



中村 淳  
Jun NAKAMURA

研究课题

纳米级结构体的物性研究、纳米机械技术、纳米器件的模拟、物质设计

关键词

纳米电子学, 纳米材料的电子物性, 介电特性, 光学特性, 磁特性, 导电, 碳系新材料开发, 量子点, 碳系催化剂

所属专业	研究生院信息理工研究科 先进理工学专攻
研究成员	中村 淳 教授
所属学会	日本物理学会, 应用物理学会, 日本表面科学会, 美国物理学会
研究设备	迷你超级计算机 (超高性能矢量计算机, NEC SX-6i), 高性能并行工作台, 高性能服务器, 台式计算机, 笔记本电脑, 第 1 原理电子状态计算, 量子蒙特卡罗计算, 分子动力学计算等各种物性计算程序

研究概要

综合研究高级信息化社会电子工学中的纳米技术的世界

在现在的高级信息化社会中, 很多电子产品都急速小型化。在不久的将来, 或许会出现手掌大小的移动超级计算机、采用原子·分子大小的功能性器件的多功能传感器、医疗设备等这些「梦之产品」, 能实现这些产品的关键技术就是电子工学中的纳米技术。该研究室以计算科学和物理学知识为基础, 采用计算机模拟的理论计算法来研究纳米技术的世界。

电子工学的纳米技术是一门最终要制造出 1 个原子大小的结构并以此来控制物性的技术。但是物质的大小一旦变成纳米尺寸 (纳米级), 伴随着量子效应及强电场效应, 就会出现一些难以想象的特性, 因此首先要分析这种难以想象的现象本身。

该研究室在研究这种原子、分子的微小世界 (量子世界) 的同时, 将重点放在以下两方面进行研究。①是自上而下的研究—“将物质一直变小下去, 结果会怎么样?”, ②是自下而上的研究—“通过控制原子排列来增强一定的物性, 或者发现新的物性”。

纳米机械技术

纳米级机械技术的研究课题是探明原子间产生的摩擦机制以及对摩擦机制的控制方法。机械越小, 针对体积的表面积比例就会越大, 所以物体之间的摩擦力产生的影响就会很大。因此为了正常驱动纳米级的机械, 控制原子与原子之间的摩擦力的技术是不可欠缺的。

纳米器件

在模拟纳米器件时, 该研究室特别研究了超薄膜的量子隧穿效应及介电特性。目前采用硅的电子工学器件中, 大部分器件的基本结构是 MOS 结构。

产业界要求在提高这类电子器件的集成度的同时又要控制耗电量, 因此器件不断地小型化, 但是到底能小型化到什么程度, 这要取决于在保持绝缘状态下, 绝缘膜能薄到什么程度。因此要研究影响绝缘性的现象, 也就是说在研究电子及电子空穴 (hole) 穿过纳米级厚度的障壁的量子隧穿效应的同时, 还要评价超薄膜的介电特性。

研究下一代器件材料

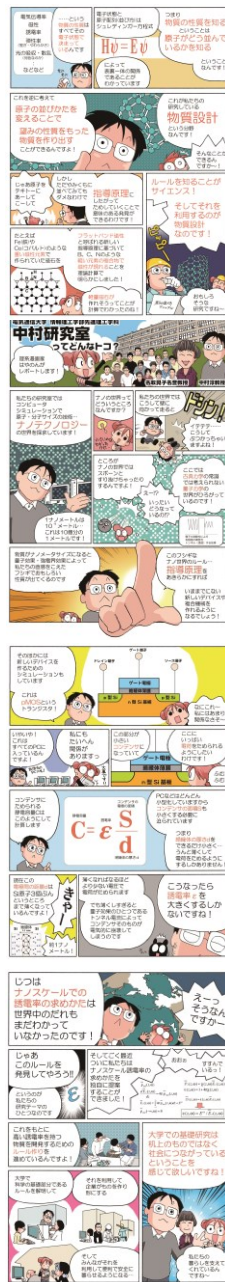
从物质设计的角度来看, 该研究室还在亲自探索下一代器件材料。特别是在剖析碳系新材料 (碳纳米管、石墨烯及其介电物质) 的结构、电子状态、光学性质·磁性质方面处于世界最高水平。

在作为量子计算机的元件而备受关注的量子点领域, 他们采用量子蒙特卡罗计算, 正在研究在点的多电子状态下, 电子如何分布 (与电子相关) 以及电子自旋怎么排列 (与自旋相关) 等问题。

优势

导入迷你超级计算机, 计算机设备更加充实

充实的计算机设备是该研究室的一大优势。他们拥有总共 400 芯以上的超高性能并行工作台, 最



介绍该研究室的漫画 (公布在该研究室的主页上)

電子工学コース  
中村 (淳) 研究室

詳細はウェブサイトで検索 中村淳

物質設計

原子レベル物質設計

望みの性質を持った物質を原子レベルから設計する

磁性元素を必要としない 超経路磁性材料の設計

炭素ナノチューブ分散炭素の高周波電気伝導 有害物質 (鉛) を使わない代替超導磁性感測器の設計 導電性炭素材料ポリマーの設計

グラフェン (2010年ノーベル物理学賞) を用いた新しい炭素物質の探索 炭素と炭素で作るレアメタルフリーな透明導電膜の設計 空気二次電池のための貴金属を使わない炭素還元触媒の設計

磁性元素を必要としない 超経路磁性材料の設計

炭素ナノチューブ分散炭素の高周波電気伝導 有害物質 (鉛) を使わない代替超導磁性感測器の設計 導電性炭素材料ポリマーの設計

ナノスケール野球ゲームソフト

炭素シートに「折り目」を付ける ナノスケール「折り紙」を作る ナノスケールの折紙

ナノスケール野球ゲームソフト

炭素シートに「折り目」を付ける ナノスケール「折り紙」を作る ナノスケールの折紙

近又导入了迷你超级计算机 (超高性能矢量计算机, NEC SX-6i), 一个研究室拥有这种级别的计算机是非常罕见的。

广泛的人际关系网  
由于该研究室以理论及理论计算为主要的研究方法, 所以必须要以理论为基础来验证试验的計算結果及模拟的有效性, 因此他们亲自和学内外的众多实验研究室进行广泛的研究。像这样人际关系网广泛, 而不只局限在电气通信大学内, 这也是他们的优势之一。

NEC SX-6i

未来展望  
为了发掘新的功能性物质, 希望进行广泛的基础研究

最近由于导入了迷你超级计算机, 计算机模拟刚开始呈现出飞跃性的成果, 该研究室也非常期待未来用它来进一步开展研究工作。

特别是与实验研究室进行信息共享还成为推进研究的动机, 他们希望能够积极地推进更多的共同研究。今后他们主要想致力于①纳米级物性测量理论的构建 ②新奇纳米物质的物性预测这两方面的研究, 并计划与各种材料开发商、纳米级测量设备开发商等进行共同研究。

此外他们自己还逐步开发了软件, 用来计算·解析纳米级的物性及相互作用, 希望将来能够把它公布出来。

对这种模拟技法 (第 1 原理电子状态计算、分子动力学计算等) 的材料的应用感兴趣的企业, 请一定联系他们。