



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102299688 A

(43) 申请公布日 2011. 12. 28

(21) 申请号 201010209833. 0

(22) 申请日 2010. 06. 22

(71) 申请人 炬力集成电路设计有限公司

地址 519085 广东省珠海市唐家湾镇哈工大
路 1 号 15 栋 1 单元 1 号

(72) 发明人 熊江 唐晓

(74) 专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理
有限公司 11291

代理人 郭润湘

(51) Int. Cl.

H03F 3/20(2006. 01)

H03K 17/567(2006. 01)

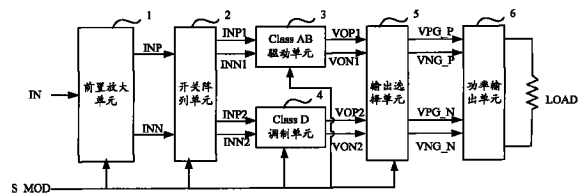
权利要求书 4 页 说明书 9 页 附图 8 页

(54) 发明名称

一种音频功率放大器及音频功放模式切换方法

(57) 摘要

本发明公开了一种音频功率放大器及音频功放模式切换方法, 以实现功放模式的切换, 满足电子产品在不同的功能模式下对功耗、EMI 的要求。该方法包括: 音频功率放大器所在设备判断设备当前所处的功能模式对应的功耗低于功耗阈值时, 通过 S_MOD 指示开关阵列单元接通 Class AB 驱动单元的控制信号; 判断功耗大于或等于功耗阈值时, 且开启对 EMI 敏感程度较大的功能单元时, 向开关阵列单元发送用于指示接通 Class AB 驱动单元的控制信号; 判断功耗大于或等于功耗阈值且不开启对 EMI 敏感程度较大的功能单元时, 指示开关阵列单元接通 Class D 调制单元, 从而实现根据电子产品不同功能对功耗、EMI 的要求进行功放模式的切换。



1. 一种音频功率放大器,包括 Class AB 驱动单元、Class D 调制单元、功率输出单元,其特征在于,该音频功率放大器包括:

前置放大单元,用于对接收到的单端音频电压信号进行差分放大处理,得到两路双端差分信号并输出;

外部逻辑控制端口,与开关阵列单元连接,用于根据所述音频功率放大器所在的设备当前所处的功能模式对功耗、电磁干扰 EMI 的要求,输出控制信号,以指示所述开关阵列单元接通 Class AB 驱动单元或 Class D 调制单元;

开关阵列单元,分别与所述前置放大单元、外部逻辑控制端口连接,用于根据所述外部逻辑控制端口输出的控制信号,接通 Class AB 驱动单元或 Class D 调制单元;并将所述前置放大单元输出的差分信号转换成与接通的 Class AB 驱动单元或 Class D 调制单元对应的第一差分信号或第二差分信号;

Class AB 驱动单元,与所述开关阵列单元连接,用于在所述开关阵列单元接通该 Class AB 驱动单元时,对所述开关阵列单元输出的第一差分信号进行音频功放处理,并输出音频功放处理之后的第一差分信号;

Class D 调制单元,与所述开关阵列单元相连接,用于在所述开关阵列单元接通该 Class D 调制单元时,对所述开关阵列单元输出的第二差分信号进行音频功放处理,并输出音频功放处理之后的第二差分信号;

输出选择单元,分别与所述 Class AB 驱动单元、Class D 调制单元连接,用于对所述 Class AB 驱动单元输出的第一差分信号进行放大处理并输出;用于对所述 Class D 调制单元输出第二差分信号进行处理并输出;

功率输出单元,与所述输出选择单元相连接,用于对所述输出选择单元输出的信号进行处理并输出给负载。

2. 如权利要求 1 所述的音频功率放大器,其特征在于,

所述 Class AB 驱动单元,具体应用为:对所述开关阵列单元输出的差分信号进行音频功放处理,得到第一音频信号、第二音频信号并输出;

所述 Class D 调制单元,具体应用为:对所述开关阵列单元输出的差分信号进行音频功放处理,得到第三音频信号、第四音频信号并输出;

所述输出选择单元,具体应用为:对所述 Class AB 驱动单元输出的第一音频信号进行复制,并对其中一路第一音频信号进行放大处理得到第五音频信号,并输出第五音频信号和另一路第一音频信号;用于对所述 Class AB 驱动单元输出的第二音频信号进行复制,并对其中一路第二音频信号进行放大处理得到第六音频信号,并输出第六音频信号和另一路第二音频信号;以及,用于对所述 Class D 调制单元输出的第三音频信号、第四音频信号分别进行复制,输出两路第三音频信号、两路第四音频信号;

所述功率输出单元,具体应用为:对所述第一音频信号、第五音频信号进行反相、叠加处理,得到第七音频信号并输出给负载;用于对所述第二音频信号、第六音频信号进行反相、叠加处理,得到第八音频信号并输出给负载;用于对所述两路第三音频信号进行反相、叠加处理,得到第九音频信号并输出给负载;用于对所述两路第四音频信号进行反相、叠加处理,得到第十音频信号并输出给负载。

3. 如权利要求 2 所述的音频功率放大器,其特征在于,所述外部逻辑控制端口输出控

制信号,具体为:

所述音频功率放大器所在的设备判断设备当前所处的功能模式所对应的功耗高于或等于设定的功耗阈值时;若 EMI 敏感程度低于设定的敏感阈值,则通过外部逻辑控制端口输出用于指示接通 Class D 调制单元的控制信号,若 EMI 敏感程度高于或等于设定的敏感阈值,则通过外部逻辑控制端口输出用于指示接通 Class AB 驱动单元的控制信号;

所述音频功率放大器所在的设备判断设备当前所处的功能模式所对应功耗低于所述功耗阈值时,通过外部逻辑控制端口输出用于指示接通 Class AB 驱动单元的控制信号。

4. 如权利要求 3 所述的音频功率放大器,其特征在于,所述前置放大单元包括运算放大器、电阻 R1、电阻 R2 和电阻 R3,所述开关阵列单元包括第一开关 S0、第二开关 S0、第三开关 S0、第一开关 S1、第二开关 S1 和第三开关 S1,其中:

运算放大器,用于对所述单端音频电压信号进行差分放大处理;

所述电阻 R2 和第一开关 S0 串联构成第一反馈电路,该第一反馈电路连接在所述运算放大器的输入端和输出端之间,用于为所述 Class D 调制单元进行音频功放处理提供反馈;

所述电阻 R2、R3 和第一开关 S1 串联构成第二反馈电路,该第二反馈电路连接在所述运算放大器的输入端与功率输出单元的输出端之间,用于为所述 Class AB 驱动单元进行音频功放处理提供反馈;

所述运算放大器的正极输出端分别连接第二开关 S0、第二开关 S1,构成对应的第一输出端、第二输出端;所述第一输出端用于为 Class D 调制单元输出所述差分信号中的同相输入信号;所述第二输出端用于为所述 Class AB 驱动单元输出所述差分信号中的同相输入信号;

所述运算放大器的负极输出端分别连接第三开关 S0、第三开关 S1,构成对应的第三输出端、第四输出端;所述第三输出端用于为 Class D 调制单元输出所述差分信号中的反相输入信号;所述第四输出端用于为所述 Class AB 驱动单元输出所述差分信号中的反相输入信号;

所述开关阵列单元通过接通第一开关 S0、第二开关 S0、第三开关 S0,断开第一开关 S1、第二开关 S1、第三开关 S1 来接通所述 Class D 调制单元;所述开关阵列单元通过断开第一开关 S0、第二开关 S0、第三开关 S0,接通第一开关 S1、第二开关 S1、第三开关 S1 来接通所述 Class AB 驱动单元。

5. 如权利要求 4 所述的音频功率放大器,其特征在于,所述功率输出单元为 H 桥功率管,该 H 桥功率管的正相输出端包括第一 PMOS 管和第一 NMOS 管,且所述第一 PMOS 管的漏端和所述第一 NMOS 管的漏端相连;所述 H 桥功率管的反相输出端包括第二 PMOS 管和第二 NMOS 管,且所述第二 PMOS 管的漏端与所述第二 NMOS 管的漏端相连接;

所述输出选择单元包括八条支路,其中:

第一条支路和第二支路结构相同,第一条支路连接在 Class AB 驱动单元和第一 PMOS 管之间,第二条支路连接在 Class AB 驱动单元和第二 PMOS 管之间;第一条支路和第二支路均包括偏置放大单元和第一开关 S2,用于对所述第一音频信号进行放大处理得到第三音频信号;

第三条支路和第四条支路结构相同,第三条支路连接在 Class AB 驱动单元和第一

NMOS 管之间,第四条支路连接在 Class AB 驱动单元和第二 NMOS 管之间;第三条支路和第四条支路均包括第二开关 S2;

第五条支路和第六条支路结构相同,第五条支路连接在 Class D 调制单元和第一 PMOS 管之间,第六条支路连接在 Class D 调制单元和第二 PMOS 管之间;第五条支路和第六条支路均包括第一开关 S3;

第七条支路和第八条支路的结构相同,第七条支路连接在 Class D 调制单元和第一 NMOS 管之间,第八条支路连接在 Class D 调制单元和第二 NMOS 管之间;第七条支路和第八条支路均包括第二开关 S3;

所述外部逻辑控制端口进一步用于,在所述开关阵列单元接通 Class AB 驱动单元时,控制所述第一开关 S2、第二开关 S2 接通,控制第一开关 S3、第二开关 S3 断开;在所述开关阵列单元接通 Class D 调制单元时,控制所述第一开关 S2、第二开关 S2 断开,控制第一开关 S3、第二开关 S3 接通。

6. 如权利要求 5 所述的音频功率放大器,其特征在于,所述选择输出单元对所述其中一路第一音频信号进行放大处理,具体为:将所述第一音频信号通过第一条支路,经过第一条支路中的偏置放大单元进行放大处理,得到第五音频信号;所述选择输出单元对所述其中一路第二音频信号进行放大处理,具体为:将所述第二音频信号通过第二条支路,经过第二条支路中的偏置放大单元进行放大处理,得到第六音频信号;

所述功率输出单元得到第七音频信号,具体为:第一 PMOS 管对所述第五音频信号进行反相处理,得到反相第五音频信号;所述第一 NMOS 管对另一路第一音频信号进行反相处理,得到反相第一音频信号;将所述反相第五音频信号与反相第一音频信号进行叠加,得到所述第七音频信号;

所述功率输出单元得到第八音频信号,具体为:第二 PMOS 管对所述第六音频信号进行反相处理,得到反相第六音频信号;所述第二 NMOS 管对另一路第二音频信号进行反相处理,得到反相第二音频信号;将所述反相第六音频信号与反相第二音频信号进行叠加,得到所述第八音频信号;

所述功率输出单元得到第九音频信号,具体为:第一 PMOS 管对其中一路第三音频信号进行反相处理,得到反相第三音频信号;第一 NMOS 管对另一路第三音频信号进行反相处理,得到反相第三音频信号;将该两路反相第三音频信号进行叠加,得到所述第九音频信号;

所述功率输出单元得到第十音频信号,具体为:第二 PMOS 管对其中一路第四音频信号进行反相处理,得到反相第四音频信号;第二 NMOS 管对另一路第四音频信号进行反相处理,得到反相第四音频信号;将该两路反相第四音频信号进行叠加,得到所述第十音频信号。

7. 如权利要求 5 所述的音频功率放大器,其特征在于,所述第五条支路、第六条支路均包括由多个反相器构成的第一驱动电路;

所述第七条支路、第八条支路均包括由多个反相器构成的第二驱动电路。

8. 如权利要求 7 所述的音频功率放大器,其特征在于,所述第五条支路、第六条支路均包括死区,该死区连接在所述 Class D 调制单元输出端与所述第一驱动电路之间;

所述第七条支路、第八条支路均包括死区,该死区连接在所述 Class D 调制单元输出端

与所述第二驱动电路之间。

9. 如权利要求 5 ~ 8 任一项所述的音频功率放大器,其特征在于,所述第一 PMOS 管的栅端与漏端通过第一密勒电容连接;第二 PMOS 管的栅端与漏端通过第二密勒电容连接;所述第一密勒电容与所述第二密勒电容相同;

所述第一 NMOS 管的栅端与漏端通过第三密勒电容连接;第二 NMOS 管的栅端与漏端通过第四密勒电容连接;所述第三密勒电容与所述第四密勒电容相同。

10. 一种应用权利要求 1 所述的音频功率放大器实现音频功放模式切换的方法,其特征在于,包括:

所述音频功率放大器所在的设备判断设备当前所处的功能模式对应的功耗是否低于设定的功耗阈值,若低于所述功耗阈值,则通过外部逻辑控制端口向开关阵列单元发送用于指示接通 Class AB 驱动单元的控制信号;若高于或等于所述功耗阈值,则判断所述功能模式是否开启电磁干扰 EMI 敏感程度大于设定的敏感程度的功能单元,若开启,则通过外部逻辑控制端口向开关阵列单元发送用于指示接通 Class AB 驱动单元的控制信号,若不开启,则通过外部逻辑控制端口向开关阵列单元发送接通 Class D 调制单元的控制信号;

开关阵列单元根据所述外部逻辑控制端口发送的控制信号,接通 Class AB 驱动单元或 Class D 调制单元。

一种音频功率放大器及音频功放模式切换方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电子电路设计领域,尤其涉及一种集成电路音频功率放大器以及采用该音频功率进行音频功放模式切换的方法。

背景技术

[0002] 音频功率放大器是音频后端处理必不可少的设备,其主要功能是将音频信号放大之后输出给终端接收器,如耳机,扬声器等。目前,音频功率放大器根据工作模式划分为两大类:一类是 Class AB 功率放大器,另一类是 Class D 功率放大器。

[0003] Class D 功率放大器,如图 1 所示,输出的是离散信号,该 Class D 功率放大器的功率管工作在开关状态,采用该 Class D 功率放大器来进行音频功放具有很高的输出效率,但是由于其输出信号具有瞬态的大幅度电位变化,如切换频率在 200kHz 以上,因此,采用 Class D 功率放大器进行音频功放具有较大的高频能量,即 EMI (Electro Magnetic Interference, 电磁干扰) 较大,不适用于对 EMI 较敏感的便携式音频电子系统中。

[0004] Class AB 功率放大器,如图 1 所示,输出的是连续信号,该 Class AB 功率放大器的功率管工作在连续状态,输出的音频带内的连续信号,无高频能量,因此 EMI 很小;但是由于功率管工作在连续状态下,所以很大部分能量耗散在功率管上,因此,采用 Class AB 功率放大器进行音频功放的输出效率较低。

[0005] 综上,该两类功率放大器的工作状态不同,目前该两类功率放大器采取独立设计,分别设计成独立的集成电路。在便携式音频电子系统中,音频后端设备根据需要要么选取 Class AB 功率放大器来进行音频功放,要么选取 Class D 功率放大器进行音频功放。采用该种方式的缺陷是,针对某一音频电子产品可能具有多种功能,不同的功能对功耗、EMI 的要求都不同。如,便携式多媒体音频系统中,对存储介质(如 Flash)上的音频数据文件解码后,音乐播放要求尽量低功耗、时间长,此时对 EMI 要求不严格;而该多媒体音频系统进行 FM(Frequency Modulation, 调频)收音时,为获得较为清晰的音频信号,需要较低的 EMI,以避免高频干扰影响 FM 接收的灵敏度;因此,若在该便携式多媒体音频系统中设置 Class D 功率放大器进行音频功放,虽可以满足音乐播放模式下对功耗、EMI 的要求,但是由于 Class D 功率放大器的 EMI 较大,因此并不能满足 FM 模式下对功耗、EMI 的要求;同理,若在该便携式多媒体音频系统中设置 Class AB 功率放大器,虽然能够满足 FM 模式下对功耗、EMI 的要求,但是由于 Class AB 功率放大器的输出效率较低,因此并不能满足音乐播放模式下对功耗、EMI 的要求。

[0006] 目前,在实际的音频产品具备有种类繁多且较为复杂的功能(如便携式多媒体音箱、便携式 MP3 等),在不同的功能下对 EMI、功耗的要求都不一样,若针对该类电子产品,选择 Class AB 功率放大器或 Class D 功率放大器进行音频功放处理,可能会满足部分功能对 EMI、功耗的要求,而对于其他功能对 EMI、功耗的要求则不满足。

发明内容

[0007] 本发明提供一种音频功率放大器及音频功放模式切换的方法,以实现功放模式切换,满足电子产品在不同的功能模式下对功耗、EMI 的要求。

[0008] 一种音频功率放大器,包括:

[0009] 前置放大单元,用于对接收到的单端音频电压信号进行差分放大处理,得到两路双端差分信号并输出;

[0010] 外部逻辑控制端口,与开关阵列单元连接,用于根据所述音频功率放大器所在的设备当前所处的功能模式对功耗、电磁干扰 EMI 的要求,输出控制信号,以指示所述开关阵列单元接通 Class AB 驱动单元或 Class D 调制单元;

[0011] 开关阵列单元,分别与所述前置放大单元、外部逻辑控制端口连接,用于根据所述外部逻辑控制端口输出的控制信号,接通 Class AB 驱动单元或 Class D 调制单元;并将所述前置放大单元输出的差分信号转换成与接通的 Class AB 驱动单元或 Class D 调制单元对应的第一差分信号或第二差分信号;

[0012] Class AB 驱动单元,与所述开关阵列单元连接,用于在所述开关阵列单元接通该 Class AB 驱动单元时,对所述开关阵列单元输出的第一差分信号进行音频功放处理,并输出音频功放处理之后的第一差分信号;

[0013] Class D 调制单元,与所述开关阵列单元相连接,用于在所述开关阵列单元接通该 Class D 调制单元时,对所述开关阵列单元输出的第二差分信号进行音频功放处理,并输出音频功放处理之后的第二差分信号;

[0014] 输出选择单元,分别与所述 Class AB 驱动单元、Class D 调制单元连接,用于对所述 Class AB 驱动单元第一差分信号进行放大处理并输出;用于对所述 Class D 调制单元输出第二差分信号进行处理并输出;

[0015] 功率输出单元,与所述输出选择单元相连接,用于对所述输出选择单元输出的信号进行处理并输出给负载。

[0016] 一种采用上述音频功率放大器进行音频功放切换的方法,包括:

[0017] 所述音频功率放大器所在的设备判断设备当前所处的功能模式对应的功耗是否低于设定的功耗阈值,若低于所述功耗阈值,则向通过外部逻辑控制端口开关阵列单元发送用于指示接通 Class AB 驱动单元的控制信号;若高于或等于所述功耗阈值,则判断所述功能模式是否开启电磁干扰 EMI 敏感程度大于设定的敏感程度的功能单元,若开启,则通过外部逻辑控制端口向开关阵列单元发送用于指示接通 Class AB 驱动单元的控制信号,若不开启,则通过外部逻辑控制端口向开关阵列单元发送接通 Class D 调制单元的控制信号;

[0018] 开关阵列单元根据所述外部逻辑控制端口发送的控制信号,接通 Class AB 驱动单元或 Class D 调制单元。

[0019] 本发明实施例中,音频功率放大器所在设备判断设备当前所处的功能模式对应的低于功耗阈值时,向开关阵列单元发送用于指示接通 Class AB 驱动单元的控制信号;判断功耗高于或等于功耗阈值且开启对 EMI 敏感程度较大的功能单元时,向开关阵列单元发送用于指示接通 Class AB 驱动单元的控制信号;判断功耗高于或等于功耗阈值且不开启对 EMI 敏感程度较大的功能单元时,向开关阵列单元发送接通 Class D 调制单元的控制信号,从而实现根据电子产品不同功能对功耗、EMI 的要求进行功放模式的切换。

附图说明

- [0020] 图 1 为现有技术中功率放大器对音频信号进行处理的示意图；
- [0021] 图 2 为本发明实施例中音频功率放大器的结构示意图；
- [0022] 图 3 为本发明实施例中音频功率放大器的前置放大电路和开关阵列单元相连接的电路结构图；
- [0023] 图 4-1、图 4-2、图 4-3、图 4-4、图 4-5、图 4-6 为本发明实施例中音频信号处理电路图；
- [0024] 图 5 为本发明实施例中采用音频功率放大器进行音频功放模式切换的流程图。

具体实施方式

[0025] 为满足电子产品在不同的功能模式下对功耗、EMI 的要求，本发明实施例提供一种音频功率放大器，该音频功率放大器包括：前置放大单元、开关阵列单元、Class AB 驱动单元、Class D 调制单元、选择输出单元以及功率输出单元；外部逻辑控制端口（即 S_MOD）根据电子产品当前所处的功能模式对功耗、EMI 的指标来控制开关阵列单元、输出选择单元选择 Class AB 驱动单元或 Class D 调制单元来进行音频功放处理。采用本发明实施例提供的音频功率放大器，可根据电子产品在不同功能模式下对 EMI、功耗的要求选择该音频放大器中不同的音频功放模式来进行音频功放处理。

[0026] 下面结合说明书附图对本发明技术方案进行详细的描述。

[0027] 参见图 2，为本发明实施例中音频功率放大器的结构示意图，该音频放大器包括：

[0028] 前置放大单元 1，用于对接收到的单端音频电压信号进行差分放大处理，得到两路双端差分信号并输出。

[0029] 外部逻辑控制端口，与开关阵列单元 2 连接，用于根据音频功率放大器所在的设备当前所处的功能模式对功耗、EMI 的要求，输出控制信号，以指示开关阵列单元 2 接通 Class AB 驱动单元 3 或 Class D 调制单元 4。

[0030] 开关阵列单元 2，分别与前置放大单元 1、外部逻辑控制端口连接，用于根据外部逻辑控制端口输出的控制信号，接通 Class AB 驱动单元 3 或 Class D 调制单元 4；并将前置放大单元 1 输出的差分信号转换成与接通的 Class AB 驱动单元 3 或 Class D 调制单元 4 对应的第一差分信号或第二差分信号。

[0031] Class AB 驱动单元 3，与开关阵列单元 2 连接，用于在开关阵列单元 2 接通该 Class AB 驱动单元 3 时，对开关阵列单元 2 输出的与该 Class AB 驱动单元 3 对应第一差分信号进行音频功放处理，并输出音频功放处理之后的第一差分信号。

[0032] Class D 调制单元 4，与开关阵列单元 2 连接，用于在开关阵列单元 2 接通该 Class D 调制单元 4 时，对开关阵列单元 2 输出的与该 Class D 调制单元 4 对应的第二差分信号进行音频功放处理，并输出音频功放处理之后的第二差分信号。

[0033] 输出选择单元 5，分别与 Class AB 驱动单元 3、Class D 调制单元 4 连接，用于对 Class AB 驱动单元 3 输出的第一差分信号进行放大处理并输出；用于对 Class D 调制单元 4 输出第二差分信号进行处理并输出。

[0034] 功率输出单元 6，与输出选择单元 5 相连接，用于对输出选择单元 5 输出的信号进

行处理并输出给负载。

[0035] Class AB 驱动单元 3, 具体应用为 : 对开关阵列单元 2 输出的差分信号进行音频功放处理, 得到第一音频信号、第二音频信号并输出。

[0036] 所述 Class D 调制单元 4, 具体应用为 : 对开关阵列单元 2 输出的差分信号进行音频功放处理, 得到第三音频信号、第四音频信号并输出。

[0037] 输出选择单元 5, 具体应用为 : 对 Class AB 驱动单元 3 输出的第一音频信号进行复制, 并对其中一路第一音频信号进行放大处理得到第五音频信号, 并输出第五音频信号和另一路第一音频信号 ; 用于对 Class AB 驱动单元 3 输出的第二音频信号进行复制, 并对其中一路第二音频信号进行放大处理得到第六音频信号, 并输出第六音频信号和另一路第二音频信号 ; 以及, 用于对 Class D 调制单元 4 输出的第三音频信号、第四音频信号分别进行复制, 输出两路第三音频信号、两路第四音频信号。

[0038] 功率输出单元 6, 具体应用为 : 对第一音频信号、第五音频信号进行反相、叠加处理, 得到第七音频信号并输出给负载 ; 用于对第二音频信号、第六音频信号进行反相、叠加处理, 得到第八音频信号并输出给负载 ; 用于对两路第三音频信号进行反相、叠加处理, 得到第九音频信号并输出给负载 ; 用于对两路第四音频信号进行反相、叠加处理, 得到第十音频信号并输出给负载。

[0039] 在本发明实施例中, 单端音频电压信号, 用 IN 信号表示 ; 两路差分信号分别为 INP (Input-Positive, 同相输入) 信号和 INN (Input-Negative, 反相输入) ; 与 Class AB 驱动单元 3 对应的差分信号为 INP1 信号和 INN1 信号 ; 与 Class D 调制单元 4 对应的差分信号为 INP2 信号和 INN2 信号 ; 第一音频信号为 VOP1 信号 ; 第二音频信号为 VON1 信号 ; 第三音频信号为 VOP2 信号 ; 第四音频信号为 VON2 信号 ; 第五音频信号为 VPG_P1 信号 ; 第六音频信号为 VPG_N1 信号 ; 第七音频信号为 OUTP1 信号 ; 第八音频信号为 OUTN1 信号 ; 第九音频信号为 OUTP2 信号 ; 第十音频信号为 OUTN2 信号。

[0040] 采用上述音频功率放大器进行音频功放处理的原理, 如下 :

[0041] 步骤 1、前置放大单元 1 接收单端输入的音频电压信号 IN 信号, 并对该 IN 信号进行差分放大处理, 得到差分信号 INP 信号和 INN 信号, 并将该两路差分信号发送给开关阵列单元 2。

[0042] 步骤 2、开关阵列单元 2 根据 S_MOD 输入的控制信号, 接通 Class AB 驱动单元 3 或 Class D 调制单元 4 ; 在接通 Class AB 驱动单元 3 时, 将接收到的两路差分转换为 INP1 信号和 INN1 信号, 并输出给 Class AB 驱动单元 3 ; 在接通 Class D 调制单元 4 时, 将接收到的两路差分转换为 INP2 信号和 INN2 信号, 并输出给 Class D 调制单元 4。

[0043] 该步骤中, 音频功率放大器所在的设备根据当前所处的功能模式对功耗、EMI 的要求指标, 通过 S_MOD 向开关阵列单元 2 发送控制信号 ; 控制信号可用高、低电平信号来表示, 如, 当电子产品当前所处的功能模式对 EMI 比较敏感, 通过 S_MOD 向开关阵列单元 2 发送高电平控制信号时, 以指示开关阵列单元 2 接通 Class AB 驱动单元 3 ; 当电子产品当前所处的功能模式要求较低的功耗, 对 EMI 不敏感, 通过 S_MOD 向开关阵列单元 2 发送低电平的控制信号, 则指示开关阵列单元 2 接通 Class D 调制单元 4。

[0044] 步骤 3、Class AB 驱动单元 3 对接收到的 INP1 信号和 INN1 信号进行功放处理, 得到 VOP1 信号和 VON1 信号, 并输出给输出选择单元 5 ; 或者, Class D 调制单元 4 对接收到的

INP2 信号和 INN2 信号进行功放处理,得到 VOP2 信号和 VON2 信号,并输出给输出选择单元 5。

[0045] VOP1 信号、VON1 信号为连续电压信号;VOP2 信号、VON2 信号为离散电压信号,该 VOP2 信号、VON2 信号可根据调制方式分为 PWM(Pulse-Width Modulation, 脉冲调制) 信号、SDM(Sigma-Delta Modulation) 信号。

[0046] 步骤 4、输出选择单元 5 在开关阵列单元 2 接通 Class AB 驱动单元 3 时,对接收到的 VOP1 信号和 VON1 信号进行处理,得到 VPG_P1 信号、VNG_P1 信号、VPG_N1 信号和 VNG_N1 信号,并输出给功率输出单元 6;在开关阵列单元 2 接通 Class D 调制单元 4 时,对接收到的 VOP2 信号和 VON2 信号进行处理,得到 VPG_P2 信号、VNG_P2 信号、VPG_N2 信号以及 VNG_N2 信号,并输出给功率输出单元 6。

[0047] 步骤 5、功率输出单元 6 对接收到的 VPG_P1 信号、VNG_P1 信号、VPG_N1 信号以及 VNG_N1 信号进行处理,得到 OUTP1 信号和 OUTN1 并输出给负载;功率输出单元 6 对接收到的 VPG_P2 信号、VNG_P2 信号、VPG_N2 信号以及 VNG_N2 信号进行处理,得到 OUTP2 信号和 OUTN2 并输出给负载。

[0048] 上述流程步骤 4 中,输出选择单元 5 得到 VPG_P1 信号、VNG_P1 信号、VPG_N1 信号和 VNG_N1 信号,具体为:将接收到的 VOP1 信号分成两路,对其中一路 VOP1 信号进行放大处理得到 VPG_P1 信号,对另一路 VOP1 信号不作处理,即 VNG_P1 信号跟 VOP1 信号相同;将接收到的 VON1 信号分成两路,对其中一路 VON1 信号进行放大处理得到 VPG_N1 信号,对另一路 VON1 信号不作处理,即 VNG_N1 信号跟 VON1 信号相同。

[0049] 输出选择单元 5 得到 VPG_P2 信号、VNG_P2 信号、VPG_N2 信号和 VNG_N2 信号,具体为:输出选择单元 5 将接收到的 VOP2 信号分成两路,对该两路 VOP2 信号不作处理,分别得到 VPG_P2 信号、VNG_P2 信号;输出选择单元 5 将接收到的 VON2 信号分成两路,对该两路 VON2 信号不作处理,分别得到 VPG_N2 信号、VNG_N2 信号。

[0050] 步骤 5 中,功率输出单元 6 得到 OUTP1 信号和 OUTN1,具体为:

[0051] 功率输出单元 6 分别对接收到的 VPG_P1 信号、VNG_P1 信号进行反相处理,得到反相 VPG_P1 信号、反相 VNG_P1 信号,并将该反相 VPG_P1 信号和反相 VNG_P1 信号进行叠加,得到 OUTP1 信号;功率输出单元 6 分别对接收到的 VPG_N1 信号、VNG_N1 信号进行反相处理,得到反相 VPG_N1 信号、反相 VNG_N1 信号,并将该反相 VPG_N1 信号和反相 VNG_N1 信号进行叠加,得到 OUTN1 信号。

[0052] 功率输出单元 6 分别对接收到的 VPG_P2 信号、VNG_P2 信号进行反相处理,得到反相 VPG_P2 信号、反相 VNG_P2 信号,并将该反相 VPG_P2 信号和反相 VNG_P2 信号进行叠加,得到 OUTP2 信号;功率输出单元 6 分别对接收到的 VPG_N2 信号、VNG_N2 信号进行反相处理,得到反相 VPG_N2 信号、反相 VNG_N2 信号,并将该反相 VPG_N2 信号和反相 VNG_N2 信号进行叠加,得到 OUTN2 信号。

[0053] 下面结合实际的具体应用,对本发明上述音频功率放大器的具体实现进行详细的说明。

[0054] 如图 3 所示,为本发明实施例中音频功率放大器中的前置放大单元 1 与开关阵列单元 2 相连接的电路结构图,该前置放大单元 1 包括运算放大器 11、电阻 R1、电阻 R2、电阻 R3,开关阵列单元 2 包括开关 S1 和开关 S0,其中:

[0055] IN 信号通过外部耦合电容 C_{in} 、电阻 R_1 输入到运算放大器 11 的正极,该运算放大器 11 采用全差分架构,实现将单端输入信号 IN 信号进行差分放大处理得到差分双端音频信号,该运算器 11 的开环增益一般为 80dB,音频带内噪声较低,一般低于 $10\mu V_{rms}$ 。

[0056] 直流偏置电压 Bias 通过电阻 R_1 输入到运算放大器 11 的负极,直流偏置电压 Bias 是由系统内部提供的直流偏置电压,一般取值为系统电源值的一半。

[0057] 前置放大单元 1 中的电阻 R_2 和开关阵列单元 2 中的开关 S_0 串联,构成第一反馈电路,该第一反馈电路连接在运算放大器 11 的输入端与运算放大器 11 的输出端之间,该第一反馈电路的反馈增益 $AF_1 = R_2/R_1$ 。

[0058] 前置放大单元 1 中的电阻 R_2 、 R_3 和开关阵列单元 2 中的开关 S_1 串联,构成第二反馈电路,该第二反馈电路连接在运算放大器 11 的输入端与功率输出单元 6 的输出端之间;该第二反馈电路的反馈增益 $AF_2 = (R_2+R_3)/R_1$;当开关阵列单元 2 接通 Class D 调制单元 4 时, S_{MOD} 控制开关 S_0 接通、开关 S_1 断开;当开关阵列单元 2 接通 Class AB 驱动单元 3 时, S_{MOD} 控制开关 S_0 断开、开关 S_1 接通。

[0059] 运算放大器 11 的正极输出端分别连接有开关 S_0 、开关 S_1 ,构成第一输出端与第二输出端,第一输出端用于为 Class D 调制单元 4 输出 INP2 信号,第二输出端用于为 Class AB 驱动单元 3 输出 INP1 信号;运算放大器 11 的负极输出端分别连接有开关 S_0 、开关 S_1 ,构成第三输出端与第四输出端,第三输出端用于为 Class D 调制单元 4 输出 INN2 信号,第四输出端用于为 Class AB 驱动单元 3 输出 INN1 信号;当开关阵列单元 2 需要接通 Class AB 驱动单元 3 时,控制开关 S_0 断开、开关 S_1 接通;当开关阵列单元 2 需要接通 Class D 调制单元 4 时,控制开关 S_0 接通、开关 S_1 断开。

[0060] 参见图 4-1,为本发明实施例中音频功率放大器中输出选择单元 5、功率输出单元 6 的电路结构示意图之一:

[0061] 功率输出单元 6 由 H 桥功率管构成,该 H 桥功率管包括:两个 NMOS 管(分别用 PN_1 、 PN_2 表示)和两个 PMOS 管(分别用 PP_1 、 PP_2 表示),其中 PN_1 的漏端与 PP_1 的漏端相连构成 H 桥功率管的正相输出端, PN_2 的漏端与 PP_2 的漏端相连构成该 H 桥功率管的反相输出端。 VPG_P 信号和 VNG_P 信号分别为 H 桥功率管正相输出端的 PN_1 、 PP_1 的栅端电压, VPG_N 信号和 VNG_N 信号分别为 H 桥功率管反相输出端的 PN_2 、 PP_2 的栅端电压。

[0062] 输出选择单元 5 包括 8 条支路:

[0063] 第一条支路和第二条支路结构相同,第一条支路连接在 Class AB 驱动单元 3 和 PP_1 之间,第二条支路连接在 Class AB 驱动单元 3 和 PP_2 之间;第一条支路和第二条支路均包括偏置放大单元 51 和开关 S_2 ,该偏置放大单元 51 包括偏置管 M_1 和偏置管 M_2 ,偏置管 M_1 、 M_2 为 H 桥功率管的 PP (包括 PP_1 、 PP_2)、 PN (包括 PN_1 、 PN_2) 提供栅端偏置,以保证 PP 、 PN 在启动 Class AB 驱动单元 3 进行音频功放处理的情况下具有静态工作电流,以防止交越失真; V_B 为偏置管 M_1 、 M_2 的偏置电压,通过电流源 I_1 为偏置放大单元 51 提供工作电流,通过电流源 I_2 来避免 V_{ON1} 信号或 V_{OP1} 信号流入到大地;

[0064] 第三条支路和第四条支路结构相同,第三条支路连接在 Class AB 驱动单元 3 和 PN_1 之间,第四条支路连接在 Class AB 驱动单元 3 和 PN_2 之间;第三条支路和第四条支路均包括开关 S_2 ;

[0065] 第五条支路和第六条支路结构相同,第五条支路连接在 Class D 调制单元 4 和 PP_1

之间,第六条支路连接在 Class D 调制单元 4 和 PP2 之间;第五条支路和第六条支路均包括开关 S3;

[0066] 第七条支路和第八条支路的结构相同,第七条支路连接在 Class D 调制单元 4 和 PN1 之间,第八条支路连接在 Class D 调制单元 4 和 PN2 之间;第七条支路和第八条支路均包括开关 S3。

[0067] 当开关阵列单元 2 接通 Class AB 驱动单元 3 时, S_MOD 控制开关 S2 接通、S3 断开;当开关阵列单元 2 接通 Class D 调制单元 4 时, S_MOD 控制开关 S2 断开、S3 接通。

[0068] 当接通开关阵列单元 2 接通 Class AB 驱动单元 3 时,输出选择单元 5 对 Class AB 驱动单元 3 输出的 VON1 信号、VOP1 信号进行处理的原理如下:

[0069] 输出选择单元 5 将 Class AB 驱动单元 3 输出的 VON1 信号分成两路输出,一路 VON1 信号通过第一支路的偏置放大单元 51 进行放大,得到较大增益的 VPG_N1 信号,并将该 VPG_N1 信号输出给功率输出单元 6H 桥功率管的反相输出端的 PP2;另一路 VON1 信号(即 VNG_N1 信号)通过第二支路输出给功率输出单元 6H 桥功率管的反相输出端的 PN2;上述 PP2 将接收到的 VPG_N1 信号进行反相得到反相 VPG_N1 信号,上述 PN2 将接收到的 VNG_N1 信号进行反相得到反相 VNG_N1 信号;功率输出单元 6 将反相 VPG_N1 信号和反相 VNG_N1 信号进行叠加,得到 OUTN1 信号。

[0070] 同理,输出选择单元 5 将 Class AB 驱动单元 3 输出的 VOP1 信号分成两路输出,一路 VOP1 信号通过第一支路的偏置放大单元 51 的放大处理,得到较大增益设为 VPG_P1 信号,并将该 VPG_P1 信号输出给功率输出单元 6H 桥功率管的正相输出端的 PP1;另一路 VOP1 信号(即 VNG_P1 信号)通过第二支路输出给功率输出单元 6H 桥功率管的正相输出端的 PN1;第上述 PP1 将接收到的 VPG_P1 信号进行反相得到反相 VPG_P1 信号,上述 PN1 将接收到的 VNG_P1 信号进行反相得到反相 VNG_P1 信号;功率输出单元 6 将反相 VPG_P1 信号和反相 VNG_P1 信号进行叠加,得到 OUTP1 信号。

[0071] 当接通开关阵列单元 2 接通 Class D 调制单元 4 时,输出选择单元 5 对 ClassD 调制单元 4 输出的 VON2 信号、VOP2 信号进行处理的原理如下:

[0072] 输出选择单元 5 将 Class D 调制单元 4 输出的 VON2 信号分成两路输出,一路 VON2 信号通过第三支路得到 VPG_N2 信号,该 VPG_N2 信号输出给功率输出单元 6H 桥功率管的反相输出端的 PP2;另一路 VON2 信号(即 VNG_N2 信号)通过第二支路输出给功率输出单元 6H 桥功率管的反相输出端的 PN2;上述 PP2 将接收到的 VPG_N2 信号进行反相得到反相 VPG_N2 信号,上述 PN2 将接收到的 VNG_N2 信号进行反相得到反相 VNG_N2 信号;功率输出单元 6 将反相 VPG_N2 信号和反相 VNG_N2 信号进行叠加,得到 OUTN2 信号。

[0073] 同理,输出选择单元 5 将 Class D 调制单元 4 输出的 VOP2 信号分成两路输出,一路 VOP2 信号通过第三支路得到 VPG_P2 信号,该 VPG_P2 信号输出给功率输出单元 6H 桥功率管的正相输出端的 PP1;另一路 VOP2 信号(即 VNG_P2 信号)通过第二支路输出给功率输出单元 6H 桥功率管的正相输出端的 PN1;上述 PP1 将接收到的 VPG_P2 信号进行反相得到反相 VPG_P2 信号,上述 PN1 将接收到的 VNG_P2 信号进行反相得到反相 VNG_P2 信号;功率输出单元 6 将反相 VPG_P2 信号和反相 VNG_P2 信号进行叠加,得到 OUTP2 信号。

[0074] 较佳地,由于 Class D 调制单元 4 输出的 VON2 信号或 VOP2 信号为离散信号,若将该离散信号直接输出给 H 桥功率管,由于 H 桥功率管中的 PN 和 PP 均具有较大的寄生电容,

因此,为保证足够的响应速度,在第三支路设置有由多个反相器单元组成的驱动电路 B1,在第四支路设置有由多个反相器单元组成的驱动电路 B2,如图 4-2 所示,驱动电路 B1、B2 所包含的反相器单元的数量可根据响应速度要求来确定。

[0075] 较佳地,为防止 VPG_N2 信号、VNG_N2 信号从逻辑“低”电位向“高”电位转变时,由于 H 桥功率管的反相输出端的 PP2 与 PN2 同时导通而产生瞬间穿通大电流的问题,在第三支路中设置有死区,VON2 信号或 VOP2 信号在通过死区之后发送至驱动电路 B1,如图 4-3 所示;本发明实施例中的死区,可根据现有技术中实现死区的电路来实现。

[0076] 本发明实施例,并不仅限于在第三支路设置死区,还可以是在第四支路设置死区,VON2 信号或 VOP2 信号在通过死区之后发送至驱动电路 B2。

[0077] 较佳地,在选择音频功率放大器中的 Class AB 驱动单元 3 进行音频功放处理时,整个音频功放系统是一个连续的负反馈回路,相当于 2~3 级的放大器级联,H 桥功率管的正相输出端的 PP1 与 PN1 构成共源放大器,或反相输出端的 PP2 与 PN2 构成共源放大器,并各自存在较大的寄生电容,在 VPG_N1 信号、VNG_N1 信号、OUTP1 信号端具有低频的左半平面极点(Left-Half plane pole),该左半平面的极点会影响音频功放系统闭环的稳定性;因此,为保证整个音频功放系统闭环的稳定性,在上述图 4-1、图 4-2、图 4-3 的电路结构中的 PP 的栅端和漏端之间设置密勒电容 CC1,在 PN 的栅端与漏端之间设置密勒电容 CC2,分别得到如图 4-4、图 4-5、图 4-6 所示的电路结构;将 VPG_N1 信号、VNG_N1 信号的极点推向更低频,从而提高功放开环相位裕度(Phase Margin),继而保证功放系统闭环的稳定性。密勒电容 CC1、CC2 的容值根据 Class AB 驱动单元 3 来确定,一般情况下,密勒电容 CC1 的容值为 PP 栅端电容的 0.1~0.2 倍,CC2 的容值为 PN 栅端电容的 0.1~0.2 倍。

[0078] 参见图 5,为本发明实施例中采用上述音频功率放大器在进行音频功放模式切换的流程图,该流程包括以下步骤:

[0079] 步骤 500、音频功率放大器所在便携式音频电子产品的电子系统,获取当前所处的功能模式的功耗参数。

[0080] 步骤 501、音频电子产品的电子系统根据该功耗参数判断当前所处的功能模式所需要的功耗是否高于或等于设定的功耗阈值(即该功能模式是否有低功耗要求),若否则执行步骤 502,若是则执行步骤 504。

[0081] 步骤 502、通过 S_MOD 向开关阵列单元 2 输出用于指示接通 Class AB 驱动单元 3 的控制信号,如高电平信号或者逻辑位 1。

[0082] 步骤 503、开关阵列单元 2 根据 S_MOD 发送的控制信号,开通 Class AB 驱动单元 3。

[0083] 步骤 504、电子系统判断该便携式音频电子产品中是否具有对 EMI 较敏感的功能单元,该功能单元对 EMI 的敏感程度高于设定的敏感阈值,若有则执行步骤 505,若否则执行步骤 506。

[0084] 步骤 505、判断当前的功能模式是否需要开启对 EMI 较为敏感的功能单元,若需要则执行步骤 502,若否则执行步骤 506。

[0085] 步骤 506、通过 S_MOD 向开关阵列单元 2 输出用于指示开通 Class D 调制单元 4 的控制信号,如低电平信号或者逻辑位 0。

[0086] 步骤 507、开关阵列单元 2 根据 S_MOD 发送的控制信号,开通 Class D 调制单元 4。

[0087] 本发明实施例中的音频功率放大器,集成有实现 Class AB 功放器的功能单元和实现 Class D 功放器的功能单元;音频功率放大器所在的音频电子产品的电子系统根据该电子产品当前所处的功能模式对 EMI、功耗的要求,通过 S_MOD 向开关阵列单元发送控制信号,以指示开关阵列单元接通实现 ClassAB 功放器的功能单元或接通 Class D 功放器的功能单元;从而,实现了音频电子产品在不同的功能模式下选取相应的音频功放处理模式,满足音频电子产品不同功能对 EMI、功耗的要求。

[0088] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

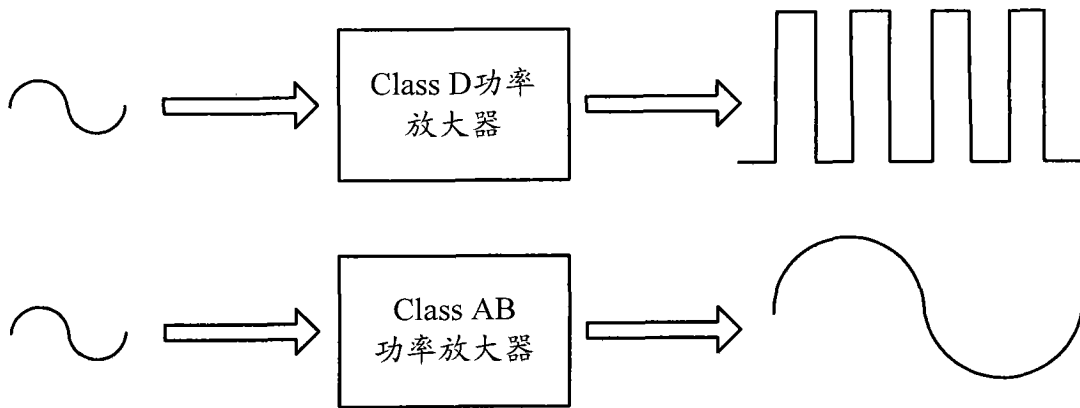


图 1

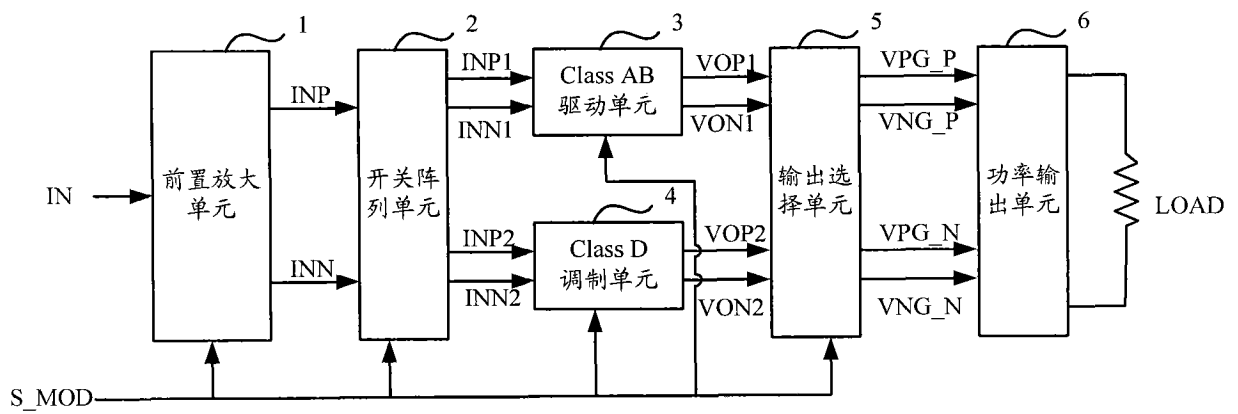


图 2

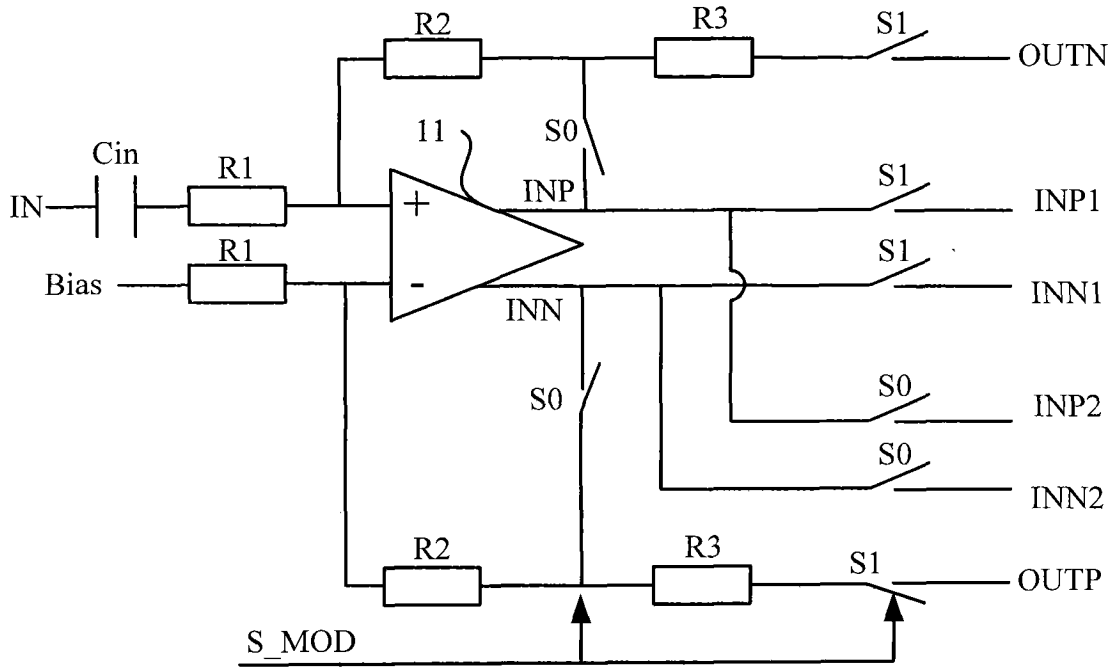


图 3

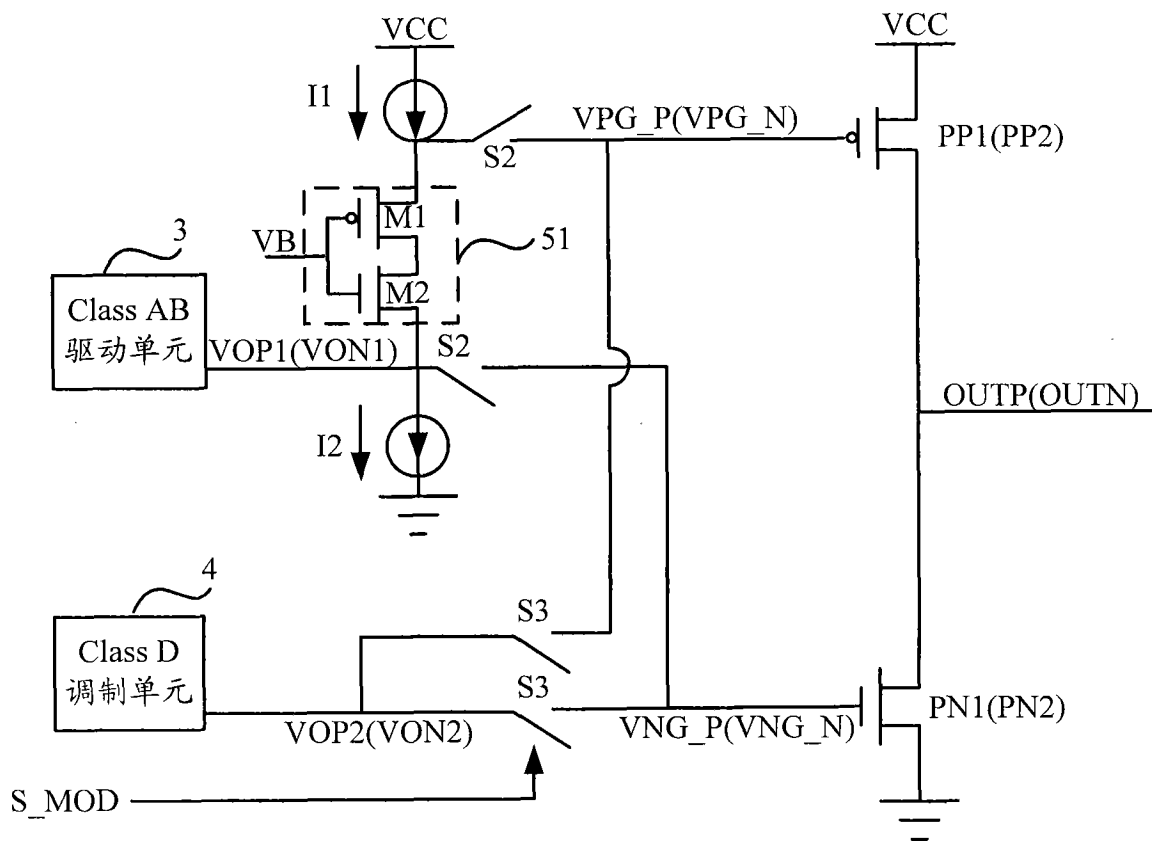


图 4-1

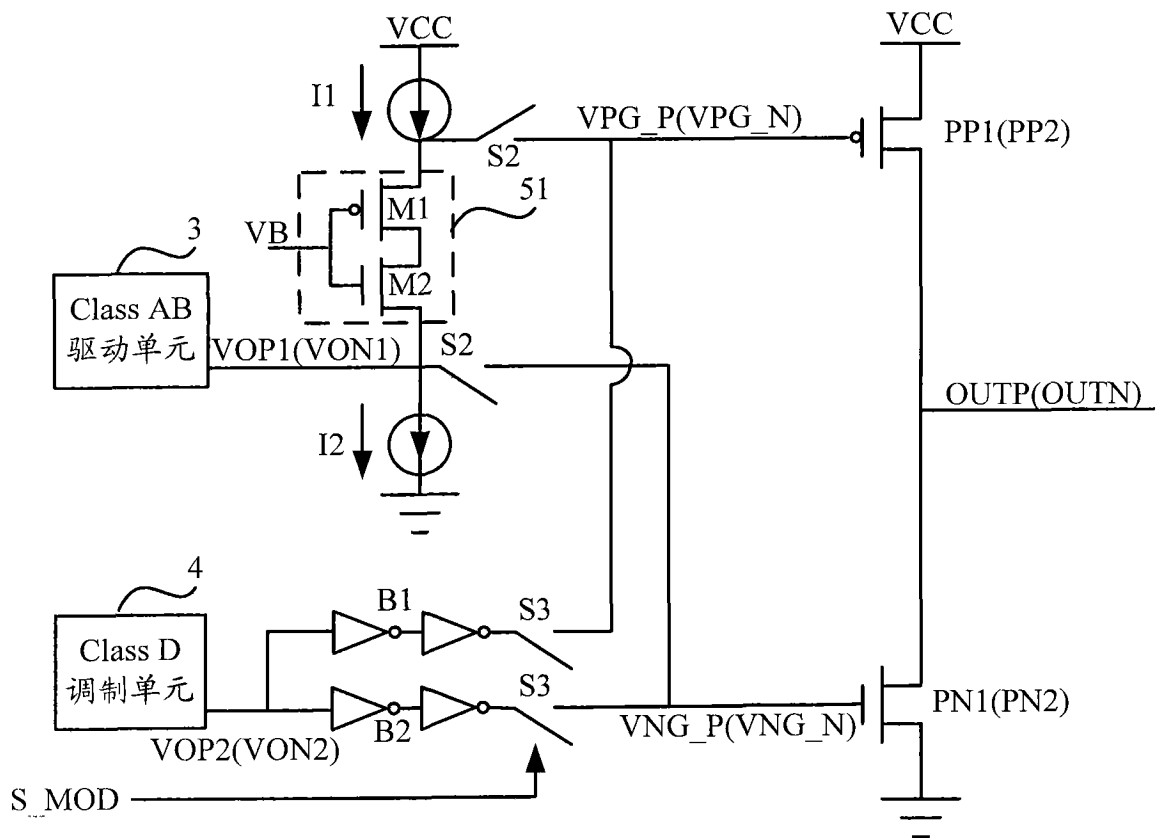


图 4-2

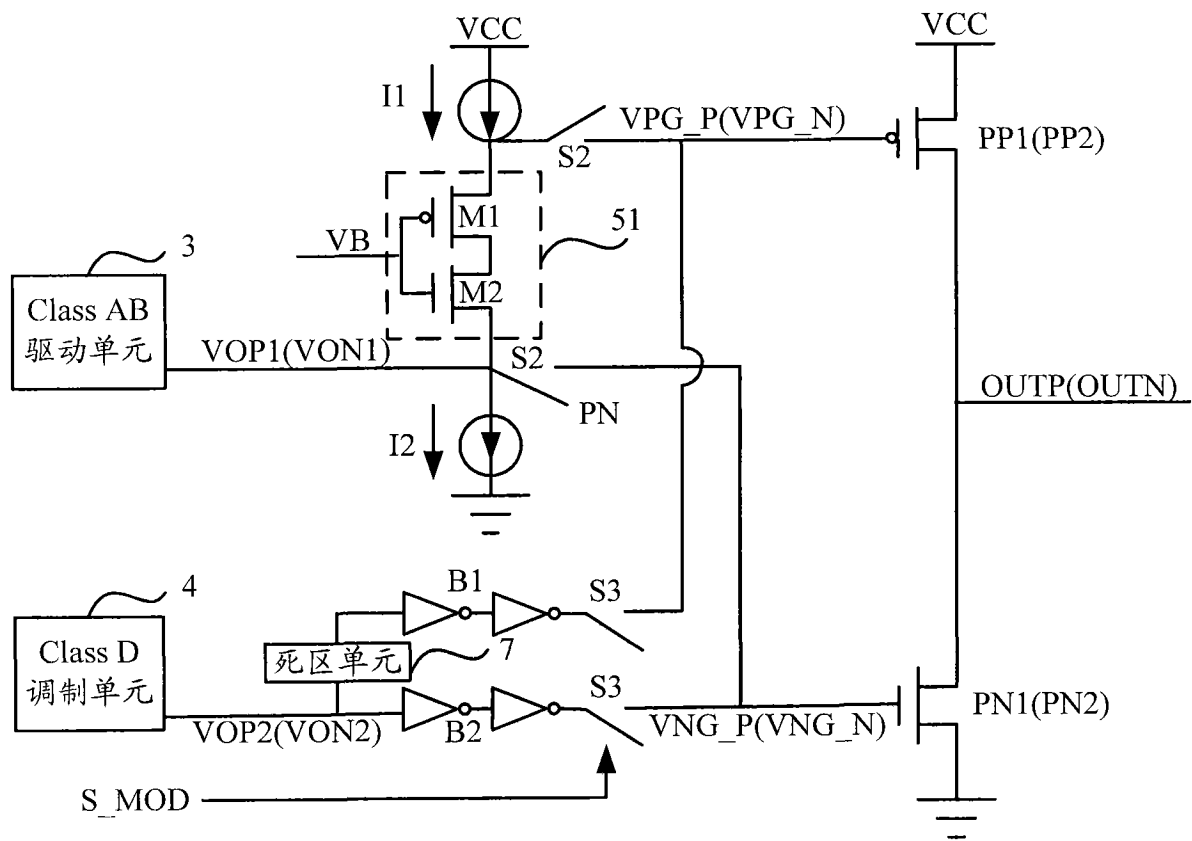


图 4-3

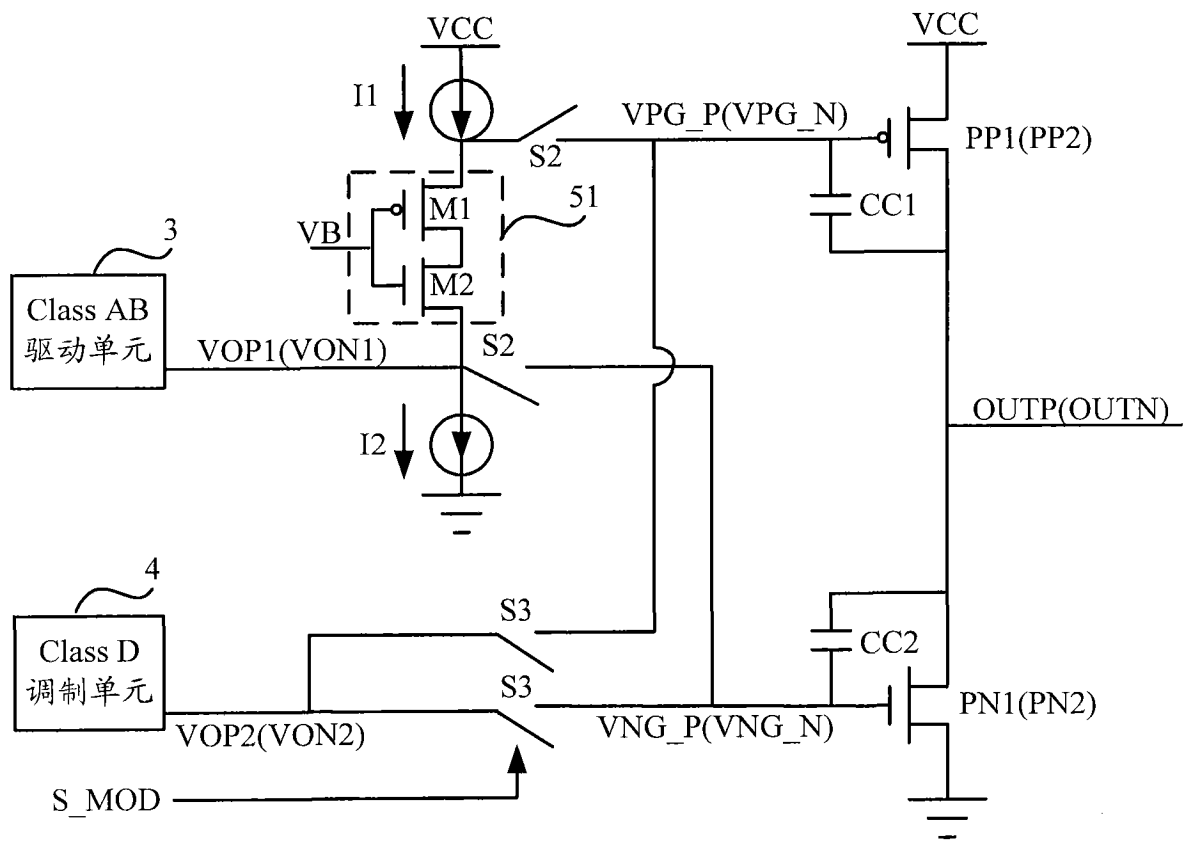


图 4-4

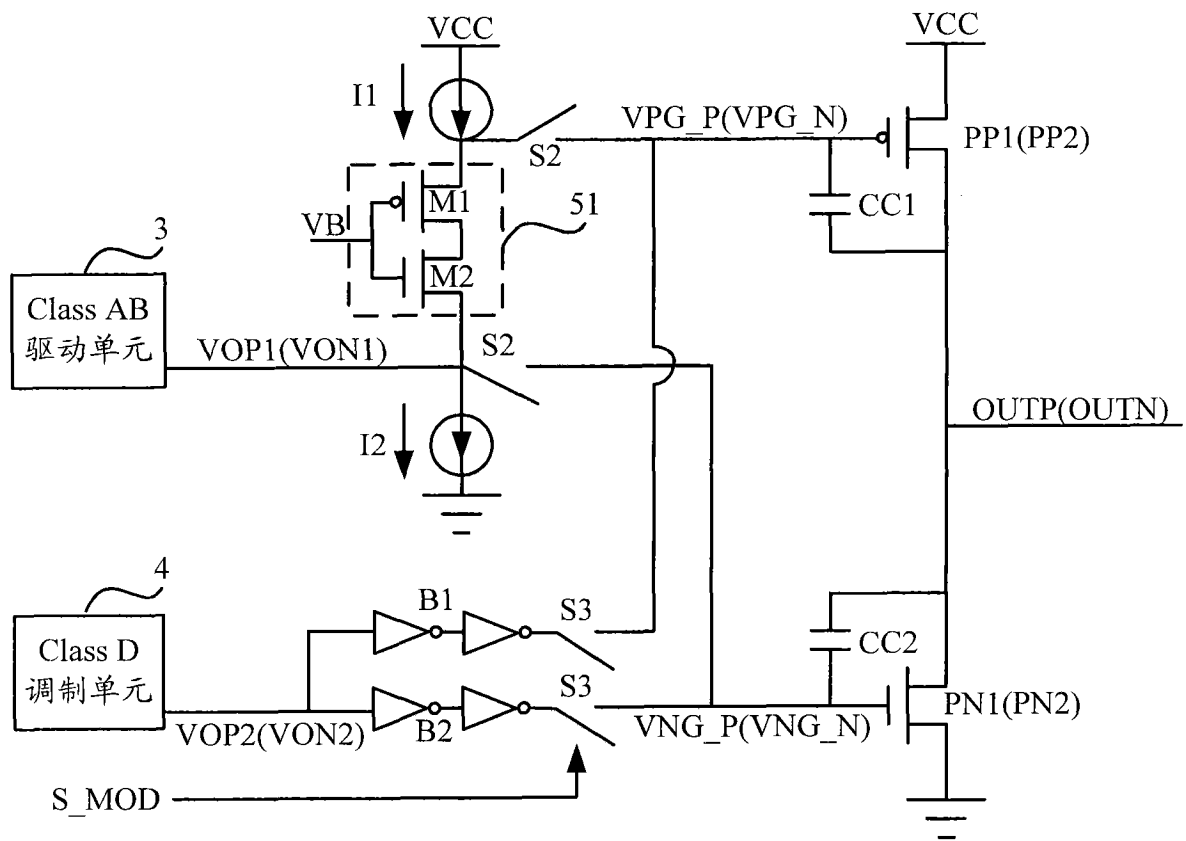


图 4-5

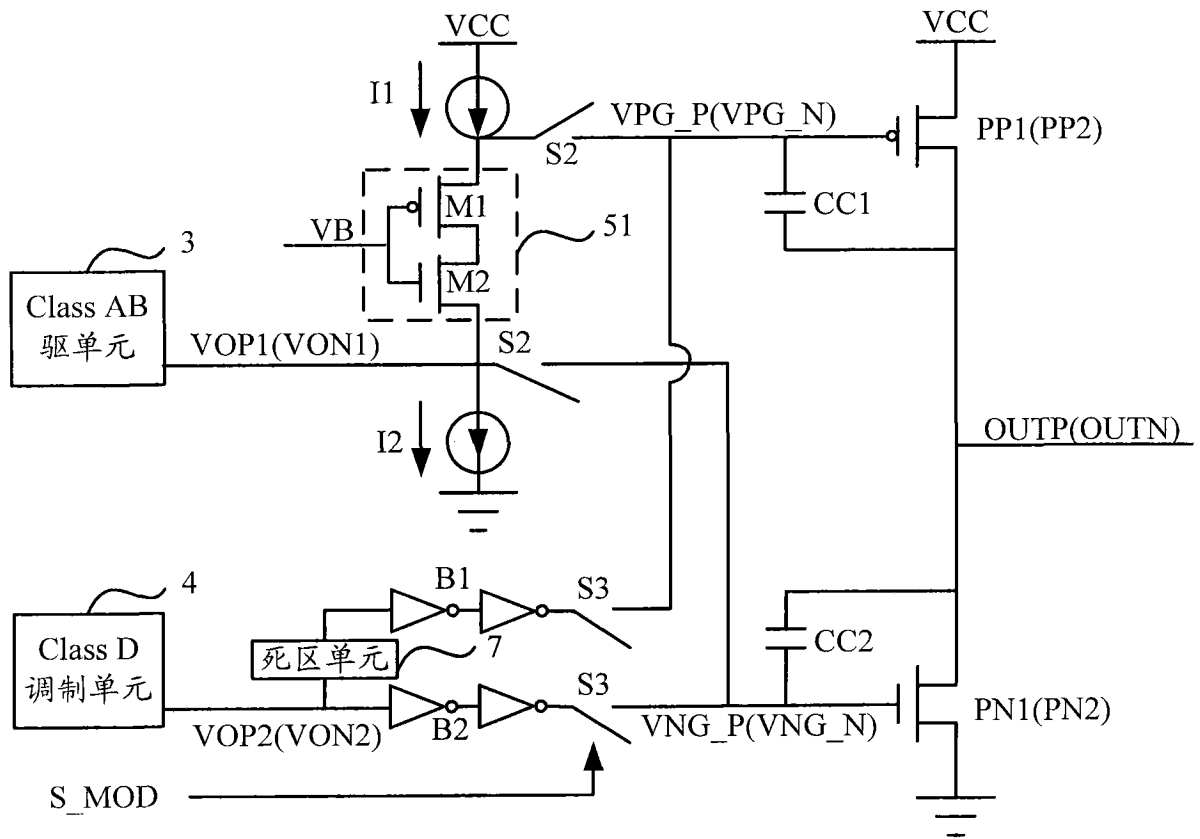


图 4-6

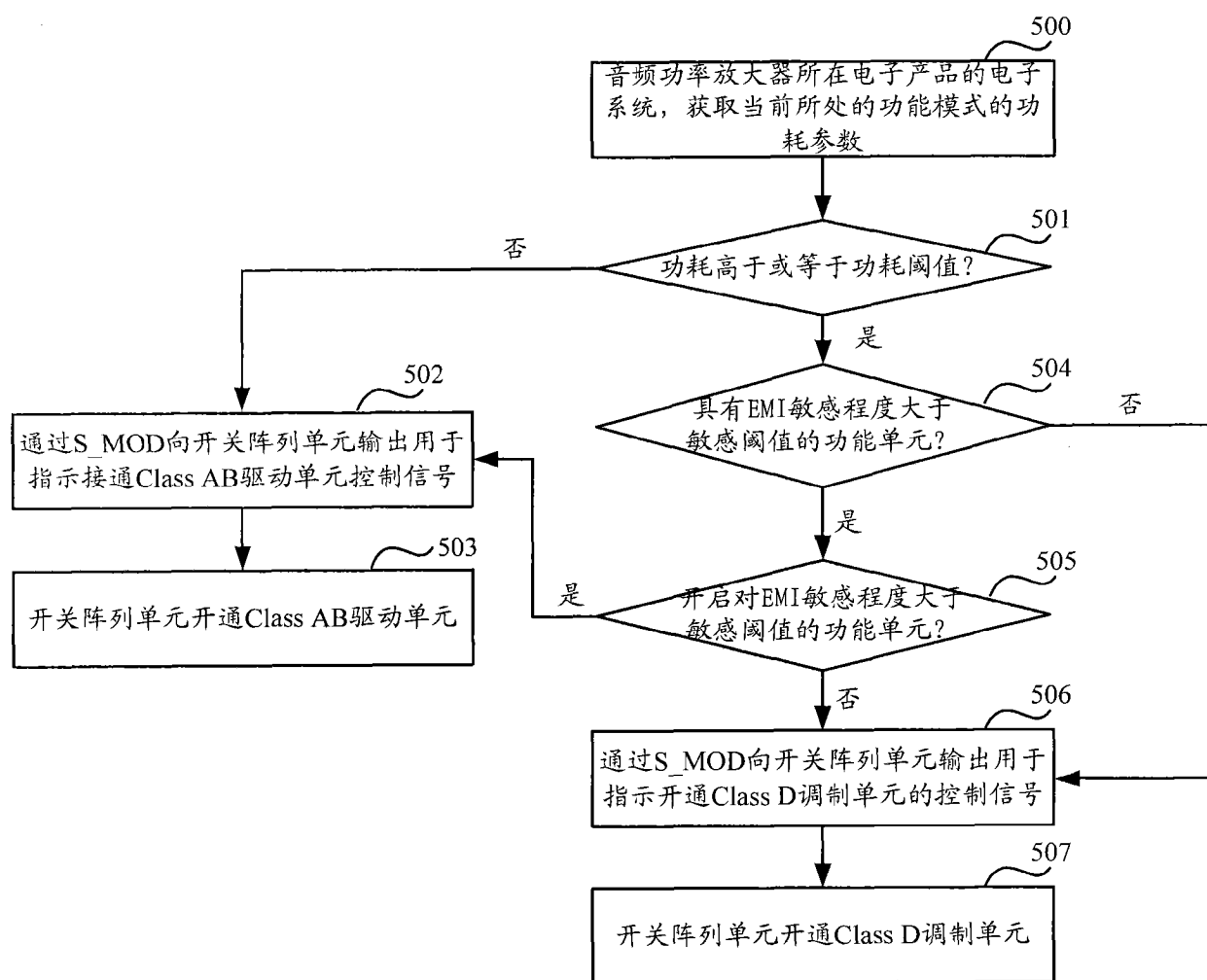


图 5