

GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

disconnects the first end of the coupling capacitor from a ground. When the DC supply voltage rises to the first voltage threshold, the plosive suppression circuit connects the first end of the coupling capacitor to the ground. With the embodiment of the invention, the plosive sound generated by a single-powered audio playback device can be suppressed during the power-on process.

(57) 摘要: 一种音频播放电路以及音频播放设备。该音频播放电路包括电源模块、功率放大器、耦合电容、负载以及爆破音抑制电路, 功率放大器的输出端连接耦合电容的第一端以及爆破音抑制电路的输出端, 耦合电容的第二端连接负载, 电源模块的输出端连接功率放大器的供电端以及爆破音抑制电路的供电端; 电源模块用于为功率放大器和爆破音抑制电路提供直流供电电压。当直流供电电压低于第一电压阈值时, 爆破音抑制电路将耦合电容的第一端与地端断开连接; 当直流供电电压上升至第一电压阈值时, 爆破音抑制电路将耦合电容的第一端与地端连接。采用本发明实施例, 可以抑制单电源供电的音频播放设备在电源上电过程中产生的爆破音。

音频播放电路以及音频播放设备

技术领域

本发明涉及电子电力领域，尤其涉及一种音频播放电路以及音频播放设备。

背景技术

当音箱、耳机等音频播放设备接通电源时，往往会产生“吱吱”的令人不愉悦的声音，这种令人不愉悦的声音称为爆破音，也可以称为 pop 音或者杂音。音频播放设备一般包括音频功放电路、耦合电容和负载，音频功放电路通过耦合电容连接负载。

对于单电源供电的音频播放设备，在单电源上电之前，音频功放电路输出节点为接近 0 的不定电平，当单电源上电完成后，输出节点会从接近 0 的不定电平瞬间变成有一定电平值的不定电平（0 至单电源电压之间的不定电平），输出节点的电平从接近 0 的不定电平快速变成有一定电平值的不定电平，这种快速的电平变化则有可能通过耦合电容耦合到负载上，从而产生爆破音。

发明内容

本发明实施例所要解决的技术问题在于，提供一种音频播放电路以及音频播放设备，可以抑制音频播放设备在电源模块上电过程中产生的爆破音。

本发明实施例第一方面提供了一种音频播放电路，包括电源模块、功率放大器、耦合电容、负载以及爆破音抑制电路，其中：

所述功率放大器的输出端连接所述耦合电容的第一端以及所述爆破音抑制电路的输出端，所述耦合电容的第二端连接所述负载，所述电源模块的输出端连接所述功率放大器的供电端以及所述爆破音抑制电路的供电端；所述电源模块用于为所述功率放大器和所述爆破音抑制电路提供直流供电电压；

所述爆破音抑制电路用于当所述直流供电电压低于第一电压阈值时，将所述耦合电容的第一端与地端断开连接，所述第一电压阈值低于所述功率放大器的工作电压阈值；

所述爆破音抑制电路还用于当所述直流供电电压上升至所述第一电压阈值时，将所述耦合电容的第一端与所述地端连接。

其中，负载可以为喇叭或扬声器，爆破音抑制电路的工作电压阈值为低于功率放大器的工作电压阈值的第一电压阈值，当电源模块输出的直流电压上升至第一电压阈值时，爆破音抑制电路开始工作，并且将爆破音抑制电路的输出端接地，从而将耦合电容的第一端接地。在电源模块的上电过程中，将耦合电容的第一端接地，防止电源模块在上电过程中功率放大器的输出端出现电平跳变，进而防止该电平跳变通过耦合电容耦合到负载上产生爆破音，从而可以抑制电源模块在上电过程中产生的爆破音。

可选的，所述音频播放电路还包括控制器，所述爆破音抑制电路包括复位模块、触发器、电容电阻并联模块、电平反相器以及第一开关管，所述复位模块的输出端连接所述触发器的复位端，所述触发器的输入端连接所述控制器的第一控制端，所述触发器的输出端连接所述电容电阻并联模块的第一端以及所述电平反相器的输入端，所述电平反相器的输

出端连接所述第一开关管的控制端，所述第一开关管的第一端连接所述功率放大器的输出端，所述第一开关管的第二端以及所述电容电阻并联模块的第二端连接所述地端，所述电平反相器的工作电压阈值等于所述第一电压阈值；

所述电源模块的输出端连接所述控制器的供电端、所述复位模块的供电端、所述触发器的供电端以及所述电平反相器的供电端；所述电源模块用于为所述复位模块、所述触发器和所述电平反相器提供所述直流供电电压；

所述电容电阻并联模块用于当所述电源模块开始工作时，向所述电平反相器的输入端输入第一低电平信号；

所述电平反相器用于当所述直流供电电压上升至所述第一电压阈值时，根据所述第一低电平信号输出第一高电平信号至所述第一开关管的控制端，所述第一高电平信号用于控制所述第一开关管导通。

其中，第一开关管 T1 为高电平导通的开关管，电容电阻并联模块用于在电源模块上电后且触发器未开始工作时，将触发器输出的不定电平拉至地电平，防止触发器在上电过程中输出的不定态耦合至电平反相器的输入端，保证在电源模块上电后且触发器未开始工作时，电平反相器的输入端的信号为低电平信号且不会发生跳变，进而保证电平反相器开始工作后其输出为稳定的高电平信号，保证第一开关管稳定在导通状态，从而保证爆破音抑制电路工作的稳定性。

可选的，所述触发器为 D 触发器。D 触发器设有专门的复位端，可以由复位模块直接控制。

可选的，所述复位模块的工作电压阈值为第二电压阈值，所述触发器的工作电压阈值为第三电压阈值，所述控制器的工作电压阈值小于所述第二电压阈值，所述第二电压阈值大于所述第一电压阈值，所述第二电压阈值小于或等于所述第三电压阈值；

所述复位模块用于当所述直流供电电压上升至所述第二电压阈值时，向所述触发器发送复位信号；

所述控制器用于当所述直流供电电压上升至所述第二电压阈值时，通过所述第一控制端输出第二低电平信号至所述触发器的输入端；

所述触发器用于当所述直流供电电压上升至所述第三电压阈值时，根据所述复位信号以及所述第二低电平信号输出所述第二低电平信号至所述电平反相器的输入端；

所述电平反相器还用于根据所述第二低电平信号输出第二高电平信号至所述第一开关管的控制端，所述第二高电平信号用于控制所述第一开关管导通。

其中，在电源模块上电且电平反相器开始工作后，通过控制器和复位模块控制触发器开始工作，以使触发器输出低电平信号至电平反相器的输入端，保证电平反相器继续输出能够将第一开关管导通的高电平信号。与电容电阻并联模块相比，触发器输出至电平反相器的信号的可控性更高，可以在电源模块上电过程中进一步保证爆破音抑制电路工作的稳定性。

可选的，所述爆破音抑制电路还包括共模电压产生模块，所述共模电压产生模块的输出端连接所述功率放大器的输出端，所述电源模块的输出端连接所述共模电压产生模块的供电端；

所述控制器还用于当所述直流供电电压处于上升阶段时,控制所述共模电压产生模块的输出端与所述地端断开连接;

所述控制器还用于当所述直流供电电压稳定至目标电压值时,控制所述共模电压产生模块的输出端与所述地端连接。

其中,当直流供电电压处于上升阶段时,表明电源模块正在进行上电;当直流供电电压稳定至目标电压值时,表明电源模块已经上电完成。共模电压产生模块用于在直流供电电压稳定至目标电压值时将共模电压产生模块的输出端与地端连接,从而通过共模电压产生模块将耦合电容的第一端接地。爆破音抑制电路可以在单电源模块上电完成后进一步通过共模电压产生模块将耦合电容 C1 的第一端接地可以在电源模块上电完成后、共模电压建立之前,保证耦合电容的第一端始终接地,从而可以抑制在电源模块上电完成后共模电压建立的过程中可能产生的爆破音。

可选的,所述共模电压产生模块包括参考电压产生模块、外挂电容、缓冲模块以及第二开关管,所述电源模块的输出端连接所述参考电压产生模块的供电端以及所述缓冲模块的供电端;所述电源模块用于为所述参考电压产生模块以及所述缓冲模块提供所述直流供电电压;所述参考电压产生模块的输出端连接所述外挂电容的第一端以及所述缓冲模块的输入端,所述缓冲模块的输出端连接所述第二开关管的第一端,所述第二开关管的第二端连接所述功率放大器的输出端,所述第二开关管的控制端连接所述控制器的第二控制端,所述控制器的第三控制端连接所述参考电压产生模块的控制端,所述控制器的第四控制端连接所述缓冲模块的控制端,所述外挂电容的第二端连接所述地端;

所述控制器还用于当所述直流供电电压稳定至所述目标电压值时,通过所述第二控制端输出第二控制信号至所述第二开关管的控制端,通过所述第三控制端输出第三控制信号至所述参考电压产生模块的控制端,通过所述第四控制端输出第四控制信号至所述缓冲模块的控制端,其中,所述第二控制信号用于控制所述第二开关管导通,所述第三控制信号用于控制所述参考电压产生模块停止工作,所述第四控制信号用于控制所述缓冲模块开始工作。

其中,在电源模块上电完成后、共模电压建立之前,控制参考电压产生模块停止工作,控制缓冲模块工作。由于参考电压产生模块在停止工作时输出的电压为零,参考电压产生模块在停止工作时输出的零电压可以通过缓冲模块输出至功率放大器的输出端,保证耦合电容的第一端始终处于接地状态,从而可以抑制在电源模块上电完成后可能产生的爆破音。由于参考电压产生模块没有电流驱动能力,无法直接驱动功率放大器的输出端(输出节点),因此,增加缓冲模块是为了使参考电压产生模块产生的参考电压能够驱动功率放大器的输出端。

可选的,所述控制器还用于当所述第二开关管导通之后,通过所述第一控制端输出第三高电平信号至所述触发器的输入端;

所述触发器还用于将所述第三高电平信号输出至所述电平反相器的输入端;

所述电平反相器还用于根据所述第三高电平信号输出第三低电平信号至所述第一开关管的控制端,所述第三低电平信号用于控制所述第一开关管关断。

其中,共模电压也可以称为参考电压、基准电压,是为了提供一个电压基准。在电源

模块上电完成后、共模电压建立之前，由于电源模块已完成上电，为了在功率放大器的输出端建立共模电压，通过控制器第一开关管关断，让爆破音抑制电路停止工作，避免第一开关管开启后影响功率放大器的输出端建立共模电压。

可选的，所述控制器还用于当所述第二开关管导通，并且所述第一开关管关断之后，通过所述第三控制端输出第五控制信号至所述参考电压产生模块的控制端，所述第五控制信号用于控制所述参考电压产生模块开始工作。

其中，参考电压产生模块开始工作时，由于有外挂电容的存在，参考电压产生模块输出的参考电压会缓慢上升至最终的参考电压值，缓冲模块也将缓慢上升的参考电压输出至功率放大器的输出端，以驱动功率放大器的输出端的电压为最终的参考电压值，从而实现在功率放大器的输出端建立共模电压。在建立共模电压的过程中，功率放大器的输出端的电压是缓慢上升的，并不会发生突变，从而可以抑制在共模电压建立过程中可能产生的爆破音。当功率放大器的输出端的共模电压建立之后，功率放大器开始工作时，由于功率放大器的输入为零，则功率放大器刚开始输出的电压也是共模电压，也不会导致功率放大器的输出端的电压出现跳变，从而抑制由于功率放大器的输出端的电压的变化导致的爆破音。

可选的，所述外挂电容的容值大于预设电容阈值。

其中，外挂电容的容值大于预设电容阈值可以保证缓冲模块输出至功率放大器的输出端的电压平稳变化，从而抑制由于功率放大器的输出端的电压的变化导致的爆破音。

可选的，所述音频播放电路还包括数模转换器，所述数模转换器的输入端连接所述控制器的输出端，所述数模转换器的输出端连接所述功率放大器的输入端，所述数模转换器的供电端连接所述电源模块的输出端；

所述数模转换器用于将所述控制器输出的数字音频信号转换为模拟音频信号并输出至所述功率放大器。

可选的，当所述电源模块工作时，所述电源模块输出的所述直流供电电压从零变为所述目标电压值的过程中的电压变化率小于预设变化率阈值。

其中，电源模块输出的直流供电电压并不是从零跳变至最终的目标电压值，而是有一个缓慢的上升过程，避免电源模块输出的电压突变导致爆破音抑制电路来不及反应而影响爆破音抑制电路的爆破音抑制效果。

本发明实施例第二方面提供了一种音频播放设备，包括本发明实施例第一方面所述的爆破音抑制电路。

本发明实施例第三方面提供了一种音频播放电路，包括电源模块，功率放大器，耦合电容，以及爆破音抑制电路，

所述功率放大器用于接收模拟信号，将所述模拟信号放大后通过所述耦合电容输出至外放设备；

所述电源模块用于为所述功率放大器以及所述爆破音抑制电路提供工作电压；

所述耦合电容的两端分别连接所述功率放大器的输出端和所述外放设备的输入端；

所述爆破音抑制电路用于在所述工作电压超过阈值时，将所述耦合电容的一端接地。

其中，耦合电容的一端可以是耦合电容的第一端，也可以是耦合电容的第二端。爆破音抑制电路可以在工作电压超过阈值时，将功率放大器的输出端或者外放设备的输入端接

地。防止电源模块在上电过程中功率放大器的输出端出现的电平跳变通过耦合电容耦合到外放设备上产生爆破音，从而可以抑制电源模块在上电过程中产生的爆破音。

通过实施本发明实施例，当电源模块输出的直流电压上升至第一电压阈值时，爆破音抑制电路开始工作，并且将爆破音抑制电路的输出端接地，从而将耦合电容的第一端接地。在电源模块的上电过程中，爆破音抑制电路在功率放大器未开始工作时将功率放大器的输出端接地，防止电源模块在上电过程中功率放大器的输出端出现电平跳变，进而防止该电平跳变通过耦合电容耦合到负载上产生爆破音，从而可以抑制电源模块在上电过程中产生的爆破音。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或背景技术中的技术方案，下面将对本发明实施例或背景技术中所需要使用的附图进行说明。

图 1 是本发明实施例公开的一种音频播放电路的结构示意图；

图 2 是本发明实施例公开的另一种音频播放电路的结构示意图；

图 3 是本发明实施例公开的另一种音频播放电路的结构示意图；

图 4 是本发明实施例公开的另一种音频播放电路的结构示意图；

图 5 是本发明实施例公开的另一种音频播放电路的结构示意图；

图 6 是本发明实施例公开的另一种音频播放电路的结构示意图；

图 7 是本发明实施例公开的另一种音频播放电路的结构示意图。

具体实施方式

下面结合本发明实施例中的附图对本发明实施例进行描述。

请参见图 1，图 1 是本发明实施例公开的一种音频播放电路的结构示意图。如图 1 所示，该音频播放电路可以包括电源模块 11、功率放大器 12、耦合电容 C1 以及负载 13。电源模块 11 的输出端连接功率放大器 12 的供电端，功率放大器 12 的输入端接入模拟音频信号，功率放大器 12 的输出端连接耦合电容 C1 的第一端，耦合电容 C1 的第二端连接负载 13 的正极，负载 13 的负极接地。功率放大器 12 将接收到的模拟音频信号进行放大并将放大后的模拟音频信号通过耦合电容 C1 输出至负载 13。本发明实施例中述及的电源模块 11 可以为单电源模块。其中，单电源模块，是只有正电源或者负电源的电源模块，只能输出正电压或负电压，与双电压模块能够输出正电压和负电压不同。例如，如果单电源模块的标称电压为 5V，输出的电压范围为 0-5V；如果双电压模块的标称电压为 $\pm 5V$ ，输出的电压范围为 -5- + 5V。

本发明实施例中，负载 13 为交流负载，负载 13 可以由交流信号进行驱动。耦合电容 C1 用于隔离功率放大器 12 输出的直流信号，避免负载 13 上出现直流信号对负载 13 造成干扰。具体的，负载 13 可以为喇叭或者扬声器。模拟音频信号可以由模拟信号产生器（例如，数模转换器）输入。电源模块 11 可以为功率放大器 12 提供直流供电电压。假定电源模块 11 提供的直流供电电压从 0-VDD，其中，VDD 为电源模块 11 能输出的最大电压。当电源模块 11 上电之前，功率放大器 12 的输出节点为靠近 0 的不定电平，当电源模块 11 上

电完成后，并且功率放大器 12 未接收音频模拟信号时，功率放大器 12 的输出节点受电源模块 11 的影响输出为 0-VDD 之间的不定电平。当不采用本发明实施例中的爆破音抑制电路时，在电源模块 11 上电前后，功率放大器 12 的输出节点会存在不定电平的跳变，而这种跳变容易通过耦合电容 C1 传递到负载 13，从而产生爆破音。爆破音也可以称为 pop 音或者杂音。

请参见图 2，图 2 是本发明实施例公开的另一种音频播放电路的结构示意图。图 2 是在图 1 的基础上为了抑制爆破音而设计的一种音频播放电路，如图 2 所示，该音频播放电路除了包括图 1 的所有模块之外，还包括爆破音抑制电路 200，其中：

功率放大器 12 的输出端 121 连接耦合电容 C1 的第一端以及爆破音抑制电路 200 的输出端 201，耦合电容 C1 的第二端连接负载 13，电源模块 11 的输出端 111 连接功率放大器 12 的供电端以及爆破音抑制电路 200 的供电端；电源模块 11 用于为功率放大器 12 和爆破音抑制电路 200 提供直流供电电压；

爆破音抑制电路 200 用于当直流供电电压低于第一电压阈值时，将耦合电容 C1 的第一端与地端 GND 断开连接，第一电压阈值低于功率放大器 12 的工作电压阈值；

爆破音抑制电路 200 还用于当直流供电电压上升至第一电压阈值时，将耦合电容 C1 的第一端与地端连接。

本发明实施例中，电源模块 11 上电后，电源模块 11 输出的供电电压从 0 开始上升，当电源模块 11 输出的供电电压上升至 VDD 并保持稳定，即为电源模块 11 上电完成。其中，爆破音抑制电路 200 能够工作的最低电压阈值为第一电压阈值。当电源模块 11 输出的供电电压小于第一电压阈值时，由于电源模块 11 输出的供电电压较小，功率放大器 12 的输出端 121 输出为靠近 0 的幅度波动很小的不定电平，这种靠近 0 的幅度波动很小的不定电平即使通过耦合电容 C1 传递到负载 13，也不会产生爆破音。因此，在电源模块 11 输出的供电电压低于第一电压阈值时，爆破音抑制电路 200 不工作，不需要将电容 C1 接地，可以节省功耗。

当电源模块 11 输出的供电电压上升至第一电压阈值之后，电源模块 11 输出的供电电压输出的不定电平的幅度波动较大，可能会通过耦合电容 C1 传递到负载 13，从而产生爆破音。本发明实施例在电源模块 11 输出的供电电压达到第一电压阈值，即爆破音抑制电路 200 能够工作的最低电压阈值时，爆破音抑制电路 200 即可开始工作，将耦合电容 C1 的第一端与地端 GND 连接，可以在电源模块 11 上电完成后，并且功率放大器 12 未开始工作时，防止功率放大器 12 的输出端 121 的电平发生跳变，进而防止这种跳变容易通过耦合电容 C1 传递到负载 13 产生爆破音。

其中，爆破音抑制电路 200 可以仅包括一个开关管，也可以包括一个电容、一个电阻和一个开关管。

举例来说，当爆破音抑制电路 200 仅包括一个开关管时，该开关管的第一端连接地端，该开关管的第二端连接功率放大器 12 的输出端 121，该开关管的控制端直接连接电源模块 11 的输出端 111，其中，该开关管的开启电压为上述第一电压阈值。开关管可以是金属—氧化物—半导体 (metal oxide semiconductor, MOS) 场效应晶体管、绝缘栅双极型晶体管 (Insulated Gate Bipolar Transistor, IGBT)、三极管等半导体开关管中的任一种。本发明实

实施例中的爆破音抑制电路 200 仅包括一个开关管，可以节省物料成本。

当爆破音抑制电路 200 包括一个电容、一个电阻和一个开关管时，可以将该电容的第一端、该电阻的第一端和该开关管的控制端与电源模块 11 的输出端 111 连接，该开关管的第一端、该电容的第二端与该电阻的第二端连接地端，该开关管的第二端连接功率放大器 12 的输出端 121，本发明实施例中的爆破音抑制电路 200 包括电容和电阻并联，可以在电源模块 11 上电时保证该开关管的控制端的电压能够缓慢上升，可以防止电源模块 11 的输出端 111 输出的电压不稳定时对该开关管造成的影响，保证爆破音抑制电路 200 工作的稳定性。

可选的，该音频播放电路还可以包括控制器，该控制器用于在功率放大器 12 进行正常的模拟信号放大之前，将耦合电容 C1 的第一端与地端断开连接。

本发明实施例中，为了保证功率放大器 12 不受音频播放电路的其他模块的影响，一般需要在音频播放电路的所有模块都上电完成并且所有模块的工作状态都稳定后，功率放大器 12 才开始进行正常的模拟信号放大与输出。在音频播放电路的所有模块都上电完成并且所有模块的工作状态都稳定后，并且功率放大器 12 进行正常的模拟信号放大之前，由于此时的功率放大器 12 不会受到音频播放电路的其他模块的影响而导致出现爆破音，因此，此时可以通过控制器控制耦合电容 C1 的第一端与地端断开连接，从而使音频播放电路恢复正常的音频播放功能。

实施例 2 所示的音频播放电路，采用爆破音抑制电路，让爆破音抑制电路在较低的电压下开始工作，防止电源模块在上电过程中功率放大器的输出端出现电平跳变，进而防止该电平跳变通过耦合电容耦合到负载上产生爆破音，从而可以抑制电源模块在上电过程中产生的爆破音。

可选的，请参阅图 3，图 3 是本发明实施例公开的另一种音频播放电路的结构示意图。图 3 是在图 2 的基础上进一步优化得到的，如图 3 所示，音频播放电路还包括控制器 14，爆破音抑制电路 200 包括复位模块 211、触发器 212、电容电阻并联模块 213、电平反相器 214 以及第一开关管 T1，复位模块 211 的输出端连接触发器 212 的复位端，触发器 212 的输入端连接控制器 14 的第一控制端 141，触发器 212 的输出端连接电容电阻并联模块 213 的第一端以及电平反相器 214 的输入端，电平反相器 214 的输出端连接第一开关管 T1 的控制端，第一开关管 T1 的第一端连接功率放大器 12 的输出端 121，第一开关管 T1 的第二端以及电容电阻并联模块 213 的第二端连接地端 GND，电平反相器 214 的工作电压阈值等于第一电压阈值，即电平反相器 214 在供电电压低于第一电压阈值时无法工作，在供电电压达到第一电压阈值时开始工作。

电源模块 11 的输出端连接控制器 14 的供电端、复位模块 211 的供电端、触发器 212 的供电端以及电平反相器 214 的供电端；电源模块 11 用于为复位模块 211、触发器 212 和电平反相器 214 提供直流供电电压；

电容电阻并联模块 213 用于当电源模块 11 开始工作时，向电平反相器 214 的输入端输入第一低电平信号；

电平反相器 214 用于当直流供电电压上升至第一电压阈值时，根据第一低电平信号输出第一高电平信号至第一开关管 T1 的控制端，第一高电平信号用于控制第一开关管 T1 导

通。

可选的，复位模块 211 的工作电压阈值为第二电压阈值，触发器 212 的工作电压阈值为第三电压阈值，控制器 14 的工作电压阈值小于第二电压阈值，第二电压阈值大于第一电压阈值，第二电压阈值小于或等于第三电压阈值；

复位模块 211 用于当直流供电电压上升至第二电压阈值时，向触发器 212 发送复位信号；

控制器 14 用于当直流供电电压上升至第二电压阈值时，通过第一控制端 141 输出第二低电平信号至触发器 212 的输入端；

触发器 212 用于当直流供电电压上升至第三电压阈值时，根据复位信号以及第二低电平信号输出第二低电平信号至电平反相器 214 的输入端；

电平反相器 214 还用于根据第二低电平信号输出第二高电平信号至第一开关管 T1 的控制端，第二高电平信号用于控制第一开关管 T1 导通。

本发明实施例中，电容电阻并联模块 213 由下拉电阻 R1 和电容 C2 并联而成，可以防止电平反相器 214 输入的电平快速变化。电平反相器 214 用于将输入的低电平转换为高电平输出，以及用于将输入的高电平转换为低电平输出。

由于电平反相器 214、复位模块 211 以及触发器 212 的硬件特性不同，电平反相器 214 可以在较低的工作电压阈值下工作，而触发器 212 需要在相对较高的工作电压阈值下工作。例如，在一个可能的实现方式中，电平反相器的工作电压阈值为 0.7V，复位模块 211 的工作电压阈值为 1.2V，触发器 212 的工作电压阈值为 1.4V。

在电源模块 11 的供电电压小于第一电压阈值时，电平反相器 214、复位模块 211 以及触发器 212 均未开始工作。此时，电平反相器 214、复位模块 211 以及触发器 212 的输出为靠近 0 的不定电平，电容电阻并联模块 213 可以将触发器 212 输出的不定电平拉至地电平，防止触发器 212 在上电过程中输出的不定态耦合至电平反相器 214 的输入端，保证在电源模块 11 上电后且触发器 212 未开始工作时，电平反相器 214 的输入端的信号为低电平信号且不会发生跳变。

在电源模块 11 的供电电压大于第一电压阈值且小于第二电压阈值时，电平反相器 214 开始工作，复位模块 211 与触发器 212 无法工作。此时，由于电平反相器 214 的输入端的信号为低电平信号且不会发生跳变，电平反相器 214 输出稳定的高电平信号，保证第一开关管 T1 稳定在导通状态，从而保证耦合电容 C1 的第一端拉至地电平。

在电源模块 11 的供电电压大于第二电压阈值且小于第三电压阈值时，电平反相器 214 继续工作，复位模块 211 开始工作，触发器 212 无法工作。由于触发器 212 需要在复位模块 211 的复位信号下工作，在触发器 212 工作之前让复位模块 211 开始工作，可以为触发器 212 工作做好准备。

在电源模块 11 的供电电压大于第三电压阈值时，电平反相器 214 与复位模块 211 继续工作，触发器 212 开始工作。触发器 212 开始工作后，触发器 212 根据复位模块 211 输入的复位信号、时钟发生器输入的时钟信号以及控制器 14 输入的低电平信号输出低电平信号至电平反相器 214 的输入端，电平反相器 214 根据输入的低电平信号输出高电平信号至第一开关管 T1，以使第一开关管 T1 导通，从而继续将耦合电容 C1 的第一端拉至地电平。

在音频播放电路的所有模块都上电完成并且所有模块的工作状态都稳定后,并且功率放大器 12 进行正常的模拟信号放大之前,控制器 14 用于控制触发器 212 根据复位模块 211 输入的复位信号、时钟发生器输入的时钟信号以及控制器 14 输入的高电平信号输出高电平信号至电平反相器 214 的输入端,电平反相器 214 根据输入的高电平信号输出低电平信号至第一开关管 T1,以使第一开关管 T1 关断,从而将耦合电容 C1 的第一端与地端断开连接。与电容电阻并联模块 213 相比,触发器 212 输出至电平反相器 214 的低电平信号的可控性更高,可以在电源模块 11 上电过程中进一步保证爆破音抑制电路 200 工作的稳定性。

本发明实施例中,由于触发器 212 可以通过时钟信号以及控制器 14 来实现对第一开关管 T1 精准的控制,从而可以精准的控制耦合电容 C1 的第一端与地端连接或断开,从而实现对爆破音的精准抑制。

其中,触发器 212 可以是 D 触发器、RS 触发器等。图 3 以及后续附图中的触发器以 D 触发器为例进行说明。

本发明实施例中,电平反相器 214 的工作电压阈值最低,低于复位模块 211 和触发器 212 的工作电压阈值。在电源模块 11 上电且电平反相器 214 开始工作后,通过控制器 14 和复位模块 211 控制触发器 212 开始工作,以使触发器 212 输出低电平信号至电平反相器 214 的输入端,保证电平反相器 214 继续输出能够将第一开关管 T1 导通的高电平信号。与电容电阻并联模块 213 相比,触发器 212 输出至电平反相器 214 的低电平信号的可控性更高,可以在电源模块 11 上电过程中进一步爆破音抑制电路 200 工作的稳定性。

可选的,请参阅图 4,图 4 是本发明实施例公开的另一种音频播放电路的结构示意图。图 4 是在图 3 的基础上进一步优化得到的,如图 4 所示,该爆破音抑制电路 200 还包括共模电压产生模块 22,共模电压产生模块 22 的输出端 220 连接功率放大器 12 的输出端 121,电源模块 11 的输出端连接共模电压产生模块 22 的供电端;

控制器 14 还用于当直流供电电压处于上升阶段时,控制共模电压产生模块 22 的输出端 220 与地端断开连接;

控制器 14 还用于当直流供电电压稳定至目标电压值时,控制共模电压产生模块 22 的输出端 220 与地端连接。

本发明实施例中,电源模块 11 在上电过程中,其输出的直流供电电压会从 0 开始逐渐上升至目标电压值。举例来说,目标电压值可以是 3.3V。共模电压产生模块 22 在直流供电电压处于上升阶段时,也即电源模块 11 在上电过程中时,为了节省功耗,让共模电压产生模块 22 无法工作,共模电压产生模块 22 的输出端 220 与地端 GND 断开连接,共模电压产生模块 22 的输出端 220 的电平为靠近 0 的不定电平。当直流供电电压稳定至目标电压值时,也即电源模块 11 在上电完成后,共模电压产生模块 22 可开始工作,将共模电压产生模块 22 的输出端 220 与地端 GND 连接。爆破音抑制电路 200 可以在单电源模块 11 上电过程中通过复位模块 211、触发器 212、电容电阻并联模块 213、电平反相器 214 以及第一开关管 T1 将耦合电容 C1 的第一端接地;爆破音抑制电路 200 可以在单电源模块 11 上电完成后进一步通过共模电压产生模块 22 将耦合电容 C1 的第一端接地。可以在电源模块 11 上电完成后、共模电压建立之前,保证耦合电容 C1 的第一端始终接地,从而可以抑制在电源模块 11 上电完成后共模电压建立的过程中可能产生的爆破音。

共模电压产生模块 22 可以仅包括一个开关管，也可以包括一个电容、一个电阻和一个开关管。

举例来说，当共模电压产生模块 22 仅包括一个开关管时，该开关管的第一端连接地端，该开关管的第二端连接功率放大器 12 的输出端 121，该开关管的控制端直接连接电源模块 11 的输出端 111，其中，该开关管的开启电压为上述第二电压阈值。开关管可以是金属—氧化物—半导体场效应晶体管、绝缘栅双极型晶体管、三极管等半导体开关管。本发明实施例中的共模电压产生模块 22 仅包括一个开关管，可以节省物料成本。

当共模电压产生模块 22 包括一个电容、一个电阻和一个开关管时，可以将该电容的第一端、该电阻的第一端和该开关管的控制端与电源模块 11 的输出端 111 连接，该开关管的第一端、该电容的第二端与该电阻的第二端连接地端，该开关管的第二端连接功率放大器 12 的输出端 121，本发明实施例中的共模电压产生模块 22 包括电容和电阻并联，可以在电源模块 11 上电时保证该开关管的控制端的电压能够缓慢上升，可以防止电源模块 11 的输出端 111 输出的电压不稳定时对该开关管造成的影响，保证共模电压产生模块 22 工作的稳定性。

实施图 4 所示的爆破音抑制电路，采用共模电压产生模块，可以在电源模块上电完成后、共模电压建立之前，保证功率放大器的输出端始终接地，从而可以抑制在电源模块 11 上电完成后共模电压建立的过程中可能产生的爆破音。

可选的，请参阅图 5，图 5 是本发明实施例公开的另一种爆音频播放电路的结构示意图。图 5 是在图 4 的基础上进一步优化得到的，如图 5 所示，共模电压产生模块 22 包括参考电压产生模块 221、外挂电容 C3、缓冲模块 222 以及第二开关管 T2，电源模块 11 的输出端连接参考电压产生模块 221 的供电端以及缓冲模块 222 的供电端；电源模块 11 用于为参考电压产生模块 221 以及缓冲模块 222 提供直流供电电压；参考电压产生模块 221 的输出端连接外挂电容 C3 的第一端以及缓冲模块 222 的输入端，缓冲模块 222 的输出端连接第二开关管 T2 的第一端，第二开关管 T2 的第二端连接功率放大器 12 的输出端 121，第二开关管 T2 的控制端连接控制器 14 的第二控制端 142，控制器 14 的第三控制端 143 连接参考电压产生模块 221 的控制端，控制器 14 的第四控制端 144 连接缓冲模块 222 的控制端，外挂电容 C3 的第二端连接地端；

控制器 14 用于当直流供电电压稳定至目标电压值时，通过第二控制端 142 输出第二控制信号至第二开关管 T2 的控制端，通过第三控制端输出第三控制信号至参考电压产生模块 221 的控制端，通过第四控制端输出第四控制信号至缓冲模块 222 的控制端，其中，第二控制信号用于控制第二开关管 T2 导通，第三控制信号用于控制参考电压产生模块 221 停止工作，第四控制信号用于控制缓冲模块 222 开始工作。

本发明实施例中，共模电压产生模块 22 用于抑制由于共模电压建立导致的爆破音。在电源模块 11 上电完成后、共模电压建立之前，控制器 14 控制参考电压产生模块 221 停止工作，控制缓冲模块 222 工作。由于参考电压产生模块 221 在停止工作时输出的电压为零，参考电压产生模块 221 在停止工作时输出的零电压可以通过缓冲模块 222 输出至功率放大器 12 的输出端 121，保证耦合电容 C1 的第一端始终处于接地状态，从而可以抑制在电源模块 11 上电完成后可能产生的爆破音。由于参考电压产生模块 221 没有电流驱动能力，无

法直接驱动功率放大器 12 的输出端 21，因此，增加缓冲模块 222 是为了使参考电压产生模块 221 产生的参考电压能够驱动功率放大器 12 的输出端 121。

其中，参考电压产生模块 221 与外挂电容 C3 用于提供低噪声的电压基准。

可选的，控制器 14 还用于当第二开关管 T2 导通之后，通过第一控制端 141 输出第三高电平信号至触发器 212 的输入端；

触发器 212 还用于将第三高电平信号输出至电平反相器 214 的输入端；

电平反相器 214 还用于根据第三高电平信号输出第三低电平信号至第一开关管 T1 的控制端，第三低电平信号用于控制第一开关管 T1 关断。

其中，共模电压也可以称为参考电压、基准电压，是为了提供一个电压基准。在电源模块 11 上电完成后、共模电压建立之前，由于电源模块 11 已完成上电，为了在功率放大器 12 的输出端 121 建立共模电压，通过控制器 14 将第一开关管 T1 关断，避免第一开关管 T1 开启后影响功率放大器 12 的输出端 121 建立共模电压。

可选的，控制器 14 还用于当第二开关管 T2 导通，并且第一开关管 T1 关断之后，通过第三控制端 143 输出第五控制信号至参考电压产生模块 221 的控制端，第五控制信号 221 用于控制参考电压产生模块 221 开始工作。

其中，参考电压产生模块 221 开始工作时，由于有外挂电容 C3 的存在，参考电压产生模块 221 输出的参考电压会缓慢上升至最终的参考电压值，缓冲模块 222 也将缓慢上升的参考电压输出至功率放大器 12 的输出端 121，以驱动功率放大器 12 的输出端 121 的电压为最终的参考电压值，从而实现在功率放大器 12 的输出端 121 建立共模电压。在建立共模电压的过程中，由于外挂电容 C3 的存在，功率放大器 12 的输出端 121 的电压是缓慢上升的，并不会发生突变，从而可以抑制在共模电压建立过程中可能产生的爆破音。当功率放大器 12 的输出端 121 的共模电压建立之后，功率放大器 12 开始工作时，由于功率放大器 12 的输入为零，则功率放大器 12 刚开始输出的电压也是共模电压，也不会导致功率放大器 12 的输出端 121 的电压出现跳变，从而抑制由于功率放大器 12 刚开始工作时可能产生的爆破音。本发明实施例将参考电压产生模块 221、外挂电容 C3 与缓冲模块 222 配合使用，用于实现共模电压从 0 缓慢爬坡到最终的参考电压值。

可选的，外挂电容 C3 的容值大于预设电容阈值。设置尽可能大的外挂电容，可以保证参考电压产生模块 221 产生的参考电压的稳定性，不易发生波动。

下面结合图 5 来阐述爆破音抑制电路 200 的工作原理过程。

(1)、在电源模块 11 未上电时，所有电路模块都无法工作，功率放大器 12 的输出端 121 为靠近 0 电平的不定态。

(2)、电源模块 11 开始上电时，电源模块 11 输出的直流供电电压逐渐上升，当电源模块 11 输出的直流供电电压低于第一电压阈值时，爆破音抑制电路 200 中的复位模块 211、触发器 212 以及电平反相器 214 都无法工作，触发器 212 的输出端为不定电平，这种不定电平通过电容电阻并联模块 213 后被电容电阻并联模块 213 中的下拉电阻 R1 拉至地电平，因此，电平反相器 214 的输入端为零电平。此时所有电路模块都无法工作，但是这些模块的输出端为靠近 0 电平的不定态。

(3)、电源模块 11 继续上电，当电源模块 11 输出的电压 VDD 达到电平反相器 214

的工作电压阈值（第一电压阈值）时，爆破音抑制电路 200 开始工作，电平反相器 214 根据输入的零电平输出高电平至第一开关管 T1，以使第一开关管 T1 导通，通过第一开关管 T1 将功率放大器 12 的输出端 121 拉至地电平。

(4)、电源模块 11 继续上电，当电源模块 11 输出的电压 VDD 达到触发器 212 的工作电压阈值（第三电压阈值）时，控制器 14、复位模块 211 以及触发器 212 开始工作，触发器 212 根据复位模块 211 输入的复位信号以及控制器 14 输入的低电平信号输出低电平信号至电平反相器 214 的输入端，电平反相器 214 根据输入的低电平信号输出高电平信号至第一开关管 T1，以使第一开关管 T1 导通，从而继续将功率放大器 12 的输出端 121 拉至地电平。

(5)、电源模块 11 输出的电压 VDD 继续上升，直至上电完成。电源模块 11 上电完成后，控制器 14 开启缓冲模块 222，关闭参考电压产生模块 221，此时参考电压产生模块 221 输出为 0，同时，控制器 14 控制第二开关管 T2 导通，通过第二开关管 T2 将功率放大器 12 的输出端 121 拉至地电平。此时，功率放大器 12 的输出端 121 同时被第一开关管 T1 和第二开关管 T2 拉至地电平（即，0 电平），故功率放大器 12 的输出端 121 不会发生电平跳变。

(6)、当第二开关管 T2 导通之后，控制器 14 的第一控制端 141 输出高电平信号，以使第一开关管 T1 关断，在电源模块 11 上电的过程中，耦合电容 C1 的第一端始终维持在地电平，故功率放大器 12 的输出端 121 不会发生电平跳变，在电源模块 11 上电的过程中不会产生爆破音。

(7)、当第二开关管 T2 导通，并且第一开关管 T1 关断之后，控制器 14 控制参考电压产生模块 221 开始工作，由于有外挂电容 C3 的存在，参考电压产生模块 221 输出的参考电压会缓慢上升至最终的参考电压值，缓冲模块 222 也将缓慢上升的参考电压输出至功率放大器 12 的输出端 121，以驱动功率放大器 12 的输出端 121 的电压为最终的参考电压值，从而实现在功率放大器 12 的输出端 121 建立共模电压。在建立共模电压的过程中，功率放大器 12 的输出端 121 的电压是缓慢上升的，并不会发生突变，从而可以抑制在共模电压建立过程中可能产生的爆破音。当功率放大器 12 的输出端 121 的共模电压建立之后，功率放大器 12 开始工作时，由于功率放大器 12 的输入为零，则功率放大器 12 刚开始输出的电压也是共模电压，也不会导致功率放大器 12 的输出端 121 的电压出现跳变，从而抑制由于功率放大器 12 的输出端 121 的电压的变化导致的爆破音。

可选的，请参阅图 6，图 6 是本发明实施例公开的另一种音频播放电路的结构示意图。音频播放电路还包括数模转换器 15，数模转换器 15 的输入端连接控制器 14 的输出端，数模转换器 15 的输出端连接功率放大器 12 的输入端，数模转换器 15 的供电端连接电源模块 11 的输出端；

数模转换器 15 用于将控制器 14 输出的数字音频信号转换为模拟音频信号并输出至功率放大器 12。

本发明实施例中，控制器 14 可以将数字音频信号输出至数模转换器 15，数模转换器 15 将数字音频信号转换为模拟音频信号并输出至功率放大器 12，然后在通过功率放大器 12 对模拟音频信号进行放大并输出至负载 13。

可选的，当电源模块 11 工作时，电源模块 11 输出的直流供电电压从零变为目标电压值的过程中的电压变化率小于预设变化率阈值。

其中，电源模块 11 输出的直流供电电压并不是从零跳变至最终的稳定电压值，而是有一个缓慢的上升过程，避免电源模块 11 输出的电压突变导致爆破音抑制电路 20021 来不及反应而影响爆破音抑制电路 200 的爆破音抑制效果。

可选的，请参阅图 7，图 7 是本发明实施例公开的另一种音频播放电路的结构示意图。该音频播放电路包括电源模块 11，功率放大器 12，耦合电容 C1、外放设备 30，以及爆破音抑制电路 200。

功率放大器 12 用于接收模拟信号，将模拟信号放大后通过耦合电容 C1 输出至外放设备 30；

电源模块 11 用于为功率放大器 12 和爆破音抑制电路 200 提供工作电压；

耦合电容 C1 的两端分别连接功率放大器 12 的输出端 121 和外放设备 30 的输入端 301；

爆破音抑制电路 200 用于在工作电压超过阈值时，将耦合电容 C1 的一端接地。

本发明实施例中，耦合电容 C1 的一端可以是耦合电容 C1 的第一端，也可以是耦合电容 C1 的第二端。爆破音抑制电路 200 可以在工作电压超过阈值时，将功率放大器 12 的输出端 121 或者外放设备 30 的输入端 301 接地。

实施图 7 所示的音频播放电路，爆破音抑制电路 200 可以在电源模块 11 输出的工作电压超过阈值时，将耦合电容 C1 的一端接地，防止电源模块 11 在上电过程中功率放大器 12 的输出端出现的电平跳变通过耦合电容 C1 耦合到外放设备 30 上产生爆破音，从而可以抑制电源模块 11 在上电过程中产生的爆破音。

本发明实施例还公开一种音频播放设备，该音频播放设备可以包括图 2 至图 6 中任一附图所示的音频播放电路。

需要说明的是，本发明实施例中提及的术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”、“第五”等是用于区别不同对象，而不是用于描述特定顺序。

本发明实施例中的音频播放电路可以用于手机、平板电脑等移动终端，也可以应用于音箱、电视播放机等音频播放设备。本发明实施例中的控制器 14 可以是音频播放设备中的微控制单元(Microcontroller Unit; MCU)，也可以是移动终端中的应用处理器 (Application Processor, AP)。

综上所述，通过实施本发明实施，在电源模块的上电过程中，低压工作模块在功率放大器未开始工作时将功率放大器的输出端接地，防止电源模块在上电过程中功率放大器的输出端出现电平跳变，进而防止该电平跳变通过耦合电容耦合到负载上产生爆破音，从而可以抑制电源模块在上电过程中产生的爆破音。

权利要求

1、一种音频播放电路，其特征在于，包括电源模块、功率放大器、耦合电容、负载以及爆破音抑制电路，其中：

所述功率放大器的输出端连接所述耦合电容的第一端以及所述爆破音抑制电路的输出端，所述耦合电容的第二端连接所述负载，所述电源模块的输出端连接所述功率放大器的供电端以及所述爆破音抑制电路的供电端；所述电源模块用于为所述功率放大器和所述爆破音抑制电路提供直流供电电压；

所述爆破音抑制电路用于当所述直流供电电压低于第一电压阈值时，将所述耦合电容的第一端与地端断开连接，所述第一电压阈值低于所述功率放大器的工作电压阈值；

所述爆破音抑制电路还用于当所述直流供电电压上升至所述第一电压阈值时，将所述耦合电容的第一端与所述地端连接。

2、根据权利要求1所述的音频播放电路，其特征在于，所述音频播放电路还包括控制器，所述爆破音抑制电路包括复位模块、触发器、电容电阻并联模块、电平反相器以及第一开关管，所述复位模块的输出端连接所述触发器的复位端，所述触发器的输入端连接所述控制器的第一控制端，所述触发器的输出端连接所述电容电阻并联模块的第一端以及所述电平反相器的输入端，所述电平反相器的输出端连接所述第一开关管的控制端，所述第一开关管的第一端连接所述功率放大器的输出端，所述第一开关管的第二端以及所述电容电阻并联模块的第二端连接所述地端，所述电平反相器的工作电压阈值等于所述第一电压阈值；

所述电源模块的输出端连接所述控制器的供电端、所述复位模块的供电端、所述触发器的供电端以及所述电平反相器的供电端；所述电源模块用于为所述复位模块、所述触发器和所述电平反相器提供所述直流供电电压；

所述电容电阻并联模块用于当所述电源模块开始工作时，向所述电平反相器的输入端输入第一低电平信号；

所述电平反相器用于当所述直流供电电压上升至所述第一电压阈值时，根据所述第一低电平信号输出第一高电平信号至所述第一开关管的控制端，所述第一高电平信号用于控制所述第一开关管导通。

3、根据权利要求2所述的音频播放电路，其特征在于，所述复位模块的工作电压阈值为第二电压阈值，所述触发器的工作电压阈值为第三电压阈值，所述控制器的工作电压阈值小于所述第二电压阈值，所述第二电压阈值大于所述第一电压阈值，所述第二电压阈值小于或等于所述第三电压阈值；

所述复位模块用于当所述直流供电电压上升至所述第二电压阈值时，向所述触发器发送复位信号；

所述控制器用于当所述直流供电电压上升至所述第二电压阈值时，通过所述第一控制端输出第二低电平信号至所述触发器的输入端；

所述触发器用于当所述直流供电电压上升至所述第三电压阈值时，根据所述复位信号以及所述第二低电平信号输出所述第二低电平信号至所述电平反相器的输入端；

所述电平反相器还用于根据所述第二低电平信号输出第二高电平信号至所述第一开关管的控制端，所述第二高电平信号用于控制所述第一开关管导通。

4、根据权利要求 2 或 3 所述的音频播放电路，其特征在于，所述爆破音抑制电路还包括共模电压产生模块，所述共模电压产生模块的输出端连接所述功率放大器的输出端，所述电源模块的输出端连接所述共模电压产生模块的供电端；

所述控制器还用于当所述直流供电电压处于上升阶段时，控制所述共模电压产生模块的输出端与所述地端断开连接；

所述控制器还用于当所述直流供电电压稳定至目标电压值时，控制所述共模电压产生模块的输出端与所述地端连接。

5、根据权利要求 4 所述的音频播放电路，其特征在于，所述共模电压产生模块包括参考电压产生模块、外挂电容、缓冲模块以及第二开关管，所述电源模块的输出端连接所述参考电压产生模块的供电端以及所述缓冲模块的供电端；所述电源模块用于为所述参考电压产生模块以及所述缓冲模块提供所述直流供电电压；所述参考电压产生模块的输出端连接所述外挂电容的第一端以及所述缓冲模块的输入端，所述缓冲模块的输出端连接所述第二开关管的第一端，所述第二开关管的第二端连接所述功率放大器的输出端，所述第二开关管的控制端连接所述控制器的第二控制端，所述控制器的第三控制端连接所述参考电压产生模块的控制端，所述控制器的第四控制端连接所述缓冲模块的控制端，所述外挂电容的第二端连接所述地端；

所述控制器还用于当所述直流供电电压稳定至所述目标电压值时，通过所述第二控制端输出第二控制信号至所述第二开关管的控制端，通过所述第三控制端输出第三控制信号至所述参考电压产生模块的控制端，通过所述第四控制端输出第四控制信号至所述缓冲模块的控制端，其中，所述第二控制信号用于控制所述第二开关管导通，所述第三控制信号用于控制所述参考电压产生模块停止工作，所述第四控制信号用于控制所述缓冲模块开始工作。

6、根据权利要求 5 所述的音频播放电路，其特征在于，

所述控制器还用于当所述第二开关管导通之后，通过所述第一控制端输出第三高电平信号至所述触发器的输入端；

所述触发器还用于将所述第三高电平信号输出至所述电平反相器的输入端；

所述电平反相器还用于根据所述第三高电平信号输出第三低电平信号至所述第一开关管的控制端，所述第三低电平信号用于控制所述第一开关管关断。

7、根据权利要求 6 所述的音频播放电路，其特征在于，

所述控制器还用于当所述第二开关管导通，并且所述第一开关管关断之后，通过所述

第三控制端输出第五控制信号至所述参考电压产生模块的控制端，所述第五控制信号用于控制所述参考电压产生模块开始工作。

8、根据权利要求 2-7 任一项所述的音频播放电路，其特征在于，所述音频播放电路还包括数模转换器，所述数模转换器的输入端连接所述控制器的输出端，所述数模转换器的输出端连接所述功率放大器的输入端，所述数模转换器的供电端连接所述电源模块的输出端；

所述数模转换器用于将所述控制器输出的数字音频信号转换为模拟音频信号并输出至所述功率放大器。

9、根据权利要求 4-8 任一项所述的音频播放电路，其特征在于，当所述电源模块工作时，所述电源模块输出的所述直流供电电压从零变为所述目标电压值的过程中的电压变化率小于预设变化率阈值。

10、一种音频播放设备，其特征在于，包括如权利要求 1-9 任一项所述的音频播放电路。

11、一种音频播放电路，其特征在于，包括电源模块，功率放大器，耦合电容，以及爆破音抑制电路，

所述功率放大器用于接收模拟信号，将所述模拟信号放大后通过所述耦合电容输出至外放设备；

所述电源模块用于为所述功率放大器以及所述爆破音抑制电路提供工作电压；

所述耦合电容的两端分别连接所述功率放大器的输出端和所述外放设备的输入端；

所述爆破音抑制电路用于在所述工作电压超过阈值时，将所述耦合电容的一端接地。

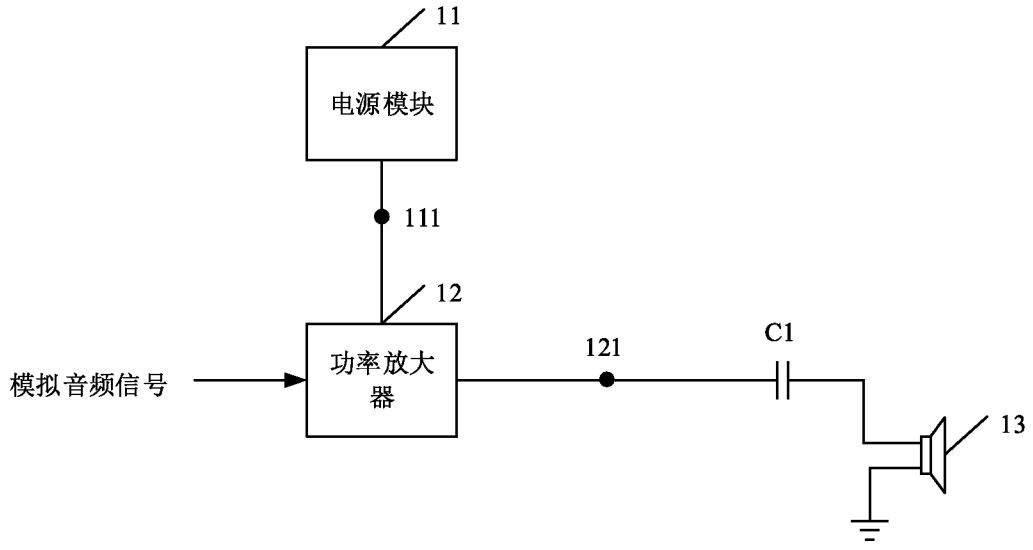


图 1

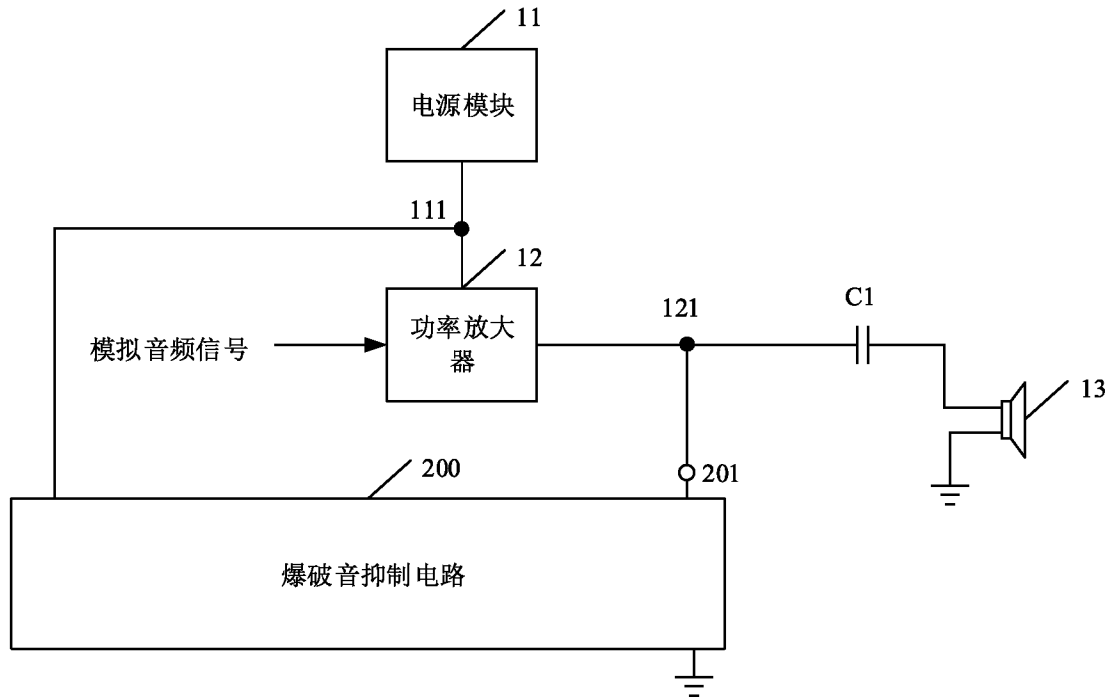


图 2

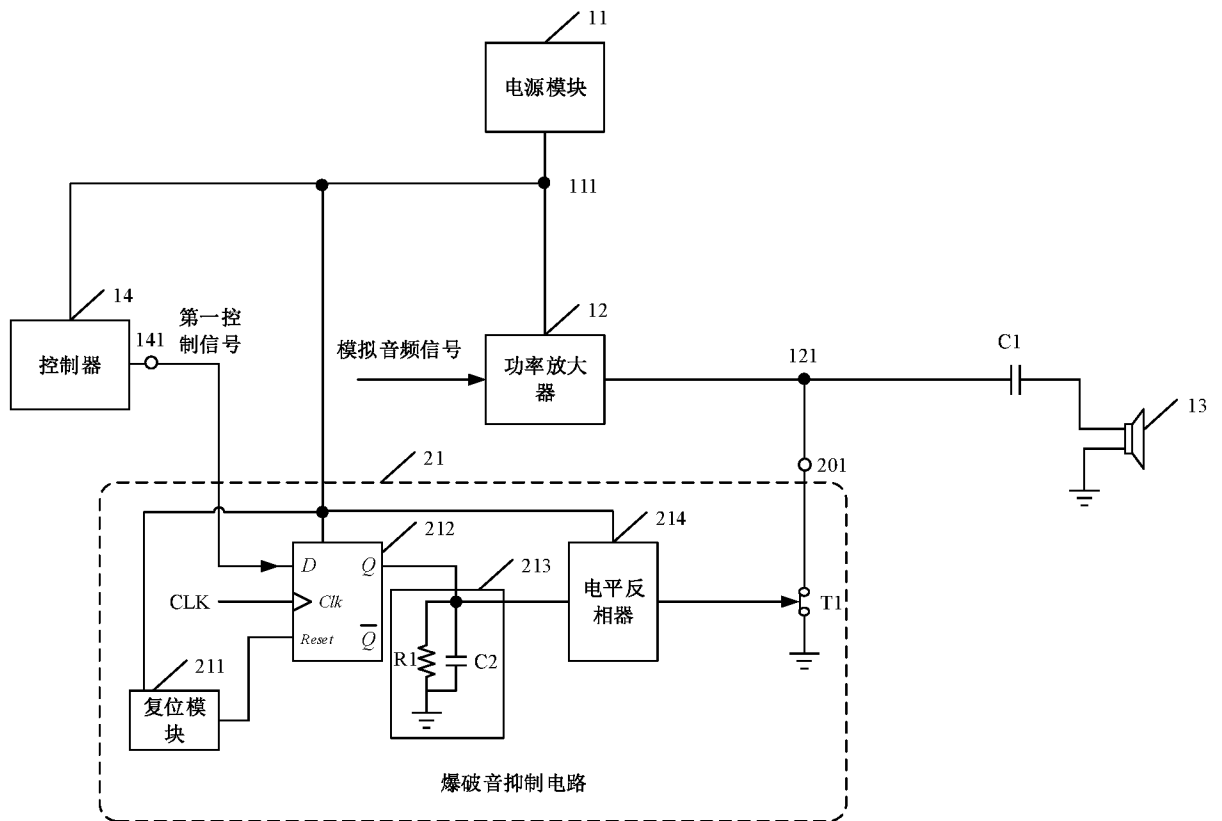


图 3

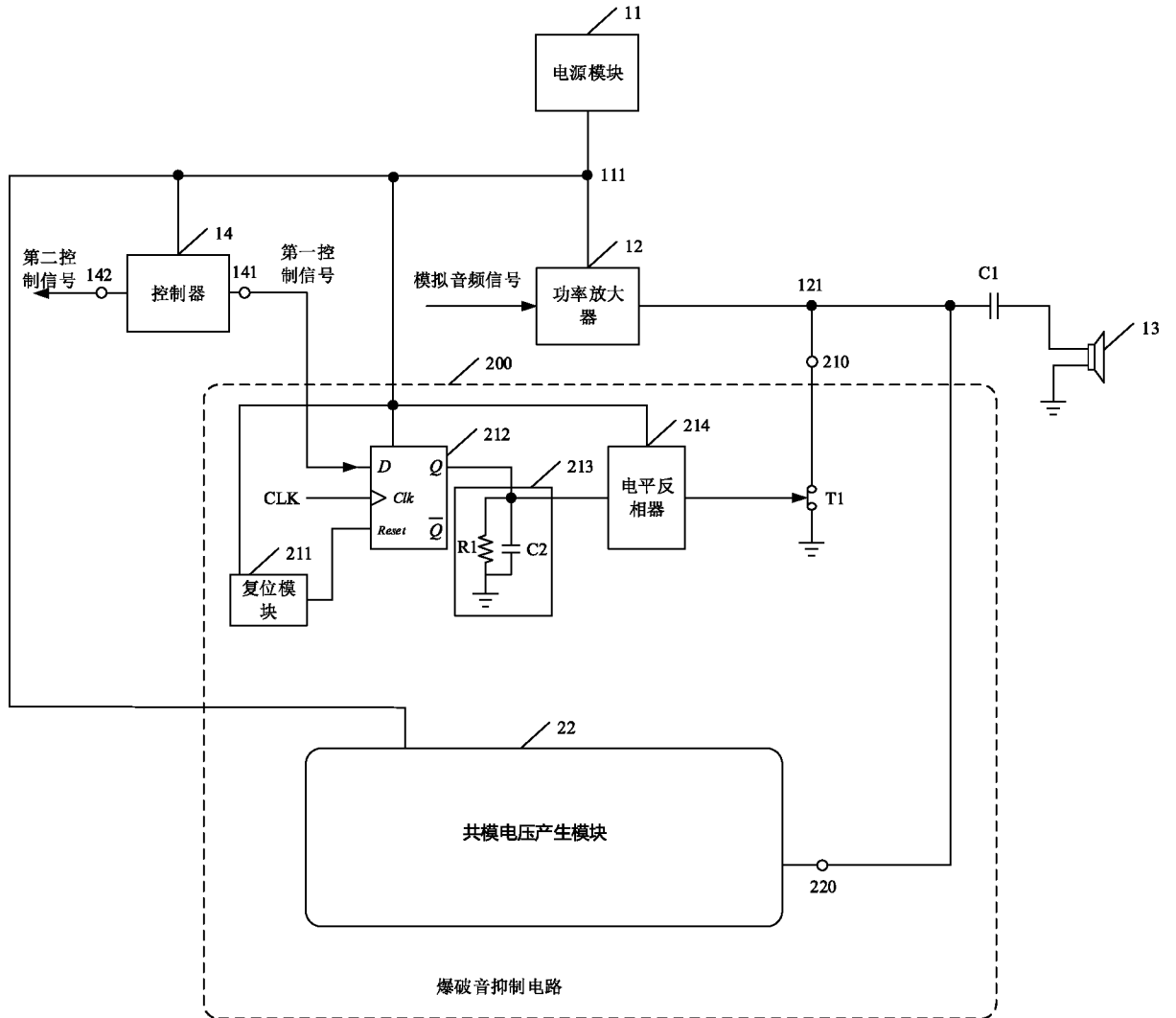


图 4

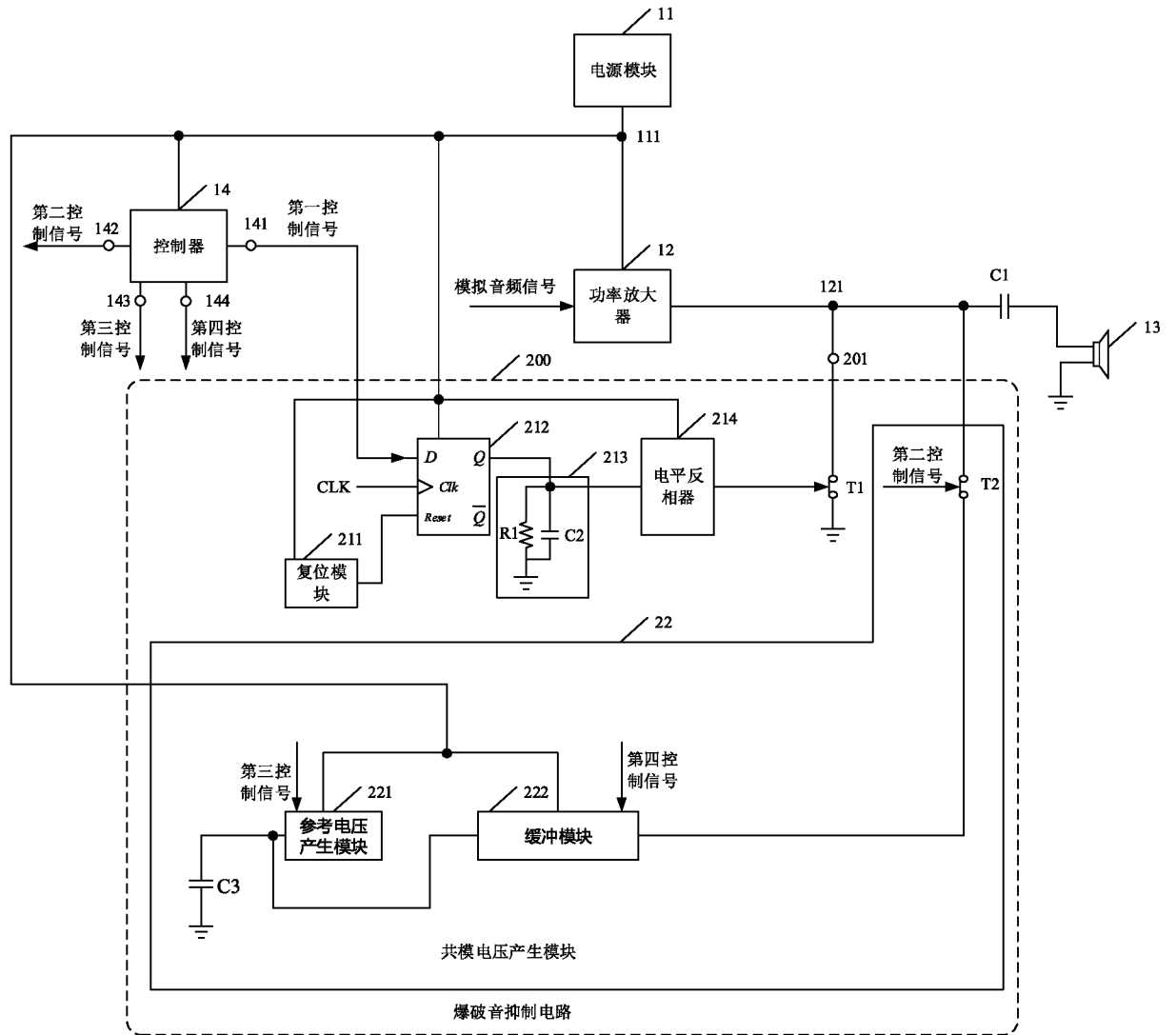


图 5

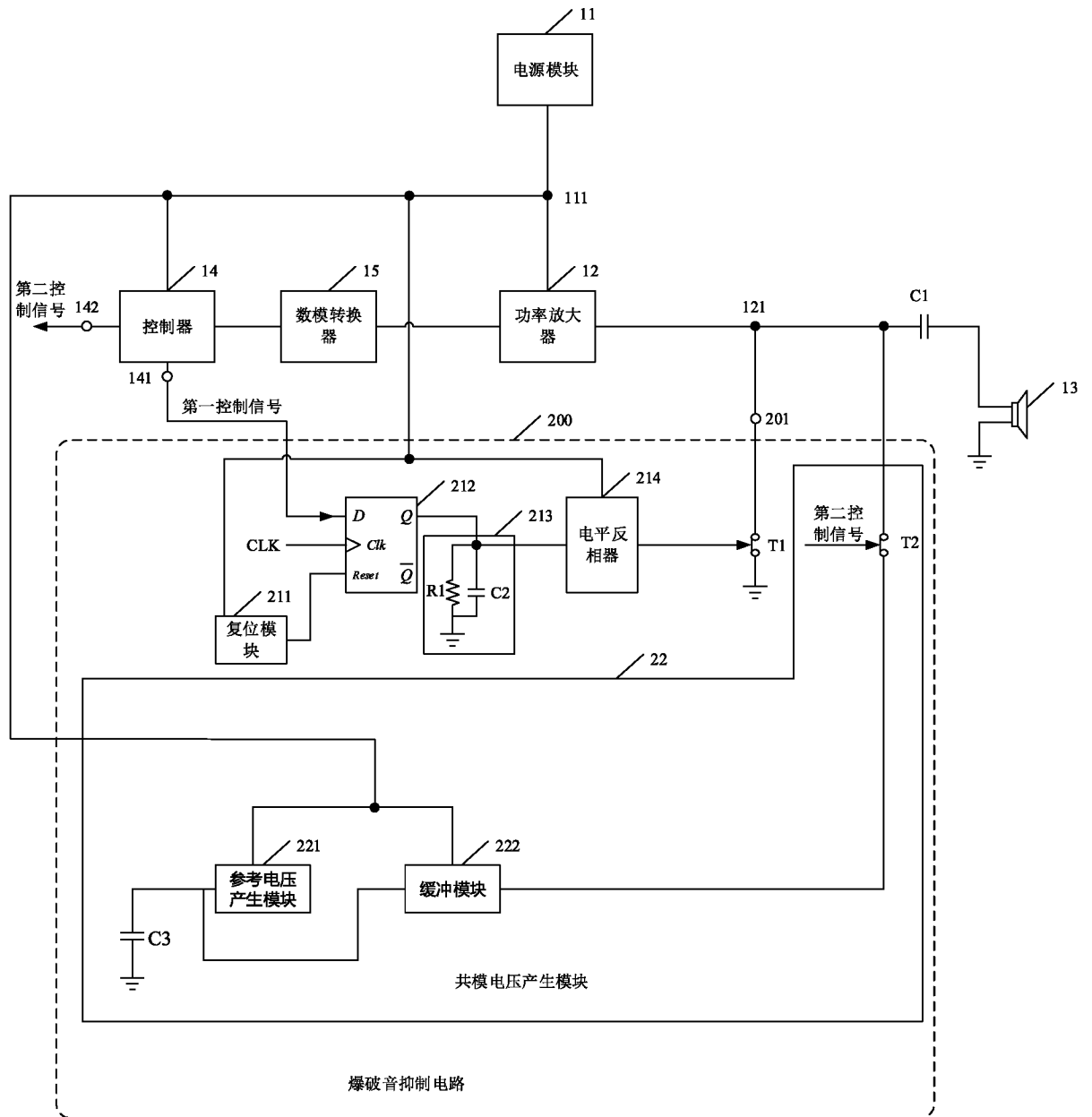


图 6

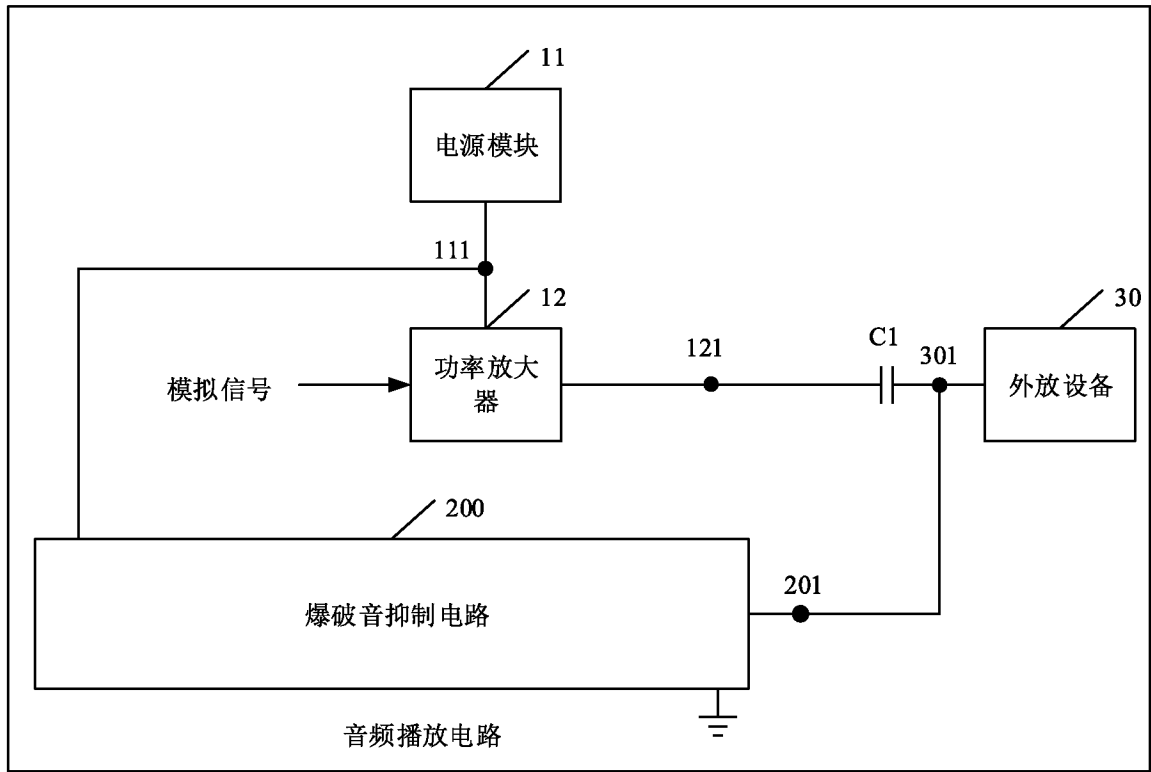


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2018/085627

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04R 3/00 (2006.01) i; H03F 1/30 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04R; H03F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, VEN, USTXT, EPTXT, WOTXT, JPTXT, CNKI: 爆破音, 破音, 噪音, 杂音, POP, CLICK, 音频, 音响, 扬声器, 耳机, 抑制, 检测, 触发器, 反相器, 非门, 阈值, 门限, 地, 共模电压, distorsion, noise, audio, sound, acoustics, earphone, speaker, trigger, inverter, threshold, capacity, ground, commonmode, voltage

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 101309071 A (SPREADTRUM COMMUNICATION (SHANGHAI) CO., LTD.) 19 November 2008 (19.11.2008), description, page 6, line 3 to page 9, line 20, and figures 3-12	1, 2, 8, 10, 11
A	CN 101309071 A (SPREADTRUM COMMUNICATION (SHANGHAI) CO., LTD.) 19 November 2008 (19.11.2008), entire document	3-7, 9
Y	CN 103248985 A (ANYKA (GUANGZHOU) MICROELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 14 August 2013 (14.08.2013), description, paragraphs [0119]-[0123], and figures 9-11	1, 2, 8, 10, 11
A	CN 103248985 A (ANYKA (GUANGZHOU) MICROELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 14 August 2013 (14.08.2013), entire document	3-7, 9

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search
20 June 2018

Date of mailing of the international search report
13 July 2018

Name and mailing address of the ISA
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No. (86-10) 62019451

Authorized officer
MA, Xiaoxiao
Telephone No. (86-20) 28950427

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2018/085627

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012004675 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 05 January 2012 (05.01.2012), entire document	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2018/085627

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101309071 A	19 November 2008	CN 101309071 B	23 June 2010
CN 103248985 A	14 August 2013	CN 103248985 B	09 December 2015
JP 2012004675 A	05 January 2012	JP 5221597 B2	26 June 2013

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/085627

<p>A. 主题的分类</p> <p>H04R 3/00(2006.01)i; H03F 1/30(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																				
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H04R; H03F</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNABS, CNTXT, VEN, USTXT, EPTXT, WOTXT, JPTXT, CNKI:爆破音, 破音, 噪音, 杂音, POP, CLICK, 音频, 音响, 扬声器, 耳机, 抑制, 检测, 触发器, 反相器, 非门, 阈值, 门限, 地, 共模电压, distorsion, noise, audio, sound, acoustics, earphone, speaker, trigger, inverter, threshold, capacity, ground, commonmode, voltage</p>																				
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 101309071 A (展讯通信上海有限公司) 2008年 11月 19日 (2008 - 11 - 19) 说明书第6页第3行至第9页第20行及图3-12</td> <td>1、2、8、10、11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101309071 A (展讯通信上海有限公司) 2008年 11月 19日 (2008 - 11 - 19) 全文</td> <td>3-7、9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 103248985 A (安凯广州微电子有限公司) 2013年 8月 14日 (2013 - 08 - 14) 说明书第[0119]-[0123]段及图9-11</td> <td>1、2、8、10、11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103248985 A (安凯广州微电子有限公司) 2013年 8月 14日 (2013 - 08 - 14) 全文</td> <td>3-7、9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2012004675 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 2012年 1月 5日 (2012 - 01 - 05) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 101309071 A (展讯通信上海有限公司) 2008年 11月 19日 (2008 - 11 - 19) 说明书第6页第3行至第9页第20行及图3-12	1、2、8、10、11	A	CN 101309071 A (展讯通信上海有限公司) 2008年 11月 19日 (2008 - 11 - 19) 全文	3-7、9	Y	CN 103248985 A (安凯广州微电子有限公司) 2013年 8月 14日 (2013 - 08 - 14) 说明书第[0119]-[0123]段及图9-11	1、2、8、10、11	A	CN 103248985 A (安凯广州微电子有限公司) 2013年 8月 14日 (2013 - 08 - 14) 全文	3-7、9	A	JP 2012004675 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 2012年 1月 5日 (2012 - 01 - 05) 全文	1-11
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
Y	CN 101309071 A (展讯通信上海有限公司) 2008年 11月 19日 (2008 - 11 - 19) 说明书第6页第3行至第9页第20行及图3-12	1、2、8、10、11																		
A	CN 101309071 A (展讯通信上海有限公司) 2008年 11月 19日 (2008 - 11 - 19) 全文	3-7、9																		
Y	CN 103248985 A (安凯广州微电子有限公司) 2013年 8月 14日 (2013 - 08 - 14) 说明书第[0119]-[0123]段及图9-11	1、2、8、10、11																		
A	CN 103248985 A (安凯广州微电子有限公司) 2013年 8月 14日 (2013 - 08 - 14) 全文	3-7、9																		
A	JP 2012004675 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 2012年 1月 5日 (2012 - 01 - 05) 全文	1-11																		
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																				
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																				
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2018年 6月 20日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2018年 7月 13日</p>																		
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>受权官员</p> <p>马晓晓</p> <p>电话号码 86-(20)-28950427</p>																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/085627

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	101309071	A	2008年 11月 19日	CN	101309071	B	2010年 6月 23日
CN	103248985	A	2013年 8月 14日	CN	103248985	B	2015年 12月 9日
JP	2012004675	A	2012年 1月 5日	JP	5221597	B2	2013年 6月 26日