



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103038658 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 16

(21) 申请号 201180037017. 9

(22) 申请日 2011. 06. 07

(30) 优先权数据

12/845, 115 2010. 07. 28 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 01. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2011/039394 2011. 06. 07

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/015533 EN 2012. 02. 02

(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 H·D·罗梅罗 G·蒙雷亚尔

(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 33/07(2006. 01)

G01R 33/00(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2009261821 A1, 2009. 10. 22,

JP S61223572 A, 1986. 10. 04,

US 2008094055 A1, 2008. 04. 24,

GB 2308029 A, 1997. 06. 11,

CN 201233438 Y, 2009. 05. 06,

CN 101023367 A, 2007. 08. 22,

审查员 周生凯

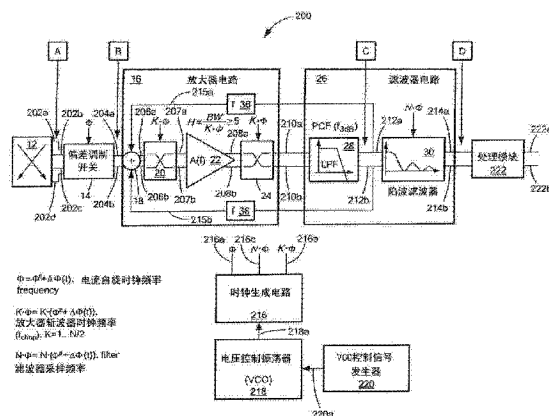
权利要求书4页 说明书14页 附图13页

(54) 发明名称

具有改善的感测磁场信号和噪声信号之间的
区分的磁场传感器

(57) 摘要

一种磁场传感器包括被配置为响应于磁场生成霍尔元件输出信号的霍尔元件,所述霍尔元件输出信号包括磁场信号分量和偏差信号分量。所述磁场传感器还包括霍尔元件调制电路,其被耦合为接收所述霍尔元件输出信号,并且被配置为生成调制电路输出信号。所述霍尔元件调制电路采用具有在最小频率和最大频率之间变化的变化调制频率的调制信号进行调制。



1. 一种磁场传感器,包括:

霍尔元件,被配置为响应于磁场生成霍尔元件输出信号,所述霍尔元件输出信号包括磁场信号分量和偏差信号分量;以及

霍尔元件调制电路,被耦合为接收所述霍尔元件输出信号并且被配置为生成调制电路输出信号,其中,所述霍尔元件调制电路可用于利用第一调制信号对所述磁场信号分量或所述偏差信号分量进行调制,所述第一调制信号具有按照连续的频率扫描方式从第一最小频率变化到第一最大频率的第一变化调制频率,其中所述连续的频率扫描方式是在频率中连续的。

2. 根据权利要求1所述的磁场传感器,其中,所述连续的频率扫描方式包括线性频率扫描。

3. 根据权利要求1所述的磁场传感器,其中,所述连续的频率扫描方式包括非线性频率扫描。

4. 根据权利要求1所述的磁场传感器,还包括被耦合为接收所述调制电路输出信号并且被配置为生成放大器电路输出信号的放大器电路。

5. 根据权利要求4所述的磁场传感器,其中,所述放大器电路包括开关电路,所述开关电路被配置为利用第二调制信号对表示所述调制电路输出信号的信号进行调制,所述第二调制信号具有按照第二连续的频率扫描方式在第二最小频率与第二最大频率之间变化的第二变化调制频率。

6. 根据权利要求5所述的磁场传感器,其中,所述第二变化调制频率等于所述第一变化调制频率并与之同步。

7. 根据权利要求5所述的磁场传感器,其中,所述第二变化调制频率不同于所述第一变化调制频率但与之同步。

8. 根据权利要求4所述的磁场传感器,其中,所述放大器电路包括采样保持电路,所述采样保持电路被配置为以对应于第二调制信号的速率对表示所述调制电路输出信号的信号进行采样,所述第二调制信号具有按照第二连续的频率扫描方式在第二最小频率与第二最大频率之间变化的第二变化调制频率。

9. 根据权利要求8所述的磁场传感器,其中,所述第二变化调制频率等于所述第一变化调制频率并与之同步。

10. 根据权利要求5所述的磁场传感器,还包括被耦合为接收所述放大器电路输出信号并且被配置为生成磁场传感器输出信号的滤波器电路,其中,所述滤波器电路包括:

被配置为生成抗混叠信号的抗混叠滤波器;以及

被耦合至所述抗混叠滤波器并且被配置为根据采样信号对表示所述抗混叠信号的信号进行采样的离散时间选择性滤波器,所述采样信号具有与所述第一变化调制频率相关的变化采样频率,其中,所述离散时间选择性滤波器具有与所述第一变化调制频率相关的变化陷波频率。

11. 根据权利要求10所述的磁场传感器,其中,所述抗混叠滤波器具有转角频率,所述转角频率被选择为减小频率分量,使得所述频率分量超过与所述变化采样频率相关的最大采样频率的一半。

12. 根据权利要求10所述的磁场传感器,其中,所述变化采样频率等于所述第一变化

调制频率的整数倍。

13. 根据权利要求 10 所述的磁场传感器,其中,所述变化采样频率等于所述第一变化调制频率。

14. 根据权利要求 10 所述的磁场传感器,其中,所述变化采样频率等于所述第一变化调制频率的两倍。

15. 根据权利要求 10 所述的磁场传感器,其中,所述变化陷波频率等于所述第一变化调制频率。

16. 根据权利要求 10 所述的磁场传感器,还包括电压控制振荡器,所述电压控制振荡器被配置为生成具有与所述第一变化调制频率相关的变化频率的电压控制振荡器输出信号。

17. 根据权利要求 16 所述的磁场传感器,还包括时钟生成电路,所述时钟生成电路被耦合为接收所述电压控制振荡器输出信号,并且被配置为生成所述第一调制信号、所述第二调制信号或者所述采样信号中的至少一个。

18. 根据权利要求 16 所述的磁场传感器,还包括信号发生器电路,所述信号发生器电路被配置为生成输出信号,以控制所述电压控制振荡器输出信号的所述变化频率。

19. 根据权利要求 18 所述的磁场传感器,其中,所述信号发生器的所述输出信号包括从最小电压值斜坡变化至最大电压值的线性电压信号。

20. 一种磁场传感器,包括:

霍尔元件,被配置为响应于磁场生成霍尔元件输出信号,所述霍尔元件输出信号包括磁场信号分量和偏差信号分量;以及

霍尔元件调制电路,被耦合为接收所述霍尔元件输出信号并且被配置为生成调制电路输出信号,其中,所述霍尔元件调制电路可用于利用第一调制信号对所述偏差信号分量进行调制,所述第一调制信号具有从第一最小频率变化到第一最大频率并且变化到所述第一最小频率和所述第一最大频率之间的至少一个频率的第一变化调制频率,其中所述偏差信号分量的调制导致所述偏差信号分量转变至较高的频率并且所述磁场信号分量保持在基带。

21. 根据权利要求 20 所述的磁场传感器,其中,所述第一变化调制频率按照线性频率扫描的方式从所述第一最小频率变化至所述第一最大频率。

22. 根据权利要求 20 所述的磁场传感器,其中,所述第一变化调制频率按照非线性频率扫描的方式从所述第一最小频率变化至所述第一最大频率。

23. 根据权利要求 20 所述的磁场传感器,其中,所述第一变化调制频率按照多于两个离散频率步长从所述第一最小频率变化至所述第一最大频率。

24. 根据权利要求 20 所述的磁场传感器,其中,所述第一变化调制频率按照多个离散频率步长变化。

25. 根据权利要求 20 所述的磁场传感器,还包括被耦合为接收所述调制电路输出信号并且被配置为生成放大器电路输出信号的放大器电路。

26. 根据权利要求 25 所述的磁场传感器,其中,所述放大器电路包括开关电路,所述开关电路被配置为利用第二调制信号对表示所述调制电路输出信号的信号进行调制,所述第二调制信号具有从第二最小频率变化到第二最大频率并且变化到所述第二最小频率和所

述第二最大频率之间的至少一个频率的第二变化调制频率。

27. 根据权利要求 26 所述的磁场传感器, 其中, 所述第二变化调制频率等于所述第一变化调制频率并与之同步。

28. 根据权利要求 26 所述的磁场传感器, 其中, 所述第二变化调制频率不同于所述第一变化调制频率但与之同步。

29. 根据权利要求 25 所述的磁场传感器, 其中, 所述放大器电路包括采样保持电路, 所述采样保持电路被配置为以对应于第二调制信号的速率对表示所述调制电路输出信号的信号进行采样, 所述第二调制信号具有从第二最小频率变化到第二最大频率并且变化到所述第二最小频率和所述第二最大频率之间的至少一个频率的第二变化调制频率。

30. 根据权利要求 29 所述的磁场传感器, 其中, 所述第二变化调制频率等于所述第一变化调制频率并与之同步。

31. 根据权利要求 25 所述的磁场传感器, 还包括被耦合为接收所述放大器电路输出信号并且被配置为生成磁场传感器输出信号的滤波器电路, 其中, 所述滤波器电路包括:

被配置为生成抗混叠信号的抗混叠滤波器; 以及

被耦合至所述抗混叠滤波器并且被配置为根据采样信号对表示所述抗混叠信号的信号进行采样的离散时间选择性滤波器, 所述采样信号具有与所述第一变化调制频率相关的变化采样频率, 其中, 所述离散时间选择性滤波器具有与所述第一变化调制频率相关的变化陷波频率。

32. 根据权利要求 31 所述的磁场传感器, 其中, 所述抗混叠滤波器具有转角频率, 所述转角频率被选择为减小频率分量, 使得所述频率分量超过与所述变化采样频率相关的最大采样频率的一半。

33. 一种磁场传感器, 包括:

霍尔元件, 被配置为响应于磁场生成霍尔元件输出信号, 所述霍尔元件输出信号包括磁场信号分量和偏差信号分量; 并且其中所述霍尔元件输出信号处于基带频带中; 以及

霍尔元件调制电路, 被耦合为接收所述霍尔元件输出信号并且被配置为生成调制电路输出信号, 其中, 所述霍尔元件调制电路可用于利用第一调制信号对所述磁场信号分量或所述偏差信号分量进行调制, 所述第一调制信号具有从第一最小频率变化到第一最大频率并且变化到所述第一最小频率和所述第一最大频率之间的至少一个频率的第一变化调制频率, 并且其中所述第一变化调整频率的重复频率被选择为所述霍尔元件输出信号的基带频带之上。

34. 根据权利要求 33 所述的磁场传感器, 其中, 所述第一变化调制频率按照线性频率扫描的方式从所述第一最小频率变化至所述第一最大频率。

35. 根据权利要求 33 所述的磁场传感器, 其中, 所述第一变化调制频率按照非线性频率扫描的方式从所述第一最小频率变化至所述第一最大频率。

36. 根据权利要求 33 所述的磁场传感器, 其中, 所述第一变化调制频率按照多于两个离散频率步长从所述第一最小频率变化至所述第一最大频率。

37. 根据权利要求 33 所述的磁场传感器, 其中, 所述第一变化调制频率按照多个离散频率步长变化。

38. 根据权利要求 33 所述的磁场传感器, 还包括被耦合为接收所述调制电路输出信号

并且被配置为生成放大器电路输出信号的放大器电路。

39. 根据权利要求 38 所述的磁场传感器,其中,所述放大器电路包括开关电路,所述开关电路被配置为利用第二调制信号对表示所述调制电路输出信号的信号进行调制,所述第二调制信号具有从第二最小频率变化到第二最大频率并且变化到所述第二最小频率和所述第二最大频率之间的至少一个频率的第二变化调制频率。

40. 根据权利要求 39 所述的磁场传感器,其中,所述第二变化调制频率等于所述第一变化调制频率并与之同步。

41. 根据权利要求 39 所述的磁场传感器,其中,所述第二变化调制频率不同于所述第一变化调制频率但与之同步。

42. 根据权利要求 38 所述的磁场传感器,其中,所述放大器电路包括采样保持电路,所述采样保持电路被配置为以对应于第二调制信号的速率对表示所述调制电路输出信号的信号进行采样,所述第二调制信号具有从第二最小频率变化到第二最大频率并且变化到所述第二最小频率和所述第二最大频率之间的至少一个频率的第二变化调制频率。

43. 根据权利要求 42 所述的磁场传感器,其中,所述第二变化调制频率等于所述第一变化调制频率并与之同步。

44. 根据权利要求 38 所述的磁场传感器,还包括被耦合为接收所述放大器电路输出信号并且被配置为生成磁场传感器输出信号的滤波器电路,其中,所述滤波器电路包括:

被配置为生成抗混叠信号的抗混叠滤波器;以及

被耦合至所述抗混叠滤波器并且被配置为根据采样信号对表示所述抗混叠信号的信号进行采样的离散时间选择性滤波器,所述采样信号具有与所述第一变化调制频率相关的变化采样频率,其中,所述离散时间选择性滤波器具有与所述第一变化调制频率相关的变化陷波频率。

45. 根据权利要求 44 所述的磁场传感器,其中,所述抗混叠滤波器具有转角频率,所述转角频率被选择为减小频率分量,使得所述频率分量超过与所述变化采样频率相关的最大采样频率的一半。

具有改善的感测磁场信号和噪声信号之间的区分的磁场传感器

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及磁场传感器,更具体而言,涉及被配置为降低噪声的影响的磁场传感器。

背景技术

[0002] 用于探测磁场的磁场传感器是已知的。在磁场传感器中,通过诸如霍尔元件或磁阻元件的磁场感测元件探测磁场,所述元件提供与所探测到的磁场成比例的信号(即磁场信号)。在一些布置当中,磁场信号是电信号。

[0003] 磁场传感器用于各种应用中,其包括但不限于感测磁场的磁场密度的线性磁场传感器、感测流过载流导体的电流生成的磁场的电流传感器、感测铁磁目标的接近度的磁开关以及感测经过的铁磁物品的旋转探测器。

[0004] 对于线性磁场传感器而言,输出信号按照与感测到的磁场成正比的方式变化。对于磁开关而言,输出信号响应于感测到的磁场而改变状态。

[0005] 磁场传感器受到噪声影响,其倾向于降低磁场传感器的准确度。噪声可能来自各种噪声源,其包括但不限于外部磁噪声场源以及外部电噪声场源。

[0006] 希望获得一种能够将噪声与预期的磁场信号区分开(区别开)的磁场传感器。

发明内容

[0007] 本发明提供了一种磁场传感器,其具有随时间改变频率的调制时钟信号,从而得到了能够更好地将磁场传感器输出信号中的噪声信号与磁场信号区分开的磁场传感器输出信号。

[0008] 根据本发明的一个方面,一种磁场传感器包括被配置为响应于磁场生成霍尔元件输出信号的霍尔元件,所述霍尔元件输出信号包括磁场信号分量和偏差信号分量。所述磁场传感器还包括霍尔元件调制电路,其被耦合为接收所述霍尔元件输出信号,并且被配置为生成调制电路输出信号。所述霍尔元件调制电路可用于采用调制信号调制所述磁信号分量和所述偏差信号分量,所述调制信号具有在最小频率和最大频率之间变化的变化调制频率。

[0009] 所述磁场传感器还可以包括一个和多个下述方面。

[0010] 在一些实施例中,第一变化调制频率按照线性扫描的方式从第一最小频率变化到第一最大频率。

[0011] 在一些实施例中,第一变化调制频率按照非线性扫描的方式从第一最小频率变化到第一最大频率。

[0012] 在一些实施例中,第一变化调制频率按照多个离散频率步长从第一最小频率变化到第一最大频率。

[0013] 在一些实施例中,第一变化调制频率按照多个离散频率步长变化。

[0014] 在一些实施例中,所述磁场传感器还包括放大器电路,其被耦合为接收所述调制电路输出信号并且被配置为生成放大器电路输出信号。

[0015] 在一些实施例中,所述放大器电路包括开关电路,其被配置为采用第二调制信号对表示所述调制电路输出信号的信号进行调制,所述第二调制信号具有在第二最小频率和第二最大频率之间变化的第二变化调制频率。

[0016] 在一些实施例中,第二变化调制频率等于第一变化调制频率并与之同步。

[0017] 在一些实施例中,第二变化调制频率不同于第一变化调制频率但与之同步。

[0018] 在一些实施例中,所述放大器电路包括采样保持电路,其被配置为以对应于第二调制信号的速率对表示所述调制电路输出信号的信号进行采样,所述第二调制信号具有在第二最小频率和第二最大频率之间变化的第二变化调制频率。

[0019] 在一些实施例中,第二变化调制频率等于第一变化调制频率并与之同步。

[0020] 在一些实施例中,所述磁场传感器还包括滤波器电路,其被耦合为接收所述放大器电路输出信号并且被配置为生成磁场传感器输出信号。所述滤波器电路包括被配置为生成抗混叠信号的抗混叠滤波器,还包括离散时间选择性滤波器,其被耦合至所述抗混叠滤波器,并且被配置为根据采样信号对表示所述抗混叠信号的信号进行采样,所述采样信号具有与所述第一变化调制频率相关的变化采样频率。所述离散时间选择性滤波器具有与所述第一变化调制频率相关的变化陷波频率。

[0021] 在一些实施例中,所述抗混叠滤波器具有转角频率,所述转角频率被选择为减小频率分量,使得所述频率分量超过与所述变化采样频率相关的最大采样频率的一半。

[0022] 在一些实施例中,所述变化采样频率等于所述第一变化调制频率的整数倍。

[0023] 在一些实施例中,所述变化采样频率等于所述第一变化调制频率。

[0024] 在一些实施例中,所述变化采样频率等于所述第一变化调制频率的两倍。

[0025] 在一些实施例中,所述变化陷波频率等于所述第一变化调制频率。

[0026] 在一些实施例中,所述磁场传感器还包括电压控制振荡器,其被配置为生成具有与所述第一变化调制频率相关的变化频率的电压控制振荡器输出信号。

[0027] 在一些实施例中,所述磁场传感器还包括时钟生成电路,其被耦合为接收所述电压控制振荡器输出信号,并且被配置为生成所述第一调制信号、第二调制信号或采样信号的至少其中之一。

[0028] 在一些实施例中,所述磁场传感器还包括信号发生器电路,其被配置为生成输出信号,以控制所述电压控制振荡器输出信号的变化频率。

[0029] 在一些实施例中,所述信号发生器的输出信号包括从最小电压值斜坡变化至最大电压值的线性电压信号。

[0030] 在一些实施例中,所述信号发生器的输出信号包括从最小电压值变化至最大电压值的非线性电压信号。

[0031] 在一些实施例中,所述信号发生器的输出信号包括按照多个离散电压步长从最小电压值变化至最大电压值的步进电压信号。

[0032] 在一些实施例中,所述信号发生器的输出信号包括按照多个离散电压步长变化的步进电压信号。

[0033] 在一些实施例中,所述磁场传感器还包括电压控制振荡器,其被配置为生成电压

控制振荡器输出信号,该输出信号具有与第一变化调制频率相关的变化频率。

附图说明

[0034] 通过下文对附图的详细说明将对本发明的前述特征以及本发明本身做出更加充分的理解,其中:

[0035] 图 1 是示出了现有技术磁场传感器的方框图,所述磁场传感器具有霍尔元件、调制电路、具有斩波器稳定放大器的放大器电路以及具有抗混叠滤波器和离散时间选择性滤波器的滤波器电路,对于所述部件而言采用固定时钟(即具有固定频率的时钟信号)对时钟设定部分进行时钟设定;

[0036] 图 1A 是示出了另一现有技术磁场传感器的方框图,所述磁场传感器具有霍尔元件、调制电路、具有采样保持电路的放大器电路和具有低通滤波器的滤波器电路,对于所述部件而言采用固定时钟对所述时钟设定部分进行时钟设定;

[0037] 图 2 是示出了开关霍尔元件的方框图,所述开关霍尔元件具有霍尔元件并且具有调制电路,可以将它们用作图 1 和图 1A 的磁场传感器中的霍尔元件和调制电路,从而将偏差分量调制到较高的频率上;

[0038] 图 2A 是示出了图 2 的开关霍尔元件的时钟信号的曲线图;

[0039] 图 2B 是示出了图 2 的开关霍尔元件提供的调制偏差分量的曲线图;

[0040] 图 2C 是示出了图 2 的开关霍尔元件提供的未经调制的磁场信号分量的曲线图;

[0041] 图 3 是示出了开关霍尔元件的方框图,所述开关霍尔元件具有霍尔元件并且具有调制电路,可以将它们用作图 1 和图 1A 的磁场传感器中的霍尔元件和调制电路,从而将磁场信号分量调制到较高的频率上;

[0042] 图 3A 是示出了图 3 的开关霍尔元件的时钟信号的曲线图;

[0043] 图 3B 是示出了图 3 的开关霍尔元件提供的未经调制的偏差分量的曲线图;

[0044] 图 3C 是示出了图 3 的开关霍尔元件提供的经调制的磁场信号分量的曲线图;

[0045] 图 4 是示出了作为出现在图 1 和图 1A 的 A 点上的单端信号的四个信号的曲线图;

[0046] 图 4A 是示出了出现在图 1 的 B 点上的具有调制偏差分量和未调制信号分量的差分信号的曲线图;

[0047] 图 4B 是示出了出现在图 1 的 C 点上的具有解调磁场信号分量和调制偏差分量的差分信号的曲线图;

[0048] 图 4C 是示出了出现在图 1 和图 1A 的 D 点上的具有解调信号分量和滤波调制偏差分量的滤波差分信号的曲线图;

[0049] 图 5 是示出了一种磁场传感器的方框图,所述磁场传感器具有霍尔元件、调制电路、具有斩波器稳定放大器的放大器电路以及具有抗混叠滤波器和离散时间选择性滤波器的滤波器电路,对于所述部件而言采用在频率上与调制时钟信号成比例变化的时钟对时钟设定部分进行时钟设定;

[0050] 图 5A 是示出了另一种磁场传感器的方框图,所述磁场传感器具有霍尔元件、调制电路、具有采样保持电路的放大器电路以及具有低通滤波器的滤波器电路,对于所述部件而言采用在频率上与调制时钟信号成比例变化的时钟对时钟设定部分进行时钟设定;

[0051] 图 6 是示出了可以作为控制信号提供给图 5 和图 5A 的 VCO 的电压斜坡变化的曲

线图；

[0052] 图 6A 是示出了可以响应于图 6 的电压斜坡变化而作为图 5 和图 5A 的调制时钟信号生成的变化的频率的频域曲线图；

[0053] 图 7 是示出了具有变化频率及其谐波的调制信号的频域曲线图，所述调制信号可以在图 5 的放大器电路内的第一开关电路之后生成或者可以在图 5A 的调制电路的输出处生成，图 7 还示出了可以在图 5 和图 5A 的放大器电路的输出处生成的或者可以在图 5 和图 5A 的滤波器电路的输出处生成的基带(解调)信号；

[0054] 图 8 是示出了具有变化频率(但是省略了其谐波)的调制信号的频域曲线图，所述调制信号可以在图 5 的放大器电路内的第一开关电路之后生成或者可以在图 5A 的调制电路的输出处生成，图 8 还示出了可以在图 5 和图 5A 的放大器电路的输出处生成的或者可以在图 5 和图 5A 的滤波器电路的输出处生成的基带(解调)信号，此外还示出了解调至基带的噪声信号，其也可以在图 5 和图 5A 的放大器电路的输出处生成或者可以在图 5 和图 5A 的滤波器电路的输出处生成；

[0055] 图 9 是示出了具有线性变化的频率的图 5 和 5A 的示范性调制时钟信号的时域曲线图；

[0056] 图 9A 是示出了在存在噪声信号的情况下响应于具有图 9 中表示的线性变化频率的调制时钟信号可以在图 5 的 C 点处生成的输出信号的时域曲线图；

[0057] 图 9B 是示出了在存在噪声信号的情况下响应于具有图 9 中表示的线性变化频率的调制时钟信号可以在图 5 和图 5A 的滤波器电路的输出处生成的输出信号的时域曲线图；

[0058] 图 10 是示出了具有频率台阶的图 5 和图 5A 的示范性调制时钟信号的适于曲线图；

[0059] 图 10A 是示出了在存在噪声信号的情况下响应于具有图 10 中表示的离散频率台阶的调制时钟信号可以在图 5 的 C 点处生成的输出信号的时域曲线图；

[0060] 图 10B 是示出了在存在噪声信号的情况下响应于具有图 10 中表示的离散频率台阶的调制时钟信号可以在图 5 和图 5A 的滤波器电路的输出处生成的输出信号的时域曲线图。

具体实施方式

[0061] 在描述本发明之前将对一些介绍性原理和术语进行解释。文中采用的“磁场感测元件”一词用于描述能够感测磁场的各种类型的电子元件。磁场感测元件可以是但不限于霍尔元件、磁阻元件或磁敏晶体管。已知存在不同类型的霍尔元件，例如，平面霍尔元件、垂直霍尔元件和圆形霍尔元件。还已知存在不同类型的磁阻元件，例如，各向异性磁阻(AMR)元件、巨磁阻(GMR)元件、隧道磁阻(TMR)元件、锑化铟(InSb)元件和磁隧道结(MTJ)元件。

[0062] 在文中的例子中采用霍耳效应元件(霍尔元件)。

[0063] 已知，上述磁场感测元件中的一些倾向于具有平行于支撑磁场感测元件的衬底的最大灵敏度轴，而上述磁场感测元件中的其他元件则倾向于具有垂直于支撑磁场感测元件的衬底的最大灵敏度轴。具体而言，大部分但非所有类型的磁阻元件都倾向于具有平行于衬底的最大灵敏度轴，而大部分但是非所有类型的霍尔元件都倾向于具有垂直于衬底的灵

敏度轴。

[0064] 文中采用的“磁场传感器”一词用于描述包括磁场感测元件的电路。如上所述,磁场传感器用于各种应用当中,其包括但不限于感测磁场的磁场密度的线性磁场传感器、感测流过载流导体的电流生成的磁场的电流传感器、感测铁磁目标的接近度的磁开关以及感测经过的铁磁物品的旋转探测器。

[0065] 文中描述的电路和技术适于上文指出的所有类型的采用霍耳效应元件的磁场传感器。但是,为简单起见,文中仅示出并描述了说明感测磁场的磁场密度的线性磁场传感器的例子。

[0066] 参考图 1,现有技术磁场传感器 10 具有 2008 年 9 月 16 日颁发的转让给本发明的受让人的美国专利 7425821 中描述的类型,通过引用将该文献全文并入本文。磁场传感器 10 包括霍尔元件 12,该元件提供了四个耦合,从而使相关信号 12a-12d 往返于该元件和调制电路 14 之间。利用调制电路 14 成对地适当选择信号 12a-12d,从而形成文中称为磁场信号的差分输出信号。下文将说明所述磁场信号具有至少两个分量,即响应于磁场的磁场信号分量和一般并非响应于磁场产生的偏差分量(一般处于 DC 上)。

[0067] 调制电路 14 可以具有下文结合图 2-2C 或图 3-3C 给出了更加充分的描述的类型,但是对于存在第一开关电路 20 的实施例而言其优选具有下文结合图 2-2C 描述的类型,对于不采用第一开关电路 20 的实施例而言,其优选具有下文结合图 3-3C 描述的类型。

[0068] 调制电路 14 向放大器电路 16 提供差分输出信号 14a、14b,所述放大器电路 16 具有将在下文更加详细地描述的斩波稳定放大器。放大器电路 16 向滤波器电路 26 提供差分放大信号 24a、24b,在下文中将对滤波器电路 26 给出更加详细的描述。滤波器电路 26 可以包括处于离散时间(定时采样)选择性滤波器之前的低通滤波器 28。滤波器电路 26 提供差分输出信号 30a、30b。在一些替代布置当中,差分信号 24a、24b 以及 30a、30b 可以改为单端信号。

[0069] 差分输出信号 30a、30b 可以是值与霍尔元件 12 感测到的磁场成比例的线性输出信号。在其他布置中,可以通过耦合比较器(未示出)来接收差分输出信号 30a、30b,在这种情况下,所述比较器生成的输出信号是具有两个态的非线性信号,所述两个态代表霍尔元件 12 感测到的高于或低于阈值的磁场。

[0070] 放大器电路 16 可以包括求和节点 18,通过耦合该求和节点接收差分信号 14a、14b 以及差分反馈信号 36a、36b。将求和节点 18 配置为生成差分信号 18a、18b。将第一开关电路 20 耦合为接收差分信号 18a、18b,其被配置为生成第一差分开关信号 20a、20b。将差分放大器 22 耦合为接收第一差分开关信号 20a、20b,其被配置为生成差分放大信号 22a、22b。将第二开关电路 24 耦合为接收差分放大信号 22a、22b,该电路被配置为生成第二差分开关信号 24a、24b。求和节点 18、第一开关电路 20、差分放大器 22 和第二开关电路 24 合起来形成了斩波稳定放大器。在一些布置当中,省略求和节点 18,而且不采用差分反馈信号 36a、36b。

[0071] 磁场传感器 10 还包括时钟生成电路 32,其被耦合为接收来自振荡器 34 的时钟信号 34a,并且被配置为分别向调制电路 14、放大器电路 16 和滤波器电路 26 提供时钟信号 32a、32b、32c。因此,在优选实施例中,调制电路 14 的开关作用、放大器电路 16 的开关作用和滤波器电路 26 的开关作用是同步的。

[0072] 可以采用具有频率 Φ 的时钟信号 32a 对调制电路 14 进行时钟设定。可以采用具有频率 $K\Phi$ 的时钟信号 32b 对第一和第二开关电路 20、24 进行时钟设定,其中 K 是 $1/2$ 的整数倍。可以采用具有频率 $N\Phi$ 的时钟信号 32c 对离散时间选择性滤波器 30 进行时钟设定,其中, N 是整数。在一些布置中 $K\Phi=1/2\Phi$, $N\Phi=1/4\Phi$ 。时钟信号 32a、32b、32c 具有静止频率。

[0073] 如上所述,应当理解差分输出信号(即利用调制电路 14 从成对的信号 12a-12d 中适当选择的差分信号)可以既包括与感测到的磁场成比例的预期磁场信号分量,又包括不希望出现的偏差信号分量(即 DC)。从下文结合图 2-3A 的讨论显然可以看到,即使霍尔元件 12 生成了既具有磁场信号分量,又具有偏差分量的信号(即利用调制电路 14 从成对的信号 12a-12d 中适当选择的差分信号),来自磁场传感器 10 的输出信号 30a、30b 也将具有占主导的磁场信号分量和相对减弱的偏差分量。

[0074] 从下文结合图 2-2C 的讨论可以理解,在操作当中,调制电路 14 将霍尔元件差分信号(即利用调制电路 14 从成对的信号 12a-12d 中适当选择的差分信号)的偏差分量调制(即使之频移)到较高的频率,同时使所述磁场信号分量保留在基带上(例如, DC 或者相对较低的频率)。因而,在调制电路 14 的操作之后将磁场信号分量和偏差分量在频率上分离开。

[0075] 在操作当中,具有斩波稳定放大器的放大器电路 16 进行调制(采用第一开关电路 20)和解调(即频移)(采用第二开关电路 24),从而得到保留在基带上的磁场信号分量(例如 DC 或相对较低的频率)。所述放大器电路还通过操作进行解调(采用第一开关电路 20)和重新调制(即频移)(采用第二开关电路 24),从而得到处于较高的频率上的偏差分量。因而,在放大器电路 16 的操作之后,磁场信号分量和偏差分量保持在频率上分开。

[0076] 滤波器电路 26 降低了偏差分量的幅度,该分量出现在较高的频率上。因而,差分输出信号 30a、30b 包括处于基带(例如,DC 或相对较低的频率)内的磁场信号分量和降低了很多的先前移到较高的频率上的偏差分量。

[0077] 在上述美国专利 7425821 中能够找到关于磁场传感器 10 的进一步讨论。

[0078] 现在参考图 1A,其中,示出了与图 1 中类似的具有类似附图标记的元件,另一现有技术磁场传感器 40 可以具有 1997 年 4 月 15 日颁布的转让给本发明的受让人的美国专利 5621319 中描述的类型,通过引用将该文献全文引入本文。磁场传感器 40 包括霍尔元件 12,该元件提供了四个耦合,从而使相关信号 12a-12d 往返于该元件和调制电路 15 之间。调制电路 15 可以具有下文将结合图 3-3C 更加详细地描述的类型。

[0079] 调制电路 15 向具有两个采样保持电路 43、44 的放大器电路 41 提供差分输出信号 15a、15b,在下文中将对其予以更为详细的说明。放大器电路 41 向将在下文更加详细地描述的滤波器电路 48 提供差分放大信号 46a、46b。滤波器电路 48 提供差分输出信号 47a、47b。在一些替代布置中,差分信号 46a、46b 以及 47a、47b 可以是单端信号。

[0080] 放大器电路 41 可以包括差分放大器 42,其被耦合为接收差分信号 15a、15b,并且被配置为生成差分放大信号 42a、42b。将第一采样保持电路 43 耦合为接收作为单端信号的信号 42a,将第二采样保持电路 44 耦合为接收作为单端信号的信号 42b。将采样保持电路 43 配置为生成信号 43a,将采样保持电路 44 配置为生成信号 44a。将求和节点 45 耦合为接收信号 43a、44a,并且将其配置为生成被减信号 45a。将放大器 46 耦合为接收被减信号 45a,并且将其配置为生成差分信号 46a、46b。

[0081] 滤波器电路 48 可以包括低通滤波器 47, 其被耦合为接收差分信号 46a、46b, 并且被配置为生成差分滤波信号 47a、47b。

[0082] 磁场传感器 40 还包括时钟生成电路 49, 其被耦合为接收来自振荡器 34 的时钟信号 34a, 并且被配置为向调制电路 12 和放大器电路 41 提供时钟信号 49a。在优选实施例中, 调制电路 15 的开关作用与放大器电路 41 的开关作用是同步的。

[0083] 可以采用具有频率 Φ 的时钟信号 49a 对调制电路 15 进行时钟设定。也可以采用时钟信号 49a 对第一和第二采样保持电路 43、44 进行时钟设定。时钟信号 49a 具有静态频率。在一些实施例中, 不对滤波器电路 48 进行时钟设定。在其他实施例中, 滤波器电路 48 可以包括离散时间选择性滤波器, 其可以与图 1 的离散时间选择性滤波器相同或者类似。

[0084] 如上所述, 应当理解来自霍尔元件 12 的输出信号 (即利用调制电路 15 从成对的信号 12a-12d 中适当选择的差分信号) 可以既包括与感测到的磁场成比例的预期磁场信号分量, 又包括偏差信号分量。从下文结合图 3-3C 的讨论显然可以看到, 即使霍尔元件 12 生成了既具有磁场信号分量, 又具有偏差分量的信号 (即利用调制电路 15 从成对的信号 12a-12d 中适当选择的差分信号), 来自磁场传感器 40 的输出信号 47a、47b 也将具有占主导的磁场信号分量和极大降低的偏差分量。

[0085] 如上文所述, 从下文结合图 3 和 3A 的讨论可以理解, 在操作当中, 调制电路 15 将霍尔元件差分信号 (即利用调制电路 15 从成对的信号 12a-12d 中适当选择的差分信号) 的磁场信号分量调制 (即使之频移) 到较高的频率, 同时使偏差分量保留在基带上 (例如, DC)。因而, 通过调制电路 15 的操作使磁场信号分量和偏差分量在频率上分离。

[0086] 具有两个采样保持电路 43、44 的放大器电路 41 将磁场信号分量解调 (即频移) 回基带 (例如, DC 或低频), 并将偏差分量调制 (即频移) 到较高频率。因而, 在放大器电路 41 的操作之后, 使磁场信号分量和偏差分量在频率上保持分离。还应当理解, 两个采样保持电路 43、44 还提供了对所得的信号滤波, 其与图 1 的离散时间选择性滤波器 30 提供的类似。因此, 在磁场传感器 40 中不需要离散时间选择性滤波器 30。

[0087] 滤波器电路 48 可以包括低通滤波器 47。在操作者, 滤波器电路 48 进一步降低了出现在较高频率上的偏差分量的幅度。滤波器电路 48 还能够降低由采样操作得到的二阶分量。因而差分输出信号 47a、47b 包括处于基带 (例如, DC 或低频) 上的磁场信号分量和先前移动到较高频率上的被极大降低的偏差分量。

[0088] 现在参考图 2, 具有对霍尔偏差分量进行调制的类型的开关霍尔元件 50 包括霍尔元件 (或霍尔板) 52 和调制电路 54, 所述调制电路可以与图 1 的调制电路 14 相同或类似。霍尔元件 52 包括四个接触 52a、52b、52c 和 52d, 每者耦合至相应的开关 56a、56b、56c 和 56d 的第一个端子, 如图所示。将开关 56b 和 56c 的第二端子耦合为提供开关霍尔输出信号的正节点, 这里, 将其标记为 V_{o+} , 将开关 56a 和 56d 的第二端子耦合为提供开关霍尔输出信号的负节点, 这里标记为 V_{o-} 。

[0089] 将额外的开关 60a、60b、60c 和 60d 布置为将霍尔接触 52a、52b、52c、52d 有选择地耦合至电源电压 V_s 和地。更具体而言, 通过时钟信号 CLK 控制开关 56b、56d、60a 和 60c, 通过互补时钟信号 $\text{CLK}/$ 控制开关 56a、56c、60b 和 60d, 如图所示。时钟信号 CLK 和 $\text{CLK}/$ 具有两种状态或相, 即 Φ_0 状态和 Φ_{90} 状态, 如图 2A 所示。

[0090] 在操作当中, 在相位 Φ_0 期间, 电流从端子 52a 流向端子 52c, 开关霍尔输出信号

V_o 等于 $V_H + V_{op}$, 其中, V_{op} 是霍尔元件偏差电压或霍尔偏差分量, V_H 是磁场信号分量。在相位 Φ_{90° 期间, 电流从端子 52b 流向端子 52d, 开关霍尔输出信号 V_o 等于 $V_H - V_{op}$ 。因而调制电路 54 对霍尔偏差分量 V_{op} 进行调制, 在图 2B 中针对非零磁场对所述偏差分量给出了图示。如图 2C 所示, 磁场信号分量 V_H 基本上保持不变。

[0091] 现在参考图 3, 一种具有调制磁信号分量的类型的替代开关霍尔元件 70 包括霍尔元件 72 和调制电路 74, 其可以与图 1A 的调制电路 15 相同或类似。霍尔元件 72 可以与图 2 的霍尔元件 52 相同, 其包括四个接触 72a、72b、72c 和 72d, 它们中的每者耦合至相应的开关 76a、76b、76c 和 76d 的第一端子。将开关 76a 和 76b 的第二端子耦合为提供开关霍尔输出信号的正节点, 这里, 将其标记为 V_o+ , 将开关 76c 和 76d 的第二端子耦合为提供开关霍尔输出信号的负节点, 这里标记为 V_o- 。因而, 图 2 和图 3 的比较揭示了在 Φ_{90° 相位期间交换霍尔元件的输出接触。

[0092] 将额外的开关 80a、80b、80c 和 80d 布置为将耦合霍尔接触 72a、72b、72c 和 72d 有选择地耦合至电源电压 V_s 和地。通过时钟信号 CLK 控制开关 76b、76d、80a 和 80c, 通过互补时钟信号 CLK/ 控制开关 76a、76c、80b 和 80d, 如图所示。时钟信号 CLK 和 CLK/ 与图 2 中的类似信号等同, 因而具有两个状态或相位 Φ_0 和 Φ_{90° , 如图所示。

[0093] 在操作当中, 在相位 Φ_0 期间, 电流从端子 72a 流向端子 72c, 开关霍尔输出信号 V_o 等于 $V_H + V_{op}$ 。在相位 Φ_{90° 期间, 电流从端子 72b 流向端子 72d, 开关霍尔输出信号 V_o 等于 $-V_H + V_{op}$ 。因而, 调制电路 74 对磁信号分量进行调制, 从而提供经调制的磁信号分量 V_H , 在图 3C 中针对非零磁场对分量 V_H 给出了图示。如图 3B 所示, 偏差分量 V_{op} 基本保持不变。

[0094] 从结合图 5 和 5A 的讨论可以理解, 在优选实施例中, 图 5 的调制电路 14 具有上文结合图 2-2C 描述的类型, 图 5A 的调制电路 15 具有上文结合图 3-3C 描述的类型。换言之, 在优选实施例中, 图 5 的放大器电路 16 接收具有调制偏差分量和非调制磁场信号分量的差分信号 14a、14b。相反, 在优选实施例中, 图 5A 的放大器电路 41 接收具有调制磁场信号分量和非调制偏差分量的差分信号 15a、15b。

[0095] 现在参考图 4-4C, 曲线图 100、120、140、160 指示出现在图 1 的 A、B、C、D 点上的信号。曲线图 100、120、140、160 每者具有采用时间的任意单位标度的横轴和采用电压的任意单位标度的纵轴。

[0096] 来看图 1A 的布置, 图 1A 中被标记为 A'、B' 和 D' 的信号与图 1 和 4-4C 中的信号 A、B 和 D 类似。在上文提及的美国专利 5621319 中描述了图 1A 的磁场传感器 40 的操作, 在此不再对其做进一步描述。

[0097] 曲线图 100 包括四个信号 102、104、106、108, 这四个信号分别指示信号 12a、12b、12c、12d, 即图 1 所示的信号 A, 这四个信号还指示图 2 的开关 56a、56b、56c、56d 接收的四个信号。在图 1 的时钟信号 Φ 和图 2 的信号 CLK 的任何半周期内, 都在调制电路的输出处存在两个所述信号 (102 和 108 或者 104 和 106) 作为图 2 的信号 V_o+ 和 V_o- , 所述信号是图 1 的差分信号 14a、14b, 即图 1 的信号 B。图 2 的信号 V_o+ 和 V_o- 之间以及图 1 的信号 14a、14b 之间的差异为差分信号。

[0098] 在相位 Φ_0 中, 信号 104 和 106 存在差异量 110。在相位 Φ_{90° 中, 信号 108 和 102 存在差异量 112, 该差异量与信号 104 和 106 的差异具有相反的极性。图 4A 的信号 122 表示上文所述的信号差异, 还表示图 2B 和图 2C 的信号 V_{op} 和 V_H 的和, 此外还表示图 1 的差分

信号 B。信号 122 的 AC 部分表示信号 122 的调制偏差分量。线 124 表示信号 122 的 DC 部分(或低频部分),即,信号 122 的磁场信号分量,该分量为未调制的磁场信号分量。

[0099] 信号 144 表示图 1 的差分信号 28a、28b,即图 1 的信号 C。由于图 1 的低通滤波器电路 28 的频带限制作用,信号 144 可能具有圆边,其取决于图 1 的时钟信号 32b 的频率。由于图 1 的放大器电路 16 提供的放大的原因,信号 144 比信号 122 大。信号 144 具有表示图 4A 的偏差分量 124 的 AC 部分,其是利用图 1 的放大器电路 16 (斩波稳定放大器)生成的调制偏差分量。线 142 表示信号 144 的 DC 部分,其是经调制的磁场信号 122 的 AC 部分的解调版本(即,磁场信号分量)。

[0100] 应当认识到预期信号(磁场信号分量)是信号 144 的 DC 部分(或低频部分),所述 DC 部分由线 142 表示,不希望出现的信号(偏差分量)是信号 144 的 AC 部分。还应当理解由线 142 表示的信号 144 的 DC 部分只是在图 1 的磁场传感器 10 遇到静态磁场时的 DC 信号。换言之,如果图 1 的磁场传感器 10 遇到变化的磁场,那么线 142 表示的信号 144 的 DC 部分将具有变化的(AC)部分。

[0101] 曲线 164 表示图 1 的差分信号 30a、30b,即图 1 的信号 D。曲线 164 是曲线 144 的滤波版本。应当认识到,通过对信号 144 进行滤波获得信号 164 在很大程度上去除了信号 144 的 AC 部分,从而得到更加切近地表示信号 144 的预期 DC 部分(磁场信号分量)的由线 142 和 162 表示的信号。然而,如上所述,还应当理解,线 162 表示的信号 164 的 DC 部分只是在图 1 的磁场传感器 10 遇到晶体磁场时的 DC 信号。

[0102] 应当理解,图 4、4A 和 4C 的信号与图 1A 的信号 A'、B' 和 D' 类似。然而,相对于图 1A 而言,图 4A 的信号 122 表示图 3B 和 3C 的信号 V_{op} 和 V_H 的和,还表示图 1A 的差分信号 B'。信号 122 的 AC 部分表示信号 122 的调制磁场信号分量。线 124 表示信号 122 的 DC 部分(或低频部分),即信号 122 的偏差分量。因此,参考图 4A,对于图 1A 的信号 B' 而言,与图 1 的信号 B 不同的是,磁场信号受到了调制而非偏差信号受到调制。

[0103] 现在参考图 5,其中将与图 1 类似的元件示为具有类似的附图标记,磁场传感器 200 与图 1 的磁场传感器 10 类似。但是,磁场传感器 200 包括电压控制振荡器(VCO) 218,其被耦合为接收 VCO 控制信号发生器 220 生成的 VCO 控制信号 220a。VCO 218 被配置为生成 VCO 输出信号 218a,所述信号在频率上响应于 VCO 控制信号 220a 变化。将时钟生成电路 216 耦合为接收 VCO 输出信号 218a,并且将其配置为生成也在频率上发生变化的时钟信号 216a、216b、216c。

[0104] 与图 1 的时钟生成电路 32 类似,将时钟生成电路 216 配置为分别向调制电路 14、放大器电路 16 和滤波器电路 26 提供时钟信号 216a、216b、216c。因此,在优选实施例中,调制电路 14 的开关作用、放大器电路 16 的开关作用和滤波器电路 26 的开关作用是同步的。

[0105] 与在图 1 的磁场传感器 10 中类似,能够采用具有频率 Φ 的时钟信号 216a 对调制电路 14 进行时钟设定。可以采用具有频率 $K\Phi$ 的时钟信号 216b 对第一和第二开关电路 20、24 进行时钟设定,其中 K 是 $1/2$ 的整数倍。可以采用具有频率 $N\Phi$ 的时钟信号 216c 对离散时间选择性滤波器 30 进行时钟设定。在一些布置中, $K\Phi=1/2\Phi$, $N\Phi=1/4\Phi$ 。然而,与图 1 的磁场传感器 10 不同的是,时钟信号 216a、216b、216c 具有非静态(变化)频率。

[0106] 具体而言,时钟信号 216a 可以是具有在第一最小频率和第一最大频率之间变化的第一变化调制频率的第一调制信号。在一些实施例中,第一变化调制频率按照线性扫描

的方式从第一最小频率变化到第一最大频率。在其他一些实施例中,第一变化调制频率按照非线性扫描的方式从第一最小频率变化至第一最大频率。在其他一些实施例中,第一变化调制频率按照多个离散频率步长从第一最小频率变化至第一最大频率。在其他一些实施例中,第一变化调制频率按照多个离散频率步长变化。在一些实施例中,所述离散频率步长是具有伪随机噪声模式的步长。

[0107] 类似地,时钟信号 216b 可以是具有在第二最小频率和第二最大频率之间变化的第二变化调制频率的第二调制信号。在一些实施例中,第二变化调制频率等于第一时钟信号 216a 的第一变化调制频率并与其同步。在其他一些实施例中,第二变化调制频率不同于第一时钟信号 216a 的第一变化调制频率,但与之同步。

[0108] 类似地,时钟信号 216c 可以是具有变化的采样频率的采样信号,所述采样频率与第一时钟信号 216a 的第一变化调制频率相关或者与第二时钟信号 216b 相关,其中,离散时间选择性滤波器 30 具有与第一变化调制频率相关的变化陷波频率。在一些实施例中,所述变化的采样频率等于第一时钟信号的第一变化调制频率的整数倍。在一些实施例中,所述变化采样频率等于所述第一变化调制频率。在一些实施例中,所述变化采样频率等于所述第一变化调制频率的两倍。在一些实施例中,所述变化陷波频率等于所述第一变化调制频率。

[0109] 在一些实施例中,抗混叠滤波器 28 具有转角频率,所述转角频率被选择为减小频率分量,使得所述频率分量超过与所述变化采样频率相关的最大采样频率的一半。

[0110] 差分信号 204a-204b、215a-215b、206a-206b、207a-207b、208a-208b、210a-210b、212a-212b 以及 214a-214b 大体上对应于图 1 的信号 14a-14b、36a-36b、18a-18b、20a-20b、22a-22b、24a-24b、28a-28b 和 30a-30b,但是由于采用不同的时钟信号 216a-216c 的原因又与它们不同。所述差分信号(即利用调制电路 14 从成对的信号 204a-204d 中适当选择的差分信号)可以与图 1 的差分信号相同或相似(即,利用调制电路 14 从成对的信号 12a-12d 中适当选择的差分信号)。

[0111] 在图 5A 中与图 1A 和图 5 中类似的元件被示为具有类似的附图标记,现在参考图 5A,磁场传感器 230 与图 1A 的磁场传感器 40 类似。但是,磁场传感器 230 包括电压控制振荡器(VCO)218,其被耦合为接收 VCO 控制信号发生器 220 生成的 VCO 控制信号 220a。VCO218 被配置为生成 VCO 输出信号 218a,所述信号在频率上响应于 VCO 控制信号 220a 变化。将时钟生成电路 217 耦合为接收 VCO 输出信号 218a,并且将其配置为生成时钟信号 217a。

[0112] 与图 1A 的时钟生成电路 49 类似,将时钟生成电路 217 配置为向调制电路 15 和放大器电路 41 提供时钟信号 217a。因此,在优选实施例中,调制电路 15 的开关作用与放大器电路 41 的开关作用是同步的。在一些实施例中,不对滤波器电路 48 进行时钟设定。在其他实施例中,滤波器电路 48 可以包括离散时间选择性滤波器,其可以与图 5 的离散时间选择性滤波器 30 相同或类似,在这种情况下提供另一时钟信号对所述离散时间选择性滤波器进行时钟设定。

[0113] 与图 5 的时钟信号 216a 类似,时钟信号 217a 可以是具有在最小频率和最大频率之间变化的变化调制频率的调制信号。在一些实施例中,所述变化调制频率按照线性扫描的方式从最小频率变化到最大频率。在其他一些实施例中,所述变化调制频率按照非线性扫描的方式从最小频率变化到最大频率。在其他一些实施例中,所述变化调制频率按照多

个离散频率步长从最小频率变化到最大频率。在其他一些实施例中,所述变化调制频率按照多个离散频率步长变化。在一些实施例中,所述离散频率步长是具有伪随机噪声模式的步长。

[0114] 信号 205a-205b、232a-232b、234a、235a、236、238a-238b 以及 240-240b 大体上对应于图 1A 的信号 14a-14b、42a-42、43a、44a、45a、46a-46b 以及 47a-47b,但是由于采用了不同的时钟信号 217a 的原因又与之不同。差分信号 202b、202c 可以与图 1A 的差分信号 12b、12c 相同或类似。

[0115] 图 6-10 示出了图 5 的磁场传感器 200 的操作当中发生的信号的例子。在图 5A 的磁场传感器 230 的操作当中发生的类似信号将可以得到理解,但是没有将其明确示出。

[0116] 现在参考图 6,曲线图 250 具有采用任意单位的时间单位标度的横轴和采用任意单位的电压单位标度的纵轴。从最小电压 254 扫描到最大电压 256 的曲线表示图 5 的 VCO 控制信号 220a 的一个具体实施例,其对应于时钟信号 216a 的频率的线性扫描。

[0117] 尽管将曲线 252 示为仅随时间斜坡上升,但是在另一时间周期内,曲线 252 可能斜坡下降,其中,斜坡上升和斜坡下降是周期性重复的。

[0118] 现在参考图 6A,曲线图 260 具有采用任意单位的频率单位标度的横轴和采用任意单位的功率单位标度的纵轴。曲线图 260 是频域视图,其中,线 262a-262e 表示在 VCO 控制信号 220a 如如图 6 中所示针对频率的上升扫描时图 5 的时钟信号 216a 的多个瞬时快照,但是对于频率的下降扫描而言,所述控制信号是斜坡下降的(未示出)。箭头 264a、264b 表示时钟信号 216a 的频率能够在最小频率 $f_{\text{chop}}^0 - \Delta f_{\text{max}}$ 和 $f_{\text{chop}}^0 + \Delta f_{\text{max}}$ 之间在频率上向上扫描之后下降,其中,频率 f_{chop}^0 ,即时钟信号 216a 的斩波频率(调制频率)是扫描范围的中心处的中心频率。在其他布置中,时钟信号 216a 的频率周期性地仅向上或者仅向下扫描,之后迅速复位到另一个极值上。

[0119] 现在参考图 7,曲线图 300 具有采用任意单位的频率单位标度的横轴和采用任意单位的功率单位标度的纵轴。曲线图 300 是频域视图,其中,线 302a-302c 表示在时钟信号 216a 如图 6A 所示针对频率的上升扫描时图 5 的差分信号 207a、207b 的磁场信号分量的基频的多个瞬时快照,对于频率的下降扫描而言所述时钟信号 216a 斜坡下降(未示出)。线 302a-302c 的有限宽度表示所具有的信号成分不仅处于 DC 上而且还处于相对较低的频率上的磁场信号分量(即,通过图 5 的霍尔元件 12 感测到的磁场)。箭头 306a、306b 表示,差分信号 207a、207b 的频率能够按照周期性的方式在频率上上升扫描之后下降扫描。

[0120] 线 304a-304c 表示图 5 的差分信号 207a、207b 的磁场信号分量的三次谐波的多个瞬时快照。应当理解,图 5 的调制电路 14 (与图 2 中的电路类似)是使图 5 的差分信号 202b、202c 与方波(时钟信号 216a)相乘的电路。因而,生成了具有线 302a-302c 表示的扫描频率的三次谐波(及其他奇次谐波)。线 304a-304c 仅表示三次谐波,但是调制电路 14 还生成其他奇次谐波。

[0121] 在一些布置中,中心频率 f_{chop}^0 大约为三百千赫。

[0122] 应当理解,线 304a-304c 并不是按照与线 302a-302c 的适当相对比例示出的,其应当具有等于线 302a-302c 的功率的 $1/9$ ($(1/3)^2$) 的功率。

[0123] 虚线 307 (窄频谱)表示处于放大器电路 16 的输出处的差分信号 210a、210b (图 5) 的磁场信号分量。换言之,虚线 307 表示在通过放大器电路 16 的操作(通过第二开关电路

24)解调回基带之后的图 7 的扫描信号 302a-302c (即表示磁场信号分量的差分信号 207a、207b),其中由扫描时钟信号 216 对所述放大器电路进行时钟设定。所述解调得到了线(窄带)谱 307。由虚线 307 表示的差分信号 210a、210b 出现在 DC 上或附近,在这一例子中其不发生扫描。

[0124] 曲线 308 表示滤波器电路 26 的通带。

[0125] 现在将与图 7 中类似的元件示为具有类似的附图标记的参考图 8,曲线图 320 具有采用任意单位的频率单位标度的横轴和采用任意单位的功率单位标度的纵轴。曲线图 320 是频域视图,其中,线 302a-302c 还是表示在时钟信号 216a 如图 6A 所示针对频率的上升扫描时图 5 的差分信号 207a、207b 的磁场信号分量的基频的多个瞬时快照,但是对于频率的下降扫描而言所述时钟信号 216a 斜坡下降(未示出)。未示出图 7 的三次谐波 304a-304c。

[0126] 线(频率)322 表示噪声,例如,其可以是图 5 的霍尔元件 12 感测的磁场噪声,或者作为另一个例子其可以是可能在开关电路 24 之前耦合至图 5 的霍尔元件 12、调制电路 14 或者放大器电路 16 的电噪声(注意,如果在开关电路 24 之后注入,所述噪声将不会被调制回基带)。示范性噪声信号 322 在频率上是不动的。

[0127] 在一些布置中,中心频率 f_{chop}^0 大约为三百千赫,噪声信号 322 具有大约三百千赫的静止或接近静止频率。然而,由下文结合图 9B 的讨论将认识到,图 5 的磁场传感器 200 (以及图 5A 的 230)还针对处于中心频率 f_{chop}^0 以外的频率上的噪声信号以及在频率上不固定的噪声信号提供了优点。然而,出于清晰起见示出了图 8 所示的例子,其中,噪声信号 322 处于与中心频率 f_{chop}^0 相同的频率上。

[0128] 线组 324 表示在时钟信号 216a-216c 的频率根据图 6A 在频率上扫描时通过图 5 的放大器电路 16 的操作解调的(即图 5 的差分信号 210a、210b 或者 212a、212b 内的)谱线 322。

[0129] 由于噪声,即谱线 322 在频率上是不动的,因而在采用在频率上进行扫描的时钟信号 216b 对其解调时,所得到的结果是采用线组 324 表示的在频率上扫描的基带信号。还应当认识到,如果对放大器电路 16 的解调采用固定时钟(如图 1 所示)来替代扫描时钟 216b,那么解调的噪声信号可能出现在 DC 上或者 DC 附近,因而将与预期的解调信号 307(磁场信号分量)合并。所述合并将降低预期解调信号 307 的准确性。

[0130] 下面的图 9-9B 示出了在时钟信号 216a 具有在如上文结合图 6 和图 6A 描述的在最小频率和最大频率之间线性升降变化的频率时在图 5 的磁场传感器 200 的操作当中出现的示范性信号。作为对比,下面的图 10-10B 示出了在时钟信号 216a 具有按照多个离散的频率步长在最小频率和最大频率之间线性升降变化的频率时在图 5 的磁场传感器 200 的操作当中出现的示范性信号。上文结合图 5 描述的其他实施例,但是文中没有明确示出其他的示范性信号。

[0131] 现在参考图 9,曲线图 340 具有采用微秒时间单位标度的横轴和采用赫兹频率单位标度的纵轴。波形 342 表示图 5 的时钟信号 216a 的频率,其斜坡上升,之后在一些实施例中斜坡下降(下降未示出)。时钟 216b 和 216c 相应地上升和下降扫描。

[0132] 现在参考图 9A,曲线图 360 具有采用微秒时间单位标度的横轴和采用毫伏电压单位标度的纵轴。信号 362 表示在图 5 的磁场传感器 200 受到噪声,例如,图 8 中的在频率上静止的噪声 322 的影响的情况下图 5 的差分信号 212a、212b。因而,信号 362 还表示由图 8

的线组 324 表示的在频率上扫描的信号。如上文结合图 8 所述,信号 362 表示通过图 5 的放大器电路 16 (通过第二开关电路 24) 解调到基带的噪声信号 322,但是该信号由于时钟信号 216a-216c 的扫描操作的原因而存在频率扫描。

[0133] 在信号 362 中,能够看到依托在较低频率的正弦波上的高频分量。所述高频分量表示由霍尔元件生成的差分信号的偏差分量,其通过图 5 的调制电路 14 和放大器电路 16 的操作被频移到了较高的频率上。

[0134] 现在参考图 9B,曲线图 380 具有采用微秒时间单位标度的横轴和采用毫伏电压单位标度的纵轴。信号 382 表示同样在图 5 的磁场传感器 200 受到噪声,例如,图 8 中的在频率上静止的噪声 322 的影响的情况下图 5 的差分信号 214a、214b。信号 382 与图 9A 的信号 362 类似,但是其已经通过了图 5 的离散时间选择性滤波器。已经通过图 5 的滤波器电路 26 的操作去除了图 9A 的信号 362 的高频分量。可以在信号 382 中看到样本台阶,这是由离散时间选择性滤波器 30 的离散采样导致的,如果希望的话可以采用额外的滤波器(未示出)将其去除。

[0135] 尽管信号 362、382 含有作为在频率上扫描的信号出现的噪声,但是应当认识到,对于差分信号 202b、202c 的磁场信号分量处于 DC 上的情况下,预期信号,即由霍尔元件 12 生成的差分信号 202b、202c 的磁场信号分量是信号 362、382 的 DC 部分。所述 DC 部分被示为零伏,但是其可以是另一与霍尔元件 12 遇到的磁场成比例的值。

[0136] 还应当认识到,如果图 5 的时钟信号 216a-216c 与图 1 的时钟信号 32a-32c 类似具有静止频率,那么图 8 的静止噪声信号 322 在受到解调后(通过图 5 的第二开关电路 24)将不会根据图 8 的线组 324 进行频率扫描,而是处于一个频率上,那么其可能处于 DC 上,或者其可能接近 DC(缓慢变化),从而导致图 5 的信号 214a、214b 中的所探测到的作为结果的磁场信号分量的不准确。然而,由于扫描时钟信号 216a-216c 导致了噪声信号在频率上扫描,因而将容易地识别出噪声信号,并且能够通过接下来的处理或者通过接下来的滤波将其去除,从而仅保留预期的磁场信号分量。

[0137] 可以提供接下来的处理或滤波作为图 5 和 5A 所示的处理模块 222,该模块被耦合为分别接收图 5 或 5A 的差分信号 214a、214b 或者 240a、240b。在一些实施例中,所述处理模块 222 可以是简单的低通滤波器。在其他实施例中,所述处理模块 222 可以包括另一离散时间选择性滤波器。在一些实施例中,所述处理模块 222 可以包括数字滤波器。在一些实施例中,处理模块 222 可以包括能够 a) 选择差分信号 214a、214b 或者 240a、240b 的稳定时间区域以及 b) 计算所述差分信号的 DC 值(或者缓慢变化值)以识别出磁场信号分量的逻辑。

[0138] 即使对于在频率上相对缓慢变化的所述差分信号(即通过调制电路 14 从成对的信号 202a-202d 中适当选择的差分信号)的磁场信号分量而言,上述对磁场信号分量与噪声信号的区分仍然为真,只要变化的噪声信号不停留在磁场信号分量的频率(包括 DC)上即可。即使对于在频率上相对变化的所述差分信号(即通过调制电路 14 从成对的信号 202a-202d 中适当选择的差分信号)的磁场信号分量以及也在频率上存在变化的噪声信号而言,上述对磁场信号分量与噪声信号的区分也仍然为真,只要噪声信号的变化频率不停留在磁场信号分量的变化频率上即可。

[0139] 现在参考图 10,曲线图 400 具有采用微秒时间单位标度的横轴和采用赫兹频率单

位标度的纵轴。波形 402 表示图 5 的时钟信号 216a 的频率,其采取离散的步长上升,之后在一些实施例中采取离散的步长下降。时钟 216b 和 216c 按照离散的频率步长相应地步进升高和降低。

[0140] 现在参考图 10A,曲线图 420 具有采用微秒时间单位标度的横轴和采用毫伏电压单位标度的纵轴。信号 422 表示在图 5 的磁场传感器 200 受到噪声,例如,图 8 中的在频率上静止的噪声信号 322 的影响时图 5 的差分信号 212a、212b。因而,信号 422 还表示在频率上步进变化的信号,其也通过图 8 的线组 324 表示。如上文结合图 8 所述,信号 422 表示通过图 5 的放大器电路 16 解调回基带的噪声信号 322,但是该信号由于频率步进变化的时钟信号 216a-216c 的操作的原因而在频率上存在步进变化。

[0141] 在信号 422 中,能够看到依托在较低频率的步进变化信号上的高频分量。这一分量表示霍尔元件 12 生成的差分信号 202b、202c 的偏差分量,其通过图 5 的调制电路 14 和放大器电路 16 的操作被频移到了较高的频率上。

[0142] 现在参考图 10B,曲线图 440 具有采用微秒时间单位标度的横轴和采用毫伏电压单位标度的纵轴。信号 442 表示同样在图 5 的磁场传感器 200 受到噪声,例如,图 8 中的在频率上静止的噪声 322 的影响的情况下图 5 的差分信号 214a、214b。信号 442 与图 10A 的信号 422 类似,但是其通过了图 5 的离散时间选择性滤波器。图 10A 的信号 422 的高频分量已经通过图 5 的滤波器电路 26 的操作得以去除。在信号 442 中能够看到样本台阶,如果希望的话可以采用额外滤波器(未示出)将其去除。

[0143] 上文结合图 9B 所做的关于磁场信号分量与噪声信号的区分的讨论与将参考图 10-10B 所做的讨论基本相同,因而这里不再重复。

[0144] 如上所述,其他时钟信号 216a-216c 能够提供其他类型的调制,但是所有的调制都将得到将磁场信号分量与噪声信号区分开的能力,与此同时充分去除偏差分量。

[0145] 在此通过引用将文中援引的所有参考文献全文并入本文。

[0146] 已经描述了用来对作为本专利的主题的各种原理、结构和技术进行举例说明的优选实施例,现在本领域技术人员显然将认识到可以采用结合了这些原理、结构和技术的其他实施例。因此,应当认为本专利的范围不应受到所描述的实施例的限制,相反应当仅由下述权利要求的精神和范围界定。

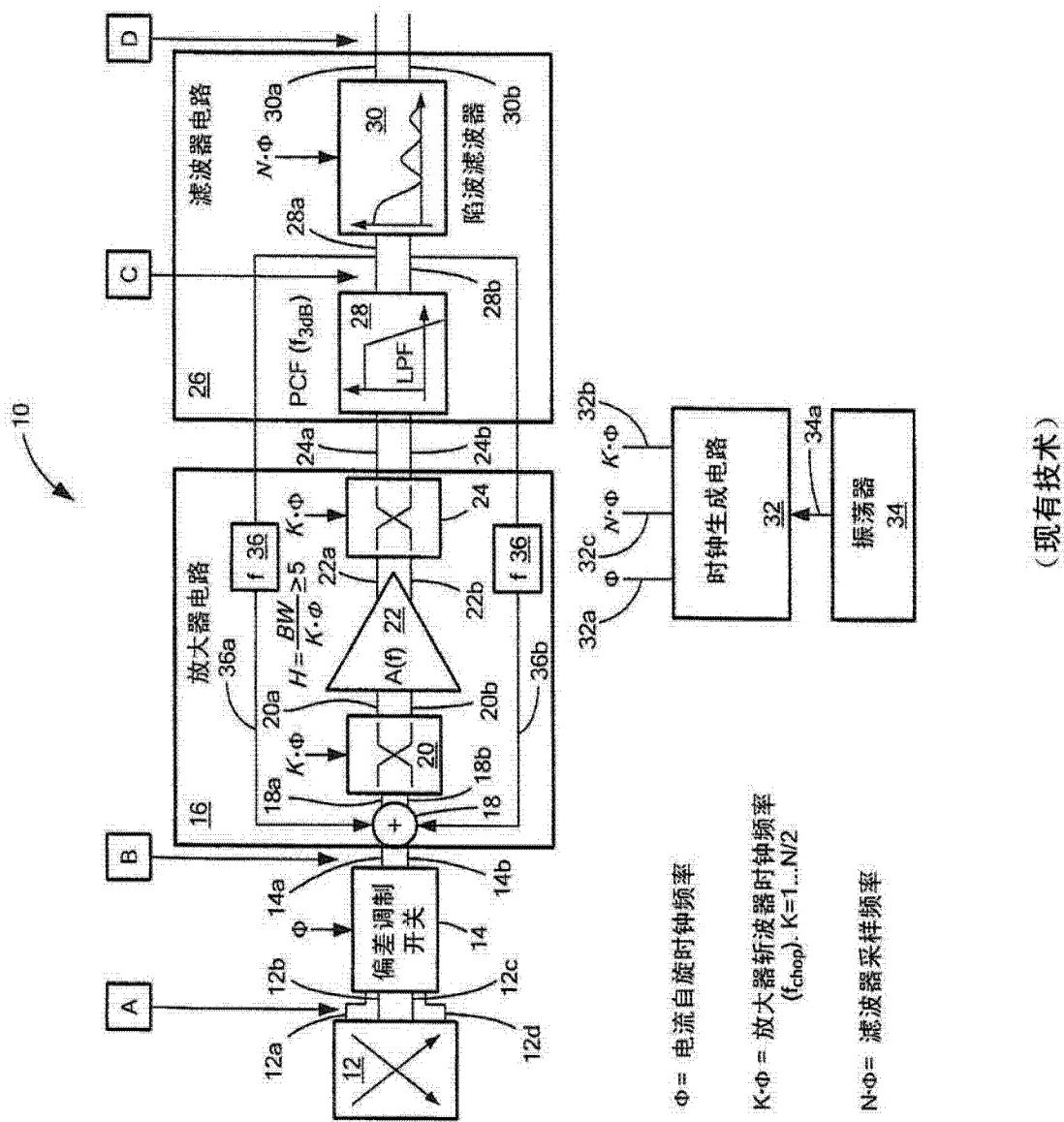
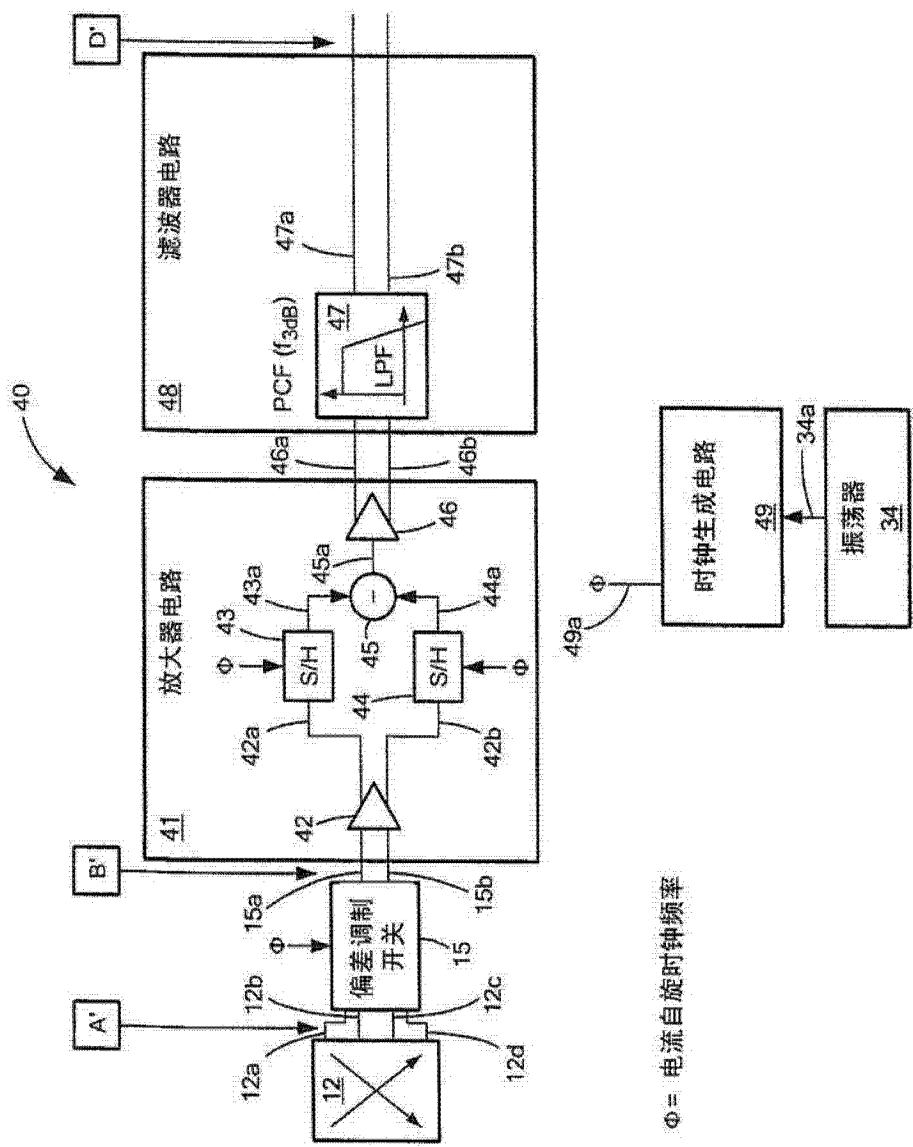


图 1



(现有技术)

图 1A

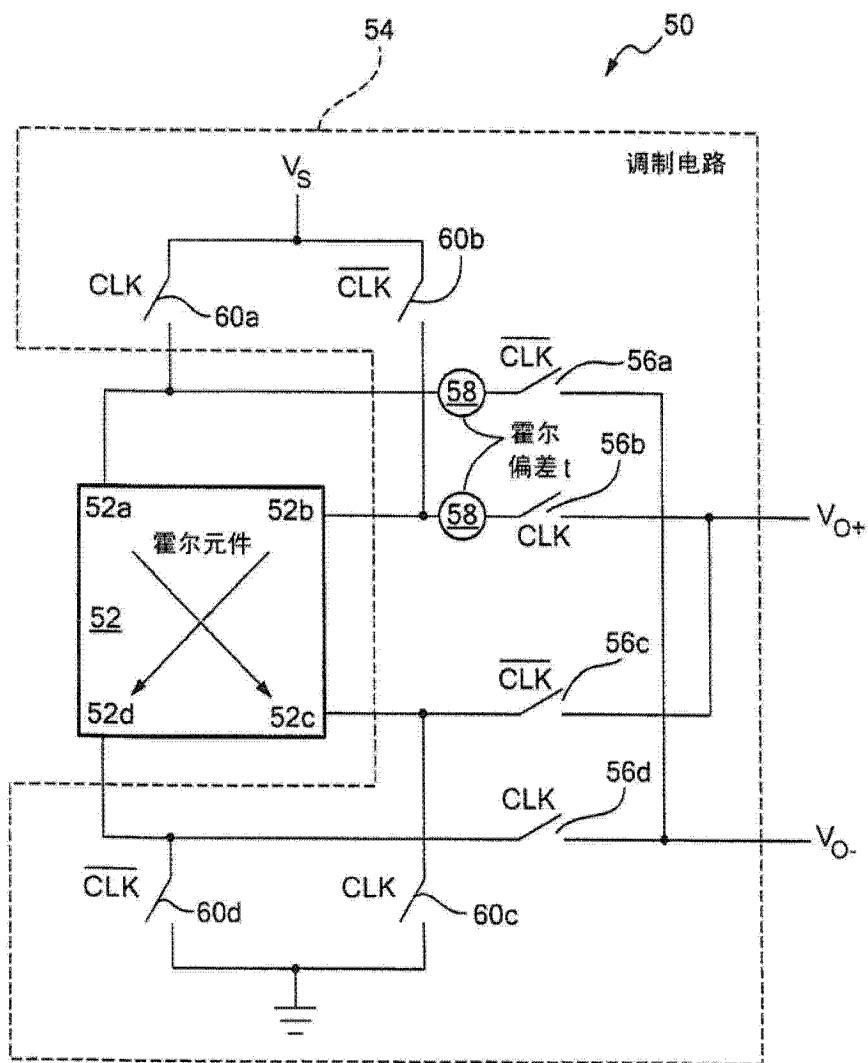


图 2

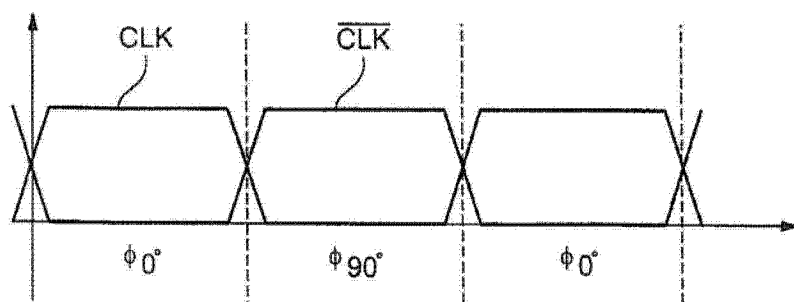


图 2A

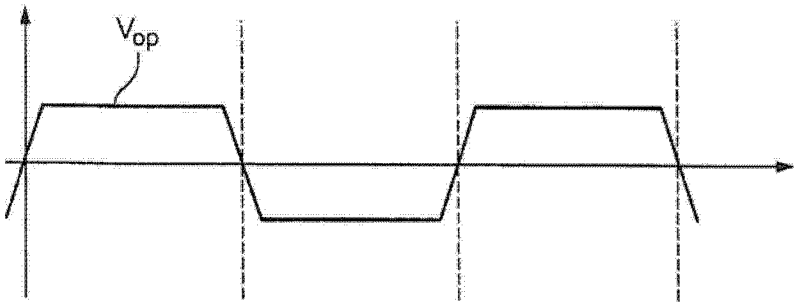


图 2B

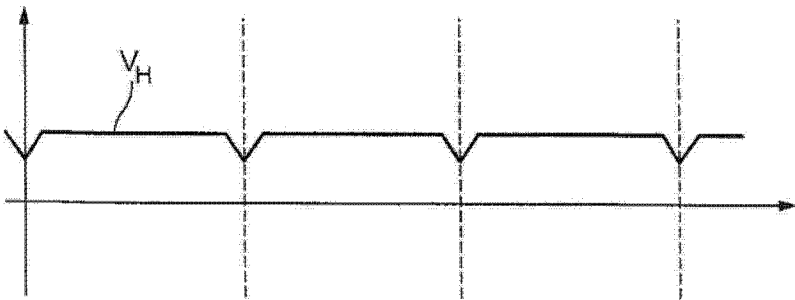


图 2C

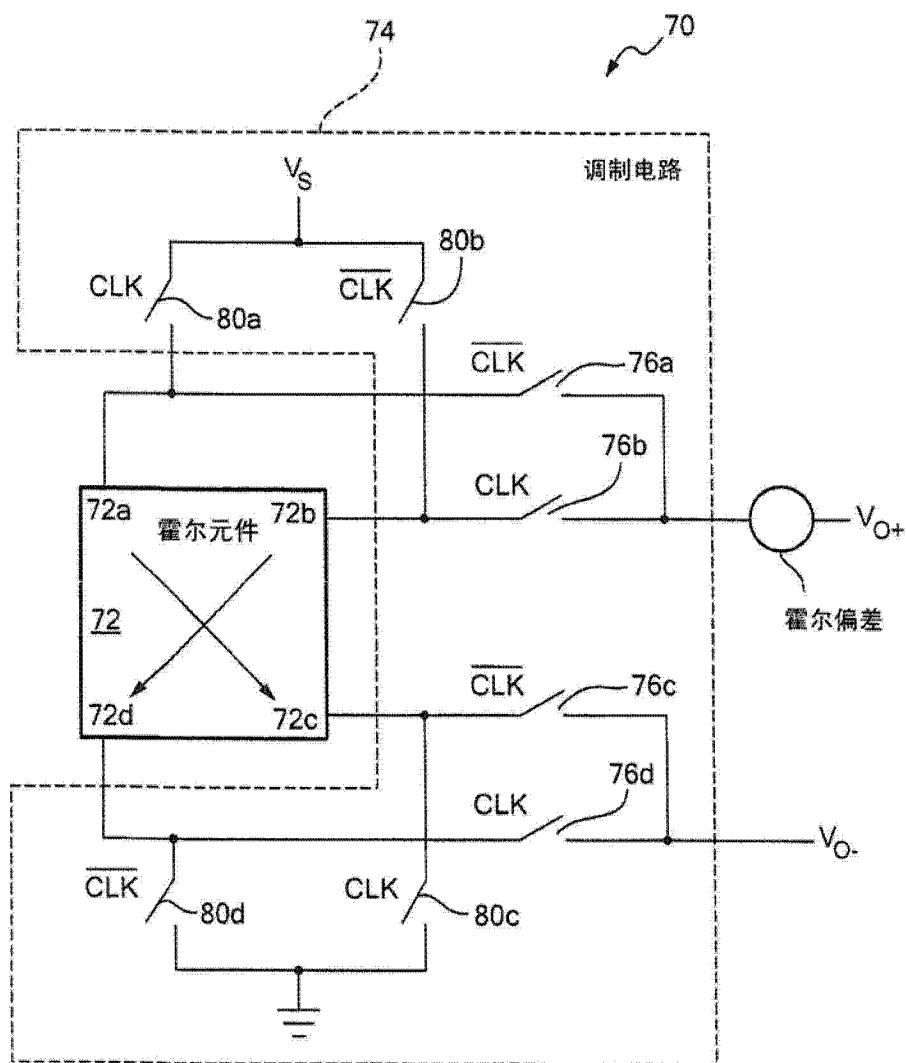


图 3

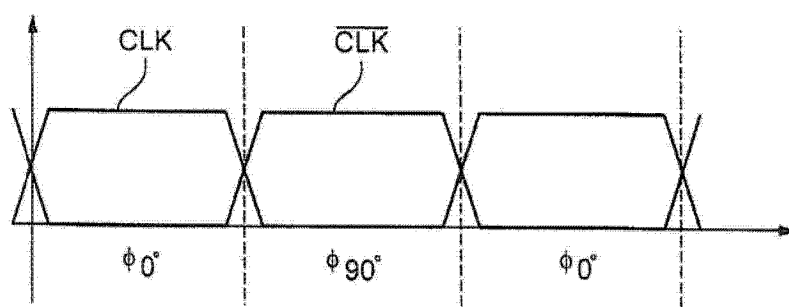


图 3A

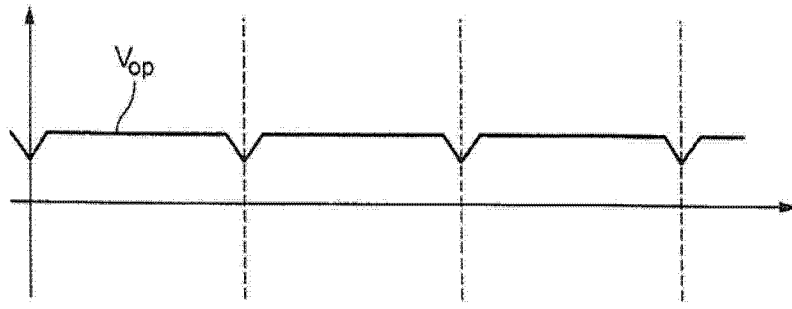


图 3B

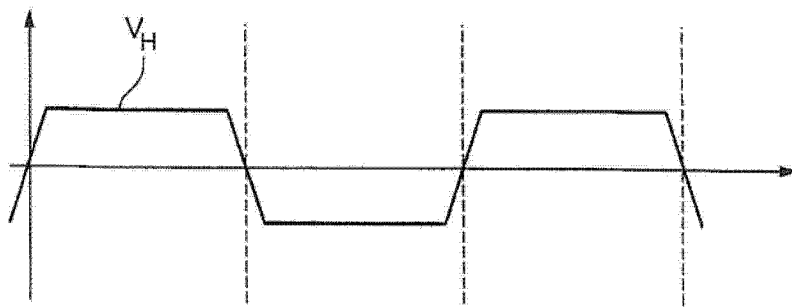


图 3C

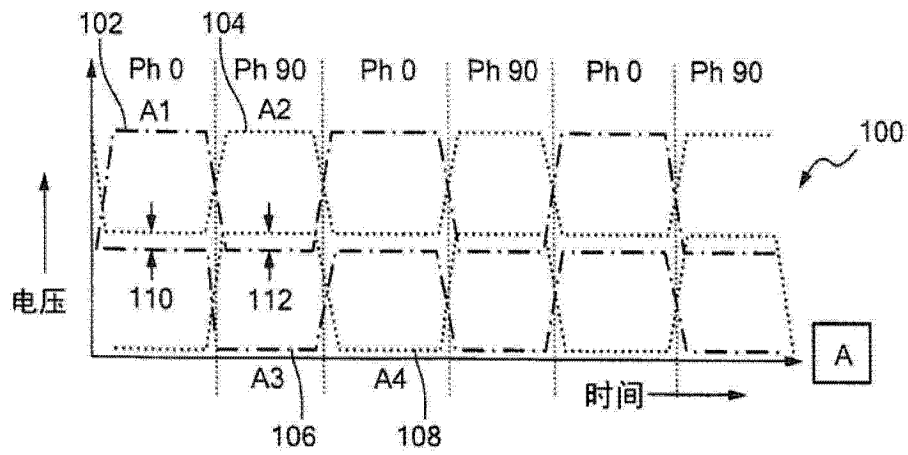


图 4

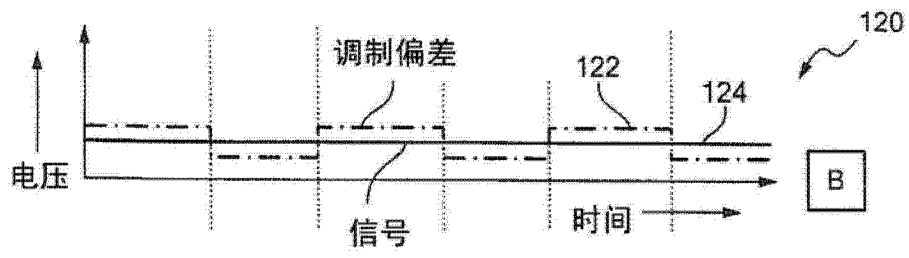


图 4A

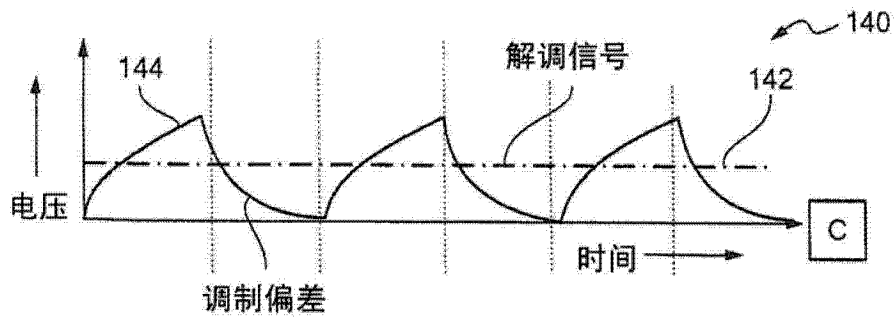


图 4B

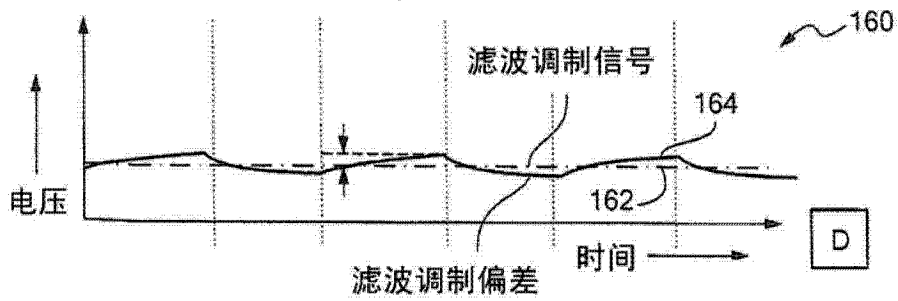


图 4C

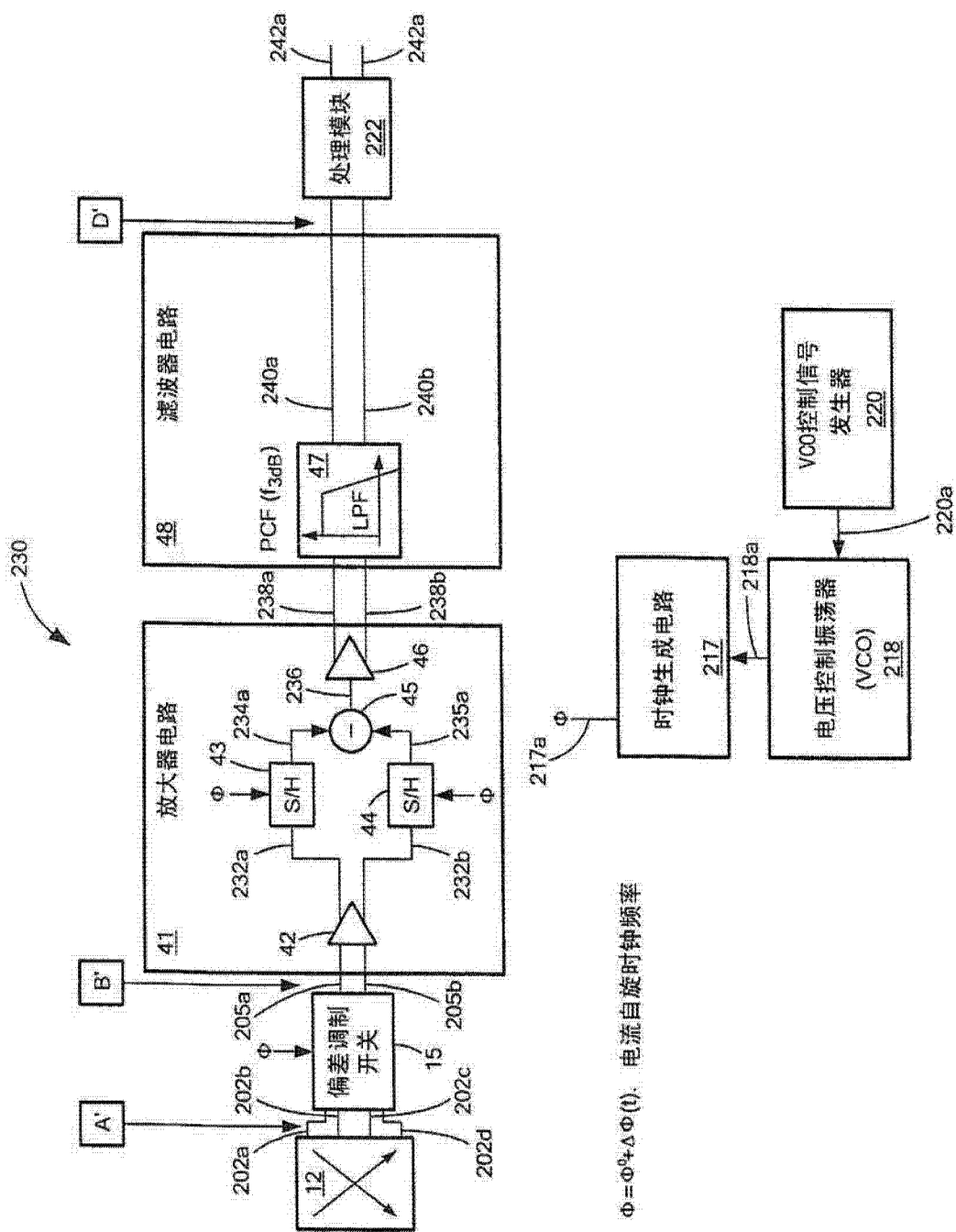


图 5A

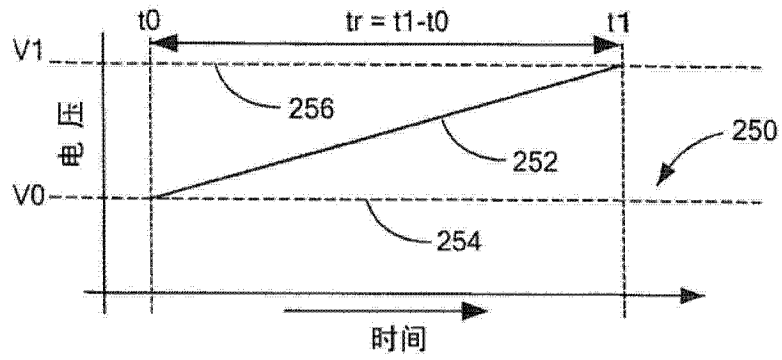


图 6

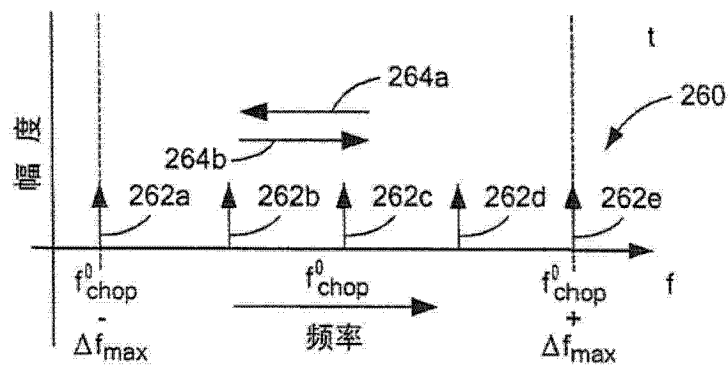


图 6A

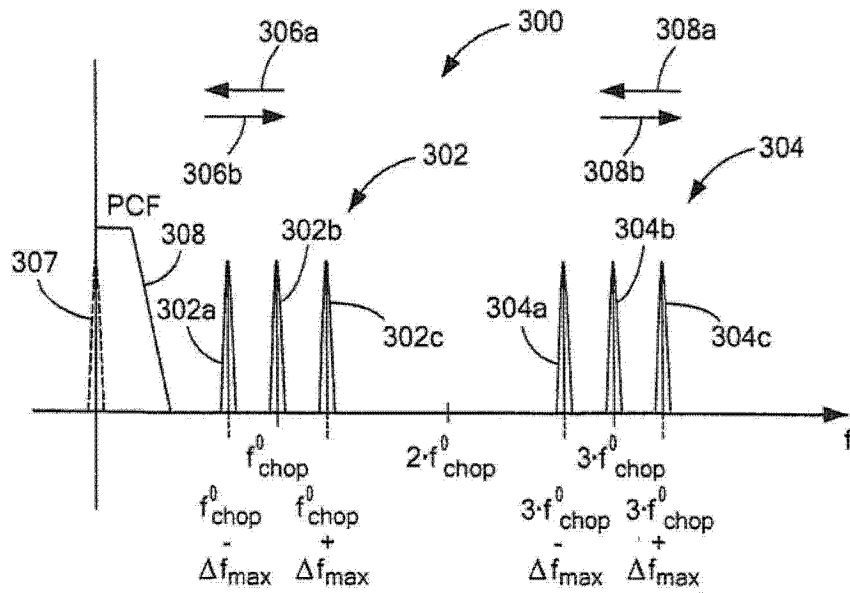


图 7

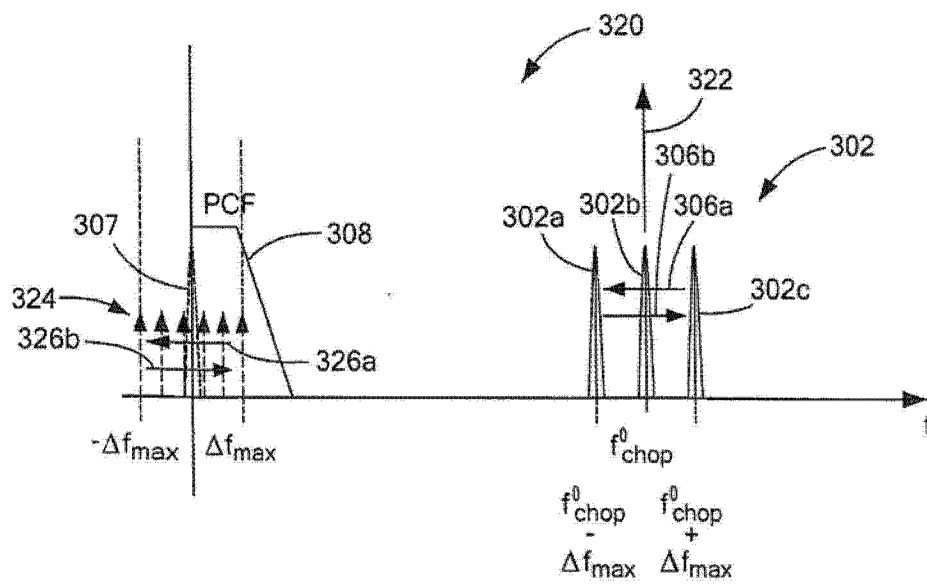


图 8

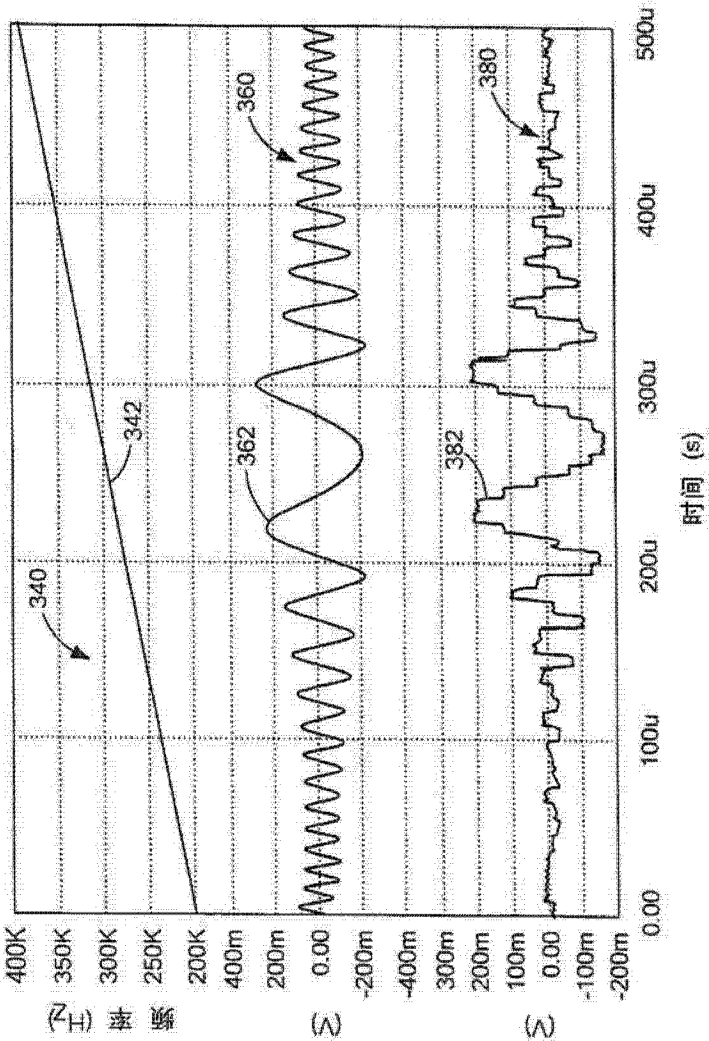


图9

图9A

图9B

