

# 反転オフセット印刷電極を用いた低ノイズ有機生体信号アンプ

## Low-noise organic biosensing amplifier using reverse-offset printed electrodes

SCREEN ホールディングス<sup>1</sup>, 阪大産研<sup>2</sup>

○木村知玄<sup>1</sup>, 植村隆文<sup>2</sup>, 芝藤弥生<sup>1</sup>, 陶山武史<sup>1</sup>, 上野博之<sup>1</sup>, 関谷毅<sup>2</sup>

SCREEN Holdings<sup>1</sup>, ISIR Osaka Univ.<sup>2</sup>, °Tomoharu Kimura<sup>1</sup>, Takafumi Uemura<sup>2</sup>, Yayoi Shibafuji<sup>1</sup>,

Takeshi Suyama<sup>1</sup>, Hiroyuki Ueno<sup>1</sup>, Tsuyoshi Sekitani<sup>2</sup>

E-mail: h.ueno@screen.co.jp

【概要】生体信号をセンシングできるウェアラブルデバイスの社会展開を実現するためにはセンサの高感度化（高 S/N 比）と安価製造の両立が必須となる。そのため、生体センサに必要な信号増幅回路を生体電極近傍に組み込んだ、軽量、薄型の貼り付け型センサが提案されている[1]。将来的にそのような姿のセンサを安価に実現する電子回路技術として、印刷電極を用いた有機薄膜トランジスタ（Organic Thin-Film Transistors; OTFTs）回路が有望である。脳波のような微小生体信号まで考慮した信号増幅回路を構築する場合、移動度のような一般的な OTFT 性能指標だけでなくトランジスタのノイズ性能も重要な指標となるが、これまで印刷電極プロセスも含めた OTFT 作製プロセスと、ノイズ低減方法の関係に言及した例はない。そこで本研究では、反転オフセット印刷法の一つである並行平板印刷法（Flat Stamp Parallel Printing; FSPP）で印刷した電極を用い、OTFT 作製プロセスを最適化することで、 $\mu\text{V}$  レベルの微小信号が検出可能な低ノイズ pseudo-CMOS アンプで脳波検出を可能にした結果について報告する。

【手法】FSPP では平板ブランケット上に塗布した銀インクに対し、凸版を密着・剥離させることで所望のパターンを形成し(Fig.1)、基板に転写することで印刷される。FSPP 印刷電極を PFBT (pentafluorobenzenethiol) に浸漬させたのち、p 型有機半導体の DNTT(dinaphtho[2,3-b:2',3'-f]thieno[3,2-b]thiophene)、絶縁膜にパリレン、ゲート電極に金をそれぞれ成膜し、ボトムコンタクト・トップゲート型 OTFT で構成される pseudo-CMOS アンプを作製した。

【結果】FSPP は、Fig.2 のように高精細パターンと大面積パターンを一度に形成できることを特徴とし、薄く平坦でエッジの整った電極になるため OTFT への適用に有用である。本研究では、ソース・ドレイン電極形状や絶縁膜厚、ウェット処理条件の最適化により、トランジスタノイズを 3 桁低減させることに成功した。最適化後の OTFT で構成した pseudo-CMOS アンプは 5 V で動作し、 $10 \mu\text{V}_{\text{p-p}}$  の微小電圧信号(10 Hz)を約 20 倍に増幅することが可能であった。FSPP で同様に印刷した生体電極を導電性ペーストを介して額に貼り付け、アンプを経由して脳波信号を計測した(Fig.3)。 $\alpha$ 波成分に対応する 10 Hz 付近の信号が閉眼時のみに検出できており、印刷電極を用いた低ノイズ有機アンプによる脳波増幅が実現している。

[1] M. Sugiyama, *et al.*, *Nat. Electron.* 2, 351 (2019).

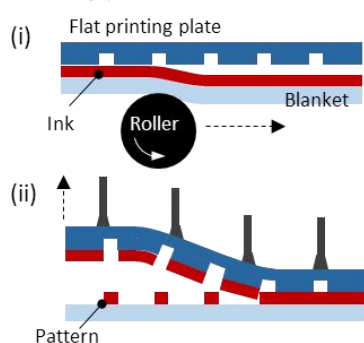


Fig. 1: Schematic of (i) pressing and (ii) peeling processes of FSPP.

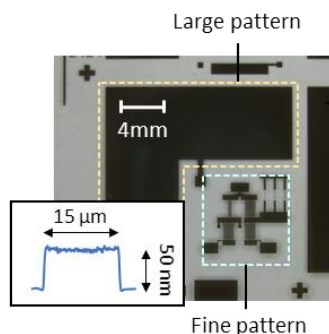


Fig. 2: Photo and cross-section profile of printed electrodes.

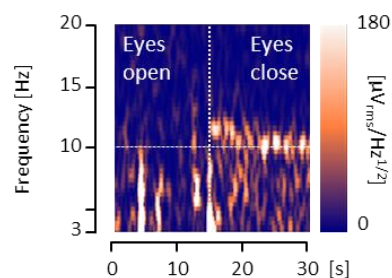


Fig. 3: Amplitude spectrogram of EEG signals detected by organic amplifier.