

Союз Советских
Социалистических
Республик



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 27.12.78 (21) 2723334/18-25

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 07.10.81. Бюллетень № 37

Дата опубликования описания 07.10.81

(11) 743382

(51) М. Кл.³

G 01 N 21/02

(53) УДК 543.87
(088.8)

(72) Авторы
изобретения

М.М.Асимов, В.Н.Гавриленко и А.Н.Рубинов

(71) Заявитель

Ордена Трудового Красного Знамени институт
физики АН Белорусской ССР

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ И ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРИПЛЕТНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

1

Изобретение относится к области спектроскопии, фотохимии, а также может быть использовано в тех областях науки и техники, где необходимо получение оперативной количественной информации о параметрах наведенного поглощения в жидких средах.

Известен способ наносекундного лазерного импульсного флеш-фотолиза (НЛФ), основанный на возбуждении исследуемого вещества наносекундным импульсом твердотельных лазеров с последующей регистрацией кинетики наведенного поглощения. Амплитуда сигнала и время затухания его определяют спектральный и временной ход наведенного поглощения в органическом соединении [1].

Использование в качестве источника возбуждения твердотельных лазеров имеет по крайней мере два существенных недостатка, ограничивающих чувствительность способа НЛФ. Во-первых, вследствие излучения твердотельных лазеров на фиксированных длинах волн, данным способом можно исследовать лишь те соединения, которые имеют достаточно интенсивные полосы поглощения на длинах волн возбуждения. Во-первых, в связи с тем, что хоро-

2

шо генерируемые органические соединения обладают низким квантовым выходом образования триплетных молекул, короткие импульсы возбуждения (10-50 нс) не обеспечивают накопления на метастабильном уровне исследуемых соединений числа частиц, достаточного для надежного измерения наведенного триплен-триплетного поглощения. Вследствие этого, а также из-за сильного фона люминесценции в спектральном районе усиления любого лазерного красителя, с помощью способа НЛФ практически невозможно исследовать эффективные лазерные среды.

Известен способ определения спектральных и временных характеристик триплетного состояния органических соединений путем лазерного возбуждения исследуемого вещества с последующей регистрацией кинетики его пропускания [2].

Способ основан на возбуждении исследуемого вещества импульсами лазера на красителе на основе коаксиальной лампы, с последующей регистрацией амплитуды и времени затухания сигнала наведенного поглощения.

В этом способе использование коаксиальной лампы - вспышки существ-

5

10

15

20

25

30

зенно ограничивает длительность лазерного импульса 100 нс, а следовательно, сохраняя условие $t_{\text{имп}} \ll 1/k_{st}$ способ ЛФ не позволит получить населенности метастабильного уровня, достаточные для надежной регистрации сигнала Т-Т поглощения.

Слабые изменения пропускания исследуемых растворов ~5%. Сильная люминесценция высокоэффективных лазерных соединений при возбуждении импульсами света, характерными для выбранного прототипа, приводит к необходимости использования в этом случае уникальных систем регистрации слабых сигналов, позволяющих выделить полезный сигнал на фоне сильных шумов, а следовательно, к низкой точности измерений.

Избавиться от перечисленных выше недостатков способа лазерного флуоресцентного анализа возможно при повышении чувствительности данного метода.

Цель изобретения - повышение чувствительности измерения.

Это достигается тем, что формируют импульс возбуждения длительностью, сравнимой с обратной величиной вероятности интеркомбинационного перехода $t_{\text{имп}} \sim 1/k_{st}$ и резким спадом интенсивности заднего фронта за время $\tau \ll 1/k_{st}$ путем внесения электрооптического затвора перед возбуждаемой ячейкой с последующей регистрацией кинетики пропускания исследуемого раствора после прекращения возбуждения.

В качестве источника возбуждения применяется перестраиваемый лазер на красителе с ламповой накачкой, позволяющий возбуждать исследуемые органические соединения в различных областях спектра.

Пример. Импульс генерации лазера на растворе крезилового фиолетового длительностью 6 мкс по высоте и энергии 0,8 Дж (λ^m спектра излучения около 680 нм, длительность заднего фронта импульса сокращалась до величины ~20 нс с помощью электрооптического затвора на основе ячейки Погкельса) использовался для возбуждения этанольного раствора хлорофилла. Система регистрации сигнала наведенного поглощения включала призменный спектрограф на основе камеры УФ-90, ФЭУ-84-3 и осциллограф С1-37.

Измеряемой величиной в данном случае является оптическая плотность наведенного поглощения

$$d_T = \epsilon_T n_T \ell, \quad (1)$$

где ϵ_T - коэффициент экстинкции триплетного поглощения;

n_T - концентрация триплетных молекул;

ℓ - область возбуждения.

При использовании импульсов возбуждения при одинаковой энергии величина d_T будет определяться количеством молекул красителя, прошедших на метастабильный уровень.

При этих условиях населенность уровня оценивается величиной

$$n_T \sim n_3 k_{st} t_{\text{имп}}, \quad (2)$$

где n_3 - заселенность возбуждения синглетного уровня при данной энергии возбуждающего импульса;

k_{st} - вероятность интеркомбинационного перехода;

$t_{\text{имп}}$ - длительность импульса возбуждения.

Из соотношения (2) видно, что в условиях равной заселенности синглетного уровня n_3 , достигаемой при одинаковых энергиях возбуждения прототипа и предлагаемого способа, населенность метастабильного уровня определяется длительностью импульса возбуждения.

Следовательно, в данном случае чувствительность предлагаемого способа выше, по крайней мере, в десять раз по сравнению с известным. Таким образом способ позволяет надежно и оперативно при достаточно простой системе регистрации полезных сигналов получить количественную информацию о метастабильном состоянии генерирующих органических соединений в жидких растворах при комнатной температуре.

Формула изобретения

Способ определения спектральных и временных характеристик триплетного состояния органических соединений путем лазерного возбуждения исследуемого вещества с последующей регистрацией кинетики его пропускания, отличающийся тем, что, с целью повышения чувствительности измерения, формируют импульс возбуждения длительностью, сравнимой с обратной величиной вероятности интеркомбинационного перехода $1/k_{st}$ и временем спада интенсивности заднего фронта $\tau \ll 1/k_{st}$ путем внесения электрооптического затвора перед возбуждаемой ячейкой.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Тибилов С.С., Шахвердов П.А.

Метод наносекундного фотовозбуждения и его применение для исследования первичных фотопроточесов. - "Спектроскопия фотопроточесов в молекулах". М., "Наука", 1977, с. 92-105.

2. Бункенбург Дж. Лазеры на красителях для фотолиты. - "Приборы для научных исследований", № 3, 1972, с. 140-143 (прототип).