



中国科大在量子点-谐振腔杂化系统的动力学驱动研究中取得重要进展

来源: 科研部 发布时间: 2023-06-13 浏览次数: 66

我校郭光灿院士团队在半导体量子点-微波谐振腔杂化系统的动力学驱动研究中取得重要进展。该团队郭国平教授和曹刚教授等人与马德里材料科学研究所西格蒙德·科勒 (Sigmund Kohler) 高级研究员以及本源量子计算有限公司合作, 从实验和理论上研究了非色散耦合的受驱量子点-微波谐振腔杂化系统, 发展并验证了一种可适用于不同耦合强度和多量子比特系统的响应理论方法。研究成果以“Probing Two Driven Double Quantum Dots Strongly Coupled to a Cavity”为题, 作为封面文章发表在6月9日出版的国际物理知名期刊《Physical Review Letters》上。

微波光子与半导体量子比特的强耦合是当前的研究热点, 它既是利用微波光子实现量子比特间长程相干耦合的前提, 也是探索丰富的光与物质相互作用的钥匙。在之前的工作中 (Science Bulletin 66, 332-338 (2021)), 课题组借助高阻抗超导微波谐振腔, 实现了量子点-微波谐振腔杂化系统的强耦合。在此基础上, 课题组进一步研究了强耦合杂化系统在周期性驱动下的动力学现象。

在该工作中, 研究人员制备了高阻抗微波谐振腔与两个双量子点集成的复合器件。通过探测双量子点-谐振腔杂化系统在周期性驱动下的微波响应信号, 发现由于耦合强度的提升, 现有色散读理论方法失效。为此, 研究人员发展了一种新的响应理论方法, 与现有理论将谐振腔的影响当做相对独立的微扰项不同, 新理论将谐振腔视为受驱系统的一部分。利用该理论, 研究人员成功模拟和解释了实验信号, 并进一步研究了耦合两个双量子点的杂化系统在周期性驱动下的情形。

这些实验和理论研究为理解周期性驱动下的量子点-谐振腔杂化系统提供了一个新的角度。同时, 该工作发展和验证的理论方法具有很好的普适性和可扩展性, 不仅适用于不同耦合强度的杂化系统, 还可扩展到更多比特, 同样可能应用于其他物理体系。

近年来, 该团队在微波谐振腔耦合与扩展半导体量子比特方面取得系列进展, 最近还实现了五个半导体量子比特与微波谐振腔的集成与耦合 (Nano Letters 23, 4175-4182 (2023))。

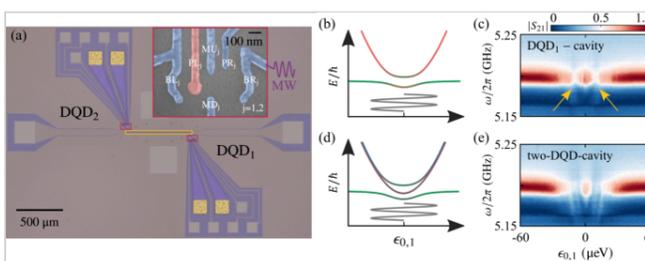


图: (a) 光学显微镜下的器件结构图。黄色方框内为微波谐振腔, 红色方框内为双量子点, 插图为电子显微镜下的双量子点电极结构图。(b) 单个双量子点-腔杂化能级示意图, 灰色震荡曲线代表施加的周期性驱动微波。(c) 频谱测量结果。(d)、(e) 分别为两个双量子点-腔杂化能级示意图及频谱测量结果。

中科院量子信息重点实验室博士生顾思思为论文第一作者, 郭国平、曹刚以及马德里材料科学研究所西格蒙德·科勒为论文共同通讯作者。该工作得到了科技部、国家自然科学基金委的资助。

论文链接: <https://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/PhysRevLett.130.233602>

(中科院量子信息重点实验室、物理学院、中科院量子信息和量子科技创新研究院、科研部)

