

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

H01L 29/772

G01N 27/00

[12]实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 99257016.6

[45]授权公告日 2000年11月29日

[11]授权公告号 CN 2408573Y

[22]申请日 1999.12.6 [24] 颁证日 2000.8.26

[73]专利权人 中国科学院长春光学精密机械研究所
地址 130022 吉林省长春市人民大街 140 号

[72]设计人 索 辉 刘 云 王立军
徐宝琨 王庆亚 赵 毅

[21]申请号 99257016.6

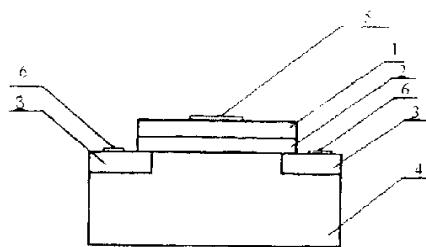
[74]专利代理机构 中国科学院长春专利事务所
代理人 李恩庆

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图页数 1 页

[54]实用新型名称 低温(常温)场效应式气敏元件

[57]摘要

本实用新型属于半导体器件，涉及一种低温(常温)场效应式气敏元件。主要由纳米晶气敏薄膜，SiO₂层，n型或p型Si源、漏极，p型或n型Si层，栅极金属电极，源、漏金属电极等构成。如果Si层是n型，那么Si源、漏极是p型的。在Si层上有两个不相接触的Si源、漏极，并被Si层隔开。其上是SiO₂层、SiO₂层既同Si层相接触，也同Si源、漏极相接触。在SiO₂层之上是纳米晶气敏薄膜。由于采用纳米晶气体薄膜，本实用新型可以在低温或常温下工作，而且功耗低，可实现同其它硅器件集成。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

权 利 要 求 书

1、一种低温（常温）场效应式气敏元件，由纳米晶气敏薄膜（1）、n型或p型Si源、漏极（3），p型或n型Si层（4），源、漏金属电极（6）等构成，其特征是在p型或n型Si层（4）上有n型或p型Si源、漏极（3），n型或 p型源、漏极（3）为两个不相接触，被p型或n型Si层隔开的源、漏极、纳米晶气敏薄膜（1）在n型或p型 Si源、漏极（3）和p型或n型 Si层（4）之上，并同两者接触，两个n型或p型Si源、漏极(3)上制有源、漏金属电极（6）。

2、根据权利要求1所述的低温（常温）场效应式气敏元件，其特征是在纳米晶气敏薄膜（1）同n型或p型Si源、漏极（3）和p 型或n型Si层（4）之间有一 SiO_2 层（2）。

3、根据权利要求1所述的低温（常温）场效应式气敏元件，其特征是如果p型Si层（4）是n型Si层，那么n型Si源、漏极（3）是p型Si源、漏极。

4、根据权利要求1所述的低温（常温）场效应式气敏元件，其特征是在纳米晶气敏薄膜（1）上制有栅极金属电极（5）。

说 明 书

低温（常温）场效应式气敏元件

本实用新型属于半导体器件，是一种在低温或常温下使用的场效应式气敏元件。

气敏元件主要用于有毒、有害、易燃易爆气体的检测，在工业生产、人民生活以及环境污染等各方面都有广泛的应用，而且随着科技的发展、生活水平的日益提高，气敏元件的应用越来越普及，也越来越重要。在各类气敏元件中，半导体气敏元件由于结构简单、不需要放大电路、使用方便、价格便宜等优点，得到迅速发展，在市场上占主导地位。

按照制做方法和结构形式，半导体气敏元件可分为烧结型，厚膜型和薄膜型器件。目前市场上销售的气敏元件主要为烧结型的旁热式和直热式元件，其中旁热式元件占主导地位。典型的直热式器件结构由三部分组成：基体敏感材料烧结体。加热丝、测量丝。加热丝和测量丝都直接埋在敏感材料烧结体中，工作时加热丝通电加热，测量丝用于测量元件阻值。国内QH型、MQ型气敏元件、日本费加罗TGS[#]109型元件就是这种结构。旁热式气敏元件在其管芯增加了一个陶瓷管，在管内放进高阻加热丝，管外涂梳状电极作测量极，在金电极外涂敏感材料。国产QM-N5型、费加罗TGS[#]812型等气敏元件为这种结构。烧结型气敏元件工作时需要加热，如以SnO₂为基体材料的元件需在150℃～300℃左右工作，ZnO需在450℃左右工作，以r-Fe₂O₃为基体材料的元件需在300～450℃工作。在工作温度下，气体吸附于敏感材料表面，使材料电阻发生变化，利用测量电极测量电阻的变化即可获得环境气氛中被检测气体的浓度变化。

烧结型气敏元件虽然具有工艺简单、成本低、灵敏度高、响应快等优点，但该类器件由手工制作，离散性大；又存在寿命短、可靠性差的缺点，而且功耗较大（1W左右），制约了它的进一步发展与应用。

半导体场效应气体传感器（简称FET式气体传感器）是近年来迅速发展起来的一种薄膜型气体传感器，它的突出优点是可以实现集成化，同时灵敏度、准确性、稳定性和选择性方面也显示出优异的特性。MOSFET（金属氧化物—半导体场效应管）式气敏元件即半导体场效应气敏元件（简称FET气敏元件）是用气敏薄膜材料替代常用的铝作为栅电极材料（有时需在气敏材料上另加铝电极检测气体，基本工作机理为利用敏感膜与气体分子作用产生的电荷，影响漏电流，检测气体浓度）。

MOSFET漏电流I_D由栅压控制，若将栅与漏短接，在源与漏之间加

与MOSFET结构相关的常数， V_T 为阈值电压，对于常规的MOSFET器件，它是仅决定于器件结构的固有参量，为常数。因此常规MOSFET器件在栅极短路情况下，由于沟道载流子浓度恒定，漏电流不随 V_{DS} 变化。而MOSFET式气敏元件，其栅极材料与所测量的气氛中被测气体发生相互作用，产生出可以影响栅极电位的电荷，而栅极电位的变化，将直接影响器件的阈值电压 V_T ，从而使器件的漏电流 I_D 对被测气体产生响应，同时根据响应程度确定气氛中气体的种类和浓度。但目前研制的FET式气敏元件仍需在一定温度下工作（高于150℃）。高于150℃的工作温度对FET结构本身载流子的运动产生影响，进而影响器件的正常工作。因此，目前FET式气敏元件一直处于实验室研究状态而无法实用。

本实用新型的目的是提供一种工作温度在低温或常温下，体积小，便于同其它器件集成的场效应气敏元件。

气敏元件需要在一定温度下工作的原因是敏感体材料与被测气体反应产生电荷变化需要一定的活化能，因此降低器件工作温度的关键是降低敏感膜与气体发生反应时的温度，即尽可能降低活化能，方法之一就是寻找反应活性强的气体敏感材料。

纳米材料是90年代兴起的新材料，由于粒度小（纳米量级，一般在几纳米到几十纳米），比表面大，而且表面悬挂键多、缺陷丰富，表现出比常规同质材料（一般颗粒度在微米量级）强得多的反应活性。因此采用纳米薄膜为栅极敏感膜，可有效降低器件的工作温度，对某些气体可实现常温检测。

本实用新型使用纳米薄膜为栅极敏感膜，其结构如图所示。图中1为纳米晶气敏薄膜，2为SiO层，3为n型（或p型）源、漏极，4为p型（或n型）Si层，5为栅极金属电极，6源、漏金属电极。

在p型Si层4上有n型Si源、漏极3，n型Si源、漏极3是两个不相接触，被p型Si层隔离开的源、漏极。如果p型Si层4是n型Si层，那么n型Si源、漏极3是p型Si源、漏极。在p型Si层4和两个n型Si源、漏极3上有一SiO₂层2，SiO₂层2既同p型Si层4接触，也同n型Si源、漏极3接触。在SiO₂层2之上是纳米晶气敏薄膜1，当纳米晶气敏薄膜1为高阻时，可以去掉SiO₂层2，纳米晶气敏薄膜直接在n型Si源、漏极3和p型Si层4上。其接触状况同SiO₂层2相同。在n型Si源、漏极3上有源、漏金属电极6，纳米晶气敏薄膜1上有栅极金属电极5，也可不加。

本实用新型气敏材料选择为纳米薄膜，使得气体发生化学反应的活化能降低，元件工作温度变小，可以在常温或低温下工作。另外本实用新型不仅准确性，稳定性，选择性好，而且功耗低，工艺简单，可实现与其它硅器件的集成化，有利于大规模生产与应用。

纳米薄膜的制备以溶胶-凝胶法为宜（其它方法亦可），因为该方法制备的薄膜具有多孔结构，有利于气体的吸附，首先根据所需气体选择敏感材料，制成硝酸盐式可溶性溶液，加入一定比例乙醇和聚乙二醇配成溶液。

下面以p型衬底n沟道为例，采用溶胶-凝胶法，说明本实用新型的制备过程。

制作本实用新型场效应芯片，清洗单晶硅，在单晶硅表面生长一层氧化硅层，光刻刻出磷离子环注入窗口，用溅射法进行硼离子注入，然后去胶清洗，即把芯片用浓H₂SO₄煮以去除光刻胶，再进行清洗。为使硼离子活化，减少方块电阻，pn结加深，将芯片退火，并刻出磷离子注入窗口，利用溅射法注入磷离子，形成源区和漏区。去胶清洗，在N₂气氛中退火，用LPCVD生长SiO₂层，光刻刻出栅区，用溅射法注入磷离子，形成N型沟道。最后栅氧化淀积Si₃N₄电压V_{DS}，则I_D可由下式表： $I_D = \beta (V_{DS} - V_T)^2$ ，式中跨导β为只，光刻刻出电极孔，制成功能场效应管芯片。淀积Si₃N₄的目的是防止沾污。

溶胶旋涂生长纳米薄膜，为得到一定厚度的纳米晶薄膜，需要进行反复涂覆，每次旋涂之后要进行热处理。光刻刻蚀纳米晶薄膜栅极，去除光刻胶，同时达到薄膜晶化作用。光刻刻蚀出源、漏（亦可包括栅极）电极部分，进行带胶蒸发电极，用带胶蒸发的方式镀铝。超声清洗，去除多余部分的金属，保留源、漏及栅极部分铝电极。合金使电极部分与下面形成好的欧姆接触。切片，引电极，封装测试。

说 明 书 附 图

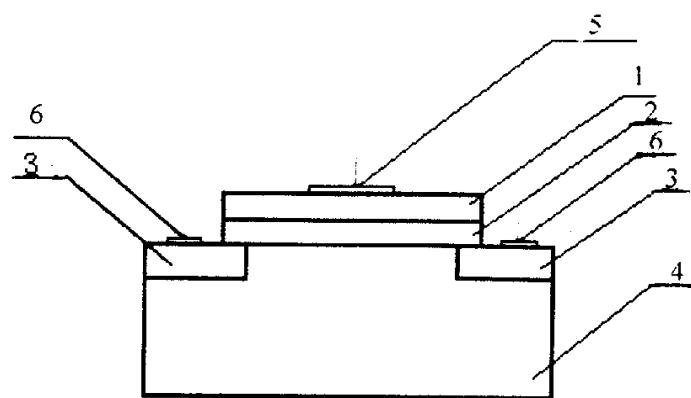


图 1