

样品经X光衍射分析,典型结果和文献[1]中的衍射谱线一样,衍射谱线表明:除金刚石外,还有碳化钛、碳化硅和二硅化钛等物相。两组样品中二硅化钛的衍射强度有较明显差异,II组的较强,I组的较弱,在1200℃高温处理后的样品未见异常,没有出现石墨化迹象。

三、讨 论

(1) 不同配比的掺杂量对于这种金刚石的成品率(成团率和磨耗比较高的比例)有所影响。影响成品率的因素很多,从实验结果来看,掺钛量较高的样品其成品率也较高,而掺硅量较高的样品则相反,以至难以成团。这说明成品率与掺杂物的种类、数量及其与金刚石形成物相的性能有关。

(2) 掺钛、硅的样品,磨耗比的差别有时达一个数量级。从上述分析可见,这与二硅化钛的含量有关,估计这种状况是由于烧结温度控制等引起的。由于二硅化钛的硬度、熔点较碳化钛和碳化硅为低,加上它们对金刚石颗粒间的结合能力也有所不同,就必然在这种金刚石磨耗比等性能方面有所反映。值得提出,二硅

化钛的存在或二硅化钛和碳化钛、碳化硅共同存在于金刚石颗粒之间,比单一的碳化钛或碳化硅的样品具有高得多的耐热性。这从表上可以得到证实。因此,二硅化钛对耐磨性不利,但对耐热性似乎是有利的。

(3) 掺杂量对这种金刚石的耐热性有明显的影响。从实验结果来看,钛、硅和钛₁₅硅₅的样品具有较高的耐热性(和起始磨耗比),而钛₆硅₆的样品和用镍管扩散掺镍的样品耐热性一样低。考虑到所用磨料级人造金刚石中含有金属镍等,在高压高温烧结过程中有向晶界扩散和富集的趋势,从而引起晶界在常压高温处理后发生弱化作用,这就是钛₆硅₆样品耐热性和掺镍样品一样低的原因。因此,只有当所用掺钛、硅的含量达到某种程度才能阻碍这种弱化作用并起强化作用。至于是否还起阻碍或抑制样品中氧气等物质的有害作用,从几个样品的初步试验结果来看,是应予以考虑的,这些可以进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 沈主同,王莉君等,物理学报, 27-3(1978), 344.
- [2] 沈主同,科学通报, 10(1974), 457;物理, 6-4(1977), 243.

晃动法用于磁泡的动态测量*

韩宝善 柯永丰 肖利民¹⁾ 曹端德¹⁾

(中国科学院物理研究所)

一、前 言

1974年Brown^[1]提出磁泡动态测量的新方法——“晃动法”(Rocking technique)。它是在传输法^[2]的基础上发展起来的。它和传输法不同的是:(1)在驱动回路中通以正负驱动脉冲,使磁泡在梯度偏场作用下来回晃动而产生

两个稳定的磁泡象。(2)代替补偿回路的是一个方框位阱回路,其中通以“位阱直流”,形成软位阱,使磁泡圈在其中并和框外的磁泡或条状畴隔离。(3)考虑到磁泡在传输运动中的速度分散和角度分散,为保证磁泡每次晃动都有一定的起始点,防止磁泡被逐步推到梯度场非线

* 1979年1月25日收到。

1) 中国科学技术大学技术物理系1978年毕业生。

性区而破灭，负脉冲结束后必须在位阱直流上叠加一串复位脉冲。

晃动法的优点是：(1)能快速地测得畴壁迁移率；(2)能直接看到磁泡偏转角 ρ ，便于研究在各种条件下磁泡状态的稳定性。

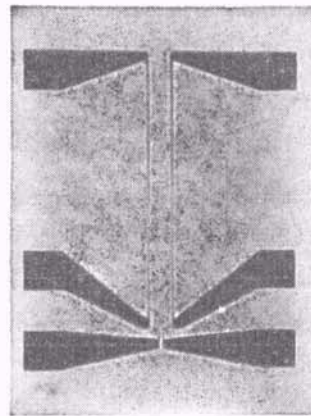
二、测量设备

晃动法测量设备方框图示于图1。它和传输法测量设备^[3]基本相同，只是驱动磁泡的光刻电路图形和驱动脉冲及控制电路不同。

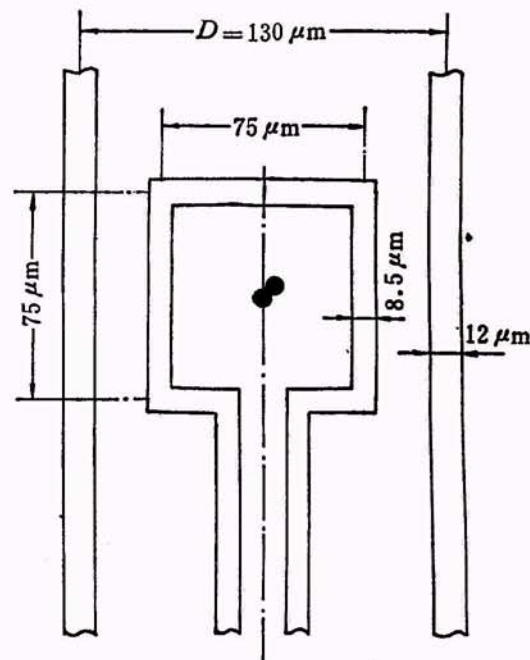
晃动法光刻电路图形的照片和尺寸如图2所示。外面两条金线长度约 $1350\mu\text{m}$ ，把它们串联起来通以同向电流就构成磁泡驱动回路，其电阻一般小于 10Ω 。里面是方框位阱回路，其电阻一般也小于 10Ω 。

图3是测量脉冲序列。控制脉冲信号源有三个输出通道。其中两个通道分别产生正₁和正₂触发脉冲，各自触发一台功率脉冲发生器(MF-1型)分别产生正和负的电脉冲。这两个电流脉冲并联输出，通过动态控制盒加到驱动回路上。正、负脉冲的宽度和幅度可由MF-1

型脉冲发生器频率特性的限制，我们所用的最高重复频率是 14kHz 。虽然它远低于文献[1]中的 100kHz ，但仍得到相当清晰的磁泡晃动象。显然，要使磁泡的两个晃动象亮度相等，正负驱动脉冲之间的时间间隔必须相同。



(a) 照片(放大约37倍)



(b) 典型尺寸

图2 磁泡晃动法光刻电路图形

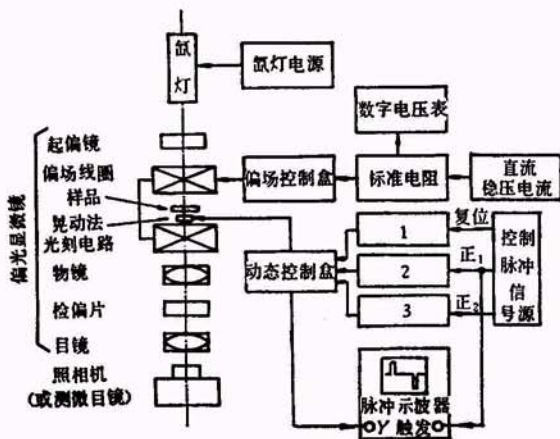
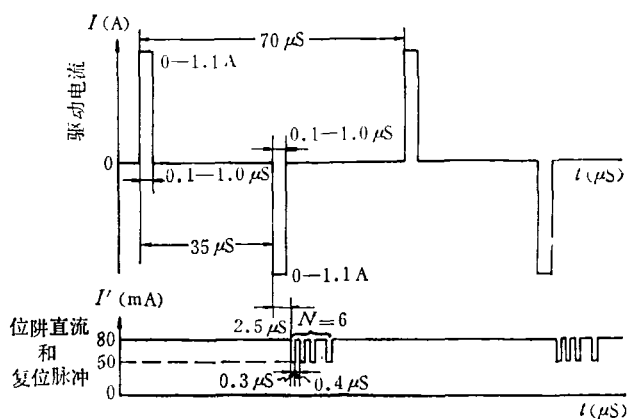


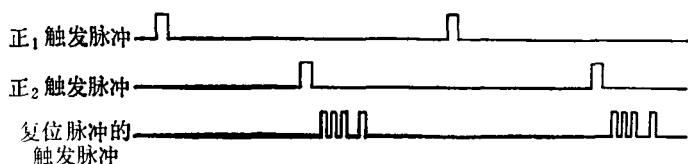
图1 晃动法测量设备方框图

- 1——位阱直流和复位脉冲发生器；
- 2——功率脉冲发生器；
- 3——功率脉冲发生器

型脉冲发生器调节。用一只双连电位器取代两台发生器的幅度调节电位器就可同步地改变正负脉冲幅度(0—1.1A连续可调)。由于MF-1



(a) 测量脉冲序列



(b) 控制脉冲信号源输出的触发脉冲序列

图3 测量脉冲序列示意图

我们采用阻抗并联回路的方法，解决了在位阱直流上叠加复位脉冲的问题，其线路如图4所示。两支路并联后流过位阱回路的总电流 $I' \approx I_1 + I_2 = 80 \text{ mA}$ 。晶体管 T_1 和 T_2 构成开关电路，由信号源第三通道的触发脉冲去控制 I_2 的通断。 I' 和 I_2 可根据需要由电位器 R_1, R_3 和 R_6 调节。

复位脉冲个数由实验确定。对于我们的样品，六个复位脉冲就够了。实验中我们注意到

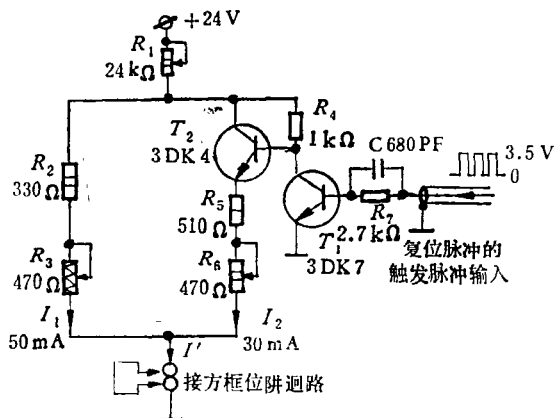


图4 位阱直流和复位脉冲电路

第一个复位脉冲应当靠近负驱动脉冲，而且复位脉冲的持续时间和驱动脉冲的半周期相比应尽量小，才能使起始点上的磁泡象清晰，其数值见图3。

另外，为切割条状畴而产生磁泡，信号源还设有单次脉冲输出。

三、测量程序

晃动法测量程序和传输法^[3]大致相同，但有其自身特点。

方框位阱回路兼作磁泡发生器。任意一台脉冲发生器在单脉冲触发下输出 $0.1 \mu\text{s}$ 宽，幅度为 $0.06-0.3 \text{ A}$ 的脉冲。该脉冲流过位阱回路，在适当的条件下就能在方框内切得段畴，加大偏场就收缩为磁泡。

在晃动法中，我们也使测量磁泡所受偏场

$$H_{\text{侧}} \approx \frac{H_2 + H_0}{2} \quad (H_2 \text{ 为成泡场, } H_0 \text{ 为破灭场}).$$

由于方框中要通位阱直流 I' ，而且它产生的磁场方向和 H_B 相同，所以要使被测磁泡受的总偏场为 $H_{\text{侧}}$ ，就必须校准 I' 的磁场 $H_{I'}$ 。实验表明，用位阱回路切得的磁泡的破灭场几乎相等，所以可以用 H_0 数据来校准 $H_{I'}$ ，得到 $H_{I'}-I'$ 曲线，如图5所示。由该曲线可确定位阱直流为 I' 时

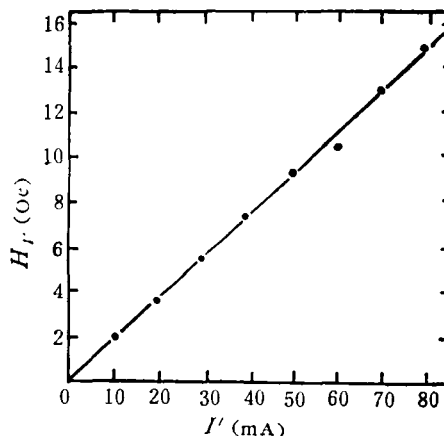


图5 $H_{I'}-I'$ 校准曲线

的相应偏场 $H_{B, \rho} = H_{\text{偏}} - H_{I'}$ 。

晃动前,使正负驱动脉冲宽度相等,幅度为零。然后在位阱回路中加复位脉冲并逐渐增大正负驱动脉冲幅度,磁泡就开始晃动。在一定的幅度范围内,磁泡能达到稳定的晃动状态,出现两个清晰的磁泡象,清楚地显示出磁泡的位移及其偏转角。调节脉冲幅度,使磁泡位移约一个泡径,拍摄到的照片如图 6(a) 所示。相应的晃动前的照片示于图 6(b)。

在晃动法中磁泡在传输运动中的速度和角度分散都自动地得到了平均,所以在一定的驱动脉冲宽度和幅度下只需拍摄一张底片。依次改变脉冲宽度 t_p , 调节脉冲幅度,使磁泡都位移约一个泡径,拍摄晃动照片,得到磁泡速度 V 和驱动磁场 ΔH 的关系曲线,作出相应的磁泡偏转角 ρ 和磁泡状态数 S 和 ΔH 的关系图,就完成了晃动法测量。

四、测量结果和讨论

我们对成份为 $Y_{1.9}Sm_{0.1}Ca_1Ge_1Fe_4O_{12}$ 的 3—6 号样品^[3]进行了晃动法测量,并和传输法测量

结果进行比较。

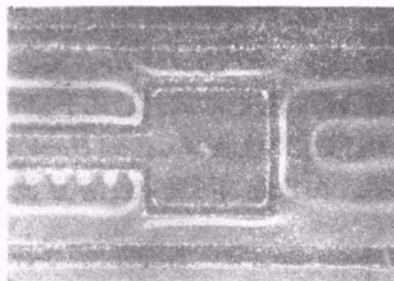
1. 磁泡晃动的稳定状态是确定的

对该样品不论在方框中切得的磁泡状态如何,单泡晃动的稳定状态都是 $\rho=45^\circ$ 的 $S=3/2$ [见图 6(a)]。但是,如果在方框内切出双泡,那么一经晃动,它们就处于确定的位置,并且有不同的确定的状态。靠近方框缺口处的是 $\rho=45^\circ$ 的 $S=3/2$ 的泡,而另一个却是 $\rho=30^\circ$ 的 $S=1$ 泡,如图 6(c) 所示。图 6(d) 是相应的晃动前的照片。

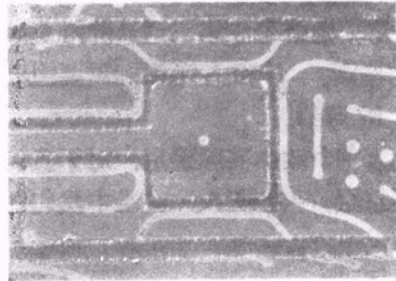
另外,在测量中偶而发现 $\rho=0$ 的 $S=0$ 泡的晃动,但持续时间不超过 20 sec,随即变成稳定的 $S=3/2$ 泡。这和传输法测量中发现的 $S=0$ 态磁泡的不稳定性是一致的^[3]。而 $S=1$ 和 $S=3/2$ 泡比 $S=0$ 泡要稳定得多。所以,在 14 kHz 重复频率的晃动法测量条件下就只能观察到 $S=1$ 和 $3/2$ 两种状态的晃动。

2. 晃动法测出的迁移率和传输法相同

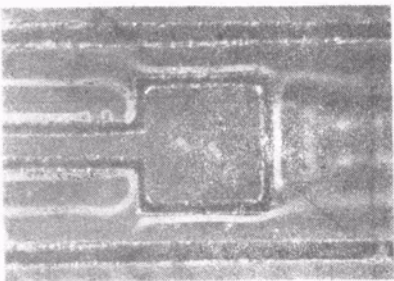
传输法测得的 $S=1$ 和 $3/2$ 磁泡的 $V-\Delta H$ 曲线线性段在图 7 中由实线表示。在泡径 $d=5-6\mu\text{m}$ 的范围内,晃动法多次测量的结果相当一致。其中一次的测量结果用小黑点表示。它



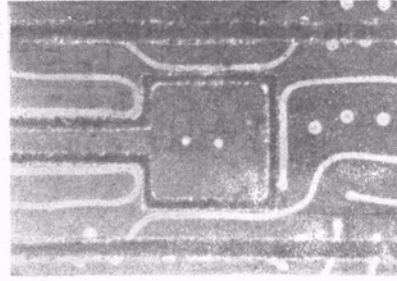
(a) 单泡晃动



(b) 单泡晃动前



(c) 双泡晃动



(d) 双泡晃动前

图 6 3—6 号样品磁泡晃动及晃动前的照片(放大约 330 倍, $I' = 80 \text{ mA}$)

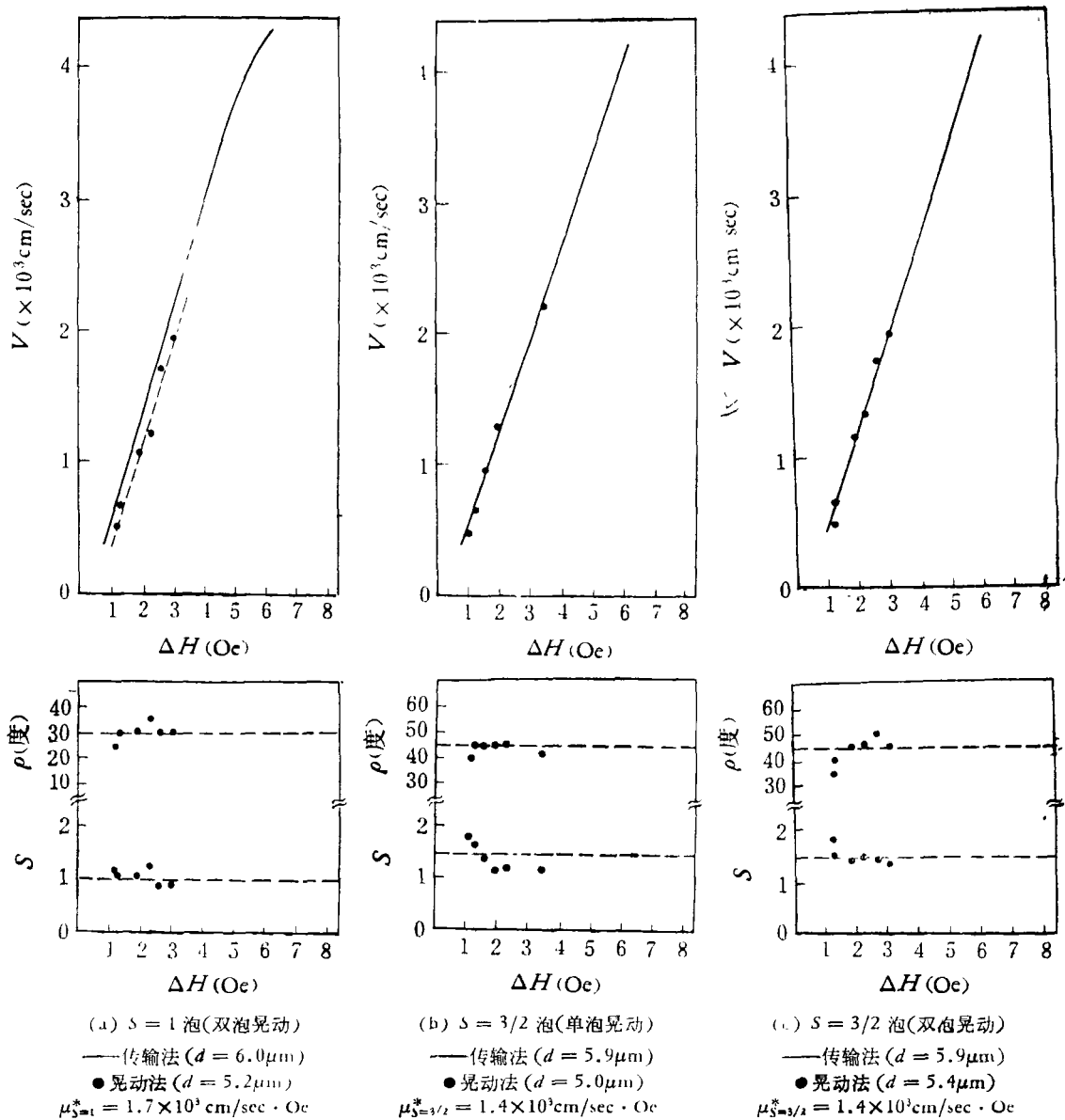


图7 3-6号样品晃动法和传输法测量结果的比较

们相应的 ρ 角及 S 数和 ΔH 的关系也同时示出。

由图7可知,两种方法测得的 $V-\Delta H$ 曲线的线性段的斜率完全相同。无论是单泡还是双泡晃动, $S=3/2$ 泡的数据点和传输法的测量结果都能很好符合。对于 $S=1$ 泡,稍向右移约 0.3Oe ,但斜率仍与实线相同。

文献[3]已经提到用公式

$$V = \frac{1}{2} \mu_{\omega} \left(\Delta H - \frac{8}{\pi} H_c \right)$$

计算 μ_{ω} , 必须选用 $\rho=0$ 即 $S=0$ 泡。所以原则上不能从 $S=1$ 或 $3/2$ 泡的 $V-\Delta H$ 曲线的线性段按上述公式计算 μ_{ω} 。但是,如果从实际出发,考虑到 Ca-Ge 替代的磁泡材料快速常规测试的需要,我们不妨把上式用于 $S=1$ 和 $3/2$ 泡,并把计算所得的迁移率记为 $\mu_{S=1}^*$ 和 $\mu_{S=3/2}^*$ 。对于 3-6 号样品,用传输法得到的 μ_{ω} , $\mu_{S=1}^*$ 和 $\mu_{S=3/2}^*$ 分别为 1.3×10^3 , 1.7×10^3 和 $1.4 \times 10^3 \text{ cm/sec} \cdot \text{Oe}$, 而用晃动法得到的 $\mu_{S=1}^*$ 和 $\mu_{S=3/2}^*$, 则和传输法相同。
 (下转第 496 页)