

捷配电子市场

www.dzsc.com

资料

请输入元器件的型号或中文关键词

搜索

搜现货

发布采购信息

修改/删除

资料首页

技术方案

电路图

设计应用

新品速递

行业标准

基础电子

电子通

捷配电子市场网, 原创征稿活动火热进行中 ... ..

立即

您所在的位置: 首页 >> 技术资料 >> 基础电子 >> 传感技术 >> ST集成传感器方案实现电子罗盘功能

## ST集成传感器方案实现电子罗盘功能

出处: taoest 发布于: 2010-11-29 | 29133 次阅读

每天新产品 时刻新体验      专业薄膜开关打样工厂, 12小时加急出货

电子罗盘是一种重要的导航工具, 能实时提供移动物体的航向和姿态。随着半导体工艺的进步和手机操作系统的发展, 集成了越来越多传感器的智能手机变得功能强大, 很多手机上都实现了电子罗盘的功能。而基于电子罗盘的应用(如Android的Skymap)在各个软件平台上也流行起来。

要实现电子罗盘功能, 需要一个检测磁场的三轴磁力传感器和一个三轴加速度传感器。随着微机械工艺的成熟, 意法半导体推出将三轴磁力计和三轴加速计集成在一个封装里的二合一传感器模块LSM303DLH, 方便用户在短时间内设计出成本低、性能高的电子罗盘。本文以LSM303DLH为例讨论该器件的工作原理、技术参数和电子罗盘的实现方法。

### 1. 地磁场和航向角的背景知识

如图1所示, 地球的磁场象一个条形磁体一样由磁南极指向磁北极。在磁极点处磁场和当地的水平面垂直, 在赤道磁场和当地的水平面平行, 所以在北半球磁场方向倾斜指向地面。用来衡量磁感应强度大小的单位是Tesla或者Gauss (1Tesla=10000Gauss)。随着地理位置的不同, 通常地磁场的强度是0.4-0.6 Gauss。需要注意的是, 磁北极和地理上的北极并不重合, 通常他们之间有11度左右的夹角。

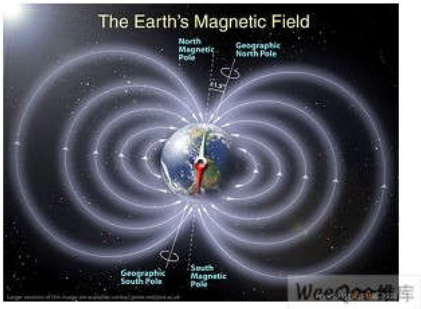


图1 地磁场分布图

地磁场是一个矢量, 对于一个固定的地点来说, 这个矢量可以被分解为两个与当地水平面平行的分量和一个与当地水平面垂直的分量。如果保持电子罗盘和当地的水平面平行, 那么罗盘中磁力计的三个轴就和这三个分量对应起来, 如图2所示。

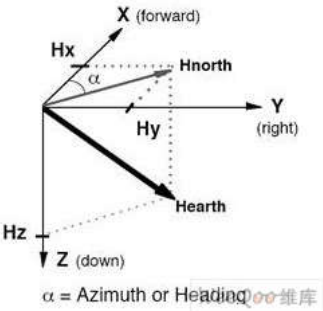


图2 地磁场矢量分解示意图

体验

Cyclone® V

SoC 的种种好

### 技术分类

电源技术	动力
汽车电子	物
传感技术	嵌入
单片机与DSP	光电
家电/消费电子	
通信与网络	I
工业电子	
PCB技术	
元器件应用	
基础电子	
医疗电子	

捷配电子市场

Datashe

### 热门技术资料

- 1 编码器的工作原理及作用
- 2 电脑蓝屏代码大全
- 3 超强整理! PCB设计之电流
- 4 三星 (SAMSUNG) 贴片电
- 5 电容单位
- 6 跟我学51单片机 (三): 单
- 7 通俗易懂谈上拉电阻与下拉
- 8 一种三极管开关电路设计
- 9 完美音箱箱体制作细则
- 10 简单易修 荣耀4A全网通

### 最新技术资料

ADI推出采用面向低噪声的运  
开关电源设计调试全过程  
元器件失效分析方法  
电源模块如何提高电动工具性  
单片机与电脑接口 (TTL与RS  
从单片机转ARM, ARM架构  
一文解析FPGA的片上资源使  
一文读懂RS-232与RS-



实际上对水平方向的两个分量来说，他们的矢量和总是指向磁北的。罗盘中的航向角（Azimuth）就是当前方向和磁北的夹角。由于罗盘保持水平，只需要用磁力计水平方向两轴（通常为X轴和Y轴）的检测数据就可以用式1计算出航向角。当罗盘水平旋转的时候，航向角在0°- 360°之间变化。

2. ST集成磁力计和加速计的传感器模块LSM303DLH

2.1 磁力计工作原理

在LSM303DLH中磁力计采用各向异性磁致电阻（Anisotropic Magneto-Resistance）材料来检测空间中磁感应强度的大小。这种具有晶体结构的合金材料对外界的磁场很敏感，磁场的强弱变化会导致AMR自身电阻值发生变化。

在制造过程中，将一个强磁场加在AMR上使其在某一方向上磁化，建立起一个主磁域，与主磁域垂直的轴被称为该AMR的敏感轴，如图3所示。为了使测量结果以线性的方式变化，AMR材料上的金属导线呈45°角倾斜排列，电流从这些导线上流过，如图4所示。由初始的强磁场在AMR材料上建立起来的主磁域和电流的方向有45°的夹角。

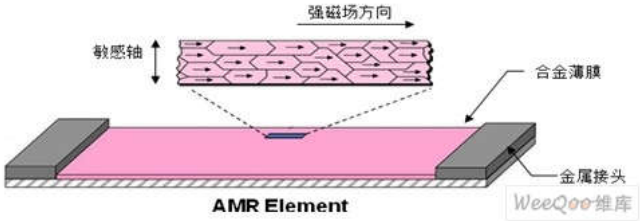


图3 AMR材料示意图

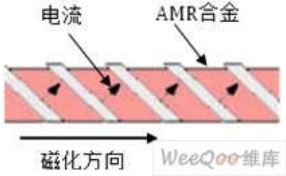


图4 45°角排列的导线

当有外界磁场Ha时，AMR上主磁域方向就会发生变化而不再是初始的方向了，那么磁场方向和电流的夹角θ也会发生变化，如图5所示。对于AMR材料来说，θ角的变化会引起AMR自身阻值的变化，并且呈线性关系，如图6所示。

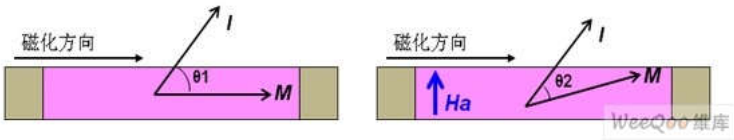


图5 磁场方向和电流方向的夹角

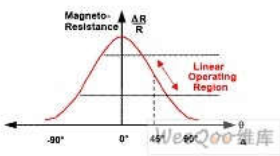


图6 θ-R特性曲线

ST利用惠斯通电桥检测AMR阻值的变化，如图7所示。R1/R2/R3/R4是初始状态相同的AMR电阻，但是R1/R2和R3/R4具有相反的磁化特性。当检测到外界磁场的时候，R1/R2阻值增加ΔR而R3/R4减少ΔR。这样在没有外界磁场的情况下，电桥的输出为零；而在有外界磁场时电桥的输出为一个微小的电压ΔV。

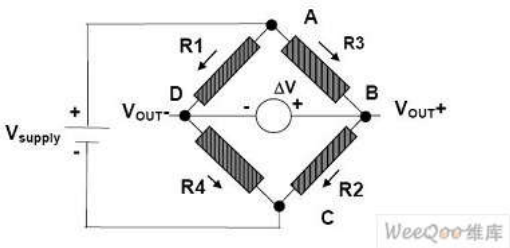


图7 惠斯通电桥

当 $R1=R2=R3=R4=R$ ，在外界磁场的作用下电阻变化为 $\Delta R$ 时，电桥输出 $V$ 正比于 $R$ 。这就是磁力计的工作原理。

2.2 置位/复位(Set/Reset)电路

由于受到外界环境的影响，LSM303DLH中AMR上的主磁域方向不会永久保持不变。LSM303DLH内置有置位/复位电路，通过内部的金属线圈周期性的产生电流脉冲，恢复初始的主磁域，如图8所示。需要注意的是，置位脉冲和复位脉冲产生的效果是一样的，只是方向不同而已。

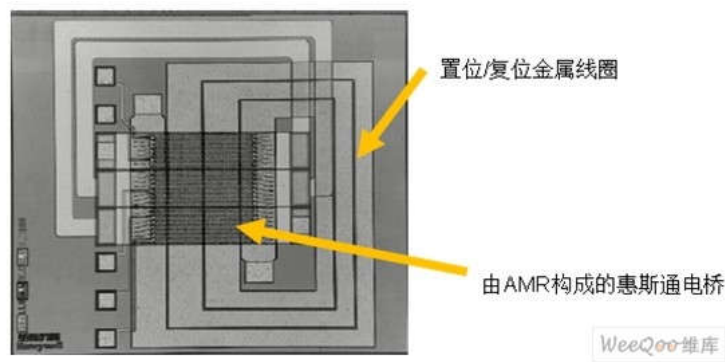


图8 LSM303DLH置位/复位电路

置位/复位电路给LSM303DLH带来很多优点：

- 1) 即使遇到外界强磁场的干扰，在干扰消失后LSM303DLH也能恢复正常工作而不需要用户再次进行校正。
- 2) 即使长时间工作也能保持初始磁化方向实现精确测量，不会因为芯片温度变化或内部噪音增大而影响测量精度。
- 3) 消除由于温漂引起的电桥偏差。

2.3 LSM303DLH的性能参数

LSM303DLH集成三轴磁力计和三轴加速计，采用数字接口。磁力计的测量范围从1.3 Gauss到8.1 Gauss共分7档，用户可以自由选择。并且在20 Gauss以内的磁场环境下都能够保持一致的测量效果和相同的敏感度。它的分辨率可以达到8 mGauss并且内部采用12位ADC，以保证对磁场强度的精确测量。和采用霍尔效应原理的磁力计相比，LSM303DLH的功耗低，精度高，线性度好，并且不需要温度补偿。

LSM303DLH具有自动检测功能。当控制寄存器A被置位时，芯片内部的自测电路会产生一个约为地磁场大小的激励信号并输出。用户可以通过输出数据来判断芯片是否正常工作。

作为高集成度的传感器模组，除了磁力计以外LSM303DLH还集成一颗高性能的加速计。加速计同样采用12位ADC，可以达到1mg的测量精度。加速计可运行于低功耗模式，并有睡眠/唤醒功能，可大大降低功耗。同时，加速计还集成了6轴方向检测，两路可编程中断接口。

3. ST电子罗盘方案介绍

一个传统的电子罗盘系统至少需要一个三轴的磁力计以测量磁场数据，一个三轴加速计以测量罗盘倾角，通过信号条理和数据采集部分将三维空间中的重力分布和磁场数据传送给处理器。处理器通过磁场数据计算出方位角，通过重力数据进行倾斜补偿。这样处理后输出的方位角不受电子罗盘空间姿态的影响，如图9所示。

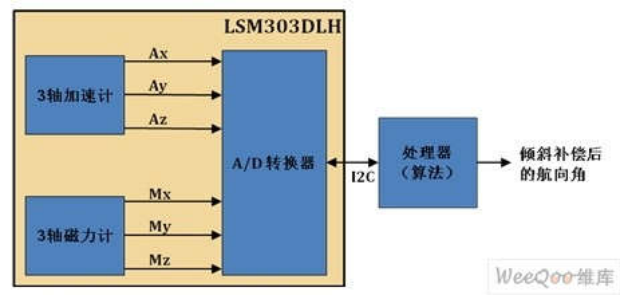


图9 电子罗盘结构示意图

LSM303DLH将上述的加速计、磁力计、A/D转化器及信号条理电路集成在一起，仍然通过I2C总线和处理器通信。这样只用一颗芯片就实现了6轴的数据检测和输出，降低了客户的设计难度，减小了PCB板的占用面积，降低了器件成本。





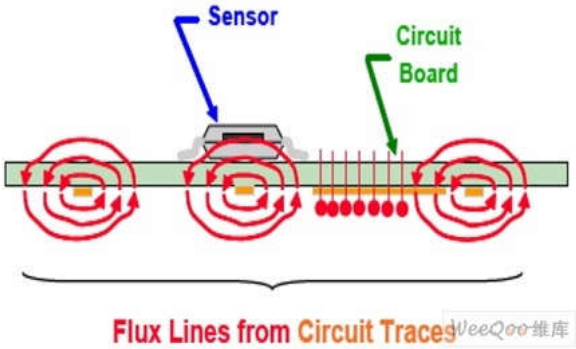


图12 电流对磁场产生的影响

为了校准这些来自电路板的磁场干扰，主要的工作就是通过计算将γ求出。

4.1 平面校准方法

针对XY轴的校准，将配备有磁传感器的设备在XY平面内自转，如图11，等价于将地球磁场矢量绕着过点O(γx,γy)垂直于XY平面的法线旋转，而红色的圆为磁场矢量在旋转过程中在XY平面内投影的轨迹。这可以找到圆心的位置为((Xmax + Xmin)/2, (Ymax + Ymin)/2)。同样将设备在XZ平面内旋转可以得到地球磁场在XZ平面上的轨迹圆，这可以求出三维空间中的磁场干扰矢量γ(γx, γy, γz)。

4.2 立体8字校准方法

一般情况下，当带有传感器的设备在空中各个方向旋转时，测量值组成的空间几何结构实际上是一个圆球，所有的采样点都落在这个球的表面上，如图13所示，这一点同两维平面内投影得到的圆类似。

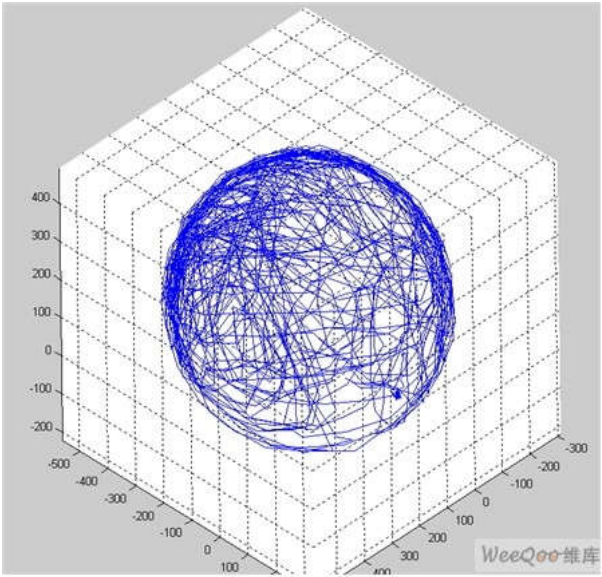


图13 地球磁场空间旋转后在传感器空间坐标内得到球体

这种情况下，可以通过足够的样本点求出圆心O(γx, γy, γz)，即固定磁场干扰矢量的大小及方向。公式如下：

$$(x-\gamma_x)^2 + (y-\gamma_y)^2 + (z-\gamma_z)^2 = R^2$$

WeeQoo 维库

8字校准法要求用户使用需要校准的设备在空中做8字晃动，原则上尽量多的让设备法线方向指向空间的所有8个象限，如图14所示。

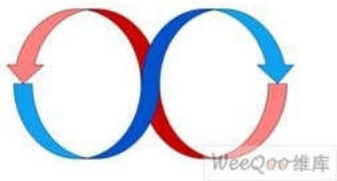


图14 设备的空中8字校准示意图

4.2 十面校准方法

同样，通过以下10面校准方法，也可以达到校准的目的。



图15 10面交准法步骤

如图16所示，经过10面校准方法之后，同样可以采样到以上所述球体表面的部分轨迹，从而推导出球心的位置，即固定磁场干扰矢量的大小及方向。

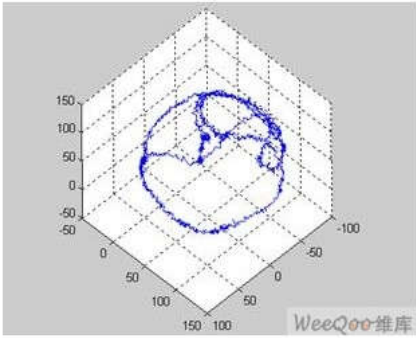


图16 10面校准后的空间轨迹

5. 倾斜补偿及航偏角计算

经过校准后电子指南针在水平面上已经可以正常使用了。但是更多的时候手机并不是保持水平的，通常它和水平面都有一个夹角。这个夹角会影响航向角的精度，需要通过加速度传感器进行倾斜补偿。

对于一个物体在空中的姿态，导航系统里早已有定义，如图17所示，Android中也采用了这个定义。Pitch(Φ)定义为x轴和水平面的夹角，图示方向为正方向；Roll(θ)定义为y轴和水平面的夹角，图示方向为正方向。由Pitch角引起的航向角的误差如图18所示。可以看出，在x轴方向10度的倾斜角就可以引起航向角最大7-8度的误差。

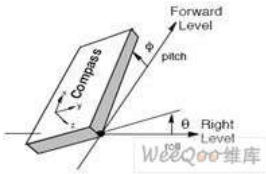


图17 Pitch角和Roll角定义

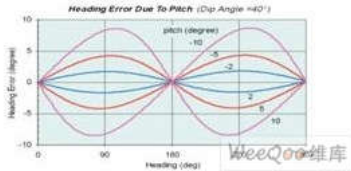


图18 Pitch角引起的航向角误差

手机在空中的倾斜姿态如图19所示，通过3轴加速度传感器检测出三个轴上重力加速度的分量，再通过式2可以计算出Pitch和Roll。

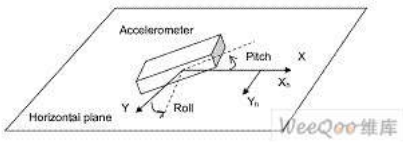


图19 手机在空中的倾斜姿态

$$\theta = \arctg\left(\frac{A_y}{\sqrt{A_x^2 + A_z^2}}\right)$$

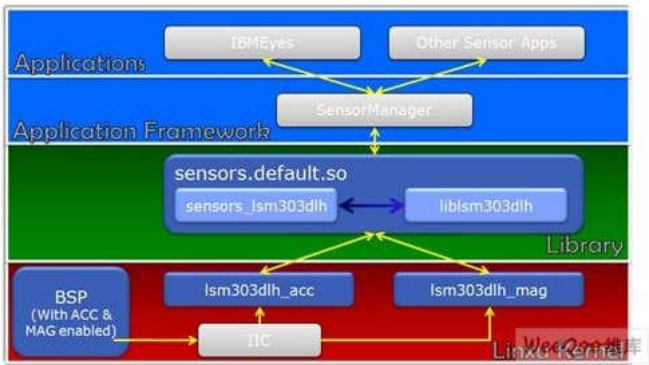
式3可以将磁力计测得的三轴数据（XM，YM，ZM）通过Pitch和Roll转化为式1中计算航向角需要的Hy和Hx。之后再利用式1计算出航向角。

$$H_y = Y_M \cos(\theta) + X_M \sin(\theta) \sin(\Phi) - Z_M \cos(\Phi) \sin(\theta)$$
$$H_x = X_M \cos(\Phi) + Z_M \sin(\Phi)$$

WeeQoo堆库

6. Android平台指南针的实现

在当前流行的android 手机中，很多都配备有指南针的功能。为了实现这一功能，只需要配备有ST提供的二合一传感模块LSM303DLH，ST 提供整套解决方案。Android中的软件实现可以由以下框图表示：



其中包括:

- BSP Reference
- Linux Kernel Driver (LSM303DLH\_ACC + LSM303DLH\_MAG)
- HAL Library(Sensors\_lsm303dlh + Liblsm303DLH) for sensors.default.so

经过library 的计算，上层的应用可以很轻松的运用由Android定义由Library提供的航偏角信息进行应用程序的编写。

来源:椰子

63次

上一篇：高功率光纤激光器  
下一篇：先进投射电容式触控产品设计关键

版权与免责声明

凡本网注明“出处：捷配电子市场网”的所有作品，版权均属于捷配电子市场网，转载请必须注明捷配电子市场网，http://www.dzsc.com，违反者本网将追究相关法律责任。

本网转载并注明自其它出处的作品，目的在于传递更多信息，并不代表本网赞同其观点和对其真实性负责，不承担任何此类作品侵权行为的责任及连带责任。其他媒体、网站或个人从本网转载时，必须保留本网注明的作品出处，并自负版权等法律责任。

如涉及作品内容、版权等，请在作品发表之日起一周内与本网联系，否则视为放弃相关权利。

相关技术资料

低功耗蓝牙无线传感器应用	2018/4/16 16:43:41
MEMS磁传感器主元件SEM电连接及设计	2018/4/12 15:22:55
红外传感器的种类和工作原理及特性的介绍	2018/4/12 15:16:32
根据手机传感器数据识别用户运动模式	2018/4/11 17:20:09
宜科传感器车间的MES系统应用	2018/4/11 17:16:10