

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5896856号
(P5896856)

(45) 発行日 平成28年3月30日(2016.3.30)

(24) 登録日 平成28年3月11日(2016.3.11)

(51) Int.Cl.

F I

G 1 1 B 5/31 (2006.01)

G 1 1 B 5/31 A

G 1 1 B 5/31 C

G 1 1 B 5/31 E

請求項の数 23 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2012-166263 (P2012-166263)	(73) 特許権者	500475649
(22) 出願日	平成24年7月26日(2012.7.26)		ヘッドウェイテクノロジーズ インコーポ レイテッド
(65) 公開番号	特開2013-30260 (P2013-30260A)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
(43) 公開日	平成25年2月7日(2013.2.7)		035 ミルピタス サウス ヒルビュー
審査請求日	平成27年7月17日(2015.7.17)		ドライブ 678
(31) 優先権主張番号	13/136,182	(74) 代理人	110001357
(32) 優先日	平成23年7月26日(2011.7.26)		特許業務法人つばき国際特許事務所
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	関 泰
早期審査対象出願			アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
			135 サンノゼ マッキン ウッズ レ ーン 4279
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気記録装置およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の上面を有する非磁性誘電体層に埋設された下部磁界コイルを設ける工程と、
前記第1の上面に、その第1の上面に対して約30°で傾斜する壁面を含むキャビティ
を形成する工程と、

前記壁面を覆うようにライトギャップを形成する工程と、

前記ライトギャップの、前記壁面の上部を覆う部分を除く全体を覆うようにマスクを形
成する工程と、

前記壁面の上部に、20kOe以上24.5kOe以下の飽和磁化を有すると共に0.5
05以上0.5以下の磁気減衰定数を有する磁極チップ層の電着を開始する工程と、

前記磁極チップ層の厚さが0.1μm以上0.5μm以下となったときに前記電着を終
了し、前記マスクを除去する工程と、

磁気減衰定数が0.05以上0.5以下であると共に飽和磁化が19kOe以上24.5
kOe以下の材料を用いて前記キャビティを埋めることにより、主磁極を形成する工程
と、

前記主磁極の第3の上面と共通の平面に含まれる前記磁極チップ層の第2の上面が現れ
るまで平坦化処理を行い、前記ライトギャップの上方へ伸びるように0.1μm以上1μ
m以下の厚さを有するスティッチトポールチップを形成する工程と、

前記第2の上面の上に、トップヨーク、ライトヨーク、上部磁界コイルを形成する工程
と

10

20

を含む磁気記録装置の製造方法。

【請求項 2】

10⁹ビット/秒以上の速度での磁気データ書き込みが可能である

請求項 1 記載の磁気記録装置の製造方法。

【請求項 3】

前記磁極チップ層を、24.3 kOe 以上 24.5 kOe 以下の飽和磁化を有し、Fe、Co および Ni を含む合金に 1 以上の希土類元素が 10 原子%以下の濃度で添加された材料によって形成する

請求項 1 記載の磁気記録装置の製造方法。

【請求項 4】

前記主磁極を、0.1 以上 0.5 以下の磁気減衰定数を有し、Fe、Co および Ni を含む合金に 1 以上の希土類元素が 10 原子%以下の濃度で添加された材料によって形成する

請求項 1 記載の磁気記録装置の製造方法。

【請求項 5】

前記トップヨークを、0.1 以上 0.5 以下の磁気減衰定数を有するものとする

請求項 1 記載の磁気記録装置の製造方法。

【請求項 6】

前記ライトヨークを、0.1 以上 0.5 以下の磁気減衰定数を有するものとする

請求項 1 記載の磁気記録装置の製造方法。

【請求項 7】

第 1 の上面を有する非磁性誘電体層に埋設された下部磁界コイルを設ける工程と、

前記第 1 の上面に、その第 1 の上面に対して約 45°の角度で傾斜する壁面を含むキャビティを形成する工程と、

前記壁面を覆うようにライトギャップを形成する工程と、

前記ライトギャップの、前記壁面の上部に対応する部分を除く全体を覆うようにマスクを形成する工程と、

前記壁面の上部に、20 kOe 以上 24.5 kOe 以下の飽和磁化を有すると共に 0.05 以上 0.5 以下の磁気減衰定数を有する磁極チップ層の電着を開始する工程と、

前記磁極チップ層の厚さが 0.05 μm 以上 0.5 μm 以下となったときに前記電着を終了し、前記マスクを除去する工程と、

磁気減衰定数が 0.05 以上 0.5 以下であると共に飽和磁化が 19 kOe 以上 24.5 kOe 以下である主磁極に適した材料を用いて前記キャビティを埋めることにより、主磁極を形成する工程と、

前記主磁極の第 3 の上面と共通の平面に含まれる前記磁極チップ層の第 2 の上面が現れるまで平坦化処理を行い、前記ライトギャップの上方へ伸びるように 0.1 μm 以上 1 μm 以下の厚さを有するスティッチトポールチップを形成する工程と、

前記第 2 の上面の上に、トップヨーク、ライトヨーク、上部磁界コイルを形成する工程と

を含む磁気記録装置の製造方法。

【請求項 8】

10⁹ビット/秒以上の速度での磁気データ書き込みが可能である

請求項 7 記載の磁気記録装置の製造方法。

【請求項 9】

前記磁極チップ層を、0.1 以上 0.5 以下の磁気減衰定数を有し、Fe、Co および Ni を含む合金によって形成する

請求項 7 記載の磁気記録装置の製造方法。

【請求項 10】

前記主磁極を、Fe、Co および Ni を含む合金に 1 以上の希土類元素が 10 原子%以下の濃度で添加された材料によって形成する

10

20

30

40

50

請求項 7 記載の磁気記録装置の製造方法。

【請求項 1 1】

前記トップヨークを、 0.1 以上 0.5 以下の磁気減衰定数を有するものとする

請求項 7 記載の磁気記録装置の製造方法。

【請求項 1 2】

前記ライトヨークを、 0.1 以上 0.5 以下の磁気減衰定数を有するものとする

請求項 7 記載の磁気記録装置の製造方法。

【請求項 1 3】

第 1 の上面を有する非磁性誘電体層に埋設された下部磁界コイルと、

前記非磁性誘電体層に埋設され、前記第 1 の上面から下方へ広がり、かつ、前記第 1 の
10 上面に対して約 30° の角度で傾斜する壁面を有し、 0.05 以上 0.5 以下の磁気減衰
定数を有すると共に 20 kOe 以上 24.5 kOe 以下の飽和磁化を有する主磁極と、

前記主磁極と前記非磁性誘電体層との間に位置するライトギャップと、

前記主磁極と A B S との間に位置し、前記主磁極の壁面と共通の傾斜面を含み、かつ、
前記ライトギャップから前記第 1 の上面に至るまで上方へ延在するスティッチトポールと
なる磁極チップ層と、

トップヨークと、

前記トップヨークを覆う書き込みヨークおよび上部磁界コイルと

を備え、

前記磁極チップ層は、 19 kOe 以上 24.5 kOe 以下の飽和磁化と、 0.05 以上
20 0.5 以下の磁気減衰定数とを有する
磁気記録装置。

【請求項 1 4】

前記主磁極と前記 A B S との距離は $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下である

請求項 1 3 記載の磁気記録装置。

【請求項 1 5】

10^9 ビット / 秒以上の速度での磁気データ書き込みが可能である

請求項 1 3 記載の磁気記録装置。

【請求項 1 6】

前記磁極チップ層は、Fe, Co および Ni を含む合金に 1 以上の希土類元素が 10 原
30 子 % 以下の濃度で添加された材料からなる

請求項 1 3 記載の磁気記録装置。

【請求項 1 7】

第 1 の上面を有する非磁性誘電体層に埋設された下部磁界コイルと、

前記非磁性誘電体層に埋設され、前記第 1 の上面から下方へ広がり、かつ、前記第 1 の
上面に対して約 30° の角度で傾斜する壁面を有し、 0.05 以上 0.5 以下の磁気減衰
定数を有すると共に 19 kOe 以上 24.5 kOe 以下の飽和磁化を有する主磁極と、

前記主磁極と前記非磁性誘電体層との間に位置するライトギャップ層と、

前記壁面の上部を覆い、かつ、前記主磁極の内部において前記ライトギャップ層から前
記第 1 の上面に至るまで上方へ延在し、前記主磁極と A B S との間の距離に相当するステ
40 イッチトポールとなる磁極チップ層と、

トップヨークと、

前記トップヨークを覆うライトヨークおよび上部磁界コイルと

を備え、

前記磁極チップ層は、 20 kOe 以上 24.5 kOe 以下の飽和磁化と、 0.002 以
上 0.1 以下の磁気減衰定数とを有する

磁気記録装置。

【請求項 1 8】

前記主磁極と前記 A B S との距離は $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下である

請求項 1 7 記載の磁気記録装置。

【請求項 19】

10⁹ビット/秒以上の速度での磁気データ書き込みが可能である

請求項 17 記載の磁気記録装置。

【請求項 20】

前記磁極チップ層は、24.3 kOe 以上 24.5 kOe 以下の飽和磁化を有し、Fe、Co および Ni を含む合金に 1 以上の希土類元素が 10 原子% 以下の濃度で添加された材料からなる

請求項 17 記載の磁気記録装置。

【請求項 21】

前記主磁極は、19 kOe 以上 24.5 kOe 以下の飽和磁化を有し、Fe、Co および Ni を含む合金に 1 以上の希土類元素が 10 原子% 以下の濃度で添加された材料からなる

請求項 17 記載の磁気記録装置。

【請求項 22】

前記トップヨークは、0.1 以上 0.5 以下の磁気減衰定数を有する

請求項 17 記載の磁気記録装置。

【請求項 23】

前記ライトヨークは、0.1 以上 0.5 以下の磁気減衰定数を有する

請求項 17 記載の磁気記録装置。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁気ディスクに対するデータ記録に関し、特に、毎秒ギガビット程度の高速度で記録が可能である磁気記録装置およびその製造方法に関する。

【0002】

最近の高密度磁気記録において、1 インチ当たりの記録ビット数 (BPI: Bits per Inch) および書込データ速度はともに、ギガ領域に既に達し、あるいは急速に近づいている。このように記録ヘッドのデータ速度性能は向上しているが、これに伴ってビット・エラー・レート (BER: Bit Error Rate) も上昇しないようにすることが重要である。

30

【0003】

記録ヘッドのデータ速度を強化するためには、書込電流に対する周波数応答を向上させる必要がある。書込処理の際、磁化は、以下の数 1 に示した式で表わすランダウ＝リフシッツ＝ギルバート方程式 (Landau-Lifshitz-Gilbert equation) に従う。

【0004】

【数 1】

$$\frac{d\mathbf{M}}{dt} = -\gamma \mathbf{M} \times \mathbf{H}_{\text{eff}} + \frac{\alpha}{M} \mathbf{M} \times \frac{d\mathbf{M}}{dt}$$

40

【0005】

ここで、M は磁化、 γ はジャイロ磁気係数、 \mathbf{H}_{eff} は印加磁界、減磁界、および異方性磁界を含む磁界を表す。 α はギルバート減衰定数 (Gilbert damping constant) を表す。

第 1 項は、磁化の、 \mathbf{H}_{eff} 方向へのジャイロ運動を表し、第 2 項は、M の運動エネルギーを消失させ、M を \mathbf{H}_{eff} 方向に沿って配向する減衰項を表す。

【0006】

図 1 (A) および図 1 (B) の 2 つの例によって模式的に表すように、 α の値によって、M が \mathbf{H}_{eff} の方向へ配向する速さが規定される。 α は、図 1 (A) では比較的小さく、図 1 (B) では比較的大きい。減衰プロセスは、書込磁界に対する磁性材料の応答時間を

50

決定する主たる要因である。今日の記録ヘッドにおいて使用される高飽和磁化 (M_s) 材料 (Fe, Co, Ni からなる合金) の減衰定数は小さく、0.002 ~ 0.2 の範囲である。

【0007】

最近の高密度記録ヘッドにおけるもう1つの問題は、書込磁極の残留磁化によって、意図しないデータ消去が生じてしまうことである。この問題を解決するためには、優れた軟磁気特性 (小さい異方性磁界 H_k) を有する磁性材料が必要である。しかしながら、全ての軟磁性材料が、高強度の書込磁界を生成するに十分な大きさの M_s 値を有しているわけではない。

【0008】

従来技術に関して、所定の調査を行った結果、下記のような先行技術文献を得た。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】米国特許第7595959号明細書 (Covington et al.)

【特許文献2】米国特許出願公開2007/0171575号明細書 (Lim et al.)

【特許文献3】米国特許出願公開2009/0197119号明細書

【非特許文献】

【0010】

【非特許文献1】W. Bailey et al. IEEE Magn. 37, pp1749, 2001

【非特許文献2】J. Rantschler et al. JAP. 101, pp033911, 2007

【0011】

特許文献1では、希土類元素または遷移元素を用いたドーピングによって減衰が増加する可能性があることが開示されている。ドーパントとしては、Os, Ir, Pt等が挙げられている。特許文献2では、軟磁性下地層上の、Os, Ru, Pt等の希土類金属または遷移金属をドーブすることによって形成された減衰制御層 (damping control layer) が開示されている。また、特許文献3には、異方性磁界の低い軟磁性層が開示されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明の第1の目的は、高速度データ記録に対応した磁気記録ヘッドを提供することにある。

【0013】

本発明の第2の目的は、上記の高速度データ記録に対応した磁気記録ヘッドの製造方法を提供することにある。

【0014】

本発明の第3の目的は、上記の高速度データ記録に対応した磁気記録ヘッドに含まれるいくつかの重要なサブ構造の組成を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上記した目的は、記録ヘッドの磁氣的サブ構造の一部または全部において、減衰定数の高い磁性材料を利用することによって達成される。その材料は、Co, Fe, Niの高次モーメント合金に、減衰定数を著しく増加させるわずかな割合の希土類金属および/または3d-5d遷移金属をドーブしたものである。

【0016】

本発明の重要な特徴の一つは、主磁極 (main pole) に付加されたスティッチトポールチップを設けることにある。これらのサブ構造、すなわち主磁極とスティッチトポールチップとは材料組成がわずかに異なっている。一方のサブ構造は高磁気減衰を得るために最適化されたものである。他方のサブ構造は高飽和磁化を得るために最適化されたものであ

10

20

30

40

50

る。これにより、高い減衰定数および高い飽和磁化の双方を有するデバイスが実現される。

【0017】

本発明の第1の磁気記録装置の製造方法は、以下の各工程を含むものである。

- (A1) 第1の上面を有する非磁性誘電体層に埋設された下部磁界コイルを設ける工程。
- (A2) 第1の上面に、その第1の上面に対して約30°で傾斜する壁面を含むキャビティを形成する工程。
- (A3) 壁面を覆うようにライトギャップを形成する工程。
- (A4) ライトギャップの、壁面の上部を覆う部分を除く全体を覆うようにマスクを形成する工程。
- (A5) 壁面の上部に、23kOe以上24kOe以下の飽和磁化を有すると共に0.002以上の磁気減衰定数を有する磁極チップ層の電着を開始する工程。
- (A6) 磁極チップ層の厚さが0.1μm以上0.5μm以下となったときに電着を終了し、マスクを除去する工程。
- (A7) 磁気減衰定数が0.1以上0.5以下であると共に飽和磁化が19kOe以上の材料を用いてキャビティを埋めることにより、主磁極を形成する工程。
- (A8) 主磁極の第3の上面と共通の平面に含まれる磁極チップ層の第2の上面が現れるまで平坦化処理を行い、ライトギャップの上方へ伸びるように0.1μm以上0.5μm以下の厚さを有するスティッチトポールチップを形成する工程。
- (A9) 第2の上面の上に、トップヨーク、ライトヨーク、上部磁界コイルを形成する工程。

10

20

【0018】

本発明の第2の磁気記録装置の製造方法は、以下の各工程を含むものである。

- (B1) 第1の上面を有する非磁性誘電体層に埋設された下部磁界コイルを設ける工程。
- (B2) 第1の上面に、その第1の上面に対して約45°の角度で傾斜する壁面を含むキャビティを形成する工程。
- (B3) 壁面を覆うようにライトギャップを形成する工程。
- (B4) ライトギャップの、壁面の上部に対応する部分を除く全体を覆うようにマスクを形成する工程。
- (B5) 壁面の上部に、23kOe以上の飽和磁化を有すると共に0.002以上0.1以下の磁気減衰定数を有する磁極チップ層の電着を開始する工程。
- (B6) 磁極チップ層の厚さが0.1μm以上0.5μm以下となったときに電着を終了し、マスクを除去する工程。
- (B7) 磁気減衰定数が0.1以上であると共に飽和磁化が19kG以上24kG以下である主磁極に適した材料を用いてキャビティを埋めることにより、主磁極を形成する工程。
- (B8) 主磁極の第3の上面と共通の平面に含まれる磁極チップ層の第2の上面が現れるまで平坦化処理を行い、ライトギャップの上方へ伸びるように0.1μm以上1μm以下の厚さを有するスティッチトポールチップを形成する工程。
- (B9) 第2の上面の上に、トップヨーク、ライトヨーク、上部磁界コイルを形成する工程。

30

40

【0019】

本発明の第1磁気記録装置は、以下の各構成要素を備えるものである。

- (C1) 第1の上面を有する非磁性誘電体層に埋設された下部磁界コイル。
- (C2) 非磁性誘電体層に埋設され、第1の上面から下方へ広がり、かつ、第1の上面に対して約30°の角度で傾斜する壁面を有し、0.002以上0.1以下の磁気減衰定数を有すると共に24kG(ガウス)以上の飽和磁化を有する主磁極。
- (C3) 主磁極と非磁性誘電体層との間に位置するライトギャップ。
- (C4) 主磁極とABSとの間に位置し、主磁極の壁面と共通の傾斜面を含み、かつ、ライトギャップから第1の上面に至るまで上方へ延在するスティッチトポールとなる磁極チ

50

ップ層。

(C5) トップヨーク。

(C6) トップヨークを覆う書き込みヨークおよび上部磁界コイル。

ここで磁極チップ層は、19 kG以上24 kG以下の飽和磁化と、0.1以上の磁気減衰定数とを有するものである。

【0020】

本発明の第2磁気記録装置は、以下の各構成要素を備えるものである。

(D1) 第1の上面を有する非磁性誘電体層に埋設された下部磁界コイル。

(D2) 非磁性誘電体層に埋設され、第1の上面から下方へ広がり、かつ、第1の上面に対して約30°の角度で傾斜する壁面を有し、0.1以上の磁気減衰定数を有すると共に19 kG以上24 kG以下の飽和磁化を有する主磁極。

(D3) 主磁極と非磁性誘電体層との間に位置するライトギャップ層。

(D4) 壁面の上部を覆い、かつ、主磁極の内部においてライトギャップ層から第1の上面に至るまで上方へ延在し、主磁極とABSとの間の距離に相当するスティッチトポールとなる磁極チップ層。

(D5) トップヨーク。

(D6) トップヨークを覆う書き込みヨークおよび上部磁界コイル。

ここで磁極チップ層は、23 kG以上の飽和磁化と、0.002以上0.1以下の磁気減衰定数とを有するものである。

【発明の効果】

【0021】

本発明の磁気記録装置およびその製造方法によれば、各々所定の材料からなる主磁極および磁極チップ層を備えるようにしたので、高い減衰定数および高い飽和磁化の双方を有し、高速度のデータ記録に適したデバイスを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】減衰定数の値が低い場合(A)と高い場合(B)とにおける磁化運動を比較するための図である。

【図2】減衰定数を、NiFe薄膜におけるドーパントとしての希土類元素Tb(テルビウム)およびGd(ガドリニウム)の濃度(原子パーセント)に対する関数として表すグラフである(非特許文献1参照)。

【図3】飽和磁化Msを、NiFe薄膜における希土類ドーパントTbおよびGdの原子パーセントに対する関数として表すグラフである。

【図4】減衰定数を、NiFe薄膜における3d-5d元素の原子パーセントに対する関数として表すグラフである(非特許文献2参照)。

【図5】本発明の第1の実施の形態としての磁気記録装置を表す断面図および俯瞰図である。

【図6】本発明の磁気記録装置におけるスティッチトポールデザインの製造工程を表す図である。

【図7】図6に続くスティッチトポールデザインの製造工程を表す図である。

【図8】図7に続くスティッチトポールデザインの製造工程を表す図である。

【図9】図8に続くスティッチトポールデザインの製造工程を表す図である。

【図10】図9に続くスティッチトポールデザインの製造工程を表す図である。

【図11】本発明の第2の実施の形態としての記録記録装置全体を表す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

本発明の目的、特徴および利点は、以下に記載の好適な実施の形態の説明に照らして理解される。

【0024】

図2に示したように、Tb(テルビウム)のドーパント濃度が2%から約17.5%へ

10

20

30

40

50

と増加すると、減衰定数 α は 0.1 未満の値から 0.3 へと増加する。しかしながら、図 3 に示したように、材料の飽和磁化 M_s は、Tb の濃度が 4 % 程度までは大きく変化しないがその後減少し、Tb の濃度が約 17.5 % になると、飽和磁化 M_s は、約 4 % の場合の 50 % 程度まで減少する。このように、少量の Tb をドーピングすれば、飽和磁化 M_s を減少させることなく減衰定数 α を著しく向上させることができるが、減衰定数 α をさらに増加させると、それに従って飽和磁化 M_s の値が低下してしまう。また、Gd についても同様の傾向がみられる。

【0025】

なお、図 4 に示したように、3d - 5d 遷移金属を用いてドーピングすることによっても、減衰定数を増加させることが可能である。各元素のドーピング濃度を x 原子パーセントとしたときの減衰定数 α_z は、下記の式 (2) を用いて計算される。

$$\alpha_z = \alpha_0 + \alpha_z^x \dots \dots (2)$$

但し、

$$\alpha_0 = (8.0 \pm 0.5) \times 10^{-3}$$

である。

図 4 においてヒストグラム形式で表された各元素の数値は、種々の 3d - 5d 金属における α_z の値である。

【0026】

本発明は、高飽和磁化 M_s および高減衰定数 α を同一ユニットにおいて達成可能な記録ヘッドデザインを開示する。

【0027】

(第 1 の実施の形態)

まず、図 5 (A) および 5 (B) を参照して、本発明の第 1 の実施の形態としての磁気記録装置の構成について説明する。図 5 (A) は、本実施の形態としての磁気記録装置を表す断面図であり、素子 5 (B) は、その磁気記録装置のうち、磁極チップ層 71 および主磁極 56 についての形状等を示した平面図である。

【0028】

この磁気記録装置は、非磁性誘電体層 55 に埋設された下部磁界コイル 54 と、非磁性誘電体層 55 に埋設され、かつ、下部磁界コイル 54 の上方に位置する主磁極 56 と、それら主磁極 56 と非磁性誘電体層 55 との間に位置するライトギャップ 52 と、主磁極 56 の先端 (主磁極 56 と ABS との間) に設けられたスティッチボールとしての磁極チップ層 71 とを備える。さらに、この磁気記録装置は、トップヨーク (図示せず) と、このトップヨークを覆う書き込みヨークおよび上部磁界コイル (いずれも図示せず) を備える。非磁性誘電体層 55 は上面 55S を有する。主磁極 56 は、その上面 55S から下方へ広がり、かつ、上面 55S に対して約 30° (例えば 30° ± 1°) または約 45° (例えば 45° ± 1°) の角度で傾斜する壁面 56S を有し、0.002 以上 0.1 以下の磁気減衰定数を有すると共に 24 kG (ガウス) 以上の飽和磁化を有するものである。磁極チップ層 71 は、主磁極 56 の壁面 56S と共通の傾斜面を含み、かつ、ライトギャップ 52 から上面 55S に至るまで上方へ延在している。磁極チップ層 71 は、19 kG 以上 24 kG 以下の飽和磁化と、0.1 以上の磁気減衰定数とを有する。

【0029】

主磁極 56 の先端と ABS との距離は、例えば 0.1 μm 以上 0.5 μm 以下である。また、この磁気記録装置は、10⁹ ビット / 秒以上の速度での磁気データ書き込みが可能なるものである。磁極チップ層 71 は、Fe, Co および Ni を含む合金に 1 以上の希土類元素が 10 原子% 以下の濃度で添加された材料からなるとよい。

【0030】

トップヨークについては、例えば 0.1 以上 0.5 以下の磁気減衰定数を有するものとし、ライトヨークについては、例えば 0.1 以上 0.5 以下の磁気減衰定数を有するものとする。

【0031】

10

20

30

40

50

次に、本実施の形態における磁気記録装置の製造方法について、図 5 に加え、図 6 から図 10 を参照して説明する。

【0032】

図 6 (A) は、この磁気記録装置の製造方法における第 1 段階を表す断面図である。ここに示す初期構造は、非磁性誘電体層 55 に埋設された下部磁界コイル 54 を有する。非磁性誘電体層 55 の上部にはキャビティ 51 が形成されている。また、非磁性誘電体層 55 の先端（最終的に A B S となる部分）には、リーディングシールド 53 が埋設されている。リーディングシールド 53 の壁面 53 S は、キャビティ 51 に含まれている。キャビティ 51 はライトギャップ 52 によって被覆されている。壁面 53 S は、キャビティ 51 の底面 51 L S に対して垂直に配向しておらず、底面 51 L S から離れる方向に、底面 51 L S に対して約 30 度の角度で上方に傾斜している。また、図 6 (B) には、図 6 (A) を上方から見下ろした俯瞰図（平面図）を示す。

10

【0033】

次に、図 7 に示したように、ライトギャップ 52 を部分的に覆うマスク 61 を形成する。ここでは、ライトギャップ 52 の全体を覆うようにフォトリジスト層（図示せず）を堆積したのち、それをパターニングすることで、ライトギャップ 52 の、傾斜した壁面 53 S に対応した傾斜部分の上部を除いた他の部分の全てを覆うマスクを形成する。

【0034】

それから、図 8 に示したように、ライトギャップ 52 の露出部分の上に磁極チップ材料 71 Z を電着させる。図示しないが、実際には、電着開始前に導電性材料からなるシード層を（通常はスパッタリングによって）構造体全体の上に形成する。磁極チップ材料 71 Z が所望の厚さ（一般に、0.1 μm 以上 1 μm 以下、好ましくは 0.1 μm 以上 0.5 μm 以下）に達したら電着を終了し、図 9 に示したようにマスク 61 を完全に除去する。これにより、キャビティ 51 が再度現れる。

20

【0035】

磁極チップ材料 71 Z は磁極先端の形成に好適なものであり、飽和磁化 M_s (4 M_s) の値が大きい（一般に 20 kOe 以上 24, 5 kOe 以下、好ましくは 24.3 kOe 以上 24.5 kOe 以下の）ものである。磁極チップ材料 71 Z における減衰定数 α の値は 0.02 以上である必要がある。これらの特性が得られる典型的な磁極チップ材料 71 Z の組成は、Fe, Co および Ni を含む合金に 1 以上の希土類元素が 10 原子% 以下の濃度で添加された材料、より具体的には例えば $\text{Fe}_{30}\text{Co}_{70}$ である。

30

【0036】

そののち、図 10 に示したように、キャビティ 51 に、主磁極 56 の構成材料として好適であるとともに、減衰定数 α の値が高い（一般には 0.05 以上 0.5 以下、好ましくは 0.1 以上 0.2 以下の）材料 56 Z を、キャビティ 51 を完全に埋めるように全面的に堆積させる。他方、磁極チップ材料 71 Z の飽和磁化 M_s (4 M_s) の値は、19 kOe 以上である必要がある。これらの特性が得られる典型的な主磁極材料 56 Z の組成は典型的には、Fe, Co および Ni を含む合金に 1 以上の希土類元素が 10 原子% 以下の濃度で添加された材料であり、より詳細には例えば $[\text{Fe}_{30}\% \text{Co}_{70}\%]_{1-x} \text{Tb}_x$ (x は 0.01 ~ 約 0.2) である。

40

【0037】

図 5 (A) に示したように、構造体を、例えば CMP によって平坦化し、磁極チップ層 71 の上面を露出させる。磁極チップ層 71 はライトギャップ 52 から上方向に延在し、その厚さは 0.1 μm 以上 1.0 μm 以下である。

【0038】

上部ヨーク、書込ヨーク、および上部磁界コイル等のデバイスの他の部分を、通常の方法で形成する。これによって、デバイスの製造を完了する。上記した特定の材料を用いれば、デバイスは、少なくとも 1 GHz の速度で磁気データ記録可能なものとなる。

【0039】

（第 2 の実施の形態）

50

図 1 1 は、本発明の第 2 の実施の形態としての磁気記録装置を表す断面図である。本実施の形態においては、記録ヘッドの他の部分、例えばヨークに、高 材料を用いる。図 1 1 は、上部ヨーク 1 1 1 のみに注目してこれを示したものである。しかしながら、ヨークの上部および / または下部も同様に（すなわち、高 材料を用いて）形成可能である。この磁気記録装置は、図 1 1 に示したように上部磁界コイル 1 5 4 およびバックグラウンド材料 1 1 3（ Al_2O_3 等）を備える。

【 0 0 4 0 】

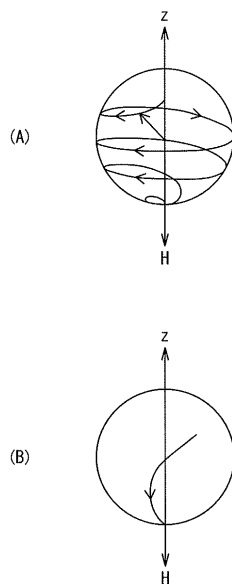
当業者であれば理解できるように、本発明の好適な実施の形態は、本発明の具体例であって、本発明を限定するものではない。添付の特許請求の範囲によって規定される本発明の精神と範囲とに従って、そのようなデバイスを形成し、その形成方法を提供する限りに
10
おいて、その MR センサの形成および提供に採用する方法、材料、構造、および寸法に対して修正および変形が可能である。例えば、図 7 において、記録ヘッド構造の残りの一部または全部を高 材料によって形成するようにしてもよい。

【符号の説明】

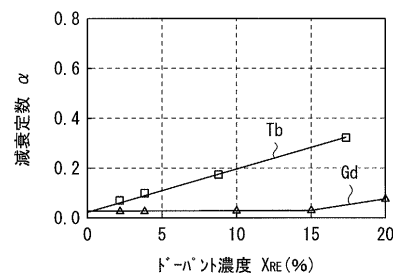
【 0 0 4 1 】

5 1 ... キャビティ、5 2 ... ライトギャップ、5 3 ... リーディングシールド、5 4 ... 下部磁界コイル、5 5 ... 非磁性誘電体層、5 6 ... 主磁極、7 1 ... 磁極チップ層。

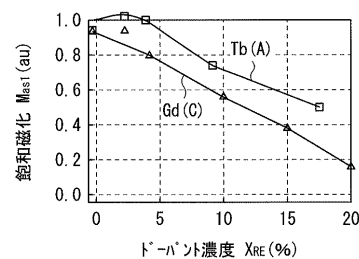
【図 1】



【図 2】



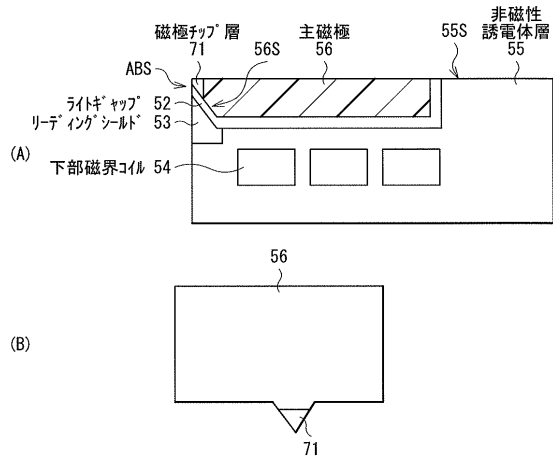
【図 3】



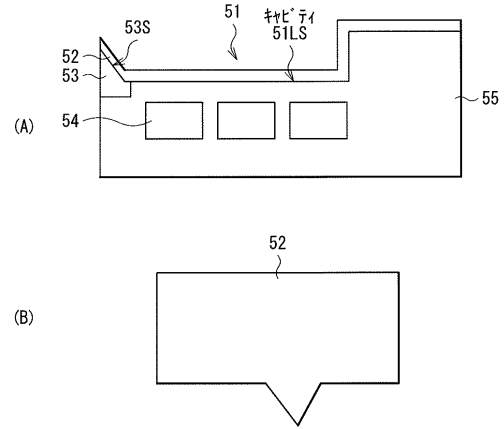
【図 4】

Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
0.8	0.7	0.5	0.8		0.3		0.2
Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag
1.5	1.9	1.3		2.7	0.8	0.5	0.1
Hf	Tu	W	Re	Os	Ir	Pt	Au
1.4	1.3	2.3	3.9	7.7	5.6	3.2	0.6

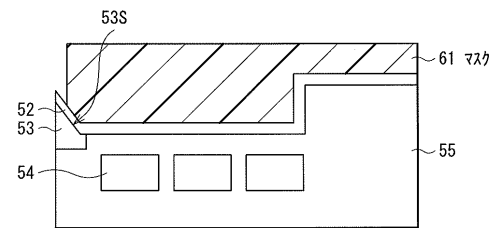
【図 5】



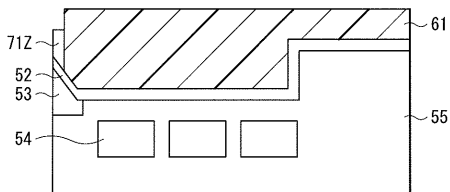
【図 6】



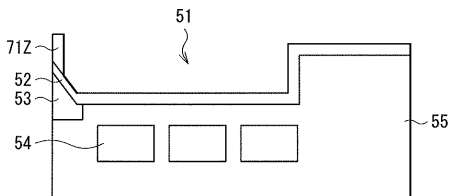
【図 7】



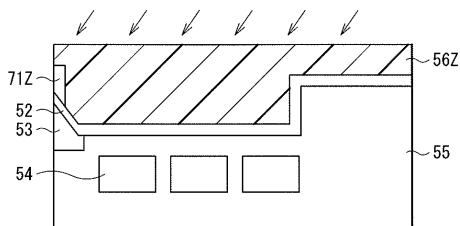
【図 8】



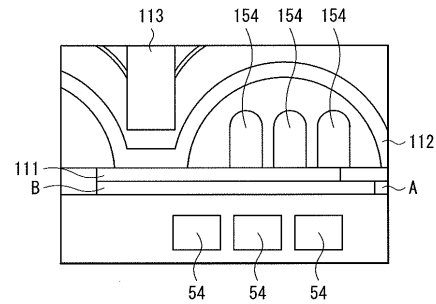
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

- (72)発明者 咲 力劫
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 0 3 5 ミルピタス ラズ デル ソル ループ 9 3
4
- (72)発明者 李 民
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 3 9 フレモント ボア サークル 6 1 7
- (72)発明者 李 俊廷
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 0 8 7 サニーベール フォート ララミー ドライブ
5 9 8

審査官 斎藤 眞

- (56)参考文献 特開2003-036503(JP,A)
特開2008-016102(JP,A)
国際公開第2011/052021(WO,A1)
米国特許出願公開第2007/0285837(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G 1 1 B 5 / 0 0 - 5 / 0 2 4
G 1 1 B 5 / 3 1