

出国总结

清华大学电子工程系 博士生：颜罡 学号：2003315344

由于本人撰写的论文 “**A compact low coupling orthogonal bi-polarized multi-antenna for MIMO channel measurements**” 被 “AP-S Symposium and USNC/URSI National Radio Science Meeting 2005” (简称AP-S’ 05) 录用，我于2005年7月1日至7月10日参加了在美国华盛顿举行的AP-S’ 05会议。

AP-S 会议每年一次，与 USNC/URSI 合办，是天线与传播领域最重要的学术会议。此次会议共发表论文约 1778 篇。参加会议的主要是各大学和研究机构，也包括一些国际大公司的代表和业内著名的电磁计算仿真的 EDA 软件厂家，例如 Ansoft, IE3D。这次会议展现出来的学科增长点主要有两个，一个是 Nano-scale Microwave application，文章数虽然不多，但是一些开创性的文章受到较多关注。另一个是 Microwave for Bio-medicine，微波和生物医学技术相结合在近几年的 AP-S 上发表的论文数稳定增加，有一个下午的 POSTER 讨论全部都是微波与生物技术相结合的研究。我统计了 2003, 2004, 2005 三年 AP-S 上研究热点的论文数，如图 1 所示。统计数据显示，其他如 MEMS, MIMO, UWB, Metamaterial 等比较新的研究方向，也是研究者关注的热点。EBG 由于体积较大，缺乏新的应用，研究逐渐萎缩，取而代之的是周期结构在材料领域的研究。

AP-S研究热点的文章数

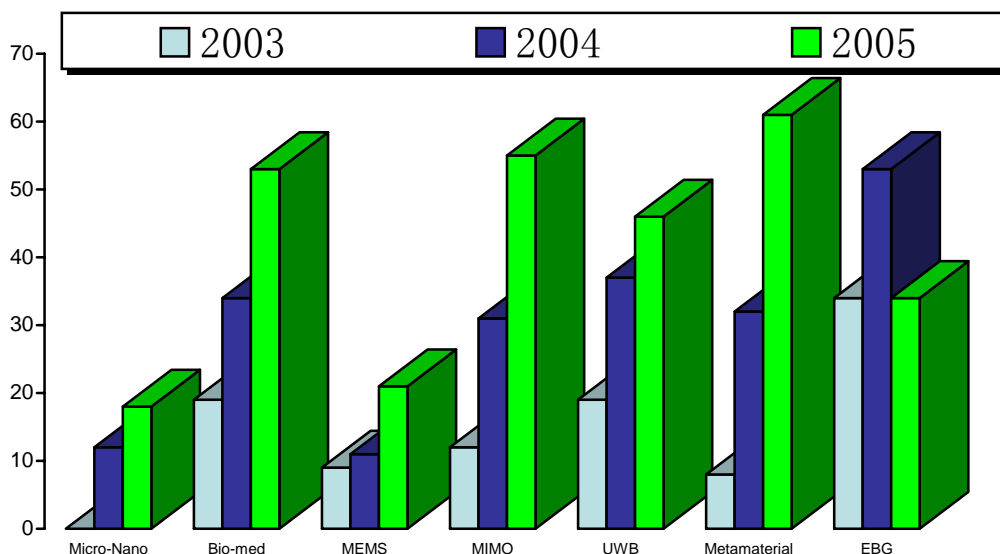


图 1 近三年 AP-S 热点研究课题论文数量统计

本次会议中纳米技术在微波方面应用的研究集中在炭纳米管用作天线、波导，以及用纳米材料构造 (LEFT HAND) LH 介质。炭纳米管由于内部相速远小于光速，是一个大慢波比结构，因此可能在谐振在比同样长度的理想导体天线低的多的频率，即可以做成体积很小频率却不高的微天线。10 微米长沿着图 1 中 x 方向的炭纳米管谐振在 160GHz，而相同长度的金属偶极子谐振在 7500GHz，如图 2 所示。这证明炭纳米管可以做成电尺度极小的电小天线。

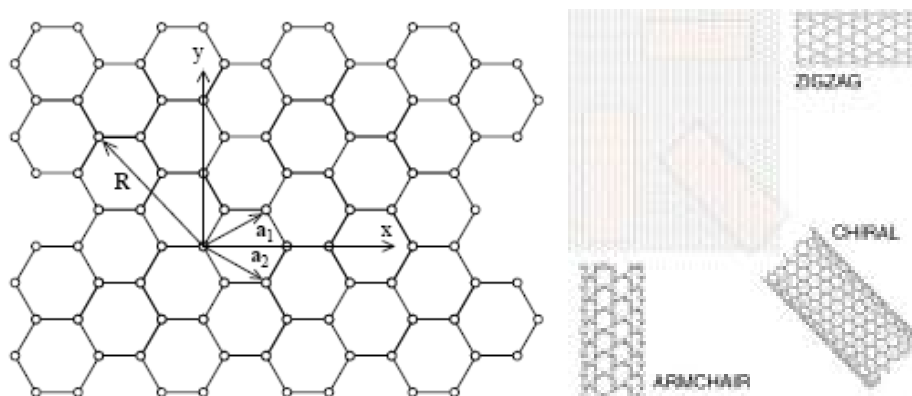


图 2 炭纳米管由炭原子层沿不同方向卷曲而成

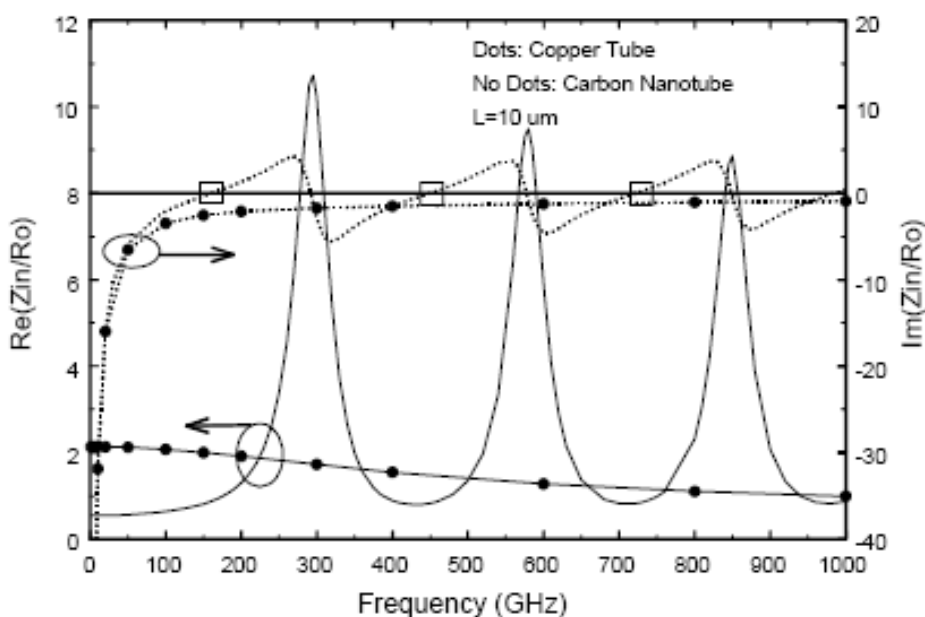


图 3 相同长度 (10 微米) 的炭纳米管偶极子和金属导体偶极子的谐振特性。炭纳米管—实线，而金属偶极子—点线。

同样是由于慢波特性和，纳米管可以制成比波长小的多的微波导探针等。这使其在微波和光器件的微小系统集成上将可能有很好的应用，因此吸引了大量研究力量。图 4 中的光波探测器只有波长的 6.25 分之一。

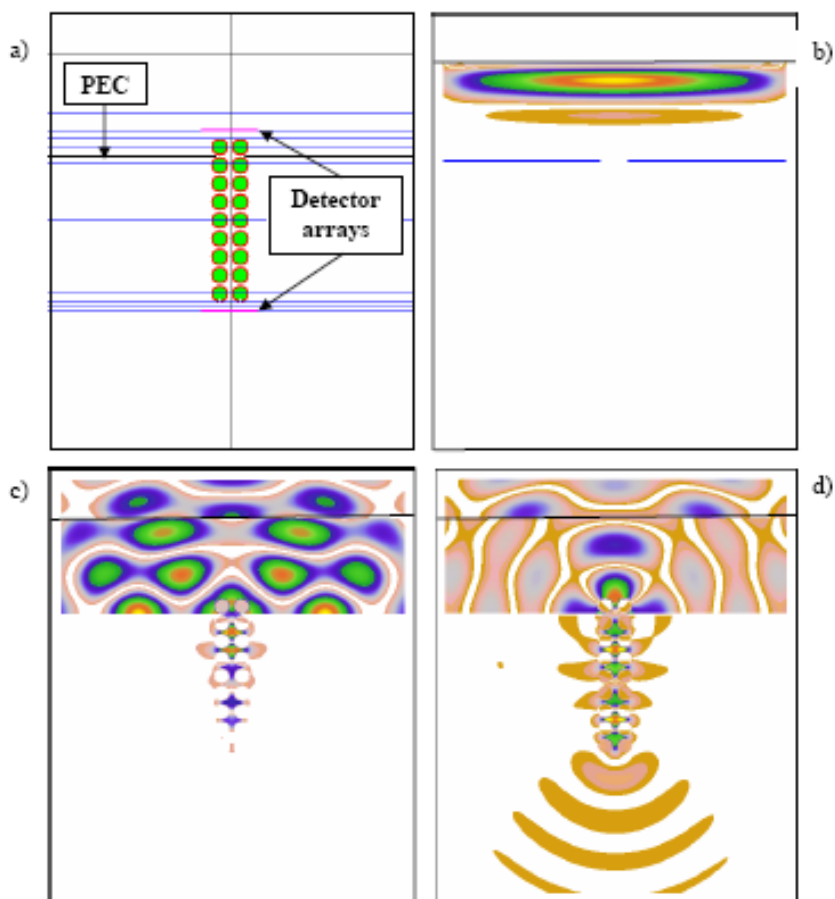


图 4 用于探测入射波的纳米管阵列波导和探测器内被激励的磁场

纳米材料制成的 LH 介质则可以实现负折射率，可以用于新型微波透镜和谐振器。这三个方面国内没有文章发表，国外的文章也很初级，由于纳米技术可能的应用前景，国内值得做跟踪研究，由于大家都在起跑线上，国内有可能做出原创性成果，实现跨越发展。

生物技术在美国成为带动技术。由于人类社会发展到了对健康密切关注的程度，存在大量应用需求，而且生物科学本身在快速发展，所以科学界和产业界期望以其他技术和生物技术的结合和交叉来带动各种研究和产业的进步。微波技术在生物领域的研究首先是用于疾病检测的生物成像，比如检测乳腺癌，人体器官与组织成像等。其次是研究各种电子产品的电磁辐射对人体组织的影响，包括生物电磁特性模型的建立，用计算电磁学方法模拟复杂生物组织中的电磁场等。这些技术和应用结合紧密，探索性和工程性强，市场潜力大，值得投入资源和力量研究。