



一色 秀夫
Hideo ISSHIKI

研究课题

硅光子学、第四族元素的半导体纳米电子学、金刚石结晶生长结构的探明与应用

关键词

硅光子学, 纳米电子学, 纳米材料, 下一代 LSI, 稀土元素, 钪硅酸盐结晶, 硅基半导体激光器, 金刚石, 深紫外发光器件, 外延生长

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	一色 秀夫 教授
所属学会	应用物理学会, 电子信息通信学会
研究设备	离子注入机, ICP-RIE(反应离子刻蚀), MOMBE 设备 (钪硅酸盐), 微波等离子 CVD (金刚石), 环形共振微波等离子 CVD, 激光烧蚀设备, 光致发光测量, 阴极发光

研究概要

下一代硅大规模集成电路的研究开发、与光学器件的融合

硅大规模集成电路技术的发展日益显著且达到了成熟的阶段。

该研究室以其之后的下一代大规模集成电路为目标, 以硅光子学研究为中心从事材料与器件的开发。所谓硅光子学, 简而言之就是指融合大规模集成电路技术与光控制技术的学科, 它是将发光/受光、光连接、调制/增幅等功能集成到硅大规模集成电路中的一种概念。

如果能用光连接硅大规模集成电路, 就能更加高速地传输信号, 如果还能将并联的计算机相互连接, 就能飞跃性地提高它的处理速度(光连接计算机)。实现这个目标的第一步就是将光/电接口集成到硅大规模集成电路板上。

接着再将光信号处理系统集成到硅大规模集成电路板上。积极活用高级的硅大规模集成电路技术, 能够制造出硅细线光波导管, 进行微细的光布线。虽然硅细线光波导管被应用到调制器等被动元件中, 但发光器件目前仍处于一种非常严峻的状态。

钪硅酸盐结晶

该研究室将自己开发的钪硅酸盐(Er_2SiO_5)结晶用作发光材料, 致力于发光器件的开发。再加上如果能开发出硅基半导体激光器, 就会为信息通信产业带来巨大的革命。

金刚石的半导体化、器件化

该研究室还球致力于由硅族第四族元素碳构成的金刚石的半导体化及器件化的研究。在第四族元素构成的半导体中, 金刚石具有最优良的耐环境性, 即使在高温高压、有辐射的环境下也能用作半导体。并且它的带隙很大, 能发出相应波长为 220 纳米的深紫外光。因此今后如果金刚石半导体能够实现实用化, 自然就能把它用作太空、原子能发电站等严峻作业环境下的部件, 还能将它的深紫外线发光应用到医疗设备等领域, 其应用范围非常广泛。

优势

以「做别人不曾做过的研究」为宗旨, 用充满原创性的研究取得了丰硕的成果

该研究室开发的钪硅酸盐结晶作为最先进的硅光子学发光材料而备受关注。他们在硅电路板上堆积稀土元素钪并进行特殊处理, 发现了该化合物超晶格的自组织现象。再进一步研究自组织形成的这种超晶格, 发现该结晶的构成元素中, 钪的含量为 25%, 发出的光波波长为 1.53 微米, 稳定性非常高且波长扩散现象非常少。

此外他们还了解到如同半导体激光器一样, 通过电子-空穴对的再次结合能够激发光。目前他们以硅光子学的光源·增幅器为目标, 正在研究在硅电路板上制造这种钪硅酸盐结晶薄膜和器件, 进一步将在硅电路板上实现激光发光纳入研究的范围。

已经实用化的案例就是用于喷涂钢钻等产品时使用的超硬质金刚石涂层材料。在喷涂金刚石涂层时所必要的材料表面前处理工艺领域, 他们开发出了比以前更简单且具有划时代意义的方法, 并已申请了专利。

他们针对每个研究目的, 自己组装大部分实验设备。拥有这种高级的机械工作技术不仅非常独特, 也是他们引以为傲的地方。

未来展望

希望能够开发出可在硅大规模集成电路中自由集成光学器件的技术

该研究室的大目标就是实现高性能、高速的大规模集成电路。在硅光子学领域, 他们的目标是在硅大规模集成电路中能够自由制造、集成光学器件。如果能够制造出可量产的光终端, 目前的信息通信就能更加高速化、大容量化。

硅的一大魅力就是地球上存储量最多的物质之一, 没有危险性且很环保。该研究室还从硅的这些优势出发, 针对硅进行深入研究。比如在今后的研究课题中, 他们还会研讨硅与硅组合形成的器件、硅半导体激光器到底能达到什么程度。

将开发金刚石半导体器件也纳入研究课题

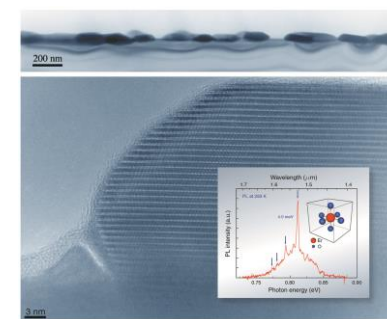
此外该研究室还在研究在硅电路板上使金刚石结晶生长的金刚石半导体。众所周知, 金刚石是非常昂贵的物质, 连电路板都用金刚石来做的话, 成本就太高了。因此他们考虑通过制造硅电路板能否降低成本, 扩大量产化的途径。将来他们还希望利用金刚石半导体的深紫外线去尝试开发医疗器件等。



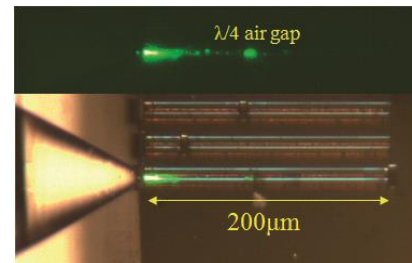
ICP-RIE 装置



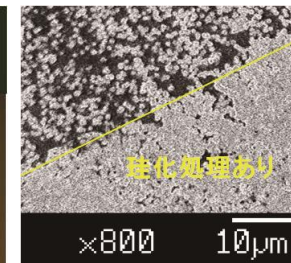
环形共振微波等离子 CVD



ErSiO 自组织化超晶格



从光纤(左)入射到 Er_2SiO_5/SiO_2 平板光波导管中的 $1.48\mu m$ 光产生的上转换光衰减。100um 附近为激发光的光陷波。



用来喷涂经过硅化处理的超硬合金的金刚石涂层