

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3854320号

(P3854320)

(45) 発行日 平成18年12月6日(2006.12.6)

(24) 登録日 平成18年9月15日(2006.9.15)

(51) Int. Cl.

G02F 1/11 (2006.01)

F I

G02F 1/11 505

請求項の数 1 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平7-155874	(73) 特許権者	391064429 シーメット株式会社
(22) 出願日	平成7年6月22日(1995.6.22)		神奈川県横浜市港北区新横浜2丁目5番5号
(65) 公開番号	特開平9-5689	(74) 代理人	110000110 特許業務法人快友国際特許事務所
(43) 公開日	平成9年1月10日(1997.1.10)	(72) 発明者	斉藤 直一郎 神奈川県藤沢市遠藤695番地の3羽根沢30-607
審査請求日	平成14年4月4日(2002.4.4)	(72) 発明者	今泉 哲夫 東京都立川市一番町2丁目13-17
前置審査		(72) 発明者	山口 秀一 埼玉県比企郡鳩山町松ヶ丘2-9-3
		審査官	柏崎 康司
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光硬化造形装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光硬化造形装置であり、光線を射出する光源と、その光線が通過する状態と遮断される状態とを切り替える光シャッターリング装置と、その光線を反射して進行方向を変えるガルバノミラーと、光硬化性液状樹脂を収容しておく容器を備え、

ガルバノミラーによって、光線のスポットを容器内に収容されている光硬化性液状樹脂の液面内の任意の位置に向けることができるとともに、

光シャッターリング装置によって、容器内に収容されている光硬化性液状樹脂の液面内の位置に応じて、光線のスポットを照射するかしないかを切り替えることができる光硬化造形装置であり、

その光シャッターリング装置は、前記光線の進行方向を変化させる光偏向器と、該光偏向器から出射した光線を集光する第1集光レンズと、該第1集光レンズの焦点面に設けられた空間フィルタを有し、

前記空間フィルタの後方に第2集光レンズが配置されており、第1集光レンズと第2集光レンズが対を成してビームエキスパンダを構成しており、

前記第2集光レンズが、光線の光軸に沿って移動可能であることを特徴とする光硬化造形装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

10

20

この発明は、光線が通過する状態と光線が遮断される状態とを切り替える光シャッターリング装置を備えた光硬化造形装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

光硬化造形装置では、レーザー光等の光線が通過する状態と遮断される状態とを高速で切り替える光シャッターリング装置が必要となる。従来の光シャッターリング装置の一例を、図4を参照して説明する。図4は、従来の光シャッターリング装置の構成を示す平面図である。図4に示されるように、従来の光シャッターリング装置52では、レーザー光源54から出射されたレーザー光ビーム56を音響光学式光変調器(Acousto-Optic Modulator、以下「AOM」と略する)モジュール60に入射させる。AOMモジュール60では、所定の周波数の超音波が印加されることによって、レーザー光ビーム56の偏向が行われる。すなわち、超音波が印加されていない状態では、レーザー光ビーム56は直進する0次光56Bとして出射する。また、超音波が印加された状態では、レーザー光ビーム56は角度だけ偏向した1次光56Aとなって出射する。このうち、0次光56Bはスリット72によって遮断され、偏向した1次光56Aのみがスリット72の開口部72aを通過する。従って、AOMモジュール60に超音波を印加した状態と印加しない状態とを高速で切り替えることによって、レーザー光56が通過する状態と遮断される状態とを高速で切り替えることができる。

10

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このようなAOMモジュール60等の高速光偏向器による偏向角は極めて小さい。図4においては見易くするため偏向角を実際よりずっと大きく描いているが、AOMモジュール60による偏向角は、実際には4.24 mrad(約0.25°)程度と極めて小さいものである。従って、0次光56Bと1次光56Aとをスリット72で完全に分離するためには、AOMモジュール60からスリット72までの距離L10は1m近くもの長さをとる必要がある。このため、光シャッターリング装置52の全長が長くなって、光シャッターリング装置を備えている光硬化造形装置の小型化を妨げる。また、このように光路が長くなることによって、光源、レンズ、ミラー等における光収差の影響も拡大され、光ビームの最小集光径が大きくなってしまふ。さらに、光源の温度変化等に起因する光軸のずれも光路が長くなることによって増幅され、光硬化造形装置で造形する立体モデルの精度を劣化させるという問題点があった。

20

30

【0004】

そこで、本発明においては、光路を短くして装置を小型化することができる光硬化造形装置を提供することを目的とする。また、本発明においては、かかる目的を容易かつ確実に達成することができ、かつ、光硬化造形装置に必要とされる最小集光点の深さを変える光学系と光シャッターリング装置が複合している光硬化造形装置を提供する。

【0005】

【課題を解決するための手段】

請求項1に係る発明は、光線を射出する光源と、その光線が通過する状態と遮断される状態とを切り替える光シャッターリング装置と、その光線を反射して進行方向を変えるガルバノミラーと、光硬化性液状樹脂を収容しておく容器を備えている光硬化造形装置に関する。この光硬化造形装置では、ガルバノミラーによって、光線のスポットを容器内に収容されている光硬化性液状樹脂の液面内の任意の位置に向けることができるとともに、光シャッターリング装置によって、容器内に収容されている光硬化性液状樹脂の液面内の位置に応じて、光線のスポットを照射するかしないかを切り替えることができる。すなわち、液面内の任意の位置を光線のスポットで照射することができるとともに、照射しないこともできる。

40

その光シャッターリング装置は、光線の進行方向を変化させる光偏向器と、該光偏向器から出射した光線を集光する集光レンズと、その集光レンズの焦点面に設けられた空間フィルタを有することを特徴とする。ここで、集光レンズの焦点面とは、集光レンズの焦点を

50

含み、集光レンズの光軸に垂直な面をいう。

【0006】

また、本発明の光硬化造形装置は、前記集光レンズにビームエキスパンダを構成する集光レンズを用いることを特徴とする。

また、空間フィルタの後方に、第2の集光レンズが配置されていることを特徴とする。すなわち、空間フィルタの前後に一对の集光レンズが配置されていることを特徴とする。一对の集光レンズは、ビームエキスパンダを構成する。空間フィルタの前方に配置されている第1の集光レンズは、光シャッターリング装置とビームエキスパンダの構成部材を兼用している。

本発明の光硬化造形装置は、ビームエキスパンダを構成する第2の集光レンズ（空間フィルタの後方に配置されている集光レンズ）が、光線の光軸に沿って移動可能なことを特徴とする。

【0007】

【作用】

さて、請求項1に係る光硬化造形装置は、光線が通過する状態と遮断される状態とを切り替える光シャッターリング装置を備えており、その光シャッターリング装置が、光線の進行方向を変化させる光偏向器と、光偏向器から出射した光線を集光する集光レンズと、集光レンズの焦点面に設けられた空間フィルタとを有している。光偏向器から出射した光線は集光レンズに入射し、集光レンズの焦点面上に集光される。ここで、光偏向器から出射した光線が偏向されていない場合と偏向されている（進行方向が変化させられている）場合とでは、集光レンズによって集光される位置が異なる。すなわち、集光レンズはフーリエ変換レンズとして機能し、偏向されていない光線と偏向された光線のフーリエ変換像が、互いに空間周波数の異なる点に結像されると考えることができる。従って、集光レンズの焦点面に置かれた空間フィルタによって、これらのフーリエ変換像のうちいずれかの成分のみを遮断し、他の成分を通過させることが可能となる。すなわち、偏向されていない光線と偏向された光線のうち一方を遮断して、他方を通過させることができる。この結果、光偏向器で光線が偏向されていない状態と偏向された状態とを切り替えることによって、光線が通過する状態と光線が遮断される状態とを切り替えることができる。

【0008】

この光シャッターリング装置では、光線が偏向されているかいないかによって集光レンズによるフーリエ変換像が互いに空間周波数の異なる点に結像されることを利用している。このため、互いの光線が分離されている必要はなく、僅かな偏向角の差異があれば、空間フィルタによって一方の光線のみを遮断することができる。従って、光偏向器の直後に集光レンズ及び空間フィルタを配置しても光シャッターリングを行うことができる。この結果、従来の装置に比較して光シャッターリング装置内の光路を著しく短くすることができ、装置を小型化することが可能となる。このようにして、光硬化造形装置を小型化することができる。

【0009】

また、本発明の光硬化造形装置では、上記の第1の集光レンズに、ビームエキスパンダを構成する集光レンズを用いている。このビームエキスパンダには、集光レンズとコリメートレンズを組み合わせ構成したものが用いられる。かかるビームエキスパンダを用いた光学機器において、ビームエキスパンダの前に光偏向器を配置し、ビームエキスパンダを構成する第1の集光レンズの焦点面に空間フィルタを配置することによって、上述の如くにして光シャッターリングを行うことができる。これによって、光学機器における光学要素の追加を極力少なくしつつ、光シャッターリング装置内の光路を著しく短くすることができ、光硬化造形装置を小型化することが可能となる。

さらに、本発明の光硬化造形装置では、空間フィルタの前方に配置されている第1の集光レンズが、光シャッターリング装置とビームエキスパンダの構成部材を兼用している。光学要素の数を少なく抑えることができる。

本発明の光硬化造形装置では、ビームエキスパンダを構成する第2の集光レンズを光軸

10

20

30

40

50

に沿って移動させることができるために、光線の最小集光点を、液面に対して上下方向に調整することができ、液状樹脂の硬化深さを変化させることができる。

【0010】

【実施例】

次に、本発明を具現化した一実施例について、図1乃至図3を参照して説明する。まず、本実施例の光シャッターリング装置を用いた光硬化造形装置の構成及び各部の機能について、図1及び図2を参照して説明する。光硬化造形装置とは、液状の光硬化性樹脂（以下、「液状樹脂」とも略する。）にレーザ光等の強力な光線を照射してその一部を硬化させ、任意の三次元形状を造形する装置である。この光硬化造形装置は、CADシステムで設計した機械部品等をCADデータを用いて容易に実体化することができ、設計の確認と直接的な評価を行える。また、近年の多品種少量生産の要請にも適合した極めて有用な装置である。図1は本実施例の光シャッターリング装置を用いた光硬化造形装置の構成を示す平面図であり、図2はその正面図である。なお、図1及び図2は、光硬化造形装置の中心となる光学系の構成のみを示しており、ミラー、レンズ等の支持機構や駆動機構等は省略されている。

10

【0011】

図1に示されるように、本実施例における光硬化造形装置2はレーザ光源としてHe-Cdレーザ4を有している。このHe-Cdレーザ4から出射される紫外線レーザ光6が全反射ミラー8で反射され、AOMモジュール10に入射される。AOMモジュール10に入射した紫外線レーザ光6は、直進する0次光または僅かに偏向した1次光として出射して、全反射ミラー12で真下方向（図1の紙面に垂直な方向）に反射され、さらに全反射ミラー14で水平方向に反射される。

20

従って、このAOMモジュール10は、本発明における光偏向器として機能する。また、AOMモジュール10は、後述する液状樹脂40に照射される紫外線レーザ光6の強度を変化させる機能をも有する。

すなわち、AOMモジュール10に印加される超音波の電力を変化させることによって、0次光と1次光との強度比率が変化する。後述するように、最終的に液状樹脂40に照射されるのは紫外線レーザ光6の1次光のみであるため、0次光と1次光との強度比率を変えることによって、液状樹脂40に照射される紫外線レーザ光6の強度が変わることになる。

30

【0012】

続いて、紫外線レーザ光6はメカシャッター16及び虹彩絞り18を通過して、ビームエキスパンダを構成する凸レンズ20に入射する。この凸レンズ20と凸レンズ24とによって、紫外線レーザ光6のビーム径を拡大するためのビームエキスパンダが構成されている。

凸レンズ20と凸レンズ24との間には、空間フィルター22が設けられている。この空間フィルター22は凸レンズ20の焦点に位置しており、本実施例においては空間フィルター22としてスリットを用いている。

前述のAOMモジュール10と、これらの凸レンズ20及び空間フィルター22によって、本実施例の光シャッターリング装置1が構成されている。

40

【0013】

この光シャッターリング装置1による光シャッターリングの機構について、図3を参照して説明する。図3は、本実施例の光シャッターリング装置1の主要部分の構成を示す平面図である。

図1に示されるAOMモジュール10から出射した0次光レーザビーム6B及び1次光レーザビーム6Aは、図3の右方から凸レンズ20に入射する。ここで、凸レンズ20は、その光軸が1次光6Aの光路と一致するように設置されている。従って、0次光6Bは凸レンズ20の光軸に対して偏向角をもって入射することになる。

凸レンズ20の光軸に沿って入射する1次光6Aは、凸レンズ20の光軸上の点6Cに集光される。一方、凸レンズ20の光軸に対して偏向角を有する0次光6Bは、点6Cから

50

離れた点6Dに集光される。すなわち、凸レンズ20はフーリエ変換レンズとして機能し、1次光6A及び0次光6Bのフーリエ変換像が空間周波数の異なる点6C及び点6Dに結像されると考えることができる。

【0014】

従って、空間フィルターとしてのスリット22によって、これらのフーリエ変換像のうち空間周波数の異なる点6Dの成分(0次光6B)のみを遮断することができる。一方、点6Cに集光された1次光6Aは、スリット22の開口部22aを通過して、二つ目の凸レンズ24に入射する。そして、ビーム径が拡大された平行光6Eとして出射する。

このようにして、AOMモジュール10から出射したレーザー光のうち0次光6Bは空間フィルター22によって遮られ、1次光6Aのみが空間フィルター22を通過する。従って、AOMモジュール10で紫外線レーザー光6を0次光6Bと1次光6Aとに高速で切り換えることによって、ガルバノミラー28,30の走査速度に対応した高速での紫外線レーザー光6のシャッタリングが可能になる。

これによって、紫外線レーザー光6を高速で走査しながら、液状樹脂40のうち必要な部分にのみ照射することができる。

【0015】

なお、本実施例においては支持機構等の関係から、図1に示されるように、AOMモジュール10と凸レンズ20の間に全反射ミラー12,14,メカシャッター16及び虹彩絞り18が配置されており、AOMモジュール10と凸レンズ20とが離れている。

しかし、空間フィルター22を用いた光シャッタリングのためには、従来の光シャッタリング装置52におけるように0次光の光路と1次光の光路とが分離されている必要はなく、両者の間に僅かな偏向角が存在すれば良い。従って、AOMモジュール10と凸レンズ20を離す必要はなく、AOMモジュール10の直後に凸レンズ20及び空間フィルター22を配置しても、同様に機能する光シャッタリング装置を構成することができる。

これによって、光シャッタリング装置としては、従来の光シャッタリング装置52に比較して、極めて光路長の短い装置とすることができる。

【0016】

さて、図1,図2に示されるように、凸レンズ24は、紫外線レーザー光6の光軸方向に沿って移動可能となっている。この凸レンズ24の移動機構は、凸レンズ24のレンズホルダーをパルスモータを用いたスライドステージ(いずれも図示省略)に取り付けることによって構成されている。

かかる移動機構で凸レンズ24を移動させることによって、紫外線レーザー光6の最小集光点が液状樹脂40の液面から上下にずれ、この結果液状樹脂40の液面における紫外線レーザー光6のスポット径が変化する。これによって、紫外線レーザー光6による液状樹脂40の硬化径を変えずに液状樹脂40の硬化深さを変化させることができる。

【0017】

凸レンズ24から出射したビーム径が拡大された紫外線レーザー光6は、二つ目の虹彩絞り26を通過して、ガルバノミラー28及び30によって反射される。ガルバノミラー28は、図1の紙面に垂直な回転軸を中心として回転し、ガルバノミラー30は、図1の紙面内にある回転軸を中心として回転する。これによって、図2に破線で示されるように、紫外線レーザー光6は、ガルバノミラー30の下方に設けられた樹脂容器38の全面にわたって走査される。

また、図2に示されるように、ガルバノミラー30と樹脂容器38の間には、f レンズ32が設けられている。このf レンズ32は、数枚のレンズが組み合わされて構成されており、紫外線レーザー光6を樹脂容器38内の液状樹脂40の表面において、全面にわたって均一なスポット径で集光する。

なお、二つの虹彩絞り18,26は、光硬化造形装置2を組み立てる際に紫外線レーザー光6の光軸合わせをするためにのみ用いられるものであり、光軸合わせが完了した後は全開とされる。また、メカシャッター16は樹脂容器38の周辺で作業をする場合等に作業者の安全のために閉じられるものであり、光硬化造形装置2の使用時には全開とされている

10

20

30

40

50

【0018】

さて、かかる構成を有する本実施例の光硬化造形装置2を用いた光硬化造形の手順について、図2を参照して説明する。

図2に示されるように、光硬化造形装置2においては、液状樹脂40で満たされた容器38の中に、図示しない昇降機構によって昇降可能な昇降テーブル42が設けられている。図のような製品44を造形するには、まず、昇降テーブル42を、液状樹脂40の液面40aから製品44の最下層44aの厚さ分だけ下降した高さに位置させる。この状態で、ガルバノミラー28, 30を回転させることによってレーザ光6を液状樹脂40の全面にわたって走査しつつ、必要な範囲のみレーザ光6を照射させる。すなわち、製品44の範囲内ではAOMモジュール10によって紫外線レーザ光6を1次光6Aに切り替えて、スリット22を通過させて液状樹脂40に照射させる。それ以外の範囲では、AOMモジュール10で紫外線レーザ光6を0次光6Bに切り替えてスリット22によって遮断し、液状樹脂40が光硬化しないようにする。

このようにして、まず最下層44aを光硬化させる。次に昇降テーブル42を最下層から二番目の層44bの厚さ分だけ下降させ、同様にして二番目の層44bを光硬化させる。以下、同様にして、下から順に一層ずつ光硬化させることによって、図2に示されるような製品44が造形される。

【0019】

本実施例においては、本発明の光シャッターリング装置を光硬化造形装置に応用した例について説明したが、本発明の光シャッターリング装置はこれ以外の種々の光学装置にも応用することができる。また、光線としてHe-Cdレーザ4から出射される紫外線レーザ光6に対して適用しているが、Arレーザ等の他の紫外線レーザ光や、他の波長のレーザ光、さらにはレーザ光以外の光線にも適用することが可能である。

また、本実施例においては、光偏向器としてAOMモジュールを用いているが、EOM (Electro-Optic Modulator, 電気光学式光変調器)モジュールを始めとするその他の光偏向器を用いても良い。

さらに、本実施例では、空間フィルター22としてスリットを用いているが、ピンホールやガラス板上にマスクパターンを描いたもの等を空間フィルターとして用いても良い。

光シャッターリング装置のその他の部分の構成、機能、数、大きさ、接続関係等についても、本実施例に限定されるものではない。

【0020】

【発明の効果】

請求項1に係る発明では、光偏向器と集光レンズと空間フィルタを組み合わせる構成とした光シャッターリング装置を利用する光硬化造形装置を創出したために、従来の光硬化造形装置に比較して光シャッターリング装置内の光路を著しく短くすることができ、光硬化造形装置を小型化することが可能となる。これによって、光収差や光軸のずれの影響を最小限に抑えて光硬化造形装置で造形する立体モデルの精度を向上させることができる。

【0021】

また、請求項2に係る発明においては、ビームエキスパンダを構成する前側の集光レンズの前後に光偏向器と空間フィルタを配置した光シャッターリング装置を創出したために、光学要素の追加を極力少なくしつつ、光シャッターリング装置内の光路を著しく短くすることができ、光硬化造形装置を小型化できる。

また、請求項3に係る光硬化造形装置では、空間フィルタの前方に配置されている集光レンズが、光シャッターリング装置とビームエキスパンダの構成部材を兼用している。光学要素の数を少なく抑えることができる。

さらに、請求項4に係る光硬化造形装置では、光線の最小集光点を、液面に対して上下方向に調整することができ、液状樹脂の硬化深さを変化させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光シャッターリング装置の一実施例を応用した光硬化造形装置の構成

10

20

30

40

50

を示す平面図である。

【図2】光シャッターリング装置の一実施例を応用した光硬化造形装置の構成を示す正面図である。

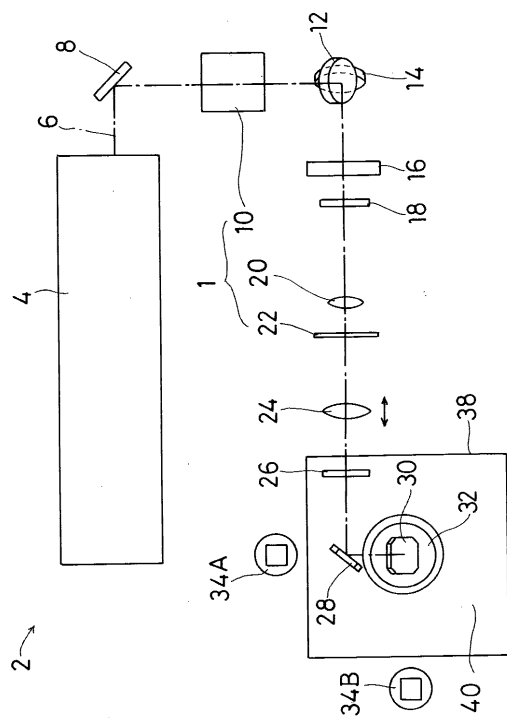
【図3】光シャッターリング装置の一実施例の主要部分の構成を示す平面図である。

【図4】従来例の光シャッターリング装置の構成を示す平面図である。

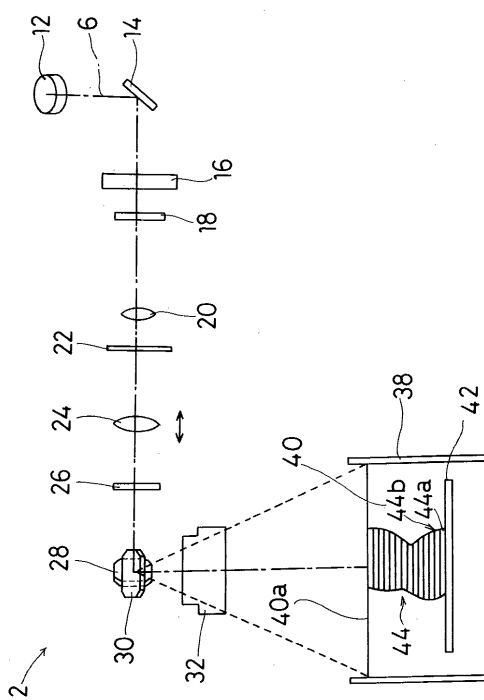
【符号の説明】

- 1 光シャッターリング装置
- 6 光線
- 10 光偏向器
- 20 集光レンズ
- 22 空間フィルタ

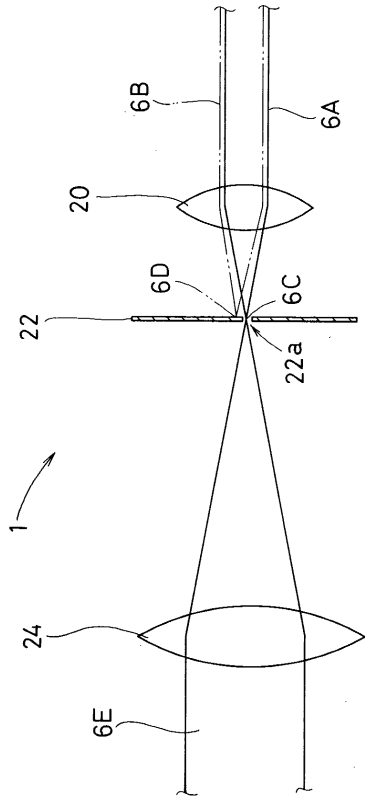
【図1】



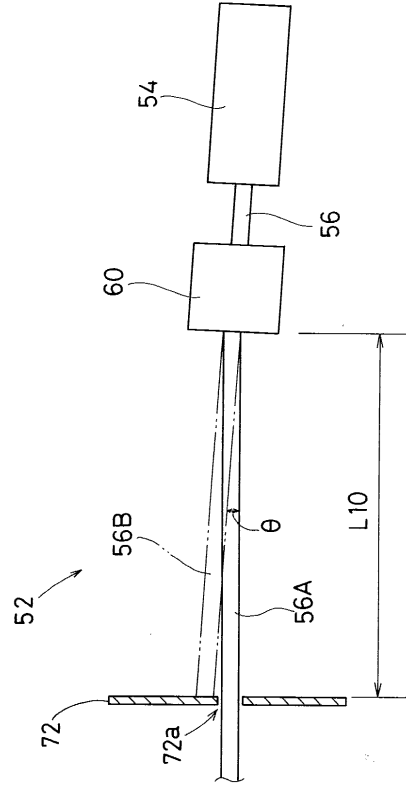
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭47-041431(JP,A)
特開昭61-023119(JP,A)
特開昭61-215534(JP,A)
特開昭63-193130(JP,A)
特開昭54-017048(JP,A)
特開昭60-057819(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/11
G02F 1/31-1/335