AMC0380D-Q1 具有固定增益差分输出的汽车级高压交流输入、增强型隔离精密放大器

1 特性

- 符合面向汽车应用的 AEC-Q100 标准：
  - 温度等级 1：–40°C 至 125°C，T_A
- 集成高压电阻分压器，无需外部电阻器即可直接进行交流检测
- 在整个温度和寿命范围内，无需系统级校准即可实现优于 1% 的精度
- 差分输出
- 电源电压范围：
  - 高侧 (VDD1)：3.0V 至 5.5V
  - 低侧 (VDD2)：3.0V 至 5.5V
- 低直流误差：
  - 失调电压误差：±1.5mV（最大值）
  - 温漂：±20μV/°C（最大值）
  - 衰减误差：±0.25%（最大值）
  - 衰减漂移：±40ppm/°C（最大值）
  - 非线性度：0.05%（最大值）
- 高 CMTI：50V/ns（最小值）
- 低 EMI：符合 CISPR-11 和 CISPR-25 的限值要求
- 可用的输入选项：
  - AMC0380D04-Q1：±400V，8MΩ
  - AMC0380D06-Q1：±600V，10MΩ
  - AMC0380D10-Q1：±1000V，12.5MΩ
- 安全相关认证：
  - 符合 DIN EN IEC 60747-17 (VDE 0884-17) 的 $7000V_{PK}$ 增强型隔离
  - $5000V_{RMS}$ 隔离，符合 UL1577 标准且持续时长为 1 分钟

2 应用

- 牵引逆变器
- 车载充电器
- 直流/直流转换器
- 电池接线盒

3 说明

AMC0380D-Q1 是一款电隔离精密放大器，具有 高压交流、高阻抗输入和固定增益差分输出。输入专为直接连接到高压信号源而设计。

隔离栅将在不同共模电压电平下运行的系统器件隔开。该隔离栅抗电磁干扰性能极强，并经过认证，可提供高达 $5kV_{RMS}$ 的增强型隔离 (60s)。

AMC0380D-Q1 输出与输入电压成正比的差分信号。差分输出对接地漂移不敏感，这使得可以将输出信号进行远距离传输。

AMC0380D-Q1 提供三个线性输入电压范围：±400V、±600V 和 ±1000V。借助集成式精密电阻分压器，AMC0380D-Q1 在整个温度范围和使用寿命内实现低于 1% 的精度。

AMC0380D-Q1 采用 15 引脚 0.65mm 间距的 SSOP 封装，其额定工作温度范围为 –40°C 至 +125°C。

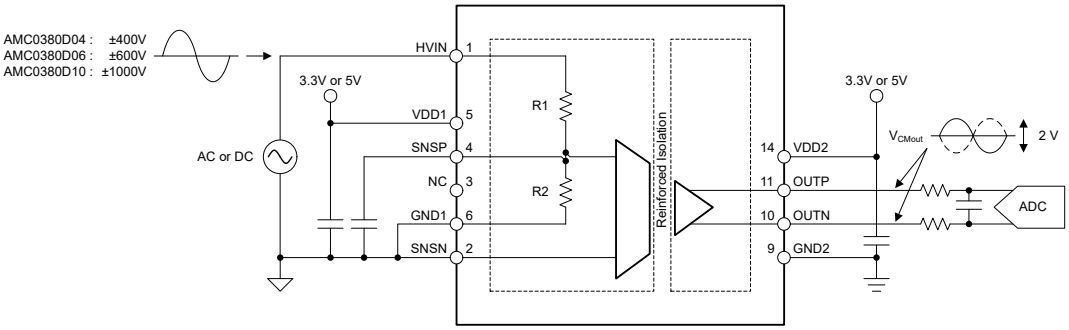
封装信息

器件型号	封装(1)	封装尺寸(2)
AMC0380D-Q1	DFX（SSOP，15）	12.8mm × 10.3mm

(1) 如需更多信息，请参阅*机械、封装和可订购信息* 附录。
(2) 封装尺寸（长 × 宽）为标称值，并包括引脚（如适用）。

ADVANCE INFORMATION

本资源的原文使用英文撰写。 为方便起见，TI 提供了译文；由于翻译过程中可能使用了自动化工具，TI 不保证译文的准确性。 为确认准确性，请务必访问 ti.com 参考最新的英文版本（控制文档）。



典型应用

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

内容

1 特性.... 1
2 应用.... 1
3 说明.... 1
4 引脚配置和功能.... 5
5 规格.... 6
5.1 绝对最大额定值.... 6
5.2 ESD 等级.... 6
5.3 建议运行条件.... 6
5.4 热性能信息.... 7
5.5 功率等级.... 7
5.6 绝缘规格.... 8
5.7 安全相关认证.... 9
5.8 安全限值.... 9
5.9 电气特性.... 10
5.10 开关特性.... 11
5.11 时序图.... 12
6 详细说明.... 13
6.1 概述.... 13
6.2 功能方框图.... 13
6.3 特性说明.... 13
6.4 器件功能模式.... 15
7 应用和实施.... 17
7.1 应用信息.... 17
7.2 最佳设计实践.... 17
7.3 电源相关建议.... 18
7.4 布局.... 18
8 器件和文档支持.... 20
8.1 文档支持.... 20
8.2 接收文档更新通知.... 20
8.3 支持资源.... 20
8.4 商标.... 20
8.5 静电放电警告.... 20
8.6 术语表.... 20
9 修订历史记录.... 20
10 机械、封装和可订购信息.... 20
10.1 机械数据.... 21

ADVANCE INFORMATION

器件比较表

表 **4-1.** 器件比较

器件	R1	R2	分压器 分压比	线性输入 范围	削波 电压	绝对最大 输入电压
AMC0380D04-Q1	8MΩ	20kΩ	401:1	±400V	±513V	±600V
AMC0380D06-Q1 (1)	10MΩ	16.6kΩ	601:1	±600V	±769V	±900V
AMC0380D10-Q1 (1)	12.5MΩ	12.5kΩ	1001:1	±1000V	±1281V	±1500V

(1) 产品预发布。

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

4 引脚配置和功能

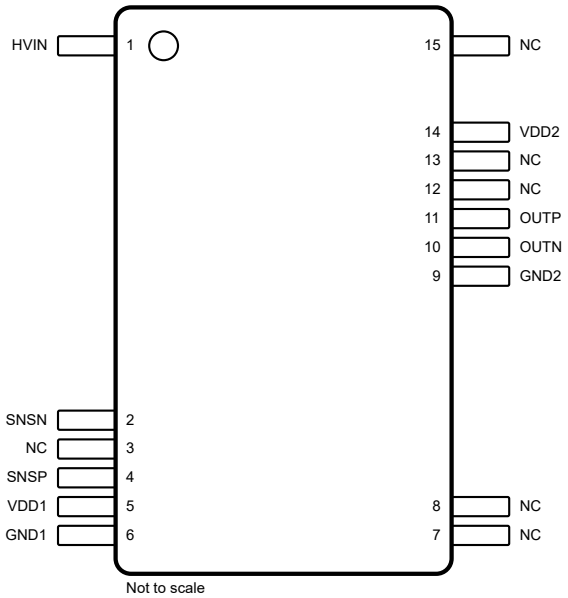


图 4-1. DFX 封装，15 引脚 SOIC（顶视图）

表 4-1. 引脚功能

引脚		类型	说明
编号	名称		
1	HVIN	模拟输入	高压输入
2	SNSN	模拟输入	调制器的接地检测引脚和反相模拟输入。连接至 GND1。
3、7、8、12、13、15	NC	不适用	无内部连接。该引脚可连接至任何电势或保持悬空。
4	SNSP	模拟输入	调制器的电压检测引脚和同相模拟输入。连接到外部滤波电容器或保持悬空。
5	VDD1	高侧电源	模拟（高侧）电源[(1)]
6	GND1	高侧接地端	高侧接地端
9	GND2	低侧接地端	低侧接地端
10	OUTN	模拟输出	反相模拟输出
11	OUTP	模拟输入	同相模拟输出
14	VDD2	低侧电源	低侧电源[(1)]

(1) 有关电源去耦方面的建议，请参阅 *电源相关建议* 部分。

ADVANCE INFORMATION

ADVANCE INFORMATION

5 规格

5.1 绝对最大额定值

请参阅[(1)]

		最小值	最大值	单位
电源电压	高侧 VDD1 至 GND1	-0.3	6.5	V
	低侧 VDD2 至 GND2	-0.3	6.5	
模拟输入电压	HVIN 至 GND1，AMC0380D04-Q1	-600	600	V
	HVIN 至 GND1，AMC0380D06-Q1	-900	900	
	HVIN 至 GND1，AMC0380D10-Q1	-1500	1500	
	SNSP、SNSN	GND1 – 1.5	VDD1 + 0.5	
模拟输出电压	OUTP、OUTN	GND2 – 0.5	VDD2 + 0.5	V
输入电流	连续，除电源和 HVIN 引脚外的任何引脚	-10	10	mA
温度	结温，T_J		150	°C
	贮存温度，T_{stg}	-65	150	

(1) 超出*绝对最大额定值*运行可能会对器件造成永久损坏。*绝对最大额定值*并不表示器件在这些条件下或在*建议运行条件*以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出建议运行条件但在绝对最大额定值范围内使用，器件可能不会完全正常运行，这可能影响器件的可靠性、功能和性能，并缩短器件寿命

5.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM)，符合 AEC Q100-002[(1)] HBM ESD 分类等级 2	±2000	V
		充电器件模型 (CDM)，符合 AEC Q100-011 CDM ESD 分类等级 C6	±1000	

(1) AEC Q100-002 指示应当按照 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 规范执行 HBM 应力测试。

5.3 建议运行条件

在工作环境温度范围内测得（除非另有说明）

			最小值	标称值	最大值	单位
电源						
VDD1	高侧电源	VDD1 至 GND1	3	5.0	5.5	V
VDD2	低侧电源	VDD2 至 GND2	3	3.3	5.5	V
模拟输入						
$V_{Clipping}$	削波输出前的标称输入电压	以 SNSP 为基准	-1.28		1.28	V
		以 HVIN 为基准，AMC0380D04-Q1	-513		513	
		以 HVIN 为基准，AMC0380D06-Q1	-769		769	
		以 HVIN 为基准，AMC0380D10-Q1	-1281		1281	
V_{FSR}	额定线性输入电压	以 SNSP 为基准	-1		1	V
		以 HVIN 为基准，AMC0380D04-Q1	-400		400	
		以 HVIN 为基准，AMC0380D06-Q1	-600		600	
		以 HVIN 为基准，AMC0380D10-Q1	-1000		1000	
温度范围						
T_A	额定环境温度		-40		125	°C

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5.4 热性能信息

热指标[1]		DFX (SSOP) 15 引脚	单位
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	86.9	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	36.7	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	43.5	°C/W
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数	17	°C/W
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	41.8	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳（底部）热阻	不适用	°C/W

(1) 有关新旧热指标的更多信息，请参阅半导体和 IC 封装热指标应用报告。

5.5 功率等级

参数		测试条件	值	单位
P_D	最大功耗（两侧）	AVDD = DVDD = 5.5V	待定	mW
P_{D1}	最大功耗（高侧）	AVDD = 3.6V	待定	mW
		AVDD = 5.5V	待定	
P_{D2}	最大功耗（低侧）	DVDD = 3.6V	待定	mW
		DVDD = 5.5V	待定	

ADVANCE INFORMATION

ADVANCE INFORMATION

5.6 绝缘规格

在工作环境温度范围内测得（除非另有说明）

参数		测试条件	值	单位
通用				
CLR	外部间隙[1]	引脚间的最短空间距离	≥ 8	mm
CPG	外部爬电距离[1]	引脚间的最短封装表面距离	≥ 9.2	mm
DTI	绝缘穿透距离	双重绝缘层的最小内部缝隙（内部间隙）	≥ 15.4	μm
CTI	相对漏电起痕指数	DIN EN 60112 (VDE 0303-11)；IEC 60112	≥ 600	V
	材料组	符合 IEC 60664-1	I	
	过压类别（符合 IEC 60664-1）	额定市电电压 ≤ 600V_{RMS}	I-III	
		额定市电电压 ≤ 1000V_{RMS}	I-II	
DIN EN IEC 60747-17 (VDE 0884-17)[2]				
V_{IORM}	最大重复峰值隔离电压	在交流电压下	1410	V_{PK}
V_{IOWM}	最大额定隔离工作电压	在交流电压下（正弦波）	1000	V_{RMS}
		在直流电压下	1410	V_{DC}
V_{IOTM}	最大瞬态隔离电压	$V_{TEST} = V_{IOTM}$，t = 60s（鉴定测试）， $V_{TEST} = 1.2 \times V_{IOTM}$，t = 1s（100% 生产测试）	7000	V_{PK}
V_{IMP}	最大脉冲电压[3]	在空气中测试，符合 IEC 62368-1 标准的 1.2/50μs 波形	7700	V_{PK}
V_{IOSM}	最大浪涌隔离电压[4]	在油中进行测试（鉴定测试）， 符合 IEC 62368-1 的 1.2/50μs 波形	10000	V_{PK}
q_{pd}	视在电荷[5]	方法 a，输入/输出安全测试子组 2 和 3 后， $V_{pd(ini)} = V_{IOTM}$，t_{ini} = 60s，$V_{pd(m)} = 1.2 \times V_{IORM}$，$t_m$ = 10s	≤ 5	pC
		方法 a，环境测试子组 1 后， $V_{pd(ini)} = V_{IOTM}$，t_{ini} = 60s，$V_{pd(m)} = 1.6 \times V_{IORM}$，$t_m$ = 10s	≤ 5	
		方法 b1，预处理（类型测试）和常规测试， $V_{pd(ini)} = 1.2 \times V_{IOTM}$，$t_{ini}$ = 1s，$V_{pd(m)} = 1.875 \times V_{IORM}$，$t_m$ = 1s	≤ 5	
		方法 b2，常规测试（100% 生产）[7] $V_{pd(ini)} = V_{pd(m)} = 1.2 \times V_{IOTM}$，$t_{ini} = t_m$ = 1s	≤ 5	
C_{IO}	势垒电容，输入至输出[6]	V_{IO} = 0.5V_{PP} (1MHz)	约 1.5	pF
R_{IO}	绝缘电阻，输入至输出[6]	V_{IO} = 500V (T_A = 25°C)	> 10^{12}	Ω
		V_{IO} = 500V (100°C ≤ T_A ≤ 125°C)	> 10^{11}	
		V_{IO} = 500V，T_S = 150°C	> 10^9	
	污染等级		2	
	气候类别		55/125/21	
UL1577				
V_{ISO}	可承受的隔离电压	$V_{TEST} = V_{ISO}$，t = 60s（鉴定测试）， $V_{TEST} = 1.2 \times V_{ISO}$，t = 1s（100% 生产测试）	5000	V_{RMS}

(1) 根据应用特定的设备隔离标准应用爬电距离和电气间隙要求。务必使爬电距离和电气间隙一直符合电路板设计的要求，以确保在印刷电路板 (PCB) 上安装的隔离器焊盘不会缩短这一距离。在某些情况下，PCB 上的爬电距离和电气间隙相等。在 PCB 上插入坡口、肋或两者等技术可帮助提高这些规格。
(2) 此耦合器仅适用于安全额定值范围内的*安全电气绝缘*。应借助合适的保护电路来确保符合安全等级。
(3) 在空气中进行测试，以确定封装的浪涌抗扰度。
(4) 在油中进行测试，以确定隔离栅的固有浪涌抗扰度。
(5) 视在电荷是局部放电 (pd) 引起的电气放电。
(6) 将隔离栅每一侧的所有引脚都连在一起，构成一个双引脚器件。
(7) 生产中使用方法 b1 或 b2。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5.7 安全相关认证

VDE	UL
DIN EN IEC 60747-17 (VDE 0884-17)、 EN IEC 60747-17、 DIN EN IEC 62368-1 (VDE 0868-1)、 EN IEC 62368-1、 IEC 62368-1 条款：5.4.3；5.4.4.4；5.4.9	根据 1577 元件认证和 CSA 元件验收第 5 号计划进行了认证
增强型绝缘	单一绝缘保护
证书编号：待定	文件编号：待定

5.8 安全限值

安全限制(1)旨在更大限度地减小在发生输入或输出电路故障时对隔离栅的潜在损害。I/O 发生故障时会导致低电阻接地或连接到电源，如果没有限流电路，则会因为功耗过大而导致芯片过热并损坏隔离栅，甚至可能导致辅助系统出现故障。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
I_S	安全输入、输出或电源电流	$R_{\theta JA}$ = TBD°C/W，VDDx = 5.5V， T_J = 150°C，T_A = 25°C			待定	mA
I_S	安全输入、输出或电源电流	$R_{\theta JA}$ = TBD°C/W，VDDx = 3.6V， T_J = 150°C，T_A = 25°C			待定	mA
P_S	安全输入、输出或总功率	$R_{\theta JA}$ = TBD°C/W，T_J = 150°C，T_A = 25°C			待定	mW
T_S	最高安全温度				150	°C

(1) 最高安全温度 T_S 与器件指定的最大结温 T_J 的值相同。I_S 和 P_S 参数分别表示安全电流和安全功率。请勿超过 I_S 和 P_S 的最大限值。这些限值随着环境温度 T_A 的变化而变化。
“热性能信息”表中的结至空气热阻 $R_{\theta JA}$ 是安装在含引线的表面贴装封装的高 K 测试板上的器件的热阻。可使用以下公式来计算各个参数的值：
$T_J = T_A + R_{\theta JA} \times P$，其中，P 为器件上消耗的功率。
$T_{J(max)} = T_S = T_A + R_{\theta JA} \times P_S$，其中，$T_{J(max)}$ 为最大结温。
$P_S = I_S \times VDD_{max}$，其中 VDD_{max} 为最大低侧电压。

ADVANCE INFORMATION

ADVANCE INFORMATION

5.9 电气特性

最小规范值和最大规范值的适用条件如下：T_A = –40°C 至 +125°C，VDD1 = 3.0V 至 5.5V，VDD2 = 3.0V 至 5.5V，V_{SNSP} = –1V 至 +1V，V_{SNSN} = 0V。除非另外注明，否则为 T_A = 25°C、VDD1 = 5V 且 VDD2 = 3.3V 条件下的典型规范值。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
模拟输入						
R_{IN}	输入电阻	AMC0380D04-Q1	待定	8	待定	MΩ
		AMC0380D06-Q1	待定	10	待定	
		AMC0380D10-Q1	待定	12.5	待定	
	标称电阻分压器分压比	V_{HVIN}/V_{SNSP}，AMC0380D04-Q1		401		V/V
		V_{HVIN}/V_{SNSP}，AMC0380D06-Q1		601		
		V_{HVIN}/V_{SNSP}，AMC0380D10-Q1		1001		
CMTI	共模瞬态抗扰度		50			V/ns
模拟输出						
	标称衰减	$V_{HVIN}/(V_{OUTP} – V_{OUTN})$，AMC0380D04-Q1		401：2		V/V
		$V_{HVIN}/(V_{OUTP} – V_{OUTN})$，AMC0380D06-Q1		601：2		
		$V_{HVIN}/(V_{OUTP} – V_{OUTN})$，AMC0380D10-Q1		1001：2		
V_{CMout}	输出共模电压		1.39	1.44	1.49	V
$V_{CLIPout}$	削波差分输出电压	$V_{OUT} = (V_{OUTP} – V_{OUTN})$； $V_{IN} > V_{Clipping}$		2.49		V
$V_{FAILSAFE}$	故障安全差分输出电压	VDD1 欠压或 VDD1 缺失		-2.6	-2.5	V
R_{OUT}	输出电阻	OUTP 或 OUTN		<0.2		Ω
	输出短路电流	在 OUTP 或 OUTN 上，拉出或灌入， HVIN = GND1，输出短接到 GND 或 VDD2		11		mA
直流精度						
V_{OS}	输入失调电压	以 SNSP 为基准， T_A = 25°C，HVIN = GND1	-1.5	±0.4	1.5	mV
		以 HVIN 为基准，HVIN = GND1，T_A = 25°C， AMC0380D04-Q1	-600	±160	600	
		以 HVIN 为基准，HVIN = GND1，T_A = 25°C， AMC0380D06-Q1	-900	±240	900	
		以 HVIN 为基准，HVIN = GND1，T_A = 25°C， AMC0380D10-Q1	-1500	±400	1500	
TCV_{OS}	输入失调电压热漂移[3]	以 SNSP 为基准， HVIN = GND1	-0.01	±0.003	0.01	mV/°C
		以 HVIN 为基准，HVIN = GND1，AMC0380D04-Q1	-4	±1.2	4	
		以 HVIN 为基准，HVIN = GND1，AMC0380D06-Q1	-6	±1.8	6	
		以 HVIN 为基准，HVIN = GND1，AMC0380D10-Q1	-10	±3	10	
E_A	衰减误差[1]	T_A = 25°C	-0.25	±0.05	0.25	%
TCE_A	衰减误差温漂[4]		-40	±5	40	ppm/°C
	非线性度[2]		-0.05%	±0.01%	0.05%	
	输出噪声	V_{IN} = GND1，BW = 100kHz		待定		μVrms
PSRR	电源抑制比[5]	VDD1 直流 PSRR，HVIN = GND1， VDD1 为 3V 至 5.5V		-80		dB
		VDD1 交流 PSRR，HVIN = GND1， VDD1 具有 10kHz/100mV 纹波		-80		
		VDD2 直流 PSRR，HVIN = GND1， VDD2 为 3V 至 5.5V		-100		
		VDD2 交流 PSRR，HVIN = GND1， VDD2 具有 10kHz/100mV 纹波		-86		
交流精度						

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5.9 电气特性（续）

最小规范值和最大规范值的适用条件如下：T_A = –40°C 至 +125°C，VDD1 = 3.0V 至 5.5V，VDD2 = 3.0V 至 5.5V，V_{SNSP} = –1V 至 +1V，V_{SNSN} = 0V。除非另外注明，否则为 T_A = 25°C、VDD1 = 5V 且 VDD2 = 3.3V 条件下的典型规范值。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
BW	输出带宽		90	110		kHz
THD	总谐波失真	V_{SNSP} = 2V_{PP}，SNSN = GND1， f_{IN} = 10kHz，BW = 10kHz		-93		dB
SNR	信噪比	V_{SNSP} = 2V_{PP}，SNSN = GND1， f_{IN} = 1kHz，BW = 10kHz	79	85		dB
SNR	信噪比	V_{SNSP} = 2V_{PP}，SNSN = GND1， f_{IN} = 10kHz，BW = 100kHz		70.9		dB
电源						
I_{DD1}	高侧电源电流			4.2	6.0	mA
I_{DD2}	低侧电源电流			6.0	9.9	mA
$VDD1_{UV}$	高侧欠压检测阈值	VDD1 上升	2.5	2.6	2.7	V
		VDD1 下降	1.9	2.0	2.1	
$VDD2_{UV}$	低侧欠压检测阈值	VDD2 上升	2.5	2.6	2.7	V
		VDD2 下降	1.9	2.0	2.1	

(1) 典型值包括一个 Σ 统计变化。
(2) 根据定义，积分非线性是指距离穿过理想 ADC 传递函数端点的直线之间的最大偏差，以 LSB 的数量表示，或以指定线性满标量程 FSR 的百分比表示。
(3) 使用框方法计算失调电压误差温漂，如以下公式所述：
TCE_O = ($value_{MAX}$ - $value_{MIN}$) / TempRange
(4) 使用框方法计算增益误差温漂，如以下公式所述：
TCE_G (ppm) = (($value_{MAX}$ - $value_{MIN}$) / (value x TempRange)) X 10^6
(5) 此参数以 SNSP 为基准。

5.10 开关特性

在工作环境温度范围内测得（除非另有说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_r	输出信号上升时间			1.8		µs
t_f	输出信号下降时间			1.8		µs
	从 V_{HVIN} 到 V_{OUTx} (50% – 10%)	非滤波输出		2.4		µs
	从 V_{HVIN} 到 V_{OUTx} (50% – 50%)	非滤波输出		3.0	3.2	µs
	从 V_{HVIN} 到 V_{OUTx} (50% – 90%)	非滤波输出		4.2		µs
t_{AS}	模拟稳定时间	VDD1 阶跃至 3.0V，VDD2 ≥ 3.0V，到 V_{OUTP}，V_{OUTN} 有效，0.1% 稳定时间		50	100	µs

ADVANCE INFORMATION

5.11 时序图

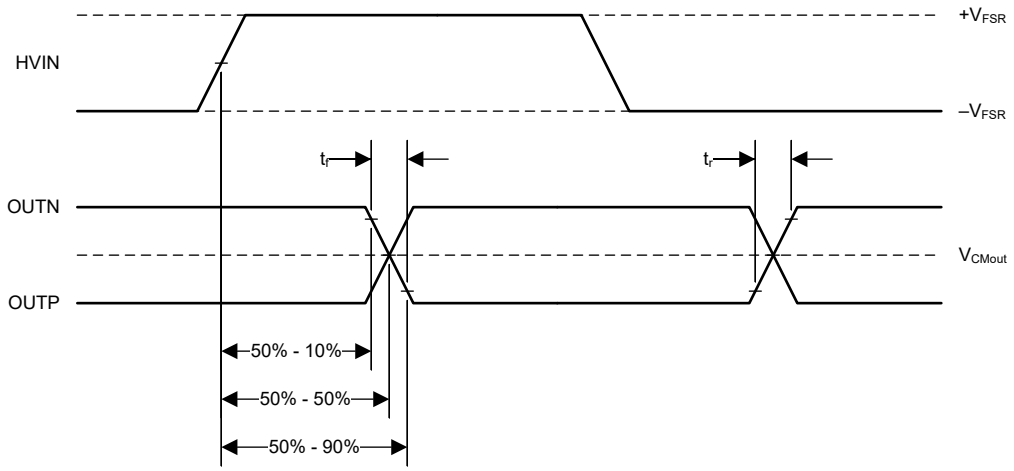


图 **5-1.** 上升、下降和延迟时间定义

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

6 详细说明

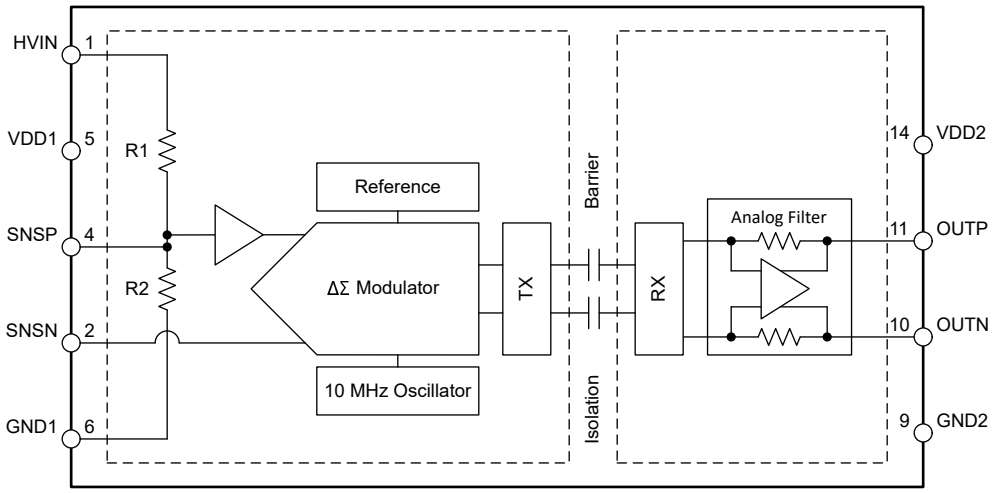
6.1 概述

AMC0380D-Q1 是一款精密的电隔离放大器，具有 高压交流、高阻抗输入和固定增益差分输出。该器件的输入级驱动一个二阶 Δ-Σ 调制器。调制器将模拟输入信号转换为数字位流，该位流可跨过用于隔离高侧和低侧的隔离栅进行传输。

在低侧，接收到的位流由四阶模拟滤波器处理，该滤波器在 OUTP 和 OUTN 引脚输出差分信号。这个差分输出信号与输入信号成正比。

基于 SiO_2 的电容隔离栅支持高水平的磁场抗扰度，如 *ISO72x 数字隔离器磁场抗扰度 应用手册*中所述。AMC0380D-Q1 中使用的数字调制跨过隔离栅传输数据。这种调制方案加上隔离栅的特性，可确保实现高可靠性，并具有高共模瞬态抗扰度。

6.2 功能方框图



6.3 特性说明

6.3.1 模拟输入

AMC0380D-Q1 输入端的电阻分压器将施加到 HVIN 引脚的电压降低至 ±1V 线性满标量程电平。此信号在 SNSP 引脚上提供，该引脚也是模拟信号链的输入端。

AMC0380D-Q1 的输入级为二阶开关电容器前馈 Δ-Σ 调制器供电。调制器将模拟信号转换为通过隔离栅传输的比特流，如 *隔离通道信号传输* 部分所述。

ADVANCE INFORMATION

6.3.2 隔离通道信号传输

AMC0380D-Q1 使用开关键控 (OOK) 调制方案（如图 6-1 所示），跨过基于 SiO_2 的隔离栅来传输调制器输出比特流。 *功能方框图* 中所示的发送驱动器 (TX) 跨过隔离栅发送一个内部生成的高频载波来表示数字一。而 TX 不发送信号则表示数字零。AMC0380D-Q1 内使用的载波标称频率为 480MHz。

隔离栅另一侧的接收器 (RX) 恢复和解调信号，并将输入提供给四阶模拟滤波器。AMC0380D-Q1 传输通道经过优化，可实现超高共模瞬态抗扰度 (CMTI) 和超低辐射发射。高频载波和 RX/TX 缓冲器开关会导致这些发射。

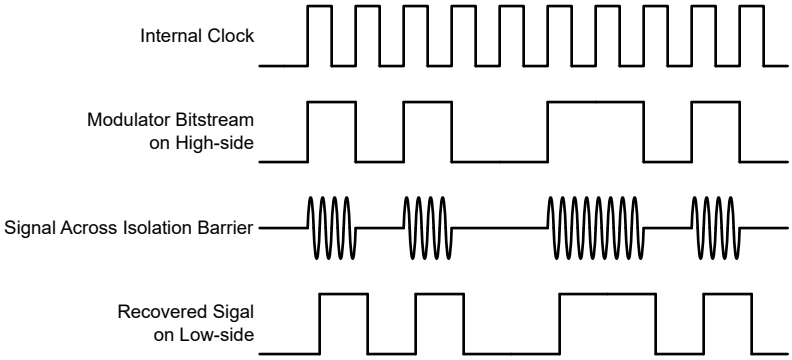


图 6-1. 基于 OOK 的调制方案

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

6.3.3 模拟输出

AMC0380D-Q1 在 OUTP 和 OUTN 引脚上提供与输入电压成正比的差分模拟输出电压。对于 $V_{FSR, MIN}$ 至 $V_{FSR, MAX}$ 范围内的输入电压，该器件具有线性响应，输出电压等于：

$$(V_{OUTP} - V_{OUTN}) = V_{IN} = V_{HVIN}/衰减 - V_{SNSN} \quad (1)$$

在零输入端，两个引脚输出相同的共模输出电压 V_{CMout}，如*电气特性* 表中所指定。对于大于 $|V_{FSR}|$ 但小于 $|V_{Clipping}|$ 的绝对输入电压，差分输出电压的幅度会继续增加，但线性性能会降低。输出在 $V_{CLIPout}$ 的差分输出电压处饱和，如图 6-2 所示（如果输入电压超过 $V_{Clipping}$ 值）。

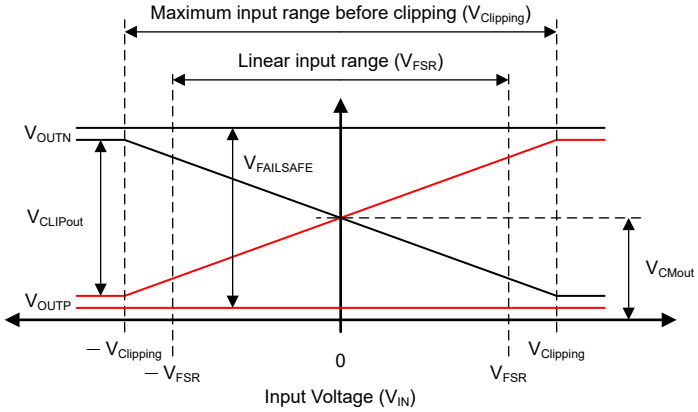


图 6-2. AMC0380D-Q1 的输入到输出传递曲线

AMC0380D-Q1 输出提供失效防护功能，可简化系统级诊断。图 6-2 展示了失效防护模式中的行为，其中 AMC0380D-Q1 输出在正常工作条件下不会出现的负差分输出电压。在以下情况下，失效防护输出激活：

- 当 AMC0380D-Q1 器件的高侧电源 VDD1 缺失时
- 当高侧电源 VDD1 降至低于欠压阈值 $VDD1_{UV}$ 时

使用最大 $V_{FAILSAFE}$ 电压（在*电气特性* 表中指定）作为系统级失效防护检测的基准值。

6.4 器件功能模式

AMC0380D-Q1 在以下其中一种状态下运行：

- 关断状态：低侧电源 (VDD2) 低于 $VDD2_{UV}$ 阈值。器件无响应。OUTP 和 OUTN 处于高阻态状态。在内部，OUTP 和 OUTN 由 ESD 保护二极管钳位到 VDD2 和 GND2。
- 高侧电源缺失：器件的低侧 (VDD2) 已供电并在 *建议运行条件* 部分所述范围内。高侧电源 (VDD1) 低于 $VDD1_{UV}$ 阈值。器件输出 $V_{FAILSAFE}$ 电压。
- 模拟输入超范围（正满标量程输入）：VDD1 和 VDD2 处于建议运行条件下，但模拟输入电压 V_{IN} 高于最大削波电压 $V_{Clipping, MAX}$。器件输出正 $V_{CLIPout}$。
- 模拟输入欠范围（负满标量程输入）：VDD1 和 VDD2 处于建议运行条件下，但模拟输入电压 V_{IN} 低于最小削波电压 $V_{Clipping, MIN}$。器件输出负 $V_{CLIPout}$。
- 正常运行：VDD1、VDD2 和 V_{IN} 处于建议运行条件内。器件输出与输入电压成正比的差分电压。

表 6-1 列出了运行模式。

表 6-1. 器件运行模式

运行条件	VDD1	VDD2	V_{IN}	器件响应
OFF	无关	$VDD2 < VDD2_{UV}$	无关	OUTP 和 OUTN 处于高阻态状态。在内部，OUTP 和 OUTN 由 ESD 保护二极管钳位到 VDD2 和 GND2。

ADVANCE INFORMATION

表 6-1. 器件运行模式（续）

运行条件	VDD1	VDD2	V_{IN}	器件响应
高侧电源缺失	VDD1 < $VDD1_{UV}$	有效(1)	无关	器件输出 $V_{FAILSAFE}$ 电压。
输入超范围	有效(1)	有效(1)	$V_{IN} > V_{Clipping, MAX}$	器件输出正 $V_{CLIPout}$。
输入欠范围	有效(1)	有效(1)	$V_{IN} < V_{Clipping, MIN}$	器件输出负 $V_{CLIPout}$。
正常运行	有效(1)	有效(1)	有效(1)	器件输出与输入电压成正比的差分电压。

(1) “有效”表示在建议运行条件内。

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

7 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 元件规格，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户负责确定元件是否适合其用途，以及验证和测试其设计实现以确认系统功能。

7.1 应用信息

高输入阻抗、低输入偏置电流、出色的精度和低温漂使 AMC0380D-Q1 成为汽车应用的高性能解决方案，这些应用要求在高共模电压电平下进行电压检测。

7.2 最佳设计实践

避免 HVIN 和 SNSP 引脚之间出现任何形式的漏电流。漏电流可能会引入显著的测量误差。请参阅 *布局示例* 了解布局建议。

ADVANCE INFORMATION

ADVANCE INFORMATION

7.3 电源相关建议

在典型应用中，AMC0380D-Q1 的高侧电源 (VDD1) 由隔离式直流/直流转换器从低侧电源 (VDD2) 生成。一种低成本的方案基于推挽式驱动器 SN6501-Q1 和支持所需隔离电压额定值的变压器。

AMC0380D-Q1 无需任何特定的上电时序。高侧电源 (VDD1) 通过与低 ESR、1μF 电容器 (C2) 并联的低 ESR、100nF 电容器 (C1) 进行去耦。低侧电源 (VDD2) 同样通过与低 ESR、1μF 电容器 (C4) 并联的低 ESR、100nF 电容器 (C3) 进行去耦。将所有四个电容器（C1、C2、C3 和 C4）尽可能靠近器件放置。图 7-1 展示了 AMC0380D-Q1 的去耦图。

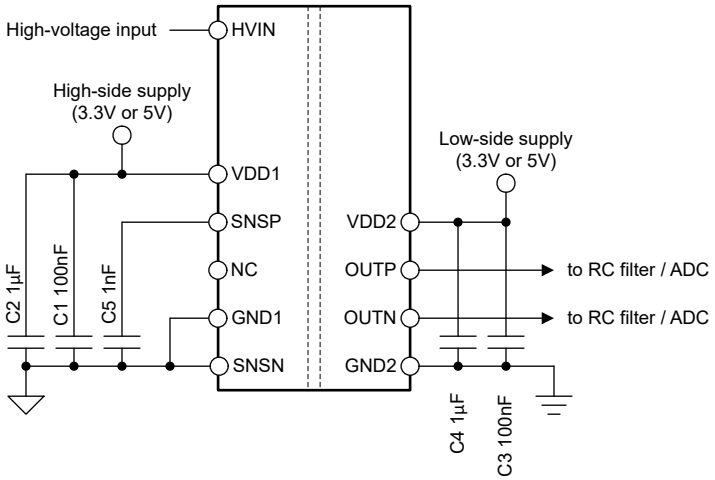


图 7-1. AMC0380D-Q1 去耦

在应用中出现的适用直流偏置条件下，电容器提供了足够的有效电容。在实际条件下，通常仅使用多层陶瓷电容器 (MLCC) 标称电容的一小部分。请在选择这些电容器时考虑这个因素。此问题在低厚度电容器中尤为严重，在该类电容器中，电容器越薄，电介质电场强度越大。知名电容器制造商提供了电容与直流偏置关系曲线，这大大简化了元件的选型。

7.4 布局

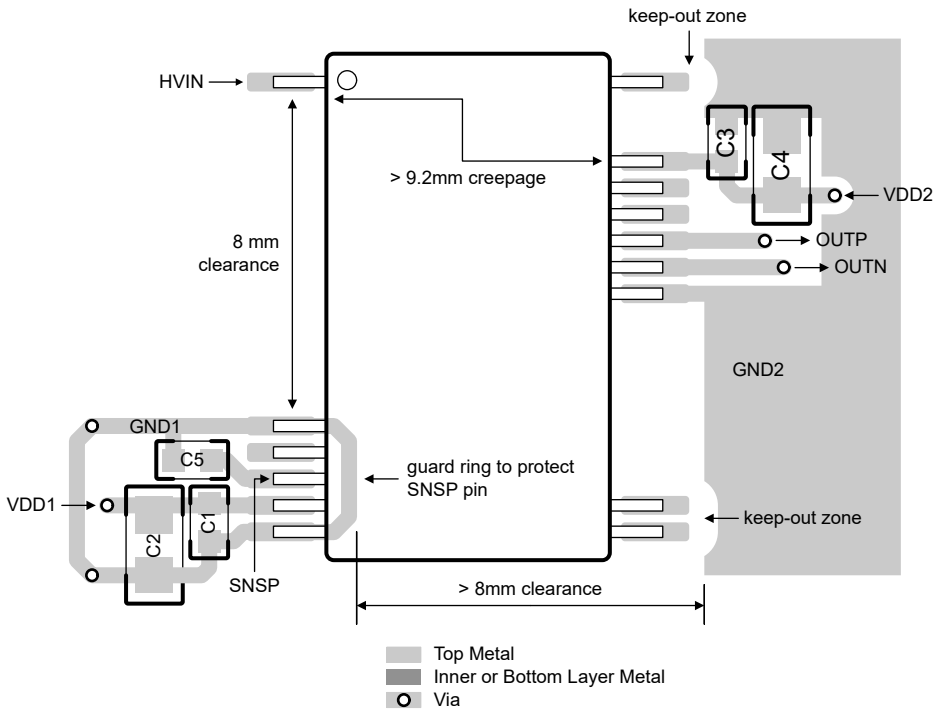
7.4.1 布局指南

布局示例 部分详细说明了布局建议，其中去耦电容器的放置尤为关键（尽可能靠近 AMC0380D-Q1 电源引脚）。这个示例还说明了器件所需的其他元件的放置方式。为获得更佳性能，请将检测电阻放置在靠近器件输入引脚 (HVIN) 的位置。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

7.4.2 布局示例

图 7-2. AMC0380D-Q1 的建议布局



ADVANCE INFORMATION

ADVANCE INFORMATION

8 器件和文档支持

8.1 文档支持

8.1.1 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI)，*隔离相关术语*应用报告
- 德州仪器 (TI)，*半导体和 IC 封装热指标* 应用报告
- 德州仪器 (TI)，*ISO72x 数字隔离器磁场抗扰度*应用报告
- 德州仪器 (TI)，*隔离放大器电压检测 Excel 计算器* 设计工具

8.2 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 ti.com 上的器件产品文件夹。点击*通知* 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

8.3 支持资源

TI E2E™ 中文支持论坛是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的使用条款。

8.4 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.
所有商标均为其各自所有者的财产。

8.5 静电放电警告

静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序，可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级，大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏，这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

8.6 术语表

TI 术语表	本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

9 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

日期	修订版本	注释
October 2024	*	初始发行版

10 机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

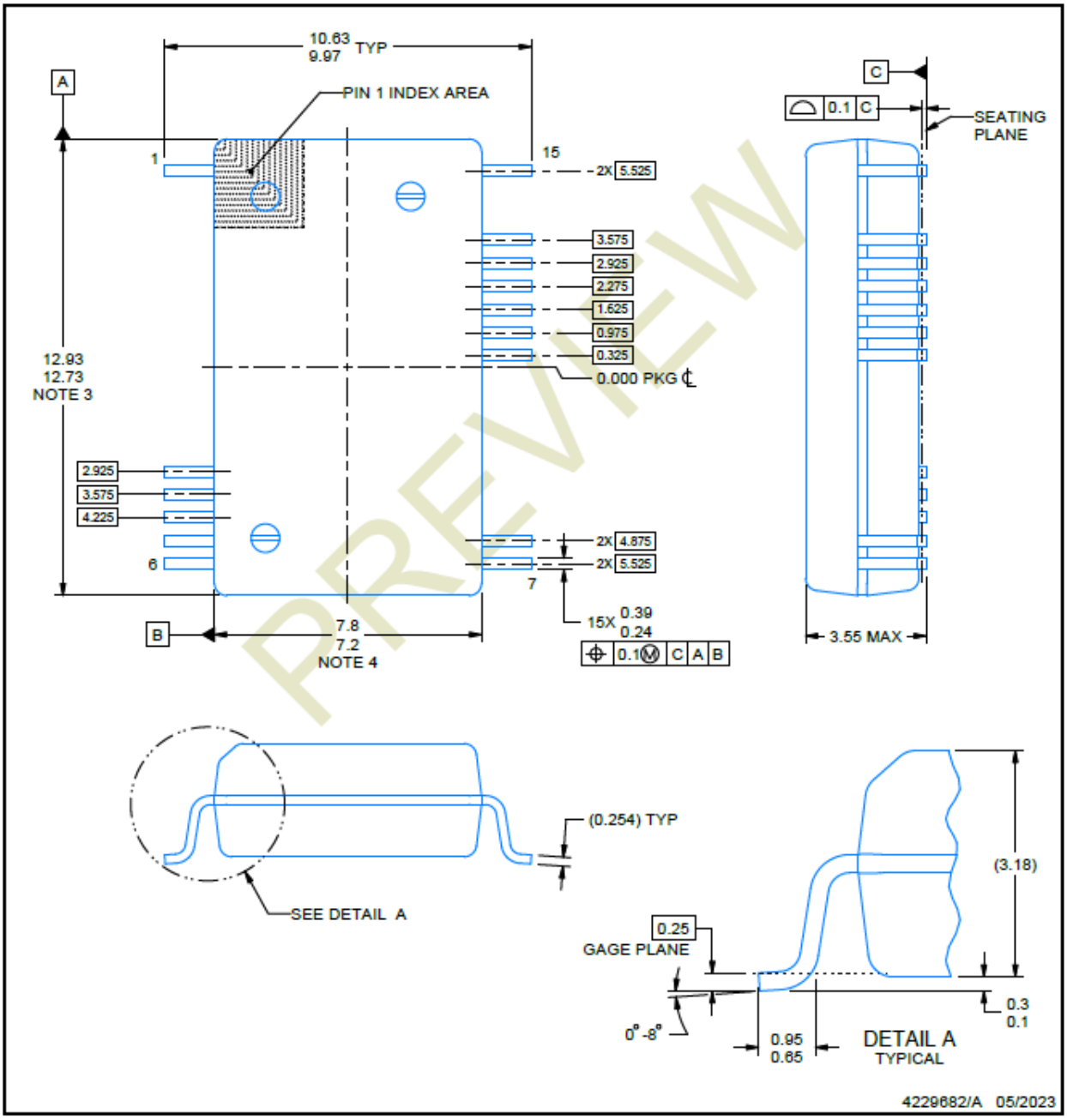
10.1 机械数据

DFX0015A

PACKAGE OUTLINE

SSOP - 3.55 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE



NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 mm per side.
4. This dimension does not include interlead flash. Interlead flash shall not exceed 0.25 mm per side.

ADVANCE INFORMATION

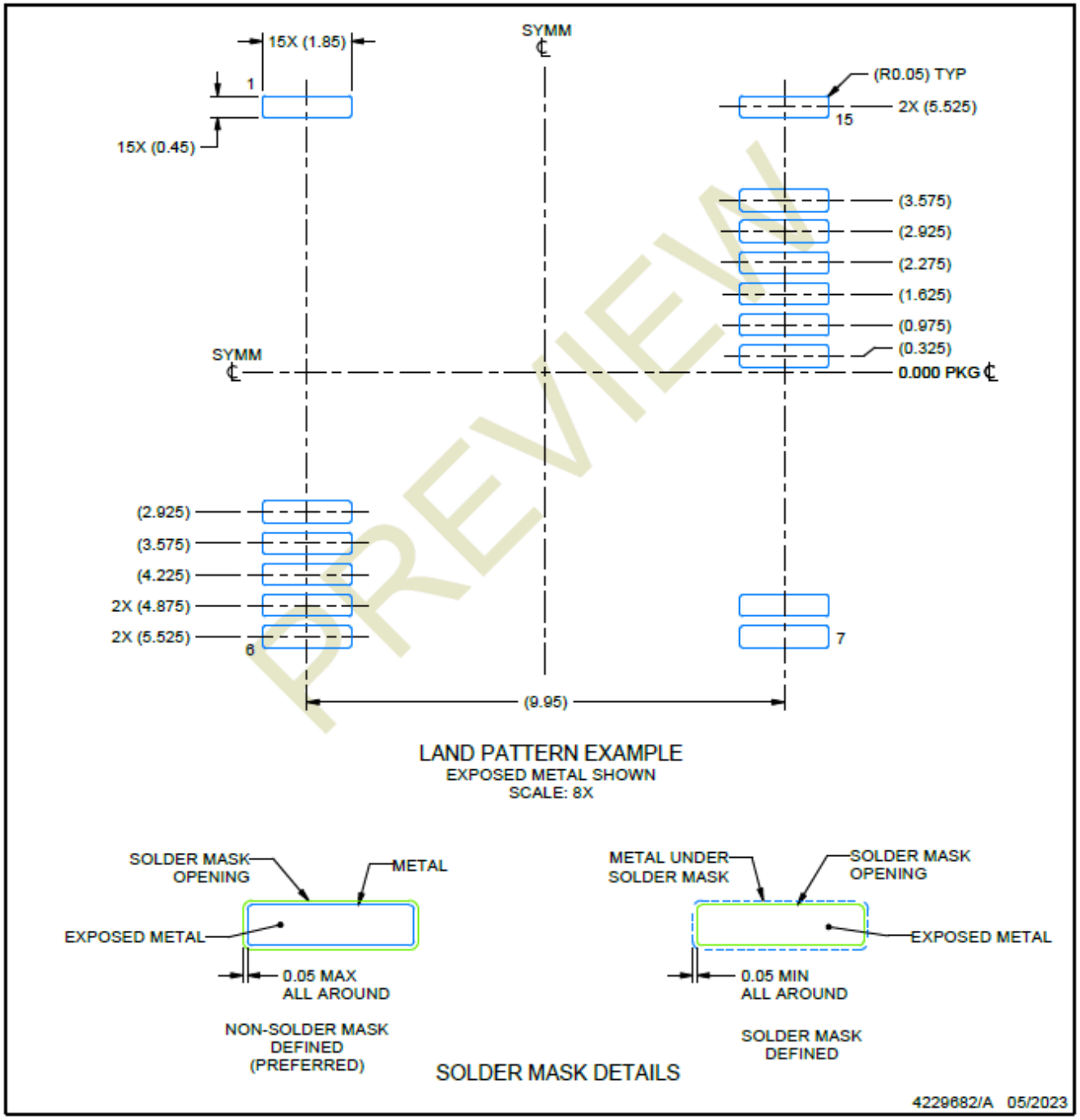
ADVANCE INFORMATION

EXAMPLE BOARD LAYOUT

DFX0015A

SSOP - 3.55 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE



NOTES: (continued)

5. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
6. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.

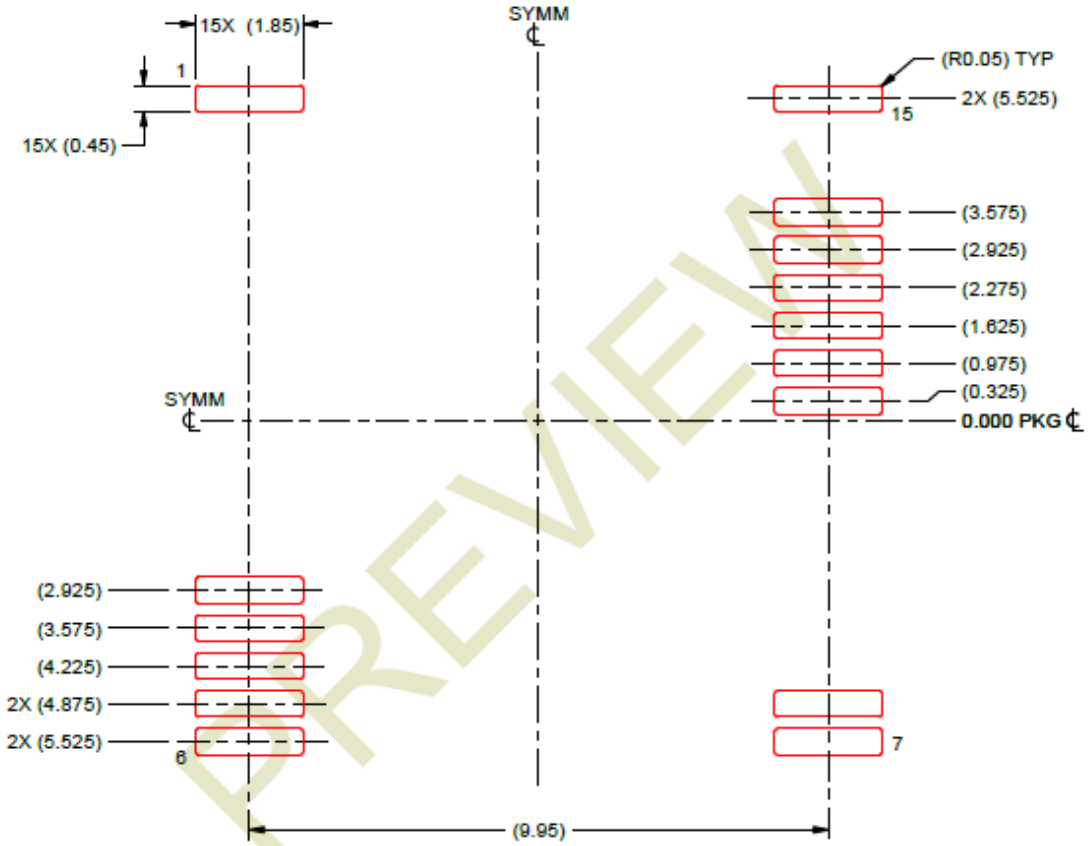
Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

EXAMPLE STENCIL DESIGN

DFX0015A

SSOP - 3.55 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
SCALE: 8X

4229682/A 05/2023

NOTES: (continued)

7. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
8. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

PREVIEW

ADVANCE INFORMATION

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package | Pins	Package qty | Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
PAMC0380D04QDFXRQ1	Active	Preproduction	SSOP (DFX) | 15	750 | LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	-40 to 125	
PAMC0380D04QDFXRQ1.A	Active	Preproduction	SSOP (DFX) | 15	750 | LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	See PAMC0380D04QDFXRQ	
PAMC0380D04QDFXRQ1.B	Active	Preproduction	SSOP (DFX) | 15	750 | LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	See PAMC0380D04QDFXRQ	

(1) **Status:** For more details on status, see our product life cycle.

(2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

(3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the TI RoHS Statement for additional information and value definition.

(4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

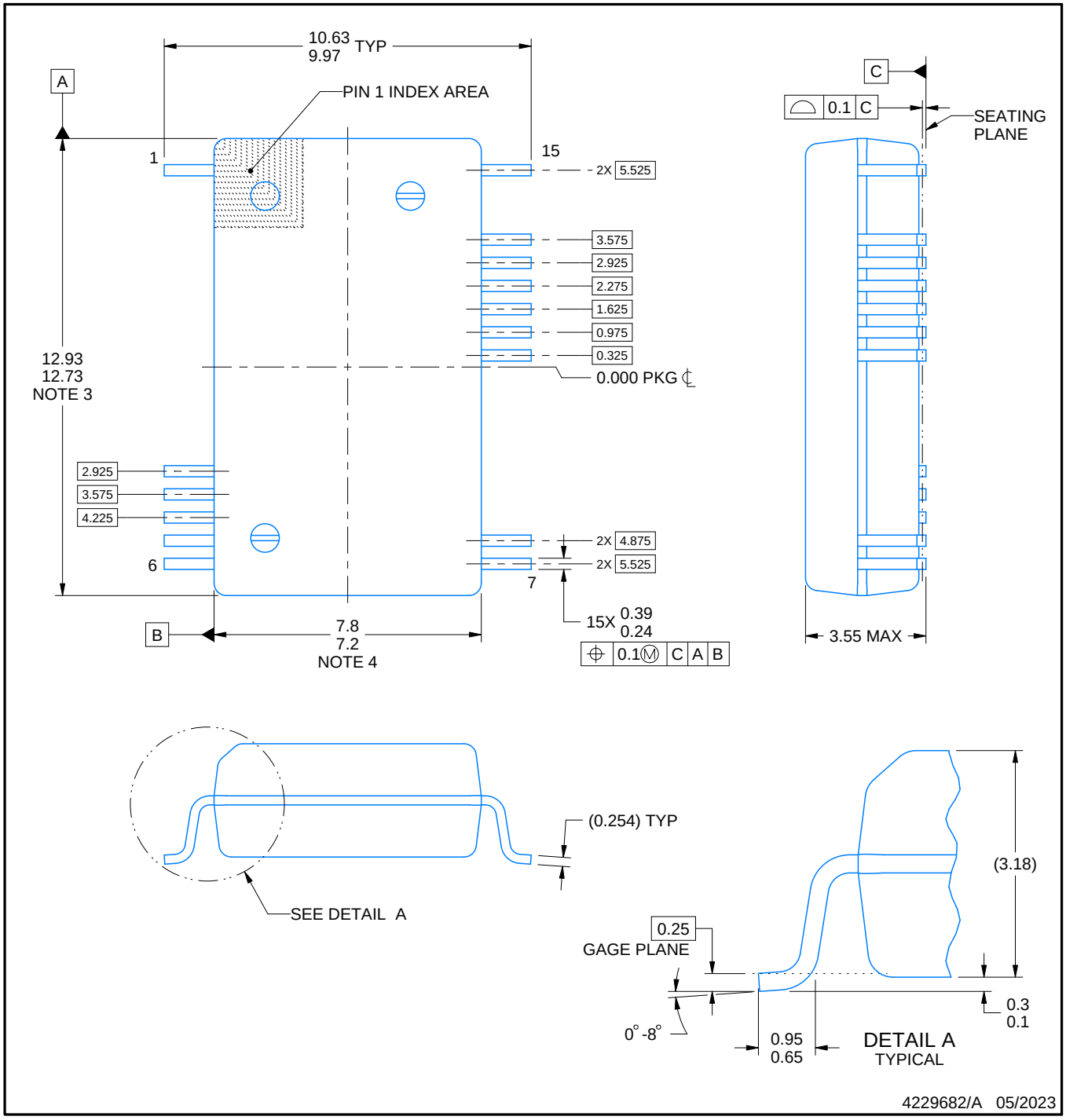
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

PACKAGE OUTLINE

DFX0015A

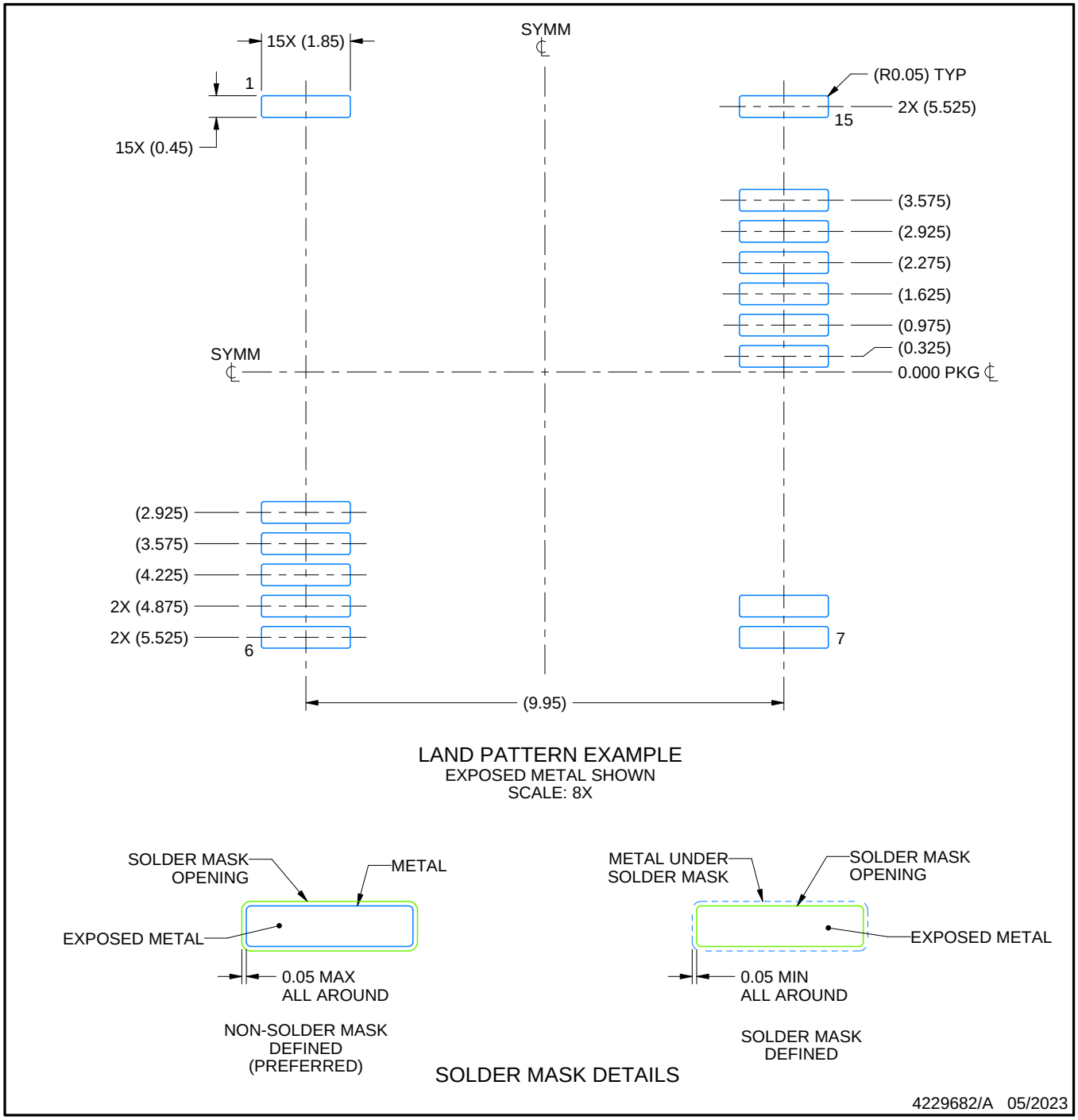
SSOP - 3.55 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE



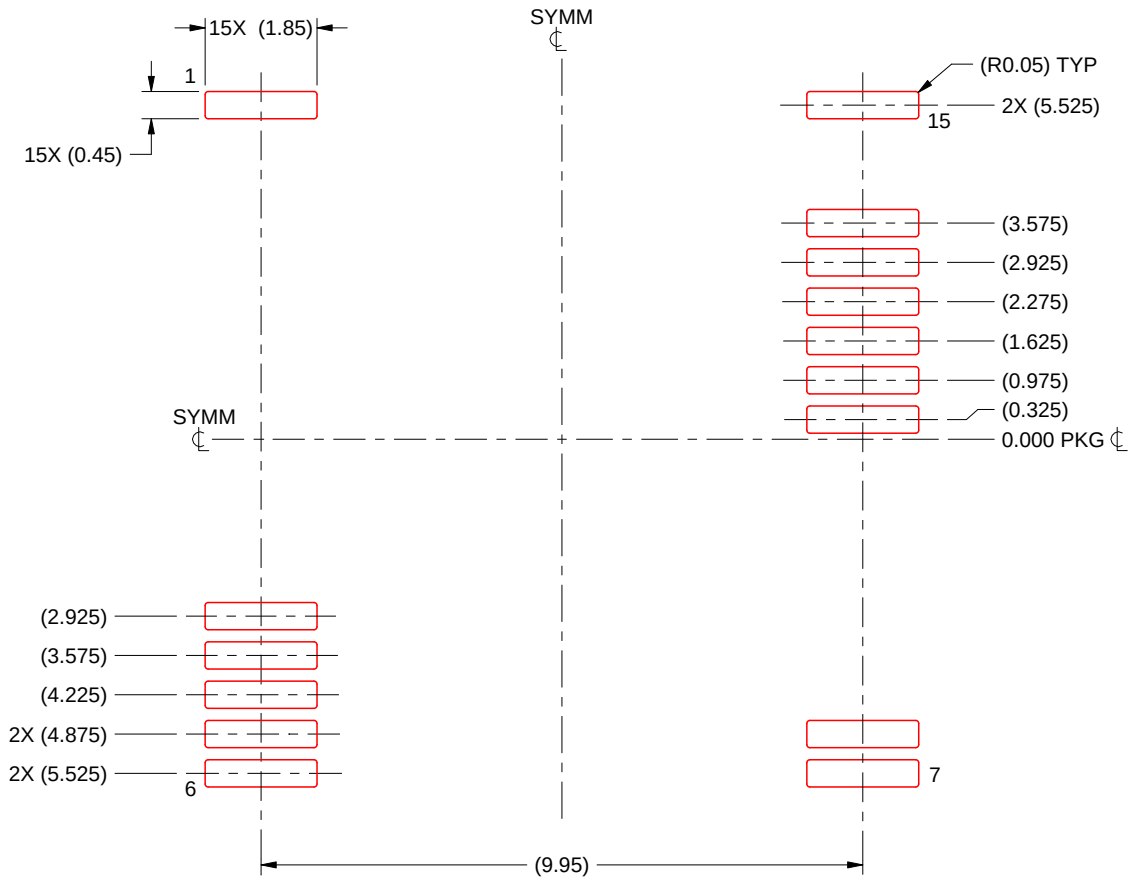
NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 mm per side.
4. This dimension does not include interlead flash. Interlead flash shall not exceed 0.25 mm per side.



NOTES: (continued)

5. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
6. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
SCALE: 8X

4229682/A 05/2023

NOTES: (continued)

7. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
8. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做出任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。 严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 TI 的销售条款或 ti.com 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司