

極微デバイス部門 波動応用デバイス研究分野 (中村健太郎研究室)

E-mail: knakamur@sonic.pi.titech.ac.jp

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

(研究分野)

光波・超音波などの波動現象を用いた高機能センシング・アクチュエータの実現

(研究テーマ)

1) 光ファイバ型の振動デバイスと計測方式

(中村健太郎, 井砂亮一, 水野洋輔)

光ファイバをたわみ振動させ、その振動変位と光弾性効果により高周波数でも大偏向角の光スキャナを実現した。これにより内視鏡用の微小ヘッド(図1, 2)を試作した。また、1550nm帯において70nmを160kHz以上の繰り返し周波数で走査できる高速波長走査光源を試作した。一方、ファイバグレーティングを用いて、音圧を光波長変調に変換する光波長多重方式マイクロホンアレイを開発している(図3)。1本の光ファイバに多重化された光信号から光導波路アレイによって並列電気信号を復調する。

2) 超音波による流体操作とアクチュエータ

(中村健太郎, 近藤秀一, 和田有司)

超音波振動を用いることで、可動部分なく気体や液体を所望の方向に流動させる手法を開発している(図4)。圧電セラミックスを接着した薄形振動板による音響放射力や音響流を有効に利用する設計法の確立をめざし、圧電振動、音場、流体場の解析手法を開発している。また、超音波振動による小型・高効率なリアアクチュエータの開発を進めている(図5)。

3) 新規圧電材料・音響材料とその応用(中村健太郎)

ナノメートルオーダーの骨格を有するシリカナノフォームの低音速、低音響インピーダンス、光学透明性を生かした新規光音響デバイスの開発を進めている(図6)。一方、ドライプロセスで製膜可能なポリ尿素樹脂の圧電性に注目した超音波トランスデューサの開発を行っている。100MHz以上の高周波動作、微細加工によるアレイ化、積層構造による高感度化、柔軟性を生かした可変焦点機能の付加など高機能高性能なトランスデューサを実現して医用診断装置などの飛躍的な性能向上をめざす。

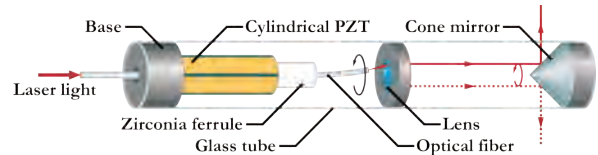


図1 光ファイバ振動型高速走査内視鏡ヘッド

Fig.1 Fiber optic vibratory optical scanner for endoscope.

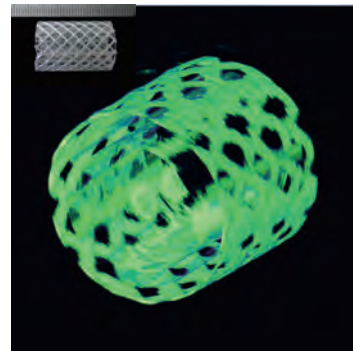


図2 ゴムホースの3次元OCT像

Fig.2 Three-dimensional OCT image of rubber hose

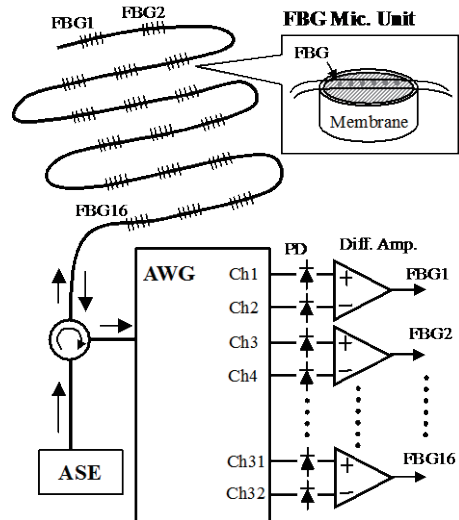


図3 FBG型マイクロホンアレイと復調器

Fig.3 FBG microphone array system with AWG-based demodulator.

Advanced Microdevices Division Applied Acoustic Devices Section (Kentarō Nakamura Group)

(Research Field)

Novel functional sensing and actuators through optical / ultrasonic techniques.

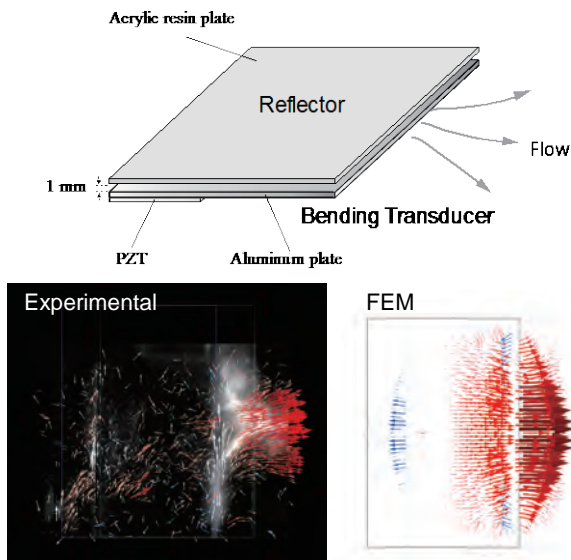


図4 超音波による流体操作デバイス

Fig.4 Actuation of fluid using ultrasonic vibrations

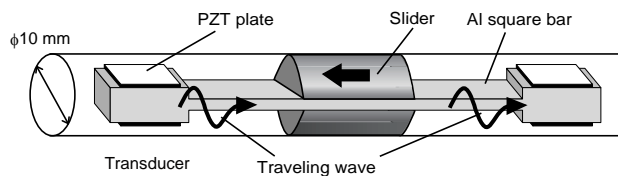


図5 細径超音波リニアモータ

Fig.5 Miniature ultrasonic linear motor

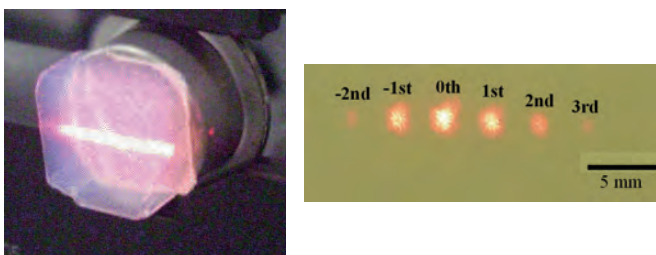


図6 シリカナノフォームを用いた超音波トランスデューサ (左)
と光回折を起こした様子 (右)

Fig.6 An airborne ultrasound transducer using a silica nanoform and the diffraction pattern of light

(Current Topics)

1) Fiber Optic Vibratory Devices and their applications for functional measurements

(K. Nakamura, R. Isago and Y. Mizuno)

A new optical scanner based on a fiber optic cantilever vibrator is developed. A large scanning angle is obtained through the displacement and inclination of the fiber end as well as the acousto-optic effect in the fiber core. We are trying to utilize the device for a micro-sized endoscope of optical coherence tomography using a tubular piezoelectric ceramic element (Figs. 1 and 2). As one of the other applications of the device, a high-speed wavelength-swept laser source is studied by our group. Sweep rate of over 160 kHz has been achieved for a 70-nm span at 1550-nm band.

A microphone array using fiber Bragg grating is also under development, where sound pressure is detected as the wavelength modulation of the reflected light. A demodulation system using an AWG is proposed for real-time parallel electrical outputs (Fig. 3).

2) Ultrasonic actuation of fluid and ultrasonic actuators

(K. Nakamura, S. Kondo and Y. Wada)

A method for generating a liquid flow, or a gas flow, by the ultrasonic vibration without mechanical moving parts is studied (Fig. 4). We aim to establish a design method of a pump with a vibrating plate and a piezoelectric element, which utilizes the acoustic radiation force and the acoustic streaming.

A compact and highly-efficient ultrasonic linear actuator is also developed (Fig. 5).

3) Novel materials for ultrasonic transducers (K. Nakamura)

A novel acousto-optic device with the silica nanostructure formation having the low sound speed, the low acoustic impedance and the optical transparency is also developed (Fig. 6). A new ultrasonic transducer is developed using polyurea thin film, which can be prepared through vapor deposition polymerization. We confirmed that the transducer could work at over 100 MHz and high resolution imaging was possible by pulse-echo technique. We are considering array transducer, multilayered structure and variable focus configuration being based on the polyurea thin film technology.