



捕一个电子进“栅栏” 美找到快速操控单个电子的新方法

文章来源: 科技日报 作者 毛黎

发布时间: 2010-02-23

【字号: 小 中 大】

人们在设计和制造具有革命性的量子计算机的过程中, 所遭遇到的最主要的障碍是如何寻找到合适的途径操控单个电子, 因为构建量子计算机的处理部件或“量子比特”将是电子。日前, 美国普林斯顿大学物理副教授杰森·培塔表示, 他和加州大学圣巴巴拉分校的科学家通过研究寻找到了操控电子的方法。该方法能改变单个电子的特性, 而同时又不干扰成万亿计的邻近电子。该研究成果为未来开发多种处理能力超强、运算速度超快的计算机奠定了基础。

培塔的研究小组将电压加载到微小电极上, 从而开发出了将一个或两个电子俘获进显微栅栏(量子阱)中的新方法。在近期出版的《科学》杂志上, 他们发表文章介绍了电子是如何被俘获到栅栏中形成“自旋量子比特”的。

在普通计算机中, 其信息单元为比特, 自旋量子比特则是量子计算的信息单元。为获得量子比特, 过去的实验所采用的技术是将电子置于微波辐射的环境中, 然而这种技术会导致所有的电子出现一致性, 因而不能用来操控自旋量子比特中的单个电子。此外, 该方法还存在着速度慢的缺陷。培塔的新方法不仅能够控制单个电子, 而且速度非常快, 只需十亿分之一秒。

培塔表示, 如果能够获取小到像单个电子这样的物质并将其隔离起来不受外界影响, 那么这个电子就具有量子力学的表现。人们要做到的就是让电子停留在被隔离的状态中并依照人们的愿望去行动。然而, 被隔离电子的周围环境始终在干扰它, 干扰过程会导致电子失去自己的量子力学性质。

在培塔的实验中, 当电子进入量子状态时, 这些电子具有相干性(或者一致性), 遵从的规则完全不同于人们肉眼所见世界所遵循的规则。在量子物理王国中生存的时间不足1秒钟的电子遵守描述超小物质行为的独特的物理学定律。

培塔和其同行从事的领域为量子控制, 他们的目标是要掌握如何在量子力学的作用下操控物质, 只有操控物质才能了解物质特性, 以便有能力发展量子计算机这类技术。量子计算机的设计将有效地利用这些物质的特性, 以丰富它们在许多方面的应用。

除了带电外, 电子还具有自旋的特性。在量子力学世界, 物质能够表现出与常见特性完全不同的特性。获得1945年诺贝尔物理学奖的奥地利理论物理学家沃尔夫冈·泡利曾提出, 处在量子状态的每个电子可假设呈“上旋”(spin-up)或“下旋”(spin-down)两种状态之一。这可以看做是一个微小条形磁铁的行为, “上旋”时对应于磁铁N极向上, “下旋”时对应于磁铁N极向下。

量子状态下的电子能够同时呈部分“上旋”和部分“下旋”状态或呈“上旋”和“下旋”之间的任意状态, 量子力学这种特性被称为“态叠加”。一个基于电子自旋的量子比特具有近无限的潜能, 这是因为它的状态既不是严格的“开”又不是严格的“关”。

培塔完成的新设计利用了电子自旋“态叠加”特性所提供的多种可能性, 以便增强计算能力。在过去的10年里, 理论学家和数学家寻找到了能够借用电子“态叠加”的运算方法, 可以现代超级计算机不可企及的速度进行复杂运算。

简而言之, 培塔的研究工作极大地利用了电子自旋特性。德国康斯坦茨大学理论物理学家吉多·巴卡德表示, 在利用电子自旋量子比特研发量子计算机的过程中, 核自旋是典型的令人生厌的事情。培塔和其同事展示了利用核

自旋来完成快速量子操作的新方法，对于固体量子计算机而言，他们的研究结果是一个巨大的进步。

培塔将自己获得的自旋量子比特视为未来量子逻辑元件的核心。实验中，自旋量子比特被冷却至接近绝对零度，并俘获在高纯度砷化镓芯片表面形成的两个量子阱中。每个量子阱的深度由施加在电极或量子阱门上可变化的电压来控制，通过有选择性的门电压切换，研究人员可将电子从一个量子阱移动到另一个量子阱中。

普林斯顿大学复合材料中心主任费恩·昂表示，在培塔研究小组的实验之前，人们不清楚如何在操控一个电子自旋的同时，而又不影响附近空间中另一个电子自旋。

培塔的研究是新兴的自旋电子学领域的一部分。在自旋电子学中，科学家研究的是如何利用电子自旋特性研发新型电子设备。目前，大多数电子设备的运行是基于电子的另一个重要特性：电子带电特性。

培塔认为，他们还面临着许多的挑战。他说，他们的研究只是在认识整个体系的构建模块，探索它的局限性，以及如何去克服这些局限性。现在还仅处在操控一个或两个量子比特的水平，要做更多事情则需要数百个量子比特。虽然对取得的进展感到高兴，但他表示，这离长远的应用还需数年的时间。

[打印本页](#)

[关闭本页](#)