

# 电池管理模拟前端芯片的性能跃迁与架构革新： 从LTC6811到ADBMS6834的深入迭代解析

冯琪 苏州芯联成软件有限公司

# Contents



- 01 BMS AFE芯片概述
- 02 BMS AFE芯片技术迭代逻辑
- 03 ADI AFE芯片性能指标对比
- 04 ADBMS6834芯片分析展示
- 05 BMS AFE芯片的驱动总结与未来展望
- 06 苏州芯联成软件公司介绍

## BMS AFE芯片：电动汽车与储能系统的安全核心

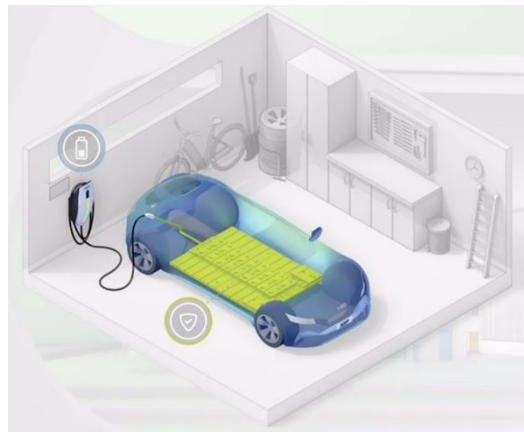
➤ **核心功能：** 直接连接每一节电芯，负责**精准捕捉**其最关键的物理状态信息

“眼睛” - 实时监测**每一节电芯的电压**

“耳朵” - 精准测量**总充放电电流**

“皮肤” - 全面感知**电池温度**

➤ **工作模式：** 位于电芯与主控单元之间，是所有电池数据的唯一来源，通过数据采集转换和高速通讯链路将数据上传给主控制器



## BMS AFE芯片：六大核心技术要点

- **高精度电池参数监测：**AFE芯片的前提与基础，主要是电压（精度0.5mV），电流（精度0.1%），温度测量
- **同步与高速采样能力：**确保电芯数据的真实和有效性，早期采用多路复用器进行顺序扫检，新一代采用每通道专用ADC同步采样，采样率提升
- **可靠且强大的电芯均衡管理：**关乎系统的寿命与性能，分被动均衡与主动均衡技术
- **功能安全与内置诊断：**满足汽车ASIL-D最高等级要求，测量路径和电源等硬件冗余设计，全面内置诊断，独立硬件保护回路
- **稳健的通信与网络架构：**系统的连接纽带，满足电气隔离和抗干扰，菊花链，高速以太网（10BASE-T1S 车载以太网）
- **低功耗管理与高可靠性：**产品落地要求，多工作模式（休眠与监控），车规级可靠性（AEC-Q100认证）

## BMS AFE芯片的需求驱动与技术演进

### ➤ 市场需求驱动因素：

- 从“基本监测”到“极致安全”：多串应用→工业可靠性→功能安全标准（ASIL-D）强制要求
- 从“满足功能”到“提升效能”：续航里程焦虑→超高精度测量与快充（从毫伏到亚毫伏级别）
- 从“有线连接”到“无线/高速网络”：整车电子电气架构变革（分布式→域控制器→区域控制）

### ➤ 技术迭代与演进：

- 架构：巡检式ADC → 同步采样ADC → 冗余安全设计 → 平台化集成 → 集成以太网
- 集成度：纯AFE → 集成均衡与隔离 → 集成电流检测与诊断 → 集成更多外设 → 集成网络控制器



## ADI公司BMS AFE芯片的技术演进路线

2015年

•LTC6811: 奠基者 - 多串监测的工业标准

2018年

•LTC6813: 拓展者 - 更高集成度与车规可靠性

2021年1月

•ADBMS1818: 性价比-应用于储能与便携电源等

•ADBMS6815: 安全先驱 - 面向ASIL-D的原生设计

2021年

•ADBMS6830: 性能王者 - 极致精度与同步采样

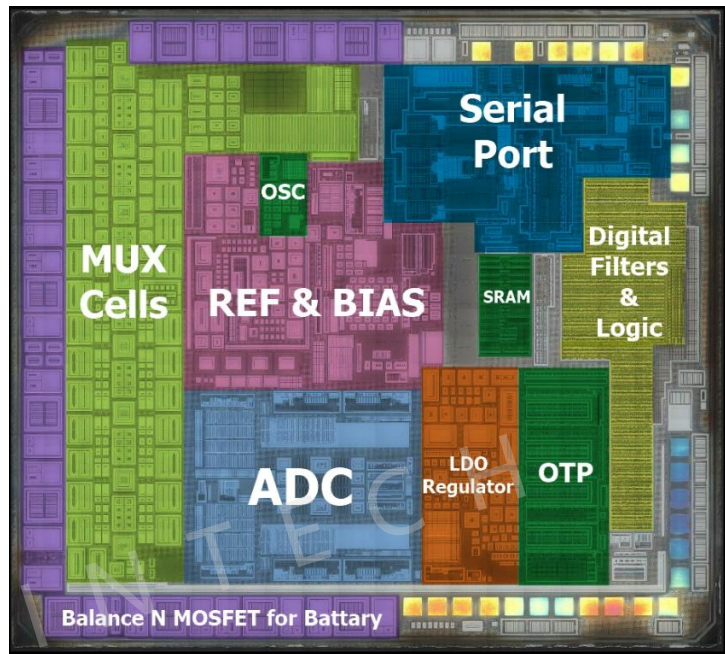
•ADBMS6832: 平台化标杆 - 高度集成与灵活配置

2025年10月

•ADBMS6834: 集大成者 - 以太网与顶级安全的融合

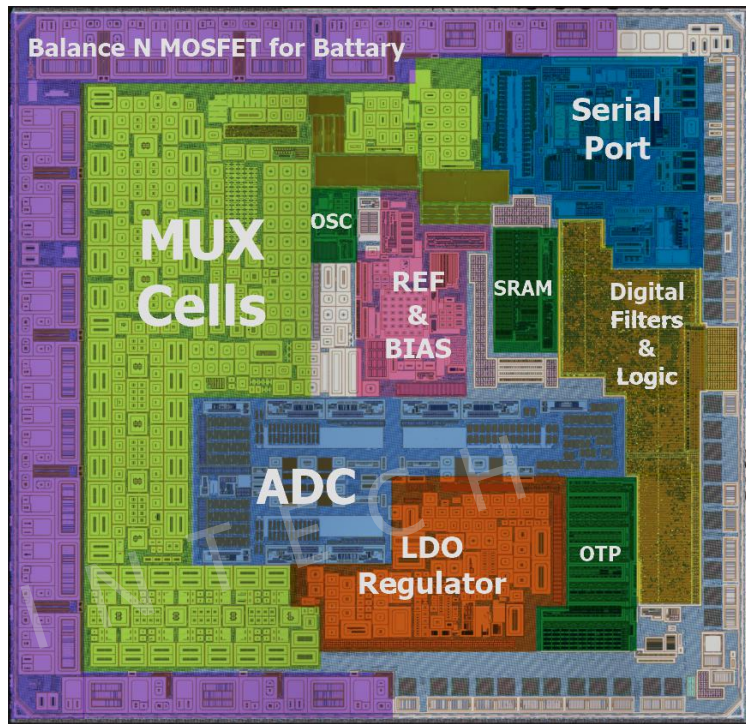
## 第一代: LTC6811-多节电池监测的“奠基者”

- **市场定位:** 早期电动车、工业储能
- **核心架构:** 多路复用开关 + 高精度SAR ADC
- **性能指标:** 12节,  $\pm 1.2\text{mV}$
- **工作模式:** 顺序寻检、isoSPI菊花链通信
- **安全等级:** 支持ASIL-B/C级系统
- **迭代逻辑:** 确立了高精度、多通道、菊花链通信的AFE基本形态



## 第二代: LTC6813-高集成度与可靠性的“拓展者”

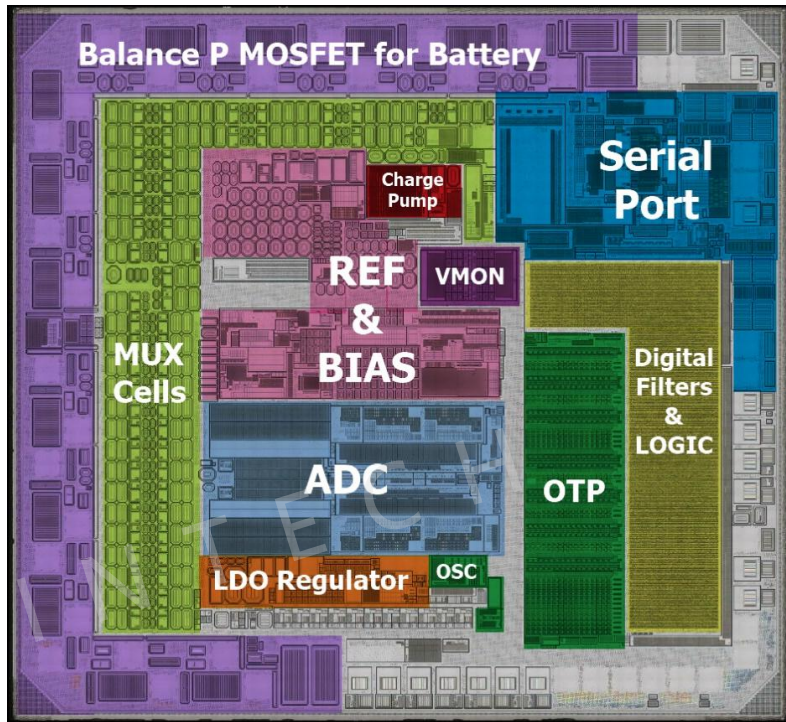
- **市场定位:** 对可靠性和集成度要求更高的工业、储能及汽车应用
- **核心架构:** 集成了被动均衡MOSFET和isoSPI隔离变压器, 增强了开路和基准诊断
- **性能指标:** 18节,  $\pm 2.2\text{mV}$ , 支持高达200mA的被动均衡电流
- **迭代逻辑:** 从提高性能和集成度来优化系统体验和方案





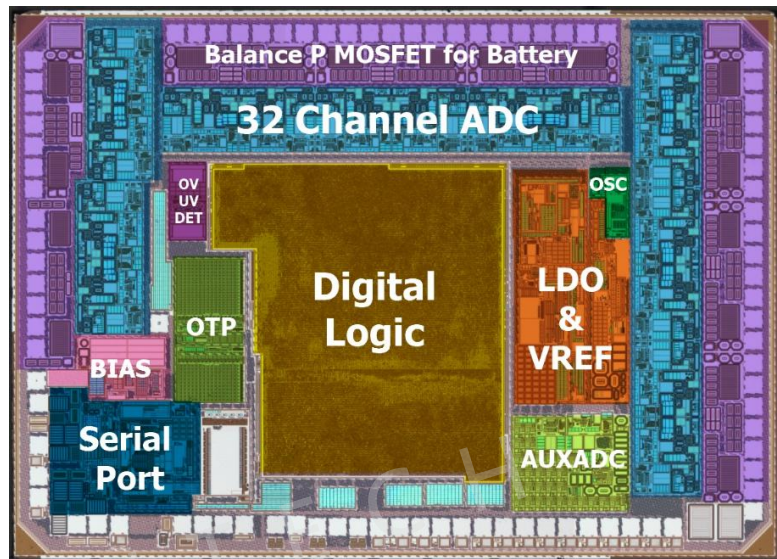
## 第三代: ADBMS6815 - 功能安全的“安全先驱”

- **市场定位:** 必须满足ASIL-D 等级的纯电动/自动驾驶汽车
- **核心架构革新:**
  - **集成安全设计:** 冗余测量ADC、硬件自测试逻辑、冗余通信路径
  - **可堆叠架构:** 支持混合使用不同通道数的芯片, 灵活搭配电池组
- **迭代逻辑:** 安全从附加特性成为核心设计目标



## 第四代: ADBMS6830 - 极致精度的“性能王者”

- **市场定位:** 满足豪华电动、超级快充等对超高精度和严格同步性的极致要求
- **核心架构革新:**
  - 采用每通道包含两个专用 $\Sigma$ - $\Delta$  ADC 架构
  - ADC以4.096MHz高采样率连续工作，配合可配置的集成低通滤波和后续可编程IIR滤波器，实现更高的降噪效果
- **迭代逻辑:** 在安全基础上，为满足快充/高倍率放电等高端性能需求



## 第四代: ADBMS6832-高集成度的“平台化标杆”

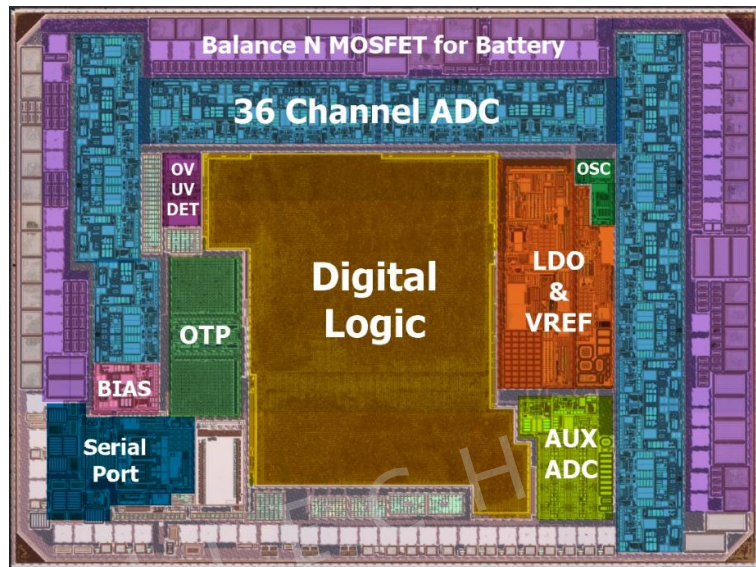
➤ **市场定位:** 面向需要高度灵活性和高集成度的主流电动车及高端

储能平台

➤ **核心架构:**

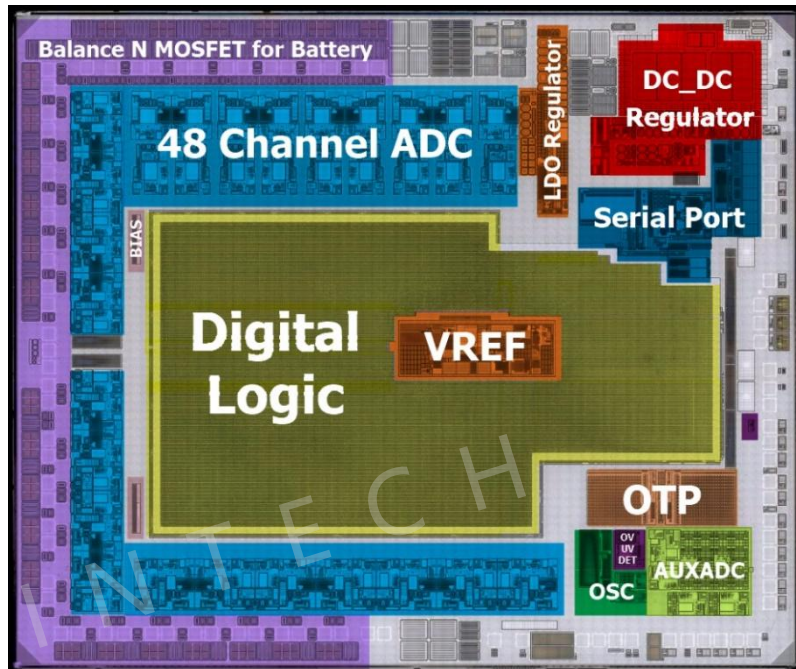
- 支持18节
- 集成更丰富的电流测试, 电压基准, 数字隔离等外设

➤ **迭代逻辑:** 极高的集成度与灵活性



## 第五代: ADBMS6834-面向未来E/E架构的“集大成者”

- **市场定位:** 支持汽车区域控制器架构和软件定义汽车, 解决传统菊花链带宽与拓扑瓶颈
- **核心架构革新:**
  - **支持电芯数: 24Cell**
  - **集成DC-DC调压器:** 功耗降低近1W
  - **高速网络集成:** 集成10BASE-T1S车载以太网, 支持高带宽, 更灵活的网络拓扑 (星形)
- **迭代逻辑:** 升级为支持未来汽车E/E架构的核心传感器节点, 是面向未来的战略布局



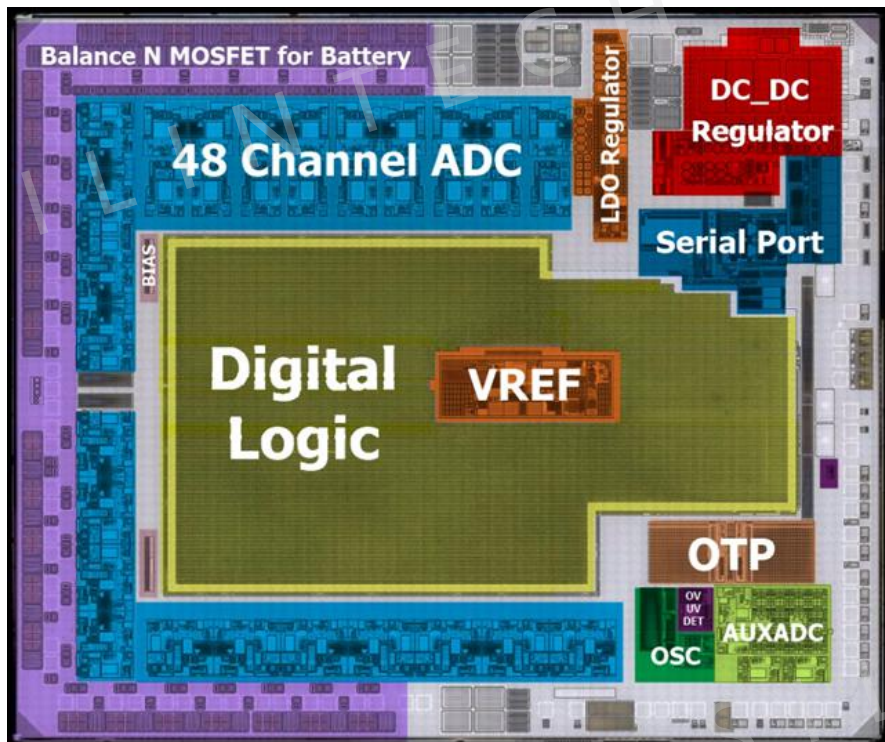


## ADI AFE芯片的性能指标对比

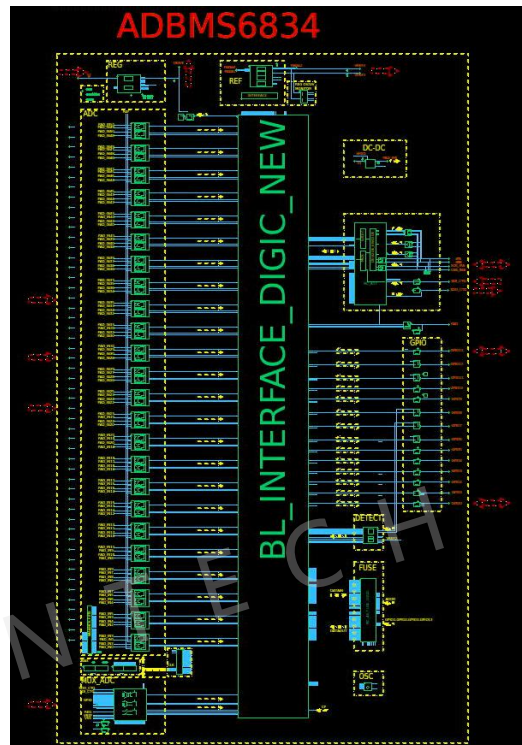
特性参数	LTC6811	LTC6813	ADBMS6815	ADBMS6830	ADBMS6834
测量电芯数	12Cell	18Cell	12Cell	16Cell	24Cell
核心架构	多路复用+SAR ADC	多路复用+SAR ADC	多路复用+SAR ADC	每通道 $\Sigma$ - $\Delta$ ADC	每通道 $\Sigma$ - $\Delta$ ADC+以太网
总测量误差(TME)	1.2mV	2.2mV	1.5mV	1.8mV	3mV
休眠电流	4uA	6uA	5.5uA	4uA	7uA
测量同步性	顺序巡检	顺序巡检	顺序巡检	真正同步	真正同步
通信接口	isoSPI	isoSPI	isoSPI	isoSPI	isoSPI + 10BASE-T1S以太网
功能安全	ASIL-B/C	ASIL-B/C (增强)	ASIL-D	ASIL-D (部分型号)	ASIL-D
工艺制程	0.18um 1P4M	0.18um 1P4M	0.13um 1P5M	0.13um 1P5M	0.13um 1P6M



# ADBMS6834芯片分析展示

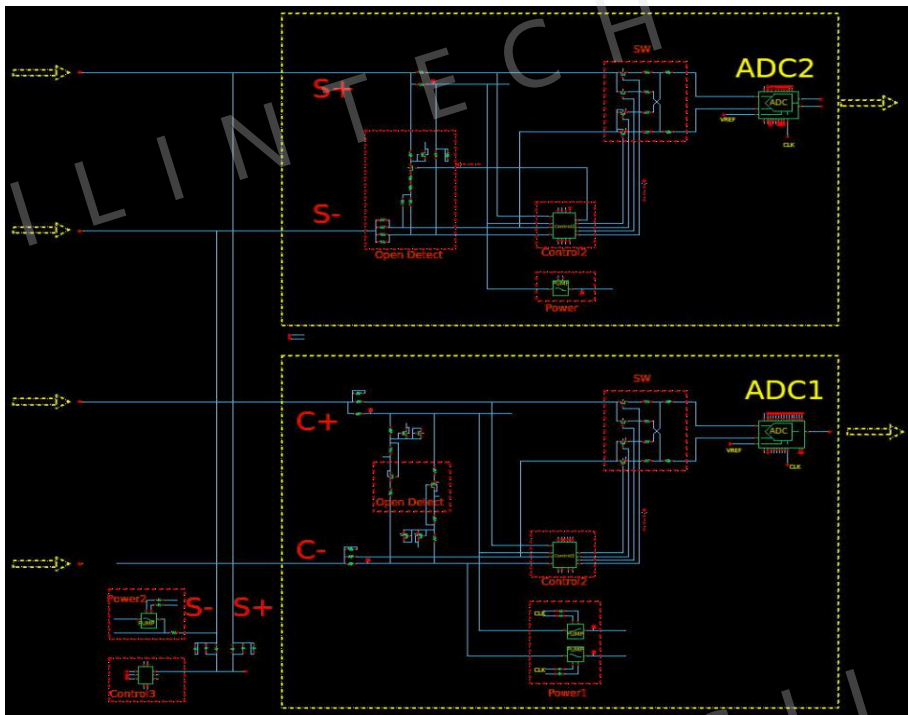


芯片顶层功能模块版图架构布局



芯片顶层电路图

## ADBMS6834芯片分析展示

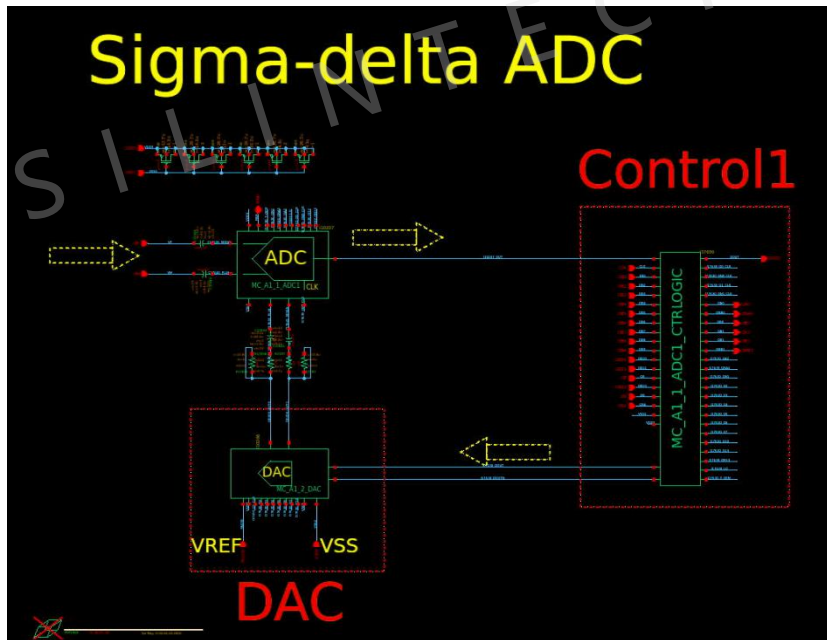


**S\_ADC**是辅助测量路径，提供冗余验证，降低测量错误导致的系统故障，提高安全性和可靠性

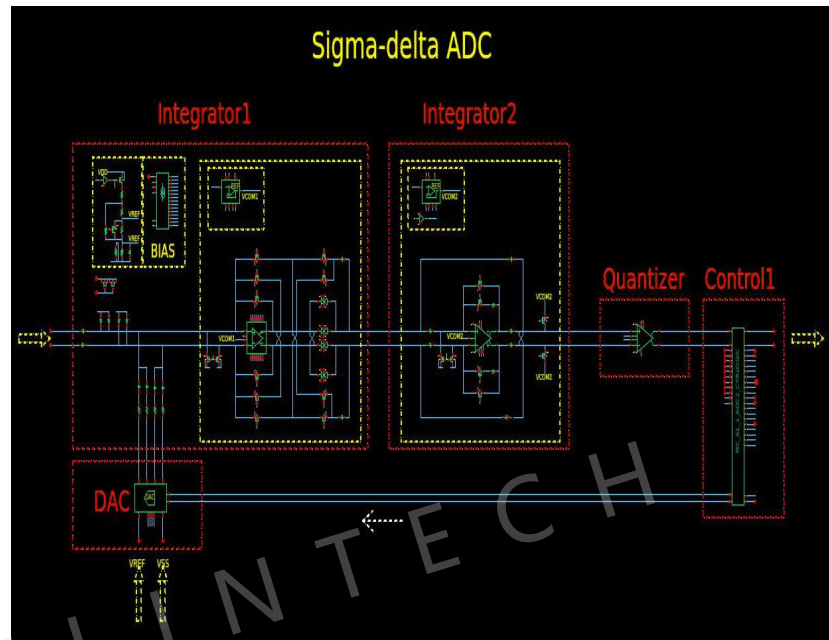
**C\_ADC**是主测量路径，提供高精度测量，负责电芯信息的主要采集，作为基准和主导系统决策

每一通道包含C\_ADC和S\_ADC两个高精度的ADC路径，对电芯同步连续测量，测量精度达到1.8mV，通过内部比较机制进行数据验证，保证数据可信度

# ADBMS6834芯片分析展示

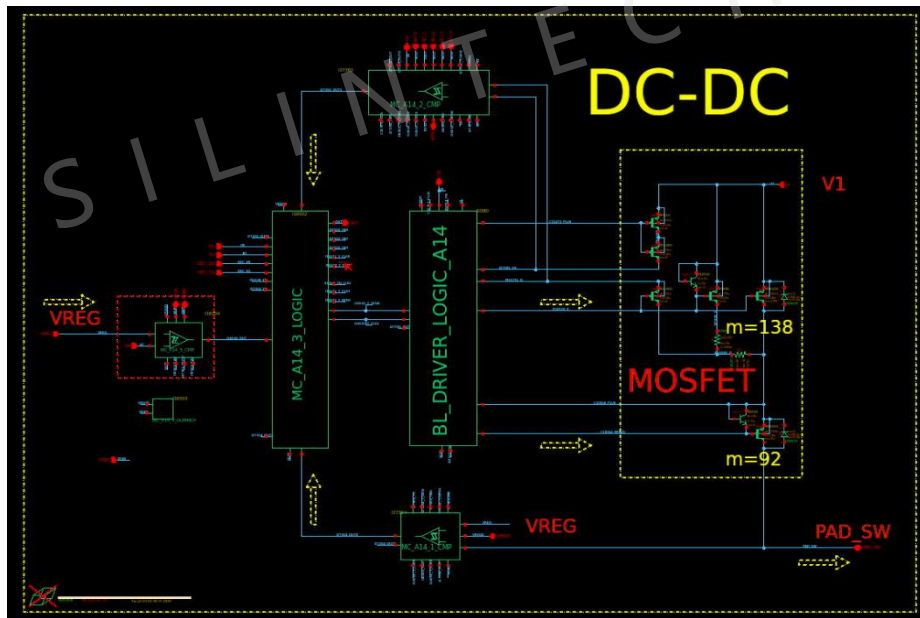


S\_ADC路径的ADC电路结构

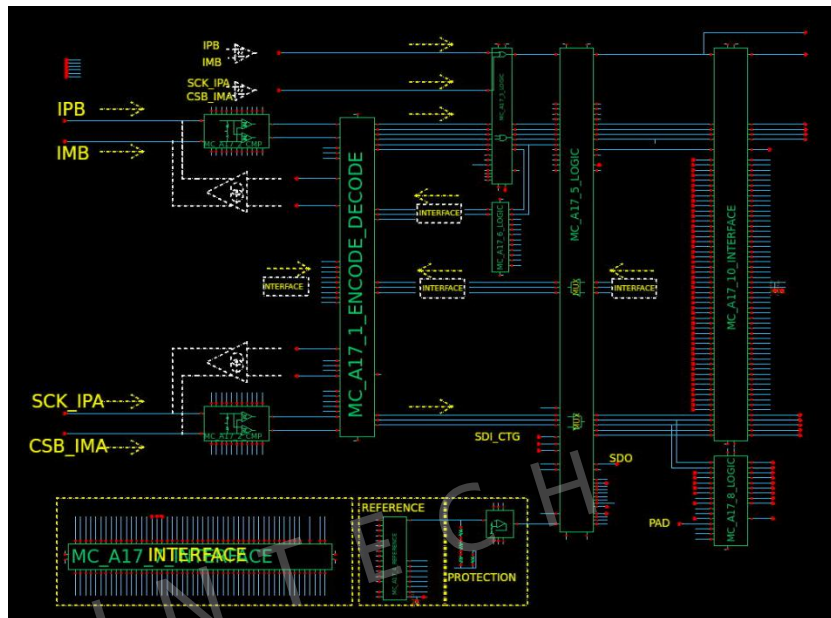


C\_ADC路径的ADC电路结构

# ADBMS6834芯片分析展示



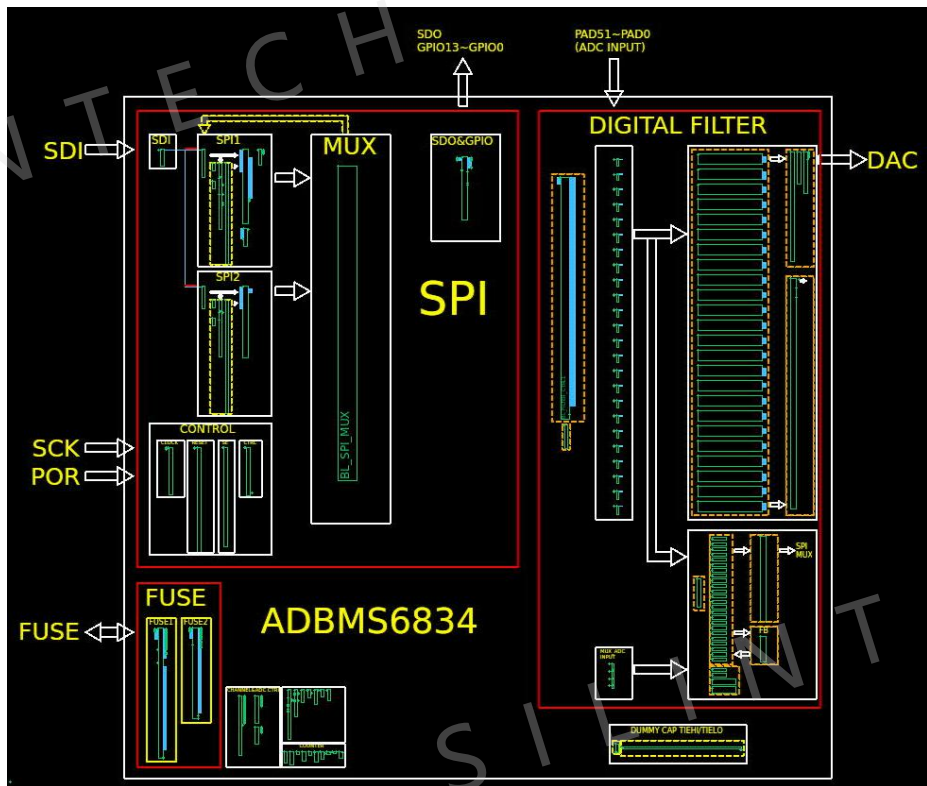
片上集成DC-DC 调压器



通讯接口电路



# ADBMS6834芯片分析展示



逻辑控制算法与通讯协议数字实现



## BMS AFE芯片的驱动总结与未来展望

### ➤ 核心驱动力总结:

- 市场需求驱动（应用场景升级）：

1、电动车：HEV → PHEV/EV → 快充/长续航EV → 软件定义汽车/区域架构

2、储能：小型系统 → 大规模储能 → 智能电网、全生命周期管理

- 标准推力（安全与法规）：

从无明确要求 → AEC-Q100 → ISO 26262 ASIL-B/C → **ASIL-D成为标配**

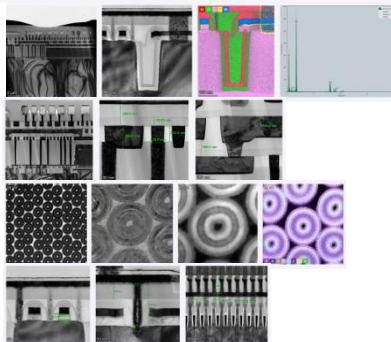
## BMS AFE芯片的驱动总结与未来展望

### ➤ 未来技术展望：

- 制程工艺的提升推动技术和性能迭代
- 更高集成度：集成预充电控制、智能熔断器驱动等
- 基于AI的智能化：在AFE中集成轻量级AI内核，实现本地化的电池健康状态早期预警与异常检测
- 无线BMS演进

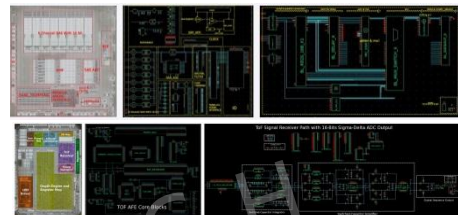
## 工艺制程分析

- 材料分析 (Material Analysis)
- 结构分析 (Structural Analysis)
- Cell分析 (Cell Analysis)
- 微区分析 (Micro probe Analysis)



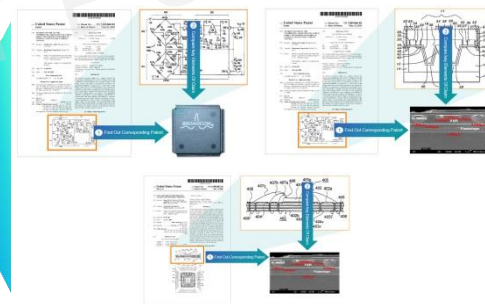
## 竞争力分析

- 数字电路分析 (Digital Circuit Analysis)
- 模拟电路分析 (Analog Circuit Analysis)
- 存储数据分析 (Stored Data Analysis)
- PCB线路分析 (PCB Circuit Analysis)



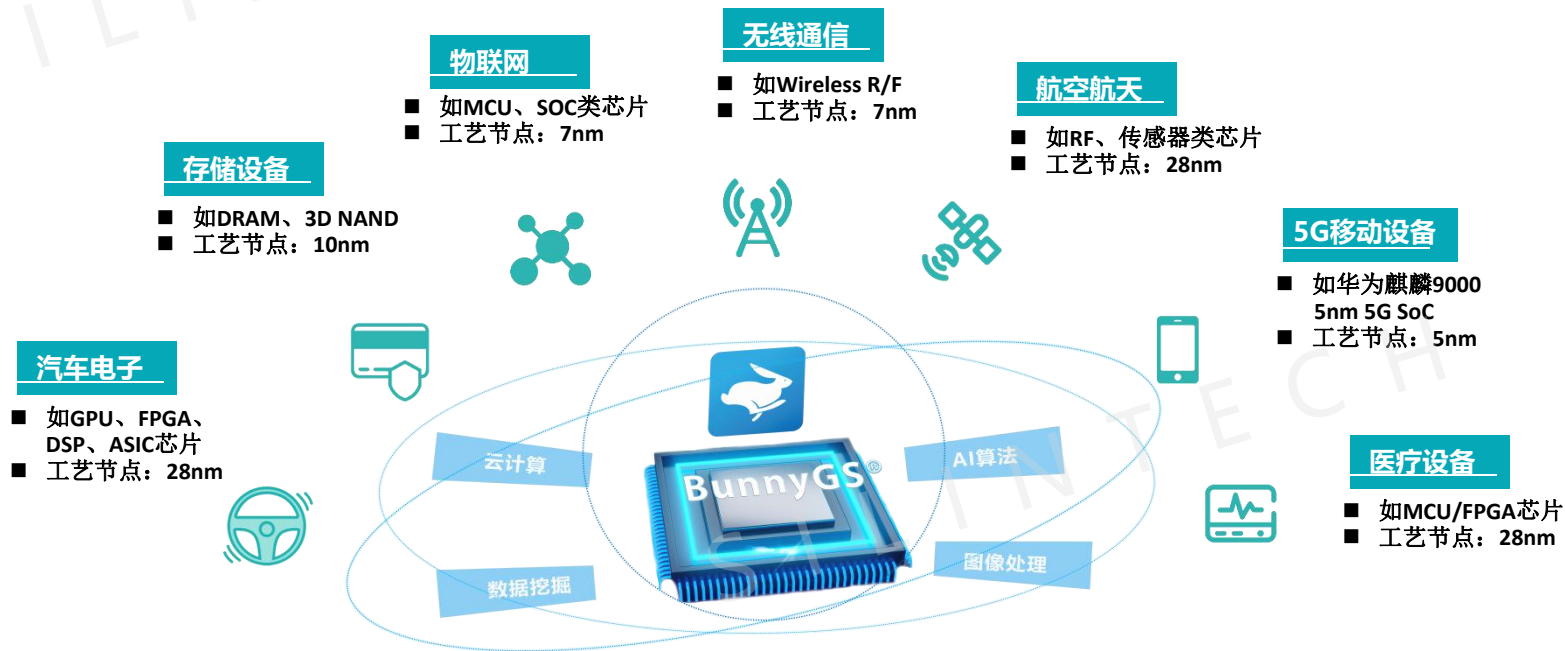
## 专利分析

- 线路设计相关专利 (Circuit design related patents)
- 制程相关专利 (Process related patents)
- 封装相关专利 (Packaging related patents)



# 完备的EDA工具，可提供多领域的定制化集成电路分析解决方案

产业链下游旺盛的消费需求拉动上游研发，近年来随着汽车电子、IoT物联网、人工智能等新兴领域的崛起不断推动上游IC设计公司以及设备制造商，加速研发高性能CPU、GPU、MCU以及各类SoC芯片。



# THANK YOU

苏州芯联成软件有限公司

