

# 超小型匂い発生ユニットを用いた香る動画提示システム

アーリヤクンヨッシリ<sup>†</sup> 相澤智之<sup>†</sup> 中本高道<sup>†</sup>

本論文では電気浸透流 (Electroosmotic: EO) ポンプと弾性表面波 (Surface Acoustic Wave: SAW) デバイスを用いた超小型匂い発生ユニットを試作し、動画提示に同期して匂いを発生させ、「香る動画提示システム」を実現した。揮発性の低い香水を映像と共に被験者に提示し、被験者の回答より高速に香りを提示して除去できることを確認した。

## Visual-olfactory Presentation System Using Tiny Odor-presenting Unit

YOSSIRI ARIYAKUL<sup>†</sup> TOMOYUKI AIZAWA<sup>†</sup>  
TAKAMICHI NAKAMOTO<sup>†</sup>

This paper reports on the development of the visual-olfactory presentation system using the tiny odor-presenting unit composed of electroosmotic (EO) pumps and a surface acoustic wave (SAW) device. A scent of perfume with low volatility was presented to subjects synchronously with the movie. The questionnaire survey reveals that the scent can be presented rapidly without its persistence using the proposed system in spite of its low volatility.

### 1. はじめに

人間は、視・聴・触・嗅・味の五感を頼りに世界と繋がっている。古くから視聴覚提示技術は発達してきたが、嗅覚はまだ発展段階にある。バーチャル空間において嗅覚提示を行うことにより[1][2]、より高い臨場感をもたらせるため、筆者らは電気浸透流ポンプと弾性表面波デバイスを用いて超小型匂い発生ユニットを開発した[3]。それは従来の嗅覚ディスプレイで短時間内に切替えられない揮発性の低い物質の匂いでも高速に提示して残香がない利点を持つ。

本論文ではその超小型匂い発生ユニットを用いて動画提示に同期して匂いを発生させ、香る動画提示システムを開発した。開発したシステムを評価するには、揮発性の低い香水の香り付き映像を被験者に提示した。そして、被験者に提示した匂いの有無について質問してアンケート結果を集計した。

### 2. 匂い発生ユニットの基本原理

揮発性の低い物質の匂いを高速に提示できるように、開発した匂い発生ユニットは従来のように空気流を使用して匂い物質を蒸発させてチューブを通してユーザの鼻先までに送る方法を使用せずにEOポンプとSAWデバイスを用いた霧化方式を採用した。

#### 2.1 EO ポンプ

EO ポンプは電気浸透流現象を用いてポンプに電圧を与

えることで液体を電界の方向へ移動させることができるマイクロポンプである[4]。ポンプの上部に液溜が搭載されるため、液体状匂いサンプルを充填してその匂いの供給源となる。そこで、多数のポンプを用意してそれぞれに別々の匂いサンプルを充填することで多数成分の匂い調合が可能。また、駆動電圧を調節することでEOポンプから滴下される液滴の体積を調節することができるため、発生する匂いの濃度を細かく制御することが可能になっている。本システムでは、EOポンプからSAWデバイスへ液送を行う。本研究で使用したEOポンプを図1に示す。

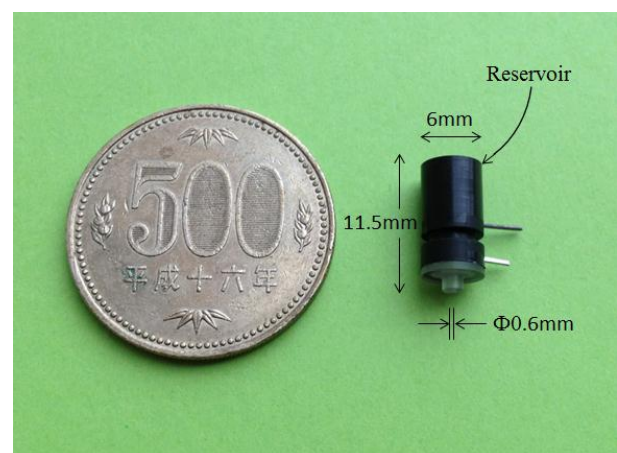


図1 本研究で用いたEOポンプ  
Figure 1 EO pump used in this study.

<sup>†</sup> 東京工業大学  
Tokyo Institute of Technology

## 2.2 SAW デバイス

SAW デバイスとは弾性表面波 (SAW) を利用した素子であり、櫛型電極 (Interdigital Transducer: IDT) と伝搬面を圧電基板表面に形成し SAW を伝搬させる[5]。十分な RF 電力を IDT に与えていると、SAW が生じる。そのとき、図 2 に示すように、伝搬面上に液滴を付加すると、SAW が漏洩表面波になって液体中に縦波を放射して、その励振パワーの大小によって液体を振動・流動・飛行・霧化させることができる。この現象を SAW ストリーミングという[6]。

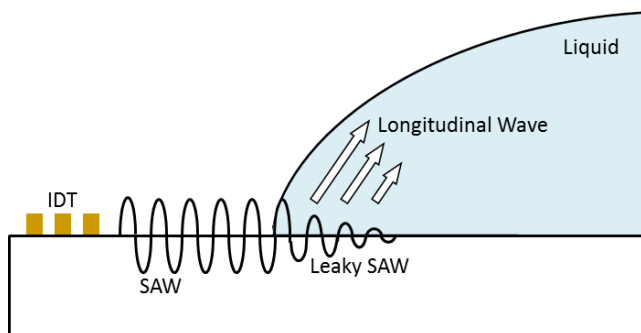


図 2 SAW ストリーミング現象

Figure 2 Schematic of SAW streaming.

SAW ストリーミングを用いて霧化するのが液体を強制的に短時間内に粒子に微粒子化する手法であるため、揮発性の低い匂いサンプルの香りでも高速に提示できる。本システムでは、SAW デバイスが EO ポンプから滴下された匂いサンプルを霧化するために用いられる。

本研究で使った SAW デバイスの電極構造を図 3 に示す。圧電基板には  $128^\circ$  回転 Y 板-X 伝搬ニオブ酸リチウム基板 ( $14\text{mm} \times 23.5\text{mm}^2$ ) を用いた。IDT は電極対数 30 対、交差幅  $16\mu\text{m}$  とし、SAW を一方向のみに反射するためのグレーティング反射器は 100 本とし、2 ポート共振器の霧化器用素子を構成した。設計した SAW デバイスの中心周波数は  $61.1\text{MHz}$  である。

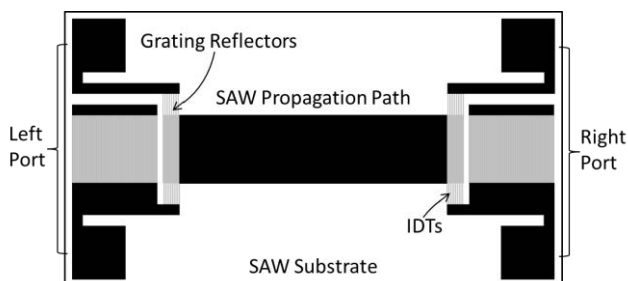


図 3 本研究で用いた SAW デバイスのパターン

Figure 3 Pattern of the SAW device used in this study.

## 2.3 匂い発生ユニット

EO ポンプと SAW デバイスを組み合わせて開発した匂い

発生ユニットの概要図を図 4 に示す。EO ポンプから滴下された匂いサンプルの液滴が SAW ストリーミングで霧化してユーザの鼻先にその匂いを提示する方式になっている。

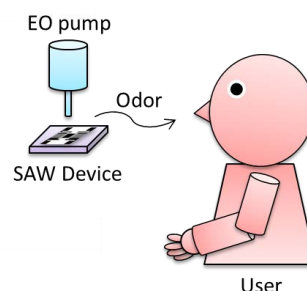


図 4 EO ポンプと SAW デバイスを用いた匂い発生ユニットの概要図

Figure 4 Schematic of an olfactory display using EO pumps and a SAW device.

試作した匂い発生ユニットの外観を図 5 に示す。SAW デバイスと 8 個の EO ポンプをプリント基板上に配置し、小型な寸法で 8 種類までの匂い調合が可能なユニットを製作した。ポンプから滴下された液滴を SAW デバイスまで導くためにステンレスチューブ (直径  $0.31\text{mm}$ , 内径  $0.09\text{mm}$ ) を使用した。この匂い発生ユニットの寸法は  $65 \times 59 \times 11\text{cm}^3$  であり、クレジットカードより小さい嗅覚ディスプレイを実現した。

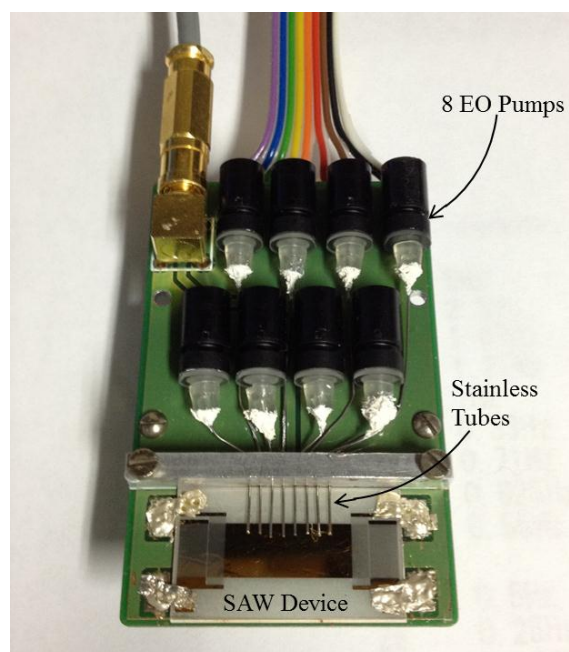


図 5 試作した超小型 8 チャネル匂い発生ユニットの外観

Figure 5 Photo of tiny odor-presenting unit.

### 3. 香る動画提示システム

本研究で開発した香る動画提示システムの概要図を図6に示す。それを実現するために、パソコン上での Windows Media Player での動画提示とともに毎秒ごとにそのシーンに合わせて匂いを出させるための制御信号を送信するソフトウェアを作成した。そのソフトウェアはパソコン上で動作し、シリアルケーブルを介して制御信号を制御回路へ送信する。

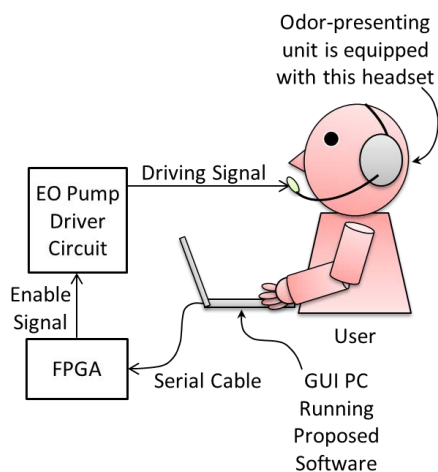


図 6 動画提示システムの概要図

Figure 6 Schematic of the visual-olfactory presentation system.



図 7 ヘッドセットに取付けた 8 チャンネル匂い発生ユニット

Figure 7 8-component odor-presenting unit equipped on a head set.

制御回路は FPGA 基板 (ヒューマンデータ, ACM-012) 上で開発され、パソコンからの制御信号を受信すると、そのコンテンツに応じて EO ポンプを駆動し、指定した時間

に指定した体積の匂いサンプルを SAW デバイスへ滴下する。匂い発生ユニットはヘッドセットのマイクロホンの場所に取り付けられ、匂いを提示するとユーザの鼻先に直接に匂いを出す。その外観を図7に示す。

### 4. 実験方法

提案した動画提示システムを評価するために官能検査を行った。実験で使用した動画は図8に示すように香水のボトルの4シーンで構成し、各シーンを5秒間とした。



図 8 動画にあるシーン

Figure 8 Scenes showed in the movie.

シーン 1, 2 と 4 においては匂いを付けずに動画のみ被験者に見せたが、シーン 3 においては 1.5 秒間匂いを動画とともに 9 名の被験者に提示した。この動画を提示した後、被験者にどのシーンを見ているとき匂いが感じたかという質問をした。被験者は複数の回答をしてもかまわない。実験では、エタノールで 10% に希釈した Eau de Givenchy を用いた。それは Rose, Muguet, Musk, Jasmin, Citrus, Green, Woody という揮発性が異なるいくつかの種類からなるものである。霧化のところで被験者の鼻先との距離は 2.5 - 4cm であった。

### 5. 結果

被験者からの回答結果をまとめて図9に示す。同図から分かるようにシーン 3 のみ「匂いあり」の答えの比率は 100% であった。他のシーンは「匂いなし」と被験者全員が回答した。

上記の結果より、開発した香る動画提示システムは動画のシーンに合わせて匂いを提示することができ、いくつかの揮発性の低い物質を含む香水の匂いでも残香なしで短時間内に提示できることを確認した。

以前に電磁弁を用いた嗅覚ディスプレイで行った実験では低揮発性香気成分 ( $\beta$ -ionone) の提示し除去に 10 分以上

要しており、本方式では数秒以下で可能なことが分かった。

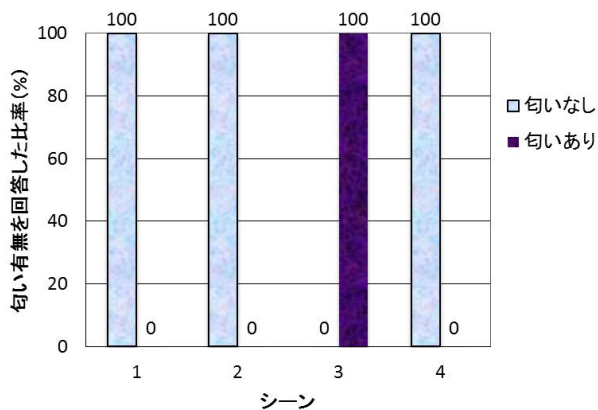


図 9 被験者の回答結果のまとめ

Figure 9 Summary of answers given by the participants.

## 6. おわりに

本研究では香る動画提示システムを開発した。各シーンに合わせて匂いを提示できるように高速に短時間内に匂いを発生できる機能が要するため、EO ポンプと SAW デバイスを用いた匂い発生ユニットを試作した。被験者の回答結果により、各シーンに合わせて感じた匂いの有無を明確に識別することができ、高速に香りを提示できることを確認した。

**謝辞** 本研究の一部は日本学術振興会基盤研究 (B) No.22300073 の助成を受けた。

## 参考文献

- 1) T. Nakamoto ed.: Human Olfactory Display and Interfaces: Odor Sensing and Presentation, IGI-global (2012).
- 2) 中本編著, 嗅覚ディスプレイ, フレグランスジャーナル社 (2008)
- 3) Y. Ariyakul, Y. Hosoda and T. Nakamoto: Improvement of Odor Blender Using Electroosmotic Pumps and SAW Atomizer for Low-volatile Scents, IEEE SENSORS 2012, pp.1025-1128 (2012).
- 4) Y. Takamura, H. Onoda, H. Inokuchi, S. Adachi, A. Oki and Y. Horiike: Low-voltage Electroosmosis Pump for Stand-Alone Microfluidics Devices, ELECTROPHORESIS, 24, pp. 185-192 (2003).
- 5) 日本学術振興会弾性波素子技術第 150 委員会編, 弾性波デバイス技術, オーム社, pp. 225-366 (2004)
- 6) 齋藤敦史, SAW ストリーミング現象を用いた匂い発生素子, ケミカルセンサ研究会, pp. 65-69 (2011)