

论文

用热场动力学理论研究介观电路的Wigner函数

张晓燕¹, 王继锁^{2,3}

1. 菏泽学院 物理系, 山东 菏泽 274015;
2. 聊城大学 物理科学与信息工程学院, 山东 聊城 252059;
3. 曲阜师范大学 物理工程学院, 山东 曲阜 273165

摘要:

利用热场动力学及相干热态表象理论, 重构了有限温度下介观RLC电路的Wigner函数, 研究了有限温度下介观RLC电路的量子涨落. 借助于Weyl-Wigner理论讨论了有限温度下介观RLC电路Wigner函数的边缘分布, 并进一步阐明了Wigner函数边缘分布统计平均的物理意义. 结果表明: 有限温度下介观RLC电路中电荷和电流的量子涨落随着温度和电阻值的增加而增加, 回路中的电荷和电流之间存在着压缩效应, 这种量子效应是由于系统零点振动的涨落而引起的; 有限温度下介观RLC电路Wigner函数边缘分布的统计平均正好是储存在介观RLC电路中电容和电感上的能量.

关键词: 量子光学 介观RLC电路 Wigner函数 边缘分布

Wigner Function of Mesoscopic Circuit by Virtue of the Thermo Field Dynamics

ZHANG Xiao-yan¹, WANG Ji-suo^{2,3}

1. Department of Physics, Heze University, Heze, Shandong 274015, China;
2. School of Physics Science and Information Engineering, Liaocheng University, Liaocheng, Shandong 252059, China;
3. College of Physics and Engineering, Qufu Normal University, Qufu, Shandong 273165, China

Abstract:

By virtue of the thermo field dynamics and the coherent thermo state representation, the Wigner function of mesoscopic RLC circuit at finite temperature was obtained, and the quantum fluctuations of mesoscopic RLC circuit at finite temperature were studied. By means of the Weyl correspondence and Wigner theorem the marginal distribution of Wigner function in mesoscopic RLC circuit was discussed. The physical meaning of marginal distributions' statistical average of the Wigner function was explained. The results show that the quantum fluctuations of both charge and current of mesoscopic RLC circuit at finite temperature increase with the rising of temperature and resistance value, and the mesoscopic RLC circuit has squeezed effects between charge and current, caused by the quantum mechanical zero-point fluctuations; the marginal distributions' statistical averages of the Wigner function are the energy stored in capacity and in inductance of the mesoscopic RLC circuit, respectively.

Keywords: Quantum optics Mesoscopic RLC circuit Wigner function Marginal distribution

收稿日期 2011-10-08 修回日期 2011-12-11 网络版发布日期

DOI: 10.3788/gzxb20124104.0493

基金项目:

国家自然科学基金(No.10574060)、山东省自然科学基金(No.Y2008A16, No.ZR2010AQ024, No.ZR2010AQ027)和菏泽学院科研基金(No.XYJJKJ-1)资助

通讯作者:

作者简介:

参考文献:

- [1] SRIVASTAVA Y, WIDOM A. Quantum electrodynamic processes in electrical engineering circuit[J]. Physics Reports, 1987, 148(1): 1-65.
- [2] BUOT F A. Mesoscopic physics and nanoelectronics[J]. Physics Reports, 1993, 234(2-3): 73-174.
- [3] WANG Ji-suo, LIU Tang-kun, ZHAN Ming-sheng. Quantum fluctuations in a mesoscopic inductance coupling circuit[J]. International Journal of Theoretical Physics, 2000, 39(8): 2013-2019.
- [4] WANG Ji-suo, FENG Jian, LIU Tang-kun, et al. Quantum effect of a non-dissipative mesoscopic inductance coupling circuit in a displaced squeezed fock state[J]. Acta Photonica Sinica, 2002, 31(5):

扩展功能

本文信息

- Supporting info
- PDF(815KB)
- HTML
- 参考文献

服务与反馈

- 把本文推荐给朋友
- 加入我的书架
- 加入引用管理器
- 引用本文
- Email Alert
- 文章反馈
- 浏览反馈信息

本文关键词相关文章

- 量子光学
- 介观RLC电路
- Wigner函数
- 边缘分布

本文作者相关文章

- 张晓燕
- 王继锁

570-574. 王继锁, 冯健, 刘堂昆, 等. 平移压缩Fock态下无耗散介观电感耦合电路的量子效应[J]. 光子学报, 2002, 31(5): 570-574.

[5] 路易塞尔W. H. 辐射的量子统计性质[M]. 陈水, 于熙令, 译. 北京: 科学出版社, 1982.

[6] DARIANO G M, MACCHIAVELLO C, PARIS M G A. Detection of the density matrix through optical homodyne tomography without filtered back projection[J]. Physical Review A, 1994, 50(5): 4298-4302.

[7] WALLENTOWITZ S, VOGEL W. Unbalanced homodyning for quantum state measurements[J]. Physical Review A, 1996, 53(6): 4528-4533.

[8] SMITHEY D T, BECK M, COOPER J. Measurement of number-phase uncertainty relations of optical fields[J]. Physical Review A, 1993, 48(4): 3159-3167.

[9] BANASZEK K, RADZEWICZ C, WODKIEWICZ K. Direct measurement of the Wigner function by photon counting[J]. Physical Review A, 1999, 60(1): 674-677.

[10] MENG Xiang-guo, WANG Ji-suo, LIANG Bao-long. Wigner functions and tomogram functions of even and odd pair coherent states[J]. Acta Optica Sinica, 2008, 28(3): 549-555. 孟祥国, 王继锁, 梁宝龙. 奇偶对相干态的维格纳函数和层析图函数[J]. 光学学报, 2008, 28(3): 549-555.

[11] MENG Xiang-guo, WANG Ji-suo, LIANG Bao-long. Phase properties for the photon-added even and odd coherent states[J]. Acta Optica Sinica, 2007, 27(4): 721-726. 孟祥国, 王继锁, 梁宝龙. 增光子奇偶相干态的相位特性[J]. 光学学报, 2007, 27(4): 721-726.

[12] UMEZAWA H, MATSUMOTO H, TACHIKI M. Thermo field dynamics and condensed states[M]. Amsterdam: North-Holland, 1982.

[13] TAKAHASHI Y, UMEZAWA H. Thermo field dynamics[J]. International Journal of Modern Physics B, 1996, 10(13-14): 1755-1850.

[14] FAN Hong-yi. Thermal Wigner operator in coherent thermal state representation and its application [J]. Communications in Theoretical Physics, 2002, 37(3): 289-293.

[15] WANG Ji-suo, LIU Tang-kun, ZHAN Ming-sheng. Quantum wavefunctions and fluctuations of mesoscopic RLC circuit[J]. Chinese Physics Letters, 2000, 17(7): 528-529.

[16] FAN Hong-yi, KLAUDER J R. Time evolution of the Wigner function in the entangled-state representation[J]. Physical Review A, 1994, 49(6): 704-710.

本刊中的类似文章

1. 林继成 郑小虎 曹卓良. 双模纠缠相干光与Bell态原子系统的光子统计[J]. 光子学报, 2007, 36(6): 1156-1161

2. 郭旭进; 黄涛; 肖连团; 贾锁堂. 非稳散粒噪音相位依赖特性的实验研究[J]. 光子学报, 2006, 35(4): 525-528

3. 蔡勋明, 邹光龙. 运动双原子与腔场作用模型中原子布居的演化[J]. 光子学报, 2011, 40(6): 944-948

4. 杨庆怡孙敬文丁良恩. 增光子压缩真空态的反群聚效应[J]. 光子学报, 2005, 34(11): 1745-1747

5. 方琰. 激光显微荧光光谱精密测量光量子特性的方法[J]. 光子学报, 2010, 39(sup1): 6-8

6. 王菊霞 杨志勇 安毓英. 相干耦合腔场中量子纠缠信息交换传递机理研究[J]. 光子学报, 2008, 37(5): 1038-1045

7. 刘王云 安毓英 杨志勇. 失谐量对多模场非简并多光子Jaynes-Cummings模型量子场熵演化的影响[J]. 光子学报, 2008, 37(5): 1057-1062

8. 崔英华 萨楚尔夫 杨立森 宫艳丽. 内禀退相干下二项式光场与原子相互作用的场熵演化 [J]. 光子学报, 2009, 38(4): 971-974

9. 连汉丽 胡明亮. 三量子位系统的消相干和退纠缠[J]. 光子学报, 2008, 37(8): 1688-1692

10. 朴红光 马晓萍 卢佃清 张寿. 与非等同双原子相互作用下光场的相干性质[J]. 光子学报, 2008, 37(10): 2084-2088

11. 刘王云 杨志勇 安毓英 曾晓东. 与两等同Bell态纠缠原子相互作用光场的量子场熵[J]. 光子学报, 2008, 37(3): 594-599

12. 王菊霞 杨志勇 安毓英. Stark效应对量子纠缠信息交换传递的影响[J]. 光子学报, 2008, 37(4): 833-837

13. 廖浩祥 王发强 梁瑞生. 非线性Tavis-Cummings模型的Pancharatnam相[J]. 光子学报, 2010, 39(2): 325-328

14. 哈日巴拉, 萨楚尔夫, 杨瑞芳, 崔英华. 压缩相干态光场与 Λ 型三能级原子相互作用的纠缠特性[J]. 光子学报, 2009, 38(7): 1846-1851

15. 李可, 令维军. Kerr介质中耦合V型三能级原子与相干态光场作用场的量子性质[J]. 光子学报, 2011, 40(4): 613-621

文章评论 (请注意: 本站实行文责自负, 请不要发表与学术无关的内容! 评论内容不代表本站观点.)

反馈人	<input type="text"/>	邮箱地址	<input type="text"/>
反馈标题	<input type="text"/>	验证码	<input type="text" value="4311"/>
<input type="text"/>			

