

性膜/弹塑性基底体系的界面性能。利用此有限元模型,我们分别对双弹性材料体系及弹塑性膜/弹性基底鼓泡过程进行了模拟,然后结合本文所建立的鼓泡法表征韧性膜/韧性基底界面结合能理论模型的基本框架分别得到了双弹性材料体系和弹塑性膜/弹性基底材料体系的数值经验公式。数值经验公式与现有的解析公式相比基本吻合,这验证了该模型及基本理论框架的正确性。国家自然科学基金重点资助项目(50531060);国家自然科学基金杰出青年资助项目(10525211)。

关键词: 界面结合能, 鼓泡法, 内聚力模型

MS12 CCTAM2009-003107

鼓泡法表征韧性膜/刚性基底界面结合性能的理论模型

郝红肖*, 周益春*+, 蒋丽梅*+, 肖良红*

* 低维材料及其应用技术教育部重点实验室, 湘潭大学湖南湘潭 411105, Zhouyc@xtu.edu.cn

+ 湖南工业大学包装与材料工程学院湖南株洲 412007

提出用界面结合能来表征弹塑性膜/刚性基底体系的界面结合性能。针对弹塑性膜/刚性基底体系,我们建立了变截面梁理论模型并且推导出了幂强化材料的界面结合能的解析公式。首先进行了一定假设,忽略切向应力并且只考虑弯曲,这样就简化成变截面梁的弹塑性弯曲问题。在小变形情况下,根据应变与挠度的关系、幂强化材料的应力应变关系以及塑性全量理论,推导出了弹塑性应变能的公式。进而求出单位面积上释放的能量即能量释放率,也就等于界面的结合能。通过鼓泡实验测出实验数据,代入到界面的结合能公式中可以求出界面的结合能。国家自然科学基金重点资助项目(50531060);国家自然科学基金杰出青年资助项目(10525211)。

关键词: 界面结合能, 鼓泡法, 能量释放率, 变截面梁

MS12 CCTAM2009-003108

界面能的尺度依赖性及其对界面断裂强度的影响

梁立红, 尤雪梅, 马寒松, 魏悦广

中国科学院力学研究所非线性力学国家重点实验室北京 100190, lianglh@lnm.imech.ac.cn

金属/陶瓷界面由于在催化转换、场效应晶体管、防腐蚀涂层和热势垒涂层等领域应用广泛而受到越来越多的关注。材料的失效和破坏往往首先发生在界面,因此界面能的研究具有重要意义。尤其随着电子器件的微型化,界面能的尺度效应不能忽略。本文通过同时考虑界面能的化学和结构贡献建立了金属/陶瓷界面能尺度效应的解析模型,模型表明在纳米尺度界面能是依赖界面厚度的,其依赖性由构成界面的两种材料的熔化焓、摩尔体积、晶格常数和剪切模量等决定。进一步,基于界面能模型研究了Ag/MgO界面的界面势、界面应力及界面断裂强度。通

过比较 Ag/MgO 和 Ni/Al₂O₃ 界面能的解析结果与断裂强度的数值模拟结果,发现界面能较高的界面其断裂强度较低,根据我们模型讨论了界面能与界面断裂强度的内在关联。国家自然科学基金(10802088)和非线性力学国家重点实验室青年基金资助项目。

关键词: 界面能, 尺度效应, 界面势, 界面应力, 断裂强度

MS12 CCTAM2009-003109

纳米压痕和有限元法确定横观各向同性薄膜弹性力学参数

王甲世, 郑学军

湖南湘潭大学材料与光电物理学院, 湖南湘潭 411105
zhengxuejun@xtu.edu.cn

薄膜与涂层材料因为其特殊的微观结构,往往会呈现出各向异性的力学属性。由于它们在某些维度上的微小尺寸,所以有关各向异性薄膜力学参数的测量具有较大难度。

结合纳米压痕实验和有限元模拟的方法,提供了一种确定横观各向同性薄膜材料弹性力学参数的有效方法。正向分析过程中,采用幂指数关系压痕曲线模型对压痕过程进行无量纲分析,分别得到最大压痕载荷和压痕曲线幂指数与薄膜材料力学参数(横向杨氏模量、纵向杨氏模量和纵向剪切模量)的关系表达式。反向分析过程中,对氧化锌薄膜材料进行纳米压痕实验,施加适当的压痕载荷使得实际压痕深度与模拟计算压痕深度一致。从实验压痕曲线中得到测量参数最大压痕载荷和压痕曲线幂指数,进而可以方便有效地确定氧化锌薄膜材料的横向杨氏模量、纵向杨氏模量和纵向剪切模量。国家自然科学基金(10672139, 10825209, 50872117)资助项目。

关键词: 横观各向同性, 薄膜, 无量纲分析, 纳米压痕, 有限元, 材料弹性模量

MS12 CCTAM2009-003110

薄膜/基体界面的层裂行为研究

张东波, 魏悦广

中国科学院力学研究所, 北京 100190

近年来,薄膜/基体结构在微/纳米工程中得到广泛的应用,研究薄膜/基体界面的力学性能得到广泛的关注。为了检验薄膜和基体间的黏结强度,早在20世纪50年代,人们就设计了一种简单的实验方法——撕裂试验,该试验由于其简单易于操作至今仍在许多领域都有广泛的应用。早期对于撕裂试验的研究多局限于弹性撕裂,即将薄膜和基体都作为弹性材料来处理。后来,对于韧性薄膜,为了预测由于塑性耗散引起能量释放率(撕裂力)的增大, Kim 及其合作者提出并采用了梁的弯曲模型对撕裂中的塑性耗散进行预测。Wei 和 Hutchinson 在分析