

精度推移, 现在尚不认为会构成限制性的基本因素; 另一方面, 由于集成器件的尺寸不断缩小, 一些物理效应将影响器件的正常工作, 最后使之失效, 这势将使当前以 CMOS 场效应晶体管为基础的 ULSI 技术达到其极限。但是对这一极限也要有一个动态的看法, 例如本来认为因为隧道电流及场致缺陷的原因, 人们预期 MOS 晶体管中的栅氧化层厚度将以 3nm 为其“极限”; 按比例缩小原则, 为避免二级效应这一“极限”, 将限定器件的最小尺寸; 但是最近的实验表明用 1.5nm 的栅 SiO_2 仍可制作高性能的、微小的 MOS 晶体管, 从而把这一“极限”向前推进一大步; 进而如果我们成功采用更高介电常数的介质膜来替代 SiO_2 , 这一“极限”将被进一步大大地向前推移。源漏两个 PN 结的穿通将最后导致器件不能工作, 这当然是 MOS 晶体管沟道缩小的最后限制, 也是今天人们把 ULSI 高速发展只推测到 2012 年的 0.04 ~ 0.05 微米的原因。即使对这一点, 随着技术的发展也是允许人们改变其看法的; 不久前这个限值还曾被公认为 0.07 微米。

但是无论如何, 到 21 世纪前叶 CMOS 为基础的 ULSI 技术的集成度终将接近其极限, 而由高速发展期进入成熟期。为此人们正在积极研究新一代的器件如量子器件、分子器件和功能器件等等, 以期有朝一日能替代 CMOS 晶体管, 发展新的 ULSI 微电子技术。这种努力当然是十分必须的。但硅基 CMOS ULSI 已达到如此成熟的程度, 毕竟已成为人类十分宝贵的技术资源, 真想要发展它的继承者, 必须进行长期的艰苦卓绝的奋斗。所以, 除非像 1949 年发明晶体管一样出现一种惊人的新发明, 这种取代并非易事。

我们认为随着 ULSI (CMOS 为基础) 的日益趋近成熟, 从系统级出发, 考虑当前以冯诺曼串行数值计算、数学模型驱动为基础的信息处理系统的处理能力的“极限”如何, 是有意义的。当 ULSI 的最高

性能限定后, 这类系统处理人类知识能力就是有限的。如果在智能处理系统的根本原理和结构上能有所突破, 用哪怕是已有的 ULSI 技术的能力, 也可望去解决难以想像的比今日复杂得多的问题。所以这一层次上的“极限”的研究更具有挑战意义。在这一方面, 上节中所提出的 SOC 技术似乎提供了一些线索。现今人们正在探索如何把神经网络技术、模糊决策论、混沌理论等一系列新的理论和其它脑科学和认知科学研究的一些新成果, 用于构造新一代知识处理系统芯片。这一类研究的成果必将导致系统的功能和性能大大提高, 有可能把微电子 ULSI 技术的利用效率提高到更高的水平。

五、结束语

微电子 ULSI 技术发展极为迅速。受到电子信息发展的强大推动, 21 世纪这种高速发展的趋势将会继续。以 CMOS 技术为基础的 ULSI 的发展存在一些基本限制因素, 当其接近到难于克服的极限时, 这一技术将进入发展的成熟期, 这种态势在 21 世纪前叶可能出现。有两种打破这种极限的解决前景, 一种是发明出新的原理的集成微电子器件, 产生全新一代的微电子技术; 但更有可能的是另一种前景, 即在成熟的极高水平的 CMOS ULSI 基础上, 沿着近年发展起来的系统芯片 (SOC) 的发展道路, 突破传统上基于当代计算机系统处理人类知识问题的能力极限, 创造出基于更新的原理和结构的系统芯片。

21 世纪人类将全面进入信息化社会, 对微电子信息技术和微电子 ULSI 基础技术将不断提出更高的发展要求, 微电子技术仍将继续是 21 世纪若干年代中最为重要的和最有活力的高科技领域之一。

(责任编辑 蔡德诚)

科技动态

卢柯博士荣获 1998 年国际亚稳及纳米材料年会金质奖章

在 1998 年 12 月 6 日 ~ 12 日在澳大利亚悉尼召开的 1998 年国际亚稳及纳米材料年会 (ISMANAM) 上, 经该年会常务委员会评选, 将本年度 ISMANAM 金质奖章授予英国牛津大学材料科学与工程系主任 B. Cantor 教授和国家杰出青年科学基金获得者、中国科学院金属研究所卢柯博士, 以奖励他们在材料科学与工程领域的杰出贡献。

亚稳及纳米材料是当今材料科学与工程领域的研究热点, 也是 21 世纪新材料发展的主要方向, 它的发展

将极大地推动信息工业、能源工业及生物技术的发展。国际亚稳及纳米材料年会是世界各国亚稳及纳米材料领域的科学家研讨和交流该领域的最新成果和动态的重要国际会议。为鼓励和促进这一新兴材料学科的发展, 会议自 1995 年起每年在世界范围内评选两名 (一名老年学者和一名青年学者) 对该领域发展有杰出贡献的学者, 授予 ISMANAM 金质奖章。卢柯博士是中国第一位获此殊荣的学者。

(国家自然科学基金委供稿)