

## 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カの国内シェアは約 30%と第 1 位である。そして、先方メカ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<br>11        | H<br>12 | H<br>13 | H<br>14 | H<br>15 | H<br>16 | 小計     | H<br>11    | H<br>12 | H<br>13 | H<br>14 | H<br>15 | H<br>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<br>(消耗品費、<br>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)アラオ技術部部長井上知行、(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 $\mu$ 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

**研究の進め方及び進捗状況**

本研究開発により、次のような成果を得ることができた。

**小型ナノマニピュレータの設計および製作**

10nm の制御分解能で、かつ 20mm という長ストロークを有する非共振型超音波モータ駆動のナノマニピュレータを、サイズ 67 x 67 x 77 mm まで小型化した。

**ステージ・マニピュレータ連動技術**

絶対座標を用いたステージ・マニピュレータの連動制御システムを構築した。

**微小電極プローブの形成**

先端径 0.34μm の微小電極プローブをガラス棒加熱延伸加工、希フッ酸エッチング、および金属真空蒸着により形成し、その電気特性を計測した。

**構成材料の検討**

構成された材料の放出ガス特性を評価し、低放出ガス材料の検討を行った。

**電子顕微鏡下でのプローブ性能評価**

製作した 4 台の小型ナノマニピュレータと 1 台の試料ステージを電子顕微鏡下に導入し、半導体電気計測を行うためのナノプローブシステムを構築した。

**総合調査研究**

平成 15 年度において共同研究推進委員会 4 回、研究推進委員会を 4 回、ワーキンググループ会議を 12 回、それぞれ開催し本研究開発を円滑に推進し、滞りなく計画を終了することができた。

本研究開発により、以上のような研究成果を得ることができたが、特に小型ナノマニピュレータについては今後用途を限定せず幅広く市場開拓を行い製品化を行う予定である。

**主な成果**

具体的な成果内容：

特許件数： 19 件                      論文数： 3 件                      口頭発表件数： 14 件

**研究成果に関する評価**

**1 国内外における水準との対比**

ナノテクノロジー分野における産業の拡大傾向ならびに、それらで行われている研究開発における微細化傾向や分析要求において、新素材の電気計測が重要視されている。そして対象となる新素材のサイズは 1 μm 近傍かそれ以下のものが相当に増えてきている。また、当初の計画である半導体製作プロセスにおける集積度阻害要因となる電気計測用電極の排除を促進するための微細プローブ作製ならびに操作技術への外部からの要求も、さらに微細部での電気計測を要求してきている。これらの対象物を観察し、そしてプローブを接触させるために必要となる観察装置は電子顕微鏡をにおいて他には無い。また、対象となる新素材の検査サイズも年々微細化されており、プローブ先端径や制御精度要求も 1 μm 以下が大半となってきている。まさに我々が企画した装置体系である「SEM + 高精度プローブの組合せによるシステム化」へと市場要求は向かっている。

**2 実用化に向けた波及効果**

このカテゴリーは操作性主体の装置体系であり、その部分が満たされなければいくら高分解能な観察装置といえども、市場要求を満たすことは出来ない。つまり、この装置体系の心臓部はマニピュレータである。この部分においては、地域結集型共同研究事業で開発してきた非共振型超音波モータによる圧倒的な制御分解能を十分に応用することで他社に対する優位性を持つと考えている。

**残された課題と対応方針について**

(課題) ナノマニピュレータシステムの最小型化

(対応方針) 不要なストロークは短縮して、実際のターゲットを睨んだ最小型化が必要である。位置決め用スケールを不要としながら、所定の精密位置決めができる超小型マニピュレータの開発を検討している。

|                   | 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               |                |      |      |      |      |      |    |            |      |      |      |      |      | 439   |     |
| 設備費               |                |      |      |      |      |      |    |            |      |      |      |      |      | 47147 |     |
| その他研究費(消耗品費、材料費等) |                |      |      |      |      |      |    |            |      |      |      |      |      | 22325 |     |
| 旅費                |                |      |      |      |      |      |    |            |      |      |      |      |      | 0     |     |
| その他               |                |      |      |      |      |      |    |            |      |      |      |      |      | 8508  |     |
| 小 計               |                |      |      |      |      |      |    |            |      |      |      |      |      | 78419 |     |

**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：

地域負担による設備： X Y Z マニピュレータシステム、ステージ、大型チャンバー付き S E M