

(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203259542 U

(45) 授权公告日 2013. 10. 30

(21) 申请号 201220673805. 9

(22) 申请日 2012. 12. 07

(73) 专利权人 河北汉光重工有限责任公司

地址 056107 河北省邯郸市联纺东路 32 号

(72) 发明人 朱福祥 袁志毅

(74) 专利代理机构 北京华夏正合知识产权代理

事务所（普通合伙） 11017

代理人 韩登营 张焕亮

(51) Int. Cl.

G01P 15/13(2006. 01)

G05B 19/04(2006. 01)

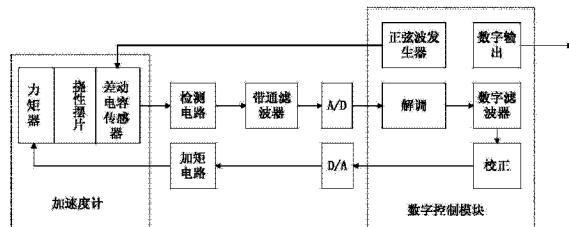
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 实用新型名称

一种挠性摆式加速度计数字控制电路

(57) 摘要

本实用新型涉及一种用于测量载体姿态的挠性摆式加速度计数字控制电路。它包括：差动电容传感器检测模块：电容传感器检测出差动电容的变化量，并将其转化为电压值，输出给带通滤波器。带通滤波器：滤除差动电容传感器检测电路的输出信号的杂波，提高信噪比，减小直流漂移。D/A转换与A/D转换：实现模拟量与数字量之间的转换。数字控制模块：采用 DSP 作为数字控制模块的控制器。实现的功能包括信号的解调，数字滤波，控制校正，数字输出，正弦波发生器等。加矩模块：将电压转换为电流，并实现功率放大；电路采用模块化设计，性能稳定，直接数字输出，可实现复杂的控制规律，调试方便。



1. 一种挠性摆式加速度计数字控制电路,其特征在于:它包括:

差动电容传感器检测模块:当沿加速度计的输入轴方向有加速度作用时,差动电容器间距发生改变导致电容量变化,电容传感器检测出差动电容的变化量,并将其转化为电压值,输出给带通滤波器;

带通滤波器:进行带通滤波,高于低频段截止频率或者低于高频段截止频率的信号可以通过,而衰减频带以外的其他信号将不能通过带通滤波器;

D/A 转换与 A/D 转换电路:实现模拟量与数字量之间的转换;

数字控制模块:数字控制模块是整个控制电路的核心,它的作用是保证回路稳定,并满足动态性能,实现的功能包括信号的解调,数字滤波,控制校正,数字输出,正弦波发生器;

和加矩模块:经过 D/A 转换后的电压信号不能直接驱动加速度力矩器,加矩模块将其转换为电流,并实现功率放大;

差动电容传感器检测模块接收数字控制模块的正弦波信号,并检测由加速度引起的差分电容的变化,将其转化为电压信号,然后通过带通滤波器滤除杂波信号,A/D 转换电路采集滤波后的输出电压并将其转化为数字量,数字控制模块对采集的数字量进行数字滤波、解调以及校正,并经由 D/A 转换电路输出反馈电压值,此反馈电压与加速度成正比,最后经过功率放大电路转换为电流给力矩器加矩,实现加速度计的闭环控制。

## 一种挠性摆式加速度计数字控制电路

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种用于测量载体姿态的挠性摆式加速度计数字控制电路。

### 背景技术

[0002] 加速计是导航系统中的核心器件，其作用是敏感载体的加速度，从而得到载体导航所必须的加速度、速度和位置等信息。加速度计正常工作时必须要有相应的控制电路来保证仪表具有足够的静态和动态性能。

[0003] 当有加速度输入时，由加速度计的摆片及力矩线圈组成的检测质量受到惯性力矩的作用而偏离平衡位置，这一偏离被差动电容检测器检测到，经控制电路转换成电流信号，并被反馈到处于恒定磁场中的力矩器而产生再平衡力矩，使挠性摆片恢复到平衡位置。该电流信号同时作为加速度计的输出，其大小与输入加速度成正比，极性取决于输入加速度的方向。

[0004] 目前常用的控制电路是用模拟电路实现的，这种常规的控制方式具有精度较高、技术成熟、易于实现等优点，但其缺点也很明显：1)、组成校正环节的电阻电容等元器件的特性易受环境条件影响、一旦由于电阻、电容值的漂移引起校正环节参数的变化，将会直接影响到整个仪表的性能。2)、加速度计在应用过程中，其工作环境是复杂多变的，模拟电路难以实现复杂的控制规律。满足不了性能指标的要求。

### 发明内容

[0005] 为了克服现有技术的缺点，本实用新型提供一种挠性摆式加速度计数字控制电路，它采用模块化设计，性能稳定，直接数字输出，可实现复杂的控制规律，调试方便。

[0006] 本实用新型解决其技术问题所采取的技术方案是：它包括：

[0007] 差动电容传感器检测模块：当沿加速度计的输入轴方向有加速度作用时，差动电容器间距发生改变导致电容量变化，电容传感器检测出差动电容的变化量，并将其转化为电压值，输出给带通滤波器；

[0008] 带通滤波器：进行带通滤波，高于低频段截止频率或者低于高频段截止频率的信号可以通过，而衰减频带以外的其他信号将不能通过带通滤波器；

[0009] D/A 转换与 A/D 转换电路：实现模拟量与数字量之间的转换；

[0010] 数字控制模块：数字控制模块是整个控制电路的核心，它的作用是保证回路稳定，并满足动态性能，实现的功能包括信号的解调，数字滤波，控制校正，数字输出，正弦波发生器；

[0011] 和加矩模块：经过 D/A 转换后的电压信号不能直接驱动加速度力矩器，加矩模块将其转换为电流，并实现功率放大；

[0012] 差动电容传感器检测模块接收数字控制模块的正弦波信号，并检测由加速度引起的差分电容的变化，将其转化为电压信号，然后通过带通滤波器滤除杂波信号，A/D 转换电路采集滤波后的输出电压并将其转化为数字量，数字控制模块对采集的数字量进行数字滤

波、解调以及校正，并经由 D/A 转换电路输出反馈电压值，此反馈电压与加速度成正比，最后经过功率放大电路转换为电流给力矩器加矩，实现加速度计的闭环控制。

[0013] 本实用新型具有下列优点：1)、数字控制电路具有简化硬件设计难度、系统体积小、不同的控制规律通过软件即可实现等优点。2)、容易实现模块化，对控制电路进行模块化设计可降低产品开发的成本、提高其可靠性，缩短产品的开发周期。3)、在高低温环境下都能达到性能指标，性能稳定，在调试电路板时可根据不同的加速度计调整数字控制模块的程序即可，为调试提供了方便，其正弦波的频率也可根据需要调整，为加速度计控制电路的研制提供了新的思路。

### 附图说明

- [0014] 下面结合附图和实施例对本实用新型进一步说明。
- [0015] 图 1 为本实用新型加速度计控制电路的方框图；
- [0016] 图 2 为本实用新型差动电容传感器检测模块原理图；
- [0017] 图 3 为本实用新型带通滤波器原理图；
- [0018] 图 4 为本实用新型加矩模块原理图；

### 具体实施方式

[0019] 本实用新型的工作原理：首先，数字控制模块通过 D/A 转换器产生正弦波为差动电容传感器检测模块提供正弦激磁信号。当有加速度输入时，挠性摆片受到惯性力矩的作用而偏离平衡位置，差动电容传感器检测模块两臂的电容量发生变化。这一变化被差动电容检测电路检测到，输出与电容量变化成正比的电压，经过 A/D 转换器转换成数字信号发送给数字控制模块。数字控制模块通过对输入信号的滤波、解调、校正解算得到反馈信号，并经 D/A 转换器和加矩 模块转换成电流信号，加载到敏感力矩线圈上，产生磁场力，使挠性摆片恢复到平衡位置。该电流信号大小与输入加速度成正比，极性取决于输入加速度的方向。同时，数字控制模块通过串口将加速度信息发送至上位计算机。

[0020] 本实用新型包括：

[0021] 差动电容传感器检测模块：由于加速度计尺寸微小，挠性摆片在感受到加速度而移动所产生的电容变化量十分的微弱，因此，对差动电容传感器检测模块的设计也成为关键技术之一，其优劣关系到加速度计的多项精度指标。检测电路采用电荷法来检测差动电容的变化量，将变化的电容值转化为电压值。此方法可以在一定程度上消除寄生电容的影响。其电路如图 2 所示。

[0022] 带通滤波器：检测电路输出的电压信号被调制在正弦激磁信号上，为了防止噪声干扰，使系统能够更好的复现加速度信号的规律，在电路中设计一个带通滤波器，以滤掉加速度信号以外的噪声信号。其电路如图 3 所示。

[0023] 数字控制模块：数字控制模块是整个加速度计数字控制电路的核心部分，本实用新型采用 DSP 作为数字控制模块的控制器，实现的功能包括信号的解调，数字滤波，控制校正，数字输出，正弦波发生器等。

[0024] 在本实用新型中，正弦激磁信号通过 DSP 查表的方式来产生，这样使得外部电路变得十分简单，节省了空间。而且可以通过更改程序来改变载波频率，而不需要更改硬件电

路。正弦波由 D/A 转换器输出，只要在 D/A 转换器中写入不同的数值，设置好定时器，即可产生正弦波。此正弦激磁信号经过滤波电路送入到差动电容传感器检测模块。

[0025] 通过带通滤波器的信号是调制在激磁信号上的加速度信号，为了获得加速度信号，需要将加速度信号进行解调。本实用新型采用数字相敏检波技术。DSP 在每个载波正半周期里对一定数量的采样值做累加平均，以平均值作为解调信号的输出。后经数字滤波器便可得到相敏解调的输出。

[0026] 为了使加速度计在工作时具有足够的动态和静态性能，设计了校正程序以保证回路稳定，并提供足够的幅值、相位裕量。具体的校正方法可根据加速度计的性能要求进行设计和调整。校正输出经过 D/A 转换器变为模拟信号加到加矩模块中。同时，校正输出的加速度信息可通过串口发送到上位机中。

[0027] 加矩模块：经 D/A 转换后的电压信号不能直接驱动加速度力矩器，必须将其转换为电流，并且要进行必要的功率放大，所以有必要加入功率放大电路，如图 4 所示。

[0028] 加矩方式采用模拟施矩法。采用此方法，流经力矩器的电流是连续变化的缓变直流量。其主要优点是线路简单、可靠，体积小，较适合于对体积、功耗、可靠性要求极为苛刻的场合。

[0029] 本实用新型在性能上要优于常规的模拟控制方式，并且具有参数一致性好、可实现复杂控制规律等显著特点，可用来替代常规的模拟伺服回路，是挠性摆式加速度计控制电路技术发展的一个重要方向。

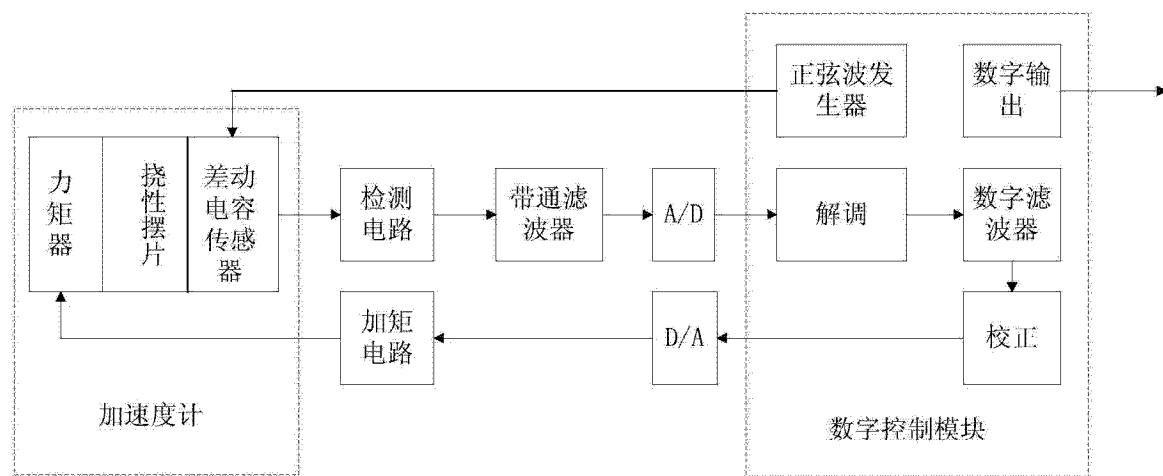


图 1

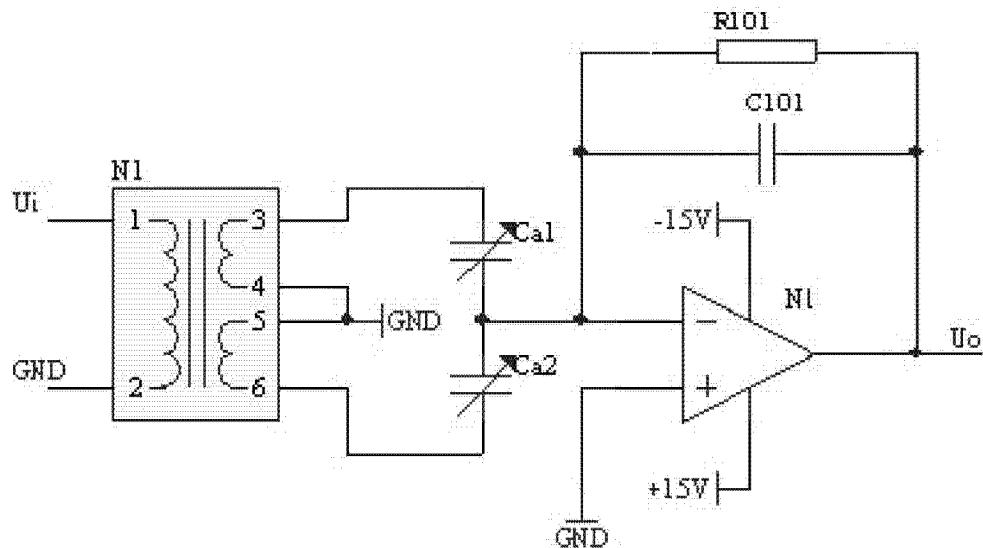


图 2

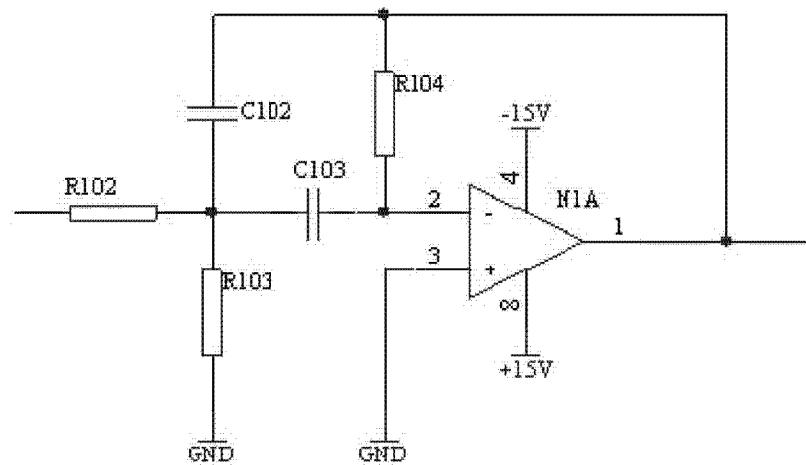


图 3

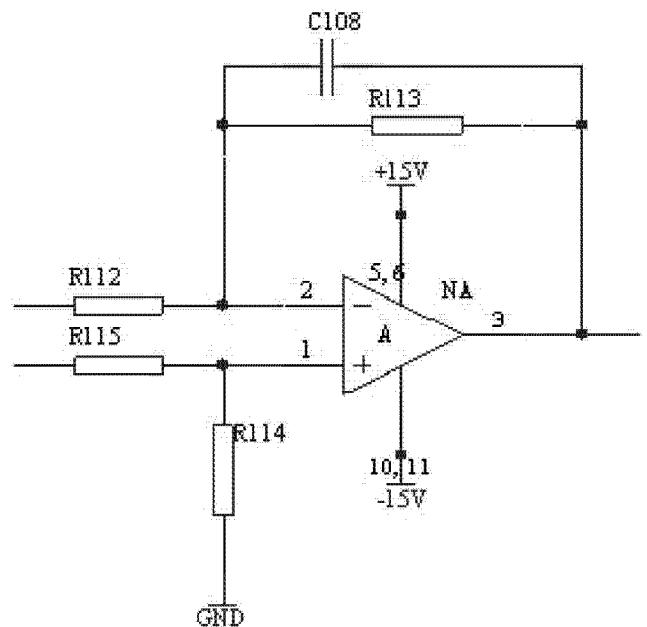


图 4