

## 論文内容の要旨

博士論文題目 Study on the Frequency-Tunable  $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$  Films with Emphasis on Deposition Substrate Type and Demonstration of Frequency Conversion by a  $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$  Capacitor

(周波数可変素子用  $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$  薄膜の堆積基板依存性及びその周波数逡倍特性に関する研究)

氏名 Gun BHAKDISONGKHRAM

### (論文内容の要旨)

代表的なペロブスカイト構造を持つ酸化物材料である  $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$  (以下、BST と記す) は、周波数特性にすぐれた高誘電率であるばかりでなく、高電界下において誘電率の非線形性を示すことが知られており、次世代のマイクロ波デバイス材料として注目されている。

本論文では、BST の持つすぐれた特徴のうち特に誘電率の非線形性に着目し、それを用いた新規回路の提案とその高性能化開発を目的としている

1 章ではチューナブル回路の必要性や BST のチューニングキャパシタとしての特徴を述べたあと、本論文で用いた組成や成膜条件の最適化、エピタキシャル成膜に必要な基板の選択などの手法について述べている。

2 章では BST の形成プロセスと、その結果もたらされる BST の微細構造と電気特性の関係について述べている。プロセス条件最適化の結果、サファイア基板上で  $\text{MgO}$  基板上に作製した BST と同等の大きなチューナビリティを有するエピタキシャル BST の作製に成功し、安価な基板上に大きなチューナビリティを有する BST 薄膜を実現している。

3 章では BST を用いてコプレーナ型導波回路により位相シフターを作製し、DC バイアスを印加することにより位相シフト量を制御できることを示している。この際、2 章で述べたエピタキシャル BST 薄膜を用いることで大きな位相シフト量を得ることに成功している。

4 章では BST の誘電体の非線形性を利用した周波数逡倍回路を試作し、キャパシタの非線形特性を利用して MHz 帯ならびにマイクロ波帯での高調波の発生に世界で初めて成功している。

5 章では、本論文の内容を総括し、今後の BST の高周波応用に関する展望を述べている。

このように本論文は、BST の誘電率の非線形性を応用した新しい回路の提案並びに BST 形成条件最適化による特性の向上について述べている。本論文によれば、BST デバイスなどの

受動素子による位相シフターや周波数通倍回路等の新しいマイクロ波応用の可能性示されており、情報通信量の増大に伴う通信周波数の高周波化の流れの中で今後より重要性を増すものと考えられる。

### (論文審査結果の要旨)

代表的なペロブスカイト構造を持つ酸化物材料である  $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$  (以下、BST と記す) は、周波数特性にすぐれ高誘電率・低損失材料であるばかりでなく、高電界下において誘電率の非線形性を示すことが知られており、次世代のマイクロ波デバイス材料として注目されている。

本論文では、BST の持つすぐれた特徴のうち特に誘電率の非線形性に着目し、それを用いた新規回路の提案とその高性能化開発を目的としている

はじめに BST のチューニングキャパシタとしての特徴を述べたあと、本論文で用いた組成や成膜条件の最適化・エピタキシャル成膜に必要な基板の選択などの手法について概説している。

次に、BST のスパッタ法による薄膜形成プロセスを詳述した後、成膜した BST の微細構造と電気特性の関係について述べている。プロセス条件最適化の結果、サファイア基板上で MgO 基板上に作製した BST と同等の大きなチューナビリティを有するエピタキシャル BST の作製に成功し、安価な基板上に大きなチューナビリティを有する BST 薄膜を実現できることを示している。

次に、BST を用いてコプレナー型導波回路により位相シフターを作製し、DC バイアスを印加することにより位相シフト量を制御できることを示した。この際、2章で述べたエピタキシャル BST 薄膜を用いることで大きな位相シフト量を得ることに成功している。

次に、BST の誘電体の非線形性を利用した周波数通倍回路を試作し、MHz 帯ならびにマイクロ波帯での高調波の発生に世界で初めて成功している。このことにより BST 薄膜の新たな高周波応用について示している。

次に、本論文の内容を総括し、今後の BST の高周波応用展開について述べている。

以上のように本論文は、BST の誘電率の非線形性を用いた新しい回路の提案並びに BST 形成条件最適化による電気特性の向上について述べており、BST に代表される受動素子による位相シフターや周波数通倍回路等の新しいマイクロ波応用の可能性を示したもので、情報通信量の増大に伴う通信周波数の高周波化の流れの中で今後より重要性を増してくるものと考えられる。よって審査委員一同は本論文が博士(工学)の学位論文として価値あるものと認めた。