

对SPI控制选通的模拟开关（具先开后合功能）进行外部接线 实现多路复用器功能

作者：Stephen Nugent

简介

开关信号是电子系统的重要组成部分，其作用是提供灵活性并让系统可以支持更多通道。应用有很多不同类型，每种应用有不同的开关切换要求。因此，大量需要开关切换的应用有时可能难以找到合适的开关来准确满足需要的功能。

本应用笔记介绍ADI公司串行外设接口(SPI)控制开关系列中的先开后合式(BBM)切换特性。本文说明了如何通过这种BBM开关功能以及适当的外部接线来为给定应用构造所需的多路复用器(mux)配置。本文还讨论了开关外部接线的性能考虑。

图1展示了通过外部接线配置为3:1多路复用器和5:1多路复用器的ADGS5414示例。

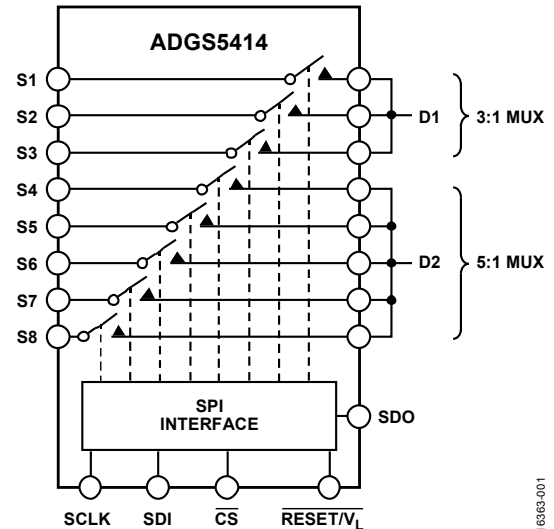


图1. ADGS5414通过外部接线配置为多路复用器

16353-001

目录

简介.....	1	性能考虑	5
修订历史	2	ADI SPI 开关系列.....	5
SPI 控制开关.....	3	结论	6
先开后合式(BBM)开关.....	4		

修订历史

2018年1月—修订版0：初始版

SPI控制开关

ADI公司的SPI开关具有一个带错误检测功能的4线串行接口。图2展示了其中一款SPI开关ADGS5414的功能框图。构成器件SPI部分的四个引脚如图2所示。它们是串行时钟输入(SCLK)、串行数据输入(SDI)、串行数据输出(SDO)和片选(\overline{CS})。

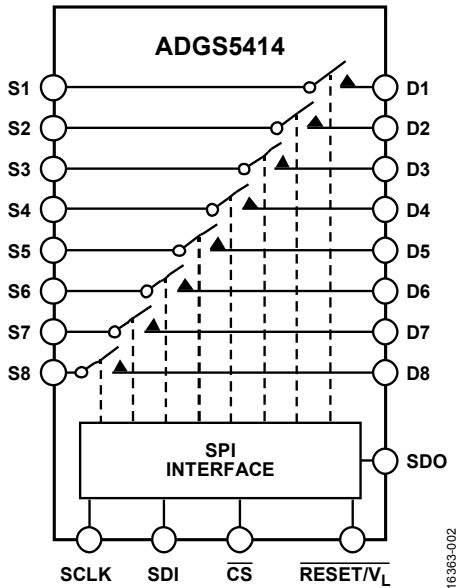


图2. ADGS5414功能框图

工作模式包括寻址模式、突发模式和菊花链模式。所有器件都提供有保证的BBM切换功能。这些器件兼容行业标准SPI模式0和模式3，意味着串行数据在SCLK的上升沿读入器件，并在SCLK的下降沿传出。器件通信支持高达50 MHz的SCLK频率。SPI器件的默认工作模式为寻址模式，器件寄存器通过以 \overline{CS} 为边界的16位SPI命令访问。寻址模式命令包含一个R/W位，后面跟随一个7位地址，并以8位数据结束。图4显示了寻址模式下的SPI帧。

突发工作模式使用与寻址模式相同的SPI命令，但在突发模式下， \overline{CS} 在SPI命令之间保持低电平。

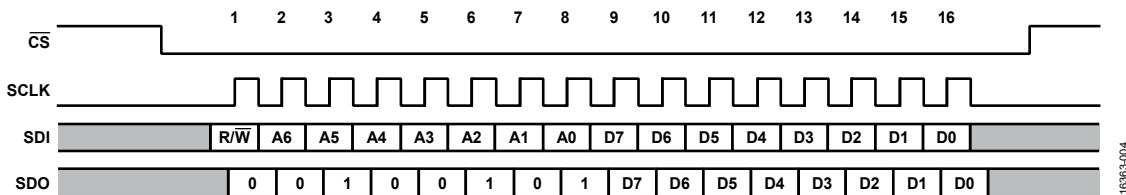


图4. 寻址模式时序图

在新的SPI控制开关系列中，SPI接口上的协议和通信错误是可检测的，即使在最恶劣环境下也能确保通信稳健可靠。SPI接口上有三种可检测的错误：SCLK计数错误检测、无效的读取和写入地址错误检测以及循环冗余校验(CRC)错误检测。每种错误检测特性都可以利用错误配置寄存器中的相应使能位来使能和禁止。此外，在错误标志寄存器中，每种错误都对应一个错误标志位。

菊花链模式是SPI开关的另一个重要特性，即多个器件可以像链条一样连接起来。在菊花链配置中，一个器件的SDO连接到链中下一个器件的SDI，如此类推，如图3中的两个ADGS1212器件所示。这种配置很有好处，因为它支持仅通过四条数字线路来控制很多SPI开关，进而减少电路板占用面积并降低设计复杂性。

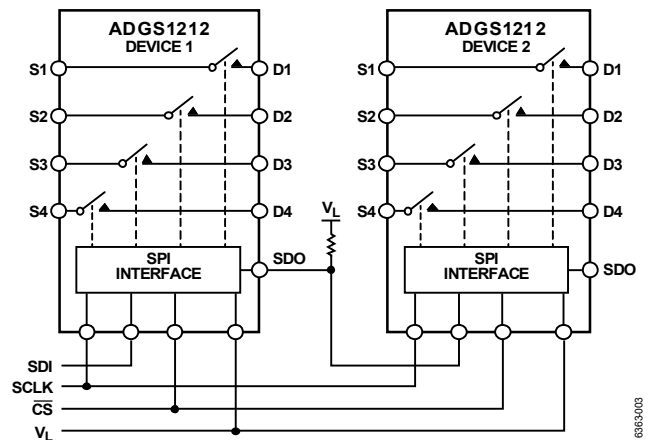


图3. 两个ADGS1212器件连接成菊花链配置

先开后合式(BBM)开关

BBM切换的定义是一个开关先断开，然后另一个开关闭合。有保证的BBM切换是ADI公司所有SPI开关的一项特性。此特性意味着，当发出一个SPI命令以闭合一个开关并断开另一个开关时，被指令断开的开关先断开，然后另一个开关才会闭合。

图7展示了通过外部接线配置为4:1多路复用器的ADGS1412，以及发出一个SPI帧以指令器件断开源S1并闭合源S2时发生的情况。

ADGS1412初始配置为S1闭合，因此该输入上的信号输出至漏极(D)。然后向器件发送SPI命令0x0102（这是一个针对开关数据寄存器的命令），以断开S1并闭合S2。按照BBM的定义，S1先断开，然后S2才闭合。此功能确保S1和S2输入端上的电路不会短路。

图5展示了在这一系列事件中D端的信号，假定S1和S2处的电压相等。

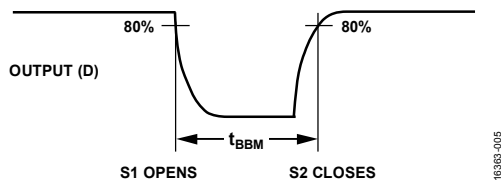


图5. S1断开与S2闭合之间的BBM时序

当S1断开时，可以看到电压逐渐消失。然后S2闭合，施加于S2的信号开始出现在D端。SPI控制开关数据手册中引用的BBM时间是从第一个信号下降到其初始值的80%至S2达到其最大值的80%。有关每款器件的BBM时序测试的更多信息，请参阅相应的SPI控制开关数据手册。

这种先开后合特性使得SPI开关可以被配置为应用所需的任何多路复用器，这就为多路复用器配置的实现提供了极大的灵活性。在印刷电路板(PCB)上必须进行适当的外部接线，将相关的源极或漏极引脚连接处。图6展示了利用外部接线配置为多路复用器的另一个器件示例。本例中，ADGS1412配置为单刀双掷(SPDT) × 2解决方案。

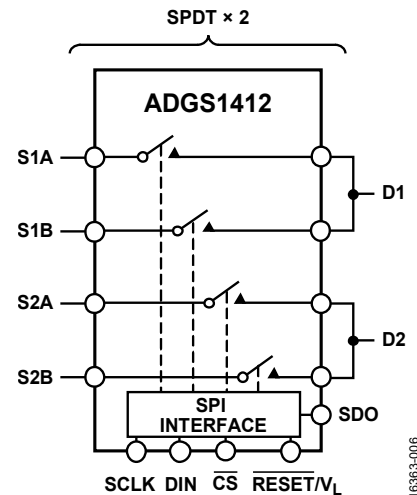


图6. ADGS1412通过外部接线配置为双通道SPDT

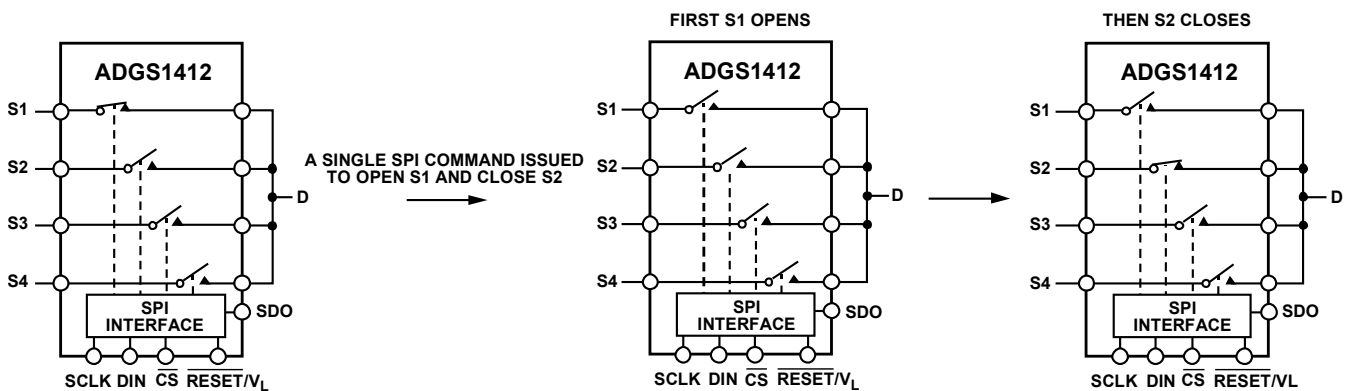


图7. SPI命令期间先开后合切换过程的时间线

性能考虑

当开关配置为多路复用器时，数据手册中的规格特性会有变化。

将器件的多个漏极连接在一起时，连接点处的总电容会增大，因为每个漏极的电容都加在一起。这种增大意味着当连接成多路复用器配置时，漏极电容 $C_D(\text{Off})$ 和 $C_D(\text{On})$ 会变大，进而导致可以通过开关传播的信号带宽减小，原因是开关通道的电阻电容(RC)值变大。

另外，可以预计漏极相连时漏电流会增加。这种漏电流是由于相连漏极引脚之间的漏电流相加所致。

最后，可以预计相连通道之间的串扰性能会降低。这种降低是通过 PCB 走线实现物理连接的结果。

这些不利之处并非意料之外的，任何多路复用互补金属氧化物半导体(CMOS)开关都存在这样的权衡考虑。

ADI SPI开关系列

ADI公司的SPI开关系列包含类型广泛的串行控制开关，它们针对不同应用进行了优化。表1列出了该系列的通用型号、配置以及器件性能如何优化。表1中的所有器件均具有本应用笔记中讨论的先开后合式切换特性；因此，它们可以通过外部接线配置为多路复用器。

表 1. ADI SPI 开关系列

通用型号	配置	性能优化	鲁棒性	特征电源电压(V)
ADGS1612	SPST × 4	1 Ω 导通电阻(R_{ON}), 0.2 Ω 导通电阻平坦度($R_{\text{FLAT(ON)}}$)	不适用	$\pm 5/+12/+5/+3.3$
ADGS1412	SPST × 4	1.5 Ω R_{ON} , 0.3 Ω $R_{\text{FLAT(ON)}}$	不适用	$\pm 15/\pm 5/+12$
ADGS1212	SPST × 4	-0.9 pC 电荷注入(Q_{INJ})和 2.6 pF 开关导通电容(C_{ON})	不适用	$\pm 15/+12$
ADGS5412	SPST × 4	9.8 Ω R_{ON}	保证无闩锁, 8 kV 人体模型(HBM) 静电放电(ESD)额定值	$\pm 15/\pm 20/+12/+36$
ADGS5414	SPST × 8	13.5 Ω R_{ON}	保证无闩锁, 8kV HBM ESD 额定值	$\pm 15/\pm 20/+12/+36$

结论

ADI公司的SPI开关提供一个4线串行接口,其具有稳健的接口错误检测特性和菊花链模式。该系列中的每款SPI开关都具有可靠的先开后合式切换特性。通过此特性,用户可以灵活地将开关配置为最终应用所需特定的多路复用器配

置。需要考虑器件规格特性如何受外部接线的影响,但这些性能权衡与我们在其他CMOS多路复用器中看到的权衡类似。