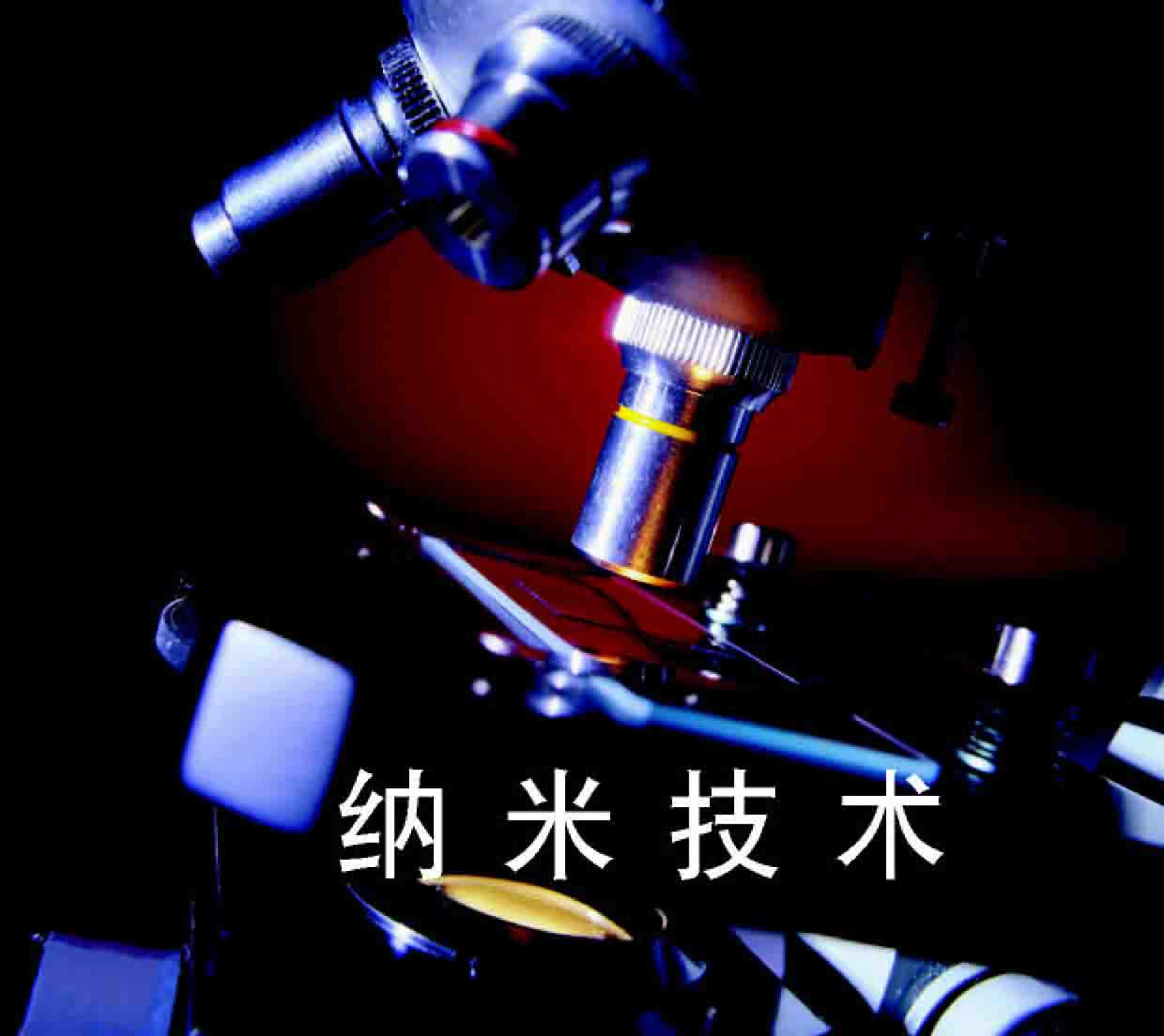




纳米技术

小尺寸 做出大业务

Thomas Liljenberg, Olof Hjortstam, Silvia Volponi

对于纳米技术这颗科技世界上的新星究竟有多大潜力是很难作夸张宣传的，但每当我们天天都听到“纳米技术又有新的投资”、“纳米中心在某地开张”、“纳米科学又有突破”等宣传信息时，同样也很难忽视它的存在。

纳米技术真正的潜力是什么？它有实际应用价值吗？还有，最重要的是它对 ABB 有什么重要性？

最

近三年来人们对纳米技术的兴趣急剧升温。研究、开发、投资和申请专利都呈两位数增长。世界各国政府提供的资金在2002年最高达到20亿美元，全世界的私营企业的投资金额同这个数量也差不多。2002年在纳米技术领域进行投资的企业共计约100家。

纳米技术越来越明显地成为一种起动的技术，它将影响到很多学科：电子和计算技术、材料和制造技术、以及能源、运输、医疗和国防等技术。它所带来的挑战、机遇和效益都是巨大的。通过参与到纳米技术

这个大的社团，ABB可以利用其巨大潜力以谋求技术进步和对本公司经营的影响。

这就是为什么ABB在2000年开始实施它的纳米技术研究规划。这个规划跟踪纳米技术的开发工作，确保把技术从外面的科学社团转移到ABB，并为ABB寻找商机。这个规划的战略重点放在目前开发工作比较薄弱的和对ABB有直接关系的

纳米技术领域，如电工技术、纳米涂层和纳米传感器。我们的战略是要在纳米技术解决方案的基础上为我们现有的经营业务增加新的功能或提高现有功能。我们规划偏重于纳米技术的应用而不是材料开发，这项研究工作要同大学或同分包商进行合作才行。

尺寸很有名堂

纳米材料同一般材料究竟有什么不同？最令人感兴趣和最重要的区别在于它是在100 nm以下的范畴，量子力学开始要接替经典物理学，从而导致出一些全新的特性。其

次，它可能有一种具有革命性的特性，这就是颗粒的表面对体积的比率有惊人的提高。这就大大地影响到发生在颗粒晶界上的大部分的化学、物理或电气的相互作用。复合材料基体中颗粒的相互作用也将发生改变，因为纳米结构单元在其他不同物质特性量纲，例如晶粒、自由体积、平均自由路径、损耗宽度等，有

纳米技术是涉及到要在纳米级的水平上设计制造出多种结构或构件的技术，其最低一维的尺寸为1-100 nm。

着相同的顺序。

ABB的工作集中在纳米技术的三个方面：电工技术、纳米涂层和纳米传感器。

电工技术

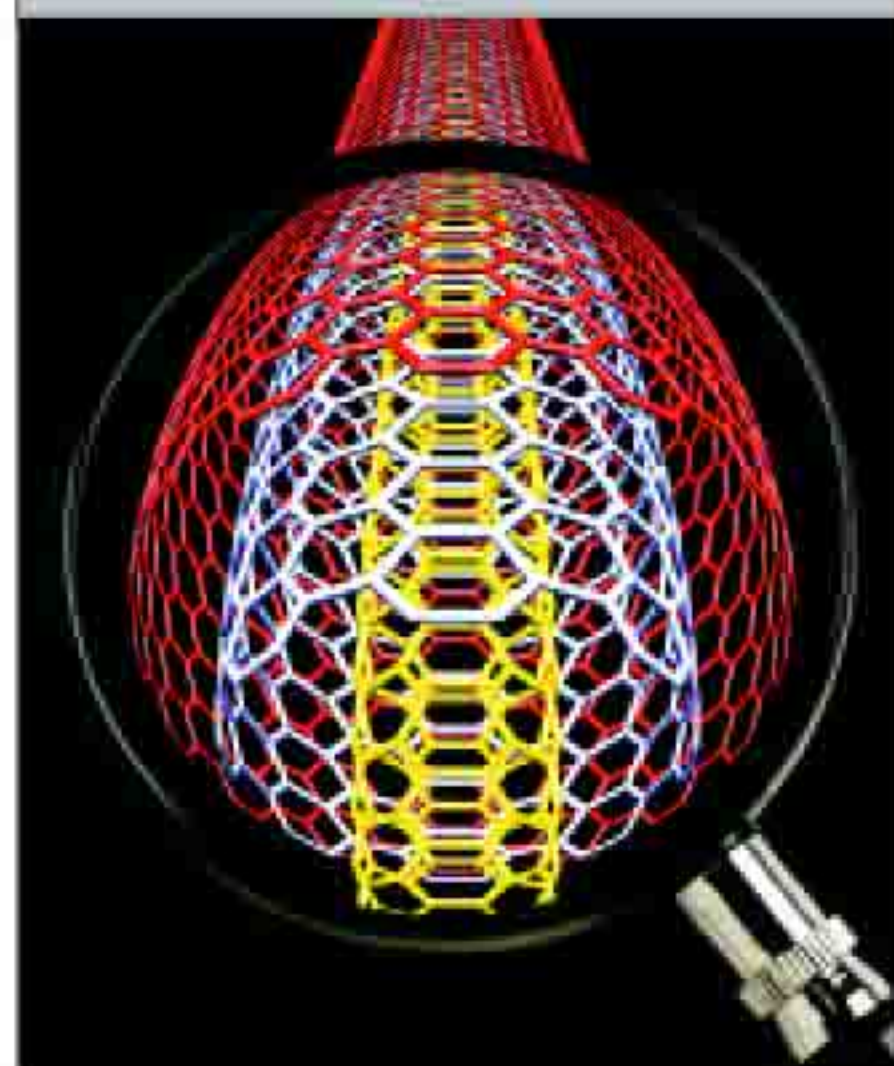
这方面的计划是要把最主要材料和零部件的电磁特性的窗口扩展到ABB的产品上。这将会降低输电和配电网零部件的损耗和减少系统的重量和成本。重要的领域有：

- 电缆 - 例如，新的或经改进的电缆终端和电缆绝缘系统。
- 传导性 - 新的电气导体和经改进

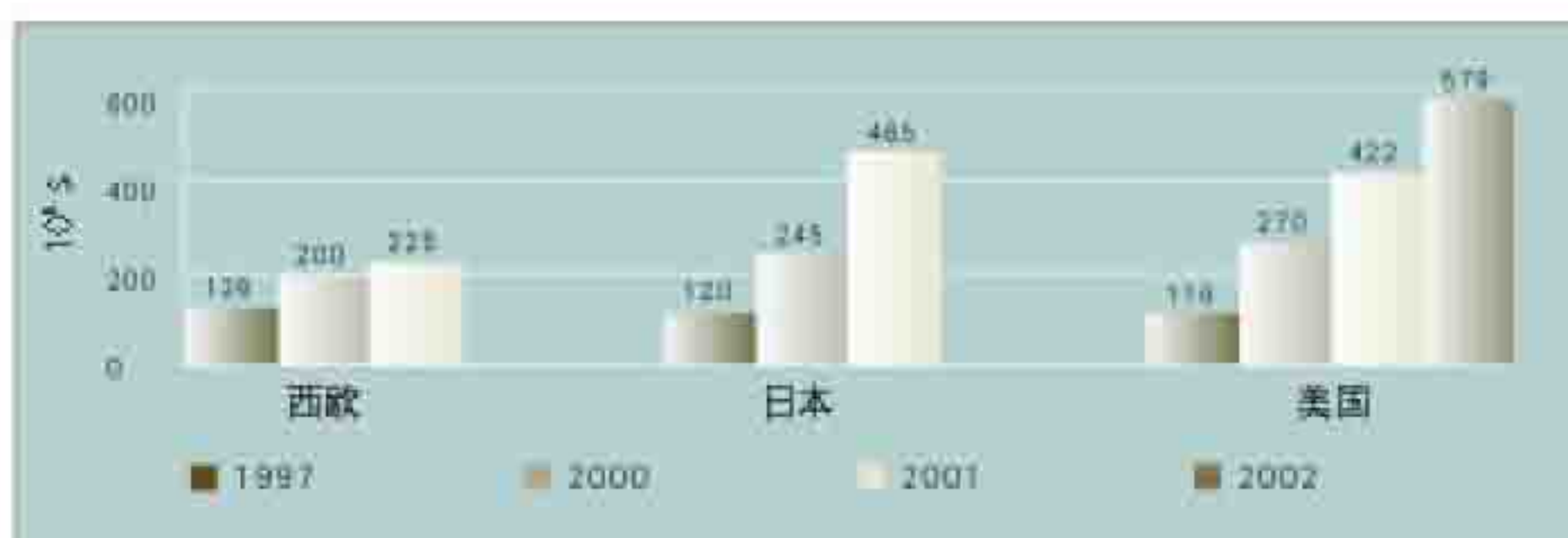
碳纳米管

碳纳米管(CNTs)是碳的一种形式，发现于1991年。这些管子的直径范围从1到100 nm，其长度可达100微米或更长。CNTs可以是单管壁的，也可以是多管壁的，取决于所给定管子的详细晶体结构。它将显示出金属的或半导电的性能。

CNTs领域的研究工作开展得非常活跃，由于它在电、热和机械方面有新奇的性能，因而非常引人注目。



多管壁碳纳米管的截面



世界范围内由政府提供的纳米技术研发资金，单位为百万美元[资料来源：NNI]



纳米的透视图。纳米要比砂粒小得多。其大小约在大的分子、过滤性病毒和小的细菌的范围内。

的导热性。

- 接触器 - 在纳米技术基础上或用纳米技术改进的具有新概念的电接触器。

纳米涂层

纳米材料表面涂层由于其功能的增加，能源效率的提高以及具有更高的可靠性、使用价值和使用寿命，将使产品提升到一个新的级别。这些涂层具有抗粘附、低摩擦、高摩

擦、隔热和防止漫射等特性，这些都是我们正在进行调研的涂层项目中的一些例子。

纳米传感器

纳米技术将会使非常灵敏的和非常专业的传感器系统成为可能，这种系统反应时间快，稳定性持久。传感的概念应建立在纳米技术(生物技术)的解决方案的基础上，或应用这些解决方案大力加以改进。

ABB 正在进行的活动

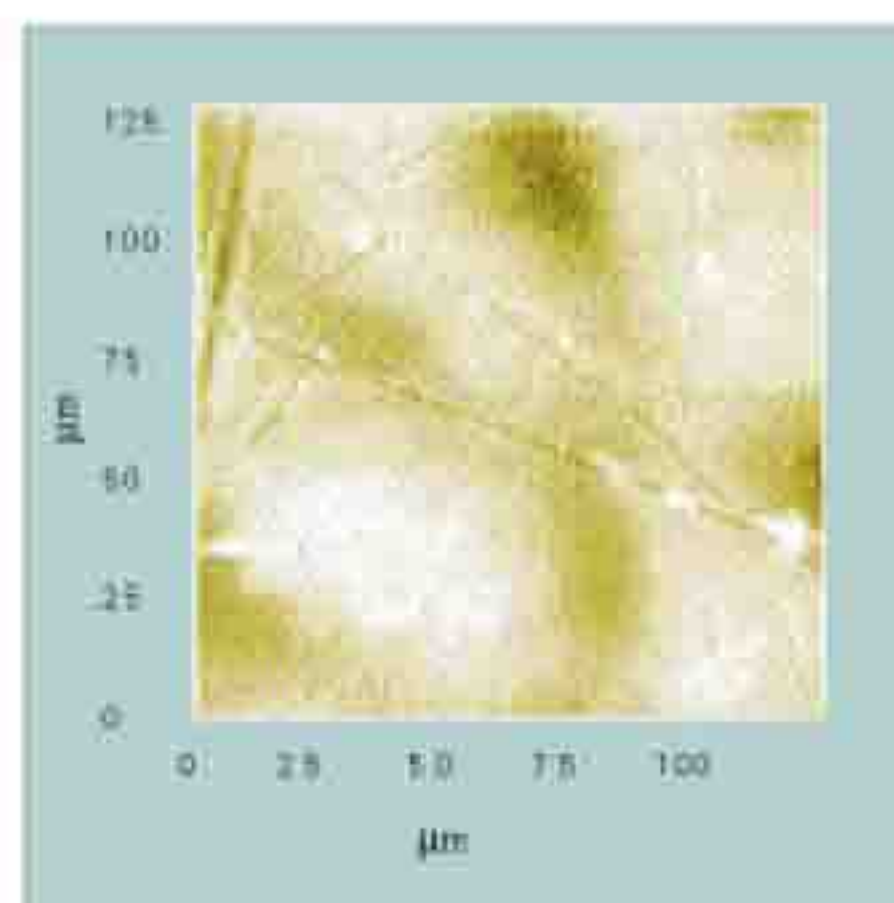
下面两个例子可说明ABB在这个领域中所进行的活动。一个是纳米涂层，已接近于产业化，另一个是需要同大学进行更长期合作研究的导电性问题。

低摩擦涂层

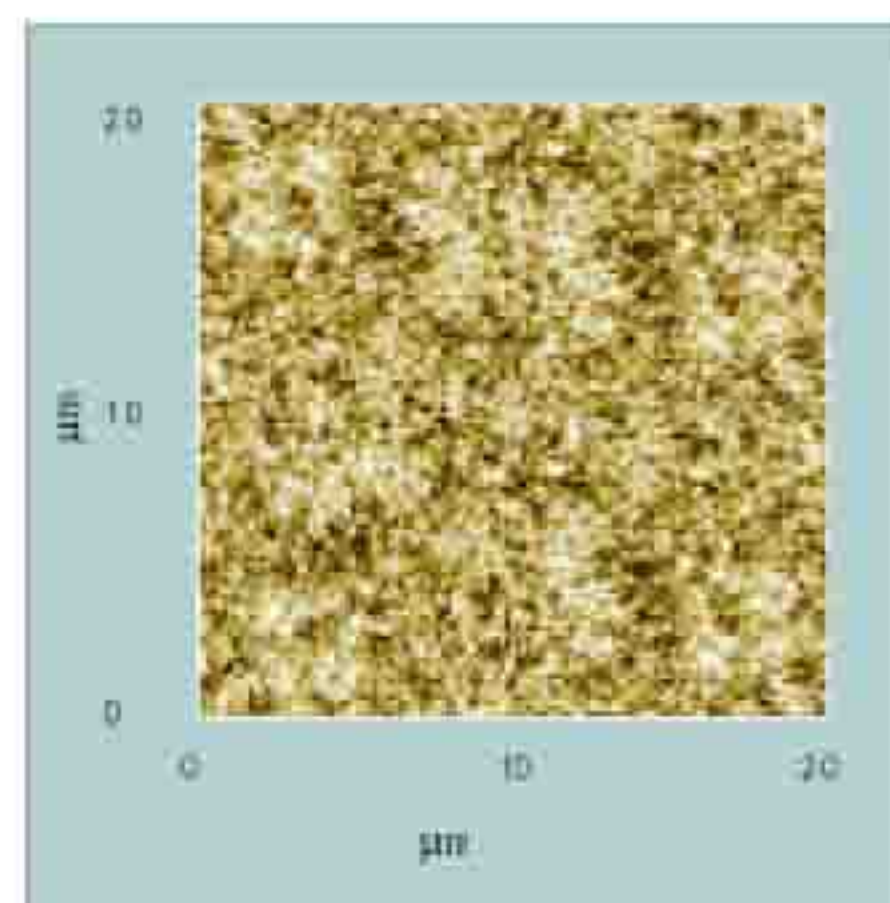
用于摩擦目的的抗粘附表面和保护涂层的纳米涂层，可通过纳米

科学而得到根本性的改进。ABB已组织了它的专家进行短期的研究，目标是要真正应用在产品上。特别要提到的是，低摩擦涂层领域已开展了广泛的研究，目标是要用较便宜的和性能有了

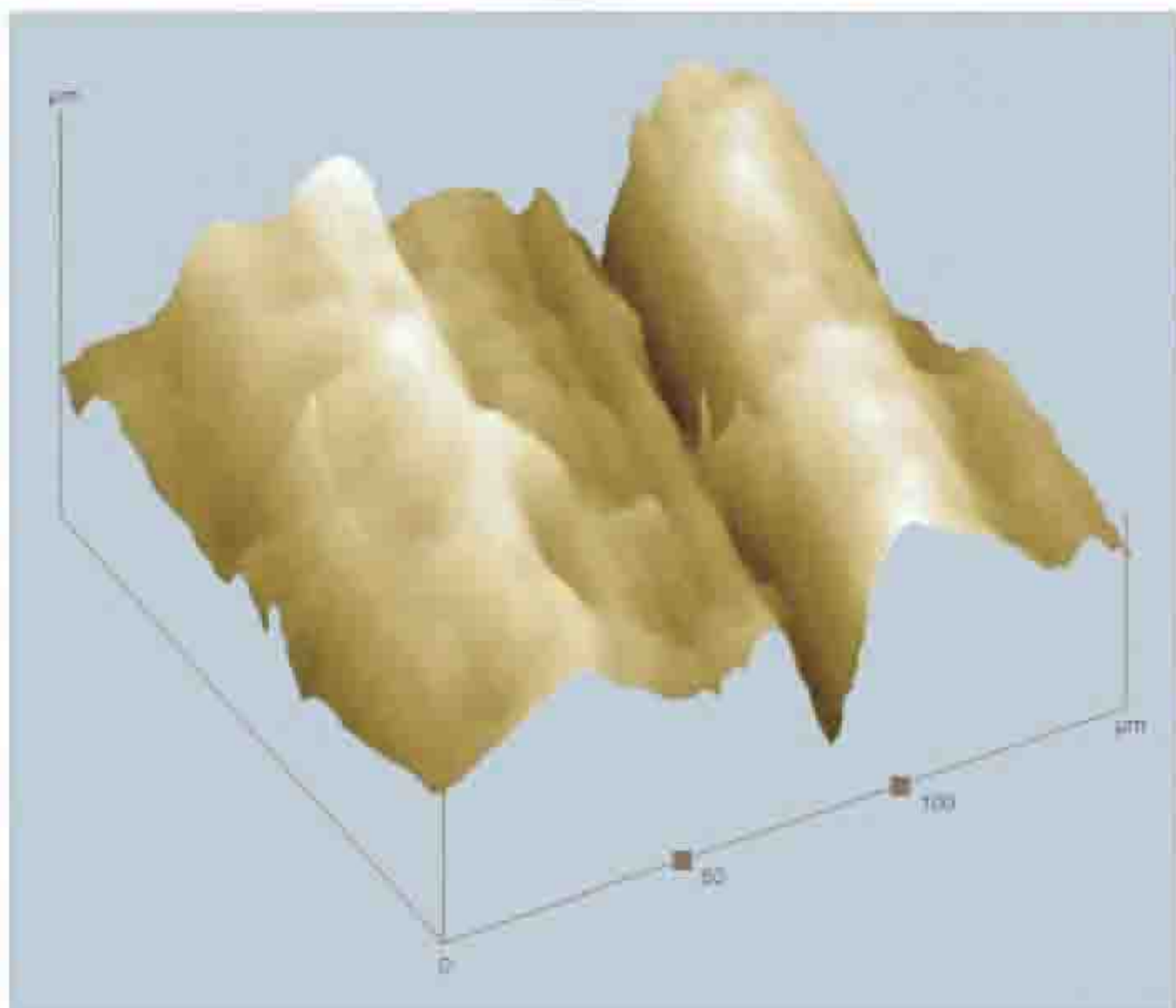
重大提高的滑动轴承来代替滚动轴承。这些更坚硬、更光滑、更耐用的材料可以更好地粘附在基体上。对于像电路断路器之类产品，这



经过滑动试验后充满了聚四氟乙烯 (PTFE) 的耐磨金属 (AFM) 的图像。



烧结之前的纳米颗粒



用ARM制成的表面试样的三维轮廓图

冲击导电

在正常的导电金属（例如铜）里，导电电子是通过晶体的杂质和金属原子的热振动而扩散的。这种扩散降低了电子的速度和动量，而增加了通常所称的电阻率。在高质量的CNTs（碳纳米管）里，这种扩散是很少的。在有些管子里，电子可以不需要通过扩散的方式而从一端走到另一端。这种导电方式称为冲击导电，并产生了CNTs的电阻同管子长度无关的现象。

滑动轴承是由多孔金属制成的圆柱体组成，以PTFE（聚四氟乙烯，一种具有抗粘附和抗摩擦宏观特性的塑料聚合物）为基础的涂层先沉

纳米技术肯定会影响到电子、计算、制造、能源、运输、医药和国防等技术领域。

些性能是理想的，因为在不同的环境条件下具有高性能和高可靠性是最重要的。

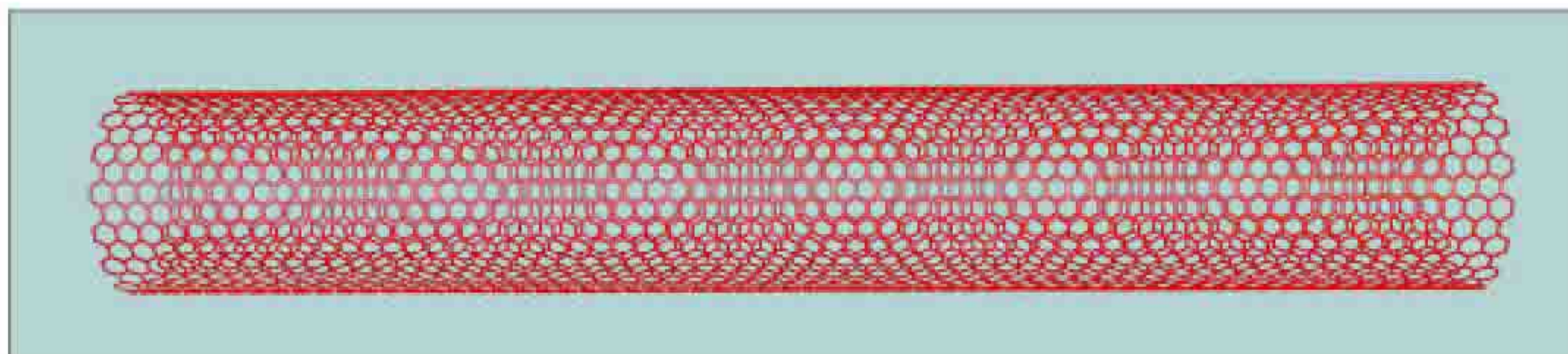
已经在微观上和宏观上对不同纳米结构薄膜的摩擦、磨损和硬度等特性进行了研究。并且还要进一步研究当这些薄膜应用到真正产品

上的时候其性能会发生什么变化的问题。

特别要说明的是，对不同的聚合物纳米颗粒的水弥散的结构已经进行了评价，要使选择的水生聚合物具有环境兼容性。

积在圆柱体中，然后再进行烧结。

摩擦术语中的对基体粘附力、涂层的耐磨性和技术性能都是通过涂层和基体表面的纳米结构来保证的。事实上，基体表面形态就是构筑在纳米级层次上，以便增加其粘附力，而涂层材料则是通过纳米粉末



单管壁的碳纳米管

斯坦福大学

ABB 自 2000 年起就同斯坦福大学 Hongjie Dai 教授进行合作研究。主要重点放在了解 CNTs 新奇的电气性能上。这项工作已经证明，单管壁的 CNTs 从第一次起就可以用作冲击导体。这些管子的长度达到 4 微米时，这种导电性已得到确认。现在正准备对更长的管子进行试验。

的烧结而获得。

纳米结构并不意味着以纳米作为度量标准：涂层的最终厚度是微米级的，而纳米尺寸用在初级粒子（表面形态，粉末颗粒尺寸）上，它对涂层本身的制造过程产生影响，使涂层具有它独特的最终特性。利用纳米弥散对 PTFE（聚四氟乙烯）进行烧结的新技术已经符合 ABB 的要求，烧结后的涂层具有更高的紧

密性和更高的机械强度。

虽然 PTFE 干润滑剂的性能已被人们认知了很长时间，但它的应用（例如在炊具上）在这里并不要求用纳米级的工艺技术。

超低电阻材料

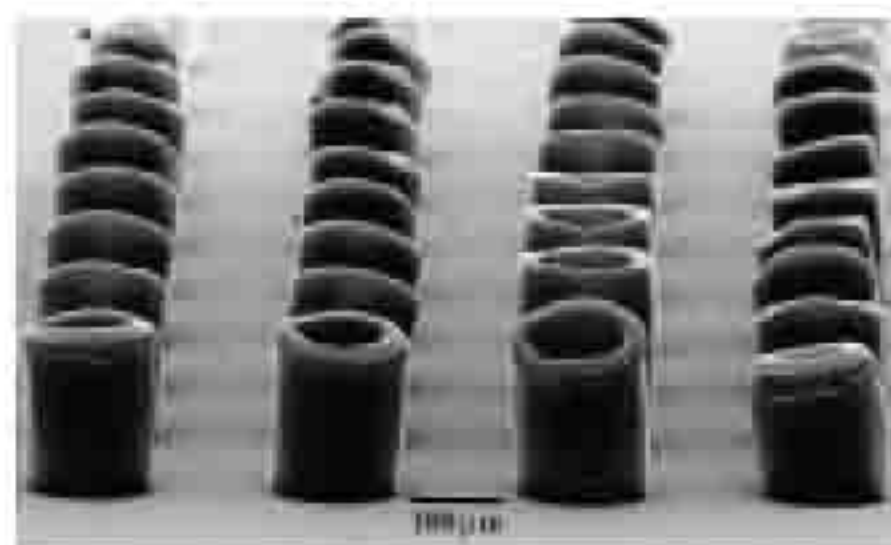
这是一个长期的研究项目，具有很大潜力，现在把它作为一个例子，来看一下这样的一种想法，其目标是要生产出一种在室温下的导电率为铜的两倍的导电物质。这种想法是基于一种新奇的电

气特性，即所谓冲击导电的碳纳米管（CNTs）（见图）。这些碳纳米管的电阻与管子的长度无

关，管子的长度大于 1 微米时，其电阻率低于铜。这种想法就是把具有高导电率的长的碳纳米管嵌进金属基体里。如果管子同基体材料接触良好，新的金属复合物的电阻率将会低于其主体材料。

理论估计表明，在室温下导电率为铜的两倍的这个目标是可以实现的。这样一种新型导体材料因其导电率大大高于普通导体铝、铜和银，因而将会产生巨大影响。由于电阻所造成的巨大的能量损失将可以避免，新型材料还将会使全新的系统解决方案成为可能，因为现有的解决方案是按传统的导体来制订的。为了对碳纳米管的基本电气特性获得更深刻的了解，ABB 已经同斯坦福大学的 Hongjie Dai 教授建立了合作研究关系（见方框）。

这两个例子所表明了纳米技术



按图案形状排列生长的碳纳米管柱（图片承蒙 NASA Ames 研究中心纳米技术中心提供）

的潜力，它必然会在短期内改进 ABB 的业务，并且会长期对我们的

业务产生重

大的影响。

ABB 将在纳

米技术的基

础上继续为

其产品增加

新的功能或

者提高现有的功能，以充分利用这门新兴科学所展现出来的前景。



Thomas Liljenberg

Olof Hjortstam

ABB Corporate Research

Vasteras /Sweden

thomas.liljenberg@se.abb.com

olof.hjortstam@se.abb.com

Silvia Volponi

ABB Service srl

I-20099 Sesto San Giovanni (MI)

Italy

silvia.volponi@it.abb.com