

1 描述

IBSA1111 是一款完整四象限电压输出模拟乘法器。它能产生输入电压X和输入电压Y的线性乘积, 且输出具有高达200MHz的 -3dB 的带宽。在标称负载150Ω情况下, 满量程1%建立时间典型值为30ns。

IBSA1111 差分乘法输入X、Y以及加法输入Z均为高阻抗, 输出W为低阻抗, 可以驱动低至25Ω的负载。IBSA1111 默认采用 $\pm 5V$ 工作电源。

IBSA1111 提供高水准响应速度的同时, 保证了元器件的易用性和适用性。例如, 除了允许在输出叠加其它信号之外, 输入Z也可以提供一个高达10倍电压增益的方式来控制IBSA1111。这款乘法器具有低至62nV/ $\sqrt{Hz}$ 的超低噪声, 在同类产品中具备很强的竞争力。

IBSA1111 使用 SOIC-8 封装, 可以满足在 $-40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 温度范围内正常工作的需求。

2 应用范围

- 高速乘法、除法、平方运算
- 宽带调制解调
- 相位检测与测量
- 正弦倍频
- 视频增益控制与键控
- 压控放大器与滤波器

3 特性

- 传递函数: $W=XY+Z$
- 高集成度: 极少的外围器件
- 极高速: 满量程1%建立时间为30ns

- 直流耦合电压输出简化使用方式
- 高阻抗差分输入X、Y和Z
- 超低噪声: 62nV/ $\sqrt{Hz}$
- 高输出电流能力, 可驱动低阻抗负载
- 电源范围: $\pm 4.5V \sim \pm 5.5V$
- 输入电压范围: $-1V \sim +1V$
- 增益精度: $< 5\%$
- 增益动态范围: $\geq 40dB$
- 电压转换效率: 优于550V/us (输出幅度为2V_{pp}时)
- 功耗电流: $< 30mA$

4 管脚定义

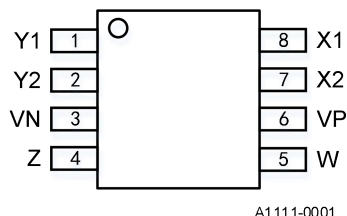


图4.1 SOIC-8引脚配置

表4.1 引脚功能说明

序号	定义	功能描述
1	Y1	同相Y乘法输入
2	Y2	反相Y乘法输入
3	VN	负电源电压
4	Z	求和输入
5	W	输出
6	VP	正电源电压
7	X2	反相X乘法输入
8	X1	同相X乘法输入

5 电性能参数

表1 IBSA1111 电气参数

测试条件: $T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_S=\pm 5\text{V}$, $R_L=150\Omega$, $C_L\leq 5\text{pF}$, 除另有标注。

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
函数定义			$W = \frac{(X1-X2)(Y1-Y2)}{U}+Z$			
输入特性（X、Y）						
差分电压范围	Differential Voltage Range	V _{CM} = 0V		±1		V
失调电压	V _{os}			±3	±20	mV
全温度失调电压	V _{os} drift	T _{MIN} to T _{MAX} ^{注1}			±25	mV
共模抑制比	CMRR	f≤100kHz;±1Vpp		80		dB
偏置电流	I _b	X		5.8		uA
		Y		3.9		uA
差分阻抗	Differential Resistance	X		60		kΩ
		Y		125		kΩ
-3dB小信号带宽	BW(-3dB)			200		MHz
动态特性						
建立时间,X or Y	Setting Time	To 1%,W=2Vpp		30		ns
压摆率	Slew Rate	W = -2V to 2V		550		V/us
增益动态范围	Gain Dynamic Range			40		dB
求和输入Z						
-3dB小信号带宽	BW(-3dB)			235		MHz
差分阻抗	Differential Resistance			120		kΩ
偏置电流	I _b			5.7		uA
输出特性						
噪声谱密度	Noise Spectral Density	X=Y=0V,f<10MHz		62		nV/√Hz
比例因子误差	Scale Factor Error			±5		%FS
电源						
电源电压	V _s		±4.5	±5	±5.5	V
静态电流	I _q			21		mA
输出PSRR与VP关系	PSRR at Output vs VP	+4.5V to +5.5V		0.30		%/V
输出PSRR与VN关系	PSRR at Output vs VN	-4.5V to -5.5V		0.1		%/V

注1: $T_{MIN}=-40^{\circ}\text{C}$, $T_{MAX}=85^{\circ}\text{C}$ 。

6 极限参数

表2 IBSA1111极限参数

极限参数	值	单位
电源电压	±6	V
内部功耗	300	mW
工作温度范围	-40~125	℃
储存温度范围	-65~150	℃
焊接温度60S	300	℃

7 基本理论

该乘法器基于经典结构，如图7.1，具有跨线性内核，由三个（X、Y 和 Z）线性电压-电流转换器和负载驱动输出放大器组成。比例因子（方程式中的分母 U）由优化设计的超低噪声带隙基准源提供参考。

$$W = \frac{(X1 - X2)(Y1 - Y2)}{U} + Z \quad (1)$$

这里变量W、U、X、Y和Z都是电压的函数。其中 $X = X1 - X2$ 、 $Y = Y1 - Y2$ 和 $Z = 0$ ，设置比例因子 $U = 1V$ 。输出可以表示为

$$W = XY \quad (2)$$

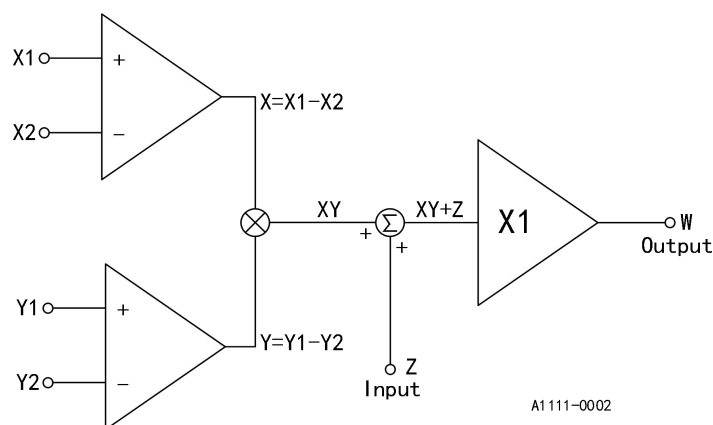


图7.1 功能框图

8 典型应用

公式 1 中 U 的基本值标称为 1.05 V。图 8.1 是基本的乘法器连接，还说明了如何通过电阻在 W （引脚 5）和 Z （引脚 4）之间的分进行分压处理，将 U 的有效值调整为更低的电压（通常为 1 V）。图示为一般电阻值，等式 1 可以重写为

$$W = \frac{XY}{U} + kW + (1 - k)Z' \quad (3)$$

其中 Z' 与引脚 4 处的信号 Z 不同。由此可知

$$W = \frac{XY}{(1-k)U} + Z' \quad (4)$$

这样， U 的有效值可以修改为

$$U' = (1 - K)U \quad (5)$$

要将 U' 设置为 1 V，记住 U 的基本值为 1.05 V， R_1 的标称值必须为 $20 \times R_2$ 。所示值允许在 0.95 V 至 1.05 V 的标称范围内调整 U 。也就是说， R_2 提供 5% 的增益调整。

在许多应用中，乘法器的确切增益可能不是很重要。在这种情况下，可以直接将 R_2 固定为 100 Ω 。

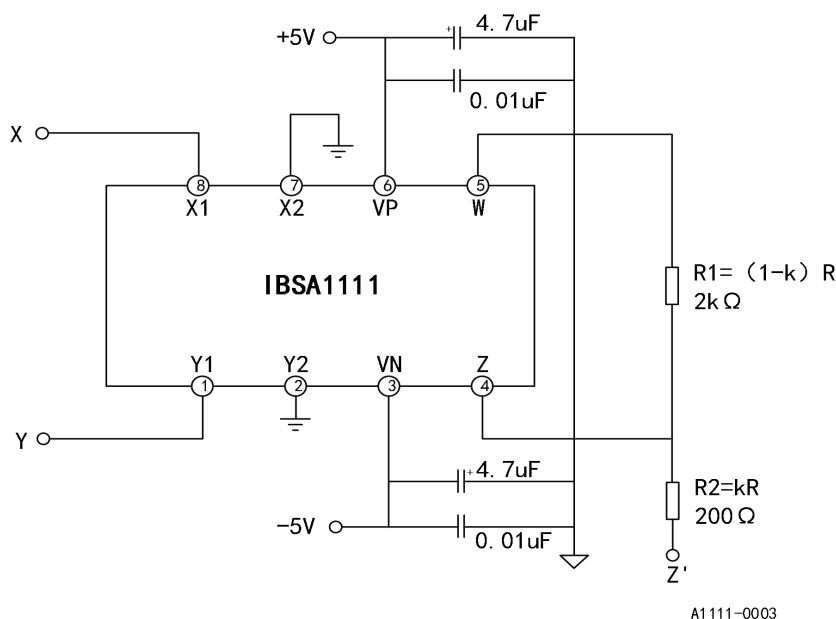
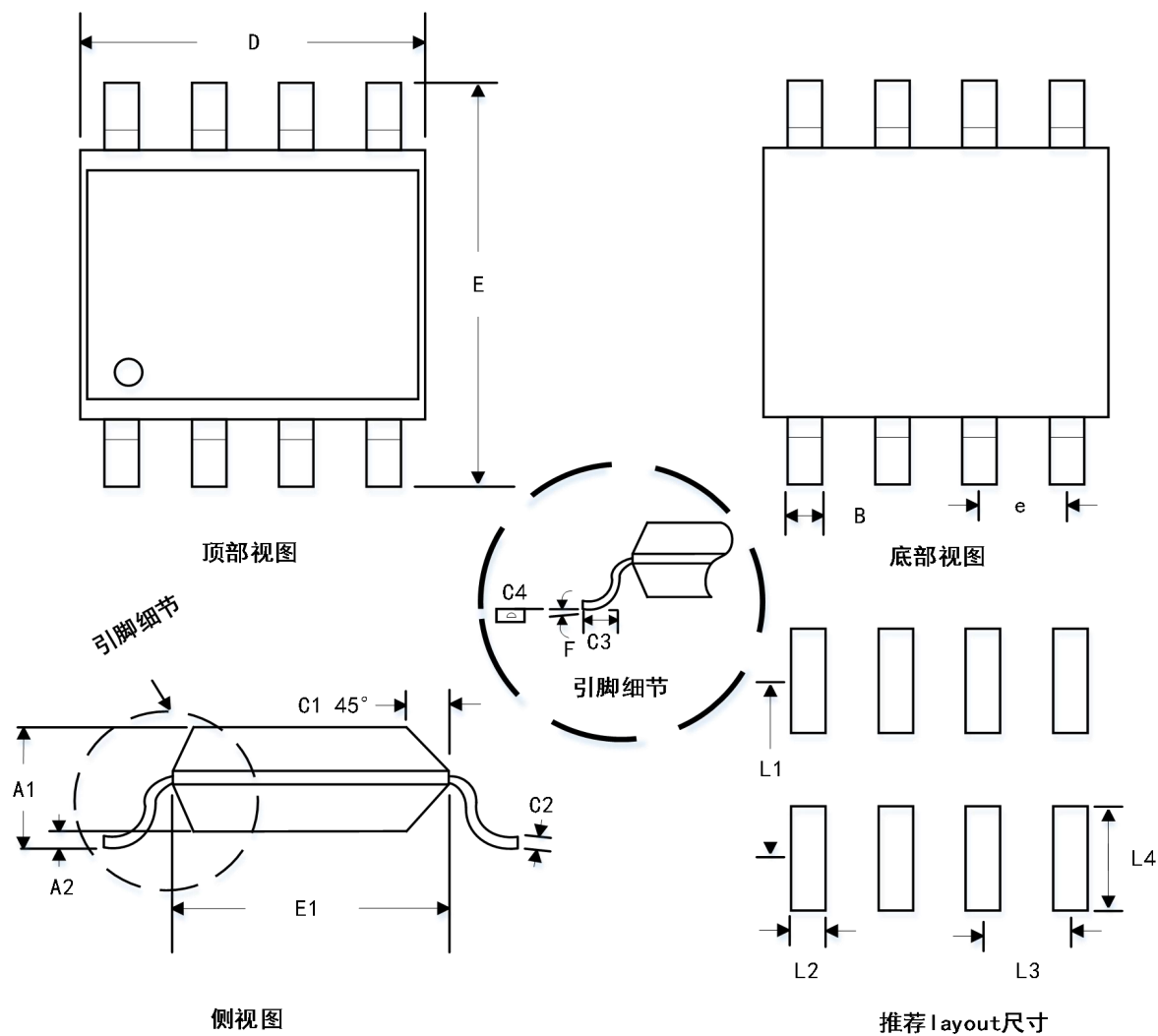


图8.1 乘法器基本连接

9 封装尺寸



A1111-0004

图9.1 IBSA1111 SOIC-8封装尺寸图

表9.1 IBSA1111 SOIC-8封装尺寸参数（单位：mm）

尺寸标注	最小	标准	最大	尺寸标注	最小	标准	最大
D	4.80	4.90	5.00	E	5.80	6.00	6.20
B	0.39	0.43	0.47	e	1.27 BSC		
A1	1.38	1.63	1.75	C1	0.25	0.33	0.50
A2	0.10	0.15	0.25	C2	0.20	0.22	0.24
E1	3.80	3.90	4.00	C3	0.50	0.65	0.80
F	0	4°	8°	C4	0.1		
L1	5.45	5.50	5.55	L2	0.65	0.70	0.75
L3	1.27 BSC			L4	2.15	2.20	2.25

注：以上为SOIC-8塑封尺寸信息，若有陶封需求，也可以满足。