Исследование свойств пассивирующего покрытия Al_2O_3 , выращенного при различных параметрах роста на CdHgTe

Д.В. Горшков, Г.Ю. Сидоров, Д.В. Марин, И.В. Сабина

ИФП СО РАН, Новосибирск, 630090, Лаврентьева, 13

тел: (383)330-89-60, факс: (383)333-27-71, эл. почта: GorshkovDV@isp.nsc.ru

DOI 10.34077/RCSP2021-137

Для применения тройного раствора CdHgTe в прикладных задачах необходимо подобрать для него хорошее пассивирующее покрытие. Пассивирующие покрытия характеризуются рядом параметров: плотностью поверхностных состояний, однородностью и величиной встроенного заряда в диэлектрической плёнке и др. В работах, исследовавших границу раздела гетеро-эпитаксиальных структур (ГЭС) CdHgTe выращенного методом молекулярно-лучевой эпитаксией (МЛЭ) и Al_2O_3 , нанесенного методом плазменно-индуцированного атомно-слоевого осаждения (ПАСО) при температуре образца 120°C , отмечается, что данный диэлектрик обладает хорошими пассивирующими свойствами [1, 2]. Известно, что стехиометрия и количество примесей в Al_2O_3 , выращенного методом ПАСО, достигает оптимума при температурах $200\text{--}300^\circ\text{C}$ [3]. С другой стороны, с поверхности CdHgTe , в вакууме, начинает испаряться ртуть уже при 80°C [4]. В литературе не встречается работы, в которых проводились исследования по поиску оптимальных параметров роста Al_2O_3 , выращенного методом ПАСО, на CdHgTe . Цель данной работы – исследование параметров пассивирующих слоев Al_2O_3 , выращенного методом ПАСО на CdHgTe при различных температурах и обработках CdHgTe перед ростом диэлектрической плёнки.

Эксперименты проводились на образцах ГЭС CdHgTe МЛЭ с составом $x=0.22$, вакансионного р-типа проводимости с концентрацией дырок $\approx 10^{16}\text{см}^{-3}$. Собственный окисел, образовавшийся при хранении на воздухе, не убирался. В качестве прекурсора для роста Al_2O_3 использовался триметилалюминий. Температуры роста диэлектрика составляли $80, 100, 120, 160$ и 200°C . На диэлектрике методом термического испарения формировались металлические затворы. На получившихся структурах измерялся импеданс в зависимости от напряжения на затворе и частоты при температуре 77 K [5]. Далее рассчитывалась карта нормированной проводимости, по которой оценивалась плотность поверхностных состояний.

Удельная величина ёмкости диэлектрической плёнки растёт с ростом температуры и выходит на константу в районе 160°C . Наблюдается существенный разброс ёмкости диэлектрика при температуре роста Al_2O_3 80°C . Так же на этом образце наблюдается большой, по сравнению с другими образцами, встроенный заряд в диэлектрике. Оба явления могут быть связаны с примесями, углерода и водорода, в плёнке или избытком кислорода, образующиеся в Al_2O_3 при росте методом ПАСО при температурах ниже оптимальных [3]. На остальных образцах разброс в ёмкости диэлектрика и величина встроенного заряда примерно равны. На образцах с температурами роста ниже 200°C не наблюдается значительного изменения концентрации акцепторов в приповерхностной области. Для образца с температурой роста диэлектрической плёнки 200°C наблюдается увеличение концентрации акцепторов, и можно говорить о увеличении концентрации вакансий ртути в приповерхностном слое. Существенное увеличение концентрации вакансий ртути может быть обусловлено испарением ртути с поверхности в вакуумной камере на этапе нагрева образца и нанесения первых слоёв диэлектрика. Наименьшие значения плотности поверхностных состояний наблюдаются на образцах с выращенной диэлектрической плёнкой Al_2O_3 при температурах 120 и 160°C .

Установлено, что температура роста Al_2O_3 определяет величину встроенного заряда в диэлектрик. Не исключено, что начальное состояние поверхности, так же влияет на величину встроенного заряда. Не наблюдается значительного изменения концентрации акцепторов в приповерхностной области вплоть до температуры нанесения диэлектрической плёнки 160°C . Оптимальная температура роста пассивирующего покрытия Al_2O_3 методом ПАСО на CdHgTe лежит в диапазоне $120\text{--}160^\circ\text{C}$.

Литература

- [1] A. P. Kovchavtsev and etc.// J. Appl. Phys. 2017, 121, 125304;
- [2] A. V. Voitsekhovskii and etc.// Russian Phys. J. 2015, V.58, No. 4, 540
- [3] J.L. van Hemmen and etc. // J. Electron Society 2007, 154 (7) G165-G169
- [4] E. R. Zakirov and etc.// Semicond. Sci. Technol. 2019, 34, 065007
- [5] D.V.Gorshkov and etc.// Technical Physics Letters, 2020, Vol. 46, No. 8, pp. 741–744