

TIJU SOVARI

CONTROL CHARACTERISTICS OF A MAGNETIC FREQUENCY DOUBLER

This paper deals with the study of the process of operation of a single-phase magnetic frequency doubler in dependence upon premagnetizing current value. The analysis is carried out for the case of idealized magnetization curve. Resistances of all circuits are taken into consideration, whereas drop in voltage across the resistance of primary circuit has an essential influence on the operation of the doubler. As a result of the analysis, control characteristics of the doubler are calculated in relative units, allowing to determine the optimum value of the premagnetizing current in dependence upon the relationships of resistances of all circuits. A comparison of calculated and experimental control characteristics is also presented.

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA TOIMETISED. 19. KÕIDE
FÜSIKA * МАТЕМАТИКА. 1970. NR. 2

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР. ТОМ 19
ФИЗИКА * МАТЕМАТИКА. 1970, № 2

<https://doi.org/10.3176/phys.math.1970.2.16>

LÜHIUURIMUSI * КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

У. НЫММ, И. РАММО

ИНДУЦИРОВАННОЕ ВОЗБУЖДАЮЩИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ ПОГЛОЩЕНИЕ И ДЕЙСТВИЕ ИК ПОДСВЕТКИ НА ФОСФОРЫ ТИПА ZnS-Cu

U. NOMM, I. RAMMO. ERGUTAVAST KIIRGUSEST TINGITUD NEELDUMINE JA INFRAPUNASE LISAKIIRGUSE MÕJU ZnS-Cu TOUPI FOSFOORIDELE

U. NOMM, I. RAMMO. ABSORPTION INDUCED BY SHORT WAVELENGTH EXCITATION AND INFLUENCE OF IR RADIATION ON ZnS-Cu PHOSPHORS

В работе [1] было установлено, что при комнатной температуре индуцированное возбуждающим излучением поглощение в фосфорах ZnSCdS с длинноволновой полосой свечения меди (концентрация меди $1 \cdot 10^{-4}$ г/г) значительно больше, чем в фосфорах с коротковолновой полосой свечения (концентрация меди $2 \cdot 10^{-4}$ г/г). Спектральное распределение дополнительного поглощения оказалось похожим на спектральное распределение ИК тушения люминесценции и фотопроводимости. В настоящей заметке приводятся результаты дальнейшего исследования фосфоров ZnS-Cu и ZnS (60 мол.%) CdS-Cu.

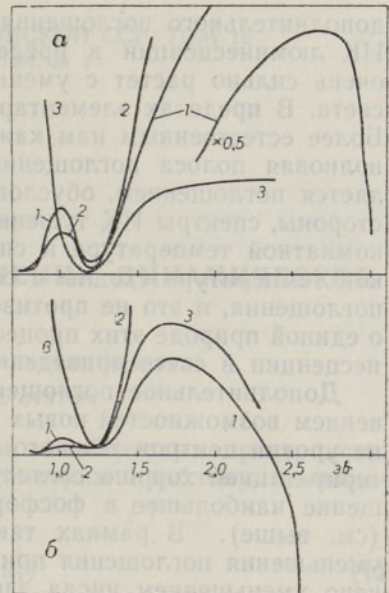
Из рисунка видно, что индуцированное поглощение вправо от коротковолнового максимума резко падает, а для фосфора ZnS (60 мол.%) CdS-Cu ($1 \cdot 10^{-4}$ г/г), начиная с 2,4 эв, возникает даже индуцированное уменьшение поглощения (рисунок, б). Весьма вероятно, что это явление

существует и в фосфоре ZnS-Cu ($1 \cdot 10^{-4}$ з/з) примерно с 3,05 эв (рисунок, а). В монокристаллах ZnS-Cu такое поведение индуцированного поглощения наблюдалось в работе [2]. Дополнительное поглощение при 293° К в 2—3 раза меньше, чем при 110° К, однако спектры сохраняют свой вид. Как в безактиваторном смешанном фосфоре, так и в фосфорах ZnS-Cu ($2 \cdot 10^{-4}$ з/з) и ZnS (60 мол.%) CdS-Cu ($2 \cdot 10^{-4}$ з/з) дополнительное поглощение мало.

При температуре 293° К спектры дополнительного поглощения в длинноволновой области совпадают со спектрами ИК тушения люминесценции и фотопроводимости. Для фосфоров ZnS-Cu последние представлены в работе [3]. При температуре 110° К, как известно, длинноволновая полоса спектров тушения исчезает, а длинноволновая полоса спектров ИК стимуляции люминесценции (кривая 2), усиливающаяся при понижении температуры, хорошо совпадает со спектрами дополнительного поглощения. Длинноволновая полоса спектра возбуждения ИК люминесценции* (кривая 3) явно сдвинута в более длинноволновую сторону по сравнению с соответствующей полосой дополнительного поглощения (измерение обоих спектров выполнено в одинаковых условиях). Интенсивность ИК люминесценции фосфоров с меньшим содержанием меди более чем на порядок превышает интенсивность в случае большего содержания меди. При повышении температуры до комнатной интенсивность ИК свечения становится слишком слабой для определения его спектра возбуждения.

По весьма распространенному мнению, ИК тушение и стимуляция люминесценции и фотопроводимости, возбуждение ИК люминесценции и дополнительное поглощение в фосфорах ZnS-Cu обусловлены одним и тем же первичным процессом, возникающим при поглощении ИК света [4-6]. Это предположение в значительной мере основывается на подобии спектров этих явлений. Такое подобие наблюдалось и нами, но за исключением спектра возбуждения ИК люминесценции. Это исключение можно установить и по экспериментальным данным, приведенным в работах других авторов. Например, на рис. 3 работы [7] длинноволновая полоса спектра возбуждения ИК люминесценции смещена к более длинным волнам по сравнению со спектром дополнительного поглощения. Это смещение равно почти половине полуширины самих полос. Такое же смещение спектра возбуждения ИК люминесценции и ИК тушения фотопроводимости можно установить по рис. 2 работы [8]. Однако авторы не обращают на это внимания.

Обнаруженное нами несовпадение спектров вместе с предположением о единой природе процессов возбуждения ИК люминесценции и



Спектры индуцированного поглощения (1), ИК стимуляции люминесценции (2) и возбуждения ИК люминесценции (3):

а — для фосфора ZnS-Cu ($1 \cdot 10^{-4}$ з/з), возбужденного $\lambda_{\text{возб}} = 365$ нм; б — для фосфора ZnS (60 мол.%) CdS-Cu ($1 \cdot 10^{-4}$ з/з), возбужденного $\lambda_{\text{возб}} = 436$ нм. Температура измерения 110° К.

* ИК люминесценция возникает при одновременном коротковолновом и ИК возбуждении.

дополнительного поглощения могло бы означать, что квантовый выход ИК люминесценции в пределах длинноволновой полосы поглощения очень сильно растет с уменьшением энергии квантов длинноволнового света. В пределах элементарной полосы поглощения это маловероятно. Более естественным нам кажется все-таки предположение, что длинноволновая полоса поглощения — составная и лишь частично определяется поглощением, обуславливающим ИК люминесценцию. С другой стороны, спектры ИК тушения люминесценции и фотопроводимости при комнатной температуре и спектр стимуляции люминесценции при низкой температуре сходны с соответствующим спектром дополнительного поглощения, и это не противоречит высказанным в работах [4-6] идеям о единой природе этих процессов. Лишь процесс возбуждения ИК люминесценции в свете приведенных данных составляет исключение.

Дополнительное поглощение ZnS-Cu обычно объясняется возникновением возможностей новых электронных переходов из валентной зоны на уровни центров зеленого свечения при их ионизации [6]. С этой интерпретацией хорошо согласуется тот факт, что дополнительное поглощение наибольшее в фосфорах с преобладающим зеленым свечением (см. выше). В рамках таких представлений возникновение области уменьшения поглощения при коротких длинах волн может быть объяснено уменьшением числа электронных переходов в зону проводимости с основных уровней невозбужденных центров свечения, так как число последних при возбуждении уменьшается. Такая интерпретация уменьшения поглощения при возбуждении фосфора кажется нам более правдоподобной, чем предложенная в работе [6]. Элементарное рассуждение показывает, что при тех значениях энергии квантов, при которых поглощение не меняется вследствие коротковолнового облучения фосфора, сечения захвата кванта ионизованными и неионизованными центрами зеленого свечения должны равняться между собой.

Энергия кванта, при которой коротковолновое возбуждение не меняет поглощения в ZnS (60 мол.%) CdS-Cu ($1 \cdot 10^{-4}$ г/г) на 0,65 эв меньше, чем в ZnS-Cu ($1 \cdot 10^{-4}$ г/г). Это не очень сильно отличается от разности в ширине запрещенных зон этих фосфоров. Такого совпадения и следовало ожидать, так как центры длинноволнового свечения меди — центры типа Шена—Класенса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нымм У. Х., Раммо И. Х., Изв. АН СССР, Сер. физ., 30, 722 (1966).
2. Broser I., Schulz H.-J., J. Electrochem. Soc., 106, 545 (1961).
3. Раммо И. Х., Воолайд Х. И., Изв. АН ЭССР, Физ. Матем., 18, 286 (1969).
4. Halperin A., Pinker R., J. Chem. Phys., 34, 2031 (1961).
5. Luchner K., Kallmann H., Kramer B., Wachter P., Phys. Rev., 129, 593 (1963).
6. Schulz H.-J., Phys. Stat. Sol., 3, 485 (1963).
7. Mason D. E., Rev. Mod. Phys., 37, 743 (1965).
8. Hemila S. O., Bube R. H., J. Appl. Phys., 38, 5258 (1967).

Тартуский государственный университет

Поступила в редакцию
8/IX 1969