

I. Параметры

Брегг: $\theta_B = 7.93^\circ$;

Толщина: $d = 0.65 \cdot 10^{-3}$ м;

Формула расчета: $d_{33} = \frac{d \cdot \Delta\theta}{U \tan(\theta_B)}$

II. Травление

В качестве травителя взят раствор $HNO_3 - H_2O$ в концентрации 1 – 1 соответственно.

Температура: $50^\circ C$

Общее время травления: 30 мин.

III. Эскизы

В количестве 6 штук.

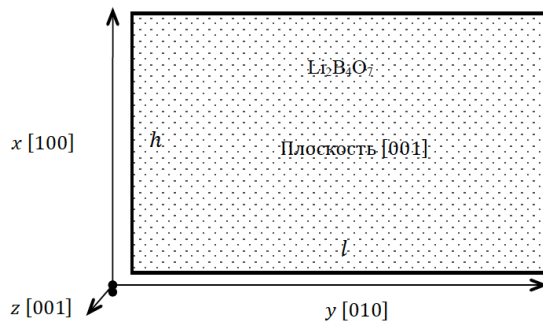


Рис. 1: Эскиз образцов

IV. Напыление

Нанесение электродов осуществлялось в НИЦ КИ на установке магнетронного напыления. Была сделана подложка диаметром 151 мм, к которой особым образом крепились образцы (Рис. 2):

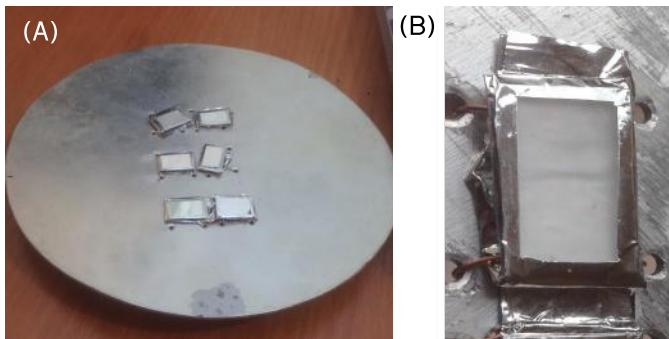


Рис. 2: А) Подложка В) Маска для напыления электродов

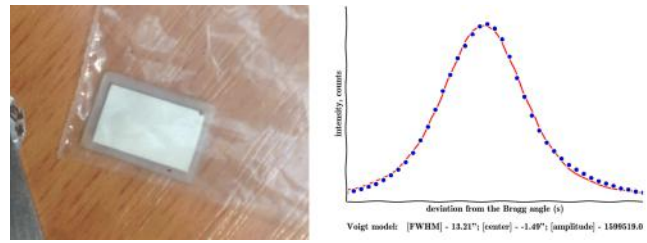


Рис. 3: Результат напыления и КДО

V. Выбор метода

Чтобы продемонстрировать пьезоэффект в кристалле, давайте встанем в произвольную точку на кривой дифракционного отражения, другими словами выведем интенсивность детектора из максимума отражения в точку на склоне кривой (Рис. 4).

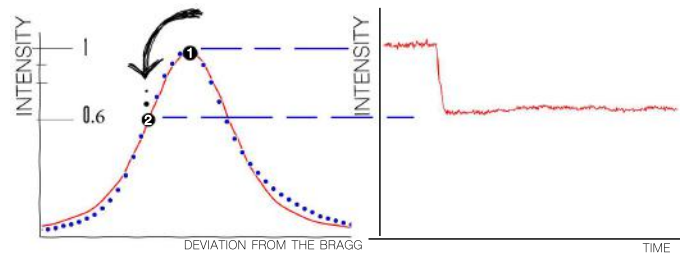


Рис. 4: Выбор точки на КДО (справа), интенсивность сигнала детектора

Теперь включим электрическое поле поочередно в разных направлениях (Рис. 5В).

Наблюдаем смещение кривой (Рис. 5С), т.е. прямое изменение интенсивности на детекторе (Рис. 5А).

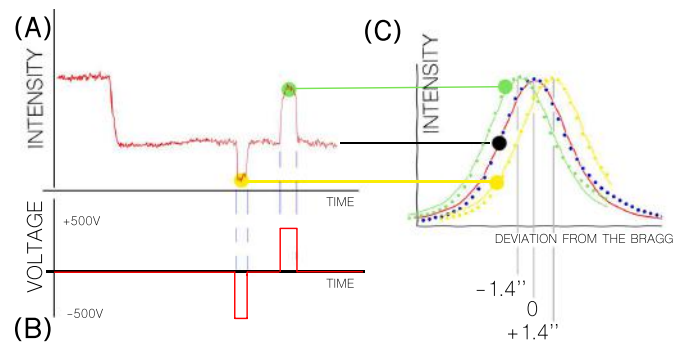


Рис. 5: А) Интенсивность детектора; В) Разность потенциалов на поверхности кристалла; С) Положение КДО

Таким образом представляется возможным отследить перемещение выбранного количества точек на КДО в момент подачи поля на кристалл. Это позволит нам оценить искомый модуль (d_{33}) обратного пьезоэффекта. Исключить “паразитные” вклады в смещение кривой и сократить ошибку. Так например кристалл LBO имеет коэффициент теплового

расширения в 7 раз превышающий величину для кристаллов кварца и кремния (2:14), ниже будет показано влияние температуры на отражение. К тому же, наблюдается уширение кривой, а так же смещения в связи с неизвестными нам эффектами, но к нашему везению, время действия пьезоэффекта на порядок меньше времени тех процессов которые были перечислены (покажем это ниже). Подробный список наблюдений, оказывающих ряд трудностей для измерения - приведен в приложении А. Избежать дополнительных эффектов удалось, проводя разовые эксперименты, с промежуточными перерывами в 1 час.

VI. Эксперимент

Количество измерений проведенного для оценки модуля d_{33} - 1000.

А. 1200 В

Величина такого смещения составляет: $\delta\theta = 2.60 \pm 0.01$ уг. сек (Рис 6).

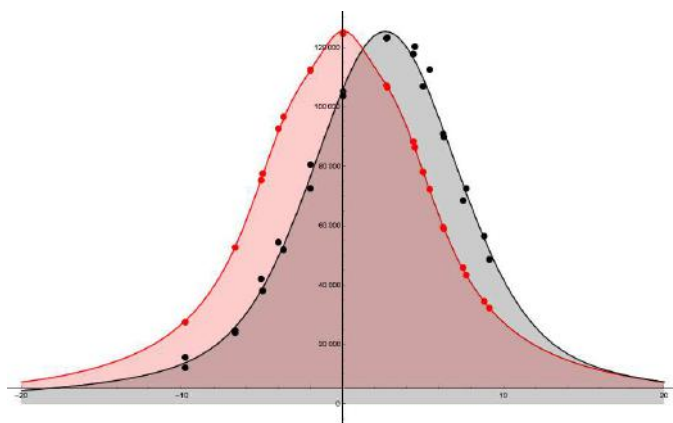


Рис. 6: На рисунке представлено смещение КДО в результате обратного пьезоэффекта. Красным - в отсутствии поля, черным - в присутствии поля, 1200В

В. -1200 В

Измерения проводились независимым образом, с промежутком в 1 час $\delta\theta = -3.62 \pm 0.36$ уг. сек. (Рис 7); $d_{33} = 34 \cdot 10^{-12}$

С. 1000 В

$\delta\theta = 2.594 \pm 0.013$ уг. сек. (Рис 8)

Д. 800 В

$\delta\theta = 2.4 \pm 0.5$ уг. сек. (Рис 9) Измерения проводились независимым образом, с промежутком в 1 час

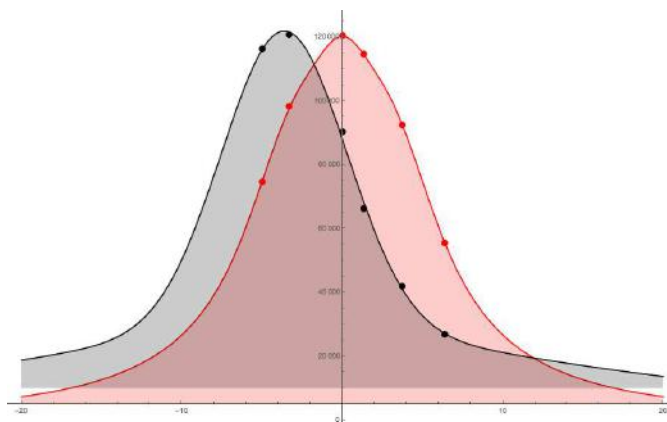


Рис. 7: На рисунке представлено смещение КДО в результате обратного пьезоэффекта. Красным - в отсутствии поля, черным - в присутствии поля, - 1200В

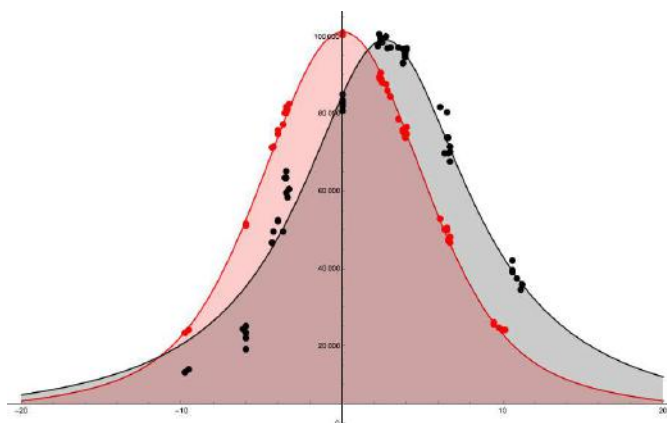


Рис. 8: На рисунке представлено смещение КДО в результате обратного пьезоэффекта. Красным - в отсутствии поля, черным - в присутствии поля, 1000В

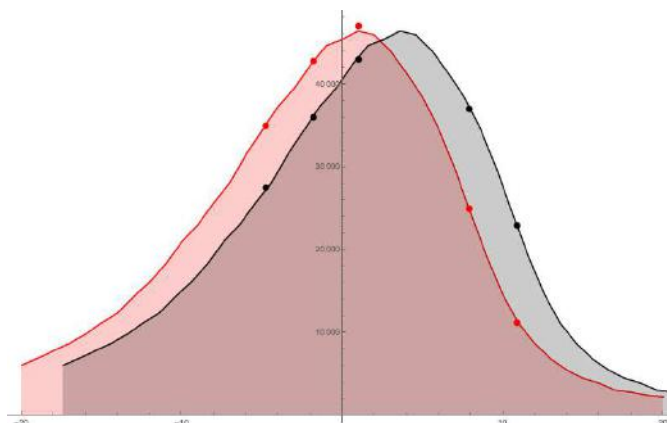
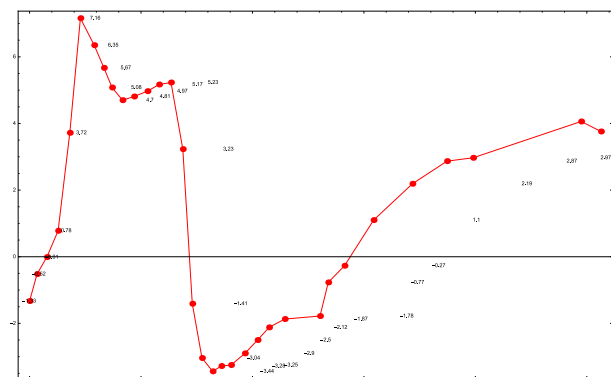


Рис. 9: На рисунке представлено смещение КДО в результате обратного пьезоэффекта. Красным - в отсутствии поля, черным - в присутствии поля, 800В

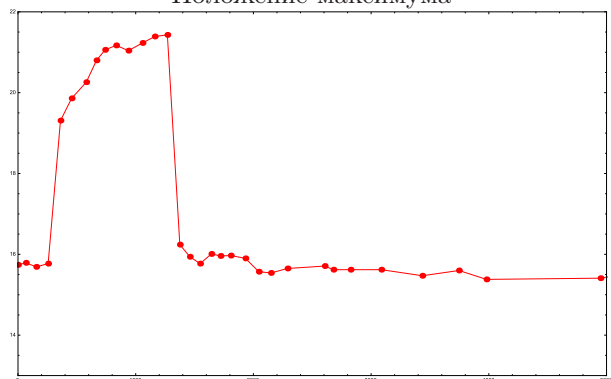
VII. Обычный эксперимент

A. 500 В

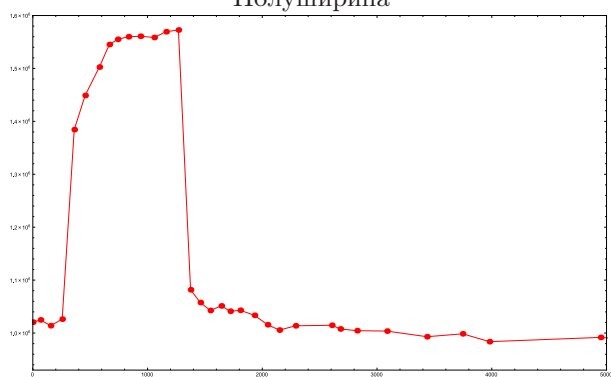
Момент включения прослеживается на графике полуширины и интенсивности в пике. Ниже приводится зависимость от времени.



Положение максимума



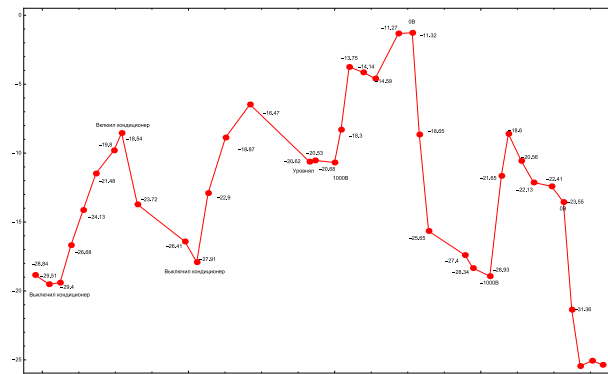
Полуширина



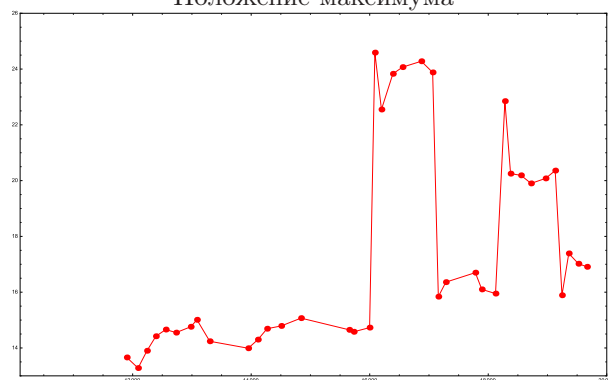
Интенсивность в пике

B. 1000 В

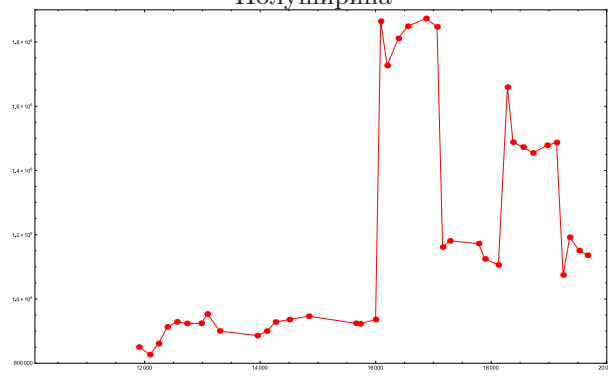
Ниже приводится зависимость от времени. Также видно влияние кондиционера на положение пика.



Положение максимума



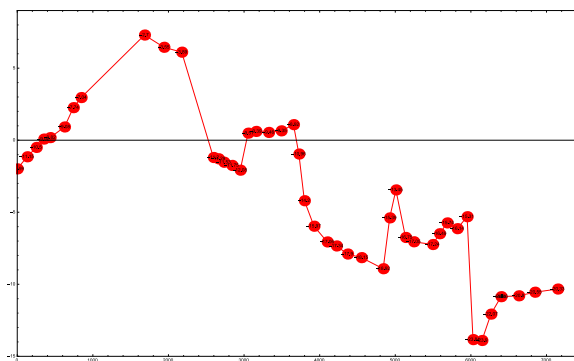
Полуширина



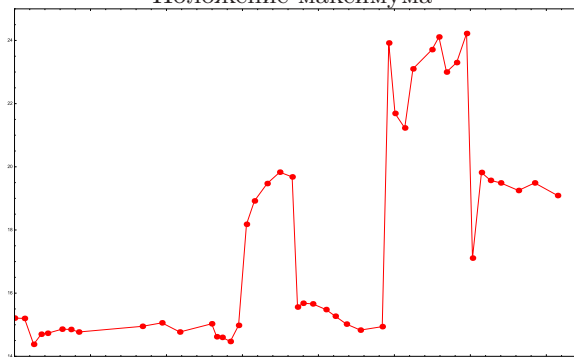
Интенсивность в пике

С. -500 В, -1500В

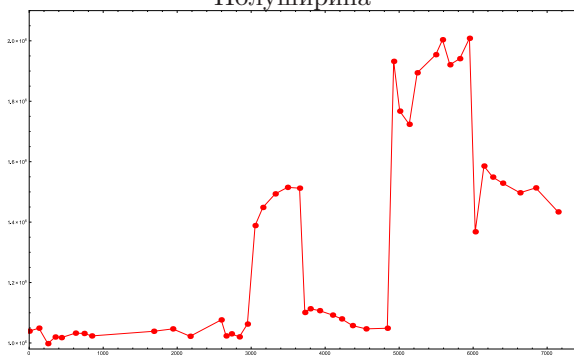
Ниже приводится зависимость от времени. Также видно влияние кондиционера на положение пика.



Положение максимума



Полуширина



Интенсивность в пике



Температура

Приложение А

- Происходит движение кривой при изменении температуры;
- Кривая начинается уширяться после 3 сек с момента включения поля
- Растет пиковая интенсивность
- Наблюдается зависимость предыдущих измерений, так например если подавать импульс напряжения в одном направлении (-1000) - кривая смещается вправо (например), изменив напряжение на противоположное (+1000): 1 импульс - КДО движется влево (правильное направление), 2-8 импульс так же происходит смещение в влево, но величина смещения уменьшится до нуля и мы снова (9-10-.. импульс) наблюдаем смещение вправо.
- Иногда наблюдается борьба каких-то эффектов, подаем поле резкое движение в одну сменяется на противоположное(зигзаг)
- Если подавать "большое" напряжение, кривая (форма) может не вернуться к свое первоначальное состояние (останется уширенной, завышенная пиковая интенсивность), времена релаксации в пределах 1 часа.
- Возможно есть предел на сжатие - 2.6 сек

Приложение Б

- Перед каждым измерением вставать в максимум, либо снимать КДО полностью, т.к возникает дополнительная ошибка из - за изменение в пиковой интенсивности от измерения к измерению (время от времени)

Проверить

- Для +1200В - смещение вправо, для +800В - влево
- Зависимость от температуры