

光電子制御プラズマCVDによる絶縁性DLC成膜の形成と電気特性評価

関理志¹、小川修一¹、岡田光博²、沖川侑輝²、山田貴壽²
¹日本大学、²産業技術総合研究所

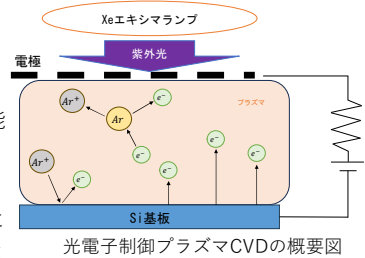
1. 研究背景

グラフェンは高いキャリア移動度を有し、高速動作可能な電界効果トランジスタ（FET）のチャンネル材料として注目されている。

しかし、FET構造で重要な絶縁膜にSiO₂など酸化物をグラフェンチャンネル上に形成する際に、酸素がグラフェンに欠陥や損傷を与える問題がある。ダイヤモンドライクカーボン（DLC）は成膜時に酸素を使用しないためグラフェンFET用絶縁膜として期待されている。

イオンエネルギーを制御できる光電子制御プラズマCVD（PA-PECVD）法は、グラフェンへの損傷を抑えたDLC成膜が可能である[1]。PA-PECVDは、成膜基板に波長172nmの紫外光を照射し、基板から放出された光電子をトリガーとしてプラズマを生成させる手法である[2]。

本研究では、PA-PECVD法においてステージと基板の仕事関数差に起因する光電子放出がプラズマ生成領域とDLCの品質に与える影響を評価するため、ガラスカバーの有無による成膜条件の違いを比較した。ステージ全体にプラズマを生成して成膜したDLCと、穴あきガラスカバーを用いて光電子放出領域を制限したDLCを作製し、その電気特性から最適な成膜条件を検討した。

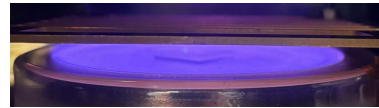
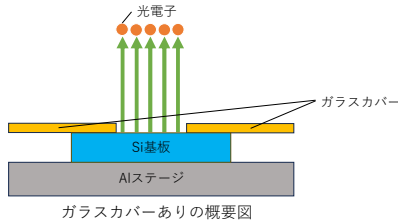
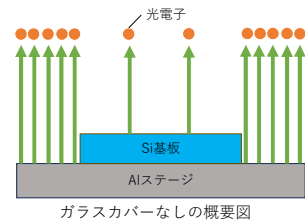
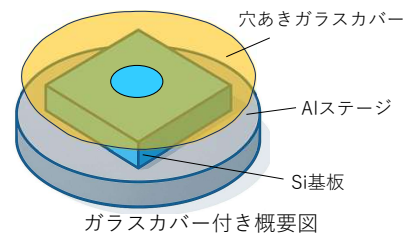


2. 実験方法

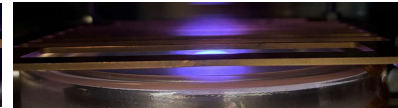
(1) DLC成膜

成膜条件表

	ガラスカバーの有無	CH ₄ [sccm]	Ar[sccm]	圧力[Pa]	ステージ温度[°C]	成膜時間[min]
サンプル1	なし	10	90	200	100	30
サンプル2	あり	10	90	200	100	30



ガラスカバーなしの成膜時の写真

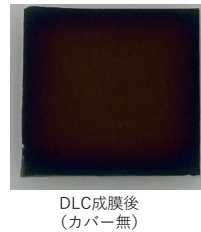


ガラスカバーありの成膜時の写真

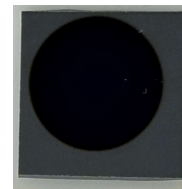
(2) ラマン分光法

ラマン分光測定条件

レーザー波長[nm]	532
測定範囲[cm ⁻¹]	100 ~ 3000
レーザーパワー[mW]	0.6
積算回数[回]	3
測定秒数[s]	1

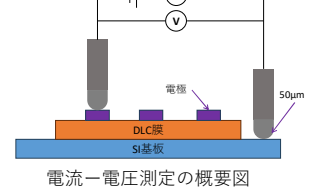


DLC成膜後（カバー無）



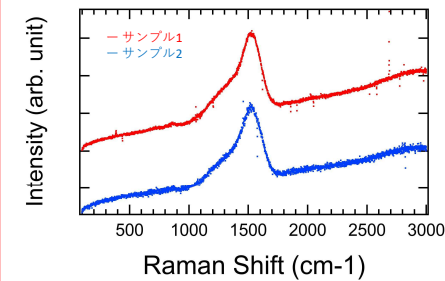
DLC成膜後（カバー有）

(3) 電流－電圧特性測定

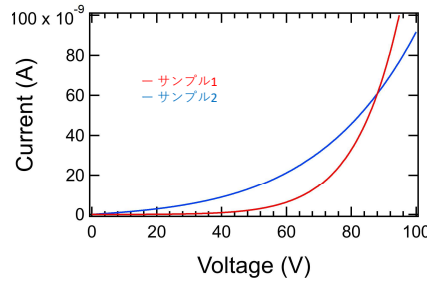


3. 実験結果

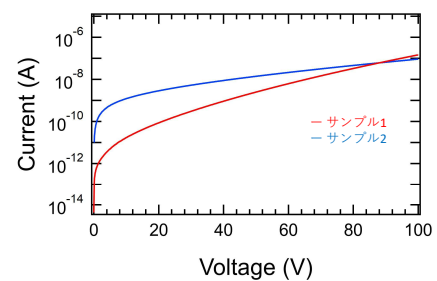
(1) ラマンスペクトル



(2) 電流－電圧特性（線形）



(3) 電流－電圧特性（片対数）



ラマン分光法

	D/G比
サンプル1	1.5722
サンプル2	1.7994

(1) ラマン分光法測定：

- 合成時のガラスカバー有無でD/G比が異なるスペクトルが観測された。

(2) 電流－電圧特性測定：

- 合成時のガラスカバーの有無で異なる電流－電圧特性に違いが得られた。
- 合成時カバー有りの場合はリーク電流が大きくなった。
- ガラスカバーを被せて成膜を行ったため、DLC表面へのプラズマ中イオンの照射が発生し、DLC中にsp²の導電性成分が生成され、抵抗が低くなったと推測される。

4. まとめ

酸素を使用しないグラフェンFET用絶縁膜として最適なDLCの成膜条件を検討することを目的とし、PA-PECVD法で穴あきガラスカバーの有無の成膜条件を変えて作製したDLC膜の化学結合状態、絶縁破壊電圧を調べた。

- ガラスカバーの有無での化学結合状態に大きな違いは確認されなかったが、電気抵抗が変わりガラスカバーがある場合は電気抵抗が低くなり、リーク電流が高くなることが分かった。