



野崎 真次
Shiji NOZAKI



内田 和男
Kazuo UCHIDA

研究课题

化合物半导体材料・器件与半导体纳米棒的制作、应用

关键词

纳米技术, 化合物半导体, LSI 工艺, MOVPE, LED, HBT (异质结双极型晶体管), 氧化物半导体, DLTS

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	野崎 真次 教授, 内田 和男 副教授
所属学会	American Physical Society, Materials Research Society, Electrochemical Society, IEEE, 应用物理学会
研究设备	制作化合物半导体器件用的 MOCVD (有机金属气相外延装置), 半导体工艺用的 10000 级及 100 级无尘室, 各种半导体器件工艺装置, 傅里叶变换红外光谱仪 (FTIR), 透过·吸收测量, 拉曼光谱, 光致发光, 器件的电气测量(I-V, C-V), LED 评价装置, SPM (AFM/STM), DLTS

研究概要

开发高性能半导体器件、纳米生物传感器

该研究室提出的主要研究课题分为「化合物半导体材料与器件」和「半导体纳米结构的制造及新功能的研究」两大类。具体来说, 就是使用金属有机气相外延 (MOVPE) 装置来制造下一代半导体材料及以前未曾有过的半导体材料, 并有效利用这些功能来开发高性能的电子器件与光器件。

化合物半导体材料与器件

最近该研究室的研究成果中理应受到关注的就是成功地开发出了可靠性较高的 InP/InGaAs、InGaP/GaAs 异质结双极晶体管。这些异质结双极晶体管具有大电流、高频动作等特点, 因此有望成为手机、光通信等领域的电源器件。

以前的双极晶体管的基极无法做成高浓度, 很难产生高频动作, 但发射极采用被称为宽带隙半导体这种材料, 在基极 P 形混合物中掺杂碳, 用这种方法克服了这个缺点。并且由于基极和发射极使用不同的材料, 如果要提高异质结双极晶体管的性能, 就必须要实现高品质的材料界面。

为了实现高品质的界面, 该研究室使用引以为傲的断面扫描隧道显微镜, 逐一观察界面的原子, 使制造条件达到最佳状态。在超高真空中切开试验样品, 用断面扫描隧道显微镜观察时需要具备逐一观察断面原子的高级技术。掌握这种技术的研究室在国内外都比较少。

具有高浓度基极的异质结双极晶体管在大电流下工作时会产生可靠性下降的问题, 但是通过将改变发射极形状的钝化边 (Passivation Ledge) 这种结构应用到晶体管上, 就成功地提高了它的可靠性。

在光器件的研究中, 该研究室从事红光、黄光、蓝光、红外光的亮度、大面积的 LED 开发。在开发过程中, 红光、黄光使用 InGaP 半导体, 蓝光使用 InGaN 半导体, 红外光使用 GaAs 半导体。LED 作为寿命长、耗电率低、且比较环保的发光器件而备受关注, 但是以前的 LED 发光面积非常小, 只有 0.3~0.5 毫米角。

与此相反, 该研究室开发的技术在可视光的领域可达到 80%~90% 的透过率, 此外还通过在电极上使用电气电阻极小的 ITO (Indium Tin Oxide= 锡锡氧化物), 成功地发光面积扩大到 1 厘米角, 并在日本半导体展示会上进行了发布。

最近国内外盛行紫外光 LED 的研究开发, 但该研究室去独自开发了能将高品位各种金属氧化物半导体制作作为宽带隙半导体材料的 MOVPE 装置。使用 P 型镍氧化物 NiO 和 N 型锌氧化物 ZnO 来制作紫外光 LED。

该研究室开发在紫外光的照射下, 在更低温的环境中氧化堆积的硅氧化膜的 UV 氧化法, 在作为下一代电子学而备受关注的柔性基板上的 IC 制作所需的栅氧化膜的低温制作以及 GaN、SiC 等高品位栅氧化膜制作比较困难的半导体材料中, 他们成功地制作出了栅氧化膜。目前他们采用 UV 氧化法, 用印刷技术来开发将堆积的各种金属进行低温氧化, 在软性基板上制作氧化物半导体集成电路的印刷·软性电子学的基础技术。

半导体纳米棒的制作及应用

该研究室通过化学合成来制作 NiO、ZnO 的纳米棒。他们开发仅在指定的位置制作 ZnO 纳米棒的选择性生长技术等, 还有将 P 型 NiO 和 N 型 ZnO 纳米棒层积在一起的 PN 接合的紫外光 LED 和探测器。

优势

拥有不逊于企业的设备和风险企业

野崎教授和内田副教授在美国的研究生院和企业拥有较长的研究经历, 他们把重点放在应用研究上。说起大学的研究室, 印象中感觉大多数都是把重点放在基础研究上, 还未将实用化的过程纳入研究范围, 但该研究室从上流到下流, 也就是从基础研究到实用化, 都是从头到尾亲自进行相关的研究。

支持他们研究的就是充实的实验设施和设备。他们拥有较高级别的无尘室, 其中除了金属有机气相外延 (MOVPE) 装置, 还井然有序地摆放着各种设备。这些设施和设备并不是大学的某一个研究所所拥有的财产, 即使和企业相比也毫不逊色。

该研究室还有一个独特之处就是拥有一家校办风险企业。该校办风险企业名称为株式会社 NANOTEKO (<http://www.nanoteko.com/>), 由野崎教授和内田副教授任董事, 主要生产、销售异质结高频双极晶体管 (HBT) 及含白光的可视光、红外 LED 等, 他们担负着将大学的科研成果转移到民间的重任。

未来展望

使用氧化物半导体异质结器件与化合物半导体纳米线开发环境发电 MEMS

该研究室计划活用最近开发的 MOVPE 装置来制作将 NiO、ZnO 等各种氧化物半导体组合在一起的异质结, 采用氧化物半导体掺杂质来控制传导型及载体浓度, 并开发新型氧化物半导体异质结器件。此外他们以前成功地制作出了高性能异质结双极晶体管和光电晶体管。今后还会使用无需电池全能驱动晶体管的纳米线, 结合环境发电器件, 开发 Micro Electro Mechanical System(MEMS)。

目前虽然是以半导体为中心进行研究, 但他们的格言就是「但凡有趣的课题, 我们都研究!」。今后他们一定会不断地发表让人意想不到的研究成果。



用于光刻实验的 100 级无尘室



半导体工艺用的 10000 级无尘室(1)



半导体工艺用的 10000 级无尘室(2)



制造化合物半导体器件使用的 MOCVD (有机金属气相外延) 装置