磁気ヘッド用 $\text{ZrO}_2\text{-MgO}$ 系基板の機械的性質辻本 真司^{☆1}, 中野 修^{☆2}, 永野 光芳^{☆2}^{☆1} 銚住友特殊金属研究開発部セラミックス開発室, 〒618 大阪府三島郡島本町江川2-15-17.^{☆2} 銚日本タングステン研究開発部, 〒815 福岡市南区清水2-20-31.Mechanical Properties of $\text{ZrO}_2\text{-MgO}$ System Substrate for Magnetic HeadShinji Tsujimoto^{☆1}, Osamu Nakano^{☆2} and Mitsuyoshi Nagano^{☆2}^{☆1} R & D Section, Sumitomo Special Metals Co. Ltd., 2-15-17 Egawa Shimamoto-cho Mishima-gun, Osaka 618.^{☆2} R & D Dept., Nippon Tungsten Co. Ltd., 2-20-31 Shimizu Minami-ku, Fukuoka 815.

Received August 28, 1992

In this paper, we report mechanical properties of $\text{ZrO}_2\text{-MgO}$ substrate for thin film magnetic head. Two mechanical properties were measured. One is the tribological property and the other is the slicing resistance. In the tribological property test(so-called "Shoe-Shine Test"), the $\text{ZrO}_2\text{-MgO}$ material showed good result compared with the current material ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$), and also gave no damages against the magnetic media.

On the other hand, the slicing resistance for $\text{ZrO}_2\text{-MgO}$ substrate with less than 84% MgO content was higher two times than for the current material. The sample containing more than 90% MgO, however, showed the same slicing resistance as for the current material. These phenomena were accommodated by the distribution of ZrO_2 grains, so that, the low slicing resistance was thought to be due to the separation of each ZrO_2 grain. This was also confirmed by measuring the thermal conductivity.

1 緒 言

ハードディスクドライブ(HDD)においては, 現在, 磁気ヘッドの低浮上化が進み, ヘッドとディスクの浮上隙間は, 従来の $0.3\mu\text{m}$ から $0.05\mu\text{m}$ へと小さくなってきている.¹⁾このような低浮上量状態において, 磁気ヘッドと媒体はほとんど接触しており, いわゆる準接触領域(QUASI-CONTACT)にあると考えられている. ところが, 現在薄膜ヘッド用に用いられている材料($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$)は, そのような準

接触領域において, トライボロジー特性が劣ることが予想され, 次世代の材料の出現が待ち望まれている. このような準接触領域において, 優れたトライボロジー特性を示す材料には, フェライト, ジルコニアおよび炭化ケイ素等が考えられるが, 材料の焼結性, コストおよび精密加工性等を考慮に入ればジルコニアが最も優れているのではないと思われる.

しかし, ジルコニアはそれ自身を持っている高靱

性のために、非常に切断抵抗が高く量産には適さない。そこで我々は、ジルコニアのトライボロジー特性やその他の特性を損なわないで、切断抵抗を小さくする事を目標に、新しい材料の検討を行った。本研究は、上記の特性を持ったジルコニアを焼成するにあたって、得られた知見を $\text{ZrO}_2\text{-MgO}$ 系の材料をモデルに報告するものである。

2 試料

試料は、 ZrO_2 粉末 (3 mol% $\text{-Y}_2\text{O}_3$ を含む) と MgO 粉末をボールミルで混合し、ホットプレスを用いて $\phi 76 \times 4$ mmの大きさで焼成した。また、その混合比はTable 1にあるような5種類の物とした。

Table 1 The Sample Composition

NO	$\text{ZrO}_2(+3\text{mol}\%\text{Y}_2\text{O}_3)$	MgO
1	100VOL%	0VOL%
2	70VOL%	30VOL%
3	33VOL%	67VOL%
4	16VOL%	84VOL%
5	10VOL%	90VOL%

それぞれのサンプルは焼成後、トライボロジー特性測定用サンプルとして $3 \times 3 \times 15$ mmの大きさに、また切断抵抗測定用として $50 \times 50 \times 4$ mmにダイヤモンドカッターを用いて切断され、切断後各面を鏡面加工し実験に使用された。

3 実験

3.1 トライボロジー特性(Shoe-Shine Test) ²⁾

トライボロジー特性はシューシャインテストと呼ばれる方法で評価した。Fig.1 にシューシャインテストの概要を示す。テストはあらかじめ2Vの基準信号が記録された磁気テープを試料の1面に550gの荷重で押しつけ、53mm/sのスピードで1000往復摺動させ、摺動後のテープと磁気ヘッド材料のダメージを調べた。摺動後のテープのダメージは、記録された基準信号の劣化で評価し、磁気ヘッドのダメージはFig.1にあるように、材料の摩耗した面積で評価を行った。

Fig.1 The Schematic View of Shoe-Shine Test

3.2 切断抵抗性

切断抵抗は、市販の切断機にてダイヤモンド砥石を用いて、一定条件で切断を行い、切断中のモーターにかかる負荷を測定し、この値で切断抵抗を評価した。切断の条件は、Table 2 に示す通りである。

Table 2 The Slicing Condition

Item	Condition
Slicing Wheel	Metal #400
Rotational Speed	5000rpm
Feed Speed	20mm/min
Slicing Direction	Down Cut
Dressing	White Al_2O_3 #320

3.3 内部構造の観察

各材料の内部構造は、SEMを用いて直接観察した。また、 ZrO_2 と MgO においては、両者の熱伝導率の差が大きいので、各試料に対する熱伝導率の変化より内部構造の類推も行った。

4 結果および考察

4.1 シューシャインテスト

Fig.2 にシューシャインテストの結果を示す。テープの出力減衰量は、 MgO 無添加の場合に約0.3dBを示し、 MgO の添加量が30%以上の領域でゼロにな

Fig.2 The Results of "Shoe-Shine Test"

った。現在使用されている Al_2O_3 -TiC では、出力減衰量は約 4dB程度あり、 ZrO_2 系材料はテープに対するダメージが小さいことがよく分かる。また、ヘッドの摩耗面積は、MgO 添加量の増加にともなって大きくなっている。一般的に、シューシャインテストにおいては、ヘッド摩耗量や出力減衰量等は材料の硬さに依存することがわかっており、今回の実験結果も、 ZrO_2 とMgO の両者の硬さの関係から類推できる。つまり、 ZrO_2 の硬さは約1300と大きく、MgO の硬さは約 900と小さいため、MgO の含有量が大きくなると硬度が小さくなり、摩耗面積が増えたのではないかと考えている。

Fig.3 The results of Slicing Test

4.2 切断抵抗

Fig.3 に切断抵抗の測定結果を示す。切断抵抗はMgO の添加量が増えるにしたがってやや減少傾向にあるが、ほとんど変化を示さない。しかし、MgO の添加量が90% となると、急激な切断抵抗の減少が認められた。これは、前述のシューシャインテストの結果とは異なり、切断抵抗は硬さに対して依存性を示さない。しかも、その他の機械的性質、例えば、曲げ強さ、破壊靱性等のどのような性質に対しても相関がとれなかった。そこで、切断抵抗は構造に依存しているのではないかと考え、材料の内部構造について検討を行った。

(a) 67MgO-33ZrO₂(b) 84MgO-16ZrO₂(c) 90MgO-10ZrO₂

Fig.4 SEM photographs of Polished Surface

4.3 内部構造の検討

SEMによって観察された結果をFig.4 に示す。写真中、白い部分が ZrO_2 で黒い部分が MgO を示している。 MgO の添加量が 67%のものは、 ZrO_2 粒子が完全に接触しており、84% のものでもまだ、かなり接触しているのがわかる。しかし、90% のものでは、 ZrO_2 が MgO によって、完全に分断されているのがわかる。これは、切断抵抗が大きく変化している点において、 ZrO_2 の分散状態が大きく変化している事を示しており、両者に相関があるのではないかとと思われる。その原因は明確ではないが、 ZrO_2 が接触しているときは、切断時に ZrO_2 粒子を破壊しながら切断しており、切断抵抗は主として ZrO_2 粒子の破壊靱性に依存しており、 ZrO_2 粒子が接触していないときには MgO 粒子の破壊靱性に依存しているのではないかと考えている。

Fig.5 The Change of The Thermal Conductivity

また、同様の事を熱伝導率の変化からも考察してみた。³⁾ Fig.5 は、熱伝導率の変化を示したものである。図中、(A) (B) (C) (D)は複合材の熱伝導率のモデルを示しており、(A)は直列モデル (B)は並列モデル、(C)は、 ZrO_2 マトリックス中に MgO が分散しているモデル、(D)は MgO マトリックス中に ZrO_2 が分散しているモデルである。図からもわかるように、 MgO の添加量が84%のものまでは、(C)に従い、90% 以上になると (D)に従うことが認められた。これは、前述の構造の推察が正しいことを示しており、やはり、切断抵抗の低下の原因は構造の違いによるものと考えられる。

5 結 言

以上のように、 ZrO_2 - MgO 系の材料をモデルに検討を行った結果、次のようなことがわかった。

- ① ZrO_2 の記録媒体に対するダメージは小さいが、 MgO のような硬度の低いものを添加すればさらにトライボロジー特性は向上する。
- ② ZrO_2 の切断抵抗は、 ZrO_2 の内部構造に大きく依存し、 ZrO_2 粒子同士の接触を極力小さくすれば切断抵抗は小さくなる。

文 献

- 1) Perpendicular Magnetic Recording Conference Proceedings, 1991.
- 2) 和田俊朗, 勝山義昭: 金属表面技術協会第37回講演大会要旨集, 1986.
- 3) 林 国郎: 真空理工ジャーナル, Vol.8-No.2, 22 1979.