



二酸化炭素中でのガス分離用高分子薄膜の構造評価

高原 淳¹, 松野亮介¹, 宮野 陽¹, 二宮 翔², 西堀麻衣子²

1 九州大学, 2 東北大学

キーワード：ポリジメチルシロキサン, 二酸化炭素, 膜厚, X 線反射率

1. 背景と研究目的

大気中の CO₂ 濃度を低下させ、地球温暖化を抑止することは、人類共通の課題である。数十から百ナノメートル程度まで薄膜化されたガス分離膜では、分離膜表面に対する気体分子の吸着が、ガス透過性能を決める支配的要因となる。従って CO₂ の気体分離能を飛躍的に向上させるためには、分離膜表面における気体分子の吸着、収着、拡散挙動を分子レベルで解明することが重要となる。本研究では、分離ナノ膜の表面構造ならびに気体分子との相互作用を分子レベルで明らかにし、分離ナノ膜の性能向上に向けた膜材料分子および分離膜表面の設計指針を提案する。そのため種々のガス組成での放射光 X 線反射率測定を行い、薄膜の膨潤挙動あるいは表面の粗さの変化を明らかにする。

2. 実験内容

UV/オゾン処理を施したシリコンウエハー (20 x 20 mm²) を 2 wt% の vinyl dimethylethoxysilane 溶液に 24 時間浸漬し、洗浄後、減圧下で乾燥した。その後、ポリジメチルシロキサンを主成分とする Sylgard-184¹⁾ を溶解したヘキサン溶液を表面にスピコートし、100 °C で 30 分の加熱処理により架橋・硬化させることで膜厚 54 nm の Sylgard-184 を調製した。ガスフロー下での Sylgard-184 薄膜からの反射率変化を計測することで、薄膜の膨潤挙動および表面粗さ変化を評価した。なお、ガスフローは 100% N₂、50% N₂:50% CO₂ 混合ガス、100% CO₂ の順に行い、ガス流量はすべて 100 sccm とした。

3. 結果および考察

100% N₂、50% N₂:50% CO₂、100% CO₂ ガスフロー下における X 線反射率を計測し、解析した結果 (Fig.1)、膜厚はそれぞれ 54.45 nm、54.72 nm、54.87 nm、また、ラフネスは、2.64 nm、2.63 nm、2.61 nm と評価できた。フローガス中の CO₂ 濃度が増加するにつれ、膜厚がわずかに増加するとともにラフネスが減少する傾向がみられており、CO₂ による膜の膨潤あるいは表面・界面構造の変化を捉えている可能性も示唆される。今後、詳細な解析を行うことで、CO₂ 濃度による膜厚変化の原因を明らかにする。

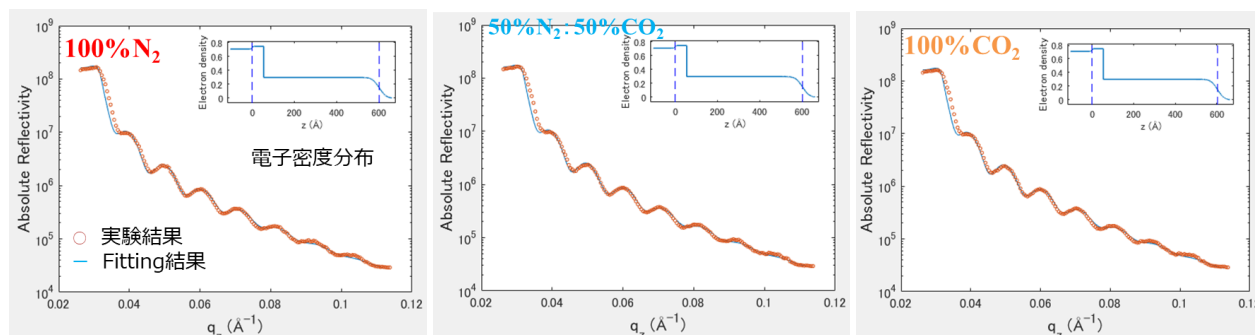


Fig.1 各ガスフロー下における基板上的 Sylgard-184 薄膜からの X 線反射率曲線と電子密度プロフィール

4. 参考文献

1. K. Efimenko, W. E. Wallace, J. Genzer, *J. Colloid Interface Sci.* **254**, 306—315 (2002).