

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 4 区分

【発行日】平成24年1月12日(2012.1.12)

【公開番号】特開2010-146651(P2010-146651A)

【公開日】平成22年7月1日(2010.7.1)

【年通号数】公開・登録公報2010-026

【出願番号】特願2008-323474(P2008-323474)

【国際特許分類】

G 1 1 B 5/31 (2006.01)

【F I】

G 1 1 B 5/31 A

G 1 1 B 5/31 K

【手続補正書】

【提出日】平成23年11月18日(2011.11.18)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スライダと、そのスライダの上に複数層を積層することで形成されている薄膜ヘッドと、を有する磁気ヘッド・スライダであって、前記薄膜ヘッドは、

磁気データを読み出すセンサ素子と、

磁気データを記録する記録磁極と、

前記センサ素子及び前記記録磁極の周囲にある非磁性絶縁保護膜と、

前記センサ素子及び前記記録磁極よりも浮上面から離れた位置にあり、浮上面側先端が前記薄膜ヘッドの積層方向において見た場合に前記記録磁極と重なっている、レジストと

、  
前記センサ素子及び前記記録磁極よりも浮上面から離れた位置にあり、浮上面側先端が前記薄膜ヘッドの積層方向において見た場合に、前記記録磁極と重なっている、S i C もしくは W からなる硬質材と、を有し、

前記浮上面から前記硬質材の最奥端までの距離に対する、前記浮上面から前記レジストの最奥端までの距離の比は、0 . 9 以上である、

磁気ヘッド・スライダ。

【請求項 2】

スライダと、そのスライダの上に複数層を積層することで形成されている薄膜ヘッドと、を有する磁気ヘッド・スライダであって、前記薄膜ヘッドは、

磁気データを読み出すセンサ素子と、

磁気データを記録する記録磁極と、

前記センサ素子及び前記記録磁極の周囲にある非磁性絶縁保護膜と、

前記センサ素子及び前記記録磁極よりも浮上面から離れた位置にあるレジストと、

前記センサ素子及び前記記録磁極よりも浮上面から離れた位置にある、S i C もしくは W からなる硬質材と、

前記センサ素子を上下において挟むロア・シールドとアップバ・シールドと、を有し、

前記ロア・シールドと前記アップバ・シールドの断面積に対する前記レジストの断面の比は、3 . 5 以上である、

磁気ヘッド・スライダ。

## 【請求項 3】

さらに、上層の導体線群と下層の導体線群とが接続されて構成された記録磁界を生成するコイルを有し、

前記レジストは、前記下層の導体線群の奥に形成されている、

請求項 1 または 2 に記載の磁気ヘッド・スライダ。

## 【請求項 4】

前記硬質材は、前記上層の導体線群よりも下層に形成されている、

請求項 3 に記載の磁気ヘッド・スライダ。

## 【請求項 5】

スライダと、そのスライダの上に複数層を積層することで形成されている薄膜ヘッドと、を有する磁気ヘッド・スライダであって、前記薄膜ヘッドは、

磁気データを読み出すセンサ素子と、

磁気データを記録する記録磁極と、

前記センサ素子及び前記記録磁極の周囲にある非磁性絶縁保護膜と、

前記センサ素子及び前記記録磁極よりも浮上面から離れた位置にあるレジストと、

前記センサ素子及び前記記録磁極よりも浮上面から離れた位置にある、SiC もしくは W からなる硬質材と、

上層の導体線群と下層の導体線群とが接続されて構成された記録磁界を生成するコイルと、を有し、

前記レジストは、前記上層及び前記下層の一方の導体線群の奥に形成されており、

前記一方の層の導体線群の全断面積に対する前記レジスト断面積の比は 9 以上である、

磁気ヘッド・スライダ。

## 【請求項 6】

スライダと、そのスライダの上に複数層を積層することで形成されている薄膜ヘッドと、を有する磁気ヘッド・スライダであって、前記薄膜ヘッドは、

磁気データを読み出すセンサ素子と、

磁気データを記録する記録磁極と、

前記センサ素子及び前記記録磁極の周囲にある非磁性絶縁保護膜と、

前記センサ素子及び前記記録磁極よりも浮上面から離れた位置にあるレジストと、

前記センサ素子及び前記記録磁極よりも浮上面から離れた位置にある、SiC もしくは W からなる硬質材と、

上層の導体線群と下層の導体線群とが接続されて構成された記録磁界を生成するコイルと、を有し、

前記レジストは、前記上層及び前記下層の一方の導体線群の奥に形成されており、

前記レジストの前記浮上面の法線方向における長さの前記一方の層の導体線群の法線方向における長さに対する比は 1.2 以上である、

磁気ヘッド・スライダ。

## 【請求項 7】

前記レジストは、前記下層の導体線群の奥に形成されている、

請求項 5 または 6 に記載の磁気ヘッド・スライダ。

## 【請求項 8】

前記硬質材は、前記上層の導体線群よりも下層に形成されている、

請求項 7 に記載の磁気ヘッド・スライダ。

## 【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

本発明の他の態様は、スライダと、そのスライダの上に複数層を積層することで形成さ

れている薄膜ヘッドと、を有する磁気ヘッド・スライダである。前記薄膜ヘッドは、磁気データを読み出すセンサ素子と、磁気データを記録する記録磁極と、前記センサ素子及び前記記録磁極の周囲にある非磁性絶縁保護膜と、前記センサ素子及び前記記録磁極よりも浮上面から離れた位置にあるレジストと、前記センサ素子及び前記記録磁極よりも浮上面から離れた位置にある、S i CもしくはWからなる硬質材と、上層の導体線群と下層の導体線群とが接続されて構成された記録磁界を生成するコイルとを有する。前記レジストは、前記上層及び前記下層の一方の導体線群の奥に形成されており、前記一方の層の導体線群の全断面積に対する前記レジスト断面積の比は9以上である。

好ましい構成において、前記レジストは、前記下層の導体線群の奥に形成されている。さらに、前記硬質材は、前記上層の導体線群よりも下層に形成されている。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0017】

以下においては、硬質材としてS i Cを、そして軟質材としてレジストを使用した本形態の薄膜ヘッドについて具体的に説明を行う。同様の説明が、Wに対しても当てはまる。図1は、本実施形態におけるヘッド・スライダの構造を模式的に示す断面図である。薄膜ヘッドは、スライダ2のトレーリング端部上に形成されている。薄膜ヘッドは、再生ヘッド11と記録ヘッド13とを有している。薄膜ヘッドはスライダ2上に複数の膜を積層することで形成されており、図1においては、基板であるスライダ2上に再生ヘッド11が形成され、その再生ヘッド11の上に記録ヘッド13が形成されている。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

磁気ディスク3の回転方向は、図1の左側から右側に向かう。つまり、薄膜ヘッドは、図1の右側から左側に進む（飛行する）。図1において、薄膜ヘッドの飛行における前側をリーディング側、後ろ側をトレーリング側と呼ぶ。薄膜ヘッドの各層は、スライダ2にリーディング側から積層される。薄膜ヘッドの説明において、スライダ2に近い層を下層、遠い層を上層と呼ぶ。また、薄膜ヘッドの磁気ディスク3と対向する面を浮上面19と呼ぶ。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

図1の構成においては、再生ヘッド11はリーディング側にあり、記録ヘッド13はトレーリング側にある。再生ヘッド11は、リーディング側から積層された、下部シールド111、センサ素子である磁気抵抗効果素子112、上部シールド113を有している。磁気抵抗効果素子112は、磁性金属で形成された二つのシールドである、下部シールド111、上部シールド113の間に挟まれている。記録ヘッド13は、リーディング側から積層された、下部リターン磁極131、薄膜コイル下層導体線群132、主磁極133、薄膜コイル上層導体線群134、上部リターン磁極135を有している。下部リターン磁極131、主磁極133、上部リターン磁極135は磁性金属で形成されており、薄膜コイル上層導体線群134、及び上部リターン磁極135は、典型的には、Cuで形成さ

れる。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

主磁極 133 は、主磁極ヨーク部 331 と主磁極ポール・ティップ 332 とから構成されている。これらは磁性金属で形成されている。主磁極ヨーク部 331 は、ピラー 136 を介して、上部リターン磁極 135 に接合されている。主磁極ポール・ティップ 332 は、主磁極ヨーク部 331 の磁気ディスク側の先端に接合されている。主磁極ポール・ティップ 332 は、データ・トラック幅を規定する。なお、下部リターン磁極 131、及び上部リターン磁極 135のうちいずれか一方を省略してもよい。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

記録ヘッド 13 の主磁極 133 から出た磁界は、磁気ディスク 3 の磁気記録層と軟磁性裏打ち層とを通り、下部リターン磁極 131、及び上部リターン磁極 135に入る磁気回路を形成する。この磁界は、磁気記録層に磁化パターンを記録する。一方、再生ヘッド 11 の磁気抵抗効果素子 112 には巨大磁気抵抗効果素子 (GMR) やトンネル磁気抵抗効果型素子 (TMR) などが用いられる。磁気記録層からの磁界により磁気抵抗効果素子 112 の抵抗値が変化し、その抵抗値に变化により磁気記録層の磁化変化を電気信号変化に変換する。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

ヒータ素子 15 が、下部シールド 111 とそのリーディング側 (下側) にあるスライダ 2 との間の層に形成されている。ヒータ素子 15 は、パーマロイを使用した蛇行する薄膜抵抗体で形成することができる。ヒータ素子 15 からの熱により、磁気抵抗効果素子 112 と主磁極 133 の突出量を調整することができる。ヒータ素子 15 は、薄膜ヘッド内の他の位置に形成されることもあり、また、省略してもよい。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0023】

薄膜ヘッドの各素子の周囲は非磁性絶縁保護膜で囲まれている。図 1 において、浮上面 19 より奥 (磁気ディスク 3 から離れる方向) の部分において、各素子の周囲の明示空白は非磁性絶縁保護膜で満たされている。典型的な非磁性絶縁保護膜は、アルミナである。また、浮上面 19 には、カーボンによるオーバーコート (図 1 不図示) が形成されている。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 5

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 2 5 】

本形態の特徴的な点として、薄膜ヘッド内に、低ヤング率の軟質材であるレジスト 1 4 と、高ヤング率かつ低線膨張係数の硬質材である S i C 1 6 とが設けられている。これら二つを同時に使用することによって、薄膜ヘッドのサーマル・プロトリュージョンを大きく低減することができる。薄膜ヘッドのサーマル・プロトリュージョンに実質的に寄与するのは、記録ヘッド 1 3、ヒータ素子 1 5 そして絶縁保護膜である。微細な磁気抵抗効果素子 1 1 2 の寄与はない。

【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 6

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 2 6 】

S i C 1 6 は、記録ヘッド 1 3、ヒータ素子 1 5 そして絶縁保護膜のいずれの材料よりも高いヤング率と低い線膨張係数とを有している。例えば、S i C は  $440\text{ GPa}$  のヤング率と、 $3.7 \times 10^{-6}$  の線膨張係数を有している。薄膜ヘッドの主な磁性材料である N i F e のヤング率は  $200\text{ GPa}$  であり、線膨張係数は  $12.8 \times 10^{-6}$  である。アルミナのヤング率は  $138\text{ GPa}$  であり、線膨張係数は  $7.1 \times 10^{-6}$  である。このように、S i C は硬質材としての好ましい材料であるが、W のように、薄膜ヘッド内の素子を構成する材料に対して上述のような特性を有する他の材料を使用してもよい。

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 2 8 】

低ヤング率のレジスト 1 4 は、温度上昇による薄膜ヘッド内の応力を吸収する効果を有している。高いヤング率の S i C 1 6 は、レジスト 1 4 に集中した応力を押さえ込む。この二つの効果により、ディスク方向への応力を吸収し、応力の方向をそれ以外の方向へ分散させ伝播させることができる。

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 3 0

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 3 0 】

好ましい設計においては、図 1 に示すように、レジスト 1 4 及び S i C 1 6 は、下部シールド 1 1 1、及び上部シールド 1 1 3 よりも奥に存在している。下部シールド 1 1 1、及び上部シールド 1 1 3 の奥側端は、他の素子と比較して、下部シールド 1 1 1、及び上部シールド 1 1 3 の熱膨張が大きいため、その位置でのサーマル・プロトリュージョンを効果的に低減するためである。これにより、下部シールド 1 1 1、上部シールド 1 1 3 自体の設計に対する、サーマル・プロトリュージョンの影響を小さくすることができる。

【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 3 2

【補正方法】 変更

【補正の内容】

## 【 0 0 3 2 】

図 1 の好ましい構成例において、レジスト 1 4 は、薄膜コイル上層導体線群 1 3 4 の奥に形成されており、それらはスライダ 2 を基準として同一の層レベルに形成されている。レジスト 1 4 の厚みは、好ましい例として、薄膜コイル上層導体線群 1 3 4 の厚みよりも厚い。そのため、レジスト 1 4 は、薄膜コイル上層導体線群 1 3 4 の形成層を含む層に形成されており、レジスト 1 4 の上面は薄膜コイル上層導体線群 1 3 4 の上面よりも上であり、レジスト 1 4 の下面は薄膜コイル上層導体線群 1 3 4 の下面よりも下である。なお、これらの厚みは同一であってもよい。薄膜コイル上層導体線群 1 3 4 の断面積は薄膜コイル下層導体線群 1 3 2 よりも大きく、また、他の素子と比較して体積が大きいためにサーマル・プロトリュージョンが大きい。

## 【 手続補正 1 5 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 3 3

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

## 【 0 0 3 3 】

このため、レジスト 1 4 をこの層レベルに形成することで、薄膜ヘッドのサーマル・プロトリュージョンを効果的に抑制することができる。なお、レジスト 1 4 の形成層の少なくとも一部が薄膜コイル上層導体線群 1 3 4 の形成層と面内方向において重なるように形成することで、サーマル・プロトリュージョン抑制効果を高めることができる。

## 【 手続補正 1 6 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 4 4

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

## 【 0 0 4 4 】

図 4 の構成例においては、S i C 1 6 とレジスト 1 4 との距離を離さないため、S i C 1 6 は、薄膜コイル上層導体線群 1 3 4 よりも下層にある。より具体的には、S i C 1 6 は、レジスト 1 4 と同様に、主磁極ヨーク部 3 3 1 と下部リターン磁極 1 3 1 との間の層に形成されている。

## 【 手続補正 1 7 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 4 5

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

## 【 0 0 4 5 】

あるいは、図 5 に示すように、再生ヘッド 1 1 の奥にレジスト 1 4 を形成し、その上層側に S i C 1 6 を形成してもよい。下部シールド 1 1 1、及び上部シールド 1 1 3 は、大きな体積を有しており、薄膜ヘッドのサーマル・プロトリュージョンへの寄与が大きい。従って、下部シールド 1 1 1、及び上部シールド 1 1 3 の層と少なくとも一部が重なるようにレジスト 1 4 を形成することで、効果的にサーマル・プロトリュージョンを低減することができる。

## 【 手続補正 1 8 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 4 6

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

## 【 0 0 4 6 】

図 6 は、より高いサーマル・プロトリュージョン低減効果を発揮することができる薄膜ヘッド構造を示している。図 6 の好ましい構成例において、薄膜ヘッドは、分離した二層

のレジスト 14、20 を有している。図 6 の構成は、図 1 の構成にレジスト 20 を追加している。複数層のレジストを形成することで、より大きなサーマル・プロトリュージョン低減効果を発揮することができる。レジスト 20 は、レジスト 14 と同様の、再生ヘッド 11、及び記録ヘッド 13 よりも奥に位置する部分 (a で指示) を有していることが必要である。レジスト 20 以外の構成については、図 1 を参照した説明を図 6 の構成にも適用することができる。

【手続補正 19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0054

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0054】

続いて、レジストの長さ $L_{s1}$ と薄膜コイル導体線群の長さ $L_{c1}$ との関係を、図 10 を参照して説明する。図 8 に、レジスト 14 の長さ $L_{s1}$ と薄膜コイル上層導体線群 134 の長さ $L_{c1}$ を例示している。これらの長さ $L_{s1}$ 、 $L_{c1}$ は、浮上面中心かつ主磁極中心で切断を行ったものの長さである。図 10 は、レジスト 14 の長さ $L_{s1}$ の、薄膜コイル導体線群 134 の長さ $L_{c1}$ に対する比 $(L_{s1}/L_{c1})$ と、サーマル・プロトリュージョン低減率との間の関係を示す測定データである。図 10 の X 軸は比 $(L_{s1}/L_{c1})$ 、Y 軸はサーマル・プロトリュージョン低減率を示す。測定は、図 1 に示す構造を有する薄膜ヘッドについて行った。

【手続補正 20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0055

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0055】

図 10 において、A 線は  $1.0\mu\text{m}$  の SiC についての測定データを示し、B 線は  $2.5\mu\text{m}$  の SiC についての測定データを示している。いずれのデータにおいても、比 $(L_{s1}/L_{c1})$ が 1.2 になるまでサーマル・プロトリュージョンが大きく低下していき、1.2 において略飽和値に達している。従って、レジスト 14 の長さ $L_{s1}$ の、薄膜コイル導体線群 134 の長さ $L_{c1}$ に対する比 $(L_{s1}/L_{c1})$ が 1.2 以上であることが好ましい。この測定結果は、ヘリカル・コイルにおけるコイル長さとレジストの長さとの比に関するものであり、薄膜コイル下層導体線群 132 に対しても適用することができる。

【手続補正 21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0060

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0060】

2 スライダ、3 磁気ディスク、9 ヘッド・スライダ

11 再生ヘッド、13 記録ヘッド、14 レジスト

15 ヒータ素子、17 レジスト、18 レジスト、19 浮上面、20 レジスト

91 スライダ、92 薄膜ヘッド、93 再生ヘッド、94 記録ヘッド

95 非磁性絶縁保護膜、96 ヒータ素子、111 下部シールド

112 磁気抵抗効果素子、113 上部シールド、131 下部リターン磁極

132 薄膜コイル下層導体線群、133 主磁極、134 薄膜コイル上層導体線群

135 上部リターン磁極、136 プラー、331 主磁極ヨーク部

332 主磁極ポール・ティップ、931 磁気抵抗素子、932 磁気シールド

941 記録コイル、942 主磁極

