

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H03M 1/18 (2006.01)

G01C 17/32 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03160114.6

[45] 授权公告日 2009年9月9日

[11] 授权公告号 CN 100539430C

[22] 申请日 2003.9.26 [21] 申请号 03160114.6

[30] 优先权

[32] 2003. 6. 24 [33] KR [31] 41285/2003

[73] 专利权人 三星电机株式会社

地址 韩国京畿道水原市

[72] 发明人 郑夏雄 崔愿太 姜镇龙 金畅炫

权五照

[56] 参考文献

JP9 - 232956A 1997. 9. 5

US5394029A 1995. 2. 28

CN1048471A 1991. 1. 9

US6466871B1 2002. 10. 15

CN1351779A 2002. 5. 29

审查员 邓学欣

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 谢丽娜 谷惠敏

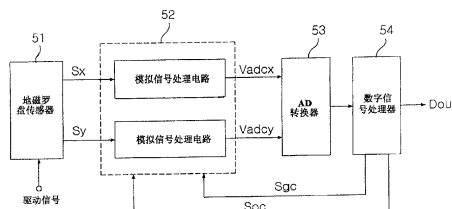
权利要求书 2 页 说明书 15 页 附图 10 页

[54] 发明名称

用在电子罗盘中的信号处理器

[57] 摘要

用在电子罗盘中的信号处理器，用于控制在模拟信号过程中生成的偏移电压以及自动控制放大增益。在信号处理器中，模拟信号处理器 52 放大信号 S_x 和 S_y ，并控制在放大过程中生成的偏移电压和振幅 A 。模拟/数字 (AD) 转换器 53 将来自模拟信号处理器 52 的模拟信号 V_{adcx} 和 V_{adcy} 转换成数字信号。数字信号处理器 54 测量与来自 AD 转换 53 的数字信号有关的最大值 V_{adc_max} 和最小值 V_{adc_min} ，并基于 V_{adc_max} 和最小值 V_{adc_min} ，将偏移控制信号 S_{oc} 和增益控制信号 S_{gc} 输出给模拟信号处理器 52。信号处理器能将即将输入 AD 转换器的信号的电平保持在基准电压范围内。



1. 一种用在电子罗盘中的信号处理器，用于处理来自地磁罗盘传感器的信号，所述地磁罗盘传感器根据方位角，检测由驱动信号感应的正弦或余弦波信号，包括：

模拟信号处理器，用于放大来自所述地磁罗盘传感器的所述信号，响应偏移控制信号，消除在放大过程期间生成的偏移电压，以及响应增益控制信号，控制其中抵消了所述偏移电压的信号的振幅；

模拟/数字转换器，用于将来自所述模拟信号处理器的模拟信号转换成数字信号；以及

数字信号处理器，用于测量与来自所述模拟/数字转换器的数字信号有关的最大值和最小值，根据所述最大值和最小值的平均值，确定所述偏移电压，且根据所述最大值和最小值间的差值，确定所述振幅，以及向所述模拟信号处理器输出用于消除所确定的偏移电压的所述偏移控制信号以及用于控制所确定的振幅的所述增益控制信号，以便振幅位于用于所述模拟/数字转换器的可容许输入范围内，

其中，所述模拟信号处理器包括：

斩波器，用于检测来自所述地磁罗盘传感器的信号；

输入放大器，用于根据预定增益，放大从所述斩波器输出的所检测的信号；

低通滤波器，用于对从所述输入放大器输出的信号执行预定低通滤波操作；

偏移控制器，用于响应所述偏移控制信号，生成用于消除偏移的电压，以及将所生成的电压提供给所述输入放大器的输入端；以及

自动增益控制放大器，用于响应所述增益控制信号，设置放大增益，以及响应所设置的增益，放大来自所述低通滤波器的信号。

2. 如权利要求 1 所述的信号处理器，其中，将所述偏移控制器构造使得内电阻值随所述偏移控制信号而改变，以及响应所述可变电阻值，生成用于消除所述偏移的电压。

3. 如权利要求 1 所述的信号处理器，其中，所述偏移控制器包括：
运算放大器，具有用于接收基础电压的反相输入端、通过电阻器接地的非反相输入端，以及连接到电源电压的输出端；

电阻链，具有串联连接在所述运算放大器的所述输出端和非反相端间的多个电阻器；以及

开关单元，具有分别并联连接到所述电阻链的每个电阻器、以及响应所述偏移控制信号接通/断开的多个开关。

4. 如权利要求 1 所述的信号处理器，其中，所述自动增益控制放大器根据由其特定的电阻值和随所述增益控制信号而改变的可变电阻值而定的增益，放大所述输入信号。

5. 如权利要求 1 所述的信号处理器，其中，所述自动增益控制放大器包括：

运算放大器，具有用于从所述低通滤波器接收信号的非反相输入端，用于从基准电压端接收基准电压的反相输入端，以及输出端；

输入电阻器，连接在所述运算放大器的所述反相输入端和所述基准电压的所述基准电压端之间；以及

反馈电阻器单元，连接在所述反相输入端和所述自动增益控制放大器的所述输出端之间，

其中，所述运算放大器根据由所述输入电阻器的电阻值和所述反馈电阻器单元的电阻值而定的增益，放大来自所述低通滤波器的输入信号。

6. 如权利要求 5 所述的信号处理器，其中，所述自动增益控制放大器的反馈电阻器单元包括：

电阻链，具有串联连接的多个电阻器；以及

开关单元，具有多个开关，每个开关并联连接到所述电阻链的每个电阻器，以及响应所述增益控制信号接通/断开。

用在电子罗盘中的信号处理器

技术领域

本发明涉及用在电子罗盘（electronic compass）中的信号处理器或集成电路，以及更具体地说，涉及用在电子罗盘中的信号处理器，其能通过控制所生成的偏移电压同时处理模拟信号以及自动控制信号放大增益，通过在基准电压范围内的偏移和增益操作，保持输入到模拟/数字（AD）转换器内的信号的电平，适合于执行用于传感器的倾斜补偿操作，通过对来自地磁罗盘传感器的信号执行增益控制操作，提高传感器性能，以及当计算方位角时，最小化误差。

背景技术

通常，用于识别航海路线或位置的方位角对航海导航来说极其重要。过去几百年来，使用指向磁北的磁铁测量方位角。用于测量方位角的代表性装置包括磁罗盘和回转罗盘。磁罗盘是用于使用地球的磁场的属性，测量方位角的装置。磁罗盘的原理很简单，但由于地球磁场的畸变，降低了磁罗盘的精确度。特别地，目前，已经使与小型旅游船或小型渔船有关的内部和外部功能现代化。然而，问题在于船或小船的功能仍然不足，而且包含在船或小船内的其他电子设备不能使用从磁罗盘获得的船头角（stem angle）信息。

此外，作为另一方位测量装置，使用回转罗盘。回转罗盘的精确度显著高于磁罗盘，但问题在于回转罗盘很昂贵且不适合于必须频繁地进出港口或海湾的小型渔船和游艇。为解决上述问题，开发了电磁罗盘。该电磁罗盘已经商品化且很久以前已经在 Europe 和 America 使用。

电磁罗盘（在下文中，称为“电子罗盘”）基本上包括用于检测

磁场方位并将所检测的方位转换成电信号的传感器、用于在来自传感器的信号的基础上，计算方位角的信号处理器，以及用于显示方位角的显示单元。用于检测磁场方位的传感器使用磁通量阀（flux valve），以及磁通量阀使用称为磁通量闸门的一组 X-Y 正交线圈。信号处理器计算方位角。显示单元显示所计算的方位角。

图 1 中示出了用在电子罗盘中的传统的信号处理器。

参考图 1，用在电子罗盘中的传统的信号处理器包括地磁罗盘传感器 11，根据磁通量闸门传感器的旋转角，用于检测由驱动信号感应的正弦或余弦波信号的电压；模拟信号处理器 12，用于过滤和放大来自地磁罗盘传感器 11 的 x 轴和 y 轴信号 S_x 和 S_y ；模拟/数字（AD）转换器 13，用于将来自 AD 转换器 13 的电压 V_{adcx} 和 V_{adcy} 转换成一组数字信号；以及数字信号处理器 14，用于检测从由 AD 转换器 13 输出的数字信号组检测方位角。

图 2 是示例说明输入到图 1 中所示的 AD 转换器 13 的输入信号的波形图。

参考图 2，理论上，输入到 AD 转换器 13 的两个电压 V_{adcx} 和 V_{adcy} 位于基准电压范围内（例如， $\pm 500\text{mV}$ 范围内）。数字信号处理器 14 根据下述等式，使用两个电压 V_{adcx} 和 V_{adcy} ，产生方位角 θ 。

等式 1

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{V_{adcy}}{V_{adcx}} \right)$$

然而，在将传感器放在不平的平面上时，传感器偏向一侧的情况下，则存在输入到 AD 转换器 13 的电压 V_{adc} （ V_{adcx} 或 V_{adcy} ）的振幅超出基准电压范围的问题。同样，在模拟信号处理器内出现偏移电压（offset voltage）的情况下，存在输入到 AD 转换器 13 中的电压 V_{adc}

(V_{adcx} 或 V_{adcY}) 的振幅超出基准电压范围的问题。

在传统的方法中，不能适当地调整信号振幅，因为模拟信号处理器是基于固定放大增益。相对于传统方法，在模拟信号处理器内以及当地球磁场的强度随其使用环境改变时出现偏移电压。当用于 AD 转换器的输入信号偏离可容许输入范围时，方位角计算误差增加。

在与两个电压的至少一个电压相关的偏移出现或一个电压具有高于另一个电压的振幅的情况下，出现相关问题，将参考图 3A、3B 和 3C 以及图 4A、4B 和 4C 来描述这些问题。

图 3A、3B 和 3C 是示例说明与输入信号有关的偏移出现、偏移校准 (offset calibration) 以及方位角误差出现的波形图。

在如图 3A 所示，出现与输入信号有关的偏移的情况下，如图 3B 所示，执行用于输入信号的偏移校准。在这种情况下，会发现如图 3C 所示，出现方位角误差。

换句话说，在模拟信号处理器内出现偏移电压的情况下，如图 3 (a0 所示，能输出偏离用于 AD 转换器的可容许输入范围的电压 V_{adc} 。同时，数字信号处理器执行用于从可容许输入范围偏离的电压 V_{adc} 的校准操作以便能保持相同的信号振幅，用于方位角计算。如图 3B 所示，抵消从用于 AD 转换器的可容许输入范围偏离的电压 V_{adc} 。当通过上述等式 1 计算方位角时，出现方位角误差，如图 3C 所示。当从用于 AD 转换器的可容许输入范围偏离的电压 V_{adc} 增加时，该误差也增加。

图 4A、4B 和 4C 是示例说明与输入信号有关的增益误差出现、误差校正和方位角误差出现的波形图。

在如图 4A 所示，输入信号的振幅非常大或非常小的情况下，校正振幅，如图 4B 所示。在这种情况下，可以发现，出现了方位角误差，如图 4C 所示。

在传统的信号处理中，在从传感器生成的信号的振幅非常大或将模拟信号处理器的振幅增益设置成非常大的情况下，能输出如图 4A 所示的电压 V_{adc} 。在这种情况下，尽管未出现偏移电压，但当如图 4A 所示，信号振幅偏离用于 AD 转换器的可容许输入范围时，出现误差，如图 4C 所示。

在没有传统方法中的单独控制操作的情况下，不能完全抵消系统偏移。由于来自传感器的信号的电平不是恒定的，方位角误差导致上述问题。

发明内容

因此，鉴于上述问题，做出了本发明，以及本发明的目的是提供用在电子罗盘中的信号处理器，其能通过控制所生成的偏移电压同时处理模拟信号以及自动控制信号放大增益，通过在基准电压范围内的偏移和增益操作，能保持输入到模拟/数字（AD）转换器内的信号的电平，适合于执行用于传感器的倾斜补偿操作，通过对来自地磁罗盘传感器的信号执行增益控制操作，提高传感器性能，以及当计算方位角时，最小化误差。

根据本发明的一个方面，上述和其他目的通过提供用在电子罗盘中的信号处理器来实现，该信号处理器处理来自根据方位角，检测由驱动信号感应的正弦或余弦波信号的地磁罗盘传感器的信号，包括：

模拟信号处理器，用于放大来自地磁罗盘传感器的信号，响应偏移控制信号，消除在放大过程期间生成的偏移电压，以及控制信号的振幅，其中响应增益控制信号，抵消偏移电压；

模拟/数字（AD）转换器，用于将来自模拟信号处理器的模拟信

号转换成数字信号，以及

数字信号处理器，用于测量与来自 AD 转换器的数字信号有关的最大值和最小值，基于最大和最小值，确定偏移电压和振幅，以及将用于消除所确定的偏移电压的偏移控制信号以及将用于控制所确定的振幅以便其位于用于 AD 转换器的可容许输入范围内的增益控制信号输出给模拟信号处理器。

附图说明

从下述结合附图的详细描述，将更容易理解本发明的上述和其他目的、特征和其他优点，其中：

图 1 是示例说明用在电子罗盘中的传统信号处理器的框图；

图 2 是示例说明输入到图 1 所示的 AD 转换器 13 中的输入信号的波形图；

图 3A、3B 和 3C 是示例说明与输入信号有关的偏移出现、偏移校准和方位角误差出现的波形图。

图 4A、4B 和 4C 是示例说明与输入信号有关的增益误差出现、误差校正和方位角误差出现的波形图；

图 5 是示例说明根据本发明，用在电子罗盘中的信号处理器的结构的框图；

图 6 是示例说明根据本发明的模拟信号处理器的模拟信号处理电路的结构的电路图；

图 7 是示例说明图 6 所示的偏移控制器的电路图；

图 8 是示例说明用于消除图 7 所示的偏移的电压 $V_{REF}+V_C$ 的可变范围的示例视图；

图 9 是示例说明如图 6 所示的自动增益控制（AGC）放大器的电路图；以及

图 10A 和 10B 是示例说明具有偏移的信号和在偏移校准后的信号的波形图。

具体实施方式

现在，将参考附图详细地描述根据本发明的优选实施例。在这些图中，相同或相似的元件用相同的标记来表示，尽管在不同的图中描述它们。

图 5 是示例说明根据本发明，用在电子罗盘中的信号处理器的结构的框图。

参考图 5，本发明的用在电子罗盘中的信号处理器处理来自根据方位角，检测由驱动信号感应的正弦或余弦波信号的地磁罗盘传感器 51 的信号。信号处理器包括模拟信号处理器 52，用于放大信号 S_x 和 S_y 、响应偏移控制信号 S_{oc} ，消除在放大过程期间生成的偏移电压 V_{os} ，以及控制信号的振幅 A ，其中响应增益控制信号 S_{gc} ，抵消偏移电压 V_{os} ；模拟/数字 (AD) 转换器 53，用于将来自模拟信号处理器 52 的模拟信号 V_{adc} (V_{adcx} 和 V_{adcy}) 转换成数字信号；以及数字信号处理器 54，用于测量与来自 AD 转换器 53 的数字信号有关的最大和最小值，在最大和最小值的基础上，确定偏移电压 V_{os} 和振幅 A ，以及将用来消除所确定的偏移电压 V_{os} 的偏移控制信号 S_{oc} 以及用来控制所确定的振幅 A 以便其位于用于 AD 转换器 53 的可容许输入范围内的增益控制信号 S_{gc} 输出给模拟信号处理器 52。

图 6 是示例说明根据本发明的模拟信号处理器 52 的模拟信号处理电路的结构的电路图。

参考图 6，模拟信号处理器 52 的模拟信号处理电路包括用于检测来自地磁罗盘传感器 51 的信号 S_x 或 S_y 的斩波器 61、在预定增益的基础上，用于放大从斩波器 61 输出的所检测信号的输入放大器 62、用于对从输入放大器 62 输出的信号执行预定低通滤波操作的低通滤波器 63；用于响应偏移控制信号 S_{oc} ，生成用于偏移的电压 $V_{REF}+V_C$ 以及将所生成的电压 $V_{REF}+V_C$ 提供给输入放大器 62 的输入端的偏移控制器 64；以及自动增益控制 (AGC) 放大器 65，用于响应增益控

制信号 S_{gc} ，设置放大增益 A_v 以及响应所设置的增益 A_v 放大来自低通滤波器 63 的信号。

数字信号处理器 54 测量与来自 AD 转换器 53 的数字信号有关的最大值 V_{adc_max} 和最小值 V_{adc_min} ，基于最大值 V_{adc_max} 和最小值 V_{adc_min} ，确定偏移电压 V_{os} ，基于最大值 V_{adc_max} 和最小值 V_{adc_min} 间的差值，确定振幅 A ，以及将用于消除所确定的偏移电压 V_{os} 的偏移控制信号 S_{oc} 和用于控制所确定的振幅 A 以便其位于用于 AD 控制器 53 的可容许输入范围内的增益控制信号 S_{gc} 输出到模拟信号处理器 52。

将偏移控制器 64 构造成内电阻值随偏移控制信号 S_{oc} 改变以及根据可变电阻值，生成偏移消除电压 $V_{REF}+V_C$ 。

图 7 是示例说明如图 6 所示的偏移控制器 64 的电路图。

参考图 7，偏移控制器 64 包括具有用于接收作为基础电压（base voltage）的带隙基准电压（V_{BG}）的反相输入端（inversion input terminal）、通过电阻器 R 接地的非反相输入端，以及连接到电源电压 V_{DD} 的输出端的运算放大器 64A；具有串联连接在运算放大器 64A 的输出端和非反相端间的多个电阻器 $R_1\sim R_N$ 的电阻链 64B；以及具有分别并联连接到每个电阻器 $R_1\sim R_N$ ，以及响应偏移控制信号，接通/断开的多个开关 $SW_1\sim SW_N$ 的开关单元 64C。AGC 放大器 65 根据其特定的电阻值确定的增益以及随增益控制信号改变的可变电阻值，放大输入信号。

图 8 是示例说明图 7 所示的偏移消除电压 $V_{REF}+V_C$ 的可变范围的说明性视图。

参考图 8，偏移消除电压 $V_{REF}+V_C$ 的变化范围从基础电压（V_{BG}）到最大电压 V_{max} 。

图 9 是示例说明图 6 所示的 AGC 放大器 65 的电路图。

参考图 9, AGC 放大器 65 包括运算放大器 65A、输入电阻器 65B 以及反馈电阻单元 65C。运算放大器 65A 包括非反相输入端, 用于从低通滤波器 63 接收信号、反相输入端, 用于从基准电压端接收基准电压 V_{REF} , 以及输出端。输入电阻器 65B 连接在运算放大器 65A 的反相输入端和基准电压 V_{REF} 的基准电压端之间。反馈电阻单元 65C 连接在 AGC 放大器 65A 的反相输入端和输出端之间, 其电阻值随增益控制信号而改变。同时, 运算放大器 65A 根据由其电阻值和反馈电阻单元 65C 的电阻值确定的增益, 放大输入信号。

AGC 放大器 65 的反馈电阻单元 65C 包括具有串联的多个电阻器 R 和 R1~RM 的电阻链 65C1 以及具有多个开关 SW1~SWM 的开关单元 65C2。每个开关 SW1~SWM 与电阻链 65C1 的每个电阻器 R1~RM 并联, 以及响应增益控制信号 Sgc 接通/断开。

图 10A 和 10B 是示例说明具有偏移的信号以及偏移校准后的信号的波形。图 10A 是示例说明具有输入到 AD 转换器的偏移的输入电压的波形图, 以图 10B 是示例说明在偏移校准后, 输出到 AD 转换器的输入电压的波形图。

接着, 将参考图 5 至图 10A 和 10B, 详细地描述本发明的操作和有益效果。

参考图 5, 用在本发明的电子罗盘中的信号处理器处理来自根据方位角, 检测由驱动信号感应的正弦或余弦波的地磁罗盘传感器 51 的信号。信号处理器包括模拟信号处理器 52、模拟/数字 (AD) 转换器 53 和数字信号处理器 54。

模拟信号处理器 52 放大信号 S_x 和 S_y ，响应偏移控制信号 S_{oc} ，消除在放大过程期间生成的偏移电压 V_{os} ，以及响应增益控制信号 S_{gc} ，控制消除偏移电压 V_{os} 的信号的振幅 A 以便信号振幅 A 位于可容许输入范围内。

AD 转换器 53 将来自模拟信号处理器 52 的模拟信号 V_{adc} (V_{adcx} 和 V_{adcy}) 转换成数字信号。

数字信号处理器 54 测量与来自 AD 转换器 53 的数字信号有关的最大和最小值，根据最大和最小值，确定偏移电压 V_{os} 和振幅 A ，以及将用于消除所确定的偏移电压 V_{os} 的偏移控制信号 S_{oc} 以及用于控制所确定的振幅 A 以便其位于用于 AD 转换器 53 的可容许输入范围内的增益控制信号 S_{gc} 输出到模拟信号处理器 52。

将参考图 6 来详细地描述模拟信号处理器 52 的模拟信号处理单元。

参考图 6，包含在模拟信号处理器 52 的模拟信号处理电路中的斩波器 61 从地磁罗盘传感器 51 检测信号 S_x 或 S_y 。输入放大器 62 根据预定增益，放大从斩波器 63 输出的信号。低通滤波器 63 对从输入放大器 62 输出的信号执行预定低通滤波操作。偏移控制器 64 响应偏移控制信号 S_{oc} ，生成用于消除偏移的电压 $V_{REF} + V_c$ ，并将所生成的电压 $V_{REF} + V_c$ 提供给输入放大器 62 的输入端。AGC 放大器 65 响应增益控制信号 S_{gc} ，设置放大增益 A_v ，以及响应所设置的增益 A_v ，放大来自低通滤波器 63 的信号。

从模拟信号处理器 52 输出到 AD 转换器 53 的电压 V_{adc} 用下述的等式 2 和 3 表示。

等式 2

$$V_{adc} = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) * \left[\frac{R_2}{R_1} * (V_{N1} - V_{N2}) + V_{REF} + V_c - \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) * V_{OS1} - V_{OS2} \right] - \frac{R_4}{R_3} * V_{REF}$$

等式 3

$$V_{adc} = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) * \frac{R_2}{R_1} * (V_{N1} - V_{N2}) + V_{REF} \\ + \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) V_c - \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \left[\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) * V_{OS1} - V_{OS2} \right]$$

假定在上述等式 3 中， V_c 随用于允许偏移控制器 64 消除偏移电压的偏移控制信号而改变以及偏移电压 V_{os} (V_{os1} 和 V_{os2}) 均为零，电压 V_c 用下述等式 4 表示，以及消除偏移电压的电压 V_{adc} 用下述等式 5 表示。

等式 4

$$V_c = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) * V_{OS1} - V_{OS2}$$

等式 5

$$V_{adc} = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) * \frac{R_2}{R_1} * (V_{N1} - V_{N2}) + V_{REF}$$

参考图 6，由于源于半导体制造过程和输入放大器 (Amp1) 62 和 AGC 放大器 (Amp2) 65 的失配，会出现几十 mVs 的偏移电压 V_{os} (V_{os1} 和 V_{os2})。当将偏移电压 V_{os} (V_{os1} 和 V_{os2}) 放大到较大的增益并应用于系统时，会出现如图 3A 所示的方位角误差。

数字信号处理器 54 测量与来自 AD 转换器 53 的数字信号有关的最大值 V_{adc_max} 和最小值 V_{adc_min} ，基于最大值 V_{adc_max} 和最小值 V_{adc_min} 的平均值，确定偏移电压 V_{os} ，基于最大值 V_{adc_max} 和最小值 V_{adc_min} 间的差值，确定振幅 A ，并将用消除所确定的偏移电压 V_{os} 的偏移控制信号 S_{oc} 以及用于控制所确定的振幅 A 以便其位于用于 AD 转换器 53

的可容许范围内的增益控制信号 Sgc 输出到模拟信号处理器。

如果偏移控制器 64 调整电压 Vc 以便能满足上述等式 4，由于模拟信号处理器根据直流电压 V_{REF} 放大磁信号，不会出现偏移电压。为将获得电压 Vc 的值，当转到电子罗盘组件一次或多次时，首先测量最大值 V_{adc_max} 和最小值 V_{adc_min}。然后，从基准电压 V_{REF} 的值减去最大值 V_{adc_max} 和最小值 V_{adc_min} 的平均值，以致生成减法值。通过将减法值除以 AGC 放大器 65 的放大增益 Av2 获得电压 Vc 的值。由下述等式 6 给出电压 Vc。

等式 6

$$V_c = \left[V_{REF} - \frac{(V_{adc_max} + V_{adc_min})}{2} \right] * \frac{1}{Av2}$$

将由上述等式 6 计算的电压 Vc 的值转换成数字值。数字信号处理器 54 将偏移控制信号 Soc 寄存在偏移控制寄存器中，以及将所寄存的偏移控制信号输入到偏移控制器 64 中。偏移控制器 64 生成偏移消除电压 V_{REF}+V_C，并将所生成的 V_{REF}+V_C 提供给输入放大器 62 的输入端以便能抵消系统偏移。

接着，将描述用于计算振幅 (Vp-p) 的过程。首选，当转动电子罗盘组件一次或多次时，首先获得电压 Vadc 的最大值 V_{adc_max} 和最小值 V_{adc_min}。振幅 (Vp-p) A 获得为最大值 V_{adc_max} 和最小值 V_{adc_min} 间的差值 (Vp-p_current=V_{adc_max}-V_{adc_min})。将振幅 (Vp-p_current) A 转换成数字值，以及由该数字值计算目标增益 Gain_{target}。将目标增益 Gain_{target} 的值作为增益控制信号 Sgc 寄存在增益控制寄存器中。增益控制信号控制 AGC 放大器 65 的可变电阻器 R4 以及调整 AGC 放大器 65 的放大增益。

参考图 7，根据随增益控制信号 Soc 改变的可变电阻器 R4，偏移控制器 64 生成偏移抵消电压 V_{REF}+V_C。将详细地描述该电压生成操作。

响应偏移控制信号 Soc，接通/断开包含在偏移控制器 64 中的开关单元 64C 的每个开关 SW1~SWN。确定与断开开关一致的电阻链 64B 的电阻器的电阻值之和。将根据来自输入到运算放大器 64A 中的基础电压 (VBG) 的电阻值之和增加的电压生成为偏移消除电压 $V_{REF}+V_C$ 。

将参考图 7 详细地描述偏移控制器 64。

执行反馈控制操作以便如图 7 所示的运算放大器 64A 的两端的电压彼此相同。此时，根据流向电阻器 R 的电流 I，生成基础电压 $VBG = V_p = I \cdot R$ 。即使当电源电压或温度改变时，基础电压 (VBG) 是恒定的。

在图 7 中，使电流 I 的值保持恒定，以及按下述等式 7 获得用于抵消系统偏移的电压 $V_{REF}+V_C$ 。

等式 7

$$\begin{aligned} V_{REF} + V_C &= I \cdot (RN + RN - 1 + RN - 2 + RN - 3 \Lambda R1 + R) \\ &= I \cdot R + I \cdot (RN + RN - 1 + RN - 2 + RN - 3 \Lambda + R1) \\ &= VBG + I \cdot (RN + RN - 1 + RN - 2 + RN - 3 \Lambda + R1) \end{aligned}$$

在上述等式 7 中，偏移控制信号 Soc 由 N 位组成，以便根据每个设定位，接通/断开并联连接到每个电阻器 R1~RN 的每个开关 SW1~SWN。当根据每个设定位接通/断开每个开关 SW1~SWN 时，能调整偏移抵消电压 $V_{REF}+V_C$ 。

在上述等式 7 中，关于电阻链 64B 的电阻器 RN、RN-1、RN-2、...、R1，能设置 $R2 = 2 \cdot R1$ ， $R3 = 2 \cdot R2 = 4 \cdot R1$ 等等以便满足等式 $RN = 2^{N-1} \cdot R1$ 。可选地，能设置电阻器 RN、RN-1、RN-2、...、R1 以便它们彼此具有相同值。

图 8 是示例说明用于抵消偏移的电压 $V_{REF}+V_C$ 的可变范围的说明性视图。

参考图 8，偏移抵消电压 $V_{REF}+V_C$ 的变化范围从基础电压（VBG）到最大电压 V_{max} 。此时，基础电压（VBG）的值小于电压 V_{REF} 的值。例如，基础电压（VBG）的值约为 $V_{REF}/2$ 。最大电压 V_{max} 的值大于电压 V_{REF} 的值。例如，最大电压 V_{max} 的值约为 $1.5V_{REF}$ 。

AGC 放大器 65 根据由其特定电阻值和随增益控制信号改变的可变电阻值确定的增益放大输入信号。将参考图 9 来描述 AGC 放大器 65。

AGC 放大器 65 的反馈电阻单元 65C 的电阻值随增益控制信号改变，以及根据可变电阻值和输入电阻器 65B 的电阻值确定放大增益 A_v 。AGC 放大器 65 根据所确定的放大增益，放大来自低通滤波器 63 的信号。

响应增益控制信号 S_{gc} ，接通/断开包含在 AGC 放大器 65 的反馈电阻单元 65C 中的开关单元 65C2 的每个开关 $SW1\sim SWM$ 。此时，确定与包含在与断开的开关有关的 AGC 放大器 65 中的电阻链 65c1 的电阻器之和的值一致的电阻器 R_4 。

由下述等式 8 计算用于控制 AGC 放大器 65 的增益的电阻器 R_4 的电阻值。

等式 8

$$R_4 = R + (R_1 + R_2 + R_3 + \Lambda + R_{N-2} + R_{N-1} + R_M)$$

增益控制信号 S_{gc} 控制连接到包含在反馈电阻单元 65C 中的电阻链 65C1 的电阻器 $R_1\sim R_M$ 的每一个的开关单元 65C2 的开关 $SW1\sim SWM$

的每一个的开/关操作，电阻链 65C1 的电阻器 R1~RM 的每一个用于并行控制 AGC 放大器 65 的增益。由于根据寄存在由 N 个位组成的增益控制寄存器中的每个设置位，增益控制信号 Sgc 允许接通/断开每个开关 SWN~SW1，能调整电阻器 R4 的电阻值。

例如，如果在电阻链 65C1 中设置 $R2=3*R3$ 、 $R1=0.25*R3$ 等等，以致满足等式 $RN=2^{N-1}*R1$ ，能按 0.25 的倍数控制增益。此时，由下述等式 $Av2 = 1 + (3 + 0.25*GC)$ 给出 AGC 放大器 65 的放大增益 Av2，其中 GC 表示基准增益。

现在将描述 AGC 放大器 65 的操作。由 $V_{p-p} = V_{adc_max} - V_{adc_min}$ 定义如图 10B 所示的输出振幅。通常，当不存在外部磁场时，磁场具有约 0.3Gauss 的强度值。然而，当存在外部磁场或传感器倾斜时，能将约 1Gauss 的磁场强度应用到传感器上。

当考虑到传感器倾斜时，电压范围必须具有用于 AD 转换器的基准电压 V_{adc_REF} 的 1/3 值。否则，与在现有技术中生成如图 4A 所示的波形。当计算方位角时执行校准过程以便用于 X 或 Y 轴的电压值 V_{p-p} 处于可容许输入范围内。当用于 X 或 Y 轴的电压 V_{p-p} 的范围改变时，在校准过程期间增加误差。为此，必须调整电压 V_{p-p} 以便能将其输出为 $1/3*V_{adc_REF}$ 的值或更少。

将如上所述的本发明应用于执行用于来自地磁罗盘传感器的两个轴的读出信号的 A/D 转换操作的信号处理器。

从上述可以看出，本发明提供用在电子罗盘中的信号处理器，其能通过控制所生成的偏移电压同时处理模拟信号和自动控制信号放大增益，通过偏移和增益操作，将即将输入到模拟/数字 (AD) 转换器的信号的电平维持在基准电压范围内，适合于执行用于传感器的倾斜补偿操作，通过对来自地磁罗盘传感器的信号执行增益控制操作，提

高传感器性能，以及当计算方位角时，最小化误差。

尽管为示例目的，已经公开了本发明的优选实施例，但是本领域的普通技术人员将意识到，在不脱离附加的权利要求书所公开的本发明的范围和精神的情况下，各种修改、增加和替代是可能的。

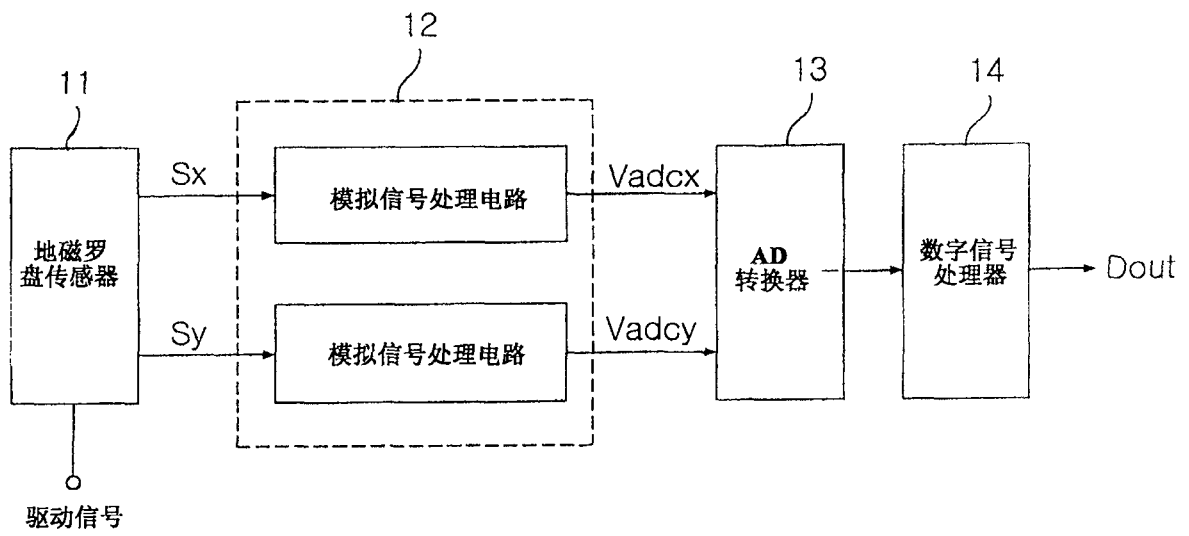


图1 (现有技术)

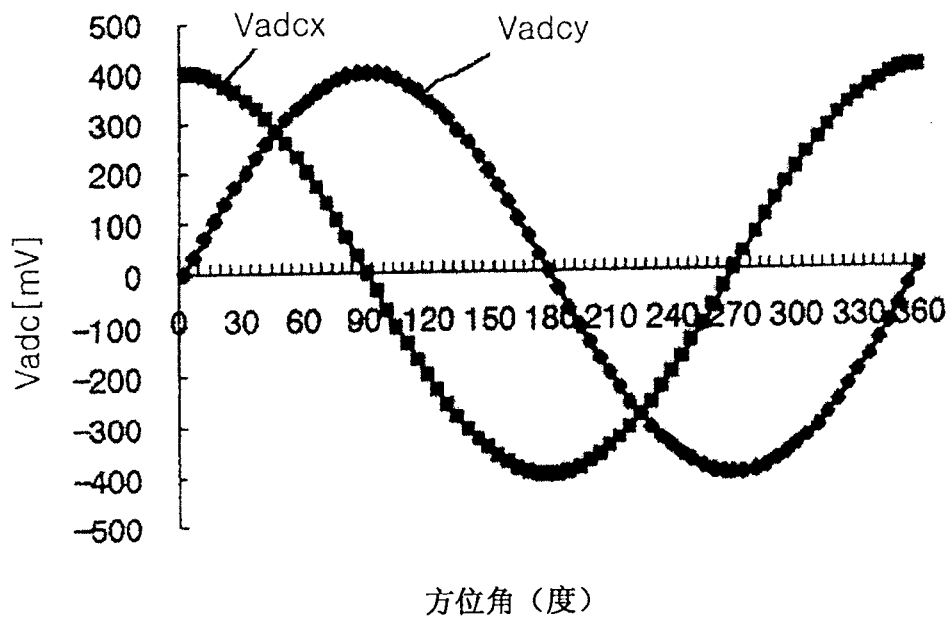
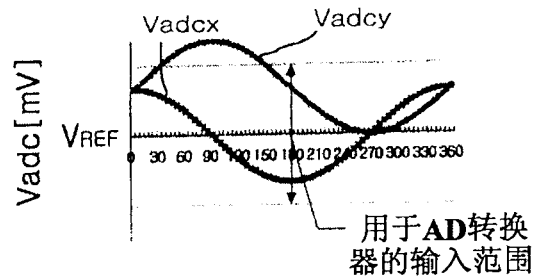


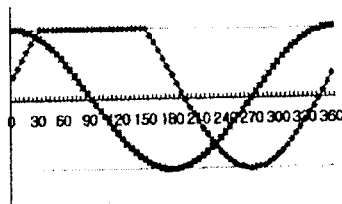
图2 (现有技术)



方位角 (度)

(现有技术)

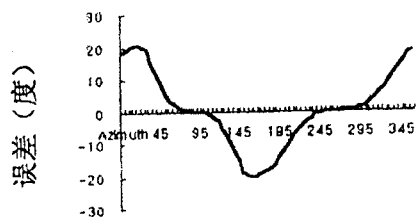
图3A



偏移校准后

(现有技术)

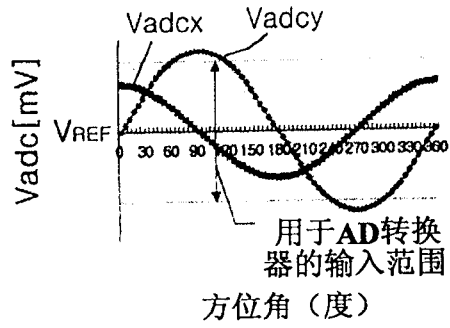
图3B



出现方位角误差

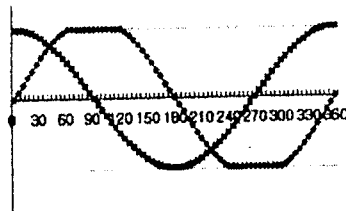
(现有技术)

图3C



(现有技术)

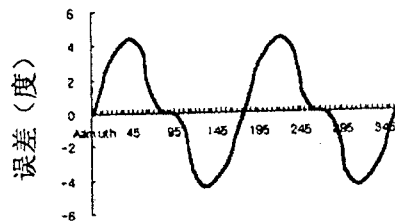
图4A



偏移校准后

(现有技术)

图4B



出现方位角误差

(现有技术)

图4C

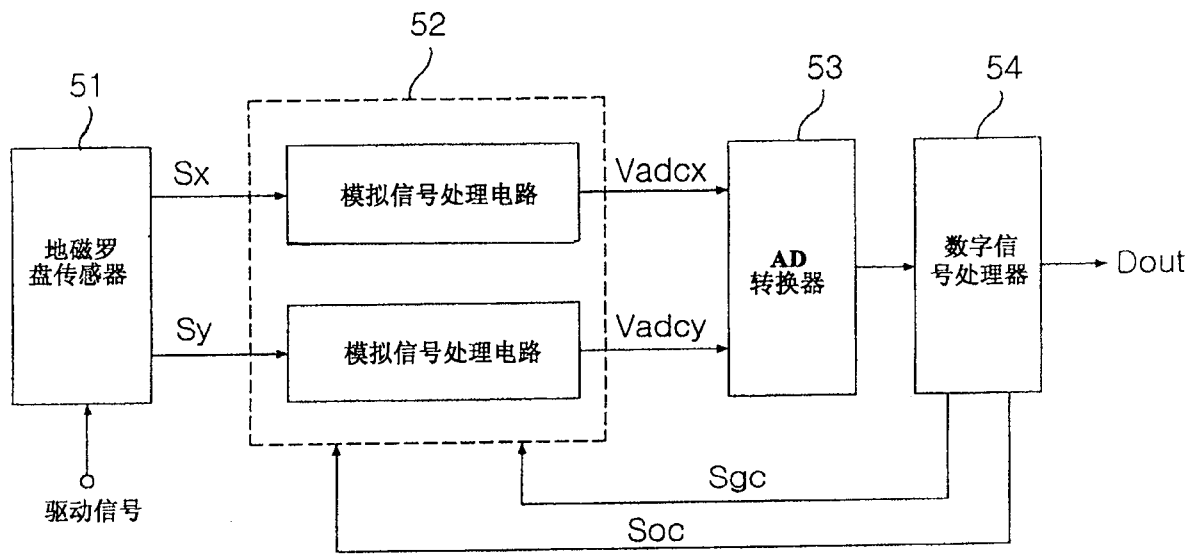
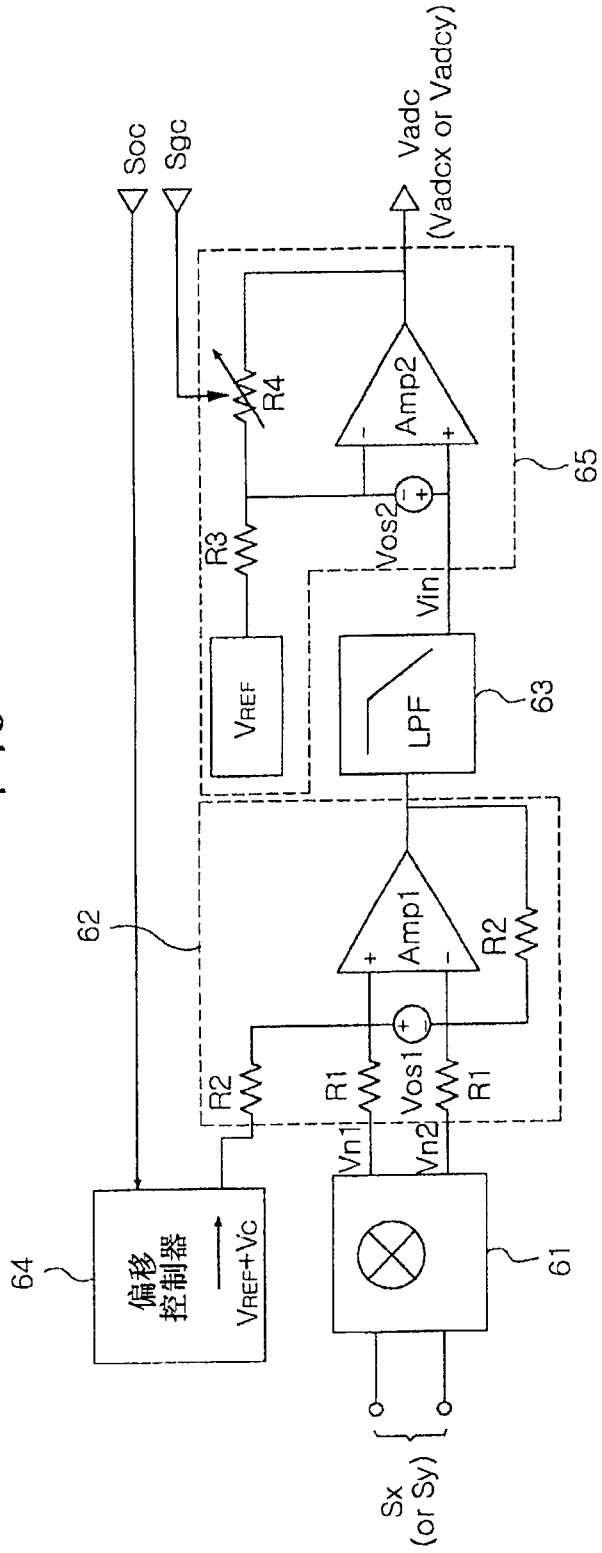


图5

图6



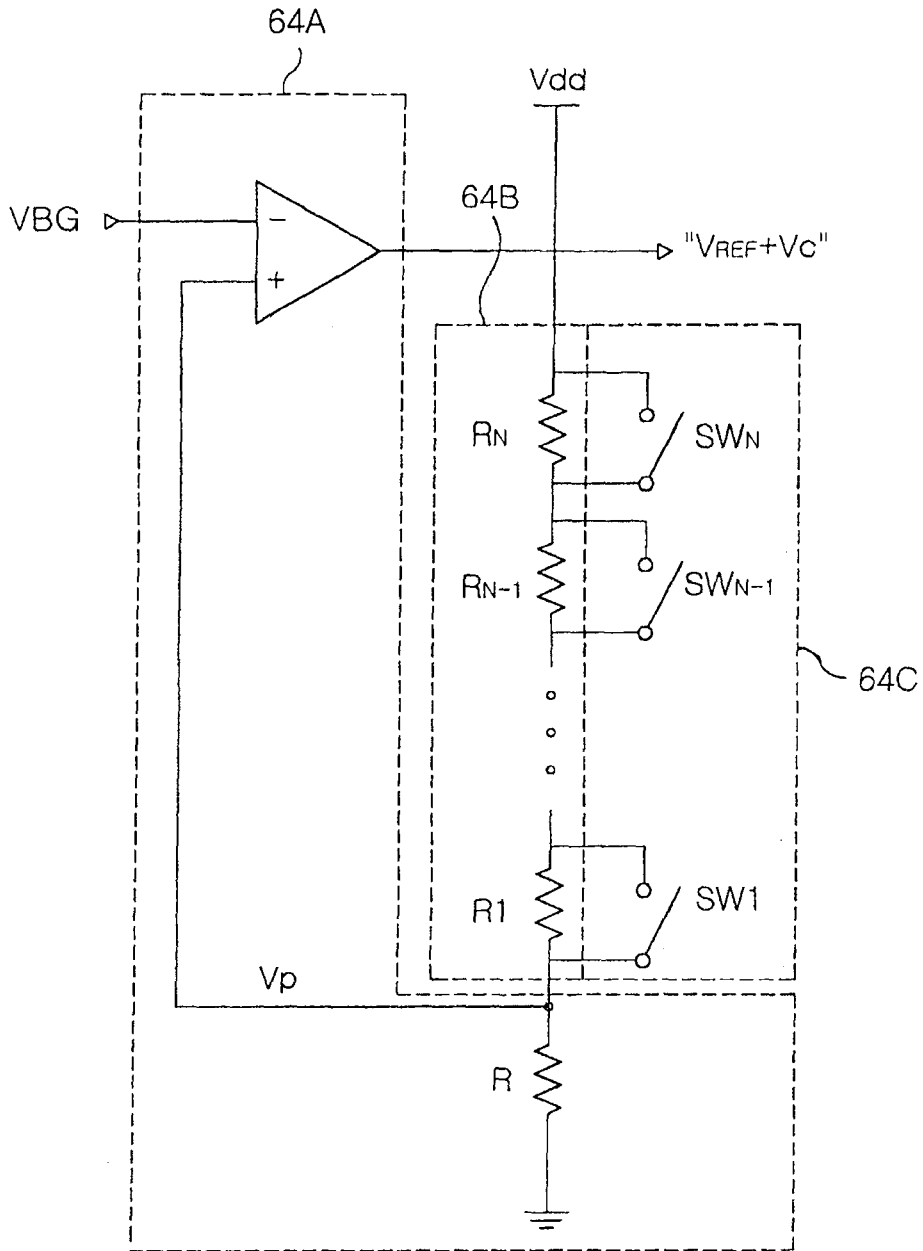


图7

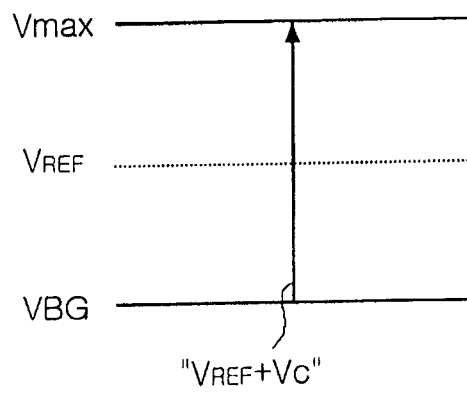


图8

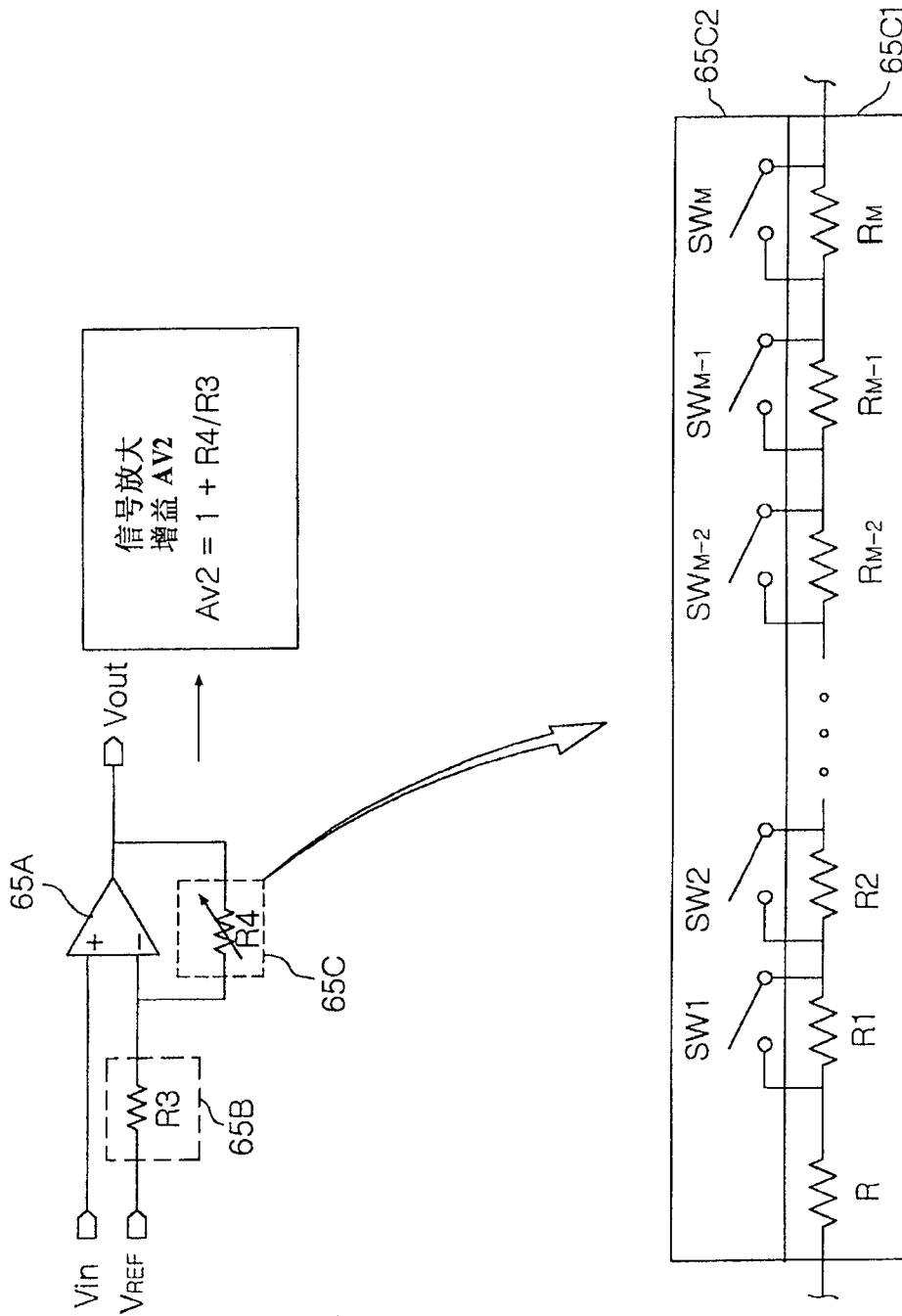
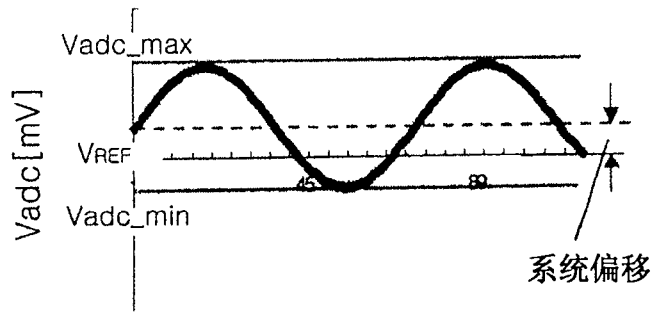
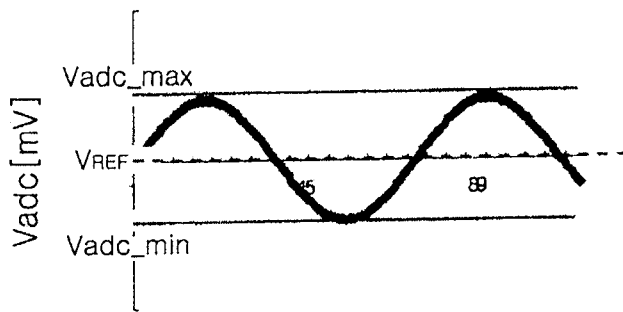


图9



偏移计算

图10A



偏移补偿后

图10B