

# TEGAL

通过 ISO9001 认证

## 一氧化碳传感器TGS5141-P00的技术手册

TGS5141是费加罗研发的采用电池原理的电化学式传感器，使用了一个特殊的电极取代了储水器，TGS5141与TGS5042相比，其外形尺寸缩减到只有后者的10%大小。超小型的体积使其可以成为诸如便携式一氧化碳检测仪、微型住宅一氧化碳检测仪、多用途火灾检测仪的理想选择。OEM客户会发现，通过每个传感器的条形码，可以单独打印每个传感器的数据，使用户可以避免昂贵的气体校准程序，还允许对个别传感器进行追踪。



### 目 录

<b>基本信息和规格</b>	
特点.....	2
应用.....	2
结构.....	2
基本测试电路.....	2
操作条件与技术规格.....	2
机械强度.....	3
尺寸.....	3
<b>工作原理</b> .....	4
<b>灵敏度典型特性</b>	
对不同气体的灵敏度.....	5
温度和湿度依赖性.....	5
气体响应特性.....	6
重复性.....	6
储存的影响.....	6
正常操作测试.....	7
灵敏度测试.....	7
气压依赖性.....	8
<b>可靠性</b>	
干扰气体测试.....	8
长期稳定性.....	9
腐蚀性测试.....	9
不同环境温度测试.....	9
湿度测试.....	10
稳定性测试.....	11
防尘测试.....	12
<b>标记</b> .....	12
<b>注意事项</b> .....	12
<b>附录</b> .....	14

**重要提示：**费加罗传感器的使用条件将因不同客户的具体运用不同而不同。费加罗强烈建议在使用前咨询我们的技术人员，尤其是当客户的被检测气体不在列表范围时。对于未经费加罗专业测试的任何使用，费加罗不承担任何责任。



TGS5141是根据UL2034的要求，获得UL认证的部件。请注意此部件经认证测试已确认在15ppm的一氧化碳下具有长期稳定性；手册上显示的其他特性并没有被UL作为组件认证的一部分而确认。

## 1. 基本信息和规格

### 1-1 特点

- \* 超小型
- \* 电池工作原理
- \* 对一氧化碳选择性/重复性高
- \* 对一氧化碳具有很高的线性输出特性
- \* 校准简便易行
- \* 使用寿命长
- \* 取得UL认证
- \* 满足 UL2034, EN50291与EN54-31的要求

### 1-2 应用

- \* 住宅与商用一氧化碳检测仪
- \* 火灾报警器

### 1-3 结构

图1所示为TGS5141的结构。气体感应层位于不锈钢垫圈(对电极)和不锈钢盖帽(工作电极)的夹层之间,旁边有控制气体分散的不锈钢薄片和支撑衬垫。这些被组装于一个独立的不锈钢罐体中。活性炭过滤层放置于不锈钢盖帽之中。

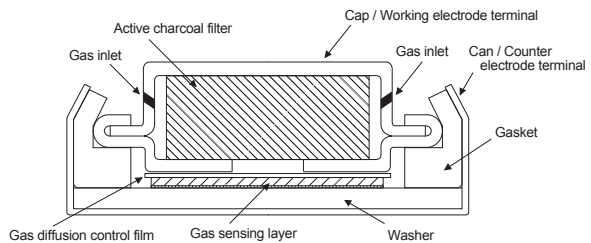


图1 - 传感器结构

### 1-4 基本测试电路

图2所示为TGS5141的基本测试电路。传感器产生的微电流,由运算放大器与电阻(R1)进行整合后,将其转化为传感器输出电压(Vout)。

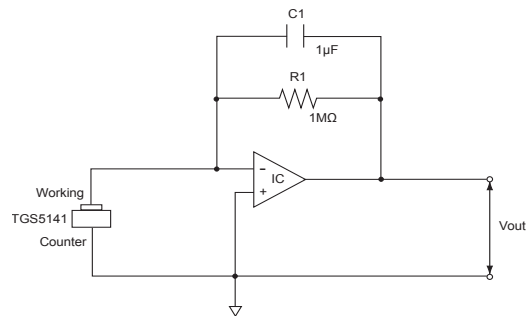


图2 - 基本测试电路 (含等效电路)

费加罗建议电学参数如下:

R1: 1MΩ

C1: 1μF

IC: AD708

为防止电路断电后传感器被极化,需要增加一个电阻或FET。

注意: 当给传感器输出端施加电压时,传感器有可能受到损坏。施加到传感器的电压须严格控制在±10mV以内。

### 1-5 操作条件与技术规格

(见表1)

项目	规格
型号	TGS5141-P00
目标气体	一氧化碳
典型检测范围	0 ~ 5,000ppm
在CO中的输出电流	1.2~3.2nA/ppm
基线漂移 (*1)	<±10ppm 等效
工作温度	-10°C ~ +50°C (连续工作) -20°C ~ +60°C (间断工作)
工作湿度	10 ~ 95%RH (无结露)
响应时间 (T90)	60 秒内
储存条件	-10°C ~ +50°C (连续工作) -20°C ~ +60°C (间断工作)
重量	约 2.5g
标准测试条件	20±2°C, 40±10%RH

提示1: 工作状态下传感器在空气中的输出

表 1 - 操作条件与技术规格

1-6 机械强度

传感器样品按照UL2034所规定的条件进行了下述试验。试验结果表明，该传感器具有足够的机械强度，可以满足UL的要求，试验后结构没有出现异常现象，依然满足电学规格的全部要求。

震动 - 垂直振幅 0.25mm，频率 35Hz，  
耐久性：4小时，方向x,y,z  
跌落 - 高度为 2.1m，重复5次

1-7 尺寸  
(见图3)

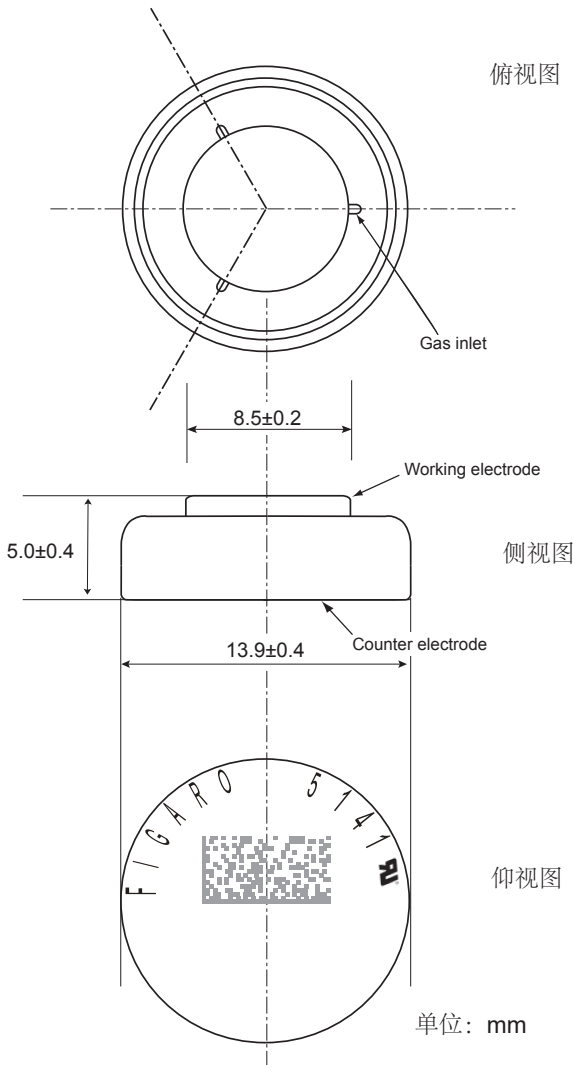


图 3 - 尺寸

本手册所示所有传感器特性均为其典型特性。其真实的特性因传感器和产品批次的不同而不同。只有在规格中显示的数据才是可以得到保证。

## 2.工作原理

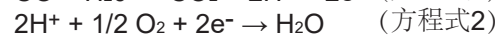
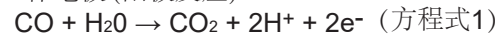
TGS5141为一款利用短路电流作为传感器信号的质子导体一氧化碳（CO）传感器。当与空气混合的CO通过质子交换膜进入并到达工作电极时，由于CO氧化反应（参见方程式1）以及氧气的阴极还原（参见方程式2），会产生质子和电子。方程式1中产生的一部分质子和电子在该反应中被消耗。通过使用外部配线在工作电极和反电极之间形成短路，工作电极上的电子和质子分别通过外部配线和质子导体移动到对电极。此后，质子与对电极上的氧气发生如方程式3所示的反应。

传感器输出电流和CO浓度之间存在线性关系（参见方程式4）。通过用已知的CO浓度校准传感器，传感器的输出电流就可用于CO浓度的定量检测。

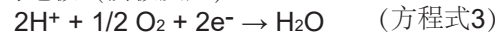
关于工作原理的更多信息，请参阅费加罗官网。

由于与传统干电池不同，不消耗活性材料或电极，因此TGS5141的输出信号具有出色的长期稳定性，并且可以长期免维护工作。此外，传感器的自发电输出电流使其非常适合用于电池供电的CO检测器。

工作电极 (阳极反应)



对电极 (阴极反应)



理论输出电流值:

$$I = F \times (A/\sigma) \times D \times C \times n \quad (\text{方程式4})$$

其中:

F: 法拉第常数

A: 质子交换膜针孔面积

D: 气体扩散系数

C: 气体浓度

$\sigma$ : 质子交换膜厚度

n: 反应电子的数量

图4 - 工作原理

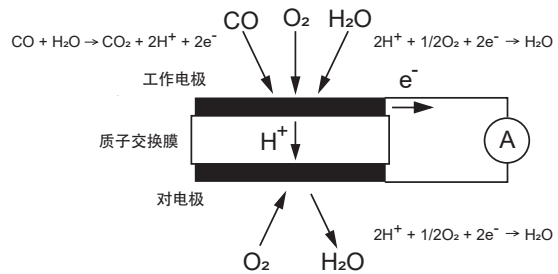


图5 -TGS5141 工作原理示意图

### 3. 灵敏度基本特性

#### 3-1 对不同气体的灵敏度

图6所示为传感器对不同气体的灵敏度。Y轴所示为在各种气体中的输出电流( $I_{out}/\mu A$ )。输出电流与一氧化碳浓度呈线性关系,在0~1000ppm范围内的偏差小于±5%。Y表所列为图6中对其他气体的交叉灵敏度数据。

气体		浓度	CO 等同量
氢气		1000ppm	500ppm
甲烷	庚烷	1000ppm	<30ppm
丁烷	异丙醇		
乙醇	氟利昂 R22		
HMDS (硅蒸汽)	丙酮		
甲苯	环己烷		
三氯乙烷	二氧化碳	200ppm	<30ppm
二氧化氮	乙烯		
甲醛	氨气		
二甲苯	二氧化硫		
乙酸	乙酸乙酯		
乙炔		200ppm	360ppm

注意:本表中的数据为典型值,不宜作为交叉灵敏度校正的基准。各种不同气体的交叉灵敏度可能不是线性的,不具备衡量效能。所有数据来自对象气体4分钟的暴露。对于某些气体来说,如果作用时间更长的话,传感器过滤吸附层可能饱和并被气体穿透。

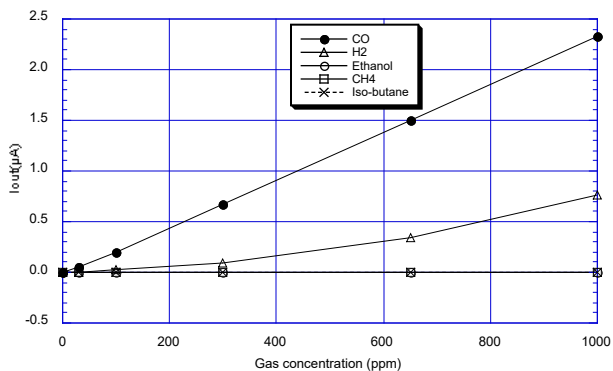


图 6 - 对不同气体的灵敏度

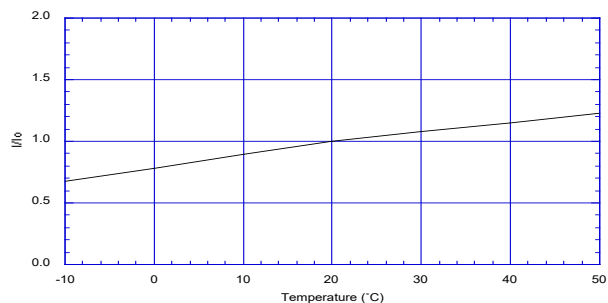


图 7a - 在 400ppm 一氧化碳/50%RH 中的温度依赖性 ( $I_0$  = 在 20°C 时传感器输出的电流)

#### 3-2 温度和湿度依赖性

图7a所示为TGS5141在恒定湿度50%RH环境中的温度依赖性。Y轴表示在不同温度下400ppm一氧化碳中的输出电流( $I$ )和在20°C/50%RH下400ppm一氧化碳中的输出电流( $I_0$ )的比值。温度依赖性根据电极上的催化反应速率的不同而不同,也很容易通过使用热敏电阻来进行补偿。根据传感器的工作原理,不管一氧化碳的浓度范围如何变化, $I/I_0$ 和一氧化碳浓度之间的线性关系都是恒定不变的。

图7b所示为在20°C和50°C的恒定温度中TGS5141的湿度依赖性。Y轴显示了在不同的相对湿度下400ppm一氧化碳中的输出电流( $I$ )和在20°C/50%RH环境下400ppm一氧化碳中的输出电流( $I_0$ )的比值。这些数据表明在不同温度条件下的湿度依赖性是可以忽略不计的。

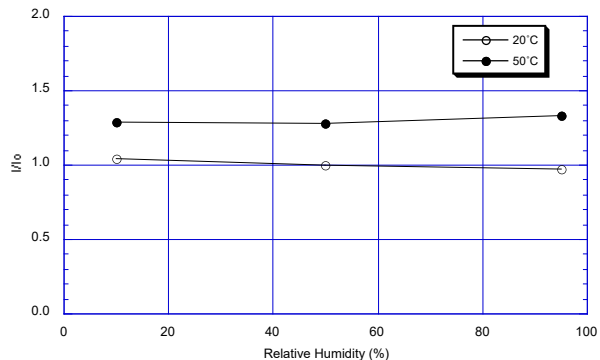


图 7b - 在 400ppm 一氧化碳中的湿度依赖性 ( $I_0$  = 在 50%RH 中传感器输出电流)

### 3-3 气体响应特性

图8所示为当传感器放入30、70、150、400ppm浓度的一氧化碳中并且返回至正常空气时的输出信号所体现的气体响应特性。达到90%饱和信号水平的响应时间在60秒内，而且信号恢复至90%基本水平所需的时间为120秒以内。这些数据表明TGS5141具有充分的响应速度可以满足UL规范中对一氧化碳检测器的要求。

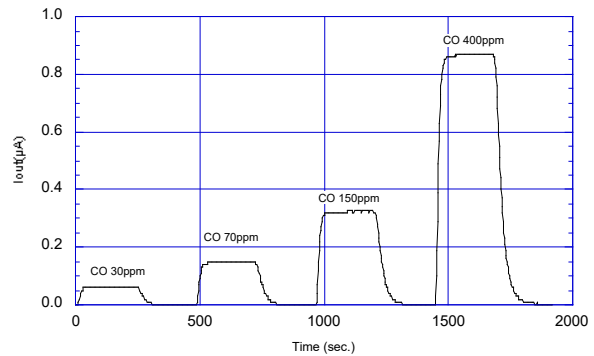


图 8 - 响应特性

### 3-4 重复性

图9所示为当传感器以240秒的恒定间隔时间，多次重复在400ppm的一氧化碳中暴露后的输出信号特性。这些数据表明输出信号的极高可重复性，偏差小于 $\pm 5\%$ 。

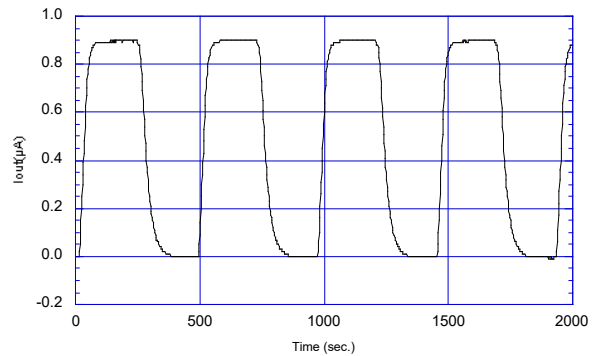


图 9 - 重复性 (400ppm 一氧化碳)

### 3-5 储存的影响

图10所示为传感器在新鲜空气中输出电流信号的初始动作。为了做好这个测试，将传感器工作电极和对电极之间采取两种完全不同的条件，即实施短路与实施开路后各储存了6个月以上。图形所示为把传感器安装到工作电路后的每组传感器立即发生的输出电流变化。在短路状态下储存的传感器输出电流信号迅速达到了饱和水平，而那些在开路条件下进行储存的传感器输出信号变化则显得非常缓慢。

由于传感器是在开路条件下进行运输，在把传感器装配到含有防极化电路的印刷电路板时，建议实行1个小时(典型)的稳定时间(详情请参见TGS5xxx应用手册中2-4节内容)。如果没有设置防极化电路，电路板通电后至少需要等待1小时。无论如何，当传感器装配到检测器电路后都需要先通电1小时。

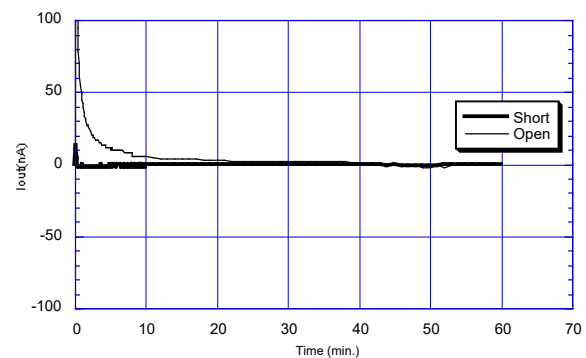


图 10 - 储存的影响  
(在新鲜空气中)

3-6 正常操作测试

图11a所示为UL2034规范所要求的《正常操作测试》的运行结果，本规范要求传感器暴露于20°C/40%RH条件下的600ppm一氧化碳中12小时。在整个暴露过程中都可以看到稳定的输出电流信号。

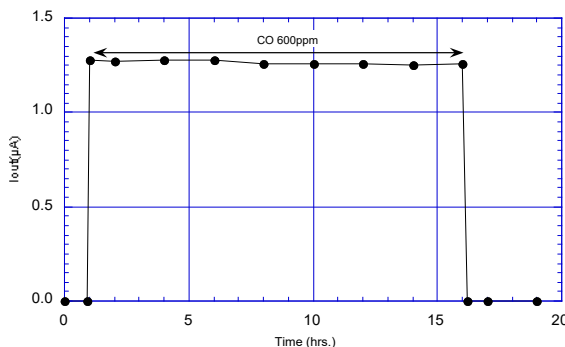


图 11a - 正常操作测试  
(在20°C/40%RH下600±30ppm的一氧化碳 12 小时)

此外，图11b所示为传感器在正常操作测试前、测试中和测试后的对一氧化碳灵敏度特性，这进一步证实了TGS5141几乎不受在高浓度一氧化碳中暴露的影响。

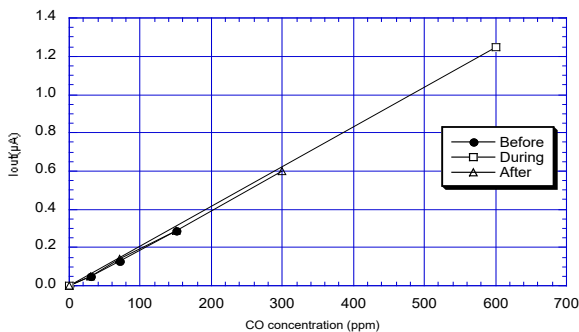


图 11b - 正常操作测试 (20°C/40%RH)

3-7 灵敏度测试

图12a所示为UL2034规范所要求的《灵敏度测试》的结果。在这个测试中，传感器先要在20°C/40%RH条件下暴露于30、70、150以及400ppm浓度的一氧化碳中。曝露时间根据浓度的不同而不同，该浓度对应的一氧化碳检测器发出报警的最大时间。在整个曝露测试中，TGS5141表现出合理而稳定的输出电流信号

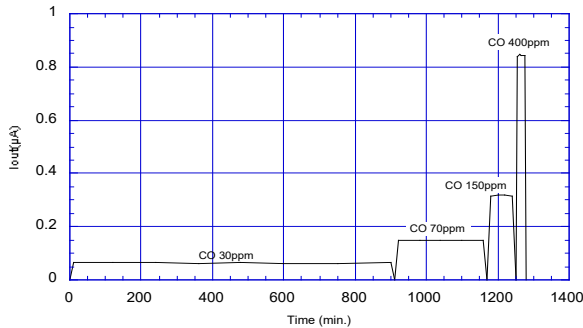


图 12a - 灵敏度测试 (20°C/40%RH)

此外，图12b所示为传感器在灵敏度测试前、测试中和测试后对一氧化碳灵敏度的特性，证实了TGS5141对一氧化碳灵敏度特性优越的重复性。

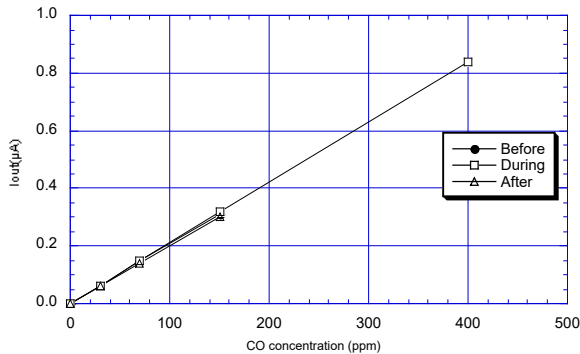


图12b - 灵敏度测试 (20°C/40%RH)

### 3-8 气压依赖性

图13所示为TGS5141气压依赖性的示例。Y轴表示在各种气压 (I) 条件下300ppm CO中的输出电流与气压为101.3kPa (I<sub>0</sub>) 时300ppm CO中的输出电流之比。虽然传感器本身不受气压变化的影响，但由于大气中的CO摩尔浓度随着气压变化而变化，因此输出电流具有显而易见的气压依赖性。

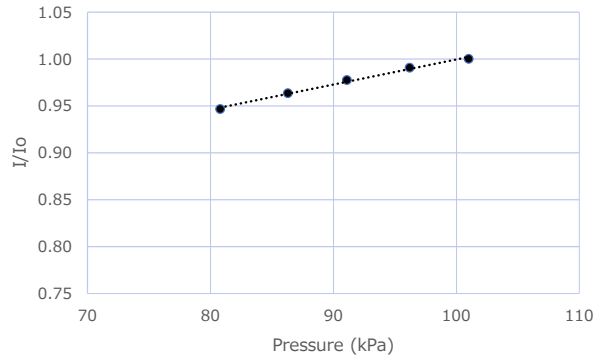


图13 - TGS5141的气压依赖性

## 4. 可靠性

在本节内容进行的测试证实了TGS5141可以满足各种测试标准的要求，而不会产生这种测试条件带来的长期不良影响。

### 4-1 干扰气体测试

图14a所示为针对UL2034规范所规定的TGS5141传感器对各种干扰气体而进行的耐久性测试的结果。测试过程是这样进行的：将传感器暴露于图14a所示各种气体中2小时(从30ppm一氧化碳开始)，然后移出至新鲜空气1小时，然后将传感器插入下一个气体中。图14a中所示的所有气体都重复了这个测试过程。

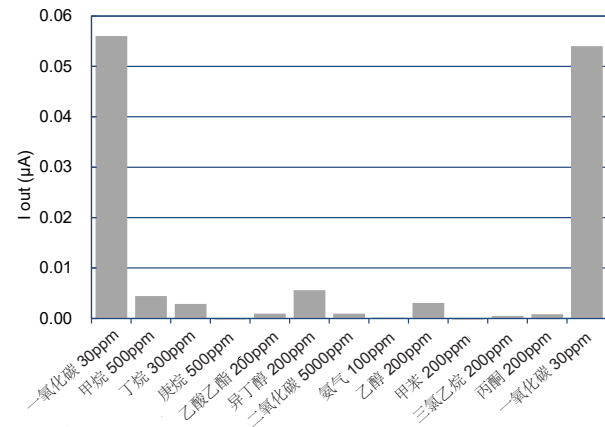


图 14a - 干扰气体测试 (20°C/40%RH)

由于传感器连续暴露于每一个测试气体中，前面的测试气体在某种程度上可能会对接下来的测试产生短期的影响。然而，尽管暴露之后残留的气体会产生短期影响，与30ppm的一氧化碳相比，对每种测试气体传感器都仍然表现出非常低的灵敏度，而且，一氧化碳灵敏度最终仍未受到影响。

此外，图14b所示为传感器在测试前和测试后对一氧化碳的灵敏度特性，进一步证实了TGS5141对一氧化碳灵敏度特性具有优异的重复性。证实了其对于UL2034规范中所列出的干扰气体具有很好的耐久性。

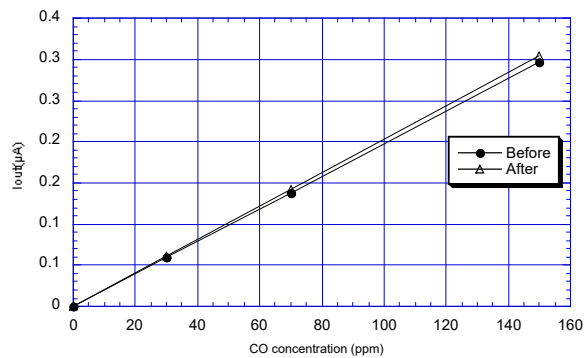


图 14b - 干扰气体测试 (20°C/40%RH)



#### 4-2 长期稳定性

图15所示为TGS5141的长期稳定性数据。测试样本以短路状态在自然洁净空气中储存，然后根据UL2034规范中的标准测试条件所规定的不同间隔进行了测试。Y轴显示的是在任何时间点300ppm一氧化碳中的输出电流(I)和测试第一天300ppm一氧化碳中的输出电流(I<sub>0</sub>)的比值。此图表明，传感器特性非常稳定的时间已经超过了700天。

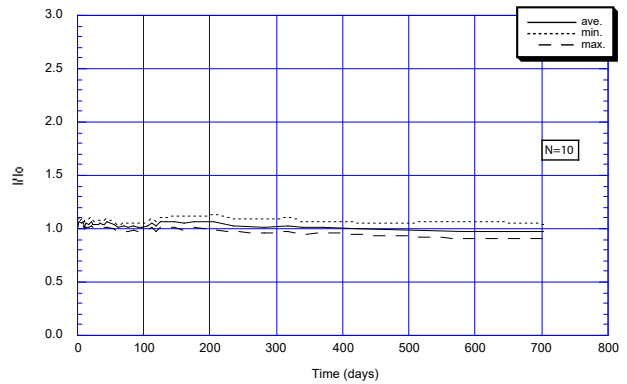


图 15 - 长期稳定性

#### 4-3 防腐测试

为了验证TGS5141的防腐耐久性，将测试样本放置在UL2034规范中防腐测试所要求的测试条件中，将100ppb的硫化氢、20ppb的氯气和200ppb的二氧化氮的混合物以每小时5次的频度与空气交互通过传感器，持续三周以上。图16所示为以上述条件进行测试时暴露前和暴露后的一氧化碳灵敏度特性，证实了TGS5141很少受到这些腐蚀性气体的影响。另外，测试结果表明，传感器的不锈钢外壳也没有出现任何被腐蚀的痕迹。

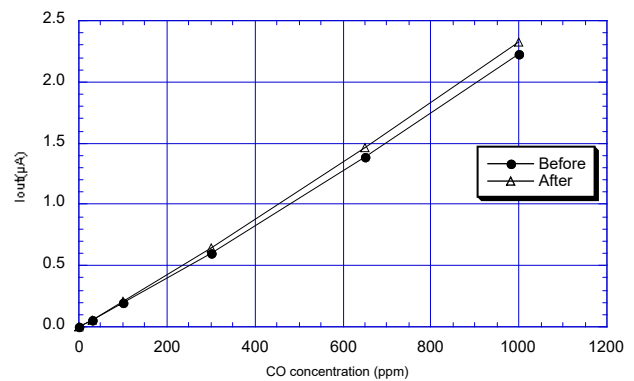


图 16 - 耐腐蚀性

#### 4-4 不同环境温度测试

不同环境温度测试是为了验证TGS5141对高温和低温的承受能力，《不同环境温度测试》依照UL2034规范中所规定的内容实施。

##### (1) 高低温运行测试

图17a所示为传感器依照UL2034规范中<<高低温运行测试>>所得到的结果。传感器分别在0°C/15%RH和49°C/40%RH环境中至少暴露三小时，然后依照UL2034规范中所要求的测试条件测试暴露前和正在暴露的传感器。通过将这些测试中测量得出的输出电流值，与事先为了本测试提前在恒定湿度50%RH条件下(代表标准温度的依赖性)测量得到的数据相比较，可以看到测试数据仍然和恒定RH中得到的数据一致。由此可以得到如下结论，尽管传感器暴露于极端的温度和湿度环境中，但其输出并未受到湿度的影响。结果说明，只要采用简单的温度补偿方法，TGS5141就可以满足UL2034规范的要求。

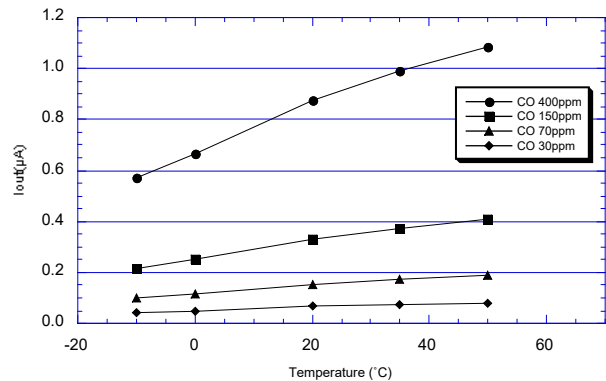


图 17a - 高低温试验  
(除了测试点之外全部是 50%RH下的数据)

(2) 运输及储存的影响

为了验证运输和储存对传感器的影响，依照UL2034规范的要求对传感器进行了测试。将短路状态下的测试样本放置在70°C环境下24小时，然后室温下冷却1小时，再放在-40°C环境下3小时，随后取出在室温下放置3小时。图17b所示为测试前和测试后的一氧化碳灵敏度特性，此图证实了TGS5141可以满足UL2034规范的要求。

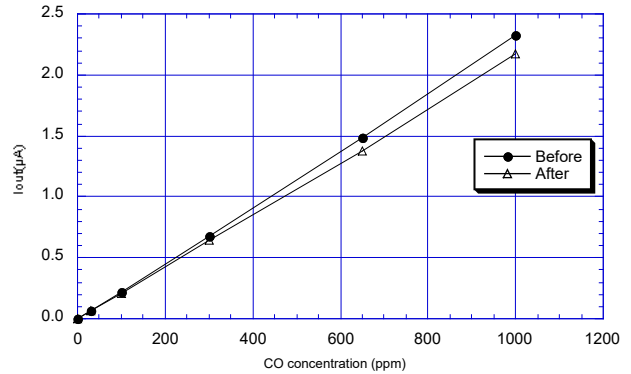


图 17b - 运输和储存的影响

4-5 湿度测试

图18a所示为根据UL2034规范要求条件下对传感器的测试结果。传感器暴露在52 ± 3°C/95 ± 4%RH环境下168小时，返回至正常空气2天，随后暴露在22 ± 3°C/10 ± 3%RH环境下168小时。CO灵敏度是在暴露于高湿与低湿环境后分别测得的，如图所示为在高湿与低湿环境暴露前与暴露后，在20°C/50%RH条件下的性能变化。数据证实了在低湿度和高湿度两种条件下传感器都具备良好的稳定特性。

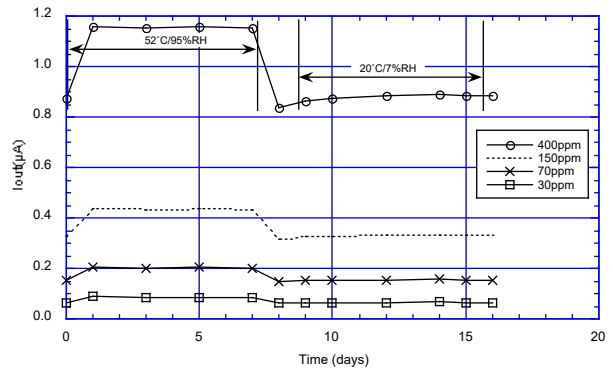


图 18a - 湿度测试

图18b所示为上述测试前在恒定的相对湿度为50%条件下得到的数据，这些曲线代表了传感器的典型温度依赖性。当把根据UL2034规范规定的极端环境(52 ± 3°C/95 ± 4%RH和22 ± 3°C/10 ± 3%RH)下进行的测量数据列入温度依赖性曲线图时，可以看到在这些极端条件下进行的测量结果仍然和在测试前得到的温度依赖性曲线相一致。由此可以得出的结论是，尽管传感器暴露于极端的温度和湿度条件下，但传感器输出并未受到湿度的影响。这说明只要通过一个简单的温度补偿方式，就可以使TGS5141能够满足UL2034规范的要求。

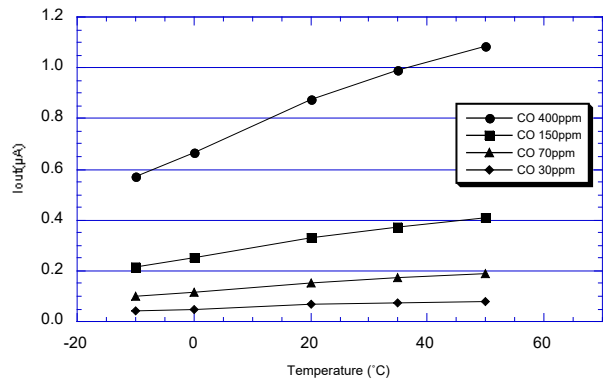


图 18b - 湿度测试  
(除了测试点外全部是 50%RH 下的数据)

4-6 稳定性测试

(1) 误报警测试

为了显示传感器持续暴露于低水平一氧化碳中的反应状况，将传感器样品依据UL2034规范中《稳定性试验》所规定的程序进行了相关测试。先将测试样本在标准电路条件下持续暴露于30ppm一氧化碳中30天。图19所示为传感器在暴露测试前和测试后对一氧化碳的灵敏度特性，验证了采用TGS5141的检测器不会因为持续暴露于低水平一氧化碳中而发出误报警。

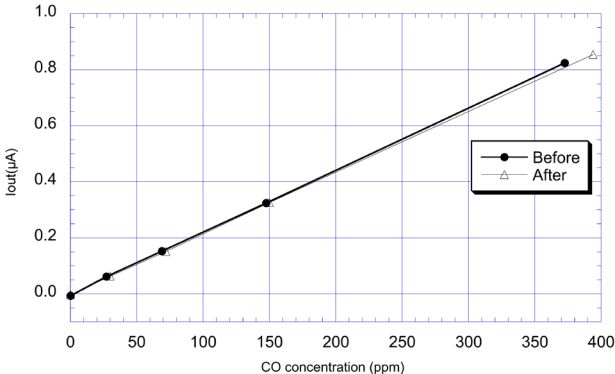


图 19 - 误报警测试

(2) 温度循环测试

按照UL2034规范《稳定性试验》的要求，将测试样本在0°C/100%RH与49°C/40%RH的温度环境中循环暴露10次（每次暴露时间大于15分钟，小于1小时）。图20所示为温度循环测试前和测试后的一氧化碳灵敏度特性，验证了温度循环试验的极端条件也很难对TGS5141产生影响。

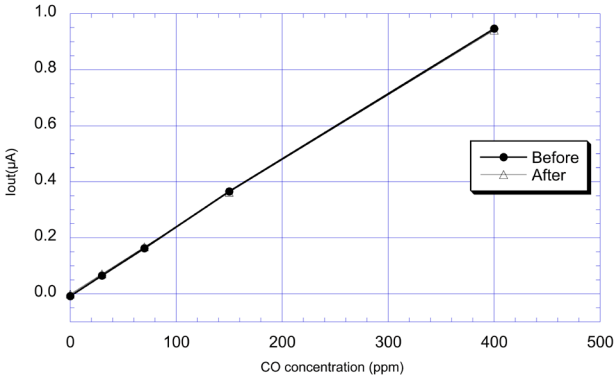


图 20 - 温度循环测试

4-7 防尘测试

为了判断粉尘污染对TGS5141的影响，将可通过200目筛子的约2盎司(0.06kg)的水泥粉尘用鼓风机吹入安装了传感器的实验箱持续1小时，使传感器充分笼罩于水泥粉尘之中。气流条件设定为20°C/40%RH，流速为50英尺/分钟 (0.25m/s)。

图21所示为在粉尘暴露测试前和测试后的传感器灵敏度特性。这些数据表明UL2034规范中《防尘测试》对一氧化碳灵敏度的影响微乎其微，可以忽略不计。

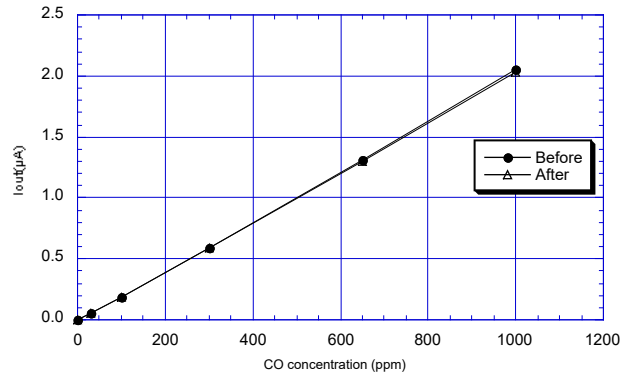


图 21 - 防尘测试

5. 标记

传感器本体上的二维码 (见图22) 含有以下信息:

xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

xxxx = 通过测量传感器在300ppm浓度的一氧化碳中的输出所得到的传感器灵敏度 (斜率) 的数值 (如 1827=1.827nA/ppm)。

xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx=制造商24位序列号

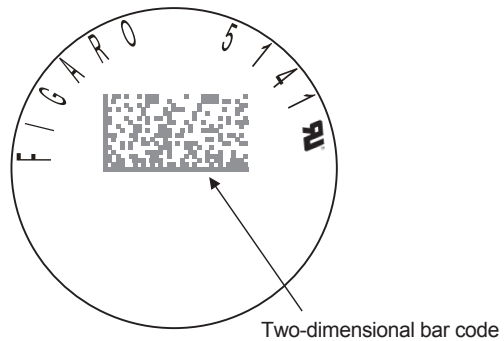


图 22 - TGS5141 标记

6. 注意事项

6-1 以下情形必须避免

1) 拆解传感器

任何情况下都不能拆解传感器，也不能使传感器罐体或盖帽发生任何形变。

2) 碱金属引起的污染

当传感器受到碱金属尤其是盐水喷雾的污染时，其性能可能会发生漂移。

### 3) 暴露于高浓度的碱性(非酸性)气体中

在高浓度的碱性气体比如氨气中暴露后, 传感器特性可能会发生不可逆的改变。应避免长时间在高浓度的碱性气体中暴露并避免采用可能产生碱性气体的包装材料。

### 4) 暴露于挥发性有机化合物(VOCs)

应当避免长时间暴露于如苯乙烯(常见的泡沫包装材料以及塑料包装盒)、 $\alpha$ -萘烯(可见于某些印刷油墨中)等挥发性有机化合物(VOCs)中。来自挥发性有机化合物(VOCs)的废气可能引起传感器特性不可逆转的改变。应当避免将传感器或含有传感器的产品包装于可能存在VOC气体的密闭容器中。在选择包装材料时强烈建议对其进行测试, 以核实其是否会对传感器特性产生不利影响。如果传感器过度暴露于其他有机物质如酒精或丙酮蒸汽中, 这些气体可能造成传感器交叉敏感特性的暂时性改变。

### 5) 暴露于高温

在70°C或更高温度下, 灵敏薄膜可能会出现劣化, 导致传感器特性的不可逆改变。

### 6) 与水接触

传感器受到水的浸渍或喷洒时, 可能会引起传感器的性能漂移。

### 7) 应用过电压

传感器应用时如果被施加超过额定电压的过电压, 即使没有发生物理损坏或破损, 导线或加热丝也可能会受到破坏, 传感器特性可能会因此而发生漂移。请勿使用有过电压加载的传感器。

## 6-2 以下情形应尽量避免

### 1) 暴露于硅蒸汽中

要避免将传感器暴露于任何可能存在含硅粘合剂、发型用品, 或含硅橡胶、腻子的场所。硅蒸汽可能会引起气流通道的堵塞。

### 2) 水气冷凝

如果在传感器内部或传感器表面发生长时间的严重结露, 可能引起气流通道的堵塞或灵敏薄膜的劣化。室内使用条件下的轻微结露应当不会对传感器性能造成影响。

### 3) 暴露于硫化氢或硫酸气体中

如果传感器暴露于硫化氢或硫酸气体中, 传感器组件比如气体扩散膜、罐体和盖帽可能会受到腐蚀, 导致传感器被损坏。

### 4) 振动和冲击

振动和冲击可能会引起传感器内部的开路或短路故障。

### 5) 灰尘和油雾

极高浓度的灰尘或油雾可能会引起传感器内部结构性堵塞。如果可预见出现这样的情况, 建议安装外置式空气过滤器。

### 6) 焊接助焊剂

建议采取手动焊接。否则当采用自动方式的波峰焊对传感器进行焊接时, 高浓度的助焊剂可能会对传感器特性造成影响。当决定使用波峰焊时, 在正式开始之前须进行试焊, 以观察是否对传感器特性产生任何影响。详情请参阅TGS5xxx应用手册中第7-3节关于手动焊接条件的建议。

## 6-3 其他安装注意事项

运行环境中必须存在氧气, 本传感器才能正常工作并发挥手册中所记述的特性。在无氧环境中传感器将无法正常使用。

#### 重要提示:

为提高本产品的可靠性或改善功能, 费加罗技研有权在未事先通知的情况下对规格与设计做出变更。如果要将本产品运用于上述用途以外的应用产品时, 请事先咨询费加罗。此产品的设计与制造并未考虑将其作为生命支持系统的一个重要组成部分, 如果用于上述以外用途有可能因故障导致人身伤害或财产损失, 费加罗对此不承担任何责任。

## 附录 TGS5141-P00引脚配置

运送传感器时将传感器电极使用导线连接。

不锈钢 (SUS) 引脚版 (图23)

固态SUS引脚使传感器安装更简便易行，也可直接焊接到印刷电路板 (PCB) 上。

为确保与PCB之间保持足够的电气绝缘，从PCB到传感器之间的高度应为0.6mm以上。

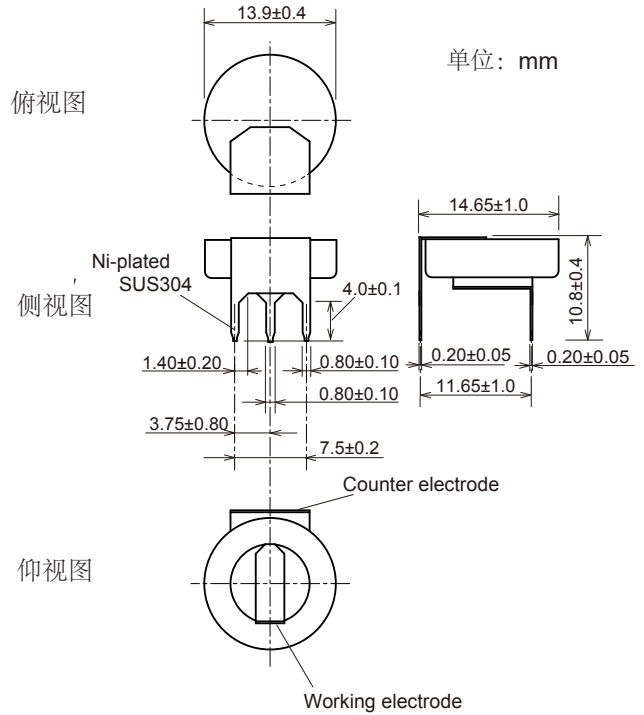


图 23 - TGS5141 尺寸  
(引脚)

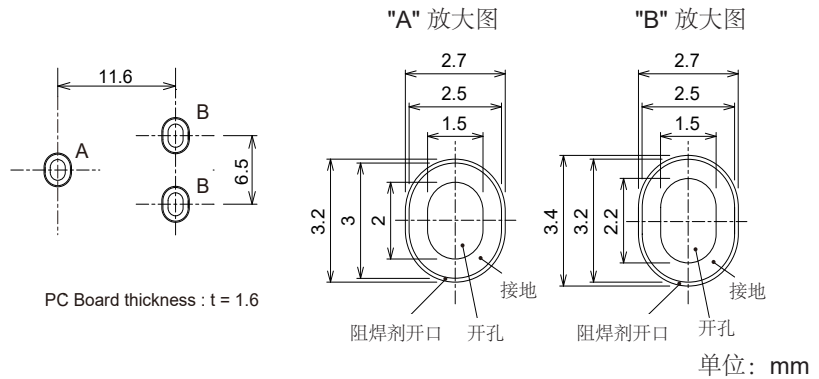


图 24 - 引脚连接示例

选购传感器时，请扫描二维码对有限质量保证书进行确认为盼！



[https://www.figaro.co.jp/cn/pdf/Limited\\_Warranty\\_cn.pdf](https://www.figaro.co.jp/cn/pdf/Limited_Warranty_cn.pdf)

**费加罗技研株式会社**

大阪府箕面市船場西1-5-11

邮编: 562-8505

电话: 81-72-728-2044

URL: [www.figaro.co.jp/cn/](http://www.figaro.co.jp/cn/)