

氏 名	小 寺 秀 俊
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論工博第2638号
学位授与の日付	平成4年11月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	磁気テープの変形と浮上特性に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 島 進 教授 矢部 寛 教授 赤松 映明

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、画像及び音声を記録再生するビデオテープレコーダー（以下VTRと略す）における記録の高密度化ならびに磁気記録特性の最適化を実現することを目的として、回転するドラムと磁気ヘッド上における磁気テープの変形挙動、ならびに磁気テープと磁気ヘッドとの間で生じるトライボロジー現象に関する基本的なメカニズムを解明するための数値実験手法を提案し、その有効性を示すものであり、7章から構成されている。

第1章は序論であって、従来の研究を概観するとともにその問題点を指摘し、本研究の目的ならびに意義および位置付けについて述べている。

第2章では、弾性異方性を有する磁気テープの変形・浮上現象を解析するため、走行する磁気テープと回転するドラム及び磁気ヘッドとの間に引き込まれる空気膜の挙動を修正レイノルズ方程式で記述し、また磁気テープの変形を空気潤滑膜内に発生する圧力と走行張力とを外力とする異方性薄肉シェルの変形問題として取り扱うことで系の支配方程式を導出している。そしてこれらの式を連成させて解く有限要素解析のための定式化を行っている。また従来不明確であった方程式の解法、解の安定性ならびに非連成解析の問題点について論じている。

第3章では、異方性を有する磁気テープの材料定数を測定するための超音波を利用した測定方法、ならびに解析結果の有効性を確認するために行った実験方法について述べている。

第4章では第2章で論じた定式化に基づいた計算機アルゴリズムについて述べている。さらに、本方法の有効性を確認するために、矩形溝あるいは磁気ヘッドを設けたドラムに磁気テープを回転方向に平行に掛けた簡易モデルを考案し、溝及び磁気ヘッド周辺における磁気テープの挙動を解析し、実験結果と比較している。その結果両者はよく一致し、本方法で定量的な評価が可能であることを示している。また、本方法は従来の非連成解析法よりも計算の収束性において優れていることを示している。

第5章では、4章で示した方法の実機解析への応用展開のため、解析領域をドラム全体とヘッド近傍部の2つの領域に分割して解析する方法を提案している。本方法による実機解析の結果は実験結果とよく一

致し、よって本法により実機における現象を高精度かつ高速で解析することが可能であることを示している。

第6章では、磁気テープの変形・浮上解析を応用し、磁気ヘッドの摩耗現象を解析する方法、さらにはその結果を利用してVTRにおける再生出力信号の減衰状態の予測方法を提案している。すなわち、まず磁気テープの変形・浮上解析結果によって得られる磁気ヘッドとテープとの接触点における接触圧を考慮した摩耗モデルを考案している。このモデルによって磁気ヘッドを摩耗させた後のヘッドの表面形状と、実験的に摩耗させた結果とを比較し、両者が良く一致することを示している。

つぎに蒸気の摩耗解析によって求められる磁気ヘッドと磁気テープのすき間分布を利用して、磁気テープに記録した信号の再生信号特性（エンベロープ）を求めることを試みている。すなわち磁気ヘッドに対して磁気テープを一定時間走行させてヘッドを摩耗させ、その摩耗した磁気ヘッドに剛性の異なる磁気テープを用いて一定の正弦波を記録し、磁気ヘッドの走査位置における再生信号の減衰量の変化を求めたところ、得られたエンベロープは定性的にも定量的にも実験結果と良く一致することを明かにしている。

第7章では、第2章から第6章に示した本研究の成果について総括を行い、本研究で提案した磁気テープのドラムおよび磁気ヘッド上における変形・浮上解析手法の有効性と工業的な利用の可能性について論じ、本研究の結論としている。

論文審査の結果の要旨

画像及び音声を記録再生するビデオテープレコーダー（VTR）の磁気記録密度ならびに記録特性は、磁気ヘッドに対する磁気テープのごく微小な相対浮上量に大きく影響される。したがって磁気テープの浮上のメカニズムを解明することは磁気記録の高密度化と高信頼性を実現するために必要不可欠である。そのため従来からいくつかの数値実験手法が提案されているが、定性的な現象把握にとどまり、定量的な評価にまで至っていない。このような背景から、本論文はVTRにおける磁気テープの変形・浮上現象を取り扱ったものであり、得られた主な成果は次の通りである。

(1) 系の支配方程式を、圧力および走行張力を受ける異方性薄肉シェルと粘性流体の方程式として導出し、これらを連成させて解くための有限要素解析手法を提案している。これによって、非連成解析との比較を行った上で、磁気テープの変形・浮上現象について定量的な評価が可能であることを明かにしている。

(2) 本手法の実機への応用のため、解析領域をドラム全体と磁気ヘッド近傍部の2つの領域に分割する方法を考案して解析を行い、実験と比較した結果、実機における現象を高精度かつ高速で解析することが可能であることを明かにしている。

(3) 磁気ヘッドの摩耗現象はVTRの記録特性に重大な影響を及ぼす。そこでヘッドの摩耗モデルを考案し、上記の手法に応用して摩耗現象をシミュレートし、実験結果との比較によりその有効性を確認している。

(4) さらに上記の摩耗解析の結果を利用して、VTRにおける再生出力信号の減衰状態の予測を試みたところ、得られた再生出力信号は定性的にも定量的にも実験結果と良く一致することを明かにしている。

以上のように本論文は磁気テープの変形・浮上現象について重要な知見を与えるとともに、VTRの磁

気記録の高密化および記録特性の最適化設計に重要な指針を与えるための解析手法を提案するもので、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって本論文は京都大学博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成4年10月22日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。