

系统单芯片在便携式医疗电子的应用

便携式医疗电子在近几年出现可观的成长，获业界广泛的采纳，市场许多新设立的企业持续推出新的衍生产品。目前需要的是更好的可量产设计，提供较低的复杂度与可接受的效能水平，让业者能压低装置的成本。在设计医疗装置时，业者要考虑的一些重要因素，包括选择正确的部件来因应规格、功耗、成本、尺寸等方面的要求，以及通过美国食品及药物管理局(FDA)的检验。

典型的便携式医疗电子系统，内含的部件包括用来撷取数据的模拟前端部件、用来调节信号的放大器与滤波器、模拟对数字转换器、收集使用者回馈的按钮、用来演算的微控制器以及用来连结液晶屏幕与 USB 连结端口的各种接口。传统的设计方法，是把所有需要的部件置于电路板，然而这种方式会增加整体材料清单、PCB 的复杂度以及设计周期。由于外界可轻易对解决方案进行逆向工程，因此这些模拟部件会降低模拟 IP 的防护力。便携式医疗电子产品的设计与制造，由美国食品及药物管理局(FDA)监管，这意味产品的设计与制造必须准确依循明文规定的流程，其效能必须符合严格的纪录、开发测试、产品测试以及现场维护等规定。FDA 的条文中有一项就规定，便携式医疗电子使用的部件，其生产线在未来 5 年不得中断。研发业者因此可更容易减少 BOM 表部件数量，以通过 FDA 的检验。住家看护与诊所经常用到的一些便携式医疗电子装置，包括血压计、免接触数字温度计、血糖计、脉搏血氧浓度计。图 1 与图 2 显示一个典型的血压计以及一个运用传统方法制造的免接触数字温度计。

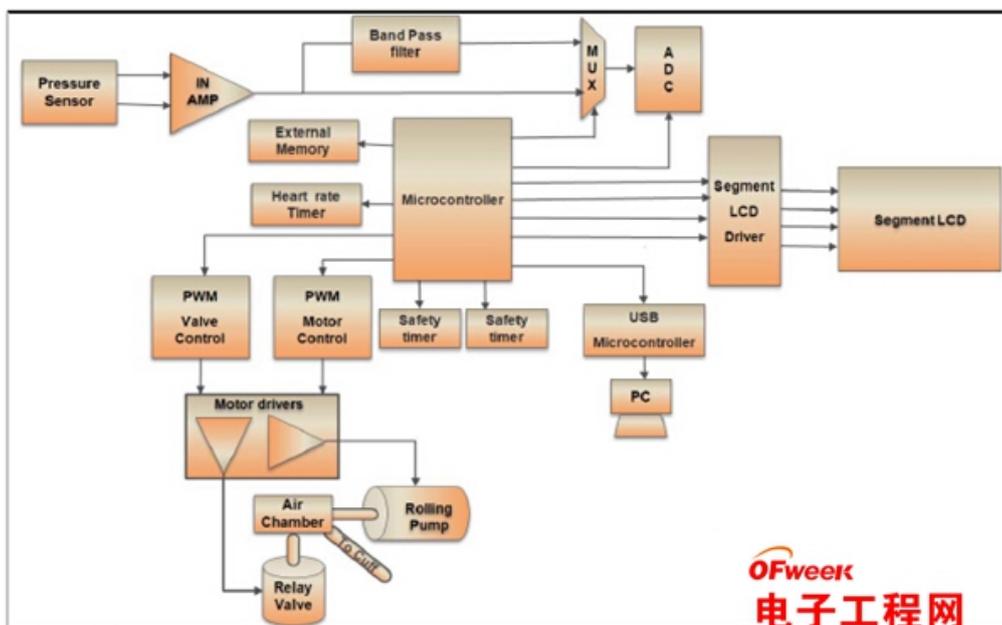
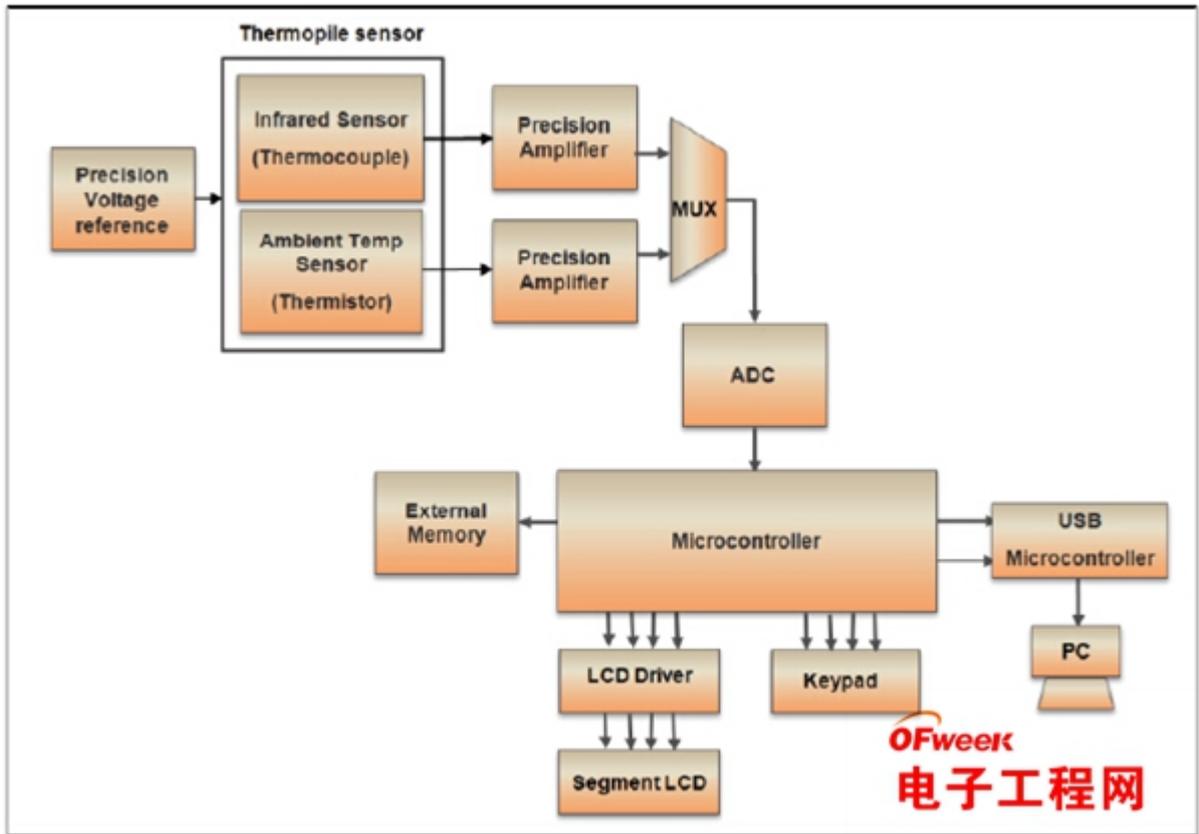


图1.使用传统设计方法的血压计



传统方法

典型的血压计采用一个压差传感器来量测手腕或手臂的血压，这个传感器的输出信号仅有数微伏特 ($30\ \mu\text{V}\sim 50\ \mu\text{V}$)。输出的血压信号必须用一个有理想 CMRR (共模拒斥比) 的高增益仪表放大器加以放大。通常理想的增益与 CMRR 分别为 150dB 与 100 dB。血压信号的振荡脉冲频率，介于 0.1Hz~11Hz 之间，幅度为数百微伏特。这些信号振荡可运用带通滤波器来撷取出来，滤波器的增益约为 200，截止频率为 0.3Hz~11Hz。一个速度达 50Hz 的 10 位模拟数字转换器，可用来对血压传感器与振荡器的信号进行数字化。产品会用两个定时器来计算心跳，以及建置安全定时器功能，安全定时器会让受测者的血压维持稳定一段时间，遵循美国医疗器材促进发展协会 (AAMI) 的规范。微控制器核心会运用振荡算法来计算收缩压与舒张压的值，血压计腕带是利用脉冲调变部件驱动马达来进行充气与放气。

典型的免接触数字温度计使用一个内含嵌入在薄膜上微机器的温差热电堆的传感器，搭配热电偶来量测热电偶的温度，并利用热敏电阻来量测环境温度。热电偶会产生一个直流电压，它的值与接头的温差有直接关系，热电偶的输出信号仅有数 V。热电偶输出的信号会透过这些低噪声精准放大器来加以放大，运用热敏电阻与外部精准参考电压，做出一个分压器。分压器把热敏电阻的电阻变化，参照温度数值，转换成电压的变化。热电偶与热敏电阻的电压，用来计算热电偶与周围温度。系统会运用传感器制造商提供的多

项式函数，或根据有预存读数的查表，从电压推算出温度，周围温度加入到热电偶温度，就能算出最终温度。

Segment LCD 驱动器、RTC、按压式按钮、EEPROM 以及 USB，是上述应用所需的其它外围部件。

微控制器以外，包括传感器、ADC、液晶屏幕驱动器/控制器、USB 控制器、滤波器、放大器等，都属于外围部件。这些部件透过 GPIO 或专属针脚连结至微控制器。使用这些外围部件会遭遇到许多限制与约束，包括材料清单、印刷电路板的复杂性、FDA 要求检验每个部件因而增加设计/开发时间、降低模拟 IP 的防护力。

系统单芯片模式

系统单芯片提供一个设计便携式医疗电子装置的新方法，运用这些系统单芯片来设计产品，带来许多加值功能。图 3 与图 4 显示运用系统单芯片所开发的血压计与免接触数字温度计。

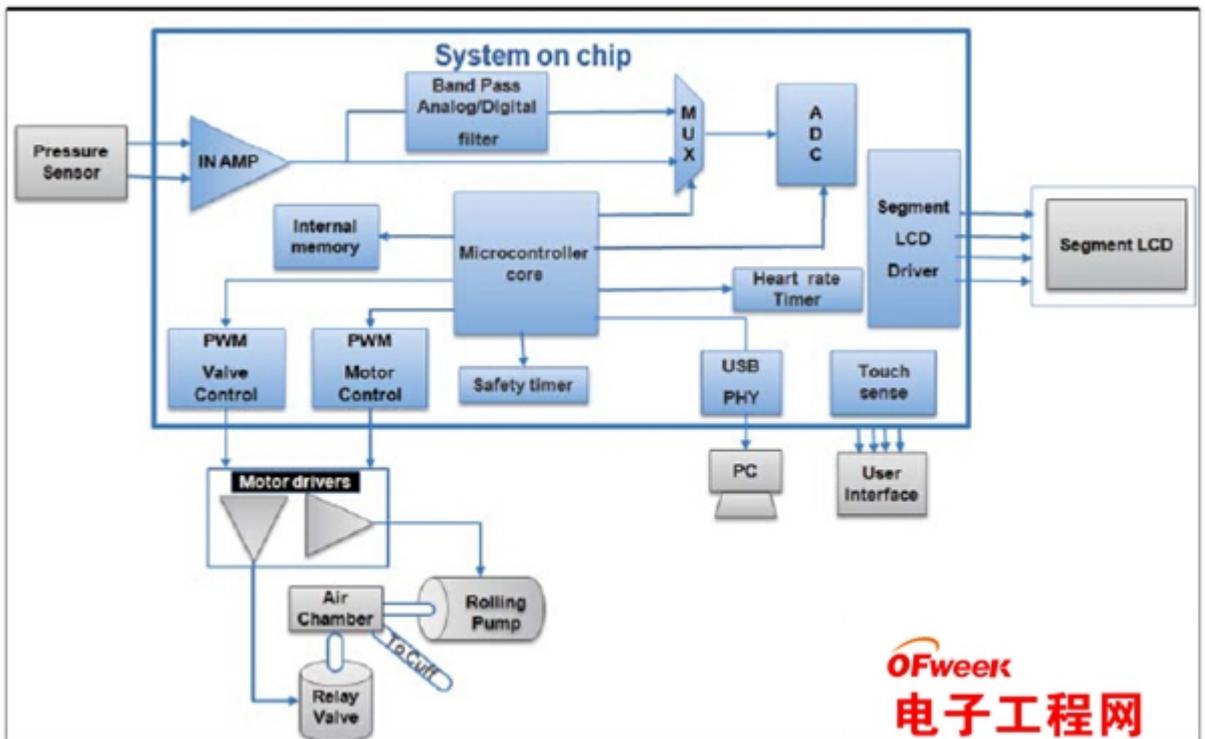


图3:采用系统单芯片的血压计

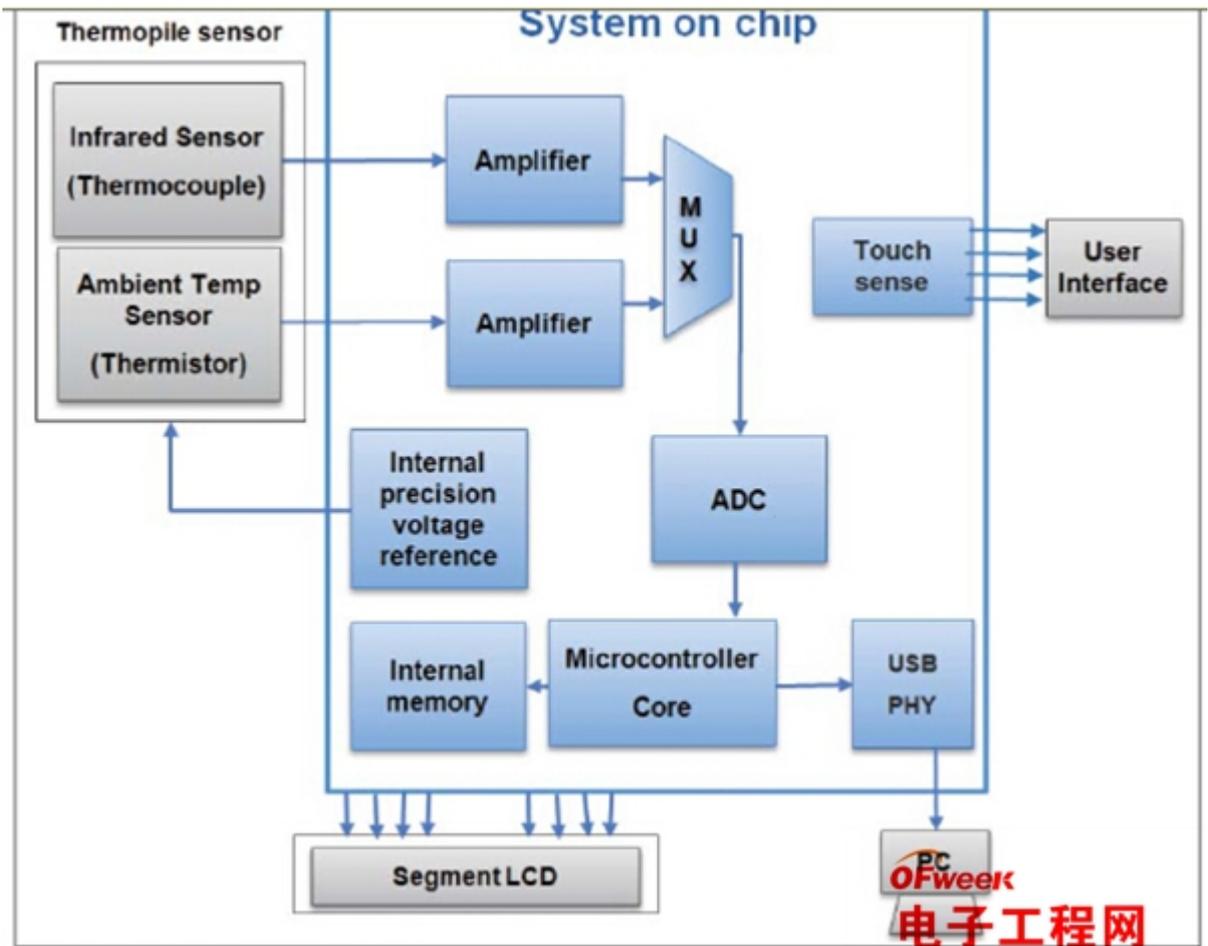


图4:运用系统单芯片开发的免接触数字温度计

在血压计中运用系统单芯片 (SoC) 能大幅简化设计流程，一个 SoC 整合了产品需要的高增益仪表放大器。运用整合式模拟/数字滤波器，就能撷取出振荡脉冲信号。SoC 内的可调式 ADC 可用来执行数据数字化，内建的 CPU 核心提供必要的处理功能，能执行程序代码更长的算法。这种部件还整合了分段式 LCD 数字屏幕来显示讯息；纪录数据的 EERPR0M 内存；纪录时戳的实时频率；连结 PC 接口的全速 USB；从 CPU 取得数据的 DMA，以及取代按钮的触控部件。SoC 内的定时器能用来计算心跳速度，以及处理安全功能。SoC 亦支持大范围的运作电压，且消耗较少电流，因此更适合使用电池的装置。SoC 内的脉冲调变器可用来控制马达。

SoC 整合必要的放大器与 ADC，在红外线温度计内用来侦测微伏等级的变化。SoC 内部有精准的参考电压，能为传感器提供一个稳定且精准的参考讯源。SoC 内建的其它功能包括 Segment LCD 数字屏幕驱动器、EEPROM 内存、RTC、USB 接口、以及触控感测等。

如上所述，SoC 整合了大多数的外围部件。如此业者可立即省掉为数可观的部件。使用这种芯片还能保护模拟 IP，因为所有模拟部件都已整合在芯片内。较少的部件数量，意谓 PCB 更加简化、开发时间与上市时程亦更为缩

短。芯片内各种外围部件的功耗，可透过不同模式来单独管理，电源管理的工作变得简单且有效率。这些芯片的可调整弹性，在重新设计或变换解决方案时，能协助降低成本与作业时间。更重要的是运用系统单芯片，由于减少使用材料，因此让 FDA 检验的程序更为简单。血糖计、脉动测氧器、便携式 ECG 心电图装置等，这些便携式医疗电子设备都可采用 SoC。

举例来说，Cypress 的 PSoC 3/5 产品(可编程系统单芯片)是针对各种可携掌上型装置量身打造，例如血压计、血糖计、以及脉动测氧器等。PSoC3/5 结合 8051/ARM cortex M3 核心，速度分别为 33MIPS 与 100 DMIPS，还有放大器、专属数字滤波器模块、可设式 Delta Sigma 模拟数字转换器、整合式 LCD 驱动器，最高能驱动 736 个数字段、能侦测接触按钮/手指接近的电容感测部件、2KB 的 EEPROM、全速式 USB 2.0、以及许多其它功能，因此建构出真正单芯片的解决方案。再搭配 PSoC Creator IDE，针对每项功能提供预先编程的可调式 IP 模块，为产品设计师提供所有必要的工具，开发出微型化、高度可编程的最终产品，并达到极短的设计周期。PSoC 3/5 部件的低功耗特性，更适合支持掌上型医疗/生活休闲等电子产品。

结论

整体而言，采用 SoC 的便携式医疗电子设备让设计工作更为简化、保护 IP 智产，并提供许多崭新与独特的方法来解决问題，并让 FDA 检验的流程更简单。上述的解决方案范例显示系统单芯片如何能简化设计流程。在这些优势下，运用系统单芯片的设计不仅更诱人，对于许多便携式医疗装置而言亦是更好的替代方案。