

修士論文の和文要旨

研究科・専攻	大学院 電気通信学研究科 情報通信工学専攻 博士前期課程		
氏名	川添 浩司	学籍番号	0830023
論文題目	高効率線形送信法におけるPWM包絡線発生法の研究		
要旨	<p>OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)に代表される線形変調方式は、送信装置に高い線形性を要求するが、通常の線形増幅器は電力効率が低い。そこで、高い電力効率と線形性を併せ持つ包絡線パルス幅変調 (EPWM) 送信法が検討されている。EPWM 送信法では、まず搬送波を複素包絡線の位相のみで変調した位相変調波を発生させ、次に複素包絡線の振幅を Δ-Σ 変調器に入力して包絡線振幅に比例したデューティ比を持つ PWM 信号を生成し、その出力によって飽和増幅器に入力される位相変調信号をパルス(ON-OFF)変調する。これによって入力信号は振幅がゼロまたは一定値になるので、増幅器のひずみに対する条件を緩和でき、さらに増幅器を常時飽和動作させる事が出来るので、線形性を保ったままで高い電力効率を得る事ができる。しかしながら、信号の包絡線を Δ-Σ 変調すると量子化雑音が発生し、PWM 信号にこれが加算され、出力された変調波にも変調誤差の発生や隣接チャンネルへの干渉の原因となる。そのため、EPWM 送信法では Δ-Σ 変調器から発生する量子化雑音の低減が課題となっている。</p> <p>本研究では、2つのアプローチで量子化雑音の低減を目指した。その一つは Δ-Σ 変調器の構成の変更、もうひとつは包絡線ピーク抑圧法の適用である。EPWM 送信機に用いる Δ-Σ 変調器として従来1次の Δ-Σ 変調器が検討されているが、これに零点を有する2次の Δ-Σ 変調器を用いることを提案し、送信した EPWM 出力信号に重畳される量子化雑音の理論的な解析とシミュレーションを行った。次に、包絡線ピーク抑圧法の1つである Clipping & Filtering(C&F)を EPWM 送信機に適用し、入力信号のピーク電力対平均電力比 (PAPR) を下げることで量子化雑音の影響を軽減することを提案し、この時の EPWM 出力信号の雑音特性の改善度の評価を行った。これらの評価における入力信号としては、IEEE 802.11a OFDM 信号を対象とした。</p> <p>この結果、まず零点を有する2次の Δ-Σ 変調器を EPWM 送信機に用いた場合、信号帯域内の量子化雑音電力と隣接帯域の量子化雑音電力を最小にする零点の周波数 f_0 がそれぞれ存在することを明らかにした。この両方を考慮してパラメータを設定した結果、規格化された零点の周波数 f_0/f_{sys} が1のとき十分雑音電力を抑えられることが明らかになった。さらにシミュレーションによって理論解析の結果を確認すると共に、1次の Δ-Σ 変調器に比べて量子化雑音を隣接チャンネル帯域漏えい電力評価で1.7dB抑えられることを明らかにした。</p> <p>次に、EPWM 送信機に C & F を適用した場合の EPWM 出力の OFDM 送信スペクトルをシミュレーションによって評価した。この結果、規格化量子化ステップ幅 Δ/σ を3以下に設定することで、量子化雑音を隣接チャンネルで1~2dB、次隣接チャンネルで1~3dB低減できることを確認した。ただし C&F を適用するとクリップひずみが生じ、変調精度が劣化する。変調精度を定量的に評価するため、送信された信号のベクトル変調誤差(EVM)を算出した。クリッピング振幅閾値と LPF の片側遮断周波数を適切に選択することで、EVM の値は6%程度に抑えられることを示した。</p>		