

ご利用にあたっての注意

「磁気ディスク装置」は2006年～2009年当時の情報です。予告なしに更新、あるいは掲載を終了することがあります。あらかじめご了承ください。

磁気ディスク装置

磁気ディスク装置とはパソコン（パーソナル コンピュータの略）にとって、覚えておくための手帳と記入用のペンの役割をはたしています。手帳に相当するのが磁気ディスクで、ペンに相当するのが磁気ヘッドです。

目次

- ▶ [どんな所で使われているのでしょうか](#)
 - ▶ [ディスクはどのように記録してあるのかな](#)
 - ▶ [原理](#) (初期化方法、書き込み、読み取り)
 - ▶ [ヘッド](#)
 - ・ [ヘッドの過去・現在・将来](#)
 - ・ [ヘッドの種類と構造](#)
 - ・ [TMRヘッドの仕組み](#)
 - ▶ [ディスク-媒体の構造-](#)
 - ・ [変わりつつある構造](#)
 - ・ [記録密度を上げるためにディスク構造が変化する](#)
- 理由
- ・ [将来](#)
 - ▶ [記録密度](#)
 - ▶ [小話](#) (浮上量の話し、ちょっとした歴史、研究員談)
 - ▶ [おまけ](#)-磁束・磁化について補足説明-

こんな小さな円盤のなかに
膨大な情報が入っているなんて
テクノロジーの神秘だわ・・・
スゴいなあ

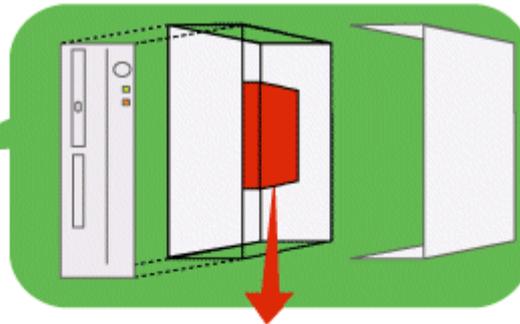


どんな所で使われているのでしょうか

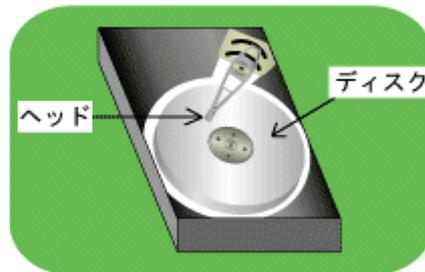
メーカーやモデルによって異なります。



デスクトップパソコン



ノートパソコン



ハードディスクレコーダ



カーナビ



携帯電話

ディスクはどのように記録してあるのかな

パソコンの本体の中に設置されている磁気ディスク装置（手帳の役目を果たしている物）を覗いてみましょう。

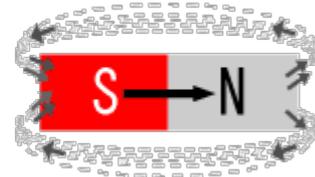


小さな磁石がいっぱい並んでいます。
この磁石はどんな役割を果たしているのでしょうか。

一つの磁石の役割

理科の実験を思い出そう！

砂鉄をふりかけると目に見えない磁束があらわれます

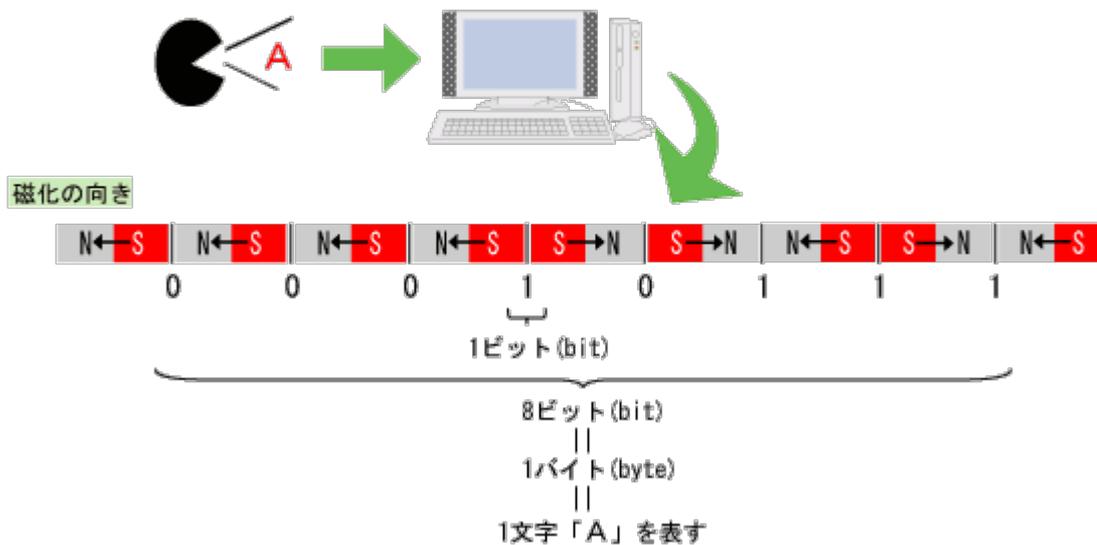


隣り合った磁石の磁化の向きが重要

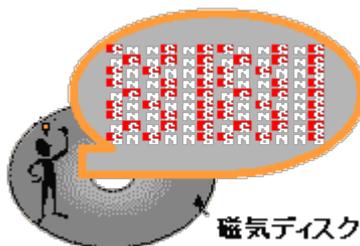


文字はどうやって表すのでしょうか

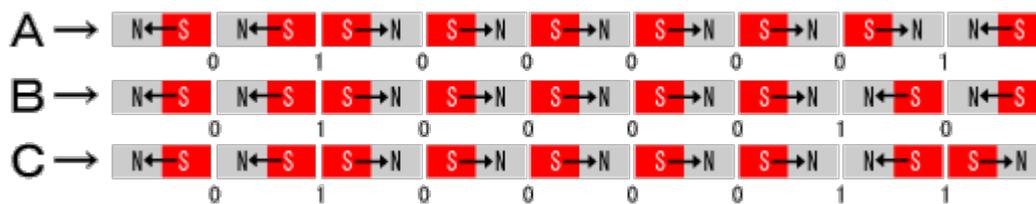
文字や数字は0と1で表し、記録しています



ディスクはたくさんの磁石



つまり、『ABC』とキーボードから文字を入力すれば、8 (bit) × 3 (文字) = 24の「0」と「1」の信号が記録されます。



磁気ディスクの上には0と1の磁石がたくさん記録されています。

[ホーム](#) | [サイトマップ](#)

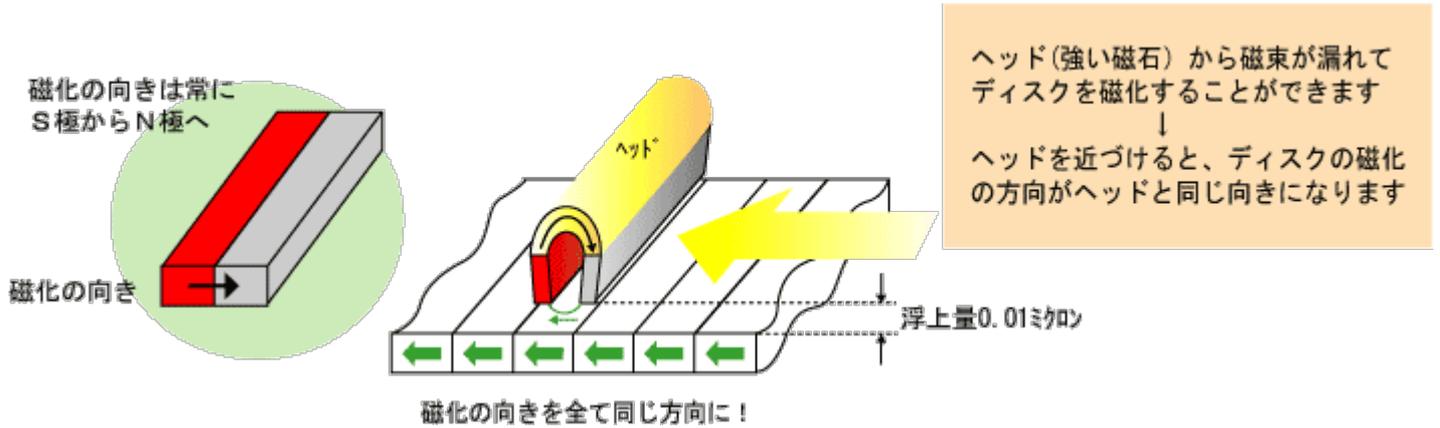
[富士通ホーム](#) | [富士通のアクセシビリティ](#)

Copyright 1996 - 2009 FUJITSU LABORATORIES LIMITED

原理

初期化

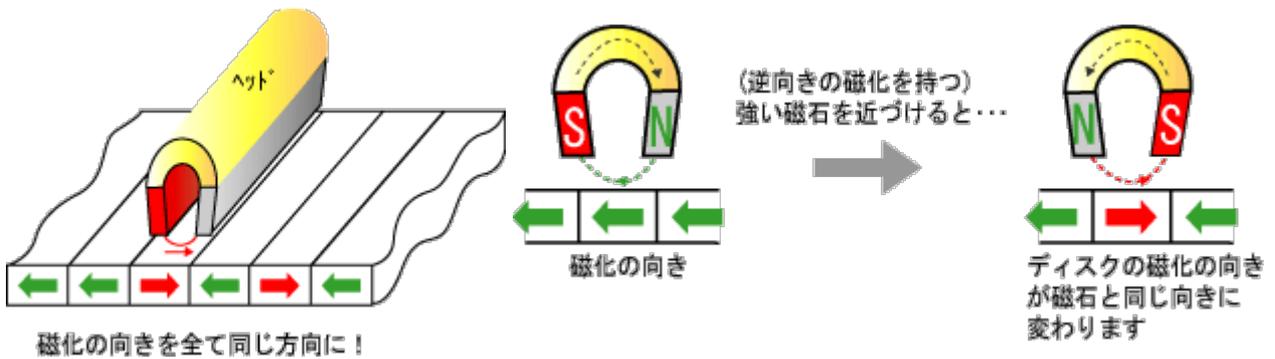
磁化の向きが全て同じ方向になるようにします。(初期化) 《=S極とN極の並び方を全て同じにする》



(注) 浮上量の詳細は小話をご覧ください。

書き込み

磁化の向きを変えたい部分を逆向きに磁化する。(書き込み)



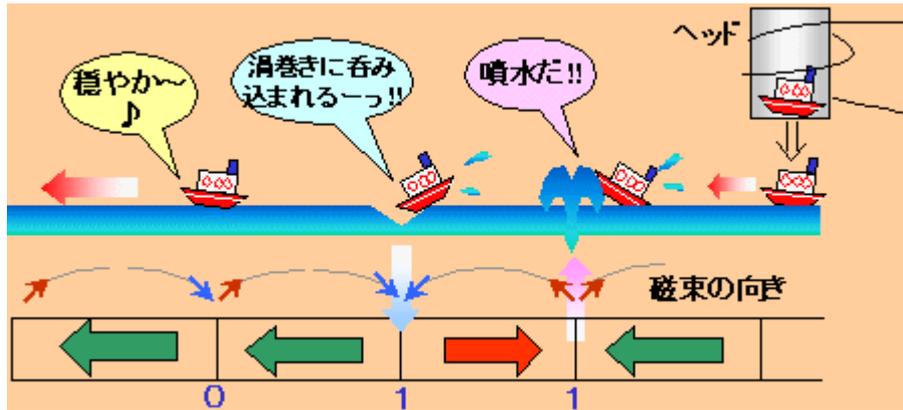
読み取り

記録したコンピュータ情報 0と1の信号を読み出す方法

仮にヘッドの中で船を走らせているとします。



船が磁束の噴水や渦巻きで傾いたりすると「1」で、穏やかに航海しているときは「0」信号として読み取ります。つまりヘッドが磁束の変化を感じて、それを信号として読み取っています。



[ホーム](#) | [サイトマップ](#)

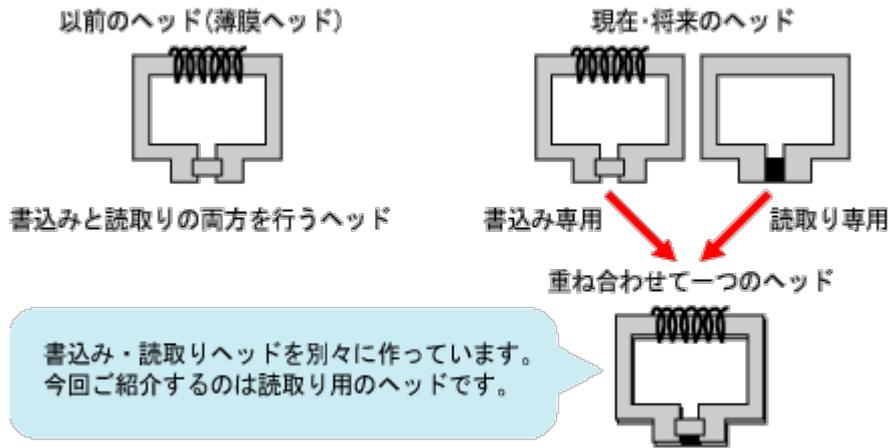
[富士通ホーム](#) | [富士通のアクセシビリティ](#)

Copyright 1996 - 2009 FUJITSU LABORATORIES LIMITED

ヘッド -ヘッドの過去・現在・将来-

過去・現在・将来

以前使っていたヘッドと現在、そして将来使うヘッドには大きな違いがあります。



現在、ヘッドは大きく分けて三種類あります。その三種類について見てみましょう。

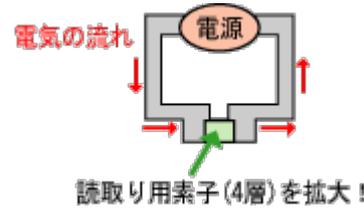
ヘッド -ヘッドの種類と構造-

ヘッドはディスクから漏れ磁束の影響をうけて、フリー層の磁化の向きが変化します。その磁化の向きが電極間の電流の抵抗を変化させ、その結果、電圧の変化となって表れます。その電圧が「高い」か「低い」で0と1の信号を読み取ります。

現在

CIP型 (Current In Plane)

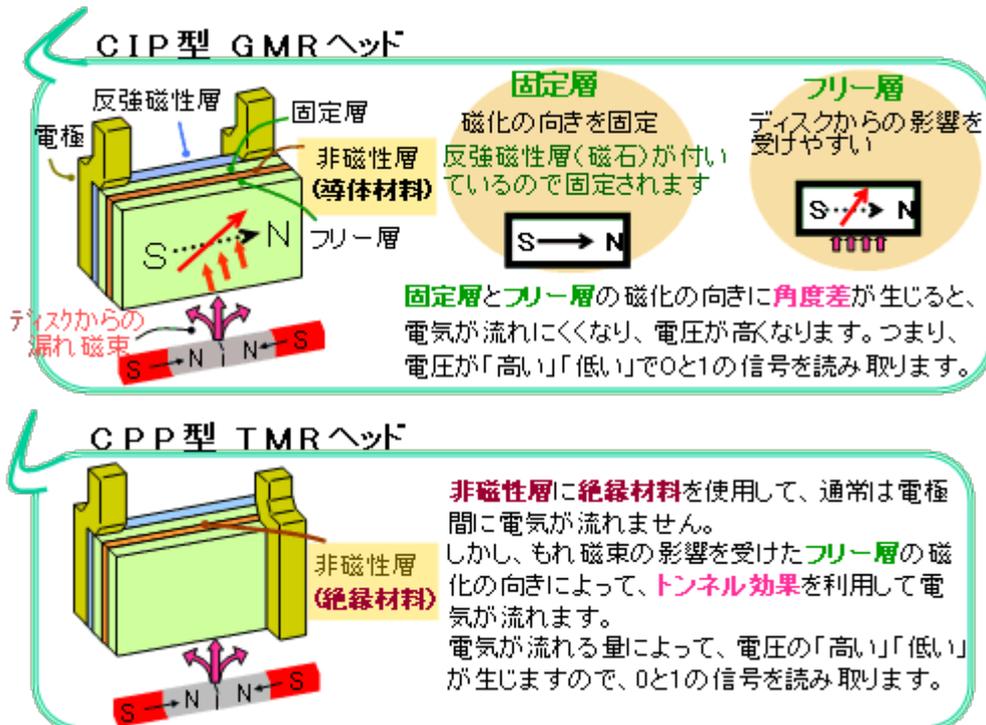
- GMRヘッド (Giant Magneto Resistive)



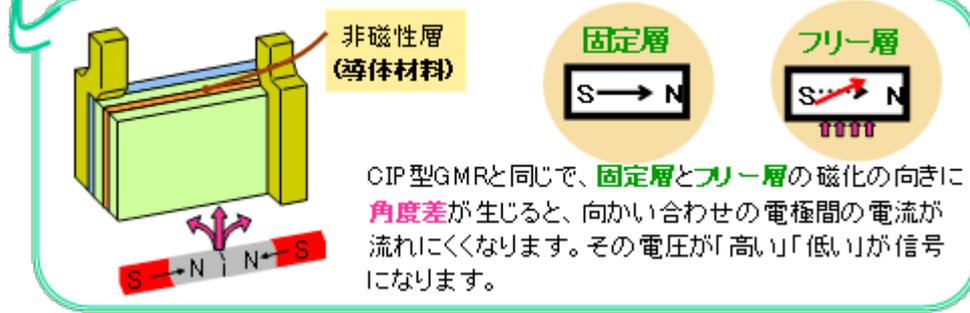
将来

CPP型 (Current Perpendicular to Plane)

- TMRヘッド (Tunnel Magneto Resistive)
- GMRヘッド (Giant Magneto Resistive)



CPP型 GMRヘッド



それでは、将来のヘッド TMRの仕組みについて、詳しく見てみましょう。

[ホーム](#) | [サイトマップ](#)

[富士通ホーム](#) | [富士通のアクセシビリティ](#)

Copyright 1996 - 2009 FUJITSU LABORATORIES LIMITED

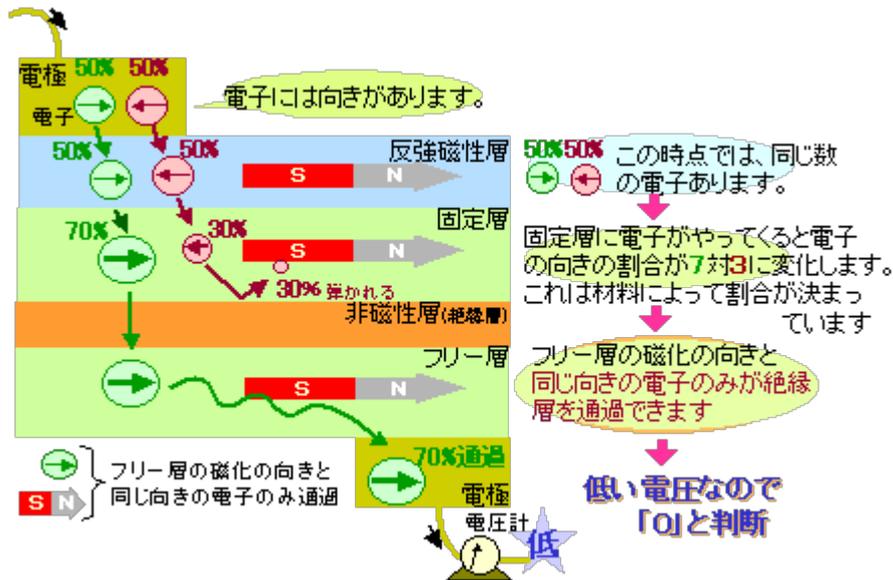
ヘッド -TMRヘッドの仕組み-

TMRの仕組みについて、少し詳しく見てみましょう。

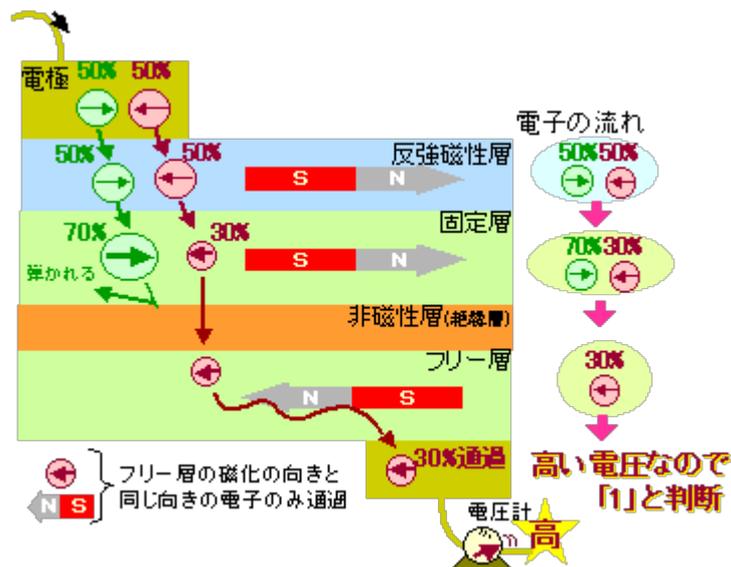
ここから見た図



信号「0」の場合



信号「1」の場合



非磁性層として非常に薄い絶縁材料を用いると、電子は絶縁層を通過し易くなります。その効果をトンネル効果といいます（→TMRの「T」はTunnel）。GMRヘッドよりも0・1信号の電圧の差を、より大きく現すことができます。すると、1bit記録するのに必要な面積を更に小さくできるので、最終的に磁気ディスク装置の容量をグーンと大きくできます。

（注）固定層とフリー層：コバルト鉄ニッケル、非磁性層：アルミナ（絶縁材料）

[ホーム](#) | [サイトマップ](#)

[富士通ホーム](#) | [富士通のアクセシビリティ](#)

Copyright 1996 - 2009 FUJITSU LABORATORIES LIMITED

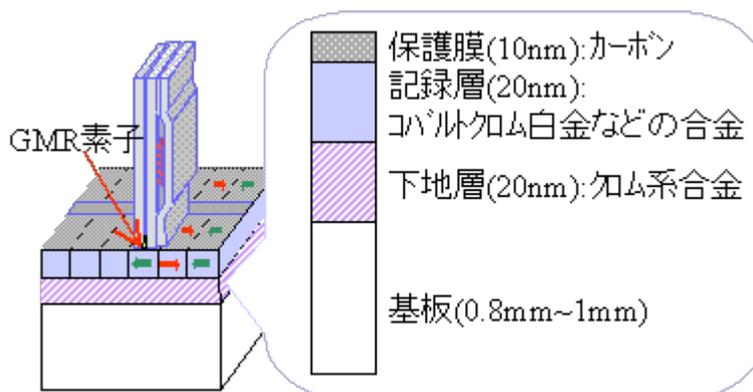
ディスク -媒体の構造- (1)

■ 変わりつつある構造

薄い媒体の中は、材料が地層のように、何層にも重なっています。現在、大容量化、高速化の要求に伴い、媒体の構造が変わりつつあります。

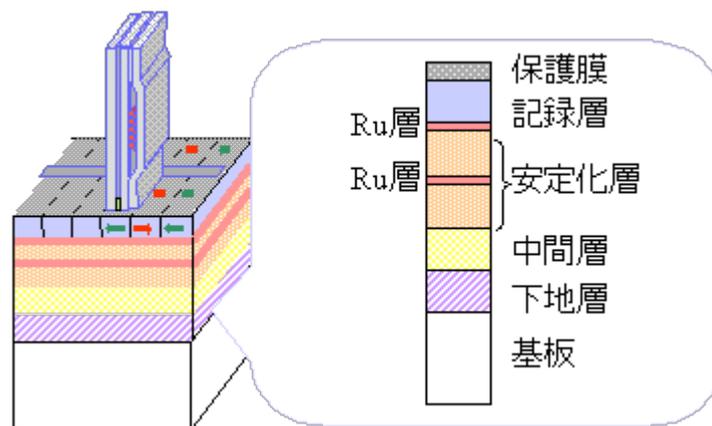
記録密度が30Gbit/inch²の場合のディスク構造（単層構造）

信号を記録する“記録層”の下は、“下地層”になります。



記録密度が40Gbit/inch²以上の場合のディスク構造（SFM構造）

（説明補足1）SFMとはSynthetic Ferri Media の略です。信号を記録する“記録層”の下は、“安定化層”と“中間層”があり、下地層になります。



記録密度をあげると、なぜ“単層構造”から“SFM構造”へと変更する必要があるのか、次のページ「媒体の構造-2)」で説明します。

ディスク -媒体の構造- (2)

記録密度を上げるためにディスク構造を変更する理由

記録密度を上げるためには、
1) 磁性粒を小さくする
2) 記録層を薄くする
必要がある。



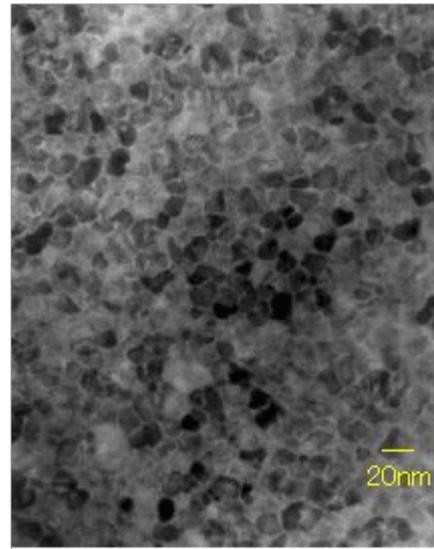
従来からの構造だと、「熱ゆらぎ現象」により記録情報が損失してしまう問題が発生します。



そこで高密度記録媒体“SFM構造”を開発しました。

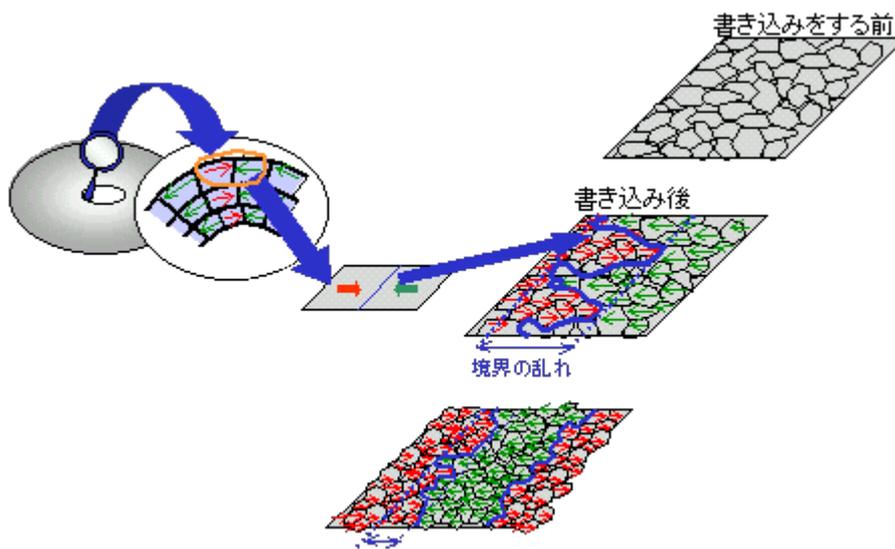
1) 磁性粒を小さくする

ディスクの表面は磁性粒の集まりです。



「媒体表面の磁性粒(透過型電子顕微鏡写真)」

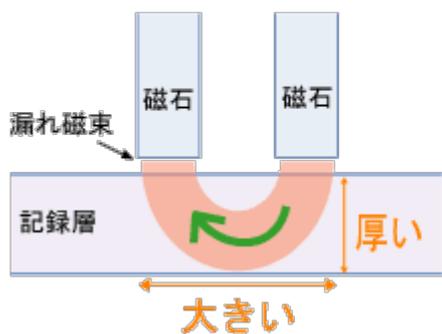
信号の境界線はまっすぐに見えますが、よくみると波線状態（境界の乱れ）になっています。磁性粒を小さくすると、境界の乱れも小さくなるので、0と1の信号を細かく記録できます。



2) 記録層を薄くする

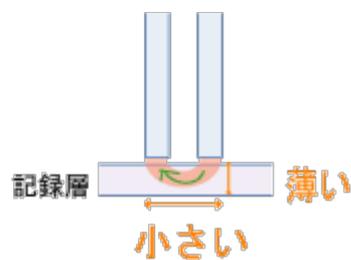
〈従来の構造〉

記録層が厚いので強い磁束で書き込まなければならない(1信号の面積が大きくなる)



〈SFM構造〉

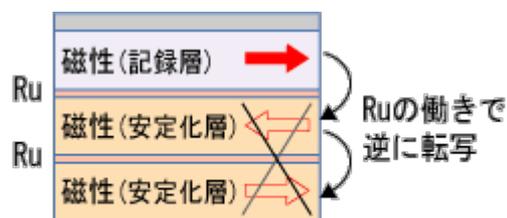
記録層が薄いので小さい磁束で書き込み可能(1信号の面積が小さい)



信号が小さくなると起こる熱ゆらぎ現象ってなんだろう

信号の体積が小さいと、熱が加わった時に信号が消えてしまうことがあります。この現象を“熱ゆらぎ現象”といいます。これを防ぐため、磁性層を3層にし、体積を増やすことで信号を保持することができます。

実際に信号を記録するのは、1層目の薄い記録層の部分です。記録した後、すぐ下の磁性材料の安定化層が逆向きに転写し、さらに下の安定化層へ逆向きに転写します。すると、安定化層同士で信号を打ち消しあうため、読み取り用ヘッドで、信号を読み取る際には、一番上の記録層の情報を読み取ることになります。



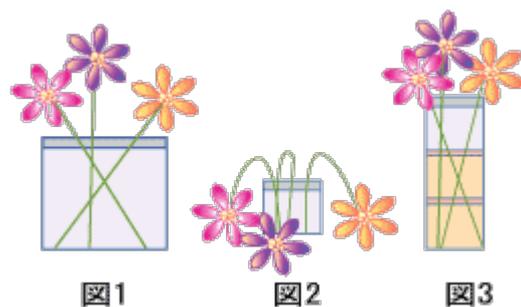
磁性層3層（記録層が1層+安定化層が2層）

安定化層のRu（ルテニウム）の性質

上の信号を下の磁性材料に信号を逆向きに転写する性質があります。

简单例

右図は媒体の構造を花瓶に例えています。従来の花瓶は口が大きく、深さがあるので花をいけることができます(図1)。ところが花瓶の口を小さくし、全体のサイズを小さくすると、花をうまくいけることができません(図2)。そこで、花瓶の口は小さいまま、高さのある花瓶にすることで、花をうまくいけることができます(図3)。これと同じようなことが媒体の構造にもいえます。ディスク表面の信号のサイズが小さくても、3層構造にすることで信号が消失することはありません。



[ホーム](#) | [サイトマップ](#)

[富士通ホーム](#) | [富士通のアクセシビリティ](#)

Copyright 1996 - 2009 FUJITSU LABORATORIES LIMITED

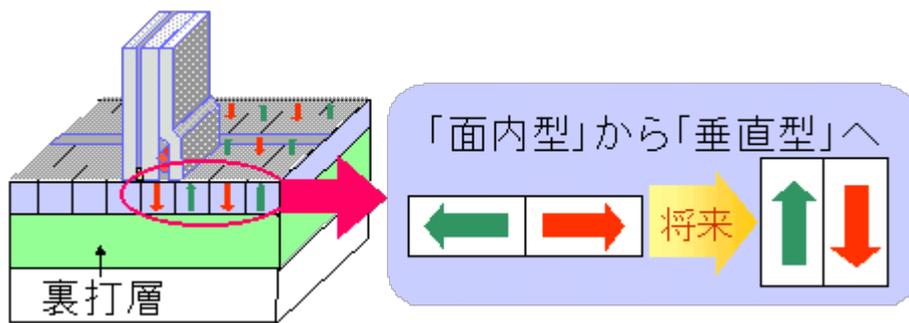
ディスク -媒体の構造- (3)

将来

150Gbit~/ inch²を超える記録媒体として注目されているのは为什么呢。

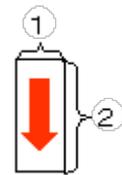
- ・ 垂直記録媒体
- ・ ナノパーティクル媒体

垂直記録媒体



ONE POINT

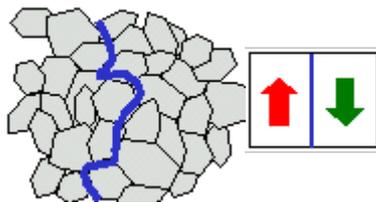
1. 磁気ディスクの1ビットを記録する幅が小さいほど、たくさん記録ができます。
2. 磁気ディスクの深さ方向の膜厚を、厚く作ることができるので熱に強い。



ナノパーティクル媒体

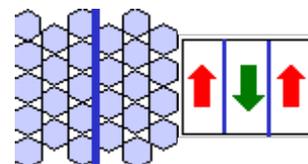
従来の媒体

従来の記録層の磁性粒子。粒の大きさが揃っていないため、信号と信号の境界線が波状になり、1ビットの信号に必要な面積が大きくなります。＝記録密度が低い



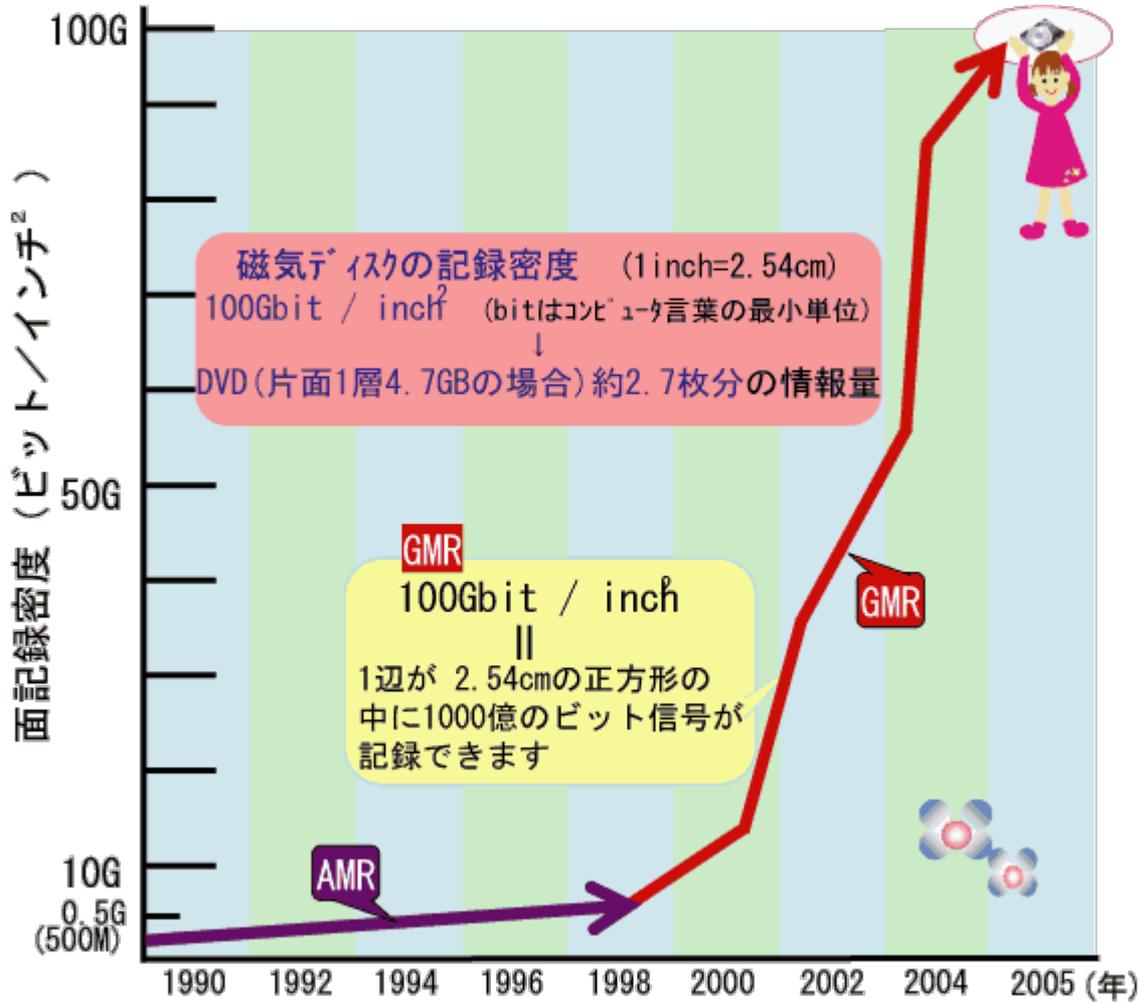
ナノパーティクル媒体

磁性粒子を小さくして、さらに規則的に並べた媒体（ナノパーティクル媒体）。信号と信号の境界線が直線であるため、より細かく記録ができます。＝記録密度が高い

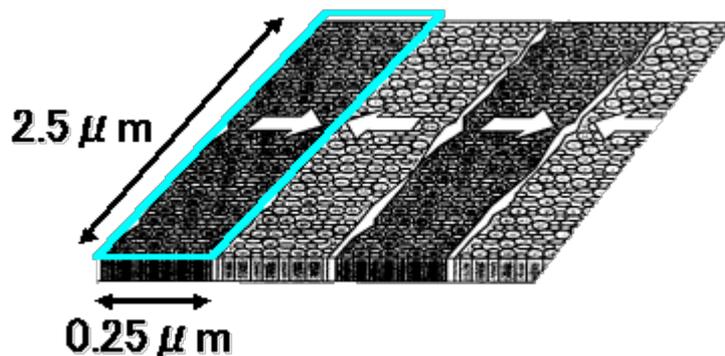


記録密度

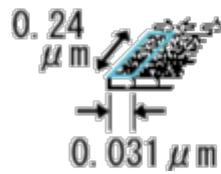
1辺2.54cmの四角に記録できる信号数の推移



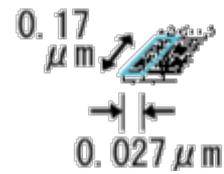
1信号 (bit) を記録するのに必要な面積



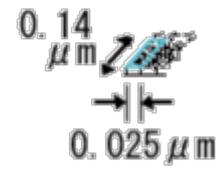
GMR Head
86Gbit/inch²



TMR Head
150Gbit/inch²



CPP GMR Head
200Gbit/inch²



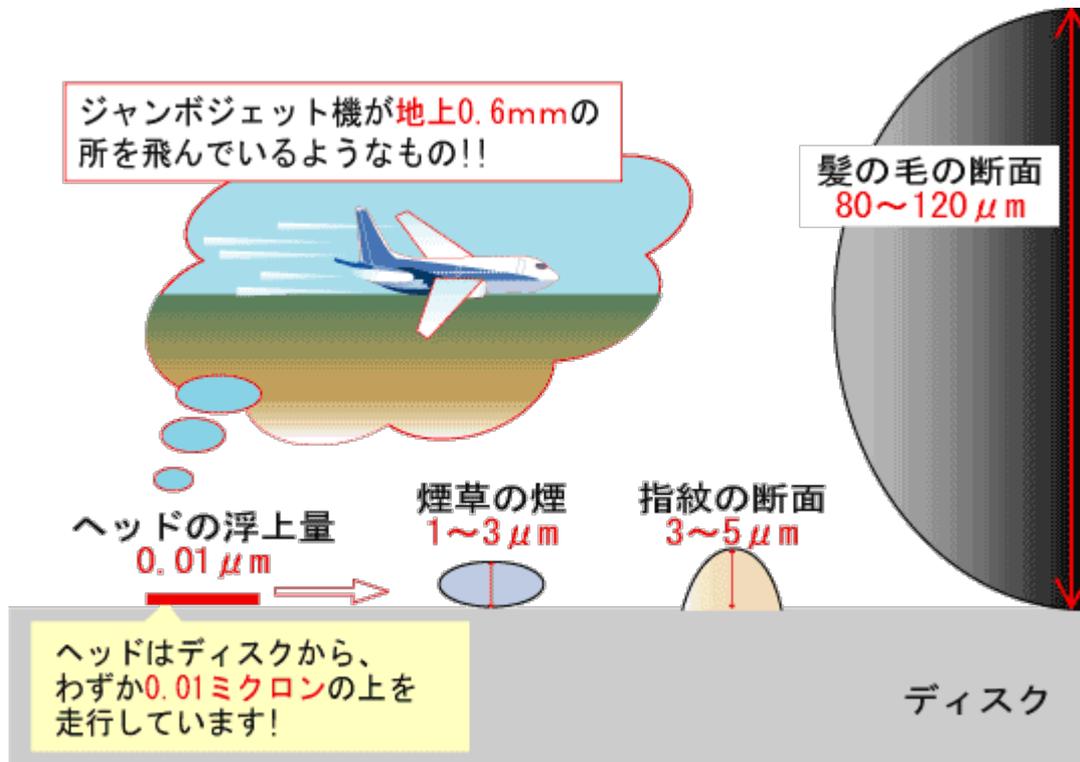
[ホーム](#) | [サイトマップ](#)

[富士通ホーム](#) | [富士通のアクセシビリティ](#)

Copyright 1996 - 2009 FUJITSU LABORATORIES LIMITED

小話

■ 浮上量の話



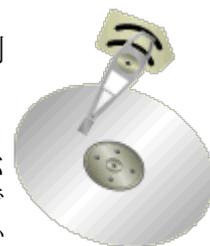
■ ちょっとした歴史

1898年に磁気記録技術は誕生してから100周年になりました。最初の磁気記録は、磁性体の磁化状態を制御することによる情報記憶技術として、1898年にV. Poulsen（デンマーク）によって発明されました。磁気録音機として具現化されたこの技術は、1900年のパリ万国博に出品され、「最近の発明のなかで最も興味あるもの」として賞賛されました。この技術が実用化されるのは、1921年L. De Forest（米国）の真空管による増幅器の発明、さらにドイツでリング型磁気ヘッドと微粉末塗布型テープが開発された1930年代のことです。

さて、世界最初の磁気ディスク装置は、これらの技術的進歩を基に、1956年にIBM社によって発明されました。直径24インチのディスク50枚で構成された大がかりなものでしたが、記憶容量はわずか5Mバイトにすぎませんでした。現在の3.5インチのフロッピーディスクのたった4枚弱に納まってしまう容量です。その後、現在までの40年余りの間に、磁気ディスク装置の面記録密度は約100万倍にも達しています。

■ 研究員談 -ハードディスクドライブの要素技術

磁気ディスク装置を一言で説明すると、回転するディスクの上をヘッドが浮上しながら、磁気的に信号を読み書きする装置です。このような装置構成のため、駆動部が重要な役割を果たしています。その駆動部の開発に必要なのは、(1) ディスク上のヘッドの位置決め精度向上に関わるメカ・サーボ技術、(2) ディスク上をヘッドが浮上するときの摩擦や磨耗現象を扱うトライボロジー技術といった機械工学に関連する要素技術です。一般に、装置の信頼性を向上させるためには、駆動部を如何に少なくしていくかという検討が必要となります。ところが、磁気ディスク装置の場合、駆動部そのものが装置の主要部であるため、高い信頼性を実現するにはメカに関わる多くの困難な課題を解決することが必要不可欠となります。このことは、メモリの仲間である半導体が、機械的な駆動部を全く持たないのと大きく異なる点であり、磁気ディスク装置の特異性とも言えると思います。もちろん、実際にはこの他にも多岐にわたる要素技術が駆使されています。上記以外の主なものだけでも、(1) ヘッド、媒体に関する磁性・材料技術、(2) ナノメータオーダーの寸法精度を実現するための加工技術などがあげられます。これらを組み合わせたハイテクの総合技術の産物が磁気ディスクなのです。現在、磁気ディスク装置について、研究開発から製造販売まで行っているのは、国内では、3社です。数年前まではこの他に数社ありましたが、現在では完全に撤退したり、ヘッドのみ、あるいは媒体のみの供給に様変わりしています。業界のこのような動きは、1年間に2倍以上というすさまじい記録密度の向上を実現するために、広範囲な学問分野に関わる要素技術を継続して開発していかなければならないという磁気ディスク装置の厳しい世界を象徴しているように思われます。



[ホーム](#) | [サイトマップ](#)

[富士通ホーム](#) | [富士通のアクセシビリティ](#)

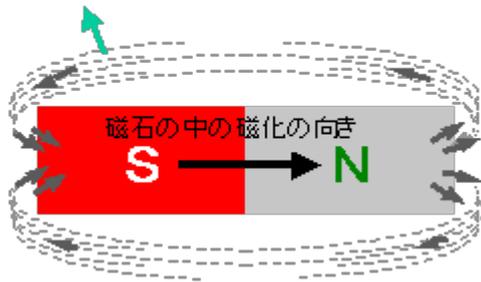
Copyright 1996 - 2009 FUJITSU LABORATORIES LIMITED

おまけ

磁束・磁化について補足説明

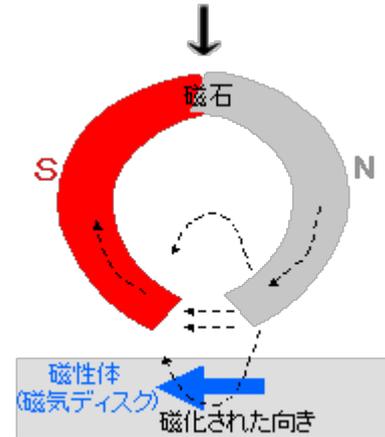
磁束について

目に見えませんが磁石の周りには磁束（磁力線とも言う）



磁化について

磁気ヘッドから漏れ出した磁束を磁性体に近づけて磁石にします。言いかえると



磁性体の変化

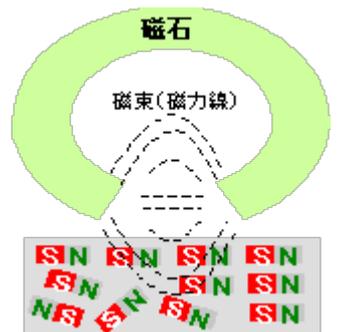
1. 磁化されていない磁性体

磁性体の中の分子磁石がいろんな方向を向いてお互いを打ち消すので、全体として磁石になりません。



2. 強力な磁石を近づけると...

強力な磁石を近づけると、磁性体の中の分子が磁束と同じ方向へむきます。



3. 磁化された磁性体

磁性体の中の分子磁石が整頓されてひとつの磁石となる＝磁化されたこととなります。

「磁気ヘッドで磁気ディスクを磁化する」、ということは磁束（磁力線）を磁性体に近づけて、一つの磁石にするということです。

