

$\pi/4$ シフトQPSK変調とASK変調が切り替え可能な送信機的设计

第4章

—— ナイキスト・フィルタを共通化して回路規模を削減

横山明久

ここでは、ソフトウェア無線機の送信機的设计について解説する。対象とする変調方式は、 $\pi/4$ シフトQPSK (quadrature phase shift keying) 変調とASK (amplitude shift keying) 変調である。ここで紹介する設計では、変調方式選択信号を導入したり、回路規模が大きいナイキスト・フィルタを共通化するなどのくふうを施している。なお、本記事で紹介した設計データは、本誌2005年1月号の付属FPGA基板上で動作させることができる。(編集部)

ここでは、 $\pi/4$ シフトQPSK変調方式とASK変調方式

を切り替えて送信できる送信機を作成します。このような変調方式は、実際に携帯電話や高度道路交通システム用のDSRC (dedicated short range communication; 専用狭域通信) システムなどに用いられています。

今回、回路設計にはHDL (hardware description language) を用いました。シミュレーション記述と呼ばれるテスト信号生成処理プログラム (テストベンチ) を作成して、HDLシミュレータ上で動作検証を行いました。HDLシミュレータとして、ここでは米国Mentor Graphics社の「ModelSim XE」^{注1}を用いています。

回路記述言語についてはVerilog HDLとVHDLの両方で設計を行いました。ブロック構成や入出力名、ブロック間信号といった記述を共通化させることで、Verilog HDLとVHDLを対比できるようにしています。誌面上ではVerilog

注1: 本誌付属のDVD-ROMに収録されているISE Foundationの評価版はModelSim XE (無償利用可能) を含んでいる。また、ModelSim XEは、以下のサイトよりダウンロードすることも可能。http://www.xilinx.co.jp/webpack/

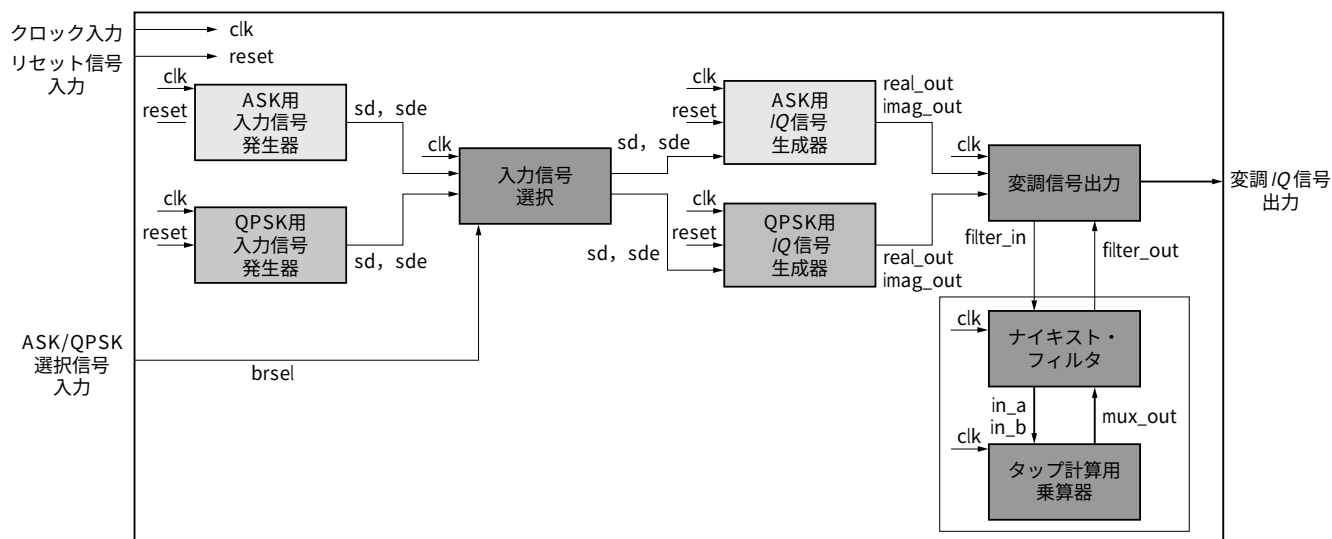
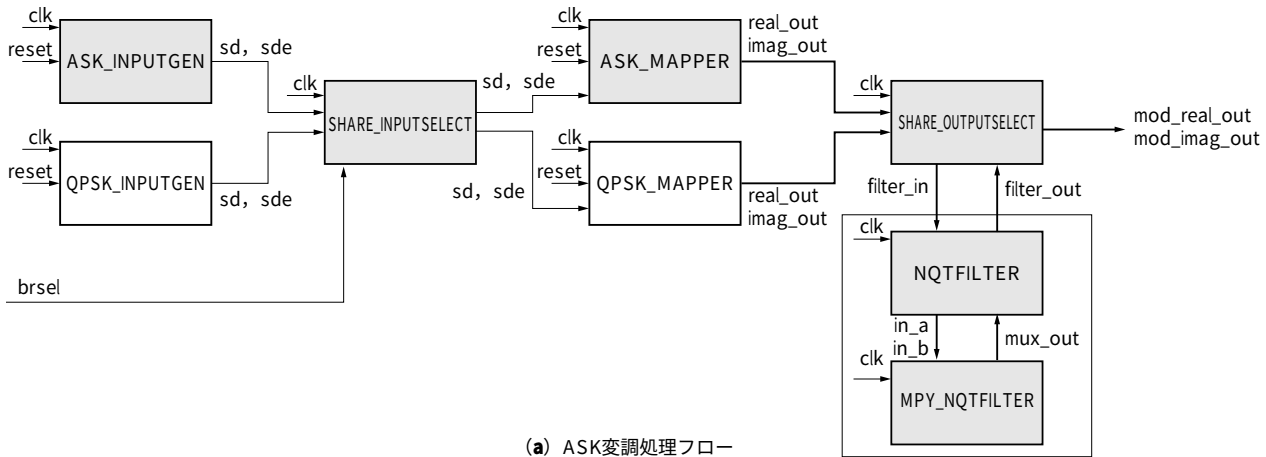


図1 変調信号生成処理の全体システム

ASK変調で利用するブロックを□で、 $\pi/4$ シフトQPSK変調で利用するブロックを■で、共有しているブロックを◻で示している。変調方式の切り替えは、入力信号選択部に変調方式切り替え信号を入力させることで実現した。入力信号選択部、変調信号出力部、ナイキスト・フィルタ部が両変調方式で共用されていることがわかる。



(a) ASK変調処理フロー

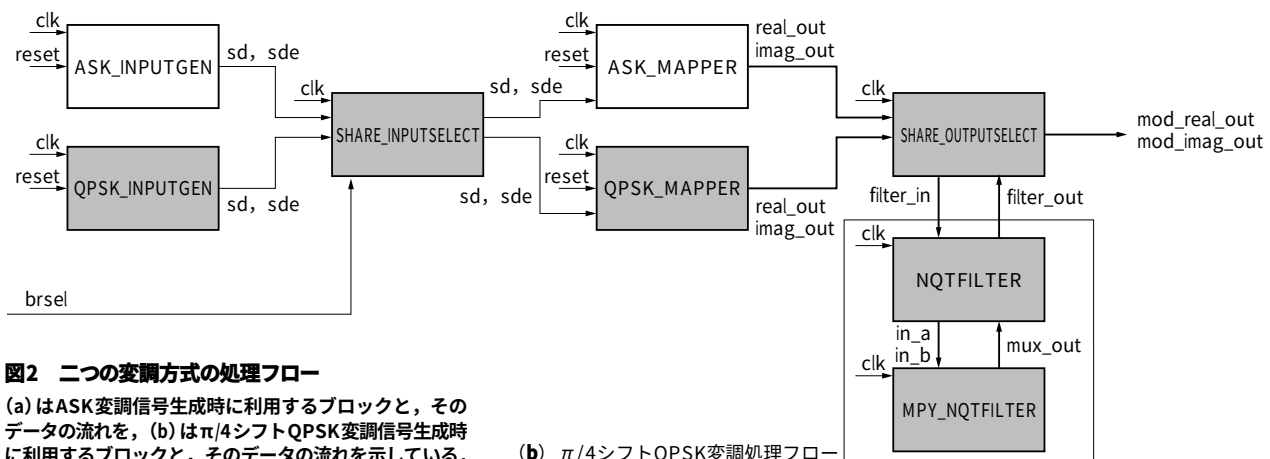
(b) $\pi/4$ シフトQPSK変調処理フロー

図2 二つの変調方式の処理フロー

(a) はASK変調信号生成時に利用するブロックと、そのデータの流れを、(b) は $\pi/4$ シフトQPSK変調信号生成時に利用するブロックと、そのデータの流れを示している。

HDLの記述しか紹介しませんが、本誌付属のDVD-ROMにはVHDLの記述も収録されています。HDLを勉強中の方は、それぞれの記述を見比べてみてください。

また、QPSK変調方式を利用した送信機の作成(本特集第3章)のところで動作を確認したPN(pseudo noise)符号器やフィルタ処理ブロックは、そのまま利用することになります。 $\pi/4$ シフトQPSK変調信号生成のための修正、およびASK変調信号生成処理部の追加を行います。さらに、これらを切り替えて動作させるための信号選択部も追加します。

● 選択信号を用いて二つの変調信号出力を制御する

変調信号生成処理部の全体のシステム構成を図1に示します。特徴は以下のとおりです。

- ASK変調と $\pi/4$ シフトQPSK変調を変調方式切り替え信号(brsel信号)によって選択
- ナイキスト・フィルタ・ブロックを共用化

ASK変調と $\pi/4$ シフトQPSK変調の切り替えは、次のよ

うにして実現します。

まず、入力信号選択部では、brsel信号によってASK変調、 $\pi/4$ シフトQPSK変調のどちらのIQ信号生成器から信号を出力するのかが決めます。そして、そこで選択されたIQ信号生成器にのみイネーブル信号を供給します。選択されたIQ信号生成器の出力は、変調信号出力部で合算され、ナイキスト・フィルタを通した後、変調信号として出力されます。ここで、ナイキスト・フィルタは変調方式間で共用化し、I信号(real_out)とQ信号(imag_out)のそれぞれに対して一つだけ、合計二つを用意することになりました。

ASK変調と $\pi/4$ シフトQPSK変調のそれぞれの処理フローを図2に示します。ASK用または $\pi/4$ シフトQPSK用に専用の信号発生器(ASK_INPUTGEN, QPSK_INPUTGEN)を備えます。IQ信号を生成し、brsel信号によって切り替えを行い(SHARE_INPUTSELECT)、選択されたIQ信号生成器(ASK_MAPPER, QPSK_MAPPER)でIQ平面上の