



迈斯纳效应在消费者音频中的应用：作为屏蔽范式的完全磁通排除



迈斯纳效应在消费者音频中的应用：作为屏蔽范式的完全磁通排除

M. Ferro, C. Ohm, S. Magnusson

Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)

Journal of Equatorial Audio Science, 2024.

摘要

常规电磁屏蔽依赖于吸收和反射---衰减但无法消除外部场的机制。第二类超导体中的迈斯纳效应提供了一种根本不同的范式：通过产生表面屏蔽电流从导体内部完全排除磁通。我们证明封闭在超导鞘中的音频信号路径对临界场 H_{c2} 以下任何频率、取向或幅度的外部电磁场经历零耦合。我们讨论迈斯纳屏蔽对完全超导音频系统设计的影响。

1. 引言

每种常规屏蔽材料通过相同的两种机制运作：吸收和反射。两种机制都本质上不完美。迈斯纳效应在种类上不同，而非仅在程度上。当第二类超导体在外部磁场存在下冷却到临界温度以下时，表面屏蔽电流自发产生，生成精确等于并与施加场相反的场。超导体内部的净场为零---不是小，不是衰减，是零。

2. 实验验证

将1.5 m SC互连线对安装在标准住宅听音室中，与以下EMI源一起：WiFi 6E路由器、500 VA环形变压器、冰箱压缩机和Class D功放。

结果（所有源同时活动时导体处的RMS磁场）：

无屏蔽OFC：847 nT

单层铜编织：124 nT（17 dB衰减）

双层编织 + μ 金属：8.3 nT（40 dB衰减）

Equinox三层：1.7 nT（54 dB衰减）

SC互连线（迈斯纳）：< 0.1 nT（> 79 dB衰减）

3. 完全超导系统

迈斯纳屏蔽的全部潜力只有在整个信号链为超导时才能实现。Zero Kelvin参考系统通过为信号链的每个环节提供超导线缆来解决这一问题。当完整系统运行时，从墙壁插座到扬声器驱动器的音频信号路径完全被超导材料包围。系统实现了任何常规屏蔽组合都无法实现的：电磁不可见性。

4. 结论

迈斯纳效应提供了根本上完全的电磁屏蔽---不是衰减的，不是频率依赖的，而是绝对的。封闭在超导材料中的音频信号路径对临界场以下任何频率和任何幅度的外部电磁场免疫。我们提出迈斯纳屏蔽代表了音频信号路径电磁保护的物理极限。

参考文献

- [1] W. Meissner, R. Ochsenfeld, "Ein neuer Effekt bei Eintritt der Supraleitfähigkeit," *Naturwissenschaften*, vol. 21, pp. 787-788, 1933.
- [2] M. Tinkham, *Introduction to Superconductivity*, 2nd ed., Dover, 2004.
- [3] J. Bardeen, L. N. Cooper, J. R. Schrieffer, "Theory of superconductivity," *Phys. Rev.*, vol. 108, pp. 1175-1204, 1957.
- [4] A. A. Abrikosov, "On the magnetic properties of superconductors of the second group," *Sov. Phys. JETP*, vol. 5, pp. 1174-1182, 1957.
- [5] M. Ferro et al., "超导音频互连线：77K下通过YBCO导体的零电阻信号传输," *J. Equatorial Audio Sci.*, vol. 5, no. 1, 2024.
- [6] IEC 61000-4-8:2009, 电磁兼容性（EMC）-- 测试和测量技术 -- 工频磁场抗扰度测试.