

径向锻造 EV 驱动电机轴的评估

- 硬度分布与元素分布之间的相关性确认 -

01-00445-CN

大城 真爱, 小野 卓男

特点描述

- ◆ 通过硬度、元素分布可以确认、研究锻造品产生的锻流线。
- ◆ 因为可以从样品面整体图像中选择测定位置，所以可以简便地进行瞄准位置的硬度测定。
- ◆ 根据 EPMA 从广域到微小部都能得到广泛领域的元素分布。

■ 引言

锻造加工是打击或压缩金属成型的手法。锻造的主要目的是通过打击促进金属组织的均质化，改善机械性质。进行锻造加工的话金属的内部组织产生方向性。这被称为锻造流线，认为沿着这个流动的方向的机械性质会得到强化。新的锻造加工之一是径向锻造加工。该加工利用锤子（模具）从空心轴、中空轴的径向施加力的同时插入芯块传递内径形状，可同时成型内径和外径。使用该方法制造的空心轴由于强度高且重量轻，作为下一代轴的制造方法而受到关注。

本文介绍用硬度计测定锻造加工品的截面的维氏硬度，并且用电子探针显微分析仪 EPMA 测定元素分布，验证硬度测定结果的事例。

■ 样品

样品（截面）如图 1 所示。样品是以铬钢钢材的一种 SCr420 为材料的锻造品。这一部分被切出来，研磨了。显示了用显微维氏硬度计 HMV-G31-FA 的工作台查看器功能拍摄整个样品的图像。图像的左侧是进行锻造打击的表面侧，右侧是材料的内侧。

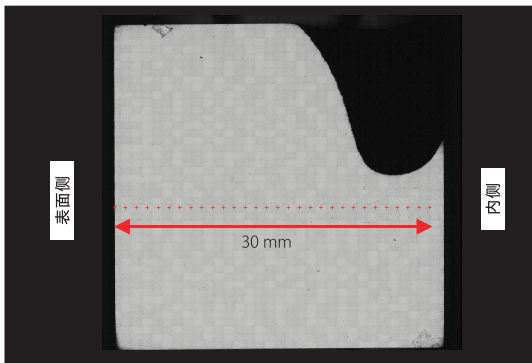


图 1 通过工作台查看器功能拍摄的样品图像（红色标记是测定位置）

■ 硬度测定结果

测定条件如表 1 所示。从样品的表面侧以 1 mm 间隔连续测定了 29 点。这一结果如图 2 所示。从样品表面侧到浅的位置硬度稳定，但随着深度的增加，硬度的偏差有变大的趋势。此外，凹陷图像如图 3 所示。通常，维氏压块产生的凹陷是干净的正方形。但是，在本测定中，形状偶尔会出现歪斜。

表 1 测定条件

试验机	: 显微维氏硬度计 HMV-G31-FA 系列
压块种类	: 维氏压块
试验力	: 1.96 N (HV0.2)
保留时间	: 10 秒
测定间隔及次数	: 每隔 1mm 29 点

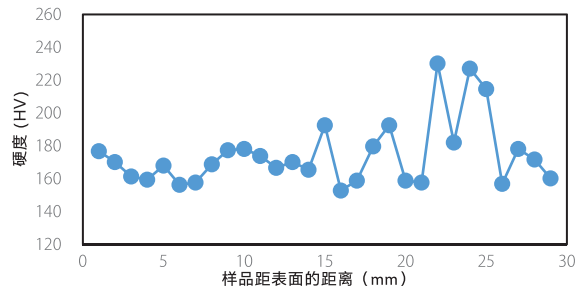


图 2 测定结果

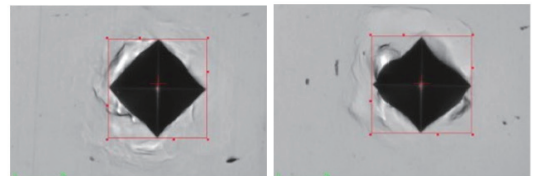


图 3 凹陷图像（左：第 5 点 右：第 18 点）

■ 关于歪斜的凹陷

图 4 是用 EPMA 对观察到歪斜的凹陷位置进行分布像分析的结果。图中显示二次电子像 SE 像和碳 (C) 的元素分布图。凹痕周围出现褶皱歪斜（黄色箭头）。这个部位（图 4 下的橙色框内）C 浓度低，可以观察到另一方面周围的歪斜少的部位 C 浓度高的趋势。一般认为由于这样的 C 浓度的不均匀分布导致局部硬度不同，成为硬度计测定值的不稳定因素。

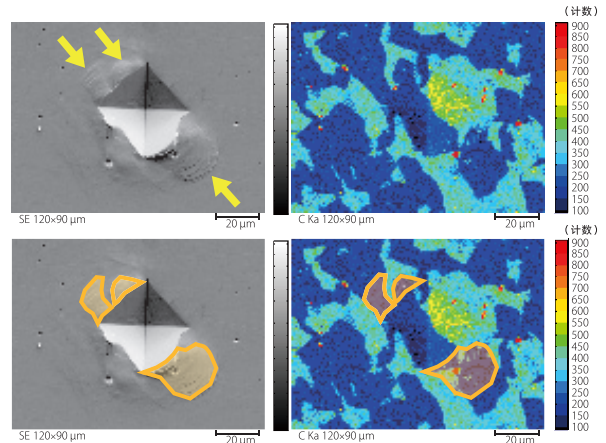


图 4 形状不良凹陷的分布像图像（左：SE 像 右：C 像）

■ EPMA 测定结果

沿着用硬度计打痕的凹陷位置测定的广域分布像的分析结果如图 5 所示。图中显示作为反射电子像的 COMPO 像和主要微量元素 C、Cr、Si、Mn 的元素分布图。另外，图 6 显示的是从样品表面侧放大 7 ~ 9 mm、19 ~ 21 mm、23 ~ 25 mm 深度的 C 和 Cr 元素分布图。另外，分布像图像的各点根据检测出的 X 射线的强度值进行彩色显示。颜色条右侧的数字分别表示强度值的最大和最小阈值。

注意各元素的元素分布图，可以看到沿着与样品表面平行的方向（图 5、图 6 中为纵向）的组成分布。这是一条锻造流线，锻造加工过程中内部组织分布发生变化，被认为是特定微量元素浓缩而成。另外，从样品表面侧到浅位置的锻造流线是微细细线，深位置较粗、元素浓淡差大的分布。

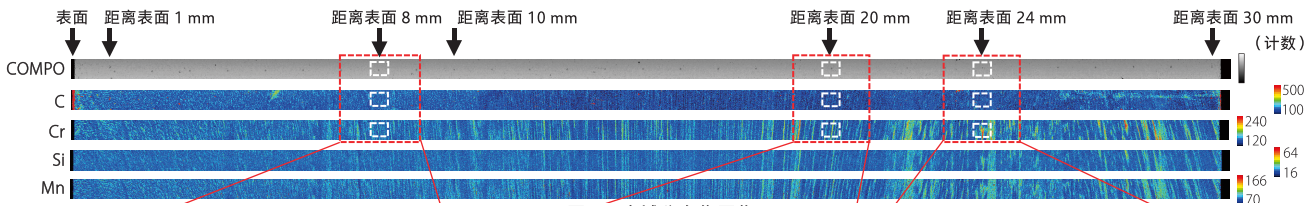


图 5 广域分布像图像

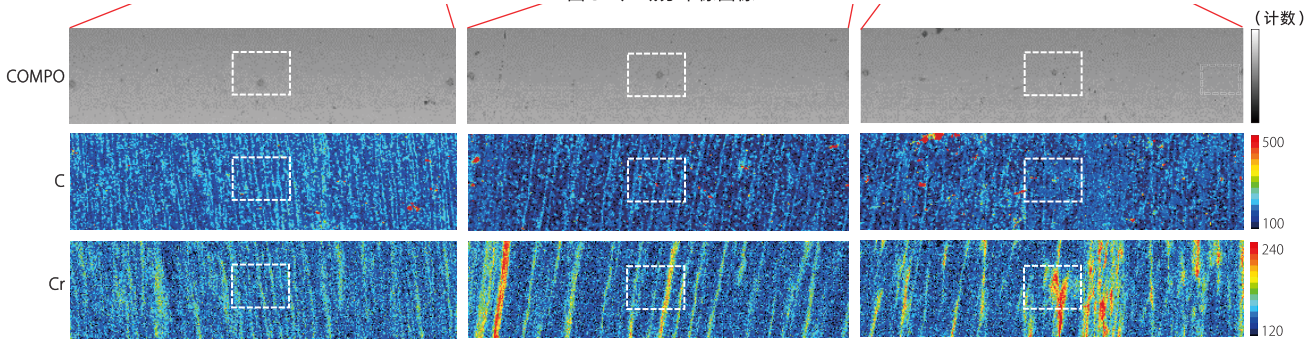


图 6 广域分布像图像的放大
(左: 7 ~ 9 mm 中央中间: 19 ~ 21 mm 右: 23 ~ 25 mm 位置)

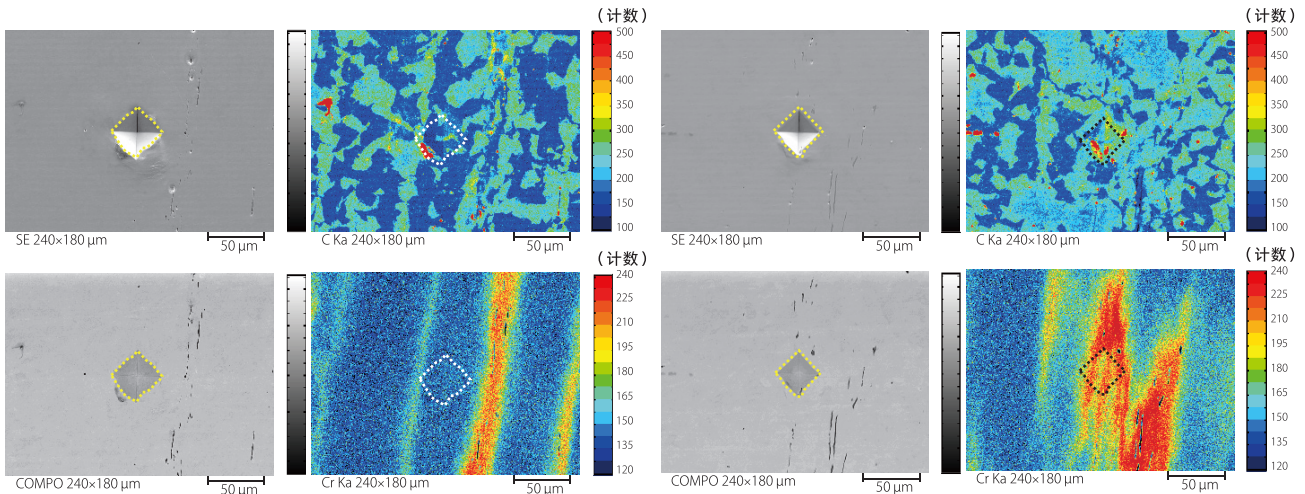


图 7 低硬度凹陷位置的分布像图像
(距表面 20 mm, 凹陷形状为虚线)

图 8 高硬度凹陷位置的分布像图像
(距表面 24 mm, 凹陷形状为虚线)

岛津应用云



刊登的数据是岛津制作所株式会社及株式会社都筑制作所共同努力取得的成果。
HMV 及 EPMA 是岛津制作所株式会社或其相关公司在日本及其他国家 / 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: 2022 年 10 月