

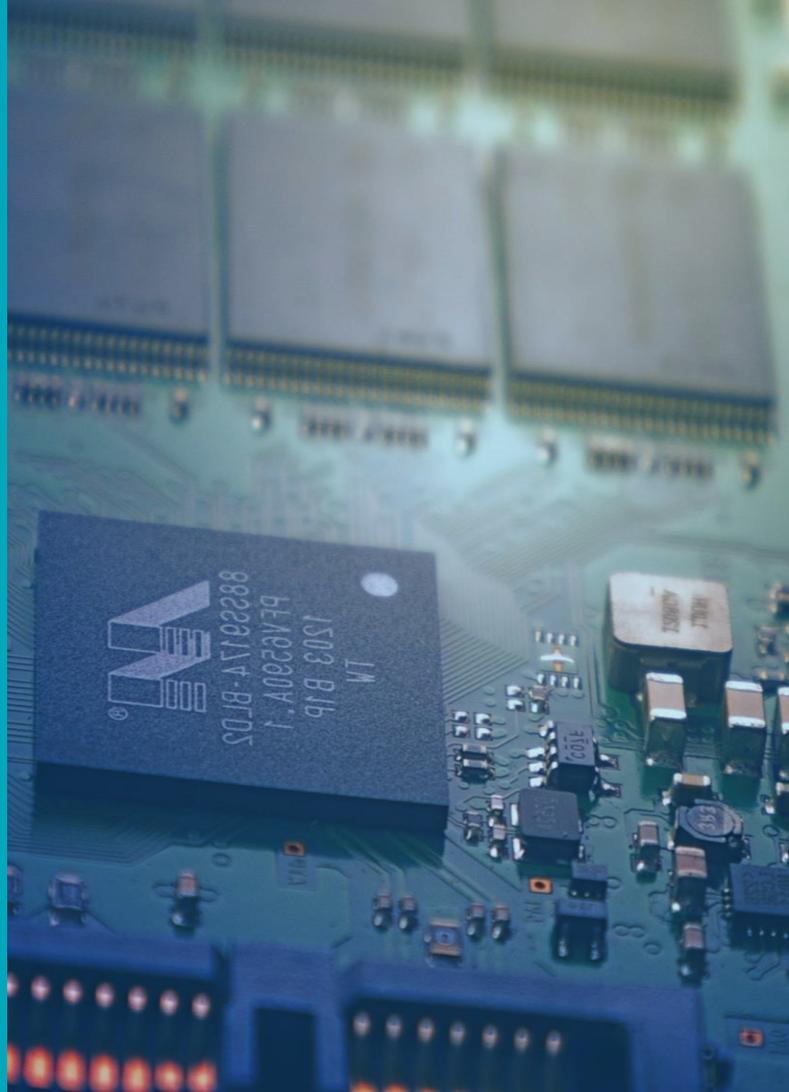


SILINTECH

# 新能源汽车电池管理系统中 模拟前端芯片的设计分析

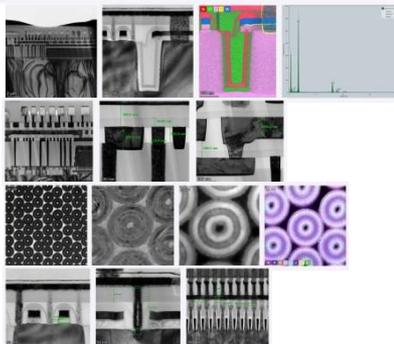
冯琪

苏州芯联成软件有限公司



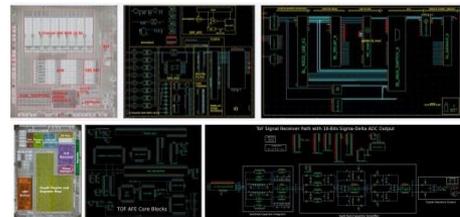
## 工艺制程分析

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



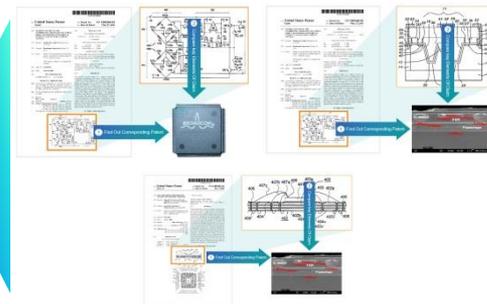
## 竞争力分析

- 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

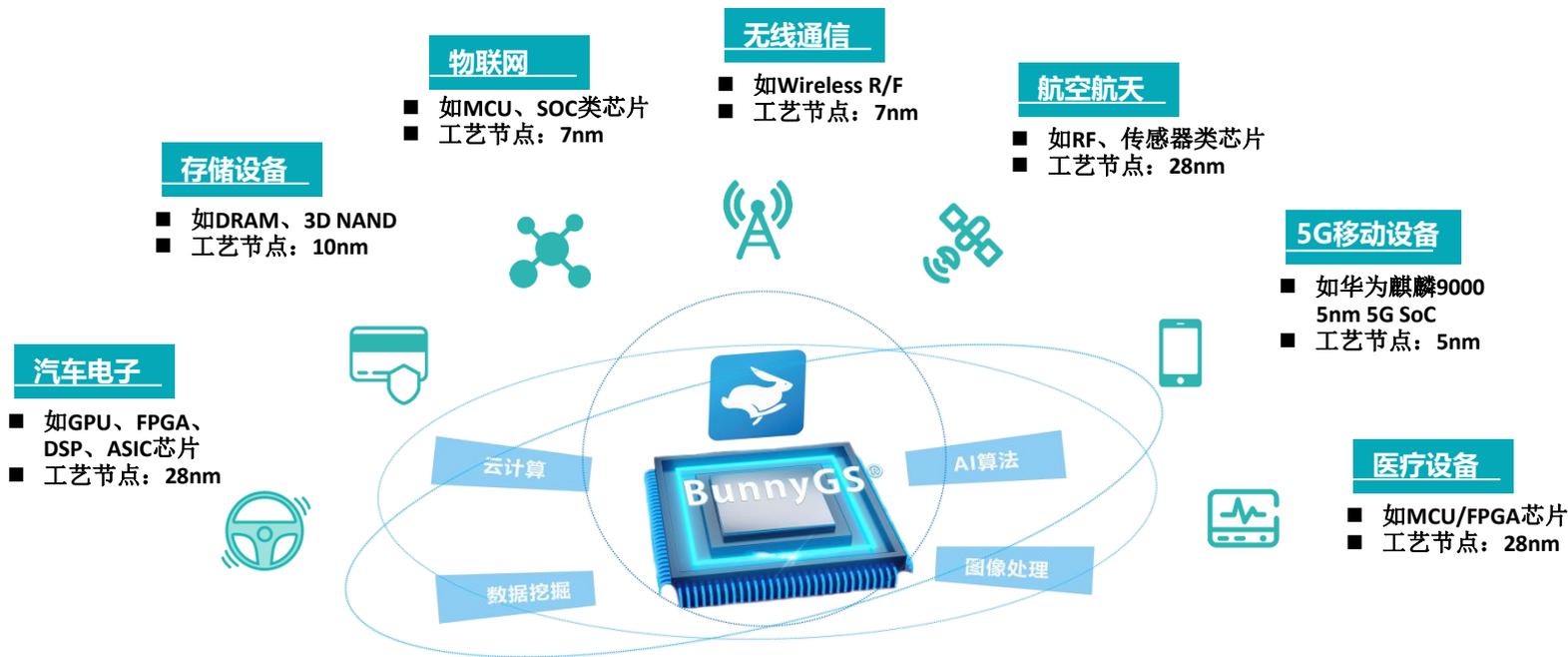
- 线路设计相关专利 (Circuit design related patents)
- 制程相关专利 (Process related patents)
- 封装相关专利 (Packaging related patents)



**BunnyGS**®  
Platform

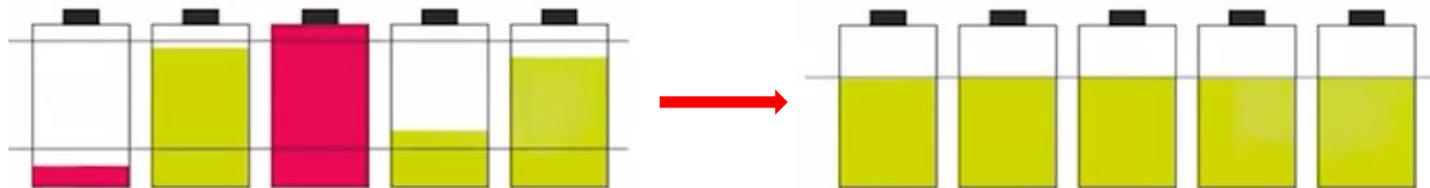
# 完备的EDA工具，可提供多领域的定制化集成电路分析解决方案

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。



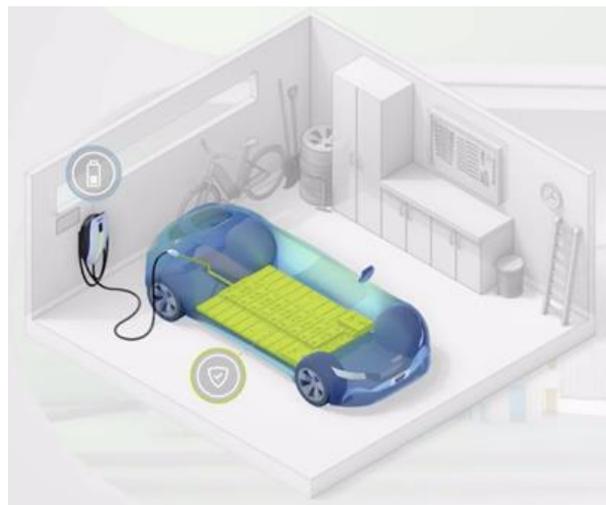
## 电池管理系统的主要功能

- 电池芯保护和乘客安全：确保每个锂电池单元在安全工作范围（SOA）内，SOA取决于电压、电流和温度。
- 计算充电状态（SOC）：BMS需要实时提供电池的剩余电量。
- 计算健康状态（SOH）：指示电池与全新状况相比时的最大容量，是影响剩余电池寿命计算与预测的主要因素。
- 电池芯平衡：制造误差和不同老化过程都影响电池芯的电气性能，通过平衡所有电池芯的电荷来补平差异。



## 电池管理系统的主要作用

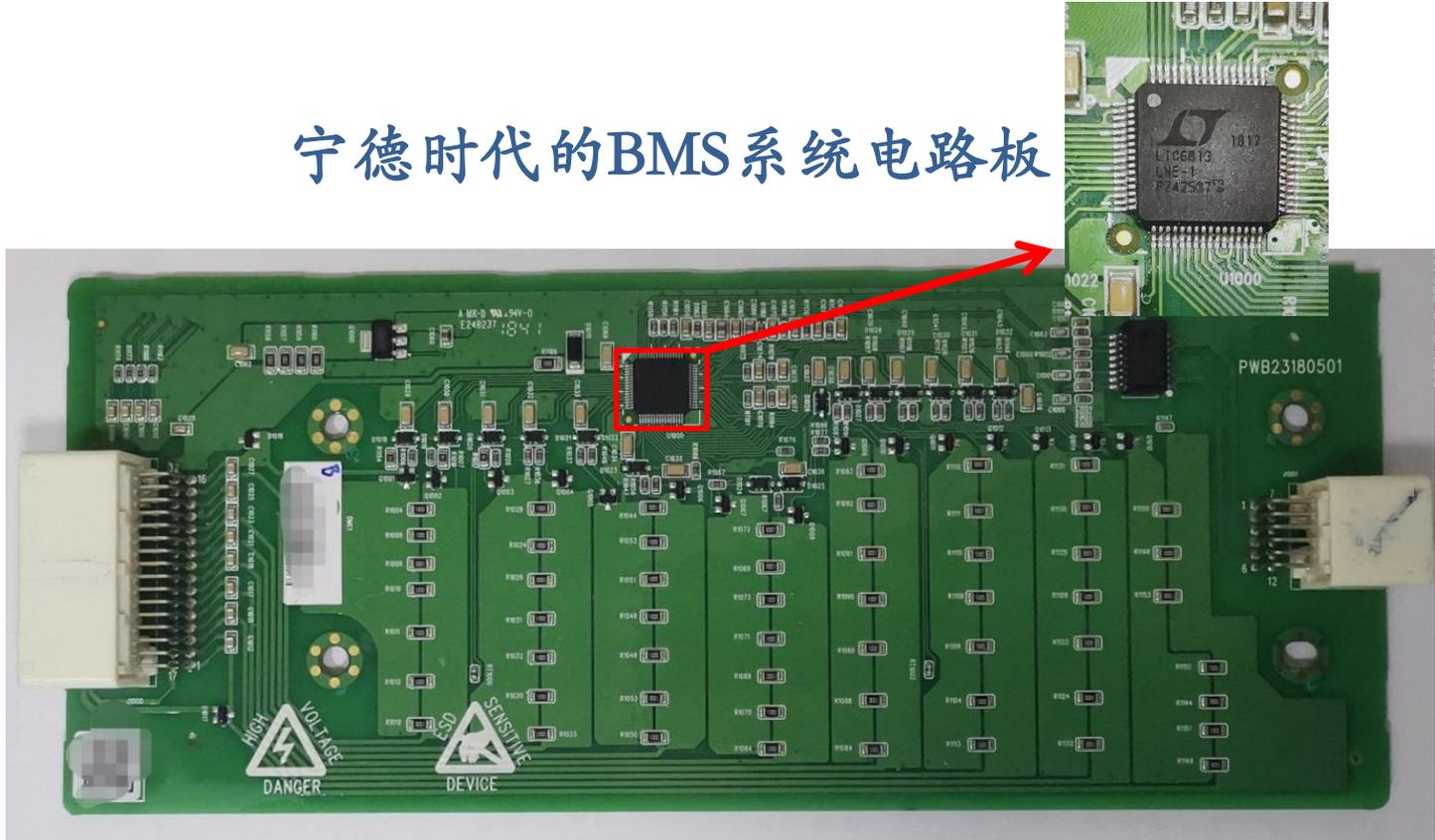
- ✓ 保证电池组安全工作
- ✓ 提升和改善性能、充电更快、更多电量
- ✓ 延长电池寿命、减少更换、降低成本

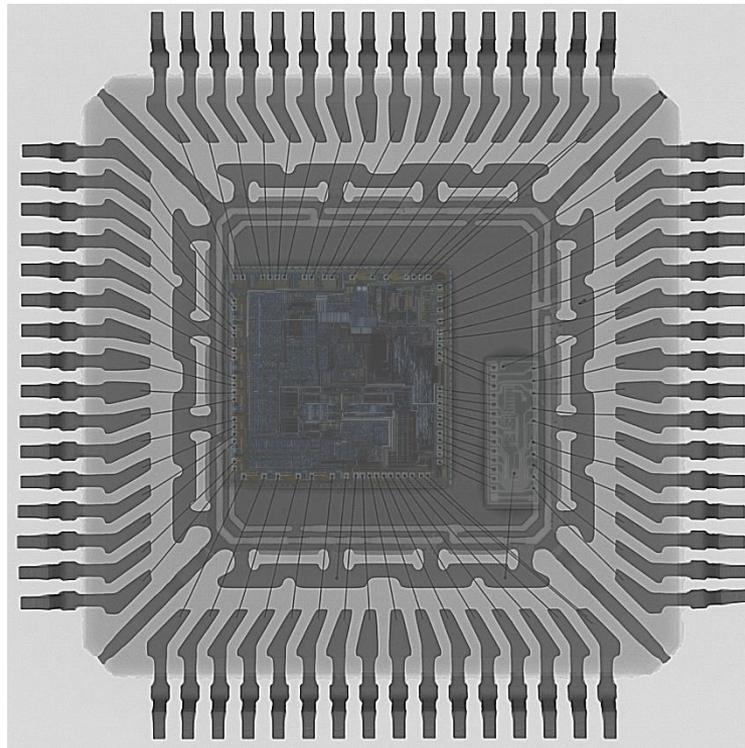
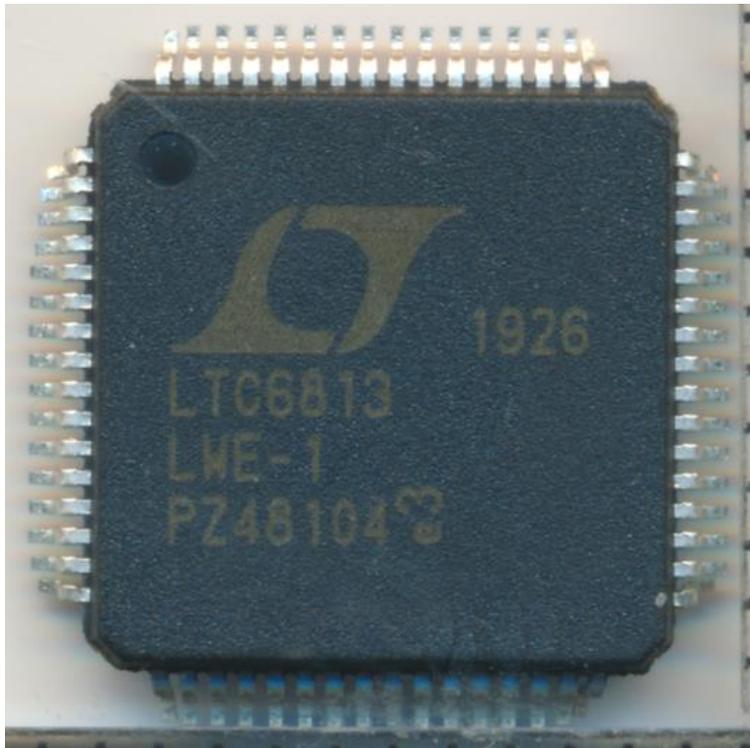


## 电池管理系统模拟前端芯片 (BMS AFE)

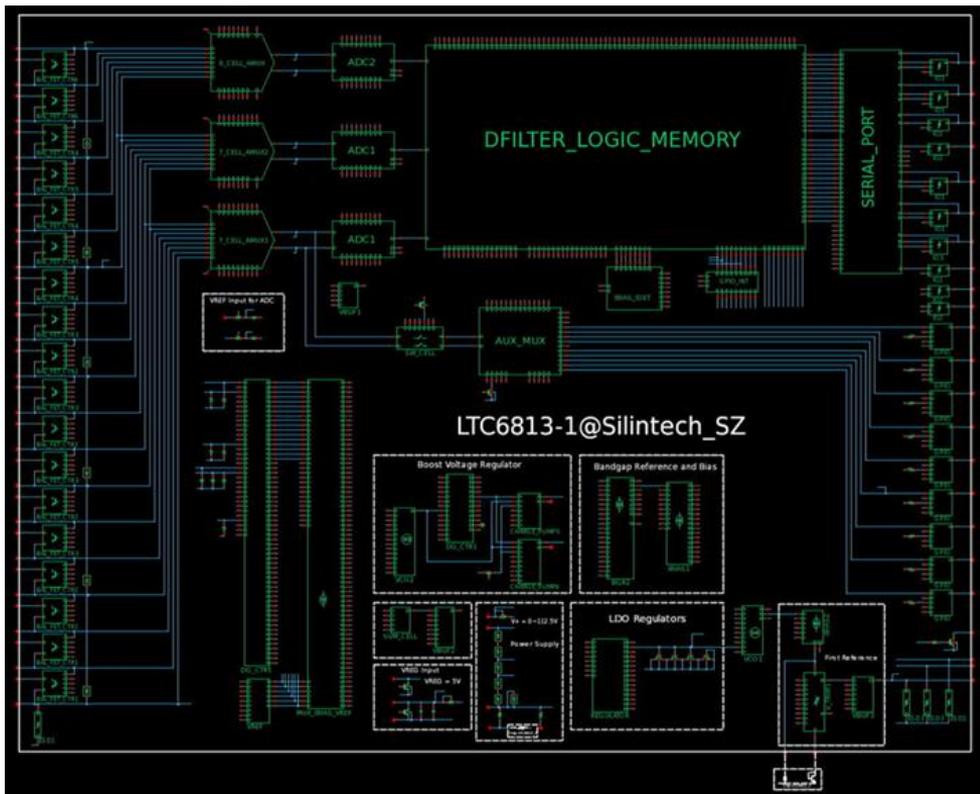
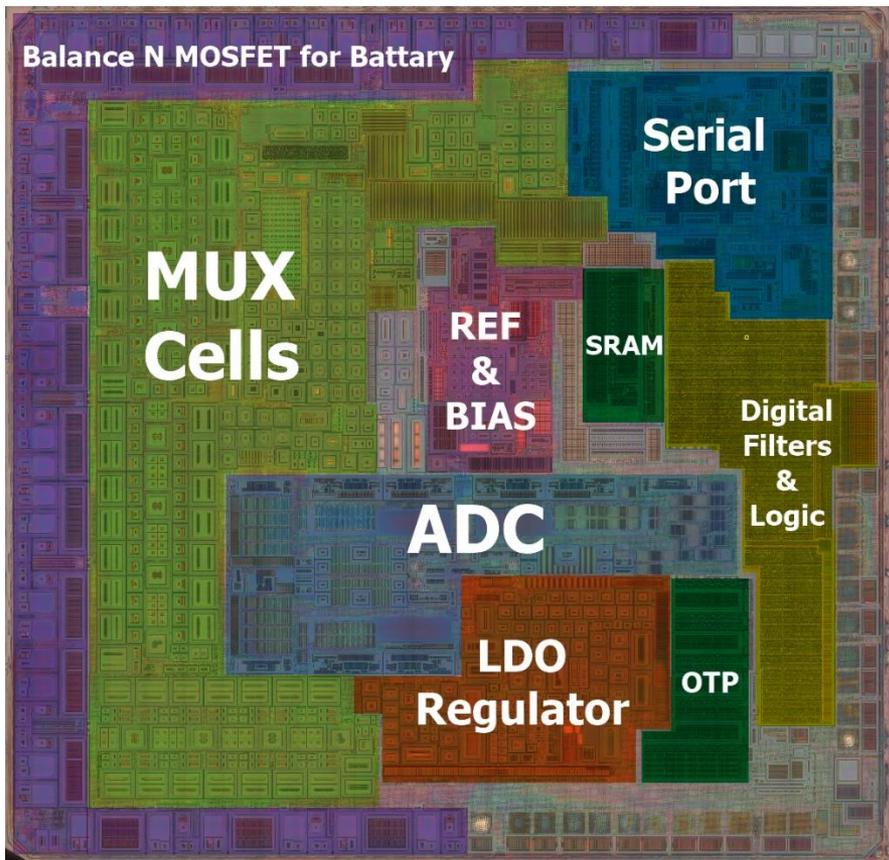
- 一种多路采样通道的监控芯片，对多级串联的电芯进行电压和温度的实时监测，并支持电池的均衡功能。
- 集成了高精度ADC（16或14位）、高压多路复用、高精度电压基准、均衡和保护电路、以及SPI接口等功能模块。
- ADI LTC6811、LTC6813、TI BQ76930、BQ79616

## 宁德时代的BMS系统电路板

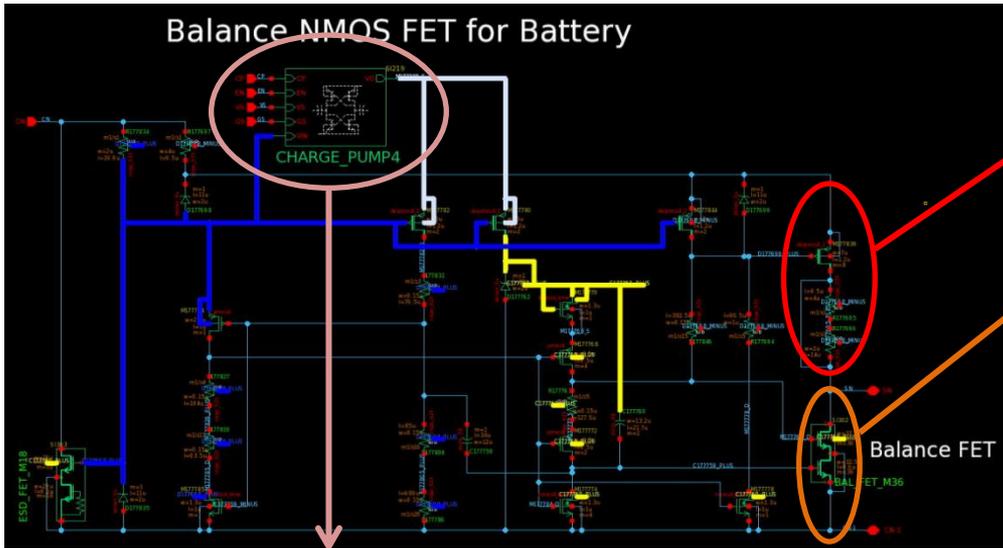




封装	64管脚QFP (主芯片+键压辅助芯片)
制程	0.18um 1P4M BCD



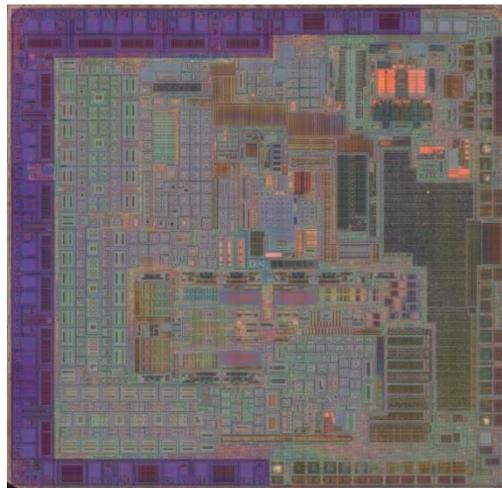
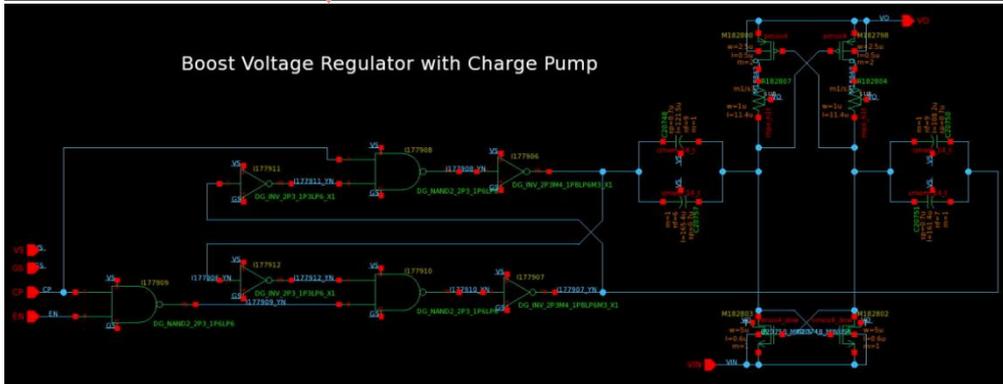
### Balance NMOS FET for Battery



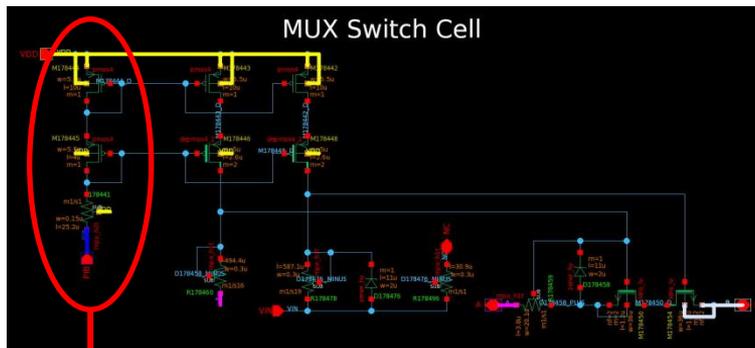
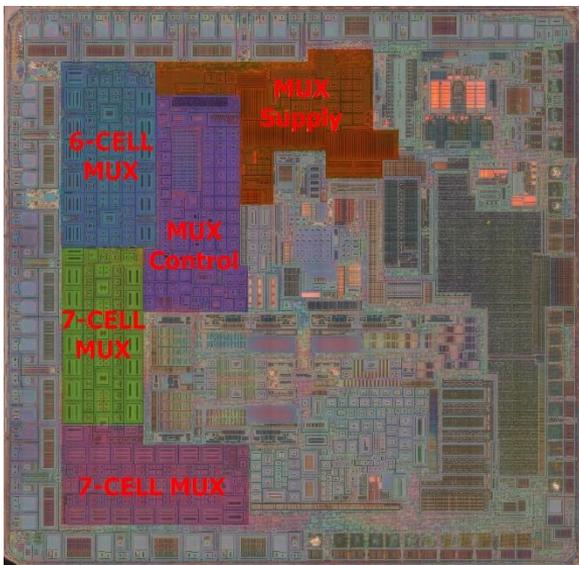
## 电芯均衡电路单元 (18 Cells)

- ◆ 均衡电流  $> 200\text{ mA}$ ，外部均衡，内部上拉 PMOS管驱动芯片S管脚控制 Gate
- ◆ 均衡电流  $\leq 200\text{ mA}$ ，内部均衡隔离 NMOS管
- ◆ 电荷泵升压为均衡 NMOS管建立安全可靠的高压隔离电位

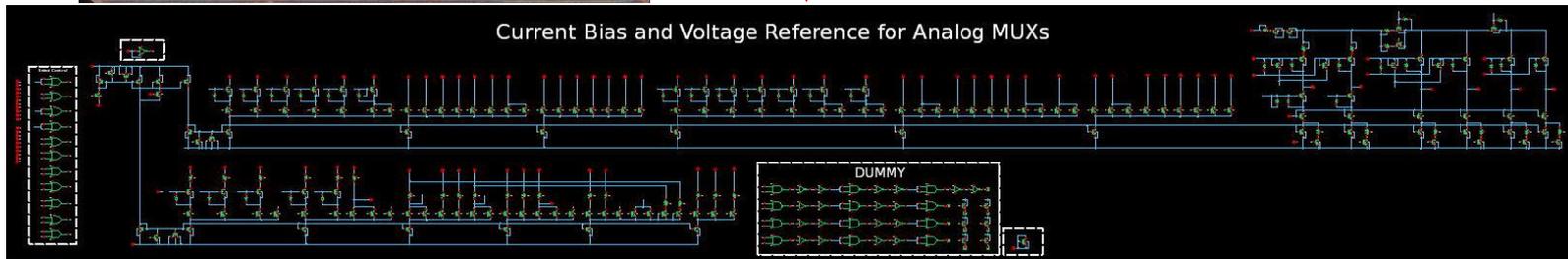
### Boost Voltage Regulator with Charge Pump



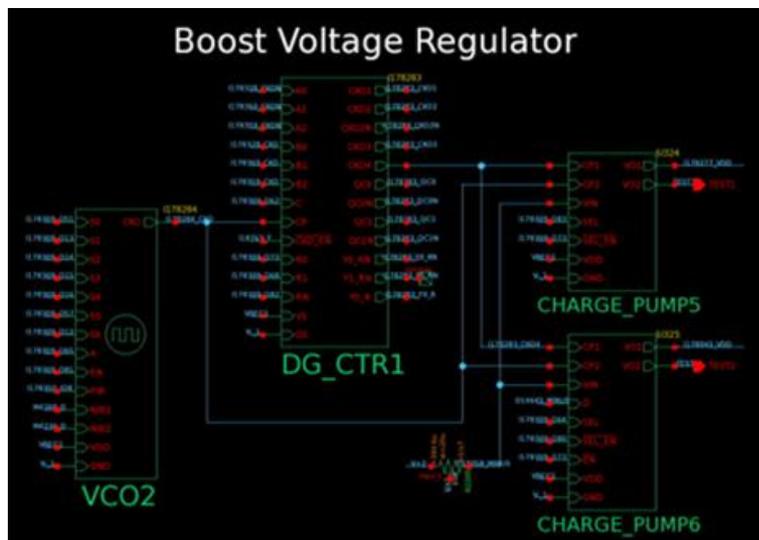
## 电流模式控制的3组模拟多路复用单元 相应电芯检测电压通过多路复用控制进行ADC转换



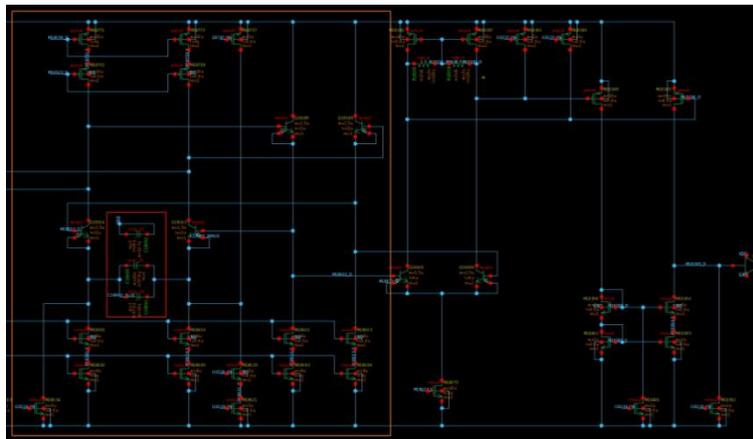
电流控制



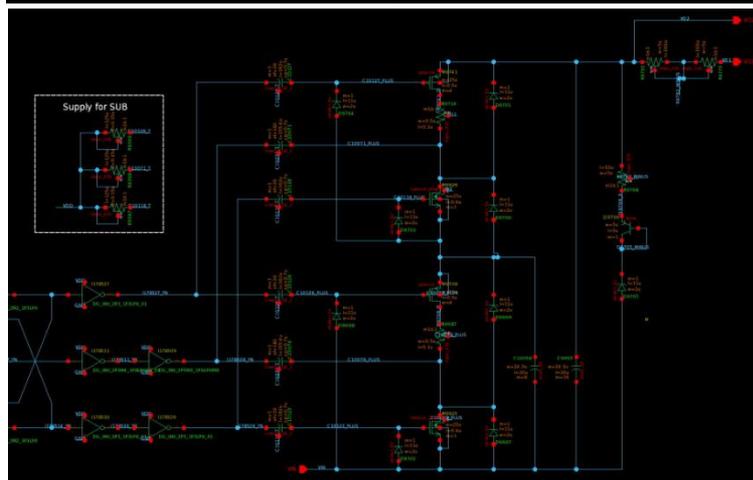
## MUX Cell内Switch控制电路高压电源



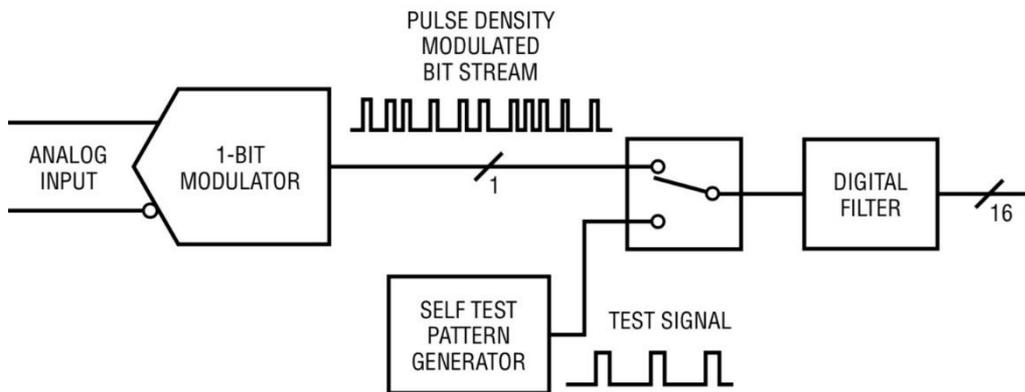
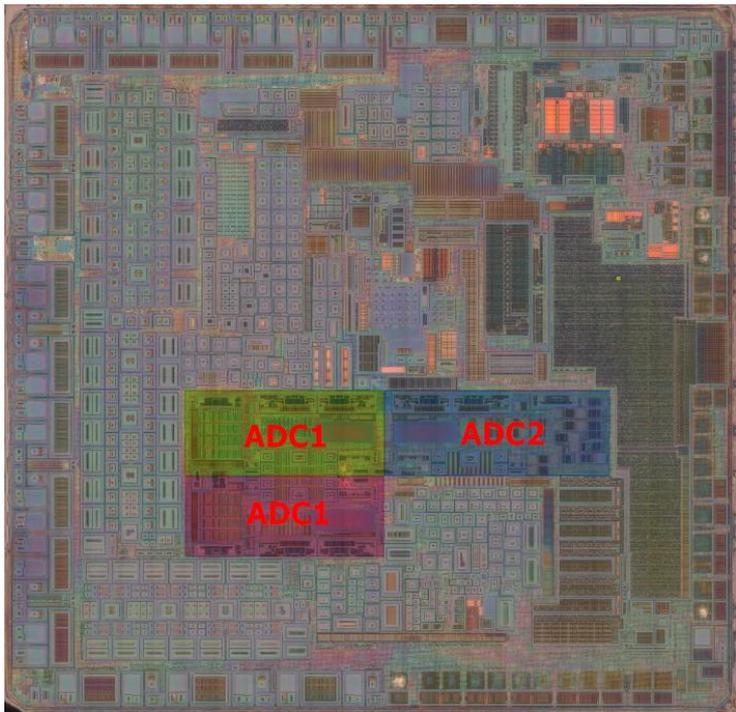
Charge Pump



VCO

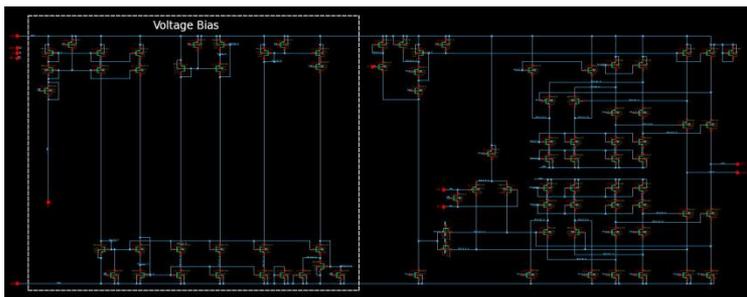
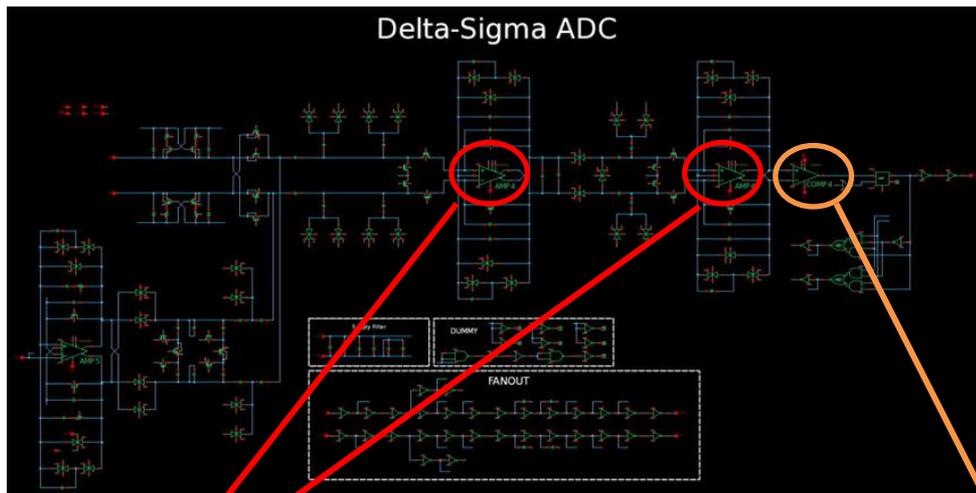


## 16位Sigma-Delta ADC

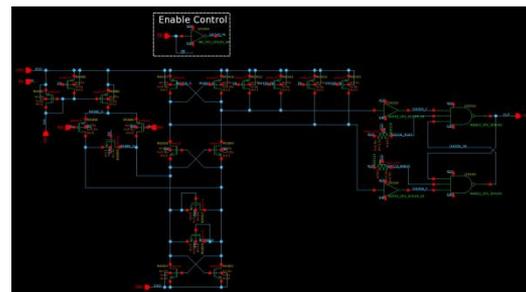


- ◆ ADC1与ADC2的过采样和1位调制器结构一致，只是采样和滤波放大电容值不同
- ◆ 三个ADC的1位量化数据流与测试向量通过多路复用切换选择后续的数字滤波器（SINC3 FIR）

## Sigma-Delta的1位调制器电路架构



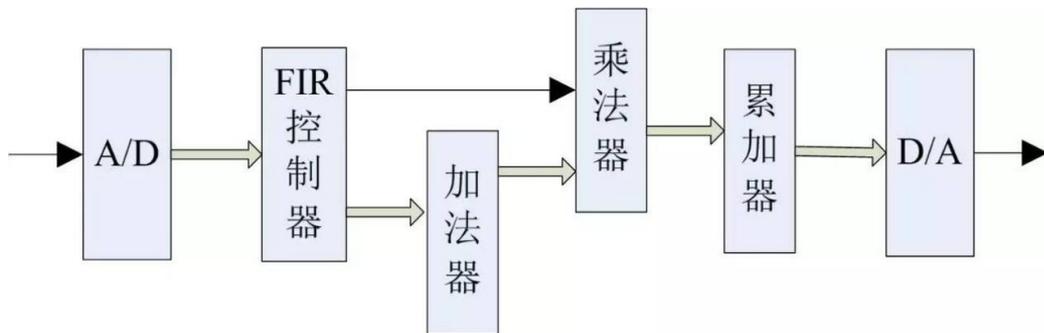
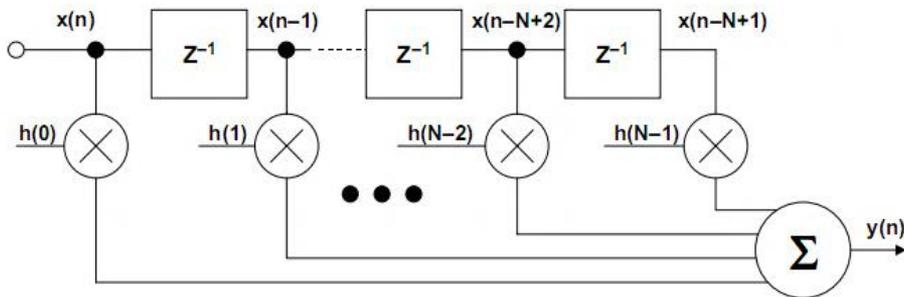
推挽输出的折叠型Cascode运放



钟控量化比较器

FIR(Finite Impulse Response) 滤波器原理：对输入信号进行脉冲响应的卷积输出，是线性时不变系统，满足叠加原理，系统的运算关系在整个过程中不随时间变化。

$$Y(z) = X(z) \sum_{k=0}^{N-1} h(k) z^{-k}$$

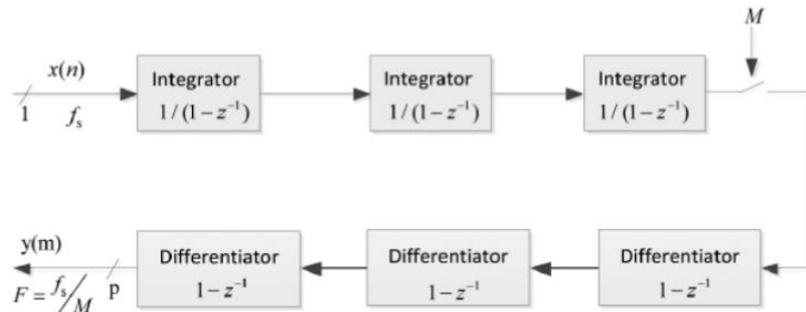


常规FIR数字滤波器是抽头延迟线加法器和乘法器的集合

SincK数字抽取滤波器原理：在高速率(采样频率 $f_s$ )下执行级联的 $k$ 阶积分（累加）运算，然后在低抽取频率(输出数据频率 $f_d$ )下执行级联的 $k$ 阶差分（减法）运算，来完成滤波功能，其实现不需要乘法。

Sinc滤波器具有快速响应和快速稳定的特点，非常适用于DC测量应用，例如电池组监测。

$$H(z) = \left( \frac{1}{M}, \frac{1-z^{-M}}{1-z^{-1}} \right)^k$$



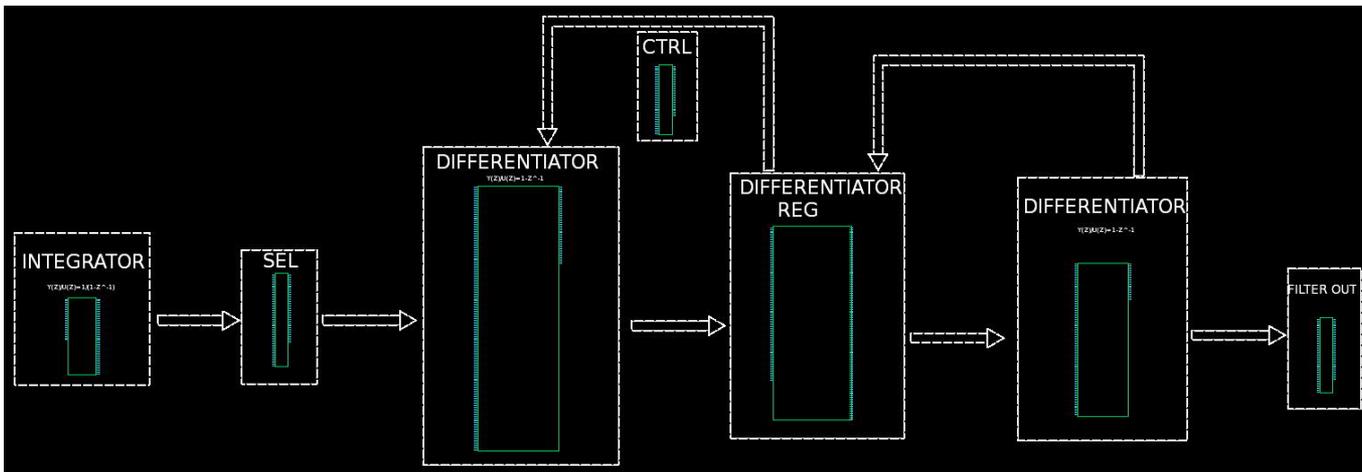
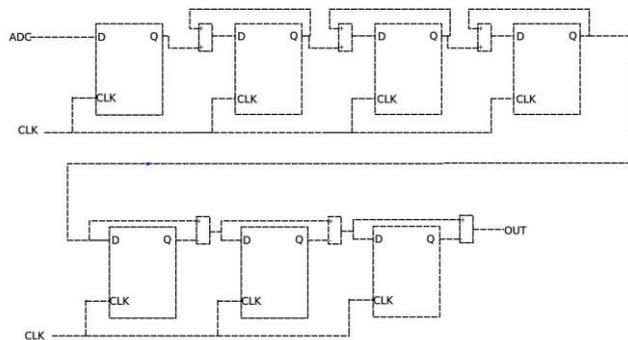
Sinc滤波器输出等效位数：

$$\text{Bus\_Width} = 1 + k \cdot \log_2 M$$

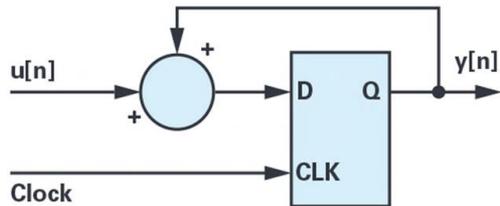
其中， $k$ 是滤波器阶数， $M$ 是抽取率

16位ADC，对应Sinc3滤波器，抽取率为32

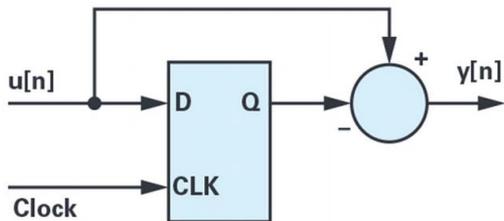
## LTC6813中Sinc3滤波器实现结构

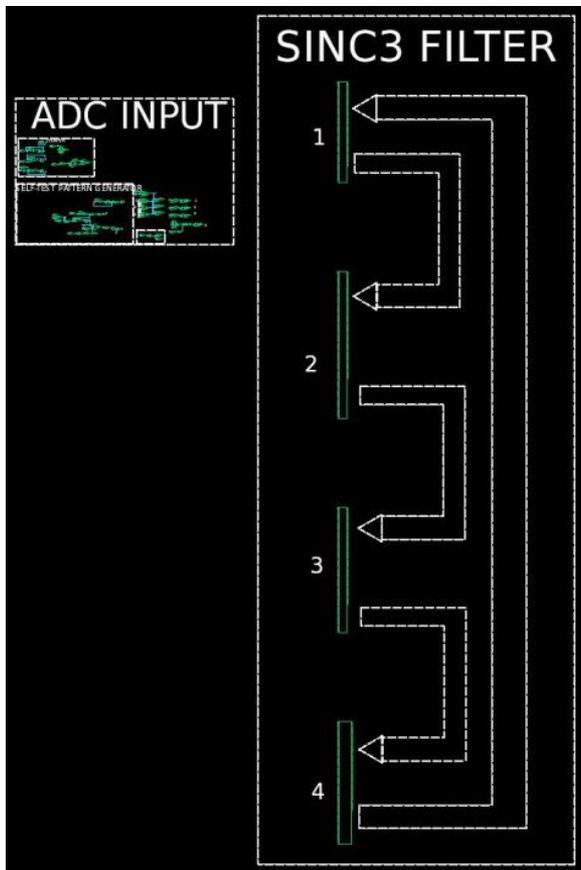


## 积分电路

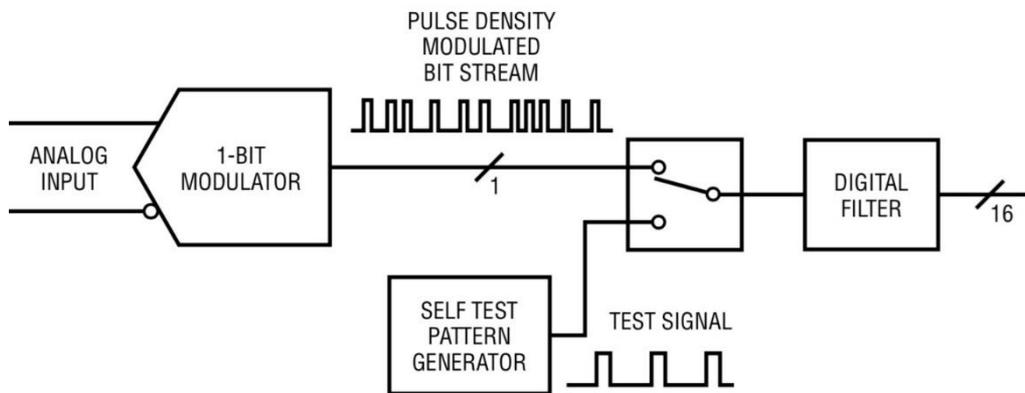


## 差分电路

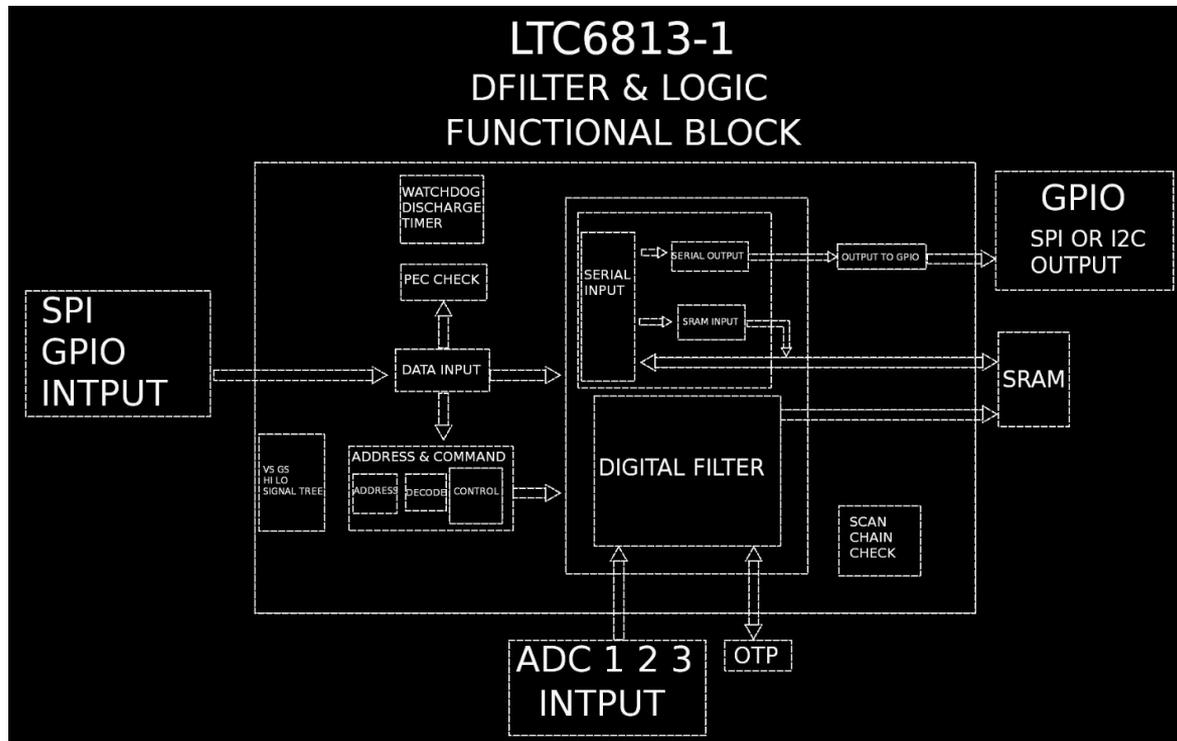
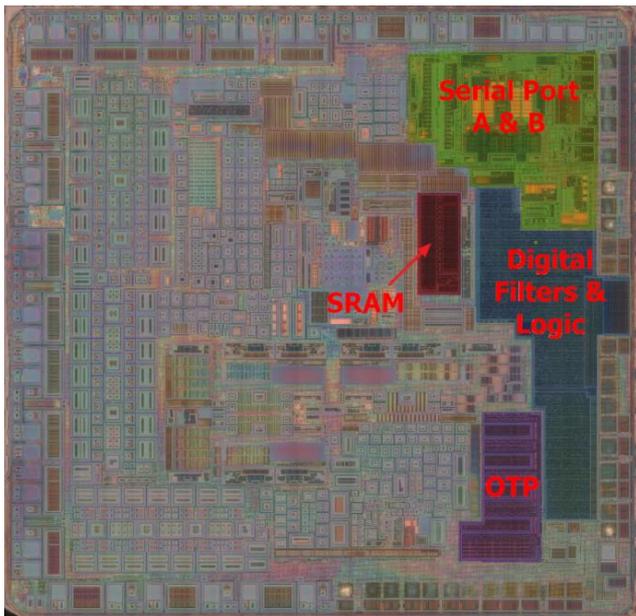




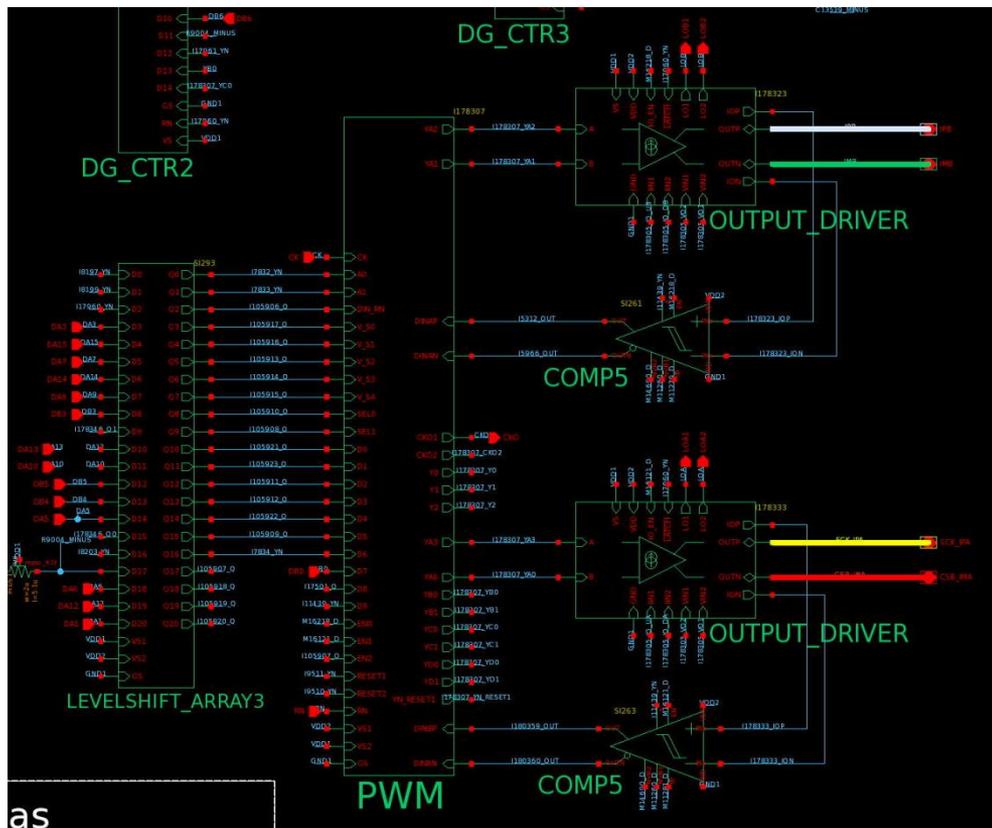
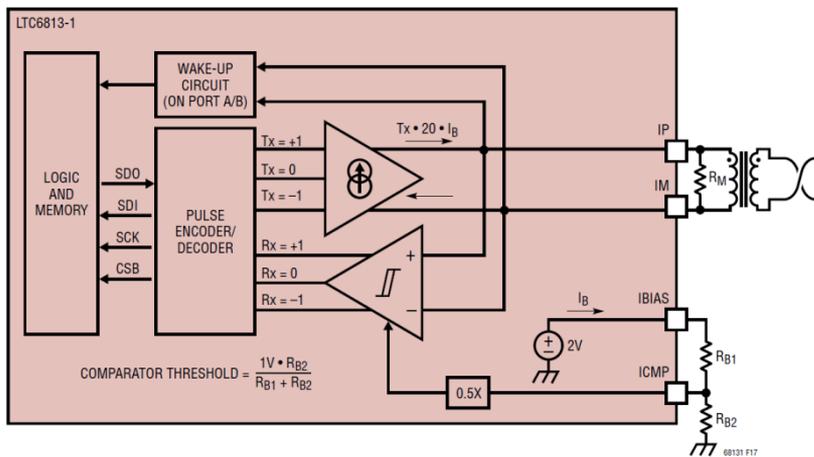
数据经过四组滤波器后最终为16位的输出



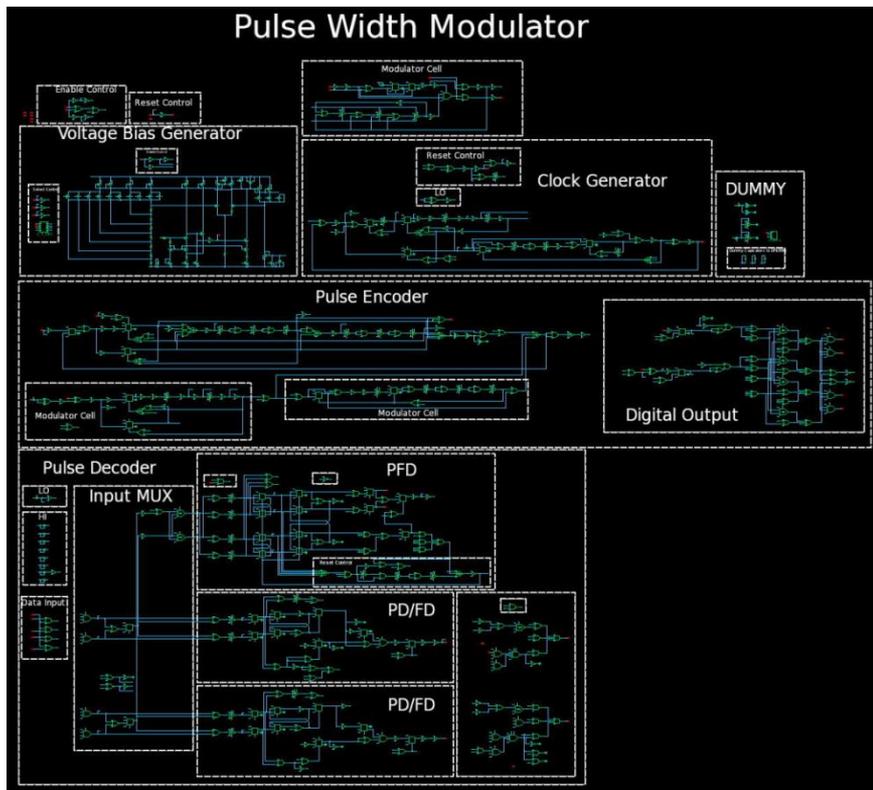
SincK滤波器电路中可能存在几组数据共用一个加法（减法）器的情况，不能依据加法器的个数判断阶数，要结合具体流向判断进行了几次运算从而确定阶数。



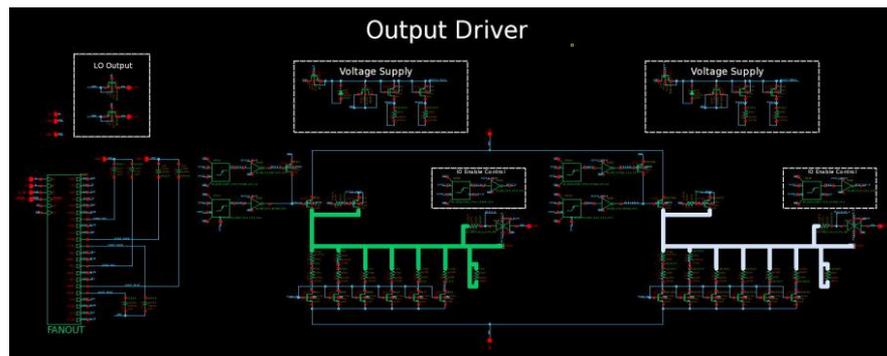
## 串口输出可配置为两通道2-wire isoSPI协议或4-wire标准SPI协议



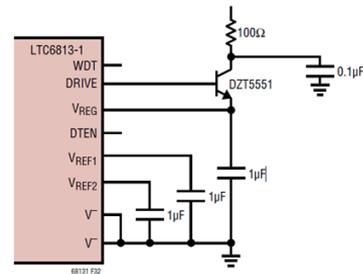
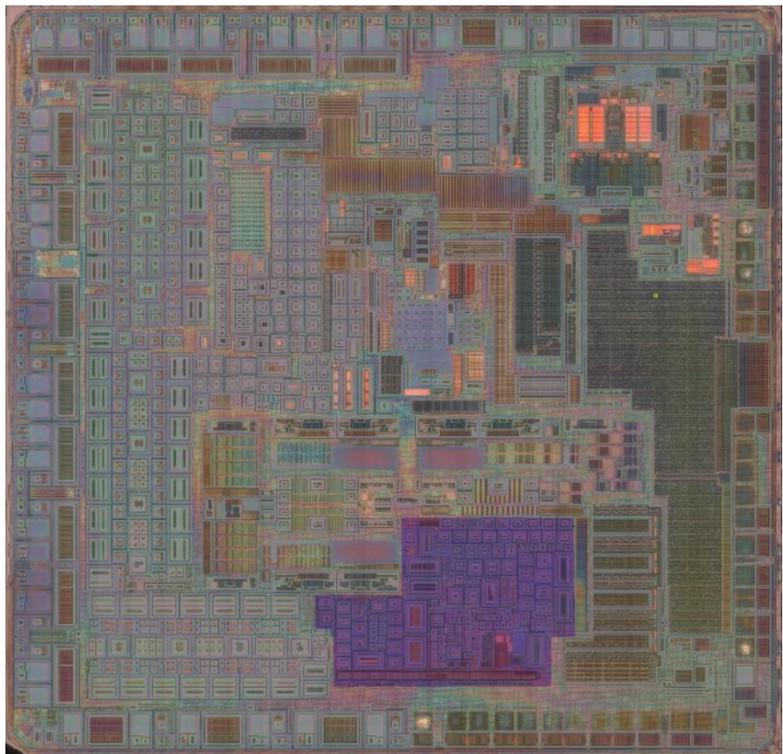
## 脉宽调制译码/解码模块



## 推挽输出驱动单元



## LDO Regulator: 产生内部数字电源和参考电压



特有的  
Drive 输出方便  
生成 5V 模拟电  
源输入



**在这个技术革新日新月异的时代，**

**苏州芯联成软件有限公司与全球领先趋势共同成长！**

**帮您快速学习，掌握集成电路一线大厂的先进设计理念与成熟解决方案！**



SILINTECH

THANK YOU

[www.silintech.com](http://www.silintech.com)