

## 隔离 $\Sigma$ - $\Delta$ 调制器

### 产品简述

MS2402是一款二阶 $\Sigma$ - $\Delta$ 调制器，集成片上数字隔离器，能将模拟输入信号转换为高速1位码流。调制器对输入信号连续采样，无需外部采样保持电路。模拟信号输入满量程为 $\pm 320\text{mV}$ ，转换后的数字码流的最高数据速率为10MHz。MS2402的VDD1采用5V电源供电，VDD2可采用5V或3V电源供电。

串行接口采用数字式隔离，能提供更加优异的工作特性。该器件内置片内基准电压。MS2402采用8引脚SOW封装，工作温度范围为 $-40^{\circ}\text{C}$ 至 $+125^{\circ}\text{C}$ 。



SOW8

### 主要特点

- 10MHz时钟速率
- 16位无失码
- 16位时INL典型值为 $\pm 2\text{LSB}$
- 失调漂移： $1\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
- 片上数字隔离器
- 片内基准电压
- $\pm 250\text{mV}$ 模拟输入电压（满幅 $\pm 320\text{mV}$ ）
- 低功耗工作
- 工作温度范围： $-40^{\circ}\text{C}$ 至 $+125^{\circ}\text{C}$
- SOW8封装
- 隔离耐压符合60s 5k Vrms 标准

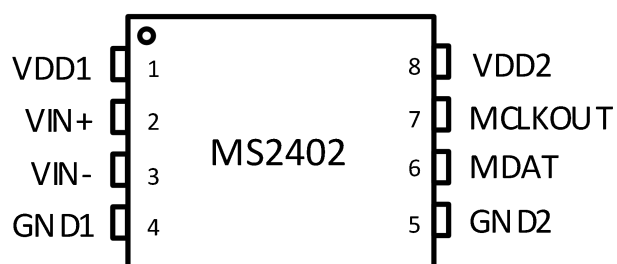
### 应用

- 交流电机控制

### 产品规格分类

产品	封装形式	丝印名称
MS2402	SOW8	MS2402

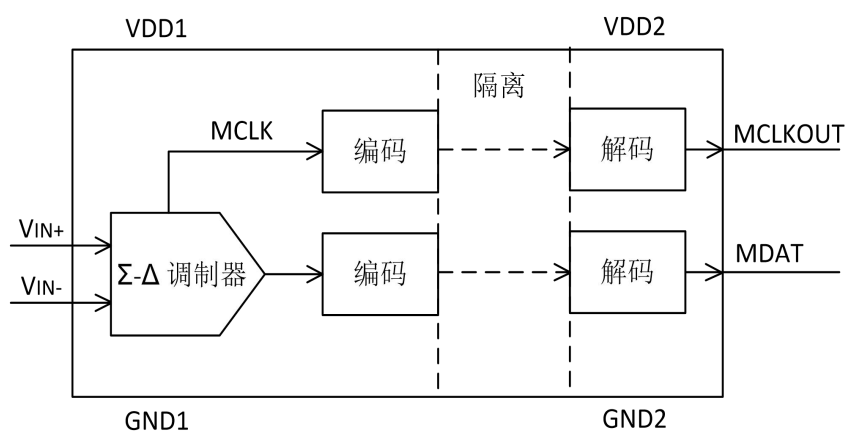
## 管脚图



## 管脚说明

管脚编号	管脚名称	管脚属性	管脚描述
1	VDD1	I	隔离侧电源
2	VIN+	I	模拟输入正端，额定范围为 $\pm 250\text{mV}$
3	VIN-	I	模拟输入负端，通常与 GND1 相连
4	GND1	I	隔离侧地，这是隔离侧所有电路的接地基准点
5	GND2	I	非隔离侧地，这是非隔离侧所有电路的接地基准点
6	MDAT	O	串行数据输出，内部调制器的输出信号以串行数据流的形式，由该引脚输出到外部。每位数据在 MCLKOUT 的上升沿逐位移出，并在下一个 MCLKOUT 上升沿有效
7	MCLKOUT	O	主机时钟输出，典型频率为 10MHz，MDAT 输出码流在 MCLKOUT 上升沿有效
8	VDD2	I	非隔离侧电源

内部框图



## 极限参数

芯片使用中，任何超过极限参数的应用方式会对器件造成永久的损坏，芯片长时间处于极限工作状态可能会影响器件的可靠性。极限参数只是由一系列极端测试得出，并不代表芯片可以正常工作在此极限条件下。

参数	符号	额定值	单位
隔离侧供电电压	VDD1-GND1	-0.3 ~ 6.5	V
非隔离侧供电电压	VDD2-GND2	-0.3 ~ 6.5	V
模拟输入电压至 GND1	VIN-GND1	-0.3 ~ VDD1+0.3	V
输出电压至 GND2	V <sub>MDAT</sub> /V <sub>MCLKOUT</sub> -GND2	-0.3 ~ VDD2+0.3	V
输入电流（除电源脚外）	I <sub>I</sub>	±10mA	mA
存储温度范围	T <sub>stg</sub>	-65 ~ +150	°C
结温	T <sub>J(MAX)</sub>	150	°C
输入至输出电阻	R <sub>I-O</sub>	10 <sup>12</sup>	Ω
输入至输出电容	C <sub>I-O</sub>	2	pF
焊接温度 (10s)	T <sub>SOLDERING</sub>	260	°C
ESD(HBM)	ESD(HBM)	±3000	V

## 推荐工作条件

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
隔离侧供电电压	VDD1	4.5		5.5	V
非隔离侧供电电压	VDD2	3		5.5	V
工作温度范围	T <sub>A</sub>	-40		+125	°C

# 电气参数

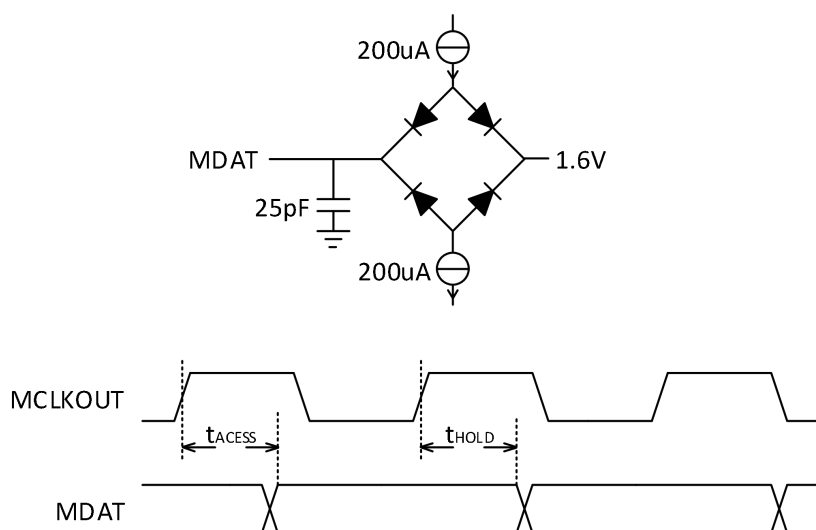
参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
静态特性						
分辨率		滤波器输出截断至 16 位	16			Bits
积分非线性	INL	$V_{IN+}=\pm 200\text{mV}, T_A= -40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$		$\pm 1.5$	$\pm 7$	LSB
		$V_{IN+}=\pm 250\text{mV}, T_A= -40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$		$\pm 2.0$	$\pm 13$	
		$V_{IN+}=\pm 200\text{mV}, T_A= -40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$		$\pm 1.5$	$\pm 11$	
		$V_{IN+}=\pm 250\text{mV}, T_A= -40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$		$\pm 2$	$\pm 46$	
微分非线性	DNL	$V_{IN+}= -250\text{mV} \sim 250\text{mV}$ , 保证 16 位无失码			$\pm 0.9$	LSB
失调电压	$V_{OS}$	$V_{IN+}= -250\text{mV} \sim 250\text{mV}$		$\pm 0.25$	$\pm 0.5$	mV
失调电压温度漂移	$TC_{VOS}$			1	3.5	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
失调电压电源漂移	$VC_{VOS}$			120		$\mu\text{V}/\text{V}$
增益误差	GERR	$V_{IN+}= -250\text{mV} \sim 250\text{mV}$		0.07	$\pm 1.5$	mV
增益误差温度漂移	$TC_{GERR}$			23		$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
增益误差电源漂移	$VC_{GERR}$			110		$\mu\text{V}/\text{V}$
模拟输入特性						
输入电压范围	$V_{IN+}-V_{IN-}$	满足特定性能，满量程 $\pm 320\text{mV}$		$\pm 200$	$\pm 250$	mV
动态输入电流	$I_{IA}$	$V_{IN+}= 500\text{mV}, V_{IN-}=0\text{V}$		$\pm 13$	$\pm 18$	$\mu\text{A}$
		$V_{IN+}= 400\text{mV}, V_{IN-}=0\text{V}$		$\pm 10$	$\pm 15$	
		$V_{IN+}= 0\text{V}, V_{IN-}=0\text{V}$		0.08		
直流漏电流	$I_{IL}$			$\pm 0.01$	$\pm 0.6$	$\mu\text{A}$
输入电容	$C_{IA}$			10		pF
动态特性 $V_{IN+}= 5\text{kHz}$						
信纳比	SINAD	$V_{IN+}=\pm 200\text{mV}, T_A= -40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$	76	82		dB
		$V_{IN+}=\pm 250\text{mV}, T_A= -40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$	71	82		
		$V_{IN+}=\pm 200\text{mV}, T_A= -40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$	72	82		
		$V_{IN+}=\pm 250\text{mV}, T_A= -40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$		82		
信噪比	SNR	$V_{IN+}=\pm 250\text{mV}, T_A= -40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$	81	83		dB
		$V_{IN+}=\pm 200\text{mV}, T_A= -40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$	80	82		dB
总谐波失真	THD	$V_{IN+}= -250\text{mV} \sim 250\text{mV}$		-90		dB
峰值谐波杂散噪声	SFDR			-92		dB
有效位数	ENOB		12.3	13.3		Bits
绝缘瞬变抗扰度	CMTI		25	30		kV/ $\mu\text{s}$

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
逻辑输入特性						
输入高电平	$V_{IH}$		$0.8 \times V_{DD2}$			V
输入低电平	$V_{IL}$			$0.2 \times V_{DD2}$		V
输入电流	$I_{IN}$				$\pm 0.5$	$\mu A$
悬空态漏电流	$I_{FSL}$				1	$\mu A$
输入电容	$C_{ID}$				10	pF
逻辑输出特性						
输出高电平	$V_{OH}$	$I_O = -200\mu A$	$V_{DD2} - 0.1$			V
输出低电平	$V_{OL}$	$I_O = +200\mu A$			0.4	V
电源与功率特性						
隔离侧电源	VDD1		4.5		5.5	V
非隔离侧电源	VDD2		3		5.5	V
隔离侧电源电流	$I_{DD1}$	VDD1=5.5V		15	18	mA
非隔离侧电源电流	$I_{DD2}$	VDD2=5.5V		7	9	mA
		VDD2=3.3V		3	4	
功耗	$P_D$	VDD1=VDD2=5.5V		93.5		mW
时序规格						
主时钟频率	$f_{MCLKOUT}$		9	10	11	MHz
数据访问时间	$t_{ACCESS}$				25	ns
数据保持时间	$t_{HOLD}$		15			ns
输入时钟占空比	DR	$f_{MCLKOUT} = 10MHz$	40%		60%	-
隔离和安全相关特性						
输入输出瞬时耐受电压	$V_{ISO}$	持续 60s			5000	Vrms
最小外部气隙（间隙）	L(I01)	测量输入至输出端，空气最短距离			7.8	mm
最小外部爬电距离	L(I02)	测量输入至输出端，沿壳体最短距离			7.8	mm
最小内部间隙	$d_{ISO}$	隔离距离			0.018	mm

（1）除非特别指定，VDD1=4.5V 至 5.5V，VDD2=3V 至 5.5V， $V_{IN+} = -200mV$  至  $+200mV$ ， $V_{IN-} = 0V$ （单端）； $T_A = -40^{\circ}C$  至  $+125^{\circ}C$ ， $f_{MCLK} = 10MHz$ ，测试使用 Verilog 定义的 Sinc3 滤波器，抽取率为 256。

（2）所有电压均参照各自的地。

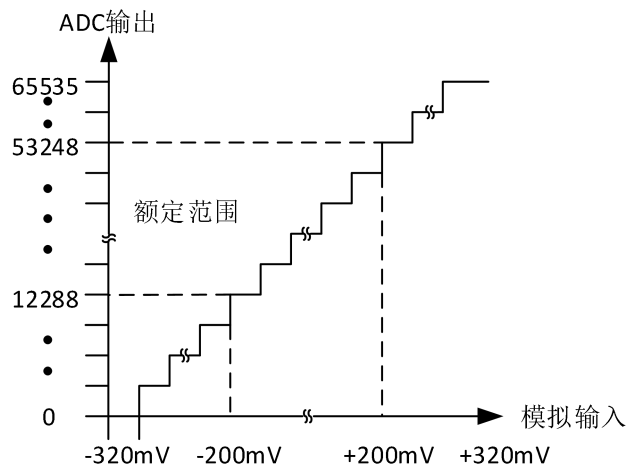
（3）测量时序规格的负载电路如下图，时间定义为输出跨越 0.8V-2.0V 所需的时间。



## 应用信息

### 模拟输入

MS2402 通过二阶调制器级，能够将输入信号转换为输出码流。为重构原始信息，需经过数字滤波和抽取处理。推荐使用 Sinc3 滤波器。假设采用频率为 10 MHz 的内部时钟频率，如果抽取率为 256，则生成的 16 位字速率为 39 kHz。16 位输出模式下，MS2402 的传递函数如下图所示。



### 数字滤波器

整个系统的分辨率和吞吐率取决于所选的滤波器和所采用的抽取率。抽取率越高，系统的精度越高。但精度与吞吐率之间存在一定程度的折衷，因此，较高的抽取率产生吞吐率较低的解决方案。建议将 MS2402 与一个 Sinc3 滤波器搭配使用。

### 接地和布局布线

建议在 VDD1 和 VDD2 处分别连接 100 nF 电源去耦电容。在具有高共模瞬变的应用中，要确保隔离栅两端的电路板耦合最小。此外，电路板布局时要考虑，任何耦合都不会出现并影响特定器件侧所有的引脚。如果不满足设计要求，将会使引脚间的电压差异超过器件的绝对最大额定值，造成器件门锁或者永久损坏。去耦电容应尽量靠近电源引脚。

应尽量降低模拟输入端的串联电阻，以避免产生信号失真(尤其在高温条件下)。如果可能，应保证各个模拟输入引脚的源阻抗相等，以降低失调误差。注意失配和热电偶对模拟输入 PCB 走线的影响，以降低失调漂移。

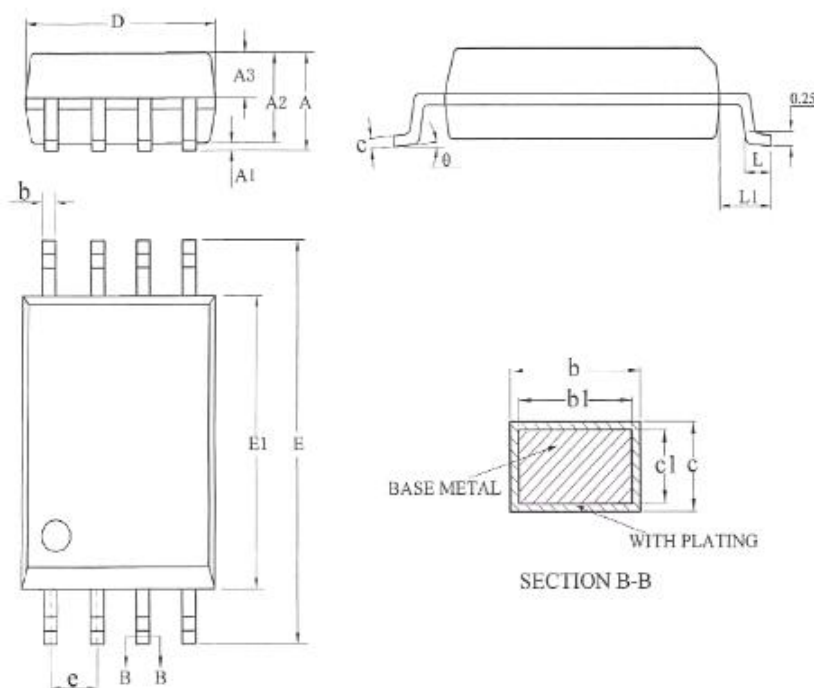
### 隔离寿命

所有隔离结构在太长时间使用和/或过高电压作用下都易于击穿。MS2402 的使用寿命随施加于隔离结构的波形类型而异。集成的数字隔离结构以不同速率衰减，这由波形是否为双极性交流、单极性交流或直流决定。



# 封装外形图

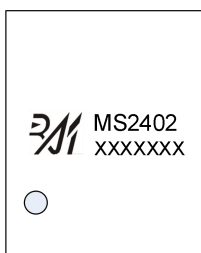
## SOW8



符号	尺寸 (毫米)		
	最小	典型	最大
A	-	-	2.65
A1	0.10	-	0.30
A2	2.25	2.30	2.35
A3	0.97	1.02	1.07
b	0.39	-	0.47
b1	0.38	0.41	0.44
c	0.25	-	0.31
c1	0.24	0.25	0.26
D	5.75	5.85	5.95
E	11.3	11.5	11.7
E1	7.40	7.50	7.60
e	1.27BSC		
L	0.50	-	1.00
L1	2.00REF		
θ	0	-	8°

## 印章与包装规范

### 1. 印章内容介绍



产品型号：MS2402

生产批号：XXXXXXX

### 2. 印章规范要求

采用激光打印，整体居中且采用 Arial 字体。

### 3. 包装规范说明

型号	封装形式	只/卷	卷/盒	只/盒	盒/箱	只/箱
MS2402	SOW8	1000	8	8000	1	8000

## 声明

- 瑞盟保留说明书的更改权，恕不另行通知！客户在下单前应获取最新版本资料，并验证相关信息是否完整。
- 在使用瑞盟产品进行系统设计和整机制造时，买方有责任遵守安全标准并采取相应的安全措施，以避免潜在失败风险可能造成的人身伤害或财产损失！
- 产品提升永无止境，本公司将竭诚为客户提供更优秀的产品！



### MOS电路操作注意事项

静电在很多地方都会产生，采取下面的预防措施，可以有效防止 MOS 电路由于受静电放电的影响而引起的损坏：

- 1、操作人员要通过防静电腕带接地。
- 2、设备外壳必须接地。
- 3、装配过程中使用的工具必须接地。
- 4、必须采用导体包装或抗静电材料包装或运输。



+86-571-89966911



杭州市滨江区伟业路 1 号  
高新软件园 9 号楼 701 室



[http:// www.relmon.com](http://www.relmon.com)