

磁気ヘッド（フェライト）

（1970 年～）

見学可能：

TDK 歴史みらい館

〒018-0402

秋田県にかほ市平沢字

画書面15（TDK 平沢

工場敷地内）

TEL/FAX：0184-35-6580

JR 仁賀保駅より徒歩約

10分（タクシーで約3分）

[https://www.tdk.com/](https://www.tdk.com/museum/index.html)

[museum/index.html](https://www.tdk.com/museum/index.html)

磁気記録の歴史はデンマークのポールセン（V.Poulsen）が1898年にテレグラホン（Telegraphone）の特許を取得した年から始まった。

磁気ヘッドとは電磁石であり、電磁石を図1のように曲げ一部空隙（ギャップ）を設けたものが基本的な構造である。このギャップにより磁気ヘッドの鉄心（コア）に発生した磁束が漏れ磁束となり磁気媒体上を通過しながら磁気媒体を磁化することで信号（音、画像、Data 等）を記録・再生・消去することができる特性を生かし民生用危機、産業用機器に用いられ発展してきた。

磁気ヘッドに使われる材料はパーマロイ、フェライト、センダスト、アモルファス等の材料がある。ここではフェライト材を使ったFDD用磁気ヘッドについて主に記述する。

1. 製品適用分野

フェライト材を使った磁気ヘッドを使用した装置として下記のものがある。

- ・HDD 用磁気ヘッド⇒コンピューターおよびその外部記憶装置
- ・FDD 用磁気ヘッド⇒コンピューターおよびその外

部記憶装置

- ・VTR（画像）用磁気ヘッド⇒VTR
- ・Audio（音声）用磁気ヘッド⇒テープレコーダー
- ・消去ヘッド⇒VTR・テープレコーダー
- ・カード用磁気ヘッド・磁気テープ用磁気（ストリーマ）ヘッド⇒ATM・自動改札機、データレコーダー

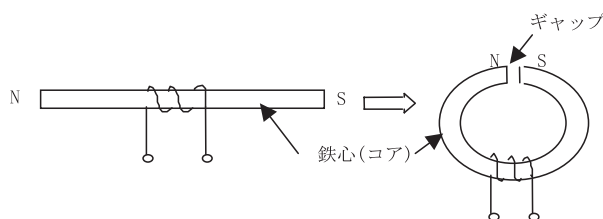


図1 磁気ヘッド概念図

左図 棒状の鉄心に巻いたコイルに電流を流すと鉄心が磁石になる。

右図 この状態の棒状の鉄心を加工し両端をある程度の隙間（ギャップ Gap）ができるように加工すると、磁気ヘッドの基本構造に近い形状となる。

記録媒体（磁気ディスク等）がギャップ部（右図の上側）にギャップ部の隙間よりも密接して接触すると片側のギャップから漏れた磁束が、記録媒体磁性材）を通過し相面したギャップに戻る。この時、記録媒が磁化（記録）される。

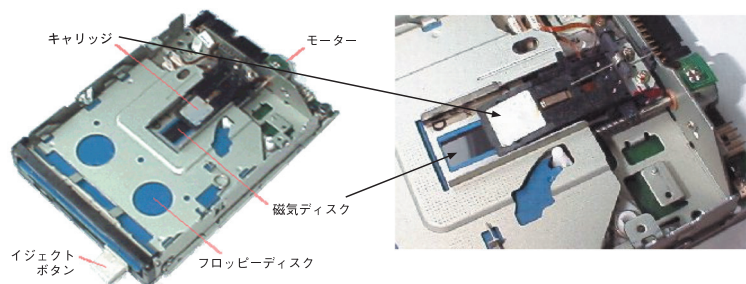


図2 実際にFDD用磁気ヘッドが使われている外部記憶装置（ドライブ）

右図 外側筐体を取り除き装置（ドライブ）全体を見た。

左図 ヘッドの取り付け部を拡大したもの。

磁気ディスクがドライブに挿入されると磁気ディスクのシャッターが開きの磁気（フロッピー）ディスクの一部分が見える。そのすぐ近くに見える白いキャリッジ（Carriage）の裏側に磁気ディスクに接するようにFDD用磁気ヘッドは取り付けられている。

2. 適用分野の背景

フロッピーディスク (FD) 用磁気ヘッドは、フロッピーディスクドライブ (FDD) の技術の進歩とともに発展してきた。最初の FDD は 1970 年 IBM 社が大型コンピュータシステム 3740 の中にインシャルプログラムローダおよび故障診断用プログラムローダとして 8 インチ型の FDD を使用したことから始まる。このとき媒体の交換可能なハードディスクドライブ (HDD) が使用されており、その技術が FDD にもいろいろ導入されている。その一つにトンネルイレース型ヘッドがある。媒体交換を考えると、交換によるオフトラックの問題を解決する方法としてトンネル型イレース方式は大変有効な方法であり、現在においても FDD はこの方式が主流であることからよく理解できる。

最初に出現した 8 インチの FDD は、小型計算機の発展とともに補助記録装置として広く使用されるようになり、やがてもっと小形の 5.25 インチのミニフロッピーが 1976 年にシュガート社から発表され、ワードプロセッサ、パーソナルコンピュータなど小形卓

上システムを中心に普及し、コンピュータ周辺機器としての一大産業に発展してきた。その間、容量も 100K バイト位から 1M バイトへと増大し、ますます高密度記録へと発展していった。5.25 インチは小形への要求から出現した 8 インチサイズを小形化したものであった。1980 年、ソニーは信頼性の問題を改善し、さらに小形化した 3.5 インチのマイクロフロッピーディスクシステムを発表した。これは時代の要求に応えた製品として爆発的な発展をし、世界の標準規格に採用され主流は 5.25 インチから 3.5 インチに移行した。

また、他の記録装置同様、FDD の記録密度も小形化、大容量化の要請により着実に増大しており、3.5 インチフレキシブル磁気ディスクで 100～750M バイト程度の大容量 FDD が実用化されている。

以上のような変遷を経て現在に至るが、HDD ドライブの大容量化と安価な記録媒体を持つ CD-R および小型・操作容易の半導体メモリの台頭で FDD ドライブの需要減少が進んでいる。

	1970 年～	1976 年～	1980 年～
開発メーカー	IBM 社	シュガート社	SONY
市場の要求	プログラム・ローダ用	小型化	信頼性向上
記録媒体の大きさ	8 インチ	5.25 インチ	3.5 インチ
ディスク径	200mm	130mm	90mm
保磁力	3000e	3000e	7200e
記録容量	400kB	800kB	1 MB
トラック密度	48TPI	96TPI	135TPI
コアのタイプ	ラミネートタイプ	ストラドルタイプ	バルクタイプ

3. 製品の特徴

一般的に磁気ヘッドのコア材に用いられる磁性材料に対する代表的な要求事項としては、

- (1) 飽和磁束密度^{注1)}が大きい
- (2) 透磁率^{注2)}が大きい
- (3) 保磁力が小さい
- (4) 耐摩耗特性に優れている

等がある。

FDD 用磁気ヘッドでは、初期の 8 インチ、5.25 インチの時代には金属/パーマロイが使われたこともあるが、以後のコア材料はすべてフェライトである。

主に使われているフェライトとしては Mn-Zn 系フェライトと Ni-Zn 系フェライトがある。

Mn-Zn 系フェライトは Fe_2O_3 を主成分に MnO と ZnO を混合し焼結したもの、Ni-Zn 系フェライトは Fe_2O_3 を主成分に NiO と ZnO を混合し焼結したものである。

注1 材料を磁化した時の磁化の程度を磁束密度と呼ぶ。飽和磁束密度とは磁束密度の具体的な指標で、磁性材料の性能の基本になる尺度である。材料を磁化していったそれ以上磁化しない限度を飽和磁束密度と呼ぶ。この値が大きいほど鉄心(コア)を小型化できるし、高密度記録に適する。

注2 透磁率は磁界の強さ H と磁束密度 B との関係 $B = \mu H$ で表した時の比例定数 μ のことをいう。透磁率が高いと磁束密度が大きくなる、すなわち物質中を通る磁束が増えて磁石としての強さが増す(ヘッドとしての効率が増す)。

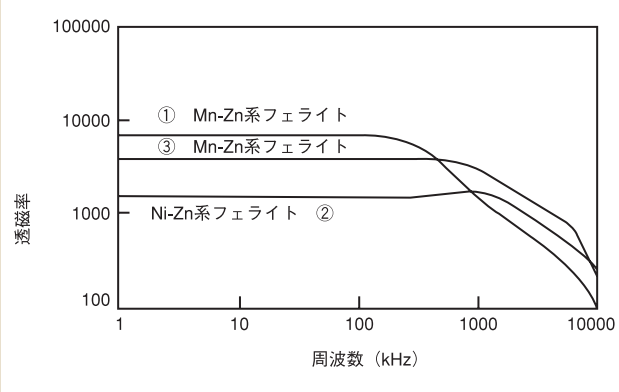


図3 Mn-Zn系フェライトとNi-Zn系フェライトの透磁率 (μ) の周波数特性

FDD 用磁気ヘッドの初期のフェライトコア材料は Mn-Zn 系フェライト①と Ni-Zn 系フェライト②があり、磁気特性として透磁率の高い①よりも周波数特性の良い②が用いられていた。その後、周波数特性が Ni-Zn 系フェライトと同等となった Mn-Zn 系フェライトが開発され③のタイプの Mn-Zn 系フェライトが主流となった。

図3は Mn-Zn 系フェライト と Ni-Zn 系フェライトの磁気特性の違いを示したもので、低周波領域では Mn-Zn 系フェライトの透磁率 μ が高いのに対し(①)、高周波領域では Ni-Zn 系フェライトの透磁率 μ が高く周波数特性がよい(②)。

このため、FD 用磁気ヘッドのコア材料としては初期には Ni-Zn 系フェライトが用いられていたが、その後の改良により主流は透磁率、磁束密度の高い Mn-Zn

系フェライトになっている(③)。

また、さらに高密度化や磁気特性を改善するため焼結過程に加压(ホットプレス)して作られる材料もある。

FDD 用磁気ヘッドの構成は①に示すようにリード/ライトヘッドとイレースヘッドからなり、メディア交換に伴うトラックズレ対策としてリード/ライトヘッドで記録したデータ部分の両側を消去するための方式

を採用しているのが他の磁気ヘッドと違う点である。

これは FDD のようにリムーバブルメディアを使用する記録装置の必須条件である互換性を保証するためである。

重ね書き時のオフトラックによって残った古いデータは再生時にノイズ成分となってエラーレートの低下を招くことから、書き込み時にこの古いデータの部分を消去する。

リード/ライトヘッドで書いたデータをイレースヘッドでデータの両端を消去すると同時に重ね書き時にはオフトラックによって残った古いデータを消去する。

このようなヘッド構造をトンネルイレース方式と言う(図4)。

この他、より高密度(短波長)記録を実現するために重ね書き特性に優れた先行イレース方式がある。磁気記録における高密度記録への挑戦は日々行われており、これには高保磁力媒体とこれに記録するための強い記録磁界を持った磁気ヘッドが必要となる。これへの対応として記録磁界は飽和磁束密度で決まるため飽和を起こす磁気ヘッドのギャップ近傍に磁束密度の高い金属膜を設けた Metal-In-Gap (MIG) ヘッドが開発された。

次に磁気ヘッド全体の構造

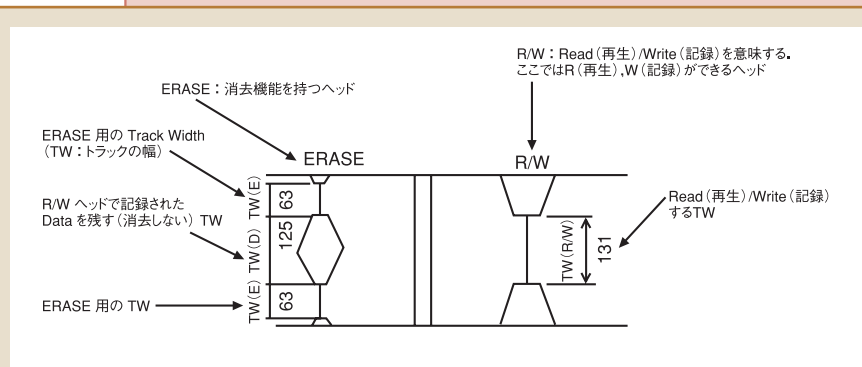


図4 トンネルイレース型 FDD 用磁気ヘッドの説明図

記録用の TW (R/W) 131 μm で記録された Data が、Erase ヘッドを通過した後必要な 125 μm に記録した Data を残し (Data を消去しないで) それ以外を消去できるため、精度良く必要な Data を残すことができる構造 (トラック位置関係) になっている。

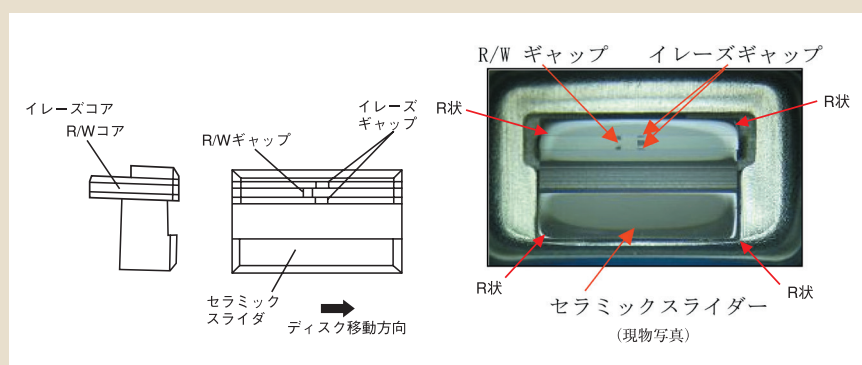


図5 ヘッド構造

R/W コアとイレースコアはそれぞれ独立して磁気回路を形成できるように作られており、スライダに接着で固定したあと加工によりディスクに接触するコア部品が完成する。ヘッドにはディスクとのコンタクト時にメディアを傷つけないために R 状の面取りが設けてある。

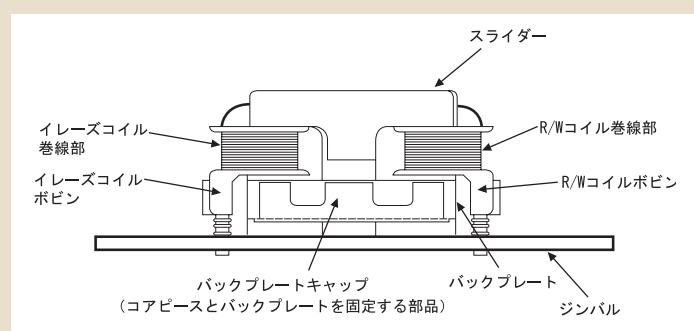


図6 コイル組立後の状態

について説明する。

図5に示すようにヘッドコアにはスライダと呼ばれる主にチタン酸カルシウムを使った部材が接着されている。スライダはヘッドコアとメディアを安定してコンタクトすることやヘッドコアを保護する役目である。

ヘッドにはディスクとのコンタクト時にメディアを傷つけないためにR状の面取りが設けてある。

ヘッドコアは一般に多結晶フェライトを用い、これを加工して作るバレルタイプが主流である。

またリード/ライトヘッドには電磁変換するための、イレーズヘッドには消去磁束を発生するためのコイルが巻かれている(図6)。

ディスクは両面記録であることから、2つのヘッドが対になってメディアを挟む形で適当な圧力でディスクとヘッド面がコンタクトしている(図7)。

ディスクの下側に位置するヘッドをサイド0、上側に位置するヘッドをサイド1と呼び、一般的にはサイド0側ヘッドは固定で、サイド1ヘッドはフレキシブルディスクに対して自在の動きができるような構造になっている。

FDD用磁気ヘッドに求められる諸特性は、電磁変換特性に優れ外部ノイズに強いこと、ディスクに損傷を与えず低トルクであること、さらには衝撃性が優れていること等である。

4. 製法

図8に基本的な製造プロセスを示す。
加工工程

コア材料であるフェライト材を加工しガラス溶着によりリード/ライト用とイレーズ用のギャップを形成する(溶着工程)。ガラス溶着されたコアブロックを加工し必要な厚みにする(ピース工程)。コアピースにス

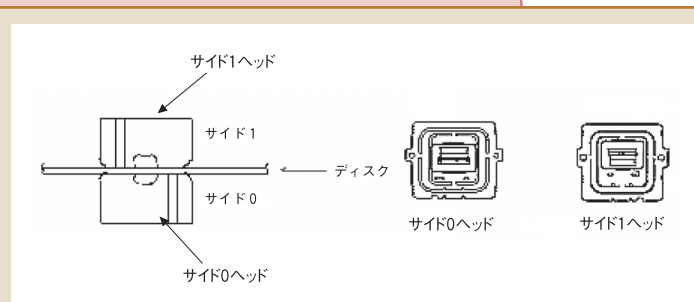


図7 サイド0ヘッドとサイド1ヘッド

フロッピーディスクドライブの中でサイド0ヘッドとサイド1ヘッドがそれぞれフロッピーディスク(記録媒体)の上下に配置されており、ディスクがドライブに挿入されるとディスクのシャッターが開き(ディスクの一部が開放され)上下からヘッドがディスクに図7(左図)のように接触する。一般的にフレキシブルディスクの厚み、反りに対しサイド0ヘッドは吸収機能を持たせず(固定で)サイド1ヘッドのジンバル構造で(バネ製を持たせて)吸収することが多い。

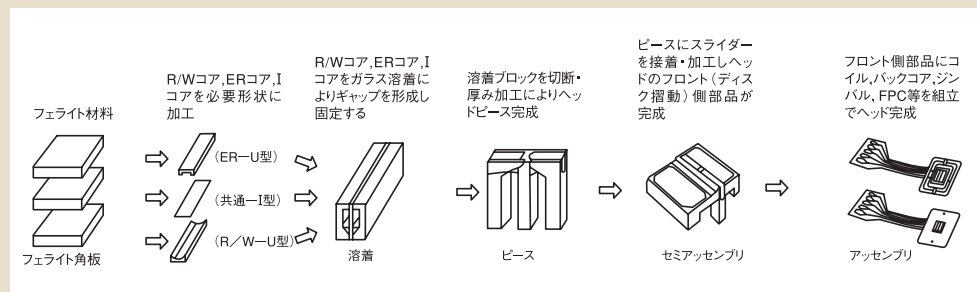


図8 FDD用磁気ヘッドの工程

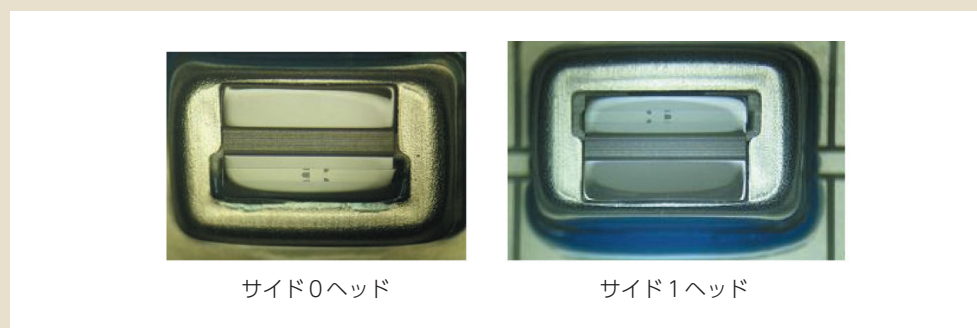


図9 FDD用磁気ヘッド完成写真

ライダーを接着し必要な厚み(高さ)寸法に加工する(セミアッセンブリ)。

組立・検査工程

完成したコアスライダにコイル、バックプレート、ジンバル^{注3)}、FPC^{注4)}等の部品を組立て、必要な検査を行い製品として出荷される。

5. 製品性能・スペック

3.5インチFDDには従来からの1インチ厚みと、ノー

注3 磁気ヘッドと磁気媒体の良い接触を保つために(磁気媒体の厚みや反り等の影響を受けにくくするために)使用するバネ性のある磁気ヘッドの支持部品のこと。

注4 正しくはFlexible Printed Circuitと書き、文字通り屈曲性のあるプリント基板。

ト PC、外付け FDD に対応した薄型を特徴とした 1/2 インチ厚みがある。デスクトップ PC でも薄型 FDD の採用が進み最近では薄型ヘッドが主流となっている。1/2 インチ FDD はその用途から耐衝撃性が求められるため、薄型化に際してはコアチップを支えるヘッドの筐体部(スライダと呼ばれる)の構造を検討し耐衝撃性を損なわないように配慮している。また、接着強度が高く信頼性の優れた接着剤の開発により、ガラスボンディングと同等のヘッド摺動面の平面度を確保し、品質とコストを両立している。下記に 1 インチ FDD 装置の 3.5 インチ FD 用磁気ヘッドの主な規格および形状・寸法を示す。(図 10)

コア材 Mn-Zn 系フェライト

ヘッドの構造 バルクタイプ

イレースギャップの構成 トンネルイレース方式

スライダ材 チタン酸カルシウム(CaTiO₃)

記録容量 2 MB 対応

主な規格

書き込みトラック幅(mm) 0.131

消去トラック幅(mm) 0.071

実効トラック幅(mm) 0.117

ギャップ間距離(mm) 0.35

記録/再生コイル巻数(Ts) 160/160max

消去コイル巻数(Ts) 120

主な特性(2MB Mode)

出力: 1mvp-p 以上

分解能: 70%以上

自己オーバーライト: -28dB 以下

互換オーバーライト: -21dB 以下

波形非対称性: 200ns 以下

〔連絡先〕 秋山 賢治

TDK(株) 応用ヘッド B.D. 技術グループ

〒 400-0495 山梨県南アルプス市宮沢 160

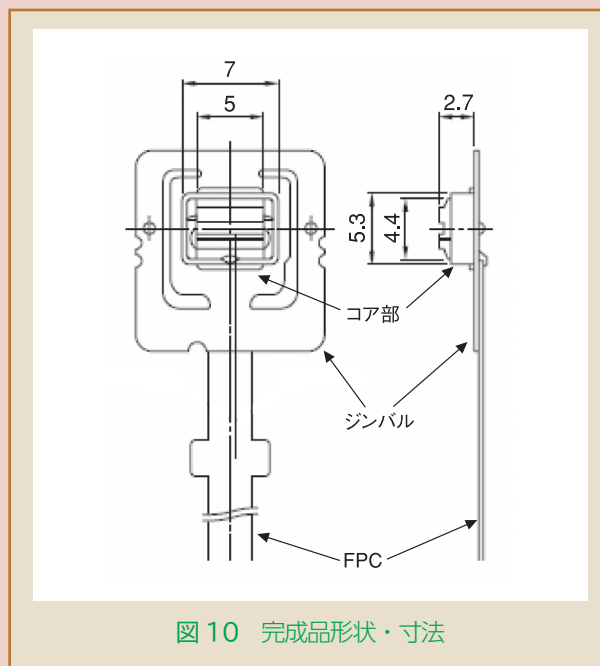


図 10 完成品形状・寸法

※この記事は、2007 年に作成されたものです。その後、本製品は 2010 年に終了しております