

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第6539061号  
(P6539061)

(45) 発行日 令和1年7月3日 (2019.7.3)

(24) 登録日 令和1年6月14日 (2019.6.14)

(51) Int.Cl.

F I

B 4 1 J 2/47 (2006.01)

H O 4 N 1/405 (2006.01)

G O 2 B 26/12 (2006.01)

B 4 1 J 2/47 1 O 1 M

H O 4 N 1/405 5 1 O A

G O 2 B 26/12

請求項の数 9 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2015-31057 (P2015-31057)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成27年2月19日 (2015.2.19)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2016-150582 (P2016-150582A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成28年8月22日 (2016.8.22)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成30年2月19日 (2018.2.19)		弁理士 大塚 康德
		(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

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

感光体と、  
レーザ光を主走査方向の複数の区間に対して一定でない走査速度で露光走査することで、  
前記感光体に潜像を形成する光照射手段と、  
前記主走査方向のいずれの区間に対応するレーザ光であるかに応じて、レーザ光の発光時間  
間を補正する時間補正手段と、  
前記主走査方向のいずれの区間に対応するレーザ光であるかに応じて、レーザ光の発光輝  
度を変更する輝度変更手段と、  
画像データを、画像形成装置で濃度表現するための変換処理であるスクリーン処理する画  
像変換手段と、を備え、  
前記画像変換手段は、画像データの濃度が第1濃度である場合は、第1走査速度で走査さ  
れる第1区間における孤立ドットおよび孤立ドット抜けの数より、前記第1走査速度より  
も速い第2走査速度で走査される区間であって、前記第1区間よりも前記主走査方向にお  
いて端部側である第2区間における孤立ドットおよび孤立ドット抜けの数の方が少なくな  
るように前記スクリーン処理を行い、  
画像データの濃度が前記第1濃度より濃い第2濃度である場合は、前記第1区間における  
孤立ドットおよび孤立ドット抜けの数より、前記第2区間における孤立ドットおよび孤立  
ドット抜けの数の方が多くなるように、前記スクリーン処理を行うことを特徴とする画像  
形成装置。

## 【請求項 2】

前記画像変換手段は、前記画像データから孤立ドットおよび孤立ドット抜けを検出し、前記時間補正手段は、前記第 1 走査速度に応じた孤立ドットおよび孤立ドット抜けの幅より、前記第 2 走査速度に応じた孤立ドットおよび孤立ドット抜けの幅の方が長くなるように、前記レーザ光の時間を補正することを特徴とする請求項 1 に記載の画像形成装置。

## 【請求項 3】

前記画像データの濃度を補正するための濃度補正手段を有し、

前記濃度補正手段は、前記画像データの濃度と前記主走査の走査速度とに応じて、前記濃度が基準値以上の場合には、前記第 1 走査速度に応じた画像データの濃度より、前記第 2 走査速度に応じた画像データの濃度の方が濃くなるように、前記濃度が基準値より低い場合には、前記第 1 走査速度に応じた画像データの濃度より、前記第 2 走査速度に応じた画像データの方が薄くなるように、前記画像データの濃度を補正す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 4】

前記時間補正手段は、幅が 1 画素より小さな画素片を挿入又は間引くことにより、画像データの 1 画素の幅を変更することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の画像形成装置。

## 【請求項 5】

前記主走査方向に関して所定の領域に潜像を形成可能であり、前記光照射手段は、前記レーザ光が前記主走査方向に移動する速度を、前記主走査方向に関して、前記所定の領域の中央から端部にかけて速くすることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の画像形成装置。

20

## 【請求項 6】

前記レーザ光を偏向させて前記感光体の表面を走査させるための偏向器とを有し、

前記偏向器は一定の角速度で回転する反射鏡を含み、前記走査速度は、前記レーザ光により走査される前記感光体の表面の像高に応じて決まることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の画像形成装置。

## 【請求項 7】

レーザ光を回転多面鏡により偏向させて、f レンズを用いることなく前記レーザ光により感光体表面を走査することで静電潜像を形成する電子写真方式の画像形成装置であって

30

、前記感光体表面に形成される画素の幅を、前記感光体表面における主走査方向の位置にかかわらず一定とし、かつ幅が同一の画素についての積算光量を同一にするよう、前記レーザ光を制御する手段を有し、

前記手段はさらに、前記レーザ光の制御に加えて、孤立画素および孤立画素抜けの幅を、前記主走査方向の端部になるほど大きくなるよう前記レーザ光を制御することを特徴とする画像形成装置。

## 【請求項 8】

感光体と、

レーザ光を主走査方向の複数の区間に対して一定でない走査速度で露光走査することで、前記感光体に潜像を形成する光照射手段と、

40

前記主走査方向のいずれの区間に対応するレーザ光であるかに応じて、レーザ光の発光時間を補正する時間補正手段と、

前記主走査方向のいずれの区間に対応するレーザ光であるかに応じて、レーザ光の発光輝度を変更する輝度変更手段と、

画像データの濃度を補正する濃度補正手段と、を備え、

前記濃度補正手段は、画像データの濃度が第 1 濃度である場合は、第 1 走査速度で走査される第 1 区間における画像データの濃度より、前記第 1 走査速度よりも速い第 2 走査速度で走査される区間であって、前記第 1 区間よりも前記主走査方向において端部側である第 2 区間における画像データの濃度の方が濃くなるように補正を行い、画像データの濃度が

50

前記第 1 濃度より濃い第 2 濃度である場合は、前記第 1 区間における画像データの濃度より、前記第 2 区間における画像データの濃度の方が薄くなるように補正を行うことを特徴とする画像形成装置。

【請求項 9】

感光体と、

レーザ光を主走査方向の複数の区間に対して一定でない走査速度で露光走査することで、前記感光体に潜像を形成する光照射手段と、

前記主走査方向のいずれの区間に対応するレーザ光であるかに応じて、レーザ光の発光時間を補正する時間補正手段と、

前記主走査方向のいずれの区間に対応するレーザ光であるかに応じて、レーザ光の発光輝度を変更する輝度変更手段と、を備え、

前記時間補正手段は、第 1 走査速度で走査される第 1 区間における孤立ドットおよび孤立ドットの幅より、前記第 1 走査速度よりも速い第 2 走査速度で走査される区間であって、前記第 1 区間よりも前記主走査方向において端部側である第 2 区間における孤立ドットおよび孤立ドット抜けの幅の方が広くなるように補正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、例えば LBP やデジタル複写機、デジタル FAX 等の画像形成装置に関し、特に、レーザビームを使用して画像形成を行う画像形成装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

電子写真方式の画像形成装置には、感光体を露光するための光学走査ユニットを有している。光学走査ユニットは、画像データに基づいてレーザ光を出射し、そのレーザ光を回転多面鏡で反射し、走査レンズを透過させることで感光体へ照射し露光する。回転多面鏡を回転させることにより帯電させた感光体の表面に形成したレーザ光のスポットを移動させる走査を行うことで、感光体に静電潜像を形成する。

【0003】

走査レンズは所謂  $f$  特性を有するレンズである、 $f$  特性とは、回転多面鏡が等角速度で回転している時に感光体の表面のレーザ光のスポットが感光体の表面上を等速で移動するようにレーザ光を感光体の表面に結像させる光学的特性である。このように  $f$  特性を有する走査レンズを用いることにより、一定周期の画像クロックを用いて適切な露光を行うことができる。

【0004】

このような  $f$  特性を有する走査レンズは、比較的大きくコストも高い。そのため、画像形成装置の小型化やコストダウンを目的として、走査レンズ自体を使用しない、もしくは  $f$  特性を有していない走査レンズを使用することが考えられている。

【0005】

特許文献 1 では、感光体の表面のレーザ光のスポットが感光体の表面上を等速で移動しない場合でも、感光体の表面上に形成するドットが一定の幅となるよう、一走査する間に画像クロック周波数を変更するように電氣的な補正を行うことが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開昭58-125064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、 $f$  特性を有しない走査レンズを使用する構成において、特許文献 1 に記載されたような電氣的な  $f$  補正後に発生する感光体上での露光エネルギー分布の変動

10

20

30

40

50

による画像濃度ムラを抑制する事が望まれていた。

【 0 0 0 8 】

本発明は上記従来例に鑑みて成されたもので、 $f$  特性を有する走査レンズを用いることなく、感光体上での露光エネルギー分布の変動による画像濃度ムラを抑制した画像形成装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

前記課題を解決するために、本発明は以下の構成を有する。すなわち、感光体と、

レーザ光を主走査方向の複数の区間に対して一定でない走査速度で露光走査することで、  
前記感光体に潜像を形成する光照射手段と、

前記主走査方向のいずれの区間に対応するレーザ光であるかに応じて、レーザ光の発光時間を補正する時間補正手段と、

前記主走査方向のいずれの区間に対応するレーザ光であるかに応じて、レーザ光の発光輝度を変更する輝度変更手段と、

画像データを、画像形成装置で濃度表現するための変換処理であるスクリーン処理する画像変換手段と、を備え、

前記画像変換手段は、画像データの濃度が第1濃度である場合は、第1走査速度で走査される第1区間における孤立ドットおよび孤立ドット抜けの数より、前記第1走査速度よりも速い第2走査速度で走査される区間であって、前記第1区間よりも前記主走査方向において端部側である第2区間における孤立ドットおよび孤立ドット抜けの数の方が少なくなるように前記スクリーン処理を行い、

画像データの濃度が前記第1濃度より濃い第2濃度である場合は、前記第1区間における孤立ドットおよび孤立ドット抜けの数より、前記第2区間における孤立ドットおよび孤立ドット抜けの数の方が多くなるように、前記スクリーン処理を行うことを特徴とする画像形成装置が提供される。

さらに他の側面によれば、レーザ光を回転多面鏡により偏向させて、 $f$  レンズを用いることなく前記レーザ光により感光体表面を走査することで静電潜像を形成する電子写真方式の画像形成装置であって、

前記感光体表面に形成される画素の幅を、前記感光体表面における主走査方向の位置にかかわらず一定とし、かつ幅が同一の画素についての積算光量を同一にするよう、前記レーザ光を制御する手段を有し、

前記手段はさらに、前記レーザ光の制御に加えて、孤立画素および孤立画素抜けの幅を、前記主走査方向の端部になるほど大きくなるよう前記レーザ光を制御することを特徴とする画像形成装置が提供される。

さらに他の側面によれば、

感光体と、

レーザ光を主走査方向の複数の区間に対して一定でない走査速度で露光走査することで、  
前記感光体に潜像を形成する光照射手段と、

前記主走査方向のいずれの区間に対応するレーザ光であるかに応じて、レーザ光の発光時間を補正する時間補正手段と、

前記主走査方向のいずれの区間に対応するレーザ光であるかに応じて、レーザ光の発光輝度を変更する輝度変更手段と、

画像データの濃度を補正する濃度補正手段と、を備え、

前記濃度補正手段は、画像データの濃度が第1濃度である場合は、第1走査速度で走査される第1区間における画像データの濃度より、前記第1走査速度よりも速い第2走査速度で走査される区間であって、前記第1区間よりも前記主走査方向において端部側である第2区間における画像データの濃度の方が濃くなるように補正を行い、画像データの濃度が前記第1濃度より濃い第2濃度である場合は、前記第1区間における画像データの濃度より、前記第2区間における画像データの濃度の方が薄くなるように補正を行うことを特徴

とする画像形成装置が提供される。

さらに他の側面によれば、

感光体と、

レーザ光を主走査方向の複数の区間に対して一定でない走査速度で露光走査することで、前記感光体に潜像を形成する光照射手段と、

前記主走査方向のいずれの区間に対応するレーザ光であるかに応じて、レーザ光の発光時間を補正する時間補正手段と、

前記主走査方向のいずれの区間に対応するレーザ光であるかに応じて、レーザ光の発光輝度を変更する輝度変更手段と、を備え、

前記時間補正手段は、第1走査速度で走査される第1区間における孤立ドットおよび孤立ドットの幅より、前記第1走査速度よりも速い第2走査速度で走査される区間であって、前記第1区間よりも前記主走査方向において端部側である第2区間における孤立ドットおよび孤立ドット抜けの幅の方が広くなるように補正することを特徴とする画像形成装置が提供される。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、画像データに対して像高に応じて孤立ドット割合を変動させるようなスクリーン処理を施すことにより、f特性を有する走査レンズを用いることなく、感光体上での露光エネルギー分布の変動による画像濃度ムラを抑制できる。

【図面の簡単な説明】

20

【0011】

【図1】画像形成装置の構成概略図。

【図2】(a)光走査装置の主走査断面図。(b)光走査装置の副走査断面図。

【図3】光走査装置の像高に対する部分倍率の特性グラフ。

【図4】(a)比較例1の光波形と主走査LSFを示す図。(b)比較例2の光波形と主走査LSFを示す図。(c)実施例1の光波形と主走査LSFを示す図。

【図5】露光制御構成を示す電気ブロック図。

【図6】(a)同期信号と画像信号のタイムチャート。(b)BD信号と画像信号のタイムチャートと、被走査面上でのドットイメージを示す図。

【図7】実施例1における画像変調部を示すブロック図。

30

【図8】(a)スクリーンの一例を示す図。(b)画素と画素片を説明する図。

【図9】画像変調部の動作に関するタイムチャート。

【図10】(a)ハーフトーン処理部に入力される画像信号の一例を示す図。(b)スクリーンを示す図。(c)ハーフトーン処理後の画像信号の一例を示す図。

【図11】(a)画素片の挿入を説明する図。(b)画素片の抜粋を説明する図

【図12】発光部の電流と輝度の特性を示すグラフ。

【図13】部分倍率補正と輝度補正を説明するタイムチャート。

【図14】光走査装置の静止スポット径とスポットプロファイルの説明図。

【図15】実施形態1の光波形と主走査LSFを示す図。

【図16】光波形と主走査LSFの他の例を示す図。

40

【図17】軸上像高と最軸外像高におけるLSFを示す図。

【図18】軸上像高における連続する3ドットの露光エネルギー分布を示す図。

【図19】連続するドットが1個および3個および5個の場合の露光エネルギー分布を示す図。

【図20】連続する3ドットの内、中央のドットを抜いた場合の露光エネルギー分布を示す図。

【図21】白抜きするドットが1個および3個および5個の場合の露光エネルギー分布を示す図。

【図22】実施形態1におけるスクリーン処理の成長順序の一例を示す図。

【図23】実施形態2における画像変調部を示すブロック図。

50

【図 2 4】実施形態 2 における孤立ドット幅の制御方法の一例を示す図。

【図 2 5】画像データ濃度における、主走査方向の濃度ムラを示す図

【図 2 6】実施形態 1 におけるスクリーン処理の一例を示す図。

【図 2 7】実施形態 2 におけるドット制御の一例を示す図。

【図 2 8】実施形態 3 における画像変調部を示すブロック図。

【図 2 9】実施形態 3 における濃度補正テーブル変更方法を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

[実施形態 1]

はじめに、実施形態 1 の電子写真方式の画像形成装置の部分倍率補正および輝度補正について、その動作および効果について説明する。

10

【0013】

< 画像形成装置 >

図 1 は、画像形成装置 9 の構成概略図である。光走査手段である光走査装置 400 内のレーザ駆動部 300 は、画像信号生成手段 100 (以降、画像信号生成部 100 と記述する) から出力された画像信号、および制御部 1 から出力される制御信号に基づき、走査光 208 (以降、レーザ光 208 と記述する) を発する。不図示の帯電手段により帯電された感光体 4 (以降、感光ドラム 4 と記述する) をレーザ光 208 で走査し、感光ドラム 4 の表面に潜像を形成する。そして不図示の現像手段により潜像に色剤 (例えばトナー) を付着させ、潜像に対応したトナー像を形成する。トナー像は、給紙ユニット 8 から給送されローラ 5 で感光ドラム 4 と接触する位置に搬送された紙等の記録媒体に転写される。記録媒体に転写されたトナー像は、定着器 6 で記録媒体に熱定着され、排紙ローラ 7 を経て、機外に排出される。

20

【0014】

< 光学走査装置 >

図 2 は、実施形態 1 に係る光走査装置 400 の断面図であり、図 2 (a) は主走査断面を、図 2 (b) は副走査断面を示している。主走査断面は走査光の経路を含む面である。副走査断面は主走査断面と直交する面であり、図 2 ではさらに主走査ラインとも直交している。

【0015】

実施形態 1 において、光源 401 から出射したレーザ光 (光束) 208 は、開口絞り 402 によって楕円形状に整形されてカップリングレンズ 403 に入射する。カップリングレンズ 403 を通過した光束は、略平行光に変換されて、アナモフィックレンズ 404 に入射する。なお、略平行光とは、弱収束光及び弱発散光を含むものである。アナモフィックレンズ 404 は、主走査断面内において正の屈折力を有しており、入射する光束を主走査断面内においては収束光に変換している。また、アナモフィックレンズ 404 は、副走査断面内において偏向器 405 の偏向面 405 a の近傍に光束を集光しており、主走査方向に長い線像を形成している。本例では偏向器 405 は一定の角速度で回転する反射鏡 (回転多面鏡) により構成されている。

30

【0016】

そして、アナモフィックレンズ 404 を通過した光束は、偏向器 (ポリゴンミラー) 405 の偏向面 405 a (以降、反射面 405 a と記述する) にて反射される。反射面 405 a で反射した光束は、レーザ光 208 として、結像レンズ 406 を透過し、感光ドラム 4 の表面に入射する。結像レンズ 406 は入射面 (第 1 面) 406 a と出射面 (第 2 面) 406 b とを有する結像光学素子である。実施形態 1 においては、単一の結像光学素子 (結像レンズ 406) のみで結像光学系が構成されている。結像レンズ 406 を通過 (透過) した光束が入射する感光ドラム 4 の表面は、光束によって走査される被走査面 407 である。結像レンズ 406 によって被走査面 407 上で光束が結像し、所定のスポット状の像 (以降、スポットと記述する) を形成する。偏向器 405 を不図示の駆動部により矢印 A 方向に一定の角速度で回転させることにより、被走査面 407 上でスポットが主走査方

40

50

向に移動し、被走査面 407 上に静電潜像を形成する。なお、主走査方向とは、感光ドラム 4 の表面に平行で且つ感光ドラム 4 の表面の移動方向に直交する方向である。副走査方向とは、主走査方向及び光束の光軸に直交する方向である。

【0017】

ビームディテクト（以降、BDと記述する）センサ 409 と BD レンズ 408 は、被走査面 407 上に静電潜像を書き込むタイミングを決定する同期用光学系である。BD レンズ 408 を通過した光束は、フォトダイオードを含む BD センサ 409 に入射し検知される。制御部 1 は、BD センサ 409 により光束を検知したタイミングに基づいて、書き込みタイミングの制御を行う。レーザ光 208 は画像信号の信号レベルに応じて例えばパルス幅変調されており、書き込みタイミングとは、レーザ光 208 の変調を行う変調部へと画像信号を入力して変調を行うタイミングである。

10

【0018】

光源 401 は、半導体レーザチップである。実施形態 1 の光源 401 は 1 つの発光部 11（図 5 参照）を備えている構成である。しかしながら、光源 401 として、独立して発光制御可能な複数の発光部を備えていてもよい。複数の発光部を備える場合も、そこから発生される複数の光束は、それぞれカップリングレンズ 403、アナモフィックレンズ 404、偏向器 405、結像レンズ 406 を経由して被走査面 407 へ到達する。被走査面 407 上では副走査方向にずれた位置に各光束に対応するスポットがそれぞれ形成される。

【0019】

20

なお、上述した光源 401、カップリングレンズ 403、アナモフィックレンズ 404、結像レンズ 406、偏向器 405 等の各種光学部材は、光学走査装置 400 の筐体（光学箱）400a（図 1 参照）に収納される。

【0020】

< 結像レンズ >

図 2 に示すように、結像レンズ 406 は、入射面（第 1 面）406a 及び出射面（第 2 面）406b の 2 つの光学面（レンズ面）を有する。結像レンズ 406 は、主走査断面内において、偏向面 405a にて偏向された光束が被走査面 407 上を所望の走査特性で走査させる構成となっている。また、結像レンズ 406 は、被走査面 407 上でのレーザ光 208 のスポットを所望の形状にする構成となっている。また、結像レンズ 406 により、副走査断面内においては、偏向面 405a の近傍と被走査面 407 の近傍とが共役の関係となっている。これにより、面倒れを補償（偏向面 405a が倒れた際の被走査面 407 上での副走査方向の走査位置ずれを低減すること）する構成となっている。

30

【0021】

なお、実施形態 1 に係る結像レンズ 406 は、射出成形によって形成されたプラスチックモールドレンズであるが、結像レンズ 406 としてガラスモールドレンズを採用してもよい。モールドレンズは、非球面形状の成形が容易であり、かつ大量生産に適しているため、結像レンズ 406 としてモールドレンズを採用することで、その生産性及び光学性能の向上を図ることができる。

【0022】

40

結像レンズ 406 は、所謂  $f$  特性を有していない。つまり、偏向器 405 が等角速度で回転している時に、結像レンズ 406 を通過する光束のスポットを被走査面 407 上で等速に移動させるような走査特性有していない。このように、 $f$  特性を有していない結像レンズ 406 を用いることにより、結像レンズ 406 を偏向器 405 に近接して（距離  $D1$  が小さい位置に）配置することが可能となる。また、 $f$  特性を有していない結像レンズ 406 は  $f$  特性を有する結像レンズよりも、主走査方向（幅  $LW$ ）及び光軸方向（厚み  $LT$ ）に関して小さくできる。このようなことから、光走査装置 400 の筐体 400a（図 1 参照）の小型化を実現している。また、 $f$  特性を有するレンズの場合、主走査断面で見た時のレンズの入射面、出射面の形状に急峻な変化がある場合があり、そのような形状の制約がある場合、良好な結像性能を得られない可能性がある。これに対して、結

50

像レンズ 406 は  $f$  特性を有していないため、主走査断面で見た時のレンズの入射面、出射面の形状に急峻な変化が少ない為、良好な結像性能を得ることができる。

#### 【0023】

このような実施形態 1 に係る結像レンズ 406 の走査特性は、以下の式 (1) で表される。

$$Y = (K / B) \tan(B) \dots (1)$$

式 (1) では、偏向器 405 による走査角度 (走査画角) を、光束の被走査面 407 上での主走査方向の集光位置 (像高) を  $Y$  [mm]、軸上像高における結像係数を  $K$  [mm]、結像レンズ 406 の走査特性を決定する係数 (走査特性係数) を  $B$  としている。なお、実施形態 1 において、軸上像高は、光軸上の像高 ( $Y = 0 = Y_{\min}$ ) を指し、走査角度  $= 0$  に対応する。また、軸外像高は、中心光軸 (走査角度  $= 0$  の時) よりも外側の像高 ( $Y \neq 0$ ) を指し、走査角度  $\neq 0$  に対応している。さらに、最軸外像高とは、走査角度が最大 (最大走査画角) となる時の像高 ( $Y = +Y_{\max}$ 、 $-Y_{\max}$ ) を指す。なお、被走査面 407 上の潜像を形成可能な所定の領域 (走査領域) の主走査方向の幅である走査幅  $W$  は  $W = | +Y_{\max} | + | -Y_{\max} |$  で表される。走査領域の中央が軸上像高で端部が最軸外像高となる。

#### 【0024】

ここで、結像係数  $K$  は、結像レンズ 406 に平行光が入射する場合の走査特性 ( $f$  特性)  $Y = f$  における  $f$  に相当する係数である。すなわち、結像係数  $K$  は、結像レンズ 406 に平行光以外の光束が入射する場合に、 $f$  特性と同様に集光位置  $Y$  と走査角度  $\theta$  とを比例関係にするための係数である。

#### 【0025】

走査特性係数  $B$  について補足すると、 $B = 0$  の極限で式 (1) は、 $Y = K$  となり、従来の光走査装置に用いられる結像レンズの走査特性  $Y = f$  に相当する。また、 $B = 1$  の時の式 (1) は、 $Y = K \tan(1)$  となり、撮像装置 (カメラ) などに用いられるレンズの射影特性  $Y = f \tan(\theta)$  に相当する。すなわち、式 (1) において、走査特性係数  $B$  を  $0 < B < 1$  の範囲で設定することで、射影特性  $Y = f \tan(\theta)$  と  $f$  特性  $Y = f$  との間の走査特性を得ることができる。

#### 【0026】

ここで、式 (1) を走査角度  $\theta$  で微分すると、次式 (2) に示すように走査角度  $\theta$  に対する被走査面 407 上での光束の走査速度が得られる。

$$dY / d\theta = K / \cos^2(B) \dots (2)$$

さらに、式 (2) を軸上像高における速度  $dY / d\theta = K$  で除すると、次式 (3) に示すようになる。

$$((dY / d\theta) / K) - 1 = 1 / \cos^2(B) - 1 = \tan^2(B) \dots (3)$$

式 (3) は、軸上像高の走査速度に対する各軸外像高の走査速度のずれ量 (部分倍率) を表現したものである。実施形態 1 に係る光走査装置 400 は、 $B = 0$  の場合以外においては、軸上像高と軸外像高とで光束の走査速度が異なっていることになる。

#### 【0027】

図 3 は、実施形態 1 に係る被走査面 407 上での走査位置を  $Y = K$  の特性でフィッティングした際の、像高と部分倍率との関係を示している。実施形態 1 においては、式 (1) に示した走査特性を結像レンズ 406 に与えたことで、図 3 に示したように、軸上像高から軸外像高に向かうにつれて徐々に走査速度が速くなるため部分倍率が大きくなっている。部分倍率 30% は、単位時間だけ光照射した場合、被照射面 407 での主走査方向の照射長が、軸上像高付近における照射長の 1.3 倍となることを意味している。従って、画像クロックの周期によって決めた一定の時間間隔で主走査方向の画素幅を決めると、軸上像高と軸外像高とで画素密度が異なってしまう。

#### 【0028】

また、像高  $Y$  が、軸上像高から離れて最軸外像高に近づくに連れて (像高  $Y$  の絶対値が

10

20

30

40

50

大きくなる程)、徐々に走査速度が速くなる。これにより、被走査面407上の像高が軸上像高付近の時に単位長さ走査するのにかかる時間よりも、像高が最軸外像高付近の時に単位長さ走査するのにかかる時間の方が短くなる。これは、光源401の発光輝度が一定の場合、像高が軸上像高付近の時の単位長さ辺りの総露光量よりも、像高が最軸外像高付近の時の単位長さ辺りの総露光量の方が少なくなることを意味する。

#### 【0029】

このように、上述したような光学構成を有する場合、主走査方向に関する部分倍率、及び単位長さ辺りの総露光量のばらつきが、良好な画質を維持する為に適切でない可能性がある。そこで実施形態1では、良好な画質を得る為に、上述した部分倍率の補正と、単位長さ辺りの総露光量を補正する為の輝度補正を行う。

10

#### 【0030】

特に、走査幅Wが一定であれば、偏向器405から感光ドラム4までの光路長が短くなる程、画角が大きくなるため、上述した軸上像高と最軸外像高とで走査速度の差が大きくなる。発明者の鋭意検討によれば、最軸外像高における走査速度が軸上像高におけるその120%以上であるような走査速度の変化率が20%以上の光学構成となる。このような光学構成の場合、主走査方向に関する部分倍率、及び単位長さ辺りの総露光量のばらつきの影響を受け良好な画質の維持が難しくなる。

#### 【0031】

なお、走査速度の変化率C(%)は、最も遅い走査速度をVmin、最も速い走査速度をVmaxとすると、 $C = ((V_{max} - V_{min}) / V_{min}) * 100$ で表される値である。なお、実施形態1の光学構成では、軸上像高(走査領域の中央部)で最も遅い走査速度となり、最軸外像高(走査領域の端部)で最も速い走査速度となる。

20

#### 【0032】

なお、発明者の鋭意検討によれば、画角が52°以上の光学構成の場合、走査速度の変化率が35%以上となることがわかっている。画角が52°以上となる条件としては以下に示す通りである。例えば、主走査方向に関してA4シートの短辺の幅の潜像を形成する光学構成の場合、走査幅W=214mm、走査画角が0°の時の偏向面405aから被走査面407までの光路長D2(図2参照)=125mm以下。主走査方向に関してA3シートの短辺の幅の潜像を形成する光学構成の場合、走査幅W=300mm、走査画角が0°の時の偏向面405aから被走査面407までの光路長D2(図2参照)=247mm以下である。このような光学構成を有する画像形成装置9では、以下に説明する実施形態1の構成を用いることで、f特性を有していない結像レンズ406を使用しても、良好な画質を得ることが可能となる。

30

#### 【0033】

##### <露光制御構成>

図5は、画像形成装置9における露光制御構成を示す電気ブロック図である。画像信号生成部100に含まれる画像変調部101は、CPU102の制御の下で不図示のホストコンピュータより印字情報を受け取り、画像データ(画像信号)に対応するVDO信号110を生成する。また、画像信号生成部100は画素幅を補正する機能も有する。制御部1は、画像形成装置9の制御と、輝度補正手段として光源401の光量制御をおこなう。レーザ駆動部300は、VDO信号110に基づいて電流を光源401に供給することにより、光源401を発光させる。

40

#### 【0034】

画像信号生成部100は画像形成のための画像信号の出力の準備が整ったら、シリアル通信113を通じて、制御部1に印字開始の指示をする。制御部1は、印字の準備が整ったら、副走査同期信号であるTOP信号112、と主走査同期信号であるBD信号111を画像信号生成部100に送信する。画像信号生成部100の画像変調部101は、同期信号を受信したら所定タイミングで画像信号であるVDO信号110をレーザ駆動部300に出力する。

#### 【0035】

50

画像信号生成部 100 と制御部 1 とレーザ駆動部 300 の各々の主な構成ブロックについては後述する。

#### 【0036】

図 6 (a) は、記録媒体 1 ページ分に相当する画像形成動作を行った際の各種同期信号と画像信号のタイミングチャートである。図中左から右に向かって時間が経過する。TOP 信号 112 の「HIGH」は、記録媒体の先端が所定の位置に到達したことをあらわす。画像信号生成部 100 は TOP 信号 112 の「HIGH」を受信したら、BD 信号 111 に同期して、VDO 信号 110 を送信する。この VDO 信号 110 に基づいて光源 401 が発光し感光ドラム 4 に潜像を形成する。

#### 【0037】

なお、図 6 (a) では図の簡略化の為、VDO 信号 110 が複数の BD 信号 111 を跨いで連続的に出力されているように記載している。しかしながら、実際には、VDO 信号 110 は BD 信号 111 が出力されてから次の BD 信号 111 が出力されるまでの間のうちの所定の期間に出力されるものである。

#### 【0038】

##### < 部分倍率補正方法 >

画像信号生成部 100 による部分倍率補正方法について説明する。その説明に先立って部分倍率の要因及び補正原理について図 6 (b) を用いて説明する。図 6 (b) は、BD 信号 111、VDO 信号 110 のタイミング、被走査面 407 上の潜像により形成したドットイメージを示した図である。図中左から右に向かって時間が経過する。

#### 【0039】

画像信号生成部 100 は BD 信号 111 の立ち上がりエッジを受信したら、感光ドラム 4 の左端から所望の距離だけ離れた位置に潜像を形成できるように、所定タイミング後に VDO 信号 110 を送信する。そして VDO 信号 110 に基づき光源 401 が発光し、被走査面 407 上に VDO 信号 110 に応じた潜像を形成する。

#### 【0040】

ここでは、VDO 信号 110 に基づき軸上像高及び最軸外像高において同じ期間だけ光源 401 を発光させてドット形状の潜像を形成した場合について説明する。このドットのサイズは 600 dpi の 1 ドット (主走査方向 42.3  $\mu\text{m}$  の幅) に相当する。光走査装置 400 は、上述したように、被走査面 407 上の中央部 (軸上像高) に比べて、端部 (最軸外像高) の走査速度は速い光学構成である。潜像 A に示すように、軸上像高の潜像 dot 2 に比べて、最軸外像高の潜像 dot 1 が主走査方向に肥大する。そのため、実施形態 1 では部分倍率補正として、主走査方向の位置に応じて VDO 信号 110 の周期や時間幅を補正する。即ち、部分倍率補正により、最軸外像高の発光時間間隔を軸上像高の発光時間間隔と比べて短くし、潜像 B に示すように最軸外像高の潜像 dot 3 と軸上像高の潜像 dot 4 とを同等のサイズにする。このような補正によって、主走査方向に関して、実質的に等間隔に各画素に対応するドット形状の潜像を形成できるようにする。

#### 【0041】

次に、図 7 から図 11 を用いて、軸上像高から軸外像高に移るに従って部分倍率の増加分だけ光源 401 の照射時間を短くする部分倍率補正の具体的な処理を説明する。図 7 は、画像変調部 101 の構成の一例を示すブロック図である。濃度補正処理部 121 は不図示のホストコンピュータから受信した画像信号を適正な濃度で印字するための濃度補正テーブルを格納している。ハーフトーン処理部 122 は、入力される多値パラレル 8 ビットの画像信号をスクリーン (ディザ) 処理して画像形成装置 9 で濃度表現するための変換処理を行う。

#### 【0042】

図 8 (a) はスクリーンの一例であり、主走査 3 画素、副走査 3 画素の 200 線のマトリクス 153 で濃度表現を行なうものである。図中の白い部分が光源 401 を発光させない (オフ) 部分で、黒い部分が光源 401 を発光させる (オン) 部分である。マトリクス 153 は階調毎に設けられており、矢印で示す順に階調が上がっていく (濃度が濃くなる

10

20

30

40

50

）。実施形態 1 において 1 つの画素 1 5 7 は、被走査面 4 0 7 で 6 0 0 dpi の 1 ドットを形成するために画像データを区切る単位である。図 8 (b) に示すように、画素幅を補正する前の状態において、1 画素は 1 画素の  $1/16$  の幅の画素片 1 6 個で構成され、画素片毎に光源 4 0 1 を発光のオン・オフを切り替えられる。つまり、1 画素で 1 7 ステップの階調を表現可能である。P S 変換部 1 2 3 は、パラレル - シリアル変換部であり、ハーフトーン処理部 1 2 2 から入力したパラレル 1 6 ビットの信号 1 2 9 をシリアル信号 1 3 0 に変換する。F I F O 1 2 4 は、シリアル信号 1 3 0 を受信し、不図示のラインバッファに蓄積し、所定時間後に、同じくシリアル信号として、後段のレーザ駆動部 3 0 0 に V D O 信号 1 1 0 として出力する。F I F O 1 2 4 のライトおよびリードの制御は、画素片挿抜制御部 1 2 8 が、C P U 1 0 2 から C P U バス 1 0 3 を介して受信する部分倍率特性情報に基づき、ライトイネーブル信号 W E 1 3 1、リードイネーブル信号 R E 1 3 2 を制御することで行う。P L L 部 1 2 7 は、1 画素に相当するクロック (V C L K) 1 2 5 の周波数を 1 6 倍に通倍したクロック (V C L K  $\times$  1 6) 1 2 6 を P S 変換部 1 2 3 や F I F O 1 2 4 に供給する。

#### 【 0 0 4 3 】

次に、図 7 のブロック図のハーフトーン処理以降の動作を、図 9 の画像変調部 1 0 1 の動作に関するタイムチャートを用いて説明する。前述した通り、P S 変換部 1 2 3 は、ハーフトーン処理部 1 2 2 から多値 1 6 ビットの信号 1 2 9 をクロック 1 2 5 に同期して取り込み、クロック 1 2 6 に同期してシリアル信号 1 3 0 を F I F O 1 2 4 に送る。

#### 【 0 0 4 4 】

F I F O 1 2 4 は、W E 信号 1 3 1 が有効「H I G H」の場合のみ信号 1 3 0 を取り込む。部分倍率の補正のために主走査方向に画像を短くする場合は、画素片挿抜制御部 1 2 8 は、部分的に W E 信号を無効「L O W」にすることで、F I F O 1 2 4 にシリアル信号 1 3 0 を取り込ませないように制御する。つまり、画素片を間引く。図 9 には、通常 1 画素を 1 6 の画素片から構成する構成において、1 s t 画素から画素片 1 つ分を間引き、1 5 個の画素片で構成した例を示す。

#### 【 0 0 4 5 】

また、F I F O 1 2 4 は、R E 信号 1 3 2 が有効「H I G H」の場合のみ蓄積されたデータをクロック 1 2 6 (V C L K  $\times$  1 6) に同期して読み出し、V D O 信号 1 1 0 を出力する。部分倍率の補正のため主走査方向に画像を長くする場合は、画素片挿抜制御部 1 2 8 は、部分的に R E 信号 1 3 2 を無効「L O W」にすることで、F I F O 1 2 4 は読み出しデータを更新せず、クロック 1 2 6 の 1 クロック前のデータを継続して出力させる。つまり、直前に処理した主走査方向に関して上流側で隣にある画素片のデータと同じデータの画素片を挿入する。図 9 には、通常 1 画素を 1 6 の画素片から構成する構成において、2 n d 画素に画素片 2 つ分を挿入し、1 8 個の画素片で構成した例を示す。なお、実施形態 1 で用いた F I F O 1 2 4 は、R E 信号を無効「L O W」とした場合、出力が H i - Z 状態となるのではなく、前の出力を継続する構成の回路として説明した。

#### 【 0 0 4 6 】

図 1 0 と図 1 1 は、ハーフトーン処理部 1 2 2 の入力画像であるパラレル 1 6 ビットの信号 1 2 9 から F I F O 1 2 4 の出力である V D O 信号 1 1 0 まで、画像イメージを用いて説明した図である。

#### 【 0 0 4 7 】

図 1 0 (a) はハーフトーン処理部 1 2 2 に入力される多値パラレル 8 ビットの画像信号の一例である。各画素は 8 ビットの濃度情報を有している。画素 1 5 0 は F 0 h、画素 1 5 1 は 8 0 h、画素 1 5 2 は 6 0 h、白地部は 0 0 h の濃度情報となっている。図 1 0 (b) はスクリーンであり、図 8 で説明した通り、2 0 0 線で中央から成長するスクリーンである。図 1 0 (c) は、ハーフトーン処理後のパラレル 1 6 ビットの信号 1 2 9 の画像信号の画像イメージであり、上述したように各画素 1 5 7 は 1 6 個の画素片で構成されている。

#### 【 0 0 4 8 】

10

20

30

40

50

図 1 1 はシリアル信号 1 3 0 に対して、図 1 0 ( c ) の主走査方向に 8 画素のエリア 1 5 8 に着目して、画素片を挿入して画像を伸ばす例と、画像片を間引いて画像を短くする例を示している。図 1 1 ( a ) は、部分倍率を 8 % 増やす例である。1 0 0 個の連続する画素片群に対し、均等又は略均等な間隔で、計 8 個の画素片を挿入することで、部分倍率を 8 % 増やすように画素幅を変更して潜像を主走査方向に伸ばすことができる。図 1 1 ( b ) は、部分倍率を 7 % 減らす例である。1 0 0 個の連続する画素片群に対し、均等又は略均等な間隔で、計 7 個の画素片を抜粋することで、部分倍率を 7 % 減らすように画素幅を変更して潜像を主走査方向に短くすることができる。このように部分倍率補正では、主走査方向の長さが 1 画素未満の画素幅を変更することにより、画像データの各画素に対応するドット形状の潜像を主走査方向に関して実質的に等間隔に形成できるようにする。なお、主走査方向に関して実質的に等間隔とは、完全に各画素が等間隔に配置されていないものも含む。つまり、部分倍率補正を行った結果、画素間隔に多少のバラつきがあってもよく、所定の像高範囲の中で平均的に画素間隔が等間隔となっていればよい。上述したように、均等又は略均等な間隔で画素片を挿入又は抜粋する場合、隣り合う 2 つの画素同士で画素を構成する画素片の数を比較すると、画素を構成する画素片数の差は 0 又は 1 となる。このため、元の画像データと比較した時の主走査方向の画像濃度のバラつきを抑えられるので、良好な画質を得ることができる。また、画素片を挿入、又は、抜粋する位置は、主走査方向に関して、各走査線 ( ライン ) 毎に同じ位置としてもよいし、位置をずらしてもよい。

【 0 0 4 9 】

上述したように、像高 Y の絶対値が大きくなる程、走査速度が速くなる。このため部分倍率補正では、像高 Y の絶対値が大きくなる程画像が短くなるよう ( 1 画素の長さが短くなるよう ) 、像高に応じて上述した画素片の挿入又は間引きを行う。このようにして、主走査方向に関して実質的に等間隔に各画素に対応する潜像を形成し、適切に部分倍率を補正することができる。

【 0 0 5 0 】

なお部分倍率情報は、たとえば図 3 に示した像高と部分倍率との対応を表化した情報である。そこで、画素片挿抜制御部 1 2 8 は、例えば B D 信号を基準とする画像クロック数を積算して処理中の像高を決定し、決定した像高に応じた部分倍率で決まる、挿入する画素片の数に従って W E 信号を制御し、また間引く画素片の数に従って R E 信号を制御する。これにより像高に応じた画素幅の制御を実現する。詳細な構成や手順については、輝度補正と共に図 1 3 を参照して以下で説明する。

【 0 0 5 1 】

< 輝度補正 >

次に、図 5 、図 1 2 、図 1 3 を用いて、輝度補正について説明する。輝度補正を行う理由は、部分倍率補正により、像高 Y の絶対値が大きくなる程、1 画素の長さが短くなるよう補正を行う為、光源 4 0 1 による 1 画素への総露光量 ( 積分光量 ) が像高 Y の絶対値が大きくなる程、低下するからである。輝度補正では、光源 4 0 1 の輝度を補正することで、1 画素への総露光量 ( 積分光量 ) が各像高で一定となるように補正する。

【 0 0 5 2 】

図 5 の制御部 1 は、C P U コア 2 と 8 ビット D A コンバータ 2 1 とレギュレータ 2 2 を内蔵した I C 3 を有しており、レーザ駆動部 3 0 0 と合わせて輝度補正手段を構成する。レーザ駆動部 3 0 0 は、メモリ 3 0 4 と、電圧を電流に変換する V I 変換回路 3 0 6 と、レーザドライバ I C 9 を有し、光源 4 0 1 のレーザダイオードである発光部 1 1 へ駆動電流を供給する。メモリ 3 0 4 には、部分倍率特性情報が保存されているとともに、発光部 1 1 に供給する補正電流の情報 ( 補正電流情報 ) が保存されている。部分倍率特性情報は、主走査方向に対して複数の像高に対応する部分倍率情報である。部分倍率情報は、図 3 に示した像高と部分倍率との対応を表化した情報である。例えば像高は走査線上の区間ごとに示され、区間ごとの部分倍率を示す情報であってもよい。この区間は、たとえば画質の評価などに基づいて決定してもよいし、あるいは部分倍率に応じて挿入または間引く画

素片の数を求めた際に、その整数部が同一の値となる部分をひとつの区間としても良い。なお、部分倍率情報に代えて、被走査面上での走査速度の特性情報であっても良い。補正電流情報は、以下で説明するようにレーザ電流値  $I_L$  を補正するための情報である。本例では補正電流情報は部分倍率特性情報とは互いに独立した情報として保持される。このため、たとえばひとつの補正值が適用される区間などを独立して定めることができる。なお補正電流情報は部分倍率特性情報とは相関しているため、いずれか一方の情報に基づいてレーザ電流値の補正と、1画素あたりのレーザパルス幅の補正とを行うこともできる。

#### 【0053】

次に、レーザ駆動部 300 の動作を、図 5 を参照して説明する。メモリ 304 に格納された発光部 11 に対する補正電流情報をもとに、IC 3 はレギュレータ 22 から出力される電圧 23 を調整し出力する。電圧 23 は DA コンバータ 21 の基準電圧となる。次に、IC 3 は、DA コンバータ 21 の入力データ 20 を設定し、BD 信号 111 に同期して、主走査内で増加減する輝度補正アナログ電圧 312 を出力する。そして輝度補正アナログ電圧 312 は後段の VI 変換回路 306 で電流値  $I_d$  313 に変換され、レーザドライバ IC 9 に出力される。なお、また、実施形態 1 では、制御部 1 に実装された IC 3 が輝度補正アナログ電圧 312 を出力したが、レーザ駆動回路 300 上に DA コンバータを実装し、レーザドライバ IC 9 の近傍で輝度補正アナログ電圧 312 を生成しても良い。

#### 【0054】

レーザドライバ IC 9 は、VDO 信号 110 に応じて、電流  $I_L$  を発光部 11 に流すか、ダミー抵抗 10 に流すかをスイッチ 14 により切り換えることで、光源 401 の発光の ON/OFF を制御する。発光部 11 に供給するレーザ電流値  $I_L$  (第 3 電流) は、定電流回路 15 で設定した電流  $I_a$  (第 1 電流) から前記 VI 変換回路 306 から出力される電流  $I_d$  (第 2 電流) を差し引いた電流となる。定電流回路 15 に流す電流  $I_a$  は、発光部 11 の光量モニタ用に光源 401 に設けられたフォトディテクタ 12 が検知する輝度が所望の輝度  $P_{apc1}$  となるようにレーザドライバ IC 9 内部の回路によりフィードバック制御することで自動調整する。この自動調整は所謂 APC (Automatic Power Control) である。発光部 11 の輝度の自動調整は、レーザ発光量 316 の主走査毎の印字領域 (図 13 参照) 外で BD 信号を検知するために発光部 11 を発光させている間に実施する。VI 変換回路 306 が出力する VI 変換出力電流値  $I_d$  の設定方法は後述する。可変抵抗 13 は、工場組立て時に、発光部 11 が所定輝度に発光している場合に、所望の電圧としてレーザドライバ IC 9 に入力されるよう値を調整しておく。

#### 【0055】

以上説明したように、所望の輝度で発光させるために必要な電流  $I_a$  に対して、VI 変換回路 306 が出力する VI 変換出力電流値  $I_d$  を差し引いた電流をレーザ駆動電流  $I_L$  として発光部 11 に供給する構成となっている。この構成により、レーザ駆動電流  $I_L$  は  $I_a$  以上に流れることが無いようになっている。なお、VI 変換回路 306 は輝度補正手段の一部を構成している。

#### 【0056】

図 12 は発光部 11 の電流と輝度の特性を示したグラフである。発光部 11 を所定輝度で発光するために必要な電流  $I_a$  は、周囲温度によって変化する。図 11 のグラフ 51 は標準温度環境下の電流 - 輝度のグラフ、グラフ 52 は高温環境下の電流 - 輝度のグラフの一例である。一般的にレーザダイオードは、環境温度が変化した場合、所定輝度を出力させるために必要な電流  $I_a$  は変化するが、効率 (図の傾き) は、ほとんど変化しないことが知られている。つまり、所定輝度  $P_{apc1}$  で発光させるには、標準温度環境下では電流  $I_a$  として A 点で示した電流値が必要であるのに対し、高温環境下では電流  $I_a$  として C 点で示した電流値が必要となるのである。前述した通り、レーザドライバ IC 9 は、環境温度が変化しても、フォトディテクタ 12 で輝度をモニタすることで所定輝度  $P_{apc1}$  となるように発光部 11 へ供給する電流  $I_a$  を自動調整する。効率は環境温度が変化してもほぼ変化しないため、所定輝度  $P_{apc1}$  で発光させるための電流  $I_a$  から、所定電流  $I(N)$ 、 $I(H)$  を差し引くことで、 $P_{apc1}$  の 0.74 倍の輝度に低下させ

10

20

30

40

50

ることが出来る。なお、効率は環境温度が変化してもほぼ変化しないため、 $I(N)$ 、 $I(H)$ は、ほぼ同じ電流である。実施形態1は、中央部（軸上像高）から端部（最軸外像高）に行く（像高 $Y$ の絶対値が大きくなる）に従って、徐々に発光部11の輝度をアップするので、中央部では図12のB点やD点で示す輝度で発光し、端部ではA点やC点で示す輝度で発光することになる。

#### 【0057】

輝度補正は、所望の輝度で発光させるよう自動調整された電流 $I_a$ から電流 $I(N)$ 、 $I(H)$ に対応する電流 $I_d$ を差し引くことにより行う。上述したように、像高 $Y$ の絶対値が大きくなる程、走査速度が速くなる。そして、像高 $Y$ の絶対値が大きくなる程、1画素への総露光量（積分光量あるいは積算光量）が低下する。このため輝度補正では、像高 $Y$ の絶対値が大きくなる程、輝度が大きくなるように補正を行う。具体的には、像高 $Y$ の絶対値が大きくなる程、電流値 $I_d$ が小さくなるように設定することで、像高 $Y$ の絶対値が大きくなる程、電流 $I_L$ が大きくなるようにする。電流 $I_L$ を大きくする程度は以下で詳しく説明する。このようにして、適切に部分倍率を補正することができる。

#### 【0058】

< 部分倍率補正と輝度補正の動作説明 >

図13は、上記で説明した部分倍率補正および輝度補正を説明するタイミングチャートである。図5のメモリ304には、光走査装置400の部分倍率特性情報317が記憶されている。この部分倍率特性情報317は光走査装置400を組み立て後に個々の装置において測定して記憶しても良いし、個々の装置間のバラツキが少ない場合は個別に測定せずに代表的な特性を記憶しても良い。図13の例では、部分倍率特性情報317は、主走査ラインを27区間に区分した区分ごとに対応する部分倍率を含む。CPUコア2はシリアル通信307を介してメモリ304から部分倍率特性情報317を読み出し、シリアル通信113を介して画像信号生成部100にあるCPU102に送出する。CPU102は、この情報を基に、部分倍率補正情報314を生成し、図5の画像変調部101にある画素片挿抜制御部128に送る。図13では、部分倍率特性情報317で示された走査速度の変化率 $C$ が35%であるため、軸上像高を基準としたとき最軸外像高で35%の部分倍率が発生する場合を例にとって説明している。本例では、部分倍率補正情報314は、17%のポイントを倍率補正ゼロとし、最軸外像高を-18%（-18/100）とし、軸上像高を+17%（+17/100）としている。そのため、図のように、主走査方向に関して、像高の絶対値が大きい端部付近では画素片を間引いて画像長を短くし、像高の絶対値が小さい中央付近では画素片を挿入し画像長を伸ばすエリアとしている。図11を用いて説明した通り、最軸外像高で-18%の補正を行うには、画素片100区画に対し画素片18区画を間引き、軸上像高を+17%の補正を行うには、画素片100区画に対し画素片17区画を挿入する。これにより、軸上像高（中央）付近を基準に見た時、最軸外像高（端部）付近では画素片100区画に対して画素片35区画が抜粋されたのと実質的に同じ状態となり、35%分の部分倍率を補正することができる。つまり、レーザ光208のスポットが走査面407上を1画素の幅（42.3  $\mu\text{m}$ （600 dpi））だけ移動させる期間を、最軸外像高を軸上像高の0.74倍になる。

#### 【0059】

軸上像高に対する最軸外像高における1画素の幅の走査期間の比率は、走査速度の変化率 $C$ を用いると以下のように合わせる。

$$\begin{aligned} & 100[\%] / (100[\%] + C[\%]) \\ &= 100[\%] / (100[\%] + 35[\%]) \\ &= 0.74 \end{aligned}$$

このような1画素未満の幅の画素片の挿抜により、画素幅を補正し、主走査方向に関して実質的に等間隔に各画素に対応する潜像を形成できるようになる。

#### 【0060】

なお、軸上像高を基準とし、軸上像高付近では画素片の挿入も抜粋も行わず基準の画素幅とし、像高が最軸外像高に近づくにつれて画素片の抜粋割合を増加させても良い。また

その逆に、最軸外像高を基準とし、最軸外像高付近では画素片の挿入も抜粋も行わず基準の画素幅とし、像高が軸上像高に近づくにつれて画素片の挿入割合を増加させても良い。但し、上述したように軸上像高と最軸外像高の中間の像高の画素が基準の画素幅（画素片16個の幅）となるように画素片の挿抜を行う方が画質は良くなる。つまり、基準の画素幅と画素片を挿抜した画素の画素幅との差の絶対値が小さい程、主走査方向の画像濃度に関してより元の画像データに忠実なものとなるので、良好な画質を得られる。

#### 【0061】

図13では、部分倍率特性情報317は $x/100$ という形式で示しているが、部分倍率を示す値であれば形式はどのようなものであってもよく、たとえばその分子の数のみを示してもよい。画素片挿抜制御部128は、描画中の主走査の区間に対応する部分倍率特性情報317の値に応じて、FIFO124へのVDOの書き込み時のWE信号およびFIFO124からのVDOの読み出し時のRE信号を制御する。ただし、FIFO124は主走査のライン単位のメモリなので、入力データと出力データの主走査ライン中における相対位置すなわち像高は一致している。部分倍率特性情報317は全ラインについて共通なので、読み出しと書き込みとを特に区別せず、像高に応じた部分倍率特性情報317の値にしたがってWE信号とRE信号とを制御すればよい。たとえば処理中の画素の主走査線における位置（像高）は前述したようにBD信号を起点として画像クロックVCLKを積算することで知ることができる。画素片挿抜制御部128は、ある時点における像高が、部分倍率特性情報317で定めた或る区間内にある場合、当該区間に対応する部分倍率情報を参照し、その値が負の符号をもつものであればWE信号を制御して画素片を間引き、正の符号を持つならばRE信号を制御して画素片を挿入する。たとえば或る区間に対応した部分倍率が $-18/100$ であれば、16画素片（すなわち1画素）あたり2.88個の画素片を間引く操作を行う。この場合にはたとえば2.88を3で近似して、16画素片あたり3画素片を間引けばよい。あるいは、たとえばその区間が4つ以上の画素を含むのであれば、3画素分については1画素（16画素片）あたり3画素片を間引き、続く1画素については2画素片を間引くなど、部分倍率 $-18/100$ が与えられた区間において100画素片あたりの間引かれる画素片の数が18に近似するように調整してもよい。もちろんこれは部分倍率の値によらず同様である。この間引きのパターン、すなわちWE信号をオフとするパターンは、部分倍率特性情報317の値に応じて予め決定しておく、画素片挿抜制御部128はそのパターンに従ってWE信号をオフとする制御を行えばよい。これは画素片を挿入する場合についても同様で、画素片を挿入場合には、上述した説明のうち「 $-18/100$ 」を「 $+18/100$ 」に、「間引く」を「挿入する」に、「WE信号」を「RE信号」に読み替えれば、画素片の挿入時にもオフする信号がREとなるだけでその制御の仕方は上述したWE信号と同様である。

#### 【0062】

図14(a)、図14(b)それぞれに、同じ濃度の画素について、像高に応じたドット幅補正後の軸上像高における積算光量と最軸外像高における積算光量とを示す。また、図14(c)にそれらを重ね合わせた図を示す。この積算光量を、同濃度の画素については像高によらず一様にすべく輝度補正を行う。積算光量を一様にする事で、潜像部の電位も一様となり、現像の濃度も一様となる。輝度補正は、印字動作前にメモリ304の部分倍率特性情報317（図13参照）および補正電流情報を読み出す。そして、それらの値に基づいてIC3の中のCPUコア2が輝度補正值315を生成するとともに、一走査分の輝度補正值315をIC3の中にある不図示のレジスタに保管しておく。また、CPUコア2はレギュレータ22の出力電圧23を決定しDAコンバータ21に基準電圧として入力する。そして、BD信号111に同期して、不図示のレジスタに保管してある輝度補正值315を読みだしてDAコンバータ21に入力し、DAコンバータ21の出力ポートから輝度補正アナログ電圧312を、後段のVI変換回路306に送り、VI変換回路306により電流値Idに変換する。電流値Idは、レーザドライバIC9に入力され、電流Iaから差し引かれる。図13に示すように、輝度補正值315はレーザ光の被走査面での照射位置（像高）の変化に応じて異なっていくため、電流値Idもレーザ光の照射

位置に応じて変更される。これにより電流  $I_L$  を制御する。

#### 【 0 0 6 3 】

CPUコア2により部分倍率特性情報317および補正電流情報に基づいて生成される輝度補正值315は、像高Yの絶対値が大きくなる程、VI変換出力電流値Idが小さくなるように設定される。このため、図13に示すように、電流 $I_L$ は像高Yの絶対値が大きくなる程大きくなる。換言すれば、一回走査する間にVI変換出力電流値Idが変化し、画像中央部にかけて（像高Yの絶対値が小さくなる程）電流 $I_L$ が小さくなる。その結果、発光部11が出力するレーザ光量は、図13の通り、最軸外像高の輝度はPapc1で発光し、軸上像高の輝度はPapc1の0.74倍の輝度で発光するよう補正される。言い換えると、軸上像高では最軸外像高に比して輝度を減衰率26%で減衰させることになる。つまり、最軸外像高の輝度は軸上像高の輝度の1.35倍となる。この値は本例における最軸外像高における部分倍率である135%（図3等では100%に対する増分のみを示している）と一致している。なお、最軸外像高の輝度の減衰率R%は走査速度の変化率Cを用いると次のように表せる。

$$\begin{aligned} R &= (C / (100 + C)) * 100 \\ &= 35 [\%] / (100 [\%] + 35 [\%]) * 100 \\ &= 26 [\%] \end{aligned}$$

部分倍率特性情報317は走査速度の変化率に 관련된 値なので、最軸外像高を基準とした、像高に応じた輝度の減衰率は、たとえば、 $((100 + M_{\max}) - (100 + M)) / (100 + M_{\max}) [\%]$ で与えることができる。ここで $M_{\max}$ は最軸外像高に相当する主走査線上の区間における部分倍率であり、Mは対象区間における部分倍率である。図13の例では $M_{\max}$ は35 [%]である。したがって最軸外像高に相当する区間では、補正電流情報の値は0となる。また軸上像高に相当する区間の部分倍率は0であるから、その区間の減衰率は上述の通り0.259（26 [%]）となる。またたとえば部分倍率が $M = 29 [\%]$ であれば、 $(135 - 129) / 135 = 0.044 = 4.4 \%$ となる。また、DAコンバータ21の入力と輝度の低下率は比例関係にあり、例えばCPUコア2内のDAコンバータ21の入力がFFh（最大値）で光量が26%ダウンするように設定した場合は、80h（最大値の1/2）で13%ダウンすることになる。すなわちDAコンバータ21は、その入力値の1ステップ（すなわち01h）が $R / (DAコンバータの分解能) \%$ となるように輝度補正アナログ電圧312を出力する。上記数値例では1ステップが $26 / FFh = 0.1 \%$ に相当する。たとえば4.4 [%]はDAコンバータ21の入力値に換算すると2Chに相当する。このように主走査線上の区間に応じた（すなわち像高に応じた）輝度の減衰率をDAコンバータ21への入力値に換算した値が輝度補正值315である。このようにして、部分倍率補正情報314に含まれた区間ごとの部分倍率あるいは補正電流情報に基づいて、対応する区間ごとの輝度補正值315を決定することができる。本例では、部分倍率特性情報317から決定することができるが、補正電流情報を独立して有するならば、部分倍率情報から独立して輝度補正值を決めることができる。

#### 【 0 0 6 4 】

< 部分倍率補正と輝度補正の効果説明 >

図4(a)～(b)及び図15は、光波形と主走査LSF (Line Spread Function) プロファイルを示す図である。これら光波形と主走査LSFプロファイルは、光源401が、軸上像高、中間像高、最軸外像高のそれぞれにおいて、所定の輝度、期間で発光した場合のものをそれぞれ示している。なお、実施形態1の光学構成では、最軸外像高における走査速度は軸上像高におけるその135%となり、軸上像高に対する最軸外像高の部分倍率は35%である。光波形は光源401の発光波形である。主走査LSFプロファイルとは、主走査方向にスポットを移動させながら、上述した光波形で発光することにより被走査面407上に形成されたスポットプロファイルを副走査方向に積分したものである。これは、上述した光波形で光源401を発光させた際の被走査面407上での総露光量（積分光量）を示すものである。

## 【 0 0 6 5 】

図 4 ( a ) は、実施形態 1 と同様の光学構成において、上述した部分倍率補正及び輝度補正を行わない比較例 1 を示す。この比較例 1 では、光源 4 0 1 が輝度 P3 で、且つ、軸上像高における 1 画素 ( 42.3  $\mu$  m ) 分主走査するのに必要な期間 T3 発光する。このため、軸上像高から、軸外像高に移るに従って、主走査 L S F プロファイルが肥大化して積算光量のピークが低下していることがわかる。

## 【 0 0 6 6 】

図 4 ( b ) は、上述した部分倍率補正を行い、輝度補正を行わない比較例 2 を示す。部分倍率補正は、軸上像高において 1 画素 ( 42.3  $\mu$  m ) 分主走査するのに必要な期間 T3 を基準に、軸上像高から軸外像高にかけて、部分倍率の増加分だけ 1 画素分に対応する期間を短くする補正を行う。輝度は P 3 で一定である。軸上像高から、軸外像高に移るに従って、主走査 L S F プロファイルの肥大化は抑制されている。しかしながら、中間像高で T3 の 0.87 倍、最軸外像高で T3 の 0.74 倍と照射時間を短くしているため、積算光量のピークは図 4 ( a ) に比べて更に低下していることが分かる。

## 【 0 0 6 7 】

図 1 5 は、上述した部分倍率補正及び輝度補正を行った実施形態 1 を示す。部分倍率補正について比較例 2 と同様の処理を行っている。輝度補正として、部分倍率補正により軸上像高から軸外像高に移るに従って 1 画素に対向する光源 4 0 1 の発光時間を短くすることで低下した積算光量分を補う。つまり、輝度 P 3 を基準に、軸上像高から軸外像高にかけて、光源 4 0 1 の輝度をアップするよう補正する。図 1 5 では最軸外像高の輝度を P3 の 1.35 倍としており、図 4 ( b ) に比べて、軸上像高から、軸外像高に移るに従って、主走査 L S F プロファイルの積算光量のピークの低下は抑制されて、かつ、肥大化も抑制している。図 1 5 の軸上像高、中間像高、最軸外像高の L S F プロファイルは、完全に一致はしていないものの、各画素の総露光量は略同じであり、形成される画像に影響の無いレベルで補正できている。

## 【 0 0 6 8 】

以上で説明したように、部分倍率補正及び輝度補正を行うことにより、f 特性を有する走査レンズを用いることなく画像不良を抑制した露光を行うことができる。

## 【 0 0 6 9 】

図 1 6 は部分倍率補正及び輝度補正の他の例を示す図である。図示したように、積算輝度を像高によらず一定にすることで像高による濃度の非均一性を一定にすることでも、図 1 5 に示したような補正と同様の効果を上げることができる。図 1 6 では、軸上像高におけるドット幅 ( 時間基準 ) と最軸外像高におけるドット幅との差をより大きくする一方、それを相殺するように軸上像高における輝度と最軸外像高における輝度との差も大きくしている。図 1 5、図 1 6 では、積算光量は、凸部の面積に相当するが、その値が、像高によらず一定になるのであれば、ドット幅と輝度との関係を図 1 6 のように変えることができる。

## 【 0 0 7 0 】

< L S F プロファイル変動により印字濃度が変動する理由 >

しかしながら、前記のように、部分倍率補正と輝度補正を行う場合でも、軸上像高の L S F プロファイルと最軸外像高の L S F プロファイルは完全に一致しない。この L S F プロファイル変動が原因で、主走査方向に印字濃度ムラが発生する。具体的には、画像データ濃度が薄い場合には、最軸外像高ほど印字濃度が薄くなり、画像データ濃度が濃い場合には、最軸外像高ほど印字濃度が濃くなる。この現象について、図 1 7 から図 2 1 を用いて説明する。

## 【 0 0 7 1 】

図 1 7 は、部分倍率補正と輝度補正した場合の、孤立ドットの露光エネルギー分布を示している。孤立ドットを印字する場合の露光エネルギー分布は、L S F プロファイルと一致する。軸上像高と最軸外像高の露光エネルギーの総和 ( 主走査方向の積分値 ) は同じであるけれども、スポット径 ( 光量の分布 ) が異なる。例えば、図 1 7 に示すように、1 ド

10

20

30

40

50

ット幅を「露光エネルギーが0.3である幅」と定義する場合、つまり、感光ドラム4に照射された露光エネルギーが0.3以上の部分にトナーが現像されドットが形成される場合、最軸外像高のドット幅W21aは、軸上像高のドット幅W21bより、狭くなる。

#### 【0072】

図18(a)は、軸上像高において連続する3個のドットを印字する時の露光エネルギー分布を、図18(b)は、最軸外像高での連続する3個のドットを印字する時の露光エネルギー分布を示している。ここでは、連続する3つのドットを、ドット1とドット2とドット3と表現している。連続する3つのドットの露光エネルギーは、各々のドットのLSFプロファイルを積算した値である。このように、複数ドットを連続して印字する時の露光エネルギーは、連続するドット分のLSFプロファイルを時間的に積算した値である。

10

#### 【0073】

図19は、連続するドットが1個、3個、5個である場合の露光エネルギー分布をそれぞれ示したものであり、実線が軸上像高の露光エネルギー分布を、破線が最軸外像高の露光エネルギー分布を示している。ここで、図17を説明した時と同じように、ドット幅を「露光エネルギーが0.3である幅」と定義する。孤立ドットを印字する場合は、軸上像高のドット幅よりも最軸外像高のドット幅が小さい。一方で、連続する複数のドットを印字する場合は、軸上像高と最軸外像高のドット幅が一致する。

#### 【0074】

図20は、連続した3つドット(ドット1、ドット2、ドット3)の内、中央のドット(ドット2)を抜いた(白抜きした)場合の、露光エネルギー分布を示している。図21(a)は軸上像高における露光エネルギー分布を示し、図21(b)は最軸外像高における露光エネルギー分布を示している。露光エネルギー分布は、ドット1およびドット3のLSFプロファイルの時間的な積算値である。ここで、ドット幅を「露光エネルギーが0.3である幅」と定義する。図20(a)は、軸上像高における露光エネルギー分布であり、ドット1の幅はW23aであり、ドット3の幅はW23cであり、ドット2の白抜き幅はW23bである。軸上像高では、各々の幅に「 $W23a = W23b = W23c$ 」の関係がある。図20(b)は、最軸外像高における露光エネルギーの分布であり、ドット1の幅はW23dであり、ドット3の幅はW23fであり、ドット2の白抜き幅はW23eである。最軸外像高では、各々の幅に「 $W23d = W23f > W23e$ 」の関係がある。図20(a)と(b)を比較すると、ドット幅は「 $W23a = W23c < W23d = W23f$ 」であり、白抜き幅は「 $W23b > W23e$ 」である。つまり、孤立ドットを白抜きする場合、白抜きドット幅は、最軸外像高になるほど小さくなる。

20

30

#### 【0075】

図21は、白抜きドットが1個、3個、5個である場合の露光エネルギー分布を示したものであり、実線が軸上像高の露光エネルギー分布を、破線が最軸外像高の露光エネルギー分布を示している。ここで、ドット幅を「露光エネルギーが0.3である幅」と定義する。孤立ドットを白抜きする場合、最軸外像高の白抜き幅が、軸上像高の白抜き幅より小さい。一方で、連続する複数のドットを白抜きする場合、最軸外像高の白抜き幅が、軸上像高の白抜き幅と一致する。

#### 【0076】

図25は、画像データ濃度により、印字濃度が変化する様子を示している。横軸が像高であり、縦軸が印字濃度を示している。図25(a)は、画像データ濃度が薄い画像を印字する場合であり、一例として画像データ濃度が20%の場合の印字濃度を示している。画像データ濃度が薄い場合には、画像領域全体において孤立ドットの割合が多い。図19に示したように、軸上像高よりも最軸外像高の方が孤立ドット幅が小さいので、孤立ドットの割合が多い場合には、孤立ドット幅が小さい分、最軸外像高の濃度が薄くなる。図25(b)は、画像データ濃度が濃い画像を印字する場合であり、一例として画像データ濃度が80%の場合の印字濃度を示している。画像データ濃度が濃い場合には、画像領域全体において孤立ドット白抜きの割合が多い。図21に示したように、軸上像高よりも最軸外像高の方が孤立ドット白抜き幅は小さいので、孤立ドット白抜きの割合が多い場合には、孤

40

50

立ドット白抜け幅が小さい分、最軸外像高の濃度が濃くなる。図25(c)は、画像データ濃度が100%の場合の印字濃度を示している。画像データ濃度が100%の場合、孤立ドットも孤立ドット白抜けも存在しない。したがって、孤立ドットの光量分布ムラによる、主走査方向の濃度ムラは発生しない。

【0077】

以上のように、f 補正後に残る孤立ドットのLSFプロファイルの主走査方向における変動が原因で、主走査方向について印字濃度ムラが発生する。なお上記の孤立ドットは孤立黒画素と、孤立ドット抜けあるいは孤立ドット白抜けは孤立白画素または孤立画素抜けと言い替えてもよい。

【0078】

< 画像処理方法 (スクリーン処理) >

次に、実施形態1の画像処理方法について説明する。実施形態1の画像処理方法は、画像データ濃度および像高に応じてスクリーン処理を変える事を特徴とする。画像処理方法の構成および動作は、基本的に部分倍率補正および輝度補正を説明した時と同じである。異なる点は、スクリーンの成長順を画像データ濃度および像高に応じて変える点である。

【0079】

図22に実施形態1のスクリーン処理の一例を示す。図22(a)は、スクリーン成長順Aを示している。スクリーン成長順Aは、孤立ドットを作らないように、主走査方向に連続してスクリーンを成長させる。スクリーン成長順Aにより、画像データ濃度が薄い場合において、孤立ドットの割合が減る。また、画像データ濃度が濃い場合には、孤立ドット抜けの割合が減る。図22(b)は、スクリーン成長順Bを示している。スクリーン成長順Bにより、画像データ濃度が薄い場合において、孤立ドットの割合が増える。また、画像データ濃度が濃い場合には、孤立ドット抜けの割合が増える。図22のスクリーン処理として、多値のスクリーン処理を行ってもよい。図22では、スクリーニングに用いる閾値マトリクスのうち各画素の対応する閾値はひとつであり、各画素は2値であるような例を示している。これに対して、3値或いは4値またはそれ以上の多値の閾値マトリクスを用いることもできる。もちろんその場合にも、図22(a)のように主走査方向にドットが成長する処理では、ドットはまずある画素列について主走査方向に成長し(図22(a)の上段左から3、5番目の例)、主走査方向の空白がなくなったなら別の列に移ってその列においても主走査方向に成長する。

【0080】

図26は、実施形態1における、スクリーン処理の一例を示す。図26の中段に示すように、画像データ濃度が薄い場合には、最軸外像高の印字濃度を上げるために、孤立ドットの割合が減るようなスクリーン処理を行う。一方で、画像データ濃度が濃い場合には、最軸外像高の印字濃度を下げるために、孤立ドット白抜けの割合が減るようなスクリーン処理を行う。具体的には、たとえば主走査線を分割(例えば5分割)し、ハーフトーン処理部122では、その中央の部分の画像データには、孤立ドットおよび孤立ドット抜けの割合を増大させるように図22(b)に示したスクリーン処理を施し、両端の部分の画像データには、孤立ドットおよび孤立ドット抜けの割合を低下させるように図22(a)に示したスクリーン処理を施し、中央部と端部との中間の画像データには、図8に示したような通常のスクリーン処理を施す。上述した5分割は均等であってもよいし、不均一であってもよい。ただし軸上像高を中心として対称であることが望ましい。また、5分割とは限らず、孤立ドットおよび孤立ドット抜けの割合を変えることのできるスクリーン処理のパターンを更に用意して、よりスムーズに孤立ドットおよび孤立ドット抜けの割合が変わるように構成してもよい。もちろん3分割としてもよい。この場合には、中央部については図22(b)のスクリーン処理、両端部については図22(a)のスクリーン処理を適用する。さらに、像高によらず図22(a)に示したスクリーン処理を用いることでも、孤立ドットおよび孤立ドット抜けの割合がいずれも減少するため、図8に示したような通常のスクリーン処理に比べれば、像高による印字濃度の変動をより緩和することができる。なお本実施形態では主走査方向について、像高に応じた画素幅およびレーザ発光輝度の

10

20

30

40

50

調整を行っているため、孤立ドットおよび孤立ドット抜けとは、いずれも主走査方向について考慮すればよい。したがってスクリーン処理も、上述した孤立ドットおよび孤立ドット抜けの割合を主走査方向について下げる、あるいは上げるものであればよく、副走査方向の孤立については考慮しなくともよい。

#### 【0081】

実施形態1のように、画像データおよび像高に応じて、孤立ドットの数が変わるようにスクリーン処理することにより、主走査方向において孤立ドットのLSFプロファイルが変動することが原因で発生する濃度ムラを抑制できる。

#### 【0082】

実施形態1では、像高に応じてアナログ的に孤立ドット割合を変動させるようなスクリーン処理方法について説明したけれども、像高に対してデジタル的に孤立ドット割合を変化させても同じような効果を得られる。

#### 【0083】

##### <本実施形態による効果>

実施形態1では、画素品の挿抜により部分倍率補正を行ったが、このような方法により部分倍率を補正する場合、f レンズを用いることなく高品質の画像を形成できるという利点がある。さらに、特許文献1に示したようなクロック周波数を主走査方向で変化させると比べて以下に示すような効果がある。特許文献1に示す構成では、クロック周波数を主走査方向で変化させるため、複数の異なる周波数のクロックを出力可能なクロック生成手段が必要であり、そのクロック生成手段の分コストがアップしてしまう。しかしながら、実施形態1であれば、1つのクロック生成手段さえ有していれば部分倍率補正が可能であり、クロック生成手段に関するコストを抑えることができる。また、部分倍率補正はきめ細かく倍率を変えることができるので、クロック周波数を切り替える場合に比べてより高品質の画像を提供できる。

#### 【0084】

また、像高に応じて孤立ドットの割合が変わるようにスクリーン処理することにより、主走査方向において孤立ドットのLSFプロファイルが変動することが原因で発生する濃度ムラを抑制できる。また、像高にかかわらず、孤立ドットの割合を減らすようにスクリーン処理することにより、主走査方向において孤立ドットのLSFプロファイルが変動することが原因で発生する濃度ムラを抑制できる。

#### 【0085】

なお本実施形態では、像高に応じてドット幅や輝度等を補正している。これは、像高は感光体表面を走査するレーザ光の線速度(走査速度)に相関し、走査速度は像高に応じた値として決定的であることに基づく。したがって像高ではなく走査速度に応じてドット幅や輝度等を補正するものとしてもよい。像高と走査速度とが相関しない場合を考慮すれば、走査速度に基づく方がより一般的であるとさえいえる。走査速度は、たとえば偏向器の駆動モータの回転の変動をモニタすることなどで直接的に知ることができよう。

#### 【0086】

##### [実施形態2]

実施形態2では、LSFプロファイル変動により主走査方向について濃度ムラが発生する現象に対して、実施形態1と同様に部分倍率補正および輝度補正を行った上で画像処理を行う。実施形態2の画像処理は、実施形態1と異なり、孤立ドット幅および孤立ドット白抜け幅を像高に応じて変化させる事の特徴とする。

#### 【0087】

実施形態2における、部分倍率補正方法および輝度補正方法は実施形態1と同じである。以下に、図23と図24および図27を用いて実施形態2について説明する。

#### 【0088】

##### <孤立ドット幅制御>

図23は、実施形態2における画像変調部101の一例を示すブロック図である。図23のブロック図の中で、図7と同じ部分については説明を省略する。実施形態2では、画

10

20

30

40

50

像変調部 101 に、孤立ドット制御部 261 が存在する。ハーフトーン処理部 269 は、ハーフトーン処理後の画像データ 262 を、孤立ドット制御部 261 に送信する。孤立ドット制御部 261 は、画像データ 262 から孤立ドットおよび孤立ドット白抜けを検出し、孤立ドットを印字する時は、VCLK125 に同期して孤立ドット検出信号 263 を画素片挿抜制御部 264 に送信し、孤立ドット抜けを印字する時は、VCLK125 に同期して孤立ドット抜け信号 265 を画素片挿抜制御部 264 に送信する。

#### 【0089】

画素片挿抜制御部 264 は、図 24 に示すように、画素片挿抜制御部 264 は、孤立ドットを印字する場合には、最軸外像高に向かうほど孤立ドットの幅を大きくするように画素片を挿入する。一方で、孤立ドット白抜けを印字する場合には、最軸外像高に向かうほど孤立ドット白抜け幅を大きくするように画素片を抜く。その後、実施形態 1 と同じように、部分倍率情報 103 に基づいて部分倍率制御を行う。

#### 【0090】

なお、画素片の挿入および間引きは、実施形態 1 で説明したように、WE 信号および RE 信号を制御することで実現している。そのため画素片挿抜制御部 264 は、画素片の挿入および間引きを 2 段階で行うことは困難である。そこで、実施形態 1 で説明したような主走査線上における区間ごとの通常の WE 信号および RE 信号のパターンに加えて、孤立ドット検出信号 263 が入力された場合の WE 信号のパターンおよび孤立ドット抜け検出信号 265 が入力された場合の WE 信号のパターンを用意しておく。孤立ドット検出信号 263 が入力された場合の WE 信号のパターンは、間引かれる画素片の数を像高に応じて減らしたものであり、孤立ドット抜け検出信号 265 が入力された場合の WE 信号のパターンは、間引かれる画素片の数を像高に応じてさらに増やしたものである。増減の程度はたとえば図 19 や図 21 の露光エネルギーの特性に応じて決めればよい。また、孤立ドットのために挿入する画素片の数が、間引かれる画素片の数よりも多ければ、WE 信号のみならず RE 信号のパターンも置き換える必要がある。この場合の RE 信号のパターンは、実施形態 1 で説明したように、挿入する画素片に対応するタイミングでオフとなるようなパターンである。そして、孤立ドット検出信号 263 あるいは孤立ドット抜け検出信号 265 が入力された場合には、該当する画素に同期して、孤立ドット検出信号 263 が入力された場合の WE 信号のパターンおよび孤立ドット抜け検出信号 265 が入力された場合の WE 信号のパターンにそれぞれ切り替えて WE 信号を出力する。画素片の挿入が必要となる場合には、該当する画素の FIFO124 からの出力に同期して、孤立ドット検出信号 263 が入力された場合の RE 信号のパターンを出力する。このため、WE 信号については実施形態 1 と同様ながら、RE 信号については、FIFO110 においてバッファリングされた画素数分だけ更に遅延させる必要がある。画素片挿抜制御部 264 はこのタイミング制御も行う。

#### 【0091】

図 27 に本実施形態により濃度が一様化された様子を示す。すなわち、実施形態 1 による像高に応じた印字濃度の変化を最上段にしめし、本実施形態による孤立ドットおよび孤立ドット抜け幅の像高に応じた補正を中段に示し、その補正の結果、像高によらず濃度が一樣になる様子を下段に示す。

#### 【0092】

< 本実施形態による孤立ドット幅制御の効果 >

実施形態 2 の孤立ドット幅制御を行う事で、孤立ドット幅および孤立ドット白抜け幅が主走査方向で変動する事が抑えられる。したがって、孤立ドットの LSF プロファイルが主走査方向で変動する事で発生する、印字濃度ムラを抑制できる。

#### 【0093】

[ 実施形態 3 ]

実施形態 3 では、LSF プロファイル変動により主走査方向について濃度ムラが発生する現象に対して、実施形態 1 と同様に部分倍率補正および輝度補正を行った上で画像処理を行う。実施形態 3 の画像処理は、像高に応じて濃度補正テーブルを変化させる事の特徴

10

20

30

40

50

とする。実施形態 3 における、部分倍率補正方法および輝度補正方法は実施形態 1 と同じである。以下に、図 28 と図 29 を用いて実施形態 3 について説明する。

#### 【0094】

##### < 濃度補正テーブル変更方法 >

図 28 は、実施形態 3 における画像変調部 101 の一例を示すブロック図である。図 28 のブロック図の中で、図 7 と同じ部分については説明を省略する。濃度補正処理部 311 は、不図示のホストコンピュータから受信した画像信号を適正な濃度で印字するための濃度補正テーブルを格納しており、部分倍率情報 103 を利用し、濃度および像高に応じて、この濃度補正テーブルをさらに変化させる。

#### 【0095】

図 29 は、濃度処理部 311 が行う濃度補正テーブル補正方法を示す図である。前記したように、孤立ドットの LSF プロファイルが主走査方向で変動する場合、図 29 (a) に示すように、画像データ濃度が薄い場合には、最軸外像高において濃度が薄くなり、画像データ濃度が濃い場合には、最軸外像高において濃度が濃くなる。したがって、適正な画像濃度を得るために、図 29 (b) に示すように、画像濃度が薄い場合には、最軸外像高の濃度を濃くし、画像濃度が濃い場合には、最軸外像高の濃度を薄くするよう画像データの濃度補正を行っておく。濃度の濃淡は、たとえば最高濃度の 50 % を基準として、それ以上、すなわち基準値以上に高濃度であれば最軸外像高の濃度を濃くし、それ基準値より低濃度であれば、最軸外像高の濃度を薄くする。この濃度補正の程度も、濃度に応じて図 29 (b) のように変わる。ここで画像データの濃度の濃淡は、たとえば画素単位で判定しても良いし、いくつかの画素群（たとえば 3 × 3 画素）の平均濃度で判定してもよい。これらの補正方法を実現するために、濃度補正処理部 311 は、図 29 (c) に示すように、像高に応じた濃度補正テーブルを複数持ち、像高に応じて使用する補正テーブルを変更する。なお、線形図 29 (c) では 3 段階の像高ごとの補正濃度特性を示しているが、これは一例であって、さらに像高の段階を増やすこともできる。たとえば部分倍率特性情報 314 と同じ程度に像高の区間を設けることもできる。このように、主走査方向について端部に近い画素ほど、濃度の中央値（本例では最高濃度の 50 % に近くなるよう濃度補正を施す。

#### 【0096】

##### < 本実施形態による濃度補正テーブル変更の効果 >

実施形態 3 の濃度補正テーブル変更を行うことで、孤立ドットの LSF プロファイルが主走査方向で変動する事で発生する、印字濃度ムラを抑制できる。また本実施形態によれば、実施形態 1 の構成に対して、ハーフトーン処理時の濃度特性を変更することのみで実現できるために、実施が容易であり、また安価である。

#### 【0097】

##### [ その他の実施例 ]

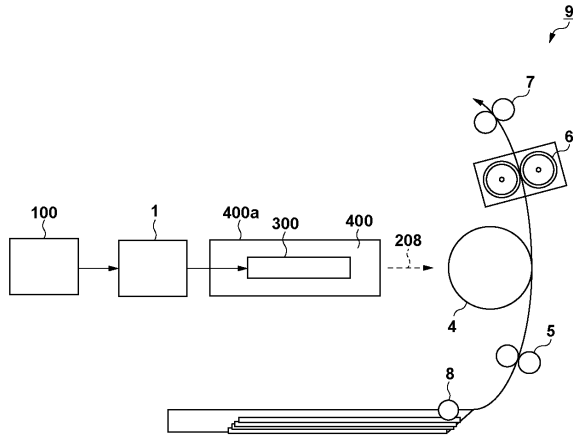
本発明は、上述の実施形態の 1 以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける 1 つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1 以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

#### 【符号の説明】

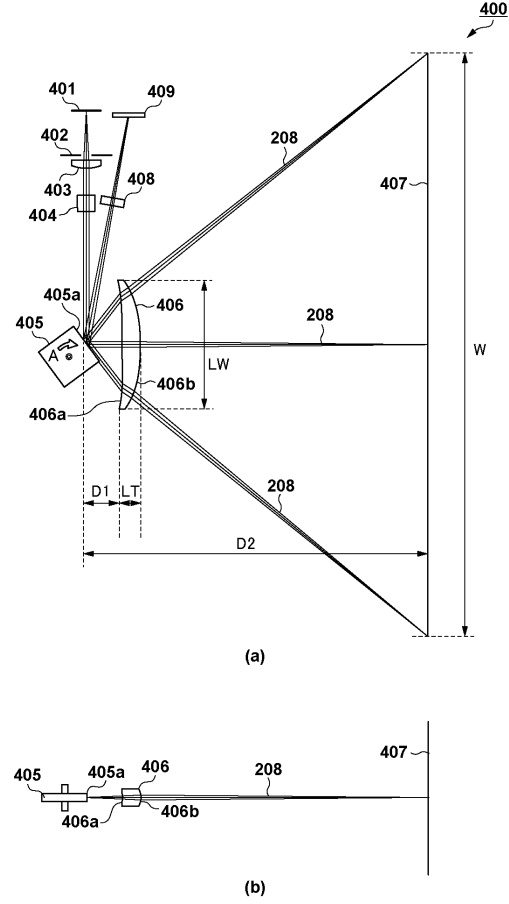
#### 【0098】

4...感光ドラム、9...画像形成装置、100...画像信号生成部、400...光源、405...偏向器

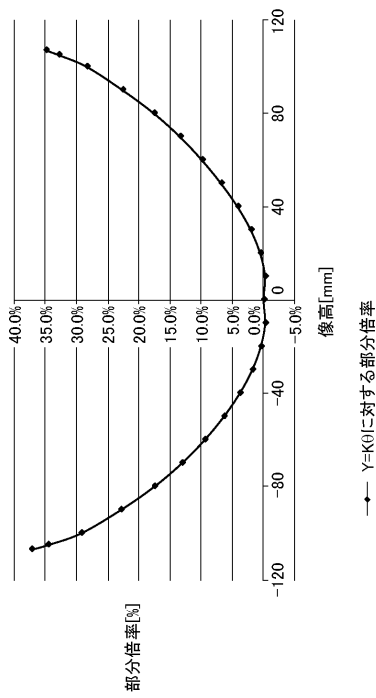
【図 1】



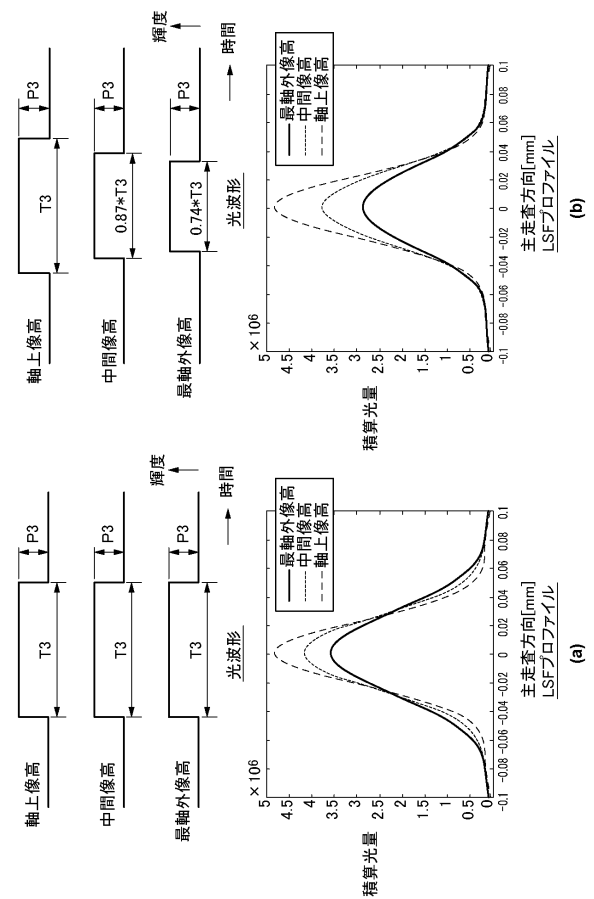
【図 2】



【図 3】

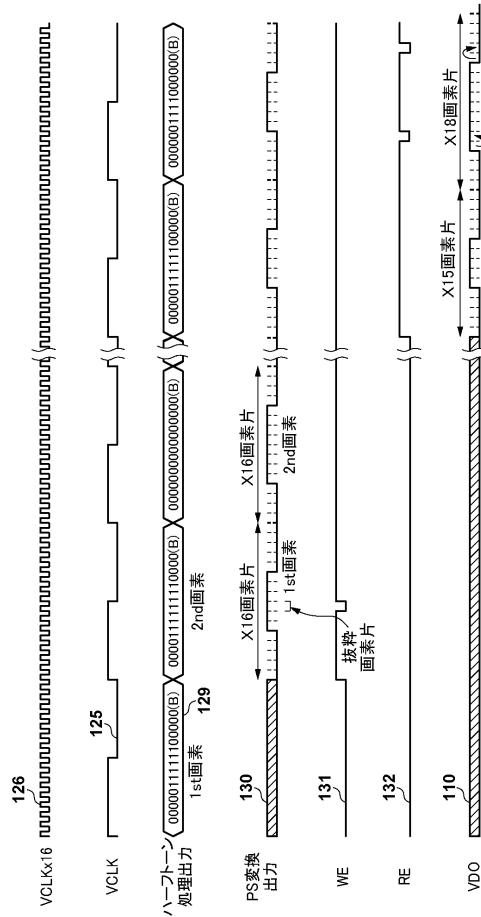


【図 4】

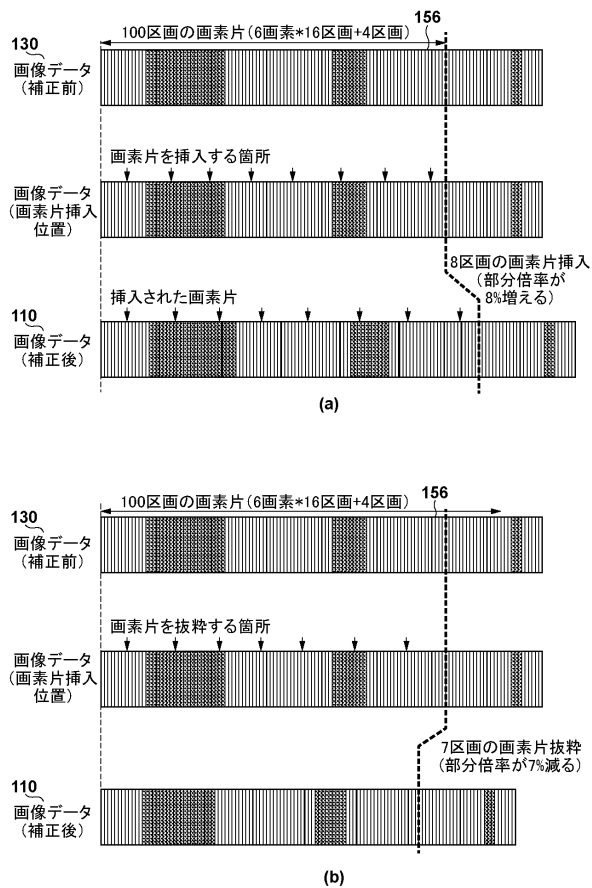




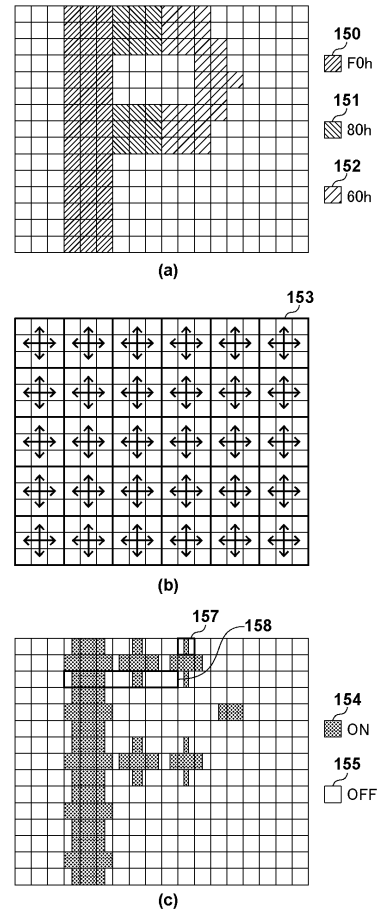
【図 9】



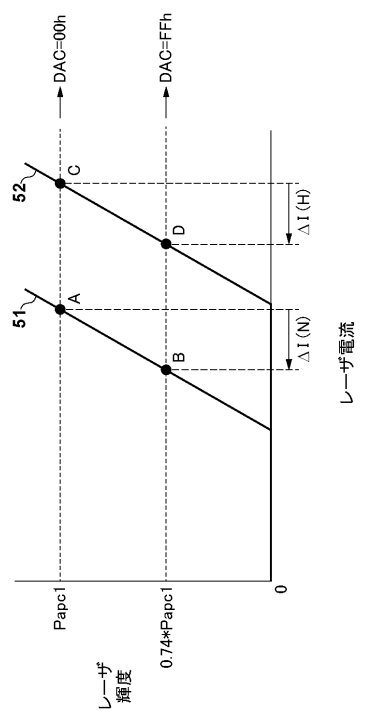
【図 11】



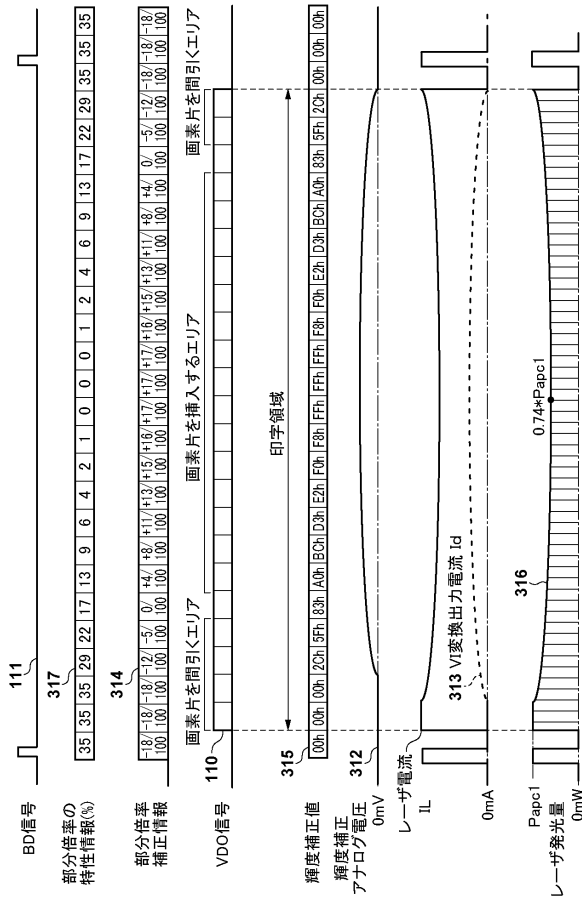
【図 10】



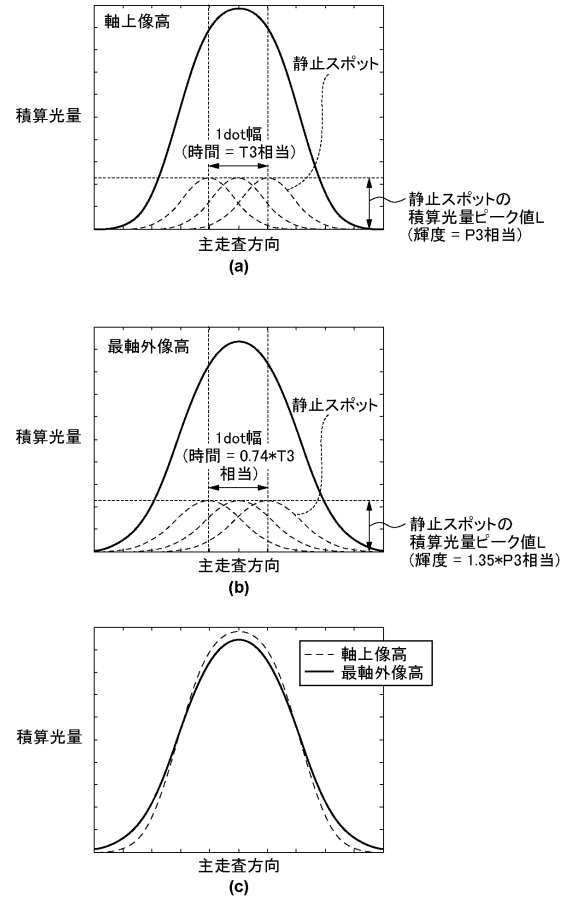
【図 12】



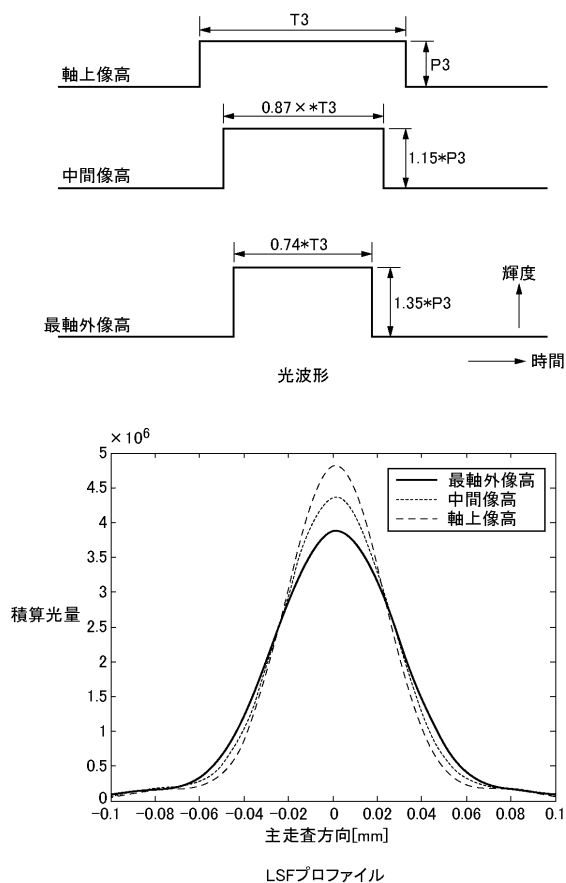
【 図 1 3 】



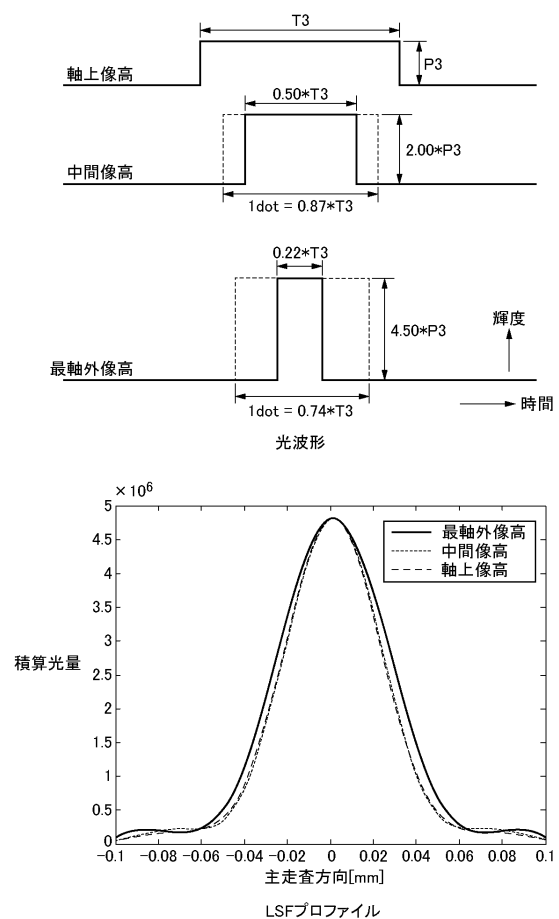
【 図 1 4 】



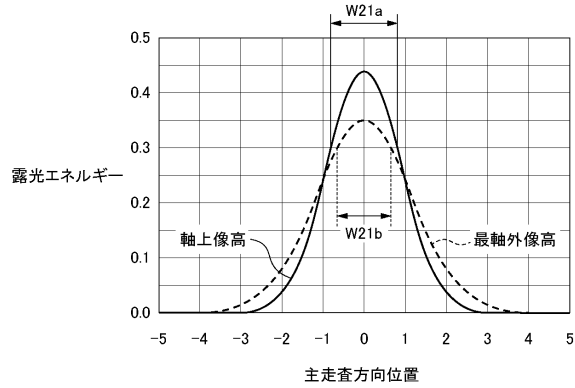
【 図 1 5 】



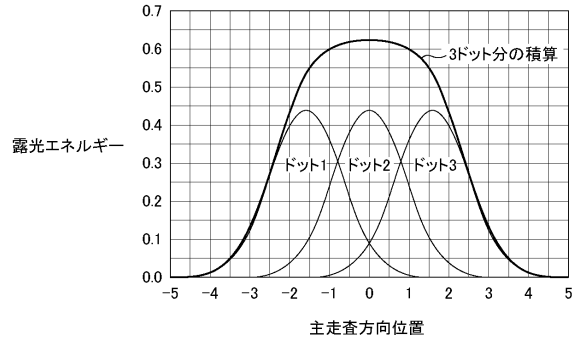
【 図 1 6 】



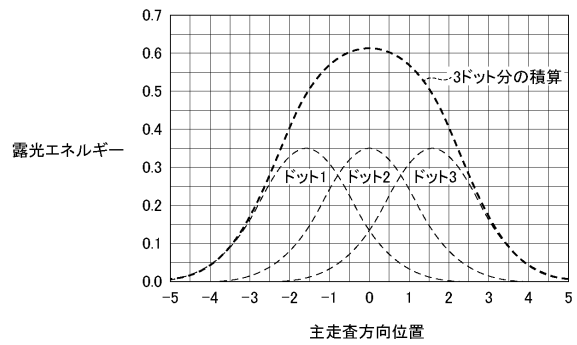
【図 17】



【図 18】

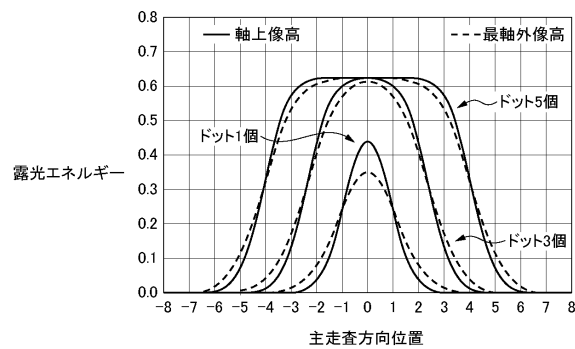


(a) 連続した3ドットの露光エネルギー(軸上像高)

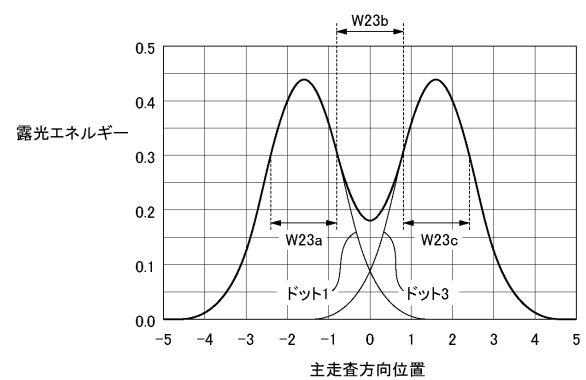


(b) 連続した3ドットの露光エネルギー(最軸外像高)

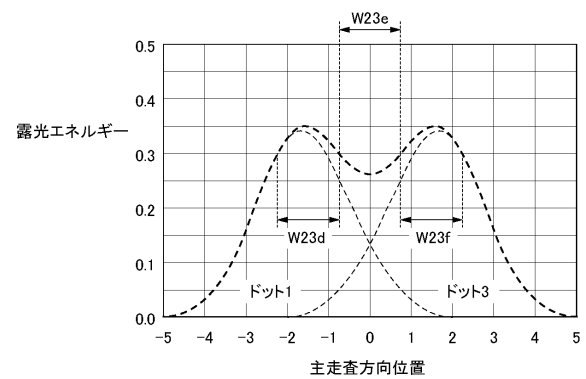
【図 19】



【図 20】

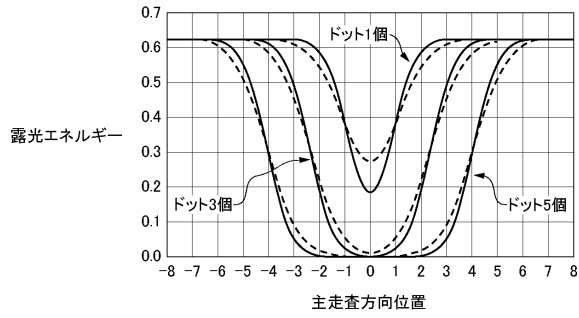


(a) 1ドットを抜いた場合の露光エネルギー(軸上像高)

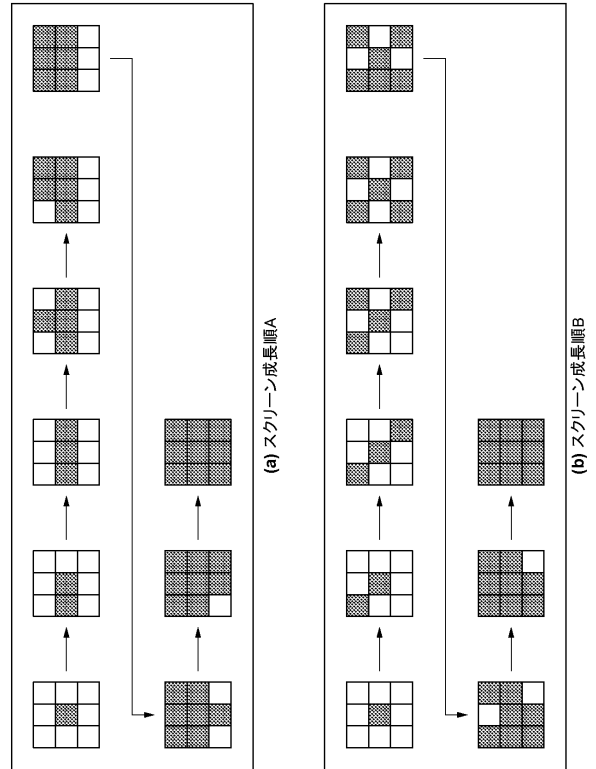


(b) 1ドットを抜いた場合の露光エネルギー(最軸外像高)

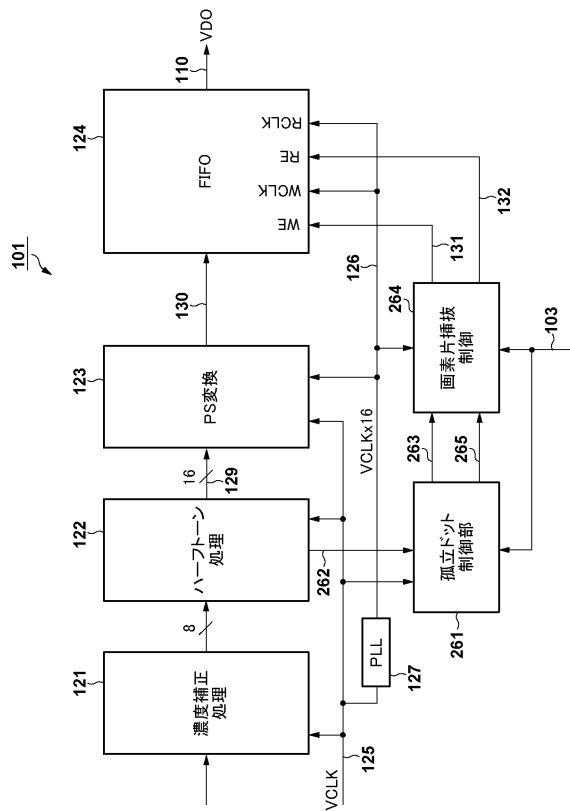
【図 2 1】



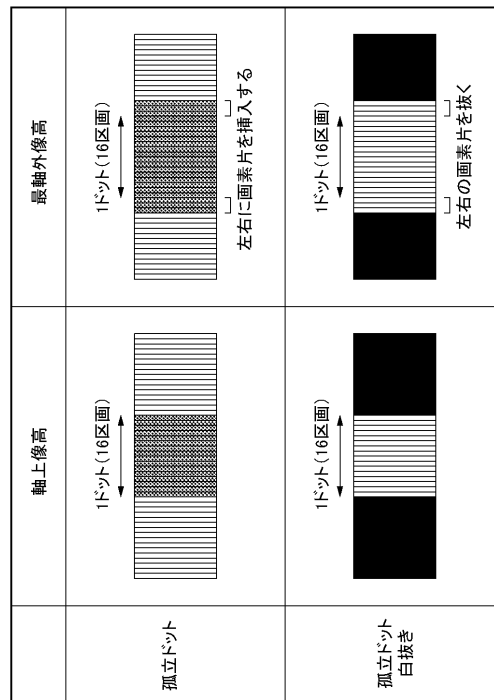
【図 2 2】



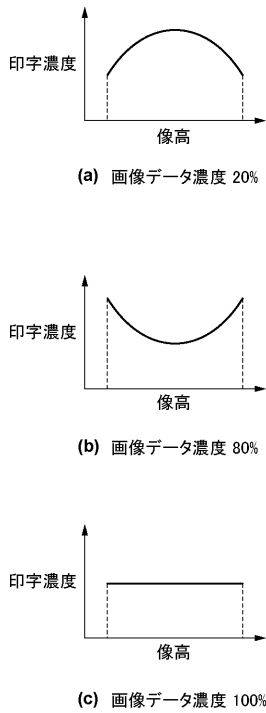
【図 2 3】



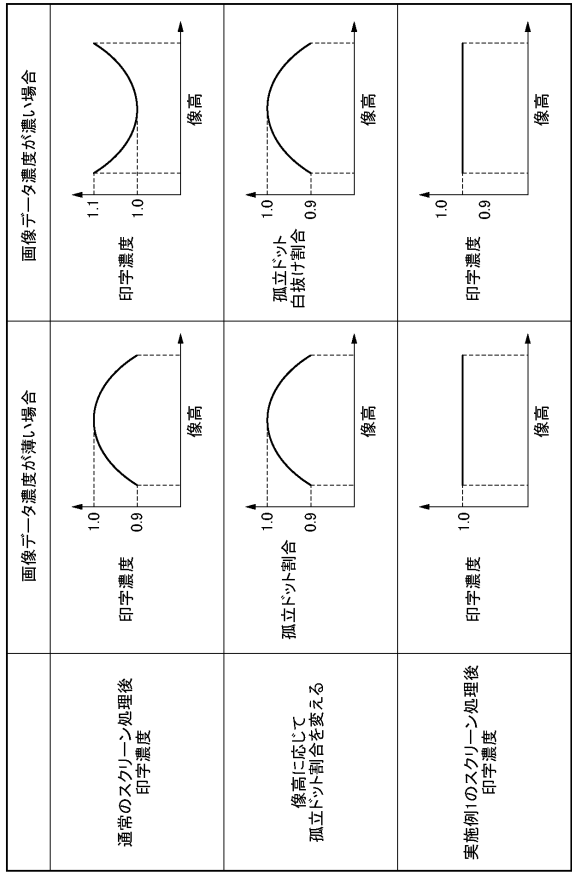
【図 2 4】



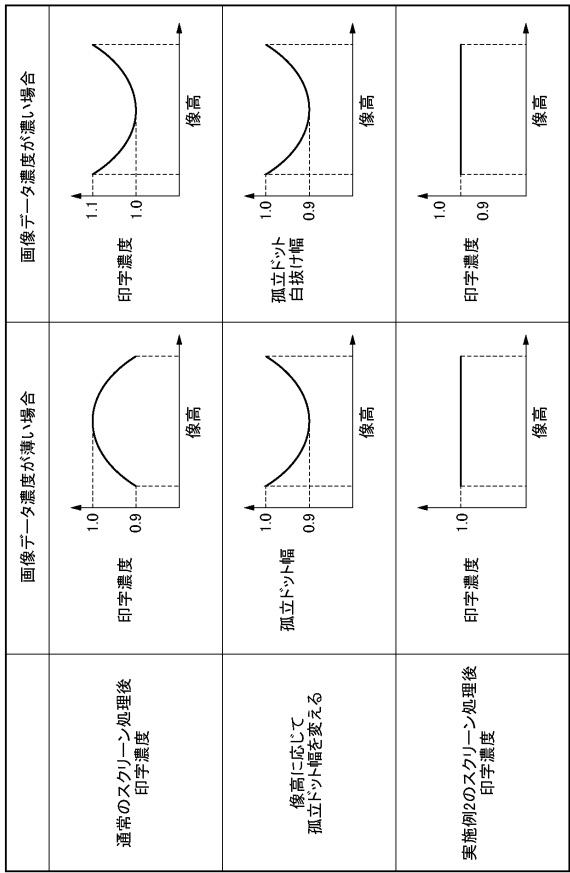
【図 2 5】



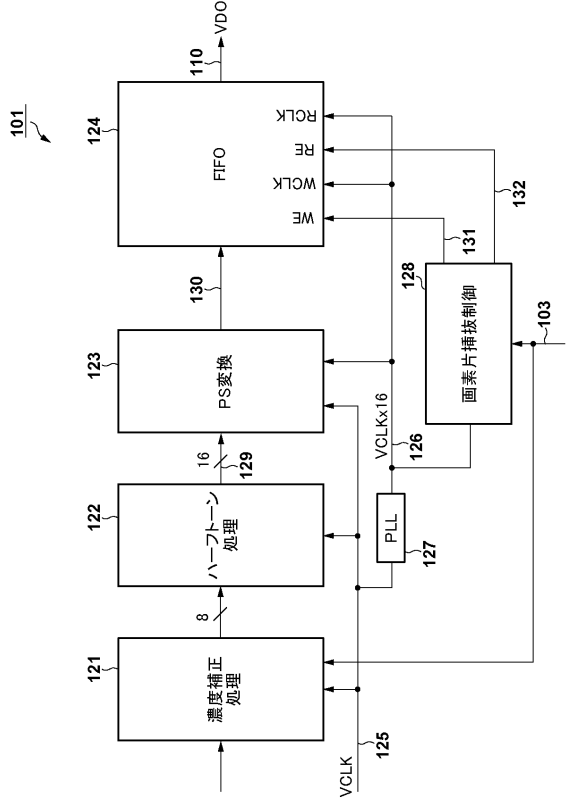
【図 2 6】



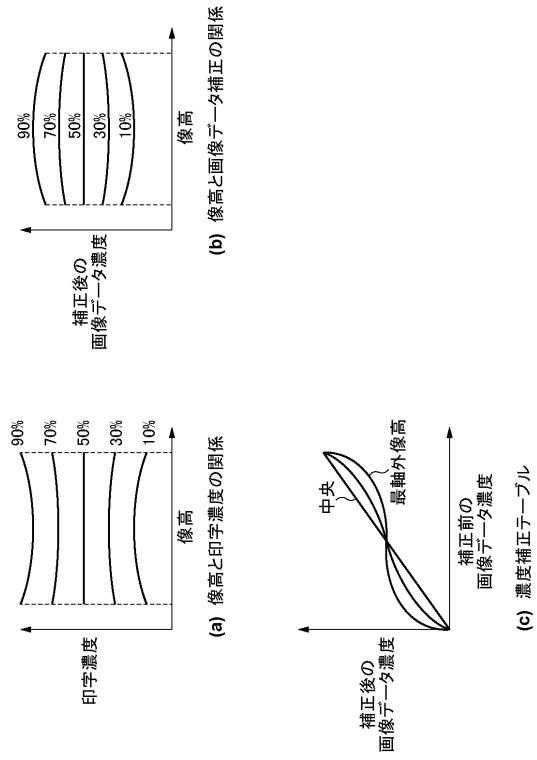
【図 2 7】



【図 2 8】



【図 29】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 西村 直記  
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 金澤 秀徳  
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 荒木 剛  
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 上田 正樹

- (56)参考文献 特開平02-131212(JP,A)  
特開2011-253104(JP,A)  
特開2005-313350(JP,A)  
米国特許出願公開第2006/0221172(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |       |
|------|-------|
| B41J | 2/47  |
| G02B | 26/12 |
| H04N | 1/405 |