

迈克耳逊干涉法测量非晶
FeSiB 的磁致伸缩*

林丽莎 章 勇

(电气技术系)

摘要 用迈克耳逊干涉法,对不同成份的非晶态 Fe Si B 合金的磁致伸缩特性进行比较测量,寻找具有较高磁致伸缩系数的非晶材料.

关键词 非晶态,磁致伸缩,迈克耳逊干涉.

0 引言

铁磁体和亚铁磁体在磁场作用下,因磁化状态改变,长度和体积都要发生微小的变化,这种变化称为磁致伸缩^[1].由于这种形变一般都很微小(饱和磁致伸缩系数 $\lambda_s \sim 10^{-7} \sim 10^{-5}$),用一般的实验方法不易测量.早期有采用应变片测量体材料的磁致伸缩,而薄带及薄膜材料的测量更难,有报道中国科技大学用自制的磁矩小角度旋转仪测定薄带材料的饱和磁致伸缩系数 λ_s ^[2],国外有用激光悬臂法测量薄膜材料的 λ_s ,但仪器设备昂贵.

非晶态 FeSiB 合金是一种良好的软磁材料,既具有高的磁饱和强度和磁导率,又具有较高的磁致伸缩系数,是一种有发展前途的非晶材料.我们在研究非晶 FeSiB 合金的磁特性,探讨利用具有较高 λ_s 的材料作为力传感元件时,比较测量材料的磁致伸缩特性是个关键.我们改装了迈克耳逊干涉仪,用光干涉法测量了非晶薄带的磁致伸缩特性.

1 实验

用迈克耳逊干涉法测量 FeSiB 非晶薄带的磁致伸缩.

1.1 材料

采用中国有色金属研究总院提供的两种非晶条带.其中,1#带,Fe_{80.46}Si_{7.65}B_{11.5}C_{0.39}厚度

本文1992—05—08收到.

* 福建省自然科学基金资助课题.

20 μm . 2*带, $\text{Fe}_{77.84}\text{Si}_{9.2}\text{B}_{12.8}\text{Co}_{0.16}$ 厚度 30 μm . 均裁成宽度约为 1.5mm 的条带样品, 用 x 射线衍射验证材料为非晶态.

1.2 实验装置

用迈克耳逊干涉法测量薄带材料磁致伸缩的实验装置如图1, 主要仪器有 He-Ne 激光器, 改装的迈克耳逊干涉仪, 螺线管线圈, 用光纤传输激光, 采用的光纤芯径为 1070 μm .

从 He-Ne 激光器发出的激光经平面镜 M 分光并聚焦后一束通过光纤从 A 传到 D ; 另一束光通过另一光纤从 B 传到 C 再到 D , BC 段光纤上贴了非晶态 FeSiB 样品薄带并穿过螺线管(在螺线管内粘贴的薄带长 16cm), 两束光在屏幕 P 上产生干涉条纹. 当螺线管线圈通电时, 由于样品薄带的磁致伸缩, 使两束光的光程差发生变化, 从而屏幕上可看到干涉条纹的移动, 从干涉条纹移动的数目可以计算出材料的磁致伸缩量.

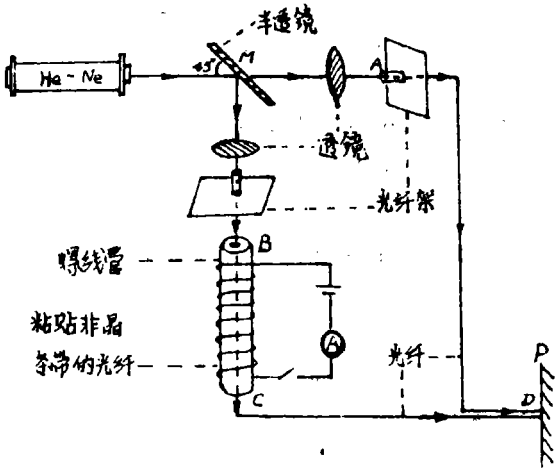


图1 光干涉法测量装置

利用上述装置测量两种 FeSiB 非晶薄带的磁致伸缩特性, 其结果如表1.

表1螺线管线圈通过的电流及干涉条纹移动情况

BC 段粘贴情况	条纹开始移动	条纹不再移动	最大的条纹 移动数目(条)
	1条时的电流(A)	时的电流(A)	
粘贴1#带	0.24	2.20	6.0
粘贴2#带	0.10	2.20	9.0
未粘贴薄带			0

表中可看出, 两光纤均未粘贴薄带时, 螺线管线圈通电后干涉条纹未移动, 只当 BC 段粘贴非晶薄带时通电前后干涉条纹发生移动, 说明干涉条纹的移动是因螺线管内的光纤粘贴了薄带所致.

以上实验重复多次, 结果不变. 同时当电流从最大值减小时, 条纹朝相反方向移动.

2 结果分析

(1)当螺线管线圈通电时,FeSiB 非晶薄带在磁场作用下,由于磁化状态的改变,产生磁致伸缩,带动了光纤的形变,引起两束光光程差的改变,干涉条纹就会产生移动.实验观测到干涉条纹的移动,说明了 FeSiB 非晶薄带具有磁致伸缩特性.材料的磁致伸缩是伴随磁化过程发生的,因此它是磁化场的函数,当磁化场达到饱和时,磁致伸缩达最大, λ 达到饱和值 λ_s 即饱和磁致伸缩系数^[3],此时磁场再增加材料不再发生形变.实验中当螺线管线圈的电流增加到2.20A 时,干涉条纹不再移动,说明此时材料已达到磁化饱和状态,磁致伸缩已达到最大.

(2)在同样的实验条件下,螺线管内光纤粘贴不同成份的 FeSiB 薄带时,最大的干涉条纹移动数目不同(表1),说明不同成份材料的磁致伸缩特性不同,因此用此实验可以主便地比较测量不同材料的磁致伸缩特性.通过比较测量找出具有较高磁致伸缩系数的 Fe 基非晶材料,用于制作磁传感元件和力传感元件.

(3)从实验结果看,所观察到的干涉条纹移动数目比从理论上估算的数目要少.从所看到的资料,一般的 FeSiB 系非晶材料的 $\lambda_s > 10^{-5}$. 根据条纹移动数与光程差的关系($n=2\Delta l/\lambda$, n 是条纹移动数目, Δl 是光程差改变, λ 是光的波长)推算最大条纹移动数目应多于10条.可认为,其主要原因是实验所用光纤太粗,薄带又较薄,形变时受到光纤的阻力较大,不能达到未粘贴光纤时所产生的形变程度.对于这一点,已做了验证实验,即将 BC 光纤的保护层剥离,FeSiB 非晶薄带直接粘贴到“裸光纤”上(光纤的有效长度约35cm,芯径为500 μm).重复上述实验,所观察到的最大干涉条纹移动数目最少为12条,与估算值较为接近,说明光纤越细,对形变的阻滞越小,测量越准确.所以,如果要定量测量材料的饱和磁致伸缩 λ_s ,需要选择更细的光纤,这会给光束的聚焦带来一定的困难,但应当可以做到,是今后努力的方向.同时,我们也在试验把 Fe 基非晶材料直接蒸镀到光纤上,以便测量薄膜材料的磁致伸缩特性,关键在解决镀膜的统一性和厚度问题.

3 结论

用迈克耳逊干涉法可以方便地对不同成份的薄带材料的磁致伸缩特性进行比较测量,便于寻找具有高磁致伸缩系数的材料,用于制作力传感元件.另外,设计该实验涉及到电磁感应、磁致伸缩、形变、光的干涉等多方面的知识,既有基础的实验手段,也用到激光,光纤传输等较新的实验仪器,是个较好的光机电综合实验.对于机、电类的本科学生来讲,应当全面掌握光机电的基础知识和测试手段,该实验可以作为光机电的综合实验对学生进行训练.

参 考 文 献

- [1] 王会宗等,磁性材料及应用,国防工业出版社,(1989).
- [2] 何正明等,Cr. Cu. Co 对 FeSiB 非晶合金磁致伸缩系数的影响,金属学报,25,5(1989).
- [3] 中国冶金研究所等,金属材料物理性能手册(1),冶金工业出版社,(1987).

The Adoption of Michelson Interference for Measuring the Magnetostriction of Amorphous FeSiB Alloy

Lin Lisha Zhang Yong

(Department of Electric Technique)

Abstract For the purpose of seeking after the amorphous materials with higher magnetostriction coefficient, Michelson interference is adopted to measure comparatively the magnetostrictive property of amorphous FeSiB alloys with different component parts.

Key words amorphous material, magnetostriction, Michelson interference