

「世界初」トポロジー原理利用

ギガヘルツ超音波回路実現

無線端末用フィルター 小型・高機能化へ

NTTと岡山大学は、トポロジーの原理を利用したギガヘルツ超音波回路を世界で初めて表現した。この技術により、半導体チップ上のミクロな空間でも反射波の流れを自在に制御できようになり、従来技術では難しかった折れ曲がった小型導波路構造における反射の問題を解消して、スマートフォンやIoTデバイスなどの無線端末に使われている超音波フィルターを、さらに小型・高性能化できるようになる。

この成果は、7月16日から19日まで富山市で開催された国際会議METTA-2024(14th International Conference of Metamaterials, Phot

onic Crystals and Plasmonics)で招待講演として発表された。

5G(第5世代移動通信システム)をはじめ、無線通信や放送波など多くの電波が飛び交う中で、スマートフォンなどの無線端末は混信を避けて、目的とする信号のみを精密に抽出して受信する必要がある。そうした役割を果たすデバイスが超音波フィルターである。

超音波は、キロヘルツ(KHz)からギガヘルツ(GHz)の周波数で振動する弹性波(音波)で、通常の電波よりも細かい波で構成されており、エネルギーの素子外への漏れが極めて小さいという優れた

性質を持っている。そのため電子部品で構成するフィルターより小さく、省電力のフィルターが実現できる。この超音波を用いた既存の超音波フィルターは、1デバイスについて单一のフィルター機能しかない。これに対し、トポロジカル超音波フィルター回路は、微細な回路構造を用いて多数のフィルターを微小基板上に集積できるため、1デバイスにつき複数のフィルタ機能を実現できる。

様々な通信方式や周波数帯を使用する無線端末は、複数の超音波フィルターを搭載している。例えば、最高級のスマートフォンはギガヘルツ超音波の後方へ

反射を抑えて伝搬できる「トポロジカル超音波回路」を実現した。この回路を伝わる超音波は周囲の周期孔の形状によりつぶられ、反射せずに滑らかに伝わるトポロジカル秩序で守られ、反射がなく安定した伝搬を示す。そのため導波路の形状に関係なく、超音波は効率的に送受信している。

一方、IoT社会の今後は、無線端末にさらに多くのフィルターを搭載する必要がある。そのため、電気配線の高密度化に向けては、無線の小型化が求められる。そのため、電気配線によって細い経路(導波路)に振動を閉じ込めて、要求に応じた方向に導くことができる超音波回路が必要となる。

しかし、超音波は曲げることが難しく、急な方向の変化はすぐに後方反射を引き起こすという問題があり、これまで微細な超音波回路を実現することは困難であった。

今回、NTTと岡山大学は、数学の理論であるトポロジーを新たに活用して、ギガヘルツ超音波の後方へ

NTTと岡山大

ターや搭載しており、これによって異なる帯域の信号を効率的に送受信している。

今回は、この「トポロジカル超音波回路」を用いて、従来技術を使うと数万平方ミリ(㎠)程度の大きさになってしまう超音波フィルターを、その100分の1以下である数百平方ミリのサイズまで小型化することに成功し、ギガヘルツ超音波フィルターの基本動作を実証した。

この成果は、無線端末で広く使用されている超音波フィルターの小型・集積化や多機能化を可能にする有望な技術として注目される。

NTTと岡山大学は今後、磁性体を導入し、外部磁場で超音波を動的に制御できる技術の確立を目指すとしている。

■トポロジー 物体の形

形状や空間の性質を研究する数学の一分野。物体を曲げたり伸ばしたりしても変わらない性質に注目するため「物体の形

ではなく、どのようにつないで同じものとみなされる。

コーヒーカップは、形は違うが、つながり方が同じなので同じものとみなされる。