

氏名	中嶋康夫
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第1141号
学位授与の日付	昭和54年1月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	圧電セラミックフィルタとその応用に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 田中哲郎 教授 佐々木昭夫 教授 川端 昭

### 論文内容の要旨

本論文は  $\text{Pb}(\text{Mg}, \text{Nb})\text{O}_3$ ,  $\text{PbTiO}_3$  および  $\text{PbZrO}_3$  より成る三成分系圧電セラミックを用いた, HF 帯および VHF 帯用フィルタの製法ならびにその応用について述べたもので, 7章より成る。

第1章は序論で, 圧電セラミックフィルタに関する歴史的な展望と, 本研究の目的および意義について述べてある。

第2章では, エネルギー閉ぢ込め形フィルタを実現するための圧電磁器材料の所要性能を, ポアソン比に関する考察を中心に述べている。すなわちエネルギー閉ぢ込め法の適用に最小限必要なポアソン比の値と, 電気機械結合係数との関係を解析的に求め, 未分極状態のポアソン比が $\frac{1}{2}$ より大きい材料では, 分極の程度の如何に拘わらずエネルギー閉ぢ込め法が適用できることを示すとともに, 等価ポアソン比の実用的計算式を導出した。

第3章では, 電極をつけていない圧電磁器板の電氣的性能の測定法を述べている。すなわち研磨段階の圧電磁器板を一對の電極間に圧力支持して測定する方法で, 反共振周波数が支持圧力や電極面積の影響を受けず安定に測定されることを示し, 研磨加工工程の単純化を確立した。またこの方法によると, 厚み縦振動と厚みすべり振動の周波数応答が同時に検出出来るので, 等価ポアソン比も簡単に求まり, 材料評価も簡便になることを示した。

第4章では, 基本厚みすべり振動を用いた HF 帯フィルタについて述べている。厚みすべり振動フィルタには, 通過帯域付近に多数の不要振動が現われるのが常であるが, 圧電磁器板内に分極軸と同方向に2本のスリットを設けることにより, この不要振動が除去できることを示した。また高結合圧電磁器板を用いたこの種フィルタには, 高域側減衰域での減衰量が不足するという共通の問題があるが, 著者は電極部の分極量を周辺に分極量より少なくする方法により, 5 dB 程度の改善が見られることを述べている。

第5章では, 従来実現されていない VHF 帯圧電セラミックフィルタを完成するための研究結果について述べている。著者はホットプレスにより作った高密度微粒子圧電磁器板を用いるとこれが可能であることを示し, 基本厚み縦振動による 27 MHz と 57 MHz のフィルタを完成し, 優れた性能が得られること

を実証した。なお第3次厚み縦振動による  $\text{PbTiO}_3$  磁器の 41 MHz 狭帯域フィルタについても併せて述べてある。

第6章では、本研究による圧電セラミックフィルタの応用として、テレビ受像機への応用例を述べている。VHF 帯圧電セラミックフィルタ単体では、VIF フィルタの所要帯域幅およびトラップ減衰量が満足出来ないため、帯域幅に関しては、セラミックフィルタの共通接地端子と直列にコイルを接続する帯域拡張法で問題を解決し、トラップ減衰量の不足は、 $\text{PbTiO}_3$  系磁器の第3次厚み縦振動を利用した VHF 帯共振子で補足する方法をとっており、セラミックフィルタや共振子の利用が、テレビ受像機の部品点数および調整個所の削減に大きく寄与していることを示している。なお厚みすべり振動を用いた 4.5 MHz のフィルタが、高性能化をはかった SIF 回路に実用化され、同じ思想による共振子が FM 検波器や 4.5 MHz トラップ用として実用化されて、回路の小型化や無調整化に役立っていることを述べている。

第7章は結論で、本研究で得られた主な成果をまとめて述べている。

### 論文審査の結果の要旨

エネルギー閉ぢ込め法と多重モードを利用した圧電セラミックフィルタは、現在までに約 10 MHz 付近までのものが製作され実用化されているが、それ以上の周波数をもつ VHF 帯のフィルタを製作するには種々困難な問題があった。本論文の著者は、これらの問題を逐一解決することにより 57 MHz のセラミックフィルタを完成し、これをテレビ受像機のフィルタなどに実用化することに成功した。またフィルタの振動モードとしては、厚みすべり振動モードは通過帯域付近の不要波の除去が困難なため、その利用が困難とされていたが、著者はこの問題をも解決して、優れた特性をもつフィルタを実現しこれを実用化することに成功した。本研究により得られた主な成果は次のとおりである。

1) フィルタ用圧電磁器材料の諸特性のうち、エネルギー閉ぢ込め法の適用に最小限必要なポアソン比の値と電気機械結合係数との関係を数式的に明確にし、末分極状態でのポアソン比が  $\frac{1}{2}$  より大きい材料では、分極の度合いにかかわらずエネルギー閉ぢ込めが可能であることを明らかにした。

2) 研磨段階にある無電極磁器板の性能測定法として、一对の電極板間に圧力支持して測定を行う新しい測定法を開発し、この方法で反共振周波数が容易にしかも正確に測定出来ることを示し、研磨加工工程の単純化を行った。またこの方法によると、厚み縦振動および厚みすべり振動の二種類の共振応答が同時に得られることが分り、また反共振周波数だけでなく等価ポアソン比の値も簡単に測定出来ることを示した。

3) 厚みすべり振動モードを用いたフィルタには、その通過帯域付近に不要振動モードが現われるが、著者は圧電磁器板中に分極軸と同方向に2本のスリットを設け、その間にエネルギー閉ぢ込め理論に基づく電極を配置する構造を用いて、不要振動の僅少な優れたフィルタを実現することに成功した。また高域側減衰域での減衰量が不足する問題は、電極部の分極量のみを局部的に減少させることにより解決出来ることを示した。

4) VHF 帯のセラミックフィルタを実現するために、材料に要求される諸条件を検討し、ホットプレスした圧電磁器板の電氣的性能の板厚依存性を調べ、数  $10 \mu\text{m}$  の薄板でもフィルタ構成に十分な特性

が維持されていることを確認し、また結晶粒径が機械的Qの値に及ぼす影響を明らかにして、粒径の小さい磁器を用いると数 10 MHz のセラミックフィルタが可能であることを示し、独自の設計により 57 MHz のフィルタを試作して、その性能が実用条件を充分満足しうることを示した。

5) 本研究による圧電セラミックフィルタを、テレビ受像機をはじめ各種電子機器に実用化し、圧電セラミックフィルタの応用が電子回路の部品点数の削減と調整個所の低減に大きい寄与をすることを実証した。

これを要するに、本論文は圧電セラミックフィルタの可能性を追求することにより、その周波数範囲を VHF 帯へ著しく拡大するとともに、従来その応用が困難とされていた厚みすべりモードを用いたフィルタを完成して、セラミックフィルタの技術を進歩発展させたもので、学術上實際上貢献するところが少ない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。