

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3649848号

(P3649848)

(45) 発行日 平成17年5月18日(2005.5.18)

(24) 登録日 平成17年2月25日(2005.2.25)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G 1 1 B 5/39

F I

G 1 1 B 5/39

請求項の数 15 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願平9-66914	(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(22) 出願日	平成9年3月19日(1997.3.19)	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(65) 公開番号	特開平10-269527	(72) 発明者	神田 晃樹 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
(43) 公開日	平成10年10月9日(1998.10.9)	(72) 発明者	高橋 実 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
審査請求日	平成16年3月2日(2004.3.2)	(72) 発明者	木内 克己 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】 磁気抵抗効果型ヘッド及びこれを有する磁気ディスク装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

磁気ディスクに対して所定の浮上角傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面が、該スライダの浮上面より所定の段差寸法後退した位置にあり、

該所定の段差寸法が、上記磁気抵抗効果型ヘッドを上記磁気ディスクに対して上記の所定の浮上角傾斜させた姿勢として上記スライダの空気流出端の角部を通り上記磁気ディスクと平行な仮想面を考えた場合に、上記磁気抵抗効果素子の上記端面に臨んでいる端部を上記仮想面より上側に位置させるに足る寸法を有する構成としたことを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項2】

磁気ディスクに対して所定の浮上角傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面が、該スライダの浮上面より所定の段差寸法後退した位置にあり、

該所定の段差寸法が、上記磁気抵抗効果型ヘッドを上記磁気ディスクに対して上記の所定の浮上角傾斜させた姿勢として上記スライダの空気流出端の角部を通り上記磁気ディスク

10

20

クと平行な仮想面を考えた場合に、磁気抵抗効果素子の上記端面に臨んでいる端部を上記仮想面より上側に位置させるに足る寸法に、上記膜状素子構造部が熱膨張したときの上記端面の盛り上がり変形量を加算した寸法を有する構成としたことを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項3】

磁気ディスクに対して所定の浮上角傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面が、該スライダの浮上面より所定の段差寸法後退した位置にあり、

該所定の段差寸法が、上記磁気抵抗効果型ヘッドを上記磁気ディスクに対して上記の所定の浮上角傾斜させた姿勢として上記スライダの空気流出端の角部を通り上記磁気ディスクと平行な仮想面を考えた場合に、磁気抵抗効果素子の上記端面に臨んでいる端部を上記仮想面より上側に位置させるに足る寸法に、上記スライダが上記磁気ディスク上の微小突起を相対的に乗り越えたときのステップダウン分を加算した寸法を有する構成としたことを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項4】

磁気ディスクに対して所定の浮上角傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面が、該スライダの浮上面より所定の段差寸法後退した位置にあり、

該所定の段差寸法が、上記磁気抵抗効果型ヘッドを上記磁気ディスクに対して上記の所定の浮上角傾斜させた姿勢として上記スライダの空気流出端の角部を通り上記磁気ディスクと平行な仮想面を考えた場合に、磁気抵抗効果素子の上記端面に臨んでいる端部を上記仮想面より上側に位置させるに足る寸法に、上記膜状素子構造部が熱膨張したときの上記端面の盛り上がり変形量と上記スライダが上記磁気ディスク上の微小突起を相対的に乗り越えたときのステップダウン分とを加算した寸法を有する構成としたことを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項5】

磁気ディスクに対して所定の浮上角傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面が、該スライダの浮上面より所定の段差寸法後退した位置にあり、

該所定の段差寸法が、上記磁気抵抗効果型ヘッドを上記磁気ディスクに対して上記の所定の浮上角傾斜させた姿勢として上記スライダの空気流出端の角部を通り上記磁気ディスクと平行な仮想面を考えた場合に、該膜状素子構造部の上記端面の空気流出端の端部を上記仮想面より上側に位置させるに足る寸法を有する構成としたことを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項6】

磁気ディスクに対して傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面の該スライダの浮上面より後退した段差の寸法  $Y_1$  が、

$$Y_1 = t_1 \times \tan$$

(ここで、 $t_1$  は上記スライダの空気流出端の面から上記磁気抵抗効果素子までの距離、 $\theta$  は上記磁気抵抗効果型ヘッドの浮上角である。)

を満たす大きさである構成としたことを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

10

20

30

40

50

## 【請求項 7】

磁気ディスクに対して傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面の該スライダの浮上面より後退した段差の寸法  $Y_2$  が、

$$Y_2 = t_2 \times \tan \theta$$

(ここで、 $t_2$  は上記膜状素子構造部の厚さ、 $\theta$  は上記磁気抵抗効果型ヘッドの浮上角である。)

を満たす大きさである構成としたことを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

10

## 【請求項 8】

磁気ディスクに対して傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面の該スライダの浮上面より後退した段差の寸法  $Y_3$  が、

$$Y_3 = (t_1 \times \tan \theta) + N h$$

(ここで、 $t_1$  は上記スライダの空気流出端の面から上記磁気抵抗効果素子までの距離、 $\theta$  は上記磁気抵抗効果型ヘッドの浮上角、 $N h$  は膜状素子構造部の熱膨張による盛り上がり変形量である。)

を満たす大きさである構成としたことを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

20

## 【請求項 9】

磁気ディスクに対して傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面の該スライダの浮上面より後退した段差の寸法  $Y_4$  が、

$$Y_4 = (t_1 \times \tan \theta) + Z$$

(ここで、 $t_1$  は上記スライダの空気流出端の面から上記磁気抵抗効果素子までの距離、 $\theta$  は上記磁気抵抗効果型ヘッドの浮上角、 $Z$  は磁気抵抗効果型ヘッドが磁気ディスクの微小突起によって一旦押し上げられた後に下動してステップダウンした距離である。)

を満たす大きさである構成としたことを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

30

## 【請求項 10】

磁気ディスクに対して傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面の該スライダの浮上面より後退した段差の寸法  $Y_5$  が、

$$Y_5 = (t_1 \times \tan \theta) + N h + Z$$

(ここで、 $t_1$  は上記スライダの空気流出端の面から上記磁気抵抗効果素子までの距離、 $\theta$  は上記磁気抵抗効果型ヘッドの浮上角、 $N h$  は膜状素子構造部の熱膨張による盛り上がり変形量、 $Z$  は磁気抵抗効果型ヘッドが磁気ディスクの微小突起によって一旦押し上げられた後に下動してステップダウンした距離である。)

を満たす大きさである構成としたことを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

40

## 【請求項 11】

磁気ディスクに対して傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面の該スライダの浮上面より後退した段差の寸法  $Y_3'$  が、

50

$$Y3' = (t2 \times \tan \theta) + Nh$$

(ここで、 $t2$ は上記膜状素子構造部の厚さ、 $\theta$ は上記磁気抵抗効果型ヘッドの浮上角、 $Nh$ は膜状素子構造部の熱膨張による盛り上がり変形量である。)を満たす大きさである構成としたことを特徴とする請求項8記載の磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項12】

磁気ディスクに対して傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面の該スライダの浮上面より後退した段差の寸法 $Y4'$ が、

$$Y4' = (t2 \times \tan \theta) + Z$$

(ここで、 $t2$ は上記膜状素子構造部の厚さ、 $\theta$ は上記磁気抵抗効果型ヘッドの浮上角、 $Z$ は磁気抵抗効果型ヘッドが磁気ディスクの微小突起によって一旦押し上げられた後に下動してステップダウンした距離である。)

を満たす大きさである構成としたことを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項13】

磁気ディスクに対して傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面の該スライダの浮上面より後退した段差の寸法 $Y5'$ が、

$$Y5' = (t2 \times \tan \theta) + Nh + Z$$

(ここで、 $t2$ は上記膜状素子構造部の厚さ、 $\theta$ は上記磁気抵抗効果型ヘッドの浮上角、 $Nh$ は膜状素子構造部の熱膨張による盛り上がり変形量、 $Z$ は磁気抵抗効果型ヘッドが磁気ディスクの微小突起によって一旦押し上げられた後に下動してステップダウンした距離である。)

を満たす大きさである構成としたことを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項14】

回転する磁気ディスクと、

請求項1乃至請求項13のうちいずれか一項記載の磁気抵抗効果型ヘッドと、

該磁気抵抗効果型ヘッドを上記磁気ディスク上を移動するように支持する支持手段とを有する構成としたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項15】

該支持手段は、配線パターンが形成されており、磁気抵抗効果型ヘッドが固定してあるサスペンションよりなり、

該磁気抵抗効果型ヘッドの端子部と該配線パターンの端子とが金ボールによって接続されている構成としたことを特徴とする請求項14記載の磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気ディスクに対して情報の記録再生を行う磁気ディスク装置に使用される磁気抵抗効果型ヘッドに関する。

近年、磁気ディスクが小径化されて磁気ディスク装置の小型化が進んでいる。磁気ディスクが小径化すると、磁気ディスクとヘッドとの相対速度が遅くなる。磁気抵抗効果型ヘッドは、磁気抵抗効果の原理でもって磁気ディスク上の信号を読み出すものであり、磁気ディスクと磁気抵抗効果型ヘッドとの相対速度が大きくなっても出力レベルの大きい読みだし信号を得ることができるため、磁気ディスク装置の小型化に好適である。

【0002】

この磁気抵抗効果型ヘッドは、後述するサーマルアスペリティによる信号異常の問題があり、これを解決する必要がある。

10

20

30

40

50

また、近年の高密度記録化に伴って磁気抵抗効果型ヘッドの磁気ディスクに対する浮上量が小さくなっている。浮上量が小さくなると、サーマルアスペリティによる信号異常の程度が大きくなり易くなるため、これに対する解決を図ることが重要となる。

【0003】

【従来の技術】

図14(A)、(B)は、従来の磁気抵抗効果型ヘッド10を示す。磁気抵抗効果型ヘッド10は、スライダ11と、スライダ11の空気流出端面11a上の膜構造部12とを有する。膜構造部12は、磁気抵抗効果素子13を有する。膜構造部12の端面12aは、スライダ11の浮上面11bの延長面上に位置している。即ち、端面12aは浮上面11bと同じ面である。

10

【0004】

磁気ディスク20が矢印CC方向に回転し、磁気抵抗効果型ヘッド10は、空気流21の作用で、浮上量h、浮上角 $\theta$ で(磁気抵抗効果素子13側が下がった姿勢で)磁気ディスク20の上面20aから浮上し続け、信号を読み出す。

【0005】

磁気ヘッドがコンタクトスタートストップするときの磁気ヘッドの磁気ディスクへの吸着を防止する目的で、磁気ディスクは、基板にテクスチャリングを施し、このテクスチャリングを施した面に膜を形成して製造される。磁気ディスクの表面の粗さRaは、10~50程度であり、浮上している磁気抵抗効果型ヘッドに当たらないようになっている。

【0006】

20

【発明が解決しようとする課題】

テクスチャリングはメカニカル的に形成され又はレーザによって形成されており、磁気ディスクの表面の粗さRaはばらつく。図14(B)に示すように、上面20aから突き出した微小突起21を有する場合がある。

近年の高密度記録化に伴って磁気抵抗効果型ヘッドの磁気ディスクに対する浮上量hは、30~50nmと小さくなってきており、この微小突起21が、図14(B)に二点鎖線で示すように、膜構造部12の端面12aに衝突し易い。また、サーマルアスペリティによる盛り上がり変形量Nh(図7(B)参照)が約5nmだと、マージンが悪くなり、当たる確率は更に高くなる。

【0007】

30

微小突起21が膜構造部12の端面12aのうち磁気抵抗効果素子13に衝突することが起きると、磁気抵抗効果素子13が一時的に発熱し、これによって磁気抵抗効果素子13の抵抗値が一時的に変化し、読みだし信号25に、図14(C)に符号26で示すような異常信号が発生する。この異常信号26を、サーマルアスペリティによる信号異常という。

【0008】

従来は、サーマルアスペリティ対策として、磁気ディスクの表面品質を改善すること、或いは、サーマルアスペリティによる信号異常を抑える信号処理回路を設けることが採られている。

磁気抵抗効果型ヘッド10の浮上量hが少なくなると、微小突起21が膜構造部12の端面12aに衝突するエネルギーが増すため、異常信号26の出力レベルLが大きくなる傾向にある。よって、上記の対策では十分でなくなってきた。

40

【0009】

そこで、本発明は上記課題を解決した磁気抵抗効果型ヘッド及びこれを有する磁気ディスク装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明は、磁気ディスクに対して所定の浮上角傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

50

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面が、該スライダの浮上面より所定の段差寸法後退した位置にあり、

該所定の段差寸法が、上記磁気抵抗効果型ヘッドを上記磁気ディスクに対して上記の所定の浮上角傾斜させた姿勢として上記スライダの空気流出端の角部を通り上記磁気ディスクと平行な仮想面を考えた場合に、上記磁気抵抗効果素子の上記端面に臨んでいる端部を上記仮想面より上側に位置させるに足る寸法を有する構成としたものである。

【0012】

請求項2の発明は、磁気ディスクに対して所定の浮上角傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面が、該スライダの浮上面より所定の段差寸法後退した位置にあり、

10

該所定の段差寸法が、上記磁気抵抗効果型ヘッドを上記磁気ディスクに対して上記の所定の浮上角傾斜させた姿勢として上記スライダの空気流出端の角部を通り上記磁気ディスクと平行な仮想面を考えた場合に、磁気抵抗効果素子の上記端面に臨んでいる端部を上記仮想面より上側に位置させるに足る寸法に、上記膜状素子構造部が熱膨張したときの上記端面の盛り上がり変形量を加算した寸法を有する構成としたものである。

【0013】

請求項3の発明は、磁気ディスクに対して所定の浮上角傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面が、該スライダの浮上面より所定の段差寸法後退した位置にあり、

20

該所定の段差寸法が、上記磁気抵抗効果型ヘッドを上記磁気ディスクに対して上記の所定の浮上角傾斜させた姿勢として上記スライダの空気流出端の角部を通り上記磁気ディスクと平行な仮想面を考えた場合に、磁気抵抗効果素子の上記端面に臨んでいる端部を上記仮想面より上側に位置させるに足る寸法に、上記スライダが上記磁気ディスク上の微小突起を相対的に乗り越えたときのステップダウン分を加算した寸法を有する構成としたものである。

【0014】

請求項4の発明は、磁気ディスクに対して所定の浮上角傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

30

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面が、該スライダの浮上面より所定の段差寸法後退した位置にあり、

該所定の段差寸法が、上記磁気抵抗効果型ヘッドを上記磁気ディスクに対して上記の所定の浮上角傾斜させた姿勢として上記スライダの空気流出端の角部を通り上記磁気ディスクと平行な仮想面を考えた場合に、磁気抵抗効果素子の上記端面に臨んでいる端部を上記仮想面より上側に位置させるに足る寸法に、上記膜状素子構造部が熱膨張したときの上記端面の盛り上がり変形量と上記スライダが上記磁気ディスク上の微小突起を相対的に乗り越えたときのステップダウン分とを加算した寸法を有する構成としたものである。

40

【0015】

請求項5の発明は、磁気ディスクに対して所定の浮上角傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面が、該スライダの浮上面より所定の段差寸法後退した位置にあり、

該所定の段差寸法が、上記磁気抵抗効果型ヘッドを上記磁気ディスクに対して上記の所定の浮上角傾斜させた姿勢として上記スライダの空気流出端の角部を通り上記磁気ディスクと平行な仮想面を考えた場合に、該膜状素子構造部の上記端面の空気流出端の端部を上

50

記仮想面より上側に位置させるに足る寸法を有する構成としたものである。

【0016】

請求項6の発明は、磁気ディスクに対して傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面の該スライダの浮上面より後退した段差の寸法 $Y_1$ が、

$$Y_1 = t_1 \times \tan \theta$$

(ここで、 $t_1$ は上記スライダの空気流出端の面から上記磁気抵抗効果素子までの距離、 $\theta$ は上記磁気抵抗効果型ヘッドの浮上角である。)

を満たす大きさである構成としたものである。

10

【0017】

請求項7の発明は、磁気ディスクに対して傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面の該スライダの浮上面より後退した段差の寸法 $Y_2$ が、

$$Y_2 = t_2 \times \tan \theta$$

(ここで、 $t_2$ は上記膜状素子構造部の厚さ、 $\theta$ は上記磁気抵抗効果型ヘッドの浮上角である。)

を満たす大きさである構成としたものである。

20

【0018】

請求項8の発明は、磁気ディスクに対して傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面の該スライダの浮上面より後退した段差の寸法 $Y_3$ が、

$$Y_3 = (t_1 \times \tan \theta) + N h$$

(ここで、 $t_1$ は上記スライダの空気流出端の面から上記磁気抵抗効果素子までの距離、 $\theta$ は上記磁気抵抗効果型ヘッドの浮上角、 $N h$ は膜状素子構造部の熱膨張による盛り上がり変形量である。)

を満たす大きさである構成としたものである。

30

【0019】

請求項9の発明は、磁気ディスクに対して傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面の該スライダの浮上面より後退した段差の寸法 $Y_4$ が、

$$Y_4 = (t_1 \times \tan \theta) + Z$$

(ここで、 $t_1$ は上記スライダの空気流出端の面から上記磁気抵抗効果素子までの距離、 $\theta$ は上記磁気抵抗効果型ヘッドの浮上角、 $Z$ は磁気抵抗効果型ヘッドが磁気ディスクの微小突起によって一旦押し上げられた後に下動してステップダウンした距離である。)

を満たす大きさである構成としたものである。

40

【0020】

請求項10の発明は、磁気ディスクに対して傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面の該スライダの浮上面より後退した段差の寸法 $Y_5$ が、

$$Y_5 = (t_1 \times \tan \theta) + N h + Z$$

50

(ここで、 $t_1$  は上記スライダの空気流出端の面から上記磁気抵抗効果素子までの距離、 $\theta$  は上記磁気抵抗効果型ヘッドの浮上角、 $N_h$  は膜状素子構造部の熱膨張による盛り上がり変形量、 $Z$  は磁気抵抗効果型ヘッドが磁気ディスクの微小突起によって一旦押し上げられた後に下動してステップダウンした距離である。)

を満たす大きさである構成としたものである。

【0021】

請求項11の発明は、磁気ディスクに対して傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面の該スライダの浮上面より後退した段差の寸法 $Y_3'$ が、

$$Y_3' = (t_2 \times \tan \theta) + N_h$$

(ここで、 $t_2$  は上記膜状素子構造部の厚さ、 $\theta$  は上記磁気抵抗効果型ヘッドの浮上角、 $N_h$  は膜状素子構造部の熱膨張による盛り上がり変形量である。)を満たす大きさである構成としたものである。

【0022】

請求項12の発明は、磁気ディスクに対して傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面の該スライダの浮上面より後退した段差の寸法 $Y_4'$ が、

$$Y_4' = (t_2 \times \tan \theta) + Z$$

(ここで、 $t_2$  は上記膜状素子構造部の厚さ、 $\theta$  は上記磁気抵抗効果型ヘッドの浮上角、 $Z$  は磁気抵抗効果型ヘッドが磁気ディスクの微小突起によって一旦押し上げられた後に下動してステップダウンした距離である。)

を満たす大きさである構成としたものである。

【0023】

請求項13の発明は、磁気ディスクに対して傾斜して浮上するスライダと、このスライダの空気流出端に形成してあり、情報の再生を行うため磁気抵抗効果素子を含む膜状素子構造部とを有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

該膜状素子構造部の該スライダの浮上面と同じ側の端面の該スライダの浮上面より後退した段差の寸法 $Y_5'$ が、

$$Y_5' = (t_2 \times \tan \theta) + N_h + Z$$

(ここで、 $t_2$  は上記膜状素子構造部の厚さ、 $\theta$  は上記磁気抵抗効果型ヘッドの浮上角、 $N_h$  は膜状素子構造部の熱膨張による盛り上がり変形量、 $Z$  は磁気抵抗効果型ヘッドが磁気ディスクの微小突起によって一旦押し上げられた後に下動してステップダウンした距離である。)

を満たす大きさである構成としたものである。

【0024】

請求項14の発明は、回転する磁気ディスクと、

請求項1乃至請求項13のうちいずれか一項記載の磁気抵抗効果型ヘッドと、該磁気抵抗効果型ヘッドを上記磁気ディスク上を移動するように支持する支持手段とを有する構成としたものである。

請求項15の発明は、請求項14において、該支持手段は、配線パターンが形成されており、磁気抵抗効果型ヘッドが固定してあるサスペンションよりなり、該磁気抵抗効果型ヘッドの端子部と該配線パターンの端子とが金ボールによって接続されている構成としたものである。

【0025】

【発明の実施の形態】

〔第1実施例〕

10

20

30

40

50

図1及び図2(A)、(B)は、本発明の第1実施例になる磁気抵抗効果型ヘッド30を示す。矢印CC方向は空気流の方向であり、磁気抵抗効果型ヘッド30の構成は、空気流の方向を基準に説明する。

【0026】

磁気抵抗効果型ヘッド30は、空気流入端31と空気流出端32とを有する。磁気抵抗効果型ヘッド30は、 $Al_2O_3TiC$ からなりブロック状にカットされたスライダ33と、スライダ33に半導体術により成膜された膜状素子構造部34とを有する。

スライダ33は、下面(磁気ディスク装置に組み込まれた状態で磁気ディスクに対向する面)に、2つのレール33a, 33bを有し、且つ2つのレール33a, 33bの間に浅い凹部33cを有する。レール33a, 33b及び浅い凹部33cは、共に、CC方向に延在している。33d, 33eは浮上面であり、レール33a, 33bの下面である。

10

【0027】

33gはスライダ33の浮上面33dと空気流出端32の面33fとによって形成されている角部(アルチックエッジ)である。

膜状素子構造部34は、スライダ33の空気流出端32の面33fのうちレール33aに対応する部位に形成してある。膜状素子構造部34は、面33fより順に、下地層としてアルミナ等の絶縁膜40、FeN(窒化鉄)等の下部シールド膜(磁性膜)41、アルミナ等の絶縁膜42、膜状の磁気抵抗効果素子43及びこの両端に接続された膜状の導電部材44、アルミナ等の絶縁膜45、シールド膜を兼ねる下部磁性膜46、絶縁膜47、膜状のコイル48、上部磁性膜49、保護膜50が積層された構造を有する。

20

【0028】

面33fには、導電部材44の端部が磁気抵抗効果素子用の端子部44'として、及び、コイル48の端部がインダクティブヘッド用の端子部48'として露出している。端子部44'、48'は、図3の装置の場合、リード線が半田付けされて、ヘッドを駆動するためのヘッドIC等の回路へ連結されている。

51は、膜状素子構造部34のうち上記浮上面33dと同じ側に位置する端面である。

【0029】

下部磁性膜46、絶縁膜47、膜状のコイル48、上部磁性膜49が、記録専用素子を構成する。磁気抵抗効果素子43が再生専用素子を構成する。

となる。

30

端面51は、浮上面33dより後退しており、浮上面33dに対して段差寸法Y1の段差52を有している。端面51は、浮上面33dと平行である。

【0030】

ここで、段差52の大きさ、即ち、段差寸法Y1は、磁気抵抗効果型ヘッド30の浮上角をラジアン、膜状素子構造部34のうちスライダ33の面33fから磁気抵抗効果素子43までの距離(絶縁膜40、下部シールド膜(磁性膜)41、絶縁膜42の厚さを加算した値)を $t_1$ とした場合に、浮上角が相当に小さいため、 $t_1 \times \tan$ で表される大きさと同じかこれより大きい。即ち、 $Y_1 \approx t_1 \times \tan$ である。

【0031】

磁気抵抗効果型ヘッド30の浮上角は通常例えば0.20ラジアンであり、距離 $t_1$ は例えば10 $\mu m$ である。この場合に、段差寸法Y1は、約2 $\mu m$ である。

40

図1を参照して図学的にみると、段差寸法Y1は、磁気抵抗効果型ヘッド30を浮上角傾斜している姿勢とし、角部(アルチックエッジ)33gを通り上記磁気ディスクと平行な仮想面55を考えた場合に、磁気抵抗効果素子43の上記端面51に臨んでいる端部を、上記仮想面55より上側に位置させるに足る寸法である。

【0032】

なお、段差52は例えば砥石による機械的研磨又はイオンミリング等による研磨によって形成されている。

図3は上記構成の磁気抵抗効果型ヘッド30が組み込まれた磁気ディスク装置60を示す。磁気ディスク装置60は、ハウジング61の内部に、磁気ディスク20、この磁気ディ

50

スク20を矢印CC方向に回転させるスピンドルモータ68、回動アーム63、回動アーム63の先端の磁気抵抗効果型ヘッド30、回動アーム63を回動させるボイスコイルモータ64等を有する構成である。

【0033】

次に、図4(A)乃至(G)を参照して、上記磁気ディスク装置60の動作時における上記磁気抵抗効果型ヘッド30の段差52の作用について説明する。

図4(A)に示すように、磁気ディスク20が矢印CC方向に回転すると空気流21が発生し、磁気抵抗効果型ヘッド30は、この空気流21の作用で、浮上量 $h$ 、浮上角 $\theta$ で(磁気抵抗効果素子43側が下がった姿勢で)磁気ディスク20の上面20aから浮上し続け、所望のトラックにアクセスして信号の読み書きを行う。

10

【0034】

図4(B)、(D)、(F)に示すように、磁気ディスク20は、製造工程との関係で、上面20aから突き出した大きさの異なる微小突起21-1、21-2、21-3等を有する。微小突起21-1は、突き出し寸法 $b_1$ が浮上量 $h$ より小さいものである。微小突起21-2は、突き出し寸法 $b_2$ が浮上量 $h$ よと略同じものである。微小突起21-3は、突き出し寸法 $b_3$ が浮上量 $h$ より寸法A大きいものである。

【0035】

微小突起21-1は、図4(B)に示すように、膜状素子構造部34の端面51に衝突することなく磁気抵抗効果型ヘッド30の下側を通り抜ける。よって、読みだし信号のエンベロープは、図4(C)に示す如くになり、サーマルアスペリティによる信号異常は発生しない。

20

微小突起21-2は、図4(D)に示すように、膜状素子構造部34の端面51に衝突するけれども、衝突する個所は、端面51のうち磁気抵抗効果素子43より後方側の部分51aである。即ち、微小突起21-2は磁気抵抗効果素子43に衝突しない。このため、よって、読みだし信号のエンベロープは、図4(E)に示す如くになり、サーマルアスペリティによる信号異常は発生しない。

【0036】

大き目の微小突起21-3の場合は、図4(F)に示すように、スライダ33の浮上面33dのうち角部33gの付近に衝突し、磁気抵抗効果型ヘッド30は一旦押し上げられ、その後下動する。この下動するとき、磁気抵抗効果素子43が微小突起21-3に衝突することが起きる場合がある。磁気抵抗効果素子43が微小突起21-3に衝突したとしても、微小突起が磁気抵抗効果素子を直撃した場合よりも衝突のエネルギーは遙かに小さい。このため、読みだし信号のエンベロープは、図4(G)に示す如くになり、サーマルアスペリティによる信号異常は発生したとしても小さい。

30

【0037】

〔第2実施例〕

図5は、本発明の第2実施例になる磁気抵抗効果型ヘッド30Aを示す。図5中、図1に示す構成部分と同じ構成部分には同じ符号を付す。

膜状素子構造部34の端面51は、浮上面33dに対して段差寸法 $Y_2$ の段差52Aを有している。ここで、段差52Aの大きさ、即ち、段差寸法 $Y_2$ は、磁気抵抗効果型ヘッド30の浮上角を $\theta$ ラジアン、膜状素子構造部34の厚さを $t_2$ とした場合に、浮上角 $\theta$ が相当に小さいため、 $t_2 \times \tan \theta$ で表される大きさと同じかこれより大きい。即ち、 $Y_2 > t_2 \times \tan \theta$ である。段差寸法 $Y_2$ は、前記の段差寸法 $Y_1$ より大きい。

40

【0038】

よって、微小突起21-2は、図6(A)に示すように、微小突起21-1の場合と同じく、膜状素子構造部34の端面51に衝突することなく磁気抵抗効果型ヘッド30の下側を通り抜ける。よって、読みだし信号のエンベロープは、図6(B)に示す如くになり、サーマルアスペリティによる信号異常は発生しない。

【0039】

大き目の微小突起21-3の場合は、図6(C)に示すように、スライダ33の浮上面3

50

3 dのうち角部3 3 gの付近に衝突し、磁気抵抗効果型ヘッド3 0は一旦押し上げられ、その後下動する。段差寸法Y 2が前記の段差寸法Y 1より大きいため、微小突起2 1 - 3が端面5 1に衝突する位置は後方にずれる。よって、この下動するとき、磁気抵抗効果素子4 3が微小突起2 1 - 3に衝突することが起きる確率は低下する。また、磁気抵抗効果素子4 3が微小突起2 1 - 3に衝突したとしても、微小突起が磁気抵抗効果素子を直撃した場合よりも衝突のエネルギーは遙かに小さい。このため、読みだし信号のエンベロープは、図6 (D)に示す如くになり、サーマルアスペリティによる信号異常は発生したとしても小さい。従って、サーマルアスペリティによる信号異常の程度を、信号処理回路による修正可能範囲にすることが出来、再生復調信号への影響を小さくすることが出来る。

10

## 【0040】

## 〔第3実施例〕

図7 (A)は、本発明の第3実施例になる磁気抵抗効果型ヘッド3 0 Bを示す。図7中、図1に示す構成部分と同じ構成部分には同じ符号を付す。磁気抵抗効果型ヘッド3 0 Bは、膜状素子構造部3 4の熱膨張を考慮した構成である。

磁気抵抗効果型ヘッド3 0 Bの使用中に膜状素子構造部3 4の温度が上昇する場合がある。膜状素子構造部3 4の温度が上昇すると、図7 (B)に示すように膜状素子構造部3 4が熱膨張し、端面5 1が盛り上がるように変形する。

## 【0041】

端面5 1のうち磁気抵抗効果素子4 3の部位の盛り上がり変形量は、Nhである。

20

図7 (A)に示すように、膜状素子構造部3 4の端面5 1は、浮上面3 3 dに対して段差寸法Y 3の段差5 2 Bを有している。ここで、段差5 2 Bの大きさ、即ち、段差寸法Y 3は、前記の段差寸法Y 1に上記の盛り上がり変形量Nhを加えた値としてある。即ち、 $Y 3 = Y 1 + Nh$ である。

## 【0042】

この磁気抵抗効果型ヘッド3 0 Bによれば、使用中に膜状素子構造部3 4の温度が上昇した場合にも、磁気抵抗効果素子4 3は、図7 (B)に示すように、仮想面5 5近くまでは突き出すけれども、それ以上には突き出さない。よって、膜状素子構造部3 4が変形しても磁気ディスク2 0の微小突起が磁気抵抗効果素子4 3を直撃することは起きず、サーマルアスペリティによる信号異常も発生しにくい。

30

## 【0043】

この磁気抵抗効果型ヘッド3 0 Bは、使用される環境が温度の高い環境である場合に有効である。

## 〔第4実施例〕

図8は、本発明の第4実施例になる磁気抵抗効果型ヘッド3 0 Cを示す。図8中、図1に示す構成部分と同じ構成部分には同じ符号を付す。磁気抵抗効果型ヘッド3 0 Cは、ステップダウンを考慮した構成である。

## 【0044】

図8に示すように、膜状素子構造部3 4の端面5 1は、浮上面3 3 dに対して段差寸法Y 4の段差5 2 Cを有している。ここで、段差5 2 Cの大きさ、即ち、段差寸法Y 4は、前記の段差寸法Y 1にステップダウン分(浮上変化分)Zを加えた値としてある。即ち、 $Y 4 = Y 1 + Z$ である。

40

図9 (A)に示すように、大き目の微小突起2 1 - 3の場合は、スライダ3 3の浮上面3 3 dのうち角部3 3 gの付近に衝突し、磁気抵抗効果型ヘッド3 0は一旦押し上げられ、その後下動(ステップダウン)する。図9 (B)は、このときの磁気抵抗効果型ヘッド3 0の動きを示す。線7 0は、磁気抵抗効果型ヘッド3 0が微小突起2 1 - 3によって押し上げられるときの動きを示す。線7 1は、微小突起2 1 - 3がスライダ3 3の角部(アルチックエッジ)3 3 gを通り越した後の、磁気抵抗効果型ヘッド3 0の動きを示す。線7 1は、 $Z = A \times \{1 - \sin(\theta / 2 + X)\}$ で表される曲線である。ここで、Aは微小突起2 1 - 3の浮上量hより更に突き出た寸法である。Xは磁気抵抗効果型ヘッド3 0

50

の浮上追従時の位相であり、 $2 \times t_1 / (U / 2 f_0)$  で表される。Uは磁気ディスク62の磁気抵抗効果型ヘッド30の個所の周速度、 $f_0$ は磁気抵抗効果型ヘッド30の共振周波数である。

【0045】

本実施例の磁気抵抗効果型ヘッド30Cは、大き目の微小突起21-3がスライダ33の浮上面33dのうち角部33gの付近に衝突し、磁気抵抗効果型ヘッド30が一旦押し上げられた後に下動(ステップダウン)する動きをする過程においても、磁気抵抗効果素子43が微小突起21-3と衝突することは回避され、サーマルアスペリティによる信号異常は発生しない。

【0046】

〔第5実施例〕

図10は、本発明の第5実施例になる磁気抵抗効果型ヘッド30Dを示す。図8中、図1に示す構成部分と同じ構成部分には同じ符号を付す。磁気抵抗効果型ヘッド30Dは、膜状素子構造部34の熱膨張、及び上記のステップダウンの両方を考慮した構成である。

【0047】

図10に示すように、膜状素子構造部34の端面51は、浮上面33dに対して段差寸法Y5の段差52Dを有している。ここで、段差52Dの大きさ、即ち、段差寸法Y5は、前記の段差寸法Y1に、盛り上がり変形量Nhとステップダウン分(浮上変化分)Zを加えた値としてある。即ち、 $Y5 = Y1 + Nh + Z$ である。

【0048】

本実施例の磁気抵抗効果型ヘッド30Dによれば、温度の高い環境で使用され、大き目の微小突起21-3に遭遇した場合でも、サーマルアスペリティによる信号異常は発生しない。

また、磁気ディスク装置は、上記の磁気抵抗効果型ヘッド30A~30Dのうち何れかの磁気抵抗効果型ヘッドを使用した構成と出来る。

【0049】

図11は、本発明者が実験を行った結果である、膜状素子構造部34の端面51の浮上面33dに対する段差寸法とサーマルアスペリティの出力との関係を示す。同図より、段差寸法が増えるとサーマルアスペリティの出力が減少していることが分かる。

なお、上記段差をもうけると、磁気抵抗効果素子43の端面と磁気ディスクの表面との距離が増すけれども、段差寸法は大きくはなく、磁気抵抗効果素子43による磁気ディスク上の記録信号を再生することに対する影響は殆ど無い。よって、磁気ディスク上の記録信号は良好に再生される。

【0050】

また、図1の段差Y1に代えて図5の段差Y2を基準としてもよい。この場合には、図7に示す上記第3実施例において、段差Y3'は、 $Y3' = Y2 + Nh$ となる。

また、図8に示す上記第4実施例において、段差Y4'は、 $Y4' = Y2 + Z$ となる。

【0051】

また、図10に示す上記第5実施例において、段差Y5'は、 $Y5' = Y2 + Nh + Z$ となる。

図12は図1及び図2に示す構成の磁気抵抗効果型ヘッド30が組み込まれた別の磁気ディスク装置60Aを示す。図12中、図3に示す構成部分と同じ部分に同じ符号を付す。回動アーム63の先端には、図13のジンバル部一体型サスペンション70がカシメて固定してある。このジンバル部一体型サスペンション70のジンバル部70aに、磁気抵抗効果型ヘッド30が固定してある。

【0052】

ジンバル部一体型サスペンション70は、図13に示すように、先端側にジンバル部70aを有し、中央部の両側に剛性をうるためのリブ70bを有し、基部寄り側にR曲げ部70cを有し、上面に基部からジンバル部70aまで延在する4本の配線パターン70dを有する構成である。4本の配線パターン70dのうち2本が磁気抵抗効果素子用であり、

10

20

30

40

50

残りの2本がインダクティブヘッド用である。

【0053】

磁気抵抗効果型ヘッド30はジンバル部70aに接着されている。4本の配線パターン70dの端の端子70eと磁気抵抗効果型ヘッド30の端子部44'、48'とが、金ポール71によって接続されている。

磁気抵抗効果型ヘッド30はR曲げ部70cの弾性によって磁気ディスク側に押しつけられている。

【0054】

【発明の効果】

以上のように、請求項1乃至請求項13の発明によれば、膜状素子構造部のスライダの浮上面に対向する端面が、スライダの浮上面より、磁気ディスクの微小突起が端面に衝突することを回避できる大きさの所定の段差寸法後退した構成としたため、磁気ディスク上に浮上量を越える高さの大きめの微小突起がある場合でも、この大きめの微小突起が磁気抵抗効果素子に衝突することが効果的に回避され、サーマルアスペリティによる信号異常の発生を効果的に防止出来る。よって、近年の高密度記録化に伴って磁気抵抗効果型ヘッドの磁気ディスクに対する浮上量を小さくしようとする場合に、サーマルアスペリティによる信号異常の発生を防止する対策として効果がある。

10

【0055】

請求項2、7、11の発明によれば、段差寸法が膜状素子構造部が熱膨張したときの上記端面のうち磁気抵抗効果素子の部位の盛り上がり変形量を考慮した構成であるため、使用される環境が温度の高い環境である場合に有効である。

20

請求項3、9、12の発明によれば、段差寸法がスライダが上記磁気ディスク上の微小突起を相対的に乗り越えたときのステップダウン分を考慮した構成であるため、大きめの微小突起が磁気抵抗効果素子に衝突することがより効果的に回避出来る。

【0056】

請求項4、10、13の発明によれば、段差寸法が膜状素子構造部が熱膨張したときの上記端面のうち磁気抵抗効果素子の部位の盛り上がり変形量とスライダが上記磁気ディスク上の微小突起を相対的に乗り越えたときのステップダウン分との両方を考慮した構成であるため、温度の高い環境で使用されているときにも、大きめの微小突起が磁気抵抗効果素子に衝突することがより効果的に回避出来る。

30

【0057】

請求項14、15の発明によれば、サーマルアスペリティを回避出来、よって、信号品質を向上できる磁気ディスク装置を実現出来る。またサーマルアスペリティを回避できるため、磁気抵抗効果型ヘッドを磁気ディスクの磁性膜により近づけて低浮上化が可能になり、より一層の高密度記録が可能となる磁気ディスク装置を実現出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例になる磁気抵抗効果型ヘッドの要部を拡大して示す図である。

【図2】本発明の第1実施例になる磁気抵抗効果型ヘッドを示す図である。

【図3】図1の磁気抵抗効果型ヘッドが組み込まれている磁気ディスク装置を示す図である。

40

【図4】図1の磁気抵抗効果型ヘッドの段差の作用を説明する図である。

【図5】本発明の第2実施例になる磁気抵抗効果型ヘッドの要部を拡大して示す図である。

【図6】図5の磁気抵抗効果型ヘッドの段差の作用を説明する図である。

【図7】本発明の第3実施例になる磁気抵抗効果型ヘッドの要部を拡大して示す図である。

【図8】本発明の第4実施例になる磁気抵抗効果型ヘッドの要部を拡大して示す図である。

【図9】ステップダウンを説明する図である。

50

【図10】本発明の第5実施例になる磁気抵抗効果型ヘッドの要部を拡大して示す図である。

【図11】段差寸法とサーマルアスペリティの出力との関係を示す図である。

【図12】図1の磁気抵抗効果型ヘッドが組み込まれている別の磁気ディスク装置を示す図である。

【図13】図12中、サスペンションを拡大して示す図である。

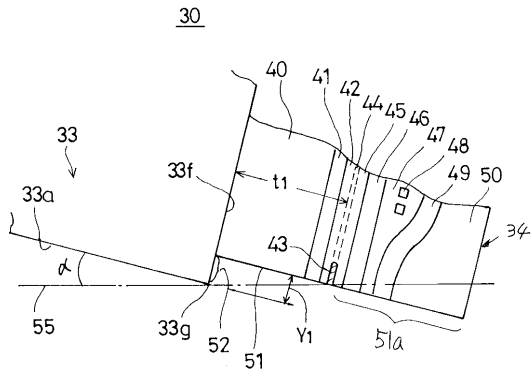
【図14】従来の磁気抵抗効果型ヘッドを示す図である。

【符号の説明】

30, 30A, 30B, 30C, 30D	磁気抵抗効果型ヘッド	
31	空気流入端	10
32	空気流出端	
33	スライダ	
33a, 33b	レール	
33c	浅い凹部	
33d, 33e	浮上面	
33f	空気流出端面	
33g	角部(アルチックエッジ)	
34	膜状素子構造部	
40, 42, 45, 47	絶縁膜	
41	下部シールド膜(磁性膜)	20
43	膜状の磁気抵抗効果素子	
44	膜状の導電部材	
46	下部磁性膜	
48	膜状のコイル	
49	上部磁性膜	
50	保護膜	
51	端面	
52, 52A, 52B, 52C, 52D	段差	
55	仮想面	
60, 60A	磁気ディスク装置	30
63	回動アーム	
64	ボイスコイルモータ	
68	スピンドルモータ	
70	ジンバル部一体型サスペンション	
70d	配線パターン	
70a	ジンバル部	
70e	端子	
71	金ボール	

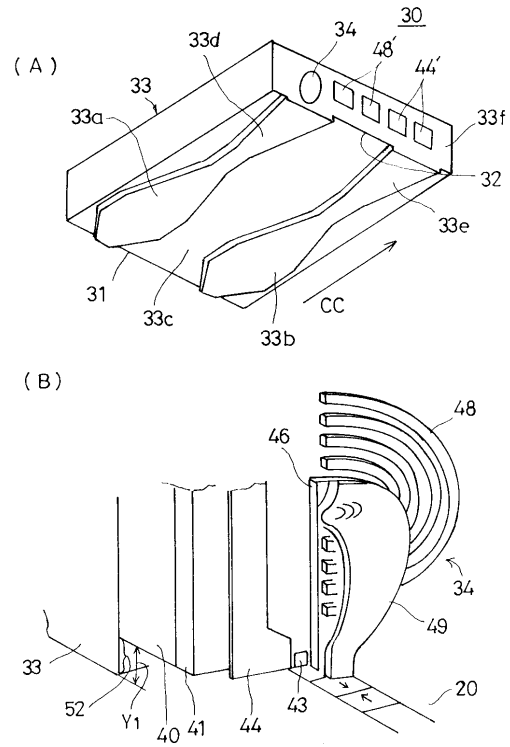
【 図 1 】

本発明の第1実施例になる磁気抵抗効果型ヘッドの要部を拡大して示す図



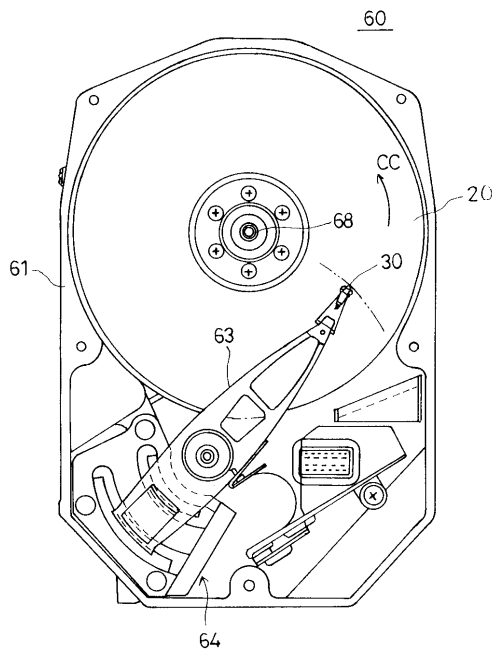
【 図 2 】

本発明の第1実施例になる磁気抵抗効果型ヘッドを示す図



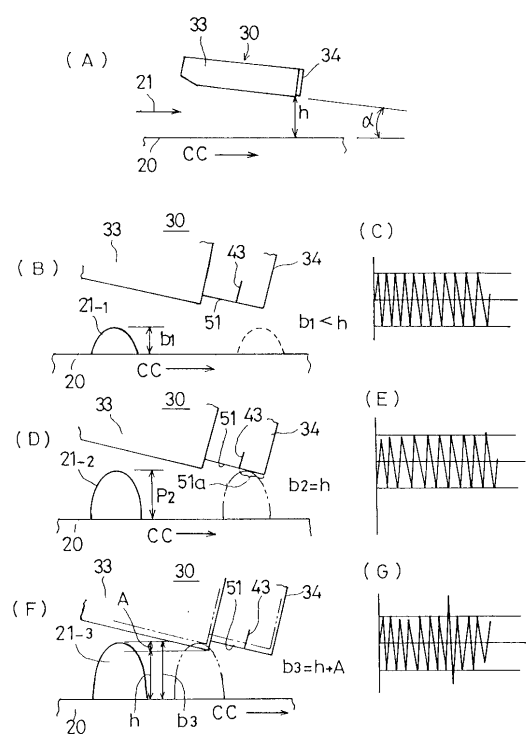
【 図 3 】

図1の磁気抵抗効果型ヘッドが組み込まれている磁気ディスク装置を示す図



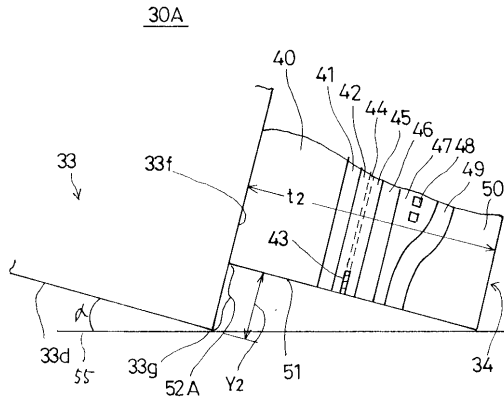
【 図 4 】

図1のヘッドの段差の作用を説明する図



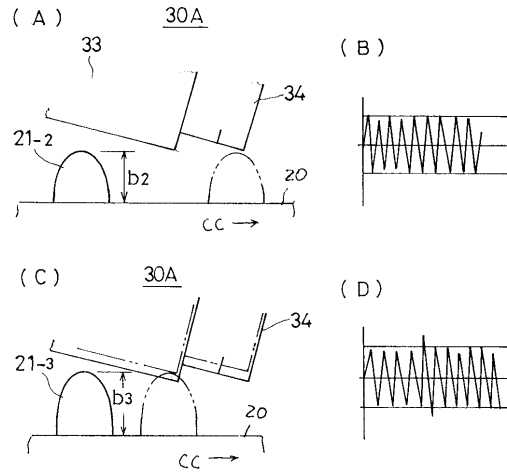
【 図 5 】

本発明の第2実施例になる磁気抵抗効果型ヘッドの要部を拡大して示す図



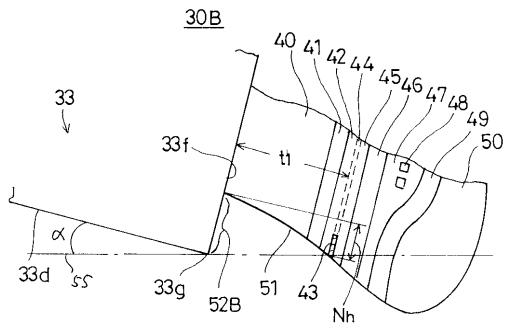
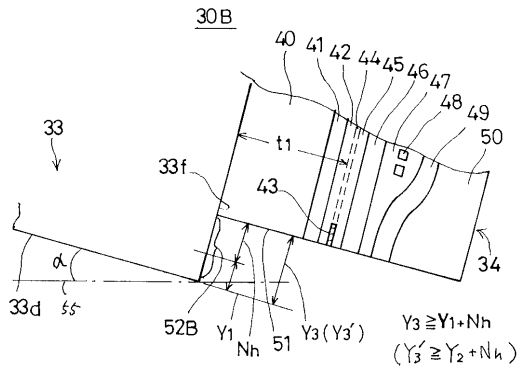
【 図 6 】

図5のヘッドの段差の作用を説明する図



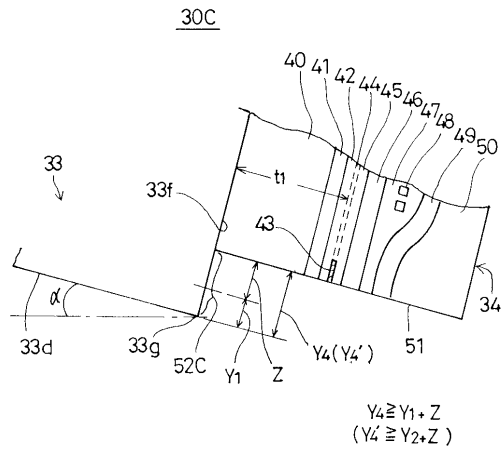
【 図 7 】

本発明の第3実施例になる磁気抵抗効果型ヘッドの要部を拡大して示す図



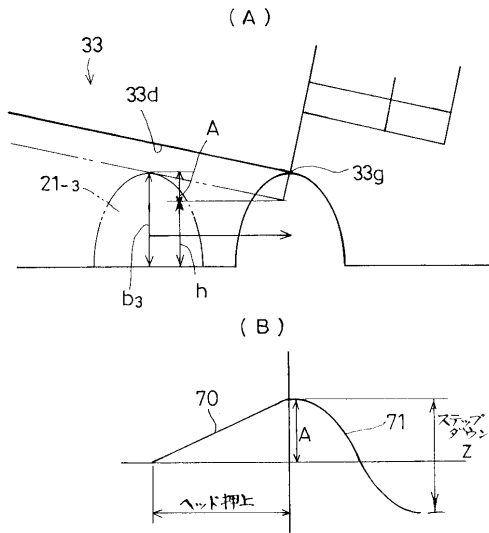
【 図 8 】

本発明の第4実施例になる磁気抵抗効果型ヘッドの要部を拡大して示す図



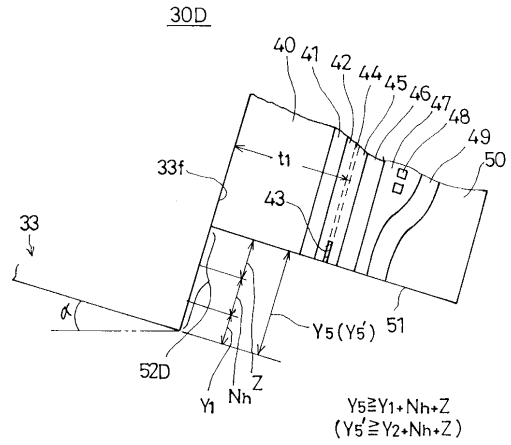
【 図 9 】

ステップダウンを説明する図



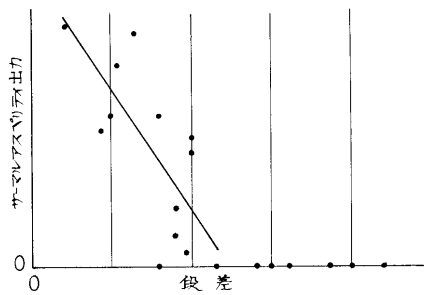
【 図 10 】

本発明の第5実施例になる磁気抵抗効果型ヘッドの要部を拡大して示す図



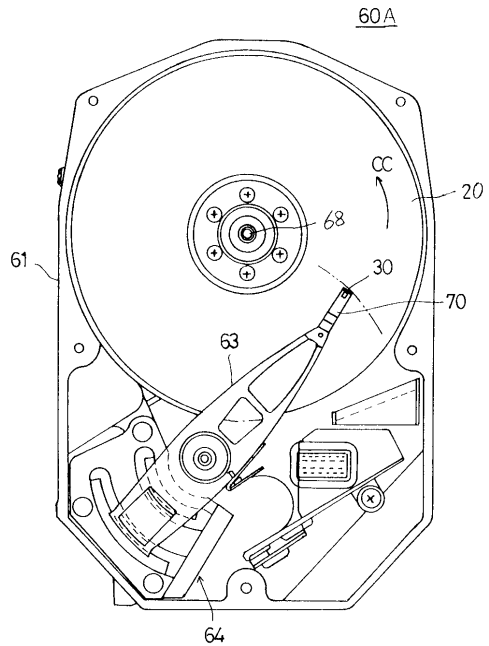
【 図 11 】

段差寸法とサマルアスベリテ出力との関係を示す図



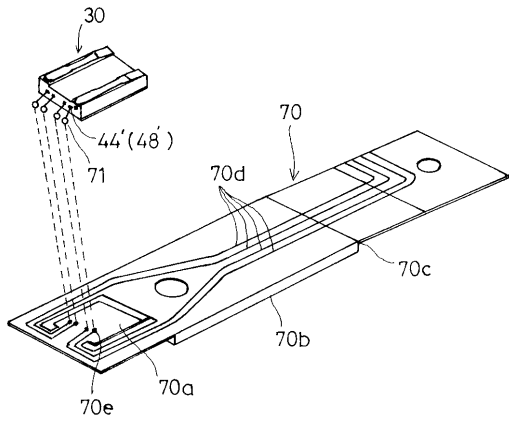
【 図 12 】

図1の磁気抵抗効果型ヘッドが組込まれている別の磁気ディスク装置を示す図



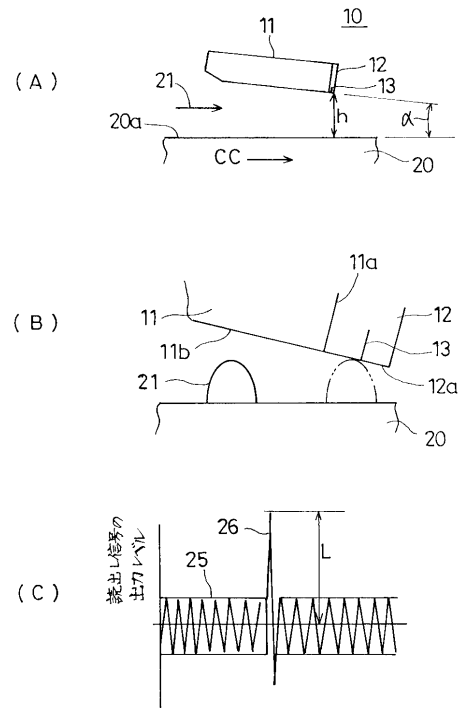
【 図 1 3 】

図 12 中、サスペンションを拡大して示す図



【 図 1 4 】

従来の磁気抵抗効果型ヘッドを示す図



---

フロントページの続き

(72)発明者 越川 誉生

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 中村 豊

(56)参考文献 特開平09-293217(JP,A)

特開平8-287444(JP,A)

特開平7-230615(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

G11B 5/39