

研究成果

<p>サブテーマ名：超精密高速ステージ開発 小テーマ名：高出力圧電素子技術開発</p>
<p>サブテーマリーダー：太平洋セメント㈱リーダ宮田昇 研究従事者：太平洋セメント㈱リーダ山川孝宏、太平洋セメント㈱松野晋、太平洋セメント㈱渡辺雅幸、太平洋セメント㈱リーダ宮田昇、太平洋セメント㈱萬矢晃庸、(有)熊本テクノロジー、小坂光二、岩淵哲也</p>
<p>研究の概要、新規性及び目標</p> <p>研究の概要 300mm ストローク超精密セラミックステージを高速かつ高分解能で駆動させる非共振型超音波モータの開発。</p> <p>研究の独自性・新規性 圧電体の分極方向と変形させるための電圧方向の組み合わせによるせん断および伸縮変位が可能な圧電アクチュエータにおいて、連続駆動が可能な材料の選定を行なうとともに、変位能力を考慮した積層構造および駆動中の振動モードの解明をもとに、ステージ駆動の安定化、高速化を実現するアクチュエータ素子を開発する。</p> <p>研究の目標 1. 駆動速度 300mm/s、最高加速度 0.5G を達成できる圧電アクチュエータ素子の開発 2. ラップ工程の自動化と出荷検査体制の構築を行ない、アクチュエータ素子の信頼性確保と量産に対応できる生産体制の確立 3. 信頼性を確保出来、同時に高速化も達成出来る構造及び組立て方法の開発</p>
<p>研究の進め方及び進捗状況</p> <p>1. 高速化・高推力化 ・材料：誘電損失の小さい材料の適用により、連続駆動や真空中の発熱の問題をクリアした。 ・構造と形状：高速化の為に、素子の変位能力増大と非共振での駆動周波数の高周波数化に対して、以下の3点について検討を進めた。 高電界での駆動：剪断歪、伸縮歪とも、$\pm 1\text{MV/m}$ までの高電界印加が可能なことを確認。 駆動周波数の増大：素子形状に起因した共振現象に対して、素子を固定する金属台座を含めた構造解析及び実測を実施。非共振領域を最大化する素子形状の設計方法を確立。 剪断変位能の増大：積層に用いる圧電セラミック単板の薄肉化とそれによる電界強度の増大と積層数の増大により、素子の変位能力を増大。従来の単板の厚さが 0.3t に対して 0.2t、0.15t の素子を試作した結果、単板厚さによらず電界強度に対する歪の関係に差が無く、変位能力が最大で従来の 3 倍を確認</p> <p>・駆動性能 以上の検討結果をもとにアルミ製ステージ(可動部重量=約 1kg)で、非共振駆動にて約 100mm/s、共振駆動で 300mm/s のアクチュエータを開発した。また、最大加速度は予圧量に大きく依存することを確認し、予圧が 94N での最大加速度は 0.6G 以上であった。</p> <p>2. 出荷検査体制の構築と信頼性の確保・量産体制の整備 具体的な引き合いの仕様に見合った素子の性能を検討。標準素子として 2 つのタイプに絞り込んだ。素子先端の自動ラップ化により取り付け調整の容易な素子が得られた。出荷検査工程については、現在、最終調整を進めている。</p> <p>3. 信頼性の確保と構造及び組み立て方法の開発 素子は PZT 単板の接着積層による構造となっているが、この接着の信頼性を確保するために、最適な接着剤の選定と、洗浄工程を徹底した。また、送り方向の非共振領域にあった不要なぶれ方向の共振に対して、高周波数側にシフトさせるために素子幅を増大させた。また、自動ラップ工程にて得られた面の確実な接触の確保により、同共振が抑えられ、安定した駆動が可能となった。</p>
<p>主な成果 具体的な成果内容：セラミック製 300mm ストローク 1 軸ステージ試作 特許件数：3 件 論文数：14 口頭発表件数：1</p>
<p>研究成果に関する評価</p> <p>1 国内外における水準との対比 応用例として同様のターゲットをもつナノモーション(イスラエル)製の超音波モータの最高駆動速度(150mm/s VS 200mm/s)には劣るが、位置決め精度(0.69nm VS 100nm)、移動中の時間位置偏差(10nm VS $2\mu\text{m}$)は圧倒的に優れている。</p> <p>2 実用化に向けた波及効果 学会発表を重ねることにより、いまや性能を疑問視する研究者はほとんどなく、実用化を中心とした質問を多く受ける。多数の企業からアクチュエータ/ステージシステムの発売に対する問い合わせがあり、波及効果は十分であると予測している。また、(有)熊本テクノロジーにおいて OEM 供給が決まっている汎用ステージメーカーの国内シェアは約 30%と第 1 位である。そして、先方メーカーとの製品カタログは 11 月には完成し、全国的規模での宣伝が行われる。さらに、販売経路と営業力とを合わせた総合力でも国内最大勢力なので、相当に強力な販売を推し進めることができると思われる。</p>

残された課題と対応方針について

出荷検査工程については、今後、最終調整を進める。
 単板の薄肉化については、変位能力の維持と製造技術の問題がある。また単板の薄肉化と積層数の増大は、必要な電流量が増大するため、発熱の問題が不可避となる。これらの問題点を踏まえ、検討を進める。

	J S T 負担分 (千円)							地域負担分 (千円)							合 計
	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	小計	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	小計	
人件費	0	0	0	0	4200	2100	6300	0	0	0	0	2500	1300	3800	10100
設備費	0	0	0	0	1000	0	1000	0	0	0	0	0	0	0	1000
その他研究費 (消耗品費、 材料費等)	0	0	0	0	1000	1400	2400	0	0	0	0	4800	4000	8800	11200
旅費	0	0	0	0	200	300	500	0	0	0	0	1200	1000	2200	2700
その他	0	0	0	0	800	400	1200	0	0	0	0	0	0	0	1200
小 計	0	0	0	0	7200	4200	11400	0	0	0	0	8500	6300	14800	26200

代表的な設備名と仕様 [既存 (事業開始前) の設備含む]

J S T 負担による設備：オシロスコープ、電流プローブ× 2、
 地域負担による設備：両面ラッピングマシン、3次元測定器、

[様式 6]

研究成果

サブテーマ名：超精密高速ステージ開発
 小テーマ名：ステージ軽量化技術開発

サブテーマリーダー：(株)日本セラミック セラミック事業本部 副本部長 森山司朗

研究従事者：(株)日本セラミック 佐々木俊一、廣瀬正孝、太平洋セラミック(株)石井守、梅津基宏、(有)熊本テクノロジ、小坂光二、岩淵哲也、(財)くまもとテクノ産業財団 東町高雄

研究の概要、新規性及び目標

研究の概要

H14 年度開発製作したアルミナステージ重量を H15 年度 1/2 H16 年度 1/3 以下とするステージ軽量化技術開発

研究の独自性・新規性

材料の面からは、比重 4.0 のアルミナから比重 2.5 のポアフリーゼロ膨張セラミックス (Z P F) の適用、更にガイドレールを Si3N4 系のポアフリー材料 (S L P F) とした。構造面では、リブ構造・ハニカム構造の導入。

研究の目標

H15 年度：H14 年度製作アルミナ+ステージ重量を 1/2 以下にする。

H16 年度：H14 年度製作アルミナ+ステージ重量を 1/3 以下にする。

研究の進め方及び進捗状況

H15 年度は、材料の Z P F ・ S L P F 化、構造のリブ構造 (中空構造化) 化により、セラミックステージ (可動部のみ) 48.1kg を 24.0kg に軽量化した。

H16 年度 8 月現在、材料 Z P F ・ S L P F 、構造ハニカム構造にて、技術開発・製作中で H16.11 に製作完了予定。セラミックステージ (全重量) 99.8kg を 31.4kg にする。

主な成果

具体的な成果内容：

セラミックステージ	H14年度	H15年度	H16年度
総重量 (kg)	99.8	75.7	31.4
可動パーツ重量 (kg)	48.1	24	17.7

特許件数： 3 論文数： 3 口頭発表件数： 3

研究成果に関する評価

1 国内外における水準との対比

現在、セラミックステージは、主にアルミナステージが採用され、構造面からは中空または一部中空化構造となっている。ポアフリーゼロ膨張セラミック (Z P F) 、ハニカム構造による軽量化の実績 (数値化率 30% 以上) は国内外になく、ステージの超高精度化が期待されている。

2 実用化に向けた波及効果

軽量化構成部材かつ超高精度のステージに対して、ステージシステムメーカーからの問い合わせがあり、波及効果は十分にあると思われる。