

論文内容要旨 (和文)

平成19年度入学 大学院博士後期課程 システム情報工学専攻 電子量子工学講座

学生番号 07522301

氏名 小野 哲



(英文の場合は、その和訳を () を付して併記すること。)

論文題目 超伝導フィルタの小型化と高性能化に関する研究

低損失、周波数高選択性が実現可能なフィルタの有力候補として超伝導フィルタが提案されている。携帯電話基地局のフロントエンドシステムなどのような実用化を考える場合には、更なる小型化、高性能化が要求されている。我々はフィルタの小型化の手段として、Quasi-spiral共振器を提案し、その高性能化を検討している。

本論文は、小型超伝導バンドパスフィルタの新たな設計法、フィルタの小型化の定義や超伝導フィルタの試作・評価などの成果をまとめたもので、全編8章より構成されている。

第1章は序論で、研究の背景と超伝導バンドパスフィルタの歴史について記述している。また、本研究の目的について述べている。

第2章はフィルタの基礎理論で、フィルタを設計するために必要な設計理論を記述している。マイクロ波フィルタを実現するために必要な等価回路の導出方法について説明している。

第3章は小型フィルタの設計法で、小型なフィルタを実現するために重要なポイントを4つ挙げている。そのポイントを満たす、2つc-spiral共振器と1つrewound-spiral共振器から成るQuasi-spiral共振器を提案し、超伝導バンドパスフィルタの小型化の可能性について述べている。高性能なフィルタを実現するためには共振器の無負荷Qを高くしなければならない。無負荷Qは共振器のライン&スペースや、巻き数、c-spiralとrewound-spiralの比により変化するため、無負荷Qが高くなる形状を議論している。また、フィルタ形状を決定するために必要なパラメータの導出方法について述べている。最適なフィルタ形状を決めるためには、給電線と共振器の結合度(外部Q値)や共振器間の結合度(結合係数)の最適化が必要であり、それらを算出するための電磁界シミュレーションモデルについて示している。

第4章はフィルタの小型化係数に関して述べている。小型化係数を定義し、提案する係数と無負荷Q値の関係について議論している。他の小型フィルタについても提案した係数を調査し、Quasi-spiral共振器が他の技術と比較して小型化に有効な技術であるかを述べている。

第5章はフィルタの設計について述べている。第3章で提案したQuasi-spiral共振器を用いて、バンドパスフィルタの形状の決定法を説明している。フィルタ形状は電磁界シミュレータSonnetを用いて決定している。電磁界シミュレーションで求めたフィルタの周波数特性より、バンドパス特性を示すことは明らかとなったが帯域外に減衰極が生じ、設計値どおりのバンドパス特性を示さなかった。新たに結合行列で検討した等価回路を解析した結果、減衰極の原因が説明できる回路モデルを

構築することができた。飛び越し結合を利用する事で、少ない共振器の数でフィルタの遮断特性を急峻にすることができる楕円関数型フィルタの設計法や、フィルタをより高性能にするために多段化フィルタの設計法についても述べている。

第6章はQuasi-spiral共振器フィルタの試作について述べている。微細加工によるダメージが比較的小さい MgB_2 薄膜、およびNbN薄膜を用いたフィルタの作製プロセスについて述べている。試作したフィルタはライン&スペースが $40\ \mu\text{m}/40\ \mu\text{m}$ の4段、10段フィルタと、 $10\ \mu\text{m}/10\ \mu\text{m}$ の8段フィルタである。

第7章は、Quasi-spiral共振器フィルタの周波数特性の測定結果について述べている。試作したフィルタの周波数特性測定結果は、電磁界シミュレーション結果とほぼ一致する結果が得られた。

第8章は総括であり、本研究で明らかになった点を記述している。

(10pt 2,000字程度 2頁以内)

論文内容要旨 (英文)

平成19年度入学 大学院博士後期課程 システム情報工学専攻 電子量子工学講座

学生番号 07522301

氏名 小野 哲



論文題目 The research of miniaturized superconducting filter with high performance

The superconducting filter is proposed as a prime candidate of the low insertion loss, the high frequency selectivity, and the miniaturized filters. However, a further miniaturization and higher performance are demanded in practical applications. We proposed a quasi-spiral resonator for the miniaturized filter. In this thesis, we show a new design method of a miniaturized filter, the definition of the miniaturization-coefficient, and design and fabrication of the superconducting filters using quasi-spiral resonators. This thesis is composed of chapter 8.

Chapter 1 is an introduction. The background of the research, the history of the superconducting filters, and aim of this thesis are described.

Chapter 2 is a basic theory of filter design. A design theory and an equivalent circuit model to design the filter are described.

Chapter 3 is a design method of a miniaturized filter. Four important points to obtain miniaturized filters are proposed. The quasi-spiral resonator is satisfied the points. The design rule on an efficient filter using the quasi-spiral resonators, and the technique for deciding the shape of the filters are described.

Chapter 4 is a definition of a miniaturization-coefficient of the resonator and filter. The miniaturization-coefficients of various resonators and filters were calculated, and then the domination of our quasi-spiral filter was discussed. We found that the quasi-spiral filters were

superior to other miniaturized filters.

Chapter 6 is fabrication procedure of the filters using quasi-spiral resonators. The MgB_2 and NbN thin films were used for filter material. The line and spacing of the quasi-spiral resonators are $40\ \mu\text{m}/40\ \mu\text{m}$ and $10\ \mu\text{m}/10\ \mu\text{m}$. We fabricated four-poles and ten-poles filters using $40\ \mu\text{m}/40\ \mu\text{m}$, and eight-poles filter using $10\ \mu\text{m}/10\ \mu\text{m}$.

Chapter 7 is the experimental results of the filters using quasi-spiral resonators. The bandwidth, ripple and rejection of out-of-band were almost the same as the electromagnetic simulation results.

Chapter 8 is a summary. The experimental results and new results are described.