



東北大学

2014 年 2 月 24 日

東北大学マイクロシステム融合研究開発センター

報道機関各位

デジタルテレビジョン放送の空き周波数帯域（TV ホワイトスペース）を選択して
無線通信するためのワンチップ可変 SAW フィルタを開発
～ 周波数資源不足の切り札となるコグニティブ無線通信端末を
実現するためのキーデバイス ～

東北大学は、村田製作所、情報通信研究機構（NICT）、および千葉大学と共同で、デジタルテレビジョン放送の空き周波数帯域（TV ホワイトスペース）を選んで無線通信するためのワンチップ可変表面弾性波（surface acoustic wave, SAW）フィルタを世界で初めて開発し、NICT が開発してきた TV ホワイトスペース対応のコグニティブ無線機に搭載して、通信デモンストレーションに成功しました。TV ホワイトスペースの利用にあたっては、空き周波数帯域を選択するためのフィルタの小形化が課題でしたが、今回開発したワンチップ可変 SAW フィルタは、TV ホワイトスペースを利用する無線通信システムを携帯電話やスマートフォンなどで利用することに道をひらきます。

スマートフォンやモバイル Wi-Fi ルータが普及し、無線通信トラフィックは年率 2 倍程度の勢いで増えています。今後、動画視聴の増加、多様なアプリケーションソフトウェアの利用、さらにはクラウドコンピューティングの拡大、膨大な数の無線センサが世界を覆うセンサネットワークの普及などによって、無線通信トラフィックはさらに増えると予想されています。一方、移動体通信に適したおおよそ 200 MHz から 6 GHz までの周波数範囲で、移動体通信に新たな周波数帯域を割り当てることは難しいのが現状です。

このような問題を解決するために、世界中で TV ホワイトスペースの利用が検討されています。我が国では、デジタルテレビジョン放送は 470 MHz から 710 MHz の周波数範囲を利用し、帯域幅 6 MHz のチャンネルが 40 チャンネル、割り当てられています。しかし、たとえば仙台地域では、そのうちの 6 チャンネルが使われているに過ぎません。それ以外の使用されていない周波数帯域、つまり TV ホワイトスペースを他の通信システムで利用することがで

できれば、限られた周波数資源をより効率的に使用できます。そのため、TV ホワイトスペースを利用する様々な通信システムの国際標準化が進められており、たとえば、Wi-Fi システムで TV ホワイトスペースを利用するために、IEEE 801.11af の仕様策定が進められています。また、TV ホワイトスペースを他の通信システムで利用するにあたって、テレビジョン放送を保護するための運用ルールの策定が各国で進んでいます。

TV ホワイトスペースの利用では、地域や時間帯によって空いている周波数帯域が異なるため、状況に応じて利用する周波数帯域を選択しなくてはなりません。従来、携帯型無線情報端末の周波数選択には、SAW フィルタや薄膜バルク弾性波共振子 (film bulk acoustic resonator, FBAR) フィルタが使われてきました。これらのバンドパス特性は固定ですが、既存の通信システムでは、限られた数の割り当てられた周波数帯域を選択すればよいので、それぞれに対応するフィルタが搭載されていました。しかし、TV ホワイトスペースを利用する通信システムでは、状況によって使用できるチャンネルが異なるため、チャンネル数分の送受信フィルタとそれらを切替えるためのスイッチを準備する必要があり、システムの小形化と低コスト化は難しいと考えられてきました。

今回、本学工学研究科の田中 秀治 教授を中心とするグループは、SAW フィルタ上に薄膜可変容量をモノリシックに集積化し、バンドパス特性を変化させられる SAW フィルタ (可変 SAW フィルタ) のワンチップ化に成功しました。薄膜可変容量は、電界によって誘電率が変化するチタン酸バリウムストロンチウム (barium strontium titanate, BST) できっており、10 個の SAW 共振子それぞれに直列または並列に接続されています。薄膜可変容量の静電容量を変化させると、SAW フィルタのバンドパス特性が変化します。回路設計は千葉大学工学部電気電子工学科・橋本 研也 教授が担当しました。この可変フィルタを実現するにあたり、以下に説明する新開発のヘテロ集積化技術が利用されています。

- ・ BST 薄膜は、良好な誘電率可変特性を実現するために、600°C程度の高温で形成しなくてはなりません。一方、SAW フィルタを形成するタンタル酸リチウム (LT) 基板は熱に弱く、高温にさらすと特性が劣化します。したがって、BST 薄膜可変容量と LT 上 SAW フィルタとをモノリシックに集積化することは困難です。
- ・ そこで、BST 薄膜をサファイア基板に高温で形成し、可変容量の形にパターンニングした後、SAW 共振子を形成した LT 基板に転写します。続いて、SAW 共振子と BST 薄膜とを薄膜配線で繋ぎ、可変 SAW フィルタを構成します (図 1)。
- ・ BST 薄膜をサファイア基板から LT 基板に転写するため、レーザー支援剥離技術を新たに開発しました。BST 薄膜にサファイア基板側からレーザーを照射し、下地である白金薄膜との間の密着力を弱めることで、前記サファイア基板と LT 基板とを BST/白金/金薄膜を介して接合し、分離すると、BST 薄膜が LT 基板に移ります。

試作したワンチップ可変 SAW フィルタ（図 2）を，NICT ワイヤレスネットワーク研究所 スマートワイヤレス研究室（原田 博司 室長）が開発した IEEE 802.11af 暫定仕様に準拠したコグニティブ無線機に搭載して，通信デモンストレーションに成功しました。今回開発した技術は，TV ホワイトスペースを利用する通信システムの小形化に貢献でき，携帯型無線通信端末への応用が期待されます。

この研究成果は，内閣府の最先端研究開発支援プログラム（題名：「マイクロシステム融合研究開発」，中心研究者：東北大学・江刺 正喜 教授）の一環として得られたものです。試作したワンチップ可変 SAW フィルタとそれを搭載した通信デモンストレーション用システムは，同プログラムの成果を公開する FIRST EXPO 2014（2月28日～3月1日，ベルサール新宿グランド，<http://first-pg.jp/expo2014/>）において展示されます。

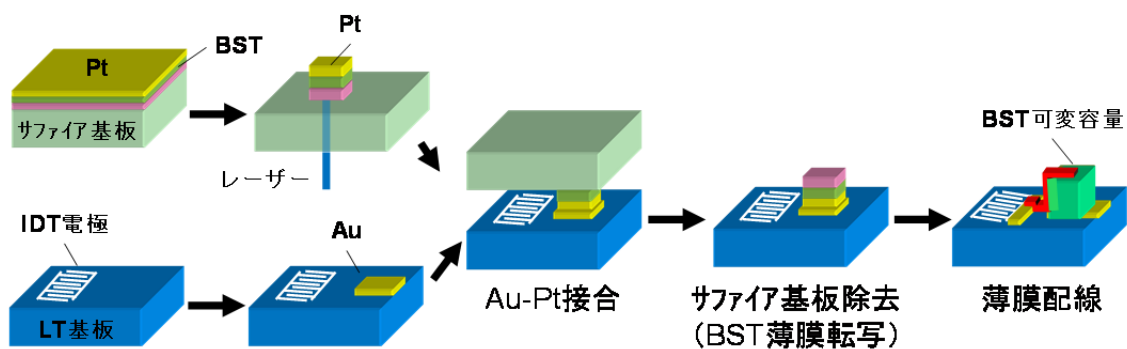


図 1 ヘテロ集積化によるワンチップ・可変 SAW フィルタの作製法

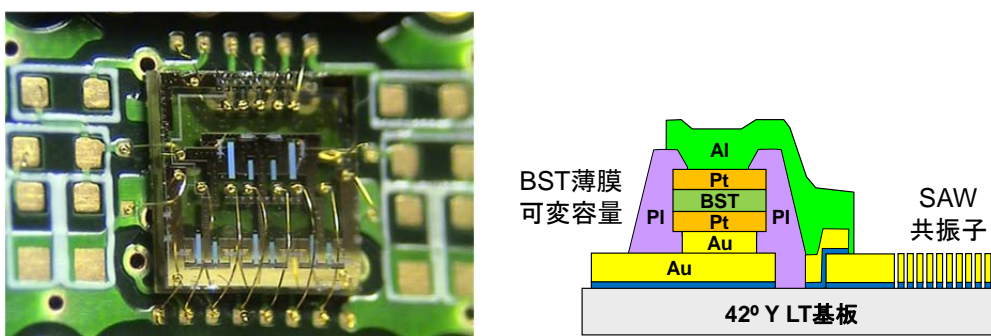


図 2 実装済みのワンチップ・可変 SAW フィルタ（左）とその断面構造（右）

<本件に関するお問合せ先>

東北大学大学院工学研究科 バイオロボティクス専攻

教授 田中 秀治 (たなか しゅうじ)

Tel: 022-795-6934

E-mail: tanaka@mems.mech.tohoku.ac.jp

<http://www.mems.mech.tohoku.ac.jp/index.html>

<報道に関するお問合せ先>

東北大学工学研究科・工学部情報広報室

TEL/ FAX : 022-795-5898

E-mail : eng-pr@eng.tohoku.ac.jp