

本論文は、「テープ装置に於ける MR/GMR ヘッドの静電気破壊対策の研究」と題し、磁気テープ記録装置における静電気障害、特に、近年、高密度磁気記録を読み出す MR/GMR ヘッドの静電気破壊現象を基礎実験、シミュレーションを通じて詳細に検討し、具体的な静電気障害対策指針の確立を目指したもので、全部で7章から構成されている。

第1章は、序論であって、研究背景、本研究以前の従来の研究、テープ用磁気ヘッドの静電気障害の実情、問題点などをまとめると共に、本研究を進める上での重要なデバイスである GMR ヘッドの概要等を詳細に説明してある。特に、MR 磁気ヘッドは、 $10^8\text{J}$  台、GMR 磁気ヘッドは、 $10^{10}\text{J}$  台の極めて微小の放電エネルギーで故障することなどが示されている。

第2章は、「テープからの放電」と題し、回転ドラムに取り付けられたヘッドと走行テープとの接触摺動状態での帯電と、それに伴う絶縁破壊現象を詳細に検証している。金属蒸着 (ME) テープでの接触帯電電圧は  $1 - 2\text{V}$  であるのに対し、磁性粉塗布 (MP) テープでは、 $10 - 20\text{V}$  の帯電となることを明らかにしている。一方、同じ帯電電圧であれば、テープの表面抵抗が大きいほど放電電流は小さくなり、結果として MR ヘッドの損傷も少ないことなどを実験的に確かめている。ちなみに、帯電電圧が  $30\text{V}$  の場合、テープの表面抵抗は  $1 \times 10^4 \Omega/\text{sq}$  以上が望ましいと結論づけている。また、テープの容器、カセットの帯電も問題であることを確認している。これは、カセットの帯電がテープに誘導電荷を発生させることによるものである。ちなみに、カセット容器の材質を変え、従来の表面抵抗率が  $10^{12} \Omega$  の高抵抗樹脂から  $10^{10} \Omega$  の静電製樹脂に換えることでカセットの摩擦帯電が  $1\text{-}3\text{kV}$  から  $70\text{-}150\text{V}$  に低減すること、誘導電荷量も  $2\text{-}6\text{nC}$  から  $0\text{-}1\text{nC}$  に減少させることができたとしている。

第3章は、「ヘッド端子からの放電」についてまとめたものである。帯電原因として、配線の被覆導線やフラットケーブルの帯電を取り上げ様々な場合について実験的に検証している。優れた絶縁材料で被覆された電線は、摩擦等で容易に  $1\text{kV}$  以上に帯電する。この被覆外側の電荷によって導線表面にも電荷が誘起される。この導線がヘッドなどに接触すると、ヘッドに大きな電流が流れることになる。 $1\text{kV}$  程度の帯電で  $800\text{mA}$  もの電流が観測されている。この現象を詳細に調べたところ、接地への放電では、電線の長さによって電流波形 (特に、半値幅) が異なること、ヘッドへの放電では、半値幅等に電線長の影響は認められないとしている。接地されていないヘッドへの放電では、電流が流れ込むことでヘッド自身の電位が変化し、放電が短時間で終了することが認められると報告している。また、ヘッドと接地との間の静電容量によってヘッドとの間の放電電

流は大きく変化することを見だし、接地との距離や浮遊容量が帯電電圧を変化させ放電電流に影響することを実証している。

第4章は、「ヘッド材料による対策」と題し、ヘッドの基板材料とギャップ材料の導電性を進めることによる静電気破壊防止対策効果を検証している。その一つは、導電性フェライトを開発し、テープ上にある電荷がヘッドへ放電電流として流れるのをバイパスして減少させる効果をねらったものがある。従来型の絶縁性の高い $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>基板から導電性の高いALTIC基板に変えた結果、ヘッドに流れる電流を1/5に減少させることができたが、基板電流は4-5倍に増加する弊害があるが、導電性フェライト基板を用いると、素子電流は、ALTIC基板の場合の電流の1/4、また、基板電流は、前者の1/8に下げることが成功した内容を報告している。また、GMR素子とシールド間のギャップ膜についても、従来の絶縁性の高いアルミナ膜から新規開発の白金ドーパアルミナ膜に変えることで電荷が貯まる前に放電可能となり、結果として静電気放電による膜破壊を防ぐことに成功した結果について記述してある。

第5章は、「静電気放電と要因」で、これまでの研究結果から、磁気ヘッドの静電気放電要因と解析し、方電路と共に整理した結果を示している。

また、第6章は、「静電気破壊対策の指針」と題し、これまでの実験結果や解析を元に、静電気破壊に対する対策を考える上でのガイドラインを示したものである。

第7章は、「結論」で、本研究成果を再度まとめ上げたものである。

以上、これを要するに、本論文は、磁気テープ記録装置にける静電気破壊問題を取り上げ、高密度記録を読み出し可能なMR/GMRヘッドの劣化、破壊現象を多くの基礎実験、装置模擬実験、モデル化によるシミュレーションなどを通じて、詳細に検討し、更に、構成素材の導電率を制御することで静電気破壊を大幅に減少させる技術の開発などにより磁気テープ記録における静電気対策指針をまとめ上げたものであり、電気電子工学、特に、静電気工学に貢献するところが大きい。

よって本論文は、博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。