

Письма в ЖЭТФ, том 17, вып. 6, стр. 309 – 312

20 марта 1973 г.

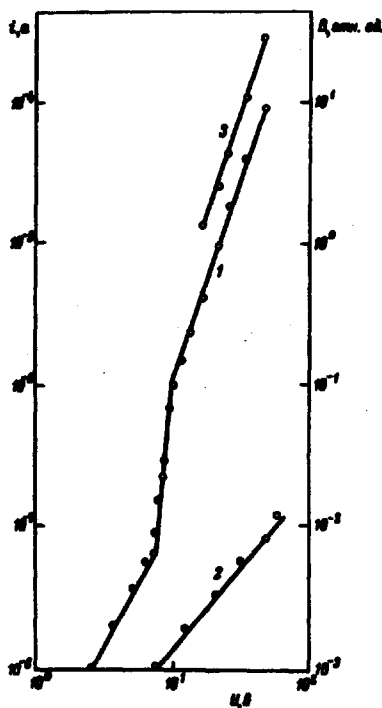
**ОБНАРУЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ В ГЕТЕРОСТРУКТУРЕ
С ИЗОЛЯТОРОМ, ЧЕРЕЗ КОТОРЫЙ ПРОТЕКАЕТ ТОК,
ОГРАНИЧЕННЫЙ ОБЪЕМНЫМ ЗАРЯДОМ**

*Н. Б. Лукьянчикова, Г. С. Пекарь, Хоанг Ми Шинь,
М. К. Шейкман*

В системе металл-изолятор-люминофор при комнатной и азотной температурах обнаружена низковольтная электролюминесценция, обусловленная инъекцией в люминофор неоснов-

ных носителей из изолятора, в котором эти носители создаются при помощи тока, ограниченного объемным зарядом. В качестве люминофоров использовались полупроводниковые соединения типа A_2B_6 .

В работе [1] приведены соображения, из которых следует, что в системе металл-изолятор-люминофор могли бы наблюдаться электролюминесценция, возбуждаемая путем инъекции неосновных носителей в люминофор из изолятора, в котором эти носители создаются при помощи тока, ограниченного объемным зарядом. Актуальность такого способа возбуждения электролюминесценции обуславливается, в частности, тем, что для получения свечения в видимой области спектра и при комнатной температуре необходимо использовать достаточно широкозонные полупроводники, к которым часто не удается подобрать еще более широкозонные эмиттеры неосновных носителей. Однако, насколько нам известно, до сих пор эта идея подтверждена экспериментально не была.



Вольт-амперные (кривые 1, 2) и вольт-яркостная (кривая 3) характеристики системы Pt-La₂O₃-CdS-In при $T = 300^\circ\text{K}$

В настоящей работе, по-видимому, впервые удалось создать гетероструктуру, в которой указанный механизм возбуждения электролюминесценции реализуется на опыте.

Проведенный нами анализ требований, предъявляемых к физическим параметрам материалов, составляющих такие структуры (в первую очередь, к величинам электронного сродства и ширинам запрещенных зон) позволил выбрать ряд систем, в которых можно было ожидать осуществления рассматриваемого механизма инъекции неосновных носителей. В качестве люминофоров были использованы широкозонные полупроводники группы A_2B_6 .

Одной из таких систем является гетероструктура Pt-La₂O₃-CdS-In, вольт-амперные характеристики которой приведены на рисунке. Основными особенностями этих характеристик, позволяющими судить о механизме электролюминесценции в рассматриваемых структурах, являются:

1) их униполярность. При положительном потенциале на платиновом электроде (кривая 1) через систему протекает существенно больший ток (прямой ток), чем при отрицательном потенциале той же величины (кривая 2);

2) наличие одного или двух участков со степенной зависимостью $i \sim U^n$, где $n = 2 + 3$. В случае двух участков между ними обычно находится область более резкого возрастания тока;

3) вспысчатый характер релаксации прямого тока после увеличения напряжения;

4) зависимость прямого тока от толщины d слоя La₂O₃, $i \sim d^{-(2+3)}$ при $U = \text{const}$ (в опытах d составляло 1000 – 3000 Å);

5) совпадение прямой ветви вольт-амперной характеристики рассматриваемой системы с вольт-амперной характеристикой контрольной системы Pt-La₂O₃-Pt, в которой ток не зависел от полярности приложенного напряжения.

Перечисленные особенности свидетельствуют о том, что в исследуемой системе прямой ток обусловлен монополярной инжекцией дырок из платинового электрода в La₂O₃.

Действительно, из пунктов (4) и (5) следует, что поведение прямой ветви вольт-амперных зависимостей определяется процессами, происходящими в слое изолятора; особенности, перечисленные в пунктах (2), (3) и (4) являются характерными для тока, ограниченного пространственным зарядом [2]; указанное в пунктах (5) и (1) позволяет считать, что протекающий через La₂O₃ ток, ограниченный пространственным зарядом, обусловлен инжекцией дырок в La₂O₂ из платинового электрода.

Именно этот факт служил причиной того, что в исследованных системах при довольно низких напряжениях ($U = 10 + 30$ в) наблюдается свечение, в частности, в видимой области спектра (510 – 700 нм). Яркость этого свечения возрастала пропорционально протекающему через образец току (ср. кривые 1 и 3 на рисунке). Существенно, что электролюминесценция при $T = 300^\circ\text{K}$ наблюдалась даже при использовании в качестве люминофора сульфида кадмия, в котором, как известно, зеленая и оранжевая фотолуминесценция при этой температуре сильно погашена. С понижением температуры до азотной интенсивность зарегистрированной видимой электролюминесценции значительно (до 10^3 раз) возрастает.

Полученные результаты позволяют надеяться, что реализованный в данной работе способ инжекции неосновных носителей явится перспективным для создания эффективных источников видимого света на основе широкого класса люминофоров. Мы видим особые преимущества этого способа при использовании широкозонных полупроводников типа A₂B₆, известных своей эффективной фотолуминесценцией в видимой области спектра.

Институт полупроводников
Академии Наук Украинской ССР

Поступила в редакцию
13 февраля 1973 г.

Литература

[1] A. G. Fischer. J. Electrochem. Soc. 118, 139 с, 1971.

[2] А. Роуз. Основы теории фотопроводимости, М., изд. Мир, 1966.
