

人工脂質膜でシールした微小井戸の電気特性評価と構造最適化

Electric Characteristic Evaluation and Structural Optimization of Microwells Sealed with a Lipid Bilayer

NTT 物性基礎研[○] 榎村吉晃, フォミチェバ・アンナ, 大嶋梓, 住友弘二

NTT Basic Res. Labs., [○]Yoshiaki Kashimura, Anna Fomitcheva, Azusa Oshima, Koji Sumitomo

E-mail: kashimura.yoshiaki@lab.ntt.co.jp

【緒言】我々はシリコン基板上の微小井戸を脂質膜でシールすることにより人工細胞環境を造り、そこに膜タンパク質を再構成することによって、シナプス型バイオデバイスの構築を目指している。これまでに我々は、上記構造の作製方法や光学的手法によるデバイス動作の確認について報告してきた[1]。一方、電気生理的手法によるデバイス動作においては、デバイス由来の容量性ノイズや電極材料などの影響を排除し、微小なチャンネル電流をいかに計測するかが課題となっている。本研究では、これらの問題を解決するために、ノイズを低減するための低誘電率絶縁層を追加、底面電極を銀/塩化銀化した新たな微小井戸構造を作製し、電気特性評価を行った。

【実験】Fig. 1 に今回用いたデバイス構造を示す。(a)-(c)はフォト/EB リソグラフィで作製した(井戸径:2 μm)。(d)は(b)の底面電極部を銀メッキ(田中貴金属, AG4710)し、表面を塩素化することによって得た。電気特性評価は、パッチクランプアンプ(Axopatch 200B)を用いて 150mM KCl 溶液中で行った。

【結果と考察】脂質膜がない状態で、電圧印加(50 mV、200 ms の矩形パルス)したときの電流応答特性とノイズを Fig. 2 に示す。従来の構造(Fig. 1(a))では、電流応答が 10 pA 以下まで落ち込み、ノイズも 8 pA (p-p)と微小なチャンネル電流計測には適していないことがわかった。シリコン基板由来の容量性ノイズを低減するために、低誘電率材料である BCB 樹脂で微小井戸開口部周辺をコーティングしたのが Fig. 1(b)である。Fig. 2(b)のように、ノイズは 2-3 pA (p-p)と有意な低減が見られたものの、電流応答は従来構造と同様の結果となった。次に、電流応答を改善するために、底面電極を銀/塩化銀に変えた(Fig. 1(c))。50 mV で 150 pA 程度の良好な電流応答が得られたが、電極部が化学的に不安定であり、ノイズも大きいことがわかった(10 pA(p-p)以上)。微細加工後、Fig. 1(b)に局所メッキにより銀/塩化銀電極を作製したのが Fig. 1(d)である。予備的な測定であるが、ノイズが 5-8 pA(p-p)、電流応答が 50 mV で 200 pA 以上と最もよい電気特性が得られた。これは、化学的に不安定な銀を用いた微細加工プロセスがないことと、メッキによる表面積の増大の効果であると考えられる。

[1] K. Sumitomo *et al.*, Appl. Phys. Express, **3**, 107001 (2010).; K. Sumitomo *et al.*, Biosens. Bioelec., **31**, 445 (2012).

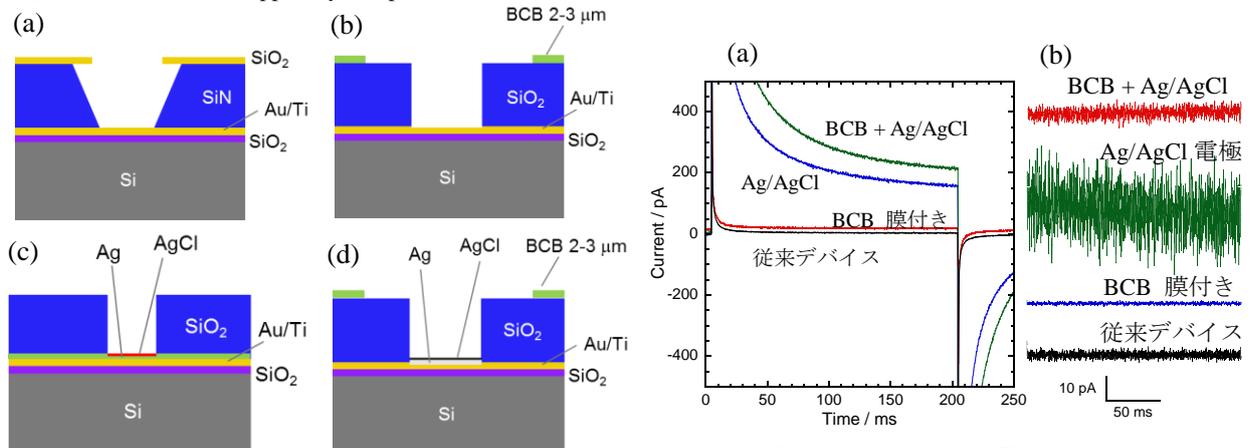


Fig. 1 微小井戸のデバイス構造 (a) 従来型構造、(b) BCB 膜付き構造、(c) Ag/AgCl 電極構造、(d) Ag/AgCl 電極+BCB 膜付き構造。

Fig. 2 (a) 脂質膜がない状態での電流応答特性。50 mV、200 ms の矩形パルスを印可。(b) ノイズの比較。