

## GHz 频带高精度表面声波 SAW 谐振器以及表面声波 SAW 振荡器

随着无线通讯技术以及半导体技术的进化，使用 1 GHz 以上频带的各种应用设备仪器被不断地开发并投入市场。

来自这些新市场的 1 GHz 以上的频带；不使用以高次谐波或低频振荡为基准的倍频（使用锁相环电路，锁相环：Phase Locked Loop；略称：PLL）技术，而是使用谐振器的基波振荡的精度更高、稳定性更佳的定时元器件晶体产品的商品化需求日益高涨。

为此，Epson Toyocom 应用在 800 MHz 为止的谐振频率中已有批量生产经验的弹性声表面波（Surface Acoustic Wave；略称：SAW）技术，以独自的 ST 切割生产的水晶表面声波 SAW 谐振器为基础，应用使叉指换能器（叉指电极，在水晶基板上形成的有规则的电极）达到精微化以及稳定化的生产技术，开发出谐振频率的上限可以达到 2.5 GHz 的水晶表面声波 SAW 谐振器：NS-34R 以及使用上述谐振器的低噪音振荡器：EG-9000GC、EV-9000GB。

1.表面声波 SAW 谐振器: NS-34R



照片 1: NS-34R

【背景】 从前，为了以基波实现 GHz 频带的谐振特征，使用了表面声波中传播速度较快的表面横波（Surface Transverse Wave；略称：STW）。但是表面横波的频率对电极线宽度及膜厚较为敏感，所以易受生产工艺的影响造成不均，难以达到高精度。

但是，与表面横波相比较，使用本公司独自の ST 切割基板、谐振频率至 800 MHz 为止已有批量生产经验的水晶表面声波 SAW 谐振器对电极线宽度及膜厚的频率敏感度低，而且还具有优越的频率温度特性（约 3 倍）。

在此，本公司充分运用超精密加工技术以及稳定化技术，将叉指电极精微化，以此开发出既具有高精度，又可以对应谐振频率为 2.5 GHz 为止的表面声波 SAW 谐振器：NS-34R。

表 1: NS-34R 的主要规格

项目	规格
额定频率范围	800 MHz to 2500 MHz
频率稳定度	$\pm 200 \times 10^{-6}$
拐点温度	+37.5 °C $\pm$ 20 °C
频率温度系数(第二)	$(-0.016 \pm 0.004) \times 10^{-6} / \text{°C}^2$
工作温度范围	0°C ~ +75 °C (正在开发能够对应大幅度温度范围的商品)
外部尺寸规格 (mm)	3.8 × 3.8 × 0.98t mm

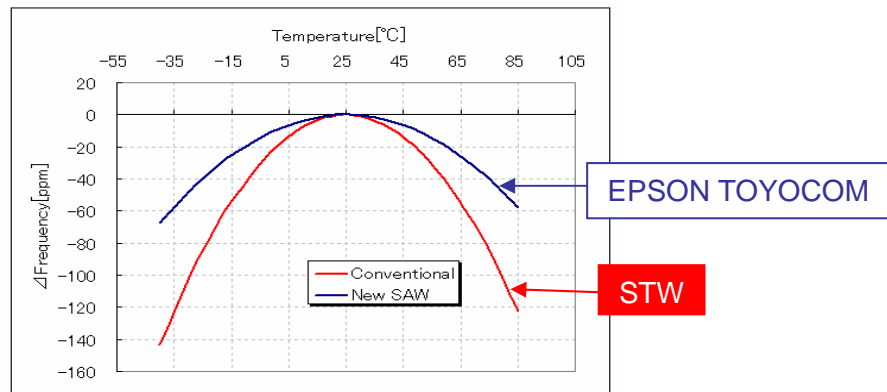


图 1: NS-34R 的良好的温度特性

【特征】 NS-34R 的初始频率公差、频率温度特性以及包括老化在内的频率稳定度为  $\pm 200 \times 10^{-6}$ （如照片 1、表 1 所示），而且还具有良好的频率温度特性（如图 1）。

另外，谐振器为双接口构造；显示电气特性的 Q 值为 1000；插入损耗为 6 dB；而且还具有可以加载 +10 dBm 以上电力的高耐电特征。使用 NS-34R，既能发挥 Q 值高的特征，又能通过在振荡电路中传送高功率信号，降低振荡器的相位噪音。还有，中心频率时的 NS-34R 的电压驻波比在 1.5 以下，因此编入振荡电路时不需要匹配电路，也能为振荡器的小型化做出贡献。

外形尺寸为 3.8 × 3.8 × 0.98t mm。

## 2. GHz 频带直接激励型 SAW 振荡器：EG-9000GC、EV-9000GB

【背景】 使用上述 NS-34R，开发出直接激励 GHz 频带的表面声波 SAW 振荡器（SAW Oscillator；略称：SO）：EG-9000G 与压控型 SAW 振荡器（Voltage Controlled SAW Oscillator；略称：VCSO）：EV-9000GB（照片 2、照片 3 及表 2）。

使用表面声波 SAW 谐振器的通常的振荡电路分为以 Colpitts 为例的负阻型和反馈型的两种类型。其中，反馈型虽然部品数量较多，但由于使用双接口型的表面声波 SAW 谐振器，所以在 GHz 频带也能得到较大的增幅度，而且为了稳定特性，EG-9000GC 和 EV-9000GB 都采用了反馈型振荡方式。



照片2： EV-9000GB

照片3： EG-9000GC

表2： EV-9000GB及 EG-9000GC的主要规格

	EG-9000GC	EV-9000GB（电压控制型）
频率公差	±150×10 <sup>-6</sup> Max.	
频率控制范围	—	TBD
工作温度范围	-20 ~ +60 °C	
输出频率范围	800 MHz ~ 2.5 GHz	
电源电压	3.0 V	
功耗	38 mA Max.	
输出波形	正弦	
外部尺寸规格	10.0×10.0×2.8t mm	14.0×9.0×2.8t mm

【特征】 图 2 表示了振荡部分结构图。EG-9000GC 的基本电路是由表面声波 SAW 谐振器、高频放大器、功率分配器 (Power Divider) 以及频率调整电路构成的。EV-9000GB 是在上述功率分配器与频率调整电路之间添加电压控制型的移相器 (Phase Shifter) 而构成的。而且各部分都做了  $50\ \Omega$  阻抗匹配。以下详细介绍电路部分。

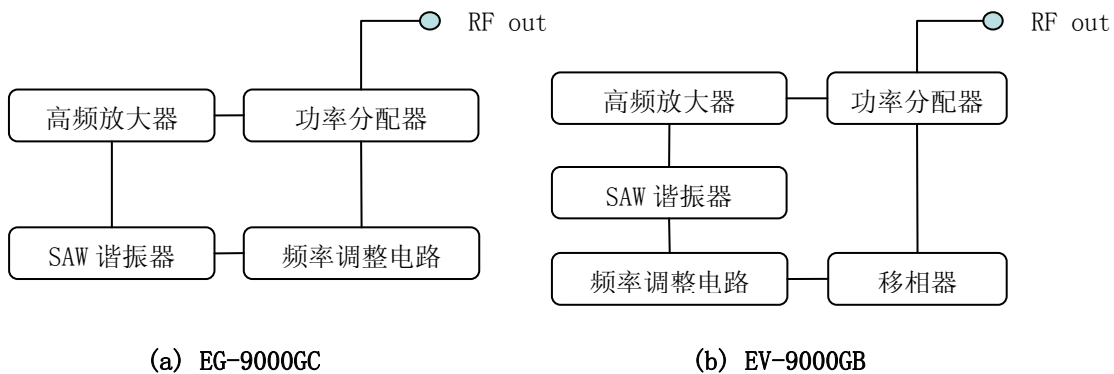


图 2: 振荡电路的构成

首先我们采用了 Q 值高、插入损耗低、耐电特性高且具有良好的温度特性的 NS-34R。NS-34R 的低电压驻波比 (VSWR) 与高耐电特性，使其外部不再需要衰减器或匹配电路，为振荡器的小型化做出了贡献。

为了实现低相位噪声，高频放大器需要具备噪音指数 (NF) 低以及较大的饱和输出值的性能。因此，高频放大器采用了既具有噪音指数 (NF) 低，饱和输出值又达到约 10 dBm 且不需要输入、输出匹配电路的中输出功率单片微波功率放大器 (MMIC)。

其次，对于功率分配器要求具备与其它电路连接时能保持匹配状态，且对于负荷变动具有较高的隔离度的性能。因此，选用了具有高隔离度的 Wilkinson 功率分配器。而且，将其配置在放大器之后，所以无需输出缓冲器，就能得到较大的输出功率，也为小型化做出贡献。

最后因为要求移相器具有即使改变控制电压，输入输出阻抗也能保持一定的性能，所以选用了分支线型 (3 dB Hybrid) 加变容二极管的反射型移相器。

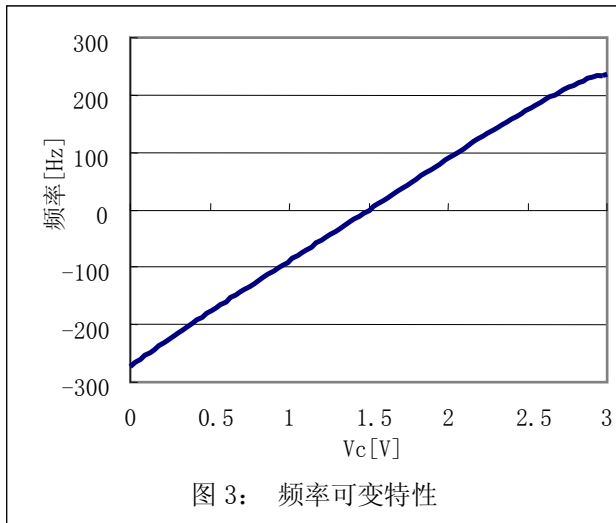


图 3 显示了 EV-9000GB (振荡频率: 2.40 GHz) 的电压控制特性。当控制电压为 0~3 V 时, 频率的可变幅度约为 500ppm。输出功率约为 6 dBm。因控制电压而造成的功率变动为 0.5dBm。

图 4 为 EV-9000GB (振荡频率: 2.40 GHz) 的宽频光谱特征。

载波与杂散的相对值为-35 dBc 以上, 因此输出波形近似正弦波, 又因为直接激励振荡频率, 所以光谱内只存在基波的整倍高频。

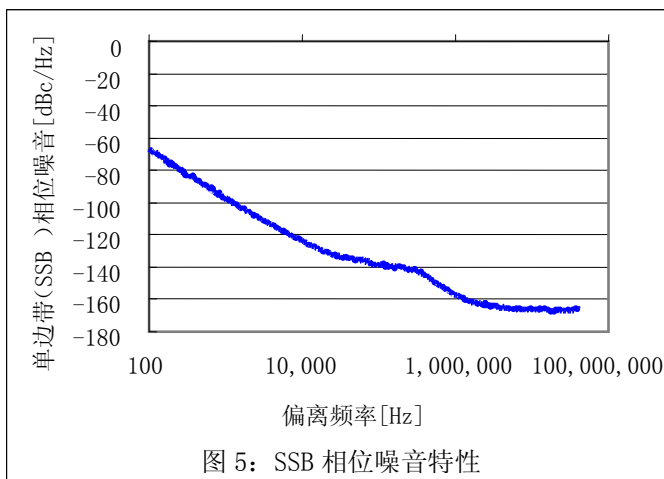
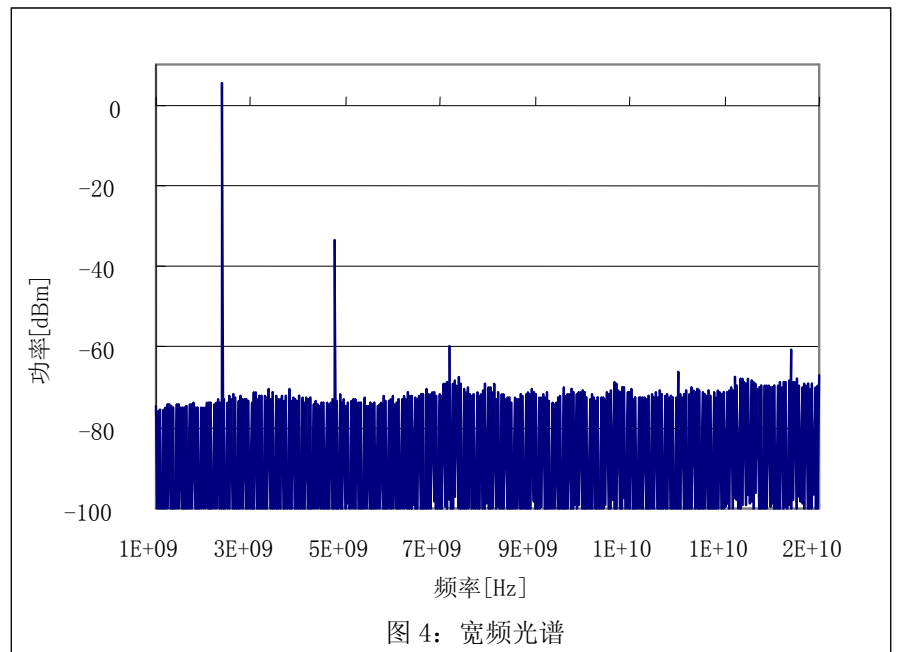


图 5 显示了 EV-9000GB (振荡频率: 2.40 GHz) 的相位噪声特性。

偏离频率为 1 kHz 时的数值在-95 dBc 以下, 宽带噪声为-165 dBc 以下。而且, 偏移频率在 12 kHz ~20 MHz 之间的相位抖动在 0.5 ps 以下。

### 3. 应用领域

近年开始了使用 60 GHz 频带的载波、拥有 1 Gbps 以上的通讯速度的毫米波无线局域网 (Wireless Personal Area Network; 略称: WPAN) 的研究。为了“更快更准确”地传输大容量数据, 通讯市场中载波的高频率化以及调制频带的宽带化的进程不断发展。

另外, 除了通讯市场以外, 使用 2.45 GHz 进行物质的合成或分解的微波应用市场以及使用 76 GHz 频带的载波的车用毫米波雷达的进展也非常显著。如上所示, 预计今后高频在各种市场的应用将日益活跃。(图 6)

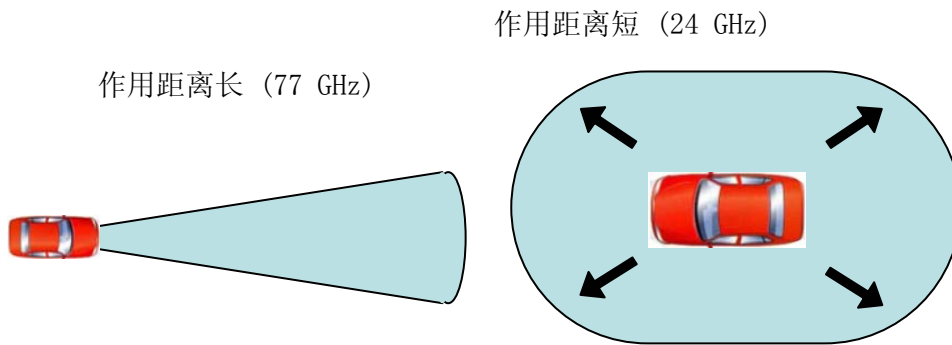
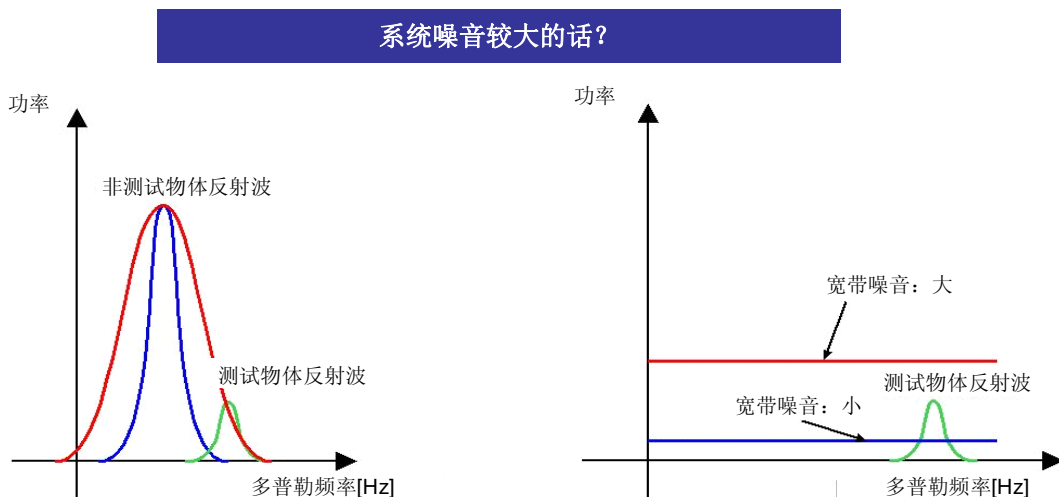


图 6: 毫米波雷达的应用例

这些应用事例中, 通过尽可能使用高频基准振荡源, 实现低相位噪音、低抖动、优良振荡信号的高速起动以及低功耗。

以毫米波雷达为例, 非测试物体的反射波噪音较大时, 会出现测试物体反射波被埋在系统噪音中, 难以接收测试物体反射波的问题。因此, 能够尽量降低非测试物体反射波的噪音的系统构成最为理想。(图 7)



以绿色表示的测试物体反射波被系统的宽带噪音所掩埋。

图 7: 对毫米波雷达来说重要的是?

图 8 显示了系统的基准信号源中使用 150 MHz、300 MHz、600 MHz 及 2.5 GHz 的振荡频率倍增到 79 GHz 为止时的相位噪音模拟演示结果。

从结果中可以看出，在系统的基准信号源中使用高频的一方能够降低系统的噪音，形成较易接收测试物体反射波的环境。

在基准信号源中使用这次介绍的水晶表面声波 SAW 谐振器：NS-34R 及其振荡器：EG-9000GC、EV-9000GB，由此能为应用系统的高性能化做出贡献。

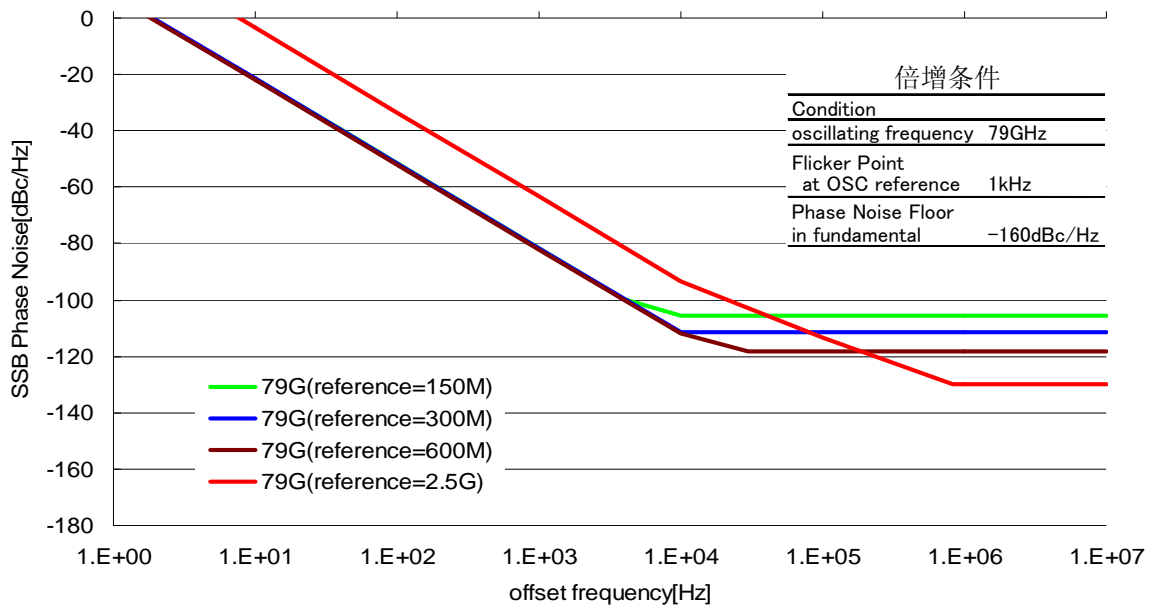


图 8：79GHz 时的相位噪音（模拟演示结果）

注）使用锁相环(PLL)振荡器倍增时，在低通滤波器的截止频率以下的偏离频率中会出现 VCO 的相位噪音特征。

### 关于 Epson Toyocom

Epson Toyocom 公司是在 2005 年 10 月由精工爱普生株式会社的水晶事业与东洋通信机株式会社的事业合并成立的公司。

对于以水晶为基础的“定时元器件”、“传感元器件”及“光学元器件”，以将这三种元器件各自展开的“横向展开”以及将三种元器件组合的“垂直展开”为概念的“3D 战略”，在全球范围内，从手机终端的民用领域到通讯基干、车载等产业领域，为广大客户提供商品，立志成为水晶元器件行业的引领公司。

本公司的“定时元器件”做为具有高精度、高稳定性的水晶石英产品，被用于做为各种仪器设备的基准信号源。kHz 频带的音叉振动；约 100 MHz 以下为利用厚度振动的 AT 型晶体；几百 MHz 频带中有应用了 AT 振动技术的高频基波模式（High Frequency Fundamental；略称：HFF）以及弹性表面声波（Surface Acoustic Wave；略称：SAW），至今为顾客提供了 kHz 至 2.5 GHz 频带的各种商品。

Epson Toyocom 网站：<http://www.epsontoyocom.co.jp/cn>

- 本材料如有变更，恕不另行通知。量产设计时请确认最新信息。
- 本材料中的书面信息、应用电路、编程、使用等内容仅供参考。Epson Toyocom 公司对第三方专利或版权的侵权行为不负有任何责任。本材料未对任何专利或知识产权的许可进行授权。
- 本材料中记载的品牌名称或产品名称是其所有人的商标或注册商标。