



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109405995 A
(43)申请公布日 2019.03.01

(21)申请号 201811079334.7

(22)申请日 2018.09.17

(71)申请人 中国电子科技集团公司第五十五研究所

地址 210016 江苏省南京市中山东路524号

(72)发明人 郭怀新 黄语恒 陈堂胜

(74)专利代理机构 南京理工大学专利中心
32203

代理人 陈鹏

(51)Int.Cl.

G01K 11/00(2006.01)

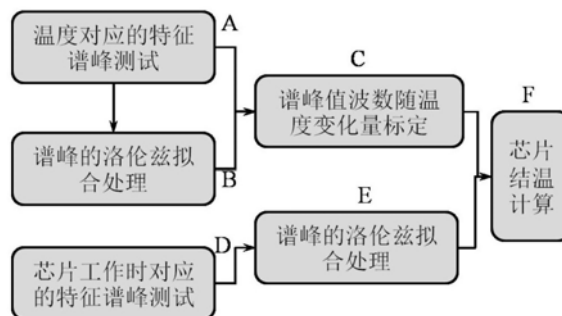
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种提高基于拉曼光谱法的芯片结温测试精度的分析方法

(57)摘要

本发明公开了一种提高基于拉曼光谱法的芯片结温测试精度的分析方法,其原理是基于芯片温度和对应热源区材料特征拉曼谱峰值波数的关系变化,利用洛伦兹函数对材料的特征谱峰值进行拟合,提升其峰值处的拉曼光谱波数分辨率,近而达到提高对应温度测试精度的目的。本发明解决了拉曼光谱法测试芯片结温时光谱波数分辨率不足的问题,提升了结温测试精度,满足功率芯片对温度标定的高精度需求,对器件热管理的技术开发和寿命评估研究有极大的指导意义。



1. 一种提高基于拉曼光谱法的芯片结温测试精度的分析方法,其特征在于,包括以下步骤:

- 1) 针对测试芯片,利用拉曼光谱法开展热源区材料的温度对应的材料特征谱峰测试;
- 2) 将特征谱峰进行洛伦兹函数拟合处理,拟合其谱峰值位置处的波数,并进行其拉曼特征谱峰值波数随温度变化量的标定;
- 3) 利用拉曼光谱法,对芯片工作状态下热源区材料的特征谱峰进行测试;
- 4) 将该特征谱峰进行洛伦兹函数拟合处理,拟合其谱峰值位置处的波数,结合其谱峰值波数随温度的变化量进行结温计算。

2. 根据权利要求1所述的提高基于拉曼光谱法的芯片结温测试精度的分析方法,其特征在于,洛伦兹函数对特征谱峰值的拟合处理应覆盖谱峰波数。

3. 根据权利要求2所述的提高基于拉曼光谱法的芯片结温测试精度的分析方法,其特征在于,波数的分辨率小于等于 0.01cm^{-1} 。

4. 根据权利要求3所述的提高基于拉曼光谱法的芯片结温测试精度的分析方法,其特征在于,待测芯片材料的特征谱峰值波数随温度变化量的标定,并拟合公式:

$$K = \Delta \omega / \Delta T$$

其中,K为特征谱峰波数-温度偏移系数, $\Delta \omega$ 为芯片热源区材料特征谱峰值偏移量, ΔT 为温度偏移差量。

5. 根据权利要求1所述的提高基于拉曼光谱法的芯片结温测试精度的分析方法,其特征在于,所述测试芯片为GaN功率芯片或GaAs功率芯片。

6. 根据权利要求5所述的提高基于拉曼光谱法的芯片结温测试精度的分析方法,其特征在于,测试温度覆盖范围为 $25\sim 220^\circ\text{C}$ 。

7. 根据权利要求1或6所述的提高基于拉曼光谱法的芯片结温测试精度的分析方法,其特征在于,测试温度点不少于5个。

一种提高基于拉曼光谱法的芯片结温测试精度的分析方法

技术领域

[0001] 本发明涉及应用功率器件的芯片结温测试技术,具体涉及一种提高基于拉曼光谱法的芯片结温测试精度的分析方法。

背景技术

[0002] 芯片的温升、热阻测量技术的发展几乎贯穿功率器件的整个发展历程,尤其是对微波大功率器件而言,其结温、热阻的测试对器件热管理,延长器件工作寿命,提高器件的可靠性极为重要。因此国际上已发展出多种多样的测试方法和技术,并伴随器件集成化的进步而继续向着追求更高的测试精度的方向发展。尤其是近几年,以氮化镓、砷化镓为代表的功率器件向高功率密度方向发展的趋势受限于自身热积累效应引起器件结温升高问题,严重导致器件性能和可靠性的下降,其结温的热测试评价技术已成为器件热管理技术的重要研究热点之一。

[0003] 目前,应用于功率器件结温的测试方法多采用电学法、红外热成像法及拉曼光谱法。电学法由于其测试精度差特性主要用于封装级的芯片结-壳热阻评估,不适用于微波功率器件的结温测试;红外热成像法的应用极为普及和广泛,其测试设备广泛应用于生产线,但由于其空间分辨率问题难以满足对功率器件结温的精确测试和寿命评估;拉曼光谱法由于其结温测试空间分辨率高,被国际上的研发机构多用于热管理开发和寿命评估,但却存在拉曼光谱波数分辨率不足问题,波数分辨率大于 0.1cm^{-1} 。因此,目前急需一种高精度的适合功率器件结温测试的技术,满足功率器件热管开发和寿命评估等研究需求。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种提高基于拉曼光谱法的芯片结温测试精度的分析方法,解决功率器件结温测试精度低的技术问题。

[0005] 实现本发明目的的技术解决方案为:一种提高基于拉曼光谱法的芯片结温测试精度的分析方法,包括以下步骤:

[0006] 1) 针对测试芯片,利用拉曼光谱法开展热源区材料的温度对应的材料特征谱峰测试;

[0007] 2) 将特征谱峰进行洛伦兹函数拟合处理,拟合其谱峰值位置处的波数,并进行其拉曼特征谱峰值波数随温度变化量的标定;

[0008] 3) 利用拉曼光谱法,对芯片工作状态下热源区材料的特征谱峰进行测试;

[0009] 4) 将该特征谱峰进行洛伦兹函数拟合处理,拟合其谱峰值位置处的波数,结合其谱峰值波数随温度的变化量进行结温计算。

[0010] 进一步的,洛伦兹函数对特征谱峰值的拟合处理应覆盖谱峰波数。

[0011] 进一步的,波数的分辨率小于等于 0.01cm^{-1} 。

[0012] 进一步的,待测芯片材料的特征谱峰值波数随温度变化量的标定,并拟合公式:

[0013] $K = \Delta \omega / \Delta T$

[0014] 其中, K 为特征谱峰波数-温度偏移系数, $\Delta \omega$ 为芯片热源区材料特征谱峰值偏移量, ΔT 为温度偏移差量。

[0015] 进一步的, 所述待测芯片为 GaN 功率芯片或 GaAs 功率芯片。

[0016] 进一步的, 测试温度覆盖范围为 25~220℃。

[0017] 进一步的, 测试温度点不少于 5 个。

[0018] 与现有技术相比, 本发明的显著优点为: (1) 通过巧妙合理的引入洛伦兹函数对芯片热源区材料的特征谱峰进行拟合, 提升其谱峰值的波数分辨率, 解决拉曼光谱法测试结温的精度短板, 实现了高精度的芯片结温测试分析; (2) 该技术在拉曼光谱结温测试法的基础上引入数值函数的拟合, 无测试经济成本增加, 不影响测试过程和应用范围, 且能提升其结温测试精度。

附图说明

[0019] 图1是本发明提高基于拉曼光谱法的芯片结温测试精度的分析方法流程图。

[0020] 图2是本发明所涉及材料特征谱峰的洛伦兹函数拟合处理示意图。

[0021] 图3是本发明所涉及的芯片热源区材料的特征谱峰值波数随温度变化量的标定示意图。

具体实施方式

[0022] 本发明基于拉曼光谱实现被测试芯片热源区对应其材料特征谱峰随温度的变化; 利用洛伦兹函数对特征谱峰进行处理提升其波数分辨率, 进而确定其温度-谱峰值波数的关系; 最后测试芯片在工作状态下最高温度区的特征谱峰, 并继续引入洛伦兹函数对其谱峰进行处理, 实现其高精度的结温计算。下面结合附图进一步描述本发明的技术解决方案。

[0023] 一种提高基于拉曼光谱法的芯片结温测试精度的分析方法, 包括以下步骤:

[0024] (1) 针对测试芯片, 利用拉曼光谱法开展热源区材料的温度对应的材料特征谱峰测试, 如图1中A步骤所示。所述测试芯片为 GaN 功率芯片或 GaAs 功率芯片。选取室温 25℃ 为基准, 测试温度范围为覆盖 25~220℃, 测试温度点的变量在 20~40℃, 在每个温度点下测试其拉曼特征光谱峰, 为保证精度, 测试温度点不应小于 5 个。

[0025] (2) 将特征谱峰进行洛伦兹函数拟合处理, 精确拟合其谱峰值位置处的波数, 如图1中B步骤和图2所示; 并进行其拉曼特征谱峰值波数随温度变化量(偏移系数)的标定, 如图1中C步骤和图3所示。基于测试得到的各温度点下特征谱峰, 进行洛伦兹函数拟合, 拟合处理的范围应覆盖整个谱峰波数, 且保证波数的分辨率小于等于 0.01cm^{-1} , 进而得到高分辨率的谱峰值波数; 同时将每个温度点下的特征谱峰值波数的变化量进行统计, 拟合为线性公式: $K = \Delta \omega / \Delta T$, 完成特征谱峰值波数随温度变化量(偏移系数)的标定; 其中, K 为特征谱峰波数-温度偏移系数, $\Delta \omega$ 为芯片热源区材料特征谱峰值偏移量, ΔT 为温度偏移差量。

[0026] (3) 利用拉曼光谱法, 对芯片工作状态下热源区材料的特征谱峰进行测试, 如图1中D步骤所示。选取芯片工作功率或额定功率, 在工作的状态下对热源区材料进行拉曼光谱的特征谱峰测试。

[0027] (4) 将该特征谱峰进行洛伦兹函数拟合处理, 精确拟合其谱峰值位置处的波数, 如图1中E步骤和图2所示; 最后结合其谱峰值波数随温度的变化量进行其结温计算, 如图1中F

步骤所示。基于在芯片特定功率工作状态下测试得到的特征谱峰,进行洛伦兹函数拟合,拟合处理的范围覆盖谱峰波数,且保证波数的分辨率小于等于 0.01cm^{-1} ,进而得到高分辨率的谱峰值波数;并利用特征谱峰值波数随温度变化量的关系,最终计算得到其结温。

[0028] 本发明最大的特点在于克服现有的拉曼光谱法结温测试技术对芯片结温表征分析精度不足问题,通过洛伦兹函数对芯片热源区材料的特征谱峰峰进行拟合,提升其峰值处的拉曼光谱波数分辨率,近而达到提高对应温度测试精度的目的。

[0029] 实施例

[0030] 本实施例针对GaN功率芯片的结温测试分析,其热源区材料为GaN,步骤如下:

[0031] ①针对测试芯片,利用拉曼光谱法开展热源区材料的温度对应的材料特征谱峰的测试:利用控温基板将芯片整体加热到 25°C 、 75°C 、 125°C 、 175°C 、 225°C ,结合拉曼光谱法分别测试每个温度点下的GaN材料的特征谱峰。

[0032] ②将特征谱峰进行洛伦兹函数拟合处理,精确拟合其谱峰值位置处的波数:对每个温度点下的特征谱峰进行洛伦兹函数拟合,拟合的波数分辨率为 0.01cm^{-1} ,拟合计算后其 25°C 、 75°C 、 125°C 、 175°C 、 225°C 温度条件下对应的波数分别为 569.86cm^{-1} 、 569.41cm^{-1} 、 568.91cm^{-1} 、 568.30cm^{-1} 和 567.76cm^{-1} 。

[0033] ③进行其拉曼特征谱峰值波数随温度变化量(偏移系数)的标定:对GaN材料在各温度下的特征谱峰值的波数进行线性拟合,其特征谱峰值波数随温度变化量($K = \Delta \omega / \Delta T$)为 $0.0106\text{cm}^{-1}/\text{K}$ 。

[0034] ④利用拉曼光谱法,对芯片工作状态下热源区材料的特征谱峰进行测试:选取工作功率为5W,芯片工作时,利用拉曼光谱法进行测试热源区的GaN特征谱峰。

[0035] ⑤将该特征谱峰进行洛伦兹函数拟合处理,精确拟合其谱峰值位置处的波数:在该功率条件下的特征谱峰进行洛伦兹函数拟合,拟合的波数分辨率为 0.01cm^{-1} ,其特征谱峰值波数为 568.54cm^{-1} 。最后结合其谱峰值波数随温度的变化量进行其结温计算:以 25°C 和对应的波数 569.86cm^{-1} 为基准,其 $\Delta \omega$ 计算为 1.32cm^{-1} ,依据特征谱峰值波数随温度变化量($0.0106\text{cm}^{-1}/\text{K}$)计算,则相对 25°C 时的温升为 124.52K ,即在芯片为5W条件下工作时,其结温为 149.52°C 。

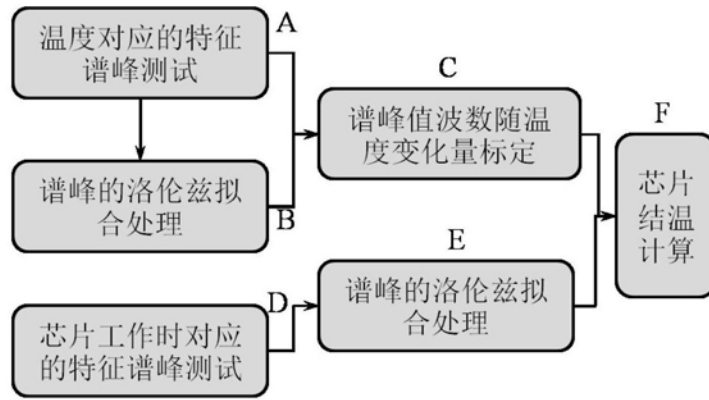


图1

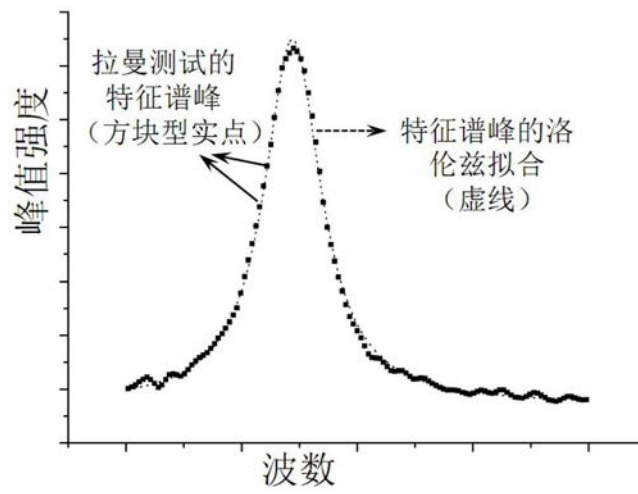


图2

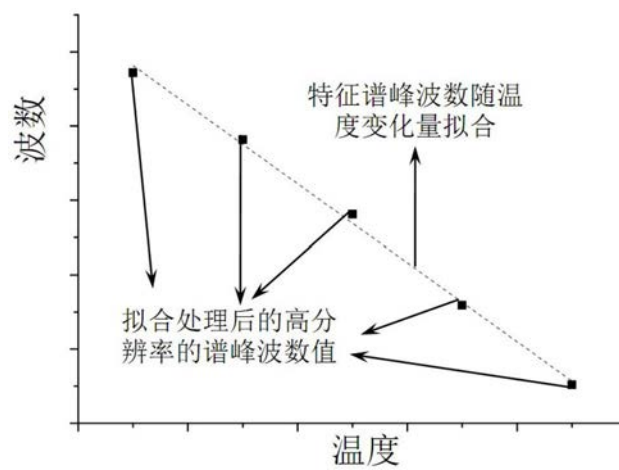


图3