



CASA

第三代半导体产业技术创新战略联盟
China advanced semiconductor industry
innovation alliance

团体标准

T/CASA 019 《微纳米金属烧结体电阻率试验
方法：四探针法》（征求意见稿）

编制说明

2021年8月

目录

一、工作简况.....	1
1. 任务来源.....	1
2. 标准制定的意义.....	1
3. 编制过程.....	1
二、标准制定中的有关说明.....	2
1. 对标准中有关内容的几点说明.....	2
2. 主要参考文献.....	2
3. 主要内容.....	2
三、重大分歧意见的处理经过和说明.....	3
四、标准的属性.....	3
五、专利的知识产权说明.....	4
六、国外相关法律、法规和标准情况的说明.....	4
七、其他说明事项.....	4

微纳米金属烧结体电阻率试验方法：四探针法（征求意见稿）编制说明

一、工作简况

1. 任务来源

2021年6月4日，北京半导体照明科技促进中心联合深圳第三代半导体研究院、有研粉末新材料股份有限公司、北京康普锡威科技有限公司、上海贺利氏工业技术材料有限公司、广东工业大学等单位向第三代半导体产业技术创新战略联盟标准化委员会秘书处（以下简称CASAS秘书处）提交了“微纳米金属烧结体电阻率试验方法：四探针法”团体标准的《CASAS标准项目建议书》，提出立项建议。

该建议通过了CASAS管理委员会投票；CASAS秘书处于6月21日正式发布立项通知，并分配团体标准号：CASA 019。

2. 标准制定的意义

金属互连材料在半导体封装工业中占据关键地位。传统封装采用焊料合金互连，但其析出的金属间化合物导致互连层服役温度较低且脆性较高。作为最适合于第三代半导体模块封装的界面连接技术之一，以微纳米银、微纳米铜为代表的新型微纳米金属烧结互连技术具有组分单一、低工艺温度、高服役温度的优点，而且芯片连接件的可靠性也可以得到大幅提升，特别是微纳米金属烧结件的烧结层往往具有低电阻率、高导热性能，这也使其更加适合未来的高温、高功率密度应用。

电阻率是表示材料导电能力的关键物理量。对于微纳米金属烧结技术制备的烧结体的电阻率，一般情况下是对应金属体材料电阻率的数倍；采用不同材料、不同工艺下的微纳米金属烧结体，往往会形成微观下不同尺寸、不同数量、不同致密度的孔隙结构，从而影响其电阻率性能。因新型的微纳米金属烧结技术尚属技术推广阶段，业内尚未对该技术制备的烧结体制定专门的电阻率测试方法标准。测试仪器品牌的不同，同时，样品规格、测试条件、测试步骤等的限定各有不同，这使得行业内无法高效可靠的对不同烧结膏体的电性能进行统一的比较。希望借此标准的制定，有效规范微纳米烧结技术中电阻率的测试方法，助力未来产业的发展。

3. 编制过程

基于对第三代半导体微纳米金属烧结技术的产业化前景，自2020年10月起，预提案单位北京半导体照明科技促进中心、深圳第三代半导体研究院、上海贺利氏、有研粉末新材料、北京康普锡威等单位讨论确定启动标准制定的准备工作，一致认同微纳米金属烧结体电阻率

试验方法标准制定的必要性、以及可行性；并于 2020 年 12 月、2021 年 2 月讨论、修改完善标准提案所需材料：项目建议表、标准草案。

2021 年 4 月 23 日，来自北京半导体照明科技促进中心、深圳第三代半导体研究院、上海贺利氏、有研粉末新材料、北京康普锡威、国家纳米中心等单位的专家老师，在北京举行标准预提案讨论会，北京半导体照明科技促进中心代表刘旭博士介绍了标准的制定背景、制定目的、标准框架、草案内容以及面临的困难；会议中对准备的文件进行了仔细深入的讨论。之后预提案单位形成提交给 CSAS 秘书处的项目提案材料。

2021 年 6 月 4 日，根据 CASAS 管理办法等管理文件，CASAS 秘书处开展该项标准立项的程序性工作；于 6 月 21 日，经 CASAS 管理委员会投票通过，T/CASA 019-202X《微纳米金属烧结体电阻率试验方法：四探针法》团体标准立项。

2021 年 6 月 28 日，组建起草组，起草组成员包括：深圳第三代半导体研究院、上海贺利氏、有研粉末新材料、北京康普锡威、国家纳米中心、香港应用科技研究院、鸿利智汇集团股份有限公司、上海蔚兰驱动科技有限公司、复旦大学、工业和信息化部电子第五研究所、BOSCHMAN TECHNOLOGIES B.V.、中国科学院微电子所等。

2021 年 7 月 21 日，起草组召开第一次工作会议（腾讯会议），会议讨论了微纳米金属烧结体电阻率试验方法的测试原理及范围，建议标准在可操作性等方面进行修改。之后根据第一次工作会议的讨论意见，起草组全面修改并完善了标准草案，并于 8 月中旬形成正式的征求意见稿。

.....

二、标准制定中的有关说明

1. 主要内容

本标准主要内容主要包括、术语、方法原理、仪器设备、测试条件、测试步骤、电阻率的计算方法、测试报告等方面。

2. 主要参考文献

GB/T 1552-1995 硅、锗单晶电阻率测定直排四探针法

GB/T 26074-2010 锗单晶电阻率直流四探针测量方法

3. 对标准的几点说明

(1) 关于微纳米金属烧结体的电阻率范围

GB/T 26074-2010《锗单晶电阻率直流四探针测量方法》中，测量范围为 $10^{-3} \sim 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$ ；GB/T 351-2019《金属材料 电阻率测量方法》中，测量范围是 $0.01 \sim 2.0 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ；对于微纳米金属烧结技术制备的烧结体的电阻率，一般情况下是对应金属体材料电阻率的数倍，

量级大概在 $10^{-6}\Omega\cdot\text{cm}$ 。

在此背景下，本标准选用了开尔文双臂电桥电路结构的直线型四探针法来测试，并且为保证产业内测试得到的数值能够相互对比，要求样品为直径大于探针间距 10 倍、厚度小于探针间距 4 倍，并且推荐了样品直径 12.7mm；与 T/CASA 020-202X《微纳米金属烧结体热导率试验方法：闪光法》样品尺寸一致。

(2) 关于惠斯登单臂电桥与凯尔文双臂电桥

如果使用惠斯登电桥测量本标准的电阻样品时，引线电阻和接触电阻的量级大约 $10^{-2}\sim 10^{-4}\Omega$ ；对于具有很小电阻率的微纳米金属烧结体来讲已经不可忽略，否则的话，往往导致测量结果误差非常大。改进办法是将电路接法由两触点法的单臂电桥改为四触法的双臂电桥，即凯尔文电桥。两种电阻测试原理如图1所示，一般情况下，样品电阻小于 10Ω 时，采用凯尔文电桥；样品电阻不小于 10Ω 时，采用惠斯登电桥。本文件选用凯尔文电桥。

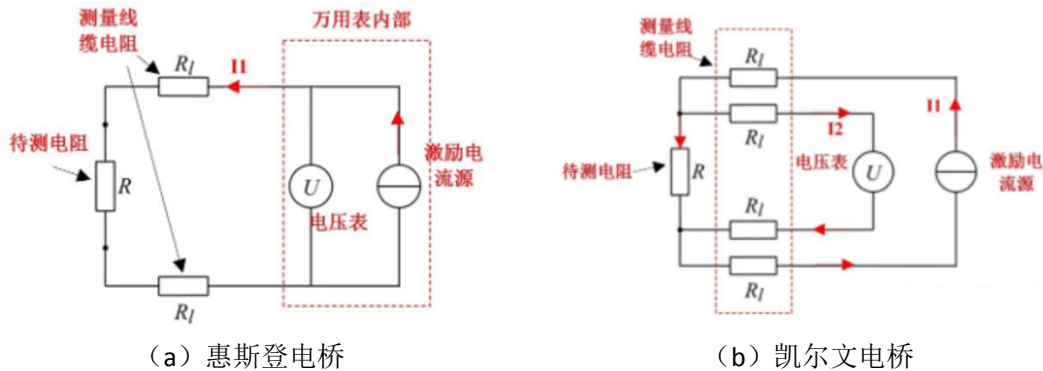


图 1 电阻测试原理图

针对本标准测试样品，采用凯尔文测量精度高的原因如下：测量回路是电压表，阻抗很高，回路电流 I_2 基本为 0。激励源电流 I_1 基本没有任何分流，只要电流源和电压表足够精确，计算出的电阻值也是准确的。

三、重大分歧意见的处理经过和说明

本标准在起草的过程中通过邮件、会议等形式，反复征求意见并修改，在征求起草组内部相关专业成员的意见的同时，也积极征求了起草组以外行业专家的意见。对于个别术语的定义，实在不能统一的，以征求起草组成员多数意见为准。现提交的标准稿已经过充分讨论，全体起草组成员同意送审，无原则性分歧意见。

四、标准的属性

本标准为团体标准、本标准为首次发布。

五、专利的知识产权说明

本标准规定的内容不涉及专利。

六、国外相关法律、法规和标准情况的说明

该标准属方法标准，不涉及国外相关法律、法规。目前国外尚无同类标准。

七、其他说明事项

无