



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101960319 B

(45) 授权公告日 2014. 06. 04

(21) 申请号 200980106535. 4

(22) 申请日 2009. 01. 23

(30) 优先权数据

12/037, 393 2008. 02. 26 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2010. 08. 26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2009/031776 2009. 01. 23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02009/108422 EN 2009. 09. 03

(73) 专利权人 阿莱戈微系统有限责任公司

地址 美国马萨诸塞州

(72) 发明人 M·C·杜古 G·蒙雷亚尔

W·P·泰勒

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 陈松涛 夏青

(51) Int. Cl.

G01R 33/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 200986484 Y, 2007. 12. 05, 全文.

CN 1501093 A, 2004. 06. 02, 全文.

EP 1637898 A1, 2006. 03. 22, 全文.

审查员 齐爽

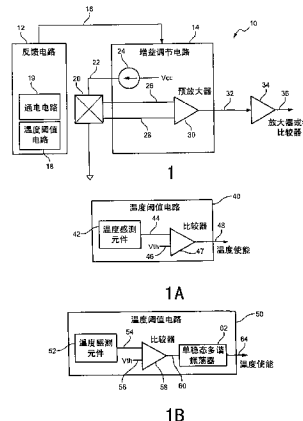
权利要求书5页 说明书16页 附图12页

(54) 发明名称

具有自动灵敏度调节的磁场传感器

(57) 摘要

本发明公开一种磁场传感器,所述磁场传感器具有磁场感测元件并且还具有用于提供增益调节信号以影响与所述磁场感测元件相关联的灵敏度的反馈电路。在一些结构中,所述反馈电路可以包括用于感测其上设置有所述磁场传感器的衬底的应变的压电电阻器。利用这些结构,所述反馈电路可以根据所感测的应变生成所述增益调节信号。在其它结构中,所述反馈电路可以生成邻近所述磁场感测元件的脉冲磁场以直接测量所述磁场感测元件的所述灵敏度。利用这些结构,所述反馈电路能够根据所感测的灵敏度生成所述增益调节信号。



1. 一种磁场传感器,包括:

由衬底支撑的磁场感测元件,所述磁场感测元件用于生成包括磁场响应信号部分的输出信号,其中,所述磁场响应信号部分具有对于第一磁场的灵敏度;

反馈电路,所述反馈电路包括:

由所述衬底支撑并且邻近所述磁场感测元件的电流导体,所述电流导体用于生成第二磁场;以及

增益计算电路,配置为响应于所述第二磁场而生成增益调节信号,其中,所述增益计算电路包括采样保持电路,所述采样保持电路配置为在使能信号有效时对通过放大所述输出信号而获得的信号进行采样以生成所述增益调节信号并且在所述使能信号无效时保持所述增益调节信号;以及

增益调节电路,所述增益调节电路由所述衬底支撑并且具有耦合成接收所述增益调节信号的增益调节节点,其中,所述增益调节电路配置为响应于所述增益调节信号来调节所述磁场响应信号部分的所述灵敏度。

2. 根据权利要求1所述的磁场传感器,其中,由所述磁场感测元件生成的所述输出信号包括所述磁场响应信号部分以及响应于所述第二磁场并且与所述增益调节信号相关的增益调节信号相关部分,其中,所述增益调节信号相关部分包括AC信号分量,其中,所述磁场传感器还包括耦合到所述磁场感测元件并且配置为将所述增益调节信号相关部分与所述磁场响应信号部分分离的滤波器电路。

3. 根据权利要求2所述的磁场传感器,其中,所述反馈电路还包括:

具有电流发生器电路输出节点的电流发生器电路,在所述电流发生器电路输出节点处生成电流脉冲,其中,将所述电流导体耦合成接收生成所述第二磁场的所述电流脉冲,其中,所述增益调节信号相关部分的所述AC信号分量与所述电流脉冲的AC信号分量相关。

4. 根据权利要求1所述的磁场传感器,其中,所述磁场感测元件是霍尔效应元件,其中,所述增益调节电路包括耦合到所述霍尔元件的电流发生器,所述电流发生器具有耦合成接收所述增益调节信号的控制节点。

5. 根据权利要求1所述的磁场传感器,其中,所述增益调节电路包括耦合成从所述磁场感测元件接收所述输出信号的放大器,所述放大器具有耦合成接收所述增益调节信号的控制节点。

6. 根据权利要求1所述的磁场传感器,其中,所述反馈电路还包括:

由所述衬底支撑的第二磁场感测元件,其中,所述第二磁场感测元件响应于所述第二磁场,并且其中所述第二磁场感测元件生成与所述增益调节信号相关的输出信号。

7. 根据权利要求1所述的磁场传感器,其中,所述反馈电路还包括:

由所述衬底支撑的第一压电电阻器,所述第一压电电阻器具有第一节点,在所述第一节点处生成第一压电输出信号,其中,所述第一压电输出信号响应于第一方向上的所述衬底的应变并且还响应于所述第二磁场,其中,所述第一压电输出信号与所述增益调节信号相关。

8. 根据权利要求7所述的磁场传感器,其中,所述反馈电路还包括:

由所述衬底支撑的第二压电电阻器,所述第一和第二压电电阻器中的每一个具有各自的主响应轴,其中,所述第一和第二压电电阻器以相对的取向设置使得其各自的主响应轴

基本上垂直,所述第二压电电阻器具有第二节点,在所述第二节点处生成第二压电输出信号,其中,所述第二压电输出信号响应于基本上垂直于所述第一方向的第二方向上的所述衬底的应变并且还响应于所述第二磁场,其中,所述第二压电输出信号还与所述增益调节信号相关,其中,所述增益计算电路包括组合电路,所述组合电路具有耦合成接收与所述第一和第二压电输出信号相关的信号的第一和第二输入节点并且具有组合电路输出节点,在所述组合电路输出节点处生成所述增益调节信号。

9. 根据权利要求8所述的磁场传感器,其中,所述电流导体包括第一和第二电流导体,并且其中所述第二磁场包括第一和第二磁场部分,其中,所述第一压电电阻器响应于所述第一磁场部分并且所述第二压电电阻器响应于所述第二磁场部分。

10. 根据权利要求8所述的磁场传感器,其中,由所述磁场感测元件生成的所述输出信号包括所述磁场响应信号部分以及增益调节信号相关部分,所述增益调节信号相关部分响应于所述第二磁场并且与所述增益调节信号相关,其中,所述增益调节信号相关部分包含AC信号分量,其中,所述磁场传感器进一步包括耦合到所述磁场感测元件并且配置为将所述增益调节信号相关部分与所述磁场响应信号部分分离的滤波器电路。

11. 根据权利要求10所述的磁场传感器,其中,所述反馈电路还包括:

具有电流发生器电路输出节点的电流发生器电路,在所述电流发生器电路输出节点处生成电流脉冲,其中,所述电流导体耦合成接收生成所述第二磁场的所述电流脉冲,其中,所述增益调节信号相关部分的所述AC信号分量与所述电流脉冲的AC信号分量相关。

12. 根据权利要求8所述的磁场传感器,其中,所述磁场感测元件是霍尔效应元件,其中,所述增益调节电路包括耦合到所述霍尔元件的电流发生器,所述电流发生器具有耦合成接收所述增益调节信号的控制节点。

13. 根据权利要求8所述的磁场传感器,其中,所述增益调节电路包括耦合成从所述磁场感测元件接收所述输出信号的放大器,所述放大器具有耦合成接收所述增益调节信号的控制节点。

14. 根据权利要求1所述的磁场传感器,还包括配置为响应于高于温度阈值的温度而生成温度使能信号的温度阈值电路,其中,所述反馈电路的选择部分根据所述温度使能信号的状态打开或者关闭。

15. 根据权利要求1所述的磁场传感器,还包括配置为响应于所述磁场传感器通电而生成通电使能信号的通电电路,其中,所述反馈电路的选择部分根据所述通电使能信号的状态打开或者关闭。

16. 一种磁场传感器,包括:

由衬底支撑的磁场感测元件,所述磁场感测元件用于生成包括磁场响应信号部分的输出信号,其中,所述磁场响应信号部分具有对于第一磁场的灵敏度;

反馈电路,所述反馈电路包括:

由所述衬底支撑的第一压电电阻器,所述第一压电电阻器具有第一节点,在所述第一节点处生成第一压电输出信号,其中,所述第一压电输出信号响应于第一方向上的所述衬底的应变;

由所述衬底支撑的第二压电电阻器,所述第一和第二压电电阻器中的每一个具有各自的主响应轴,其中,所述第一和第二压电电阻器在相对的取向上设置使得它们各自的主响

应轴基本上垂直,所述第二压电电阻器具有第二节点,在该第二节点处生成第二压电输出信号,其中,所述第二压电输出信号响应于基本上垂直于所述第一方向的第二方向上的所述衬底的应变;以及

组合电路,所述组合电路具有耦合成接收与所述第一和第二压电输出信号相关的信号的第一和第二输入节点并且具有输出节点,在所述输出节点处生成增益调节信号;以及

增益调节电路,所述增益调节电路由所述衬底支撑并且具有耦合成接收所述增益调节信号的增益调节节点,其中,所述增益调节电路配置为响应于所述增益调节信号而调节所述磁场响应信号部分的所述灵敏度。

17. 根据权利要求 16 所述的磁场传感器,其中,所述磁场感测元件是霍尔效应元件,其中,所述增益调节电路包括耦合到所述霍尔元件的电流发生器,所述电流发生器具有耦合成接收所述增益调节信号的控制节点。

18. 根据权利要求 16 所述的磁场传感器,其中,所述增益调节电路包括耦合到所述磁场感测元件接收所述输出信号的放大器,所述放大器具有耦合成接收所述增益调节信号的控制节点。

19. 根据权利要求 16 所述的磁场传感器,其中,所述反馈电路还包括:

第一电流发生器,所述第一电流发生器耦合到所述第一压电电阻器并且用于生成通过所述第一压电电阻器的第一电流;以及

第二电流发生器,所述第二电流发生器耦合到所述第二压电电阻器并且用于生成通过所述第二压电电阻器的第二电流。

20. 根据权利要求 19 所述的磁场传感器,其中,根据在所述衬底经历温度漂移时所述第一方向上所述衬底的应变与所述第二方向上所述衬底的应变之间的预期关系来选择所述第一电流与所述第二电流之间的预定关系。

21. 根据权利要求 16 所述的磁场传感器,其中,所述反馈电路还包括:

第一放大器,所述第一放大器耦合在所述第一压电电阻器与所述组合电路之间并且具有第一增益;以及

第二放大器,所述第二放大器耦合在所述第二压电电阻器与所述组合电路之间并且具有第二增益。

22. 根据权利要求 21 所述的磁场传感器,其中,根据在所述衬底经历温度漂移时所述第一方向上所述衬底的应变与所述第二方向上所述衬底的应变之间的预期关系来选择所述第一增益与所述第二增益之间的预定关系。

23. 根据权利要求 16 所述的磁场传感器,还包括邻近所述第一或者第二压电电阻器中的至少一个的电流导体,所述电流导体用于生成第二磁场,其中,分别由所述第一和第二压电电阻器生成的所述第一和第二压电输出信号进一步响应于所述第二磁场。

24. 根据权利要求 16 所述的磁场传感器,还包括配置为响应于高于温度阈值的温度而生成温度使能信号的温度阈值电路,其中,所述反馈电路的选择部分根据所述温度使能信号的状态打开或者关闭。

25. 根据权利要求 16 所述的磁场传感器,还包括配置为响应于所述磁场传感器通电而生成通电使能信号的通电电路,其中,所述反馈电路的选择部分根据所述通电使能信号的状态打开或者关闭。

26. 一种磁场传感器,包括:

由衬底支撑的磁场感测元件,所述磁场感测元件用于生成包括磁场响应信号部分的输出信号,其中,所述磁场响应信号部分具有对于第一磁场的灵敏度;

反馈电路,所述反馈电路包括:

由所述衬底支撑的电流导体,所述电流导体用于生成第二磁场;

由所述衬底支撑的第二磁场感测元件,其中,所述电流导体邻近所述第二磁场感测元件,并且由所述第二磁场感测元件生成的差分电压信号代表所述第二磁场;以及

增益计算电路,配置为响应于所述第二磁场而生成增益调节信号,其中,根据由所述第二磁场感测元件生成的所述差分电压信号生成所述增益调节信号;以及

增益调节电路,所述增益调节电路由所述衬底支撑并且具有耦合成接收所述增益调节信号的增益调节节点,其中,所述增益调节电路配置为响应于所述增益调节信号来调节所述磁场响应信号部分的所述灵敏度。

27. 一种磁场传感器,包括:

由衬底支撑的磁场感测元件,所述磁场感测元件用于生成包括磁场响应信号部分的输出信号,其中,所述磁场响应信号部分具有对于第一磁场的灵敏度;

反馈电路,所述反馈电路包括:

由所述衬底支撑的电流导体,所述电流导体用于生成第二磁场;

由所述衬底支撑的第一压电电阻器,所述第一压电电阻器具有第一节点,在所述第一节点处生成第一压电输出信号,其中,所述电流导体邻近所述第一压电电阻器,并且所述第一压电输出信号响应于第一方向上的所述衬底的应变并且还响应于所述第二磁场;

增益计算电路,配置为响应于所述第二磁场而生成增益调节信号,其中,所述第一压电输出信号与所述增益调节信号相关;以及

由所述衬底支撑的第二压电电阻器,所述第一和第二压电电阻器中的每一个具有各自的主响应轴,其中,所述第一和第二压电电阻器以相对的取向设置使得其各自的主响应轴基本上垂直,所述第二压电电阻器具有第二节点,在所述第二节点处生成第二压电输出信号,其中,所述第二压电输出信号响应于基本上垂直于所述第一方向的第二方向上的所述衬底的应变并且还响应于所述第二磁场,其中,所述第二压电输出信号还与所述增益调节信号相关,其中,所述增益计算电路包括组合电路,所述组合电路具有耦合成接收与所述第一和第二压电输出信号相关的信号的第一和第二输入节点并且具有组合电路输出节点,在所述组合电路输出节点处生成所述增益调节信号;以及

增益调节电路,所述增益调节电路由所述衬底支撑并且具有耦合成接收所述增益调节信号的增益调节节点,其中,所述增益调节电路配置为响应于所述增益调节信号来调节所述磁场响应信号部分的所述灵敏度。

28. 根据权利要求 27 所述的磁场传感器,其中,所述电流导体包括第一和第二电流导体,并且其中所述第二磁场包括第一和第二磁场部分,其中,所述第一压电电阻器响应于所述第一磁场部分并且所述第二压电电阻器响应于所述第二磁场部分。

29. 根据权利要求 27 所述的磁场传感器,其中,由所述磁场感测元件生成的所述输出信号包括所述磁场响应信号部分以及增益调节信号相关部分,所述增益调节信号相关部分响应于所述第二磁场并且与所述增益调节信号相关,其中,所述增益调节信号相关部分包

含 AC 信号分量,其中,所述磁场传感器进一步包括耦合到所述磁场感测元件并且配置为将所述增益调节信号相关部分与所述磁场响应信号部分分离的滤波器电路。

30. 根据权利要求 29 所述的磁场传感器,其中,所述反馈电路还包括:

具有电流发生器电路输出节点的电流发生器电路,在所述电流发生器电路输出节点处生成电流脉冲,其中,所述电流导体耦合接收生成所述第二磁场的所述电流脉冲,其中,所述增益调节信号相关部分的所述 AC 信号分量与所述电流脉冲的 AC 信号分量相关。

31. 根据权利要求 27 所述的磁场传感器,其中,所述磁场感测元件是霍尔效应元件,其中,所述增益调节电路包括耦合到所述霍尔元件的电流发生器,所述电流发生器具有耦合接收所述增益调节信号的控制节点。

32. 根据权利要求 27 所述的磁场传感器,其中,所述增益调节电路包括耦合从所述磁场感测元件接收所述输出信号的放大器,所述放大器具有耦合接收所述增益调节信号的控制节点。

具有自动灵敏度调节的磁场传感器

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及磁场传感器,更具体而言,涉及具有用于感测和调节磁场传感器对于磁场的灵敏度的电路的磁场传感器。

背景技术

[0002] 磁场传感器采用通常耦合到各种电子电路并且全部设置在公共衬底上方的各种类型的磁场感测元件,例如霍尔效应元件和磁阻元件。磁场感测元件(以及磁场传感器)可以通过各种性能特性进行表征,所述各种性能特性中的一种是灵敏度,可以按照输出信号幅值对磁场感测元件所暴露到的磁场来表示灵敏度。

[0003] 已经知道,磁场感测元件的灵敏度并且因此磁场传感器的灵敏度相对于多个参数变化。例如,灵敏度可以相对于磁场感测元件的温度变化而变化。对于另一示例,灵敏度可以相对于施加在其上方设置有磁场感测元件的衬底上的应变变化。这样的应变可以在制造包含衬底的集成电路时施加到衬底上。例如,可以通过固化用于形成衬底的封装,例如塑料封装的模制化合物引起的应力来施加该应变。

[0004] 应该意识到,磁场传感器的温度变化能够直接导致温度变化引起的灵敏度变化。然而,磁场传感器的温度变化还能够间接导致其中温度将应变给予到其上方设置有磁场感测元件的衬底上的灵敏度变化。

[0005] 磁场传感器以及磁场感测元件的灵敏度变化是不期望的。

发明内容

[0006] 包括磁场感测元件的磁场传感器能够直接或者间接测量磁场感测元件的灵敏度,并且能够相应地调节磁场传感器的灵敏度。因此,磁场传感器维持对于磁场的灵敏度,该磁场在存在温度漂移(excursion)或者在制造步骤中通常是不可变的,该温度漂移和制造步骤否则会趋于改变磁场传感器的灵敏度。

[0007] 根据本发明的一方面,一种磁场传感器包括由衬底支撑的磁场感测元件。所述磁场感测元件用于生成包括磁场响应信号部分的输出信号。所述磁场响应信号部分具有对于第一磁场的灵敏度。所述磁场传感器还包括反馈电路,所述反馈电路包括由所述衬底支撑并且邻近所述磁场感测元件的电流导体。所述电流导体用于生成第二磁场。所述反馈电路还包括配置为响应于所述第二磁场而生成增益调节信号的增益计算电路。所述磁场传感器还包括由所述衬底支撑并且具有耦合成接收所述增益调节信号的增益调节节点的增益调节电路。所述增益调节电路配置为响应于所述增益调节信号而调节所述磁场响应信号部分的所述灵敏度。

[0008] 根据本发明的另一方面,一种磁场传感器包括由衬底支撑的磁场感测元件。所述磁场感测元件用于生成包括磁场响应信号部分的输出信号。所述磁场响应信号部分具有对于第一磁场的灵敏度。所述磁场传感器还包括反馈电路。所述反馈电路包括由所述衬底支撑的第一压电电阻器。所述第一压电电阻器具有节点,在所述节点处生成第一压电输出信

号。所述第一压电输出信号响应于所述衬底在第一方向上的应变。所述反馈电路还包括由所述衬底支撑的第二压电电阻器。所述第一和第二压电电阻器中的每一个具有各自的主响应轴 (primary response axis), 其中所述第一和第二压电电阻器在相对的取向上设置使得它们各自的主响应轴基本上垂直。所述第二压电电阻器具有节点, 在所述节点处生成第二压电输出信号。所述第二压电输出信号响应于所述衬底在基本上垂直于所述第一方向的第二方向上的应变。所述反馈电路还包括具有耦合成接收与所述第一和第二压电输出信号相关的信号的第一和第二输入节点并且具有输出节点的组合电路, 在所述输出节点处生成增益调节信号。所述磁场传感器还包括由所述衬底支撑并且具有耦合成接收所述增益调节信号的增益调节节点的增益调节电路。所述增益调节电路配置为响应于所述增益调节信号而调节所述磁场响应信号部分的所述灵敏度。

附图说明

[0009] 根据下面附图的详细说明, 可以更加充分地理解本发明的前述特征以及本发明本身, 在附图中:

[0010] 图 1 是具有耦合到增益调节电路的磁场感测元件的电路的方框图, 所述磁场感测元件在这里是霍尔效应元件, 其中, 将所述增益调节电路耦合到反馈电路, 所述反馈电路用于提供增益调节信号以调节增益调节电路的增益, 其中, 在一些实施例中, 所述反馈电路包括温度阈值电路和 / 或通电 (power-on) 电路;

[0011] 图 1A 是示出了能够用作图 1 的温度阈值电路的温度阈值电路的示例性实施例的方框图;

[0012] 图 1B 是示出了能够用作图 1 的温度阈值电路的温度阈值电路的另一示例性实施例的方框图;

[0013] 图 1C 是示出了能够用于代替图 1 的通电电路和温度阈值电路的组合通电温度阈值电路的方框图;

[0014] 图 2 是图 1 的电路的特定实施例的方框图, 其中, 所述反馈电路包括两个压电电阻器, 并且其中所述增益调节电路包括增益可调节预放大器;

[0015] 图 2A 是图 1 的电路的另一特定实施例的方框图, 其中, 所述反馈电路包括两个压电电阻器, 并且其中所述增益调节电路包括耦合到所述霍尔效应元件的可调节电流源;

[0016] 图 3 是图 1 的电路的另一特定实施例的方框图, 其中, 所述反馈电路包括邻近所述霍尔效应元件的导体, 并且其中所述增益调节电路包括增益可调节预放大器;

[0017] 图 3A 是图 1 的电路的另一特定实施例的方框图, 其中, 所述反馈电路包括邻近所述霍尔效应元件的导体, 并且其中所述增益调节电路包括耦合到所述霍尔效应元件的可调节电流源;

[0018] 图 3B 是图 1 的电路的另一特定实施例的方框图, 其中, 所述反馈电路包括第二霍尔效应元件并且其中所述增益调节电路包括耦合到所述霍尔效应元件的可调节电流源;

[0019] 图 4 是图 1 的电路的另一特定实施例的方框图, 其中, 所述反馈电路包括两个压电电阻器并且还包括邻近每一个压电电阻器的各自导体, 并且其中所述增益调节电路包括耦合到所述霍尔效应元件的可调节电流源;

[0020] 图 4A 是图 1 的电路的另一特定实施例的方框图, 其中, 所述反馈电路包括两个压

电电阻器并且还包括邻近每一个压电电阻器的各自导体,并且其中所述增益调节电路包括耦合到所述霍尔效应元件的可调节电流源;

[0021] 图 4B 是图 1 的电路的另一特定实施例的方框图,其中,所述反馈电路包括两个压电电阻器并且还包括邻近所述霍尔效应元件的导体,并且其中所述增益调节电路包括耦合到所述霍尔效应元件的可调节电流源;

[0022] 图 5 是示出了与两个压电电阻器相关的磁场感测元件的方框图;

[0023] 图 6 是示出了磁场感测元件以及邻近所述磁场感测元件的电流导体的方框图;

[0024] 图 7 是示出了磁场感测元件、两个压电电阻器以及邻近每一个压电电阻器的各自导体的方框图;并且

[0025] 图 8 是示出了磁场感测元件以及形成在所述磁场感测元件周围的多个环路中的电流导体的方框图。

具体实施方式

[0026] 在描述本发明之前,解释一些说明性概念和术语。如这里所使用的,术语“磁场传感器”用于描述包括“磁场感测元件”的电路。在包括但是并不限于感测通过电流在电流导体中流动生成的磁场的电流传感器、感测铁磁对象的接近的磁开关、感测例如环形磁体的磁畴的经过铁磁物体的旋转检测器、以及感测磁场的磁场密度的磁场传感器的各种应用中使用磁场传感器。在这里,术语“磁场传感器”与短语“用于感测磁场的电路”同义使用。

[0027] 尽管下面将磁场感测元件示出和描述为霍尔效应元件,但是在其它结构中,所述磁场感测元件可以是但是并不局限于霍尔效应元件、磁阻元件或者磁敏晶体管。如所公知的,存在不同类型的霍尔效应元件,例如平面霍尔元件以及垂直霍尔元件。并且还公知,存在不同类型的磁阻元件,例如巨磁阻 (GMR) 元件、各向异性磁阻元件 (AMR)、隧穿磁阻 (TMR) 元件以及磁隧道结 (MTJ)。

[0028] 如这里所使用的,术语“压电电阻器”用于描述具有与压电电阻器的应变相关的电阻的电路元件。传统的压电电阻器是公知的。然而将很明显,在下面描述的一些结构中,压电电阻器还能够具有与压电电阻器经历的磁场相关的电阻,并且通过这种方式,也能够用作所谓的“磁致电阻器”。为了使下面描述的压电电阻器具有与应变和磁场均相关的电阻,可以将该压电电阻器制造得比传统压电电阻器更大(例如,更长),以改善压电电阻器对于磁场的灵敏度。然而,如这里所使用的,术语“压电电阻器”还包括传统的磁阻元件。

[0029] 参考图 1,用于感测磁场的示例性电路 10 包括磁场感测元件 20,在这里是霍尔效应元件。将霍尔效应元件 20 耦合到从电流源 24 接收驱动电流 22 并且霍尔效应元件 20 用于生成耦合到增益调节电路 14 的差分霍尔电压信号 26、28。增益调节电路 14 包括电流源 24 并且还包括预放大器 30。预放大器 30 用于放大差分输入信号 26、28 并且生成放大信号 32。电路 10 还可以包括另一电路元件 34,其在一些结构中是(线性)放大器,并且在其它结构中是比较器。

[0030] 电路 10 还包括反馈电路 12,反馈电路 12 用于直接或者间接感测霍尔效应元件 20 的灵敏度。所述反馈电路用于生成耦合到增益调节电路的增益调节信号 16。

[0031] 在操作中,可以将电流源 24 或者预放大器 30 中的任一个(或者二者)用作增益调节元件,其能够响应于增益调节信号 16 来影响放大信号 32 的幅值。

[0032] 在一些实施例中,反馈电路 12 可以包括温度阈值电路 18。在一些实施例中,反馈电路 12 还可以包括通电电路 19。

[0033] 温度阈值电路 18 用于影响增益调节信号 16,例如使得增益调节信号 16 仅在其上设置有电路 10 的衬底的温度达到温度阈值以上的温度时控制增益调节电路 14 的增益。

[0034] 通电电路 18 也用于影响增益调节信号 16,例如使得增益调节信号 16 仅在向电路 10 施加功率之后的短暂时间段中控制增益调节电路 14 的增益。

[0035] 现在参考图 1A,示例性温度阈值电路 40 可以与图 1 的温度阈值电路 18 相同或者类似。温度阈值电路 40 可以包括配置为响应于其上设置有温度感测元件 42 的衬底的温度而生成温度信号 44 的温度感测元件 42。将比较器 47 耦合接收温度信号 44 并且将该温度信号 44 与阈值信号 46 进行比较。比较器 47 用于生成温度使能信号 48,其例如能够在温度信号 44 低于温度阈值信号 46 时具有第一状态并且在温度信号 44 高于温度阈值信号 46 时具有第二状态。

[0036] 现在参考图 1B,另一示例性温度阈值电路 50 能够与图 1 的温度阈值电路 18 相同或者类似。温度阈值电路 50 可以包括配置为响应于其上设置有温度感测元件 52 的衬底的温度而生成温度信号 54 的温度感测元件 52。将比较器 58 耦合接收温度信号 54 并且将温度信号 54 与阈值信号 56 进行比较。比较器 58 用于生成比较信号 60,其例如能够在温度信号 54 低于温度阈值信号 56 时具有第一状态并且在温度信号 54 高于温度阈值信号 56 时具有第二状态。温度阈值电路 50 还可以包括耦合接收比较信号 60 并且用于生成温度使能信号 64 的单稳态多谐振荡器 62。

[0037] 在操作中,温度使能信号 64 是在温度信号 54 与温度阈值信号 56 的值交叉的时刻或者该时刻附近开始并且在由单稳态多谐振荡器 62 的特性确定的时刻结束的脉冲信号。在一些结构中,脉冲信号 64 具有大约一毫秒的持续时间。

[0038] 应该意识到,图 1A 的电路 40 能够生成作为基本静态信号的温度使能信号 48,而图 1B 的电路 50 能够生成作为脉冲信号的温度使能信号 48。

[0039] 现在参考图 1C,组合的通电和温度阈值电路 700 在通电时刻并且还在温度漂移时刻提供使能信号 742 的状态改变。电路 700 包括通电电路 702,通电电路 702 用于生成表示例如图 1 的电路 10 的电路的通电的电信号 704。

[0040] 能够用作图 1 的通电电路 19 或者图 1C 的通电电路 702 的通电电路是公知的,因此不再进一步描述。然而应该意识到,在一些实施例中,通电电路 19、702 能够生成基本静态的通电使能信号,并且在其它实施例中能够在向例如图 1 的电路 10 的电路施加功率的时刻附近生成作为脉冲信号的通电使能信号。

[0041] 电路 700 还包括耦合接收通电信号 704 的单稳态多谐振荡器 706,并且单稳态多谐振荡器 706 用于生成具有预定周期的通电二进制脉冲信号 708。通电二进制脉冲信号 708 耦合用于生成二进制采样信号 716 的或门 714。

[0042] 电路 700 还包括温度感测元件 744,温度感测元件 744 用于生成表示例如图 1 的电路 10 的电路的温度的温度信号 746。通过采样保持电路 748 接收温度信号 746,采样保持电路 748 在二进制采样信号 716 的一种状态期间对温度信号 746 进行采样,在二进制采样信号 716 的其它状态期间导致保持温度信号 750。

[0043] 将偏移电路 (offset circuit) 718 耦合接收所述保持温度信号 750。在一种结

构中,偏移电路 718 包括分别耦合生成正偏移保持温度信号 720 和负偏移保持温度信号 726 的第一和第二电压源 722、724。显而易见的是,正偏移保持温度信号 720 是高于保持温度信号 750 的例如一百毫伏的预定量,并且负偏移保持温度信号 726 是低于保持温度信号 750 的例如一百毫伏的预定量。然而,在一些其它结构中,第一和第二电压源 722、724 可以不同,导致正偏移保持温度信号 720 和负偏移保持温度信号 726 与保持温度信号 750 偏离不同的预定量。

[0044] 由窗口比较器 730 接收正偏移保持温度信号 720 和负偏移保持温度信号 726。利用各种拓扑配置窗口比较器并且所示的拓扑只是代表性的。还耦合窗口比较器 730 以接收温度信号 746。

[0045] 在操作中,窗口比较器 730 用于在温度信号 752 转变到由正偏移保持温度信号 720 和负偏移保持温度信号 726 的边界限定的窗口外侧时生成二进制窗口比较器输出信号 742 的状态变化。通过这种方式,二进制窗口比较器输出信号 742 表示温度感测元件 744 经历了温度漂移。

[0046] 显而易见的是,二进制窗口比较器输出信号 742 还在电路 700 的通电时刻附近具有状态变化。在通电时,温度信号 752 能够快速达到代表温度的值,而正偏移保持温度信号 720 和负偏移保持温度信号 726 能够更加慢速地接近稳态值。因此,一开始,在通电时,二进制窗口比较器输出信号 742 可以例如是高。随着正偏移保持温度信号 720 和负偏移保持温度信号 726 达到更加稳态的值,二进制窗口比较器输出信号 742 可以转变到低状态。

[0047] 而且,在操作中,在温度信号 746 转变到由正偏移保持温度信号 720 和负偏移保持温度信号 726 的边界限定的窗口外侧的任意时刻,二进制窗口比较器输出信号 742 改变状态。

[0048] 二进制窗口比较器输出信号 742 可以在随后的图中示出的电路中用作“使能”信号。如下所述,用于感测磁场的电路的增益调节,即增益校准,可以在使能信号 742 的高状态期间或者可选地在该使能信号 742 的低状态期间发生。从上述讨论应该理解,使能信号 742 可以用于在通电时刻或者通电时刻附近以及在由温度感测元件 744 感测的温度漂移时刻或者该温度漂移附近初始化这样的校准。

[0049] 如这里所使用的,术语“使能”信号用于指温度使能信号、通电使能信号或者上述二者的组合。

[0050] 将使能信号 742 耦合到另一单稳态多谐振荡器 712,所述另一单稳态多谐振荡器 712 生成温度漂移二进制脉冲信号 710。温度漂移二进制脉冲信号 710 也通过或门 714 接收,导致在使能信号 742 由于温度漂移而具有状态变化时位于二进制采样信号 748 内的另一脉冲。

[0051] 显而易见的是,由温度漂移产生的脉冲二进制采样信号 716 导致保持温度信号 750 具有新值,因此由正偏移保持温度信号 720 和负偏移保持温度信号 726 的边界限定的窗口具有位于保持温度信号 750 周围的新位置。因而,使能信号 742 改变回到其初始状态。

[0052] 通过这种方式,不仅通电条件导致使能信号 742 的暂时高状态,而且温度感测元件 744 经历的温度漂移也导致使能信号 742 的暂时高状态。因而,使能信号 742 能够使下面描述的任意电路在通电时并且在经历预定的温度漂移时自动校准(例如,增益调节)。该温度漂移或者是正温度漂移或者是负温度漂移。

[0053] 现在参考图 2,用于感测磁场的电路 70 可以与图 1 的电路 10 相同或者类似,并且可以包括反馈电路 72,该反馈电路 72 可以与图 1 的反馈电路 12 相同或者类似。下面将更加充分地描述反馈电路 72。

[0054] 电路 70 包括磁场感测元件 108,这里是霍尔效应元件。将霍尔效应元件 108 耦合接收来自电流源 110 的驱动电流信号 112 并且该霍尔效应元件 108 用于生成耦合到预放大器 118 的差分霍尔电压信号 114、116。预放大器 118 用作具有响应于由反馈电路 72 生成的增益调节信号 106 的增益的增益调节元件。预放大器 118 用于放大差分输入信号 114、116 并且生成放大信号 120。电路 70 还可以包括耦合接收放大信号 120 并且用于生成输出信号 124 的另一电路元件 122。在一些结构中,电路元件 122 是(线性)放大器,并且在其它结构中,电路元件 122 是比较器。

[0055] 反馈电路 72 分别可以包括第一和第二压电电阻器 80、86。应该意识到,压电电阻器是具有相对于该压电电阻器经历的应变改变的电阻的电路元件。如上所述,在其上设置有电路 70 的衬底经历温度漂移时,或者在衬底经历某些制造处理步骤时,例如与集成电路主体模制时,衬底会经历应力以及所产生的应变。应变能够影响磁场感测元件 108 的灵敏度。如下面将更加充分描述的,反馈电路 72 并且特别是压电电阻器 80、86 能够测量该应变,并且反馈电路 72 能够生成与该应变相关的反馈信号 106。

[0056] 可以将第一压电电阻器 80 耦合接收从第一电流源 76 接收第一电流信号 78,该第一电流信号 78 生成第一电压信号 78a。反馈电路 72 还可以包括耦合接收第一电压信号 78a 并且用于生成第一放大信号 94 的第一放大器 81。

[0057] 类似地,可以将第二压电电阻器 86 耦合接收从第二电流源 82 接收第二电流信号 84,该第二电流信号 84 生成第二电压信号 84a。反馈电路 72 还可以包括耦合接收第二电压信号 84a 并且用于生成第二放大信号 92 的第二放大器 90。

[0058] 反馈电路 72 可以进一步包括耦合接收分别接收第一和第二放大信号 94、92 并且用于生成输出信号 98 的组合电路 96。在一些结构中,反馈电路 72 包括耦合接收输出信号 98 的采用保持电路 104。可以将采样保持电路 104 耦合接收从脉冲发生器 100 接收脉冲信号 102,该脉冲信号 102 的状态或者转变导致采样保持电路 104 对输出信号 98 进行采样并且相应地生成增益控制信号 106。脉冲发生器 100 能够对使能信号 88 做出响应,该使能信号 88 可以是温度使能信号、通电使能信号或者上述二者的组合。为此,电路 70 可以包括温度阈值电路和/或通电电路中的一个或者两个,这在上面结合图 1-1B 进行描述。然而,为了清晰起见,没有示出温度阈值电路和/或通电电路,仅示出了使能信号 88。

[0059] 从上面的讨论明显可以看出,采样保持电路 104 能够对输出信号 98 进行采样以在温度使能信号或者通电使能信号有效时,例如在电路的温度已经增加超过温度阈值或者在最近已经向电路 70 施加功率时的时刻期间生成增益调节信号 106。相反地,采样保持电路 104 能够在温度使能信号或者通电使能信号无效时,例如在温度从高于温度阈值降低到低于温度阈值时或者在已经向电路 70 施加功率之后的时刻期间能够保持增益调节信号 106。

[0060] 使能信号 88 可以分别由第一和第二电流源 76、82 接收,使该第一和第二电流源 76、82 仅在使能信号 88 有效时生成第一和第二电流信号 78、84。利用这种结构,电路 70 能够在不需要增益调节时,例如在电路 70 的温度没有超过温度阈值时节约功率。

[0061] 在一些结构中,在其上放置有第一和第二压电电阻器 80、86 的衬底上正交地设置

该第一和第二压电电阻器 80、86。利用这种结构,第一电压信号 78a 的值与平行于衬底的主表面的第一方向上的应变相关并且第二电压信号 84a 的值与平行于衬底的主表面并且与所述第一方向正交的第二方向上的应变相关。利用该结构,可以由压电电阻器 80、86 感测平行于衬底的主表面的任意方向上的衬底的应变。

[0062] 在结构中,根据在衬底经历温度漂移时衬底第一方向上的衬底应变与第二方向上的衬底应变之间的期望关系来选择第一电流信号 78 和第二电流信号 84 之间的预定关系。

[0063] 在一些结构中,组合电路 96 提供输出信号 98 以及产生的增益调节信号 106 作为放大信号 94、92 的和。在其它结构中,组合电路 96 提供输出信号 98 以及产生的增益调节信号 106 作为放大信号 94、92 的均方根 (RMS) 和。在再一其它结构中,特别是在磁场感测元件 108 的灵敏度是其上设置有磁场感测元件 108 的衬底的应变的非线性函数的结构中,组合电路 96 能够以其它方式组合放大信号 94、92。

[0064] 在操作中,增益调节信号 106 相对于由压电电阻器 80、86 感测的应变来调节预放大器 118 的增益,趋于在存在应变和温度漂移时将电路 70 的灵敏度保持得比不提供增益调节信号 106 时更加恒定。本领域的普通技术人员将理解衬底的应变与对设置在衬底上的霍尔元件的灵敏度所产生的影响之间的关系。本领域的普通技术人员还将理解衬底的温度与对设置在衬底上的霍尔元件的灵敏度所产生的影响之间的关系。

[0065] 现在参考图 2A,其中将与图 2 类似的元件表示为具有类似的附图标记,用于感测磁场的另一电路 130 可以与图 1 的电路 10 相同或者类似并且能够包括图 2 的反馈电路 72。与图 2 的电路 70 不同,利用响应于增益调节信号 106 生成到霍尔效应元件 108 的可调节电流信号 140 的可调节电流源 136 来提供增益调节。固定的增益预放大器 142 代替图 2 的增益可调节预放大器 118。

[0066] 电路 130 的操作基本与上面结合图 2 描述的操作相同。

[0067] 现在参考图 3,用于感测磁场的电路 150 可以与图 1 的电路 10 相同或者类似,并且能够包括与图 1 的反馈电路 12 相同或者类似的反馈电路 152。下面将更加充分地描述反馈电路 152。

[0068] 电路 150 包括磁场感测元件 166,在这里是霍尔效应元件。将霍尔效应元件 166 耦合到从电流源 190 接收驱动电流信号 192 并且所述霍尔效应元件 166 用于生成耦合到预放大器 198 的差分霍尔电压信号 194、196。预放大器 198 用作具有响应于由反馈电路 152 生成的增益调节信号 186 的增益的增益调节元件。预放大器 198 用于放大差分输入信号 194、196 并且生成放大信号 200。电路 150 还能够包括耦合接收放大信号 200 并且用于生成滤波信号 204 的低通滤波器 202。电路 150 还能够包括耦合接收滤波信号 204 并且用于生成输出信号 208 的另一电路元件 206。在一些结构中,电路元件 206 是 (线性) 放大器,并且在其它结构中,电路元件 206 是比较器。

[0069] 反馈电路 152 可以包括导体 164,这里示出为在霍尔效应元件 166 周围形成环路。可以将导体 164 耦合到从电流源 160 接收电流信号 162。可以将电流源 160 耦合到接收由脉冲发生器 154 生成的脉冲信号 158。脉冲信号 158 可以导致脉冲电流信号 162。在一些结构中,脉冲电流信号具有两种状态,其间基本为零的电流流入导体 164 中的第一状态,以及其间预定的电流流入导体 164 中的第二状态。在一些结构中,第二状态的占空比可以很小,例如在大约百分之一到大约百分之五的范围内。在一些结构中,脉冲电流信号 162 的频

率在大约 25kHz 到 500kHz 的范围内。

[0070] 应该理解,在电流源 160 处于第一状态中并且生成基本为零的电流时,霍尔效应元件 166 仅对打算测量的磁场做出响应,例如将结合电流传感器发现的由经过电流承载导体(或者更加简单地,电流导体)的电流产生的磁场。然而,在电流源 160 处于第二状态中并且生成预定的电流时,霍尔效应元件 166 不仅对打算测量的磁场做出响应,而且还对由经过导体 164 的该预定的电流生成的磁场做出响应。因此,放大信号 200 是代表电路 150 打算测量的磁场的信号以及代表由具有上述电流脉冲的电流信号 162 产生的磁场的脉冲的和。

[0071] 放大信号 200 由用于生成另一放大信号 175 的放大器 178 接收。分别将第一和第二采样保持电路 174、178 耦合接收放大信号 175 并且分别生成第一和第二采样信号 180、192。第一采样保持电路 174 接收脉冲信号 158 并且在脉冲信号 158 的特定状态期间采样,例如在电流信号 162 具有电流脉冲时的时刻进行采样。第二采样保持电路 176 接收由反相器 170 生成的反相脉冲信号 172 并且在反相脉冲信号 172 的特定状态期间采样,例如在电流信号 162 没有电流脉冲时的时刻进行采样。应该意识到,第二采样信号 182 代表电路 150 打算测量的磁场,而第一采样信号 180 代表电路 150 打算测量的磁场以及由具有上述电流脉冲的电流信号 162 产生的磁场。

[0072] 反馈电路 152 可以包括耦合接收第一和第二采样信号 180、182 的组合电路 184。组合电路 184 用于生成耦合到预放大器 198 的增益调节信号 186。在一些结构中,组合电路 184 提供增益调节信号 186 作为第一和第二采样信号 180、182 的差值并且因此仅代表由具有上述电流脉冲的电流信号 162 产生的磁场。利用这种特定的结构,应该理解,增益调节信号 186 直接代表霍尔效应元件 166 对于由上述电流脉冲产生的磁场的灵敏度。

[0073] 如这里所使用的,术语“增益计算电路”用于描述反馈电路 152 中不包括导体 164、电流源 160 或者脉冲发生器 154 的部分。

[0074] 低通滤波器 202 基本去除由上述电流脉冲产生的放大信号 200 中的脉冲,剩下仅代表电路 150 打算测量的磁场的滤波信号 204。应该理解,滤波信号 204 与第二采样信号 182 类似,并且在其它实施例中,可以互换地使用任一信号。因而,将信号 204 示出为利用虚线耦合到组合电路 184。

[0075] 在操作中,增益调节信号 186 与直接测量的霍尔效应元件 164 的灵敏度相关地调节预放大器 198 的增益,趋于在霍尔效应元件 166 的灵敏度中存在应变相关变化,或者在霍尔效应元件 166 的灵敏度中存在其它变化时将电路 150 的灵敏度保持得比不提供增益调节信号 186 时更加恒定。

[0076] 应该意识到,除了由于温度引起的施加到霍尔效应元件 166 上的应变之外,霍尔效应元件 166 的灵敏度会直接受到温度的影响。例如,霍尔效应元件的移动性(mobility)会与温度相关。由于电路 150 直接测量霍尔效应元件 166 的灵敏度,电路 150 用于调节预放大器 198 的增益来解释霍尔效应元件 166 的由任何变化源产生的灵敏度变化。

[0077] 可以将脉冲发生器 154 耦合接收使能信号 156,如上面结合图 2 所描述的,使能信号 156 可以是温度使能信号、通电使能信号或者上述二者的组合。为此,电路 150 可以包括温度阈值电路和/或通电电路中的一个或者两个,这在上面结合图 1-1B 中有所描述。然而,为了清晰起见,没有示出温度阈值电路和/或通电电路,而是仅示出了使能信号 156。

[0078] 现在参考图 3A, 其中将与图 3 类似的元件表示为具有类似的附图标记, 用于感测磁场的另一电路 220 可以与图 1 的电路 10 相同或者类似, 并且能够包括图 3 的反馈电路 152。与图 3 的电路 150 不同, 利用响应于增益调节信号 186 而生成到霍尔效应元件 166 的可调节电流信号 224 的可调节电流源 222 来提供增益调节。固定的增益预放大器 226 代替图 3 的增益可调节预放大器 198。

[0079] 电路 220 的操作基本与上面结合图 3 描述的操作相同。

[0080] 现在参考图 3B, 与图 3 的电路 150 类似, 用于感测磁场的电路 240 通过直接测量霍尔效应元件的灵敏度来实现增益调节。然而, 与电路 150 不同, 用于直接测量灵敏度的元件是第二霍尔效应元件 254, 而不是打算测量磁场的霍尔效应元件 280。

[0081] 电路 240 可以包括反馈电路 242, 该反馈电路 242 可以与图 1 的反馈电路 12 相同或者类似。下面将更加充分地描述反馈电路 242。

[0082] 电路 240 包括磁场感测元件 280, 在这里是霍尔效应元件。将霍尔效应元件 280 耦合到从电流源 276 接收驱动电流信号 278, 并且该霍尔效应元件 280 用于生成耦合到预放大器 286 的差分霍尔电压信号 282、284。预放大器 286 用于生成放大信号 288。电路 240 还可以包括耦合接收放大信号 288 并且用于生成输出信号 290 的另一电路元件 290。在一些结构中, 电路元件 290 是 (线性) 放大器, 并且在其它结构中, 电路元件 290 是比较器。

[0083] 反馈电路 242 可以包括第二磁场感测元件 254, 在这里是霍尔效应元件。将第二霍尔效应元件 254 耦合到从电流源 256 接收驱动电流信号 258 并且该第二霍尔效应元件 254 用于生成耦合到第二预放大器 268 的差分霍尔电压信号 264、266。电流导体 252, 这里示出为线圈, 邻近第二霍尔效应元件 254。电流导体 252 从电流源 246 接收电流信号 250。差分霍尔电压信号 264、266 代表由电流导体 252 生成的磁场并且代表第二霍尔效应元件 254 的灵敏度。在一些结构中, 电路 240 包括邻近第二霍尔效应元件 254 设置的磁屏蔽以降低对除了由电流导体 252 产生的磁场之外的磁场的第二霍尔效应元件 254 的影响。

[0084] 第二预放大器 268 用于生成放大信号 270。反馈电路 242 可以包括耦合接收放大信号 270 并且用于生成增益调节信号 274 的采样保持电路 272。电流源 276 响应于增益调节信号 274 生成作为到霍尔效应元件 280 的可调节电流信号 278 的电流信号 278。

[0085] 在操作中, 增益调节信号 274 调节电流源 276, 趋于在第二霍尔效应元件 254 的灵敏度存在与霍尔效应元件 280 的灵敏度变化相关的变化时将电路 240 的灵敏度保持得比不提供增益调节信号 274 时更加恒定。

[0086] 可以将脉冲发生器 260 耦合接收使能信号 248, 如上面结合图 2 所描述的, 使能信号 248 可以是温度使能信号、通电使能信号或者上述二者的组合。为此, 电路 240 可以包括温度阈值电路和 / 或通电电路中的一个或者多个, 这在上面结合图 1-1B 中有所描述。然而, 为了清晰起见, 没有示出温度阈值电路和 / 或通电电路, 代替地, 仅示出了使能信号 248。

[0087] 使能信号 248 还可以分别由第一和第二电流源 246、256 接收, 使该第一和第二电流源 246、256 仅在使能信号 248 有效时, 即在特定状态中, 生成第一和第二电流信号 250、258。利用这种结构, 电路 240 能够在不需要增益调节时, 例如在电路 240 的温度还没有超出温度阈值时节约功率。

[0088] 尽管将反馈电路 242 示出为利用电流源 276 控制与霍尔效应元件 280 相关联的增

益,但是在其它实施例中,可以将增益调节信号 274 施加到增益可调节预放大器来代替预放大器 286。

[0089] 现在参考图 4,用于感测磁场的电路 300 可以与图 1 的电路 10 相同或者类似,并且可以包括与图 1 的反馈电路 12 相同或者类似的反馈电路 302。下面将更加充分地描述反馈电路 302。

[0090] 电路 300 包括磁场感测元件 352,在这里是霍尔效应元件。将霍尔效应元件 352 耦合到从可调节电流源 348 接收驱动电流信号 350 并且所述霍尔效应元件 352 用于生成耦合到预放大器 358 的差分霍尔电压信号 354、356。可调节电流源 348 对由反馈电路 302 生成的增益调节信号 344 做出响应并且提供差分霍尔电压信号 354、356 的增益调节。预放大器 358 用于生成放大信号 360。电路 300 还可以包括耦合接收放大信号 360 并且用于生成输出信号 364 的另一电路元件 362。在一些结构中,电路元件 362 是(线性)放大器,并且在其它结构中,电路元件 362 是比较器。

[0091] 反馈电路 302 可以分别包括第一和第二压电电阻器 312、320。如上所述,在其上设置有电路 300 的衬底经历温度漂移时,或者在衬底经历某些制造处理步骤时,例如与集成电路主体模制时,衬底可能经历应力以及所产生的应变。应变能够影响磁场感测元件 352 的灵敏度。如下面将更加详细描述,反馈电路 302、并且特别是压电电阻器 312、320 能够测量该应变,并且反馈电路 302 能够生成与该应变相关的反馈信号 344。

[0092] 可以将第一压电电阻器 312 耦合到从第一电流源 308 接收第一电流信号 310,该第一电流信号 310 导致第一电压信号 310a。反馈电路 302 还可以包括耦合接收第一电压信号 310a 并且用于生成第一放大信号 328 的第一放大器 327。

[0093] 类似地,可以将第二压电电阻器 320 耦合到从第二电流源 316 接收第二电流信号 318,该第二电流信号 318 导致第二电压信号 318a。反馈电路 302 还可以包括耦合接收第二电压信号 318a 并且用于生成第二放大信号 332 的第二放大器 330。

[0094] 与图 2 的电路 70 不同,电路 300 可以进一步包括邻近第一和第二压电电阻器 312、320 并且分别串联耦合的第一和第二导体 314、322,这里示出为线圈。应该意识到,主要对应变做出响应的压电电阻器也对磁场做出响应。为此,将导体 314、322 耦合到从电流源 324 接收电流信号 326。经过导体 314、322 的电流信号 326 在压电电阻器 312、320 处产生磁场。因此,应该意识到,第一和第二放大信号 328、332 分别表示第一和第二压电电阻器 312、320 经历的应变,(例如,具有与各自应变成比例变化的电压),并且还分别表示第一和第二压电电阻器 312、320 的磁场响应(即,灵敏度)(例如,具有与电流信号 326 成比例变化的电压)。应该理解,第一和第二压电电阻器 312、320 的磁场灵敏度的变化趋于与磁场感测元件 352 的磁场灵敏度的变化相关。电路 300 趋于比图 2 的电路 70 更加直接地测量磁场灵敏度的变化。

[0095] 反馈电路 302 可以进一步包括耦合分别接收第一和第二放大信号 328、332 并且用于生成输出信号 336 的组合电路 334。在一些结构中,反馈电路 302 包括耦合接收输出信号 336 的采样保持电路 342。可以将采样保持电路 342 耦合到从脉冲发生器 338 接收脉冲信号 340,脉冲信号 340 的状态或者转变导致采样保持电路 342 对输出信号 336 进行采样并且相应地生成增益控制信号 344。脉冲发生器 338 可以对使能信号 306 做出响应,该使能信号 306 可以是温度使能信号、通电使能信号或者上述二者的组合。为此,电路 300 可以包

括温度阈值电路和 / 或通电电路中的一个或者两个,这在上面结合图 1-1B 中有所描述。然而,为了清晰起见,没有示出温度阈值电路和 / 或通电电路,而是仅示出了使能信号 306。

[0096] 从上面的讨论明显可以看出,采样保持电路 342 可以对输出信号 336 进行采样以在温度使能信号或者通电使能信号有效时,例如在电路的温度已经增加到高于温度阈值或者在最近已经向电路 300 施加功率时的时间期间生成增益调节信号 344。相反地,采样保持电路 342 可以在温度使能信号或者通电使能信号无效时,例如在温度从高于温度阈值降低到低于温度阈值时或者在已经向电路 300 施加功率之后的时刻的时间期间保持增益调节信号 344。

[0097] 使能信号 306 还可以不仅由脉冲发生器 306 接收,而且还分别由第一和第二电流源 308、316 接收,并且还由电流源 324 接收,仅在使能信号 306 有效时,即在特定状态中,使第一和第二电流源 308、316 并且还使电流源 324 生成第一和第二电流信号 310、318 并且还生成电流信号 326。利用这种结构,在不需要增益调节时,例如在电路 300 的温度还没有超出温度阈值时的时间,电路 300 能够节约功率。

[0098] 在一些结构中,在其上设置有第一和第二压电电阻器 312、320 的衬底上正交地设置该第一和第二压电电阻器 312、320。利用这种结构,第一电压信号 310a 的值与平行于衬底的主表面的第一方向上的应变相关,并且第二电压信号 318a 的值与平行于衬底的主表面并且与第一方向正交的第二方向上的应变相关。利用这种结构,可以由压电电阻器 312、320 感测在平行于衬底的主表面的任意方向上所述衬底的应变。

[0099] 在一些结构中,组合电路 334 提供输出信号 336 以及产生的增益调节信号 344 作为放大信号 328、332 的和。在其它结构中,组合电路 334 提供输出信号 336 和产生的增益调节信号 344 作为放大信号 328、332 的均方根 (RMS) 和。在再一其它结构中,特别是对于磁场感测元件 352 的灵敏度是其上设置有该磁场感测元件 352 的衬底的应变的非线性函数的结构中,组合电路 334 能够以其它方式组合放大信号 328、332。

[0100] 在操作中,增益调节信号 344 调节电流信号 350,并且因此调节与由第一和第二压电电阻器 312、320 感测的应变相关并且还由第一和第二压电电阻器 312、320 的磁场灵敏度相关的霍尔效应元件 352 的灵敏度,趋于在存在应变和温度漂移时将电路 300 的灵敏度保持得比不提供增益调节信号 344 时更加恒定。

[0101] 尽管将反馈电路 302 示出为通过电流源 348 来控制与霍尔效应元件 352 相关联的增益,但是在其它实施例中,可以将增益调节信号 344 施加到增益可调节预放大器来代替预放大器 358。

[0102] 尽管将导体 314、322 示出为串联耦合并且由电流源 324 驱动,但是在其它结构中,通过电流源 324 并行驱动导体 314、322。在再一其它结构中,通过单独的电流源单独驱动导体 314、322。

[0103] 在一些结构中,电路 300 仅具有电流承载导体 314、322 中的一个。

[0104] 现在参考图 4A,用于感测磁场的电路 400 与图 4 的电路 300 类似,但是以不同的方式对由压电电阻器生成的信号进行操作。电路 400 可以与图 1 的电路 10 相同或者类似,并且可以包括反馈电路 402,反馈电路 402 可以与图 1 的反馈电路 12 相同或者类似。下面将更加充分地描述反馈电路 402。

[0105] 电路 400 包括磁场感测元件 468,在这里是霍尔效应元件。将霍尔效应元件 468 耦

合成从可调节电流源 464 接收驱动电流信号 466 并且所述霍尔效应元件 468 用于生成耦合到预放大器 474 的差分霍尔电压信号 470、472。可调节电流源 464 对由反馈电路 402 生成的增益调节信号 462 做出响应并且提供差分霍尔电压信号 470、472 的增益调节。预放大器 474 用于生成放大信号 476。电路 400 还可以包括耦合接收放大信号 476 并且用于生成输出信号 480 的另一电路元件 478。在一些结构中,电路元件 478 是(线性)放大器,并且在其它结构中,电路元件 478 是比较器。

[0106] 反馈电路 402 可以分别包括第一和第二压电电阻器 412、420。可以将第一压电电阻器 412 耦合合成从第一电流源 408 接收第一电流信号 410,该第一电流信号 410 导致第一电压信号 410a。反馈电路 402 还可以包括耦合合成接收第一电压信号 410a 并且用于生成第一放大信号 426 的第一放大器 424。

[0107] 类似地,可以将第二压电电阻器 420 耦合合成从第二电流源 416 接收第二电流信号 418,该第二电流信号 418 导致第二电压信号 418a。反馈电路 402 还可以包括耦合合成接收第二电压信号 418a 并且用于生成第二放大信号 438 的第二放大器 436。

[0108] 与图 2 的电路 70 不同,但是与图 4 的电路 300 类似,电路 400 可以进一步包括邻近第一和第二压电电阻器 412、420 并且分别串联耦合的第一和第二导体 414、422,在这里表示为线圈。应该意识到,主要对应变做出响应的压电电阻器还对磁场做出响应。为此,将导体 414、422 耦合合成从电流源 458 接收电流信号 459。与图 4 的电流信号 346 不同,电流信号 459 是响应于脉冲发生器 455 的脉冲电流信号。经过导体 414、422 的电流信号 459 在压电电阻器 412、420 处产生磁场。因此,应该意识到,第一和第二放大信号 426、438 分别表示第一和第二压电电阻器 412、420 经历的应变,并且还分别表示第一和第二压电电阻器 312、320 的磁场响应。如上面结合图 4 所描述的,应该理解,第一和第二压电电阻器 412、420 的磁场灵敏度的变化趋于与磁场感测元件 468 的磁场灵敏度的变化相关。电路 400 趋于比图 2 的电路 70 更加直接地测量磁场灵敏度的变化。

[0109] 反馈电路 402 可以进一步包括分别耦合合成接收第一放大信号 426 的第一和第二采样保持电路 428、430 以及分别耦合合成接收第二放大信号 438 的第三和第四采样保持电路 432、434。第一采样保持电路 428 生成第一采样信号 440,第二采样保持电路 430 生成第二采样信号 442,第三采样保持电路 432 生成第三采样信号 446,并且第四采样保持电路 434 生成第四采样信号 448,每一个采样信号由组合电路 460 接收。

[0110] 在电流信号 459 具有等于脉冲电流的值时的时刻,第一和第三采样保持电路 428、432 进行采样。因此,第一和第三采样信号 440、446 分别表示第一和第二压电电阻器 412、420 经历的应变,并且还表示第一和第二压电电阻器 412、420 对于由脉冲电流信号 459 生成的磁场(并且还对于可能存在的任何其它磁场)的磁响应。

[0111] 在电流信号 459 具有基本为零的值时的时刻,第二和第四采样保持电路 430、434 进行采样。因此,第二和第四采样信号 442、448 通常分别仅表示第一和第二压电电阻器 412、420 经历的应变。然而,第二和第四采样信号 442、448 还可以表示可能存在的任何其它磁场。第二和第四采样信号 442、448 代表基线,可以从第一和第三采样信号 440、446 中减去该第二和第四采样信号 442、448 以得到仅代表第一和第二压电电阻器 412、420 对于由脉冲电流信号 459 生成的磁场(并且还对于可能存在的任何其它磁场)的磁场响应。

[0112] 组合电路 460 用于生成增益调节信号 462。脉冲发生器 455 可以对使能信号 406

做出响应,使能信号 406 可以是温度使能信号、通电使能信号或者上述二者的组合。为此,电路 300 可以包括温度阈值电路和 / 或通电电路中的一个或者两个,这在上面结合图 1-1B 中有所描述。然而,为了清晰起见,没有示出温度阈值电路和 / 或通电电路,而是仅示出了使能信号 406。

[0113] 从上面的讨论明显可以看出,利用由脉冲发生器 455 接收的使能信号 406,采样保持电路 428、430、432、434 可以在温度使能信号或者通电使能信号有效时,例如在电路的温度已经增加到高于温度阈值或者在最近已经向电路 400 施加功率时的时间期间进行采样以生成增益调节信号 462。相反地,采样保持电路 428、430、432、434 可以在温度使能信号或者通电使能信号无效时,例如在温度从高于温度阈值降低到低于温度阈值时或者在已经向电路 400 施加功率之后的时刻的时间期间保持增益调节信号 462。

[0114] 使能信号 406 还可以分别由第一和第二电流源 408、416 接收,使第一和第二电流源 408、416 仅在使能信号 406 有效时,即在特定状态中生成第一和第二电流信号 410、418(并且也生成电流信号 459)。利用这种结构,在不需要增益调节时,例如在电路 400 的温度还没有超出温度阈值时的时刻,电路 400 能够节约功率。

[0115] 在一些结构中,在其上设置有第一和第二压电电阻器 412、420 的衬底上正交地设置该第一和第二压电电阻器 412、420。利用这种结构,第一电压信号 410a 的值与平行于衬底的主表面的第一方向上的应变相关,并且第二电压信号 418a 的值与平行于衬底的主表面并且与第一方向正交的第二方向上的应变相关。利用这种结构,可以由压电电阻器 412、420 感测在平行于衬底的主表面的任意方向上该衬底的应变。

[0116] 在一些结构中,组合电路 460 提供与第一和第三采样信号 440、446 的和相关的增益调节信号 462。在一些结构中,组合电路 460 从第一和第三采样信号 440、446 的和中减去第二和第四采样信号 442、448 的和。

[0117] 在其它结构中,组合电路 460 提供与第一和第三采样信号 440、446 的均方根(RMS)和相关的增益调节信号 462。在一些结构中,组合电路 460 从第一和第三采样信号 440、446 的 RMS 和中减去第二和第四采样信号 442、448 的 RMS 和。

[0118] 在再一其它结构中,特别是对于磁场感测元件 468 的灵敏度是其上设置有该磁场感测元件 468 的衬底的应变的非线性函数的结构中,组合电路 460 能够以其它方式组合该第一、第二、第三和第四采样信号 440、442、446、448。

[0119] 在操作中,增益调节信号 462 调节电流信号 446,并且因此调节与由第一和第二压电电阻器 412、420 感测的应变相关并且还和第一和第二压电电阻器 412、420 的磁场灵敏度相关的霍尔效应元件 468 的灵敏度,趋于在存在应变和温度漂移时将电路 400 的灵敏度保持得比不提供增益调节信号 462 时更加恒定。

[0120] 尽管将反馈电路 402 示出为通过电流源 464 来控制与霍尔效应元件 468 相关联的增益,但是在其它实施例,可以将增益调节信号 462 施加到增益可调节预放大器来代替预放大器 474。

[0121] 在一些结构中,电路 400 仅具有电流承载导体 414、422 中的一个。

[0122] 现在参考图 4B,用于感测磁场的电路 500 包括图 2 的电路 70 的方面并且结合图 3 的电路 150 的方面。即,电路 500 包括图 2 中用于感测与霍尔效应元件的灵敏度间接相关的衬底的应变的两个压电电阻器,并且还包括图 3 中邻近霍尔效应元件以直接感测霍尔效

应元件的灵敏度变化的导体。

[0123] 电路 500 可以与图 1 的电路 10 相同或者类似并且可以包括反馈电路 502, 该反馈电路 502 可以与图 1 的反馈电路 12 相同或者类似。下面将更加充分地描述反馈电路 502。

[0124] 电路 500 包括磁场感测元件 524, 在这里是霍尔效应元件。将霍尔效应元件 524 耦合到从电流源 564 接收驱动电流信号 566 并且该霍尔效应元件 524 用于生成耦合到预放大器 572 的差分霍尔电压信号 568、570。预放大器 572 用于放大差分输入信号 568、570 并且生成放大信号 564。电路 500 还可以包括耦合到接收放大信号 564 并且用于生成滤波信号 576 的低通滤波器 574。电路 500 还可以包括耦合到接收滤波信号 576 并且用于生成输出信号 580 的另一电路元件 578。在一些结构中, 电路元件 578 是 (线性) 放大器, 并且在其它结构中, 电路元件 578 是比较器。

[0125] 反馈电路 502 可以分别包括第一和第二压电电阻器 512、520。如下面更加充分描述的, 反馈电路 502, 并且特别是压电电阻器 512、520 能够测量霍尔效应元件 524 的应变, 并且反馈电路 502 能够生成与该应变相关的反馈信号 554。

[0126] 可以将第一压电电阻器 512 耦合到从第一电流源 508 接收第一电流信号 510, 该第一电流信号 510 导致第一电压信号 510a。反馈电路 502 还可以包括耦合到接收第一电压信号 510a 并且用于生成第一放大信号 526 的第一放大器 514。

[0127] 类似地, 可以将第二压电电阻器 520 耦合到从第二电流源 516 接收第二电流信号 518, 该第二电流信号 518 导致第二电压信号 518a。反馈电路 502 还可以包括耦合到接收第二电压信号 518a 并且用于生成第二放大信号 530 的第二放大器 528。

[0128] 反馈电路 502 还可以包括导体 522, 在这里示出为在霍尔效应元件 524 周围形成环路。可以将导体 522 耦合到从电流源 560 接收电流信号 562。可以将电流源 560 耦合到接收由脉冲发生器 558 生成的脉冲信号 556。脉冲信号 556 可以导致脉冲电流信号 556。在一些结构中, 脉冲电流信号 556 具有两种状态, 其间基本为零的电流流入导体 522 中的第一状态, 以及其间预定的电流流入导体 522 中的第二状态。在一些结构中, 第二状态的占空比可以很小, 例如在大约百分之一到大约百分之五的范围内。在一些结构中, 脉冲电流信号 556 的频率在大约 25kHz 到 500kHz 的范围内。

[0129] 反馈电路 502 还可以分别包括第一和第二采样保持电路 548、540, 将每一个采样保持电路耦合到接收放大信号 564, 并且分别生成第一和第二采样信号 534、536。

[0130] 第一采样保持电路 548 接收脉冲信号 556 并且在脉冲信号 556 的特定状态期间进行采样, 例如在电流信号 562 具有电流脉冲的时刻进行采样。第二采样保持电路 540 接收由反相器 546 生成的反相脉冲信号 544 并且在该反相脉冲信号 544 的特定状态期间进行采样, 例如在电流信号 562 不具有电流脉冲的时刻。应该意识到, 第二采样信号 536 代表电路 500 打算测量的磁场, 而第一采样信号 534 代表电路 500 打算测量的磁场以及由具有上述电流脉冲的电流信号 562 产生的磁场。

[0131] 反馈电路 502 可以进一步包括耦合到分别接收第一和第二放大信号 526、530 的组合电路 532, 并且还将该组合电路 532 耦合到分别接收第一和第二采样信号 534、536。组合电路 532 用于生成输出信号 552。在一些结构中, 反馈电路 502 进一步包括耦合到接收输出信号 552 的采样保持电路 550。可以将采样保持电路 550 耦合到接收脉冲信号, 该脉冲信号的状态或者转变导致采样保持电路 550 对输出信号 552 进行采样并且相应地生成增益控制信号

554。

[0132] 脉冲发生器 558 可以对使能信号 506 做出响应,该使能信号可以是温度使能信号、通电使能信号或者上述二者的组合。为此,电路 500 可以包括温度阈值电路和 / 或通电电路中的一个或者两个,这在上面结合图 1-1B 中有所描述。然而,为了清晰起见,没有示出温度阈值电路和 / 或通电电路;而是仅示出了使能信号 506。

[0133] 从上面的讨论明显可以看出,采样保持电路 550 可以对输出信号 552 进行采样以在温度使能信号或者通电使能信号有效时,例如在电路的温度已经增加到高于温度阈值或者在最近已经向电路 500 施加功率时的时刻生成增益调节信号 554。相反地,采样保持电路 550 能够在温度使能信号或者通电使能信号无效时,例如在温度从高于温度阈值下降到低于温度阈值时的时刻或者在已经向电路 500 施加功率之后的时刻保持增益调节信号 554。

[0134] 使能信号 506 还可以分别由第一和第二电流源 508、516 接收,使第一和第二电流源 508、516 仅在使能信号 506 有效时生成第一和第二电流信号 510、518。利用这种结构,电路 500 能够在不提供增益调节时,例如在电路 500 的温度还没有超出温度阈值时的时刻节约功率。

[0135] 在一些结构中,在其上设置有第一和第二压电阻器 512、520 的衬底上正交地设置该第一和第二压电阻器 512、520。利用该结构,第一电压信号 510a 的值与沿平行于衬底的主表面的第一方向上的应变相关,并且第二电压信号 518a 的值与沿平行于衬底的主表面并且与所述第一方向正交的第二方向上的应变相关。利用该结构,可以由压电阻器 512、520 感测平行于衬底的主表面的任意方向上的衬底的应变。

[0136] 在一些结构中,组合电路 532 提供输出信号 552 以及所产生的增益调节信号 554 作为放大信号 520、530 的和再加上第一采样信号 534 和第二采样信号 536 的差值。在其它结构中,组合电路 532 提供输出信号 552 以及所产生的增益调节信号 554 作为放大信号 526、530 的均方根 (RMS) 和再加上第一采样信号 534 和第二采样信号 536 的 RMS 差值。在再一其它结构中,特别是在磁场感测元件 524 的灵敏度是其上设置有磁场感测元件 524 的衬底的应变的非线性函数的结构中,组合电路 532 能够以其它方式组合放大信号 526、530 以及采样信号 534、536。

[0137] 低通滤波器 574 基本去除由上述电流脉冲 562 产生的放大信号 564 中的脉冲,剩下仅代表电路 500 打算测量的磁场的滤波信号 576。应该理解,滤波信号 576 与第二采样信号 564 类似,并且在其它实施例中,可以互换使用任一个信号。因而,将滤波信号 576 示出为利用虚线耦合到组合电路 532。

[0138] 在操作中,增益调节信号 554 调节电流信号 566,并且因此与由第一和第二压电阻器 512、512 感测的应变相关而且还与霍尔效应元件 524 的磁场灵敏度相关地调节霍尔效应元件 524 的灵敏度,趋于在存在应变和温度漂移时将电路 500 的灵敏度保持得比不提供增益调节信号 554 时更加恒定。

[0139] 尽管将反馈电路 502 示出为利用电流源 564 来控制与霍尔效应元件 524 相关联的增益,但是在其它实施例中,可以将增益调节信号 554 施加到增益可调节预放大器来代替预放大器 572。

[0140] 在一些替代结构中,电路 500 仅具有压电阻器 512、520 中的一个。

[0141] 现在参考图 5,示出了描述在上面的图 2-4B 中示出的压电阻器和电流导体的更

加详细的结构的各种物理配置。

[0142] 现在参考图 5, 第一和第二压电电阻器 504、506 邻近磁场感测元件 502。至少结合图 2 和图 2A 示出和描述了该结构。如上所述, 在一些结构中, 在其上设置有第一和第二压电电阻器 604、606 的衬底 (未示出) 上正交地设置该第一和第二压电电阻器 604、606。

[0143] 现在参考图 6, 电流导体 612 邻近磁场感测元件 610。至少结合图 3-3B 示出和描述了该结构。尽管将图 3-3B 的电流导体 164 和 252 示出为围绕各自磁场感测元件的线圈, 但是应该意识到, 导体或者可以是图 3-3B 中所示的线圈, 或者可以是如图 6 所示的邻近磁场感测元件的非线圈。

[0144] 现在参考图 7, 第一和第二压电电阻器 612、616 邻近磁场感测元件 620。第一导体 614 部分地围绕第一压电电阻器 612 并且第二导体 618 部分地围绕第二压电电阻器 616。至少结合图 4 和图 4A 示出和描述了该结构。尽管将图 4 和图 4A 中的电流导体 314、322、414, 422 示出为完全围绕各自压电电阻器的线圈, 但是应该意识到, 该导体或者可以表示为图 4 和 4A 中所述的线圈, 或者可以表示为图 7 中所示的开路线圈, 或者可以表示为图 6 中所示的非线圈。

[0145] 现在参考图 8, 电流导体 632 邻近磁场感测元件 630。至少结合图 3-3B 示出和描述了该结构。尽管将图 3-3B 的电流导体 164 和 252 示出为围绕各自磁场感测元件的单个环路线圈, 但是应该意识到, 该导体或者可以是如图 3-3B 中所示的单个环路线圈, 或者是如图 8 中所示的多环路线圈, 或者可以是如图 6 中所示的邻近磁场感测元件 630 的非线圈。

[0146] 尽管上面描述了由电流源 (例如, 108、136, 图 2A) 驱动霍尔效应元件, 但是在其它实施例中, 可以由电压源 (例如, 可控电压源) 或者由与电阻器串联的电压源代替电流源。

[0147] 这里引用的所有文献将其全部内容以引用的方式并入本文。

[0148] 已经描述了本发明的优选实施例, 可以使用结合其概念的其它实施例现在对于本领域的普通技术人员来说是显而易见的。因此, 应该意识到这些实施例不应该局限于所公开的实施例, 而是应该仅由所附权利要求的精神和范围进行限制。

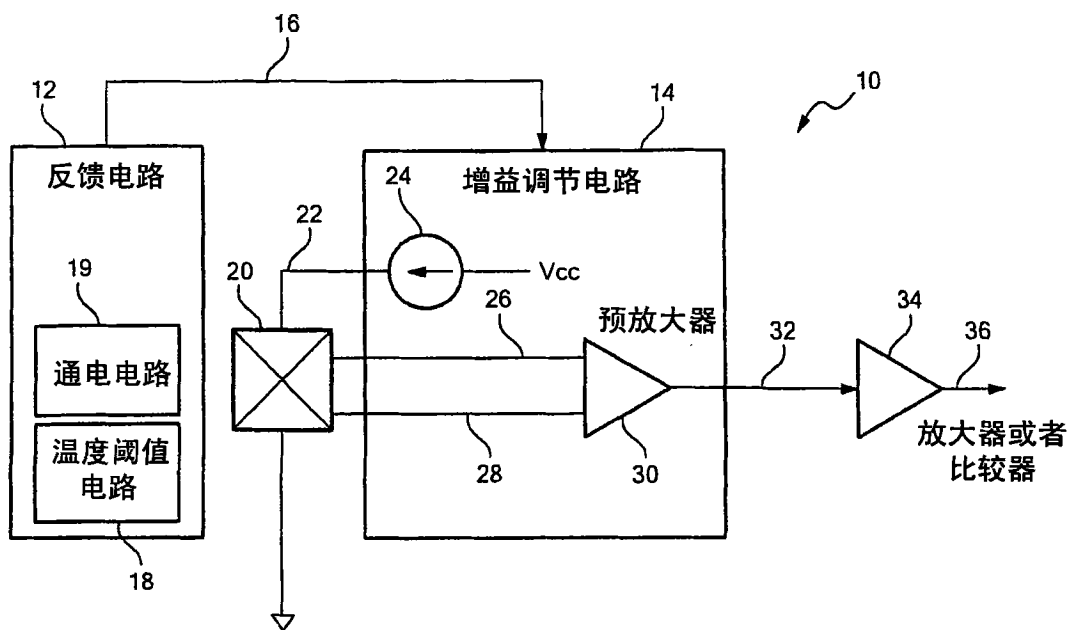


图 1

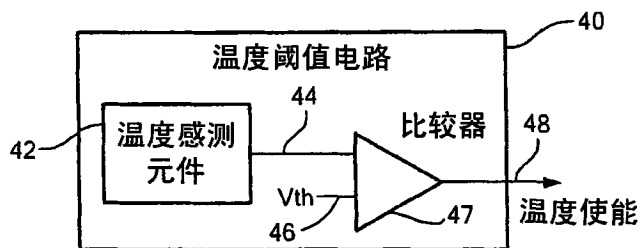


图 1A

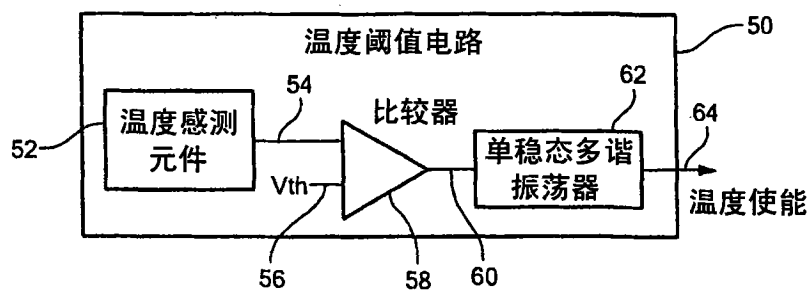


图 1B

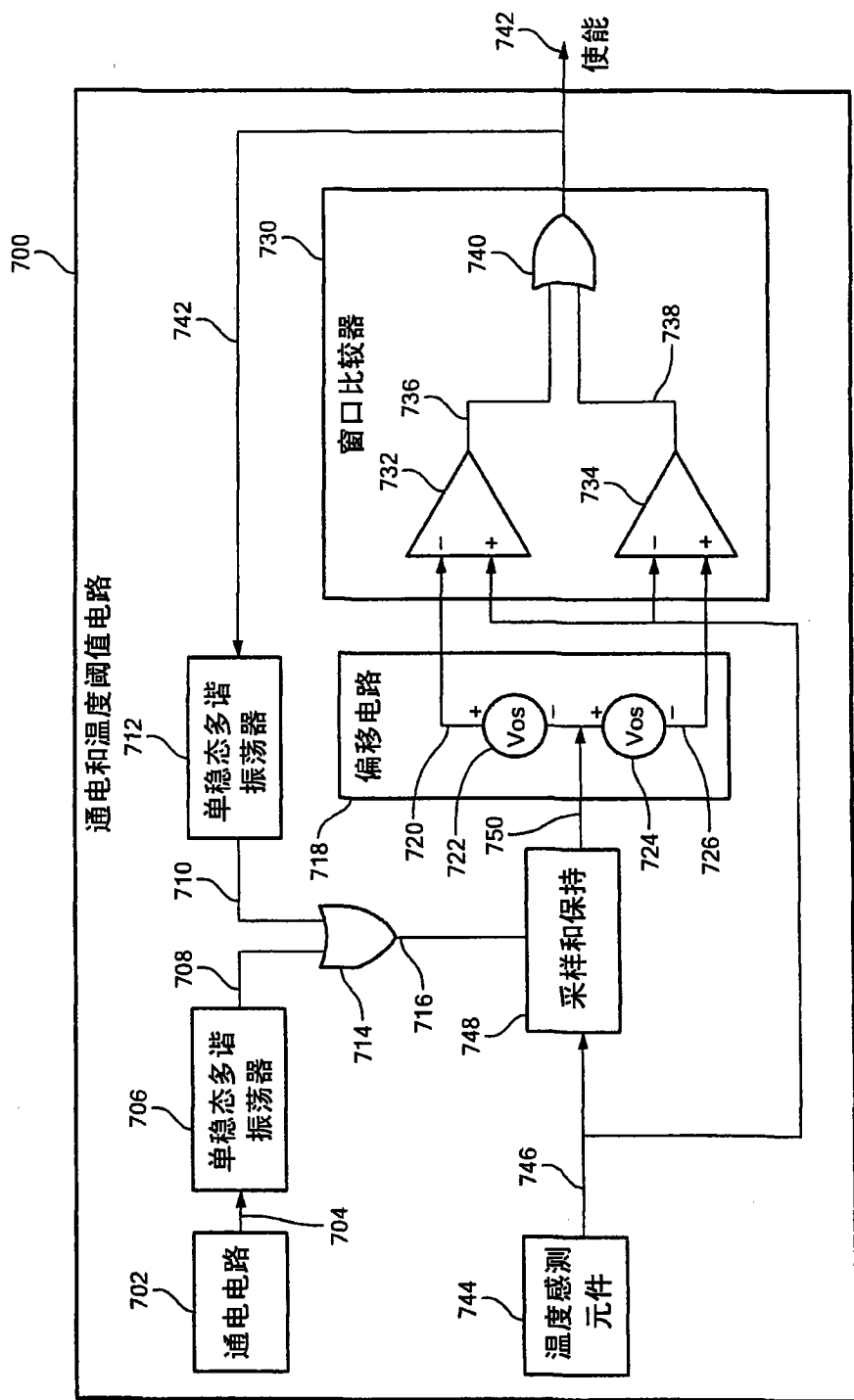


图 1C

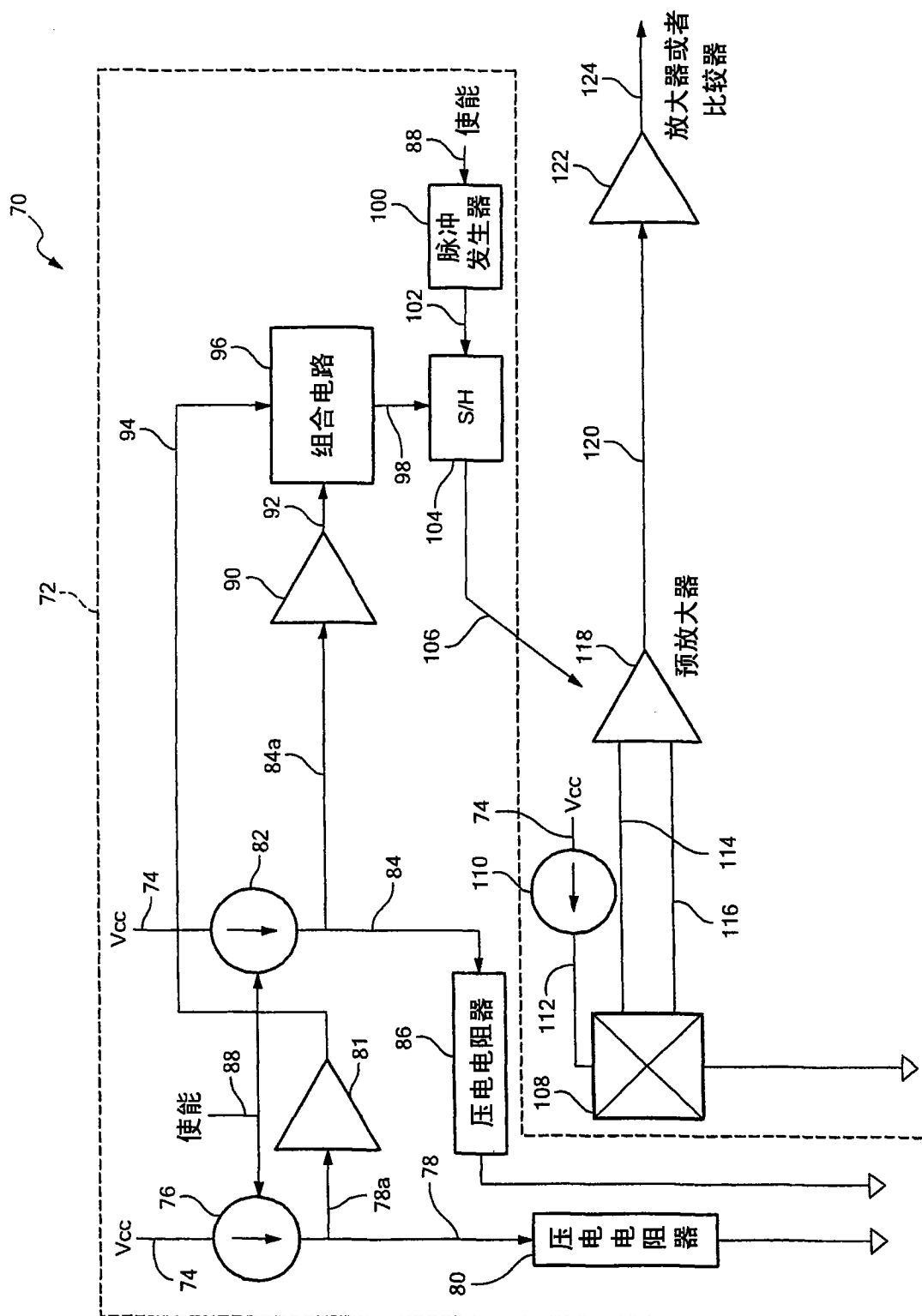


图 2

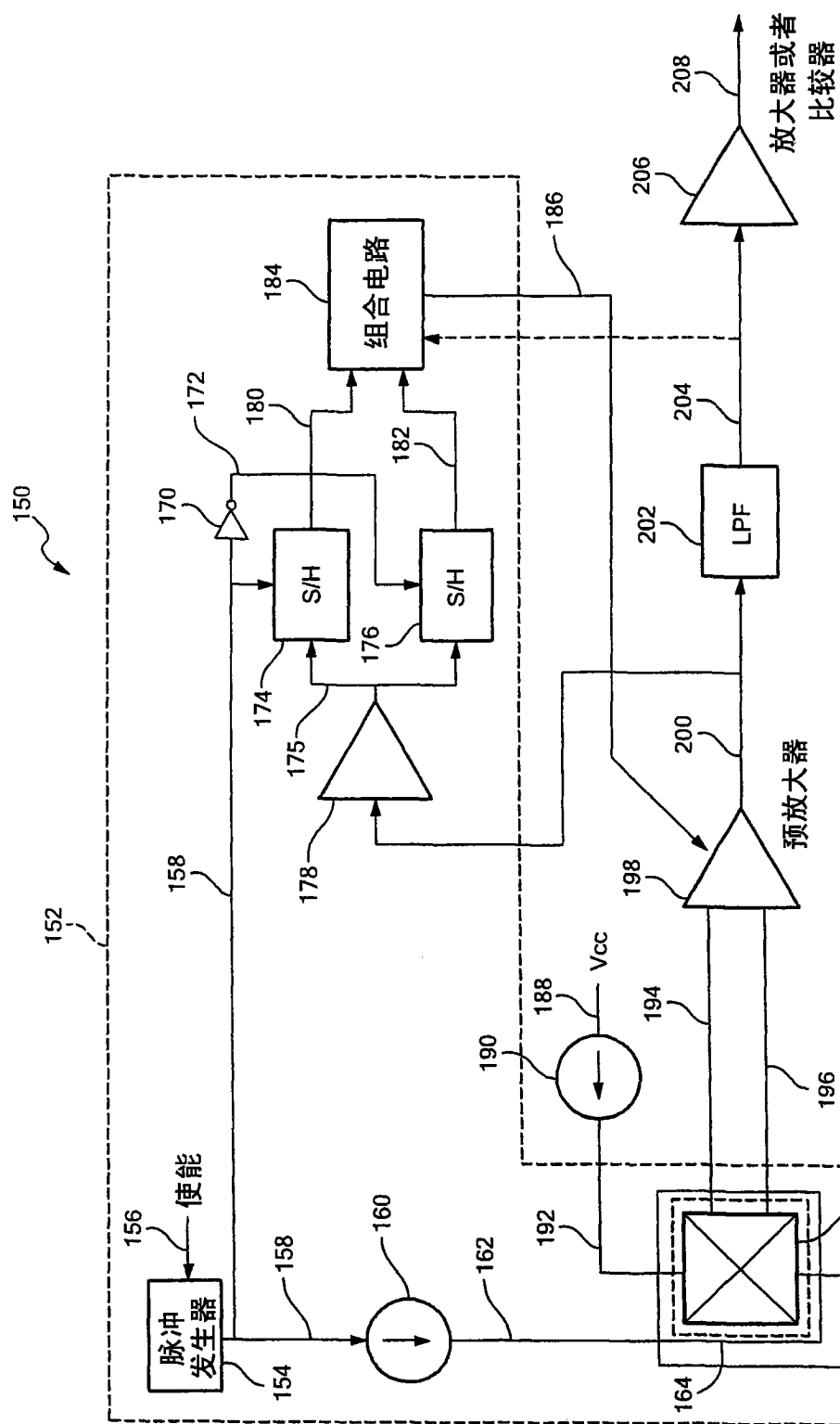


图 3

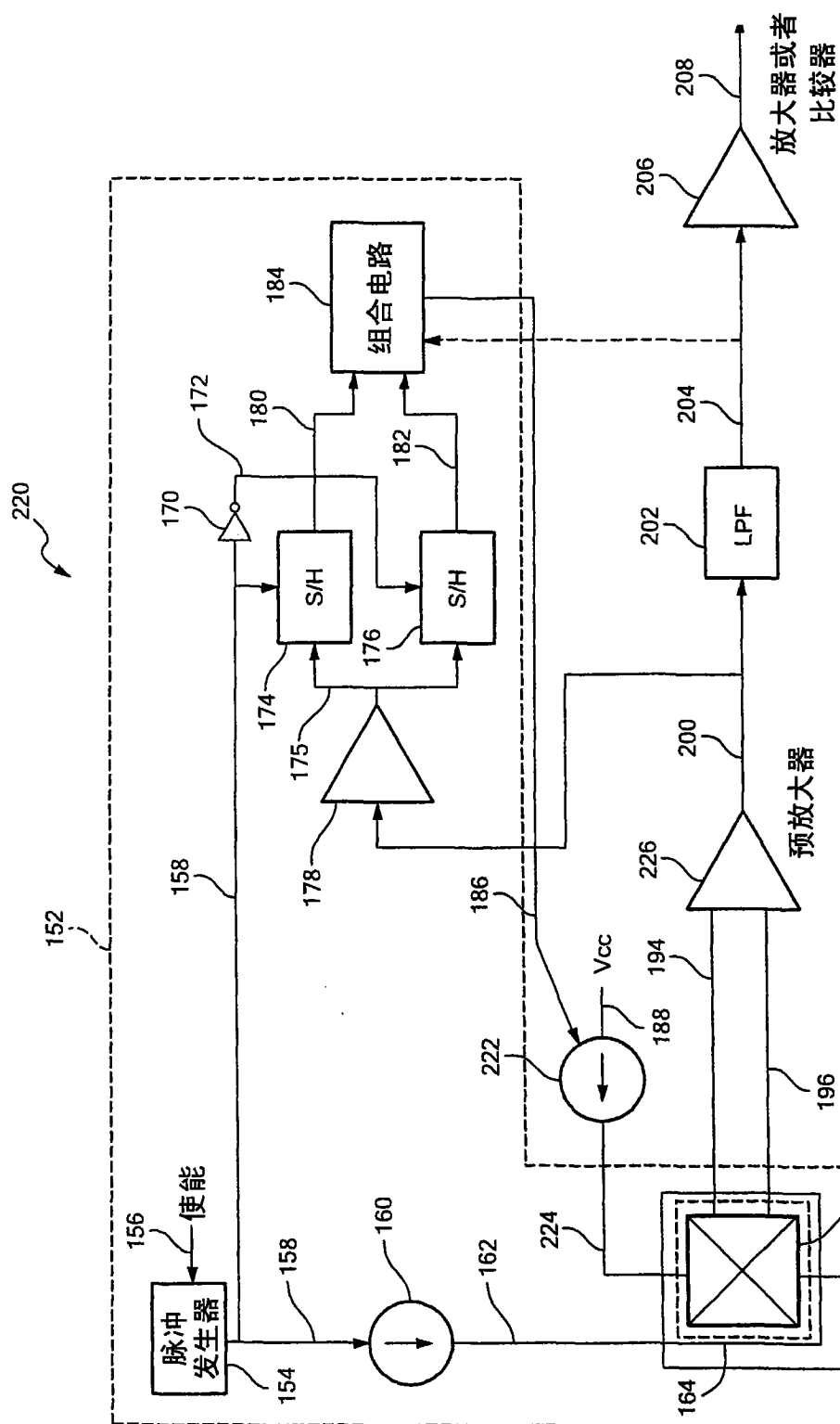


图 3A

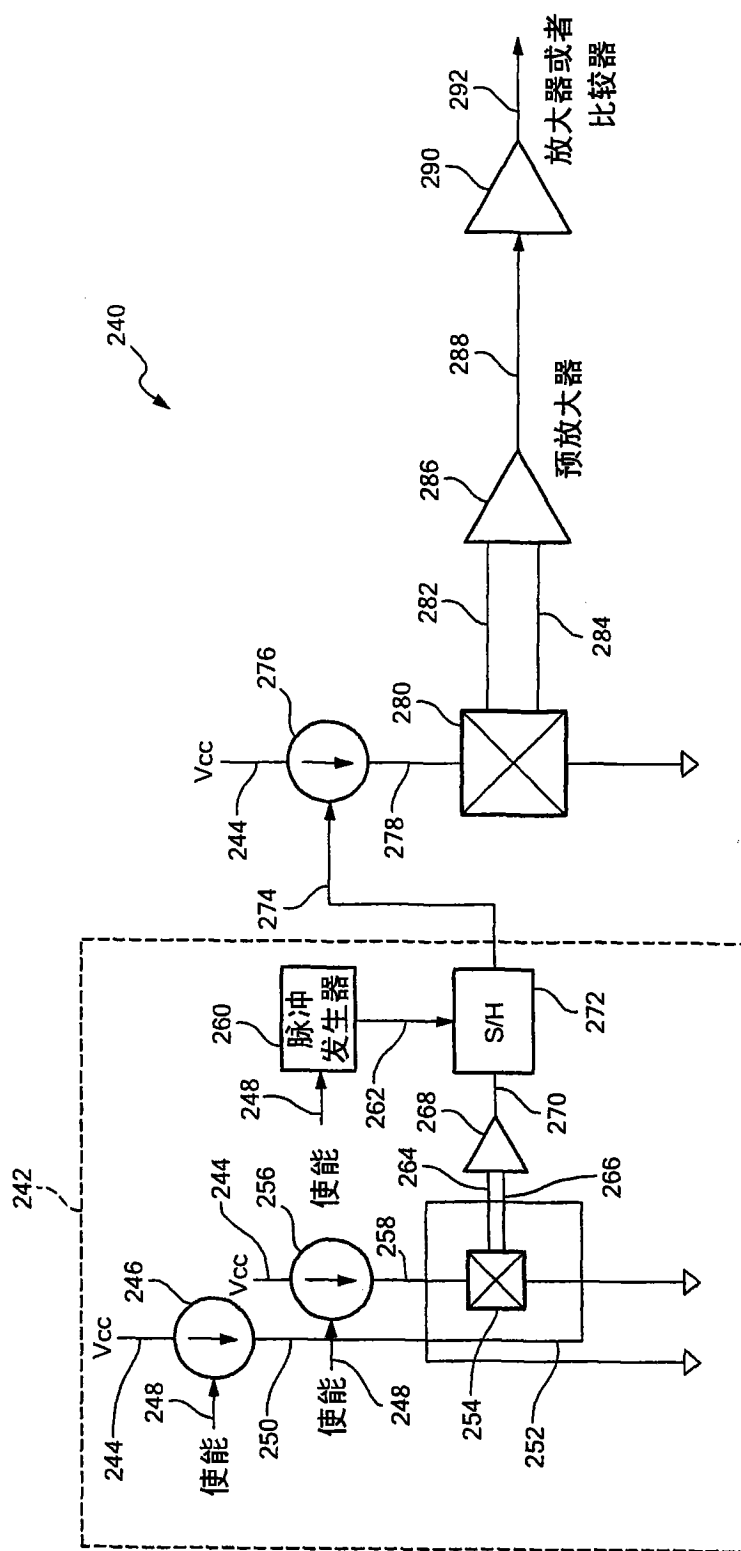


图 3B

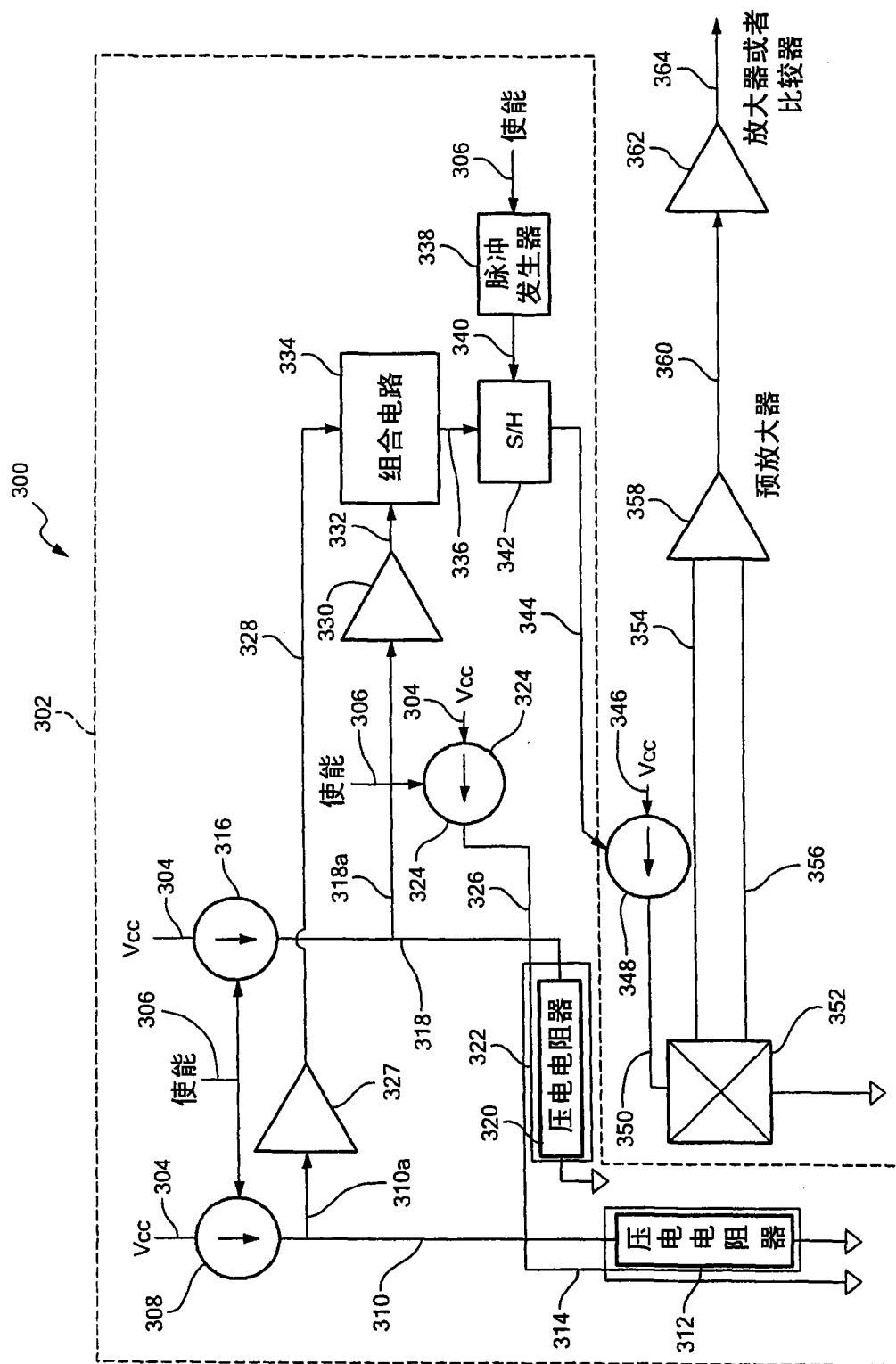


图 4

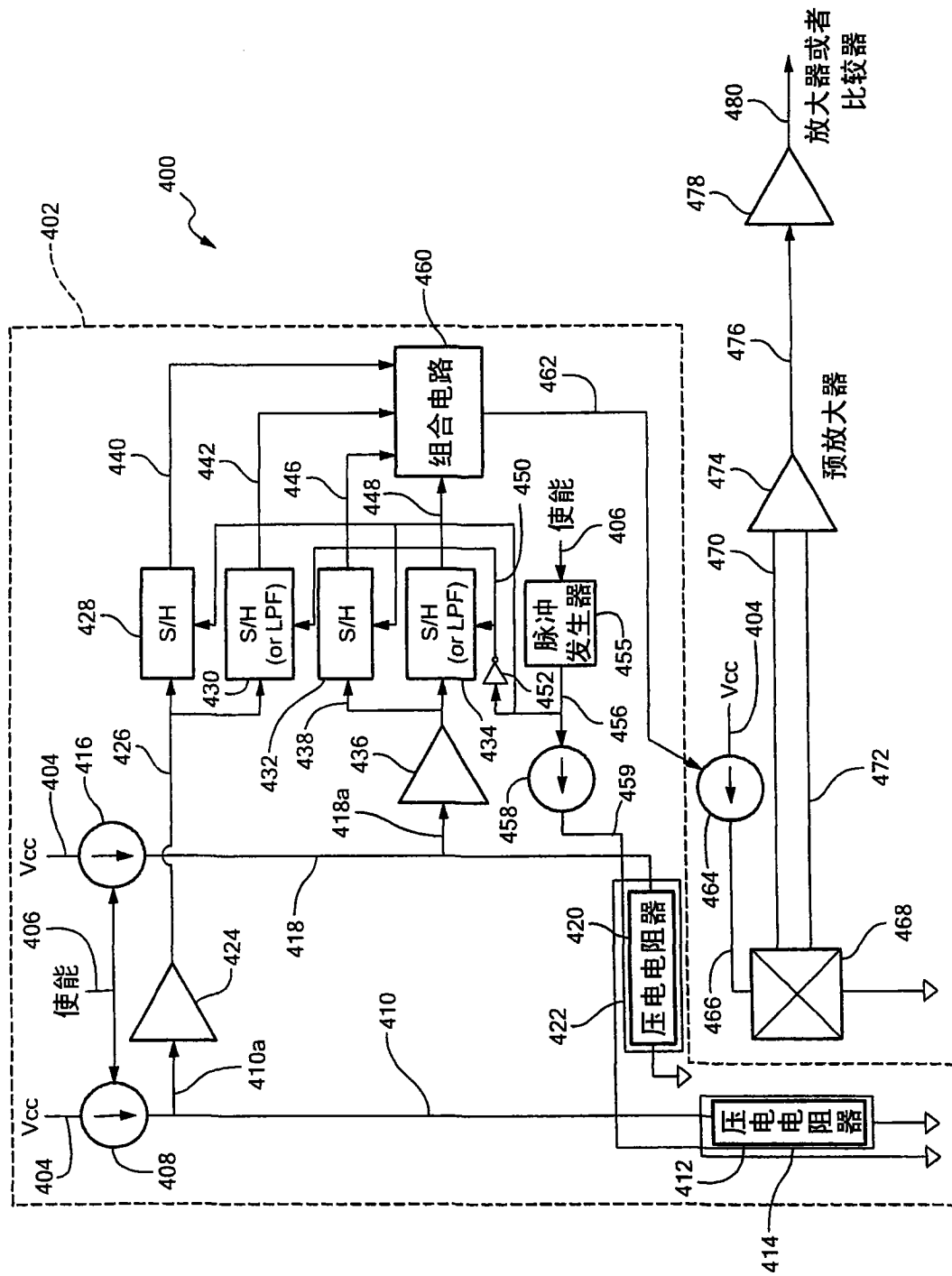


图 4A

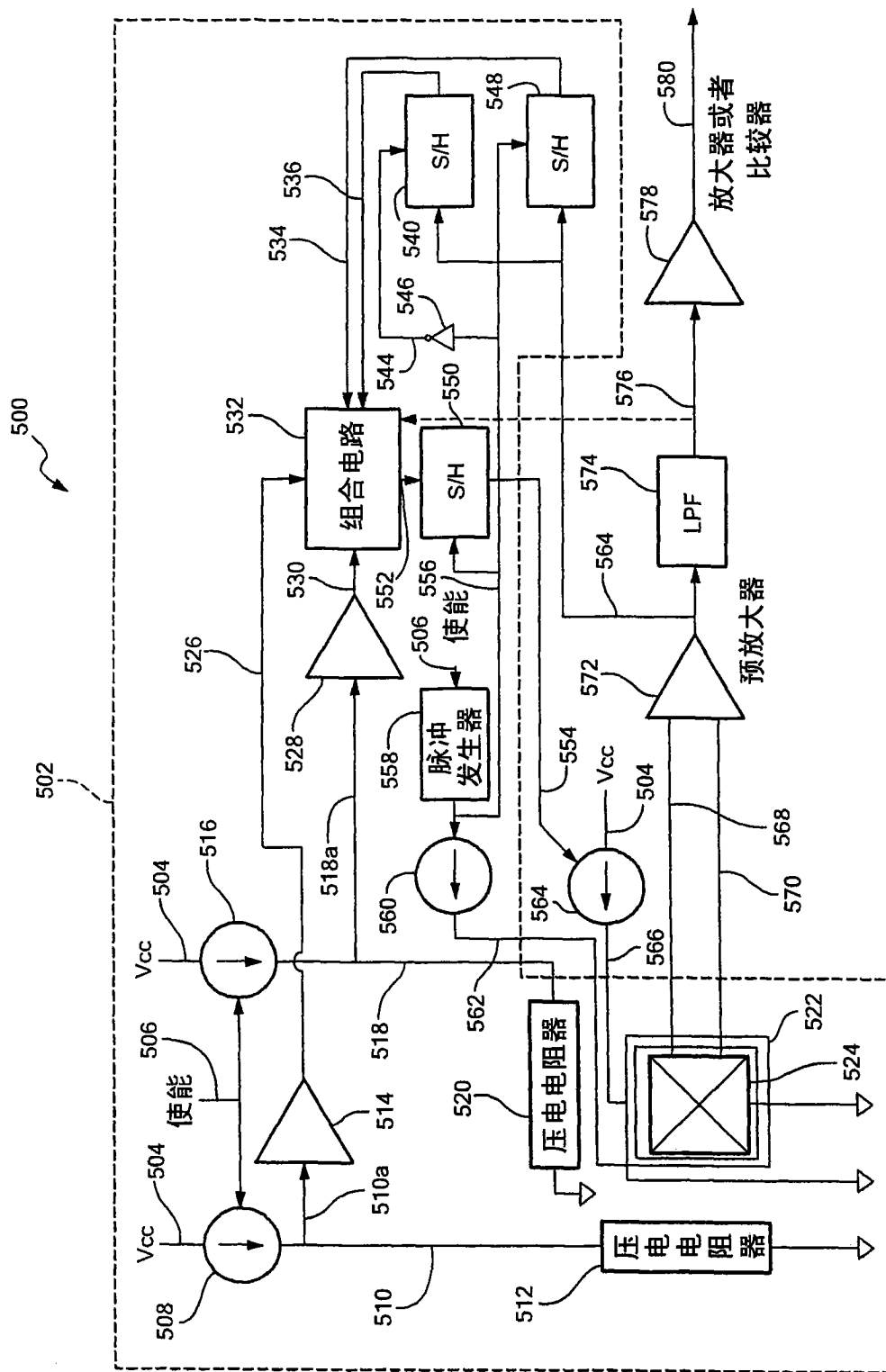


图 4B

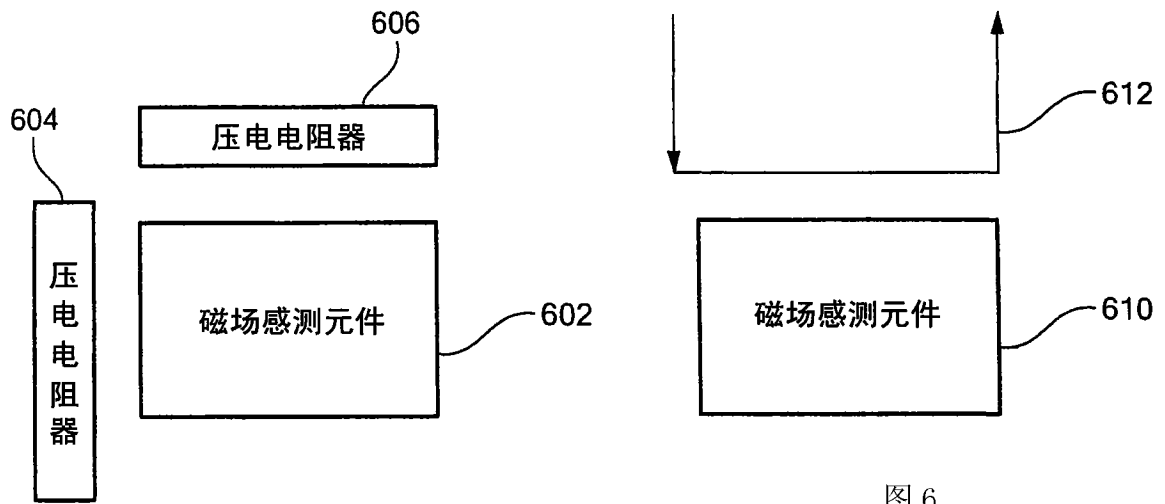


图 5

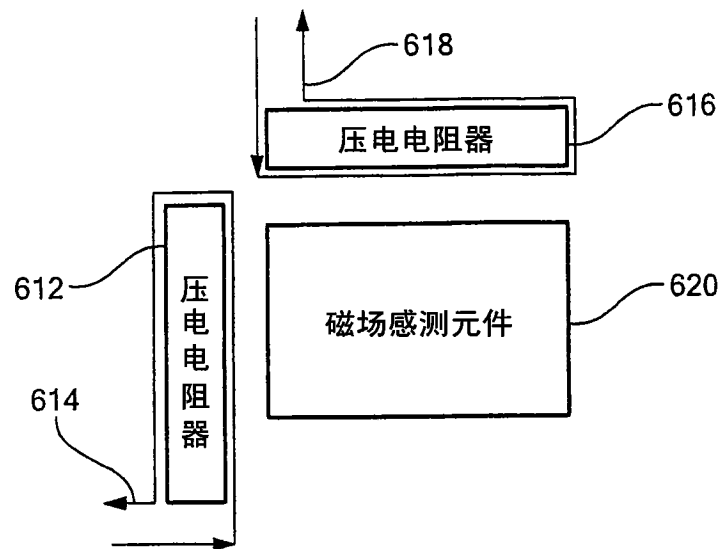


图 7

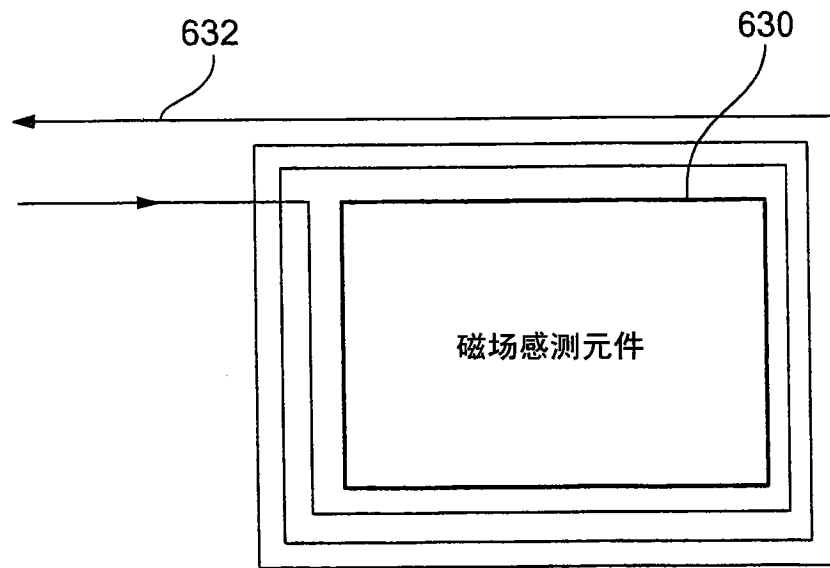


图 8