(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3559684号
(P3559684)
(45)発行日　平成16年9月2日(2004.9.2)　(24)登録日　平成16年5月28日(2004.5.28)

(51)Int.Cl.[7]	F I	
G02B 26/10	G02B 26/10	D
G02B 13/00	G02B 13/00	
G02B 13/18	G02B 13/18	

請求項の数 15　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願平9-172991
(22)出願日　平成9年6月13日(1997.6.13)
(65)公開番号　特開平11-6972
(43)公開日　平成11年1月12日(1999.1.12)
審査請求日　平成13年11月21日(2001.11.21)

(73)特許権者　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100086818
弁理士　高梨　幸雄
(72)発明者　加藤　学
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内

審査官　田部　元史

(56)参考文献　実開昭６１－１１４４１５（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G02B 26/10

(54)【発明の名称】光学素子及びそれを用いた走査光学装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

主走査方向に長手の光学面を有する樹脂性の走査光学素子において、

該走査光学素子の両光学面の画像有効部と画像非有効部のうち少なくとも１つの光学面の画像非有効部の主走査方向の形状は、該画像有効部の主走査方向の形状を表わす関数にスプライン関数を付加した形状より成り、

該走査光学素子の画像非有効部の主走査方向の形状を表すスプライン関数は、該走査光学素子の光軸方向をＸ軸、主走査面内において光軸と直交する軸をＹとし、

$H = Y - H_0$（H_0はスプライン関数の節点）

ただし、S_mはスプライン係数（ｍ＝１，２，・・・・）

とするとき、

$X = S_0 + \Sigma S_m H^m$

の多項式で表されるものであり、

該スプライン関数の付加により、該画像非有効部における光軸方向の肉厚を設定したことを特徴とする走査光学素子。

【請求項２】

前記走査光学素子の画像有効部の主走査方向の形状は、Ｒを曲率半径、Ｋ及びB_{2n}を非球面係数（ｎ＝２，３，・・・・）とするとき、

$X = (Y^2/R)/[1+(1-(1+K)(Y/R)^2)^{1/2}] + \Sigma B_{2n} Y^{2n}$

の多項式で表されるものであることを特徴とする請求項１の走査光学素子。

【請求項３】
前記スプライン関数の節点は前記画像有効部と前記画像非有効部との境界であることを特徴とする請求項１記載の走査光学素子。
【請求項４】
前記走査光学素子の主走査方向の形状の１階微分値は前記節点において連続であることを特徴とする請求項１記載の走査光学素子。
【請求項５】
前記走査光学素子の主走査方向の形状の２階微分値は前記節点において連続であることを特徴とする請求項４記載の走査光学素子。
【請求項６】
前記走査光学素子の主走査方向の形状の３階微分値は前記節点において０であることを特徴とする請求項５記載の走査光学素子。
【請求項７】
前記走査光学素子の画像非有効部における副走査方向の曲率は略一定であることを特徴とする請求項１記載の走査光学素子。
【請求項８】
光源手段から光変調され出射した光束の状態を第１の光学素子により他の状態に変換し、該変換された光束を第２の光学素子により偏向素子の偏向面上において主走査方向に長手の線状に結像させ、該偏向素子で偏向された光束を第３の光学素子により被走査面上にスポット状に結像させ、該被走査面上を該光束で走査する走査光学装置において、
該第３の光学素子を構成する少なくとも１つの光学素子は主走査方向に長手のレンズ面を有する樹脂性レンズであり、
該樹脂性レンズの両レンズ面の画像有効部と画像非有効部のうち少なくとも１つのレンズ面の画像非有効部の主走査方向の形状は、該画像有効部の主走査方向の形状を表わす関数にスプライン関数を付加した形状より成り、
該光学素子の画像非有効部の主走査方向の形状を表すスプライン関数は、該光学素子の光軸方向をＸ軸、主走査面内において光軸と直交する軸をＹとし、
$H = Y - H_0$（H_0はスプライン関数の節点）
ただし、S_mはスプライン係数（ｍ＝１，２，・・・・）
とするとき、
$X = S_0 + \Sigma S_m H^m$
の多項式で表されるものであり、
該スプライン関数の付加により、該画像非有効部における光軸方向のレンズ肉厚を設定したことを特徴とする走査光学装置。
【請求項９】
前記光学素子の画像有効部の主走査方向の形状は、Ｒを曲率半径、Ｋ及びB_{2n}を非球面係数（ｎ＝２，３，・・・・）とするとき、
$X = (Y^2 / R) / [1 + (1 - (1 + K)(Y / R)^2)^{1/2}] + \Sigma B_{2n} Y^{2n}$
の多項式で表されるものであることを特徴とする請求項８の光学素子。
【請求項１０】
前記スプライン関数の節点は前記画像有効部と前記画像非有効部との境界であることを特徴とする請求項８記載の走査光学装置。
【請求項１１】
前記樹脂性レンズの主走査方向の形状の１階微分値は前記節点において連続であることを特徴とする請求項８記載の走査光学装置。
【請求項１２】
前記樹脂性レンズの主走査方向の形状の２階微分値は前記節点において連続であることを特徴とする請求項１１記載の走査光学装置。
【請求項１３】
前記樹脂性レンズの主走査方向の形状の３階微分値は前記節点において０であることを特

徴とする請求項１２記載の走査光学装置。
【請求項１４】
前記樹脂性レンズの画像非有効部における副走査方向の曲率は略一定であることを特徴とする請求項８記載の走査光学装置。
【請求項１５】
請求項８～１４のいずれか１項の走査光学装置と、前記被走査面として感光ドラムとを備えていることを特徴とするレーザビームプリンタ。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は光学素子及びそれを用いた走査光学装置に関し、特に光源手段から光変調され出射した光束を回転多面鏡等より成る光偏向器で偏向反射させた後、ｆθ特性を有する走査レンズ系（結像光学系）を介して被走査面上を走査して画像情報を記録するようにした、例えば電子写真プロセスを有するレーザービームプリンターやデジタル複写機等の装置に好適なものである。
【０００２】
【従来の技術】
従来よりレーザービームプリンター（ＬＢＰ）等の走査光学装置においては画像信号に応じて光源手段から光変調され出射した光束（レーザービーム）を、例えば回転多面鏡（ポリゴンミラー）より成る光偏向器により周期的に偏向させ、ｆθ特性を有する結像光学系によって感光性の記録媒体（感光ドラム）面上にスポット状に集束させ、その面上を走査して画像記録を行っている。
【０００３】
図７は従来の走査光学装置の要部概略図である。
【０００４】
同図において光源手段７１から出射した発散光束はコリメーターレンズ７２により略平行光束とされ、絞り７３によって該光束（光量）を制限して副走査方向にのみ所定の屈折力を有するシリンドリカルレンズ７４に入射している。シリンドリカルレンズ７４に入射した略平行光束のうち主走査面内においてはそのままの状態で射出する。また副走査面内においては集束して回転多面鏡（ポリゴンミラー）から成る光偏向器７５の偏向面７５ａにほぼ線像として結像する。そして光偏向器７５の偏向面７５ａで偏向反射された光束はｆθ特性を有する走査レンズ系（結像光学系）７６を介して被走査面としての感光ドラム面７８上に導光され、該光偏向器７５を矢印Ａ方向に回転させることによって、該感光ドラム面７８上を矢印Ｂ方向に走査して画像情報の記録を行なっている。
【０００５】
【発明が解決しようとする課題】
このような走査光学装置に用いられる光学素子としての走査レンズは、光学面（レンズ面）の非球面化により高度な収差補正が行なえること、射出成形により安価に製作できること等からプラスチック製レンズを用いることが主流となっている。ところがこのプラスチック製走査レンズはガラス製走査レンズと比較して製造誤差が大きい。つまり射出成形の安定性が悪く被走査面上におけるスポット径がバラツクという問題点があり、画像品位の低下を引き起こしている。
【０００６】
特に走査レンズの長手方向（主走査方向）の周辺部ではレンズ肉厚が薄く、中央部のレンズ肉厚が厚い部分と比較して、
▲１▼離型時に面変形が起こりやすい、
▲２▼レンズが急冷されるため面変形、収縮が起こりやすい、
等の問題点があるため、特に画像周辺部においてスポット径のバラツキが顕著に現われる。
【０００７】

またこの問題点は単にレンズ肉厚の最小部に現われるのではなく、その周辺部にも影響を及ぼすため、一般的に肉厚の最も薄いレンズの画像非有効部の影響が画像有効部にも現われることになる。このためレンズ周辺部の肉厚はある程度厚くすることが求められており、これがレンズ全体の厚肉化、そして成形タクトタイムの増加によるコストアップにつながっている。

【０００８】

本発明は主走査方向に長手の光学面を有する樹脂性の光学素子（走査レンズ）及びそれを用いた走査光学装置において、その光学素子の両光学面の画像有効部と画像非有効部のうち少なくとも１つの光学面の画像非有効部の主走査方向の形状を該画像有効部の主走査方向の形状を表わす関数にスプライン関数を付加して形成することにより、該画像非有効部における光軸方向の肉厚を該スプライン関数を付加する前より厚くすることができ、これにより光学素子の特に周辺部における成形の安定性を向上させ、被走査面上におけるスポット径のバラツキを低減させることにより高精細な印字に適した光学素子及びそれを用いた走査光学装置の提供を目的とする。

【０００９】

更に本発明は樹脂性の光学素子全体を相対的に薄肉化することにより、成形タクトタイムの短縮による低コスト化を図ることができる光学素子及びそれを用いた走査光学装置の提供を目的とする。

【００１０】

【課題を解決するための手段】

請求項１の発明の走査光学素子は、

主走査方向に長手の光学面を有する樹脂性の走査光学素子において、

該走査光学素子の両光学面の画像有効部と画像非有効部のうち少なくとも１つの光学面の画像非有効部の主走査方向の形状は、該画像有効部の主走査方向の形状を表わす関数にスプライン関数を付加した形状より成り、

該走査光学素子の画像非有効部の主走査方向の形状を表すスプライン関数は、該走査光学素子の光軸方向をＸ軸、主走査面内において光軸と直交する軸をＹとし、

$H = Y - H_0$（H_0はスプライン関数の節点）

ただし、S_mはスプライン係数（ｍ＝１，２，・・・・）

とするとき、

$X = S_0 + \Sigma S_m H^m$

の多項式で表されるものであり、

該スプライン関数の付加により、該画像非有効部における光軸方向の肉厚を設定したことを特徴としている。

【００１１】

請求項２の発明は請求項１の発明において、

前記走査光学素子の画像有効部の主走査方向の形状は、Ｒを曲率半径、Ｋ及びB_{2n}を非球面係数（ｎ＝２，３，・・・・）とするとき、

$X = (Y^2 / R) / [1 + (1 - (1 + K)(Y / R)^2)^{1/2}] + \Sigma B_{2n} Y^{2n}$

の多項式で表されるものであることを特徴としている。

請求項３の発明は請求項１の発明において、

前記スプライン関数の節点は前記画像有効部と前記画像非有効部との境界であることを特徴としている。

請求項４の発明は請求項１の発明において、

前記走査光学素子の主走査方向の形状の１階微分値は前記節点において連続であることを特徴としている。

請求項５の発明は請求項４の発明において、

前記走査光学素子の主走査方向の形状の２階微分値は前記節点において連続であることを特徴としている。

請求項６の発明は請求項５の発明において、

前記走査光学素子の主走査方向の形状の３階微分値は前記節点において０であることを特徴としている。
請求項７の発明は請求項１の発明において、
前記走査光学素子の画像非有効部における副走査方向の曲率は略一定であることを特徴としている。
【００１２】
請求項８の発明の走査光学装置は、
光源手段から光変調され出射した光束の状態を第１の光学素子により他の状態に変換し、該変換された光束を第２の光学素子により偏向素子の偏向面上において主走査方向に長手の線状に結像させ、該偏向素子で偏向された光束を第３の光学素子により被走査面上にスポット状に結像させ、該被走査面上を該光束で走査する走査光学装置において、
該第３の光学素子を構成する少なくとも１つの光学素子は主走査方向に長手のレンズ面を有する樹脂性レンズであり、
該樹脂性レンズの両レンズ面の画像有効部と画像非有効部のうち少なくとも１つのレンズ面の画像非有効部の主走査方向の形状は、該画像有効部の主走査方向の形状を表わす関数にスプライン関数を付加した形状より成り、
該光学素子の画像非有効部の主走査方向の形状を表すスプライン関数は、該光学素子の光軸方向をＸ軸、主走査面内において光軸と直交する軸をＹとし、
$H = Y - H_0$（H_0はスプライン関数の節点）
ただし、S_mはスプライン係数（ｍ＝１，２，・・・・）
とするとき、
$X = S_0 + \Sigma S_m H^m$
の多項式で表されるものであり、
該スプライン関数の付加により、該画像非有効部における光軸方向のレンズ肉厚を設定したことを特徴としている。
【００１３】
請求項９の発明は請求項８の発明において、
前記光学素子の画像有効部の主走査方向の形状は、Ｒを曲率半径、Ｋ及びB_{2n}を非球面係数（ｎ＝２，３，・・・・）とするとき、
$X = (Y^2/R)/[1+(1-(1+K)(Y/R)^2)^{1/2}] + \Sigma B_{2n} Y^{2n}$
の多項式で表されるものであることを特徴としている。
請求項１０の発明は請求項８の発明において、
前記スプライン関数の節点は前記画像有効部と前記画像非有効部との境界であることを特徴としている。
請求項１１の発明は請求項８の発明において、
前記樹脂性レンズの主走査方向の形状の１階微分値は前記節点において連続であることとしている。
請求項１２の発明は請求項１１の発明において、
前記樹脂性レンズの主走査方向の形状の２階微分値は前記節点において連続であることを特徴としている。
請求項１３の発明は請求項１２の発明において、
前記樹脂性レンズの主走査方向の形状の３階微分値は前記節点において０であることを特徴としている。
請求項１４の発明は請求項８の発明において、
前記樹脂性レンズの画像非有効部における副走査方向の曲率は略一定であることを特徴としている。
【００１４】
請求項１５の発明のレーザビームプリンタは、
請求項８～１４のいずれか１項の走査光学装置と、前記被走査面として感光ドラムとを備えていることを特徴としている。

【００１６】
【発明の実施の形態】
図１は本発明の実施形態１の走査光学装置の主走査方向の要部断面図（主走査断面図）、図２は図１に示した走査レンズ系のうちの非球面トーリックレンズの主走査方向の断面図（主走査断面図）、図３は図１、図２に示した非球面トーリックレンズの主走査方向の形状の＋側（Ｙの値が正）周辺部の拡大説明図である。
【００１７】
図中、１は光源手段であり、例えば半導体レーザーより成っている。２は第１の光学素子としてのコリメーターレンズであり、半導体レーザー１から出射された発散光束（光ビーム）を略平行光束に変換している。３は開口絞りであり、通過光束（光量）を制限している。
【００１８】
４は第２の光学素子としてのシリンドリカルレンズであり、副走査断面内にのみ所定の屈折力を有しており、開口絞り３を通過した光束を副走査断面内で後述する光偏向器５の偏向面５ａにほぼ線像として結像させている。
【００１９】
５は偏向素子としての、例えばポリゴンミラー（回転多面鏡）より成る光偏向器であり、モーター等の駆動手段（不図示）により矢印Ａ方向に一定速度で回転している。
【００２０】
６は第３の光学素子としてのｆθ特性を有する走査レンズ系（結像光学系）であり、正の屈折力を有する球面レンズ６１と、主走査方向と副走査方向とで互いに異なる屈折力を有する樹脂性（プラスチック性）の非球面トーリックレンズ（走査レンズとも称す。）６２とより成っており、光偏向器５によって偏向反射された画像情報に基づく光束を被走査面としての感光ドラム面８上に結像させ、かつ該光偏向器５の偏向面の面倒れを補正している。
【００２１】
本実施形態における非球面トーリックレンズ６２は図３に示すように両レンズ面（第１面、第２面）Ｒａ，Ｒｂを各々画像有効部１１ａ，１１ｂと画像非有効部１２ａ，１２ｂとより構成し、該両レンズ面Ｒａ，Ｒｂの画像非有効部１２ａ，１２ｂの主走査方向の形状を該画像有効部１１ａ，１１ｂの主走査方向の形状を表わす関数にスプライン関数を付加して形成し、該スプライン関数の付加により、該画像非有効部１２ａ，１２ｂにおける光軸方向のレンズ肉厚を該スプライン関数の付加前より厚くしている。即ち、図３において実線ａはスプライン関数を付加した後の形状であり、点線ｂはスプライン関数を付加する前の形状である。
【００２２】
尚、光偏向器５で偏向反射された画像情報に基づく光束は上述した画像有効部１１ａ，１１ｂを通過（走査）して感光ドラム面８上に結像される。
【００２３】
本実施形態において半導体レーザー１より出射した発散光束はコリメーターレンズ２によって略平行光束に変換され、開口絞り３によって該光束（光量）を制限してシリンドリカルレンズ４に入射している。シリンドリカルレンズ４に入射した光束のうち主走査断面においてはそのままの状態で射出する。また副走査断面においては収束して光偏向器５の偏向面５ａにほぼ線像（主走査方向に長手の線像）として結像している。そして光偏向器５の偏向面５ａで偏向反射された光束は走査レンズ系６を通過することによってその走査直線性が補正され、ほぼ等速度直線運動で感光ドラム面８上を矢印Ｂ方向（主走査方向）に走査している。これにより記録媒体としての感光ドラム面８上に画像記録を行なっている。
【００２４】
本実施形態では非球面トーリックレンズ６２のレンズ形状を主走査方向は１０次までの関数で表わせる非球面形状とし、副走査方向は像高方向に連続的に変化する球面より形成し

ている。そのレンズ形状は例えば非球面トーリックレンズ６２と光軸との交点を原点とし、光軸方向をＸ軸、主走査面内において光軸と直交する軸をＹ軸、副走査面内において光軸と直交する軸をＺ軸としたとき、
主走査方向と対応する母線方向が、
【００２５】
【数５】

$$Xb=\frac{Y^2/R}{1+(1-(1+K)(Y/R)^2)^{1/2}}+B_4Y^4+B_6Y^6+B_8Y^8+B_{10}Y^{10}$$

但し、Ｒは曲率半径、Ｋ，B_4，B_6，B_8，B_{10}は非球面係数
なる多項式で表わされるものであり、
また副走査方向（光軸を含む主走査方向に対して直交する方向）と対応する子線方向が、
【００２６】
【数６】

$$S=\frac{Z^2/r'}{1+(1-(Z/r')^2)^{1/2}}$$

ここで、ｒ’＝ｒ（１＋$D_2Y^2+D_4Y^4+D_6Y^6+D_8Y^8+D_{10}Y^{10}$）
なる式で表わせるものである。
【００２７】
また非球面トーリックレンズ６２の主走査方向の画像非有効部１２ａ，１２ｂには画像有効部１１ａ，１１ｂとの境界をスプライン関数の節点H_0　とし、該非球面トーリックレンズ６２の光軸方向をＸ軸、主走査面内において光軸と直交する軸をＹ軸としたとき、
$Xs=S_0+S_1H+S_2H^2+S_3H^3+S_4H^4$
ここで　Ｈ＝　Ｙ－H_0　　（H_0はスプライン関数の節点）
但し、S_0，S_1，S_2，S_3，S_4はスプライン係数
なる多項式で表わせるスプライン関数Ｘｓがベースとなる１０次関数Ｘｂに付加されている。
【００２８】
また画像非有効部１２ａ，１２ｂにおける副走査方向（子線方向）の曲率は略一定となるように形成されている。
【００２９】
本実施形態では図３に示すように非球面トーリックレンズ６２の主走査方向における座標Ｙ＝±４３ｍｍ内が画像有効部１１ａ，１１ｂであるため、Ｙ＝４３ｍｍをスプライン関数の節点H_0　とし、この節点H_0　より＋側（周辺部側）の画像非有効部１２ａ，１２ｂにスプライン関数を付加している。
【００３０】
また節点（Ｈ＝０）H_0　においてはベースとなる１０次の多項式で表わされる非球面形状とのつなぎを滑らかにするため、主走査方向の形状の１階微分値を連続としている。即ち
$dX/dH=S_1+2S_2H+3S_3H^2+4S_4H^3$　において、
$S_0=0$、　$S_1=0$
とすることにより、節点H_0　での形状の傾き成分を連続としている。
【００３１】
本実施形態では図３に示す座標Ｙ＝４７ｍｍにおける光軸方向の肉厚（d_{47}）は１０次関数Ｘｂにスプライン関数Ｘｓを付加することにより、d_{47}＝　１．４６　ｍｍ→１．

７５ｍｍへと改善しており、非球面トーリックレンズ６２の周辺部における成形の安定性の向上に寄与している。これによって被走査面上でのスポット径の均一化を図ることができ、走査光学装置の画像品位を向上させることができる。更にはレンズ周辺部の厚肉化を行うことにより相対的にレンズ中央部の薄肉化も可能となり、成形タクトタイムの短縮による低コスト化も図ることができる。

【００３２】

次に非球面トーリックレンズ６２の非球面係数及びスプライン係数を以下の表－１に示す。

【００３３】

【表１】

（表　－　1）

非球面係数			スプライン係数		
	第1面(Ra)	第2面(Rb)		第1面(Ra)	第2面(Rb)
R	5.02495E+01	6.76882E+01	H0	43	43
K	-1.23987E+01	-2.53718E+01	S0	0.00000E+00	0.00000E+00
B4	-1.31736E-06	-2.19877E-06	S1	0.00000E+00	0.00000E+00
B6	2.42704E-10	5.41269E-10	S2	1.36513E-02	2.83231E-02
B8	-1.59968E-13	-2.27273E-13	S3	2.25208E-04	8.48012E-04
B10	3.10690E-17	1.59285E-17	S4	-2.05122E-05	2.49958E-05
r	-2.01570E+01	-1.04581E+01			
D2	5.64533E-03	1.96779E-03			
D4	1.08704E-05	-9.16541E-07			
D6	3.20707E-08	-3.55944E-10			
D8	-5.20021E-11	4.25952E-13			
D10	1.19968E-13	-9.93319E-17			

尚、本実施形態においては主走査方向のＹの値が＋側のみの記述を行っているが、Ｙの値が－側に関しても同様である。

【００３４】

また本実施形態では走査レンズ系６を球面レンズ６１とトーリックレンズ６２との２枚のレンズより構成したが、該走査レンズ系の枚数には特に依存しない。また本実施形態においてはスプライン関数を非球面トーリックレンズ６２の両レンズ面Ｒａ，Ｒｂに導入しているが、これに限定されることはなく、例えば後述する実施形態３のように片面だけの導入の場合でも前述の実施形態１と同様な効果を得ることができる。

【００３５】

図４は本発明の実施形態２の走査光学装置における非球面トーリックレンズの主走査方向の形状の＋側周辺部の拡大説明図である。同図において図３に示した要素と同一要素には同符番を付している。

【００３６】

本実施形態において前述の実施形態１と異なる点は、非球面トーリックレンズ７２の画像非有効部２２ａ，２２ｂに付加するスプライン関数の節点H_0　における形状を２階微分値まで連続としたことである。その他の構成及び光学的作用は実施形態１と略同様であり、これにより同様な効果を得ている。

【００３７】

即ち、同図において７２は非球面トーリックレンズであり、両レンズ面（第１面、第２面）Ｒａ，Ｒｂを各々画像有効部２１ａ，２１ｂと画像非有効部２２ａ，２２ｂとより構成し、該両レンズ面Ｒａ，Ｒｂの画像非有効部２２ａ，２２ｂの主走査方向の形状を該画像有効部２１ａ，２１ｂの主走査方向の形状を表わす関数にスプライン関数を付加して形成し、該スプライン関数の付加により、該画像非有効部２２ａ，２２ｂにおける光軸方向のレンズ肉厚を該スプライン関数の付加前より厚くしている。

【００３８】
また非球面トーリックレンズ７２の画像非有効部２２ａ，２２ｂにおける副走査方向（子線方向）の曲率は略一定となるように形成されている。
【００３９】
本実施形態においても非球面トーリックレンズ７２の主走査方向における座標Ｙ＝±４３ｍｍ内が画像有効部２１ａ，２１ｂであるため、Ｙ＝４３ｍｍを節点H_0　とし、この節点H_0　より＋側（周辺部側）の画像非有効部２２ａ，２２ｂにスプライン関数を付加している。
【００４０】
また節点（Ｈ＝０）H_0　においてはベースとなる１０次の多項式で表わされる非球面形状とのつなぎを前述の実施形態１よりも更に滑らかにするため、主走査方向の形状の２階微分値までを連続としている。即ち
$dX/dH = S_1 + 2S_2H + 3S_3H^2 + 4S_4H^3$
$d^2X/dH^2 = 2S_2 + 6S_3H + 12S_4H^2$　において、
$S_0 = 0$、　$S_1 = 0$、　$S_2 = 0$
とすることにより、節点H_0　での形状の傾き成分及び曲率成分を連続としている。
【００４１】
本実施形態では図４に示す座標Ｙ＝４７ｍｍにおける光軸方向の肉厚（d_{47}）は１０次関数Ｘｂにスプライン関数Ｘｓを付加することにより、d_{47}＝　１．４６ｍｍ→１．５２ｍｍへと改善しており、非球面トーリックレンズ７２の周辺部における成形の安定性の向上に寄与している。これによって被走査面上でのスポット径の均一化を図ることができ、走査光学装置の画像品位を向上させることができる。また本実施形態においては上述した如く節点H_0　において２階微分値まで連続としたことにより、画像有効部２１ａ，２１ｂと画像非有効部２２ａ，２２ｂをより滑らかにつなぐことができる。
【００４２】
次に非球面トーリックレンズ７２の非球面係数及びスプライン係数を以下の表－２に示す。
【００４３】
【表２】

（表　－　２）

非球面係数			スプライン係数		
	第1面(Ra)	第2面(Rb)		第1面(Ra)	第2面(Rb)
R	5.02495E+01	6.76882E+01	H0	43	43
K	-1.23987E+01	-2.53718E+01	S0	0.00000E+00	0.00000E+00
B4	-1.31736E-06	-2.19877E-06	S1	0.00000E+00	0.00000E+00
B6	2.42704E-10	5.41269E-10	S2	0.00000E+00	0.00000E+00
B8	-1.59968E-13	-2.27273E-13	S3	2.08024E-04	8.53986E-04
B10	3.10690E-17	1.59285E-17	S4	-2.00730E-05	2.48001E-05
r	-2.01570E+01	-1.04581E+01			
D2	5.64533E-03	1.96779E-03			
D4	1.08704E-05	-9.16541E-07			
D6	3.20707E-08	-3.55944E-10			
D8	-5.20021E-11	4.25952E-13			
D10	1.19968E-13	-9.93319E-17			

尚、本実施形態においては主走査方向のＹの値が＋側のみの記述を行っているが、Ｙの値が－側に関しても同様である。
【００４４】
図５は本発明の実施形態３の走査光学装置における非球面トーリックレンズの主走査方向の形状の＋側周辺部の拡大説明図である。同図において図３に示した要素と同一要素には

同符番を付している。

【００４５】

本実施形態において前述の実施形態１と異なる点は、非球面トーリックレンズ８２の被走査面側のレンズ面Ｒｂにのみスプライン関数を導入し、かつレンズ面Ｒｂの画像非有効部３２ｂに付加するスプライン関数の節点H_0　における形状を２階微分値まで連続とし、さらに節点H_0　における形状の３階微分値を０としたことである。その他の構成及び光学的作用は実施形態１と略同様であり、これにより同様な効果を得ている。

【００４６】

即ち、同図において８２は非球面トーリックレンズであり、両レンズ面（第１面、第２面）Ｒａ，Ｒｂを各々画像有効部３１ａ，３１ｂと画像非有効部３２ａ，３２ｂとより構成し、該両レンズ面Ｒａ，Ｒｂのうち被走査面側のレンズ面Ｒｂの画像非有効部３２ｂの主走査方向の形状を該画像有効部３１ｂの主走査方向の形状を表わす関数にスプライン関数を付加して形成し、該スプライン関数の付加により、該画像非有効部３２ａ，３２ｂにおける光軸方向のレンズ肉厚を該スプライン関数の付加前より厚くしている。

【００４７】

また非球面トーリックレンズ８２の画像非有効部３２ａ，３２ｂにおける副走査方向（子線方向）の曲率は略一定となるように形成されている。

【００４８】

本実施形態においても非球面トーリックレンズ８２の主走査方向における座標Ｙ＝±４３ｍｍ内が画像有効部３１ａ，３１ｂであるため、Ｙ＝４３ｍｍを節点H_0　とし、この節点H_0　より＋側（周辺部側）の画像非有効部３２ｂにスプライン関数を付加している。

【００４９】

また節点（Ｈ＝０）H_0　においては画像非有効部３２ａ，３２ｂにおける光軸方向の肉厚を前述の実施形態１よりも増大させるため、画像非有効部３２ｂの主走査方向の形状の２階微分値までを連続とした上で更に３階微分値を０としている。即ち

$dX/dH = S_1 + 2S_2H + 3S_3H^2 + 4S_4H^3$

$d^2X/dH^2 = 2S_2 + 6S_3H + 12S_4H^2$　において、

$S_0 = 0$、$S_1 = 0$、$S_2 = 0$、$d^3X/dH^3 = 0$

とすることにより、節点H_0　での形状の傾き成分及び曲率成分を連続とした上で曲率を反転させている。

【００５０】

図６はスプライン関数の有無による形状の２階微分値を示す説明図であり、節点H_0　において３階微分値を０とするスプライン関数の付加により、該節点H_0　で曲率が反転していることがわかる。

【００５１】

本実施形態では図５に示す座標Ｙ＝４７ｍｍにおける光軸方向の肉厚（d_{47}）は１０次関数Ｘｂにスプライン関数Ｘｓを付加することにより、d_{47}＝　１．４６ｍｍ→１．６５ｍｍへと改善しており、非球面トーリックレンズ８２の周辺部における成形の安定性の向上に寄与している。これによって被走査面上でのスポット径の均一化を図ることができ、走査光学装置の画像品位を向上させることができる。また本実施形態においては節点H_0　において上述した如く２階微分値まで連続にし、更に３階微分値を０とし、曲率を反転させたことにより、前述した実施形態よりも、より画像非有効部３２ａ，３２ｂにおける光軸方向のレンズ肉厚を厚くすることができる。

【００５２】

次に非球面トーリックレンズ８２の非球面係数及びスプライン係数を以下の表－３に示す。

【００５３】

【表３】

（表　－　3）

非球面係数			スプライン係数		
	第1面(Ra)	第2面(Rb)		第1面(Ra)	第2面(Rb)
R	5.02495E+01	6.76882E+01	H0	－	43
K	-1.23987E+01	-2.53718E+01	S0	－	0.00000E+00
B4	-1.31736E-06	-2.19877E-06	S1	－	0.00000E+00
B6	2.42704E-10	5.41269E-10	S2	－	0.00000E+00
B8	-1.59968E-13	-2.27273E-13	S3	－	8.53986E-04
B10	3.10690E-17	1.59285E-17	S4	－	5.00000E-04
r	-2.01570E+01	-1.04581E+01			
D2	5.64533E-03	1.96779E-03			
D4	1.08704E-05	-9.16541E-07			
D6	3.20707E-08	-3.55944E-10			
D8	-5.20021E-11	4.25952E-13			
D10	1.19968E-13	-9.93319E-17			

尚、本実施形態においては主走査方向のＹの値が＋側のみの記述を行っているが、Ｙの値が－側に関しても同様である。

【００５４】

以上の各実施形態においては上述した樹脂性の光学素子を走査光学装置の一要素を構成する走査レンズ系に用いたが、これに限定されることはなく、例えばその他種々の光学系においても適用することができる。

【００５５】

【発明の効果】

本発明によれば前述の如く主走査方向に長手の光学面を有する樹脂性の光学素子（走査レンズ）及びそれを用いた走査光学装置において、その光学素子の両光学面の画像有効部と画像非有効部のうち少なくとも１つの光学面の画像非有効部の主走査方向の形状を該画像有効部の主走査方向の形状を表わす関数にスプライン関数を付加して形成することにより、該画像非有効部における光軸方向の肉厚を該スプライン関数を付加する前より厚くすることができ、これにより光学素子の特に周辺部における成形の安定性を向上させ、被走査面上におけるスポット径のバラツキを低減させることにより高精細な印字に適した光学素子及びそれを用いた走査光学装置を達成することができる。

【００５６】

更に本発明によれば前述の如く樹脂性の光学素子全体を相対的に薄肉化することができ、これにより成形タクトタイムの短縮による低コスト化を図ることができる光学素子及びそれを用いた走査光学装置を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施形態１の走査光学装置の主走査断面図

【図２】図１に示した非球面トーリックレンズの主走査断面図

【図３】本発明の実施形態１の非球面トーリックレンズの主走査方向の形状の＋側周辺部の拡大説明図

【図４】本発明の実施形態２の非球面トーリックレンズの主走査方向の形状の＋側周辺部の拡大説明図

【図５】本発明の実施形態３の非球面トーリックレンズの主走査方向の形状の＋側周辺部の拡大説明図

【図６】本発明の実施形態３の非球面トーリックレンズにおけるスプライン関数の有無による形状の２階微分値を示す説明図

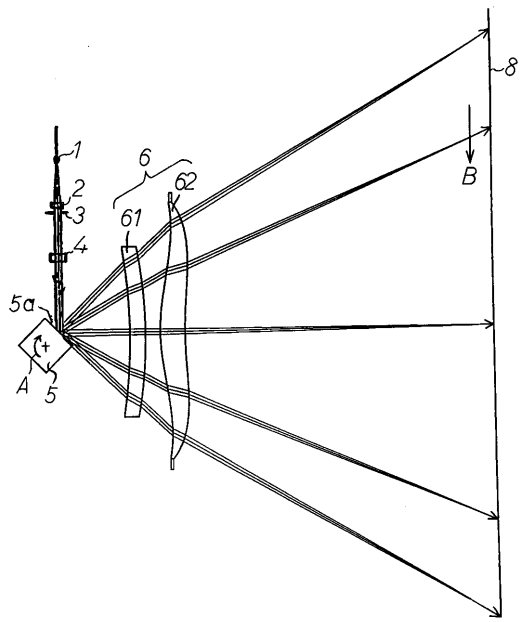
【図７】従来の走査光学装置の要部概略図

【符号の説明】

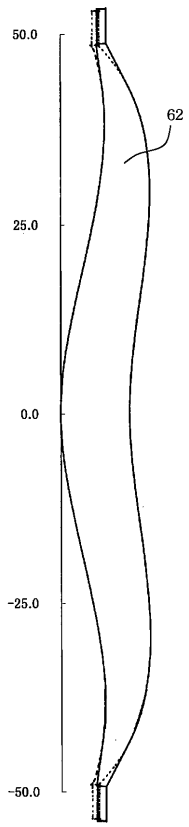
１　　光源手段（半導体レーザー）

2　第１の光学素子（コリメーターレンズ）
3　開口絞り
4　第２の光学素子（シリンドリカルレンズ）
5　偏向素子（ポリゴンミラー）
6　第３の光学素子（走査レンズ系）
６１　球面レンズ
６２　非球面トーリックレンズ
8　被走査面（感光ドラム面）

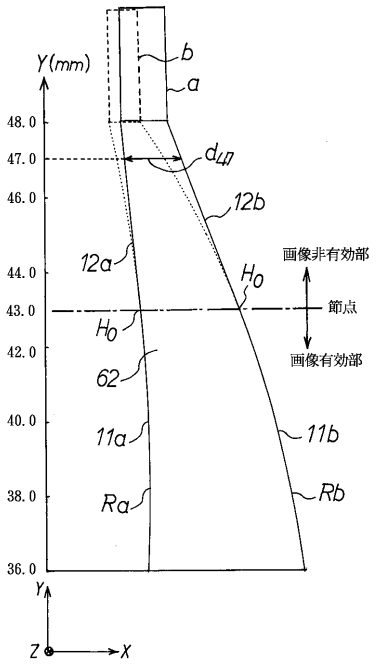
【図１】



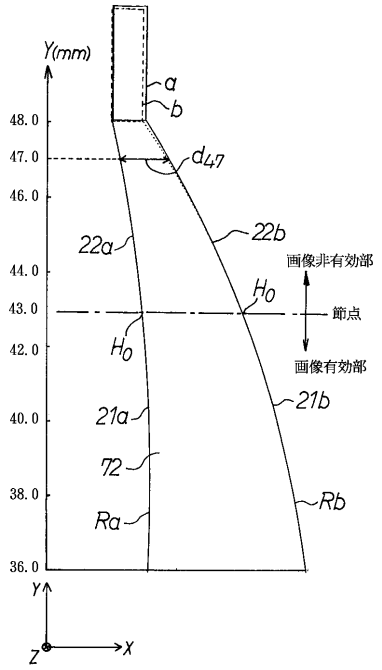
【図２】



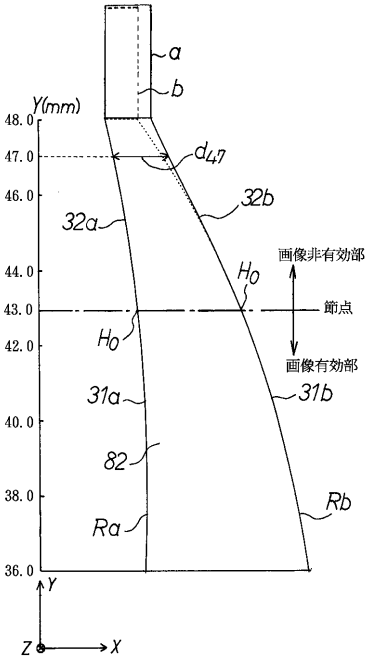
【図３】


Y(mm)
48.0
47.0
46.0
44.0
43.0
42.0
40.0
38.0
36.0
b
a
d47
12b
12a
H0
画像非有効部
節点
画像有効部
62
11a
11b
Ra
Rb
Y
Z
X

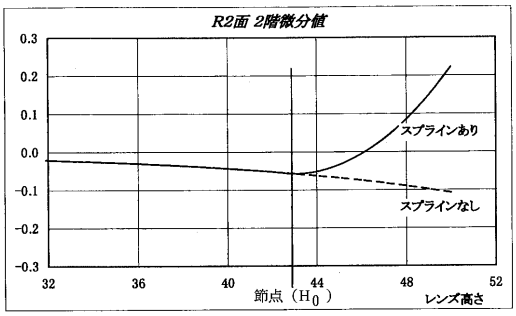
【図４】


Y(mm)
48.0
47.0
46.0
44.0
43.0
42.0
40.0
38.0
36.0
a
b
d47
22a
22b
画像非有効部
H0
節点
画像有効部
21a
21b
72
Ra
Rb
Y
Z
X

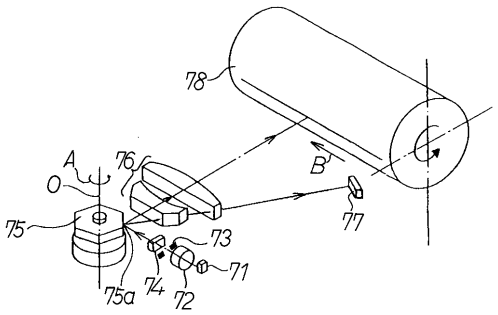
【図５】


Y(mm)
48.0
47.0
46.0
44.0
43.0
42.0
40.0
38.0
36.0
a
b
d47
32a
32b
画像非有効部
H0
節点
画像有効部
31a
31b
82
Ra
Rb
Y
Z
X

【図６】


R2面 2階微分値
0.3
0.2
0.1
0.0
-0.1
-0.2
-0.3
32
36
40
44
48
52
スプラインあり
スプラインなし
節点（H0）
レンズ高さ

【図７】


78
A
O
76
B
77
75
73
71
75a
74
72