローチャート

【図9】実施例1の位置ずれ量・濃度変動量補正制御を説明するタイミングチャート

【図10】実施例1の補正用パターン検知時のアナログ出力電圧の波形を示す図

【図11】実施例2の発光光量算出用の光量対拡散反射光出力特性を示すグラフ

【図12】実施例2の位置ずれ量、濃度変動量を算出する処理を示すフローチャート

【図13】実施例2の補正用パターン検知時のアナログ出力電圧の波形を示す図

【図14】実施例3の光学センサの駆動回路図、発光光量算出用の光量対拡散反射光出力特性を示すグラフ

【図15】実施例3の位置ずれ量、濃度変動量を算出する処理を示すフローチャート

【図16】実施例3の補正用パターン検知時のアナログ出力電圧の波形を示す図

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明を実施するための形態を、実施例により図面を参照しながら詳しく説明す

10

20

30

40

50

る。

【実施例 1】

【0013】

〔画像形成装置の説明〕

図1(a)は実施例1の画像形成装置であるカラーレーザープリンタの構成を示す断面概略図である。カラーレーザープリンタ(以下、単にプリンタという)201は、4色の画像を重ね合わせてカラー画像を形成するために、4色の画像形成部を備えている。本実施例では、4色は、有彩色であるイエロー色(Y)、マゼンタ色(M)、シアン色(C)と、無彩色である黒色(以下、ブラック色)(K)から構成されている。プリンタ201は、ホストコンピュータ202から画像データ203を受信すると、プリンタ201内のコントローラ204により、受信した画像データ203を所定のビデオ信号形式のデータに展開し、画像形成用のビデオ信号205を生成する。エンジン制御部206は、制御手段であるCPU209等(以下、CPU209)を有している。コントローラ204により生成されたビデオ信号205は、コントローラ204からエンジン制御部206に出力され、露光手段であるスキャナユニット210内にある発光素子である複数のレーザーダイオード211をビデオ信号205に応じて駆動する。レーザーダイオード211から出射されたレーザービーム212y、212m、212c、212kは、感光ドラム215y、215m、215c、215k上に照射される。ここで、yはイエロー色(Y)、mはマゼンタ色(M)、cはシアン色(C)、kはブラック色(K)を夫々示し、以下、必要な場合を除いて省略する。レーザービーム212は、より詳細には、ポリゴンミラー207、レンズ213、折り返しミラー214を介して、像担持体である感光ドラム215上に照射される。

【0014】

感光ドラム215は帯電器216により所望の電荷量に帯電されているため、レーザービーム212を照射させて表面電位を部分的に下げることにより、感光ドラム215表面に静電潜像を形成する。現像器217により感光ドラム215上に形成された静電潜像が現像され、感光ドラム215上にトナー画像が形成される。感光ドラム215上に形成されたトナー画像は、転写手段である一次転写部材218に適切な転写電圧を印加することにより、一次転写部材218において回転体としての無端状ベルト(以下、中間転写ベルト)219上に転写される。一次転写部材218による転写では、最初にイエローの画像が中間転写ベルト219に転写され、イエロー画像の上にマゼンタ、シアン、ブラックの各トナー画像が順次転写されてカラー画像が形成される。なお、中間転写ベルト219は、駆動ローラ226により搬送制御される。

【0015】

カセット220内の記録材である記録紙221は給紙ローラ222によって給紙されたのち、中間転写ベルト219上に転写されたトナー画像に同期するように二次転写部223へと搬送されて転写が行われる。これにより、記録紙221上にフルカラーのトナー画像が転写される。このとき、二次転写ローラ227に適切な二次転写電圧を印加して転写効率を高めている。二次転写ローラ227により未定着のトナー画像が転写された記録紙221は、定着器224により熱と圧力によって熱定着が行われ、記録紙221上に安定したカラー画像が定着される。定着処理が終了した記録紙221は、排紙部より排紙される。なお、クリーニング装置228は、記録紙221への転写後に中間転写ベルト219に残ったトナーをクリーニングする装置である。

【0016】

また、検知手段である光学センサユニット(以下、光学センサとする)225は、中間転写ベルト219上に転写された各色画像の位置ずれ量や濃度変動量を検知するための位置ずれ量検知用トナーパターン、濃度変動量検知用トナーパターンを検知する。なお、各色間の位置ずれ量検知用トナーパターン(各色間位置ずれ量検知用パターンともいう)、濃度変動量検知用トナーパターンを、まとめて補正用パターンともいう。また、補正用パターンは、各色又は各階調のトナーパターンから構成されており、特定の色を指定する場

合には、例えばブラック色トナーパターン等という。光学センサ 225 は、所定のタイミングで中間転写ベルト 219 上に形成された各色の補正用パターンの位置、及び目標濃度との差を検知し、検知結果を CPU 209 に出力する。CPU 209 は、記憶手段である RAM 280 に光学センサ 225 から入力された検知結果を保存する。このように、光学センサ 225 による検知結果をエンジン制御部 206 にフィードバックすることで、各色間の主走査方向、副走査方向の各色トナー画像の位置ずれ補正、各色の濃度補正を行う。

【0017】

なお、本実施例では、以降、中間転写ベルト 219 を備えるカラーの画像形成装置について説明するが、記録紙 221 を搬送する搬送ベルトを備えるカラーの画像形成装置についても適用可能であり、他の実施例についても同様とする。その場合、補正用パターンは、搬送ベルト上に形成される。また、記録紙 221 の搬送方向を副走査方向、副走査方向に直交する方向であって感光ドラム 215 上のレーザビーム 212 の走査方向を主走査方向という。更に、主走査方向を Z 軸方向（図 1（b）参照）、図中一次転写部における中間転写ベルト 219 の移動方向を X 軸方向（向きは逆向きとなる）、X 軸及び Z 軸に直交する方向を Y 軸方向とする。

【0018】

〔光学センサの構成〕

図 1（b）に光学センサ 225 と中間転写ベルト 219 面上の補正用パターンの上面視図を示す。光学センサ 225 は Z 軸方向にある左右二つのセンサから構成される。一つのセンサは、図中左側の補正用パターンを検知するセンサ 251 で、もう一つのセンサは、図中右側の補正用パターンを検知するセンサ 252 である。センサ 251 とセンサ 252 を Z 軸方向に二つ以上配置することで、トナー画像の主走査方向の倍率を検知したり、トナー画像の副走査方向の傾きを検知したりする。

【0019】

発光手段である発光素子 253、256 は赤外線発光素子であり、LED で構成されている。発光素子 253、256 は、X 軸に平行な軸（以下、単に X 軸とする）（破線）に対して、- Z 軸方向に 15° 傾けた角度で配置されている。フォトリソグラフィ等で構成される受光手段である受光素子 254、257 は、赤外線受光素子である。また、受光素子 254、257 は、X 軸に対して発光素子 253、256 と同じ側に傾けて配置されており、具体的には X 軸に対して - Z 方向に 45° 傾けた角度で配置されている。受光素子 254、257 は、拡散反射光（乱反射光）を受光する拡散反射光受光素子である。受光素子 255 は、X 軸に対して発光素子 253 と反対側に傾けて配置されており、具体的には X 軸に対して + Z 方向に 15° 傾けた位置に配置されている。受光素子 255 は、鏡面反射光（正反射光）を受光する鏡面反射光受光素子である。

【0020】

位置ずれ量検知用トナーパターン 258 は、Z 軸に対して傾きを有するパターンであり、中間転写ベルト 219 上に転写された、位置ずれ量を検知するために用いられるトナーパターンである。図 1（b）に示すように、位置ずれ量検知用トナーパターン 258 は、搬送方向の下流側から、イエロー（Y）、ブラック（K）、イエロー（Y）、マゼンタ（M）、シアン（C）の順に搬送方向に並んで形成される。また、ブラックは、中間転写ベルト 219 表面で反射される拡散反射光と区別するために、カラー現像剤であるイエローのトナーパターンを下地として、イエローのトナーパターンに重畳して形成されている。なお、本実施例では、イエローのトナーパターン上にブラックのトナーパターンを重畳したが、マゼンタやシアンのトナーパターン上にブラックのトナーパターンを重畳してもよい。更に、イエローとマゼンタ、マゼンタとシアンのトナーパターンの間には、それぞれ中間転写ベルト 219 からの反射光を検知できるように、所定の間隔が設けられている。

【0021】

濃度変動量検知用トナーパターン 259 は、Z 軸に平行なパターンであり、濃度変動量を検知するために用いられるトナーパターンである。濃度変動量検知用トナーパターン 259 は、各色について複数の階調のトナーパターンからなる。例えば、図 1（b）には、

10

20

30

40

50

階調の異なるシアン色のトナーパターンであるC__階調イ、C__階調ロ、C__階調ハ、・
・を示している。このような階調の異なる複数のトナーパターンが、イエロー、マゼン
タ、シアン、ブラックにそれぞれ設けられている。

【0022】

発光素子253から出射された赤外光の、中間転写ベルト219表面と中間転写ベルト
219に転写された位置ずれ量検知用トナーパターン258による拡散反射光は、受光素
子254、257により受光される。このように、受光素子254、257によって、位
置ずれ量検知用トナーパターン258の位置を検知する。また、中間転写ベルト219、
及び中間転写ベルト219上の濃度変動量検知用トナーパターン259からの拡散反射光
は受光素子254により、鏡面反射光は受光素子255により、それぞれ受光する。この
ように、受光素子254、255によって、濃度変動量検知用トナーパターン259の所
定濃度からの濃度変動量を検知する。

10

【0023】

[光学センサの駆動回路の説明]

図2(a)に光学センサ225内のセンサ252の駆動回路を示す。CPU209から
出力される駆動信号Vledonは、矩形波の信号でデューティ比率を変化させることが
できる信号である。第一の閾値である位置ずれ量検知用閾値電圧Vth1は、コンパレー
タ302の閾値電圧であり、以下、単に閾値電圧Vth1という。電圧Vinは、駆動信
号Vledonの矩形波電圧を、抵抗器303とコンデンサ314により平滑化した電圧
で、トランジスタ307のベース端子に印加される。Vaoutは、中間転写ベルト21
9上の補正用パターンからの拡散反射光を受光素子257により受光し、光電変換されて
流れた電流が抵抗器301に流れて発生したアナログ出力電圧である。Vdoutは、ア
ナログ出力電圧Vaoutをコンパレータ302で2値化したデジタル出力電圧である。
電流Iledは、発光素子256に流れる電流である。

20

【0024】

CPU209から出力された駆動信号Vledonのデューティ比率を変化させると、
後述する特性に沿って平滑化された電圧Vinが変化する。電圧Vinが変化すると、ト
ランジスタ307のエミッタ端子に接続された抵抗器305に印加される電圧値が変化し
、発光素子256に流れる電流Iledを可変制御することができる。なお、発光素子2
56のカソード側はトランジスタ307のコレクタ端子に接続されている。発光素子25
6から発光された赤外光は、中間転写ベルト219及び位置ずれ量検知用トナーパターン
258によって反射される。そして、その拡散反射光を受光素子257で検知し、検知し
た反射光量に応じた電流が抵抗器301に流れることにより光電変換され、アナログ出力
電圧Vaoutとして検知される。

30

【0025】

コンパレータ302の負入力端子には、分圧抵抗304、306により電源電圧Vcc
が分圧された閾値電圧Vth1が入力され、正入力端子には、検知したアナログ出力電圧
Vaoutが入力される。そして、コンパレータ302は、入力された電圧をデジタル出
力電圧Vdoutに変換し、CPU209に出力する。CPU209は、入力されたデジ
タル出力電圧Vdoutがハイレベルからローレベル、又はローレベルからハイレベルに
変化するタイミングを検知する。そして、CPU209は、後述する画像データ出力開始
信号が出力されたタイミング902(図9参照)から各々のタイミングまでの時間差に関
する情報を、順次、RAM280に格納していく。また、アナログ出力電圧Vaoutは
、CPU209のアナログ値として検知可能な端子に出力される。CPU209は、位置
ずれ量検知用トナーパターン258、濃度変動量検知用トナーパターン259、トナーパ
ターンが転写されていない中間転写ベルト219表面を、それぞれ光学センサ225によ
り検知する。そして、CPU209は、光学センサ225により検知した際のアナログ出
力電圧Vaoutの値を、RAM280に格納していく。なお、センサ251の駆動回路
の構成は、センサ252と同様であり、説明は省略する。

40

【0026】

50

〔パルスデューティ対LED電流特性〕

図2(b)は、CPU209から光学センサ225の駆動回路に出力される駆動信号Vledonの矩形波のデューティ比率に対する、発光素子253、256に流れる電流Iledの出力特性図である。横軸はCPU209から光学センサ225の駆動回路に出力される駆動信号Vledonの矩形波のデューティ比率(Vledonパルスデューティと図示)(%)である。縦軸は、発光素子253、256に流れる電流Iled[mA]である。また、横軸切片Led__thは、光学センサ225の駆動回路において、発光素子253、256に電流Iledが流れ始める値である。駆動信号Vledonの矩形波のデューティ比率を上げると、平滑化された電圧Vinが上昇する。そして、駆動信号Vledonのデューティ比率がLed__th以上となったとき、駆動回路のトランジスタ307特性により、トランジスタ307がオンして、発光素子253、256に電流が流れ始める。そして、駆動信号Vledonの矩形波のデューティ比率が更に上がって電圧Vinが上昇すると、発光素子253、256に流れる電流Iledも更に増加していく。

10

【0027】

〔画像形成装置のシステム図の説明〕

図3は、CPU209と光学センサ225の詳細を説明するブロック図である。図3(a)にエンジン制御部206等の全体のブロック図を示し、図3(b)にCPU209と光学センサ225の詳細なブロック図を示す。コントローラ204は、ホストコンピュータ202、エンジン制御部206と相互に通信が可能となっている。コントローラ204は、ホストコンピュータ202から画像情報と印字命令を受信し、受信した画像情報を解析してビットデータに変換する。そしてコントローラ204は、ビデオインターフェイス部510を介して、記録紙毎に印字予約コマンド、印字開始コマンド、及びビデオ信号をCPU209、画像処理GA512に送信する。コントローラ204は、ビデオインターフェイス部510を介して、CPU209へ、ホストコンピュータ202からの印字命令に従って印字予約コマンドを送信し、印字可能な状態となったタイミングで、CPU209へ印字開始コマンドを送信する。CPU209は、コントローラ204からの印字予約コマンドの順に印字の実行準備を行い、コントローラ204からの印字開始コマンドを待つ。CPU209は、印字開始コマンドを受信すると、印字予約コマンドの情報に従って、各制御部(画像制御部513、定着制御部515、用紙搬送部516)に印字動作開始を指示する。

20

30

【0028】

画像制御部513は、印字動作開始を受信すると画像形成の準備を開始する。CPU209は、画像制御部513から画像形成の準備が整ったことを受信すると、コントローラ204にビデオ信号の出力の基準タイミングとなる/TOP信号を出力する。コントローラ204は、CPU209から/TOP信号を受信すると、/TOP信号を基準にビデオ信号を出力する。画像処理GA512は、コントローラ204からビデオ信号を受信すると、画像制御部513に画像形成データを送信する。画像制御部513は、画像処理GA512から受信した画像形成データをもとに画像形成を行う。用紙搬送部516は、印字動作開始を受信すると給紙動作を開始する。定着制御部515は、印字動作開始を受信すると定着準備を開始する。定着制御部515は、転写が行われた記録紙221が搬送されてくるタイミングに合わせて、印字予約コマンドの情報に従って温度制御を開始する。定着制御部515は、記録紙221に画像を定着させて、記録紙221を機外に搬送する。

40

【0029】

CPU209は、I/O・PWMポート524、529から光学センサ225の駆動回路に対し、駆動信号Vledonを出力する。より詳細には、CPU209は、I/O・PWMポート524から駆動信号Vledonを出力し、発光素子253に流れる電流を制御する。また、CPU209は、I/O・PWMポート529から駆動信号Vledonを出力し、発光素子256に流れる電流を制御する。受光素子254、257は、中間転写ベルト219及び補正用パターンからの拡散反射光を検知し、駆動回路で光電変換し

50

て2値化したデジタル出力電圧V d o u tをI / Oポート5 2 0、5 2 5に出力する。より詳細には、受光素子2 5 4は検知結果をC P U 2 0 9のI / Oポート5 2 0に出力し、受光素子2 5 7は検知結果をC P U 2 0 9のI / Oポート5 2 5に出力する。

【0030】

C P U 2 0 9は、I / Oポート5 2 0、5 2 5に入力される値の変化点を、補正用パターンと中間転写ベルト2 1 9の境界として検知する。C P U 2 0 9は、検知した補正用パターンと中間転写ベルト2 1 9との境界から、各色間の位置ずれ量を算出する。また、受光素子2 5 4、2 5 7と受光素子2 5 5は、駆動回路にて光電変換したアナログ出力電圧V a o u tをC P U 2 0 9のA / Dポート5 2 2、5 2 3、5 2 7に出力する。より詳細には、受光素子2 5 4は、検知電圧であるアナログ出力電圧V a o u tをC P U 2 0 9のA / Dポート5 2 2に出力し、受光素子2 5 7は、検知電圧であるアナログ出力電圧V a o u tをC P U 2 0 9のA / Dポート5 2 7に出力する。また、受光素子2 5 5は、検知電圧であるアナログ出力電圧V a o u tをC P U 2 0 9のA / Dポート5 2 3に出力する。

10

【0031】

C P U 2 0 9は、A / Dポート5 2 2、5 2 3、5 2 7に入力された拡散反射光の検知電圧と鏡面反射光の検知電圧に基づいて濃度変動量を算出する。そして、C P U 2 0 9は、A / Dポート5 2 2、5 2 3、5 2 7に入力された検知電圧の値に基づき、後述する算出方法で算出した発光光量となるように、発光素子2 5 3、2 5 6に流れる電流の制御を行う。即ち、C P U 2 0 9は、図2 (b)の特性図に基づいて、I / O・P W Mポート5 2 4、5 2 9から出力される駆動信号V l e d o nの矩形波のデューティ比率を変化させる。これによりC P U 2 0 9は、発光素子2 5 3、2 5 6に流れる電流値の制御を行い、発光素子2 5 3、2 5 6の光量制御を行う。

20

【0032】

[位置ずれ量検知・濃度変動量検知時の出力と検知条件の説明]

(位置ずれ量検知可能条件1)

本実施例では、中間転写ベルト2 1 9の拡散反射率は、無彩色であるブラック色トナーパターンの拡散反射率より大きく、その他の有彩色(イエロー、マゼンタ、シアン)トナーパターンの拡散反射率よりも小さい。図4は、位置ずれ量検知用トナーパターン2 5 8を構成するトナーパターンのうち、マゼンタ色、シアン色トナーパターンを光学センサ2 2 5で検知した際、適切な位置ずれ量の検知が可能となる条件を示した概要図である。図4には、上から、各色間位置ずれ量検知用トナーパターン2 5 8の構成、光学センサ2 2 5で検知可能な場合、光学センサ2 2 5で検知不可能な場合を図示し、後述する図5、図6も同様である。なお、図6には濃度変動量検知用トナーパターン2 5 9の構成を示す。

30

【0033】

光学センサ2 2 5により位置ずれ量が検知可能となる第一の条件(位置ずれ量検知可能条件1)について説明する。図4 (a)は、マゼンタ色又はシアン色トナーパターンの構成図であり、中間転写ベルト2 1 9の表面に転写されたトナーパターンの上面図と断面図である。図1 (b)で説明したように、マゼンタ色及びシアン色トナーパターンは、他の色のトナーパターンとは所定の間隔を設けて形成されている。このため、光学センサ2 2 5によりトナーパターンを検知する際には、中間転写ベルト2 1 9の表面、マゼンタ色又はシアン色トナーパターン、中間転写ベルト2 1 9の表面、の順番で検知することとなる。

40

【0034】

図4 (b)は、図4 (a)のトナーパターンを光学センサ2 2 5で検知した際、位置ずれ量を検知することが可能なアナログ出力電圧V a o u t (V)の特性を示す図である。図4 (b)には、閾値電圧V t h 1を実線で図示している。図4 (c)は、図4 (b)のアナログ出力電圧V a o u tを2値化した、位置ずれ量を検知することが可能なデジタル出力電圧V d o u t (V)特性を示す図である。破線で示す電圧V t m a xは、マゼンタ色、シアン色トナーパターンを、光学センサ2 2 5により検知した際の、出力電圧中で最

50

も大きいアナログ出力電圧である。なお、出力電圧中で最も小さいアナログ出力電圧を電圧 V_{tmin} とする。更に、破線で示す電圧 V_{bmax} は、光学センサ 225 が中間転写ベルト 219 の表面を検知した際のアナログ出力電圧である。ここで、電圧 V_{tmin} は、電圧 V_{bmax} より大きい ($V_{tmin} > V_{bmax}$)。

【0035】

図 4 (b) において、トナーパターンが無い中間転写ベルト 219 の表面を光学センサ 225 が検知している間のアナログ出力電圧 V_{aout} の最大値は V_{bmax} である。光学センサ 225 がトナーパターンを検知すると、アナログ出力電圧 V_{aout} は上昇して閾値電圧 V_{th1} 以上となり ($V_{aout} > V_{th1}$)、最大値 V_{tmax} に達する ($V_{tmax} > V_{th1}$)。次にトナーパターン後端から再び中間転写ベルト 219 の表面を光学センサ 225 が検知すると、アナログ出力電圧 V_{aout} が低下して閾値電圧 V_{th1} を下回り ($V_{aout} < V_{th1}$)、中間転写ベルト 219 を検知している間の値 V_{bmax} に戻る。

【0036】

図 4 (c) において、図 4 (b) でアナログ出力電圧 V_{aout} が閾値電圧 V_{th1} を超えたタイミング 690 で、デジタル出力電圧 V_{dout} はローレベルからハイレベルへと変化する。次に、再びアナログ出力電圧 V_{aout} が閾値電圧 V_{th1} を下回ったタイミング 691 で、デジタル出力電圧 V_{dout} はハイレベルからローレベルへと変化する。なお、CPU 209 は、内部に不図示のタイマを有しており、不図示のタイマによりデジタル出力電圧 V_{dout} が変化したタイミングを計測するものとする。CPU 209 は、デジタル出力電圧 V_{dout} がハイレベルとローレベル間で変化するタイミング 690、691 の間の時間的な中点を、マゼンタ色又はシアン色トナーパターンの中心位置として算出する。そして、後述する画像データ出力開始信号が出力されるタイミング 902 (図 9 参照) を基準として、算出した各色トナーパターンの中心位置に相当する時間的な中点との時間差を求め、時間差に関する情報を、RAM 280 に格納する。なお、中間転写ベルト 219 の移動速度は予めわかっているため、算出した時間差は、位置ずれ量に換算することができる。このため、以降では、時間差を位置ずれ量と同等の意味を持つ値として扱う。CPU 209 は、RAM 280 に格納した時間差に関する情報と所定の値を比較し、各色の位置ずれ量を算出する。このように、CPU 209 は、デジタル出力電圧 V_{dout} の値が変化するタイミングに基づいてトナーパターンの位置を算出し、各色の位置

【0037】

図 4 (d) は、図 4 (a) のトナーパターンを光学センサ 225 で検知した際、位置ずれ量を検知することが不可能な場合のアナログ出力電圧 V_{aout} 特性である。図 4 (e) は、図 4 (d) のアナログ出力電圧を 2 値化した、位置ずれ量を検知することが不可能な場合のデジタル出力電圧 V_{dout} 特性である。図 4 (d) では、図 4 (b) と同様にアナログ出力電圧 V_{aout} が変化するが、トナーパターンが薄かった場合等では、破線で示す電圧 V_{tmax} は閾値電圧 V_{th1} 未満となる ($V_{tmax} < V_{th1}$)。図 4 (e) において、図 4 (d) でアナログ出力電圧 V_{aout} が最大値 V_{tmax} となっても閾値電圧 V_{th1} を超えないため、デジタル出力電圧 V_{dout} はローレベルのままとなる。このため、CPU 209 は、デジタル出力電圧 V_{dout} がハイレベルとローレベルの間で変化する変化点を検知できず、トナーパターンの位置を算出することができない。

【0038】

(位置ずれ量検知可能条件 2)

光学センサ 225 により位置ずれ量が検知可能となる第二の条件 (位置ずれ量検知可能条件 2) について説明する。図 5 は、イエロー色、ブラック色トナーパターンを光学センサ 225 で検知した際、適切な位置ずれ量の検知が可能となる条件を示した概要図である。図 5 (a) は、イエロー色、ブラック色トナーパターンの構成図であり、中間転写ベルト 219 の表面に転写されたトナーパターンの上面図と断面図である。図 5 (a) の断面図に示すように、ブラック色トナーパターンは、イエロー色トナーパターンに重畳して転

写される。本実施例では、中間転写ベルト 219 の拡散反射率は、ブラック色の拡散反射率より高い。本実施例では、後述するように、正しい位置ずれ量の検知を行うために、光学センサ 225 が中間転写ベルト 219 の表面を検知した際のアナログ出力電圧 V_{aout} の最大値 V_{bmax} は、閾値電圧 V_{th1} より小さい必要がある。

【0039】

仮に、電圧 V_{bmax} が閾値電圧 V_{th1} を超えると、イエロー色やマゼンタ色、シアン色といった有彩色トナーパターンの位置を正しく検知することができない。一方、中間転写ベルト 219 上にブラック色トナーパターンを転写した場合、ブラック色トナーパターンの位置を正しく検知するためには、 V_{bmax} を閾値電圧 V_{th1} より大きい値にする必要がある。しかし、上述したように、有彩色トナーパターンの位置ずれ量の検知を正しく行うために、 V_{bmax} は閾値電圧 V_{th1} より大きくすることができない。そこで、本実施例では、イエロー色トナーパターン上にブラック色トナーパターンを重畳して転写し、光学センサ 225 で検知する。イエロー色トナーパターンの上にブラック色トナーパターンを重畳することで、後述するように光学センサ 225 により検知した際のデジタル出力電圧 V_{dout} の変化点を、CPU 209 が検知できるようになる。

【0040】

図 5 (b) は、図 5 (a) のトナーパターンを光学センサ 225 で検知した際の、位置ずれ量を検知することが可能なアナログ出力電圧 V_{aout} 特性である。図 5 (c) は、図 5 (b) のアナログ出力電圧を 2 値化した、位置ずれ量を検知することが可能なデジタル出力電圧 V_{dout} 特性である。図 5 (b) において、 V_{kmax} は、ブラック色トナーパターンを検知した際のアナログ出力電圧 V_{aout} の最大値である。トナーパターンが無い中間転写ベルト 219 の表面を光学センサ 225 が検知している間のアナログ出力電圧 V_{aout} の最大値は V_{bmax} である。光学センサ 225 がイエロー色トナーパターンを検知すると、アナログ出力電圧 V_{aout} は上昇して閾値電圧 V_{th1} 以上となり ($V_{aout} > V_{th1}$)、 V_{tmax} に達する。ここで、本実施例では、中間転写ベルト 219 の拡散反射率は、ブラック色トナーの拡散反射率よりも大きいため、 $V_{bmax} > V_{kmax}$ となる。

【0041】

次に、ブラック色トナーパターンを検知すると、アナログ出力電圧 V_{aout} は V_{tmax} から低下して閾値電圧 V_{th1} を下回り ($V_{th1} > V_{aout}$)、 V_{kmax} に達する ($V_{kmax} < V_{bmax} < V_{th1}$)。そして、光学センサ 225 が再びイエロー色トナーパターンを検知すると、再びアナログ出力電圧 V_{aout} は上昇して閾値電圧 V_{th1} 以上となり、 V_{tmax} に達する。最後に光学センサ 225 が再び中間転写ベルト表面を検知すると、アナログ出力電圧 V_{aout} が低下して閾値電圧 V_{th1} を下回り、 V_{bmax} に戻る。

【0042】

図 5 (c) において、光学センサ 225 がイエロー色を検知して閾値電圧 V_{th1} 以上になるタイミング 692 で、デジタル出力電圧 V_{dout} はローレベルからハイレベルへと変化する。次に、光学センサ 225 がブラック色トナーパターンを検知してアナログ出力電圧 V_{aout} が閾値電圧 V_{th1} 未満となるタイミング 693 で、デジタル出力電圧 V_{dout} はハイレベルからローレベルへと変化する。再び光学センサ 225 がイエロー色を検知して閾値電圧 V_{th1} 以上となるタイミング 694 で、デジタル出力電圧 V_{dout} はローレベルからハイレベルへと変化する。最後に、光学センサ 225 が再び中間転写ベルト 219 の表面を検知して、アナログ出力電圧 V_{aout} が低下して閾値電圧 V_{th1} 未満となったタイミング 695 でハイレベルからローレベルへと変化する。

【0043】

CPU 209 は、デジタル出力電圧 V_{dout} の変化点であるタイミング 692、695 からイエロー色トナーパターンの中心位置を求めて時間的中点として算出する。また、CPU 209 は、デジタル出力電圧 V_{dout} の変化点であるタイミング 693、694 からブラック色トナーパターンの中心位置を求めて時間的中点として算出する。図 4 (c)

10

20

30

40

50

）と同様に、後述する画像データ出力開始信号が出力されるタイミング902を基準として、算出した各色トナーパターンの中心位置に相当する時間的中点との時間差をRAM280に格納する。このように、CPU209は、デジタル出力電圧 V_{out} の値が変化するタイミングに基づいて、トナーパターンの位置を算出する。

【0044】

図5(d)は、図5(a)のトナーパターンを光学センサ225で検知した際、位置ずれ量を検知することが不可能である場合のアナログ出力電圧 V_{out} 特性である。図5(e)は、図5(d)のアナログ出力電圧を2値化した、位置ずれ量を検知することが不可能な場合のデジタル出力電圧 V_{out} 特性である。図5(d)において、光学センサ225の発光光量が多い場合やブラック色トナーパターンが薄い場合に、 V_{bmax} 、 V_{kmax} の値が大きくなり、 $V_{th1} < V_{bmax}$ 、 $V_{th1} < V_{kmax}$ となる。図5(e)において、図5(d)の中間転写ベルト219又はイエロー色、ブラック色トナーパターンを検知した際のアナログ出力電圧 V_{out} は、閾値電圧 V_{th1} を常に超えている。このため、デジタル出力電圧 V_{out} は常にハイレベルとなってしまう、デジタル出力電圧 V_{out} のハイレベルからローレベル又はローレベルからハイレベルへ変化する変化点を検知することができない。このように、 V_{bmax} 及び V_{kmax} が閾値電圧 V_{th1} よりも大きい場合には、CPU209はトナーパターンの位置を算出することができない。

【0045】

(濃度変動量検知可能条件)

光学センサ225により濃度変動量が検知可能となる条件(濃度変動量検知可能条件)について説明する。図6は、イエロー、マゼンタ、シアン、ブラック色の濃度変動量検知用トナーパターン259を光学センサ225で検知した際、CPU209が適切な濃度変動量を検知するための条件を示した概要図である。図6(a)は、中間転写ベルト219上に転写された濃度変動量検知用トナーパターン259の上面図と断面図である。濃度変動量検知用トナーパターン259は、イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックともに同形状である。図6(b)は、図6(a)のトナーパターンを光学センサ225が検知した際のアナログ出力電圧 V_{out} の出力特性で、CPU209が濃度変動量を検知することができる場合のアナログ出力電圧 V_{out} の出力特性である。一方、図6(c)は、CPU209が濃度変動量を検知することができない場合のアナログ出力電圧 V_{out} の出力特性である。

【0046】

図6(b)において、実線で示す第二の閾値である閾値電圧 V_{th2} はCPU209のADポートで検知できる最大のアナログ値であり、濃度変動量検知用閾値電圧である。ここで、閾値電圧 V_{th2} は、閾値電圧 V_{th1} よりも大きい。以降、濃度変動量検知用閾値電圧 V_{th2} を、単に閾値電圧 V_{th2} とする。アナログ出力電圧 V_{out} は、光学センサ225で中間転写ベルト219の表面を検知し、最大値 V_{bmax} を出力する。次に図6(a)のトナーパターンを検知した際のアナログ出力電圧 V_{out} は出力が上昇し、最大値 V_{tmax} に達する。光学センサ225が再び中間転写ベルト219を検知すると、アナログ出力電圧 V_{out} は低下して V_{bmax} に戻る。アナログ出力電圧 V_{out} はトナーパターンの階調に比例する。CPU209は、図6(a)のトナーパターンの各階調の濃度と、各階調のトナーパターンを光学センサ225で検知した際のアナログ出力電圧 V_{out} の値をRAM280に記憶する。CPU209は、各階調の濃度に対応した所定の値と、RAM280に記憶した前述のアナログ出力電圧 V_{out} との差から、プリンタ201の各色、各階調の現状の濃度を算出する。

【0047】

図6(c)において、光学センサ225の発光光量が大きすぎた場合は、 V_{tmax} が閾値電圧 V_{th2} を超える($V_{tmax} > V_{th2}$)。 V_{tmax} が閾値電圧 V_{th2} を超えると、アナログ出力電圧 V_{out} は同じ値(閾値電圧 V_{th2})を出力し続けるため、図6(c)に破線曲線で示すアナログ出力電圧 V_{out} を正しく検知できない。こ

10

20

30

40

50

のため、CPU209は、アナログ出力電圧 V_{aout} からトナーパターンの濃度を正しく算出できない。

【0048】

(検知可能条件)

以上述べたように、CPU209が位置ずれ量と濃度変動量を適切な値で検知するためには、所定の条件を満たす必要がある。具体的には、光学センサ225が各々被検知対象物を検知したときのアナログ出力電圧である V_{tmax} 、 V_{tmin} 、 V_{kmax} 、 V_{bmax} は、以下の条件(6-1)~(6-4)を満たす必要がある。

条件1：位置ずれ量検知用トナーパターン258のカラー(Y、M、C)トナーパターン検知条件

$$V_{tmin} > V_{th1} \cdots (6-1) \text{ (図4(b))}$$

条件2：位置ずれ量検知用トナーパターン258のブラックトナーパターン検知条件

$$V_{kmax} < V_{th1} \cdots (6-2) \text{ (図5(b))}$$

$$V_{bmax} < V_{th1} \cdots (6-3) \text{ (図4(b)、図5(b))}$$

条件3：濃度変動量検知用トナーパターン259のYMKトナーパターン検知条件

$$V_{tmax} < V_{th2} \cdots (6-4) \text{ (図6(b))}$$

【0049】

条件1については、次のようになる。位置ずれ量検知用トナーパターン258のカラーパターンの濃度が薄い場合や、光学センサ225の発光素子253、256の発光光量が少ない場合等で、検知電圧(V_{tmax})が閾値電圧 V_{th1} を超えない場合は、図4(d)、図4(e)のようになる。図4(e)に示すように、CPU209は、デジタル出力電圧 V_{dout} のエッジを検知できないため、位置ずれ量の検知ができない。また、条件2について、拡散反射光が多いカラートナーパターン(例えば、イエロー色)の上に、拡散反射光が少ないブラック色トナーパターンを形成した場合は、次のようになる。即ち、ブラックの濃度が薄い場合や、光学センサ225の発光素子253、255の発光光量が多い場合は、検知電圧(V_{kmax})が閾値電圧 V_{th1} より大きくなる(図5(d))。このため、CPU209は、デジタル出力電圧 V_{dout} のエッジを検知できないため、ブラックの位置を検知できない(図5(e))。また、中間転写ベルト219の拡散反射光量が大きく、閾値電圧 V_{th1} を超えてしまうと、デジタル出力電圧 V_{dout} の変化点が無くなってしまい、CPU209はデジタル出力電圧 V_{dout} の変化点を検知できない(図5(e))。条件3について、光学センサ225の発光素子253、256の発光光量が多い場合は、検知電圧(V_{tmax})がA/D変換の飽和電圧である閾値電圧 V_{th2} よりも大きくなってしまい、CPU209は適切な濃度変動量の検知ができない(図6(c))。

【0050】

条件1~3で説明したように、カラートナーパターンの濃度が薄く光学センサ225の発光素子253、256の発光光量が少ない場合、位置ずれ量検知用トナーパターン258を検知できない場合がある。また、ブラック色トナーパターンの濃度が薄く光学センサ225の発光素子253、256の発光光量が多い場合も、位置ずれ量検知用トナーパターン258を検知できない場合がある。更に、中間転写ベルト219からの反射光量が多い場合にも、位置ずれ量検知用トナーパターン258を検知できない場合がある。また、光学センサ225の発光素子253、256の発光光量が多い場合は、CPU209は、濃度変動量検知用トナーパターン259を検知できない場合がある。つまり、(6-1)~(6-4)の検知条件を満たすように光学センサ225の発光素子253、256の発光光量を適切に設定する。これにより、各色間の位置ずれ量検知用トナーパターン258と濃度変動量検知用トナーパターン259を同時に適切に検知することが可能となる。

【0051】

[光学センサユニットの発光素子の発光光量と最適光量算出計算式の説明]

図7は光学センサ225の発光素子253、256の発光光量(以下、単にセンサ発光光量ともいう)を算出するためのグラフである。詳細には、図7は、駆動信号 V_{led}

10

20

30

40

50

nのデューティ比率に対する、トナーパターンと中間転写ベルト219の表面を検知した際のアナログ出力電圧特性図である。横軸は、図2(b)に示す駆動信号Vledonのデューティ比率に応じた電流値Iled(mA)である。なお、発光素子253、256に流す電流値Iを増やすと、電流値Iを発光素子253、256に流したときに発光素子253、256から出力される光量Lも増える。このため、以降、光量Lを電流値Iと同等の意味で用いる場合もある。縦軸はアナログ出力電圧Vaout(V)である。図2(b)で説明したように、駆動信号Vledonのデューティ比率が大きくなるほど、発光素子253、256に流れる電流が増して発光光量が増える。このため、光学センサ225の受光素子254、255、257が検知し光电変換されたアナログ出力電圧Vaoutが増加する。

10

【0052】

ここで、電圧Vdarkは、拡散反射光の受光素子である受光素子254、257の暗電圧である。暗電圧Vdarkは、駆動回路で、電源電圧Vccを印加すると受光素子254、257の暗電流が抵抗器301に流れて発生する電圧であり、受光素子254、257が光を受光しない状態で所定の値を出力する。前述の位置ずれ量検知用トナーパターン258と濃度変動量検知用トナーパターン259を同時に適切に検知することができるような、センサ発光光量の算出手順について説明する。

【0053】

図7の横軸に示す第一の光量であるLed1は、予め定められたセンサ発光光量であり、予め不図示のROM等に記憶されているものとする。まず、光学センサ225の発光素子253を所定の光量Led1で発光させて、中間転写ベルト219の表面のアナログ出力電圧Vaoutを検知する。このとき、光学センサ225から出力されたアナログ出力電圧、即ち中間転写ベルト219の検知結果を第一の電圧であるVrefとする。ここで、第一の比である拡散反射比率R1を、イエロー、マゼンタ、シアン各有彩色トナーパターンの検知電圧中で、最も出力が高い色のトナーパターンと、中間転写ベルト219の表面の拡散反射比率とする。また、第二の比である拡散反射比率R2を、イエロー、マゼンタ、シアン各有彩色トナーパターンの検知電圧中で、最も出力が低い色のトナーパターンと、中間転写ベルト219の表面の拡散反射比率とする。更に、第三の比である拡散反射比率R3を、ブラック色トナーパターンを検知した際の最大出力電圧と、中間転写ベルト219の表面の拡散反射比率とする。

20

30

【0054】

拡散反射比率R1、R2、R3は、各色トナーの転写の際のばらつきや、中間転写ベルト219の表面の拡散反射のばらつき、光学センサ225の制御ばらつき等を考慮した上で、予め定めた値である。予め定めた中間転写ベルト219と各色トナーパターンの拡散反射比率R1、R2、R3と、電圧Vref、Vdarkに基づいて、電圧Va、Vb、Vcを求める。ここで、電圧Vaは、光量Led1で発光素子253、256を発光させ、イエロー、マゼンタ、シアン色トナーパターンを検知した際の、最も出力が高い色のアナログ出力電圧の予測値である。また、電圧Vbは、光量Led1で発光素子253、256を発光させ、イエロー、マゼンタ、シアン色トナーパターンを検知した際の、最も出力が低い色のアナログ出力電圧の予測値である。更に、電圧Vcは、ブラック色トナーパターンを検知した際の最大出力電圧の予測値である。第二の電圧である電圧Va、第三の電圧である電圧Vb、第四の電圧である電圧Vcの算出式は、次の式(7-1)~(7-3)で定義される。

40

$$V_a = (V_{ref} - V_{dark}) \times R_1 + V_{dark} \quad (7-1)$$

$$V_b = (V_{ref} - V_{dark}) \times R_2 + V_{dark} \quad (7-2)$$

$$V_c = (V_{ref} - V_{dark}) \times R_3 + V_{dark} \quad (7-3)$$

【0055】

上述の式(7-1)~(7-3)より算出した電圧Va、Vb、Vcは、発光素子253、256を光量Led1で発光させたときの出力電圧の予測値である。図7のグラフ上で、算出した電圧Va、Vb、Vcと、消灯時(光量0)の暗電圧Vdarkを結んだ直

50

線を、二点鎖線で示す各被検知対象の発光光量対アナログ出力電圧特性とする。即ち、イエロー色、マゼンタ色、シアン色トナーパターンを検知したときに、最も出力が高い色の発光光量対アナログ出力電圧特性は、 $V_{tmax}(I_{led})$ である。また、イエロー色、マゼンタ色、シアン色トナーパターンを検知したときに、最も出力が低い色の発光光量対アナログ出力電圧特性は、 $V_{tmin}(I_{led})$ である。更に、ブラック色トナーパターンを検知したときの、発光光量対アナログ最大出力電圧特性は、 $V_{kmax}(I_{led})$ である。また、中間転写ベルト219の表面の発光光量対アナログ最大出力電圧特性は、発光光量 L_{ed1} と実際に中間転写ベルト219を検知した電圧 V_{ref} を通る、実線で示す直線 $V_{bmax}(I_{led})$ である。

【0056】

10

ここで、前述のように定めた各検知対象の出力特性（図7の二点鎖線の直線）上にある電圧に対応する発光光量を3点算出する。1点目は、 $V_{tmax}(L_{ed_I}) = V_{th2}$ となる発光光量 L_{ed_I} 、2点目は、 $V_{bmax}(L_{ed_J}) = V_{th1}$ となる発光光量 L_{ed_J} 、3点目は、 $V_{tmin}(L_{ed_H}) = V_{th1}$ となる発光光量 L_{ed_H} である。算出する発光光量 L_{ed_I} 、 L_{ed_J} 、 L_{ed_H} は、各々のセンサ発光光量に対する出力特性から、以下式(7-4)～(7-6)で定義される。なお、 L_{edth} は、暗電圧 V_{dark} に対する光量であり、 $L_{edth} = 0$ である。

$$L_{ed_H} = (L_{ed1} - L_{edth}) \times (V_{th1} - V_{dark}) / (V_b - V_{dark}) \quad (7-4)$$

$$L_{ed_I} = (L_{ed1} - L_{edth}) \times (V_{th2} - V_{dark}) / (V_a - V_{dark}) \quad (7-5)$$

20

$$L_{ed_J} = (L_{ed1} - L_{edth}) \times (V_{th1} - V_{dark}) / (V_{ref} - V_{dark}) \quad (7-6)$$

【0057】

各色間の位置ずれ量の検知と、濃度変動量の検知を成功させるためには、前述の条件(6-1)～(6-3)より、センサ発光光量の第二の光量である最適光量 L_{ed2} を、次の(7-7)の条件の範囲に設定すれば良い。

$$L_{ed_H} < L_{ed2} < \min(L_{ed_I}, L_{ed_J}) \quad (7-7)$$

ここで、 $\min(L_{ed_I}, L_{ed_J})$ は、 L_{ed_I} と L_{ed_J} のいずれか小さい方の値を選択するという意味である。図7では、 $L_{ed_I} < L_{ed_J}$ となっているため、 L_{ed2} には、 $L_{ed_H} < L_{ed2} < L_{ed_I}$ を満たす値が設定される。

30

【0058】

ここで、図7に示すように、閾値電圧 V_{th1} までのマージンを考慮し、最適光量 L_{ed2} は、 L_{ed_H} と、 L_{ed_I} と L_{ed_J} の小さい方の光量の midpoint とすることが好ましい。最適光量 L_{ed2} にすることで、 V_{tmin} から閾値電圧 V_{th1} までの電位差と、閾値電圧 V_{th1} から V_{bmax} までの電位差を確保することができる。そして、ノイズが発生しても V_{tmin} や V_{bmax} は、閾値電圧 V_{th1} 、閾値電圧 V_{th2} を超えることなく、SN比を低下させずに安定した精度で位置ずれ量及び濃度変動量を検知することができる。

【0059】

40

本実施例では、具体的には、光量 L_{ed1} は20mA、暗電圧 V_{dark} は0.3V、電圧 V_{ref} は0.7V、閾値電圧 V_{th1} は1.2V、閾値電圧 V_{th2} は3.2V、 L_{edth} は0Vである。また、拡散反射比率 $R1$ は9.0625、拡散反射比率 $R2$ は5.625、拡散反射比率 $R3$ は0.5である。前述の算出式(7-1)～(7-3)より、電圧 $V_a = 3.925V$ 、電圧 $V_b = 2.55V$ 、電圧 $V_c = 0.5V$ である。更に、前述の算出式(7-4)～(7-6)より、発光光量 $L_{ed_H} = 8.0mA$ 、発光光量 $L_{ed_I} = 16.0mA$ 、発光光量 $L_{ed_J} = 45mA$ である。前述の式(7-7)より、各色間の位置ずれ量及び濃度変動量の検知を精度良く行うためのセンサ発光光量の最適光量 L_{ed2} は、 $8.0mA < L_{ed2} < 16.0mA$ の範囲に設定する必要がある。ここで、本実施例では、式(7-7)において、 L_{ed_I} と L_{ed_J} の小さい方

50

の光量 L_{ed_I} を用いている。以上のことから、閾値電圧 V_{th1} までのマージンを考慮し、最適光量 L_{ed2} は中点として、 $L_{ed2} = (16.0 \text{ mA} + 8.0 \text{ mA}) \div 2 = 12.0 \text{ mA}$ に決定される。

【0060】

[光学センサユニットの発光素子の発光光量算出シーケンスの説明]

図8は、本実施例の発光光量算出から、光学センサ225が補正用パターンを検知して、位置ずれ量及び濃度変動量を算出するまでのCPU209の動作シーケンスを説明するフローチャートである。CPU209は、コントローラ204から、位置ずれ補正制御及び濃度補正制御（以下、位置ずれ補正・濃度補正制御と表記する）の開始の指示を受信すると、以下の処理を開始する。ステップ（以下、Sとする）801でCPU209は、位置ずれ補正・濃度補正制御を開始し、クリーニング装置228により中間転写ベルト219表面のクリーニングを行い、クリーニングを完了させる。S802でCPU209は、アクチュエータやスキャナユニット210等に対して、位置ずれ量検知用トナーパターン258と濃度変動量検知用トナーパターン259の画像形成動作を行うための各種の準備を行う。なお、S802の処理と、後述するS803～S814の処理が、並行して実行されることを示すために、図8に示すようにフローチャートを便宜的に分岐した描画としている。

【0061】

S802の処理と並行して、S803～S814の処理が実行される。S803でCPU209は、I/O・PWMポート524、529から出力する駆動信号 V_{ledon} のデューティの設定を、発光素子253、256の発光光量が L_{ed1} になるように設定し、発光素子253、256を発光させる。なお、発光素子253、256には、発光光量が L_{ed1} となるような電流が流れる。S804でCPU209は、発光素子253、256の発光光量を L_{ed1} として発光させた状態で、中間転写ベルト219表面の拡散反射光を、受光素子254、257により検知する。なお、このとき、光学センサ225は、CPU209にアナログ出力電圧 V_{ref} を出力する。

【0062】

S805でCPU209は、S804で検知した電圧 V_{ref} と、拡散反射比率 $R1$ 、暗電圧 V_{dark} を用いて、発光光量 L_{ed1} で発光素子253、256を発光させた際の光学センサ225からの出力電圧予測値 V_a を、式(7-1)から算出する。S806でCPU209は、S804で検知した電圧 V_{ref} と、拡散反射比率 $R2$ を用いて、発光光量 L_{ed1} で発光素子253、256を発光させた際の光学センサ225からの出力電圧予測値 V_b を、式(7-2)から算出する。S807でCPU209は、S804で検知した電圧 V_{ref} と、拡散反射比率 $R3$ を用いて、発光光量 L_{ed1} で発光素子253、256を発光させた際の光学センサ225からの出力電圧予測値 V_c を、式(7-3)から算出する。

【0063】

S808でCPU209は、光学センサ225からのアナログ出力電圧（以降、単にセンサ出力ともいう）が閾値電圧 V_{th2} となる光量 L_{ed_I} を、S805で算出した V_a を用いて、式(7-5)から算出する。S809でCPU209は、センサ出力が閾値電圧 V_{th1} となる光量 L_{ed_H} を、S806で算出した V_b を用いて、式(7-4)から算出する。S810でCPU209は、センサ出力が閾値電圧 V_{th1} となる光量 L_{ed_J} を、S804で検知した V_{ref} を用いて、式(7-6)から算出する。

【0064】

S811でCPU209は、S808で算出した光量 L_{ed_I} とS810で算出した光量 L_{ed_J} を比較し、光量 L_{ed_I} が光量 L_{ed_J} より小さいか否かを判断する。S811でCPU209は、光量 L_{ed_I} が光量 L_{ed_J} よりも小さいと判断した場合（ $L_{ed_I} < L_{ed_J}$ ）、S812の処理に進む。S812でCPU209は、閾値電圧 V_{th1} と閾値電圧 V_{th2} までのマージンを考慮し、最適な発光光量 L_{ed2} を光量 L_{ed_H} と光量 L_{ed_I} の中点（ $(L_{ed_H} + L_{ed_I}) / 2$ ）として算

10

20

30

40

50

出する。一方、S 8 1 1でC P U 2 0 9は、光量L e d _ IがL e d _ J以上であると判断した場合 (L e d _ I > L e d _ J)、S 8 1 3の処理に進む。S 8 1 3でC P U 2 0 9は、閾値電圧V t h 1と閾値電圧V t h 2までのマージンを考慮し、最適な発光光量L e d 2を光量L e d _ Hと光量L e d _ Jの midpoint ((L e d _ H + L e d _ J) / 2) として算出する。S 8 1 4でC P U 2 0 9は、S 8 1 2又はS 8 1 3で算出した最適光量L e d 2をR A M 2 8 0に格納する。

【 0 0 6 5 】

S 8 0 2とS 8 0 3 ~ S 8 1 4の並行処理がいずれも終了した後、S 8 1 5でC P U 2 0 9は、R A M 2 8 0に格納した発光光量L e d 2を読み出して、発光素子2 5 3、2 5 6を発光光量L e d 2で発光させる。S 8 1 6でC P U 2 0 9は、位置ずれ量検知用トナ 10
ーパターン2 5 8及び濃度変動量検知用トナ 2 5 9を中間転写ベルト2 1 9上に形成する。S 8 1 7でC P U 2 0 9は、光学センサ2 2 5により中間転写ベルト2 1 9上に形成された補正用パターンを検知し、前述の駆動回路にて電圧に変換したアナログ出力電圧V a o u tとデジタル出力電圧V d o u tを検知する。S 8 1 8でC P U 2 0 9は、S 8 1 7で電圧を検知したタイミングとアナログ出力電圧V a o u tに基づいて、位置ずれ量と濃度変動量を算出し、位置ずれ量と濃度変動量に基づいて、それぞれの補正量を算出して終了する。

【 0 0 6 6 】

本実施例では、画像形成準備中に並行して光量の算出を行うが、光量算出はわずかな時間 20
で実行することが可能であり、例えば電源オンの直後や、画像形成完了後のタイミング等、中間転写ベルト2 1 9の表面を検知することができれば、いつでも可能である。また、本実施例では、最適な発光光量L e d 2を算出してR A M 2 8 0に保存した直後に、補正用パターンを中間転写ベルト2 1 9に形成して補正用パターンの検知を行っている。しかし、発光光量L e d 2をR A M 2 8 0に保存してから時間が経過しても、最適な発光光量L e d 2での補正用パターンの検知が可能である。

【 0 0 6 7 】

[光学センサに関するタイミングチャートの説明]

図9は本実施例の処理を説明するタイミングチャートである。ここで、9 0 0番台の符号はタイミングを示している。図9 (a)、図9 (b)は、コントローラ2 0 4とエンジン制御部2 0 6との間の信号の送受信を示す。図9 (c)は、プリンタ2 0 1の状態を示 30
す。図9 (d)は、コントローラ2 0 4から出力される画像データを示し、図9 (e)は、中間転写ベルト2 1 9上に形成された画像データである補正用パターンが光学センサ2 2 5に到達するタイミングを示す。図9 (f)は、光学センサ2 2 5の発光素子2 5 3、2 5 6の発光制御を示す。図9 (g)は、C P U 2 0 9による発光素子2 5 3、2 5 6の発光光量の算出タイミングを示す。図9 (h)は、光学センサ2 2 5からC P U 2 0 9への検知電圧の出力タイミングを示す。横軸はいずれも時間を示す。

【 0 0 6 8 】

エンジン制御部2 0 6は、タイミング9 0 1でコントローラ2 0 4から位置ずれ量・濃度変動量補正制御開始信号を受信すると、クリーニング装置2 2 8により中間転写ベルト2 1 9のクリーニングを行う。なお、タイミング9 0 1は、図8のS 8 0 1の処理を開始 40
するタイミング (以降、単に処理とする) に対応する。タイミング9 1 0でクリーニング装置2 2 8によるクリーニングが完了すると、画像形成準備を行う。なお、タイミング9 1 0は、図8のS 8 0 2の処理に対応する。また、クリーニング完了後、タイミング9 4 1でC P U 2 0 9は、光学センサ2 2 5の発光素子2 5 3、2 5 6を光量L e d 1で発光させる。なお、タイミング9 4 1は、図8のS 8 0 3の処理に対応する。そして、タイミング9 6 1でC P U 2 0 9は、中間転写ベルト2 1 9の表面の拡散反射光を、受光素子2 5 4、2 5 7により検知する。なお、タイミング9 6 1は、図8のS 8 0 4の処理に対応する。

【 0 0 6 9 】

C P U 2 0 9は、タイミング9 6 2で中間転写ベルト2 1 9の表面からの拡散反射光を 50

受光素子 254、257 により検知すると、タイミング 942 で発光素子 253、256 を消灯させる。CPU 209 は、タイミング 951 で前述した手順に沿って最適光量 Led2 を算出し、タイミング 952 で算出した結果である最適光量 Led2 を RAM 280 に保存する。なお、タイミング 951 ~ 952 は、図 8 の S805 ~ 814 の処理に対応する。CPU 209 が、最適光量 Led2 を算出し、発光光量 Led2 を RAM 280 に保存し、タイミング 911 で画像形成準備が完了すると、CPU 209 は、コントローラ 204 に画像データ出力開始を指示する。

【0070】

コントローラ 204 は、タイミング 902 で画像データ出力開始信号を受信すると、画像データをエンジン制御部 206 に出力する。CPU 209 は、タイミング 921 で画像データを受信し、補正用パターンの画像形成を行う。また、CPU 209 は、タイミング 943 で、最適光量 Led2 を RAM 280 から読み出して、発光素子 253、256 の発光光量を Led2 で制御する。なお、タイミング 943 は、図 8 の S815 の処理に、タイミング 921 は、図 8 の S816 に、それぞれ対応する。タイミング 931 で、中間転写ベルト 219 上の補正用パターンが、光学センサ 225 の読み取り位置に到達する。CPU 209 は、タイミング 963 で、光学センサ 225 により補正用パターンの検知制御（補正パターンの読み取り制御）を開始する。なお、タイミング 963 は、図 8 の S817 の処理に対応する。

【0071】

タイミング 912 で画像形成が完了し、タイミング 964 で CPU 209 が補正用パターンの検知制御を終了すると、タイミング 944 で発光素子 253、256 の発光制御を終了する。そして、タイミング 903 で CPU 209 は、位置ずれ補正量と濃度補正量を算出し、コントローラ 204 に通知する。なお、タイミング 903 は、図 8 の S818 の処理に対応する。

【0072】

[最適光量設定後のトナーパターンと、アナログ出力電圧の波形の説明]

図 10 は本実施例の位置ずれ量・濃度変動量検知用トナーパターンを検知した際の光学センサ 225 から出力されるアナログ出力電圧 Vout の波形図である。図 10 (a) は、補正用パターンの上面図、断面図を示し、図 10 (b) は、図 10 (a) に示す補正用パターンを光学センサ 225 により読み取った際に出力されるアナログ出力電圧 Vout の波形である。横軸は、トナーパターンの位置を示す。1011 ~ 1020 は、中間転写ベルト 219 上に転写されたイエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの位置ずれ量検知用トナーパターン 258 である。1012、1219 に示すように、ブラック色トナーパターンは、イエロー色トナーパターンに重畳して転写される。1021 ~ 1032 は、濃度変動量検知用トナーパターン 259 である。イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックは、それぞれ濃度が異なる 3 つの階調からなる。

【0073】

1041、1042、1047、1048 は、位置ずれ量検知用トナーパターン 258 のイエロー色トナーパターンを検知した際の光学センサ 225 のアナログ出力電圧 Vout である。1051 ~ 1053 は濃度変動量検知用トナーパターン 259 のイエロー色の異なる階調のトナーパターンを検知した際の光学センサ 225 のアナログ出力電圧 Vout である。また、1043、1046、1054 ~ 1056 は、補正用パターンのマゼンタ色トナーパターンを検知した際の光学センサ 225 のアナログ出力電圧 Vout である。また、1044、1045、1057 ~ 1059 は、補正用パターンのシアン色トナーパターンを検知した際の光学センサ 225 のアナログ出力電圧 Vout である。更に、1049、1050、1060 ~ 1062 は、補正用パターンのブラック色トナーパターンを検知した際の光学センサ 225 のアナログ出力電圧 Vout である。また、1063 ~ 1072 は、中間転写ベルト 219 の各部表面を検知した際の光学センサ 225 のアナログ出力電圧 Vout である。

【0074】

10

20

30

40

50

CPU209により算出された最適光量 L_{ed2} で発光素子253、256を発光させて、補正用パターンを順次検知する。そうすると、イエロー、マゼンタ、シアン色トナーパターンを光学センサ225により検知した際の最大出力電圧 V_{tmax} は、濃度変動量検知用トナーパターン259について、閾値電圧 V_{th2} との間に、所定の電位差を保っている。ここで、イエロー、マゼンタ、シアン色トナーパターンを光学センサ225により検知した際の最大出力電圧 V_{tmax} は、カラーパッチ最大と図示している。また、イエロー、マゼンタ、シアン色トナーパターンを光学センサ225により検知した際の最小出力電圧(カラーパッチ最小) V_{tmin} は、位置ずれ量検知用トナーパターン258について、閾値電圧 V_{th1} との間に、所定の電位差を保っている。

【0075】

10

また、光学センサ225によりブラック色トナーパターンを検知した際の最大出力電圧 V_{kmax} と、中間転写ベルト219の表面を検知した際の最大出力電圧 V_{bmax} は、閾値電圧 V_{th1} との間に、所定の電位差を保っている。ここで、最大出力電圧 V_{kmax} はKパッチ最大、最大出力電圧 V_{bmax} はベルト面上、とそれぞれ図示している。即ち、本実施例の最適光量 L_{ed2} で発光素子253、256を発光させて補正用パターンを検知すると、上述した条件1~3(式(6-1)~式(6-4))を満たすことがわかる。このため、ノイズ等によりアナログ出力波形に乱れが生じて、S/N比を低下させずに閾値までの出力差(電位差)を保つことができ、位置ずれ量検知、濃度変動量検知を、検知不可能な状況とならずに適切に検知することができる。

【0076】

20

以上説明したように、光学センサ225は、トナーを転写しない状態で、中間転写ベルト219の表面の拡散反射光を検知し、予め定められた中間転写ベルト219とトナーの拡散反射比率 $R_1 \sim R_3$ から、最適光量 L_{ed2} を算出する。このように、本実施例では、トナーのない状態で、最適光量 L_{ed2} を短時間で算出することができるため、ユーザの待ち時間を短縮することができる。また、算出した発光光量 L_{ed2} でトナーパターンを検知することで、閾値電圧 V_{th1} 、閾値電圧 V_{th2} に対して、所定の電位差を保つことができるため、出力波形にノイズが発生した場合でも、補正用パターンを安定して精度良く検知することができる。以上、本実施例によれば、ユーザの待ち時間を低減しつつ、精度よく位置ずれ量又は濃度変動量を検知することができる。

【実施例2】

30

【0077】

実施例1では、中間転写ベルト219の表面の拡散反射率が、無彩色トナーより大きく、有彩色トナーより小さい構成においての最適な発光光量を算出する構成を説明した。具体的には、中間転写ベルト219の表面の拡散反射光の受光光量を検知し、検知した出力電圧と、予め定めた中間転写ベルト219と補正用パターンとの拡散反射比率に基づき、位置ずれ量・濃度変動量検知時の光量を決定した。実施例2では、中間転写ベルト219の表面の拡散反射率が、無彩色トナーより大きく、有彩色トナーより小さい構成において、中間転写ベルト219の表面と有彩色トナーの拡散反射率差が小さい場合の最適な発光光量の算出方法について説明する。なお、本実施例の発光光量の算出は、実施例1で算出した発光光量 L_{ed2} で中間転写ベルト219上に転写した補正用パターンの検知を行い、その検知結果に基づいて最適な発光光量に更新する構成である。本実施例では、基本的な構成は実施例1と同様であるため、図1~図3と同じ構成には同じ符号を付し、説明は省略する。

40

【0078】

[光量算出特性図]

図11は、本実施例の発光光量の算出方法を示す、発光素子の発光光量に対する光学センサ225のアナログ出力電圧特性図である。横軸及び縦軸は、図7の横軸、縦軸と同様であるため、説明を省略する。光学センサ225の発光素子253、256を最適な発光光量 L_{ed2} で発光させて、補正用パターンを検知するまでの処理は、実施例1の図8のS803からS812又はS813までの処理と同様である。発光素子253、256を

50

発光光量 L_{ed2} で発光させた際、光学センサ 225 により複数の有彩色トナーパターンを検知して得られた電圧値の中で、最も低い電圧値である最小出力電圧 V_{tmin2} は、次の式 (11-1) で定義される。

$$V_{tmin2} = L_{ed2} \times (V_{th1} - V_{dark}) / L_{ed_H} + V_{dark} \quad (11-1)$$

【0079】

また、光学センサ 225 により中間転写ベルト 219 の表面を検知した値の中での最大値 V_{bmax2} は、以下式 (11-2) で定義される。

$$V_{bmax2} = L_{ed2} \times (V_{th1} - V_{dark}) / L_{ed_J} + V_{dark} \quad (11-2)$$

10

【0080】

そして、発光光量 L_{ed2} で発光素子 253、256 を発光させた際の電圧 V_{tmin2} と消灯時の暗電圧 V_{dark} を結んだ直線を、 $V_{tmin2}(I_{led})$ とする。ここで、消灯時とは、発光光量が 0 であるときをいう。また、 $V_{tmin2}(I_{led})$ は、詳細には、有彩色トナーパターンの光学センサ 225 の発光素子 253、256 の発光光量対アナログ出力電圧特性である。また、発光光量 L_{ed2} で発光素子 253、256 を発光させた際の中間転写ベルト 219 の表面の出力電圧の最大値 V_{bmax2} と消灯時の暗電圧 V_{dark} を結んだ直線を、中間転写ベルト 219 表面の出力電圧特性 $V_{bmax2}(I_{led})$ とする。

【0081】

20

前述の特性から、有彩色トナーパターンを検知したときの最小出力電圧 V_{tmin2} と閾値電圧 V_{th1} との出力差、閾値電圧 V_{th1} と中間転写ベルト 219 の表面の最大値 V_{bmax2} との出力差が等しくなる発光光量 L_{ed3} を算出する。第三の光量である発光光量 L_{ed3} は、次の式 (11-3) で定義される。

$$L_{ed3} = 2 \times (V_{th1} - V_{dark}) \times L_{ed2} / (V_{tmin2} + V_{bmax2} - 2 \times V_{dark}) \quad (11-3)$$

【0082】

CPU 209 は、算出した発光光量 L_{ed3} を RAM 280 に格納し、次の位置ずれ量・濃度変動量検知を行う。これにより、トナーパターンの検知結果である電圧と閾値電圧 V_{th1} との電位差、及び、閾値電圧 V_{th1} と中間転写ベルト 219 の表面の検知結果である電圧との電位差を、同じ出力差に保つことができる。その結果、光学センサ 225 により検知した出力波形にノイズが発生しても、出力波形の安定した部分で閾値が設定されているため、精度のよい位置ずれ量検知、濃度変動量検知を行うことができる。

30

【0083】

本実施例では、閾値電圧 $V_{th1} = 1.2V$ 、実施例 1 で説明した発光光量 $L_{ed2} = 12mA$ 、 $L_{ed_I} = 16mA$ 、 $L_{ed_H} = 8mA$ 、暗電圧 $V_{dark} = 0.3V$ である。発光光量 L_{ed2} で光学センサ 225 により中間転写ベルト 219 上に形成した補正用パターンを検知した電圧 V_{tmin2} は $1.65V$ とする。また、発光光量 L_{ed2} で光学センサ 225 により中間転写ベルト 219 の表面を検知した電圧 V_{bmax2} を $0.975V$ とする。中間転写ベルト 219 上に形成された補正用パターンに発光光量 L_{ed2} を照射して得られる出力から算出される最適な発光光量 L_{ed3} は、式 (11-3) から、 $10.67mA$ となる。発光光量 L_{ed3} が $10.67mA$ としたとき、電圧 V_{tmin} は $1.5V$ 、電圧 V_{bmax} は $0.9V$ となり、閾値電圧 $V_{th1} = 1.2V$ が電圧 V_{tmin} と電圧 V_{bmax} の中間の電圧値となる。

40

【0084】

[光学センサの発光素子の発光光量算出シーケンスの説明]

図 12 は、本実施例の光量を算出し、位置ずれ量・濃度変動量を検知するまでの処理を示すフローチャートである。実施例 1 の図 8 で説明した S801 の処理から S802 及び S814 までの並行処理は同様であるため省略し、図 8 の端子 A から先の処理のみ図 12 に S1201 以降として示している。S1201 で CPU 209 は、S814 で RAM 2

50

80に格納した発光光量 L_{ed2} を読み出して、発光素子253、256を発光光量 L_{ed2} で発光させる。S1202でCPU209は、補正用パターンを中間転写ベルト219上に形成する。S1203でCPU209は、中間転写ベルト219に形成した補正パターンを光学センサ225により検知する。S1204でCPU209は、発光光量 L_{ed2} で光学センサ225により検知した結果に基づいて、位置ずれ量及び濃度変動量を算出する。なお、S1204の処理は行わなくてもよい。

【0085】

S1205でCPU209は、S1203で補正用パターンを検知した結果に基づき、有彩色トナーパターンの検知結果の中で最小の出力値 V_{tmin2} を取得する。S1206でCPU209は、中間転写ベルト219の表面を検知した結果に基づき、中間転写ベルト219の検知結果の中で最大の出力値 V_{bmax2} を取得する。S1207でCPU209は、S1205で取得した出力値 V_{tmin2} とS1206で取得した出力値 V_{bmax2} とを用いて、式(11-3)から発光光量 L_{ed3} を算出する。S1208でCPU209は、S1207で算出した発光光量 L_{ed3} をRAM280に格納する。なお、S1209～S1212の処理は、図8のS815～S818の処理で、発光素子253、256を発光光量 L_{ed3} で発光させることを除いて同様の処理を行うため、説明を省略する。

【0086】

[光量最適値設定後のトナーパターンと、光学センサのアナログ出力波形の説明]

図13は、光学センサ225を発光光量 L_{ed3} で発光させて、補正用パターンを検知した際のアナログ出力電圧 V_{aout} の波形である。図13(a)は図10(a)と同様であるため、説明は省略する。また、図13(b)は図10(b)と対応しており、図10(b)で説明した要素についての説明は省略する。

【0087】

出力値 V_{tmin} は、位置ずれ量検知用トナーパターン258のカラートナーパターンを検知したときのアナログ出力電圧の最小値(1343)である。出力値 V_{bmax} は、中間転写ベルト219の表面を検知した際のアナログ出力電圧の最大値(1364、1365)である。前述した算出方法で算出した発光光量 L_{ed3} で光学センサ225を発光させて、補正用パターンを検知する。光学センサ225が補正用パターンの各トナーパターンを検知した際のアナログ出力電圧 V_{aout} の出力波形において、本実施例では、次のようになる。即ち、アナログ出力電圧の最小値 V_{tmin} と閾値電圧 V_{th1} までの電位差と、閾値電圧 V_{th1} と中間転写ベルト219の表面を検知した際のアナログ出力電圧の最大値 V_{bmax} との電位差が等しくなる(=)。なお、本実施例でも、アナログ出力電圧の最大値 V_{tmax} (1344)は、閾値電圧 V_{th2} よりも小さくなっている。

【0088】

このため、アナログ出力電圧の波形上にノイズが発生した場合でも、各トナーパターン検知時のアナログ出力電圧の最小値と閾値電圧、閾値電圧と中間転写ベルト表面を検知した際のアナログ出力電圧の最大値の両方に、同じ電位差を取ることができる。これにより、本実施例では、安定した波形部で閾値電圧 V_{th1} を超えることができる。そして、アナログ出力電圧の波形の安定した部分で2値化し、位置ずれ量検知を行い、かつ、閾値電圧 V_{th2} 以下の状態で検知を行うことで、精度の良い位置ずれ量・濃度変動量検知ができる。

【0089】

以上説明したように、光学センサ225は、トナーパターンを転写していない状態で、中間転写ベルト219の表面の拡散反射光を検知する。検知した拡散反射光の出力と、予め定めた中間転写ベルト表面とトナーの拡散反射比率から、発光光量 L_{ed2} を算出する。更に、発光光量 L_{ed2} でトナーパターンを検知する。そして、そのときのアナログ出力電圧の最小値から閾値電圧 V_{th1} までの電位差と、閾値電圧 V_{th1} から中間転写ベルト219の表面を検知したときのアナログ出力電圧の最大値までの電位差が等しくなる

10

20

30

40

50

ような発光光量 L_{ed3} を算出する。算出した発光光量 L_{ed3} で光学センサ 225 の発光素子 253、256 を発光させ、補正用パターンを光学センサ 225 で検知する。

【0090】

本実施例では、補正用パターンを中間転写ベルト 219 に形成する前に最適な発光光量を算出できるため、ユーザの待ち時間を短縮することができる。また、中間転写ベルト 219 の表面の拡散反射率が高く、カラートナーパターンとの拡散反射光の出力差が小さいような本実施例のような場合でも、次のような構成としている。即ち、一度検知したトナーパターンの検知結果と、中間転写ベルト 219 の表面の検知結果とに基づいて、再度、最適な発光光量 L_{ed3} を算出する構成としている。そして、発光素子 253、256 の発光光量を、算出した発光光量 L_{ed3} に更新することにより、アナログ出力電圧の波形の安定した箇所で閾値電圧 V_{th1} が設定される。このため、安定して精度の良い位置ずれ量・濃度変動量検知ができる。以上、本実施例によれば、ユーザの待ち時間を低減しつつ、精度よく位置ずれ量又は濃度変動量を検知することができる。

【実施例 3】

【0091】

実施例 3 では、実施例 1 と同様である点の説明は省略する。実施例 1 では中間転写ベルト 219 の表面の拡散反射光の検知電圧と、予め定めたトナーパターンと中間転写ベルト表面の拡散反射比率 $R_1 \sim R_3$ に基づき最適な発光光量 L_{ed2} を算出した。そして、算出した発光光量 L_{ed2} になるように光学センサ 225 を制御していた。本実施例では、光学センサ 225 の発光素子 253、256 の発光光量ではなく、閾値電圧 V_{th1} を変

【0092】

[制御回路について]

図 14 (a) に、本実施例の光学センサ 225 の駆動回路図を示す。なお、図 2 (a) で説明した構成と同じ構成には同じ符号を付し、説明を省略する。実施例 1 の図 2 (a) で説明した構成に対して、閾値電圧 V_{th1} を出力するために、コンパレータ 302 の負入力端子に抵抗器 1402 とコンデンサ 1401、CPU 209 から出力される信号 V_{pout} が接続されている。信号 V_{pout} は、駆動信号 V_{ledon} と同様に、オンデューティ比率が変化する矩形波信号である。CPU 209 は、信号 V_{pout} のオンデューティ比率を変化させることで、抵抗器 1402 とコンデンサ 1401 により平滑化された閾値電圧 V_{th1} の値を変化させることができる。

【0093】

[光量算出特性図]

図 14 (b) に、本実施例の最適な閾値電圧 V_{th1} を算出するために用いる、発光素子の光量に対する光学センサ 225 のアナログ出力電圧特性図を示す。横軸、縦軸は図 7 と同様であり、説明を省略する。また、発光光量対アナログ出力電圧特性 $V_{tmax}(I_{led})$ 、 $V_{tmin}(I_{led})$ 、 $V_{kmax}(I_{led})$ を算出する手順は実施例 1 と同様であるため、説明を省略する。

【0094】

電圧 V_{tmax_tgt} は、 $V_{tmax}(I_{led})$ の直線上で、補正用パターンを検知した際の最大のセンサ出力電圧となる目標値であり、予め定められた値である。電圧 V_{tmax_tgt} は、例えば不図示の ROM に記憶されているものとする。ここで、電圧 V_{tmax_tgt} となる第二の光量である発光光量 L_{ed4} を算出する。発光光量 L_{ed4} は、次の式 (15-1) で定義される。

$$L_{ed4} = (V_{tmax_tgt} - V_{dark}) \times L_{ed1} / (V_a - V_{dark}) \quad (15-1)$$

【0095】

次に、 $V_{tmin}(I_{led})$ 直線上の発光光量 L_{ed4} に対応する出力電圧 V_{tmi}

$n3$ を算出する。電圧 V_{tmin3} は、次の式(15-2)で定義される。

$$V_{tmin3} = L_{ed4} \times (V_b - V_{dark}) / L_{ed1} + V_{dark} \quad (15-2)$$

また、 $V_{bmax}(I_{led})$ 直線上の発光光量 L_{ed4} に対応する出力電圧 V_{bmax3} を算出する。電圧 V_{bmax3} は、次の式(15-3)で定義される。

$$V_{bmax3} = L_{ed4} \times (V_{ref} - V_{dark}) / L_{ed1} + V_{dark} \quad (15-3)$$

【0096】

そして、式(15-2)から算出した電圧 V_{tmin3} と、式(15-3)から算出した電圧 V_{bmax3} の中間値である最適閾値 V_{th_tgt} は、以下式(15-4)で定義される。

$$\begin{aligned} V_{th_tgt} &= \{ (V_{tmin3} - V_{dark}) + (V_{bmax3} - V_{dark}) \} / 2 + V_{dark} \\ &= (V_{tmin3} + V_{bmax3}) / 2 \quad (15-4) \end{aligned}$$

【0097】

本実施例において、具体的には、実施例1と同様に発光光量 L_{ed1} は20mA、暗電圧 V_{dark} は0.3V、 V_{ref} は0.7Vである。また、拡散反射比率 $R1$ は9.0625、拡散反射比率 $R2$ は5.625、拡散反射比率 $R3$ は0.5である。更に、 $V_a = 3.925V$ 、 $V_b = 2.55V$ 、 $V_c = 0.5V$ である。 V_{tmax_tgt} は2.8Vである。前述の式(15-1)、(15-2)、(15-3)より、発光光量 $L_{ed4} = 13.8mA$ 、電圧 $V_{tmin3} = 1.8525V$ 、電圧 $V_{bmax3} = 0.576$ である。そして、式(15-4)より、最適閾値 V_{th_tgt} は、1.214Vである。そして、抵抗器1402は1.8k、コンデンサ1401は0.1μFである。信号 V_{pout} は0V~3.3Vを出力する矩形波であり、周波数は156kHzである。最適閾値 $V_{th_tgt} = 1.214V$ となる信号 V_{pout} のオンデューティ比率の設定値 V_{p2} は、 $V_{p2} = 60\%$ である。

【0098】

[最適閾値算出シーケンスの説明]

図15は、本実施例の最適閾値 $V_{th_tgt}(=V_{th1})$ を算出するまでの処理を説明するフローチャートである。なお、S1601~S1607の処理は、実施例1の図8のS801~S807の処理と同様であるため、説明を省略する。S1608でCPU209は、予め定めた値 V_{tmax_tgt} となる発光光量 L_{ed4} を、S1605で算出した V_a を用いて、式(15-1)から算出する。S1609でCPU209は、電圧 V_{tmin3} を、S1606で算出した V_b とS1608で算出した発光光量 L_{ed4} を用いて式(15-2)から算出する。S1610でCPU209は、電圧 V_{bmax3} を、S1604で検知した V_{ref} とS1608で算出した発光光量 L_{ed4} を用いて、式(15-3)から算出する。

【0099】

S1611でCPU209は、S1609で算出した出力電圧 V_{tmin3} と、S1610で算出した出力電圧 V_{bmax3} とを用いて、最適閾値 V_{th_tgt} を式(15-4)から算出する。S1612でCPU209は、S1611で算出した最適閾値 V_{th_tgt} となる信号 V_{pout} のオンデューティ比率の設定値 V_{p2} を算出する。S1613でCPU209は、算出したオンデューティ比率の設定値 V_{p2} をRAM280に保存する。

【0100】

S1614でCPU209は、RAM280に格納したオンデューティ比率の設定値 V_{p2} を読み出して、信号 V_{pout} のオンデューティ比率を V_{p2} に設定する。なお、S1615~S1617の処理は、実施例1の図8のS816~S818と同様の処理であるため、説明を省略する。ただし、S1616で補正用パターンを検知する際の発光素子253、256の発光光量は L_{ed4} とする。本実施例では、画像形成準備中に並行して

最適閾値の算出を行うが、最適閾値の算出はわずかな時間で可能であり、例えば電源オン直後や、画像形成完了後のタイミング等、中間転写ベルト 219 の表面を検知することができれば、いつでも可能である。

【0101】

[最適閾値設定後のトナーパターンと、アナログ出力電圧の波形の説明]

図 16 は、本実施例の位置ずれ量・濃度変動量検知時の光学センサ 225 のアナログ出力電圧の波形である。図 16 (a) は図 10 (a) と同様であるため、説明は省略する。また、図 16 (b) は図 10 (b) と対応しており、図 10 (b) で説明した要素についての説明は省略する。 V_{tmin} は、複数ある有彩色トナーパターンを光学センサ 225 により検知した際に、最も出力電圧が低い色のアナログ出力電圧である (1743)。 V_{bmax} は、中間転写ベルト 219 の表面を光学センサ 225 により検知した際の、アナログ出力電圧の最大値である (1764、1765)。 V_{kmax} はブラック色トナーパターンを光学センサ 225 により検知した際のアナログ出力電圧の最大値である (1770)。なお、複数ある有彩色トナーパターンを光学センサ 225 により検知した際に、最も出力が高い色のアナログ電圧は、 V_{tmax_tgt} である (1744)。

【0102】

上述したように、閾値電圧 V_{th1} が、有彩色トナーパターンの検知電圧の最小値 V_{tmin} と、中間転写ベルト 219 の面の検知電圧の最大値 V_{bmax} の中点になるように、最適閾値 V_{th_tgt} を算出する。そして、最適閾値 V_{th_tgt} になるように、CPU 209 から出力される信号 V_{pout} を設定する。閾値電圧 V_{th1} を最適閾値 V_{th_tgt} に設定することにより、拡散反射率が高い中間転写ベルト 219 でも、光学センサ 225 から出力された波形の安定した箇所 で閾値 V_{th_tgt} を超えることができる。即ち、トナーパターン検知時の最小出力電圧 V_{tmin} と最適閾値 V_{th_tgt} との電位差、最適閾値 V_{th_tgt} と中間転写ベルト 219 の検知時の最大出力電圧 V_{bmax} との電位差を、同じ電位差に保つことができる。言い換えれば、トナーパターン検知時の最小出力電圧 V_{tmin} と最適閾値 V_{th_tgt} との電位差を、最適閾値 V_{th_tgt} と中間転写ベルト 219 の検知時の最大出力電圧 V_{bmax} との電位差をとすると、 $=$ にすることができる。このため、アナログ出力電圧 V_{aout} の波形に、ノイズ等が発生しても、最適閾値 V_{th_tgt} とトナーパターン検知時の最小出力電圧 V_{tmin} 、中間転写ベルト 219 の表面を検知した際の最大出力電圧 V_{bmax} との SN 比を保つことができる。そして、安定して精度の良い位置ずれ量検知を行うことができる。

【0103】

以上説明したように、光学センサ 225 は、トナーを転写していない状態で、中間転写ベルト 219 の表面の拡散反射光を検知する。そして、検知した拡散反射出力と、予め定めた中間転写ベルト 219 の表面に対するトナーパターンの拡散反射比率から、トナーを転写することなく、最適な発光光量を算出することができるため、光量算出までの時間を短縮することができる。また、発光光量 L_{ed4} で発光素子 253、256 を発光させて補正用パターンを検知する際、閾値電圧 V_{th1} を、有彩色トナーパターンを検知した際の最小電圧値 V_{tmin} と中間転写ベルト表面を検知した際の最大電圧 V_{bmax} 値の中点に設定する。即ち、閾値電圧 V_{th1} を最適閾値 V_{th_tgt} に設定する。これにより、中間転写ベルト 219 の表面を検知した際の出力電圧と有彩色トナーパターンを検知した際の出力電圧、最適閾値 V_{th_tgt} との出力差を保ち、波形にノイズが発生しても、SN 比を保つことができる。このため、安定して精度の良い位置ずれ量検知をすることができる。以上、本実施例によれば、ユーザの待ち時間を低減しつつ、精度よく位置ずれ量又は濃度変動量を検知することができる。

【符号の説明】

【0104】

209 CPU
219 中間転写ベルト

10

20

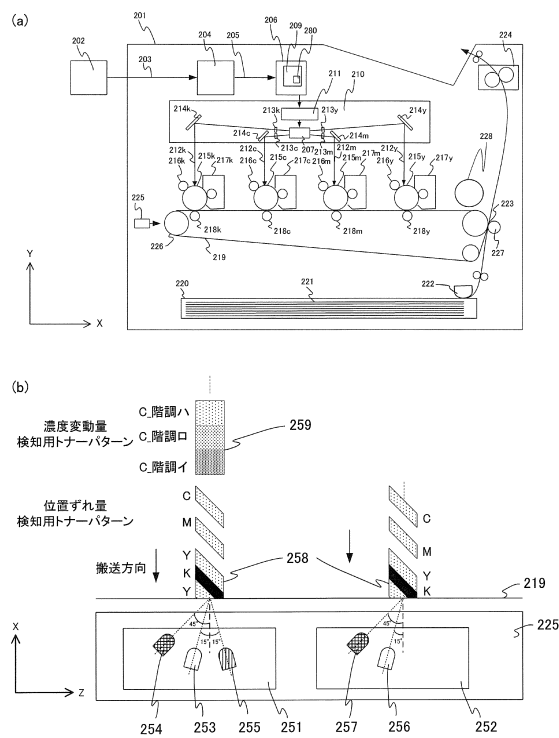
30

40

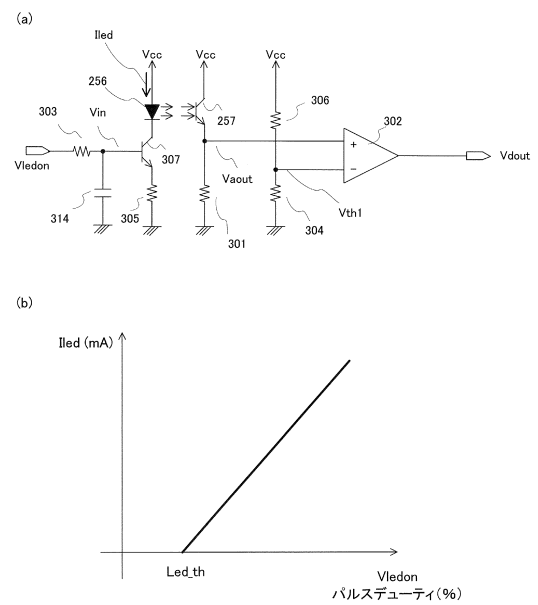
50

2 5 5 光学センサユニット

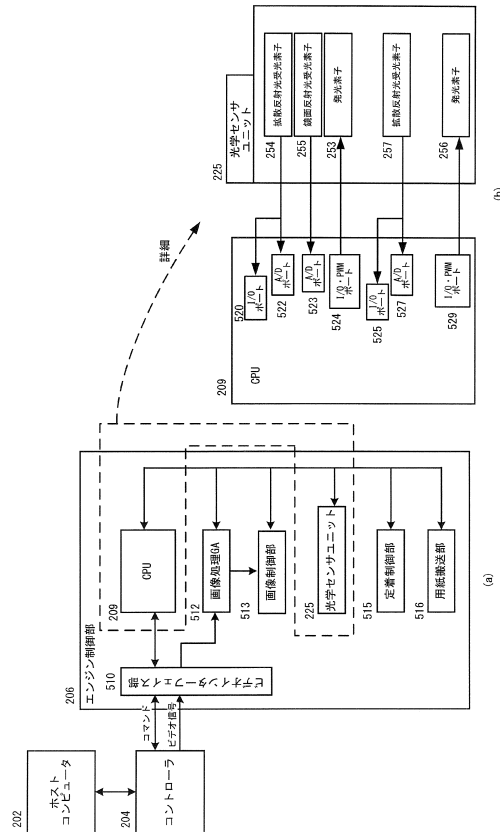
【図 1】



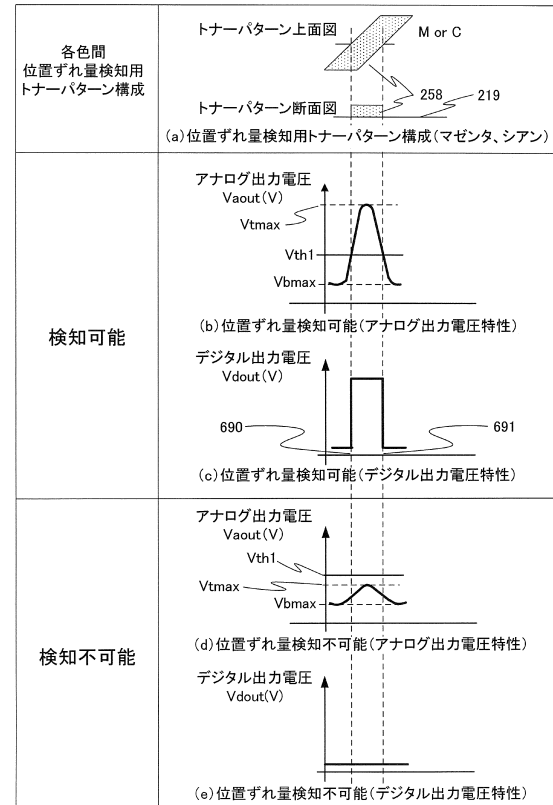
【図 2】



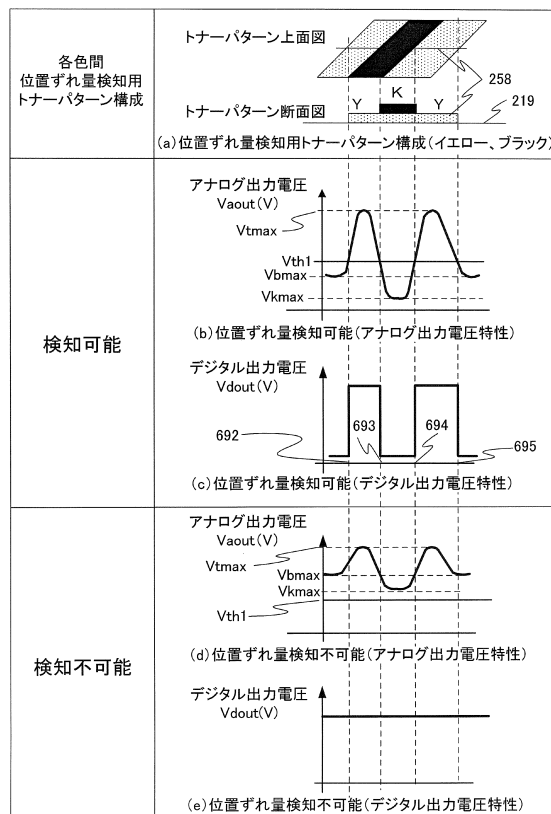
【図 3】



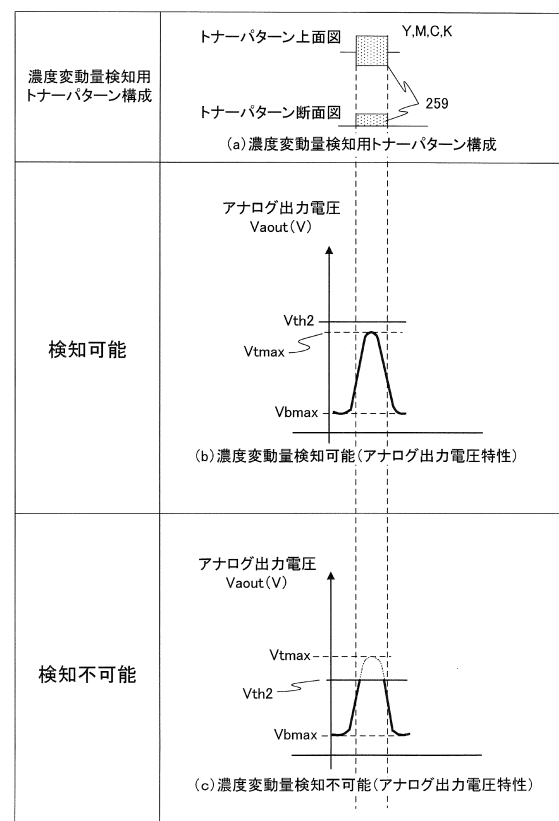
【図 4】



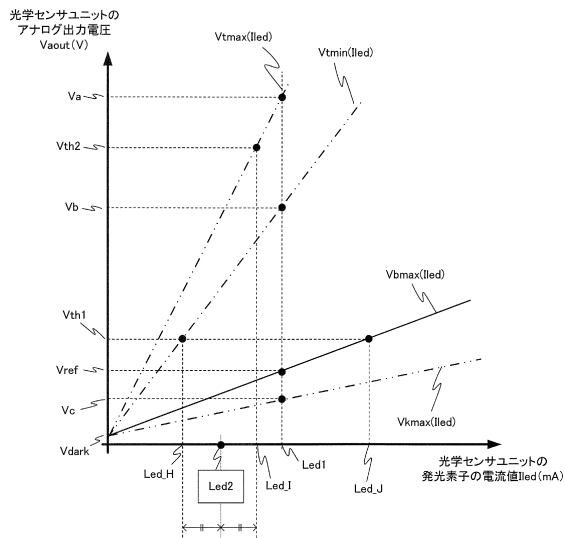
【図 5】



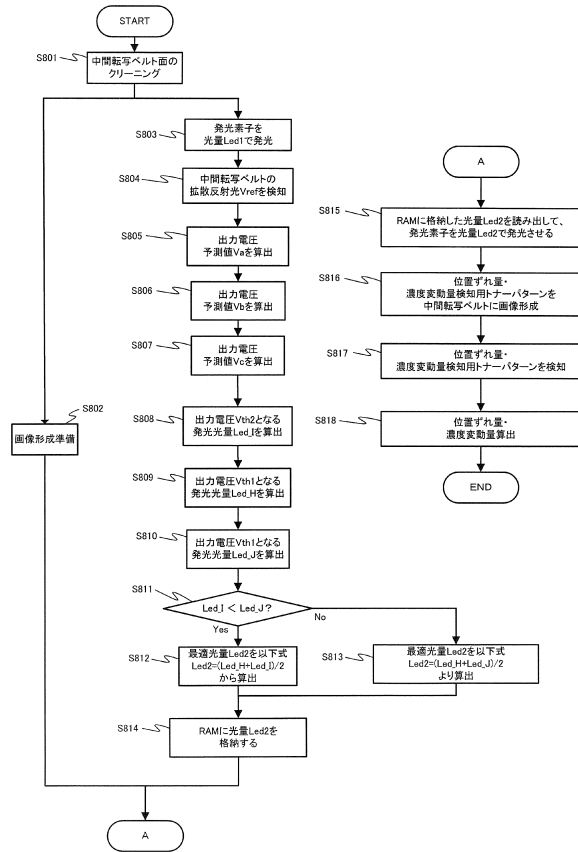
【図 6】



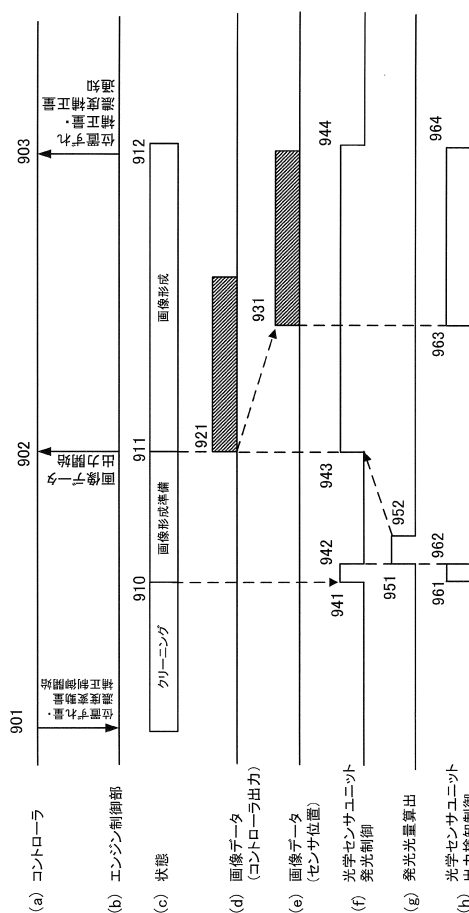
【図 7】



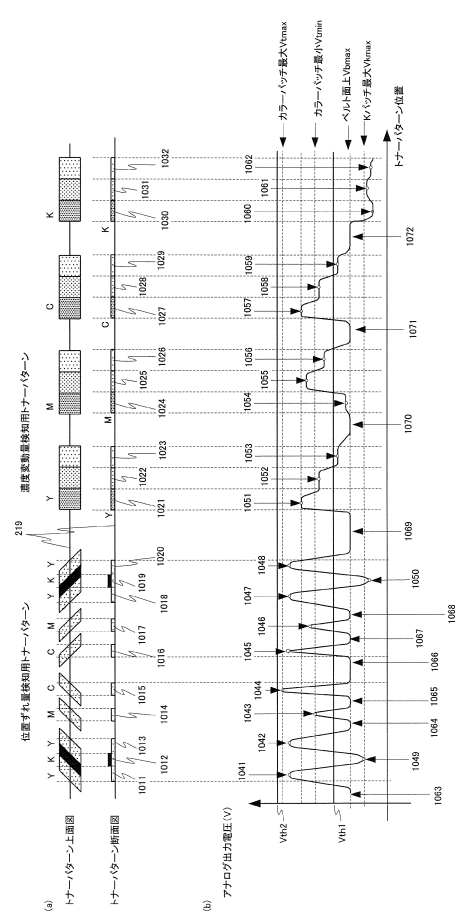
【図 8】



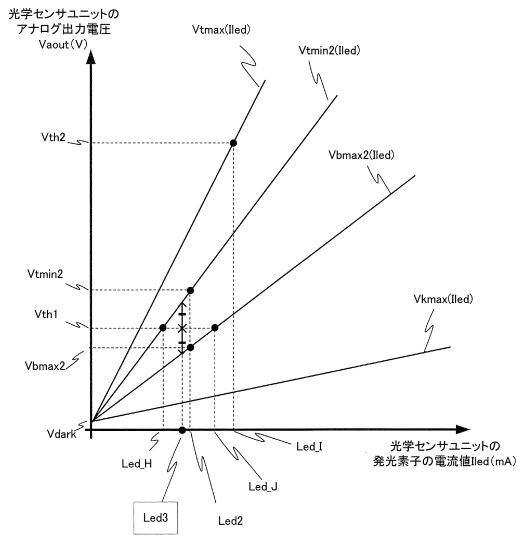
【図 9】



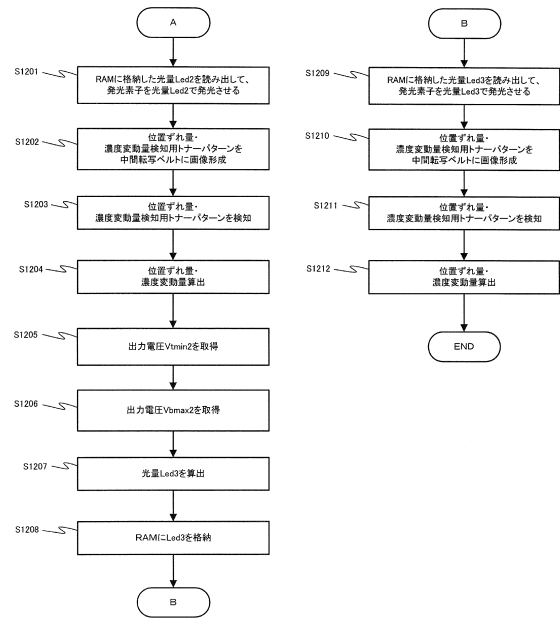
【図 10】



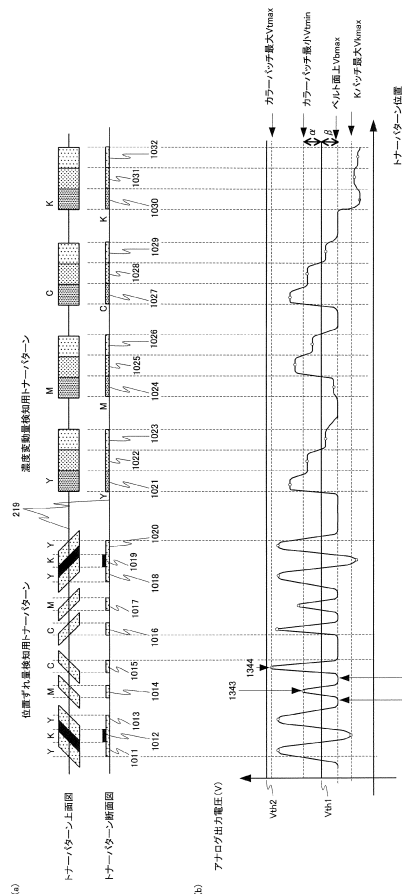
【図 1 1】



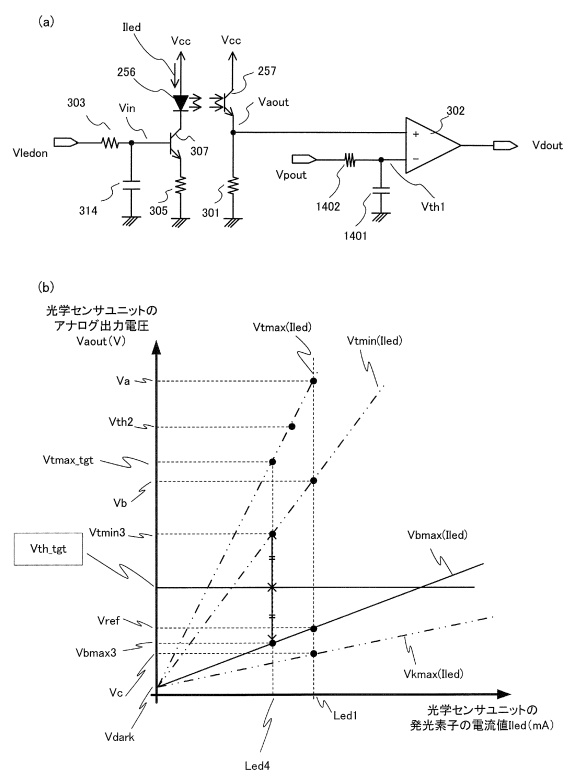
【図 1 2】



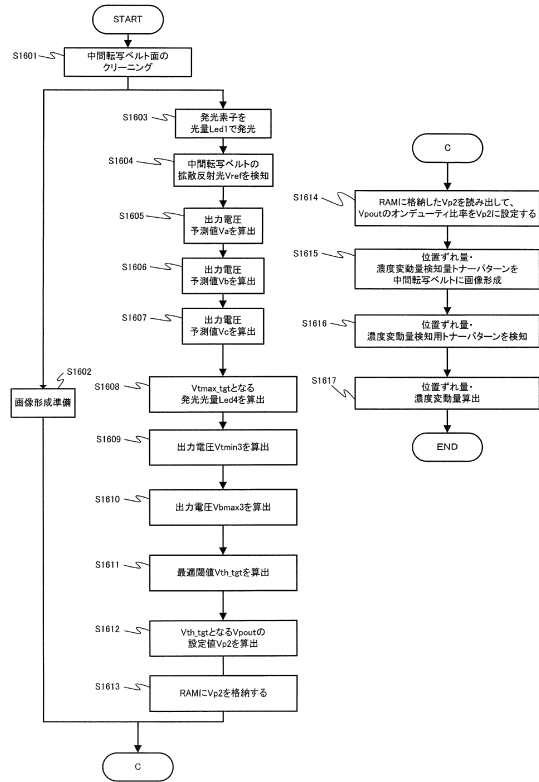
【図 1 3】



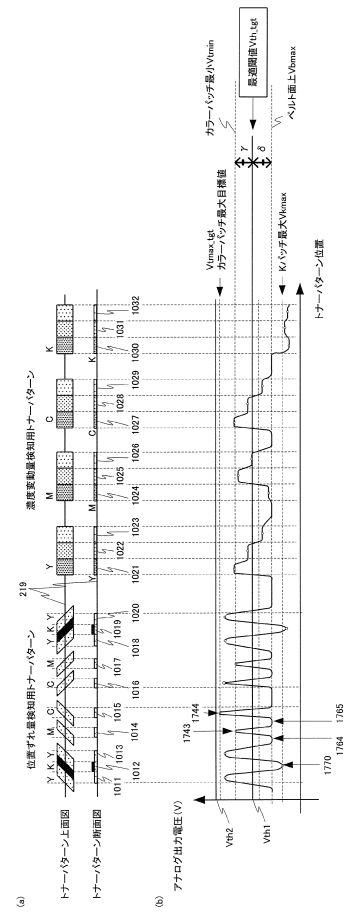
【図 1 4】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2013 - 238669 (JP, A)
特開 2011 - 107613 (JP, A)
特開 2005 - 271369 (JP, A)
米国特許出願公開第 2006 / 0007330 (US, A1)
特開 2013 - 231763 (JP, A)
特開 2008 - 026704 (JP, A)
特開 2008 - 122813 (JP, A)
米国特許出願公開第 2008 / 0019721 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 4 1 J	2 9 / 0 0 - 2 9 / 7 0
G 0 1 N	2 1 / 0 0 - 2 1 / 0 1
G 0 1 N	2 1 / 1 7 - 2 1 / 6 1
G 0 3 G	1 3 / 0 1
G 0 3 G	1 5 / 0 0 - 1 5 / 0 1
G 0 3 G	1 5 / 3 6
G 0 3 G	2 1 / 0 0 - 2 1 / 0 2
G 0 3 G	2 1 / 1 4
G 0 3 G	2 1 / 2 0