

炭素同位体 (^{12}C) を用いたダイヤモンド SAW デバイス

One-port diamond SAW resonator on a single-crystal diamond made of ^{12}C

沖縄高専¹, 東工大², NIMS³ ○藤井知^{1,2}, 寺地徳之³, 嶋岡毅紘³, 市川公善³, 小泉聡³

N.I.T, Okinawa coll.¹, Tokyo Tech², NIMS³, Satoshi Fujii^{1,2}, Tokuyuki Teraji³, Takehiro Shimaoka³,

Kimiyoshi Ichikawa³, Satoshi Koizumi³

E-mail: s_fujii@okinawa-ct.ac.jp

先端通信システムにおいて、時間(もしくは周波数)の発生・制御を司るフィルタ並びにクロック源は、その性能が信号の伝送速度、伝送距離や高速 AD/DA 変換の精度を決定する。このため、年々その重要性を増しており、より一層の性能向上が渴望されている。これらの用途には、弾性表面波(SAW)やバルク弾性波(BAW)を用いた高周波(RF)弾性波素子が多用されている。その理由は、これらの素子が小型で温度特性が小さく、フィルタやクロック源の性能を支配する共振子の Q 値が大きいことである。そのため、第 4 世代までの携帯電話では数多くの弾性波素子が用いられて来た。すべてのものがインターネットに接続される IoT を踏まえた第 5 世代移動体通信システムでは、現状の 1000 倍を超える通信トラフィックの爆発的な増大の需要が見込まれていることから、キャリア周波数はミリ波帯や 5 ~ 6 GHz 帯の電波領域までの利用検討が始まっている。

そこで、我々は、高圧合成の単結晶ダイヤモンド (Ib) を用いた SAW デバイスについて、これまで 5GHz 帯の 1 ポート SAW デバイスの Q 値 8000 であることを報告してきた。このときの SAW 伝搬速度は凡そ 10500m/s である。この特性を向上させるべく、NIMS・寺地らにより量子デバイス用として提案された高純度炭素同位体 (^{12}C) 濃縮を用いたダイヤモンドを SAW デバイスへ展開することを試みた。ダイヤモンド SAW デバイスの構造は、Ib 基板上にホモエピタキシャル成長した炭素同位体 (^{12}C) ダイヤモンド薄膜 ($4\mu\text{m}$)、その上に圧電薄膜として AlN 薄膜 ($0.7\mu\text{m}$)、さらに、Al 膜厚 90nm、線幅 $0.5\mu\text{m}$ 、設計共振波長 $2\mu\text{m}$ の構造を持つ楕円電極を持つ 1 ポートデバイスを作製した。図 1 にネットワークアナライザによるアドミッタンス特性について示す。共振周波数 6.77GHz であることから、SAW 位相速度は 13533m/s となり、従来のダイヤモンド SAW の位相速度の約 30%の大幅にアップする結果になった。

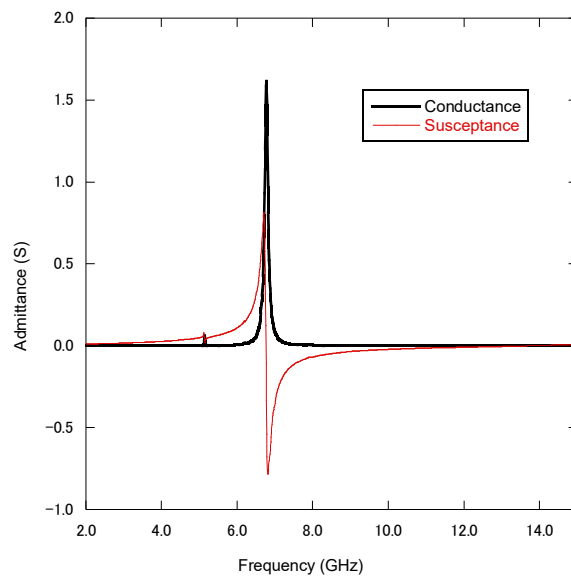


図 1 試作した同位体 (^{12}C) のダイヤモンド SAW 共振子