

THE CHARGE EXCHANGE INJECTION TARGET BASED ON METAL-CARBON STRUCTURES

Sasov A.M., Gurevich A.S, Sytin A.N., Sergunina O.V.

SRC RF Institute for high energy physics,
st. Pobeda 1, 141281 Protvino, Moscow Region, Russia

The particle accelerator complexes, used at high-energy physics, consist of some accelerators. Charge particles are accelerated step by step at these accelerator machines. If the accelerated particles are protons, negative hydrogen ions can employ at the initial stage of acceleration. Then ions crossing the charge exchange target (thin film) lose two electrons and protons appear. Operate conditions at the target are very hard: heating, radiation and high vacuum that are typical at particle accelerators. The target must be as thin as possible, produced with using the low mass materials and be mechanically and radioactive resist.

The theoretical study of the chemical element choice was made, and the Al-Mg-B composite was recommended. The combination is alloy of Mg in Al matrix; B is allocated on the border of grains. Employment Mg and B with Al makes the alloy less density, moreover B makes less the change of crystal's sizes, stabilizes the property of the alloy.

The target was produced by vacuum deposition mentioned above alloy on the Be foil, after that, the foil was dissolved, as result we had $0,8 \div 1,0 \mu\text{m}$ thin clear film. The grain structure has high dispersion, the size of the grain is $0,03 \div 0,05 \mu\text{m}$. Diffractogram shows reflection, it is possible to say, that solid solution with FCC arrangement exists with lattice parameter $a = 4,0610 \text{ \AA}$, and the second phase of the same syngony with parameter $a = 28,2310 \text{ \AA}$, that means Mg_2Al_3 .

Structure of the film stay dispersible after heating, middle size of the grain grows until $0,08 \mu\text{m}$. It means, that B makes less recrystallization process.

Such type of the target was install in 30 MeV transport beam protons line. Beam diameter was 30 mm and $6 \cdot 10^{19}$ protons passed throw the target after about 7000 ours working time. Total doze was about $1,4 \cdot 10^{10} \text{ J/kg}$. The target was not destroying, but visible change of the surface near beam zone appears. To make the target more reliable, carbon cover of the target surface was made; main aim was to make more heat radiant emittance of the metal film. Carbon sputtering was made by magnetron with using ion-plasma method.

Microanalysis by X-rays shows that structure of the condensed film is the composition of three phases. Two of them are cubic syngony (lattice parameter $a_1 = 14,103 \text{ \AA}$ and $a_2 = 14,16 \text{ \AA}$), third one has spatial hexagonal lattice with parameters $a = 8,895 \text{ \AA}$, $c = 15,273 \text{ \AA}$. We suppose that cubic syngony phases are fullerene structures and hexagonal type phase is polymorphic modification of carbyne.

Relationship of these phases depends from the magnetron-operating mode. Heating of the surface till 200°C does not make serious change phases.

It is possible to say that synthesis of fullerene structures goes mostly in gas flow of carbon produced by magnetron.

* Fax: (0967) 74 97 57 E-mail: gurevich@mx.ihep.su

МИШЕНЬ ПЕРЕЗАРЯДНОЙ ИНЖЕКЦИИ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛО-УГЛЕРОДНЫХ СТРУКТУР

Сасов А.М., Гуревич А.С. *, Сытин А.Н., Сергунина О.В.

ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий,
ул. Победы 1, 142281 Протвино, Московская область, Россия

В ускорительно-накопительных комплексах, используемых в экспериментальной физике высоких энергий, ускорение заряженных частиц производится последовательно в нескольких ускорительных установках. При ускорении протонов часто применяется схема, в которой на начальной стадии частицы ускоряются в виде отрицательно заряженных ионов водорода. После предварительного ускорения пучок ионов пропускают через токопроводящую пленку-мишень. Пересекая мишень, ионы водорода теряют два электрона и превращаются в протоны. При этом материал пленки нагревается, на него воздействуют радиация, глубокий вакуум и другие дестабилизирующие факторы, характерные для ускорителей элементарных частиц. Чтобы исключить заметное рассеяние пучка протонов, мишень должна быть минимально возможной толщины и состоять из элементов с низким массовым числом, обладая при этом определенной механической прочностью, стойкостью к вибрационным и ударным нагрузкам.

Нами проведено теоретическое обоснование выбора химических элементов для получения материала мишени. За оптимальный вариант принята система Al-Mg-B. Соотношение компонентов выбрано таким, что сплав представляет собой твердый раствор магния в алюминиевой матрице, по границам зерен которого распределен бор, находящийся в мелкодисперсном состоянии. Легирование алюминия магнием и бором снижает плотность сплава, кроме этого, бор, располагаясь на поверхности зерен, препятствует процессам изменения размеров кристаллов, обеспечивая тем самым стабильность свойств сплава.

Мишень изготавливали путем термического напыления указанного сплава на подложку из бериллиевой фольги. После растворения фольги получали свободную пленку толщиной $0,8 \div 1,0$ мкм. Её зернистая структура характеризуется высокой дисперсностью, размер зерна составляет $0,03 \div 0,05$ мкм. На дифрактограмме наблюдаются отражения, указывающие на наличие твердого раствора с ГЦК структурой, параметр решетки $a=4,0610\text{Å}$,

и второй фазой той же сингонии, но с параметром $a = 28,2310 \text{Å}$, что идентифицируется как Mg_2Al_3 . После отжига структура пленки остается дисперсной, средний размер зерна увеличивается до $0,08$ мкм. Это подтверждает тезис о том, что частицы бора тормозят развитие рекристаллизации.

Полученная таким образом мишень была установлена в канале транспортировки пучка протонов с энергией 30 МэВ из линейного ускорителя в кольцевой. Диаметр пучка составлял 30 мм. После ~ 7000 часов работы мишени через нее прошло $6 \cdot 10^{19}$ протонов, общая доза облучения составила $\sim 1,4 \cdot 10^{10}$ Гр. Пленка за это время не разрушилась, но произошло визуально заметное огрубление ее поверхности в зоне прохождения пучка. Поэтому, с целью повышения надежности мишени, нами предпринята попытка сформировать на ее поверхности углеродное покрытие. Его назначение – увеличить тепловую излучательную способность металлической пленки. Распыление углерода осуществляли ионно-плазменным методом на устройстве магнетронного типа.

Рентгеновский микроанализ показал, что структура конденсированной пленки представляет собой смесь трех фаз. Две из них относятся к кубической сингонии с параметрами решетки $a_1 = 14,103 \text{Å}$ и $a_2 = 14,16 \text{Å}$, а третья имеет пространственную решетку гексагонального типа с параметрами $a = 8,895 \text{Å}$, $c = 15,273 \text{Å}$. Полагаем, что фазы, относящиеся к кубической сингонии, являют собой фуллереноподобные структуры, а гексагональной – полиморфную модификацию карбина.

Установлено, что в зависимости от режима работы магнетрона изменяется количественное соотношение этих фаз. Предварительный нагрев поверхности конденсации до 200°C не оказывает заметного влияния на фазовый состав пленки.

Таким образом, можно полагать, что синтез фуллереноподобных структурных образований протекает преимущественно в газообразном потоке углерода, распыленного магнетроном.

* Факс: (0967) 74 97 57 E-mail: gurevich@mx.ihep.su