The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | 非晶質合金磁性膜 |
| Author(s) | 桜井, 良文 |
| Citation | 大阪大学低温センターだより. 1980, 30, p. 2-5 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/10573 |
| rights | |
| Note | |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

研究ノート

# 非晶質合金磁性膜

基礎工学部　桜井良文（豊中4625）

制御工学科というと多くの人は低温と何の関係があるのですかときかれるが，私の研究室ではメモリデバイスの研究をやっているので将来のメモリに関係あることがらには目を光らせており，10年前位にさわがれたクライオトロン，最近注目されているジョセフソン・メモリにつづいて第3の低温メモリをアモルファス膜で実現できないかというのが私のいだいている夢なのである。1963年，第1回のインターマグ（国際応用磁気会議）にNSFが招待してくれたので，ついでに少しお金を出してアメリカからヨーロッパを80日間ほどかけて見学旅行に歩き，磁気応用の研究の趨勢をしらべた。各国ともフエライト，パーマロイ薄膜，トンネルダイオードなどいわゆる"コンピュータ・マグネテイクス"を熱心に推進している中でクライオトロンメモリが脚光を浴びていたので私もパーマロイ薄膜にしようか，それとも超伝導メモリにしようかと思いあぐんでいた。フランスのブル（計算機会社の名前で後にアメリカ資本に合併された）の研究所を訪ねたとき"日本ではヘリウムの回収再生の装置がいくらするか"と聞かれ，アメリカのようにHeガスが地中から出てくる国にくらべ低温を使う研究が高価につくことを思い知らされて結局帰国後はパーマロイ薄膜メモリの研究に入り，低温とは縁遠くなってしまった。メモリの研究は電子計算機や情報処理技術の発達につれてその後もますます盛んになり，フェライトコアに代るものとして磁性薄膜が多くの研究者によって研究されたが，ワイヤメモリが一部の計算機やNC（Numerical Control）装置に使用されている以外はあまり利用されず，磁気バブルメモリ，光メモリ，MOSメモリなど新しいメモリが登場してまさに百花繚乱（百鬼夜行？）というところであるが，かつてのクライオトロンメモリに代ってジョセフソンメモリが昨年から登場している。今回は低温にする装置も安くなってきたことだし研究に加わっても良いのだが，ジョセフソン接合素子は多くの方々がすでにやっているし，それにリソグラフィ技術の緻密さの点ではもはやメーカーの研究所の方が適当であると思われた。ちようど，私共の研究室ではアモルファスの希土類・鉄族合金の磁性膜を研究していて，これが磁気バブル，光磁気メモリとして注目をあびているし，一方では超伝導アモルファス材料が興味ある対象であるので，現在やっているアモルファス磁性膜を超伝導の方へ向けてやらうとしてはじめたのが現在の研究である。そういう動機で実際に実験に入ったのが丁度1年前であるので，まだデータも充分とはいえない。しかし，丁度本年から「アモルファス材料・物性」という特定研究の御世話をすることになりアモルファス材料の将来の発展に微力をつくさねばならないことになったので，"アモルフアス物質と低温"，"アモルファス材料とメモリ"という関連について努力をしてみたいと思っている。アモルファス材料といってもその機械的性質に注目する金属材料関係，磁壁の運動に起因する低損失磁性体や上述のメモリ材料としての希土類・鉄族合金膜のような磁性材料，さらにシリコン太陽電池やカルコゲン・スイッチのような半導体に至るまで材料的にも広くひろがっているので全部に

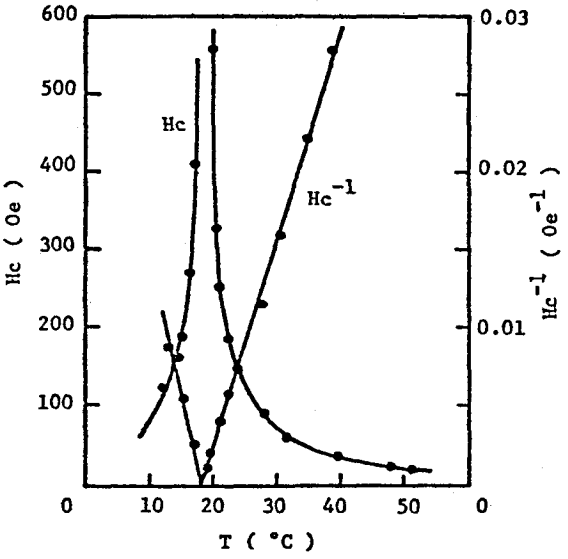


図1　保磁力Hcの温度特性

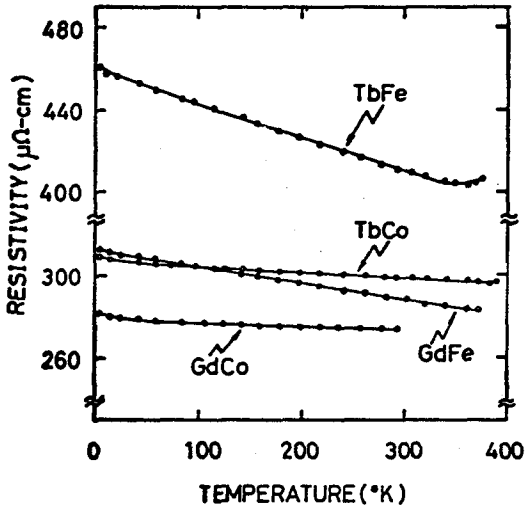


図2　各試料の体積抵抗率の温度特性

目が届かないけれど，共通する物性的な面に注目すると低温特性として注目すべき多くの問題があるように思われる。

以下に私共の研究室でやっているアモルファス磁性膜の研究のあらましについて紹介しよう。磁気バブルは磁化が膜面に垂直に存在する磁性膜に存在する微小（数マイクロン）磁区であるが，普通はバブル膜として希土類ガーネット膜を用いる。広面積のガーネット膜を作るため高周波スパッタ装置で実験を行っているうち，GdCoのスパッタ膜に磁気バブルの存在することを見出した。[1] この希土類鉄族の合金膜は電子線回折の結果アモルファスであることがわかったが，そのほかにもいろいろな興味ある性質をもつ。先ず，補償温度が組成によって著しく変化するので，常温付近にもってくることが可能である。磁気特性も組成や温度によって著しく変化するが第1図はその一例を示し，常温では大きい保磁力（Hc）を示すが，少し温度が上るとHc は小さくなる。[2] この性質はレーザーを用いた熱磁気書込メモリとして適しており，ビットの読み出しは偏光面の回転を利用した磁気光学（カー）効果が用いられる。それ故，これらの膜は磁気バブルおよび磁気光メモリとして開発中である。このほか，著しいホール効果も見出され，[3] 磁気ヘッドとして研究されている。[4]

一方，最近になって絶縁膜（50Å）を間にはさんだ鉄－ニッケルのサンドイッチ構造に電圧を加えた場合に，流れる電流が超低温において印加磁界によって変化する現象が見出されて話題をよんでいる。

私共の研究室では，今回，希土類鉄族のアモルファス合金膜の電気抵抗が，温度にどのように依存するか調べてみた。図2は，作製直

後の膜について測定した結果である。いずれの試料も液体ヘリウム温度から昇温するに従って電気抵抗は減少している。このように金属でありながら一方では，半導体のような活性化形の伝導度を示す。また，室温付近で電気抵抗は極小となる。図3は，温度領域により，電気抵抗の変化の様子が異なる事を示している。低温（4.2K～30K）では対数型，中間温度（40K～90K）では二乗型，高温（90K～220K）では直線型となる。

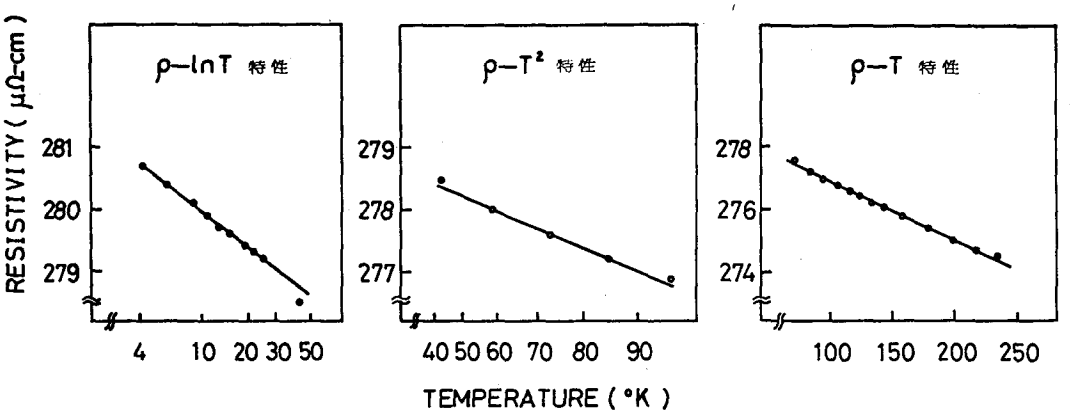


図3. Gd Co の体積抵抗率 ρ の温度特性

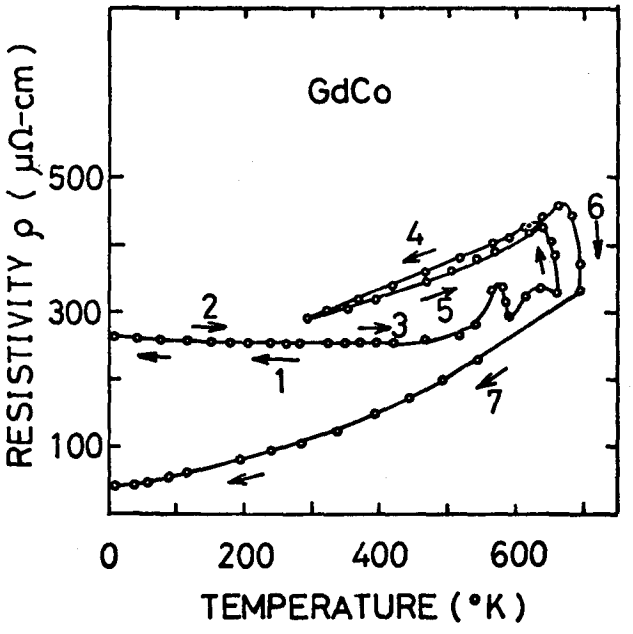


図4 結晶化による体積抵抗率の変化

図4は，結晶化温度（約７００Ｋ）まで昇温した時の様子を示している。結晶化した後の試料の電気抵抗は，通常の金属と同様，温度上昇とともに増大する。また，電気抵抗が極小となる現象は消失する。図には示していないが，アモルファスから結晶状態へ移行する中間状態では，電気抵抗が極小となる温度は，作製直後の値より低温側へ移動する。

図3に示した対数型の変化については，C.C.TsueiとR.Hasegawaが，S−d相互作用による近藤効果であると主張している。[5]一方，R.W.Cochrane et al.は，アモルファス材料の原子配列が不規則であることに基因するとして，P.W.Anderson et al.によるトンネリングモデルを用いて計算を行ない，上記の結果を得ている。[6] 二乗型と直線型の変化は，L.V.MeiselとP.J.CoteがZiman の液体金属における理論をアモルファスに適用して導出している。[7]

アモルファスの合金膜は，長距離秩序を持たない事，熱的に平衡状態にない事の二つの特徴を持ち，それらが関連し合って多様な特性を持つと考えられ，“アモルファス物質と低温”について今後さらに研究を進め，この材料の応用に力をつくしたいと考えている。

## 参考文献


(1) P.Chaudhari et al.; IBM J.RES.DEVELOP, Vol.17, 66 (1973).

(2) S.Matsushita et al.; IEEE Trans. Mag. VoL. Mag-11, No.5 1109 (1975).

(3) K.Okamoto et al.; IEEE.Trans. Mag. VoL. Mag-10, No.3 799 (1974).

(4) H.Tonomura et al.; 第3回日本応用磁気学会学術講演概要集, 94 (1979).

(5) C.C.Tsuei and R.Hasegawa; Solid State Commun., 7, 1581 (1969).

(6) R.W.Cochrane, R.Harris, J.O.Strom-Olson, M.J.Zuckermann; Phys. Rev. Letters, 35, 676 (1975).

(7) L.V.Meiel and P.J. Cote; Phys. Rev., B16, 2978 (1977).