

分子線蒸着法による遷移金属ダイカルコゲナイド 半導体薄膜の作製のための超高真空複合装置の開発

～実用化に向けた遷移金属ダイカルコゲナイド2次元半導体の大面積合成～

工学研究科 電気物性工学専攻

◎M2 まえがわともや ほんだしんいち
前川朋也、 教授 本多信一

キーワード

遷移金属ダイカルコゲナイド (TMD)、分子線蒸着法
低速イオン散乱分光法 (ISS)、低速電子線回折法 (LEED)

研究概要

遷移金属原子とカルコゲン原子から構成される遷移金属ダイカルコゲナイド (TMD) は新しい半導体材料であり、原子層オーダーの超微小な光デバイスや電子デバイス等の材料として応用が期待されている。光検出器やトランジスタは既に実験室レベルで試作されているが、これを発展させるためには、高品質な TMD 薄膜の大面積合成技術を確立しなければならない。これまで様々な合成技術の研究がなされてきたが、いずれも薄膜の制御性や均質性に課題が多いのが実情である。

本研究では、Si 基板表面に、表面構造を制御した上で、TMD 半導体薄膜の作製を試み、ウエハースケールの高品質な TMD 薄膜合成法の開発を目指す。研究では、既存の低速イオン散乱分光 (ISS) 装置に改良を加え、分子線蒸着及び表面分析の可能な超高真空仕様の複合装置を考案し作製した (図 1)。この複合装置は、表面分析専用室と、成膜と基板交換用トランスファーロードを一体化した分子線蒸着室から構成されている。ゲートバルブによって表面分析室と分子線蒸着室を連結している。このため、本複合装置では薄膜作製と分析評価は別の場所で実施でき、さらにトランスファーロードによって、試料基板を二つの真空室間を真空を破ること無く搬送可能である。表面分析専用室では、ISS による表面組成分析と LEED による表面構造解析ができる。また、分子線蒸着室では、カルコゲンと遷移金属酸化物の薄膜作製のための 2 つの分子線蒸着セルが取り付けられ、マニピュレータに取り付けられる Si 基板は直接通電加熱法によって温度制御できるようになっている。

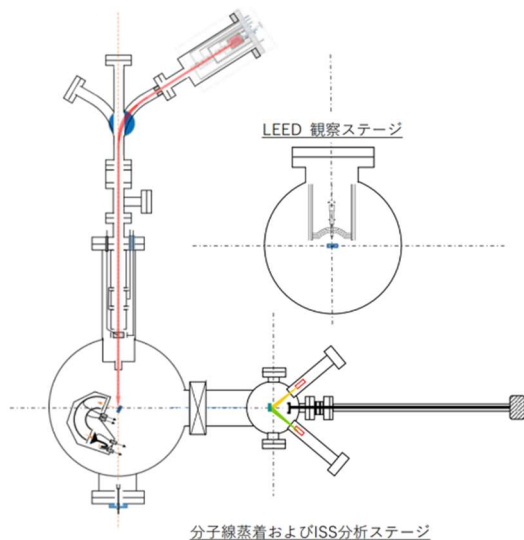


図 1 開発した複合装置の模式図

アピール ポイント

Si 基板は比較的安価であり、表面構造についてのデータが充実しているため、コストや生産性の面で優れている。このため Si 基板上で均質かつ高品質な TMD 半導体薄膜の合成に成功すれば、TMD 半導体デバイス実用化の加速が期待できる。