

第5章 入門FPGA評価ボードDE0とMicroBoardで試せる！

SDメモリーカードをつなげて
FPGAでお手軽ストレージ

横溝 憲治 Kenji Yokomizo

高速大容量ストレージとしてはSATA接続のハード・ディスクが有効ですが、そこまでの容量は必要としない用途も多いでしょう。容量は数百Mバイト程度でかまわないので、より手軽に接続制御できるストレージとして、デジタルカメラなどでおなじみのSDカードがあります。ここではOpenCoresで公開されているSPI通信を使ったSDメモリーカード用IPコアを使って、FPGAからSDメモリーカードへのアクセス方法を紹介します。

1. SDカードの基礎知識

● 使用するのはSD規格のカード

SDメモリーカードは、カードの容量の増大に合わせてSD、SDHC、SDXCと規格が用意されてきました。アクセス方法は規格によって少し違ってきます。今回の利用するIPコアはSD規格が対象で、SDHCとSDXC規格のカードは対象外になります。

SDメモリーカードの通信方式にはパラレル転送モードとSPI通信を使うSPIモードが用意されています。前者の利用にはライセンスが必要なので、ライセンスが不要の後者を選択することになります。カードの形状はSD、miniSD、microSDがありますが、アクセス方法はどの形状でも同じです。

● SPI通信の概要

SPI通信はSCLK (Serial Clock), MISO (Master In Slave Out), MOSI (Master Out Slave In), SS (Slave Select) の4本の信号を使ったシリアル通信です。SDメモリーカードのSPIモード以外に、シリアルEEPROMやA-D/D-Aコンバータなどの通信に広く採用されています。

SDメモリーカード用IPコアを使う場合はIPコアが

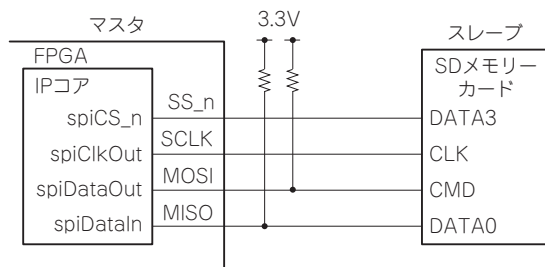


図1 SDメモリーカードの配線接続

SDメモリーカードのSS信号は負論理(0でセレクト)なのでサンプル回路では信号名をSS_nとしている。

SPI通信をコントロールしてくれるので、ここでは詳細には触れず概略のみ紹介します。図1はSPIモードでSDメモリーカードにアクセスする場合の配線です。FPGAがマスターで、SDメモリーカードがスレーブになります。SCLKはクロックでマスターが出力します。MOSIはマスターからの送信データ、MISOはスレーブからの送信データです。SS信号はスレーブデバイスのセレクト信号でマスターが出力します。SDメモリーカードのSS信号は負論理なので今回のサンプル回路では信号名をSS_nとしてあります。

● SPI通信モード

SPI通信は待機時のSCLKの値とデータ・ラッチのタイミングの組み合わせで四つのモード(表1)があります。SDメモリーカードのSPI通信はMODE0で動作します。図2はSDメモリーカードのSPI通信の波形です。SS_nが1から0に変化するとアクセスが開始します。MODE0なので送信データが先行して送信され、その後にクロックが立ち上がり、受信側でデータをラッチします。その後にクロックが立ち下がったら送信データの次のビットを出力します。クロックが停止してSS_nが1になると転送終了です。

● SPIコマンド

SDメモリーカードのコントロールはSPIコマンドを使用します。表2はIPコアで使用するSPIコマンドで、図3はSPIコマンドとレスポンスのフォーマットです。SPIコマンドは6バイトで構成されています。1バイト目の先頭2ビットはスタート・コードで01が入ります。残り6ビットはコマンド・インデックスでコマンドが指定されます。2~5バイト目にはコマンドの引数、6バイト目はCRC演算結果が7ビット入り、最後に終了ビットとして1を1ビット送信します。

SDメモリーカードはSPIコマンドを受信するとコマンド・レスポンスを返信します。IPコアを利用する場合は、IPコアが転送種類に応じてSPIコマンドを自動で送信してくれるので、コマンドの内容を指定す