

# 干渉波抑圧用可変帯域除去フィルタの過渡状態における SNR 評価

73008062 工藤 義顕

## 1. はじめに

近年、周波数枯渇問題の解決策としてコグニティブ無線が注目されている。コグニティブ無線とは、既存利用者（プライマリユーザ）が割り当てられている帯域を使用していない時間に、新規利用者（セカンダリユーザ）がその帯域を一時的に使用する自立分散システムである。

コグニティブ無線は空きスペクトルの検出を行うため広帯域性のある干渉波除去フィルタが必要になってくる。現在一般の受信機では干渉波を取り除くためにおもに SAW フィルタ（表面弾性波フィルタ）が用いられているが SAW フィルタは圧電体などを用い特定の周波数帯域の電気信号を取り出す素子であり広帯域性に欠ける。そこで受信 RF 信号を二つの経路に分け、一方をそのまま LNA（低雑音増幅器）へもう一方をダウンコンバージョン後にベースバンドでフィルタリングしてアップコンバージョンすることで干渉波のみを抽出し、この抽出した干渉波を LNA を通った受信 RF 信号から差し引くことにより干渉波を除去する可変帯域除去フィルタが報告されている [1]。

しかし、問題点としてバースト的な干渉波が入力した場合、干渉波包絡線に対する過渡応答により、干渉波の帯域が瞬時的に広がり、所望波に重畳することがあげられる（図 2）。そこで本稿では、このバースト状の干渉波の所望波への重畳による SNR (Signal Noise Rate: 雑音に対する信号の比) の変化をシミュレーションにより定量的に評価する。

## 2. 評価概要

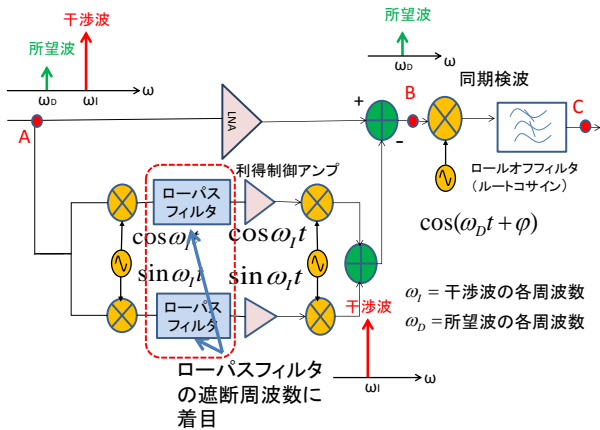


図 1 可変帯域除去フィルタ

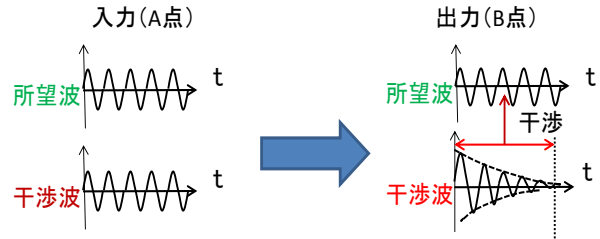


図 2 バースト的な干渉波が生じた場合  
過渡状態の時間が長くなる

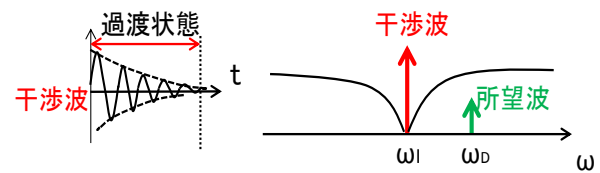


図 3 ローパスフィルタの遮断周波数が小さい場合  
フィルタの振幅特性が減衰する

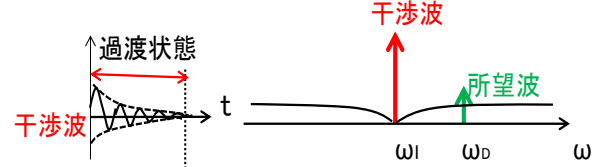


図 4 ローパスフィルタの遮断周波数が大きい場合

### 2.1 目的

可変帯域除去フィルタを図 1 に示す。この回路は、ローパスフィルタの遮断周波数が小さいと過渡状態の時間が長くなり、逆にローパスフィルタの遮断周波数が大きいとフィルタの振幅特性が減衰し希望波の減衰量が増加する。（それぞれの場合について図 3, 4 に示す）従ってともに SNR が劣化することになる。そこで、干渉波の影響を少なくするために可変帯域除去フィルタの過渡状態における SNR を評価することで SNR を最も高くするローパスフィルタの遮断周波数が存在することを示す。

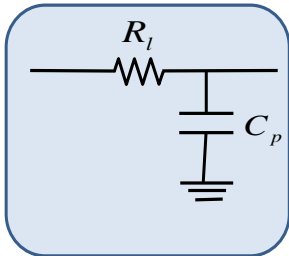
### 2.2 評価方法

所望波が定常状態で送信されているときに干渉波が生じたとし、最も干渉波の影響が大きい干渉波発生直後の第一シンボルにおいて、フィルタリング経路のローパスフィルタの遮断周波数を変化させることによる同期検波出力における SNR の変化を回路シミュレーションを用いて評価する。

### 3. シミュレーション

#### 3.1 シミュレーション概要

ローパスフィルタを図5に示す積分回路で構成しキャパシタンス  $C_p$  をパラメータとして遮断周波数を変化させ、SNRは式(1)より算出する。また、所望波と干渉波はともに無変調搬送波（正弦波）とする。



$$R_l = 50\Omega$$

図5 ローパスフィルタ

$$SNR = \frac{S \times T_{sym}}{N \times T_{sym}} = \frac{E_{sym}}{N_{sym}} \quad (1)$$

$T_{sym}$  : 1シンボルの時間

$E_{sym}$  : 1シンボルの所望波のエネルギー

$N_{sym}$  : 1シンボルの干渉波のエネルギー

#### 3.2 シミュレーション諸元

表1~2にシミュレーションの諸元を示す。

表1 入力諸元

入力	干渉波	所望波
電力	0dBm	-90dBm
周波数	1GHz	0.99GHz

表2 可変帯域除去フィルタの諸元

LNA利得	20dB	シンボルレート	1Msymbol/s
利得制御アンプの利得	38.062dB	ロールオフファクタ	0.5

#### 4 シミュレーション結果

図1のA, B, C点における所望波をそれぞれ  $x_D$ ,  $y_D$ ,  $u_D$  同じく干渉波をそれぞれ  $x_I$ ,  $y_I$ ,  $u_I$  とする。それぞれの波形を図6に示す。可変帯域除去フィルタの過渡応答によりB点, C点にもれが発生することがわかる。

ローパスフィルタの遮断周波数を変えたときの同期検波出力におけるSNRを図7に示す。SNRは18MHzで最

大となっておりSNRを最大とするローパスフィルタの遮断周波数が存在することが分かる。

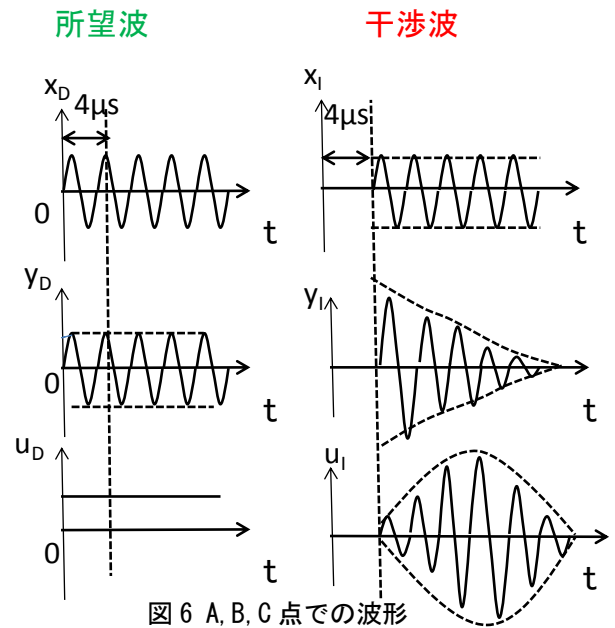


図6 A, B, C点での波形

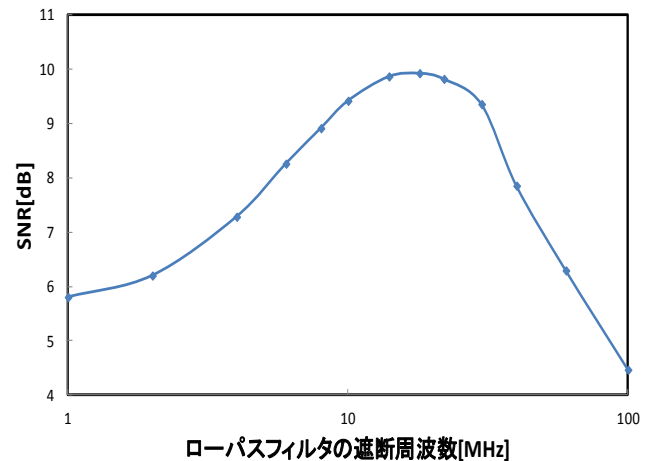


図7 ローパスフィルタの遮断周波数とSNRの関係

#### 5 まとめ

可変帯域除去フィルタにおいてパースト的な干渉波の影響を少なくするためローパスフィルタの遮断周波数を変化させSNRを評価した。

その結果として、回路シミュレーションにより可変帯域除去フィルタにおいてSNRを最大とするローパスフィルタの遮断周波数が存在することが示された。

#### 参考文献

- [1] A. safarian et al., IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 57, no. 5, May 2009.