バーコーティング法により作製されたバクテリオロドプシン(bR)薄膜を用いた光応答セルの時間微分型光電流の評価

Evaluation of differential photocurrent response in bacteriorhodopsin (bR) photocells using a bR thin film prepared by wire-bar coating technique

情報通信研究機構　○山田 俊樹，春山 喜洋，笠井 克幸，梶 貴博，富成 征弘，
田中 秀吉，大友 明

NICT　°Toshiki Yamada, Yoshihiro Haruyama, Katsuyuki Kasai, Takahiro Kaji,
Yukihiro Tominari, Shukichi Tanaka, Akira Otomo

E-mail: toshiki@nict.go.jp

高度好塩菌の紫膜中に存在するバクテリオロドプシン（bR）はプロトン化シッフ塩基レチナール色素を内部に配位したタンパク質である。bR はレチナール色素の光異性化と関係した幾つかの中間状態を経由しながら光化学反応サイクルを受け、細胞外側へプロトンを放出し、細胞質側からプロトンを取り入れる。このように bR は光駆動のプロトンポンプ機能を有しており、bR 薄膜を用いて構成される光応答セルは光照射の“ON”或いは“OFF”の下で、時間微分型の光応答電流を発することが知られている。我々はディップコーティング法により作製した bR 薄膜の配向評価やそれを用いた光応答セルの ON/OFF 時の変化に対応する時間微分応答特性を観測してきており、この特性を利用した光センシング及びその効率化に関して研究を進めている[1-3]。最近我々は様々な種類の透明電極基板上にディップコーティング法により堆積した bR 薄膜を用いて作製した光応答セルの光応答電流は、透明電極基板の種類や表面形状に大きく依存することを見出し、FTO (F-doped SnO_2)やテクスチャー構造を持つ FTO を用いた試料基板ではこれまで多くの研究で用いられてきた ITO を用いた試料基板よりも大きな光応答電流が得られることを示してきた[4]。

本研究ではバーコーティング法により作製した bR 薄膜を用いた光応答セルの光応答電流特性の評価及びこれまで用いてきたディップコーティング法との比較を行った。バーコーティング法は液体試料に対する薄膜作製法の一種である。バー（金属棒に金属ワイヤーが密にまかれているもの）を基板上に置き、液体試料をバー付近にごく少量滴下し（基板サイズにも依存するが 10 μl 程度）、バーを基板上でスライドさせる。この時液体試料は密にまかれたワイヤーの構造によって谷山を形成するが、表面張力等によって平面になり、その後乾燥させることで、試料薄膜を作製することができる。バーはワイヤーの太さによって様々な種類（番線番号）があり、それにより試料薄膜の厚みを調節することができる。バーコーティング法を用いて作製した bR 光応答セルは bR 薄膜の膜厚が薄い（100 nm 以下）にも関わらず、ディップコーティング法を用いて作製した bR 光応答セル（bR 薄膜の膜厚 : 100 nm~200 nm）と同程度の最大光応答電流値を示した（Fig. 1）。また透明電極基板依存性に関してはこれまでの我々の研究と同様であった。bR 薄膜を用いた光応答セルの様々な応用に対する高効率化に寄与する結果が得られた。

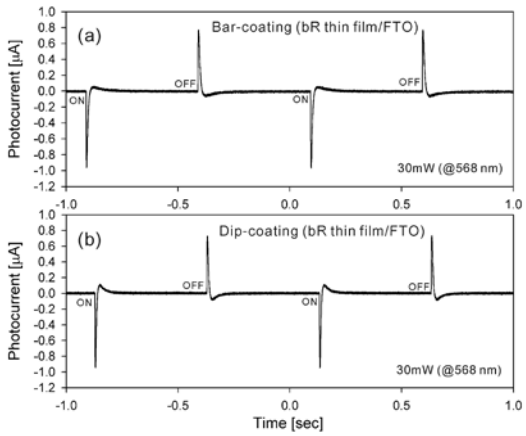

Fig.1. Photocurrent characteristics of bR photocells fabricated by (a) bar-coating and (b) dip-coating.

[1] T. Yamada, Y. Haruyama, K. Kasai, T. Terui, S. Tanaka, T. Kaji, H. Kikuchi, A. Otomo, Chem. Phys. Lett. **530** (2012) 113.
[2] T. Yamada, Y. Haruyama, K. Kasai, T. Terui, S. Tanaka, T. Kaji, H. Kikuchi A. Otomo, Jpn. J. Appl. Phys. **52** (2013) 05DB03.
[3] K. Kasai, Y. Haruyama, T. Yamada, M. Akiba, Y. Tominari, T. Kaji, T. Terui, F. Peper, S. Tanaka, Y. Katagiri, H. Kikuchi, Y. Okada-Shudo, A. Otomo, Proc. SPIE 8817 (2013) 88170N.
[4] T. Yamada, Y. Haruyama, K. Kasai, T. Kaji, Y. Tominari, S. Tanaka, A. Otomo, Chem. Phys. Lett. **616** (2014) 6.

© 2015年 応用物理学会