

- [11] J. Lindhard, *Mat. Fys. Medd. Dan. Vid. Selsk.*, **34**, 14, 1(1965).
- [12] S. Picraux *et al.*, *Phys. Rev.*, **180**, 873(1969).
- [13] J. Antoine *et al.*, *Mater. Res. Bull.*, **10**, 865(1975).
- [14] W. L. Roth, *G. E. R&D report*, 82CRD 022(1982).
- [15] W. Lanford *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **28**, 566(1976).
- [16] D. Kline *et al.*, *J. Chem. Phys.*, **57**, 5180(1972).

离子注入精密摩擦付的模拟实验研究

乔 塘 罗朝渭 丁世德

(中国科学院上海冶金研究所) (上海市离心机械研究所)

关键词: 离子注入 磨损 摩擦

精密摩擦付是每种具有转动或滑动动作的精密机械的关键零件。从使用的角度来看,它的质量直接决定着整机的技术指标。制造经久耐用的精密摩擦付对于提高整机性能有二重意义:其一,长寿命摩擦付自然延长整机的使用寿命,减少零件耗损与整机维修时间,有很大的经济意义;其二,对于特定的使用场合,机器一经启动,在相当长的时间内不可停机,长寿命精密摩擦付就更加显示出其重要性了。从制造的角度来看,精密摩擦付允许公差很小,只有几个微米的公差。制造这样精密的摩擦付的工艺要求比较复杂,耗费工时较长。长寿命摩擦付当然也就节约了原材料与工时,不言而喻,也有着很大的经济效益。离子注入是一种精密的材料表面改性新技术,原则上可以在室温下对材料表面进行处理,从而确保了零件加工允许公差与表面精度。因此,研究用离子注入方法提高精密摩擦付的寿命是一项有实际意义的工作。另外,摩擦付摩擦学性能的变化从实验室转移至工作现场时,往往有较大差别,能够设计接近实际摩擦状态的实验方法,对于获得更为满意的实验结果有一定的价值。本文介绍了离子注入改善精密摩擦付摩擦学性能模拟实验研究的初步结果。

一、实 验

1. 摩擦付结构 碗状铍铜轴碗,滚珠钢球转子,两者之间的加工公差为 $3\sim 5\mu\text{m}$, 其直径为 $5\sim 10\text{mm}$ 。

2. 摩擦实验装置 是一台特制的机架,铍铜轴碗为定子,钢球为转子,将整个摩擦付浸于润滑油内,旋转时可以自建油膜,以改善其摩擦状态。备有可以调节负荷的机构,以改变摩擦付的负载。

3. 摩擦实验 将注入 N^+ 或 Cr^+ (注入能量 $E_0=100\text{keV}$,剂量 $\Phi\geq 1\times 10^{17}\text{cm}^{-2}$) 的铍铜碗与未注入的直接装在上述机架上进行实验。检查油膜建立;承载能力;重复启动、停车的次数。试样分两类:一类是将性能相同的摩擦付进行注入与未注入的模拟比较实验;另一类是将同一摩擦付进行注入前后的模拟对比实验。

二、结果与讨论

从表1、表2中给出的数据可以看到,不论在低速还是高速下运行,经离子注入处理过

的铍铜轴碗摩擦付,油膜建立都比较容易;注入的摩擦付在较低的转速下即可建立油膜(浮起来旋转),而未注入的则需在较高的转速下才能浮起来,两者相差3倍左右;离子注入的摩擦付其承载能力也有比较明显的提高,约提高18—35%。由图2尚可清楚看到,负荷由3kg逐步增加,直至5.4kg,注入的摩擦付在转速为50周(3000r/min)旋转仍然十分平稳;而未注入的则不同,负荷超过3.5kg,旋转有些抖动、负荷增至4kg时,转速急剧下降,被迫停机。此外,注入过的摩擦付启动、停车的重复次数比未注入的原来2—3次增加到7—9次,这说明注入过的摩擦付其摩擦学性能确实改善了,因为铍铜轴碗一经磨损,油膜即不能建立,则必须重新调换轴碗与转子。经过仔细检测磨损后的摩擦付,发现其铍铜轴碗上出现一条圆环状磨损槽,在钢球的相应位置上出现一条圆环状铜色彩粘附带,经鉴定主要是铜,其宽度约200—300 μm 。显然,在磨损过程中轴碗的材料已转移到转子上了。这种磨损,很象Burwell^[1]提出的粘着磨损机制。根据这种磨损机理导出的磨损定律,有如下三点:(1)材料磨损总量正比于行程;(2)材料磨损总量正比于载荷;(3)材料磨损总量反比于较软材料的屈服强度或硬

表1 低速转动情况下,注入(N^+ 、 Cr^+)与未注入的摩擦付性能比较*

性能 试样	油膜建立 (起浮)(周)	承载能力 (kg)	启动、停车重 复次数(次)
注入(28#)	4—5	5.4	7
未注入(27#)	>14	~4	2

* 试样性能原始数据: 28# 300周(18000r/min)、3.8kg 27#300周(18000r/min)、3.8kg

度。据此,我们首先测量了铍铜轴碗离子注入前后的硬度变化,其结果为离子注入可以提高铍铜的显微硬度约60%。由于离子注入提高了摩擦付较软材料(铍铜碗)的硬度或屈服应力,从而改善了其摩擦学性能。

三、结 论

离子注入精密摩擦付铍铜碗可以使润滑油膜容易建立;承载能力显著提高;在较高温度下,能承受较大的负荷;摩擦付启动、停车的重复次数增加约3倍。

参 考 文 献

[1] J.T.Burwell, *Wear*, 1, 119(1957).

表2 高速下同一试样离子注入前后性能对比(5#摩擦付)

性能 试样	油膜建立 (周)	承载能力 (kg)	最高转速 (周)
注 入	3	4.5	612
未 注 入	9	3.8	520

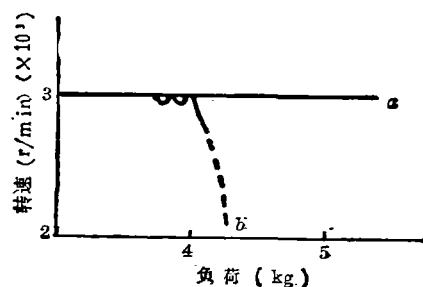


图2

离子注入与离子束混合两用机

廖道达

(东北工学院)

关键词: 离子注入 真空镀膜 离子束混合 表面改性 辐照 两用机

早在1979年,为了解决应用于高温高真空环境下的轴承的自润滑问题,我们就着手采用

atoms migrate to and accumulate on the surface of sample. With increasing of the temperature during ion irradiation the amount of migrated Cu atoms from the inner Cu layers to the surface of sample increases. For the Ta-Cu system it was found that atomic mixing occurs while irradiated at 77K and demixing of Ta-Cu was observed while irradiated at high temperature. The possible mechanism for these phenomena has been discussed.

Keywords: ion beam mixing W-Cu and Ta-Cu systems

A study of beta-alumina crystal by ion beam techniques

Ji Chengzhou

(The Institute of Low Energy Nuclear Physics, Beijing Normal University)

W. Roth R. Benenson

(New York State University, at Albasny)

K^+ , Mn^+ , Cu^+ , Y^+ and Ag^+ ions have been implanted tentatively into beta-alumina single crystal. The projected ranges are 20% to 30% greater than those predicted from LSS theory while the range stragglings are quite different upon the implanted ions. Channeling measurements suggest that the implanted Mn atoms diffuse both inwards and outwards due to annealing and eventually occupy the aluminium sites in the lattice, meanwhile the damage region can be restored through recrystallization. The angular width measured along the C axis (0.95°) is in good agreement with the value (0.97°) calculated from a simplified model. The adsorbed water diffuses rapidly near the surface region of the crystal, but rather slowly in deep region. Water molecules which have been bound to the lattice atoms cannot be removed until the annealing temperature is raised up to $700^\circ C$.

Keywords: solid state ionics LSS theory Channeling effect
reduced parameters projected range minimum yield
angular width

Modelling studied of precision friction components by ion implantation

Qiao Yong Luo Chaowei

(Shanghai Institute of Metallurgy, Academia Sinica)

Ding Shide

(Shanghai Institute of Centrifugal Machine)

This paper demonstrates that friction characteristics of precision friction components, such as building of lubricating oil film and carrying capacity, may be improved by ion implantation.

Keywords: ion implantation wear friction