

多価イオン照射による固体表面の物性変化(1)

水素化シリコン表面の作製と FTIR

山田研 B4 渥美 智裕

目的

半導体への応用が期待されるナノ酸化膜を多価イオンによって作成し、FTIR を用いて赤外線吸収スペクトルを観測する。

実験方法と原理

水素終端シリコン

内部では安定であるシリコンが表面にさらされたとき原子同士の結合がちぎれた状態になり、二本の対電子が出ている。その軌道をダングリングボンドというが、その状態では化学的に不安定であるため、安定化させるために水素終端を行う。まず、表面の清浄化を行う。今回は通電加熱で600度で15時間、後に1200度に数回加熱して、液体窒素で冷やす。その後、フィラメントを用いて分子を原子の状態に解離させて(約1500度で)吹き付け、水素終端を行う。

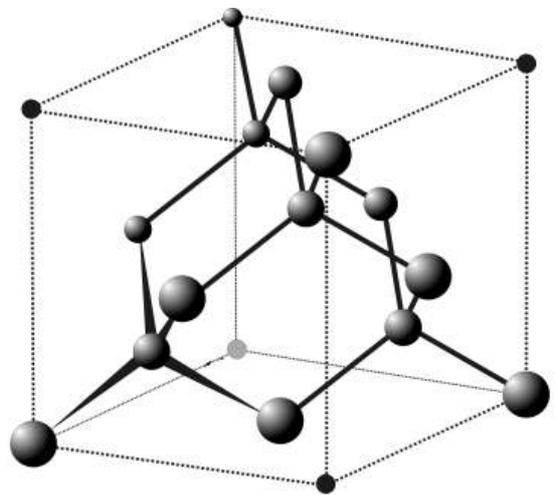


図1:シリコン構造

多価イオン

多価イオンとは二価以上のイオンのことをいう。多価イオンはポテンシャルエネルギーが大きいので、固体表面に衝突した際には、ナノスケールで幾何学的構造に大きな影響を及ぼす。例えば、水素終端されたシリコンに当たった場合表面の水素が局所的にはぎとられ、そこに酸化膜などを作ることができる。このように多価イオンは半導体の表面改質に用いられたりすることが期待される。

実験装置

最初に干渉器により干渉された赤外線は凹面鏡を経て、絞られてチャンバーへと入る。試料には約90度で入射するようにHe-Neレーザーを用いて調節する。そして、反射した赤外線はチャンバーを抜ける。そしてもう一度凹面鏡で絞られてから検出器向かう。最終的にはPC上にスペクトルが映される。(検出器はMCT検出器で暗い赤外線を高感度に検出することに適している。)

干渉器

まず光源より発射された赤外線は偏光子によって偏光にされ半透明鏡へ入射して透過光と反射光に分けられ、それぞれの鏡で反射される。(P 平行偏光に偏光これは試料への入射面に平行な成分で吸着分子の双極子モーメントに変化を与える方向)。そして、固定鏡と移動鏡によって光路差を変えながら干渉させてからその後赤外線はチャンバーを経て検出器へ入射する。

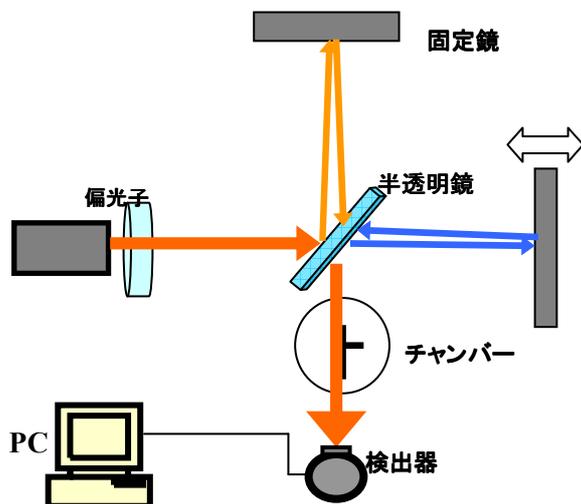
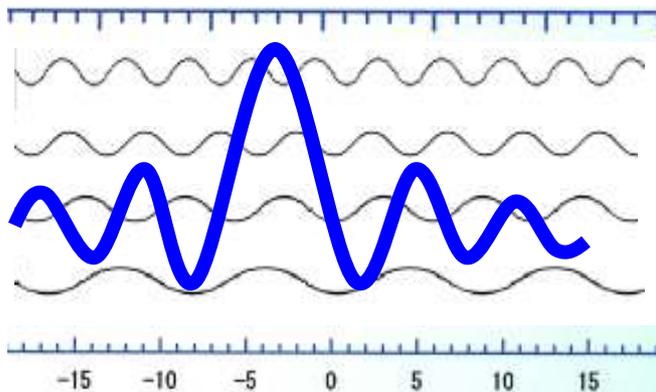


図2:干渉器

単色波では光の強度が光路差の関数として正弦波が出力されるが、連続波のため出力は各波長の正弦波の重ね合わせとなり、インターフェログラムとなる。これをフーリエ変換して光の強度を波数の関数としてあらわす。光の吸収をどの波数で起きているのか分かる。



光路差

図3: インターフェログラム

このようにスペクトルとして観測できる。このように分子の固有の振動で吸収が起こっている。(ぐちゃぐちゃしているのは分子自体の回転によるもの。CO₂ は細かい振動のため FTIR の分解能では観測できない。)

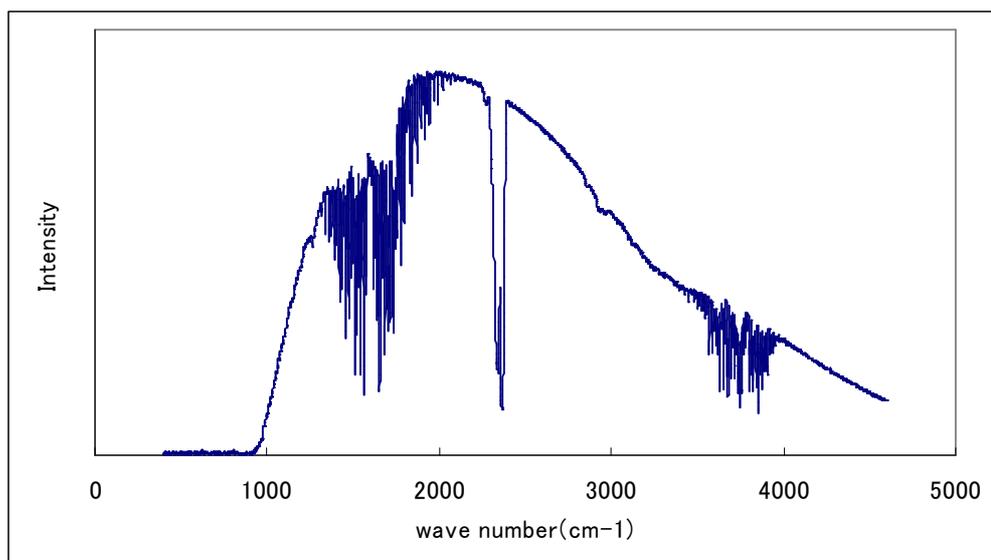


図 4: 観測されるスペクトル

実験結果

まず、予備実験として白金に CO を吸着させて FTIR で吸収スペクトルを確認した。前データと照らし合わせて吸着を吸収スペクトルで確認できた。これにより同時に FTIR 装置の動作の確認も出来ました。(3L 露出 1×10^{-8} Torr で 300 秒)

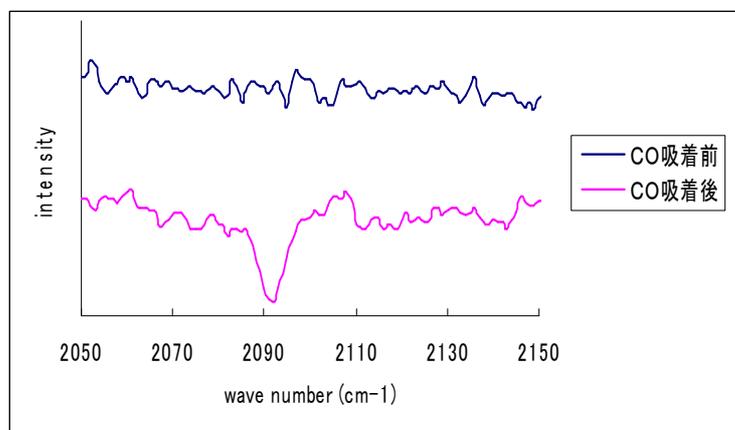
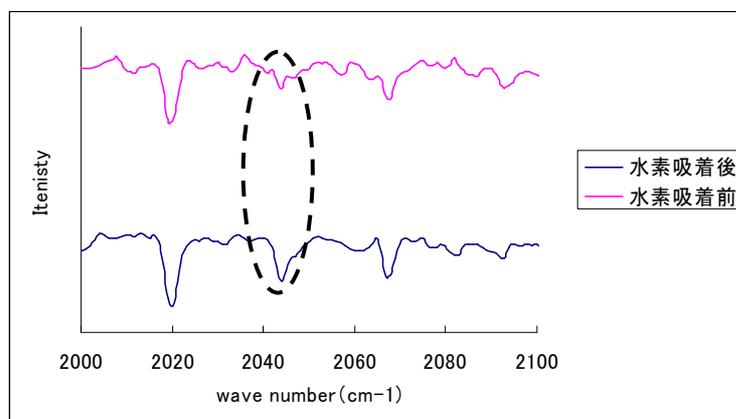


図4: CO/Pt の吸収スペクトル

実験結果

そして、いよいよ水素を終端させたシリコンの吸収スペクトルを観測した。



まとめ

吸収スペクトルから水素終端スペクトルが完成したことが分かった。これによりナノ酸化膜の作製準備が出来たことになる。