

您当前的位置：[首页](#) > [应用](#) > [汽车电子](#)

# 一种电容式加速度传感器设计的研究

时间：2012-11-13 来源： 作者：

关键字：[电容式](#) [传感器设计](#) [加速度](#)

中心议题：

设计一种惯性式测振传感器

建立差动电容式加速度传感器的数学模型，并对其作特性分析

解决方案：

利用惯性质量块在外加速度作用下与被检测电极间空隙发生改变来测定加速度

场效应管要求工作在线性电阻区

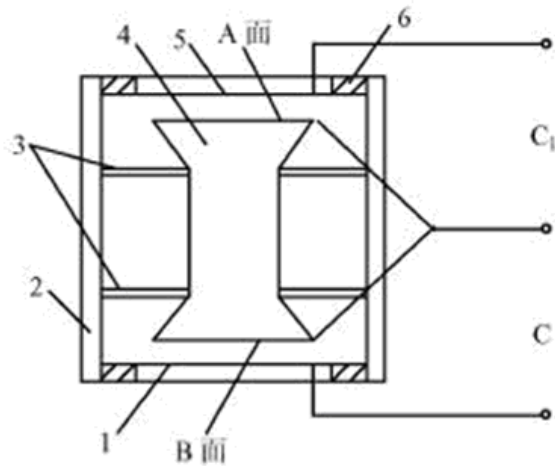
采用移用放大器，具有高共模抑制能力

引言

测量振动体相对于大地或惯性空间的运动，通常采用惯性式测振传感器。惯性式测振传感器种类很多，用途广泛。加速度传感器的类型有压阻式、压电式和电容式等多种，其中电容式加速度传感器具有测量精度高，输出稳定，温度漂移小等优点。而电容式加速度传感器实际上是变极距差动电容式位移传感器配接“m-k-c”系统构成的。其测量原理是利用惯性质量块在外加速度的作用下与被检测电极间的空隙发生改变从而引起等效电容的变化来测定加速度的。

电容式加速度传感器的数学模型

电容式加速度传感器的原理结构如图1所示，由图可见，它实际上是变极距差动电容式位移传感器，配接“m-k-c”系统构成的。质量块4由两根弹簧片3支撑于壳体2内，质量块4的A面与上固定极板5组成的电容C1，以及质量块4的B面与下固定极板1组成的电容C2。



1-下固定极板 ;2-客体 ;3-簧片 ;  
4-质量块 ;5-上固定极板 ;6-绝缘体

图1 电容式加速度传感器结构示意图

最新专题

MORE >



2013年度产品奖

经过反复的比较和遴选，《今日电子》和21ic中国电子网举办的2013年度产品奖正式揭晓...

工程师都用什么APP?

我的2013

2013年电子行业焦点回顾

手机处理器：请别被“多核”蒙蔽

本站推荐

飞思卡尔MCU论坛全新上线！ **NEW**

WPG LED论坛火热上线

WPG智能手机论坛全新上线

新唐MCU技术论坛火热上线

PSOC® 4 首款套件横空出世

TI 汽车电子技术子站 全新上线

技术子站



推荐博客

电感式感测：利用WEBENCH® Coil  
工业数字模拟转换器：如何保护二线制变  
工业数字模拟转换器：如何设计二线制变  
工业数字模拟转换器：保护三线制模拟输  
关注驾驶员驾驶视野的改变

热点新闻 热门产品 最新应用

IBM新信号转换芯片让网速暴涨4倍

特斯拉电动汽车或将采用iOS系统

特高压：能源之新宠

博世强攻电池技术 推动电动汽车普及

大陆8代面板线产能关税皆增 台厂压力大

新型糖类燃料电池 容量密度超锂电池10倍

博客精华 论坛推荐 技术专题

记一次,粗心导致的设计失误 (machunshui)

深圳求职一周记 (tsj1992)

示波器的艺术从这里启航 (示波器的艺术)  
 半夜三更跑到大会议室去弹了一段钢琴《海阔  
 [招聘]Android系统开发工程师 (computer00)  
 2014全球LTE运营发展高峰论坛见闻

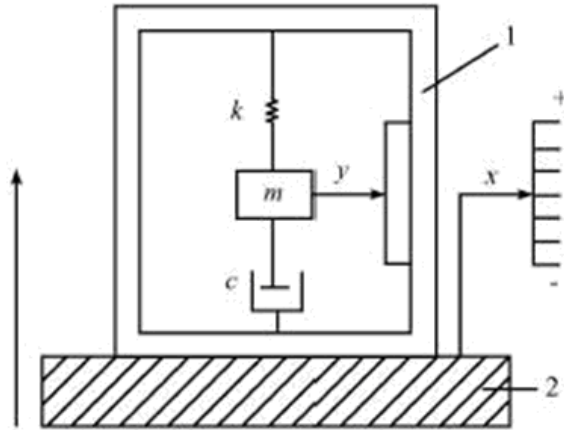


图2 “m-k-c” 系统原理图

电容式加速度传感器的等效原理图如图2所示。图2中，右侧标尺表示与大地保持相对静止的运动参考点，称为静基准， $x$ 表示被测振动体2及传感器底座1相对于该参考点的位移，称为绝对位移， $y$ 表示质量块 $m$ 相对于传感器底座1的位移，称为相对位移。 $x$ 和 $y$ 之间关系可用典型二阶比常系数微分方程描述：

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + 2\xi\omega_0 \frac{dy}{dt} + \omega_0^2 y = -\frac{d^2 x}{dt^2} \quad (1)$$

式中： $\omega_0$ 为自振角频率； $\omega_0 = \sqrt{k/m}$ ； $\xi$ 为阻尼系数， $\xi = \frac{c}{2\sqrt{mk}}$ ； $c$ 为空气阻尼。而位移 $x$ ，速度 $v$ ，加速度 $a$ 三者之间关系为：

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2 x}{dt^2}$$

代入式(1)得：

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + 2\xi\omega_0 \frac{dy}{dt} + \omega_0^2 y = a \quad (2)$$

经拉氏变换得“m-k-c”系统得传递函数：

$$\frac{y(s)}{A(s)} = \frac{-1}{s^2 + 2\xi\omega_0 s + \omega_0^2} \quad (3)$$

令 $s=j\omega$ ，可求得质量块相对运动得位移振幅 $y_m$ 与被测振动体绝对运动得加速度振幅 $a_m$ 的关系为：

$$\frac{y_m}{a_m} = \frac{1/\omega_0^2}{\sqrt{(1 - \omega^2/\omega_0^2)^2 + (2\xi\frac{\omega}{\omega_0})^2}} \quad (4)$$

式(4)具有低通滤波特性。由此可见,当 $\omega \ll \omega_0$ 时,则:

$$y_m = \frac{a_m}{\omega_0^2} \quad (5)$$

传感器壳体2的位移 $y$ 与 $C_1$ ,  $C_2$ 关系为:

$$\frac{C_1 - C_2}{C_1 + C_2} = \frac{y}{d_0} \quad (6)$$

式中,  $d_0$ 为不振动时, 电容 $C_1$ 和 $C_2$ 的初始极距。若差动电容接入图3所示变压器式电桥中, 则电桥开路输出电压幅值 $U_0$ 为:

$$U_o = \frac{E}{2} \times \frac{C_1 - C_2}{C_1 + C_2} = \frac{E}{2} \frac{y_m}{d_0} \quad (7)$$

将式(5)代入式(7)得

$$U_o = \frac{E}{2 d_0 \omega_0^2} \times a_m \quad (8)$$

可见, 当 $\omega \ll \omega_0$ 时, 输出电压幅值 $U_0$ 与加速度幅值 $a_m$ 成正比, 测出电压幅值 $U_0$ , 即可确定加速度幅值 $a_m$ 。

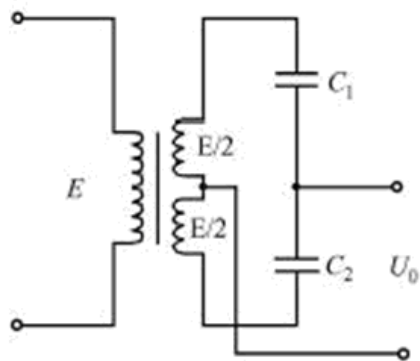


图3 变压器式电桥

#### 差动电容计算及特性分析

对于气隙型电容传感器, 其电容值为 $C = \epsilon S/d$ , 电容式加速度传感器的两个电容, 一个增加, 一个减小。因此电容总变化量为:

g (9)

这是电容相对增量与极距相对增量之间的关系方程式。若采用线性特性方程 $y = x$ , 如图4所示, 显然其线性误差较大。为此可采用线性特性方程 $y = (1 + \epsilon)x$ , 并使其在最大量程 $x_M$ 处产生的正误差 $\Delta y_M$ 及其 $x_1$ 处产生的负误差 $\Delta y_1$ 在数值上相等, 即:

$$\Delta y_1 = - \Delta y_M \quad (10)$$

其中,  $\epsilon$ 为某一正小数。因为原始方程与线性方程之差为:

$$\Delta y = \frac{x}{1-x^2} - (1+\varepsilon)x = \frac{1}{2(1-x)} - \frac{1}{2(1+x)} - (1+\varepsilon)x = x^3 - \varepsilon x \quad (1)$$

x1点的位置可按:

$$\frac{d(\Delta y)}{dx} = 3x_1^2 - \varepsilon = 0$$

求得,即:  $x_1 = \sqrt{\varepsilon/3}$

$$\text{则 } \Delta y_1 = x^3 - \varepsilon x_1 = \frac{\varepsilon}{3} \sqrt{\frac{\varepsilon}{3}} - \varepsilon \sqrt{\frac{\varepsilon}{3}} = -\frac{2}{3} \varepsilon \sqrt{\frac{\varepsilon}{3}}$$

$$\text{由式(10)可得 } \frac{x_M}{1-x_M^2} - (1+\varepsilon)x_M = \frac{2}{3} \varepsilon \sqrt{\frac{\varepsilon}{3}}$$

设

$$t = \sqrt{\varepsilon}$$

由此可以算得:

$$t = \sqrt{\frac{3}{4(1-x_M^2)}} x_M \text{ 或 } \varepsilon = t^2 = \frac{3}{4(1-x_M^2)} x_M^2 \quad (1)$$

1/3 1 2 3 下一页 尾页



请关注  
21ic 微信

加关注 21ic电子网

加关注 21ic活动速报

1

顶一下

[MOUSER参考设计库](#)

[应用笔记：电源控制环路响应\(波特图\)测量](#)

[针对Intel® Atom处理器的电源](#)

[针对Altera Stratix IV的电源参](#)

#### 相关文章

(深圳) 2013中国电容器与电阻器展览会

浅谈LED驱动电源的设计与应用

近红外传感器在汽车改造技术中的应用研究

传感器基础知识与常用术语

16支大学生团队角逐汽车电子软件设计大赛

汽车ESP传感器及其接口技术详解

基于蓝牙技术的LED点阵屏设计方案

Altera推出能够简化工厂自动化系统的工业以太网设计

单电容式及差分电容式MEMS传感器检测系统

爱特梅尔推出一系列集成触摸和传感器中枢功能的微控

发表评论

共有0条评论

用户名:

验证码:

1591

提交留言

[本站介绍](#) | [合作联络](#) | [欢迎投稿](#) | [隐私声明](#) | [广告业务](#) | [网站地图](#) | [联系我们](#) | [诚聘英才](#)

ICP许可证号：京ICP证070360号      21IC电子网 2000-2013 版权所有

公安部备案号：1101081962