

新規光電変換材料である超ナノ微結晶ダイヤモンド/アモルファスカーボンの分光法による構造評価

吉武 剛

九州大学大学院総合理工学研究院

超ナノ微結晶ダイヤモンド(UNCD)/水素化アモルファスカーボン(a-C:H)膜は、図1に示すように直径10 nm以下のUNCD結晶がa-C:Hマトリックス中に無数に存在する構造を取り、UNCD結晶の界面・粒界が膜中に多量に存在することが構造上の特徴である。その構造を起源とすると考えられる、大きな吸収係数とNおよびBドープによるキャリア濃度の増加を伴ったnおよびp型伝導の発現は学術的に興味深く[1,2]、また工学的には受光材料としておもしろい。

UNCD/a-C:H膜の化学結合構造を九州シンクロトロン光研究センターでのNEXAFSおよびPES測定により調べてきた。今回はBドープに関して報告する。

BドープUNCD/a-C:H膜は約100 meVの活性化エネルギーを示し、Bドープダイヤモンドのp型化と機構が異なる[2]。NEXAFS測定によりBドープによる化学結合構造の変化を調べた。図2に示すように、Bドープ膜では σ^*C-B が観測されその強度はBドープ量とともに増加する。一方、 σ^*C-H ピークは逆に減少する。 σ^*C-H ピークは、膜に無数に内在する界面のダングリングボンドを終端した水素原子に起因すると考えられ、それらがBドープにより一部Bに置換されていることが予想される。FTIRの測定からもその解釈に矛盾しない結果が得られている[2]。

試作したn型Siとのヘテロ接合ダイオードの電流-電圧特性を図3に、そのインセットにダイオードの概略図を示す。典型的な整流特性が観測され、+1 Vと+1 Vにおける電流値の比(整流比)は2桁以上であった。これによりBドープUNCD/a-C:Hがp型半導体としてうまく動作することが確認された。さらに、深紫外光(254 nm)に対して受光特性を評価し、70%を越える外部量子効率を得た[3]。

本研究の一部は、文部科学省先端研究施設共用促進事業、JST ALCA、科研費24656389、マツダ財団の援助により行われた。

- [1] S. Al-Riyami et al., APEX 3 (2010) 115102.
- [2] S. Ohmagari et al. JJAP 50 (2011) 035101.
- [3] S. Ohmagari et al., APEX 5 (2012) 065202.

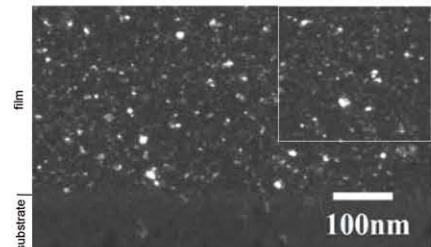


図1 UNCD/a-C:H膜の電子線回折パターンとダイヤモンド-111回折リングの一部を利用して結像した暗視野TEM像。

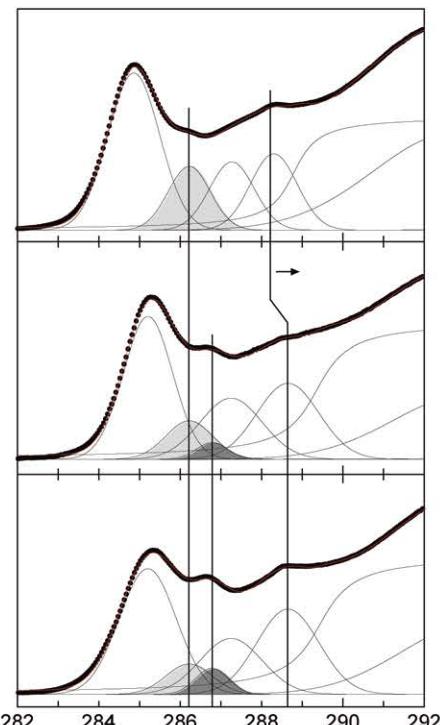


図2 (a) アンドープ、(b) 3 at.%、(c) 13 at.%膜のNEXAFSスペクトラ。

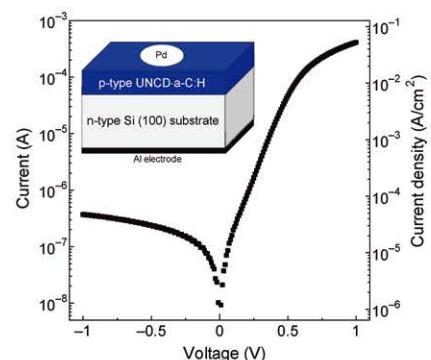
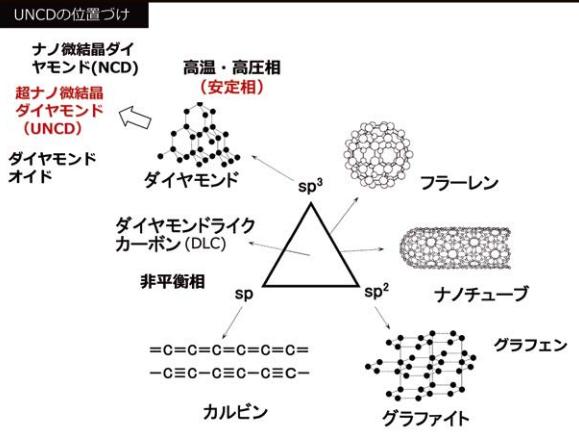


図3 3 at.% BドープUNCD/a-C:Hとn型Siとのヘテロpn接合ダイオードの概略図とI-V特性。

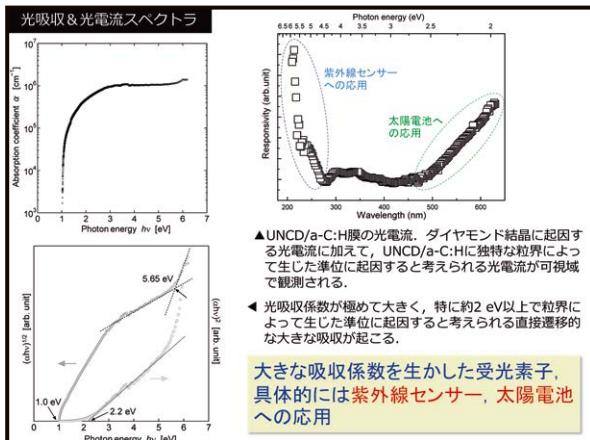
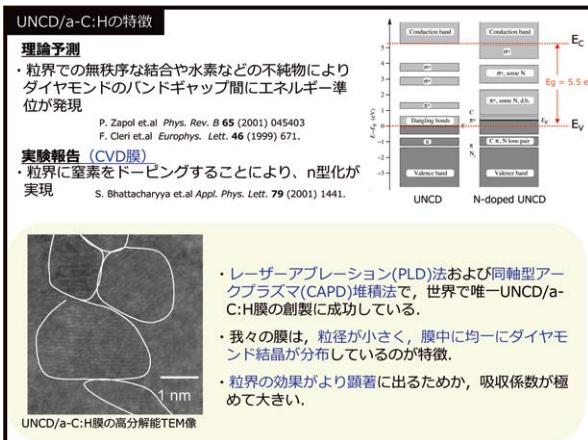
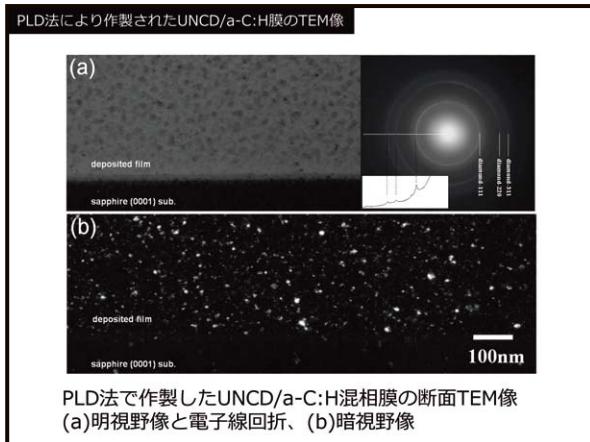
新規光電変換材料である超ナノ微結晶ダイヤモンド／アモルファスカーボンの分光法による構造評価

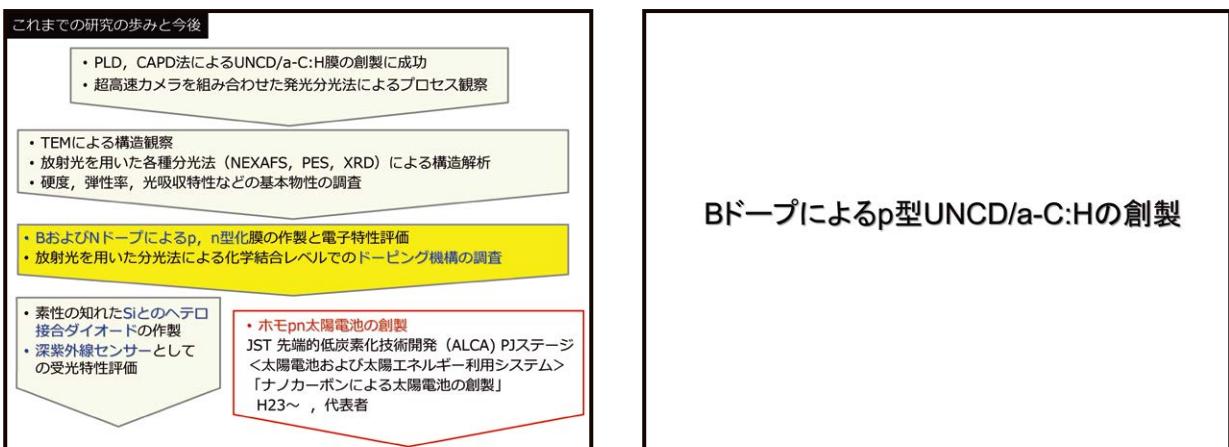
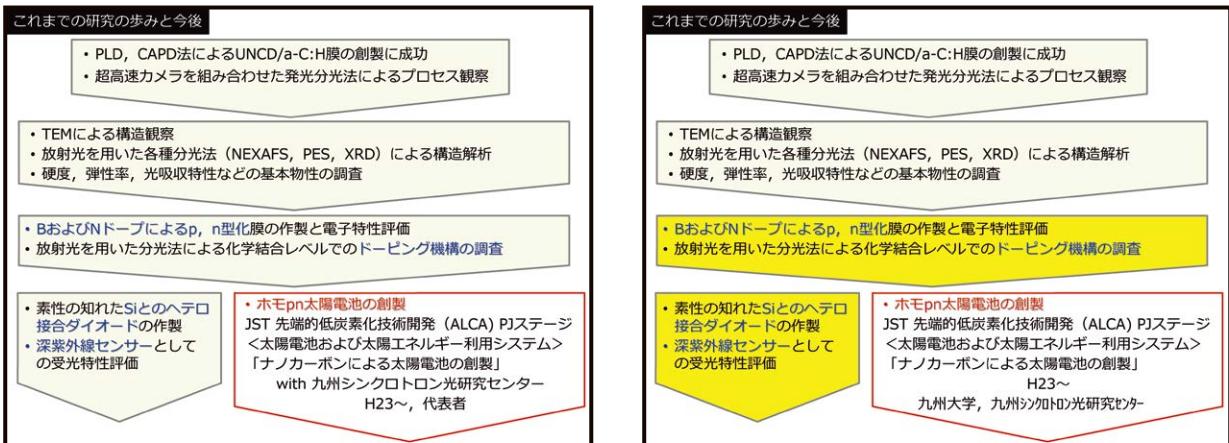
吉武 剛

九州大学 大学院総合理工学研究院 融合創造理工学部門



DLC, UNCD, ダイヤモンドの比較				
	DLC (a-C:H)	UNCD/a-C:H	多結晶ダイヤ	単結晶ダイヤ
形態	非晶質	ナノ微結晶 △ CVD法ではシーディングが必要	多結晶	単結晶
異種基板への成長	◎	△ CVD法ではシーディングが必要	△シーディングが必要	× 極めて困難
温度安定性	×	◎	◎	◎
バンドギャップ	0~4 eVで可変 C,H, ダイヤ, 粒界の寄与	5.5 eV	5.5 eV	
吸収係数	小	大	極小	極小
伝導型制御	× 絶縁性 p, nともOK	n型が困難	同左	
膜の平滑性	◎	◎	×	◎
熱伝導度	×	○	◎	◎





Bドープによるp型UNCD/a-C:Hの創製

