



2019年8月9日

分野: 工学系/生命科学・医学系 キーワード: 生体計測、有機集積回路、心電計測

世界最薄・最軽量のノイズ低減機能付き生体計測回路を実現 歩行中もノイズの少ない心電計測が可能に

【研究成果のポイント】

- ◆ 世界最薄・最軽量の生体計測用信号増幅回路を開発し、ノイズの少ない高精度の心電計測を実証。
- ◆ 生体の微弱な信号を、装着感なく、正確に計測できる差動増幅を薄くて柔らかい有機回路で実現。
- ◆ 歩行などの外乱ノイズを除去できる機能を搭載したことで、今後、手軽で高精度の生体計測が可能に。
- ◆ 家庭内での高度な生体計測など、新たな価値創造を期待。

❖ 概要

大阪大学産業科学研究所の関谷毅教授、植村隆文特任准教授(常勤)(産業技術総合研究所特定フェロー兼任)を中心とした研究グループと、産業技術総合研究所が大阪大学内に設置した「産総研・阪大 先端フォトニクス・バイオセンシングオープンイノベーションラボラトリー(PhotoBIO-OIL)」は、世界最薄・最軽量の生体計測用の差動増幅回路(※1)の開発に成功しました。

ヘルスケアや医療用途の生体計測回路は、これまで、シリコントランジスタに代表される硬い電子素子で構成されていました。しかし、硬い電子素子が柔らかい肌などの生体組織に触れると炎症を起こしやすいため、日常生活において長時間の生体信号の計測は困難でした。

本研究グループは、有機トランジスタ(※2)という柔軟な電子素子を厚さ1マイクロメートル(マイクロ:100万分の1)の薄くて柔らかいプラスチックフィルム上に集積することで、装着感のないフレキシブル生体計測用回路を開発しました。作製した回路は差動増幅回路とよばれる信号処理回路の一つです。従来のシングルエンド型の増幅回路(※3)と比較すると、本研究のフレキシブル差動増幅回路は、微弱な生体電位を増幅可能だけでなく、外乱ノイズ(※4)を取り除くことができます。実際に人の生体計測に用いることで、重要な生体信号である心電信号のリアルタイム・低ノイズ計測を実証しました。

本成果によって、日常生活において心電信号に限らない様々な微弱生体信号(脳波や胎児心電など)を機器の装着感なく正確にモニタリングすることが可能になると期待されます。

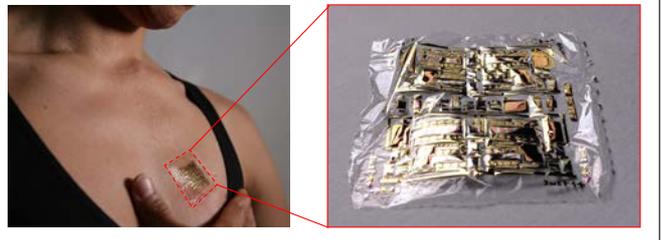
本研究成果は2019年8月16日(金)午前0時(日本時間)に英国科学誌「Nature Electronics」(オンライン)に掲載されました。

❖ 研究の背景

世界的な少子高齢化を迎える現代において、有機トランジスタに代表されるフレキシブルエレクトロニクスの医療やヘルスケア分野への応用・展開が盛んに進められています。有機材料の柔らかさを活かすことで、肌や臓器などの生体と親和性が高いセンサーや電子回路が実現できるからです。

その中でも、有機トランジスタを用いたフレキシブルな増幅回路は、装着性に優れているため、生体の微弱な信号を常時計測するセンサーとして研究開発されています。ところが、これまでの有機増幅回路は主にシングルエンド型の構成をしており、測定したい生体信号とそれ以外の外乱ノイズを区別することができず、低ノイズでの計測は困難でした(図1)。ノイズ成分を除去できる計測回路として差動増幅回路が一般に知られていますが、有機トランジスタの製造の

胸に貼ったフレキシブル信号計測回路



Press Release

ばらつきがシリコントランジスタと比較して大きい
ため、正確なノイズ除去を実現したフレキシブル
差動増幅回路の報告例はありませんで
した。

本研究グループは、回路内における有機トランジスタの電流ばらつきを2%以下にまで低減する補償技術を開発することで、ノイズ除去機能を備えたフレキシブル有機差動増幅回路の開発に成功しました。回路は、厚さ1マイクロメートルのパルレンというプラスチックフィルム上に製造され、くしゃくしゃに丸めても壊れず、人の肌に違和感なく貼り付けることができます(図2)。この柔らかい差動増幅回路を用いた心電信号の計測において、心電を25倍に増幅しながら、ノイズを7分の1以下まで除去することができます。例えば、心電計測を行いながら、外部の電源などが放つノイズや歩行に伴う大きな体動ノイズを除去できることを実証しました(図1)。

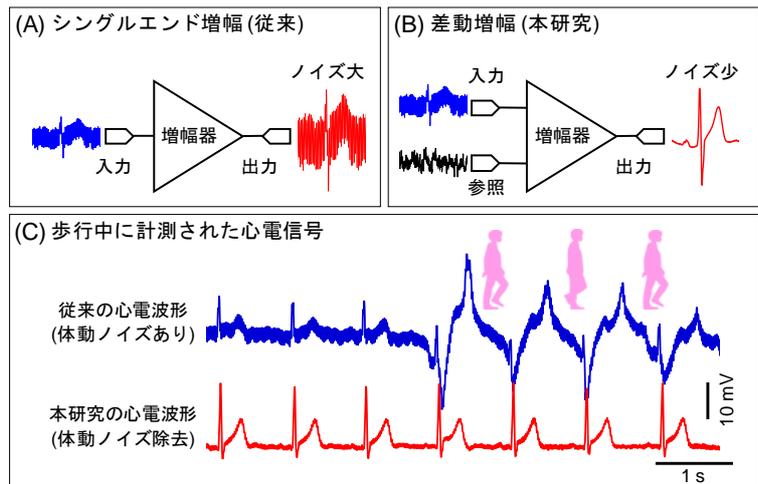


図1 フレキシブル有機差動増幅回路による心電信号の計測結果

(A) 従来のシングルエンド型の増幅回路。(B) 本研究の差動増幅回路。

(C) 歩行中における心電信号計測。従来の増幅回路による心電波形には歩行に伴う大きなノイズがあるが、本研究の心電波形では除去されている。

❖ 本研究成果が社会に与える影響 (本研究成果の意義)

スマートウォッチのような、日常生活において心電などの生体信号を計測するウェアラブルデバイスは既に販売されています。しかし、本研究成果の装着性と精度に優れたフレキシブル生体計測用回路により、あらゆる場面での生体計測がこれまで以上に簡易で快適なものになることが期待されます。例えば、計測回路の装着性と密着性が向上したことで、スポーツをしているときなど、激しい体の動きを伴う場面における生体計測が可能になります。こうして得られるリアルタイムで長時間の生体計測データを利用することで、病気の早期発見や治療の効率化、高齢者や患者の見守り、運動負荷の監視などが促進されるものと期待されます。そして、医療費の削減や人々のQOL(クオリティ・オブ・ライフ)向上といった、高齢化社会の様々な問題の解決の一助になるものと考えられます。

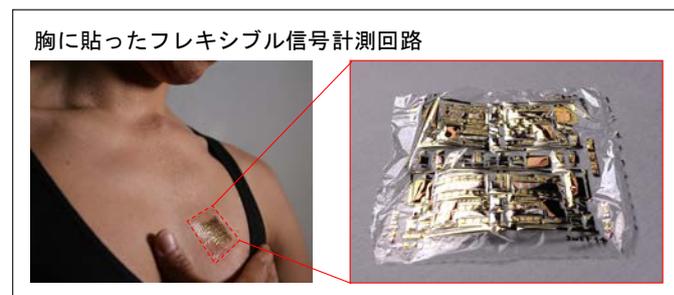


図2 人の胸に貼ったフレキシブル有機差動増幅回路

極めて軽量で薄いことから、柔らかい肌に違和感なく装着することができます。日常生活における生体計測がさらに簡易で快適なものになることが期待される。

❖ 特記事項

本研究成果は2019年8月16日(金)午前0時(日本時間)に英国科学誌「Nature Electronics」(オンライン)に掲載されました。

【タイトル】 An ultraflexible organic differential amplifier for recording electrocardiograms

【著者】

Masahiro Sugiyama^{1,2,3}, Takafumi Uemura^{1,3}, Masaya Kondo^{1,2,3}, Mihoko Akiyama¹, Naoko Namba^{1,3}, Shusuke Yoshimoto¹, Yuki Noda¹, Teppei Araki^{1,2,3}, and Tsuyoshi Sekitani^{1,2,3*}

¹Institute of Scientific and Industrial Research (ISIR), Osaka University, Ibaraki, Osaka, Japan

²Graduate School of Engineering, Osaka University, Suita, Osaka, Japan

³Advanced Photonics and Biosensing Open Innovation Laboratory, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Suita, Osaka, Japan

【DOI】 10.1038/s41928-019-0283-5

本研究開発の一部は、産総研・阪大 先端フォトンクス・バイオセンシングオープンイノベーションラボラトリ (PhotoBIO-OIL、ラボ長：大阪大学大学院工学研究科 教授 民谷栄一)の研究開発の一環として実施されました。PhotoBIO-OILでは、解析対象の取り扱い技術でオンリーワンの技術を持つ産業技術総合研究所と、測定技術の基盤となる大阪大学の卓越した最先端フォトンクス技術を融合させることで革新的な高度創薬・診断技術を開発することを目的として、フォトンクス分析の高度基盤技術を実装し、多彩な生体分子を計測する次世代バイオセンシングシステムに関する研究開発を行っています。

❖ 用語説明

※1 差動増幅回路

2つの入力端子をもち、その差分を増幅することができる回路のこと。生体信号計測では、測定したい生体信号以外の外乱ノイズの多くが2つの入力に同じ波形で混入するため、差分によって外乱ノイズのみを除去することができる。

※2 有機トランジスタ

電気が流れる半導体部分が有機材料であるトランジスタのこと。無機半導体とは異なり、有機半導体の多くが200度以下の低温で製造できるため、薄いプラスチックフィルムを基材として用いることができ、軽くて柔らかいトランジスタを実現できる。このトランジスタを複数個組み合わせ、集積させることで、信号増幅やノイズ除去などの処理機能をもつ電子回路がつけられる。

※3 シングルエンド型の増幅回路

上述の差動増幅回路とは異なり、1つの入力端子しかもたない増幅回路のこと。入力信号をそのまま増幅するため、目的の生体信号だけではなく不必要な外乱ノイズも一緒に出力される。とくに、生体信号の多くは非常に微弱な信号であることから、シングルエンド型の増幅回路は生体計測には不向きである。

※4 外乱ノイズ

生体信号の計測においては、主に商用交流ノイズ（ハムノイズともいう）と体動ノイズが外乱として生体信号に混入する。商用交流ノイズは周囲の電源機器から発生し、日本では西日本で60 Hz、東日本で50 Hzの一定周波数をもつ。体動ノイズは、体の動きに伴う電極や配線のズレなどによって生じる。そのため、体と密着できる柔軟性をもった電極や計測回路の開発が高精度の生体計測に重要である。

❖ 本件に関する問い合わせ先

〈研究内容に関すること〉

大阪大学産業科学研究所 教授 関谷 毅（せきたに つよし）

電話番号：06-6879-8400(研究室)

E-mail: sekitani@sanken.osaka-u.ac.jp

〈プレスリリースに関すること〉

大阪大学 産業科学研究所 広報室

TEL:06-6879-8524

FAX:06-6879-8524

E-mail: isir-kouhou@sanken.osaka-u.ac.jp

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 企画本部 報道室

TEL:029-862-6216

FAX:029-862-6212

E-mail: press-ml@aist.go.jp