

AM422 专业文章：工业标准电流输出的价低质优的压力变送器

人们除了对已封装的扩散硅压力传感器芯体的温度特性和信号输出非常了解外，还知道一些由美国的 Motorola、瑞士的 Keller 或者日本的 Fujikura 生产的已经校准的带有前置放大电路的压力传感器产品。特别是在压力传感器芯片上集成有前置放大信号处理的压力传感器产品越来越多，它们的价格使得人们在大量应用方面也越来越感兴趣。这种压力传感器的信号输出大多数是 0.5–4.5V 之间。这样的信号只需很少的外围电路就可以直接与 A/D 模数

转换电路或者微处理器相连，因此它适合于需要直接进行数字信号处理的工控系统。如果将此类传感器应用在工业上比如 (0/4–20mA) 标准电流信号输出，那就需要较多改造，化费就大了。

价格合理的方案

要将上述的压力传感器改变成工业上应用的电流信号输出，根据所要求的条件（空间大小，费用，测量精度）会有很多不同的方法。采用分立元件和运算放大器的方法大家已经很熟悉了。下面介绍的一个方案具有集成化电路的优点，就是人们如何通过简单和低价的方法达到一个工业标准电流信号输出的产品要求。

作为例子这里采用了日本 Fujikura 公司带有前置放大电路的压力传感器 XFPM 系列产品和德国 AMG 公司（analog microelectronics GmbH）生产的电压电流转换变送集成电路 AM422，

组合成为一个简单可调的传感器信号处理变送电路（4–20mA）。

集成电路 AM422 的优点

电压电流转换变送集成电路 AM422（图 1）是众多应用于传感器信号处理电路中的一个。AM422 有应用于 2 线制输出和 3 线制输出的二个版本，它们都是由 3 个功能模块组成（管脚一致）：

1. 在输入端可以通过二个运算放大器来调整输入信号范围和零点偏置输出电流。
2. 在输出端一个 V/I 转换电路将输入电压信号转换成在 0–20mA 之间任意可调的电流输出。输出级由一个外接三极管控制，使电路的耗散功率集中到三极管上，大大地降低了集成电路中的耗散功率。输出电流范围可通过外接的二个电阻分压器调整。

Kostengünstige Drucksensoren mit Stromausgang

3. 为了不让传感器由另外的辅助电源提供工作电压，AM422 电路内部集成了一个高精度参考电压源。该参考电压源可以通过管脚接法不同输出 5V 或者 10V（最大电流 10mA）。也可以通过外接电阻分压器得到 4.5V 至 10V 的电压输出。

当然 AM422 还集成了一些极性保护和输出电流限制等功能。

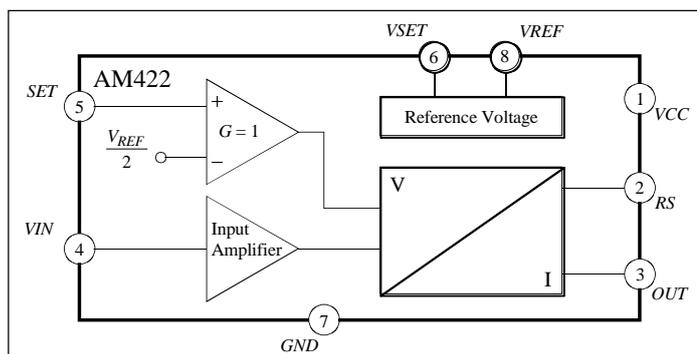


图 1：电压电流转换变送集成电路 AM422

XFPM 系列压力传感器

此处采用的压力传感器是日本 Fujikura 公司生产的 XFPM 系列产品。它带有扩散硅压力芯体，信号处理和前置放大电路。传感器在 0—85 °C 温度范围内经过补偿，工作电压为 5V。信号输出范围为 0.2 到 4.7V，对应的压力范围为 0—1bar（表压—XFPM—100KPG）。

应用介绍

图 2 是一个输出电流为 4—20mA 的三线制电流输出电路。传感器的 5V 工作电源由 AM422 提供。因为传感器的工作电源范围和集成电路提供的电压相互满足要求，不需要对参考电压源作调整。其它的外接元器件如下所述：

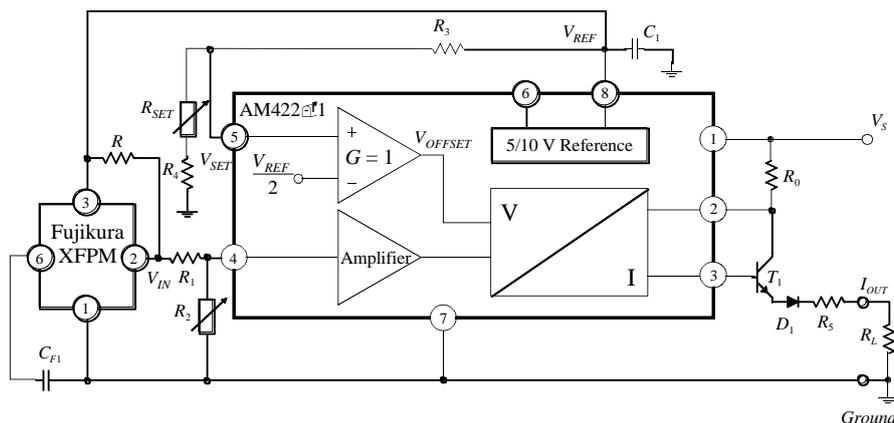


图 2：外围元器件极少的实际应用电路

- 传感器需要：
 $R = 3.9 \text{ k}\Omega$
 $C_{F1} = 680 \text{ pF}$
- 集成电路需要：
 $R_0 = 25 \Omega$, $R_5 = 40 \Omega$, $C_1 = 2.2 \mu\text{F}$
- 外接三极管 T_1 : $\beta_F \geq 50$, $V_{CE} \leq 35 \text{ V}$
- 外接二极管 D_1 : $V_{BR} \geq 35 \text{ V}$

余下的外接电阻根据给出的应用要求（信号输入范围和电流输出范围）进行计算得出。

电压电流转换集成电路的传递函数公式通常为：

$$I_{OUT}(V_{SET}, V_{IN}) = I_{SET}(V_{SET}) + I_{IN}(V_{IN}) \quad (1)$$

根据图 2 调整偏置电流的公式为 ($V_{IN} = 0$)：

$$I_{OUT} = \frac{V_{REF}}{R_0} \cdot \frac{R_4 + R_{SET} - R_3}{2(R_3 + R_4 + R_{SET})} \quad (2)$$

Kostengünstige Drucksensoren mit Stromausgang

取 $R_3=R_4$ ，那么电阻 R_{SET} 可以简单计算得出（忽略分母中的小量 $2R_0I_{SET}$ ）：

$$R_{SET} = \frac{4 R_0 R_4 I_{SET}}{V_{REF}} \quad (3)$$

输出电流的满度值由电阻 R_1, R_2 决定：

$$I_{OUT\ max} - I_{SET} = \frac{V_{IN\ max}}{2 R_0} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (4)$$

二个电阻的关系式子如下：

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{V_{IN\ max}}{2 R_0 (I_{OUT\ max} - I_{SET})} - 1 \quad (5)$$

具体应用的数值

通过上述计算公式(1)–(5)可以得出余下的外接元器件的取值。这些元器件计算公式的详细推导在本文中并没有涉及，读者可以通过 AMG 公司网址直接阅读 AM422 的产品说明书。

<http://www.analogmicro.de>

www.sym-china.com

计算得出其它外接电阻的数值：

- $R_3 = R_4 = 33\text{ k}\Omega$
- $R_1/R_2 \approx 4,625$
- $R_{SET} \approx 2,178\text{ k}\Omega$

通过调整电位器 R_{SET} 和 R_1 可以简单和化费不多地校准系统绝对误差（放大电路的零点偏差和传感器的零点偏差）。

精度：

建议采用的传感器系统除了价格低之外，它的系统精度也是决定性的。如果从传感器的电气数据和集成电路的电气数据来看，可能会得出一个传感器测量系统的总精度为 $\pm 3\%$ （温度范围为 $0-80\text{ }^\circ\text{C}$ ）。实际上人们可以达到更好的精度。

图 3 是一组零点温度漂移（TCO）和满度温度漂移（TCS）的实验曲线。从图中可以看出，该传感器系统的总精度在 $\pm 1\%$ 左右（温度范围为 $0-80\text{ }^\circ\text{C}$ ）。

本文所描述的压力传感器信号

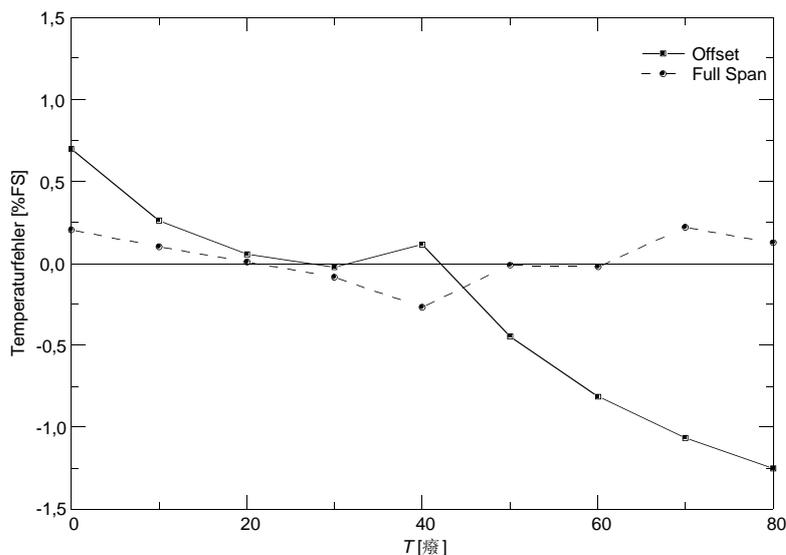


图 3：整个传感器和变送电路系统的温度特性曲线

Kostengünstige Drucksensoren mit Stromausgang

处理系统的优点完全在于绝对误差可以简单地再调整。如果正确选择合适的与温度有关的电阻 R_0 或者一个外接的电阻补偿网络，那么系统的温度特性和总精度还可以进一步提高。

结论

有许多方法来测量压力并通过电流的大小来传递信号。在本文中提出了一种应用方法，就是可以对一个专用的电路（AM422）和带前置放大电路的压力传感器组成的系统进行简单的补偿。此外由于集成电路 AM422 很小（贴片 SO08 封装或者裸芯片），特别适合于微型化的产品生产。

价格合理的带前置放大电路的压力传感器和利用专用集成电路并通过二个外接电阻分压器简单地对系统进行校准（只对绝对误差校准），可以使整个系统的精度在很多应用中得到满足。这里推荐的是作为一种化费较低的应用方法，与其它一些需要做较大花费的温度补偿工作的压力传感变送系统是不同的。