

読書が可能な人工視覚システム（脈絡膜上-経網膜電気刺激（STS法）の
実用化に関する研究（分担研究課題）

研究分担者 太田 淳 奈良先端科学技術大学院 大学物質創成科学研究科 教授

研究要旨：読書を可能とする広い視野を確保できる方式として分散型電極アレイの改良と更に高密度実装を可能とするマイクロチップ内蔵型弾丸電極の開発を行った。分散型電極アレイについてはフレキシブル基板との接合プロセスを改良し良好な結果を得た。マイクロチップ内蔵弾丸型電極については、弾丸電極への穴あけ加工とマイクロチップの円形加工に成功した。

A. 研究目的

人工視覚システムにより読書が可能にするためには、ある程度の広い視野を提供する必要がある。このためには電極アレイの面積の拡大が必要である。そのため、昨年度より開発を進めている電極数やアレイ数を増やしても配線数が一定にできる分散型スマート電極を用いた人工視覚デバイスの開発を本年度も進める。特に、実装方式の確立と更に高密度化を容易とするチップ内蔵スマート電極の開発を進めた。

STS方式の利点の一つに、強膜ポケットを複数形成することが容易なため、比較的簡単に複数の電極アレイを埋植することができる。そのため広い視野を得ることが可能である。その場合複数個の電極アレイを埋植するため、配線の引き回しが問題となる。大阪大学は49点の刺激電極を有する電極アレイを準備しているが、これはケーブルから電極の間にスイッチングアレイ（MUX）を入れることで配線数を削減しているものである。しかしながら、複数の電極アレイを埋植する場合、電極アレイ毎にMUXが必要となることと、MUX毎に配線が必要のため、電極アレイの数が増えると配線数も増加してしまうという問題点がある。分散型電極方式を用いることでこれらの問題は解決する。図1はその構成概念図である。

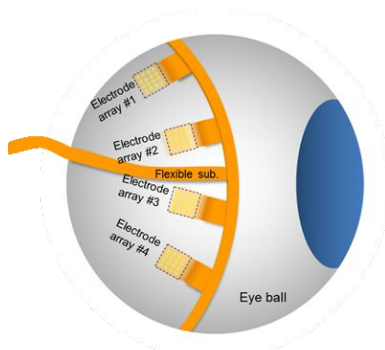


図1：広視野を実現する分散方式STS人工視覚デバ

イス

更に、高分解能化と視野広角化には分散型が有効であるが、その場合電極と半導体チップとを融合させたスマート電極とすることで、独立した刺激電流駆動が可能となり、MUSと併用することで、100極以上の刺激電極アレイにおいてもシステム構成が簡素化でき高分解能化が容易になると期待される。

B. 研究方法

まず、昨年度より開発を進めているスマート電極の実装プロセスの改良を行う。特に昨年度はPt弾丸電極のフレキシブル基板への接合を導電性樹脂で行っていたが、信頼性が高くなかった。今回Ptワッシャーを用いてPt弾丸電極をかしめて固定する方法を新たに開発した。

また新たに考案したPt弾丸電極内部にマイクロチップを内蔵するスマート電極構造の作製プロセスの開発を考案する。

C. 研究結果

Pt弾丸電極のフレキシブル基板への接合を導電性樹脂から、Ptワッシャーを用いてPt弾丸電極をかしめて固定する方法を新たに開発し、良好な固定を得ることに成功した。図2はスマート電極の断面構造図である。

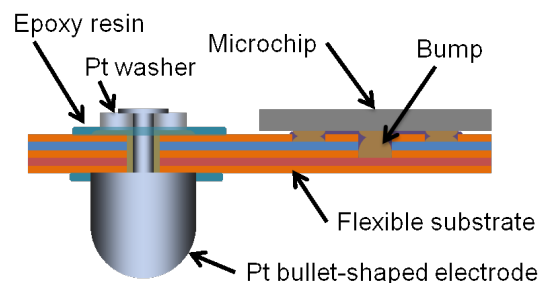


図2：接続部の改良を施したスマート電極断面構造図

図3は新たに開発した方式で試作したスマート電極を2個搭載した刺激電極アレイである。Pt弾丸電極の横にマイクロチップが搭載されている。チップは基板の裏側にフリップチップ実装されている。

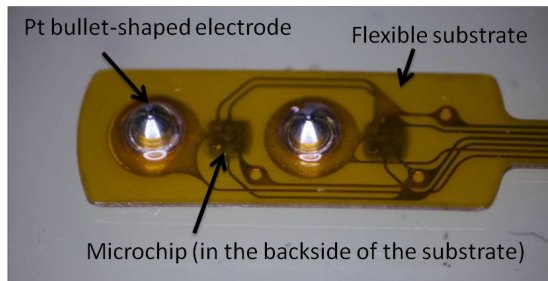


図3：試作した改良型スマート電極アレイ

次にPt弾丸電極内部にマイクロチップを内蔵するスマート電極構造を考案し作製プロセスを検討した。まず今回は、Pt弾丸電極のマイクロチップ内蔵用の穴加工を施すことを行った。図4に示すような良好な穴をPtで加工することに成功した。またマイクロチップの円形加工もDeep Reactive Etching装置を用いて行い、図5に示すような円形加工を行うことに成功した。

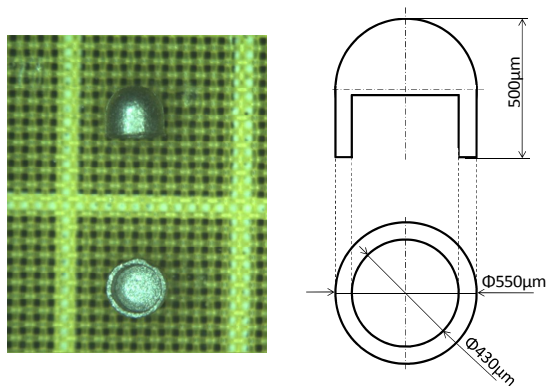


図4：マイクロチップ内蔵用の穴加工を施したPt弾丸電極

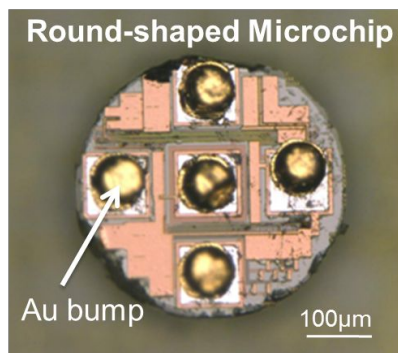


図5：円形加工を行ったマイクロチップ

D．考察

今回開発を行ったマイクロチップ内蔵型Pt弾丸電極については、加工が容易なTiを用いて穴あけを行い、その後Ti表面にPtをコートすることを検討する。また引き続きチップ内蔵弾丸電極のフレキシブル基板への実装方法の開発を進める。更にアレイ化を行い、生理食塩水中での動作実験と動物実験により動作検証を行っていく。

E．結論

読書を可能とする広い視野を確保できる方式として分散型電極アレイの改良と更に高密度実装を可能とするマイクロチップ内蔵型弾丸電極の開発を行った。分散型電極アレイについてはフレキシブル基板との接合プロセスを改良し良好な結果を得た。マイクロチップ内蔵弾丸型電極については、弾丸電極への穴あけ加工とマイクロチップの円形加工に成功した。

F．健康危険情報

該当する危険なし

G．研究発表

1. 論文発表

- Yi-Li Pan, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Takashi Tokuda, Jun Ohta, "Sputtering Condition Optimization of Sputtered IrOx and TiN Stimulus Electrodes for Retinal Prosthesis," IEEJ 8(3), pp.310-312, 2013.

2. 学会発表

- J. Ohta, "Challenges for high performance stimulation in a retinal prosthesis,"(invited), Symposium on Grand Challenges in Neural Technology 2013, Dec. 4, 2013, Centre for Life Sciences, National University of Singapore, SINGAPORE.
- T. Noda *et al.* "Intelligent Retinal Prosthetic Device Employs Smart Electrode Array Integrated with CMOS Microchips," Bio4Apps 2013, O-1C-5, Oct. 29, 2013, Tokyo Medical and Dental University, Japan.
- 藤本 裕介 他, 「CMOSチップを電極内部に組込んだ人工視覚用スマート電極アレイの作製」 応用物理学会秋季学術講演会, 16a-C4-5, 2013/9/16, 同志社大学 京田辺キャンパス

H．知的財産権の出願・登録状況 なし