

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4331383号
(P4331383)

(45) 発行日 平成21年9月16日 (2009.9.16)

(24) 登録日 平成21年6月26日 (2009.6.26)

(51) Int.Cl.	F I
G O 1 B 7/00 (2006.01)	G O 1 B 7/00 I O 1 C
G O 1 B 7/02 (2006.01)	G O 1 B 7/02 B
G O 1 B 7/34 (2006.01)	G O 1 B 7/34 Z

請求項の数 1 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2000-147903 (P2000-147903)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成12年5月19日 (2000.5.19)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2001-330406 (P2001-330406A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成13年11月30日 (2001.11.30)	(74) 代理人	100105337
審査請求日	平成18年6月27日 (2006.6.27)		弁理士 眞鍋 潔
		(74) 代理人	100072833
			弁理士 柏谷 昭司
		(74) 代理人	100075890
			弁理士 渡邊 弘一
		(74) 代理人	100110238
			弁理士 伊藤 壽郎
		(72) 発明者	中村 裕
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 間隔測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表面に凹凸を有する導電性基板と部品との間隔を、前記導電性基板と部品との間の静電容量から求める間隔測定方法に関し、前記間隔を既知量変化させてモデル化した近似式で用いた変数の数に同等な数の間隔において静電容量を測定し、前記測定結果を、前記導電性基板の表面の凹凸を前記モデル化した近似式で求めた静電容量の計算式と対比させることによって、前記間隔を求めることを特徴とする間隔測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は間隔測定方法に関するものであり、特に、HDD（ハード・ディスク・ドライブ）装置の記録媒体として用いる磁気ディスク等の回転円盤の表面の凹凸の高さ及び浮上量等の微小量を高精度に測定するための手法及び構成に特徴のある間隔測定方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、情報処理装置の外部記憶装置として使用されているHDD装置等の磁気記録装置では、情報量の増加にともなって年々記録密度の向上が要請されている。

【0003】

この様な、磁気記録装置に用いられる磁気テープ、或いは、磁気ディスク等の磁気記録媒

体は、一般には、磁気記録媒体を構成する磁性層を保護するために、磁性層上に保護潤滑層として、PVD法或いはCVD法を用いて厚さが5～50nm程度のシリコン酸化物やシリコン窒化物、或いは、アモルファス状態のDLC（ダイヤモンドライクカーボン）膜を成膜して保護層とし、次いで、保護層上に5～100Åの極めて薄い潤滑剤層を形成している。

【0004】

上述の記録密度の上昇に伴って磁気ヘッドの浮上量が減少し、10nm以下になろうとしているが、これに対して、磁気ディスクの表面には数nm程度の凹凸があるため、磁気ヘッドの浮上量の低下に伴って磁気ディスクの表面の凹凸をより正確に測定する技術の必要性が増している。

10

【0005】

従来は、磁気ディスクを回転させた状態で、磁気ディスクの裏側からレーザ光を照射し、その反射光を測定することによって、光学的に磁気ヘッドの浮上量を測定していた。

【0006】

また、上述のように、磁気ディスクの表面には凹凸があるので、測定用ヘッドの浮上量を制御し、測定用ヘッドを磁気ディスクの表面の凹凸に衝突させることによって、機械的に凹凸の凸部の高さを測定していたが、必ずしも十分な精度が得られるものではなかった。

【0007】

一方、このような機械的な測定方法に代わるものとして、磁気ヘッドと全く同様の浮上特性を有する測定用ヘッドの先端の磁気ディスクの表面に対向する領域に測定用導電性パターンを設け、この測定用導電性パターンと磁気ディスクとの間の容量を測定することによって磁気ディスクの表面の凹凸の高さや浮上量を求めることが試みられている。

20

【0008】

即ち、平行平板型のキャパシタを想定すると、静電容量Cは、測定用ヘッドに設けた測定用導電性パターンの面積をS、測定用ヘッドと磁気ディスクとの間隔をd、測定用ヘッドと磁気ディスクとの間に介在する媒体（通常は空気）の比誘電率をεとした場合、 $C = \epsilon S / d$

で表されるので、ε及びSは既知であるので、静電容量Cを電氣的に測定することによって測定用ヘッドと磁気ディスクとの間隔d、即ち、測定用ヘッドの浮上量が求められる。

【0009】

30

【発明が解決しようとする課題】

しかし、表面に凹凸がある場合、静電容量Cは間隔dに反比例して大きくなるので、浮上量が小さくなるほど静電容量Cに対する寄与は凸部の影響が大きくなり、したがって、静電容量から浮上量を測定した場合、磁気ディスクの基準表面、即ち、凹凸の中心高さからではなく、凸部分との距離を測定してしまうことになるので、この事情を図8を参照して説明する。

【0010】

図8（a）参照

図8（a）は、磁気ディスクの表面に設けた導電性保護膜42の表面の凹凸を正弦波で近似した場合を示しており、この場合の微小領域の静電容量ΔC（x）は、

40

$$\Delta C(x) \propto 1 / d(x)$$

となり、単位面積当たりの静電容量は、xを0→1まで積分した値に相当する。

なお、この場合の奥行きの形状としては、正弦波を一定に保った波板状の形状と仮定する。

【0011】

このような正弦波の近似モデルにおいては、例えば、凹凸の凸部の高さbをb=1.5nm、y=0の磁気ディスクの基準表面と測定用導電性パターン41との間隔dをd=a=3nmとした場合、計算によって得た静電容量Cに基づいて、キャパシタを平行平板型に換算して求めた間隔d'は、d'=2.6nmとなり、浮上量の測定誤差、即ち、基準表面からの浮上量と換算表面43からの浮上量との差は、約13%になる。

50

【0012】

図8 (b) 参照

図8 (b) は、上述の浮上量の測定誤差の浮上量依存性をシミュレーションした結果を示す図であり、この場合、凸部の高さ b を $b = 1$ としている。

図から明らかなように、基準表面からの浮上量の低下とともに測定誤差は急激に大きくなることが理解され、したがって、高記録密度化に伴って浮上量が小さくなると、測定誤差が大きくなるという問題がある。

【0013】

したがって、本発明は、表面に凹凸がある場合に、基準表面との間隔及び凸部の高さを、測定した静電容量から精度良く求めることを目的とする。

10

【0014】

【課題を解決するための手段】

図1は本発明の原理的構成の説明図であり、この図1を参照して本発明における課題を解決するための手段を説明する。

図1 参照

(1) 本発明は、表面に凹凸2を有する導電性基板1と部品3との間隔 a を、導電性基板1と部品3との間の静電容量から求める間隔測定方法に関し、間隔 a を既知量変化させてモデル化した近似式で用いた変数の数に同等な数の間隔 a において静電容量を測定し、この測定結果を、導電性基板1の表面の凹凸2をモデル化した近似式で求めた静電容量の計算式と対比させることによって、間隔 a を求めることを特徴とする。

20

【0015】

この様に、導電性基板1と部品3との間隔 a を既知量変化させてモデル化した近似式で用いた変数の数に同等な数の間隔 a において静電容量を測定するとともに、導電性基板1の表面の凹凸2をモデル化した近似式で求めた静電容量の計算式と対比させることによって、多元連立方程式が得られるので、この多元連立方程式を各変数について解くことによって、導電性基板1と部品3との間隔 a を測定した静電容量に基づいて精度良く求めることができる。

【0016】

また、本発明は、上記(1)において、導電性基板1の表面の凹凸2を正弦波で近似したことを特徴とする。

30

特に、凹凸2を正弦波で近似した場合、即ち、図1において、

$$d(x) = a - b \cdot \sin(2\pi x)$$

とした場合には、静電容量 C は、

$$C \propto 1 / (a^2 - b^2)^{1/2}$$

として求まるので、

したがって、2種類の間隔 a で静電容量を求めるだけで、簡単な二元連立方程式とすることができるので、簡単に、間隔 a を求めることができ、また、合わせて、凸部の高さ b も求めることができる。

【0017】

また、本発明は、上記(1)において、間隔 a を既知量変化させるために、導電性基板1の回転量を制御しても良い。

40

この様に、間隔 a を制御するためには、導電性基板1の回転量を制御することによって、回転に伴って発生する部品3の浮上量を制御すれば良い。

なお、回転量と浮上量との相関は、表面が平滑な基板1を用いて予め測定すれば良い。

【0018】

また、本発明は、上記(1)において、導電性基板1と部品3とを接触させた状態でも静電容量を測定しても良い。

この様に、導電性基板1と部品3とを接触させた状態でも静電容量を測定することによって、導電性基板1の表面に非導電性の被膜、例えば、非導電性保護膜等が設けられていた場合にも、精度良く非導電性保護膜との間の真の間隔 a を測定することが可能になる。

50

【0019】

また、本発明は、上記（１）において、導電性基板１が磁気記録媒体であり、部品３が、磁気ヘッドと同じ浮上特性を有する間隔測定用ヘッドであることを特徴とする。

この様に、上記の間隔測定方法は、磁気ヘッドの浮上量の制御にとって特に好適になる。

【0024】

【発明の実施の形態】

ここで、図２乃至図７を参照して、本発明の実施の形態の微小間隔測定方法を説明するが、まず、図２を参照して、磁気ディスクの表面の凹凸のモデル化による近似方法と、それに伴う浮上量 a の算出方法を説明する。

図２（ａ）参照

10

図２（ａ）は、磁気ディスクの表面に設けた導電性保護層１２の表面の凹凸を正弦波で近似した場合を説明する図であり、この場合の奥行きは、正弦波を一定の状態で保った波板状と仮定する。

【0025】

この場合、測定用導電性パターン１１と導電性保護膜１２との間隔は、横軸を x として $d(x)$ で表すと、

$$d(x) = a - b \cdot \sin(2\pi x)$$

となり、また、奥行きを単位幅として規格化して考えると、微小領域 Δx における静電容量 ΔC は、

$$\Delta C = \epsilon \Delta x / d(x)$$

20

で表される。

【0026】

したがって、単位面積当たりの静電容量 C を求めるためには、上記の $\epsilon \Delta x / d(x)$ 、即ち、 $\epsilon dx / [a - b \cdot \sin(2\pi x)]$ を、 x が $0 \rightarrow 1$ の範囲で積分すれば良く、その結果、

$$C = 1 / (a^2 - b^2)^{1/2}$$

として静電容量 C が求まる。

なお、この静電容量 C は、計算処理処理ソフト（Mathematica 3.0 for Macintosh）により求めたものであり、また、比誘電率の表記は省略している。

30

【0027】

上記の静電容量 C の式は、次の、

$$C^2 (a^2 - b^2) = 1$$

に変換することができるので、静電容量 C について２つの測定値があれば、浮上量 a と、凸部の高さ b を２元連立方程式によって簡単に求めることができる。

まず、第１の状態で測定した場合の静電容量 C の測定値を C_1 とし、その時の浮上量を a とする。

【0028】

図２（ｂ）参照

次いで、図２（ｂ）に示すように、浮上量を第１の状態より A だけ高くした第２の状態

40

測定した場合の静電容量 C の測定値を C_2 とする。

その時の浮上量は、当然 $a + A$ となる。

【0029】

したがって、これらの測定結果に基づいて、

$$C_1^2 (a^2 - b^2) = 1$$

$$C_2^2 [(a + A)^2 - b^2] = 1$$

の二元連立方程式が得られ、これらは簡単に解け、その結果、浮上量 a は、

$$a = (C_1^2 - C_2^2 - A^2 C_1^2 C_2^2) / (2 A C_1^2 C_2^2)$$

となり、 C_1 、 C_2 は夫々実測値であり、また、 A は設定値であるので浮上量 a が静電容量の実測値 C_1 、 C_2 に基づいて求められる。

50

【0030】

また、凸部の高さ b も同時に求められ、

$$b = (C_1^4 - 2C_1^2C_2^2 - 2A^2C_1^4C_2^2 + C_2^4 - 2A^2C_1^2C_2^4 + A^4C_1^4C_2^4)^{1/2} / (2AC_1^2C_2^2)$$

となり、浮上量 a と同様に、 C_1 、 C_2 、及び、 A の関数であるので、凸部の高さ b も実測値に基づいて求めることができる。

【0031】

次に、図3を参照して、静電容量を求めるための測定装置の構成を説明する。

図3参照

図3は、本発明の実施の形態に用いる静電容量測定装置の概念的構成図であり、磁気ディスク21をスピンドルモータ22によって所定回転数で回転させ、アーム23に設けたカンチレバー24の先端に取り付けた測定用の浮上ヘッド25を磁気ディスク21の回転量に応じた浮上量で浮上させた状態で、浮上ヘッド25の磁気ディスク21との対向面に設けた測定用導電性パターン（図示せず）と磁気ディスク21との間の静電容量 C を静電容量測定器26によって測定するものである。

10

【0032】

次に、図4を参照して、本発明の実施の形態の第1の測定方法を説明する。

図4(a)参照

まず、磁気ディスク21をスピンドルモータによって第1の回転数で回転させた第1の状態で静電容量を測定することによって静電容量 C_1 を求める。

20

この場合の浮上量 a は測定対象であるので未知である。

【0033】

図4(b)参照

次いで、スピンドルモータの回転数を上げて第2の回転数で回転させた第2の状態で静電容量を測定することによって静電容量 C_2 を求める。

この場合の第1の状態で第2の状態でとの間隔の差 A は、表面が平滑な回転円盤を用いて予め測定した浮上量の差に基づいて、既知である。

したがって、上述の理由によって、 C_1 、 C_2 の測定値に基づいて浮上量 a を求めることができる。

30

【0034】

次に、図5を参照して、本発明の実施の形態の第2の測定方法に用いる微小間隔測定用センサーを説明する。

図5参照

図5は、本発明の実施の形態の第2の測定方法に用いる微小間隔測定用センサーの先端部の浮上ヘッドの概略的構成図であり、浮上ヘッド25の磁気ディスクとの対向面の主要部には、2つの段差部が設けられており、夫々の段差部に別個の測定用導電性パターン27、28を設けたものである。

なお、両側部に設けた突起は、浮上特性を制御するための浮上レールである。

【0035】

この場合、磁気ディスクをスピンドルモータによって所定の回転数で回転させた状態で、測定用導電性パターン27及び測定用導電性パターン28によって独立に静電容量を測定すれば良く、2つの段差部の段差 A は、浮上ヘッド25の加工精度によって決定される既知の値であるので、測定用導電性パターン27による静電容量の測定値を C_1 、測定用導電性パターン28による静電容量の測定値を C_2 とすれば、上記の第1の測定方法と同じ状態を実現することになる。

40

【0036】

この第2の測定方法においては、浮上ヘッド25の浮上量を変えずに2つの状態の測定が可能になり、且つ、段差 A の精度は回転量の制御による差よりも精度が良いので、簡単に且つ高精度の測定が可能になる。

【0037】

50

次に、図 6 を参照して、本発明の実施の形態の第 3 の測定方法に用いる微小間隔測定用センサーを説明する。

図 6 参照

図 6 は、本発明の実施の形態の第 3 の測定方法に用いる微小間隔測定用センサーの先端部の浮上ヘッドの概略的構成図であり、浮上ヘッド 25 の磁気ディスクとの対向面の主要部に、測定用導電性パターン 27 及び測定用導電性パターン 28 を設けるとともに、一方の測定用導電性パターン 27 上に比誘電率が既知の誘電体層 29 を部分的に設けたものである。

【0038】

この場合も、磁気ディスクをスピンドルモータによって所定の回転数で回転させた状態で、測定用導電性パターン 27 及び測定用導電性パターン 28 によって独立に静電容量を測定すれば良く、2 つの測定用導電性パターン 27 及び測定用導電性パターン 28 による静電容量の測定値は、誘電体層 29 の膜厚及び比誘電率によって決定される値だけ異なるので、測定用導電性パターン 27 による静電容量の測定値を C_1 、測定用導電性パターン 28 による静電容量の測定値を C_2 とすれば、上記の第 1 の測定方法と実効的に同じ状態を実現することになる。

【0039】

この第 3 の測定方法においても、浮上ヘッド 25 の浮上量を変えずに 2 つの状態の測定が可能になり、且つ、静電容量の測定値の差は、誘電体層 29 の膜厚及び比誘電率によって決まるが、成膜による膜厚の精度は十分高く、且つ、比誘電率は既知であるので、段差加工を施すことなく精度の高い浮上量 a を求めることが可能になる。

【0040】

次に、図 7 を参照して、上記の測定方法によって求めた浮上量 a 及び凸部の高さ b の信頼性を評価する。

図 7 参照

図 7 は、磁気ディスクの表面に設けた導電性保護膜 32 の表面の凹凸をのこぎり波からなる波板でモデル化して近似したものであり、この場合、測定用導電性パターン 31 と導電性保護膜 32 との間隔は、横軸を x として $d(x)$ で表すと、

$$d(x) = a - b(2x - 1)$$

となり、また、奥行きを単位幅として規格化して考えると、微小領域 Δx における静電容量 ΔC は、

$$\begin{aligned} \Delta C &= \varepsilon \Delta x / d(x) \\ &= \varepsilon \Delta x / [a - b(2x - 1)] \end{aligned}$$

で表される。

【0041】

したがって、単位面積当たりの静電容量 C を求めるためには、上記の $\varepsilon \Delta x / d(x) = \varepsilon \Delta x / [a - b(2x - 1)]$ 、即ち、 $\varepsilon dx / [a - b(2x - 1)]$ を、 x が $0 \rightarrow 1$ の範囲で積分すれば良く、その結果、簡単な積分により、

$$C = \ln(a + b) / 2b - \ln(a - b) / 2b$$

として静電容量 C が求まる。

なお、この場合の $[\ln]$ は、 $\log_e$ を意味する。

【0042】

次に、上記の静電容量 C に、 $a = 2$ 、 $b = 1$ として代入して、第 1 の状態の静電容量 C_1 を求めると、

$$C_1 = \ln[3] / 2$$

となる。

次に、上記の静電容量 C に、 $a = 4$ (即ち、 $a = 2$ 、 $A = 2$)、 $b = 1$ として代入して、第 2 の状態の静電容量 C_2 を求めると、

$$C_2 = \ln[5] / 2 - \ln[3] / 2$$

となる。

【0043】

このようにして得られた C_1 、 C_2 の数値を図2に関して説明した正弦波近似で得られた静電容量 C の式に代入して、再び、二元連立方程式を解くと、

a 2.00372

b 0.837144

となる。

【0044】

したがって、のこぎり波近似において $a=2$ 、 $b=1$ 、 $A=2$ と仮定して得られた静電容量 C_1 、 C_2 を正弦波近似の測定値の代わりに代入した場合、浮上量 a については、両者の間で約0.2%の差しかなく、凹凸をモデル化して近似した場合の浮上量 a の信頼性は

10

かなり高いものと評価できる。

一方、凸部の高さ b については、両者の間で約20%の差があるので浮上量 a に比べて信頼性が低いと評価される。

【0045】

以上、本発明の実施の形態を説明してきたが、本発明は実施の形態に記載された解法に限られるものではなく、各種の変更が可能である。

例えば、上記の実施の形態においては、2つの測定状態における夫々の浮上量を a 及び $a+A$ として計算したが、 a と αa として計算しても良いものであり、その場合には、上述ののこぎり波近似において、 $a=2$ 、 $b=1$ 、 $\alpha=2$ と仮定して得られた静電容量の値 C_1 、 C_2 を正弦波近似の式に代入して得られた a 、 b は、夫々、

20

a 2.00124

b 0.831156

となり、 a 及び $a+A$ として計算した場合とほぼ同様の結果が得られる。

【0046】

また、上記の実施の形態においては、2つの状態において浮上量を測定しているが、モデル化する近似式に応じて3つ以上の変数を設定する場合には、3つ以上の状態で測定すれば良く、それに基づいて多元連立方程式を解けば良い。

【0047】

また、その場合には、図5に示した微小間隔測定用センサーに設ける段差は、設定する状態が n の場合、 n 個の段差を設ければ良く、また、図6に示した微小間隔測定用センサーに設ける誘電体層パターンは、互いに異なった厚さで $(n-1)$ 個、或いは、互いに異なった比誘電率の誘電体を用いて同じ厚さの誘電体層パターンを $(n-1)$ 個設ければ良い。

30

【0048】

また、上記の実施の形態においては、磁気ディスクの表面に設ける保護膜を導電性保護膜として説明しているが、非導電性の保護膜に対しても適用されるものであり、その場合には、上記の2つの状態における静電容量の測定に加えて、浮上ヘッドに設けた測定用導電性パターンと磁気ディスクに設けた保護膜とが接触する状態においても測定すれば良く、その値を用いることによって、非導電性の保護層の基準表面と測定用導電性パターン間の間隔、即ち、真の浮上量を測定することができる。

40

【0049】

また、上記の実施の形態においては、磁気ヘッドの浮上量及び磁気ディスク表面の凹凸の高さの測定方法として説明しているが、本発明は必ずしもこの様な磁気ヘッドの浮上量の測定に限られるものではなく、表面に微小の凹凸を有する導電性基板と微小部品との間の微小間隔の測定に適用されるものであり、適用対象は限定されるものではない。

【0050】

(付記1) 表面に凹凸を有する導電性基板と部品との間隔を、前記導電性基板と部品との間の静電容量から求める間隔測定方法に関し、前記間隔を既知量変化させてモデル化した近似式で用いた変数の数に同等な数の間隔 a において静電容量を測定し、前記測定結果を、前記導電性基板の表面の凹凸を前記モデル化した近似式で求めた静電容量の計算式

50

と対比させることによって、前記間隔を求めることを特徴とする間隔測定方法。

(付記2) 上記間隔を既知量変化させるために、上記導電性基板の回転量を制御することを特徴とする付記1記載の間隔測定方法。

(付記3) 上記導電性基板と上記部品とを接触させた状態でも静電容量を測定することを特徴とする付記1または2に記載の間隔測定方法。

【0051】

【発明の効果】

本発明によれば、表面の凹凸を正弦波等で近似してモデル化するとともに、少なくとも2つの状態において静電容量を測定し、測定値に基づいて、微小間隔及び凹凸の凸部の高さを近似式から算出しているので、微小間隔が凹凸の高さに比べて小さい場合にも精度良く、且つ、短時間で測定・算出することが可能になり、それによって、高記録密度の磁気記憶装置に実用化に寄与するところが多い。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理的構成の説明図である。

【図2】本発明の実施の形態の浮上量算出方法の説明図である。

【図3】本発明の実施の形態に用いる測定装置の概念的構成図である。

【図4】本発明の実施の形態の第1の測定方法の説明図である。

【図5】本発明の実施の形態の第2の測定方法に用いる微小間隔測定用センサーの概略的構成図である。

【図6】本発明の実施の形態の第3の測定方法に用いる微小間隔測定用センサーの概略的構成図である。

20

【図7】本発明の実施の形態の計算値の評価方法の説明図である。

【図8】凹凸面上での静電容量の測定誤差の説明図である。

【符号の説明】

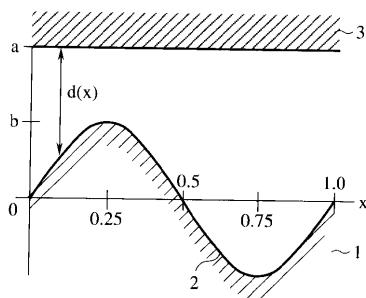
- 1 導電性基板
- 2 凹凸
- 3 部品
- 11 測定用導電性パターン
- 12 導電性保護層
- 21 磁気ディスク
- 22 スピンドルモータ
- 23 アーム
- 24 カンチレバー
- 25 浮上ヘッド
- 26 静電容量測定器
- 27 測定用導電性パターン
- 28 測定用導電性パターン
- 29 誘電体層
- 31 測定用導電性パターン
- 32 導電性保護膜
- 41 測定用導電性パターン
- 42 導電性保護膜
- 43 換算表面

30

40

【図 1】

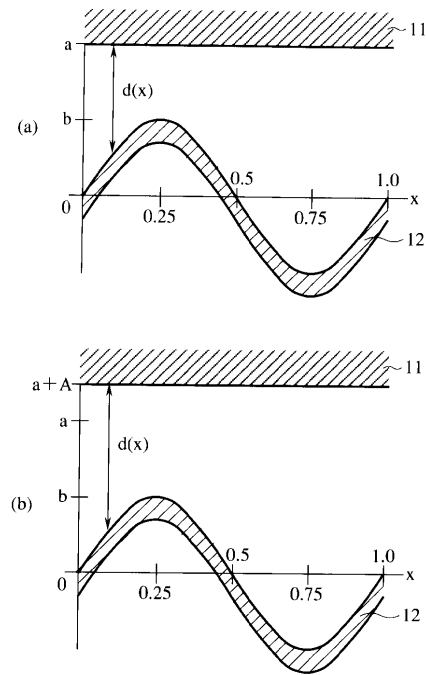
本発明の原理的構成の説明図



- 1: 導電性基板
2: 凹凸
3: 部品

【図 2】

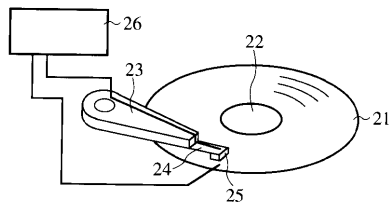
本発明の実施の形態の浮上量算出方法の説明図



- 11: 測定用導電性パターン 12: 導電性保護層

【図 3】

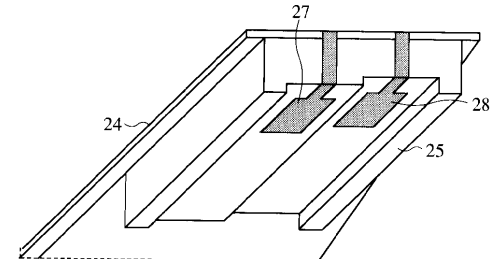
本発明の実施の形態に用いる測定装置の概念的構成図



- 21: 磁気ディスク 22: スピンドルモータ 23: ヘッド
24: カンチレバー 25: 浮上ヘッド 26: 静電容量測定器

【図 5】

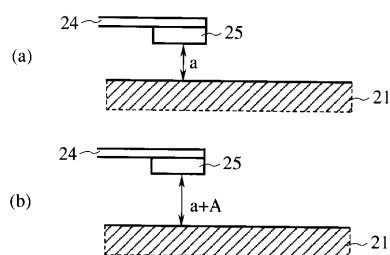
本発明の実施の形態の第2の測定方法に用いる微小間隔測定用センサーの概略的構成図



- 24: カンチレバー 25: 浮上ヘッド
27: 測定用導電性パターン 28: 測定用導電性パターン

【図 4】

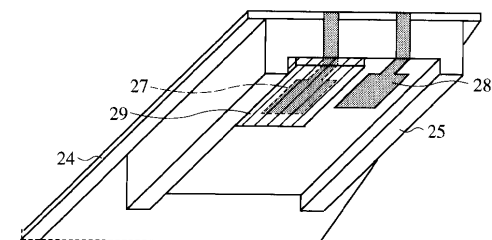
本発明の実施の形態の第1の測定方法の説明図



- 21: 磁気ディスク 24: カンチレバー 25: 浮上ヘッド

【図 6】

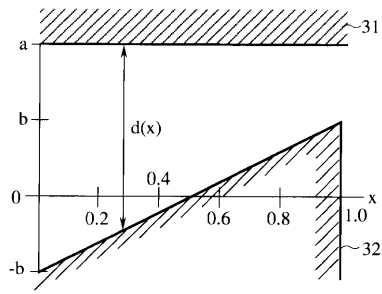
本発明の実施の形態の第3の測定方法に用いる微小間隔測定用センサーの概略的構成図



- 24: カンチレバー 25: 浮上ヘッド
27: 測定用導電性パターン 28: 測定用導電性パターン
29: 誘電体層

【図 7】

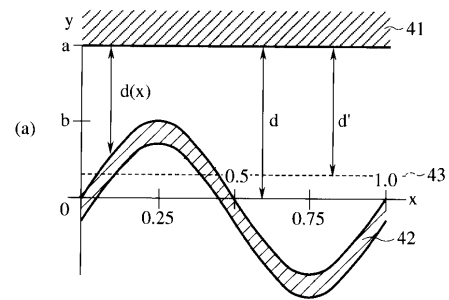
本発明の実施の形態の計算値の信頼性の
評価方法の説明図



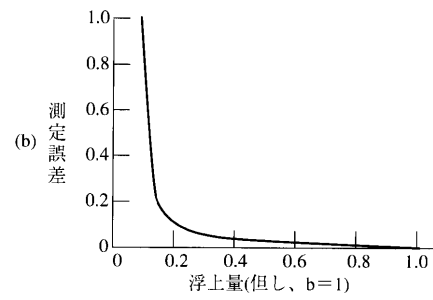
31：測定用導電性パターン 32：導電性保護膜

【図 8】

凹凸面上での静電容量の測定誤差の説明図



41：測定用導電性パターン 42：導電性保護膜
43：換算表面



フロントページの続き

(72)発明者 小森谷 均

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 中川 康文

(56)参考文献 特開平04-044308 (JP, A)

特開平06-203510 (JP, A)

特開平06-147809 (JP, A)

特開平07-235157 (JP, A)

特開平09-108864 (JP, A)

特開昭52-142456 (JP, A)

特開昭63-290902 (JP, A)

特開平02-080909 (JP, A)

特開平02-310410 (JP, A)

特開平03-235012 (JP, A)

特開平04-109421 (JP, A)

特開平05-501011 (JP, A)

特開平06-288763 (JP, A)

特開平07-027536 (JP, A)

特開平09-178758 (JP, A)

特開平09-326115 (JP, A)

特開平10-172130 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 7/00~7/34

G01B 11/00~11/30

G01B 21/00~21/32