

X 射线 CT 系统

使用 inspeXio™ SMX™-225CT FPD HR Plus 的功率感应器的观察示例

■ 前言

近年来，针对环境影响和燃料价格上涨，节能一直被作为各个领域的课题。因此，安装在产品上的组件需要新的设计，以进一步提高性能并增强功能。此外，通过提高零件的性能，有望实现节能化以及功耗的降低。这次，我们将介绍一个使用 X 射线 CT 系统对称为功率电感器的电子零件内部进行无损观察的示例，以实现低功耗所需的电感器（线圈）。

S. Iguchi

■ 功率电感器的特点

电感器是缠绕有铜线并可存储电能的电子零件。它用于使电路板上流动的电流稳定化，是电子电路设计所必需的。存在各种形状和结构，包括可以从外部确认缠绕为线圈状的铜线的结构和芯片状的结构。芯片形状的结构具有鼓套结构和无套结构，鼓套结构的部件上缠绕有铜线，因此您可以从组件的两侧看到内部。另一方面，由于无套结构的铜线采用混有磁性粉末的树脂进行了涂装，因此无法检查内部。由于从外观上无法观察到铜线的状态，因此进行无损检查时使用 X 射线透视设备和 X 射线 CT 设备。

■ 功率电感器的观察

X 射线 CT 设备 inspeXio SMX-225CT FPD HR Plus（图 1）在受光部分有一个 16 英寸的平板探测器，并且 CT 的最大视野约为 $\phi 400 \times 300$ mm，因此可以拍摄整个电路板。但是，安装在该基板上的功率电感器通常很小，因此有必要进行放大拍摄以进行详细观察。这次，为了确认结构细节，我们从产品（图 2）上切下了功率电感器部分（图 3）并进行了拍摄。图 3 的①是具有鼓套筒结构的功率电感器，②是无套筒结构的功率电感器。



图 1 微焦点 X 射线 CT 系统 inspeXio™ SMX™-225CT FPD HR Plus

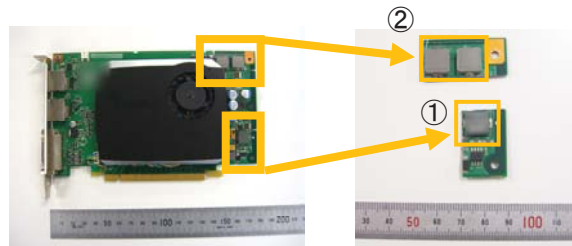


图 2 电路板的外观图

图 3 功率电感器的外观图

图 4 是鼓套筒结构的功率电感器的透视图，图 5 是无套筒结构的功率电感器的透视图。可以看出，鼓套结构在线圈周围具有空间，并且左侧和右侧是敞开的。这是为了确保调节直流重量特性所需的气隙。另一方面，无套结构不需要该空间，因为线圈周围的磁性树脂起着气隙的作用。因此，可以容易地进行小型化，并且由于使用磁性树脂固定，因此几乎不受振动和湿度的影响。然而，在无套结构中，如果施加较强的外部压力，树脂涂层可能会破裂。

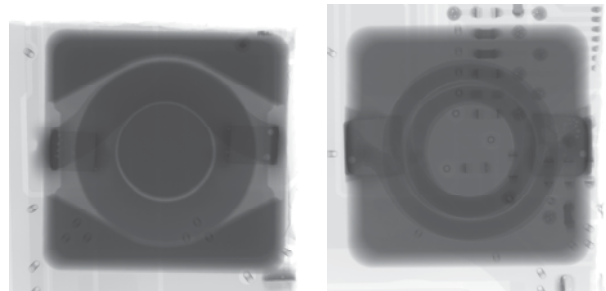


图 4 鼓套筒结构功率电感器的透视图

图 5 无套筒结构功率电感器的透视图

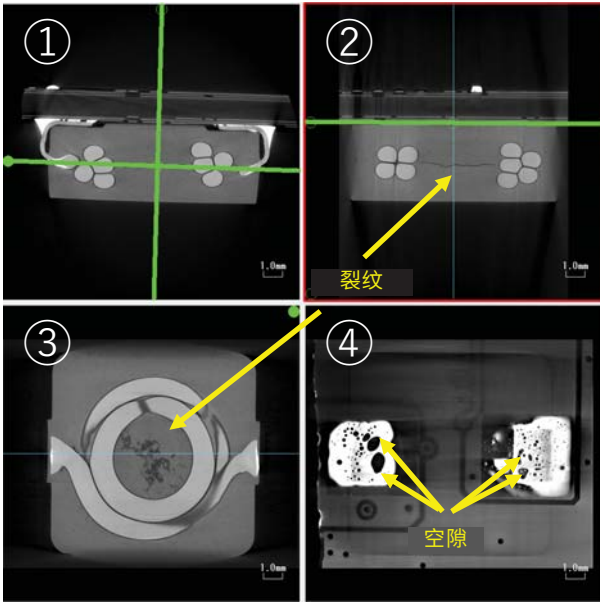


图 6 无套结构功率电感器的 MPR

接下来，图 6 为对无套结构功率电感器进行 CT 拍摄并进行 MPR 显示的图像。MPR (Multi Planer Reconstruction) 是根据拍摄的 CT 图像显示任意截面图像的功能，将与 CT 图像①彼此正交的截面图像显示在②、③中，并将任意角度下的截面图像显示在④中。CT 图像中密度越高越显白，因此，铜线圈看起来比磁性树脂白。此外，可以在②、③的中央附近确认到磁性树脂的裂纹（裂开）。在④中，可以确认到连接功率电感器和基板的焊料中的空隙（气泡）。

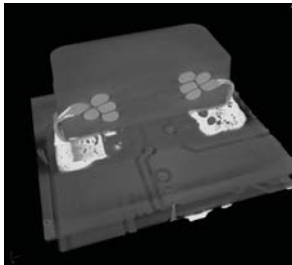


图 7 无套结构功率电感器的 VR 图像

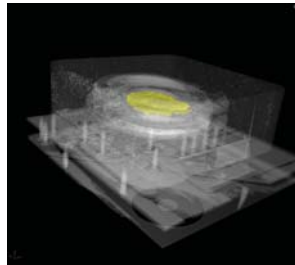


图 8 磁性树脂内部的裂纹

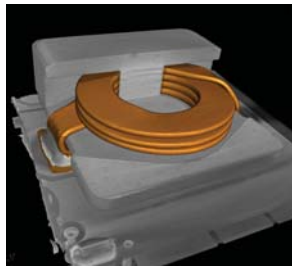


图 9 鼓套结构功率电感器的 VR 图像



图 10 无套结构功率电感器的 VR 图像

此外，通过使用 VGSTUDIO MAX 3D 软件，可以对 CT 切片图像进行 VR (Volume Rendering) 显示，从而可以更接近真实物体的形式进行观察。由此，可以在安装过程中更详细地观察线圈的形状以及安装时与基板的焊接状态（图 7）。此外，如图 8 所示，通过使裂缝可视化，可以从三维角度观察裂纹的形状和进展状况，因此，也可以在产品发生异常时进行分析以及对制造工序中发生的不符合事项进行讨论。

另外，如图 9 和图 10 所示，仅可以拔出线圈部分，并且可以观察到缠绕状态。此外，通过与合格品的数据进行比较，可以确认线圈线的变形。

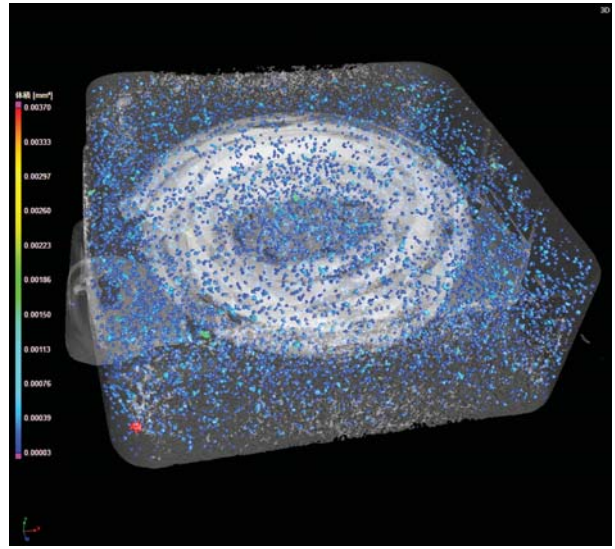


图 11 无套结构功率电感器的磁性树脂的气泡的分析

通过使用 VGSTUDIO MAX 的可选功能，可以使磁性树脂中的气泡（空隙）可视化，并且可以使位置和体积数值化（图 11）。除了确认空隙发生情况之外，还根据各种类型的数字化信息来确定缺陷的发生状态，并且通过改变磁性树脂的调配和填充条件，有助于提高合格率，提高制造效率。

结论

因为 X 射线 CT 系统可以在不进行破坏的情况下观察内部，所以可以在同一产品上执行诸如振动测试和热冲击测试等循环测试，并且可以观察到每个测试周期的内部状态的变化过程。由此，可以减少测试个数以及工时。这样，X 射线 CT 系统不仅可用于分析破坏过程，而且可通过缩短开发时间及减少样品数量来降低成本。

此外，可以使用符合目的的软件进行各种分析。

inspeXio 和 SMX 是岛津制作所株式会社在日本及其他国家的商标。
VGSTUDIO MAX 是 Volume Graphics GmbH 的商标。

岛津应用云



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：2019 年 12 月