

Application Brief

汽车前置摄像头系统中的 BAW 解决方案



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。

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。

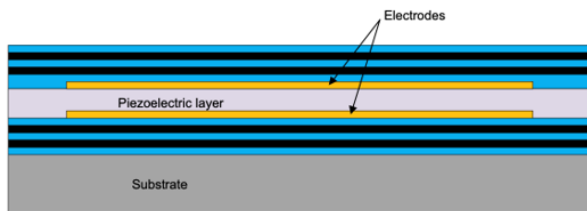


图 1. 体声波 (BAW) 谐振器的基本结构

汽车前置摄像头中的 BAW 振荡器

前置摄像头支持基于颜色的物体识别，例如检测行人、限速标志，并且能够借助高分辨率图像为车道保持辅助及泊车操作提供反馈信息。鉴于摄像头负责的安全任务数量多，前置摄像头被视为功能安全终端设备；因此，需要满足 ISO 26262 规定的 ASIL B 至 ASIL D 标准。德州仪器 (TI) 的第一款汽车级 BAW 振荡器采用 1.6mm x 1.2mm 的市面最小型封装，实现了低时基故障率 (FIT)，有助于系统符合 ASIL D 标准，解决了当前和下一代前置摄像头系统中的参考时钟架构问题。

在当前一代车辆中，前置摄像头由摄像头模块和电子控制单元 (ECU) 组成。摄像头端处理原始图像数据，并将优化的信息序列化传输至本地 ECU，以便进一步分析和决策。这样可以将图像处理与通常由中央 ECU（如 ADAS 域控制器）处理的更高级别的车辆控制功能相分离，从而提高实时响应能力。高分辨率摄像头系统选择使用外部时钟输入来提升参考时钟信号的可靠性。德州仪器 (TI) 的汽车 BAW 振荡器 CDC6C-Q1 的时基故障率 (FIT) 低至 3，符合 ISO 26262 标准，该标准规定了器件发生故障前平均时间的置信水平为 90%。凭借不足 3ms 的启动时间，使用 CDC6C-Q1

可以比以往更快地启动前置摄像头系统，以支持关键的安全功能、传感器功能和整体车辆控制。

从时钟的角度来看，现有的和下一代的前置摄像头架构都遵循类似的结构，如图 2 和图 3 所示。

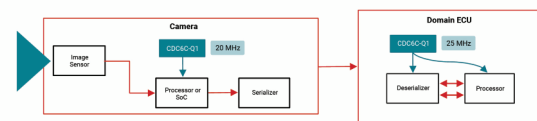


图 2. 当前一代前置摄像头架构

随着下一代车辆架构持续采用区域架构概念为设计建模，传统前置摄像头系统设计也发生了变化。

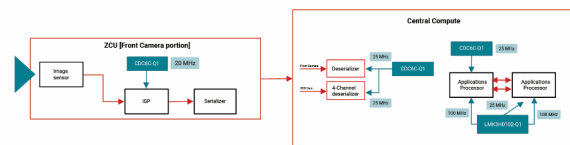


图 3. 下一代前置摄像头架构

在环视摄像头中，中央计算区域由 ECU 和解串器组成。与石英钟不同，CDC6C-Q1 可驱动两个解串器，从而减少元件数量、电路板空间和总物料清单成本。

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 在任意温度范围下均可保持 $\pm 10\text{ppm}$ 的温度稳定性 (图 4)。
- **振动灵敏度：**XO 通常无法通过 MIL-STD，可能高达 $+10\text{ppb/g}$ 。BAW 振荡器以 1ppb/g 的典型值通过 MIL-STD_883F 方法 2002 条件 A (图 5)。
- **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 2,000g 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 1500g)。

- **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 (请参阅报告：[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 (3.2mm × 2.5mm)、DLF (2.5mm × 2mm)、DLX (2mm × 1.6mm) 和 DLY (1.6mm × 1.2mm) 可润湿侧翼封装，可节省紧凑型电路板设计的空间。图 6 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，该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 3x3 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 6 将 PCB 空间的尺寸缩小了 55%。

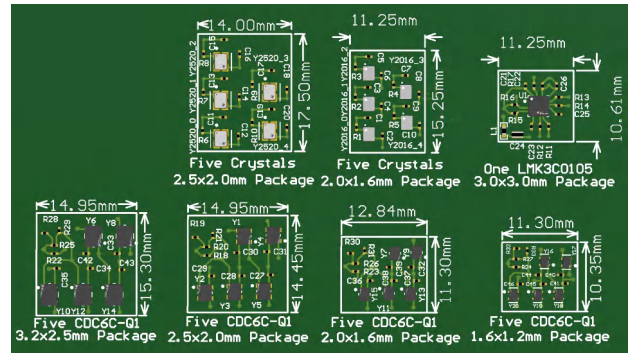


图 6. 五晶振、五个 CDC6C-Q1 和 LMK3C0105-Q1 封装比较

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

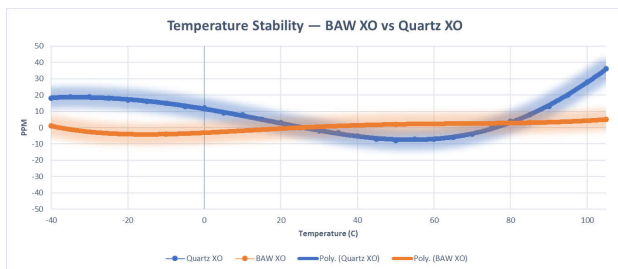


图 4. 温度稳定性 - BAW 振荡器对比石英振荡器

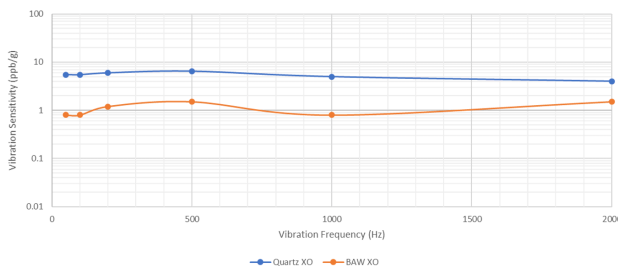


图 5. 振动灵敏度 - BAW 振荡器对比石英振荡器

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