

• 中国学者海外论文摘要 •

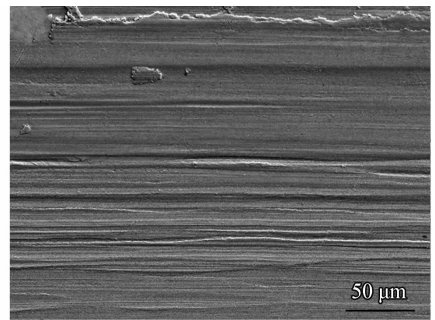
优异真空摩擦学性能复合薄膜研究取得新进展

PbS 是一种重要的半导体材料,其光电性能备受关注。事实上,PbS 易于在(100)晶面方向完全解理的晶体结构使其同样具有优良的固体润滑性能。装甲兵工程学院再制造技术重点实验室的马国政等综合应用磁控溅射和低温离子渗硫技术设计制备了 Pb/PbS 复合薄膜,研究发现该复合薄膜具有十分优异的真空摩擦学性能,有望用于空间固体润滑等特殊领域。该文发表在《ACS Applied Materials & Interfaces》2014 年第 1 期。

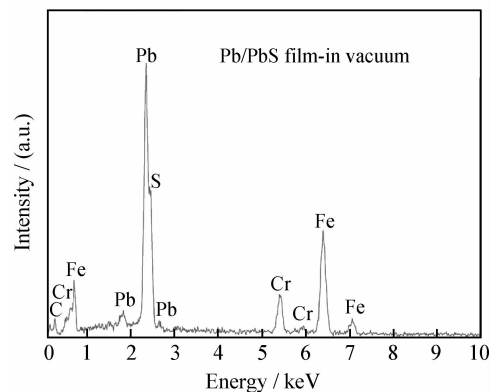
作者利用射频磁控溅射技术在单晶 Si(100)和 440C 轴承钢基体上沉积了厚度约 3 μm 的软金属 Pb 膜,然后将部分试样进行低温离子渗硫处理得到了 Pb/PbS 复合薄膜。并用 MSTS-1 型空间摩擦学测试系统对比考查了纯 Pb 薄膜和 Pb/PbS 复合薄膜在室温大气及高真空下的摩擦学性能。结果表明,纯 Pb 薄膜在大气中的摩擦因数较高(约 0.6),在真空中的平均摩擦因数约为 0.1,但波动较大。Pb/PbS

复合薄膜在大气中摩擦时同样会因严重氧化而很快发生摩擦学性能衰退现象,但在真空环境下的摩擦学性能十分优异,其摩擦因数可长时间(超过 3.2×10^5 s)稳定在 0.07 左右。

在真空环境下摩擦后,与 Pb/PbS 复合薄膜配副对磨的钢球表面形成了完整覆盖的软质转移膜,转移膜中富集的 S 元素还会在摩擦热的作用下与接触区域的 Fe 元素反应生成 FeS。



(a) 磨斑形貌

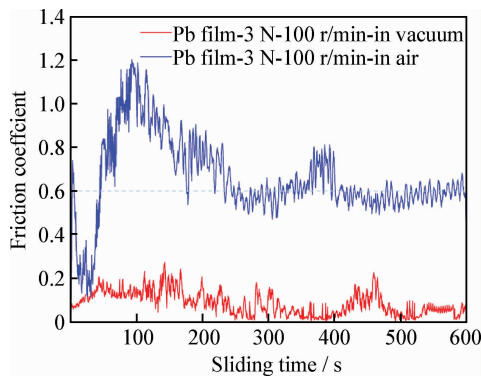


(b) 磨斑成分

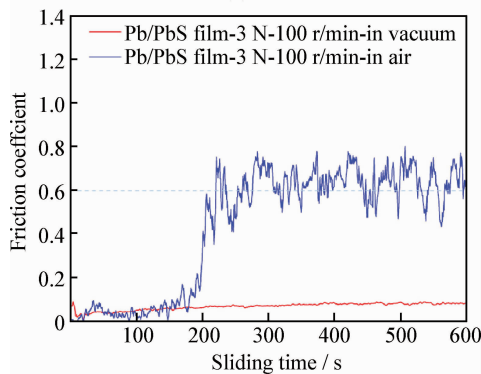
图 3 与 Pb/PbS 复合薄膜对磨钢球表面磨斑结构表征

作者指出,Pb/PbS 复合薄膜具有优异的真空摩擦学性能归因于如下 3 个方面:①薄膜中的润滑组分具有较强的塑性变形能力,Pb/PbS 复合薄膜可迅速在摩擦对偶表面形成致密连续的转移膜;②PbS 晶体结构高度对称,并可沿(100)晶面完全解理而形成原子级的光滑表面,剪切强度极低;③薄膜中的活性 S 元素可在摩擦热的作用下与对偶表面的 Fe 元素动态反应生成 FeS 实现多组分协同润滑。

(装甲兵工程学院 马国政 供稿)



(a) Pb 薄膜



(b) Pb/PbS 复合薄膜

图 2 大气和真空下两种薄膜摩擦学性能对比