

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5801553号
(P5801553)

(45) 発行日 平成27年10月28日(2015.10.28)

(24) 登録日 平成27年9月4日(2015.9.4)

(51) Int.Cl.

F 1

G03G 15/01 (2006.01)
G03G 21/14 (2006.01)G03G 15/01
G03G 21/14

Y

請求項の数 13 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2010-278393 (P2010-278393)
 (22) 出願日 平成22年12月14日 (2010.12.14)
 (65) 公開番号 特開2012-128104 (P2012-128104A)
 (43) 公開日 平成24年7月5日 (2012.7.5)
 審査請求日 平成25年12月13日 (2013.12.13)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康徳
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二
 (74) 代理人 100130409
 弁理士 下山 治
 (74) 代理人 100134175
 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】画像形成装置及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像を形成するための無端状ベルトと、前記無端状ベルトの周面の移動方向に沿って相互に異なる位置に設けられ、前記無端状ベルトに、それぞれが異なる色の画像を形成する複数の画像形成手段と、前記無端状ベルトの周面の移動方向に沿って前記複数の画像形成手段よりも下流側の位置に設けられたセンサとを備える画像形成装置であって、

前記無端状ベルトに複数の異なる色の画像を重ねて形成した場合の色ずれ量を算出するための、それぞれ異なる色の複数のパターン画像を、前記複数の画像形成手段を用いて前記無端状ベルト上に形成するパターン形成手段と、

前記パターン形成手段によって前記無端状ベルト上に形成された前記複数のパターン画像を前記センサを用いて検出する検出手段と、

前記検出手段による前記複数のパターン画像の検出結果から、前記色ずれ量を算出する算出手段と、

前記算出手段によって算出された前記色ずれ量に応じて色ずれを補正する補正手段と、
を備え、

前記パターン形成手段は、前記無端状ベルト上において前記複数の画像形成手段のそれ
ぞれによってパターン画像が形成される形成位置についての理想位置からの変化量と、前
記センサによって当該パターン画像が検出される検出位置についての理想位置からの変
化量とを合計して得られる合計変化量を、前記無端状ベルトの周面の移動方向における前記
複数の画像形成手段の間隔と等しい間隔で前記複数の画像形成手段によって前記無端状ベ

ルト上に前記複数のパターン画像が形成される場合に得られる前記合計変化量よりも低減する第1の間隔で、前記複数の画像形成手段を用いて前記無端状ベルト上に前記複数のパターン画像を形成する

ことを特徴とする画像形成装置。

【請求項2】

前記第1の間隔は、

前記無端状ベルトの周面の移動速度が特定周期で変動する場合に生じる、基準色についての前記合計変化量と前記基準色以外の各色についての前記合計変化量との差分を、前記無端状ベルトの周面の移動方向における前記複数の画像形成手段の間隔と等しい間隔で前記複数の画像形成手段によって前記無端状ベルト上に前記複数のパターン画像が形成される場合の前記差分よりも低減する間隔であることを特徴とする請求項1に記載の画像形成装置。10

【請求項3】

前記第1の間隔は、

前記無端状ベルトの周面の移動速度が特定周期で変動する場合に生じる、基準色についての前記合計変化量と前記基準色以外の各色についての前記合計変化量との差分を最小にする間隔であることを特徴とする請求項1又は2に記載の画像形成装置。

【請求項4】

前記複数の画像形成手段のうち前記無端状ベルトの周面の移動方向に沿って最も下流側の位置に配置された基準色に対応する前記画像形成手段によって形成される前記パターン画像と、前記基準色以外の各色に対応する画像形成手段によって形成される前記パターン画像との間のそれぞれの前記第1の間隔は、20

前記無端状ベルトの周面の移動速度の変動に関する前記特定周期が当該無端状ベルトの回転周期に等しい場合、前記基準色に対応する前記画像形成手段と、前記基準色以外の各色に対応する画像形成手段との間の各距離に対して1/2の距離であることを特徴とする請求項2または3に記載の画像形成装置。

【請求項5】

前記パターン形成手段は、

前記無端状ベルトの周面の移動速度に前記特定周期と異なる周期の変動が更に生じる場合、前記複数の画像形成手段を用いて前記第1の間隔で形成する前記複数のパターン画像をパターン画像群として、前記無端状ベルトの周面の移動方向に沿って、前記無端状ベルト上で相互に異なる位置に複数のパターン画像群を形成することを特徴とする請求項2乃至4の何れか1項に記載の画像形成装置。30

【請求項6】

前記パターン形成手段は、

前記無端状ベルトの周面の移動方向に対して、異なるパターン画像群にそれぞれ含まれる先頭のパターン画像の間隔が、前記特定周期と異なる周期で生じる変動の1周期の期間において前記無端状ベルトの周面が移動する距離に等しい第2の間隔となるように、前記無端状ベルト上で前記複数のパターン画像群を形成することを特徴とする請求項5に記載の画像形成装置。40

【請求項7】

前記特定周期と異なる周期は、前記無端状ベルトを駆動する駆動ローラの回転周期に等しい周期であることを特徴とする請求項5又は6に記載の画像形成装置。

【請求項8】

前記センサは、

前記無端状ベルトの周面の移動方向に沿った前記画像形成手段と前記センサとの間の距離が、前記基準色についての前記合計変化量と前記基準色以外の何れかの1色についての前記合計変化量との差分を最小にする距離となるように、前記無端状ベルトの周面の移動方向に沿って設けられることを特徴とする請求項2乃至7の何れか1項に記載の画像形成装置。50

【請求項 9】

前記第1の間隔は、基準色に対応する画像形成手段と前記基準色以外の色に対応する画像形成手段との間の距離よりも短い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 10】

前記パターン形成手段は、前記複数のパターン画像の間隔が、基準色に対応する画像形成手段と前記基準色以外の色に対応する画像形成手段との間の距離に対して1/2の距離となるように、前記複数のパターン画像を形成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 11】

前記特定周期は、前記無端状ベルトを駆動させる駆動ローラの回転速度の変動周期よりも長い周期であることを特徴とする請求項2乃至7の何れか1項に記載の画像形成装置。 10

【請求項 12】

前記理想位置は、前記無端状ベルトの周面の移動速度が変動しない場合の位置であることを特徴とする請求項1乃至11の何れか1項に記載の画像形成装置。

【請求項 13】

画像を形成するための無端状ベルトと、前記無端状ベルトの周面の移動方向に沿って相互に異なる位置に設けられ、前記無端状ベルトに、それぞれが異なる色の画像を形成する複数の画像形成手段と、前記無端状ベルトの周面の移動方向に沿って前記複数の画像形成手段よりも下流側の位置に設けられたセンサとを備える画像形成装置の制御方法であつて、
、 20

パターン形成手段が、前記無端状ベルトに複数の異なる色の画像を重ねて形成した場合の色ずれ量を算出するための、それぞれ異なる色の複数のパターン画像を、前記複数の画像形成手段を用いて前記無端状ベルト上に形成するパターン形成工程と、

前記パターン形成工程において前記無端状ベルト上に形成された前記複数のパターン画像を前記センサを用いて検出する検出工程と、

算出手段が、前記検出工程における前記複数のパターン画像の検出結果から、前記色ずれ量を算出する算出工程と、

補正手段が、前記算出工程において算出された前記色ずれ量に応じて色ずれを補正する補正工程と、、を含み、

前記パターン形成工程では、前記無端状ベルト上において前記複数の画像形成手段のそれによつてパターン画像が形成される形成位置についての理想位置からの変化量と、前記センサによって当該パターン画像が検出される検出位置についての理想位置からの変化量とを合計して得られる合計変化量を、前記無端状ベルトの周面の移動方向における前記複数の画像形成手段の間隔と等しい間隔で前記複数の画像形成手段によって前記無端状ベルト上に前記複数のパターン画像が形成される場合に得られる前記合計変化量よりも低減する第1の間隔で、前記複数の画像形成手段を用いて前記無端状ベルト上に前記複数のパターン画像を形成する
、 30

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、画像形成装置及びその制御方法に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

電子写真方式のカラー画像形成装置は、一般に、それぞれが異なる現像色に対応した複数の画像形成部を備え、各画像形成部において各現像色のトナー像を各感光ドラム上に形成する。さらに、画像形成装置は、各感光ドラムに形成した各色のトナー像を、搬送ベルト上に保持された記録材上の同一の位置に順に重ねて転写することで、当該記録紙上にカラー画像を形成する。あるいは、中間転写ベルトを備える場合、画像形成装置は、各感光ドラムに形成した各色のトナー像を中間転写ベルト上の同一の位置に順に重ねて転写して
、 50

、当該中間転写ベルト上にカラー画像を形成する。その後、画像形成装置は、中間転写ベルト上に形成したカラー画像を記録材上に転写することで、当該記録材上にカラー画像を形成する。（以下では、画像形成装置が中間転写ベルトを備えていない場合について説明する。）

【0003】

このような画像形成装置においては、感光ドラムから記録材に転写された各色のトナー像の記録材上の位置が一致せず、相互に異なる位置に各トナー像が転写されることによる位置ずれ（以下では、「色ずれ」とも称する。）が生じることがある。この色ずれは、例えば、各感光ドラムの回転むら、搬送ベルトの移動むら、各画像形成部の転写位置における感光ドラムの外周面と搬送ベルトとの間の相対的な移動量等が、色ごとに異なることに起因して発生し得る。特に、それぞれがレーザスキヤナと感光ドラムとを備える複数の画像形成部から成る画像形成装置においては、レーザスキヤナと感光ドラムとの間の距離が画像形成部間で異なると、感光ドラム上のレーザの走査幅が画像形成部ごとに変化する。これにより、色ずれが発生するおそれがある。

10

【0004】

このような色ずれを低減するために、例えば、所定の速度で移動する搬送ベルト上に、色ずれ検出用のパターン画像を色ごとに形成し、当該パターン画像を搬送路下流に設けられたセンサで検出した検出結果に基づいて、色ずれを補正する手法が知られている。ところが、搬送ベルトの搬送（移動）速度には、例えば、搬送ベルトの膜厚ムラに起因して、搬送ベルトの回転周期に等しい長周期の速度変動（速度ムラ）が生じ得る。また、搬送ベルトを駆動する駆動ローラに生じる回転速度の速度変動に起因して、搬送ベルトの周面の移動速度に変動が生じることもある。このような場合、搬送ベルトに生じる周面の移動速度の変動によって、当該搬送ベルト上において、色ずれ検出用パターン画像が転写される転写位置、及び当該搬送ベルトからパターン画像が検出される際の検出位置が、変動してしまうことがある。その結果、色ずれ検出用パターン画像を用いて検出される色ずれの検出結果に誤差が生じてしまう問題がある。このような色ずれの検出誤差が生じると、色ずれ補正の精度が低下するとともに、記録材に形成される画像の品質が低下することになる。

20

【0005】

上述の問題に対して、例えば、特許文献1及び特許文献2の手法が提案されている。特許文献1では、色ずれの検出誤差を招く特定の周期の速度変動成分に対応して、搬送ベルト上に、当該周期の整数分の1の間隔で複数の検出用パターン画像を配置する。さらに、搬送ベルトから検出した検出値を平均化することによって検出誤差を低減している。また、特許文献2では、色ずれ検出用パターン画像の転写タイミングを全ての色について同一のタイミングとすることで、パターン画像の転写時に発生し得る、搬送ベルトの回転周期と同一の周期で生じる周面の移動速度の変動による検出誤差の影響を低減している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2001-356542号公報

40

【特許文献2】特開2005-316510号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上述の従来技術には、以下のようないい問題がある。例えば、特許文献1では、影響を除去すべき速度変動成分として複数の周期の速度変動成分がある場合に、全ての速度変動成分による色ずれ検出誤差を低減しようとすると、搬送ベルト上に形成すべきパターン画像の長さが長くなる問題がある。それにより、形成したパターン画像を検出するのに必要な時間も長くなる。さらに、搬送ベルトの周期等、長周期の速度変動に対処するためには、搬送ベルトの外周長にわたって検出用パターン画像を形成する必要があり、

50

形成すべきパターン画像の数が多くなる。その結果、検出用パターン画像を形成するため必要なトナーの消費量が増加してしまう問題がある。

【0008】

また、特許文献2では、上述の速度変動に起因した、検出用パターン画像を用いた色ずれ検出誤差として、パターン画像転写時に生じる検出誤差が考慮されている一方で、パターン画像の検出時に生じる検出誤差は考慮されていない。即ち、特許文献2の手法によれば、全色の検出用パターン画像の転写タイミングを同一にすることで、当該転写タイミングにおける搬送ベルトの周面の移動速度の変動の大きさが全色について同一となり、それによる色ずれの検出誤差を低減できる。その一方で、検出用パターン画像の検出タイミングが色ごとに異なるため、各色の検出タイミングにおいて、異なる大きさの速度変動が搬送ベルトの周面の移動速度に生じる。その結果、検出用パターン画像の検出タイミングが色ごとに異なることに起因した検出誤差が、色ずれの検出結果に残存する問題がある。10

【0009】

本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであり、色ずれ検出用パターン画像を用いた色ずれの検出誤差を低減し、色ずれ補正の精度を向上させる画像形成装置及びその制御方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、例えば、画像形成装置として実現できる。画像形成装置は、画像を形成するための無端状ベルトと、無端状ベルトの周面の移動方向に沿って相互に異なる位置に設けられ、無端状ベルトに、それぞれが異なる色の画像を形成する複数の画像形成手段と、無端状ベルトの周面の移動方向に沿って複数の画像形成手段よりも下流側の位置に設けられたセンサとを備える画像形成装置であって、無端状ベルトに複数の異なる色の画像を重ねて形成した場合の色ずれ量を算出するための、それぞれ異なる色の複数のパターン画像を、複数の画像形成手段を用いて無端状ベルト上に形成するパターン形成手段と、パターン形成手段によって無端状ベルト上に形成された複数のパターン画像をセンサを用いて検出する検出手段と、検出手段による複数のパターン画像の検出結果から、色ずれ量を算出する算出手段と、算出手段によって算出された色ずれ量に応じて色ずれを補正する補正手段と、を備え、パターン形成手段は、無端状ベルト上において複数の画像形成手段のそれぞれによってパターン画像が形成される形成位置についての理想位置からの変化量と、センサによって当該パターン画像が検出される検出位置についての理想位置からの変化量とを合計して得られる合計変化量を、無端状ベルトの周面の移動方向における複数の画像形成手段の間隔と等しい間隔で複数の画像形成手段によって無端状ベルト上に複数のパターン画像が形成される場合に得られる合計変化量よりも低減する第1の間隔で、複数の画像形成手段を用いて無端状ベルト上に複数のパターン画像を形成することを特徴とする。

2030

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、色ずれ検出用パターン画像を用いた色ずれの検出誤差を低減し、色ずれ補正の精度を向上させる画像形成装置及びその制御方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】第1の実施形態に係る画像形成装置の概略的な構成を示す図である。

【図2】第1の実施形態に係るレジ検出センサ6L, 6Rの配置と、概略的な回路構成及び制御構成とを示す図である。

【図3】画像形成装置において形成される画像に生じ得る色ずれの一例を示す図である。

【図4】第1の実施形態に係る画像形成装置において使用される色ずれ検出用パターン画像を示す図である。

【図5】第1の実施形態に係る画像形成装置における、色ずれ補正に関連する制御構成を示すブロック図である。

【図6】第1の実施形態に係る画像形成装置における、副走査方向の傾きの補正を行うた

40

50

めの構成を示す図、及び、副走査方向の書き出し位置の補正に関する同期信号のタイミングチャートである。

【図7】第1の実施形態に係る画像形成装置における、ビデオクロック生成部601の構成を示すブロック図、及び、主走査方向の書き出し位置の補正に関する同期信号のタイミングチャートである。

【図8】第1の実施形態に係る画像形成装置において実行される色ずれ補正動作の手順を示すフローチャートである。

【図9】第1の実施形態に係る画像形成装置における、搬送ベルト3の搬送路に沿った、感光ドラム1a, 1b, 1c, 1d及びレジ検出センサ6の配置を示す図である。

【図10】第1の実施形態に係る画像形成装置における各色のパターン画像についての転写タイミングと検出タイミングとの関係を示す図である。
10

【図11】第1の実施形態に係る画像形成装置における搬送ベルト3上に形成される、色ずれ検出用パターン画像の配置を示す図である。

【図12】第1の実施形態に係る画像形成装置における色ずれ検出用パターン画像の転写タイミングを示す図である。

【図13】第1の実施形態に係る画像形成装置において搬送ベルト3の周面の移動速度の変動によって生じる位置ずれに対応するプロファイルを示す図である。

【図14】第1の実施形態に係る画像形成装置の、色ずれ検出用パターン画像の転写時及び検出時における、搬送ベルト3の速度変動による位置ずれを示す図である。

【図15】第1の実施形態に係る画像形成装置における、オフセット値に対する色ずれの最大検出誤差の計算結果を示す図である。
20

【図16】第1の実施形態に係る画像形成装置における色ずれ検出用パターン画像の転写タイミング及び検出タイミングを示す図である。

【図17】第1の実施形態に係る画像形成装置における最適なオフセット値の有効範囲をの計算結果を示す図である。

【図18】第2の実施形態に係る画像形成装置における、搬送ベルト3及び駆動ローラ4の周面の移動速度の変動成分と色ずれ検出用パターン画像の間隔との関係を示す図である。

【図19】第2の実施形態に係る画像形成装置において使用される色ずれ検出用パターン画像を示す図である。
30

【図20】第3の実施形態に係る画像形成装置における、距離Rに対する色ずれの最大検出誤差の計算結果を示す図である。

【図21】第3の実施形態に係る画像形成装置における、搬送ベルト3の周面の移動速度の変動成分と、色ずれ検出用パターン画像の転写及び検出タイミングとの関係を示す図である。

【図22】第1の実施形態に係る画像形成装置において使用される色ずれ検出用パターン画像の変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明を実施するための形態について図面を用いて説明する。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なく、また実施形態で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須のものとは限らない。
40

【0014】

〔第1の実施形態〕

以下では、本発明における第1の実施形態について説明する。本実施形態では、本発明に係る画像形成装置の一例として、電子写真方式のカラー画像形成装置（印刷装置）に本発明を適用した場合について説明する。

【0015】

<画像形成装置の構成>

図1に概略的に示すカラーの画像形成装置は、シアン色（C）、マゼンタ色（M）、イ
50

エロー色(Y)、ブラック色(K)の4色にそれぞれ対応する複数の画像形成部を備える。各画像形成部はそれぞれ、感光ドラム 1 a , 1 b , 1 c , 1 d と、入力された画像信号に応じて感光ドラム 1 a , 1 b , 1 c , 1 d を露光して、感光ドラム 1 a , 1 b , 1 c , 1 d の表面に静電潜像を形成するレーザスキャナ 2 a , 2 b , 2 c , 2 d とを備える。画像形成装置は、さらに、用紙カセット(図示せず)から供給された用紙を各画像形成部へ搬送する無端状ベルトである搬送ベルト 3 を備える。搬送ベルト 3 は、矢印 11 の方向に回転する駆動ローラ 4 によって駆動されることによって矢印 12 の方向に移動しながら、用紙を搬送する。従動ローラ 5 は、搬送ベルト 3 の移動に伴って回転するとともに、搬送ベルト 3 に対して一定の張力を与える。ここで、複数の画像形成部は、搬送ベルト 3 の周面の移動方向に沿って相互に異なる位置に設けられている。また、搬送ベルト 3 の上方には、搬送ベルト 3 上に形成される色ずれ検出用のパターン画像を検出する一対のレジ検出センサ 6 L , 6 R が配置される。レジ検出センサ 6 L , 6 R は、搬送ベルト 3 上においてその搬送(移動)方向に対して直交する方向に並べて配置される。
10

【 0016 】

画像形成装置は、外部の P C やスキャナ等の画像読取部(図示せず)から印刷用の画像データを受信すると、画像形成のための準備動作を開始する。当該準備動作によって印刷可能な状態となると、各色に対応する画像データに基づいて生成される画像信号が各レーザスキャナ 2 a , 2 b , 2 c , 2 d に送られる。レーザスキャナ 2 a , 2 b , 2 c , 2 d はそれぞれ、感光ドラム 1 a , 1 b , 1 c , 1 d を露光することによって感光ドラム 1 a , 1 b , 1 c , 1 d に静電潜像を形成する。感光ドラム 1 a , 1 b , 1 c , 1 d に形成された各静電潜像は、現像器(図示せず)によって各色の現像剤(トナー)を用いて現像される。現像されたトナー像は、感光ドラム 1 a , 1 b , 1 c , 1 d の回転に伴って、当該感光ドラムと搬送ベルト 3 との間の転写位置へ搬送される。
20

【 0017 】

一方で、上述の画像形成のタイミングに合わせて、用紙カセットから用紙が搬送ベルト 3 上に給紙されるとともに、当該用紙は搬送ベルト 3 上を各画像形成部に向けて搬送される。感光ドラム 1 a , 1 b , 1 c , 1 d に形成された各トナー像は、各転写位置において、搬送ベルト 3 上の用紙に対して順に重畠的に転写される。転写処理の後、搬送ベルト 3 上の用紙は、定着器(図示せず)へ搬送され、熱及び圧力で定着器によってトナー像が用紙上に定着される。その後、当該用紙は装置外部へ排出される。
30

【 0018 】

(レジ検出センサ 6 の構成及び動作)

図 1 に示したレジ検出センサ 6 L , 6 R は、図 2 (a) に示す構成を有する。なお、レジ検出センサ 6 L , 6 R は同様の構成を有するため、図 2 (a) ではレジ検出センサの添え字 L 及び R を省略している。レジ検出センサ 6 は、搬送ベルト 3 に光を照射する LED 6 1 と、搬送ベルト 3 からの反射光を検出するフォトトランジスタ(PTR) 6 2 とを備える。LED 6 1 は、搬送ベルト 3 上の検出面の法線方向に対して所定の角度 A で当該検出面に光を照射するように、ライトガイド等を用いて配置されている。また、図 2 (a) に示すように、LED 6 1 及び PTR 6 2 は、光学的に対称となるように配置されている。LED 6 1 から出射された光は、搬送ベルト 3 の表面で正反射され、PTR 6 2 において受光される。なお、本実施形態では、搬送ベルト 3 からの正反射光を検出するセンサを PTR 6 2 として設けているが、搬送ベルト 3 からの乱反射光を検出するフォトトランジスタをさらに設けてもよい。
40

【 0019 】

次に、図 2 (b) を参照して、レジ検出センサ 6 L , 6 R の概略的な回路構成について説明する。図 2 (b) ではレジ検出センサ 6 L についてのみ内部の回路構成を示しているものの、レジ検出センサ 6 R もこれと同様の回路構成である。レジ検出センサ 6 L は、LED 6 1 及び PTR 6 2 に加えて、LED 6 1 の ON / OFF を行うためのトランジスタ 6 3 と、LED 6 1 に流れる電流を制限する抵抗 6 4 と、PTR 6 2 の光電流を光電圧に変換するための抵抗 6 5 とを備える。さらに、レジ検出センサ 6 L は、抵抗 6 5 で変換さ
50

れた電圧を2値化した検出信号を出力するコンパレータ66と、コンパレータ66の閾値電圧用の電源67とを備える。

【0020】

レジ検出センサ制御部301は、LED61のON/OFFを行うための駆動信号を、レジ検出センサ6Lへ出力する。レジ検出センサ制御部301がLED61をONにする駆動信号を出力すると、トランジスタ63がONとなり、LED61が発光する。PTR62は、LED61から出射されて搬送ベルト3で正反射した光を受光すると、光電流を生じさせる。当該光電流はコンパレータ66に入力される。コンパレータ66は、抵抗65が変換した光電圧と電源67による閾値電圧とを比較して、光電圧が当該閾値電圧よりも低い場合にはHighを、当該閾値電圧以上である場合にはLowを、検出信号としてレジ検出センサ制御部301へ出力する。なお、Highの検出信号は、搬送ベルト3に形成された検出用パターン画像を検出したことを示し、Lowの検出信号は、検出用パターン画像が検出されていないことを示す。10

【0021】

レジ検出センサ制御部301は、さらに、レジ検出センサ6L, 6Rから出力される検出信号の出力時間を計測する。また、レジ検出センサ制御部301は、レジ検出センサ6L, 6Rのそれぞれについて、当該計測結果に基づいて、各色のトナー像を重ね合わせた場合の位置のずれを表す色ずれ値を算出する。レジ検出センサ制御部301は、色ずれ値の算出結果に基づいて、以下で説明する各補正処理における補正量を算出する。20

【0022】

<色ずれの一例>

図3は、画像形成装置において形成される画像に生じ得る色ずれの一例を示す図であり、1ライン（主走査線）の画像を用紙に形成した場合の当該用紙上における画像位置を示している。同図において、401及び404は、副走査方向に色ずれが生じている場合を、402及び403は、主走査方向に色ずれが生じている場合を示す。また、401～404において、aは、色ずれが生じていない場合の理想的な画像位置を、bは、aに示す画像に対して色ずれが生じた場合の画像位置をそれぞれ示す。ただし、402及び403については、副走査方向に色ずれは生じていないが、説明のためにa及びbのラインを副走査方向に離して描いてある。なお、図3に示す矢印は、発生している色ずれについて適用すべき補正の様子を示す。30

【0023】

401は、主走査線に対して副走査方向に傾きが生じた場合の色ずれを示し、例えば、感光ドラムをレーザ光で走査する光学ユニットと感光ドラムとの間に傾きがある場合に発生する。この場合、光学ユニット、感光ドラムの位置、レンズの位置等を調整することによって、主走査線を矢印方向に補正すればよい。また、404は、副走査方向の書き出し位置に誤差が生じた場合を示す。この場合、搬送中の用紙先端の検出タイミングから、各色の画像の書き出しタイミングまでの時間間隔を調整することによって、主走査線を矢印方向に補正すればよい。

【0024】

402は、主走査線幅（全体倍率）に誤差が生じた場合の色ずれを示し、例えば、複数の画像形成部間で、光学ユニットと感光ドラムとの間の距離の相違に依存して発生する。これは、本実施形態のように光学ユニットがレーザスキャナの場合に発生しやすい。この場合、画像周波数を微調整（走査線幅が長い場合、周波数を高くする等）して、矢印方向に走査線幅を補正すればよい。また、403は、主走査方向の書き出し位置に誤差が生じた場合の色ずれを示す。この場合、光学ユニットがレーザスキャナであれば、ビーム検出タイミング（水平同期信号の出力タイミング）から画像の書き出しタイミングまでの時間間隔を調整することによって、主走査線を矢印方向に補正すればよい。40

【0025】

上述の色ずれを補正して、用紙に形成される画像の品質を向上させるために、本実施形態に係る画像形成装置は、搬送ベルト3上に現像色ごとに色ずれ（位置ずれ）検出用のパ50

ターン画像を形成する。さらに、画像形成装置は、レジ検出センサ 6 L, 6 R を用いて検出される色ずれ値に応じて、上述のように検出した色ずれの補正を実行する。

【0026】

<色ずれの検出>

次に、レジ検出センサ 6 L, 6 R を用いて上述の色ずれを検出する方法について説明する。図4は、搬送ベルト3上に形成される色ずれ検出用パターン画像(以下では、「検出用パターン」又は「パターン」と称する。)の一例を示す。図4では、検出用パターンの一例として、搬送ベルト3の搬送(移動)方向500に直交する方向に描かれた線状のパターン501a~d、502a~dを示している。添え字a~dを付した各パターンは、C、M、Y、Kのトナーをそれぞれ用いて搬送ベルト3上に形成されたパターンである。各パターンは、511及び512で示すライン上で、レジ検出センサ 6 L, 6 R によってそれぞれ検出される。また、tLa~d、tRa~dは、レジ検出センサ 6 L, 6 R による、パターン501a~d、502a~dの検出タイミングをそれぞれ表す。

10

【0027】

ここで、521~523、531~533は、Kのパターン501d及び502dを基準として、当該基準色Kのパターン501d及び502dと、他の色(C、M、Y)のパターン501a、b、c及び502a、b、cとの間の間隔を表す。また、間隔521~523(531~533)の理想値を、それぞれdCK, dMK, dYKとする。当該理想値は、色ずれが生じていない場合に検出される各色のパターンの間隔に相当する。また、搬送ベルト3の周面の理想的な移動速度をV[m m / s e c]とすると、レジ検出センサ 6 L, 6 R のそれぞれで検出される、基準色Kに対するC, M, Yの色ずれ値yL, yRは、

20

$$yL_C = V * (tLa - tLd) - dCK \quad (1)$$

$$yL_M = V * (tLb - tLd) - dMK \quad (2)$$

$$yL_Y = V * (tLc - tLd) - dYK \quad (3)$$

$$yR_C = V * (tRa - tRd) - dCK \quad (4)$$

$$yR_M = V * (tRb - tRd) - dMK \quad (5)$$

$$yR_Y = V * (tRc - tRd) - dYK \quad (6)$$

となる。ここで、式(1)~(6)の計算結果の値の正負に基づいて、副走査方向に対して前方又は後方の何れにパターンの形成位置がずれているのかを判定できる。また、これらの計算結果に基づいて、(yL + yR) / 2 から副走査方向の書き出し位置を、(yR - yL) から走査線の傾きを補正する。

30

【0028】

本実施形態に係る画像形成装置は、検出用パターンを搬送ベルト3上に形成し、一対のレジ検出センサ 6 R, 6 L を用いて当該パターンを検出する。さらに、画像形成装置は、基準色Kのパターンの検出タイミングと、他の色のパターンの検出タイミングの差分を、色ずれ値として算出する。この色ずれ値は、基準色Kの画像に対して他の色の画像を重ね合わせた場合の位置のずれである色ずれを定量的に評価するための指標となる。本実施形態において、色ずれ検出用のパターンとしては、例えば図4に示したパターンを用いる。画像形成装置は、さらに、算出した色ずれ値に基づいて、以下で具体的に説明する処理によって色ずれの補正を行う。なお、色ずれ補正は、電源投入時等の、通常の画像形成処理とは独立したタイミングにおいて実行されればよい。

40

【0029】

ところで、搬送ベルト3の周面の移動速度Vは、駆動ローラ4に生じる回転速度の速度ムラに起因して、常に一定になるとは限らず、変動が生じ得る。駆動ローラ4の速度ムラは、駆動ローラ4の偏心、駆動ローラ4を駆動する駆動部(図示せず)のギアや駆動モータ等によって、駆動ローラ4の回転周期に等しい周期で起こり得る。さらに、搬送ベルト3の膜厚ムラに起因して、移動速度Vには、搬送ベルト3の回転周期に等しい長周期の速度ムラ(変動)が起こり得る。このような搬送ベルト3の周面の移動速度の変動によって、上述の検出用パターンの検出結果に、異なる色のパターン間の検出タイミングの時間差

50

に比例した検出誤差が発生する問題がある。

【0030】

そこで、本実施形態では、色ずれの検出用に使用する各色のパターンを搬送ベルト3上に形成する際に、以下で説明するように、異なる色のパターンの間隔を適切な間隔に調整する。それにより、全ての色の検出用パターンを同時に転写することによって各パターンを搬送ベルト3上で等間隔に形成する場合と比較して、色ずれの検出誤差を低減することを特徴とする。

【0031】

<色ずれ補正に関する制御ブロック構成>

次に、図5を参照して、本実施形態に係る画像形成装置における色ずれ補正に関する制御ブロックの構成について説明する。CPU(主制御部)611は、エンジン制御部610内の各ブロックの動作のタイミングを、バスを介して制御するとともに、ブロック間の通信やエンジン制御部610とコントローラ600との間の通信を制御する。電源投入時等のタイミングにおいて色ずれ補正が開始されると、まず、検出用パターン生成部612によって、後述する検出用パターンの画像信号が生成される。検出用パターン生成部612によって生成された検出用パターンは、画像生成部613においてC,M,Y,Kの各色の画像信号に変換されて、レーザスキャナ2a,2b,2c,2dへそれぞれ出力される。レーザスキャナ2a,2b,2c,2dは、上述の画像形成処理によって、搬送ベルト3上に検出用パターンを形成する。

【0032】

搬送ベルト3上に形成された検出用パターンは、レジ検出センサ6R,6Lを用いて検出される。レジ検出センサ制御部301は、レジ検出センサ6R,6Lを制御して検出した値から色ずれ値を算出するとともに、色ずれ補正に必要な補正值を当該色ずれ値から算出する。レジ検出センサ制御部301において算出された補正值は、後述する色ずれ補正を実行するポリゴンモータ制御部614、傾き制御部615、コントローラ600へ出力される。

【0033】

<副走査方向の傾きの補正>

次に、図6(a)を参照して、副走査方向の傾きの補正について説明する。同図に示すように、傾き補正レンズ14は、その一端が、モータ16の軸に取り付けられたカム15によって支持されている。モータ16の回転動作によってカム15が回転すると、傾き補正レンズ14の一端の位置が変化して、ポリゴンミラー13によって偏向されるレーザ光の感光ドラム1への入射位置が変化する。傾き制御部615は、算出された色ずれ値に応じてモータ16を動作させることで、副走査方向の傾きを補正する。その際、傾き補正レンズ14は、一端を基準として他端へ移動する。これにより、画像上では、例えば一端が固定された状態で他端のみが主走査方向に移動するため、副走査方向の書き出し位置も同時に変化する。従って、傾き補正による傾き補正レンズ14の動作量に応じて、副走査方向の書き出し位置も補正される。

【0034】

<副走査方向の書き出し位置の補正>

次に、副走査方向の書き出し位置の補正について説明する。ポリゴンモータ制御部614は、算出された色ずれ値から得られる、副走査方向の書き出し位置の補正值に基づいて、副走査方向の書き出し位置を以下のように補正する。ここでは、一例として、算出された色ずれ値が、基準色についての書き出し位置に対して2ライン、又は1/4ラインの誤差がある場合の補正について説明する。なお、上述のように副走査方向の傾きの補正が行われている場合には、当該傾きの補正に依存した書き出し位置の変化量も考慮した補正量で、副走査方向の書き出し位置を補正する。

【0035】

一般に、レーザスキャナを用いた系において、コントローラ600は、エンジン制御部610で生成されて、コントローラ600へ送信される水平同期信号に同期して、ライン

10

20

30

40

50

ごとに画像データをビデオデータ生成部 602 からエンジン制御部 610 へ送信する。この水平同期信号は、ポリゴンミラーの回転に同期して、当該ポリゴンミラーの面単位で生成される。即ち、水平同期信号は、画像形成領域内のラインごとに生成される。ポリゴンモータ制御部 614 は、コントローラ 600 へ送信する水平同期信号の送信タイミングを調整することによって、副走査方向の書き出し位置の補正を実現する。

【0036】

ポリゴンモータ制御部 614 は、1 ライン単位の色ずれ量に対しては、コントローラ 600 へ送信する水平同期信号のタイミングを、ライン単位で早く又は遅くすることによって、副走査方向の書き出し位置を補正する。例えば、副走査方向に対して書き出し位置を 2 ライン後方に補正する場合、垂直同期信号の送信タイミングを基準として、水平同期信号の送信を開始するまでの、水平同期信号のカウント数を +2 する。また、ポリゴンモータ制御部 614 は、1 ライン以内の色ずれ量に対しては、水平同期信号の 1 周期内の位相を調整することによって、書き出し位置を補正する。ここで、図 6 (b) は、水平同期信号に対して 4 倍の周波数を有し、エンジン部の内部タイマによって生成され得る基準水平同期信号 801 を示している。例えば、現在の水平同期信号が図 6 (b) に示す 1/4 位相であり、副走査方向に対して書き出し位置を 1/4 ライン後方に補正する場合、各色の水平同期信号を、1/4 位相 (信号 802) から 2/4 位相 (信号 803) に変更すればよい。

【0037】

<主走査幅 (全体倍率) の補正>

次に、図 7 (a) を参照して、主走査幅 (全体倍率) の補正について説明する。ビデオクロック生成部 601 は、いわゆる PLL 回路で構成される。図 7 (a) に示すビデオクロック生成部 601 において、水晶発振器 (X'tal) から出力されるクロック信号は、1/NR 分周器において分周された後、位相比較器に入力される。また、ビデオクロック生成部 601 の出力である周波数 fV のビデオクロック信号も、1/NF 分周器において分周された後、位相比較器に入力される。位相比較器は、1/NR 分周器の出力と 1/NF 分周器の出力との位相差に応じた、極性及び幅の異なるパルスを、ローパスフィルタへ出力する。ローパスフィルタは、位相比較器から入力された信号を平滑化して、電圧制御発信器 (VCO) へ出力する。VCO は、ローパスフィルタからの入力電圧に応じた周波数のビデオクロック信号を出力する。

【0038】

ここで、ビデオクロック周波数 fV は、X'tal の周波数を fX とすると、

$$fV = (NR / NF) * fX$$

と表現される。ここで、1/NR 分周器及び 1/NF 分周器に関連する NR 及び NF は、整数である。上式より、NR 及び NF を調整することによって、ビデオクロック周波数 fV を調整できることがわかる。そこで、本実施形態において、コントローラ 600 は、レジ検出センサ制御部 301 において算出された色ずれ値に応じて、これら NR 及び NF の設定値を変更することによって、主走査幅を補正する。例えば、コントローラ 600 は、色ずれ量の検出の結果、主走査幅が狭い方向にずれている場合、当該主走査幅を長くするために、NR と NF との比が小さくなるように NR 及び NF の設定値を補正することでビデオクロック周波数 fV を低く (周期を長く) する。

【0039】

なお、上記の処理によってビデオクロック周波数が変化すると、主走査方向の書き出し位置も変化する。このため、かかるビデオクロック周波数の変化量に応じて、後述するように、主走査方向の書き出し位置を補正する必要がある。また、NR 及び NF の設定値に関する適切な補正量は、検出された色ずれ値が同一であっても、コントローラ 600 の回路構成に依存して変化する。さらに、コントローラ 600 の回路構成と、NR 及び NF の設定値との関係に依存して、ビデオクロック周波数のジッタが増加することがある。このような場合には、目視した場合に画像全体のサイズの変化が目につかない程度に、全ての現像色についての補正值に微小な値を加算又は減算することによって、ジッタを低減させ

10

20

30

40

50

ることができよう。

【0040】

<主走査方向の書き出し位置の補正>

次に、主走査方向の書き出し位置の補正について説明する。ここでは、一例として、算出された色ずれ値が、基準色についての書き出し位置に対して2ドット、又は1/4ドットの誤差がある場合の補正について説明する。なお、上述のように主走査幅の補正が行われている場合には、当該主走査幅の補正に依存した書き出し位置の変化量も考慮した補正量で、主走査方向の書き出し位置を補正する。

【0041】

一般に、レーザスキャナを用いた系において、エンジン制御部610は、画像形成領域内のラインごとに水平同期信号をコントローラ600へ送信する。コントローラ600は、エンジン制御部610からの送信される水平同期信号に同期して、ビデオクロック生成部601でビデオクロック信号を生成する。さらに、コントローラ600は、ビデオデータ生成部602で生成した画像形成対象の画像データ（ビデオデータ）を、当該ビデオクロック信号に同期して、エンジン制御部610へ送信する。以上の処理により、コントローラ600は、ラインごとの書き出し位置を揃える補正を行う。

10

【0042】

コントローラ600は、画像データをエンジン制御部610へ出力する際に、以下のようにして主走査方向の書き出し位置を補正する。コントローラ600は、1ドット単位の色ずれ値に対しては、水平同期信号のタイミングから画像データの送信を開始するタイミング（画像形成を開始する位置に対応）までの、ビデオクロックのカウント数を変更することによって、書き出し位置を補正する。例えば、主走査方向に対して2ドットだけ書き出し位置を後方に補正する場合、当該カウント数を+2すればよい。また、コントローラ600は、1ドット以内の色ずれ値に対しては、ビデオクロックよりも周波数の高いサンプリングクロックに合わせて、所望の補正量となるタイミングに画像データの書き出しを行うことで、書き出し位置を補正する。ここで、図7（b）は、サンプリングクロック1002がビデオクロック信号1003、1004に対して4倍の周波数を有する場合を示している。例えば、現在のビデオクロックの位相が図7（b）に示す1/4位相であり、主走査方向に対して書き出し位置を1/4ドット後方に補正する場合には、1/4位相（信号1003）から2/4位相（信号1004）に変更すればよい。

20

【0043】

<色ずれ補正の手順>

次に、図8のフローチャートを参照して、本実施形態に係る画像形成装置において実行される色ずれ補正動作の手順について説明する。S101で、CPU611は、検出用パターン生成部612を制御して、後述するように、適切なパターン間隔に設定された検出用パターンの画像を生成する。かかる検出用パターンは、検出用パターン生成部612内部に備えられた不揮発性メモリであるEEPROMに予め格納されていればよい。EEPROMに格納された検出用パターンの画像データは、ピットマップ形式のデータであってもよいし、データ容量の少ないベクトル形式のデータであってもよい。検出用パターン生成部612においてEEPROMから読み出された画像データは、画像生成部613に送られるとともに、そこで各色の画像信号に展開された後、レーザスキャナ2a, 2b, 2c, 2dへそれぞれ出力される。その後、CPU611は、処理をS102へ移行する。

30

【0044】

S102で、CPU611は、画像形成部を制御して、各色について、S101で生成した検出用パターンの画像信号に基づいて、レーザスキャナ2及び感光ドラム1によって搬送ベルト3である無端状ベルト上にパターン形成する。なお、搬送ベルト3上に形成される検出用パターンの詳細については、後述する。次に、S103で、CPU611は、レジ検出センサ制御部301を制御して、搬送ベルト3上に形成された検出用パターンを、上述のようにレジ検出センサ6R, 6Lを用いて検出する。

40

【0045】

50

次に、S104で、CPU611は、レジ検出センサ制御部301によって、上述の色ずれ値を色ごとに算出する。その後、S105で、CPU611は、S104における色ずれ値の算出結果に基づいて必要な補正值を求めるとともに、当該補正值を用いて、上述のようにして色ずれ補正を実行する。

【0046】

<検出用パターンの設定>

次に、再び図4を参照して、本実施形態で使用する色ずれ検出用パターンについて説明する。図4に示すように、各色に対応する検出用パターンの並び順は、搬送ベルト3の移動方向に対して、前方からK(502d)、Y(502c)、M(502b)、C(502a)である。なお、521～523、531～533は、各色のパターン間の間隔(距離)である。10

【0047】

感光ドラム1a, 1b, 1c, 1dから搬送ベルト3に各検出用パターンが転写される際の、搬送ベルト3上の転写位置は、通常、隣接する転写位置間で等間隔に配置される。この場合、感光ドラム1a, 1b, 1c, 1d上に形成された各色の検出用パターンを、搬送ベルト上に同時に転写すると、搬送ベルト上に転写された各パターンは、搬送ベルト3の周面の移動方向500に対して等間隔となる。このような同時転写の場合、転写時における搬送ベルト3の速度変動に起因して、色ずれの検出誤差が生じることはない。一方で、レジ検出センサ6R, 6Lによるパターン検出のタイミングはパターンごとに異なるため、当該検出時の速度変動に起因して、色ずれの検出誤差が生じ得る。このパターン検出時の速度変動による色ずれの検出誤差を抑制するためには、各色に対応する検出用パターン間の距離をゼロにして、搬送ベルト3の周面の移動方向500に対して同一位置に全パターンを形成する必要がある。しかしながら、このようなパターンを搬送ベルト3上に形成するためには、異なるタイミングで各色の検出用パターンを転写する必要があり、転写時の速度変動に起因した色ずれの検出誤差が生じてしまう。20

【0048】

本実施形態では、各色の検出用パターンを各感光ドラム1から搬送ベルト3へ適切なタイミングに転写して、搬送ベルト3上に検出用パターンを適切な間隔で形成することによって、搬送ベルト3の速度ムラによる色ずれの検出誤差を低減する。具体的には、基準色Kのパターンと、他の色のパターンとの間隔521～523、531～533が、色ずれの検出誤差を低減可能な間隔とする。このような検出用パターンは、転写する色の順番や、搬送ベルト3に対する各色のトナー像の転写位置といった、画像形成装置の構成の設計段階に決定される。決定された検出用パターンは、EEPROM81に予め格納されていればよい。30

【0049】

<検出用パターンに関する適切な間隔の導出>

次に、本実施形態に係る、搬送ベルト3の速度ムラに起因した色ずれ検出誤差を低減するためのパターン間隔を算出する方法について説明する。以下ではまず、検出用パターンの転写時及び検出時における搬送ベルト3の速度変動によって生じる検出誤差を見積もるために式について説明する。40

【0050】

(必要なパラメータの定義)

図9に示すように、搬送ベルト3による搬送路上における基準色Kの転写位置と、Y、M、Cの転写位置との間の距離を、それぞれSY、SM、SCとする。隣接する転写位置間の距離については、駆動ローラ4の偏心等の駆動系の要因によって発生する、搬送ベルト3の周面の移動速度の変動に起因した、色ずれの検出誤差を低減するために、通常、駆動ローラ4の外周長Tと一致させる。本実施形態においても、これと同様、 $SY = T$ 、 $SM = 2T$ 、 $SC = 3T$ とする。なお、Tは、例えば75 [mm]である。また、図9に示すRは、搬送ベルト3による搬送路上で、基準色Kの検出用パターンの転写位置と、レジ検出センサ6によって当該検出用パターンが読み取られて検出される検出位置との間の距50

離を表す。なお、Rは例えば210 [mm]である。

【0051】

(転写タイミングと検出タイミングの定義)

図10には、各色の検出用パターンの、搬送ベルト3上への転写タイミングをtK、tY、tM、tCとした場合における、レジ検出センサによる各パターンの検出タイミングを示している。これらの検出タイミングは、各色についての転写位置とレジ検出センサ6との間の距離、及び搬送ベルト3の周面の移動速度Vに基づいて、得ることができよう。

【0052】

(オフセット値の定義)

図11は、搬送ベルト3に、各色のパターンを同時に転写した場合の転写パターン1401と、基準色K以外のY、M、Cのパターンを、搬送ベルト3の移動方向に対して前方に所定の距離だけオフセットを与えて転写した転写パターン1402とを示す。なお、搬送ベルト3による搬送路上において隣接した転写位置の間隔を、等間隔Sとし、感光ドラム1dからの転写位置とレジ検出センサ6による検出位置との間の距離をRとしている。ここで、転写パターン1402は、同時転写の転写パターン1401におけるY、M、Cのパターンに対して、副走査方向とは逆の方向(即ち、搬送ベルト3の移動方向)にそれぞれY、M、Cの距離だけオフセットさせたものである。本実施形態では、図11に示すように、各色の検出用パターン間の間隔を、搬送ベルト3の速度ムラによる位置ずれの検出誤差を低減可能な距離に設定する。また、搬送ベルト3に転写される各色のパターンの間隔が、当該設定した距離となるようなタイミングに、感光ドラム1a～1dから搬送ベルト3へ各色のパターンをそれぞれ転写する。

【0053】

(各色の転写タイミング)

図12は、各色のパターン間が図11に示す距離となるように搬送ベルト3へ各パターンを転写する場合の、各転写タイミングを示している。ここで、すべての色の検出用パターンを同時に転写する場合の転写タイミングを、基準色Kの転写タイミングtKとする。この場合、同時転写の場合のY、M、Cの検出用パターンの転写位置に対して、図11に示すY、M、Cのオフセットを与えるためには、各色の転写タイミングtY、tM、tCを、以下のようにtKより早める必要がある。

$$tY = tK - Y/V \quad (7)$$

$$tM = tK - M/V \quad (8)$$

$$tC = tK - C/V \quad (9)$$

これらの式に示すように、各色のパターンの転写タイミングを、基準色Kの転写タイミングtKに対して、それぞれY/V、M/V、C/Vだけ早めることによって、図11に示す転写パターン1402を実現できる。

【0054】

(搬送ベルト3の速度ムラのプロファイル)

図13は、搬送ベルト3の回転周期と等しい特定周期で生じる移動速度の変動によって発生する、搬送ベルト3上にパターンが本来形成される位置からの変化(位置ずれ)を示す。ここで、搬送ベルト3の膜厚ムラ等に起因して生じる搬送ベルト3の周面の移動速度の変動は、波形1601のようにsin波で近似できるものとしている。このような搬送ベルト3の速度変動は、検出用パターンの転写位置と当該パターンの検出位置とにおいて、同一のタイミングにおいて同一の大きさで発生するものとする。なお、搬送ベルト3の外周長Bは、例えば850 [mm]であり、回転周期 $B = B/V [sec]$ と表すことができる。

【0055】

(転写タイミング及び検出タイミングにおける位置ずれ)

図14は、検出用パターンの転写時及び検出時における、搬送ベルト3の速度変動による位置の変化について示している。同図の1700に示すように、検出用パターンの転写時において、搬送ベルト3の周面の移動速度にVの変動が発生した場合には、変動がな

い場合の理想位置 1701 に対して、搬送ベルト3上で だけずれた位置 1702 にパターンが転写される。なお、 は、搬送ベルト3の速度変動 V によって発生する位置の変化の絶対値を表す。ここで、搬送ベルト3の移動方向に対して正の速度変動 (+ V) が生じた場合、検出用パターンの転写位置は、当該移動方向に対して、理想位置 1701 より後方にずれる (-)。

【0056】

また、1710 に示すように、検出用パターンの検出時に、搬送ベルト3の周面の移動速度に V の変動が発生した場合には、速度変動がない場合の理想位置 1711 に対して搬送ベルト上で変化量 だけ変化した位置 1712 においてパターンが検出される。ここで、搬送ベルト3の移動方向に対して正の速度変動 (+ V) が生じた場合、検出用パターンの検出位置は、当該移動方向に対して、理想位置 1711 より前方に変化する (+)。以上のように、搬送ベルト3の周面の移動速度の変動による位置の変化の方向は、パターン転写時と検出時とで逆方向となる(符号が逆となる)ことがわかる。ここで、時刻 t における、パターン転写時に発生する転写位置の変化量 T(t) と、パターン検出時に発生する検出位置の変化量 S(t) とは、次式のように表される。

$$T(t) = - \sin(2t/B) \quad (10)$$

$$S(t) = \sin(2t/B) \quad (11)$$

【0057】

(各色についての検出誤差の算出)

本実施形態では、搬送ベルト3の周面の移動速度がある特定周期で変動する場合に生じる、搬送ベルト3上におけるパターンの転写位置の変化量と検出位置の変化量とを合計した合計変化量を基準として、色ずれの検出誤差を低減する。なお、本実施形態において特定周期は、搬送ベルト3の回転周期と同一の周期である。まず、基準色 K と、当該基準色以外の Y、M、C との間ににおける色ずれの検出誤差 YK、 MK、 CK は、基準色 K の転写時刻 tK を基準として次式のように表すことができる。

$$YK(tK, Y) = \{ T(tK - Y/V) + S(tK - Y/V + (R + SY)/V) \} \\ - \{ T(tK) + S(tK + R/V) \} \quad (12)$$

$$MK(tK, M) = \{ T(tK - M/V) + S(tK - M/V + (R + SM)/V) \} \\ - \{ T(tK) + S(tK + R/V) \} \quad (13)$$

$$CK(tK, C) = \{ T(tK - C/V) + S(tK - C/V + (R + SC)/V) \} \\ - \{ T(tK) + S(tK + R/V) \} \quad (14)$$

ここで、これらの式において、右辺の第3項及び第4項は、搬送ベルト3上における、基準色 K についてのパターンの転写位置及び検出位置の理想位置からの変化量の合計変化量を表す。一方、右辺の第1項及び第2項は、搬送ベルト3上における、基準色以外 Y、M、C についてのパターンの転写位置及び検出位置の理想位置からの変化量の合計変化量を表す。式 (12) ~ (14) の各々において、これらの変化量の差分を YK、 MK、 CK として算出してあり、これは色ずれの検出誤差に対応する。式 (12) ~ (14) に示すように、色ずれの検出誤差 YK、 MK、 CK は、基準色 K の転写時刻 tK と、各パターンのオフセット値 Y、 M、 C との関数として表すことができる。このように、色ずれの検出誤差は、 tK によって変化する。このことは、色ずれの検出誤差が、各パターンの転写タイミング及び検出タイミングによって定まる、搬送ベルト3の速度変動の位相関係に依存して変化することを意味している。従って、各パターンの転写タイミング及び検出タイミングを変化させて、当該速度変動の位相関係を適切に調整することによって、色ずれの検出誤差を低減することができる。具体的には、本実施形態では、転写タイミング及び検出タイミングにおける搬送ベルト3の速度変動の位相関係が、色ずれの検出誤差を低減する位相関係となるように、搬送ベルト3上に形成すべき各色の検出用パターンの間隔(第1の間隔)を決定する。

【0058】

(各色の最大検出誤差の計算式)

次に、搬送ベルト3上に形成する各色の検出用パターンの最適な間隔(第1の間隔)に

10

20

40

50

について説明する。この最適なパターン間隔を求めるためには、色ずれの検出誤差が最も大きくなる場合における位相関係に基づいて、当該誤差を見積もる必要がある。即ち、基準色Kの転写タイミング t_K を、搬送ベルト3の周期 B にわたる範囲 $0 \leq t_K < B$ において変化させた場合に、色ずれの検出誤差が最大となる値を基準として検討する必要がある。従って、各色の最大検出誤差を $\max Y_K$ 、 $\max M_K$ 、 $\max C_K$ とすると、

$$\max Y_K = \max (| Y_K(t_K) | \mid 0 \leq t_K < B) \quad (15)$$

$$\max M_K = \max (| M_K(t_K) | \mid 0 \leq t_K < B) \quad (16)$$

$$\max C_K = \max (| C_K(t_K) | \mid 0 \leq t_K < B) \quad (17)$$

と表すことができる。これらの式に基づいて、以下では、検出用パターンの転写時及び検出時における搬送ベルト3の周面の移動速度の変動による色ずれ検出誤差を低減するのに適したパターン間隔について検討する。

【0059】

(パターン間隔の最適化)

次に、式(15)～(17)に基づいて適切なパターン間隔を求める。図15の1800aは、上述のオフセット値(Y 、 M 、 C)を変化させた場合の最大検出誤差 $\max Y_K$ 、 $\max M_K$ 、 $\max C_K$ の計算結果を示している。なお、1801～1803は、それぞれ $\max Y_K$ 、 $\max M_K$ 、 $\max C_K$ を表し、オフセット値(Y 、 M 、 C)が0 [mm]の場合の検出誤差は、各色の検出用パターンを同時に搬送ベルト3へ同時に転写した場合の検出誤差に相当する。同図に示すように、各色の検出用パターンを同時に転写した場合には、検出誤差を最小化することはできず、かかる場合よりも検出誤差が低減可能なオフセット値が存在することがわかる。また、最大検出誤差 $\max Y_K$ 、 $\max M_K$ 、 $\max C_K$ が最小となるオフセット値は、 Y 、 M 、 C の各色について、 $Y = SY / 2$ 、 $M = SM / 2$ 、 $C = SC / 2$ であることがわかる。即ち、色ずれの検出誤差を低減することができる最適なオフセット値は、基準色Kの転写位置と、 Y 、 M 、 C の転写位置との間の間隔 SY 、 SM 、 SC を $1 / 2$ した値であることが、式(15)～(17)を用いた計算によって明らかとなった。

【0060】

図16を参照して、上述のオフセット値に応じて各色の検出用パターンを搬送ベルト3に転写する際の転写タイミングについて説明する。図16において、縦軸は搬送ベルト3の速度変動成分を示し、横軸は時間を示す。図16は、色ずれの検出用パターンの転写タイミング及び検出タイミングの一例を示しており、1900aは、各色のパターンを同時に転写した場合、1900bは、本実施形態に係る上述のオフセット値に基づいて各色のパターンを転写した場合について示している。1900aでは、各色の検出用パターンを同時に転写した場合の、搬送ベルト3上で隣接するパターン間の間隔を等間隔 S 、搬送ベルト3の周面の移動速度を V としている。本実施形態では、1900bに示すように、基準色Kの転写タイミングに対して、 Y 、 M 、 C について各オフセット $Y = SY / 2$ 、 $M = SM / 2$ 、 $C = SC / 2$ に対応する時間 Y / V 、 M / V 、 C / V だけ転写タイミングを早める。また、これにより、各色のパターンの検出タイミングにおいても、基準色Kのタイミングに対して、 Y 、 M 、 C の検出タイミングは時間 Y / V 、 M / V 、 C / V だけずれることになる。(同時転写の場合と比較して、検出タイミング間の時間差は縮まることになる。)

【0061】

(レジ検出センサ6L、6Rの位置の依存性)

次に、図15の1800cは、搬送ベルト3上で、基準色Kのパターンの転写位置と、レジ検出センサ6によって当該パターンが検出される検出位置との間の距離 R を変化させた場合の、最大検出誤差 $\max Y_K$ の計算結果を示している。なお、1811～1813、それぞれ $R = 170$ [mm]、 $R = 250$ [mm]、 $R = 350$ [mm] の場合の $\max Y_K$ の計算結果である。同図に示すように、 R に依存して最大検出誤差の最小値は変化するものの、当該最小値が得られるオフセット値 Y は、何れの R に対しても $SY / 2$ で同一であることがわかる。従って、最適なパターン間隔は、距離 R に依存しないことがわ

10

20

30

40

50

かる。

【0062】

<設定した間隔の検出用パターンを用いた色ずれ補正>

本実施形態では、図8のS102において、CPU611は、図4に示したパターン間隔を521及び531、522及び532、523及び533を、それぞれSY/2、SM/2、SC/2として、搬送ベルト3上に各色の検出用パターンを形成する。その後、CPU611は、S103において搬送ベルト3上のパターンを検出した結果に基づいて、S104で、色ずれ値を色ごとに算出する。さらに、S105で、CPU611は、当該算出結果に基づいて色ずれ補正を実行する。

【0063】

以上のように、本実施形態では、色ずれ検出用のパターンの転写及び検出タイミングにおける搬送ベルト3の速度変動の位相関係に応じて定められる、色ずれの検出誤差を低減可能な間隔で、色ずれの検出用パターンを搬送ベルト3に形成する。さらに、搬送ベルト3上に形成されたパターンの検出結果に基づいて色ずれ補正を実行する。このような検出用パターンを予め生成し、記憶装置等に格納しておくことで、簡易な処理で高精度に色ずれの検出誤差を低減することができる。その結果、色ずれ補正の精度を向上させ、記録材に形成される画像の品質を向上させることができる。さらに、上述のオフセット値を、基準色Kの転写位置と、Y、M、Cの転写位置との間の間隔SY、SM、SCを1/2した値とすることで、色ずれの検出誤差を更に低減することができる。

【0064】

<本実施形態の有効範囲及び変形例>

以下では、本実施形態の有効な範囲といいくつかの変形例について説明する。図15の1800bは、図15の1800aに含まれる1801を、 $Y = 0 \sim 120 [mm]$ について拡大して表示したものである。図15の1800cにおいて、Pは、最大検出誤差max Y Kが最小値となる最適なオフセット値SY/2についての、オフセット値 $Y = 0$ (同時転写)からのmax Y Kの改善量を表す。ここで、改善量Pに対して10%の範囲をmax Y Kの許容範囲とする。これは、同時検出の場合と比較した最大検出誤差max Y Kの改善量が、改善量Pの10%の範囲内であれば、同時転写の場合に対して十分に位置ずれの検出誤差が低減されると考えられるためである。本実施形態では、1800cに示すように、当該許容範囲内となるオフセット値Yは、最適なオフセット値 $Y = SY/2$ に対して $\pm 28\%$ であることがわかる。即ち、 $(SY/2) \times 72\% \leq Y \leq (SY/2) \times 128\%$ の範囲であれば、Yは許容範囲内であるといえる。なお、上記の最大の改善量の10%の範囲内に対応するオフセット値の範囲は、搬送ベルト3の外周長B、距離R、各色のパターンの転写位置間の距離SY、SM、SCに依存して変化することが明らかとなっている。

【0065】

次に、図17は、色ずれの検出誤差の許容範囲とオフセット値(Y、M、C)との関係を示している。まず、図17の2000aの各曲線は、YとK、MとK、CとKについてオフセット値をそれぞれ示しており、転写位置間の間隔が異なる場合の特性を比較している。同図より、例えば、上述の10%に対応する最大検出誤差の許容範囲に着目すると、転写位置間の間隔が異なる場合にはオフセット値の有効範囲も変化することがわかる。また、図17の2000bの各曲線は、YK間ににおける色ずれの最大検出誤差について、距離 $R = 50, 200, 300 [mm]$ とした場合を示している。同図より、距離Rによってもオフセット値の有効範囲が変化することがわかる。また、各色のパターンの転写位置間の距離や距離Rを現実的な範囲で変化させた場合、最大検出誤差の許容範囲10%におけるオフセット値の有効範囲が最大となるのは、距離Rを小さい値に設定した場合であることがわかる。即ち、 $R = 50 [mm]$ の場合にオフセット値の有効範囲が最大となり、最大値は32%であった。なお、距離Rを $50 [mm]$ よりも小さくしても、32%を超えないことが明らかとなっている。従って、オフセット値の有効範囲の上限は32%と考えることができ、32%以下のオフセット値であればおおよそ適切なパターン間隔

10

20

30

40

50

であると考えることができる。

【0066】

(搬送ベルト3の速度ムラのプロファイル)

本実施形態では、搬送ベルト3の周面の移動速度の速度ムラの原因として、搬送ベルト3の膜厚ムラ等によって搬送ベルト3の回転周期と同一の、比較的長周期の特定周期で生じる速度ムラを想定している。また、当該特定周期の速度ムラを、図13の波形1601に示すsin波によるプロファイルで近似して、適切なパターン間距離を求めてている。しかしながら、当該速度ムラの近似は、sin波に限らず、例えば波形1602のように、sin波を歪ませたプロファイルであってもよい。本実施形態の変形例としてかかるプロファイルを使用した場合にも、色ずれの検出誤差を低減することは可能である。

10

【0067】

(主走査方向の補正)

また、本実施形態では、レジ検出センサ6R, 6Lで得られた検出結果に基づいて、副走査方向の色ずれを補正する動作について主として説明してきた。しかしながら、本実施形態で説明した検出用パターンによれば、色ずれの検出精度を高めることが可能であることによって、主走査方向の色ずれ補正についてもその補正精度を向上させることができある。

【0068】

なお、検出用パターンは、図4に示したパターンに限られず、異なるパターンであってもよい。例えば、図22に示すようなパターンを使用した場合にも同様に、色ずれの検出誤差を低減することが可能である。即ち、本発明は、検出用パターンの形状として任意の形状を適用可能であり、何れの形状の検出用パターンにおいても、パターン間の間隔を上述のように適切に設定することによって、色ずれの検出誤差を低減することができる。また、本実施形態では、搬送ベルト3の移動方向に沿って最も下流側の感光ドラム1dに対応するKを、色ずれを検出する際の基準色とした。しかしながら、本発明では、かかる場合には限定されず、基準色を最も下流のK以外の色に設定した場合にも、色ずれの検出誤差を低減するパターン間隔を同様に求めることが可能である。

20

【0069】

[第2の実施形態]

第1の実施形態では、搬送ベルト3に関連する長周期の速度ムラによって生じる色ずれの検出誤差を低減するような検出用パターンを設計した。ところで、搬送ベルト3の周面の移動速度に生じる速度ムラには、搬送ベルト3に関連する長周期の速度変動成分のみが含まれているとは限らない。第1の実施形態のように、搬送ベルト3の周面の移動速度の変動として、搬送ベルト3の回転周期に等しい特定周期の変動だけでなく、それと異なる周期の変動が更に生じている場合がある。例えば、搬送ベルト3の駆動ローラ4の回転周期と等しい比較的短い周期の速度変動が、搬送ベルト3の周面の移動速度に更に生じている場合もある。そこで、本実施形態では、搬送ベルト3に関連する長周期の速度変動成分だけでなく、駆動ローラ4に関連する速度変動成分等の、比較的短い周期の速度変動成分によって生じる色ずれの検出誤差を低減する。なお、以下では第1の実施形態と共通する部分については説明を省略又は簡略化する。

30

【0070】

上述のような短い周期の速度変動成分によって生じる色ずれの検出誤差は、搬送ベルト3に関連する長周期の速度変動成分との関係で、無視できないほど影響が大きくなることがある。ここで、図18において、2101は搬送ベルト3に関連する長周期の速度変動成分、2102は駆動ローラ4に関連する速度変動成分を示している。なお、駆動ローラ4の外周長をTとしており、第1の実施形態では外周長Tと、各色の転写位置間の間隔とを等しくしている。図18に示すように、駆動ローラ4に関連する検出誤差が異なる色のパターン間で逆位相となる色の組合せが存在することがわかる。これは、第1の実施形態によれば、各色のパターン間隔が、駆動ローラ4の外周長Tの半分についての整数倍となるためである。即ち、YK、CK、MY、CMの組合せにおいて、駆動ローラ4に関連す

40

50

る検出誤差が著しく劣化してしまう問題がある。

【0071】

そこで、本実施形態では、このような劣化を軽減するために、各色について複数の検出用パターンを搬送ベルト3に形成するとともに、それらの検出結果を平均化する処理を実行する。以下では、一例として、搬送ベルト3の周面の移動速度の速度ムラについての短周期の速度変動成分として、駆動ローラ4の回転周期と等しい周期で生じる速度変動成分による検出誤差を低減する場合について説明する。

【0072】

図19は、本実施形態において搬送ベルト3上に形成する検出用パターンを示している。
図19では、第1の実施形態で使用した各色の検出用パターンのセット(パターン画像群)として、搬送ベルト3上に間隔2200で2個のパターン画像群2201、2202を形成した場合を示している。ここで、間隔2200は、異なるパターン群にそれぞれ含まれる先頭のパターン画像の間隔を表しており、検出誤差を低減すべき速度変動成分の周期に対応する距離、即ち、駆動ローラ4の外周長Tに応じて設定される。本実施形態のように、駆動ローラ4に関連する検出誤差を低減させる場合、間隔2200は、駆動ローラ4に起因した搬送ベルト3の周面の移動速度の速度変動成分の1周期の期間に、搬送ベルト3の周面が移動する距離に等しい間隔(第2の間隔)に設定される。具体的には、外周長Tの1/2を奇数倍した値をセット間隔2200として設定すればよく、この場合、 $7T/2 = 262.5 [mm]$ と設定する。

【0073】

次に、検出用パターンの2個のセット2201、2202を用いて、第1の実施形態と同様、図8のS104において、色ずれ値を算出し、算出した各セットの色ずれ値を平均化して平均色ずれ値を得る。さらに、S105において、得られた平均色ずれ値に基づいて必要な補正値を求めるとともに、当該補正値を用いて色ずれ補正を実行する。

【0074】

以上説明したように、本実施形態によれば、搬送ベルト3の周面の移動速度の速度ムラとして、搬送ベルト3に関連する長周期の速度変動成分だけでなく、駆動ローラ4に関連する速度変動成分のように、比較的短い周期の速度変動成分にも対処できる。即ち、このような短い周期の速度変動成分によって生じる位置ずれの検出誤差についても低減し、色ずれ補正の精度を向上させることが可能となる。

【0075】

なお、本実施形態によれば、搬送ベルト3に関連する速度変動成分のような長周期の成分については平均化処理を実行する必要がなく、短周期の速度変動成分についてのみ平均化処理を実行すればよい。このため、搬送ベルト3上に各色について複数の検出用パターンを搬送ベルト3上に形成したとしても、特許文献1等の従来技術と比較して、形成すべき検出用パターンの数を少なくすることができるであろう。これにより、従来技術と比較して、検出用パターンの形成に必要なトナー消費量を低減することもできるであろう。

【0076】

また、本実施形態では、2セットの検出用パターンを用いて短周期の速度変動成分についての検出誤差を低減する場合について説明した。しかしながら、搬送ベルト3上に形成すべき検出用パターンのセット数は、2セットに限らず、3つ以上のセットの検出用パターンを搬送ベルト3上に形成してもよい。例えば、n個のセットの検出用パターンを用いる場合、検出誤差を低減すべき速度変動成分の周期に対応する距離をLとすると、セット間の間隔は L/n とすればよい。これにより、対象とする速度変動成分に起因した検出誤差を低減することが可能となり、色ずれ検出誤差を更に低減することが可能となる。

【0077】

[第3の実施形態]

第1の実施形態では、図15の1800bにおいて、位置ずれの検出誤差が最小値となるオフセット値は、基準色Kの検出用パターンの転写位置とレジ検出センサ6によって当該検出用パターンが検出される検出位置との間の距離Rに依存しないことを説明した。そ

10

20

30

40

50

の一方で、当該最小値は、距離 R に依存して変化することを説明した。そこで、第 3 の実施形態では、距離 R を、位置ずれの検出誤差を更に低減可能な距離に設定することを特徴とする。なお、本実施形態では、色ずれの検出用パターンとして、第 1 の実施形態で使用した検出用パターンと同一の検出用パターンを使用する。なお、以下では第 1 及び第 2 の実施形態と共通する部分については説明を省略又は簡略化する。

【0078】

図 20 の 2300a は、距離 R を変化させた場合の、Y K 間の最大検出誤差 $\max_{R} Y K$ の計算値 2301 を示している。1800b に示したように、最大検出誤差は、距離 R に依存して変化する。理論計算によるものであるが、最大検出誤差が 0 となる距離 R が存在することが明らかとなっている。本実施形態のように、ベルトの外周長 $B = 850 [mm]$]、Y、K の転写位置間の距離 $S Y = 75 [mm]$ である場合、最大検出誤差が 0 となる距離 R の最適値 $R Y$ は、 $R Y = 387.5 [mm]$ であった。

10

【0079】

次に、図 21 を参照して、距離 R に依存して最大検出誤差が低減される理由について説明する。図 21 では、搬送ベルト 3 の周面の移動速度に搬送ベルト 3 の回転周期と等しい周期で生じる速度変動（速度ムラ）の様子と、Y と K の検出用パターンの転写タイミング及び検出タイミングを示している。ここで、Y K 間のパターン間隔は、第 1 の実施形態で説明した間隔 $S Y / 2$ に設定されている。このため、転写タイミング及び検出タイミングについて、Y と K とのタイミングの差が $(S Y / 2) / V$ となっている。図 21 において、関係 1 は、Y のパターンの転写タイミングと K のパターンの検出タイミングとの組合せを示し、関係 2 は、Y のパターンの検出タイミングと K のパターンの転写タイミングとの組合せを示す。これら関係 1 及び 2 の組合せに含まれるタイミングの間隔は同一であり、距離 R を用いて $(R + S Y / 2) / V$ と表すことができる。ここで、距離 R を、

20

$$R = B / 2 - S Y / 2 \quad (18)$$

と設定すると、関係 1 及び 2 におけるタイミング間隔は、 $(B / 2) / V = B / 2 [sec]$ となり、これは搬送ベルト 3 の回転周期の $1 / 2$ であることがわかる。即ち、関係 1 及び 2 にそれぞれ含まれる 2 つのタイミングにおいて、搬送ベルト 3 の速度変動はちょうど逆位相の関係となる。

【0080】

以下では、上述の関係をより詳しく説明する。ここで、Y K 間の色ずれの検出誤差は、 $Y = S Y / 2$ を式 (12) に代入することによって、

30

$$Y K(t K) = \{ T(t K - (S Y / 2) / V) + S(t K + (R + S Y / 2) / V) \} - \{ T(t K) + S(t K + R / V) \} \quad (19)$$

と表わせる。ここで、右辺の第 1 項と第 4 項とが関係 1 に対応し、第 2 項と第 3 項とが関係 2 に対応する。また、第 1 の実施形態の図 14 を参照して説明したように、搬送ベルト 3 の速度変動に起因してパターン転写時及び転写時に生じる位置ずれは、符号が逆になることから、式 (10) 及び (11) より $T(t) = -S(t)$ である。以上より、式 (19) に含まれる関係 1 及び関係 2 に対応する項は、それぞれ次式のように変形することができる。

関係 1 :

40

$$T(t K - S Y / V) + T((t K - S Y / V) + B / 2) = 0 \quad (20)$$

関係 2 :

$$-T(t K + B / 2) - T(t K) = 0 \quad (21)$$

式 (20) 及び (21) に示すように、関係 1 及び関係 2 にそれぞれ含まれる 2 つのタイミングにおいて、搬送ベルト 3 の速度変動はちょうど逆位相となるため、検出誤差は、関係 1 及び 2 のそれだけで相殺されて 0 となる。従って、距離 R を式 (18) の関係に設定することによって、検出誤差が 0 となる。ここで、検出誤差が 0 となる距離 R の最適値 $R Y$ は、式 (18) に基づいて、 $R Y = 850 / 2 - 75 / 2 = 387.5 [mm]$ と簡単に計算することができる。

【0081】

50

ここで、この最適値 R_Y は、各色のパターン間隔を、転写位置間の間隔の $1/2$ とした場合にのみ存在することに留意されたい。即ち、第1の実施形態において求めたパターン間隔を適用した場合にのみ、距離 R に最適値 R_Y を設定することができる。また、上述した距離 R の最適化によると、 YK 間の色ずれの検出誤差を低減されるのであって、他の色間 ((CK, MK)) の色ずれの検出誤差は低減されないことに留意されたい。

【0082】

次に、 YK 間だけでなく、他の色間 (CK, MK) の色ずれの検出誤差を考慮して、距離 R を設計する方法について説明する。図20の2300bは、距離 R を変化させた場合の、 YK 間についての最大検出誤差 $\max YK$ の計算値 2301 だけでなく、 YK 間以外の MK 間、 CK 間についての最大検出誤差 $\max MK$ 、 $\max CK$ の計算値 2302、2303 も示している。2300bから分かるように、 YK 間、 MK 間、 CK 間における最大検出誤差の最小値に対応する距離 R が異なることがわかる。ここで、最大検出誤差が最小化される最適値は、 YK 間では $R_Y = 387.5 [mm]$ 、 MK 間では $R_M = 350 [mm]$ 、 CK 間では $R_C = 312.5 [mm]$ と求められる。なお、最適値 R_M 及び R_C は、上述の R_Y と同様にして、式(18)の S_Y に代えて、 S_M 、 S_C を用いることによって得られる。

【0083】

このように、 YK 間、 MK 間、 CK 間の全てについて最大検出誤差が 0 となる距離 R は存在しないため、何れの色の組合せに基づいて、距離 R を決定することが必要となる。即ち、搬送ベルト3の周面の速度変動による、基準色 K についての転写位置及び検出位置の合計変化量と、基準色以外の何れか 1 色についての当該合計変化量との差分に基づいて、距離 R を決定することが必要である。具体的には、 YK 間、 MK 間、 CK 間の最大検出誤差のうち、何れかを選択して、対応する距離 R の最適値 R_Y 、 R_M 、 R_C を使用する。

【0084】

YK 間、 MK 間、 CK 間の検出誤差のうち、低減すべき検出誤差が予め定められている場合、当該予め定められた検出誤差に対応する最適値 (R_Y 、 R_M 、 R_C の何れか) を距離 R として決定すればよい。あるいは、 R_Y 、 R_M 、 R_C のうちで、 YK 間、 MK 間、 CK 間の最大検出誤差の合計値が最小となるものを、距離 R として決定してもよい。例えば、図20の2300bにおいては、 R_C がこれに相当する。なお、最大検出誤差の合計値が最小となる距離 R が、転写位置間の距離が最も大きい CK 間の最大検出誤差の最適値 R_C であることは、各色の転写位置間の距離や搬送ベルト3の外周長に依存しない。このことは、種々の計算結果から明らかとなっている。

【0085】

あるいは、 R_Y 、 R_M 、 R_C のうちで、 YK 間、 MK 間、 CK 間の最大検出誤差の平均値が最も小さくなるものを、距離 R として決定してもよい。本実施形態では、この場合、 MK 間の最大検出誤差に対する最適値である R_M を距離 R として決定される。

【0086】

本実施形態では、第1又は第2の実施形態の画像形成装置に対して、さらに以下の改良を加える。即ち、搬送ベルト3の移動方向に対して最も下流側の感光ドラム1dによる転写位置とレジ検出センサ6L, 6Rとの距離 R が、上述のように決定された値となるように、レジ検出センサ6L, 6Rを配置する。このように、距離 R を適切に設定することによって、第1及び第2実施形態の場合と比較して、色ずれの検出誤差を更に低減することが可能となる。その結果、色ずれ補正を更に高精度に実行可能とし、画像形成の品質を向上させることができる。

【0087】

<その他の適用例>

上述の第1乃至第3の実施形態では、無端状ベルトとして、用紙を静電的に吸着して各画像形成部へ搬送する搬送ベルト3を用いる画像形成装置について説明してきた。しかし、本発明は、これに限定されることはなく、例えば、無端状ベルトとして中間転写ベルトを用いる中間転写方式の画像形成装置に対しても適用できる。この場合、感光ドラム1a

10

20

30

40

50

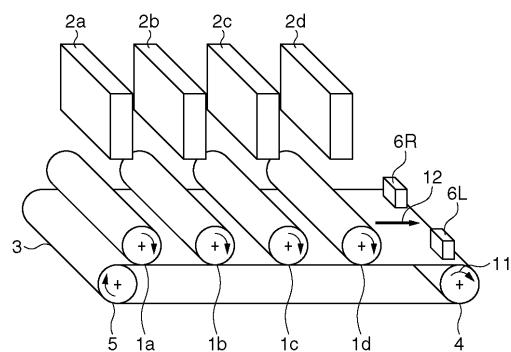
, 1 b , 1 c , 1 d の表面に形成された各トナー像は、中間転写ベルトの表面に、重ねて転写される。これにより、中間転写ベルトの表面にはカラーのトナー像が形成される。その後、中間転写ベルト上のトナー像は、2次転写部において、用紙力セットから搬送されてきた用紙の表面に転写される。このようにして、表面にカラーのトナー像が形成された用紙は、定着器（図示せず）へ搬送され、熱及び圧力で定着器によってトナー像が用紙上に定着される。その後、当該用紙は装置外部へ排出される。

【 0 0 8 8 】

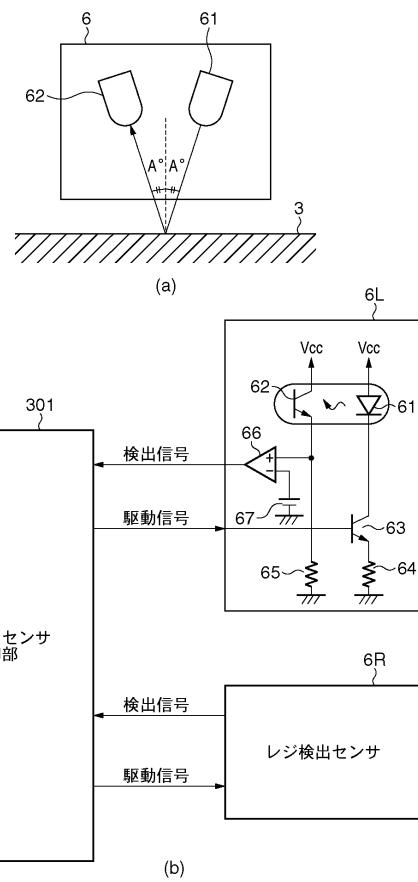
このような中間転写ベルトを用いる画像形成装置において、色ずれ検出用のパターン画像は、無端状ベルトに相当する中間転写ベルトの表面に形成される。中間転写ベルトに形成された検出用パターン画像は、一対のレジ検出センサ 6 R , 6 L を用いて検出される。当該パターン画像の形成方法、及びその検出結果に基づく色ずれの補正方法については、上述の第 1 乃至第 3 の実施形態と同様である。

10

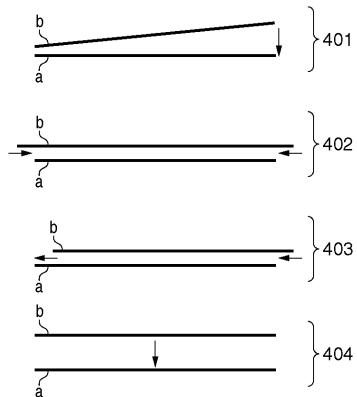
【 図 1 】



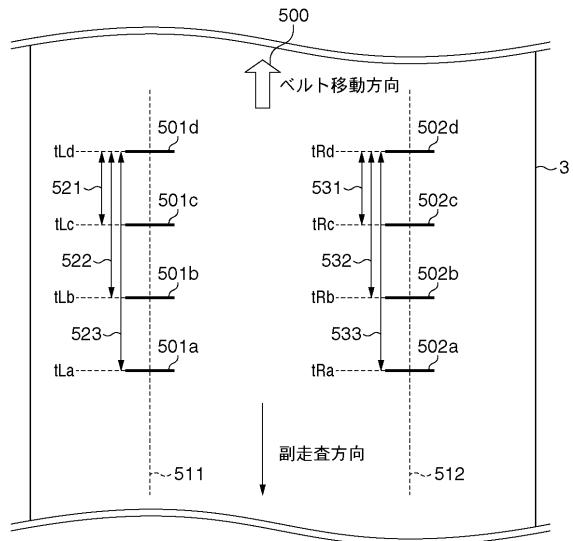
【 図 2 】



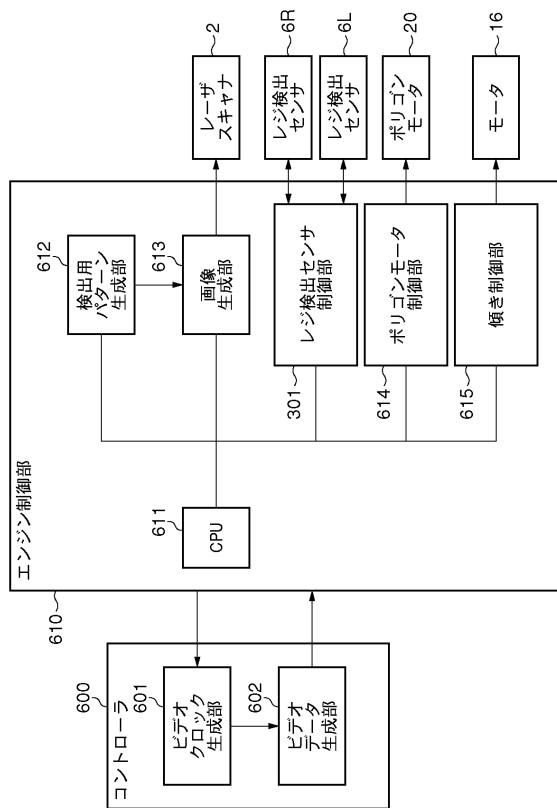
【図3】



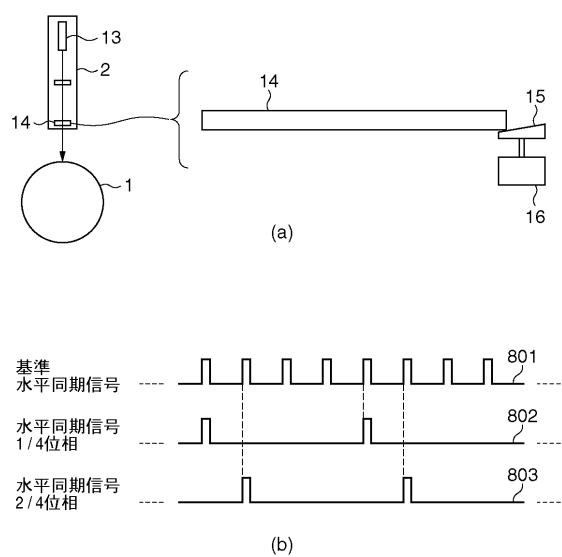
【図4】



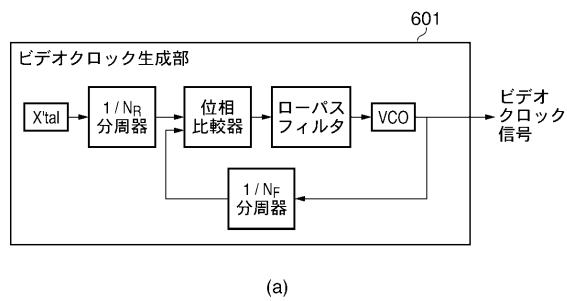
【図5】



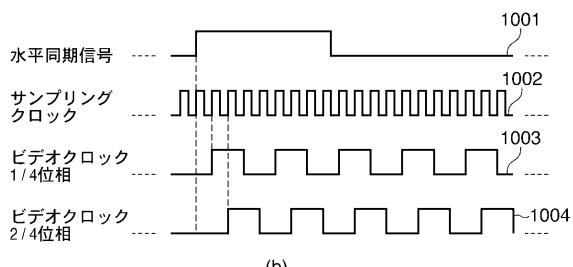
【図6】



【図7】

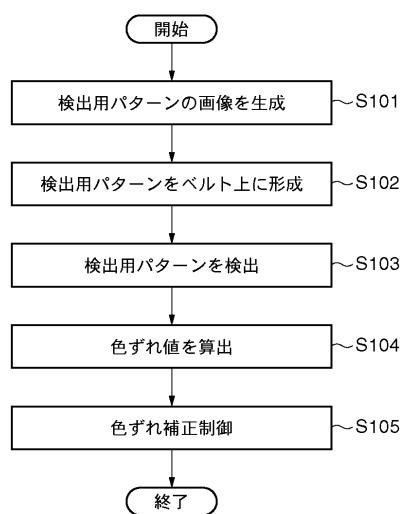


(a)

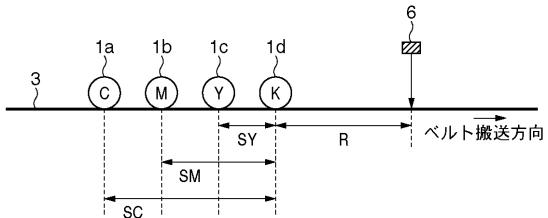


(b)

【図8】



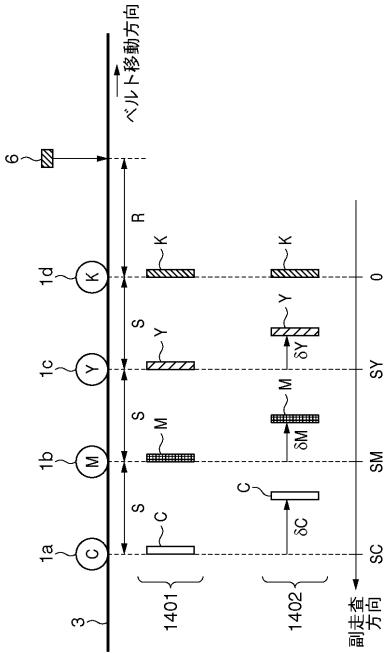
【図9】



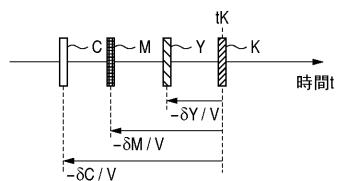
【図10】

	転写時刻	検出時刻
K(基準色)	tK	tK + R/V
Y	tY	tY + (R + SY)/V
M	tM	tM + (R + SM)/V
C	tC	tC + (R + SC)/V

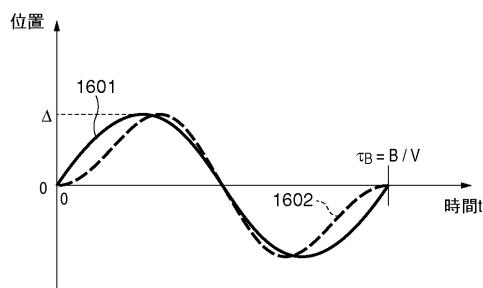
【図11】



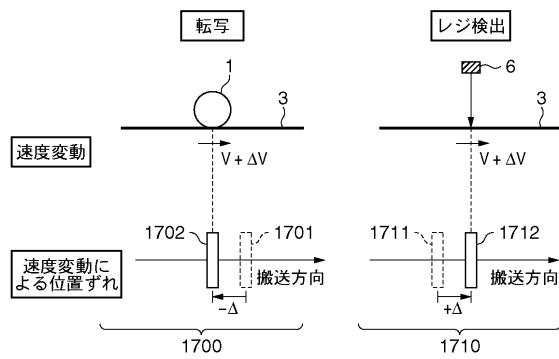
【図 1 2】



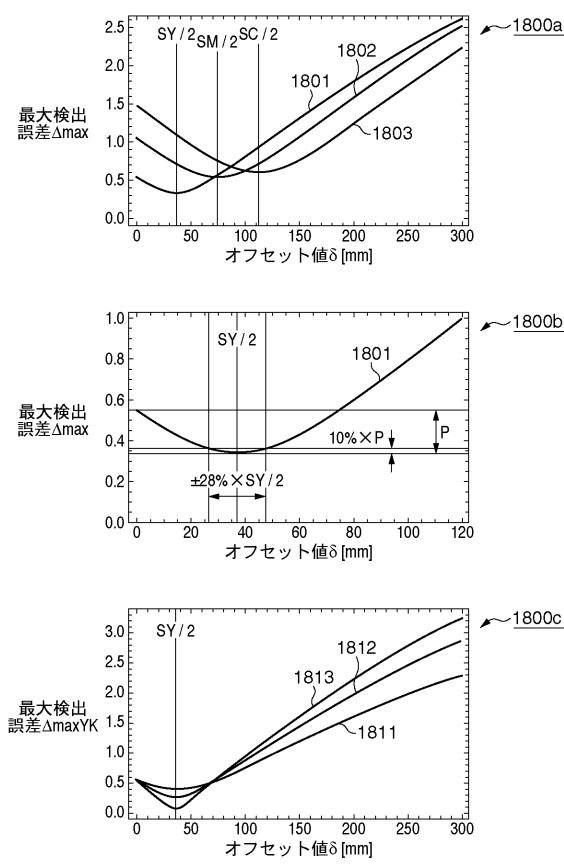
【図 1 3】



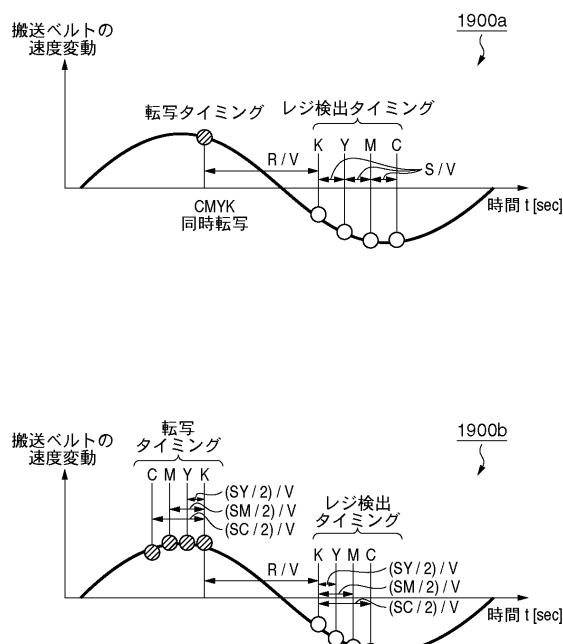
【図 1 4】



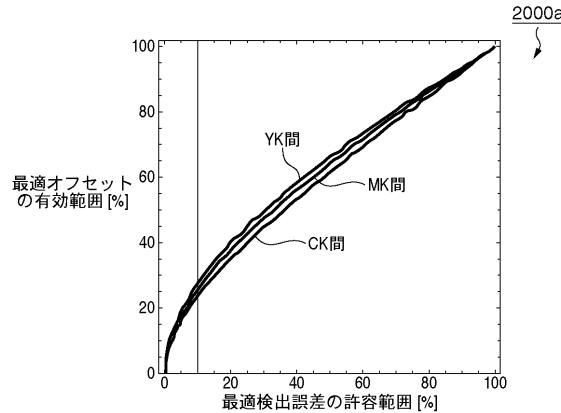
【図 1 5】



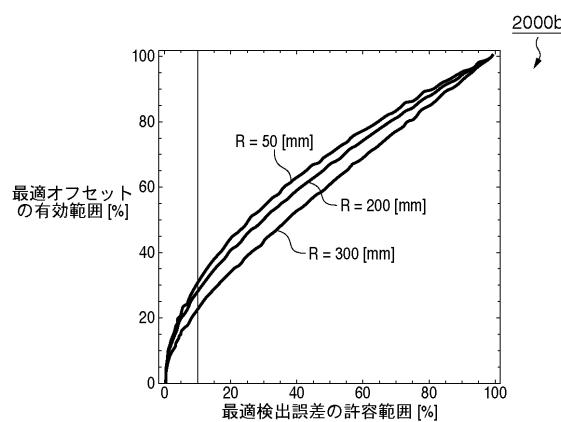
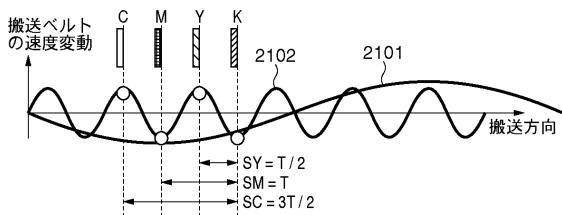
【図 1 6】



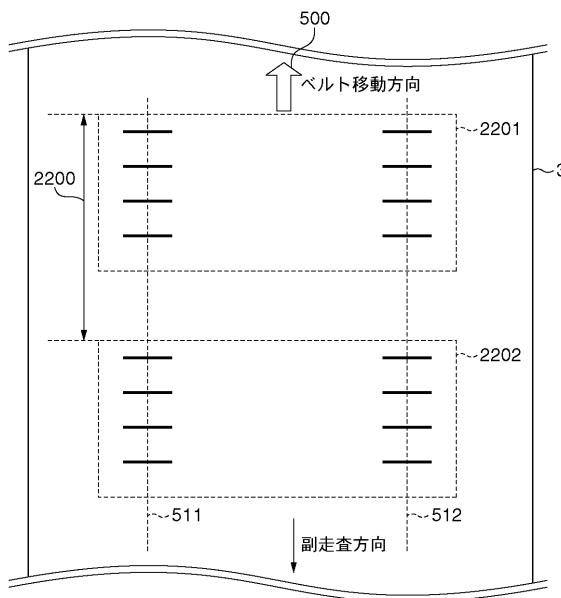
【図17】



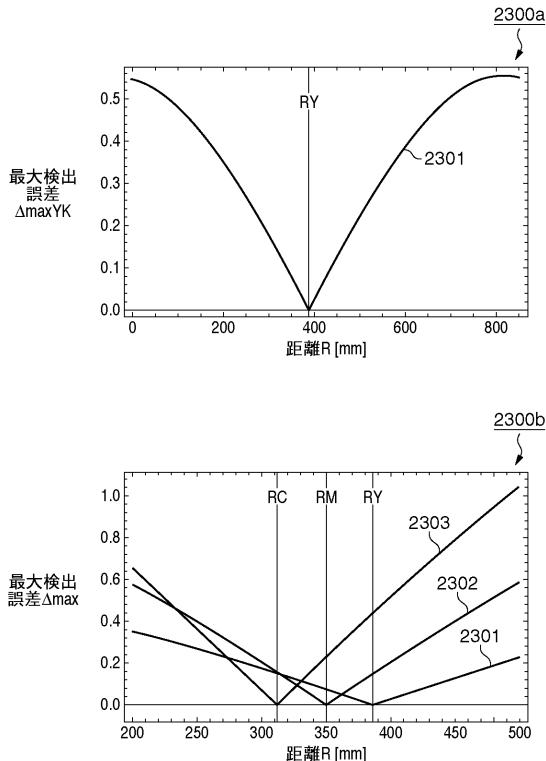
【図18】



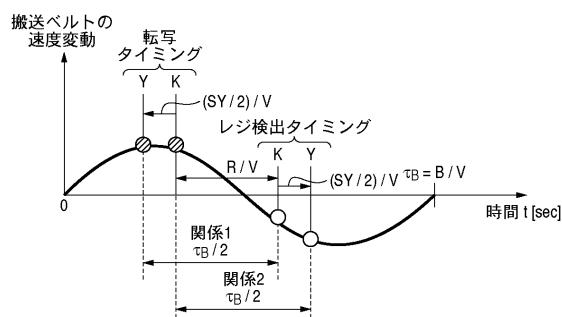
【図19】



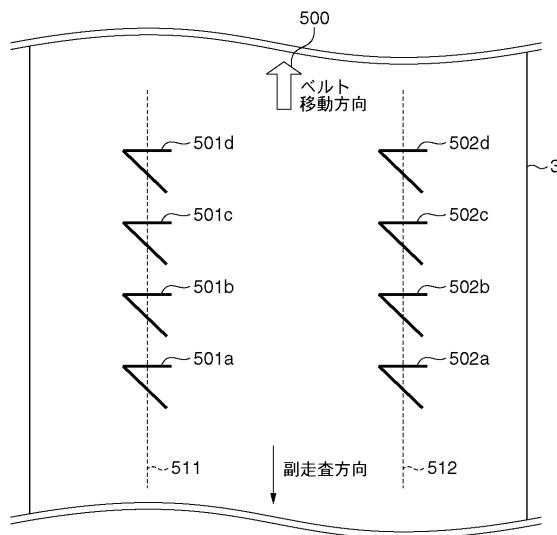
【図20】



【図21】



【図22】



フロントページの続き

(72)発明者 中島 里志

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 佐々木 創太郎

(56)参考文献 特開2007-293047(JP,A)

特開2005-274916(JP,A)

特開2001-356542(JP,A)

特開2004-251955(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03G 15/00

G03G 15/01

G03G 21/00

G03G 21/14