

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3582968号  
(P3582968)

(45) 発行日 平成16年10月27日(2004.10.27)

(24) 登録日 平成16年8月6日(2004.8.6)

(51) Int.C1.<sup>7</sup>

F 1

G 11 B 5/39

G 11 B 5/39

G 11 B 5/31

G 11 B 5/31

A

G 11 B 21/21

G 11 B 5/31

Z

G 11 B 21/21 101K

請求項の数 28 (全 19 頁)

(21) 出願番号

特願平9-267363

(22) 出願日

平成9年9月30日(1997.9.30)

(65) 公開番号

特開平10-154315

(43) 公開日

平成10年6月9日(1998.6.9)

審査請求日

平成15年10月2日(2003.10.2)

(31) 優先権主張番号

特願平8-259530

(32) 優先日

平成8年9月30日(1996.9.30)

(33) 優先権主張国

日本国(JP)

(73) 特許権者 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(74) 代理人 100077849

弁理士 須山 佐一

(72) 発明者 與田 博明

神奈川県川崎市幸区堀川町72 株式会社  
東芝 川崎事業所内

(72) 発明者 堀 昭男

神奈川県川崎市幸区堀川町72 株式会社  
東芝 川崎事業所内

(72) 発明者 大沢 裕一

神奈川県川崎市幸区堀川町72 株式会社  
東芝 川崎事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】薄膜磁気ヘッドおよび磁気記録装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

高い熱伝導率を有する第1のセラミック基板と、高い熱伝導率を有する第2のセラミック基板と、前記第1のセラミック基板と前記第2のセラミック基板とにより、その膜厚方向から挟持されることで、トラック幅方向に対して略中央部に位置する磁気抵抗効果素子を有する電磁変換部とを具備する薄膜磁気ヘッドにおいて、

前記トラック幅方向は、前記電磁変換部が情報を伝達するときに、媒体に対して前記磁気ヘッドの移動方向と実質的に垂直であり、さらに前記第1および第2のセラミック基板はそれぞれ電磁変換部の両側に、前記第1および第2のセラミック基板が電磁変換部からの熱を放散するように、配置されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

## 【請求項2】

前記第1セラミック基板および前記第2のセラミック基板の少なくとも一方は、熱伝導率が10W/mKないし270W/mKの範囲のセラミック基板からなることを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

## 【請求項3】

前記第1セラミック基板および前記第2のセラミック基板の少なくとも一方は、ビッカース硬度が800 Hvないし3000 Hvの範囲のセラミック基板からなることを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

## 【請求項4】

前記電磁変換部は前記第1および第2セラミック基板の間に保持された絶縁層内に配置さ

れていることを特徴とする請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 5】

前記前記第 1 および第 2 セラミック基板の少なくとも一方は、前記絶縁層よりも高い熱伝導率を有することを特徴とする請求項 4 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 6】

前記電磁変換部は前記第 1 セラミック基板上に形成され、前記絶縁層および前記第 2 のセラミック基板はその間を無機材料の接合層で接合されていることを特徴とする請求項 5 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 7】

前記接合層は不活性な金属からなる接着剤層を有していることを特徴とする請求項 6 記載の薄膜磁気ヘッド。 10

【請求項 8】

前記磁気抵抗効果素子は、互いに対向する Co 系磁性層と Cu 系非磁性層とからなることを特徴とする請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 9】

高い熱伝導率を有する第 1 のセラミック基板と、高い熱伝導率を有する第 2 のセラミック基板と、前記第 1 のセラミック基板と前記第 2 のセラミック基板との間に、電磁変換部に従って決定されるトラック幅方向に保持されている磁気抵抗効果素子を有する電磁変換部とを具備する薄膜磁気ヘッドにおいて、

前記トラック幅方向は、前記電磁変換部が情報を伝達するときに、媒体に対して前記磁気ヘッドの移動方向と実質的に垂直であり、さらに前記第 1 および第 2 のセラミック基板はそれぞれ電磁変換部の両側に、前記第 1 および第 2 のセラミック基板が電磁変換部からの熱を放散するように、配置されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。 20

【請求項 10】

前記電磁変換部は実質的にトラック幅方向に対して前記磁気ヘッドの中心にあることを特徴とする請求項 9 の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 11】

前記第 1 セラミック基板および前記第 2 のセラミック基板の少なくとも一方は、熱伝導率が  $10\text{W/mK}$  ないし  $270\text{W/mK}$  の範囲のセラミック基板からなることを特徴とする請求項 9 記載の薄膜磁気ヘッド。 30

【請求項 12】

前記第 1 セラミック基板および前記第 2 のセラミック基板の少なくとも一方は、ビッカース硬度が  $800\text{ Hv}$  ないし  $3000\text{ Hv}$  の範囲のセラミック基板からなることを特徴とする請求項 9 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 13】

前記電磁変換部は前記第 1 のセラミック基板上に形成され、かつ前記電磁変換部は無機接合層を介して前記第 2 のセラミック基板と接合されていることを特徴とする請求項 9 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 14】

媒体対向面側に磁気ギャップを挟んで形成された少なくとも 1 対の磁気コアと、前記 1 対の磁気コアを介して記録媒体から信号磁界が導かれる磁気抵抗効果素子とを有する電磁変換部と、前記電磁変換部を厚さ方向から挟持する、高い熱伝導率を有する第 1 および第 2 のセラミック基板からなる薄膜磁気ヘッドであって、

前記厚さ方向は、電磁変換部が情報を伝達する時、媒体に対する磁気ヘッドの移動方向と実質的に垂直な方向であり、また

前記第 1 および第 2 のセラミック基板は、前記第 1 および第 2 のセラミック基板が電磁変換部から熱を放散するように、電磁変換部の両側に配置されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 15】

前記電磁変換部は前記 1 対の磁気コアに記録磁界を供給するコイルを有することを特徴

50

とする請求項 1 4 記載の薄膜磁気ヘッド。

**【請求項 1 6】**

前記電磁変換部はトラック幅方向に対して実質的に前記薄膜磁気ヘッドの中央部に位置していることを特徴とする請求項 1 4 記載の薄膜磁気ヘッド。

**【請求項 1 7】**

前記第 1 セラミック基板および前記第 2 のセラミック基板の少なくとも一方は、熱伝導率が 10W/mK ないし 270W/mK の範囲のセラミック基板からなることを特徴とする請求項 1 4 記載の薄膜磁気ヘッド。

**【請求項 1 8】**

前記第 1 セラミック基板および前記第 2 のセラミック基板の少なくとも一方は、ビッカース硬度が 800 Hv ないし 3000 Hv の範囲のセラミック基板からなることを特徴とする請求項 1 4 記載の薄膜磁気ヘッド。

10

**【請求項 1 9】**

前記電磁変換部は前記第 1 のセラミック基板上に形成され、かつ前記電磁変換部は無機接合層を介して前記第 2 のセラミック基板と接合されていることを特徴とする請求項 1 4 記載の薄膜磁気ヘッド。

**【請求項 2 0】**

磁気記録媒体と薄膜磁気ヘッドを有する磁気ヘッドスライダーからなる磁気記録装置において、

前記薄膜磁気ヘッドが、高い熱伝導率を有する第 1 のセラミック基板と、高い熱伝導率を有する第 2 のセラミック基板と、および磁気抵抗素子を有する電磁変換部からなり、前記電磁変換部は、前記第 1 のセラミック基板と前記第 2 のセラミック基板との間に、その膜厚方向から、それにより前記電磁変換部が変換素子に従って決定される前記磁気記録媒体のトラック幅方向に対して前記ヘッドスライダーの略中央部に位置するよう、保持されている。

20

さらに前記トラック幅方向は、電磁変換部が情報を伝達する時、媒体に対する磁気ヘッドの移動方向と実質的に垂直な方向であり、また

前記第 1 および第 2 のセラミック基板は、前記第 1 および第 2 のセラミック基板が電磁変換部から熱を放散するように、電磁変換部の両側に配置されていることを特徴とする磁気記録装置。

30

**【請求項 2 1】**

前記磁気ヘッドスライダーの前記磁気記録媒体からの浮上量は 100 nm 以下であることを特徴とする請求項 2 0 記載の磁気記録装置。

**【請求項 2 2】**

磁気記録媒体および薄膜磁気ヘッドを有する磁気ヘッドスライダーからなる磁気記録装置において、

前記薄膜磁気ヘッドが高い熱伝導率を有する第 1 のセラミック基板、高い熱伝導率を有する第 2 のセラミック基板、および磁気抵抗効果素子を有する電磁変換部からなり、前記電磁変換部は、前記第 1 のセラミック基板と前記第 2 のセラミック基板との間に、電磁変換部に従って決められるトラック幅方向に保持されており、

40

前記トラック幅方向は、前記電磁変換部が情報を伝達するときに、媒体に対して前記磁気ヘッドの移動方向と実質的に垂直であり、さらに前記第 1 および第 2 のセラミック基板はそれぞれ電磁変換部の両側に、前記第 1 および第 2 のセラミック基板が電磁変換部からの熱を放散するように、配置されていることを特徴とする磁気記録装置。

**【請求項 2 3】**

前記電磁変換部は実質的に前記トラック幅方向に対して前記薄膜磁気ヘッドの中央に位置することを特徴とする請求項 2 2 記載の磁気記録装置。

**【請求項 2 4】**

前記磁気ヘッドスライダーの前記磁気記録媒体からの浮上量は 100 nm 以下であることを特徴とする請求項 2 2 記載の磁気記録装置。

50

## 【請求項 2 5】

磁気記録媒体および薄膜磁気ヘッドを有する磁気ヘッドライダーからなる磁気記録再生装置において、

前記薄膜磁気ヘッドが前記磁気記録媒体からの発生する磁界により信号を読み取りまたは前記磁気媒体に磁界により信号を書き込みする磁気抵抗効果素子を有する電磁変換部であって、媒体対向面側に磁気ギャップが介在された一対の磁気コアと、前記一対の磁気コアを介して前記記録媒体から信号磁束が導かれる前記磁気抵抗効果素子とを有する前記電磁変換部と、

前記電磁変換部を膜厚方向から保持する高い熱伝導率を有する第1のセラミック基板と第2のセラミック基板を備えることを特徴とする磁気記録再生装置。

10

## 【請求項 2 6】

前記電磁変換部は、前記一対の磁気コアに記録磁界を供給するフラットコイルを有することを特徴とする、請求項2 5記載の磁気記録再生装置。

## 【請求項 2 7】

前記電磁変換部は、実質的に前記磁気記録媒体のトラック幅方向に対して前記薄膜磁気ヘッドの中央に位置することを特徴とする請求項2 5記載の磁気記録再生装置。

## 【請求項 2 8】

前記磁気ヘッドライダーの前記磁気記録媒体からの浮上量は100 nm以下であることを特徴とする請求項2 5記載の磁気記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

20

## 【0 0 0 1】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は薄膜磁気ヘッドと磁気ディスク装置などの磁気記録装置に係り、特に磁気記録媒体からの浮上量が低い薄膜磁気ヘッドと磁気記録装置に関する。

## 【0 0 0 2】

## 【従来の技術】

磁気ディスク装置(HDD)においては、図12に示すような薄膜磁気ヘッドを使用した磁気ヘッド(スライダ)1が用いられている。図12に示す磁気ヘッド(スライダ)1は、主表面に $\text{Al}_2\text{O}_3$ 膜3などの絶縁層が設けられた $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{TiC}$ 基板2を有している。

30

## 【0 0 0 3】

$\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{TiC}$ 基板2の媒体対向面には、両側面にそれぞれスライダ部4が設けられている。スライダ部4の媒体対向面はそれぞれABS(Air Bearing Surface)とされており、これらにより磁気ヘッド(スライダ)1は磁気ディスクから浮上している。記録再生部としての電磁変換部5は、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 膜3内に配置されている。電磁変換部5にはいわゆる薄膜磁気ヘッドが用いられる。図中6は電磁変換部5に記録磁界を供給するコイルである。電磁変換部5は、媒体進行方向との関係やその製造工程から、一方のスライダ部4側に配置されている。

## 【0 0 0 4】

ところで、HDDなどの磁気記録装置においては、記録情報の高密度化が強く望まれている。高密度記録を達成する上で、狭トラック化、狭ギャップ化は必須技術である。例えば、記録密度が200 Mb/inch<sup>2</sup> (bpsi)のHDDでは、記録トラック幅は7 μm、トラック間距離およびトラック幅公差は2 μm程度である。記録密度を1 Gbpsi以上、さらには5 Gbpsi以上とするために、記録トラック幅は3~5 μm以下、トラック幅公差は0.5 μm以下とすることが望まれている。

40

## 【0 0 0 5】

このような記録情報の高密度化に伴い、信号磁束量は低下する。これを補うために、あるいは分解能向上のために、磁気記録媒体からの磁気ヘッドの浮上量を低下させる必要が生じている。従来のHDDでは100 nmを超えていた磁気ヘッドの浮上量を、100 nm以下とすることが一般化しつつある。特に、1 Gbpsi以上では磁気ヘッドの浮上

50

量を約 50 nm 以下、5 Gbps 以上では 20 nm 以下となることもある。一方、再生ヘッドに関しては、記録トラック幅の縮小に伴う再生出力の低下を補うために、高感度な磁気抵抗効果素子 (MR 素子) を適用した磁気ヘッド (MR ヘッド) が使用されるようになってきている。図 13 は電磁変換部 5 の再生部として用いられるシールド型 MR ヘッドの構成を示している。

#### 【0006】

$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$  基板 2 の主表面上には、 $\text{AlO}_x$  膜 3 を介してパーマロイなどからなる下側磁気シールド層 11 が形成されている。 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$  基板 2 は、磁気ヘッドスライダ 1 を構成する基板である。下側磁気シールド層 11 上には、再生磁気ギャップを構成する非磁性絶縁膜 12 を介して、磁気抵抗効果膜 (MR 膜) 13 が形成されている。MR 素子 14 は、MR 膜 13 とその両端に接続された一対のリード 15 により構成されている。

#### 【0007】

MR 素子 14 上には、再生磁気ギャップを構成する非磁性絶縁膜 16 を介して、上側の磁気シールド層 17 が配置されている。これらによって、再生部としてのシールド型 MR ヘッドが構成されている。シールド型 MR ヘッドにおける信号磁界の検出は、例えば一対のリード 15 にセンス電流を流し、MR 膜 13 の平均磁化方向の変化に伴う素子抵抗を測定することにより行われる。

#### 【0008】

電磁変換部 5 の記録部は、上側磁気シールド層 17 に引き続いて形成される。記録部は、記録磁気ギャップを介して磁気回路を構成する上下一対の磁極 (図示せず) を有する。コイル 6 は一対の磁極間に記録磁界を発生させるためのものである。記録部上には  $\text{AlO}_x$  膜など絶縁保護膜が形成される。この絶縁保護膜は  $\text{AlO}_x$  膜 2 の一部を構成する。

#### 【0009】

ABS を利用して磁気ヘッドスライダ 1 を磁気ディスクから浮上させている HDD では、磁気ヘッドスライダ 1 と磁気ディスクとが接触するというような問題は基本的には発生しないはずである。しかしながら、グライドハイドと呼ばれる媒体表面の突起によって、電磁変換部 5 と記録媒体との接触が起こる。これは磁気ヘッドスライダ 1 の低浮上化により顕著になる。電磁変換部 5 と記録媒体との接触は再生部の MR 膜 13 の温度を局部的に上昇させる。MR 膜 13 の温度上昇は再生電圧出力レベルを変動させ、サーマルアスペリティと呼ばれる読み出し出力波形の劣化を起こしエラーを生じさせる。

#### 【0010】

加えて、MR 素子 14 を適用した再生部では、抵抗変化を測定するためのセンス電流 (~ 5 mA) によっても 40 程度の温度上昇がある。環境温度 80 の下では、MR 素子 14 の温度が 120 ~ 130 程度まで温度上昇することになる。このような MR 素子 14 の温度上昇は、長期的に見ると MR 膜 13 の界面拡散やそれを構成する磁性層の特性劣化などを引き起こすことになる。

#### 【0011】

磁気ヘッドスライダ 1 の浮上量を記録媒体の平滑限界である 20 nm 程度以下とすると、電磁変換部 5 と記録媒体との接触確率が急増する。さらに、磁気ヘッドスライダ 1 の一方の側面側に電磁変換部 5 が配置されていることも、シーク時の電磁変換部 5 と記録媒体との接触確率の増大原因となっている。これらによって、MR 膜 13 の近傍を含む広い面積で、磁気ヘッドと磁気記録媒体とが接触する。このように、広い面積で接触する磁気ヘッドの媒体対向面に硬度の小さい  $\text{AlO}_x$  膜 2 などが露出していると偏摩耗が発生する。媒体対向面の偏摩耗は磁気ヘッドと記録媒体との間の距離を広げ、記録分解能および再生分解能を劣化させる。摩耗量が大きい場合には、媒体対向面よりさらに奥の構成材料が順次露出する。これにより、記録媒体の潤滑層の粒子が吸着されて消費し、潤滑層の摩耗をも引き起こすことになる。さらに、電磁変換部 5 が側面側に配置されている磁気ヘッドスライダ 1 は、記録密度を高密度化した際に、記録トラックのトレース精度が低下しやすいという問題も有している。

10

20

30

40

50

**【0012】**

一方、MR膜と記録媒体との直接の接触を避けるヘッド構造として、磁気ヨークを介してMR膜に信号磁界を流入させるヨーク型MRヘッドが提案されている（特開平8-138215号公報など参照）。ヨーク型MRヘッドでは、例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>・TiC基板上に絶縁膜を介して、磁気ヨークとなる一対の磁気コアを配置する。一対の磁気コアは同一平面を構成するように磁気ギャップを介して配置される。このような平面型の磁気ヨーク上にMR素子が配置される。記録部のコイルは、磁気ヨークを一対の磁極とするように形成される。

**【0013】**

ヨーク型MRヘッドを適用した磁気ヘッド（スライダ）では、電磁変換部を有するスライダ部のABSの幅が、他方のスライダ部のABSの幅より狭く設定される。さらに、電磁変換部を有するスライダ部の浮上高さは、他方のスライダ部の浮上高さより低く設定される。これらによって、電磁変換部の先端部が記録媒体とニアコンタクトする構成とされている。

**【0014】**

このようなヨーク型MRヘッドを用いた磁気ヘッド（スライダ）においても、シールド型MRヘッドを用いた磁気ヘッド（スライダ）と同様な問題を生じる可能性がある。さらに、ヨーク型MRヘッドは、一対の磁気コアを平面方向の配置しているため、媒体対向面に露出する電磁変換部の厚さがシールド型MRヘッドに比べて薄い。MR膜は媒体対向面に直接露出していないものの、電磁変換部がより一層摩耗しやすいという問題を有している。

**【0015】****【発明が解決しようとする課題】**

上述したように、磁気ヘッド（スライダ）を低浮上走行させると、記録媒体との接触により媒体対向面に露出する電磁変換部が発熱し、サーマルアスペリティを引き起こすという問題がある。MR膜へのセンス電流による温度上昇によっても特性劣化が生じる。このようなことから、MR膜を含む電磁変換部近傍の放熱性を高めることが強く望まれている。

**【0016】**

さらに、磁気ヘッド（スライダ）の浮上量が記録媒体の平滑限界以下になると、電磁変換部近傍の広い面積で摩耗が起こり、記録および再生分解能が劣化するという問題がある。摩耗量が大きい場合には、記録媒体側の潤滑層の摩耗をも引き起こすことになる。このようなことから、磁気ヘッド（スライダ）を低浮上走行させた際の電磁変換部近傍の摩耗を抑制することが望まれている。

**【0017】**

電磁変換部が側面側に配置されている磁気ヘッド（スライダ）は、電磁変換部と記録媒体との接触確率の増大原因となっている。さらに記録密度を高密度化した際に、記録トラックのトレース精度が低下しやすいという問題も有している。このようなことから、磁気ヘッド（スライダ）を安定走行を可能にする技術が求められている。

**【0018】**

本発明は、このような課題に対処するためになされたもので、サーマルアスペリティの発生や温度上昇に伴う電磁変換部の特性劣化を抑制するために、電磁変換部近傍の放熱性を高めた薄膜磁気ヘッド、およびそれを用いた磁気記録装置を提供することを目的としている。本発明の他の目的は、記録および再生分解能の劣化や記録媒体側の潤滑層の摩耗を抑えるために、電磁変換部近傍の摩耗を抑制することを可能にした薄膜磁気ヘッド、およびそれを用いた磁気記録装置を提供することにある。本発明のさらに他の目的は、ヘッドスライダの安定走行を実現した薄膜磁気ヘッド、およびそれを用いた磁気記録装置を提供することにある。

**【0019】**

**【問題を解決するための手段】**本発明の第1の薄膜磁気ヘッドは、請求項1に記載したように、高い熱伝導率を有する第1のセラミック基板と、高い熱伝導率を有する第2のセラ

10

20

30

40

50

ミック基板と、前記第1のセラミック基板と前記第2のセラミック基板とにより、その膜厚方向から挟持されることで、トラック幅方向に対して略中央部に位置する磁気抵抗効果素子を有する電磁変換部とを具備する薄膜磁気ヘッドであって、前記トラック幅方向は、前記電磁変換部が情報を伝達するときに、媒体に対して前記磁気ヘッドの移動方向と実質的に垂直であり、さらに前記第1および第2のセラミック基板はそれぞれ電磁変換部の両側に、前記第1および第2のセラミック基板が電磁変換部からの熱を放散するように、配置されていることを特徴としている。

【0020】

本発明の第2の薄膜磁気ヘッドは、請求項9に記載したように、高い熱伝導率を有する第1のセラミック基板と、高い熱伝導率を有する第2のセラミック基板と、前記第1のセラミック基板と前記第2のセラミック基板との間に、電磁変換部に従って決定されるトラック幅方向に保持されている磁気抵抗効果素子を有する電磁変換部とを具備する薄膜磁気ヘッドであって、前記トラック幅方向は、前記電磁変換部が情報を伝達するときに、媒体に対して前記磁気ヘッドの移動方向と実質的に垂直であり、さらに前記第1および第2のセラミック基板はそれぞれ電磁変換部の両側に、前記第1および第2のセラミック基板が電磁変換部からの熱を放散するように、配置されていることを特徴としている。

10

【0021】

本発明の第3の薄膜磁気ヘッドは、請求項14に記載したように、媒体対向面側に磁気ギヤップを挟んで形成された少なくとも1対の磁気コアと、前記1対の磁気コアを介して記録媒体から信号磁界が導かれる磁気抵抗効果素子とを有する電磁変換部と、前記電磁変換部を厚さ方向から挟持する、高い熱伝導率を有する第1および第2のセラミック基板からなる薄膜磁気ヘッドであって、前記厚さ方向は、電磁変換部が情報を伝達する時、媒体に対する磁気ヘッドの移動方向と実質的に垂直な方向であり、また前記第1および第2のセラミック基板は、前記第1および第2のセラミック基板が電磁変換部から熱を放散するように、電磁変換部のそれぞれの両側に配置されていることを特徴としている。

20

【0022】

本発明の薄膜磁気ヘッドは、請求項2、11および19に記載したように、第1セラミック基板および第2セラミック基板の少なくとも一方が、熱伝導率が10W/mKないし270W/mKの範囲のセラミック基板からなることを特徴としている。さらに請求項3、12および18に記載したように、第1セラミック基板および第2セラミック基板の少なくとも一方が、熱伝導率がビッカース硬度が800 Hvないし3000 Hvの範囲のセラミック基板からなることを特徴としている。

30

【0023】

さらにまた、第1の薄膜磁気ヘッドは、電磁変換部は、請求項4記載のように、第1セラミック基板および第2セラミック基板の間に保持された絶縁層内に配置されていることを特徴とし、さらに請求項5記載のように、第1および第2のセラミック基板のうち少なくとも一方が絶縁層よりも高い熱伝導率を有することを特徴とし、さらにまた請求項6記載のように、電磁変換部は第1のセラミック基板の上に形成され、且つ絶縁部および第2のセラミック基板はその間を無機材料の接合層で接合されており、さらに請求項7記載のように、接合層は不活性の金属からなる接着剤層を有していることを特徴としている。

40

第2および第3の薄膜磁気ヘッドでは、請求項13および19に記載のように、電磁変換部は第1セラミック基板の上に形成され無機接合層を介して第2セラミック基板に接合されていることわ特徴としている。

【0024】

本発明の薄膜磁気ヘッドにおいては、電磁変換部を第1および第2のセラミックス基板で挟持している。従って、電磁変換部などが記録媒体表面の突起部と接触して温度が上昇しても、第1および第2のセラミックス基板に効率よく放熱される。これにより、サーマルアスペリティの発生を低減することができる。センス電流による電磁変換部の温度上昇なども抑制することができる。さらに、電磁変換部と記録媒体との接触による摩耗は、電磁変換部を挟持する第1および第2のセラミックス基板により抑制される。

50

## 【0025】

さらに、電磁変換部を薄膜磁気ヘッドの略中央部に配置した場合、走行時の安定性が増大する。従って、記録媒体との接触による摩耗量が低減でき、薄膜磁気ヘッドと磁気記録媒体との距離が大きくなつて記録再生分解能が低減するなどの問題を解消することができる。これらによつて、磁気ヘッドの浮上量が 100 nm 以下であつても良好な特性が得られる。

## 【0026】

本発明の薄膜磁気ヘッドの他の好ましい形態としては、以下に示すような構成が挙げられる。すなわち、第3の薄膜磁気ヘッドにおいて、電磁変換部はさらに一対の磁気コアに記録磁界を供給するコイルを有する。第2および第3の薄膜磁気ヘッドにおいて、電磁変換部はトラック幅方向に対して略中央部に位置している。本発明の薄膜磁気ヘッドにおいて、第1のセラミックス基板および第2のセラミックス基板の少なくとも一方は熱伝導率が 10 W / m K 以上のセラミックス基板からなる。あるいは、第1のセラミックス基板および第2のセラミックス基板の少なくとも一方はビックアース硬度が 800 Hv 以上のセラミックス基板からなる。

## 【0027】

本発明の磁気記録装置は、上述したような本発明の薄膜磁気ヘッドを有する磁気ヘッドスライダを具備するものである。

## 【0028】

本発明第1の磁気記録装置は、請求項20に記載のように、磁気記録媒体と薄膜磁気ヘッドを有する磁気ヘッドスライダーからなる磁気記録装置であつて、前記薄膜磁気ヘッドが、高い熱伝導率を有する第1のセラミック基板と、高い熱伝導率を有する第2のセラミック基板と、および磁気抵抗素子を有する電磁変換部からなり、前記電磁変換部は、前記第1のセラミック基板と前記第2のセラミック基板との間に、その膜厚方向から、それにより前記電磁変換部が変換素子に従つて決定される前記磁気記録媒体のトラック幅方向に対して前記ヘッドスライダーの略中央部に位置するよう、保持されおり、さらに前記トラック幅方向は、電磁変換部が情報を伝達する時、媒体に対する磁気ヘッドの移動方向と実質的に垂直な方向であり、また前記第1および第2のセラミック基板は、前記第1および第2のセラミック基板が電磁変換部から熱を放散するように、電磁変換部の両側に配置されていることを特徴としている。また

請求項21に記載のように、前記磁気ヘッドスライダーの前記磁気記録媒体からの浮上量は100 nm以下であることを特徴としている。また本発明第2の磁気記録装置は、請求項22に記載のように、磁気記録媒体および薄膜磁気ヘッドを有する磁気ヘッドスライダーからなる磁気記録装置において、前記薄膜磁気ヘッドが高い熱伝導率を有する第1のセラミック基板、高い熱伝導率を有する第2のセラミック基板、および磁気抵抗効果素子を有する電磁変換部からなり、前記電磁変換部は、前記第1のセラミック基板と前記第2のセラミック基板との間に、電磁変換部に従つて決められるトラック幅方向に保持されており、前記トラック幅方向は、前記電磁変換部が情報を伝達するときに、媒体に対して前記磁気ヘッドの移動方向と実質的に垂直であり、さらに前記第1および第2のセラミック基板はそれぞれ電磁変換部の両側に、前記第1および第2のセラミック基板が電磁変換部からの熱を放散するように、配置されていることを特徴としている。さらにこの第2の磁気記録装置は、請求項23に記載のように、電磁変換部は実質的に前記トラック幅方向に対して前記薄膜磁気ヘッドの中央に位置することを特徴とする、また請求項24に記載のように、前記磁気ヘッドスライダーの前記磁気記録媒体からの浮上量は100 nm以下であることを特徴としている。

## 【0029】

本発明の磁気記録再生装置は、請求項25に記載のように、磁気記録媒体および薄膜磁気ヘッドを有する磁気ヘッドスライダーからなる磁気記録再生装置であつて、前記薄膜磁気ヘッドが前記磁気記録媒体からの発生する磁界により信号を読み取りまたは前記磁気媒体に磁界により信号を書き込みする磁気抵抗効果素子を有する電磁変換部であつて、媒

10

20

30

40

50

体対向面側に磁気ギャップが介在された一対の磁気コアと、前記一対の磁気コアを介して前記記録媒体から信号磁束が導かれる前記磁気抵抗効果素子とを有する前記電磁変換部と、前記電磁変換部を膜厚方向から保持する高い熱伝導率を有する第1のセラミック基板と第2のセラミック基板を備えることを特徴としている。

【0030】

本発明の磁気記録再生装置の好ましい形態としては、請求項26に記載のように、前記電磁変換部は、前記一対の磁気コアに記録磁界を供給するフラットコイルを有すること、さらに請求項27記載のように、前記電磁変換部は、実質的に前記磁気記録媒体のトラック幅方向に対して前記薄膜磁気ヘッドの中央に位置すること、さらにまた、請求項28記載のように、前記磁気ヘッドライダーの前記磁気記録媒体からの浮上量は100nm以下であることである。

10

【0031】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を実施するための形態について説明する。

【0032】

図1は本発明の薄膜磁気ヘッドを適用した磁気ヘッド(スライダ)の第1の実施形態の概略構成を示す斜視図である。図1に示す磁気ヘッド(スライダ)21は、記録トラック幅方向の略中央部に、記録部および再生部を備える電磁変換部22を有している。電磁変換部22はAlO<sub>x</sub>(1x1.5)などからなる絶縁層23内に配置されている。電磁変換部22は、媒体対向面(図1では磁気ヘッド(スライダ)21の下面)に露出面を有している。磁気ヘッド(スライダ)21は、記録媒体の回転に応じて進行方向Pに向けて記録媒体から浮上している。

20

【0033】

絶縁層23内に配置されている電磁変換部22は、絶縁層23の一方の側面に設けられた接合層24を介して、第1のセラミックス基板25と第2のセラミックス基板26とによって、その膜厚方向から挟持されている。第1および第2のセラミックス基板25、26は、それらの積層方向が記録トラックの幅方向(図中T<sub>w</sub>)と平行となるように配置されている。言い換えると、第1および第2のセラミックス基板26は、絶縁層23内に配置された電磁変換部22を記録トラック幅方向T<sub>w</sub>から挟持している。電磁変換部22は第1および第2のセラミックス基板25、26に挟持されることによって、トラック幅方向T<sub>w</sub>の略中央部に位置している。

30

【0034】

図2は磁気ヘッド(スライダ)21の電磁変換部22近傍を媒体対向面側から見た断面図である。図2を参照して、電磁変換部22の形成位置について詳述する。すなわち、第1のセラミックス基板25の主表面には、絶縁性のAlO<sub>x</sub>膜23aなどが設けられている。電磁変換部22はAlO<sub>x</sub>膜23a上に形成されており、さらに保護絶縁層としてのAlO<sub>x</sub>膜23bで覆われている。電磁変換部22は、これらAlO<sub>x</sub>膜23a、23bからなる絶縁層23内に配置されている。

30

【0035】

電磁変換部22が形成された第1のセラミックス基板25は、接合層24を介して第2のセラミックス基板26と接合されている。第1および第2のセラミックス基板25、26の接合面には、それぞれ接合下地膜27、28が設けられている。これら接合下地膜27、28間に、水ガラスや低融点ガラスなどからなる接着剤層29を介在させて、第1のセラミックス基板25と第2のセラミックス基板26とを接合している。第2のセラミックス基板26の接合面側にも、必要に応じてAlO<sub>x</sub>膜などの絶縁層が設けられる。

40

【0036】

接着剤層29には水ガラスや低融点ガラスなどに限らず、Au、Pt、Ag、Cu、Ni、Ir、Coなどの不活性な金属を用いることもできる。各セラミックス基板25、26の接合下地膜27、28上に不活性な金属の薄膜を形成し、これら不活性な金属の薄膜を突き合わせて熱処理することにより、第1のセラミックス基板25と第2のセラミックス

50

基板 2 6 とを接合することができる。第 2 のセラミックス基板 2 6 側への放熱性を考慮した場合、接着剤層 2 9 には金属材料を使用することが好ましい。接合方法については後に詳述する。

#### 【 0 0 3 7 】

図 1 および図 2 に示す磁気ヘッド（スライダ）2 1 において、電磁変換部 2 2 近傍の媒体対向面（A B S）には、電磁変換部 2 2 、絶縁層 2 3 、接合層 2 4 、第 1 および第 2 のセラミックス基板 2 5 、2 6 が露出している。絶縁層 2 3 にはダイヤモンドライクカーボンを使用してもよい。ダイヤモンドライクカーボンは電磁変換部 2 2 近傍の放熱性の向上および高硬度化に寄与する。

#### 【 0 0 3 8 】

第 1 および第 2 のセラミックス基板 2 5 、2 6 には、電磁変換部 2 2 近傍の放熱性を高めるという目的からは熱伝導率が薄膜アルミナ（ $Al_2O_3$ ）以上、具体的には熱伝導率が  $10 W/mK$  以上の基板材料を用いることが好ましい。このような熱伝導率を有するセラミックス基板としては、 $Al_2O_3$ ・TiC 基板（熱伝導率： $20 \sim 50 W/mK$ ）、SiC 基板（熱伝導率： $270 W/mK$ ）、 $AlN$  基板（熱伝導率： $100 \sim 250 W/mK$ ）、 $Si_3N_4$  基板（ $50 \sim 100 W/mK$ ）、Ni-Zn フェライト基板（熱伝導率： $30 W/mK$ ）、 $Al_2O_3$  基板（熱伝導率： $10 \sim 30 W/mK$ ）などが挙げられる。第 1 および第 2 のセラミックス基板 2 5 、2 6 の熱伝導率は、特に  $20 W/mK$  以上であることが好ましい。

#### 【 0 0 3 9 】

一方、電磁変換部 2 2 近傍の摩耗を抑制するという観点からは、第 1 および第 2 のセラミックス基板 2 5 、2 6 には硬高度のセラミックス基板を用いることが好ましい。具体的には、ビックアーズ硬度が  $800 Hv$  以上のセラミックス基板を用いることが好ましい。このようなセラミックス基板としては、 $Al_2O_3$ ・TiC 基板（ビックアーズ硬度： $2000 \sim 2500 Hv$ ）、SiC 基板（ビックアーズ硬度： $2000 \sim 3000 Hv$ ）、 $Si_3N_4$  基板（ビックアーズ硬度： $1200 \sim 1900 Hv$ ）、Ni-Zn フェライト基板（ビックアーズ硬度： $800 Hv$ ）、 $Al_2O_3$  基板（ビックアーズ硬度： $2000 \sim 2100 Hv$ ）、 $ZrO_2$ （ビックアーズ硬度： $1200 \sim 1600 Hv$ ）などが挙げられる。

#### 【 0 0 4 0 】

第 1 および第 2 のセラミックス基板 2 5 、2 6 には、同材質のセラミックス基板を用いてもよいし、また異なる材質のセラミックス基板を使用することもできる。例えば、第 1 のセラミックス基板 2 5 に高硬度のセラミックス基板を適用し、第 2 のセラミックス基板 2 6 に高熱伝導性のセラミックス基板を適用することも可能である。

#### 【 0 0 4 1 】

電磁変換部 2 2 の再生部には、高出力が得られるMR素子を適用することが好ましい。MR素子を再生部に適用した電磁変換部 2 2 としては、例えば記録部と再生部を一体化したヨーク型記録再生部や、記録部と再生部を分離形成したシールド型記録再生部が挙げられる。特に、図 3 に示すような平面ヨーク型記録再生部が好ましく用いられる。なお、再生部のみを適用した平面ヨーク型再生部であってもよい。

#### 【 0 0 4 2 】

図 3 に示す平面ヨーク型記録再生部において、一対の磁気コア（磁性体層）3 1 、3 2 は、第 1 のセラミックス基板（図 3 では図示せず）上の  $Al_2O_3$  膜 2 3 a 上に形成されている。これら一対の磁気コア 3 1 、3 2 は、それらの主表面が  $Al_2O_3$  膜 2 3 a の表面と略平行となるように並列配置されている。また、磁気コア 3 1 、3 2 の膜厚がトラック幅に略一致する。一対の磁気コア 3 1 、3 2 の媒体対向面（A B S）側には磁気ギャップ 3 3 が介在されており、これらにより平面型磁気ヨーク 3 4 が構成されている。

#### 【 0 0 4 3 】

図 3 に示す構成では、磁気ギャップ 3 3 はトラック幅方向から媒体進行方向に傾いて形成されている（アジマス角の付与）。角度  $\theta$  は、隣接するトラックとのクロストークを効果

10

20

30

40

50

的に防止するために適宜付与されるものである。

【0044】

一对の磁気コア31、32上には、絶縁膜35を介してMR膜36が形成されている。MR膜36は、媒体対向面(ABS)から後退したヘッド内部に配置されており、その両端部にはMR膜36にセンス電流を供給する一对の電極37が形成されている。これらMR膜36および一对の電極37はMR素子38を構成している。媒体対向面(ABS)には、磁気ギャップ33を介して配置された一对の磁気コア31、32からなる平面型磁気ヨーク34のみが露出している。

【0045】

MR膜36には、例えば電流方向と磁性層の磁化モーメントの成す角度に依存して電気抵抗が変化する異方性磁気抵抗効果膜(AMR膜)、磁性層と非磁性層との積層構造を有し、各磁性層の磁化の成す角度に依存して電気抵抗が変化するスピンドル膜や人工格子膜などの巨大磁気抵抗効果膜(GMR)が用いられる。AMR膜の構成材料としてはNi<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub>などが挙げられる。スピンドル膜にはCo<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>/Cu/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>積層膜などが用いられる。スピンドル膜では、一方のCo<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>膜(強磁性膜)に隣接させてFeMnやIrMnなどからなる反強磁性膜が配置され、一方のCo<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>膜の磁化が固着される。

【0046】

平面型磁気ヨーク34の媒体対向面(ABS)から見て後方部側、すなわちバックギャップ39上には、絶縁膜35を一部除去して一对の磁気コア31、32と磁気的に結合させたバックコア40が形成されている。これらは記録磁気ループを形成している。この記録磁気ループを横切るように、記録コイル41が平面的に巻かれている。記録媒体は磁気コア31、32を横切る方向で走査される。すなわち、トラック幅は磁気コア31、32の厚さに相当し、記録および再生ビット長はギャップ33の幅に相当する。

【0047】

上述したような磁気ヘッド(スライダ)21は、例えば図4および図5に示す磁気ディスク装置などの磁気記録装置に搭載される。図4および図5はロータリーアクチュエータを用いた磁気ディスク装置50の概略構造を示している。

【0048】

磁気ディスク51はスピンドル52に装着され、駆動装置制御源(図示せず)からの制御信号に応答するモータ53により回転する。磁気ディスク51上を浮上した状態で情報の記録再生を行う電磁変換部を有するヘッドスライダ54は、薄膜状のサスペンション55の先端に取り付けられている。磁気ディスク51が回転すると、ヘッドスライダ54の媒体対向面(ABS)は磁気ディスク51の表面から所定の浮上量d(0以上100nm以下)をもって保持される。

【0049】

ヘッドスライダ54は、上述した実施形態の磁気ヘッドスライダ21により構成されたものであり、上述した平面ヨーク型記録再生部などの電磁変換部22(図4および図5では図示せず)を有している。ヘッドスライダ54は、磁気ディスク51の回転方向に対して第1および第2のセラミックス基板25、26の積層方向があおよそ直交するように配置される。図6に磁気ディスク51の記録トラック51aとヘッドスライダ54の電磁変換部22との相対的な位置関係を示す。

【0050】

サスペンション55は、図示しない駆動コイルを保持するボビン部等を有するアクチュエータアーム56の一端に接続されている。アクチュエータアーム56の他端には、リニアモータの1種であるボイスコイルモータ57が設けられている。ボイスコイルモータ57は、アクチュエータアーム56のボビン部に巻き上げられた図示しない駆動コイルと、それを挟み込むように対向して配置された永久磁石および対向ヨークからなる磁気回路とから構成される。アクチュエータアーム56は、固定軸58の上下2カ所に設けられた図示しないボールベアリングによって保持され、ボイスコイルモータ57により回転摺動

10

20

30

40

50

が自在にできるようになっている。

【0051】

上述した実施形態の磁気ヘッド(スライダ)21では、電磁変換部22をその膜厚方向の両側から第1および第2のセラミックス基板25、26で挟持している。従って、磁気ディスク51などの記録媒体と電磁変換部22とが接触した際に発生する熱を、第1および第2のセラミックス基板25、26にそれぞれ放出することができる。図12に示した電磁変換部の片側にのみ基板を有する従来の磁気ヘッドスライダと比べて約2倍の熱放出効率が得られる。特に第1および第2のセラミックス基板25、26として熱伝導率が10W/mK以上、さらには20W/mK以上のセラミックス基板を使用することによって、電磁変換部22からの熱放出効率を高めることができる。

10

【0052】

このように、電磁変換部22近傍の放熱性を高め、電磁変換部22からの熱放出効率を向上させることによって、電磁変換部22の温度上昇を抑制することが可能となる。従って、グライドハイドと呼ばれる記録媒体表面の突起との接触により電磁変換部22の温度が局部的に上昇しても、サーマルアスペリティと呼ばれる再生電圧出力レベルの変動は生じず、読み出しエラーの発生を低減することができる。電磁変換部22近傍の放熱性の向上は、センス電流によるMR膜36の温度上昇の抑制にも寄与する。これにより、MR膜36を構成する磁性層の特性劣化なども抑制される。

【0053】

さらに、電磁変換部22近傍の媒体対向面(ABS)には、電磁変換部22と絶縁層23のみならず、第1および第2のセラミックス基板25、26が露出している。電磁変換部22と磁気ディスク51などの記録媒体とが接触した場合、摩耗しやすい電磁変換部22やAlO<sub>x</sub>などからなる絶縁層23は記録媒体と接触するが、耐摩耗性に優れる第1および第2のセラミックス基板25、26も同時に記録媒体と接触する。従って、電磁変換部22や絶縁層23の摩耗の進行を抑制することができる。特に、第1および第2のセラミックス基板25、26としてビックカース硬度が800HV以上のセラミックス基板を使用することによって、電磁変換部22近傍の摩耗を大幅に抑制することができる。

20

【0054】

このように、電磁変換部22近傍の摩耗を抑制することによって、電磁変換部22と記録媒体との距離を安定に保つことができる。従って、記録および再生分解能の劣化を抑制することができる。さらに、記録媒体側の潤滑層の摩耗なども抑制することができる。

30

【0055】

電磁変換部22近傍の摩耗抑制効果は、電磁変換部22に平面ヨーク型記録再生部(もしくは平面ヨーク型再生部)を適用した場合に顕著である。図3に示したような平面ヨーク型記録再生部では、磁気ヨーク34の一主面が記録媒体から一方の磁気コア31、MR膜36、他方の磁気コア32へと流れる磁束と実質的に平行である。言い換えると、磁束の流れがMR膜36の膜面方向と実質的に平行である。このため、電磁変換部22の媒体対向面(ABS)に露出している厚さが10~50μm程度と薄く、摩耗が進行しやすい。シールド型再生部の場合、流れる磁束がMR膜の膜面方向と実質的に垂直であるために電磁変換部の厚さは200μm程度と厚い。本発明によれば、媒体対向面(ABS)への露出部の厚さが薄い平面ヨーク型記録再生部(もしくは平面ヨーク型再生部)の膜減りを効果的に抑制することができる。

40

【0056】

図7に、この実施形態の磁気ヘッド(スライダ)および従来の平面ヨーク型再生部を使用した磁気ヘッド(スライダ)を低浮上走行させた後の記録媒体表面の観察結果を示す。測定結果Aに示すように、保護絶縁膜やABS保護膜として用いたAlO<sub>x</sub>膜が媒体対向面に露出する従来の磁気ヘッドスライダでは、記録媒体表面の潤滑材に傷が観察された。一方、本発明の実施形態による磁気ヘッド(スライダ)では安定性が向上し、かつ媒体対向面にAlO<sub>x</sub>膜よりも硬度の大きいセラミックス基板25、26が露出しているため、測定結果Bに示すように、そのような傷は観察されなかった。

50

## 【0057】

上述した実施形態の磁気ヘッド(スライダ)21では、記録トラック幅方向の略中央部に電磁変換部22を配置している。従って、電磁変換部が一方の側面側に形成されている従来の磁気ヘッド(スライダ)に比べて、アクチュエータアーム56へのヘッドスライダ54の取付け誤差による電磁変換部22と記録媒体との接触頻度などを低減することができる。さらに、記録トラック幅方向の略中央部に配置されていると共に、その両側からセラミック基板25、26により挟持されている電磁変換部22は、走行安定性や記録トラックのトレース精度などを向上させる。このような効果は電磁変換部22を両側からセラミック基板25、26で挟持することにより容易に得ることができる。

## 【0058】

本発明を適用した磁気ヘッド(スライダ)を採用することによって、磁気記録密度を高めることができ、大容量で信頼性の高い磁気ディスク装置などの磁気記録装置を提供することが可能となる。本発明は磁気ヘッド(スライダ)の浮上高さdを100nm以下の低浮上走行させる場合に、特に効果を発揮するものである。なお、上述した実施形態では電磁変換部の記録再生部に平面ヨーク型記録再生部を適用した場合について説明した。本発明はこの他に、図13に示したようなシールド型再生部(もしくはシールド型記録再生部)などの各種の再生部および記録部を適用することができる。図13に示したシールド型再生部は、その膜厚方向から第1および第2のセラミック基板により挟持することができる。

## 【0059】

図8は、図1に示した磁気ヘッド(スライダ)21の変形例の概略構成を示す斜視図である。図8に示す磁気ヘッド(スライダ)21において、電磁変換部22近傍の媒体対向面(ABS)には、電磁変換部22とAlO<sub>x</sub>などからなる絶縁層23が露出している。このようなヘッド構造においても、電磁変換部22近傍の放熱性を高めることができる。ただし、電磁変換部22近傍の摩耗は大きくなりやすいことから、耐摩耗性に関しては図1に示した磁気ヘッド(スライダ)21の方が優れている。図8に示した磁気ヘッド(スライダ)21においては、絶縁層23としてダイヤモンドライカーボンを使用することが効果的である。これにより、電磁変換部22近傍の摩耗が抑制される。

## 【0060】

次に、上述した実施形態で示した電磁変換部22としての平面ヨーク型記録再生部、およびそれを用いた磁気ヘッド(スライダ)21の製造方法について説明する。まず、図9を参照して電磁変換部22としての平面ヨーク型記録再生部の製造工程について述べる。

## 【0061】

図9(a)に示すように、第1のセラミック基板25の表面にAlO<sub>x</sub>(1.5nm)膜などの絶縁膜23aを、2極RFダイオードスパッタ法などで形成する。次いで、絶縁膜23a上にNiFe、CoZrNbのような軟磁性材料膜を成膜後、レジストマスクを用いたイオンビームエッチングなどで第1の磁気コア(ヨーク半体)31を形成する。

## 【0062】

続いて、図9(b)に示すように、第1の磁気コア31上を含む絶縁膜23a上に、磁気ギャップ33となるAlO<sub>x</sub>やSiO<sub>x</sub>などの非磁性膜と、第2の磁気コア32となるNiFe、CoZrNbのような軟磁性材料膜32を連続して成膜する。この後、図9(c)に示すように、分子量の小さいレジスト61を塗布し、ベークさせてその表面を平坦化する。

## 【0063】

そして、図9(d)に示すように、レジスト61と軟磁性材料膜32とが同一のエッチングレートでエッチングされるように、例えばイオン入射角を設定する。このような条件下、第1の磁気コア31上の磁気ギャップ33が露出するまでイオンビームによりエッチングして、第2の磁気コア32を形成する。

## 【0064】

10

20

30

40

50

この後、図9(e)に示すように、第1および第2の磁気コア31、32の表面にA10<sub>x</sub>などの絶縁膜35を形成した後、MR膜36およびその長手方向両端に接続する一対の電極37を形成する。このようにして、平面ヨーク型再生部を有する電磁変換部22が完成する。さらに、MR膜36の後方側にバックコアや記録コイル(図9(e)では図示せず)を形成し、これらの表面を保護絶縁膜で覆うことによって、平面ヨーク型記録再生部を有する電磁変換部22が完成する。この電磁変換部22の厚さは約10~50μm程度の薄膜である。

#### 【0065】

なお、記録部は再生部の平面ヨークとは別に一対の磁極を形成して構成することも可能である。この場合、再生部の平面ヨークと記録部の磁極とを、非磁性絶縁膜を介して積層した構造とすることができます。

10

#### 【0066】

次に、図10を参照して電磁変換部22としての平面ヨーク型記録再生部の製造工程について述べる。

#### 【0067】

まず、図10(a)に示すように、電磁変換部22が形成された第1のセラミックス基板25表面に、A10<sub>x</sub>などの保護絶縁膜23bを2極RFダイオードスパッタ法などで形成し、その表面をポリッシング法などにより平坦化させる。電磁変換部22は絶縁層23内に配置されている。次いで、平坦化した絶縁層23の表面にパッシベーション膜や後に用いる接合材料との密着性の高い材料、例えばTiなどからなる接合下地膜27を形成する。

20

#### 【0068】

一方、図10(b)に示すように、表面に同様な接合下地膜28を形成した第2のセラミックス基板26を準備する。第2のセラミックス基板26は、表面に絶縁層23cを有するものであってもよい。

#### 【0069】

次に、図10(c)に示すように、第1のセラミックス基板25と第2のセラミックス基板26とを接合下地膜27、28間に水ガラスや低融点ガラスなどからなる接着剤層29を介在させて積層する。この状態で約300の熱処理を行って、第1のセラミックス基板25と第2のセラミックス基板26とを接合する。この基板の接合体を、電磁変換部22を媒体対向面(ABS)に露出するよう切断すると共に、ヘッドスライダ形状に加工することによって、この実施形態の磁気ヘッドスライダ1が完成する。

30

#### 【0070】

接合下地膜28と接着剤層29との好ましい組み合わせとしては、Ti/Si/接着剤層、Si/接着剤層、Si/SiO<sub>x</sub>/接着剤層、Ti/Si/SiO<sub>x</sub>/接着剤層などが挙げられる。SiやSiO<sub>x</sub>は、Tiなどと密着性が高く、さらに水ガラスなどに対しても高い密着性を示す。Tiに代えてCr、Nb、Ta、Zr、およびこれらの混合層を用いることもできる。

#### 【0071】

接合を良好に行うために、加熱の際に数V程度の静電界をセラミックス基板に印加することが好ましい。加熱温度は、Ni<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub>などの耐熱性の低い材料を用いたMR膜を使用している場合には250~320程度とすることが好ましい。Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>/Cu/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>などの比較的耐熱性の高い材料には250~350程度の温度で接合することができる。接着剤層29として水ガラスなどを用いた場合、250~350程度の熱処理温度を要するため、Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>/Cu/Co<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>などの比較的耐熱性の高い材料を使用することが好ましい。

40

#### 【0072】

さらに、接着剤層29には水ガラスなどの他に、例えばAu、Pt、Ag、Cu、Ni、Ir、Coなどの不活性な金属を使用することができる。

#### 【0073】

50

不活性な金属を用いて接合する場合には、まず各セラミックス基板 25、26 の接合下地金属 27、28 の表面に、スパッタ法などで不活性な金属の薄膜をそれぞれ形成する。この際、不活性な金属の薄膜は、チャンバ内を真空に保って形成したり、あるいはチャンバ内の雰囲気を水素などの還元性雰囲気として形成することが好ましい。このようにして形成した不活性な金属の薄膜は、その表面に酸化物を有しておらず、良好な接合特性を示す。次いで、形成した不活性な金属の薄膜を突き合わせて、第1および第2のセラミックス基板 25、26 を積層する。この状態で 250～350 に加熱して、第1のセラミックス基板 25 と第2のセラミックス基板 26 とを接合する。

【0074】

不活性な金属を用いた接合は 250～350 程度の温度で実施することができるため、耐熱性に乏しい薄膜磁気ヘッドを電磁変換部に備えていても、薄膜磁気ヘッドの磁気特性などを劣化させることができない。特に、Pt、Rh、Ru、Pd、Os、Ir などの白金族元素はピッカーズ硬度も高く、摩耗の抑制にも効果を発揮する。さらに、ガラス系の接着剤に比べて熱伝導率が大きいため、電磁変換部 22 から第2のセラミックス基板 26 への熱放出効率を高めることができる。

【0075】

次に、本発明の薄膜磁気ヘッドを適用した磁気ヘッド（スライダ）の第2の実施形態について説明する。図11は本発明の薄膜磁気ヘッドを適用した磁気ヘッド（スライダ）の第2の実施形態の概略構成を示す斜視図である。

【0076】

図11に示す磁気ヘッド（スライダ）70は、 $Al_{10_x}$  ( $1 \times 1.5$ ) などからなる絶縁層 72 が主表面に形成された第1のセラミックス基板 71 を有している。電磁変換部 73 は絶縁層 72 内に埋め込み形成されている。電磁変換部 73 の形成位置は、記録トラック幅方向の略中央部とされている。そして、絶縁層 72 内に配置された電磁変換部 73 を有する第1のセラミックス基板 71 と、第2のセラミックス基板 72 とを、媒体進行方向と平行となるように積層および接合することによって、磁気ヘッド（スライダ）70 が構成されている。

【0077】

すなわち、絶縁層 72 内に配置されている電磁変換部 73 は、その膜厚方向から第1のセラミックス 71 と第2のセラミックス基板 74 とによって挟持されている。言い換えると、第1および第2のセラミックス基板 71、74 は、絶縁層 72 内に配置された電磁変換部 73 を媒体進行方向から挟持している。電磁変換部 73 は、予め第1のセラミックス基板 71 上に形成しておくことによって、記録トラック幅方向の略中央部に位置している。

【0078】

なお、この第2の実施形態におけるセラミックス基板 71、72 の材質や接合方法、電磁変換部 73 の構成などは、前述した第1の実施形態と同様とすることが好ましい。

【0079】

この第2の実施形態による磁気ヘッド（スライダ）70においても、電磁変換部 73 で発生した熱を第1のセラミックス基板 71 および第2のセラミックス基板 74 に効率よく放出することができる。特に、電磁変換部 73 を記録トラック幅方向に対して略中央部に配置することによって、より一層熱放出効率を高めることができる。電磁変換部 73 近傍の摩耗についても、電磁変換部 73 近傍の媒体対向面に第1および第2のセラミックス基板 71、74 が露出する構造とすることによって、電磁変換部 73 の摩耗を抑制することができる。さらに、電磁変換部 73 を記録トラック幅方向の略中央部に配置することにより、走行安定性や記録トラックのトレース精度などを向上させる。

【0080】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば薄膜磁気ヘッドを低浮上走行させた場合に、媒体表面の突起部との接触による発熱を効率よく放散させることができる。従って、サーマルアスペリティなどによる問題を低減することができる。浮上量が記録媒体の平滑限界以下で

10

20

30

40

50

あっても、再生・記録分解能の劣化を低減することができる。さらに、薄膜磁気ヘッドの媒体対向面の摩耗、薄膜磁気ヘッドの摩耗に伴う記録媒体の潤滑層の摩耗なども抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態による磁気ヘッド(スライダ)の概略構造を示す斜視図である。

【図2】図1に示す磁気ヘッド(スライダ)の電磁変換部近傍を媒体対向面から見た断面図である。

【図3】図1に示す磁気ヘッド(スライダ)に電磁変換部として適用した平面ヨーク型記録再生部の構成を示す斜視図である。 10

【図4】本発明の一実施形態による磁気ディスク装置の構造を示す斜視図である。

【図5】図4に示す磁気ディスク装置の概略構造を模式的に示す側面図である。

【図6】図4に示す磁気ディスク装置の磁気ヘッド(スライダ)と記録トラックとの位置関係を示す図である。

【図7】本発明の実施形態による磁気ヘッド(スライダ)と従来の磁気ヘッド(スライダ)とを比較した特性図である。

【図8】図1に示す磁気ヘッド(スライダ)の変形例を示す斜視図である。

【図9】図1に示す磁気ヘッド(スライダ)に電磁変換部として適用した平面ヨーク型記録再生部の製造工程を示す断面図である。

【図10】図1に示す磁気ヘッド(スライダ)の製造工程を示す断面図である。 20

【図11】本発明の第2の実施形態による磁気ヘッド(スライダ)の概略構造を示す斜視図である。

【図12】従来の磁気ヘッド(スライダ)の一構成例を示す斜視図である。

【図13】従来の磁気ヘッドの電磁変換部としてのシールド型MRヘッドの構造を示す斜視図である。

【符号の説明】

2 1、7 0 ……磁気ヘッド(スライダ)

2 2、7 3 ……電磁変換部

2 4 ……接合層

2 5、7 1 ……第1のセラミックス基板

2 6、7 4 ……第2のセラミックス基板

3 1、3 2 ……磁気コア

3 3 ……磁気ギャップ

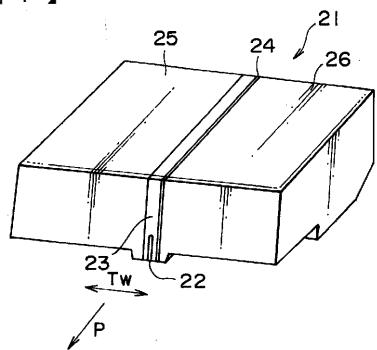
3 8 ……磁気抵抗効果素子

10

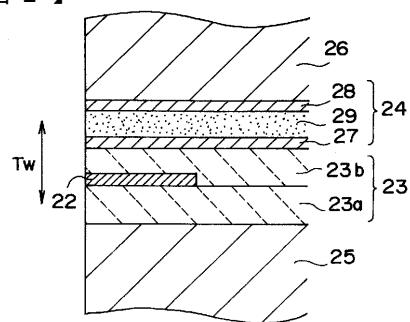
20

30

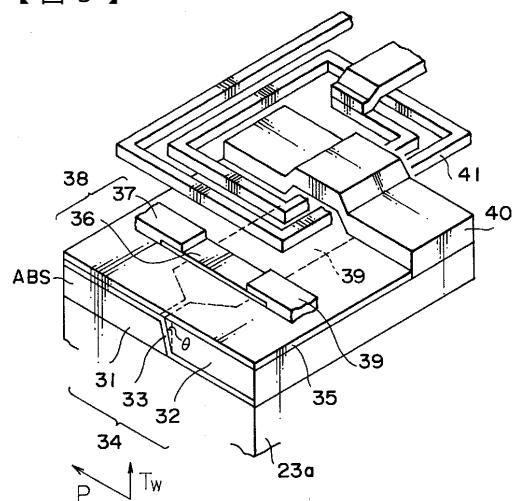
【図1】



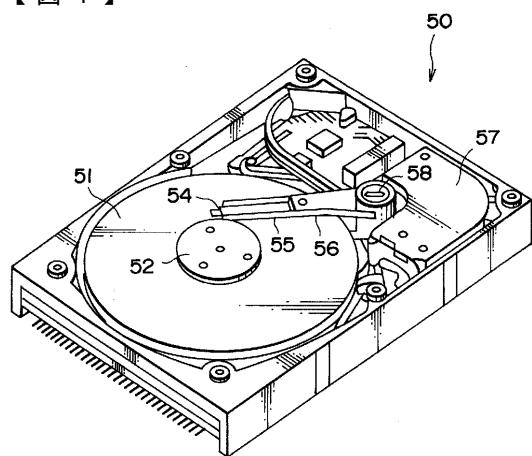
【図2】



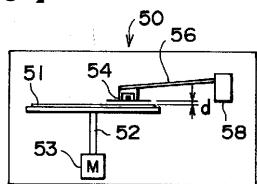
【図3】



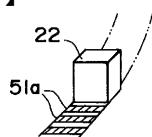
【図4】



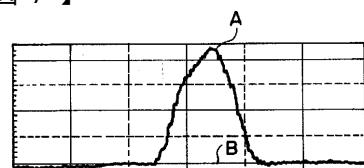
【図5】



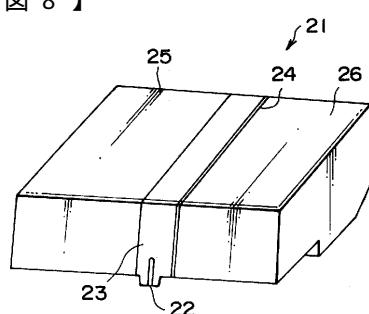
【図6】



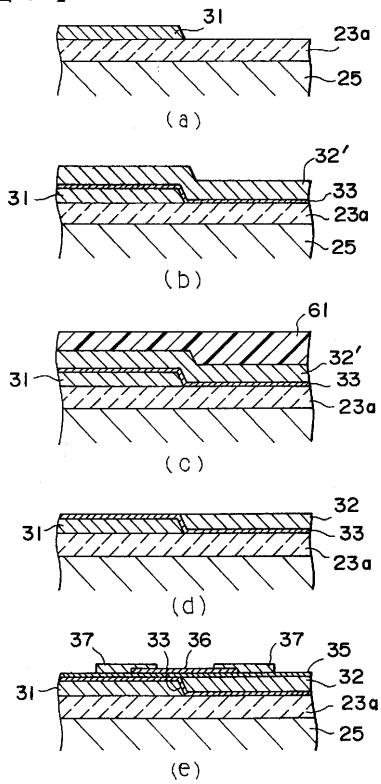
【図7】



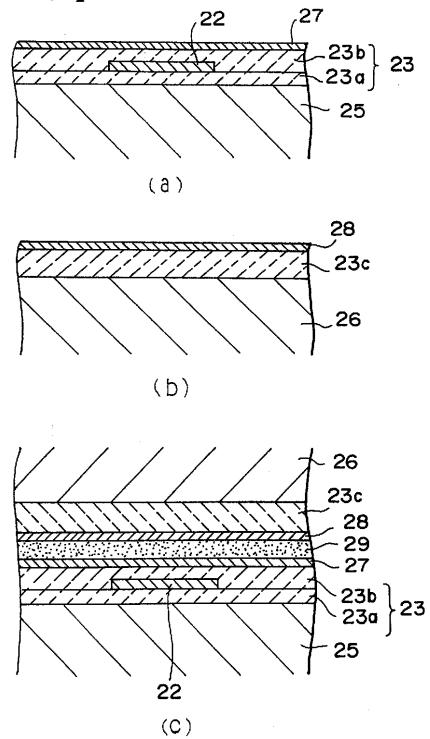
【図8】



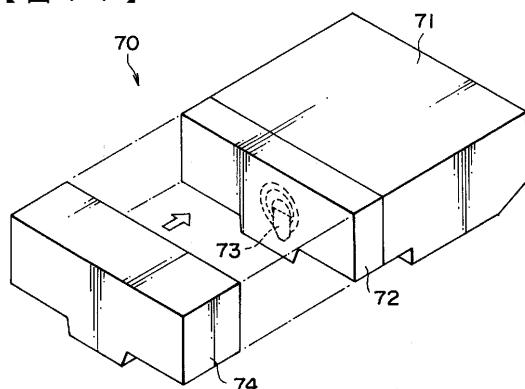
【図9】



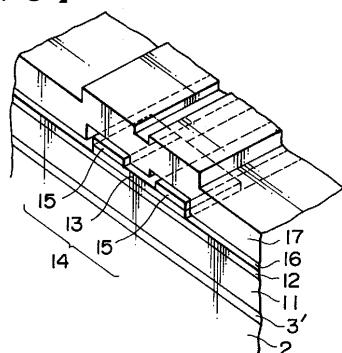
【図10】



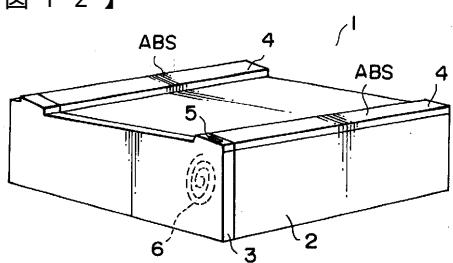
【図11】



【図13】



【図12】



---

フロントページの続き

(72)発明者 森 三樹  
神奈川県横浜市磯子区新磯子町33 株式会社東芝 生産技術研究所内  
(72)発明者 吉川 将寿  
神奈川県川崎市幸区堀川町72 株式会社東芝 川崎事業所内  
(72)発明者 佐橋 政司  
神奈川県川崎市幸区堀川町72 株式会社東芝 川崎事業所内

審査官 中村 豊

(56)参考文献 特開昭60-43214 (JP, A)  
特開昭51-79326 (JP, A)  
特開平6-215516 (JP, A)  
特開平8-227513 (JP, A)  
特開昭61-68718 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

G11B 5/39  
G11B 5/31  
G11B 21/21 101