

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H01F 17/06

H01F 1/34



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03814393.3

[43] 公开日 2005年8月31日

[11] 公开号 CN 1663003A

[22] 申请日 2003.9.22 [21] 申请号 03814393.3

[86] 国际申请 PCT/JP2003/012044 2003.9.22

[87] 国际公布 WO2005/029517 日 2005.3.31

[85] 进入国家阶段日期 2004.12.20

[71] 申请人 美蓓亚株式会社

地址 日本长野

[72] 发明人 小林修 山田修 铃木行夫 伊藤清  
白井麻由佳

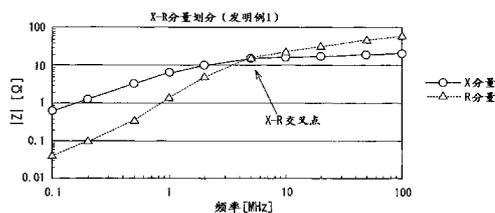
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商  
标事务所  
代理人 马浩

权利要求书1页 说明书11页 附图4页

[54] 发明名称 珠形噪声滤波器

[57] 摘要

本发明的珠形噪声滤波器用磁芯1构成,磁芯用Mn-Zn铁氧体形成,Mn-Zn铁氧体的电阻率增大以改善高频特性,以及其电容率降低,从而能成功地抑制辐射噪声而不会引起发送信号的波形畸变。构成珠形噪声滤波器的磁芯1用具有高电阻率的软磁材料形成,磁芯1是圆柱形,具有至少一个通孔1a以形成闭合磁路。珠形噪声滤波器连接到信号线2,信号线2穿过通孔1a。软磁材料的复数相对电容率实数部分的范围是:在1KHz时是1000-20000,在1MHz时是50或更小;具有的电阻率是150Ωm或更高。



ISSN 1008-4274

1、一种珠形噪声滤波器，包括具有一个通孔的磁芯，以形成一个闭合磁路，所述珠形噪声滤波器连接到信号线和电源线之一上，从而所述线穿过磁芯的闭合磁路，

其特征在于，磁芯用软磁材料形成，软磁材料的复数相对电容率的实数部分的范围是，在 1KHz 时是从 1000 到 20000，在 1MHz 时是 50 或更小；并且其电阻率是  $150\Omega\text{m}$  或更高。

2、按照权利要求 1 的珠形噪声滤波器，其中磁芯用 Mn-Zn 铁氧体形成，Mn-Zn 铁氧体的基本组份包括：44.0-50.0(不包含 50.0)mol% 的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ；4.0-26.5mol% 的  $\text{ZnO}$ ；0.1-8.0mol% 的  $\text{TiO}_2$  和  $\text{SnO}_2$  中的至少一种；和剩余由  $\text{MnO}$  构成。

3、按照权利要求 1 的珠形噪声滤波器，其中磁芯用 Mn-Zn 铁氧体形成，Mn-Zn 铁氧体的基本组份包括：44.0-50.0(不包含 50.0)mol% 的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ；4.0-26.5mol% 的  $\text{ZnO}$ ；0.1-8.0mol% 的  $\text{TiO}_2$  和  $\text{SnO}_2$  中的至少一种；0.1-16.0% 的  $\text{CuO}$ ；和剩余由  $\text{MnO}$  构成。

## 珠形噪声滤波器

### 技术领域

本发明涉及珠形 (bead type) 噪声滤波器, 用于安装在电路板上的信号线和电源线, 以抑制不希望有的辐射噪声。

### 背景技术

随着电子器件的尺寸减小和性能提高, 从信号线和电源线 (以下通称“信号线”) 辐射的高频噪声变成了主要问题。将信号线穿过螺旋管形或圆柱形的叫做“珠芯 (bead core)”的闭合路径磁芯可以最简单地抑制这些噪声中的大部分。实际上, 通常信号线插入磁芯在磁芯上绕一匝 (插入一匝), 某些情况下, 磁芯可以设置经常插入通孔, 信号线穿过这些通孔在磁芯上缠绕多匝。

以下将参见图 1 说明影响上述噪声抑制方法的珠形噪声滤波器。图 1 显示出具有高电阻率的软磁材料形成的闭合路径磁芯 (珠芯) 1。磁芯 1 是圆柱形, 具有沿着其中心轴的通孔 1a, 它附在信号线 2 上从而信号线 2 穿过通孔 1a, 由此起到珠形噪声滤波器的功能。或者, 磁芯 1 可以设置多个通孔 1a。 (参见图 2)。

为了抑制几十到几百 MHz 的不希望有的辐射噪声, 通常用电阻率为  $10^2$  到  $10^5 \Omega\text{m}$  的 Ni-Zn 铁氧体形成磁芯 1, 以便在这样的高频频段恰当地工作。而且, 要求磁芯 1 具有高电阻率, 这样即使当插入通孔 1a 的信号线 2 没有绝缘涂层因此可能与通孔直接接触的时候也不会产生麻烦, 这也是用 Ni-Zn 形成磁芯 1 的另一个原因。用含有价格昂贵的 Ni 材料的 Ni-Zn 铁氧体形成磁芯 1 会提高珠形噪声滤波器的制造成本, 即使其结构很简单。

另一方面, 常规的 Mn-Zn 铁氧体是价格便宜的软铁氧体, 但电阻率低到  $10^{-1}$ - $10^0 \Omega\text{m}$ 。涡流损耗在低于要求抑制噪声的信号频段的频

段内急剧增大，因此，用 Mn-Zn 铁氧体构成的磁芯 1 不能用于高频频段。而且，用 Mn-Zn 铁氧体构成的磁芯 1 的另一个问题是，当信号线穿过通孔 1a 时，没有绝缘涂层的信号线 2 绝对不能与磁芯 1 的通孔 1a 直接接触。

Mg-Zn 铁氧体是另一种价格便宜的软铁氧体材料。但是，Mg-Zn 铁氧体与其他铁氧体材料比较，Mg-Zn 铁氧体的软磁性能差，例如，初始磁导率和饱和磁通量密度等软磁性能比其它铁氧体材料差，所以，用 Mg-Zn 铁氧体构成磁芯 1 时，要想达到与珠形噪声滤波器同等的性能，用 Mg-Zn 铁氧体构成的磁芯 1 就必须增大尺寸。特别地，当用于抑制信号线 2（尤其是电源线）中的噪声时（其中在信号线 2 中波动电涌和电涌噪声成为问题），必须进一步增大磁芯 1 的尺寸以防止磁饱和。所以，Mg-Zn 铁氧体不能用于珠形噪声滤波器。

参见图 3，图 3 中显示的珠形噪声滤波器的等效电路图，是由电感元件 L 和电阻元件 R 构成的串联电路与电容元件 C 构成的并联电路。以下将电感元件 L、电阻元件 R、和电容元件 C 简化成 L 元件、R 元件、和 C 元件。

图 3 中，要发送的信号的频段（信号频段）中，存在关系式  $L \gg R$ ，式中 L 是 L 元件的值，R 是 R 元件的值，每一个元件值表示成阻抗值  $|Z|$ 。因此，在珠形噪声滤波器中 R 和 L 元件的串联电路具有电感功能（几乎只有 L 元件），所以，要发送的信号不会出现由 R 元件引起的损耗。因此，珠形噪声滤波器和信号线上的 C 元件构成电路中的低通滤波器，但是，由于 L 元件值小，以及由于截止频率高于要发送的信号频段，所以，信号的发送损耗可以忽略不计。

在高于要发送的信号频段的频段内，有关系式  $L \ll R$ ，所以，R 和 L 元件的串联电路具有电阻功能（几乎只有 R 元件），有发热的吸收噪声，这特别有助于有效抑制不希望有的辐射噪声。

珠形噪声滤波器的阻抗值  $|Z|$  分成电抗 X 分量（以下为了好用，简称为 X 分量）和电阻 R 分量，用下式表示：

$$|Z| = \sqrt{(X^2 + R^2)} \quad \text{式 (1)}$$

珠形噪声滤波器的磁芯上加 AC 磁场时，它的复数磁导率  $\mu$  用下式表示：

$$\mu = \sqrt{(\mu' + j\mu'')^2} \quad \text{式 (2)}$$

式中  $\mu'$  是实数部分。珠形噪声滤波器的 X 分量由实数部分  $\mu'$  产生，而珠形噪声滤波器的 R 分量由虚数部分  $\mu''$  产生。

因此，X 分量在要发送的信号频段起主导作用，也就是说，珠形噪声滤波器与信号线上的 C 元件结合，起一个低通滤波器的作用，阻止叠加到信号上的噪声分量通过。但是，被阻止的和防止通过的噪声分量有可能影响其他的电路。另一方面，在产生辐射噪声的高频频段，R 分量是主导部分，并将包括辐射噪声的噪声分量转换成热能，以构成一个噪声消除因子。与被低通滤波器阻塞相比，被转换成热能可以更安全、更可靠的消除噪声。

在 X 分量和 R 分量具有相等的值的频率，也就是说，X-R 交叉点的频率，是反射噪声的 X 分量与将噪声转换成热能的 R 分量之间的变化的临界频率。一般地，R 分量把噪声转换成热能越多，可以更好地消除噪声，所以，如果阻抗特性相等，X-R 交叉点的频率越低越好。

如果在高频频段的 X 分量大而 R 分量小，那么在信号线上的电容元件 C 会产生具有大 Q 值的 LC 谐振 (Q 是表示电感特性的指标)，因此，根据珠形噪声滤波器所连接的电路，输入的数字式信号会出现波形畸变，例如，出现圆环。因此，在高频频段中，X 分量越小越好。

根据上述的频段和 X 分量和 R 分量之间的关系，用所述的 Ni-Zn 铁氧体构成的磁芯所构成的珠形噪声滤波器的 X-R 交叉点大致出现在属于高频频段的 10MHz，它的 X 电抗分量在高频频段中仍然保持增加。所以，如果用 Ni-Zn 铁氧体构成的珠形噪声滤波器连接在具有几 PF 电容的高阻抗数字电路 (例如 C-MOS 反相器) 的输入信号线上，那么，输入的数字信号会出现波形畸变，例如，出现圆环形、下冲峰突信号和上冲峰突信号。出现这些波形畸变是由具有比较大的 Q 值的 LC 谐振引起的。由于出现波形畸变和上述的 Ni-Zn 价格昂贵，所以，需要用非 Ni-Zn 铁氧体构成的磁芯来构成噪声滤波器。特别地，需要

一个其 X-R 交叉点频率低于用 Ni-Zn 铁氧体构成的磁芯所构成的珠形噪声滤波器的 X-R 交叉点频率, 并且主要用 R 分量更完全可靠地抑制噪声的珠形噪声滤波器。

已经按照以上的要求描述了本发明, 本发明的目的是提供一种价格便宜的珠形噪声滤波器, 它能够抑制噪声, 同时在诸如数字信号的发送信号中不出现波形畸变, 以便在近来的电子装置中处理信号的更高频率和数字化。

具体地说, 本发明的目的(按权利要求 1)是提供用价格便宜的 Mn-Zn 铁氧体构成的磁芯所构成的珠形噪声滤波器, Mn-Zn 铁氧体具有显著增大的电阻率, 以取得在高频频段与 Ni-Zn 铁氧体的软磁特性相当的软磁性, 从而抑制几十到几百 MHz 的辐射噪声, 还提供一种珠形噪声滤波器, 它允许没有绝缘涂层的信号线或电源线必要时直接接触磁芯的通孔并穿过通孔。而且, 发明的目的(根据权利要求 2 和 3)是最终提供一种高性能的珠形噪声滤波器, 其在实现上述目标之后主要用 R 分量安全可靠地抑制噪声, 从而不会造成发送信号的波形畸变。

### 发明内容

按本发明的权利要求 1, 珠形噪声滤波器中包括具有通孔的磁芯, 以形成一个闭合磁路, 珠形噪声滤波器连接到信号线和电源线之一上, 所述线穿过磁芯的闭合磁路, 磁芯用软磁材料构成, 软磁材料具有的复数相对电容率范围是: 在 1kHz 频率为 1000-20000, 和在 1MHz 频率为 50 以下; 具有的电阻率为 150Ωm 或更高。因此, 可以制成价格便宜的珠形噪声滤波器, 它具有很高的电阻率, 同时在高频频段具有与 Ni-Zn 铁氧体构成的珠形噪声滤波器相当的软磁特性, 能够抑制几十到几百 MHz 的辐射噪声。

按本发明的权利要求 2, 磁芯用 Mn-Zn 铁氧体构成, Mn-Zn 铁氧体的基本成分组分包括: 44.4-50.0 (不包括 50.0) mol% 的 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 4.0-26.5mol% 的 ZnO; 0.1-8.0mol% 的 TiO<sub>2</sub> 和 SnO<sub>2</sub> 中的至少一种;

和  $\text{MnO}$  是剩余组份。因此，可以制造出便宜的珠形噪声滤波器，它以更安全可靠的方式主要用 R 分量抑制噪声，而不会引起发送信号的波形畸变。

按照本发明的权利要求书，用 Mn-Zn 铁氧体构成磁芯，Mn-Zn 铁氧体的基本成分组分包括：44.4-到 50.0（不包括 50.0）mol% 的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ；4.0-26.5mol% 的  $\text{ZnO}$ ；0.1-8.0mol% 的  $\text{TiO}_2$  和  $\text{SnO}_2$  中的至少一种；0.1-16.0mol% 的  $\text{CuO}$ ；和  $\text{MnO}$  是剩余组份。因此，可以制造出价格便宜的珠形噪声滤波器，并达到与上述的按本发明权利要求 2 相同的性能。

#### 附图说明

图 1 是按本发明的珠形噪声滤波器的透视图；

图 2 是按本发明的珠形噪声滤波器的透视图；

图 3 是珠形噪声滤波器的等效电路图；

图 4 是用以后要描述的表 1 中显示的磁芯样品的珠形噪声滤波器的阻抗频率特性曲线；

图 5 按本发明例 1（用编号为样品 1 的磁芯构成的珠形噪声滤波器）的阻抗频率特性曲线；和

图 6 按对比例 2（用编号为样品 4 的磁芯构成的珠形噪声滤波器）的阻抗频率特性曲线。

#### 具体实施方式

以下参见图 1-6 说明本发明的优选实施例。

参见图 1，珠形噪声滤波器用磁芯 1（珠芯）构成，磁芯 1 具有高电阻率，信号线 2（或电源线）插入并穿过磁芯 1。磁芯 1 是圆柱形，具有沿着其中心轴的通孔 1a，信号线 2 穿过通孔 1a。图 2 显示出另一个珠形噪声滤波器，参见图 2，图 2 中的磁芯 1 用与图 1 所示的磁芯 1 相同的材料构成，也具有圆柱形，但是，具有两个通孔 1a，信号线 2 穿过一个通孔 1a 并回转以穿过另一个通孔 1a。

参见图 3，图 3 是珠形噪声滤波器的等效电路图，图 3 中显示的等效电路图是电感元件 L 和电阻元件 R 形成的串联电路再和电容元件 C 形成并联电路。

图 1 和图 2 显示出按本发明的珠形噪声滤波器，图 3 是按本发明的珠形噪声滤波器的等效电路图。

含 50.0mol% 或更多的 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的常规 Mn-Zn 铁氧体价格便宜和具有良好的特性，但是，电阻率太低。所以具有用这种 Mn-Zn 铁氧体构成的磁芯的珠形噪声滤波器不能用在高频频段中，也不允许与没有绝缘涂层的信号线接触。

本发明人在诸如日本专利 No.3108803 和 No.3108804 中公开了 Mn-Zn 铁氧体，当 Mn-Zn 铁氧体包含少于 50.0mol% 的 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和适量的 TiO<sub>2</sub> 和 SnO<sub>2</sub> 中的至少一种时，Mn-Zn 铁氧体的电阻率明显增大。但是，按本发明目的，也就是说，以安全可靠方式主要用 R 分量抑制噪声而又不会引起发送信号波形畸变的高性能珠形噪声滤波器，是不可能通过使用像 Ni-Zn 铁氧体这样的高电阻率铁氧体就能实现的。具体地说，由于 Ni-Zn 铁氧体形成的磁芯 X-R 交叉点频率在属于高频频段的 10MHz 或更高频率，如以下要描述的，在高频频段 X 电抗分量会保持增大。所以，如果用这种磁芯构成的珠形噪声滤波器连接到高阻抗数字电路的输入信号线上，会引起输入数字信号的波形畸变，例如，出现上冲峰突信号、环形信号等。

当图 3 显示出其等效电路图的珠形噪声滤波器的磁芯上加 AC 磁场时，电容率 (permittivity)  $\epsilon$  用以下的复数表示：

$$\epsilon = \sqrt{(\epsilon'^2 + \epsilon''^2)} \quad \text{式 (3)}$$

式中  $\epsilon'$  是复数相对电容率的实数部分， $\epsilon''$  是复数相对电容率的虚数部分。复数相对电容率的虚数部分  $\epsilon''$  是引起介电损耗的分量。

由于这种珠形噪声滤波器经常连接在信号线上，所以信号线穿过磁芯 (珠芯) 并在磁芯上绕一匝 (插入一匝)，由于输入端与输出端之间的距离大，所以，绕组 (缠绕在磁芯上的信号线) 之间的电容 C 分量小。不仅仅在绕组之间存在电容分量 C，在绕组与磁芯之间也存

在电容分量  $C$ ，并因此取决于磁芯的复数相对电容率的实数部分  $\epsilon'$ 。例如，在具有非常大的复数相对电容率实数部分  $\epsilon'$  的 Mn-Zn 铁氧体的情况下，在绕组与磁芯之间产生很大的电容分量  $C$ 。特别地，由于珠形噪声滤波器的绕组以紧密接触的方式穿过磁芯，电容分量  $C$  主要取决于磁芯的复数相对电容率实数部分  $\epsilon'$ 。

本发明人制造了具有相同  $L$  分量和  $R$  分量的 Mn-Zn 铁氧体珠形噪声滤波器，测量了它们的阻抗特性，并发现如下事实。

在具有大的复数相对电容率实数部分  $\epsilon'$  的常规 Mn-Zn 铁氧体中 ( $C$  分量大)，发现  $X-R$  交叉点的频率接近低频，但是，在高频频段的阻抗特性差。另一方面，在具有小的复数相对电容率实数部分  $\epsilon'$  的 Ni-Zn 铁氧体中 ( $C$  分量小)，发现  $X-R$  交叉点的频率接近高频，但是，在高频频段的阻抗特性好。而且，常规的 Mn-Zn 铁氧体和 Ni-Zn 铁氧体的复数相对电容率实数部分  $\epsilon'$  被基本上保持恒定，从低频频段到高频频段只有小于个单个位数的变化（如果有的话）。

根据以上的发现，本发明人用具有从低频频段到高频频段复数相对电容率实数部分  $\epsilon'$  变化很大的软磁材料形成的磁芯构成珠形噪声滤波器。上述的珠形噪声滤波器中，由于复数相对电容率实数部分  $\epsilon'$  在低频频段大到一定程度，所以  $X-R$  交叉点的频率接近低频频段，由于复数相对电容率实数部分  $\epsilon'$  在高频频段小，所以在高频频段阻抗特性优良。

按照本发明，磁芯的电阻率设定为  $150\Omega\text{m}$  或更高。不能肯定一个没有绝缘涂层的铜线直接缠绕在磁芯上时是否会出现问题，因为它与所加的电压有关，但是在相当广泛的应用中，相信电阻率为  $150\Omega\text{m}$  或更高的磁芯能承担适当的工作。

按本发明，复数相对电容率实数部分  $\epsilon'$  的范围设定在： $1\text{kHz}$  的频率下是 1000 到 20000，和在  $1\text{MHz}$  的频率下是 50 以下。如上所述，这种磁芯的复数相对电容率实数部分  $\epsilon'$  从低频频段到高频频段有明显的变化，珠形噪声滤波器的  $X-R$  交叉点的频率接近低频，例如， $5\text{MHz}$ 。

以下将说明本发明的实施例。构成珠形噪声滤波器的磁芯用的软

磁材料，其复数相对电容率实数部分  $\epsilon'$  的范围在：1kHz 的频率下是 1000 到 20000，和在 1MHz 的频率下是 50 以下，和电阻率为 150 $\Omega$ m 或更高。每个磁芯具有通孔，所以形成闭合磁路，并且附在信号线上从而信号线穿过磁芯的通孔。

例子

过程 1

表 1 中显示出磁芯样品的基本组份，一些磁芯用按本发明的软磁材料构成，另一些磁芯样品作为对比例，用常规的软磁材料构成。

表 1

	基本组份 (mol%)							
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	ZnO	TiO <sub>2</sub>	SnO <sub>2</sub>	NiO	MgO	CuO
样品 1	47.0	41.5	10.5	1.0	—	—	—	—
样品 2	47.0	40.5	10.5	—	0.5	—	—	1.5
样品 3	53.0	37.5	9.5	—	—	—	—	—
样品 4	48.5	—	31.5	—	—	15.0	—	5.0
样品 5	48.5	2.0	18.5	—	—	—	31.0	—

参见表 1，制备了五种磁芯样品（样品 1-样品 5）。材料颗粒选自：Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，ZnO，TiO<sub>2</sub>，SnO<sub>2</sub>，CuO，MnO，NiO 和 MgO，各个组份的重量显示在表 1 中，选择的组份通过球磨混合以产生各种混合物，各种混合物在 900℃ 在大气中煅烧 2 小时。煅烧过的各种混合物用球磨研磨成平均颗粒直径为 1.4 $\mu$ m 的颗粒。然后，研磨后的各种混合物与加入的聚乙烯醇混合，然后成粒，并在 80MPa 的压力下模压成具有螺旋管结构的各种生坯。要制成样品 1 到样品 3 的生坯，在 1150℃ 的温度下、在通过灌入氮气来控制其部分氧气压强的气氛中烧结 3 小时；要制成样品 4 和样品 5 的生坯，在 1150℃ 的温度下在大气中烧结 3 小时。

由此制成外径为 3.2mm，内径为 1.6mm，高度为 6mm 的样品 1 到样品 5。测试这样制成的样品 1-5（用于珠形噪声滤波器的磁芯样品）：0.1MHz 的初始磁导率  $\mu_i$ ；Z 1194A/m 的饱和磁通量密度  $B_s$ ；

电阻率  $\rho_v$  ( $\Omega\text{m}$ )；和在 1kHz 及 1MHz 的复数相对电容率实数部分  $\epsilon'$ 。测试数据列有表 2 中。

表 2

	$\mu_i$ (0.1MHz)	$B_s$ (1194A/m)	$\rho_v$ ( $\Omega\text{m}$ )	$\epsilon'$	
				(1kHz)	(1MHz)
样品 1	857	410	103	12320	32
样品 2	861	390	103	10970	28
样品 3	853	420	10-1	58430	18800
样品 4	864	370	104	22	17
样品 5	487	250	104	56	51

用 Mg-Zn 铁氧体形成的样品 5 的初始磁导率  $\mu_i$  和饱和磁通密度  $B_s$  都低，因此与样品 1-4 比较，样品 5 没有优越性。特别地，要求珠形噪声滤波器防止由于波动电流和电涌噪声而变得磁饱和，所以，必需增大具有低饱和磁通量密度  $B_s$  的样品 5 的尺寸。

用普通的 Mn-Zn 铁氧体构成的样品 3 的初始磁导率  $\mu_i$  和饱和磁通密度  $B_s$  都良好，但是电阻率  $\rho_v$  极低。所以会妨碍它在高频频段的使用。而且，样品 3 一定不能与不绝缘的信号线直接接触，这就必然限制了它的应用。

用本发明（根据权利要求 1）的 Mn-Zn 铁氧体形成的样品 1，用本发明（根据权利要求 3）的 Mn-Zn 铁氧体形成的样品 2，和用 Ni-Zn 铁氧体形成的样品 4 都具有优良的初始磁导率  $\mu_i$ 、饱和磁通密度  $B_s$ 、和电阻率  $\rho_v$ 。

### 过程 2

按上述过程 1 构成的样品 1-5（珠芯）都可以连接到信号线上作为珠形噪声滤波器，使信号线穿过磁芯在其上缠绕一匝（插入一匝）。这样制成的样品例显示在表 3 中，其中测试了 X-R 交叉点的频率。

表 3

	磁芯	信号线 插入	X-R 交叉点
发明例 1	样品 1	插入一匝	4.9MHz
发明例 2	样品 2	插入一匝	4.7MHz
对比例 1	样品 3	插入一匝	
对比例 2	样品 4	插入一匝	1.1MHz
对比例 3	样品 5	插入一匝	

图 4 中显示出例 1-5 的阻抗频率特性的测试结果。图 4 中显示的阻抗频率特性是珠形噪声滤波器的实际特性。

如图 4 所示，10MHz 以上的频率是噪声抑制的关键频段。与其他例（发明例 1 和 2 和对比例 2 和 3）相比，对比例 1 的阻抗频率特性明显地低。其原因是，Mn-Zn 铁氧体的电阻率  $\rho_v$  低。

与其他例（发明例 1 和 2 和对比例 1 和 2）相比，对比例 3 的阻抗频率特性低。其原因是，Mn-Zn 铁氧体的初始磁导率  $\mu_i$  低。

在高频频段中发明例 1 和 2 和对比例 2 具有优良的阻抗特性。

发明例 1 和 2 和发明例 1 和 2 在上述实施例 1 和 2 中的各种测试结果看起来是珠形噪声滤波器的优选例，它们被进一步考查。

在过程 2 中测试的发明例 1 和 2 中的各个阻抗和对比例 2 的阻抗按照上述的式 (1) 分成电抗分量 X 和电阻分量 R。发明例 1 和对比例 2 的划分分量分别用图 5 和 6 中的曲线显示。

参见图 5，发明例 1 的 X-R 交叉点的频率在 5MHz 附近。发明例 2 的划分分量没有显示，其结果基本与发明例 1 相同。另一方面，对比例 2 的 X-R 交叉点的频率在 10MHz 附近，如图 6 所示。其原因是，如表 2 显示的，在 1KHz 与 1MHz 之间的频率范围内，样品 1（发明例 1）和样品 2（发明例 2）的复数相对电容率实数部分  $\epsilon'$  变化极大，而样品 4（对比例 2）的复数相对电容率实数部分  $\epsilon'$  变化极小。

以上的考查发现，虽然在高频频段发明例 1 和 2 以及对比例 2 都具有优良的阻抗频率特性，这就是说，能进行有效的噪声抑制，但发明例 1 和 2 的输入数字信号的波形畸变的可能性很低，所以发明例 1

和 2 比比例 2 优异。

本发明权利要求 1 的说明中，上述的实施例涉及多个珠形噪声滤波器，它的电阻率是  $150\Omega\text{m}$  或更高，其复数相对电容率实数部分  $\epsilon'$  分别是，在 1KHz 是 12320 和 10970，在 1MHz 是 32 和 28（发明例 1 和 2），但是可以证明其复数相对电容率实数部分  $\epsilon'$  在上述权利要求 1 范围内的珠形噪声滤波器具有与上述实施例相同或基本相同的效果。

本发明的权利要求 2 的说明中，上述的实施例涉及多个珠形噪声滤波器，它的磁芯用 Mn-Zn 铁氧体形成，Mn-Zn 铁氧体的基本组份包括：47.0mol% 的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ；10.5mol% 的  $\text{ZnO}$ ；1.0mol% 的  $\text{TiO}_2$ ；和剩余量（41.5mol%）的  $\text{MnO}$ （发明例 1），但是可以证明具有本发明权利要求 2 中规定的范围内的基本组份的珠形噪声滤波器与上述实施例具有相同或基本相同的效果。

本发明权利要求 3 的说明中，上述的实施例涉及多个珠形噪声滤波器，它的磁芯用 Mn-Zn 铁氧体形成，Mn-Zn 铁氧体的基本组份包括：47.0mol% 的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ；10.5mol% 的  $\text{ZnO}$ ；0.5mol% 的  $\text{SnO}_2$ ；1.5mol% 的  $\text{CuO}$  和剩余量（40.5mol%）的  $\text{MnO}$ （发明例 2），但是可以证明具有本发明权利要求 3 中规定的范围内的基本组份的珠形噪声滤波器与上述实施例具有相同或基本相同的效果。

按本发明的珠形噪声滤波器有助于简单地和价格便宜地抑制来自尺寸减小和性能提高了的新电子装置的信号线辐射的高频噪声，特别适合于抑制噪声而同时输入数字信号的波形没有畸变。

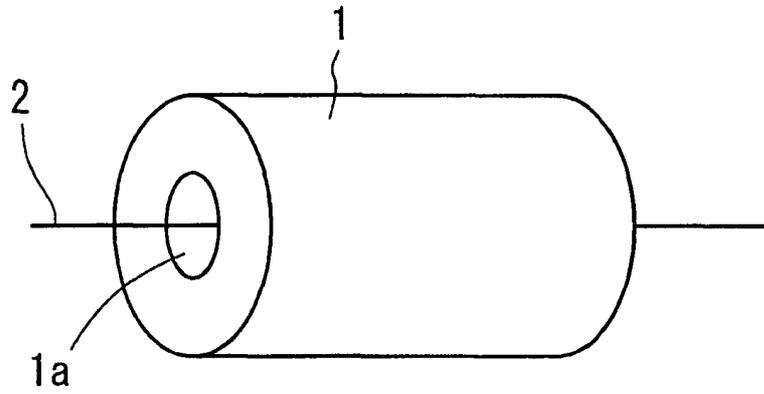


图 1

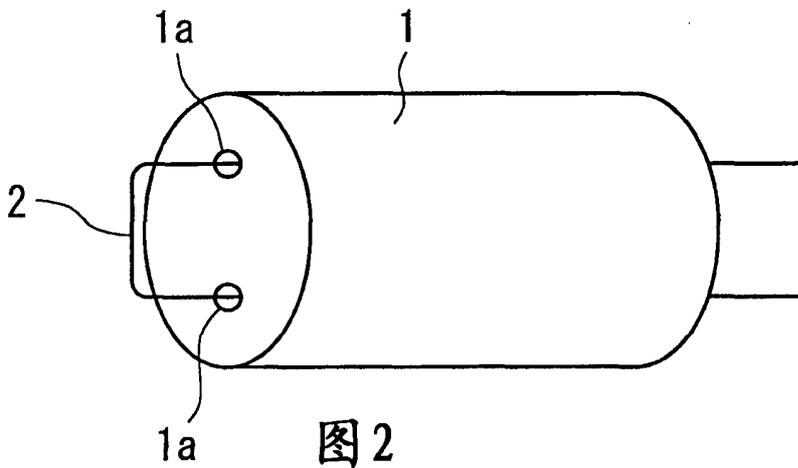


图 2

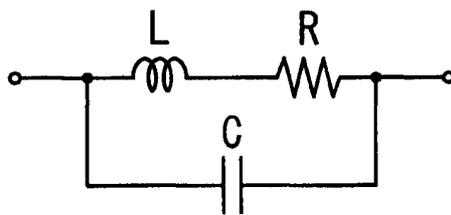


图 3

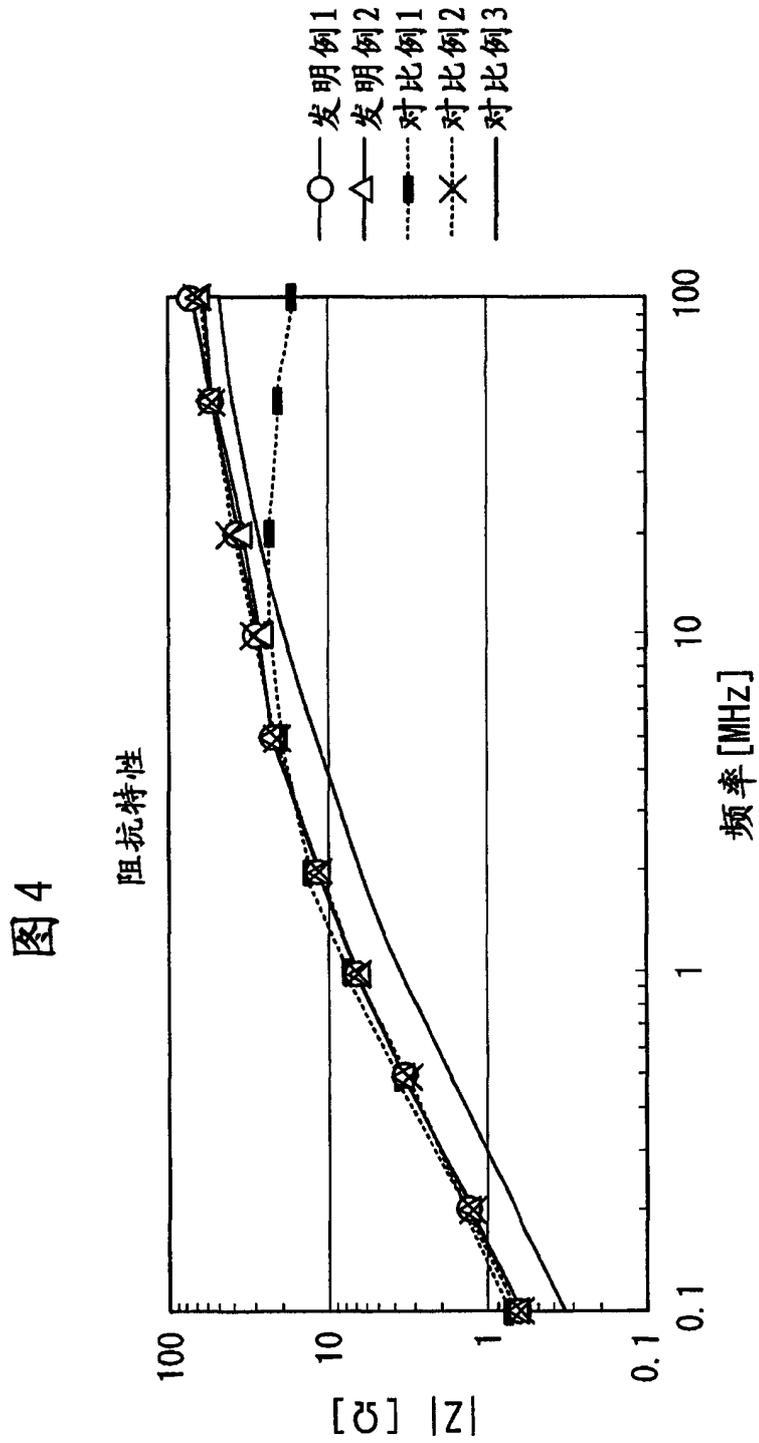


图5

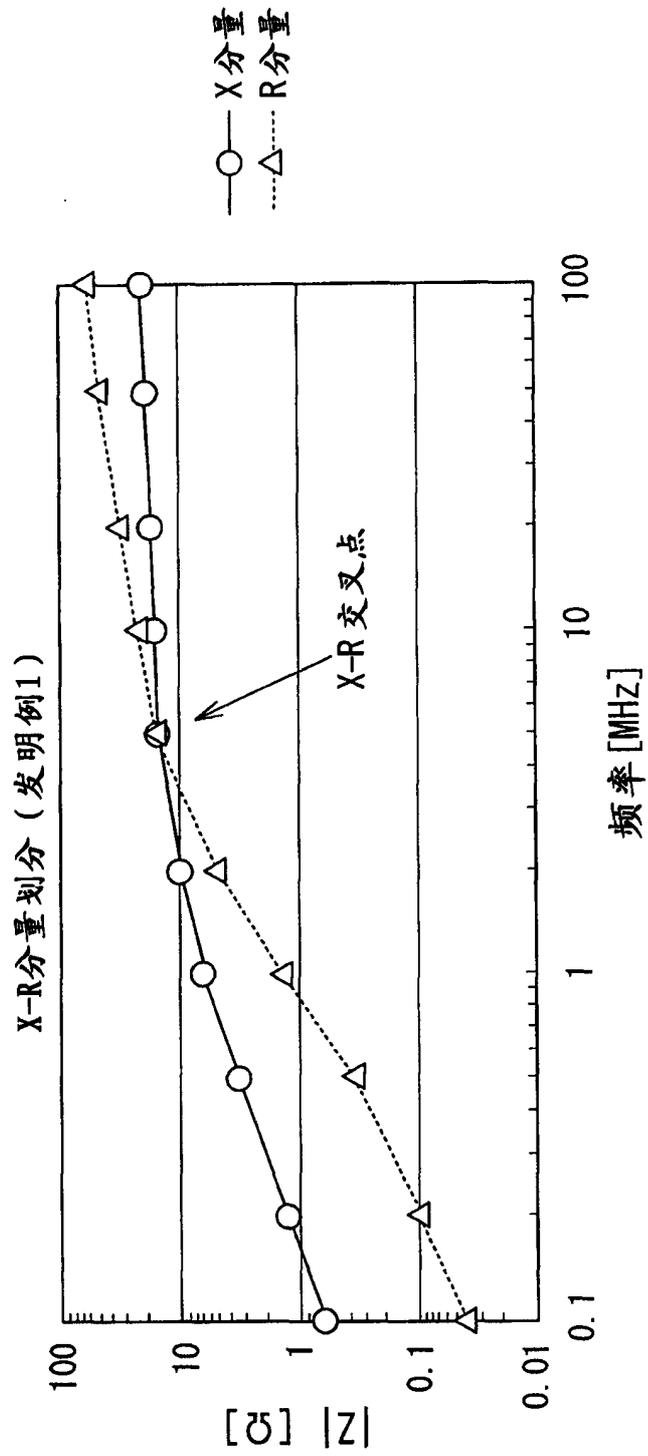


图6

