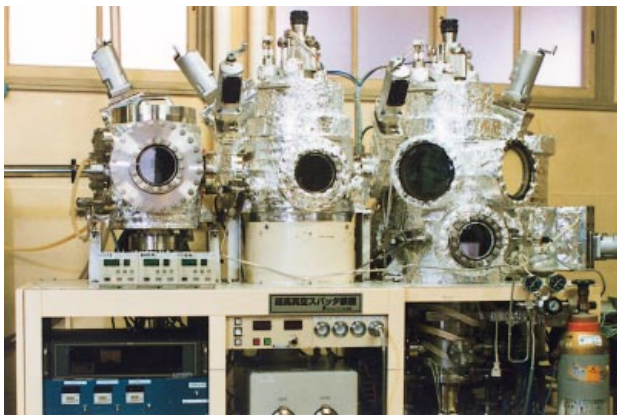


## Fabrication and device technology of extremely small magnetically hard materials

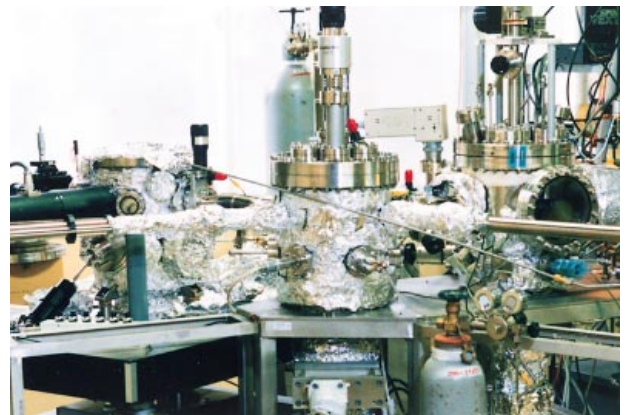
### 極限サイズ硬磁性物質の創成と 新規磁気素子への展開

プロジェクトリーダー 島田 寛

東北大学 科学計測研究所 教授



微粒子形成・表面改質装置



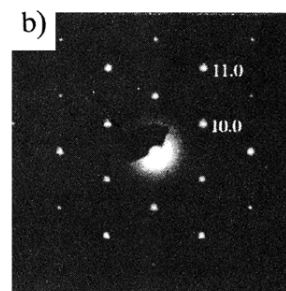
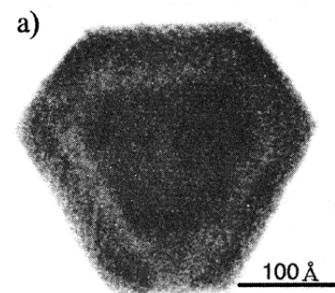
微粒子自己成長機構制御装置

第1図

## 1. 研究の目的

半導体工学と並んで、磁気工学は産業の基盤技術として発展を続けて来ました。特にハードディスク等に代表される磁気記録の密度は年々向上し情報産業のハード面で重要な位置を占めております。しかし、今後も向上を続けるためには、材料面での変革を迫られております。それは、従来の延長線上では、記録ビットサイズの低下によって磁気的な熱擾乱が生じ、物理的なサイズ限界（超常磁性）があるためです。本プロジェクトでは、この限界を克服するために、二つの方法を追及しております。第1の方法は、従来の磁気記録微粒子材料に代わって、より微細な高磁気エネルギー微粒子材料を作成する基本技術（高磁気異方性グラニューラー構造の形成、薄膜初期成長過程制御）の開発とともに、材料サイズの微細化に比例して強まる表面磁気異方性を利用した新規な硬質微細構造材料を開発することです。もう一つの方法は、熱擾乱の主な発生源であるビット間の遷移領域（第3図）を取り除いた、ドットパターンを記憶媒体に応用する新磁気記録システムです。

我々は、第1段階として、材料面に重点を置いた研究をすすめております。非常に高い磁気異方性エネルギーを持つCo, Fe系単結晶微粒子のさらなる微細化と熱擾乱の発現、これを抑制する表面磁気異方性の付与、記録媒体としてのグラニューラー構造の形成技術が課題です。また、磁化が安定な構造をとるドット形状（ディスク型vortex）のメモリー特性開発のための基本設計理論の構築と実験をすすめております。



第2図 hcp Co 微粒子

## 2. 研究の内容

現在、ハードディスクは、その記録密度の高さと大容量化によって重要な情報機器の一つになっておりますが、その材料は約20nmのCo-Cr系の微粒子構造を持つ薄膜です。この材料に細かい(数100nm程度)ビットを書き込みますが、さらにビットを小さくしようとしております。しかし、ビットを構成する微粒子集団の大きさが20nm程度あるので、微粒子をさらに微細化することになりますが、大きな障害があります。それは、これ以下に微細化すると、磁気エネルギーが熱擾乱に負けて記録が保持できない状態になる(超常磁性)ことで、克服困難な現象として認識されております。

本研究では、以下のような方法により、この限界を克服しようとしております。

### 1. 高磁気エネルギー材料の微粒子化と記憶機能の開発

これまでに、Co微粒子の結晶相の制御により磁気異方性の高い最稠密型Co微粒子の合成に成功し(第2図)、この技術を活用して、強磁性体の中で現在最も高い磁気エネルギーを持つ、Co-Pt, Fe-Pt合金を微細化し、熱擾乱に強い媒体材料を提案します。これまでに、Co-Ptグラニューラー薄膜で非常に高い磁気異方性(第4、5図)が得られております。

### 2. 表面磁気異方性の熱擾乱克服の効果

表面磁気異方性の熱擾乱克服の効果については、これまで全く認識されていませんでしたが、我々は、Feの微粒子の実験により数10nm以下のサイズでは、表面磁気異方性が磁化を安定化していることを見出しました。さらこの効果はサイズ低下に伴ってより強くなるのが理論的にも予測できたので、全く新しい原理による強い熱擾乱抑制効果が期待できます。

現在、表面磁気異方性が強く現れる微粒子表面を作るために、表面磁気異方性の発現機構解明、制御技術等の基本的データの積み重ねとともに、記録媒体としての各種グラニューラー薄膜材料の探索を行い、表面磁気異方性が有効に働いている材料の探索を行っています。

さらに、微細な粒子に表面磁気異方性が発現した場合に、どのような磁化過程を持ち、安定なメモリー効果にどう寄与するのかについて、計算機シミュレーションによって予測を行っております。これまでの結果では、通常に観測される表面磁気異方性でも、サイズが微小になると非常に強い効果が現れることがわかり、材料探索の指針としております。

### 3. 微小ドットのメモリー機能

熱擾乱によるノイズ源となる、ビット間の磁化反転領域を微細加工によって取り除いた、パターン化記録媒体の基本モデルを研究しております。この方法では、一つのドットが1ビットとなるので、ドット内の磁化の方向は常にプラスかマイナスの方向に安定に向いている性質(双安定性)を持たせる必要があります。このためにはドットの形状、材料の磁気異方性等を最適にする必要がありますが、我々は非常に作成が容易な材料であるパーマロイ(Fe-Ni合金)のディスク状ドット(第6図)が理想的な磁氣的双安定性(第7図)を示すことに注目し、これを1ビットとするパターン化記録媒体の基本モデルとして研究をすすめています。

## 3. 研究の体制等

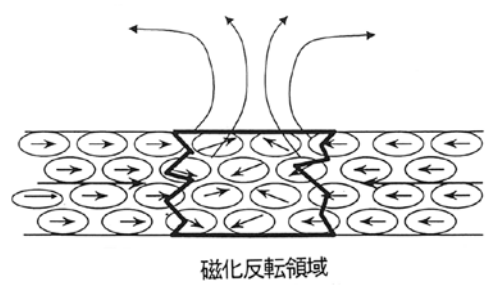
期間：1997年7月～2002年3月

構成：プロジェクトリーダー1名、コアメンバー1名、研究協力者9名

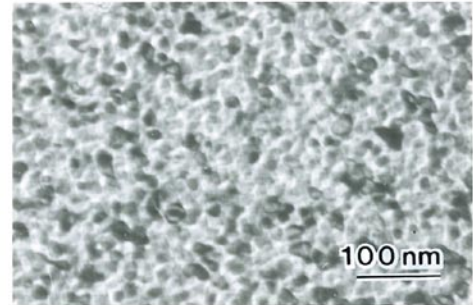
実施場所：東北大学科学計測研究所磁気機能研究分野  
東北大学工学部材料物性工学科固体物性工学講座



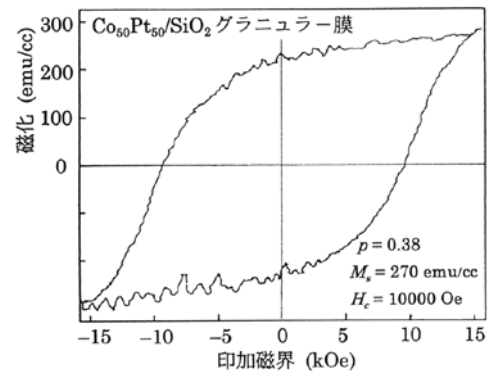
第7図 ディスク状ドットの双安定性



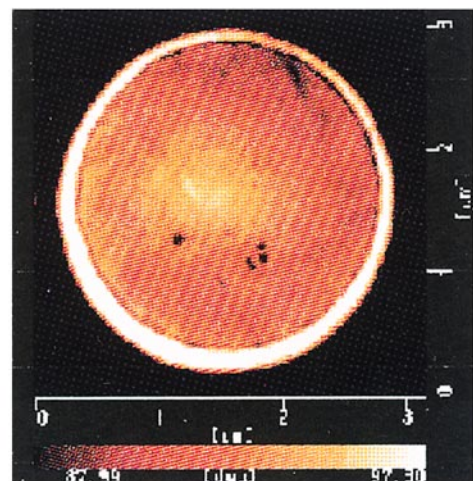
第3図 ビットの磁化状態と磁化反転領域



第4図 グラニューラー構造



第5図 Co-Ptグラニューラー薄膜



第6図 磁気力顕微鏡によるディスク状ドット