

# CeO<sub>2</sub> 对 B 激光合金化层腐蚀性能的影响\*

王 铀 苏 梅 戴晓梅 陈赤因

(北京航空航天大学材料科学与工程系,北京,100083)

**摘要:** 本文采用电化学测试技术和扫描电镜观察,对加入 CeO<sub>2</sub> 和未加入 CeO<sub>2</sub> 的 B 激光合金化层进行了抗腐蚀性能研究。结果表明,由于 CeO<sub>2</sub> 的加入可以明显改善 B 激光合金化的耐蚀性。

**关键词:** CeO<sub>2</sub> 激光合金化 腐蚀

## Influence of CeO<sub>2</sub> on corrosion resistance of B laser-alloyed layer

Wang You, Su Mei, Dai Xiaomei, Chen Chinan

(Department of Materials Science & Engineering, Beijing University of Aeronautics and Astronautics)

**Abstract:** In this paper, the influence of CeO<sub>2</sub> on corrosion resistance of B laser-alloyed layer is studied by using electrochemical measurements and SEM metallographic observation. The results show that adding CeO<sub>2</sub> can significantly improve the corrosion resistance of B laser-alloyed layer.

**Key words:** CeO<sub>2</sub> B laser-alloyed layer corrosion resistance

### 一、引 言

将稀土引入到激光表面改性领域中以提高材料表面的耐磨抗蚀等性能,是近几年才发展起来的一项新技术。虽然,加入稀土元素进行材料的激光表面改性已显示出明显的优越性,但有关研究工作才刚刚起步,更没有投入实际应用<sup>[1~4]</sup>。所以,有必要进一步地加强稀土在激光表面改性层中的作用的研究,以利于扩大稀土元素的应用。为此,本工作通过对比试验,考查了加入 CeO<sub>2</sub> 对 B 激光合金化层的抗腐蚀性能的影响。

### 二、试 验 方 法

试验材料为供货态的 45 钢,先用粘结剂将 B 粉和加入 8% CeO<sub>2</sub> 的 B 粉分别粘附到钢试

\* 注:中科院兰州化学物理研究所固体润滑开放研究实验室开放基金资助。

样表面,然后用  $\text{CO}_2$  连续气体激光器进行合金化处理,激光处理功率为  $2\text{kW}$ ,矩形光斑尺寸为  $1\text{mm} \times 4\text{mm}$ ,激光束扫描速度为  $10\text{mm/s}$ ,经过激光合金化处理得到的表面合金化层的组织如图 1 所示。

对比腐蚀试验采用 HDV-7 型恒电位仪和 X-Y 函数记录仪测绘两种激光合金化层在几种不同腐蚀介质中的阳极极化曲线。所用腐蚀介质是:  $1\text{N HNO}_3$ ,  $1\text{N H}_2\text{SO}_4$ ,  $1\text{N HCl}$  和  $5\%$   $\text{NaCl}$ ,采用失重法测量合金化层在  $1\text{N HNO}_3$  中的腐蚀速度。用日立 S-530 型扫描电镜观察腐蚀后的组织形貌。

将准备测试的激光合金化试样用环氧树脂固化镶嵌并打磨,用  $\text{M}_{20}$  金相砂纸磨光后用氧化镁棉球进行除油,再相继用自来水和蒸馏水冲洗干净。测阳极极化曲线时以合金化层为研究电极,饱和甘汞电极为参比电极,铂电极为辅助电极,测试用的电位扫描速度为  $6\text{mV/s}$ ,试样研究表面积为  $2\text{mm} \times 15\text{mm}$ 。



Fig. 1 Microstructures of laser-allyed layers  
a—without  $\text{CeO}_2$  b—with  $\text{CeO}_2$

### 三、试验结果及分析

未加入  $\text{CeO}_2$  和加入  $\text{CeO}_2$  的激光合金化层在以上四种腐蚀介质中的阳极极化曲线如图 2 所示。由这些曲线可以看出加入  $\text{CeO}_2$  的合金化层的致钝电流都比未加入  $\text{CeO}_2$  的小,且加入  $\text{CeO}_2$  也使钝化电位范围有所变大,表明加入  $\text{CeO}_2$  使合金化层的耐腐蚀性得到了提高,且其钝化保护性也更好些。

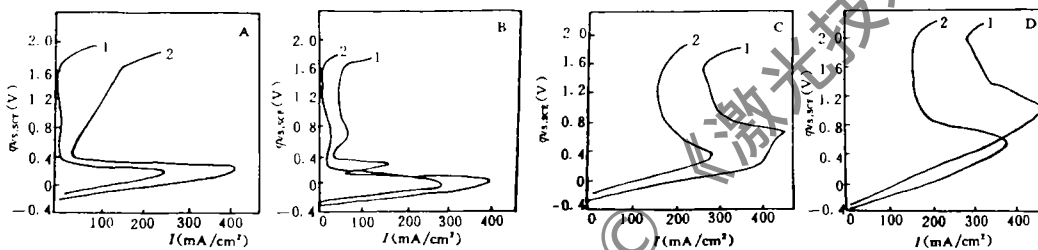


Fig. 2 Anodic polarization curves of laser-allyed layers

A— $1\text{N HNO}_3$ : 1—without  $\text{CeO}_2$  2—with  $\text{CeO}_2$  B— $1\text{N H}_2\text{SO}_4$ : 1—without  $\text{CeO}_2$  2—with  $\text{CeO}_2$   
C— $1\text{N HCl}$ : 1—without  $\text{CeO}_2$  2—with  $\text{CeO}_2$  D— $5\% \text{NaCl}$ : 1—without  $\text{CeO}_2$  2—with  $\text{CeO}_2$

但是,激光合金化层在四种腐蚀介质中的腐蚀行为是有所不同的。可以看出,在  $1\text{N HNO}_3$  和  $1\text{N H}_2\text{SO}_4$  中的钝化现象比较明显,这是因为  $\text{HNO}_3$  和  $\text{H}_2\text{SO}_4$  有较强的氧化性,在  $0.3 \sim 1.7\text{V}$  这一钝化电位范围内,加入  $\text{CeO}_2$  的激光合金化层的腐蚀电流已接近零。说明加入  $\text{CeO}_2$  的合金化层在这一钝化电位范围内是处于钝化状态,几乎不发生腐蚀,抗蚀性良好。当超过  $1.7\text{V}$  以后,合金化层的腐蚀电流随电位升高而急剧增大,进入过钝化区而再次发生腐蚀。但加入  $\text{CeO}_2$  的合金化层的腐蚀电流要远远小于未加入  $\text{CeO}_2$  者。

由于在  $1\text{N HCl}$  介质中含有  $\text{Cl}^-$ ,因为  $\text{Cl}^-$  的活化作用致使激光合金化层的钝化膜不很致密,因而合金化层在  $1\text{N HCl}$  中的钝化作用很弱,其致钝电流和维钝电流都比  $1\text{N HNO}_3$  和  $1\text{N}$

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>中腐蚀得严重。但加入CeO<sub>2</sub>后可使合金层的腐蚀程度明显减轻,这可从致钝电流和维钝电流的减小来说明:CeO<sub>2</sub>可使合金化层在1N HCl中的致钝电流由460mA/cm<sup>2</sup>减小到280mA/cm<sup>2</sup>,维钝电流由280mA/cm<sup>2</sup>减小到160mA/cm<sup>2</sup>。在5%NaCl这种中性介质中,加入CeO<sub>2</sub>可使合金层的维钝电流减小得更明显,由300mA/cm<sup>2</sup>减小到150mA/cm<sup>2</sup>。

作者还用失重法测量了合金化层在1N HNO<sub>3</sub>中的腐蚀速度。为减小表面杂质的影响,选



Fig. 3 Corrosion morphology of laser-alloyed layers after testing in 1N HNO<sub>3</sub> for 2h  
a—without CeO<sub>2</sub> b—with CeO<sub>2</sub>

用腐蚀开始1h后到2h之间的失重为研究参数,测得的腐蚀速度为:未加CeO<sub>2</sub>的合金化层: $K_{未加} = 45\text{mg/cm}^2 \cdot \text{h}$ ;加入CeO<sub>2</sub>的合金化层: $K_{加} = 34\text{mg/cm}^2 \cdot \text{h}$ ,说明加入CeO<sub>2</sub>可使合金化层的耐腐蚀性得到提高。

从在1N HNO<sub>3</sub>中腐蚀2h后的组织形貌的SEM照片(图3)也可以看出,加入CeO<sub>2</sub>可以减轻腐蚀程度,尤其是晶界处的腐蚀深度明显减小。

#### 四、结 论

加入CeO<sub>2</sub>可以使激光合金化B层在1N HNO<sub>3</sub>, 1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1N HCl和5% NaCl四种腐蚀介质中的抗腐蚀性能明显改善,其致钝电流和维钝电流比未加CeO<sub>2</sub>者减小许多,使钝化保护性大大提高,并降低了腐蚀速度。

#### 参 考 文 献

- 1 Wang Y. The microstructure and wear resistance of laser-remelted M<sub>80</sub>S<sub>20</sub> alloy coatings with or without rare earth element addition. Proceedings of 3rd Int. Conf. on Advances in Coatings and Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance, 1992; Vol. I, The Royal Society of Chemistry, 1993
- 2 王 铀,刘家浚,于宗汉 *et al.* 中国激光, 1992; 19(10): 777~780
- 3 刘文今,曾大本,黄惠松. 中国激光, 1992; 19(8): 613~617
- 4 王世清,王立铎,杨爱华. 金属热处理, 1988; (3): 52~59

\* \* \*

作者简介:王 铀,男,1954年9月出生。博士,副教授,中国机械工程学会失效分析专家,中国青年摩擦学专业委员会副主任委员,中国机械工程学会材料分会耐磨及表面技术委员会委员,中国机械工程学会材料分会青年工作委员会委员兼秘书长,北京机械工程学会青年工作委员会委员和北京航空航天大学材料科学与工程系学术委员会委员。现从事摩擦学和表面工程方面研究。

苏 梅,女,1949年4月出生。工程师。现从事电子显微分析。

戴晓梅,女,1972年3月出生。北京航空航天大学材料科学与工程系学生。