

Изобретение относится к области электроники СВЧ диапазона.

Известен датчик давления на основе структуры типа кремний- на- изоляторе [Патент США №5155061, кл. H 01 L21/18; allied Signal InS - № 709543], который содержит в верхнем р⁺Si-слое несущей структуры протравленную канавку; n⁺ - области истока-стока МОП-ПТ сформированы в р⁻ Si-слое по поверхности стенок канавки т.о., что канал ПТ расположен под дном канавки. Вся поверхность структуры покрыта тонким слоем подзатворного SiO₂ - Лицевая поверхность несущей и рабочей структуры, содержащей активный р⁺Si-слой, соединены методом термокомпрессии. Обратная сторона рабочей структуры сошлифована до уровня скрытого SiO₂ - В верхнем р⁺Si-слое, который служит мембраной, герметизирующей объем полости, вскрыты контактные окна к областям истока-стока, в которые осажден Al.

Недостатком данного датчика является слабая чувствительность к давлению окружающей среды из-за жесткой конструкции.

Наиболее близким по совокупности признаков к заявляемому является керамический электростатический датчик давления резонансного типа [Патент США № 5231359, кл. G01R27/26, Murata Mtg. Co, Ltd - № 526247], который содержит 1-й керамический резонатор с фиксированной резонансной частотой, схему детектирования для определения емкости между детектирующей схемой и измеряемым объектом. Резонансная цепь содержит 2-й керамический резонатор с точкой резонанса, изменяющейся при малом изменении емкости под действием давления, измеряемом детектирующей схемой. Резонансная цепь соединена схемой через цепь с большим импедансом.

Недостатком данного датчика является низкая чувствительность при повышенной радиации.

В основу изобретения поставлена задача создания резонансного микровакуумного СВЧ датчика давления, в котором усовершенствование конструкции микровакуумного СВЧ-прибора и использование его в качестве датчика обеспечивает повышение чувствительности к изменению давления окружающей среды, в т.ч. и при повышенной радиации.

Для решения поставленной задачи резонансный датчик давления, включающий резонатор с фиксированной резонансной частотой, согласно изобретению выполнен в виде микровакуумного СВЧ прибора, содержащего катод, отражатель и резонатор, в котором на волноводном окне размещена упругая мембрана.

Выполнение на волноводном окне упругой мембраны, например, из высокоомной кремниевой пластинки толщиной 5-15 мкм, повышает чувствительность датчика в результате быстрого реагирования пластинки на изменение давления. Кроме того, увеличивается прочность, термостойкость, устойчивость резонансного микровакуумного СВЧ датчика давления к воздействию сильных внешних полей.

Принципиальная конструктивная схема заявляемого датчика представлена на чертеже.

Резонансный датчик давления содержит корпус 1 с волноводным фланцем 2, в котором на волноводном окне 3 выполнена упругая мембрана 4, а также катод 5, отражатель 6, имеющий более отрицательный потенциал по отношению к катоду и резонатор 7 с фиксированной резонансной частотой.

Микровакуумный СВЧ прибор, на базе которого выполнен резонансный датчик давления, способен генерировать СВЧ-колебания. Мощность этих колебаний или СВЧ-напряжение, а также резонансная частота зависят от напряжений на отражателе 6 и резонаторе 7. Часть электронного потока, излучаемого катодом 5, попадает в пространство между резонатором 7 и катодом 5 и оказывает влияние на мощность СВЧ-колебаний и резонансную частоту. При постоянном напряжении на отражателе 6 возможны многократные пролеты электронов через высокочастотный зазор резонатора 7 (и связанное с ними многократное взаимодействие электронов с СВЧ полем). На работу микровакуумного СВЧ прибора существенное влияние оказывают первые три пролета электронов через высокочастотный зазор резонатора 7. Электроны, энергия которых после второго прохождения зазора резонатора 7 меньше величины eU_0 (где e - заряд электрона, U_0 - напряжение на резонаторе 7), не долетев до катода 5, могут повернуть обратно и пройти зазор в третий раз.

При этом они создают добавочную электронную мощность P_3 :

$$P_3 = \beta K i U_1 I_1 \left(\beta \frac{U_1 \theta}{2 U_0} \right) \sin \theta ,$$

где K - коэффициент прохождения для электронов, проходящих зазор резонатора 7 в третий раз;

β - коэффициент эффективности модуляции;

i - ток луча;

U_1 - СВЧ напряжение на сетках резонатора 7;

I_1 - функции Бесселя первого порядка;

U_0 - напряжение на резонаторе 7;

θ - угол пролета для электронов, проходящих зазор в третий раз.

Если при третьем пролете электронов через зазор ВЧ (высокой частоты) поле для них является ускоряющим, то эти электроны отбирают ВЧ энергию у резонатора 7 и генерация в зазоре при напряжениях отражателя 6, соответствующих краям зоны генерации, не возбуждается. При этом возникает, так называемый, электронный гистерезис. Явление электронного гистерезиса, приводящее к тому, что при одном и том же напряжении на отражателе 6 могут существовать два устойчивых режима микровакуумного СВЧ прибора, дает возможность использовать его в качестве резонансного датчика давления.

На величину стабильности резонансной частоты этого прибора влияют многие факторы; флуктуации питающих напряжений, нестабильность токов, изменение геометрических размеров зазора волноводного окна 3 и под действием температуры, давления, вибраций и т.п. Однако главным фактором, приводящим к изменению резонансной частоты, является изменение давления окружающей среды.

При изменении давления окружающей среды упругая мембрана 4 прогибается, при этом изменяется величина зазора на волноводном окне 3, что влияет на многократные пролеты электронов через высокочастотный зазор резонатора 7, и, следовательно, изменится резонансная частота датчика. Если соединить резонансный датчик давления с помощью фланца 2 с прибором для измерения давления через

схему детектирования, то можно фиксировать изменение величины давления, которая будет пропорциональна изменению резонансной частоты датчика.

Резонансный датчик давления устойчиво работает в условиях повышенной радиации, т.к. не содержит частей и деталей, изменяющих свои электрофизические свойства под действием радиации.

