



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105634412 B

(45)授权公告日 2018.06.12

(21)申请号 201510963837.0

H03F 1/26(2006.01)

(22)申请日 2015.12.18

H03F 3/193(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105634412 A

(56)对比文件

KR 20110080741 A,2011.07.13,

US 6215358 B1,2001.04.10,

CN 101707476 A,2010.05.12,

CN 102075148 A,2011.05.25,

刘朝锋等.“场效应功放管静态工作点温度补偿功能设计”.《物联网技术》.2011,全文.

朱跃生.“铁氧体磁环对双绞线辐射发射的抑制效果研究”.《认证与电磁兼容卷》.2007,全文.

(43)申请公布日 2016.06.01

(73)专利权人 中国电子科技集团公司第四十一研究所

地址 266000 山东省青岛市经济技术开发区香江路98号

审查员 宾虹

(72)发明人 朴智棋 宁曰民 刘金现 齐红

(74)专利代理机构 北京天奇智新知识产权代理有限公司 11340

代理人 陈永宁

(51)Int.Cl.

H03F 1/30(2006.01)

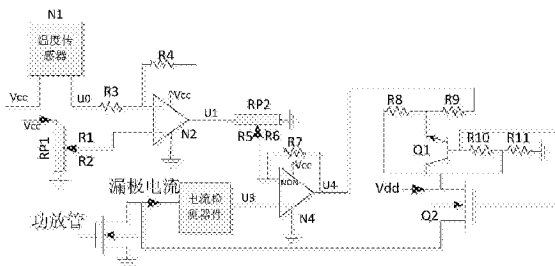
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种新型LDMOS功放管的宽带偏置匹配与保护电路

(57)摘要

本发明涉及一种新型LDMOS功放管的宽带偏置匹配与保护电路,一端经电位器连接输入电压,另一端连接LDMOS功放管,主要包括温度传感器N1和运算放大器N2;电位器RP1两固定端分别接输入电压Vcc和接地,电位器RP1自由端接入N2正向端;温度传感器N1紧贴LDMOS功放管安装在电路板上,N1的输出端U0通过R3接入N2的反向端;N2输出端U1接入LDMOS管栅极,R4连接N2反向端和N2输出端;针对LDMOS功放管就静态工作点温漂、过流失效、过温失效和漏极加电方式进行设计,通过温度传感器、运算放大器和MOS管开关实现了LDMOS功放管的静态工作点的温度补偿电路和过温过流保护电路,较现有电路具有更少的器件,提高了大批量的可生产性。



1. 一种新型LDMOS功放管的宽带偏置匹配与保护电路, 一端经电位器连接输入电压, 另一端连接LDMOS功放管, 其特征在于, 包括温度传感器N1和运算放大器N2;

电位器RP1两个固定端分别接输入电压Vcc和接地, 电位器RP1自由端接入N2正向端, RP1的自由端调节RP1电位器的接入电阻R1和未接入电阻R2的大小;

温度传感器N1紧贴LDMOS功放管安装在电路板上, 温度传感器输出端电压U0通过R3接入N2的反向端;

N2输出端电压U1接入LDMOS功放管的栅极, R4连接N2反向端和N2输出端;

温度传感器N1用以采集LDMOS功放管的温度变化并输出电压U0, U0随着N1的温度线性变化;

运算放大器N2的输出电压U1与Vcc、U0、R1、R2、R4的关系式为:

$$U_1 = \left(1 + \frac{R_4}{R_2}\right) \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2}\right) V_{cc} - \frac{R_4}{R_2} U_0$$

N1温度升高时, U0增加, U1随之减小, 通过调节R1、R2、R3和R4的电阻大小来调节U1的值, 输出U1随温度的升高而线性降低, 功放管的栅极电压也因此降低, 抵消因温度上升而导致功放管本身工作电流上升的趋势;

还包括电流检测器件、运算放大器N4、PNP管Q1和MOS管开关Q2;

N2输出端电压U1经电位器RP2接地, RP2自由端接入N4同向端, RP2的自由端调节RP2电位器的接入电阻R5和未接入电阻R6的大小;

电流检测器件输入端接LDMOS功放管的漏极, 其输出端电压U3接入N4反向端, N4输出端U4接入PNP管Q1的发射极, Vdd接入Q1的集电极和MOS管开关Q2的源极, Q1的基极通过R10和R11接地, 同时, Vdd通过R11接地, Q2栅极接Q1基极, Q2漏极接LDMOS漏极;

温度传感器N1的输出电压U0经过运算放大器N2输出转换为输出电压U1, 经电位器RP2再接到运算放大器N4的阈值端NON; 电流检测器件将LDMOS功放管的漏极电流信号转换为输出电压U3, 并输入到运算放大器N4的反向端, 运算放大器N4的输出端U4通过电路连接到PNP管Q1和MOS管开关Q2; 阈值端NON的值随温度升高而线性降低, 通过RP2合理设置阈值NON, 当电流和温度过高时, 阈值NON减小, 使得U3输出为零, 关断Q2, 进而关断正压Vdd, 从而关断LDMOS功放管。

2. 根据权利要求1所述的新型LDMOS功放管的宽带偏置匹配与保护电路, 其特征在于:

运算放大器N2和LDMOS功放管之间设置运算放大器N3; N2输出端U1接入N3同向端, N3的反向端和输出端相连, 运算放大器N3的输出端电压U2=U1, N3输出端接入LDMOS功放管的栅极, 用以稳定LDMOS功放管的栅极电压。

3. 根据权利要求1或2所述的新型LDMOS功放管的宽带偏置匹配与保护电路, 其特征在于: LDMOS功放管的漏极电压为通过两根导线相互缠绕反向穿入铁氧体磁环加到功放管漏极。

一种新型LDMOS功放管的宽带偏置匹配与保护电路

技术领域

[0001] 本发明涉及通信电子技术领域,具体涉及一种新型LDMOS功放管的宽带偏置匹配与保护电路。

背景技术

[0002] 射频功率放大器广泛应用在雷达、制导以及通信等领域,在微波低频段大功率芯片大多采用LDMOS功放管,其中LDMOS功放管是一种相对比较脆弱的器件,尤其是和低功率小信号放大管相比,主要表现在如下几方面:静态工作点温漂、热敏感性高和射频过载敏感性高。所以功率管的外围保护电路是至关重要的。传统的外围电路由于器件较多和不同批次差异性问题的,导致体积过大、成本较高以及不利于大批量生产。

[0003] 针对于静态工作点温漂问题,传统的LDMOS功放管静态工作点的栅极电压设置是通过调整栅极电位器完成的,然而,由于LDMOS功放管的静态工作点随温度呈正温度系数变化,使得功率放大器的线性度受到影响。针对LDMOS功放管的静态工作点温漂,在实际工作中,典型的LDMOS功放管的栅极直流偏置大多采用图1的方式

$$[0004] \quad V_g = V_o \frac{R_2}{R_1 + R_2} + V_d \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{式(1)}$$

[0005] 式中 V_g 为栅极电压, V_o 为三端稳压器的标称稳压值, V_d 为二极管的正向导通压降。如果我们认为 V_o 与温度变化无关,则可以得到

$$[0006] \quad \Delta V_g = \Delta V_d \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{式(2)}$$

[0007] ΔV_d 为温度变化所引起的二极管正向导通压降 V_d 的变化量、 ΔV_g 为二极管正向导通压降变化 ΔV_d 时,栅极电压 V_g 的变化量。

[0008] 图1中的二极管为硅开关二极管,其导通压降随温度变化呈负温度系数变化趋势。通常,当温度升高时,此类二极管的导通压降会以一定的斜率下降,使得功放管的栅极电压降低,从而可抵消因温度上升功放管本身工作电流上升的趋势,稳定了工作点。但即便是同一型号的二极管不同批次也常有较大的差异,这使得同样的温补电路对同一型号的功放管达到的补偿效果可能会有较大的差异。所以,该温补电路在工作点补偿精度要求较高时不利于批量生产。

[0009] 针对于过温失效和过流失效,典型的LDMOS功放管的外围过流和过温保护电路分别是通过不同的比较器开关运放控制保护的,器件较多,较难降低成本和模块的小型化,

[0010] 针对于漏极加电方式,LDMOS功放管工作于推挽形式时,漏极电压传统的是用两根导线加到芯片上,一般的LDMOS功放管的静态工作点都是高电压高电流,两根导线加电方式会带来共模噪声影响芯片的工作点,不利于芯片的稳定性和可靠性。

发明内容

[0011] 本发明的目的在于提供一种新型LDMOS功放管的宽带偏置匹配与保护电路,本发

明通过温度传感器、加法器、比较器和MOS管开关相结合,巧妙的将比较器的阈值与温度联系起来用较少的器件实现了对LDMOS管的过温和过流的双重保护,减少了成本,节省了空间。

[0012] 本发明的新型LDMOS功放管的宽带偏置匹配与保护电路,一端经电位器连接输入电压,另一端连接LDMOS功放管,主要包括温度传感器N1和运算放大器N2;

[0013] 电位器RP1两个固定端分别接输入电压Vcc和接地,电位器RP1自由端接入N2正向端,RP1的自由端调节RP1电位器的接入电阻R1和未接入电阻R2的大小;

[0014] 温度传感器N1紧贴LDMOS功放管安装在电路板上,温度传感器输出端电压U0通过R3接入N2的反向端;

[0015] N2输出端电压U1接入LDMOS功放管的栅极,R4连接N2反向端和N2输出端;

[0016] 温度传感器N1用以采集LDMOS功放管的温度变化并输出电压U0,U0随着N1的温度线性变化;

[0017] 运算放大器N2的输出电压U1与Vcc、U0、R1、R2、R3和R4的关

[0018] 系式为:
$$U_1 = (1 + \frac{R_4}{R_3}) (\frac{R_2}{R_1 + R_2}) V_{cc} - \frac{R_4}{R_3} U_0$$

[0019] N1温度升高时,U0增加,U1随之减小,通过调节R1、R2、R3和R4的电阻大小来调节U1的值,输出U1随温度的升高而线性降低,功放管的栅极电压也因此降低,从而可抵消因温度上升而导致功放管本身工作电流随之上升的趋势,稳定了工作点。

[0020] 作为进一步完善,运算放大器N2和LDMOS功放管之间设置运算放大器N3;N2输出端U1接入N3同向端,N2的反向端和输出端相连,运算放大器N3的输出端电压U2=U1,N3输出端接入LDMOS功放管的栅极,用以稳定LDMOS功放管的栅极电压。

[0021] 针对于LDMOS功放管就静态工作点温漂问题,本发明LDMOS功放管静态工作点的温度补偿电路是通过温度传感器和运算放大器串联结合来实现的,首先温度传感器N1紧贴功放管旁的印制板上,输出电压U0随温度成线性增加,输出电压U0经过运算放大器N2,输出U1如式(3),

[0022]
$$U_1 = (1 + \frac{R_4}{R_3}) (\frac{R_2}{R_1 + R_2}) V_{cc} - \frac{R_4}{R_3} U_0$$
 式(3)

[0023] N1温度升高时,U0增加,U1随之减小,通过调节R1、R2、R3和R4的电阻大小来调节U1的值,输出U1随温度的升高而线性降低,功放管的栅极电压也因此降低,从而可抵消因温度上升而导致功放管本身工作电流随之上升的趋势,稳定了工作点。

[0024] 针对于过温过流失效问题,本发明的电路设计还包括电流检测器件、运算放大器N4、NPN管Q1和MOS管开关Q2;

[0025] N2输出端电压U1经电位器RP2接地,RP2自由端接入N4同向端,RP2的自由端调节RP2电位器的接入电阻R5和未接入电阻R6的大小;

[0026] 电流检测器件输入端接LDMOS功放管的漏极,其输出端电压U2接入N4反向端,N4输出端U4接入PNP管Q1的发射极,Vdd接入Q1的集电极和MOS管开关Q2的源极,Q1的基极通过R10和R11接地,同时,Vdd通过R11接地,Q2栅极接Q1基极,Q2漏极接LDMOS漏极;

[0027] 温度传感器N1的输出电压U0经过运算放大器N2输出转换为输出电压

[0028] U1,经电位器RP1再接到运算放大器N4的阈值端NON;电流检测器件将LDMOS功放管

的漏极电流信号转换为输出电压 U_2 ,并输入到运算放大器 N_4 的反向端,运算放大器 N_4 的输出端通过电路连接到PNP管 Q_1 和MOS管开关 Q_2 ;电流检测器件的输出电压 U_2 随漏极电流的线性变化,通过 RP_2 合理设置阈值 NON ,电流和温度过高时, U_2 升高,阈值端 NON 电压减小,使得 U_3 输出为零,关断 Q_2 ,进而关断正压 V_{dd} ,从而关断LDMOS功放管。

[0029] 本发明通过温度传感器、加法器、比较器和MOS管开关相结合,实现了电路的过流和过温保护,首先温度传感器 N_1 的输出电压 U_0 经过减法器 N_2 ,输出 U_1 连比较器的阈值端到电位器 RP_1 再接到 NON ,比较器的另一端连接到电流检测器件转换的输出电压 U_2 ,比较器 N_4 的输入端通过电路连接到PNP管 Q_1 和MOS管开关 Q_2 。阈值端 NON 的值随温度升高而线性降低,通过合理调节 RP_2 来设置 NON 的值,当电流和温度过高,直接关断正压 V_{dd} ,巧妙的将比较器 N_4 的阈值与温度联系起来用较少的器件实现了对LDMOS管的过温和过流的双重保护,减少了成本,节省了空间。

[0030] 进一步地,LDMOS功放管的漏极电压为通过两根导线相互缠绕反向穿入铁氧体磁环加到功放管漏极,两个反向的电流所产生的磁场被限制在磁芯中反向相消,同时双绞线所带来的共模噪声也相互抵消,稳定了功放管的工作点,增强了可靠性。

[0031] 本专利针对LDMOS功放管就静态工作点温漂、过流失效、过温失效和漏极加电方式,提出了新型的宽带直流偏置电路和外围保护电路。通过温度传感器、运算放大器和MOS管开关实现了LDMOS功放管的静态工作点的温度补偿电路和过温过流保护电路,较现有电路具有更少的器件,提高了大批量的可生产性。新型的推挽放大的漏极加电方式有效遏制了共模噪声,稳定了芯片的工作点,提高了稳定性。

附图说明

- [0032] 图1是典型的静态工作点温度补偿电路;
- [0033] 图2是本发明实施例1静态工作点温度补偿电路;
- [0034] 图3是本发明实施例2过温和过流保护电路;
- [0035] 图4是本发明实施例3双孔磁芯加电图;
- [0036] 图5是本发明实施例3双孔磁芯加电原理示意图。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步详细说明。

[0038] 实施例1

[0039] 本实施例的新型LDMOS功放管的宽带偏置匹配与保护电路,一端经电位器连接输入电压,另一端连接LDMOS功放管,主要包括温度传感器 N_1 和运算放大器 N_2 ;

[0040] 电位器 RP_1 两个固定端分别接输入电压 V_{cc} 和接地,电位器 RP_1 自由端接入 N_2 正向端, RP_1 的自由端调节 RP_1 电位器的接入电阻 R_1 和未接入电阻 R_2 的大小;

[0041] 温度传感器 N_1 紧贴LDMOS功放管安装在电路板上,温度传感器输出端电压 U_0 通过 R_3 接入 N_2 的反向端;

[0042] N_2 输出端电压 U_1 接入LDMOS功放管的栅极, R_4 连接 N_2 反向端和 N_2 输出端;

[0043] 温度传感器 N_1 用以采集LDMOS功放管的温度变化并输出电压 U_0 , U_0 随着 N_1 的温度线性变化;

[0044] 运算放大器N2的输出电压U₁与V_{cc}、U₀、R₁、R₂、R₃和R₄的关

[0045] 系式为：
$$U_1 = (1 + \frac{R_4}{R_3})(\frac{R_2}{R_1 + R_2})V_{cc} - \frac{R_4}{R_3}U_0$$

[0046] N1温度升高时，U₀增加，U₁随之减小，通过调节R₁、R₂、R₃和R₄的电阻大小来调节U₁的值，输出U₁随温度的升高而线性降低，功放管的栅极电压也因此降低，从而可抵消因温度上升而导致功放管本身工作电流随之上升的趋势，稳定了工作点。

[0047] LDMOS功放管的漏极电压为通过两根导线相互缠绕反向穿入铁氧体磁环加到功放管漏极，两个反向的电流所产生的磁场被限制在磁芯中反向相消，同时双绞线所带来的共模噪声也相互抵消，稳定了功放管的工作点，增强了可靠性。

[0048] 针对于漏极加电方式问题，由于直流电流很大时，自身的阻抗难以抑制所传导的噪声，本发明在LDMOS功放管工作于推挽形式时，采用双绞线反向通过双孔铁氧体磁芯的方式加在管子漏极上，如图4、图5所示。

[0049] 实施例2

[0050] 针对于过温过流失效问题，参见图3，本实施例的电路设计还包括电流检测器件、运算放大器N4、PNP管Q1和MOS管开关Q2；

[0051] N2输出端电压U₁经电位器RP2接地，RP2自由端接入N4同向端，RP2的自由端调节RP2电位器的接入电阻R₅和未接入电阻R₆的大小；

[0052] 电流检测器件输入端接LDMOS功放管的漏极，其输出端电压U₂接入N4反向端，N4输出端U₄接入NPN管Q1的发射极，V_{dd}接入Q1的集电极和MOS管开关Q2的源极，Q1的基极通过R₁₀和R₁₁接地，同时，V_{dd}通过R₁₁接地，Q2栅极接Q1基极，Q2漏极接LDMOS漏极；

[0053] 温度传感器N1的输出电压U₀经过运算放大器N2输出转换为输出电压U₁，经电位器RP1再接到运算放大器N4的阈值端NON；电流检测器件将LDMOS功放管的漏极电流信号转换为输出电压U₂，并输入到运算放大器N4的反向端，运算放大器N4的输出端通过电路连接到PNP管Q1和MOS管开关Q2；阈值端NON的值随温度升高而线性降低，通过合理调节RP2来设置NON的值，电流检测器件的输出电压U₂随漏极电流的线性变化，当电流和温度过高，直接关断正压V_{dd}，从而关断LDMOS功放管。

[0054] LDMOS功放管的漏极电压为通过两根导线相互缠绕反向穿入铁氧体磁环加到功放管漏极，两个反向的电流所产生的磁场被限制在磁芯中反向相消，同时双绞线所带来的共模噪声也相互抵消，稳定了功放管的工作点，增强了可靠性。

[0055] 针对于漏极加电方式问题，由于直流电流很大时，自身的阻抗难以抑制所传导的噪声，本发明在LDMOS功放管工作于推挽形式时，采用双绞线反向通过双孔铁氧体磁芯的方式加在管子漏极上，如图4、图5所示。

[0056] 本实施例的电路通过温度传感器、加法器、比较器和MOS管开关相结合，实现了电路的过流和过温保护，如图3所示，首先温度传感器N1的输出电压U₀经过减法器N2，输出U₁连比较器的阈值端到电位器RP1再接到NON，比较器的另一端连接到电流检测器件转换的输出电压U₂，比较器N4的输入端通过电路连接到PNP管Q1和MOS管开关Q2。阈值端NON的值随温度升高而线性降低，通过合理调节RP2来设置NON的值，当电流和温度过高，输出电压U₄为零，关断Q1和Q2，直接关断正压V_{dd}，从而关断LDMOS功放管。巧妙的将比较器N4的阈值与温度联系起来用较少的器件实现了对LDMOS管的过温和过流的双重保护，减少了成本，节省了

空间。

[0057] 本专利针对LDMOS功放管就静态工作点温漂、过流失效、过温失效和漏极加电方式,提出了新型的宽带直流偏置电路和外围保护电路。通过温度传感器、运算放大器和MOS管开关实现了LDMOS功放管的静态工作点的温度补偿电路和过温过流保护电路,较现有电路具有更少的器件,提高了大批量的可生产性。新型的推挽放大的漏极加电方式有效遏制了共模噪声,稳定了芯片的工作点,提高了稳定性。

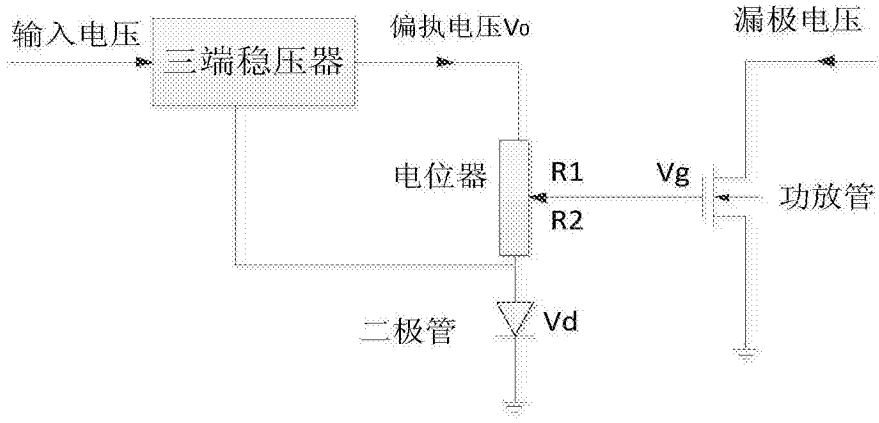


图1

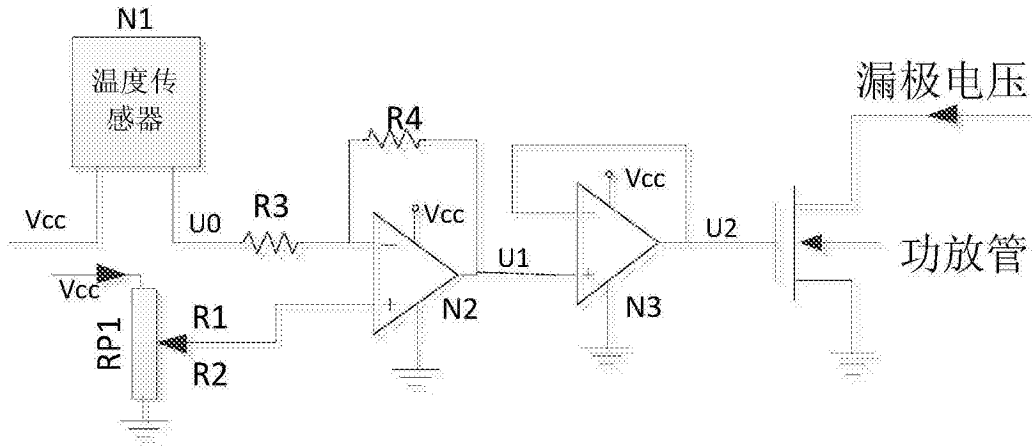


图2

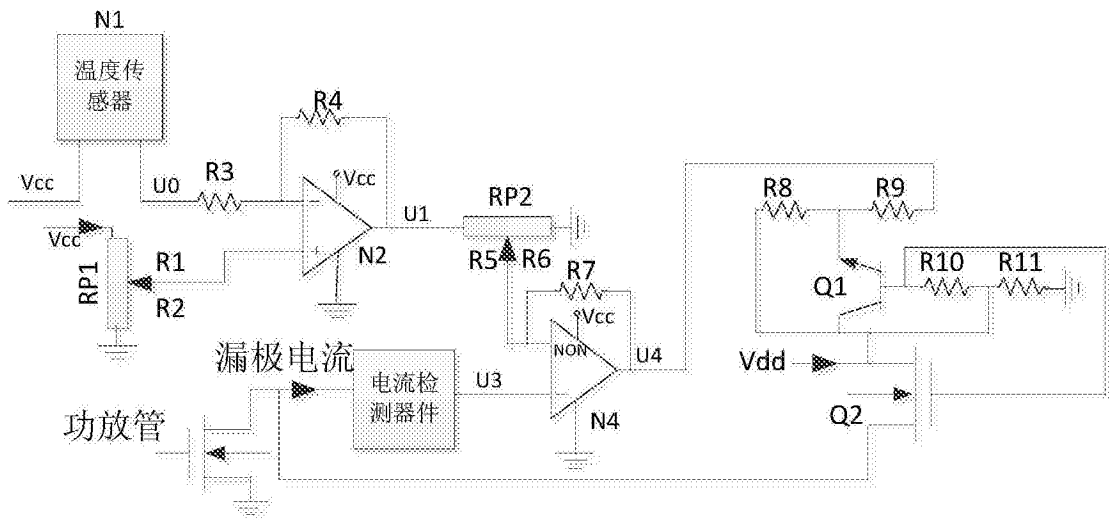


图3

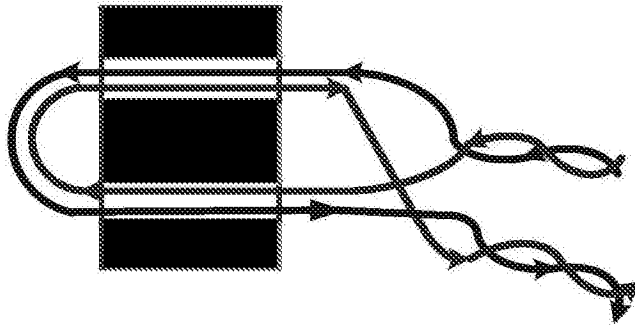


图4

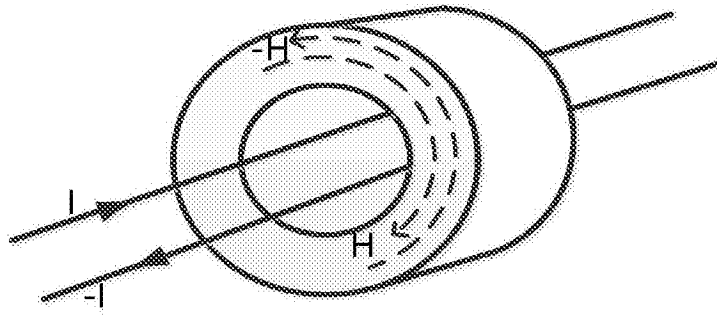


图5