

実施企業名:エヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株式会社

研究課題名:次世代ナノ加工用超臨界プロセス技術・装置の開発に関する研究

1. 研究の概要

超臨界流体は表面張力に基づく応力が生じず、パターンを倒壊させる毛細管力が働かない利点があるため微細構造体の洗浄、乾燥に適しており、これからの半導体・MEMS 製作における洗浄工程で期待されている。しかしながら、最適な超臨界材料が見つかっていないのが現状である。本研究では、(1)次世代ナノ加工プロセスに最適となる超臨界プロセス用材料の開発、(2)上記流体の特性を生かした高効率超臨界処理装置の開発、および(3)超臨界プロセス研究開発、を研究の柱としている。材料、装置、プロセスを組み合わせることで開発することにより、最先端製造技術に使える技術として完成させ、半導体をはじめとした産業界に対して大きな波及効果をもたらすことを狙いとしている。

2. 研究目標の達成状況と実用化への展望

期待通りの成果が得られ、実用化の可能性も期待できる。

□ 研究目標の達成状況

研究目標	達成状況
①超臨界プロセス用材料の研究 安全性、洗浄性を有する材料で、臨界点が 250°C、5MPa 以下、の液体を開発する。	目標を達成する材料として CHF ₂ CF ₂ OCH ₂ CF ₃ (HFE-347pc-f)を開発。臨界点は、191.5°C、2.55MPa(実測)。レジストの洗浄性を高める添加剤として TFE ₂ O (CF ₃ CH ₂ OH)を開発した(添加後の臨界点は192.4°C、2.81 MPa)。
②高効率超臨界処理装置の研究 下記を満足する超臨界処理装置を製作する。 1. 超臨界状態での加熱可 2. 150mm 径基板搭載可 3. 昇温 max. 250°C 4. 昇温速度 > 50°C/min	1.~3. の目標を満足した超臨界処理装置を製作できた。 4. については加熱方式を変更したため未達成となったが、処理全体に対する影響は少なかった。
③超臨界プロセス開発 アスペクト比 5 以上微細構造の無破壊乾燥、微細構造体の洗浄が可能な超臨界プロセスを開発する。	アスペクト比5以上のMEMS 梁構造における無破壊乾燥、ArF レジスト付き半導体基板の洗浄を達成した。

□ 採択企業における実用化への展望

今後は、材料メーカーとの共同による高機能な超臨界材料の開発及び、洗浄メーカーとの共同による量産型半導体処理装置の開発を進め、この成果を元に超臨界プロセスの差別化を行い、製品化を目指すとしている。

3. 総合所見

《総合》

期待通りの成果が得られ、実用化の可能性も期待できる。

微細加工技術の進展と共に、高アスペクトのパターン加工を行うための超臨界洗浄は以前から期待の高い技術であったが、実現には多くの困難があった。本課題は、材料メーカとの共同により、その主要な問題点に解決を与える成果を得ており、種々の発展が期待できる。今後は、スループット向上やユーザーによる評価にも積極的に取り組むことで、事業化に向けての課題を整理し、改善を早急に進められたい。潜在的な市場性は十分にあり、関連分野へのインパクトも大きいと思われるので、今後の開発研究の進展を期待したい。

《詳細》

超臨界プロセス用の材料開発、高効率超臨界処理装置の試作、これらを用いたプロセス開発に関して、技術目標はほぼ達成されていると認められる。ただし、装置の昇温速度については、目標未達である。これは研究期間途中で加熱方法の変更を行ったことに拠るところも大きいですが、スループットに大きな影響を与えているので、早期の改善が望まれる。

知的財産に関しては、3 件の特許を出願している。今後とも、本開発研究で得られた知見についての積極的な知的財産確保を期待する。

本技術の事業化に向けて、材料メーカ、装置メーカとの連携が適切に行われており、期待度は大きい。本技術を普及させていくためには、スループットの向上に取り組むとともに、従来の洗浄技術に対する優位性を明らかにすることが重要である。その場合には、ユーザーによる開発装置・プロセスの評価を積極的に採り入れることで、本方法の優位性を明確にアピールできるようにしていただきたい。

超臨界洗浄は以前から期待の高い技術であったが、実現には多くの困難があった。本課題はその主要な問題点に解決を与える成果を得ており、関連分野へのインパクトは大きなものが期待される。加えて、レジスト除去が困難でエッチングによる精密プロセスが行われていない分野など、研究者が意図していない他の用途への展開可能性も秘めている。今後の積極的な開発研究を期待する。