



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1851973 B

(45) 授权公告日 2010.05.12

(21) 申请号 200610042760.4

CN 1274977 A, 2000.11.29, 全文.

(22) 申请日 2006.04.30

JP 11098828 A, 1999.04.09, 全文.

(73) 专利权人 西安交通大学

US 2004062064 A1, 2004.04.01, 全文.

地址 710049 陕西省西安市咸宁路 28 号

段勇, 王跃, 符志平, 杨君, 王兆安. 新型单相并联混合电力滤波器的研究. 电工电能新技术 23 1. 2004, 23(1), 51-54.

(72) 发明人 陈文洁 杨旭 王兆安

审查员 王可

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200

代理人 李郑建

(51) Int. Cl.

H01P 1/20 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1465130 A, 2003.12.31, 全文.

JP 8279724 A, 1996.10.22, 全文.

CN 1527456 A, 2004.09.08, 全文.

US 5530396 A, 1996.06.25, 全文.

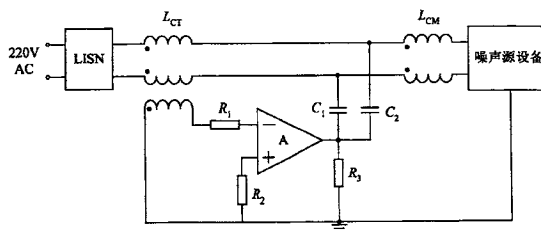
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 3 页

(54) 发明名称

宽频带高衰减共模传导电磁干扰并联混合型滤波器

(57) 摘要

本发明公开了一种宽频带高衰减共模传导电磁干扰并联混合型滤波器,包括无源共模滤波电感 LCM,该无源共模滤波电感 LCM 的输入端与高频电流互感器 LCT 的输出端相串联,构成有源滤波器和无源滤波器;无源共模滤波电感与噪声源设备相串联,能够有效滤除高频电磁噪声又能够修正设备的源阻抗特性。运算放大器的输出通过 2 个高压陶瓷电容和电阻并联连接到小型无源共模电感的输入端,且工作在开环状态,其输入端经高频电流互感器串联连接到设备的电网侧。本发明优于构成它的单纯有源或无源滤波器,而且远大于有源与无源的滤波效果之和,其结构简单、合理,噪声衰减能力强、外形尺寸小、重量轻等特点。能够满足开关电源等电力电子设备的传导电磁干扰抑制。



1. 一种宽频带高衰减共模传导电磁干扰并联混合型滤波器,其特征在于,该滤波器包括一无源共模滤波电感 ( $L_{CM}$ ),该无源共模滤波电感 ( $L_{CM}$ ) 的输入端与高频电流互感器 ( $L_{CT}$ ) 的输出端相串联,构成有源滤波器和无源滤波器的混合型滤波器;

无源共模滤波电感 ( $L_{CM}$ ) 的原、副边绕组的绕制方向相同,原、副边绕组分别与噪声源设备的进线端同相串联;

高频电流互感器 ( $L_{CT}$ ) 分别绕有 3 个绕组,3 个绕组均为同相绕制,其中 2 个绕组串联到阻抗稳定网络 (LISN) 的输出端,另一个绕组的一端接地,该绕组的另一端通过一个串联电阻 ( $R_1$ ) 连接运算放大器的一个输入端,运算放大器的另一输入端通过电阻 ( $R_2$ ) 接地,运算放大器的输出端通过 2 个高压陶瓷电容将输出信号连接到无源共模电感 ( $L_{CM}$ ) 的输入端,运算放大器的输出端还通过电阻 ( $R_3$ ) 接地。

2. 如权利要求 1 所述的宽频带高衰减共模传导电磁干扰并联混合型滤波器,其特征在于,所述的无源共模滤波电感 ( $L_{CM}$ ) 由非晶材料制成。

3. 如权利要求 1 所述的宽频带高衰减共模传导电磁干扰并联混合型滤波器,其特征在于,所述的运算放大器工作在开环状态,即运放的输入端和输出端之间没有任何电气的连接。

4. 如权利要求 1 所述的宽频带高衰减共模传导电磁干扰并联混合型滤波器,其特征在于,所述的 2 个高压陶瓷电容的取值为 pF 数量级。

5. 如权利要求 1 所述的宽频带高衰减共模传导电磁干扰并联混合型滤波器,其特征在于,所述的运算放大器的带宽不低于 50MHz。

## 宽频带高衰减共模传导电磁干扰并联混合型滤波器

### 技术领域

[0001] 本发明属于电磁干扰滤波器的生产及应用领域,涉及一种宽频带高衰减倍数的并联混合型有源电磁干扰滤波器。

### 背景技术

[0002] 在当今电力电子装置得到广泛应用和迅速发展的同时,伴随着它的电磁干扰(EMI)问题也越来越严重。特别是近年来,功率变换器在不断朝着高频、高效、高功率密度的技术方向前进,这对如何有效抑制开关器件产生的电磁噪声更是一个巨大的挑战。目前广泛应用的由电感、电容等无源元件构成的无源 EMI 滤波器在低频段体积庞大,滤波效果欠佳,相对高频部分则表现出良好的滤波性能。而有源滤波器由于受到有源元件自身增益带宽积的限制,虽然在低频部分具备优良的噪声衰减能力,但是难以在较宽频带范围内,尤其是高频段难以获得比较大的噪声衰减倍数。根据申请人所进行的资料检索,目前还没有结合运算放大器等有源元件以及无源电感元件构成的并联混合型共模 EMI 滤波器的产品及相关报导。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于,提供一种宽频带高衰减共模传导电磁干扰并联混合型滤波器,该混合型滤波器一方面克服了传统的无源 EMI 滤波器体积大、重量重的缺点,而保留了无源滤波器高频段滤波效果好,外形尺寸小的优点;另一方面克服了有源滤波器高频噪声衰减不足的缺点,而保留了有源滤波器低频段补偿能力强、体积小的优点。该混合型 EMI 滤波器实现了有源与无源滤波器之间的取长补短,优势互补,特别适用于开关电源等电力电子装置的传导电磁干扰抑制。

[0004] 实现上述目的的技术解决方案是:一种宽频带高衰减共模传导电磁干扰并联混合型滤波器,其特征在于,该滤波器包括一无源共模滤波电感  $L_{CM}$ ,该无源共模滤波电感  $L_{CM}$  的输入端与高频电流互感器  $L_{CT}$  的输出端相串联,构成有源滤波器和无源滤波器的混合型滤波器;

[0005] 无源共模滤波电感  $L_{CM}$  的原、副边绕组的绕制方向相同,原、副边绕组分别与噪声源设备的进线端相串联;

[0006] 高频电流互感器  $L_{CT}$  分别绕有 3 个绕组,3 个绕组均为同相绕制,其中 2 个绕组分别串联到阻抗稳定网络 LISN 的输出端,另一个绕组的一端接地,该绕组的另一端通过串联电阻  $R_1$  连接运算放大器的一个输入端,运算放大器的另一输入端通过电阻  $R_2$  接地,运算放大器的输出端通过 2 个高压陶瓷电容将输出信号连接到无源共模电感  $L_{CM}$  的输入端,运算放大器的输出端还通过一个电阻  $R_3$  接地。

[0007] 该滤波器采用小型无源共模电感,修正了噪声源设备的阻抗特性,使其负载特性更加趋于感性,以利于并联型有源滤波器的应用,同时高频段的电磁噪声可以轻易的被小电感滤除。该电感相对传统的无源 EMI 滤波元件,外形尺寸和重量均大幅度减小。

[0008] 本发明的滤波器的滤波效果,不仅相比单纯无源或有源滤波器均有明显改善和提高。而且,本发明所涉及的并联混合型 EMI 滤波器的滤波效果,远大于有源和无源滤波器滤波效果之和,混合并非简单的相加。该滤波器具有电路结构简单、设计方便、体积小、重量轻、噪声衰减能力强等特点,特别适用于开关电源等电力电子装置的传导电磁干扰抑制。

### 附图说明

[0009] 图 1 为本发明电磁干扰有源混合滤波器电路结构原理图;

[0010] 图 2 为本发明的电磁干扰有源混合滤波器的理论模型图;

[0011] 图 3 为本发明的电磁干扰有源混合滤波器应用于实际装置的照片;

[0012] 图 4 为本发明电磁干扰有源混合滤波器的实验结果;

[0013] 以下结合附图和发明人实现的实施例以及本发明用于 300W 计算机开关电源交流进线端共模电磁干扰抑制的工作原理作进一步详细说明。

### 具体实施方式

[0014] 参照图 1 和图 2,本发明的宽频带高衰减共模传导电磁干扰并联混合型滤波器,包括一无源共模滤波电感  $L_{CM}$ ,该无源共模滤波电感  $L_{CM}$  的输入端与高频电流互感器  $L_{CT}$  的输出端相串联,构成无源滤波器和有源滤波器混合型滤波器;

[0015] 无源共模滤波电感  $L_{CM}$  的原、副边绕组的绕制方向相同,原、副边绕组分别与噪声源设备的进线端同相串联;

[0016] 高频电流互感器  $L_{CT}$  分别绕有 3 个绕组,3 个绕组均为同相绕制,其中 2 个绕组分别串联到阻抗稳定网络 LISN 的输出端,另一个绕组的一端接地,另一端通过一个电阻  $R_1$  串联到运算放大器 A 的一个输入端(负极),运算放大器 A 的另一个输入端(正极)通过一个电阻  $R_2$  接地,运算放大器 A 的输出端通过 2 个高压陶瓷电容将输出信号连接到无源小型共模电感  $L_{CM}$  的输入端,运算放大器 A 的输出端还通过一个电阻  $R_3$  接地。

[0017] 源共模滤波电感  $L_{CM}$  采用非晶材料制成,运算放大器 A 工作在开环状态,即输入端与输出端之间无任何电气连接。

[0018] 由于混合型滤波器的有源部分的信号并联连接在噪声源设备的输入端,产生与噪声电流大小相等方向相反的补偿电流注入电网,因此可以等效为一个受控电流源。设有源部分的开环增益为 A,无源共模滤波电感的电抗为  $Z_1$ ,源阻抗稳定网络 LISN 的共模等效电阻为 R,噪声源设备的等效共模阻抗为  $Z_n$ ,则本发明所涉及的并联混合型 EMI 滤波器可以用图 2 所示模型描述。

[0019] 在该模型中,当系统仅采用无源共模滤波电感时,其插入损耗(insertionloss---IL)为

$$[0020] \quad IL_{passive} = 1 + \frac{Z_1}{R + Z_n} \quad (1)$$

[0021] 当系统进采用纯有源滤波器时,其插入损耗为

$$[0022] \quad IL_{active} = 1 + \frac{AZ_n}{R + Z_n} \quad (2)$$

[0023] 若系统采用有源与无源混合型结构,其插入损耗为

$$[0024] \quad IL_{hybrid} = 1 + \frac{AZ_n}{R + Z_n} + \frac{AZ_1}{R + Z_n} + \frac{Z_1}{R + Z_n} \quad (3)$$

[0025] 可见,采用有源与无源混合型滤波结构比任意一种单纯的滤波器都可以获得更高的衰减,而且,其噪声衰减能力远大于有源与无源滤波器噪声衰减的简单相加。

[0026] 运算放大器主要实现对检测信号的进一步放大。为了获得更高的增益,运算放大器工作在开环状态。同时运算放大器的带宽要足够宽,以使互感器检测到的频带内的噪声信号均能够不失真的放大。按照国家电磁兼容的设计标准,信息电子类设备干扰测试频带范围为 150kHz ~ 30MHz,故运算放大器的带宽应不低于 50MHz。

[0027] 发明人按上述技术方案完成的有源混合电磁干扰滤波器应用于 300W 计算机开关电源的照片如图 3 所示。共模滤波小电感采用非晶材料,直径 30mm,原、副边绕组为均 16 匝,电流取样互感器为铁氧体材料磁芯,直径 18mm,原、副边的变比 1 : 1,串联电阻 R1 为 10kΩ,平衡电阻 R2 为 10kΩ,运放型号为 THS4001,输出电容为高压磁片电容,3300pF/2kV。测试结果如图 4 所示。经过实验证明,达到了设计目的。

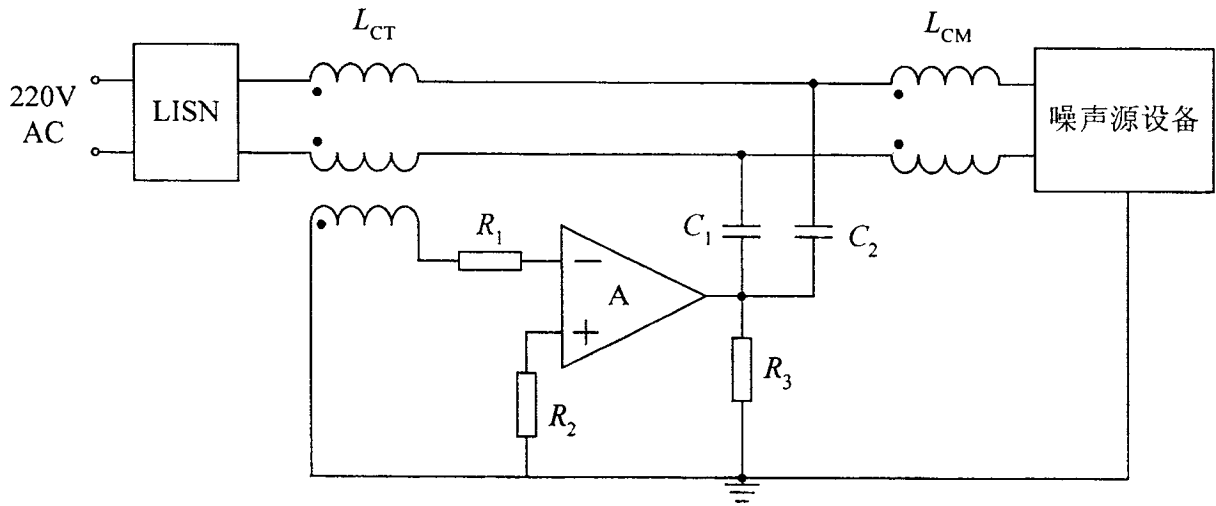


图 1

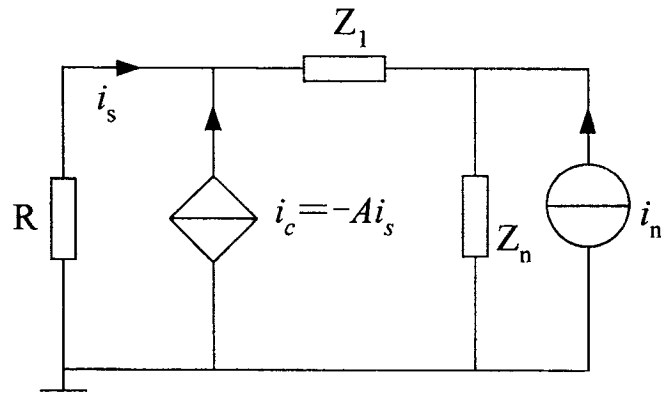


图 2

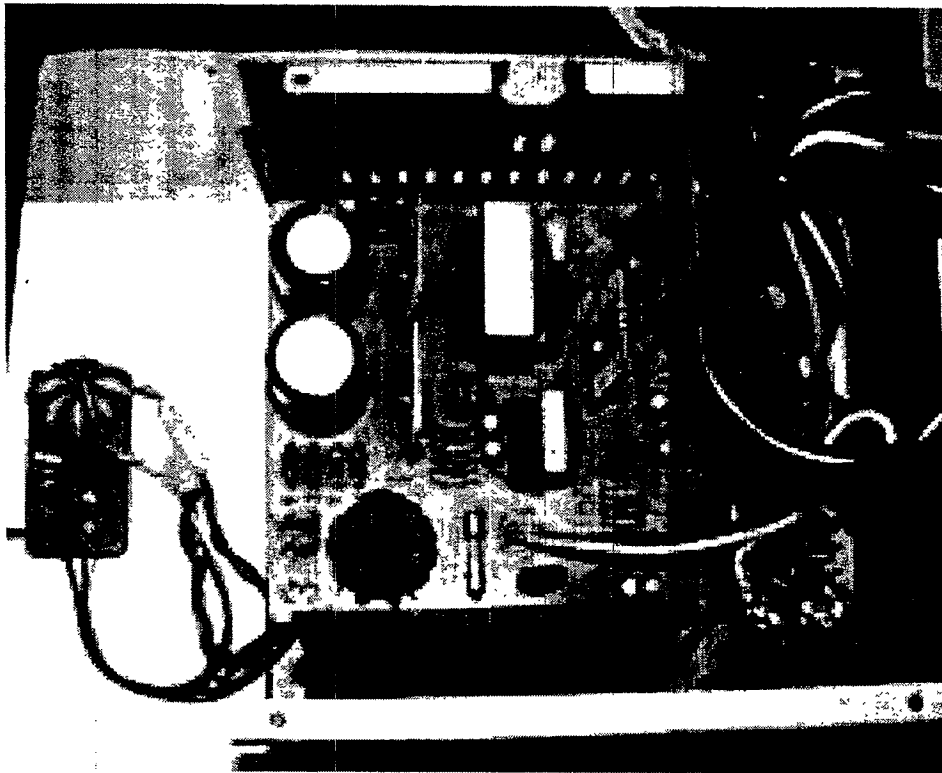


图 3

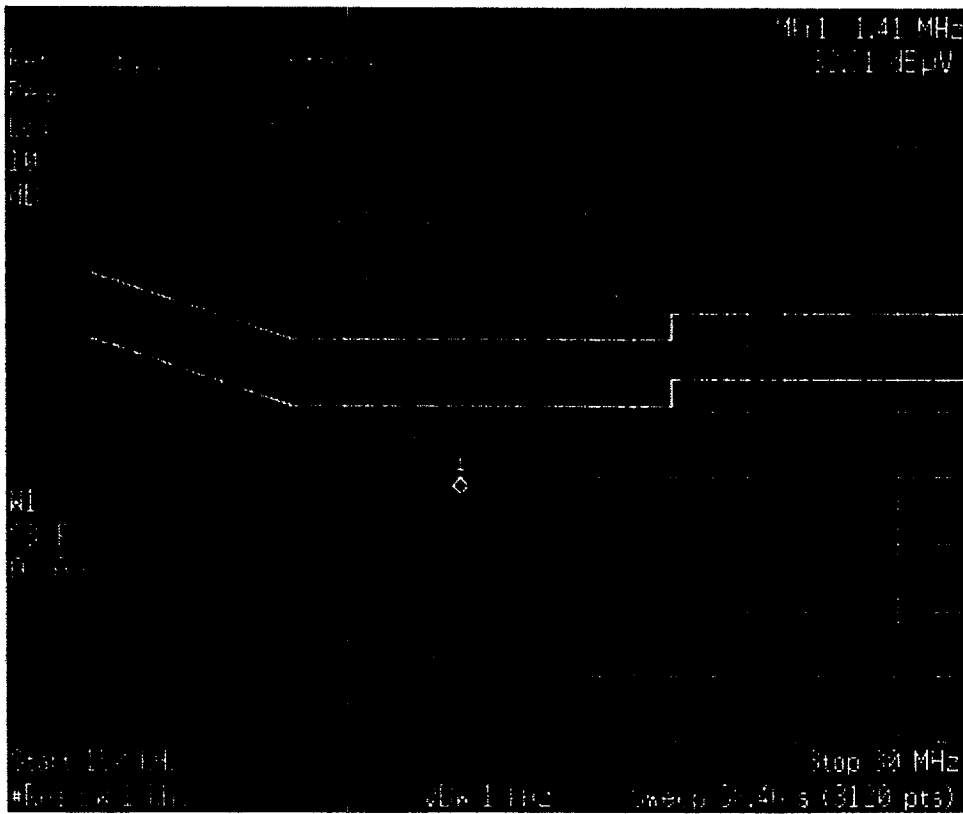


图 4