



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102545860 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 04

(21) 申请号 201110339574. 8

(22) 申请日 2011. 10. 28

(30) 优先权数据

2010-241711 2010. 10. 28 JP

(71) 申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

(72) 发明人 原贤志 坂野顺一

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

公司 11243

代理人 许静 郭凤麟

(51) Int. Cl.

H03K 17/567(2006. 01)

A61B 8/00(2006. 01)

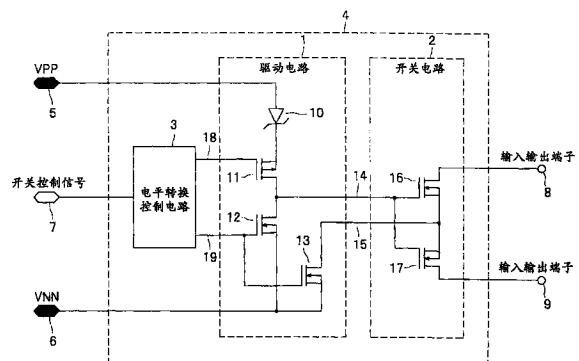
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 7 页

(54) 发明名称

半导体装置、以及使用该半导体装置的超声波诊断装置

(57) 摘要

本发明提供具有良好的线性特性,且功率损失小的双向模拟开关的半导体装置,并且提供具有高检测精度的超声波诊断装置。所述内置有可双向接通或者断开的开关电路和所述开关电路的驱动电路的双向模拟开关的半导体装置中,所述驱动电路与第一以及第二电源连接,所述第一电源电压为施加在所述开关电路的输入输出端子上的信号的最大电压值以上,所述第二电源电压为施加在所述开关电路的输入输出端子上的信号的最小电压值以下,并且,所述驱动电路在所述第一电源和所述开关电路之间具有串联连接的齐纳二极管和 P 型 MOSFET。另外,所述超声波诊断装置具有所述半导体装置。



1. 一种半导体装置,具有可双向接通或断开的开关电路和所述开关电路的驱动电路,该半导体装置的特征在于,

所述驱动电路与具有第一电源电压的第一电源连接,并且与具有第二电源电压的第二电源连接,该第一电源电压为施加在所述开关电路的输入输出端子上的信号的最大电压值以上,该第二电源电压为施加在所述开关电路的输入输出端子上的信号的最小电压值以下,

所述驱动电路在所述第一电源和所述开关电路之间具有串联连接的齐纳二极管和 P 型 MOSFET。

2. 根据权利要求 1 所述的半导体装置,其特征在于,

还具有电平转换控制电路,其对开关控制信号进行电平转换来控制所述驱动电路。

3. 根据权利要求 2 所述的半导体装置,其特征在于,

通过通用工艺,在同一基板上形成包含所述齐纳二极管和所述 P 型 MOSFET 的所述驱动电路、所述开关电路和所述电平转换控制电路。

4. 根据权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的半导体装置,其特征在于,

所述齐纳二极管的齐纳电压为所述开关电路的 N 型 MOSFET 的阈值电压以上。

5. 根据权利要求 1 ~ 4 中任一项所述的半导体装置,其特征在于,

所述开关电路是将两个 N 型 MOSFET 的源极端子相互连接,将栅极端子相互连接的双向模拟开关电路。

6. 一种半导体装置,具有可双向接通或断开的开关电路和所述开关电路的驱动电路,该半导体装置的特征在于,

所述驱动电路与具有第一电源电压的第一电源连接,并且与具有第二电源电压的第二电源连接,该第一电源电压为施加在所述开关电路的输入输出端子上的信号的最大电压值以上,该第二电源电压为施加在所述开关电路的输入输出端子上的信号的最小电压值以下,

所述驱动电路在所述第一电源和所述开关电路之间连接有 P 型 IGBT。

7. 根据权利要求 6 所述的半导体装置,其特征在于,

所述 P 型 IGBT 具有齐纳二极管。

8. 根据权利要求 7 所述的半导体装置,其特征在于,

所述齐纳二极管的齐纳电压为所述开关电路的 N 型 MOSFET 的阈值电压以上。

9. 根据权利要求 6 ~ 8 中任一项所述的半导体装置,其特征在于,

所述开关电路是将两个 N 型 MOSFET 的源极端子相互连接,将栅极端子相互连接的双向模拟开关电路。

10. 一种超声波诊断装置,其特征在于,

将权利要求 1 ~ 9 中任一项所述的半导体装置用于对振动器的超声波信号的发送切换开关、或者超声波的发送脉冲发生器和接收放大器的分离用开关、或者探头的切换开关。

半导体装置、以及使用该半导体装置的超声波诊断装置

技术领域

[0001] 本发明涉及构成高耐压用的双向模拟开关的半导体装置、以及使用该半导体装置的超声波诊断装置。

背景技术

[0002] 高耐压用的双向模拟开关（适当地简称为开关），例如在超声波诊断装置领域中，被用于向探头中设置的多个振动器分配信号。在使用双向模拟开关作为超声波诊断装置的信号切换的情况下，在双向模拟开关中，为了抑制对诊断图像的画质产生影响的信号失真，要求在工作范围内的高线性特性。

[0003] 另外，作为提高双向模拟开关的线性特性的方法，有专利文献 1 的技术。

[0004] 但是，现有的双向模拟开关未必能够确保充分的线性特性。另外，在专利文献 1 所示的电路结构中，无论是接通（ON）状态还是断开（OFF）状态，控制信号的系统中都有电流持续流过的路径，存在功率损失大的课题。

[0005] 专利文献 1：日本特表 2004-531929 号公报

发明内容

[0006] 因此，本发明是为了解决该课题而提出的，其目的在于提供一种具有良好的线性特性，且功率损失小的双向模拟开关的半导体装置。

[0007] 另外，本发明提供一种使用了所述半导体装置的检测精度高的超声波诊断装置。

[0008] 为解决所述课题，达到本发明的目的，如下所述构成了本发明的装置。

[0009] 即，提供一种内置有可双向接通或断开的开关电路和所述开关电路的驱动电路的半导体装置，其中，所述驱动电路与第一以及第二电源连接，所述第一电源电压为施加在所述开关电路的输入输出端子上的信号的最大电压值以上，所述第二电源电压为施加在所述开关电路的输入输出端子上的信号的最小电压值以下，而且，所述驱动电路在所述第一电源和所述开关电路之间具备串联连接的齐纳二极管和 P 型 MOSFET。另外，提供一种内置有可双向接通或断开的开关电路和所述开关电路的驱动电路的半导体装置，其中，所述驱动电路与第一以及第二电源连接，所述第一电源电压为施加在所述开关电路的输入输出端子上的信号的最大电压值以上，所述第二电源电压为施加在所述开关电路的输入输出端子上的信号的最小电压值以下，而且，所述驱动电路在所述第一电源和所述开关电路之间连接了 P 型 IGBT。

[0010] 另外，将所述半导体装置用于对振动器的超声波信号的发送切换开关、或者超声波的发送脉冲发生器和接收放大器的分离用开关、或者探头的切换开关。

[0011] 通过所述结构，控制所述开关电路的信号电压确保比输入到开关电路的输入输出端子的信号高的电压，所以实现了确保作为双向模拟开关的线性特性，且功率损失小的双向模拟开关的半导体装置。

[0012] 另外，通过所述结构，具有线性特性优良的功率损失小的特性的双向模拟开关，所

以成为检测精度高的超声波诊断装置。

[0013] 以上,根据本发明,能够提供具有良好的线性特性,且功率损失小的双向模拟开关的半导体装置。

[0014] 另外,能够提供使用了所述半导体装置的检测精度高的超声波诊断装置。

附图说明

[0015] 图 1 是表示本发明的半导体装置的第一实施方式的结构电路图。

[0016] 图 2 是表示本发明的半导体装置的第二实施方式的结构电路图。

[0017] 图 3 是表示本发明的半导体装置的第二实施方式具备的 P 型 IGBT 的构造的剖视图。

[0018] 图 4 是表示本发明的半导体装置的输入信号振幅和开关电路的输入输出端子间的阻抗的关系的曲线图。

[0019] 图 5 是表示作为使用了本发明的半导体装置的第三实施方式的超声波诊断装置的功能结构的框图。

[0020] 图 6 是表示作为使用了本发明的半导体装置的第三实施方式的超声波诊断装置中的局部的细节的结构电路图。

[0021] 图 7 是表示作为参考比较的电路技术的双向模拟开关电路和其驱动电路的结构电路图。

[0022] 符号说明

[0023] 1、21 驱动电路

[0024] 2 开关电路、双向模拟开关、开关

[0025] 3 电平转换控制电路

[0026] 4、24 双向模拟开关整体电路、半导体装置、开关

[0027] 5 电压源、高压正电源 (VPP)、(第一电源)

[0028] 6 电压源、高压负电源 (VNN)、(第二电源)

[0029] 7 开关控制信号输入端子、开关控制信号

[0030] 8、9 输入输出端子

[0031] 10 齐纳二极管

[0032] 11P 型 MOSFET

[0033] 12、13、16、17N 型 MOSFET

[0034] 14 第一输出线

[0035] 15 第二输出线

[0036] 18 第一电平转换控制电路输出端子

[0037] 19 第二电平转换控制电路输出端子

[0038] 20P 型 IGBT

[0039] 31 发射极电极

[0040] 32 栅极电极

[0041] 33 集电极电极

[0042] 34 齐纳二极管、二极管

- [0043] 351P⁺ 层
- [0044] 352P 层
- [0045] 353P 阱层
- [0046] 361、363N⁺ 层
- [0047] 362N 沟道层
- [0048] 371、372、373 SiO₂、SiO₂ 层
- [0049] 381Si 衬底 (n⁻)
- [0050] 41、42 特性曲线
- [0051] 50 探头、超声波探头
- [0052] 51 发送电路系统、发送电路系统单元
- [0053] 52 接收电路系统、接收电路系统单元
- [0054] 53 超声波显示电路系统、超声波显示电路系统单元
- [0055] 54 图像显示器
- [0056] 55 开关电路群组
- [0057] 56 开关控制电路
- [0058] 500 超声波诊断装置
- [0059] 505、515、552 超声波收发信号、超声波收发信号的流向、信号线
- [0060] 523、534、565 控制信号、控制信号的流向、信号线

具体实施方式

[0061] 以下说明本发明的实施方式。

[0062] (第一实施方式 / 半导体装置)

[0063] 以下,根据附图详细说明本发明的第一实施方式。图 1 是表示本发明的第一实施方式的结构的电路图。

[0064] 在图 1 中,通过双向模拟开关整体电路 4 构成了作为第一实施方式的半导体装置。

[0065] <双向模拟开关整体电路 4 的结构>

[0066] 双向模拟开关整体电路 4 具有驱动电路 1、开关电路 2、电平转换控制电路 3 而构成。另外,在双向模拟开关整体电路 4 上连接有高压正电源 (VPP、第一电源)5、高压负电源 (VNN、第二电源)6、以及开关控制信号输入端子 7,具有对开关电路 2 中的双向模拟开关的输入输出端子 8、9。

[0067] <开关电路 2>

[0068] 开关电路 2 具有 N 型 MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)16 和 N 型 MOSFET17 而构成。N 型 MOSFET16 和 N 型 MOSFET17 的源极端子和栅极端子分别互相连接。另外,在 MOSFET 中,栅极和漏极的关系根据电流流动的方向而变化,但在图 1 中的 N 型 MOSFET16、17 中,把与基极 (bulk) 相同电位的端子称为源极端子 (源极),另外,把未与基极连接的端子称为漏极端子 (漏极)。

[0069] N 型 MOSFET16 的漏极端子是作为开关电路 2 的输入输出端子 8,N 型 MOSFET17 的漏极端子是作为开关电路 2 的输入输出端子 9。

[0070] N 型 MOSFET16、17 的相互连接的栅极端子 (栅极) 与驱动电路 1 的第一输出线 14

连接。

[0071] 此外,N型 MOSFET16、17 的相互连接的源极端子与驱动电路 1 的第二输出线 15 连接。

[0072] 关于驱动电路 1 的第一输出线 14 和第二输出线 15,如果追源,则被开关控制信号 7 控制。即,通过开关控制信号 7 变化,电平转换控制电路 3 工作。然后,根据电平转换控制电路 3 的第一电平转换控制电路输出端子 18 和第二电平转换控制电路输出端子 19 的控制信号,驱动电路 1 工作,将开关电路 2 的状态切换到接通(ON、导通、低阻抗)或者断开(OFF、切断、高阻抗)。由此,把施加在输入输出端子(例如输入输出端子 8)上的信号传播(传输)给成对的另一方的输入输出端子(例如输入输出端子 9)或切断。

[0073] 另外,表示与驱动电路 1 的输出信号相当的第一输出线 14、第二输出线 15,而不表示输出信号,是因为第一输出线 14、第二输出线 15 的各电位是以与驱动电路 1 的 P 型 MOSFET11、N 型 MOSFET12 的驱动的输出或者 N 型 MOSFET13 的驱动的输出不同的原因来确定。

[0074] 另外,关于驱动电路 1 和电平转换控制电路 3 的详细结构和动作,在后面进行阐述。

[0075] 另外,关于开关电路 2 的更详细的动作和特性,在后面进行阐述。

[0076] <驱动电路 1>

[0077] 驱动电路 1 具有齐纳二极管 10(在本实施方式中,除了击穿电压通过齐纳击穿来决定的齐纳二极管以外,还包含通过雪崩击穿来决定的齐纳二极管)、P 型 MOSFET11、N 型 MOSFET12、13 而构成。成为驱动电路 1 的电源的高压正电源(VPP)5 与齐纳二极管 10 的阳极端子连接,齐纳二极管 10 的阴极端子与 P 型 MOSFET11 的源极端子连接。

[0078] 成为驱动电路 1 的另一方的电源的高压负电源(VNN)6 与 N 型 MOSFET12 和 N 型 MOSFET13 的各自的源极端子连接。

[0079] P 型 MOSFET11 的漏极端子和 N 型 MOSFET12 的漏极端子相互连接,并且作为驱动电路 1 的第一输出线 14 输出信号。

[0080] 另外,N 型 MOSFET13 的漏极端子作为驱动电路 1 的第二输出线 15 输出信号。

[0081] P 型 MOSFET11 的栅极端子与电平转换控制电路 3 的第一电平转换控制电路输出端子 18 连接。

[0082] 另外,N 型 MOSFET13 的栅极端子和 N 型 MOSFET12 的栅极端子共同连接在电平转换控制电路 3 的第二电平转换控制电路输出端子 19 上。

[0083] <电平转换控制电路 3>

[0084] 电平转换控制电路 3 是通过开关控制信号 7(大约 0V-5V 的控制信号)对信号进行电压变换并设定,以便能够驱动以高压正电源(VPP)5 和高压负电源(VNN)6 工作的驱动电路 1 的电路。即,在电平转换控制电路 3 的第一电平转换控制电路输出端子 18 和第二电平转换控制电路输出端子 19,把 0V-5V 的开关控制信号电平转换(电位变换)为大约 VPP 或者 VNN(VPP-VNN 间电压,大约 200V)的控制信号。因此,大约以 VPP、VNN 的电位对 P 型 MOSFET11 和 N 型 MOSFET12 的栅极进行控制。

[0085] 另外,把电平转换控制电路 3 的第一电平转换控制电路输出端子 18 和第二电平转换控制电路输出端子 19 设定为高压负电源 6 电平的时刻可以同时,也可以有时间差。

[0086] < 双向模拟开关整体电路 4 的动作 >

[0087] 当通过开关控制信号 7, 使电平转换控制电路 3 的第一电平转换控制电路输出端子 18 和第二电平转换控制电路输出端子 19 成为高压负电源 (VNN) 6 的电位水平时, 驱动电路的 P 型 MOSFET11 导通, N 型 MOSFET12、13 截止。由此, 电流从高压正电源 (VPP) 5 经由齐纳二极管 10、P 型 MOSFET11 流过, 开关电路 2 的 N 型 MOSFET16、17 的栅极电容被充电, N 型 MOSFET16、17 的栅极电位大约成为 VPP, 由此, N 型 MOSFET16、17 都导通。因此, 开关电路 2 接通。

[0088] 在开关电路 2 接通的状态下, 当在输入输出端子 8 上施加正电压信号的情况下, 与 N 型 MOSFET16、17 的源极端子连接的第二输出线 15 的电压追随输入输出端子 8。这是因为 N 型 MOSFET13 截止, N 型 MOSFET16 导通。

[0089] N 型 MOSFET16、17 的栅极 - 源极间电压是第一输出线 14、第二输出线 15 的差电压, 初始的第一输出线 14 即 N 型 MOSFET16、17 的栅极端子经由驱动电路 1 处于高压正电源 (VPP) 5 的电位水平。

[0090] 随着施加到输入输出端子 8 的正电压信号的电位水平 (电压) 上升, 第二输出线 15 的电压也上升, N 型 MOSFET16、17 的栅极 - 源极间电压逐渐减少。

[0091] 《没有齐纳二极管 10 的情形》

[0092] 在此, 为了容易理解地说明本实施方式中的齐纳二极管 10 的作用, 作为比较, 假设没有驱动电路 1 的齐纳二极管 10 的情形。

[0093] 在假设没有齐纳二极管 10, P 型 MOSFET11 直接与高压正电源 (VPP) 5 连接的电路结构的情况下, 随着施加在输入输出端子 8 上的正电压信号和高压正电源 (VPP) 5 的差电压与 N 型 MOSFET16、17 的阈值电压接近, N 型 MOSFET16、17 的阻抗变得比初始时大, 当成为阈值电压或其以下时, 阻抗急剧增大。

[0094] 原因是 N 型 MOSFET16、17 的导通和截止的边界大约 (作为第一近似) 是从栅极电位减去源极电位和阈值电压后的值, 另外, N 型 MOSFET16、17 的阻抗与从栅极电位减去源极电位和阈值电压后的值大约 (作为第一近似) 成反比。

[0095] 因此, 在把施加在输入输出端子 8 上的正电压信号传输 (传播) 到输入输出端子 9 的情况下, 输入输出端子 8、N 型 MOSFET16、17 的源极电位 (第二输出线 15)、与输入输出端子 9 共同成为大约与施加在输入输出端子 8 上的正电压信号相同的电位。

[0096] 即, 输入输出端子 8 不是 N 型 MOSFET16、17 的源极 (源极端子), 但是在传输施加在输入输出端子 8 上的正电压信号的情况下, 也需要使 N 型 MOSFET16、17 的源极 (源极端子) 的电位与施加在输入输出端子 8 上的正电压信号大约成为相同电位。

[0097] 因此, 随着施加在输入输出端子 8 上的正电压信号变高, 正电压信号的电位与高压正电源 (VPP) 5 的差电压接近 N 型 MOSFET16、17 的阈值电压, N 型 MOSFET16、17 的阻抗增大, 从输入输出端子 9 输出的信号的线性特性、即作为双向模拟开关的开关电路 2 的线性特性恶化。

[0098] 《有齐纳二极管 10 的情形》

[0099] 如图 1 所示, 说明本实施方式中的连接有齐纳二极管 10 的电路结构的情形。

[0100] 当施加在输入输出端子 8 上的正电压信号的电位水平上升时, 在 N 型 MOSFET16、17 中, 在栅极 - 源极之间、以及栅极 - 漏极之间有寄生的静电电容 (未图示), 因此, 与施加在

输入输出端子 8 上的正电压信号的电位水平所上升的量成比例的电位,因为所述寄生的静电电容而提升了 N 型 MOSFET16、17 的栅极电位。

[0101] 此时,在所述没有齐纳二极管 10 时, N 型 MOSFET16、17 的栅极电位通过第一输出线 14,通过高压正电源的电位 V_{PP} 被以低阻抗固定,因为所述寄生静电电容(未图示)而提升 N 型 MOSFET16、17 的栅极电位的电压增量没有贡献。

[0102] 但是,如图 1 所示,在本实施方式中的连接有齐纳二极管 10 的电路结构的情况下,不将高压正电源的电位 V_{PP} 直接施加在 N 型 MOSFET16、17 的栅极上,因此,因为所述寄生的静电电容(未图示), N 型 MOSFET16、17 的栅极电位被提升,成为超过了 V_{PP} 的电位。

[0103] 该电位最大上升到高压正电源 (V_{PP})5 的电压和齐纳二极管 10 的齐纳电压(击穿电压)的和为止。因此,即使在施加在输入输出端子 8 上的正电压信号的电位水平上升,施加在输入输出端子 8 上的正电压信号和高压正电源 5 的差电压成为 N 型 MOSFET16、17 的阈值电压以下的情况下,第一输出线 14、即 N 型 MOSFET16、17 的栅极端子的电位,也由于所述理由,最大上升到高压正电源 (V_{PP})5 的电压和齐纳二极管 10 的齐纳电压的和为止。因此,与不连接齐纳二极管 10 的电路相比,在连接了齐纳二极管 10 的电路中,避免了阻抗的急剧上升,使开关电路 2 能够维持线性特性的输入信号范围扩大。

[0104] 另外,所述的电位的上升最大到高压正电源 (V_{PP})5 的电压和齐纳二极管 10 的齐纳电压的和为止的理由是,如果成为该和电压以上的电压,则齐纳二极管 10 击穿(雪崩击穿),电流急剧地流过。

[0105] 另外,在正向使用齐纳二极管 10 的情况下,存在作为二极管的正向电压降,但是一般把该正向电压降设定得比齐纳电压(击穿电压)或高压正电源的电位 V_{PP} 充分小,因此,可以无视正向电压降。

[0106] 由于上述的理由,例如在齐纳二极管 10 的齐纳电压与 N 型 MOSFET16、17 的阈值电压相同的情况下,施加在输入输出端子 8 上的正电压信号可以施加到高压正电源 (V_{PP})5 水平。

[0107] 另外,齐纳二极管 10 具有齐纳电压特性,所以在 N 型 MOSFET16、17 的栅极电位成为电源电压 (V_{PP})5 和齐纳二极管 10 的齐纳电压的值的值以上时,如上所述,齐纳二极管 10 击穿,电流流过,因此,防止驱动电路 1 或开关电路 2 的内部元件成为必要以上的高电压,引起所述元件本身或周围的绝缘损坏。

[0108] 另外,以上对在输入输出端子 8 上施加正电压信号,并传播(传输)给输入输出端子 9 的情形进行了阐述,但是,即使在输入输出端子 9 上施加正电压信号,传播(传输)给输入输出端子 8 的情况下,因为开关电路 2 为对称的结构,所以也具有同样的作用和特性。

[0109] 另外,在对输入输出端子 8 施加负电压信号的情况下,从 N 型 MOSFET16 的栅极电位中减去源极电位和阈值而得的值为充分大于 0 的正值,因此, N 型 MOSFET16、17 通过没有太大变化的低阻抗,即在良好的线性特性下,向输入输出端子 9 传播(传输)负电压信号。

[0110] 另外,即使在输入输出端子 9 施加负电压信号的情况下,因为开关电路 2 为对称的结构,所以,也通过没有太大变化的低阻抗,即在良好的线性特性下,向输入输出端子 8 传播(传输)负电压信号。

[0111] 如上所述,通过对正电压信号,对负电压信号都具有良好的线性特性,实现了对作为正负信号的交流信号、进而对大振幅的交流信号也具有良好的线性特性的双向模拟开

关。

[0112] 此外,后面对有齐纳二极管 10 和没有齐纳二极管 10 的情形下的阻抗特性的差的测定值进行详细阐述。

[0113] <关于低功率损失>

[0114] 为了断开开关电路 2,把电平转换控制电路 3 的第一电平转换控制电路输出端子 18、第二电平转换控制电路输出端子 19 的电位水平设定为高压正电源 5 的电位水平。通过把第一电平转换控制电路输出端子 18、第二电平转换控制电路输出端子 19 设定为高压正电源 (VPP)5 的电位水平,驱动电路的 P 型 MOSFET11 截止, N 型 MOSFET12、13 导通,开关电路 2 的 N 型 MOSFET16、17 的栅极电容放电,由此,开关电路 2 断开。

[0115] 在该开关电路 2 断开的情况下,P 型 MOSFET 截止,另外,还没有其它电流流过的路径,因此,在高压正电源 (VPP)5、高压负电源 (VNN)6 之间电流不是恒定地流过,与后述的作为参考的比较电路相比,功率损失降低。

[0116] 另外,把电平转换控制电路 3 的第一电平转换控制电路输出端子 18、第二电平转换控制电路输出端子 19 的电位水平设定为高压正电源 (VPP)5 的电位水平的时刻既可以为同时,也可以有时间差。

[0117] (第二实施方式 / 半导体装置)

[0118] 图 2 是表示本发明的第二实施方式的电路图。在图 2 中,作为第二实施方式的半导体装置由双向模拟开关整体电路 24 构成。

[0119] 在双向模拟开关整体电路 24 具备的图 2 的驱动电路 21 中,成为把图 1 中的驱动电路 1 的齐纳二极管 10 和 P 型 MOSFET11 置换为 P 型 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor、绝缘栅双极型晶体管)20 后的结构。

[0120] 如后所述,该 P 型 IGBT20 为内置齐纳二极管的构造,因此,可以置换为图 1 的齐纳二极管 10 和 P 型 MOSFET11。

[0121] 在图 2 中,在 P 型 IGBT20 中内置的齐纳二极管 (34、图 3),在导通状态下具有齐纳电压量的逆耐压。因此,使高压正电源 (VPP)5 接通断开的 P 型 IGBT20 和在 P 型 IGBT20 中内置的齐纳二极管 (34、图 3) 的结构具有与图 1 的 P 型 MOSFET11 和齐纳二极管 10 的结构大致等价的功能和作用。因此,通过 P 型 IGBT20,开关电路 2 能够维持线性特性的输入信号范围变宽。

[0122] 另外,在 P 型 IGBT20 中内置的齐纳二极管 (34、图 3),如后所述,形成于集电极电极 33(图 3) 一侧。即,在图 2 中,可以在第一输出线 14 侧。但是,即使不在作为高压正电源的 VPP 一侧,作为齐纳二极管的作用也与图 1 的情形相同,因此,能够使第一输出线 14 的电位保持在比 VPP 高出齐纳电压量,其结果如上所述,有使开关电路 2 能够维持线性特性的输入信号范围变宽的作用。

[0123] 另外,其它结构与图 1 的结构相同,因此省略其说明。

[0124] <P 型 IGBT 的构造>

[0125] 图 3 是表示 P 型 IGBT 的构造的剖视图。

[0126] 在图 3 中,发射极电极 31 与 P⁺ 层 351 连接。在 P⁺ 层 351 和 P 阱层 353 之间,隔着 N 沟道层 362,用栅极电极 32 控制接通断开,由此,由该部分的构造构成 MOSFET。所述的 P 阱层 353 成为进一步经 P 层 352,从 N⁺ 层 363(该部分为双极型构造)与集电极电极 33 连

接的结构。以上是 IGBT 的主要部分的结构。

[0127] 另外,在图 3 中, N^+ 层 361、Si 衬底 (n^-)381、 SiO_2 (层)371、372、373 是为了把 IGBT 构成为器件,而在构造上必要的各要素。

[0128] 在以上的结构中,在集电极电极 33 的正下方,由 N^+ 层 363 和 P 层 352 构成二极管 (34)。此时,只要适当地选择 P 层 352、或者 N^+ 层 363 的杂质浓度,就能够把通过所述的 N^+ 层 363 和 P 层 352 构成的二极管作为齐纳二极管 34。该 N^+ 层 363 和 P 层 352 构成的齐纳二极管 34 在图 2 的驱动电路 21 中起到与图 1 的齐纳二极管 10 相同的作用。

[0129] 此外,在把 P 型 IGBT 作为器件来制造的工序中,构成 P 层的工序为多个,因此,如果对构成所述的齐纳二极管 34 的 P 层 352 进行离子注入适当的杂质浓度,或者沿用扩散的工序来使用,则无需追加新的制造工序,即可以无需提高成本地形成所述齐纳二极管 34。

[0130] < 阻抗特性 >

[0131] 图 4 是测定针对图 1 的电路的输入信号振幅的开关电路 2(图 1)的阻抗而得的结果,是比较有齐纳二极管 10 和没有齐纳二极管 10 的情形的阻抗特性而得的特性图。

[0132] 在图 4 中,横轴是标准化后的输入信号振幅,把输入信号振幅与高压正电源的 VPP 相等的情形设为 1 的基准值。

[0133] 另外,纵轴是标准化后的开关电路 2 的阻抗的值,把输入信号振幅为 0.5(VPP 的一半)时的阻抗(值)作为基准值 1。

[0134] 在图 4 中,开关电路 2(图 1)的阻抗大致平坦的区域,是维持线性特性的范围。特性曲线 41 是未连接齐纳二极管 10(图 1)的电路的测量结果,特性曲线 42 是连接了齐纳二极管 10 的电路的测量结果。通过连接齐纳二极管 10,输入信号振幅的动态范围扩大,并且线性区域扩大。特性曲线 41 和特性曲线 42 的阻抗急剧增大的特性曲线上的横轴上的差大致与齐纳二极管 10(图 1)的齐纳电压对应。

[0135] 另外,图 4 如上所述,是图 1 的电路的测量结果,但是,即使在使用图 2 的 IGBT20 的情况下,通过内置的齐纳二极管(34、图 3)也具有大致相同的特性改善。

[0136] (第三实施方式 / 超声波诊断装置)

[0137] 接着,参照图 5、图 6 说明作为本发明的第三实施方式的超声波诊断装置。

[0138] 图 5 是表示作为本发明的第三实施方式的超声波诊断装置 500 的功能结构的框图,具有本发明的第一实施方式或者第二实施方式的半导体装置而构成。

[0139] 在图 5 中,超声波诊断装置 500 具有:超声波探头 50,其对被测体(未图示)的计测对象部位收发超声波;发送电路系统单元 51,其作为发送单元进行发送波的发送聚焦(focus)处理后对超声波探头 50 进行超声波发送;接收电路系统单元 52,其包含对从超声波探头 50 输出的接收波进行接收聚焦处理的整相单元;以及开关电路群组 55,其是在超声波探头 50、发送电路系统单元 51 以及接收电路系统单元 52 之间传输的超声波信号的切换装置。

[0140] 另外,超声波诊断装置 500 还具有使用从接收电路系统单元 52 输出的接收信号,显示超声波截面像等的超声波显示电路系统单元 53、和显示从超声波显示电路系统单元 53 输出的超声波图像信息的、例如监视器等图像显示器 54。

[0141] 另外,用粗线表示的信号线 505、515、552 表示超声波收发信号的流向,用细线表示的信号线 523、534、565 表示控制信号的流向。

[0142] 另外,在图 5 中,将超声波探头 50、发送电路系统单元 51、接收电路系统单元 52、超声波显示电路系统单元 53 的框图中的表述分别简化为“探头”、“发送电路系统”、“接收电路系统”,“超声波显示电路系统”。

[0143] 本实施方式的超声波诊断装置 500 的特征在于,在超声波探头 50 具备的 m 个振动器和发送电路系统单元 51、接收电路系统单元 52 之间传输的超声波信号的切换装置即开关电路群组 55 中使用所述的本实施方式的半导体装置。

[0144] 开关电路群组 55 被设置在发送电路系统单元 51 以及接收电路系统单元 52、超声波探头 50 之间。并且,开关电路群组 55 和发送电路系统单元 51 以及接收电路系统单元 52 之间通过 n 条收发通道连接。

[0145] 关于图 5 中的开关电路群组 55,在图 6 中的开关电路群组 55 中表示更详细的结构。

[0146] 在图 6 中,开关电路群组 55 通过分别由 n 个开关(半导体装置 4(图 1)、24(图 2))构成的 m 组的开关电路组 #1 ~ 开关电路组 # m 构成。在各开关电路组中具备的 n 个开关(半导体装置 4(图 1)、24(图 2))的一端相互连接,并与超声波探头 50 具有的振动器连接。即,开关电路组 #1 ~ 开关电路组 # m 的各个的共同连接的一端分别与超声波探头 50 具有的振动器 #1 ~ 振动器 # m 的一端连接。另外,振动器 #1 ~ 振动器 # m 的另一端与大地连接(接地)。

[0147] 另外,各开关电路组中具备的 n 个开关(半导体装置 4(图 1)、24(图 2))的各个的另一端,分别与收发通道 #1 ~ 收发通道 # n 连接。

[0148] 另外,图 5 中的超声波探头 50 具有的“振动器 : m 个”,在图 6 中与“振动器 #1 ~ 振动器 # m ”对应。

[0149] 另外,图 5 中的“收发通道数 n ”(515、552),在图 6 中与“收发通道 #1 ~ 收发通道 # n ”对应。

[0150] 另外,在开关电路群组 55 的开关电路组 (#1 ~ # m) 和它们中分别具有的 n 个开关(半导体装置 4(图 1)、24(图 2))的选择和控制,由开关控制电路 56(图 5)通过控制信号 565(图 5)进行。

[0151] 在以上的结构中,从发送电路系统单元 51 向振动器 #1 ~ 振动器 # m 施加约一百几十伏的电压,从所述振动器向被测体(未图示)的计测对象部位照射超声波束。然后,在经过了预定的时间后,通过振动器 #1 ~ 振动器 # m 检测其反射波,再将变换后的电信号(大约数十毫伏)发送到接收电路系统单元 52,进行信号处理。

[0152] 在以上的过程中,开关电路群组 55 的开关电路组 (#1 ~ # m) 针对超声波探头内的收发超声波的多个振动器 (#1 ~ # m),从多个超声波收发通道中选择一个收发通道,或者切断全部的收发通道。

[0153] 另外,在从振动器 (#1 ~ # m) 照射超声波束时,在开关(半导体装置 4(图 1)、24(图 2))上施加所述的高电压,因此,需要耐高压的特性。

[0154] 另外,在收发超声波时要求高精度,因此,对于开关(半导体装置 4(图 1)、24(图 2)),需要高的线性特性和宽的动态范围。

[0155] 本实施方式的超声波诊断装置 500 通过将所述本实施方式的半导体装置用于振动器和发送电路系统、接收电路系统之间传输的超声波信号的切换装置,能够驱动大振幅

的超声波信号。由此,能够改善超声波信号的 S/N 比 (signal-noise ratio), 实现超声波诊断装置的画质改善。

[0156] (其它实施方式)

[0157] 在图 1 中,在 P 型 MOSFET11 和高压正电源 (VPP)5 之间具有齐纳二极管 10,但是,也可以在 P 型 MOSFET11 和第一输出线 14 之间具有齐纳二极管 10。齐纳二极管 10 无论是在 P 型 MOSFET11 的源极侧还是在漏极侧,第一输出线 14 都具有保持比高压正电源 (VPP) 高出齐纳二极管 10 的齐纳电压量的电位的作用。

[0158] 另外,可以通过同一工艺(共同工艺)把齐纳二极管 10 与 P 型 MOSFET11 合并制作在同一衬底中。在 P 型 MOSFET11 的制造工序中一起制作 P 层和 N 层。因此,能够与 P 型 MOSFET 在同一衬底上,并且在被绝缘隔离(SiO₂ 层)的其它区域中制作由 P 层和 N 层构成的齐纳二极管。另外,也可以对齐纳二极管的 P 层或者 N 层进行杂质的离子注入,调整齐纳电压特性。

[0159] 另外,可以通过与 P 型 MOSFET11 和 N 型 MOSFET12、13、16、17 以及电平转换控制电路 3 的相同工艺(共同工艺)在同一衬底中一起制作齐纳二极管 10。

[0160] 在 CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 的制造工序中,通过同一工艺(共同工艺)且在同一衬底上制造 P 型 MOSFET 和 N 型 MOSFET,因此,可以进一步制作由 P 层和 N 层构成的齐纳二极管。只要通过同一工艺(共同工艺)在同一衬底中一起制作齐纳二极管 10 和所述各元件,就能够进一步降低成本。

[0161] 另外,在图 2 中记述了使用内置有齐纳二极管的 IGBT20,但是,在齐纳二极管的齐纳电压特性中要求精度等特别的性能的情况下,可以通过不同部件构成 IGBT 和齐纳二极管。

[0162] 另外,在图 1、图 2 中用 N 型 MOSFET 说明了构成开关电路 2 的 MOSFET,但是,还可以通过 P 型 MOSFET 构成。但是,此时,与所述 P 型 MOSFET 的极性相符合地变更驱动电路 1 或者驱动电路 21、以及电平转换控制电路 3 的结构。

[0163] 另外,在图 1、图 2 中,可以对构成开关电路 2 的 N 型 MOSFET16、17 分别并联地附加 P 型 MOSFET。但是,此时变更驱动电路 1(图 1)、21(图 2) 以及电平转换控制电路 3 的结构,使其包含所附加的驱动所述 P 型 MOSFET 的电路。

[0164] 另外,在图 5、图 6 中表示了作为双向模拟开关,使用本发明的第一实施方式或者第二实施方式的半导体装置,作为向超声波诊断装置中的振动器的超声波信号的收发用切换开关(超声波的发送脉冲发生器和接收放大器的分离用开关),但是也可以仅用作发送用的切换开关。

[0165] 另外,还可以把本实施方式的所述半导体装置用作超声波诊断装置中的探头的切换开关。

[0166] (作为参考比较的电路技术)

[0167] 图 7 表示作为参考比较的电路技术的双向模拟开关电路及其驱动电路的结构。

[0168] 图 7 是构成双向模拟开关的一例。在图 7 中为如下结构:通过由晶体管 116、118、120、122 和二极管 124 以及齐纳二极管 130 构成的电平转换器 112 控制由晶体管 140、138 和齐纳二极管 142 构成的双向模拟开关 114。

[0169] 通过该结构,在使保持作为双向模拟开关 114 的线性特性的动态范围变宽方面下

功夫。

[0170] 但是,在双向模拟开关 114 为接通状态下,在对开关端子 144 施加负电压信号时,电流从电源 132 经由晶体管 118、二极管 124 以及齐纳二极管 142 流过。因此,电平转换器 112 中的全部电流从开关端子 144、或者开关端子 146 中的某一方流向外部。

[0171] 另外,在双向模拟开关 114 为断开状态下,经由晶体管 116、晶体管 122、齐纳二极管 130,在电源间 (132、134) 流过电流。

[0172] 因此,无论在双向模拟开关 114 接通状态下还是断开状态下,在作为控制电路的电平转换器 112 中,电流都作为泄漏电流持续流过。即,作为参考图所示的图 7 的比较电路功率损失大。

[0173] 另外,与此相对,所述的作为本实施方式的双向模拟开关的半导体装置没有所述的比较电路例那样的电流泄漏的路径,因此降低了功率损失。

[0174] (本实施方式的补充)

[0175] 以上,根据本实施方式,通过串联连接 P 型 MOSFET 和齐纳二极管来使用,或者连接齐纳二极管内置 P 型 IGBT,开关电路的 N 型 MOSFET 的栅极-源极间电压在开关电路的动作范围内保持在齐纳电压以上,因此所述开关电路获得作为双向模拟开关的良好的线性特性。

[0176] 另外,在保持所述开关电路的接通或者断开状态的期间,电源间成为绝缘状态,不流过泄漏电流,因此,与现有技术相比能够降低功率损失。

[0177] 另外,能够得到把包含齐纳二极管的驱动电路 (1、21)、开关电路 2、电平转换控制电路 3 的全部或者一部分通过同一工艺 (共同工艺) 做在同一衬底的器件的半导体装置,因此成本下降。

[0178] 另外,作为双向模拟开关而具备所述半导体装置的超声波诊断装置,能够期待提高检测精度。

[0179] 产业上的利用可能性

[0180] 双向模拟开关,特别是高耐压双向模拟开关,以医疗领域为首,广泛应用于全部产业。本发明中使用本实施方式的半导体装置的高耐压双向模拟开关,模拟特性中的线性特性优秀并且功率损失小,所以适于小型化、便携化,而且由于成本低,因此不仅在医疗领域,还能够广泛应用于工业用、家电用的使用了半导体的模拟信号的开关的领域中。

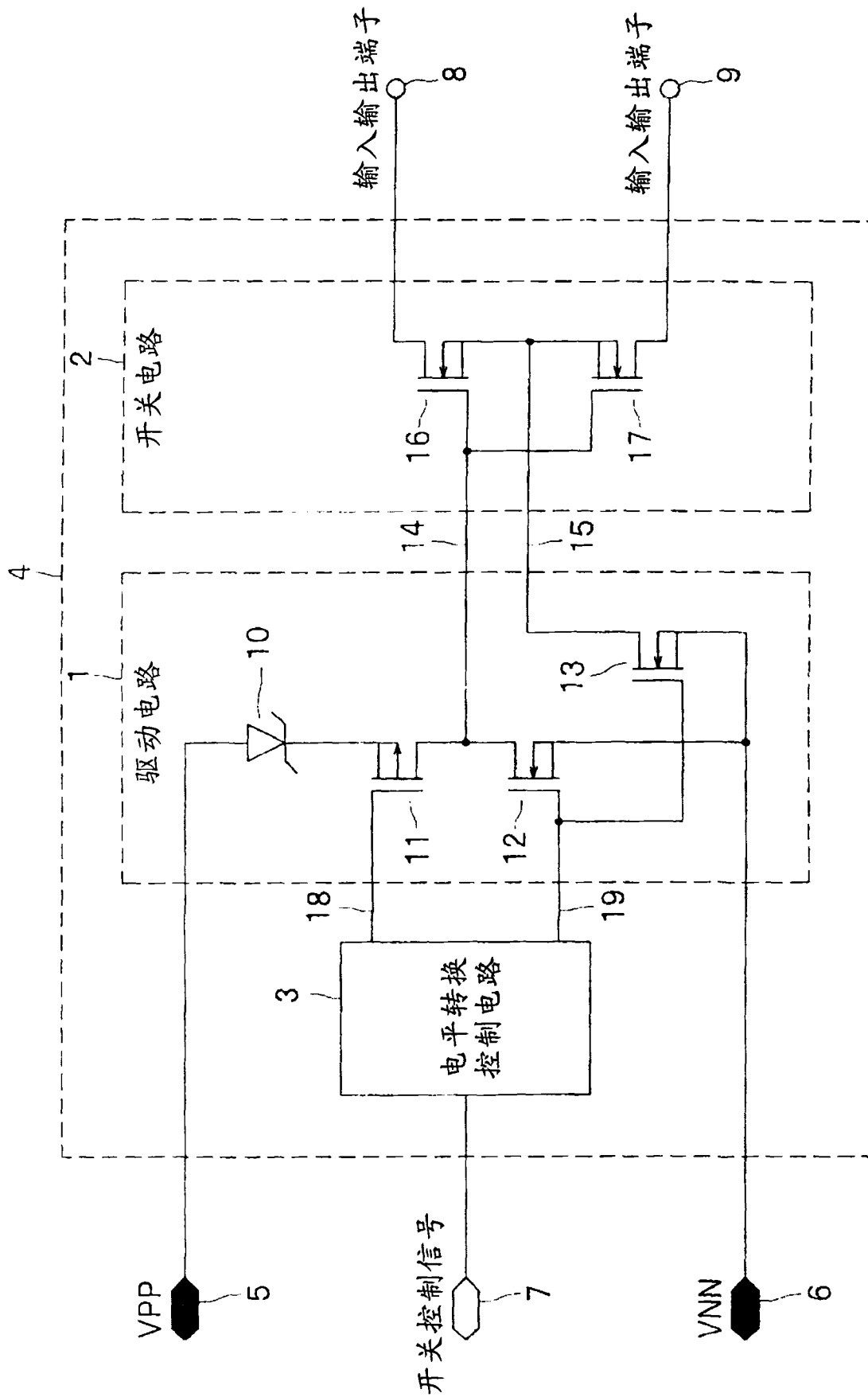


图 1

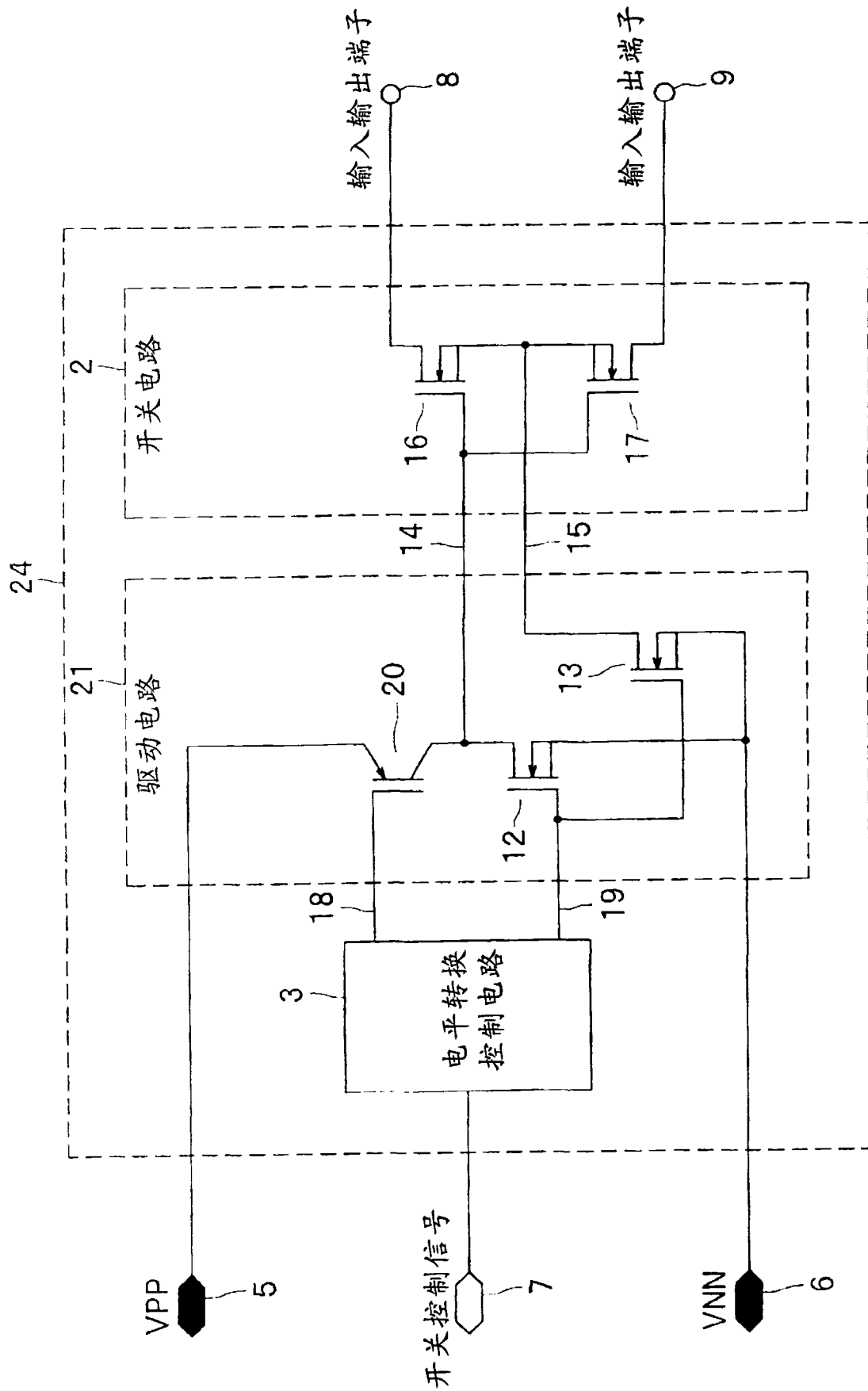


图 2

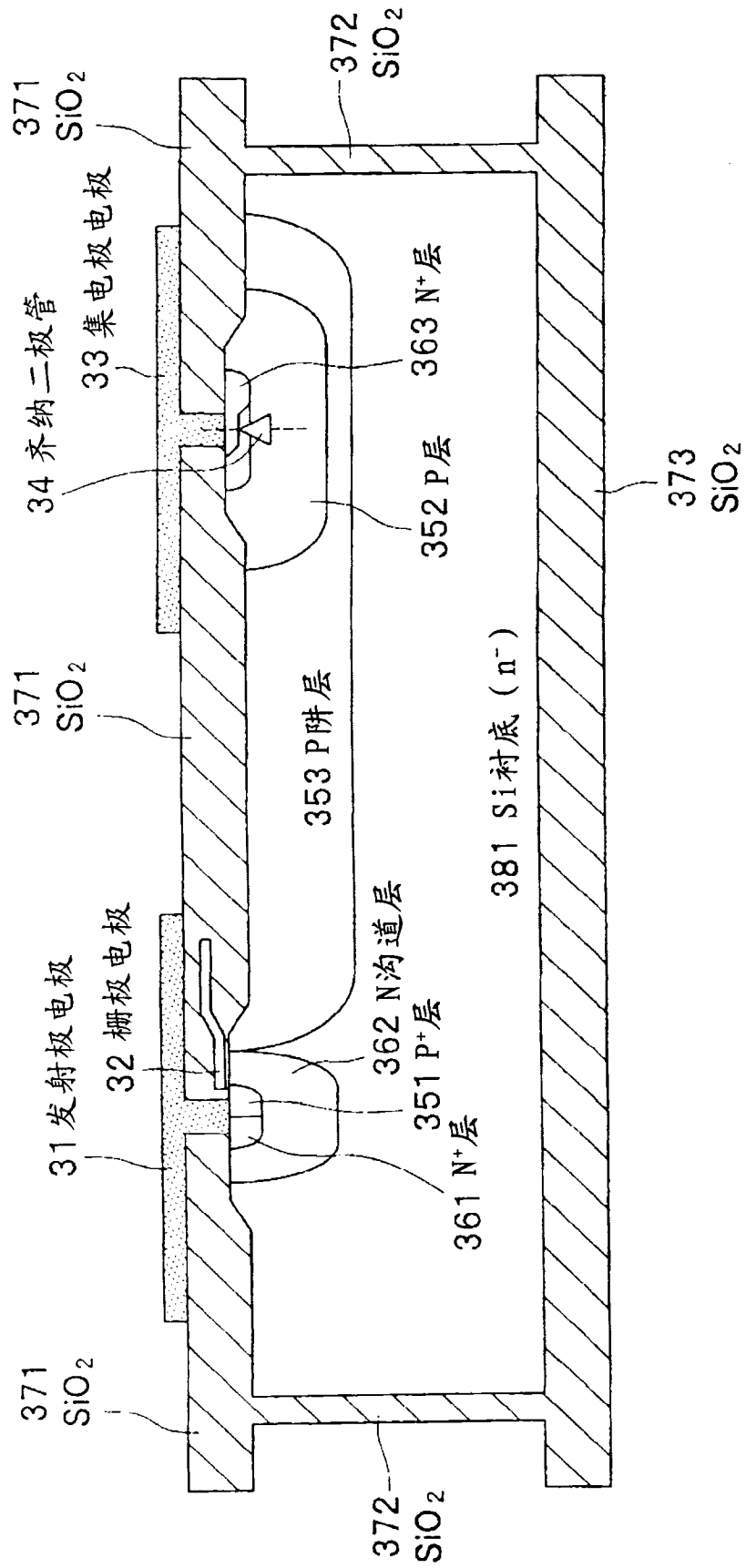


图 3

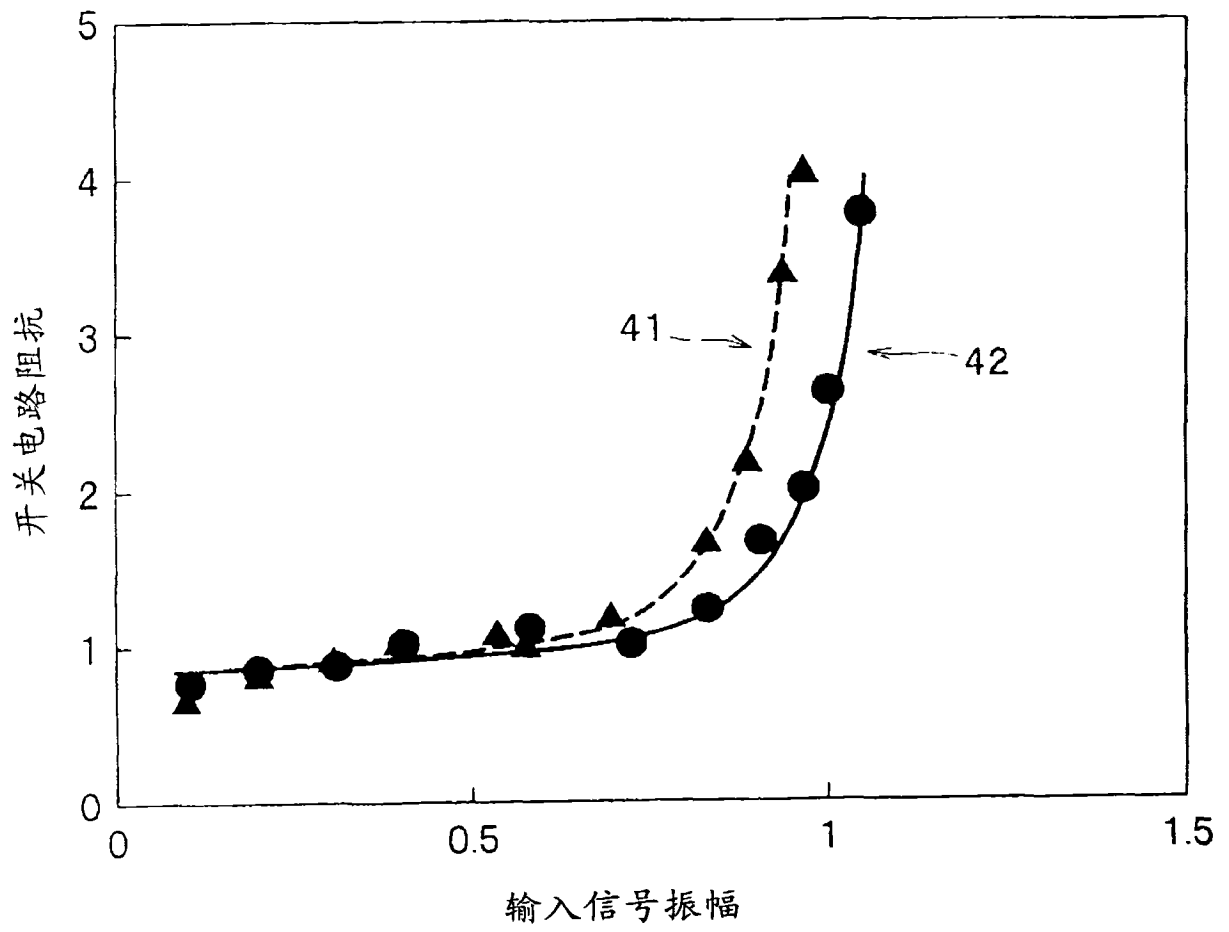


图 4

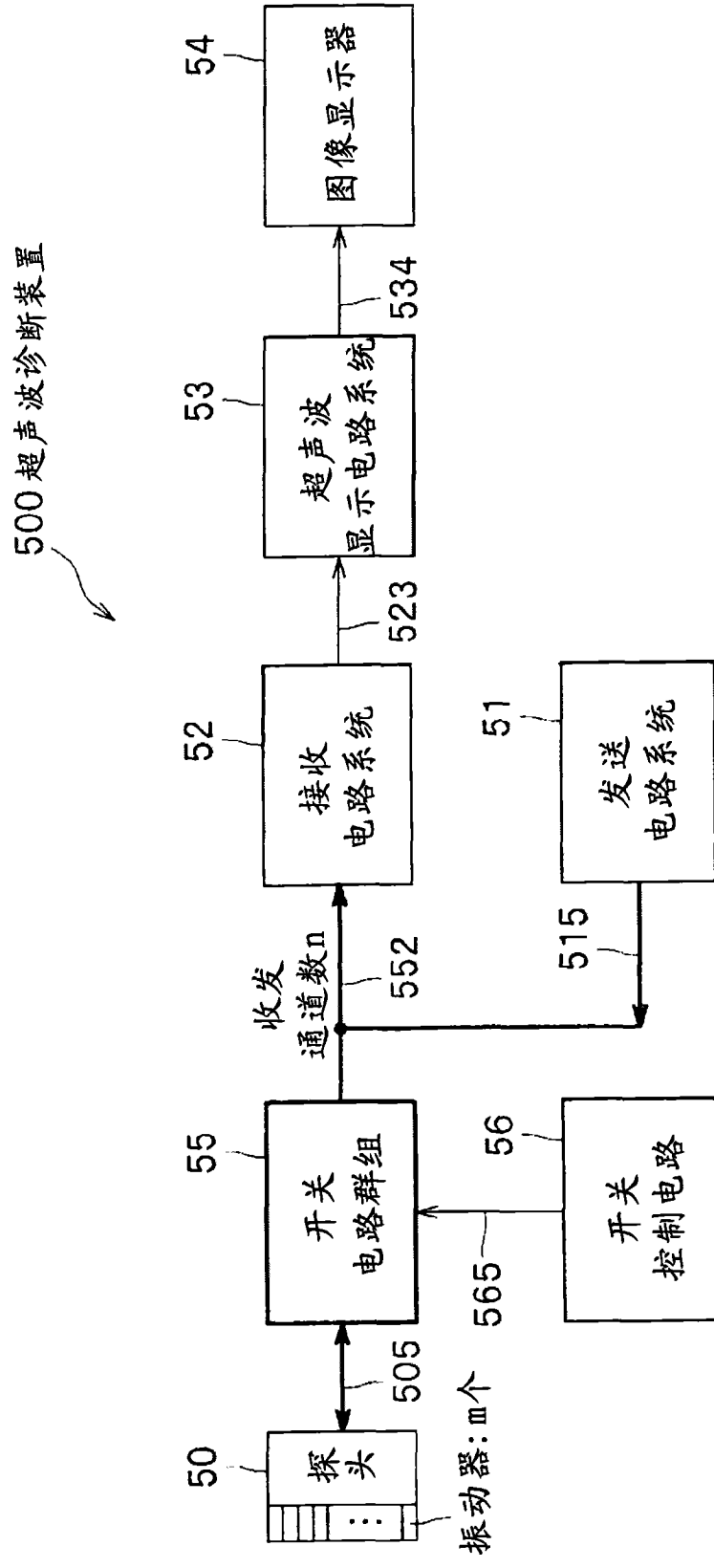


图 5

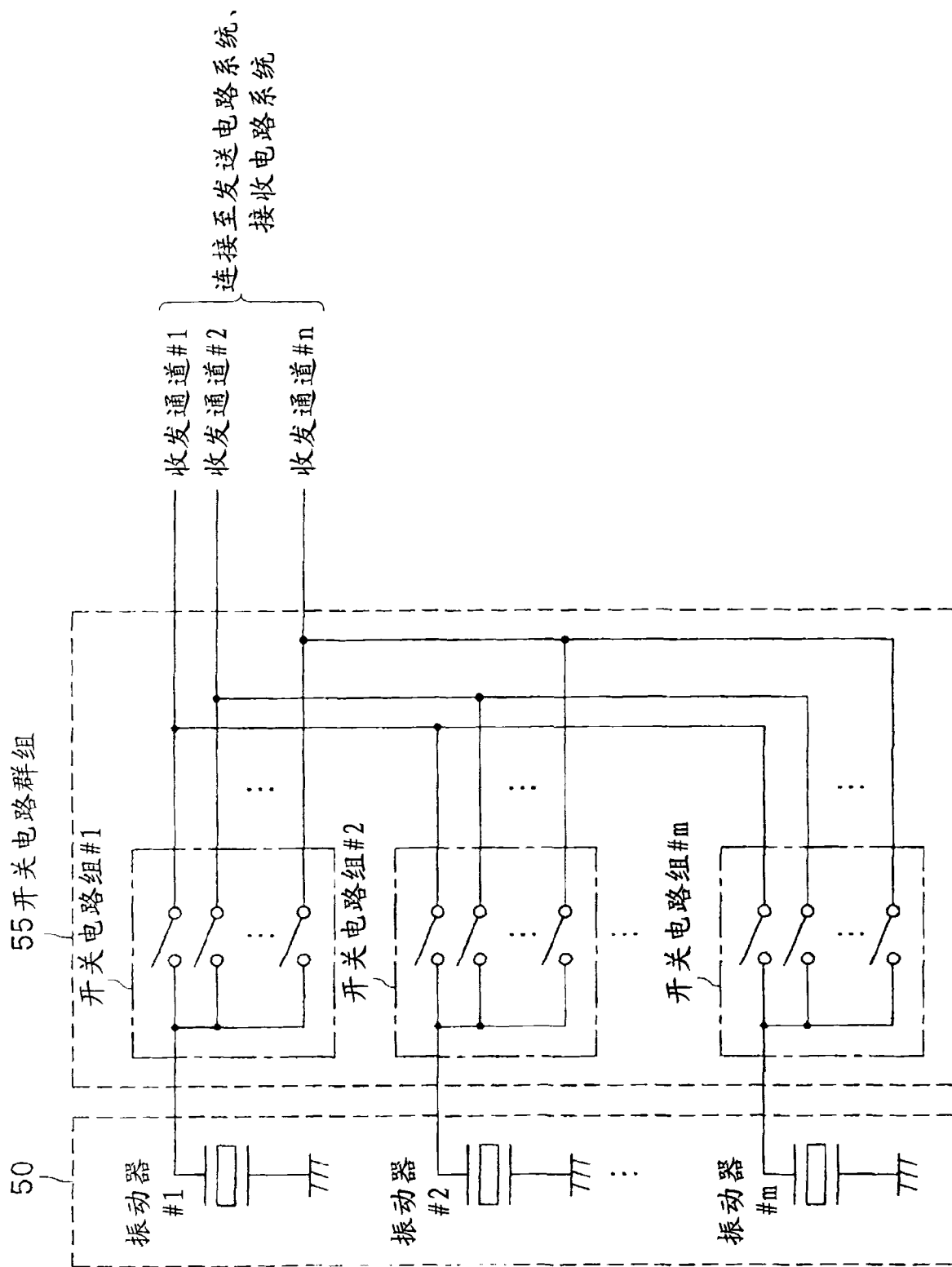


图 6

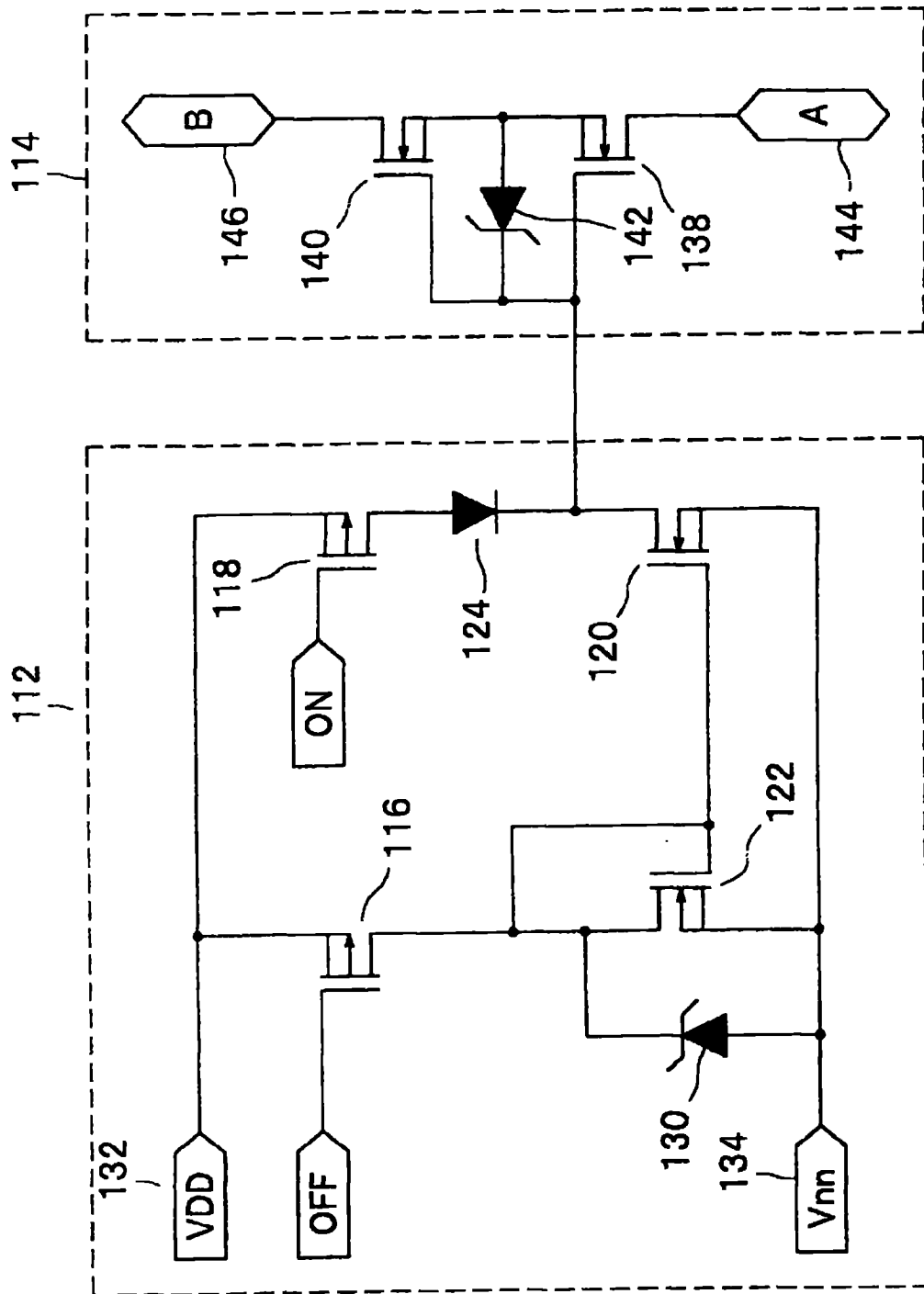


图 7

专利名称(译)	半导体装置、以及使用该半导体装置的超声波诊断装置		
公开(公告)号	CN102545860A	公开(公告)日	2012-07-04
申请号	CN201110339574.8	申请日	2011-10-28
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	原贤志 坂野顺一		
发明人	原贤志 坂野顺一		
IPC分类号	H03K17/567 A61B8/00		
CPC分类号	H03K17/6874 H03K17/102 H03K17/063 H03K17/08104		
代理人(译)	许静		
优先权	2010241711 2010-10-28 JP		
其他公开文献	CN102545860B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供具有良好的线性特性，且功率损失小的双向模拟开关的半导体装置，并且提供具有高检测精度的超声波诊断装置。所述内置有可双向接通或者断开的开关电路和所述开关电路的驱动电路的双向模拟开关的半导体装置中，所述驱动电路与第一以及第二电源连接，所述第一电源电压为施加在所述开关电路的输入输出端子上的信号的最大电压值以上，所述第二电源电压为施加在所述开关电路的输入输出端子上的信号的最小电压值以下，并且，所述驱动电路在所述第一电源和所述开关电路之间具有串联连接的齐纳二极管和P型MOSFET。另外，所述超声波诊断装置具有所述半导体装置。

