

パラレル・ナノライティングシステムの開発とナノデバイス創成への応用

JSTイノベーションプラザ京都における育成研究 平成16年度採択課題

「パラレル・ナノライティングシステムの開発とナノデバイス創成への応用」

代表研究者 立命館大学 理工学部 マイクロ機械システム工学科 教授

磯野 吉正



ナノシステムデバイスを加速的に試作・開発していくには、既存半導体プロセス技術に適合したナノリソグラフィ技術が必要となる。本研究では、MEMSアクチュエータによって独立駆動するマルチプローブカンチレバーアレイと、原子間力顕微鏡技術に基づいたパラレル・ナノライティングシステムを新開発し、安価で容易、かつ高精度なナノリソグラフィ技術を確立する。

■ 研究内容, 研究成果

将来、その実現が期待されている各種のNEMS（ナノ・エレクトロメカニカル・システムズ）を加速的に試作・開発していくためには、簡易で低コストなナノ描画・加工技術の構築が必要である。本研究では、走査型プローブ顕微鏡技術に基づいて、簡易かつ低コストでナノ描画ができるパラレル・ナノライティングシステムを開発した。具体的には、マイクロマシニング技術を用いてマルチプローブカンチレバーアレイを試作するとともに、走査型プローブ顕微鏡技術に基づいたパラレル・ナノライティングシステムを開発することで、複数のナノパターンを広領域に一括描画できるナノ描画技術を構築した。本研究で開発したシステムは、従来の電子線描画システムに比べて約1/5程度の装置導入コストになり、また、大気中でナノ描画が実施可能であることから、チップレベルのNEMS試作・開発に極めて有効である。また、広領域に複数、かつ多種のナノパターンを形成することができることから、試作・開発プロセスの時間短縮を促進することができる。

システム開発における具体的成果としては、パラレル・ナノライティングシステムの中核的技術要素となる一次元マルチプローブカンチレバーアレイの開発と、EBレジスト援用プローブナノリソグラフィ技術の確立が挙げられる。一次元マルチプローブカンチレバーアレイは、熱膨張型MEMSアクチュエータ付きライティングプローブカンチレバーを最大60本搭載しており、個々のライティングプローブカンチレバーが独立して駆動することで、ナノパターンを形成することができる。また、同カンチレバーアレイにはピエゾ抵抗素子が集積されたセンシングプローブも併せて搭載されており、基板に対するカンチレバーアレイの姿勢を自動制御することが可能である。一方、ナノリソグラフィでは、主鎖分解型EBレジスト薄膜上でのプローブリソグラフィ技術を構築し、最小線幅50nmのナノパターン形成に成功している。本研究で新開発したシステムに上記の技術要素を統合することで、ナノ物理用センサを初めとするNEMSの試作に成功している。

■ 今後の展開, 将来の展望

プロトタイプとして開発したパラレル・ナノライティングシステムを今後市販していくには、カンチレバーアレイの量産化と、ナノ描画ソフトの開発を更に追求することが重要となる。カンチレバーアレイの量産化については、既にウェハーレベルプロセスに成功しているが、更に生産期間の短縮を目指す必要がある。今後は、高速ドライエッチング技術を用いた同デバイスの生産を実現していく予定である。一方、ナノ描画ソフトではユーザーフレンドリーなソフト開発を目指す。

す。本研究では、プローブの始点と終点を指定して、一筆書きのようにプローブ走査することでパターンを形成する「ベクタスキャン」方式を採用し、ナノ描画ソフト開発してきた。しかしながら、今後は更にユーザーフレンドリーなソフトにするため、二次元CADデータを直接読み込み、プローブ走査に反映させることができる新規なソフトウェアの開発が望まれる。今後、これらの技術課題を1～2年程度で克服し、事業化に結びつけていく予定ある。

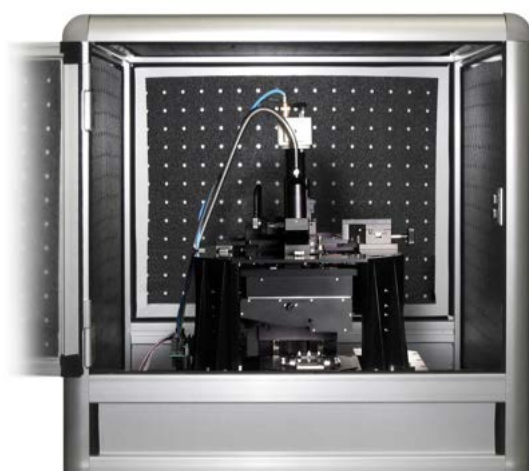


図1 開発したパラレル・ナノライティングシステムの外観

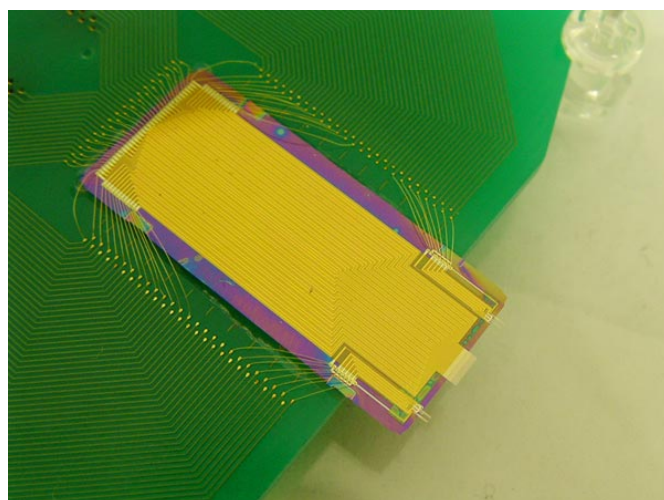


図2 プリント基板にワイヤボンディングされた
1次元マルチプローブカンチレバーアレイ

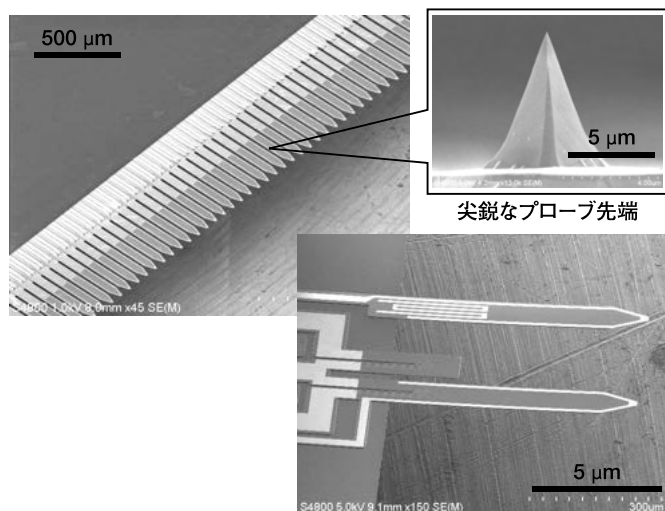


図3 ライティングプローブカンチレバー（左上）と
センシングプローブカンチレバー（右下）の電顕写真

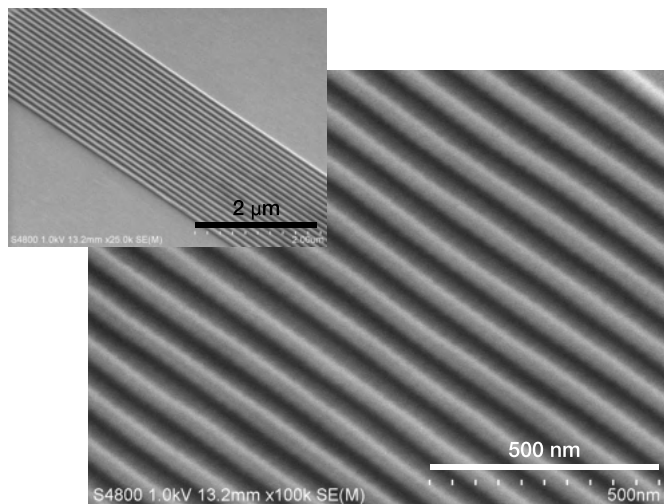


図4 プローブナノリソグラフィで形成された
50nm幅のEBレジストパターン

研究体制

代表研究者 立命館大学 理工学部 マイクロ機械システム工学科 教授 磯野 吉正

研究者 生津 資大(兵庫県立大学), 佐々木 徹(ユニソク), 森田 幸治(ユニソク), 越智 利彦(住友精密工業), 垣永 貴光(JST)

共同研究機関 兵庫県立大学, (株)ユニソク, 住友精密工業(株)

※所属などは、プロジェクト終了当時のものです。

研究期間

平成17年4月～平成20年3月