

### 汽车尾气用三元催化剂分析

随着现代社会经济的高速发展，在汽车普及化进程中，环保措施也取得了进步。汽车尾气净化催化剂可将尾气中的有害物质净化为对人体无害的物质。近年来，尾气排放标准逐年日趋严格，为满足净化性能、耐热性、低温活性、高温耐久性等高要求，不断进行着研发。

三元催化剂 (TWC: Three-way Catalyst) 是自 20 世纪 70 年代投入使用的汽车用催化剂，其中 Pt (铂) 和 Pd (钯) 将 HC (烃) 氧化为 H<sub>2</sub>O (水) 和 CO<sub>2</sub> (二氧化碳)，将 CO (一氧化碳) 氧化为 CO<sub>2</sub>，Rh (铑) 将 NO<sub>x</sub> (氮氧化物) 还原为 N<sub>2</sub> (氮)，以此将尾气的有害成分无害化。

本文将介绍使用电子探针显微分析仪 EPMA™ (EPMA-8050G) 对三元催化剂进行分析的示例。

S. Yoshimi, Tongxin Zhao

### 三元催化剂的结构

三元催化剂分布在陶瓷 (2MgO•2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>•5SiO<sub>2</sub> 的堇青石) 或金属材料蜂窝状结构的整块基材上，由 Rh、Pd、Pt 等贵金属催化剂、分散贵金属粒子的氧化铝 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 载体以及促进催化剂反应的贱金属氧化物助剂成分组成的贵金属载体层 (涂层) 组成。图 1 的 COMPO 图像所示为陶瓷的蜂窝结构。

汽车用催化剂需要在车辆的整个使用期间具有良好的净化性能，因此着重对热劣化和中毒劣化进行了严格的耐久性试验。热劣化需要在高温时抑制微量 Rh、Pd、Pt 等贵金属的晶粒生长，因此必须关注耐久试验前后贵金属的分散情况和承载的金属。在中毒劣化中，由于汽油或机油中含有的 P、S、Ca、Mn、Zn、Pb 等成分导致 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 载体的比表面积降低或贵金属表面被包覆，使得催化剂性能劣化，因此中毒耐久试验重点关注催化剂入口、内部、出口等处的浸透情况差异。

图 2 所示为 Rh-Pd 系三元催化剂的面分析结果，可以看出 2 层涂层的上层分布有微量的贵金属 Rh、Pd。而 CeO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaO 等助剂在上层和下层均由不同的组成比构成。

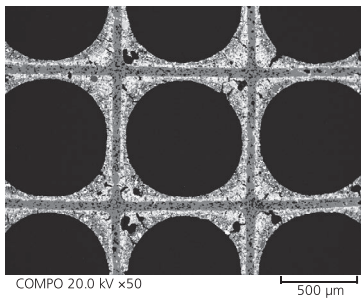


图 1 Rh-Pd 系三元催化剂的 COMPO 图像

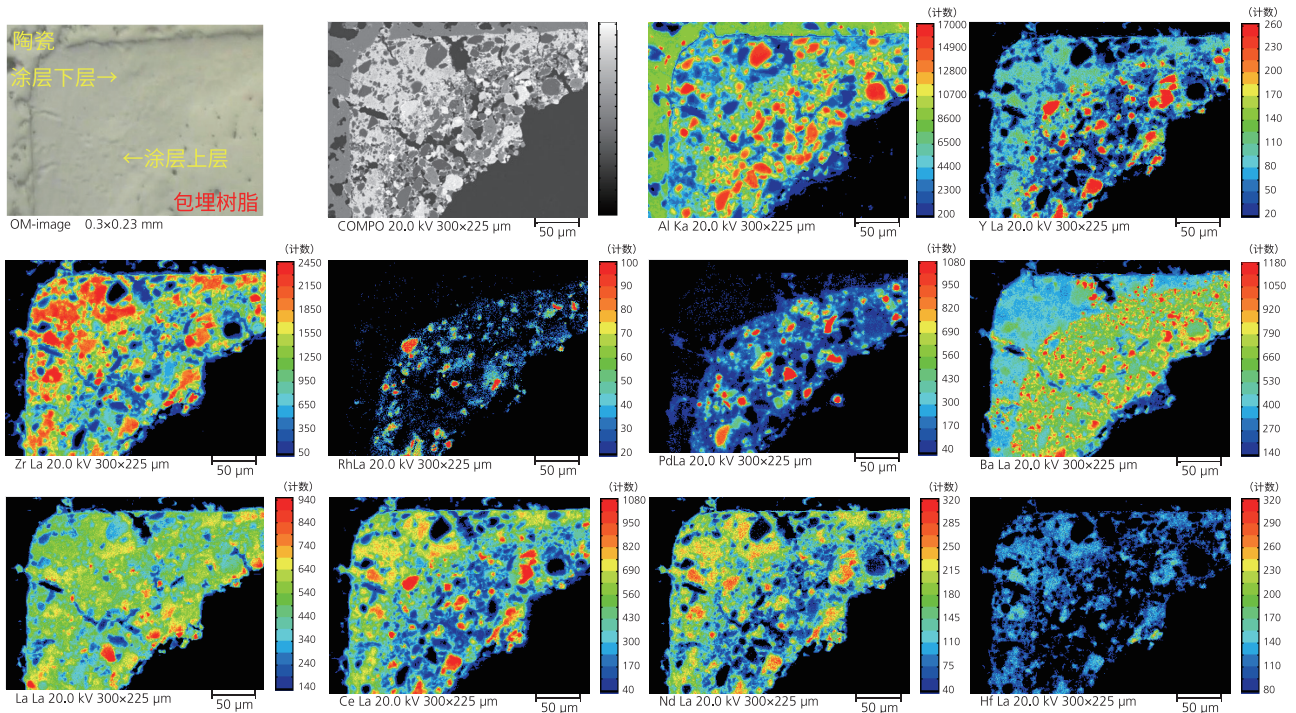


图 2 Rh-Pd 系三元催化剂的面分析

## 三元催化剂的助剂、载体

助剂  $\text{CeO}_2$  具有储氧的作用。 $\text{La}_2\text{O}_3$  在低温区域促进  $\text{NO}_x$  的净化活性， $\text{BaO}$  可提高耐久性， $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Nd}_2\text{O}_3$  能够稳定  $\text{ZrO}_2$ 。添加这些元素的  $\text{CeO}_2$ - $\text{ZrO}_2$  系复合氧化物助剂在高温环境下可保持  $\text{CeO}_2$  的比表面积，抑制贵金属的晶粒生长。贵金属成分在载体上需保持高度分散状态，而载体  $\text{Al}_2\text{O}_3$  具有高净化活性，在高温时可保持比表面积。

图 3 所示为将图 2 的上层放大的面分析结果。La 影响  $\text{Al}_2\text{O}_3$  载体的结构，可提高耐热性。贵金属 Rh、Pd 分布在  $\text{Al}_2\text{O}_3$  载体上，部分粒子内可以确认存在 Rh 与 Pd 的化合物。

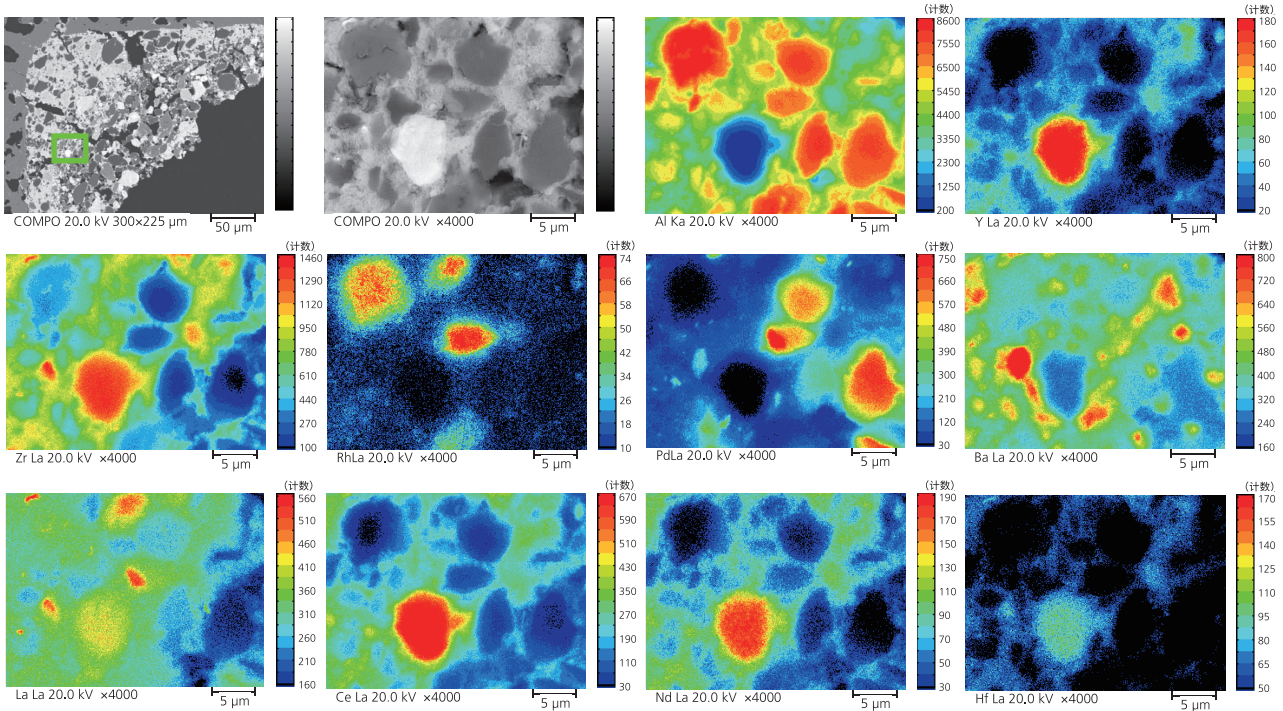


图 3 Rh-Pd 系三元催化剂上层的面分析

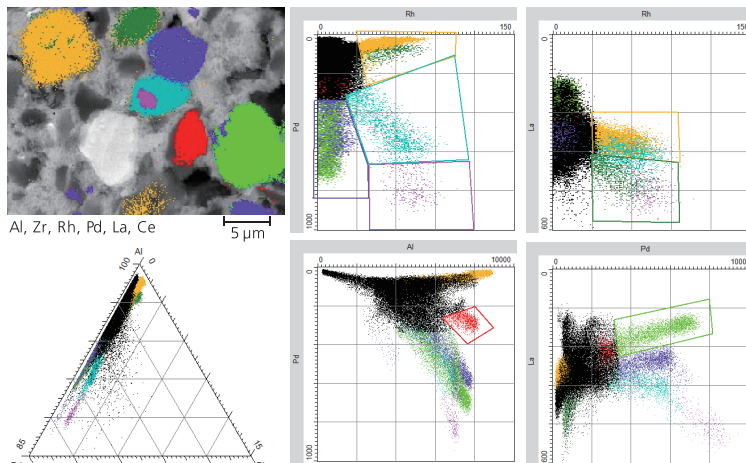


图 4 相图和散点图

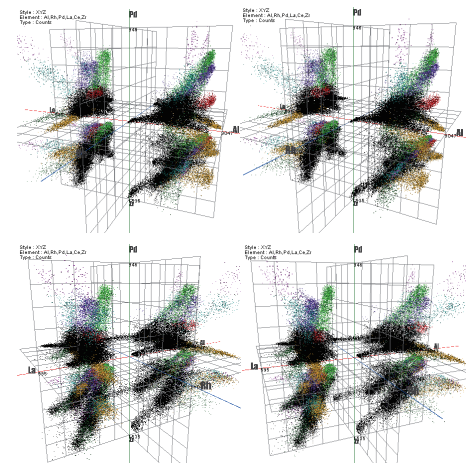


图 5 立体 3D 散点图 (XYZ)

岛津应用云

< 参考文献 >

Materia, 第 35 卷 第 8 号 (1996)

EPMA 是岛津制作所株式会社在日本及其他国家 / 地区的商标。



岛津企业管理 (中国) 有限公司  
岛津 (香港) 有限公司

<http://www.shimadzu.com.cn>

用户服务热线电话: 800-810-0439  
400-650-0439

免责声明:

\* 本资料未经许可不得擅自修改、转载、销售;  
\* 本资料中的所有信息仅供参考, 不予任何保证。  
如有变动, 恕不另行通知。



第一版发行日: 2020 年 6 月