

УДК 662.642: 621.926.7

Е.М.Рамушина (6 курс, каф. ФТТ), С.А.Гуревич, д.ф.-м.н., проф.

РЕАКТИВНОЕ ИОННОЕ ТРАВЛЕНИЕ III-НИТРИДОВ

Вопрос о сухом плазменном травлении нитридов элементов III группы стоит актуально в связи с ограниченными возможностями их химического травления.

Плазменное травление возможно либо при чисто физическом распылении, либо при распылении ионами химических реагентов. Плазмо-химическое травление по сравнению с травлением ионами инертных газов позволяет существенно уменьшить энергию распыляющих ионов и тем самым уменьшить степень нарушения кристаллической структуры и стехиометрии приповерхностной области полупроводникового материала. Оно может быть реализовано в различных вариантах.

В настоящей работе для травления III-нитридов использовалась установка для реактивного ионного травления в радиочастотной плазме - RDE-300 - производства французской фирмы "Alcatel".

В реальных приборах требуется протравливание нитридных слоев на глубину 1...2 микрона, и даже при использовании плазмостойкого резиста марки AZ, задубленного до температуры 150...160 °С, профиль травления — наклонный.

Однако, представляет интерес вертикальное травление с гладким продольным краем, например, для возможного использования в качестве зеркал лазеров, изготовленных из структур, выращенных на сапфире.

Работа посвящена выбору химических реагентов, типа маски, а также оптимизации параметров плазмы с целью получения режима травления с достаточно высокой скоростью и обеспечивающего высокую степень анизотропии и малые нарушения поверхности.

Нами были испробованы маски из различных металлов, а также многослойные маски с промежуточными слоями из золота, двуокиси кремния, нитрида кремния. Наилучшее сочетание вертикальности профиля травления и гладкости продольного края было реализовано при использовании трехслойной маски с промежуточным слоем из напыленного золота. Такая маска позволяет протравить 2-х микронный слой нитрида галлия, при этом профиль имеет почти вертикальную форму, а неровности продольного края меньше 100 нм. Вертикальный профиль травления получается также при травлении через однослойную маску из никеля.

Реактивное ионное травление нитридов галлия и нитридов других элементов III группы обычно проводится в газовых смесях на основе хлоридов или в метан-водородных смесях [1]. Нами также использовались смеси такого рода. В качестве разбавителя и стабилизирующего плазму фактора в обоих случаях применялся аргон. Для смеси $Cl_2 + BCl_3 + Ag$ в соотношении 5: 5: 7 при давлении в камере - 1 Па при относительно небольшой энергии распыляющих ионов - 150 В была получена скорость травления нитрида галлия - 50 нм/мин.

Травление в метан-водородной смеси ($H_2 + CH_4 + Ag$ в соотношении 10: 5: 5) при давлении - 0,7 Па и при энергии ионов - 200 В происходит с на порядок меньшей скоростью. Отличительной особенностью травления в метан-водородной смеси в сравнении с травлением в хлоридах является значительно меньшее различие в скоростях травления для нитридов разных элементов III группы. Так, например, при травлении в хлорсодержащих смесях структур, содержащих слои нитрида индия, образуется нелетучий хлорид индия, и получить анизотропное травление таких структур можно только при нагревании образца. При травлении в метан-водородных смесях анизотропный профиль получается при комнатной температуре. Использование однослойной никелевой

маски позволяет добавлять в газовую смесь кислород, что создает возможность получения селективного травления относительно слоев, содержащих алюминий.

Реактивное ионное травление в хлорсодержащей смеси через однослойную маску плазмостойкого резиста использовалось при создании светодиодов на основе несимметричных гетероструктур AlGaN/InGaN/GaN с несколькими квантовыми ямами InGaN, выращенных методом эпитаксии из металлоорганических соединений на сапфировой подложке. Были получены параметры этих светодиодных структур: последовательное сопротивление ~ 30 Ом, квантовая эффективность $\sim 2-3$ % и значения темного тока, совпадающие с приводимыми в литературе для светодиодов фирмы Nichia.

С помощью реактивного ионного травления предполагается изготовление образцов для исследования спектроскопии одиночных квантовых точек InGaN в гетероструктурах на основе GaN.

ЛИТЕРАТУРА.

1. S. J. Pearton, J. C. Zolter, R. J. Shul, F. Ren., Journ. Appl. Phys., V. 86, p. 28 (1999).