

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号
特開2023-121240
(P2023-121240A)
 (43)公開日 令和5年8月31日(2023. 8. 31)

(51)Int. Cl. F I テーマコード (参考)
G 1 1 B 5/31 (2006. 01) G 1 1 B 5/31 A 5 D 0 9 1
G 1 1 B 5/02 (2006. 01) G 1 1 B 5/02 R

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 20 頁)

(21)出願番号	特願2022-24470(P2022-24470)	(71)出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22)出願日	令和4年2月21日(2022. 2. 21)	(71)出願人	317011920 東芝デバイス&ストレージ株式会社 東京都港区芝浦一丁目1番1号
		(74)代理人	110004026 弁理士法人 i X
		(72)発明者	永澤 鶴美 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72)発明者	中川 裕治 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

最終頁に続く

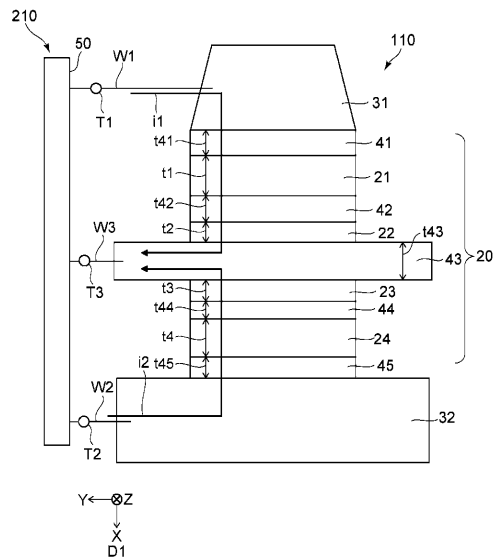
(54)【発明の名称】 磁気ヘッド及び磁気記録装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】記録密度を向上させる磁気ヘッド及び磁気記録装置を提供する。

【解決手段】磁気ヘッド110は、第1磁極31及び第2磁極32と、積層体20と、第1端子~第3端子T1~T3と、を含む。積層体20は、第1磁極31と第2磁極32との間に設けられる。積層体20は、第1磁性層21~第4磁性層24と、第1非磁性層41~第5非磁性層45と、を含む。第1端子T1は、第1磁極31と電氣的に接続される。第2端子T2は、第2磁極32と電氣的に接続される。第3端子T3は、第3非磁性層43と電氣的に接続される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 磁極と、

第 2 磁極と、

前記第 1 磁極と前記第 2 磁極との間に設けられた積層体であって、前記積層体は、

第 1 磁性層と、

前記第 1 磁性層と前記第 2 磁極との間に設けられた第 2 磁性層と、

前記第 2 磁性層と前記第 2 磁極との間に設けられた第 3 磁性層と、

前記第 3 磁性層と前記第 2 磁極との間に設けられた第 4 磁性層と、

前記第 1 磁極と前記第 1 磁性層との間に設けられた第 1 非磁性層と、

10

前記第 1 磁性層と前記第 2 磁性層との間に設けられ前記第 1 磁性層及び前記第 2 磁性層と接する第 2 非磁性層と、

前記第 2 磁性層と前記第 3 磁性層との間に設けられた第 3 非磁性層と、

前記第 3 磁性層と前記第 4 磁性層との間に設けられ前記第 3 磁性層及び前記第 4 磁性層と接する第 4 非磁性層と、

前記第 4 磁性層と前記第 2 磁極との間に設けられた第 5 非磁性層と、

を含む、前記積層体と、

前記第 1 磁極と電氣的に接続された第 1 端子と、

前記第 2 磁極と電氣的に接続された第 2 端子と、

前記第 3 非磁性層と電氣的に接続された第 3 端子と、

20

を備えた磁気ヘッド。

【請求項 2】

前記第 1 非磁性層は、前記第 1 磁極及び前記第 1 磁性層と接し、

前記第 5 非磁性層は、前記第 4 磁性層及び前記第 2 磁極と接する、請求項 1 に記載の磁気ヘッド。

【請求項 3】

前記第 1 磁性層から前記第 4 磁性層への第 1 方向に沿う前記第 1 磁性層の第 1 厚さは、前記第 1 方向に沿う前記第 2 磁性層の第 2 厚さよりも厚く、前記第 1 方向に沿う前記第 3 磁性層の第 3 厚さよりも厚く、

前記第 1 方向に沿う前記第 4 磁性層の第 4 厚さは、前記第 2 厚さよりも厚く、前記第 3 厚さよりも厚い、請求項 1 または 2 に記載の磁気ヘッド。

30

【請求項 4】

前記第 1 非磁性層、前記第 2 非磁性層、前記第 4 非磁性層及び前記第 5 非磁性層の少なくともいずれかは、Cu、Au、Cr、Al、V 及び Ag よりなる群から選択された少なくとも 1 つを含む、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載の磁気ヘッド。

【請求項 5】

前記第 3 非磁性層は、Ta、Pt、Ir、W、Mo、Cr、Tb、Rh、Pd 及び Ru よりなる群から選択された少なくとも 1 つを含む、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 つに記載の磁気ヘッド。

【請求項 6】

40

前記第 3 非磁性層は、第 1 部分領域と第 2 部分領域とを含み、

前記第 1 部分領域は、前記第 3 非磁性層から前記第 2 磁性層への対向方向において前記第 2 磁性層と重なり、

前記第 2 部分領域は、前記対向方向において前記第 2 磁性層と重ならない、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 つに記載の磁気ヘッド。

【請求項 7】

前記第 3 非磁性層は、第 1 部分領域と第 2 部分領域とを含み、

前記第 1 部分領域は、前記第 3 非磁性層から前記第 4 磁性層への対向方向において前記第 4 磁性層と重なり、

前記第 2 部分領域は、前記対向方向において前記第 4 磁性層と重ならない、請求項 1 ~

50

6のいずれか1つに記載の磁気ヘッド。

【請求項8】

請求項1～7のいずれか1つに記載の磁気ヘッドと、
前記第1端子、前記第2端子及び前記第3端子と電氣的に接続された制御部と、
を備え、

前記制御部は、前記第1端子から前記第3端子への第1電流、及び、前記第2端子から前記第3端子への第2電流を前記磁気ヘッドに供給可能である、磁気記録装置。

【請求項9】

第3回路をさらに備え、
前記磁気ヘッドは、コイルをさらに含み、
前記第3回路は、前記コイルに記録電流を供給する、請求項8に記載の磁気記録装置。

10

【請求項10】

前記第1電流及び前記第2電流に応じて、前記積層体から交番磁界が発生する、請求項8または9に記載の磁気記録装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、磁気ヘッド及び磁気記録装置に関する。

【背景技術】

【0002】

磁気ヘッドを用いて、HDD(Hard Disk Drive)などの磁気記録媒体に情報が記録される。磁気ヘッド及び磁気記録装置において、記録密度の向上が望まれる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2020-149738号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の実施形態は、記録密度の向上が可能な磁気ヘッド及び磁気記録装置を提供する。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の実施形態によれば、磁気ヘッドは、第1磁極と、第2磁極と、積層体と、第1端子と、第2端子と、第3端子と、を含む。前記積層体は、前記第1磁極と前記第2磁極との間に設けられる。前記積層体は、第1磁性層と、前記第1磁性層と前記第2磁極との間に設けられた第2磁性層と、前記第2磁性層と前記第2磁極との間に設けられた第3磁性層と、前記第3磁性層と前記第2磁極との間に設けられた第4磁性層と、前記第1磁極と前記第1磁性層との間に設けられた第1非磁性層と、前記第1磁性層と前記第2磁性層との間に設けられ前記第1磁性層及び前記第2磁性層と接する第2非磁性層と、前記第2磁性層と前記第3磁性層との間に設けられた第3非磁性層と、前記第3磁性層と前記第4磁性層との間に設けられ前記第3磁性層及び前記第4磁性層と接する第4非磁性層と、前記第4磁性層と前記第2磁極との間に設けられた第5非磁性層と、を含む。前記第1端子は、前記第1磁極と電氣的に接続される。前記第2端子は、前記第2磁極と電氣的に接続される。前記第3端子は、前記第3非磁性層と電氣的に接続される。

40

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】図1は、第1実施形態に係る磁気ヘッドを例示する模式的平面図である。

【図2】図2は、第1実施形態に係る磁気ヘッドを例示する模式的断面図である。

【図3】図3は、第1実施形態に係る磁気ヘッドを例示する模式的平面図である。

50

【図 4】図 4 は、第 1 実施形態に係る磁気ヘッドを例示する模式的平面図である。
 【図 5】図 5 は、第 1 実施形態に係る磁気ヘッドを例示する模式的平面図である。
 【図 6】図 6 は、第 2 実施形態に係る磁気記録装置を例示する模式図である。
 【図 7】図 7 は、第 2 実施形態に係る磁気記録装置を例示する模式図である。
 【図 8】図 8 (a) ~ 図 8 (c) は、磁気ヘッドの動作を例示する模式図である。
 【図 9】図 9 は、実施形態に係る磁気記録装置を例示する模式的斜視図である。
 【図 10】図 10 は、実施形態に係る磁気記録装置の一部を例示する模式的斜視図である。

【図 11】図 11 は、実施形態に係る磁気記録装置を例示する模式的斜視図である。
 【図 12】図 12 (a) 及び図 12 (b) は、実施形態に係る磁気記録装置の一部を例示する模式的斜視図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下に、本発明の各実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

図面は模式的または概念的なものであり、各部分の厚さと幅との関係、部分間の大きさの比率などは、必ずしも現実のものとは限らない。同じ部分を表す場合であっても、図面により互いの寸法や比率が異なって表される場合もある。

本願明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

【0008】

20

(第 1 実施形態)

図 1 は、第 1 実施形態に係る磁気ヘッドを例示する模式的平面図である。

図 2 は、第 1 実施形態に係る磁気ヘッドを例示する模式的断面図である。

図 1 及び図 2 に示すように、実施形態に係る磁気ヘッド 110 は、第 1 磁極 31、第 2 磁極 32、積層体 20、第 1 配線 W1、第 2 配線 W2 及び第 3 配線 W3 を含む。

【0009】

積層体 20 は、第 1 磁極 31 と第 2 磁極 32 との間に設けられる。積層体 20 は、第 1 磁性層 21、第 2 磁性層 22、第 3 磁性層 23 及び第 4 磁性層 24、第 1 非磁性層 41、第 2 非磁性層 42、第 3 非磁性層 43、第 4 非磁性層 44 及び第 5 非磁性層 45 を含む。第 2 磁性層 22 は、第 1 磁性層 21 と第 2 磁極 32 との間に設けられる。第 3 磁性層 23 は、第 2 磁性層 22 と第 2 磁極 32 との間に設けられる。第 4 磁性層 24 は、第 3 磁性層 23 と第 2 磁極 32 との間に設けられる。

30

【0010】

第 1 非磁性層 41 は、第 1 磁極 31 と第 1 磁性層 21 との間に設けられる。第 2 非磁性層 42 は、第 1 磁性層 21 と第 2 磁性層 22 との間に設けられ、第 1 磁性層 21 及び第 2 磁性層 22 と接する。第 3 非磁性層 43 は、第 2 磁性層 22 と第 3 磁性層 23 との間に設けられる。第 4 非磁性層 44 は、第 3 磁性層 23 と第 4 磁性層 24 との間に設けられ第 3 磁性層 23 及び第 4 磁性層 24 と接する。第 5 非磁性層 45 は、第 4 磁性層 24 と第 2 磁極 32 との間に設けられる。

【0011】

40

第 1 端子 T1 は、第 1 磁極 31 と電氣的に接続される。この例では、第 1 端子 T1 は、第 1 配線 W1 により、第 1 磁極 31 と電氣的に接続される。第 2 端子 T2 は、第 2 磁極 32 と電氣的に接続される。この例では、第 2 端子 T2 は、第 2 配線 W2 により第 2 磁極 32 と電氣的に接続される。第 3 端子 T3 は、第 3 非磁性層 43 と電氣的に接続される。この例では、第 3 端子 T3 は、第 3 配線 W3 により、第 3 非磁性層 43 と電氣的に接続される。

【0012】

図 2 に示すように、磁気ヘッド 110 は、コイル 30c を含んでよい。コイル 30c は、第 1 磁極 31 の少なくとも一部に対向する。実施形態に係る磁気記録装置 210 は、例えば、磁気ヘッド 110、制御部 50 及び磁気記録媒体 80 を含む。制御部 50 は第 3 回

50

路 5 3 を含んで良い。第 3 回路 5 3 は、コイル 3 0 c に記録電流 I_w を供給可能である。例えば、第 1 磁極 3 1 から記録電流 I_w に応じた記録磁界が発生する。記録磁界は、磁気記録媒体 8 0 に印加される。これにより、磁気記録媒体 8 0 の磁化が変化して、情報が記録される。

【 0 0 1 3 】

第 1 磁極 3 1、第 2 磁極 3 2 及び積層体 2 0 は記録部 6 0 に含まれる。後述するように、磁気ヘッド 1 1 0 において、再生部が設けられて良い。

【 0 0 1 4 】

第 1 磁極 3 1 は、例えば、主磁極である。第 1 磁極 3 1 は、媒体対向面 3 0 F を含む。媒体対向面 3 0 F は、磁気ヘッド 1 1 0 の A B S (Air Bearing Surface) に沿う。媒体対向面 3 0 F は、磁気記録媒体 8 0 に対向する。

10

【 0 0 1 5 】

媒体対向面 3 0 F に対して垂直な方向を Z 軸方向とする。Z 軸方向に対して垂直な 1 つの方向を X 軸方向とする。Z 軸方向及び X 軸方向に対して垂直な方向を Y 軸方向とする。

【 0 0 1 6 】

Z 軸方向は、例えば、ハイト方向である。X 軸方向は、例えば、ダウントラック方向である。Y 軸方向は、クロストラック方向である。

【 0 0 1 7 】

第 2 磁極 3 2 は、例えば、「trailing shield」に対応する。第 2 磁極 3 2 は、例えば、補助磁極である。第 2 磁極 3 2 は、第 1 磁極 3 1 とともに、磁気コアを形成可能である。例えば、サイドシールド (図示しない) などの追加のシールドが設けられても良い。

20

【 0 0 1 8 】

図 1 及び図 2 に示すように、第 1 磁性層 2 1 から第 4 磁性層 2 4 への方向を第 1 方向 D 1 とする。図 2 に示すように、第 1 方向 D 1 は、X 軸方向に沿う。第 1 方向 D 1 と X 軸方向との間の角度は、第 1 方向 D 1 と Z 軸方向との間の角度よりも小さく、第 1 方向 D 1 と Y 軸方向との間の角度よりも小さい。第 1 方向 D 1 は、X 軸方向に対して傾斜して良い。

【 0 0 1 9 】

図 1 に示すように、積層体 2 0 を第 1 電流 i_1 及び第 2 電流 i_2 が流れることが可能である。第 1 電流 i_1 は、第 1 磁極 3 1 から第 3 非磁性層 4 3 への電流である。第 2 電流 i_2 は、第 2 磁極 3 2 から第 3 非磁性層 4 3 への電流である。これらの電流は、制御部 5 0 から供給される。第 1 電流 i_1 は、第 1 端子 T 1 から第 3 端子 T 3 への向きに流れる。第 2 電流 i_2 は、第 2 端子 T 2 から第 3 端子 T 3 への向きに流れる。第 1 電流 i_1 に応じた電子流は、第 3 非磁性層 4 3 から第 1 磁極 3 1 に向かって流れる。第 2 電流 i_2 に応じた電子流は、第 3 非磁性層 4 3 から第 2 磁極 3 2 に向かって流れる。

30

【 0 0 2 0 】

このような第 1 電流 i_1 及び第 2 電流 i_2 により、積層体 2 0 から交番磁界 (例えば高周波磁界) が発生する。積層体 2 0 で発生した交流磁界が磁気記録媒体 8 0 に印加され、磁気記録媒体 8 0 への書き込みがアシストされる。例えば、M A M R (Microwave Assisted Magnetic Recording) が実施可能である。交番磁界の周波数は、例えば、1 0 G H z 以上 5 0 G H z 以下である。交番磁界の周波数は、例えば、望ましくは 2 0 G H z 以上 4 0 G H z 以下である。

40

【 0 0 2 1 】

交番磁界は、例えば、積層体 2 0 に含まれる磁性層の磁化が発振することに基づく。実施形態において、高い発振効率が得られる。より効果的な M A M R が実施できる。実施形態によれば、記録密度の向上が可能な磁気ヘッドを提供できる。

【 0 0 2 2 】

図 3 は、第 1 実施形態に係る磁気ヘッドを例示する模式的平面図である。

図 3 は、上記の第 1 電流 i_1 及び第 2 電流 i_2 が流れたときの磁化の例を示している。図 3 に示すように、第 2 磁極 3 2 の磁化 3 2 M の向きは、第 1 磁極 3 1 の磁化 3 1 M の向きと同じである。このとき、第 2 磁性層 2 2 の磁化 2 2 M 及び第 3 磁性層 2 3 の磁化 2 3

50

Mは、磁化 $3\ 1\ M$ に対して逆向きである。第1磁性層 $2\ 1$ の磁化 $2\ 1\ M$ 及び第4磁性層 $2\ 4$ の磁化 $2\ 4\ M$ は、発振する。発振に伴って交番磁界が発生する。

【0023】

例えば、第1磁性層 $2\ 1$ 及び第4磁性層 $2\ 4$ は、FGL (Field Generation Layer) として機能する。例えば、第2磁性層 $2\ 2$ 及び第3磁性層 $2\ 3$ は、SIL (Spin Injection Layer) として機能する。

【0024】

実施形態においては、第1磁極 $3\ 1$ からのスピントルクと、第2磁極 $3\ 2$ からのスピントルクと、を利用できる。これにより、第1磁性層 $2\ 1$ 及び第4磁性層 $2\ 4$ において、効率的に発振が生じる。

【0025】

実施形態において、第2磁性層 $2\ 2$ の磁化 $2\ 2\ M$ の向きは、第3磁性層 $2\ 3$ の磁化 $2\ 3\ M$ の向きと同じである。これにより、これらの磁化が安定化し易い。

【0026】

上記のように、第2磁性層 $2\ 2$ の磁化 $2\ 2\ M$ 及び第3磁性層 $2\ 3$ の磁化 $2\ 3\ M$ は、磁化 $3\ 1\ M$ に対して逆向きである。これにより、第1磁極 $3\ 1$ からでた記録磁界は積層体 $2\ 0$ 中と通り難くなる。これにより、記録磁界がより効率的に磁気記録媒体に印加される。より高い効率での記録が可能になる。

【0027】

図1に示すように、この例では、第1非磁性層 $4\ 1$ は、第1磁極 $3\ 1$ 及び第1磁性層 $2\ 1$ と接する。第5非磁性層 $4\ 5$ は、第4磁性層 $2\ 4$ 及び第2磁極 $3\ 2$ と接する。後述するように、第1磁極 $3\ 1$ と第1磁性層 $2\ 1$ との間に別の非磁性層が設けられても良い。後述するように、第4磁性層 $2\ 4$ と第2磁極 $3\ 2$ との間に別の非磁性層が設けられても良い。

【0028】

図1に示すように、第1方向 $D\ 1$ (第1磁性層 $2\ 1$ から第4磁性層 $2\ 4$ への方向) に沿う第1磁性層 $2\ 1$ の厚さを第1厚さ $t\ 1$ とする。第1方向 $D\ 1$ に沿う第2磁性層 $2\ 2$ の厚さを第2厚さ $t\ 2$ とする。第1方向 $D\ 1$ に沿う第3磁性層 $2\ 3$ の厚さを第3厚さ $t\ 3$ とする。第1方向 $D\ 1$ に沿う第4磁性層 $2\ 4$ の厚さを第4厚さ $t\ 4$ とする。

【0029】

実施形態において、第1厚さ $t\ 1$ は、第2厚さ $t\ 2$ よりも厚く、第3厚さ $t\ 3$ よりも厚いことが好ましい。第4厚さ $t\ 4$ は、第2厚さ $t\ 2$ よりも厚く、第3厚さ $t\ 3$ よりも厚いことが好ましい。このような厚さの関係により、第1磁性層 $2\ 1$ 及び第4磁性層 $2\ 4$ の磁化がより効率的に発振できる。このような厚さの関係により、第2磁性層 $2\ 2$ 及び第3磁性層 $2\ 3$ の磁化がより効果的に反転できる。

【0030】

例えば、第1厚さ $t\ 1$ は、第2厚さ $t\ 2$ の 1.1 倍以上であり、第3厚さ $t\ 3$ の 1.1 倍以上であることが好ましい。例えば、第4厚さ $t\ 4$ は、第2厚さ $t\ 2$ の 1.1 倍以上であり、第3厚さ $t\ 3$ の 1.1 倍以上であることが好ましい。

【0031】

例えば、第1厚さ $t\ 1$ は、 $5\ \text{nm}$ 以上 $15\ \text{nm}$ 以下であることが好ましい。第2厚さ $t\ 2$ は、 $1\ \text{nm}$ 以上 $5\ \text{nm}$ 未満であることが好ましい。第3厚さ $t\ 3$ は、 $1\ \text{nm}$ 以上 $5\ \text{nm}$ 未満であることが好ましい。第4厚さ $t\ 4$ は、 $5\ \text{nm}$ 以上 $15\ \text{nm}$ 以下であることが好ましい。第1厚さ $t\ 1$ 及び第4厚さ $t\ 4$ が $5\ \text{nm}$ 以上であることで、効率的な発振が得易い。第1厚さ $t\ 1$ 及び第4厚さ $t\ 4$ が $15\ \text{nm}$ 以下であることで、積層体 $2\ 0$ の厚さが過度に厚くなることが抑制できる。第2厚さ $t\ 2$ 及び第3厚さ $t\ 3$ が $5\ \text{nm}$ 未満であることで、効率的な磁化の反転が得易い。第2厚さ $t\ 2$ 及び第3厚さ $t\ 3$ が $1\ \text{nm}$ 以上であることで、効率的な発振が得易い。

【0032】

第1磁性層 $2\ 1$ 、第2磁性層 $2\ 2$ 、第3磁性層 $2\ 3$ 及び第4磁性層 $2\ 4$ は、例えば、Fe、Co及びNiよりなる群から選択された少なくとも1つを含む。

10

20

30

40

50

【0033】

例えば、第1非磁性層41、第2非磁性層42、第4非磁性層44及び第5非磁性層45の少なくともいずれかは、Cu、Au、Cr、Al、V及びAgよりなる群から選択された少なくとも1つを含む。例えば、スピンを効率的に伝達できる。

【0034】

例えば、第3非磁性層43は、Ta、Pt、Ir、W、Mo、Cr、Tb、Rh、Pd及びRuよりなる群から選択された少なくとも1つを含む。これにより、例えば、第2磁性層22と第3磁性層23との間のスピン相互作用が小さくなる。例えば、安定して発振し易くなる。

【0035】

第1非磁性層41の第1方向D1に沿う厚さ t_{41} は、0.5nm以上5nm以下であることが好ましい。第2非磁性層42の第1方向D1に沿う厚さ t_{42} は、0.5nm以上5nm以下であることが好ましい。第3非磁性層43の第1方向D1に沿う厚さ t_{43} は、3nm以上15nm以下であることが好ましい。第4非磁性層44の第1方向D1に沿う厚さ t_{44} は、0.5nm以上5nm以下であることが好ましい。第5非磁性層45の第1方向D1に沿う厚さ t_{45} は、0.5nm以上5nm以下であることが好ましい。

【0036】

図3に示すように、第3非磁性層43のサイズは、磁性層のサイズよりも大きくても良い。例えば、第3非磁性層43は、第1部分領域43aと第2部分領域43bとを含む。第1部分領域43aは、第3非磁性層43から第2磁性層22への対向方向（例えば第1方向D1に沿う方向）において、第2磁性層22と重なる。第2部分領域43bは、対向方向において第2磁性層22と重ならない。第1部分領域43aは、第3非磁性層43から第4磁性層24への対向方向（例えば第1方向D1に沿う方向）において、第4磁性層24と重なる。第2部分領域43bは、対向方向において第4磁性層24と重ならない。

【0037】

図3に示すように、第3非磁性層43は、第2磁性層22と対向する第1面F1を含む。第2磁性層22は、第3非磁性層43と対向する第2面F2を含む。第1面F1の面積は、第2面F2の面積よりも大きくて良い。

【0038】

図3に示すように、第3非磁性層43は、第3磁性層23と対向する第3面F3を含む。第3磁性層23は、第3非磁性層43と対向する第4面F4を含む。第3面F3の面積は、第4面F4の面積よりも大きい。

【0039】

図3に示すように、第3非磁性層43から第4磁性層24への対向方向（例えば第1方向D1に沿う方向）と交差する交差方向に沿う第3非磁性層43の長さを長さ L_1 とする。図3において、交差方向はY軸方向である。交差方向（Y軸方向）に沿う第2磁性層22の長さを長さ L_2 とする。交差方向（Y軸方向）に沿う第3磁性層23の長さを長さ L_3 とする。長さ L_1 は、長さ L_2 よりも長く、長さ L_3 よりも長い。

【0040】

このように、第3非磁性層43のサイズは、第2磁性層22のサイズよりも大きく、第3磁性層23のサイズよりも大きくて良い。これにより、例えば、第3非磁性層43を流れる電流の密度を低減できる。例えば、安定に動作し易くなる。

【0041】

図2に示すように、第3非磁性層43から第4磁性層24への対向方向（例えば第1方向D1に沿う方向）と交差する交差方向に沿う第3非磁性層43の長さを長さ L_z1 とする。図2において、交差方向は第1方向D1に対して垂直である。この交差方向に沿う第2磁性層22の長さを長さ L_z2 とする。この交差方向に沿う第3磁性層23の長さを長さ L_z3 とする。長さ L_z1 は、長さ L_z2 よりも長く、長さ L_z3 よりも長くても良い。

【0042】

10

20

30

40

50

以下、実施形態に係る磁気ヘッドのいくつかの例について説明する。

図4は、第1実施形態に係る磁気ヘッドを例示する模式的平面図である。

図4に示すように、実施形態に係る磁気ヘッド111において、積層体20は、第5磁性層25をさらに含む。第5磁性層25は、第1磁極31と第1非磁性層41との間に設けられる。これを除く磁気ヘッド111の構成は、磁気ヘッド110の構成と同様で良い。

【0043】

第5磁性層25は、例えば、Fe、Co及びNiよりなる群から選択された少なくとも1つを含む。第5磁性層25が設けられることで、例えば、高いスピン注入効率が得やすくなる。これにより、発振し易くなる。第5磁性層25は、第1磁極31の一部と見なされても良い。

10

【0044】

図5は、第1実施形態に係る磁気ヘッドを例示する模式的平面図である。

【0045】

図5に示すように、実施形態に係る磁気ヘッド112において、積層体20は、第6磁性層26をさらに含む。第6磁性層26は、第5非磁性層45と第2磁極32との間に設けられる。これを除く磁気ヘッド112の構成は、磁気ヘッド110の構成と同様で良い。

【0046】

第6磁性層26は、例えば、Fe、Co及びNiよりなる群から選択された少なくとも1つを含む。第6磁性層26が設けられることで、例えば、高いスピン注入効率が得やすくなる。これにより、発振し易くなる。第6磁性層26は、第2磁極32の一部と見なされても良い。実施形態において、第5磁性層25及び第6磁性層26の両方が設けられても良い。

20

【0047】

実施形態において、積層体20に含まれる複数の磁性層（例えば、第1～第6磁性層21～26など）の少なくとも1つは、均一な組成の膜を含んで良い。実施形態において、積層体20に含まれる複数の磁性層（例えば、第1～第6磁性層21～26など）の少なくとも1つは、積層膜を含んで良い。積層膜において、例えば、第1元素を含む膜と、第2元素を含む膜とが、第1方向D1に沿って交互に積層される。例えば、第1元素は、例えば、Fe、Co及びNiよりなる群から選択された1つを含む。例えば、第2元素は、Fe、Co及びNiよりなる群から選択された別の1つを含む。

30

【0048】

実施形態において、積層体20に含まれる複数の非磁性層（例えば、第1～第5非磁性層41～45など）の少なくとも1つは、均一な組成の膜を含んで良い。実施形態において、積層体20に含まれる複数の非磁性層（例えば、第1～第5非磁性層41～45など）の少なくとも1つは、積層膜を含んで良い。

【0049】

第1非磁性層41、第2非磁性層42、第4非磁性層44及び第5非磁性層45における積層膜において、例えば、第3元素を含む膜と、第4元素を含む膜とが、第1方向D1に沿って交互に積層される。例えば、第3元素は、例えば、Cu、Au、Cr、Al、V及びAgよりなる群から選択された1つを含む。例えば、第4元素は、Cu、Au、Cr、Al、V及びAgよりなる群から選択された別の1つを含む。

40

【0050】

第3非磁性層43における積層膜において、例えば、第5元素を含む膜と、第6元素を含む膜とが、第1方向D1に沿って交互に積層される。例えば、第5元素は、例えば、Ta、Pt、Ir、W、Mo、Cr、Tb、Rh、Pd及びRuよりなる群から選択された1つを含む。例えば、第6元素は、Ta、Pt、Ir、W、Mo、Cr、Tb、Rh、Pd及びRuよりなる群から選択された別の1つを含む。

【0051】

50

(第2実施形態)

第2実施形態は、磁気記録装置に係る。図1に関して既に説明したように、実施形態に係る磁気記録装置210は、第1実施形態に係る磁気ヘッド(例えば、磁気ヘッド110など)と、制御部50と、を含む。制御部50は、第1端子T1、第2端子T2及び第3端子T3と電氣的に接続される。既に説明したように、制御部50は、第1端子T1から第3端子T3への第1電流*i*₁、及び、第2端子T2から第3端子T3への第2電流*i*₂を磁気ヘッド(磁気ヘッド110)に供給可能である。

【0052】

図6は、第2実施形態に係る磁気記録装置を例示する模式図である。

図6に示すように、実施形態に係る磁気記録装置211において、制御部50は、第1回路51を含む。第1回路51は、第1電流*i*₁及び第2電流*i*₂を磁気ヘッド(例えば磁気ヘッド110)に供給可能である。第1回路51は、例えば、電流供給回路を含んで良い。第1回路51は、電圧発生回路を含んで良い。

10

【0053】

この例では、制御部50は、抵抗素子を含む。抵抗素子は、例えば、第1抵抗素子31R及び第2抵抗素子32Rの少なくともいずれかを含む。例えば、第1抵抗素子31Rは、第1回路51と第1端子T1との間の第1電流経路*c*_{p1}に設けられる。第1抵抗素子31Rは、直列または並列に設けられて良い。例えば、第2抵抗素子32Rは、第1回路51と第2端子T2との間の第2電流経路*c*_{p2}に設けられる。第2抵抗素子32Rは、直列または並列に設けられて良い。

20

【0054】

これらの抵抗により、第1電流*i*₁及び第2電流*i*₂が調整できる。抵抗素子は、第1回路51と第1端子T1との間の第1電流経路*c*_{p1}、及び、第1回路51と第2端子T2との間の第2電流経路*c*_{p2}の少なくとも一方に設けられて良い。

【0055】

図7は、第2実施形態に係る磁気記録装置を例示する模式図である。

図7に示すように、実施形態に係る磁気記録装置212において、制御部50は、第1回路51及び第2回路52を含む。第1回路51は、第1電流*i*₁を磁気ヘッド(例えば磁気ヘッド110)に供給可能である。第2回路52は、第2電流*i*₂を磁気ヘッド(例えば磁気ヘッド110)に供給可能である。2つの回路により、電流を任意に調整できる。

30

【0056】

第1回路51、第2回路52、第1抵抗素子31R及び第2抵抗素子32Rの構成は、第1実施形態に係る任意の磁気ヘッドに適用できる。

【0057】

図8(a)~図8(c)は、磁気ヘッドの動作を例示する模式図である。

図8(a)は、第1状態ST1に対応する。第1状態ST1において、第1電流*i*₁及び第2電流*i*₂が実質的に流れていない。または、第1電流*i*₁及び第2電流*i*₂は、第1しきい値未満である。図8(b)は、第2状態ST2に対応する。第2状態ST2において、第1電流*i*₁及び第2電流*i*₂が実質的に第1しきい値以上第2しきい値未満である。図8(c)は、第3状態ST3に対応する。第3状態ST3において、第1電流*i*₁及び第2電流*i*₂は、第2しきい値以上である。

40

【0058】

図8(a)に示すように、第1状態ST1において、磁性層の磁化(磁化21M~24M)の向きは、第1磁極31の磁化31M及び第2磁極32の磁化32Mの向きである。図8(b)に示すように、第2状態ST2において、第2磁性層22の磁化22M、及び、第3磁性層23の磁化23Mが反転する。図8(c)に示すように、第3状態ST3において、第1磁性層21の磁化21M、及び、第4磁性層24の磁化24Mが発振する。

【0059】

第2厚さ*t*₂及び第3厚さ*t*₃が薄いことで、磁化22M及び磁化23Mが効率的に反

50

転する。これにより、発振のしきい値を小さくすることができる。第1厚さ t_1 及び第4厚さ t_4 が厚いことで、効率的な発振が得やすくなる。

【0060】

以下、実施形態に係る磁気記録装置210に含まれる磁気ヘッド及び磁気記録媒体80の例について説明する。

【0061】

図9は、実施形態に係る磁気記録装置を例示する模式的斜視図である。

図9に示すように、実施形態に係る磁気ヘッド(例えば、磁気ヘッド110)は、磁気記録媒体80と共に用いられる。この例では、磁気ヘッド110は、記録部60及び再生部70を含む。磁気ヘッド110の記録部60により、磁気記録媒体80に情報が記録される。再生部70により、磁気記録媒体80に記録された情報が再生される。

10

【0062】

磁気記録媒体80は、例えば、媒体基板82と、媒体基板82の上に設けられた磁気記録層81と、を含む。磁気記録層81の磁化83が記録部60により制御される。

【0063】

再生部70は、例えば、第1再生磁気シールド72a、第2再生磁気シールド72b、及び磁気再生素子71を含む。磁気再生素子71は、第1再生磁気シールド72aと第2再生磁気シールド72bとの間に設けられる。磁気再生素子71は、磁気記録層81の磁化83に応じた信号を出力可能である。

【0064】

図9に示すように、磁気記録媒体80は、媒体移動方向85の方向に、磁気ヘッド110に対して相対的に移動する。磁気ヘッド110により、任意の位置において、磁気記録層81の磁化83に対応する情報が制御される。磁気ヘッド110により、任意の位置において、磁気記録層81の磁化83に対応する情報が再生される。

20

【0065】

図10は、実施形態に係る磁気記録装置の一部を例示する模式的斜視図である。

図10は、ヘッドスライダを例示している。

磁気ヘッド110は、ヘッドスライダ159に設けられる。ヘッドスライダ159は、例えば Al_2O_3/TiC などを含有する。ヘッドスライダ159は、磁気記録媒体の上を、浮上または接触しながら、磁気記録媒体に対して相対的に運動する。

30

【0066】

ヘッドスライダ159は、例えば、空気流入側159A及び空気流出側159Bを有する。磁気ヘッド110は、ヘッドスライダ159の空気流出側159Bの側面などに配置される。これにより、磁気ヘッド110は、磁気記録媒体の上を浮上または接触しながら磁気記録媒体に対して相対的に運動する。

【0067】

図11は、実施形態に係る磁気記録装置を例示する模式的斜視図である。

図11に示すように、実施形態に係る磁気記録装置150においては、ロータリーアクチュエータが用いられる。記録用媒体ディスク180は、スピンドルモータ180Mに装着される。記録用媒体ディスク180は、スピンドルモータ180Mにより矢印ARの方向に回転する。スピンドルモータ180Mは、駆動装置制御部からの制御信号に応答する。本実施形態に係る磁気記録装置150は、複数の記録用媒体ディスク180を備えても良い。磁気記録装置150は、記録媒体181を含んでもよい。記録媒体181は、例えば、SSD(Solid State Drive)である。記録媒体181には、例えば、フラッシュメモリなどの不揮発性メモリが用いられる。例えば、磁気記録装置150は、ハイブリッドHDD(Hard Disk Drive)でも良い。

40

【0068】

ヘッドスライダ159は、記録用媒体ディスク180に記録する情報の、記録及び再生を行う。ヘッドスライダ159は、薄膜状のサスペンション154の先端に設けられる。ヘッドスライダ159の先端付近に、実施形態に係る磁気ヘッドが設けられる。

50

【0069】

記録用媒体ディスク180が回転すると、サスペンション154による押し付け圧力と、ヘッドスライダ159の媒体対向面(ABS)で発生する圧力と、がバランスする。ヘッドスライダ159の媒体対向面と、記録用媒体ディスク180の表面と、の間の距離が、所定の浮上量となる。実施形態において、ヘッドスライダ159は、記録用媒体ディスク180と接触しても良い。例えば、接触走行型が適用されても良い。

【0070】

サスペンション154は、アーム155(例えばアクチュエータアーム)の一端に接続されている。アーム155は、例えば、ポピン部などを有する。ポピン部は、駆動コイルを保持する。アーム155の他端には、ボイスコイルモータ156が設けられる。ボイスコイルモータ156は、リニアモータの一種である。ボイスコイルモータ156は、例えば、駆動コイル及び磁気回路を含む。駆動コイルは、アーム155のポピン部に巻かれる。磁気回路は、永久磁石及び対向ヨークを含む。永久磁石と対向ヨークとの間に、駆動コイルが設けられる。サスペンション154は、一端と他端とを有する。磁気ヘッドは、サスペンション154の一端に設けられる。アーム155は、サスペンション154の他端に接続される。

10

【0071】

アーム155は、ボールベアリングによって保持される。ボールベアリングは、軸受部157の上下の2箇所に設けられる。アーム155は、ボイスコイルモータ156により回転及びスライドが可能である。磁気ヘッドは、記録用媒体ディスク180の任意の位置に移動可能である。

20

【0072】

図12(a)及び図12(b)は、実施形態に係る磁気記録装置の一部を例示する模式的斜視図である。

図12(a)は、磁気記録装置の一部の構成を例示しており、ヘッドスタックアセンブリ160の拡大斜視図である。図12(b)は、ヘッドスタックアセンブリ160の一部となる磁気ヘッドアセンブリ(ヘッドジンバルアセンブリ:HGA)158を例示する斜視図である。

【0073】

図12(a)に示すように、ヘッドスタックアセンブリ160は、軸受部157と、ヘッドジンバルアセンブリ158と、支持フレーム161と、を含む。ヘッドジンバルアセンブリ158は、軸受部157から延びる。支持フレーム161は、軸受部157から延びる。支持フレーム161の延びる方向は、ヘッドジンバルアセンブリ158の延びる方向とは逆である。支持フレーム161は、ボイスコイルモータ156のコイル162を支持する。

30

【0074】

図12(b)に示すように、ヘッドジンバルアセンブリ158は、軸受部157から延びたアーム155と、アーム155から延びたサスペンション154と、を有している。

【0075】

サスペンション154の先端には、ヘッドスライダ159が設けられる。ヘッドスライダ159に、実施形態に係る磁気ヘッドが設けられる。

40

【0076】

実施形態に係る磁気ヘッドアセンブリ(ヘッドジンバルアセンブリ)158は、実施形態に係る磁気ヘッドと、磁気ヘッドが設けられたヘッドスライダ159と、サスペンション154と、アーム155と、を含む。ヘッドスライダ159は、サスペンション154の一端に設けられる。アーム155は、サスペンション154の他端と接続される。

【0077】

サスペンション154は、例えば、信号の記録及び再生用のリード線(図示しない)を有する。サスペンション154は、例えば、浮上量調整のためのヒーター用のリード線(図示しない)を有しても良い。サスペンション154は、例えばスピントランスファトル

50

ク発振子用などのためのリード線（図示しない）を有しても良い。これらのリード線と、磁気ヘッドに設けられた複数の電極と、が電氣的に接続される。

【0078】

磁気記録装置150において、信号処理部190が設けられる。信号処理部190は、磁気ヘッドを用いて磁気記録媒体への信号の記録及び再生を行う。信号処理部190は、信号処理部190の入出力線は、例えば、ヘッドジンバルアセンブリ158の電極パッドに接続され、磁気ヘッドと電氣的に接続される。

【0079】

実施形態に係る磁気記録装置150は、磁気記録媒体と、実施形態に係る磁気ヘッドと、可動部と、位置制御部と、信号処理部と、を含む。可動部は、磁気記録媒体と磁気ヘッドとを離間させ、または、接触させた状態で相対的に移動可能とする。位置制御部は、磁気ヘッドを磁気記録媒体の所定記録位置に位置合わせする。信号処理部は、磁気ヘッドを用いた磁気記録媒体への信号の記録及び再生を行う。

【0080】

例えば、上記の磁気記録媒体として、記録用媒体ディスク180が用いられる。上記の可動部は、例えば、ヘッドスライダ159を含む。上記の位置制御部は、例えば、ヘッドジンバルアセンブリ158を含む。

【0081】

実施形態は、以下の構成（例えば、技術案）を含んでも良い。

（構成1）

第1磁極と、

第2磁極と、

前記第1磁極と前記第2磁極との間に設けられた積層体であって、前記積層体は、

第1磁性層と、

前記第1磁性層と前記第2磁極との間に設けられた第2磁性層と、

前記第2磁性層と前記第2磁極との間に設けられた第3磁性層と、

前記第3磁性層と前記第2磁極との間に設けられた第4磁性層と、

前記第1磁極と前記第1磁性層との間に設けられた第1非磁性層と、

前記第1磁性層と前記第2磁性層との間に設けられ前記第1磁性層及び前記第2磁性層と接する第2非磁性層と、

前記第2磁性層と前記第3磁性層との間に設けられた第3非磁性層と、

前記第3磁性層と前記第4磁性層との間に設けられ前記第3磁性層及び前記第4磁性層と接する第4非磁性層と、

前記第4磁性層と前記第2磁極との間に設けられた第5非磁性層と、

を含む、前記積層体と、

前記第1磁極と電氣的に接続された第1端子と、

前記第2磁極と電氣的に接続された第2端子と、

前記第3非磁性層と電氣的に接続された第3端子と、

を備えた磁気ヘッド。

【0082】

（構成2）

前記第1非磁性層は、前記第1磁極及び前記第1磁性層と接し、

前記第5非磁性層は、前記第4磁性層及び前記第2磁極と接する、構成1に記載の磁気ヘッド。

【0083】

（構成3）

前記積層体は、前記第1磁極と前記第1非磁性層との間に設けられた第5磁性層をさらに含む、構成1に記載の磁気ヘッド。

【0084】

（構成4）

10

20

30

40

50

前記第 5 磁性層は、前記第 1 磁極と接する、構成 3 に記載の磁気ヘッド。

【 0 0 8 5 】

(構成 5)

前記積層体は、前記第 5 非磁性層と前記第 2 磁極との間に設けられた第 6 磁性層をさらに含む、構成 1 または 3 に記載の磁気ヘッド。

【 0 0 8 6 】

(構成 6)

前記第 1 磁性層から前記第 4 磁性層への第 1 方向に沿う前記第 1 磁性層の第 1 厚さは、前記第 1 方向に沿う前記第 2 磁性層の第 2 厚さよりも厚く、前記第 1 方向に沿う前記第 3 磁性層の第 3 厚さよりも厚く、

前記第 1 方向に沿う前記第 4 磁性層の第 4 厚さは、前記第 2 厚さよりも厚く、前記第 3 厚さよりも厚い、構成 1 ~ 5 のいずれか 1 つに記載の磁気ヘッド。

【 0 0 8 7 】

(構成 7)

前記第 1 厚さは、前記第 2 厚さの 1 . 1 倍以上であり、前記第 3 厚さの 1 . 1 倍以上であり、

前記第 4 厚さは、前記第 2 厚さの 1 . 1 倍以上であり、前記第 3 厚さの 1 . 1 倍以上である、構成 6 に記載の磁気ヘッド。

【 0 0 8 8 】

(構成 8)

前記第 1 厚さは、5 nm 以上 15 nm 以下であり、

前記第 2 厚さは、1 nm 以上 5 nm 未満であり、

前記第 3 厚さは、1 nm 以上 5 nm 未満であり、

前記第 4 厚さは、5 nm 以上 15 nm 以下である、構成 6 または 7 に記載の磁気ヘッド

。

【 0 0 8 9 】

(構成 9)

前記第 1 非磁性層、前記第 2 非磁性層、前記第 4 非磁性層及び前記第 5 非磁性層の少なくともいずれかは、Cu、Au、Cr、Al、V 及び Ag よりなる群から選択された少なくとも 1 つを含む、構成 1 ~ 8 のいずれか 1 つに記載の磁気ヘッド。

【 0 0 9 0 】

(構成 1 0)

前記第 3 非磁性層は、Ta、Pt、Ir、W、Mo、Cr、Tb、Rh、Pd 及び Ru よりなる群から選択された少なくとも 1 つを含む、構成 1 ~ 9 のいずれか 1 つに記載の磁気ヘッド。

【 0 0 9 1 】

(構成 1 1)

前記第 3 非磁性層は、前記第 2 磁性層と対向する第 1 面を含み、

前記第 2 磁性層は、前記第 3 非磁性層と対向する第 2 面を含み、

前記第 1 面の面積は、前記第 2 面の面積よりも大きい、構成 1 ~ 1 0 のいずれか 1 つに記載の磁気ヘッド。

【 0 0 9 2 】

(構成 1 2)

前記第 3 非磁性層は、前記第 3 磁性層と対向する第 3 面を含み、

前記第 3 磁性層は、前記第 3 非磁性層と対向する第 4 面を含み、

前記第 3 面の面積は、前記第 4 面の面積よりも大きい、構成 1 ~ 1 1 のいずれか 1 つに記載の磁気ヘッド。

【 0 0 9 3 】

(構成 1 3)

前記第 3 非磁性層は、第 1 部分領域と第 2 部分領域とを含み、

10

20

30

40

50

前記第 1 部分領域は、前記第 3 非磁性層から前記第 2 磁性層への対向方向において前記第 2 磁性層と重なり、

前記第 2 部分領域は、前記対向方向において前記第 2 磁性層と重ならない、構成 1 ~ 10 のいずれか 1 つに記載の磁気ヘッド。

【 0 0 9 4 】

(構成 1 4)

前記第 3 非磁性層は、第 1 部分領域と第 2 部分領域とを含み、

前記第 1 部分領域は、前記第 3 非磁性層から前記第 4 磁性層への対向方向において前記第 4 磁性層と重なり、

前記第 2 部分領域は、前記対向方向において前記第 4 磁性層と重ならない、構成 1 ~ 10 のいずれか 1 つに記載の磁気ヘッド。

【 0 0 9 5 】

(構成 1 5)

前記第 3 非磁性層から前記第 4 磁性層への対向方向と交差する交差方向に沿う前記第 3 非磁性層の長さは、前記交差方向に沿う前記第 2 磁性層の長さよりも長く、前記交差方向に沿う前記第 3 磁性層の長さよりも長い、構成 1 ~ 10 のいずれか 1 つに記載の磁気ヘッド。

【 0 0 9 6 】

(構成 1 6)

構成 1 ~ 15 のいずれか 1 つに記載の磁気ヘッドと、

前記第 1 端子、前記第 2 端子及び前記第 3 端子と電気的に接続された制御部と、を備え、

前記制御部は、前記第 1 端子から前記第 3 端子への第 1 電流、及び、前記第 2 端子から前記第 3 端子への第 2 電流を前記磁気ヘッドに供給可能である、磁気記録装置。

【 0 0 9 7 】

(構成 1 7)

前記制御部は、第 1 回路と、抵抗素子と

を含み、

前記第 1 回路は、前記第 1 電流及び前記第 2 電流を前記磁気ヘッドに供給可能であり、前記抵抗素子は、前記第 1 回路と前記第 1 端子との間の第 1 電流経路、及び、前記第 1 回路と前記第 2 端子との間の第 2 電流経路の少なくとも一方に設けられた、構成 1 6 に記載の磁気記録装置。

【 0 0 9 8 】

(構成 1 8)

前記制御部は、第 1 回路と、第 2 回路と、

を含み、

前記第 1 回路は、前記第 1 電流を前記磁気ヘッドに供給可能であり、前記第 2 回路は、前記第 2 電流を前記磁気ヘッドに供給可能である、構成 1 6 に記載の磁気記録装置。

【 0 0 9 9 】

(構成 1 9)

第 3 回路をさらに備え、

前記磁気ヘッドは、コイルをさらに含み、

前記第 3 回路は、前記コイルに記録電流を供給する、構成 1 6 ~ 1 8 のいずれか 1 つに記載の磁気記録装置。

【 0 1 0 0 】

10

20

30

40

50

(構成20)

前記第1電流及び前記第2電流に応じて、前記積層体から交番磁界が発生する、構成16～19のいずれか1つに記載の磁気記録装置。

【0101】

実施形態によれば、記録密度の向上が可能な磁気ヘッド及び磁気記録装置が提供できる。

【0102】

本願明細書において、「垂直」及び「平行」は、厳密な垂直及び厳密な平行だけではなく、例えば製造工程におけるばらつきなどを含むものであり、実質的に垂直及び実質的に平行であれば良い。

【0103】

以上、具体例を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明は、これらの具体例に限定されるものではない。例えば、磁気ヘッド及び磁気記録装置に含まれる磁極、磁性層、非磁性層、端子及び制御部などの各要素の具体的な構成に関しては、当業者が公知の範囲から適宜選択することにより本発明を同様に実施し、同様の効果を得ることができる限り、本発明の範囲に包含される。

【0104】

また、各具体例のいずれか2つ以上の要素を技術的に可能な範囲で組み合わせたものも、本発明の要旨を包含する限り本発明の範囲に含まれる。

【0105】

その他、本発明の実施の形態として上述した磁気ヘッド及び磁気記録装置を基にして、当業者が適宜設計変更して実施し得る全ての磁気ヘッド及び磁気記録装置も、本発明の要旨を包含する限り、本発明の範囲に属する。

【0106】

その他、本発明の思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例及び修正例に想到し得るものであり、それら変更例及び修正例についても本発明の範囲に属するものと了解される。

【0107】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【0108】

20...積層体、 21～26...第1～第6磁性層、 21M～24M...磁化、 30F...媒体対向面、 30c...コイル、 31、32...第1、第2磁極、 31M、32M...磁化、 31R、32R...第1、第2抵抗素子、 41～45...第1～第5非磁性層、 43a、43b...第1、第2部分領域、 50...制御部、 51～53...第1～第3回路、 60...記録部、 70...再生部、 71...磁気再生素子、 72a...第1再生磁気シールド、 72b...第2再生磁気シールド、 80...磁気記録媒体、 81...磁気記録層、 82...媒体基板、 83...磁化、 85...媒体移動方向、 110～114...磁気ヘッド、 150...磁気記録装置、 154...サスペンション、 155...アーム、 156...ボイスコイルモータ、 157...軸受部、 158...ヘッドジンバルアセンブリ、 159...ヘッドスライダ、 159A...空気流入側、 159B...空気流出側、 160...ヘッドスタックアセンブリ、 161...支持フレーム、 162...コイル、 180...記録用媒体ディスク、 180M...スピンドルモータ、 181...記録媒体、 190...信号処理部、 210～212...磁気記録装置、 AR...矢印、 D1...方向、 F1～F4...第1～第4面、 Iw...記録電流、 L1～L3、Lz1～Lz3...長さ、 T1

10

20

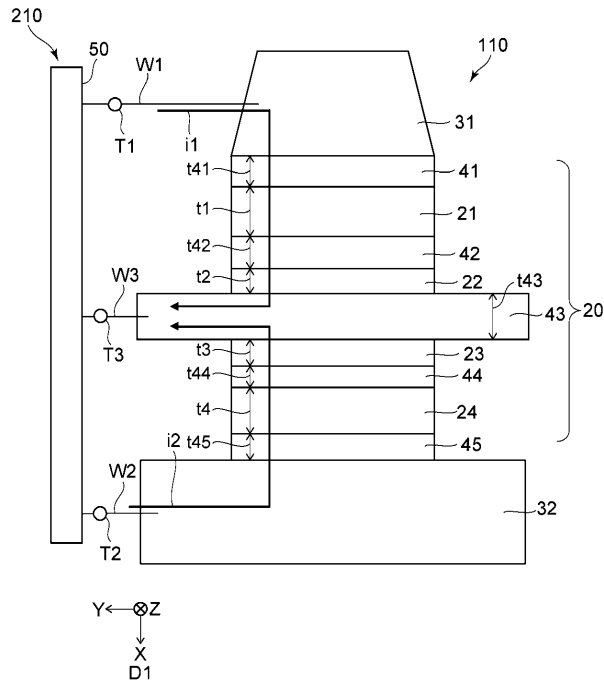
30

40

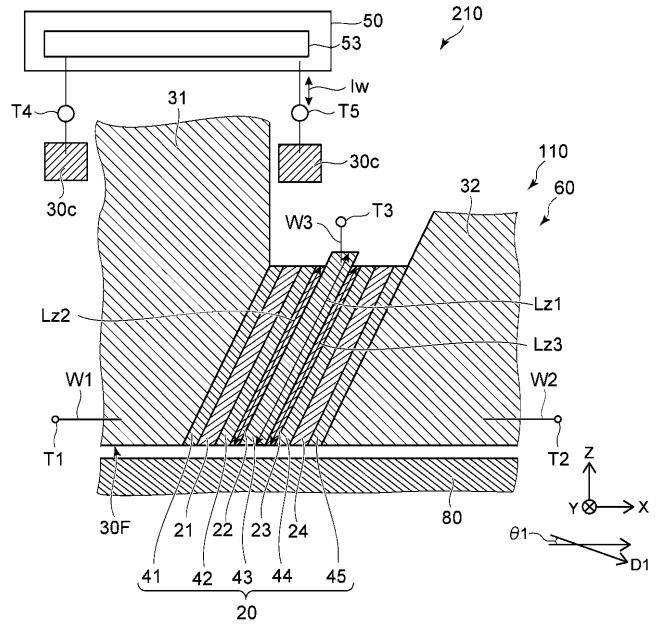
50

~ T 3 ... 第 1 ~ 第 3 端子、 W 1 ~ W 3 ... 第 1 ~ 第 3 配線、 c p 1、 c p 2 ... 第 1、 第 2 電流経路、 i 1、 i 2 ... 第 1、 第 2 電流、 t 1 ~ t 4 ... 第 1 ~ 第 4 厚さ、 t 4 1 ~ t 4 5 ... 厚さ

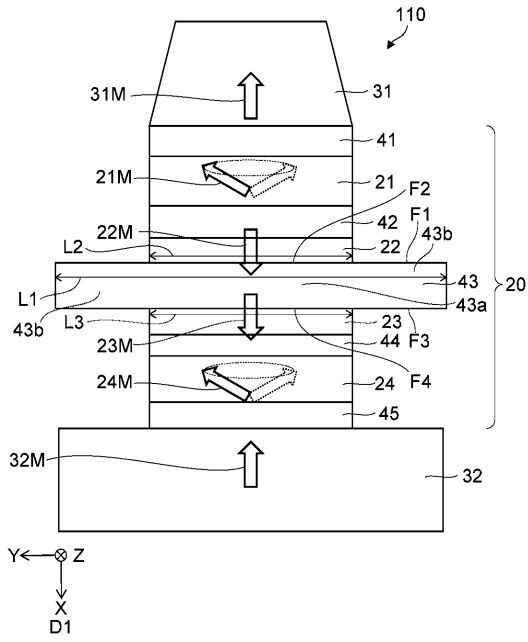
【 図 1 】



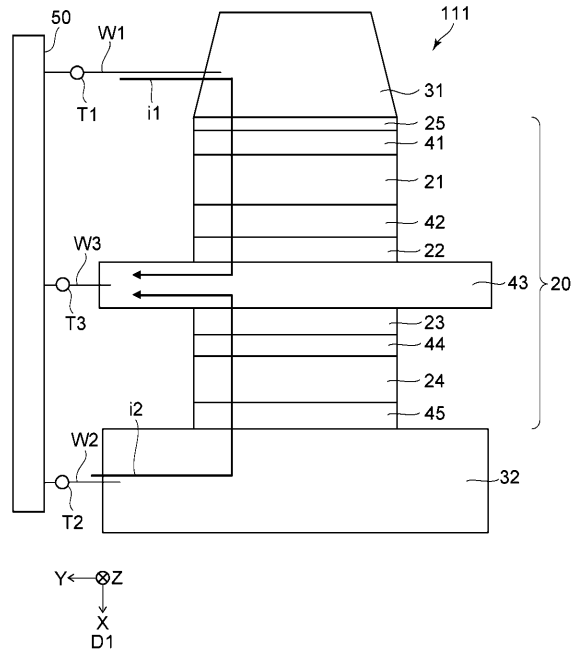
【 図 2 】



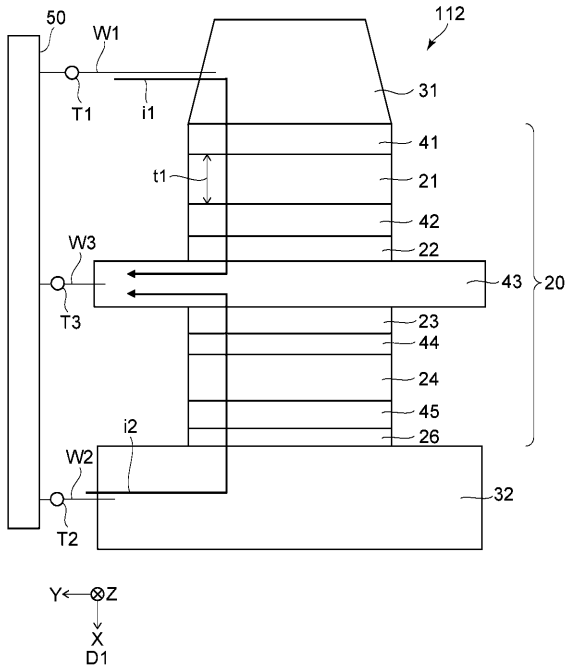
【 図 3 】



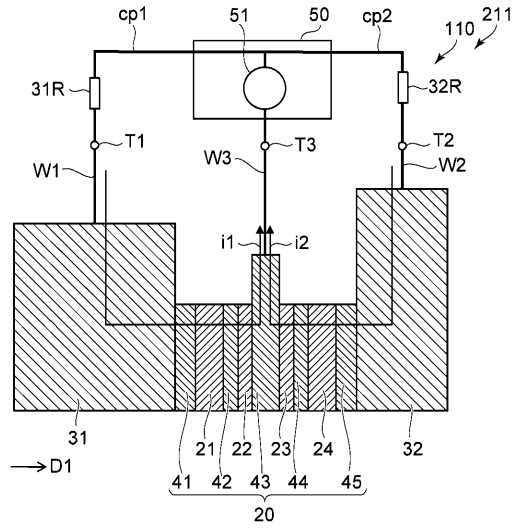
【 図 4 】



【 図 5 】

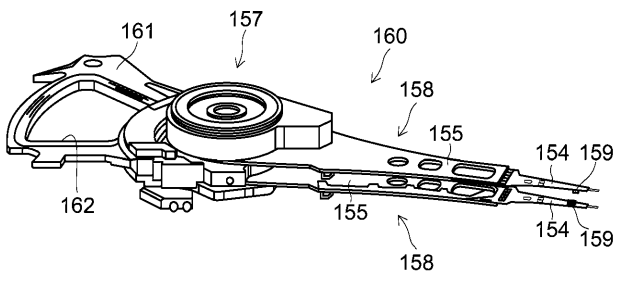


【 図 6 】

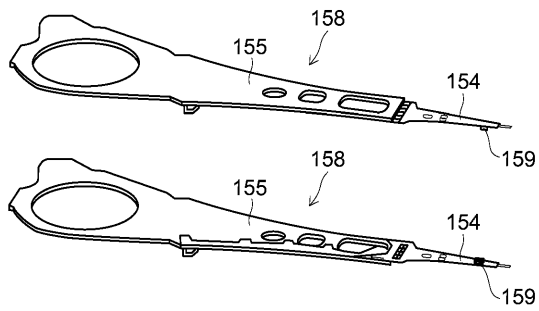


【図 12】

(a)



(b)



フロントページの続き

- (72)発明者 成田 直幸
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 高岸 雅幸
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 前田 知幸
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 長村 燎
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- Fターム(参考) 5D091 CC26 CC30 HH20