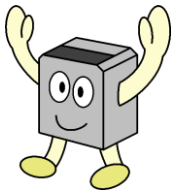
给线圈用户的提示 (第 11 节)



●前言

第 11 节是关于 **"线圈间的耦合"**。让我们看看当多个线圈一起时，耦合的条件是什么。

●磁通量的方向

线圈产生的磁力线(磁通)方向取决于绕组方向（**左右绕组**）和流经线圈的电流方向（**蓝色箭头**）。在**图-1（A）**和**（B）**的情况下，虽然它们的绕组和电流方向都是相反的，但各自产生的磁力线方向却是相同的。

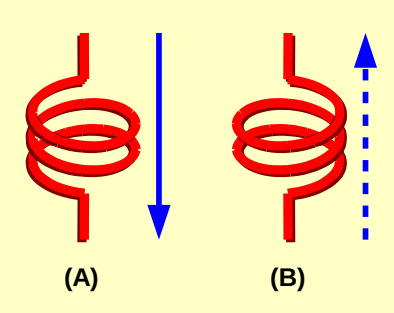


图-1 磁通量的方向

●感应器极性的指示

当放置两个以上线圈时，从线圈泄露出来的磁通量会相互影响。因此，有些产品上有极性标识(**照片-1**)。

通常的线圈存在物理性的 **"绕组开始"**。卷线方向根据生产方式而定，所有的形状也不一定都相同。

用于表示变压器等具有多个绕组的线圈（通常相同的绕线方向）的耦合方向（未考虑外泄磁力线的方向）。由于在电感中常用，所以这种物理性的 **"绕行开始** "标识也常见。

本来，应该按电解电容的极性那样，与电气特性相匹配进行标识。但同行业对线圈的极性标识没有具体标准，因此无法确定线圈，厂家间有 100%的兼容性。通常在线圈规格书中以"绕组开始 "和 "绕组方向 "来描述。

照片-1 winding start

●将两个线圈排放在一起

为了确认线圈之间的耦合。将两个电感器横向排列起来（**图-3**），并进行了测量。

频谱分析仪的 **TG** 输出被添加到一个电感（**L1**）、而另一个电感的输出（**L2**）（=输入功率）是根据**图-2** 规定的测量电路测量的。这时，如果没有电感（**L1** 和 **L2**），**TG** 输出被设定为输入值为 **0dBm**。

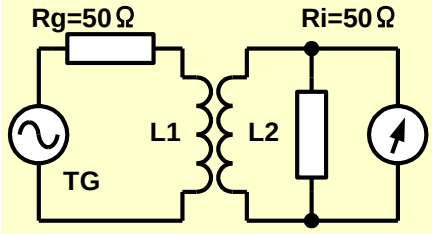


图-2 Test circuit

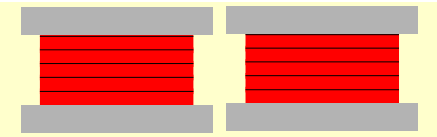


图-3 Coil's layout

当两个单独的线圈被耦合时，就像一个变压器一样。 其中一个线圈的部分功率会被转移到另一个线圈上。但因为耦合度没有变压器那么大，产生的功率非常小。

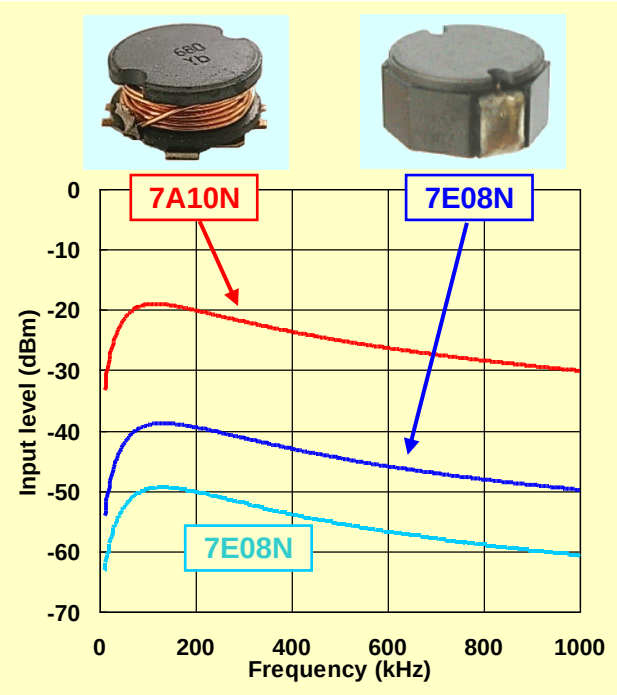
图表-1 为本公司的开磁路 SMD 电感器（**7A10N**）和闭磁路 SMD 电感器（**7E08N**）之间的结合比较图。

即使是开磁路电感器，因为不是所有泄漏的磁通都进入相邻的线圈，所以输入功率会下降（=耦合度小）。闭磁路电感器的情况下，由于磁屏蔽的影响，与开磁路的电感器相比，又减少约 **20dB**。

接着，将闭磁路电感器分离约 **4mm**（约外形尺寸的一半）的情况下进行测量，其结果是输入功率又下降约 **10dB**（**浅蓝色**）。

可以发现，当多个线圈紧密放置时，闭磁路电感器的表现非常有效。

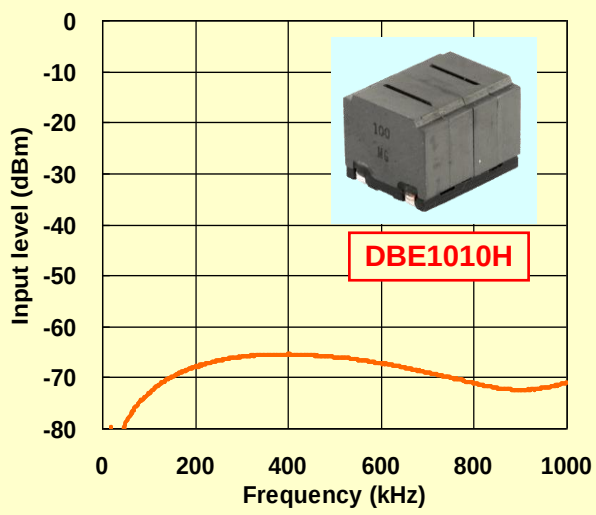
※7E10N,7E08N 该产品目前不在生产序列中。



图表-1 Comparison with 7A10N and 7E08N

●2 合 1 型

本公司数字音频放大器用线圈中有几种 **2 合 1** 类型的产品。这些产品是将两个线圈整合为一个，从而实现封装面积减少、工时减半的效果。



图表-2 Characteristic of DBE1010H

当两个线圈紧密放置时，会担心线圈之间的耦合。但实际上，每个线圈都做有很好的屏蔽设计，线圈之间的耦合作用非常小。

图表-2 是本公司的 DBE1010H，**2 合 1** 类型的 D 类放大器的测量结果。线圈之间的耦合比正常屏蔽线圈排列时还要小。

●高频率

对于高频电路，由于电感量小，通常使用空芯线圈和片状电感器。如**图-4** 所示，将线圈呈直角放置，这样从线圈发出的磁通量很难通过另一个线圈的绕组。可以使线圈相互间的耦合最小化。

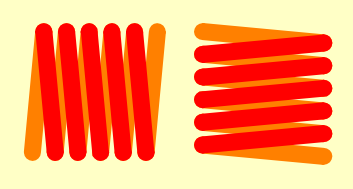


图-4 orthogonal layout of two coils

星野