

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4157419号  
(P4157419)

(45) 発行日 平成20年10月1日 (2008. 10. 1)

(24) 登録日 平成20年7月18日 (2008. 7. 18)

(51) Int. Cl.	F I
<b>G 1 1 B 7/22 (2006. 01)</b>	G 1 1 B 7/22
<b>G 1 1 B 7/12 (2006. 01)</b>	G 1 1 B 7/12
<b>G O 1 N 13/14 (2006. 01)</b>	G O 1 N 13/14

請求項の数 14 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2003-129817 (P2003-129817)	(73) 特許権者	000002325
(22) 出願日	平成15年5月8日 (2003. 5. 8)		セイコーインスツル株式会社
(65) 公開番号	特開2004-71133 (P2004-71133A)		千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地
(43) 公開日	平成16年3月4日 (2004. 3. 4)	(74) 代理人	100079212
審査請求日	平成17年12月16日 (2005. 12. 16)		弁理士 松下 義治
(31) 優先権主張番号	特願2002-169955 (P2002-169955)	(72) 発明者	平田 雅一
(32) 優先日	平成14年6月11日 (2002. 6. 11)		千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セイコーインスツルメンツ株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	大海 学
			千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セイコーインスツルメンツ株式会社内
		審査官	井上 信一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 近視野光ヘッドの製造方法および製造装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

突起と、記録媒体に対して浮上させるエアベアリングとを有し、前記突起と近視野光を介して前記記録媒体に対する情報の記録再生を行う近視野光ヘッドを製造する近視野光ヘッドの製造方法において、

基板の一方の面に前記突起を形成する工程と、

前記エアベアリングを形成するためのエアベアリング母材膜を前記基板の前記突起を有する面上に形成する工程と、

前記エアベアリング母材膜をエッチングして前記突起の露出を検出した時に前記エアベアリング母材膜のエッチングを停止する第 1 のエッチング工程と、

前記エアベアリング母材膜を加工して前記エアベアリングを形成する工程と、を有することを特徴とする近視野光ヘッドの製造方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の近視野光ヘッドの製造方法であって、

前記第 1 のエッチング工程と前記エアベアリングを形成する前記工程との間に、別途前記エアベアリング母材膜の追加エッチングを少なくとも一回以上おこなうことを特徴とする近視野光ヘッドの製造方法。

【請求項 3】

光学的開口と、記録媒体に対して浮上させるエアベアリングとを有し、前記光学的開口と近視野光を介して前記記録媒体に対する情報の記録再生を行う近視野光ヘッドを製造す

る近視野光ヘッドの製造方法において、  
透明基板の一方の面に前記突起を形成する工程と、  
前記突起が形成された前記透明基板の前記一方の面上に遮光膜を形成する工程と、  
前記エアベアリングを形成するためのエアベアリング母材膜を前記遮光膜上に堆積させる工程と、  
前記エアベアリング母材膜をエッチングして前記遮光膜の露出を検出した時に前記エアベアリング母材膜のエッチングを停止する第1のエッチング工程と、  
前記エアベアリング母材膜を加工して前記エアベアリングを形成する工程と、  
前記遮光膜のうち、前記突起の頂点に位置する部分を部分的に除去して前記光学的開口を形成する工程と、  
を有することを特徴とする近視野光ヘッドの製造方法。

10

【請求項4】

請求項3記載の近視野光ヘッドの製造方法であって、  
前記第1のエッチング工程と光学的開口を形成する前記工程との間に、別途前記エアベアリング母材膜の追加エッチングを行う第2のエッチング工程を有することを特徴とする近視野光ヘッドの製造方法。

【請求項5】

請求項3または4記載の近視野光ヘッドの製造方法であって、  
光学的開口を形成する前記工程では、略平板を用いて前記突起上の前記遮光膜と前記エアベアリング母材膜の一部を覆い、前記エアベアリング母材膜をストッパーとして前記略平板の少なくとも一部を前記突起上の前記遮光膜の頂点に押しつけて前記遮光膜を塑性変形させることにより、前記突起の頂点を露出して前記光学的開口を形成することを特徴とする近視野光ヘッドの製造方法。

20

【請求項6】

基板と、前記基板の一方の面に設けられた突起と前記基板の前記一方の面とを覆う導電性の遮光膜と、記録媒体に対して浮上させるエアベアリングとを有し、前記突起と近視野光を介して前記記録媒体に対する情報の記録再生を行う近視野光ヘッドを製造する近視野光ヘッドの製造装置であって、

前記エアベアリングの母材であり前記遮光膜を覆うエアベアリング母材膜をエッチングするエッチャントと、

30

前記エッチャントを溜める容器と、

前記エッチャント中に固定された電極と、

前記電極と前記遮光膜の間の電気抵抗を測定する抵抗計を有することを特徴とする近視野光ヘッドの製造装置。

【請求項7】

請求項6記載の近視野光ヘッドの製造装置であって、

前記抵抗計で測定された電気抵抗に基づいて、前記エッチングを停止させる機構を持つことを特徴とする近視野光ヘッドの製造装置。

【請求項8】

基板と、前記基板の一方の面に設けられた突起と前記基板の前記一方の面とを覆う導電性の遮光膜と、記録媒体に対して浮上させるエアベアリングとを有し、前記突起と近視野光を介して前記記録媒体に対する情報の記録再生を行う近視野光ヘッドを製造する近視野光ヘッドの製造装置であって、

40

前記エアベアリングの母材であり前記遮光膜を覆うエアベアリング母材膜をエッチングするエッチャントと、

前記エッチャントを溜める容器と、

前記エッチャント中に固定された電極と、

前記電極と前記遮光膜の間のインピーダンスを測定するインピーダンス計を有することを特徴とする近視野光ヘッドの製造装置。

【請求項9】

50

請求項 8 記載の近視野光ヘッドの製造装置であって、

前記インピーダンス計で測定されたインピーダンスに基づいて、前記エッチングを停止させる機構を持つことを特徴とする近視野光ヘッドの製造装置。

【請求項 10】

基板と、前記基板の一方の面に設けられた突起と前記基板の前記一方の面とを覆う遮光膜と、記録媒体に対して浮上させるエアベアリングとを有し、前記突起と近視野光を介して前記記録媒体に対する情報の記録再生を行う近視野光ヘッドを製造する近視野光ヘッドの製造装置であって、

前記エアベアリングの母材であり前記遮光膜を覆うエアベアリング母材膜をエッチングするエッチャントと、

前記エッチャントを溜める容器と、

前記エアベアリング母材膜を照射するレーザ光源と、

前記レーザ光源に由来する散乱光を検出する光検出器を有することを特徴とする近視野光ヘッドの製造装置。

【請求項 11】

請求項 10 記載の近視野光ヘッドの製造装置であって、

前記光検出器で検出された前記散乱光に基づいて、前記エッチングを停止させる機構を持つことを特徴とする近視野光ヘッドの製造装置。

【請求項 12】

請求項 7 から 11 のいずれかに記載の近視野光ヘッドの製造装置であって、

前記基板と前記突起と前記遮光膜と前記エアベアリング母材膜とを有する加工対象物を前記エッチャント中に固定し、前記加工対象物の加工対象面以外の面からのエッチングを防ぐカバーを有することを特徴とする近視野光ヘッドの製造装置。

【請求項 13】

光学的開口と、記録媒体に対して浮上させるエアベアリングとを有し、前記光学的開口と近視野光を介して前記記録媒体に対する情報の記録再生を行う近視野光ヘッドを製造する近視野光ヘッドの製造方法において、

透明基板の一方の面に突起を形成する工程と、

前記突起が形成された前記透明基板の前記一方の面上に遮光膜を形成する工程と、

前記エアベアリングを形成するためのエアベアリング母材膜を前記遮光膜上に堆積させる工程と、

前記エアベアリング母材膜をエッチングすることにより、前記遮光膜を露出させる第 1 のエッチング工程と、

前記エアベアリング母材膜をエッチングマスクとして前記遮光膜をエッチングすることにより、前記遮光膜のうち、前記突起の頂点に位置する部分を部分的に除去して光学的開口を形成する工程と、

前記エアベアリング母材膜を加工して前記エアベアリングを形成する工程と、  
を有することを特徴とする近視野光ヘッドの製造方法。

【請求項 14】

請求項 13 記載の近視野光ヘッドの製造方法であって、

前記第 1 のエッチング工程と光学的開口を形成する前記工程との間に、別途前記エアベアリング母材膜の追加エッチングを行う第 2 のエッチング工程を有することを特徴とする近視野光ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、近視野光ヘッドおよびその製造方法、製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近視野光素子は、情報記録再生装置の近視野光ヘッドや、サンプルなどの光学的な観察を

10

20

30

40

50

行うプローブとして現在利用あるいは検討が始められている。

#### 【0003】

光を用いた情報記録再生装置は、大容量化・小型化の方向へと進化しており、そのため記録容量の高密度化が要求されている。その対策として、青紫色半導体レーザを用いた研究がおこなわれているが、これらの技術では光の回折限界の問題により、現在の記録密度の数倍程度の向上しか望めない。これに対し、光の回折限界を超えた微小領域の光学情報を扱う技術として、近視野光を利用した情報記録再生方法が期待されている。

#### 【0004】

この技術では、近視野光素子である近視野光ヘッドに形成した光の波長以下サイズの光学的開口近傍に発生する近視野光を利用する。光学情報の再生方法としては、微小開口より生成される近視野光を記録媒体表面に照射し、情報が記録された微小な凹凸や屈折率等の光学定数が変化した記録媒体表面との相互作用により変換される散乱光を、別途設けた受光素子で検出する（イルミネーションモード）方法が可能である。また、記録媒体に局在する近視野光を利用することもできる。光学情報の再生方法としては、記録媒体表面に光を照射することにより、記録媒体上の微小マークに局在する近視野光を微小開口や微小突起との相互作用により散乱光に変換する（コレクションモード）方法が可能である。これにより、従来の光学系において限界とされていた光の波長以下となる領域における光学情報を扱うことが可能となる。あるいは記録は、微小開口より生成される近視野光を記録媒体表面に照射させ、メディア上の微小な領域の形状を変化させたり（ヒートモード記録）、微小な領域の屈折率あるいは透過率を変化させる（フォトンモード記録）ことにより行う。これら、光の回折限界を超えた光学的小開口や微小突起を有する近視野光ヘッドを用いることにより、従来の情報記録再生装置を超える高密度化が達成される。

#### 【0005】

一般に近視野光を利用した記録再生装置の構成は、磁気ディスク装置とほぼ同様であり、磁気ヘッドに代わり、近視野光ヘッドを用いる。サスペンションアームの先端に取り付けた光学的小開口や微小突起をもつ近視野光ヘッドを、エアベアリングを用いたフライングヘッド技術により一定の高さに浮上させ、ディスク上に存在する任意のデータマークへアクセスする。高速に回転するディスクに近視野光ヘッドを追従させるため、ディスクのうねりに対応して姿勢を安定させるフレクシャー機能をもたせている（例えば、特許文献1参照。）。

#### 【0006】

一般に、近視野光を利用した記録再生装置では、その光分解能は近接距離に大きく依存する。そのため、このような装置の近視野光ヘッドは、光学的小開口や微小突起がエアベアリング表面とほぼ同じ高さに形成されており、近視野光ヘッドの浮上量程度まで光学的小開口や微小突起をメディアに近接させて、高い光分解能を得ている（例えば、特許文献2参照。）。

#### 【0007】

図8は、従来法により作製された上記の光学的小開口をもつ近視野光ヘッドの断面を示している。基板801に、突起803とエアベアリング802を形成し、その上に遮光膜804が形成されている。突起803の先端は遮光膜804から露出して、光学的小開口805を形成している。基板801には、石英ガラスやダイヤモンドなどの可視光領域において透過率の高い誘電体や、ジंकセレンやシリコンなどの赤外光領域において透過率の高い誘電体や、フッ化マグネシウムやフッ化カルシウムなどの紫外光領域において透過率の高い材料を用いる。遮光膜804は、たとえば、アルミニウム、クロム、金、白金、銀、銅、チタン、タングステン、ニッケル、コバルトなどの金属や、それらの合金を用いる。遮光膜804の厚さは、遮光膜804の材質によって異なるが、数10nmから数100nmである。突起803とエアベアリング802は、基板801をエッチングすることで、一括して形成することができる。遮光膜はスパッタリング法や真空蒸着法などを用いて、成膜することができる。光学的小開口805の形成において、遮光膜804の突起部頂点を部分的に除去する方法として、収束イオンビーム（FIB）を用いる方法（

10

20

30

40

50

例えば、特許文献 2 参照。)や、遮光膜 804 の突起部頂点に硬い平板を押しつけることによって遮光膜 804 を塑性変形させる方法(例えば、特許文献 3 参照。)を用いることができる。

【0008】

微小突起を用いる近視野光ヘッドにおいても、遮光膜や開口を形成しない点を除いて、上記方法とほぼ同様な方法によって作製されていた。

【0009】

【特許文献 1】

特開 2001-34981 号公報(第 4 頁、第 1 図)

【0010】

【特許文献 2】

特開平 11-265520 号公報(第 6-7 頁、第 10 図)

【0011】

【特許文献 3】

特公平 5-21201 号公報(第 3-4 頁、第 5 図)

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記のような近視野光ヘッド作製法は、突起とエアベアリングを一括してエッチングにより作製するため、一見、効率の良い作製法に見えるが、突起とエアベアリングの形成時のエッチングレートが、突起部分とエアベアリング部分において異なるため、突起とエアベアリングを同時に、かつ突起先端とエアベアリング表面をほぼ同一平面上に加工するのは困難である。突起はエアベアリングに比べて、その立体的な形状のために、エッチングレートが大きく、エアベアリングが所定の高さになったとき突起の高さはエアベアリングよりも低くなり、近視野光ヘッドとしてこれを用いた場合、開口や突起とメディアを十分に近接することができず、光解像度が悪くなる問題があった。

【0013】

また、従来法での突起とエアベアリングの形成する際のエッチングでは、エッチング中のエッチング量のセンシングをおこなっておらず、ただ時間制御によってのみエッチング量の制御をおこなっており、エッチング量の測定はエッチングを一旦停止させてからおこなっていた。しかし、時間制御によるエッチング量の制御は、エッチャントの濃度分布や濃度変化などのために、精確におこなうのは困難であり、また、エッチングを中断させてのエッチング量測定を繰り返すことによって工程が増えるため、高品質な近視野光ヘッドを大量生産するのには不向きであった。

【0014】

また、開口形成においても、従来法の FIB を用いた方法や、平板を押しつける方法では、効率が悪く、高品質な近視野光ヘッドを大量生産するのには必ずしも有効な方法とは言えなかった。

【0015】

この発明は、近視野光ヘッドとその製造方法を改良することによって、上述のような問題点を取り除くことを課題とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決する本発明の第 1 の態様は、一方の面に突起を有する基板の前記突起を有する面に前記突起を覆うエアベアリング母材膜を形成し、前記エアベアリング母材膜をエッチングし、前記突起の露出を検出し、前記エアベアリング母材膜のエッチングを停止し、前記エアベアリング母材膜を加工することを特徴とする近視野光ヘッドの製造方法にある。

【0017】

本発明の第 2 の態様は、第 1 の態様において、前記エアベアリング母材膜の前記エッチングを停止させた後、前記エアベアリング母材膜の加工の前に、別途前記エアベアリング母

10

20

30

40

50

材膜の追加エッチングを少なくとも一回以上おこなうことを特徴とする近視野光ヘッドの製造方法にある。

【 0 0 1 8 】

本発明の第 3 の態様は、一方の面に突起を有する透明基板の前記突起を有する面に遮光膜を形成し、前記遮光膜上に前記突起上の前記遮光膜を覆うエアベアリング母材膜を形成し、前記エアベアリング母材膜をエッチングし、前記遮光膜の露出を検出し、前記エアベアリング母材膜のエッチングを停止し、前記遮光膜を加工し、前記突起の頂点を露出して光学的な開口を形成する近視野光ヘッドの製造方法にある。

【 0 0 1 9 】

本発明の第 4 の態様は、第 3 の態様において、前記エアベアリング母材膜のエッチングを停止し、別途前記エアベアリング母材膜の追加エッチングをし、前記エアベアリング母材膜をエッチングマスクとして前記遮光膜を別途エッチングし、前記突起の頂点を露出して前記光学的な開口を形成することを特徴とする近視野光ヘッドの製造方法にある。

10

【 0 0 2 0 】

本発明の第 5 の態様は、第 3 の態様において、前記エアベアリング母材膜のエッチングを停止し、前記エアベアリング母材膜を加工し、略平板を用いて前記突起上の前記遮光膜と前記エアベアリング母材膜の一部を覆い、前記エアベアリング母材膜をストッパーとして前記略平板の少なくとも一部を変形させて前記突起上の前記遮光膜の頂点に接触させ、前記突起の頂点を露出して前記光学的な開口を形成することを特徴とする近視野光ヘッドの製造方法にある。

20

【 0 0 2 1 】

本発明の第 6 の態様は、第 3 の態様において、前記エアベアリング母材膜のエッチングを停止し、別途前記エアベアリング母材膜の追加エッチングをし、略平板を用いて前記突起上の前記遮光膜と前記エアベアリング母材膜の一部を覆い、前記エアベアリング母材膜をストッパーとして前記略平板の少なくとも一部を変形させ前記突起上の前記遮光膜の頂点に接触させ、前記突起の頂点を露出して前記光学的な開口を形成することを特徴とする近視野光ヘッドの製造方法にある。

【 0 0 2 2 】

本発明の第 7 の態様は、基板と、前記基板の一方の面に突起と、前記突起の頂点近傍の光学的な開口以外の前記突起と前記基板を覆う導電性の遮光膜と、エアベアリングとを有する近視野光ヘッドの製造装置であって、前記エアベアリングの母材であり前記遮光膜を覆うエアベアリング母材膜をエッチングするエッチャントと、前記エッチャントを溜める容器と、前記エッチャント中に固定された電極と、前記電極と前記遮光膜の間の電気抵抗を測定する抵抗計を有する近視野光ヘッドの製造装置にある。

30

【 0 0 2 3 】

本発明の第 8 の態様は、基板と、前記基板の一方の面に突起と、前記突起の頂点近傍の光学的な開口以外の前記突起と前記基板を覆う導電性の遮光膜と、エアベアリングとを有する近視野光ヘッドの製造装置であって、前記エアベアリングの母材であり前記遮光膜を覆うエアベアリング母材膜をエッチングするエッチャントと、前記エッチャントを溜める容器と、前記エッチャント中に固定された電極と、前記電極と前記遮光膜の間のインピーダンスを測定するインピーダンス計を有する近視野光ヘッドの製造装置にある。

40

【 0 0 2 4 】

本発明の第 9 の態様は、第 8 の態様において、前記インピーダンス計で測定されたインピーダンスに基づいて、前記エッチングを停止させる機構を持つことを特徴とする近視野光ヘッドの製造装置にある。

【 0 0 2 5 】

本発明の第 10 の態様は、基板と、前記基板の一方の面に突起と、前記突起の頂点近傍の光学的な開口以外の前記突起と前記基板を覆う遮光膜と、エアベアリングとを有する近視野光ヘッドの製造装置であって、前記エアベアリングの母材であり前記遮光膜を覆うエアベアリング母材膜をエッチングするエッチャントと、

50

前記エッチャントを溜める容器と、前記エアベアリング母材膜を照射するためのレーザ光源と、前記レーザ光源に由来する散乱光を検出する光検出器を有する近視野光ヘッドの製造装置にある。

【0026】

本発明の第11の態様は、第10の態様において、前記光検出器で検出された前記散乱光に基づいて、前記エッチングを停止させる機構を持つことを特徴とする近視野光ヘッドの製造装置にある。

【0027】

本発明の第12の態様は、第7～11のいずれかの態様において、前記基板と前記突起と前記遮光膜と前記エアベアリング母材膜からなる加工対象物を前記エッチャント中に固定し、前記加工対象物の加工対象面以外の面からのエッチングを防ぐカバーを有する近視野光ヘッドの製造装置にある。

10

【0028】

かかる本発明では、光学的開口や突起とエアベアリング表面との高度差を従来になく精確かつ容易に制御できるため、品質のそろった近視野光ヘッドを高速かつ低コストに製造することができる。また、エアベアリング母材膜のエッチング中に所定のエッチング量を、近視野光ヘッド製造装置を用いるなど、精確に把握できるため、開口の先端の頂点とエアベアリング表面の高度差を遮光膜の厚み程度とすることが、精確かつ容易にできる。

【0029】

【発明の実施の形態】

20

以下に、この発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0030】

(実施の形態1)

図1は本発明の実施の形態1にかかわる近視野光ヘッドの製造方法を示す断面図である。

【0031】

図1(a)は光学的に透明な基板101の上面に突起108を形成した後の図である。基板101には、石英ガラスやダイヤモンドなどの可視光領域において透過率の高い誘電体や、ジंकセレンやシリコンなどの赤外光領域において透過率の高い誘電体や、フッ化マグネシウムやフッ化カルシウムなどの紫外光領域において透過率の高い材料を用いる。基板101として石英ガラス基板を用いれば、パターンニングしたレジストをエッチングマスクとして、フッ化水素酸とフッ化アンモニウムの混合溶液による石英ガラスの等方性エッチングをおこなうことで、突起108を形成することができる。

30

【0032】

次に、基板101と突起108上に遮光膜102を堆積させる。遮光膜102の厚さは、遮光膜102の材質によって異なるが、数10nmから数100nmである。遮光膜102は導電性を持つ。さらに、遮光膜102上にエアベアリング母材膜103を堆積させる。エアベアリング母材膜103は導電性を持たない。エアベアリング母材膜103の厚さは、突起108の高さと遮光膜102の厚みをあわせた高さよりも、十分に厚くする。その後、エアベアリング母材膜103の表面を研磨し、突起108に由来するエアベアリング母材膜103の凹凸を除去する。エアベアリング母材膜103の表面を研磨した後の状態を図1(b)に示す。

40

【0033】

次に、エアベアリング母材膜103のエッチングをおこなう。エアベアリング母材膜103のエッチングを進行させると、図1(c)に示すように遮光膜102の突起部が露出し、露出部107が形成され、エッチングされたエアベアリング母材膜103表面と露出部107、つまり遮光膜102の頂点が、ほぼ同一平面上に存在することになる。エアベアリング母材膜103のエッチングは、露出部107の形成の有無を監視しながらおこなう。この工程は本発明において最も重要な工程であり、後述する。

【0034】

露出部107が形成された後、エアベアリング母材膜103を加工することで、図1(d)

50

）に示すようにエアベアリング１０５を形成する。エアベアリング母材膜１０３の加工には、フォトリソグラフィケーションを用いることができる。パターンニングされたレジスト１０４をエッチングマスクとして、遮光膜１０２の機能を損なわないエッチング法を用いてエアベアリング母材膜１０３をエッチングすることで、エアベアリング１０５を形成できる。

#### 【００３５】

レジスト１０４を除去した後、遮光膜１０２の突起部頂点を部分的に除去することにより、図１（ｅ）に示すように、突起１０８の頂点が光学的に露出し、開口１０６が形成され、近視野光ヘッドが完成する。開口１０６の大きさは数nmから、基板１０１と突起１０８を通過する光の波長の回折限界程度の大きさである。遮光膜１０２の突起部頂点を部分的に除去する方法として、収束イオンビーム（ＦＩＢ）を用いる方法や、遮光膜１０２の突起部頂点に硬い平板を押しつけることによって遮光膜１０２を塑性変形させる方法を用いることができる。

10

#### 【００３６】

ここで、図１（ｃ）における工程について図６を用いて詳述する。先に述べたように、本工程ではエアベアリング母材膜１０３のエッチングをおこなうが、このエッチングには図６に示す近視野光ヘッド製造装置を用いる。エッチング槽６０２中にはエアベアリング母材膜１０３をエッチングするエッチャント６０３が満たされている。エッチャント６０３は導電性を持つ。基板１０１と遮光膜１０２とエアベアリング母材膜１０３からなる加工対象物は、エッチャント６０３中に投入されるが、基板１０１と遮光膜１０２はカバー６０１に覆われているため、エッチャント６０３にはさらされず、エアベアリング母材膜１０３のみがエッチャント６０３にさらされる。また、基板１０１と遮光膜１０２はカバー６０１に覆われており、またカバー６０１は導電性を持たないため、基板１０１と遮光膜１０２はエッチャント６０３と電気的に絶縁された状態である。遮光膜１０２には被覆された配線６０６が取り付けられ、遮光膜１０２と抵抗計６０５が接続されている。エッチャント６０３中の、エアベアリング母材膜１０３に対向する位置に、電極６０４が配置され、被覆された配線６０７により抵抗計６０５に接続されている。基板１０１と遮光膜１０２とエアベアリング母材膜１０３からなる加工対象物がエッチャント６０３中に投入されると、エアベアリング母材膜１０３のエッチングが開始する。ここで、エアベアリング母材膜１０３とカバー６０１は電気を通さないから、抵抗計６０５により測定される抵抗値は絶縁状態を示す。エアベアリング母材膜１０３のエッチングが進行すると、遮光膜１０２の突起部が露出し、露出部１０７が形成される。露出部１０７のために、遮光膜１０２とエッチャント６０３と電極６０４が導通し、抵抗計６０５により測定される抵抗値は導通状態を示す。抵抗計６０５が導通状態を示した直後に、速やかに基板１０１と遮光膜１０２とエアベアリング母材膜１０３からなる加工対象物をエッチャント６０３から引き上げると、図１（ｃ）に示すように、エッチングされたエアベアリング母材膜１０３表面と露出部１０７つまり遮光膜１０２の頂点が、ほぼ同一平面上に存在することになる。

20

30

#### 【００３７】

図６に示す近視野光ヘッド製造装置は、図７（ａ）のように加工対象物引き上げ機構を設けることができる。この機構は、カバー６０１に取り付けられた引き上げ棒７０１と、引き上げ棒７０１を引き上げるアクチュエータ７０２と、アクチュエータ７０２を制御するコントローラ７０３からなっている。アクチュエータ７０２とコントローラ７０３は配線７０６により接続されており、コントローラ７０３と抵抗計６０５は配線７０５により接続されている。エアベアリング母材膜１０３のエッチングの進行により露出部１０７が形成されると、遮光膜１０２とエッチャント６０３と電極６０４が導通し、抵抗計６０５により測定される抵抗値は導通状態を示す。導通を検知したコントローラ７０３は、アクチュエータ７０２に引き上げを指令し、基板１０１と遮光膜１０２とエアベアリング母材膜１０３からなる加工対象物をエッチャント６０３から引き上げて、エアベアリング母材膜１０３のエッチングを自動的に停止させる。

40

#### 【００３８】

50

また、図 6 に示す近視野光ヘッド製造装置は、図 7 ( b ) のようにエッチャント排出機構を設けることができる。この機構は、エッチング槽 6 0 2 の下部に取り付けられた、電磁バルブ 7 0 4 と、電磁バルブ 7 0 4 を制御するコントローラ 7 0 3 からなっている。電磁バルブ 7 0 4 とコントローラ 7 0 3 は配線 7 0 6 により接続されており、コントローラ 7 0 3 と抵抗計 6 0 5 は配線 7 0 5 により接続されている。エアベアリング母材膜 1 0 3 のエッチングの進行により露出部 1 0 7 が形成されると、遮光膜 1 0 2 とエッチャント 6 0 3 と電極 6 0 4 が導通し、抵抗計 6 0 5 により測定される抵抗値は導通状態を示す。導通を検知したコントローラ 7 0 3 は、電磁バルブ 7 0 4 にバルブを開くよう指令し、エッチャント 6 0 3 をエッチング層 6 0 2 から排出させ、エアベアリング母材膜 1 0 3 のエッチングを自動的に停止させる。

10

#### 【 0 0 3 9 】

本実施の形態では、遮光膜 1 0 2 は導電性があり、露出部 1 0 7 が形成されてからエッチャント 6 0 3 によるエッチングを停止させるまでの間に少なくとも遮光膜 1 0 2 が機能を損なうほど損傷することなく、エアベアリング 1 0 5 の加工時にも機能を損なわない必要がある。例えば遮光膜 1 0 2 に金を用いた場合、エアベアリング母材膜 1 0 3 は二酸化ケイ素とし、エッチャント 6 0 3 をフッ化水素酸とフッ化アンモニウムの混合溶液を用いることができる。金の成膜にはスパッタや真空蒸着を用いることができる。エアベアリング母材膜 1 0 3 の二酸化ケイ素の成膜には、テトラエトキシシラン ( T E O S ) ガスを用いたプラズマ C V D ( 化学的気相体積 ) 法を用いることができる。エアベアリング 1 0 5 の加工には、フッ化水素酸とフッ化アンモニウムの混合溶液によるウェットエッチングや、フッ化炭素系ガスによる反応性イオンエッチング ( R I E ) を用いることができ、どちらも金を用いた遮光膜 1 0 2 を侵すことがない。

20

#### 【 0 0 4 0 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、開口 2 0 1 の先端の頂点とエアベアリング 1 0 5 表面の高度差を遮光膜 1 0 2 の厚み程度とすることができ、また高度差のばらつきは従来法よりも少なくすることができるため、品質のそろった近視野光ヘッドを従来になく高速かつ低コストに製造することができる。

#### 【 0 0 4 1 】

また、図 6 に示す近視野光ヘッド製造装置に、図 7 ( a ) に示した加工対象物引き上げ機構や、図 7 ( b ) に示したエッチャント排出機構といった自動化機構を設けることにより、さらに高速かつ低コストに製造することができる。

30

#### 【 0 0 4 2 】

以上説明した実施の形態では、光学的微小開口を用いる近視野光ヘッドについて記述したが、微小突起を用いる近視野光ヘッドにおいても、遮光膜や開口を形成しない点を除いて、上記実施の形態の方法と、ほぼ同様な方法によって製造できる。

#### 【 0 0 4 3 】

##### ( 実施の形態 2 )

図 9 は本発明の実施の形態 2 にかかわる、近視野光ヘッドの製造装置を示す図である。

#### 【 0 0 4 4 】

本実施の形態は、実施の形態 1 とほぼ同様であるが、露出部 1 0 7 の検出法が異なる。本実施の形態では、実施の形態 1 における抵抗計 6 0 5 の代わりに、インピーダンス計 9 0 1 を用いる。

40

#### 【 0 0 4 5 】

エッチャント 6 0 3 により、エアベアリング母材膜 1 0 3 がエッチングされる。当初は、エアベアリング母材膜 1 0 3 とカバー 6 0 1 が電気を通さないため、遮光膜 1 0 2 とエッチャント 6 0 3 は絶縁されている。ここで、エアベアリング母材膜 1 0 3 は、電極 6 0 4 と遮光膜 1 0 2 の間に存在するキャパシタンスとなっており、エアベアリング母材膜 1 0 3 の膜厚がエッチングにより変化すると、前記キャパシタンスの値が変化するため、インピーダンス計 9 0 1 によりエアベアリング母材膜 1 0 3 のエッチング量を検出できる。エアベアリング母材膜 1 0 3 のエッチングが進行すると、遮光膜 1 0 2 の突起部が露出し、

50

露出部 107 が形成される。露出部 107 のために、遮光膜 102 とエッチャント 603 と電極 604 が導通し、インピーダンス計 901 により測定されるインピーダンスは低下し、露出部 107 の形成が検出される。露出部 107 の形成を検出した直後に、速やかに基板 101 と遮光膜 102 とエアベアリング母材膜 103 からなる加工対象物をエッチャント 603 から引き上げると、図 1 (c) に示すように、エッチングされたエアベアリング母材膜 103 表面と露出部 107 つまり遮光膜 102 の頂点が、ほぼ同一平面上に存在することになる。

#### 【0046】

本実施の形態においても、実施の形態 1 の図 7 (a) に示した加工対象物引き上げ機構や、図 7 (b) に示したエッチャント排出機構といった自動化機構を設けることができるの

10

#### 【0047】

以上説明したように、本実施の形態によれば、エアベアリング母材膜のエッチング量を検出でき、露出部 107 の検出に近づいていく様子が分かることから、実施の形態 1 に比べて、より安定的に開口 201 の先端の頂点とエアベアリング 105 表面の高度差を遮光膜 102 の厚み程度とすることができる。また高度差のばらつきを、さらに少なくすることができるため、品質のそろった近視野光ヘッドを従来になく高速かつ低コストに製造することができる。

#### 【0048】

(実施の形態 3)

20

図 10 は本発明の実施の形態 3 にかかわる、近視野光ヘッドの製造装置を示す図である。

#### 【0049】

本実施の形態は、実施の形態 1 とほぼ同様であるが、露出部 107 の検出法が異なる。

#### 【0050】

レーザ光源 1001 は入射光 1002 を発生させている。入射光 1002 はエアベアリング母材膜 103 表面で反射し、反射光 1003 を生じている。ここで、エアベアリング母材膜 103 のエッチングが進行し、露出部 107 が形成されると、露出部 107 に照射された入射光 1002 は、反射光 1003 だけでなく、露出部 107 のために散乱光 1004 を生じる。光検出器 1005 がこの散乱光 1004 を検出することで、露出部 107 の形成を検出することができる。露出部 107 の形成を検出した直後に、エアベアリング母材膜 103 のエッチングを停止させると、図 1 (c) に示すように、エッチングされたエアベアリング母材膜 103 表面と露出部 107 つまり遮光膜 102 の頂点が、ほぼ同一平面上に存在することになる。

30

#### 【0051】

本実施の形態においても、実施の形態 1 の図 7 (a) に示した加工対象物引き上げ機構や、図 7 (b) に示したエッチャント排出機構といった自動化機構を設けることができるの

#### 【0052】

以上説明したように、導電性を持たない遮光膜 102 を用いても、実施の形態 1 と同様な効果を得ることができる。

40

#### 【0053】

(実施の形態 4)

図 2 は本発明の実施の形態 4 にかかわる、近視野光ヘッドの製造方法を示す断面図である。

#### 【0054】

エアベアリング母材膜 103 をエッチングすることで露出部 107 を形成した図 2 (a) に至る工程は、実施の形態 1 における図 1 (b) に至る工程と同様である。また、エアベアリング母材膜 103 のエッチングに、図 6 や図 7 に示す近視野光ヘッド製造装置を用いることも実施の形態 1 と同様である。

#### 【0055】

50

本実施の形態での遮光膜 102 は、実施の形態 1 と異なり、エアベアリング母材膜 103 をエッチングするエッチャント 603 によりエッチングされうる材料でできており、そのエッチングレートがエアベアリング母材膜 103 のエッチングレートよりも大きい。そのため、露出部 107 が形成されると同時に、エアベアリング母材膜 103 のエッチングよりも速く、露出部 107 を起点に遮光膜 102 のエッチングが進行する。遮光膜 102 のエッチングが進行すると、図 2 ( b ) に示すように突起 108 の頂点が光学的に露出し開口 201 が形成される。

【 0056 】

開口 201 が形成された後、エアベアリング母材膜 103 を加工することで、図 2 ( c ) に示すようにエアベアリング 105 を形成する。エアベアリング母材膜 103 の加工には  
10 フォトファブリケーションを用いることができる。パターンニングされたレジスト 104 をエッチングマスクとして、遮光膜 102 の機能を損なわないエッチング法を用いてエアベアリング母材膜 103 をエッチングすることで、エアベアリング 105 を形成できる。

【 0057 】

レジスト 104 を除去すると、図 2 ( d ) に示す近視野光ヘッドが完成する。

【 0058 】

ここで、図 2 ( a ) から ( b ) に至る工程について図 6 を用いて詳述する。前に述べたように、エアベアリング母材膜 103 のエッチングに図 6 に示す近視野光ヘッド製造装置を用いる。この装置の構成は実施の形態 1 で示した通りである。また、図 6 に示す近視野光  
20 ヘッド製造装置において、エアベアリング母材膜 103 のエッチングの進行にともなって図 2 ( a ) に示した露出部 107 が形成されると、抵抗計 605 が導通状態を示す点も、前述の通りである。

【 0059 】

本実施の形態での遮光膜 102 はエッチャント 603 によりエッチングされうる材料でできており、そのエッチングレートがエアベアリング母材膜 103 のエッチャント 603 によるエッチングのエッチングレートよりも大きい。そのため、露出部 107 が形成されると同時に、エアベアリング母材膜 103 のエッチングよりも速く、露出部 107 を起点に遮光膜 102 のエッチングが進行する。遮光膜 102 のエッチングが進行すると、図 2 ( b ) に示すように突起 108 の頂点が光学的に露出し開口 201 が形成される。遮光膜 102 のエッチングが進行中も、遮光膜 102 とエッチャント 603 が導通しているため、  
30 抵抗計 605 は導通状態を示したままである。遮光膜 102 のエッチャント 603 によるエッチングレートの大小や、遮光膜 102 の厚さによるが、一般的には抵抗計 605 が導通状態を示した数秒から数十秒後に、速やかに基板 101 と遮光膜 102 とエアベアリング母材膜 103 からなる加工対象物をエッチャント 603 から引き上げると、開口 201 の大きさは、数 nm から、基板 101 と突起 108 を通過する光の波長の回折限界程度の大きさとなる。

【 0060 】

図 6 に示す近視野光ヘッド製造装置は、実施の形態 1 と同様に、図 7 ( a ) のように加工対象物引き上げ機構を設けることができる。この機構の構成と動作は、実施の形態 1 とほぼ同様であるが、エアベアリング母材膜 103 のエッチングの進行により露出部 107 が  
40 形成され抵抗計 605 が導通を検知してから、遮光膜 102 のエッチングが進行し開口 201 が形成される程度の時間、一般的には数秒から数十秒の間、待った後に、アクチュエータ 702 に引き上げを指令する点が異なる。アクチュエータ 702 に引き上げが指令されると、基板 101 と遮光膜 102 とエアベアリング母材膜 103 からなる加工対象物はエッチャント 603 から引き上げられて、エアベアリング母材膜 103 と遮光膜 102 のエッチングを自動的に停止させる。

【 0061 】

また、図 6 に示す近視野光ヘッド製造装置は、実施の形態 1 と同様に、図 7 ( b ) のようにエッチャント排出機構を設けることができる。この機構の構成と動作は、実施の形態 1 とほぼ同様であるが、エアベアリング母材膜 103 のエッチングの進行により露出部 10  
50

7が形成され抵抗計605が導通を検知してから、遮光膜102のエッチングが進行し開口201が形成される程度の時間、一般的には数秒から数十秒の間、待った後に、電磁バルブを開くよう指令する点が異なる。これにより、エッチャント603をエッチング層602から排出させ、エアベアリング母材膜103と遮光膜102のエッチングを自動的に停止させる。

#### 【0062】

本実施の形態では、遮光膜102は導電性があり、エッチャント603にエッチングされ、エアベアリング105の加工時に消滅しない必要がある。例えば遮光膜102にアルミニウムを用いた場合、エアベアリング母材膜103は二酸化ケイ素とし、エッチャント603をフッ化水素酸とフッ化アンモニウムの混合溶液を用いることができる。アルミニウムの成膜にはスパッタや真空蒸着を用いることができる。エアベアリング母材膜103の二酸化ケイ素の成膜には、テトラエトキシシラン(TEOS)ガスを用いたプラズマCVD(化学的気相体積)法を用いることができる。エアベアリング105の加工には、フッ化炭素系ガスによる反応性イオンエッチング(RIE)を用いることができ、遮光膜102を侵すことがない。

#### 【0063】

以上説明したように、本実施の形態によれば、実施の形態1で別途必要な工程であった遮光膜102の突起部頂点を部分的に除去し開口を形成する工程を、エアベアリング母材膜103をエッチングする工程と同時に起こすことができるため、より簡便に近視野光ヘッドを製造することができる。

#### 【0064】

また、開口201の先端とエアベアリング105表面の高度差は、遮光膜102の厚み程度とすることができ、また高さの差のばらつきは従来法よりも少ない。品質のそろった近視野光ヘッドを従来になく高速かつ低コストに製造することができる。

#### 【0065】

また、図6に示す近視野光ヘッド製造装置に、図7(a)に示した加工対象物引き上げ機構や、図7(b)に示したエッチャント排出機構といった自動化機構を設けることにより、さらに高速かつ低コストに開口形成も一括して自動的に製造することができる。

#### 【0066】

以上説明した実施の形態では、露出部107の発生を電気抵抗の変化として検出しているが、実施の形態2や実施の形態3で述べたように、インピーダンスの変化や散乱光の発生を用いることができる。

#### 【0067】

(実施の形態5)

図3は本発明の実施の形態5にかかわる近視野光ヘッドの製造方法を示す断面図である。

#### 【0068】

エアベアリング母材膜103をエッチングすることで露出部107を形成した図3(a)に至る工程は、実施の形態1における図1(c)に至る工程とほぼ同様であるが、次の点異なる。

#### 【0069】

実施の形態1では、エアベアリング母材膜103のエッチングの進行にともなって露出部107が形成されると、速やかにエアベアリング母材膜103のエッチングを停止させていたが、本実施の形態では、露出部107の形成後もエアベアリング母材膜103のエッチングを継続させる。本実施の形態における遮光膜102は、露出部107が形成されてからエアベアリング母材膜103のエッチングを停止させるまでの間に少なくとも遮光膜102が機能を損なうほど損傷することがない材料を用いる。遮光膜102が、エアベアリング母材膜103のエッチャントによりエッチングされない材料でできている場合、露出部107の形成後も、エアベアリング母材膜103のエッチングを継続させる。ここでのエアベアリング母材膜103のエッチング量は遮光膜102の厚みとほぼ等しい。つまり、図3(a)に示すように、基板101の平面部分上のエアベアリング母材膜103の

表面 3 0 1 が、遮光膜 1 0 2 に覆われた突起 1 0 8 の頂点と、ほぼ同一平面上に存在する。

【 0 0 7 0 】

ここで、露出部 1 0 7 の形成直後に、速やかにエアベアリング母材膜 1 0 3 のエッチングを停止させ、エアベアリング母材膜 1 0 3 を反応性イオンエッチング ( R I E ) 等で別途エッチングしても同様な効果が得られる。このエッチングにおいても遮光膜 1 0 2 を侵さないのは言うまでもない。この手法は、露出部 1 0 7 が形成されてからエアベアリング母材膜 1 0 3 のエッチングを停止させるまでの間に、ある程度遮光膜 1 0 2 が損傷してしまう場合に、遮光膜 1 0 2 の損傷を避ける手法として有効である。

【 0 0 7 1 】

その後、エアベアリング母材膜 1 0 3 を加工することで、図 3 ( b ) に示すようにエアベアリング 1 0 5 を形成する。エアベアリング母材膜 1 0 3 の加工にはフォトファブ리케이션を用いることができる。パターンニングされたレジスト 1 0 4 をエッチングマスクとして、遮光膜 1 0 2 を消滅させないエッチング法を用いてエアベアリング母材膜 1 0 3 をエッチングすることで、エアベアリング 1 0 5 を形成できる。

【 0 0 7 2 】

レジスト 1 0 4 を除去した後、遮光膜 1 0 2 の突起部頂点を部分的に除去することにより、図 3 ( c ) に示すように、突起 1 0 8 が光学的に露出し、開口 1 0 6 が形成される。開口 1 0 6 の大きさは、数 nm から、基板 1 0 1 と突起 1 0 8 を通過する光の波長の回折限界程度の大きさである。遮光膜 1 0 2 の突起部頂点を部分的に除去する方法として、収束イオンビーム ( F I B ) を用いる方法や、遮光膜 1 0 2 の突起部頂点に硬い平板を押しつけることによって遮光膜 1 0 2 を塑性変形させる方法を用いることができる。

【 0 0 7 3 】

ここで、図 3 ( a ) に至る工程について図 6 を用いて詳述する。先に述べたように、エアベアリング母材膜 1 0 3 のエッチングに図 6 に示す近視野光ヘッド製造装置を用いる。この装置の構成は実施の形態 1 で示した通りである。また、図 6 に示す近視野光ヘッド製造装置において、エアベアリング母材膜 1 0 3 のエッチングの進行にともなって露出部 1 0 7 が形成されると、抵抗計 6 0 5 が導通状態を示す点も、先述の通りである。

【 0 0 7 4 】

本実施の形態における遮光膜 1 0 2 は、露出部 1 0 7 が形成されてからエッチャント 6 0 3 によるエッチングを停止させるまでの間に少なくとも遮光膜 1 0 2 が機能を損なうほど損傷することがない材料を用いる。エッチャント 6 0 3 によりエッチングされない材料でできている場合、抵抗計 6 0 5 が導通状態を示した後も、エアベアリング母材膜 1 0 3 のエッチングを継続させる。ここでのエアベアリング母材膜 1 0 3 のエッチング量は遮光膜 1 0 2 の厚みとほぼ等しい。つまり、図 3 ( a ) に示すように基板 1 0 1 の平面部分上の遮光膜 1 0 2 の表面 3 0 1 が、遮光膜 1 0 2 に覆われた突起 1 0 8 の頂点とほぼ同一平面上に存在する。

【 0 0 7 5 】

ここで、抵抗計 6 0 5 が導通状態を示した直後に、速やかに基板 1 0 1 と遮光膜 1 0 2 とエアベアリング母材膜 1 0 3 からなる加工対象物をエッチャント 6 0 3 から引き上げ、エアベアリング母材膜 1 0 3 を反応性イオンエッチング ( R I E ) 等で別途エッチングしても同様な効果が得られる。このエッチングにおいても遮光膜 1 0 2 を侵さないのは言うまでもない。この手法は、エッチャント 6 0 3 によるエアベアリング母材膜 1 0 3 のエッチングにおいて、露出部 1 0 7 が形成されてからエッチャント 6 0 3 によるエッチングを停止させるまでの間に、ある程度遮光膜 1 0 2 が損傷してしまう場合に、遮光膜 1 0 2 の損傷を避ける手法として有効である。

【 0 0 7 6 】

また、図 6 に示す近視野光ヘッド製造装置には、図 7 ( a ) に示す加工対象物引き上げ装置や図 7 ( b ) に示すエッチャント排出装置を設けることができる。露出部 1 0 7 が形成されてからエッチャント 6 0 3 によるエッチングを停止させるまでの時間に応じて、それ

10

20

30

40

50

それぞれの装置のコントローラ 703 を適宜設定する必要があるのは言うまでもない。

【0077】

本実施の形態では、遮光膜 102 は導電性があり、露出部 107 が形成されてからエッチャント 603 によるエッチングを停止させるまでの間に少なくとも遮光膜 102 が機能を損なうほど損傷することなく、エアベアリング 105 の加工時にも機能を損なわない必要がある。例えば遮光膜 102 に金を用いた場合、エアベアリング母材膜 103 は二酸化ケイ素とし、エッチャント 603 をフッ化水素酸とフッ化アンモニウムの混合溶液を用いることができる。金の成膜にはスパッタや真空蒸着を用いることができる。エアベアリング母材膜 103 の二酸化ケイ素の成膜には、テトラエトキシシラン (TEOS) ガスを用いたプラズマ CVD (化学的気相体積) 法を用いることができる。エアベアリング 105 の加工には、フッ化水素酸とフッ化アンモニウムの混合溶液によるウェットエッチングや、フッ化炭素系ガスによる反応性イオンエッチング (RIE) を用いることができ、どちらも金を用いた遮光膜 102 を侵すことがない。

10

【0078】

以上説明したように、本実施の形態によれば、簡便にエアベアリング 105 の表面と微小開口 106 をほぼ同一平面上に形成することができ、また製品個体間の寸法のばらつきを抑えることができるため、品質のそろった近視野光ヘッドを従来になく高速かつ低コストに製造することができる。

【0079】

また、図 6 に示す近視野光ヘッド製造装置に、図 7 (a) に示した加工対象物引き上げ機構や、図 7 (b) に示したエッチャント排出機構を設けることにより、さらに高速かつ低コストに製造することができる。

20

【0080】

以上説明した実施の形態では、露出部 107 の発生を電気抵抗の変化として検出しているが、実施の形態 2 や実施の形態 3 で述べたように、インピーダンスの変化や散乱光の発生を用いることができる。

【0081】

以上説明した実施の形態では、光学的微小開口を用いる近視野光ヘッドについて記述したが、微小突起を用いる近視野光ヘッドにおいても、遮光膜や開口を形成しない点を除いて、上記実施の形態と方法とほぼ同様な方法によって製造できる。

30

【0082】

(実施の形態 6)

図 4、5 は本発明の実施の形態 6 にかかわる近視野光ヘッドの製造方法を示す断面図である。エアベアリング母材膜 103 をエッチングすることで露出部 107 を形成した図 4 (a) に至る工程は、実施の形態 5 における図 3 (a) に至る工程と同様である。また、エアベアリング母材膜 103 のエッチングに、図 6 や図 7 に示す近視野光ヘッド製造装置を用いることも実施の形態 5 と同様である。

【0083】

図 4 (a) に示した露出部 107 が形成された後、図 4 (b) に示すように、エアベアリング母材膜 103 をエッチングマスクとして遮光膜 102 のエッチングをおこなう。エアベアリング母材膜 103 は露出部 107 において遮光膜 102 を被覆していないため、遮光膜 102 突起部頂点のみを選択的にエッチングすることができる。エッチングはウェットエッチングでも、反応性イオンエッチング (RIE) 等のドライエッチングでも良い。遮光膜 102 のエッチングが進行すると、突起 108 が光学的に露出し開口 401 が形成される。開口 401 の大きさは数 nm から、基板 101 と突起 108 を通過する光の波長の回折限界程度の大きさである。

40

【0084】

開口 401 が形成された後、エアベアリング母材膜 103 を加工することで、図 4 (c) に示すようにエアベアリング 105 を形成し、近視野光ヘッドが完成する。エアベアリング母材膜 103 の加工にはフォトリソレーションを用いることができる。遮光膜 10

50

2の機能を損なわないエアベアリング母材膜103のエッチング法を用いる必要がある。

【0085】

また、図5(a)に示すように、遮光膜102をエッチングする代わりに、遮光膜102の突起部頂点に平板502を押しつけて遮光膜102を塑性変形させる方法によっても、基板101が露出し、図5(b)に示す開口501を形成することができる。平板502は、遮光膜102を塑性変形させるのに十分硬く、かつ弾性を持つ。ここで、エアベアリング母材膜103が遮光膜102の突起部の周辺に存在するため、硬い平板を押しつけすぎることなく、容易に微小な開口501を得ることができる。

【0086】

以上説明したように、本実施の形態によれば、従来法に比べて容易に微小な開口を形成することができる。

10

【0087】

図4に示した開口作製法では、実施の形態2と同様にエッチングによって開口を作製しており、従来法に比べて容易、高速、低コストに微小開口を形成することができる。その上、実施の形態2と異なり、エアベアリング105の厚さを自由に選ぶことができ、簡便にエアベアリング105の表面と微小開口106をほぼ同一平面上に形成することができる。

【0088】

図5に示した開口作製法では、実施の形態1や5で示した手法と同様に、遮光膜102の突起部頂点に平板を押しつけることによって開口を作製しており、従来法に比べて容易、高速、低コストに微小開口を形成することができる。その上、実施の形態1や3と異なり、エアベアリング母材膜103が遮光膜102の突起部の周辺に存在するため、硬い平板を押しつけすぎることなく、さらに容易に微小開口を得ることができる。

20

【0089】

本実施の形態によれば、簡便にエアベアリング105の表面と微小開口106をほぼ同一平面上に形成することができ、また製品個体間の寸法のばらつきを抑えることができるため、品質のそろった近視野光ヘッドを従来になく高速かつ低コストに製造することができる。

【0090】

また、図6に示す近視野光ヘッド製造装置に、図7(a)に示した加工対象物引き上げ機構や、図7(b)に示したエッチャント排出機構を設けることにより、さらに高速かつ低コストに製造することができる。

30

【0091】

以上の実施の形態では、光学的微小開口を用いる近視野光ヘッドについて記述したが、微小突起を用いる近視野光ヘッドにおいても、遮光膜や開口を形成しない点を除いて、上記実施の形態の方法と、ほぼ同様な方法によって製造できる。

【0092】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、光学的開口や突起とエアベアリング表面との高度差を従来になく精確かつ容易に制御できるため、品質のそろった近視野光ヘッドを高速かつ低コストに製造することができる。

40

【0093】

また、本発明によれば、エアベアリング母材膜のエッチング中に所定のエッチング量を、近視野光ヘッド製造装置を用いるなど、精確に把握できるため、開口の先端の頂点とエアベアリング表面の高度差を遮光膜の厚み程度とすることが、精確かつ容易にできる。

【0094】

また、それに加えて、本発明によれば、エアベアリング母材膜のエッチング中にエッチング量の変化を把握できるため、開口の先端の頂点とエアベアリング表面の高度差を遮光膜の厚み程度とすることが、より精確かつ容易にできる。

【0095】

50

また、本発明によれば、遮光膜が導電性を有しない場合でも、エアベアリング母材膜のエッチング中に所定のエッチング量を、精確に把握できるため、開口の先端の頂点とエアベアリング表面の高度差を遮光膜の厚み程度とすることが、精確かつ容易にできる。

【0096】

それに加えて、本発明によれば、エアベアリング母材膜のエッチングを遮光膜の厚み程度追加するため、エアベアリングの表面と微小開口をほぼ同一平面上に形成することが、精確かつ容易にできる。また、本発明によれば、エアベアリング母材膜の追加エッチング量を変化させることができるので、エアベアリングと開口の相対的な高さを選択することができる。

【0097】

近視野光を利用した記録再生装置では、その光分解能は近接距離に大きく依存するが、本発明での近視野光ヘッドは、上記の特長からヘッドの浮上量程度まで開口や突起をメディアに近接させることができるため、高い光分解能を得ることができる。

【0098】

また、本発明によれば、遮光膜の突起部頂点を部分的に除去し開口を形成する工程を、エアベアリング母材膜をエッチングする工程と同時にこなうことができるため、より簡便に近視野光ヘッドを製造することができる。

【0099】

また、本発明によれば、エッチングによって開口を作製しており、従来法に比べて容易、高速、低コストに微小開口を形成することができる。その上、エアベアリングの厚さを自由に選ぶことができ、簡便にエアベアリングの表面と微小開口を、ほぼ同一平面上に形成することができる。

【0100】

また、本発明によれば、遮光膜の突起部頂点に平板を押しつけることによって開口を作製するとき、エアベアリング母材膜が遮光膜の突起部の周辺に存在するため、硬い平板を押しつけすぎることなく、精確かつ容易に微小開口を得ることができる。

【0101】

また、本発明によれば、加工対象物引き上げ機構や、エッチャント排出機構といった自動化機構を設けることにより、さらに高速かつ低コストに製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1にかかわる近視野光ヘッドの製造法を示す断面図である。

【図2】本発明の実施の形態4にかかわる近視野光ヘッドの製造法を示す断面図である。

【図3】本発明の実施の形態5にかかわる近視野光ヘッドの製造法を示す断面図である。

【図4】本発明の実施の形態6にかかわる近視野光ヘッドの製造法を示す断面図である。

【図5】本発明の実施の形態6にかかわる近視野光ヘッドの製造法を示す断面図である。

【図6】本発明における近視野光ヘッド製造装置の構成を表した図である。

【図7】本発明における近視野光ヘッド製造装置の構成を表した図である。

【図8】従来の近視野光ヘッドの構成を表した断面図である。

【図9】本発明の実施の形態2にかかわる近視野光ヘッドの製造法を示す図である。

【図10】本発明の実施の形態3にかかわる近視野光ヘッドの製造法を示す図である。

【符号の説明】

- 101 基板
- 102 遮光膜
- 103 エアベアリング母材膜
- 104 レジスト
- 105 エアベアリング
- 106 開口
- 107 露出部
- 108 突起
- 201 開口

10

20

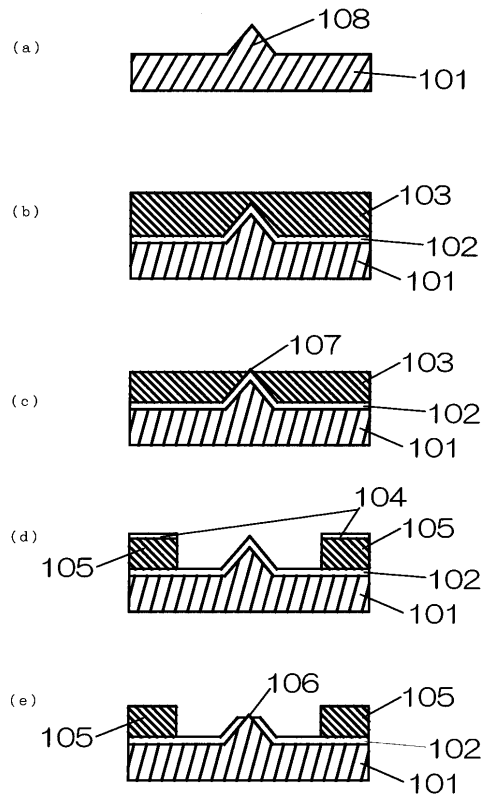
30

40

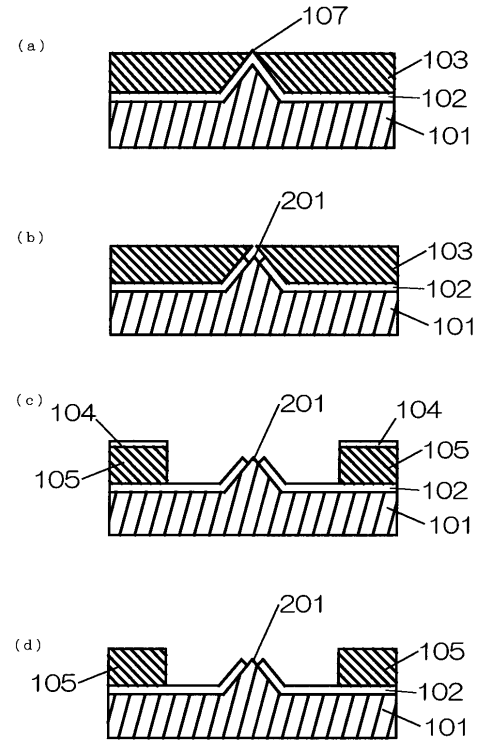
50

3 0 1	エアベアリング母材膜 1 0 3 の表面	
4 0 1	開口	
5 0 1	開口	
5 0 2	平板	
6 0 1	カバー	
6 0 2	エッチング槽	
6 0 3	エッチャント	
6 0 4	電極	
6 0 5	抵抗計	
6 0 6	配線	10
6 0 7	配線	
7 0 1	引き上げ棒	
7 0 2	アクチュエータ	
7 0 3	コントローラ	
7 0 4	電磁弁	
7 0 5	配線	
7 0 6	配線	
8 0 1	基板	
8 0 2	エアベアリング	
8 0 3	突起	20
8 0 4	遮光膜	
8 0 5	光学的微小開口	
9 0 1	インピーダンス計	
1 0 0 1	レーザ光源	
1 0 0 2	入射光	
1 0 0 3	反射光	
1 0 0 4	散乱光	
1 0 0 5	光検出器	

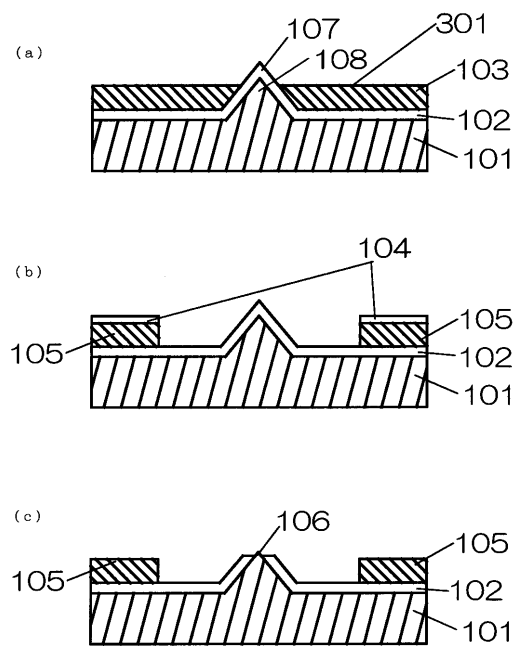
【図 1】



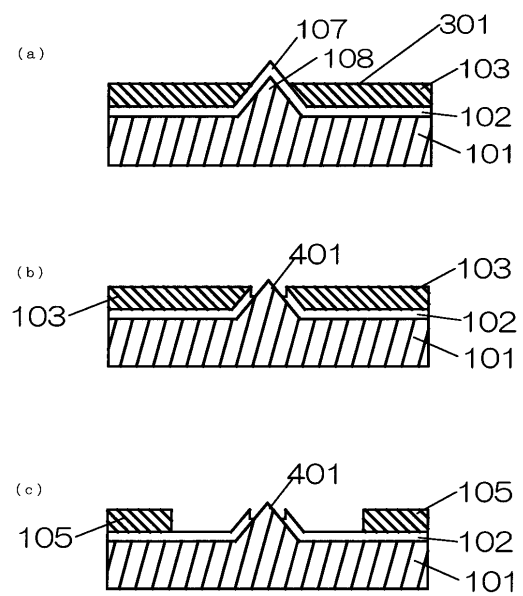
【図 2】



【図 3】



【図 4】





---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 2 6 5 5 2 0 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 2 9 5 3 2 7 ( J P , A )  
特開 2 0 0 2 - 1 7 5 6 4 3 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G11B 7/12

G11B 7/135

G11B 7/22