

(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201663544 U

(45) 授权公告日 2010. 12. 01

(21) 申请号 200920278338. 8

(22) 申请日 2009. 12. 25

(73) 专利权人 北京中北创新科技发展有限公司

地址 100089 北京市海淀区车道沟十号院
8917 信箱

专利权人 中国兵器工业新技术推广研究所

(72) 发明人 丁永平 杨宝山 郭艳辉 王添文

党丽 米海涛 赵昕萌 苏醒

李子森 马丹

(51) Int. Cl.

H02M 1/12(2006. 01)

H02H 9/06(2006. 01)

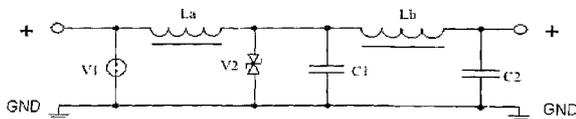
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 实用新型名称

具有抗电磁干扰和瞬变抑制功能的滤波模块

(57) 摘要

本实用新型公开一种具有抗电磁干扰和瞬变抑制功能的滤波模块,包括:气体放电管、第一电感、瞬态抑制二极管、第二电感、第一电容和第二电容;其中,气体放电管的第一端与第一电感的第一端连接;第一电感的第二端与瞬态抑制二极管的第一端、第一电容的第一端和第二电感的第二端均相连;第二电感的第二端与第二电容的第一端连接;气体放电管的第二端、瞬态抑制二极管的第二端、第一电容的第二端和第二电容的第二端相连接,且均接地;气体放电管的第一端和第二电容的第一端连接到负载。滤波模块具有尖峰瞬变脉冲抑制、浪涌抑制和 EMI 抑制三大功能,减小了实现同样效果的体积,降低了用户的采购成本,提高产品的竞争力。



1. 一种具有抗电磁干扰和瞬变抑制功能的滤波模块,包括:

气体放电管 (V1)、第一电感 (La)、瞬态抑制二极管 (V2)、第二电感 (Lb)、第一电容 (C1) 和第二电容 (C2);其中,

所述气体放电管 (V1) 的第一端与所述第一电感 (La) 的第一端连接;所述第一电感 (La) 的第二端与所述瞬态抑制二极管 (V2) 的第一端、所述第一电容 (C1) 的第一端和所述第二电感 (Lb) 的第一端均相连;所述第二电感 (Lb) 的第二端与所述第二电容 (C2) 的第一端连接;所述气体放电管 (V1) 的第二端、所述瞬态抑制二极管 (V2) 的第二端、所述第一电容 (C1) 的第二端和所述第二电容 (C2) 的第二端相连接,且均接地;所述气体放电管 (V1) 的所述第一端和所述第二电容 (C2) 的第一端连接到负载。

具有抗电磁干扰和瞬变抑制功能的滤波模块

技术领域

[0001] 本实用新型涉及滤波模块,更具体而言,涉及具有抗电磁干扰和电磁抗扰性功能的滤波模块。

背景技术

[0002] 电子系统和网络线路上,经常会受到外界瞬时过电压的干扰,这些干扰源主要包括:由于通断感性负载或启停大功率负载,线路故障等产生的操作过电压;由于雷电等自然现象引起的雷电浪涌。这种过电压(或过电流)称为浪涌电压(或浪涌电流),是一种瞬变干扰。浪涌电压会严重危害电子系统的安全工作。消除浪涌噪声干扰,防止浪涌危害一直是关系电子设备安全可靠运行的核心问题。为了避免浪涌电压损害电子设备,一般采用分流防御措施,即将浪涌电压在非常短的时间内与大地短接,使浪涌电流分流入地,达到削弱和消除过电压、过电流的目的,从而起到保护电子设备安全运行的作用。

[0003] 目前,电磁干扰滤波器是抑制传导干扰的最重要手段并已广泛应用于各类军事装备和民用设备中。传统的电磁干扰滤波器采用的浪涌抑制器件一般为气体放电管、瞬态电压抑制器、硅二极管等。这些器件的工作原理不同,但有相似的伏安特性,即两端电压低于规定电压时,通过电流很小,而当两端电压高于规定电压后,通过电流会呈指数规律增长。这一伏安特性使其能同时满足浪涌抑制泻流和限幅的要求,因而也就成为浪涌抑制的主导器件。

[0004] 单独采用上述器件中的一种,虽然都对尖峰电压有一定的抑制作用,但各自都有缺点。例如气体放电管残压较高,反应时间慢($\leq 100\text{ns}$),动作电压精度较低,有跟随电流(续流);而瞬态电压抑制器耐流能力差,通流容量小,一般只有几百安培。因此根据具体的应用场合,一般采用上述器件中的一个或者几个的组合来组建相应的保护电路。

[0005] 但是,现有的采用上述器件的电磁干扰滤波器对于持续几个毫秒以上的瞬变振荡、浪涌电压以及对于纳秒级上升沿的尖峰电压等的抑制效果都很差,不能同时满足抑制上述干扰的要求。而且,现有的滤波装置体积大,占用空间多。如果需要同时对持续几个毫秒以上的瞬变振荡、浪涌电压以及对于纳秒级上升沿的尖峰电压进行抑制,则需要购买不同的抑制器件,导致成本增加。

[0006] 因此,需要一种具有改进的组合功能的滤波模块,对持续几个毫秒以上的瞬变振荡、浪涌电压以及对于纳秒级上升沿的尖峰电压等都具有良好的抑制效果,有效提高武器装备和民用设备应对复杂电磁效应环境的能力。并且希望该滤波模块体积小,成本低,以增加产品竞争力,从而迅速改变我国目前军事装备(系统)的落后状态。

发明内容

[0007] 因此,本实用新型的目的在于提供一种能够克服上述缺点的滤波模块。

[0008] 根据本实用新型的一个实施例的具有组合功能的滤波模块包括:

[0009] 气体放电管、第一电感 L_a 、瞬态抑制二极管 V_2 、第二电感 L_b 、第一电容 C_1 和第二电

容 C2 ;其中,

[0010] 所述气体放电管 V1 的第一端与所述第一电感 La 的第一端连接 ;所述第一电感 La 的第二端与所述瞬态抑制二极管 V2 的第一端、所述第一电容 C1 的第一端和所述第二电感 Lb 的第一端均相连 ;所述第二电感 Lb 的第二端与所述第二电容 C2 的第一端连接 ;所述气体放电管 V1 的第二端、所述瞬态抑制二极管 V2 的第二端、所述第一电容 C1 的第二端和所述第二电容 C2 的第二端相连接,且均接地 ;所述气体放电管 V1 的所述第一端和所述第二电容 C2 的第一端连接到负载。

[0011] 因此,本实用新型通过将尖峰瞬变脉冲抑制、浪涌抑制和 EMI 抑制三大功能有机的整合在同一个抗电磁干扰 (EMI)/ 电磁抗扰度 (EMS) 组合功能电源滤波装置中,减小了实现同样效果的体积,降低了用户的采购成本,提高产品的竞争力。目前国内还没有类似产品,产品的成功研发可以填补国内产品空白,有效提高武器装备应对复杂电磁效应环境的能力,并实现良好经济效益。

附图说明

[0012] 为了阐释本实用新型,下文将参照附图描述本实用新型示例性实施例,其中 :

[0013] 图 1A 示出开关在断开瞬间电压的变化示意图 ;

[0014] 图 1B 示出电快速瞬变脉冲群产生原理示意图 ;

[0015] 图 2A 示出单个瞬变脉冲信号的波形示意图 ;

[0016] 图 2B 示出电快速瞬变脉冲群的重复频率示意图 ;

[0017] 图 3 示出根据本实用新型的一个实施例的滤波模块的电路原理图 ;

[0018] 图 4 示出根据本实用的一个新型实施例的 EMI/EMS 组合功能直流电源滤波模块的插入损耗曲线 ;

[0019] 图 5 示出根据本实用的一个新型实施例的具有 EMI/EMS 组合功能的直流电源滤波模块的外壳尺寸的示意图。

具体实施方式

[0020] 本实用新型公开的滤波模块包括气体放电管、瞬态抑制二极管和一级滤波电路,其中,气体放电管和瞬态抑制二极管组合形成尖峰、浪涌抑制电路,而进一步与一级滤波电路的结合可同时实现对抑制尖峰、浪涌干扰和传导干扰的抑制,从而实现高插入损耗、小体积无源电磁干扰滤波模块。

[0021] 如已知的那样,电子系统和网络线路上经常会受到外界瞬时信号的干扰,这些外界瞬时信号例如快速瞬变脉冲群、浪涌信号等等。

[0022] 电快速瞬变脉冲群

[0023] 快速瞬变脉冲群将引起数字系统的位错、系统复位、内存错误以及死机等 现象。在 IC 输入端,快速瞬变脉冲群对寄生电容充电,经过累积,最后达到并超过 IC 芯片的抗扰度电平。可能出现这样的情况 :几个脉冲 (或短时间的脉冲群) 不会引起数字系统失效,而长时间的脉冲群将使装置失效。微处理器及外围器件的各个逻辑元件都有相应的电平和噪声容限,外来噪声只要不超过这些元件的容限值,系统就能维持正常 ;一旦侵入系统的噪声超过了某种容限,就可能造成微处理器系统出错,成为装置误动、拒动的重要原因。

[0024] 电快速瞬变脉冲群是在切换感性负载瞬变过程中产生的,如继电器触点弹跳动作、马达、定时器等断开时引起的一系列短上升时间、高重复率和低能量的瞬变干扰脉冲群。图 1A 和图 1B 以机械开关触点之间放电过程为例示出发生电快速瞬变脉冲群的物理过程。图 1A 示出开关在断开瞬间电压的变化示意图,图 1B 示出电快速瞬变脉冲群产生原理示意图。

[0025] 如图 1A 所示,当开关触点断开时,由于感性负载(例如电感)中的电流不能突变,感性负载上会产生一个很高的反电动势来维持原来的电流,根据楞次定律,这个电动势 E 为:

$$[0026] \quad E = d\Phi/dt = -L(di-dt)$$

[0027] 其中 Φ 为电感中的磁通, L 为电感, i 为电感中流过的电流, t 为时间。当开关断开时,要维持电感中的电流,只有击穿触点之间的空气,利用电弧来导通。电弧是指当加在气体上的电场强度较强时,气体中的自由电子或离子能获得足够的能量撞击其他原子或分子,产生辉光放电,因此产生更多的自由电子和离子,形成导电气体。这种辉光放电能产生很强的电磁辐射。

[0028] 参见图 1B,假设触点从 t_0 开始逐渐分开,当触点之间的电压 (V_1) 超过绝缘电压时,触点间发生火花放电,使触点间的电压瞬间下降, t_1 时达到零。此时由于电感中还存有能量,触点间的电压又开始上升,由于开关触点之间距离继续增大,所以使触点间产生火花放电的电压也相应的增加,当触点间的电压 (V_2) 再次超过绝缘电压时,发生第二次火花放电。同样,产生第二次火花放电后触点间的电压又瞬间下降, t_2 时达到零,后又慢慢上升,接着能产生第三次 (V_3)、第四次 (V_4)... 火花放电。当触点之间的距离大到一定的程度时,触点间能发生辉光放电,此时电感中的能量全部消耗掉,放电过程结束。对交流 220V 电网来说,这种电快速瞬变脉冲群的电压幅度能达到数千伏之多。在电快速瞬变脉冲群中,单个脉冲的上升沿在纳秒级,脉冲持续时间在几十纳秒至数毫秒。可参见图 2A 和图 2B,其中图 2A 示出单个瞬变脉冲信号的波形示意图,图 2B 示出电快速瞬变脉冲群的重复频率示意图。

[0029] 电快速瞬变脉冲群可能通过电气和电子设备的电源端口、信号端口耦合到设备的内部电路,影响设备的正常工作,从而导致设备及与之相连的系统损坏。电快速瞬变脉冲群对仪器设备破坏力很大,特别是对于大功率和敏感的仪器设备应格外注意。

[0030] 浪涌信号

[0031] 浪涌信号是一种沿线传播的电流、电压或功率的瞬态信号,其特点是先快速上升,然后缓慢下降。浪涌是由开关和雷电瞬变电压引起的,其中开关瞬态与以下因素有关:主电源系统切换骚扰,如电容器组的切换;配电系统内在仪器附近的轻微开关活动或者是负荷变化;与开关装置有关的谐振电路,如可控硅;各种系统故障,如对设备组接地系统的短路和电弧故障等。雷电产生浪涌电压的原理如下:直接雷击于外部电路,注入的大电流流过接地电阻或外部电路阻抗而产生电压;间接雷击能在建筑物内、外导体上感应出电压和电流;附近直接雷对地放电的雷电入地电流耦合到设备组接地系统的公共接地路径。当避雷器动作时,电压和电流可能发生迅速变化,并可能耦合到内部电路。这些直接注入或耦合到设备内部的电压或电流不仅会使设备损坏,而且相邻的设备甚至整个系统都有可能受到影响。

[0032] 气体放电管和瞬态抑制二极管虽然工作原理不同,但有相似的伏安特性,即两端电压低于规定电压时,通过电流很小,而当两端电压高于规定电压后,通过电流会呈指数规

律增长。这一伏安特性使其能同时满足浪涌抑制泻流和限幅的要求,因此,气体放电管和瞬态抑制二极管常被采用以抑制浪涌信号、电快速瞬变脉冲群等干扰信号。

[0033] 气体放电管

[0034] 气体放电管可以用于数据线、有线电视、交流电源、电话系统等方面进行浪涌保护,一般器件电压范围从 75 ~ 10000V,耐冲击峰值电流 20000A,可承受高达几千焦耳的放电。

[0035] 气体放电管的主要参数包括:

[0036] 1) 反应时间指从外加电压超过击穿电压到产生击穿现象的时间,气体放电管反应时间一般在 μs 数量级。

[0037] 2) 功率容量指气体放电管所能承受及散发的最大能量,其定义为在固定的 $8 \times 20 \mu\text{s}$ 电流波形下,所能承受及散发的电流。

[0038] 3) 电容量指在特定的 1MHz 频率下测得的气体放电管两极间电容量。气体放电管电容量很小,一般为 $\leq 1\text{pF}$ 。

[0039] 4) 直流击穿电压当外施电压以 500V/s 的速率上升,放电管产生火花时的电压为击穿电压。气体放电管具有多种不同规格的直流击穿电压,其值取决于气体的种类和电极间的距离等因素。

[0040] 5) 温度范围其工作温度范围一般在 $-55^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$ 之间。

[0041] 气体放电管的优点是通流量容量大,绝缘电阻高,漏电流小;其缺点是,残压较高,反应时间慢 ($\leq 100\text{ns}$),动作电压精度较低,有跟随电流(续流)。

[0042] 瞬态抑制二极管 (TVS)

[0043] 亦称齐纳二极管,是一种专门用于抑制过电压的器件。其核心部分是具有较大截面积的 PN 结,该 PN 结工作在雪崩状态时,具有较强的脉冲吸收能力。

[0044] 瞬态抑制二极管的优点是残压低,动作精度高,反应时间快 ($< 1\text{ns}$),无跟随电流(续流);其缺点是耐流能力差,通流容量小,一般只有几百安培。

[0045] 本实用新型的发明人认为,实现高插入损耗、小体积无源 EMI 滤波器的重点是,在有限体积和额定功率的前提下正确选择磁芯材料和组成电路的级数。因此,根据本实用新型的一个实施例,滤波模块用作直流电源滤波器,其包括气体放电管、瞬态抑制二极管和一级滤波电路,其中,气体放电管和瞬态抑制二极管组合形成尖峰、浪涌抑制电路,而进一步与一级滤波电路的结合可同时实现对抑制尖峰、浪涌干扰和传导干扰的抑制。

[0046] 图 3 示出根据本实用新型的一个实施例的滤波模块的电路原理图。如图所示,电路左半部采用气体放电管与瞬态抑制二极管组合的尖峰、浪涌抑制电路。由于瞬态抑制二极管反应快但通流量小,气体放电管通流量大但反应慢且残压较高的特点,将两者组合使用能够互相消除对方的缺点,达到尖峰、浪涌抑制电路达到设计要求。电路右半部采用 π 型滤波电路,能有效抑制共模干扰,符合 GJB 151A 要求。并且可见,该滤波模块组合了抗电磁干扰和电磁敏感性 (EMS) 的功能,具有浪涌和尖峰抑制特性,可使使用该滤波模块的军事装备或民用设备满足 GJB151A-97:CE102、CE107、CS106 和 GJB1389A 等规范要求。

[0047] 图 3 中, V1 表示气体放电管, La 表示第一电感(例如差模电感), Lb 表示第二电感(例如差模电感), V2 表示瞬态抑制二极管, C1 表示第一电容(例如贴片电容), C2 表示第二电容(例如贴片电容)。

[0048] 具体地,所述气体放电管V1的第一端与所述第一电感La的第一端连接;所述第一电感La的第二端与所述瞬态抑制二极管V2的第一端、所述第一电容C1的第一端和所述第二电感Lb的第一端均相连;所述第二电感Lb的第二端与所述第二电容C2的第一端连接;所述气体放电管V1的第二端、所述瞬态抑制二极管V2的第二端、所述第一电容C1的第二端和所述第二电容C2的第二端相连接,且均连接到地;所述气体放电管V1的所述第一端和所述第二电容C2的第一端连接到负载。

[0049] 该滤波模块的工作温度范围为 $-55^{\circ}\text{C} \sim +105^{\circ}\text{C}$ / $-85^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$,其额定电压为28VDC,额定电流为3A,在500KHz、40dB和1MHz、50dB时衰减。

[0050] 图4示出根据本实用新型实施例的EMI/EMS组合功能直流电源滤波模块的插入损耗曲线。由于滤波模块电路的两根相线分别为正和地,所以插入损耗只有共模插入损耗,无差模插入损耗。

[0051] 根据本实用新型的实施例的滤波模块的浪涌抑制特性如下:最大线路电流:3A,最大线电压:28VDC,漏电流(额定电压时): $< 0.1\text{mA}$,标称放电电流(8/20 μs ,10times):10KA,最大放电电流(8/20 μs ,1times):20KA,工作温度: $-25^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$,保护器失效:短路。

[0052] 另外,为了有助于本领域技术人员实施该滤波模块,图5示出具有EMI/EMS组合功能的直流电源滤波模块的外壳尺寸的示意图。

[0053] 虽然在此公开了示例性实施例,采用了特定术语,以及具体的元器件名称和尺寸,但使用这些术语和具体的元器件名称和尺寸仅用于说明的目的和描述目的,而不是用于限制的目的。因此,本领域技术人员应理解,在不背离如所附权利要求书限定的本发明的精神和范围的情况下,可在形式和细节上进行各种改变。

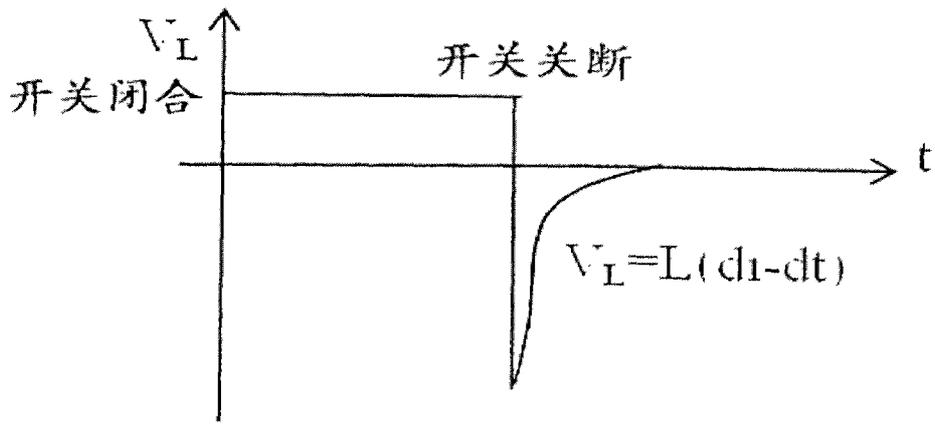


图 1A

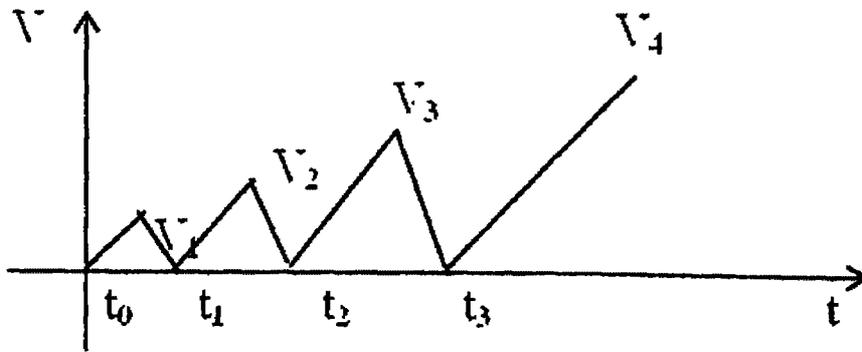


图 1B

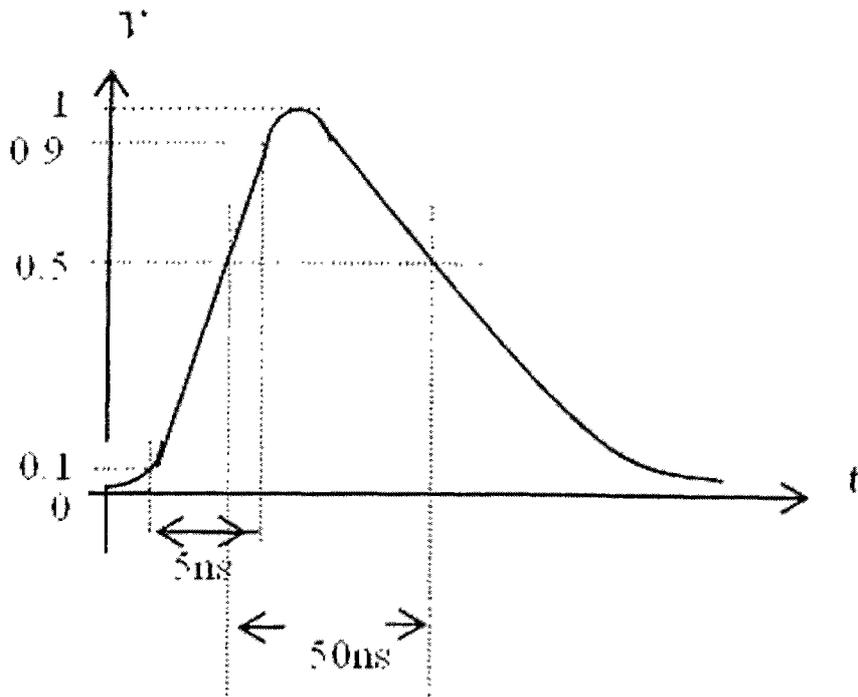


图 2A

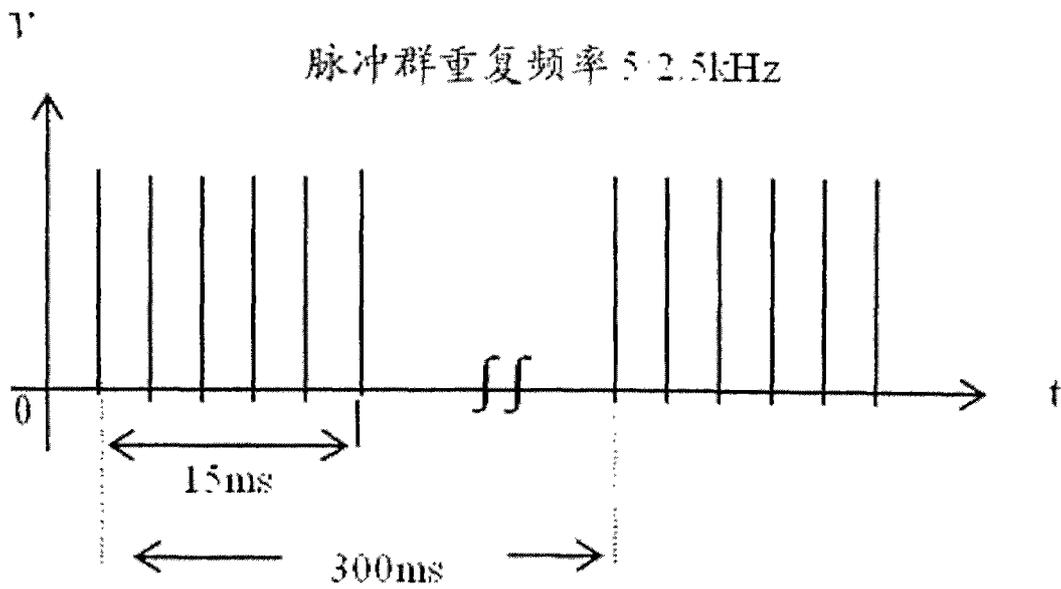


图 2B

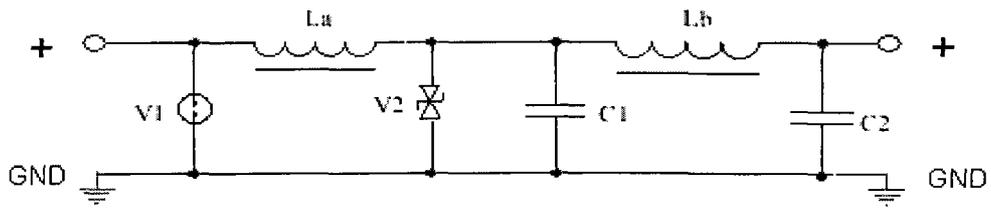


图 3

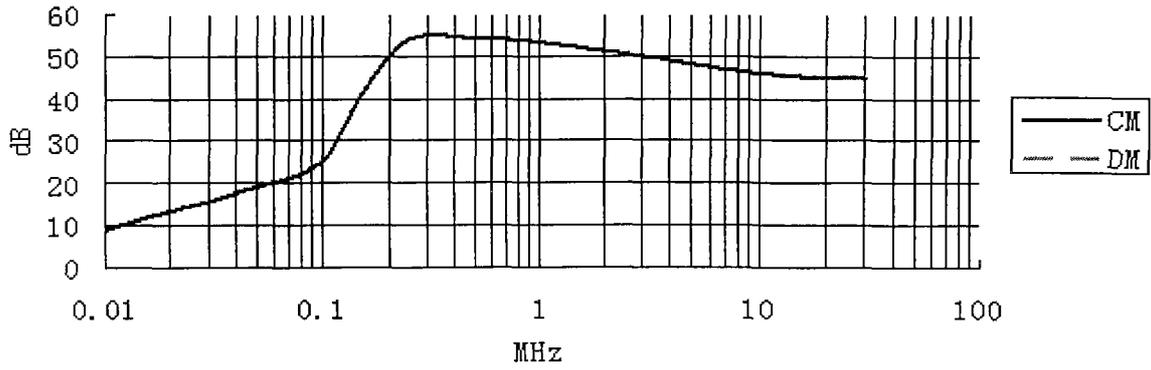


图 4

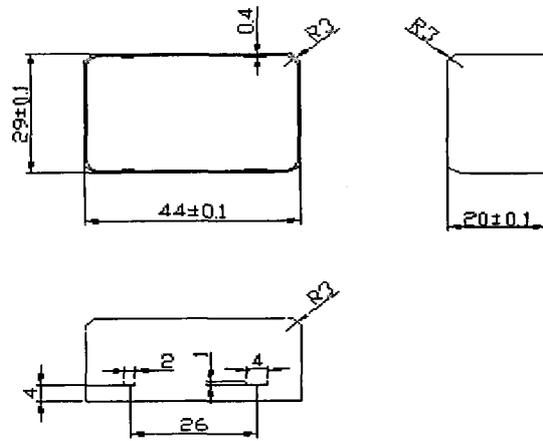


图 5