OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	衛星放送受信用低雑音ダウンコンバーターに関する研究
Author(s)	内海, 要三
Citation	大阪大学, 1984, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/748
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	内海要三
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 6359 号
学位授与の日付	昭和59年3月16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	衛星放送受信用低雑音ダウンコンバーターに関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 藤澤 和男 (副査) 教授 難波 進 教授 末田 正 教授 浜川 圭弘 教授 山本 錠彦

論文内容の要旨

本研究は，衛星放送用受信機開発の経緯の中で，一貫して低雑音で低廉な家庭用受信機の実用化を目指し，特にそのフロントエンドとして用いられる低雑音ダウンコンバーターの実現を目的として行われた。

本論文では，まずショットキー・ミキサーダイオードを用いた低雑音ダウンコンバーターの雑音解析を行い，次に具体的なダウンコンバーターを構成するのに用いる立体平面回路とローカル阻止用フィルター用の誘電体共振器の設計のために，リッジガイドモードの変分法解析および誘電体共振器の共振周波数決定のための変分法解析を行っている。そしてこれ等の結果を用い，12 GHz 帯および22 GHz 帯における衛星放送受信用低雑音ダウンコンバーターの解析，設計，試作を行い，さらに得られた特性について実験的検証を加えている。

ダウンコンバーターの雑音解析においては，ショットキーミキサーダイオードのショットキー接合部の非線形コンダクタンスgと非線形接合容量C_jを分離した等価回路を用いて，イメージ端子に任意のインピーダンスを負荷したダウンコンバーターの入出力アドミタンス，および変換損失と雑音指数を求めている。その結果，イメージインピーダンスを短絡に選ぶのが低雑音設計に適することを定量的に示している。

また，ミキサー部を構成する立体平面回路の設計については，リッジ導波管を伝搬するTE，TMの高次モードまで含めて，その固有値，電磁界の正規モード表示と電界のフィールドプロフィールを，また基本モードについては管内波長と特性インピーダンスを求め，リッジ導波管の基本的設計資料としている。

さらにローカル阻止フィルターの設計については，それに用いる誘電体共振器の共振周波数を変分法

で精度良く求め，設計の基礎資料としている。

12 GHz 帯のダウンコンバーターの解析，設計は，信号，ＩＦ，イメージ周波数帯における各回路エレメントの等価回路定数の周波数特性およびミキサー部とＩＦ増幅器の間の非整合の影響を考慮した状態で進められている。即ちここで用いた解析は，回路損失が考慮されてないことを除けば，ほぼ現実のダウンコンバーターの特性を推定し得るものである。そして１１.７～１２.２GHz の信号周波数帯，0.96～1.46 GHz のＩＦ周波数帯において，雑音指数の実験値として3.3～3.7 dB が得られ，本解析による理論値 3.2～3.6 dB と良い一致をみたことを示している。

また，22 GHz 帯のダウンコンバーターは，将来の高品位ＴＶ放送受信を目的に開発したもので，ここで行った解析の特長は，高周波化にともない無視できなくなった回路損失を考慮した状態で，種々の雑音発生要因のふるまいを理論的に解明したことにある。さらに，雑音指数を最小にするために，ミキサーダイオードの直列拡散抵抗 R_S と非線形接合容量 C_j の最適化を行い，準ミリ波領域でのミキサーダイオードの開発方向を明示している。そして試作ダウンコンバーターの特性として，22.5～23.0 GHz の信号周波数帯，3.7～4.2 GHz のＩＦ周波数帯において，雑音指数の実験値として4.9～5.2 dB が得られている。

本研究により，ショットキーミキサーダイオードと立体平面回路を用いた衛星放送受信用低雑音ダウンコンバーターの設計理論が確立された。そして１９８４年１月に予定されている放送衛星 BS−２ａの打上げにより開幕される本格的な衛星放送時代における，高性能で低廉な家庭用衛星放送受信機の実用化という目的が達成されることになろう。

さらに本研究は，高品位ＴＶ等将来予定されている準ミリ波帯における，家庭用低雑音受信機開発の基礎となろう。

論文の審査結果の要旨

衛星放送の家庭用受信機の構成は，屋外ユニットにて衛星から送られて来るビデオ信号を乗せた１２GHz 帯あるいは 22 GHz 帯の信号波を局部発振波と混合させて低いマイクロ波帯の第１中間周波にダウンコンバートし，これをビデオ信号再生の室内ユニットに送る仕組みになっている。本論文はこれに用いる低雑音のダウンコンバーターの研究成果をまとめたものである。

低雑音のダウンコンバーターとしては，ショットキーダイオード・ミキサーを用い，それについて一般的な雑音解析を行っている。すなわち，ショットキーダイオードの等価回路として接合の非線形コンダクタンスと非線形容量とを分離した回路を考え，イメージ周波端子に任意のインピーダンスを接続した条件の下に，ミキサーの変換損失と雑音指数を求めている。その結果，従来の定説を覆して，雑音指数を最小にする条件はイメージ周波端子に短絡インピーダンスを接続することであることを明らかにした。

ミキサーマウントは，方形導波管のＥ面に挿入される立体平面回路で構成されるが，本論文ではそれに必要な設計の基礎資料を求めるため，リッジ導波管の伝送モードの詳細な解析を行っている。また，局

部発振波の阻止フィルターを設計するため，誘電体共振器の共振周波数を変分法で精度良く求めている。

このようなミキサーの雑音解析と立体平面回路の解析に基いて，12 GHz 帯および22 GHz 帯のダウンコンバーターを設計・試作して良好な結果を得た。すなわち，11.7～12.2 GHz の信号周波帯で雑音指数 3.3～3.7 dB，22.5～23.0 GHz の信号周波帯で雑音指数 4.9～5.2 dB の良好な実験値を得た。12 CHz 帯での理論値は実験値と比べて 0.1 dB だけ低い値を示すにとどまり，本論文の雑音解析結果が非常に有効であることが分った。

このように本研究は世界に先がけて衛星放送受信用の低雑音ダウンコンバーターの研究開発に成功したもので，その成果は通信工学に新しい知見をもたらすと共に，衛星放送実現に貢献した所大きく学位論文として価値あるものと認める。