

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

トナーを担持するトナー担持体と、
 前記トナー担持体上でトナーをクラウド化する手段と、
 前記トナーが付着させられる記録媒体手段と、
 前記トナー担持体と前記記録媒体手段との間に配置され、複数のトナー通過穴を有するトナー制御手段と、

前記記録媒体手段に前記トナーを移動させる方向のバイアス電圧を印加する対向電極手段と、を備え

前記トナー制御手段は、前記トナー担持体側表面に、前記トナー通過穴の周囲及び穴内壁の少なくともいずれかに前記トナーの通過を制御する制御電極が設けられ、この制御電極の外側に複数の前記トナー通過穴に共通の共通電極が設けられ、

前記トナー制御手段の前記トナー通過穴を前記トナー担持体の前記トナーが前記記録媒体手段に向かって通過可能な状態にするとき、前記記録媒体手段側と前記トナー制御手段の前記共通電極との間に前記制御電極を迂回してループ状に電気力線が形成され、

前記トナーをクラウド化する手段に対し時間的に変動する平均電位 V_s の電圧を印加し、

前記トナー担持体の表面に前記トナーが存在している状態で、前記トナー制御手段の制御電極側から前記トナー担持体側を見たときの前記トナーによる電位を V_t とし、

前記トナー担持体側から見たときの前記トナー制御手段の表面電位を V_a とし、

前記トナー制御手段を通過したトナーを前記記録媒体手段側に導いてトナーを付着させるために前記記録媒体手段側に印加するバイアス電圧を V_p とし、

前記トナー制御手段の制御電極に対し前記トナーが前記トナー通過穴を通過可能な状態にするときに電圧 V_{c-on} を印加し、前記共通電極に電圧 V_g を印加し、このときの前記制御電極周辺の表面電位が V_{a-on} となるとき、

前記トナーを通過可能な状態にするときの各電位の関係は、

$V_s + V_t > V_g$ 、かつ、

$V_p > V_{a-on} > (V_s + V_g)$ 、

であって、前記トナーが負帯電トナーの場合は前記バイアス電圧 V_p がプラス電位側に高くなる関係、正帯電トナーの場合は前記バイアス電圧 V_p がマイナス電位側に高くなる設定である

ことを特徴とする画像形成装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の画像形成装置において、前記表面電位 V_{a-on} を $(V_{c-on} + V_g) / 2$ としたとき、前記各電位の関係が成り立つことを特徴とする画像形成装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の画像形成装置において、前記トナー制御手段の共通電極は、前記制御電極の外側を、絶縁領域を介してリング状に囲む形状であることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の画像形成装置において、前記トナー制御手段の共通電極は、前記制御電極の外側に絶縁領域を介してベタ状に設けられていることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の画像形成装置において、前記トナー制御手段の共通電極は、前記制御電極と同一平面に絶縁領域を介して設けられていることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の画像形成装置において、前記トナー担持体は、表面側に所定の間隔で配設された複数の電極を有し、隣接電極相互の間で前記トナーを吸引

する方向と反発する方向を交互に繰り返す関係の電圧が印加され、前記電極に印加する 2 相の電極間ピッチ又は n 本毎の各電極に n 相の位相電圧を印加するときの n 相の電極間ピッチに対して、前記トナー担持体表面と前記トナー制御手段のトナー担持体側面の間の距離が大きいことを特徴とする画像形成装置

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の画像形成装置において、前記記録媒体手段が記録紙であり、前記記録紙の背面に設けた前記対向電極手段にバイアス電圧が印加されることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の画像形成装置において、前記記録媒体手段が中間記録媒体であり、前記中間記録媒体と一体又は中間記録媒体の背面に設けた前記対向電極手段にバイアス電圧が印加されることを特徴とする画像形成装置。

10

【請求項 9】

請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の画像形成装置において、異なる色の前記トナーを重ねて前記記録媒体手段上にカラー画像を形成することを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は画像形成装置に関し、特に、トナー担持体から飛翔させたトナーを開閉制御されるトナー通過穴を介して記録媒体手段に飛翔付着させて画像を形成する画像形成装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

従来の画像形成装置として、トナージェット、ダイレクトトーンニング、トナープロジェクションなどと称される、トナー（記録材）によって記録媒体（中間記録媒体を含む）上に画像を直接記録する方式のものが知られている。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、トナーホッパから供給されたトナーに、固定ブレード又は回転ローラとの摩擦帯電によって帯電電荷を与え、回転搬送した後、制御部材に印加する制御パルスと回転ローラとの間の電界でトナーの飛翔を制御するものが記載されている。

30

【特許文献 1】特開昭 6 5 3 6 0 5 8 号公報

【0004】

ここでは、帯電電荷を有するトナーが回転ローラ表面に静電的に付着しており、そのトナーを制御パルスで剥離する必要がある。回転ローラと制御部材は数 $100\mu\text{m}$ 以上のギャップを有するため、剥離のために印加する制御パルスは必然的に 500V 以上の高い電圧を必要とし、画素に対応した数が必要な制御用のドライバコストは非常に高価になってしまう問題、さらに、回転ローラに付着しているトナーを剥離して飛翔させるため応答性が悪く時間遅れの問題もある。

【0005】

特許文献 2、特許文献 3 には、回転する現像剤支持体と制御手段の間に交番バイアスを印加しながら現像剤通過の制御電極に制御パルスを印加するものが記載されている。

40

【特許文献 2】特許第 2 9 3 3 9 3 0 号公報

【特許文献 3】特公平 2 - 5 2 2 6 0 号公報

【0006】

この構成は、上記特許文献 1 に記載の装置のような応答性の問題は軽減されるものの、トナーの飛翔領域全体に一樣な交番電界を印加して、現像剤が現像剤支持体に付着している時間と飛翔状態を繰り返すようにしている。そのため、現像剤支持体に付着している現像剤を剥離するために強い交番バイアスを印加する必要があり、剥離したトナーは勢いよく制御手段側へ飛翔して多くの現像剤が制御手段の電極に付着すること避けられず、信頼性に大きい問題がある。さらに、現像剤支持体と制御手段は前記と同様のギャップを有す

50

るため両者の間に印加している電圧値は500V以上と高く、この電界に対して現像剤を通過または阻止させる電界を形成する制御パルスは同様に高い電圧値を必要とするためドライバコストの問題は解決できていない。

【0007】

一方、特許文献4には、現像剤担持体に複数の電極を有し、この電極間に時間的に変化する電界を形成してトナーを制御電極側へ飛翔させる構成が記載されている。

【特許文献4】特開昭59-181370号公報

【0008】

ここでは、制御電極近傍に飛翔して浮遊するトナーの通過を制御するため、前記特許文献1ないし3の装置の制御電圧が高くなる欠点は解決されている。

【0009】

特許文献5には、上記特許文献4と同様に、現像剤担持体に複数の電極を有し、この電極間に時間的に変化する電界を形成してトナー飛翔させる構成であり、トナーの通過を制御する制御電極が、それまで記録媒体側に設置されていたものをトナーの供給側面に設置することが記載されている。

【特許文献5】特開平02-226261号公報

【0010】

この構成では、従前の装置では400V必要であった制御電圧が100Vにできること、および制御電極が設けてある印字ヘッドに付着するトナーを除去した場合、トナー供給源に戻すことが可能であることが記載されている。

【0011】

特許文献6には、回転円筒スリーブでトナーを供給し、印写面電位とスリーブ間の均一電界でアパーチャーを通過させる静電力を与える構成であり、アパーチャーを囲む制御電極と印写面側に対になった偏向電極を設け、印刷の主走査方向のドット密度を上げることが記載されている。

【特許文献6】特表2001-505146号公報

【0012】

ここでは、トナーの通過を制御する制御電極の間にガード電極を設け、制御電界間の相互作用を防止することが記載されている。

【0013】

特許文献7には、トナー供給ローラでトナーを供給し、開口部保持部材のトナー供給ローラ側にトナーの飛翔を制御する制御電極とトナーの飛翔経路を偏向させる偏向電極とを配置したものが記載されている。

【特許文献7】特開平11-301014号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

従来の直接記録方式によって画像を形成する基本構成は例えば図17に示すように構成される。図17において、剤担持体としてのトナー担持ローラ501は、その軸線を図中左右方向に延在させるように配設され、図示しない駆動手段によって回転駆動せしめられながら、帯電済みのトナーTをその表面に担持する。このトナー担持ローラ501の下には、複数の穴502を形成する穴形成部材としてのフレキシブルプリント基板503が配設されている。FPC503は、各穴502を囲むようにトナー担持ローラ501との対向面側に形成されたリング状の複数の飛翔電極504を備えている。

【0015】

そして、上記FPC503の下方には、これを介してトナー担持ローラ501に対向する対向電極506と、この対向電極506上で搬送手段によって搬送される記録紙507とが配設されている。なお、図17においては、便宜上、穴502、飛翔電極504をそれぞれ1つずつしか示していないが、実際には、FPC503にこれらの組み合わせが複数形成されている。具体的には、例えば600dpi用のFPC503では、これらの組み

10

20

30

40

50

合わせが 4 9 6 0 個形成されている。

【 0 0 1 6 】

そこで、トナー担持ローラ 5 0 1 は、例えば接地された状態で、マイナス極性に帯電したトナー T を表面に担持する。上記飛翔電極 5 0 4 にプラス極性の飛翔電圧が印加されると、トナー担持ローラ 5 0 1 上で飛翔電極 5 0 4 と対向する位置にあるトナー T や、これの近傍にあるトナー T に所定強度の電界が作用する。この電界の作用により、トナー T に加わる静電力が、トナー T とトナー担持ローラ 5 0 1 との付着力を上回り、トナー T の集合体がドット状の形状でトナー担持ローラ 5 0 1 から選択的に飛翔して穴 5 0 2 内に進入する。

【 0 0 1 7 】

そして、飛翔電極 5 0 4 と、これよりも高い電位を帯びている上記対向電極 5 0 6 との間に形成される電界に引かれて飛翔を続け、穴 5 0 2 を通過して上記記録紙 5 0 7 の表面に付着する。この付着により、トナー T の集合体はドット像となる。

【 0 0 1 8 】

この場合、各飛翔電極 5 0 4 に対する飛翔電圧の ON / OFF については、それぞれ専用の IC によって個別に制御する必要がある。即ち、直接記録方式の画像形成装置においては、電圧が高い場合、高価な IC が飛翔電極 5 0 4 と同じ数だけ必要になる。例えば 6 0 0 dpi 用の F P C 3 を用いる場合には、高価なスイッチング素子を 4 9 6 0 個設ける必要がある。一般に、IC は、その耐電圧が高くなるほどチップ面積を必要とするため高価になり、直接記録方式の画像形成装置では、いかに制御電圧を下げるかが、装置の低コスト化を図る上での重要な要素となる。

【 0 0 1 9 】

しかしながら、トナー T とトナー担持ローラ 5 0 1 とには、鏡像力、ファンデルワールス力、液架橋力などによって互いに引き付け合うような付着力が作用しており、これが飛翔電圧の引き下げの妨げになっている。その結果、図 1 7 に示す装置では少なくとも 5 0 0 V 以上の飛翔電圧を印加する必要がある。

【 0 0 2 0 】

これに対して、特許文献 4 に記載されているような現像剤担持体に複数の電極を有し、この電極間に時間的に変化する電界を形成してトナーをクラウド化し、トナーを制御電極側へ飛翔させる構成を採用することで、飛翔電極への印加電圧の低電圧化は可能となる。

【 0 0 2 1 】

しかしながら、現像剤担持体上に設けた複数の微細ピッチ電極間相互に電位差を与えて強い電界を発生してトナーを飛翔させているため、飛翔したトナーが制御電極の表面に付着し、トナーが堆積、またトナーが通過する穴の周辺にも付着が発生し、時間の経過とともにトナーの通過量に変動が起き、画像濃度の変動が発生し易いという課題がある。

【 0 0 2 2 】

また、現像剤担持体表面で飛翔してクラウド状態のトナーは高さ方向に分布しており、単に制御電極に制御パルスを印加するだけではトナー通過穴を通過するトナーの利用効率が悪く、印刷速度の確保が難しい。さらに、クラウド状態のトナーの付着は、静止した状態で連続して使用する制御電極への付着だけではなく、その周辺部材への付着堆積が進み、その結果、制御電極を形成した部材全体の電位がトナーの帯電極性に応じた方向の電位に上昇し、現像剤担持体表面からのトナーの飛翔に対して逆バイアスの電界として作用し、飛翔効率が低下してしまうという課題がある。

【 0 0 2 3 】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、トナー制御手段表面やトナー通過穴周辺にトナーが付着することを低減し、トナーの通過のオン / オフの制御を安定して行うことができるとともに、トナーの利用効率をより向上することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 4 】

上記の課題を解決するため、本発明に係る画像形成装置は、

10

20

30

40

50

トナーを担持するトナー担持体と、
 前記トナー担持体上でトナーをクラウド化する手段と、
 前記トナーが付着させられる記録媒体手段と、
 前記トナー担持体と前記記録媒体手段との間に配置され、複数のトナー通過穴を有するトナー制御手段と、

前記記録媒体手段に前記トナーを移動させる方向のバイアス電圧を印加する対向電極手段と、を備え

前記トナー制御手段は、前記トナー担持体側表面に、前記トナー通過穴の周囲及び穴内壁の少なくともいずれかに前記トナーの通過を制御する制御電極が設けられ、この制御電極の外側に複数の前記トナー通過穴に共通の共通電極が設けられ、

前記トナー制御手段の前記トナー通過穴を前記トナー担持体の前記トナーが前記記録媒体手段に向かって通過可能な状態にすると、前記記録媒体手段側と前記トナー制御手段の前記共通電極との間に前記制御電極を迂回してループ状に電気力線が形成され、

前記トナーをクラウド化する手段に対し時間的に変動する平均電位 V_s の電圧を印加し、

前記トナー担持体の表面に前記トナーが存在している状態で、前記トナー制御手段の制御電極側から前記トナー担持体側を見たときの前記トナーによる電位を V_t とし、

前記トナー担持体側から見たときの前記トナー制御手段の表面電位を V_a とし、

前記トナー制御手段を通過したトナーを前記記録媒体手段側に導いてトナーを付着させるために前記記録媒体手段側に印加するバイアス電圧を V_p とし、

前記トナー制御手段の制御電極に対し前記トナーが前記トナー通過穴を通過可能な状態にするとときに電圧 V_{c-on} を印加し、前記共通電極に電圧 V_g を印加し、このときの前記制御電極周辺の表面電位が V_{a-on} となると、

前記トナーを通過可能な状態にするとときの各電位の関係は、

$V_s + V_t > V_g$ 、かつ、

$V_p > V_{a-on} > (V_s + V_g)$ 、

であって、前記トナーが負帯電トナーの場合は前記バイアス電圧 V_p がプラス電位側に高くなる関係、正帯電トナーの場合は前記バイアス電圧 V_p がマイナス電位側に高くなる設定である

構成とした。

【0025】

また、前記表面電位 V_{a-on} を $(V_{c-on} + V_g) / 2$ としたとき、前記各電位の関係が成り立つ構成とできる。

【0026】

また、前記トナー制御手段の共通電極は、前記制御電極の外側を、絶縁領域を介してリング状に囲む形状である構成とできる。

【0027】

また、前記トナー制御手段の共通電極は、前記制御電極の外側に絶縁領域を介してベタ状に設けられている構成とできる。

【0028】

また、前記トナー制御手段の共通電極は、前記制御電極と同一平面に絶縁領域を介して設けられている構成とできる。

【0029】

また、前記トナー担持体は、表面側に所定の間隔で配設された複数の電極を有し、隣接電極相互の間で前記トナーを吸引する方向と反発する方向を交互に繰り返す関係の電圧が印加され、前記電極に印加する2相の電極間ピッチ又は n 本毎の各電極に n 相の位相電圧を印加するときの n 相の電極間ピッチに対して、前記トナー担持体表面と前記トナー制御手段のトナー担持体側面の間の距離が大きい構成とできる。

【0030】

また、前記記録媒体手段が記録紙であり、前記記録紙の背面に設けた前記対向電極手段

にバイアス電圧が印加される構成とできる。

【0031】

また、前記記録媒体手段が中間記録媒体であり、前記中間記録媒体と一体又は中間記録媒体の背面に設けた前記対向電極手段にバイアス電圧が印加される構成とできる。

【0032】

また、異なる色の前記トナーを重ねて前記記録媒体手段上にカラー画像を形成する構成とできる。

【発明の効果】

【0033】

本発明に係る画像形成装置によれば、トナーをクラウド化する手段を備え、トナー制御手段をトナー担持体のトナーが記録媒体手段に向かって通過可能にするとき、記録媒体手段側とトナー制御手段の共通電極との間にトナーの通過を制御する制御電極を迂回してループ状に電気力線が形成される構成とし、更にトナーをクラウド化する手段に印加する電位、トナーによる電位、トナー制御手段の表面電位、記録媒体手段側に印加するバイアス電位、トナー制御手段を開放及び遮断するときの電位（電圧）を所定の関係にしたので、トナー制御手段表面やトナー通過穴周辺にトナーが付着することが低減され、トナーの通過のオン/オフの制御を安定に行うことができるとともに、トナーの利用効率を向上することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照して説明する。本発明の一実施形態について図1の模式的構成図を参照して説明する。

この実施形態においては、トナーTを飛翔させ、クラウド化した状態で担持するローラ状のトナー担持体1と、トナーが付着させられる記録媒体手段3と、トナー担持体1と記録媒体手段3との間に配置され、複数のトナー通過穴41を有するトナー制御手段4と、トナー担持体1に対向する位置に配置され、記録媒体手段3にトナーを移動させる方向であってトナー担持体1側から飛翔させるトナーを付着させるバイアス電圧を印加する対向電極手段（背面電極）5とを備えている。

【0035】

トナー担持体1は、表面側にトナーTを搬送する方向（ここでは周方向）に所定の間隔でトナーTを搬送する方向と直交する方向（ここでは軸方向）に沿って形成された所定ピッチで設けられた複数の電極11を有し、このトナー担持体1の各電極11には、電圧印加手段電源6から時間によって電位の異なる平均電位 V_s のパルス電圧（クラウドパルス）が印加される。これにより、トナーTをクラウド化する手段を構成している。

【0036】

例えば、0.5kHz～7kHzの周波数のパルス電圧が印加され、各電極11、11の間隔はファインピッチに設けられているため、電極11、11間で強い電界が形成される。そのため、トナーTの帯電極性に対して反発する電位にある電極11表面からトナーTは勢いよく飛翔し、飛翔したトナーTは吸引する極性の電位が印加されている電極11に引き寄せられ、パルスが切り替わることでパルス周波数に応じた上下方向の飛翔を繰り返し、トナーTがクラウド化された状態になる。なお、パルスの周波数が高い領域では、上方高くに飛翔したトナーTは、飛翔している間にパルスが切り替わり、電極11表面に戻る前に再び上方に飛翔する場合もある。

【0037】

トナー制御手段4は、トナーTが通過可能なトナー通過穴（開口）41が複数設けられ、このトナー制御手段4のトナー供給側面（トナー担持体1側の面）のトナー通過穴41周辺にはリング状に制御電極42が設けられ、更にトナー通過穴41に対し制御電極42の外側に絶縁領域を介して複数のトナー通過穴41に共通の共通電極43が設けられている。ここで、トナー担持体1とトナー制御手段4との最も近接した距離がdであり、トナー制御手段4の複数のトナー通過穴41の配列方向におけるトナー通過穴41の中心を通

10

20

30

40

50

る線上での共通電極 4 3 の間隔が d_t であるとき、 $d > d_t$ 、の関係にある構成としている。

【0038】

このトナー制御手段 4 の制御電極 4 2 には制御パルス発生手段 7 から例えば図 2 に示すような制御パルス V_c が印加される。この場合、トナー通過穴 4 1 をトナー T が通過可能な状態（ON 状態）にするときには制御電極 4 2 に電圧 V_{c-on} が印加され、トナー T が通過不可能な状態（OFF 状態）にするときには制御電極 4 2 に電圧 V_{c-off} が印加される。また、共通電極 4 3 には常時電源手段 8 から電圧 V_g が印加される。トナー制御手段 4 の制御電極 4 2 は、通過穴 4 1 周囲だけでも動作が可能であるが、通過穴 4 1 の内壁面又は通過穴 4 1 の内壁面とトナー担持体 1 側の周囲の両方に設けたものであってもよい。

10

【0039】

記録媒体手段 3 側には、記録媒体手段 3 の背面に、トナー制御手段 4 を通過したトナー T を記録媒体手段 3 に付着させるためのバイアス電圧が印加されるバイアス電圧印加手段となる対向電極手段 5 が配置され、トナー制御手段 4 を通過したトナー T を記録媒体手段 3 に付着させるため、バイアス電源手段 9 からのバイアス電圧 V_p が印加される。

【0040】

この記録媒体手段 3 は、この上に一度画像を形成し、その後紙に転写する中間記録媒体、あるいは、記録紙であってもよい。この記録媒体手段 3 に対するバイアス電圧 V_p の印加は、例えば記録媒体手段 3 の背面側（トナー担持体 1 と反対側面）に対向電極手段（背面電極）5 を配置し、この背面電極 5 上面に記録媒体手段 3 を通過させる構成、あるいは、中間記録媒体であれば内部に対向電極手段を埋め込んで一体化した構成（記録媒体手段側の電極を内部電極とする構成）又は中間記録媒体の背面に対向電極手段（背面電極）5 を配置した構成とすることができる。

20

【0041】

ここで、トナー担持体 1 表面のトナーをクラウド化する手段として、トナー担持体 1 表面に設けられた複数の電極 1 1 を備え、各電極 1 1 に電圧 V_s を印加する。このとき、隣接する電極 1 1 相互の間でトナー T を吸引する方向と反発する方向を交互に繰り返す関係の電圧を印加する 2 相の電極間ピッチ p （又は、 n 本毎の各電極 1 1 に n 相の位相電圧を印加する n 相の電極間ピッチ）に対し、トナー担持体 1 表面とトナー制御手段 4 のトナー担持体 1 側面（トナー担持体 1 側の表面の意味）の間の距離 d が大きくなる関係（ $p < d$ ）でトナー担持体 1 とトナー制御手段 4 とを配置している。

30

【0042】

つまり、 $p > d$ の関係ではトナー担持体 1 の電極 1 1 表面に形成される飛翔電界がトナー制御手段 4 のトナー担持体 1 側表面の ON / OFF 電界と干渉を起こし、後述するトナー制御手段 4 のループ電界が乱れるためである。そのため、制御電極 4 2 表面へのトナー付着の発生が起きやすくなる。 $p < d$ の条件においては、制御電極 4 2 へトナーが付着することを確実に防止でき、連続したドットを印写しても濃度が変化することなく、良好な画像が得られる。

【0043】

次に、トナー制御手段 4 の具体的構成の一例について図 3 を参照して説明する。なお、図 3（a）は同トナー制御手段の印写面側の説明図、（b）は同じくトナー供給側面の説明図である。

40

この例は、絶縁基板（基材）4 5 のトナー供給側（トナー担持体 1 1 側）面に、トナー通過穴 4 1 を囲む形で $10 \sim 100 \mu m$ 幅のリング状の制御電極 4 2 を設け、この制御電極 4 2 から $20 \sim 50 \mu m$ の間隔を置いて、つまり、絶縁基材 4 5 で形成される絶縁領域を介して、制御電極 4 2 と同一面に、複数のトナー通過穴 4 1 に共通のバイアス電圧 V_g を印加する共通電極 4 3 を設けた構成である。

【0044】

トナー通過穴 4 1 は、形成するドット径のサイズで決定するが直径 $\phi 30 \mu m \sim \phi 150 \mu m$ である。制御電極 4 2 は個々にトナー T の通過を ON、OFF 制御するためのドラ

50

イバ回路（駆動回路）に接続するためのリードパターン 4 2 a が接続され、また共通電極 4 3 は共通のリードパターン 4 3 a に接続されている。また、絶縁基板 4 5 の印写面側（記録媒体手段 3 側の面）はトナー通過穴 4 1 が開口した状態である。

【0045】

このように、トナー制御手段の共通電極は、制御電極の外側を絶縁領域を介してリング状に囲む形状である構成とすることで、記録媒体手段側のバイアス電位と制御電極外側の共通電極間に形成する電気力を各トナー通過穴独立の電気力線として形成できるため、マルチ駆動（複数のノズル通過穴からトナーを飛翔させる駆動）のときの相互干渉（他のトナー通過穴の状態を受けること）が発生しない。

【0046】

また、トナー制御手段の制御電極と共通電極を同一面上形成することで、一回の製造プロセスで同時に形成でき、精度よく低コストに電極を作ることができる。

【0047】

また、トナー制御手段 4 の具体的構成の他の例について図 4 を参照して説明する。なお、図 4（a）は同トナー制御手段の印写面側の説明図、（b）は同じくトナー供給側面の説明図である。

この例は、絶縁基板（基材）4 5 のトナー供給側（トナー担持体 1 1 側）面に、トナー通過穴 4 1 を囲む形で 10 ~ 100 μm 幅のリング状の制御電極 4 2 を設け、この制御電極 4 2 から 20 ~ 50 μm の絶縁領域の間隔を置いて複数のトナー通過穴 4 1 に共通のバイアス電圧 V_g を印加する共通電極 4 3 が空いたスペース全体を覆うようにベタ状に設け

【0048】

このように、トナー制御手段の共通電極は、制御電極の外側に絶縁領域を介してベタ状に設けられている構成、つまり、共通電極を制御電極の外側領域全体にわたり形成することで、記録媒体手段側のバイアス電位の電界をシールドすることができ、かつ制御電極へのトナー付着低減、およびトナーの利用効率向上を図れる。

【0049】

このようなトナー制御手段 4 の具体的製造方法は、基材 4 5 である絶縁性部材として、コスト、製造プロセスの観点から樹脂フィルム、例えば、ポリイミド、PET、PEN、PEs 等で、厚さは 30 μm ~ 100 μm のものを使用し、まずフィルム面に 0.2 μm ~ 1 μm の Al 蒸着膜を形成する。次に、フォトリソ工程で、フォトレジストをスピナーで塗布後、プリベーク、マスク露光を行ない、現像した後、フォトレジストの加熱硬化を進めた後、Al エッチング液による Al のパタンニングを行う。フィルムの裏面にも電極パターンが必要な場合は上記と同様に可能であるが、穴加工用のマスクとして使用するパターンを裏面に形成してもよい。トナー通過穴 4 1 となる貫通穴の形成は、パターン形成後プレスによる機械的な加工、または裏面に形成したパターンを利用したエキシマレーザー加工、またはスパッタエッチング加工等のドライエッチング加工によれば、位置ずれの無い高精度な穴加工が可能である。

【0050】

このように構成した画像形成装置においては、トナー担持体 1 の電極 1 1 に対して平均電位 V_s のパルス電圧を印加することによって、トナー担持体 1 上でトナー T が飛翔してクラウド化され、トナー担持体 1 の回転又は進行波電界による搬送によってトナー T が搬送される。一方、記録媒体手段 3 側の背面電極 5 に印写バイアス電圧 V_p が印加される。

【0051】

この状態で、トナー制御手段 4 の共通電極 4 3 に対して電圧 V_g を印加し、制御電極 4 2 に対してトナー T がトナー通過穴 4 1 を通過可能な状態（ON 状態）にするときには図 2 に示す ON 時の電圧 V_{c-on} を印加し、トナー T がトナー通過穴 4 1 を通過不可能な状態（OFF 状態）にするときには図 2 に示す OFF 時の電圧 V_{c-off} を印加する。

【0052】

この場合、これらの各電極 1 1 , 5 , 4 2 , 4 3 に対する電圧を後述するように設定す

10

20

30

40

50

ることで、トナー制御手段4をトナー担持体1のトナーTが記録媒体手段3に向かって通過可能な状態にするときに、記録媒体手段3側とトナー制御手段4の共通電極53との間にトナーの通過を制御する制御電極42を迂回してループ状に電気力線10が形成される。

【0053】

これにより、トナー担持体1上でクラウド化しているトナーは電気力線10による電界に乗ってトナー制御手段4のトナー通過穴41を通過して記録媒体手段3上に着弾する。したがって、画像に応じてトナー制御手段41の各トナー通過穴41をON/OFF制御（開閉制御）することで、記録媒体手段3上に直接トナー画像を形成することができる。そして、記録媒体手段3側とトナー制御手段4の共通電極43との間にトナーの通過を制御する制御電極42を迂回してループ状に電気力線10が形成されることから、制御電極42やトナー通過穴41周辺へのトナーの付着が低減され、またトナーをクラウド化していることでトナーの利用効率が向上する。

10

【0054】

そこで、トナー担持体1の電極11に対するパルス電圧の平均電位 V_s 、記録媒体手段3側のバイアス電圧 V_p 、トナー制御手段4の制御電極42に対する制御パルス電圧 V_c 、共通電極43に対する電圧 V_g について、図5をも参照して説明する。なお、図5は、トナー担持体1、トナー制御手段4、記録媒体手段3の二次元断面電界強度分布のシミュレーション結果に基づくトナー通過穴を通過する電気力線を示す説明図である。

【0055】

トナー担持体1の電極11には平均電位 V_s のパルス電圧（電位が時間的に変動する電位）を印加する。この場合、バイアス電圧の波高値は電極ピッチ、使用するトナー等に応じて設定する。例えば、 $\pm 60 \sim \pm 300 \text{ Vpp}$ （ppはピーク-ピーク）の範囲内で設定することが好ましく、ここでは、 $\pm 150 \text{ Vpp}$ 、DC電圧成分0Vの電圧を印加している。したがって、トナー制御手段4に対するトナー担持体側1側のDCバイアスとしては0Vであり、平均電位 $V_s = 0 \text{ V}$ となる。なお、トナー担持体1とトナー制御手段4の間隔 d は0.3mmとしている。

20

【0056】

また、この例では、トナー制御手段4のトナー通過穴41の直径 $\phi 100 \mu\text{m}$ 、リング状の制御電極42の穴中心方向の幅は $30 \mu\text{m}$ 、制御電極42は共通電極43の間隔は50 μm である。

30

【0057】

このトナー制御手段4の共通電極43へのバイアス V_g はDC-125Vであり、トナー担持体1へのパルス電圧の平均電位 V_s との関係はトナーTを常にトナー担持体1側へ向ける方向のバイアスであるため、この共通電極43面へのトナー付着はない。

【0058】

そして、トナー制御手段4の制御電極42には、トナーTがトナー通過穴41を通過可能な状態（ON状態）にする場合、制御パルス電圧 V_{c-on} は+50V、トナーTを通過させる時以外の阻止状態の（通過不可能な状態にする）場合の電圧 V_{c-off} は-125Vとしている。記録媒体手段3の背面電極5へのバイアス電圧 V_p はトナー制御手段4と記録媒体手段3との間隔にもよるが、例えば+200~+1500VのDC電圧を印加すればよい。ここでは、トナー制御手段4と記録媒体手段3との間隔0.3mmとしてDC+300Vを印加し、マイナス帯電トナーを記録媒体手段3の表面に引き寄せる電位勾配としている。

40

【0059】

各電極11、42、43、5に印加する電位の関係を以上のように設定することで、マイナスに帯電したトナーを、トナー通過穴5を通過可能な状態にする場合においては、最もプラス側に電位が高い記録媒体手段3側の電極5から出る電気力線のうち、トナー制御手段4のトナー通過穴41を通る電気力線の多くが、トナー通過穴41を通過した後、一番電位の低い共通電極43に入ることになる。このとき、近接した距離にあるトナー制御

50

手段４の制御電極４２と共通電極４３にも１７５Ｖの電位があるため、その間にも強い電気力線が生じる。

【００６０】

そのため、図５（ａ）に示すように、トナーＴがトナー通過穴４１を通過可能な状態（ＯＮ状態）にしたときには、先の記録媒体手段３側の電極５からトナー通過穴４１を通る電気力線１０は、制御電極４２に入ること無く（制御電極４２を迂回して）、－１２５Ｖと最も電位の低い共通電極４３に多くが入るため、ループ状に広がった形状となる。つまり、記録媒体手段３側とトナー制御手段４の共通電極４３との間に制御電極４２を迂回してループ状に電気力線１０が形成される。

【００６１】

したがって、トナー担持体１上でクラウド状態にあるマイナス帯電トナーＴがこの電気力線１０に沿ってトナー通過穴４１を通過し、記録媒体手段３の表面に多くのトナーＴが移動することができる。

【００６２】

このとき制御電極４２には＋５０Ｖが印加され、トナー担持体１の０Ｖとの関係は、トナーＴを制御電極４２へ吸着する関係にあるため、本来であればこの＋５０Ｖが印加されている間に制御電極４２表面にトナーが付着するはずであるが、図５（ａ）のシミュレーションの結果から分かる様に、＋５０Ｖが印加されている制御電極４２上方を記録媒体手段３側電極からトナー通過穴４１を通過して共通電極４３に入る電気力線１０が覆っているため、制御電極４１へトナーＴが付着することが防止される。

【００６３】

一方、トナーＴがトナー通過穴４１を通過不可能な阻止状態（ＯＦＦ状態）にした場合、制御電極４２には－１２５Ｖが印加され、共通電極４３に対する電位と同じ電位であり、トナー担持体１の電位０Ｖとの関係は、トナーＴをトナー担持体１側に反発する関係であり、トナー制御手段４へのトナーＴの付着はないし、図５（ｂ）に示すように記録媒体手段３側電極からの電気力がトナー通過穴４１を通り抜ける電気力線もないため、トナーＴがトナー通過穴４１を通過することなく、地汚れ画像は発生しない。なお、阻止状態（ＯＦＦ状態）の制御電極４２への印加電圧は共通電極４３の電位と同じ電位である必要はなく、よりマイナス側の電位であってもトナーＴの通過を阻止する（ＯＦＦ状態にする）ことはできる。

【００６４】

このように、トナーを飛翔させ、クラウド化して担持するトナー担持体と、トナーが付着させられる記録媒体手段と、トナー担持体と記録媒体手段との間に配置された複数のトナー通過穴を有するトナー制御手段と、を備え、トナー制御手段は、トナー担持体側表面に、トナー通過穴の周囲及び穴内壁の少なくともいずれかにトナーの通過を制御する制御電極が設けられ、この制御電極の外側に複数のトナー通過穴に共通の共通電極が設けられ、トナー制御手段のトナー通過穴をトナー担持体のトナーが記録媒体手段に向かって通過可能な状態にするとき、記録媒体手段側とトナー制御手段の共通電極との間に制御電極を迂回してループ状に電気力線が形成されることにより、トナーを吸引する電位が印加される制御電極表面やその周囲へのトナー付着を大幅に低減でき、トナーの通過のオン／オフの制御を安定して行うことができるとともに、記録媒体手段側のバイアス電位と制御電極外側の共通電極間に形成される電気力線はトナー担持体側ではトナー通過穴の径より大きく広がり、クラウド化されたトナーを広範囲に捕獲して印写面側に向けて飛翔させることが可能となってトナーの利用効率が上がり、印刷濃度の確保、印刷速度の向上を図れる。

【００６５】

また、各電極に印加する電位の関係として、トナー担持体１の電極１１のＤＣバイアスとして－５０Ｖ、パルスの波高値を＋１５０Ｖ～－１５０Ｖとして、±１５０Ｖ_{pp}－５０Ｖ_{DC}を印加すると、平均電位 V_s は－５０Ｖとなる。そして、トナー制御手段４の制御電極４２のトナー通過ＯＮ時の電位 V_{c-on} が０Ｖ、トナー通過ＯＦＦ時の電位 V_{c-off} が－１７５Ｖであっても、上述した例と等価である。この場合、制御電極４２に印加する

10

20

30

40

50

電圧 V_c が $0 \sim -175 \text{ V}$ の一極性電圧の ON、OFF であるため、ドライバ回路の構成が簡単になりコスト的にも有利である。

【0066】

このように、上述したトナー通過 ON 時に各電極に対して印加する電位の関係を、次のように設定することで、記録媒体手段側とトナー制御手段の共通電極との間に制御電極を迂回してループ状に電気力線を形成することができる。

【0067】

つまり、トナー担持体 1 の電極 11 に対し時間的に変動する平均電位 V_s のパルス電圧を印加し、トナー制御手段 4 の制御電極 42 に対しトナーがトナー通過穴 41 を通過可能な状態にするときに電圧 V_{c-on} を、トナーがトナー通過穴 41 を通過不可能な状態にするときに電圧 V_{c-off} を印加し、共通電極 43 に電圧 V_g を印加し、トナー制御手段 4 を通過したトナーを記録媒体手段 3 に導いてトナーを付着させるために記録媒体手段 3 側にバイアス電圧 V_p を印加するとき、

トナーがトナー通過穴 41 を通過可能な状態にするときの各電位の関係は、

$$V_p > V_{c-on} > V_s > V_g$$

とし、トナーが負帯電トナーの場合はバイアス電圧 V_p がプラス電位側に高くなる関係、正帯電トナーの場合はバイアス電圧 V_p がマイナス電位側に高くなる設定とする。

【0068】

また、この場合、トナーがトナー通過穴 41 を通過不可能な状態にするときの各電位の関係は、

$$V_s > V_g \quad \text{であり、且つ、} V_s > V_{c-off}$$

であって、トナーが負帯電トナーの場合は平均電位 V_s がプラス電位側に高くなる関係、正帯電トナーの場合は平均電位 V_s がマイナス電位側に高くなる設定とすることが好ましい。

【0069】

各電極 11、42、43、5 に対する電位の関係を上述した関係に設定することにより、記録媒体手段側のバイアス電位とトナー担持体の電位間に直接形成される電気力線が低減され、記録媒体手段側のバイアス電位と制御電極外側の共通電極間に電気力を形成することができ、これにより、トナーを吸引する電位が印加される制御電極へのトナー付着を大幅に低減できて、制御電位が安定する。また、記録媒体手段側のバイアス電位と制御電極外側の共通電極間に形成される電気力線は、トナー供給側ではトナー通過穴の径より大きく広がるため、クラウド化されたトナーを広範囲に捕獲して印写面側に向けて飛翔させることが可能となり、トナーの利用効率が上がり、印刷濃度の確保、印刷速度の向上を図ることができる。さらに、トナー制御手段の共通電極はトナーを常に反発する関係の電位にあるため、トナーの付着が発生することがなく、共通電極の電位を一定に保つことが可能となり信頼性の高い画像形成装置を実現できる。

【0070】

さらに、高速印刷のためにトナー担持体 1 表面のトナー量が多くなった場合、また帯電電荷量が大きいトナーを使用して印刷を行う場合は、トナーが有する電荷によるトナー電位を無視できなくなり、各電極に印加する電位決定に考慮が必要となる。

【0071】

具体的に説明すると、トナー担持体 1 表面の供給トナー量 $m / A \text{ mg} / \text{cm}^2$ に対するトナー電位の変化は図 6 に示すようになる。ここでは、トナーはマイナスに帯電したトナーの例であり、トナー担持体 1 表面の単位面積当たりのトナー量が増加するに従って、制御電極 42 側からみた表面電位はマイナス電位に上昇する。そして、供給したトナーがトナー担持体 1 表面に単に付着したままの電位 V_o に対して、トナー担持体 1 表面の電極に電圧を印加してトナーが電極 11 相互の電気力線に沿って上下の飛翔を繰り返すクラウド状態の電位 V_t は大きく上昇する。これは、トナーがトナー担持体 1 表面より上方の空間にある方が、個々のトナーの周囲に対する結合静電容量が小さくなり、その結果電位が上昇するためである。

【 0 0 7 2 】

このクラウド状態のトナー電位 V_t の測定は、トナー担持体 1 表面の各電極 1 1 にパルス電圧を印加しながら、供給したトナーをクラウド状態にしてその上方に表面電位計を設定することで、容易に測定することができる。具体的には、クラウド化を起こすパルスを印加して、後述する一成分、または二成分ローラからトナーを供給しながらトナー担持体 1 を回転、又は進行波パルスでトナーを搬送し、トナー制御手段 4 が設定される位置にてトナー担持体 1 表面から 2 mm 程度上方に表面電位計を設置して測定する。図 6 の結果は、帯電電荷量が $-15 \sim -25 \mu\text{C}/\text{g}$ のトナー供給した場合の V_o 、そのトナーを飛翔高さが表面近傍から $200 \mu\text{m}$ の範囲でクラウド状態にした場合のトナー電位 V_t の場合の例である。

10

【 0 0 7 3 】

この図 6 に示す各供給トナー量においてトナー制御手段 4 によりトナーの通過の ON / OFF 制御を行って印刷を行った結果、トナー制御手段 4 の電極 4 2、4 3 表面に付着したトナー量を評価した結果を図 7 に示している。この図 7 の結果において、供給トナー量が少ない領域は電極 4 2、4 3 へのトナー付着はないが、供給トナー量が増加して $0.9 \text{ mg}/\text{cm}^2$ はトナー電位 V_t が -80 V となり、制御電極 4 2 へのトナー付着が起き始める。

【 0 0 7 4 】

これは、等価的にトナー担持体 1 の電位がマイナス側に電位上昇してトナー制御手段 4 の共通電極 4 2 との電位差が小さくなった結果、記録媒体手段 3 側電極から出てトナー通過穴 4 2 を通る電気力線のうち、トナー担持体 1 に直接入る電気力線が増加し、共通電極 4 3 へ入るループ状の電気力線が減ったためである。すなわち、ループ状の電気力線が少なくなると、飛翔エネルギーの高いトナーがループ状の電気力線に乗って印写面の方向に飛翔することなく、ON 電圧が印加されている制御電極 4 2 まで飛翔するためである。

20

【 0 0 7 5 】

さらに、供給トナー量が増加して $1.2 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 超えると、トナー電位 V_t は -120 V 以上の値となる。この領域では、トナー制御手段 4 の共通電極 4 3 のバイアス電位 V_g (-125 V) との電位差がなくなり、飛翔エネルギーを有するトナーが共通電極 4 3 まで到達し始めてトナー付着が起きた結果である。また、制御電極 4 2 へのトナー付着量も増えてくる。

30

【 0 0 7 6 】

これらのトナー付着は、定期的な電極クリーニングの頻度を上げることで、使用できないことはないが、画質低下が発生する。トナー付着が発生しない条件であれば、連続印刷においても画像濃度が低下することなく、信頼性の高い画像記録装置が可能となる。

【 0 0 7 7 】

そこで、トナー量が多い場合、また帯電電荷量大きいトナーを使用して画像を形成する場合は、各電極に対する電位を、次の条件で設定することで、電極へのトナー付着回避、トナー利用効率の向上で画像濃度が低下することなく高速印刷が可能になる。

【 0 0 7 8 】

すなわち、電荷を有するトナーがトナー担持体 1 表面から飛翔してクラウド状態にある制御電極 4 2 側からみたトナー電位を V_t としたとき（その他は前記の条件と同じ）、トナーの通過を ON させる場合の各電位の関係は、

40

$$V_p > V_{c-on} > (V_s + V_t) > V_g$$

と、負帯電トナーの場合は V_p がプラス電位側に高くなる関係、正帯電トナーの場合は V_p がマイナス電位側に高くなる設定とする。

【 0 0 7 9 】

また、トナーの通過を OFF させる場合の各電位の関係は、

$$(V_s + V_t) > V_g \quad \text{であり、且つ、} (V_s + V_t) > V_{c-off}$$

とし、負帯電トナーの場合は $(V_s + V_t)$ がプラス電位側に高くなる関係、正帯電トナーの場合は $(V_s + V_t)$ がマイナス電位側に高くなる関係に設定する。

50

【 0 0 8 0 】

各電極 1 1、4 2、4 3、5 に対する電位を上記のように設定する、つまり、トナー供給側の電位として、トナー担持体表面のトナーが飛翔することによる電位も考慮して各電極電位を適正に設定することで、印刷速度が速い供給トナー量が多い場合、またトナーの帯電電荷量が多い場合においても、制御電極などへのトナー付着の低減、トナー利用率の向上を図れ、高濃度、高速印刷の画像形成装置を実現することができる。この場合、トナーをクラウド化していない（パルスを印加していない）状態でも、上述した電位の関係に設定することで、制御電極などにトナー付着が発生しないため、信頼性が向上する。

【 0 0 8 1 】

ところが、更に実験を重ねた結果、各電極 1 1、4 2、4 3、5 に対する電位を上記のように設定したにもかかわらず、記録媒体手段 3 へのトナーの付着量には電位条件によって違いが発生することが判明した。具体的には、 $V_p > V_{c-on} > (V_s + V_t) > V_g$ の関係を保っていても、共通電極 4 3 に印加する電位（電圧） V_g が低すぎる場合、トナーの付着量が少なくなってしまうことが確認された。

【 0 0 8 2 】

共通電極 4 3 の電位 V_g の作用としては、前述したように、バイアス電位 V_p との間でループ電界を形成するとともに、トナー担持体 1 に担持されたトナーに対し、付着させない方向の電位（マイナストナーの場合マイナスに大）を印加することで、制御電極 4 2 の周辺部への汚れを防いでいる。トナーと同極性の大きな電位 V_g を印加した場合、トナークラウドのトナー制御手段 4 側への広がりには抑えられる。これにより、汚れの抑制が可能であるのだが、トナークラウドの広がりを過剰に抑制すると、ループ電界により捕らえられるトナーの数も減少し、記録媒体手段 3 へのトナーの付着量が低減する。

【 0 0 8 3 】

具体的には、トナー担持体 1 上のクラウドトナーをトナー制御手段 4 側から見た電位が $(V_s + V_t)$ であり、クラウド化しているトナーがトナー制御手段 4 側に広がるには、トナー担持体 1 側から見たトナー制御手段 4 の表面電位（平均電位）が重要である。すなわち、ループ電界が作用する領域より、トナー制御手段 4 から遠いトナークラウドは、トナー担持体 1 とトナー制御手段 4 側との平均的な電位勾配により広がり状態が変わると考えられる。

【 0 0 8 4 】

ここで、トナー担持体 1 側から見たときのトナー制御手段 4 の表面電位（平均電位） V_a と $(V_s + V_t)$ との差（電位差）に対するトナー付着量の関係を測定した結果を図 8 に示している。なお、ここでは、トナー通過 ON の電位 V_{c-on} 、バイアス電位 V_p は一定とし、また $(V_s + V_t)$ を一定とし、共通電極 4 3 に対する電位 V_g の値を変化させたときの記録媒体手段 3 へのトナー付着量を測定している。

【 0 0 8 5 】

この図 8 における横軸は、同図で右に行くほど表面電位 V_a が高い方向である。付着量測定実験では、トナー担持体 1 とトナー制御手段 4 を 0 . 3 mm の空隙を介して対向させているが、この状態での表面電位の測定は不可能であるため、それぞれ独立に測定した値としている。

【 0 0 8 6 】

この結果、電位差が大きいほどトナーの付着量が多くなっていることが分かる。なお、印字のために必要な付着量は、図 8 の横方向の実線 a で示している。

【 0 0 8 7 】

一方、図 8 の縦方向の破線 b は、表面電位 V_a と $(V_s + V_t)$ の差が「0」となる電位差を示す線である。印字のために必要な付着量を得るには、表面電位 V_a が $(V_s + V_t)$ より大きいことが好ましい。表面電位 V_a を直接測定しないので、シミュレーションにより確認することが望ましいが、簡易的に電位 V_g , V_c の値の平均値 $\{(V_{c-on} + V_g) / 2\}$ を表面電位 V_a として示している。

【 0 0 8 8 】

上記はマイナス帯電トナーを使用した実験であるが、図 8 では左に向かうほどマイナス側に大きい電位 V_g の値である。共通電極 43 に印加する電位 V_g が $(V_s + V_t)$ に近づくほど、多くのトナー付着量が得られている。すなわち、トナーの飛翔により形成されているクラウドは、電位に非常に敏感であって、トナー担持体 1 上を飛翔しているトナーに対し、対向する電位がマイナス側に低ければ、負帯電トナーによるクラウドは広がり、マイナス側に高ければ、トナークラウドは圧縮された状態になる。この結果、ループ電界により捕らえられるトナーの数に違いが生じる。

【0089】

このように、トナーの利用効率の一層の向上を図るためには、トナークラウドがトナー制御手段 4 の制御電極 42 近傍まで広がった状態とすることが好ましいが、トナー担持体 1 の表面でのトナーの飛翔により形成されるクラウドは、トナー制御手段 4 との間の隙間の電位状態によって影響を受け、トナー制御手段 4 の制御電極 42 及び共通電極 43 によるトナー制御手段 4 の（トナー担持体 1 側）表面電位 V_a によって高さ方向の広がりが変化する。そこで、トナー制御手段 4 の制御電極 42 に対する電位 V_c に代えてトナー制御手段 4 の表面電位 V_a によって、各電位の関係を特定することが必要である。

【0090】

そのため、本実施形態ではトナー担持体 1 側から見たときのトナー制御手段 4 の表面電位を V_a とし、トナー制御手段 4 の制御電極 42 に対しトナー通過 ON とするときに電圧 V_{c-on} を印加し、共通電極 43 に電圧 V_g を印加し、このときの制御電極 42 周辺の表面電位が V_{a-on} となるときの、トナーを通過可能な状態にするときの各電位の関係を、

$V_s + V_t > V_g$ 、かつ、

$V_p > V_{a-on} > (V_s + V_g)$ 、

に設定するようにしている。

【0091】

なお、上述したように、表面電位 V_{a-on} は $\{(V_{c-on} + V_g) / 2\}$ で代替することができる。

【0092】

これによって、トナー担持体 1 上におけるトナークラウドを制御電極 42 付近まで広がった状態にしてトナーの利用効率を更に向上しつつ、トナーが制御電極 42 に付着することを防止できる。

【0093】

また、前述したように、トナー担持体は、表面側に所定の間隔で配設された複数の電極を有し、隣接電極相互の間でトナーを吸引する方向と反発する方向を交互に繰り返す関係の電圧が印加され、電極に印加する 2 相の電極間ピッチ p （又は n 本毎の各電極に n 相の位相電圧を印加するときの n 相の電極間ピッチ）に対して、トナー担持体表面とトナー制御手段のトナー担持体側面の間の距離 d が大きい構成とする。

【0094】

これにより、記録媒体手段側の印写バイアスからトナー制御手段の共通電極に向けて形成されるループ状電気力線を強いものとし、クラウド化されたトナーを印写面に向けてより多く飛翔させることができ、高速、高品質のドット形成が可能となる。

【0095】

なお、上記の例では、トナー担持体表面の複数の電極にクラウドパルス印加してトナーがクラウド状態にある場合の条件について説明したが、トナーを飛翔させていない状態の制御電極側からみたトナーによる電位を V_t としたとき前記と同条件に設定することで、電極へのトナー付着を回避する効果がある。つまり、クラウドパルスの印加を OFF してトナーのクラウドが無い状態においても、僅かなトナーが浮遊している。この僅かな浮遊トナーの電位は無視できるが、トナー担持体表面に着地して乗っているトナー電位があり、この電位 V_t を考慮した $(V_s + V_t)$ も前記と同条件の範囲に設定することで、同じ効果が得られる。

【0096】

上述したように、本実施形態では、トナー担持体表面のトナーを飛翔させてクラウド化
する手段に時間的に変動する電位を印加する。例えば、トナーの供給はトナーを搬送供給
するトナー担持体の表面にトナーを搬送する方向と直交する方向に所定ピッチで設けられ
た複数の電極を有するトナー担持体から供給する。ここで、トナー制御手段の共通電極が
ない場合、各電極への電位の設定が上述した範囲に無い場合は、電極へのトナー付着が急
速に発生する等、信頼性の低下は避けられない。また、クラウド化したトナーの利用効率
が非常に低下するため、画像濃度の確保、高速印刷の画像形成装置を達成することはでき
なくなる。

【0097】

次に、本発明に係る画像形成装置の一例について図9を参照して説明する。なお、図9
は同画像形成装置の模式的構成図である。

この画像形成装置は、前述した実施形態のユニットを4個設けてイエロー（Y）、マゼ
ンタ（M）、シアン（C）、ブラック（K）の4色分のトナーのクラウド化とトナー制御
手段によるON/OFF制御を行ってカラー画像を形成する画像形成装置の例である。

【0098】

つまり、この画像形成装置は、記録媒体手段である中間記録媒体103に沿って、イエ
ロー（Y）、マゼンタ（M）、シアン（C）、ブラック（K）の4色分のトナーのクラウ
ド化して供給する4個のトナー供給ユニット100y、100m、100c、100k（
色を区別しないときは「トナー供給ユニット100」という。以下同様。）を配置し、各
トナー供給ユニット100と中間記録媒体（中間記録ベルト）103との間に、それぞれ
前記実施形態のトナー制御手段4と同様な構成のトナー制御手段104を配置している。

【0099】

ここで、中間記録媒体103は、2つのローラ132、133との間に掛け回されて矢
示方向に周回移動する。この中間記録媒体103の背面（内側）には各トナー供給ユニッ
ト100に対応して対向電極手段である背面電極105が配置されている。また、転写後
の中間記録媒体103上の残トナーを除去するクリーニングユニット135が備えられる
。

【0100】

トナー供給ユニット100は、トナーをクラウド化させるために電圧を印加する複数の
電極111を並べて配置したトナー担持体1と同様な構成の円筒状のトナー担持体101
と、このトナー担持体101にトナーを補給する回転するトナー補給ローラ113と、ト
ナー担持体101上のトナー量を規制するブレード114を備えている。

【0101】

ここでは、トナー補給ローラ113からトナー担持体101にトナーが補給されるとと
もに、トナー補給ローラ113上のトナーとトナー担持体101との摩擦によってトナー
の摩擦帯電が行われる。また、トナー補給ローラ113の下流側のブレード114は、ト
ナー担持体101表面のトナー量を薄層で一定量にするとともに、トナー帯電量の安定化
も図っている。

【0102】

そして、トナー供給ユニット100で供給されるトナーがトナー制御手段104によっ
て画像に応じてON/OFF制御されることで中間記録媒体103上に飛翔され、中間記
録媒体103上にカラーのトナー画像が形成される。

【0103】

一方、下方に記録紙150を収容する給紙部151が配置され、給紙部151から記録
紙150がピックアップローラ（給紙ローラ）152で給紙されて、中間記録媒体103
を掛け回したローラ132に対向して配置した転写ローラ153で中間記録媒体103上
のトナー画像が転写され、定着ユニット154でトナーが記録紙150上に溶融定着され
て排紙される。

【0104】

なお、ここでは図示していないが、記録紙150の裏面側の転写ローラ153に＋バイ

10

20

30

40

50

アスが印加されることで中間記録媒体 103 から記録紙 150 面へのトナー画像の転写が行われる。また、上述したように中間記録媒体 103 はクリーニングユニット 135 で残トナーがクリーニングされて、次の画像形成が行われる。

【0105】

このように、この画像形成装置は、中間記録媒体に 4 色画像を形成した後、給紙部から供給される記録紙に転写を行う中間転写記録方式である。この中間転写記録方式の場合は、印写面（トナーが着弾する面、画像形成面ともいう。）とトナー制御手段との間隔を一定に保つ精度確保が容易であり、トナー飛翔速度が低い条件で高画質化を図ることができる。また、平滑で体積抵抗率の調整によって電荷が蓄積しない、電位変動のない印写面が得られ、クラウド化したトナーの通過の ON/OFF で直接印刷する画像形成装置は電位に対する感度が高く、印写面バイアス電位の変動に対して画質変動が発生しやすいが、この構成であれば信頼性の高い、高画質のカラー画像を得ることができる。

10

【0106】

次に、本発明に係る画像形成装置の他の例について図 10 を参照して説明する。なお、図 10 は同画像形成装置の模式的構成図である。

この画像形成装置は、記録媒体手段を記録紙として、記録紙上に直接画像を形成する例である。つまり、ここでは、給紙部 151 から供給される記録紙 150 を紙搬送ベルト 161 に静電的に吸着してトナー供給ユニット 100 の領域を通過させ、トナー制御手段 104 の画像に応じた ON/OFF 制御によって記録紙 150 上に直接カラー画像を形成する。

20

【0107】

なお、紙搬送ベルト 161 は、ポリイミド等から形成され、2 つのローラ 162、163 に掛け回されて矢示方向に周回移動し、図示しない帯電ローラなどの帯電手段によって帯電されることで記録紙 150 を静電的に吸着保持して搬送する。なお、給紙部 151 から記録紙 150 を紙搬送ベルト 161 に導くためのガイド 164、レジストローラ 165 なども配置されている。

【0108】

この構成では、トナー通過を制御するトナー制御手段 104 と通過後のトナーを記録紙 150 に導くためのバイアスを印加する背面電極 105 の間にポリイミド等の紙搬送ベルト 161 及び記録紙 150 があるため、トナー制御手段 104 と背面電極 105 の間隔を非常に狭く設定することが難しいが、他方、記録紙 150 上に直接カラー画像を形成し、転写プロセスがないため、転写によるトナー散りで画質低下することがなくなる。

30

【0109】

また、前記図 9 で説明した構成のようなベルトクリーニング機構を必要としないこと等もあり、小型、低コストの画像形成装置の実現に有利である。トナーをクラウド化する本構成では、印写面バイアスを低い設定にしてトナーを導くことも可能であるため、紙面へのトナーの着弾スピードも低く設定でき、トナーの散りが起きない高画質の画像形成装置を得ることができる。

【0110】

次に、上述した画像形成装置で用いるトナー担持体の一例について図 11 を参照して説明する。なお、図 11 (a) はトナー担持体を展開した状態で示す模式的平面説明図、図 11 (b) は同じく模式的断面説明図である。

40

この例は、トナー担持体表面に複数の電極を設け、1 本おきの 2 組を共通にした 2 相用電極を備え、180°位相の異なる 2 相パルス（図 12 参照）を印加して、隣接電極同士で吸引と反発を繰り返す 2 相電界を形成するトナー担持体の例である。

【0111】

このトナー担持体 101 は、絶縁性基板 101A の表面上に複数の電極 111 として A 相用電極 111A と、B 相用電極 111B とを設け、その上に表面保護層 101B を設けたものである。櫛歯状の電極 111A、111B は、トナーの搬送方向と直交する方向に微細なピッチに並行に設け、両サイドには共通のバスライン 111Aa、111Ba で外

50

部の図示しない２相パルス発生回路にそれぞれ接続されている。

【０１１２】

電極１１１Ａ、１１１Ｂに印加するパルス電圧は、周波数が０．５ＫＨｚ～７ＫＨｚ、ＤＣ電圧をバイアスに含むパルス電圧であるが、その波高値は±６０～±３００Ｖ等、電極幅、電極間隔に応じたパルス電圧を印加する。この２相電界の場合は、隣接同士の電界方向の切り替わりに応じてトナーの反発飛翔と吸引飛翔を繰り返し、トナーは相互の電極間を往復移動する。そして、トナー担持体１０１全体は、トナーを搬送する方向に回転移動するものである。

【０１１３】

このように、トナー担持体表面のトナーを飛翔させてクラウド化する手段が、トナー担持体表面にトナーの搬送方向と直交する方向に長く延びて所定の間隔で配設された複数の電極を有し、各電極に印加する電圧は隣接電極相互の間でトナーを吸引する方向と反発する方向を交互に繰り返す関係の電圧を印加し、トナー担持体が回転移動することでトナーの搬送とクラウド化を行う構成とすることで、トナー担持体表面のトナーの搬送に関して、トナーの帯電品質に左右されない安定なトナーの搬送が可能となり、装置全体としても信頼性の高い画像形成装置を実現できる。

【０１１４】

次に、上述した画像形成装置で用いるトナー担持体の他の例について図１３を参照して説明する。なお、図１３（ａ）はトナー担持体を展開した状態で示す模式的平面説明図、図１３（ｂ）は同じく模式的断面説明図である。

この例は、３相進行波電界を形成するトナー担持体の例である。絶縁性基材１０１Ａ上にＡ相、Ｂ相の電極１１１Ａ、１１１Ｂ、その上層に絶縁層１０１Ｃを形成した後Ｃ相電極１１１Ｃを形成し、このＣ相電極１１１Ｃの上に表面保護層１０１Ｂを設けている。

【０１１５】

各ＡＢＣ３相の電極１１１Ａ、１１１Ｂ、１１１Ｃは、トナーの搬送方向と直交する方向に微細なピッチに並行に設け、両サイドには共通のバスライン１１１Ａａ、１１１Ｂａ、１１１Ｃａで外部の図示しない３相パルス発生回路にそれぞれ接続されている。

【０１１６】

この３相進行波電界を用いる場合は、図１４に示すように、１周期で１２０°位相がシフトしたパルス電圧を順次印加することで、トナー担持体１０１表面にはパルスの切り替わりに伴って電界も順次シフトする進行波電界が発生し、電界が切り替わる方向に帯電トナーは上方への飛翔を繰り返すと同時に搬送されるため、基本的にトナー担持体１０１は回転しないで静止したままで良い。

【０１１７】

このように、トナー担持体表面のトナーを飛翔させてクラウド化する手段が、トナー担持体表面にトナーの搬送方向と直交する方向に長く延びて所定の間隔で配設された複数の電極を有し、ｎ本毎の各電極にｎ相の位相電圧を印加して電極相互の間で進行波電界を形成することでトナーの搬送とクラウド化を行う構成とすることで、トナー担持体表面のトナーの搬送に関して、トナー搬送を行う部分が回転駆動を必要としないため、平面的なベルト形状も可能となり、レイアウトの自由度から装置全体の小形化、低コスト化が可能となる。

【０１１８】

また、長期間の使用に際し、電極表面にはトナーの外添剤等微細な粒子が堆積する場合は、画像形成の時間以外に行うクリーニングモードのシーケンスによって、トナー担持体１０１表面をクリーニングすることで搬送の信頼性が確保できる。クリーニングは、クリーニングモードの時のみトナー担持体１０１表面に接する構成で、回転ブラシ、プレート、吸引スリット等でクリーニングを行う。電極１１１Ａ、１１１Ｂ、１１１Ｃに印加するパルス電圧は、前記と同様に、周波数が０．５ＫＨｚ～７ＫＨｚ、ＤＣ電圧をバイアスに含むパルス電圧であるが、その波高値は±６０～±３００Ｖ等、電極幅、電極間隔に応じたパルスを印加する。

10

20

30

40

50

【0119】

これらのトナー担持体101の具体的構成において、ベース基板である絶縁性基板101Aは、例えば、樹脂或いはセラミックス等の絶縁性材料からなるもの、或いは、アルミなどの導電性材料からなる基材に SiO_2 等の絶縁膜を成膜したもの、ポリイミドフィルムなどのフレキシブルに変形可能な材料からなるものなどを用いることができる。また、電極111は、ベース基板上にAl、Ni-Cr等の導電性材料を $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$ 厚さで成膜し、フォトリソ技術等を用いて所要の電極形状にパターン化して形成、または銅箔を積層、メッキ等で形成した後フォトリソでパターン化してもよい。

【0120】

表面保護層101Bとしては、例えば、 SiO_2 、 TiO_2 、TiN、 Ta_2O_5 などを厚さ $0.5 \sim 2 \mu\text{m}$ で蒸着成膜して形成、またはポリカーボネート、ポリイミド、メチルメタアクリレート等の有機材料を $2 \sim 10 \mu\text{m}$ 厚に薄膜印刷塗布して加熱硬化したものでもよい。

【0121】

このように構成したトナー担持体においては、駆動回路から飛翔用のパルスを印加して飛翔電界を形成することで、トナー担持体上の帯電したトナーは反発力及び/又は吸引力を受けて上下方向への飛翔、進行波方向への搬送が行われる。

【0122】

次に、上記画像形成装置におけるトナー供給ユニット100の具体的な構成の一例について図15を参照して説明する。

このトナー供給ユニット100は、磁性キャリアと非磁性トナーから成る二成分記録剤を用いる例である。記録剤収容部201は2つの室201A、201Bに分けられており、トナー供給ユニット100内の両端部の記録剤通路（図示せず）によって繋がっている。記録剤収容部201には二成分記録剤が収容されており、各室201A、201Bにある攪拌搬送スクリュウ202A、202Bによって攪拌されながら記録剤収容部201内を搬送されている。

【0123】

記録剤収容部201の室201Aにはトナー補給口203が配置されており、図示しないトナー収容部からトナー補給口203を通して、記録剤収容部201内に補給される。記録剤収容部201には記録剤の透磁率を検知する図示しないトナー濃度センサが設置されており、記録剤の濃度を検知している。記録剤収容部201のトナー濃度が減少すると、トナー補給口203から記録剤収容部201内にトナーが補給される。

【0124】

そして、攪拌搬送スクリュウ202Bと対向する位置には、トナー補給ローラとしてのマグブラシローラ204が配置されている。マグブラシローラ204の内部には固定された磁石が配置されており、マグブラシローラ204の回転と磁力によって、記録剤収容部201内の記録剤はマグブラシローラ204表面に汲み上げられる。記録剤の汲み上げ位置よりマグブラシローラ204の回転方向上流において、マグブラシローラ204と対向する位置に記録剤層規制部材205が設けられている。

【0125】

汲み上げ位置で汲み上げたれた記録剤は記録剤層規制部材205によって一定量の記録剤層厚に規制される。記録剤層規制部材205を通った記録剤はマグブラシローラ204の回転に伴って、トナー担持体101と対向する位置まで搬送される。マグブラシローラ204には、第一電圧印加手段211によって供給バイアスが印加されている。

【0126】

トナー担持体101には、第二電圧印加手段212によって前述した図12或いは図14に示す電圧が電極111に印加されている。マグブラシローラ204と対向する位置においては、第一、第二電圧印加手段211、212によってトナー担持体101とマグブラシローラ204との間に電界が生じている。その電界からの静電気力を受け、トナーはキャリアから分離し、トナー担持体101表面に移動する。トナー担持体101表面に達

10

20

30

40

50

したトナーは、第二電圧印加手段 2 1 2 から電極 1 1 1 に印加された電圧が形成する電界によってクラウド化し、トナー担持体 1 0 1 の回転、またはトナー担持体 1 0 1 の進行波電界によって搬送される。

【 0 1 2 7 】

そして、トナー制御手段 1 0 4 と対向する位置まで搬送されたトナーは、制御電極 4 2 のトナー通過 ON / OFF の制御電界により選択的に記録媒体手段側に飛翔されて、トナーのドット印写が制御される。

【 0 1 2 8 】

次に、上記画像形成装置におけるトナー供給ユニット 1 0 0 の具体的な構成の一例について図 1 6 を参照して説明する。

10

このトナー供給ユニット 1 0 0 は、非磁性トナーから成る一成分記録剤を用いる例である。トナーは記録剤収容部 2 0 1 に収容されており、帯電ローラ 2 2 0 によってトナーはトナー補給ローラ 1 1 3 と摩擦帯電を行い、静電気力によってトナー補給ローラ 1 1 3 上に汲み上げられる。トナー補給ローラ 1 1 3 上のトナーは記録剤層規制部材 1 1 4 によって薄層とされ、トナー補給ローラ 1 1 3 の回転に伴ってトナー担持体 1 0 1 と対向する位置に搬送される。

【 0 1 2 9 】

このとき、トナー補給ローラ 1 1 3 には、第一電圧印加手段 2 2 1 によって供給バイアスが印加されている。トナー担持体 1 0 1 には、第二電圧印加手段 2 2 2 によって電極 1 1 1 に電圧が印加されている。したがって、トナー担持体 1 0 1 と対向する位置においては、第一、第二電圧印加手段 2 2 1、2 2 2 によってトナー担持体 1 0 1 とトナー補給ローラ 1 1 3 との間に電界が生じ、その電界からの静電気力を受け、トナーはトナー補給ローラ 1 1 3 から分離し、トナー担持体 1 0 1 表面に移動する。

20

【 0 1 3 0 】

前記の例と同様に、トナー担持体 1 0 1 表面に達したトナーは、第二電圧印加手段 2 2 2 から電極 1 1 に印加された電圧が形成する電界によってクラウド化し、トナー担持体 1 0 1 の回転、またはトナー担持体 1 0 1 の進行波電界によって搬送される。

【 0 1 3 1 】

そして、トナー制御手段 1 0 4 と対向する位置まで搬送されたトナーは、制御電極 4 2 のトナー通過 ON / OFF の制御電界により選択的に記録媒体手段側に飛翔されて、トナーのドット印写が制御される。

30

【 0 1 3 2 】

なお、これらの各トナー供給ユニット 1 0 0 において、印写に寄与しなかったトナーはトナー担持体 1 0 1 によってさらに搬送され、図示しない回収手段によってトナー担持体 1 0 1 表面から回収される。回収されたトナーは再び記録剤収容部 2 0 1 に戻され、トナー供給ユニット 1 0 0 内を循環する。

【 0 1 3 3 】

なお、上記の説明では主に負帯電トナーを例にしているが、正帯電トナーを用いることもできる。

【図面の簡単な説明】

40

【 0 1 3 4 】

【図 1】本発明の一実施形態を示す模式的構成図である。

【図 2】制御電極に印加する制御パルスの一例を示す説明図である。

【図 3】(a) はトナー制御手段の一例を示す印写面側の説明図、(b) は同じくトナー供給側面の説明図である。

【図 4】(a) はトナー制御手段の他の例を示す印写面側の説明図、(b) は同じくトナー供給側面の説明図である。

【図 5】(a) はトナー制御手段がトナー通過可能状態時の二次元断面電界強度分布のシミュレーション結果に基づくトナー通過穴を通過する電気力線を示す説明図、(b) は同じくトナー通過不可能状態時の電気力線を示す線図である。

50

【図 6】供給トナー量とトナー電位の関係の一例を示す説明図である。

【図 7】供給トナー量とトナー制御手段へのトナー付着の関係の説明に供する説明図である。

【図 8】トナー担持体側から見たときのトナー制御手段の表面電位（平均電位） V_a と（ $V_s + V_t$ ）との差（電位差）に対するトナー付着量の関係を測定した結果を示す説明図である。

【図 9】本発明に係る画像形成装置の一例を示す模式的説明図である。

【図 10】本発明に係る画像形成装置の他の例を示す模式的説明図である。

【図 11】（a）はトナー担持体の一例を展開した状態で示す模式的平面説明図、（b）は同じく模式的断面説明図である。

10

【図 12】同トナー担持体の電極に印加するパルス状電圧の一例を示す説明図である。

【図 13】（a）はトナー担持体の他の例を展開した状態で示す模式的平面説明図、（b）は同じく模式的断面説明図である。

【図 14】同トナー担持体の電極に印加するパルス状電圧の一例を示す説明図である。

【図 15】トナー供給ユニットの一例を示す模式的説明図である。

【図 16】トナー供給ユニットの他の例を示す模式的説明図である。

【図 17】従来の直接記録方式の装置の基本構成を示す模式的説明図である。

【符号の説明】

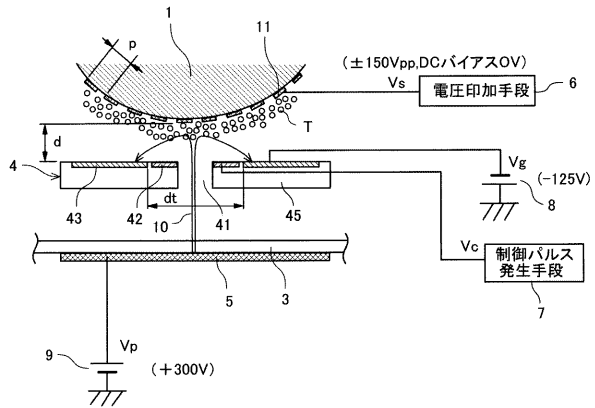
【0135】

- 1 ... トナー担持体
- 3 ... 記録媒体手段
- 4 ... トナー制御手段
- 5 ... 対向電極手段
- 11 ... 電極
- 41 ... トナー通過穴
- 42 ... 制御電極
- 43 ... 共通電極
- 100 ... トナー供給ユニット
- 101 ... トナー担持体
- 103 ... 中間記録媒体
- 104 ... トナー制御手段
- 150 ... 記録紙

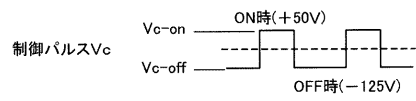
20

30

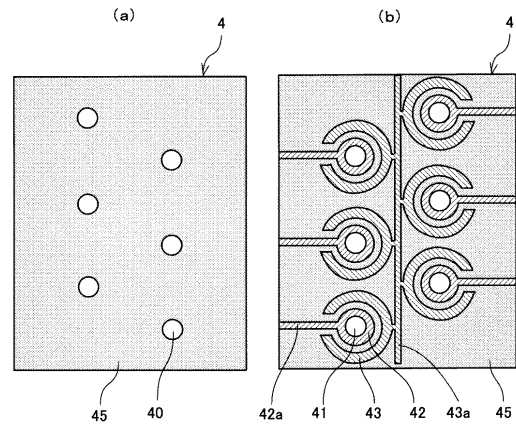
【図 1】



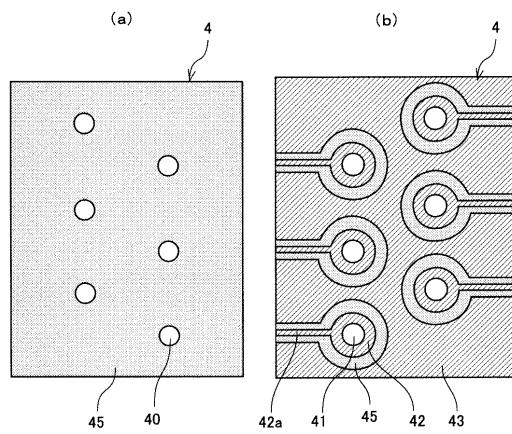
【図 2】



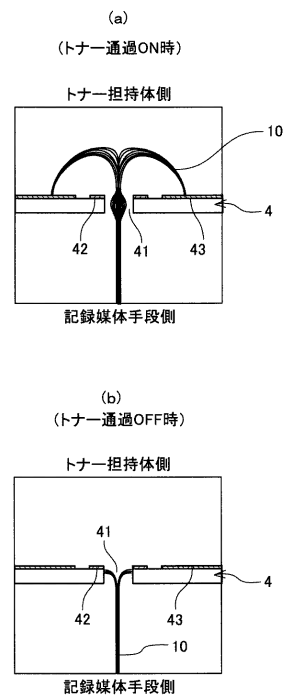
【図 3】



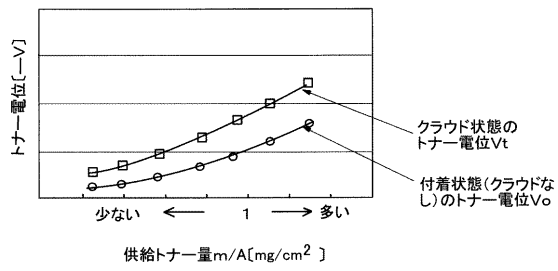
【図 4】



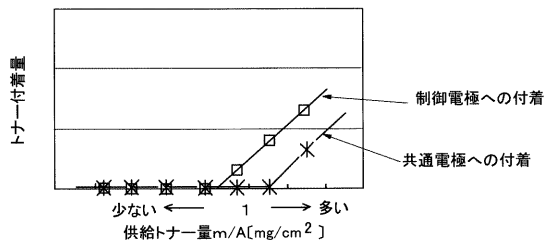
【図 5】



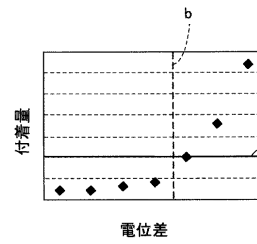
【図 6】



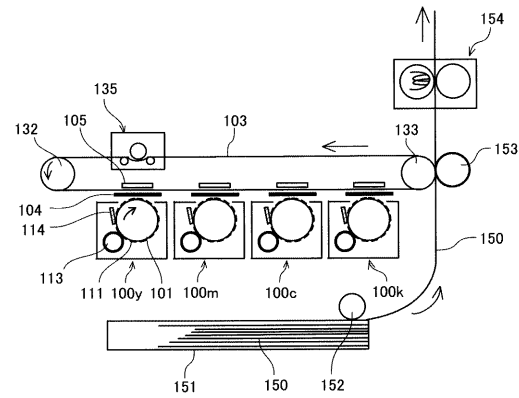
【図 7】



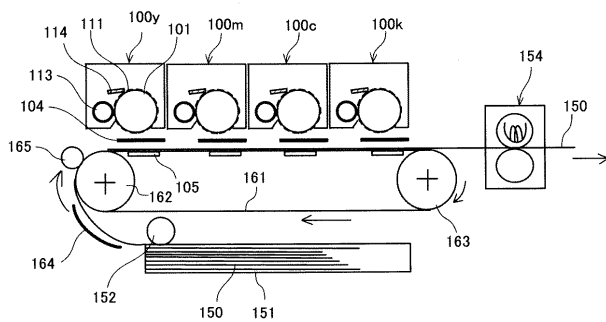
【図 8】



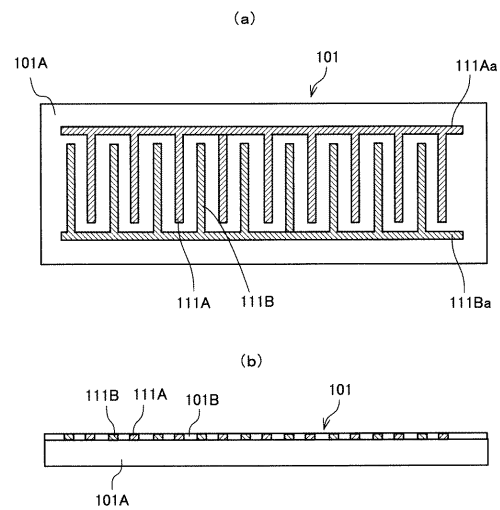
【図 9】



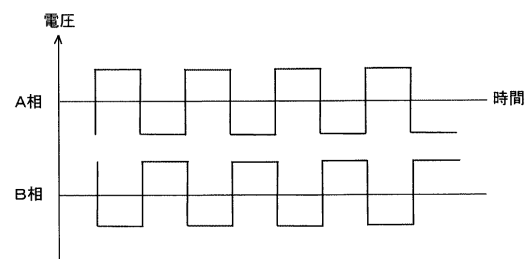
【図 10】



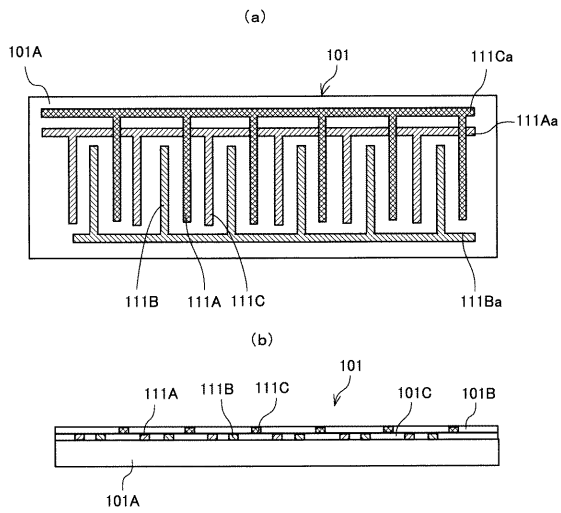
【図 11】



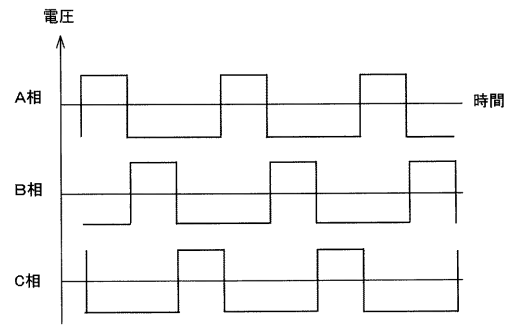
【図 12】



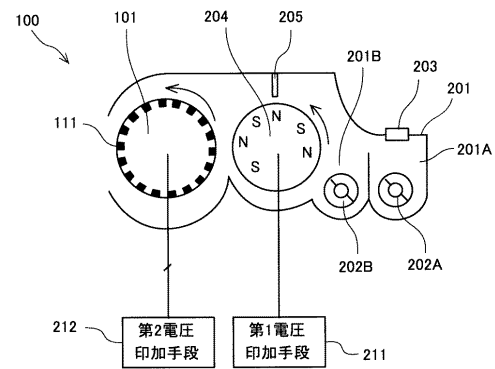
【図 13】



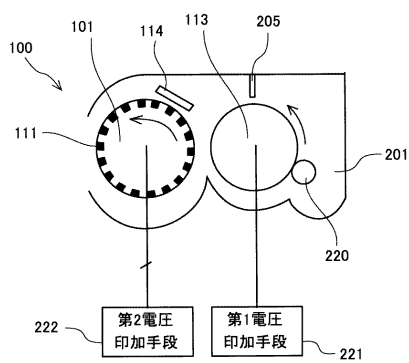
【図 14】



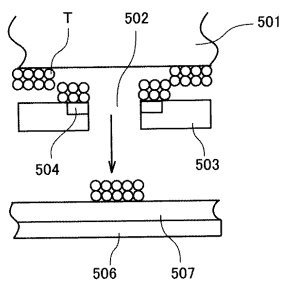
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(72)発明者 斉藤 政範

東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

(72)発明者 堀家 正紀

東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

(72)発明者 近藤 信昭

東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

F ターム(参考) 2H029 AA01 AB03 AB08 AB10 AB14 AB16 AB23 AC02 AC06 AD07
AE02 DB00 DB13