

## 論文審査の結果の要旨および担当者

|      |               |
|------|---------------|
| 報告番号 | ※ 甲 第 12299 号 |
|------|---------------|

氏 名 張 彦

### 論 文 題 目

Measurement and analysis of plasma induced damages on  
fabrication processes of ultra large scale integrated circuits  
(大規模集積回路製造プロセスにおけるプラズマ誘起ダメージの  
計測と解析)

### 論文審査担当者

|    |       |      |       |
|----|-------|------|-------|
| 主査 | 名古屋大学 | 教授   | 堀 勝   |
| 委員 | 名古屋大学 | 教授   | 豊田 浩孝 |
| 委員 | 名古屋大学 | 教授   | 大野 哲靖 |
| 委員 | 名古屋大学 | 特任教授 | 石川 健治 |
| 委員 | 名古屋大学 | 教授   | 中塚 理  |

## 論文審査の結果の要旨

張彦氏提出の論文「Measurement and analysis of plasma induced damages on fabrication processes of ultra large scale integrated circuits(大規模集積回路製造プロセスにおけるプラズマ誘起ダメージの計測と解析)」は、大規模集積回路製造におけるプラズマエッチングプロセスにおいて、プラズマ中のイオン、ラジカル、光およびそれらのシナジーによる高分子薄膜へのダメージを計測および解析し、その反応機構について、学術かつ実用的な成果をまとめたものであり、全7章から構成されている。

第1章は、序論で、大規模集積回路製造における微細加工プロセスにおけるプラズマエッチングおよびリソグラフィ技術における高分子薄膜の位置づけを概観し、本論文の目的と意義、そして構成について述べている。

第2章では、本研究で用いたプラズマおよび高分子薄膜の評価装置の原理について述べている。

第3章では、プラズマから照射される真空紫外光の光量の絶対値を計測する装置を構築し、実用的なプラズマプロセスにおいて、世界で初めて高分子に入射する光量を明らかにし、その反応機構を解明した結果について述べている。臭化水素ガスを用いたプラズマエッチングプロセスにおいて、プラズマからの真空紫外光によって誘起される感光有機薄膜の構造変化を解析し、真空紫外光と感光有機薄膜に誘起されたダメージの関係を明らかにしている。この結果を基に、真空紫外光によって誘起される感光有機薄膜の表面反応機構に関するモデルを提案している。

第4章では、プラズマ中の真空紫外光、ラジカル、イオンの個々の影響やそのシナジーによる感光有機薄膜への影響を系統的に解析している。臭化水素ガスプラズマおよびアルゴンと水素プラズマの照射する順番を変えながら、これらのプラズマからの真空紫外光、ラジカル、イオンが感光有機薄膜に誘起する反応を詳細に解析している。これらの系統的な反応解析を基にして、プラズマからのダメージを抑制するシーケンスを明らかにするとともに、反応モデルの構築にまで至る一連の成果は、学術かつ工業的に非常に有用な知見である。

第5章では、基板温度を400℃近傍まで上げた高温プラズマエッチングにおいて、塩素ガスプラズマと高分子薄膜との相互作用について解析している。温度の上昇とともに、高分子薄膜のカーボン化が生じ、これらのカーボン層によってエッチング速度が低下することを見出している。第4章で構築した手法を駆使することによって、高温エッチングプロセスにおける真空紫外光、イオン、ラジカルによる高分子薄膜への影響を解明している。

第6章では、酸素および水素ガスを用いたプラズマからの真空紫外光とラジカルによって誘起されるポリエチレンテレフタレート(PET)へのダメージを解析している。特に、これらの粒子によって誘起されたPETの表面粗さに焦点を当て、真空紫外光の照射量と表面粗さとの関係を明らかにした結果は、大規模集積回路のみならず多様な部材に対するプラズマ損傷に関する知見を示しており、学術のみならず産業に大きく貢献する有用な成果である。

第7章では、本研究の結果を総括し、今後の課題および展望について述べている。

以上のように、本研究では、大規模集積回路プロセスを主軸に、GaNや他のデバイスのプラズマエッチングプロセスに必要な高分子薄膜とプラズマ中の粒子との相互作用を系統的にまとめるとともに、その反応機構に対する有用なモデルを明示している。これらの成果は、学術上、又工業上寄与するところが極めて大きいと判断できる。よって、本論文提出者である張彦氏は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。