



蓝牙5. x标准演进及BG22 SoC设计应用探索

NEXT GENERATION IOT WIRELESS CONNECTIVITY

Bluetooth 5



is transformative.

- **2x 传输速度**
 - 2M PHY vs. 1M PHY (BT 4.x)
 - 数据吞吐量翻倍 up to 1.4Mbps
 - 低15-50% 的功耗
- **4x 传输距离**
 - 125/500kbps 编码 PHYs 提升 Rx sensitivity /range
 - 新的信道选择算法可实现 +20dBm TX
- **8x 广播容量**
 - 广播包有效载荷增长从31Byte (BT 4)到255Byte (BT 5)
 - 37个新的广播信道帮助分担了3个主要的广播信道
 - 更先进的信标，针对新的广播方案
 - 定期性广播

Bluetooth 5 - 2M PHY

- Bluetooth 4 集成了1个1M PHY
- Bluetooth 5 增加了1个可选的2M PHY
 - 更快的传输速率 – up to 1.4Mbps
 - ~15%-50% 更低的功耗因为更短的TX/RX时间
 - 0.8x 距离(基于2M PHY, Rx 灵敏度降低)

PHY	Symbol rate	Range multiplier	PDU Length	Minimum packet time	Maximum packet time	Maximum throughput
1M	1 M symbols/s	1x	0–257 B	80us	2.12ms	800 kbps
2M	2 M symbols/s	0.8x	0–257 B	44us	1.064ms	1438 kbps

Bluetooth 5 – LE 编码PHY

- Bluetooth 5 增加两个新的LE编码PHYs
 - 使用了1M PHY，但是负载编码速率 at 125kbps or 500kbps
 - 同时使用了FEC (前向纠错 @ Forward Error Correction) 和模式映射 (Pattern Mapper)
 - 扩频增益使灵敏度提升从 4dB到6dB，并且意味着大概2x 距离
 - LE 编码PHY 用于广播
- Up to 2x 传输距离提升
- 然而, 减少数据吞吐量和增加TX/RX传输次数

Coded PHY	Symbol rate	Error correction	Range multiplier	PDU Length	Minimum packet time	Maximum packet time	Maximum throughput
500 kbps	1 M symbols/s	FEC	1.5x	0–257 B	462 μ s	4.54 ms	382 kbps
125 kbps	1 M symbols/s	FEC	2x	0–257 B	720 μ s	17.04 ms	112 kbps

Bluetooth 5.1



- 测向功能
 - 用AoA检测蓝牙信号方向
 - 用AoD向输出数据包添加信号方向
 - 有益于资产跟踪和室内定位应用
 - <1m 精准度 vs. 3-5m 精准度基于RSSI
- 提高配对和通信速度
 - 优化GATT (Generic Attribute Profile) 缓存
 - 减少对于GATT服务发现的需要
 - 更快和更低功耗的连接
- 减少对繁忙射频环境的干扰
 - 随机化广播包冲突
 - 减少数据包冲突的数量和包误码率 (PER @ Package Error Ratio)
- 定期广播同步传输
 - 设备间定期广播同步传输

Bluetooth 5.2

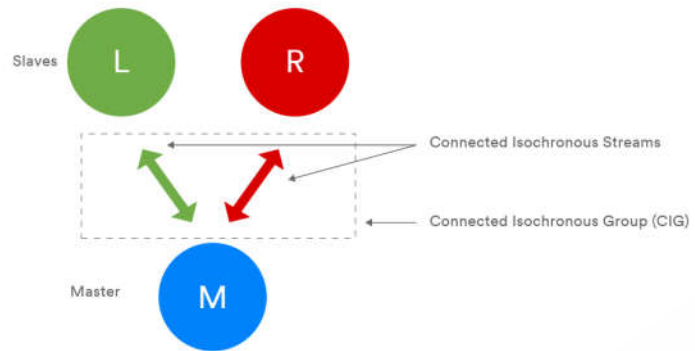


Figure 9 - Connection-oriented isochronous streams and group servicing left and right stereo ear buds

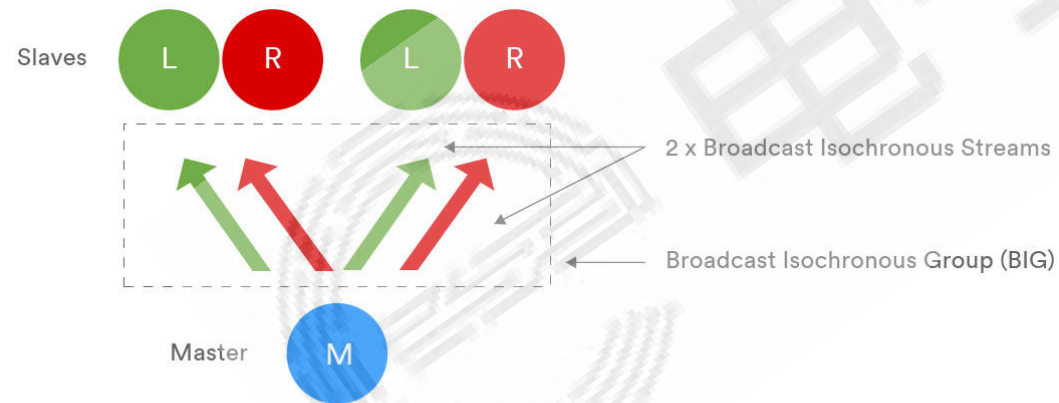
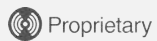


Figure 11 - Broadcast isochronous stream and group

LE Audio - 等时同步传输通道

- 到一个或多个设备有时间限制的数据分发
 - 低复杂度通信编解码器 (LC3)
 - 4种LE PHYs (2M, 1M, 500K, 125K)
 - 多声道音频流
 - TWS, 多方间音频同步系统
 - 广播音频 → 音频共享
 - 个人音频共享
 - 基于位置的音频共享
-
- 更可靠的连接, 更低的功耗和更好的共存性
 - LE功耗控制
 - 通过在连接的设备之间进行动态电源管理降低总体功耗
 - 通过主动保持接收机信号强度提高可靠性
 - 改进了与其他2.4GHz频率范围的无线设备的共存

物联网无线连接的 领导者



>35,000

Customers

>3B

Products Shipped

#1

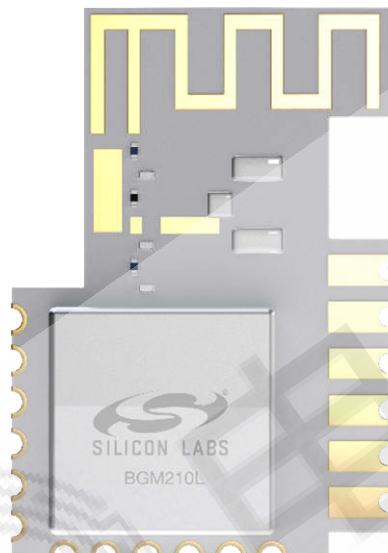
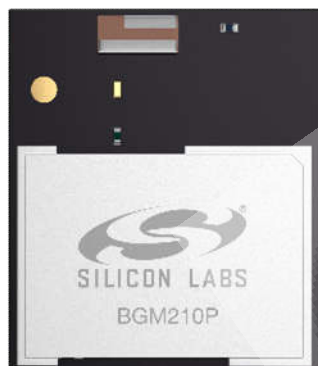
IoT Wireless
Solutions

20-30%

Wireless Y-Y CAGR*

*Across 15.4, BLE, Wi-Fi, Proprietary

Silicon Labs: 提升物联网发展的可能性



- 专长: 20多年来为全球超过10亿部署的无线节点提供射频解决方案
- 平台: 利用高度集成的设备, 可重复使用的软件和先进的开发工具来简化IoT产品设计
- 安全性: 提供增强的安全性功能, 协助开发人员增强消费者对连接产品的信任



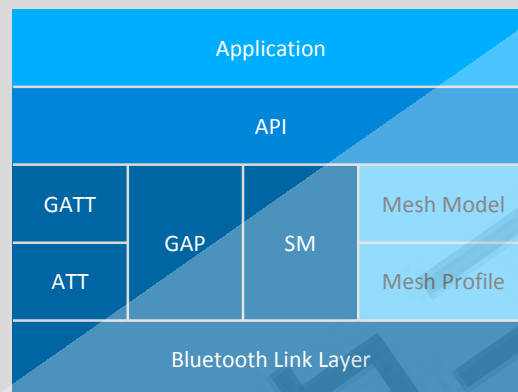
启用蓝牙产品的完整解决方案

SoC和 模块



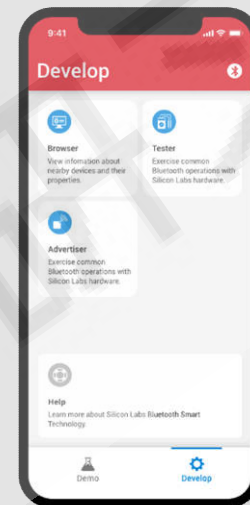
业界领先的蓝牙5.1和5.2 SoC和预先认证的模块

堆栈软件



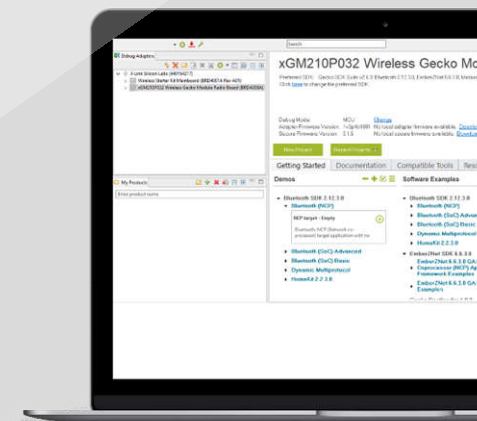
由内部开发，具有最新蓝牙5.2和网状网络功能的堆栈

移动设备端应用程序



适用于iOS和Android的参考应用程序和源代码

开发工具



免费的开发和协议栈分析工具，可提高生产率

BG22: 优化电池供电的低功耗蓝牙

适用于大批量产品的安全蓝牙5.2 SoC

射频

Bluetooth 5.2
+6 dBm TX
-106.7 dBm RX (125Kbps)
AoA & AoD

超低功耗

3.5 mA TX (radio)
2.6 mA RX (radio)
1.4 μ A EM2 with 32 kB RAM
0.5 μ A w/ RTC in EM4

世界级软件

Bluetooth 5.2
Bluetooth mesh LPN
Direction Finding
Apple HomeKit

紧凑的尺寸

5x5 QFN40 (26 GPIO)
4x4 QFN32 (18 GPIO)
4x4 TQFN32 (18 GPIO)

带TrustZone的ARM Cortex-M33核

76.8 MHz
FPU and DSP
352/512 kB of flash
32kB RAM

适合用途的外围设备

2x USART, 2x I2C, 2x PDM and GPIO
12-bit ADC (16 channels)
Built-in temperature sensor with +/- 1.5 $^{\circ}$ C
32 kHz, 500ppm PLFRCO eliminates crystal

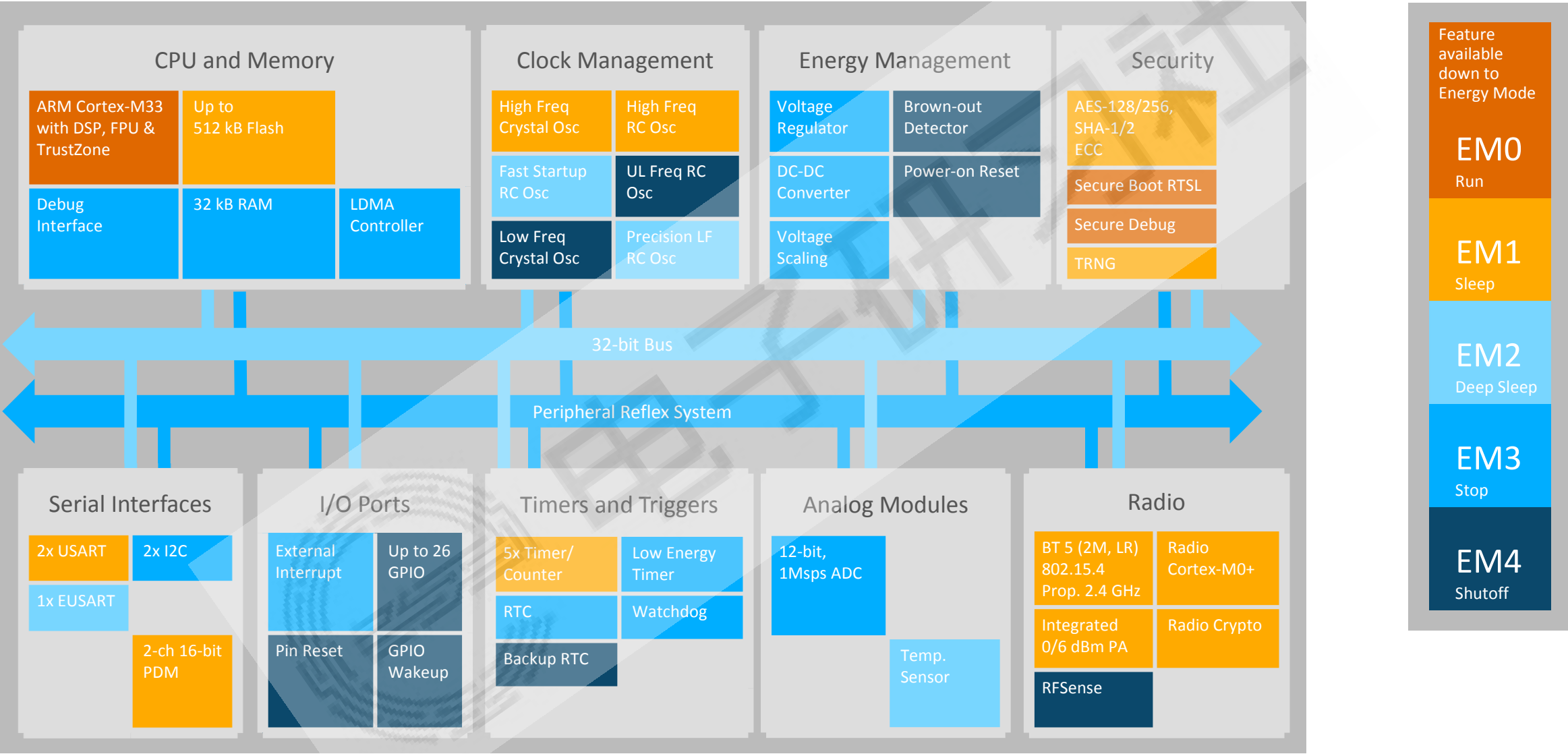
安全性

AES128/256, SHA-1, SHA-2 (256-bit)
ECC (up to 256-bit), ECDSA and ECDH
True Random Number Generator (TRNG)
Secure boot with RTSL
Secure debug with lock/unlock

Optimized



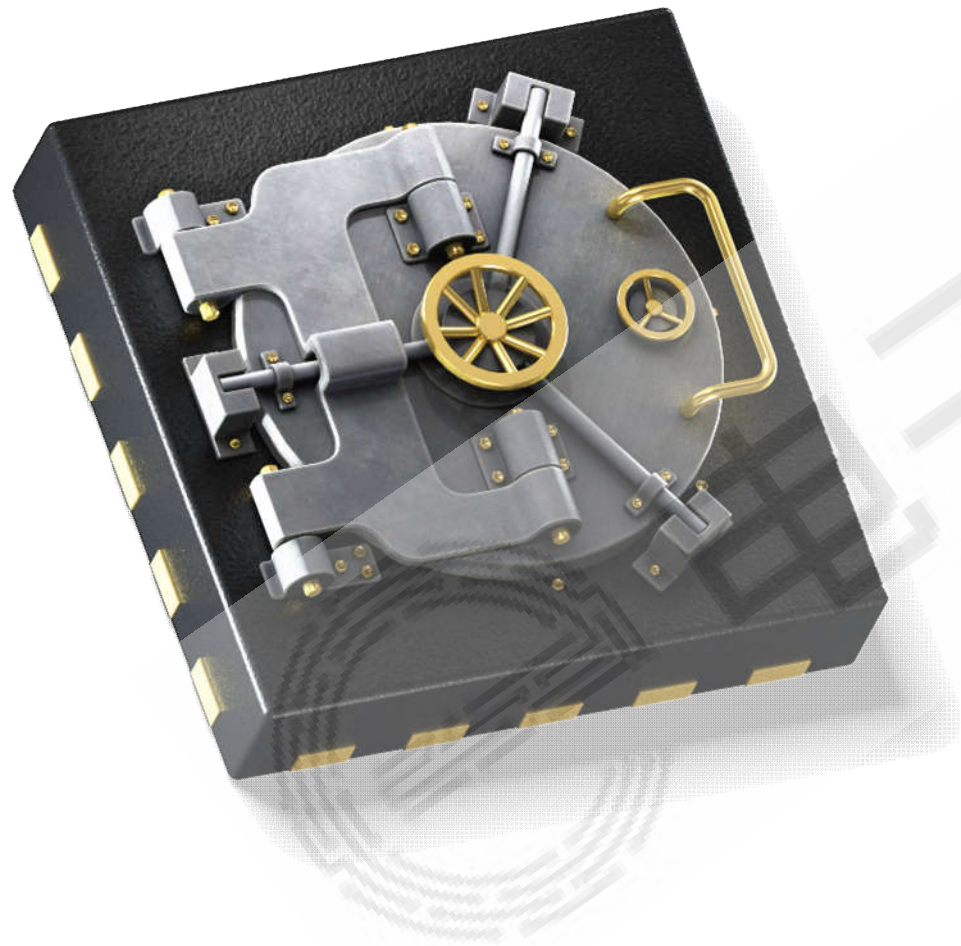
BG22 方块图



选取BG22 SoC

	BG22C112	BG22C222	BG22C224
应用场景	High-volume, consumer	Better RF, more GPIO	Advanced features, higher temp rating
蓝牙特点	1M and 2M PHYs AoA TX	1M and 2M PHYs AoA TX	1M and 2M PHYs 125k and 500k LE Coded PHYs Bluetooth mesh LPN IQ sampling for AoA
最大发射功率	0 dBm	6 dBm	6 dBm
RAM	32 kB	32 kB	32 kB
Flash	352 kB	352 kB	512 kB
最高温度	-40 to +85°C	-40 to +85°C	-40 to +85°C (G OPNs) -40 to +125°C (I OPNs)
最大GPIO	18	26	26
封装可选项	4x4 QFN32	4x4 QFN32 4x4 TQFN32 5x5 QFN40	4x4 QFN32 4x4 TQFN32 5x5 QFN40

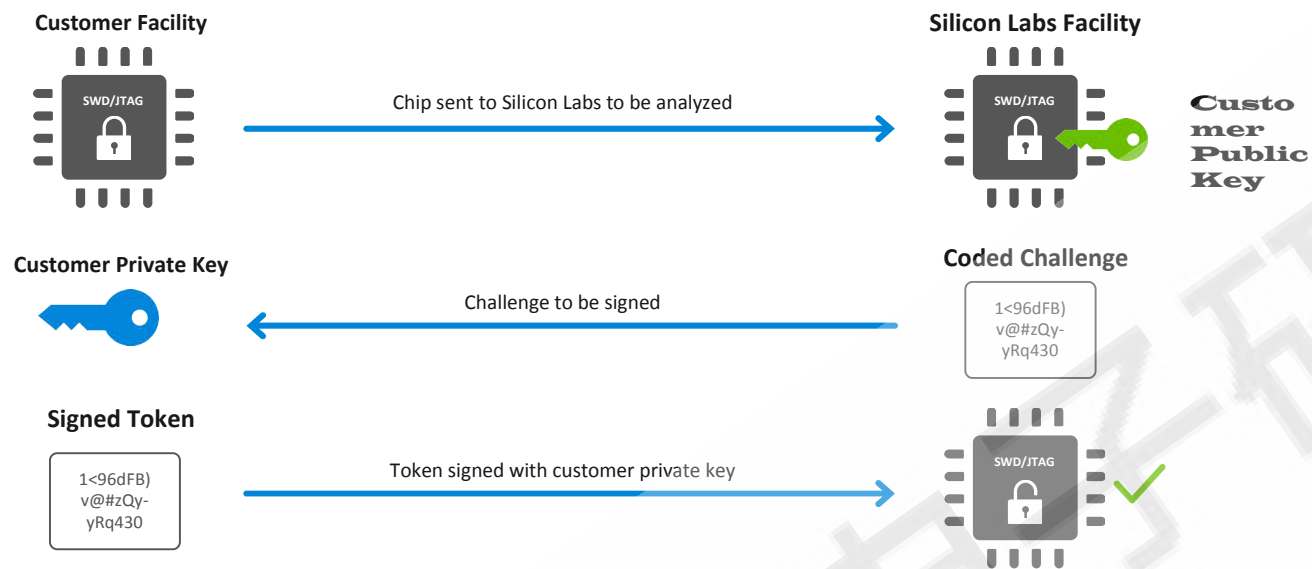
采用BG22保护蓝牙产品



- 硬件加速加密
 - 比软件更快，更节能，更安全
- 真正的随机数发生器 (TRNG)
 - 符合NIST SP800-90和AIS-31
- 具有信任根 (Root of Trust) 和安全加载程序 (RTSL) 的安全启动
 - 可防止恶意软件入侵并复原
 - 确保可信的固件执行和OTA更新
- 使用闭锁/解锁进行安全调试
 - 允许经身份验证的来访以增强故障分析(FA)
- 具有TrustZone的ARM Cortex M33内核
 - 提供具成本效益的硬件隔离

www.silabs.com/security

经由闭锁和解锁进行安全调试

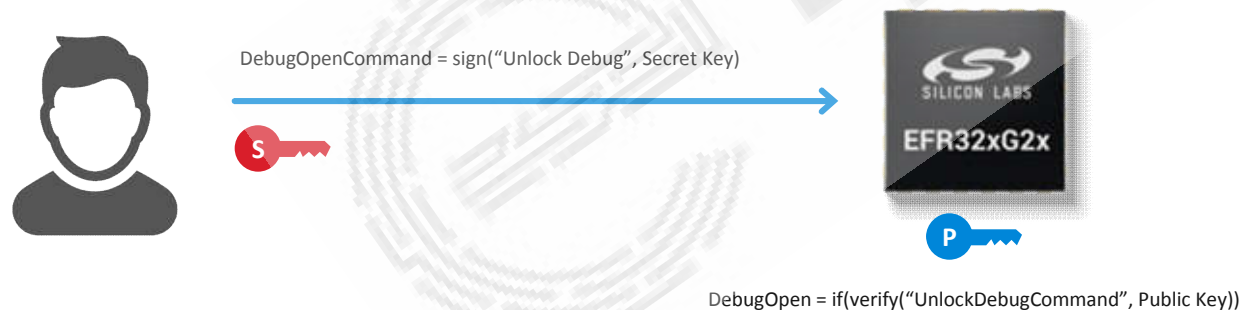


缘由

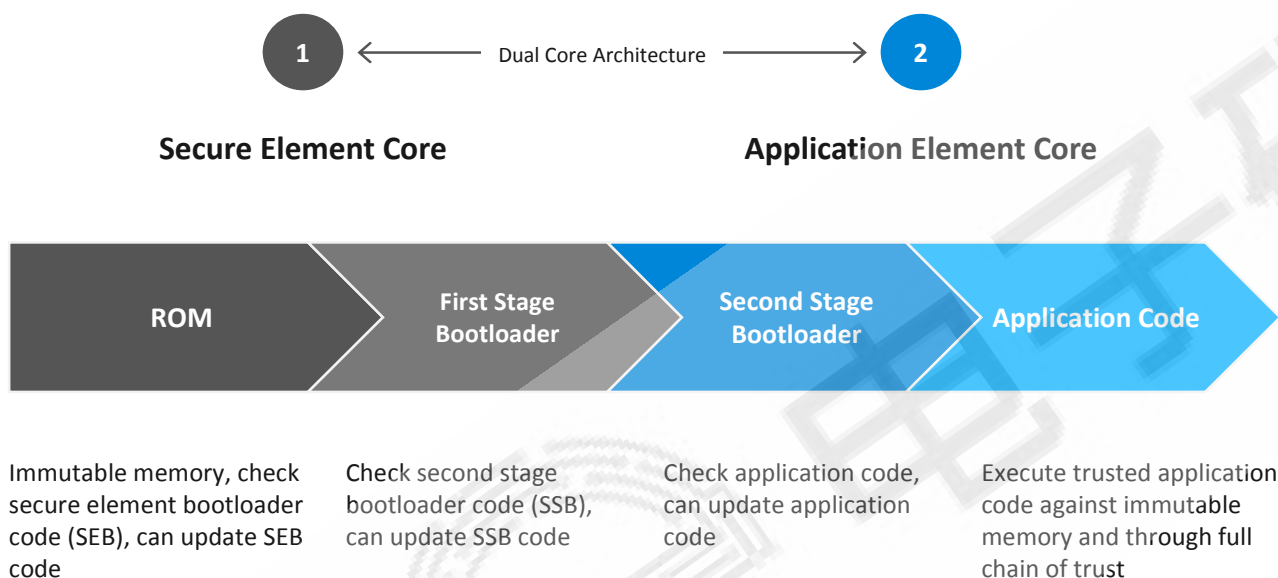
- 调试/JTAG接口允许完全访问设备上的代码和数据
- 部署时必须闭锁接口
- RMA或升级通常必需打开调试接口
- 调试接口通常是易受攻击的媒介

Silicon Labs

- 设备支持加密、非对称验证的调试命令
- 在客户生产期间提供公共的“调试口解锁”密钥
- “调试口解锁”验证
 - 可使用客户提供的私钥和来自设备的报文（随机的）进行签名
 - 可经由在设备上滚动报文而失效



带信任根(Root of Trust)的安全启动



漏洞

- 将代码替换为“相似代码”可使产品看起来正常。黑客使用它来将数据复制/重新导向到备用服务器。

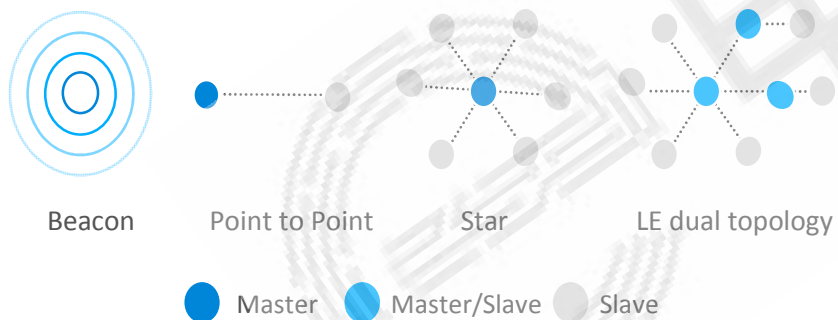
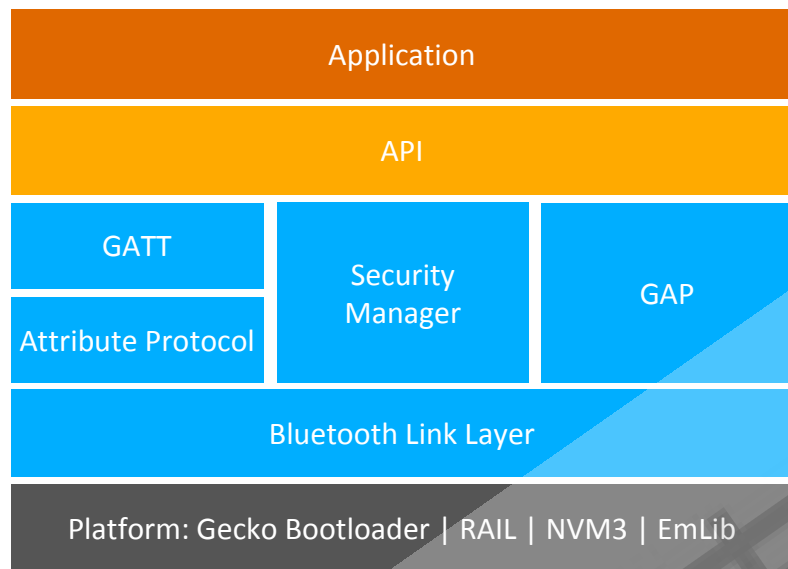
使用RTSL的安全启动

(信任根和安全加载程序, Root-of-Trust & Secure Loader)

- 针对无法改变的内存以及经由完整的信任链, 仅使用和执行受信任的应用程序代码

第二系列平台实施利用的优势是
具有信任根和安全加载程序的安全启动

低功耗蓝牙软件



蓝牙5.2的蓝牙堆栈兼容:

- 蓝牙5.2动态发射功率控制
- 蓝牙5.1测向
- 蓝牙5.0标准功能
- 蓝牙4.x相关功能

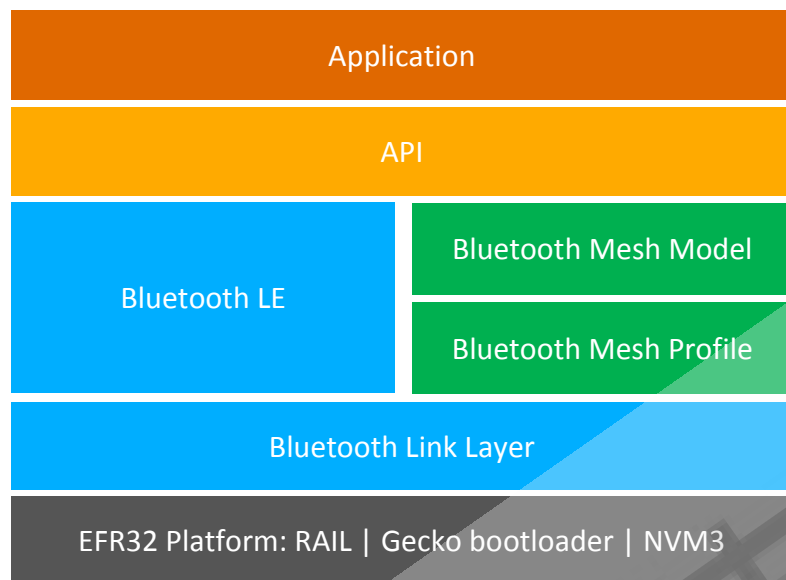
拥有高阶功能

- 多重连接和广播器
- 并发广播，扫描和低功耗连接
- 优化的吞吐量和功耗

建立在通用的EFR32软件平台上

- Gecko 引导加载程序
- emLib用于MCU外设和驱动程序
- 具有损耗均衡的NVM3键/数值配对的数据存储
- RAIL射频驱动程序

蓝牙网状网络软件



功能齐全的蓝牙网状网络配置文件，支持：

- 代理，中继和好友节点
- 蓝牙网状网络低功耗节点（LPN）
- 低延迟通信，每一跳点低至10ms
- 大型网络支持多达4096个节点

详尽的网状网络模型应用程序层，具有：

- 住宅和商业照明模型
- 具通用性，传感器和供应商模型

Android和iOS应用程序开发套件（ADK）

- 网络设置和管理
- 设备配置和控制
- 网络数据库导入和导出

低功耗蓝牙支持包括

- 室内定位系统信标
- 扫描资产跟踪
- 电话连接
- EnOcean电灯开关

超越蓝牙协议栈的功能堆栈...



Silicon Labs 软件平台

- MCU驱动程序, RTOS, Bootloader等

安全的空中更新

- 帮助您轻松实施安全的现场软件更新

网络协处理器模式

- 在单独的MCU上运行应用程序，并将EFR32用作蓝牙协处理器

蓝牙测向

- 测向库将原始IQ数据转换为可靠的方位角和仰角（海拔高度）数据

Wi-Fi 共存

- Wi-Fi共存方案显着提高了同位置射频设计的性能

BG22 延长蓝牙应用的电池寿命



数据传输

Connected to a phone at 2000ms interval

Using 2M PHY and transmitting 10 Byte / packet

Average current: 4.0 μ A



定位服务

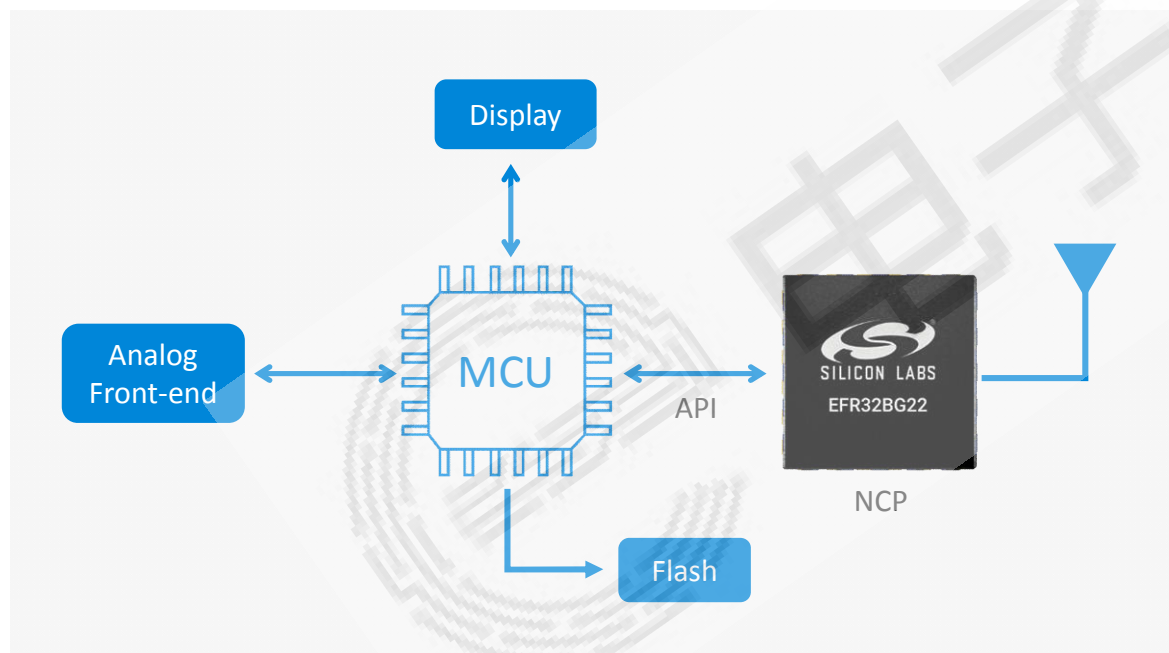
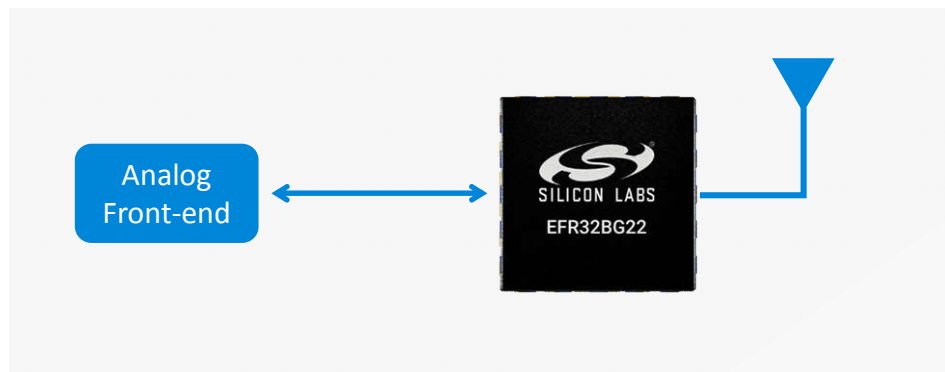
Advertising 10 bytes every 1000ms

TX at 0dBm and using 1 channel

Average current: 3.7 μ A

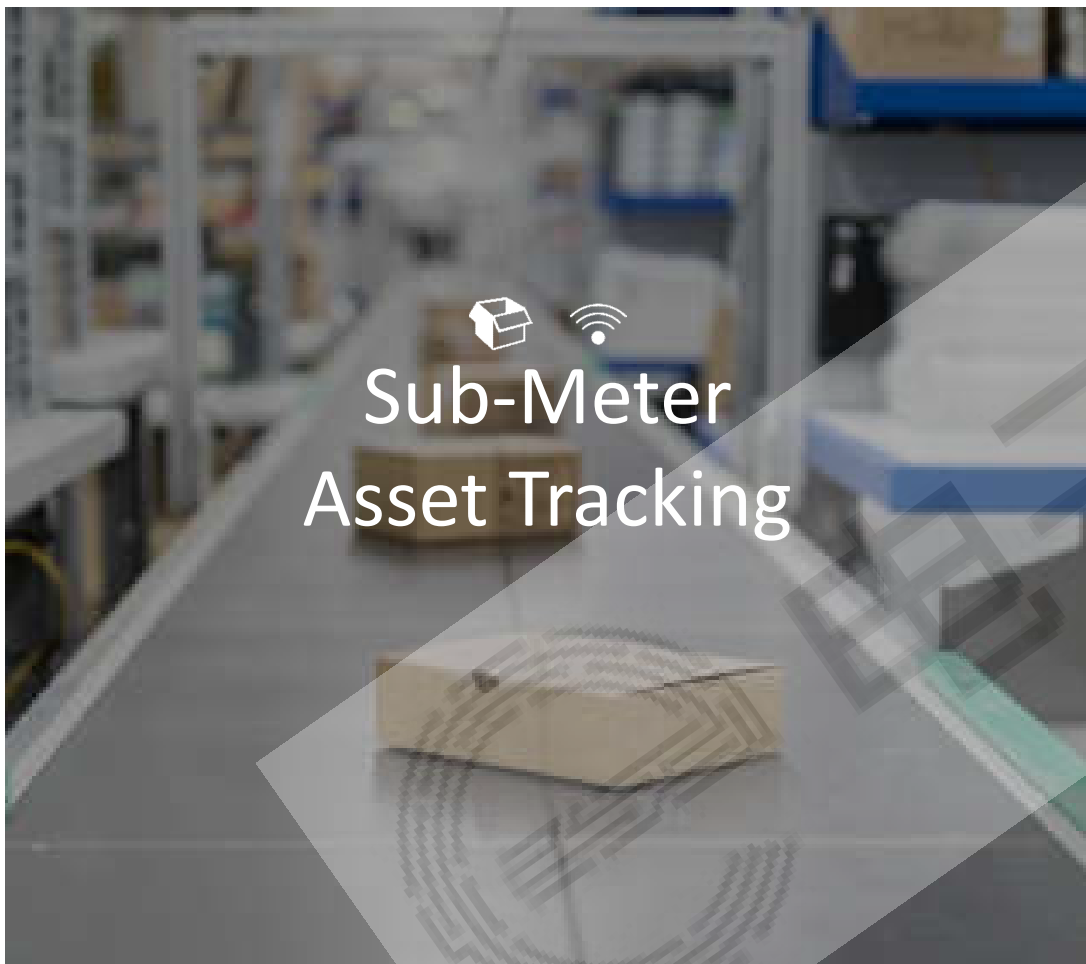
5+ years on CR2032
10+ years on a CR2354

便携式医疗设备



- BG22可以在一些简单设备里作为射频和MCU来运行，比如:用于持续血糖监测贴片
 - BG22提供和手机的蓝牙连接
 - 低功耗功能有助于达成所需的使用寿命
 - 模拟前端或传感器的接口
 - 小型封装 (例如4x4 TQFN32) 有助于最小化尺寸
-
- 对于有外部MCU的更复杂设备，BG22可用作低功耗网络协处理器
-
- BG22支持DTSec安全要求
<https://www.diabetestechology.org/dtsec.shtml>

高精度的室内定位服务



- Silicon Labs and Quuppa (www.quuppa.com) 合作提供准确的蓝牙室内定位服务

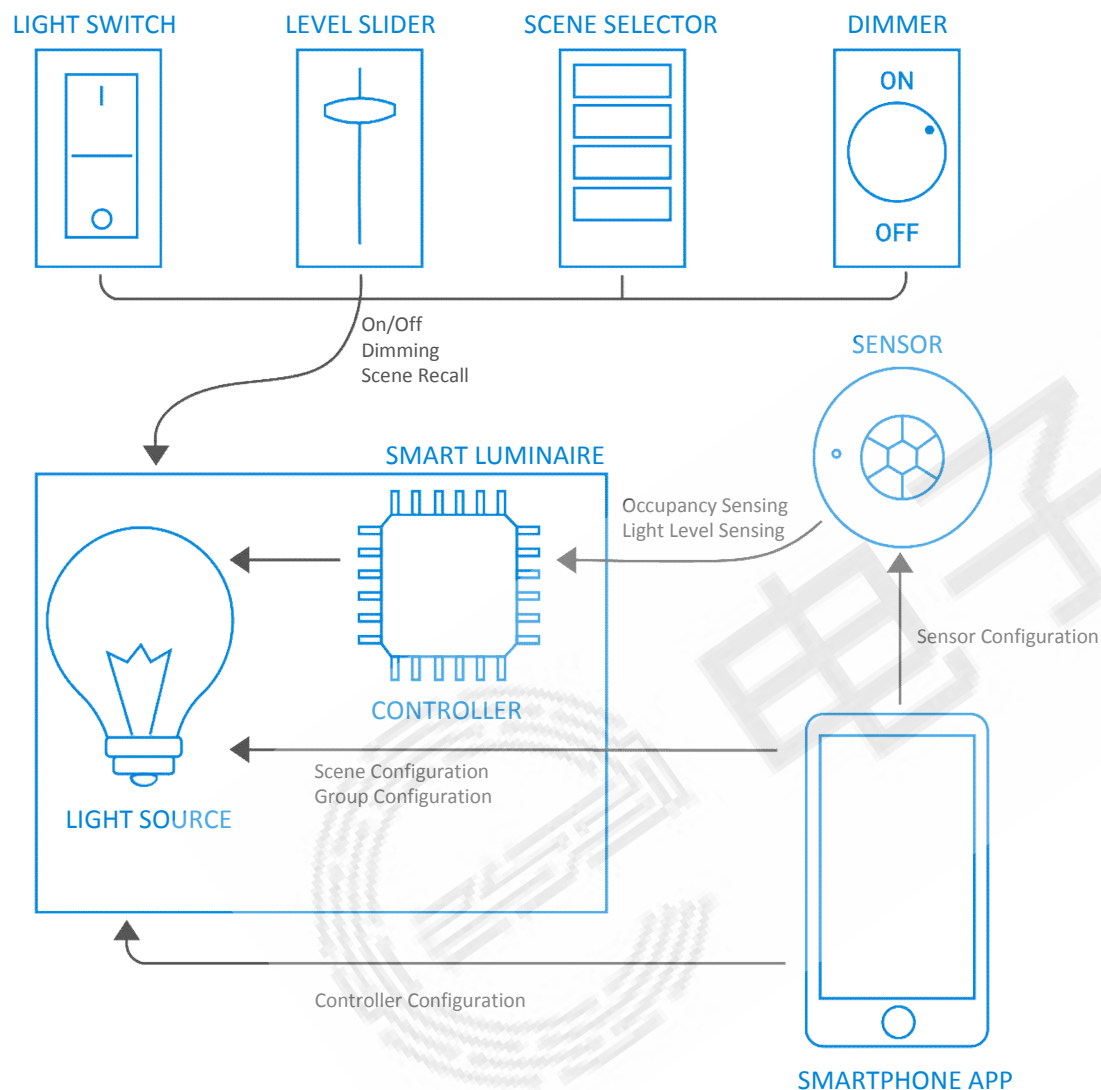
Silicon Labs

- 基于BG22的标签可在纽扣电池上提供5-10年的使用寿命
- 基于BG22蓝牙标签的BoM批量价格可达到1美元以下，从而实现可负担的大规模资产跟踪

Quuppa

- 基于蓝牙AoA的基础设施，用于室内和室外资产跟踪
- 定位引擎通过REST API以及双向物联网数据提供资产的X，Y和Z坐标
- <https://quuppa.com/technology/products/>

BG22 启动蓝牙网状网络的低功耗节点



网状网络通常由什么组成？

- 有线电源供电的中继/路由节点（如灯）
 - 主要是RX和部分是TX
- 电池供电的节点，例如传感器或控制器
 - 大部分时间休眠，仅在必要时发送

BG22是蓝牙网状网络低功耗节点的理想选择

- 32kB RAM和512kB闪存足以支持LPN
- 超低TX，RX和休眠电流
- 纽扣电池直接运行

BG21更适合于电源供电的中继节点

- 96kB RAM和1024kB闪存支持中继/路由
- BG21没有DC-DC，不需要
- TX功率高达+10/20 dBm

BGM220 蓝牙模块



BGM220S - SIP模块

- 6 x 6毫米
- 多达25个GPIO
- 内置天线和RF引脚
- 可选有或没有射频屏蔽装置
- 高达105oC
- CE, FCC / ISED, MIC和Telec



BGM220P - PCB模块

- 13 x 15mm
- Up to 25x GPIO
- Built-in antenna
- With or without built-in LFXO
- Up to 105°C
- CE, FCC/ISED, MIC and Telec

■ BGM220 模块提供额外的好处

- 内置天线以及集成的XTAL和无源组件
- 全球认证
- 更简单的设计和更快的上市时间

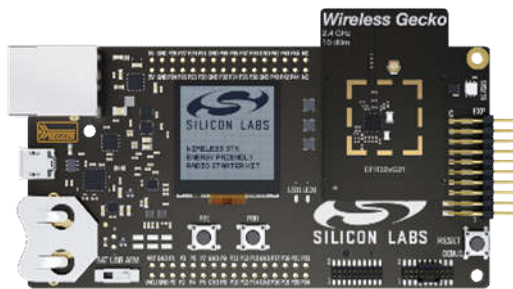
■ 10年终身承诺

■ BGM220模块现在开始提供样品

- 与您当地的Silicon Labs销售办事处联系
- <https://www.silabs.com/about-us/contact-us>

■ 2020年第三季度全面生产

BG22 SoC 使用入门



BG22 SoC Starter Kit
SLWSTK6021A



Thunderboard BG22
SLTB010A

SLWSTK6021A

1x WSTK main boards
1x SLWRB4182A radio boards (QFN40)
1x SLWRB4183A radio boards (QFN32)

SLWRB4182A

BG22 +6 dBm radio board (QFN40)

SLWRB4183A

BG22 +6 dBm radio board (QFN32)

SLTB010A

Thunderboard BG22 kit



谢谢! Q&As

CN.SILABS.COM

中文社区



微信公众号



官方微博

