

(3) 研究成果

[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：ステージ制御応用技術開発
サブテマリーダー：(有)熊本テクノロジー 常務取締役 小坂光二 研究従事者：(有)熊本テクノロジー馬場哲郎、(有)熊本テクノロジー岩淵哲也、(有)熊本テクノロジー江頭義也、熊本大学森園靖治、東北大学須川成利、東北大学平山昌樹、(株)アラオ井上知行、(株)アラオ高木宏司、太平洋セメント(株)リーダ山川孝宏、太平洋セメント(株)松野晋、太平洋セメント(株)渡辺雅幸、太平洋セメント(株)リーダ宮田昇、太平洋セメント(株)萬矢晃庸、熊本大学永本恵一、長岡総合技術大学教授大石潔、(株)日本セラテック副本部長森山司朗、(株)日本セラテック技術課長佐々木俊一、群馬大学助手橋本誠司、熊本県工業技術センター井戸泰男、熊本県工業技術センター坂本博宣
研究の概要、新規性及び目標 研究の概要 300mm ストローク超精密セラミックステージ及びそれ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。 研究の独自性・新規性 半導体産業/ナノテクノロジー等の微細加工技術においては、超精密位置決め技術がますます重要となるが、従来ステージ技術ではそれらのステージ性能の要求を満たすのは難しい。本研究では、従来のモータ等の駆動源に変わる素子として、微動機構に使用される圧電アクチュエータを最適制御し、駆動対象物を無限に移動させている。微小変位可能な圧電アクチュエータのみで駆動系を構築することで、従来の 100 倍以上の動的性能を実現している。また、半導体産業の大口径化傾向に対して、高精度と大型構造を両立する技術もあわせて確立する。それには、高剛性材料であるファインセラミックスを中空構造にて焼結し、構造体化することで実現する。さらに、それら圧電アクチュエータと高剛性セラミックスを組み合わせた高精度ステージのために、最新かつ最適な制御理論を開発する。 研究の目標 フェーズ 1：セラミックス製 300mm ストローク 2 軸ステージで、最高速度 300mm/sec、位置決め精度 0.01 μ m の達成。 フェーズ 2：開発したステージを、電子線描画装置等へ導入。また、光分野・ステッパーへの適用を図る。 フェーズ 3：アクチュエータ/ステージシステムについて、半導体分野を含めて更なる応用範囲の拡大を図る。半導体以外では、ナノマニピュレータによる分子生物学(バイオ)分野、ナノ材料物性計測分野、大面積高精度パターン作成技術によるマイクロマシン分野及びフォトリソグラフィ加工を通じた光通信分野への展開が見込まれる。セラミック-金属接合技術応用範囲も拡大。
研究の進め方及び進捗状況 圧電素子、予圧機構の改良及び制御系の高機能化により、セラミック製 300mm ストローク 1 軸ステージで、最高速度 150mm/sec、位置決め精度 0.69nm を達成。現在、発熱・発塵・摩耗・耐久性について、連続走行によりアクチュエータの信頼性評価を実施している。 フェーズ 1：2 軸ステージにおいて、最高速度 150mm/sec、位置決め精度 0.69nm、時間位置偏差(速度ムラ) 10nm 以下を達成。 フェーズ 2：圧電アクチュエータの実用化における最大の懸案事項である、装置導入時の耐久性に対して、8,000km 以上の連続走行性能を達成。 フェーズ 3：実用化としては、半導体製造装置メーカー 3 社、検査装置メーカー 3 社とのステージ開発検討中。また、それとは別に、医療機器メーカー 1 社と汎用ステージメーカー 1 社への OEM 供給がほぼ確定。
主な成果 具体的な成果内容：セラミック製 300mm ストローク X - Y 軸ステージ試作。 X - Y 軸ステージ 1 台を販売。 特許件数：19 論文数：88 口頭発表件数：56
研究成果に関する評価 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 μ m)は圧倒的に優れている。OEM 供給が決まっている医療機器メーカーでは、ナノモーションを始め、国内外の高精度ステージとの性能比較が行われ、その評価結果として、この研究成果が採用されることとなった。

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、波及効果は十分にあると予測している。また、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。

残された課題と対応方針について

フェーズ の数値目標のうち、最高速度項の達成率だけが 1/2 である。但し、300mm/s に対して 150mm/s と、汎用高精度ステージとしては実用上十分な性能を達成している。但し、4 インチステージにおいては、360mm/s と目標をクリアしている。また、理論解析でも 300mm/s は十分達成可能である。今後は、圧電素子部分の更なる改良により H16 年度中には 200 mm/s をクリアする。そして、製品化を通して最終目標の 300mm/s を達成する。

	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	2500	15300	14200	19300	13300	5000	69600	8300	11300	15900	12400	2300	1200	51400	121000
設備費	30300	53300	46200	25700	1400	0	156900	76000	21400	54800	27400	0	0	179600	336500
その他研究費 (消耗品費、 材料費等)	3000	34000	19600	19100	14100	4600	94400	4600	29300	64600	10200	6200	8000	122900	217300
旅費	800	8800	5000	4800	3500	1200	24100	1100	7300	16100	2600	1600	2000	30700	54800
その他	1000	4500	5500	6200	4200	1100	22500	0	0	0	0	0	0	0	22500
小 計	37600	115900	90500	75100	36500	11900	367500	90000	69300	151400	52600	10100	11200	384600	752100

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：サーマルチャンバー、石定盤、セラミック製ステージ

地域負担による設備：真空ポリッシュマシン、ゲージブロック校正装置、ワイヤカット放電加工機、原子力顕微鏡真円度測定器、高速マシニングセンター、超精密旋盤

[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：ステージ制御応用技術開発 (その 2 : 半導体電気計測のためのナノプローブ技術の開発)

サブテマリーダー：熊本大学工学部、助教授、中田明良

研究従事者：(有)熊本テクノロジー常務取締役小坂光二、(有)熊本テクノロジー技術員小坂哲也、(有)熊本テクノロジー技術員岩淵哲也、(有)熊本テクノロジー技術員馬場哲郎、(有)熊本テクノロジー主任加納竹志、(株)アラオ社長荒尾淳、(株)アラオ技術部部长井上知行、(株)アラオ技術部課長岩根宏、(株)アラオ技術部主任前田安浩、(株)アラオ技術部高木宏司

研究の概要、新規性及び目標

研究の概要

現在一般的に使用されている半導体デバイス計測用のプローブ装置は光学顕微鏡下での操作のため位置決め分解能が数 μ m 台であり、またプローブがデバイスのサイズに対して粗大であったため、微細デバイスの端子に直接プローブすることができなかった。本研究開発の目的は、半導体ウエハ上に形成されるデバイス自身の複数の端子に、金属電極パッドを形成することなく、パッドフリーで直接コンタクト可能なナノプローブ技術を開発することである。

研究の独自性・新規性

地域結集型共同研究事業においてそれまでに開発されてきた、超精密ステージ技術および非共振型超音波モータ技術を元に、電子顕微鏡システム下に設置可能な小型ナノマニピュレータを新規に設計・製作することで上記目的を達成した。

研究の目標

具体的な目標として、下記の ~ の 6 つの研究開発項目を設定し実施することとした。

小型ナノマニピュレータの設計および製作

ステージ・マニピュレータ連動技術

微小電極プローブの形成

構成材料の検討

電子顕微鏡下でのプローブ性能評価

総合調査研究