

Fig.2 Schematics of dye-sensitized solar cell.

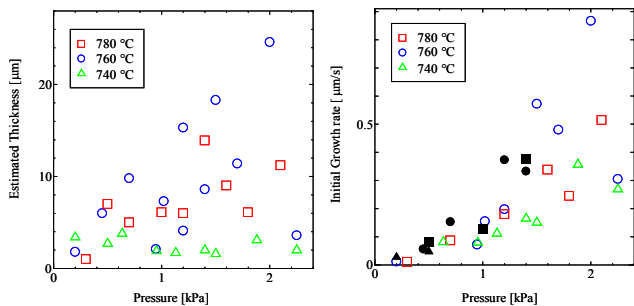


Fig. 4 Pressure dependence of (a) estimated thickness, (b) initial growth rate and (c) time constant.

数, α は高速成長が終わった後に見られる線形成長の傾きである. (3)式のモデルは多くの場合において, 良い近似を与える.

2.3 色素増感太陽電池の作成方法 TiO_2 粉末と pH を調整した酢酸溶液を乳鉢で混練し作成した TiO_2 ペーストをテープにより段差を作った透明導電性ガラス (TCO: Transparent Conductive Oxide) 上にスキージ法により塗付し, 電気炉で 450°C , 30 分焼結させる. その後, 色素 (N719Dye) 溶液に 12 時間ほど浸し TiO_2 上に色素を定着させる. 対極には, Pt, 黒鉛, 2 種の VA-SWNT 電極を用いた. Pt 対極は ITO 上に Pt を 30 nm 程スパッタリングして作成し, 黒鉛対極は TCO 膜を HB 鉛筆の芯をこすり付けて作成した. VA-SWNT 対極としては石英基板上に生成した VA-SWNT 膜をそのまま利用し, もう 1 種は石英基板より膜を TCO 上に転写して作成した. 以上の電極間にスペーサー (テープ) を挟み, 電解液を入れて両電極をクリップで固定することでセルを作成した. およそ 100 mW/cm^2 のハロゲンランプを照射し, I-V 特性を半導体パラメータアナライザを用いて四端子法により測定した.

3. 結果と考察

3.1 新装置での SWNT の生成 新装置で作成したサンプルの SEM 画像と成長曲線を Fig. 3 に示す. (生成条件: 760°C , 1.5 kPa, 10 min) 以前の装置同様の垂直配向膜の生成を再現することに成功した. 次に (1) 式によるフィッティングによって得られた結果を Fig. 4 に示す. 既存の CVD 装置と同様 VA-SWNT 膜の生成には温度, 圧力が強く影響することがわかった. 膜厚については, ばらつきが大きく, 圧力依存性があまり明確でないが, 最高膜厚は高压側のほうで大きくなることわかる. 初期成長速度については, 既存の装置における結果と同様に圧力に依存している. 一方で, 時定数については以前の結果では顕著な圧力依存性は見られなかったが, 新しい CVD 装置においては, 圧力の増加に対して, 反比例して減少していくことが分かった. これは圧力の増加に従い原料ガス中の触媒を失活させるガスの圧力も上昇し, 触媒の失

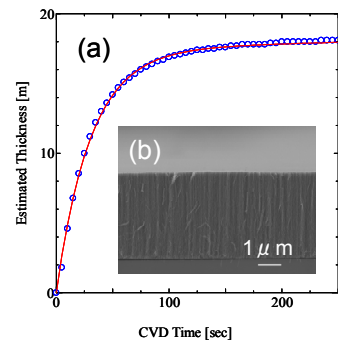


Fig.3 (a) the growth curve with the fitting curve. (b) SEM image of VA-SWNTs synthesized by New CVD apparatus.

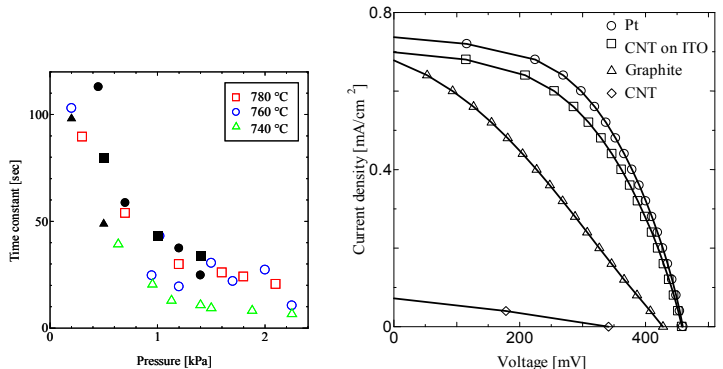


Fig. 5 I-V characteristics

活を早めていくためと考えられる. 既存の装置と比較したとき, 圧力あたりの初期成長速度が異なることや, 時定数に圧力依存性が見られるなど, 異なる結果が出ていることは, 石英管のスケールアップ等により装置内でのガスの状態が以前と異なるため, エタノールの熱分解の進行具合の違いなどの影響によるものと考えられる.

3.2 色素増感太陽電池の I-V 特性 作成した色素増感太陽電池の I-V 特性を Fig.5 に示す. VA-SWNT 膜を TCO 上に転写して作成した電極では Pt 電極に近い性能を示していることがわかる. カーボンナノチューブ電極はその大きな表面積により, 電解液との接触面積が大きくなっているため, より多くの電子の授受ができるためと考えられる. また, 表面と電界液の間の電荷移動抵抗も小さいことが予想される. 石英基板上の VA-SWNT 膜を用いた対極では著しく小さい値になってしまっている. これは膜の面抵抗が数 $\text{k}\Omega$ と大きいことに起因すると考えられる.

4. 結論

- 新たな CVD 装置を作成し, 既存の装置と同様の VA-SWNTs 膜の生成を再現した. また, その結果より新装置においては, 触媒失活が圧力に依存することがわかった.
- 石英基板上の VA-SWNT 膜をそのまま対極とした場合, 面抵抗が高いため電極材料としては適さないことがわかった.
- ITO 膜に転写した VA-SWNT 膜の対極は Pt にかわる電極材の可能性を示した.

参考文献

- (1) S. Iijima et al., Nature, 363 (1993), 603.
- (2) Y. Murakami et al., Chem. Phys. Lett., 377 (2003), 49.
- (3) Y. Murakami et al., Chem. Phys. Lett., 385 (2004) 298.
- (4) M. Hu et al., J. Catal. 225 (2004) 230.
- (5) S. Maruyama et al., Chem. Phys. Lett., 403 (2005), 320.
- (6) Y. Yamaguchi et al, submitted to Carbon.
- (7) E. Einarsson et al., J. Nanosci. Nanotechnol.(2008) in press.
- (8) M. Grätzel et al., Nature, 353, (1991),737.