Osaka University Knowledge Archive

Title	弾性表面波フィルタの高角形化とGHz帯携帯電話用デュプレクサへの応用に関する研究
Author(s)	井上, 将吾
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/469
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏　　名　井上将吾（いのうえしょうご）

博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）

学　位　記　番　号　第　２２３３２　号

学位授与年月日　平成 20 年３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　**弾性表面波フィルタの高角形化と GHz 帯携帯電話用デュプレクサへの応用に関する研究**

論　文　審　査　委　員　（主査）
教　授　栖原　敏明

（副査）
教　授　伊藤　利道　　教　授　森　　勇介　　教　授　片山　光浩
教　授　杉野　　隆　　教　授　尾崎　雅則　　教　授　近藤　正彦
教　授　谷口　研二　　教　授　森田　清三　　教　授　八木　哲也
教　授　瀬恒謙太郎

論　文　内　容　の　要　旨

本論文は、著者が株式会社富士通研究所　メディアデバイス研究部において行った“弾性表面波フィルタの高角形化と GHz 帯携帯電話用デュプレクサへの応用に関する研究”をまとめたもので、６章から構成されている。

第１章　序論

携帯電話用デュプレクサの中で、唯一未だ SAW デュプレクサが実現されていない北米エリアの 1.9 GHz 帯 PCS（personal communications service）用デュプレクサを取り上げ、現状の SAW（surface acoustic wave）技術では実現が困難であることを示すとともに、実現の課題を明らかにした。さらに、PCS 用 SAW デュプレクサ実現のための研究の現状を概観し、本研究の目的と課題を明らかにした。

第２章　SAW 励振効率の低減によるラダー型 SAW フィルタの急峻化

ラダー型 SAW フィルタの基本構成要素である SAW 共振器をモード結合理論により解析し、カットオフ特性を急峻にするための電極設計指針を明らかにした。この結果をもとに、間引き共振器、及び、位相反転共振器を提案し、これを用いたラダー型 SAW フィルタを試作・評価し、その有効性を示した。

第３章　斜め放射の抑制によるラダー型 SAW フィルタの低損失化

損失要因として LSAW（leaky surface acoustic wave）の斜め放射に着目し、SAW の導波モード解析により共振器の斜め放射を理論解析した。この結果をもとに、斜め放射を抑制できるナローフィンガー共振器を提案し、試作・評価により斜め放射の抑制効果を実証した。さらに、提案した共振器を適用したラダー型 SAW フィルタを試作・評価し、低損失のフィルタ特性が得られることを示した。

第４章　リアクタンス効果による DMS フィルタの急峻化及び低損失化

DMS（double mode SAW）フィルタの外部にリアクタンス素子を付加することで低周波側のカットオフ特性を急峻にできることを見出し、このリアクタンス効果の実現構造として、寄生リアクタンスを利用した外部リアクタンス素子不要構造を提案した。さらに、小型並列接続構造、バルク波放射抑制構造、斜め放射抑制構造を提案・適用し、DMS フィルタを低損失化した。以上の技術を用いて、PCS 用デュプレクサ Rx フィルタに適用可能な、高角形 DMS

フィルタを実現した。

第５章　高角形 SAW フィルタを用いた 1.9 GHz 帯 PCS 用デュプレクサの作製

第２章から第４章の研究で得られた高角形ラダー型 SAW フィルタ、及び、DMS フィルタをそれぞれ Tx、Rx フィルタとする、1.9 GHz 帯 PCS 用デュプレクサを設計・作製した。作製した PCS 用デュプレクサのフィルタ特性、温度特性、耐電力性を評価し、実用レベルの性能であることを示した。

第６章　結論

本研究で得られた結果を総括し、今後の課題を明らかにするとともに、将来展望について述べた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、著者が株式会社富士通研究所メディアデバイス研究部において行った、弾性表面波フィルタの高角形化と GHz 帯携帯電話用デュプレクサへの応用に関する研究の成果をまとめたもので、６章からなる。

第１章は序論であり、携帯電話用弾性表面波デバイスの問題点と関連研究分野の現状を概観し、本研究の目的と課題を明らかにしている。

第２章では、ラダー型弾性表面波フィルタの基本構成要素である共振器をモード結合理論で解析し、カットオフ特性を急峻にするための電極設計指針を明らかにし、その結果を基礎として間引き共振器や位相反転共振器を提案し、これを用いて試作したラダー型フィルタの特性を測定・評価してその有効性を示している。

第３章では、弾性表面波フィルタの損失要因として弾性表面波の斜め放射に着目し、弾性表面波導波モード解析で共振器の斜め放射特性を解明している。その知見をもとに、斜め放射を抑制できるナローフィンガー共振器を提案し、試作・評価により斜め放射の抑制効果を実証している。さらに提案を適用して試作されたラダー型フィルタの特性を測定・評価し、低損失なフィルタ特性が得られることを示している。

第４章では、２重モード弾性表面波フィルタへのリアクタンス素子付加がカットオフ特性急峻化に有効であることを見出し、寄生リアクタンスを利用して外部リアクタンスを不要とした実用的構造を提案している。さらに小型並列接続構造、バルク波放射抑制構造、斜め放射抑制構造を提案・適用し、フィルタの低損失化を図っている。この技術を用いて、GHz 帯携帯電話用デュプレクサに適用可能な高角形２重モード弾性表面波フィルタを実現している。

第５章では、第２章から第４章の研究で得られた高角形ラダー型フィルタおよび２重モードフィルタをそれぞれ送・受信フィルタとする 1.9 GHz 帯携帯電話用デュプレクサを設計し、作製したデュプレクサのフィルタ特性、温度特性、耐電力性を評価し、実用レベルの性能であることを示している。

第６章の結論では得られた成果を総括し、今後の課題と将来展望について述べている。

以上のように、本論文は、GHz 携帯電話用小型デュプレクサ実現のため、学術的に高度な解析・シミュレーション技術を駆使し、新規なアイデアを盛り込んだ綿密な最適設計により弾性表面波フィルタの高性能化を図り、厳しい性能要求を満たすデュプレクサの実現を達成したものであり、新世代携帯電話の重要な要素技術を構築したものと位置づけることができる。また弾性表面波フィルタの高性能化設計の知見と技術は、携帯電話用デュプレクサへの応用だけでなく広く各種信号処理用の弾性表面波デバイス全般の技術発展に重要な貢献をなすものであり、電気電子情報工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。