[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int.Cl[6]
G01N 21/61

[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 96199608.0

[43]公开日 1999年5月5日

[11]公开号 CN 1216108A

[22]申请日 96.12.26 [21]申请号 96199608.0
[30]优先权
[32]96.1.11 [33]US [31]08/583,993
[86]国际申请 PCT/US96/20796 96.12.26
[87]国际公布 WO97/25613 英 97.7.17
[85]进入国家阶段日期 98.7.13
[71]申请人 恩格尔哈德传感器技术公司
地址 美国新泽西州
[72]发明人 雅各布·Y·翁

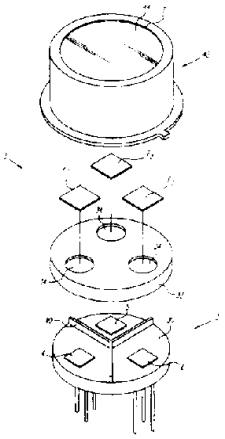
[74]专利代理机构 中科专利代理有限责任公司
代理人 卢 纪

权利要求书10页 说明书30页 附图页数14页

[54]发明名称 被动式红外分析气体传感器及其多通道检测器组件

[57]摘要

本发明提供一种被动源式红外气体传感器，它采用一个环境温度源，把检测器 组件与源之间的空隙用作样品室。它包括用来产生第一、第二、第三输出的红 外检测器组件，第一输出表示接收到的位于被待测气体吸收的光谱带上的辐射 ，第二输出表示接收到的位于第一中性光谱带上的辐射，第三输出表示接收到 的位于第二中性光谱带上的辐射。它还包括一个信号处理装置，用来处理三个 输出，以确定气体浓度。它可以监测多种气体的浓度。



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1、一种红外检测器组件，其特征在于，它包括以下部分：

a、一个具有一个用来接收红外辐射的开口的检测器封装壳；

b、一个安装在所述检测器封装壳内的基片，所述基片中有三个孔径；

c、制作于所述基片底侧的第一、第二和第三温差电堆检测器，其中，所述温差电堆检测器的热结分别位于所述基片的一个孔径之上，以接收穿过所述孔径的辐射，各个所述温差电堆检测器的冷结都位于基片上；

d、一个安装于所述基片顶部的第一干涉带通滤波器，所述第一滤波器覆盖了所述第一检测器上方的所述孔径，且位于所述开口与所述第一检测器之间，所述第一干涉带通滤波器被设计成通过在一第一光谱波段上的入射辐射；

e、一个安装于所述基片顶部的第二干涉带通滤波器，所述第二滤波器覆盖了所述第二检测器上方的所述孔径，且位于所述开口与所述第二检测器之间，所述第二干涉带通滤波器被设计成通过在一第二光谱波段上的入射辐射；以及

f、一个安装于所述基片顶部的第三干涉带通滤波器，所述第三滤波器覆盖了所述第三检测器上方的所述孔径，且位于所述开口与所述第三检测器之间，所述第三干涉带通滤波器被设计成通过在一第三光谱波段上的入射辐射。

2、如权利要求1所述的红外检测器组件，其特征在于，它还包括经所述检测器封装壳延伸并与所述第一、第二和第三温差电堆检测器电连接的输出引线。

3、如权利要求2所述的红外检测器组件，其特征在于，所述基片是由一种半导体材料组成的，且其中所述第一、第二和第三温差电堆检测器是从由薄膜温差电堆检测器和微加工温差电堆检测器所组成的一组器件中选择出来的。

4、如权利要求1所述的红外检测器组件，其特征在于，所述基片是

由一种半导体材料组成的，且其中所述第一、第二、第三温差电堆检测器是一种微加工温差电堆检测器。

5、如权利要求4所述的红外检测器组件，其特征在于，它还包括：

a、一个制作于所述基片上的信号处理器，所述信号处理器与所述第一、第二和第三温差电堆检测器电连接；以及

b、经所述检测器封装壳延伸并与所述信号处理器电连接的引线。

6、如权利要求1所述的红外检测器组件，其特征在于，所述第一、第二和第三红外温差电堆检测器形成于一个罩盖了检测器下面的孔径的电绝缘膜片上。

7、如权利要求6所述的红外检测器组件，其特征在于，所述电绝缘膜片是由一薄层塑料膜组成的。

8、如权利要求7所述的红外检测器组件，其特征在于，所述塑料膜是MYLAR。

9、如权利要求6所述的红外检测器组件，其特征在于，所述电绝缘膜片是从由氧化硅、氮化硅、以及氧化硅和氮化硅的多层结构组成的一组膜中选择出来的一种无机电介质膜所组成的。

10、如权利要求1所述的红外检测器组件，其特征在于，所述第一、第二和第三干涉带通滤波器是用一种导热材料与所述基片连接的。

11、如权利要求10所述的红外检测器组件，其特征在于，它还包括一种为了提高所述基片与所述第一、第二和第三干涉带通滤波器之间热短路的热沉装置。

12、如权利要求1所述的红外检测器组件，其特征在于，它还包括一个安装在所述开口之内的透光窗口。

13、如权利要求12所述的红外检测器组件，其特征在于，所述基片、所述滤波器和所述检测器都被密封于所述检测器封装壳之内。

14、一种红外检测器组件，其特征在于，它包括：

a、具有一个用来接收红外辐射的开口的检测器封装壳；

b、一个安装在所述检测器封装壳内的半导体基片，所述基片中有三个孔径；

c、形成于所述基片底部并分别罩盖三个所述孔径的一层电介质膜；

d、第一、第二和第三温差电堆检测器，其中，各个所述温差电堆检

测器的热结形成在罩盖所述孔径的所述电介质薄膜的一个孔径上，各个所述温差电堆检测器的冷结都形成在所述基片上；

e、一个安装于所述基片顶部的第一干涉带通滤波器，所述第一滤波器覆盖了所述第一检测器上方的所述孔径，且位于所述开口与所述第一检测器之间，所述第一干涉带通滤波器被设计成通过在一第一光谱波段上的入射辐射；

f、一个安装于所述基片顶部的第二干涉带通滤波器，所述第二滤波器覆盖了所述第二检测器上方的所述孔径，且位于所述开口与所述第二检测器之间，所述第二干涉带通滤波器被设计成通过在一第二光谱波段上的辐射；

g、一个安装于所述基片顶部的第三干涉带通滤波器，所述第三滤波器覆盖了所述第三检测器上方的所述孔径，且位于所述开口与所述第三检测器之间，所述第三干涉带通滤波器被设计成通过在一第三光谱波段上的辐射；以及

h、经所述检测器封装壳延伸并与所述第一、第二和第三温差电堆检测器电连接的引线。

15、如权利要求14所述的红外检测器组件，其特征在于，所述无机电介质薄膜是从由氧化硅、氮化硅、以及氧化硅和氮化硅的多层结构组成的一组膜中选择出来的。

16、如权利要求14所述的红外检测器组件，其特征在于，它还包括一个制作于所述基片上的信号处理器，其中所述第一、第二和第三温差电堆检测器与所述信号处理器电连接，所述引线也与所述信号处理器电连接。

17、如权利要求14所述的红外检测器组件，其特征在于，所述第一、第二和第三干涉带通滤波器被用一种导热材料与所述基片连接。

18、一种红外检测器组件，其特征在于，它包括：

a、具有一个用来接收红外辐射的开口的检测器封装壳；

b、一个安装在所述检测器封装壳内的半导体基片，所述基片中有三个孔径，在所述基片的顶部具有围绕着每个所述孔径的突起的边缘；

c、形成于所述基片底部并分别罩盖三个所述孔径的一层电介质膜；

d、第一、第二和第三温差电堆检测器，其中，所述温差电堆检测器

的热结分别形成在罩盖所述孔径的所述电介质薄膜的一个孔径上，各个所述温差电堆检测器的冷结都形成在所述基片上；

e、一个安装于围绕着其上方形成有所述第一检测器的孔径的所述突起边沿顶部的第一干涉带通滤波器，所述第一滤波器位于所述开口与所述第一检测器之间，所述第一干涉带通滤波器被设计成通过在一第一光谱波段上的入射辐射；

f、一个安装于围绕着其上方形成有所述第二检测器的孔径的所述突起边沿顶部的第二干涉带通滤波器，所述第二滤波器位于所述开口与所述第二检测器之间，所述第二干涉带通滤波器被设计成通过在一第二光谱波段上的辐射；以及

g、一个安装于围绕着其上方形成有所述第三检测器的孔径的所述突起边沿顶部的第三干涉带通滤波器，所述第三滤波器位于所述开口与所述第三检测器之间，所述第三干涉带通滤波器被设计成通过在一第三光谱波段上的辐射。

19、如权利要求18所述的红外检测器组件，其特征在于，它还包括一个运行安装于所述检测器组件内的主动式红外光源。

20、如权利要求19所述的红外检测器组件，其特征在于，所述无机电介质薄膜是从由氧化硅、氮化硅、以及氧化硅和氮化硅的多层结构组成的一组膜中选择出来的。

21、如权利要求19所述的红外检测器组件，其特征在于，它还包括经所述检测器封装壳延伸并与所述第一、第二和第三温差电堆检测器电连接的输出引线。

22、如权利要求19所述的红外检测器组件，其特征在于，它还包括：

a、一个制作于所述基片上的信号处理器，所述信号处理器与所述温差电堆检测器电连接；以及

b、经所述检测器封装壳延伸并与所述信号处理器电连接的引线。

23、如权利要求19所述的红外检测器组件，其特征在于，所述第一、第二和第三干涉带通滤波器被用一种导热材料与所述基片连接。

24、如权利要求19所述的红外检测器组件，其特征在于，所述主动式红外光源包含一根钨丝。

25、一种被动源式红外气体传感器，其特征在于，它包括：

a、具有一个用来接收红外辐射的开口的检测器封装壳；

b、一个安装在所述检测器封装壳内的基片，所述基片中有三个孔径；

c、制作于所述基片底部的第一、第二和第三温差电堆检测器，其中，所述温差电堆检测器的热结分别位于所述基片中的一个孔径之上，以接收穿过所述孔径的辐射，各个所述温差电堆检测器的冷结都位于基片上；

d、一个安装于所述基片顶部的第一干涉带通滤波器，所述第一滤波器覆盖了所述第一检测器上方的所述孔径，且位于所述开口与所述第一检测器之间，所述第一干涉带通滤波器被设计成通过为一预选的被测气体可吸收的第一非中性光谱波段上的入射辐射；

e、一个安装于所述基片顶部的第二干涉带通滤波器，所述第二滤波器覆盖了所述第二检测器上方的所述孔径，且位于所述开口与所述第二检测器之间，所述第二干涉带通滤波器被设计成通过在一第一中性光谱波段上的辐射；

f、一个安装于所述基片顶部的第三干涉带通滤波器，所述第三滤波器覆盖了所述第三检测器上方的所述孔径，且位于所述开口与所述第三检测器之间，所述第三干涉带通滤波器被设计成通过在一第二中性光谱波段上的辐射；以及

g、与所述第一、第二和第三检测器的电输出相连、用来产生一个对应于被测气体浓度的表达量的信号的信号处理电路。

26、如权利要求 25 所述的被动源式红外气体传感器，其特征在于，所述被测气体是从由 CO、CO_2、H_2O、和 TVOC 所组成的一组气体中选出来的至少一种。

27、如权利要求 25 所述的被动源式红外气体传感器，其特征在于，所述第一、第二和第三带通滤波器在 FWHM 处具有大约 0.1 微米的宽度。

28、如权利要求 27 所述的被动源式红外气体传感器，其特征在于，所述第二和第三带通滤波器分别具有从由 3.91 微米、5.00 微米和 9.00 微米所组成的一组波长中选择出来的一个中央波长。

29、如权利要求 28 所述的被动源式红外气体传感器，其特征在于，所述第一带通滤波器具有从由 4.26 微米左右和 4.67 微米左右所组成的一组波长中选择出来的一个中央波长。

30、一种红外气体传感器，其特征在于，它包括：

a、具有一个用来接收红外辐射的开口的检测器封装壳；

b、一个安装在所述检测器封装壳内的基片，所述基片中有三个孔径；

c、制作于所述基片底部的第一、第二和第三温差电堆检测器，其中，所述温差电堆检测器的热结分别位于所述基片中的一个孔径之上，以接收穿过所述孔径的辐射，各个所述温差电堆检测器的冷结都位于基片上；

d、一个安装于所述基片顶部的第一干涉带通滤波器，所述第一滤波器覆盖了所述第一检测器上方的所述孔径，且位于所述开口与所述第一检测器之间，所述第一干涉带通滤波器被设计成通过在一第一光谱波段上的入射辐射；

e、一个安装于所述基片顶部的第二干涉带通滤波器，所述第二滤波器覆盖了所述第二检测器上方的所述孔径，且位于所述开口与所述第二检测器之间，所述第二干涉带通滤波器被设计成通过在一第二光谱波段上的辐射；

f、一个安装于所述基片顶部的第三干涉带通滤波器，所述第三滤波器覆盖了所述第三检测器上方的所述孔径，且位于所述开口与所述第三检测器之间，所述第三干涉带通滤波器被设计成通过在一第三光谱波段上的辐射；

g、一个运行安装于检测器组件内的主动式红外光源；

h、一个与所述主动式红外光源电连接、用以在一预定的频率上驱动所述主动式红外光源的光源驱动器；以及

i、与所述第一、第二和第三检测器产生的电输出连接、用来产生一个对应于至少一种被测气体浓度的表达量的信号的信号处理电路。

31、如权利要求 30 所述的被动源式红外气体传感器，其特征在于，所述被测气体是从由 CO、CO_2、H_2O、和 TVOC 所组成的一组气体中选出来的至少一种。

32、如权利要求 30 所述的被动源式红外气体传感器，其特征在于，所述第一、第二和第三带通滤波器在 FWHM 处具有大约 0.1 微米的宽度。

33、如权利要求 32 所述的被动源式红外气体传感器，其特征在于，所述第二和第三带通滤波器具有从由 3.91 微米、5.00 微米和 9.00 微米所组成的一组波长中选择出来的一个中央波长。

34、如权利要求 33 所述的被动源式红外气体传感器，其特征在于，

所述第一带通滤波器具有从由 4.26 微米和 4.57 微米所组成的一组波长中选择出来的一个中央波长。

35、一种被动源式红外气体传感器，其特征在于，它包括：

a、一个含有一个红外黑表面的被动式红外源；

b、一个位于所述被动式红外源的中央位置的三通道红外检测器组件，所述检测器组件具有一个用来接收红外辐射的开口；以及

c、一个对着所述检测器组件的开口和红外黑表面的凹面镜，所述凹面镜的定位方式是使发自所述被动式红外源的辐射从所述凹面镜反射入所述开口。

36、如权利要求 35 所述的被动源式红外气体传感器，其特征在于，所述红外黑表面含有从由黑氧化铬、氧化铋和碳黑所组成的一组材料中选择出来的一种材料。

37、如权利要求 35 所述的被动源式红外气体传感器，其特征在于，所述被动式红外源含有一个凹面红外黑表面。

38、如权利要求 35 所述的被动源式红外气体传感器，其特征在于，所述的三通道检测器组件含有三个红外温差电堆检测器和三个干涉带通滤波器，所述滤波器中的每一个都被置于所述被动红外源与一个温差电堆检测器之间的光路上。

39、一种被动源式红外气体传感器，其特征在于，它包括：

a、一个红外检测器组件，包含有：

i、一个用来接收发自被动式红外源的辐射的开口，

ii、用来接收通过所述开口的辐射的第一、第二和第三传感器，所述第一、第二和第三传感器用来分别产生一个表示入射到第一、第二和第三传感器上的辐射的第一输出、第二输出和第三输出，

iii、置于所述开口与所述第一传感器之间的第一窄带通滤波器，所述第一窄带通滤波器产生一个输出，以表示入射到第一带通滤波器上的位于一个为预定的检测气体所能吸收的第一非中性光谱带上的辐射，

iv、置于所述开口与所述第二传感器之间的第二窄带通滤波器，所述第二窄带通滤波器产生一个输出，以表示入射到第二带通滤波器上的位于一个第一中性光谱带上的辐射，以及

v、置于所述开口与所述第三传感器之间的第三窄带通滤波器，所

述第三窄带通滤波器产生一个输出，以表示入射到第三带通滤波器上的位于一个第二中性光谱带上的辐射，

b、用来产生一个相应于所述第一、第二和第三传感器的周围温度的输出信号的温度测量装置；

c、适合于用来接收所述第一传感器、第二传感器和第三传感器以及温度测量装置的输出信号、并用来进行取样以及至少是临时按预设的间隔存储所述第一传感器、第二传感器和第三传感器以及温度测量装置的输出信号的信号处理装置，所述信号处理装置包括以下用途的装置：

i、校正被存储的第一传感器、第二传感器、第三传感器的输出信号，为第一传感器、第二传感器和第三传感器在取样时的周围温度分别进行补偿，

ii、依据第二和第三传感器的输出结果的校正值的比值，计算被动式红外源在取样时的温度，

iii、依据计算得的被动式红外源在取样阶段的温度，计算第二传感器或第三传感器中至少一个的预测输出，

iv、通过将第二传感器或第三传感器中至少一个的预测输出与校正过的同一传感器在取样阶段的输出进行比较，计算一个衰减因数，

v、用所述衰减因数校正被存储的第一传感器的输出，

vi、依据校正过的第一传感器的输出，确定气体在取样阶段的浓度，以及

vii、基于一个预设的函数，监测气体的浓度并基于监测结果提供一个输出信号。

40、如权利要求 1 所述的被动式红外气体传感器，其特征在于，所述第一传感器、第二传感器和第三传感器中的每一个都包含一个温差电堆检测器。

41、如权利要求 1 所述的被动式红外气体传感器，其特征在于，所述第一传感器、第二传感器和第三传感器中的每一个都包含一个温差电堆并各共用一个共同的参照结。

42、如权利要求 1 所述的被动式红外气体传感器，其特征在于，所述第一传感器、第二传感器和第三传感器的视场基本上是一样的。

43、如权利要求 1 所述的被动式红外气体传感器，其特征在于，所

述被测气体是从由 CO 、CO_2 、H_2O 、和 TVOC 所组成一组气体中选出来的至少一种。

44 、如权利要求 1 所述的被动式红外气体传感器，其特征在于，所述第一、第二和第三窄带通滤波器在 FWHM 处具有大约 0.1 微米的宽度。

45 、如权利要求 6 所述的被动式红外气体传感器，其特征在于，所述第二和第三窄带通滤波器具有从由 3.91 微米左右、 5.00 微米左右和 9.00 微米左右所组成的一组波长中选择出来的一个中央波长。

46 、如权利要求 7 所述的被动式红外气体传感器，其特征在于，所述第一窄带通滤波器具有大约 4.67 微米的中央波长。

47 、如权利要求 1 所述的被动式红外气体传感器，其特征在于，它还包括一个电池电源。

48 、如权利要求 1 所述的被动式红外气体传感器，其特征在于，所述开口包含在 TO － 5 封装壳中的一个窗口。

49 、如权利要求 4 所述的被动式红外气体传感器，其特征在于，它还包括一个扩展所述检测器组件的视场的光学系统。

50 、如权利要求 1 所述的被动式红外气体传感器，其特征在于，所述信号处理装置的输出被送到一个报警器中。

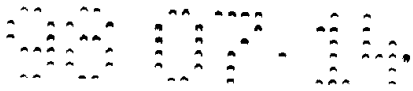
51 、一种被动源式红外气体传感器，其特征在于，它包括：

a 、用来产生一个第一输出、一个第二输出和一个第三输出的红外检测器组件，其中，所述第一输出　表示所述检测器组件所接收到的位于一个预定被测气体所能吸收的第一非中性光谱带上的辐射，所述第二输出表示所述检测器组件所接收到的发自被动式红外源的位于一个第一中性光谱带上的辐射，所述第三输出表示所述检测器组件所接收到的发自被动式红外源的位于一个第二中性光谱带上的辐射；

b 、用来产生一个表示所述传感器组件的周围温度的输出信号的一个温度测量装置；

c 、适用于接收所述第一、第二和第三输出以及来自所述温度测量装置的输出信号并用来取样以及至少是临时按预设的间隔存储所述第一、第二、第三输出以及来自所述温度测量装置的输出信号的信号处理装置，所述信号处理装置包括以下用途的装置：

i 、校正所存储的第一、第二和第三输出，为所述检测器组件的周

围温度进行补偿，

ii、依据存储的第二和第三输出的校正值的比值，计算被动式红外源的温度，

iii、依据所计算的被动式红外源的温度，计算预期在取样阶段的第二输出或第三输出，

iv、通过将预期的第二输出或第三输出与实际存储的第二输出或第三输出分别进行比较，计算出一个取样阶段的衰减因数，

v、用所计算的取样阶段的衰减因数校正所存储的第一输出，

vi、使用校正过的第一输出，确定取样阶段的气体浓度，和

vii、基于一个预设的函数，监测气体的浓度，并基于监测结果提供一个输出信号。

52、如权利要求 51 所述的被动式红外气体传感器，其特征在于，所述被测气体是从由 CO、CO_2、H_2O、和 TVOC 所组成的一组气体中选出来的至少一种。

53、如权利要求 51 所述的被动式红外气体传感器，其特征在于，所述第一非中性光谱带、第一中性光谱带、和第二中性光谱带在 FWHM 处具有大约 0.1 微米的宽度。

54、如权利要求 53 所述的被动式红外气体传感器，其特征在于，所述第一中性光谱带和第二中性光谱带具有从由 3.91 微米左右、5.00 微米左右和 9.00 微米左右所组成的一组波长中选择出来的一个中央波长。

55、如权利要求 54 所述的被动式红外气体传感器，其特征在于，所述第一非中性光谱带具有大约 4.67 微米的中央波长。

56、如权利要求 54 所述的被动式红外气体传感器，其特征在于，所述第一非中性光谱带具有大约 4.26 微米的中央波长。

57、如权利要求 51 所述的被动式红外气体传感器，其特征在于，它还包括一个电池电源。

58、如权利要求 39 所述的被动式红外气体传感器，其特征在于，所述红外检测器组件被封装于一个 TO－5 型封装壳中。

说　　明　　书

被动式红外分析气体传感器及其多通道检测器组件

本申请是与尚未批准的、于1995年4月13日提出专利申请08/442,507号相关的延续性申请，08/442,507在此被用作对比文件。

本发明涉及气体传感器件领域，特别涉及能够利用所要检测气体的特征红外吸收带来测量一种或几种气体的浓度的气体检测器。

许多气体都具有落在红外光谱中的特征红外吸收带，非色散红外(NDIR)技术被广泛地应用于气体分析器制造领域，用来检测这些气体。这些气体分析器所采用的原理是，各种气体在红外辐射光谱中所处的特征波长上都表现出显著的吸收。在NDIR气体分析器中一般采用一个窄光带或红外的透射滤波器隔开所需的波段。另一方面，依据色散技术在气体分析器中用一棱镜或衍射光栅。

在通常的分类中，NDIR技术属于非相互作用的气体分析技术，它与包括电化学燃料电池、烧结半导体(二氧化锡)、催化(铂珠)及热导等在内的旧的相互作用型气体分析方法相比具有许多优点。这些优点包括响应速度快、气体检测的专一性强、长时间的测量稳定性、维护简便及准确度高。而且在某些情况下，相互作用型气体传感器会因中毒而失效。在一些应用场合下，这会给人的生命带来危险。

相互作用型传感器一般不具有专一性，因为用来判定欲测气体浓度的试剂会与它所遇到的其它气体发生反应。这自然会导致错误的判定结果。而且，如果非特定气体与试剂之间的反应平衡使得即使在监测到环境中气体分压力下降之后气体与试剂仍保持反应时，传感器将会发生中毒，不会正常工作。

NDIR气体传感器的响应时间明显短于相互作用型气体传感器，这是因为，样品气体与试剂之间的反应动力学控制着反应型传感器对所监测的环境中气体浓度变化的检测速度。

尽管相互作用型气体传感器不够可靠，NDIR气体测量技术堪称是最好的技术之一，然而由于它复杂、成本高，NDIR的气体分析仪仍没有得到广泛应用。

多年来，人们基于NDIR原理提出了许多气体检测技术并取得了一定成功。在过去，NDIR气体分析器主要包括一个红外光源、用来对光源进行调制的电机驱动的机械断续器、用来经一样品室将气体推入或拉入的一个泵、窄带通干涉滤波器、灵敏的红外检测器、以及用来将光源发出的红外能量聚焦到检测器上的昂贵的红外光学系统与窗口。

这些类型的分析器中最有代表性的出现在授予Burch等的3,793,525号美国专利、授予Blau Jr. 的3,811,776号美国专利和授予Wong的4,578,762号美国专利。这些气体分析器具有良好的性能，在过去的20年中为气体分析领域的整体技术进步做出了巨大贡献。然而，它们的总体尺寸、复杂性和成本使得它们在许多场合无法应用。

对性能更好、成本更低的气体分析器的需求引发了更新的发明。如，授予Maiden的4,500,207号美国专利和授予Wong的4,694,173号和5,026,992号美国专利提出了用于气体检测的、不采用机械断续器一类活动部件的NDIR技术。这些发明导致了更结实、紧凑的NDIR气体传感器的产生，并开辟了许多新的应用领域。

为了进一步降低成本并简化NDIR技术的实施过程，研制成一种低成本的NDIR气体传感器技术。这种低成本NDIR技术采用本发明人于1992年11月17日所取得的5,163,332号美国专利所公开的一种扩散型气体样品室。这种扩散型气体样品室避免了对昂贵的光学系统、机械断续器和用来将气体推入或拉入样品室的泵的需求。因此，又为NDIR技术开辟了许多在从前由于成本和技术复杂等因素而被认为不可行的应用领域。

基于类似的原理，一种改进的NDIR气体传感器被开发出来，它公开在Wong设计的于1995年8月22日授权的5,444,249号美国专利，该专利描述了一种简单、低成本的扩散型NDIR气体传感器，它能用Si或GaAs等半导体材料微加工制成，因此能使整个传感器可以设在一块微芯片上。

虽然5,163,332号美国专利所提供的低成本NDIR气体传感器技术和5,444,249号美国专利所提供的改进的NDIR气体传感器开辟了大量新的应

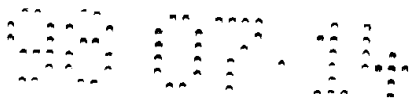
用领域，但这些气体传感器由于功耗太高而无法应用于许多潜在应用领域。所以，在那些可以使用低成本、固态气体传感器的地方仍然受到应用限制。

如果能够开发出一种气体分析技术，它不需要有活动部件，具有与NDIR技术相同程度的特性，成本低，所需功耗低得可使器件用电池工作一段较长时间，这种气体传感器的应用及其应用频度就会显著增大。就是说，长期存在对简单、紧凑、廉价、功耗低的气体传感器的需求一直没有得到满足。所以，本发明的一个目的是，通过提供一种紧凑、可靠、低成本、低功耗的利用红外吸收的气体传感器，进一步推进红外气体分析技术。本发明的另一个目的是提供可以使用于本发明红外气体传感器的红外检测器组件。

本发明针对的是，使用一种称为被动式红外分析技术(PIA)的新的红外气体分析技术，检测一种或几种预定气体浓度的红外气体传感器。本发明的PIA技术比到目前为止的NDIR气体分析技术简单，体现在它既不需要一个“主动式”的红外光源，也不需要一个结构固定的样品室。所以，由此可以制作出体积小、固态、低成本、低功耗的气体传感器，满足多种现有NDIR气体分析器还不可能实现的应用需求。

本发明考虑到所有绝对温度在0度以上的物体都产生辐射。本发明利用这一事实，把通常物体，如墙壁、天花板、地板用做红外辐射的“被动式”光源。在一些情况下，这些“被动式”红外辐射源可以用来有效地代替迄今为止在所有NDIR气体分析器中几乎是不可缺少的“主动式”红外辐射源。

现有NDIR气体传感器中的“主动式”红外源一般是一个加热的高温物体(500－1000℃)，如埋置于氧化铝陶瓷中的镍铬合金线(Nerst发光体)或是一个小白炽灯泡的钨电阻丝。这些源被表征为“主动式”源，是因为它们靠气体传感器的电源供电。另一方面，本发明所指的“被动式”源，是不靠气体检测器的电源供电，绝对温度高于0度的任何物体。本发明的红外气体传感器所采用的主要被动式红外源，举例来说包括墙壁、地毯、砖地、天花板、炉壁等物体。很明显，本领域技术人员从本发明说明书的描述中可以了解到，可以被本发明的气体传感器所采用的被动



式红外源实质上是不受任何限制的。但是，被动式红外源的温度应该高于被测气体的温度。即是说，必须遵守精细平衡定律。

虽然主动式红外源的温度很高，但源面积通常很小，几个平方毫米量级的源面积并不少见。另一方面，虽然一般室内被动式红外源的温度只有约300K或～25℃，但如果其可用源面积约为现有红外源的1000倍，则根据普朗克公式可以得出，在3到20微米光谱区域，被动式红外源的光谱辐射强度与现有主动式源的辐射强度是可以相比的。实际气体检测所需要的被动式红外源面积将取决于对被动式红外源期望的温度范围。

在本发明所采用的PIA技术中，被动式红外源必须受到表征。为了表征被动式红外源，提供了一个能够测量所选用被动式红外源在两个不同光谱带辐射强度的检测器组件。用来对源进行表征的光谱带最好是“中性”波段。这里所说的中性波段是指不会被受监测环境中的任何常见气体所吸收或是只被这些气体中度吸收的一些选定的光谱波段。

根据普朗克定律，如果两个中性光谱波段足够近，使得源的发射率函数的变动可以被忽略，那么，在两个中性光谱波段测到的输出之比就可用来唯一确定被动式红外源的温度。

为了确定被测气体的浓度，检测器组件还要测量照射在一“非中性”光谱波段上的辐射量，这个“非中性”光谱波段与被测气体的吸收带相吻合。所以，这个输出代表着检测器组件对着被动式红外源的角度范围内的气体浓度。利用在至少一个中性光谱波段所测到的输出、在非中性光谱波段所测到的输出及计算得到的温度，就可以确定检测器组件对着被动式红外源的角度范围内的气体浓度。

本发明的一个实施例提供了一种被动源式红外气体传感器，它采用环境温度高于周围气体的一个温度源，把检测器组件与源之间的空间用作样品室。该检测器组件包括用来产生一个第一输出、一个第二输出、一个第三输出的红外检测器组件，其中，所述第一输出表示所述检测器组件所接收到的位于一个被预定待测气体吸收的第一非中性光谱带上的辐射，所述第二输出表示所述检测器组件所接收到的发自被动式红外源的位于一个第一中性光谱带上的辐射，所述第三输出表示所述检测器组件所接收到的发自被动式红外源的位于一个第二中性光谱带上的辐射。

该气体传感器还包括一个信号处理装置，用来处理三个输出以确定被监测气体的浓度。如果向这个检测器组件中增加能够检测在额外一些气体的特征吸收光谱波段上辐射的一些检测器，该红外气体传感器就可以用来监测多种气体的浓度。

本发明的另一个实施例提供的被动源式红外气体传感器包括：

a、一个红外检测器组件，含有：

i、一个用来接收发自被动式红外源的辐射的开口，

ii、用来接收通过所述开口的辐射的第一、第二、第三传感器，所述第一、第二、第三传感器用来分别产生一个表示照射到第二、第二、第三传感器上的辐射的第一输出、第二输出、第三输出，

iii、置于所述开口与所述第一传感器之间的第一窄带通滤波器，所述第一窄带通滤波器产生一个输出，以表示照射到第一带通滤波器上的位于一个被预定被测气体吸收的第一非中性光谱带上的辐射，

iv、置于所述开口与所述第二传感器之间的第二窄带通滤波器，所述第二窄带通滤波器产生一个输出，以表示照射到第二带通滤波器上的位于一个第一中性光谱带上的辐射，

v、置于所述开口与所述第三传感器之间的第三窄带通滤波器，所述第三窄带通滤波器产生一个输出，以表示照射到第三带通滤波器上的位于一个第二中性光谱带上的辐射，

b、用来产生一个相应于所述第一、第二、第三传感器的周围温度的输出信号的温度测量装置；

c、用来接收所述第一传感器、第二传感器和第三传感器以及温度测量装置的输出信号、用来取样、用来至少是临时地按预设的间隔存储所述第一传感器、第二传感器和第三传感器以及温度测量装置的输出信号的信号处理装置，所述信号处理方式包括以下用途的装置：

i、校正被存储的第一传感器、第二传感器、第三传感器的输出信号，以分别补偿第一传感器、第二传感器、第三传感器在取样时的周围温度，

ii、依据第二和第三传感器的输出结果的校正值的比值，计算被动式红外源在取样时的温度，

iii、依据计算得的被动式红外源在取样阶段的温度，计算第二传感器和第三传感器中至少一个的预测输出，

iv、通过将第二传感器和第三传感器中至少一个的预测输出与校正过的同一传感器在取样阶段的输出进行比较，计算一个调制因数，

v、用所述调制因数校正被存储的第一传感器的输出，

vi、依据校正过的第一传感器的输出，确定气体在取样阶段的浓度，和

vii、基于一个预设的函数，监测气体的浓度并基于监测结果提供一个输出信号。

所以，本发明提供的红外气体传感器采用一种新PIA技术中的一个被动式红外源，有效地避免了原有NDIR气体检测器件中对热“主动式”红外源的需求。而且，在本发明的红外气体传感器所采用的PIA技术中，可以例如是一部分墙壁的被动式红外源与检测器组件之间的空间成为了样品室。换言之，本发明不仅避免了对“主动式”红外源的需求，而且避免了对原有NDIR气体分析器所采用的样品室的需求。

由于本发明技术方案的实现不再需要一个“主动式”红外源，本发明的红外气体传感器的功耗也显著减小，从而使本发明的简单的红外气体传感器用电池供电就可工作更长的一段时间。不仅如此，传感器的大小也缩小了，因为它不再需要一个结构固定的气体室。

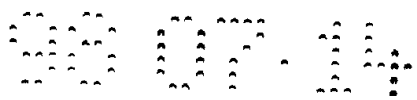
相应地，本发明的一个目的是提供采用一种被称为被动式红外分析（PIA）的新红外分析技术来检测一种或几种气体浓度的装置和方法。本发明的另一个目的是提供一种可以用在本发明的气体传感器中的改进的红外检测器组件。

下面给合附图对本发明的最佳实施例以举例的形式加以说明，从中可以更好地理解本发明的目的和优点。需要指出，附图仅用作描述和举例之目的，本发明并不仅限于附图的内容。

图1给出本发明的一个最佳实施例中的检测器组件、被动式红外源(墙壁)以及构成样品室的位于被动式红外源与检测器组件之间的空间；

图2是一个黑体在100－1,000K温度下的光谱辐射强度曲线；

图3是作为“被动式”红外源温度的函数的两中央波长为5.00和3.91



微米的0.1微米光谱带的光谱辐射强度比例数值表，其中假设两个光谱带的辐射率值相等；

图4是本发明的一个实施例所提供的一个检测器组件的立体视图；

图5是图4所示的检测器组件被部分剖开后的斜视图；

图6是为了描述把一部分墙壁用作“被动式”红外源和用凸面反射镜提高检测器组件的固有视场（FOV）的实际情况而给出的本发明的另一个实施例的示意图；

图7是本发明的一个最佳实施例的信号处理电路的示意图；

图8是本发明的另一个实施例的信号处理电路的示意图；

图9是描述本发明的检测器组件的另一个实施例的图10沿线9－9的横断剖视图；

图10是图9所给出的本发明的一个实施例中的检测器组件沿线10－10的纵剖视图；

图11是图9和图10中所描述的基片及干涉带通滤波器的斜视图；

图12是用于图9和图10中所描述的检测器组件实施例中的基片的俯视图；

图13是为了显示制作于基片上的温差电堆而给出的用于图9和图10中所描述的检测器组件实施例中的基片的底部放大视图；

图14是用于本发明中检测器组件中的一个干涉带通滤波器的最佳构造示意图；

图15是用于本发明中检测器组件中的一个滤波器安装紧固件的示意图；

图16是为了显示图15中的滤波器安装紧固件的实际应用而给出的图9－11中所描述的基片的局部剖视图；

图17是本发明的另一个实施例中的检测器组件的立体视图；

图18是图17所描述的检测器组件被部分剖开后的斜视图；

图19是本发明的另一个实施例所提供的被动式红外分析气体传感器的示意图；

图20是本发明的技术方案中将图17和图18所示的检测器组件用于一个NDIR气体传感器中的情况示意图。

下面结合图1对本发明的PIA气体传感器的一个最佳实施例进行描述。图1给出一个检测器组件3，它包含一个装有一个窄带通干涉滤波器F1(图中未示出)的一个信号检测器4，其中的窄带通干涉滤波器F_1的中央波长(CWL)L_1与被测气体的吸收波段相吻合。此外，检测器组件3还包含有分别装有窄带通干涉滤波器F_2和F_3(图中未示出)的二个源表征检测器5和6，其中F_2和F_3的CWL L_2、L_3与大气中通常可以发现的任何已知气体或蒸气的吸收光谱都不相吻合。换言之，在波长L_2和L_3不存在(或只存在极弱的)被测大气中常见气体或蒸气的吸收波段。对于空气来说，中性波长可以定位于3.91微米、5.00微米和9.00微米。

如果一氧化碳是所要检测的气体，那么与检测器4关联的干涉带通滤波器的CWL及半峰值的全带宽(FWHM)就被分别选定在4.67微米和0.1微米。如果二氧化碳是希望被检测到的气体，那么与检测器4相联的干涉滤波器的CWL及FWHM可以被分别设定在4.26微米和0.1微米。如本领域技术人员所知道的，这种技术可以应用于许多在红外有吸收波段的其它气体，包括水蒸气和全挥发的有机化合物(TVOC)。

在一般情况下，对与检测器4相关联的干涉滤波器F_1的CWL L_1的选择要使它尽可能落在与被测气体的吸收波段的中间波长相近的位置，这将保证在所监测的光谱波段有最大的辐射量被气体吸收，这就提高了检测器的灵敏度和精确度。但是，如果被测气体是很强的吸收剂，如二氧化碳，就可能有必要将检测器4的干涉滤波器F_1的CWL L_1移向吸收带的一边，以使在所监测波段处不致吸收光过多。在另外两种情况下也应该考虑采用这样一种移动，一是当辐射路径很长时，一是当气体浓度很大时。这种做法可以防止检测器在所监的测气体浓度范围内因光太少而导致失效。

与检测器4相关联的干涉滤波器F_1的FWHM最好选择0.1微米左右，这样可以使检测器具有较高的特性。然而，本领域技术人员也会了解到，根据被测气体吸收带的带宽以及对检测器特性的要求，还可以选择其它带宽。

为干涉滤波器F_2和F_3所选择的中性光谱波段的CWL L_2和L_3在光谱中应该尽可能选择靠近L_1的位置。L_1最好落在L_2和L_3之间，但并不是必须

如此。例如，如果一氧化碳和二氧化碳是被测气体，L_2和L_3可以分别选在3.91微米和5.00微米。另一种选择方式是将L_2和L_3分别选在3.91微米和9.00微米。在本实施例中，F_2和F_3的FWHM最好定为0.1微米左右。通过F_2和F_3的谱带宽度应该足够窄，使其不至与大气中可能存在的气体的吸收谱线相重迭。如果将L_2和L_3的CWL分别设定在3.91和5.00微米，且这些检测器的FWHM设为0.1微米，那么就不会出现明显的重迭现象。相应地，检测器5和6的输出也不会受被测气体或大气中可能存在的其它常见气体或蒸气的浓度的影响。

检测器4、5、6最好都是热电堆检测器。然而，如本领域技术人员所了解的那样，本发明也可以采用其它红外检测器，包括硅化铂肖特基光电二极管。

检测器组件3的视场(FOV)是由与检测器组件相连的孔套7所决定，如图1所示。检测器组件3所对着的是用作本发明被动式红外源的墙壁9上的区域8(相应于面积A)。检测器组件3的检测器平面10与墙壁9之间的距离决定了本红外气体传感器的有效取样路径长度。

被动式红外源8的面积A和检测器组件3对着它的立体角OM之间的关系唯一地决定了本发明所提供的红外气体传感器的取样路径长度S，其关系式为：

取样路径长度S＝[A/OM]

由于立体角OM是检测器组件对着墙壁的FOV的函数，而且可以在设计时根据要求进行调整，所以，本发明的取样路径长度S是一个非常有用的变量。换言之，为了适应吸收带非常弱且浓度低的气体的检测，可以使路径长度S很长(几米)，以便为这种检测得到足够的调制。如本领域技术人员所知，应该根据所希望获得的调制量来设置路径S。例如，当被测气体是象二氧化碳这样的强吸收剂时，应该考虑将路径长度设得较短。但如果要把检测器用于气体浓度为ppb量级的场合，就应该考虑将路径长度设得长些。

尽管实际上是可以选用任何大小的路径长度，但选用5英寸到10英尺之间的长度就可以了，而且大多数情况下是5英寸到6英尺。

信号检测器4的输出V_1被用来确定被测气体的浓度。检测器4的输出



V_1取决于系列因数。第一点，也是最重要的一点，它是被动式红外源8的温度T和辐射率ε的函数，它受下面的公式[1]所描述的光谱辐射强度公式所支配。此外，V_1还取决于系统的光通量，或衰减量，用G表示(见公式[1])，取决于存在于检测器组件3与被动式红外源8之间的待测气体的浓度。待测气体浓度决定着调制因数M的值，这可以从公式[1]中看出。

装有中性滤波器F_2和F_3的检测器5和6用于为检测器4监测信号通道对被动式红外源8及其环境进行实时的动态表征。检测器5与6的输出之比值Z唯一地确定源8的温度。而且，一旦源8的温度T被确定，利用下述公式[1]并通过将实际输出与事先存储的参照黑体源在温度T_0和辐射率ε_0条件下的相应输出值进行比较，也就能够迅速地确定源辐射率ε、系统光通量(或衰减量)G的瞬时值，事先存储的参照黑体源在温度T_0和辐射率ε_0条件下的相应输出值是在对系统进行初始化时测量获得的。为提供信号检测器4的输出使T、ε和G的值不断地实时更新，使检测器4的输出能够给出被测气体的浓度。

这里公开的简单红外气体传感器还能够避免杂散辐射的影响，造成这些杂散辐射的原因是被动式红外源8在一般情况下绝不会是一个好的反射器。所以，能够进入光学系统的FOV的杂散辐射量达到最小。只要杂散辐射不是正好位于检测器组件的滤波器所选定的光谱带，即位于L_1和L_2，它们都将被排除掉。既使它们在传感器光学系统的光谱通带内具有能量，其辐射强度也很可能是相当稳定和连续。这种情况下，中性检测器将会把这些杂散辐射视作为被动式红外源8温度的一个升高进行简单处理，即用与信号检测器相关的校正信息进行正常处理。

下面结合图2、图3对根据检测器4、5、6的输出V_1、V_2、V_3来确定待测气体的浓度的方法进行说明。

图2所示是一个黑体在100K至1,000K温度范围内的光谱辐射曲线。从这些曲线中可以得到黑体辐射的几种特性。第一，正比于曲线下的面积的总辐射强度随温度的升高而迅速升高。曲线下的面积是由Stefan-Boltzmann公式得出的，因而正比于Stefan-Boltzmann常数乘以绝对温度的4次方。第二，随着温度的升高，最大光谱辐射强度所对应的波长向短波长方向移动。这被称之为Wien位移定律，在以下文中会有进一步描

述。第三，分别的黑体曲线绝不相交，因而温度的升高导致在所有波长上的光谱辐射强度都升高。

在现有的采用黑体的NDIR测量系统中，红外源一般被保持在一个稳定的、相对较高的温度(750-1,000K)，所以它的光谱辐射强度，作为绝对温度的函数，一般是由图2中在700K以上的某个曲线所表示的。相反，本发明依靠从被动式红外源所发出的红外辐射，所以，在300K附近的黑体曲线就可以表示本发明所用普通源的光谱辐射强度。图1中墙壁9的情况就是这样。

图2所示的两个窄光谱带1和2的中央波长位于3.91微米和5.00微米，如上所述，这两个波长是监测一氧化碳或二氧化碳时用于中性检测器5和6的期望波长。因为这两个带对应于被允许通过滤波器F_2和F_3的中性光谱带，它们最好具有0.1微米的FWHM。

从图2中可以看出，在这两个带的光谱辐射强度之比值Z唯一地确定黑体的温度。做出这一判断所需要的唯一前提假设是，在3.91微米和5.00微米之间的带内，被动式红外源的辐射率是一样的。对于所有的室内墙壁来说，不管它们是油漆的、壁纸的、或木质的，这一假设都是成立的。

在确定被测气体的浓度之前，被动源8必须被表征。下面描述检测器5和6对信号信道4的被动式红外源8的温度和辐射率进行动态表征的方式。为描述之方便，检测器4、5、6被分别标示为检测器D_1、D_2、D_3。

假设针对具有温度T_0、ε_0、和面积$A_0=OM\times S^2$的已知被动式红外源，所有三个检测器的输出量V_1、V_2、V_3都被分别初始化赋值为V_{10}、V_{20}、V_{30}，其中OM是检测器组件3对着被动源形成的FOV所对应的立体角，S是设定的取样路径长度，于是可以写成：

$V_{10}=R(T_0,\ \varepsilon_0,\ L_i)A_0W_ir_i(a_i/(2\pi S^2))GM$ 伏特.....公式[1]

其中，i = 1, 2, 或3;

$R(T_0,\ \varepsilon_0,\ L_i)$=被动式红外源的光谱辐射强度(Watt $cm^{-1}\mu^{-2}$)，该强度是由$\varepsilon_0(\lambda)$乘以一个黑体的光谱辐射强度得出的，其中的黑体光谱辐射强是由普朗克定律得出的，即：

$(2\pi hc^2\lambda^{-5})/(\exp(ch/k_B\lambda T)-1)$;

A_0＝被动式红外源的面积；

W_I＝F_I的FWHM；

r_I＝检测器D_i的响应度(伏/瓦)

a_i＝检测器D_I的面积；

S＝取样路径长度；

G＝系统的光通量(100%=全部)；

M＝按被测气体进行的调制

当检测器组件3面对一个具有面积A(A与参照条件A_0相同，因为在图1所给出的实施例的设计使OM和S被固定下来)、温度T和辐射率 ε 的实时被动式红外源时，按上述公式[1]可以得出D_1的输出为：

$V_i= R(T, \varepsilon, L_i) AW_ir_i(a_i/(2\pi S^2))GM$ 伏特，其中i=1。

对于中性信道D_2(i=2)和D_3(i=3) 来说，如果我们假设$W_2＝W_3$；$r_i=r_3$(类似的检测器)；$a_2=a_3$(同样的检测面积)；$G_2＝G_3$(两个检测器共用光学系统)且M＝1.0(D_2和D_3的中性光谱带)，那么检测器D_2和D_3的输出，即V_2和V_3，仅是它们各自的光谱位置L_2和L_3、被动式红外源8的温度T以及辐射率 ε 的函数。如果我们进一步假设对于L_2和L_3之间的窄光谱区域来说被动式红外源8的辐射率 ε 是不变的，那么，输出之比值$Z＝V_2/V_3$仅是被动式红外源8的温度T以及光谱位置L_2和L_3的函数。

事实上，普朗克黑体辐射物理和Wien位移定律一起规定，在两个被适当分开的光谱位置上的光谱辐射之比值唯一地确定普朗克黑体范畴内某个部分的一个特定黑体的温度。本发明利用这一原理并认同这样一个事实，即，在3－15微米的光谱区域内，且黑体温度处于250－350K时，该比值确实能够唯一地确定黑体源的温度。而且，一旦由参照温度T_0确定了温度T的变化，中性检测器分别的输出出现的值V_2与V_3就可以用来通过计算推导出在公式[1]中作为乘积组成一体的其它那些参量的变化(如果有的话)，也就是被动式红外源8的辐射率的由 ε_0到 ε 的变化、系统光通量G的变化和由于检测器自身老化而造成的检测器响应度的变化。

于是，通过向本发明的检测器组件中添加两个中性光谱带的检测器，这两个检测器输出的比值Z可以用来实时表征被动式红外源8的温度。还有很重要的一点需要指出，由于对于两个中性检测器信道来说，



上述公式[1]中其它变量，即ε、G、r，的变化基本是一样的，比值Z是用来唯一确定被动式红外源8的温度所需要的唯一变量，总是可以作为第一手数据获得。获得了这些至关重要的数据之后，各个预设的信号值和中性检测器输出(V_{10}、V_{20}、V_{30}、T_0和ε_0)可以被用来经过一番运算之后对公式[1]中其它参量的变化作进一步评定。用来从公式[1]中信号信道检测器的输出值来确定待测气体浓度所需要的变量是T、ε、G、r和M，且由于前4个变量是由为信号检测器信道而设的两个中性检测器信道进行动态表征的，所以如本实施所体现的，本发明能够精确地检测气体浓度而不需要主动式红外源以及所附带的气体样品室。这一结论成立的唯一前提条件是，被动式红外源的温度必须高于被测气体的温度。当被动式红外源与被测气体处于平衡状态时，将无法观测到吸收，因为精细平衡定律要求此时的气体所辐射出的光子数等于它所吸收的光子数。

图3给出了在3.91微米和5.00微米波长光谱辐射强度比值变化的情况，它是，从5℃(278K)至45℃（318K）之间被动式红外源温度的函数。为作成图3，假设了在3.91微米和5.00微米处的辐射率ε都为1。在300K附近的黑体曲线中，曲线自身的形状平滑，且作为黑体温度函数的比值有很可观的差异。

例1

下面用一个例子说明在一组给定的条件下怎样根据公式[1]用检测器4、5、6的输出V1、V2和V3来计算待测气体的浓度。参照公式[1]，这个例子的参照条件是设定为：

T_0＝298K或25℃

ε_0＝1.000

A_0＝整个示例计算的常数

W_i＝0.1微米，i=1(信号)，2(中性)，3(中性)

r_1=检测器Di的响应度，在i=1，2，3时保持不变

a_1=检测器Di的面积，在i=1，2，3时保持不变而且是常数

S＝S_0＝在这个例子的整个计算过程中的常数

G_0＝初始化时的系统光通量＝1.0

M＝由于待测气体的存在而导致的调制因数，对于检测器D2和D3来说等于1.0

如果把一个常数C定义为$C=a_i/(2\pi S^2)$，那么，它对于每个检测器通道来说都是一样的，而且在这个例子的整个计算过程中保持不变，因为a_i对于每个检测器都是一样的，而取样路径长度是由设计设定的。在上述参照条件中，假设信号检测器D_1具有与一氧化碳的吸收带相对应的CWL4.67微米，中性检测器D_2的CWL为3.91微米，中性检测器D_3的CWL为5.00微米，则根据公式[1]和图3所给出的数据表，在初始化时，检测器D_1、D_2和D_3的输出电压的测量值将是这样的：

检测器D_1（信号，在4.67微米）的输出$V_{10}=5.4507\times10^{-5}A_0r_iCG_0M$伏特$=5.0457\times10^{-5}YM$(其中$Y=A_0r_iC$)

检测器D_2（参照，在3.91微米）的输出$V_{20}=1.7758\times10^{-5}YG_0M$伏特$=1.7758\times10^{-5}Y$伏

检测器D_3(参照，在5.00微米）的输出$V_{30}=7.6655\times10^{-5}YG_0M$伏特$=7.6655\times10^{-5}Y$伏

对气体传感器进行初始化的方法是这样，在没有一氧化碳时测量每个检测器的输出电压，当传感器组件的视场中存在浓度已知的一氧化碳时再测量检测器的输出电压。本领域技术人员很容易理解，用这种方式可以获得气体传感器的校准曲线。在进行初始化之后，气体传感器就可以进行实时测量了。假设该例子中的情况是这样的，被动式红外源的温度提高到308K或35℃，被动式红外源8的辐射率ε为0.8，衰减因数G为0.9，即是说，发自被动式红外源8的信号出现10％的衰减。再假设存在于气体传感器的视场中的一氧化碳气体浓度在信号检测器D1所检测到的信号中引起2％的调制。所以信号检测器的调制因数M从1.00降到0.98，对于中性通道检测器D2和D3，一氧化碳气体不会引起信号调制，这是因为中性通道检测器已经过适当选择干涉滤波器避开了一氧化碳和被监测大气中可能发现的其它气体的吸收带。

在上述条件下，三个检测器的输出电压将是：

检测器D_1（信号，在4.67微米）的输出$V_1=7.6250\times10^{-5}$（0.8）YGM伏$=6.1000\times10^{-5}Y(0.9)(0.98)$伏$=5.3802\times10^{-5}Y$伏

检测器D_2（参照，在3.91微米）的输出V_2=2.6517×10^{-5}（0.8）YGM伏=2.1214×10^{-5}Y(0.9)(1.0)伏=1.90922×10^{-5}Y伏

检测器D_3（参照，在5.00微米）的输出V_3=10.488×10^{-5}（0.8）YGM伏=8.3904×10^{-5}Y(0.9)(1.0)伏=7.5536×10^{-5}Y伏

有了这些结果，加之初始化电压输出，图3中的数值表就可以用来获得每个被监测波长的光谱辐射强度。

确定待测一氧化碳气体或其它气体浓度的第一步就是计算两个参照检测器的输出比值Z：

Z=电压（5.00）/电压（3.91）

=7.55136/1.90922

=3.9552

利用图3中的表，被动式红外源8的温度被确定为35℃。如上所述，在该例子的整个进行过程中，假定被动式红外源8的面积和光学装置保持不变。

如果只有温度需要修正，那么中性通道检测器D_2的新电压输出应该是初始值1.7558×10^{-5}Y伏乘以比值（2.6517/1.7558），等于2.6517×10^{-5}Y伏。由于两个电压不一样，可知辐射率ε或衰减G或是它们两者会与初始化条件不一样。基于测得的检测器D2（3.91微米）的输出，以及在35℃条件下该中性通道应取的初始值，就可以算出如下的乘积εG：

$$\varepsilon G=(1.90922\times10^{-5}\text{Y伏})/(2.6517\times10^{-5}\text{Y伏})=0.72$$

应该注意到，如果在初始化时辐射率ε_0和衰减G_0的乘积小于1.0，那么初始化值就应该被归一化为1.0的辐射率ε_0和1.0的衰减G_0。按此方式，两个电压输出的比值就可以导出因数εG的瞬间乘积值。

利用监测5.00微米通道的其它中性检测器的输出电压也可以导出同样的信息。

一旦知道了被动式红外源的温度为35℃以及εG的乘积为0.72，从检测器D1的输出的测量值，就可以求出如下在4.67微米处或信号通道的校正输出电压：

5.3802×10^{-5}Y伏（5.4507/7.6250）×(1/0.72)

=5.3417×10^{-5}Y伏

从上述计算中可以看出，输出电压为温度和因数εG进行了校正，所以，这个校正的电压输出与初始电压输出之比值给出如下的调制因数M：

$5.3417\times10^{-5}Y/5.4507\times10^{-5}Y=0.98$

至此，上述方法正确地导出了监测4.67微米通道的信号检测器D1的调制因数。

总结上述内容，第一步是通过计算两个参照的检测器输出之比值来获得新的被动式红外源的温度。第二步是对两个中性通道中任一个的测量值与其初始化值进行比较，推导出因数“εG”，然后，用这两个结果来对信号检测器D1在4.67微米的输出测量值进行校正。信号检测器D1的这个校正值与存储的初始值的比值可以导出调制因数。利用一个校正曲线，调制因数就可以给出存在气体的浓度，校正曲线可以存储在信号处理电路系统中，这是本领域中所公知的。

有一点重要的内容需要指出，尽管在图1至图3中，中性检测器的FWHM（即W1）被描述为相等的值，但在本发明所提供的PIA检测器中，没必要设计成相等的中性波带宽。这是因为每个中性检测器（以及信号检测器）的W_1总是在制作具体的PIA检测器的过程中固定了已知的参数。而且，不管每个中性检测器的FWHM值如何，在两个中性波带处所测得的光谱辐射强度的比值始终唯一地确定被动式红外源8的温度。这是因为，如上述公式[1]中所阐明的，被动式红外源的辐射强度是普朗克定律所确定的黑体曲线下的面积与源的辐射率ε乘积的函数，对于每个中性通道来说，它们一般都会相同。

所以，结合图1至图3所描绘的PIA气体检测器可以改换设计成使F_2和F_3（即中性通道）的FWHM W_2和W_3对应于检测器在几微米的波带上而不是前面所建议的0.1微米波带上测量被动式红外源8的光谱辐射强度。在这样的系统中，每个中性干涉滤波器所通过的光谱带也可以彼此交迭。这种设计方案唯一的限制条件是，两个中性检测器不能测量同一光谱带的光谱辐射强度，且被动式红外源的辐射率ε应该在每个光谱带上保持相对恒定。两个中性检测器不能测量同一光谱带的光谱辐射强度是因为在这种情况下比值Z将永远是1，被动式红外源的辐射率ε应该在每个光谱＝波段上保持相对恒定，可以保证这个因数可以在计算比值Z的过程中消

去，从而使被动式红外源的温度T可以直接由两个中性通道的输出比来确定。

在8微米到14微米波段，水和二氧化碳的吸收很弱。所以作为一个例子，干涉滤波器F2的FWHM W_2可以被设置成允许8微米到14微米的光通过，这样，检测器5将测量到被动式红外源在这个带上所辐射出的全部能量。如果通过干涉滤波器F_3的光谱带比通过F_2的要窄，那么，检测器5和6所测得的能量多少的比值就可以仍按上述方法实时地唯一确定被动式红外源8的温度。带通滤波器F_3所允许通过的光的光谱带宽最好是带通滤波器F_2所允许通过的带宽的一半，这样，F_3就可以设计成允许通过被动式红外源在9.5微米到12.5微米范围内的光谱辐射强度。通过将干涉滤波器F_3的FWHM W_3设置成干涉滤波器F_2的宽度的一半，可以保证比值Z具有作为被动式红外源8的温度的函数的良好的可变性。

用这种方法设计中性通道的优点是，检测器5和6各自所测量到的能量显著增多，这提高了检测器的信噪比，从而允许对被动式红外源进行更精确的表征。

从上述内容中，本领域的技术人员可以显而易见，图1所给出的红外气体检测器可以用来监测多种气体，其方法是仅需向检测器组件3中增加额外的检测器D_i，并适当地选择干涉滤波器F_i的CWL使其与所希望监测的气体的特征吸收波段相对应。

图4和图5给出了本发明的一个实施例所提供的一个检测器组件3的构造。如图所示，检测器组件被制作于一个如TO－5型封装壳检测器封装壳31上。红外检测器4、5、6被安装于TO－5封装壳31的壳座30上。红外检测器4、5、6彼此邻近，使它们各自的视场彼此基本上交迭在一起。

尽管多种红外检测器可以用于本发明中，但由于温差电堆不需要任何功耗，具有线性输出和良好的信噪比，所以检测器4、5、6最好是用温差电堆。而且，还最好将三个检测器中每一个的参照结都固定于同一个热沉上，尽管这不是必须的。

滤波器座32置于封装壳座30的顶部，这使得能够进入滤波器座32与封装壳座30之间的间隙的辐射仅仅是穿过位于滤波器座32中的三个孔径34的辐射。孔径34位于滤波器座32中，且每个孔径与一个检测器轴向对

准。

干涉带通滤波器F_1、F_2、F_3覆盖孔径34，使它们置于各自对应的检测器与被动式红外光源之间。此外，通过用干涉滤波器F_1、F_2和F_3覆盖位于滤波器座32之中的三个孔径34，保证了只能进入滤波器座32与封装壳座30之间的间隙的辐射就是所希望的光谱波段上的辐射。隔板40用来防止进入的一个带的光与用来测量不同波段的光的红外检测器相接触。

带通滤波器F_1、F_2、F_3的CWL和FWHM的设置是按照图1至图3所给出的方式进行的。

TO—5型封装壳31的罩42起着孔径环的作用，从而限定了检测器组件3的FOV。罩顶42含有一个透明的窗口44。在选择窗口44的材料时，最好选择那些对检测器组件3所监测的光谱带具有尽可能高的透过率的材料。最好窗口对于所要监测的每个带都具有相同的透过率。在1微米至10微米范围内具有相对均匀的透明度的窗口材料，如硅、CaF_2、和BaF_2。CaF_2、和BaF_2是最合适的材料，因为它们在这一带具有很高的透明度。

为了减少成本，还可以根本不设窗口44。但如果有了窗口44，图4和图5中所示的检测器就可以密封，因而提高探测器组件的使用寿命。由于灰尘和油污在检测器组件3上积累，与光谱带相对应的输出信号将会减弱。如果信号的衰减太大，红外气体检测器将无法正常工作。但检测器组件3中有了窗口44以后，只要清洗窗口44，就可以很容易地恢复原有的信号强度。如果省略了窗口44，这将是不可能作到的。

如果要求有更大的平台就能增加额外的检测器和带通滤波器，以增强本发明红外气体检测器的能力，可以选用TO—8型或更大的封装壳。比如，当需要监测多种气体时，就需要这样的大平台。

下面结合图9至图16对检测器组件3的一个具体的最佳实施例加以说明。如图9、10和13所示，检测器组件3包括三个形成于基片50上的红外检测器4、5、6，基片50安装于检测器的封装壳31内。检测器封装壳31最好是TO—5型封装壳，它包含一个壳座30和一个罩42。罩42含有一个孔径环7，它限定了用来接收进入检测器组件的辐射的一个开口。即是说，检测器组件3的视场是由孔径环7限定的。罩42最好含有一个透光窗口44，窗口44嵌于孔径环7所限定的开口中或将开口盖住。透光窗口44固定于罩

42上，这样，当罩42连接于壳座30时，红外检测器4、5、6就可以被密封在检测器组件3之中。

在本实施例中，为检测器4、5、6提供的支撑基片50是由硅、锗、砷化镓或类似的半导体材料制成的。因为三个检测器4、5、6挨得很近，所以它们的视场基本上交迭在一起。

在本实施例中，红外检测器4、5、6最好是薄膜温差电堆或者是硅的微加工温差电堆，温差电堆4、5、6都各罩盖住一个形成于基片50上的孔径52。通过带通滤波器F1、F2、F3的辐射通过作为窗口的孔径52受到检测。如本领域内所公知的，薄膜或微加工热电堆检测器4、5、6被制作于基片50的底侧，而且可以采用任何合适的图形。图13是基片50的底侧的放大视图，它显示了一种可以用于薄膜或微加工温差电堆检测器4、5、6的合适的图形。图12给出了基片50的俯视图。

如本领域中所通常采用的技术，每个温差检测器4、5、6的热结60最好支撑于一层电绝缘片54上，电绝缘片54各罩盖了形成于基片50中的孔径52，而冷结60则位于厚基片50之上。三个孔径52最好被一层电绝缘片54所罩盖，热电堆检测器也可以是自我支撑的。

在检测器组件的工作过程中，发自被动式红外源的红外辐射通过窗口44进入探测器封装壳31。然后，分别允许通过某个特定光谱带辐射的干涉带通滤波器F_1、F_2、F_3受到红外辐射的照射。然后，通过干涉滤波器F_1、F_2、F_3的辐射照到绝缘膜54上，或者，如果热电堆是自支撑的，这些辐射就照到热结60上，在那里，红外热电堆检测器4、5、6分别检测这些辐射。

为提高检测器4、5、6对入射辐射的灵敏度，可以在封装过程中在电绝缘膜54的顶侧镀一薄层氧化铋或碳黑，以使孔径区域更有效地接收射入的辐射。如果热电堆检测器4、5、6是自支撑的，就可将射入辐射的热结60一侧直接镀上氧化铋或碳黑。

通过在厚基片50上使冷结或参照结62定位，使每个检测器的参照结都被自然地固定于同一种热物质上。所以基片50起热沉的作用，将每个检测器的冷结62维持在一个相同的温度上。此外，基片50也为器件提供机械支撑。

尽管在本实施例中，采用一个基片50，在其上形成了三个红外热电堆检测器4、5、6，但本领域技术人员很容易理解，也可以采用三片分开的基片来代替本实施例中的基片50，在每个基片上制作一个红外热电堆检测器。

用来制作电绝缘膜54的材料可以是本领域中很多已知的合适材料，包括MYLAR之类的塑料薄膜或者是氧化硅、氮化硅之类的无机电介质层，或者是二者兼有的多层结构。电绝缘膜54最好是一薄层无机电介质层，因为这样的介质层很易于用已知的半导体生产工艺制造出来，并使更灵敏的热电堆检测器得以制作在基片50上。并且也显著提高了整个器件的可制作性。此外，如果只用半导体工艺制作检测器4、5、6，则在全范围硅集成电路技术的基础上将使基片5具有芯片上电路功能的器件特性，从而只要需要就可以将检测器4、5、6的信号处理电路包含进基片50中。

在现有的温差电堆和红外检测器领域中有许多可以在基片50底侧上制作温差电堆检测器4、5、6的技术。其中的一种适合于用半导体的工艺技术生产温差电堆检测器4、5和6的技术公布在1992年3月31日授权的5,100,479号美国专利中，这份专利也是本说明书的对比文件。

参见图10和图13，利用焊料或其它已知材料在键合区58将输出引线56连接于每个温差电堆检测器4、5、6的输出焊点64上。因为温差电堆检测器4、5、6的参照结是彼此热短路的，每个检测器4、5、6的参照结有可能共用一个输出焊点。于是，只要4条输出引线就可以导出各检测器的输出，而不需要6条引线。通常，输出引线56将检测器4、5、6与信号处理电路连接起来。如上所述，信号处理电路可以直接包含在基片50中，这种情况下，输出引线56将被连接于信号处理电路的输入和输出焊点，而不是连接于红外温差电堆检测器4、5、6的输出焊点。

如图10所示，在基片50上邻近其中一个温差电堆检测器的冷结的位置处最好建立一个温度传感元件。该温度传感元件监测基片50在冷结区域的温度，因而它所测出的温度代表着冷结62的温度。温度传感元件53的输出被送入信号处理电路中，使其可以补偿温差电堆检测器的冷结周围温度所造成的影响。温度传感元件53最好是一个热敏电阻，但二极管、晶体管等其它温度传感元件也是可以使用的。

参见图9至图11，干涉带通滤波器F_1、F_2和F_3被安装于基片50的顶部，使它们分别覆盖住基片50中的一个孔径52。带通滤波器F_1、F_2和F_3的CWL和FWHM的设置按图1至图3所给出的方式进行。由于干涉滤波器覆盖住孔径52，通过窗口44进入检测器组件3的光必须首先通过滤波器F1、F2和F3，才能分别到达红外检测器4、5和6。所以，在基片50上设置三个分开的孔径，可以使通过一个滤波器的光与通过另一个滤波器的光彼此隔开，这避免了各个检测通道间的串音。这样，被动式红外源的发出的、能够到达红外检测器4、5、6的光正落入检测器所要检测的相应光谱波段内。

最好用一种如导热环氧树脂的热导材料，将滤波器F_1、F_2和F_3固定于基片50上，这样做的优点是它能够提高滤波器与基片之间的热分流，使基片与热电堆检测器4、5、6的冷结或参照结62处于相同的温度下。使来自干涉滤波器的背景噪声可以减至最小。

干涉带通滤波器F_1、F_2和F_3的温度都高于0K，它们都发出一定的红外辐射量。通过温度与环境温度相近的滤波器后入射到一个检测器上的辐射通量取决于滤波器与检测器的参照结或冷结的热短路状况。这样需要考虑温差电堆是怎样工作的。就是说，一个温差电堆所产生的电压输出可以直接量度构成温差电堆的热电偶的信号（热）结与参照（冷）结之间的温度差异。一个温差电堆只不过是由为了提高器件的输出电压而串连起来的多个热电偶所组成的。所以，滤波器与它的温差电堆检测器的参照结热短路的状况能够影响检测器的输出电压。

在最差的情况下，当滤波器根本没有与参照结热短路时，入射到温差电堆检测器上的辐射量中包含一个来自滤波器的不希望有的偏离，它使发自被动式红外源8、通过滤波器从外面入射到温差电堆的热结所需的信号调制减小。在热结处，可用信号与不可用信号之比取决于被动式红外源8在干涉滤波器所允许通过的光谱带上的辐射强度与滤波器在所有波长上发出的光谱辐射强度之比。在295K温度下，对于一个具有4.67微米CWL和0.2微米FWHM的干涉滤波器，这个量可以小到2.3×10^{-3}。但在实际情况下，干涉滤波器总会在一定程度上与温差电堆检测器的参照电极热短路，所以，可用信号与不可用信号的比值大约是0.1到0.2。

本检测器组件的实施例可以尽可能地消除从滤波器进入至温差电堆检测器的不需要的辐射量。实现这种效果的方法是，在温差电堆检测器4、5、6的参照（冷）结与相应的干涉滤波器F_1、F_2和F_3之间提供一种高效的热短路。这可以有效地消除滤波器对检测器的信号（热）结60的影响，使来自被动式红外源8通过滤波器的辐射成为温差电堆检测器所测量到的唯一辐射源。毋需赘言，它是唯一的辐射这一点很重要，而且它还被有效地隔离开来，便于温差检测器进行处理。

为了改进滤波器与基片50之间的热短路效果，还可以采用增加热沉的方法。例如，可以在干涉滤波器F_1的一侧或两侧淀积一个热沉金属格栅68，如图14所示。用作金属格栅的材料应具有良好的热导率，金尤其适用于此目的。还有一种选择，如图15和图16所示，可以将热沉金属格栅与安装的紧固件70结合在一起。如果将格栅上镀一层金，可以提高金属格栅68的导热率。安装的紧固件70含有一个格栅部分68和一个凸边部分72。干涉滤波器F_i（相应于滤波器F_1、F_2或F_3）位于由凸边部分72形成的凹处。为了提高安装的紧固件70与滤波器F_i之间的热传导，最好用如导热环氧树脂的导热材料，将滤波器F_i与安装的紧固件70相连接，然后也用一种导热材料将安装的紧固件固定于基片50的顶部以覆盖住孔径52。这体现在图16中，图16是基片50在与检测器4、5、6相对应的一个温差电偶检测器Di处的部分剖视图。

下面结合图17和图18对另一个最佳实施例检测器组件79加以描述。检测器组件79含有形成于半导体基片80上的三个红外检测器4、5、6（图中未给出），半导体基片80安装于检测器封装壳31中。红外检测器4、5、6是形成于基片80底侧的薄膜或微加工红外热电堆检测器，其方式与图9至力13所给出的检测器实施例一样。本实施例中的基片80与图9至13所给出的实施例中的基片50的主要区别是，在基片80上，围绕着每个形成于基片上的孔径52都有一个突起的边沿82。突起的边沿82提供了额外的热物质，以使温差电堆4、5、6的参照（冷）结保持在相同的温度。本实施例所增加的热物质是符合需要的，因为本实施例所提供的检测器组件79还包含有一个安装于检测器封装壳31内的主动式红外光源84。

与图9至13中所描述的实施例一样，在基片50上邻近一个温差电堆检

测器的冷结的地方最好建立一个温度传感元件53（未给出），以监测冷结的温度并将温度的信息提供给信号处理电路。

红外光源84为检测器组件79提供了更多的灵活性。就是说，它允许三通道检测器组件79用在具有主动式红外光源的传统NDIR气体传感器中，当红外光源84损坏时，就可以按本发明的被动式红外气体传感器使用检测器组件79。当检测器组件79按NDIR气体传感器使用时，突起边沿82所提供的额外热物质有助于在主动式红外光源84反复开关时保持参照结的温度尽可能一致。这有助于检测器对由于在检测器的取样路径中出现某种或几种被测气体时对它们的信号的进行调制保持检测器的灵敏度。

在本实施例中，检测器封装壳31是一人TO－5封装壳，它含有一个壳基30和一个罩42。罩42包括一个限定接收进入检测器组件的辐射的一个孔径环7。检测器组件79的FOV由孔径环7所限定。因为三个检测器4、5、6挨得很近，所以它们的FOV基本上交迭在一起。罩42最好还包含有一个透光窗口44，窗口44嵌于孔径环7所限定的孔径内或覆盖住孔径。透光窗口44连接在罩42上，这样，当罩42与壳基30相连接时，红外检测器4、5、6就密封在检测器封装壳31当中。

用于窗口44的材料的选择应按图4、图5和图9至图16中绘示的检测器组件的实施例中有关的说明进行。

干涉带通滤波器F_1、F_2、F_3安装于突起边沿82的顶面，使它们各罩盖住基片80中的一个孔径52。带通滤波器F_1、F_2和F_3的CWL与FWHM按图1至图3的有关描述设置。由于干涉滤波器覆盖了孔径52，通过窗口44进入检测器封装壳31的光必须首先通过滤波器F_1、F_2和F_3，才能分别到达红外检测器4、5和6。所以，在基片80上设置三个分开的孔径，可以使通过一个滤波器的光与通过另一个滤波器的光彼此隔开。这就避免了各个检测通道间的互相干扰。这样，被动式红外源的发出的、能够到达红外检测器4、5、6的光——或是检测器组件按传统的NDIR气体传感器使用时来自主动式红外光源的光——正好都落在专用检测器所要检测的光谱波段内。

用一种如导热环氧树脂的导热材料将干涉带通滤波器F_1、F_2和F_3固定于围绕着孔径52的突起边沿82上。用导热材料将将滤波器固定到突起边

沿82上的一个优点是它能够提高滤波器与基片80之间的热短路，基片与热电堆检测器4、5、6的冷结或参照结62处于相同的温度下。所以，来自干涉滤波器的背景噪声可以降至最小。

为了进一步改进滤波与基片80之间的热短路，可以在干涉滤波器F_i的一侧或两侧淀积一层热沉金属格栅，如图14所示。用作金属格栅的材料应具有良好的导热率，金尤其适用于此目的。还有一种选择，如图15所示，可以将热沉金属格栅组合在滤波器的安装紧固件70中。安装紧固件70含有一个格栅部分68和一个凸起的罩部分72。如图16所示，干涉滤波器F_i（相应于滤波器F_1、F_2或F_3）位于由凸起的罩部分72形成的凹处。为了提高安装紧固件70与滤波器F_i之间的热传导，最好用一种如导热环氧树脂的导热材料，将滤波器F_i连接于安装紧固件70上，然后也用一种导热材料将安装紧固件连接于凸起罩72的顶部在覆盖孔径52。

用焊料或其它已知材料在一个接合区88将基片的安装紧固件86连接于温差电堆检测器4、5、6的各个输出焊点上（图中未给出）。在本实施例中，由于检测器4、5、6的参照结共用一个共同的输出焊点，只需有4个基片的安装紧固件86就可以将检测器的输出连通。基片的安装紧固件86与检测器封装壳31的壳基30之间是绝缘的，这是因为基片的安装紧固件的安装在一个电绝缘基片90上，基片90的材料最好是从包含氧化铝和氧化铍的一组材料中选择。利用连线94，检测器4、5、6的输出信号经过基片的安装紧固件86，送到信号处理电路92中。信号处理电路92可以包含键合在绝缘基片90上的多个微芯片，也可以键合在绝缘基片90上的单片微芯片。输出引线56借助连线96与信号处理电路系统92的输入与输出相连。

信号处理电路92含有一个源驱动器98用来驱动一已知频率的主动式红外源84。源驱动器98通过连线97来驱动主动式红外源84。对传统的NDIR应用情况，用源驱动器98驱动主动式红外源84的方式是本领域所共知的，在此不需要进一步解释。

虽然在上面对检测器组件79的描述中，检测器组件79包括键合在绝缘基片90上的信号处理电路92，但信号处理电路92可以直接组合在半导体基片80上。还有一种选择，为了简化检测器组件79，输出引线56可以

用焊料或其它已知材料直接连于检测器4、5、6的输出端。这种情况下，输出引线56将把红外温差电堆检测器4、5、6的输出信号接到处于检测器组件79之外的一个信号处理电路中。

如果检测器组件79是按本发明的被动式红外气体传感器使用，发自被动式红外源8的红外辐射通过窗口44进入探测器封装壳31。然后，分别允许通过某个预定光谱带辐射的干涉带通滤波器F_1、F_2、F_3被这些红外辐射照到。然后，通过干涉滤波器F_1、F_2、F_3的辐射照到覆盖了每个孔径的无机电介质膜上（图中未给出），或者，如果热电堆是自支撑的，这些辐射将照到热结上，在那里，红外热电堆检测器4、5、6分别检测这些辐射。每个检测器的输出被传送到信号处理电路中，在那里，进行信号处理的方式与图1至图3所示的被动式红外气体传感器的情况相同。

就象图9至图16所描述的检测器组件3那样，为提高检测器4、5、6对入射辐射的灵敏度，可以在封装过程中在电介质膜54（图中未给出）的顶侧镀一薄层氧化铋或碳黑，以使孔径区域更有效地吸收入射辐射。如果热电堆检测器4、5、6是自支撑的，那么，热结60接收入射辐射的一侧可以直接镀氧化铋或碳黑。

如前所述，因为检测器组件79还包含一个主动式红外源，它可以按NDIR气体传感器使用。下面将详细说明，在本发明的技术方案中，将检测器组件7按NDIR气体传感器使用的情况。

图6给出了本发明的技术方案中，一个PIA气体传感器33的最佳实施例的实际构成情况。检测器组件3直接安装于印刷电路板（PCB）11上，印刷电路板11也安装有信号处理电路12、用来发出报警信号的警铃13和蓄电池电源14。电源14最好是锂电池，这样可以为系统工作1至2年提供充足的电源。虽然这里所描述的PIA气体传感器采用的是检测器组件3，但本发明也可以采用图17和图18所描述的检测器组件79。

凸面反射镜15牢固地连接于检测器组件3，用来提高检测器组件3的FOV。这种情况下的取样路径长度仍是由检测器组件3与被动式红外源8之间的距离来确定，被动式红外源8是墙壁9的一部分。PCB11装载着早先所说的全部元件被封装在一个封装壳16中，封装壳16的作用是，当器件被用来实施本发明的PIA技术时，保护器件免受操作中的损坏以及外部环境

的影响。

如本领域技术人员所知道的，如果采用折射光学系统，而不是反射光学系统，也能够类似地增大检测器组件3的FOV。由于成本的原因，最好采用反射光学系统。

图7所示是本发明的一个最佳实施例的信号处理电路的示意图。图7所示的信号处理电路可以用于上述任何一个实施例中的检测器组件。

根据本实施例，从被动式源发出的、在检测器组件3的视场内的辐射（图中未给出）汇集到分别代表信号检测器D_1、中性检测器D_2和D_3的检测器17、18、19上面。检测器17、18、19都是温差电堆检测器，它们的参照结与同一个热沉20相连接。温差电堆检测器的一个优点是它们具有线性输出特性（在0℃至70℃范围内以线性比例输出）。通过利用微处理器21测量公共参照结热沉20的温度，可以根据环境温度对检测器17、18、19的输出进行校正。

虽然本实施的描述中采用了检测器组件3，但在本发明中，也可以采用图17和图18所描述的检测器组件79。

为了使DC漂移尽可能减小，三个检测器的各个输出被一个受微处理器21控制的低噪声乘法器22以相同的占空因数不断地转换为一个同样低噪声预放大器23的差分输入。放大后的信号在被送入微处理器21进行处理之前，先被一个A/D转换器24进行转换。在被测气体被检测到以后，将依据在微处理器21中编程的一个预定的函数来测量气体的浓度。可以用电缆25输出或显示浓度，或在某些情况下也可用电缆26由处理器21产生报警信号。

微处理器21应是低功耗型的，并包含有足够的RAM、ROM和EEprom，用来对检测器组件3所产生的信号进行适当的处理。

为了进一步丰富本发明所提供的被动式红外气体检测器的多样化途，可以向气体检测器中增加一个测距器件。这将使用户可以根据具体的应用情况迅速而方便地调整取样路径长度S。测距器件可以是接触式的或非接触式的，例如，它可以含有一个带传感器的激光二极管，这是本领域所常用的技术。测距器件的输出被送入信号处理器中，这样，当计算气体浓度时，可以将合适的取样路径长度S代入公式[1]中。如上所

述，路径长度S的变化不影响两个中性通道输出比值的计算，因为这个因数对于两个检测器是一样的，在计算过程中被消掉了。

还有一种选择，气体检测器可以含有一个转换开头，使用户可以输入预设好的路径长度。例如，这个转换开关可以设置1英尺增量的路径长度，使用户在安装本发明的气体检测器时，能够测量并输入合适的路径长度。选择好了的具体的路径长度被送入微处理器21，使它知道在计算样品容积中的气体浓度时该选用的合适的路径长度。

要想再多一点灵活性，可以采用一个数据输入垫片，这样用户就可以输入任何希望的路径长度，微处理器21也可以在计算过程中做相应的补偿。

图8是本发明的另一个实施例所提供的信号处理电路的示意图。电路的结构是按所预期的信号低电平确定的，它在5至85微伏的量级。电路中有3个一样的预放大器电路，它们的区别仅在于增益设置电阻R4不一样。这些放大器都制作成仪器形式，它们具有很高的共模信号排斥，因为用在家庭中靠近60Hz电线的时候，可能电磁感生出较大的信号。对检测器和电路进行磁屏蔽就可以减小这种影响。还必须保护检测器和电路元件免受剧烈的温度变化，剧烈温变可能会在元件中产生温差电偶信号。为了保证电路的充分工作，热学和机械设计是十分重要的。

U1形成了仪器化放大器的输入部分，只所以选择U1是因为它具有较低的输入偏移电压，只有大约0.5微伏，而且它随温度的变化很小。因为高共模排斥的存在，反馈电阻R2和R3必须很好地匹配，要好于0.1%，并且具有10ppm/dag C或更好的温度系数。这个电路的增益是由大约为500的R2、R3与R1的比值来确定的。从dc到10Hz的噪声水平约为2μVpp。这比期望值要高，但在后续过程中，它还要经过滤波。为了实现对样品输出的合适的处理，输入偏置低和温度漂移小是更为重要的。

电路输出部分的输入噪声水平要低得多，大约0.28微伏，但偏移要高得多，大约50微伏，且温度系数较大。U2是另一个仪器形式的放大器，它被用来提供一个大约为400的稳定的高增益。只所选用它是因为它的比另一个放大器廉价，以及因为它具有精确增益设置电阻器。期望的输出是1到2伏或略高一点，这取决于检测器的输入辐射。另两个检测器

的预放大器增益要低一些，因为那些检测器的波长更长，因而期望获得更多的辐射。

信号处理的其它过程可以有多种方式，给出的实现方式仅是个例子。三个信号通道和一个位于检测附近的温度传感器被一个乘法器选择，它们的输出被一个电压频率转换器转换成频率。该频率输出可以很容易地被一个微处理器（微伏）处理，以根据相应温度下发出的信号来确定视场内的温度、检测器的温度、以及待测一氧化碳或其它气体的温度。

下面结合图19对本发明的PIA气体传感器的另一个实施例进行说明。图19给出的被动式红外气体传感器110含有一个被动式红外源112、位于被动式红外源112的中心位置并具有一个用来让红外辐射进入孔径118的一个三通道红外检测器组件3、一个与检测器组件3的孔径118和被动式红外源分开一段距离的并对着孔径118和被动式红外源的凹面镜120。

被动式红外源112最好是凹面的，以提高在对着红外源112的凹面镜120视场内的红外源的表面积。在本实施例中，被动式红外源112含有一个形成于非导电部分114的表面之上的红外黑表面116。红外黑表面116可以含有多种材料，包括黑氧化铬、氧化铋及碳黑。非导电部分114可以由多块塑料板制成，因为塑料的重轻且易于加工制作。如本领域技术人员所公知的，非导电部分114也可以由一整块塑料板或其它电绝缘材料制成。

凹面镜120可以是任何凹面反射表面，只要它能够增大检测器组件的视场，凹面镜120的辐射率最好尽可能低，这样，使通过孔径118被检测器组件3所接收到的红外辐射都是由被动式红外源产生的。凹面镜120应该足够大，以能够包容在它与检测器分开的距离上检测器的整个视场。这可以是公式d=(OM(S)2π???来计算，其中d是凹面镜120的直径，OM是检测器组件对着凹面镜120的立体角，S是凹面镜120与检测器组件的距离。类似地，被动式红外源也应该足够大，以满足凹面镜视场的要求。

被动式红外源与检测器在一端，凹面镜在另一端，这两端之间的空隙决定了本发明的样品室。从被动式红外源112反出的红外辐射被凹面镜120反射入孔径118并进入检测器组件120，所以，被动式红外气体传感器

110的取样路径长度是至少两倍于检测器组件3与凹面镜120之间的距离。与被动式红外源与检测组件相对着的红外气体传感器设计相比，气体传感器110将具有两倍的灵敏度。反过来将，气体传感器110要想获得与之一样的灵敏度，只要一半大小的取样空隙即可以了。

如上所述，图17和图18所描述的检测器组件79还包含有一个主动式红外源，所以，检测器组件79也可以直接被用于一个NDIR气体传感器中。图20给出了本发明提供的可能的NDIR气体传感器设计。图20中的气体传感器含有一个细长的空管100，管100具有一个封闭端102和一个开放端104，在这个最佳实施例中，管100由金属制成，且截面形状为圆形。在其它实施例中，截面形状可以是方的。

管100的内表面以及封闭端102的内表面具有镜面式的反射特性。

根据本发明，金属管100是不透气的，所以在管100上间隔的位置上提供一些过滤孔径，以让被气体进入和离开管内空间，过滤开口106就是代表性的一个。每个过滤孔径106都被覆以半透过性膜108。过滤孔径的数量、位置及形状不是至关重要的，自然，有些设计可能会优于其它的设计。

三通道检测器组件3被安装于管100的开放端，并使开放端封闭起来，以防止气体由管100的开放端进入或泄出。由于本发明中采用了主动式红外源84，检测器5和6就不需要了，因为它们是当检测器组件79被用于被动式气体传感器中时用作中性检测器来表征被动式红外源8的温度。因此，本实施例中，检测器组件79可以检测多达3种的不同气体，只要简单地选择带通滤波器F_1、F_2和F_3，使它们允许通过三个不同波长的光谱波段，在这三个波长上，待测气体产生强烈吸收，而其它可能存在的气体不产生吸收。如果需要测量的气体少于3种，则多余的检测通道就可以取消。本发明的这一方案为NDIR气体传感器增加了许多灵活性。

样品室内待测气体的浓度取决于它们吸收发自主动式红外源84的辐射的程度。如图20所示的那样，将检测器组件79插入管100的开放端口，位于检测器组件79上的检测器4、5、6和干涉带通滤波器F_1、F_2、F_3以及主动式红外源的安置方式是使它们都面对封闭端102的内表面。所以，发自主动式红外源84的一些辐射，要么直接地要么间接地，被封闭端102的内

表面反射回检测它们的检测器4、5、6。接下来，就可以用本领域的已知技术，利用检测器4、5、6所检测到的在一定光谱波段上的辐射量，来确定存在于由管100的空腔所限定的样品室内的被测气体的浓度。

设置半参透膜108的目的是为了防止大气中的比预定颗粒大的粒子进入管100的空腔中，同时又一定不妨碍被测气体自由地扩散进入和泄出管100的空腔。有碍粒子包括微小的雾滴、油滴以及灰尘和烟雾等细小的颗粒状物质。如果大气中的这些有碍粒子进入了管100的空腔，它们将会沉积在反射镜面的表面上，从而降低其反射率及镜面反射特性。这些有碍粒子还会沉积在检测器组件79的窗口44上，降低辐射的透过率。在此最佳实施例中，采用了能防止大于0.3微米的颗粒进入管100空腔的半渗透膜，这些问题都得以解决。

上述实施例描述了本发明的技术方案，本领域的技术人员很容易认识到，在不背离本发明思想的情况下，很容易对本发明的结构、设置、形状、元件、材料、组成等进行修改以适合具体的应用场合及需求。例如，图9至18所描述的检测器组件被描述成三通道检测器，因为那是为了适用于本发明的PIA气体传感器。本领域技术人员都会明白，根据具体的应用需要，本发明的检测器组件可以含有任意希望数量的通道数，包括一个通道。因此，上述内容仅为描述和举例之目的，本发明的保护范围并不以上述内容为限，而是以权利要求为准。

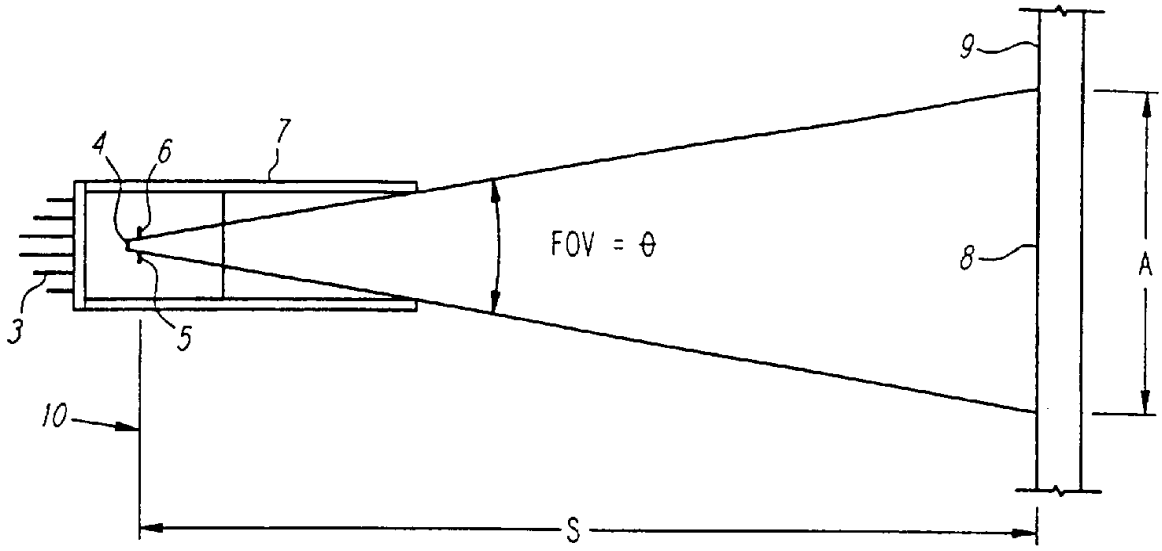

9
4
6
7
FOV = θ
8
A
3
5
10
S

图 1

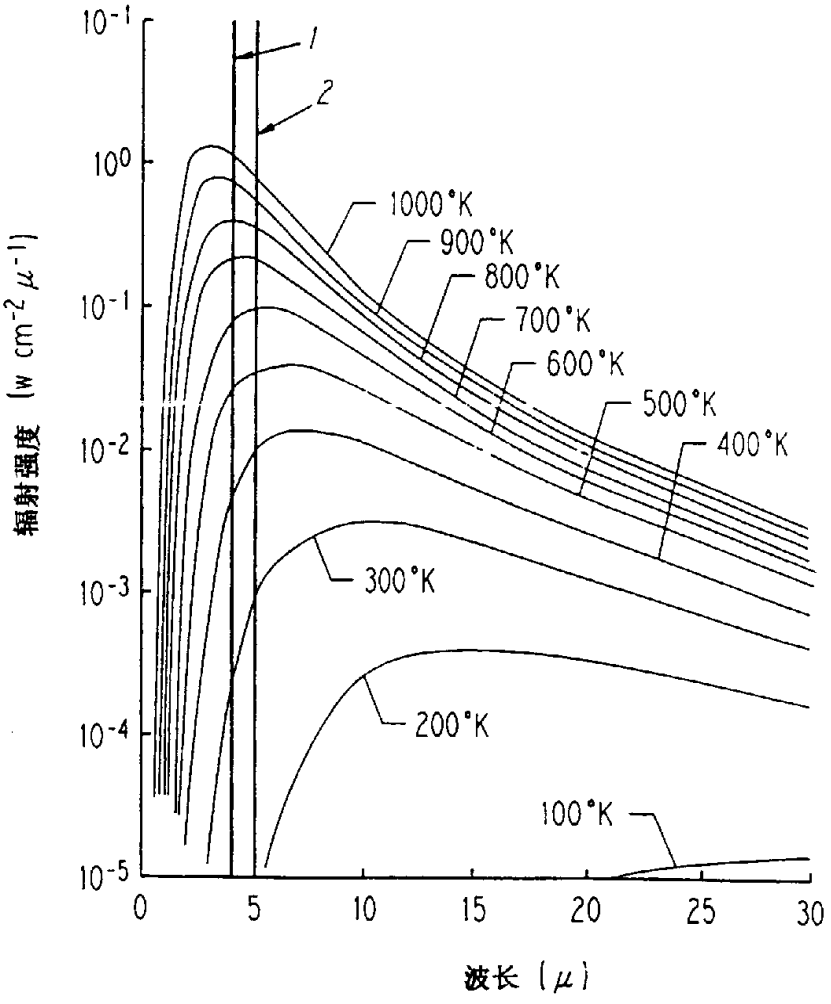

1
2
1000°K
900°K
800°K
700°K
600°K
500°K
400°K
300°K
200°K
100°K
辐射强度 (w cm⁻² μ⁻¹)
波长 (μ)

图 2

被动源温度 TEMP °C/°K	R3.91μ x10⁻⁴ Wcm⁻²μ⁻¹	R4.67μ x10⁻⁴ Wcm⁻²μ⁻¹	R5.00μ x10⁻⁴ Wcm⁻²μ⁻¹	R3.91/R5.00	R5.00/R3.91
5/278	0.7304	2.5907	3.8267	0.1909	5.2392
10/283	0.9229	3.1511	4.5946	0.2009	4.9784
15/288	1.1566	3.8067	5.4818	0.2110	4.7396
20/293	1.4384	4.5691	6.5009	0.2213	4.5195
22/295	1.5663	4.9067	6.9485	0.2254	4.4365
25/298	1.7758	5.4507	7.6655	0.2317	4.3166
30/303	2.1772	6.4647	8.9898	0.2422	4.1291
35/308	2.6517	7.6250	10.488	0.2528	3.9552
40/313	3.2092	8.9462	12.177	0.2636	3.7944
45/318	3.8608	10.444	14.071	0.2744	3.6446

图 3

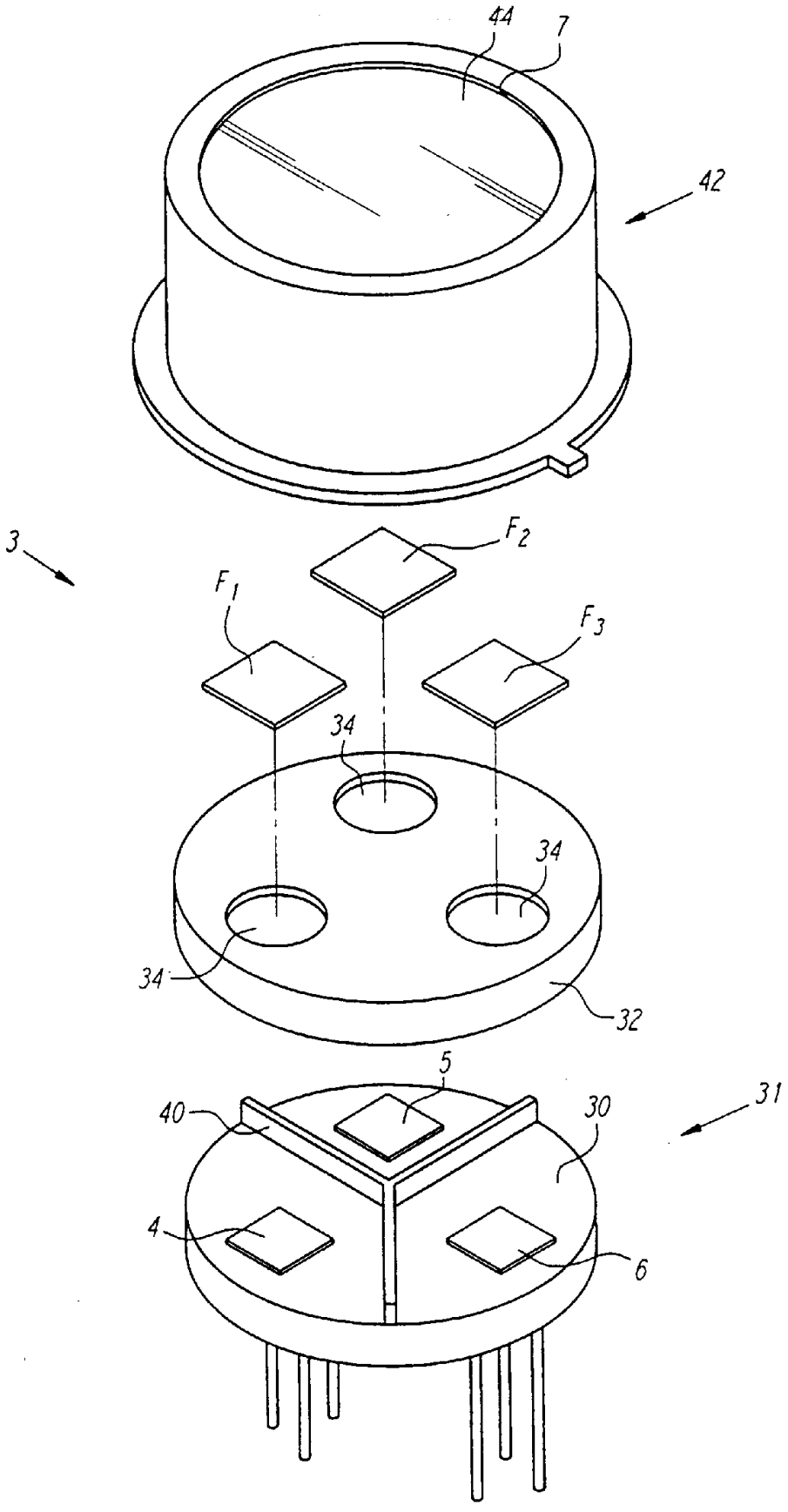


图 4

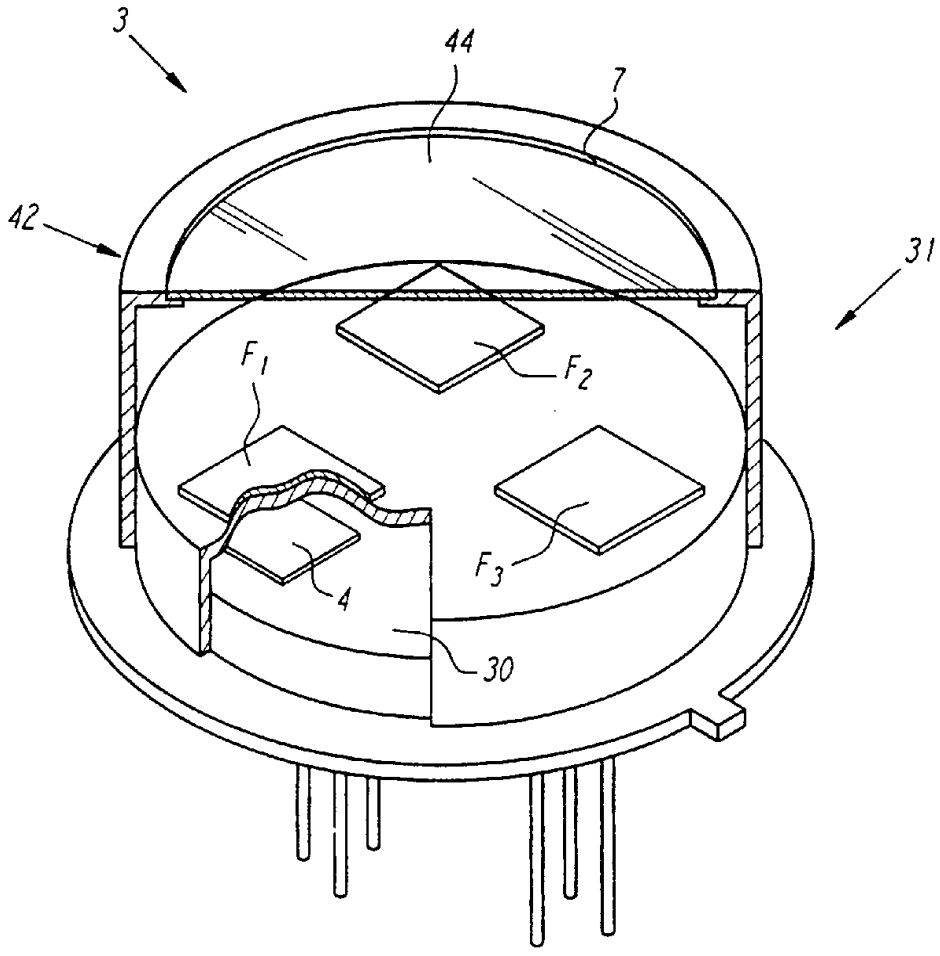


图 5

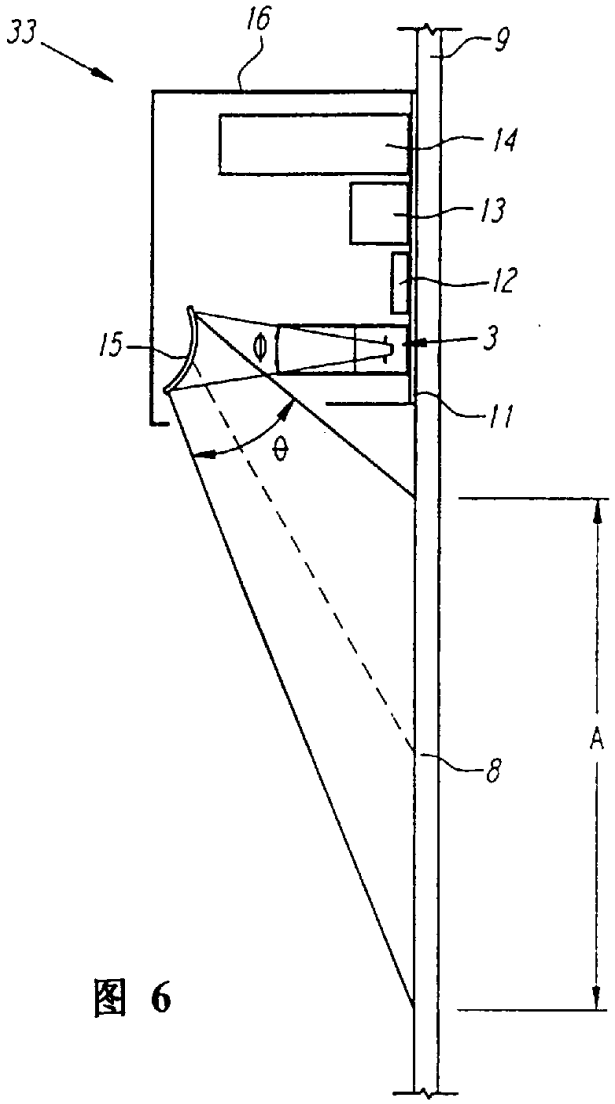

33
16
9
14
13
12
15
3
11
θ
A
8

图 6

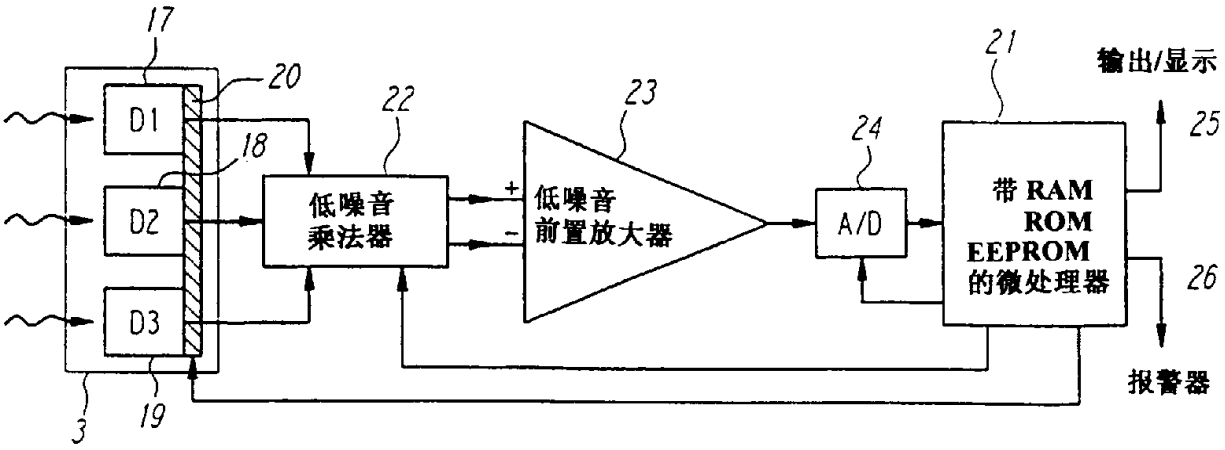

17
20
D1
18
D2
D3
22
低噪音
乘法器
23
低噪音
前置放大器
+
-
24
A/D
21
带 RAM
ROM
EEPROM
的微处理器
输出/显示
25
26
报警器
3
19

图 7

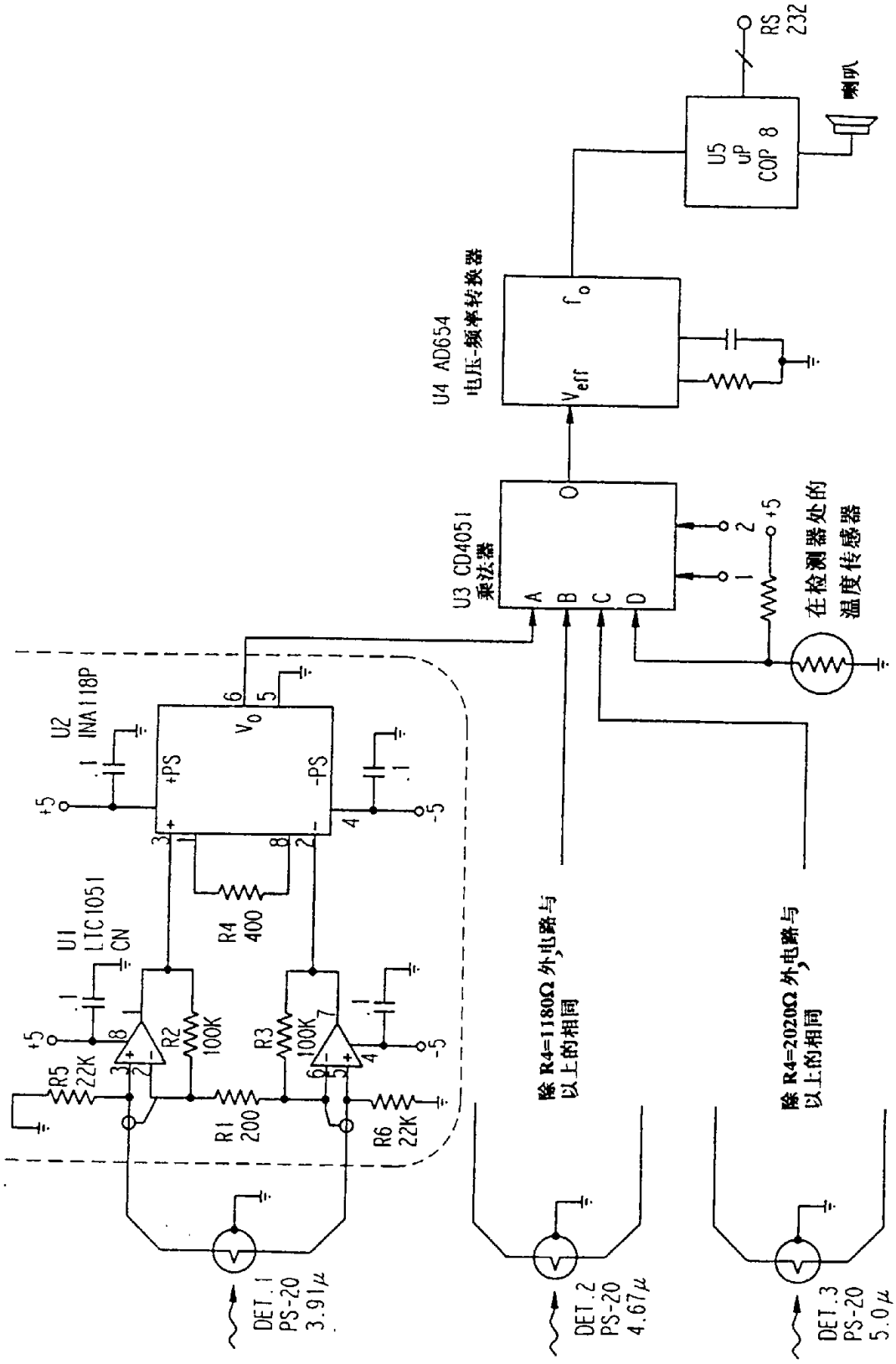

U1
LTC1051
CN
U2
INA118P
U3 CD4051
乘法器
U4 AD654
电压-频率转换器
U5
uP
COP 8
RS
232
喇叭
在检测器处的
温度传感器
R1
200
R2
100K
R3
100K
R4
400
R5
22K
R6
22K
+5
-5
+PS
-PS
A
B
C
D
除 R4=1180Ω 外,电路与
以上的相同
除 R4=2020Ω 外,电路与
以上的相同
DET.1
PS-20
3.91μ
DET.2
PS-20
4.67μ
DET.3
PS-20
5.0μ

图 8

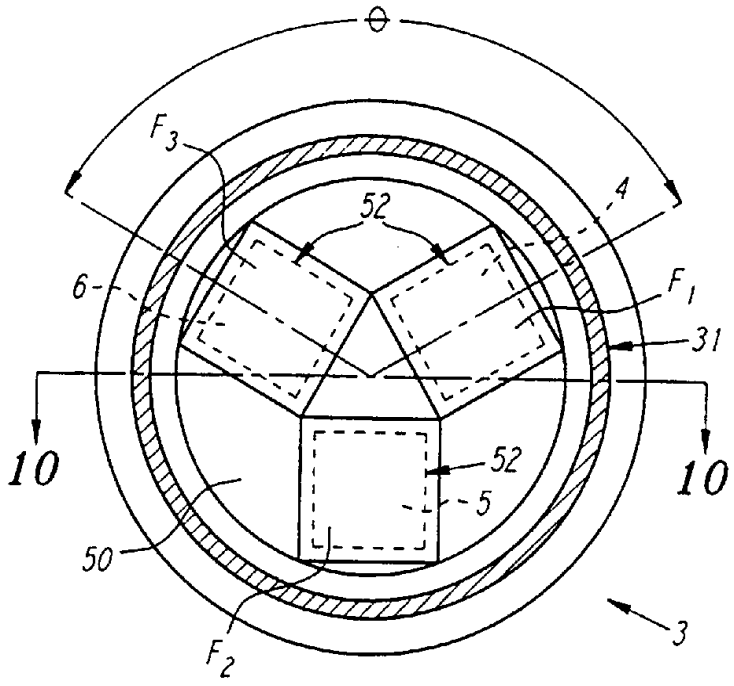

F3
52
4
6
F1
31
10
10
52
5
50
F2
3

图 9

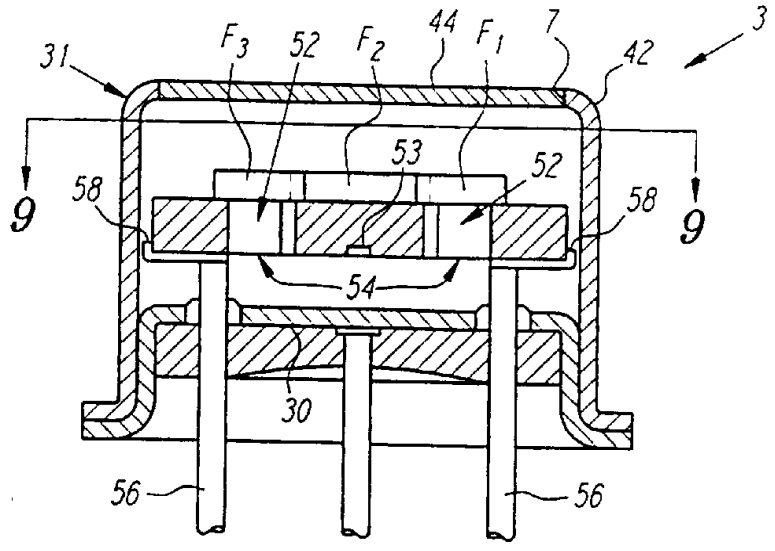

31
F3
52
F2
44
F1
7
42
3
9
9
58
53
52
58
54
30
56
56

图 10

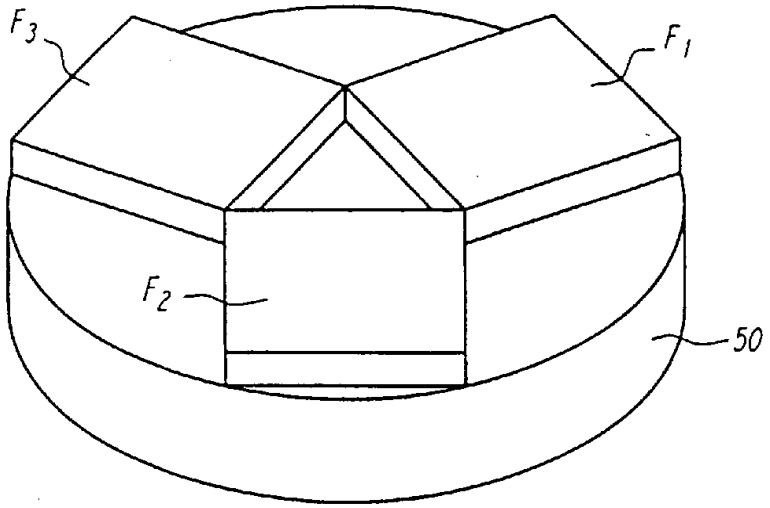


图 11

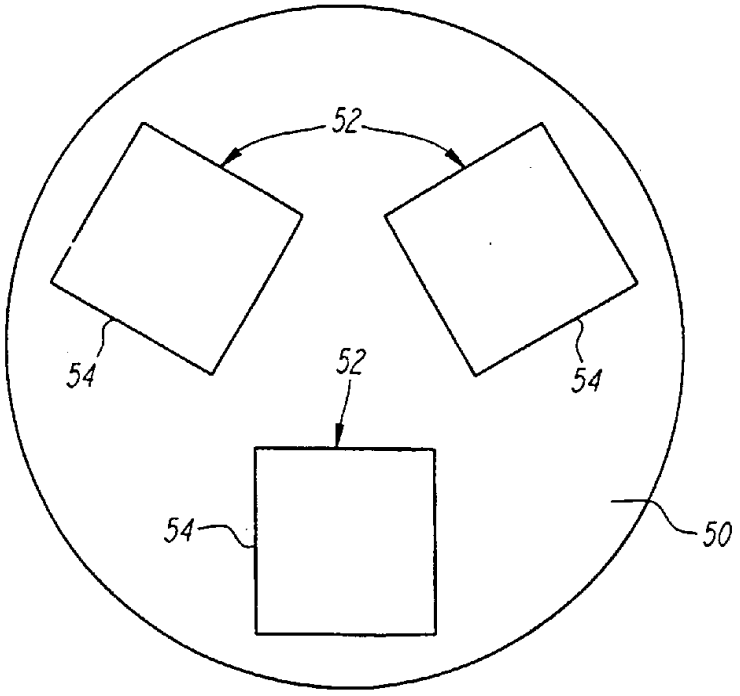


图 12

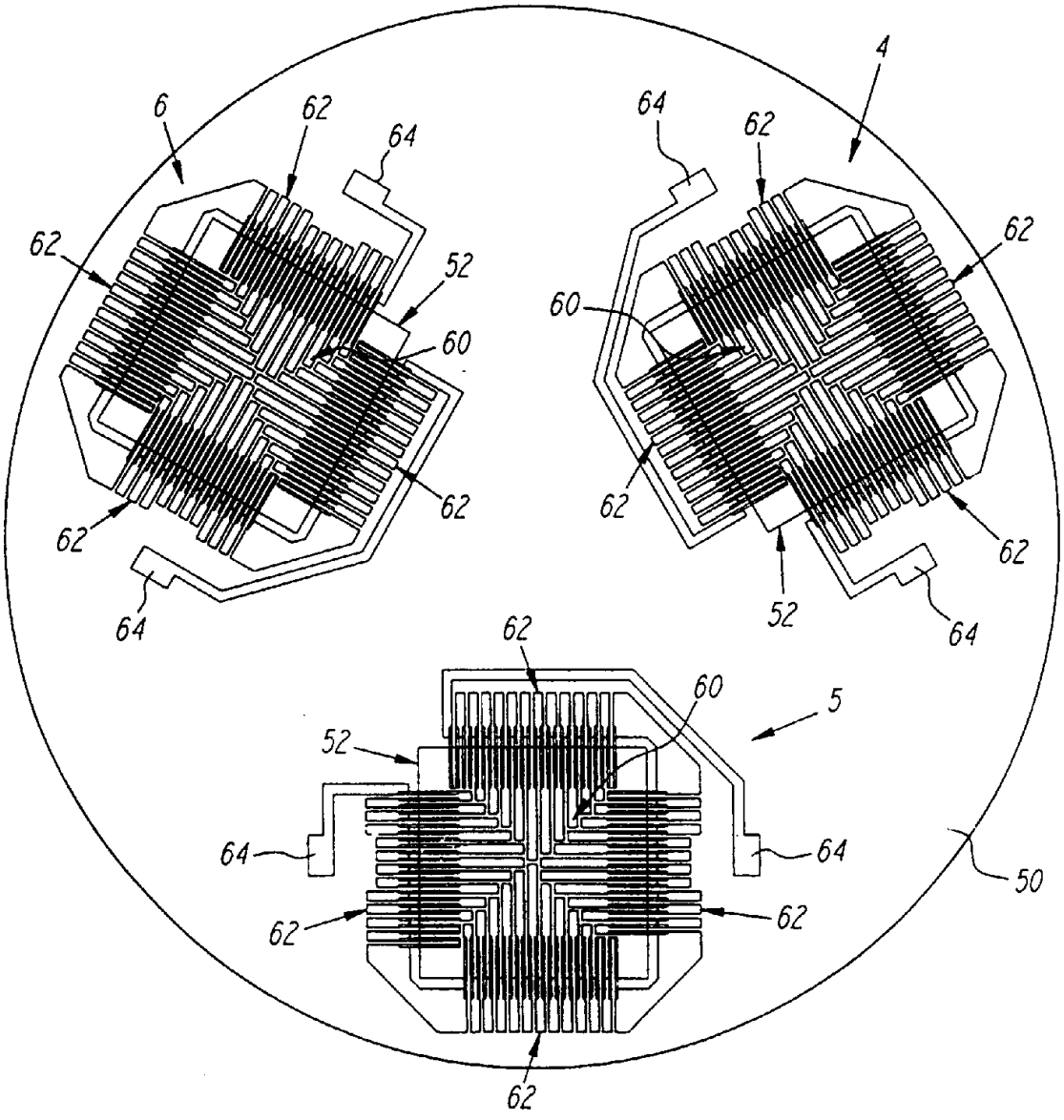

6
62
64
62
52
60
62
62
64
4
64
62
62
60
62
62
52
64
62
60
5
52
64
64
62
62
50

图 13

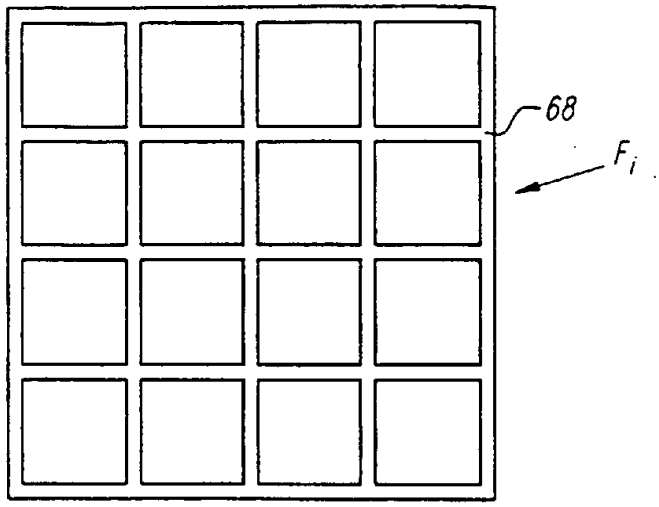


图 14

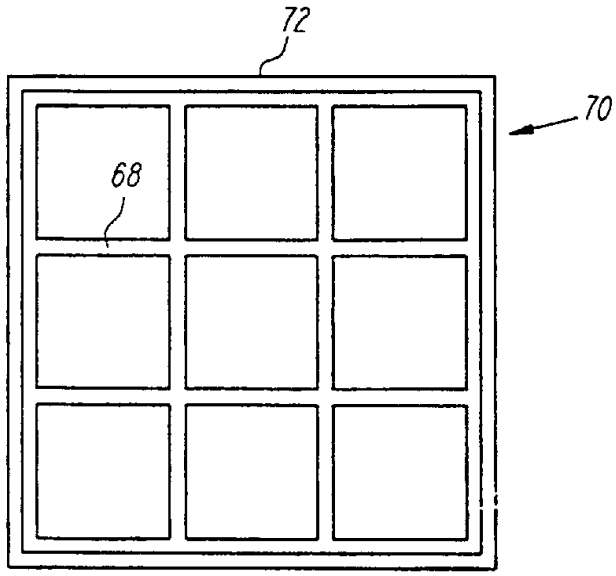


图 15

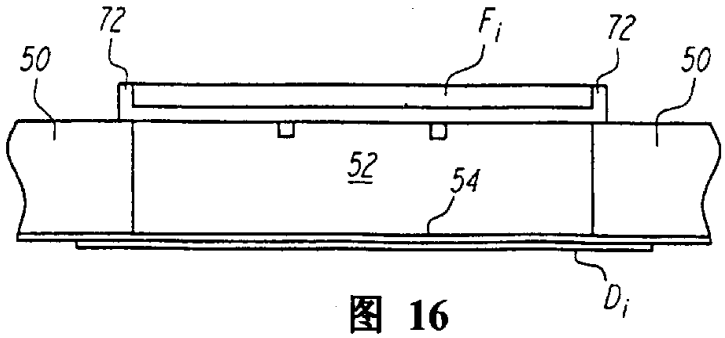


图 16

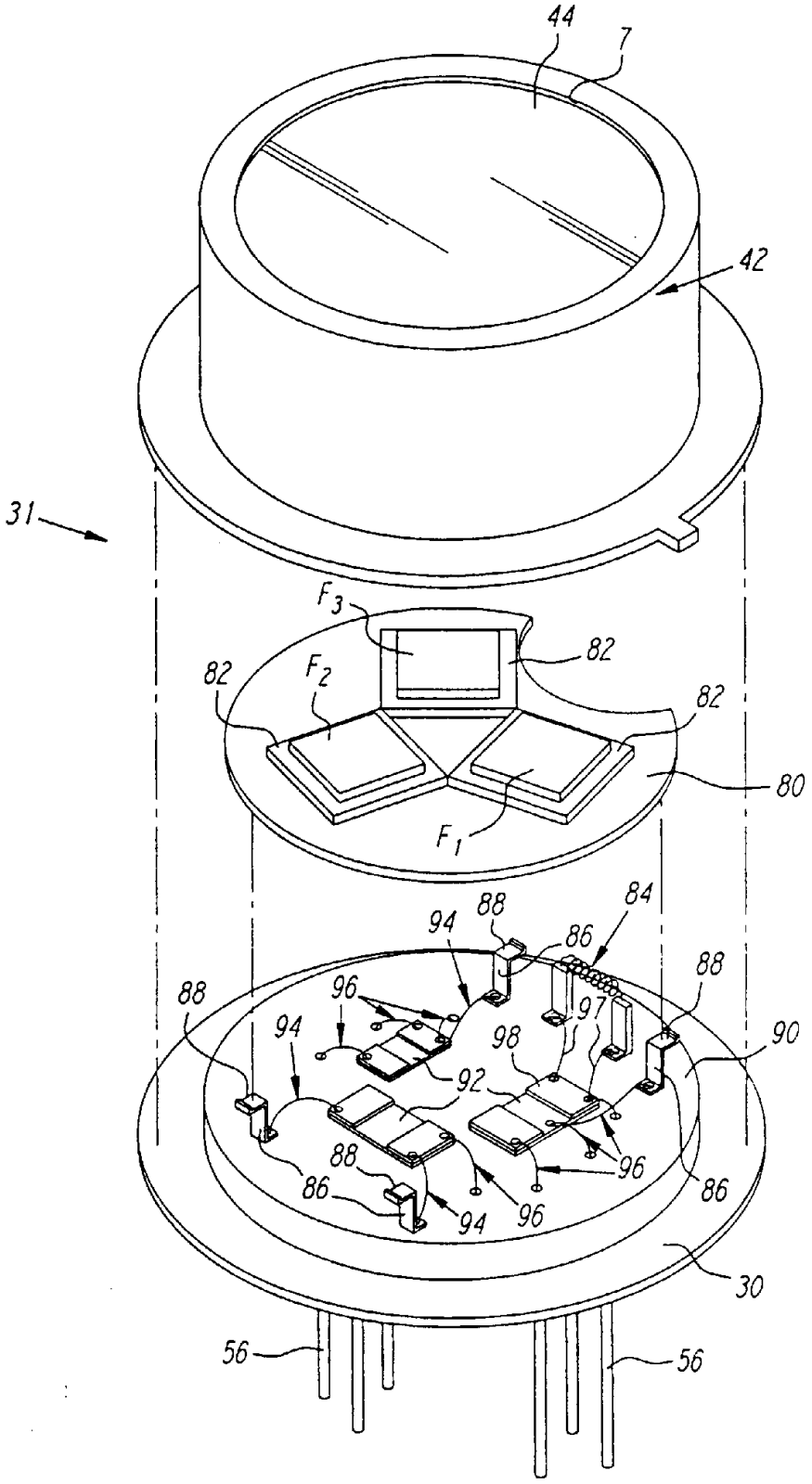

44
7
42
31
F3
82
F2
82
82
80
F1
84
88
94
88
86
88
96
94
97
98
90
92
88
96
86
94
96
86
30
56
56

图 17

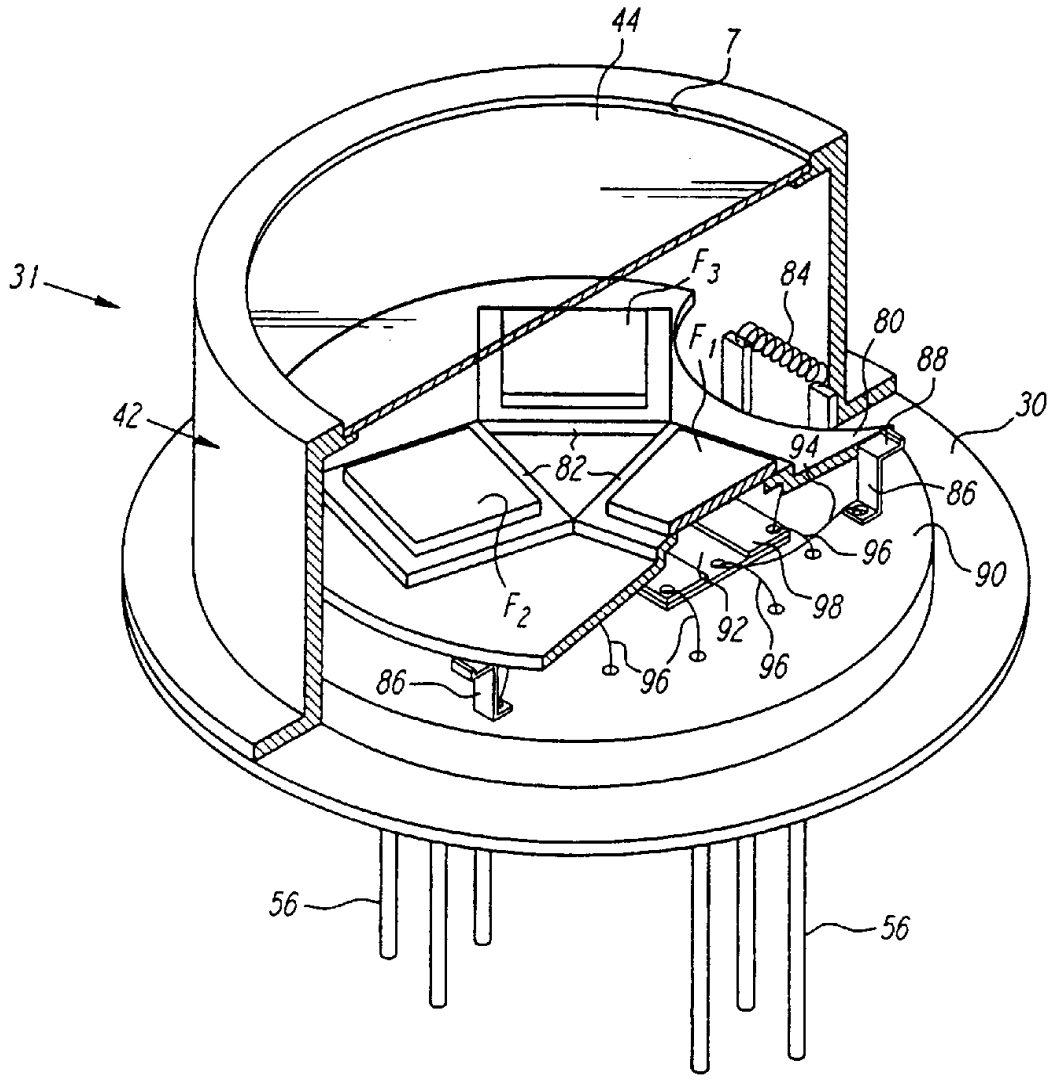


图 18

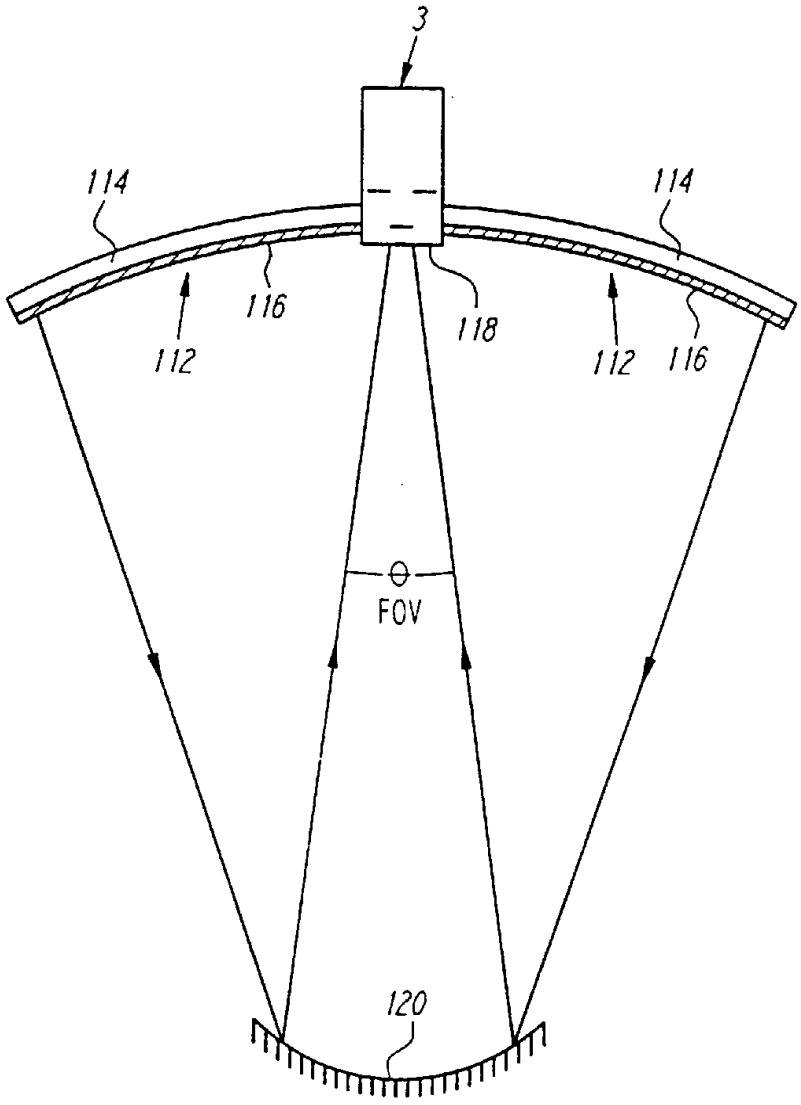


图 19

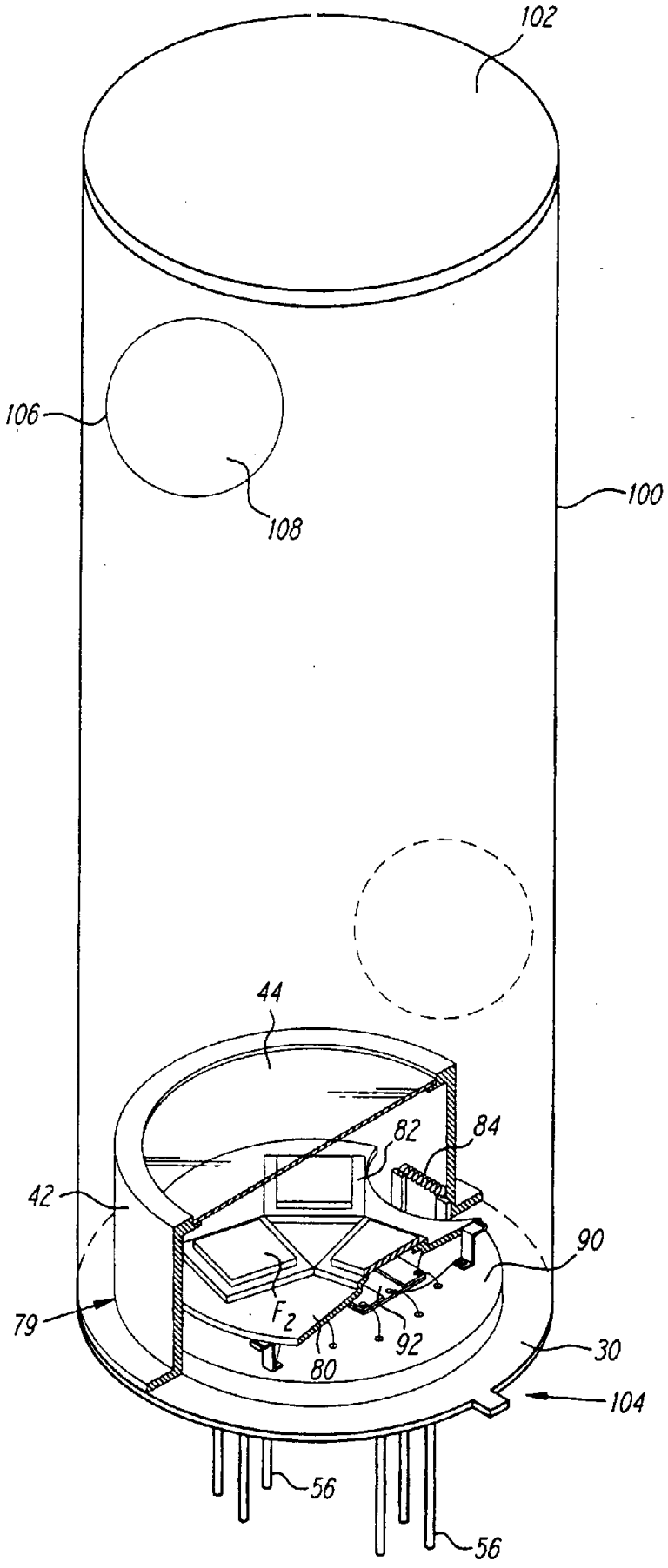


图 20