

極微デバイス部門 波動応用デバイス研究分野 (田原麻梨江研究室)

Email: mtabaru@sonic.pi.titech.ac.jp

<http://www.nakamura.pi.titech.ac.jp/>

(研究分野)

光や超音波を用いたアクチュエータやセンサの開発および医療やヘルスケア分野への応用

(研究テーマ)

1) 光干渉断層像を用いた生体組織の硬さ計測

生体組織は一般的に病変化すると硬さが変わることが知られている。従来、医師が触診で検査していた硬さを非侵襲的に計測し、疾患診断に役立てることを目指している。我々は、生体表面に外部から振動を加えて生体に弾性波を励起し、波長掃引型の光干渉断層法を用いてそれを測定することで対象の弾性特性を計測する手法を考案した。光を用いた計測であるため、深さ数mm、空間分解能 $10\mu\text{m}$ で硬さ分布の計測が可能である。現在、鳥手羽の皮下近傍の各層の波の伝搬速度の推定(図1)、豚肉の速度分布から赤身と脂肪の区別(図2)等の実験評価を行っている。将来的には内視鏡に本計測システムを組み込むことによって、胃壁や血管内等の診断に応用することを考えている。

2) 弹性チューブを用いた柔らかい触覚センサ

介護用ロボットや椅子やベッドの圧力分布測定など、ヘルスケア分野において触覚センサの需要が急速に高まっている。静電容量型の触覚センサは点検出であるため、力分布の検出にはセンサアレイが必要であり、配線が複雑になりがちである。本研究では、弾性管内を伝搬する音の周波数特性を利用することによって、人に触れても違和感のない柔らかいセンサであり、また、どこにどれだけの力が加わったのかを検出可能な分布型のセンサを実現した(図3)。提案方式では音の送受信部の配線数2本の構成でありシステム構成が簡易であり、また、力検出の領域内に金属等の硬い材料が用いられていないことが特徴である。現在は、ロボット用触覚センサへ応用するための基礎評価実験(図4(a)-(c))や、2次元化や小型化の検討を行っている。

3) 高周波超音波トランスデューサ

非破壊検査や医療診断における高分解能化や高機能化を目的とし、100MHzで動作するフィルム型の超音波トランスデューサの開発を行っている。具体的には、真空蒸着装置を用いてポリイミドフィルム上にアルミ電極とポリ尿素圧電膜を成膜した後、高電圧下で分極処理を施して全体の厚みが数十ミクロンのトランスデューサを製作している(図5)。また、超音波ビームの送信角度を電子的に制御して任意位置の診断や計測を行うため、トランスデューサのアレイ化についても検討している。本研究では、リソグラフィ技術を用いた電極の微細化を行っている。また、試作したアレイ電極を図6に示す。

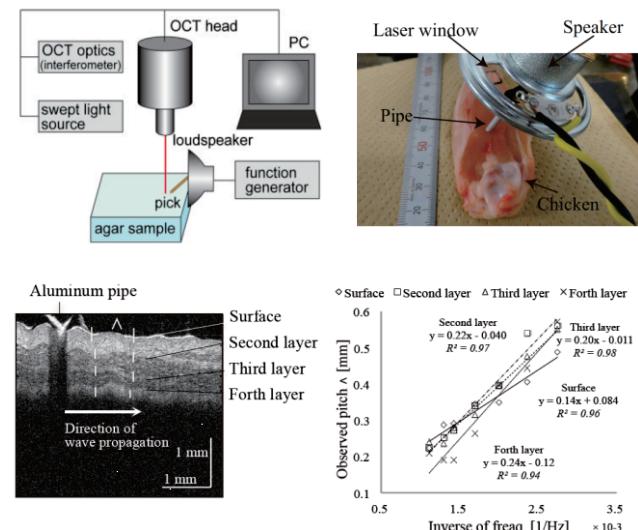


図1 鶏手羽試料の各層における伝搬速度の推定結果

Fig.1 Experimental setup and results of propagation speeds of four layers of chicken sample.

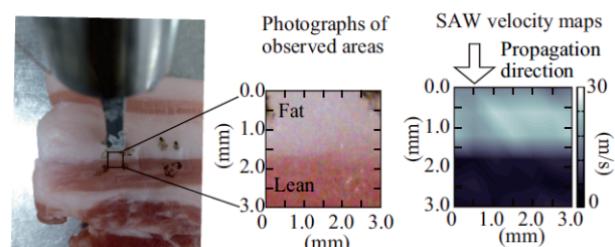


図2 豚肉の脂肪と赤身の伝搬速度分布の測定結果

Fig.2 Measurement results of 2D mapping of propagation speeds fat and lean of pork sample.

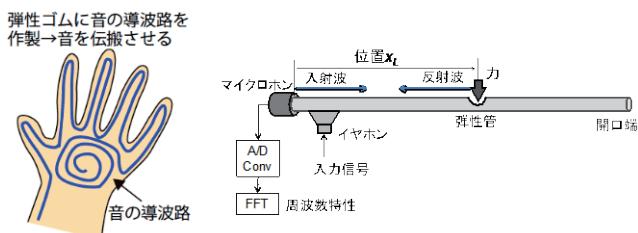


図3 提案する分布型の柔らかい触覚センサの原理図

Fig.3 Principle diagram of flexible and distributed tactile sensor.

Advanced Microdevices Division
Electron Devices Section
(Marie Tabaru Group)

(Research Field)

Optical/ultrasound actuator and sensor for medical and healthcare applications.

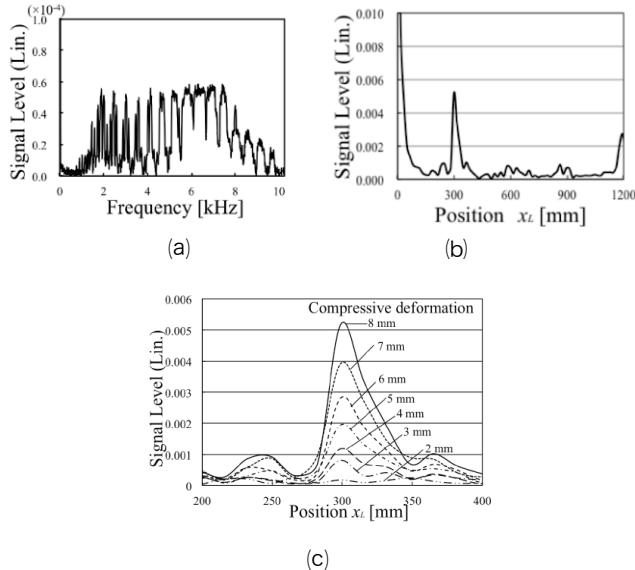


図4 (a)周波数特性、(b)FFT処理後の位置応答、

(c)圧迫量に対する位置応答の変化

Fig.4 (a) Frequency spectrum,

(b) position response obtained through FFT analysis, and

(c) position response for a variety of compressive deformations.

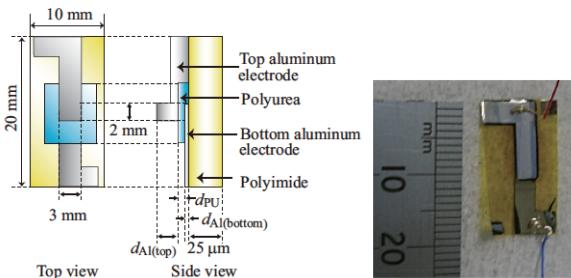


図5 ポリ尿素膜超音波トランスデューサーの構造と写真

Fig.5 Configuration and photograph of PU transducer.

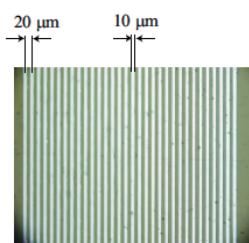


図6 32アレイトランスデューサーの顕微鏡画像

Fig.6 Microscope image of 32-element electrode arrays.

(Current Topics)

1) Measurement of elastic property of human tissue by using optical coherence tomography

Optical coherence tomography (OCT) has already been put to use in eye clinics and with vascular endoscopies. The spatial resolution of standard OCT systems is from several to 10 μm for several mm under tissue surface. Recently new method, which detects a lesion tissue measuring elastic property of human tissue, has been developed for medical use. We established a system for estimating wave propagation speed of 1-20 m/s from the Swept-Source OCT image taken with a slow mechanical scanning less than 1 m/s (Fig. 1). Using the system and laser Doppler velocimeter, the boundary of lean and fat regions of pork sample were distinguished with the measurement of 2D distribution of the wave speeds (Fig. 2).

2) Distributed force sensing using frequency response of acoustic wave guide made on a rubber substitute

Recently, demand for flexible and distributed load sensor is increasing in various fields such as tactile sensing in robot. However, conventional load sensors have problems in lack of flexibility, complex wiring, and discrete measurement position since they are based on electrical devices. We have developed distributed load sensor utilizing acoustic responses of an elastic tube (Fig. 3). Fundamental characteristics was Recently, we also have newly proposed a two dimensional load sensor by making an acoustic waveguide on a rubber substrate.

3) Linear array ultrasonic transducer using polyuria film

Polyurea (PU) ultrasound transducers working at 100 MHz are proposed for non-destructive testing and medical ultrasound. Transducers consist of aluminum electrodes, PU, and polyimide film (Fig. 5). The electrodes and PU film are deposited by vapor deposition equipment.

In addition, 32-element ultrasonic liner array transducers using PU films are fabricated to control the direction of ultrasound beam. The PU films were prepared through vapor deposition polymerization, and miniature electrode arrays were fabricated by a lithographic technique. Microscope image of 32-element electrode array are shown in Fig. 6, respectively. Pulse/echo and phased array experiments are performed to examine prototype array transducers.