



透明な高周波デバイスー 見えないアンテナへの道 ー

独立行政法人物質・材料研究機構（理事長：潮田 資勝）光材料センター（センター長 大橋 直樹）および、センサ材料センター（センター長 羽田 肇）は、太陽誘電（株）と共同で、透明な高周波デバイスを製造するための基本技術である微細な金属配線と酸化物透明導電体からなるハイブリッド構造を開発した。本技術は、不透明であるが高い伝導性を示す金属と、透明ではあるが金属の100分の1程度の伝導率にとどまる酸化物透明導電体とを組合せ、両者の特性を相補的に活用することにより、透明であり、かつ、携帯電話をはじめとする無線デジタル通信に用いられるギガヘルツ帯の高周波に対して高い伝送特性を示す素子構造を実現した。

1. 研究の背景

現在、携帯電話をはじめとする携帯通信端末においては、電話回線のための高周波回路はもとより、Bluetooth、無線LAN、地上波デジタル放送などの複数の通信手段のための高周波回路が小さな筐体の中に共存した状態にある。さらに、クラウドコンピューティングや動画のオンデマンド配信などの波及によって、さらに大容量の情報を高速でやりとりすることが求められる。そうした中、既存の携帯通信端末の内部は多くの電子部品でぎゅうぎゅう詰めの状態にあり、筐体の中に新しい素子を組み込むための実装スペースは残されていない。特に、アンテナについては、その大きさが電波感度を左右するため、安定したデータ通信を目指す上では、より大きなスペースにより大きなアンテナを収納することが望まれる。

そこで、物質・材料研究機構と太陽誘電は、近年の携帯通信端末において、表示画面（ディスプレイ）の面積の大型化が図られていることに注目した。透明な高周波デバイスの開発及びアンテナなどの高周波部品の透明化を実現することにより、大型化するディスプレイ表面への実装の可能性について考えた。しかしながら、酸化物透明導電体の伝導度は上がってきたとはいえ、金属に比べて10分の1程度にとどまるため、単体での高周波デバイス応用は難しいと考えられた。

2. 研究成果の内容

物質・材料研究機構 光材料センターは、酸化亜鉛をはじめとする透明酸化物伝導体の研究を進めてきており、その研究の応用先のひとつとして、電子部品メーカーである太陽誘電（株）と共同で、目に見えない透明な高周波デバイスの開発を目指した共同研究を行ってきた。本研究では、透明な高周波デバイスの実現に向け、微細な金属配線と透明導電酸化物とのハイブリッド化によってデバイスの透明化と伝導率の向上を試みた。特に、透明導電酸化物薄膜と目に見えない程微細にした金属配線を組み合わせることによって、透明でありながら金属と遜色のない特性を有する導波路構造を実現することに成功した。なお、微細な金属配線のみでは、高周波特性のうちの反射特性に問題が発生してしまう。一方、透明酸化物導電体のみからなる高周波素子を作った場合、高周波の通過特性が劣る素子となる。これに対し、今回、お互いの短所を補う形で、透明導電体からなる素子に、目に見えない金属細線を補助導線として付してやることで、通過特性、反射特性共に改善され、高周波素子として機能する構造を形成することが出来た。

3. 社会への波及効果と今後の展開

本技術は、携帯情報端末に付加されるアンテナ等の高周波部品を透明化することによって、ディスプレイ上などへ部品を配置することを可能にするものであり、そうした電子機器において、これまで以上に多くの無線通信機能の実現を可能とするものである。例えば、高画質の動画を短時間に携帯端末に転送するためには、マイクロ波よりもさらに周波数の高いミリ波を使うことが1つの手段である。今回開発した技術は、より高い周波数領域において、特に、金属からなるアンテナの特性に近づくため、短距離でのミリ波通信などの新しいコミュニケーション手段の実装に威力を発揮すると期待される。

また、近年、マイクロ波送電という新しい送電方法が検討されている。これは、電源から電力を電波（マイクロ波）として送り出し、電線を用いることなく、電気機器に電力を送り届けるという技術である。大規模には、太陽光発電を担う人工衛星から、地上の基地に向けて発電した電力をマイクロ波として送り届けるというモデルが考えられている。一方、マイクロ波受電装置を付加した電気機器と電力を送る発信器とを組み合わせることで、家庭内、あるいは店舗において、電気機器をコードレス動作させることが可能となる。例えば、大きなイベントスペースにおいて、目障りなコードの束を引き回すこと無しに透明な電子ペーパーが動作する、食卓においた透明な装飾照明がコードをつなぐことなしに明かりを灯すなど、様々な電気機器の意匠性、機能性を高める可能性を秘めた技術となると期待している。

透明な高周波素子としての動作の基礎的原理実証に成功したことから、今後、マイクロ波、ミリ波帯で動作する受送信のための透明アンテナの設計や試作に取り組み、より実用に近い高周波素子の検討を加速する。

4. その他

本研究成果に関連する情報は、電気情報通信学会誌（Vol.J93-C, No12）に掲載が決定している。また、10月29日よりエレクトロセラムックス討論会（日本セラミックス協会電子材料部会主催）をはじめとする学術講演会においても発表される予定である。本研究の一部は、日本学術振興会の科学研究費補助金の助成を受けて行われたものであり、物質・材料研究機構に設置された九州大学連携大学院（担当教授：羽田肇・大橋直樹）の活動の一環として行われたものでもある。

また、この開発にあたり、素子試作プロセスの一部は、物質・材料研究機構内に設置されたMANAファウンドリの技術支援によって行われたものである

5. 問い合わせ先

（報道担当）

〒305-0047 茨城県つくば市千現1-2-1
独立行政法人物質・材料研究機構
企画部 広報室 TEL：029-859-2026 FAX：029-859-2017

（研究内容に関すること）

独立行政法人物質・材料研究機構
光材料センター
センター長 大橋 直樹（おおはし なおき）
TEL：029-860-4437（ダイヤルイン） E-Mail：OHASHI.Naoki@nims.go.jp

【用語解説】

1) 透明酸化物伝導体：

一般に、よく電気を流す（電気伝導率の高い）物質である金属は、光沢を持ち不透明な物質である。これに対して、酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛などの何種類かの酸化物は、そこに添加物を加えることで、透明でありながら、電気を流すという性質を持たせることができる。透明酸化物伝導体は、現在、太陽電池の電極や液晶パネルなどのディスプレイに用いられる電極として応用されている。

2) 高周波デバイス：

ラジオなどに用いられる AM 波は、1 MHz 程度の周波数を持っており、いわゆる導線を使って信号を伝えることができる、一方、携帯電話などに用いられるマイクロ波は 1 GHz 程度の周波数を持っており、これを伝えるには、一般的な導線のイメージではなく、導波路とよばれる構造を作らなければ、信号を転送することが出来ない。

3) 実装スペース

パソコン、テレビ、デジタルカメラなどの電子機器では、薄型、小型化が進められており、機器内に、より小さな部品をより高密度に詰め込むことでその薄型化、小型化が実現されてきた。実装とは、部品同士がお互いに干渉せずに安定に動作し、かつ、部品同士を近づけて隙間無く配置し、機器の全体としての機能を高めるための技術であり、実装スペースとは、部品を詰め込むための空間である。機器の小型化と高機能化を実現するため、実装技術は重要な技術分野となっている。近年、LSI やコンデンサなどの電子部品の小型化が進められているものの、小型の筐体に部品を詰め込むことの限界に達しつつある。

4) 導波路

一般に電流は、銅などの導線を使って導かれる。しかし、その周波数が高くなると、電磁波としての性質を強く示すようになるため、いわゆる導線ではなく、光ファイバーと同様に、導波路と呼ばれる構造をつかってそれを導くことになる。マイクロ波やミリ波領域の高周波の信号を伝送するには、誘電体上に導線を配置した導波路が用いられ、マイクロ波を誘電体中に閉じこめることで、高周波の信号を導く構造が形成される。

5) マイクロ波

周波数が数ギガヘルツ（1ギガヘルツは10億ヘルツ）の電波の総称。マイクロという語感と異なり、波長がセンチメートル程度の電波。携帯電話や電子レンジで用いられる電波。

6) ミリ波

マイクロ波よりもさらに高周波の数十ギガヘルツ（百億ヘルツ）の電波。電波の波長がミリメートル程度となるためにミリ波と呼ばれる。

7) 電子情報通信学会誌

(社) 電子情報通信学会が刊行する論文誌

電子情報通信学会 <http://www.ieice.org/jpn/index.html>

プレスリリース 参考資料

独立行政法人物質・材料研究機構

携帯電話はアンテナだらけ



アンテナの置き場所を探すと……

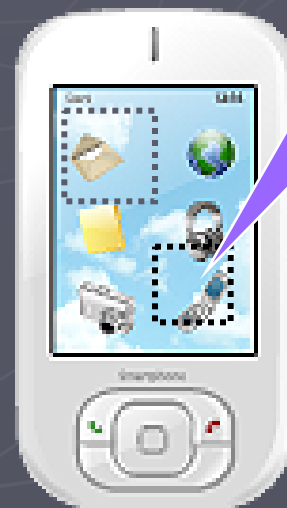
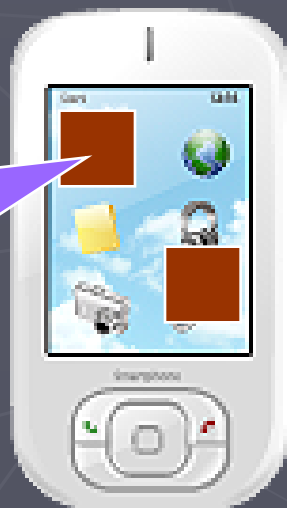
無線通信端末の高機能化・小型化は著しく
新しい機能を入れるには、実装スペースが無い

そこで……

透明導電薄膜を用いた高周波デバイス

大画面化するディスプレイに着目！

金属アンテナを
貼り付けたら
ディスプレイが
見えない



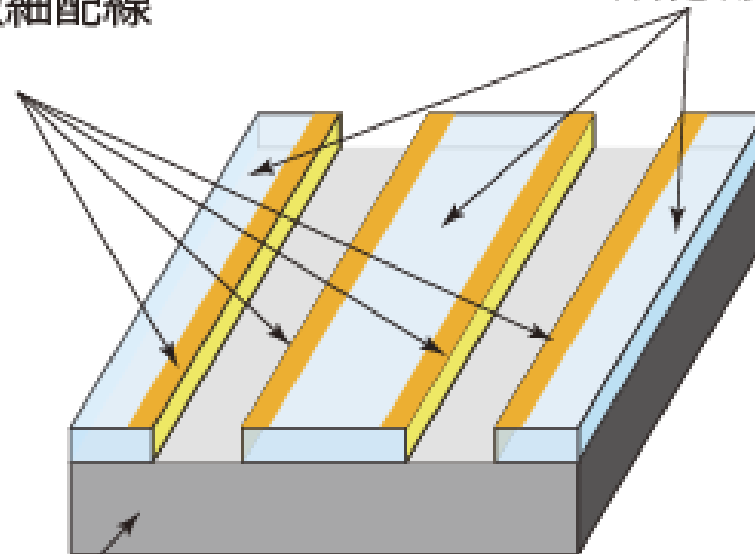
透明なアンテナを
貼り付けても、
ディスプレイは
しっかり見える

透明導波路の基本構造

透明コプレーナー型導波路

目に見えないほど細い
金属微細配線

酸化物透明導電体



誘電体基板