ICS 31.030
L 90

中华人民共和国国家标准

GB/T 17711—1999

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
钇钡铜氧(123 相)超导薄膜临界
温度 T_c 的直流电阻试验方法
GB/T 17711—1999
*
中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街 16 号
邮政编码:100045
电 话:68522112
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
版权专有 不得翻印
*
开本 880×1230 1/16 印张 1/2 字数 8 千字
1999 年 8 月第一版 1999 年 8 月第一次印刷
印数 1—1 000
*
书号:155066·1-16022 定价 8.00 元
*
标 目 380—29

前　言

本标准参考了 IEC/TC 90 国际标准草案“Nb-Ti 复合超导体剩余电阻比试验方法(RRR WD-1Ver. 2)”的制定方法和有关内容。按该国际标准的制定方法,标准的不确定度由循环测试(RRT)的变化系数(COV)确定。由国家超导技术联合研究开发中心组织和资助中国科学院物理研究所、北京大学、南京大学和中国科学技术大学的有关实验室对标准样品和大量实验样品进行了近两年的循环测试,在可靠的实验研究的基础上起草了本标准。

本标准由中国科学院提出。

本标准由国家超导技术联合研究开发中心归口。

本标准负责起草单位:中国科学院物理研究所超导国家重点实验室。

本标准主要起草人:邓廷璋、尹渤、戴远东、王世光、程其恒、汪成友。

参加本标准的循环测试的还有:杨乾声、刘宜平、肖玲、王瑞兰、王焕华、周岳亮、胡晓东、熊光成、连贵君、王继纯、张云、杨森祖、王华兵、周赣东、曹烈兆和阮可青。

中华人民共和国国家标准

钇钡铜氧(123相)超导薄膜临界温度 T_C 的直流电阻试验方法

GB/T 17711—1999

The DC electric resistance test method for the critical temperature T_C of a $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ superconducting thin film

1 范围

本标准规定了钇钡铜氧(123相)超导薄膜临界温度 T_C、超导转变宽度 ΔT、零电阻温度 T_{C0} 的直流电阻试验方法。

本标准适用于膜厚为(100～500) nm 的钇钡铜氧(123相)超导薄膜的临界温度 T_C、超导转变宽度 ΔT,零电阻温度 T_{C0} 的测定。本标准不适用于多相和半导体型的钇钡铜氧超导薄膜上述参数的测定。

2 定义

2.1 临界温度 T_C

当电流、磁场为零时,超导薄膜在某一温度以下呈现超导电性,此特定温度规定为临界温度 T_C。

2.2 转变宽度 ΔT

超导薄膜由正常态向超导态过渡的温度范围。

2.3 零电阻温度 T_{C0}

超导薄膜保持直流电阻为零的最高温度。

3 T_C,ΔT 和 T_{C0} 的实验确定

在直流电阻试验方法中,首先应测出超导薄膜的直流电阻 R 随温度 T 变化的关系曲线(R-T 曲线),然后,用以下方法确定上述定义的各参数。

3.1 T_C 的确定

在直流电阻试验方法中,规定超导转变部分中点所对应的温度为临界温度 T_C。在超导薄膜电阻随温度变化的曲线(R-T 曲线)上,将远离电阻发生急剧变化的高温端数据作线性拟合,求得一直线 A;将超导转变部分中间的数据作线性拟合,求得另一直线 B。上述二直线的交点所对应的电阻值规定为正常态电阻 R_n,如图1所示。二分之一 R_n 所对应的温度值规定为 T_C 值,即:

$$T_C = T(0.5R_n)$$

3.2 转变宽度 ΔT 的确定

25%的 R_n 与 75%的 R_n 所对应的温度范围规定为 ΔT,即:

$$\Delta T = T(0.75R_n) - T(0.25R_n)$$

3.3 T_{C0} 的确定

设定所用数字电压表的噪声电压≤0.5 μV,将电压 V_0=0.5 μV 作为本方法中超导薄膜失超的判据。若薄膜样品通过的电流为 I,则所对应的电阻 R_0 为 $R_0=V_0/I$,R_0 在 R-T 曲线上所对应的温度规定为 T_{C0}。

国家质量技术监督局 1999-03-13 批准　　1999-10-01 实施

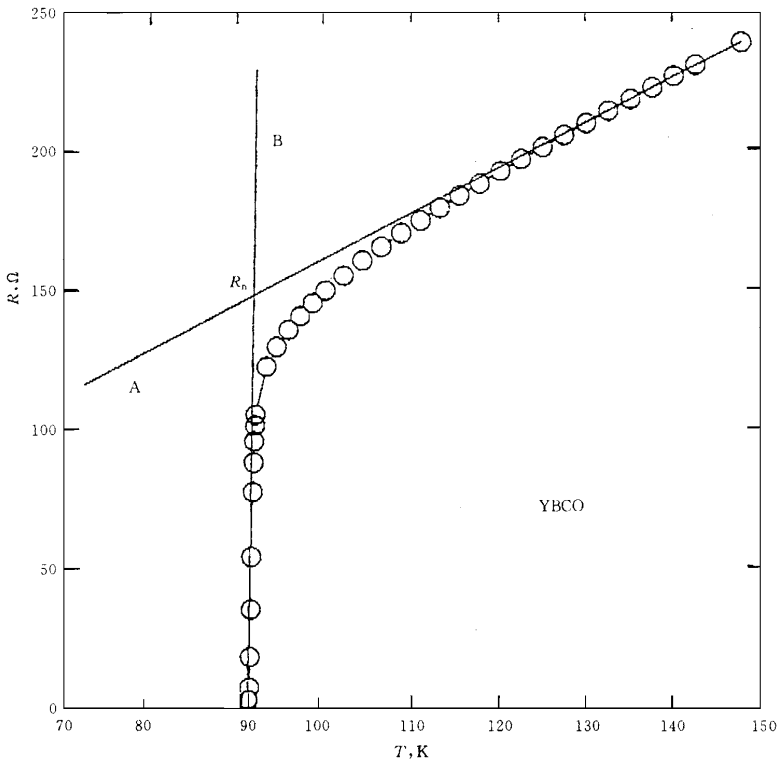

图 1　*R-T* 曲线

4　不确定度要求

按本标准规定的方法测得的超导薄膜 T_C 和 T_{C0}的不确定度均小于 0.5%。

5　样品制备

将待检测的薄膜按常规工艺刻成条型，条宽为(50～100) μm，条长 4.0 mm，电位引线内侧间距为 2.0 mm。在该薄膜上用蒸银或金的方法做好四个电极，在电极上用压铟方法引出四根引线，并将引线固定好。条两端的一对引线为电流引线，条中间的一对引线为电位引线。要注意样品的保护。典型例子如图 2 所示。

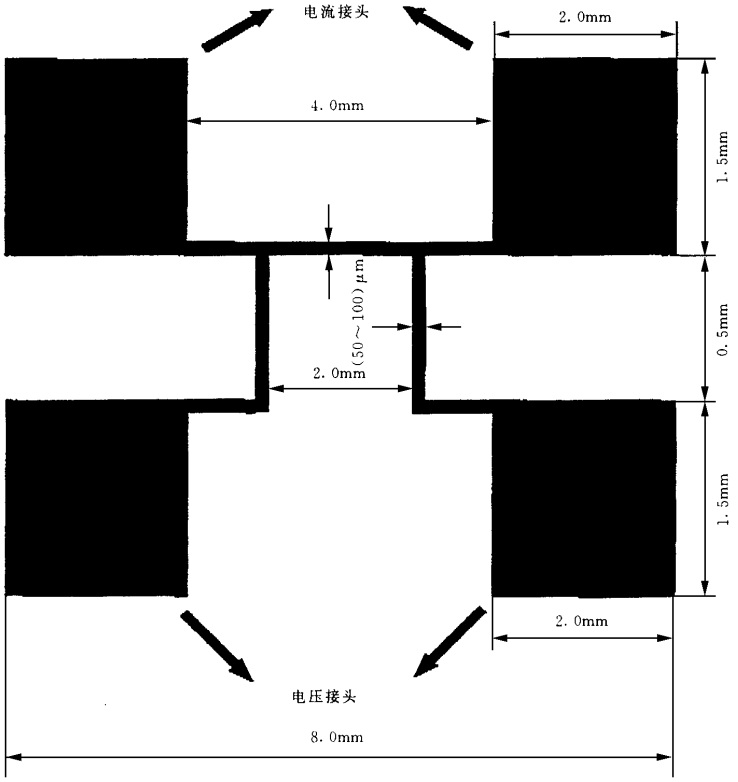

图 2　样品制备

6　恒温器

恒温器能够使样品冷到液氮温度，能够在液氮温度到 150 K 之间控制样品的温度，或具有可变的升降温速率。为校验恒温器的测温准确度，预先测量标准样品（尺寸约为 3 mm×8 mm×15 mm 的紫铜块，内装标定过的温度计）的温度，使其测量值和标准样品温度计的标定值的差值小于±0.2 K。

7　测量仪器

测量样品电压的数字电压表的分辨率≤0.1 μV。所用恒流源的不稳定度≤0.05%。温度计标定不确定度≤0.1 K。测量仪器和温度计要经计量检定。

8　测量过程

8.1　测量用四引线法。将样品用阿皮松 N 油脂或其他低温导热胶贴在恒温块上，使热连接良好。通过超导薄膜的电流密度小于 10^3 A/cm^2（一般使用电流为(10～100) μA）。温度范围为液氮温度到 150 K。在测量 R-T 曲线时可采用定点控温（控制温度变化≤0.1 K）测量或固定升温速率（通过升温、降温、再升温，或者降温、升温、再降温三次测量，使其温差≤0.1 K，以找出合适的升温速率）测量。

8.2　数据采集和处理

8.2.1　在某一温度 T，样品通正向电流 I，测得正向电压 V^+；将电流反向，测得反向电压 $-V^-$，取电压平均值 $V=|V^+ + V^-|/2$，求出该温度的样品电阻值 $R=V/I$。从液氮温度升温到 150 K，逐点测量（在超导转变附近，至少每隔 0.1 K 采集数据一次），可得到 R-T 曲线，如图 1 所示。

8.2.2 将 R-T 曲线上 120 K 到 150 K 的数据进行线性拟合，得到二常数 a_1 和 b_1；求出 80 K 的电阻 $R_{80}=a_1+80b_1$；将 R-T 曲线上电阻值从 $0.1R_{80}$ 到 $0.6R_{80}$ 的数据作线性拟合，得到二常数 a_2 和 b_2。由此得到电阻 R 和温度 T 的二个线性方程：

$$\begin{cases} R(T) = a_1 + b_1 T \\ R(T) = a_2 + b_2 T \end{cases}$$

解此联立方程组得到：

$$R_n = (a_2 b_1 - a_1 b_2)/(b_1 - b_2)$$

求出 $0.5R_n$，$0.75R_n$ 和 $0.25R_n$。利用 R-T 曲线上的实验数据计算出对应的 $T_C = T(0.5R_n)$，$\Delta T = T(0.75R_n) - T(0.25R_n)$。

8.2.3 求出 $R_0 = V_0/I(\Omega)$。取 R-T 曲线上 R_0 所对应的温度值为 T_{C0}。

8.2.4 重复 8.2.1 至 8.2.3 三次，求出 T_C，T_{C0}，ΔT 的平均值和不确定度。

9 测试报告

测试报告内容包括：

a) 样品名称、编号、尺寸、制备工艺和制备单位；

b) 测量仪器名称、型号和恒温器结构；

c) 测量电流；

d) T_C，ΔT，T_{C0} 的平均值及其不确定度；

e) R-T 曲线；

f) 测量日期；

g) 测试人、检验人和单位主管签名，测试单位盖章。

GB/T 17711-1999

版权专有 不得翻印

*

书号：155066·1-16022

定价： 8.00 元

*

标 目 380—29