内置可调谐电容的 FM 低噪声放大器

特性

- **无需耳机及拉杆天线，通过复用 GSM 天线实现 FM 信号接收**
- **内置一线可编程逻辑单元的可调谐电容阵列，有效提升短天线在不同工作频段的天线效率**
- **极低的噪声系数:1.2dB**
- **标准 CMOS 工艺**
- 1.8V 工作电压下高达 20dB 的增益
- 高线性度
- EN 管脚支持一线可编程逻辑的 4bit 可调谐电容
- 工作电压：1.5V~3.6V
- 关机电流<0.1μA
- 纤小的 1.5×1.0×0.55 mm^3 DFN-6L 封装

描述

AW5017 是一款低噪声放大器，无需耳机和拉杆天线，通过复用 GSM 天线实现 FM 信号接收。

AW5017 内置 EN 管脚控制的一线可编程逻辑单元，可控制 16 个台阶的可调谐电容阵列，有效提升短天线增益。

AW5017 具有低噪声，高增益，高线性度的特性，典型值噪声系数 1.2dB，增益 21dB。

AW5017 的电源电压和使能 EN 电压范围在 1.5V 到 3.6V，典型值为 1.8/2.8V。

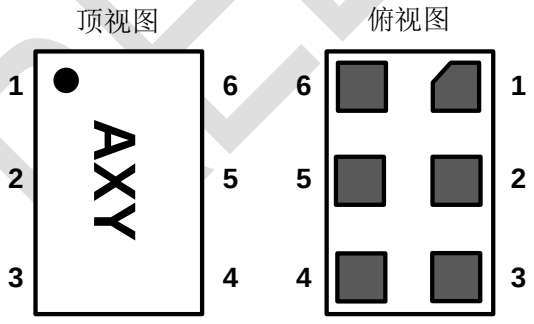
AW5017 将 RF 射频开关集成在内部芯片，在关断的条件下可以实现高阻抗，关机电流小于 0.1μA。

AW5017 采用纤小的 1.5mm×1.0mm×0.55mm DFN-6L 封装，额定的工作温度范围为-40℃至 85℃。

应用

- 功能和智能手机
- 便携式音频设备

引脚分布及标记图



管脚顺序	管脚名称
1	VCC
2	NC
3	RFOUT
4	GND
5	EN
6	RFIN

A---AW5017DNR; XY---生产跟踪码

图1 AW5017 引脚分布图

PRELIMINARY

手册中提到的全部商标所有权归各自拥有者所有。

版权所有© 2014 上海艾为电子技术有限公司

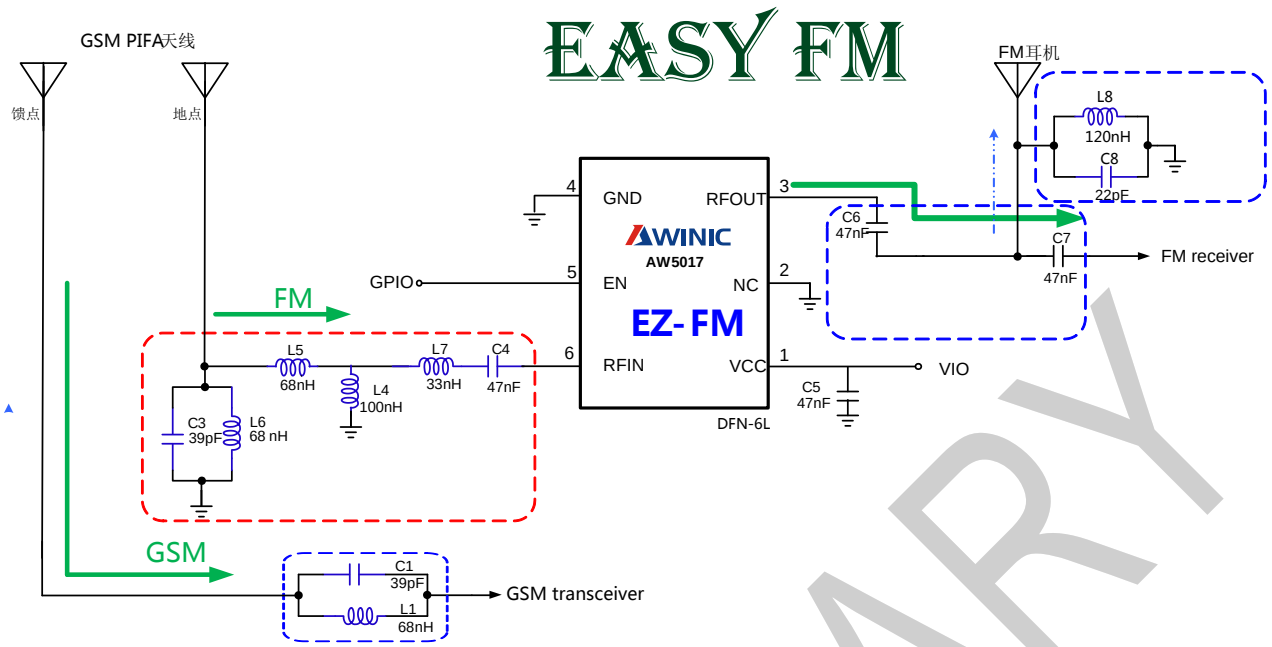


图2　AW5017 典型应用图

订购信息

表1　订购信息表

产品型号	工作温度范围	封装形式	RoHS	器件标记	发货形式
AW5017DNR	-40℃～85℃	1.5mm×1.0mm×0.55mm DFN-6L	是	A	卷带包装 3000 片/盒

AW5017 □ □ □

装运形式
R: Tape & Reel

封装形式
DN:DFN

PRELIMINARY

版权所有© 2014 上海艾为电子技术有限公司

引脚定义及功能

表2 引脚定义及功能表

序号	符号	描述
1	VCC	电源电压
2	NC	推荐接地
3	RFOUT	射频输出引脚
4	GND	地
5	EN	使能（高电平），内置 150K 的下拉电阻，同时支持不同数目的高电平脉冲来控制内置 4bit 可调谐电容数值
6	RFIN	射频输入引脚

绝对最大额定值（注 1）

表3 额定值数值表

参数	范围
电源电压 VCC	-0.3 V to 4.2 V
EN 引脚电压	-0.3 V to 4.2 V
电源最大电流 ICC	30 mA
RFIN 输入功耗 Pin	20 dBm
封装热阻 θ_{JA}	625 ℃/W
最大结温 T_{Jmax}	125 ℃
存储温度范围	-65 ℃ to 150 ℃
工作温度范围	-40 ℃ to 85 ℃
引脚温度 （焊接 10 秒）	260 ℃
ESD 范围（注 2）	
HBM 模式	RFIN/RFOUT 管脚： ±3500 V 其余管脚： ±5000 V
Latch-up	
测试标准：JEDEC STANDARD NO.78A FEBURARY 2006	+IT：+300 mA -IT：-300 mA

PRELIMINARY

版权所有© 2014 上海艾为电子技术有限公司

电气特性

表4 电源电压 1.8V 时的电气特性数值表

测试条件：T_A=25℃，VCC=1.8V，EN=1.8V，Rs=50ohm，frequency=90MHz（除非特别说明）

	参数	条件	最小	典型	最大	单位
I_{SD}	关机电流	EN=0V		0.1	1	μA
I_Q	静态电流	EN=2.8V		6.8		mA
NF	噪声系数	输入输出 50 欧姆		1.4		dB
S11	输入回波损耗	输入输出 50 欧姆		-3.8		dB
S12	反向隔离	输入输出 50 欧姆		-39.0		dB
S21	前馈增益	输入输出 50 欧姆		20.0		dB
S22	输出回波损耗	输入输出 50 欧姆		-20.5		dB
Kf	稳定因子	输入输出 50 欧姆		>1		
IIP3	输入三阶交调点	(注 3)		-12		dBm
IB P_{-1dB}	带内 1dB 压缩点	输入输出 50 欧姆		-23		dBm
OOB P_{-1dB}	带外 1dB 压缩点	(注 4)		-6		dBm

表5 电源电压 2.8V 时的电气特性数值表

测试条件：T_A=25℃，VCC=2.8V，EN=2.8V，Rs=50ohm，frequency=90MHz（除非特别说明）

	参数	条件	最小	典型	最大	单位
I_{SD}	关机电流	EN=0V		0.1	1	μA
I_Q	静态电流	EN=2.8V		9.2		mA
NF	噪声系数	输入输出 50 欧姆		1.2		dB
S11	输入回波损耗	输入输出 50 欧姆		-3.9		dB
S12	反向隔离	输入输出 50 欧姆		-37.3		dB
S21	前馈增益	输入输出 50 欧姆		21.0		dB
S22	输出回波损耗	输入输出 50 欧姆		-18.0		dB
Kf	稳定因子	输入输出 50 欧姆		>1		
IIP3	输入三阶交调点	(注 3)		-9		dBm
IB P_{-1dB}	带内 1dB 压缩点	输入输出 50 欧姆		-21		dBm
OOB P_{-1dB}	带外 1dB 压缩点	(注 4)		-2		dBm

PRELIMINARY

版权所有© 2014 上海艾为电子技术有限公司

表6 可调谐电容特性数值表

测试条件：TA=25℃，VCC=1.5V-3.6V，EN=VCC，Rs=50ohm，frequency=90MHz（除非特别说明）

	参数	最小	典型	最大	单位
V_{cc}	电源电压	1.5	2.8	3.6	V
T_H	EN 高电平持续时间	0.4		50	μs
T_L	EN 低电平持续时间	0.4		50	μs
T_{LATCH}	EN 状态锁存时间(注 5)	150		500	μs
T_{OFF}	EN 关断延迟时间(注 6)	150		500	μs
n	可调谐台阶数目		16		
C_{min}	最小可调谐电容		15		pF
C_{max}	最大可调谐电容		45		pF
C_{step}	可调谐电容台阶		2		pF

注 1：如果器件工作条件超过上述各项极限值，可能对器件造成永久性损坏。上述参数仅仅是工作条件的极限值，不建议器件工作在推荐条件以外的情况。器件长时间工作在极限工作条件下，其可靠性及寿命可能受到影响。

注 2：HBM 模式的测试方法是存储在一个的 100pF 电容上的电荷通过 1.5 kΩ 电阻对每个引脚放电。MM 模式的测试方法是存储在一个 200pF 电容上的电荷直接对每个引脚放电。

注 3：通过在 97M 和 98MHz 加-40dBm/tone 的双音进行测试；

注 4：输入输出阻抗均为 50 欧姆，输入端口所加信号为带内信号频率 90MHz 和带外干扰信号频率 900MHz 的双音信号，其中输入信号功率为-40dBm，变化带外干扰信号功率来测量功率增益下降 1dB 时的干扰信号功率；

注 5：电路内部设计有锁存机制，当 EN 的高电平脉冲宽度大于状态锁存时间时，电路将不再接受新的脉冲而保持内部锁存状态不变，直到关断状态为止。

注 6：电路内部设计有锁存机制，当 EN 从高电平变成低电平，等待关断延迟时间后电路内部为关断状态。

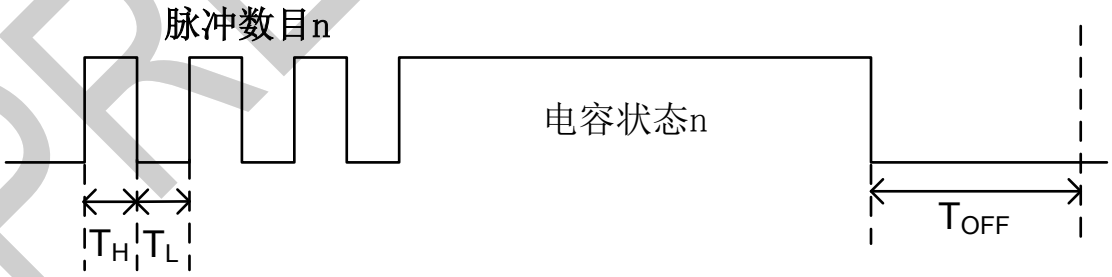


图3 一线逻辑时序图

PRELIMINARY

版权所有© 2014 上海艾为电子技术有限公司

典型特性曲线

测试条件：T_A=25℃，VCC=1.8V，EN=1.8V，Rs=50ohm，frequency=90MHz（除非特别说明）

表7 特性曲线对照表

特性指标		特性曲线编号
S 参数	S11/S21/S12/S22	图 4/图 5/图 6/图 7
噪声系数	NF	图 8
稳定性因子	K_f	图 9
功率增益 1dB 压缩点	P1dB (IB/OOB)	图 10
可调谐电容	C_{in}	图 11

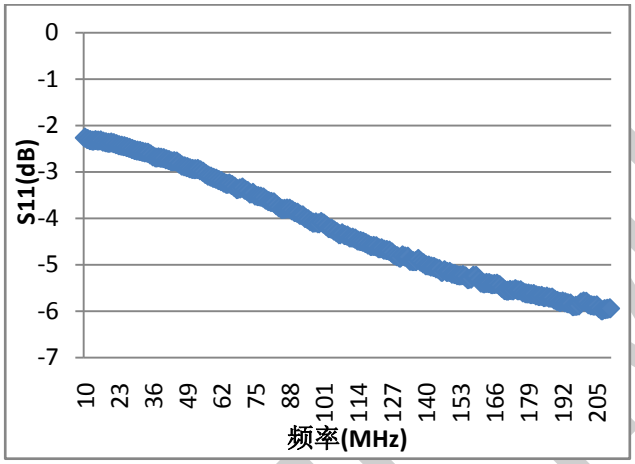


图4 输入返回损耗(S11)

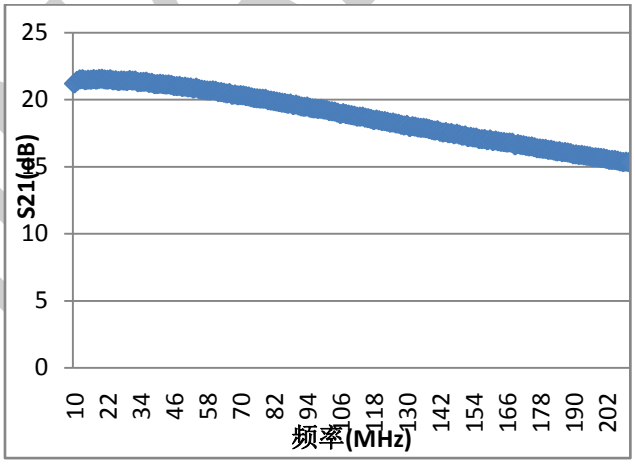


图5 功率增益(S21)

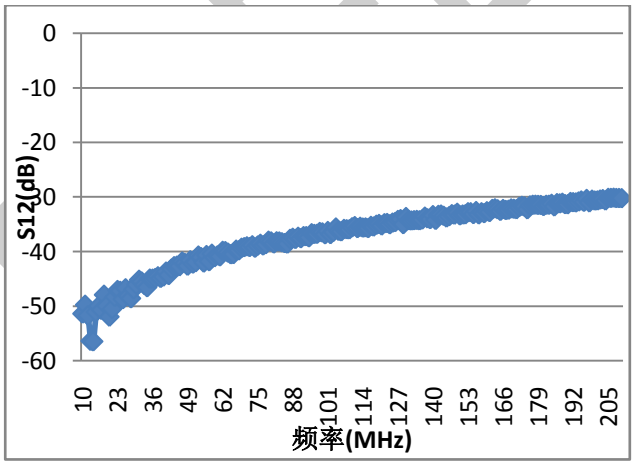


图6 反向隔离度(S12)

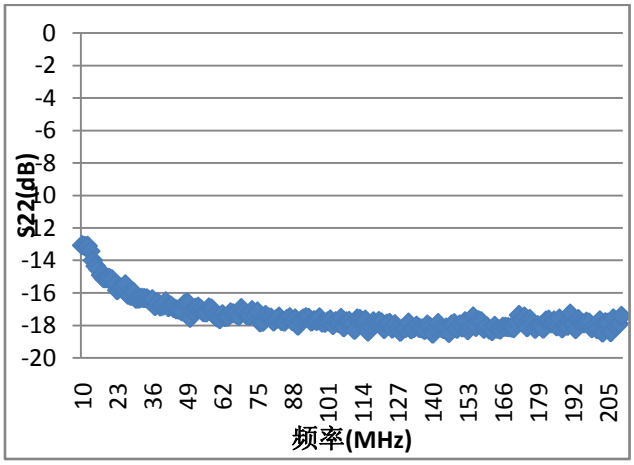


图7 输出返回损耗(S22)

版权所有© 2014 上海艾为电子技术有限公司

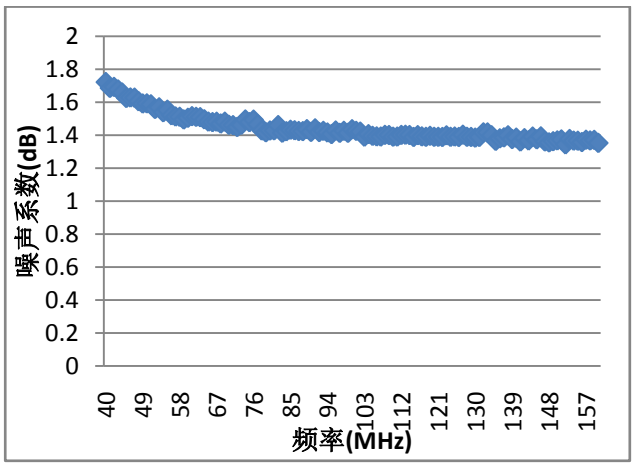


图8 噪声系数(NF)

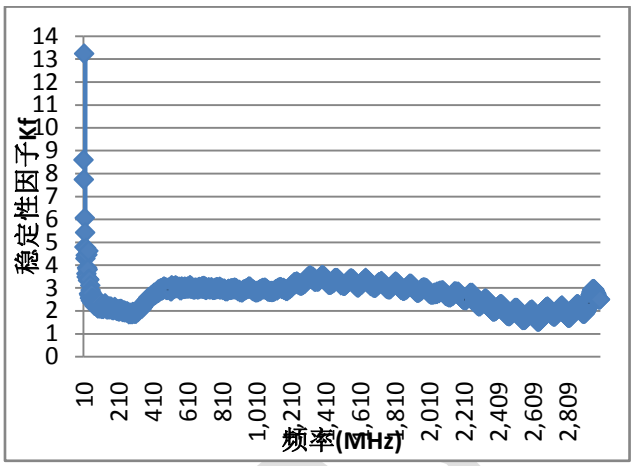


图9 稳定性因子(K_f)

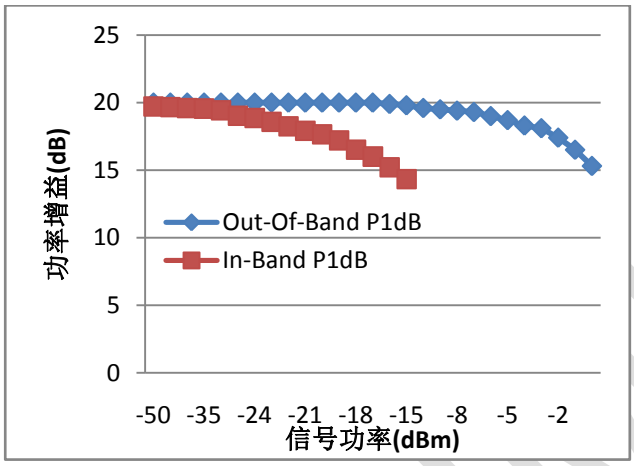


图10 带内/带外 P1dB

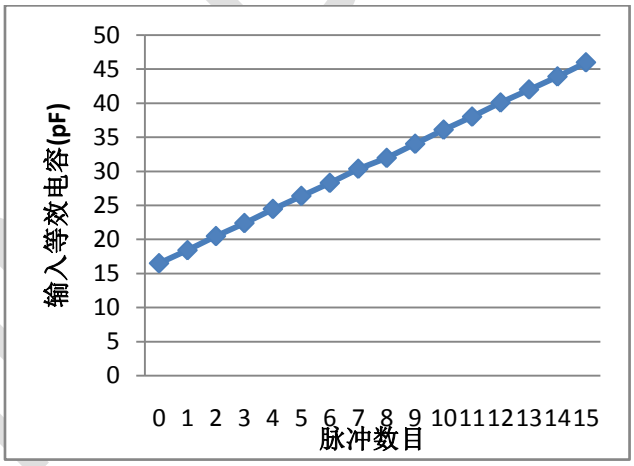


图11 可调谐电容(C_{in})

PRELIMINARY

版权所有© 2014 上海艾为电子技术有限公司

测试条件：T_A=25℃，VCC=2.8V，EN=2.8V，Rs=50ohm，frequency=90MHz（除非特别说明）

表8 特性曲线对照表

特性指标		特性曲线编号
S 参数	S11/S21/S12/S22	图 12/图 13/图 14/图 15
噪声系数	NF	图 16
稳定性因子	K_f	图 17
功率增益 1dB 压缩点	P1Db(IB/OOB)	图 18
可调谐电容	C_{in}	图 19

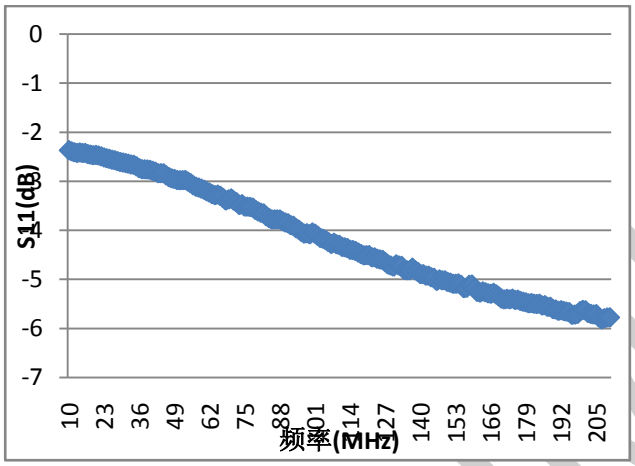


图12 输入返回损耗(S11)

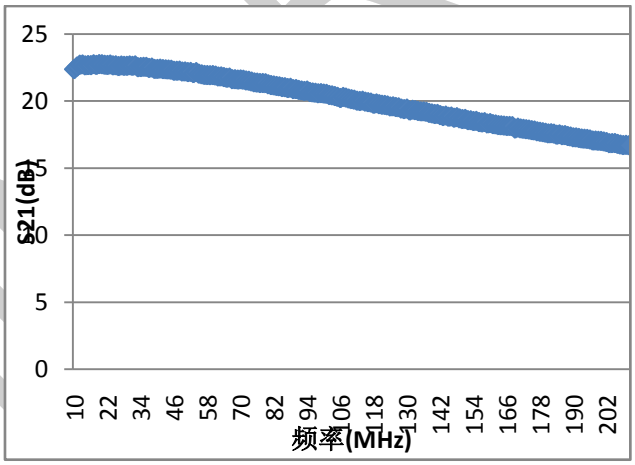


图13 功率增益(S21)

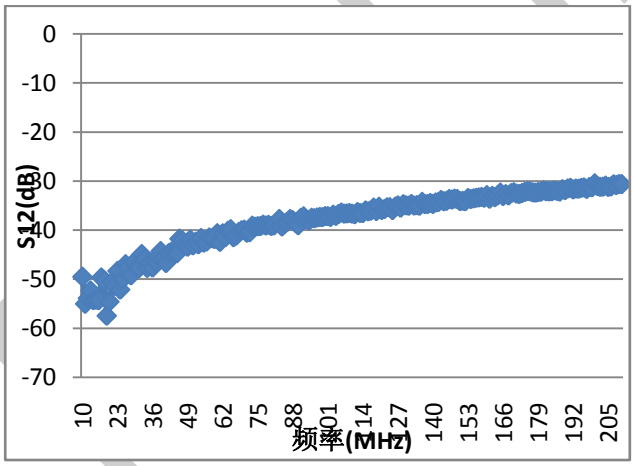


图14 反向隔离度(S12)

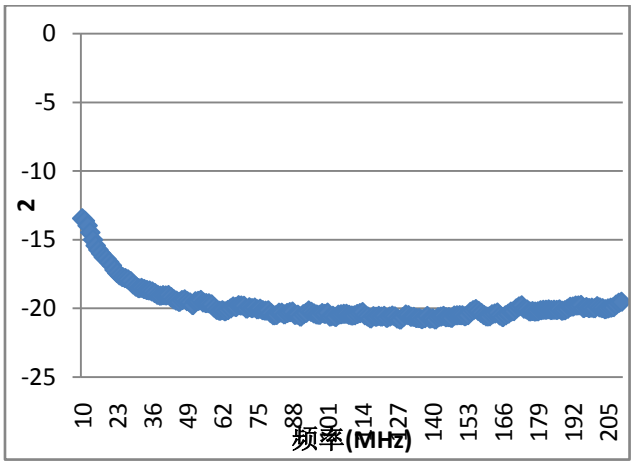


图15 输出返回损耗(S22)

版权所有© 2014 上海艾为电子技术有限公司

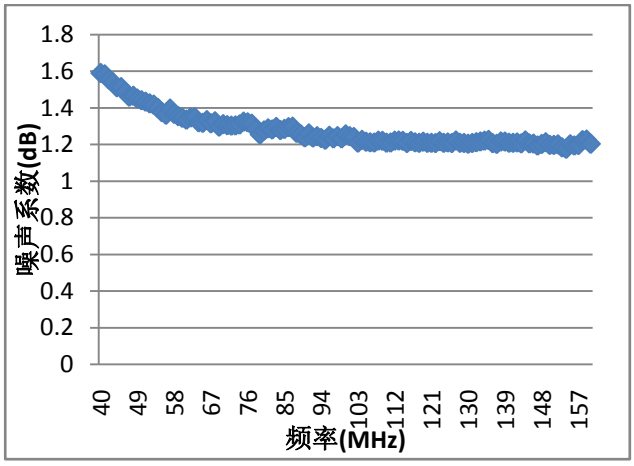


图16 噪声系数(NF)

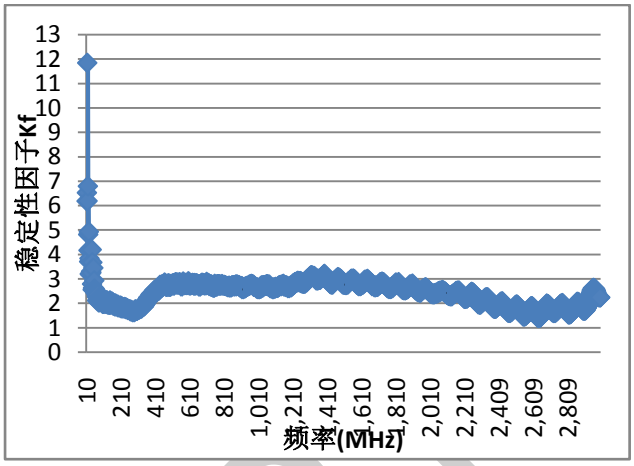


图17 稳定性因子(K_f)

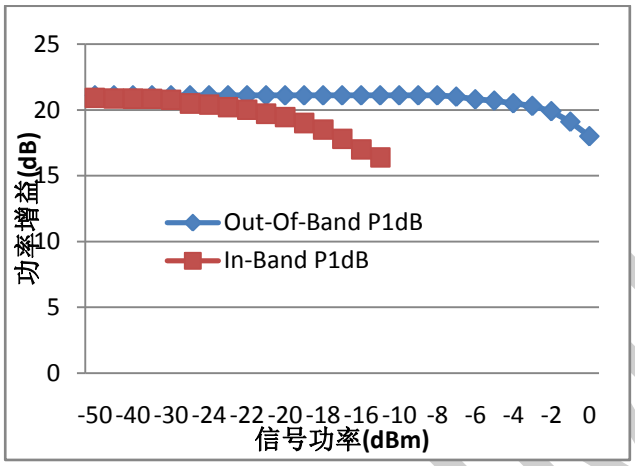


图18 带内/带外 P1dB

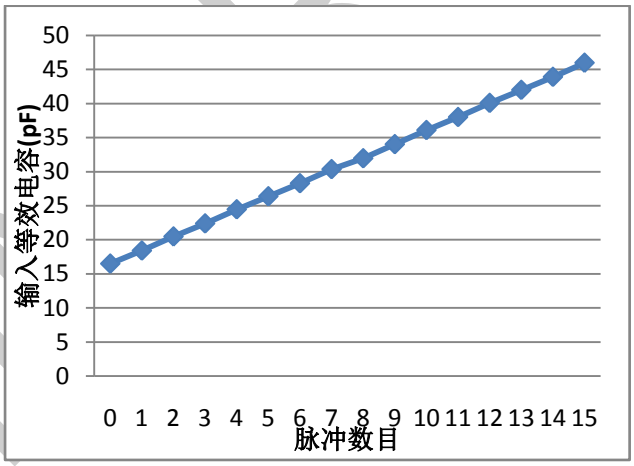


图19 可调谐电容(C_{in})

PRELIMINARY

版权所有© 2014 上海艾为电子技术有限公司

功能框图

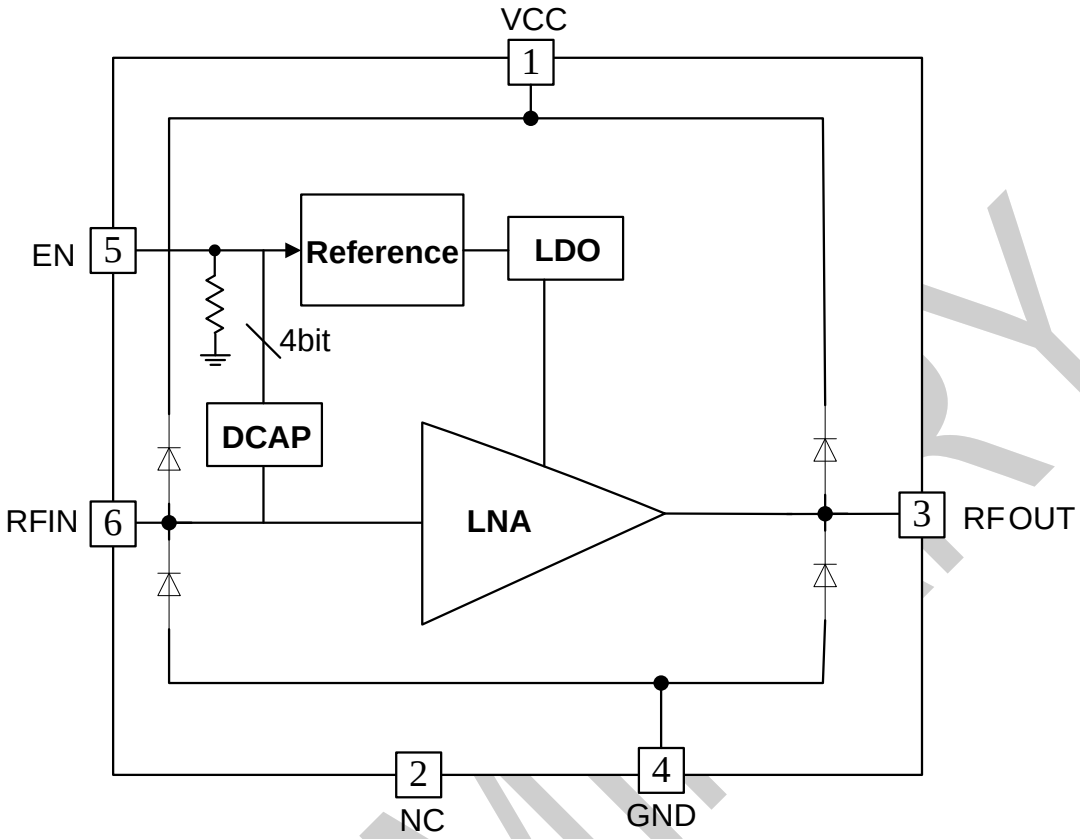


图20 AW5017 功能框图

测试方案

测试 DC 特性（直流电流，功耗等）

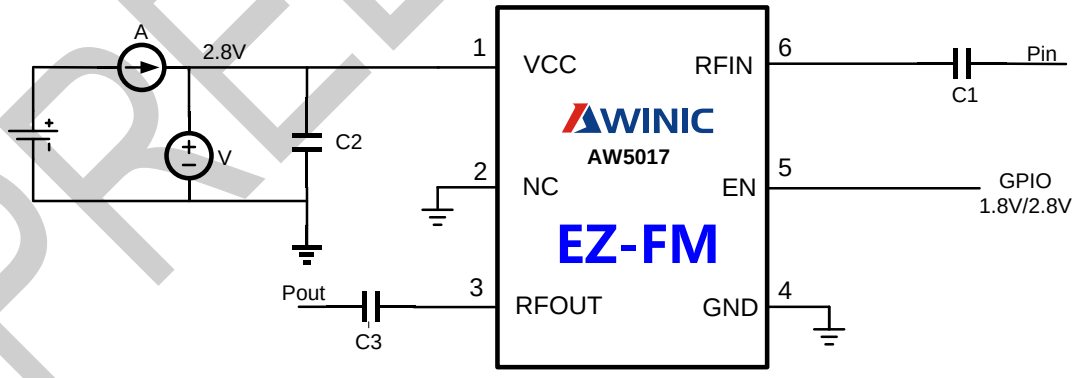


图21 AW5017 直流测试框图

PRELIMINARY

版权所有© 2014 上海艾为电子技术有限公司

测试 S 参数

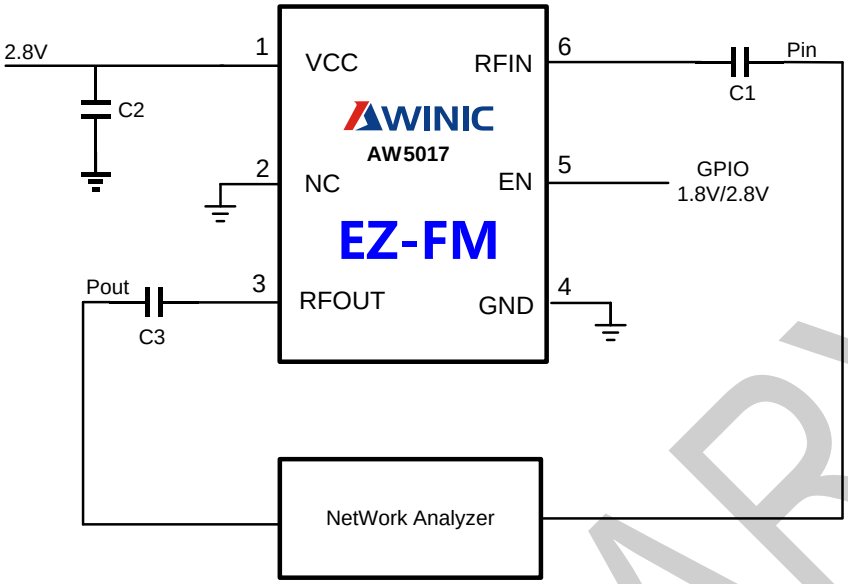


图22　AW5017 的 S 参数测试框图

测试噪声

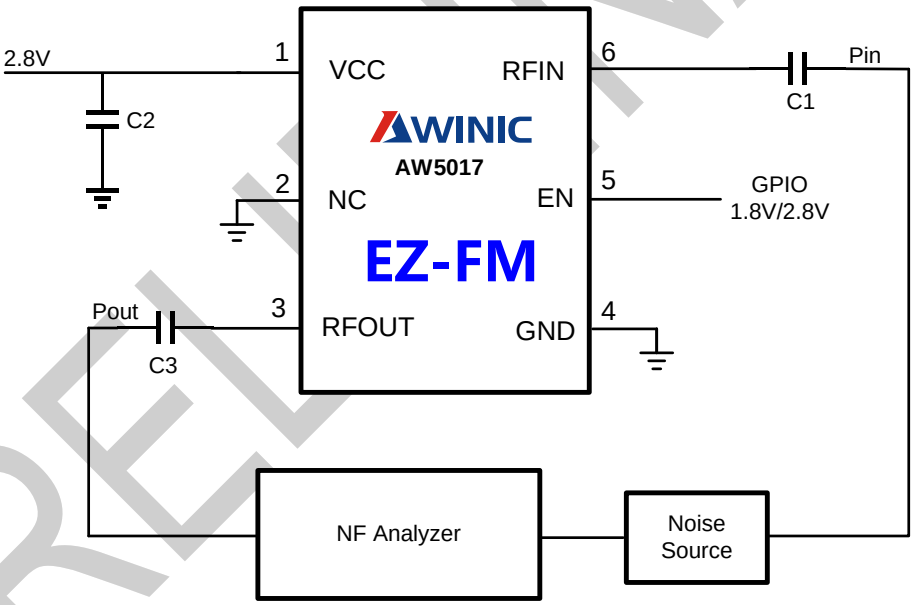


图23　AW5017 的噪声系数测试框图

PRELIMINARY

版权所有© 2014 上海艾为电子技术有限公司

测试 IIP3

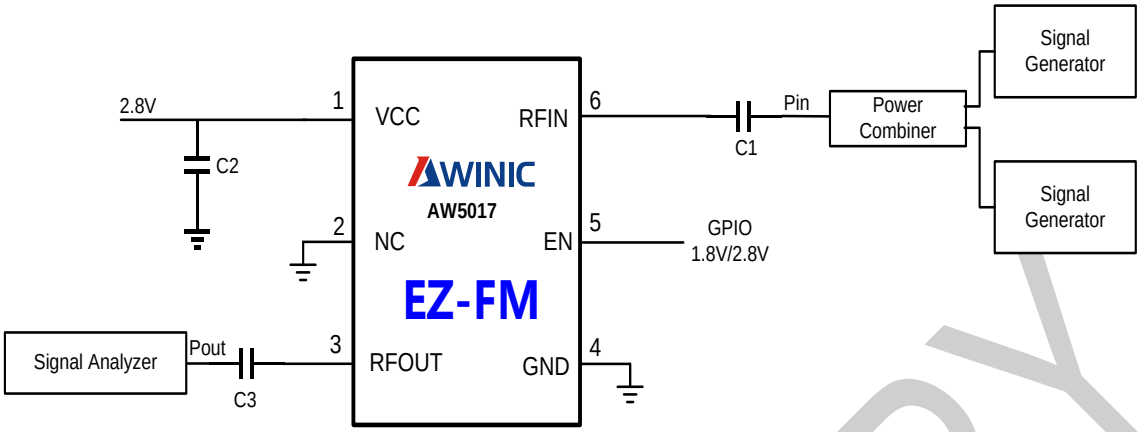


图24 AW5017 的 IIP3 测试框图

测试可调谐电容

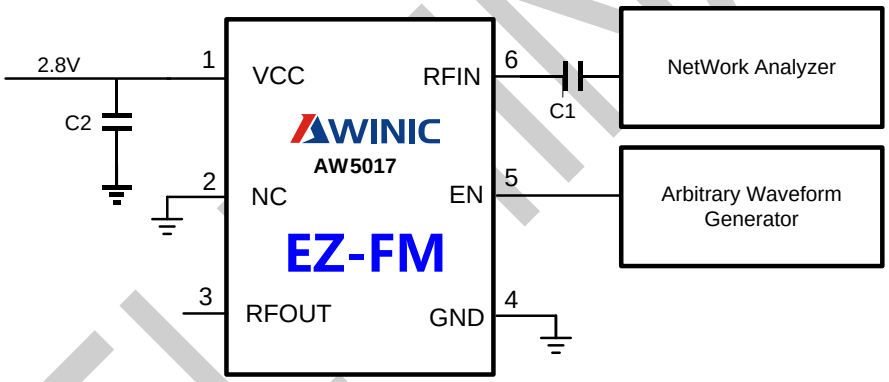


图25 AW5017 的可调谐电容测试框图

PRELIMINARY

版权所有© 2014 上海艾为电子技术有限公司

应用信息

元件的选取

以图 2 为例：

L6 和 C3 组成 GSM PIFA 天线的接地脚滤波电路，对于单极子天线，这两个元件可以删除；通常 L6 取 68nH，C3 取 39pF；

C1 和 L1 组成 FM 信号的滤波电路， GSM 信号顺利通过，而 FM 信号被抑制；C2,L3,L4 是常用的 GSM 天线 π 型匹配电路，根据 GSM 天线性能进行调节。通常 C1 取 39pF，L1 取 68nH；

C4，L4，L5, L7 为 FM 通路匹配电路，同时抑制 GSM 信号通过。通常 L4 取 100nH，L5 取 68nH，L7 取 33nH；

C5 为电源滤波电容；C6 为隔直电容，都选择 47nF；

只有在支持耳机天线应用时，需要增加电容 C7， C7 为 47nF。

表 9 给出了推荐的电感类型和典型值，表 10 给出了推荐的电容类型和典型值。

表9 电感的选取

型号	电感值	Q(min)	测试频率	生产商	尺寸
LQG15HS33NJ02	33nH	8	100MHz	Murata	0402
LQG15HS68NJ02	68nH	8	100MHz		0402
LQG15HSR12J02	120nH	8	100MHz		0402
LQG15HSR10J02	100nH	8	100MHz		0402
SDCL1005C33NJTDF	33nH	8	100MHz	Sunlord	0402
SDCL1005C68NJTDF	68nH	8	100MHz		0402
SDCL1005CR12JTDF	120nH	8	100MHz		0402
SDCL1005CR10JTDF	100nH	8	100MHz		0402

表10 电容的选取

型号	电容值	耐压	生产商	尺寸
GRM1555C1H220JA01	22pF	25V	Murata	0402
GRM1555C1H390JA01	39pF	25V		0402
GRM155R71C473KA01	47nF	16V		0402

EN 控制

AW5017 支持耳机天线，当基带检测到耳机插入时，GPIO 管脚拉低，关断 AW5017 以免产生不必要的功耗；

当启用一线逻辑单元来通过可调谐输入电容提高输入端电压增益时，其基于的原理图如图 26 所示。

其中，在 FM 的工作频段，短天线可以近似等效为开路感应电压和等效电感的串联。这样通过在输入端口调谐电容，可以在特定的工作频率上达到一定的电压增益，从而提高芯片的接收性能。

PRELIMINARY

版权所有© 2014 上海艾为电子技术有限公司

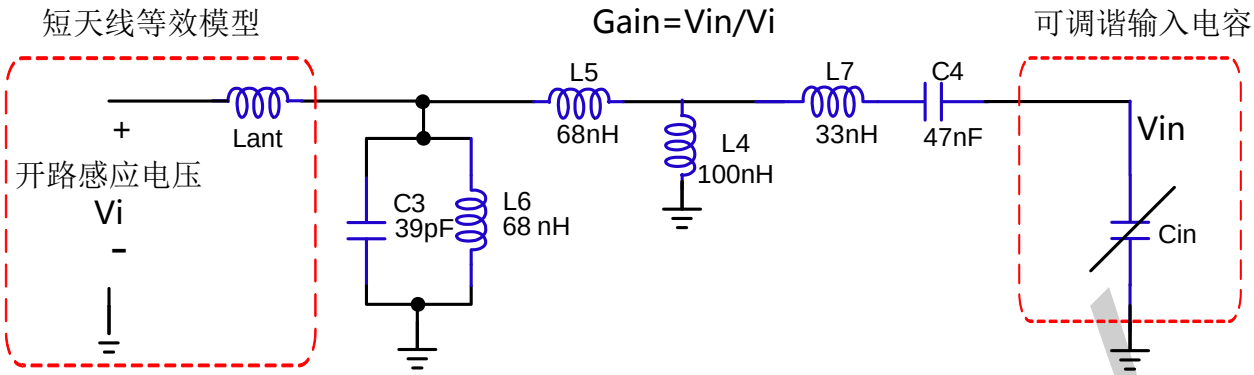


图26　AW5017 的可调谐电容测试框图

其中，可调谐电容的取值可由下式决定。其中 f_{boost} 为 FM 的工作频段，L_{eqq} 为 AW5017 输入端口 RFIN 往天线端看过去的等效电感，其与天线的类型和尺寸相关；C_{in} 为可调谐电容的数值。

$$f_{boost} = \frac{1}{2 * \pi * \sqrt{L_{eqq} * C_{in}}} (Hz)$$

图 27 是一个可调谐电容影响电压增益的例子。蓝色和红色曲线分别为最大可调谐电容和最小可调谐电容时输入端电压相对开路感应电压的增益变化曲线。其中短天线的等效电感为 150nH。

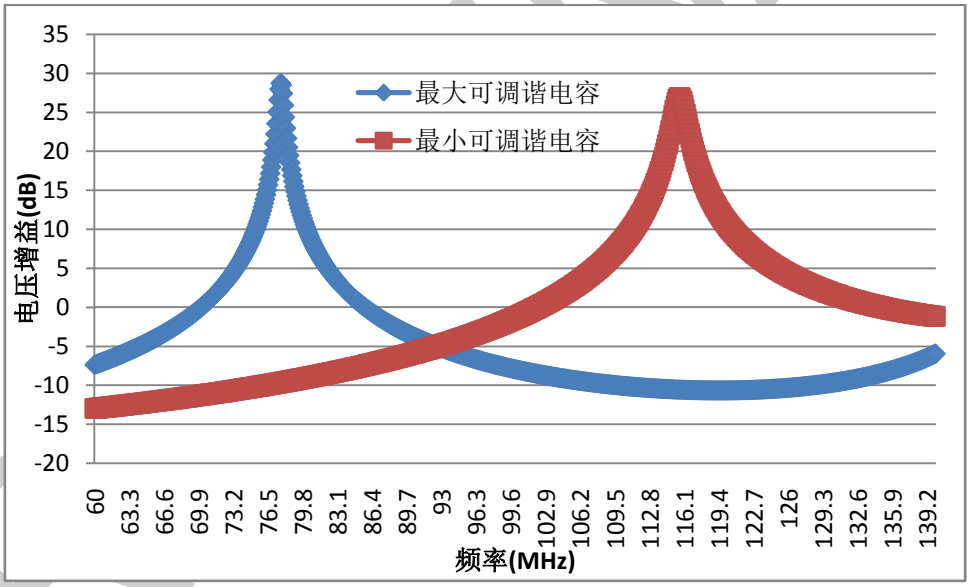
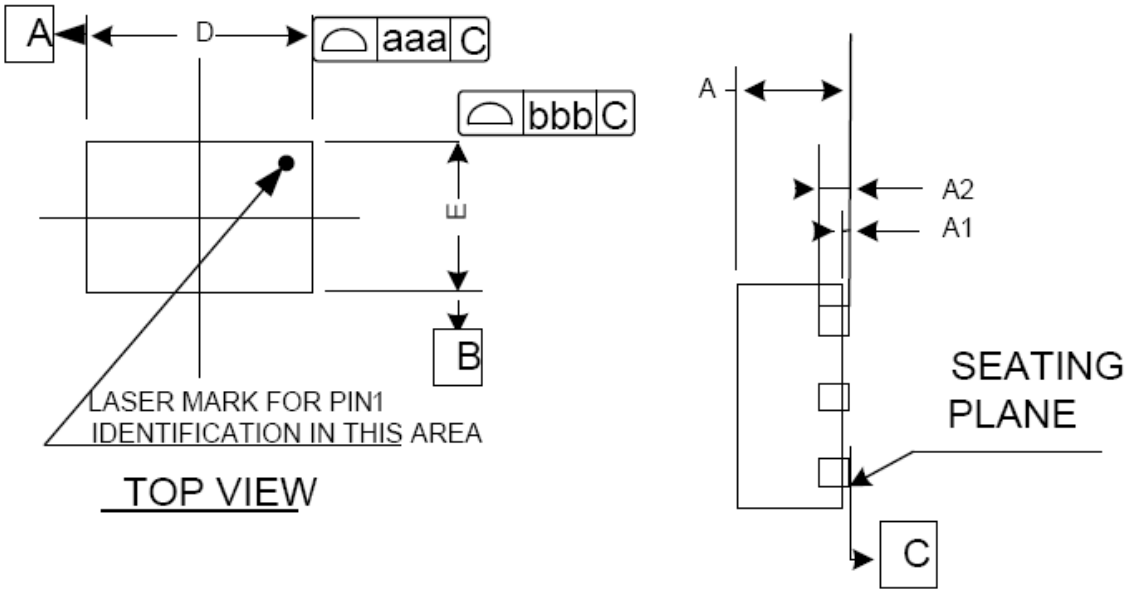


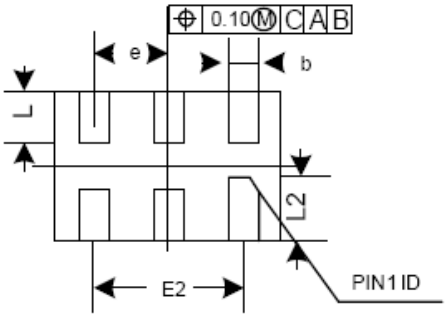
图27　不同可调谐电容下的电压增益

PRELIMINARY

版权所有© 2014 上海艾为电子技术有限公司

封装描述





* CONTROLLING DIEMENSIONMM

SYMBOL	MILLIMETER			INCH		
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
A	0.50	0.55	0.60	0.02	0.022	0.024
A1	---	---	0.05	---	---	0.002
A2	0.152REF			0.006REF		
b	0.15	0.20	0.25	0.006	0.008	0.010
D	1.50bsc			0.060bsc		
E	1.00bsc			0.040bsc		
E2	1.000REF			0.040REF		
L	0.30	0.35	0.40	0.012	0.014	0.016
L2	0.35	0.40	0.45	0.014	0.016	0.018
e	0.50bsc			0.020bsc		
TOLERANCES OF FORM AND POSITION						
aaa	0.05			0.002		
bbb	0.05			0.002		

图28　封装外观

版权所有© 2014 上海艾为电子技术有限公司

免责声明

此文档中包含的信息被认为是准确、可靠的。但是，上海艾为电子技术有限公司（以下简称艾为）对这些信息的准确性或完整性均不作任何明示或暗示的陈述或保证，且对这些信息的使用后果不承担任何责任。

艾为保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改本文档中发布的信息，包括但不限于产品资料和规格的权利。客户在下订单前应自行获取最新的相关信息，并验证这些信息是最新且完整的。本文档的信息覆盖并取代所有先于此次公布的文档。

艾为的产品没有设计、授权或保证适用于在医疗、军事、飞行器、太空或生命支持设备中使用，或是在可合理地预估艾为产品的故障或失效将导致人身伤害、死亡或严重的财产、环境损害之场合的等应用。艾为不接受在上述设备或应用中纳入和/或使用艾为产品而衍生的任何相关责任，若在此情况下纳入和/或使用艾为产品，由此而产生的任何风险和责任由客户自身承担。

此文档中对艾为任何产品应用的描述仅用于举例说明目的，就在未经进一步测试和改进的情况下，艾为不对这些应用将会适用于特定用途而作出任何陈述或保证。

所有产品的销售都必须遵守订单确认时艾为提供的商业销售一般条款和条件。

此文档中的任何文字或表述都不能被解释或解读为艾为产品可供承诺的销售要约，也不能被解读为任何专利、版权或其他工业、知识产权任何许可的授权、转让或暗示。

对于艾为产品手册的信息，仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。艾为对篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要遵守额外的限制条件。

在转售艾为产品或服务时，如果对该产品或服务参数的陈述与艾为标明的参数相比存在差异或虚假成分，则艾为就产品或服务所有明示或暗示的授权将失效，且这是不公平的、欺诈性商业行为。艾为对任何此类陈述均不承担任何责任或义务。

PRELIMINARY

版权所有© 2014 上海艾为电子技术有限公司