

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 服部 渉

本論文は「高温超伝導コプレーナ伝送線路とその応用」と題し、銅酸化物高温超伝導体 YBaCuO エピタキシャル成長薄膜のマイクロ波帯における低い表面抵抗を利用した高周波・高速デバイス、主にコプレーナ伝送線路を用いたデバイスの提案、作製、評価を通して高温超伝導デバイスの応用範囲を拡大することを目指して行った研究をまとめたものであり、5章により構成されている。

第1章は「序論」であり、本研究の背景と目的、および本論文の概要と構成について述べている。

第2章は「コプレーナ伝送線路共振器を用いた YBaCuO 薄膜の高周波特性評価とその Cu 組成依存性」と題し、YBaCuO エピタキシャル薄膜のレーザーアブレーション法による作製技術についてまとめている。まず、薄膜のバタニングの際問題になる BaCuO 析出物の生成条件を、格子不整合の少ない SrTiO(100) 基板上に作製した YBaCuO 薄膜を用いて Cu 組成依存性の観点から評価している。また、高周波・高速デバイス応用を考慮して誘電正接の小さい MgO(100) 基板上の YBaCuO 薄膜において、マイクロ波帯表面抵抗の Cu 組成依存性をコプレーナ伝送線路共振器を用いて評価している。さらに直流電気特性と結晶構造評価を行うことにより、YBaCuO 薄膜における Cu 組成依存性を説明する不均一な超伝導体モデルを提唱している。

第3章は「高温超伝導コプレーナ遅延線」と題し、析出物を含有し、表面抵抗の低い YBaCuO 薄膜を用い、主に MCM 用途を目的として、低損失で細線化されたコプレーナ遅延線を作製するプロセス技術を追求している。まず、薄膜表面に突出する BaCuO 析出物のエッチバックによる平坦化を考案している。さらに Ar イオンミリングと塩酸水溶液を用いたウェットエッチングから構成される加工プロセスを開発し、コプレーナ伝送線路側壁に生じる結晶性のダメージを防止することにより表面抵抗の劣化の観測されない、かつパターン精度、及びパターンにより決定される特性インピーダンスの精度の良い加工プロセスを実現している。その結果、5 μ m 幅まで細線化した低損失コプレーナ遅延線の作製に成功している。

第4章は「高温超伝導遅延線メモリ」と題し、高温超伝導遅延線メモリを提案すると共に試作評価し、その高い性能と実用性を実証している。まず、ATM スイッチと高速セルバッファメモリを前提として、低減衰特性を有する YBaCuO コプレーナ伝送線路に着目し、伝送線路中を一定遅延で ATM セルを周回させることにより ATM スイッチ内のセルバッファメモリを実現する高温超伝導遅延線メモリを提案している。次に 1Tbps の交換容量を有する ATM スイッチを想定し、必要とされるセルバッファの性能を考慮し、高温超伝導遅延線メモリを試作している。試作した高温超伝導遅延線メモリは温度 64K、クロック 10GHz で 32bit のパケットを収納できるメモリとして動作することを確認し、半導体メモリに対する優位性を実証している。また、このメモリ特有の動作クロック周波数マージンを評価し、厳密に周波数の管理される通信システムにおいて適用可能であると結論している。

第5章は「結論」であり、本研究の成果を要約して述べている。

以上を要するに、本論文は銅酸化物高温超伝導体 YBaCuO エピタキシャル成長薄膜のマイクロ波帯における低い表面抵抗を利用し、細線化したコプレーナ伝送線路構造を実現することにより、高度情報通信社会を担う大容量 ATM スイッチを構成する上でキーデバイスとなりうる高温超伝導遅延線メモリを提案し、試作評価したものであり、高温超伝導体のデバイス応用の分野へ貢献するところ少なくない。

よって著者は東京大学大学院工学系研究科における博士(工学)の学位論文審査に合格したものと認める。