



石橋 孝一郎  
Koichiro ISHIBASHI

研究课题

低功耗集成电路研究室—创造低功耗的集成器件技术与高性能应用技术

关键词

低功耗集成电路学, 低功耗大规模集成电路设计技术, MEMS 技术, More Than Moore, SOI, SOTB, 小功率传感器节点, 传感器网络, 大规模集成电路, 节能

所属专业	研究生院信息理工学研究科 先进理工学专业
研究成员	石橋 孝一郎 教授
所属学会	电子信息通信学会, IEEE Fellow
研究设备	用于设计大规模集成电路 (LSI) 的服务器及终端, 测量集成器件的系列测量设备 (手动探测器, 示波器、测量板等), 用于模拟的软件

研究概要

构筑免维护的家庭传感器网络

现如今我们不会说 ICT 技术是以惊人的势头在持续发展。计算机的历史始于 1970 年代, 它能做的事情仅限于基本的计算。距今已过去约 40 年了, 它已经被应用到各个领域, 可单手持握移动的小型智能手机不仅能够浏览网页, 还能进行商务及娱乐等活动。如果说实现这些用途的就是低功耗大规模集成电路也毫不为过。该研究室以低功耗集成电路学为课题, 他们的目的不仅是运用低功耗大规模集成电路设计技术、微机电系统技术来研究新型器件, 还要创造出新概念的应用技术。

构筑小型家庭传感器网络

目前该研究室正在研究用小功率传感器节点来构筑家庭传感器网络系统。这个系统是将带传感器的无线微型计算机安装在电气设备的插头上来测量其功耗数据, 用无线将测量的数据传输到处理信息的电力监控设备上, 以此来掌控目前在何处消耗了多少电量。虽然相关的研究人员提出了很多这种传感器网络的方案, 但该研究室研究的这个系统特点是不接触电极, 仅安装在插头上即可使用。并且采用电磁感应来蓄电, 无需电池即能自律工作。

大规模集成电路 (LSI) + 微机电系统 (MEMS) 的小型芯片

新开发的传感器内部分为三大部分。

第一部分是检测各种信息的传感器。

第二部分除了 CPU (中央处理机)、ROM (只读存储器)、RAM (主存储器) 等, 还有实现无线功能的模拟前端 (A/D 转换之前的模拟电路部分)、带 RF (高频) 等功能的无线大规模集成电路。

第三部分用来实现无电池的电源部分。

这种电源可用环境能源来确保供电。比如利用电磁感应或者收集环境中的无线电能, 将其转化为电, 又或者将温差及振荡转换成电能。为了确保该电源, 采用了被称为微机电系统的微米大小的机电能量转换装置。将天线连接在无线大规模集成电路中, 以此来收集能源或者进行数据的无线传输。

该研究室正在研究的就是像这样使用了大规模集成电路及微机电系统的小型大规模集成电路芯片。



安装在插座上的小功率传感器节点

优势

开发无电池的超低电压大规模集成电路

为了在无电池的状态下制造传感器网络芯片, 必须用低功率来驱动大规模集成电路。因此该研究室与联合研究公会的「超低电压器件技术研究合作组: LEAP」形成共同研究体制, 受独立行政法人-新能源产业技术综合开发机构 (NEDO) 的委托, 正在推进「实现低碳社会的超低电压器件项目」, 研究超低功耗的大规模集成电路。

通过研究硅薄埋氧化物 (SOTB) 和互补金属氧化物半导体 (CMOS) 来极大地减少品质参差不齐的现象, 并达到省电的目的

该研究室与 LEAP 共同研究的是采用硅薄埋氧化物 (SOTB: Silicon on ThinBuried Oxide) 方法的全新互补金属氧化物半导体 (CMOS) 器件。这种器件采用了在绝缘膜上形成晶体管堆这种方法。采用这种硅薄埋氧化物方法, 即使器件不断微细化, 也能极大地减少大规模集成电路芯片里晶体管品质参差不齐的现象。

由此器件可在 0.4V 的超低电压下工作, 就能达到省电的目的。大规模集成电路的功率具有与电压的平方成比例的特点, 因此为了实现低功耗, 降低电压则成为关键点。在以前的大规模集成电路中, 最低的驱动电压为 0.8V 左右, 如果采用硅薄埋氧化物方法, 电压可降至 1/2, 耗电量可降至 1/4。

此外晶体管通常由三个端子构成, 在硅薄埋氧化物中, 使用电路板偏压端子的第 4 个端子就能控制晶体管的特性。也就是说, 能够控制晶体管在使用时通电, 不使用时断电。利用这种特性, 采用硅薄埋氧化物可将待机时的峰值电流减少三位数以上, 这样就能延长电池的工作寿命。

没有其他研究机构像这样包括大规模集成电路的低功耗化在内综合开发传感器网络系统, 这可以说是该研究室的一大优势。

未来展望

展开新型应用的研究, 希望将传感器网络技术活用到各种传感器中

该研究室的梦想就是在三年内实现基于硅薄埋氧化物的超低功耗大规模集成电路和无电池、免维护的传感器网络系统。传感器有各种用途, 除了功率传感器, 还有将红外线传感器用作人体运动传感器或者水流传感器, 通过检测水流的振动来测量水的使用量等。

希望将其活用到 IT 农业、IT 水产业

作为低功耗集成电路的其它应用, 将水质传感器连接成传感器网络, 希望有助于 IT 农业和 IT 水产业的发展。在各种鱼类及甲壳类的养殖场所, 要求能够迅速、定期地管理水质情况, 但是以前采用各种测量仪器, 需要进行人工定期观测。如果使用无电池的传感器网络, 就不需要维护传感器便能在设置好的状态下进行连续观测, 因此弥补了以前的不足之处。如果事先设定好定时传送测量数据, 发现异常即刻通知作业人员, 这样就有望增加养殖的产量。



功率传感器节点的坡莫合金磁头



小功率传感器节点与无线微型计算机



大规模集成电路设计室