The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	高温超伝導薄膜を用いた移動体通信基地局用受信フィルタの研究
Author(s)	上野, 祥樹
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42808
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏　　名　上野祥樹（うえの よしき）

博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）

学位記番号　第　15809　号

学位授与年月日　平成12年12月25日

学位授与の要件　学位規則第4条第2項該当

学位論文名　**高温超伝導薄膜を用いた移動体通信基地局用受信フィルタの研究**

論文審査委員　（主査）
教　授　高井　幹夫

（副査）
教　授　蒲生　健次　　教　授　小林　　猛

論文内容の要旨

本論文は、高温超伝導薄膜を用いた移動体通信基地局用受信フィルタの研究成果をまとめたもので、本文7章と付録から構成されている。

第1章では移動体通信システムの現状を概観し、低損失でシャープな減衰特性を有する高温超伝導フィルタが、基地局受信用として有用であることを明らかにし、本研究の目的と意義を明確にした。

第2章では超伝導体のマイクロ波特性について述べた。二流体モデルに基づき、超伝導体の表面抵抗の周波数依存性を導いた。また高温超伝導フィルタの損失要因を分析し、高い無負荷Q値が得られることを明らかにした。

第3章ではスパッタリング法を用いた$YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$（YBCO）薄膜の成膜技術を検討し、MgO基板の両面で、膜厚、臨界温度、臨界電流、表面抵抗の各値と均一性が良好な成膜法を確立した。また膜厚が500nmよりも厚くなるとa軸配向が現れる現象を明らかにするとともに、c軸配向膜を得る分割成膜法を提案した。

第4章では高温超伝導フィルタの設計・製作を行い、性能評価を行った。パターン加工では、Arイオンミリング時に基板冷却を行うこと、またCeO_2を保護膜として用いる低損傷加工法を開発した。これにより、YBCO薄膜マイクロストリップ線路の無負荷Q値で83,400を達成した。また放射損失の少ない金属容器について検討を行い、蓋の高さがフィルタ特性に及ぼす影響を明らかにした。試作したフィルタの挿入損失は0.1dB以下と非常に低損失で、減衰特性も急峻であり、歪みも十分に小さいフィルタであることを実証した。

第5章では新しいリング型フィルタを提案した。リング開口部の相対角度により隣接共振器間の結合係数の値が制御でき、小さな結合係数が得られることを明らかにした。実際に比帯域0.25%という、狭帯域なフィルタを直径2インチの基板上で実現した。

第6章では基地局用受信フィルタサブシステムを試作した。高温超伝導フィルタと低雑音増幅器を、小型冷却器により70Kに冷却するサブシステムで、雑音指数は0.5dBを実現し、従来に比べ数dBも低いことを実証した。また信号の伝達誤り率の測定を行い、入力信号電力が1.6dB低くても誤り率は同じであることを明らかにした。このことから、携帯端末の送信電力制御の可能なCDMAシステムで、端末の送信電力が35%低減できるなど、実用的に優れていることを実証した。

第7章では第1章から第6章までの成果をまとめ、本論文の結論とするとともに、今後の課題について述べた。

付録では、2誘電体共振器法による表面抵抗測定方法を述べた。

論文審査の結果の要旨

移動体通信の課題の一つとして、隣接する周波数帯域内での複数通信システムの相互干渉がある。本論文は、この問題を解決するための高温超伝導薄膜を用いた低損失で急峻な減衰特性を持つ通信用フィルタの開発と、移動体通信基地局受信部への適用に関する研究の成果をまとめたものである。

まず超伝導体のマイクロ波特性について、二流体モデルを用いて述べるとともに、高温超伝導フィルタの損失要因を分析し、高い無負荷Q値が得られることを明らかにしている。また表面抵抗の小さいYBCO薄膜を得るために、スパッタリング法を用いた成膜技術を検討し、基板の両面に、膜厚、臨界温度、臨界電流、表面抵抗の各値と均一性に優れる成膜法を確立している。特に膜厚が500nmよりも厚くなるとa軸配向が現れる現象を明らかにするとともに、c軸配向膜を得る分割成膜法を開発している。

次に、高温超伝導フィルタの製作において、低損傷パターン加工法を開発している。これにより、YBCO薄膜マイクロストリップ線路の無負荷Q値が83,400と非常に高い値を実現している。このほか放射損失のない金属容器についても検討を行っており、これらの技術を統合して70Kの動作温度の高温超伝導フィルタを試作している。フィルタの挿入損失は0.1dB以下と非常に低損失で、急峻な減衰特性と低歪み特性のフィルタを実現している。

さらに、隣接共振器との相対角度により結合係数の値が制御でき、小さな結合係数が得られる新しいリング型フィルタを提案している。これにより、低損失でありながら比帯域0.25%という、非常に狭帯域なフィルタを直径2インチの基板上で実現している。

最後に、高温超伝導フィルタと低雑音増幅器を小型冷却器で冷却するサブシステムを作製し、従来フィルタに比べ数dB雑音が低く急峻な減衰特性を有する基地局受信フィルタサブシステムを実用化している。これにより、携帯端末の送信電力が35%低減できるなど、実用的に優れた特性を持つことを実証している。

以上のように、本論文は高温超伝導フィルタの要素技術に関する基礎検討から、新規高性能フィルタの提案、およびこれを用いた移動体通信基地局用受信フィルタの実用化までと、幅広く行われた研究成果をまとめたものであり、博士（工学）の学位論文として価値があるものと認める。