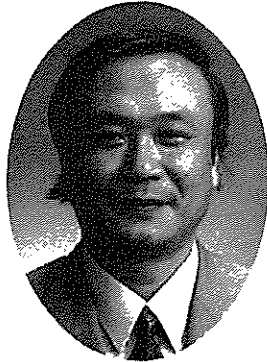
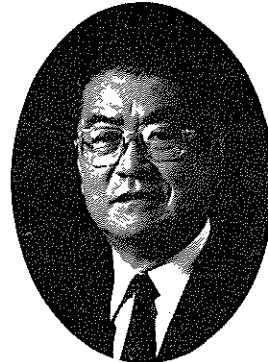


超高信頼性スペクトラム拡散無線通信モデム

研究者 坪内和夫 東北大学電気通信研究所 教授
開発企業 石坪一三 クラリオン株式会社 代表取締役社長
(推薦者 大見忠弘 東北大学工学部電子工学科 教授)



坪内和夫氏



石坪一三氏

1. 技術の背景

従来、信号が相対的に外来の雑音レベルより小さければ復調できないという問題が一般に知られている。そこで、雑音に埋もれた信号に対して特定の復元する方法を講じることにより、雑音の影響を受けず遠距離でも確実に信号を伝送できる通信方式としてスペクトラム拡散通信 (Spread Spectrum Communication、以下、SS通信という) が考案された(図1参照)。この通信方式は、送信側でデジタル信号を擬似雑音符号 (Pseudo Noise Code、以下、PN符号という) と呼ばれる信号により特徴付け (注1参照) を行い、受信側でこの特徴が一致する (相関関係を持つ) 信号のみを受信信号から取り出すものである (図2参照)。

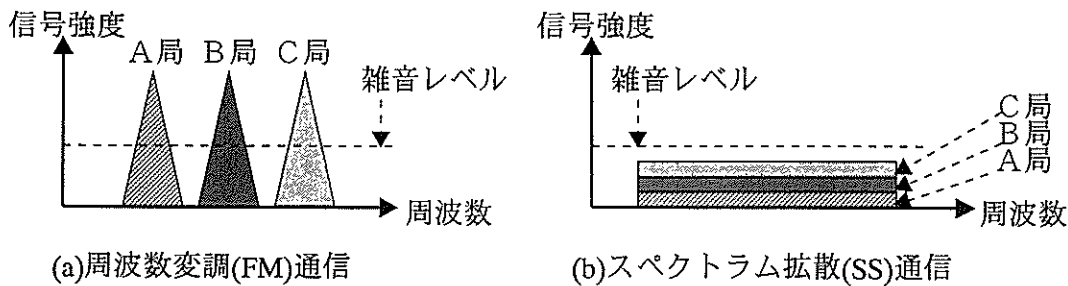


図1 通信方式の概念図

この通信方式は、他の信号や雑音希望信号より強くとも、特徴が一致しなければ影響を受けず、特徴付けされたPN符号が解読されない限り信号を取り出すことができな
いたため、秘匿性が高く、また、信号の区別が出来るよう異なるPN符号を使用すると、
同一周波数での多重通信が可能になる。そのため、移動体向けの次世代通信方式として
普及が期待されている。しかしながら、受信側での雑音に埋もれた信号の頭を見つけ出
す（同期をとる）ことが困難であるため、本通信方式の実現に当たって、種々のPN符
号に対して変更が可能で、簡単に同期をとり、相関関係を検出することが出来るプログ
ラムブル相関検出器（以下、相関器という）の開発が望まれていた。

（注1）特徴付けの手段は複数あり、図2のように一次変調出力にPN符号を直接掛け
あわせて二次変調を行う変調方式を直接拡散変調(Direct Sequence Modulation、
DS変調)といい、本SS通信無線モデムはDS変調により特徴付けを行っている。

2. 技術の概要

本技術は、弾性表面波素子を用いることにより、同期をとらずに相関関係の出力を得
る弾性表面波相関器と当該素子を用いた小型スペクトラム拡散無線通信モデムに関する
ものである。通常電子回路で相関器を実現しようとする、同期をとるまでに長時間
を必要とし、高速データ通信には不向きであったため、実用化できずにいた。一方、固
体の表面を伝播する音波である弾性表面波（以下、SAWという）は、伝播速度が数
km/sと電磁波に比べ約 10^{-5} 程度小さく、波の発生、検出、制御を固体表面上でできるこ
とから、既に、テレビ用中間フィルタとして実用化されている。また、SS通信が考案
された頃からSAW素子を用いた相関器（SAWコンボルバ）の検討が行われていた。こ
れは、SAWコンボルバに2つの信号を入力すると、それらはSAW伝播部の非線形性
により掛け合わされ、さらにゲート電極によって積分されて両者のコンボリュ
ーション（畳み込み積分）の形の信号になり、受信信号とPN符号の時間反転信号が一致すると

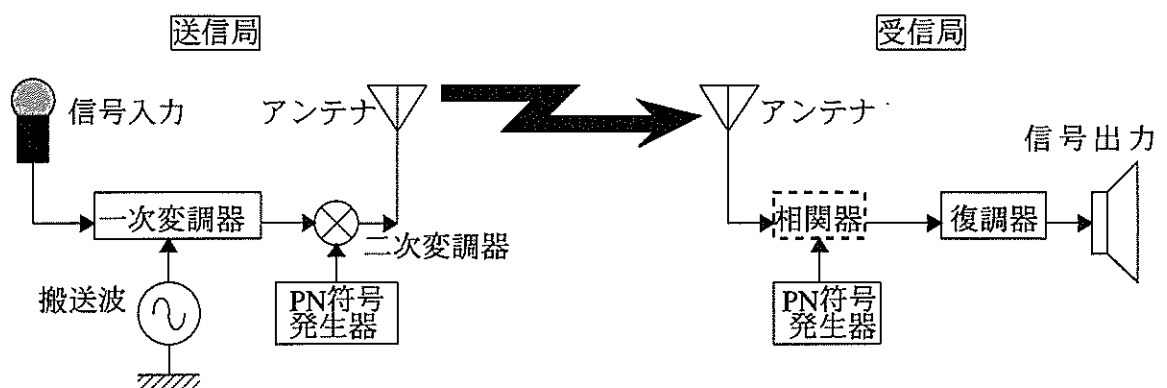


図2 スペクトラム拡散通信のシステム構成

ゲート電極より信号が出力される素子である。しかし、通常利用されているLiNbO₃などの圧電体構造のSAWコンボルバは、効率が低く入力に大きな電力を必要とするため、実用化までに至らなかった。本研究者らは、SAWコンボルバはSS通信の普及の鍵を握るデバイスとの視点から、SAWコンボルバに用いる構造の検討を行い、圧電膜/半導体 (ZnO/Si) 構造のSAWコンボルバを考案し、このSAWコンボルバを用いてSS通信モデムを完成させた。

本技術は、以下の重要な技術的課題を解決したことにより完成したものである。

- ① 圧電膜/半導体 (ZnO/Si) 構造のSAWコンボルバについて研究を行い、通常用いられている圧電体 (LiNbO₃) 構造のSAWコンボルバに比べ効率が高いことを見出し、SS通信用にSAWコンボルバを実現した (図3参照)。
- ② 本SAWコンボルバは、左右の入力信号の周波数が一定以上の差を持つと、ゲート出力から信号が出力されないという周波数差を判別する能力を持つことから、SS通信方式 (DS変調) をもとにしたPN符号による多重化と、中心周波数を少しずつ変化させる (Frequency Shift) 周波数多重化を組み合わせた、より多量の情報を伝送できるDS/FS方式と呼ぶ新しい通信方式を考案した。

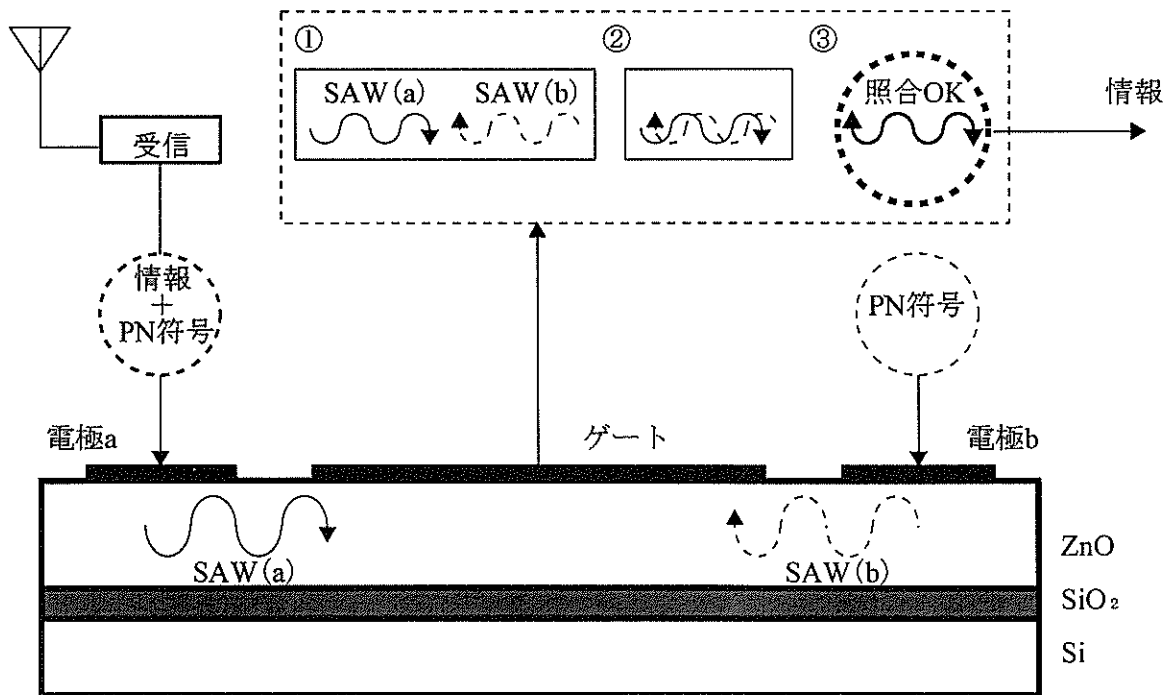


図3 SAWコンボルバの構造と動作原理

3. 効果

本SAWコンボルバは、実用レベルのプログラマブル共振器として世界初の製品である。また、製品化された2.4GHz帯SS通信無線モデムは1.5kg、その心臓部となるSS通信無線ユニットは350gと非常に小型軽量であり、到達可能距離1km以上の高信頼無線通信が可能である。本SS無線通信モデムは、生産ライン、無人倉庫、自律ロボットなどの雑音の多い工場における無線制御、オーダーエントリシステムやスーパーマーケットでのPOSレジスタ（注2参照）などの秘匿性の要求される流通産業の販売省力化などの分野で着実に売り上げを伸ばしている。しかも、高度情報化社会を担う次世代の無線通信方式として、確実性を要求される自動車の遠隔・自動操作、多重化・秘匿性が要求される構内無線LANなどの各種無線通信での応用が検討されており、今後も、より幅広い適用が期待され、情報ネットワーク化、マルチメディア化の推進に大きく寄与するものと考えられる。

（注2）販売時点情報管理システム（Point Of Sale system）で用いられる、売り上げ情報を収集・伝送する機能を持つレジスタ

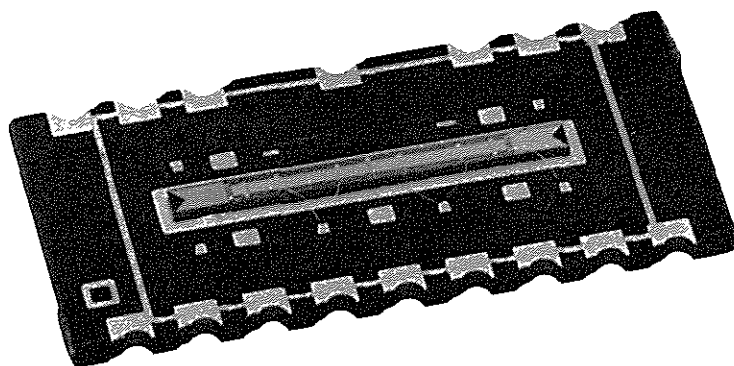


写真1 SAWコンボルバ



写真2 SS通信無線モデム