VTR ヘッド用材料の問題

東北大学金属材料研究所 斎藤 英夫

ヘッド用材料の問題点

1. 構成上の問題

現在実用されている VTR 録画用のヘッドはいかなる型式のものにせよフェライトを主体とし、テープとの接触部分にチップとして金属材料を用いている¹⁾ことには変わりがない。フェライトはその比電気抵抗 ρ がきわめて大きく、したがってうず電流損失 W_e もきわめて小さいので、ヘッド用材料として好適なことはいうまでもない。またその品質、性能に関しては現在では使用者の側にはほとんど問題がない。唯一つの、最大の問題は精密な仕上げが不可能なことである。このゆえにヘッドとしての空隙損失、間隔損失を減少させるためには金属製チップを付ける必要がある。チップは本体に糊付けされるが、ここに一つ問題がある。すなわち貼合わせのため総合的損失の増加が避けられない。この欠陥を除くにはチップを用いないこと、すなわちフェライトだけでヘッドを造るか、あるいは金属材料で全部を置き換えるかである。フェライトだけにするのは加工上不可能だから、ここに金属材料としての大きな課題がある。

2. チップに関する問題

チップ自体には実にたくさん問題が考えられるが、

第1図 Supermalloy と Mo-permalloy の μ_{eff} 周波数特性

“Requirements Imposed on Magnetic Materials for VTR Heads” by Hideo Saito.

その二、三をとりあげてみよう。

第一にチップ用材料の実効透磁率 μ_{eff} があまり小さくは意味がない。しかし材料の静的特性や ρ だけでは高周波特性が推測されないからその選択は実にむずかしい。例えば磁性材料中最高の静的透磁率 μ を有する Supermalloy と通常の Mo-permalloy とを採り、その μ_{eff} 特性を比較すると第1図のような結果になる。 ρ についていえば Supermalloy で $65 \mu\Omega\text{-cm}$ 、Mo-permalloy で $55 \mu\Omega\text{-cm}$ であるから、磁性材料の高周波特性は ρ や静的 μ のみを以てしては予測できないことがわかる。しかも μ_{eff} は材料の磁氣的構造や測定条件でも異なるから、ある目的にその材料が適するかどうかは実際の使用状態で試験しなければわからないといえよう。

第2に板厚である。第1図に見るように同じ材料なら薄いほど μ_{eff} が大きい。しかしヘッドとしては磁束密度も大きいことが必要だから有効面積もある限度以上の大きさにせねばならぬ。結局同じトラック幅なら薄い板を許容し得る限り多数積層して使用した方が効果がある。しかし加工上到達し得る厚さにも限度があるし、次の加工の問題もあわせて考えねばならないことである。

第3に加工の問題がある。チップは極度に精密性を要求されるから、材料として必要な熱処理をどの段階で行なうかが重要な課題である。一般にまず打抜いて成形されるが、1枚だけ使用する場合はその後に必要な熱処理を施せばすむ。しかし2枚以上貼合わせの場合には、第一に貼合わせの際の加圧によってひずみが残留する恐れがある。第二に一枚の場合も同様であるが、特に貼合わせのものでは最後に精密仕上げを要し、これによってもひずみが残留し得る。Lucy ら⁽²⁾も指摘しているように

筆者紹介

さいとう ひでお
斎藤 英夫

昭和13年北海道大学理学部物理学科卒、直ちに東北大学金属材料研究所に入り磁性材料、不変鋼および恒磁性材料の研究に従事、東北大学教授、金属材料研究所磁性合金部担当、財団法人電気磁気材料研究所理事、理博

第1表 Alfenol と Permalloy の特性比較

	最大透磁率 $\mu_{\max}$	初透磁率 $\mu_{\text{at}} B=20$	保磁率 He	飽和 Bm	残留 磁気 Br	電気抵抗率 $\mu\Omega\text{-cm}$	硬度 ロックブリ ウエルネル
Alfenol (16% Al, 84% Fe)	116,000	3,450	0.025	7,825	3,800	150	25Rc
Moly-Permalloy (4-79)	112,600	16,600	0.023	8,490	5,200	45	60Rb

間隔部の残留ひずみがヘッドの特性を劣下させる原因となり得るからこれらのひずみはできるだけ避けねばならぬ。特に薄い板ではひずんだ部分と板全体の容積との比が大きくなるから非常に厄介なことである。いずれにしてもこのひずみを小さくするには機械的硬さが大きいものをえらぶか、完全成形後さらにひずみ除去熱処理の可能な材料をえらぶかである。ごく薄い材料では層状貼合わせ後加工する必要があるから、ひずみ除去処理と貼合わせ用レジンの溶融点との関係が非常に困難を与える。また打抜きによるバリの有無、切断面の平滑性なども無視できない。

第4に耐久性である。これには磁性の安定性と機械的耐久性とを考えねばならない。磁気的不安定性は仮りにあるとしても、ヘッドの寿命がその時効時間に比べて短かいからほとんど問題にならない。一方テープ速度のきわめて大きい VTR ではチップの磨耗速度が非常に大きい。そして磨耗量の測定は、ヘッドなら同じ形に造り、同じ条件の下で行なう以外に方法がない。比較的いえば機械的に硬いものが耐磨耗性も大きい。しかし同じ材料でも加工、熱処理、粒度によって異なるから解決はなかなか困難である。

現在ほとんどのヘッドがチップとして 16% Al-Fe 合金の Alperm を使用しているのは、以上の諸点で比較的に無難であるからである。以下少しくこの合金について述べよう。

アルパームについて

Fe-Al 系合金のうち Al 10~18% を含む合金は焼鈍

第2図 種々の厚さの Alperm 板の μ_{eff} 周波数特性

第3図
Alfenol およ
び Permalloy 製
ヘッドの損失

状態では Fe_3Al 規則格子を形成する。しかしこれを $500^\circ \sim 700^\circ$ から急冷して規則格子の生成を抑制すると μ が大きく、また ρ も大きくなることは 1939 年増本と斉藤⁽³⁾ によって見出された。しかしたまたま戦時に際会したのと、当時のわが国工業界の水準のためから、比較的硬いこの合金は遂に実用化されないままであった。戦後、米、独において注目をひき、加工法が研究され、それぞれ Alfenol 16 および Vacodur 16 の名で市販されるに到った。このことによってわが国でも再び注目され、数社ですでに試作段階を終っている。現在 Alperm と呼ばれるものは上記組成範囲の中でも最も ρ が大きく、機械的硬さの大きい 16% Al 合金である。第2図には市販アルパームの高周波特性⁽⁴⁾ が示してある。この合金の高 μ 、高 ρ 、高硬度に着目して始めて録音用ヘッドに利用したのは Fishell⁽⁵⁾ および Lufcy ら⁽²⁾ であった。第3図は同様に造った Alfenol 16 および Mo-permalloy 製ヘッドの特性を比較したもので、10 kc までは両ヘッドともに特性はほとんど変わらないが、10 kc を超えると Permalloy ヘッドでは損失が大となるのに反し、Alfenol 製ヘッドは 60 kc までほとんど理想的特性を示している。国産 Alperm について行なわれた試験結果もほとんどこれと差がない⁽⁶⁾。

第4図 各種 Alperm とバネ鋼のヘッドチップ磨耗量の比較

第5図 Alperm と Permalloy の磨耗量の比較

このような Permalloy 系材料と Alperm 系材料でのヘッドの性能の差はもちろん両材料の特性の差によるものである。第1表はその特性を比較したものであるが、磁性の点では Permalloy の方が遙かに優れているのに Alperm 系材料のヘッドが良好な特性を示すのは、第1にその ρ が大きいこと、第2に Lufcy ら⁽²⁾も指摘しているように Alperm 系材料は機械的に硬いので間隔部周辺の残留ひずみが小さく、 μ_{eff} の低下が少ないこと、また打抜き周辺部のダレが少ないことが原因として考えられよう。

さらに Alperm の特徴の一つは第4図⁽⁷⁾に例示するようにロックウェル硬さ Rc60 のパネ鋼とほぼ同程度の耐磨耗性を有することである。また第5図⁽⁸⁾は各種 Permalloy と比較したもので、ヘッド用材料として Alperm が最適とされる決定的要因の一つである。

さて第2図で見たように Alperm の μ_{eff} は 0.1mm の厚さの板でも 4Mc では数十程度にすぎない。そのため、いますこし μ_{eff} の大きな材料が要求されているので、筆者は数年前から日本楽器の協力を得てさらに薄い材料の試作を行なっている。

なお Alperm について約2年連続して測定した結果、その磁性には時効現象はまったく認められなかった⁽⁹⁾。

アルパーム 20 μ 板について

上述のようにさらに薄い材料が要求されるのに Alperm の厚さ 0.1mm の板の製造は現状では決して容易なことではない。よって筆者は菊田⁽¹⁰⁾と共にごく薄い純 Fe あるいは低 Al 含有量の Fe-Al 板に Al を浸透させて約 20 μ の厚さの Alperm を試作した。このように薄い板では粒子も小さくなり、必然的に μ は低下するが W_e の低下がこれを補うであろうし、また粒子が小さい

 第6図 20 μ 厚さの Al-Fe 合金の μ_{eff} 周波数特性

と打抜き性(ダレ)などがえっよくなるものと予想された。試作の結果はほぼ予想どおりであった。第6図はこの方法で造った種々の Al 含有量の薄板の μ_{eff} 特性曲線⁽¹¹⁾であり、この図から 13.5~16.5% Al の組成範囲の薄板は 4Mc でも 150 以上の μ_{eff} を有し、材料としては十分の特性のものであることがわかる。しかしこれらの材料について各所で実際にヘッドとして御試験願った結果は、先に述べたヘッド当面の問題がそのままあてはまる結果となった。第7図は NHK でヘッドとして試験された結果を同所で開発された改良型ヘッドと比較したものである。このように薄板材料製ヘッドがかえって性能が悪い最大の原因は材料がごく薄いため残留ひずみの影響であろう。写真1はこの素材について松下中研で撮影されたX線写真であり、写真2はこの薄板を11枚張り合わせ、レジンで接着しプレスしたもので、すでに著しいひずみが発生していることがわかる。これを除くことが当面の課題であるが、レジンの溶融点が低いのでひずみ処理は低温で行なわねばならぬ。この場合には先に述べた Fe_3Al 規則格子の生成とそれに伴う μ および ρ の低下が問題となる。写真3は同じ素材を焼鈍後炉

第7図 NHK 300 型および積層型ヘッドの周波数特性

写真 1 20 μ 厚さの Alperm 素材のX線写真

写真 2 写真1の素材を11枚はりあわせプレスしたもの

写真 3 写真1の素材を焼鈍後50°/時の速さで冷却したもの

冷したもので、この程度の処理でも判然と規則格子線〔Ⅲ〕が現われ、低温焼鈍に伴う困難性を示している。

今後の問題

以上簡単にヘッド用材料の当面する問題を述べたが、

板材に関しては現在の製造方法では薄くすることも困難であり、また多少薄くしても多くは望めない。したがって薄板積層ヘッドの改良をいかにするかである。

そのためには

(1) 積層貼り合わせ用接着材としてレジン以外の絶縁性の強い、しかも型抜きあるいは加工後再び熱処理の可能なものの研究。

(2) 機械的な硬さが

Alperm よりもさらに大きく、 μ, ρ の大きな材料の研究。

が今日の主目標であらねばならない。筆者もこの両面にわたり研究を続けているが、近く報告できるものと信じている。

最後に、貴重な資料の引用を快く許可された NHK 技研、松下中研の各位に心からお礼申し上げて筆をおく。

(昭和 35 年 12 月 9 日受付)

参考文献

- (1) 寺山・電子科学, 9(1959), 30. 橘渡: 電子科学, 9(1959) 33
- (2) C. W. Lufey, W. T. Heath: Electronics, (1955) June, 137.
- (3) 増本, 斎藤: Sci. Rep. RITU, A-3(1951), 523: A-4(1952) 321; 338
- (4) 日本楽器ヤマハ合金カタログによる。
- (5) R. E. Fishell: Communication and Electronics, 1955. 05. P. 190.
- (6) 例えば東通工(現ソーニー)で行なわれた試験報告。
- (7) 松下電器中央研究所の測定による。
- (8) 松岡: 昭和 35 年度電気通信学会全国大会における講演。
- (9) 斎藤: 近く日本金属学会誌に発表の予定。
- (10) 斎藤, 菊田: 日本金属学会昭和 35 年度秋期(第 47 回)大会における講演。
- (11) NHK 技術研究所の測定による。

アンテナの総合メーカー

ヨコオ

アンテナ

カラーにも・白黒にも

8YX-412

4~12チャンネル・準広帯域遠距離型
利得 9~10db・定在波比2.8以下

最高の品質!
最低の価格!

株式会社 横尾製佐所

本社 東京都北区滝の川7の5

TEL (982) 8106~9