

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ОРИЕНТИРОВАННЫХ СЛОЕВ ЖИДКОГО КРИСТАЛЛА

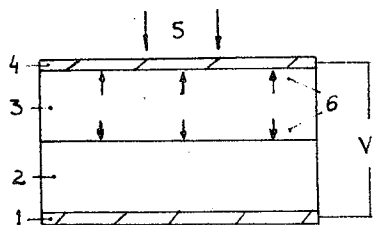
А. В. Парфенов

УДК 532.783

Обнаружено, что при увеличении температуры поверхностная поляризация гомеотропно ориентированных слоев нематических жидких кристаллов (ЖК) существенно уменьшается при температуре 15–30 °С ниже точки перехода ЖК в изотропное состояние; для слоев ЖК, ориентированных плоско, возникает заметная поверхностная поляризация.

К настоящему времени наличие некомпенсированной поверхностной поляризации спонтанно ориентированных гомеотропных /1/ слоев жидкого кристалла (ЖК), впервые обнаруженное из изменений электроотражения от поверхности контакта полупроводник – ЖК /2/, подтверждено также наблюдениями выпрямляющего действия такого контакта /3, 4/. Толщина поляризованного слоя ЖК в зависимости от структуры молекул и их дипольного момента составляет 50–1000 Å /2/.

В данной работе показано, что такой поляризованный слой ЖК существует только в определенном температурном диапазоне. Для этого в схеме, показанной на рис. 1, производились измерения по сигналу фото-эдс температурной зависимости величины поверхностного барьера, наводимого в полупроводнике полем дипольного момента поляризованного слоя ЖК, находящегося в контакте с данным полупроводником. Фото-эдс измерялась высокоомным вольтметром на электродах, между которыми заключалась структура полупроводник – ЖК, при освещении ее импульсами света интенсивностью 1–10 мВт/см² и длительностью порядка 10–50 мс (длительность определялась частотными свойствами вольтметра).



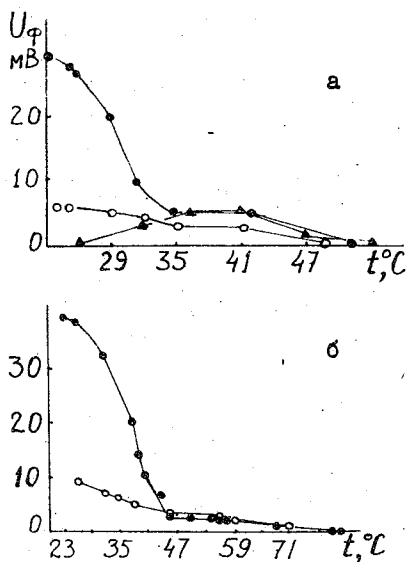
Р и с. 1. Измерительная схема: 1 - электрод, 2 - полупроводниковый кристалл, 3 - жидкий кристалл, 4 - прозрачный электрод, 5 - возбуждающее импульсное освещение, 6 - поляризованный поверхностный слой

Использовались как спонтанно ориентированные гомеотропные слои ЖК, так и гомеотропные слои, получаемые при ориентации ЖК с помощью поверхностного ориентата (им служил лецитин, либо добавляющийся непосредственно в ЖК, либо использовавшийся для предварительной обработки поверхностей, ограничивающих ЖК-слой), а также планарные слои ЖК, ориентированные натиранием поверхностей. В качестве полупроводника применялись монокристаллические пластины германия, кремния или арсенида галлия. Исследовались жидкокристаллические смеси азоксисоединений (отрицательная диэлектрическая анизотропия, диапазон существования нематической мезофазы 0-75 °С) и смеси эфиронитрилов (положительная диэлектрическая анизотропия, диапазон существования 22-48 °С). Толщина слоев ЖК составляла 10-20 мкм. Сигнал фото-эдс, снимаемый с электрода, контактирующего с полупроводником, имел отрицательную полярность, что отвечает полярности диполей ЖК в поверхностном слое.

Гистерезисных явлений при изменении температуры не наблюдалось. Результаты измерений представлены на рис. 2. Обращают на себя следующие особенности поведения фото-эдс, и, очевидно, поверхностной поляризации ЖК. Величина фото-эдс, характерная для случая планарно ориентированных слоев ЖК, существенно меньше по величине, нежели в случае гомеотропной ориентации, что указывает на правильность интерпретации возникновения поверхностного барьера благодаря поверхностной поляризации, которая для планарной ориентации ЖК отсутствует. При изменении темпе-

ратуры величина фото-эдс для гомеотропной ориентации ЖК существенно падает при температуре на 15-30 °С ниже точки перехода ЖК в изотропную фазу (точность измерения температуры составляла 1-3 °С и контролировалась, в частности, по известной температуре фазового перехода), сохраняя свою величину далее вплоть до температуры фазового перехода. Для планарной ориентации в этом же интервале измеряемая величина фото-эдс заметно превышает ошибку измерения (порядка 1-2 мВ), также исчезая при превышении точки фазового перехода.

Такой характер зависимости свойственен обоим изучавшимся ЖК и их смесям, отличаясь лишь в конкретных значениях температур. Для гомеотропных слоев ЖК, полученных с помощью ориентанта, характерным является существенно меньшая величина фото-эдс, что



Р и с. 2. Зависимость амплитуды сигнала фото-эдс от температуры: ● - спонтанная гомеотропная ориентация ЖК; ▲ - планарная ориентация; ○ - гомеотропная ориентация, полученная добавкой 0,1-0,2% лецитина; а - смесь азобензидрилов, б - смесь азоксисоединений

вызывается, видимо, двумя факторами - ориентант на поверхностях образует слой, отделяющие дипольный слой ЖК от полупроводника, а также уменьшает саму поляризацию слоя ЖК, т.е. количество ориентированных молекул ЖК. В любом случае фото-эдс должна уменьшаться при увеличении концентрации лецитина в ЖК, что и наблюдается в эксперименте.

Уменьшение сигнала фото-эдс при температуре на 15-30 °С ниже точки просветления ЖК означает, что температурный диапазон существования поляризованного слоя ЖК уже, нежели диапазон существования нематической мезофазы. Кроме того, конечное значение фото-эдс в диапазоне вплоть до точки фазового перехода свидетельствует, что тепловое движение не до конца разрушает упорядоченность диполей в приграничном слое ЖК. Для планарной ориентации сигнал в упомянутом диапазоне возрастает, видимо, благодаря увеличению амплитуды тепловых колебаний молекул ЖК, с преимущественным отклонением отрицательного полюса диполя молекулы к поверхности слоя.

Наблюдаемые явления имеют важное практическое значение, поскольку, как показано в /3,4/, поверхностная поляризация ЖК обуславливает ряд функциональных особенностей отображающих устройств, использующих структуру полупроводник - ЖК.

Поступила в редакцию
30 июня 1982 г.

Л и т е р а т у р а

1. А. Н. Чувывров, А. С. Сонин, А. Д. Закирова, ФТТ, 18, 10 (1976).
2. А. Н. Чувывров, А. Н. Лачинов, ЖЭТФ, 74, 1431 (1978); А. Н. Лачинов, А. Н. Чувывров, А. С. Сонин, ФТТ, 24, 255 (1982).
3. А. Н. Чувывров, А. Д. Закирова, Письма в ЖТФ, 7, 1426 (1981).
4. А. В. Парфенов, Е. В. Абель, Препринт ФИАН № 130, М., 1982 г.