Излучение вавилова-черенкова и катодолюминесценция в кристаллах, возбуждаемых пучками убегающих электронов с энергией 10–100 кэв

Тарасенко В.Ф., Белоплотов Д.В., Сорокин Д.А., Бураченко А.Г., Бакшт Е.Х., Липатов Е.И., Ломаев М.И.

Институт сильноточной электроники СО РАН, Томск, Россия, rff.qep.bdim@gmail.com

Убегающие электроны (УЭ) могут оказывать неблагоприятное воздействие в установках для исследования управляемого термоядерного синтеза типа ТОКАМАК [1,2]. УЭ способны достичь стенок вакуумной камеры, что приводит к их нагреву и частичному испарению материала [3]. В связи с этим активно ведутся исследования и разработки детекторов УЭ. Широкое распространение получили детекторы высокоэнергетичных заряженных частиц, основанных на эффекте Вавилова–Черенкова [4]. В таких детекторах, как правило, используются кристаллы алмаза, в которых при прохождении УЭ генерируется излучение видимого и УФ диапазонов – излучение Вавилова–Черенкова (ИВЧ) и затем это излучение регистрируется фотоэлектронным умножителем. Кроме ИВЧ в кристалле может также возбуждаться катодолюминесценция, что может приводить к ошибочным результатам, если не принимать её во внимание. Однако работ, в которых бы исследовались параметры ИВЧ и катодолюминесценции, а также энергетический спектр УЭ, не было найдено.

В настоящей работе представлены результаты исследования спектральных и амплитудно-временных характеристик излучения, возбуждаемого в различных кристаллах (синтетический и природный алмазы, ZnSe, CdS, ZnS, ZrO2, Ga2O3, Al2O3, CsI, CaCO3, CaF2) пучком УЭ субнаносекундной длительности с энергией электронов 10–100 кэВ, а также излучением импульсной KrCl эксилампы с λ=222 нм. Пучок УЭ генерировался в газовом диоде, заполненном воздухом либо гелием низкого давления, при подаче на него высоковольтных наносекундных импульсов напряжения. Показано, что в условиях проведённого эксперимента энергия излучения при катодолюминесценции кристаллов может существенно (более 10 раз) превосходить энергию ИВЧ в широком спектральном диапазоне (180–1100 нм). При возбуждении алмаза пучком УЭ с энергией электронов 10–100 кэВ ИЧВ может быть достоверно зарегистрировано в спектральном диапазоне от коротковолновой границы поглощения до начала полосы катодолюминесценции.

Работа выполнена в рамках государственно задания ИСЭ СО РАН по теме №9.5.2.

Литература.

1. R. Jayakumar, H.H. Fleischmann, and S.J. Zweben // Physics Letters A. 1993. Vol. 172, Is. 6. pp. 447–451.
2. M.N. Rosenbluth and S.V. Putvinski // Nuclear Fusion. 1997. Vol. 37, Is. 10. pp. 1355–1362.
3. B. Pourshahab1, M.R. Abdi, A. Sadighzadeh, and C. Rasouli // Physics of Plasmas. 2016. Vol. 23, Is. 7. p. 072501.
4. V.V. Plyusnin, L. Jakubowski, J. Zebrowski, H. Fernandes, C. Silva. // Review of Scientific Instruments. 2008. Vol. 79, Is. 10. p. 10F505.