

理研传感器

# 技术概论

培育信赖之芽的

理研传感器技术

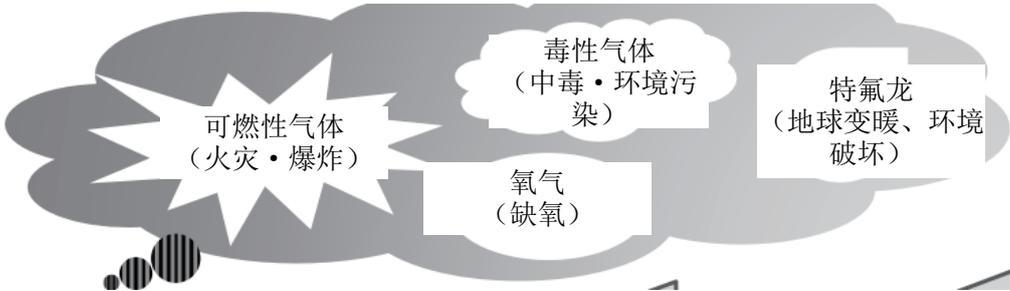
理研计器株式会社

# 气体传感器的使用领域

为了“创建人类可放心工作的环境”

我公司将“创建人类可以放心工作的环境”定为永久的主题，在半导体、液晶工厂、石油联合企业、制铁厂、各种油轮、石油储备基地、地下气体设施、火山等等，消耗、制造、储存气体的现场、以及产生气体的现场等领域，独立开发和生产日夜持续监视作业的安全、设备的保全的工业用气体检测器以及各种气体传感器。

本手册，是对使用在气体检测器上的气体传感器的原理、和我公司正在经销的商品、以及过去使用过的其他的传感器的概要进行归纳的资料。



电子产业

石油精炼/石油化学产业

海运/造船产业

航空/宇宙产业

钢铁产业

研究所/大学

食品产业

建设产业

火山/温泉

消防/援救

医疗/制药

农业

电力产业

# 目录

气体传感器的使用领域	为了“创造人类可以放心工作的环境”	1
------------	-------------------	---

序章		3~4
----	--	-----

气体的传感器原理和检测浓度范围  
气体传感器以外的代表性的测定原理

气体传感器		5~25
-------	--	------

固体传感器		5~9
-------	--	-----

接触燃烧式传感器 【HW】 新陶瓷式传感器 【NC】  
半导体式传感器 【SG】 热线型半导体式传感器 【SH】  
热传导式传感器 【TE】

电气化学传感器		10~13
---------	--	-------

定电位电解式传感器 【ES】 隔膜分离型定电位电解式传感器 【ES-K】  
隔膜伽伐尼电池式传感器 【OS】 氧化锆固体电解质式传感器  
隔膜电极式传感器\*

光学传感器		14~19
-------	--	-------

非分散型红外线式传感器 【DE】 非分散型红外线式传感器（气体过滤器相关法）【DE】  
光波干涉式传感器 【FI】 检测带式传感器 【FP】  
差分吸收分光法（DOAS） 电弧紫外分光式传感器\*

其他方式的传感器		20~25
----------	--	-------

氢焰离子化式传感器 【FID】 化学发光法（化合光法）  
光离子化传感器（PID） 热粒子化式传感器 【SS】  
干涉增幅反射法（IER法） 热离子化式传感器\*  
催化剂氧化式传感器\*

其他的各种测定法		26~33
----------	--	-------

衍射·荧光 X 线分析装置 【DF】 低能源电子计数方式传感器 【LE】  
带隙测定器 火焰检测器（红外线 3 波长式·紫外线式·紫外红外并用式）  
离子电极式传感器\* 离子化倾向电极式传感器\*  
光弹性式应力检测传感器\* GM 计数管式传感器\*  
电离箱式传感器\* 应力检测式传感器\*  
试验纸光电光度式（黑烟用）传感器\* 暗度计（光透过式烟度计）\*

附录		34~36
----	--	-------

关于可燃性气体、毒性气体  
关于特殊高压气体、氧气、硫化氢  
可燃性、毒性气体的危险性一览表

（注释） 【 】内的英文字母，表示传感器的型号。

带有\*的传感器，是目前我公司还没有使用的传感器原理。

# 气体传感器的原理和检测浓度范围

## 检测对象气体（可燃性气体）

刊载页	传感器分类	传感器原理	型号*
5	固体	接触燃烧式	HW
6		新陶瓷式	NC
7		半导体式	SG
8		热线型半导体式	SH
9		热传导式	TE
14,15	光学	非分散型红外线式	DE
16		光波干涉式	FI
18		差分吸收分光法（DOAS）	-
20	其他方式	氢焰离子化式	FID
24		干涉增幅反射法（IER法）	-

## 检测对象气体（毒性气体）

刊载页	传感器分类	传感器原理	型号*
7	固体	半导体式	SG
8		热线型半导体式	SH
10	电气化学	定电位电解式	ES
11		隔膜分离型定电位电解式	ES-K
13		隔膜电极式	-
14,15	光学	非分散型红外线式	DE
17		检测带式	FP
19		电弧紫外光分光式	-
21	其他方式	化学发光法（化合光法）	-
22		光离子化式（PID）	-
23		热粒子化式	SS
24		干涉增幅反射法（IER法）	-
25		热离子化式 催化剂氧化式	-

## 检测对象气体（氧气）

刊载页	传感器分类	传感器原理	型号*
12	电气化学	隔膜伽伐尼电池式	OS
13		氧化锆固体电解质式	-

\*在型号上带有“-”的传感器原理，是作为传感器没有设定型号，或我公司没有进行传感器制造的传感器。

# 气体传感器以外的测定原理

刊载页	传感器原理	检测对象物
26	衍射·荧光 X 线分析装置	【衍射 X 线·荧光 X 线的测定】文化财产、金属合金等的腐蚀化合物
27	低能源电子计数方式	【物质表面的分析】功函数、表面脏污、膜厚等
28	带隙测定器	【基于反射光谱的带隙】粉体、薄膜
29	火焰检测器（红外线 3 波长式、紫外线式、紫外红外并用式）	【火焰检测】各种工厂等
30	离子电极式	【水溶液中的盐分浓度测定】生混凝土
	离子化倾向电极式	【油水海面的检测】油轮等

检测浓度范围

检测浓度范围

检测浓度范围

刊载页	传感器原理	检测对象物
31	光弹性式应力检测	【透明性模块的内部应力的解析】机械、土木建筑等的设计
	GM 计算管式	【 $\beta$ 线、 $\gamma$ 线、X线的测定】基于放射线的表面污染的测定等
32	电离箱式	【 $\gamma$ 线、X线的测定】医院、研究所等的被暴露测定
	应力检测式	【车轮的不平衡检测】汽车、摩托车等
33	试验纸光电光度式（黑烟用）	【柴油机的黑烟浓度测定】柴油机车等
	暗度计（光透过式烟度计）	【排放气体污染度测定】汽车排气等

# 接触燃烧式传感器：HW

Catalytic Combustion Method

定置用传感器  
(例) HW-6239

## 1.传感器的概要

是利用了可燃性气体在氧化催化剂下燃烧时的发热量的传感器，是世界上普及范围最广的可燃性气体专用的气体检测传感器。

传感器分类	检测对象气体
固体	可燃性

## 2.传感器的构造和原理

### 【构造】

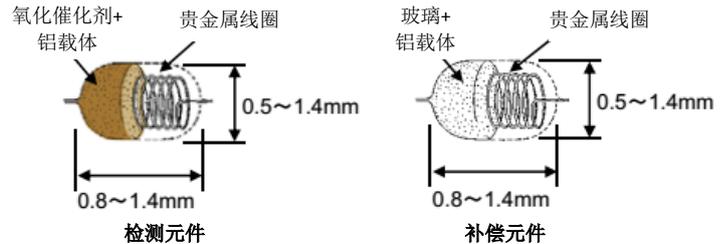
接触式燃烧式传感器，由检测元件和补偿元件构成。检测元件由贵金属线圈（白金等），以及其上在可燃性气体中将活性的氧化催化剂与铝载体一起烧结之物构成，利用检测对象气体进行燃烧反应。补偿元件由贵金属线圈，以及其上在可燃性气体中将惰性玻璃与铝载体的混合物烧结之物构成，补偿环境的影响。

### 【原理】

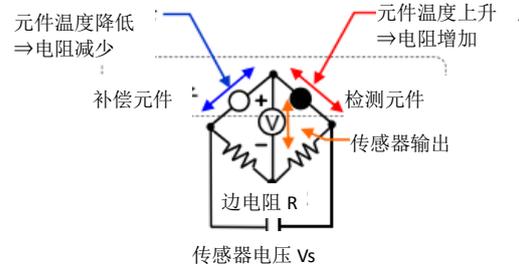
如果可燃性气体在被贵金属线圈加热到 300~450℃ 的检测元件的表面燃烧，元件的温度将上升。伴随着该温度变化，构成元件的贵金属线圈的电阻值也发生变化。电阻值变化与气体的浓度大体成正比。

如右图所示，利用电桥回路，将电阻值的变化量作为电压取出，可以求取气体浓度。

### 【传感器元件的示意图】



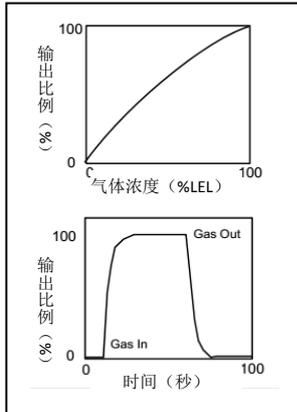
### 【电桥回路】



## 3.传感器的特点 (HW-6239 传感器一例)

### ○输出特性

属于加热源的贵金属线圈，温度电阻系数呈线性变化。在爆炸下限 (LEL) 浓度区域，燃烧反应与气体浓度成比例关系。在 LEL 浓度区域，传感器的输出相对气体浓度显示出平缓的曲线。

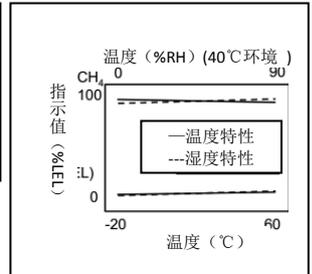


### ○响应性

在检测元件表面产生的燃烧热，传递到贵金属线圈，使得电桥回路内的电阻值变化，转换为信号。反应速度迅速，具有优良的响应性、精度和再现性。

### ○温湿度特性

元件所使用的材料，电阻高，受使用环境的温度和湿度的影响小，指示值几乎没有变化。



### ○催化剂开发

在检测元件内使用促进燃烧反应的催化剂。我公司开发的催化剂，有效利用了作为气体传感器用的独特技术，具有优良的长期稳定性。

## 4.检测对象气体、分子式、传感器型号、检测范围 (一例)

检测对象气体	分子式	传感器型号	检测范围
一般可燃性气体			
甲烷			
聚氯乙烯树脂			
高沸点溶剂气体			

## 5.对应产品 (一例)

- 定置式产品
- 便携式产品

# 新陶瓷式传感器：NC

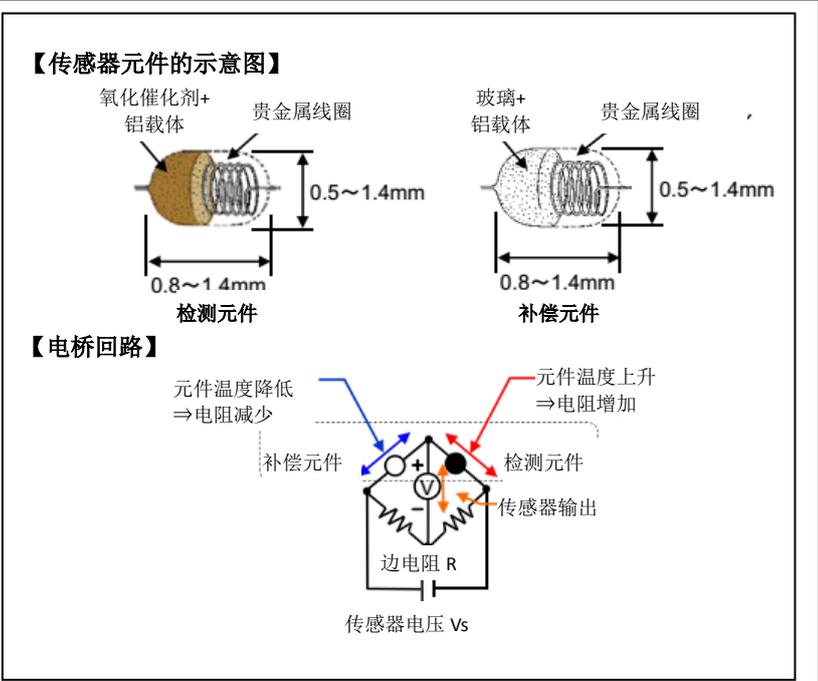
New Ceramic Catalytic Method

定置用传感器 (例) NC-6239	便携式传感器 (例) NC-6264AZP
-----------------------	--------------------------

**1.传感器的概要**  
 使用超微粒化的氧化催化剂（新陶瓷），可从低浓度（ppm）到爆炸下限（LEL）进行范围广阔的检测。是我公司独自开发的划时代的可燃性气体专用的气体检测传感器。

传感器分类	检测对象气体
固体	可燃性

**2.传感器的构造和原理**  
**【构造】**  
 新陶瓷式传感器，由检测元件和补偿元件构成（部分传感器没有补偿元件）。检测元件由贵金属线圈和在可燃性气体中活性的超微粒化的氧化催化剂（新陶瓷）与铝载体一起烧结之物构成，依据检测对象气体发生燃烧反应。补偿元件由贵金属线圈，和在可燃性气体中惰性玻璃与铝载体的混合物烧结之物构成，补偿环境的影响。



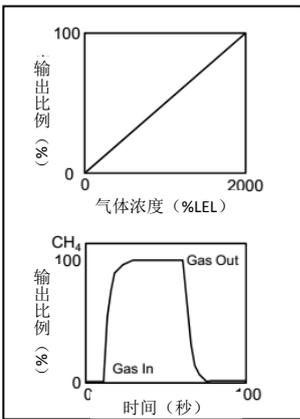
**【原理】**  
 如果可燃性气体在被贵金属线圈加热到 300~450℃ 的检测元件的表面燃烧，元件的温度将上升。伴随着该温度变化，构成元件的贵金属线的线圈的电阻值也发生变化。电阻值变化与气体的浓度大体成正比。

利用电桥回路，将该电阻值的变化量作为电压取出，可以求取气体浓度。

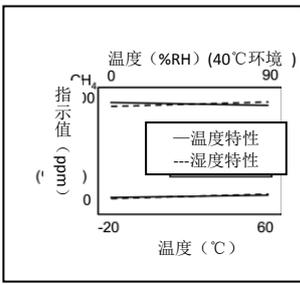
**3.传感器的特点（NC-6239 传感器一例）**

○输出特性  
 利用检测元件上使用的催化剂提高燃烧反应。因为这样而高效产生燃烧热，过去接触燃烧式不可能的低浓度区域（ppm）的气体检测也可以进行。

○响应性  
 在检测元件表面产生的燃烧热，传递到贵金属线圈，使得电桥回路内的电阻值变化，被转换为信号。反应速度迅速，具有优良的响应性、精度和再现性。



○温湿度特性  
 元件所使用的材料，电阻高，受使用环境的温度和湿度的影响小，指示值几乎没有变化。



○测定浓度  
 从低浓度区域（ppm）到%LEL，可进行浓度发范围广阔的检测。

**4.检测对象气体、分子式、传感器型号、检测范围（一例）**

检测对象气体	分子式	传感器型号	检测范围
一般可燃性气体			
甲烷			
聚氯乙烯			

**5.对应产品（一例）**

- 定置式产品
- 便携式产品

# 半导体式传感器：SG

Semi-Conductor Method

定置用传感器  
(例) SG-8581

**1.传感器的概要**  
将金属氧化物半导体与检测对象气体接触时产生的电阻值的变化，作为气体浓度检测。是从毒性气体到可燃性气体，可检测所有气体的通用型的气体检测传感器。

传感器分类	检测对象气体
固体	可燃性 毒性

**2.传感器的构造和原理**

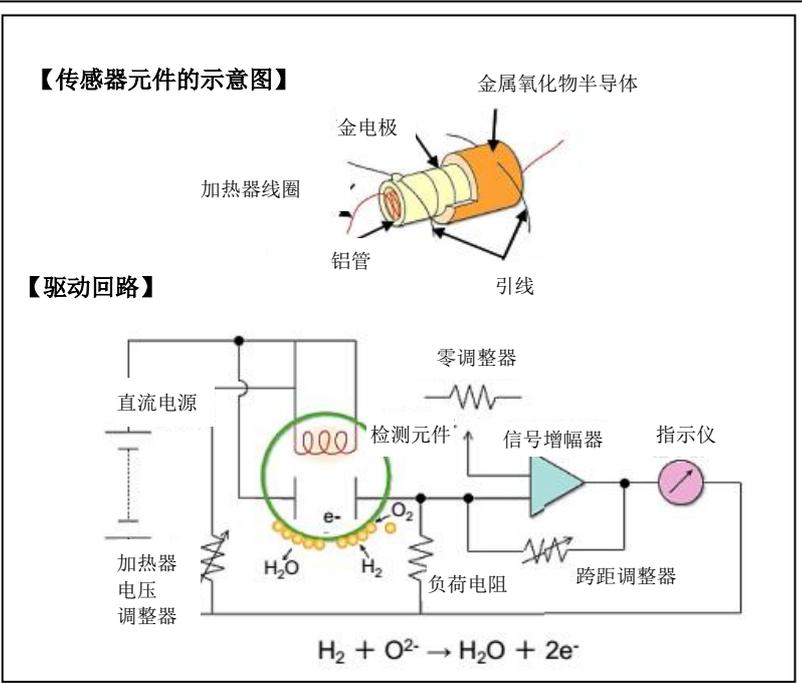
**【构造】**  
由加热器线圈和铝管上形成的金属氧化物半导体 (SnO<sub>2</sub>) 构成。在铝管的两端，有用于测定半导体的电阻的 2 个金属极。

**【原理】**  
在被加热器线圈加热到 350~400℃ 的金属氧化物的半导体表面，大气中的氧气以 O 或 O<sup>2-</sup> 的形态吸附，半导体保持一定的电阻值。

当甲烷气体等与该表面接触，并化学吸附时，会被已吸附的 O<sup>2-</sup> 离子氧化并脱离。此时，传感器的表面发生下述所示的反应。

$$\text{CH}_4 + 4\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 8\text{e}^-$$

也就是说，甲烷气体吸附在传感器表面，夺取吸附氧气，传感器内部的自由电子增加，电阻值变低。通过测定此电阻值变化，可以求取气体浓度。

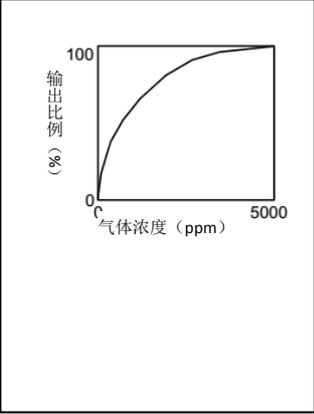


**3.传感器的特点 (SG-8521 传感器一例)**

○输出特性  
因为检测半导体的电阻值变化，即使新陶瓷式传感器也无法检测的低浓度区域 (ppm) 也可以检测变化。

低浓度下的传感器输出大，灵敏度高。

○经时特性  
具有优良的长期稳定性、长寿命。  
与接触燃烧式传感器比较，在耐中毒及耐严酷环境方面性能卓越。



○毒性气体检测  
因为在原理上，电阻值因为电子的增减及电子的移动度而变化，除了可燃性气体外，燃烧热小的毒性气体等各种气体也可以检测。

○气体选择性  
通过在半导体材料中添加杂质，干涉影响发生变化。通过利用该特性，具有可根据气体进行选择的可选择性。

**4.检测对象气体、分子式、传感器型号、检测范围 (一例)**

检测对象气体	分子式	传感器型号	检测范围
溶剂 一般可燃性气体			
氢气			
甲烷			

**5.对应产品 (一例)**

○定置式产品

# 热线型半导体式传感器：SH

Hot Wire Type Semi-Conductor Method

定置用传感器 (例) SH-8616	便携式传感器 (例) SH-8641
-----------------------	-----------------------

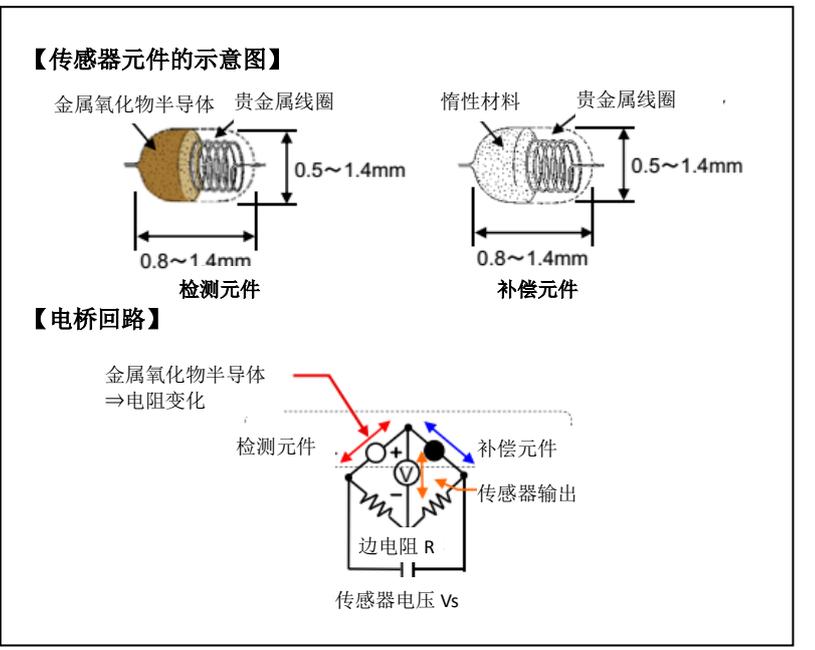
**1.传感器的概要**  
将金属氧化物半导体与检测对象气体接触时产生的电阻值的变化，作为气体浓度检测。是高灵敏度的低浓度用气体检测传感器。

传感器分类	检测对象气体
固体	可燃性 毒性

**2.传感器的构造和原理**

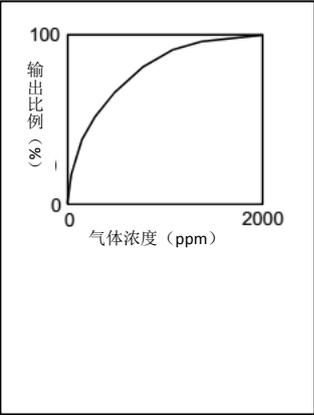
**【构造】**  
由在贵金属线圈（白金等）的周围烧结了金属氧化物半导体的检测元件、和在检测对象气体中烧结了惰性材料的补偿元件构成。

**【原理】**  
检测元件的电阻值（R），是半导体的电阻值（RS）和贵金属线圈的电阻值（RH）的合成电阻。被贵金属线圈加热到 300~400℃ 的检测元件，保持了某种固定的电阻值。当甲烷气体等接触检测元件时，会使得吸附在金属氧化物的半导体表面上的氧气脱离。可以自由在半导体内部移动的电子数增加，半导体的电阻值减少。结果，检测元件整体的电阻值也降低。通过电桥回路将电阻值的变化量作为电压取出，可以求取气体浓度。



**3.传感器的特点（SH-8616 传感器一例）**

- 输出特性  
因检测半导体的电阻值变化，新陶瓷式传感器也无法检测的低浓度区域（ppm）也可以检测变化。
- 低浓度下的传感器输出大，灵敏度高。
- 经时特性  
具有优良的长期稳定性、长寿命。  
与接触燃烧式传感器比较，在耐中毒及耐严酷环境方面性能卓越。



- 体型小，节省电力  
因为加热器用的贵金属线圈的小型化，传感器的耗电小，也可以让产品尺寸小型化。

- 气体选择性  
通过在金属氧化物半导体中添加杂质，干涉影响发生变化。通过利用该特性，具有可根据气体进行选择的可选择性。

**4.检测对象气体、分子式、传感器型号、检测范围（一例）**

检测对象气体	分子式	传感器型号	检测范围
氢气			
城市燃气			
一般可燃性气体			

**5.对应产品（一例）**

- 定置式产品
- 便携式产品

# 热传导式传感器：TE

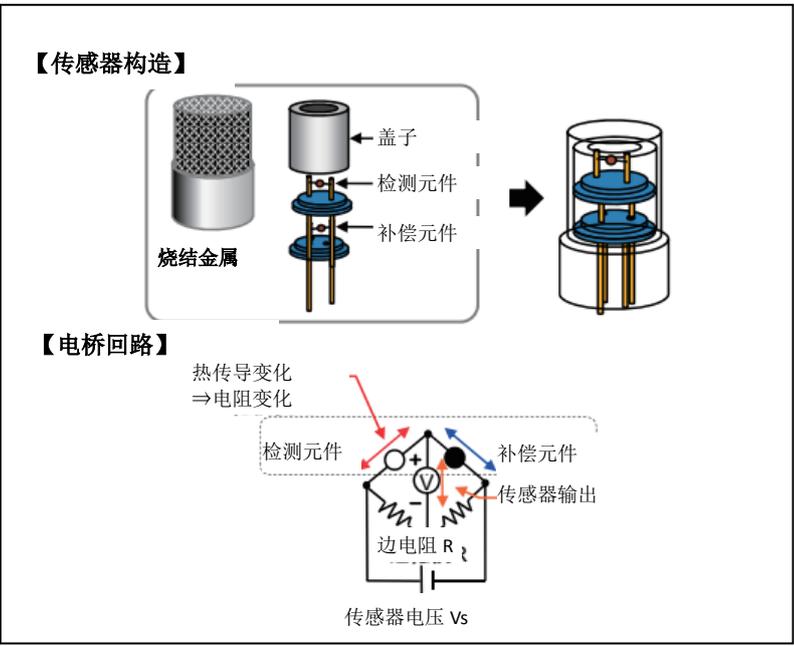
Thermal Conductivity Method

定置用传感器 (例) TE-7559	便携式传感器 (例) TE-7561	便携式传感器 (例) TE-7515
-----------------------	-----------------------	-----------------------

**1.传感器的概要**  
 将基于检测对象气体的热传导率的变化作为气体浓度检测。是适合于高浓度气体的检测的、具有实绩的可燃性气体检测传感器。

传感器分类	检测对象气体
固体	可燃性

**2.传感器的构造和原理**  
**【构造】**  
 热传导式传感器，由检测元件和补偿元件构成。检测元件和补偿元件，有在白金线等上，在检测对象气体中烧结惰性玻璃和铝载体的混合物型，和涂层惰性金属等型的2种类型。检测元件，为检测对象气体接触的构造。补偿元件，为不接触检测对象气体的密封构造。

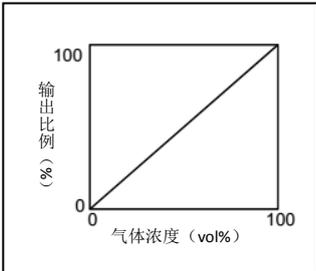


**【原理】**  
 当检测对象气体接触被白金线圈加热到200~500℃的检测元件时，热发散的状态因气体固有的热传导率的不同而改变，检测元件的温度发生变化。

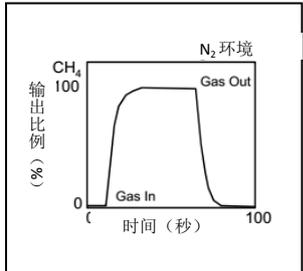
随着该温度的变化，构成元件的白金线圈的电阻值也发生变化。电阻值变化与气体的浓度大体成正比。

利用电桥回路将电阻值的变化量作为电压取出，可以求取气体浓度。

**3.传感器的特点 (TE-7559 传感器一例)**  
 ○输出特性  
 因为检测白金线圈的电阻变化，在100vol%气体浓度以下，输出大体与浓度成正比。适合于高浓度气体的检测。  
 ○经时特性  
 物理性检测气体的热传导的变化，因为不会伴随燃烧反应等的化学反应，没有催化剂的老化或中毒，可长期稳定使用。



○无氧检测  
 因为检测气体的热传导率的变化，在没有氧气的环境中也可以检测。与基础气体的热传导率差异小的气体无法检测。



○不燃性气体的检测  
 因为利用了气体固有的热传导率，即使空气中的高浓度氩、氮气、二氧化碳等热传导率之差很大的不燃性气体，也可以检测。

**4.检测对象气体、传感器型号、检测范围 (一例)**

检测对象气体	传感器型号	检测范围
一般可燃性气体		

**5.对应产品 (一例)**

- 定置式产品
- 便携式产品

# 定电位电解式传感器：ES

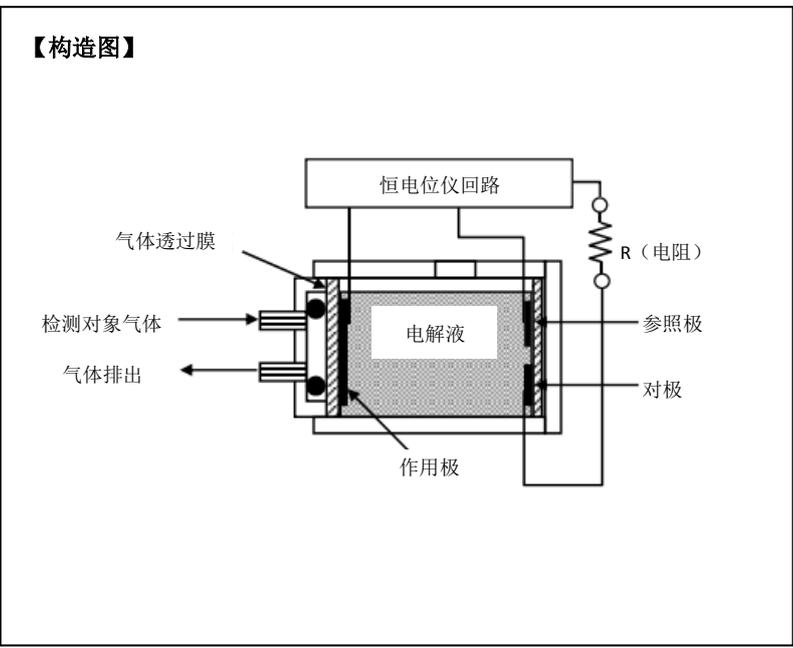
Potentiostatic Electrolysis Method

定置用传感器 (例) ES-23 系列	便携式传感器 (例) ES-18 系列
------------------------	------------------------

**1.传感器的概要**  
 在保持为一定电位的电极上，将检测对象气体进行电气分解，将此时产生的电流作为气体浓度检测。是检测毒性气体最有效的气体检测传感器。通过选择设定电位，可以选择性地检测气体。

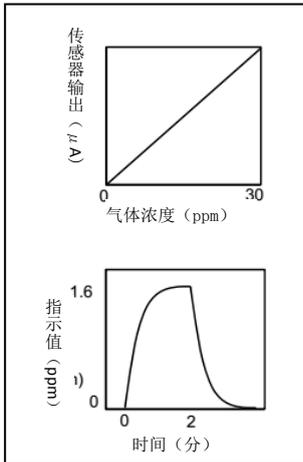
传感器分类	检测对象气体
电气化学	毒性

**2.传感器的构造和原理**  
**【构造】**  
 在气体透过膜上配置与催化剂（金或白金等）重叠的电极（作用极）和参照极、对极，将该电极组装到塑料容器内，在该内部注满电解液的构造。  
**【原理】**  
 使用恒电位仪，将作用极与参照极间保持一定的电位。检测对象气体在作用电极被直接电气分解。例如，当为硫化氢（H<sub>2</sub>S）时，会发生下述反应。  
 作用极： $H_2S + 4H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 8H^+ + 8e^-$   
 对极： $2O_2 + 8H^+ + 8e^- \rightarrow 4H_2O$   
 此时产生的电流，因与气体浓度成正比，通过测定在作用极与对极之间流过的电流，可以知道气体浓度。



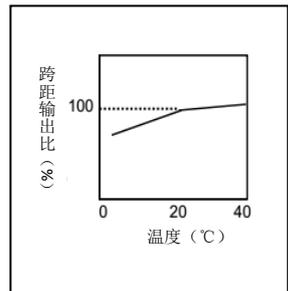
## 3.传感器的特点（ES-237iF（H<sub>2</sub>S 传感器）一例）

- 输出特性  
 气体浓度与电流值成正比关系。本传感器的电流值，因该值直接成为传感器输出，气体浓度与传感器输出也成正比。
- 响应性  
 响应曲线如右图所示。利用催化剂使得气体反应，取出电流。因为 H<sub>2</sub>S 的作用，电极催化剂不会变质，具有优良的精度、再现性。



○经时特性  
 经时特性大约在 2 年间，维持相对初始值 80%左右的灵敏度。由于湿度的影响，灵敏度会有少许的变化，因此，指示值有时会因季节变化而变化。

○温度特性  
 在高温侧的指示值变化几乎没有，在低温侧有灵敏度降低的趋势。即便是 0℃，灵敏度也可以维持在 80%以上，通过进行温度补偿，控制检测器指示值的变化。



## 4.检测对象气体、分子式、传感器型号、检测范围（一例）

检测对象气体	分子式	传感器型号	检测范围
一氧化碳			
硫化氢			
磷化氢			

## 5.对应产品（一例）

- 定置式产品
- 便携式产品

# 隔膜分离型定电位电解式传感器：ES-K

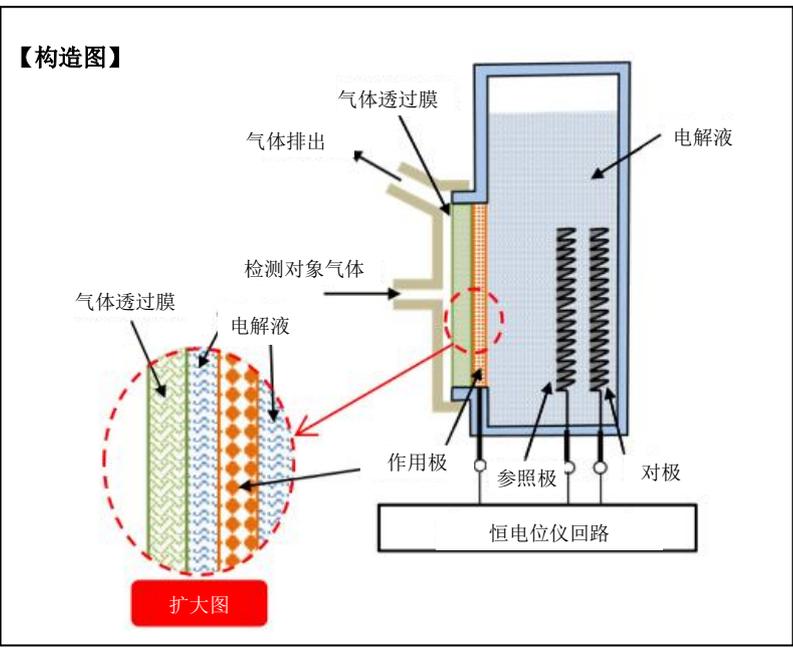
Membrane-Separated Electrode Method

定置用传感器  
(例) ES-K2 系列

**1.传感器的概要**  
属于定电位电解式的原理，是将气体透过膜（隔膜）与作用极完全分离的构造。是具有优良的选择性的有毒气体检测器。

传感器分类	检测对象气体
电气化学	毒性

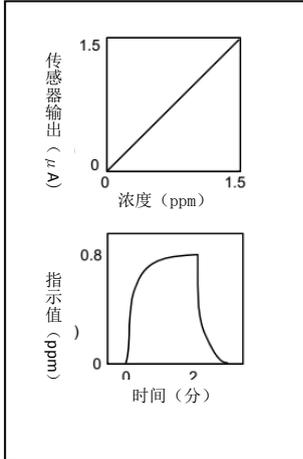
**2.传感器的构造和原理**  
**【构造】**  
在注满电解液的塑料容器内，由将气体透过膜与金属电极重叠的作用极和、参照极、对极构成。在作用极与气体透过膜之间，存在非常薄的电解液层。



**【原理】**  
通过透过气体透过膜的检测对象气体与电解液中的离子反应，产生卤族元素。例如，当检测对象为氯 (Cl<sub>2</sub>) 时，会发生下述反应。  
$$\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- \rightarrow 2\text{Cl}^- + \text{I}_2$$
  
在该反应中生成的碘 (I<sub>2</sub>) 在作用极被还原，电流流过回路。因该电流与气体浓度成正比，通过测定电流，可以求取气体浓度。因检测对象气体，在作用极反应之前会在电解液中反应，对于在电解液中不反应的气体没有干扰，具有优良的选择性。

## 3.传感器的特点 (ES-K233 (Cl<sub>2</sub> 传感器) 一例)

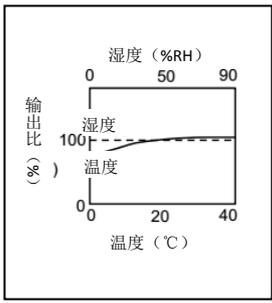
**○输出特性**  
气体浓度与电流值成正比关系。本传感器的电流值，因该值直接成为传感器输出，气体浓度与传感器输出也成正比。



**○响应性**  
响应迅速，因为几乎没有 Cl<sub>2</sub> 对电极、电解液的腐蚀影响，具有优良的精度、再现性。

**○经时特性**  
作为经时特性的性能，几乎没有经时性的输出变化。但是，气体透过膜的气体透过性有时会因为异物的粘附而恶化，使得输出降低。

**○温湿度特性**  
温度对输出的影响，在高温侧几乎没有，在低温侧有降低的趋势。即使在 0℃，灵敏度也会维持在 80% 以上。通过进行温度补偿，抑制检测器的指示的变化。湿度对输出没有影响。



## 4.检测对象气体、分子式、传感器型号、检测范围 (一例)

检测对象气体	分子式	传感器型号	检测范围
氯			
氟化氢			
氟			
三氟化氢			
臭氧			

## 5.对应产品 (一例)

- 定置式产品
- 便携式产品

# 隔膜伽伐尼电池式传感器：OS

Membrane Type Galvanic Cell Method

定置用传感器 (例) OS-B11 系列	便携式传感器 (例) OS-BM2
-------------------------	----------------------

**1.传感器的概要**  
隔膜伽伐尼电池式氧气传感器，是应用了电池的的原理的简单、且历史悠久的传感器。传感器的运行无需连接外部电源，具有优良的长期稳定性。

传感器分类	检测对象气体
电气化学	氧气

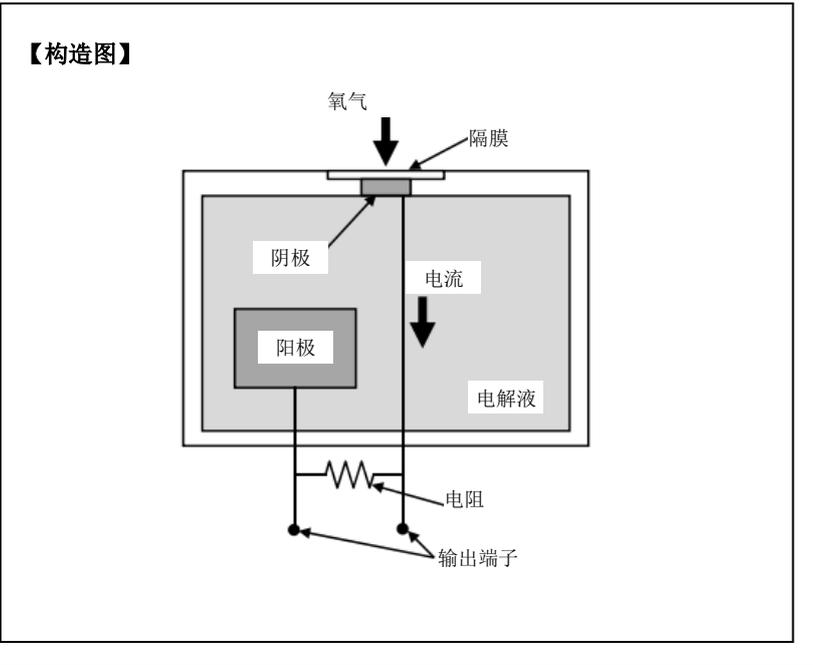
**2.传感器的构造和原理**

**【构造】**  
将阴极（贵金属）和阳极（铅）放置在电解液中，使得隔膜紧贴阴极的外侧的构造。阴极和阳极利用固定电阻连结，作为电压输出。

**【原理】**  
透过膜的氧气在阴极被还原，与此同时，在阳极发生铅向电解液中溶解（氧化）。在各电极的反应如下所示。

阴极： $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$   
阳极： $2Pb \rightarrow 2Pb^{2+} + 4e^-$

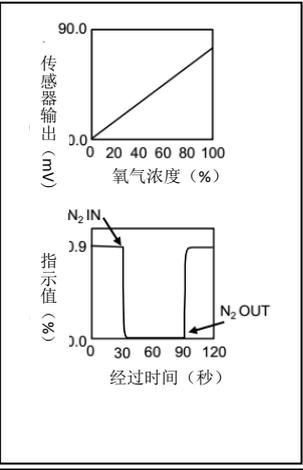
因还原反应流过的电流，被固定电阻转换为电压，从输出端子被取出。  
传感器输出与氧气浓度（分压）成正比。



**3.传感器的特点（OS-B11 传感器一例）**

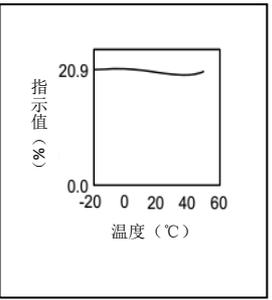
○输出特性  
氧气浓度与电流值成正比关系。因本传感器的电流值，会被转换为电压，成为传感器输出，因此，氧气浓度与传感器输出也在 0~100% 的范围内成正比。

○响应性  
响应迅速，具有优良的精度、再现性。



○经时特性  
传感器的寿命长，使用实绩值为 2~3 年。

○温湿度特性  
因为利用安装在传感器内部的热敏电阻进行温度补偿，指示值几乎没有温度依存性。



**4.检测对象气体、分子式、传感器型号、检测范围（一例）**

检测对象气体	分子式	传感器型号	检测范围
氧气			

**5.对应产品（一例）**

- 定置式产品
- 便携式产品

# 氧化锆固体电解质式传感器

传感器分类	检测对象气体
电气化学	氧气

Zirconia Method

## 1.传感器的概要

是将高温下离子流过的稳定化的氧化锆，作为固体电解质使用的氧气检测传感器。可检测惰性气体中的微量的氧气浓度（ppm）。

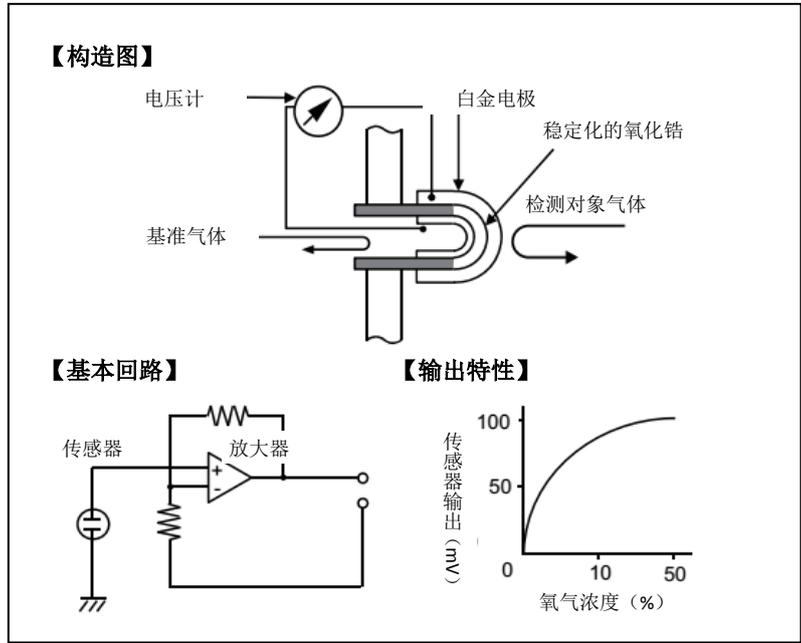
## 2.传感器的构造和原理

### 【构造】

由在稳定化的氧化锆（在氧化锆中添加属于氧化物的氧化钙（CaO）、氧化钇（Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）等，使得立方晶到低温都稳定之物）的两面上配置多孔质的白金电极的电池部，和将该电池部加热到一定高温的电气炉构成。

### 【原理】

被加热到一定的高温，离子变得容易移动的固体电解质的稳定化氧化锆，通过被加热到一定温度，氧气离子导电性升高。当在该稳定化氧化锆上配置了白金电极的内侧与外侧产生氧气浓度差时，在两个电极间产生起电力，发挥氧气浓淡电池的作用。因传感器电压与氧气浓度的对数成正比，通过测定传感器的电压，可以求取氧气浓度。



# 隔膜电极式传感器

传感器分类	检测对象气体
电气化学	毒性

Membrane-Covered Electrode Method

## 1.传感器的概要

由气体透过膜（隔膜）和离子选择性电极（玻璃电极）构成。是可使用测定 pH 的玻璃电极，测定氨和胺类气体的传感器。

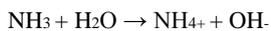
## 2.传感器的构造和原理

### 【构造】

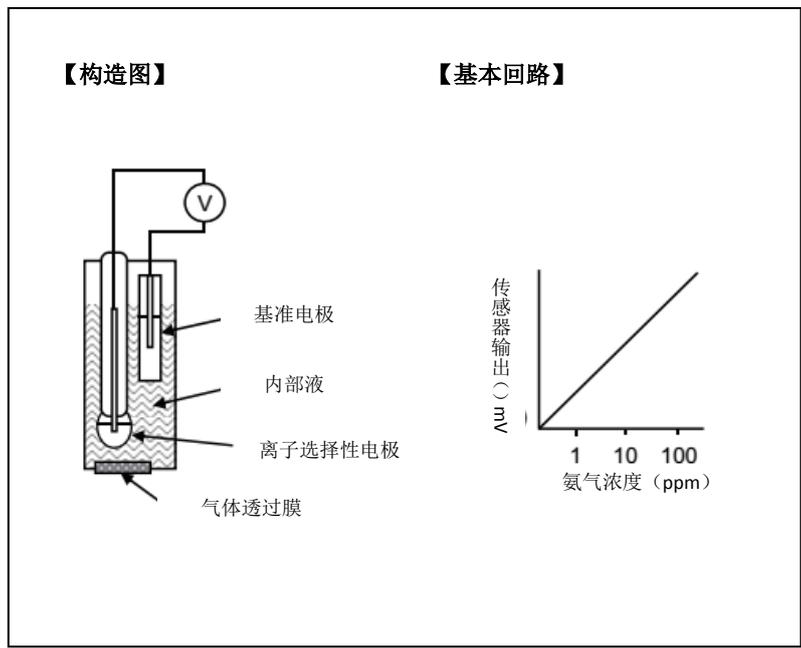
pH 电极等的离子选择性电极和基准电极放置在内部液体之中。气体透过膜（塑料膜）紧贴离子选择性电极。

### 【原理】

检测对象气体通过气体透过膜溶入内部液体中。例如，氨气用传感器，氨气溶入，产生 OH<sup>-</sup>（氢氧离子）。



因内部液体变为碱性，pH 发生变化。用离子选择性电极检测该内部液体的 pH 变化。在离子选择性电极和基准电极间，产生与氨气浓度的对数成正比的起电力（电压）。通过测定该起电力，可以求取气体浓度。



# 非分散型红外线式传感器：DE

Non-Dispersive Infrared Method

定置用传感器 (例) DE-3313-5	便携式传感器 (例) DE-3123-1
-------------------------	-------------------------

传感器分类	检测对象气体
光学	可燃性 毒性

**1.传感器的概要**  
 是利用很多气体吸收红外线，将红外线照射到测定元件上，检测基于检测对象气体的吸收的红外线的变化量的气体检测传感器。不用按照波长分开红外线(不使其分散)，可全部、连续检测进入特定波长范围的红外线。

**2.传感器的构造和原理**

**【构造】**  
 在红外线光源与红外线传感器之间配置测定元件和光学过滤器。从红外线光源放射出的红外线，通过测定元件内部和光学过滤器，被红外线传感器检出。光学过滤器，选择性透过检测对象气体吸收的红外线的波长域。

**【原理】**  
 当检测对象气体被导入测定元件内部时，红外线被检测对象气体吸收，被红外线传感器检出的红外线的量减少。多点导入已知浓度的检测对象气体，求取红外线的减少量和检测对象气体的浓度的关系(检量线)。未知浓度的检测对象气体被导入时，根据已获得的红外线的减少量，使用检量线求取气体浓度。

**【构造图】**

**【检量线 (一例)】**

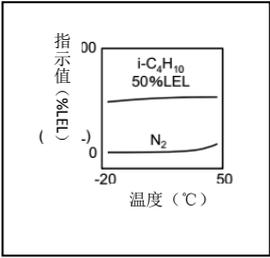
**3.传感器的特点 (DE-3313-5 传感器一例)**

○输出特性  
 气体浓度与气体传感器的输出关系不是正比关系，是如右图所示的曲线。  
 (i-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>: 异丁烷)

○响应性  
 供给气体传感器的气体的流速固定时，响应的再现性良好。

○经时特性  
 当没有很大的温度变化时，指示值的经时变化小且稳定。当经时变化因为设置环境的原因而很大时，可通过每半年进行 1 次左右的气体校正，减小变化的程度。

○温湿度特性  
 通过实施温度补偿，在规格温度的范围内，可以抑制指示值的温度依存性。当气体元件内部没有结露时，湿度的影响也几乎没有。



**4.检测对象气体、分子式、传感器型号、检测范围 (一例)**

检测对象气体	分子式	传感器型号	检测范围
HFC-134a			
四氟化碳			
六氟化硫			
一般可燃性气体			
二氧化碳			

**5.对应产品 (一例)**

○定置式产品

○便携式产品

# 非分散型红外线式传感器（气体过滤器相关法）：DE

定置用传感器  
(例) DE-4416-2A

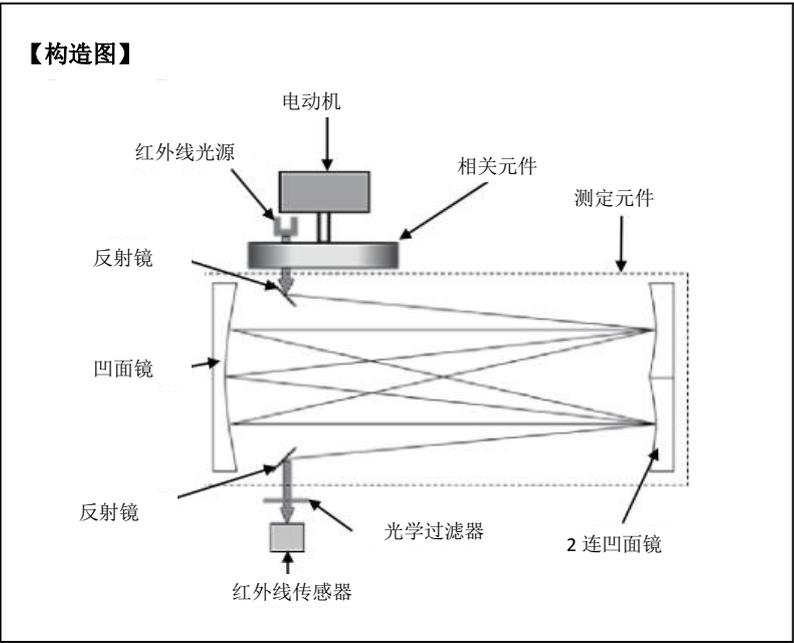
Non-Dispersive Infrared Method (Gas Filter Correlation Method)

传感器分类	检测对象气体
光学	可燃性 毒性

**1.传感器的概要**  
是从红外线光源到红外线传感器的光学类构造中，具有封入了检测对象气体和不吸收检测波长的的气体相关元件的、高性能的红外线式的气体检测传感器。

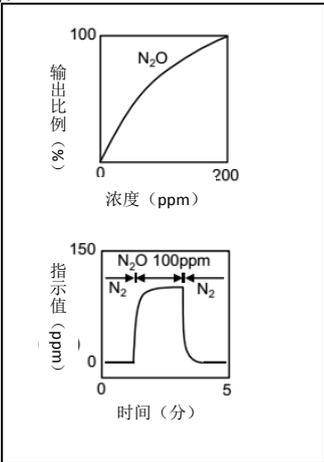
**2.传感器的构造和原理**  
**【构造】**  
从红外线光源放射出的红外线，从相关元件通过测定元件，被红外线传感器检出。在测定元件中，使用了在测定元件内使得光多次反射的多重反射元件（白元件等）。相关元件被分割为2室，在一个室内封入高浓度的检测对象气体，另一室内封入不吸收检测波长的的气体（氮气等气体）。

**【原理】**  
通过相关元件旋转，在红外线传感器中，透过相关元件的检测对象气体封入室的红外线，与透过氮气封入室的红外线交互入射。根据该交互入射的光之差（或比）求取气体的浓度。



## 3.传感器的特点（DE-4416-2A 传感器一例）

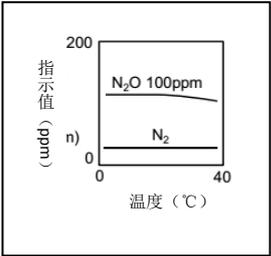
**○输出特性**  
气体浓度与气体传感器的输出的关系不是正比关系，如果用图形表示，是如右图所示的曲线。  
(N<sub>2</sub>O: 一氧化二氮)



**○响应性**  
供给气体传感器的气体的流速固定时，响应的再现性良好。

**○经时特性**  
当没有很大的温度变化时，指示值的经时变化小且稳定。利用属于搭载该气体传感器的检测器的标准功能的自动调零功能，进一步控制减少了变化。

**○温湿度特性**  
因将气体传感器加温到了固定的温度，在规格温度的范围内，进一步抑制了指示值的温度依存性。通过将传感器部用固定温度进行保温，会难以结露，湿度的影响也几乎没有。



## 4.检测对象气体、分子式、传感器型号、检测范围（一例）

检测对象气体	分子式	传感器型号	检测范围
一氧化二氮			

## 5.对应产品（一例）

○定置式产品

# 光波干涉式传感器：FI

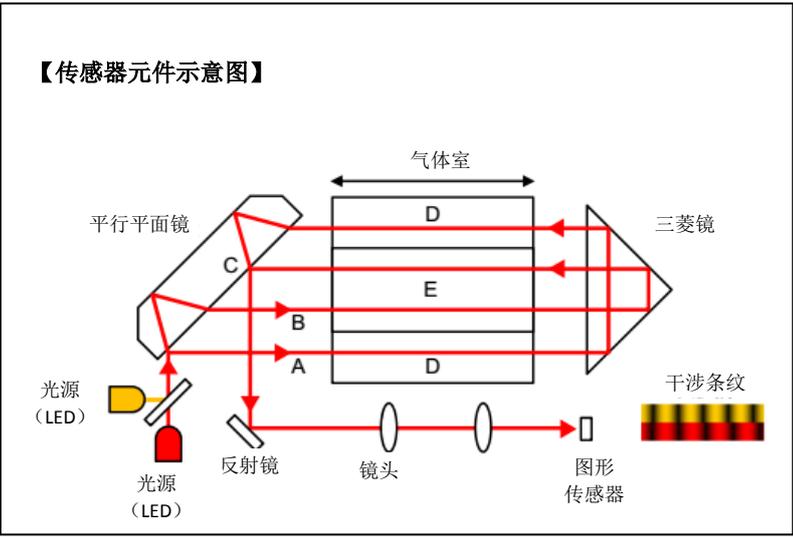
定置用传感器  
(例) IFM-23

## Interferometer Method

传感器分类	检测对象气体
光学	可燃性

**1.传感器的概要**  
是捕捉气体的折射率的变化、我公司历史最为悠久的气体检测传感器。具有优良的高精度和长期稳定性。一直以来，被应用于矿山内的甲烷浓度测定，近年来，还作为溶剂浓度测定、及测定天然气等代表性燃料气体的热量的传感器获得广泛应用。

**2.传感器的构造和原理**  
**【构造】**  
从光源发出的光，通过平行平面镜被分成 A、B 两束光，通过三菱镜反射，A 光在检测对象气体流动的 D 气体室内往返一次，B 光在参照气体流动的 E 气体室内往返一次。  
A、B 两束光，在平行平面镜的 C 点再次重合，经过反射镜、镜头，在图形传感器上形成干涉条纹。



**【原理】**  
干涉条纹，具有与检测对象气体和参照气体的“折射率之差”成正比移动的性质。  
光波干涉式传感器，通过读取该“干涉条纹”的移动量，求取检测对象气体的折射率，根据该结果换算成气体浓度和热量。

**3.传感器的特点**  
本传感器读取的干涉条纹的移动量  $\Delta\theta$ ，可以用下式表示。

$$\Delta\theta = \frac{2\pi L(n_{GAS} - n_{REF})}{\lambda} \times \frac{273.15}{T} \times \frac{P}{101.325}$$

L : 气体室长  
n<sub>GAS</sub> : 检测对象气体折射率  
n<sub>REF</sub> : 参照气体折射率  
λ : 光源波长  
T : 温度  
P : 压力

- 输出特性  
折射率的变化，因与气体浓度变化存在着正比关系，可获得极高的线性。
- 响应性  
在容积 0.5~5mL 的气体室内置换后，测定结束。实现了 90% 的响应在 5~10 秒以内。
- 经时特性  
本传感器最大的特点是没有灵敏度的劣化。传感器灵敏度只依存于气体室长 L 和光源波长 λ，因为两者都是不变的参数，可长期获得稳定的灵敏度。即使光学元件发生脏污，对干涉条纹的移动量也没有影响，在可读取条纹的限度内，不会发生灵敏度劣化。
- 气压温度特性  
气体的折射率，会因为温度 T 或压力 P 而发生变化，但因为测定温度和压力之后进行补偿，不会受到影响。

**4.测定的种类、检测对象气体、分子式、检测范围（一例）**

测定的种类	检测对象气体	分子式	检测范围
纯度测定	氢		
	六氟化硫		
	二氧化碳		
溶剂浓度测定	甲苯		
	聚氯乙烯		
	甲基乙基酮		
热量测定	天然气		
	丙烷气		
	丁烷气		

- 5.对应产品（一例）**
- 定置式产品
  - 便携式产品

# 检测带式传感器：FP

Chemical Tape Method

定置用带  
(例) FCL-002E

## 1.传感器的概要

将检测对象气体通过透过或扩散导入到浸渍了显示剂的透明胶带。是利用显色剂与检测对象气体反应所形成的胶带上显色，电气性测定反射光，定量检测极低浓度的毒性气体的胶带。

传感器分类	检测对象气体
光学	毒性

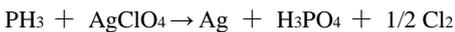
## 2.传感器的构造和原理

### 【构造】

将检测对象气体导入到胶带的气体室，由遮光容器组成，其内部按照光源和受光部可检出胶带的显示带进行配置收纳。由该气体室、和按测定卷取胶带的卷轮机构等构成。

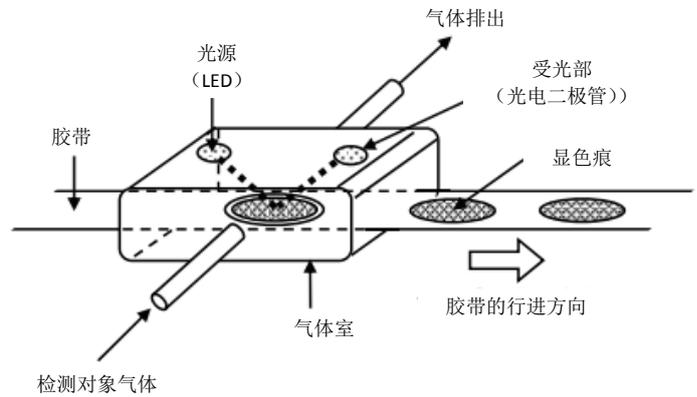
### 【原理】

当将检测对象气体导入到浸渍了显色剂的胶带时，胶带因为化学反应而显色。例如，当磷化氢 (PH<sub>3</sub>) 接触胶带时，会如下式所示生成银的胶体，在白色的胶带上留下显色痕。



如果让光照射已在胶带上显色的点部，求取检测对象气体导入前后的反射光强度的变化，可以高精度地对气体浓度进行定量。

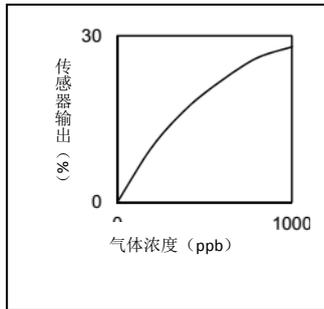
### 【构造图】



## 3.传感器的特点 (FP-300、FCL-002E 胶带 (PH<sub>3</sub>) 一例)

### ○输出特性

当检测对象气体被导入检测部时，胶带显色，输出慢慢升高。因为捕捉了颜色的变化，输出变为曲线。

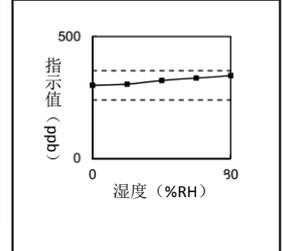


### ○经时特性

实施连续运行试验，结果显示气体灵敏度不会降低，可进行稳定的测定。

### ○温湿度特性

当为使用了 FP-300、FCL-002E 胶带的 PH<sub>3</sub> 时，没有温度依存性。湿度依存性也较小，在使用温湿度范围下满足指示精度。



### ○胶带式的特点

- 极高的灵敏度，优良的选择性。
- 因为是盒带式，胶带的更换简单。
- 胶带每次测定都会被送出，不会发生履历现象。
- 基于检测对象气体的显色，因会在胶带上蓄积，极低的浓度也可以测定。

## 4.检测对象气体、分子式、胶带型号、检测范围 (一例\*)

检测对象气体	分子式	胶带型号	检测范围
三氯化砷			
硒化氢			
甲醛			
磷化氢			
乙硼烷			
硅烷			
乙硅烷			

※FP-300 胶带一例

## 5.对应产品 (一例)

○定置式产品

# 差分吸收分光法 (DOAS)

## Differential Optical Absorption Spectroscopy

### 1.传感器的概要

差分吸收分光法 (Differential Optical Absorption Spectroscopy: DOAS), 是利用按照气体的种类所决定的波长的光被吸收而测定气体浓度的测定法。被使用在开口孔型气体检测器上。

传感器分类	检测对象气体
光学	可燃性

### 2.传感器的构造和原理

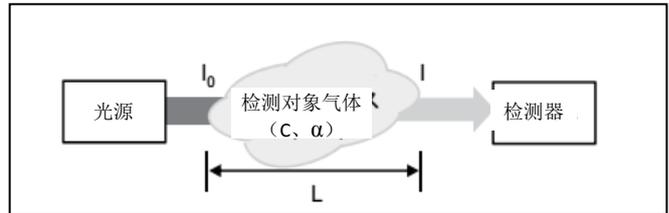
#### 【构造】

装置由光源和检测器构成, 检测其间存在的气体。在检出器内, 设置了只透过特定波长的光学过滤器和分光器等, 可进行已决定的种类的气体的计测。

#### 【原理】

来自光源的光, 在到达检测器的期间, 根据气体的种类而决定的特定波长的光被吸收。通过测定在有气体时和没有时检出的光的差分, 算出浓度。被气体吸收前后的光的强度之间, 朗伯比尔式成立。

$I = I_0 \exp(-\alpha CL)$  (1)       $I_0$ : 气体透过前的红外线强度  
 $I$ : 气体透过后的红外线强度  
 $\alpha$ : 气体固有的吸收系数  
 $C$ : 气体浓度  
 $L$ : 烟雾状气体的长度



因此, 当气体种类明确时, 通过测定气体透过前后的红外线强度, 可以进行气体的检测。

### 3.传感器的特点

使用了差分吸收光法的开口孔型气体检测器, 根据 (1) 式得出:

$$CL = (1/\alpha) \ln(I_0/I) \quad (2)$$

利用烟雾状气体的长度和气体浓度的积的输出, 进行气体的检测。  
 检测器输出(LEL·m)=烟雾状气体的长度(m)×气体浓度(%LEL)

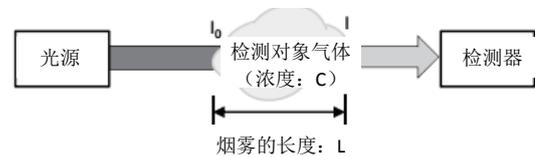
#### ○气体浓度特性

当烟雾状气体的长度相同时, 气体浓度越高, 检测器的输出越大。与右图 (1) 的情况比较, 即使烟雾的长度相同, 当气体的浓度是 2 倍 (2) 时, 输出也会变为 2 倍。

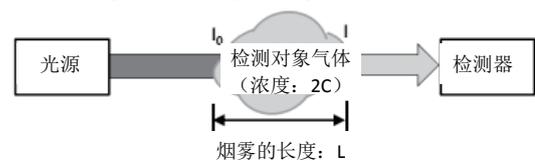
#### ○气体范围特性

即使气体浓度相同, 烟雾状气体的长度越长, 检测器的输出越大。与右图 (1) 的情况比较, 即使浓度相同, 当烟雾的长度是 2 倍 (3) 时, 输出也会变为 2 倍。

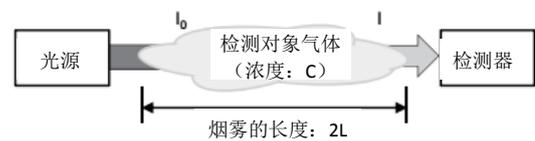
(1) 气体浓度:  $C$ 、烟雾的长度:  $L$  时, 输出  $CL$



(2) 气体浓度:  $2C$ 、烟雾的长度:  $L$  时, 输出  $2CL$



(3) 气体浓度:  $C$ 、烟雾的长度:  $2L$  时, 输出  $2CL$



### 4.检测对象气体、检测范围 (一例\*)

检测对象气体	检测范围
一般可燃性气体 (C1~C8)	0~5LEL·m (甲烷、丙烷)

\*SafEye Quaser 的传感器一例

### 5.对应产品 (一例)

○定置式产品

# 电弧紫外光分光式传感器

Arc Ultraviolet Photo-electric Photometry Method

传感器分类	检测对象气体
光学	毒性

## 1.传感器的概要

是利用电弧放电发出的紫外线，检测卤素化合物（氟利昂、三氯乙烯、四氯乙烯、四氯化碳、聚氯乙烯、二氯甲烷等）的气体检测传感器。

## 2.传感器的构造和原理

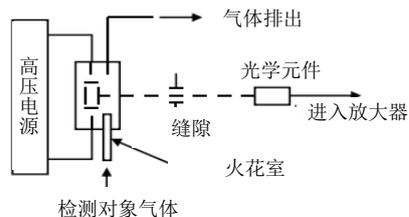
### 【构造】

由当卤素化合物进入时，使得紫外发光强度增大的火花室、和调节火花室的电压的高压电源、检测紫外线强度的变化的光学元件构成。

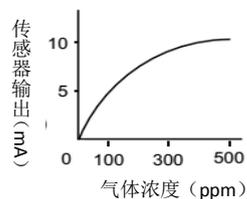
### 【原理】

用高压电源调节了电压的火花室，在大气中进行电弧放电，由于电弧放电，二氧化氮（ $\text{NO}_2$ ）、臭氧（ $\text{O}_3$ ）产生紫外线。当卤素化合物进入火花室时， $\text{NO}_2$ 、 $\text{O}_3$ 的紫外线发光的强度增大。用光学元件检测该增加量，测定气体浓度。

### 【构造图】



### 【输出特性】



# 氢焰离子化式传感器：FID

Flame ionization Detector

便携用传感器

(例) FI-20

## 1.传感器的概要

是在氢焰中将碳化氢等的气体分子离子化，检测碳化氢的量的气体检测传感器。

传感器分类	检测对象气体
其他方式	可燃性

## 2.传感器的构造和原理

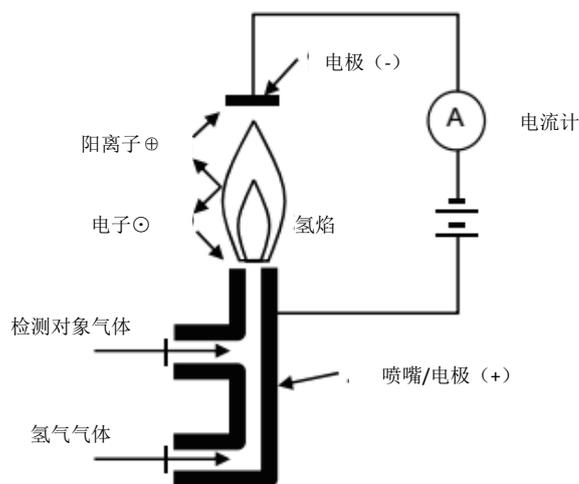
### 【构造】

由产生氢焰的喷嘴、检测离子电流的电极构成。

### 【原理】

甲烷或酒精等碳化氢与氢气气体一起被运到喷嘴，在高温的火焰中，热分解为碳和氢。进而，碳由于高温而变为阳离子。阳离子与电子被拉到施加了高电压的电极，产生电流。因为电流与阳离子的量，也就是碳化氢的气体浓度成正比，可以通过电流知道气体浓度。输出与检测对象气体的碳原子数大体成正比（例如：己烷（ $C_6H_{14}$ ）显示甲烷（ $CH_4$ ）6倍的灵敏度），因为对碳化氢整体具有高灵敏度，可以用于总挥发性有机化合物（TVOC）的测定。FID的检测原理，也作为挥发性有机化合物（VOC）测定的公定法（JIS B7989）被采纳。

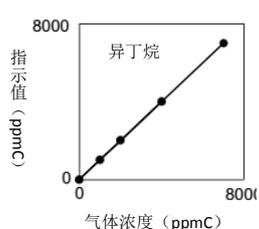
### 【构造图】



## 3.传感器的特点（GL-103 的传感器一例）

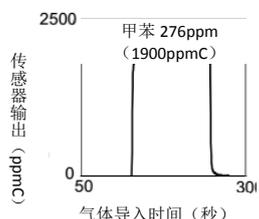
### ○输出特性

传感器的输出，与检测对象气体的碳数成正比，用碳数浓度“ppmC”标记。输出在测定浓度范围内显示出很高的直线性。



### ○响应性

响应时间短到几秒，具有优良的再现性。

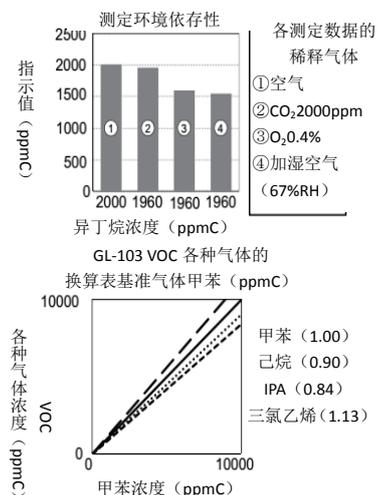


### ○干涉性

在低氧气、高湿度环境下的测定，可看到 20%左右的输出降低，但二氧化碳没有影响。

### ○相对灵敏度

碳化氢时，输出与碳数成正比增加。含氧化合物时，与直链饱和碳化氢比较，灵敏度降低 20%左右，含卤素化合物时，升高 20%左右。



## 4.检测对象气体、传感器型号、检测范围（一例）

检测对象气体	传感器型号	检测范围
空气中的碳化氢 (13A、6B 等)		0100/1000/10000ppmC (换算为甲烷)

## 5.对应产品（一例）

○便携式产品

# 化学发光法（化合光法）

## Chemiluminescence Method

### 1.传感器的概要

是利用将检测对象气体（一氧化氮、三化砷等）与臭氧混合发生化学发光（由于化学反应而激发的分子返回基底状态时，作为光放出能源的现象）时的发光的气体检测传感器。

传感器分类	检测对象气体
其他方式	毒性

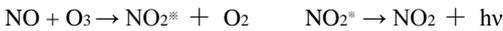
### 2.传感器的构造和原理

#### 【构造】

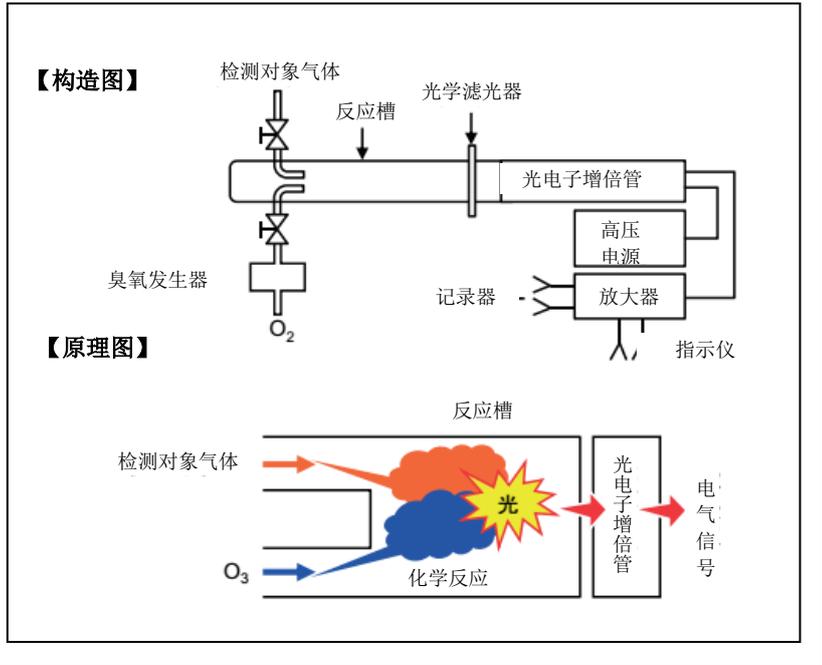
由使得检测对象气体和臭氧发生反应的反应槽、在检测对象气体与臭氧反应时测定所发生的光的发光量的光电子倍增管、产生臭氧的臭氧发生器等构成。

#### 【原理】

检测对象气体与臭氧发生器产生的臭氧（O<sub>3</sub>），在反应槽内发生化学反应。基于一氧化氮（NO）的化学反应举例如下所示。



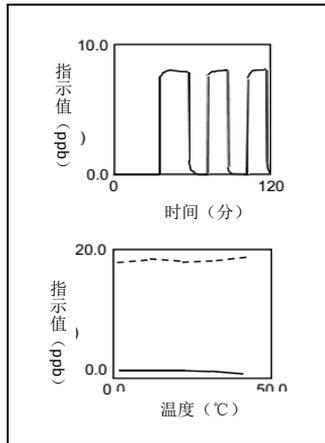
该化学反应，检测对象气体被臭氧激发，在返回稳定的状态的过程中发出光。光的发光量与检测对象气体浓度成正比。用光电子倍增管检出该发光量，作为气体浓度测定。



### 3.传感器的特点（CL-400 的三化砷传感器一例）

#### ○再现性

用光电子倍增管读取检测对象气体（三化砷）与臭氧反应时产生的发光量时的再现性良好。

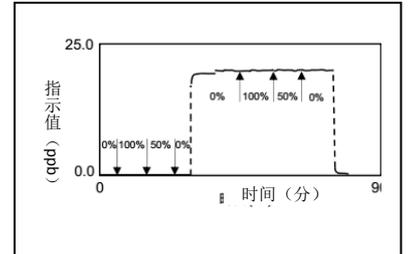


#### ○温度特性

使用环境的温度变化几乎不对指示值造成影响。

#### ○温度特性

使用环境的湿度变化几乎不对指示值造成影响。



#### ○干涉影响

检测对象气体与臭氧的化学反应所产生的光，因为会被光学滤光器选择，其他气体造成的干扰影响小，可进行稳定的测定。

### 4.检测对象气体、分子式、检测范围（一例）

检测对象气体	分子式	检测范围
三化砷		
一氧化氮		
二氧化氮		
氧化氮		

### 5.对应产品（一例）

○定置式产品

# 光离子化式传感器 (PID)

## Photo-Ionization Detector

### 1.传感器的概要

是将紫外线照射在检测对象气体上使其离子化，根据此时产生的离子电流检测气体浓度的气体检测传感器。检测范围很广，无论是有机还是无机都可以检测。一般情况下使用根据 ppb 测定 ppm 等级的挥发性有机化合物 (VOC)。

传感器分类	检测对象气体
其他方式	毒性

### 2.传感器的构造和原理

#### 【构造】

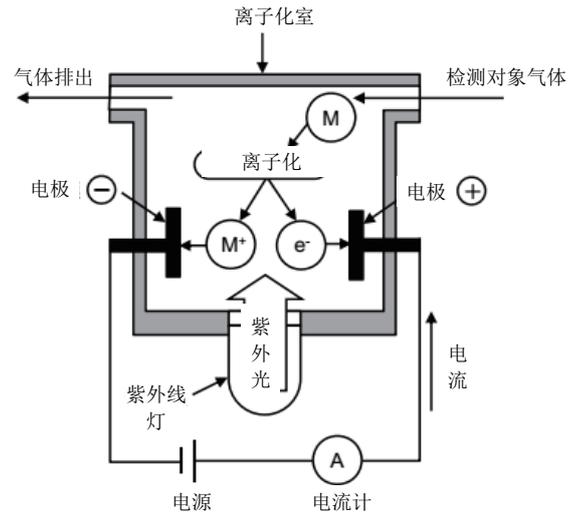
由导入检测对象气体的离子化室、属于光源的紫外线灯、检测离子电流的正负两个电极构成。

#### 【原理】

检测对象气体进入离子化室后，由于被光源（紫外线灯）的紫外光照射，从检测对象气体放出电子，生成阳离子。生成的阳离子和电子被拉到正负各电极，产生电流。因为该电流与气体浓度成正比，可以测定检测对象气体的浓度。

要将检测对象气体离子化，必须照射比各气体固有的离子化能源更大的光子能源。光子能源的单位用电子伏特 (eV) 表示。本传感器中，使用了具有 10.6eV、11.7eV 等的光子能源的灯。光子能源越大，就越能将更多的检测对象气体离子化。

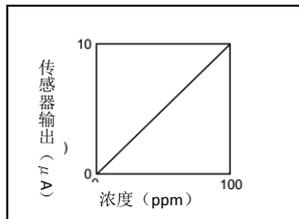
#### 【构造原理图】



### 3.传感器的特点

#### ○输出特性

当为几百 ppm 的低浓度气体时，传感器输出与浓度大体成正比，相对气体浓度的输出，显示为直线。



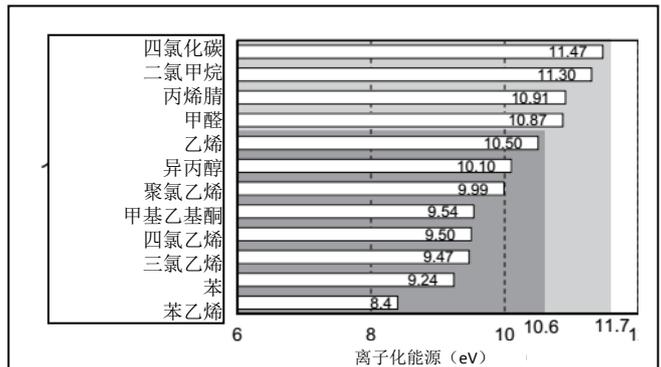
#### ○紫外线灯

紫外线灯的光子能源 (eV)，由封入到灯内的气体与灯的窗材组合决定。

封入气体	窗材	光子能源 (eV)
氙	青玉	8.4
氙	氟化锰	10.6
氙	氟化锂	11.7

#### ○代表性物质的离子化能源

当照射各气体的离子化能源以上的光子能源时，气体被离子化，可以测定气体的浓度。通常，使用 10.6eV 或 11.7eV 的灯。



### 4.检测对象气体、分子式 (一例)

检测对象气体 (使用 10.6eV 灯时)	分子式
乙烯	
异丙醇	
聚氯乙烯	
甲基乙基酮	
四氯乙烯	
三氯乙烯	
苯	
苯乙烯	

检测对象气体 (使用 11.7eV 灯时)	分子式
四氯化碳	
二氯甲烷	
丙烯腈	
甲醛	
乙炔	
三氯甲烷	
硫化羧	
氯	

### 5.对应产品 (一例)

○定置式产品

○便携式产品

# 热粒子化式传感器：SS

Pyrolysis-Particle Detection Method

定置用传感器  
(例) SS-1923

## 1.传感器的概要

是加热检测对象气体，用粒子传感器测定已发生的氧化物的粒子的气体检测传感器。具有优良的长期稳定性、干涉性及响应性。粒子传感器与使用放射线的离子化式的烟雾传感器的原理相同。

传感器分类	检测对象气体
其他方式	毒性

## 2.传感器的构造和原理

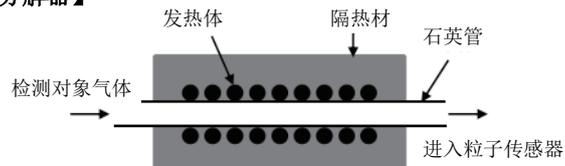
### 【构造】

通常，由热分解器和粒子传感器组合构成。  
在热分解器的中心有卷绕了发热体的石英管，在其外侧设置了隔热材。  
粒子传感器，利用 $\alpha$ 线长时间产生离子电流的测定室与补偿室为设为一体。检测对象气体只被导入测定室，补偿室对大气开放。

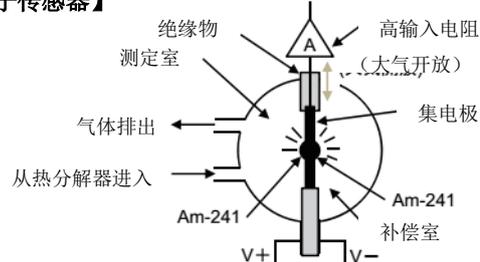
### 【原理】

大部分的 TEOS 等有机金属气体被加热后，生成粒子状的氧化物。通过热分解器后变为了氧化物的检测对象气体，被导入粒子传感器。  
粒子传感器的测定室，空气因内部的 $\alpha$ 线源【镅 241 (Am-241)】被离子化，离子电流流过。当粒子进入测定室时，离子被粒子吸附，为此，离子电流减少，传感器输出降低。根据传感器输出的降低率算出气体浓度。补偿室依据温度、湿度、气压补偿传感器输出的变化。

### 【热分解器】

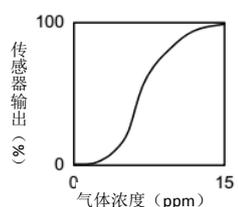


### 【粒子传感器】

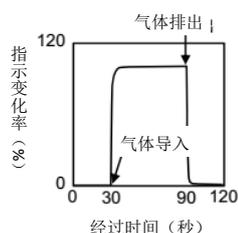


## 3.传感器的特点

○输出特性  
传感器输出，依存于热分解生成的粒子的浓度。通过使用检量线，气体浓度与检测器的指示值显示为直线。

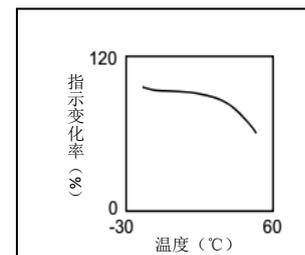


○响应性  
被导入检测部的气体，马上被热分解器氧化，具有优良的响应速度、再现性。



○经时特性  
作为放射线源使用的 Am-241 的半衰期非常长，大约为 400 年，因此，传感器几乎没有经时变化。

○温度特性  
因在传感器的补偿室进行温度补偿，传感器具有温度特性小的优良特性。



## 4.检测对象气体、分子式、传感器型号、检测范围（一例）

检测对象气体	分子式	传感器型号	检测范围
正硅酸乙酯 (TEOS)			

## 5.对应产品（一例）

○定置式产品

# 干涉增幅反射法 (IER 法)

## Interference Enhanced Reflection Method

### 1.传感器的概要

是将膨润引起的高分子薄膜的膜厚变化，作为从照射到高分子薄膜的光的反射光的强度变化检出，并换算为浓度的气体检测传感器。可以用几 ppm 到几十 ppm 的检出下限浓度，测定挥发性有机化合物 (VOC)。

传感器分类	检测对象气体
其他方式	可燃性 毒性

### 2.传感器的构造和原理

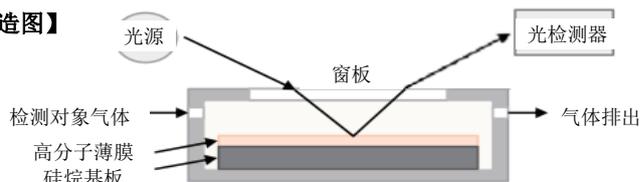
#### 【构造】

由通过吸收已吸引的挥发性有机化合物而膨胀的硅烷 (Si) 基板上的高分子薄膜、激光的光源、测定反射光的光检测器等构成。

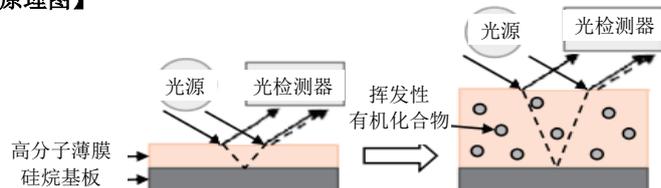
#### 【原理】

当挥发性有机化合物接触硅烷基板上高分子薄膜时，发生膨润（挥发性有机化合物进入高分子薄膜，膜厚增加）。该膨润引起的膜厚的变化，与接触的物质浓度成正比。当光源（激光）照射到高分子薄膜上时，在薄膜上部与薄膜下部反射的光（反射光）相互重叠。由于高分子薄膜的膨润而变化的膜厚、及折射率的变化，相互重叠的反射光或强或弱，发生光的干涉现象。通过控制高分子薄膜的膜厚，反射光的强度与膜厚的增加成正比增加。用光检测器检测该反射光的强度，并换算为挥发性有机化合物的浓度，测定气体浓度。

#### 【构造图】



#### 【原理图】

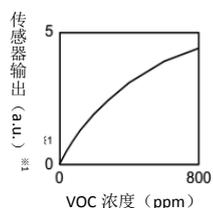


当挥发性有机化合物在薄膜中膨润时，薄膜变厚。利用薄膜的厚度与折射率发生变化，反射光的强度增加。用光检测器作为浓度检测该反射光的强度，进行测定。

### 3.传感器的特点

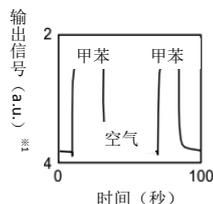
#### ○输出特性

这是空气与甲苯蒸汽的输出信号举例。传感器输出，相对挥发性有机化合物显示出缓和的曲线。



#### ○响应性

这是相对甲苯等挥发性有机化合物的响应举例。通过甲苯等与传感器接触，在几秒内知道达到平衡状态，信号稳定。



※1a.u.: 任意单位 (arbitrary unit)

#### ○测定值

本传感器构造之一的高分子薄膜，不区分挥发性有机化合物而进行吸收，并膨润。本传感器因将该膜厚的变化量换算为浓度，可以测定挥发性有机化合物的总量。

#### ○检测范围

与用于容易气化的化合物的同定、定量的气体色谱法的相关性很高，可进行低浓度（几 ppm~几十 ppm）到高浓度（几千 ppm~几十万 ppm）的测定。

### 4.检测对象气体、分子式、检测范围（一例※2）

检测对象气体	分子式	检测范围 (低浓度)	检测范围 (高浓度)
甲苯			
对二甲苯			
甲基乙基酮			

※2 VOC-121H 的传感器一例

### 5.对应产品（一例）

- 定置式产品
- 便携式产品

# 热离子化式传感器

传感器分类	检测对象气体
其他方式	毒性

## Thermal Ionization Detector Method

### 1.传感器的概要

是利用带有被加热到高温的碱性金属的加热器，卤素化合物等发生热分解而离子化。将此时产生的离子电流作为气体浓度检测的气体检测传感器。可以检测所有氟利昂气体、卤素碳化氢溶剂蒸汽等。

### 2.传感器的构造和原理

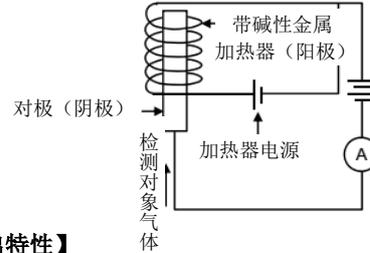
#### 【构造】

由带有碱性金属的加热器（阳极）、检测对极（阴极）的离子电流的回路构成。

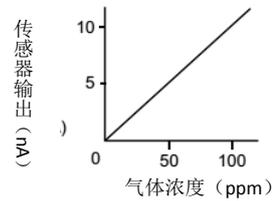
#### 【原理】

氟利昂等卤素化合物气体，与已被加热的带有碱性金属的加热器接触时，气体被分解而离子化（由于加热器附带的碱性金属，促进阳离子的放出，阳离子和阴离子的量增加）。产生的阳离子，被拉到阳极和阴极。因为此时流过的离子电流与气体浓度成正比，可以测定气体浓度。

#### 【构造图】



#### 【输出特性】



# 催化剂氧化式传感器

传感器分类	检测对象气体
其他方式	毒性

## Catalytic Oxidation Method

### 1.传感器的概要

利用一氧化碳由于催化剂的作用被氧化时产生的反应热，测定一氧化碳的浓度。

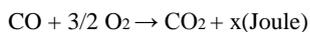
### 2.传感器的构造和原理

#### 【构造】

用于氧化一氧化碳的催化剂槽、比较槽、温度传感器等被放置在恒温槽中。

#### 【原理】

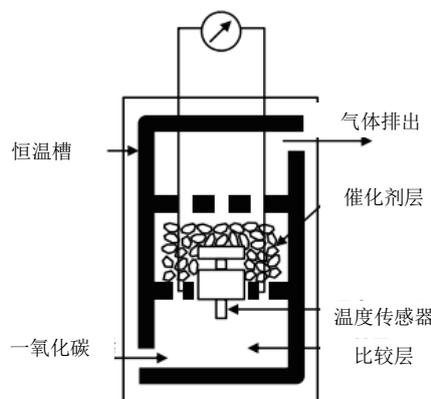
进入恒温槽内的一氧化碳，在氧化催化剂的作用下被氧化。在该氧化过程中产生反应热。



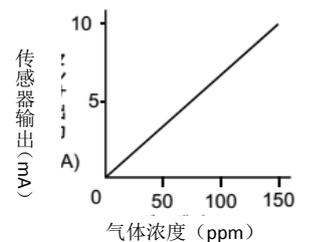
用温度传感器测定此温度变化。

因一氧化碳浓度与温度变化具有相关性，通过测定温度变化就可以知道一氧化碳浓度。

#### 【构造图】



#### 【输出特性】





# 低能源电子计数方式传感器：LE

Open Counter for Low Energy Electron Counting

定置式传感器

(例) LE-6118

## 1.传感器的概要

是可以计数被放出到空气中的低速电子的世界唯一的表面分析用传感器。我公司将理化学研究所发明的初期型、以及早稻田大学发明的改良型制作成为了产品。

检测对象物

【物质表面的分析】

功函数、表面脏污、膜厚等

## 2.装置的构造和原理

### 【构造】

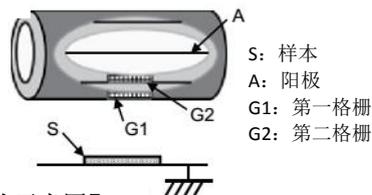
由被称为格栅的2片金属网（G1、G2），和用极细的钢丝制作的阳极（A）构成的传感器。

### 【原理】

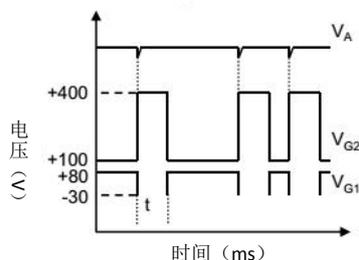
从样本放出的低速电子，通过格栅被拉入到传感器内。由于该电子，在阳极附近发生放电，作为放电脉冲被计数。因为当放电持续时，即使拉入第二个电子，也无法作为第二个计数，因此，在进行脉冲计数的同时，使得G1和G2的电压 $V_{G1}$ 和 $V_{G2}$ 发生变化。

据此，使得放电停止，在中和放电时产生的阳离子的同时，在此期间，阻止下一个电子侵入。经过一定时间后，将G1和G2的电压返回原样，计数下一次脉冲。反复进行这种动作，一个一个计数电子。

### 【构造图】



### 【电压变化示意图】

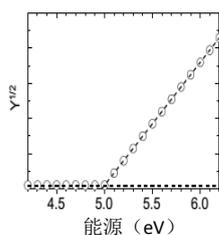


## 3.传感器的特点

通过与紫外光学系统组合，可以在大气中采用光电子收量分光法进行表面分析。

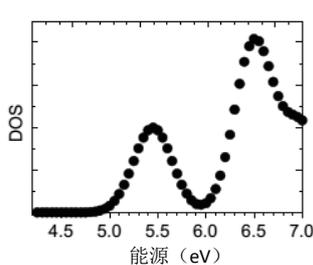
一般的光电子分光法，是获得样品表面的信息非常有效的方法，但是，因为电子计测需要真空，测定很难进行，并且装置也很贵。但是本传感器，过去在真空中才可以进行的功函数的测定以及埃等级的膜厚测定等，在大气中就可以简便实施。

### ○光电子放出特性



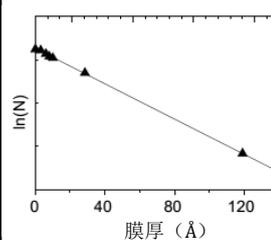
基于光电子收量分光的测定，可获得如图所示的图形。纵轴是光电子收量（Y）的 $n$ 次方， $n$ 经常使用 $1/2$ 或 $1/3$ 。直线部分的回归直线与背景的交点，成为光电子放出的阈值。

### ○状态密度



利用照射光的能源将光电子收量微分后的值，反映状态密度（DOS）。本测定获得的是价电子带上端附近的电子状态，是决定各种物理性质的重要部分。

### ○膜厚和计数率



关于计数率 $N$ ，当表面被别的层覆盖时， $\ln(N)$ 与膜厚 $T$ 的图形变为直线。利用该关系，可以估算在金属或半导体表面上形成的极薄的皮膜（氧化膜或润滑油膜等）的膜厚。

## 4.用途（一例）

大气中光电子收量分光

- 各种材料的电子状态解析
- 固体表面的极薄膜的膜厚测定、污染测定

## 5.对应产品（一例）

○定置式产品

# 带隙测定器

## Band gap analyzer

### 1. 测定器的概要

根据向薄膜或粉体等的样品照射紫外~可见光后测定的反射率，算出带隙。通过从我公司 AC 系列 (AC-3、AC-5) 测定出的 HOMO 值，减去本装置测定出的带隙值，可以导出 LUMO 值，制作样品的带状图。

检测对象物

【基于反射光谱的带隙】  
粉体、薄膜

### 2. 测定器的构造和原理

#### 【构造】

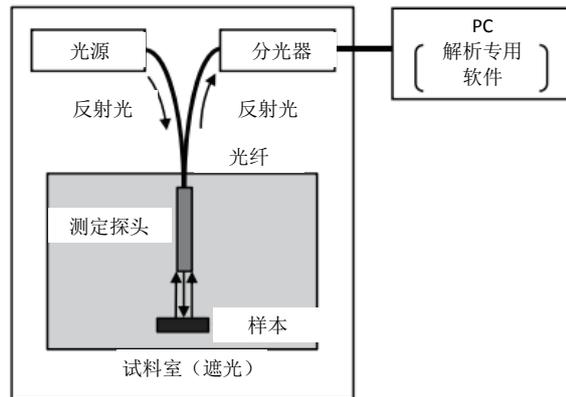
由光源、测定探头、分光器构成。经由测定探头，来自光源的光照射到样品，将反射光拉入到分光器。将光照射到样品上的样品室，为了防止受光源以外的光的影响进行了遮光。有根据检测出的信号算出带隙的解析专用软件。

#### 【原理】

将紫外~可见光照射到样本，对反射的光进行分光、检测，测定反射率。从测定的反射率，根据粉末或薄膜等的样本形状，使用不同的专用的解析法，算出带隙。

当为粉末样本时，使用测定的反射率，进行假设有扩散反射的计算，算出带隙。当为薄膜样本时，为了符合测定的反射率而进行模拟，进行膜厚、光学常数等的计算，算出带隙。

#### 【带隙测定器的模式图】



### 3. 测定器的特点

#### ○反射测定

本装置，因为将紫外~反射光照射到样本上测定反射光，不透光的粉体等样本也能测定。

#### ○样本形状

样本，因平放在样本台上，AC 系列可以直接测定已测定了 HOMO 值的样本。粉体样本也不用溶于液体，可以直接在粉体状态下进行测定。

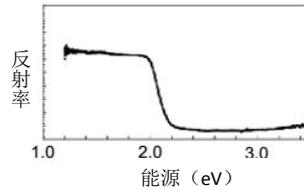
因为对样品台实施了不反射光的无反射处理，薄膜等透光的样本也可以测定。此外，无论是薄膜本身还是基板的材质，都可以算出带隙。

#### ○测定时间

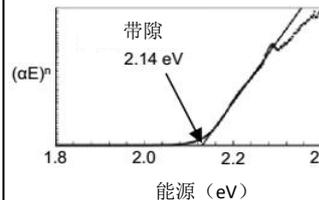
光源使用紫外~可见区域的白色光，利用分光器，同时测定已测定的波长区域，测定时间短，仅用几十秒~1 分钟左右就可结束测定。

#### 测定结果举例

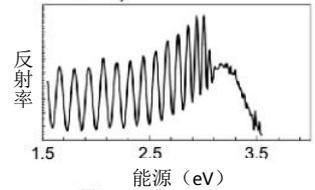
粉体 : Rubrene  
(5,6,1,2-Tetraphenylnaphthacene)



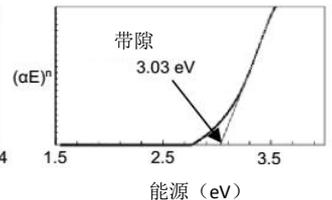
↓ 粉体用解析程序



薄膜 : TPD  
(N,N,N',N'-Tetrakis(4-methylphenyl) benzidine)



↓ 薄膜用解析程序



### 4. 测定对象物、测定能源范围 (一例\*)

测定对象	测定能源范围
粉体、薄膜等的反射光谱	1.2eV~3.5eV (波长: 350~1000nm)

※带隙测定器一例

### 5. 对应产品 (一例)

○定置式产品

# 火焰检测器（红外线 3 波长式 · 紫外线式 · 紫外红外并用式）

Flame Detector (Triple Infrared · Ultraviolet · Ultraviolet and Infrared combined)

检测对象物
【火焰检出】 各种工厂等

## 1. 传感器的概要

火焰检测器（红外线 3 波长式 · 紫外线式 · 紫外红外并用式），采用了火焰检测设备原理。从物质燃烧时产生的气体，检测反射出的紫外线或红外线的强光，检测火焰的存在。与气体检测器同样，按照燃烧物质或用途选择检测方式。

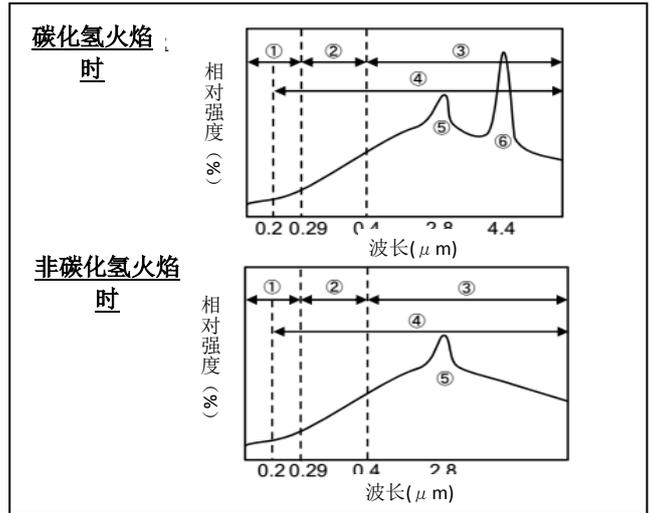
## 2. 传感器的原理

物质燃烧时，会产生独特组合的气体。此时产生的 H<sub>2</sub>O 或 CO<sub>2</sub>，分别会放射特有波长的光。火焰会在包含这些波长的红外线区域、可视光区域的全部区域放射光，尤其会在紫外线区域放射出强光。火焰检测器就是利用这种光检测火焰。

放射出来的光，因碳化氢火焰和非碳化氢火焰的不同而异。当为碳化氢火焰时，可看到从 H<sub>2</sub>O 和 CO<sub>2</sub> 放射出的光的波峰，当为非碳化氢火焰时，可看到从 H<sub>2</sub>O 放射出的光的波峰。监视从 CO<sub>2</sub> 放射出的光的波峰时，因波峰只有在碳化氢火焰时才可见，可以仅检测碳化氢火焰。监视 H<sub>2</sub>O 的光的波峰时，因为可通过碳化氢及非碳化氢看到，可以检测两者的火焰。

此外，从火焰放射出的光中，因在紫外线区域可看到的光，也可通过碳化氢及非碳化氢火焰看到，可以检测两者的火焰。

【图中举例】 ①：紫外线 ②：可视线 ③：红外线 ④：到达地表的太阳光 ⑤：H<sub>2</sub>O 峰值 ⑥：CO<sub>2</sub> 峰值



## 3. 传感器的特点

### ○红外线 3 波长式

以从 CO<sub>2</sub> 放射出的光的波峰为中心，监视前后 2 个波长带。通过监视 3 个波长带，控制误检测。

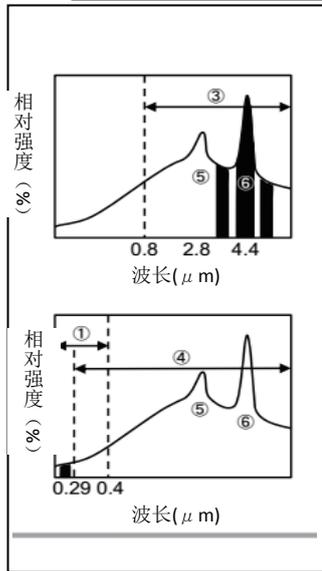
因为检测强光，具有灵敏度良好，检测距离长的特点。

### ○紫外线式

监视放射强度小的紫外线区域。太阳光在大气中被吸收，监视没有到达地表的波长带，可控制太阳光引起的误警报。

具有检测速度快，灵敏度非常高的特点。

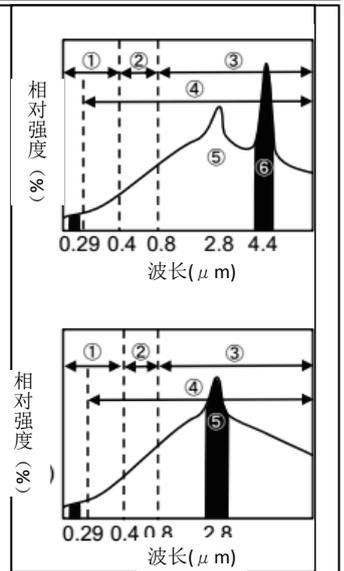
【图中举例】 ①：紫外线 ②：可视线 ③：红外线 ④：到达地表的太阳光 ⑤：H<sub>2</sub>O 峰值 ⑥：CO<sub>2</sub> 峰值



### ○紫外红外并用式

与红外线区域的强光一起监视紫外线区域。这样，可以控制太阳光或其他火焰以外的原因引起的误警报。如右图所示，有红外、紫外线区域的波长各看到 1 个的 2 波长式，和在红外线区域看到 2 个，在紫外线区域看到 1 个波长带的 3 波长式等。

在红外线区域监视的波长带包含了 CO<sub>2</sub> 的波峰时（右图上）和不包含时（右图下），检测对象的火焰不一样。



## 4. 原理、检测对象火焰（一例）

原理	检测对象火焰
红外线 3 波长式	碳化氢火焰
紫外线式	碳化氢火焰、非碳化氢火焰 (包含焊接火花、火花)
紫外红外并用式 紫外+红外 (H <sub>2</sub> O 的波峰)	碳化氢火焰、非碳化氢火焰* ※氢气火焰、硅烷火焰、氨气火焰
紫外红外并用式 紫外+红外 (CO <sub>2</sub> 的波峰)	碳化氢火焰

## 5. 对应产品（一例）

- 定置式产品
- …红外线 3 波长式：
- …紫外线式：
- …紫外红外并用式

40/40 系列

# 离子电极式传感器

Ion-Selective Electrode Method

检测对象物
【水溶液中的盐分浓度测定】
生混凝土

## 1.传感器的概要

是使用有选择性地检出水溶液中的离子的氯化物离子检测极，测定溶解在生混凝土、水溶液、溶解液等中的盐分的浓度的传感器。

## 2.传感器的构造和原理

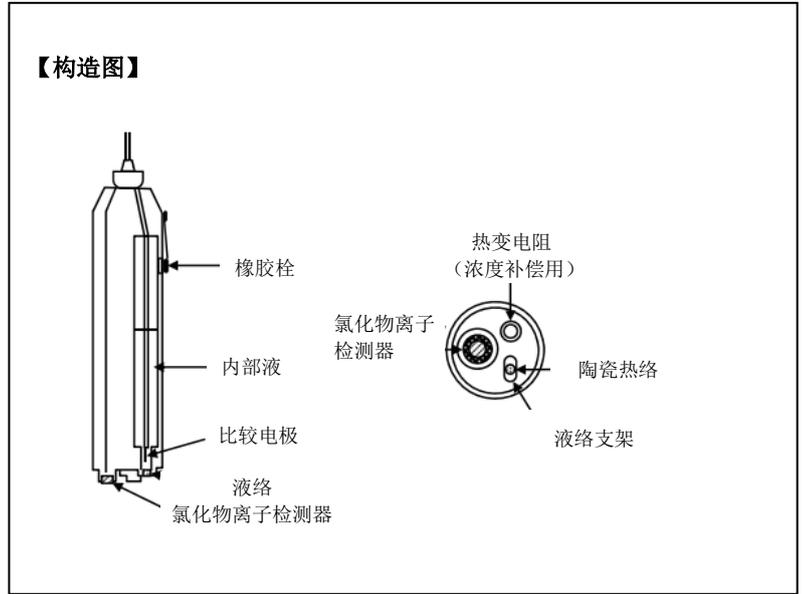
### 【构造】

由氯化物离子检测极、比较电极、液络、内部液、热变电阻（温度补偿用）等构成。

### 【原理】

氯化物离子检测极，依存于水溶液中的离子浓度，产生起电力。例如，在氯化物离子检测极，对应水溶液中的氯化物离子的浓度的起电力，在比较电极和氯化物离子检测极产生。通过测定产生的电压，知道氯化物离子的浓度。

### 【构造图】



# 离子化倾向电极式传感器

Ionization Tendency Electrode Method

检测对象物
【油水海面的检测】
油轮等

## 1.传感器的概要

是利用 2 种离子化倾向不同的金属作为电极的油水临界面检测传感器。在油轮的罐内，作为检测海水与油的临界面的检测装置使用。

## 2.传感器的构造和原理

### 【构造】

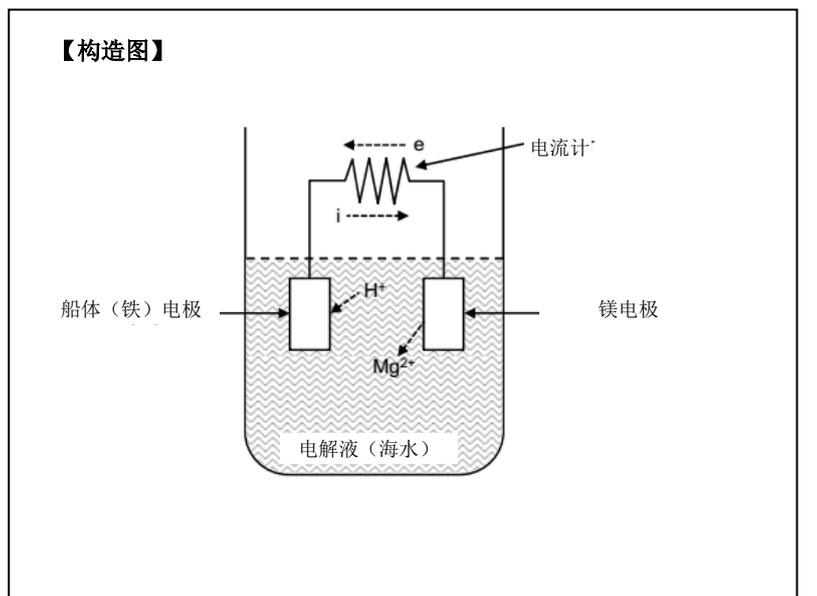
由连接镁电极和船体（铁）电极的导线、电流计等构成。

### 【原理】

将 2 种不同的金属【镁（Mg）、铁（Fe）】浸入电解液（海水）中。离子化倾向大的金属（镁），作为离子溶出，放出电子。该电子，通过导线，流到离子化倾向小的金属（铁）。

该电子的流动因电解液的种类而异。因此，可以判别海水（电解质）和油（非电解质）的临界面。

### 【构造图】



# 光弹性式应力检测传感器

Photo Elasticity Method

检测对象物
【透明性模块的内部应力的解析】 机械・土木建筑等的设计

## 1.传感器的概要

通过在透光的透明物体的外部施加力，使得该物体的折射率变化的性质称为光弹性。是利用光弹性，可将物体所受到的力（应力）的方向和大小作为条纹检测、解析，知道构造物的应力分布的应力检测传感器。

## 2.传感器的构造和原理

### 【构造】

由用透明的材料组成的样本、和夹住该样本的 2 块 1/4 波长板、2 块偏光板构成。在光学系统的前后，配置了送出光的光源，和接受所发出来的光的屏幕（相机）。

### 【原理】

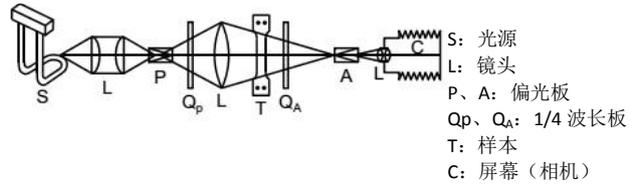
当在透明的样本的外部施加力时，作为平面偏光入射到样本上的光，被分成在主应力的方向振动的相位不同的 2 种平面偏光。该 2 种偏光的相位差，与主应力的差成正比，在屏幕上作为明暗的条纹（偏光条纹）显现。

偏光条纹的消光次数  $N$  与主应力差  $p-q$  ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ) 的关系可按照下式表示。通过检测该偏光条纹并进行解析，可知道应力分布。

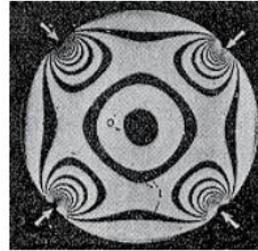
$$N = \alpha d (p - q)$$

$\alpha$ : 光弹性灵敏度 ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )  
 $d$ : 试验体的厚度 (mm)

### 【构造图】



### 【偏光条纹】



# GM 计数管式传感器

Geiger • Muller Countor

检测对象物
【β 线、γ 线、X 线的测定】 基于放射线的表面污染的测定等

## 1.传感器的概要

将入射到 GM 计数管式传感器内的放射线（β 线、γ 线、X 线等）作为放电脉冲检出。是主要用于空间线量率的高灵敏度测定用的放射线检测传感器。

## 2.传感器的构造和原理

### 【构造】

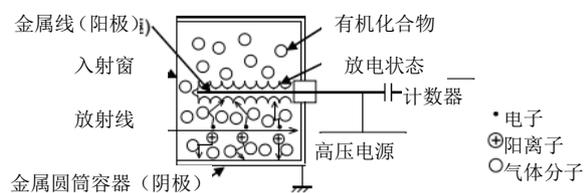
在中心布有金属线（阳极）的金属圆筒容器（阴极）内，封入了有机类或卤素类的气体。β 线测定用的 GM 计数管，部分圆筒容器设置了使用云母等材质的 β 线用入射窗。

### 【原理】

放射线入射到 GM 计数管时，管内的气体被电离，生成阳离子和电子。

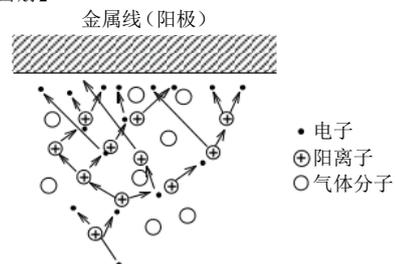
GM 计数管，在阴、阳的电极间被施加高电压，管内的电场被保持很高的状态。因放射线生成的电子，开始在电场中移动，因为电场强度很强而被加速，能源增高，从而进一步诱发电离，该现象不断发生，从而发生电子雪崩现象。由于电子雪崩，在电极间发生放电，从 GM 计数管获得放电脉冲。通过测定该放电脉冲，可以知道已入射的放射线的量。

### 【构造图】



### 【原理图】

#### 【电子雪崩】



# 电离箱式传感器

Ionization Method

检测对象物
【 $\gamma$ 线、X线的测定】
医院、研究所等的被暴露测定

**1.传感器的概要**  
 收集因为放射线的电离作用而制造的一次离子，以对应入射到电离箱内的放射线的量的电流、电荷、或脉冲的形态，测定放射线的传感器。

**2.传感器的构造和原理**

**【构造】**  
 在用树脂或金属制作的电离箱的中心设置了棒状的集电极，在电离箱内封入了空气或氩气等惰性气体。电离箱内壁和集电极用导电性材料制作，在两极间施加了电离箱区域的电位。部分电离箱，具有设置了用于测定 $\alpha$ 线或 $\beta$ 线的入射窗的构造。

**【原理】**  
 放射线入射到电离箱内时，电离箱内的气体被电离后被制作为离子对（电子和正离子）。电离箱内在两极间施加电位，形成电场，由于该电场，离子向电极方向移动，获得电流（图 a）。这种方式的电离箱一般用于线量率的测定。

另一方面，图 b 方式的电离箱，是将电离箱内制造的离子蓄电到电容器内的电荷蓄积型的电离箱，用于线量的测定。这种方式的电离箱，用水晶类的反弹力显示蓄积在电容器内的电荷，有用内置的显微镜读取水晶类的位置的直读型的便携式线量计。

**【构造·原理图】**

Va、V:电压 i: 电流 R: 电阻 Q: 电荷 C: 电容器

图 a 图 b

**【输出特性】**

# 应力检出式传感器

Stress Detection Method

检测对象物
【车轮的不平衡检测】
汽车、摩托车等

**1.传感器的概要**  
 是特殊的结晶体因为压缩或延伸而带电的现象，也就是将应力转换为电气信号的应力检测传感器。可以进行汽车轮胎的重量不平衡的测定。

**2.传感器的构造和原理**

**【构造】**  
 由回转轴、应力传感器（2个）、电动机、演算回路（微电脑）、显示器等构成。

**【原理】**  
 汽车用车轴，以轴为中心，处于在周边有少许重量的不平衡状态，如果就这样行驶，会导致振动、方向盘摇摆。将车轴安装在轴上，使其回转，用压电元件捕捉重量的不平衡反应在轴上的应力，并转换为电气信号，测定不平衡的位置、大小。

**【构造图】**

# 试验纸光电光度式（黑烟用）传感器

Test Paper Type Photo-Electric Photometry Method

检测对象物
【柴油机的黑烟浓度测定】
柴油机车等

## 1.传感器的概要

使用捕集黑烟的滤纸，采用测量黑烟的量的光量光度法测定黑烟浓度。可以测定柴油机车排气中的黑烟、焚烧炉排气中的污染度等。

## 2.传感器的构造和原理

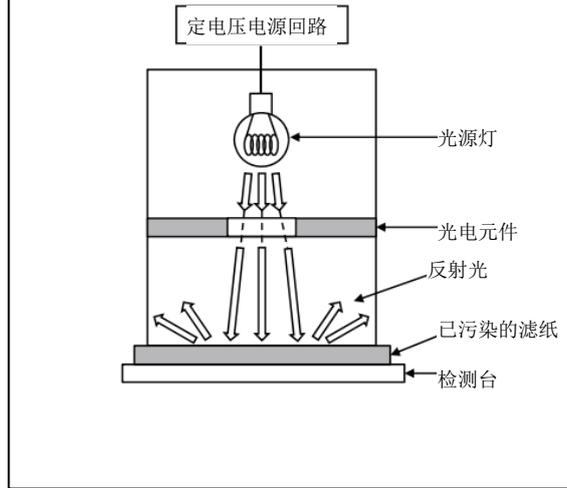
### 【构造】

由吸附排气中的黑烟中的固体粒子等的滤纸、安装滤纸的检测台、光源灯、检测滤纸上的反射光的光电元件等构成。

### 【原理】

按照一定量、一定时间吸引柴油机的排气量，在吸引过程中将污染的滤纸放置在检测台上，照射光源灯的光。光虽然在滤纸上反射，但由于污染量所致，光会被吸收，反射的光量会减少。用光电元件检测减少量，可以测定黑烟的污染度（%）。

### 【构造图】



# 暗度计（光透过式烟度计）

Opacimeter

检测对象物
【排出气体污染度测定】
汽车排气等

## 1.传感器的概要

是根据使得光透过汽车排气时的透过率变化，测定基于粒子状物质（PM）的排放气体的污染度（光吸收计数  $0.01\text{m}^{-1}$ ）的传感器。

## 2.传感器的构造和原理

### 【构造】

由光源部、将光源部的光变为平行光线的镜头、排放气体流入的测定室、检测来自光源部的平行光线的受光部等构成。

### 【原理】

从汽车排气管采集的排放气体，流入到测定室内后，由于排放气体的烟，透过的光的光量衰减。通过用受光部检测已衰减的光量，可以测定排放气体的光吸收计数（ $\text{m}^{-1}$ ）。光吸收计数用下式表示。

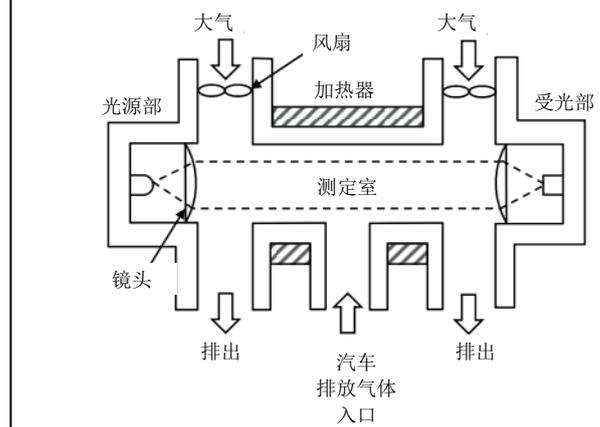
$$k = \frac{-1}{L_A} \times \ln\left(\frac{\tau}{100}\right)$$

k : 光吸收计数( $\text{m}^{-1}$ )

$L_A$ : 有效光路长(m)

$\tau$  : 相对排气的透过率(%)

### 【构造图】



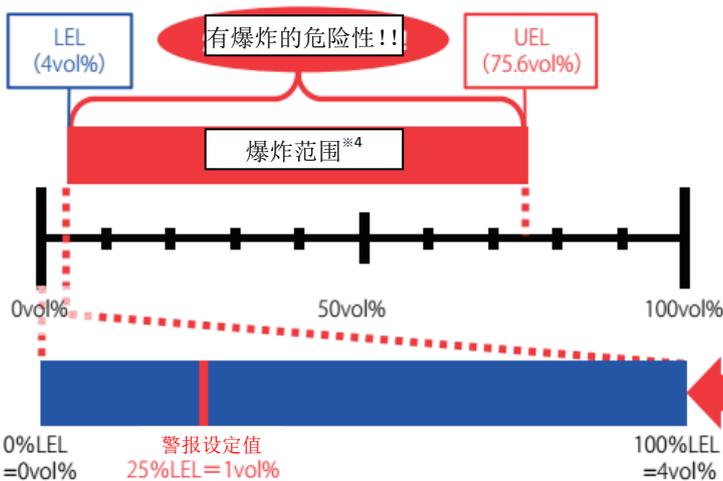
## 关于可燃性气体、毒性气体

### 可燃性气体

所谓可燃性气体，依据一般高压气体保安规则第二条第一项，被按照下述进行定义。

- 爆炸界限<sup>※1</sup>（是指与空气混合时的爆照界限。下文相同。）的下限在 10%以下之物
- 爆炸界限的上限与下限之差在 20%以上之物

氢气（H<sub>2</sub>）的爆炸下限<sup>※2</sup>（LEL）、爆炸上限<sup>※3</sup>（UEL）、警报设定值一例



#### 关于可燃性气体的警报设定值

当可燃性气体浓度达到爆炸下限（LEL）后，即使通知危险也已经太迟!!



必须进行浓度管理，在达到爆炸下限前，通知可燃性气体的存在

作为爆炸下限以下的浓度管理，一般依据高压气体保安规则相关示例基准 23 之一的 1.2，被定义为“可燃性气体，应设定为爆炸下限 1/4 以下的值。”

※1…所谓爆炸界限，是指可燃性气体与氧气（空气）的混合气体，在存在着火源时有可能发生爆炸的浓度的界限。该界限，分为可燃性气体的浓度最小和最大两个界限。

※2…所谓爆炸下限（LEL: Lower Explosive Limit），是指爆炸界限的可燃性气体的浓度最低界限。

※3…所谓爆炸上限（UEL: Upper Explosive Limit），是指爆炸界限的可燃性气体浓度的最高界限。

※4…所谓爆炸范围，是指爆炸下限和爆炸上限之间的可能爆炸的浓度范围。

### 毒性气体

所谓毒性，依据一般高压气体保安规则第二条第二项，被按照下述进行定义。

- 容许量在百万分之二百以下之物（=允许浓度在 200ppm 以下之物）

毒性气体的警报设定值，依据一般高压气体保安规则示例基准 23 之 1 的 1.2，被按照下述进行定义。

- 毒性气体，应设定为允许浓度值（对于试验用标准气体的调查难以进行之物，为允许浓度值 2 倍的值）以下的值。

#### 允许浓度（容许量、TLV: Threshold Limit Value）的定义

所谓允许浓度，是指判断为在劳动现场，劳动者即使被暴露在有害物质之下，空气中的有害物质浓度如果在该数值以下，则可认为几乎不会对所有的劳动者的健康带来不良影响的浓度。

允许浓度，是 ACGIH（美国产业卫生专家会议：American Conference of Governmental Industrial Hygienists）与日本产业卫生学会发出劝告的浓度，**我公司使用 ACGIH 的允许浓度。**

#### ACGIH 劝告的各种允许浓度（TLV）

术语	含义
TWA (Time-Weighted Average)	在 1 天 8 小时，一周 40 小时的平常作业中即使反复暴露，也不会导致健康障碍的时间加重平均值
STEL (Short-Term Exposure Limit)	在 15 分钟以内，以 1 小时以上为间隔，1 天 4 次以下的暴露下，不会导致健康障碍的短时间暴露极限值
C (Ceiling)	不可超过此值的上限值

## 关于特殊高压气体、氧气、硫化氢

### 特殊高压气体

所谓特殊高压气体，作为需要特别注意的气体，依据一般高压气体保安规则第二条第三项，定义为下述记载的 7 种气体。

#### 7 种特殊高压气体

特殊高压气体	三氯化砷	乙硅烷	乙硼烷	硒化氢	磷化氢	四氯化锗	硅烷
分子式							

### 氧气和硫化氢

氧气及硫化氢的吸入引起的对人体的症状，依据缺氧症等防止规则第二条，被按照下述进行定义。

- 缺氧症 …是指被确认到因为吸入空气中的氧气浓度处于 18%以下的空气而产生症状的状态。
- 硫化氢中毒 …是指被确认到因为吸入硫化氢的浓度超出百万分之十的空气而产生症状的状态。

#### 允许浓度的定义

##### 缺氧症的症状

##### 硫化氢中毒的症状

安全	氧气浓度 (%)	症状	安全	硫化氢浓度 (ppm)	症状
	20.93	大气中的氧气浓度		0.025	嗅觉界限
	18	属于安全下限，在作业环境内必须进行连续换气、氧气浓度测定、准备安全带等、呼吸用保护用具		0.2	任何人都可感知的臭气
	16~12	脉搏及呼吸数增加、精神集中力降低、单纯计算错误、精密肌肉作业变差、体力下降、头痛、耳鸣、恶心、想吐		3~5	感觉不舒服的中等强度的臭气
	14~9	判断力降低、振奋状态、不稳定的精神状态、频繁叹气、异常的疲劳感、酩酊状态、头痛、想吐、呕吐、没有当时的记忆、受伤的痛感感觉不到、全身脱力、体温上升、发绀、意识朦胧、有从楼梯、梯子坠落死溺死的危险性		10	眼睛的粘膜刺激下限
	10~6	想吐、呕吐、失去行动自由、即使感觉危险也无法动无法叫、虚脱、幻觉、发绀、意识丧失、昏倒、中枢神经障碍、全身痉挛、死的危机		20~30	习惯臭气，超出该浓度也感觉不到它的强度 刺激肺的最低下限
	6 以下	多次喘不过气、神志昏迷、昏倒、呼吸渐缓或停止、痉挛、心脏停止、死亡		100~300	2~15 分钟，嗅觉神经麻痹，反而感觉到引起不舒服的臭味减轻 隔膜炎（天然气眼病）、眼睛痒、痛、感觉像是砂子进入了眼睛、刺眼、充血和肿胀、隔膜浑浊、角膜破坏和剥离 视野的变形和朦胧、光引起的痛感增强 连续 8~48 小时暴露时，会支气管炎、肺炎、肺水肿引起窒息死。 气管粘膜有灼热痛感。 如果暴露在 1 小时以内，不会到达重度症状的界限
危险			350~600	30 分钟~1 小时暴露，有生命危险	
			700~1000	短时间出现过度的呼吸后，马上呼吸麻痹，丧失意识、昏倒、呼吸停止、死亡	
			5,000	马上死亡	

※参考资料：新缺氧危险作业主任测试（2007 年 10 月 26 日 第 3 版发行）



二氯氢硅										
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- ※1 从闪点到气体比重项目，参照了【劳动安全卫生综合研究所技术指南 JNIOOSH-TR-No. 44(2012) 用户用工厂防爆设备指南（后文称为指南）】、【化学物质的危险・有害手册（后文称为手册）】及【国际化学物质安全性卡(后文称为卡)】、【中央劳动灾害防止协会 安全卫生信息中心 产品安全数据表】。
- ※2 ACGIH 劝告值 允许浓度 (TLV) 的项目参照了【2014 TLV s R and BEI s R】。
- ※3 日本产业卫生学会 劝告值项目参照了【产业卫生学杂志 Journal of Occupational Health 第56卷 第5号 2014年9月】
- ※4 括号内的数值，是在【2014 TLV s R and BEI s R】上记载的允许浓度的预告值。

## 理研计器株式会社

总公司 邮编 174-8744 东京都板桥区小豆泽 2-7-6  
 ☎(03)3966-1111 (总机) FAX(03)3558-0043  
 主页 <http://www.rikenkeiki.co.jp/>

(营业所及办事处)

札幌 邮编 060-0806 北海道札幌市北区北六条西 1-4-2 第一广场大楼 3 楼	☎(011)757-7505 (总机) FAX(011)757-7506
仙台 邮编 980-0811 宫城县仙台市青叶区一番町二丁目 7-17 朝日生命仙台一番町大楼 2 楼	☎(022)722-7835 (总机) FAX(022)261-5818
鹤冈 邮编 997-0019 山形县鹤冈市茅原西茅原 113-1	☎(0235)28-3156 (总机) FAX(0235)28-3157
水户 邮编 310-0912 茨城县水户市见川四丁目 668-3	☎(029)306-9321 (总机) FAX(029)241-3757
埼玉 邮编 365-0075 埼玉县鸿巣市宫地 4-3-5	☎(048)598-5090 (总机) FAX(048)543-2010
千叶 邮编 260-0825 千叶县千叶市中央区村田町 668-20	☎(043)497-6303 (总机) FAX(043)264-1487
神奈川 邮编 222-0033 神奈川县横浜市港北区新横浜 2-8-12 Attend on Tower 5 楼	☎(045)476-7581 (总机) FAX(045)476-7601
浜松 邮编 433-8112 静冈县浜松市北区初生町 1159-4	☎(053)437-9421 (总机) FAX(053)437-9424
名古屋 邮编 453-0856 爱知县名古屋市中村区并木 1-136	☎(052)411-3636 (总机) FAX(052)411-3452
四日市 邮编 510-0812 三重县四日市市西阿仓川 1415-10	☎(059)333-7221 (总机) FAX(059)333-7627
金泽 邮编 921-8062 石川县金沢市新保本 4-65-17	☎(076)240-7060 (总机) FAX(076)240-7061
大阪 邮编 532-0002 大阪府大阪市淀川区东三国 1-10-7	☎(06)6350-5871 (总机) FAX(06)6350-5877
神户 邮编 651-0095 兵库县神户市中央区旭通 2-1-9	☎(078)261-3031 (总机) FAX(078)261-0610
水岛 邮编 712-8025 冈山县仓敷市水岛南春日町 3-8	☎(086)446-2702 (总机) FAX(086)446-5855
四国 邮编 792-0021 爱媛县新居滨市泉宫町 2-26	☎(0897)37-3775 (总机) FAX(0897)37-3742
广岛 邮编 731-0138 广岛县广岛市安佐南区祇园 2-17-39	☎(082)875-4151 (总机) FAX(082)875-5030
德山 邮编 745-0861 山口县周南市新地 2-7-30	☎(0834)27-5121 (总机) FAX(0834)21-0577
福冈 邮编 813-0042 福冈县福冈市东区舞松原 1-10-13	☎(092)691-6372 (总机) FAX(092)691-6376
熊本 邮编 862-0972 熊本县熊本市中央区新大江 2-20-9	☎(096)373-1230 (总机) FAX(096)375-5735
大分 邮编 870-0108 大分县大分市三佐 1-1-34	☎(097)523-3811 (总机) FAX(097)523-3823

※为了提高产品性能，本商品目录上的记载事项，可能会在未经通知的情况下更改。

