

直線偏光 Nd:YAG レーザーを用いた 2次元規則性配列微細シリコンドットの形成

【研究目的】 電子デバイスの高集積化が進み、微細なシリコン (Si) 等の素子材料を 2 次元的に周期配列させる微細ドット形成技術が重要となっており、その低コストで信頼性の高い技術の確立が望まれている。我々はこれまで、コヒーレントな直線偏光 Nd:YAG パルスレーザーを試料に照射することにより熔融 Si 内に自発的に発生するレーザー誘導周期的エネルギー密度分布を利用し、結晶粒界を制御した高品質 poly-Si 薄膜や線状 poly-Si の形成について検討してきた。本研究では、レーザー誘導周期的エネルギー密度分布を用いた、位置と大きさを制御した Si ドットの 2 次元規則性配列の実現を目的とする。

【実験】 Si (111) 基板上に熱酸化により膜厚 30 nm の Si 酸化 (SiO_2) 膜を形成し、その上に膜厚 10 nm の a-Si 薄膜を超高真空蒸着装置により堆積した。その後、図 1 に示すように、直線偏光 Nd:YAG レーザー (532nm, 10Hz, 1000-pulses) 照射により a-Si 薄膜を熔融させ、それと同時にレーザー誘導周期的エネルギー密度分布により熔融 Si 内に周期的な温度分布を形成し、熔融 Si 薄膜を線状に凝集させ、線状 poly-Si を形成した。さらに、線状 poly-Si を形成した基板を 90° 回転させ、同様にレーザー照射を行うことにより、Si ドットの形成を試みた。

【結果】 図 2 に Secco エッチング処理を行った試料の SEM 像を示す。直径約 150nm の Si ドットがレーザー波長とほぼ同じ周期で、格子状に、規則的に配列している。付加的な装置を使用せず、試料に直線偏光レーザーを照射するだけで、2次元的に規則配列した微細 Si ドットを形成することができた。

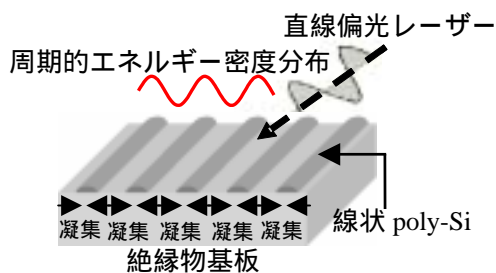


図 1 熔融結晶化の模式図

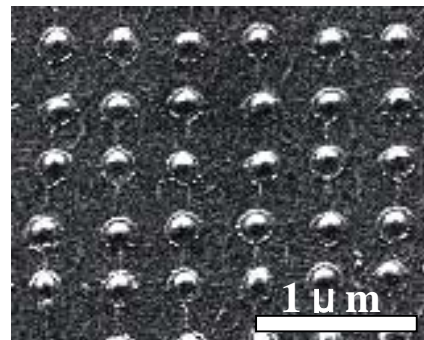


図 2 Si 酸化膜 (絶縁物) 上に形成された微細 Si ドットの SEM 像