

マウス側頭皮質に設置可能な脳波記録電極シートの検討

Brain wave recording electrode sheet that can be placed on the temporal cortex of mice

豊技大¹, 獨協医科大², JST さきがけ³

○多田 修斗¹, 岩永 功佑¹, 瀬戸川 将², 大川 宜昭², 関口 寛人^{1,3}

Toyohashi Tech¹, Dokkyo Med. Univ.², JST PRESTO

°S. Tada, K. Iwanaga¹, S. Setogawa², N. Ohkawa², H. Sekiguchi^{1,3}

E-mail: sekiguchi@ee.tut.ac.jp

ヒトや動物は、日常動作や状況判断における多くの動作や行動を、トレーニングや試行錯誤を通して“手続き記憶”として獲得する。このような学習は、認知、体性感覚、聴覚、視覚、味覚などの様々な情報を大脳皮質－大脳基底核－視床で構成されるループ回路を通じて獲得されるが、その生理学的なメカニズムは十分にはわかっていない。遺伝学技術を活用可能なマウスに注目して脳の広い範囲の情報を高い時間・空間分解能で取得できれば、このような学習過程の解明に貢献しうる。その点で、高い時間分解能で情報が得られる皮質脳波は利点をもつと考えられるが、皮質脳波電極シートの開発は脳上部を対象とした開発例が一般的であり、聴覚、味覚、嗅覚などの多様な感覚情報処理に関わる側頭皮質を網羅的に記録できるデバイスの報告例はない。本研究では、マウス側頭皮質脳を含む脳広範囲の脳波情報を得るための脳波記録電極シートの開発に向けて検討を進めたので報告する。

生体適合性に優れたパリレンシートを用いた脳波電極シートを開発した。側頭皮質へと記録シートを設置するため大脳皮質と頭蓋骨の隙間に電極シートを滑り込ませる設置法を検討した。Fig. 1 に提案する電極シートの模式図を示す。電極シートを滑り込ませるためにはある程度の硬さが求められる一方で、脳への密着性の観点からは柔らかさが求められる。そこで、滑り込ませるための硬い領域と密着性を確保するための柔らかい電極領域をもつ電極シートを提案した。膜厚を厚くすることで硬さを得て滑り込ませる途中で折れ曲がることを防ぎ、電極領域を薄くすることで脳に密着して電極が浮かないようにする。事前実験としてパリレンシート 13 μm を用いてマウスの側頭皮質に設置できるかを確かめたところ問題なく設置できることが確認された。この結果を踏まえてパリレンシートの厚さに対する曲げスティフネスと吸着エネルギーを計算し、設計指標を得た(Fig. 2(a))。ここではパリレンシートの幅を 2.5 mm とした。膜厚の増大によって飛躍的に曲げスティフネスと吸着エネルギーが高くなることがわかる。実験により膜厚と密着性の関係を実験的に調べるため、マウスの脳の直径に合わせて作製された PDMS 円筒上に膜厚の異なるパリレンシートを置き、密着性を観察した。1 μm と 3 μm では高い密着性が観測された一方で、11 μm では明らかに密着性が不十分であることが明らかとなった(Fig. 2(b),(c))。先の計算結果から分かるように膜厚が 11 μm と比較すると、1, 3 μm は 1~2 桁以上吸着性が高いと考えられる。最後に、Ti/Au 電極をもつ膜厚 13 μm のパリレン電極シートを試作した。電極は 32ch でサイズは $80 \times 80 \mu\text{m}^2$ 、配線幅は 10 μm 、配線間隔は 10 μm である。Fig.3 に作製した電極シートを用いた脳波測定の結果を示す。すべてのチャンネルからシグナルの取得ができ、自発行動中の皮質脳波が観察できることが示された。当日は、提案する電極シートを用いた実験について報告する。

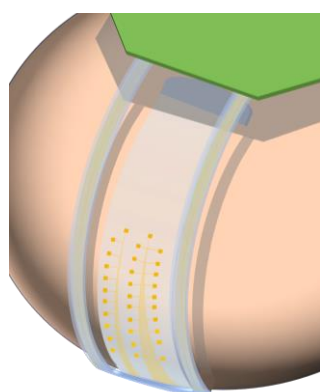


Fig. 1 Schematic diagram of ECoG electrode

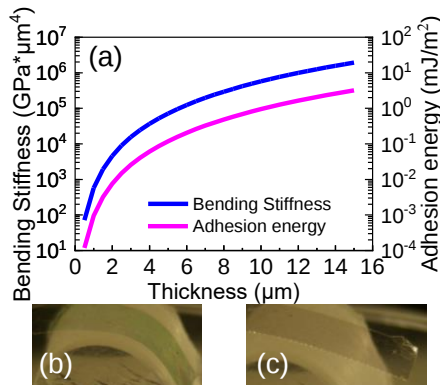


Fig. 2 (a) Bending stiffness and adhesion energy as a function of thickness. (b) 3 μm -Parylene and (c) 11 μm -Parylene on PMDS cylinder

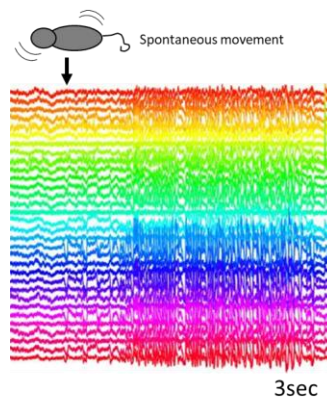


Fig. 3 Electrocorticogram of mouse in spontaneous movement