(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4871682号
(P4871682)
(45)発行日　平成24年2月8日(2012.2.8)　(24)登録日　平成23年11月25日(2011.11.25)

(51)Int.Cl.　　F I
G03G 15/00 (2006.01)　　G03G 15/00 303
G03G 21/00 (2006.01)　　G03G 21/00 384
G03G 21/00 350

請求項の数 5　(全 34 頁)

(21)出願番号　特願2006-246631 (P2006-246631)
(22)出願日　平成18年9月12日 (2006.9.12)
(65)公開番号　特開2007-114755 (P2007-114755A)
(43)公開日　平成19年5月10日 (2007.5.10)
審査請求日　平成21年8月31日 (2009.8.31)
(31)優先権主張番号　特願2005-274049 (P2005-274049)
(32)優先日　平成17年9月21日 (2005.9.21)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(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　100086818
弁理士　高梨　幸雄
(72)発明者　久保　健太
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内
(72)発明者　原口　真奈実
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内
(72)発明者　山本　毅
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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】画像形成装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
単位面積当たりの静電容量が１．７×１０$^{-6}$（Ｆ／ｍ^{2}）以上である感光体と、前記感光体に画像情報に応じた静電像を形成するために、前記感光体を露光する露光装置と、
前記静電像をトナーで現像して前記感光体上にトナー像を形成する現像装置と、
記録材へ前記トナー像を転写する転写装置と、
前記記録材へベタ画像と中間調画像とが連なっている部分を有する画像が形成されるとき、前記感光体のベタ画像が形成される領域に対して、電位レベルの異なる静電像を形成するように前記露光装置の露光量を制御する制御部と、
を備え、前記制御部の動作に基づいて、前記領域に対する単位面積当たりのトナー載り量が前記ベタ画像に対応するトナー載り量となるように、前記領域に対して異なるトナー高さからなるトナー像を形成する、もしくは部分的にトナーが形成されないトナー像を形成する画像形成モードを少なくとも実行可能であることを特徴とする画像形成装置。
【請求項２】
前記ベタ画像に対応する前記感光体の部分において、前記現像装置による現像前の前記感光体の表面電位と前記現像装置の現像バイアスの直流成分との電位差をＶｃｏｎｔ（Ｖ）、前記ベタ画像に対応する感光体の部分において、前記現像装置による現像前の前記感光体の表面電位と、前記現像装置による現像後の前記トナー像の表面電位と、の電位差をΔＶ（Ｖ）とすると、
（ΔＶ／Ｖｃｏｎｔ）×１００≧９０（％）

を満たす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】
前記感光体は、アモルファスシリコンを含む感光層を備え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４】
前記記録材へベタ画像と中間調画像とが連なっている部分を有する画像が形成されるとき、前記露光装置が前記感光体に電位レベルの同じ静電像を形成することによって、前記感光体にトナー高さがフラットなトナー像を形成することが可能である別の画像形成モードを選択する選択手段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５】
前記別の画像形成モードが実行されたときの前記ベタ画像に対応する前記感光体に形成されるトナー高さよりも前記画像形成モードが実行されたときの前記ベタ画像に対応する前記感光体に形成される最大トナー高さの方が高いことを特徴とする請求項４に記載の画像形成装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、複写機・プリンタ等の電子写真方式の画像形成装置に関するものである。
【０００２】
特に、感光体として、単位面積当りの静電容量（Ｃ／Ｓ）がＣ／Ｓ≧１．７×１０$^{-6}$（Ｆ／ｍ^{2}）の高静電容量のものを用いた、画像形成装置に関する。
【背景技術】
【０００３】
電子写真方式の画像形成装置は、フルカラー化、デジタル化が進む中、出力画像の高画質化、高速化、高安定化の要求が高まっており、印刷市場への進出が期待されている。しかし、複写機等が電子写真方式により印刷市場に入り込むためには、今以上の高画質化、高速化、高安定化が必須の課題である。
【０００４】
現在、電子写真プロセス（静電プロセス）において使用される像担持体は、セレン系感光体、アモルファスシリコン感光体、有機感光体（ＯＰＣ）などが実用化されている。
【０００５】
この中でも、アモルファスシリコン感光体は、図１の層構成模型図のように、表面層近傍に電荷発生層を有すために、露光時に発生する電荷の拡散を抑えることができる。このため、ドット再現性に優れた高画質が実現でき、且つ、非常に硬度が高いために、耐久性に優れ、高速化、高安定化が実現できる像担持体として非常に期待されている（例えば、特許文献１参照）。
【０００６】
画像信号に応じて像露光を行うデジタル露光により静電潜像を形成する画像形成装置において、階調を再現するための潜像形成方法としては、大きく分けて、以下の２つの方法が挙げられる。
【０００７】
１つ目の方法として、二値記録法として挙げられるディザ法や濃度パターン法などの画像処理手法である。
【０００８】
ディザ法は図２の（ａ）に示されるように、読み取った入力信号の１画素を２値記録の１画素に対応させる。濃度パターン法は図２の（ｃ）に示されるように、読み取った入力信号の１画素を複数の記録画素に対応させる。両者の中間に位置する手法として図２の（ｂ）に示されるように読み取った入力信号の１画素をｍ×ｍのマトリックス内の部分マトリックス（ｌ×ｌ）へ対応させる方法がある。この部分画素への対応において、ｌ＝１のときディザ法、ｌ＝ｍのときが濃度パターン法に相当し、任意の値をとることにより出力

画像サイズを変化し得る。また、これらの画像処理手法には、スクリーン構造を有するスクリーンパターンとスクリーン構造を有さない誤差拡散法等に大別される。

【０００９】

２つ目の方法として、多値記録法として挙げられるパルス幅変調や強度変調を用いる方法である。

【００１０】

これらは画像信号によってレーザービームの照射時間、強度を変調することにより、１画素毎にビームスポットにより形成されるドットの面積階調を行なう。これにより、解像度を低下させることなく階調を再現することができる。また、これらのディザ法やパルス幅変調を組み合わせることで階調数を更に確保することも可能である。

【００１１】

ここで、デジタル露光手段としてレーザー走査露光手段を用いてイメージ露光する画像形成装置において、パルス幅変調による中間調（中間調画像部）からベタ部（ベタ画像部）の再現方法について述べる。像担持体（感光体）は、帯電器により表面を一定の暗電位に帯電され、レーザー光走査による露光を受ける。像担持体の露光部の電位が暗電位から明電位に電位減衰することで像担持体上に静電潜像が形成される。そしてその静電潜像が反転現像装置によりトナー像として現像される。

【００１２】

ベタ部においては、一般的に、図３の（１－３）に示すように、レーザー走査露光による潜像形成時にレーザーを点灯し続け、（２－３）のようなフラットな潜像に対して、（３－３）のようなフラットなトナー像を形成する。

【００１３】

一方、中間調に対しては、２５６階調を取るために、ベタ部におけるレーザー発振時間に対して、２５６の発振時間（００ｈ～ＦＦｈ）に分割する（（１－１）、（１－２））。このときの潜像は（２－１）、（２－２）のように１画素に対して凹凸を持った潜像になる。その潜像が（３－１）、（３－２）のようにトナー像として現像される。

【００１４】

このようにして、ベタ部から中間調までの２５６階調を再現している。

【００１５】

静電潜像をトナーで現像する現像装置は、大きく２種類に区分けされる。１つ目は磁性キャリアと非磁性トナーから成る２成分現像剤を用いて現像をおこなう２成分現像装置である。２つ目は現像剤としてトナー（磁性もしくは非磁性）のみを用いて現像をおこなう１成分現像装置である。

【００１６】

２成分現像装置は通常、内部に複数の磁極を有する磁性体からなるマグネットローラを配置した現像剤担持体を有している。この現像剤担持体に対して、トナーとキャリアを攪拌混合し帯電を行なった２成分現像剤を磁気力によって、現像剤担持体へ担持させながら、現像剤担持体と対向に配置された像担持体との間にある現像領域へと搬送させる。現像剤担持体へ現像バイアスを印加することにより、現像領域中に現像電界を発生させて、キャリアと付着しているトナーをキャリアから引き離し、像担持体側の静電潜像の現像をおこなう。一般的に、２成分現像剤による現像方式はトナーとキャリアによる攪拌混合により帯電を行なうために、トナーの帯電性が安定し、安定した良好な画像が得られることが知られている。

【００１７】

一方、１成分現像装置は、トナーを担持させた現像剤担持体を像担持体に接触させ、もしくは像担持体に非接触状態に近接させて対向さて、現像剤担持体へ現像バイアスを印加することにより、像担持体側の静電潜像がトナーで現像される。

【特許文献１】特開２００４－２７９９０２号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１８】
しかしながら、アモルファスシリコン感光体（以下、α－Ｓｉ感光体と記す）には「白抜け」と呼ばれる画像不良が発生する課題があった。「白抜け」について以下に説明する。白抜けとは、例えば図４のように、像担持体面の進行方向先端に中間調部、後端にベタ部が現像される場合に、中間調部とベタ部の境界部の現像濃度が減少する問題である。
【００１９】
この白抜けの発生メカニズムについて説明する。中間調部とベタ部の潜像電位を図５に示す。ベタ部の潜像電位（明電位）Ｖｌに対し、現像剤担持体に現像バイアスを印加した場合、現像バイアスの直流成分Ｖｄｃと明電位Ｖｌとの差が現像コントラストＶｃｏｎｔである。ベタ部の現像は、ベタ部の潜像がトナーで現像されることにより発生する電位（以下、充電電位ΔＶと呼ぶ）が現像コントラストＶｃｏｎｔを埋めるように行なわれる。この充電電位とは、明電位に対して、ベタ部の潜像が現像された後のトナー層の表面電位である。
【００２０】
ところが、図６のように、ベタ部の充電電位ΔＶが現像コントラストＶｃｏｎｔを十分埋めきれない状態で現像が終了してしまう「充電不良」が発生すると、中間調部とベタ部に電位差が生じる。この電位差により、中間調部からベタ部方向への「廻り込み電界」が発生する。このため、現像装置の現像剤担持体と像担持体間の電界は現像剤担持体から像担持体方向の電界に加えて、中間調部とベタ部の境界部においては、廻り込み電界が発生する。この廻り込み電界により、中間調部とベタ部の境界においては、トナーは中間調部に付着しないでベタ部へ付着するために、「白抜け」が発生する。
【００２１】
白抜けは、上記の通り、ベタ部の充電不良により中間調部とベタ部の電位差が大きいときに発生する。つまり、図４の場合とは逆に、像担持体面の進行方向先端にベタ部、後端に中間調部が現像される場合においても、ベタ部が充電不良であれば、ベタ部と中間調部の電位差により白抜けは発生する。但し、図４のように、先端に中間調部が現像される場合は、ベタ部にトナーが現像されない状態で中間調部を現像するために、電位差が大きく、白抜けは顕著に現れる。一方、先端にベタ部が現像される場合は、ベタ部を現像し終わった状態で中間調部の現像が始まるために、電位差は小さく、白抜けは目立ち難い。
【００２２】
ところで、潜像がトナーで現像されることにより発生する充電電位は理論的には式１で表される
【００２３】
【数１】

$$\Delta Vth = \Delta Vt + \Delta Vc = \frac{dt}{2\varepsilon_0\varepsilon_t}\left\langle\frac{Q}{S}\right\rangle + \frac{dm}{\varepsilon_0\varepsilon_m}\left\langle\frac{Q}{S}\right\rangle$$

【００２４】
上記において、
ｄｔ：像担持体上におけるトナー層高さ
ｄｍ：像担持体の膜厚
Ｑ／Ｓ：像担持体上における単位面積当りのトナー電荷量
ε０：真空の誘電率
εｔ：トナー層の誘電率
εｍ：像担持体の比誘電率

ただし、それぞれの単位については、当然、式のディメンジョンが合うように代入する。式１において、第一項はトナー層自身が周辺に作り出す電位ΔＶｔ、第二項はトナー層と像担持体の基層との間でコンデンサーの効果により作り出される電位ΔＶｃである。この両項の足し合わせが潜像がトナーで現像される際に発生する電位、つまり充電電位ΔＶｔｈとなる。なお、ΔＶは充電電位の実測値、ΔＶｔｈは充電電位の理論値（式１から導出される値）である。また、像担持体の膜厚ｄｍは実際の感光層の膜厚を指し、像担持体においては支持体を除いた層の膜厚を指す。具体的には、図１の表面層１、電荷（electron）阻止層２、電荷発生層３、電荷（hole）阻止層４、支持体５からなるα－Ｓｉ感光体の場合、感光層の膜厚ｄｍは、支持体５を除いた、表面層１と電荷（electron）阻止層２と電荷発生層３と電荷（hole）阻止層４とを足した膜厚である。一方、有機感光体において、感光層の膜厚ｄｍは、表面層がある場合、表面層と電荷発生層と電荷輸送層を足した膜厚であり、表面層がない場合、電荷発生層と電荷輸送層を足した膜厚である。なお、支持体の上に下引き層を形成した場合でも、感光層の膜厚ｄｍに下引き層の厚さは含まない。

【００２５】

ここで、α－Ｓｉ感光体は有機感光体に比べて、誘電率εｍが約３倍大きいために、同じ膜厚の場合、単位面積当りの静電容量Ｃ／Ｓ（＝ε０×εｍ／ｄｍ）は約３倍大きくなる。また、ドット再現性を向上するために、像担持体の膜厚ｄｍを薄くして、電荷の拡散を抑えるのが良い。α－Ｓｉ感光体において、許容されるドット再現性を実現するためには、膜厚ｄｍを５０μｍ以下、また、有機感光体において、α－Ｓｉ感光体と同等のドット再現性を実現するためには、膜厚を１７μｍ以下にするのが良いことがわかった。このとき、それぞれの像担持体における単位面積当りの静電容量（Ｃ／Ｓ）は１．７×１０$^{-6}$（Ｆ／ｍ^{2}）であった。

【００２６】

以上のように、ドット再現性を向上するために、像担持体が高静電容量になると、同じＱ／Ｓ（単位面積当りのトナー電荷量）のトナーで潜像を現像したとしても、像担持体の静電容量が大きいために第二項が減少する。

【００２７】

つまり、α－Ｓｉ感光体のような高静電容量の像担持体、より具体的には、単位面積当りの静電容量（Ｃ／Ｓ）がＣ／Ｓ≧１．７×１０$^{-6}$（Ｆ／ｍ^{2}）の高静電容量の像担持体は、有機感光体などの静電容量の低い像担持体に比べて充電電位ΔＶが減少する。そのために、充電電位が現像コントラストＶｃｏｎｔを埋めきれない「充電不良」が起こり易い。

【００２８】

すなわち、画質（ドット再現性）を向上するためには、露光時に像担持体の電荷発生層で発生する電荷の拡散を抑える必要がある。α－Ｓｉ感光体は、図１のように、電荷発生層を表面層近傍に作ることが可能なため、電荷の拡散を抑えることができ、ドット再現性に優れる利点がある。一方、有機感光体は電荷発生層が表面層から離れているために、その距離に応じて、拡散のレベルが悪化する。そのために、ドット再現性に劣る欠点がある。α－Ｓｉ感光体において、許容されるドット再現性を実現するためには、膜厚ｄｍを５０μｍ以下、有機感光体においては、膜厚ｄｍが１７μｍ以下のとき、許容されるドット再現性を実現できることがわかった。このときの、Ｃ／Ｓ（＝ε０εｍ／ｄｍ）＝１．７×１０$^{-6}$（Ｆ／ｍ^{2}）を下限としている。以上の技術的理由により、上記のＣ／Ｓ≧１．７×１０$^{-6}$（Ｆ／ｍ^{2}）を設定している。

【００２９】

静電容量は像担持体の誘電率や膜厚で決まり、製品によって、大きく異なる。α－Ｓｉ感光体の誘電率が　１０、有機感光体の誘電率が　３であるので、同膜厚では、α－Ｓｉ感光体の静電容量の方が有機感光体よりも約３倍大きくなる。

【００３０】

本検討で使用した像担持体の静電容量（Ｃ／Ｓ）の測定方法について説明する。金属基

体上に実際の感光層（電荷発生層、電荷輸送層、表面層）と同様の層構成を施した平板状感光板を用意し、感光体よりも小さな電極を接触させる。電極に直流電圧を印加した時に流れる電流をモニターし、得られた電流曲線を時間積分することで、感光層にたまった電荷量ｑを求める。これを直流電圧の値を可変しながら行い、電荷量ｑと電圧値Ｖの傾きから、感光板の静電容量（Ｃ）を求めた。このとき、使用した電極の面積（Ｓ）から、単位面積における静電容量（Ｃ／Ｓ）を求めた。

【００３１】

次に、本検討で使用した像担持体の膜厚（ｄｍ）、比誘電率εｍの測定方法について説明する。上記の感光板に対して、感光層を施す前後の厚みを膜厚計で測定し、その差分を算出することにより、感光層の膜厚ｄｍを求めた。また、比誘電率εｍは上記方法で求めた静電容量（Ｃ／Ｓ）、膜厚（ｄｍ）を理論式（εｍ＝（Ｃ・ｄｍ）／（Ｓ・ε０））に代入することにより求めた。

【００３２】

以上のように、α－Ｓｉ感光体のような高静電容量の像担持体を使用すると、上記の充電不良により、白抜けという画像不良が発生するという課題があった。

【００３３】

次に、充電不良により生じる階調再現性の課題について説明する。従来の有機感光体などの低静電容量のものは、現像領域中において現像コントラストＶｃｏｎｔを充電電位ΔＶで埋める充電が完了し、潜像への現像が正常に終了する。これに対して、高静電容量の像担持体の場合、充電不良が発生し、潜像への現像が正常に終了しないために、現像されるトナー量が増加する。このため、必要とされる画像濃度を得るための現像コントラストＶｃｏｎｔが減少し、Ｖ－Ｄ曲線（２５６階調中の任意１６階調における現像コントラストに対する画像濃度）は図２２のように立ち易くなり、階調性が取り難くなる。

【００３４】

今後、更なる高画質化、高安定化が求められていく中で、像担持体の高静電容量化は避けられない。α－Ｓｉ感光体のような高静電容量の像担持体を使用するためには、上記画像不良を解決すること、つまり高静電容量の像担持体の充電不良を解決することが必須である。

【００３５】

本発明の目的は、高静電容量の感光体を用いた場合の画像不良を抑制した画像形成装置を提供することである。

【００３６】

本発明の他の目的は、画像濃度の互いに異なる画像の境界部に画像白抜けが発生することを低減した画像形成装置を提供することである。

【００３７】

本発明の他の目的は、現像を行うとき潜像電位に対するトナーによる充電不良を抑制した画像形成装置を提供することである。

【００３８】

本発明の他の目的は、階調性に優れた画像形成装置を提供することである。

【００３９】

本発明の更なる目的及び特徴とするところは添付図面を参照しつつ以下の詳細な説明を読むことにより一層明らかになるだろう。

【課題を解決するための手段】

【００４０】

上記目的を達成するための本発明に係る画像形成装置の代表的な構成は、単位面積当たりの静電容量が１．７×１０$^{-6}$（Ｆ／ｍ^{2}）以上である感光体と、前記感光体に画像情報に応じた静電像を形成するために、前記感光体を露光する露光装置と、前記静電像をトナーで現像して前記感光体上にトナー像を形成する現像装置と、記録材へ前記トナー像を転写する転写装置と、前記記録材へベタ画像と中間調画像とが連なっている部分を有する画像が形成されるとき、前記感光体のベタ画像が形成される領域に対して、電位レベルの

異なる静電像を形成するように前記露光装置の露光量を制御する制御部と、を備え、前記制御部の動作に基づいて、前記領域に対する単位面積当たりのトナー載り量が前記ベタ画像に対応するトナー載り量となるように、前記領域に対して異なるトナー高さからなるトナー像を形成する、もしくは部分的にトナーが形成されないトナー像を形成する画像形成モードを少なくとも実行可能であることを特徴とする。

【発明の効果】

【００４１】

図７は本発明と従来例のベタ部のトナー像の形成の仕方を比較した概念図である。（１）のように、充電不良が発生するベタ部においては凹凸構造を持ってトナー現像されるように、ベタ部の潜像を形成することを特徴とする。その際、定着後の画像濃度が従来のベタ部構造（フラット構造）における濃度と同レベルを確保するために、現像後の像担持体上のトナー量を従来と同量程度にすることが条件である。ベタ部において、像担持体上のトナー層に凹凸構造を持たせることにより、（２）のような従来のフラット構造に比べて、同じトナー量が現像された場合にトナー層は高くなる（ｄｔ→２ｄｔ）。また、凹凸構造により作られるトナー層以外の気層の影響により、トナー層の見かけの誘電率を低下させることができる。このため、式１における第一項のｄｔ（トナー層高さ）を増加し、εｔ（トナー比誘電率）を減少させることができるために、トナー層によって作られる電位ΔＶｔを見かけ増加することができる。これにより、充電不良が改善できるために、充電不良により発生した画像不良（白抜け）を改善し、且つ階調性に優れた画像出力が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００４２】

【実施例】

【００４３】

（１）画像形成装置例

図８は画像形成装置の一例の概略構成図である。この画像形成装置は、電子写真プロセス利用、デジタル－イメージ露光方式、反転現像方式、転写方式のレーザービームプリンタである。

【００４４】

１は像担持体としてのドラム型の電子写真感光体である。この像担持体１は単位面積当りの静電容量（Ｃ／Ｓ）がＣ／Ｓ≧１．７×１０$^{-6}$（Ｆ／ｍ^{2}）の高静電容量のものである。既に述べたように、このような高静電容量の像担持体は、ドット再現性に優れる利点がある。しかしながら、反面、前述のように、充電不良により、白抜けという画像不良が発生するという課題がある。また、階調性が取り難くなる課題がある。逆にＣ／Ｓ＜１．７×１０$^{-6}$（Ｆ／ｍ^{2}）の感光体においては、上記のような課題はなかった。

【００４５】

本例において、該像担持体１は、アモルファスシリコン感光体（α－Ｓｉ感光体）である。α－Ｓｉ感光体は、基本的には、導電性基体上にα－Ｓｉ感光層を形成したものである。α－Ｓｉ感光層は、Ｓｉ、ＳｉＣ、ＳｉＯ、ＳｉＯＮ等のアモルファスシリコン系材料から形成されたものであり、例えばグロー放電分解法、スパッタリング法、ＥＣＲ法、蒸着法などによって形成される。α－Ｓｉ感光体の層構成は、図１に示した通りである。

【００４６】

像担持体１は矢印ｒの時計方向に所定の速度で回転駆動され、その表面が一次帯電器２によって所定の暗電位Ｖｄに均一に帯電される。２ａは一次帯電器２に対する帯電バイアス印加電源である。

【００４７】

３はデジタル露光手段としてのレーザースキャナー（レーザー露光装置）である。このスキャナー３にはイメージスキャナー等のホスト装置１１から時系列電気デジタル画素信号が入力される。すなわち、ホスト装置１１においては、ＣＣＤなどによって得られた画像信号がＡ／Ｄコンバータによりデジタル化された後、信号処理部に送られて画像濃度に

対応して２値の画像信号に変換される。この画像信号がスキャナー３に送られる。スキャナー３は、レーザードライバー、レーザー、ポリゴンミラー、ミラー等を有し、レーザードライバーに上記の画像信号が入力される。レーザードライバーはその入力する画像信号に応じてレーザーの発光を変調する。変調されたレーザー光により像担持体１の暗電位面が走査露光Ｌ（イメージ露光）される。露光部の暗電位が減衰して明電位Ｖｌとなり、静電潜像（画像情報に応じた静電像）が形成される。イメージ露光方式とは、現像時にトナーを付着すべき感光体の部分をあらかじめ露光しておくものであり、感光体の明電位部分がトナーで現像される方式である。

【００４８】

４は像担持体１の表面（感光体上）に形成された静電潜像をトナー像として現像する現像装置である。本例の現像装置４は、現像剤として、磁性キャリアと非磁性トナーからなる２成分現像剤Ａを用いた反転現像装置である。トナーとキャリアの重量比は所定に調整されている。現像剤Ａは、現像容器４ａ内に収容されていて、攪拌部材４ｂで攪拌されて、トナーが負に摩擦帯電される。その現像剤Ａが現像剤担持体としての現像スリーブ４ｃに供給される。現像スリーブ４ｃは矢印の反時計方向に所定の速度で回転駆動される。現像スリーブ４ｃ内には、複数の磁極を有する磁性体からなるマグネットローラ４ｄを配設してある。現像スリーブ４ｃに供給された現像剤Ａは現像スリーブ４ｃの表面にマグネットローラ４ｄの磁気力により磁気ブラシ層として担持され、現像スリーブ４ｃの回転により搬送される。その搬送途中で、ブレード４ｅにより層厚の規制を受け、現像スリーブ４ｃと像担持体１との対向部である現像領域へと搬送される。現像スリーブ４ｃには現像バイアス印加電源４ｆから所定の現像バイアスが印加される。このバイアス印加により現像領域に現像電界を発生させて、キャリアに付着しているトナーをキャリアから引き離し、像担持体１側の静電潜像をネガトナーで反転現像する。反転現像方式は、感光体が帯電器によって帯電される極性と、トナーの帯電極性が同じものである。

【００４９】

現像領域で現像に供された現像剤磁気ブラシ層は引き続く現像スリーブ４ｃの回転により現像容器４ａ内に戻し搬送されて、現像スリーブ４ｃ面から磁気的に剥ぎ取られる。そして、現像スリーブ４ｃにはフレッシュな現像剤が供給される。

【００５０】

現像容器４ａ内の現像剤Ａは、トナーが現像により消費されることで、トナー濃度が低下する。これを補償するために、不図示のセンサにより現像容器４ａ内の現像剤Ａ中のトナーの濃度を監視している。そして、トナー濃度が許容下限濃度まで低下したら、補給用トナー容器４ｇから現像容器４ａ内の現像剤Ａに適量のトナーを補給する動作を間欠的に実行させる。これにより、トナー濃度を所定の範囲内に維持させている。

【００５１】

像担持体１に形成されたトナー像は転写装置としての転写帯電器５により、不図示の給紙部から像担持体１と転写帯電器５との対向部に所定の制御タイミングで給送されたシートなどの記録材（転写材）Ｐに順次に転写される。転写帯電器５には転写バイアス印加電源５ａよりトナーの帯電極性とは逆である正極性の転写バイアスが所定の制御タイミングで印加される。これにより、像担持体１側のトナー像が記録材Ｐの面に静電転写される。

【００５２】

転写部を通過した記録材Ｐは、像担持体１の面から分離されて、定着器８へ導入される。定着器８は記録材Ｐ上の未定着トナー像を永久固着画像として熱と圧力で定着して、記録材Ｐを排紙する。

【００５３】

記録材分離後の像担持体１は、クリーナー６のクリーニングブレード６ａにより拭掃されて、転写残りトナー等の残留付着物の除去処理を受け、更に、前露光装置７による全面露光を受けて除電され、繰り返して画像形成に供される。

【００５４】

９は制御回路部（制御手段）である。この制御回路部９は画像形成装置の各種プロセス

機器から入力する信号や各種プロセス機器への指令信号の処理、所定の作像シーケンス処理を司る。ＲＯＭ内に格納された制御プログラムや参照テーブルにしたがって装置を制御する。１０は操作パネル部である。この操作パネル部１０から制御回路部９に各種の画像形成条件が入力される。また、制御回路部９から操作パネル部１０に各種の情報が入力されて表示部に表示される。

【００５５】

（２）充電効率

以下の検証で充電不良の程度を数値化するために「充電効率」を導入した。充電効率は式２に表す通り、現像コントラストＶｃｏｎｔに対する充電電位ΔＶの割合（ΔＶ／Ｖｃｏｎｔ）である。ここで現像コントラストＶｃｏｎｔは、現像バイアスの直流成分と、感光体の画像部分となるべき部分の明電位と、の電位差である。充電電位ΔＶは、潜像電位部分の現像後のトナー層表面電位と、現像前の潜像電位と、の電位差である。即ち、ベタ画像部に対応する感光体の充電電位ΔＶは、ベタ画像部に対応する感光体の部分である明電位部分の現像後のトナー層表面電位と、ベタ画像部に対応する感光体の部分である現像前の明電位と、の電位差である。明電位、トナー層電位などの電位の測定は現像位置もしくは現像位置近傍で、表面電位計により測定した。

【００５６】

【数２】

$$\text{充電効率} = \frac{\text{充電電位}\Delta V}{\text{現像コントラストVcont}} \times 100 \quad (\%)$$

【００５７】

充電効率の測定方法について説明する。初めに２成分現像剤Ａを入れない空の現像装置４を用意し、帯電、潜像形成後における、トナーで現像されていない像担持体１上の表面電位（現像前潜像電位）を現像装置直下に配置した表面電位計１２により計測する。

【００５８】

次に、２成分現像剤Ａを入れた現像装置４を用意し、実際に、帯電、潜像形成後に現像バイアスを印加することにより、像担持体１上にトナー像を形成する。現像直後の像担持体表面の電位（現像後潜像電位）を同様に表面電位計１２により計測する。

【００５９】

上記の２通りの方法により得られた、現像前潜像電位と現像後潜像電位の電位プロフィールを図９に示す。そして、図１０のように、この現像前潜像電位と現像後潜像電位のそれぞれの表面電位値を差し引くことにより、実際に静電潜像がトナーで現像されることによって作られる充電電位ΔＶを求めることができる。

【００６０】

このときの現像バイアスＶｄｃ（現像バイアスのＤＣ成分）と明電位Ｖｌとの差である現像コントラストＶｃｏｎｔに対する充電電位ΔＶの割合が充電効率となる（式２）。

【００６１】

（３）白抜け指数

次に、以下の検証で白抜けの程度を数値化するために「白抜け指数」を導入した。白抜けのレベルを示す白抜け指数の測定方法について説明する。像担持体上に現像されたトナー像を転写帯電器５によって、記録材Ｐ（４ＣＣ　ＡＲＴ　１３０ｇ／ｍ^{2}紙）に転写し、定着器８により定着を行う。

【００６２】

本検討で使用した定着器構成を図１１に示す。本検討で使用した定着器は上下に圧接した定着ローラ８ａと加圧ユニット８ｂとを備えている。定着ローラ８ａはフッ素樹脂から成る離型層、下層の弾性層との２層構造に構成されている。定着ローラ表層は定着ローラ

に内蔵されたハロゲンヒーター８ｃとサーミスタ８ｄにより１６０℃に温度制御した。加圧ユニット８ｂは３本の軸ローラ８ｅ、表面にフッ素樹脂から成る離型層を有す加圧ベルト８ｆ、加圧パッド８ｇから構成されている。定着入り口の軸ローラ内に内蔵されたハロゲンヒーター８ｈとサーミスタ８ｉにより、定着入り口の加圧ベルト表層は１１０℃に温度制御した。

【００６３】

上記定着器８によって定着された記録材Ｐ上の白抜け画像（図４）をスキャナーで読み込み、市販のソフト（ＡｄｏｂｅＰｈｏｔｏｓｈｏｐ）を使用して画像先端から後端方向の輝度分布を得る（図１２）。輝度分布に対して、中間調部とベタ部の境界における白抜け部位の面積を数値化し、白抜け指数とした。このとき、使用した中間調部は、反射濃度０．６（Ｘ－Ｒｉｔｅ分光濃度計）になるようにスクリーン処理またはＰＷＭ（パルス幅変調）処理を行なっている。

【００６４】

（４）充電効率と白抜け指数の相関関係

充電効率と白抜け指数の相関関係を調べた結果を図１３に示す。様々な現像条件のもと調べた結果、現像条件に関わらず、充電効率と白抜け指数は相関関係を有し、充電効率が向上するにつれて、白抜け指数が減少し、白抜けが改善されていることを明らかにした。

【００６５】

白抜けの許容レベルについて調べた結果、目視において、白抜け指数が３００以下で許容レベルに達することがわかった。つまり、充電効率が９０％以上であれば、白抜けは許容レベルに達することがわかった。

【００６６】

以下の実施例において得られた充電効率、白抜け指数は全て上記（２）と（３）の方法で得られた値である。

【００６７】

（５）実施例１

本実施例１ではベタ部において、従来、ハイライト部から中間調部において使用するようなスクリーン（ライン）処理を施した凹凸構造を有した潜像（電位レベルの異なる静電像）に対して現像を行なうものである。その際、従来のベタ部を現像する際と同量のトナーを現像する。これにより、ベタ部において、トナー層を高くし、トナー層以外の気層も有した凹凸構造を持たせることを特徴とする。

【００６８】

検証結果について説明する。検討機はｉＲＣ－６８００改造機を用い、デジタル－イメージ露光方式、反転現像方式により現像を行なった。使用した像担持体は下記の有機感光体と、α－Ｓｉ感光体である。有機感光体は、膜厚ｄｍは２８μｍ、比誘電率εｍは３．３、単位体積当りの静電容量Ｃ／Ｓは１．０×１０$^{-6}$（Ｆ／ｍ^{2}）のものである。α－Ｓｉ感光体は、膜厚ｄｍは３０μｍ、比誘電率εｍは１０、単位体積当りの静電容量Ｃ／Ｓは３．０×１０$^{-6}$（Ｆ／ｍ^{2}）のものである。膜厚ｄｍは渦電流式膜厚計（株式会社フィッシャーインストルメンツ製）により測定した。単位体積当りの静電容量Ｃ／ＳはＬＣＲメーター（安藤電気社製　ＡＧ－４３０４）により測定した。すなわち、１ｃｍ^{2}程度のＡｌ基盤上に実際の像担持体と同様の層構成を施した平板状の感光板にて測定（周波数１００Ｈｚ、印加電圧１Ｖ）したものである。比誘電率ｅｍは上記静電容量Ｃから既知である像担持体の膜厚ｄｍより求めたものである。

【００６９】

現像スリーブ４ｃと像担持体１との距離（ＳＤギャップ）は３００μｍである。このとき使用した現像バイアスは図１４に示すようにＤＣ成分にＡＣ成分を重畳した波形である。このときのＡＣ成分の周波数は１２ｋＨｚ、ピークツウピーク電圧Ｖｐｐは１．８ｋＶで使用した。

【００７０】

次に、本実施例で使用した現像剤について説明する。現像剤としては非磁性トナーと磁

性キャリアから成る２成分現像剤を使用している。使用した非磁性トナーとしては、従来公知の粉砕法により作成されたトナーを使用した。一方、使用した磁性キャリアとしては、樹脂キャリアを使用し、キャリア表面コート種、厚さ等を調整することにより、体積抵抗値が５×１０^{9}Ω・ｃｍ以上になるようにした。磁性キャリアの体積抵抗値が５×１０^{9}Ω・ｃｍより小さい場合、表面抵抗の低いα－Ｓｉ感光体に対して、現像時に現像バイアスにより潜像を乱してしまうためである。

【００７１】

ここで、体積抵抗値の測定方法について説明する。図１５のように、検討機と同様な構成において、Ａｌ製の像担持体１を配置し、現像器２には磁性キャリア３のみを入れる。Ａｌ製の像担持体１には既知抵抗４（１０ｋΩ）をつなげ、最終的に接地する。現像スリーブ５、Ａｌ製の像担持体１を検討機と同条件で回転させた状態において、現像スリーブ５に電源６により、ＤＣ電圧を印加する。このとき、既知抵抗４に印加する電圧を電圧計７により測定することにより、現像スリーブ５とＡｌ製の像担持体１間に拘束されている磁性キャリア３に流れる電流を求め、印加したＤＣ電圧から抵抗を求めることができる。

【００７２】

また、体積抵抗値は、磁性キャリアと像担持体との接触面積、ＳＤギャップ、前記抵抗値から求めることができる。この測定方法により求めた体積抵抗値はＤＣ電圧－６００Ｖ（電界強度２×１０^{4}Ｖ／ｃｍ）を印加した際の値である。

【００７３】

本発明で使用した２成分現像剤は、上記非磁性トナーと磁性キャリアの混合比を全重量比に対して非磁性トナーが約１０％になるように調整した。その際、トナーの摩擦帯電量は約－４５μＣ／ｇであった。

【００７４】

この条件下において、一次帯電器２によって、感光体表面を暗電位Ｖｄに均一に帯電する。そして、ベタ部に対して、従来のフラットな潜像を形成するために、市販のソフト（Ａｄｏｂｅ　Ｐｈｏｔｏｓｈｏｐ）を使用して作成した単色（シアン）１００％のデータ（従来ベタ画像）を検討機に入力した。このとき、レーザーパワーを可変することにより、ベタ部の電位を明電位Ｖｌに調整し、必要な現像コントラスト、かぶり取り電位を確保した。ここで、かぶり取り電位Ｖｂａｃｋとは現像バイアスの直流成分Ｖｄｃと暗電位Ｖｄとの電位差であり、１５０Ｖで検討を行なった。同条件のもと、有機感光体とα－Ｓｉ感光体に対してそれぞれ現像を行なった際に、像担持体１上に現像したトナーの単位面積当りにおける現像トナー量（Ｍ／Ｓ）が０．６ｍｇ／ｃｍ^{2}になるときの各実測値を表１に示す。即ち、表１においては、ベタ部に対して、トナーの凹凸構造をもたない従来のようなフラットな構造をもつように、潜像を形成した場合の例である。

【００７５】

【表１】

像担持体	Vcont	Q/M	M/S	ΔV 実測値	実測充電効率
OPC	300V	-45μC/g	0.6mg/cm^{2}	300V	100%
α-Si	200V	-45μC/g	0.6mg/cm^{2}	140V	70%

【００７６】

ここで、使用したＱ／ＭとＭ／Ｓの実測方法について説明する。図１６に示したファラデーゲージは、軸径の異なる金属筒を同軸になるように配置した２重筒と、内筒内に更にトナーを取り入れるためのフィルターを備えている。ＡＩＲ吸引により、像担持体（感光体）上のトナーをフィルター内に取り込むことにより、内筒と外筒が絶縁されているために、トナーの電荷量Ｑによる静電誘導を引き起こす。この誘起された電荷量をＫＥＩＴＨＬＥＹ　６１６　ＤＩＧＩＴＡＬ　ＥＬＥＣＴＲＯＭＥＴＥＲにより測定し、内筒内のト

ナー重量Ｍで割った値をＱ／Ｍ（μＣ／ｇ）とした。また、像担持体上の吸引した面積を測定し、その値でトナー重量Ｍを割った値をＭ／Ｓ（ｍｇ／ｃｍ^2）とした。

【００７７】

表１のとおり、有機感光体（ＯＰＣ）とα－Ｓｉ感光体を比較すると、有機感光体は充電効率が１００％で正常に現像が終了しているのに対して、α－Ｓｉ感光体は未充電（充電効率７０％）の状態で現像が終了していることがわかった。また、α－Ｓｉ感光体は未充電の状態により、現像領域内で現像が正常に終了しないために、現像トナー量（Ｍ／Ｓ）が多く、必要トナー量を現像するための現像コントラスト（Ｖｃｏｎｔ）が有機感光体に比べて小さいことがわかった。

【００７８】

次に、上記の実測された充電電位の妥当性を確認した。実測された像担持体上のトナー層の高さｄｔ、トナー層の比誘電率εｔを理論式の式１に代入し、充電電位の理論値ΔＶｔｈを求め、実測の充電電位ΔＶとの比較を行なった。なお、式１へ各数値を代入する場合は、ディメンジョンを合わせなければならない。

【００７９】

以下で測定方法について説明する。像担持体上のトナー層の高さ（トナー高さ）はＫＥＹＥＮＣＥ社超深度カラー３Ｄ形状測定顕微鏡を使用し、トナー層を観察し求めた。観察した様子を図１７に示す。有機感光体、α－Ｓｉ感光体ともに、像担持体上のトナー層はフラットに形成され、有機感光体のトナー層高さｄｔは８μｍ、ａ－Ｓｉ感光体のｄｔは９μｍであった。有機感光体に比べて、α－Ｓｉ感光体のトナー層高さが高い理由は、α－Ｓｉ感光体は電荷拡散が抑えられるために、潜像が深く安定し、トナー層が高く積み上がり易いためと考えられる。

【００８０】

次に、トナー層の比誘電率ｅｔは、断面積が約２．３ｃｍ^{2}の電極間にトナー層厚約１ｍｍでトナーを挟み、ＬＣＲメーター（安藤電気社製　ＡＧ－４３０４）によって測定し求めた。このとき、トナー層の比誘電率εｔは２．５であった。各パラメータを理論式１に代入した結果を表２に示す。

【００８１】

【表２】

像担持体	Q/S	dt	ΔV 実測値	ΔV 理論値	白抜け指数
OPC	$2.7\times10^{-2}\mu C/cm^2$	8μm	300V	308V	200
α-Si	$2.7\times10^{-2}\mu C/cm^2$	9μm	140V	146V	600

【００８２】

ΔＶの理論値が実測値を良く再現していることがわかる。定着後の白抜け画像について上記測定方法により、白抜け指数を測定した結果、有機感光体は白抜け指数２００の許容レベルであるのに対し、α－Ｓｉ感光体は白抜け指数６００で許容レベルを大幅に外れていることがわかった。

【００８３】

従って、ベタ部における充電不良を解消するために、本実施例によれば、ベタ部において従来のようなフラットな潜像を作らずに、ハイライト部から中間調部において使用するようなスクリーン（ライン）処理を施した凹凸構造を有した潜像に対して現像を行なう。その際、従来のベタ部を現像する際と同量のトナーを現像する。これにより、従来のフラットなトナー層を現像したベタ部に比べて、トナー層を高くし、トナー層以外の気層も有した凹凸構造を持たせた。

【００８４】

以下で本実施例の詳細について述べる。上記条件の下、α－Ｓｉ感光体に対して、一次

帯電器によって、像担持体表面を暗電位－５３０Ｖ（Ｖｄ）に均一に帯電した。

【００８５】

そして、ベタ部に対して、凹凸構造を有した潜像を形成するために、市販のソフト（Ａｄｏｂｅ　Ｐｈｏｔｏｓｈｏｐ）により作成した単色（シアン）の解像度６００ｄｐｉの１ｌｉｎｅ１ｓｐａｃｅ（１ライン１スペース）のデータを検討機に入力した。ここで、１ｌｉｎｅ１ｓｐａｃｅとは、感光体の回転方向に対して垂直方向に延びる横線の潜像を、レーザー光の１ライン分オン、１ライン分オフを交互に繰り返して形成したものである。即ち、横線潜像は、１ライン毎に空白を持って形成される。また、解像度は６００ｄｐｉであるため、１ｌｉｎｅ（１ｓｐａｃｅ）の幅は約４２μｍ（１ｉｎｃｈ／６００）である。このとき、レーザーパワーを可変することにより、ベタ部の電位を－１３０Ｖ（Ｖｌ＝明部電位）に調整し、必要な現像コントラスト（Ｖｃｏｎｔ）２５０Ｖ、かぶり取り電位（暗部電位と現像バイアスの直流成分との電位差）１５０Ｖを確保した。このとき、現像を行なった際に、像担持体１上に現像したトナーの単位面積当りにおける現像トナー量（Ｍ／Ｓ）が０．６ｍｇ／ｃｍ^{2}になるときの各実測値を示す。ここで、トナー層に凹凸構造をもたせた本実施例の実測値は、トナー層の凸部分に対応する部分だけでなく、凹部分も含めた値である。

【００８６】

【表３】

ﾄﾅｰ像	Vcont	Q/M	M/S	ΔV実測値	実測充電効率
ﾌﾗｯﾄ(従来)	200V	-45μC/g	0.6mg/cm^2	140V	70%
凹凸(本発明)	250V	-45μC/g	0.6mg/cm^2	233V	93%

【００８７】

表３の通り、凹凸構造を有した潜像に対して現像を行なった場合、同量のトナーを現像するために必要な現像コントラストＶｃｏｎｔは２５０Ｖに増加した。これは、充電性が向上し、現像の終了が正常に近づいたためと考えられる。また、同じＱ／Ｓ（＝（Ｑ／Ｍ）×（Ｍ／Ｓ））のトナー量が現像されているにもかかわらず、充電効率はフラットなベタ構造に対して、飛躍的に向上することがわかった。

【００８８】

次に、上記実測された充電電位の妥当性を確認するために、充電電位の式１の理論値ΔＶｔｈと実測の充電電位ΔＶとの比較を行なった。上記測定方法によりトナー層を観察した結果を図１８に示す。像担持体上のトナー層は完全に間引かれ、凹凸構造を有していることを確認した。この場合の凹凸構造における凹部には全くトナーが形成されていない。このときの凹凸構造における凸部のトナー層高さｄｔは１８μｍであった。図１８における左右の方向は、感光体の副走査方向である。

【００８９】

【表４】

ﾄﾅｰ像	Q/S	dt	ΔV実測値	ΔV理論値	白抜け指数	ﾍﾞﾀ品質
ﾌﾗｯﾄ	2.7×10-2μC/cm^2	9μm	175V	170V	600	○
凹凸	2.7×10-2μC/cm^2	18μm	233V	203V	300	○

【００９０】

表４の通り、ΔＶの理論値（２０３Ｖ）は実測値（２３３Ｖ）と大きな違いがある。これは、凹凸構造を有すトナー層の場合、気層（比誘電率１）の影響を受け、トナー層の見

かけの誘電率が減少する分、充電電位が増加しているためと考えられる。定着後の白抜け画像について上記測定方法により、白抜け指数を測定した。図１８の左の図に示すようにベタ部を凹凸構造にすることで、白抜けは許容レベルの白抜け指数３００まで改善されることがわかった。次に定着後のベタ部に対して、デジタルマイクロスコープ（ＫＥＹＥＮＣＥ　ＶＨ－８０００）により観察を行い、スクリーン構造が消えているかを確認した。また、Ｘ－Ｒｉｔｅ分光濃度計により、反射濃度を測定し、ベタ部として許容される反射濃度１．９以上であることを確認した。その結果、スクリーン構造は消え、反射濃度は１．９以上で、ベタ部の品質として十分許容されることがわかった。下記においてベタ部の品質を許容するレベルは上記方法に従った。

【００９１】

解像度６００ｄｐｉのｌｉｎｅ　ｓｐａｃｅ　５×５のマトリックス内の各データを市販のソフト（Ａｄｏｂｅ　Ｐｈｏｔｏｓｈｏｐ）により作成し、それぞれのデータをベタ画像として、上記検討機で画像出力した。測定条件は全て上記のとおりである。

【００９２】

【表５】

充電効率/dt	1 line	2 line	3 line	4 line	5 line
1 space	93% / 18μm	90%/15μm	80%/12μm	76%/11μm	72%/10μm
2 space	—	95%/18μm	91%/16μm	87%/14μm	84%/13μm
3 space	—	—	95%/18μm	92%/17μm	90%/15μm
4 space	—	—	—	95%/18μm	92%/17μm
5 space	—	—	—	—	95%/18μm

【００９３】

表５は横線画像パターンのｌｉｎｅ数とＳｐａｃｅ数をいろいろと組み合わせた場合の、各スクリーン処理による実測の充電効率、トナー層高さｄｔの結果である。但し、レーザーパワーを可変しても、必要現像コントラスト、かぶり取り電位を確保できなかったスクリーン条件については、表で－印としている。ｓｐａｃｅ幅一定の下、ｌｉｎｅ幅を広げると、充電効率は減少する。これは、ｌｉｎｅ幅を広げることにより、高さ方向の増加が抑えられるためと考えられる。一方、ｌｉｎｅ幅一定の下、ｓｐａｃｅ幅を広げると、充電効率は増加する。これは、ｓｐａｃｅ幅を広げることにより、高さ方向に増加しやすいためと考えられる。

【００９４】

【表６】

ベタ品質	1line	2line	3line	4line	5line
1space	○	○	○	×	×
2space	—	○	○	×	×
3space	—	—	×	×	×
4space	—	—	—	×	×
5space	—	—	—	—	×

【００９５】
次に表６は各スクリーン処理におけるベタ部の品質を、上記許容レベルに従って判別した結果である。ｓｐａｃｅ幅が８４μｍ以内、即ち２ｓｐａｃｅ以内であれば、ｌｉｎｅ幅によって、定着後のベタ部の品位は許容レベルであるが、ｓｐａｃｅ幅が１２６μｍ以上、即ち３ｓｐａｃｅ以上であると、定着後のベタ部の品質は許容レベルを下回った。
【００９６】
つまり、表５、表６より、ベタ部の品質及び充電効率の観点から、解像度６００ｄｐｉの場合、ｓｐａｃｅ幅が４２μｍ（即ち１ｓｐａｃｅ）の際に、ｌｉｎｅ上のトナー層高さｄｔは１５μｍ以上であることが好ましい。即ち、表５においては、１ｌｉｎｅ１ｓｐａｃｅ、２ｌｉｎｅ１ｓｐａｃｅが好ましい。また、表５、表６より、ｓｐａｃｅ幅が８４μｍ（即ち２ｓｐａｃｅ）の際に、ｌｉｎｅ上のトナー層高さｄｔは１６μｍ以上であることが好ましい。即ち、表５において、２ｌｉｎｅ２ｓｐａｃｅ、３ｌｉｎｅ２ｓｐａｃｅが好ましい。
【００９７】
当然、ベタ部に対してスクリーン処理により上記凹凸構造を持たせた場合、ハイライト部、中間調部はスクリーン処理により、十分階調性を確保することができる。ベタ部を１ｌｉｎｅ１ｓｐａｃｅのスクリーン処理した際に、ハイライト部、中間調部に対して、十分階調性を持つようにスクリーン処理した際のＶ－Ｄ曲線（２５６階調中の任意１６階調における現像コントラストに対する画像濃度）を図２３に示す。充電性が低い従来系（ベタ部トナー像フラット）に比べて、本実施例（ベタ部トナー像凹凸）は充電性が向上するために、Ｖ－Ｄ曲線が寝ることを確認した。また、上記ディザ法と多値記録法のパルス幅変調や強度変調を組み合わせることによって、更に階調性を確保することが可能となる。
【００９８】
本実施例では、解像度６００ｄｐｉによるスクリーン処理（ライン）による実施例としたが、ベタ部においてトナー像に凹凸構造を持たせる形態であれば、如何なる手段、階調方法においても限定されるものではない。
【００９９】
（６）実施例２
実施例２では実施例１のように像担持体上のトナー像を完全に間引かずに検討を行なった。つまり、実施例１で使用したベタ部（解像度６００ｄｐｉ　ｌｉｎｅ　ｓｐａｃｅ）に対して、全ｓｐａｃｅの白地部に対応する部分に対してもレーザー光の変調により光量を弱めて光照射を行なった。これにより、トナー層の凹凸構造の凹部においてもトナー層を形成するようにした。その結果を図１９に示す。像担持体上のトナー層は完全に間引かれずに、凹凸構造を有していることを確認した。即ち、実施例１では凹部にトナーは形成されなかったが、実施例２では凹部にトナーが形成される。各スクリーン処理による実測の充電効率、凹部のトナー層高さと凸部のトナー層高さとの差ｄｔ’、凸部のトナー層高さｄｔを、順に、表７に示す。
【０１００】
【表７】

充電効率 / dt’ / dt	1line	2line
1space	82% / 7μm / 12μm	73% / 5μm / 10μm
2space	95% / 16μm / 20μm	80% / 7μm / 12μm

【０１０１】
実施例１に比べて、トナーが現像される面積が広がるために、トナー層高さｄｔ（凸部）が減少する。このため、実施例１に比べて、充電効率は減少する。
【０１０２】

次に、各スクリーン処理におけるベタ部の品位を、上記許容レベルに従って判別した結果を表８に示す。

【０１０３】

【表８】

ﾍﾞﾀ品質	1line	2line
1space	×	×
2space	○	×

【０１０４】

１ｌｉｎｅ２ｓｐａｃｅのみ定着後のベタ部の品質が許容レベルを上回った。他のスクリーン処理におけるベタ部の品質が許容レベルを下回った理由として、凹凸間のトナー層高さの差ｄｔ’が実施例１の範囲から外れているためと考えられる。

【０１０５】

つまり、実施例１の表５、表６で説明したのと同様に、解像度６００ｄｐｉの場合、ｓｐａｃｅ幅が４２μｍの際に、凹凸間のトナー層高さの差ｄｔ’は１２μｍ以上であることが好ましい。また、ｓｐａｃｅ幅が８４μｍの際に、凹凸間のトナー層高さの差ｄｔ’は１６μｍ以上であることが好ましい。

【０１０６】

（７）実施例３

実施例１（ラインで形成したスクリーン構造）に対して、実施例３ではドットで形成したスクリーン構造をベタ部に使用し現像を行なった。他条件は実施例１と同様である。２ｄｏｔ１ｓｐａｃｅを実施例１の２ｌｉｎｅ１ｓｐａｃｅと比較した結果、３ｄｏｔ１ｓｐａｃｅを実施例１の３ｌｉｎｅ１ｓｐａｃｅと比較した結果を表９に示す。

【０１０７】

ここで、２ｄｏｔ１ｓｐａｃｅとは、感光体の主走査方向にレーザー光を連続して２ドット分オン、１ドット分オフを繰り返し行なうことであり、３ｄｏｔ１ｓｐａｃｅとは感光体の主走査方向にレーザー光を連続して３ドット分オン、１ドット分オフを繰り返し行なうことである。即ち、ここでのｓｐａｃｅの数はレーザー光を主走査方向に連続してオフする数を示す。なお、実施例１のおけるｓｐａｃｅの数は、実施例１でも示した通り、レーザー光を副走査方向に連続してオフするラインの数を示すものである。従って、２ｌｉｎｅ１ｓｐａｃｅとは、レーザー光を副走査方向に連続して２ライン分オン、１ライン分オフを、繰り返し行なうことである。

【０１０８】

【表９】

ｽｸﾘｰﾝ	充電効率	ﾄﾅｰ層高さ dt	ﾍﾞﾀ品質
2line 1space(実施例 1)	90%	15μｍ	○
2dot 1space(実施例 3)	92%	17μｍ	○

ｽｸﾘｰﾝ	充電効率	ﾄﾅｰ層高さ dt	ﾍﾞﾀ品質
3line 1space(実施例 1)	80%	12μｍ	○
3dot 1space(実施例 3)	84%	13μｍ	×

【０１０９】
各条件共に、スクリーン構造がライン形成（実施例１）に比べてドット形成（実施例３）の方が、充電効率が向上することがわかった。これは、ライン形成に比べて、ドット形成の方が、ｓｐａｃｅ部（白地部）の面積が大きく、同量のトナーが現像された際に、トナー層の高さｄｔが高く現像されるためと考えられる。また、像担持体上のトナー層において、ライン形成に比べて、ドット形成の方が、気層の体積が大きい分、トナー層の見かけの誘電率が減少するためと考えられる。表９に示すように、２ｄｏｔ１ｓｐａｃｅの場合、ベタ画像濃度についても、充電効率についても良い結果が得られた。但し、ドット形成の場合、ｓｐａｃｅ部の面積が大きいために、定着後のベタ部のスクリーン構造が残存し易く、３ｄｏｔ１ｓｐａｃｅのように、ベタ部の品質を保つことが難しいことがわかった。

【０１１０】
本実施例では、解像度６００ｄｐｉによるライン形成、ドット形成におけるスクリーン処理による実施例としたが、ベタ部においてトナー像に凹凸構造を持たせる形態であれば、如何なる手段、階調方法においても限定されるものではない。つまり、スクリーン構造がライン形成、ドット形成に限らず、如何なるスクリーン処理においても、ベタ部においてトナー像に凹凸構造を持たせる条件であれば、本請求項の範囲内に含まれる。また、スクリーン構造を有さない誤差拡散法等においても、ベタ部においてトナー像に凹凸構造を持たせる条件であれば、本発明の範囲内に含まれる。

【０１１１】
（８）実施例４
本実施例４ではベタ部において、パルス幅変調により凹凸構造を有した潜像に対して現像を行なう。その際、従来のベタ部を現像する際と同量のトナーを現像する。これにより、従来のフラットなトナー層を現像したベタ部に比べて、トナー層を高くし、トナー層以外の気層も有した凹凸構造を持たせた。つまり、ベタ部において、潜像形成時に従来のようにレーザーを点灯し続け（図３の（１－３））、フラットな潜像（図３の（２－３））を作るのではなく、ベタ部において、従来、中間調で使われるような発振時間（図３の（１－１）、（１－２））で露光する。これによりできた潜像（図３の（２－１）、（２－２））に対して、同量のトナーを現像することで、トナー層を高くし、トナー層以外の気層も有した凹凸構造を持たせた。

【０１１２】
検証結果について説明する。検討機は解像度２００線のパルス幅変調を内蔵しているＣＬＣ－５０００改造機を用い、デジタルーイメージ露光方式、反転現像方式により現像を行なった。

【０１１３】
使用した像担持体は、下記の有機感光体と、α－Ｓｉ感光体である。

【０１１４】
有機感光体は、膜厚ｄｍが２８μｍ、比誘電率εｍが３．３、単位体積当りの静電容量Ｃ／Ｓが１．０×１０$^{-6}$（Ｆ／ｍ^{2}）のものである。

【０１１５】
ａ－Ｓｉ感光体は、膜厚ｄｍが３０μｍ、比誘電率εｍが１０、単位体積当りの静電容量Ｃ／Ｓが３．０×１０$^{-6}$（Ｆ／ｍ^{2}）のものである。

【０１１６】
膜厚ｄｍ、比誘電率εｍは上記測定方法の通りである。

【０１１７】
ＳＤギャップ、現像バイアス、２成分現像剤などの条件は実施例１、２、３と同様である。

【０１１８】
この条件下において、一次帯電器２によって感光体表面を暗電位Ｖｄに均一に帯電する。そして、比較例として、ベタ部に対して、フラットな潜像を形成するために、レーザー

走査露光による潜像形成時にレーザーを点灯し続けるＦＦｈの発振時間で露光した。このとき、レーザーパワーを可変することにより、ベタ部の電位を明電位Ｖｌに調整し、必要な現像コントラスト、かぶり取り電位（１５０Ｖ）を確保した。同条件のもと、比較例として、有機感光体とα－Ｓｉ感光体に対してそれぞれ現像を行なった際に、像担持体１上に現像したトナーの単位面積当りにおける現像トナー量（Ｍ／Ｓ）が０．６ｍｇ／ｃｍ^{2}になるときの各実測値を表１０に示す。

【０１１９】

【表１０】

像担持体	Vcont	Q/M	M/S	ΔV実測値	実測充電効率
OPC	300V	-45μC/g	0.6mg/cm^2	300V	100%
α-Si	200V	-45μC/g	0.6mg/cm^2	140V	70%

【０１２０】

表１０のとおり、有機感光体とα－Ｓｉ感光体を比較すると、有機感光体は充電効率が１００％で正常に現像が終了しているのに対して、α－Ｓｉ感光体は未充電（充電効率７０％）の状態で現像が終了していることがわかった。また、α－Ｓｉ感光体は未充電の状態により、現像領域内で現像が正常に終了しないために、現像トナー量（Ｍ／Ｓ）が多く、必要トナー量を現像するための現像コントラストが有機感光体に比べて小さいことがわかった。

【０１２１】

次に、上記の実測された充電電位の妥当性を確認した。実測された像担持体上のトナー層の高さｄｔ、トナー層の比誘電率ｅｔを理論式１に代入し、充電電位の理論値ΔＶｔｈを求め、実測の充電電位ΔＶとの比較を行なった。トナー層の高さｄｔ、比誘電率εｔの測定方法は上記の通りである。トナー層の観察結果を図２０に示す。有機感光体、α－Ｓｉ感光体ともに、像担持体上のトナー層はフラットに形成され、有機感光体のトナー層高さｄｔは８μｍ、α－Ｓｉ感光体のｄｔは９μｍであった。有機感光体に比べて、α－Ｓｉ感光体のトナー層高さが高い理由は、α－Ｓｉ感光体は電荷拡散が抑えられるために、潜像が深く安定し、トナー層が高く積み上がり易いためと考えられる。各パラメータを理論式１に代入した結果を表１１に示す。

【０１２２】

【表１１】

像担持体	Q/S	dt	ΔV実測値	ΔV理論値	白抜け指数
OPC	2.7×10-2μC/cm^2	8μm	300V	308V	200
α-Si	2.7×10-2μC/cm^2	9μm	140V	146V	600

【０１２３】

ΔＶの理論値が実測値を良く再現していることがわかる。定着後の白抜け画像について上記測定方法により、白抜け指数を測定した結果、有機感光体は白抜け指数２００の許容レベルであるのに対し、ａ－Ｓｉ感光体は白抜け指数６００で許容レベルを大幅に外れていることがわかった。

【０１２４】

次に、ベタ部における充電不良を解消するために、ベタ部においてフラットな潜像（図３の（２－３））を作らずに、実施例４として中間調部で使われる図３の（２－１）、（２－２）のような潜像に対して現像を行なう。その際、従来のベタ部を現像する際と同量

のトナーを現像する。これにより、フラットなトナー層を現像した際に比べて、トナー層を高くし、トナー層以外の気層も有した凹凸構造を持たせた。

【０１２５】

以下で詳細について述べる。上記条件の下、α－Ｓｉ感光体に対して、一次帯電器４によって、像担持体表面を－５７５Ｖ（Ｖｄ＝暗電位）に均一に帯電した。ベタ部においてフラットな潜像を形成するための発振時間（ＦＦｈ）よりも短い、８０ｈの発振時間で露光した。このとき、ベタ部の電位は－１７５Ｖ（Ｖｌ＝明部電位）となり、必要な現像コントラスト２５０Ｖ、かぶり取り電位１５０Ｖを確保した。このとき、現像を行なった際に、トナーの単位面積当りにおける現像トナー量（Ｍ／Ｓ）が０．６ｍｇ／ｃｍ^{2}になるときの各実測値を示す。

【０１２６】

【表１２】

ﾄﾅｰ像	Vcont	Q/M	M/S	ΔV実測値	実測充電効率
ﾌﾗｯﾄ(従来)	200V	-45μC/g	0.6mg/cm^2	140V	70%
凹凸(本発明)	250V	-45μC/g	0.6mg/cm^2	225V	90%

【０１２７】

表１２の通り、凹凸構造を有した潜像に対して現像を行なった場合、同量のトナーを現像するために必要な現像コントラストＶｃｏｎｔは２５０Ｖに増加した。これは、充電性が向上し、現像の終了が正常に近づいたためと考えられる。また、同Ｑ／Ｓ（＝（Ｑ／Ｍ）×（Ｍ／Ｓ））のトナー量が現像されているにもかかわらず、充電効率はフラットなベタ構造に対して、飛躍的に向上することがわかった。

【０１２８】

次に、上記実測された充電電位の妥当性を確認するために、充電電位の理論値ΔＶｔｈと実測の充電電位ΔＶとの比較を行なった。上記測定方法によりトナー層を観察した結果を図２１に示す。像担持体上のトナー層は完全に間引かれ、凹凸構造を有していることを確認した。このときのトナー層高さｄｔは図２１に示す通り１５μｍであった。

【０１２９】

【表１３】

ﾄﾅｰ像	Q/S	dt	ΔV実測値	ΔV理論値	白抜け指数	ﾍﾞﾀ品質
ﾌﾗｯﾄ	2.7×10^{-2}μC/cm^2	9μm	140V	146V	600	○
凹凸	2.7×10^{-2}μC/cm^2	15μm	225V	183V	300	○

【０１３０】

表１３の通り、ΔＶの理論値（１８３Ｖ）は実測値（２２５Ｖ）と大きな違いがある。これは、凹凸構造を有すトナー層の場合、気層（比誘電率１）の影響を受け、トナー層の見かけの誘電率が減少する分、充電電位が増加しているためと考えられる。定着後の白抜け画像について上記測定方法により、白抜け指数を測定した。ベタ部を凹凸構造にすることで、白抜けは許容レベルの白抜け指数３００まで改善されることがわかった。次に定着後のベタ部の品質について、上記測定方法により調べた。その結果、ベタ部の品質として十分許容されることがわかった。

【０１３１】

当然、ベタ部に対してパルス幅変調により上記凹凸構造を持たせた場合、ハイライト部、中間調部はパルス幅変調により、十分階調性を確保することができる。ベタ部を８０ｈのパルス幅変調処理した際に、ハイライト部、中間調部に対して、十分階調性を持つよう

にパルス幅変調した際のＶ－Ｄ曲線（２５６階調中の任意１６階調における現像コントラストに対する画像濃度）を図２４に示す。充電性が低い従来系（ベタ部トナー像フラット）に比べて、本実施例（ベタ部トナー像凹凸）は充電性が向上するために、Ｖ－Ｄ曲線が寝ることを確認した。また、上記パルス幅変調と二値記録法のディザ法や濃度パターン法を組み合わせることによって、更に階調性を確保することが可能となる。

【０１３２】

本実施例では、パルス幅変調による実施例としたが、ベタ部においてトナー像に凹凸構造を持たせる形態であれば、如何なる手段、階調方法においても限定されるものではない。つまり、パルス幅変調以外にも、強度変調などの多値記録法においてもベタ部においてトナー像に凹凸構造を持たせる条件であれば、本請求項の範囲内に含まれる。

【０１３３】

本実施例では、操作パネル１０（図８）上のモード選択手段により、ベタ部において、トナー層を完全に間引いた形態の画像形成モード、完全には間引かない形態の画像形成モード設定することができる。この他に、ユーザーがベタ部の画質（グロス）を優先する場合は、通常のフラットなトナー層を形成する画像形成モードを自由に設定することができる。制御回路部９は操作パネル１０で選択指定された画像形成モードを実行する。制御回路部９がレーザースキャナー３を制御するようにすれば良い。また、白抜けなどの画像不良が目立ち易い部位と目立ちにくい部位を自動的に検出し、文字画像のような画像不良が目立ちにくい部位には通常のフラットな潜像を自動的に設定するモードを設けている。

【０１３４】

以上説明したように、ベタ部のトナー像に凹凸面構造を持たせることによって、ベタ部のトナー層を高くし、気層の効果によりトナー層の誘電率を低下させる。これにより、高静電容量の像担持体を使用する上で課題となる「充電不良」を飛躍的に改善し、画像不良が生じず、且つ階調性に優れた画像を出力することが可能になった。

【０１３５】

以上の実施例においては、現像剤としてトナーとキャリアとを備える二成分現像剤の例で説明したが、本発明は、トナーからなる一成分現像剤においても用いることができる。一成分現像剤を用いた現像方式においては、トナーを担持させた現像剤担持体を像担持体に接触させ、もしくは像担持体に非接触状態に近接させて対向さて、現像剤担持体へ現像バイアスを印加することにより、像担持体に形成された静電潜像がトナーで現像される。このとき、トナーは非磁性トナー又は磁性トナーを用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【０１３６】

【図１】α－Ｓｉ感光体の一例の層構成模型図である。

【図２】画像形成手法の説明を示す図である

【図３】（１－１）～（１－３）はパルス幅変調（２５６階調中の４０ｈ、８０ｈ、ＦＦｈ）におけるレーザー発振時間と光強度の関係図である。（２－１）～（２－３）は４０ｈ、８０ｈ、ＦＦｈの発振時間における１画素の潜像電位を示す図である。（３－１）～（３－３）は４０ｈ、８０ｈ、ＦＦｈの発振時間における像担持体上のトナー層を示す図である。

【図４】白抜けを説明する図である。

【図５】白抜け画像の潜像電位を示す図である。

【図６】充電不良状態の潜像電位を示す図である。

【図７】クレーム対応図である。

【図８】画像形成装置の一実施例を示す概略構成図である。

【図９】現像前、現像後に表面電位計で得られる潜像電位を示す図である。

【図１０】現像後の充電電位を示す図である。

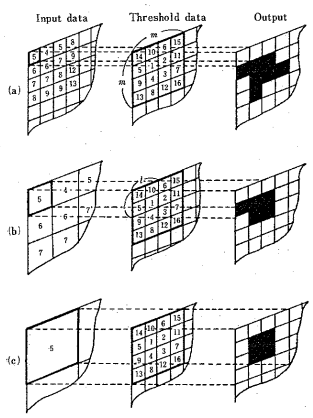
【図１１】本発明で使用した定着器の構成を示す図である。

【図１２】白抜け画像の輝度分布を示す図である。

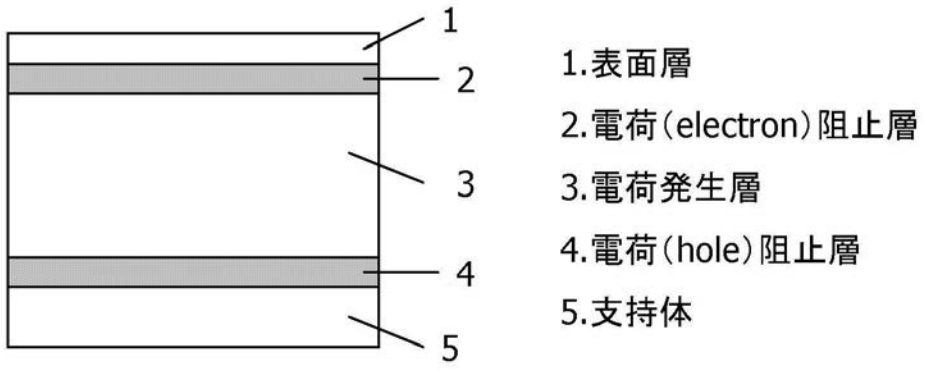
【図１３】白抜け指数と充電効率の関係を示す図である。

【図１４】実施例で使用した現像バイアスを示す波形図である。
【図１５】抵抗測定方法について説明した図である。
【図１６】Ｑ／ＭとＭ／Ｑの実測方法に用いたファラデーゲージの略図である。
【図１７】従来の潜像による像担持体上のトナー層を示す図である。
【図１８】画像処理（１ｌｉｎｅ１ｓｐａｃｅ）による像担持体上のトナー層を示す図である。
【図１９】画像処理（１ｌｉｎｅ１ｓｐａｃｅ）による像担持体上のトナー層を示す図である。
【図２０】従来の潜像による像担持体上のトナー層を示す図である。
【図２１】レーザー発振時間８０ｈ、ＦＦｈにおける像担持体上のトナー層を示す図である。
【図２２】有機感光体（低静電容量像担持体）とα－Ｓｉ感光体（高静電容量像担持体）におけるＶ－Ｄ曲線を示す図である。
【図２３】実施例１により得られたα－Ｓｉ感光体に現像コントラスト２５０Ｖ印加した際のＶ－Ｄ曲線を示す図である。
【図２４】実施例４により得られたα－Ｓｉ感光体に現像コントラスト２５０Ｖ印加した際のＶ－Ｄ曲線を示す図である。
【符号の説明】
【０１３７】
１・・像担持体、２・・一次帯電器、３・・レーザー露光装置、４・・現像装置、５・・転写帯電器、６・・クリーナー、７・・前露光装置、８・・定着装置、９・・制御回路部、１０・・操作パネル部、１１・・ホスト装置

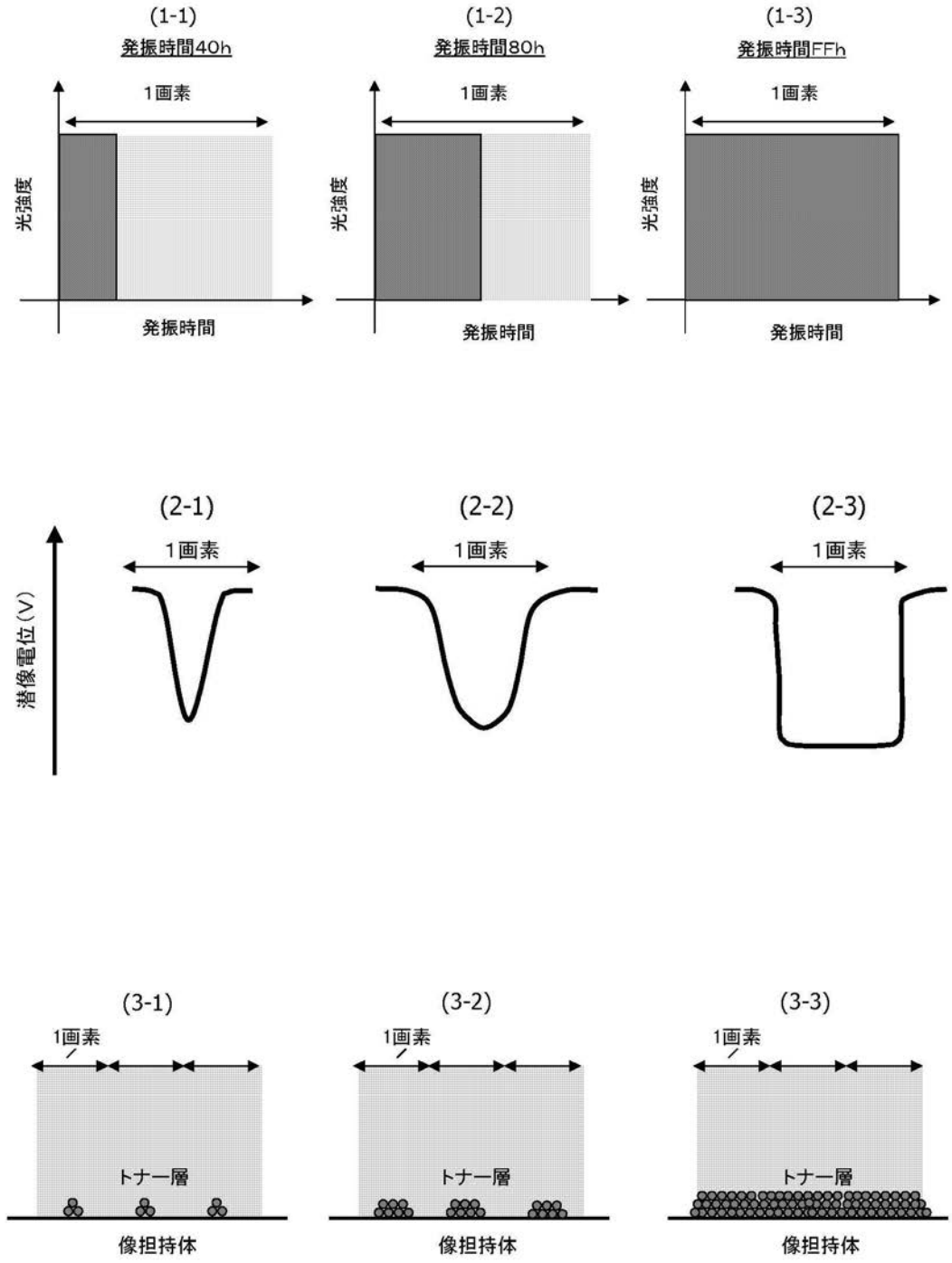
【図２】



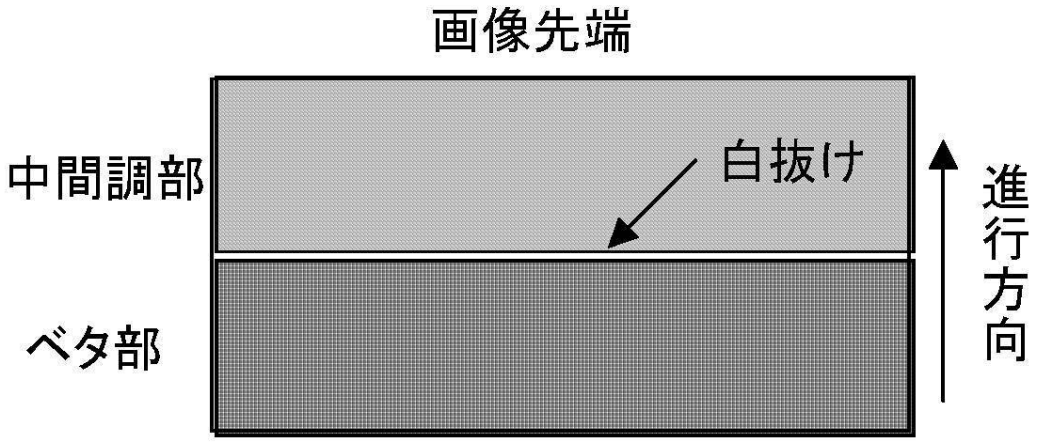
【図１】



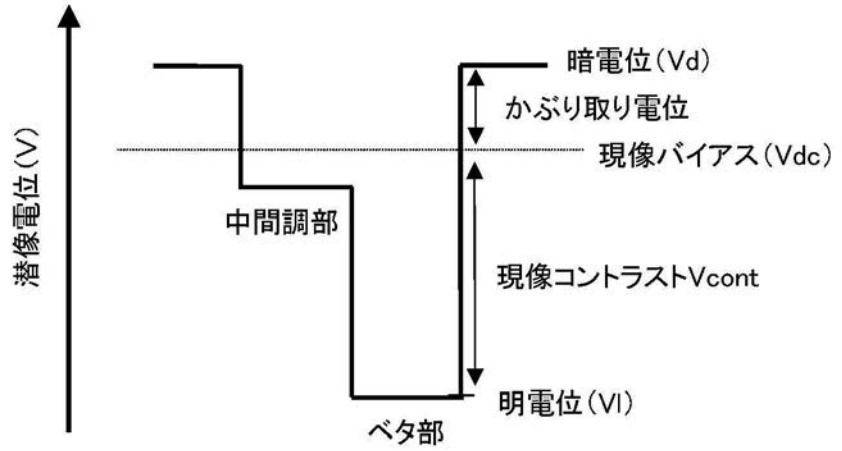
【図３】


(1-1)
発振時間40h
1画素
光強度
発振時間
(1-2)
発振時間80h
1画素
光強度
発振時間
(1-3)
発振時間FFh
1画素
光強度
発振時間
(2-1)
1画素
(2-2)
1画素
(2-3)
1画素
潜像電位(V)
(3-1)
1画素
トナー層
像担持体
(3-2)
1画素
トナー層
像担持体
(3-3)
1画素
トナー層
像担持体

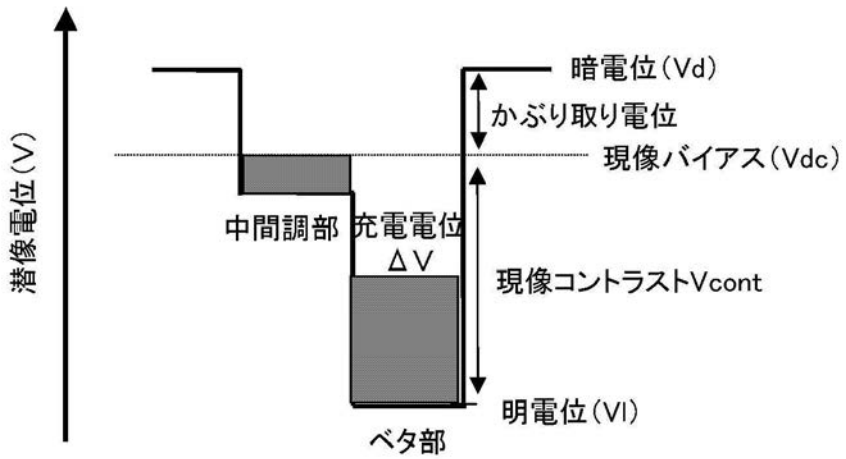
【図４】


画像先端
中間調部
白抜け
進行方向
ベタ部

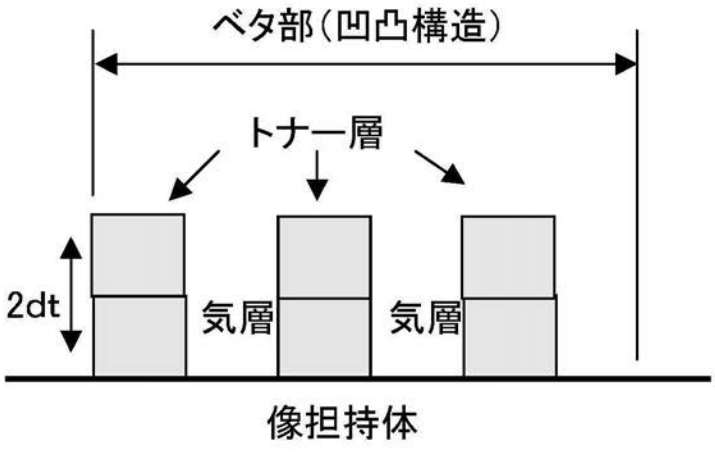
【図５】


潜像電位(V)
暗電位(Vd)
かぶり取り電位
現像バイアス(Vdc)
中間調部
現像コントラストVcont
明電位(Vl)
ベタ部

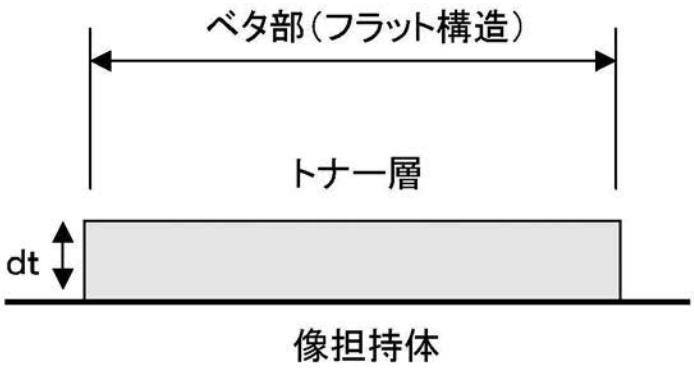
【図６】


潜像電位(V)
暗電位(Vd)
かぶり取り電位
現像バイアス(Vdc)
中間調部
充電電位
ΔV
現像コントラストVcont
明電位(Vl)
ベタ部

【図７】

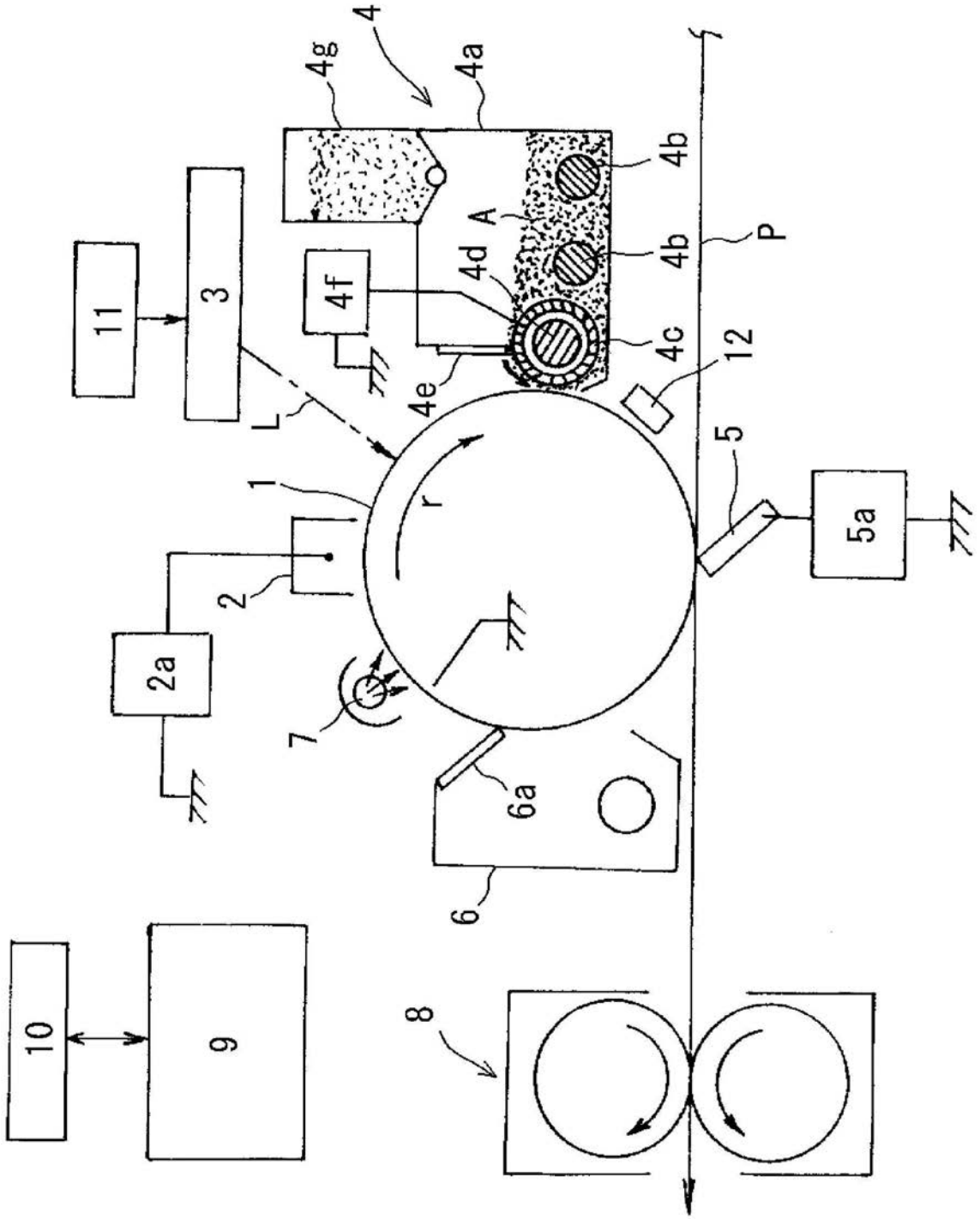


（1）本発明

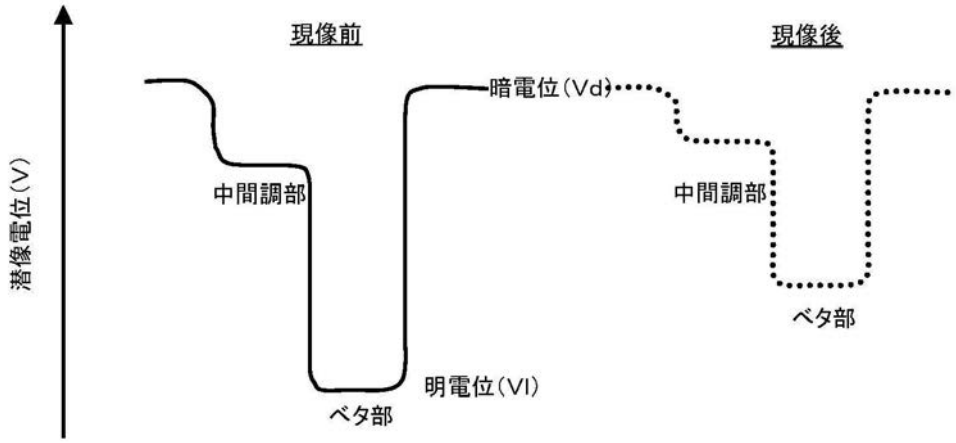


（2）従来

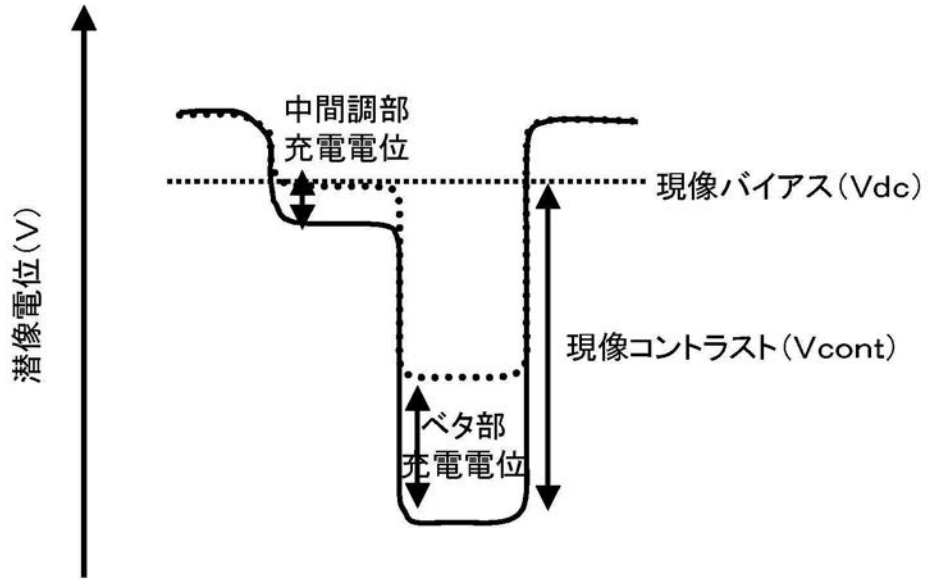
【図８】



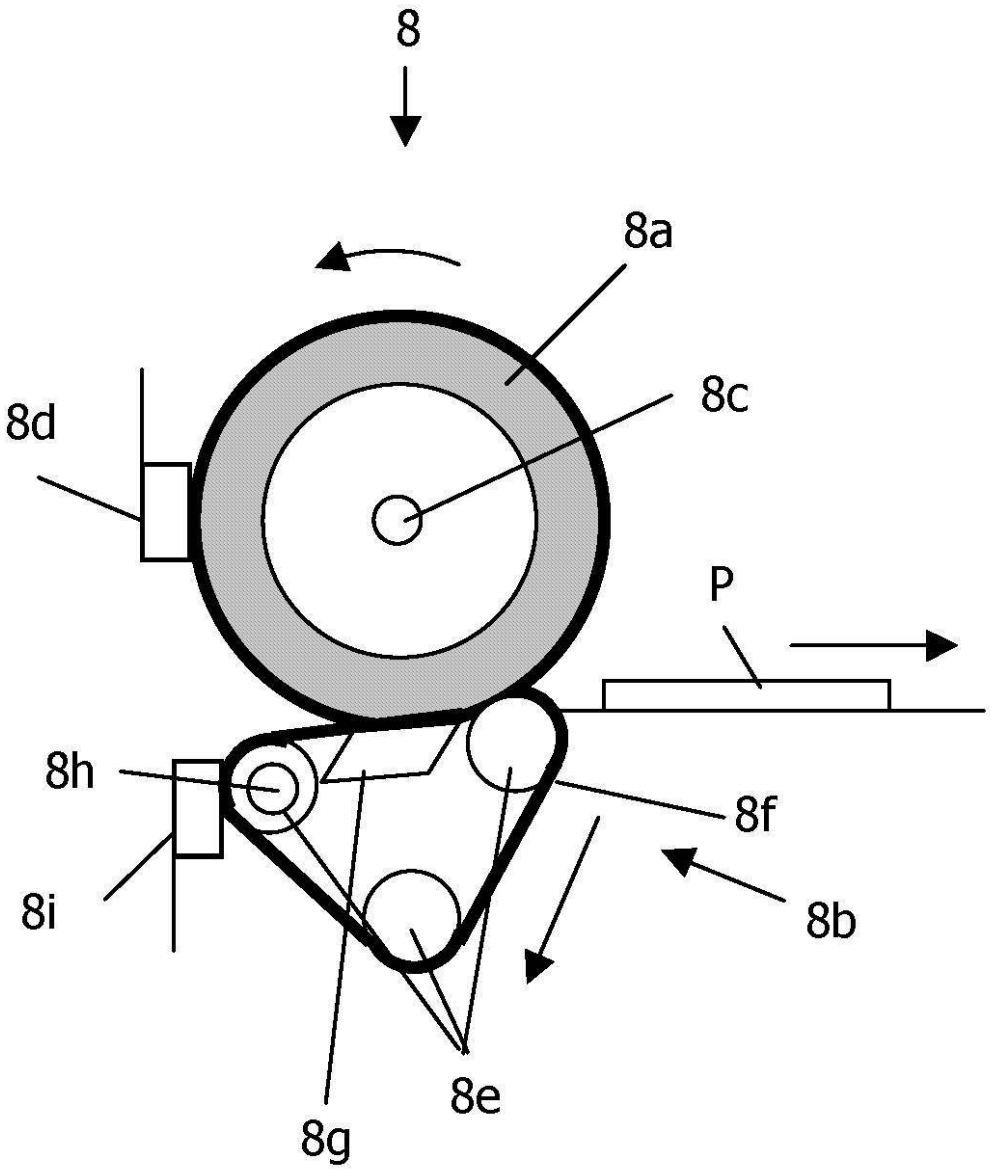
【図９】


現像前
現像後
暗電位(Vd)
中間調部
中間調部
ベタ部
明電位(Vl)
ベタ部
潜像電位(V)

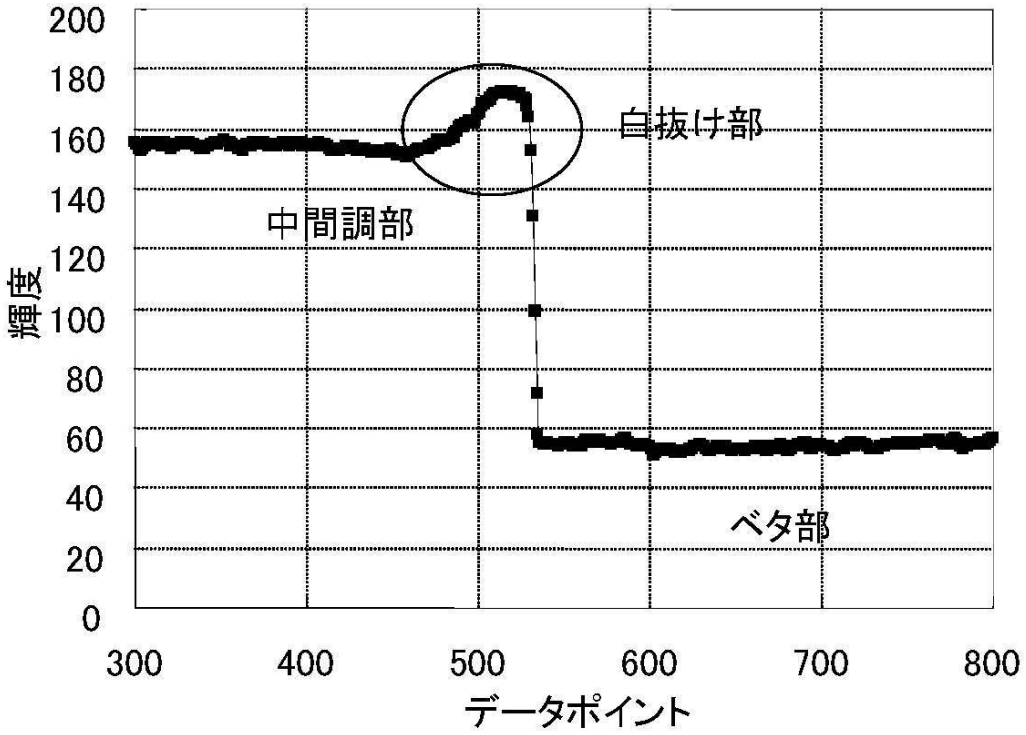
【図１０】


中間調部
充電電位
現像バイアス(Vdc)
現像コントラスト(Vcont)
ベタ部
充電電位
潜像電位(V)

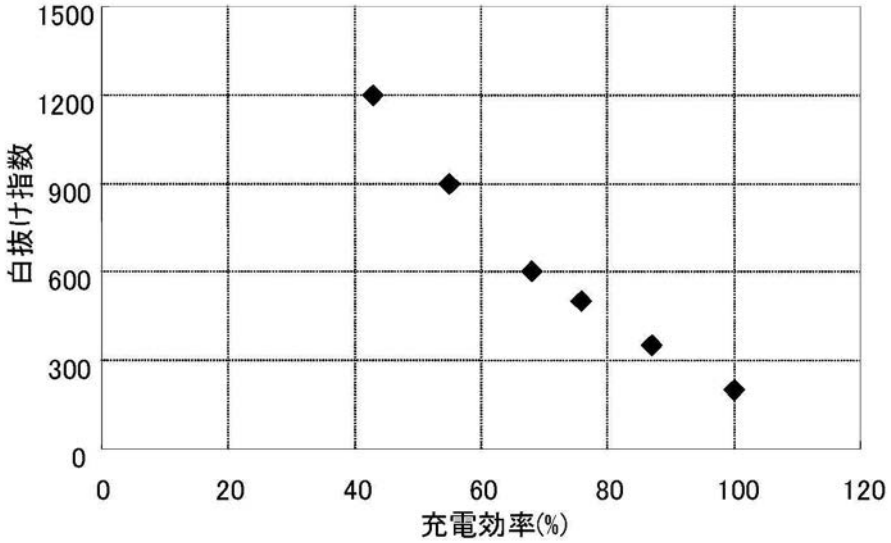
【図１１】



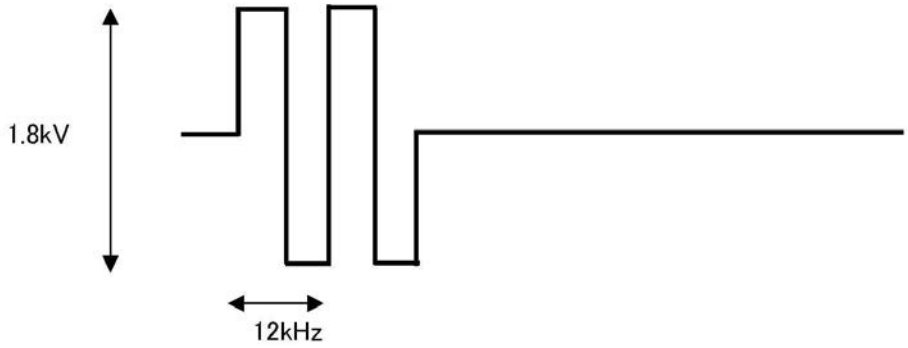
【図１２】


200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
輝度
白抜け部
中間調部
ベタ部
300
400
500
600
700
800
データポイント

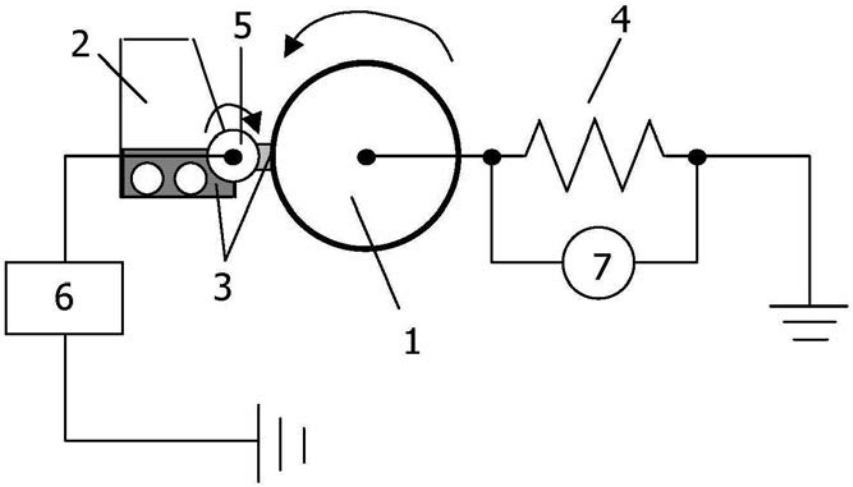
【図１３】


1500
1200
900
600
300
0
白抜け指数
0
20
40
60
80
100
120
充電効率(%)

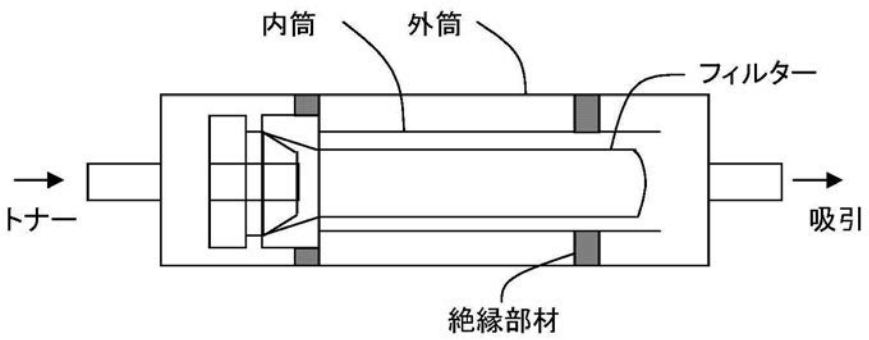
【図１４】



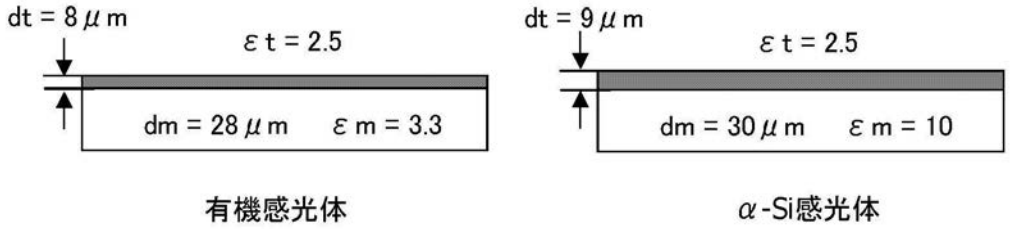
【図１５】



【図１６】

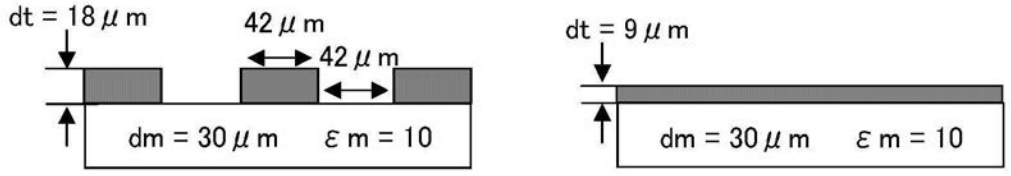


【図１７】



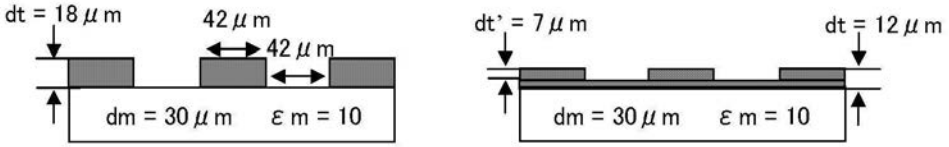
有機感光体　　α-Si感光体

【図１８】



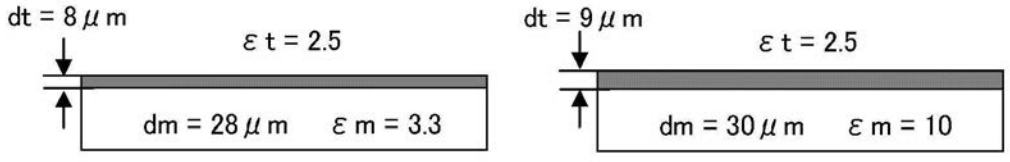
本発明ベタ（凹凸構造）　　従来ベタ（フラット構造）

【図１９】



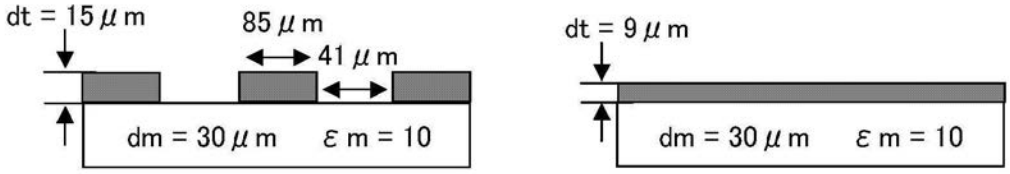
1line 1space（実施例1）　　1line 1space+25%（実施例2）

【図２０】



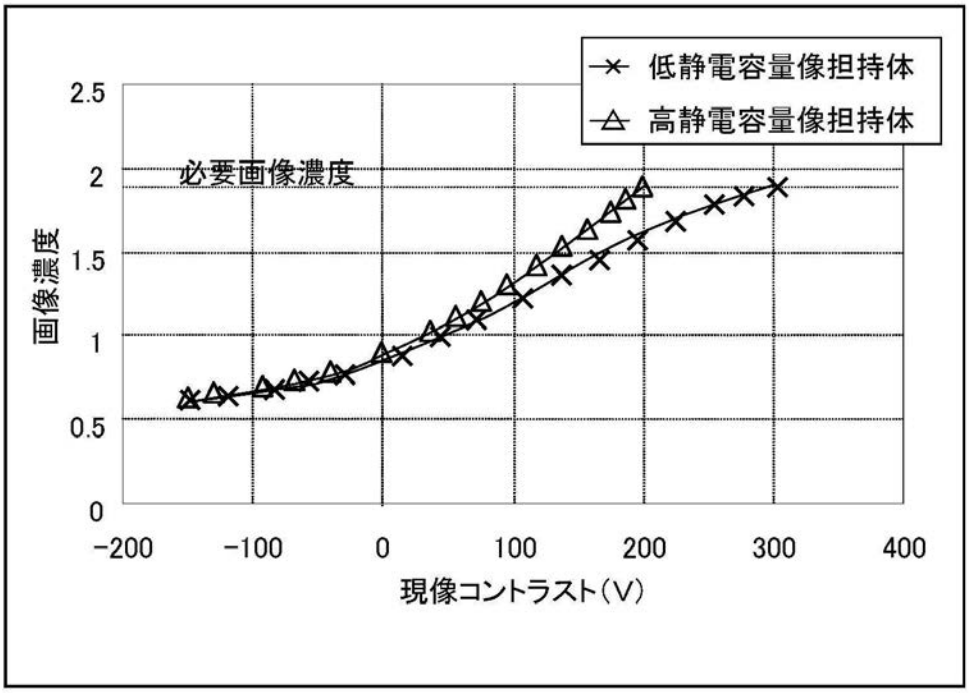
有機感光体　　α-Si感光体

【図２１】

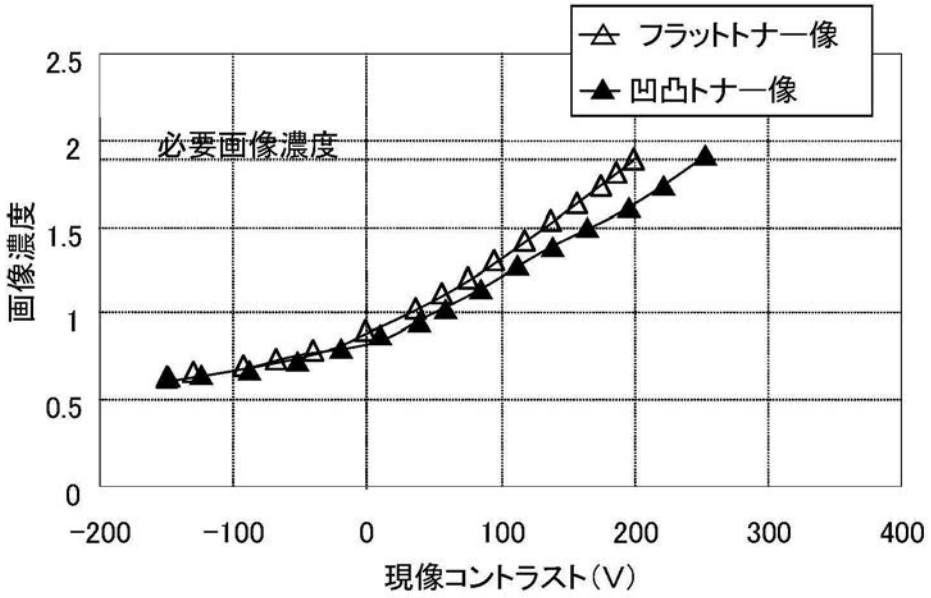


本発明ベタ（凹凸構造）　　従来ベタ（フラット構造）

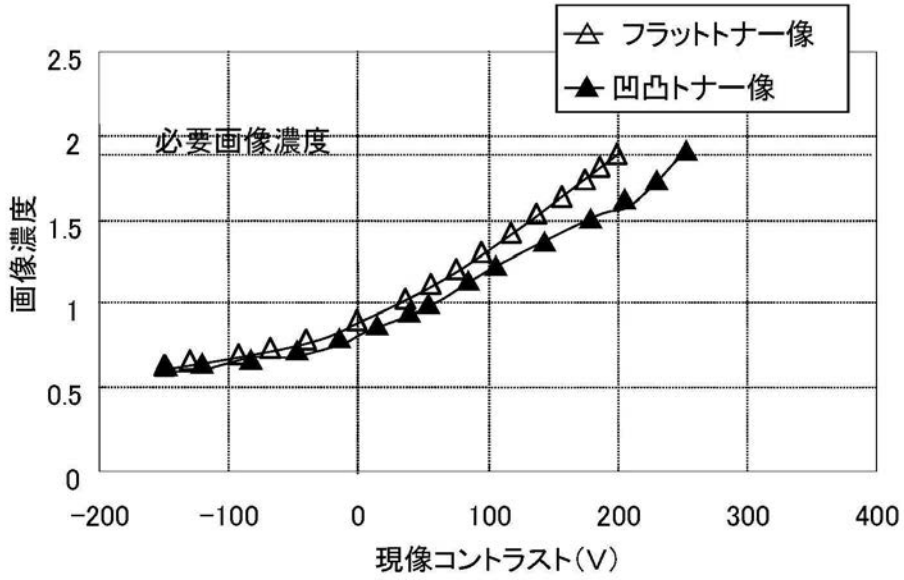
【図２２】


低静電容量像担持体
高静電容量像担持体
必要画像濃度
画像濃度
2.5
2
1.5
1
0.5
0
−200
−100
0
100
200
300
400
現像コントラスト（V）

【図２３】


フラットトナー像
凹凸トナー像
必要画像濃度
画像濃度
2.5
2
1.5
1
0.5
0
−200
−100
0
100
200
300
400
現像コントラスト（V）

【図２４】


フラットトナー像
凹凸トナー像
必要画像濃度
画像濃度
2.5
2
1.5
1
0.5
0
−200
−100
0
100
200
300
400
現像コントラスト(V)

フロントページの続き

審査官　大浜　登世子

(56)参考文献　特開２００４－２７９９０２（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－１４９０３４（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－０８９２３８（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－１９６２７７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０３Ｇ　１５／００
Ｇ０３Ｇ　２１／００