

非晶态 $(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{77.5}\text{Nd}_4\text{B}_{18.5}$ 合金的电阻率的压力系数和压力弛豫研究*

苏 昉¹⁾²⁾ 谢 斌¹⁾

1) (中国科学技术大学基础物理中心, 合肥 230026)

2) (中国科学技术大学结构分析开放研究实验室)

沈 保 根

(中国科学院物理研究所磁学国家重点实验室, 北京 100080)

(1993 年 8 月 26 日收到)

在 0.0001—2.4 GPa 流体静压力范围详细研究了非晶 $(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{77.5}\text{Nd}_4\text{B}_{18.5}$ ($0 \leq x \leq 1.0$) 合金的电阻率与压力的关系, 得到该非晶合金电阻率的压力系数随组分 x 变化的规律。结果表明: 用少量的钴 ($x = 0.2$) 替代铁, 不会影响其硬磁性和热稳定性, 同时却可减小电阻率的压力系数, 从而增强电磁性能在压力下的稳定性。此外还观测到在 0.51 GPa 保压 3—24 h 的结构弛豫, 进一步求出该非晶合金电阻率的压力弛豫时间对组分 x 的依赖关系。

PACC: 6140; 7550; 6250

1 引 言

钕铁硼磁体具有优异的永磁性能, 目前已广泛用于各领域, 迅速推动电机和电磁器件的更新换代, 沿着“轻量化、薄型化、微型化”方向发展, 引起世界经济发达国家的高度重视。其中, 低 Nd(3—5 at%) 快淬 NdFeB 合金由于具有高的剩磁和磁能积可望成为实用性永磁材料^[1], 如快淬 $\text{Nd}_4\text{Fe}_{77.5}\text{B}_{18.5}$ 合金获得室温最大矫顽力 $H_c = 231 \text{ kA/m}$ 和最大磁能积 $(BH)_{\max} = 104 \text{ kJ/m}^3$ ^[2,3]。进一步研究非晶 $(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{77.5}\text{Nd}_4\text{B}_{18.5}$ ($0 \leq x \leq 1.0$) 合金发现^[4]: Co 替代 Fe 导致铁原子平均磁矩增加, 和居里温度增加, 在低的 Co 浓度下存在一个高的 H_c 和 $(BH)_{\max}$ 其硬磁性与硬磁 2:14:1 相有关。但其电阻特性尚未见测量。

此外, 非晶态铁磁合金的电阻率比同组分晶态合金高一个数量级, 可使铁损减少 3/4, 并提高工作频率, 已获广泛应用。但是其导电性理论至今很不完善, 四种主要模型: 1) 推广的 Ziman 理论, 2) 类 Kondo 效应, 3) 相干交换散射模型, 4) 双能级隧道态模型均有较大的局限性, 电子散射的机制尚未真正解决。

本文制备出非晶 $(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{77.5}\text{Nd}_4\text{B}_{18.5}$ ($0 \leq x \leq 1.0$) 系列合金薄带, 并在 0.0001—

* 国家自然科学基金和国家科委基础处资助的课题。

2.4GPa 流体静压力范围精确测量其电阻率随静水压的变化规律,为该类材料的实际应用提供可靠数据,并为今后建立新的物理模型提供重要的实验结果。

2 实验方法

2.1 非晶合金的制备

用纯度均为 99.9% 的 Fe, Co, Nd 和纯度 98.6% 的 FeB 合金为原料,在真空电弧炉内充高纯氩气保护,熔炼成为均匀的合金锭,其成分为 $(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{77.5}\text{Nd}_4\text{B}_{18.5}$, $x = 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0$ 共 11 种。然后用快速急冷法在直径 20cm 的铜辊上以 47m/s 的速度制备成合金薄带,带宽 1mm,带厚 20 μm 。X 射线衍射确认样品为非晶态。

2.2 流体静压力的产生和测量

采用 400T 四柱双缸液压机双向加压。由同步箝紧式活塞圆筒型高压装置产生静水压,装置图详见文献[5]。液体传压介质采用石油醚。压力腔内装有自制的并经高纯铍丝校正的锰铜丝压力计。外接 0.02 级 QJ-36 型单双臂两用电桥和 LZ3-204 函数记录仪测量静水压,相对误差小于 0.003。

2.3 直流电阻率测量

采用标准的四端引线法。设计双刀换向开关,使电流先后从正、反向流过待测电阻,所有实验点均取正、反向电流下的平均值。 R_s 采用 BZ 3 型直流标准电阻,浸在纯净的 52# 变压器油中,误差 $< \pm 0.01\%$ 。其电压 V_1 用 JDS-II 型高灵敏度 $4\frac{1}{2}$ 位四量程自动切

换电压表测。待测电阻 R_x 与 R_s 串联,其电压 V_2 用 7150 型 $6\frac{1}{2}$ 位数字电压表测。故

$$R_x = V_2/I = (V_2/V_1)R_s; \bar{R} = \frac{1}{2}(R_x^+ + R_x^-)。室温 and 常压下的电阻率 $\rho_0 = \bar{R}_0 \times$$$

$$\frac{W_0 h_0}{L_0}。 (其中 W_0, h_0 和 L_0 分别是非晶合金薄带在室温和常压下的平均宽度、平均厚度和$$

两个内端之间的长度。)

根据热电偶测量,每次加压对传压介质做功使其温升 1—2 $^{\circ}\text{C}$,约 1min 才恢复到室温。故每次加压后均等 1min 再开始测量,确保消除电阻率因加压造成的温度效应。

$$\text{室温和高压下的电阻率, } \rho = \bar{R} \cdot \frac{Wh}{L} = \bar{R} \cdot \frac{W_0 h_0}{L_0} (1 - \epsilon), \text{ (其中 } W, h \text{ 和 } L \text{ 分别}$$

是同一非晶薄带在室温和高压下的平均宽度、平均厚度和两个内端之间的长度。)由于液压和非晶态材料均各向同性,一维受压缩为 $(1 - \epsilon)$ 。因此, $\rho/\rho_0 = (\bar{R}/\bar{R}_0) \times (1 - \epsilon)$, 即电阻率的相对值由两部分相乘。前者是样品电阻在压力下的变化。从实验得知: 在 2.4GPa, $\bar{R}/\bar{R}_0 = -1.8\%$ (对 $x = 0$) $\sim -0.15\%$ (对 $x = 0.5$), 变化颇小。后者是非

晶合金受压缩后的尺寸效应因子,估算如下:三向平均应力^[6], $\sigma = (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)/3 = p$. 体积应变, $\mathcal{V} = \epsilon_x + \epsilon_y + \epsilon_z = 3\epsilon$. 体积弹性模量 $K \equiv \sigma/\mathcal{V} = 164(\text{GPa}) \times (1 - 0.07)$ (金属玻璃体积模量比晶态合金低 7%^[7]). 由此得 $\epsilon = p/3 \times 0.93 \times 164(\text{GPa}) = 0.52\%$, 与前者相比, 属于同一数量级, 不能忽略. 故该两部分受压的变化都必须计算在内.

3 结果与讨论

3.1 常压室温电阻率与组分的关系

我们多次测量非晶合金 $(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{77.5}\text{Nd}_4\text{B}_{18.5}$ ($0 \leq x \leq 1.0$) 在室温(11—13℃)和常压下的电阻率 ρ_0 , 得到一致的结果, 见图 1. 图 1 表明:

1. 图 1 表明:

1) 对 $0 \leq x \leq 0.20$, 随钴含量 x 增加(同时铁含量相应减少), ρ_0 迅速变大.

2) 对 $0.20 \leq x \leq 0.50$, ρ_0 随 x 增加而缓慢增大, 在 $x = 0.5$ 达到最大值 $1.96 \times 10^{-4}(\Omega \cdot \text{cm})$.

3) 对 $0.50 \leq x \leq 0.80$, x 再增加时 ρ_0 反而有所减小, 在 $x = 0.80$ 达到第二个极小值 $1.80 \times 10^{-4}(\Omega \cdot \text{cm})$.

4) 对 $0.80 \leq x \leq 1.0$, x 继续增加时 ρ_0 又回升.

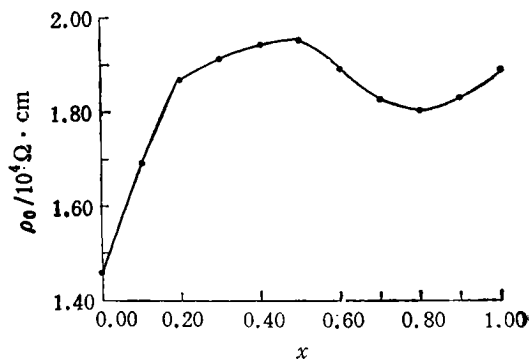


图 1 非晶 $(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{77.5}\text{Nd}_4\text{B}_{18.5}$ 合金常压室温电阻率随组分的变化

3.2 约化电阻率 (ρ/ρ_0) 与流体静压力的关系

对上述 x 不同的 11 种非晶合金, 我们在 0.0001—2.4 GPa 范围, 分别精确测量出它们的电阻率随静水压的变化. 结果示于图 2 和图 3.

由图 2, 图 3 可见, 非晶态 $(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{77.5}\text{Nd}_4\text{B}_{18.5}$ 合金 ($0 \leq x \leq 1.0$) 的约化电阻率的压力效应有四个特点:

- 1) 当静水压 P 增加时, (ρ/ρ_0) 均单调线性下降.
- 2) P 增加时 (ρ/ρ_0) 减小的幅度与钴含量 x 密切相关. 对 $0 \leq x \leq 0.5$ (图 2), x 越大, 则 (ρ/ρ_0) 随 P 增加而减小的幅度越小.
- 3) 图 3 反映出更加复杂的变化. 对 $0.5 \leq x \leq 0.8$, x 增加时, (ρ/ρ_0) 随 P 的变化幅度反而增大.
- 4) 对 $0.8 \leq x \leq 1.0$, x 增加时 (ρ/ρ_0) 随 P 变化的幅度又减小.

3.3 电阻率的压力系数与组分的关系

为了能够定量地表示出非晶态合金电阻率 ρ 随流体静压力 P 的变化程度, 类比非晶

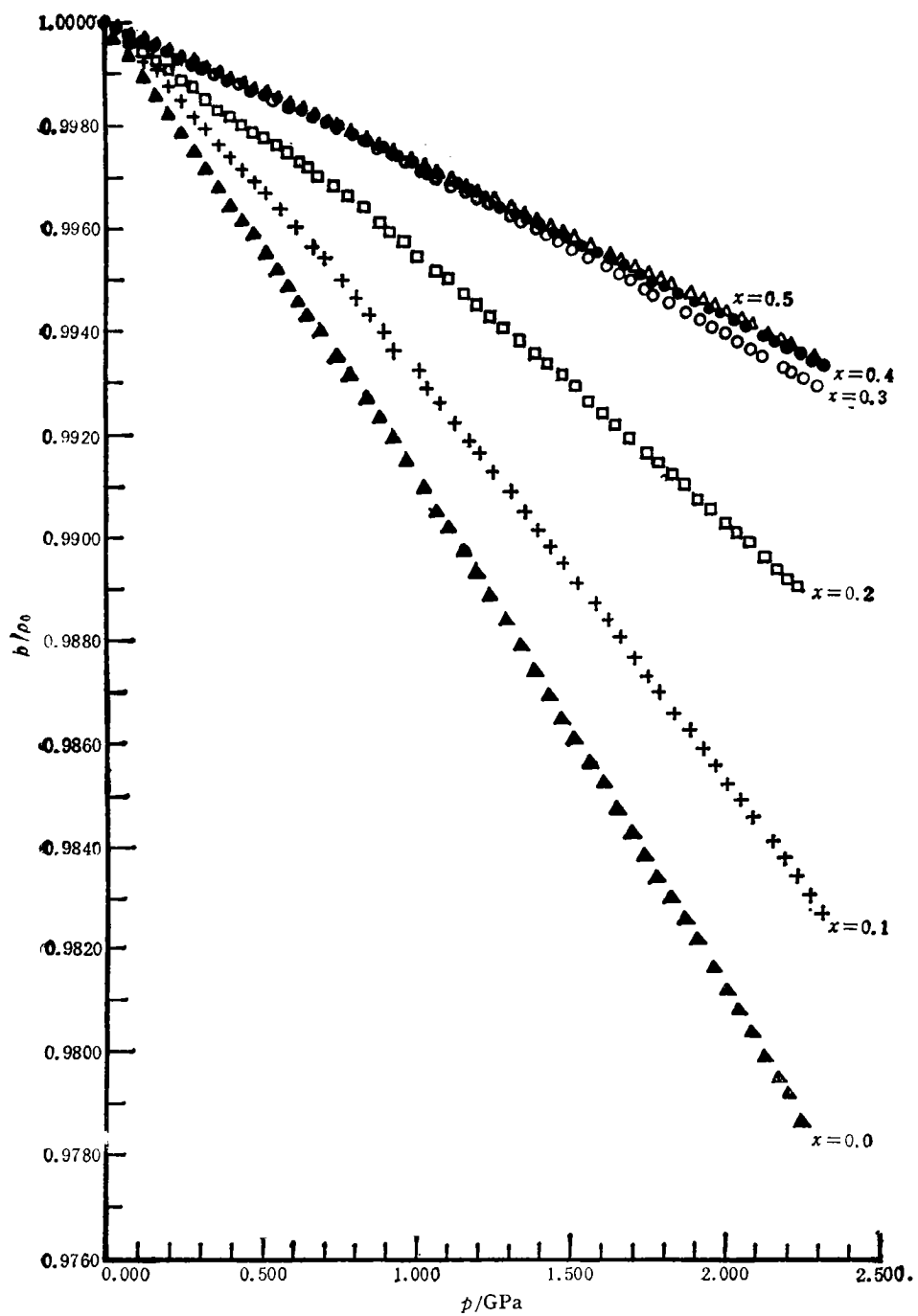


图 2 非晶 $(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{77.3}\text{Nd}_4\text{B}_{11.5}$ 合金 ($0 \leq x \leq 0.5$) 约化电阻率随静水压的变化

态金属电阻率的温度系数 $\alpha = \frac{1}{\rho} (d\rho/dT)$, 我们可定义非晶态合金电阻率的压力系数

β 。

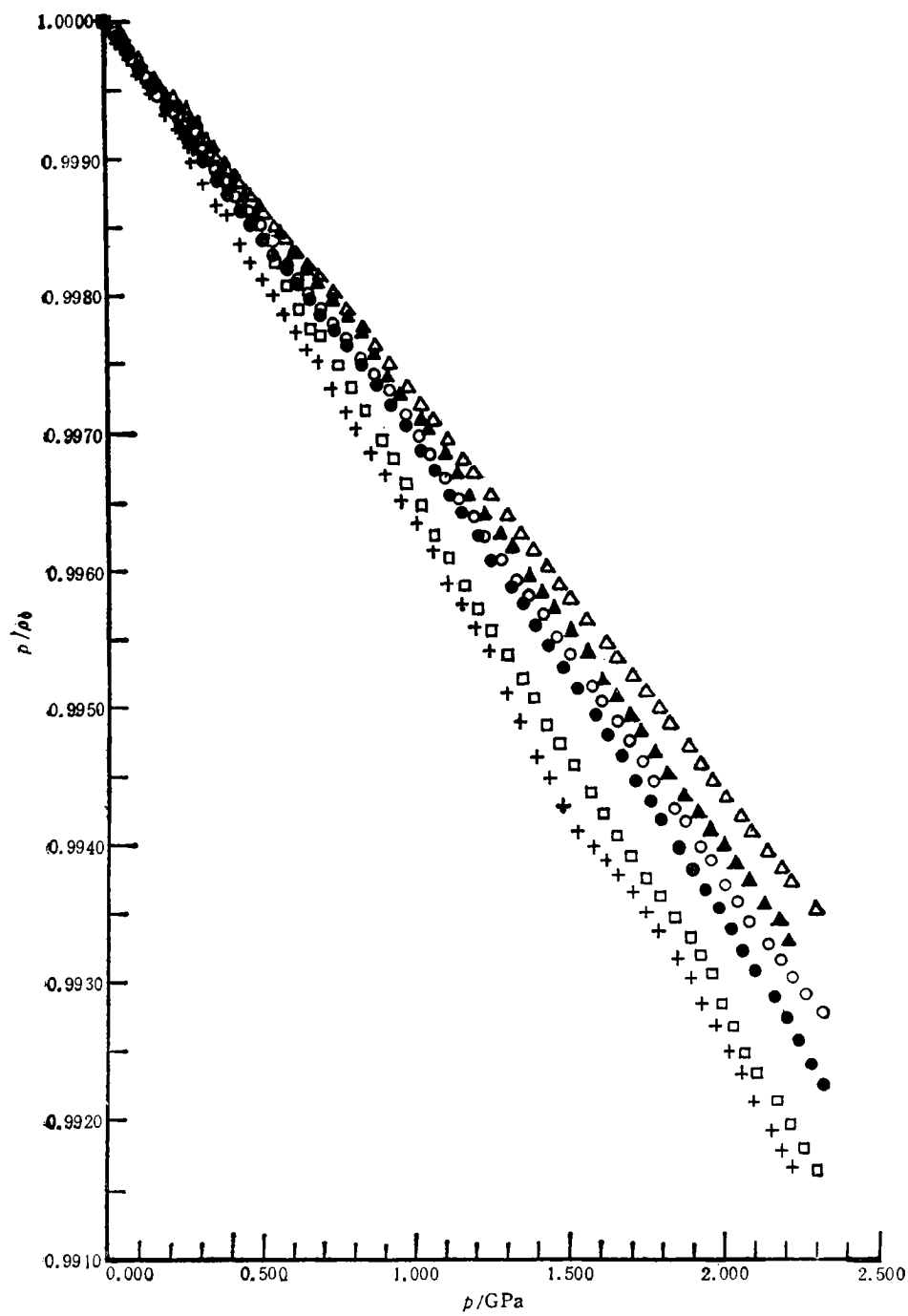


图3 非晶 $(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{77.5}\text{Nd}_3\text{B}_{18.5}$ 合金 ($0.5 \leq x \leq 1.0$) 约化电阻率随静水压的变化
 $\triangle$ 为 $x=0.5$; $\blacktriangle$ 为 $x=0.6$; $\bullet$ 为 $x=0.7$; $+$ 为 $x=0.8$; $\square$ 为 $x=0.9$; $\circ$ 为 $x=1.0$

$$\beta \equiv \frac{1}{\rho} (d\rho/dp) = \frac{(\rho/\rho_0) - 1}{p_{\max} - p_0} \quad (1)$$

式中 (ρ/ρ_0) 取最高压力 $p_{\max}$ 的对应值, ρ_0 取大气压 $=0.0001 \text{ GPa}$ 。由此算出非晶 $(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{77.5}\text{Nd}_4\text{B}_{18.5}$ 合金 ($0 \leq x \leq 1.0$) 电阻率的压力系数, 结果画于图 4。

β 为负值, 表示受压后电阻率减小。就像许多(不是全部)非晶态金属具有负的温度系数一样^[9]。图 4 表明: β 对组分 x 有如下依赖关系:

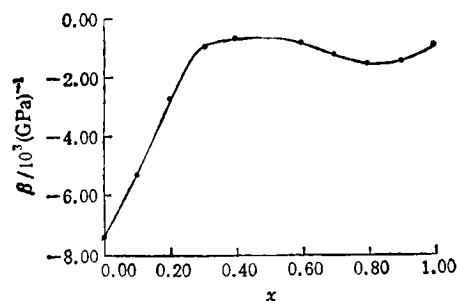


图 4 非晶 $(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{77.5}\text{Nd}_4\text{B}_{18.5}$ 合金电阻率的压力系数随组分的变化

1) 钴含量 x 较少时, 如 $0 \leq x \leq 0.3$, x 增加, 则 β 的绝对值迅速减小。

2) 钴含量 x 较多时, x 再增加, β 值变化都比较小。经精确测量仍可分辨出: 在 $0.3 \leq x \leq 0.5$, $|\beta|$ 随 x 增加而变小。在 $x=0.5$, $|\beta|$ 达最小值。

3) 在 $0.5 \leq x \leq 0.8$, $|\beta|$ 随 x 增加而变大。在 $x=0.8$, $|\beta|$ 达第二个极大值。

4) 在 $0.8 \leq x \leq 1.0$, $|\beta|$ 又随 x 增加稍为减小。

图 4 与图 1 的变化规律非常类似。它们反映出非晶合金电阻率的压力系数和常压室温电阻率在钕和硼的组分比例不变时, 都取决于钴和铁的含量。对 $x=0$ (不含钴、只含铁), 常压室温电阻率 ρ_0 最低, 但加压后 ρ 增大最快, 故其电阻率的压力系数 $|\beta|$ 最大, 对 $0 < x \leq 0.2$, 此时含钴较少 ($<16\%$), 含铁多于 62% , 增加少量的钴(同时铁相应减小)影响很显著, 可使 ρ_0 迅速增大, 同时使 $|\beta|$ 急剧变小。对 $0.3 < x \leq 1.0$ (含钴多于 23% , 含铁少于 54% 时), 尽管再进一步增加钴(同时相应减少铁), 对 ρ_0 和 $|\beta|$ 的影响却不大。

根据文献 [4] 研究非晶 $(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{77.5}\text{Nd}_4\text{B}_{18.5}$ 合金的结果; 当 $x \leq 0.7$ 时居里温度 T_c 均随增加钴的浓度 x 而升高; 在低的钴浓度存在一个高的矫顽力 H_c 和最大磁能积 $(BH)_{\max}$ 。(在 $0 \leq x \leq 0.3$, $H_c \approx 3-2 \text{ kOe}$; 而在 $0.4 \leq x \leq 1.0$, $H_c \leq 0.2 \text{ kOe}$, 减小了一个数量级。)(在 $0 \leq x \leq 0.2$, $(BH)_{\max} \geq 11.3 \text{ MGoe}$; 而在 $0.4 \leq x \leq 1.0$, $(BH)_{\max} \leq 1.0 \text{ MGoe}$, 亦减小一个数量级。)此外, 晶化温度测量表明 Co 的浓度对该非晶合金系列的热稳定性影响甚微。因此, 我们掺入少量的 Co 替代 Fe (如 $x=0.2$), 不会影响非晶 $(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{77.5}\text{Nd}_4\text{B}_{18.5}$ 合金的硬磁性和热稳定性, 即保持永磁材料的优点, 仍具有极大的矫顽力 H_c 和最大磁能积 $(BH)_{\max}$ (H_c 越大则抗干扰能力越强; $(BH)_{\max}$ 越大则用料越少)。但同时却可具有较小的电阻率压力系数, 若应用在高压力环境(如海洋深处, 或战场爆炸、核爆炸等场合), 将能减小电阻率因受高压引起的改变, 从而增强电磁器件在静(动)高压环境工作性能的稳定性。

3.4 电阻率的压力弛豫

在每个压力点测量电阻率约需 3 min 。一者因加压引起温升, 须等 1 min 恢复到室温; 二者因分别测正、反向电阻率, 至少 1 min 。故一个样品测 60 个压力点需 3 h 以上。实验发现: 电阻率的改变, 不仅与所受压力有关, 还与在此压力下停留时间的长短有关。为了提高测量的准确性, 我们系统观测了该现象。

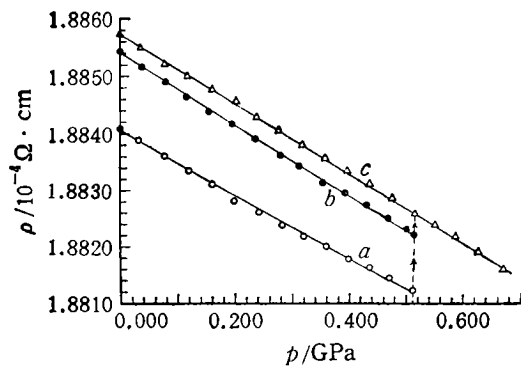


图5 非晶 $\text{Co}_{77.5}\text{Nd}_4\text{B}_{18.5}$ 合金电阻率的压力弛豫现象

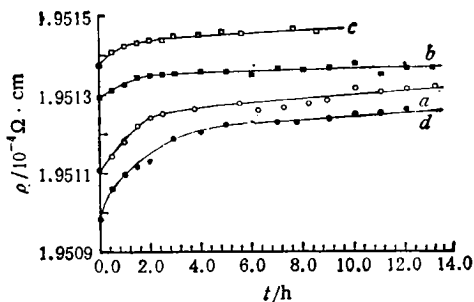


图6 非晶 $(\text{Fe}_{0.5}\text{Co}_{0.5})_{77.5}\text{Nd}_4\text{B}_{18.5}$ 合金在 0.51 GPa 电阻率随时间的变化

1) 对 $x = 1.0$ 的非晶 $\text{Co}_{77.5}\text{Nd}_4\text{B}_{18.5}$ 合金, 结果见图 5。第一遍加压(从大气压到 0.51 GPa)电阻率沿直线 a 变化。在 0.51 GPa 保压 3h 后, 电阻率增大 0.052%。卸压后室温常压电阻率 ρ_0 比初始值增加 0.071%。紧接第二遍加压, 电阻率只沿直线 b 变化。在 0.51 GPa 再停留 3h 后, 电阻率又增加 0.021%。卸压后 ρ_0 又比第二遍加压前的初始值增大 0.017%。紧接着第三遍加压, 电阻率又沿直线 c 变化。显然, 非晶 $\text{Co}_{77.5}\text{Nd}_4\text{B}_{18.5}$ 合金在 0.51 GPa 发生结构弛豫。压力像温度一样, 也会使几何短程序(GSRO)及化学短程序(CSRO), 即原子分布的状态发生了变化, 并伴随一系列物理性能变化, 对电阻率造成了明显的影响。

2) 对 $x = 0.5$ 的非晶 $(\text{Fe}_{0.5}\text{Co}_{0.5})_{77.5}\text{Nd}_4\text{B}_{18.5}$ 合金, 我们专门测量它在 0.51 GPa 静水压下电阻率随时间的变化, 延长保压时间观测全过程, 结果见图 6。其中曲线 a 是第一遍升压至 0.51 GPa, 保压 24h, 画出前 13h 的变化。曲线 b 和 c 是卸压后紧接第二、三遍升压至 0.51 GPa, 并保压 24h, 仍只画出前 13h 的变化。每遍升压后电阻率均比前一遍有所提高。曲线 d 是卸压后在大气中放松 24h, 然后再第四遍升压至 0.51 GPa, 保压 13h 的测量值。很明显, 曲线 d 和 a 差不多, 均有指数上升的趋势。再次确认 ρ 在同一压力下的变化来自结构弛豫。

3) 对 $x = 0, 0.1, 0.2, 0.5, 1.0$ 的 5 种非晶 $(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{77.5}\text{Nd}_4\text{B}_{18.5}$ 合金, 均测量第一遍升压到 0.51 GPa 保压 24h 其电阻率的变化。前几小时迅速增大, 后来趋向某稳定值。分别从各条 $\rho-t$ 实验曲线外推, 可推算得到该稳定值 ρ_∞ 。

3.5 压力弛豫时间与组分的关系

根据大量的实验结果, 结构弛豫的动力学过程可以用弛豫时间来讨论。设 ρ_0, ρ_t 及 ρ_∞ 分别表示时间为 0, t 及 ∞ 时的电阻率, 则弛豫过程一般有经验公式^[8]:

$$\rho_t - \rho_\infty = (\rho_0 - \rho_\infty) \exp[-(t/\tau)^n] \quad (2)$$

(2) 式中指数 $0 \leq n \leq 1$ 。由于出现非线性关系, 故考虑特征弛豫时间 $\tau(p, \bar{\sigma})$, 不仅与压力 p 有关, 且与结构序参数 $\bar{\sigma}$ 有关。

1) 先假定 $n \neq 1$, 求 n 。将(2)式两边二次取对数, 则有

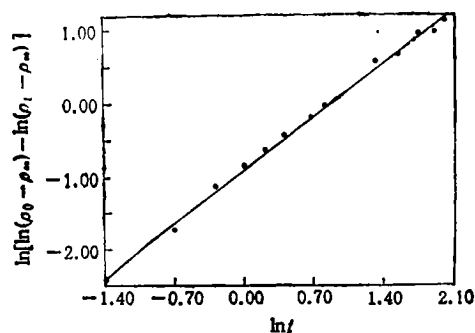


图7 非晶 $(\text{Fe}_{0.77}\text{Co}_{0.23})_{77}\text{Nd}_4\text{B}_{18}$ 合金在 0.51 GPa 的 $\ln \left[\ln \left(\frac{\rho_0 - \rho_\infty}{\rho_t - \rho_\infty} \right) \right] - \ln t$ 曲线

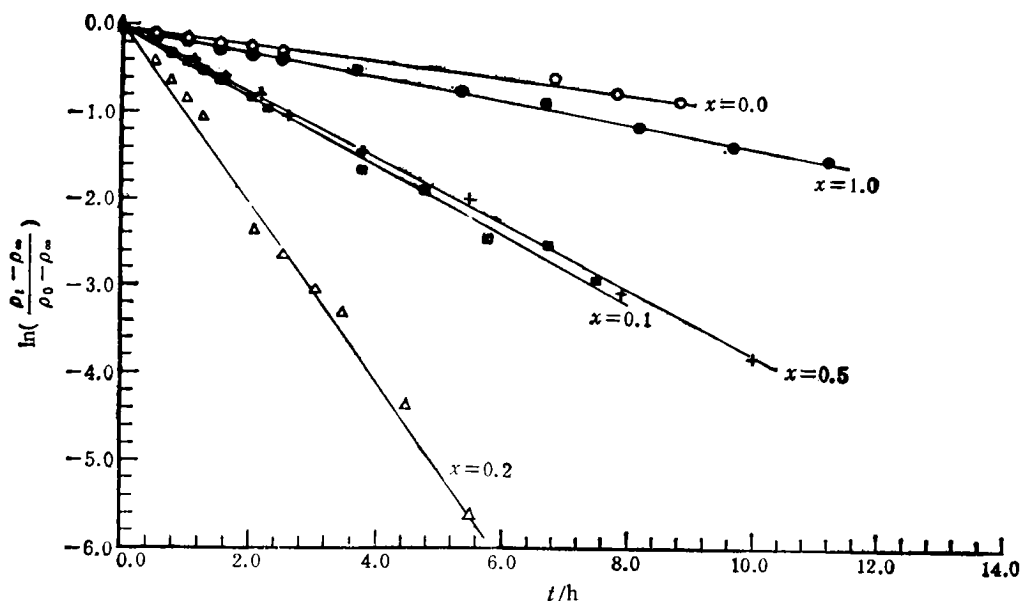


图8 非晶 $(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{77}\text{Nd}_4\text{B}_{18}$ 合金在 0.51 GPa 的 $\ln \left[\frac{\rho_t - \rho_\infty}{\rho_0 - \rho_\infty} \right] - t$ 曲线

$$\ln [\ln(\rho_0 - \rho_\infty) - \ln(\rho_t - \rho_\infty)] = n \ln t - n \ln \tau \quad (3)$$

ρ_0, ρ_t 及 ρ_∞ 皆可从 $\rho-t$ 实验曲线读出,故可作 $\ln \left[\ln \left(\frac{\rho_0 - \rho_\infty}{\rho_t - \rho_\infty} \right) \right] - \ln t$ 实验曲线,如图 7

所示(以 $x = 0.1$ 为例):从该实验曲线可见, $\ln [\ln(\rho_0 - \rho_\infty) - \ln(\rho_t - \rho_\infty)]$ 与 $\ln t$ 保持较好的线性,故从其斜率可直读 n 值。经微机用 ENG3 软件作线性拟合,结果如下:

对 $x = 0.1$, $n = 1.049$ (方差 $= 1.403 \times 10^{-2}$)

对 $x = 0.2$, $n = 1.036$ (方差 $= 1.029 \times 10^{-2}$)

发现对本非晶合金系列均可视为 $n = 1$, 即按线性关系处理。

2) 按 $n = 1$ 处理。(2)式简化为

$$(\rho_t - \rho_\infty) = (\rho_0 - \rho_\infty) \exp[-(t/\tau)]$$

则有

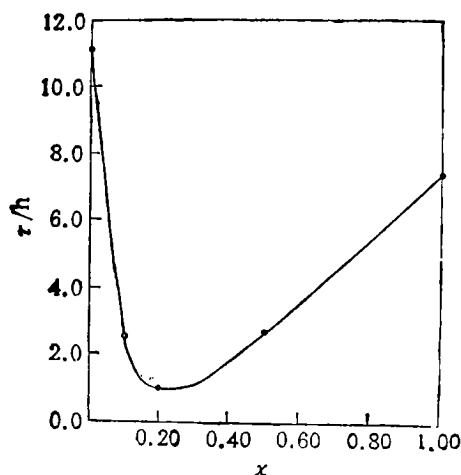


图9 非晶 $(Fe_{1-x}Co_x)_{77.5}Nd_4B_{18.5}$ 电阻率的压力弛豫时间

$$\ln[(\rho_t - \rho_\infty)/(\rho_0 - \rho_\infty)] = -(t/\tau) \quad (4)$$

我们做出 5 种非晶合金的 $\ln[(\rho_t - \rho_\infty)/(\rho_0 - \rho_\infty)]-t$ 的实验曲线, 结果画于图 8。

3) 求 τ 。从图 8 可见, 5 种非晶合金的 $\ln[(\rho_t - \rho_\infty)/(\rho_0 - \rho_\infty)]$ 均与时间 t 保持线性关系, 确实符合(4)式。故可令其斜率 $k = -1/\tau$, 由此分别求得各自对应的特征弛豫时间 τ 。全部结果示于图 9。

4 结 论

1) 电阻率的压力系数, $\beta = \frac{1}{\rho} (d\rho/dp)$, 它可进一步定量地表示约化电阻率 (ρ/ρ_0)

随流体静压力 p 的变化程度。

2) 用少量的钴替代铁(如 $x = 0.2$), 不会影响非晶 $(Fe_{1-x}Co_x)_{77.5}Nd_4B_{18.5}$ 合金的硬磁性和热稳定性, 同时带来一个好处: 可以使其电阻率的压力系数减小三分之二, 从而增强其作为电磁器件在静(动)高压环境应用时工作性能的稳定性。

3) 非晶 $(Fe_{1-x}Co_x)_{77.5}Nd_4B_{18.5}$ 合金 ($0 \leq x \leq 1.0$)。电阻率的压力弛豫时间 τ 对组分 x 的依赖关系已求得。最短在 $x = 0.2$, $\tau = 1h$ 。加压后应该尽量缩短测量时间, 以避免压力下结构弛豫的影响。

- [1] 沈保根, 自然科学进展, 2(1992), 319.
- [2] Bao-gen Shen, Lin-yuan Yang *et al.*, *Solid State Commun.*, **74**(1990), 893.
- [3] Bao-gen Shen, J.X. Zhang *et al.*, *J. Magn. Magn. Mater.*, **89**(1990), 195.
- [4] Bao-gen Shen, Lin-yuan Yang *et al.*, *J. Phys.: Condens. Matter.*, **4**(1992), 7247.
- [5] 苏昉、车荣铎等, 高压物理学报, **4**(1990), 63.
- [6] 徐灏等编, 机械设计手册(第一卷), (机械工业出版社, 北京, 1991), pp. 4—55.
- [7] 郭贻诚、王震西主编, 非晶态物理学, (科学出版社, 1984), 297.
- [8] 戴道生、韩汝琪等, 非晶态物理, (电子工业出版社, 北京, 1989), p. 282; p. 676.

PRESSURE-COEFFICIENT OF RESISTIVITY AND RELAXATION UNDER PRESSURE IN AMORPHOUS ALLOYS $(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{77.5}\text{Nd}_4\text{B}_{18.5}$

SU FANG¹⁾²⁾ XIE BIN¹⁾

1) (*Center of Fundamental Physics, University of Science and Technology of China, Hefei 230026*)

2) (*Laboratory of Structure Analysis, University of Science and Technology of China*)

SHEN BAO-GEN

(*State Key Laboratory of Magnetism, Institute of Physics, Academia Sinica, Beijing, 100080*)

(Received 26 August 1993)

ABSTRACT

Pressure-resistivity relation of amorphous alloys $(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_{77.5}\text{Nd}_4\text{B}_{18.5}$ ($0 \leq x \leq 1.0$) were investigated in detail in the hydrostatic pressure range from 0.0001 to 2.4 GPa. We obtained the variation rule of pressure coefficient of resistivity with content x in above amorphous alloys. Results show that substitution of a little Co ($x=0.2$) for Fe can not affect magnetic hardness and thermal stability, but enhance resistivity (about 28%), and improve stability both of electrical and magnetic properties under high pressure. Moreover, structure relaxation were observed under 0.51 GPa for 3—24 hours. Content x dependence of relaxation time of resistivity of the amorphous alloys under high pressure was studied.

PACC: 6140, 7550; 6250.