

技术干货 | 晶华微 SD93F115 血糖仪方案

一、概述

血糖仪又称血糖计，从工作原理上分为光化学和电化学两种。目前市场上主流的血糖仪产品都是采用的电化型。通过专门针对血糖仪型号和制造商而设计的试纸条与血液之间产生的化学反应来测量人体内的血糖水平。

二、血糖检测原理

血糖仪试纸由两片含有敏感化学成分的薄片组成，利用试纸充当葡萄糖信号的载体，当血液中的葡萄糖遇到试纸条表面的葡萄糖氧化酶和铁氰化钾时，就会产生葡萄糖酸和亚铁氰化物。血糖仪以固定偏压方式向试纸条施加一恒定的工作电压，使得亚铁氰化物氧化转换为铁氰化物，并产生氧化电流，如图 1 所示。通过本文介绍的 SoC 精确测量出这些微弱的电流信号，并根据电流值和血糖浓度的关系，运算输出相应的血糖浓度值，如图 2 所示。

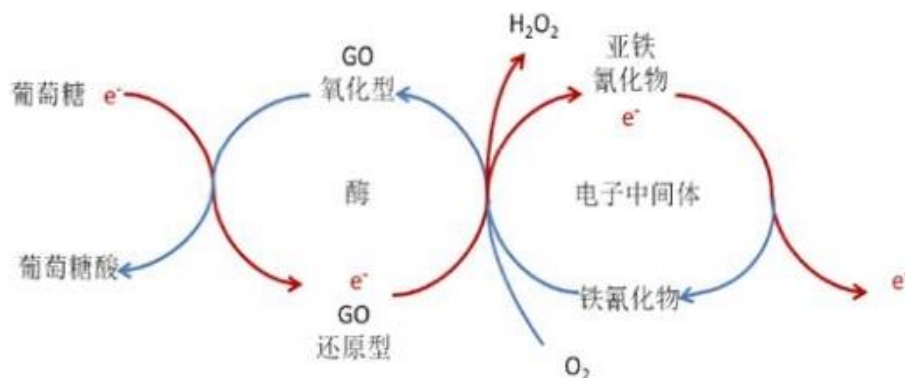


图 1 葡萄糖氧化酶血糖仪工作原理



图 2 模拟与数字信号转换

检测酶电极与血液反应所产生相当微弱的微电流信号，电流信号为 $\mu\text{A} \sim \text{nA}$ 级别，需要运算放大器转换成一个可供处理的电压信号。然后经过放大、滤波等处理使其转变成用于识别的电压信号，再通过模/数转换，成为 SoC 能够处理的数字信号，有关原理如下图 3、图 4。固定偏压(VR，一般通过数模转换器产生)施于试纸上，运算放大器 OPA 把电流转成电压讯号，不同电流量程可以切换参考电阻(R1, R2 等)取样得出。而另一运算放大器 OPB 判断血液是否滴满。

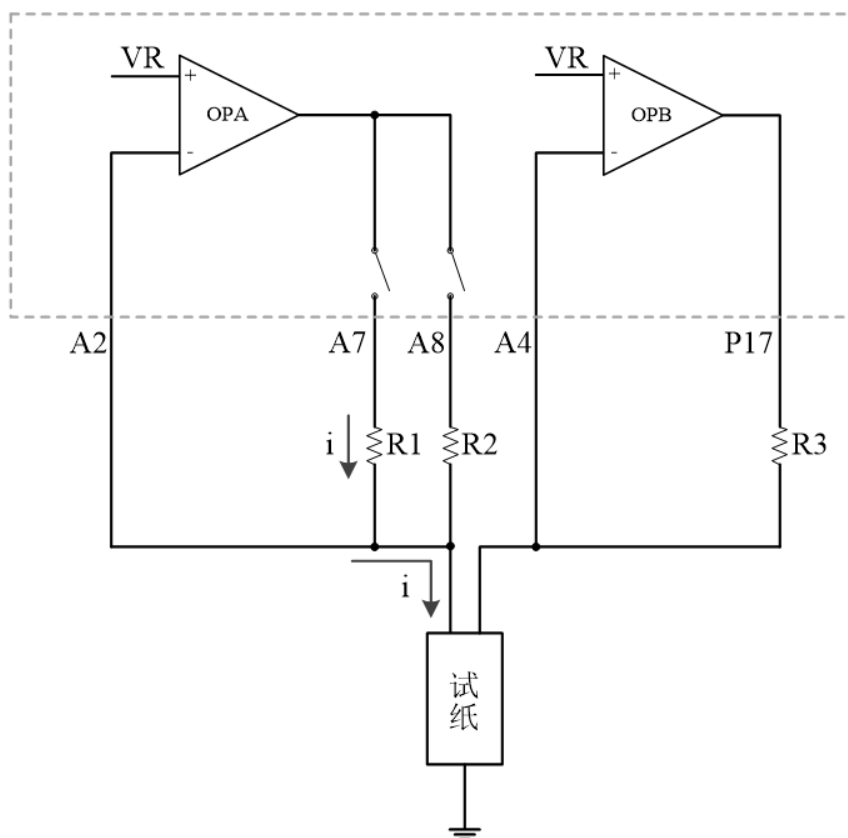


图3 电流电压转换

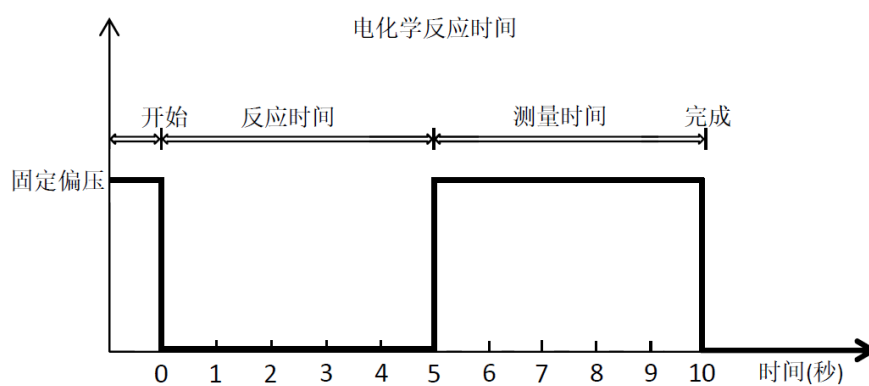


图4 试纸测量原理

由于血糖测试是利用生物电化学反应，温度是影响该反应的重要因素。在不同的温度下，葡萄糖氧化酶的活性不同。即使是相同的血糖浓度血液，采用相同的激励电压，在不同温度下，葡萄糖氧化酶氧化产生的电流大小也是不同的。当温度过高或者过低时，葡萄糖氧化酶就会完全失去活性，此时血糖仪需要给出报警提示，提示用户不能在该温度下进行测量，避免出现错误的检测值。温度检测可使用本文介绍的 SoC 内部自带的温度传感器来测量环境温度，根据测量温度值进行相应的补偿以获得正确的血糖浓度值。有关血糖值计算公式如下：

$$\text{血糖值} = \text{电流}(I) \times F(\text{code}) \times T(\text{temp})$$

其中电流由芯片测出; F(code)跟试纸及其批次有关, 需用户输入试纸代号; T 系数跟环境温度(temp)有关。

三、 基于 SD93F115 的血糖仪应用开发方案

本文将重点介绍基于晶华微 SD93F115 芯片的血糖仪应用。如图 5 所示, SD93F115 芯片资源丰富, 具有 8bits DAC 产生试纸偏压; 2 个 OP 作电流电压转换; 13 通道高精度 ADC 能准确测量出电流信号; 自带 LCD 驱动不需要专门的 LCD 驱动芯片便可实现血糖仪的显示; 自带温度传感器, 不需要外部测温电路便可实现温度检测功能; 可分频的正弦波发生器; 自带电压检测, 不需要低压检测芯片便可实现电池电量检测功能, 并且检测电压 2.0~5.3V 可调整; 有 120k Bytes FLASH 存储用户程序和数据, 并且有额外 1k Bytes 的用户数据区, 不需要外部的数据存储器便可实现用户数据存储, 非常契合血糖仪的方案。硬件方面, 只需要很少的外围元器件就可以实现血糖仪应用方案。软件方面, SD93F115 芯片可使用 C 语言进行软件开发, 同时还提供完整的 SDK 和库函数, 方便软件工程师开发, 并且有强大的技术团队提供技术支持, 有效降低产品研发门槛, 可大大缩短项目开发周期。

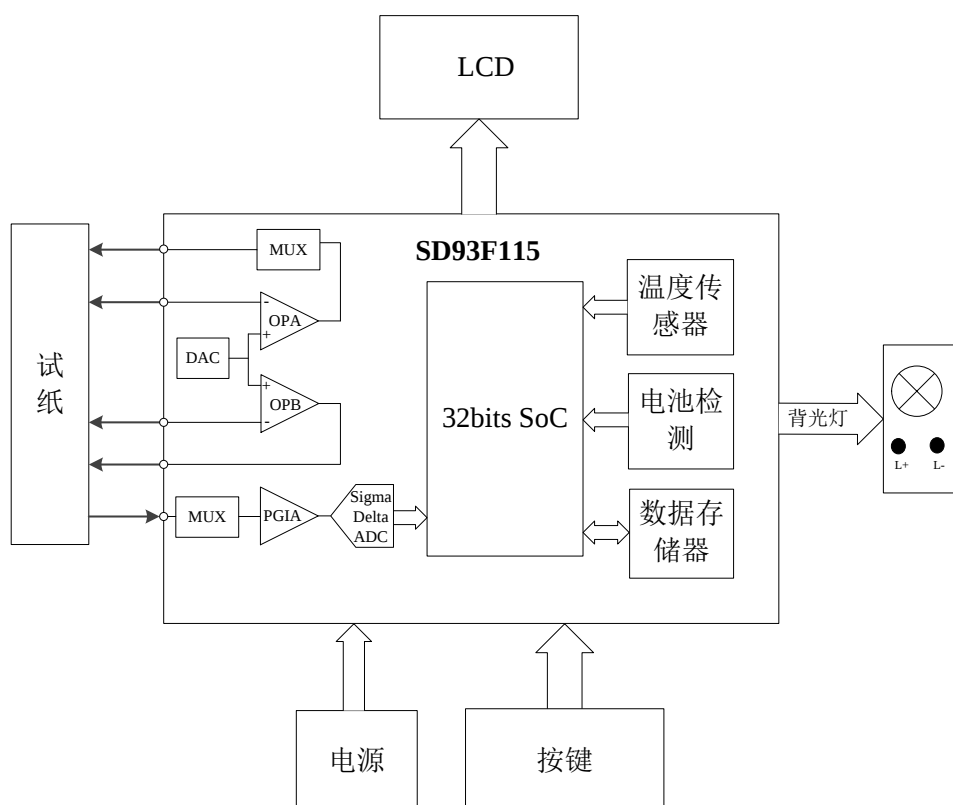


图 5 血糖仪方案框图

四、 基于 SD93F115 的血糖仪原理图

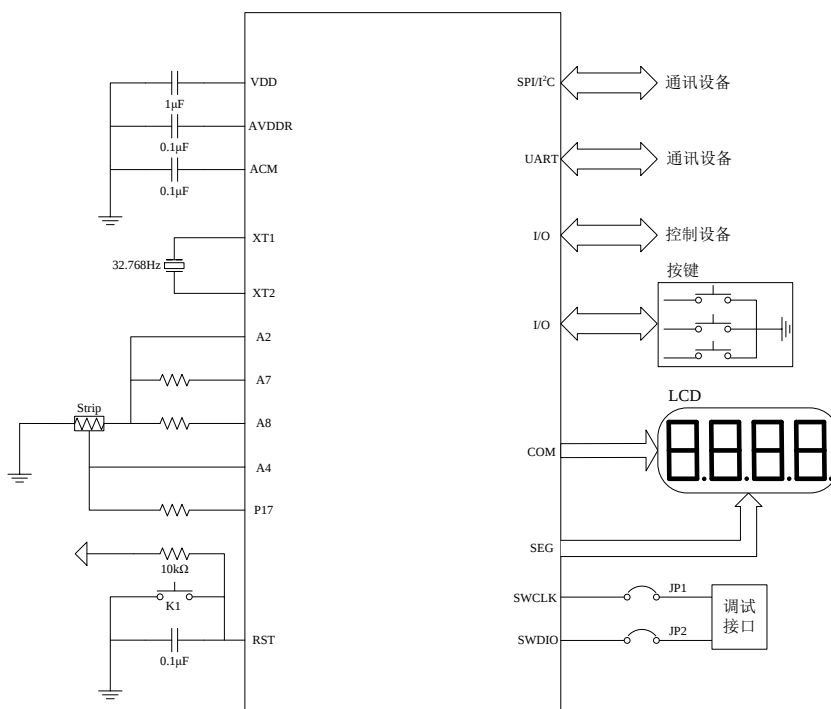


图 6 基于 SD93F115 的血糖仪原理图

五、 SD93F115 芯片性能特点

SD93F115 是由杭州晶华微推出的带有丰富外围资源的 32 位 SoC 芯片，主要应用于血压计、脂肪秤、血糖仪、红外测温等领域，有以下特点：

ADC

- 高精度 ADC， $ENOB = 18.2\text{bits}@8\text{sps}$ ($\text{Gain} = 256$)，4 个差分通道或者 8 个单端通道。
- 低噪声高输入阻抗前置放大器，1、4、8、16、32、64、128 和 256 倍增益可选，带 offset 校正功能。
- 内置 12 位 SAR ADC，带自校准功能，采样时间及工作模式可选。

存储器

- 120k Bytes FLASH，8k Bytes Boot，8k Bytes SRAM。

系统时钟

- 内置 24MHz 高频 RC 振荡器和 32kHz 低频 RC 振荡器，并且支持 8~24MHz 晶体振荡器做系统时钟。

LCD 驱动

- 带 LCD 驱动模块，支持 4COM x 44SEG、5COM x 43SEG、6COM x 42SEG 和 8COM x 40SEG 四种驱动模式；具有超低功耗和大驱动能力设计，内含程控升压模块，可以在低压条件下维持高亮显示；驱动电压可选，2.7~5.2V。

正弦波发生器

- 内置正弦波发生器，输出频率可选：5kHz、50kHz、100kHz、200kHz，支持八电极 BIA 测脂。

电源管理系统

- 内置低压检测电路，包括一个 8bits DAC 和一个 rail to rail 输入的比较器，以实现灵活的电池检测和触摸按键检测等功能。电压检测范围 2.0~5.3V。

- 内置传感器激励输出，输出电压可选，2.4~4.5V，步长为 0.3V。

通信

- 内置 2 路 UART 通信接口，待机时 RXD0/RXD1 下降沿自动唤醒 MCU。
- 内置 1 路 I²C 通信接口。
- 内置 1 路 SPI 通信接口。

温度传感器

- 内置硅温度传感器，可以单点校正，支持自动正反测。

低功耗

- 典型工作电流：400 μ A/MIPS@3.3V，休眠电流 3 μ A，待机状态下加 RTC 低于 6 μ A。

六、 结论

本文介绍的 SD93F115 型号 SoC，充分利用其丰富的内置硬件资源，可节省血糖仪大部分外围元器件，与其他通用 SoC 相比成本降低，充分利用芯片的低功耗模式，即使使用普通 3V 电压的电池，也能正常工作较长的时间。