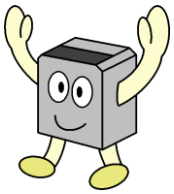
给线圈用户的提示 (第 8 节)



●前言

第 8 节是关于 "**涡流和磁性屏蔽**"。

●磁性屏蔽

要屏蔽线圈，有三种方法；反射、吸收和转移不必要的信号。
阻断磁力线（磁场）的磁性屏蔽是用磁性材料覆盖线圈（磁通量更容易通过磁性材料），如图 1。 用屏蔽材转移并阻断磁力线（通过将磁力线集中在磁性材料中）。
屏蔽不仅可以阻挡外部，而且还可以防止不必要的信号从内部泄露出来。
一些闭合磁路式电感器的结构是用磁性材料覆盖在线圈外面，这样的磁屏蔽可以防止线圈内部的磁性泄漏。

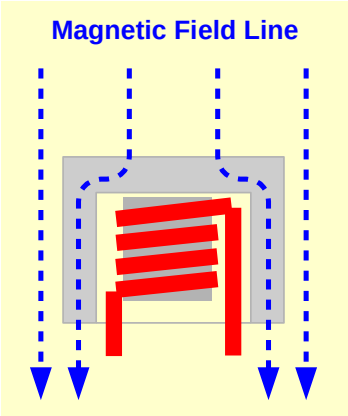


图-1 磁性屏蔽

●涡流效应

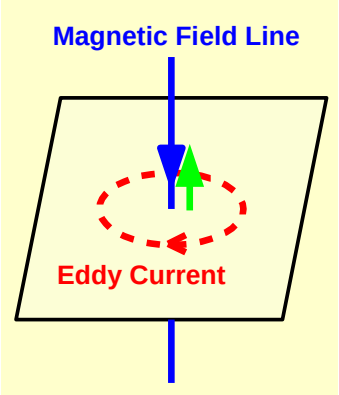


图-2 涡流

当通过金属的磁通量变化时（磁场由交电流产生），在金属表面产生涡流，以拒绝（图-2 中的绿色箭头）原始磁通量的变化，如图-2。
其大小与频率成正比（低频率=小的电磁感应，因为磁通量的变化很小）。此外，电导率越高，电流就越大。因此，像铜或铝这样的金属材料有很大的涡流。由于涡流值与频率成正比，低频时涡流很小，高频是较大。我们可以利用这个特性。
正如我们前面解释的，涡流的流动方向与磁通量相抵消。由于这个原因，当金属被放置在线圈附近时，电感值可能会减少或损失会增加（=减少 Q）。
闭合磁路式电感器受到的影响不大，因为它的结构中漏出的磁通量很小。可是，开磁式电感器受到的影响会比较大，因为磁通在线圈周围暴露。
当电感器被放置在印刷线路板上时，如果其位置靠近接地印刷电路或焊盘的金属部分，涡流就会产生，电感器就可能受到影响。

●用于线圈的磁性材料

我们可以通过使用磁性材料来增加电感量。但当磁力线通过磁性材料时，如果磁性材料含有导电性材料（金属），就会产生涡流。
由于产生了涡流，电气特性会变差，所以一般要求线圈用磁性材料必须是绝缘材，如铁氧体，它不产生涡流。

有一些功率电感器，为了改善直流饱和电流特性，使用了金属作为磁性材料，在这种情况下，金属要被粉化和绝缘处理，以防止电涡流在粉末之间流动，这样就不会产生电涡流的损失（参考图-3）。

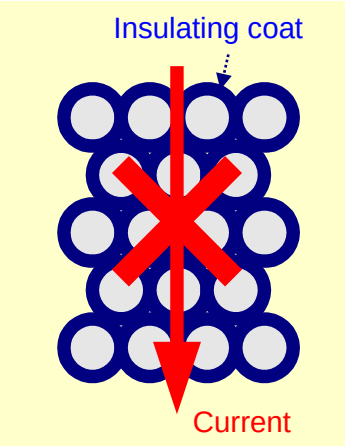


图-3 电流不会流进绝体

●电磁屏蔽

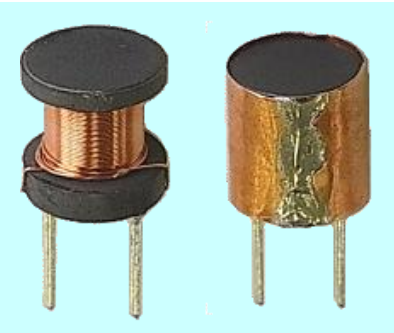
对于磁屏蔽，用磁性材料对线圈进行屏蔽。另一方面，有些屏蔽器通过使用涡流的反射和阻隔来屏蔽外界。当频率较低时，涡流很难形成（=屏蔽效果小），不能达到预期的效果。

然而，当频率很高时，可以利用涡流抵消磁通量的现象来产生电磁屏蔽。一般来说，当频率在 10 kHz 以上时，带金属的电磁屏蔽的效果会比较好。

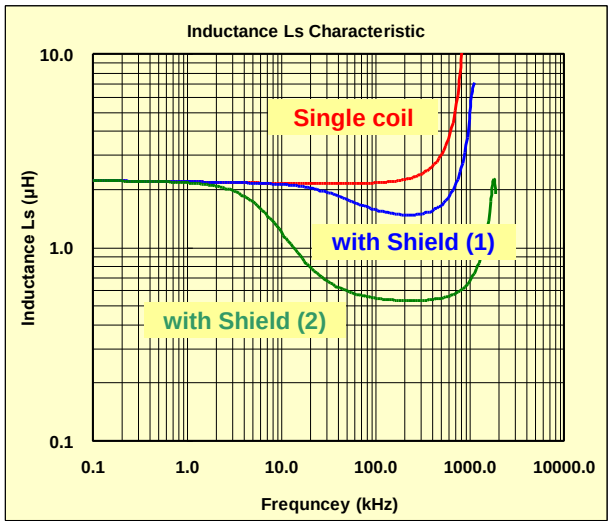
在这种情况下，屏蔽的材料不是磁性材料，而是电流流动良好的金属材料（如铜、铜合金和铝）。此外，对于电磁屏蔽，通过将金属连接到地面，可以得到静电屏蔽的预期效果。

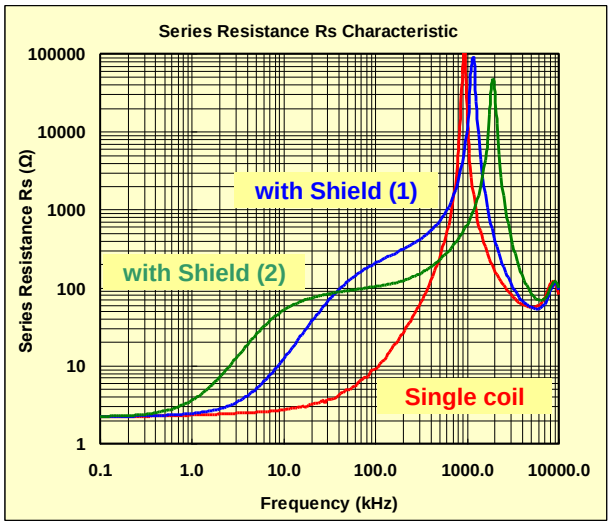
●电磁屏蔽的效果

我们用厚度为 0.1 毫米的磷青铜板覆盖开磁路感应器，并对其进行测量（照片-1）。特征在图表-1 中显示如下：单个线圈（**红线**），磷青铜板边缘没有接触的线圈（**蓝线**），以及通过焊接使磷青铜板边缘完全连接的线圈（**绿线**，图像显示在照片-1，右侧）。



照片-1 Evaluated Coils





图表-1 Effect of Metal shield

涡流流动的方式和特征在它们之间是不同的。特别是，涡流在低频时很小，因此，低频时屏蔽效果（作为屏蔽的优势）也很小。对于电磁屏蔽材，确保连接区域的传导是很重要的。

对于高频线圈来说，金属外壳是用来屏蔽的，但它不用于功率电感器。
因为在开磁路功率电感器的情况下，电气特性会明显下降（电感量下降，损耗增加），与屏蔽的优势相反。另外，在蔽磁路功率电感器的情况下，不但会成本增加，屏蔽的效果还很低。

星野