

УДК 535.37

ОСОБЕННОСТИ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ТОНКИХ ПЛЁНОК ОКСИДА ЦИНКА ПРИ ВОЗБУЖДЕНИИ ТРЕТЬЕЙ ГАРМОНИКОЙ Nd:YAG-ЛАЗЕРА

Комиссаров М.Д. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат ф.-м. н. Леонов Н.Б. (Университет ИТМО)

В работе исследованы особенности люминесценции тонких пленок оксида цинка (ZnO) при возбуждении третьей гармоникой Nd:YAG-лазера с длиной волны 355 нм. Исходные металлические пленки цинка (Zn) были получены методом лазерной абляции в вакууме. Пленки оксида цинка (ZnO) были получены посредством окисления металлического цинка (Zn) в муфельной печи на воздухе.

Введение. Оксид цинка – широкозонный полупроводник, обладающий уникальными электрофизическими и оптическими свойствами. Возможность адсорбировать в нагретом состоянии на свою поверхность молекулы некоторых газов, изменяя при этом проводимость и люминесценцию, позволяет использовать пленки ZnO в качестве активных элементов газовых сенсоров. При возбуждении оксида цинка ультрафиолетовыми (УФ) источниками излучения обычно регистрируют две полосы люминесценции: краевую люминесценцию, вблизи края поглощения, имеющую экситонную природу и широкую длинноволновую люминесценцию, длины волн которой, как правило, лежат в зеленой области спектра. Несмотря на длительные исследования и огромное число экспериментов, до сих пор природа зеленой люминесценции остается предметом обсуждений.

Нами был выбран способ получения оксида цинка на островковых пленках металлического цинка, по той причине, что такие гибридные наноструктуры могут обладать новыми, еще неизученными ранее свойствами. Из цинковой мишени, имеющей чистоту 99,99%, в вакуумной камере методом лазерной абляции были получены тонкие плёнки металлического цинка на подложке из плавленого кварца с переменной толщиной, которая варьировалась от 5 до 38 нм.

Основная часть. Изначально люминесценцию в зеленой области спектра удалось зафиксировать на спектрофлуориметре Shimadzu RF-5301PC источником излучения, в котором является ксеноновая лампа мощностью 150 Вт.

Длина волны возбуждающего излучения менялась от 300 нм до 345 нм. Наиболее интенсивный пик люминесценции наблюдался при 345 нм. Максимум основной полосы люминесценции в видимой области спектра приходится на длину волны 510 нм и практически не зависит от длины волны возбуждения в исследуемом диапазоне длин волн. Все измерения люминесценции в видимой области спектра проводились в более толстых частях пленки, так как в тонких частях пленки интенсивность люминесценции была недостаточна для ее регистрации.

Поскольку, конечной целью проводимой работы является создание сенсоров, чувствительных к некоторым газам, например кислороду, полученный нами образец окиси цинка устанавливался в вакуумную камеру. Имелась возможность, с помощью редуктора и натекателя напускать из баллона в камеру чистый кислород. В дальнейшем предполагалось сравнивать спектры люминесценции образцов, находящихся в вакууме со спектрами образцов, находящихся в атмосфере кислорода. На данном этапе, нами были получены спектры люминесценции образцов в вакууме. Как было отмечено ранее, образец устанавливался в вакуумную камеру, имеющую прозрачные кварцевые окна, через одно из которых на образец падало излучение третьей гармоники Nd:YAG-лазера мощностью 30 мДж, а через другое происходила регистрация люминесценции. В камере достигался вакуум равный $2 \cdot 10^{-5}$ торр и при таких условиях происходила регистрация люминесценции.

Максимум первой полосы люминесценции, имеющий экситонную природу, приходится на длину волны 386 нм. Зеленая люминесценция имеет максимум на длине волны 522 нм.

Предположительно, в нашем случае, люминесценция в зеленой области спектра связана с вакансиями. Стоит отметить появление второго максимума в видимой области спектра на длине волны 582 нм.

Сравнивая результаты, полученные на приборе Shimadzu, возбуждение люминесценции на котором происходило с помощью ксеноновой лампы при длине волны 345 нм, с текущими результатами было замечено, что максимумы полосы люминесценции, лежащей в зеленой области спектра сдвинуты относительно друг друга на 26 нм. Данное несовпадение максимумов может быть следствием двух причин: во-первых – исходная металлическая пленка цинка была неравномерная по толщине, из-за чего, возможно попадание в разные области пленки пучком возбуждающего излучения и тем самым максимумы полос люминесценции могут несколько отличаться. Второй причиной может служить то, что при возбуждении люминесценции на приборе Shimadzu с помощью ксеноновой лампы, получаются широкие полосы возбуждающего излучения, которые накладываются на полосу люминесценции и искажают ее.

Заключение. В работе проведено исследование особенностей люминесценции оксида цинка, возбуждение которой осуществлялось с помощью третьей гармоники Nd:YAG-лазера с длиной волны 355 нм. Сравнены спектры люминесценции при возбуждении на приборе Shimadzu RF-5301PC, со спектрами люминесценции оксида цинка от Nd:YAG-лазера. Получены зависимости максимумов полос люминесценции от мощности импульса лазера. Выдвинуты предположения о происхождении люминесценции в зеленой области спектра. Полученные результаты позволят более глубоко понять природу зеленой люминесценции оксида цинка и как следствие, перейти к прикладным применениям люминесцентных свойств в качестве сенсоров, чувствительных к различным газам.

М.Д. Комиссаров (автор)

Подпись

Н.Б. Леонов (научный руководитель)

Подпись