

## 論文内容要旨 (和文)

氏名 宮竹 政実 印



## 論文題目 磁気ディスク装置の磁気ヘッドと磁気ディスクにおける電氣的信頼性に関する研究

本論文は磁気ディスク装置の信頼性について記述した。磁気ディスク装置の大容量化, 小型化が進み, 磁気ヘッドは電磁誘導型ヘッドや薄膜ヘッドから磁気感度特性の高い GMR ヘッドや TMR ヘッドが適用とされ, 磁気ディスクを回転させるスピンドルモータは機械的振動対策でボールベアリングモータから FDB に変更された。更に磁気ヘッドと磁気ディスクの隙間が 20nm 以下になった。これらの変化で新たに 3 項目の問題が発生した。(1) 磁気ヘッドと磁気ディスク間で放電が発生する。(2) 磁気ヘッドのリード素子が ESD で破壊される。(3) 磁気ヘッドの再生電氣的特性が不安定となる。これらの放電, ESD, 電氣的不安定の発生原因の解明と対策について記述した。

第 1 章では, 磁気ディスク装置が開発されてから現在までの用途, 磁気ディスク装置の原理, 磁気ディスク装置の歴史, 本研究の目的について記載した。

第 2 章では, 磁気ヘッドと磁気ディスク間の放電について記述した。磁気ヘッドと磁気ディスク間の隙間が狭く, その間に電圧差があると放電が発生する。この電圧差を発生させる要因は次の 3 項目である。(1) モータの帯電による磁気ディスク表面の電圧, (2) プリアンプから磁気ヘッドの再生素子, 記録素子, TFC に伝送されている信号電圧, (3) 磁気ヘッドと磁気ディスクの保護膜間で発生するヘッド・ディスクバランス電圧である。本研究では, これらの 3 項目を測定する方法を確立し, サンプルとして磁気ディスク装置 3 機種を用いて, この 3 項目の測定と, 磁気ヘッドと磁気ディスク間の電位差を求めた。更に, 磁気ディスクに電圧を印加して, 放電開始電圧を測定することで放電防止仕様を明確にした。

第 3 章では, GMR ヘッドと TMR ヘッドの ESD について記述した。GMR ヘッドや TMR ヘッドの再生素子は, 薄い膜の多層で構成されているため, 再生素子に流れる過電流や印加する過電圧により再生素子は破壊される。本研究の目的は, 磁気ヘッドや磁気ディスク装置を組み立てる際に発生する ESD を防止することである。研究方法としてシステム ESD 試験 (IEC61000-4-2) 方法を用いて次の 3 項目で進めた。(1) デバイス (HGA, HSA, HDD) に実装された磁気ヘッドの ESD 試験を実施した。(2) ESD 電圧をフレームに印加した際, 再生素子にかかる電圧や流れる電流波形を測定した。(3) デバイスの ESD 試験の等価回路を検討し, 等価回路から磁気ヘッドにかかる電圧と流れる電流を計算し実測の結果と比較した。本研究で, これらの 3 項目の結果が一致していることより, 等価回路が妥当であることを確認した。更に, この等価回路を利用して磁気ヘッドを組み立てる際に発生する ESD の次の 2 項目の検討をした。① デバイスが帯電し, 帯電していない設備と接触した場合の ESD, ② 帯電していないデバイスが, 帯電した設備と接触した場合の ESD である。これらの ESD 試験結果より, 磁気ヘッドの ESD 障害を未然に防止するための ESD 防止仕様を明確にした。

第 4 章では, GMR ヘッドや TMR ヘッドの電氣的特性の不安定性について記述した。再生素子内にある磁区が温度や機械的歪で不安定となる場合がある。磁区が不安定になると電氣的特性も不安定となる。本研究では, 磁気ヘッドに熱ストレスを印加する加速試験をすることで, この電氣的不安定を潜在的磁気ヘッドを検出すること, および電氣的不安定の特徴を調査することができた。研究方法として, 先ず, この試験ができるテスターを確立し, 次に, このテスターで熱のストレスの 4 項目を決めた。(1) 再生バイアス電流起因の熱, (2) 記録電流起因の熱, (3) 使用環境温度による熱, (4) TFC の熱である。これらの熱ストレスによる加速試験で, 発生した電氣的不安定を 4 種類に分類し, それぞれの特徴より電氣的不安定の発生メカニズムをモデリングした。このモデリングより対策サンプルを作成し, 電氣的不安定の発生率が低減していることを確認した。これより, このモデリングが妥当であることを明らかにした。

第 5 章では総括として, 放電に対し不明確だった設計指針を明確にしたこと。磁気ヘッドの ESD に対して, 磁気ヘッドや磁気ディスクの取り扱いで発生する ESD を未然に防止するための仕様を明確にしたこと。磁気ヘッドの電氣的特性の不安定について, 熱加速試験で不安定特性の特徴と対策を明確にしたことを記述した。

これらの結果を今後の高密度化, 小型化の磁気ディスク装置の開発に適用できることを提案した。

## 論文内容要旨 (英文)

氏名 宮竹 政実 印



論文題目 Study on electric reliability of magnetic heads and disks in hard disk drives

This paper describes the electric reliability of magnetic heads and disks in hard disk drives (HDD). The magnetic head had changed from an inductive type to GMR (Giant Magneto Resistive) and TMR (Tunneling Magneto Resistive) types to increase the HDD capacity and to decrease the HDD size. The spindle motor was changed from the ball bearing type to Fluid Dynamic Bearing (FDB) type to decrease the mechanical vibration. The clearance between a head and a disk has been decreasing less than 20nm to achieve the higher S/N signal from the magnetic head. These technology improvements had been observed the following three issues in HDDs; (1) the electric discharge between a magnetic head and a disk, (2) the head performance degradation due to ESD, (3) the GMR head performance instability and the TMR head instability.

Chapter 1 describes the history and structures of HDD, and the purpose of this study.

Chapter 2 describes the electric discharge between a head and a disk. The root cause and the mechanism of the discharge issue are analyzed and the HDD design concept to avoid the issue is discussed. The specification voltage without the discharge issue between a head and a disk is defined with the samples of three kinds of HDDs.

Chapter 3 describes the ESD issues of GMR heads and TMR heads. The ESD mechanism is analyzed and investigated the ESD tolerance of GMR and TMR heads related with the condition of a charged tool or a charged device. To avoid the ESD damage in the states in HGA, HSA and HDD, the marginal voltage or current value of the ESD damage were measured with the IEC61000-4-2 testing method. The equivalent circuits for three states were proposed and compared with the experimental results.

Chapter 4 describes the instability of the electrical performances of a GMR head or a TMR head. The instability causes and the design improvements in TMR head are discussed. The head instability results in the output signal amplitude changes and/or the signal distortion due to the output noise. Under the acceleration environmental conditions, a test using an original "Delta V-H tester" was proposed to study and analyze the conditions of which the instability occurred. The instability features were classified into the four categories. The improvement sample heads were prepared and the effect of an improvement was approved.

Chapter 5 is a summary and the conclusions of this paper. The results in the study are effective and useful for increasing the density and the capacity in HDD technologies.