

交叉叠层结构及其磁性磁芯

能源和环境

电力和功率电子

节能/发电/管理/储存 (电池)

智能出行与电动汽车

机会

随着对充电功率和功率密度需求的急剧增长，感应电能传输 (IPT) 技术，特别是用于电动汽车无线充电，面临着重大挑战。目前磁耦合器中普遍使用的软性锰锌铁氧体存在局限性，包括相对较低的饱和磁通密度、性能随温度变化显著，以及在组装过程中引入的不必要气隙可能导致热点并威胁系统稳定性。虽然由硅钢和非晶纳米晶合金等材料制成的叠层磁芯具有更高饱和磁通密度、更高磁导率和更好热稳定性等优势，但它们在IPT系统中的应用一直存在问题。现有方法，例如水平叠层磁芯，存在磁通分布不均导致边缘损耗和热点的问题。垂直叠层磁芯或破碎纳米晶磁芯虽然缓解了某些问题，但由于漏磁通垂直进入叠层，引入了显著的涡流损耗，降低了效率。因此，迫切需要一种磁性磁芯结构，既能结合叠层材料的优点，又能有效管理磁通分布并最小化磁芯损耗，从而实现高效、高功率密度的IPT系统。

技术

本专利介绍了一种用于IPT系统磁导磁芯的交叉叠层结构。该磁芯包括多个沿第一方向叠层的第一叠层磁芯 (例如H型磁芯) 和多个沿与第一方向基本垂直的第二方向叠层的第二叠层磁芯 (例如V型磁芯)。这些磁芯被集成，通常以交错或相邻的排列方式，置于诸如无线充电垫的磁通设备内。其创新在于结合这两种正交的叠层方向以平衡各向异性磁性能。具体而言，该结构使用具有互补特性的材料：例如，H型磁芯可采用高磁导率、高电导率的铁基纳米晶材料 (如Finemet®)，以沿片材方向低损耗地传导主磁通；而V型磁芯可采用纳米晶薄片带材等电导率较低的材料作为磁通平衡器。这种配置重新引导了磁通，特别是会诱发涡流的问题性法向 (垂直) 磁通分量。通过这种方式，它缓解了纯H型磁芯固有的磁通集中和边缘损耗问题，并减少了纯V型磁芯中因法向磁通产生的过度涡流损耗。交叉叠层使磁通密度分布均匀化，降低了峰值磁通密度，减少了总体磁芯损耗 (包括来自法向磁通的涡流损耗)，并改善了热均匀性。该结构专为电动汽车无线充电中常见的双D绕组配置设计，提高了耦合效率和功率密度。

优势

- 通过管理变化磁场感应的电流路径，显著降低涡流损耗。
- 保持高有效磁导率，实现强磁耦合和高效电能传输。
- 平衡各向异性磁导率，带来更均匀的磁通密度分布，消除局部磁通集中 (热点)。
- 降低峰值工作温度 (实验证明降低超过40°C)，增强热管理和系统可靠性。

备注

IDF:1778

IP状态

已申请专利



技术成熟度等级 (TRL) ?

4

发明人

江朝强教授

马天录博士

王一博

查询: kto@cityu.edu.hkProof
Concept

Build Value

- 由于叠层磁芯材料的高饱和磁通密度，提高了功率密度，允许更薄的磁芯设计。
- 提高整体系统效率（例如，在10.8 kW输出时效率提升超过0.4%）。
- 与传统铁氧体磁芯相比，具有更好的热稳定性。
- 简化结构，并且与组装众多薄层以制作宽H型磁芯相比，可以降低某些核心部件的制造成本。

应用

- 用于电动汽车的大功率无线充电系统（静态和动态充电）。
- 工业自动化和物料搬运中的感应电能传输系统。
- 用于消费电子产品（智能手机、笔记本电脑、可穿戴设备）的无线充电垫。
- 需要高效率和功率密度的电源和变压器。
- 用于电动巴士和车队车辆的无线充电基础设施。
- 海事领域为电动船舶充电的新兴应用。
- 需要可靠非接触式供电的医疗设备。

