

原子層堆積装置およびエッチング装置を 組み合わせた極微細パターンニング形成

勝沼隆幸・久松 亨・木原嘉英・本田昌伸

東京エレクトロン宮城株式会社 ☎ 981-3629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ1番

(2016年11月8日受付; 2016年12月19日掲載決定)

New Patterning Technology by Integrating Atomic Layer Deposition Process to the Etching Flow

Takayuki KATSUNUMA, Toru HISAMATSU, Yoshihide KIHARA and Masanobu HONDA

Tokyo Electron Miyagi Limited, 1 Techno-Hills, Taiwa-cho, Kurokawa-gun, Miyagi 981-3629

(Received November 8, 2016 ; Accepted December 19, 2016)

We introduce a state-of-the-art patterning process developed by new patterning technology using Atomic Layer Deposition (ALD) towards 5/7 nm generation. In the patterning process, critical dimension (CD) shrink technique without CD loading is one of the key requirements. However, in the conventional CD shrink technique, CD loading can't be solved in principle. To overcome this issue, by integrating ALD process into the etching flow, we developed a new CD shrink technique without causing CD loading. Furthermore, CD shrink amount can be precisely controlled by the number of ALD cycles while keeping the excellent CD shrink uniformity across a wafer. This is obtained by utilizing a conformal layer with characteristics of ALD's self-limiting reaction, which is independent of the pattern variety.

KEYWORDS : patterning technology, atomic layer deposition, critical dimension loading, self-limiting reaction

1. はじめに

近年、半導体デバイスの高集積化、微細化の進行に伴い、パターン寸法 (critical dimension, CD) の制御性が重要になってきている。とりわけ、Patterning 工程においては、様々なパターンに対してパターン差なく CD を縮小することが要求される。また、5/7 nm 世代の微細パターンに対しては、原子層レベルで CD をコントロールする技術が求められている。これらの課題を克服するためには、表面反応をこれまで以上に緻密に制御することが必要である。そこで、我々は原子レベルで表面を制御できる原子層堆積技術 (Atomic layer Deposition, ALD)¹⁾ に着目し、微細エッチングプロセスへの応用を試みた。その結果、ALD とエッチングを融合させた新しいプロセスフローが開発された。本手法により、Patterning 工程において、CD loading を発生させずに原子レベルで CD shrink 量を制御できる^{2,3)}。本稿では、この新

規技術を最先端のパターンサンプルに適用した結果を報告する。

Patterning 工程にて求められる CD 制御技術については、次の三つの観点から考えることができる。一つ目は、ウェハ面内における CD 均一性、二つ目はパターンエッジのバラツキ (Line edge roughness, LER) およびパターン幅のバラツキ (Line width roughness, LWR) の低減、そして三つ目が CD loading の発生しない CD shrink 技術の実現である。ウェハ面内の CD 均一性に関しては、エッチング装置に搭載されている面内制御ノブによる CD 分布の最適化が一般的である。また、LER, LWR に対しては、DC 重畳プラズマ (DC superimposition plasma) を利用したレジストキュアプロセスにて低減できることが知られている⁴⁾。一方、パターンの疎密差に起因した CD loading については、根本的な改善手法がないため、新たな改善技術の提案が望まれている。

従来の CD shrink 技術では、多層レジストマスク工程において、Si を含有した反射防止膜 (Anti-reflect coating, ARC) をエッチングする際に、フルオロカーボン