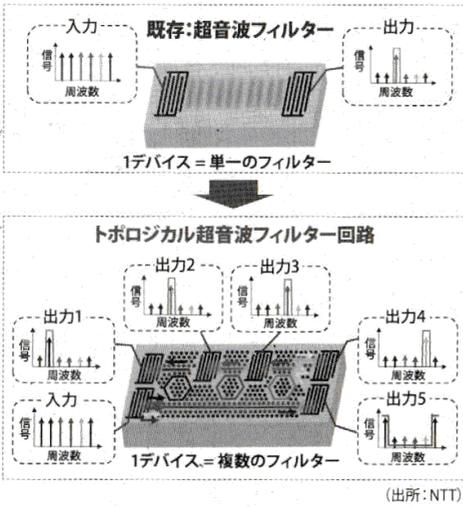


トポロジール原理でギガヘルツ超音波回路

無線通信の小型・高性能化へ

NTTと岡山大が世界初

NTTと岡山大学は16日、世界で初めてトポロジール^①の原理を利用したギガヘルツ超音波回路を実現したと発表した。半導体チップ上のマイクロな空間でも、反射の影響を受けることなく超音波の流れを制御できるようになる。これまでは困難だった折れ曲がった小型導波路構造の反射の問題を解消し、スマートフォンやIoTデバイスなどの無線通信端末に使われる超音波フィルターの小型・高性能化につながると期待される。



トポロジール 物体の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する「連続的な変形」をしても変わらない性質に注目し、物体の形でなく、どのようにつながっているかを重視する。例えば、ドーナツとコーヒーカップは同じものと見なされる。形が違うが、つながり方は同じなので、連続的な変形をするとドーナツからコーヒーカップ、またはその逆も作ることができると考える理論。

スマホやIoTなどの無線通信端末は、無数の電波が飛び交う中で所望の信号だけを抽出して受信するため、超音波フィルターによって混信を避けている。超音波は、物質がキロヘルツからギガヘルツの周波数で

振動する波。通常の電波より細かな波で構成され、エネルギーの素子外への漏れが極めて小さい性質を持つことから、電子部品から作るフィルターよりも圧倒的に小さく、省電力なフィルターが可能になる。無線通信端末はWiFiやBluetoothも含まれ、さまざまな通信帯域を使用。高性能なスマホは100個近い超音波フィルターを搭載しているとされ、フィルターがさらなる小型化が求められている。

電気の配線のように細い経路(導波路)に振動を閉じ込め、求める方向に導く超音波の回路だ。ただ、従来は超音波を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ため、微細な超音波回路の実現は困難とされてきた。

これに対して両者は数学の理論であるトポロジールを活用し、ギガヘルツ超音波の後方への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。同回路を伝わる超音波は、周囲の周期孔の形状によって作られるトポロジカル秩序で守られ、導波路の形状に関係なく超音波は反射せずに滑らかに伝わるようになる。

これまでの超音波フィルターは1デバイスにつき単一のフィルター機能を持つが、トポロジカル超音波フィルター回路では、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デバイスに複数のフィルター機能を持たせることができる。

検証では、トポロジカル超音波回路を利用して、従来技術を使うと数万平方ミクロンほどのサイズになる超音波フィルターを、100分の1以下の数百平方ミクロン以下の小型化に成功した。

NTT物性科学基礎研究

所フロンティア機能物性研究所の畑中大樹主任研究員が「今回の実験でギガヘルツ超音波を空間的に制御するための要素技術を確立した。今後は磁性体を導入し、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」と説明。「ギガヘルツ超音波の高速な制御が可能になれば、フィルターだけでなく、周波数変換器や増幅器などの無線通信端末に必要な高周波アナログ演算処理を、超音波を用いて同一チップ上で処理できるようになる。これにより、既存システムにあった超音波フィルターと電子部品間の圧電変換や基板接続が不要となり、アンテナ部のさらなる小型化や省エネルギー化につながる」と期待する。