

機関番号：13801

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2009～2010

課題番号：21800023

研究課題名（和文）低侵襲で頭蓋内に留置可能な自動展開型硬膜下電極アレイと専用集積回路の開発

研究課題名（英文）The development of An automatically-deploying subdural electrode array which can be implanted by a minimally-invasive surgery and its ASIC

研究代表者

山川 俊貴 (Toshitaka Yamakawa)

静岡大学・工学部・助教

研究者番号：60510419

研究成果の概要（和文）：形状記憶合金細線をガイドとした低侵襲な手術で頭蓋内に留置可能な自動展開型硬膜下電極アレイを開発した。ガイドならびにセンサの電気的特性の評価を行い、当該電極アレイが皮質脳波計測に適していることを確認した。開発した電極アレイを用いてアカゲザルの体性感覚誘発電位を計測し、皮質脳波計測能と低侵襲性を確認した。電極アレイによって得られた皮質脳波を増幅する昨日をもった専用集積回路を設計・試作し、所望の機能を実現できることを確認した。

研究成果の概要（英文）：A novel subdural electrode array guided by a shape-memory-alloy thin wire have been developed for minimally-invasive ECoG measurement. The measured electric characteristics provided the evidences that the electrodes are suitable for ECoG measurement. The utility for ECoG measurement and the invasiveness of procedure were verified with the animal tests. An ASIC for amplification of measured ECoG signal was fabricated, and provided the desired function.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,080,000	324,000	1,404,000
2010年度	970,000	291,000	1,261,000
総計	2,050,000	615,000	2,665,000

研究代表者の専門分野：医用工学、集積回路、生体計測

科研費の分科・細目：人間医工学／医用生体工学・生体材料学

キーワード：電子デバイス・機器、医療・福祉、てんかん

1. 研究開始当初の背景

難治性てんかんの外科手術の術前診断において、摘出部位の決定のためにてんかん焦点を高精度で特定する必要があったが、従来は開頭手術が必要だった。

2. 研究の目的

低侵襲な皮質脳波計測を実現を目指し、直径1cm未満の穴から頭蓋内に挿入可能で、硬膜下で所望の位置に電極を配置する機能をもった、形状記憶合金ガイドを用いた自動展開型硬膜下電極アレイを開発する。また、得られた皮質脳波を所望のゲインで増幅する専用集積回路を開発する。

3. 研究の方法

最適な形状記憶合金の材料、記憶形状を試作と電気的・科学的特性計測実験を通して明らかにする。また、電極アレイの電気的特性の計測ならびに動物実験において低侵襲で皮質脳波計測が可能であることを実証する。さらに、皮質脳波増幅機能をもった専用集積回路を設計しCMOS集積回路に実装して、動作確認を行う。

4. 研究成果

電気的特性、熱伝導特性、動物実験における術者の手技等から、直径0.3mmのNi-Ti合金を円形記憶加工したものが最適であるこ

とがわかった。微細白金線を用いて電極アレイを実装し、インピーダンス特性を計測した結果、脳波計測に適した電極インピーダンスならびに電極間絶縁性を有していることを確認した。アカゲザルの体性感覚誘発電位計測を行い、頭蓋骨に穿孔した直径7mmのバーホールから硬膜下に電極アレイを挿入、展開し、皮質脳波計測が可能であることを実証した。

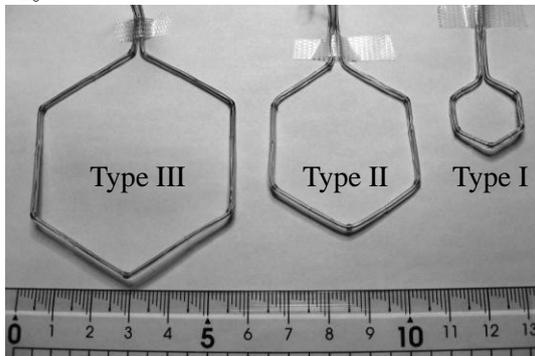


図 1：試作した電極アレイ

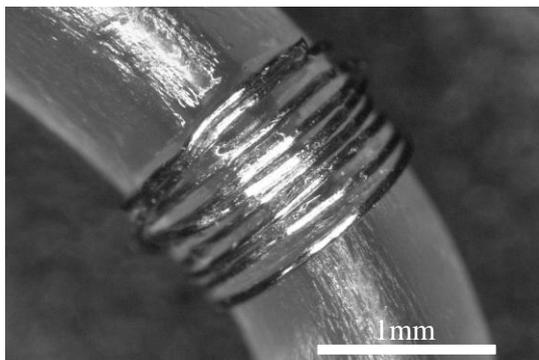


図 2：電極部分の顕微鏡写真



図 3：電極挿入部(直径 7mm の穿孔)

また、専用集積回路については、CMOS0.18um プロセスにおける回路試作を行い、所望のゲイン(60~80dB)で皮質脳波を模

擬した微小電圧信号を増幅可能であることを確認した。



図 4：電極挿入・展開後の X 線写真

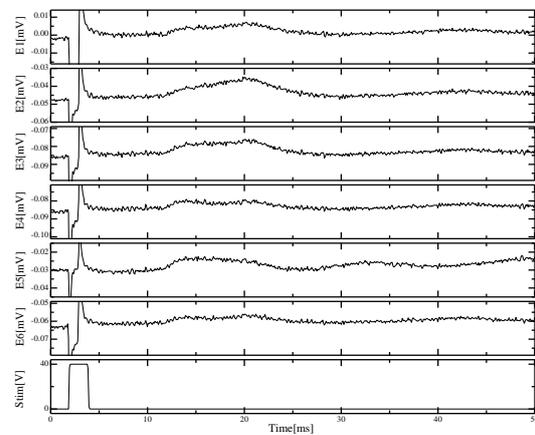


図 5：電極アレイで計測した SEP

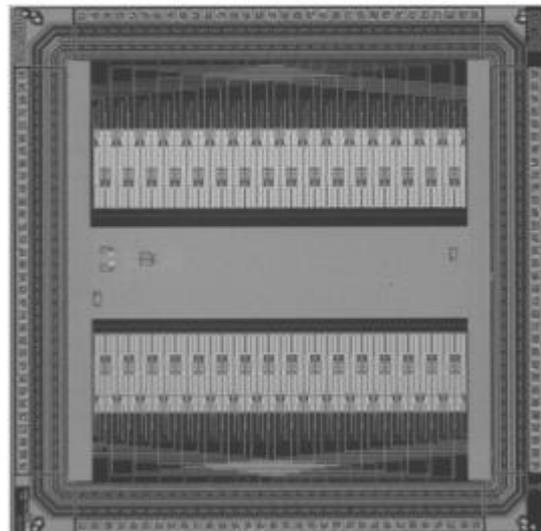


図 6：試作した専用 LSI の顕微鏡写真

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

- ① Toshitaka Yamakawa, Takeshi Yamakawa, Shuji Aou, Satoru Ishizuka, Michiyasu Suzuki, Masami Fujii, Toru Aoki, "Subdural Electroencephalogram Measurement with a Minimally-Invasive Procedure using an SMA-Manipulated Microelectrode Array", *Advanced Materials Research*, Vol. 222, pp. 313-317, 2011年4月、査読有
- ② Masami Fujii, Hiroshi Fujioka, Takayuki Oku, Nobuhiro Tanaka, Hirochika Imoto, Yuichi Maruta, Sadahiro Nomura, Koji Kajiwara, Takashi Saito, Toshitaka Yamakawa, Takeshi Yamakawa, Michiyasu Suzuki, "Application of Focal Cerebral Cooling for the Treatment of Intractable Epilepsy", *Neurologia Medico-Chirurgica*, Vol. 50, No. 9, pp. 839-844, 2010年9月、査読有
- ③ Toshitaka Yamakawa, Takeshi Yamakawa, Satoru Ishizuka, Zimin Lev Grigorievich, Michiyasu Suzuki, Masami Fujii, "Epileptiform discharge inhibition using a multifunctional cryogenic microprobe for minimally invasive brain surgery", *Memoirs of the Scientific Sections of the Romanian Academy*, Tome XXXIII, pp. 147-156, 2010年7月、査読有
- ④ Toshitaka Yamakawa, Takeshi Yamakawa, Satoru Ishizuka, Zimin Lev Grigorievich, Michiyasu Suzuki, Masami Fujii, "Epileptic Burst measurement Using Microelectrodes Equipped On A Cryogenic Microprobe for Minimally Invasive Brain Surgery of Intractable Epilepsy Treatment", *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*, Vol. 3, No. 4, pp. 76-79, 2009年9月、査読有

[学会発表] (計10件)

- ① Toshitaka Yamakawa, Takeshi Yamakawa, Shuji Aou, Satoru Ishizuka, Takao Inoue, Yuichi Maruta, Tatsuji Tokiwa, Toru Aoki, Masami Fujii, Michiyasu Suzuki, "Epilepsy surgery employing smart metal and optical technologies", *International Workshop on Photonics and Bio-Medical Engineering 2010*, Birmingham(イギリス), 2010年12月15日、**※招待講演※**
- ② Toshitaka Yamakawa, Takeshi Yamakawa,

Shuji Aou, Satoru Ishizuka, Takao Inoue, Yuichi Maruta, Michiyasu Suzuki, Masami Fujii, Toru Aoki, "A Next-Generation Treatment of Epilepsy Employing Laser and Smart Metal Technologies As A Lifeboat Saving 68 Million Patients", 11th International Young Scientists Conference: Optics and High Technology Material Science, Kyiv(ウクライナ), 2010年10月22日、**※招待講演※**

- ③ Toshitaka Yamakawa, Takeshi Yamakawa, Shuji Aou, Satoru Ishizuka, Michiyasu Suzuki, Masami Fujii, "Subdural Electrode Array Manipulated by a Shape Memory Alloy Guidewire for Minimally-invasive Electroencephalogram Recording", *World Automation Congress 2010*, 6 pages(CD-ROM), 神戸, 2010年9月21日, **Best Paper Award 受賞**
- ④ Toshitaka Yamakawa, Takeshi Yamakawa, Shuji Aou, Satoru Ishizuka, Masami Fujii, Michiyasu Suzuki, "A Novel ECoG Recording Method Under a Minimally-Invasive Surgical Procedure Using the Shape-Memory-Alloy-Guided Subdural Microelectrodes", 4th Asian Epilepsy Surgery Congress, Taipei(台湾), 2010年9月4日
- ⑤ Toshitaka Yamakawa, Takeshi Yamakawa, Shuji Aou, Satoru Ishizuka, Michiyasu Suzuki, Masami Fujii, Toru Aoki, "Subdural Electroencephalogram Measurement with a Minimally-Invasive Procedure using an SMA-Manipulated Microelectrode Array", *Inter-Academia 2010*, pp. 23-24, Riga(ラトビア), 2010年8月10日
- ⑥ Toshitaka Yamakawa, Takeshi Yamakawa, Satoru Ishizuka, Zimin L. Grigorievich, Michiyasu Suzuki, Masami Fujii, Hiroshi Fujioka, Toru Aoki, "Cryo-Neurosurgery: A Novel Approach to the Treatment for Intractable Epilepsy", 10th International Young Scientists Conference: Optics and High Technology Material Science, pp. 27(Abstract), Kyiv(ウクライナ), 2009年10月24日、**※招待講演※**
- ⑦ Toshitaka Yamakawa, Takeshi Yamakawa, Satoru Ishizuka, Zimin Lev Grigorievich, Michiyasu Suzuki, Masami Fujii, "Epileptic Burst measurement Using Microelectrodes Equipped On A Cryogenic Microprobe for Minimally Invasive Brain Surgery of Intractable Epilepsy Treatment", *Inter-Academia 2009*, pp. 76-79, Kazimierz Dolny(ポーランド)、

2009年9月10日

- ⑧ Toshitaka Yamakawa, Takeshi Yamakawa, Michiyasu Suzuki, Masami Fujii, "Epileptogenic EEG Monitoring and Brain Stimulation Using A Multifunctional Microprobe for Minimally Invasive Brain Surgery", International Conference on electronics, Computers and Artificial Intelligence-ECAI'09, No. 5 (ISSN-1843-2115), pp.1-4, Pitesti(ルーマニア), 2009年7月3日
- ⑨ Toshitaka Yamakawa, Takeshi Yamakawa, Michiyasu Suzuki, Masami Fujii, "A design of Low-Cost Minimally Invasive Surgical Instruments for Epileptogenic Intracranial EEG measurement and Brain Stimulation", 28th International Epilepsy Congress, p.93 (Abstract), Budapest(ハンガリー), 2009年6月29日
- ⑩ Toshitaka Yamakawa, Takeshi Yamakawa, Michiyasu Suzuki, Masami Fujii, Zimin L. Grigorievich, "IC-EEG measurement, Stimulation, and Freezing using A Multifunctional Microprobe for Minimally Invasive Cryosurgery", The 3rd Asian Epilepsy Surgery Congress, p.56 (Abstract), 大阪, 2009年6月18日

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計1件)

名称: 配置システム、生体内計測装置及び制御方法

発明者: 山川 俊貴、山川 烈

権利者: 九州工業大学

種類: 特許

番号: 特願 2010-13482

出願年月日: 2010年1月25日国内出願、2011年1月24日PCT出願

国内外の別: 国外

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等

<http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~ttyamak/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山川 俊貴 (YAMAKAWA TOSHITAKA)

静岡大学・工学部・助教

研究者番号: 60510419

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者
なし