S162017

高応答型・高精度トラッキングアクチュエータ（構造の最適化と基礎特性）

荒川 亮^{*1}, 櫻田 陽^{*1}, 森 英季^{*1}, 長縄 明大^{*2}, 渋谷 嗣^{*2}, 大日方 五郎^{*3}

Precise Tracking Actuator with High Response

Ryo ARAKAWA^{*1}, Akira SAKURADA^{*1}, Shigeki MORI^{*1}, Akihiro NAGANAWA^{*2},Yotsugi SHIBUYA^{*2} and Goro OBINATA^{*3}^{*1} Akita Industrial Technology Center
4-21 Sanuki, Araya, Akita, 010-1623 Japan

The actuator using the stacked piezoelectric element is applied to tracking revision and measurement of tracking profile in the spin stand for evaluating high density magnetic recording with high accuracy. Previously, there is required the actuator having main resonant frequency more than 5 kHz and displacement more than 10 μm for getting properties equivalent of HDDs. But, it is necessary high tracking accuracy on the spin stand with high TPI and high speed. In this report, we suggest new actuator using the stacked piezoelectric element having frequency properties more than conventional double and displacement necessary for tracking and evaluate basic property. For the heat resistance of the lead wire of the piezoelectric element, basic properties of new actuator are not satisfied aim specification. The increase of displacement of actuator can satisfy by increasing the number of lamina or by permitting high applied voltage. In future, by modal analysis of the translation mechanism using FEM, we perform optimization of the structure as the next step.

Key Words : Actuator, Piezo-Element, Mechanical Engineering, Positioning, Precision Instrument

1. 緒 言

高密度な磁気記録を高精度にヘッド素子やメディアで評価するスピンスタンドでは、トラッキング補正やトラックプロファイルの計測などに積層型圧電素子を用いたアクチュエータが多く用いられている。従来は HDD と同等の特性を得るため、主共振周波数が 5 kHz 以上で、10 μm 程度の変位量を有するアクチュエータが要求されていた。しかし、近年では高 TPI 化と高速回転化に伴い、スピンスタンド上におけるトラッキング精度の向上が求められ始めている。そのため、ドライブ以上の高速な応答を実現するため、従来の 2 倍以上の周波数特性を有し、トラッキングに必要な変位量を有する積層型圧電素子を用いた新たなアクチュエータを提案し、基礎特性を評価した。

2. 積層型圧電素子を用いた解析モデル用アクチュエータの設計

従来開発された主共振 5 kHz, 最大変位量 10 μm のトラッキング用アクチュエータ (Nano Motion Actuator) は、積層型圧電素子 (AE0406D05H06D : NEC / TOKIN, $5.3 \pm 1 \mu\text{m}$ / 150V) に平行バネにてこの機構を用いた変位拡大機構を組み合わせてスピンスタンド上で高速で高精度なトラッキングを実現していた⁽¹⁾。ハードディスク装置では狭トラック化、ブリライトサーボ方式の適用、高速回転下におけるシーク直後のトラック追従性の向上など、

^{*1} 正員, 秋田県産業技術センター (〒010-1623 秋田県秋田市新屋町字砂奴寄 4-21)

^{*2} 正員, 秋田大学 大学院 工学資源学研究科

^{*3} 正員, 名古屋大学 大学院 工学研究科

E-mail: arakawa@rdc.akita.pref.jp

ストレージ装置としての高性能化への要求が高まっている。そこで、積層型圧電素子の推力を直接並進運動に変える⁽²⁾ため、一対の弾性ヒンジとヒンジ間に積層型圧電素子 (AE0505D01H013DF : NEC / TOKIN, $0.41 \mu\text{m} / 40 \text{V}_{\text{DC}}$) を組み込んだ Fig. 1 に示す FEM 解析用モデルを設計した。図に示す寸法は $l_M = 5.00 \text{ mm}$, $h_M = 5.20 \text{ mm}$, $l_F = 16.73 \text{ mm}$, $h_F = 5.0 \text{ mm}$, $w = 12.5 \text{ mm}$ で、高い共振周波数を得るため、スピンスタンド側の固定部の面積 (x - z 平面) は可動部の約 3 倍とし、1 次共振が 10 kHz 以上で最大変位量 $0.2 \mu\text{m}$ 以上のアクチュエータを検討した。

3. トラッキングアクチュエータの基礎特性

アクチュエータの周波数特性は Fig. 2 に示すもので、インピーダンス/ゲイン・フェーズ総合解析装置 (ZGA5900, エヌエフ回路設計ブロック) から出力される正弦波信号をバイポーラ電源 (HSA4052, エヌエフ回路設計ブロック) で電圧増幅させ、積層型圧電素子に入力し、レーザー干渉変位計 (LV-2100, 小野測器) を用い出力変位を測定した。その結果, NMA-Nh01 の 1 次共振が 8.08 kHz , 2 次共振が 23.5 kHz であった。また、それぞれの振幅は、1 次: 12.3 dB , 2 次: 17.5 dB となった。

変位特性は Fig. 3 に示すもので、 10 Hz の台形波を入力し、その立ち上がりとしち下がりから、この変位特性が得られる。この図よりアクチュエータの最大変位は $0.17 \mu\text{m} / 40 \text{ V}$ であった。また、この範囲の振幅では圧電素子が持つヒステリシスは変位計のノイズ幅に埋もれてしまい、図では確認することができなかった。

4. 結 言

本報告では、1 次共振が 10 kHz 以上で最大変位量 $0.2 \mu\text{m}$ 以上のアクチュエータの基本構造を設計するため、ヒンジ部の剛性を考慮した弾性変形の計算に基づいて、新たな並進機構を有するアクチュエータ NMA-Nh01 を提案し、基礎特性を測定した。アクチュエータの 1 次共振は 8.08 kHz であった。また、この積層型圧電素子に用いられたリード線の耐熱性により、大きな電流は流せないで、高い周波数では 40 V までしか仕様上も印加できなかった。このとき、最大変位は $0.17 \mu\text{m}$ となった。

変位量の増加は圧電素子の積層数を増やすことや、高い印加電圧を許容する素子構造とすることで十分対応できる。しかし、次のステップとして、並進機構そのもののモード解析を FEM により厳密に行い、共振周波数と構造の最適化について検討する。

文 献

- (1) Mori, S., Tada, H., Naganawa, A., Obinata, G. and Ouchi, K., "Damping Effect on Precise Track Following for Nano-Motion Actuator", *IEEE transactions on magnetics*, Vol. 41, No. 2 (2005), pp. 842-848.
- (2) 森英季, 櫻田陽, 渋谷嗣, 長縄明大, 大日方五郎, "並進機構を用いた積層型圧電アクチュエータの位置決め性能", 2011 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, F75 pp.479-480, (2011).

Fig. 1 Schematic of NMA-Nh01

Fig. 2 Frequency response of NMA-Nh01

Fig. 3 Hysteresis properties of NMA-Nh01