

超弹性合金、形状记忆合金的分析

钛材料具有耐腐蚀和耐热等物理化学性能，凭借优异的生物相容性，其在医疗领域得到广泛应用。目前，人们正在开发危害性较少的钛合金。

具有超弹性特性的正畸丝用于治疗咬合不正，根据牙周状态和疼痛程度区分使用变形点不同的正畸丝。经过对 3 种不同变形点的正畸丝进行分析，得出微量元素添加浓度和 Ni 分布的差异，证实存在多种化合物相。

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

S. Yoshimi

■ 超弹性合金

分别以 50% 原子比调配 Ti 和 Ni 的合金被称为 TiNi 合金（镍钛合金），是一种具有优异的形状记忆特性和超弹性特性的合金。形状记忆合金具有在变形为任意性质后，加热至变形温度（变形点）后即可恢复变形前形状的特点，而超弹性合金具有施加载荷时变形，而去除载荷时恢复原有形状的特点。通过改变 Ti、Ni 的混合比，可使相变温度在 0 ~ 100 °C 范围内变化，添加 1% 以下的第 3 种元素（Cr、Co、Cu 等）也可改变特性。

图 1 所示为超弹性合金的正畸丝面分析和相分析结果，在 TiNi 合金的基体中，发现分布着数 μm 大小的多个化合物相的组织。

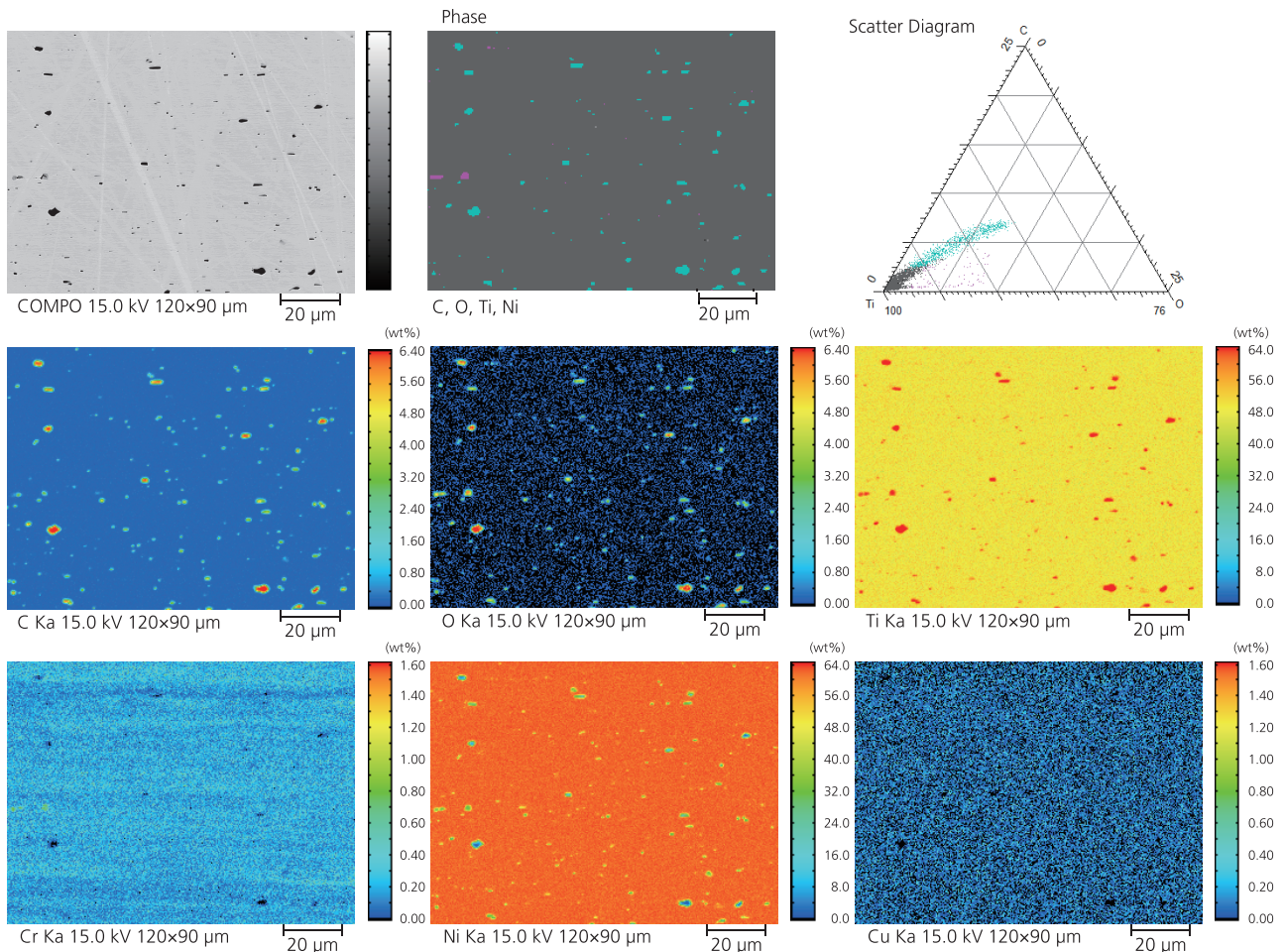


图 1 正畸丝的元素面分析和相分析

TiNiCu 形状记忆合金的定量分析

3 种不同变形点（在口腔内温度呈较强矫正力的 Af27、呈较弱矫正力的 Af35、在口腔内温度达到 40°C 以上时呈矫正力的 Af40）的正畸丝的矫正力作用温度各不相同。表 1 所示为这 3 种正畸丝的定量分析结果，可以看出 Cr 添加量在 1% 以下存在细微差别。

TiNiCu 形状记忆合金的面分析

图 2 所示为表 1 不同变形温度的正畸丝的面分析，Cr 分布图像中可以观察到 Cr 浓度的差异，使用 Cr、Cu 置换 Ni 的组织分布有所差异。图 3 所示为 Af 点温度为 27°C 的正畸丝的放大面分析和相图，可观察到存在多种化合物相。

表 1 Af27、Af35、Af40 正畸丝的定量分析结果

试样元素	单位 (wt%)						合计
	C	O	Ti	Cr	Ni	Cu	
Af27	0.80	0.38	43.98	0.32	48.44	5.99	99.91
Af35	0.86	0.40	43.98	0.21	48.38	6.00	99.82
Af40	0.82	0.38	43.92	0.18	48.60	5.93	99.82

结论

综上所述，使用 EPMA 可以对含轻元素在内的微量元素进行定量，并可以确认元素分布图像的差异、以及微小化合物相的大小、种类、分散状态，因此可掌握添加元素带来的特性差异。

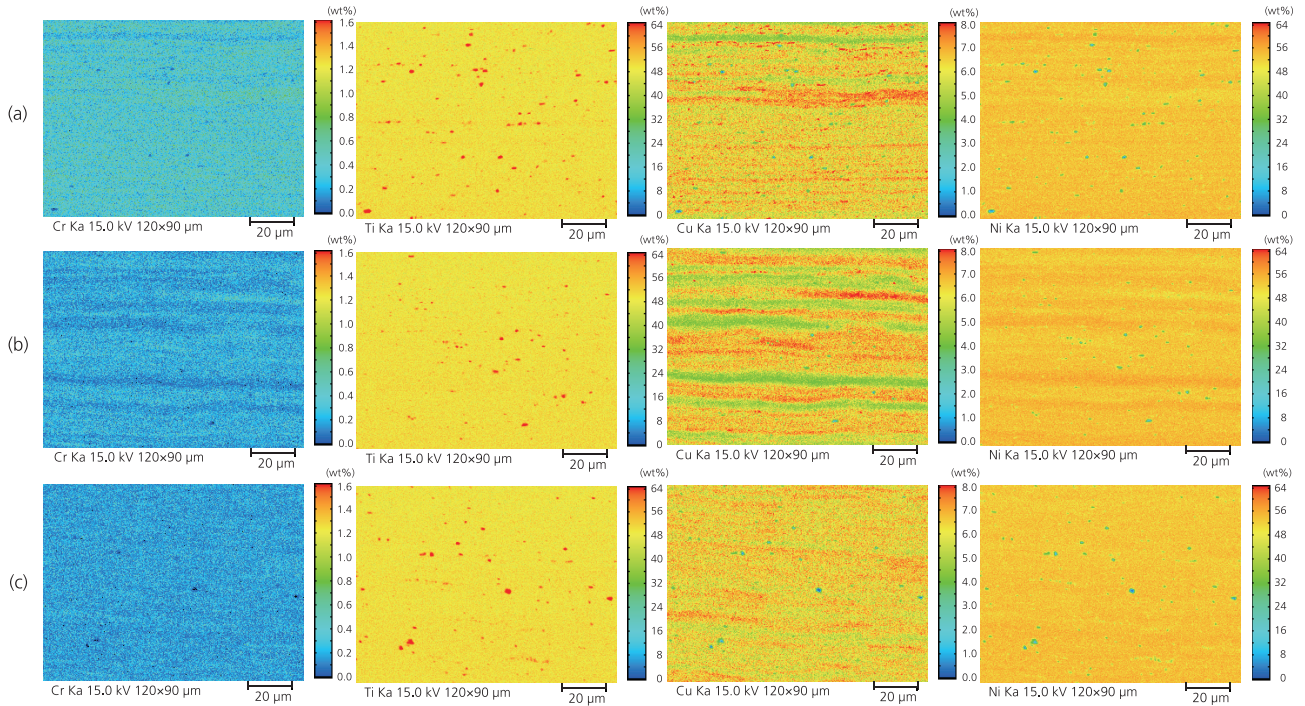


图 2 (a) Af27、(b) Af35、(c) Af40 的正畸丝的面分析

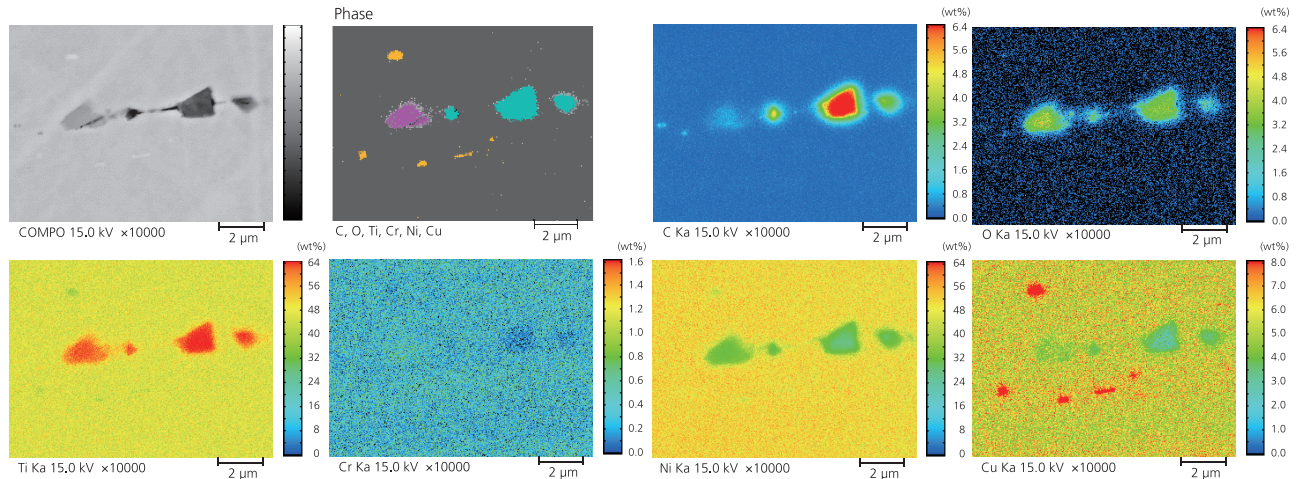


图 3 Af27 正畸丝的化合物相

< 参考文献 >

(社) 日本钛协会，用于现场的金属材料系列，钛 (2007)

岛津应用云



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: 2020 年 5 月