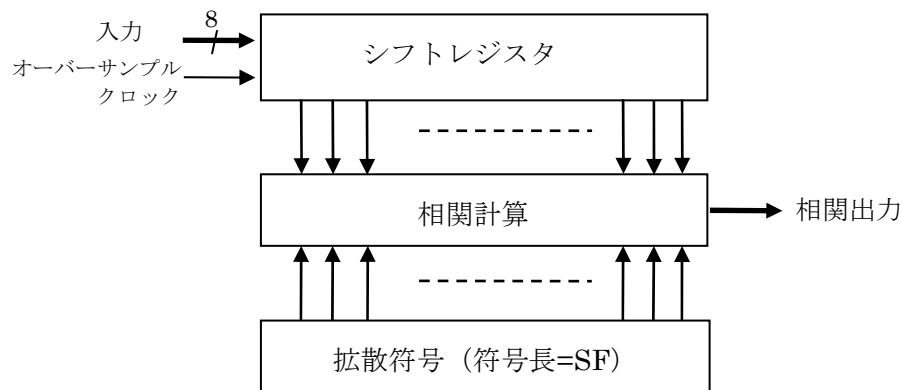


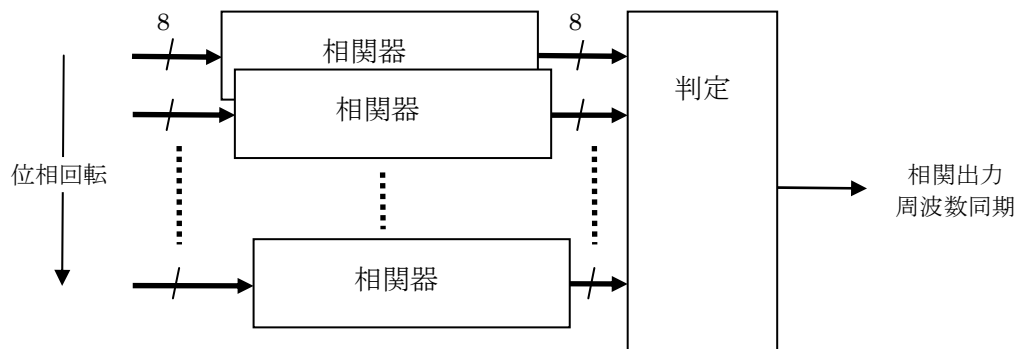
逆拡散回路の基本となるのが相関器である。下図は相関器の基本構成を示したもので、復調出力を A/D 変換した値がチップレートの整数倍でオーバーサンプリングされてシフトされ、拡散符号ビット数のシフト出力データが拡散符号と相関計算されて、相関出力として出力される。送信側との拡散符号のビット同期が取れてない状態ではビットタイミングを検出するためにオーバーサンプリングを行うこととなる。

#### 相関器の基本構成



この相関器の基本構成で使用する回路の大部分を占めるのがシフトレジスタの部分で、レジスタの数は入力データビット幅×拡散符号長×オーバーサンプリング数になる。データ幅=8 ビット、SF=256、オーバーサンプル数=4 とすれば、8192 となる。直交復調を行うので、I,Q の 2 系統となるので更にその 2 倍の 16384 となる。

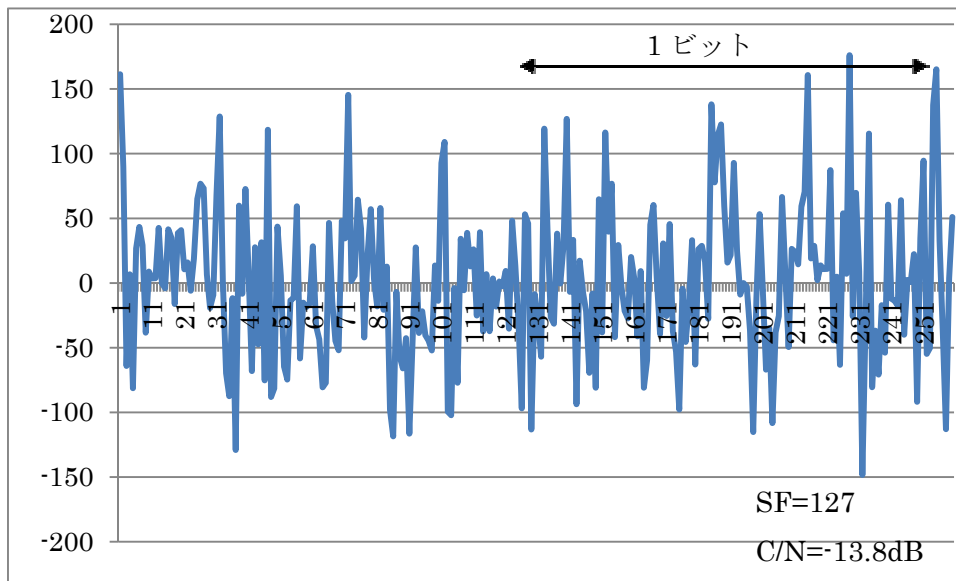
送信周波数と受信周波数の周波数同期が取れていない場合、周波数の検出を行うため、復調位相を回転させた出力を用いて相関検出を行い、最も大きな相関出力が得られる位相回転で周波数同期を行う。下図はその概略ブロックを示したもので、周波数を  $\Delta f$  ずつシフトした位相回転を復調出力データをそれぞれ相関器に入力して最大の相関出力が得られる位相シフトを検出する。



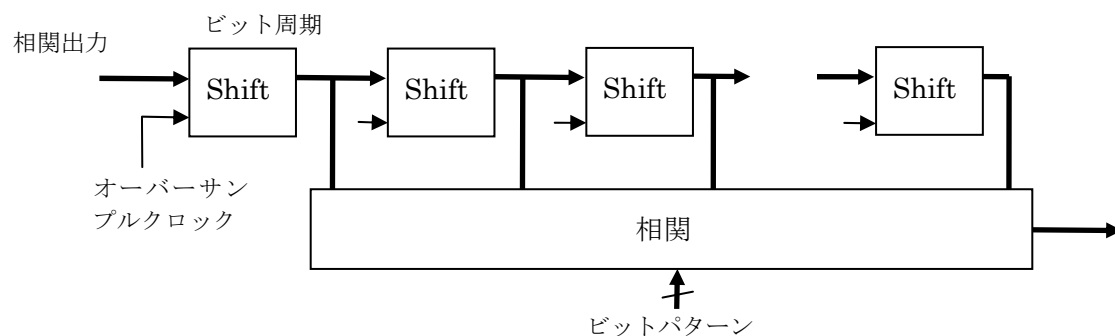
$\Delta f$  を 0.1ppm の周波数誤差とすれば、システムの許容周波数精度  $\pm 3\text{ppm}$  で 60 回路、 $\pm 20\text{ppm}$  で 400 回路の相関器が必要となる。レジスタ数で見積もると以下の表のようになる。

システム周波数精度	相関器総レジスタ数	備考
$\pm 3 \text{ ppm}$	983040	SF=256、4 倍オーバーサンプル
$\pm 20 \text{ ppm}$	6553600	

相関検出を行った場合、相関ピークが発生したタイミングがビットタイミングとなる。しかしながら信号対雑音比が低い領域では、下図に示すように、目的とする信号による相関ピーク以外に沢山のピークが発生し、本来のビットタイミングの判定が難しくなる。



図のような相関検出波形では、どのタイミングが目的とする信号のビットタイミングか判定できず、同様に周波数同期も取ることができない。そのため、ビットタイミング検出は複数のビット長のわたってビット符号の相関検出を行う必要がある。下図はその構成を示したもので、相関出力をビット数（実際には拡散率 $\times$ オーバーサンプル数 $\times$ ビット数）にわたってシフトする必要があるため、レジスタの数は先に求めた値の更にビット数倍になる。



レジスタ数の見積りは下の表のようになる。

システム周波数精度	相関ビット数	相関器総レジスタ数
$\pm 3$ ppm	4 ビット	3932160
	8 ビット	7864320
$\pm 20$ ppm	4 ビット	26214400
	8 ビット	52428800

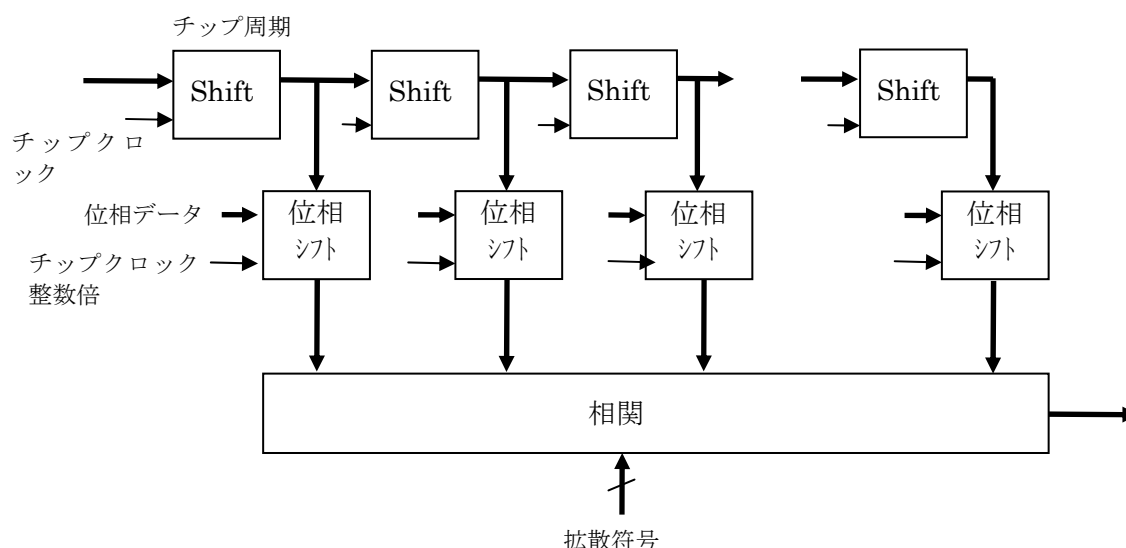
以上の結果から、回路規模は膨大なものになってしまう。

そのため、何らかの回路規模削減の工夫が必要となる。

先にも述べたように、たとえ相関検出できたとしてもビット同期が取れてなければデータを再生することができない。先に見積もった回路規模が大きくなる要因は複数ビットにわたる相関検出にある。ビット同期を取るためには周波数同期も取れてなければならない、逆に周波数同期を取るためにはビット同期が取れていなければならないため、ビット同期と周波数同期は同時に行われることになる。この2つの同期回路の規模を削減することが重要となる。

同期用相関検出回路として回路規模を削減するためオーバーサンプリングを1とし、周波数誤差の分割ステップ $\Delta f$ を0.2ppmとした粗い精度で同期検出をまず行う方法が考えられる。精度が粗いため劣化は生じるが、ビット相関を取ることで見掛け上のプロセスゲインが加算されることになるため劣化分を補うことが可能と考えられる。これによって先に見積もった回路規模を1/8にすることができる。

更に、位相シフトをチップ周期の間に高速で繰り返し行って、相関結果のみを保持することで回路規模削減ができると考えられる。



位相シフトを行うクロックは、システム周波数精度の範囲が理想だが、使用可能なクロック周波数上限見合いで決定する必要がある。

以上