

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3942829号
(P3942829)

(45) 発行日 平成19年7月11日(2007.7.11)

(24) 登録日 平成19年4月13日(2007.4.13)

(51) Int. Cl.

F I

G 1 1 B 5/31 (2006.01)

G 1 1 B 5/31 A

G 1 1 B 5/39 (2006.01)

G 1 1 B 5/31 K

G 1 1 B 5/60 (2006.01)

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/60 Z

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2001-8315 (P2001-8315)
 (22) 出願日 平成13年1月16日(2001.1.16)
 (65) 公開番号 特開2002-216314 (P2002-216314A)
 (43) 公開日 平成14年8月2日(2002.8.2)
 審査請求日 平成15年7月8日(2003.7.8)
 審査番号 不服2005-134 (P2005-134/J1)
 審査請求日 平成17年1月4日(2005.1.4)

(73) 特許権者 000003067
 T D K 株式会社
 東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号
 (74) 代理人 100081606
 弁理士 阿部 美次郎
 (72) 発明者 吉田 誠
 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 テ
 ィーディーケイ株式会社内
 (72) 発明者 大池 太郎
 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 テ
 ィーディーケイ株式会社内
 (72) 発明者 山中 昇
 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 テ
 ィーディーケイ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド、磁気ヘッド装置及び磁気ディスク装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スライダと、少なくとも 1 つの誘導型電磁変換素子と、伝熱膜と、読み取り素子として用いられる少なくとも 1 つの磁気抵抗効果素子と、第 1 のシールド膜と、第 2 のシールド膜とを含む薄膜磁気ヘッドであって、

前記誘導型電磁変換素子は、第 1 の磁性膜と、第 2 の磁性膜と、ギャップ膜と、コイル膜と、絶縁膜とを含み、前記スライダによって支持されており、

前記第 1 の磁性膜及び前記第 2 の磁性膜は、前記スライダの空気ベアリング面側の端部が前記ギャップ膜を間に挟んで対向し、それによってポール端を構成しており、

前記第 1 の磁性膜は、前記ポール端から前記空気ベアリング面の後方に延びており、

前記第 2 の磁性膜は、第 1 の磁性膜との間に間隔を保って、前記ポール端から前記空気ベアリング面の後方に延び、後方結合部において、前記第 1 の磁性膜に結合されており、

前記コイル膜は、前記絶縁膜の内部に埋設され、前記後方結合部の周りを渦巻き状に回っており、

前記磁気抵抗効果素子は、前記第 1 のシールド膜及び第 2 のシールド膜との間に備えられており、

前記第 1 のシールド膜は、前記第 2 のシールド膜よりは前記スライダの側に備えられており、

前記第 2 のシールド膜は、前記第 1 の磁性膜よりは前記スライダの側に備えられており

10

20

前記伝熱膜は、金属膜でなり、前記コイル膜から前記スライダへ至る熱伝導路内に含まれており、

前記伝熱膜は、第1の伝熱膜と、第2の伝熱膜とを含んでおり、

前記第1の伝熱膜は、前記コイル膜に連続し、前記コイル膜のターン外側に膨出しており、

前記第2の伝熱膜は、前記第1の磁性膜と前記スライダとの間に備えられており、

前記第2の伝熱膜の幅は、前記第1のシールド膜の全幅を越えて延長している、
薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】

請求項1に記載された薄膜磁気ヘッドであって、前記第1の伝熱膜は、前記コイル膜と
同体である

薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】

請求項1または2の何れかに記載された薄膜磁気ヘッドであって、

前記第1の磁性膜は、前記第2の磁性膜よりは、前記スライダの側に備えられており、

前記第2の伝熱膜は、前記第1の磁性膜と前記スライダとの間に備えられている

薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】

請求項3に記載された薄膜磁気ヘッドであって、

前記第2の伝熱膜は、前記第1の磁性膜の前記スライダと対向する面に面接触している
薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】

請求項1に記載された薄膜磁気ヘッドであって、前記磁気抵抗効果素子は、スピナル
ブ膜構造を有する薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】

請求項1に記載された薄膜磁気ヘッドであって、前記磁気抵抗効果素子は、強磁性トン
ネル接合効果素子である薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】

請求項1に記載された薄膜磁気ヘッドであって、前記磁気抵抗効果素子は、ペロブスカ
イト型磁性体を含む巨大磁気抵抗効果素子である薄膜磁気ヘッド。

【請求項8】

薄膜磁気ヘッドと、ヘッド支持装置とを含む磁気ヘッド装置であって、

前記薄膜磁気ヘッドは、請求項1乃至7の何れかに記載されたものでなり、前記ヘッ
ド支持装置は、前記薄膜磁気ヘッドを支持する
磁気ヘッド装置。

【請求項9】

磁気ヘッド装置と、磁気ディスクとを含む磁気ディスク装置であって、

前記磁気ヘッド装置は、請求項8に記載されたものでなり、

前記磁気ディスクは、前記磁気ヘッド装置との間で、磁気記録、及び、再生を行う
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、薄膜磁気ヘッド、磁気ヘッド装置及び磁気ディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

浮上型薄膜磁気ヘッドは、通常、スライダの空気流出端側に、誘導型電磁変換素子でなる
書き込み素子と、磁気抵抗効果素子でなる読み取り素子とを備える。誘導型電磁変換素子
は、保護膜によって覆われている。保護膜は、アルミナ等の無機系絶縁材料でなり、空気
流出端側において最外側膜を構成する。

10

20

30

40

50

【0003】

誘導型電磁変換素子は、第1及び第2の磁性膜、ギャップ膜、コイル膜、及び絶縁膜等を含む。第1の磁性膜及び第2の磁性膜は、スライダの空気ベアリング面（以下ABSと称する）側の端部がギャップ膜を間に挟んで対向し、それによって書き込みポール端を構成する。

【0004】

また、第2の磁性膜は、ギャップ膜の面と平行な面に対して、ある角度で傾斜して立ち上がり、更に、第1の磁性膜との間に間隔を保って、ABSの後方に延び、後方結合部に於いて第2の磁性膜に結合される。

【0005】

コイル膜は第1及び第2の磁性膜の間隔（インナーギャップ）を通り、後方結合部の周りを渦巻き状に回っている。コイル膜の両端は、端子導体（パンプ）を介して外部に引き出される。絶縁膜は第1の磁性膜と第2の磁性膜との間のインナーギャップを埋めている。コイル膜はこの絶縁膜の内部に埋設されている。また、第2の磁性膜は絶縁膜の表面に形成されている。

【0006】

上述した薄膜磁気ヘッドを用いて、磁気ディスクに対し情報を書き込むには、誘導型電磁変換素子のコイル膜に書き込み電流を供給する。

【0007】

ところが、誘導型電磁変換素子のコイル膜に書き込み電流を供給した場合、コイル膜が発熱する。前述したように、コイル膜は、有機系絶縁材料でなる絶縁膜の内部に埋設されており、しかも有機系絶縁膜を含めた全体が、アルミナ等の保護膜によって覆われているから、コイル膜に発生した熱（ジュール熱）の放熱性が悪い。このため、コイル膜に発生した熱が内部に籠り、絶縁膜が熱膨張する。

【0008】

絶縁膜の熱膨張力により、保護膜が押し出されて、外部に膨出する。保護膜の膨出はABSにもおよび、ABSが誘導型電磁変換素子の部分で膨出してしまふ。また、上述した発熱により、絶縁膜に隣接する第1及び第2の磁性膜も熱膨張し、押えの弱いABS側のポール端が膨出する。これらの膨出量は10nmにも達することがある。

【0009】

この種の薄膜磁気ヘッドを用いた磁気ディスク装置では、高密度記録の要求に応えるため、磁気ディスクの面と、薄膜磁気ヘッドのABSとの間に発生する浮上量が、40nm、30nm、20nm、10nmのように狭小化されつつあり、ABSに前述したような膨出が生じると、ヘッドクラッシュ、磁気ディスクの破損または磁気記録データの破壊等を招き易くなり、磁気ディスク装置の信頼性上、極めて大きな問題となる。

【0010】

上述した問題点を解決する手段として、特開平4-366408号公報は無機絶縁保護膜の媒体対向面に、予め、窪みを設けておく技術を開示している。この窪みは、絶縁膜の熱膨張に起因する出っ張り量を考慮して、保護膜の媒体対向面側を出っ張らしておき、この状態で媒体対向面を平坦加工することによって形成する。

【0011】

この先行技術は、熱膨張による膨出を抑えるのではなく、膨出を許容し、ただ、膨出によってABSが出っ張らないように、出っ張り部分を予め後退させておくという思想に立脚しているので、熱膨張による膨出の完全な解決手段とはならない。

【0012】

しかも、記録動作時の発熱に起因する出っ張り量を想定して出っ張らせ、その状態で平坦化するという複雑なプロセスを採用する必要がある。また、スライダの形状、特にABSの幾何学的形状が特定されてしまい、浮上特性改善のための他の幾何学的形状を付加することが困難になる。更に、先行技術には、ポール端の膨出を抑制する手段は開示されていない。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

【 発明が解決しようとする課題 】

本発明の課題は、記録時の熱膨張による A B S 側の膨出を抑制し、ヘッドクラッシュ、磁気ディスクの破損または磁気記録データの破壊等を回避し得る薄膜磁気ヘッドを提供することである。

【 0 0 1 4 】

【 課題を解決するための手段 】

上述した課題を解決するため、本発明に係る薄膜磁気ヘッドは、スライダと、少なくとも 1 つの誘導型電磁変換素子と、伝熱膜とを含む。

【 0 0 1 5 】

前記誘導型電磁変換素子は、第 1 の磁性膜と、第 2 の磁性膜と、ギャップ膜と、コイル膜と、絶縁膜とを含み、前記スライダによって支持されている。前記第 1 の磁性膜及び前記第 2 の磁性膜は、前記スライダの空気ベアリング面側の端部が前記ギャップ膜を間に挟んで対向し、それによってポール端を構成する。

【 0 0 1 6 】

前記第 1 の磁性膜は、前記ポール端から前記空気ベアリング面の後方に延びている。前記第 2 の磁性膜は、第 1 の磁性膜との間に間隔を保って、前記ポール端から前記空気ベアリング面の後方に延び、後方結合部において、前記第 1 の磁性膜に結合されている。前記コイル膜は、前記絶縁膜の内部に埋設され、前記後方結合部の周りを渦巻き状に回っている。

【 0 0 1 7 】

前記伝熱膜は、金属膜であり、前記コイル膜から前記スライダへ至る熱伝導路内に含まれる。

【 0 0 1 8 】

上述したように、本発明に係る薄膜磁気ヘッドにおいて、誘導型電磁変換素子に含まれる第 1 の磁性膜及び第 2 の磁性膜は、スライダの A B S 側の端部がギャップ膜を間に挟んで対向し、それによってポール端を構成しており、第 2 の磁性膜は、A B S の後方に延び、後方結合部において第 2 の磁性膜に結合されているから、A B S に書き込みポール端を有する薄膜磁気回路が構成される。

【 0 0 1 9 】

また、第 2 の磁性膜は、第 1 の磁性膜との間に間隔を保って、A B S の後方に延び、コイル膜は第 1 の磁性膜及び第 2 の磁性膜の間の間隔を通り、後方結合部の周りを渦巻き状に回る。従って、コイル膜に書き込み電流を流したとき、第 1 の磁性膜、第 2 の磁性膜及びギャップ膜を巡る薄膜磁気回路を通して書き込み磁束が流れ、ポール端に書き込み磁界が発生する。この書き込み磁界を利用して、磁気ディスクに磁気記録をすることができる。

【 0 0 2 0 】

コイル膜は絶縁膜の内部に埋設され、第 2 の磁性膜は絶縁膜の表面に備えられているから、コイル膜が第 1 の磁性膜及び第 2 の磁性膜から電氣的に絶縁される。これは、コイル膜に基本的に要求される電氣的処理構造である。

【 0 0 2 1 】

ところが、絶縁膜は、一般に有機系絶縁材料であり、この有機系絶縁材料でなる絶縁膜の内部にコイル膜が埋設されている。しかも有機系絶縁膜を含めた全体が、アルミナ等の保護膜によって覆われている。このため、従来は、コイル膜に発生した熱（ジュール熱）の放熱性が悪く、コイル膜に発生した熱が内部に籠り、絶縁膜が熱膨張し、絶縁膜に隣接する第 1 及び第 2 の磁性膜も熱膨張し、押えの弱い A B S 側のポール端が膨出し、ヘッドクラッシュ、磁気ディスクの破損または磁気記録データの破壊等を招き易くなり、磁気ディスク装置の信頼性上、極めて大きな問題となっていた。

【 0 0 2 2 】

この問題を解決する手段として、本発明に係る薄膜磁気ヘッドでは、伝熱膜を備える。前記伝熱膜は、金属膜であり、前記コイル膜から前記スライダへ至る熱伝導路内に含まれる

10

20

30

40

50

。

【0023】

薄膜磁気ヘッドは、上述したように、スライダの上に誘導型電磁変換素子を備え、この誘導型電磁変換素子を、アルミナ等の保護膜によって覆った構造を有する。従って、書き込み電流によってコイル膜に発生した熱は、コイル膜から保護膜及びスライダの方向に伝わり、外部に放熱される。

【0024】

ところが、保護膜は、例えば、厚いところでも30 μm 程度の膜厚であり、その体積が極めて小さく、熱容量も小さい。このため、コイル膜に発生した熱により、簡単に熱的に飽和してしまい、放熱性が悪くなる。

10

【0025】

これに対して、スライダは、保護膜に比較して、著しく大きな体積を有しており、熱容量も、保護膜のそれよりも著しく大きいから、コイル膜とスライダとの間には、放熱特性に関して、大きな（急な）温度勾配を生じる。

【0026】

本発明では、この点に着目し、コイル膜からスライダへ至る熱伝導路内に、伝熱膜を含ませる。これにより、コイル膜とスライダとの間に生じる大きな（急な）温度勾配を利用して、書き込み電流によってコイル膜に生じた熱を、スライダに効率よく伝達し、放熱を促進することができる。

【0027】

20

伝熱膜は金属膜で構成する。金属膜でなる伝熱膜は、誘導型電磁電磁変換素子の周りに通常存在する有機系または無機系絶縁膜構造との構造的差別を明確にする外、それ自体の有する高い熱伝導性により、コイル膜に発生した熱を、効率よく、スライダの方向に伝達する。

【0028】

上述のように、本発明によれば、書き込み電流によってコイル膜に発生する熱を、伝熱膜を介して、スライダに効率よく伝達し、スライダから外部に放熱できるので、コイル膜の周りに存在する各部、例えば、絶縁膜、第1の磁性膜及び第2の磁性膜の熱膨張を抑制し、浮上量が狭小化された場合でも、ヘッドクラッシュ、磁気ディスクの破損または磁気記録データの破壊等を回避することができる。

30

【0029】

伝熱膜は、その具体的態様の一例として、コイル膜に連続し、コイル膜のターン外側に膨出する構成とすることができる。この場合には、コイル膜に発生した熱が、ほぼ同一面において伝熱膜に直接に伝達される。コイル膜は、要求特性を満たすために、その線幅、ピッチ間隔、ターン数等が厳しく制限されるが、伝熱膜にはそのような制限はない。物理的に許容される範囲で、面積を拡大し、大きな熱容量を持たせることができる。このため、コイル膜に発生した熱を、伝熱膜によって効率よく吸収し、更に、スライダとの間の温度勾配を利用して、伝熱膜からスライダに効率よく熱伝達することができる。

【0030】

伝熱膜は、別の具体的態様として、誘導型電磁変換素子において、スライダの側に位置する第1の磁性膜と、スライダとの間に備えられていてもよい。この場合には、コイル膜からスライダに至る温度勾配の急な熱伝導路に、熱伝導率の高い伝熱膜が介在することになるので、コイル膜に発生した熱がスライダに効率よく伝達される。

40

【0031】

もう一つの具体的態様は、上述した2つの態様を組み合わせることである。即ち、伝熱膜は、第1の伝熱膜と、第2の伝熱膜とを含む。前記第1の伝熱膜は、前記コイル膜に連続し、前記コイル膜のターン外側に膨出し、前記第2の伝熱膜は、前記第1の磁性膜と前記スライダとの間に備えられる。この態様によれば、コイル膜に発生した熱の放熱が更に促進されるから、コイル膜の周りに存在する各部の熱膨張を、更に効果的に抑制し、ヘッドクラッシュ、磁気ディスクの破損または磁気記録データの破壊等を、より一層確実に回避

50

することができる。

【0032】

本発明に係る薄膜磁気ヘッドは、少なくとも1つの磁気抵抗効果素子を含む。この磁気抵抗効果素子は読み取り素子として用いられる。磁気抵抗効果素子は、スピンバルブ膜構造、強磁性トンネル接合効果素子、または、ペロブスカイト型磁性体を含む巨大磁気抵抗効果素子の何れであってもよい。

【0033】

本発明は、更に、上述した薄膜磁気ヘッドを用いた磁気ヘッド装置及び磁気ディスク装置についても開示する。

【0034】

本発明の他の目的、構成及び利点については、添付図面を参照して、更に詳しく説明する。図面は、単なる実施例を示すに過ぎない。

【0035】

【発明の実施の形態】

図1は本発明に係る薄膜磁気ヘッドの斜視図、図2は図1に示した薄膜磁気ヘッドの拡大断面図、図3は図1及び図2に示された薄膜磁気ヘッドから電磁変換素子の部分を抽出して示す平面図、図4は図3に示された磁気変換素子部分の構造から誘導型電磁変換素子33を除き導電部分だけを模式的に抽出して示す平面図である。これらの図において、寸法は誇張されている。

【0036】

図示された薄膜磁気ヘッドは、スライダ73と、誘導型電磁変換素子33と、磁気抵抗効果を利用した素子9（以下MR素子と称する）を含む。スライダ73は、媒体対向面側にレール79、80を有し、レールの表面がABS75、76として利用される。レール79、80は2本に限らない。1～3本のレールを有することがあり、レールを持たない平面となることもある。また、浮上特性改善等のために、媒体対向面に種々の幾何学的形状が付されることもある。何れのタイプのスライダ73であっても、本発明の適用が可能である。また、スライダ73は、レールの表面に、例えば8～10nm程度の膜厚を有するDLC等の保護膜を備えることもあり、このような場合は保護膜の表面がABS75、76となる。スライダ73は Al_2O_3 -TiC等である基体700の表面に Al_2O_3 、 SiO_2 等の無機絶縁膜710を設けたセラミック構造体である。

【0037】

誘導型電磁変換素子33は書き込み素子であり、MR素子9は読み取り素子である。誘導型電磁変換素子33及びMR素子9は、レール79、80の一方または両者の空気流出端（トレーリング・エッジ）TRの側に備えられている。誘導型電磁変換素子33及びMR素子9は、スライダ73に備えられ、電磁変換のための端部がABS75、76と近接した位置にある。空気流出端TRの側にある側面には、誘導型電磁変換素子33に接続された取り出し電極43、45及びMR素子9に接続された取り出し電極25、27がそれぞれ設けられている。

【0038】

誘導型電磁変換素子33は、第1の磁性膜5、第2の磁性膜35、コイル膜37、アルミナ等であるギャップ膜39、絶縁膜41及び保護膜21などを有している。

【0039】

第1の磁性膜5及び第2の磁性膜35の先端部は微小厚みのギャップ膜39を隔てて対向するポール端となっており、ポール端において書き込みを行なう。第1及び第2の磁性膜5、35は、単膜であってもよいし、複数膜構造であってもよい。第1及び第2の磁性膜5、35の複数膜化は、例えば、特性改善を目的として行われることがある。ポール端の構造に関しても、トラック幅の狭小化、記録能力の向上等の観点から、種々の改良、及び、提案がなされている。本発明においては、これまで提案された何れのポール構造も採用できる。ギャップ膜39は非磁性金属膜またはアルミナ等の無機絶縁膜によって構成される。

10

20

30

40

50

【0040】

第2の磁性膜35は、ポール端の側において、ギャップ膜39の面と平行な面に対して、ある角度で傾斜して立ち上がる。立ち上がり傾斜角度は、エイペックス角（Apex angle）と称される。また、ポール端の先端面から立ち上がり開始点までの距離がスロートハイトと称されている。エイペックス角及びスロートハイトは電磁変換特性に密接に関連する。

【0041】

第2の磁性膜35は、更に、第1の磁性膜5との間にインナーギャップを保って、A B S 75、76の後方に延び、後方結合部42において第2の磁性膜35に結合されている。これにより、第1の磁性膜5、第2の磁性膜35及びギャップ膜39を巡る薄膜磁気回路が完結する。

10

【0042】

コイル膜37は、第1及び第2の磁性膜5、35の間に挟まれ、後方結合部42の周りを渦巻き状に回る。コイル膜37の両端は、取り出し電極43、45に導通されている（図1参照）。コイル膜37の巻数および膜数は任意である。

【0043】

絶縁膜41は、有機絶縁樹脂膜またはセラミック膜で構成する。セラミック膜の代表例は、 Al_2O_3 膜または SiO_2 膜である。絶縁膜41の内部にはコイル膜37が埋設されている。絶縁膜41は第1及び第2の磁性膜5、35の間のインナーギャップの内部に充填されている。絶縁膜41の表面には第2の磁性膜35が備えられている。

【0044】

保護膜21は、誘導型電磁変換素子33の全体を覆っている。保護膜21は Al_2O_3 または SiO_2 等の無機絶縁材料で構成されている。

20

【0045】

MR素子9は、これまで、種々の膜構造のものが提案され、実用に供されている。例えばパーマロイ等による異方性磁気抵抗効果素子を用いたもの、スピンバルブ膜構造もしくはペロブスカイト型磁性体等の巨大磁気抵抗（GMR）効果膜を用いたもの、強磁性トンネル接合効果素子等がある。本発明において、何れのタイプであってもよい。MR素子9は、第1のシールド膜31と、第2のシールド膜32との間において、絶縁膜71の内部に配置されている。絶縁膜71はアルミナ等によって構成されている。MR素子9は取り出し電極25、27に接続されている（図1参照）。第2のシールド膜32は第1の磁性膜5として兼用することもできる。

30

【0046】

図4はMR素子の部分のみを抽出して拡大した平面図である。図において、MR素子は、第1のシールド膜31と、絶縁膜71と、第1のリード導体膜11と、第2のリード導体膜13と、絶縁膜71と、第2のシールド膜32とを含む。第1のシールド膜31は、スライダ73の上に備えられている。第1のシールド膜31の材質、厚み等は周知である。第1シールド膜31は、例えばパーマロイ等によって構成される。絶縁膜71は第1のシールド膜31の上に備えられている。絶縁膜71は例えばアルミナ等によって構成される。

【0047】

第1及び第2のリード導体膜11、13は、絶縁膜71の内部に設けられ、MR素子9の両端部に接続されている。第1及び第2のリード導体膜11、13は、磁気抵抗効果素子9として、磁気異方性抵抗効果膜を用いるか、スピンバルブ膜構造を用いるか、ペロブスカイト型磁性体による巨大磁気抵抗効果素子を用いるか、または、強磁性トンネル接合効果素子を用いるか等によって、それに応じた膜構造、材質等を選択することができる。第1のリード導体膜11は、空気ベアリング面75、76を基準にして後方に引き出され、リード導体110、111を経由して端子導体27に接続されている。第2のリード導体膜13も、空気ベアリング面75、76を基準にして後方に引き出され、リード導体130、131を経由して端子導体25に接続されている。

40

【0048】

50

第2のシールド膜32は、絶縁膜71の上に備えられている。第2のシールド膜32は、一般には、第1のシールド膜31と同様の材質、及び、膜厚を有する。

【0049】

上述したように、本発明に係る薄膜磁気ヘッドにおいて、誘導型電磁変換素子33に含まれる第1及び第2の磁性膜5、35は、スライダ73のABS75、76の側の端部がギャップ膜39を間に挟んで対向し、それによってポール端を構成しており、第2の磁性膜35は、ABS75、76の後方に延び、後方結合部42において第2の磁性膜35に結合されているから、ABS75、76に書き込みのためのポール端を有する薄膜磁気回路が構成される。

【0050】

また、第2の磁性膜35は、第1の磁性膜5との間にインナーギャップを保って、ABS75、76の後方に延び、コイル膜37は第1及び第2の磁性膜5、35の間のインナーギャップを通り、後方結合部42の周りを渦巻き状に回る。従って、コイル膜37に書き込み電流を流したとき、第1の磁性膜5、第2の磁性膜35及びギャップ膜39を巡る薄膜磁気回路を通して書き込み磁束が流れ、ポール端に書き込み磁界が発生する。この書き込み磁界を利用して、磁気ディスクに磁気記録をすることができる。

【0051】

第2の磁性膜35は、ポール端の側において、ギャップ膜39の面と平行な面に対して、エイベックス角をもって立ち上がるから、立ち上がり開始点によって定まるスロートハイト、及び、エイベックス角の選定によって、電磁変換特性を設定し得る。

【0052】

コイル膜37は絶縁膜41の内部に埋設され、第2の磁性膜35は絶縁膜41の表面に備えられているから、コイル膜37は、第1及び第2の磁性膜5、35から電氣的に絶縁される。保護膜21は誘導型電磁変換素子33の全体を覆っている。これにより、誘導型電磁変換素子33の全体が、保護膜21によって保護されることになる。

【0053】

ところで、絶縁膜41は、一般に有機系絶縁材料でなり、この有機系絶縁材料でなる絶縁膜41の内部にコイル膜37が埋設されている。しかも有機系絶縁膜を含めた全体が、アルミナ等の保護膜21によって覆われている。このため、従来は、コイル膜37に発生した熱（ジュール熱）の放熱性が悪く、コイル膜37に発生した熱が内部に籠り、絶縁膜41が熱膨張し、絶縁膜41に隣接する第1及び第2の磁性膜5、35も熱膨張し、押えの弱いABS75、76側のポール端が膨出し、ヘッドクラッシュ、磁気ディスクの破損または磁気記録データの破壊等を招き易くなり、磁気ディスク装置の信頼性上、極めて大きな問題となっていた。

【0054】

この問題を解決する手段として、本発明に係る薄膜磁気ヘッドでは、伝熱膜381を備える。伝熱膜381は、金属膜でなり、コイル膜37からスライダ73へ至る熱伝導路内に含まれる。

【0055】

薄膜磁気ヘッドは、上述したように、スライダ73の上に誘導型電磁変換素子33を備え、この誘導型電磁変換素子33を、アルミナ等の保護膜21によって覆った構造を有する。従って、書き込み電流によってコイル膜37に発生した熱は、コイル膜37から保護膜21及びスライダ73の方向に伝わり、外部に放熱される。ところが、保護膜21は、例えば、厚いところでも30 μ m程度の膜厚であり、その体積が極めて小さく、熱容量も小さい。このため、コイル膜37に発生した熱により、簡単に熱的に飽和してしまい、放熱性が悪くなる。

【0056】

これに対して、スライダ73は、保護膜21に比較して、著しく大きな体積を有しており、熱容量も、保護膜21のそれよりも著しく大きいから、コイル膜37とスライダ73との間には、放熱特性に関して、大きな（急な）温度勾配を生じる。

10

20

30

40

50

【0057】

本発明では、この点に着目し、コイル膜37からスライダ73へ至る熱伝導路内に、伝熱膜381を含ませる。これにより、コイル膜37とスライダ73との間に生じる大きな(急な)温度勾配を利用して、書き込み電流によってコイル膜37に生じた熱を、スライダ73に効率よく伝達し、放熱を促進することができる。

【0058】

伝熱膜381は金属膜で構成する。金属膜でなる伝熱膜381は、誘導型電磁電磁変換素子33の周りに通常存在する有機系または無機系絶縁膜構造との構造的差別を明確にする外、それ自体の有する高い熱伝導性により、コイル膜37に発生した熱を、効率よく、スライダ73の方向に伝達する。

10

【0059】

上述のように、本発明によれば、書き込み電流によってコイル膜37に発生する熱を、伝熱膜381を介して、スライダ73に効率よく伝達し、スライダ73から外部に放熱できるので、コイル膜37の周りに存在する各部、例えば、絶縁膜、第1の磁性膜及び第2の磁性膜の熱膨張を抑制し、浮上量が、40nm、30nm、20nmのように狭小化された場合でも、ヘッドクラッシュ、磁気ディスクの破損または磁気記録データの破壊等を回避することができる。

【0060】

図5は伝熱膜381の具体的態様を示す図である。この実施例では、伝熱膜381はコイル膜37に連続し、コイル膜37のターン外側に膨出させてある。この場合には、コイル膜37に発生した熱が、ほぼ同一面において伝熱膜381に直接に伝達される。コイル膜37は、要求特性を満たすために、その線幅、ピッチ間隔、ターン数等が厳しく制限されるが、伝熱膜381にはそのような制限はない。物理的に許容される範囲で、面積を拡大し、大きな熱容量を持たせることができる。このため、コイル膜37に発生した熱を、伝熱膜381によって効率よく吸収し、更に、伝熱膜381とスライダ73との間の温度勾配を利用して、伝熱膜381からスライダ73に効率よく熱伝達することができる。

20

【0061】

実施例の場合、伝熱膜381は、コイル膜37に連続しているので、コイル膜37のパターン形成時に、伝熱膜381も、コイル膜37と同一の材料を用いて、同時に形成し得る利点が得られる。

30

【0062】

伝熱膜381のパターンは任意である。例えば、図5に示すように、コイル膜37の最外側ターンに添って比較的短く形成してもよいし、図6に示すように、コイル膜37の最外側ターンに添って長く形成してもよい。

【0063】

また、コイル膜37が複数膜である場合は、各膜に伝熱膜381を設けてもよいし、スライダ73に近い第1膜目にのみ設けてもよい。

【0064】

図7は本発明に係る薄膜磁気ヘッドの更に別の実施例を示す断面図、図8は図7に示した薄膜磁気ヘッドにおいて、MR素子部分を抽出して示す平面図である。図において、図1～図6に現れた構成部分と同一の構成部分については、同一の参照符号を付してある。この実施例では、伝熱膜382は、誘導型電磁変換素子33の第1の磁性膜5と、スライダ73との間に備えられている。この場合には、コイル膜37からスライダ73に至る温度勾配の急な熱伝導路に、熱伝導率の高い伝熱膜382が介在することになるので、コイル膜37に発生した熱がスライダ73に効率よく伝達される。

40

【0065】

伝熱膜382のパターンは任意に設定できる。図示実施例では、伝熱膜382は、第1のシールド膜31の全幅を越えて長く延ばしてある。

【0066】

伝熱膜382は、熱伝導性に優れた金属膜であればよい。第1のシールド膜31、第2の

50

シールド膜 3 2 及び第 1 の磁性膜 5 と同材質の磁性材料によって構成することもできるし、非磁性材料によって構成することもできる。伝熱膜 3 8 2 を磁性材料によって構成した場合には、伝熱膜 3 8 2 と第 2 のシールド膜 3 2 との間に磁氣的ギャップ G 1 を設けることが好ましい。このような構造であると、伝熱膜 3 8 2 及び第 2 のシールド膜 3 2 を通る書き込み磁界の強度を低減させ、MR 素子 9 の読み取り動作の安定化に寄与できる。

【0067】

図 7 及び図 8 に示した実施例では、伝熱膜 3 8 1 (第 1 の伝熱膜とする) と、伝熱膜 3 8 2 (第 2 の伝熱膜とする) とを含んでいる。第 1 の伝熱膜は、コイル膜 3 7 に連続し、コイル膜 3 7 のターン外側に膨出し、第 2 の伝熱膜 3 8 2 は、第 1 の磁性膜 5 とスライダ 7 3 との間に備えられる。この態様によれば、コイル膜 3 7 に発生した熱の放熱が更に促進されるから、コイル膜 3 7 の周りに存在する各部の熱膨張を、更に効果的に抑制し、ヘッドクラッシュ、磁気ディスクの破損または磁気記録データの破壊等を、より一層確実に回避することができる。

【0068】

図 9 は本発明に係る薄膜磁気ヘッドの更に別の実施例を示す断面図、図 10 は図 9 に示した薄膜磁気ヘッドにおいて、MR 素子部分を抽出して示す平面図である。図において、図 1 ~ 図 8 に現れた構成部分と同一の構成部分については、同一の参照符号を付してある。この実施例では、伝熱膜 3 8 2 を磁性材料によって構成することを前提にし、伝熱膜 3 8 2 と第 2 のシールド膜 3 2 との間に磁氣的ギャップ G 1 を設けるとともに、第 1 のシールド膜 3 1 を 2 つの分割シールド膜 3 1 1、3 1 2 に分け、分割シールド膜 3 1 1 と分割シールド膜 3 1 2 との間にギャップ G 2 を設けてある。このような構造であると、伝熱膜 3 8 2 及び第 2 のシールド膜 3 2 を通る書き込み磁界の強度のみならず、伝熱膜 3 8 2 及び第 1 のシールド膜 3 1 を通る書き込み磁界の強度をも低減させ、MR 素子 9 の読み取り動作を、更に安定させることができる。

【0069】

伝熱膜 3 8 2 のパターンも任意に選定できる。例えば、図 11 に示すように、伝熱膜 3 8 2 を第 1 のシールド膜 3 1 を構成する分割シールド膜 3 1 1 の幅よりも狭く形成してもよい。

【0070】

図 12 は本発明に係る磁気ヘッド装置の一部を示す正面図、図 13 は図 12 に示した磁気ヘッド装置の底面図である。磁気ヘッド装置は、薄膜磁気ヘッド 40 と、ヘッド支持装置 50 とを含んでいる。薄膜磁気ヘッド 40 は図 1 ~ 図 11 を参照して説明にした本発明に係る薄膜磁気ヘッドである。

【0071】

ヘッド支持装置 50 は、金属薄板でなる支持体 53 の長手方向の一端にある自由端に、同じく金属薄板でなる可撓体 51 を取付け、この可撓体 51 の下面に薄膜磁気ヘッド 40 を取付けた構造となっている。

【0072】

可撓体 51 は、支持体 53 の長手方向軸線と略平行して伸びる 2 つの外側枠部 55、56 と、支持体 53 から離れた端において外側枠部 55、56 を連結する横枠 54 と、横枠 54 の略中央部から外側枠部 55、56 に略平行するように延びていて先端を自由端とした舌状片 52 とを有する。

【0073】

舌状片 52 のほぼ中央部には、支持体 53 から隆起した、例えば半球状の荷重用突起 57 が設けられている。この荷重用突起 57 により、支持体 53 の自由端から舌状片 52 へ荷重力が伝えられる。

【0074】

舌状片 52 の下面に薄膜磁気ヘッド 40 を接着等の手段によって取付けてある。薄膜磁気ヘッド 40 は、空気流出側端側が横枠 54 の方向になるように、舌状片 52 に取付けられている。本発明に適用可能なヘッド支持装置 50 は、上記実施例に限らない。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 5 】

図 1 4 は本発明に係る磁気記録再生装置の平面図である。図示された磁気記録再生装置は、磁気ヘッド装置 6 0 と、磁気ディスク 7 0 とを含む。磁気ヘッド装置 6 0 は図 1 2、1 3 に図示したものである。磁気ヘッド装置 6 0 は、ヘッド支持装置 5 0 の一端が位置決め装置 8 0 によって支持され、かつ、駆動される。磁気ヘッド装置の薄膜磁気ヘッド 4 0 は、ヘッド支持装置 5 0 によって支持され、磁気ディスク 7 0 の磁気記録面と対向するように配置される。

【 0 0 7 6 】

磁気ディスク 7 0 が、図示しない駆動装置により、矢印 F 1 の方向に回転駆動されると、薄膜磁気ヘッド 4 0 が、微小浮上量で、磁気ディスク 7 0 の面から浮上する。駆動方式としては、ロータリー・アクチュエータ方式が一般的であるが、リニアアクチュエータ方式を採用してもよい。図 1 4 はロータリー・アクチュエータ方式を示し、ヘッド支持装置 5 0 の先端部に取り付けられた薄膜磁気ヘッド 4 0 が、磁気ディスク 7 0 の径方向 b 1 または b 2 に駆動される。そして、ヘッド支持装置 5 0 を回転駆動する位置決め装置 8 0 により、薄膜磁気ヘッド 4 0 が、磁気ディスク 7 0 上の所定のトラック位置に位置決めされる。

【 0 0 7 7 】

以上、好ましい実施例を参照して本発明の内容を具体的に説明したが、本発明の基本的技術思想及び教示に基づいて、当業者であれば、種々の変形態様を採り得ることは自明である。

【 0 0 7 8 】

【 発明の効果 】

以上述べたように、本発明によれば、記録時の熱膨張による A B S 側の膨出を抑制し、ヘッドクラッシュ、磁気ディスクの破損または磁気記録データの破壊等を回避し得る薄膜磁気ヘッドを提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明に係る薄膜磁気ヘッドの斜視図である。

【 図 2 】 図 1 に示した薄膜磁気ヘッドの拡大断面図である。

【 図 3 】 図 1 及び図 2 に示された薄膜磁気ヘッドから電磁変換素子の部分を抽出して示す平面図である。

【 図 4 】 図 3 に示された磁気変換素子部分の構造から誘導型電磁変換素子を除き導電部分だけを模式的に抽出して示す平面図である。

【 図 5 】 伝熱膜を有するコイル膜のパターンを具体的態様を示す図である。

【 図 6 】 伝熱膜を有するコイル膜のパターンの別の具体的態様を示す図である。

【 図 7 】 本発明に係る薄膜磁気ヘッドの更に別の実施例を示す断面図である。

【 図 8 】 図 7 に示した薄膜磁気ヘッドにおいて、M R 素子部分を抽出して示す平面図である。

【 図 9 】 本発明に係る薄膜磁気ヘッドの更に別の実施例を示す断面図である。

【 図 1 0 】 図 9 に示した薄膜磁気ヘッドにおいて、M R 素子部分を抽出して示す平面図である。

【 図 1 1 】 図 9 に示した薄膜磁気ヘッドにおいて、M R 素子部分の別の例を示す平面図である。

【 図 1 2 】 本発明に係る磁気ヘッド装置の一部を示す正面図である。

【 図 1 3 】 図 1 2 に示した磁気ヘッド装置の底面図である。

【 図 1 4 】 本発明に係る磁気記録再生装置の平面図である。

【 符号の説明 】

5	第 1 の磁性膜
9	M R 素子
2 1	保護膜
3 3	誘導型電磁変換素子

10

20

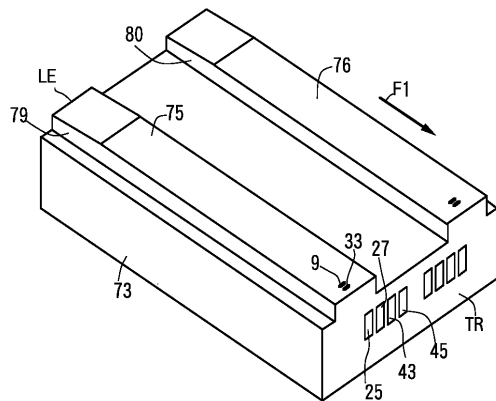
30

40

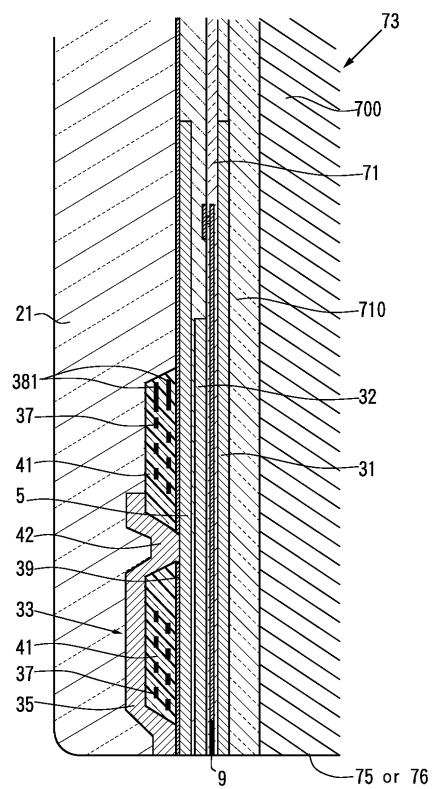
50

3 5	第 2 の磁性膜
3 7	コイル膜
3 9	ギャップ膜
4 1	絶縁膜
3 8 1、3 8 2	伝熱膜
7 3	スライダ
7 5、7 6	A B S

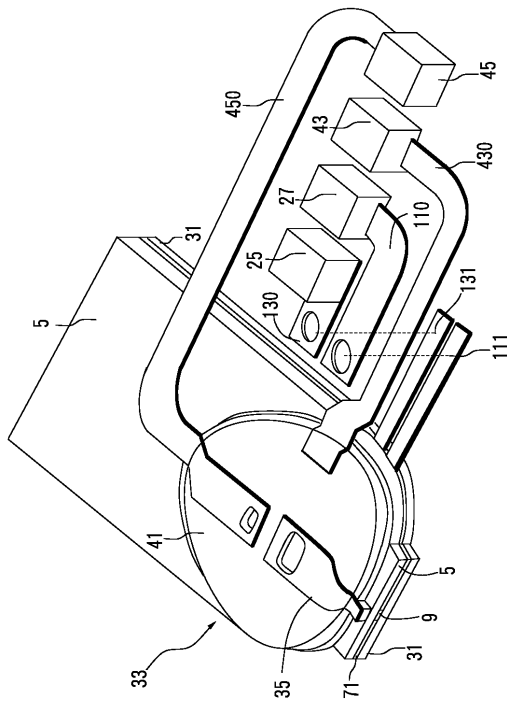
【図 1】



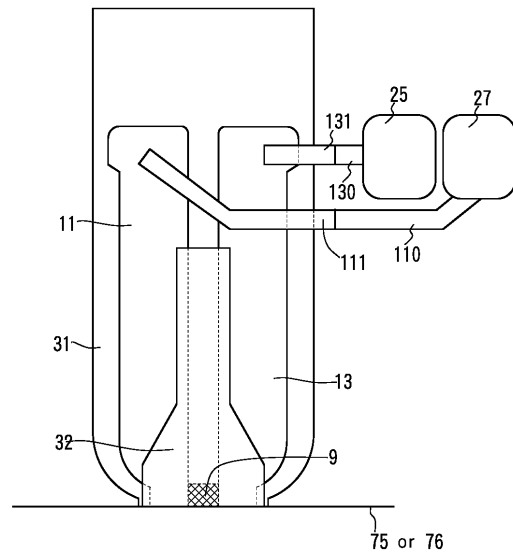
【図 2】



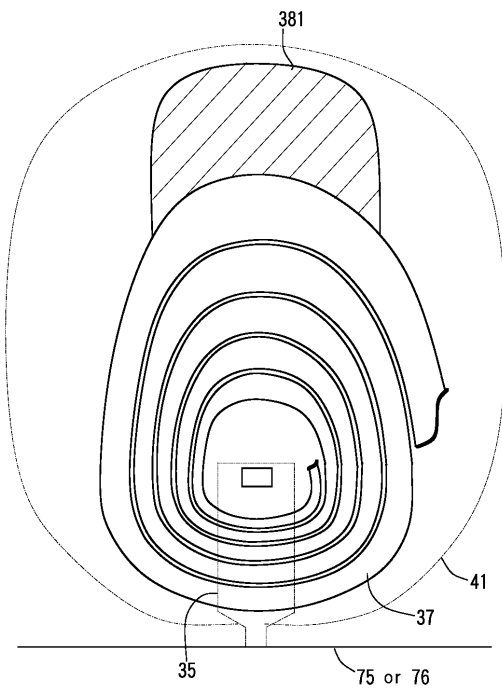
【図 3】



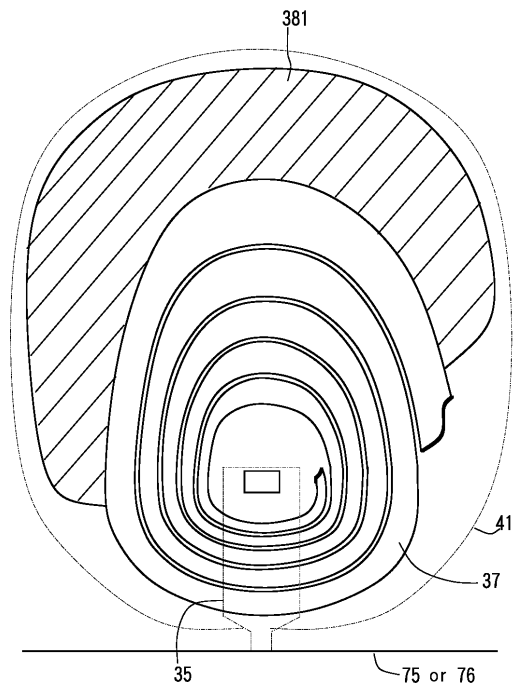
【図 4】



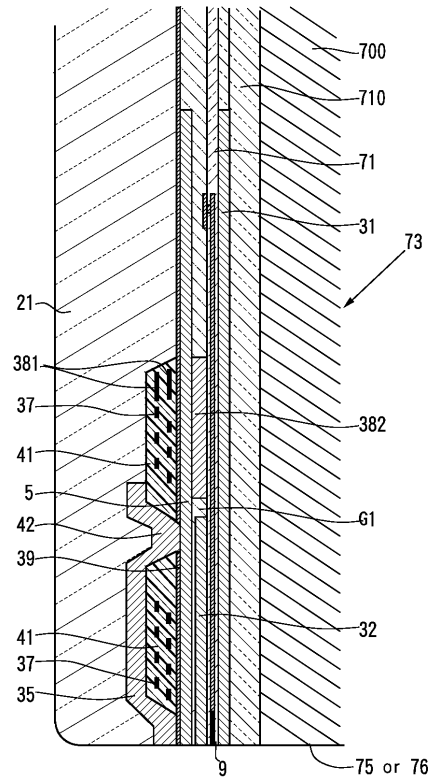
【図 5】



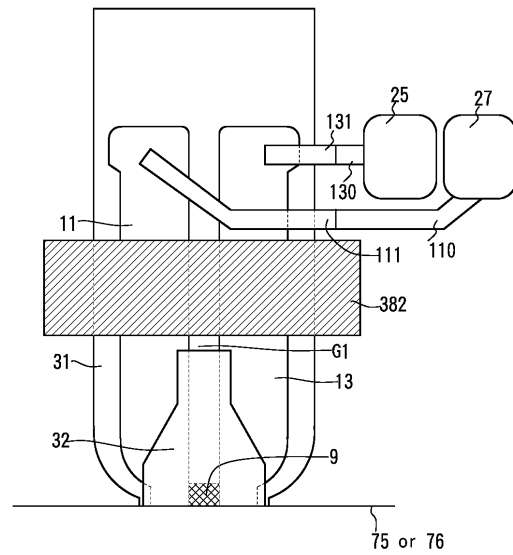
【図 6】



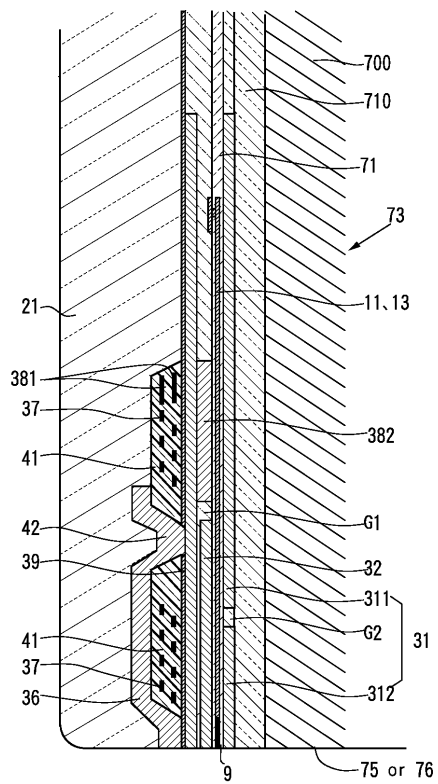
【図 7】



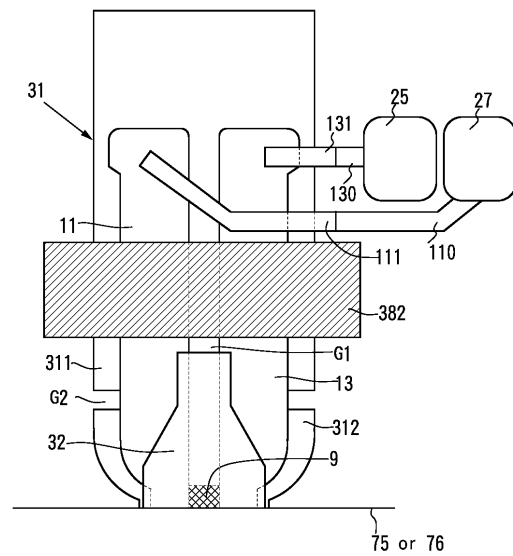
【図 8】



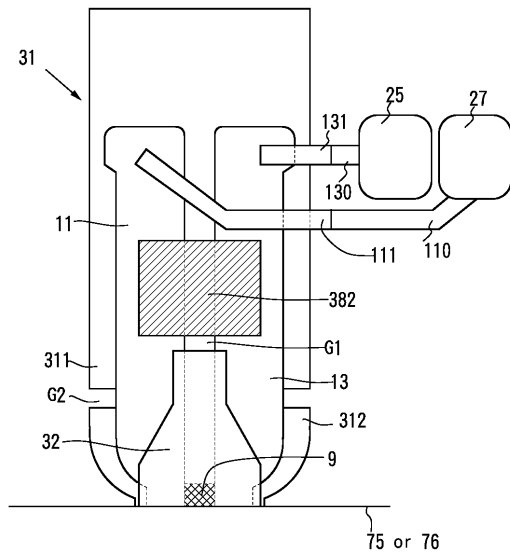
【図 9】



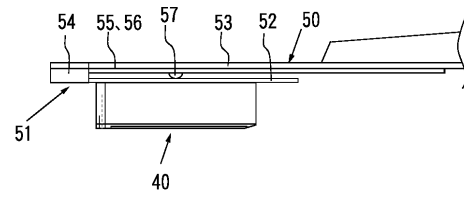
【図 10】



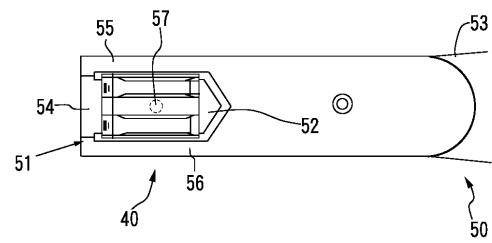
【図 1 1】



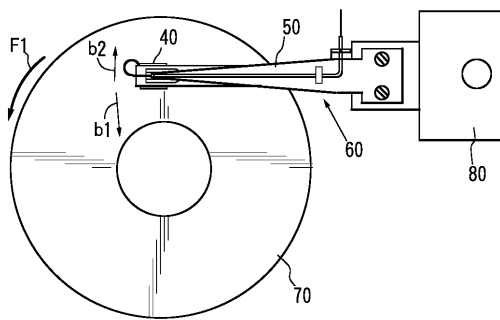
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

合議体
審判長 山田 洋一
審判官 中野 浩昌
審判官 江島 博

(56)参考文献 特開昭62-128011(JP,A)
実開平6-84507(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
G11B 5/31-5/39, 5/60