

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2006-12379
(P2006-12379A)

(43) 公開日 平成18年1月12日(2006.1.12)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 7/135 (2006.01)	G 1 1 B 7/135 A	2 H 0 8 7
G O 2 B 13/00 (2006.01)	G 1 1 B 7/135 Z	5 D 7 8 9
G 1 1 B 7/22 (2006.01)	G O 2 B 13/00	
	G 1 1 B 7/22	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2005-23916 (P2005-23916)	(71) 出願人	000002185
(22) 出願日	平成17年1月31日 (2005.1.31)		ソニー株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2004-152462 (P2004-152462)		東京都品川区北品川6丁目7番35号
(32) 優先日	平成16年5月21日 (2004.5.21)	(74) 代理人	100122884
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 角田 芳末
		(74) 代理人	100113516
			弁理士 磯山 弘信
		(72) 発明者	篠田 昌孝
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		Fターム(参考)	2H087 KA13 LA01 NA00 PA01 PA17
			PB01 QA01 QA07 QA11 QA31
			UA00
			5D789 AA01 AA03 AA38 BA01 CA22
			JA44 NA05

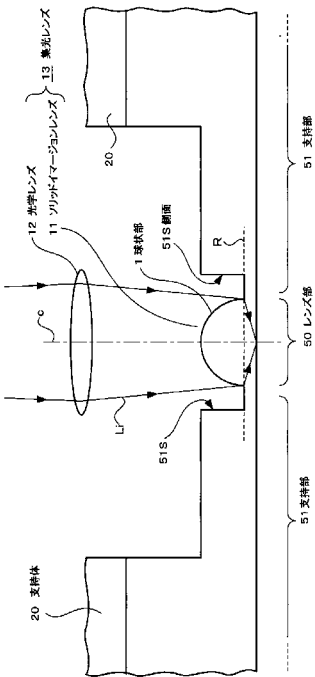
(54) 【発明の名称】 ソリッドイマージョンレンズ、集光レンズ、光学ピックアップ装置、光記録再生装置及びソリッドイマージョンレンズの形成方法

(57) 【要約】

【課題】従来の加工方法では実現し得なかった小径のソリッドイマージョンレンズを形成することができ、また十分な保持を可能とするソリッドイマージョンレンズとその形成方法を提案し、ニアフィールド光記録再生用に用いて好適なソリッドイマージョンレンズを提供する。

【解決手段】ソリッドイマージョンレンズ11において、その少なくとも一部、例えば球状部1の一部を、支持部51と一体に形成して構成する。

【選択図】図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも一部が、支持部と一体に形成されて成ることを特徴とするソリッドイマージョンレンズ。

【請求項 2】

上記支持部は、上記ソリッドイマージョンレンズの球状部と対向する側面が、上記ソリッドイマージョンレンズに入射される入射光に略沿う傾斜面とされたことを特徴とする請求項 1 記載のソリッドイマージョンレンズ。

【請求項 3】

上記ソリッドイマージョンレンズの対物側に、凸状部が設けられて成ることを特徴とする請求項 1 記載のソリッドイマージョンレンズ。

【請求項 4】

上記ソリッドイマージョンレンズの対物側に、凸状部が設けられて成ることを特徴とする請求項 2 記載のソリッドイマージョンレンズ。

【請求項 5】

ソリッドイマージョンレンズと、該ソリッドイマージョンレンズと光軸を合致させ、対物側とは反対側に配置された光学レンズとより構成された集光レンズにおいて、

上記ソリッドイマージョンレンズは、その少なくとも一部が、支持部と一体に形成されて成る

ことを特徴とする集光レンズ。

【請求項 6】

ソリッドイマージョンレンズと、該ソリッドイマージョンレンズと光軸を合致させて対物側とは反対側に配置された光学レンズと、光源とが少なくとも設けられ、上記ソリッドイマージョンレンズ及び光学レンズから成る集光レンズによって上記光源からの出射光を収束させて光スポットを形成する光学ピックアップ装置において、

上記ソリッドイマージョンレンズは、その少なくとも一部が、支持部と一体に形成されて成る

ことを特徴とする光学ピックアップ装置。

【請求項 7】

ソリッドイマージョンレンズと、該ソリッドイマージョンレンズと光軸を合致させて対物側とは反対側に配置された光学レンズと、光源とが少なくとも設けられ、上記ソリッドイマージョンレンズ及び光学レンズから成る集光レンズによって上記光源からの出射光を収束させて光スポットを形成する光学ピックアップ装置を有し、上記集光レンズを光記録媒体のフォーカシング方向及び / 又はトラッキング方向に制御駆動する制御駆動手段が設けられて成る光記録再生装置において、

上記ソリッドイマージョンレンズは、その少なくとも一部が、支持部と一体に形成されて成る

ことを特徴とする光記録再生装置。

【請求項 8】

ソリッドイマージョンレンズの形成方法において、

レンズ材料体を薄くスライスして薄板を形成する工程と、

上記薄板に凹部を形成する工程と、

上記凹部に上記ソリッドイマージョンレンズの球状部を形成する工程とを少なくとも有する

ことを特徴とするソリッドイマージョンレンズの形成方法。

【請求項 9】

上記凹部の上記ソリッドイマージョンレンズの球状部と対向する側面を、上記ソリッドイマージョンレンズに入射される入射光に略沿う傾斜面として形成する

ことを特徴とする請求項 8 記載のソリッドイマージョンレンズの形成方法。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

上記ソリッドイマージョンレンズの周囲の凹部をフォーカスイオンビーム加工方法により加工する

ことを特徴とする請求項 8 記載のソリッドイマージョンレンズの形成方法。

【請求項 1 1】

上記ソリッドイマージョンレンズの周囲の凹部をフォーカスイオンビーム加工方法により加工する

ことを特徴とする請求項 9 記載のソリッドイマージョンレンズの形成方法。

【請求項 1 2】

上記ソリッドイマージョンレンズの対物側に、凸状部を形成する工程を有する

ことを特徴とする請求項 8 記載のソリッドイマージョンレンズの形成方法。

10

【請求項 1 3】

上記ソリッドイマージョンレンズの対物側に、凸状部を形成する工程を有する

ことを特徴とする請求項 9 記載のソリッドイマージョンレンズの形成方法。

【請求項 1 4】

上記ソリッドイマージョンレンズの対物側に、凸状部を形成する工程を有する

ことを特徴とする請求項 1 0 記載のソリッドイマージョンレンズの形成方法。

【請求項 1 5】

上記ソリッドイマージョンレンズの対物側に、凸状部を形成する工程を有する

ことを特徴とする請求項 1 1 記載のソリッドイマージョンレンズの形成方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、ソリッドイマージョンレンズ (Solid Immersion Lens: 固浸レンズ) と、これを用いた集光レンズ、光学ピックアップ装置及び光 (もしくは光磁気) 記録再生装置、またソリッドイマージョンレンズの形成方法に関し、さらに詳しくは、光学レンズの屈折率が大なる材料を用いて集光レンズの開口数を大にして光 (もしくは光磁気) 記録媒体に記録再生を行ういわゆるニアフィールド光記録再生方式に好適なソリッドイマージョンレンズ、集光レンズ、光学ピックアップ装置、光記録再生装置及びソリッドイマージョンレンズの形成方法に関するものである。

【背景技術】

30

【0 0 0 2】

C D (Compact Disc)、M D (Mini Disc)、D V D (Digital Versatile Disc) に代表される光記録媒体 (光磁気記録媒体を含む) は、音楽情報、映像情報、データ、プログラム等の格納媒体として広く利用されている。しかしながら、更なる音楽情報、映像情報、データ、プログラム等の高音質化、高画質化、長時間化、大容量化のために、さらに大容量の光記録媒体及びこれを記録再生する光記録再生装置 (光磁気記録再生装置を含む) が望まれている。

そこで、これらに対応するため、光記録再生装置では、その光源の例えば半導体レーザーの短波長化や、集光レンズの開口数の増大化が図られ、集光レンズを介して収束する光スポットの小径化が図られている。

40

【0 0 0 3】

例えば、半導体レーザーに関しては、発振波長が従来の赤色レーザーの 6 3 5 n m から 4 0 0 n m 帯に短波長化された G a N 半導体レーザーが実用化され、これにより光スポットの小径化が図られつつある。また、例えばそれ以上の短波長化については、2 6 6 n m の単一波長の光を連続発振するソニー株式会社製の遠紫外固体レーザー U W - 1 0 1 0 などが発売されており、更なる光スポットの小径化も図られつつある。また、これ以外にも N d : Y A G レーザの 2 倍波レーザー (2 6 6 n m 帯)、ダイヤモンドレーザー (2 3 5 n m 帯)、G a N レーザの 2 倍波レーザー (2 0 2 n m 帯) などの研究、開発が進められている。

【0 0 0 4】

また、ソリッドイマージョンレンズ (S I L) に代表される開口数の大なる光学レンズ

50

を使って、例えば開口数 1 以上の集光レンズを実現するとともに、この集光レンズの対物面を光記録媒体と、その光源波長の 10 分の 1 程度まで近接させることにより記録再生を行ういわゆるニアフィールド光記録再生方式が検討されている（例えば特許文献 1 参照。）。

【0005】

このニアフィールド光記録再生方式では、光記録媒体と集光レンズとの距離を精度良く光学的なコンタクト状態に維持することが重要である。また、光源から出射されて集光レンズに入射する光束径が小になるとともに、光記録媒体と集光レンズとの距離も数十 nm 以下程度と非常に小さくなるため、光記録媒体と集光レンズとの傾きマージン、いわゆるチルトマージンが非常に小さくなり、集光レンズは形状的に大きく制約されることになる。

【0006】

図 22 に、ソリッドイマージョンレンズの一例の概略構成図を示す。ソリッドイマージョンレンズ 11 と光学レンズ 12 とを、光記録媒体 30 などの対物側から順に配置して、ニアフィールド集光レンズを構成することができる。図 22 に示すように、ソリッドイマージョンレンズ 11 は、半球状又は超半球状（図示の例においては超半球状）に形成され、光軸に沿う厚さが例えば超半球状の場合は $r(1 + 1/n)$ 、半球状の場合は r として構成される。

【0007】

このような構成の集光レンズを例えば光記録再生装置に適用する場合は、2 軸アクチュエータを有する光学ピックアップ装置に装着され、光記録媒体と集光レンズとの距離を光学的なコンタクト状態に維持する。光磁気記録に用いられる場合は、光学ピックアップ装置に、磁気記録再生に使用される磁気ヘッド装置が組み込まれ、同様に光記録媒体と集光レンズとの距離を光学的なコンタクト状態に維持する構成とされる。

【0008】

また、ソリッドイマージョンレンズの形状としては、上述の図 22 に示すように、対物面 9 を平面状とするほか、対物面を円錐状に加工した形状や、対物面の中心部分を残して磁気コイルをその周囲に設ける形状などが提案されている（例えば特許文献 2 参照。）。

【0009】

【特許文献 1】特開平 5 - 189796 号公開公報

【特許文献 2】特開 2003 - 161801 号公開公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

上述のニアフィールド光記録再生方式では、光記録媒体に対するフォーカシング方向及びトラッキング方向に制御駆動される集光レンズの安定制御を図るとともに、フォーカシングサーボやトラッキングサーボやシーク時間等のサーボ特性の向上を図るために、集光レンズ、特にソリッドイマージョンレンズの小型・軽量化が必要である。

【0011】

しかしながら、従来の加工方法による場合、すなわち、立方体形状の高屈折率材料をまずボール形状のレンズを加工し、これを更に超半球に加工したソリッドイマージョンレンズでは、小型・軽量化が難しい。これは、直径が 0.5 mm 程度以下のボール形状のレンズを機械的な研磨手段によって加工し、またニアフィールド光記録再生に適用できる程度に精度良く角度制御して固定して、安定に保持することは非常に難しいことによる。

【0012】

上述の問題に鑑みて、本発明は、従来の加工方法では実現し得なかった小径のソリッドイマージョンレンズを形成することができ、また保持が容易で十分精度の良い組み立てが可能となるソリッドイマージョンレンズとその形成方法を提案し、ニアフィールド光記録再生用に用いて好適なソリッドイマージョンレンズとこれを用いた集光レンズ、光学ピックアップ装置、光記録再生装置及びソリッドイマージョンレンズの形成方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記課題を解決するために、本発明によるソリッドイマージョンレンズは、その少なくとも一部が、支持部と一体に形成されて構成とすることを特徴とする。

また、本発明は、上述のソリッドイマージョンレンズにおいて、上記支持部は、上記ソリッドイマージョンレンズの球状部と対向する側面が、ソリッドイマージョンレンズに入射される入射光に略沿う傾斜面として構成されることを特徴とする。

また本発明によるソリッドイマージョンレンズは、その対物側に、凸状部を設ける構成とすることを特徴とする。

【0014】

また、本発明による集光レンズは、上述の本発明構成によるソリッドイマージョンレンズと、このソリッドイマージョンレンズと光軸を合致させ、対物側とは反対側に配置された光学レンズとより構成することを特徴とする。

更に、本発明による光学ピックアップ装置は、上述の本発明構成によるソリッドイマージョンレンズと、このソリッドイマージョンレンズと光軸を合致させて対物側とは反対側に配置された光学レンズと、光源とが少なくとも設けられ、ソリッドイマージョンレンズ及び光学レンズから成る集光レンズによって光源からの出射光を収束させて光スポットを形成する構成とすることを特徴とする。

また、本発明による光記録再生装置は、上述の本発明構成によるソリッドイマージョンレンズを用いた集光レンズを具備する光学ピックアップ装置を有し、集光レンズを光記録媒体のフォーカシング方向及び/又はトラッキング方向に制御駆動する制御駆動手段を設ける構成とすることを特徴とする。

【0015】

更に、本発明によるソリッドイマージョンレンズの形成方法は、レンズ材料体を薄くスライスして薄板を形成する工程と、この薄板に凹部を形成する工程と、凹部に上記ソリッドイマージョンレンズの球状部を形成する工程とを少なくとも有することを特徴とする。

【0016】

また、本発明によるソリッドイマージョンレンズの形成方法は、上述の工程に加えて、上記凹部のソリッドイマージョンレンズの球状部と対向する側面を、ソリッドイマージョンレンズに入射される入射光に略沿う傾斜面として形成することを特徴とする。

更に、本発明によるソリッドイマージョンレンズの形成方法は、ソリッドイマージョンレンズの周囲の凹部をフォーカスイオンビーム加工方法により加工する。

また、本発明によるソリッドイマージョンレンズの形成方法は、ソリッドイマージョンレンズの対物側に、凸状部を形成する工程を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

上述した本発明のソリッドイマージョンレンズによれば、その少なくとも一部において、支持部と一体に形成して構成することから、球状部の半径が従来に比して小径化されても、この一体に形成された支持部において、安定かつ制御性良く保持することが可能となり、ソリッドイマージョンレンズをその光軸角度などを精度良く調整して光学ピックアップ装置、光記録再生装置に組み立てることができる。

【0018】

また、上述のソリッドイマージョンレンズにおいて、特に支持部の球状部と対向する側面を、ソリッドイマージョンレンズに入射される入射光に略沿う傾斜面として形成することによって、入射光を遮ることなく球状部の周囲の加工体積を低減化することができる。したがって、この場合加工時間が最短となり、かつ、開口数が大なる集光レンズを容易に形成することが可能となる。

【0019】

また、本発明によるソリッドイマージョンレンズにおいて、対物側に凸状部を設けることによって、光記録媒体等の対象物との対向面積を低減化することができ、これにより傾

10

20

30

40

50

きマージンを大とすることができる。

【0020】

そして、上述のソリッドイマージョンレンズと光学レンズとより成る集光レンズを用いて構成される光学ピックアップ装置及び光記録再生装置では、ソリッドイマージョンレンズの小径化を図ることができること、また安定保持を可能とすることによって、光記録媒体のフォーカシング方向及び／又はトラッキング方向に制御駆動される集光レンズの安定制御を図ることができるとともに、フォーカシングサーボやトラッキングサーボやシーク時間等のサーボ特性の向上を図ることが可能となる。

【0021】

また、本発明のソリッドイマージョンレンズの形成方法によれば、レンズ材料体をスライスして薄板を形成する工程と、この薄板に凹部を形成する工程と、凹部にソリッドイマージョンレンズの球状部を形成する工程とを少なくとも有することによって、球状部の少なくとも一部を支持部と一体化して成るソリッドイマージョンレンズを容易に形成することができる。

【0022】

また、本発明によるソリッドイマージョンレンズの形成方法において、上述の工程に加えて、凹部のソリッドイマージョンレンズの球状部と対向する側面を、ソリッドイマージョンレンズに入射される入射光に略沿う傾斜面として形成することにより、加工体積を低減化し、最短時間での加工形成を可能とし、上述の本発明構成のソリッドイマージョンレンズの生産性の向上を図ることができる。

【0023】

更に、上述のソリッドイマージョンレンズの形成方法において、ソリッドイマージョンレンズの周囲の凹部をフォーカスイオンビーム加工方法により加工することによって、確実に精度良くソリッドイマージョンレンズの球状部を加工形成することができる。

また、本発明によるソリッドイマージョンレンズの形成方法において、ソリッドイマージョンレンズの対物側に、凸状部を形成することによって、光記録媒体等の対象物との傾きマージンを大としたソリッドイマージョンレンズを容易に形成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下本発明を実施するための最良の形態の例を、図面を参照して説明する。

本発明は、ソリッドイマージョンレンズ及びその形成方法と、このソリッドイマージョンレンズと光軸を合致させ、対物側とは反対側に配置された光学レンズとで構成された集光レンズ、更にこの集光レンズを有し、いわゆるニアフィールド光記録再生方式を採用する光学ピックアップ装置と、この光学ピックアップ装置を有する光記録再生装置に適用することができる。

【0025】

まず、本発明によるソリッドイマージョンレンズ及びその形成方法の説明に先立って、これら集光レンズ、光学ピックアップ装置、光記録再生装置に適用した実施の形態の例について図1～図5を参照して説明する。なお、図1～図5において、ソリッドイマージョンレンズの形状は、その配置構成を容易に説明するために、本発明構成による一例を簡略化して示すものであるが、後述する図6以後の例を含む各種の本発明構成の形状を採り得るものであることはいうまでもない。

【0026】

図1は、本発明によるソリッドイマージョンレンズを用いた集光レンズの一例を示す概略構成図である。レンズの対象物の例えば光記録媒体30に対し、本発明構成によるソリッドイマージョンレンズ11、光学レンズ12をこの順に光軸を合致させて配置して構成する。ソリッドイマージョンレンズ11は、曲率半径 r の半球状又は超半球状、図示の例では超半球状とされ、その光軸に沿う厚さは、半球状の場合は r 、図1に示すように超半球状とする場合は、 $r(1 + 1/n)$ とされる。このような構成とすることによって、光学レンズ12の開口数 NA を超える高開口数の集光レンズ13を提供することができる。

なお、実際にはソリッドイマージョンレンズ 11 と光記録媒体 30 とは互いに接触してはいないが、これらソリッドイマージョンレンズ 11 及び光記録媒体 30 の間隔はソリッドイマージョンレンズ 11 の厚さと比較して十分に小さいため図 1 ~ 図 5 においてはその間隔を省略して示す。

【0027】

図 2 は、図 1 に示すソリッドイマージョンレンズ及び集光レンズを用いた光学ピックアップ装置の光学系の構成の一形態を示す概略構成図である。図示しない光源及びフォトディテクタと、ソリッドイマージョンレンズ 11 及び光学レンズ 12 より成る集光レンズ 13 との間に、例えば第 1 及び第 2 のビームスプリッタ 14 及び 15 が配置される。光記録媒体 30 は、例えばディスク状であれば、図示を省略するスピンドルモータに装着され、

10

【0028】

また、図 1 及び図 2 に示す光学ピックアップ装置には、集光レンズ 13 をトラッキング方向及びフォーカシング方向に制御駆動する手段が設けられる。

この手段としては、例えば一般的な光学ピックアップに用いられる 2 軸アクチュエータや、磁気ヘッド装置等に用いられるスライダ等が挙げられる。

これら集光レンズ 13 の制御駆動手段の形態を次に示す。

【0029】

図 3 は、制御駆動手段として 2 軸アクチュエータを用いた光学ピックアップ装置の一例の概略構成図である。図 3 に示すように、集光レンズ 13 は、そのソリッドイマージョン

20

レンズ 11 及び光学レンズ 12 の光軸を合致させてソリッドイマージョンレンズ 11 の保持部と光学レンズ 12 とが保持部 19 に固定されて構成され、この集光レンズ 13 がフォーカシング方向及び / 又はトラッキング方向に制御駆動される 2 軸アクチュエータ 16 に固着されている。

【0030】

そしてこの 2 軸アクチュエータ 16 により、光記録媒体 30 とソリッドイマージョンレンズ 11 との距離を、例えば戻り光量をモニタし、その距離情報をフィードバックすることにより制御可能とし、ソリッドイマージョンレンズ 11 と光記録媒体 30 との距離をほぼ一定に保つようになされ、かつこのソリッドイマージョンレンズ 11 と光記録媒体 30 との衝突を避けるように制御される。

30

また、この 2 軸アクチュエータ 16 において、トラッキング方向に戻り光量をモニタし、その位置情報をフィードバックすることにより、集光スポットを所望の記録トラックに移動させることが可能である。

【0031】

次に、図 1 及び図 2 に示した集光レンズ 13 の制御駆動手段として、スライダを採用した場合の概略構成図を図 4 に示す。

図 4 に示すように、集光レンズ 13 (図示の例においてはソリッドイマージョンレンズ 11) を、トラッキング方向に制御駆動されるスライダ 21 に固着して構成することもできる。このスライダ 21 は、例えば光記録媒体 30 の面触れ方向にのみ弾性を有するジンバル 22 等の弾性体、または図示を省略する他の弾性体を介し、トラッキング方向に移動する可動光学部 (図示せず) に支持される。そしてこの可動光学部を、リニアモータ等で構成された制御駆動手段によりトラッキング方向に制御駆動することによって、所定のトラック上に集光レンズ 13 を対向させることができる。

40

そして、光記録媒体 30 の回転に伴い発生する気体流が光記録媒体 30 とスライダ 21 との間に流れ込むとともに、弾性体の光記録媒体 30 側への押圧力と釣り合う気体薄膜が形成され、スライダ 21 が光記録媒体 30 に対して一定の距離、例えば 50 nm の距離を保ちつつ浮上するように構成される。すなわち、光記録媒体 30 を所定の回転数で回転さ

50

せて光記録媒体 30 からの情報の再生時あるいは、光記録媒体 30 への情報の記録時において、集光レンズ 13 を構成するソリッドイマージョンレンズ 11 と光記録媒体 30 との距離を、スライダ 32 によりほぼ一定距離に保たれた状態とすることができる。

【0032】

以下、光学ピックアップ装置の概略構成について、再び図 2 を参照して説明する。光源、例えば半導体レーザから出射された往路光はコリメータレンズ（図示せず）により平行光に変換され（L1）、第 1 のビームスプリッタ 14 を透過し（L）、集光レンズ 13 を介して光記録媒体 30 の情報記録面に集光される。情報記録面で反射された復路光は集光レンズ 13 を透過し、第 1 のビームスプリッタ 14 で反射され（L2）、第 2 のビームスプリッタ 15 に入射する。そしてこの第 2 のビームスプリッタ 15 により分離された復路光（L3 及び L4）は、フォーカシング用光検出器及び信号用光検出器（図示せず）に集光され、フォーカシングエラー信号および再生ピット信号等が検出される。

10

【0033】

また、第 2 のビームスプリッタで反射された復路光は、トラッキング用光検出器にも集光され、トラッキングエラー信号が検出される。なお、必要に応じてこの光学ピックアップ装置には、光記録媒体 30 の面振れに対して、集光レンズ 13 を固着する 2 軸アクチュエータ、もしくはスライダが追従した残りのフォーカスエラー成分および集光レンズの組み立て工程時に発生した誤差成分を、2 枚のレンズの間隔を変えることで補正することができるリレーレンズを、第 1 のビームスプリッタ 14 と光学レンズ 12 との間に挿入し構成してもよい。

20

【0034】

スライダ 21 にソリッドイマージョンレンズ 11 及び光学レンズ 12 が固着されている場合は、スライダ 21 が追従した残りのフォーカスエラー成分および集光レンズの組み立て工程時に発生した誤差成分を補正する手段として、集光レンズ 13 を構成するソリッドイマージョンレンズ 11 をスライダ 21 に固定し、光学レンズ 12 を例えば圧電素子等により光軸方向に可動するように構成してもよい。

【0035】

また、スピンドルモータが複数の光記録媒体を装着する手段を有する光記録再生装置の場合は、図 5 の概略構成図に示すように、光軸をほぼ 90 度曲げるミラー 23 をスライダ 21 に設ける構成が好適である。このような構成の光記録再生装置は、光記録媒体間の間隔を小とすることができるので、結果的に装置の小型化、薄型化を図ることができる。

30

【0036】

なお、上記した光学ピックアップ装置は、再生のみを行う再生専用、記録のみを行う記録専用、記録と再生の両方を行うことができる記録再生用を含むものである。また、上述した各光学ピックアップ装置は、光磁気記録方式と、ニアフィールド光再生方式を組み合わせることにより、その光ピックアップ装置の一部に磁気コイル等を組み込んだものを含む構成とすることもできる。また、光記録再生装置は、再生のみを行う再生専用装置、記録のみを行う記録専用装置、記録と再生の両方を行うことができる記録再生用装置を含むものである。

【0037】

40

次に、本発明構成のソリッドイマージョンレンズの形状について説明する。

上述したように、本発明によるソリッドイマージョンレンズは、図 6 にその一例を光学レンズと組み合わせた概略構成図を示すように、ソリッドイマージョンレンズ 11 において、その少なくとも一部、図示の例では球状部 1 の一部が支持部 51 と一体に形成され、すなわち同じレンズ材料体から一体に形成される構成とする。図示の例においては、球状部 1 は、その曲率半径が r 、屈折率が n 、光軸 c に沿う方向の厚さが $r(1 + 1/n)$ とされ、光軸 c と略直交する断面の半径が r である位置、すなわち図中破線 R で示す位置から対物側に向かう部分が支持部 51 と一体に形成された例を示す。

なお、光軸 c に沿う方向の厚さは r でもよい。この場合は、ソリッドイマージョンレンズ 11 を半球状とし、その一部を支持部と一体に形成する例となる。

50

【 0 0 3 8 】

このような構成のソリッドイマージョンレンズは、例えば図 7 A ~ C にその工程図を示す本発明ソリッドイマージョンレンズの形成方法の一例により容易に形成することができる。

すなわち、図 7 A に示すように、バルクのレンズ材料体 6 0 を薄くスライスして薄板を形成する工程と、図 7 B に示すように、スライスした薄板 6 1 のこの場合第 1 の面 6 1 A に凹部を形成する工程と、この凹部にソリッドイマージョンレンズの球状部を形成する工程とを少なくとも行うことによって、形成し得る。

なお、図示の例においては、薄板 6 1 の第 1 の面 6 1 A の中央部に比較的広い第 1 の凹部 6 2 を形成し、この第 1 の凹部 6 2 内の例えば略中央部に第 2 の凹部 6 3 を設け、この第 2 の凹部 6 2 内に目的とするソリッドイマージョンレンズ 1 1 の球状部に対応するレンズ部 5 0 を設ける例を示す。

10

【 0 0 3 9 】

このように、2 段階の凹部を設けることによって、比較的広い領域の第 1 の凹部 6 2 を半導体プロセスなどで通常用いられるリソグラフィの技術を適用して容易かつ短時間に加工することができ、その後、ソリッドイマージョンレンズ 1 1 の周囲の比較的狭い第 2 の凹部 6 3 を、更に精度良くエッチング深さを制御し得る例えばフォーカスイオンビーム (F I B) 法により加工形成することによって、加工時間の大幅な増加による生産性の低下を回避しつつ、支持部 5 1 と一体化されたソリッドイマージョンレンズ 1 1 を形成することができる。

20

【 0 0 4 0 】

特に微細な球状部、また先端部の加工については、例えば日立製作所 (株) 製の集束イオンビーム加工観察装置 F B - 2 1 0 0 などを利用した F I B 加工装置を利用するのが好適である。

このように、球状部等の微細形状部分を F I B 法により形成することによって、直径数十 n m 程度の微小なスポットのイオンビームによって、容易かつ確実に球状部を精度良く形成し、かつその半径をミクロンオーダー程度に微小化することができ、これにより従来に比して小径の小型ソリッドイマージョンレンズを精度良く容易に形成することができる。

【 0 0 4 1 】

なお、図 6 に示すように、この支持部 5 1 には例えばソリッドイマージョンレンズ 1 1 と離間する位置において固着面を設けることにより、2 軸アクチュエータ、もしくはスライダ等の支持体 2 0 と堅牢かつ安定に固着することができる。

30

この場合、支持体 2 0 との固着面は、ソリッドイマージョンレンズ 1 1 の球状部の半径を 0 . 5 m m 程度以下に微小化しても、十分角度及び位置制御を行い易い広さを確保することができるので、制御性良く、すなわち精度良く光軸に対する角度調整を行って組み立てることが容易となる。

【 0 0 4 2 】

また、光磁気記録媒体に対するニアフィールド光記録再生方式においては、記録時及び / 又は再生時に磁界が必要になることから、図示しないがソリッドイマージョンレンズの対物面の一部に磁気コイル等を取り付けて構成してもよい。

40

【 0 0 4 3 】

このソリッドイマージョンレンズ 1 1 の材料としては、例えば用いられる光記録再生装置の装備するレーザ光源など、入射光の波長に対して屈折率が大きく、また透過率が大きくかつ光吸収が小さい材料が好適である。例えば、高屈折率ガラスであるオハラ株式会社製の S - L A H 7 9 や、高屈折率セラミックス、高屈折率単結晶材料である B i ₄ G e ₃ O ₁₂、S r T i O ₃、Z r O ₂、H f O ₂、S i C、ダイヤモンドなどが好適である。

特に、ダイヤモンド等の比較的硬度の高い材料を用いる場合において、直径 0 . 5 m m 程度以下の小径のボール形状に加工しにくい場合は、本発明を適用することによって、割れ、欠けなどの損傷を抑制して、生産性良くソリッドイマージョンレンズを形成すること

50

ができる。

【 0 0 4 4 】

また、これらのレンズ材料は、アモルファス構造、もしくは単結晶の場合には立方晶構造であることが望ましい。光学レンズ材料がアモルファス構造、もしくは立方晶構造である場合、その方位を精度良く合わせる必要がなく、光学レンズ作製のためのエッチングプロセスやポリッシングプロセスを容易に適用できるという利点がある。

【 0 0 4 5 】

図 6 においては、ソリッドイマージョンレンズ 1 1 の球状部と対向する凹部の側面、すなわち支持部 5 1 の球状部と対向する側面 5 1 S は、光軸 c と略平行な垂直面として形成した場合を示す。この場合、その側面 5 1 S は、ソリッドイマージョンレンズ 1 1 の球状部 1 に入射される入射光 L i を妨げないように、球状部 1 の周縁部すなわち破線 R で示す位置から離間して形成する。

10

【 0 0 4 6 】

これに対し、例えば図 8 にソリッドイマージョンレンズ 1 1 の他の実施の形態例を示すように、ソリッドイマージョンレンズ 1 1 の球状部 1 と対向する支持部 5 1 の側面 5 1 S を、ソリッドイマージョンレンズ 1 1 に入射される入射光に略沿う傾斜面として構成としてもよい。図 8 において、図 6 と対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

【 0 0 4 7 】

このような構成とすることによって、ソリッドイマージョンレンズ 1 1 に入射されるレーザー光等の入射光を遮ることのない形状としつつ、側面 5 1 S を球状部 1 1 の周縁部に近接させることができ、この球状部 1 1 の周囲の加工体積を低減化することができて、加工時間を短縮して生産性を向上させることが可能となる。

20

【 0 0 4 8 】

これら図 6 に示す例と図 8 に示す例における球状部 1 1 の周囲の加工体積を比較するために、図 9 及び図 10 において、球状部 1 1 の周囲の加工部の一断面を、それぞれ斜線を付して示す。図 9 及び図 10 において、図 6 及び図 8 と対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

先ず、図 9 に示すように、球状部 1 1 と対向する側面 5 1 S を光軸 c と略平行な垂直面として形成する場合は、ソリッドイマージョンレンズ 1 1 に入射角度 i をもって入射される光 L i を妨げないように、側面 5 1 S を球状部 1 の周縁部、すなわち破線 R と交差する位置からやや離間させて形成する。

30

【 0 0 4 9 】

ここで、光学レンズ 1 2 の開口数を N A としたとき、この光学レンズ 1 2 から入射される入射光の入射角度 i は、

$$i = \sin^{-1} (N A)$$

と表される。

例えば、光学レンズ 1 2 の開口数 N A が 0 . 3 7 7 であるとする、入射光の入射角度 i は 2 2 . 1 4 ° となる。

【 0 0 5 0 】

この光学レンズ 1 2 からの入射光を遮らない形状として側面 5 1 S を形成するために、ソリッドイマージョンレンズ 1 1 の球状部 1 の破線 R と交差する周縁部から、側面 5 1 S までの間隔を 7 μm 、球状部 1 の半径 r を 1 0 μm 、ソリッドイマージョンレンズ 1 1 の厚さ $r (1 + 1 / n)$ を 1 4 μm としたとき、斜線を付して示す加工部 5 2 の体積は、6 9 8 2 μm^3 程度となる。

40

【 0 0 5 1 】

一方、図 10 に示すように、側面 5 1 S を入射光に略沿う傾斜面とし、その傾斜角度 s を、上述の入射光の入射角度 i (2 2 . 1 4 °) と等しくするか、それよりも若干大きく、例えば加工マージンを 5 度として、 s を約 2 8 ° とすることができる。

この場合、加工体積を最小とし、かつ、入射光の光路を遮ることのない形状とできるの

50

で、所定の開口数を有するソリッドイマージョンレンズを得ることができる。

【0052】

上述したように、例えば側面51Sの傾斜角度を 28° とした場合は、球状部1の半径 r 及びソリッドイマージョンレンズ11の厚さを上述の例と同様とすると、加工部52の体積は $3600\mu\text{m}^3$ であり、図9において示す加工部の加工体積と比較して略半分程度に低減化することができることがわかる。

【0053】

特に、集光レンズの小型、軽量化のためにソリッドイマージョンレンズの小径化を図る場合は、微小な球状部1の周囲を精度良く加工するために、上述したFIB法によりエッチングすることが望ましい。しかしながら、このFIBによる加工においては、その加工

10

【0054】

しかしながら、上述したように、球状部1と対向する側面51Sを、この球状部1に入射する入射光に略沿う角度の傾斜面とすることによって、図9に示す例と図10に示す例において斜線を付して示す領域の面積の比から容易に予想されるように、加工体積を格段に低減化することができ、FIBを用いることによる加工時間の増加を抑えることができる。

これにより、従来に比して非常に微小な球状部を有するソリッドイマージョンレンズを実現できる。例えば、球状部の直径を数 μm から数百 μm 程度までのソリッドイマージョ

20

【0055】

また、図8～図10に示す例においては、ソリッドイマージョンレンズ11の対物側の先端部5に、凸状部2を設けた場合を示す。

このように対物側に凸状部2を設ける構成とすることによって、ソリッドイマージョンレンズ11を光学ピックアップ装置に適用して光記録媒体に対向して高速で相対移動させる際に、媒体に対するいわゆる傾斜マージンを大とすることができる。

【0056】

30

すなわち、図10に示す例において、凸状部2を例えば略円筒形状として、その直径 e 及び高さ h を適切に選定することによって、ソリッドイマージョンレンズ11に入射される入射光を遮らない構成とすることができ、且つ光学ピックアップ装置に適用する場合において、レンズと光記録媒体との傾きマージンは、図6に示すように凸状部2を設けない場合と比較して格段に大とすることができる。図10において、レンズの支持部51の最も厚い部分の厚さ、すなわちレンズ加工前の薄板の厚さを t とし、レンズ11の厚さを $t_L (= r + r/n)$ として示す。

【0057】

なお、ソリッドイマージョンレンズ11への入射光の入射角 i は、

$$0^\circ < i < 90^\circ$$

40

の範囲である。

これについて説明すると、ソリッドイマージョンレンズを利用した集光レンズの開口数は、図11にその一例の概略構成図を示すように、ソリッドイマージョンレンズ11の対物面とは反対側に配置する光学レンズ12からソリッドイマージョンレンズ11への入射光の光軸からの入射角を i_0 、ソリッドイマージョンレンズ11内の入射角を i とし、光学レンズ12の開口数を NA 、ソリッドイマージョンレンズ11の屈折率を n とすると、

$$\sin i_0 = NA$$

$$n \sin i = \sin i_0$$

となるので、ソリッドイマージョンレンズ11による集光レンズの実効的な開口数 $NA(S$

50

IL)は、

$$\begin{aligned} NA(SIL) &= n^2 \sin i_0 \\ &= n \sin i \end{aligned}$$

と表され、 i が略 90° のときソリッドイマージョンレンズ 11 による集光レンズの実効的な開口数 $NA(SIL) = n$ で最大となる。

【0058】

つまり、図 12 A ~ D において入射角度 i が変化する場合は概略構成図をそれぞれ示すように、入射角 i が大きくなるほど、ソリッドイマージョンレンズによる集光レンズの実効的な開口数 $NA(SIL)$ は大となり、 90° に近づくにつれ最大値 n に近づく。図 11 及び図 12 において、図 6 と対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

すなわち、入射角度 i を大とするほうが高い開口数を得るためには望ましいが、図 12 C 及び D に示す例では、ソリッドイマージョンレンズを保持する部分の確保が難しく、また入射角度 i を大とするほど製造マージンは小さくなり、歩留まりを高めにくいという問題が生じる。

このため、製造マージンをある程度確保するためには、破線 R で示す位置近傍から入射させる構成が望ましく、すなわち実用的には入射角 i を $\tan^{-1}(n)$ 近傍とすることが望ましい。

また、入射角 i が $\tan^{-1}(n)$ を超える場合は、入射角 i までを超半球状として、その対物側を支持部 51 と一体に設ける構成とすればよく、すなわち入射光が通過しないいわば入射の無効領域において、支持部 51 と一体とする構成とすればよい。

【0059】

上述の例において、ソリッドイマージョンレンズの半径 r を例えば $10 \mu m$ 、ソリッドイマージョンレンズの厚さを $14 \mu m$ 、屈折率を 2.458 、レンズと媒体の間隔を $25 nm$ 、円筒部分の直径 e を $13 \mu m$ (すなわち半径は $6.5 \mu m$)、高さ h を $2 \mu m$ にした場合を考える。

このとき、入射光の入射角度 i が光軸から $\tan^{-1}(n)$ であるとすると、約 68° となる。

一方、集光位置から凸状部 2 の縁部までの傾斜角度は、 $\tan^{-1}(2/6.5) \sim 17.1^\circ$ 、すなわち光軸からの角度は約 73° であり、十分入射光光路を遮ることのない形状とすることができる。

【0060】

またレンズと媒体の傾きを考えると、 $\tan^{-1}(0.025/6.5) \sim 0.22^\circ$ であることから、この場合、レンズの媒体に対する傾斜マージンは、 $+/-0.2^\circ$ とすることができる。このとき、球状部 1 の周囲の加工体積は上述したように $3600 \mu m^3$ 程度であり、傾斜面としない場合と比較して格段に加工時間を低減化でき、また開口数 2.28 と高い開口数のソリッドイマージョンレンズを実現できる。

【0061】

図 13 A 及び B に、このようにして形成したソリッドイマージョンレンズの概略斜視図及び側面図を示す。薄板を略正方形として、その一辺の長さ L_1 を例えば $1 mm$ 程度とし、薄板の厚さ t を例えばレンズ材料としてダイヤモンドを用いる場合、製造及び取り扱いの容易な厚さ、すなわち生産性上問題のない厚さとして数 μm ~ 数 mm 程度の例えば $50 \mu m$ とし得る。

そして、その略中央部に、例えば加工体積を考慮して全体面積の数分の 1 程度の面積となるように一辺の長さ L_2 を選定した凹部を形成して、更にその中央部に球状部 1、すなわちソリッドイマージョンレンズのレンズ部 50 を設ける構成とすることができる。このような構成とすることによって、支持部 51 の周縁部において、アクチュエータ等に堅牢に固着させることができ、また厚さが十分であるため保持し易く、かつ従来に比して非常に微小な小径のソリッドイマージョンレンズを提供することができる。

【0062】

なお、このソリッドイマージョンレンズの先端部 5 の凸状部 2 の形状としては、上述し

た円筒形状の他、種々の形状を採ることが可能である。

例えば、図 14 にその一例の要部の断面図及び対物側からみた平面図を並置して示すように、先端側の例えば円筒状、角柱状、断面楕円型柱状などの凸状部 2 の周囲に光軸 c と略直交する例えばリング形の平面部 3 を設け、この平面部 3 に向かって円錐状、角錐状などの傾斜部 2 を設ける構成とすることもできる。この場合においても、凸状部 2 の幅及び高さを適切に選定することによって、ソリッドイマージョンレンズに入射される入射光 L_i を遮ることのない形状とすることができる。

【0063】

または、図 15 に同様に先端部の一例の要部の断面図及び対物側からみた平面図を並置して示すように、先端部 5 を光軸 c と略直交する平面状として、その周囲に傾斜部 4 を設ける構成としてもよい。平面部の平面形状としては、円形、四角形、又は楕円形など種々の形状を採り得る。

【0064】

更に、図 16 ~ 図 20 に示すように、凸状部 2 の集光位置近傍を、例えば半径が略 r/n とされた球（破線 b で示す）に略外接する形状とすることもできる。この場合、この外接する領域の幅を光軸 c からの半径 f として示すと、この半径 f の領域において、レンズと入射光の光軸がずれた場合においても、ソリッドイマージョンレンズを通過する入射光の距離を $r(1 + 1/n)$ から殆ど変化させることなく、良好に対物側の集光位置に集光させることができる。

なお、光軸に沿う方向の厚さを r とする場合は、この部分において直径が略 r の球に外接する形状とすることによって、同様の効果を得ることができる。

【0065】

図 16 に示す例においては、光軸 c から半径 f の範囲を破線 b で示す半径略 r/n の球に略外接する形状とし、その周囲を円筒形状、又は例えば断面楕円形の柱状、または角柱状の凸状部 2 とし、その周囲に平面部及び傾斜部を設ける形状とした場合を示す。

光学ピックアップ装置に適用した場合において、対向する光記録媒体 30 との間隔 d に対して、凸状部 2 の幅及び高さを適切に選定することによって、上述の図 10 において説明した例と同様に、適切な傾斜マージンが得られることは同様である。

図 16 において、図 10 と対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

【0066】

また、図 17 に示すように、先端部 5 の一部において破線 b で示す半径略 r/n の球に略外接する形状とし、その周囲に円錐状、角錐状等の傾斜部 4 とするとか、図 18 に示すように、更に傾斜部 4 の周囲を平面部 6 とすることもできる。

更に、図 19 に示すように、半径 y の領域において破線 b で示す半径略 r/n の球に略外接する形状とし、その周囲に平面部 3 を設けるとか、また図 20 に示すように、半径 f の領域において破線 b で示す半径略 r/n の球に略外接する形状とし、光軸 c から幅 y の範囲において円柱状、角柱状、断面楕円型の柱状などの凸状部 2 を設けてその周囲を平面部 3 とするなど、種々の形状を採ることができることはいうまでもない。

図 17 ~ 図 20 において、図 10 と対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略する。これらの場合において、光軸方向の厚さを r とする場合は、直径 r の球に略外接する形状とすることによって、同様の効果を得ることができる。

以上の各例において、先端部 5 の一部において、半径が僅かに r/n からずれるとか、また半径 r/n の球に僅かにずれて外接する場合においても、ソリッドイマージョンレンズの入射側の光学系においてこれを補正することができれば、同様の効果が得られることはいうまでもない。ソリッドイマージョンレンズの光軸に沿う厚さを r とし、直径が略 r の球に略外接する形状とする場合も同様である。

なお、図 19 及び図 20 において示すように、凸状部 2 の縁部までの集光位置からの角度 t を適切に選定して、入射光 L_i を遮らない形状とすることは同様である。

【0067】

また、上述の各例においては、ソリッドイマージョンレンズ 11 において、球状部 1 と

10

20

30

40

50

支持部 5 1 とを一体に形成する位置を、球状部 1 の光軸と直交する断面が略半径 r となる位置から対物側としたが、この位置は球状部 1 の一部であればよい。

すなわち、以上説明した例においては、図 2 1 A に示すように、球状部 1 の光軸と直交する断面の半径が r となる位置から対物側が支持部 5 1 と一体に形成されている。このように支持部 5 1 と一体に形成する位置としては、図 2 1 B に示すように、対物側とは反対側にずれてもよく、また図 2 1 C に示すように、対物側にずれてもよい。

図 2 1 B に示す例においては、支持部 5 1 の厚さが上述の各例よりも大となるため、より強度を保持することができ、また球状部 1 の加工面積が上述の各例に比して小さくなることから、製造マージンを高め、また加工時間も短縮化することが可能となる。

一方、図 2 1 C に示す例においては、支持部 5 1 の厚さが小となるが、図 2 1 A ~ C において矢印 L_i で示す光学レンズ 1 2 からの入射光を示すように、図 2 1 C に示す構成とする場合はソリッドイマージョンレンズ 1 1 への入射光の入射位置がより対物側に近づき、すなわち入射角度が大となって、より大なる開口数を実現することができるという利点を有する。

【 0 0 6 8 】

以上説明したように、本発明によるソリッドイマージョンレンズを用いれば、薄板状の支持部を一体に設ける構成とすることから、0.5 mm 程度以下、 μm オーダーのサイズにレンズの小径化を図る場合、また非常に硬度の高い材料よりソリッドイマージョンレンズを構成する場合においても、製造が比較的容易であり、また堅牢かつ安定な保持を可能とし、また所定の開口数を得ることができて、開口数が大なるニアフィールド光記録再生に適したソリッドイマージョンレンズ及びこれを用いた集光レンズを提供することができる。

したがって、レンズの小径化による光学系の小型化、軽量化によって、フォーカスサーボ、トラッキングサーボやシーク時間等のサーボ特性の向上を図ることができ、光記録媒体に対する記録再生の安定性を高めることが可能となり、また光学ピックアップ装置および光記録再生装置の小型化薄型化を図ることができる。

【 0 0 6 9 】

また、球状部と対向する側面を傾斜面とすることによって、球状部の周囲の加工体積を低減化することができ、加工時間を大幅に低減化することが可能となり、生産性の向上を図ることができる。

更に、対物側の先端部に凸状部を設ける構成とすることによって、ソリッドイマージョンレンズと光記録媒体との傾斜マージンを大とすることができて、保持部との一体化による取り扱いの簡易化と相俟って、組み立て工程における制度を保持しつつ作業性を向上させ、生産性を高めることも可能である。

【 0 0 7 0 】

なお、本発明によるソリッドイマージョンレンズ及びこれを用いた集光レンズ、光学ピックアップ装置、光記録再生装置においては、上述の実施の形態例に限定されることなく、その他本発明構成を逸脱しない範囲において、種々の変形、変更が可能であることはいうまでもない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 1 】

【 図 1 】 本発明によるソリッドイマージョンレンズ及び集光レンズの一例の概略構成図である。

【 図 2 】 本発明による集光レンズの一例の概略構成図である。

【 図 3 】 本発明による光学ピックアップ装置の一例の概略構成図である。

【 図 4 】 本発明による光学ピックアップ装置の一例の概略構成図である。

【 図 5 】 本発明による光学ピックアップ装置の一例の概略構成図である。

【 図 6 】 本発明によるソリッドイマージョンレンズの一例の概略構成図である。

【 図 7 】 A は本発明のソリッドイマージョンレンズの形成方法の一例の一工程図である。

B は本発明のソリッドイマージョンレンズの形成方法の一例の一工程図である。 C は本発

10

20

30

40

50

明のソリッドイマージョンレンズの形成方法の一例の工程図である。

【図 8】本発明によるソリッドイマージョンレンズの一例の要部の概略構成図である。

【図 9】本発明によるソリッドイマージョンレンズの一例の要部の概略構成図である。

【図 10】本発明によるソリッドイマージョンレンズの一例の概略構成図である。

【図 11】ソリッドイマージョンレンズの開口数の説明に供する概略構成図である。

【図 12】A はソリッドイマージョンレンズの一例の概略構成図である。B はソリッドイマージョンレンズの一例の概略構成図である。C はソリッドイマージョンレンズの一例の概略構成図である。D はソリッドイマージョンレンズの一例の概略構成図である。

【図 13】A は本発明によるソリッドイマージョンレンズの一例の概略斜視構成図である。B は本発明によるソリッドイマージョンレンズの一例の概略側面構成図である。

10

【図 14】本発明によるソリッドイマージョンレンズの一例の要部の概略構成図である。

【図 15】本発明によるソリッドイマージョンレンズの一例の要部の概略構成図である。

【図 16】本発明によるソリッドイマージョンレンズの一例の要部の概略構成図である。

【図 17】本発明によるソリッドイマージョンレンズの一例の要部の概略構成図である。

【図 18】本発明によるソリッドイマージョンレンズの一例の要部の概略構成図である。

【図 19】本発明によるソリッドイマージョンレンズの一例の要部の概略構成図である。

【図 20】本発明によるソリッドイマージョンレンズの一例の要部の概略構成図である。

【図 21】A は本発明によるソリッドイマージョンレンズの一例の要部の概略構成図である。B は本発明によるソリッドイマージョンレンズの一例の要部の概略構成図である。C は本発明によるソリッドイマージョンレンズの一例の要部の概略構成図である。

20

【図 22】従来のソリッドイマージョンレンズの一例の概略構成図である。

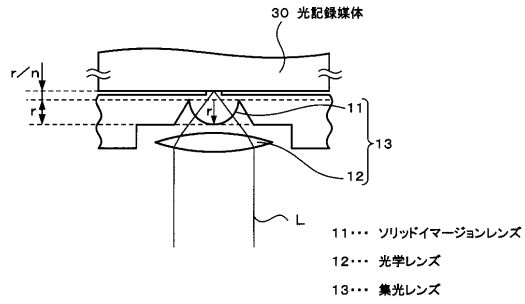
【符号の説明】

【0072】

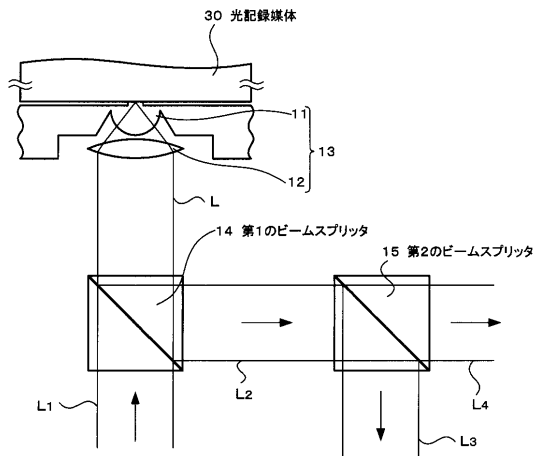
1・・・球状部、2・・・凸状部、3・・・平面部、4・・・傾斜部、5・・・先端部、9・・・対物面、11ソリッドイマージョンレンズ、12・・・光学レンズ、13・・・集光レンズ、14・・・第1のビームスプリッタ、15・・・第2のビームスプリッタ、16・・・2軸アクチュエータ、17・・・トラッキング用コイル、18・・・フォーカシング用コイル、19・・・保持部、20・・・保持体、21・・・スライダ、22・・・ジンバル、23・・・ミラー、30・・・光記録媒体、50・・・レンズ部、51・・・支持部、52・・・加工部、60・・・レンズ材料体、61・・・薄板、61A・・・第1の面、61B・・・第2の面、62・・・第1の凹部、63・・・第2の凹部

30

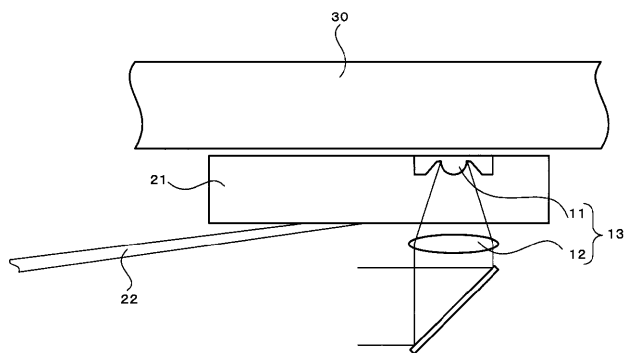
【図 1】



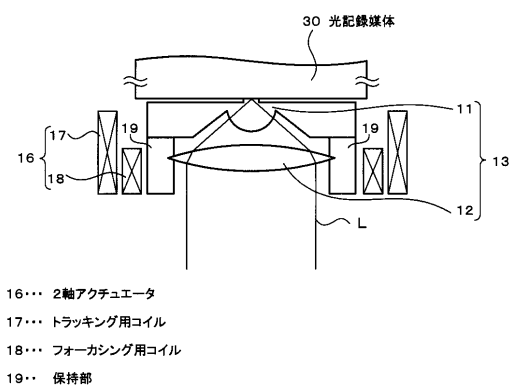
【図 2】



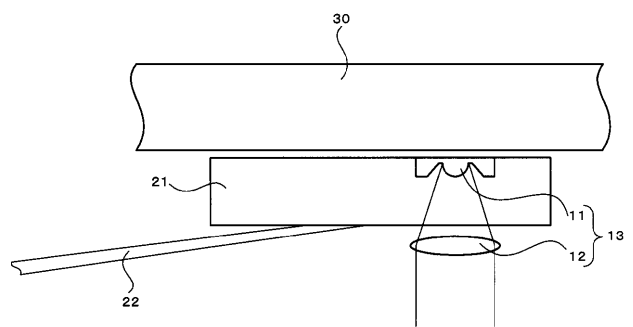
【図 5】



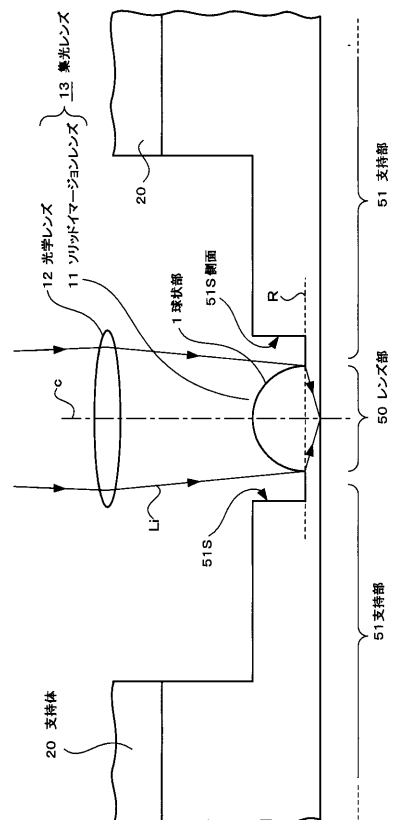
【図 3】



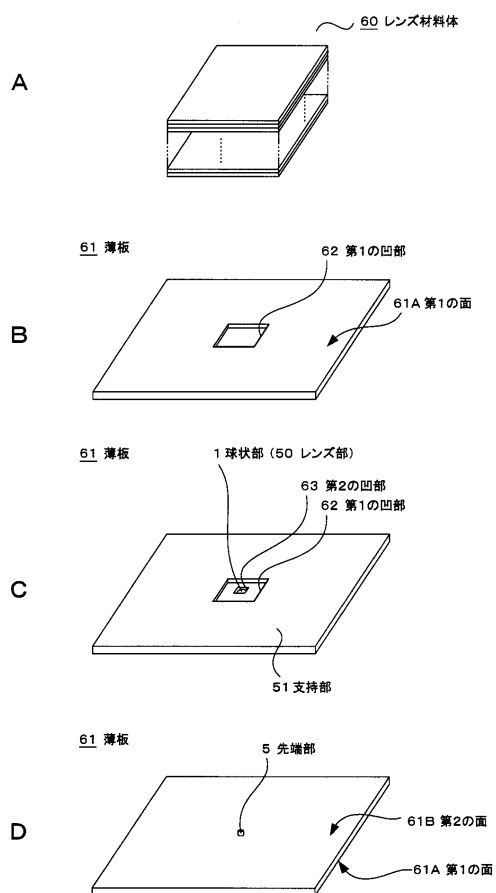
【図 4】



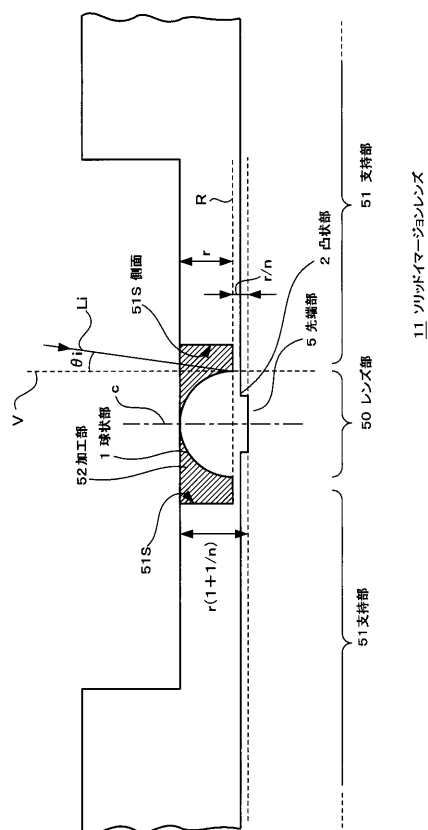
【図 6】



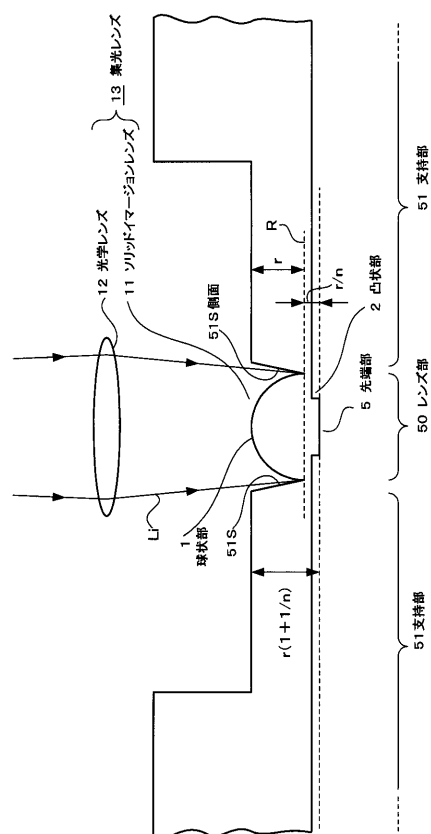
【圖 7】



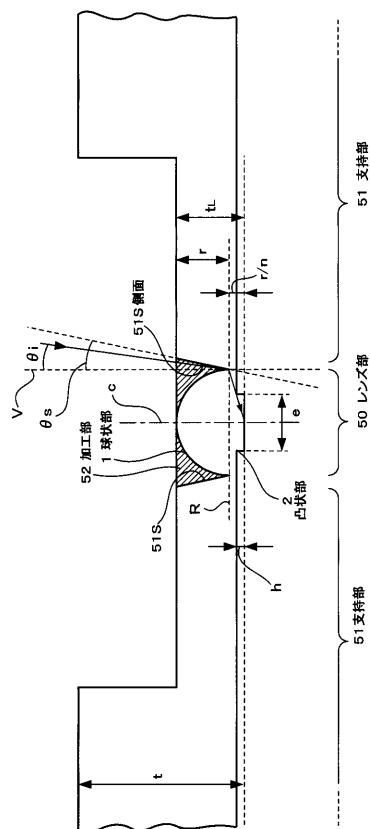
【 図 9 】



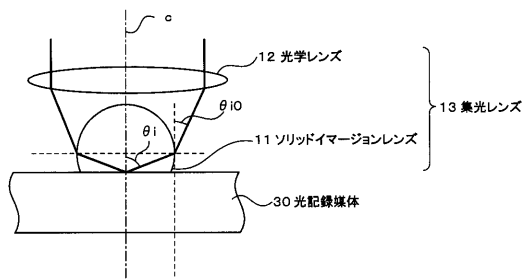
【 図 8 】



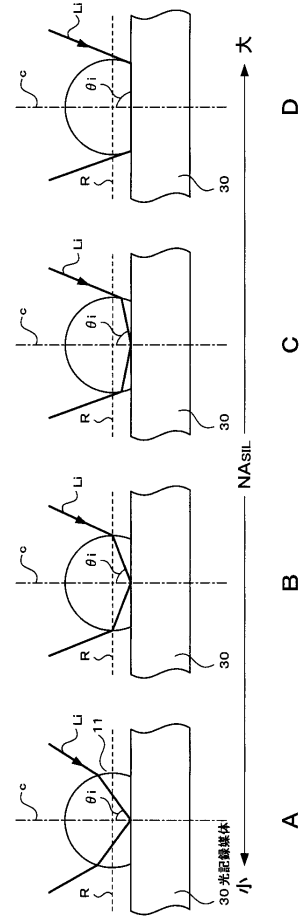
【 図 1 0 】



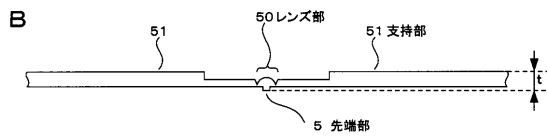
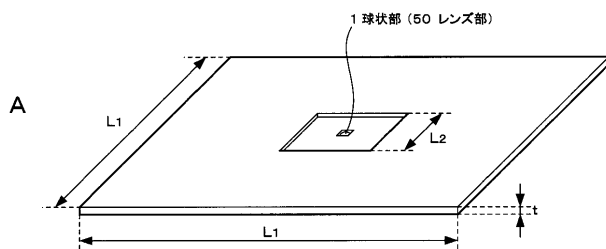
【図 1 1】



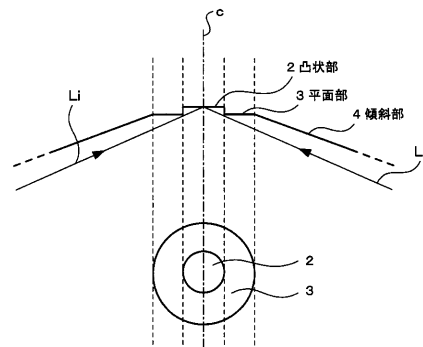
【図 1 2】



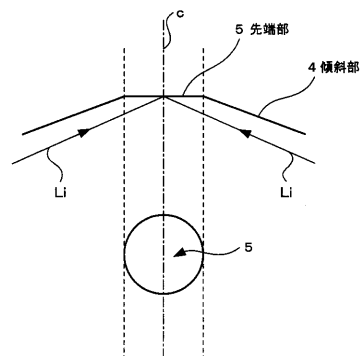
【図 1 3】



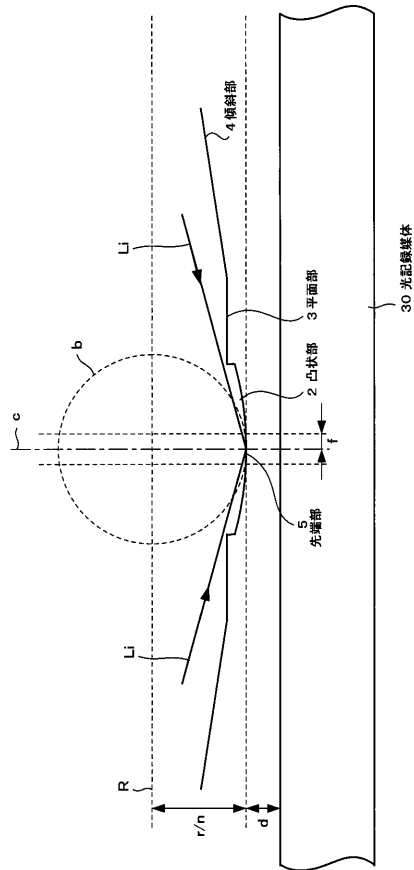
【図 1 4】



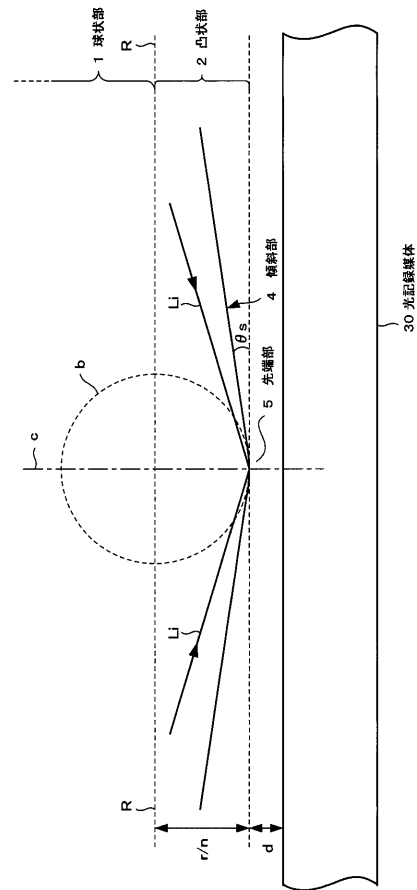
【図 1 5】



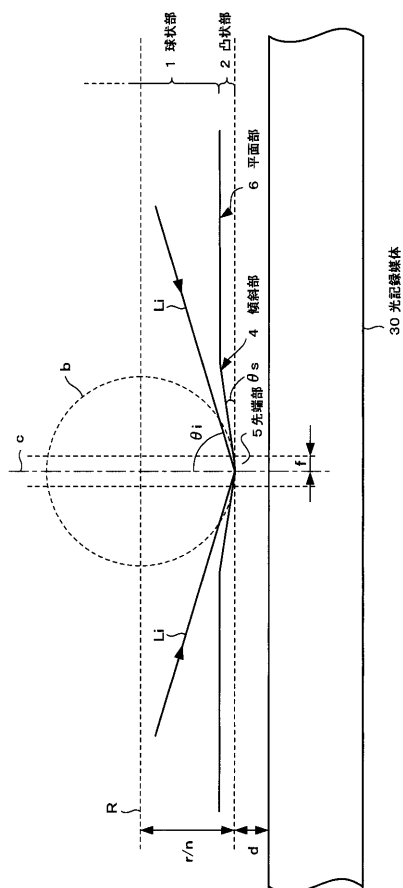
【図 16】



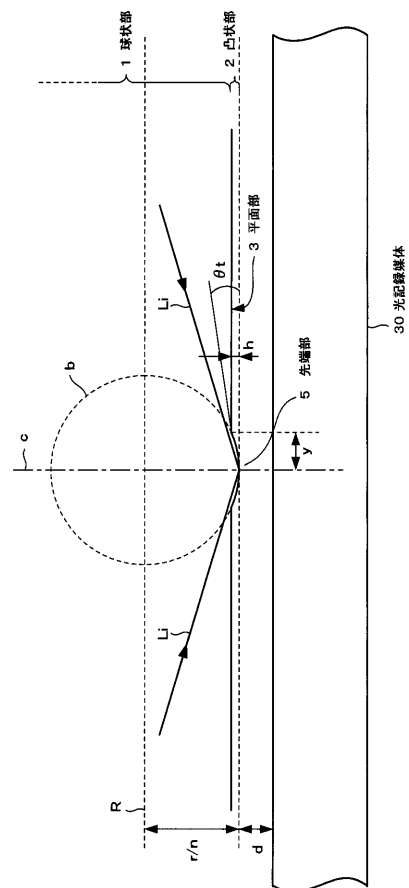
【図 17】



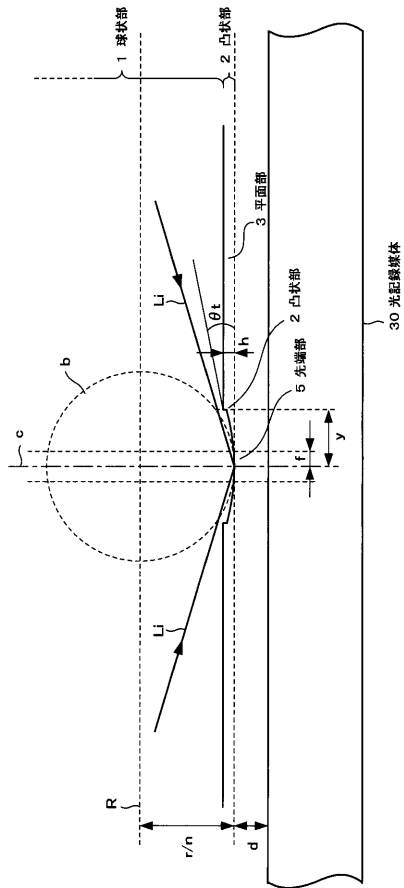
【図 18】



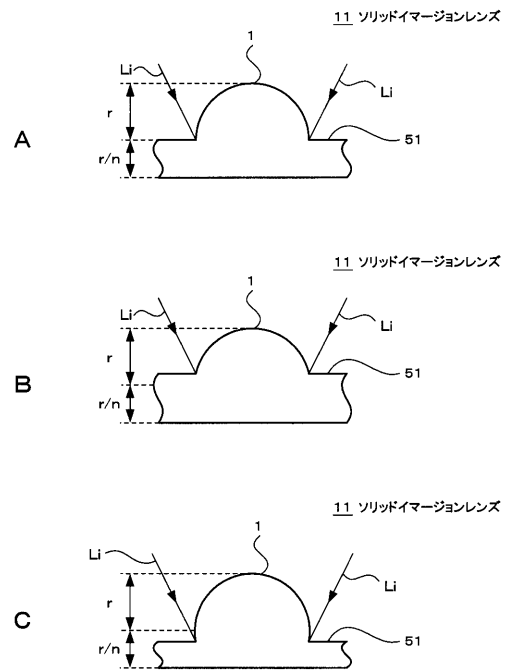
【図 19】



【図 20】



【図 21】



【図 22】

