

Application Brief

ADAS 域控制器 BAW 时钟架构



Juan Rodriguez, Cris Kobierowski

Clocks and Timing Solutions

BAW 谐振器技术

BAW 谐振器技术是一种微谐振器技术，能够将高精度和超低抖动时钟直接集成到包含其他电路的封装中。在 CDC6C-Q1 BAW 振荡器中，BAW 与以下各项集成：并置的精密温度传感器、超低抖动、低功耗整数输出分频器 (IOD)、单端 LVCMOS 输出驱动器，以及由多个低噪声 LDO 组成的小型电源复位时钟管理系统。LMK3H0102-Q1 和 LMK3C0105-Q1 时钟发生器还集成了 BAW，无需外部晶体，同时通过单个器件支持 PCIe 和基准时钟的多种需求。

图 1 展示了 BAW 谐振器技术的结构。该结构包括一层夹在金属膜和其他层之间的压电式薄膜，用于限制机械能。BAW 利用这种压电式传导技术产生振动。

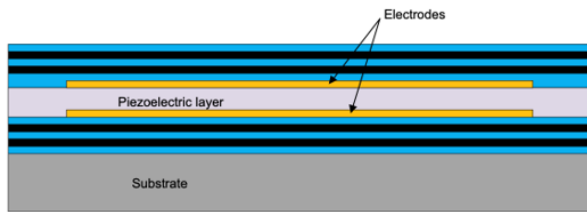


图 1. 体声波 (BAW) 谐振器的基本结构

ADAS 域控制器中的 BAW 技术

现代车辆不断发展，力求以更小的延迟传输更多的数据。通过服务器、存储和输入/输出外设，有助于实现由支持 PCIe 5.0 规范和更严格 6.0 规范的高性能处理器和 SoC 的高速数据传输。为了增强高级自动驾驶并嵌入人工智能，ADAS SoC 的复杂性不断增加，因此汽车行业的数据传输很可能会接近数据中心级别。通过将 PCIe 标准纳入区域架构，软件定义车辆正在逐步占领市场，其持续更新功能为驾驶者提供性能维护并提升保障。

SoC 制造商和原始设备制造商(OEM) 都在开发处理器，以达到 PCIe 5.0 和 6.0 规范的速度标准。LMK3H0102-Q1 支持 PCIe 6.0 规范所要求的 100fs，通用时钟抖动为 34.5fs。通常，高性能计算 (HPC) 平台由复杂的时钟树组成，并将 ADAS 和 IVI 系统融合在一起。TI 是第一家提供振荡器、时钟发生器和时钟缓冲器支持的制造商，使 OEM 能够优化尺寸和成本设计。

TI 的功能安全型 BAW 时钟面向融合了 ADAS 和 IVI 域的嵌入式处理 HPC 系统，其中来自摄像头、雷达和激光雷达系统的传感器输入数据可帮助保护驾驶员和乘客。图 2 展示了在整个系统中具有最小单个时钟源的 HPC 拓扑。LMK3H0102-Q1 是 LMK3C0105-Q1 的高性能版本，与仅支持 LVCMOS 输出的 LMK3C0105-Q1 相比，该器件支持 LP-HCSL、LVDS 和 LVCMOS 输出。

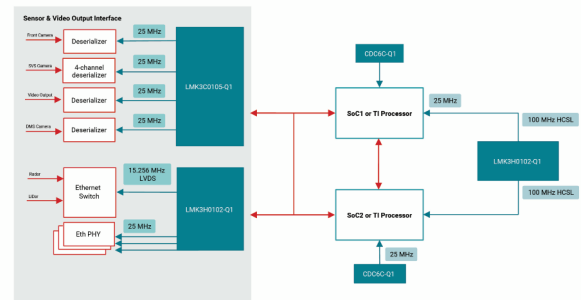


图 2. 高性能计算拓扑

BAW 的优势

TI 的 BAW 振荡器具有许多优势，包括：

- **频率灵活性**：许多石英振荡器 (XO) 通过机械参数控制，一旦截止，就无法修改这些参数。BAW 振荡器能够通过 OTP 编程使用单个 IC 支持宽范围频率，从而减轻电源限制。
- **温度稳定性**：未经补偿的 XO 温度响应类似于具有较大 ppm 变化的抛物线曲线。BAW 在任何温度范围内下均可保持 $\pm 10\text{ppm}$ 的温度稳定性 (图 3)。
- **振动灵敏度**：XO 通常无法通过 MIL-STD，且可能高达 $+10\text{ppb/g}$ 。BAW 振荡器以 1ppb/g 的典型性能通过 MIL_STD_883F 方法 2002 条件 A (图 4)。
- **机械冲击**：基于石英的时钟通无法常通过 MIL-STD，并且可能会在 $2,000\text{g}$ 时发生故障。BAW 振荡器通过了 MIL_STD_883F 方法 2007 条件 B，变化小于 0.5ppm (高达 $1,500\text{g}$)。
- **EMI 性能**：基于石英的时钟通常没有制造商提供的 CISPR-25 数据。CDC6C-Q1 具有多个高达 4ns 的压摆率控制选项。使用慢速模式 2 选项，CDC6C-Q1 通过了 CISPR25 5 类标准测试。LMK3H0102-Q1 和 LMK3C0105-Q1 整合了展频时钟，可提高系统和器件级别的 EMI 性能。这两款器件都在各种布线长度上符合 CISPR25 5 类标准 (参见报告：[LMK3C0105 EMI 报告](#)、[CDC6C CISPR-25 EMI 报告](#))
- **PCB 面积**：TI 的 BAW 振荡器系列支持 1.8V 至 3.3V 电源电压，采用标准 4 引脚 DLE ($3.2\text{mm} \times 2.5\text{mm}$)、DLF ($2.5\text{mm} \times 2\text{mm}$)、DLX ($2\text{mm} \times 1.6\text{mm}$) 和 DLY ($1.6\text{mm} \times 1.2\text{mm}$) 可润湿侧翼封装，可节省紧凑型电路板设计的空间。图 5 展示了 BAW 振荡器布局，并与多种封装尺寸的典型晶体布局进行了比较。晶体最多需要四个外部元件来调整谐振频率并保持主动振荡。有源振荡器 (如 CDC6C 或 LMK6C) 只需一个电容器即可进行电源滤波，从而简化了 BOM 并显著减少了所需的布局面积。此外，PCB 布线的寄生电容不会影响有源振荡器的频率精度，因此与晶体相比，有源振荡器距离接收器要远得多。LMK3H0102-Q1 和 LMK3C0105-Q1 均采用具有可润湿侧翼的 3×3 封装。由于这两个器件都可用于代替五个单通道时钟，因此 TI 根据图 5 将 PCB 空间的尺寸缩小了 55% 。

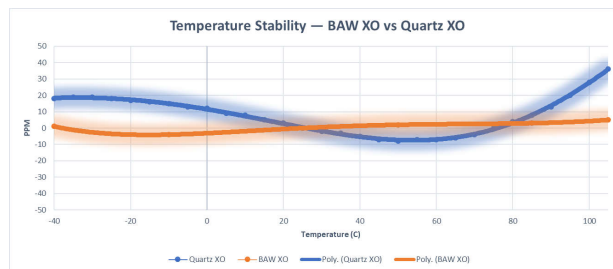


图 3. 温度稳定性- BAW 振荡器对比石英振荡器

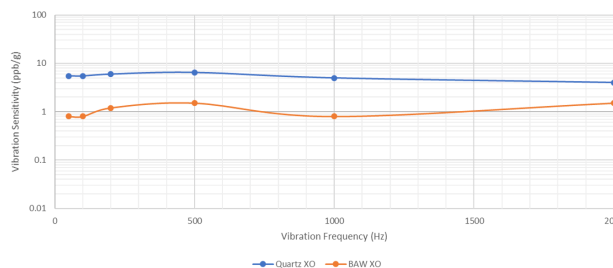


图 4. 振动灵敏度- BAW 振荡器对比石英振荡器

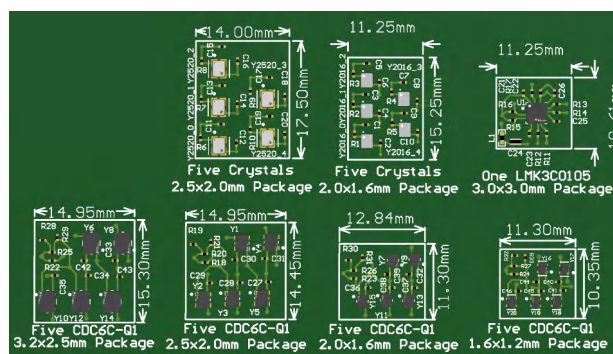


图 5. 五晶振、五个 CDC6C-Q1 和 LMK3C0105-Q1 封装比较

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

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