

04; 08

© 1991

ОХЛАЖДЕНИЕ ГАЗА В ПЛАЗМЕ ЗВУКОМ

А р а м я н А.Р., Г а л е ч я н Г.А.,
М к р т ч я н А.Р.

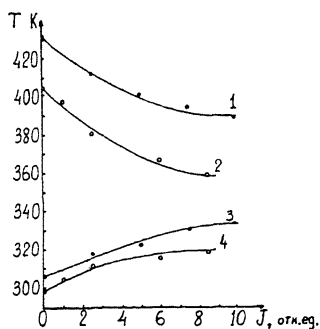
При исследовании взаимодействия звуковых волн с плазмой самым непредсказуемым результатом оказалось значительное уменьшение температуры газа в плазме звуком. Использование этого нового явления позволит существенно поднять выходные характеристики устройств, в которых плазма применяется в качестве активной среды.

Измерения были выполнены в кварцевой разрядной трубке с внутренним диаметром 60 мм и длиной 100 см. Расстояние между электродами, прикрепленными к стенке трубки в виде отростков, 85 см. Звуковая волна в разрядной трубке создавалась излучателем звуковых волн, прикрепленных к одному из торцов трубки. К противоположному торцу трубки прикреплен микрофон для контроля параметров звуковой волны. Температура газа в разряде измерялась двумя термодарами, одна из которых была установлена по середине трубки, а вторая — на стенке трубки. Разрядная трубка откачивалась насосом до вакуума 10^{-2} мм рт. ст. и затем заполнялась аргоном до рабочего давления, величина которого измерялась V -образным ртутным манометром.

На рисунке представлены графики зависимости температуры газа на оси разряда (кривые 1 и 2) и стенке трубки (3 и 4) от интенсивности звуковой волны при давлении аргона 110 мм рт. ст., постоянном разрядном токе и частоте звука 190 Гц, половина длины волны которой равна длине разрядной трубки, т.е. при этих условиях образуется стоячая волна.

Кривые 1 и 3 получены при постоянном разрядном токе 90 мА во всех диапазонах интенсивностей звука, кривые 2 и 4 — при 60 мА. Следует отметить, что увеличение интенсивности стоячей звуковой волны при постоянном разрядном токе приводит к увеличению активного сопротивления разрядного промежутка и к существенному повышению разности электрического напряжения [1]. В работе [1] показано, что при частотах, далеких от резонансных, этого эффекта нет, т.е. электрическое поле в разряде при наличии звука соответствует величине в отсутствие звуковой волны. В рассматриваемых экспериментах повышение интенсивности звука в разряде до 83 дБ при постоянном токе 90 мА (соответствующее 10 отн. ед.) приводит к увеличению электрического напряжения с 3 до 6 кВ. Из графиков 1 и 2 следует, что с ростом интенсивности звука температура газа на оси разряда при токе 90 мА уменьшается с 433 до 390 К, а при 60 мА с 402 до 360 К,

Графики зависимости температуры газа от интенсивности звука: 1 - на оси разряда при токе 90 мА, 2 - на оси при 60 мА, 3 - на стенке трубки при токе 90 мА, 4 - на стенке трубки при 60 мА. Давление газа 110 мм рт. ст.



На стенке трубки при $I_p=90$ мА температура повысилась от 305 до 335 К, а при 60 мА от 308 до 320 К. Таким образом, перепад температуры газа между осью разряда

и стенкой трубки под влиянием звуковой волны уменьшался при токе 90 мА с 128 до 55, а в случае 60 мА с 94 до 40.

Обсудим механизм влияния звуковых волн на температуру газа в разряде. При давлении газа в разряде более 5 мм рт. ст. форма радиального распределения температуры газа в трубке имеет вид параболы с максимумом на оси [2]. С ростом разрядного тока или давления газа радиальный градиент температуры и температура газа на оси разряда повышается. Если даже звуковая волна, входящая в разрядную камеру с цилиндрической симметрией, первоначально была плоской, то наличие радиального градиента температуры в разряде из-за зависимости скорости звука от температуры должно привести к установлению зависимости параметров волны от радиальной координаты, т.е. появлению радиальных колебаний. В работе [3] экспериментально была зафиксирована радиальная компонента звуковой волны. Радиальная звуковая компонента волны приведет к повышению теплоотода газа по радиусу трубки, уменьшая температуру газа на оси разряда и радиальный градиент. Чем выше значение разрядного тока или давления газа, тем больше величина радиального градиента и тем значительнее интенсивность звуковых колебаний, направленных вдоль радиуса трубки. Это приведет к еще большему возрастанию теплопередачи и уменьшению радиального температурного градиента в разряде.

Эта модель согласуется с полученными экспериментальными данными. При разрядном токе 90 мА звуковая волна приводит к большему уменьшению радиального градиента температуры газа, чем при токе 60 мА.

Уменьшение радиального градиента температуры газа звуком сопровождается полным расщурованием контрагированного разряда.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] А р а м я н А.Р., Г а л е ч я н Г.А., М к р т ч я н А.Р. // Физика плазмы, 1990. Т. 16. В. 3. С. 383-385.

[2] Р а й з е р Ю.П. Физика газового разряда. М.: Наука, 1987. 402 с.

[3] Н а с е г а w а М. // J. Phys. Soc. Jap. 1974. V. 37. N 1. P. 193-199.

Институт прикладных проблем физики
АН Республики Армения

Поступило в Редакцию
29 октября 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 17, вып. 1

12 января 1991 г.

05.1; 06.2

© 1991

ВЛИЯНИЕ БЫСТРОДИФФУНДИРУЮЩИХ ПРИМЕСЕЙ НА ГЕНЕРАЦИЮ ТЕРМОДОНОРОВ В КРЕМНИИ

Д.И. Б р и н к е в и ч, В.Л. К р ю к о в,
В.В. П е т р о в, Е.Б. С о к о л о в,
Г.П. Ф у р м а н о в

Использование термообработок (ТО) при производстве приборов на основе кремния предъявляет повышенные требования к его термической стабильности и определяет необходимость глубокого изучения процессов термического дефектообразования. Несмотря на многочисленные исследования процессов генерации термодоноров (ТД) в кремнии, до сих пор не решен вопрос о механизме этих процессов и факторах, способствующих их протеканию. Ранее предполагалось [1], что присутствие в кремнии примесей железа и меди приводит к ускорению диффузии кислорода, а, следовательно, и генерации ТД. В настоящей работе исследованы процессы генерации ТД в кремнии, предварительно легированном золотом, а также с пониженным содержанием быстро диффундирующих примесей (БДП), достигнутым проведением операции геттерирования.

В качестве исходных образцов использовали пластины кремния p -типа проводимости с удельным сопротивлением (ρ) 20 Ом·см. Предварительную высокотемпературную обработку (ПВО) осуществляли в протоке очищенного водорода. Диффузию золота проводили в процессе ПВО при температуре 875 °С в течение 20 ч из нанесенного на поверхности пластины металлического слоя. Последующее охлаждение осуществляли со скоростью 1 К/мин. Геттерирование с использованием пленки вольфрама проводили при высокотемпературном (1200 °С) длительном (70 ч) отжиге. После ПВО шлифовывали поверхностный слой кремния толщиной 70-100 мкм для удаления нарушенной области, обогащенной примесями. При этом примеси вольфрама в объеме пластин обнаружено не было. ТО для генерации ТД длительностью (t_{70}) до 100 часов осуществляли на воздухе при температуре 450 °С. Содержа-