

КАНАЛИРОВАНИЕ ПОЗИТРОНОВ С ЭНЕРГИЕЙ 1 Гэв

В. Л. Морозовский, Г. Д. Коваленко, И. А. Гришаев,
 А. Н. Фисун, В. И. Касилов, Б. И. Шраменко,
 А. Н. Криницын

Каналирование позитронов с энергией ≤ 28 Мэв в кристалле кремния вдоль оси [110] наблюдалось Валкером [1]. В настоящей работе показано, что эффект каналирования позитронов в кристалле существует и при энергии 1 Гэв. Ранее эффект каналирования позитронов при высоких энергиях не наблюдался. Это связано с трудностями генерации позитронов пучков высокой энергии с малыми расходимостями [2, 3].

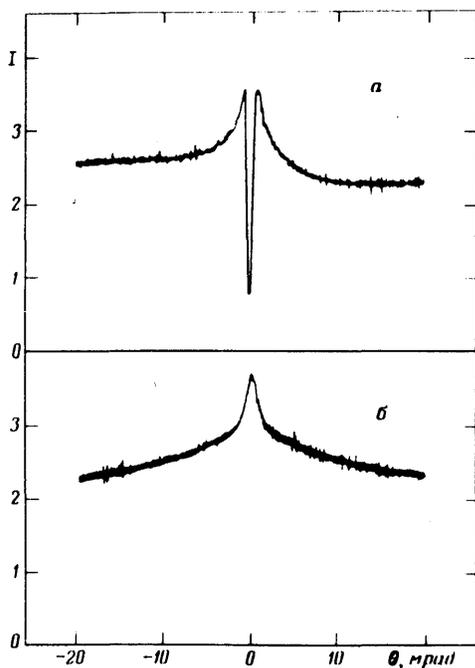


Рис. 1. Зависимость потока энергии тормозного излучения от угла между направлением пучка и осью кристалла кремния [110]: а – позитроны, б – электроны

В нашем эксперименте пучок позитронов с энергией 1 Гэв и расходимостью $\leq 2 \cdot 10^{-4}$ рад направлялся на монокристаллическую мишень кремния, установленную в гониометре. Гониометр позволял вращать кристалл в вакуумной камере ускорителя вокруг трех осей с точностью отсчета угла $5 \cdot 10^{-5}$ рад. Кристалл кремния имел форму пластинки толщиной 0,64 мм. Нормаль к плоскости пластинки составляла угол $\approx 1^\circ$ с осью [110]. Кристалл ориентировался на пучке по методу, аналогичному описанному в работе [4] так, чтобы ось кристалла [110] была направлена вдоль оси пучка, а ось [001] вдоль оси вращения гониометра, перпендикулярной к направлению пучка.

Провзаимодействовавший с кристаллом пучок позитронов отворачивался магнитом. Фотонный пучок регистрировался Гаусс-квантометром [5], расположенным за кристаллом. Квантометр регистрировал

поток энергии тормозных γ -квантов в направлении первичных позитронов в телесном угле $4\pi \cdot 10^{-4}$ *стерад*. Результаты измерений, проведенных на позитронном пучке, приведены на рисунке 1, *а*. На рисунке 1, *б* приведена, для сравнения, кривая, полученная на электронном пучке с параметрами идентичными позитронному пучку. На горизонтальной оси отложены углы поворота кристалла вокруг оси [001] в миллирадианах, а по вертикальной – ток квантометра в относительных единицах, пропорциональный потоку энергии γ -квантов. Из рисунка 1, *а* видно, что при углах ориентации пучка позитронов относительно оси кристалла, меньших некоторого критического, поток энергии γ -квантов резко понижается.

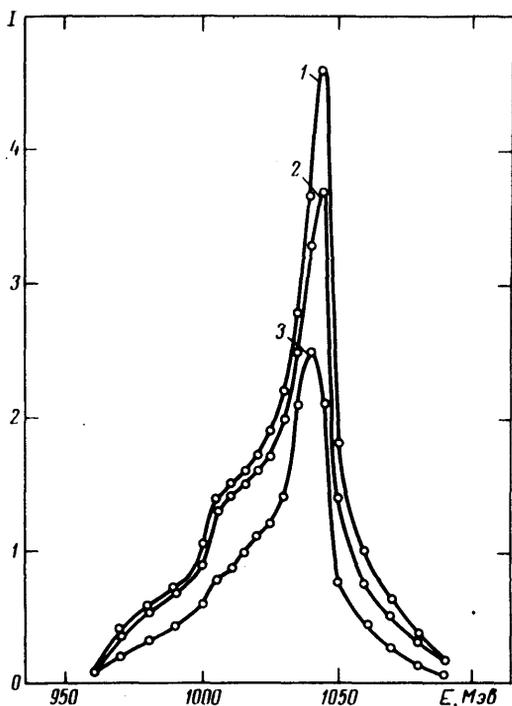


Рис. 2. Спектры позитронов: 1 – падающих на кристалл; 2 – рассеянных на кристалле кремния, когда пучок направлен вдоль оси [110]; 3 – рассеянных на кристалле кремния, когда пучок с осью [110] составляет угол 30 *град*

На рисунке 2 приведены спектры позитронов: 1 – падающих на кристалл; 2 – рассеянных на кристалле, когда пучок направлен вдоль оси кристалла [110]; 3 – рассеянных на кристалле, когда пучок с осью [110] составляет угол 30 *град*. Спектры позитронов измерялись магнитным спектрометром с углом захвата позитронов по горизонтали 10^{-2} *рад* и по вертикали 10^{-3} *рад*. На графике по горизонтальной оси отложены значения энергии позитронов E в *Мэв*, а по вертикальной – ток позитронов I в относительных единицах с энергиями в интервале $(E, E + 0,01 E)$. Погрешность измерения тока не превышала 5%.

Когда пучок позитронов направлен вдоль оси [110] кристалла кремния, спектр рассеянных позитронов уже спектра рассеянных позитронов, соответствующих углу 30 *град* между осью пучка и направлением [110], и приближается к спектру позитронов, падающих на кристалл.

Полное число рассеянных позитронов, ограниченных углом захвата спектрометра увеличивается, когда пучок позитронов направлен вдоль оси кристалла, т. е. для позитронов движущихся вдоль оси кристалла, углы рассеяния уменьшаются.

Угловая ширина минимума потока энергии тормозного излучения на половине глубины (рис. 1), равная $6 \cdot 10^{-4}$ рад, в пределах ошибки, обусловленной первичной расходимостью пучка, согласуется со значением критического угла каналирования, полученного по формуле Линхарда [6].

Таким образом, результаты нашей работы указывают на существование эффекта каналирования позитронов в кристалле при энергии позитронов 1 Гэв.

Для детального изучения особенностей эффекта каналирования позитронов высоких энергий в кристалле необходима дополнительная работа по формированию пучков позитронов с расходимостью много меньшей величины критического угла каналирования.

При существующих параметрах пучка эффект каналирования релятивистских позитронов в кристалле можно использовать для ориентирования кристалла на пучке, для дефектоскопии кристаллов большой толщины и т. д.

Считаем приятным долгом поблагодарить коллектив ускорителя, руководимый В.М.Кобезским, за хорошую работу ускорителя, В.И.Полпенко за помощь в формировании пучков.

Академии наук Украинской ССР

Физико технический институт

Поступила в редакцию
30 июня 1972 г.

Литература

- [1] Walker. Phys. Rev. Lett., 25, 1, 5, 1970.
- [2] В.И.Артемов, А.И.Гришаев, А.И.Довбня, Л.Я.Колесников, Н.И.Мочешников, В.В.Петренко, П.В.Сорокин, С.Г.Тонапетян, А.Н.Фисун, Б.И.Шраменко. Междунар. конф. по ускорителям частиц высоких энергий. Ереван, 1, 493, 1970.
- [3] И.А.Гришаев, В.П.Ефимов, В.И.Касилов, А.Н.Фисун. Труды Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, М., 1, 674, 1970.
- [4] D.Luckey, R.F.Schwitters. Nucl. Instr. and Meth., 81, 164, 1970.
- [5] С.П.Круглов. Труды Междунар. Конф. по электронным магнитным взаимодействиям при низких и средних энергиях. Дубна, 4, 47, 1967.
- [6] Lindhard. Phys. Rev. Lett., 12, 126, 1964.