

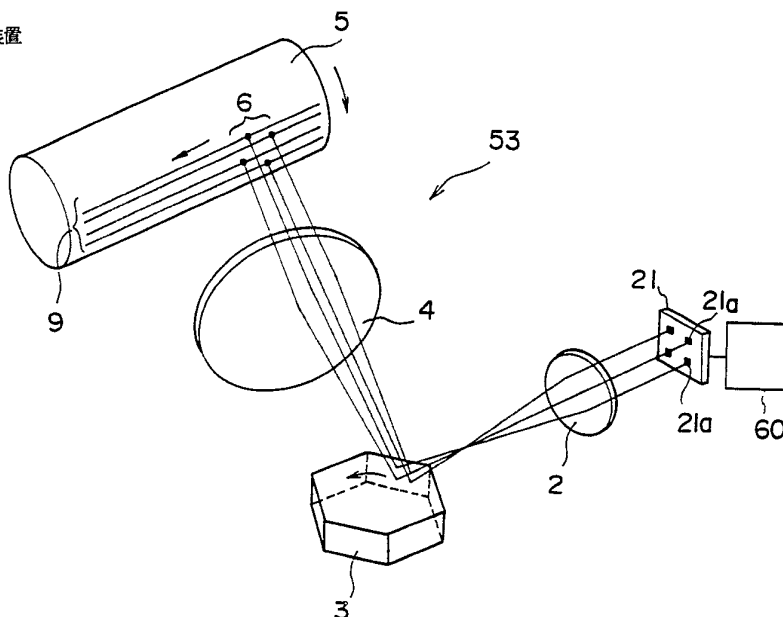


特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 5 G03G 15/04, H01S 3/18		A1	(11) 国際公開番号 WO 92/21069
			(43) 国際公開日 1992年11月26日 (26. 11. 1992)
(21) 国際出願番号 PCT/JP92/00620 (22) 国際出願日 1992年5月14日 (14. 05. 92)		(74) 代理人 弁理士 佐藤一雄, 外 (SATO, Kazuo et al.) 〒100 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル323号 協和特許法律事務所 Tokyo, (JP)	
(30) 優先権データ 特願平3/109114 1991年5月14日 (14. 05. 91) JP 特願平3/109115 1991年5月14日 (14. 05. 91) JP 特願平4/33412 1992年2月20日 (20. 02. 92) JP 特願平4/33413 1992年2月20日 (20. 02. 92) JP 特願平4/81044 1992年4月2日 (02. 04. 92) JP 特願平4/81045 1992年4月2日 (02. 04. 92) JP 特願平4/81047 1992年4月2日 (02. 04. 92) JP 特願平4/81048 1992年4月2日 (02. 04. 92) JP		(81) 指定国 AT (欧州特許), BE (欧州特許), CH (欧州特許), DE (欧州特許), DK (欧州特許), ES (欧州特許), FR (欧州特許), GB (欧州特許), GR (欧州特許), IT (欧州特許), JP, LU (欧州特許), MC (欧州特許), NL (欧州特許), SE (欧州特許), US.	
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) セイコーエプソン株式会社 (SEIKO EPSON CORPORATION) [JP/JP] 〒160 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号 Tokyo, (JP)		添付公開書類 国際調査報告書	
(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 井上 望 (INOUE, Nozomu) [JP/JP] 高田 球 (TAKADA, Kyu) [JP/JP] 栗原 一 (KURIHARA, Hajime) [JP/JP] 古賀欣郎 (KOGA, Yoshiro) [JP/JP] 〒392 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 Nagano, (JP)			

(54) Title : IMAGE-FORMING DEVICE

(54) 発明の名称 画像形成装置



(57) Abstract

A laser beam scanner (53) is provided to project a laser beam onto the surface of an electrically charged image carrier (5). The laser scanner (53) has a semiconductor laser array (21) equipped with a plurality of light-emitting portions (21a) and a rotary polygonal mirror (3) that deflects the laser beam from the light-emitting portions (21a) toward the image carrier (5). The light-emitting portions (21a) are two-dimensionally arranged on the surface of the semiconductor laser array. The light-emitting portions (21a) are individually controlled for their turn-on and quantity of light by a controller (60). There is thus provided a high-speed and high-resolution laser beam scanner that has a low scanning frequency and a short optical path.

(57) 要約

帯電した像担持体(5)の表面に対してレーザービームを走査するレーザービーム走査装置(53)が設けられている。レーザービーム走査装置(53)は発光部(21a)が複数設けられた半導体レーザーアレイ(21)と、発光部(21a)からのレーザービームを像担持体(5)へ偏向させる回転多面鏡(3)とを有している。発光部(21a)は半導体レーザーアレイ(21)の表面に二次元状に配置されている。発光部(21a)は、個別にその点灯および光量が制御装置(60)により制御可能となっている。これにより、低走査周波数・短光路長であり高速・高解像度なレーザービーム走査装置を提供する。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のハンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT	オーストリア	FI	フィンランド	MN	モンゴル
AU	オーストラリア	FR	フランス	MR	モーリタニア
BB	バルバドス	GA	ガボン	MW	マラウイ
BE	ベルギー	GN	ギニア	NL	オランダ
BF	ブルキナ・ファソ	GB	イギリス	NO	ノルウェー
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ	PL	ポーランド
BJ	ベナン	HU	ハンガリー	PT	ポルトガル
BR	ブラジル	IE	アイルランド	RO	ルーマニア
CA	カナダ	IT	イタリア	RU	ロシア連邦
CF	中央アフリカ共和国	JP	日本	SD	スーダン
CG	コンゴ	KP	朝鮮民主主義人民共和国	SE	スウェーデン
CH	スイス	KR	大韓民国	SN	セネガル
CI	コート・ジボアール	LI	リヒテンシュタイン	SU	ソヴィエト連邦
CM	カメルーン	LK	スリランカ	TD	チャード
CS	チェコスロバキア	LU	ルクセンブルク	TG	トーゴ
DE	ドイツ	MC	モナコ	UA	ウクライナ
DK	デンマーク	MG	マダガスカル	US	米国
ES	スペイン	ML	マリ		

- 1 -

明 細 書

画 像 形 成 装 置

< 技術分野 >

本発明はレーザービームの走査によって像担持体上に潜像を形成する画像形成装置に関する。

< 背景技術 >

従来、レーザービームにより像担持体上に静電潜像を形成し、電子写真プロセスにより紙上に高速に印刷を行なう画像形成装置が、コンピュータ、ファクシミリ、多機能複写機等の出力装置として広く用いられてきた。そして、近年、出力速度の向上がより一層望まれ、その改良が進んでいる。

例えば回転多面鏡型偏向装置を用いた画像形成装置では、その鏡面の小面の1つにつき1本のレーザービームを偏向させて1本の走査線を描くので、単位時間当りの走査数を増加させるには、回転多面鏡の小面の数が一定の場合、その回転数が大きくなる。逆に回転数が一定の場合には、回転多面鏡の面数が増加する。回転多面鏡の回転数を増加させるには、気体または液体の動圧または静圧を利用した軸受が必要となるが、これらの軸受は高価で取扱が難しく一般的なレーザービームプリンタに用いることは困難であった。逆に多面鏡の面数を増加させ

- 2 -

ると、偏向角が小さくなるので、偏向装置以降の光路長が長くなる。また結像光学系に入射するレーザービームのコリメート径が光路長に比例して大きくなり、レンズや回転多面鏡の大きさも大きくなる。特に、高い解像度が要求される場合は、走査線の数が増えるため、より大きい回転数と、長い光路長が必要となる。このことは、偏向装置に回転多面鏡以外のものを用いる場合でも同様の現象であり、走査周波数の増大と、偏向装置以降の光路長の増加をもたらす。そのため一度の走査で、複数のレーザービームを用いて複数の走査線を書き込む（いわゆるマルチビーム）露光方法が開発されている。

複数のレーザービームを得るためには、複数のガスレーザー（例えば、He-Ne）発振器を光源として用いたり、1つの発振器のレーザービームを音響光学変調器（AOM）などで時分割的に複数の振り分けたりする方法も開発されたが、より簡潔で装置が小型になる方法として、例えば特開昭54-7328に示すように、1つの素子上に複数のレーザービーム射出用発光部を集積した、半導体レーザーアレイが光源として用いられるようになってきた。

半導体レーザーアレイを用いた画像形成装置について以下説明する。画像形成装置は、1つの基板上に集積されたレーザーアレイを光源として用いており、各発光部のビーム放射点は半導体の素子基板の端面にある。複数の

- 3 -

のレーザービームは共通のコリメータレンズによって各々略一定の直径を持つレーザービームにコリメートされ、回転多面鏡（偏向装置）の１つの小面に入射する。ここで小面の回転に伴って、レーザービームは偏向され、結像レンズを経由してスポットに集束され、像担持体を露光して静電潜像が形成される。形成された静電潜像は、電子写真プロセスに従って、現像され紙の上に転写され、最後に定着が行なわれる。また、特開昭５４－１５８２５１に示されているように、像担持体上で同時に走査する走査線の間隔を小さくするため、レーザーアレイの発光部は走査面に対してある角度を持って配置されている。

他方、このような半導体レーザーアレイを用いた画像形成装置に対し、従来から高速かつ高解像度の走査を行なうことができる画像形成装置が求められている。しかしながら従来の画像形成装置では、高速かつ高解像度の走査を十分実現することができないのが実情である。

< 発明の開示 >

本発明はこのような点を考慮してなされたものであり、高速かつ高解像度のレーザービーム走査を行なうことができるとともに、コンパクトな画像形成装置を提供することを目的とする。

本発明の第１の特徴は、表面に静電潜像が形成される像担持体と、この像担持体の表面を帯電させる帯電器と、

- 4 -

帯電した前記像担持体の表面に対して複数のレーザービームを走査するレーザービーム走査装置と、レーザービームが走査された前記像担持体の表面に現像剤を付着させる現像器とを備え、前記レーザービーム走査装置は素子基板上にレーザービームの発光部が複数形成された半導体レーザーアレイと、前記発光部からのレーザービームを前記像担持体の表面へ偏向させる偏向装置とを有し、前記発光部は前記半導体レーザーアレイ表面に２次元状に配置されるとともに、各発光部は個別にその点灯および光量が制御可能であることを特徴とする画像形成装置である。

本発明の第２の特徴は、素子基板上にレーザービームの発光部が複数形成された半導体レーザーアレイと、前記発光部からのレーザービームを偏向させる偏向装置とを有し、前記発光部は前記半導体アレイ表面に２次元状に配置されるとともに、各発光部は個別にその点灯および光量が制御可能となっていることを特徴とするレーザービーム走査装置である。

本発明の第３の特徴は、表面に静電潜像が形成される像担持体と、この像担持体の表面を帯電させる帯電器と、帯電した前記像担持体の表面に対して複数のレーザービームを走査するレーザービーム走査装置と、レーザービームが走査された前記像担持体の表面に現像剤を付着させる現像器とを備え、前記レーザービーム走査装置は素

- 5 -

子基板上にレーザービームの発光部が形成された半導体レーザーと、前記発光部からのレーザービームを前記像担持体の表面へ偏向させる偏向装置とを有し、前記発光部は前記素子基板面に対し略垂直な光軸を有することを特徴とする画像形成装置である。

本発明の第4の特徴は、素子基板上にレーザービームの発光部が形成された半導体レーザーと、前記発光部からのレーザービームを偏向させる偏向装置とを有し、前記発光部は前記素子基板面に対し略垂直な光軸を有することを特徴とするレーザービーム走査装置である。

本発明の第5の特徴は、表面に静電潜像が形成される像担持体と、この像担持体の表面を帯電させる帯電器と、帯電した像担持体の表面に対して複数のレーザービームを走査するレーザービーム走査装置と、レーザービームが走査された像担持体の表面に現像剤を付着させる現像器とを備え、前記レーザービーム走査装置は複数のレーザービームを射出する半導体レーザーアレイと、前記複数のレーザービームの各々を平行化するコリメータレンズと、前記コリメータレンズで平行化された複数のレーザービームの方向を周期的に偏向する偏向装置と、前記偏向装置によって偏向されたレーザービームを前記像担持体上に結像させる走査レンズとを有し、前記偏向装置は1つの反射面を有する回転鏡であることを特徴とする画像形成装置である。

- 6 -

本発明の第6の特徴は、複数のレーザービームを射出する半導体レーザーアレイと、前記複数のレーザービームの各々を平行化するコリメータレンズと、前記コリメータレンズで平行化された複数のレーザービームの方向を周期的に偏向する偏向装置と、前記偏向装置によって偏向されたレーザービームを像担持体上に結像させる走査レンズとを有し、前記偏向装置は1つの反射面を有する回転鏡であることを特徴とするレーザービーム走査装置である。

本発明の第7の特徴は、表面に静電潜像が形成される像担持体と、この像担持体の表面を帯電させる帯電器と、帯電した像担持体の表面に対して複数のレーザービームを走査するレーザービーム走査装置と、レーザービームが走査された像担持体の表面に現像剤を付着させる現像器とを備え、前記レーザービーム走査装置はレーザービームを射出する発光部を複数有する半導体レーザーアレイと、前記複数のレーザービームの各々を平行化するコリメータレンズと、前記コリメータレンズでコリメートされた複数のレーザービームの方向を周期的に偏向する偏向装置と、前記偏向装置によって偏向されたレーザービームを前記像担持体上に結像させる走査レンズとを有し、前記コリメータレンズの焦点距離を f_c 、前記半導体レーザーアレイ上の複数の発光部のうち、相互の距離の最も遠い2つの発光部の間隔を δ_{max} とすると、

- 7 -

$$f_c / \delta_{max} > 2.5$$

であることを特徴とする画像形成装置である。

本発明の第 8 の特徴は、レーザービームを射出する発光部を複数有する半導体レーザーアレイと、前記複数のレーザービームの各々を平行化するコリメータレンズと、前記コリメータレンズでコリメートされた複数のレーザービームの方向を周期的に偏向する偏向装置と、前記偏向装置によって偏向されたレーザービームを前記像担持体上に結像させる走査レンズとを備え、前記コリメータレンズの焦点位置を f_c 、前記半導体レーザーアレイ上の複数の発光部のうち、相互の距離の最も遠い 2 つの発光部の間隔を δ_{max} とすると、

$$f_c / \delta_{max} > 2.5$$

であることを特徴とするレーザービーム走査装置である。

本発明の第 9 の特徴は、表面に静電潜像が形成される像担持体と、この像担持体の表面を帯電させる帯電器と、帯電した像担持体の表面に対して複数のレーザービームを走査するレーザービーム走査装置と、レーザービームが走査された像担持体の表面に現像剤を付着させる現像器とを備え、前記レーザービーム走査装置はレーザービームを射出する複数の発光部が素子基板上に設けられた半導体レーザーアレイと、前記発光部から射出されるレーザービームを偏向する偏向装置とを有し、前記半導体レーザーアレイから射出されるレーザービームの中心

軸は、前記素子基板面に対して略垂直であり、前記半導体レーザーアレイと前記偏向装置との間の光路上において、複数のレーザービームの断面の少なくとも一部が重なり合う位置に開口絞りを設け、前記開口絞りを通過した後の複数のレーザービームのうち、パワーが最大であるレーザービームについて、そのパワーを1としたときに、その他のレーザービームのパワーが各々0.9以上となることを特徴とする画像形成装置である。

本発明の第10の特徴は、レーザービームを射出する複数の発光部が素子基板上に設けられた半導体レーザーアレイと、前記発光部から射出されるレーザービームを偏向する偏向装置とを有し、前記半導体レーザーアレイから射出されるレーザービームの中心軸は、前記素子基板面に対して略垂直であり、前記半導体レーザーアレイと前記偏向装置との間の光路において、複数のレーザービームの断面の少なくとも一部が重なり合う位置に開口絞りを設け、前記開口絞りを通過した後の複数のレーザービームのうち、パワーが最大であるレーザービームについて、そのパワーを1としたときに、その他のレーザービームのパワーが各々0.9以上となることを特徴とするレーザービーム走査装置である。

本発明の第11の特徴は、表面に静電潜像が形成される像担持体と、この像担持体の表面を帯電させる帯電器と、帯電した像担持体の表面に対して複数のレーザービ

ームを走査するレーザービーム走査装置と、レーザービームが走査された像担持体の表面に現像剤を付着させる現像器とを備え、前記レーザービーム走査装置はレーザービームを射出する複数個の発光部を有する半導体レーザーアレイと、前記発光部から射出されたレーザービームを平行ビーム化するためのコリメータレンズと、レーザービームを偏向する偏向装置を有し、前記半導体レーザーアレイと前記偏向装置との間の光路上に開口絞りが設けられ、前記コリメータレンズの焦点距離を f 、前記コリメータレンズの前記偏向装置側の焦点と前記開口絞りとの間隔を s 、前記コリメータレンズの光軸から最も離れた位置に配置された発光部と前記光軸との間隔を t 、前記開口絞りの直径を D 、前記平行ビームの直径を d とするとき、

$$\frac{s}{f} \leq 0.12 \left(\frac{D}{d} \right)^{2.3} + 0.17$$

$$\frac{D}{d} \leq 2$$

なる条件を満足することを特徴とする画像形成装置である。

本発明の第12の特徴は、表面に静電潜像が形成される像担持体と、この像担持体の表面を帯電させる帯電器と、帯電した像担持体の表面に対して複数のレーザービームを走査するレーザービーム走査装置と、レーザービ

- 10 -

ームが走査された像担持体の表面に現像剤を付着させる現像器とを備え、前記レーザービーム走査装置はレーザービームを射出する複数個の発光部を有する半導体レーザーアレイと、前記発光部から射出されたレーザービームを平行ビーム化するためのコリメータレンズと、レーザービームを偏向する偏向装置とを有し、前記半導体レーザーアレイと前記偏向装置との間の光路上に開口絞りが設けられ、前記コリメータレンズの焦点距離を f 、前記コリメータレンズの前記偏向装置側の焦点と前記開口絞りとの間隔を s 、前記コリメータレンズの光軸から最も離れた位置に配置された発光部と前記光軸との間隔を t 、前記開口絞りの直径を D 、前記平行ビームの直径を d とするとき、

$$\frac{s \ t}{f} \leq 0.06 \left(\frac{D}{d} \right)^{2.9} + 0.08$$

$$\frac{D}{d} \leq 2$$

なる条件を満足することを特徴とする画像形成装置である。

本発明の第13の特徴は、レーザービームを射出する複数個の発光部を有する半導体レーザーアレイと、前記発光部から射出されたレーザービームを平行ビーム化するためのコリメータレンズと、レーザービームを偏向する偏向装置とを有し、前記半導体レーザーアレイと前記

- 11 -

偏向装置との間の光路上に開口絞りが設けられ、前記コリメータレンズの焦点距離を f 、前記コリメータレンズの前記偏向装置側の焦点と前記開口絞りとの間隔を s 、前記コリメータレンズの光軸から最も離れた位置に配置された発光部と前記光軸との間隔を t 、前記開口絞りの直径を D 、前記平行ビームの直径を d とするとき、

$$\frac{s}{f} \leq 0.12 \left(\frac{D}{d} \right)^{2.3} + 0.17$$

$$\frac{D}{d} \leq 2$$

なる条件を満足することを特徴とするレーザービーム走査装置である。

本発明の第14の特徴は、レーザービームを射出する複数個の発光部を有する半導体レーザーアレイと、前記発光部から射出されたレーザービームを平行ビーム化するためのコリメータレンズと、レーザービームを偏向する偏向装置とを有し、前記半導体レーザーアレイと前記偏向装置との間の光路上に開口絞りが設けられ、前記コリメータレンズの焦点距離を f 、前記コリメータレンズの前記偏向装置側の焦点と前記開口絞りとの間隔を s 、前記コリメータレンズの光軸から最も離れた位置に配置された発光部と前記光軸との間隔を t 、前記開口絞りの直径を D 、前記平行ビームの直径を d とするとき、

- 12 -

$$\frac{s}{f} \leq 0.06 \left(\frac{D}{d} \right)^{2.9} + 0.08$$

$$\frac{D}{d} \leq 2$$

なる条件を満足することを特徴とするレーザービーム走査装置である。

< 図面の簡単な説明 >

図 1 は本発明による画像形成装置の第 1 の実施例を示すレーザー走査光学系の概略図、

図 2 は画像形成装置を示す側面図、

図 3 は面発光型半導体レーザーアレイの光共振器の断面図、

図 4 は位相同期の面発光型半導体レーザーアレイの発光部を示す斜視図、

図 5 は走査線に対するスポット位置の関係を示す配置図、

図 6 は位相同期の面発光型半導体レーザーアレイの発光部の光共振器の配置図、

図 7 は一般的な端面発光型半導体レーザーアレイの概念図、

図 8 は一般的なレーザー走査光学系の光路断面図、

図 9 は走査線に対するスポット位置の関係を示す配置図、

図 10 は一般的な金属ミラーの P 偏向および S 偏向の反射率を示す説明図、

図 11 はレーザービームのコリメート径の調整方法を示す概略図、

図 12 は本発明による画像形成装置の第 2 の実施例を示すレーザー走査光学系の概略図、

図 13 は画像形成装置を示す側面図、

図 14 は面発光型半導体レーザーの光共振器の断面図、

図 15 は位相同期の面発光型半導体レーザーアレイの発光部を示す斜視図、

図 16 は位相同期の面発光型半導体レーザーアレイの発光部の光共振器の配置図、

図 17 は一般的なレーザー走査光学系の走査線と直角方向の光軸断面図、

図 18 は一般的な半導体レーザーの概略図、

図 19 は一般的な金属ミラーの P 偏向および S 偏向の反射率を示す説明図、

図 20 は本発明による画像形成装置の第 3 の実施例を示すレーザー走査光学系の概略図、

図 21 は画像形成装置を示す側面図、

図 22 は走査面内での光路断面図、

図 23 は面発光型半導体レーザーの光共振器の断面図、

図 24 は走査線に対するスポット位置の関係を示す配置図、

図 2 5 はビーム偏向装置の平面図、

図 2 6 は一般的な回転多面鏡を用いたビーム偏向装置の作動図、

図 2 7 は一般的なレーザービーム走査光学系の光路断面図、

図 2 8 は一般的な端面発光型半導体レーザーの概略図、

図 2 9 は本発明による画像形成装置の第 4 の実施例を示すレーザー走査光学系の概略図、

図 3 0 は画像形成装置を示す側面図、

図 3 1 は面発光型半導体レーザーの光共振器の断面図、

図 3 2 は走査線に対するスポット位置の関係を示す配置図、

図 3 3 は一般的なレーザービーム走査光学系の光路断面図、

図 3 4 は一般的なマルチビーム走査方式における光路断面図、

図 3 5 は一般的な端面発光型半導体レーザーの概略図、

図 3 6 は一般的な倒れ補正レンズを含む光路断面図、

図 3 7 は本発明による画像形成装置の第 5 の実施例を示すレーザー走査光学系の概略図、

図 3 8 は画像形成装置を示す側面図、

図 3 9 は走査光学系における光源付近の構成図、

図 4 0 は他の実施例を示す走査光学系における光源付近の構成図、

- 15 -

図 4 1 は一般の走査光学系における光源付近の構成図、
図 4 2 は本発明による画像形成装置の第 6 の実施例を示すレーザー走査光学系の概略図、

図 4 3 は一般の走査光学系における光源付近の構成図、
図 4 4 は開口絞りによってビームがけられることを示す説明図、

図 4 5 はコリメータレンズの焦点位置に開口絞りを設けた場合の光線図、

図 4 6 はコリメータレンズの焦点位置からはずれた位置に開口絞りを設けた場合の光線図、

図 4 7 はビーム断面強度分布がけられる様子を示す図、

図 4 8 は画像形成装置を示す側面図、

図 4 9 は走査光学系における光源付近の構成図。

< 発明を実施するための最良の形態 >

§ 1 画像形成装置の第 1 の実施例

1 - 1 背景技術との対比

本実施例をより良く理解するため、はじめに背景技術について述べる。

画像形成装置に用いられている一般的な半導体レーザーアレイを図 7 に示す。図 7 に示すように、レーザービームを射出する半導体レーザーアレイ 1 においては、レーザービームの光軸を含み接合面に平行な面と、同じく光軸を含み接合面に垂直な面では、ビームの拡がり角が大きく異なっていた。図 7 において、接合面に平行な面

での拡がり角 θ_p は通常のレーザーダイオードの場合、半値全角で約 10 度になる。ところが接合面に垂直な面では拡がり角 θ_t は回折の影響を受け、半値全角で約 30 度と大きくなる。さらにこの拡がり角 θ_t 、 θ_p の大きさや、その比（すなわち楕円の長径、短径の比）を自由に設定することも難しい。また、これにともないビームウエストの位置も平行面と垂直面では δ だけ異なる。この値を一般に「非点隔差」と呼ぶ。

この非点隔差のためコリメータレンズを出たビームは、厳密には走査面とその直交する方向のどちらかあるいは両方とも平行にはならない。そのため、像担持体上に正確にスポットを結像することが出来ず、収差を持っていた。従来のレーザービームプリンタでは、結像レンズの焦点距離も長く、スポット径も大きいため、さほど問題にはならなかったが、近年、高解像度のプリンタへの要求が高まるにつれて、この収差が問題となってきた。これに対する一つの解決方法として、垂直面内、水平面内に異なるパワーをレンズの組合せなどで構成したいわゆるアナモフィックレンズを用いて、非点隔差の補正を行なうビーム整形光学系が提案されている。しかし、このようなビーム整形光学系は機器のコストダウン、及び小型化に好ましくなく、複数のレーザービームを走査する場合には適用は難しい。

また半導体レーザーアレイ 1 の端面からレーザービー

ムが放射されるため、レーザービームの発光部は必然的に1次元の直線上の配列とならざるをえず、より多く複数のレーザービームを得ようとする場合、線状にレーザービームが配列されるため、光学系の有効径が大きくなるという問題があった。

さらに、この拡がり角自体の値の大きさのため、必然的にこれをコリメートするコリメータレンズの焦点距離は数mm前後と小さくなる。半導体レーザーアレイとコリメータレンズの距離が僅かで（例えば数十 μm ）も変動すると、得られるコリメート光（平行ビーム）が平行ではなくなり、結像光学系への入射時のビーム径も変動し、像担持体上での結像スポットサイズが変化してしまう。従って半導体レーザーとコリメータレンズの調整許容範囲が非常に小さくなり、生産性が悪いという問題点があった。また、初期的には正確に調整してあっても、使用時の光学系周辺の温度上昇や経年による部材の変形のためコリメータレンズの位置が狂い、やはり、結像スポット径が変動してしまい、画像品質が劣化するという問題があった。

さらに、複数の平行な光軸を持つレーザービームがこのコリメータレンズに入射すると、その光軸は大きな角度をもってひろがってってしまう。いま簡単のために、レーザービームの数が2本で、コリメータレンズ、結像レンズがいずれも凸の単レンズであるレーザ走査光学系

を考える。図8はこの光学系の光路上の断面図を示したもので、半導体レーザーアレイ1を間隔 d で射出した2本のレーザービームは、焦点距離 f_c のコリメータレンズ2で平行になる。ここで半導体レーザーアレイ1はコリメータレンズ2の物体側焦点におかれているので、2本のレーザービームは像側焦点 F で交差する。このほぼ平行な2本のレーザービームを像面11に結像させるため、焦点距離 f_i の結像レンズ4をその物体側焦点が前記のコリメータレンズ2の像側焦点 F に一致するように置く。なお、偏向装置の鏡面は光学的にはパワーを持たないのでここでは省略してある。例えば像面11で $100\mu m$ （ここでスポット径、ビーム径は、ビームの断面の強度分布がガウス分布として、ピーク強度に対して $1/e^2$ のパワーとなる直径と定義する）のスポット6に結像させる場合、 f_i を $200mm$ とすれば結像レンズへの入射ビーム径（すなわちコリメータ径） W_c は約 $2mm$ である。このビーム径を得るためには、コリメータレンズ2の焦点距離 f_c は約 $3mm$ となる。図8で明らかなように像面でのスポットの間隔 d' は f_c と f_i の比に d を掛けたものである。現在の半導体レーザーアレイでは、お互いの干渉を避けるため、その発光部の間隔は $100\mu m$ 以下にするのは難しい。従って、今の例では、像面上でのスポット間隔 d' は、

- 19 -

$$d' = \frac{f_i}{f_c} \times d = \frac{200}{3} \times 0.1 = 6.6 \text{ (mm)} \dots\dots (1)$$

となってしまう。

また、回転多面鏡の各小面の倒れ角度の差を補正するいわゆる倒れ補正光学系を有する場合、各レンズとコリメータレンズとの相対距離によって、各レーザービームの光軸がなす角度はさらに大きくなってしまふことがある。そのためさらにレンズを追加したり、例えば特開昭58-211735に示されるように、プリズムを入れるなどしてレーザービームの光軸の相互の角度の補正を行なう構造が提案されていた。しかしこれらの構造は、光学系の構成をより複雑にし、高価で調整も難しくなる。なお、図8においては、簡単のため倒れ補正レンズは省略してある。

次に、図9に従来の像担持体上での走査線に対するスポット位置の関係をしめす。この例ではスポットは4か所、すなわち4本のレーザービームで書込みを行なっている。上記に述べたように、レーザー走査光学系では拡大光学系となり、半導体レーザーアレイ上でのスポット間隔は像担持体上では図中の d' のように拡大され、通常、走査線9の間隔 P よりかなり大きくなる。例えば解像度300 dpi (dot per inch、1インチ
[= 25.4 mm] 当りのドット数) の場合、 $P = 25.4 / 300 = 84.7 \mu\text{m}$ であるが、スポット間

- 20 -

隔は前記のように6.7mmという値になってしまう。
 そのためスポット6の中心を結んだ線12と走査線9の
 なす角度 α は、この場合では、

$$\alpha = \sin^{-1} \frac{P}{d'} = 0.72 \text{ (度)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

と非常に小さなものとなる。半導体レーザーアレイ1上
 での発光部を結んだ線（すなわち接合面の端面）も走査
 面に対して α だけ傾けて取り付ける必要があり、 α が小
 さくなるに従い、極めて微妙な調整が必要であった。

また、一般に半導体レーザーから射出されるレーザー
 ビームの偏光は直線偏光であり、レーザービームの偏光
 面の方向は半導体レーザーアレイの接合面の傾きによっ
 て一意にきまってしまう。ところが一般に反射面での反
 射率はその鏡面への入射角度によってP偏光とS偏光に
 よって反射率が異なる。図10に金属ミラーのP偏光、
 S偏光の各々の反射率 R_p 、 R_s を示す。回転多面鏡の
 回転に伴いその鏡面への入射角が変化するので、図10
 に示すようにP偏光とS偏光の合成として表わされるレ
 ーザービームの光量も変動してしまう。特に回転多面鏡
 での偏向角を大きくとる場合に問題となる。これを避け
 るため特開昭58-42025に示すように偏光面を回
 転多面鏡の回転軸に対して45°傾ける方法も提案され
 ているが、前述のように、端面発光型の半導体レーザー
 アレイ1では走査線間隔の制約から、この傾き角度が決

まってしまうため、この方法を用いることはできない。
この場合は、 $1/4\lambda$ 板等を用いて偏光面を回転させなくてはならない、という問題点があった。

さらに、半導体レーザーアレイ 1 を射出した各レーザービームは同一のコリメータレンズ 2 に入射する。このとき、図 8 に示すように各レーザービームのコリメータ径 W_c はレーザービームの拡がり角 θ と半導体レーザーアレイ 1 からコリメータレンズ 2 までの距離 f_c で決まるが、レンズまでの距離は各レーザービームとも同一であるので、レーザービームの拡がり角 θ のみで決まる。ところが従来の端面発光型半導体レーザーアレイ 1 ではこの拡がり角は各発光部毎にばらつくため、各レーザービームのコリメータ径 W_c もばらつきをもつ。従って、このコリメータされたレーザービームを結像させたスポットサイズもばらついてしまう。通常ごく普通に使用されているレーザービームを 1 本しか用いない（シングルビームの）レーザー走査光学系では図 11 に示すように、コリメータレンズ 2 の前後どちらかに絞り 13 をいれて、コリメータ径 W_c を調整するようなビーム整形を行なうことが出来るが、図 8 のように複数のレーザービームが重なって入射する場合には絞りをコリメータレンズの焦点位置にしかおくことはできない。

一般に半導体レーザーアレイにおいては、レーザー発振は光共振器を流れる電流が一定値を超えなければ生じ

ない。この電流値を「しきい値電流」と呼ぶが、従来の半導体レーザーアレイでは「しきい値電流」が数10 mAもあり、その熱によってレーザービームの特性、特に発振波長のシフトが生ずるため、半導体レーザーアレイからの放熱が問題となっていた。特に、複数のビームを射出する半導体レーザーアレイでは、発光部の数だけ熱源があり、多数の発光部を集積する際の障害となっていた。

1 - 2 本発明の構成

本発明の一実施例を以下に説明する。図2は本発明の画像形成装置の全体を示す図である。転写材51上に印刷結果を得るプロセスはいわゆる電子写真プロセスによって行われている。像担持体5としては、半導体レーザーを光源に用いた電子写真プリンタでは長波長側に増感した有機感光体(OPC)が多く用いられる。この像担持体5はまず、帯電器52で一定の表面電位に帯電されたのち、レーザービーム走査装置53によって光書込すなわち露光が行なわれる。このレーザービーム走査装置53から画像情報に従って光強度が各々独立に変調された複数のレーザービーム54が像担持体5を軸方向に走査し、露光部のみに表面電位を打ち消す電荷を発生させ、その部分の表面電位の絶対値は小さくなる。結果として像担持体5上には画像に応じた表面電位の分布、すなわち静電潜像が形成される。静電潜像は現像器55によって表面

電位に応じて選択的に現像剤を付着させることにより現像される。この現像剤は転写器 56 によって転写材 51（通常は紙）に転写される。転写材 51 上の現像剤は、定着器 57 によって熱圧力定着され排出される。

図 1 は本発明の画像形成装置に用いるレーザービーム走査装置 53 の概観図である。図 2 に示したレーザービーム走査装置 53 ではレーザービーム 54 は折り曲げられて下方に射出する場合を想定していたが、ここでは説明のため単純化して描いてある。

図 1 において、半導体レーザーアレイ 21 は複数の発光部 21a が 2 次元状に素子基板 22（図 3）上に配置されており、コリメータレンズ 2 によって所定のビーム直径を持つレーザービームにコリメート（平行化）される。発光部 21a は制御装置 60 によって個別にその点灯および光量が制御される。このレーザービームは回転多面鏡 3 の 1 つの小面に入射し、その回転に伴って、各々偏向される。結像レンズ 4 を通過したレーザービームは像担持体 5 上でスポット 6 に結像する。図 1 において、倒れ補正レンズは簡単のため省略してある。

このような特性を持つ半導体レーザーアレイ 21 としては、いわゆる面発光型半導体レーザーアレイを用いるのが好ましい。さらにより望ましくは、II-VI 族化合物半導体を埋め込んだ発光部を有する面発光半導体レーザーアレイが用いられる。図 3 はこの面発光型半導体レーザ

ーアレイ 21 の発光部 21a のうちの 1 つの断面図である。図 3 において、1 つの光共振器が素子基板 22 上に 2 次元的に配置された 1 つの発光部に対応している。

図 3 において GaAs 基板 22 の上に、組成の違う 2 種の AlGaAs 層を数 10 層積層した半導体多層膜反射層 23 が形成され、その上にそれぞれ AlGaAs からなるクラッド層 24、活性層 25、クラッド層 26、コンタクト層 27 が積層され、最後に SiO₂ 誘電体多層膜反射層 28 が形成されている。また GaAs 基板 22 の裏面全体及び、表面の誘電体多層反射層のまわりに窓状の電極 29、30 が形成されており全体が光共振器を構成している。

活性層 25 で発生した光は基板 22 面と垂直方向に、上下の反射層 27、23 の間を往復し発振するので、そのレーザービーム 31 の光軸は基板 22 面に対してほぼ垂直となる。光共振器の回りには埋め込み層 32 として II-VI 族の化合物半導体が埋め込まれている。II-VI 族の化合物半導体としては、II 族元素として Zn、Cd、Hg、VI 族元素として O、S、Se、Te を 2～4 元素組み合わせ、また、その化合物の格子定数を前記のクラッド層 24、活性層 25、クラッド層 26 からなる半導体層の格子定数に合わせるのが望ましい。この II-VI 族の化合物半導体は電気抵抗が非常に大きいため、電流を光共振器のなかに効率的に閉じこめる。また、埋め込み

層 3 2 は光共振器を構成している A l G a A s 半導体層とは屈折率に差があるため、光共振器の内部で素子基板 2 2 面に垂直もしくはそれに近い角度で進む光はこの埋め込み層 3 2 との界面で全反射し効率的に閉じこめられる。

このため、このような半導体レーザーアレイ 2 1 を用いれば、従来の半導体レーザーアレイに比べて大変小さい電流でレーザー発振が始まる。すなわち、しきい値電流が低い。よって、複数の発光部 2 1 a をアレイ化して 1 つの素子基板 2 2 上に集積しても、素子基板 2 2 での損失熱量が少なくより多くの光パワーもしくは発光部 2 1 a の数を得ることが出来る。

また、面発光半導体レーザーアレイ 2 1 は、レーザービームの射出部（発光部）2 1 a の断面積（ニア・フィールド・パターン）が、従来の端面発光型の半導体レーザーに比べて比較的大きくとれるため、レーザービームの拡がり角は小さくなる。この拡がり角の大きさは射出窓の面積で決まるが、その面積はエッチング等で正確に制御できるため、拡がり角も一定にすることができる。さらに、レーザービームの拡がり角の縦横すなわち楕円断面ビームの長径と短径の比もこの射出窓の形状で随意に設定できる。例えば、完全な円形窓にすれば、等方的な拡がり角を持つ円形断面のレーザービームが得られる。従って、光軸方向の断面によるビームの非点隔差も少な

い。

ところが、通常のレーザービームプリンターでは、像担持体上でのレーザービームの結像スポットの形状は走査方向に短軸が一致するような楕円状とする事が多い。これは、走査方向には点灯時間だけスポットが移動し像が長く伸びるので、これを補正するためである。そのためには結像光学系に入射するレーザービームの断面形状は、逆に走査方向に長軸をもつ楕円であることが望ましい。上記で述べたように、面発光の半導体レーザーアレイ 21 では射出ビームの楕円比を自由に制御できるので、特別な光学系を用いなくとも、走査面に長軸を有し、適切な長軸と短軸の比を持つような断面をもつレーザービームを結像光学系に入射させることができる。

また、この面発光半導体レーザーアレイ 21 は上述のように各発光部 21 a からのレーザービームの拡がり角を均一にできる。よって、コリメータレンズもしくは結像光学系への入射ビーム径を各レーザービームともほぼ一定に管理でき、結果として像担持体上での結像スポットサイズも一定にできる。

面発光半導体レーザーアレイ 21 では共振器の素子基板 22 面内での断面積が大きくなると、0 次モードだけではなく、高次のモードの発振が始まり、結像したスポットの光量分布もいくつものピークを持ち、像担持体 5 上に静電潜像を作るのには甚だ好ましくない。そこで、

複数の小さな光共振器を近接して並べ、位相同期して発振させることにより、0次モードで発振する面積の大きな発光部21aを得ることが出来る。

この位相同期型面発光半導体レーザーアレイ21の1つの発光部21aの一部断面図を図4に示す。ここでは複数の光共振器が非常に狭い間隔で隣接しており、埋め込み層32の下部は活性層25に達していない。このため、埋め込み層32下方のクラッド層26を介して隣接する光共振器から漏れる光が互いに影響し、同位相で発振する。このため、この隣接する複数の光共振器があたかも1つの光共振器のように動作する。このように各光共振器の射出光の波面が揃うので、面状のレーザー放射源として作用し、その発光部の見かけ上の面積は大きくなるため、レーザービームの拡がり角は非常に小さく、半値全角で2度以下にすることも可能である。

このように位相同期を行なう面発光半導体レーザーアレイ21では、レーザービームの拡がり角が従来の半導体レーザーに比べて小さくなるが、これを従来の実施例と対比して説明する。例えばレーザービームの拡がり角を半値全角で2度とし、先の例と同じく直径2mmのビーム径で結像光学系に入射させるとするとコリメータレンズの焦点距離 f_c は約35mmになる。このようにコリメータレンズ2の焦点距離 f_c を長くすることができるので、半導体レーザーアレイ21に対するコリメータ

レンズ 2 の距離の調整余裕が増加する。また、像担持体上でのレーザービームの結像スポット間隔 d' は、半導体レーザーアレイ 21 を射出するレーザービームの間隔を d とすると、

$$d' = \frac{f_i}{f_c} \times d = \frac{200}{35} \times 0.1 = 0.57 \text{ (mm)} \dots\dots (3)$$

となり、走査線間隔も従来例と同じ $84.7 \mu\text{m}$ とすると、走査面に対するスポットを結んだ線の角度 α は

$$\alpha = \sin^{-1} \frac{P}{d'} = 8.55 \text{ (度)} \dots\dots (4)$$

となり、従来の半導体レーザーアレイを使った場合に比べてはるかに大きく取れる（（3）式参照）。このため、半導体レーザーアレイ 21 の光軸方向回りの取付調整も容易に行なうことができるとともに、各部品の加工公差によってはこの角度 α の調整を行わずに組み立てることもできる。また、各結像スポットやそこに至るまでのレーザービームが互いに接近しているので、光学系の有効径も小さくてすむことがこの図からも明らかである。

さらにレーザービームの拡がり角を極端に小さくすることにより、半導体レーザーアレイ 21 から回転多面鏡 3 に至りさらに結像レンズ 4 にいたる距離の間に、レーザービームの大きさはあまり広がらず、結像レンズ 4 の入射面においても、所要の結像スポット径を得るのに十分な小ささにできる。すなわち、通常のレーザー走査光

学系のような所要のコリメート径にレーザービームをコリメート（平行化）するコリメータレンズが不要となる。但し、回転多面鏡 3 の偏向角に応じて光路長が変化し、結像レンズ 4 に入射するレーザービームの大きさも変化して行くので、それを補正する光学系が必要になる。しかも、そのような光学的機能は結像レンズ 4 にもたせることは容易であるので、全体の光学系の構成要素は少なくなる。

また、面発光形の半導体レーザーアレイ 21 においては、発光部 21 a が互いに干渉しない距離さえおけば、どこにでも発光部 21 a を置くことが可能なため、素子基板 22 上に 2 次元状に発光部 21 a を配列できる。いま、先に図 8 で示した従来の実施例と同様に 4 本のレーザービームで走査を行なう露光系を考える。図 5 (a) で示すように 4 本のレーザービームを配列すると、図 5 (b) のように一直線に並べる場合に比べてレーザービーム相互の角度もしくは距離を小さくでき、光学系の大きさをそれにあわせて小さくできる。

上記の例はレーザービームが 4 本の場合を示したが、レーザービームの数が更に増えた場合、像担持体 5 上でのスポット 6 の位置が最も近接するよう、半導体レーザーアレイ 21 上の発光部 21 a の配置を自由に選べるので、効果はより大きくなる。一例としてレーザービーム数が 8 本のときの走査線 9 に対する結像スポット 6 の配

置例を図 5 (c) に示す。

なお、以上の結像スポットの相対位置の関係は、必ずしも半導体レーザーアレイ 21 上での発光部 21 a の配置と相似形ではない。例えば、既に触れたような回転多面鏡 3 の倒れ補正光学系等のように、走査方向とその直交方向で光学的特性が異なる光学要素がレーザービームの途中にはいった場合、各レーザービーム相互のなす角度や距離は、走査方向とその直交方向で異なることもある。しかし、そのような場合でも従来の端面発光半導体レーザーアレイでは、一直線に並ぶ発光部は像担持体上で一直線上の結像スポット列にしかなり得ない。これに対して本発明においては、上に述べたような発光部 21 a を素子基板 22 上に 2 次元的に配列できる効果は同様に発揮される。

面発光形の半導体レーザーアレイ 21 においても一般的に、射出レーザービームは直線偏光になる。その方向は共振器の素子基板 22 面内の平面形状によって決まり、おおむねは平面形状の長手方向に偏光面が一致する。例えば楕円状の共振器形状にすればその長軸方向が偏光面になる。前述のように位相同期型の半導体レーザーアレイ 21 においては 1 つの発光部は複数例えば 4 つの位相同期して発振する光共振器から構成されている。このとき射出レーザービームの断面形状は各光共振器から射出されたレーザービームの合成された形状となるため、個

々の光共振器の並べ方によって射出ビームの断面形状を自由に設定できる。この場合も偏光面の向きは個々の共振器の平面形状で決まるので、例えば合成された楕円のレーザービームを得る場合でもその長軸と偏光面の方向を独立に設定できる。

図6(a)はこの様子を模式的に示したもので、半導体レーザーアレイ上の1つの発光部42をビーム射出側からみた平面図である。図6(a)に示すように、4つの位相同期して発振している楕円状断面の光共振器41が1つの発光部42を構成しており、個々の光共振器41から射出されるレーザービームの偏光面43は、図6(a)では45度傾いているが、合成して得られる楕円状のレーザービームの長軸は上下方向になる。また図6(b)に示すように、個々の光共振器41から射出されるレーザービームの偏光面43の方向を互いに異なる角度で配置すると、その合成された射出レーザービームは近似的に円偏光になる。

先にも述べたように通常のレーザービームプリンターでは、像担持体上でのレーザービームの結像スポット6の形状は走査方向に短軸が一致するような楕円状とする事が多い。そこで前述の様に各光共振器からのレーザービームの偏光面の向きを合成楕円レーザービーム断面の長軸方向に対して45度傾け、合成した射出ビームの長軸を走査方向に一致させるように半導体レーザーアレイ

- 32 -

21 を設ければ、各光共振器からのレーザービームの偏光面はビーム走査面とは45度傾くことになる。その結果、回転多面鏡3の回転軸に対しても偏光面は45度傾いており、図11に示したような回転多面鏡への入射角による反射率の差を受けにくい。このことは、ほぼ円偏光である楕円断面のレーザービームでも同様である。なお、光学系の構成によっては、半導体レーザーアレイ21から射出するレーザービームの短軸を走査方向に一致させる場合もあるが、全く同様の効果を発揮する。

以上に説明した実施例は、本発明の一実施例に過ぎない。例えば偏向装置として回転多面鏡3ではなく、ガルバノミラーやホログラムディスクを用いても同様の効果を有する。また、コリメータレンズ、倒れ補正レンズ、結像レンズの有無、構成や相対位置関係が変わっても本発明の効果は同じく発揮される。

また、本発明の画像形成装置の応用範囲は、プリンタ、複写機等の印刷装置のみならず、ファクシミリ、ディスプレイにても全く同様な効果を有する。

1-3 効果

以上に述べたように本発明の画像形成装置においては、半導体レーザーアレイを用いて複数レーザービームで走査する露光方法をとることにより、高速かつ高解像度な走査装置を低い走査周波数と短い光路長で得ることができ、装置の小型化、低価格化が可能となる。

さらに、前記半導体レーザーアレイに面発光半導体レーザーアレイを用いることにより、

① レーザービームの拡がり角が小さくなり、コリメータレンズと半導体レーザーアレイの距離を大きく取れるため、コリメータレンズの光軸方向の調整余裕が増し、生産性が上がると同時に、経年劣化や使用時の温度変動の影響を受けずに一定のスポット径で、露光が可能となり、画像品質が向上する。

② 発光部をアレイ状に並べた場合には、各々の発光部からのビームの拡がり角のばらつきが少ないため、その結像スポット径のばらつきも少なくなると同時に、そのビーム間の角度や、結像スポットの間隔も小さくできる。このため光学系の構成が簡素になり、かつ各レンズや偏向器の有効面積を小さくすることが可能となり、装置の低価格化に寄与する。

③ 面発光半導体レーザーアレイでは２次元状に発光部を配置することが可能なため、より一層、各レンズや偏向器の有効面積を小さくすることが可能となる。

④ 結像スポットの間隔が走査線間隔に比べて大きくないので、半導体レーザーアレイの光軸回りの取付角度の許容誤差が大きく取れ、容易に調整できるとともに、走査線間隔のばらつきも少なくなり、画像品質が向上する。

⑤ 面発光半導体レーザーアレイでは、その特性上、

非点隔差が少なく、ビーム断面の楕円形状（長軸と短軸の比）を自由に設定できるため、通常これらの補正に必要な光学系を用いずとも正確なビーム整形が可能となる。

⑥ さらに面発光半導体レーザーアレイにⅡ－Ⅵ族の化合物半導体を埋め込み層として用いることにより、低しきい値電流でのレーザー発振が可能となり、素子の発熱によるレーザーの特性への影響が軽減でき、より多くの発光部の集積が可能になる。

⑦ 次に面発光半導体レーザーとして複数の光共振器が位相同期して発光する位相同期型の面発光半導体レーザーアレイを用いることにより、一層射出ビームの拡がり角を小さくでき、場合によってはコリメータレンズを省略することが可能となり、光学系の構成を一層簡素化できる。

⑧ また、偏光面を自由に設定できる複数の光共振器で1つの発光部を構成することができるので、楕円断面の合成レーザービームを用いる場合に、各レーザービームの偏光面の方向を合成レーザービーム断面の長軸方向とは独立にかつ任意に制御でき、回転多面鏡への入射角の違いから生ずる反射率の差による、レーザービームの走査方向の位置による光量変動を最小限にとどめることが容易に実現できる。

§ 2 画像形成装置の第2の実施例

2-1 背景技術との対比

本実施例をより良く理解するため、はじめに背景技術について述べる。

従来の画像形成装置の光路断面図を図17に示す。図17は画像形成装置の像担持体の走査面と垂直でかつレーザービームの光軸を含む光路断面図である。画像形成装置の回転多面鏡の小面8に対して光軸が折返されて描かれている。図17において、半導体レーザー101から放射されたレーザービームは拡がり角 θ で放射される。このビームは焦点距離 f_c のコリメータレンズ102によってほぼ平行なビームに整形される。倒れ補正レンズ107によって各ビームは回転多面鏡の小面108の上に一旦集束する。回転多面鏡で偏向されたビームは2つめの倒れ補正レンズ107'を出たビームは再び平行なビームとなり、焦点距離 f_i の結像レンズ104によって、像担持体上にスポット106を結ぶ。走査面と平行な面内では、倒れ補正レンズ107, 107'は光学的パワーを持たないため、その面内ではビームは平行なままである。すなわち、前記回転多面鏡の小面108上にはビームは線像として結像する。

しかし、従来用いられてきた半導体レーザー101からのレーザービームは図18の概念図に示すように、光軸を含み接合面に平行な面と、同じく光軸を含み接合面

に垂直な面では、ビームの拡がり角が大きく異なっていた。接合面に平行な面での拡がり角 θ_p は通常の半導体レーザーの場合、半値全角で約 10 度になる。ところが接合面に垂直な面では拡がり角 θ_t は回折の影響を受け、半値全角で約 30 度と大きくなる。さらにこの拡がり角 θ_t 、 θ_p の大きさや、その比（すなわち楕円の長径、短径の比）を自由に設定することも難しい。また、これにともないビームウエストの位置も平行面と垂直面では d だけ異なる。この値を一般に「非点隔差」と呼ぶ。

この非点隔差のためコリメータレンズを出たビームは、厳密には走査面とその直交する方向のどちらかあるいは両方とも平行にはならない。そのため、像担持体上に正確にスポットを結像することが出来ず、収差を持っていた。

従来の画像形成装置では、結像レンズの焦点距離も長く、スポット径も大きいため、さほど問題にはならなかったが、近年、高解像度のプリンタへの要求が高まるにつれて、この収差が問題となってきた。これに対する一つの解決方法として、垂直面内、水平面内に異なるパワーをレンズの組合せなどで構成したいわゆるアナモフィックレンズを用いて、非点隔差の補正を行なうビーム整形光学系が提案されている。しかし、このようなビーム整形光学系は機器のコストダウン、及び小型化に好ましくない。

次に、ビームの拡がり角が大きいことによって生ずる

問題を先の図 17 を用いて説明する。いま、例えば像面 111 で $100\ \mu\text{m}$ （ここでスポット径、ビーム径は、ビームの断面の強度分布がガウス分布として、ピーク強度に対して $1/e^2$ のパワーとなる直径と定義する）のスポット 106 に結像させる場合、 f_i を 200 mm とすれば結像レンズへの入射ビーム径（すなわちコリメータ径） W_c は約 2 mm である。倒れ補正レンズ 107, 107' は多面鏡の小面 108 に対して対称であり、レンズ 107' の射出ビーム径とレンズ 107 の入射ビーム径は等しい。このビーム径を得るためには、コリメータレンズ 102 の焦点距離 f_c は約 3 mm となる。

このようにコリメータレンズ 102 の焦点距離が短いため、正確に平行なビームを得るためには、半導体レーザーに対するコリメータレンズの光軸方向の位置の誤差は極めて小さく調整する必要があった。また、上記のビームの拡がり角 θ_t 、 θ_p も半導体のプロセス上の要因により大きくばらつくことがあり、結果として平行化されたビームの径もばらつきを生ずるという問題があり、コリメータ 102 の後ろにスリットもしくは開口絞りを設け、ビーム径を絞るようなビーム整形を行なう必要があった。さらに、初期的には正確に調整してあっても、使用時の光学系周辺の温度上昇や経年による部材の変形のためコリメータレンズ 102 の位置が狂い、やはり、結像スポット径が変動してしまい、画像品質が劣化する

という問題があった。

また、一般に半導体レーザーの偏光は直線偏光であり、レーザービームの偏光面の方向は半導体レーザーの接合面の傾きによって一意にきまってしまう。ところが一般に反射面での反射率はその鏡面への入射角度によってP偏光とS偏光によって反射率が異なる。図19に金属ミラーのP偏光、S偏光の各々の反射率 R_p 、 R_s を示す。

回転多面鏡の回転に伴いその鏡面への入射角が変化するので、図19に示すようにP偏光とS偏光の合成として表わされるレーザービームの光量も変動してしまう。特に回転多面鏡での偏向角を大きくとる場合に問題となる。これを避けるため特開昭58-42025に示すように偏光面を回転多面鏡の回転軸に対して 45° 傾ける方法も提案されているが、ビームの楕円断面の長軸の方向も決まってしまうため、この方法を用いることはできないか、もしくは1/4λ板等を用いて偏光面を回転させなくてはならない、という問題点があった。

また、一般に半導体レーザーにおいては、レーザー発振は光共振器を流れる電流が一定値を超えなければ生じない。この電流値を「しきい値電流」と呼ぶが、従来の半導体レーザーでは数10mAもあり、その熱によってレーザーの特性、特に発振波長のシフトが生ずるため、素子の放熱が問題となっていた。

2 - 2 本発明の構成

本発明の一実施例を以下に説明する。図13は本発明における画像形成装置を示す図である。転写材151上に印刷結果を得るプロセスはいわゆる電子写真プロセスによっている。像担持体105としては、半導体レーザーを光源に用いて電子写真プリンタでは長波長側に増感した有機感光体(OPC)が多く用いられる。この像担持体105は、帯電器152で一定の表面電位に帯電されたのち、レーザービーム走査装置153によって光書込すなわち露光が行なわれる。このレーザービーム走査装置153から画像情報に従って光強度が変調されたレーザービーム154が像担持体105を軸方向に走査し、露光部のみに表面電位を打ち消す電荷を発生させ、その部分の表面電位の絶対値は小さくなる。結果として像担持体上には画像に応じた表面電位の分布、すなわち静電潜像が形成される。静電潜像は現像器155によって表面電位に応じて選択的に現像剤を付着させることにより現像される。この現像剤は転写器156によって転写材151(通常は紙)に転写される。転写材151上の現像剤は、定着器157によって熱圧力定着され排出される。

次に図12によりレーザービーム走査装置について説明する。図13に示したレーザービーム走査装置153ではレーザービーム154は折り曲げられて下方に射出

する場合を想定していたが、ここでは説明のため単純化して描いてある。図 12 において半導体レーザー 121 は、接合面に対して垂直な方向にレーザービームを発光部 121a から射出する。発光部 121a の点灯および光量は制御装置 160 により制御される。このビームはコリメータ 102 によって所定のビーム直径を持つレーザービームにコリメートされる。このレーザービームは回転多面鏡 103 の 1 小面に入射し、その回転に伴って偏向される。結像レンズ 104 を通過したビームは像担持体 105 上でスポット 106 に結像する。このような特性を持つ半導体レーザーとしては、いわゆる平面発光型の半導体レーザーを用いるのが好ましい。さらにより望ましいのは発光部 121a の周囲に II-VI 族化合物半導体を埋め込んだ面発光型の半導体レーザーを用いることが好ましい。図 14 はこの面発光型半導体レーザーの発光部 121a の断面図であって、1つの光共振器が1つの発光部を構成している場合を示している。図 14 において GaAs 基板 122 の上にまず組成の違う2種の AlGaAs 層を数 10 層積層したクラッド層 124、活性層 125、クラッド層 126、コンタクト層 127 が積層され、最後に SiO₂ 誘導体多層膜反射層 128 が形成されている。また GaAs 基板 122 の裏面全体及び、表面の誘電体多層膜反射層のまわりに窓状の電極 129、130 が形成されており全体が光共振器を構成

している。活性層 1 2 5 で発生した光は基板 1 2 2 面と垂直方向に、上下の反射層 1 2 7、1 2 3 の間を往復し発振するので、そのレーザービーム 1 3 1 の光軸は基板面に対してほぼ垂直となる。

光共振器の回りには埋め込み層 1 3 2 として II - VI 族の化合物半導体が埋め込まれている。II - VI 族の化合物半導体としては、II 族元素として Zn、Cd、Hg、VI 族元素として O、S、Se、Te を 2 ~ 4 元素組み合わせ、また、その化合物の格子定数を前記のクラッド層 1 2 4、活性層 1 2 5、クラッド層 1 2 6 からなる半導体層の格子定数に合わせるのが望ましい。この II - VI 族の化合物半導体は電気抵抗が非常に大きいため、電流を光共振器のなかに効率的に閉じこめると同時に、光共振器を構成している AlGaAs 半導体層とは屈折率に差があるため、光共振器の内部で素子の基板面に垂直もしくはそれに近い角度で進む光はこの埋め込み層 1 3 2 との界面で全反射し効率的に閉じこめられる。このため、このような半導体レーザーを用いれば、従来の半導体レーザーに比べて大変小さい電流でレーザー発振が始まる。すなわち、しきい値電流が低く、素子基板での損失熱量が少ない。

また、面発光半導体レーザーでは、レーザービームの射出部の断面積（ニア・フィールド・パターン）が、従来の端面発光型の半導体レーザーに比べて比較的大きく

とれるため、レーザービームの拡がり角は小さくなる。この拡がり角の大きさは射出窓の面積で決まるが、その面積はエッチング等で正確に制御できるため、拡がり角も一定にすることができる。さらに、レーザービームの拡がり角の縦横すなわち楕円断面ビームの長径と短径の比もこの射出窓の形状で随意に設定できる。例えば、完全な円形窓にすれば、等方的な拡がり角を持つ円形断面のレーザービームが得られる。従って、光軸方向の断面によるビームの非点隔差も少ない。

ところで、通常のレーザービームプリンターでは、像担持体上でのレーザービームの結像スポットの形状は走査方向に短軸が一致するような楕円状とする事が多い。これは、走査方向に点灯時間だけスポットが移動し像が長く伸びるので、これを補正するためである。そのためには結像光学系に入射するレーザービームの断面形状は、逆に走査方向に長軸をもつ楕円であることが望ましい。本実施例の場合、面発光の半導体レーザー 121 では射出ビームの楕円比を自由に制御できるので、特別な光学系を用いなくとも、走査面に長軸を有し、適切な長軸と短軸の比を持つような断面をもつレーザービームを結像光学系に入射させることができる。

面発光半導体レーザー 121 では光共振器の素子基板 122 面内での断面積が大きくなると、0 次モードだけではなく、高次のモードの発振が始まり、結像したスポ

ットの光量分布もいくつものピークを持ち、像担持体 105 上に静電潜像を作るのには甚だ好ましくない。そこで、複数の小さな光共振器を近接して並べ、位相同期して発振させることにより、0 次モードで発振する、面積の大きな発光部 121a を得ることが出来る。

以下にこの位相同期型の面発光半導体レーザー 121 の 1 つの発光部 121a の一部断面図を図 15 に示す。ここでは複数の光共振器が非常に狭い間隔で隣接しており、埋め込み層 132 の下部は活性層 125 に達していない。このため埋め込み層 132 下方のクラッド層 126 を介して隣接する光共振器から漏れる光が互いに影響し、同位相で発振する。このためこの隣接する複数の光共振器があたかも 1 つの光共振器のように動作する。このように各光共振器の射出光の波面が揃うので、面状のレーザー放射源として作用し、その発光部 121a の見かけ上の面積は大きくなるため、レーザービームの拡がり角は非常に小さく、半値全角で 2 度以下にすることも可能である。

従って位相同期型発光半導体レーザーでは、レーザービームの拡がり角が従来の半導体レーザーに比べて小さくなるが、これを従来の実施例と比較して説明する。例えばレーザービームの拡がり角を半値全角で 2 度とし、従来の実施例と同じく直径 2 mm のビーム径で結像光学系に入射させるとするとコリメータレンズ 102 の焦点

- 44 -

距離 f_c は約 35 mm になる。このようにコリメータレンズ 102 の焦点距離 f_c が長くすることができるので、半導体レーザー 121 に対するコリメータレンズ 102 の距離の調整余裕が増す。

さらにレーザービームの拡がり角を極端に小さくした場合、半導体レーザーから回転多面鏡 103 に至りさらに結像レンズ 104 にいたる距離の間に、レーザービームの大きさはあまり広がらず、結像レンズ 104 の入射面においても、所要の結像スポット径を得るのに十分な小ささにできる。すなわち通常のレーザー走査光学系のような所要のコリメート径に、レーザービームをコリメート（平行化）するコリメータレンズが不要となる。但し、回転多面鏡 103 の偏向角に応じて光路長が変化し、結像レンズ 104 に入射するレーザービームの大きさも変化して行くので、それを補正する光学系が必要になる。しかし、そのような光学的機能は結像レンズにもたせることは容易であるので、全体の光学系の構成要素は少なくなる。

面発光形の半導体レーザーにおいても一般的に、射出ビームは直線偏光になる。その方向は共振器の素子基板面内の平面形状によって決まり、おおむねは平面形状の長手方向に偏光面が一致する。例えば楕円状の共振器形状にすればその長軸方向が偏光面になる。前述のように位相同期型の半導体レーザーの発光部は、複数例えば 4

つの位相同期して発振する光共振器から構成されている。このとき射出ビームの断面形状はその合成された形状となるため、個々の光共振器の並べ方によって合成射出ビームの断面形状を自由に設定できる。この場合も各レーザービームの偏光面の向きは個々の共振器の平面形状で決まるので、例えば合成された楕円のレーザービームを得る場合でもその長軸と偏光面の方向を独立に設定できる。

図 16 (a) はこの様子を模式的に示したもので半導体レーザーの発光部 142 をビーム射出側からみた平面図である。4 つの位相同期して発振している楕円状断面の光共振器 141 が 1 つの発光部 142 を構成しており、個々の共振器 141 から射出されるレーザービームの偏光面 143 は図では 45 度傾いているが、合成して得られる楕円状のレーザービームは長軸は上下方向になる。また図 16 (b) に示すように、個々の光共振器 141 の偏光面 143 の方向を互いに異なる角度で配置すると、その合成された射出ビームは近似的に円偏光になる。

先にも述べたように通常のレーザービームプリンターでは、像担持体上でのレーザービームの結像スポットの形状は走査方向に短軸が一致するような楕円状とする事が多い。そこで前述の様にレーザービームの偏光面の向きを合成楕円ビーム断面の長軸方向と 45 度傾けた場合、合成射出ビームの長軸を走査方向に一致させるように半

導体レーザーを配置すれば、その偏光面はビーム走査面とは45度傾く。その結果、回転多面鏡103の回転軸に対して偏光面は45度傾いており、図19に示したような回転多面鏡103への入射角による反射率の差を受けにくい。このことは前記の円偏光である楕円断面のレーザービームでも同様である。なお、光学系の構成によっては、半導体レーザーを射出するレーザービームの短軸を走査方向に一致させる場合もあるが、全く同様の効果を発揮する。

以上に説明した実施例は、本発明の一実施例に過ぎず、例えば偏向器として回転多面鏡ではなく、ガルバノミラーやホログラムディスクを用いても同様の効果を有する。また、コリメータレンズ、倒れ補正レンズ、結像レンズの有無、構成や、相対位置関係が変わっても本発明の効果は同じく発揮される。

また、本発明の画像形成装置の応用範囲は、プリンタ、複写機等の印刷装置のみならず、ファクシミリ、ディスプレイにても全く同様な効果を有することは言うまでもない。

2-3 効果

以上に述べたように本発明の画像形成装置においては、半導体レーザーに面発光半導体レーザーを用いることにより、

- ① レーザービームの拡がり角が小さくなり、コリメ

ータレンズと半導体レーザーの距離を大きく取れるため、コリメータレンズの光軸方向の調整余裕が増し、生産性が上がると同時に、経年劣化や使用時の温度変動の影響を受けずに一定のスポット径で、露光が可能となり、画像品質が向上する。

② 面発光半導体レーザーでは、その特性上、非点隔差が少なく、ビーム断面の楕円形状（長軸と短軸の比）を自由に設定できるため、通常これらの補正に必要な光学系を用いずとも正確なビーム整形が可能となる。

③ さらに面発光半導体レーザーにⅡ－Ⅵ族の化合物半導体を埋め込み層として用いることにより、低しきい値電流でのレーザー発振が可能となり、素子の消費電流の低減が可能となり、素子の発熱によるレーザーの特性への影響が軽減できる。

④ 次に面発光半導体レーザーとして複数の光共振器が位相同期して発光する位相同期型の面発光半導体レーザーを用いることにより、一層射出ビームの拡がり角を小さくでき、場合によってはコリメータレンズを省略することが可能となり、光学系の構成を一層簡素化できる。

⑤ また、偏光面を自由に設定できる複数の光共振器で1つの発光部を構成するため、楕円断面のレーザービームを用いる場合に、レーザービームの偏光面の方向をビーム断面の長軸方向とは独立にかつ任意に制御でき、回転多面鏡への入射角の違いから生ずる反射率の差によ

る、レーザービームの走査方向の位置による光量変動を最小限にとどめることが容易に実現できる。

§ 3 画像形成装置の第 3 の実施例

3-1 背景技術との対比

本実施例をより良く理解するため、はじめに背景技術について述べる。

従来の画像形成装置の光路断面図を図 27 に示す。図 27 は画像形成装置の像担持体の走査面と垂直で光軸を含む面、すなわち副走査面内における光路断面図である。また、回転多面鏡の反射面 208 に対して光軸を折り返して描いてある。図 27 において、半導体レーザー 201 から放射されたレーザービームは拡がり角 θ で放射される。このビームは焦点距離 f_c のコリメータレンズ 202 によってほぼ平行なビームに整形され、倒れ補正レンズ 207 によって各ビームは回転多面鏡の反射面 208 の上に一旦集束する。回転多面鏡 208 で偏向されたビームは、2 つめの倒れ補正レンズ 207' を出た後再び平行なビームとなり、焦点距離 f_i の走査レンズ 204 によって、像担持体 211 上にスポット 206 を結ぶ。走査面と平行な面内では、倒れ補正レンズ 207, 207' は光学的パワーを持たないため、その面内ではビームは平行なままである。すなわち、回転多面鏡の反射面 208 上にはビームは線像として結像する。

次にこの倒れ補正レンズ 207, 207' の働きを説

明する。回転多面鏡の各反射面 208 の相互の回転軸に対する傾きはどのように精密に加工しても、角度にして数十秒の誤差ををもち、従ってこの面に反射されたビームの結像位置は、「光学てこ」の原理で像担持体の表面では副走査方向にずれを生じ、走査線ピッチに対して、無視できない大きさとなる。そこで特開昭 48-49315 に示されるように、各反射面と像担持体 211 表面（結像面）を光学的な共役位置とするような、倒れ補正レンズ 207' が設けられる。この倒れ補正レンズ 207' は一般に、副走査面内でのみ光学的パワーを有するシリンドリカルレンズやトーリックレンズで構成される。いま反射面が傾いた場合でも、そのビームは結像面では必ず同一の位置に結像する。

図 28 は従来用いられてきたいわゆる端面発光型の半導体レーザーの概念図である。図 28 に示すように、光軸を含み接合面に平行な面と、同じく光軸を含み接合面に垂直な面では、ビームの拡がり角が大きく異なっている。接合面に平行な面での拡がり角 θ_p は通常のレーザーダイオードの場合、半値全角で約 10 度になる。ところが接合面に垂直な面では拡がり角 θ_t は回折の影響を受け、半値全角で約 30 度と大きくなる。

しかし、このように接合面とその直交方向で放射されるレーザービームの拡がり角が異なる場合、これをそのままコリメータレンズ 202 で平行化（すなわちコリメ

ート)すると、平行になったレーザービームの断面も大きく潰れた楕円状になってしまう。そしてこの長径と短径の比が著しく違う平行ビームを走査レンズ204で像担持体211上に結像させると、その結像スポットは平行ビームとは逆の長径と短径の比を持つ楕円状になる。

一方、特開昭52-119331に示されるように、像面すなわち像担持体上では、結像スポットは、走査方向にやや短い短軸を有するような楕円とすることが望ましい。これは、レーザーが一定時間のパルスで点灯するので、その間の移動距離を補正するため、副走査方向に比べ、走査方向のスポット径を小さくする必要があるからである。

このため、前記のように拡がり角の比が著しく異なるビームを所望の長径と短径の比を持つスポットに結像させるのには、走査方向とその直交方向で光学的特性の違う、すなわちアナモフィックな光学系を半導体レーザー201から像担持体211までの経路中のどこかに持たねばならなかった。

そこで、前記の倒れ補正光学系にこの特性を持たせてしまう方法が、最も広く用いられている。図27において倒れ補正レンズ207, 207'は副走査方向にアフォーカルであるので、反射面からの2つのレンズへの距離が異なる構成にすれば、副走査方向にだけ作用するビームエキスパンダーとなる。

しかし、このような倒れ補正光学系は、一般に長尺の

シリンドリカルレンズやトーリックレンズなどで構成され、製作が困難かあるいは製作費の高い光学部品となる。また、回転多面鏡より手前にある倒れ補正レンズ 207 の光軸調整は精度を要し、この種の画像形成装置の生産性と信頼性の向上を阻む要因の 1 つであった。

すでに述べたように、この倒れ補正レンズが必要となるような、副走査面内のレーザービームの角度誤差を生ずる主な原因は、回転多面鏡の各反射面の相互間の角度加工精度に起因し、回転多面鏡の回転軸の動的な振れはあまり大きな問題ではない。そこで、回転多面鏡ではなく、ただ 1 つの鏡面を回転させれば、この問題の大きな要因が取り除かれ、通常の画像形成装置に対しては、倒れ補正レンズは不要となる。

また、このような回転鏡では反射面が 1 つしかないため、その加工が容易で、回転部分の慣性モーメントが小さいため、回転時の振動に対しても有利である。

このような、回転単面鏡のアイデアは古くから存在するが、1 回転当り 1 走査しかできないため、多面鏡に比べ著しく走査速度が低下し、いわゆるレーザービームプリンターに使用するには不十分なものであった。

いま、走査線のピッチを 300 dpi (1 インチ [= 25.4 mm] あたり 300 ドットすなわち、走査線の数 300) で、用紙の大きさが A4 であって、これを長手方向に給紙し、1 分当り 10 枚の印字を行なうのに

- 52 -

相当する画像形成を行なう場合、6面の回転多面鏡を用いればその回転数は約7000rpm（1分当りの回転数）となる。一般に、ボールベアリングを用いた回転多面鏡の回転数の上限は現在の技術では、約12000～14000rpmであると言われ、仮に12000rpmで回転する1枚の反射鏡を用いたとしても、1分当りの印字枚数は3枚弱になってしまう。

また、倒れ補正レンズ207, 207'を取り除いてしまうと、既に述べたように、半導体レーザーから放射される拡がり角の楕円比の大きいレーザービームを像担持体上で所要の楕円比をもつスポットに結像させるアナモフィックなビームエクスペンダーとしての機能も失われてしまう。

3-2 本発明の構成

図21は本発明による画像形成装置を示す図である。転写材251上に印刷結果を得るプロセスは、いわゆる電子写真プリンタの場合長波長側に増感した有機感光体（OPC）が多く用いられる。この像担持体205はまず、帯電器252で一定の表面電位に帯電されたのち、レーザービーム走査装置253によって光書込すなわち露光が行なわれる。このレーザービーム走査装置253から画像情報に従って光強度が各々独立に変調された複数のレーザービーム254が像担持体205を軸方向に走査し、露光部のみに表面電位を打ち消す電荷を発生さ

射 射 出 出

せ、その部分の表面電位の絶対値は小さくなる。結果として、像担持体 205 上には画像に応じた表面電位の分布、すなわち静電潜像が形成される。静電潜像は現像器 255 によって表面電位に応じて選択的に現像剤を付着させることにより現像される。この現像剤は転写器 256 によって転写材 251（通常は紙）に転写される。転写材 251 は、定着器 257 によって熱圧力定着され排出される。

図 20 は本発明によるレーザービーム走査光学装置の概観図である。図 21 に示したレーザービーム走査装置 253 ではレーザービーム 254 は折り曲げられて下方に射出する場合を想定していたが、図 20 では説明のため単純化して描いてある。本発明のように複数のレーザービームで走査を行なう方式は「マルチビーム」レーザー走査方式とも呼ばれる。ここで半導体レーザーアレイ 221 の複数の発光部 221 a から射出した複数のレーザービームは、コリメータレンズ 202 によって所定のビーム直径を持つレーザービームにコリメート（平行化）される。このレーザービームはただ 1 つの反射面を持つ回転鏡 218 に入射し、その回転に伴って、各々偏向される。走査レンズ 204 を通過したレーザービームは像担持体 205 上でスポット 206 に結像する。発光部 221 a は個別に、制御装置 260 によりその点灯およ

び光量が制御される。

走査レンズ 204 の機能は大きく分けて 2 つある。1 つはいわゆる「 $f\theta$ 機能」であって、回転鏡 218 の等角速度の走査を像担持体 205 上での等線速の走査に変換する働きを有する。もう 1 つは、像面湾曲の補正機能であり、走査角度によって結像点が光軸方向に前後に移動し、像面が平面になるよう補正する働きを持つ。

ところで、コリメータレンズ 202 および走査レンズ 204 は、いずれも光軸を含むすべての面内において等方的な光学的特性を有している。すなわち、光軸を含むすべての面内において、コリメータレンズ 202 および走査レンズ 204 は、各々の焦点距離および曲率が同一となっており、アナモファックでないレンズとなっている。

レーザービームの本数は本実施例では 4 本であるので、回転鏡 218 の回転数が同じであれば、レーザービームが 1 本の場合に比べて、4 倍の走査速度を得ることができる。先の従来例で示したような現在得られる最高の回転数の回転鏡を使用したとすると、A4 用紙換算で 1 分当たり 10 枚強の印字速度が得られ、現状のパーソナルユース向けのレーザービームプリンター用には十分な走査速度を有する。さらにレーザービームの本数を増やして行けば、一般的な業務用途にも対応が可能である。

半導体レーザーアレイ 221 の各発光部 221a は各

々の走査線に書き込むべき画像データに基づいて独立に制御され、変調されたレーザービームを放射する。このため図では示されていないが、画像データの記憶部から半導体レーザーアレイ 221 には平行にデータが転送される。

後で述べるように、走査線間隔を所定の値とするため、各ビームの結像スポットの走査方向の位置が異なる。このため、各レーザービームの変調のタイミングはその位置のずれ量に応じて遅延させる機能が備えられている。

図 22 は、本発明のマルチビームレーザー走査方式に於て、いま簡単のために、レーザービームの数が 2 本でコリメータレンズ、走査レンズがいずれも凸の単レンズであるレーザービーム走査光学系を考える。半導体レーザーアレイ 221 を間隔 d で射出した 2 本のレーザービームは、焦点距離 f_c のコリメータレンズ 202 で各々は平行なレーザービームになる。ここで半導体レーザーアレイ 221 はコリメータレンズ 202 の物体側焦点におかれているので、2 本のレーザービームは像側焦点 F で交差する。例えば像面 211 でスポット直径 $d_0 = 100 \mu m$ (ここでスポット直径、ビーム直径は、ビームの断面の強度分布がガウス分布として、ピーク強度に対して $1/e^2$ のパワーとなる直径と定義する) のスポット 206 に結像させる場合、 f_i を $200 mm$ とすれば走査レンズへの入射ビーム直径 (すなわちコリメート

- 56 -

直径) W_c は下に示す式 (5) で表わされる。

$$W_c = d_0 \sqrt{1 + \left(\frac{4 \lambda f_i}{\pi d_0^2} \right)^2} \quad \dots\dots (5)$$

但し λ はレーザーの波長で 780 nm である。一方、コリメータレンズ 202 の焦点距離 f_c は、半導体レーザーアレイ 221 からの射出レーザービームの拡がり角 θ で決まり、下に示す式 (6) で表わされる。

$$f_c = \frac{W_c}{\theta} \quad \dots\dots (6)$$

ここで θ はビームの直径の定義と同時に $1/e^2$ の全角で定義する。

次に、コリメータレンズ 202 から偏向装置の反射面 208 までは、走査装置の各要素の配置上、一定の距離 h が必要であるとし、さらに n 本のレーザービームが一直線上に並んで配列されているとすると、反射面 208 上では n 本のレーザービームの反射される位置のさしわたし距離 q は、レーザービームの間隔を d とすると、

$$q = d \cdot \frac{h - f_c}{f_c} (n-1) \quad \dots\dots (7)$$

で表わされる。

半導体レーザーアレイに現在よく用いられる、素子の基板端面からレーザービームが放射される端面発光型半

導体レーザーを用いる場合について説明する。従来例の説明の中の図28で示すように、射出されるレーザービームは、半導体レーザーアレイ201の基板の垂直方向に回折の影響を受け、半値全角で約30度前後の角度をもって広がって行く。このときコリメータレンズ202の焦点距離 f_c は約3mmになる。そこで、例えばレーザービームの本数 n を4、コリメータレンズ202から反射面208まで距離 h を100とすると、 $q = 9.7$ mmとなる。このため反射面の大きさは少なくともこの距離 q 分だけ多く必要となる。このような場合でも、本発明では反射面は1つしかないため、回転多面鏡の場合に比べ、反射面の大きさを大きくすることはさほど問題ではない。

しかし、半導体レーザーアレイ221には、いわゆる面発光半導体レーザーを用いるのがより好ましい。このような面発光半導体レーザーアレイ221では、レーザービームの発光部221aの断面積が、従来の端面発光型の半導体レーザーに比べて大きくとれるため、レーザービームの拡がり角は小さくなる。この拡がり角の大きさは射出窓の面積で決まるが、その面積はエッチング等で正確に制御できるため、拡がり角も一定にすることができる。例えば、拡がり角が半値全角で8度程度のレーザービームを得ることも十分可能である。さらに、このような面発光半導体レーザーでは電流及び光を効率的にレ

ーザーの光共振器の中に閉じこめることが出来るので、1つの発光部当りの発熱を減少させると同時に、複数の発光部が隣あった場合の相互の光学的、電氣的及び熱的干渉を少なくすることが出来る。よって発光部の間隔も従来の半導体レーザーに比べ、小さくすることが出来る。

先の式(6)を用いて、射出ビームの拡がり角が8度である面発光型の半導体レーザーを用いた場合のコリメータレンズの焦点距離 f_c を求めると約8mmとなる。また、半導体レーザーアレイ上での発光部の間隔 d は $50\mu m$ 程度にはできるので、先の例と同様に、ビーム数 $n=4$ で、コリメータレンズ202から反射面208までの距離 h を100mmとすると、反射面上での4本のビームのさしわたし距離 q は、先の式(7)によれば約1.73mmとなり、ビームのコリメート直径 W_c に比べてさほど問題となる値ではない。

特に、より高解像度の画像を形成するために、例えば像担持体上でのスポット直径を $50\mu m$ とする場合、先の式に従えばコリメート直径 W_c は倍の約4mm程度になる。従ってコリメータレンズの焦点距離 f_c も倍になり、反射面上でのビームの反射位置の間隔 q もさらに半分になる。

このように、各ビームを追跡していくと、光軸上のどの位置においても、各ビームのなす距離は、コリメート直径に比べれば十分小さいため、複数のレーザービーム

を扱う光学系ではあっても、代表的な1つのビームについて光学設計をおこなえばよく、レーザー走査光学系の設計が非常に容易になる。

また、コリメータレンズの焦点距離が従来の端面発光型半導体レーザーを用いた場合に比べて大きいため、半導体レーザーとコリメータレンズの光軸方向の距離の誤差がより大きく許容される。

このようにマルチビーム走査方式に適した、面発光型の半導体レーザーアレイの中でも、さらにより望ましいのは発光部の周囲にII-VI族化合物半導体を埋め込んだ面発光型の半導体レーザーアレイである。

図23はこの面発光型半導体レーザーアレイ221の素子基板上に2次元的に配置された発光部221aのうちの1つの断面図である。図23においてGaAs基板222の上にまず組成の違う2種のAlGaAs層を数10層積層した半導体多層反射層223を形成し、その上にそれぞれAlGaAsからなるクラッド層224、活性層225、クラッド層226、コンタクト層227を積層し、最後にSiO₂誘電体多層膜反射層228が形成されている。またGaAs基板222の裏面全体及び、表面の誘電体多層膜反射層のまわりに窓状の電極229, 230が形成されており、全体が光共振器を構成している。活性層で発生した光は基板面と垂直方向に、上下の反射層227, 223の間を往復し発振するので、

- 60 -

そのレーザービーム 231 の光軸は基板面に対してほぼ垂直となる。

光共振器の回りには埋め込み層 232 として II-VI 族の化合物半導体が埋め込まれている。II-VI 族の元素として O、S、Se、Te を 2～4 元素組み合わせ、また、その化合物の格子定数を前記のクラッド層 224、活性層 225、クラッド層 226 からなる半導体層の格子定数に合わせるのが望ましい。この II-VI 族の化合物半導体は電気抵抗が非常に大きいため、電流を光共振器のなかに効率的に閉じこめると同時に、光共振器を構成している AlGaAs 半導体層とは屈折率に差があるため、光共振器の内部で素子の基板面に垂直もしくはそれに近い角度で進む光はこの埋め込み層 232 との界面で全反射し効率的に閉じこめられる。このため、このような半導体レーザーを用いれば、従来の半導体レーザーに比べて大変小さい電流でレーザー発振が始まる。すなわち、しきい値電流が低く、素子基板での損失熱量が少ない。図 23 において GaAs 基板 222 の上にダイオードが形成されており、活性層 225 で発生した光は、反射層 223 と 228 の間を往復し発振し、2つの反射層の中で僅かに反射率の小さい反射層 228 から、レーザービーム 231 として素子の基板面に対して垂直に射出する。

従来例の説明のところでも触れたように、通常のレーザービームプリンターでは、像担持体上でのレーザービ

ームの結像スポットの形状は走査方向に短軸が一致するような楕円状とするため、走査レンズに入射するレーザービームの断面形状は、逆に走査方向に長軸をもつ楕円であることが望ましい。

しかし、本発明では倒れ補正光学系が存在しないので、先にも述べたように、端面発光型の半導体レーザーアレイを用いる場合は、適切な楕円形状のレーザービームを走査レンズに入射させるため、アナモフィックな特性をもったコリメータレンズを用いて、レーザービームの断面の楕円の長径と短径の比を整形する必要がある。そのようなコリメータレンズを製作することはさほど困難ではなく、本発明の利点を損ねるものではない。

ところが、面発光型の半導体レーザーアレイでは、射出レーザービームの断面の楕円比を自由に制御できるので、特別な光学系を用いなくとも、走査面に長軸を有し、適切な長軸と短軸の比を持つような断面をもつレーザービームを走査レンズに入射させることができる。すなわち、結像スポットの理想的な楕円比を得るためにも、面発光型の半導体レーザーアレイは最適である。

また、面発光形の半導体レーザーにおいては、互いに干渉しない距離さえおけば、どこにでも発光部を置くことが可能なため、素子上に２次元状に発光部を配列できる。いま、４本のレーザービームで走査を行なう露光系において、走査線と結像スポットの位置関係を考える。

ここでは1個の走査で互いに隣合う4本の走査線を描くとする。図24(a)で示すよう結像スポット206を配列すると、図24(b)のように一直線に並べる場合に比べてレーザービーム相互の角度もしくは距離を小さくでき、偏向器の反射面の大きさや、他の光学系の大きさをそれにあわせて小さくできる。

上記の例はレーザービームが4本の場合を示したが、レーザービームの数が更に増えた場合、像担持体上でのスポットの位置が最も近接するよう、半導体レーザーアレイ上の発光部の配置を自由に選べるので、効果はより大きくなる。一例としてレーザービーム数が8本のときの走査線に対する結像スポットの配置例を図24(c)に示す。すなわち、回転鏡の反射面の面数が1つであっても、更にビーム数を増やして行くことによって、実用上十分な印字速度を得ることができる。

なお、この実施例においては、走査光学系は走査方向、副走査方向と同一の光学的特性であるので、像担持体状での結像スポットの配置と、半導体レーザーアレイ上での発光部の配置は相似形となる。

次に図25の平面図を用いて本発明に用いられる偏向装置について説明する。反射面215はただ1つ設けられており、モーター216の回転部に取り付けられており、一定速度で回転する。従来の多面鏡では先にも述べたように、各反射面の相互の傾き精度を維持するために、そ

の加工方法や、構造に制約があった。一般には、回転多面鏡はアルミ等の金属の一体削りだしの鏡体の上にコーティングを施した物が多かった。しかし、反射面が1つの場合は、製作方法は上記のような削り出しに限らず、平面度の出し易いガラスの表面に金属反射膜を蒸着したもの等を回転部分に貼りつけるだけで製作でき、非常に安価にできる。

反射面 215 を含む回転部分は、従来の多面鏡に比べて質量が小さく、回転時の振動などに関して非常に有利である。なお、この回転部分は回転軸に関してダイナミックバランスをとるように設計、あるいは必要によって追加工が施されている。

また、反射面 215 の中央が回転軸 A に一致するように設計されている。そして、反射面 215 上の回転軸 A 近傍にレーザービーム 217 を入射させると、反射面 215 が回転しても、レーザービーム 217 は反射面 215 上のほぼ一点にとどまるので、反射面の大きさは従来の回転多面鏡に比べて非常に小さくて済む。

さらに、反射面が1面しかない場合、ビームを偏向できる角度は多面鏡の場合に比べて飛躍的に広がる。例えば、図 26 に示すように6面鏡の場合、レーザービーム 217 のコリメート直径 W_c を0であるとしたとき、反射面の大きさにかかわらず走査角 α の限界は120度である。一方、走査光学系の設計においては有効走査角は

大きい場合で90度程度あり、これに反射面への入射レーザービームのコリメート直径 W_c や、ビームの走査開始位置の検出のための検出器を設置する位置の余裕を取るためには、前記の6面鏡では偏向装置の走査角が不足し、走査レンズの有効走査角が狭められてしまう。

これに対して反射面が1面の場合は上記のように反射面上に回転軸を位置させるか、反射面の大きさが無限大の場合、理論的には360度になる。従って、走査角の大きな走査レンズを使用することができ、走査光学系全体を小さく設計できる。

また、反射面が1面の場合、実際の走査に使用される期間は1回転の時間の10%前後になり、他の時間は走査には寄与しない。その期間にレーザーが放射されると、反射面の背面などにレーザービームが照射され、意図しない反射光が像担持体上に結像する恐れがあるので、不要な期間はレーザーを作動させない回路が設けられている。

あるいは、このような走査に使用されない時間を用いて、逆にレーザーを点灯させ、その光量を検出し、所定の光量になるよう、レーザーの駆動電流を設定することができる。この電流制御のためのレーザーの点灯時に、さきに述べたように、不要な反射によりレーザービームが像担持体に到達するのを防ぐため、偏向装置の周辺部材の角度を適切に設計したり、反射防止の表面処理を行

なうことが望ましい。

以上に説明した実施例は、本発明の一実施例に過ぎず、コリメータレンズ、走査レンズの構成や、相対位置関係が変わっても本発明の効果は同じく発揮される。また、回転鏡の構造、製造方法もプラスチックの射出成形など、他の方法でも同様の効果を発揮することは明らかである。さらに、回転鏡は一定速度で一方向に回転する形式のものだけではなく、回転振動を行なういわゆるガルバノミラーであっても本発明の効果は同様に発揮される。

あるいは、先の実施例で示した面発光型レーザーの素子の構造は、実現可能な1つの例示であって、射出ビームの拡がり角や発光部の間隔などの特性が同等な構造であれば、他の構造であっても全く同等の効果を発揮する。

さらに、本発明の画像形成装置の応用範囲は、プリンタ、複写機等の印刷装置のみならず、ファクシミリ、ディスプレイにおいても全く同様な効果を有することは言うまでもない。

3-3 効果

以上に述べたように本発明の画像形成装置においては、ただ1つの平面の反射面を有する回転鏡を偏向器として使用することにより、偏向器の回転部分が小型、軽量となり、製作が容易であるばかりでなく、動的な振動特性も改善される。また、倒れ補正光学系を省略し、また特にアナモフィックな光学系を用いないことで、非常に簡

素な構成で、組立調整の容易な走査光学系が実現できる。さらに、マルチビーム方式とすることにより、従来と同様の走査速度を維持できる。

本発明によれば、特に面発光型の半導体レーザーアレイを用いた場合、コリメータレンズと走査レンズ以外に新たな付加的な光学系を追加することなく、反射面の大きさを小さくできると同時に、像面での結像スポットの楕円比を自由に設定できる。

§ 4 画像形成装置の第 4 の実施例

4 - 1 背景技術との対比

本実施例をより良く理解するため、はじめに背景技術について述べる。

従来の画像形成装置の光路断面図を図 33 に示す。

図 33 において、半導体レーザー 301 から放射されたレーザービームは拡がり角 θ で放射される。このビームは焦点距離 f_c のコリメータレンズ 302 によってほぼ平行なビームに整形され、倒れ補正レンズ 307 によって各ビームは回転多面鏡の反射面 308 の上に一旦集束する。回転多面鏡で偏向されたビームは 2 つめの倒れ補正レンズ 307' を出たビームは再び平行なビームとなり、焦点距離 f_i の走査レンズ 304 によって、像担持体上にスポットを結ぶ。走査面と平行な面内では、倒れ補正レンズ 307, 307' は光学的パワーを持たないため、その面内ではビームは平行なままである。すな

わち、前記回転多面鏡の反射面 8 上にはビームは線像として結像する。

次にこの倒れ補正レンズ 307, 307' の働きを説明する。回転多面鏡の各反射面 308 の相互の回転軸に対する傾きはどのように精密に加工しても、角度にして数十秒の誤差をもち、従ってこの面に反射されたビームの結像位置は、「光学てこ」の原理で拡大され、像担持体の表面では、走査線ピッチに対して無視できない大きさとなる。そこで特開昭 48-49315 に示されるように、各反射面と像担持体表面（結像面）を光学的な共役位置とするような、倒れ補正レンズ 307' が設けられる。この倒れ補正レンズ 307' は一般に、副走査面内でのみ光学的パワーを有するシリンドリカルレンズやトーリックレンズで構成される。例えば反射面が図 33 の 308' に示したように傾いた場合でも、そのビームは結像面では必ず同一の位置に結像する。

ところが近年、コンピューターの利用技術の向上とともに、画像形成装置の出力速度の向上がより一層望まれ、その改良が進んでいる。しかし、例えば回転多面鏡を用いた偏向装置では、その鏡面の小面の 1 つにつき 1 本のレーザービームを偏向させ 1 本の走査線を描くので、単位時間当りの走査数を増加させるには、回転多面鏡の小面の数を一定である場合には、その回転数が大きくなり、逆に回転数が一定の場合には、回転多面鏡の面数が増加

する。回転多面鏡の回転数を増加させるには、気体または液体の動圧または静圧を利用した軸受が必須となるが、これらの軸受は効果で取扱が難しく一般的なレーザービームプリンタに用いることは困難であった。逆に多面鏡の面数を増加させると偏向角が小さくなるので、偏向器以降の光路長が長くなると同時に結像光学系に入射するレーザービームのコリメート直径もそれに比例して大きくなり、レンズや回転多面鏡の大きさも大きくなる。特に、高い解像度も同時に要求される場合は走査線の数も増えるため、より大きい回転数と、長い光路長が必要となる。このことは、偏向装置に回転多面鏡以外のものを用いる場合でも同様で、走査周波数の増大と、偏向装置以降の光路長の増加をもたらす。そのため一度の走査で、複数のレーザービームを用いて複数の走査線を書き込む（いわゆるマルチビーム）露光方法が開発された。

複数のレーザービームを得るためには、複数のガスレーザー（例えば、He-Ne）発振器を光源として用いたり、1つの発振器のレーザービームを音響光学変調器（AOM）などで時分割的に複数の振り分けたりする方法も開発されたが、より簡潔で装置が小型になる方法として、例えば特開昭54-7328に開示されているように、1つの素子上に複数の発光部を集積した半導体レーザーアレイが光源として用いる方法（マルチビームレーザー走査方法）が提案されている。

しかし、このように複数の平行な光軸を持つレーザービームがコリメータレンズに入射すると、その光軸は相互に多きな角度をもってひろがっていき、偏向装置の反射面や光学系を構成するレンズの大きさが、1本のレーザービームを用いて走査する場合に比べて、非常に大きなものになってしまうという問題点を有していた。

図34は、マルチビームレーザー走査方法において、半導体レーザーアレイから像担持体までの光路断面図を示す。いま簡単のために、レーザービームの数が2本でコリメータレンズ、走査レンズがいずれも凸の単レンズであるレーザービーム走査光学系を考える。半導体レーザーアレイ321を間隔 δ で射出した2本のレーザービームは、焦点距離 f_c のコリメータレンズ302で各々は平行なレーザービームになる。ここで半導体レーザーアレイ321はコリメータレンズ2の物体側焦点におかれているので、2本のレーザービームは像側焦点Fで交差する。例えば像面311でスポット直径 $d = 100 \mu m$ （ここでスポット直径、ビーム直径は、ビームの断面の強度分布がガウス分布として、ピーク強度に対して $1/e^2$ のパワーとなる直径と定義する）のスポット306に結像させる場合、 f_i を200mmとすれば走査レンズへの入射ビーム直径（すなわちコリメータ直径） W_c は下に示す式（8）で表わされる。

- 70 -

$$W_c = d \sqrt{1 + \left(\frac{4 \lambda f_i}{\pi d^2} \right)^2} \quad \dots\dots\dots (8)$$

但し λ はレーザーの波長で 780 nm である。よってこの例においてはコリメート直径 W_c は約 2 mm となる。

従来用いられてきたいわゆる端面発光型のレーザーダイオードは図 35 の概念図に示すように、光軸を含み接合面に平行な面と、同じく光軸を含み接合面に垂直な面では、ビームの拡がり角が大きく異なっていた。接合面に平行な面での拡がり角 θ_p は通常の半導体レーザーの場合、半値全角で約 10 度になる。ところが接合面に垂直な面では拡がり角 θ_t は回折の影響を受け、半値全角で約 30 度と大きくなる。さらにこの拡がり角 θ_t 、 θ_p の大きさや、その比（すなわち楕円の長径、短径の比）を自由に設定することも難しい。この放射ビームの大部分を有効に利用するために半導体レーザーアレイとコリメータレンズの結合効率を高く取った場合、前述のような 2 mm のコリメート直径を得るためには、コリメータレンズ 2 の焦点距離 f_c は 3 mm 程度となる。一方、現在の半導体レーザーアレイでは、お互いの干渉を避けるため、その発光部の間隔 δ は 100 μ m 以下にするのは難しい。

コリメータレンズ 302 の像側焦点 F から偏向器の反

- 71 -

射面 308 までは、走査装置の各要素の配置上、一定の距離 h が必要であり、また半導体レーザーアレイ 321 上において、複数ある発光部のうち相互の距離が最も遠い 2 つの発光部の間隔を δ_{max} とすると、偏向器の反射面 308 上でのこの 2 つのビームの間隔 q は

$$q = \delta_{max} \cdot \frac{h}{f_c} \quad \dots\dots\dots (9)$$

で表わされる。例えば、ビームの数が 4 本で、半導体レーザーアレイ上で発光部が 0.1 mm おきに 1 列に並んでいるとき、 δ_{max} は $3 \times \delta = 0.3 \text{ mm}$ となる。コリメータレンズ 302 の像側焦点 F から反射面 308 まで距離 h を 50 mm とすると、 $q = 5 \text{ mm}$ となる。このため反射面の大きさは少なくともこの距離 q 分にレーザービームコリメート直径を加えた分だけ必要となり、偏向器の回転部分が大きくなり、軸受の負担も大きく、また回転時のアンバランスの影響も受けやすくなる。式 (9) で明らかなように f_c / δ_{max} の値が小さくなるに従って、 q の値は大きくなってしまう。

次に、既に述べた倒れ補正レンズ 307, 307' を走査光学系の中に加えた場合を考察する。倒れ補正レンズはアナモフィックな光学要素であるので、走査面と副走査面では光学的性質が異なる。既に述べたように、倒れ補正レンズでは走査面内では光学的パワーを持たないので、前記の式 (9) によって、走査面内で最大距離を

- 72 -

もつ 2 つのビームの反射面上での間隔 q は求められる。よって、副走査面内だけを新たに考慮すればよい。図 36 は倒れ補正レンズ 307 を含んだ副走査面内の光路断面図であって、半導体レーザーアレイ 321 から偏向器の反射面 308 までを示している。

先に説明した如く、副走査面内でみると、各ビームについては、偏向器の反射面 308 上で線像となるが、反射面上でその線像が作られる位置は、副走査方向にある距離 q をもつ。ビーム偏向器の手前側の倒れ補正レンズ 307 の焦点距離を f_t 、コリメータレンズ 302 の像側焦点 F から倒れ補正レンズ 307 までの距離を t_1 、倒れ補正レンズ 307 から偏向器の反射面 308 までの距離を t_2 とし、その他の記号は先の図 34 の場合と同一であるとする、複数のレーザービームのうち相互の距離の最も遠い 2 本が倒れ補正レンズ 307 に入射するときの相互の距離 q' 、及び反射面 308 に入射するときのビームの相互の距離 q は、それぞれ下に示す式 (10)、式 (11) で表わされる。

$$q' = \delta_{\max} \cdot \frac{t_1}{f_c} \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$q = -q' \cdot \frac{-f_t \cdot t_1 + t_2 \cdot t_1 - f_c \cdot t_2}{f_t \cdot t_2} \quad \dots\dots\dots (11)$$

ここで、一般にはコリメートされたレーザービームを

走査面上でビームウエストをもたせるために $f_t = t_2$ となる。

$t_1 < f_t$ のとき、2本のビームは像側では交差しない。よって、 $q > q'$ となり、 t_1 が短くなるにしたがって q は大きくなる。例えば $t_1 = 20 \text{ mm}$ 、 $f_t = 30 \text{ mm}$ 、 $t_2 = 30 \text{ mm}$ として計算すると、 $q' = 2 \text{ mm}$ 、 $q = 3 \text{ mm}$ となる。式 (11) 中には q' が含まれ、式 (10) によれば先と同様に $f_c / \delta_{\text{max}}$ が大きいと q' も小さくなる。ここで $t_1 + t_2 = h$ であるので、走査面内では先の計算例と同じである。すなわち、この例においては、副走査方向の方が、両端のビームのなす距離が少なくなることがわかる。

さらに同様のことが走査レンズ4にこれらの複数のレーザービームが入射するときのビーム相互の距離についてもあてはまる。すなわち、先の倒れ補正レンズへの入射位置を走査レンズの入射位置とみなせば式 (10) と同様である。コリメータレンズから走査レンズまでの距離は先の場合より大きいため、走査レンズの大きさをさらに大きくとる必要が生ずる。

一般にレーザービーム走査光学系を構成する各光学要素の光学的パワーは、コリメータレンズが最も大きい。つまり、焦点距離が最も短い。このことは、半導体レーザー・アレイから放射された複数のレーザービームが、光学系を經由して像担持体に達するまでの間において、コ

リメータレンズを通過する際に各ビームのなす角が最も大きく変化することを意味している。

この問題を避けるため、従来多くの光学的な要素の追加により、反射面上で複数のレーザービームが反射される位置を近接させる方法が提案されてきた。例えば特開昭56-69611では、コリメータレンズの後ろにアフォーカルな光学系をおいて、反射面上に各ビームを集めている。しかし、このような光学系を新たに付加することは、やはり、走査光学系の構造が複雑になり、コストや調整の容易さ、信頼性の面で好ましくない。

また、上に述べたように複数のレーザービームが互いに異なる光路をたどる場合、それぞれのレーザービームについて、各収差や結像スポット大きさを所期の値とするための設計を行なう必要があり、設計工数が多くなり、画像形成装置の開発期間が長期に亘ると同時に、複数のレーザービームの全てが走査範囲内の任意の位置に於て、設計仕様を満たすような設計解を得ることが困難になる。このことはより高度な設計が要求される解像度の高い、すなわち結像スポット直径の小さい画像形成装置ではより一層大きな問題となる。

さらに、このような困難を経て設計されたレーザー走査光学系は、通常の1本のレーザービームを用いたレーザービーム走査光学系に比べて、走査器の反射面や各レンズの有効径が大きいだけでなく、その構成も高度な

（すなわちレンズの構成枚数が多く、レンズ位置の調整も正確さが要求される）ものとなり、生産設備の共通化が困難になる。

4 - 2 本発明の構成

図 30 は本発明の画像形成装置を示した図である。転写材 351 上に印刷結果を得るプロセスはいわゆる電子写真プロセスによっている。像担持体 305 としては、半導体レーザーを光源に用いた電子写真プリンタでは、長波長側に増感した有機感光体（OPC）が多く用いられる。この像担持体 305 はまず、帯電器 352 で一定の表面電位に帯電されたのち、レーザービーム走査装置 353 によって光書込すなわち露光が行なわれる。このレーザービーム走査装置 353 から画像情報に従って光強度が各々独立に変調された複数のレーザービーム 354 が像担持体 305 を軸方向に走査し、露光部のみに表面電位を打ち消す電荷を発生させ、その部分の表面電位の絶対値を小さくする。結果として像担持体上には画像に応じた表面電位の分布、すなわち静電潜像が形成される。静電潜像は現像器 355 によって表面電位に応じて選択的に現像剤を付着させることにより現像される。この現像剤は転写器 356 によって転写材 351（通常は紙）に転写される。転写材 351 は、定着器 357 によって熱圧力定着され排出される。

図 29 は本発明のレーザービーム走査光学系の概観図

を示す。図 30 に示したレーザービーム走査装置 353 ではレーザービーム 354 は折り曲げられて下方に射出する場合を想定していたが、ここでは説明のため単純化して描いてある。ここでモノリシックの半導体レーザーアレイ 341 の複数の発光部 341 a から射出したレーザービームは、コリメータレンズ 302 によって所定のビーム直径を持つレーザービームにコリメート（平行化）される。これらのレーザービームは回転多面鏡 303 に入射し、その回転に伴って、各々偏向される。走査レンズ 304 を通過したレーザービームは像担持体 305 上で所定の大きさを持つスポット 306 に結像する。なお発光部 341 a は、制御装置 360 により個別にその点灯および光量が制御される。

このような特性を持つ半導体レーザーアレイには、いわゆる面発光半導体レーザーを用いるのが好ましい。さらにより望ましいのは発光部の周囲に II-VI 族化合物半導体を埋め込んだ面発光型の半導体レーザーアレイである。

図 31 はこの面発光型半導体レーザーアレイの素子基板上に 2 次元的に配置された発光部のうちの 1 つの断面図であって、GaAs 基板 322 の上にまず組成の違う 2 種の AlGaAs 層を数 10 層積層した半導体多層膜反射層 322 を形成し、その上にそれぞれ AlGaAs からなるクラッド層 324、活性層 325、クラッド層 326、コンタクト層 327 を積層し、最後に SiO₂

- 77 -

誘電体多層膜反射層 328 が形成されている。また GaAs 基板 322 の裏面全体及び、表面の誘電体多層膜反射層のまわりに窓状の電極 329, 330 が形成されており全体が光共振器を構成している。活性層で発生した光は基板面と垂直方向に、上下の反射層 327, 323 の間を往復し発振するので、そのレーザービーム 331 の光軸は基板面に対してほぼ垂直となる。光共振器の回りには埋め込み層 332 として II-VI 族の化合物半導体が埋め込まれている。II-VI 族の化合物半導体としては、II 族元素として Zn、Cd、Hg、VI 族元素として O、S、Se、Te を 2~4 元素組み合わせ、また、その化合物の格子定数を前記のクラッド層 324、活性層 325、クラッド層 326 からなる半導体層の格子定数に合わせるのが望ましい。この II-VI 族の化合物半導体は電気抵抗が非常に大きいので、電流を光共振器のなかに効率的に閉じこめると同時に、光共振器を構成している AlGaAs 半導体層とは屈折率に差があるため、光共振器の内部で素子の基板面に垂直もしくはそれに近い角度で進む光はこの埋め込み層 332 との界面で全反射し効率的に閉じこめられる。このため、このような半導体レーザーを用いれば、従来の半導体レーザーに比べて大変小さい電流でレーザー発振が始まる。すなわち、しきい値電流が低く、素子基板での損失熱量が少ない。図 31 において GaAs 基板 322 の上にダイオードが

形成されており、活性層 3 2 5 で発生した光は、反射層 3 2 3 と 3 2 8 の間を往復し発振し、2つの反射層の中で僅かに反射率の小さい反射層 3 2 8 から、レーザービーム 3 1 として素子の基板面に対して垂直に射出する。

このような面発光半導体レーザーでは、レーザービームの射出部の断面積が、従来の端面発光型の半導体レーザーに比べて大きくとれるため、レーザービームの拡がり角は小さくなる。この拡がり角の大きさは射出窓の面積で決まるが、その面積はエッチング等で正確に制御できるため、拡がり角も一定にすることができる。例えば、拡がり角が半値全角で 8 度程度のレーザービームを得ることも十分可能である。さらに、この様な面発光半導体レーザーでは電流及び光を効率的にレーザー共振器の中に閉じこめることが出来るので、1つの発光部当りの発熱を減少させると同時に、複数の発光部が隣あった場合の相互の光学的、電氣的及び熱的干渉は従来の端面発光型半導体レーザーアレイに比べて大幅に減少する。よって発光部の間隔も従来の半導体レーザーに比べ、小さくすることが可能であり、50 μ m 程度の値は実現可能である。

先の従来例の説明の中で示したと同様に、ビーム直径 2 mm にコリメートされたビームを得るためには、上記の面発光型の半導体レーザーを用いた場合のコリメータレンズの焦点距離 f_c は約 8 mm となる。また、半導体

レーザーアレイ 341 上での発光部の間隔 δ は $50\ \mu\text{m}$ 程度にできるので、ビームを 4 本直列に配置した場合の δ_{max} は $150\ \mu\text{m}$ である。従来の実施例と同じ位置（コリメータレンズからの）に、偏向器の反射面をおいた場合、反射面上でのビームの反射位置の間隔 q は $1/5$ 以下になる。ここで、 $f_c / \delta_{\text{max}}$ の値は、先の従来例で示したものが、約 10 であったのに対して、ここでは約 53 となっている。やはり先に示した従来例と同様に、コリメータレンズから反射面までの距離 h を $50\ \text{mm}$ とすると、反射面上での 4 本のビームのさしわたし距離 q は、先の式（9）によれば約 $0.94\ \text{mm}$ となり、ビームのコリメート直径 W_c に比べてさほど問題となる値ではない。

特に、より高解像度の画像を形成するために、例えば像担持体上でのスポット直径 d を $50\ \mu\text{m}$ とする場合、先の式に従えばコリメート直径 W_c は倍の約 $4\ \text{mm}$ 程度になる。従ってコリメータレンズの焦点距離 f_c も倍になり、反射面上でのビームの反射位置の間隔 q もさらに半分になる。

このように、各ビームを追跡していくと、光軸上のどの位置においても、各レーザービームのなす距離は、コリメート直径に比べてもさほど大きな値ではないため、複数のレーザービームを扱う光学系ではあっても、代表的な 1 つのビームについて光学設計をおこなえばよく、

レーザー走査系の設計が非常に容易になる。結像スポットの精度を特に必要としない場合には、従前の1本のレーザービームを用いたレーザービーム走査光学系をそのまま転用することさえ可能である。

次に、面発光形の半導体レーザーにおいては、互いに干渉しない距離さえおけばどこにでも発光部を置くことが可能なため、素子上に2次元状に発光部を配列できる。素子基板上において間隔 δ で配置された発光部から放射されたレーザービームは走査光学系の光学倍率 M で拡大され、像面すなわち像担持体上で間隔 δ' のスポットに結像する。この M の値は概ね、コリメータレンズと走査レンズの焦点距離の比に等しい。

いま、4本のレーザービームで走査を行なう露光系において、走査線と結像スポットの位置関係を考える。ここでは1個の走査で互いに隣合う4本の走査線を描くとする。ここで4つの結像スポット6のうち相互に最も距離の大きいものを δ'_{max} とする。図32(a)で示すよう結像スポットを配列すると、図32(b)のように一直線に並べる場合に比べて δ'_{max} を小さくできる。像担持体上での結像スポットの配置は、半導体レーザーアレイ上での発光部の配置に相似であるか、あるいは倒れ補正光学系がある場合などには、副走査方向にさらにある倍率を掛けた写像関係にある。よって、同じ光学系において δ'_{max} が小さいということは、

δ_{max} も小さくなることを意味する。従って、図 3 2 (b) の配置をとることで、先の式 (9), (10) もしくは式 (11) において q が小さくなり、偏向装置の反射面の大きさをそれにあわせて小さくでき、本発明の効果をより高めることができる。

上記の例はレーザービームが 4 本の場合を示したが、レーザービームの数が更に増えた場合、像担持体上でのスポットの位置が最も近接するよう、半導体レーザーアレイ上の発光部の配置を自由に選べるので、効果はより大きくなる。一例としてレーザービーム数が 8 本のときの走査線に対する結像スポットの配置例を図 3 2 (c) に示す。すなわち式 (9) において、一直線状に発光部を配置する場合は $\delta_{max} = 7 \times \delta$ であるが、図 3 2 (c) のように配置すれば実質的に $\delta_{max} = 3 \times \delta$ として q の値を計算し、光学系の大きさを設計すればよく、本発明の効果がより高められる。また、例えば結像スポット 306a と 306e は走査方向に関して同じ位置にあるので、対応する発光部を同一のタイミングで駆動できる。

面発光型半導体レーザーアレイを用いると、コリメータレンズの焦点距離が従来の端面発光型半導体レーザーを用いた場合に比べて大きいので、半導体レーザーとコリメータレンズの光軸方向の距離の誤差がより大きく許容される。そのため、製造時の調整作業が容易になるとともに、温度変動や、経年変化によるコリメータレンズ

の位置ずれの影響も受けにくくなる。

以上のように、本発明の画像形成装置によれば、半導体レーザーアレイから放射された複数のレーザービームをコリメータレンズで平行化し、ビーム偏向器で偏向し、走査レンズを介して、像担持体上にスポットを結像させ光書込を行なう。このときコリメータレンズの焦点距離 f_c は従来のものに比べて長く、かつ半導体レーザーアレイ上の発光部の間隔 δ も小さい。特に面発光型の半導体レーザーアレイを用いれば、射出するレーザービームの拡がり角が小さいためコリメータレンズの焦点距離 f_c は長くなり、また各発光部での発熱量が少なく、相互の電氣的、光学的干渉も少ないため、発光部の間隔もより少なくできる。

また、倒れ補正レンズがない場合において、1列に配置された各レーザービームの両端のビームの偏向器の反射面上での距離 q は、前述の式(9)で表わされる。

また倒れ補正レンズがある場合、副走査面における両端のビームの倒れ補正レンズにおける距離 q' 、及び偏向器の反射面上での距離 q は、それぞれ式(10)および式(11)で表わされる。式(9)および式(10)において q 及び q' は f_c / δ_{max} に反比例することが分かる。また式(11)において、 q は q' に比例するので、やはり f_c / δ_{max} に反比例する。この場合も走査面においては式(9)が適用できる。

すなわちこれら式(9)～式(11)を見直してみると、この f_c / δ_{max} の逆数に光軸方向の寸法に相当する値を掛けると、光軸直交方向のビーム間の距離になることがわかる。一般に小型(ここではA4程度の用紙に印字できるものとする)の画像形成装置においては、光軸方向の光学要素間の間隔や焦点距離はおおむね50mm前後の値をとる。この値をZとする。一方、解像度から換算するとレーザービームのコリメート直径は2mm程度である。そこで、各レンズや反射面でのビームの最大距離をコリメート直径と同じ程度にとどめようとすると、 $\delta_{max} / f_c \times Z$ を2mm以下にする事が望ましい。よって、 f_c / δ_{max} の値は25以上が望ましい。

また、走査レンズにおいても同様に、走査レンズに入射する複数のレーザービームの相互の距離の最も遠いものの距離を上記のように2mm程度にする場合、Zは100mm程度の値を考慮せねばならない。よって、上記の同じ計算を行なうと f_c / δ_{max} は50以上であることが望ましい。

このように、各レンズや反射面で複数のビーム相互の距離の最大値が、レーザービームのコリメート直径にくらべて同じ程度の数値であれば、1本のレーザービームを走査する光学系に比べて、各レンズや反射面の大きさが著しく大きくなることはない。さらに、前記のレーザ

ービーム相互間の距離をコリメート直径にくらべて小さくできるのであれば、複数のレーザービームを実質的に1つのレーザービームとして光学設計上取り扱うことができる。

以上に説明した実施例は、本発明の一実施例に過ぎず、例えば半導体レーザーは、射出ビームの拡がり角が小さく、発光部の間隔が小さいものであれば同等の効果を有する。また、コリメータレンズ、走査レンズの構成や、相対位置関係が変わっても本発明の効果は同じく発揮される。また、偏向器の構造も回転多面鏡以外にも、ガルバノミラーなどでも同一の効果を発揮することは明らかである。

あるいは、先の実施例で述べた面発光型の半導体レーザーアレイの構造は、コリメータレンズの焦点距離に対して、発光部間の距離が先に示した所定の関係を満たすものであれば、いかなるものであっても同様の効果を得ることができる。

さらに、本発明の画像形成装置の応用範囲は、プリンタ、複写機等の印刷装置のみならず、ファクシミリ、ディスプレイにおいても全く同様な効果を有することは言うまでもない。

4-3 効果

以上に述べたように本発明の画像形成装置においては、複数のレーザービームを用いた露光方法を取りながら、

コリメータレンズの焦点距離と半導体レーザーアレイ発光部の間隔をある条件を満たすような半導体レーザーアレイを用いることにより、補助的な光学要素を付加することなく、走査器の反射面の大きさや、各レンズの有効径を小さくでき、走査光学系あるいは画像形成装置全体の小型化、低価格化が可能となる。

また、複数のレーザービームがほぼ同一の光路をとるため、1本のレーザービームを用いた走査光学系と同様に設計ができるため設計工数が大幅に削減でき開発期間が短縮されると同時に、生産設備が1本のレーザービームを用いる走査光学系の場合と共通に利用でき、非常に生産性が向上する。

さらに、複数のレーザービームが走査光学系を構成する各光学系に入射する際に、そのいずれにおいても、ビーム相互の距離が最も遠い2本に間隔がレーザービームのコリメート直径に比べて小さければ、従前の1本のレーザービームを用いた走査光学系をそのまま転用できる。つまり、1本のレーザービームを用いた画像形成装置の走査光学系に一切変更を加えることなく、レーザービームの本数を増加させるだけで、高速の画像形成装置を製造することができ、製品の製造上の利益は計り知れないものがある。

次にレーザービームの拡がり角が小さくなることにより、コリメータレンズと半導体レーザーアレイの距離を

- 86 -

大きく取れるため、コリメータレンズの光軸方向の調整余裕が増し、生産性が上がると同時に、経年劣化や使用時の温度変動の影響を受けずに一定のスポット直径で、露光が可能となり、画像品質が向上する。

§ 5 画像形成装置の第5の実施例

5-1 背景技術の対比

本実施例をより良く理解するため、はじめに背景技術について述べる。

従来の画像形成装置の走査光学系は例えば特開平3-248114号公報に開示されている(図41参照)。図41において光源は、射出されるビームの中心軸が、素子基板面に対し概ね平行となる端面発光半導体レーザーアレイ420が用いられ、コリメータレンズ402の物体側焦平面に配置されている。コリメータレンズ402の像側焦点位置には、開口絞り403が設けられている。

しかしながら、前述したような従来技術では、端面発光半導体レーザーのビーム拡がり角や、各々の発光部の間隔が大きいため、複数のビームの断面が重なり合う位置は、コリメータレンズの像側焦点位置のごく近傍に限られる。特に多数のビームが一行に配置されるとき、その両端のビームの断面が重なり合う位置は、さらに限られた範囲となる。従って、開口絞りを配置する位置も、そのわずかな範囲に限られてしまい、設計上の自由度が

小さいという問題点を有している。

また、一般に光学系では、レンズの保持枠を開口絞りとして用いることもあり、そうすれば、別個に開口絞りを設ける必要がない。ところが、前述した従来技術では、コリメータレンズの位置では複数のビームの断面が重なり合わないため、コリメータレンズの保持枠を開口絞りとして用いることができないという問題点をも有している。

5 - 2 本発明の構成

図 3 8 は本発明の画像形成装置の構成図である。電子写真式プリンターの画像形成プロセスについて以下に説明する。帯電器 4 5 1 により像担持体 4 0 7 に一様な電荷が与えられ、走査光学系 4 5 2 で像担持体 4 0 7 上を露光走査することにより潜像を形成する。次に現像器 4 5 3 で潜像上に現像剤を付着させて顕像化し、転写器 4 5 4 で顕像を構成する現像剤を紙等の転写材 4 5 5 上に転写し、定着器 4 5 6 で現像剤を加熱熔融させて転写材 4 5 5 上に定着させる。

図 3 7 は本発明の実施例を示す走査光学系の構成図である。光源は、射出されるビームの中心軸が、素子基板 4 2 2 面に対し概ね垂直となる面発光半導体レーザーアレイ 4 0 1 である。面発光半導体レーザーアレイ 4 0 1 の発光部 4 0 1 a から射出された複数のビームは、コリメータレンズ 4 0 2 で平行化され、開口絞り 4 0 3 を通

過し、偏向装置である回転多面鏡 404 の一つの偏向面 405 に入射する。回転多面鏡 404 の回転に伴って反射ビームが偏向走査され、結像レンズ 406 を通過して、像担持体 407 上に結像される。

なお、発光部 401 a は、制御装置 460 により個別にその点灯および光量が制御される。

ところで、一般に端面発光、面発光に関わらず、半導体レーザーからの出力ビームの拡がり角は、発光部ごとにある程度ばらつきがあり、コリメータレンズ 402 で平行化されたビーム径もばらつく。しかしながら、複数のビームの断面が概ね重なり合う位置に開口絞り 403 を設け、開口絞り 403 の径を平行ビーム径とほぼ同等かあるいはそれより小さく設定すれば、開口絞り 403 通過後の複数の平行ビーム径は均一になる。その結果、像担持体 407 上に結像されるスポット径も均一になり、安定した良好な印字品質が得られ、装置ごとの印字品質の差もないものとなる。ここで、ビーム拡がり角およびその径とは、ビーム断面の強度分布のガウス分布を成しているものとし、それぞれ中心強度の $1/2$ となる角度の全角、および中心強度の $1/e^2$ となる位置を表す直径のことである。

開口絞りによりビーム径が均一化される効果について説明する。レーザービームを開口絞りで絞ると、波動光学としての性質である回折が起こる。開口絞りの中心と

- 89 -

入射ビームの中心が一致している場合、回折を考慮した像担持体上の結像スポット直径 d_0 は、

$$d_0 = \frac{k \lambda f}{D} \quad \dots\dots\dots (12)$$

で表される。ここで k は定数、 λ はレーザービームの波長、 f は結像レンズの焦点距離、 D は開口絞りの直径である。さらに、開口絞りへ入射するビームの直径 d と開口絞りの直径 D との比を、裁断比 $T = d / D$ とすると、定数 k は、

$$k = 1.6449 + \frac{0.6460}{(T-0.2816)^{1.821}} - \frac{0.5320}{(T-0.2816)^{1.891}} \quad \dots\dots\dots (13)$$

により計算される（「レーザ&オプティクスガイドⅡ」日本メレスグリオ株式会社）。

一例として、開口絞りの直径 D を 1 とし、入射ビームの直径 d が 1 を中心に $\pm 20\%$ のばらつきを持っている場合、結像スポットの直径のばらつきは、 $+5.9\% \sim -3.1\%$ に抑えられる。このように、開口絞りはビーム径のばらつきに対して、結像スポット径のばらつきを小さく抑える効果がある。

開口絞りを、光路上の複数のビームの断面の少なくとも一部が重なり合う位置であって、しかも開口絞りを通じた後の複数のビームのうち、パワーが最大であるビームについて、そのパワーを 1 としたときに、その他全てのビームのパワーが各々 0.9 以上となる位置に配置

- 90 -

すれば、通過後のビームのパワーのばらつきが10%以下に抑えられる。この程度のばらつきであると、印字の濃度むらのない良好な印字品質が得られる。

ここで、図39に示すような系で、上記の条件を満足する開口絞り403の位置について具体的に説明する。ここで図39(a)は走査光学系の側面図、図39(b)は開口絞り403の位置における断面図である。面発光型半導体レーザーアレイ401は、その特性上、拡がり角を10度以下で発光部の間隔を0.05mm以下にすることが可能である。図39において、発光部A410、発光部B411の間隔 Δ を0.05mmとし、発光部A410を光学系の光軸412上に置く。各々の発光部410、411から射出されたビームを、それぞれビームA413、ビームB414とする。各々の射出ビームの拡がり角 θ は共に10度であり、コリメータレンズ402の焦点距離 f_c を10mm、コリメータレンズ402から回転多面鏡の偏向面405までの距離 h を100mmとする。この場合、ビームの直径 d は3.0mmとなる。開口絞り403の中心は光軸412上にあり、その直径 D はビーム直径 d と等しいものとする。

レーザービームの断面強度分布がガウス分布をなしているとすると、断面強度 I は、

- 91 -

$$I = \frac{2P}{\pi w^2} \exp \left\{ -2 \left(\frac{x}{w} \right)^2 \right\} \quad \dots\dots\dots (14)$$

で表される。ここで、P はビーム全体のパワー、w はビームの半径、x はビーム中心からの距離である。ビーム A 4 1 3 が開口絞り 4 0 3 を通過した後のパワーは、上式を、

$$\int_0^w 2\pi x I dx \quad \dots\dots\dots (15)$$

式 (15) のように積分することにより求められ、その値は通過前のパワー P の 86.5% である。従って、ビーム B 4 1 4 については、開口絞り 4 0 3 通過後のパワーは通過前のパワーに比して、

$$86.5 \times 0.9 = 77.9 (\%)$$

以上でなければならない。次に、ビーム B 4 1 4 が開口絞り 4 0 3 を通過した後のパワーを求める。開口絞り 4 0 3 の面における、ビーム B 4 1 4 の中心軸と光軸 4 1 2 との距離を t とすると、開口絞り 4 0 3 通過直前の断面強度 I は円筒座標系を用いて、

$$I = \frac{2P}{\pi w^2} \exp \left[-\frac{2}{w^2} \left\{ (r \cos \phi - t)^2 + (r \sin \phi)^2 \right\} \right] \dots (16)$$

- 92 -

と表される。ここで、図 39 (b) に示すように r は光軸 4 1 2 から開口絞り 4 0 3 上の任意の点 A までの距離、 ϕ は光軸 4 1 2 とビーム B 4 1 4 の中心軸 4 1 4 a とが作る平面 B と、光軸 4 1 2 と点 A とを結んだ線とのなす角である。開口絞り 3 通過後のビーム B 1 4 のパワーは上式を

$$\int_0^{2\pi} \int_0^W I dx d\phi \quad \dots\dots\dots (17)$$

で積分することで求められ、 t とビーム直径 d との比が 0.200 のとき、開口絞り 4 0 3 通過後のパワーは通過前のパワー P に比して 77.9% となり、先の値と同じとなる。つまり、 t/d が 0.200 以下となる位置に開口絞り 4 0 3 を置けば、開口絞り 4 0 3 通過後のビーム A 4 1 3、ビーム B 4 1 4 のパワーの差は 10% 以下となる。開口絞り 4 0 3 がコリメータレンズ 4 0 2 の位置、あるいは回転多面鏡の偏向面 4 0 5 の位置に置かれたとすると、 t の距離はそれぞれ 0.05 mm、0.45 mm であり、 t/d はそれぞれ 0.017、0.15 となり、いずれも 0.200 より小さい。従って、開口絞り 4 0 3 はコリメータレンズ 4 0 2 と回転多面鏡の偏向面 4 0 5 との間の任意の位置に置くことができ、設計上の自由度を大きくとることができる。また、ビームを一系列に配置し数を増加させたときでも、コリメ

ータレンズ 402 の位置に開口絞り 403 を設定することができる。コリメータレンズ 402 の位置に開口絞り 403 を配置することが可能なので、コリメータレンズ 402 の保持枠を開口絞りとして用いればよく、別個に開口絞りを設ける必要がないため、走査光学系の構成要素を削減することができる。

なお、この実施例では、開口絞りをコリメータレンズと回転多面鏡との間に設けたが、上記の条件を満足させる位置ならば、面発光半導体レーザーアレイとコリメータレンズとの間に設けてもよい。また、光源と回転多面鏡との間に設ける光学系は、ビームを平行化させるためのコリメータレンズに限らなくてもよい。

図 40 は他の実施例を示す半導体レーザーから回転多面鏡までの部分の構成図である。開口絞り 403 は、複数のビームの中心軸が光軸 412 と交差する位置に設けられている。

このような構成によると、開口絞り 403 の面では複数のビームの中心軸が完全に一致するため、先の実施例と比較して、さらに結像スポット径の均一性、および結像スポットのパワーの均一性が高くなる。結像スポットのこれらの諸特性に関して、より高い特性が要求される場合に、この構成を採用すればよい。なお、この実施例でも、光源と回転多面鏡との間に設ける光学系は、ビームを平行化させるためのコリメータレンズに限らなくて

もよい。

5-3 効果

以上説明したように、本発明によれば、面発光半導体レーザーアレイと偏向器との間の光路上の、複数のビーム断面が概ね重なり合う位置に開口絞りを設けることにより、ビーム拡がり角がばらついても、結像スポット径を均一にすることができ、安定した良好な印字品質が得られるという効果を有する。また、半導体レーザーアレイと偏向器の間の光路上の、広い範囲の任意の位置に開口絞りを設けることができ、あるいは、コリメータレンズの保持枠を開口絞りとして用いることも可能となり、設計上の自由度も大きくなるという効果をも有する。

§ 6 画像形成装置の第6の実施例

6-1 背景技術との対比

本実施例をより良く理解するため、はじめに背景技術について述べる。

従来、半導体レーザーアレイを用いた画像形成装置の走査光学系は、例えば特開平3-248114号公報に開示されており、図43のような構成である。半導体レーザーアレイ501は、コリメータレンズ502の物体側焦平面に配置されている。コリメータレンズ502の像側焦点位置には、開口絞り503が設けられている。

しかしながら、前述したような従来技術では、開口絞りを配置する位置が、コリメータレンズの像側焦点位置

のみに限られているので、設計上の自由度が小さく、また、一般に光学系では、レンズの保持枠を開口絞りとして用いることがあるが、従来技術ではそのような構成にすることもできないという問題点を有している。

6-2 本発明の構成

図48は本発明による画像形成装置の構成図であり、その画像形成プロセスについて説明する。帯電器551により像担持体507に一樣な電荷が与えられ、走査光学系552で像担持体507上を露光走査することにより潜像を形成し、現像器553で潜像上に現像剤を付着させて顕像化する。次に転写器554で顕像を構成する現像剤を紙等の転写材555上に転写し、定着器556で現像剤を加熱溶融させて転写材555上に定着させる。

図42は本発明の実施例を示す走査光学系の構成図である。半導体レーザーアレイ501から射出された複数のビームは、コリメータレンズ502で平行化され、開口絞り503を通過し、偏向装置である回転多面鏡504の一つの偏向面505に入射する。回転多面鏡504の回転に伴って反射ビームが偏向走査され、結像レンズ506を通過して、像担持体507上に結像される。

図42および図49において、半導体レーザーアレイ501と偏向器504との間の光路上に開口絞り503が設けられ、コリメータレンズ502の焦点距離を f 、

- 96 -

コリメータレンズ 502 の偏向器 504 側の焦点と開口絞り 503 との間隔を s 、コリメータレンズ 502 の光軸から最も離れた位置に配置された発光部と光軸との間隔を t 、開口絞り 503 の直径を D 、平行ビームの直径を d とすると、

$$\frac{st}{f} \leq 0.12 \left(\frac{D}{d} \right)^{2.3} + 0.17 \quad \text{..... (18)}$$

$$\frac{D}{d} \leq 2 \quad \text{..... (19)}$$

となっている。

また式 (18)、(19) の代わりに、

$$\frac{st}{f} \leq 0.06 \left(\frac{D}{d} \right)^{2.9} + 0.08 \quad \text{..... (20)}$$

$$\frac{D}{d} \leq 2 \quad \text{..... (21)}$$

なる条件を満足していても良い。

一般に半導体レーザー 501 からの出力ビームの拡がり角は、発光部ごとにある程度ばらつきがあり、コリメータレンズ 502 で平行化されたビーム径もばらつく。しかしながら、複数のビームの断面が概ね重なり合う位置に開口絞り 503 を設け、開口絞り 503 の径を平行ビーム径 d とほぼ同等かあるいはそれより小さく設定す

- 97 -

れば、開口絞り 503 通過後の複数の平行ビーム径 d は均一になる。その結果、像担持体 505 上に結像されるスポット径も均一となり、安定した良好な印字品質が得られ、装置ごとの印字品質の差もないものとなる。ここで、ビーム拡がり角およびその径とは、ビーム断面の強度分布がガウス分布を成しているものとし、それぞれ中心強度の $1/2$ となる角度の全角、および中心強度の $1/e^2$ となる位置を表す直径のことである。

開口絞り 503 によりビーム径が均一化される効果について説明する。レーザービームを開口絞り 503 で絞ると、波動光学としての性質である回折が起こる。開口絞り 503 の中心と入射ビームの中心が一致している場合、回折を考慮した像担持体 505 上の結像スポット直径 d_0 は、

$$d_0 = \frac{k \lambda f_0}{D} \quad \dots\dots\dots (22)$$

で表わされる。

ここで k は定数、 λ はレーザービームの波長、 f_0 は結像レンズの焦点距離、 D は開口絞りの直径である。さらに、開口絞りへ入射するビームの直径 d と開口絞りの直径 D との比を、裁断比 $T = d/D$ とすると、定数 k は、

$$k = 1.6449 + \frac{0.6460}{(T-0.2816)^{1.821}} - \frac{0.5320}{(T-0.2816)^{1.891}} \quad \dots\dots\dots (23)$$

により計算される（「レーザ & オプティクスガイド II」

日本メレスグリオ株式会社)。

一例として、開口絞り 503 の直径 D を 1 とし、入射ビームの直径 d が 1 を中心に $\pm 20\%$ のばらつきを持っている場合、結像スポットの直径のばらつきは、 $+5.9\% \sim -3.1\%$ に抑えられる。このように、開口絞り 503 はビーム径のばらつきに対して、結像スポット径のばらつきを小さく抑える効果がある。

コリメータレンズ 502 により平行化されたビーム断面の強度分布は、概ねガウス分布をなしており、図 44 に示すように、平行ビームが開口絞り 503 を通過するとビームの周辺部がけられるため、通過前に比べて通過後のビームのパワーは低下する。図 45 のように、開口絞り 503 をコリメータレンズ 502 の偏向器側焦点に配置すれば、開口絞り 503 を通過する複数のビームの中心軸は全て一致するため、各々のビームについて、開口絞り 503 を通過することによるパワーの低下率は等しい。しかしながら、開口絞り 503 を配置しうる位置が、コリメータレンズ 502 の偏向器側焦点の位置のみに限られると、設計上の自由度は小さいものになってしまう。

図 46 に示すように、開口絞り 503 をコリメータレンズ 502 の偏向器側焦点からずれた位置に配置すると、開口絞り 503 を通過する複数のビームの中心軸はお互いにずれることになり、コリメータレンズの光軸 510

に沿ったビーム 5 1 1 a と、光軸 5 1 0 に対して傾きを持ったビーム 5 1 1 b とでは、開口絞り 5 0 3 を通過する際のけられ方が異なる。その様子を示したものが図 4 7 である。図 4 7 (a) はビーム 5 1 1 a を、図 4 7 (b) はビーム 5 1 1 b を各々示しており、それぞれビームの断面強度分布が開口絞りによりけられる部分を斜線部で示してある。開口絞り 5 0 3 通過後のパワーはビームごとに差があり、ビーム 5 1 1 b に比べてビーム 5 1 1 a のパワーの方が大きい。その差がある程度以上大きくなると、印字したときに濃度むらとなって現れてしまう。しかしながら、開口絞り通過後のパワーにばらつきがあっても、ある程度の範囲内であれば、実質的に良好な印字品質を得ることができる。従って、その許容範囲に対応した、開口絞りを配置しうる許容範囲も存在する。

式 (1 8) に示す条件を満足させると、開口絞り 5 0 3 通過後のビームのパワーのばらつきは 2 0 % 以下に抑えられる。ただし式 (1 8) の条件は近似式であり、式 (1 9) の条件の範囲内で成立する。また、式 (2 0) の条件を満足させると、開口絞り 5 0 3 通過後のビームのパワーのばらつきは 5 % 以下に抑えられる。ただし式 (2 0) の条件は近似式であり、式 (2 1) の範囲内で成立する。

本発明人が行った実験によれば、画像形成装置で文字

- 100 -

や線のための印字を行う場合には、結像スポットのパワーのばらつきが約20%以下であると良好な印字が得られ、それよりばらつきが大きいと印字品質が悪化する。また、グラフィック出力などで中間調のパターンを印字したり、細かい網点などを印字する場合には、結像スポットのパワーのばらつきが濃度むらとなって現れやすく、良好な印字品質を得るためには、そのばらつきを約5%以下にする必要がある。従って、式(18)の条件および式(19)の条件は文字や線のための印字を用途とする画像形成装置に適した条件であり、式(20)の条件および式(21)の条件は文字の印字に加え、中間調や網点などの印字をも用途とする画像形成装置に適した条件である。

上記の各条件によると、半導体レーザーアレイ511と偏向装置504の間の光路上の、広い範囲の任意の位置に開口絞り503を設けることができ、設計上の自由度が大きくなる。あるいは、コリメータレンズ502の保持枠を開口絞りとして用いることも可能となり、そうすれば別個に開口絞りを設ける必要がなく、走査光学系の構成要素を削減することができる。

次に一例として図49に示すような系で、前記の各条件を満足する開口絞り503の位置について具体的に計算する。半導体レーザーアレイ501として、面発光半導体レーザーアレイを用いた場合を考える。面発光半導

- 101 -

体レーザーとは、射出するビームの中心軸が、素子基板面に対して概ね垂直となる半導体レーザーである。面発光半導体レーザーアレイ501は、その特性上、拡がり角を10度以下に、発光部の間隔を0.05mm以下にすることが可能である。そこで、2個の発光部からなる半導体レーザーアレイ501を考え、発光部512a、発光部512bの間隔 t を0.05mmとし、発光部512aをコリメータレンズ502の光軸510上に置く。なお、これら発光部512a, 512bの点灯および光量は、制御装置560により制御される(図42)。各々の発光部から射出されたビームを、それぞれビーム511a、ビーム511bとする。各々の射出ビームの拡がり角 θ を共に10度とし、コリメータレンズ502の焦点距離 f を10mm、コリメータレンズ502から回転多面鏡の偏向面505までの距離 h を50mmとする。この場合、ビームの直径 d は3.0mmとなる。開口絞り503の中心は光軸510上にあり、その直径 D はビーム直径 d と等しいものとする。

$D/d = 1$ であるため、式(19)の条件および式(21)の条件は共に満足される。式(18)の条件によると $s \leq 58\text{mm}$ となり、開口絞り503はコリメータレンズ502と回転多面鏡の偏向面505との間の任意の位置に置くことができる。また、式(20)の条件によると $s \leq 28\text{mm}$ となり、開口絞り503はコリメ

- 102 -

ータレンズ502と、コリメータレンズ502の偏向面505側焦点から偏向面505側に28mmの位置との間の任意の位置に置くことができる。また、発光部を一行に配置し数を増加させ、 t が増加したときでも、式(18)および式(19)の条件のもとにおいては、発光部が12個以内であれば、開口絞り503を設定できる。また、式(20)および式(21)の条件のもとにおいては、発光部が6個以内であれば、コリメータレンズ502の位置に開口絞り503を設定することができる。コリメータレンズ502の位置に開口絞り503を配置することが可能ならば、コリメータレンズ502の保持枠を開口絞りとして用いることもでき、そうすれば別個に開口絞りを設ける必要がないため、走査光学系の構成要素を削減することができる。

6-3 効果

以上説明したように、本発明によれば、半導体レーザーアレイと偏向器との間の光路上に開口絞りが設けられ、式(18)の条件および式(19)の条件を満足することにより、ビーム拡がり角がばらついても、結像スポット径を均一にすることができ、安定した良好な印字品質が得られるという効果を有する。また、文字や線の印字品質を良好に保ちつつ、半導体レーザーアレイと偏向器との間の光路上の、広い範囲の任意の位置に開口絞りを設けることができ、あるいは、コリメータレンズの保持枠

を開口絞りとして用いることも可能となり、設計上の自由度も大きくなるという効果をも有する。

また、半導体レーザーアレイと偏向器との間の光路上に開口絞りが設けられ、式(20)の条件および式

(21)の各条件を満足することにより、ビーム拡がり角がばらついても、結像スポット径を均一にすることができ、安定した良好な印字品質が得られるという効果を有する。また、文字の印字に加え、中間調や網点などの印字品質をも良好に保ちつつ、半導体レーザーアレイと偏向器の間の光路上の、広い範囲の任意の位置に開口絞りを設けることができ、あるいは、コリメータレンズの保持枠を開口絞りとして用いることも可能となり、設計上の自由度も大きくなるという効果をも有する。

< 産業上の利用可能性 >

本発明による画像形成装置は、電子写真プロセスにより紙上に高速で印刷を施すことができる。このような画像形成装置は、コンピュータ、ファクシミリ、多機能複写機等の出力装置として広く用いることができる。

請 求 の 範 囲

1. 表面に静電潜像形成される像担持体(5)と、この像担持体(5)の表面を帯電させる帯電器(52)と、帯電した前記像担持体(5)の表面に対して複数のレーザービームを走査するレーザービーム走査装置(53)と、レーザービームが走査された前記像担持体(5)の表面に現像剤を付着させる現像器(55)とを備え、前記レーザービーム走査装置(53)は素子基板(22)上にレーザービームの発光部(21a)が複数形成された半導体レーザーアレイ(21)と、前記発光部(21a)からのレーザービームを前記像担持体(5)の表面へ偏向させる偏向装置(3)とを有し、前記発光部(21a)は前記半導体レーザーアレイ(21)表面に2次元状に配置されるとともに、各発光部(21a)は個別にその点灯および光量が制御可能であることを特徴とする画像形成装置。

2. 半導体レーザーアレイ(21)の発光部(21a)は、素子基板(22)面に対し略垂直な光軸を有することを特徴とする請求項1記載の画像形成装置。

3. 半導体レーザーアレイの発光部(21a)は、素子基板(22)面上に配置された反射率の異なる一対の反射鏡(23, 28)と、これら一対の反射鏡(23, 28)の間に配置されるとともに柱状のクラッド層(26)

を含む多層の半導体層とを有する光共振器と、前記柱状のクラッド層（２６）の周囲に埋め込まれたⅡ－Ⅵ族化合物半導体エピタキシャル層（３２）とを備えたことを特徴とする請求項２記載の画像形成装置。

４．Ⅱ－Ⅵ族化合物半導体エピタキシャル層（３２）は、Ⅱ族元素であるＺｎ、Ｃｄ、Ｈｇと、Ⅵ族元素であるＯ、Ｓ、Ｓｅ、Ｔｅとを２元素、３元素または４元素組み合わせた半導体エピタキシャル層であることを特徴とする請求項３記載の画像形成装置。

５．Ⅱ－Ⅵ族化合物半導体エピタキシャル層（３２）の格子定数が、半導体層（２４，２５，２６）の格子定数と一致していることを特徴とする請求項３記載の画像形成装置。

６．柱状に形成されたクラッド層（２６）は半導体層に設けられた分離溝により形成され、Ⅱ－Ⅵ族化合物半導体エピタキシャル層（３２）は前記分離溝内に埋め込み形成されるとともに、多層の半導体層は前記分離溝下方に配置された活性層（２５）を有し、これにより各光共振器での光の位相が同期していることを特徴とする請求項３記載の画像形成装置。

７．半導体レーザーアレイ（２１）の発光部（２１ａ）より射出されるレーザービームは直線偏光であり、前記レーザービームの光軸に直交する断面が楕円状をなし、前記レーザービームの偏光面の方向が前記楕円の長

軸および短軸のいずれの方向とも異なることを特徴とする請求項6記載の画像形成装置。

8. 半導体レーザーアレイ(21)の発光部(21a)は、偏光面が互いに異なる複数の光共振器からなることを特徴とする請求項6記載の画像形成装置。

9. 半導体レーザーアレイ(21)の発光部(21a)からのレーザービームの拡がり角が半値全角で20度以内であることを特徴とする請求項1記載の画像形成装置。

10. 半導体レーザーアレイ(21)の発光部(21a)から射出されるレーザービームが、平行化されることなく偏向装置に入射することを特徴とする請求項1記載の画像形成装置。

11. 素子基板上にレーザービームの発光部(21a)が複数形成された半導体レーザーアレイ(21)と、前記発光部(21a)からのレーザービームを偏向させる偏向装置(3)とを有し、前記発光部(21a)は前記半導体アレイ(21)表面に2次元状に配置されるとともに、各発光部(21a)は個別にその点灯および光量が制御可能となっていることを特徴とするレーザービーム走査装置。

12. 表面に静電潜像が形成される像担持体(105)と、この像担持体(105)の表面を帯電させる帯電器(152)と、帯電した前記像担持体

- 107 -

(105)の表面に対してレーザービームを走査するレーザービーム走査装置(153)と、レーザービームが走査された前記像担持体(105)の表面に現像剤を付着させる現像器(155)とを備え、前記レーザービーム走査装置(153)は素子基板(122)上にレーザービームの発光部(121a)が形成された半導体レーザー(121)と、前記発光部(121a)からのレーザービームを前記像担持体の表面へ偏向させる偏向装置(103)とを有し、前記発光部(121a)は前記素子基板(122)面に対し略垂直な光軸を有することを特徴とする画像形成装置。

13. 半導体レーザーの発光部(121a)は、素子基板(122)面上に配置された反射率の異なる一对の反射鏡(123, 128)と、これら一对の反射鏡の間に配置されるととも柱状のクラッド層(126)を含む多層の半導体層とを有する光共振器と、前記柱状のクラッド層(126)の周囲に埋め込まれたII-VI族化合物半導体エピタキシャル層(132)とを備えたことを特徴とする請求項12記載の画像形成装置。

14. II-VI族化合物半導体エピタキシャル層(132)は、II族元素であるZn、Cd、Hgと、VI族元素であるO、S、Se、Teとを2元素、3元素または4元素組み合わせた半導体エピタキシャル層であることを特徴とする請求項13記載の画像形成装置。

15. II-VI族化合物半導体エピタキシャル層 (132) の格子定数が、半導体層 (124, 125, 126) の格子定数と一致していることを特徴とする請求項13記載の画像形成装置。

16. 柱状に形成されたクラッド層 (126) は半導体層に設けられた分離溝により形成され、II-VI族化合物半導体エピタキシャル層 (132) は前記分離溝内に埋め込み形成されるとともに、多層の半導体層は前記分離溝下方に配置された活性層 (125) を有し、これにより各光共振器での光の位相が同期していることを特徴とする請求項13記載の画像形成装置。

17. 半導体レーザー (121) の発光部 (121a) より射出されるレーザービームは直線偏光であり、前記レーザービームの光軸に直交する断面が楕円状をなし、前記レーザービームの偏光面の方向が前記楕円の長軸および短軸のいずれの方向とも異なることを特徴とする請求項16記載の画像形成装置。

18. 半導体レーザー (121) の発光部 (121a) は、偏光面が互いに異なる複数の光共振器からなることを特徴とする請求項16記載の画像形成装置。

19. 半導体レーザー (121) の発光部 (121a) から射出されるレーザービームの拡がり角が半値全角で20度以内であることを特徴とする請求項12記載の画像形成装置。

20. 半導体レーザー（121）の発光部（121 a）から射出されるレーザービームが、平行化されることなく偏向装置（103）に入射することを特徴とする請求項12記載の画像形成装置。

21. 素子基板（122）上にレーザービームの発光部（121 a）が形成された半導体レーザー（121）と、前記発光部（121 a）からのレーザービームを偏向させる偏向装置（103）とを有し、前記発光部（121 a）は前記素子基板（122）面に対し略垂直な光軸を有することを特徴とするレーザービーム走査装置。

22. 表面に静電潜像が形成される像担持体（205）と、この像担持体の表面を帯電させる帯電器（252）と、帯電した像担持体の表面に対して複数のレーザービームを走査するレーザービーム走査装置（253）と、レーザービームが走査された像担持体の表面に現像剤を付着させる現像器（255）とを備え、前記レーザービーム走査装置（253）は複数のレーザービームを射出する半導体レーザーアレイ（221）と、前記複数のレーザービームの各々を平行化するコリメーターレンズ（202）と、前記コリメーターレンズ（202）で平行化された複数のレーザービームの方向を周期的に偏向する偏向装置（218）と、前記偏向装置（218）によって偏向されたレーザービームを前記

像担持体（２０５）上に結像させる走査レンズ（２０４）とを有し、前記偏向装置（２１８）は１つの反射面を有する回転鏡であることを特徴とする画像形成装置。

２３． 半導体レーザーアレイ（２２１）は、素子基板上に２次元状に配置された複数の発光部（２２１ａ）を有し、各発光部は、素子基板面に対し略垂直な光軸を有するようなレーザービームを射出するとともに、前記各発光部（２２１ａ）は別個にその点灯及び光量を制御可能であることを特徴とする請求項２２記載の画像形成装置。

２４． 走査レンズ（２０４）及びコリメータレンズ（２０２）は、その光軸を含む全ての面内において等方的な光学的特性を有することを特徴とする請求項２２記載の画像形成装置。

２５． 回転鏡（２１８）の反射面は、回転鏡（２１８）の回転軸を幾何学的に含む形で置かれ、前記複数のレーザービームの内の少なくとも１つ、もしくは複数のビームの中心軸が、前記反射面上の前記回転軸位置近傍で前記反射面に反射され偏向されることを特徴とする請求項２２記載の画像形成装置。

２６． 像担持体（２０５）上に走査レンズ（２０４）によって結像される結像スポット（２０６）が、おおむね走査方向に短軸を有する楕円または長円であり、かつ前記半導体レーザーアレイから射出されるレーザービー

- 111 -

ムの拡がり角の走査方向とその直交方向の比が、前記結像スポット（２０６）の長径と短径の比の逆数であることを特徴とする請求項２２記載の画像形成装置。

２７． 複数のレーザービームを射出する半導体レーザーアレイ（２２１）と、前記複数のレーザービームの各々を平行化するコリメータレンズ（２０２）と、前記コリメータレンズで平行化された複数のレーザービームの方向を周期的に偏向する偏向装置（２１８）と、前記偏向装置（２１８）によって偏向されたレーザービームを像担持体（２０５）上に結像させる走査レンズ（２０４）とを有し、前記偏向装置（２１８）は１つの反射面を有する回転鏡であることを特徴とするレーザービーム走査装置。

２８． 表面に静電潜像が形成される像担持体（３０５）と、この像担持体の表面を帯電させる帯電器（３５２）と、帯電した像担持体の表面に対して複数のレーザービームを走査するレーザービーム走査装置（３５３）と、レーザービームが走査された像担持体（３０５）の表面に現像剤を付着させる現像器（３５５）とを備え、前記レーザービーム走査装置（３５３）はレーザービームを射出する発光部（３４１ａ）を複数有する半導体レーザーアレイ（３４１）と、前記複数のレーザービームの各々を平行化するコリメータレンズ（３０２）と、前記コリメータレンズ（３０２）でコ

- 112 -

リメートされた複数のレーザービームの方向を周期的に偏向する偏向装置（３０３）と、前記偏向装置（３０３）によって偏向されたレーザービームを前記像担持体（３０５）上に結像させる走査レンズ（３０４）とを有し、前記コリメータレンズ（３０２）の焦点距離を f_c 、前記半導体レーザーアレイ（３４１）上の複数の発光部（３４１ａ）うち、相互の距離の最も遠い２つの発光部の間隔を δ_{max} とすると、

$$f_c / \delta_{max} > 25$$

であることを特徴とする画像形成装置。

２９． コリメータレンズ（３０２）の焦点距離を f_c 、半導体レーザーアレイ（３４１）上の複数の発光部（３４１ａ）のうち、相互の距離の最も遠い２つの発光部の間隔を δ_{max} とすると、

$$f_c / \delta_{max} > 50$$

であることを特徴する請求項２８記載の画像形成装置。

３０． 半導体レーザーアレイ（３４１）の発光部（３４１ａ）は、素子基板（３２２）上において２次元状に配列され、各発光部（３４１ａ）は前記素子基板面に対し略垂直な光軸を有するようなレーザービームを射出するとともに、個別にその点灯及び光量が制御可能であることを特徴とする請求項２６記載の画像形成装置。

３１． 偏向装置（３０３）は、複数の鏡面が正多角柱状に配置された回転多面鏡であることを特徴する請求

- 113 -

項 28 記載の画像形成装置。

32. 回転多面鏡 (303) の回転軸に対する各反射面の相互の倒れ角の差による走査線の副走査方向のずれを光学的に補正する倒れ補正光学系 (307, 307') が、半導体レーザーアレイ (341) から像担持体 (305) にいたる光路上に設けられていることを特徴とする請求項 31 記載の画像形成装置。

33. レーザービームを射出する発光部 (341a) を複数有する半導体レーザーアレイ (341) と、前記複数のレーザービームの各々を平行化するコリメータレンズ (302) と、前記コリメータレンズ (302) でコリメートされた複数のレーザービームの方向を周期的に偏向する偏向装置 (303) と、前記偏向装置 (303) によって偏向されたレーザービームを前記像担持体 (305) 上に結像させる走査レンズ (304) とを備え、前記コリメータレンズの焦点位置を f_c 、前記半導体レーザーアレイ上の複数の発光部のうち、相互の距離の最も遠い 2 つの発光部の間隔を δ_{max} とすると、

$$f_c / \delta_{max} > 2.5$$

であることを特徴とするレーザービーム走査装置。

34. 表面に静電潜像が形成される像担持体 (407) と、この像担持体 (407) の表面を帯電させる帯電器 (451) と、帯電した像担持体の表面に対

- 114 -

して複数のレーザービームを走査するレーザービーム走査装置（４５２）と、レーザービームが走査された像担持体（４０７）の表面に現像剤を付着させる現像器

（４５３）とを備え、前記レーザービーム走査装置はレーザービームを射出する複数の発光部（４０１ａ）が素子基板（４２２）上に設けられた半導体レーザーアレイ（４０１）と、前記発光部（４０１ａ）から射出されるレーザービームを偏向する偏向装置（４０４）を有し、前記半導体レーザーアレイ（４０１）から射出されるレーザービームの中心軸は、前記素子基板面（４２２）に対して略垂直であり、前記半導体レーザーアレイ

（４０１）と前記偏向装置（４０４）との間の光路上において、複数のレーザービームの断面の少なくとも一部が重なり合う位置に開口絞り（４０３）を設け、前記開口絞り（４０３）を通過した後の複数のレーザービームのうち、パワーが最大であるレーザービームについて、そのパワーを１としたときに、その他のレーザービームのパワーが各々０．９以上となることを特徴とする画像形成装置。

３５． 半導体レーザーアレイ（４０１）と偏向装置（４０４）との間に単レンズあるいは複数のレンズからなる光学系を設け、複数のレーザービームの中心軸が前記光学系の光軸と交差する位置に、前記開口絞り

（４０３）を設けたことを特徴とする、請求項３４記載

- 115 -

の画像形成装置。

36. レーザービームを射出する複数の発光部
(401a) が素子基板(422)上に設けられた半導体レーザーアレイ(401)と、前記発光部(401a)から射出されるレーザービームを偏向する偏向装置(404)とを有し、前記半導体レーザーアレイ(401)から射出されるレーザービームの中心軸は、前記素子基板(422)面に対して略垂直であり、前記半導体レーザーアレイ(401)と前記偏向装置(404)との間の光路において、複数のレーザービームの断面の少なくとも一部が重なり合う位置に開口絞りを設け、前記開口絞り(403)を通過した後の複数のレーザービームのうち、パワーが最大であるレーザービームについて、そのパワーを1としたときに、その他のレーザービームのパワーが各々0.9以上となることを特徴とするレーザービーム走査装置。

37. 表面に静電潜像が形成される像担持体(507)と、この像担持体の表面を帯電させる帯電器(551)と、帯電した像担持体の表面に対して複数のレーザービームを走査するレーザービーム走査装置(552)と、レーザービームが走査された像担持体の表面に現像剤を付着させる現像器(553)とを備え、前記レーザービーム走査装置はレーザービームを射出する複数の発光部を有する半導体レーザーアレイ

- 116 -

(501) と、前記発光部から射出されたレーザービームを平行ビーム化するためのコリメータレンズ (502) と、レーザービームを偏向する偏向装置 (504) を有し、前記半導体レーザーアレイと前記偏向装置 (504) との間の光路上に開口絞り (503) が設けられ、前記コリメータレンズ (502) の焦点距離を f 、前記コリメータレンズ (502) の前記偏向装置 (504) 側の焦点と前記開口絞り (503) との間隔を s 、前記コリメータレンズ (502) の光軸から最も離れた位置に配置された発光部と前記光軸との間隔を t 、前記開口絞り (503) の直径を D 、前記平行ビームの直径を d とするとき、

$$\frac{s \cdot t}{f} \leq 0.12 \left(\frac{D}{d} \right)^{2.3} + 0.17$$

$$\frac{D}{d} \leq 2$$

なる条件を満足することを特徴とする画像形成装置。

38. 表面に静電潜像が形成される像担持体

(507) と、この像担持体の表面を帯電させる帯電器 (551) と、帯電した像担持体の表面に対して複数のレーザービームを走査するレーザービーム走査装置 (552) と、レーザービームが走査された像担持体 (507) の表面に現像剤を付着させる現像器 (553)

- 117 -

とを備え、前記レーザービーム走査装置はレーザービームを射出する複数個の発光部を有する半導体レーザーアレイ（５０１）と、前記発光部（５０２）から射出されたレーザービームを平行ビーム化するためのコリメータレンズと、レーザービームを偏向する偏向装置（５０４）とを有し、前記半導体レーザーアレイ（５０１）と前記偏向装置（５０４）との間の光路上に開口絞り（５０３）が設けられ、前記コリメータレンズ（５０２）の焦点距離を f 、前記コリメータレンズの前記偏向装置側の焦点と前記開口絞りとの間隔を s 、前記コリメータレンズの光軸から最も離れた位置に配置された発光部と前記光軸との間隔を t 、前記開口絞り（５０３）の直径を D 、前記平行ビームの直径を d とするとき、

$$\frac{s}{f} \leq 0.06 \left(\frac{D}{d} \right)^{2.9} + 0.08$$

$$\frac{D}{d} \leq 2$$

なる条件を満足することを特徴とする画像形成装置。

３９． レーザービームを射出する複数個の発光部を有する半導体レーザーアレイ（５０１）と、前記発光部から射出されたレーザービームを平行ビーム化するためのコリメータレンズ（５０２）と、レーザービームを偏向する偏向装置（５０４）とを有し、前記半導体レーザ

- 118 -

ーアレイ（５０１）と前記偏向装置（５０４）との間の光路上に開口絞り（５０２）が設けられ、前記コリメータレンズ（５０２）の焦点距離を f 、前記コリメータレンズ（５０２）の前記偏向装置側の焦点と前記開口絞り（５０３）との間隔を s 、前記コリメータレンズ（５０２）の光軸から最も離れた位置に配置された発光部（５１２ｂ）と前記光軸（５１０）との間隔を t 、前記開口絞りの直径を D 、前記平行ビームの直径を d とするとき、

$$\frac{s}{f} \leq 0.12 \left(\frac{D}{d} \right)^{2.3} + 0.17$$

$$\frac{D}{d} \leq 2$$

なる条件を満足することを特徴とするレーザービーム走査装置。

４０． レーザービームを射出する複数個の発光部を有する半導体レーザーアレイ（５０１）と、前記発光部から射出されたレーザービームを平行ビーム化するためのコリメータレンズ（５０２）と、レーザービームを偏向する偏向装置（５０４）とを有し、前記半導体レーザーアレイ（５０１）と前記偏向装置（５０４）との間の光路上に開口絞り（５０３）が設けられ、前記コリメータレンズ（５０２）の焦点距離を f 、前記コリメータレ

- 119 -

レンズ（５０２）の前記偏向装置（５０４）側の焦点と前記開口絞り（５０３）との間隔を s 、前記コリメータレンズ（５０２）の光軸から最も離れた位置に配置された発光部（５１２ｂ）と前記光軸との間隔を t 、前記開口絞り（５０３）の直径を D 、前記平行ビームの直径を d とするとき、

$$\frac{s}{f} \leq 0.06 \left(\frac{D}{d} \right)^{2.9} + 0.08$$

$$\frac{D}{d} \leq 2$$

なる条件を満足することを特徴とするレーザービーム走査装置。

1 / 30

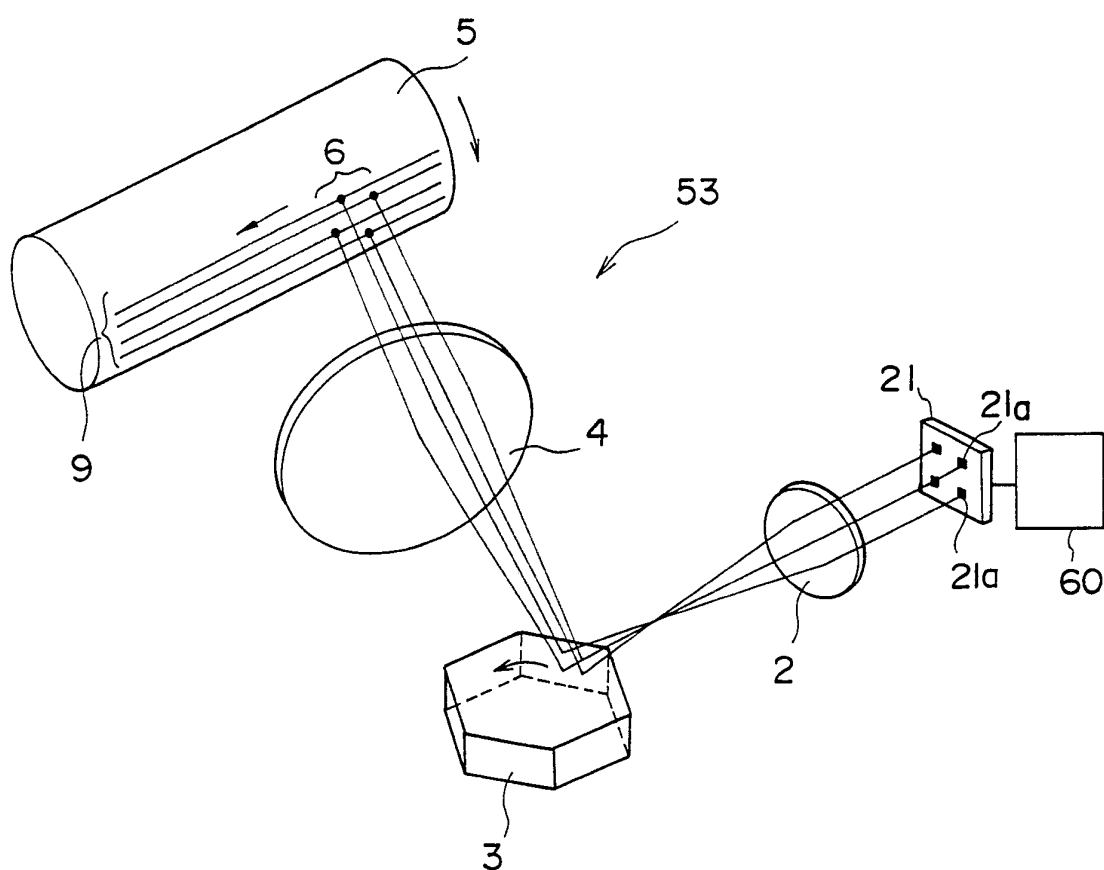


FIG. 1

2/30

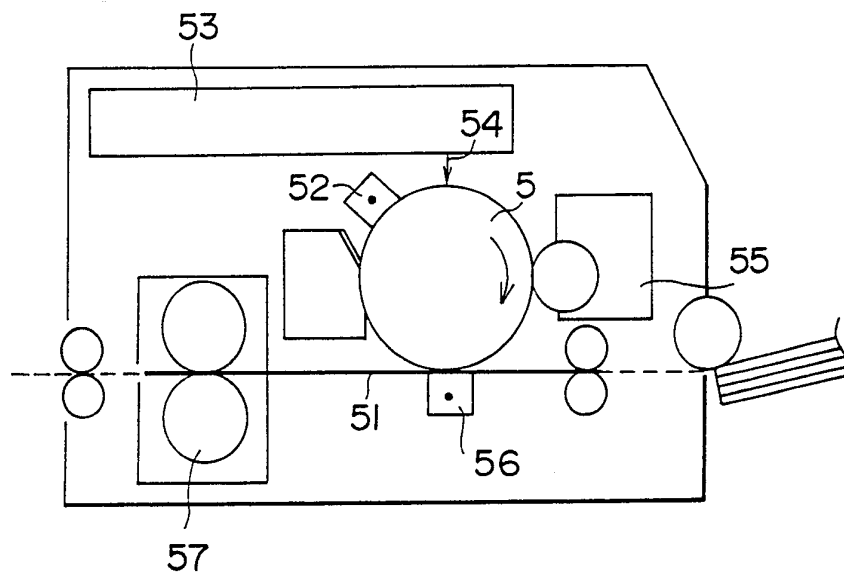


FIG. 2

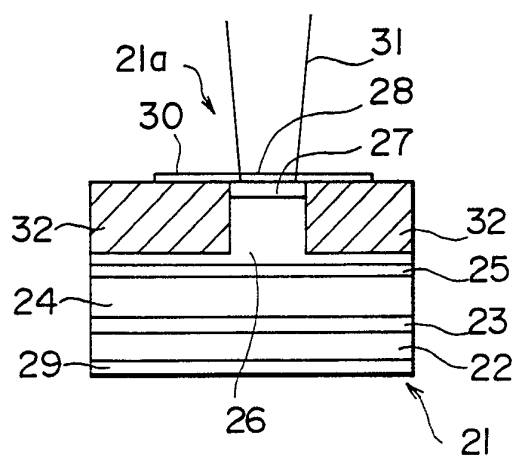


FIG. 3

3/30

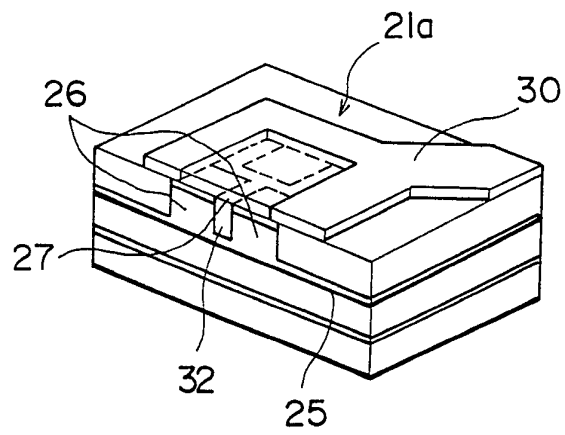


FIG. 4

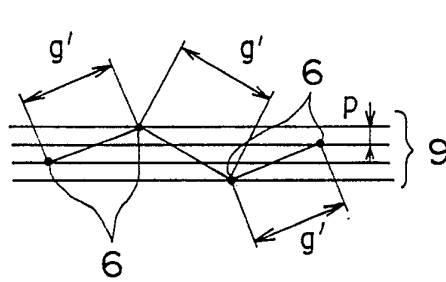


FIG. 5(a)

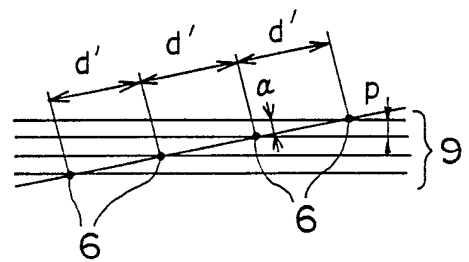


FIG. 5(b)

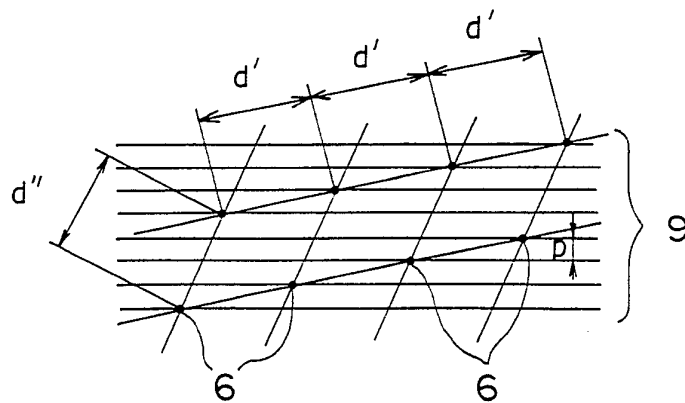


FIG. 5(c)

4 / 30

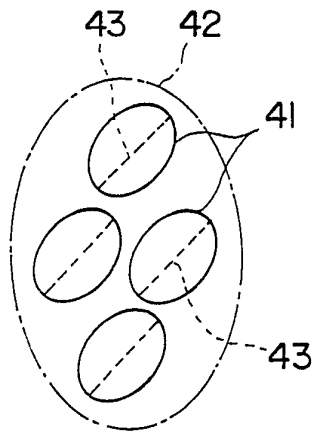


FIG. 6(a)

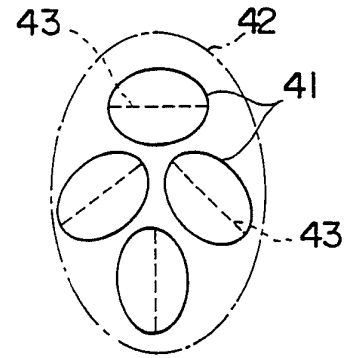


FIG. 6(b)

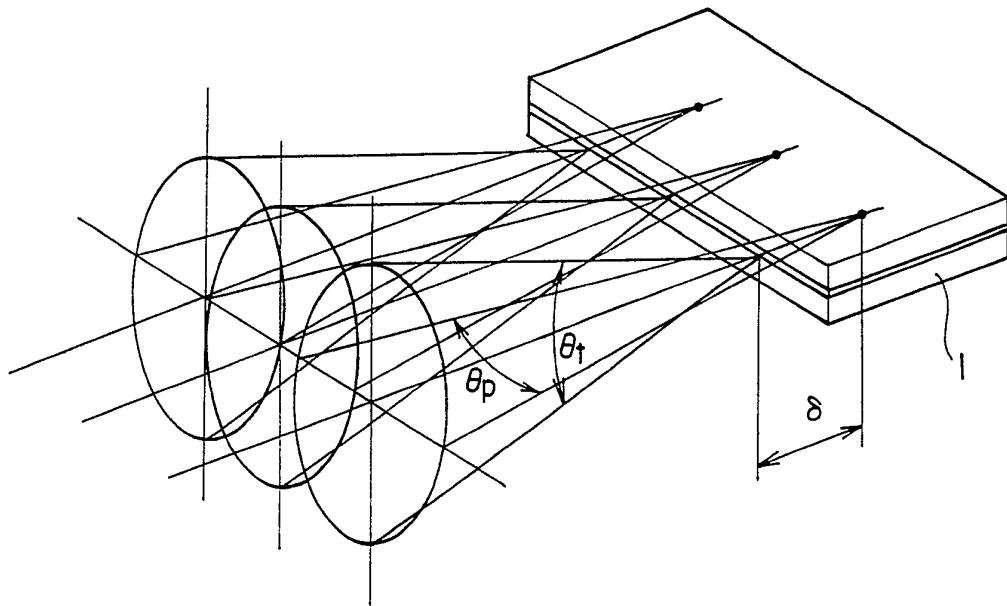


FIG. 7

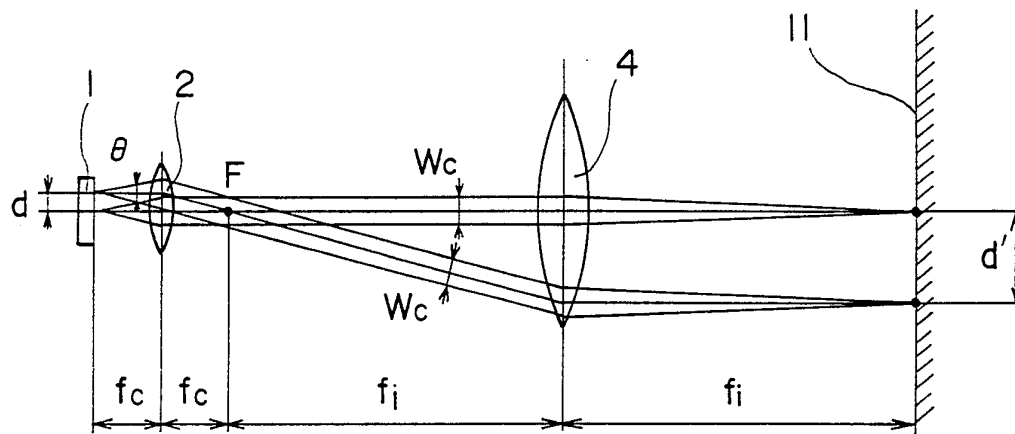


FIG. 8

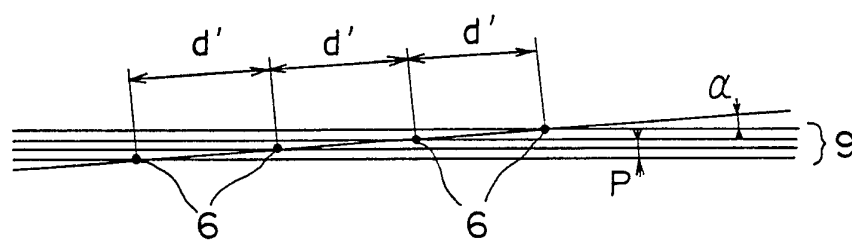


FIG. 9

6/30

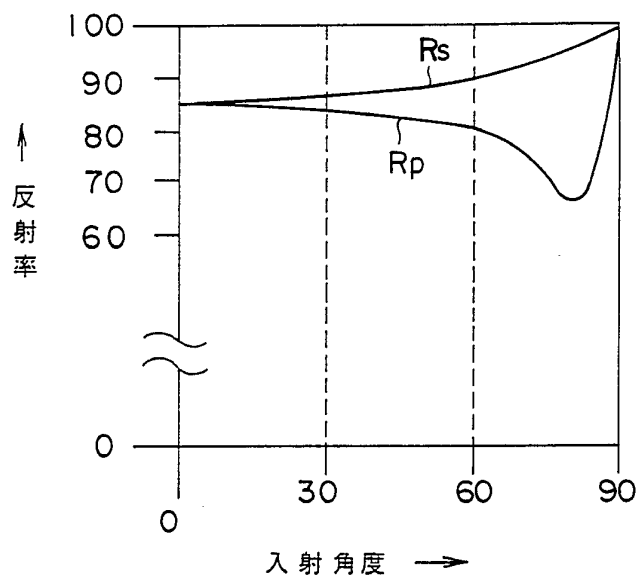


FIG. 10

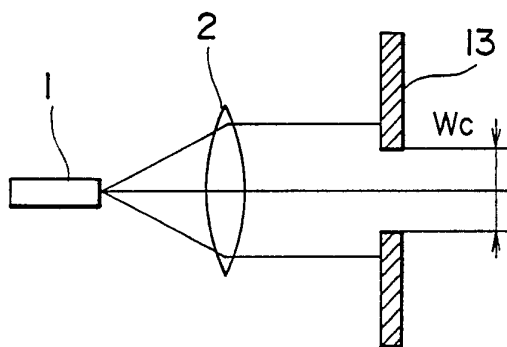


FIG. 11

7 / 30

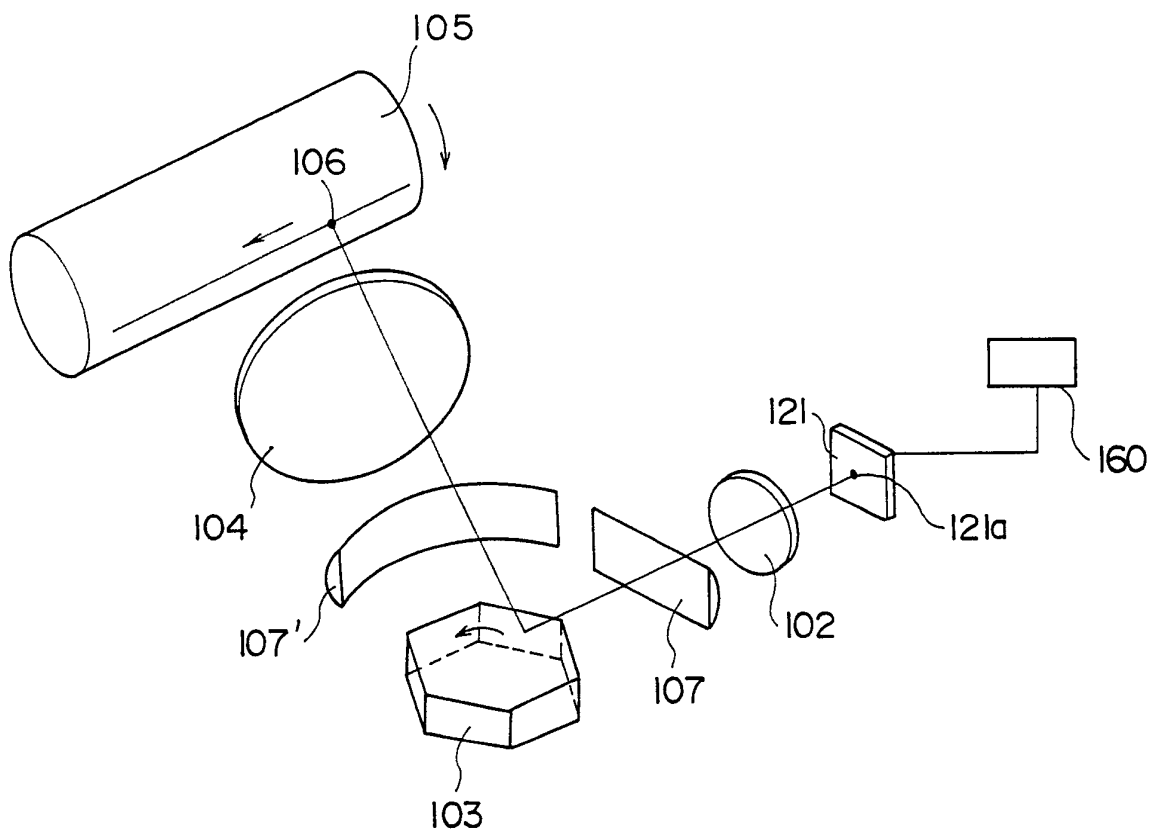


FIG. 12

8 / 30

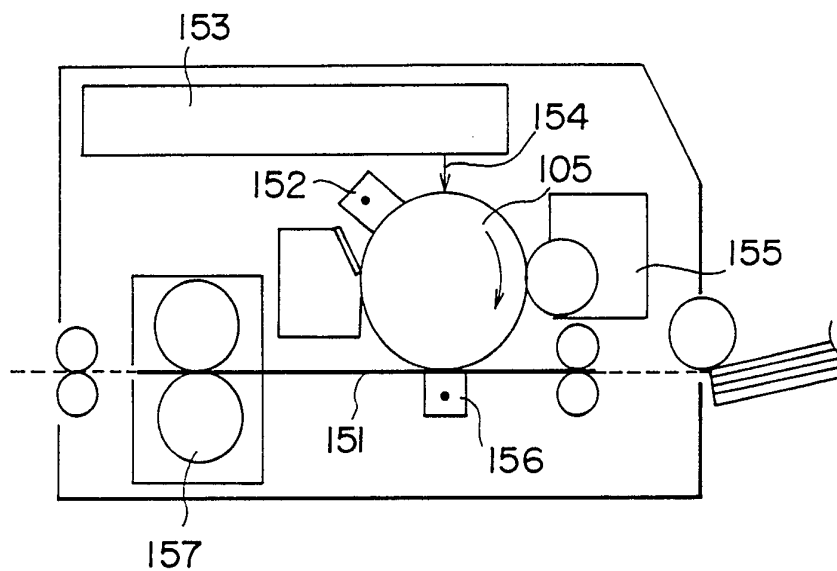


FIG. 13

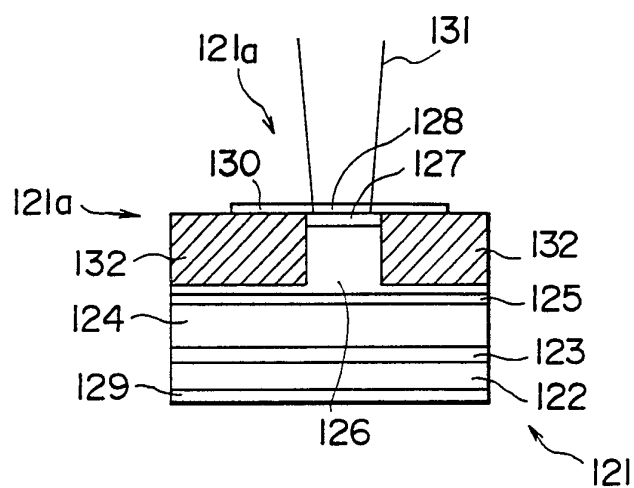


FIG. 14

9/30

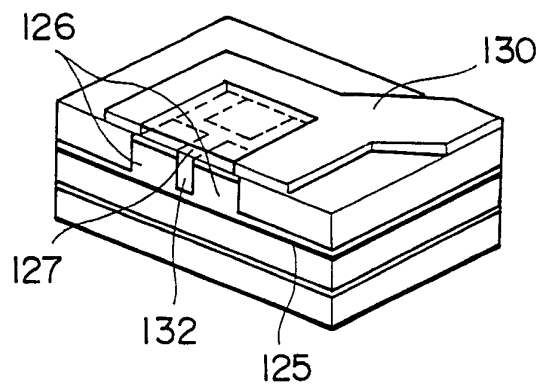


FIG. 15

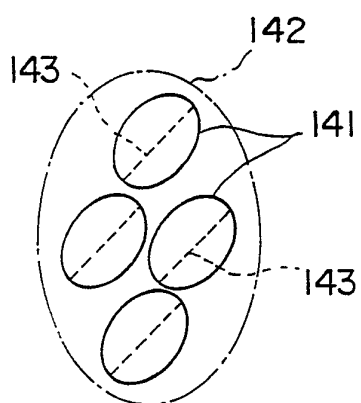


FIG. 16(a)

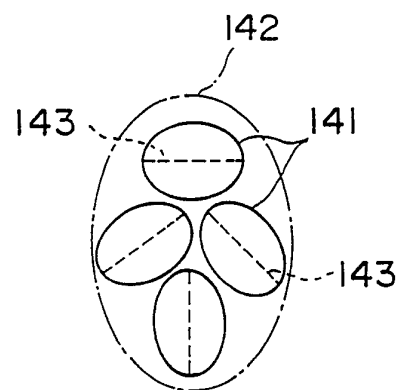


FIG. 16(b)

10/30

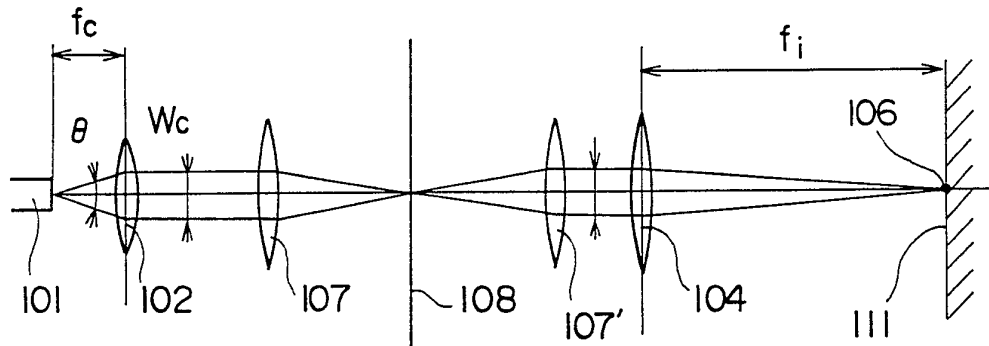


FIG. 17

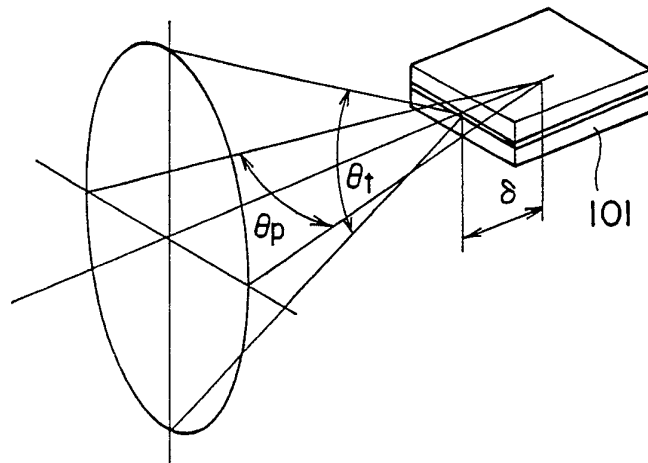


FIG. 18

11/30

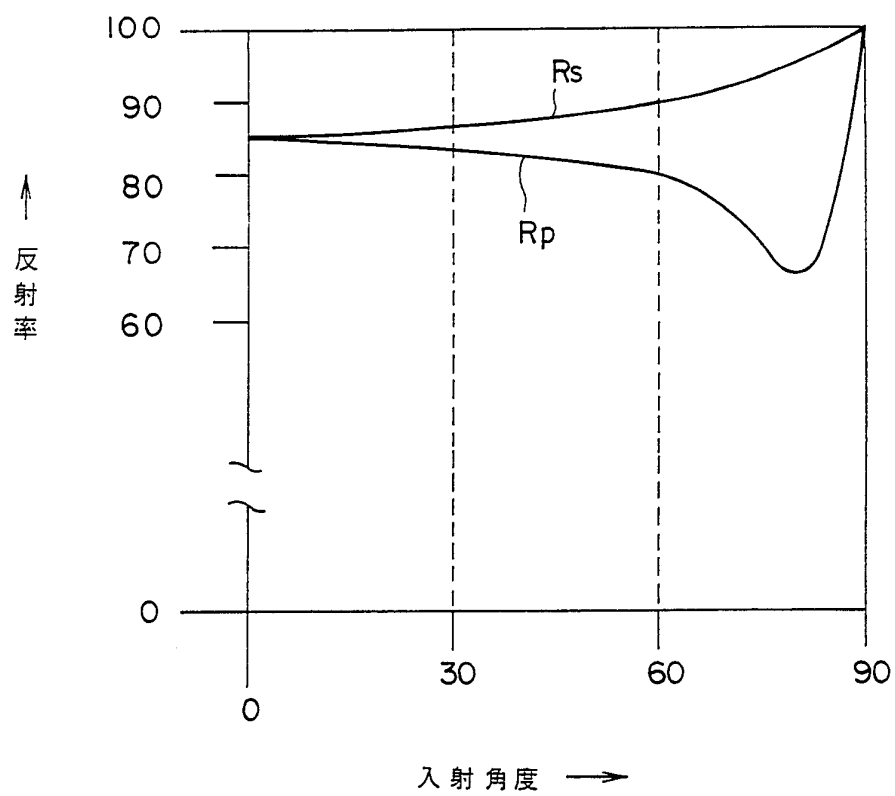


FIG. 19

12/30

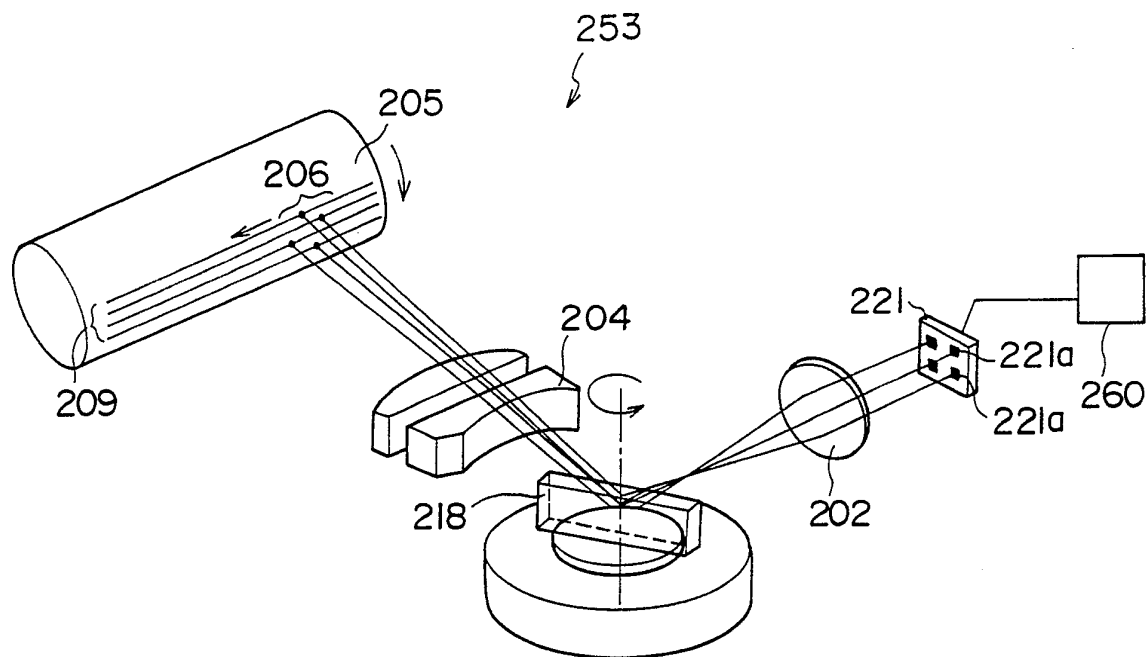


FIG. 20

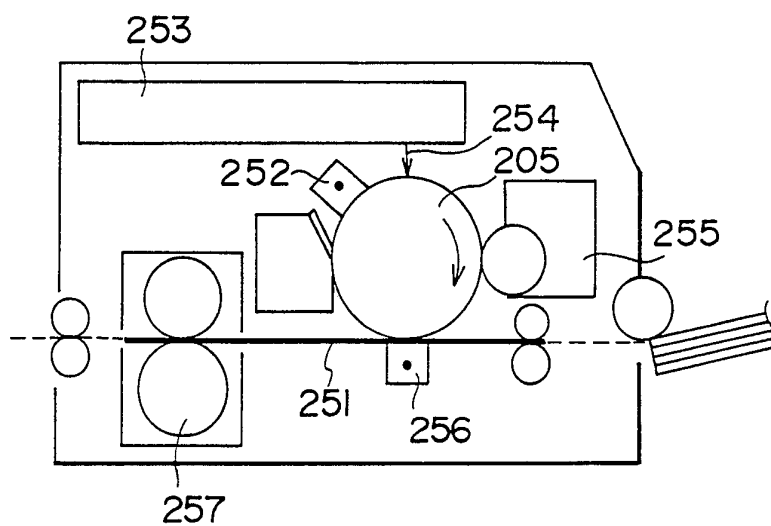


FIG. 21

13/30

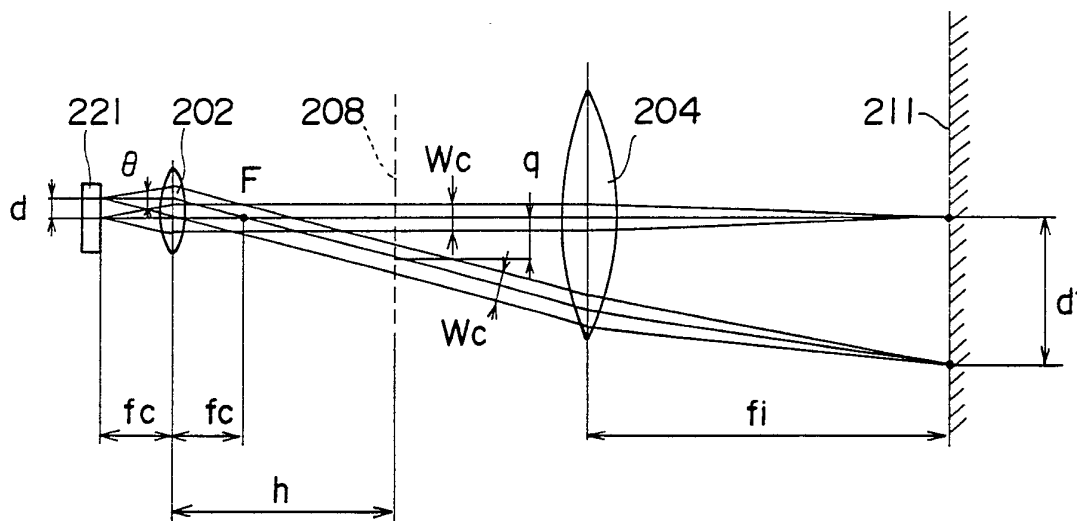


FIG. 22

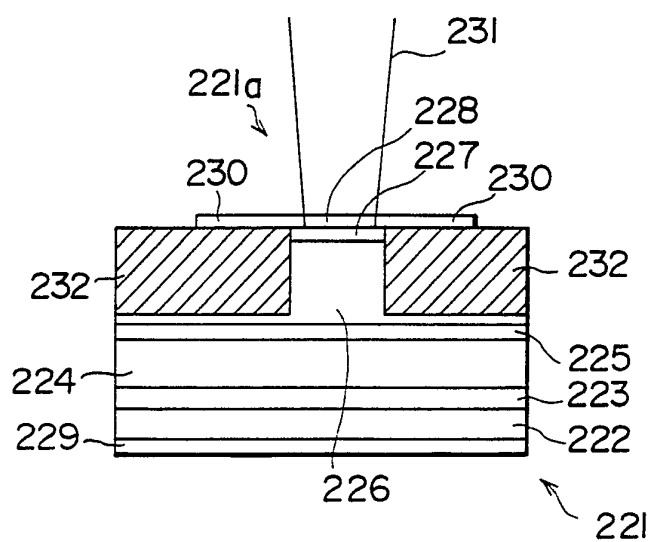


FIG. 23

14/30

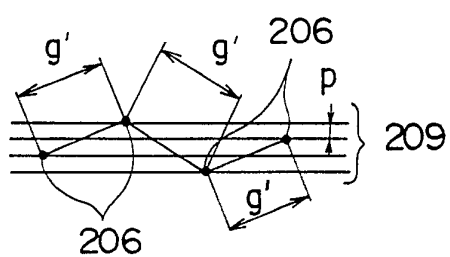


FIG. 24(a)

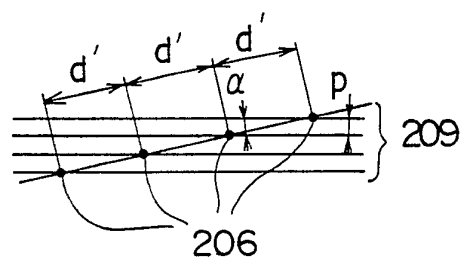


FIG. 24 (b)

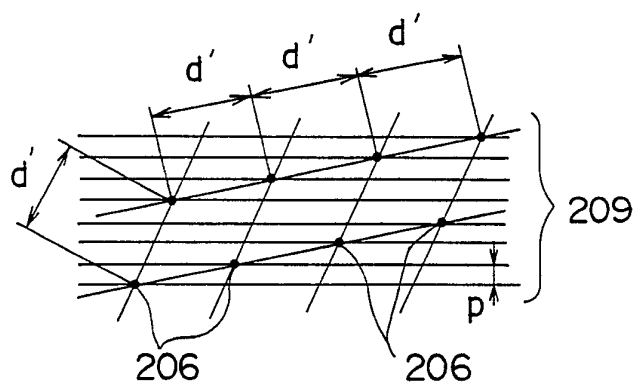


FIG. 24(c)

15 / 30

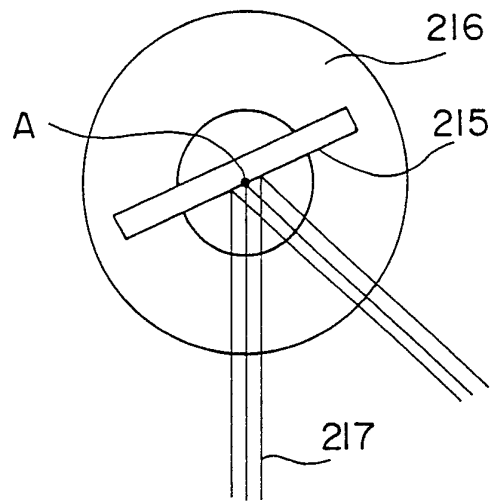


FIG. 25

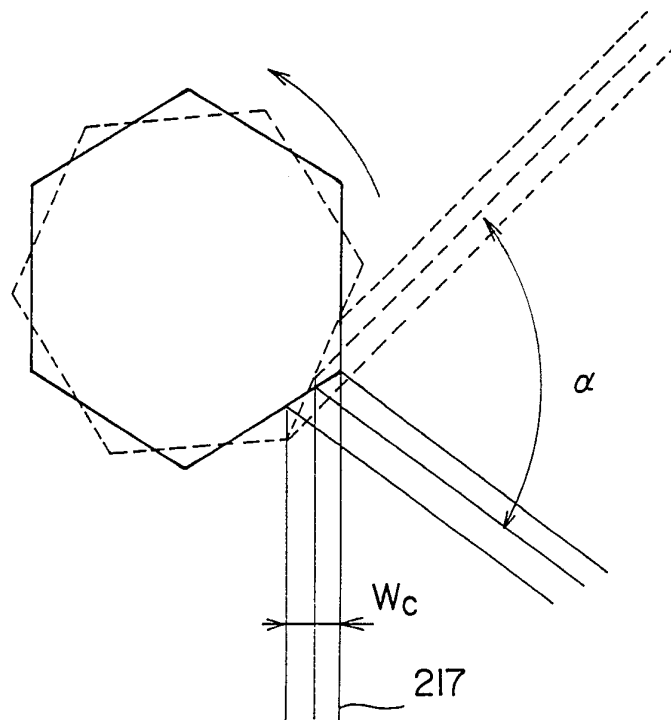


FIG. 26

16/30

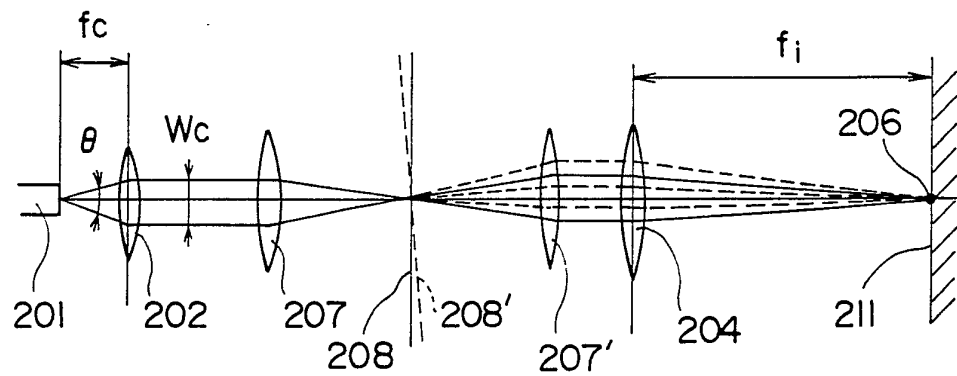


FIG. 27

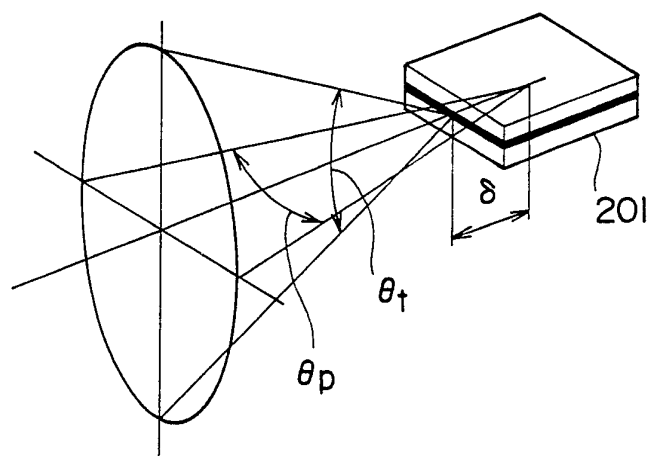


FIG. 28

17/30

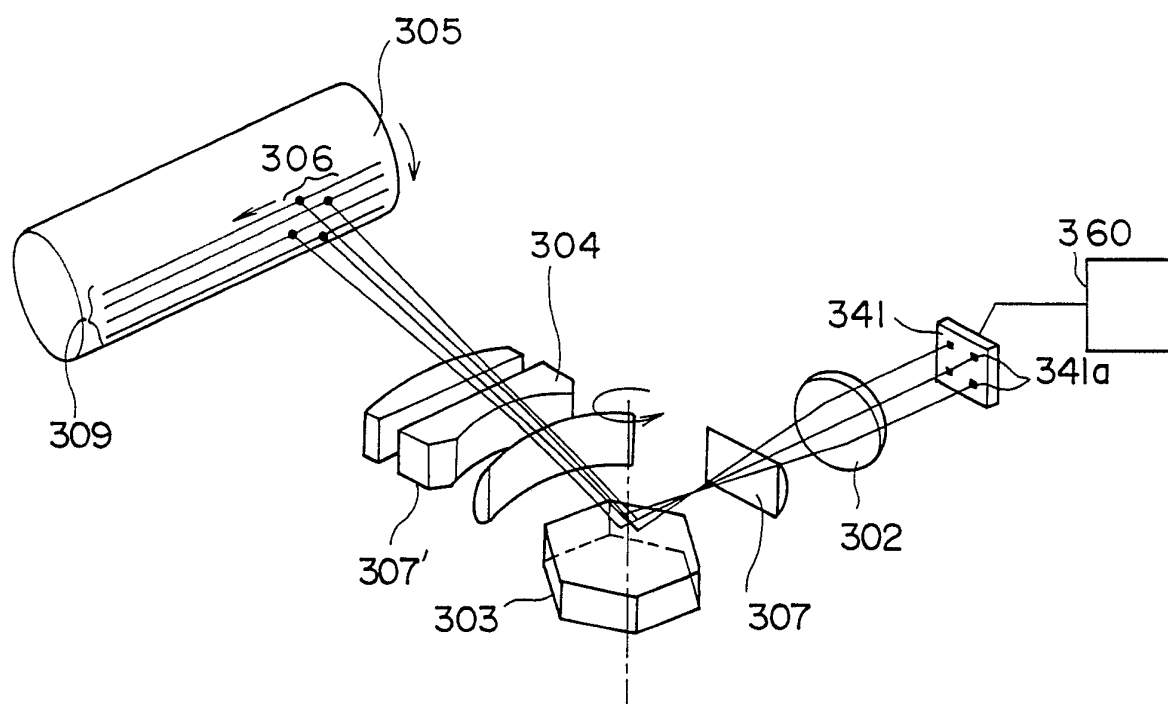


FIG. 29

18 / 30

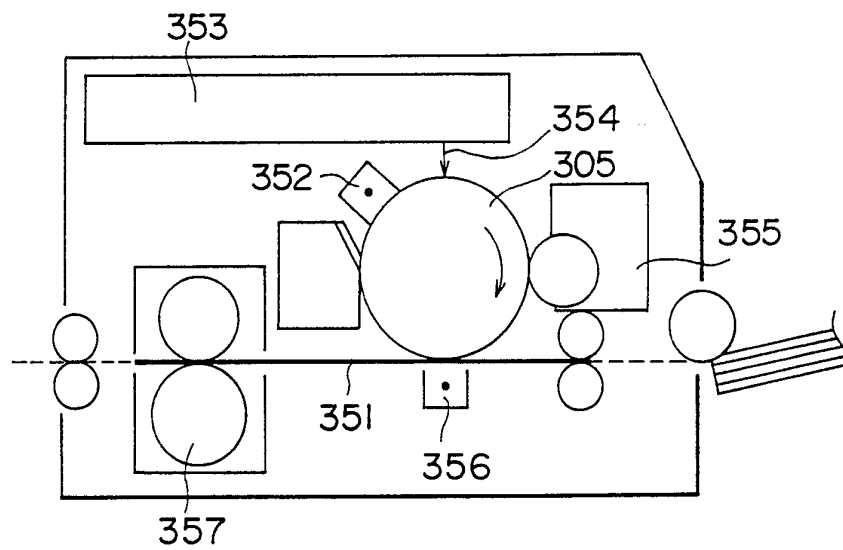


FIG. 30

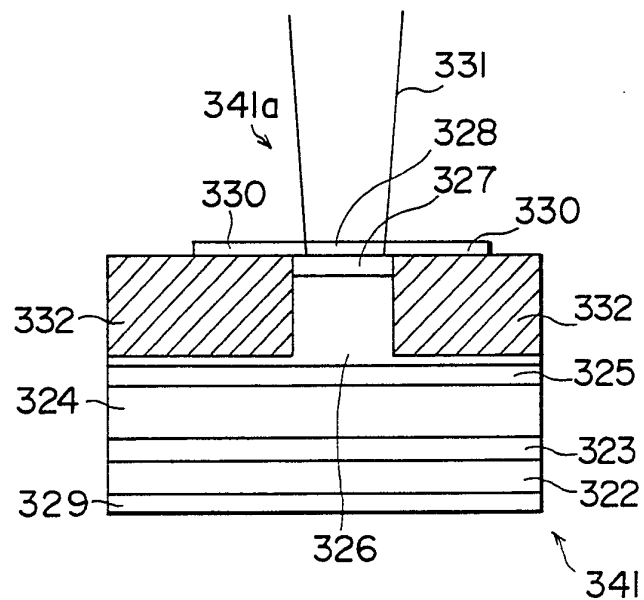


FIG. 31

19/30

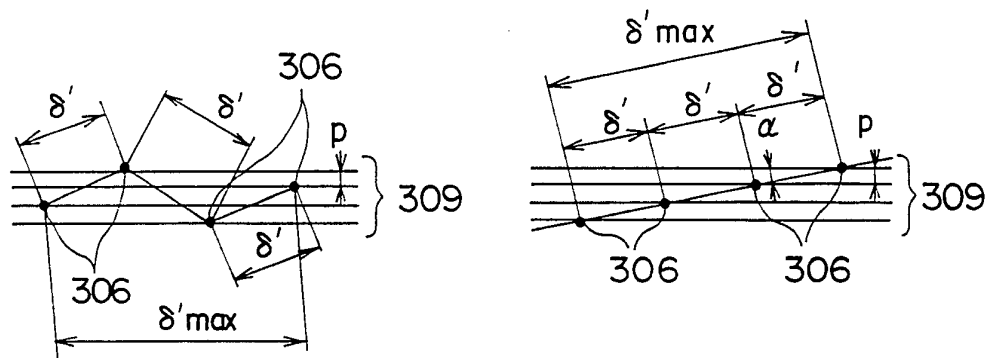


FIG. 32 (a)

FIG. 32 (b)

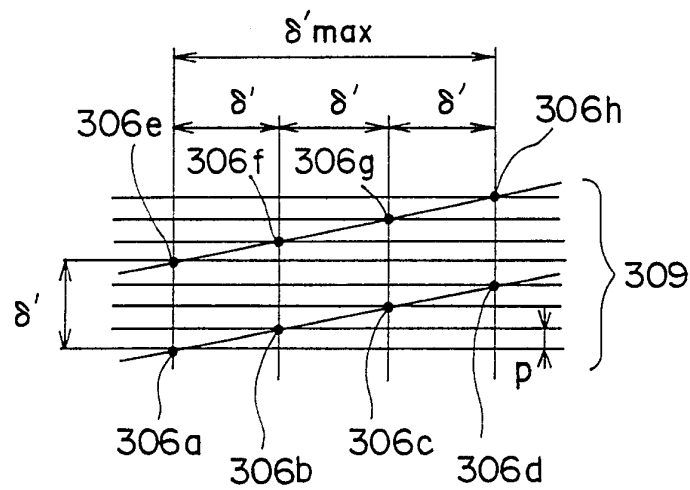


FIG. 32 (c)

20/30

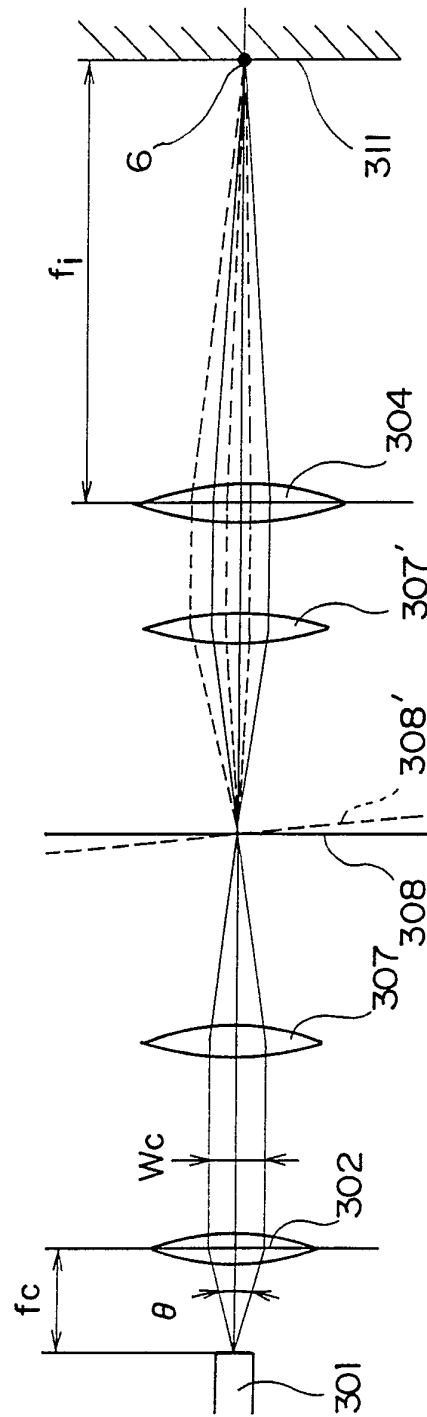


FIG. 33

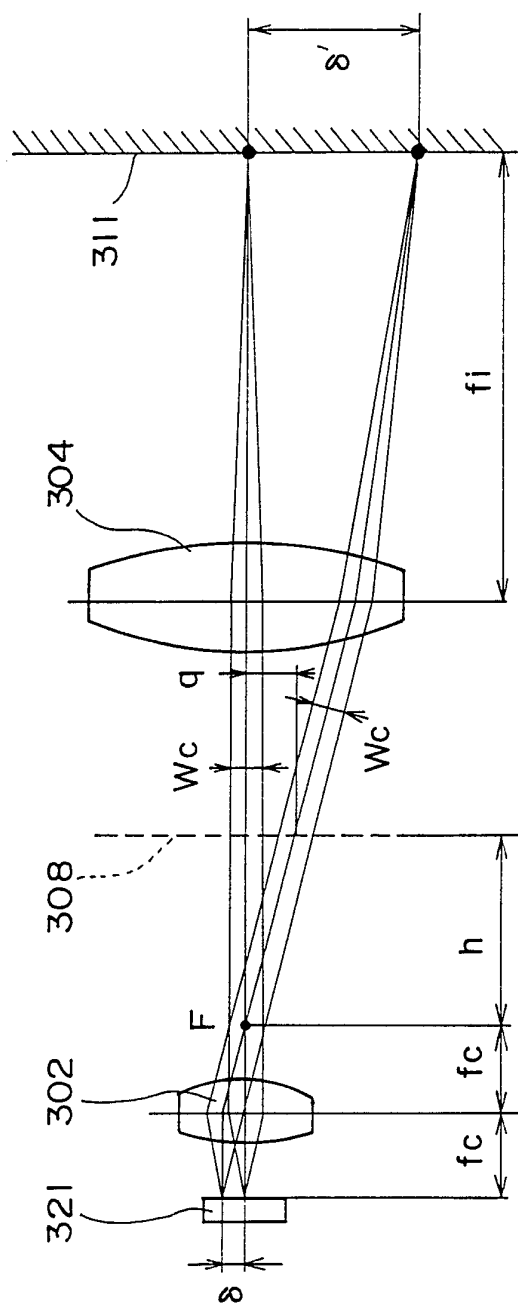


FIG. 34

22/30

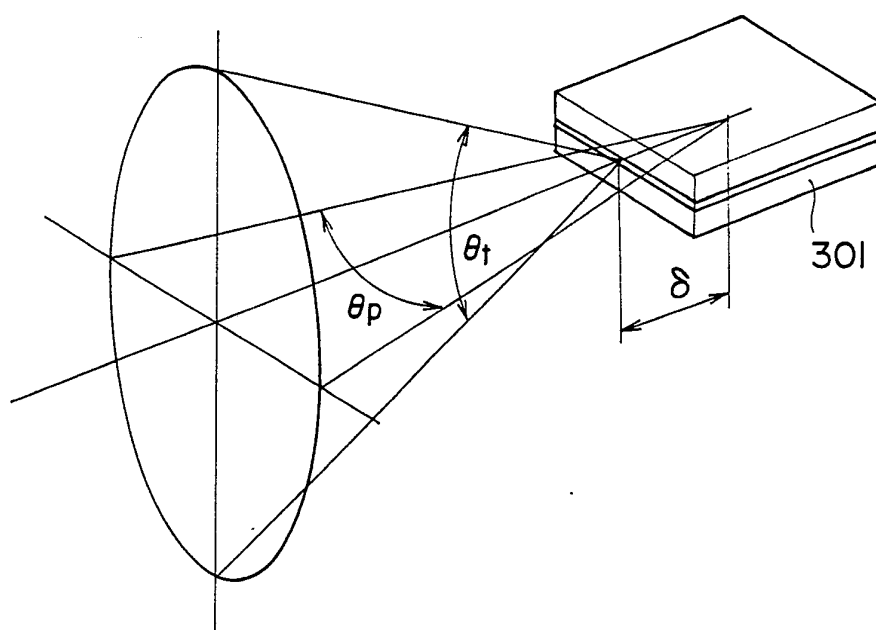


FIG. 35

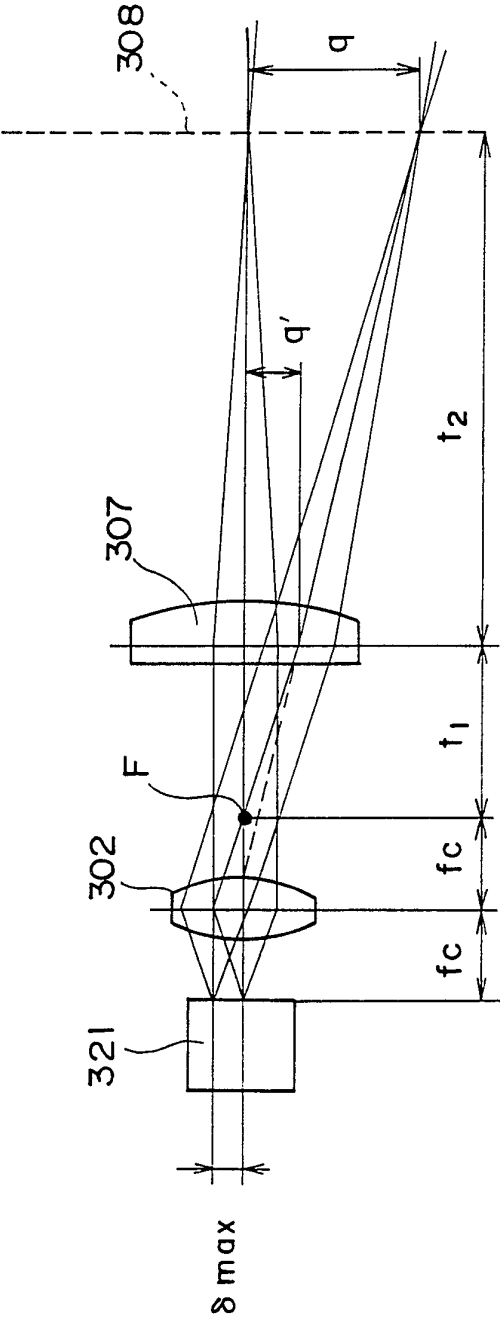


FIG. 36

24/30

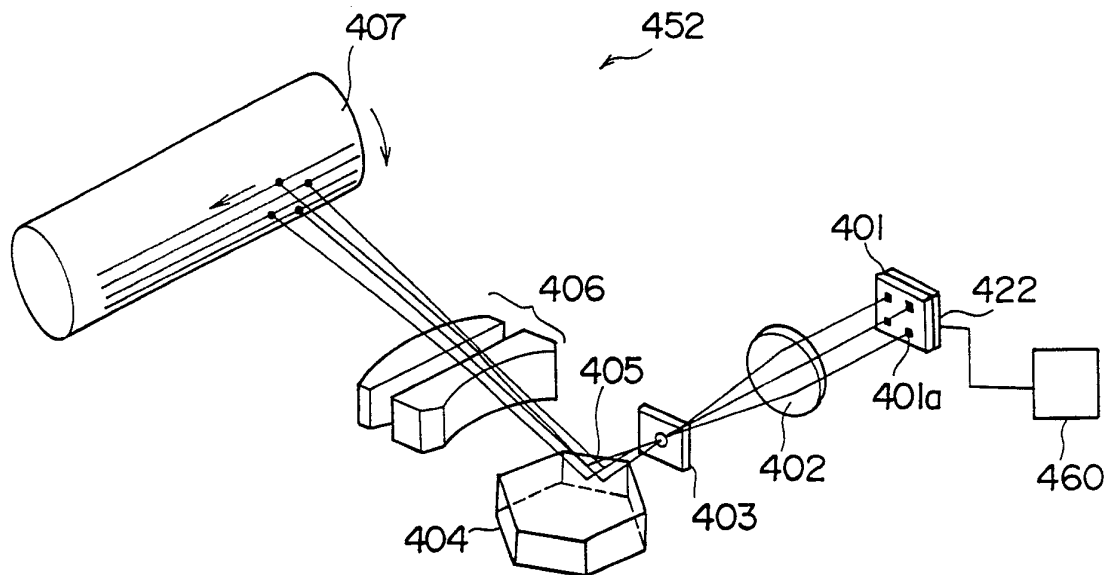


FIG. 37

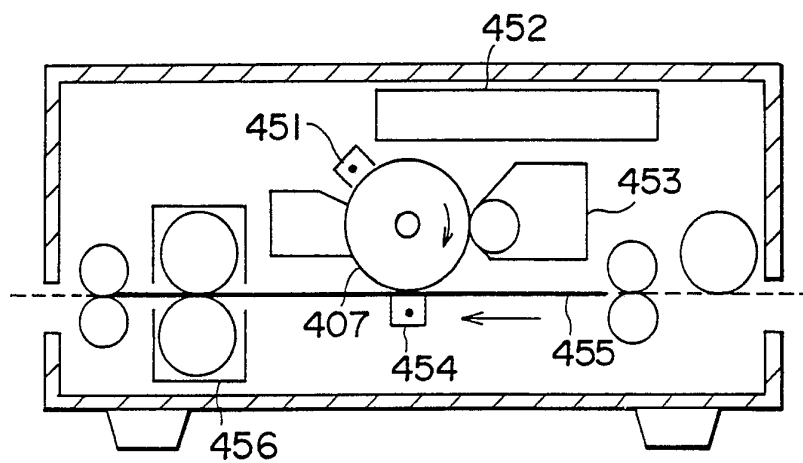


FIG. 38

25/30

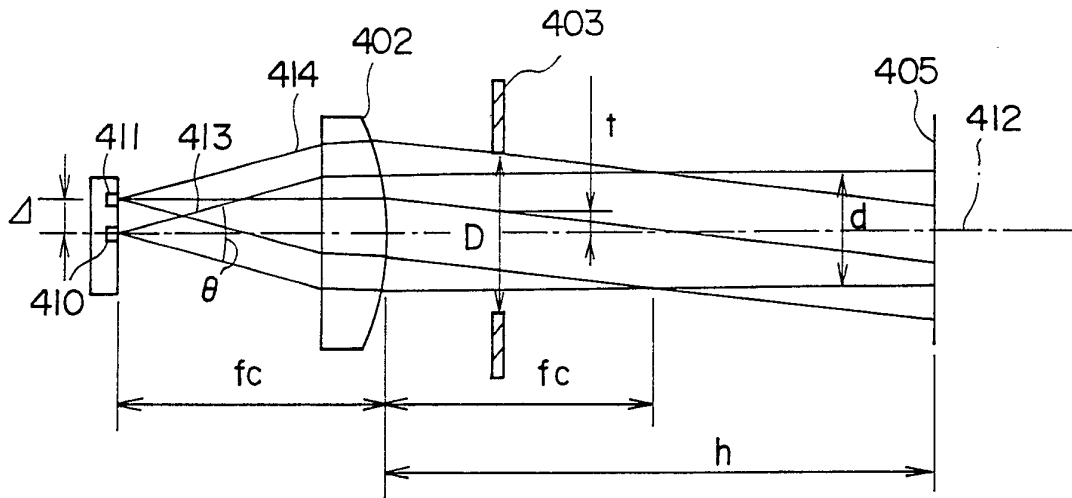


FIG. 39 (a)

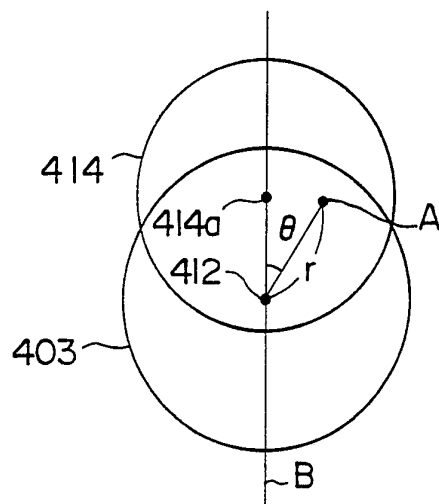


FIG. 39 (b)

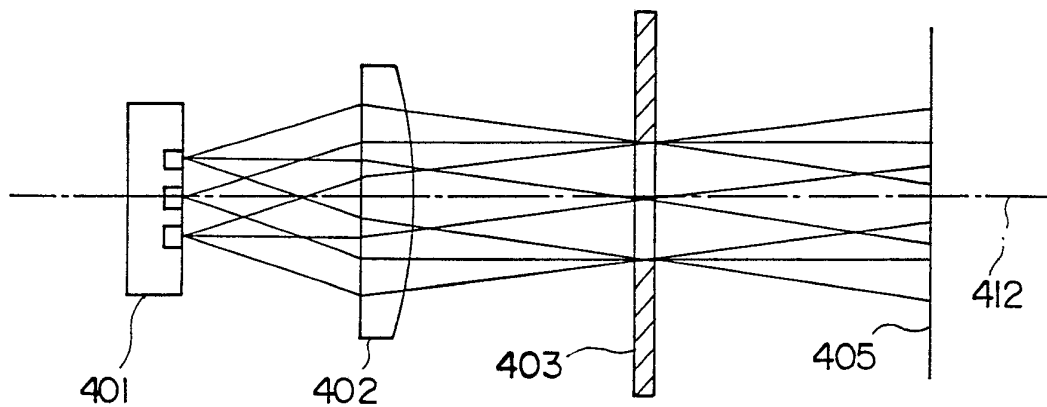


FIG. 40

26/30

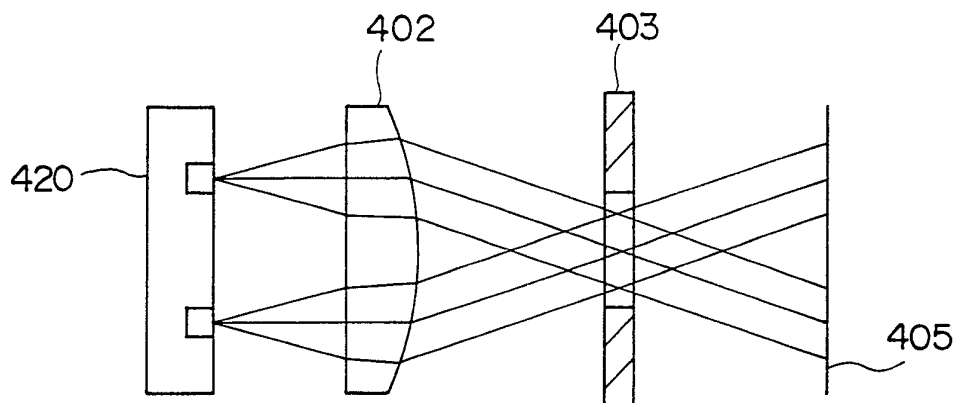


FIG. 41

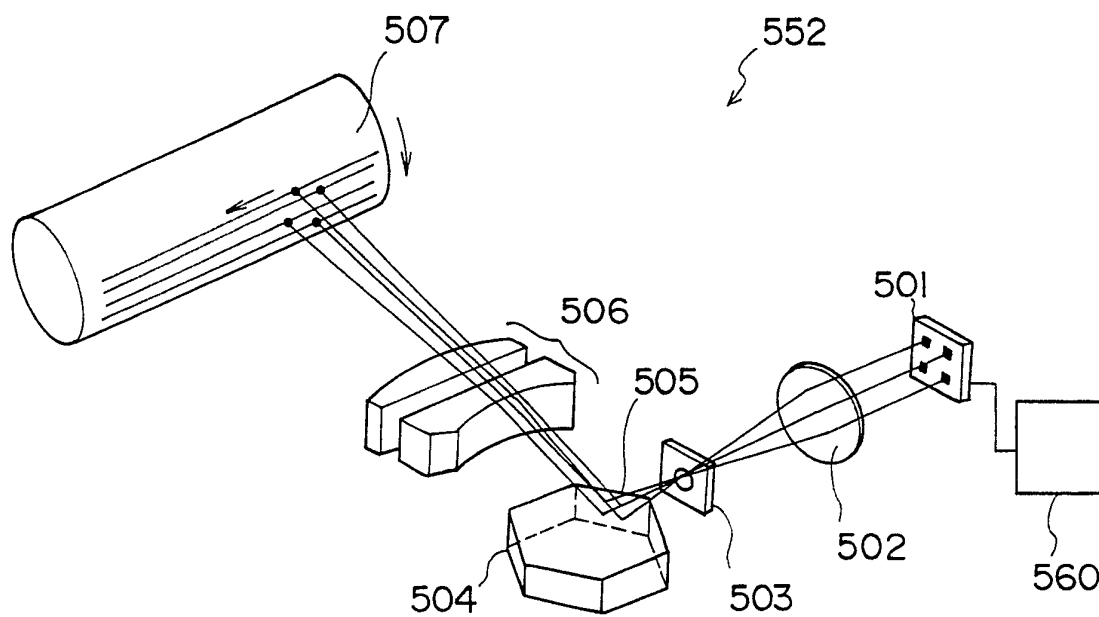


FIG. 42

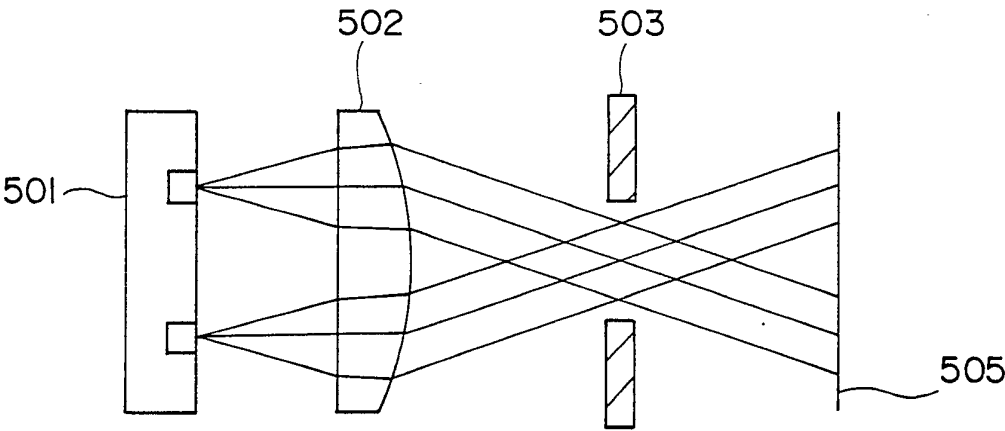


FIG. 43

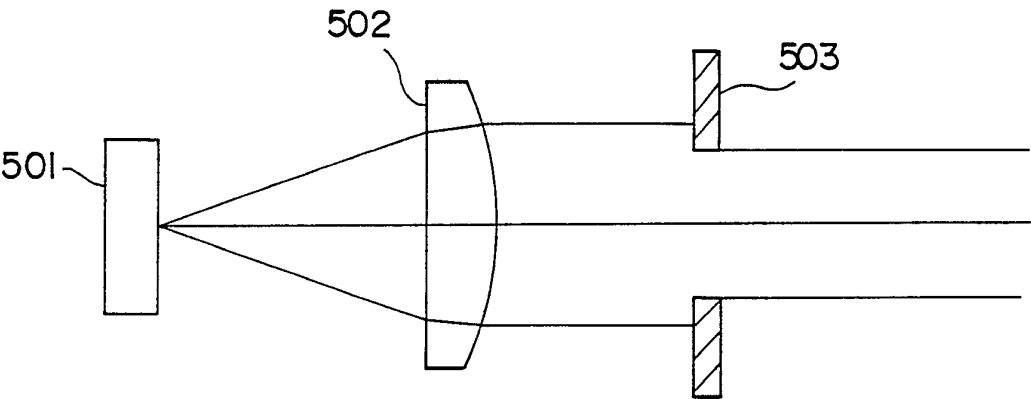


FIG. 44

28/30

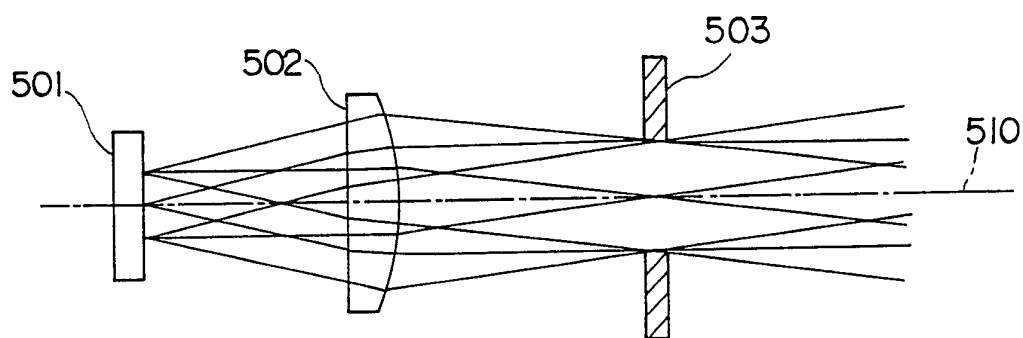


FIG. 45

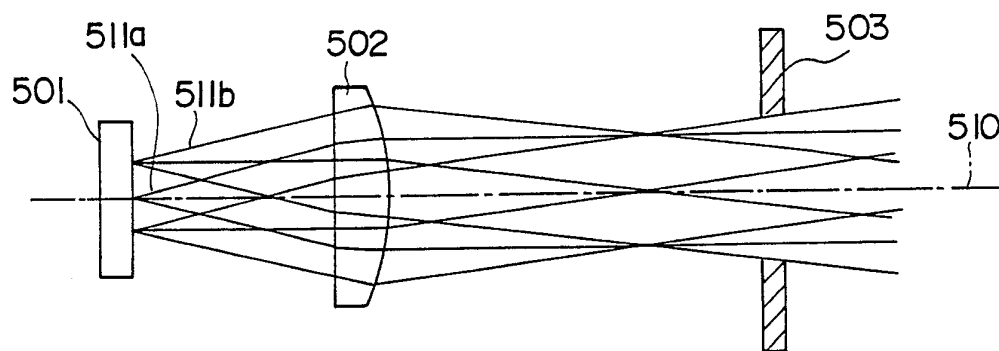


FIG. 46

29/30

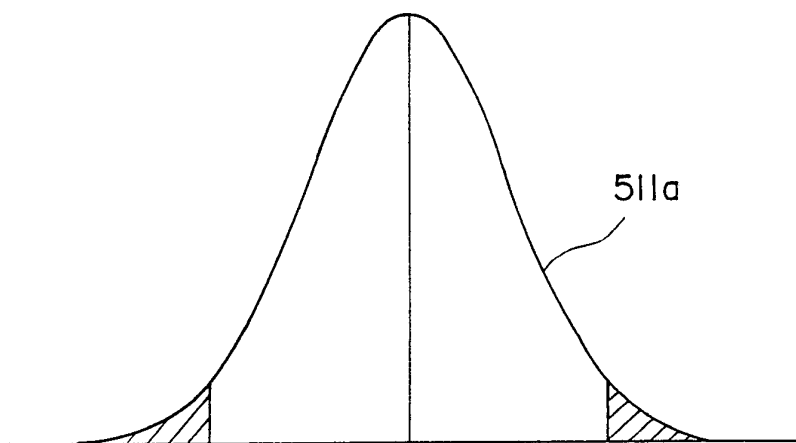


FIG. 47(a)

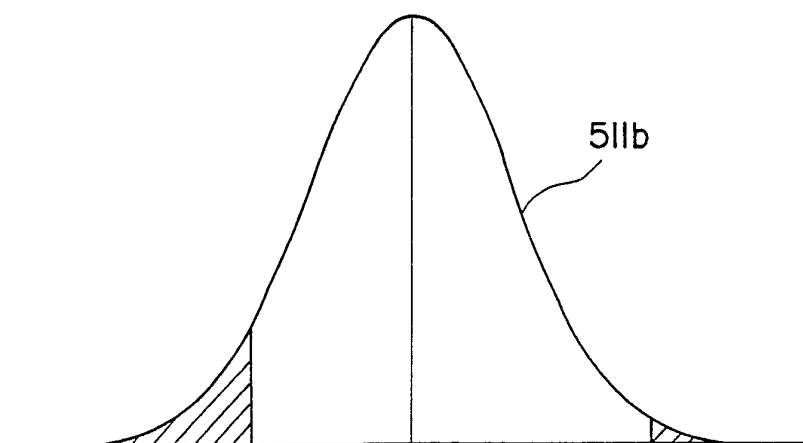


FIG. 47(b)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/JP92/00620

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int. Cl ⁵ G03G15/04, H01S3/18		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
IPC	G03G15/04, H01S3/18	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
Jitsuyo Shinan Koho		1926 - 1991
Kokai Jitsuyo Shinan Koho		1974 - 1991
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
X	JP, U, 61-53725 (Yokogawa Hokushin Electric Corp.), April 11, 1986 (11. 04. 86), Figs. 1, 4(c) (Family: none)	1
Y	JP, U, 61-53725 (Yokogawa Hokushin Electric Corp.), April 11, 1986 (11. 04. 86), Figs. 1, 4(c)	2-4, 6-24, 16, 17, 19-25, 27
Y	JP, A, 64-42667 (Seiko Epson Corp.), February 14, 1989 (14. 02. 89), Fig. 2 (Family: none)	2-4, 6-14, 16, 17, 19-25, 27
Y	JP, A, 3-78281 (Seiko Epson Corp.), April 3, 1991 (03. 04. 91), (Family: none)	3, 4, 6-8, 13, 14, 16, 17
Y	JP, A, 64-44085 (Seiko Epson Corp.), February 16, 1989 (16. 02. 89), Figs. 2, 3 (Family: none)	6-8, 16-18
¹⁰ Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search		Date of Mailing of this International Search Report
August 4, 1992 (04. 08. 92)		September 1, 1992 (01. 09. 92)
International Searching Authority		Signature of Authorized Officer
Japanese Patent Office		

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM THE SECOND SHEET

Y	JP, A, 2-54981 (Fujitsu Ltd.), February 23, 1990 (23. 02. 90), (Family: none)	6-8, 16-18
Y	JP, A, 58-42025 (Ricoh Co., Ltd.), March 11, 1983 (11. 03. 83), Columns 4, 5 (Family: none)	7, 17
Y	JP, A, 54-66131 (Ricoh Co., Ltd.), May 28, 1979 (28. 05. 79), Fig. 1 (Family: none)	22-25, 27
Y	JP, U, 61-126667 (Yokogawa Hokushin Electric Corp.),	1-40

V. ☐ OBSERVATIONS WHERE CERTAIN CLAIMS WERE FOUND UNSEARCHABLE ¹

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2) (a) for the following reasons:

1. ☐ Claim numbers . because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claim numbers . because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claim numbers . because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of PCT Rule 6.4(a).

VI. ☐ OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION IS LACKING ²

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims of the international application.
2. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims of the international application for which fees were paid, specifically claims:
3. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claim numbers:
4. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, the International Searching Authority did not invite payment of any additional fee.

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM THE SECOND SHEET

	August 8, 1986 (08. 08. 86), Figs. 3, 5 (Family: none)	
Y	JP, A, 64-9668 (Kokusai Denshin Denwa Co., Ltd.), January 12, 1989 (12. 01. 89), & US, A, 4918496	5, 15
Y	JP, A, 52-119331 (Canon Inc.), October 6, 1977 (06. 10. 77), (Family: none)	26
Y	JP, A, 64-76019 (Toshiba Corp.), Marcy 22, 1989 (22. 03. 89),	28-40

V. ☐ OBSERVATIONS WHERE CERTAIN CLAIMS WERE FOUND UNSEARCHABLE ¹

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2) (a) for the following reasons:

1. ☐ Claim numbers , because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claim numbers , because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claim numbers , because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of PCT Rule 6.4(a).

VI. ☐ OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION IS LACKING ²

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims of the international application.

2. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims of the international application for which fees were paid, specifically claims:

3. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claim numbers:

4. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, the International Searching Authority did not invite payment of any additional fee.

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM THE SECOND SHEET

	(Family: none)	
Y	JP, A, 3-248114 (Fuji Xerox Co., Ltd.), November 6, 1991 (06. 11. 91), (Family: none)	34-40
Y	JP, A, 2-226220 (Canon Inc.), September 7, 1990 (07. 09. 90), Figs. 5 to 11 (Family: none)	28-40

V. ☐ OBSERVATIONS WHERE CERTAIN CLAIMS WERE FOUND UNSEARCHABLE ¹

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2) (a) for the following reasons:

1. ☐ Claim numbers , because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claim numbers , because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claim numbers , because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of PCT Rule 6.4(a).

VI. ☐ OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION IS LACKING ²

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims of the international application.
2. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims of the international application for which fees were paid, specifically claims:
3. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claim numbers:
4. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, the International Searching Authority did not invite payment of any additional fee.

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

国 際 調 査 報 告

国際出願番号PCT/JP 92/00620

I. 発明の属する分野の分類			
国際特許分類 (IPC) Int. Cl. ⁵ G 0 3 G 1 5 / 0 4, H 0 1 S 3 / 1 8			
II. 国際調査を行った分野			
調 査 を 行 っ た 最 小 限 資 料			
分 類 体 系	分 類 記 号		
IPC	G 0 3 G 1 5 / 0 4, H 0 1 S 3 / 1 8		
最小限資料以外の資料で調査を行ったもの			
日本国実用新案公報		1926-1991年	
日本国公開実用新案公報		1974-1991年	
III. 関連する技術に関する文献			
引用文献の カテゴリー※	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示		請求の範囲の番号
X	JP, U, 61-53725 (横河北辰電機株式会社), 11. 4月. 1986 (11. 04. 86), 第1, 4(c)図 (ファミリーなし)		1
Y	JP, U, 61-53725 (横河北辰電機株式会社), 11. 4月. 1986 (11. 04. 86), 第1, 4(c)図		2-4, 6-14, 16, 17, 19-25, 27
Y	JP, A, 64-42667 (セイコーエプソン株式会社), 14. 2月. 1989 (14. 02. 89), 第2図 (ファミリーなし)		2-4, 6-14, 16, 17, 19-25, 27
Y	JP, A, 3-78281 (セイコーエプソン株式会社), 3. 4月. 1991 (03. 04. 91), (ファミリーなし)		3, 4, 6-8, 13, 14, 16, 17
Y	JP, A, 64-44085 (セイコーエプソン株式会社),		6-8, 16-18
※引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日の後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリーの文献			
IV. 認 証			
国際調査を完了した日 04. 08. 92		国際調査報告の発送日 01.09.92	
国際調査機関 日本国特許庁 (ISA/JP)		権限のある職員 特許庁審査官 峰 祐 治	2H 9, 1, 2, 2

第2ページから続く情報		
	(Ⅲ欄の続き)	
	16. 2月. 1989 (16. 02. 89), 第2, 3図 (ファミリーなし)	
Y	JP, A, 2-54981 (富士通株式会社), 23. 2月. 1990 (23. 02. 90), (ファミリーなし)	6-8, 16-18
Y	JP, A, 58-42025 (株式会社 リコー), 11. 3月. 1983 (11. 03. 83), 第4欄, 第5欄 (ファミリーなし)	7, 17
V. ☐ 一部の請求の範囲について国際調査を行わないときの意見		
次の請求の範囲については特許協力条約に基づく国際出願等に関する法律第8条第3項の規定によりこの国際調査報告を作成しない。その理由は、次のとおりである。 1. ☐ 請求の範囲_____は、国際調査をすることを要しない事項を内容とするものである。 2. ☐ 請求の範囲_____は、有効な国際調査をすることができる程度にまで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。 3. ☐ 請求の範囲_____は、従属請求の範囲でありかつ PCT 規則 6.4(a)第2文の規定に従って起草されていない。		
VI. ☐ 発明の単一性の要件を満たしていないときの意見		
次に述べるようにこの国際出願には二以上の発明が含まれている。 1. ☐ 追加して納付すべき手数料が指定した期間内に納付されたので、この国際調査報告は、国際出願のすべての調査可能な請求の範囲について作成した。 2. ☐ 追加して納付すべき手数料が指定した期間内に一部分しか納付されなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付があった発明に係る次の請求の範囲について作成した。 請求の範囲_____ 3. ☐ 追加して納付すべき手数料が指定した期間内に納付されなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲に最初に記載された発明に係る次の請求の範囲について作成した。 請求の範囲_____ 4. ☐ 追加して納付すべき手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加して納付すべき手数料の納付を命じなかった。 追加手数料異議の申立てに関する注意 ☐ 追加して納付すべき手数料の納付と同時に、追加手数料異議の申立てがされた。 ☐ 追加して納付すべき手数料の納付に際し、追加手数料異議の申立てがされなかった。		

Ⅲ. 関連する技術に関する文献 (第2ページからの続き)		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	請求の範囲の番号
Y	JP, A, 54-66131 (株式会社 リコー), 28. 5月. 1979 (28. 05. 79), 第1図 (ファミリーなし)	22-25, 27
Y	JP, U, 61-126667 (横河北辰電機株式会社), 8. 8月. 1986 (08. 08. 86), 第3図, 第5図 (ファミリーなし)	1-40
Y	JP, A, 64-9668 (国際電信電話株式会社), 12. 1月. 1989 (12. 01. 89) & US, A, 4918496	5, 15
Y	JP, A, 52-119331 (キャノン株式会社), 6. 10月. 1977 (06. 10. 77), (ファミリーなし)	26
Y	JP, A, 64-76019 (株式会社 東芝), 22. 3月. 1989 (22. 03. 89), (ファミリーなし)	28-40
Y	JP, A, 3-248114 (富士ゼロックス株式会社), 6. 11月. 1991 (06. 11. 91), (ファミリーなし)	34-40
Y	JP, A, 2-226220 (キャノン株式会社), 7. 9月. 1990 (07. 09. 90), 第5図-第11図 (ファミリーなし)	28-40