

碳粉浓度/余量传感器

磁导率检测型

TS 系列

Type: TS-L (双面基板型)
 TS-A (单面基板型)
 TS-K (单面基板型)

Issue date: December 2009

碳粉浓度/余量传感器

TS-L, -A, -K系列

RoHS指令对应产品

为了通过PPC复印机及激光打印机等稳定获得清晰的图像，始终将碳粉（色素粉末）和载体（磁性粉末）配比保持在最佳状态是非常重要的。

TDK的可编程碳粉传感器就是以将两者的配合比始终保持在适当程度为目的而开发的产品，可通过利用与配合比相对应的直流输出电压维持最佳状态。

特点

- 是一种通过采用高性能铁氧体磁心的差动变压器方式工作的可编程碳粉浓度传感器，内置电压控制调整功能，因此只需对控制线施加直流电压，即可让传感器的动作点在广泛为内进行变化。
- 控制输入线可以布设任意长度，因此可以将传感器的调整点设置在装置最容易操作的位置上。
- 控制范围广泛，可以简单地进行因显影剂的变更等引起的动作点的重新设定。
- 通过利用CPU对控制电压进行控制，可实现自动调整。
- 多色印刷装置也可通过改变控制电压简单地对各种颜色相对应的动作点的变动进行修正，所以无需按照每种颜色准备动作点各不相同的传感器，只需一个传感器即可应对所有颜色。
- 因属于超小型形状，可简单地设定传感器的设置点。

电气特性

电源电压输入	
额定输入电压 Edc(V)	24±5%
电源输入消耗电流 (mA)	最大20
控制电压输入	
额定控制电压输入 Edc(V)	7
控制输入消耗电流 (mA)	最大10
控制电压输入范围 Edc(V)	2 to 24
控制输入阻抗 (MΩ)	1±10%
模拟输出特性	
输出电压 B(V)	2±0.2 [常温常湿]
输出电压 A(V)	3.3±0.3 [常温常湿]
输出可变幅度 ΔB(V)	最小1[根据Vc:2V的变化]
输出阻抗 (kΩ)	150±10% at DC
输出滤波器时间常数 (s)	最大1
输出纹波 E _{P-P} (mV)	最大20
温度变动 (V)	最大±0.5 0 to +50°C(从25°C起的变动)
数字输出特性	
数字输出电压 :H(V)	最小4.5
数字输出电压 :L(V)	最大0.5
数字输出电流 :H(mA)	最大0.4
数字输出电流 :L(mA)	最大0.5
电平比较仪	
阈值电压 (V)	2.5±0.5 模拟输出电压

- 上述数值为可编程碳粉传感器 TS0524LB-X 的值。

产品名称的识别法

A, K 系列（单面基板型）

TS ○ ○ △ □ ◇ ☆ - ▽ ▽ ▽

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)

- | | |
|------------------------|---|
| (1)系列名称 | (6)形状 |
| (2)内部工作温度
标准 05: 5V | A: L型 (传感器直径φ10mm)
K: 小型 (传感器直径φ8mm) |
| (3)供给电压
标准 24: 24V | (7)规格序号 |
| (4)模拟输出 | (8)制造商编号 |
| A: 模拟输出 有 | C: 连接器型 |
| N: 模拟输出 无 | E: 空载传感器等 |
| (5)数字输出 | * (7), (8) 为本公司指定的使用序号 |
| D: 数字输出 有 | |
| N: 数字输出 无 | |

L 系列（双面基板型）

TS ○ ○ △ □ ◇ - ▽ ▽ ▽

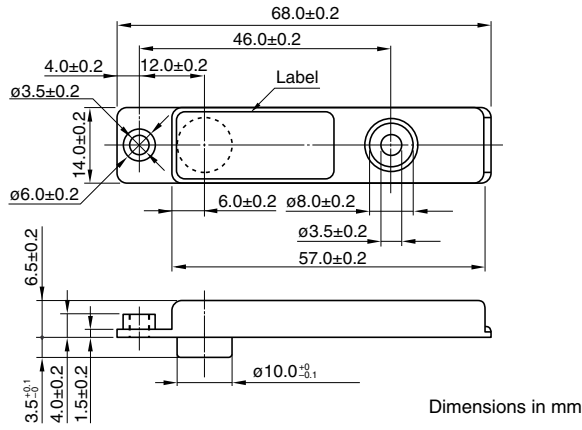
(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| (1)系列名称 | (5)传感器部分突出长度 (L) |
| (2)内部工作温度
标准 05: 5V | A: 3.0mm
B: 4.5mm |
| (3)供给电压
标准 24: 24V | (6)规格序号 |
| (4)传感器部分的结构
L: TH磁心式 | (7)制造商编号 |
| | C: 连接器型 |
| | E: 空载传感器等 |
| | * (6), (7) 为本公司指定的使用序号 |

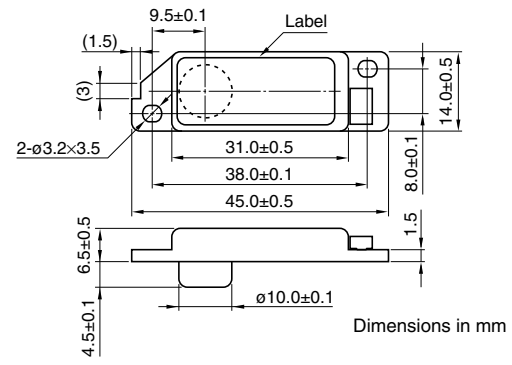
● RoHS 指令的对应：表示除了依据 EU Directive 2002/95/EC 免除的用途之外，未使用铅，镉，汞，六价铬及特定溴系难燃剂 PBB，PBDE 等。

· 记载内容，在没有予告的情况下有可能改进和变更，请予以谅解。

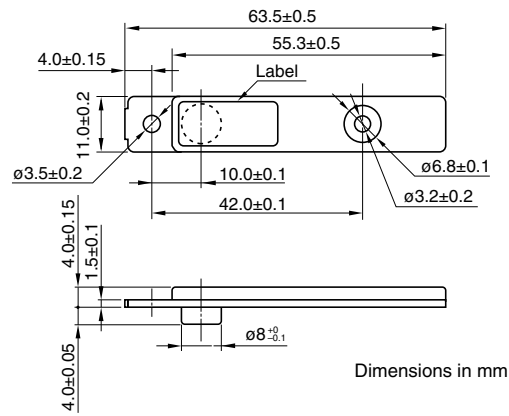
形状・尺寸
单面基板型
A 系列



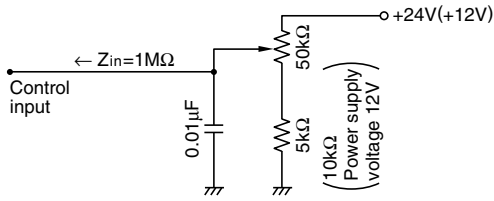
双面基板型
L 系列



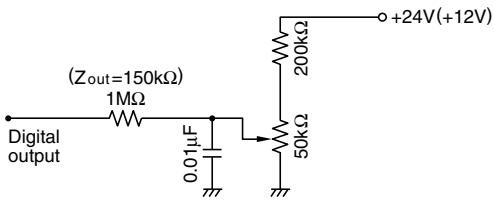
K 系列



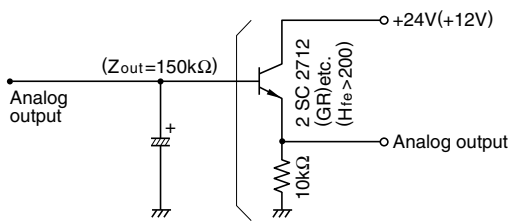
动作点调整



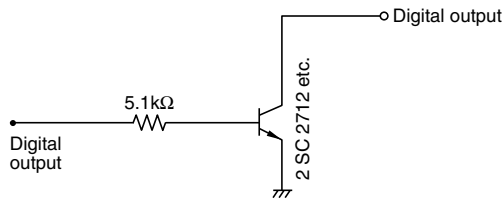
数字输出阈值电压调整



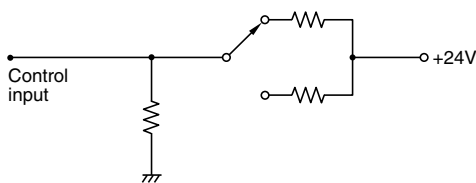
模拟输出滤波器时间常数增加



数字输出缓冲器

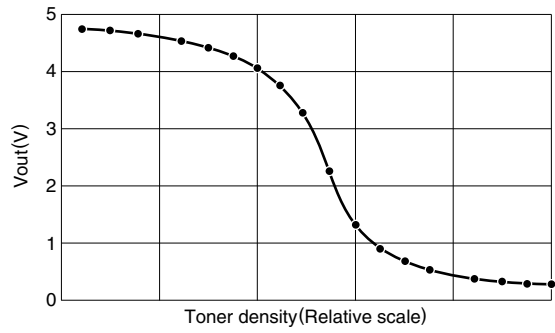


动作点切换

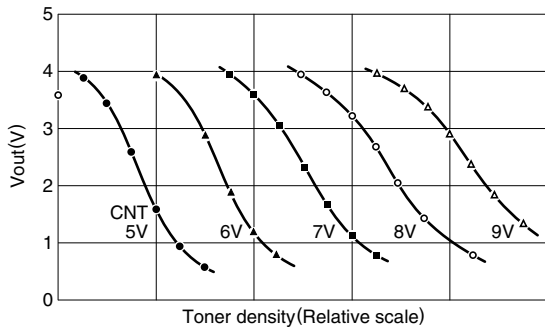


特性例

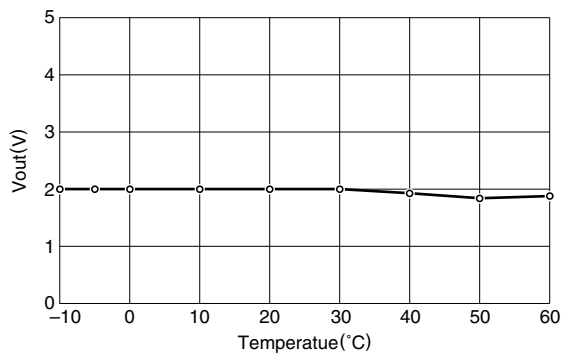
碳粉浓度 - 输出特性



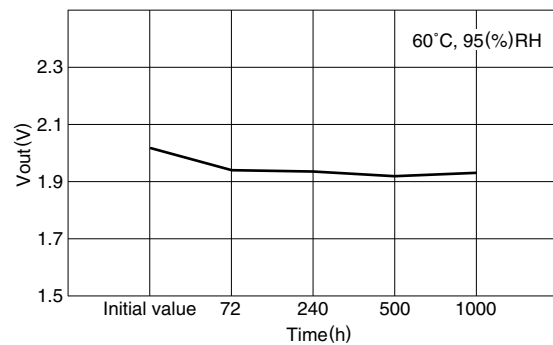
控制电压 - 输出特性



温度特性



高温高湿负荷试验



使用注意事项

为了获得可编程碳粉传感器的稳定工作，请注意以下各项。

此外，数值为一般设计上的参考标准。

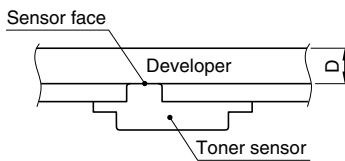
传感器的检测灵敏度根据设置传感器的显影剂容器的材质，形状及输出显影剂的结构会受到为妙的影响，所以采用特殊的设计规格时请另行商洽。

1. 关于传感器面附近的显影剂（碳粉+载体）量

传感器面附近的显影剂量（下图的D）较少时（5mm以下），传感器面的检测灵敏度比所设定的灵敏度要低。

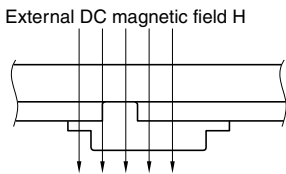
通过预先在电路上将传感器输出增幅，可以对检测感度的下降进行补偿，但耐环境性及温度特性会出现劣化等，无法获得工作的稳定性。

因此，进行显影剂容器及输出结构的设计时，请将显影剂的最少量（下图的D值）设计为6mm以上。

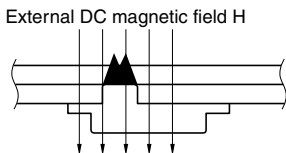


2. 关于碳粉传感器附近的外部磁场的影响

如果将传感器设置在会对传感器本体施加直流磁场的环境（传感器附近有直流磁场发生源时等）下，根据直流磁场强度，预先设定的传感器动作点会发生变动。



此外，各个装置所发生的直流磁场的强度各不相同，需要根据各自的直流磁场强度重新设置传感器动作点。基本上，要求设置在没有直流磁场影响的设置环境，但设计上有所制约时请另行商洽。

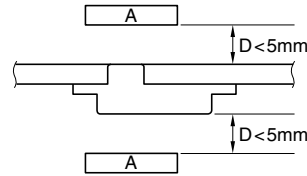


还有，施加在传感器本体上的直流磁场高出一般水平时，在传感器部分设置有磁力屏蔽磁心的定制型会如前图所示，显影剂中所含的磁性粉末（载体）会积存在磁心位置，有时会导致无法正常工作（采用体积较小的磁心的标准TS-L系列几乎不会发生此类现象）。

3. 关于碳粉传感器附近的导电体的影响

传感器附近存在导电体时，也会有引起传感器动作点变动的危险，但只要保持一定程度的距离，通过重新设定动作点便可恢复正常工作。

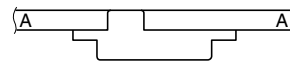
但是，如下图所示，在导电体极端接近传感器的状态下，有时会出现超出传感器动作点调整范围的情况。



A: Conductors such as aluminum plates

此外，如下图所示，如果将传感器本体直接安装到铝等导电体上，传感器线圈的驱动电力有时会在铝片上短路，导致完全不工作的情况。

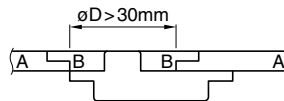
定制型虽然可以工作，但与安装状态和动作点的变动幅度有着密切关系，所以会导致各个装置的动作点有所偏差，使调整变得复杂。



A: Conductors such as aluminum plates

将传感器本体安装到铝片等导电体上时，如下图所示，要将传感器头周围挖开最低 $\phi 30\text{mm}$ 以上，并填入所料片等之后，再安装传感器本体。

但是，即使采取此类对应措施后，安装状态的偏差较大时，传感器动作点仍可能发生变动。



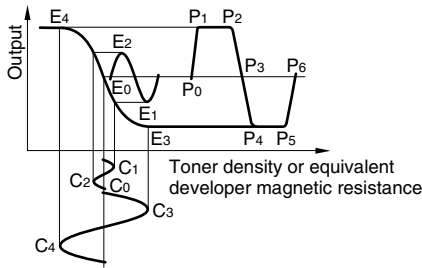
A: Conductors such as aluminum plates
B: Non-conductive material such as plastic

4. 关于检测输出的纹波发生原因

检测输出的纹波发生于传感器附近的显影剂流动不稳定时。

根据纹波的大小，控制精度有时会出现显著降低，因此，为了能够总是进行稳定的检测，在进行传感器安装位置的设计时，请对显影剂的流动（流量的稳定性）加以充分考虑。传感器内部内置有吸收纹波的滤波器，因此只要是通常的纹波水平几乎不会有问题。

但是，所发生的纹波超过一般水平变得较大时，有时会出现以下不良状况。



上图是显影剂不稳定的流动形成检测输出纹波时的表现样态的模型。现在，以动作点 C_0 为重心，假设显影剂的流动中发生 $C_0 \Rightarrow C_1 \Rightarrow C_0 \Rightarrow C_2 \Rightarrow C_0$ 的较小幅度的波动。

这种不稳定的流动反映为输出纹波 $E_1 \sim E_2$ 的波动。

这种情况下，如果输出纹波的波动幅度在传感器的动作范围内，通过对输出信号进行滤波，可获得稳定的传感器特性。

但是，显影剂的流动为极端不稳定的 $C_0 \Rightarrow C_3 \Rightarrow C_0 \Rightarrow C_4 \Rightarrow C_0$ 时，如输出纹波的峰值显示为 E_3, E_4 一般，有超过传感器饱和范围的危险性。

在这种情况下，传感器只在 $P_0 \Rightarrow P_1$ 之间和 $P_2 \Rightarrow P_3 \Rightarrow P_4$ 之间以及 $P_5 \Rightarrow P_6$ 之间进行传感动作，而在 $P_1 \Rightarrow P_2$ 之间和 $P_4 \Rightarrow P_5$ 之间，传感器处于饱和状态，无法进行原本可以发挥的传感动作。

也就是说，这意味着传感器灵敏度将大幅度降低。

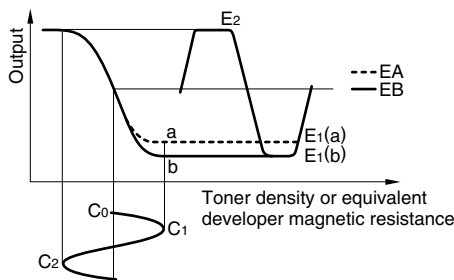
当然，通过滤波可以减少纹波成分。

然而，由于传感器灵敏度本身因饱和而有所降低，所以滤波后，为了维持与发生未达到饱和的较小纹波时间同等的传感器灵敏度，需要事先提高传感器的灵敏度。

不过，传感器灵敏度的提高意味着相对于显影剂流量变化（不稳定性）的灵敏度的提高，因此输出纹波也会变大，无法得到良好的效果。

而且，即使提高传感器灵敏度，S/N 比也不会发生变化，因此控制精度也不回提高，还会伴随着发生耐环境性劣化等问题，结果造成阻碍稳定工作的倾向会有所增强。

此外，作为避免发生较大纹波的必要性之一，有如下所述的事项。



前途还是假设显影剂的流动为极其不稳定的 $C_0 \Rightarrow C_1 \Rightarrow C_0 \Rightarrow C_2 \Rightarrow C_0$ 时的模型。

用该模型设定 A 和 B 两个传感器。两个传感器只在饱和点上有所不同，而在其他方面则是完全相同的传感器。

将传感器 A 的饱和点设为 a，将传感器的饱和点设为 b。

与 $C_0 \Rightarrow C_1 \Rightarrow C_0 \Rightarrow C_2 \Rightarrow C_0$ 的流量变化相对应的输出纹波也分为 $E_1(a) \sim E_2$ 与 $E_1(b) \sim E_2$ 。

并且，对该输出进行滤波所获得的平均输出 EA 和 EB 也自然会出现不同结果。

也就是说，该模型显示，在饱和以前的传感器动作领域中完全发挥相同特性的两个传感器，因较大纹波因素的干预而显示各自不同的输出，进一步出现传感器灵敏度也发生微妙偏差的问题。

发生较大纹波时，为了让各个传感器保持同一输出水平和传感器灵敏度，需要事先分别调整传感器灵敏度，这并不是非常困难的工作。

通过以上的考察可知，输出纹波问题并不单纯是滤波器特性上的问题，为了让各个装置分别进行稳定工作，可以说是一个极其重要的课题。

此外，TDK 可编程碳粉传感器因内置滤波器，所以传感器输出中所表现的纹波是滤波后的成分。

进行显影剂容器的设计时，建议暂时去掉传感器的滤波器，首先观察直接反映显影剂不稳定性原纹波成分。

5. 关于传感器灵敏度和传感器输出电压的关系

TDK 可编程碳粉传感器考虑了与现有其他产品的兼容性，用输出中心值为 2.5V 和 5V 的产品进行比较，对于相同的碳粉浓度变化，5V 产品产生的输出电压变化约是 2.5V 产品的 2 倍。

这表示，关于传感器本身的灵敏度，对于相同的 V/wt%，5V 产品约是 2.5V 产品的一半。

上述内容反过来说，5V 产品比 2.5V 产品更能够大幅度改善耐环境特性。

鉴于以上原由，在进行新装置的设计时，建议采用 5V 产品。

基本工作原理（差动变压器型碳粉浓度 / 余量传感器）

1. 工作原理

碳粉传感器检测磁性显影剂的碳粉浓度 / 余量。

因显影剂为磁性体，磁性显影剂较少时，磁阻便会变大，相反磁性显影剂较多时，磁阻便会变小。

如果检测出显影剂磁阻的大小，便可得知碳粉浓度 / 余量，但由于磁阻的变化非常小，所以其检测需要花费一些工夫。

1-1. 差动变压器型传感器的检测原理

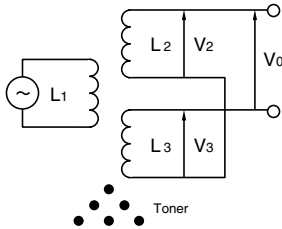


图 1-1 是差动变压器的原理图。由于差动变压器是将驱动线圈 L1，检测线圈 L3，基准线圈 L2 设于同一磁心的变压器，所以用高频（500kHz）驱动 L1，差动输出 V0 为：

$$V_0 = (V_2 - V_3)$$

在这里，假设关于标准浓度 / 余量的检测，两基准线圈的输出电压为 V30，V20，设计为 V30=V20 时，浓度 / 余量变化所引起的检测线圈输出变化量相对于 ΔV3 为：

$$V_0 = V_{20} - (V_{30} + \Delta V_3) = -\Delta V_3$$

微小变化 ΔV3 即为差动输出。

然而，对于通常的显影剂，相对于检测面附近的碳粉余量的 10g 变化量，ΔV3 为了在 0.1 左右下检测电压的变化，需要 10 倍左右的直流增幅器，传感器的稳定度会大幅度降低。

为了在不损害稳定度的情况下获得较大的输出变化，可以采用识别位相的方式代替作为电压识别 ΔV3 的方法。

1-2. 采用位相识别方式的差动变压器型传感器

在前一项中，为了获得传感器输出 ΔV3，将标准浓度 / 余量时的基准线圈输出 V20 及检测线圈输出 V30 设为 V30=V20，但在位相识别方式中，则设为：

$$\begin{aligned} V_{20} > V_{30} & \quad \text{标准浓度 / 余量} \\ V_{20} < V_{30} + \Delta V_3 & \end{aligned}$$

即，

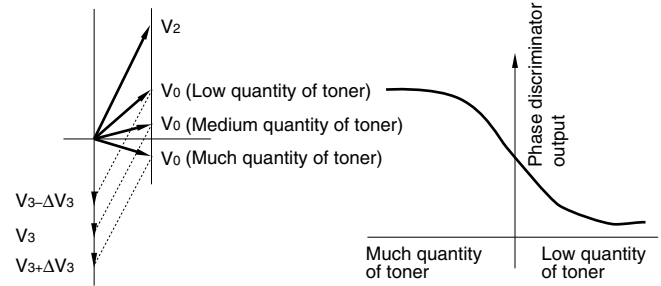
$$\begin{aligned} V_0 = V_{20} - V_{30} > 0 & \quad \text{浓度 / 余量小 或者标准浓度 / 余量} \\ V_0 = V_{20} - V_{30} - \Delta V_3 < 0 & \quad \text{浓度 / 余量大} \end{aligned}$$

差动输出 V0 的位相以标准浓度 / 余量为界逆转。

如果通过位相识别器对这种位相变化进行识别，相对于碳粉浓度 / 余量，可以获得较大的电压输出。

在这里，为了使输出变化为模拟性，如果将基准线圈输出电压的位相稍稍偏移，如图 1-2 所示，可以使输出进行模拟性变化。

1-2. 位相识别器引起的模拟输出变化

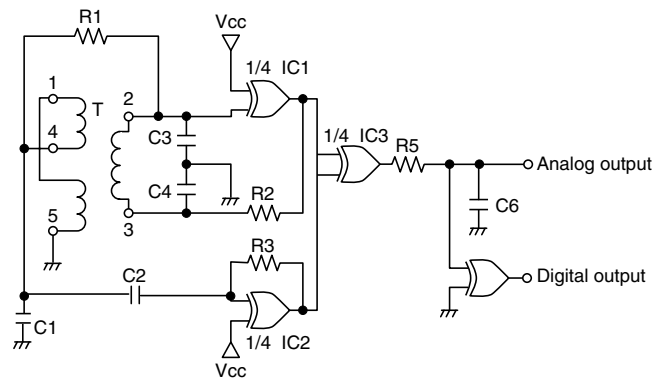


2. 电路及工作

是如图 2-1 所示的电路，也将 EX-OR 门用于位相比较器，OSC，波形整形。

- IC1 作为 Colpitts OSC 工作，以约 500kHz 对驱动线圈进行驱动。
- IC2 作为波形整形反相器工作，将差动输出整形为矩形波。
- IC3 作为位相比较器工作。
- C1 为共振用电容器，起着在传感器面上没有显影剂时将模拟输出偏置控制在最小程度的作用。
- R1 用于将模拟输出灵敏度保持在适当的程度。

2-1. 碳粉浓度传感器电路



2-2. 碳粉浓度和输出信号的关系

