

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044633**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.09.18

(51) Int. Cl. **G21G 4/02 (2006.01)**
H05H 3/06 (2006.01)

(21) Номер заявки
202292749

(22) Дата подачи заявки
2022.10.26

(54) **ИМПУЛЬСНЫЙ ГЕНЕРАТОР НЕЙТРОНОВ**

(31) **2022109018**

(32) **2022.04.05**

(33) **RU**

(43) **2023.09.13**

(56) **RU-C1-2362277**
RU-C1-2467526
US-A1-20110057565
CN-A-102709140
CN-A-107567174

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
"ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ ИМ.
Н.Л. ДУХОВА" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Сыромукнов Сергей Владимирович,
Носиков Николай Сергеевич, Юрков
Дмитрий Игоревич (RU)**

(74) Представитель:
Ульянин О.В. (RU)

(57) Изобретение относится к устройствам, генерирующим нейтроны, и может быть использовано для анализа состава веществ, нейтронного каротажа скважин, научных исследований. Генератор импульсного потока нейтронов включает проводящий заземленный корпус с размещенной в нем запаянной нейтронной трубкой с мишенью, анодом, катодом, антикатодом и термокатодом, соединенным одним концом с катодом, источник ускоряющего напряжения, включенный между проводящим корпусом и мишенью, источник питания термокатада, модулятор. Анод соединен с корпусом, термокатод подключен к источнику питания через трансформатор, модулятор создает на выходе импульсы отрицательной полярности с положительными выбросами, антикатод подключен к модулятору, катод подключен к модулятору через диод катодом диода к выходу модулятора. Техническим результатом изобретения является уменьшение времени задержки, длительности переднего и заднего фронтов нейтронных импульсов генератора.

044633
B1

044633
B1

Изобретение относится к устройствам, генерирующим нейтроны, и может быть использовано для анализа состава веществ, нейтронного каротажа, научных исследований.

Известен генератор нейтронов, содержащий нейтронную трубку с вакуумно-дуговым источником ионов, импульсный источник ускоряющего напряжения, блок питания поджигающего электрода, конденсатор, включенный между анодом и катодом источника ионов. Сборник докладов международной научно-технической конференции "Портативные генераторы нейтронов и технологии на их основе". 2004 г., Москва, Россия, с. 72.

Недостатками известного генератора является короткая длительность нейтронных импульсов, 1-2 мкс, и низкая частота их повторений, затрудняющая возможность проведения анализа состава веществ по гамма-излучению неупругого рассеяния и радиационного захвата нейтронов.

Известен генератор нейтронов, содержащий запаянную нейтронную трубку с газоразрядным источником ионов, включающую термокатод, управляющую сетку, соединенную с модулятором, заземленные катод и антикатод, анод, мишень, соединенную с источником ускоряющего напряжения. Кирьянов Г. И. Генераторы быстрых нейтронов. - Москва: Издательство "Аспект Пресс", 2016. - УДК 620. - с. 212-217.

В указанном генераторе импульсный поток нейтронов получают путем модуляции тока электронов с термокатада при изменении напряжения на сетке. Недостатком генератора является затянутый задний фронт нейтронных импульсов из-за наличия анодного напряжения и нерекombинировавших заряженных частиц в источнике ионов после запирающей сеткой тока с термокатада. Заряженные частицы извлекаются из источника в ускоряющий промежуток трубки и попадают на мишень, генерируя нейтроны в промежутках между запирающими импульсами на сетке.

Известен импульсный генератор нейтронов, включающий проводящий заземленный корпус с размещенной в нем газонаполненной запаянной нейтронной трубкой с мишенью, анодом, катодом и антикатодом, источник ускоряющего напряжения, включенный между проводящим корпусом и мишенью, модулятор, включенный между проводящим корпусом и анодом. Боголюбов Е.П., Васин В.С., Коротков С.А. и др. Нейтронные генераторы ВНИИА на газонаполненных нейтронных трубках и их применение. - Сборник докладов международной научно-технической конференции "Портативные генераторы нейтронов и технологии на их основе". 2004 г., Москва, Россия, с. 80-82. Данное техническое решение принято в качестве прототипа.

Импульсный поток нейтронов в прототипе получают путем модуляции анодного напряжения. В интервалы времени, когда к аноду прикладывается положительное напряжение, в газоразрядной камере источника зажигается разряд, ионы разряда ускоряются на мишень и образуют нейтроны.

Недостатком прототипа является затягивание фронтов нейтронных импульсов и наличие задержки между включением модулирующего сигнала и началом генерации нейтронов.

Затягивание переднего фронта нейтронного импульса и возникновение задержки являются следствием недостатка свободных электронов в газоразрядной камере источника ионов в начале зажигания разряда при подаче на анод положительного напряжения.

Затягивание во времени заднего фронта нейтронного импульса является следствием медленного уменьшения концентрации ионов в газоразрядной камере источника после снятия анодного напряжения. После снятия анодного напряжения, в газоразрядной камере остаются еще не рекомбинировавшие ионы. Они могут проходить через отверстие в антикатоде, ускоряться и попадать на мишень, образуя нейтроны.

Искажения нейтронных импульсов приводят к уменьшению точности анализа состава веществ по гамма-спектрам неупругого рассеяния и радиационного захвата нейтронов.

Техническим результатом изобретения является уменьшение времени задержки, длительности переднего и заднего фронтов нейтронных импульсов генератора.

Технический результат достигается тем, что в генераторе импульсного потока нейтронов, включающем проводящий заземленный корпус с размещенной в нем запаянной нейтронной трубкой с мишенью, анодом, катодом, антикатодом и термокатодом, соединенным одним концом с катодом, источником ускоряющего напряжения, включенным между проводящим корпусом и мишенью, источником питания термокатада, модулятором; анод соединен с корпусом, термокатод подключен к источнику питания через трансформатор, модулятор создает на выходе импульсы отрицательной полярности с положительными выбросами, антикатод подключен к модулятору, катод подключен к модулятору через диод катода диода - к выходу модулятора.

Сущность изобретения поясняется чертежом, на котором схематично представлен генератор нейтронов, где: 1-заземленный корпус, 2-источник ускоряющего напряжения, 3-мишень, 4-антикатод, 5-термокатод, 6-анод, 7-катод, 8-разделительный трансформатор, 9-диод, 10-источник питания термокатада, 11-модулятор.

Источник ускоряющего напряжения 2 включен между корпусом генератора 1 и мишенью трубки 3 таким образом, что отрицательный вывод источника соединен с мишенью. Анод источника ионов 6 соединен с заземленным корпусом генератора 1. Термокатод 5 соединен одним концом с катодом. Выводы термокатада подключены к выводам вторичной обмотки трансформатора 8. Первичная обмотка трансформатора 8 включена между выводом заземленного источника переменного напряжения 10 и корпусом

1. Модулятор 11 формирует прямоугольные импульсы отрицательной полярности с положительными выбросами. Модулятор 11 заземлен. Его выход соединен с катодом 7 и антикатодом 4. Между катодом 7 и модулятором включен диод 9 анодом к катоду 7.

Генератор работает следующим образом. От источника питания термокатода 10 через трансформатор 8 напряжение подается на термокатод 5. Термокатод нагревается до температуры, необходимой для эмиссии электронов. Электроны испускаются термокатодом 5 и попадают в газоразрядную камеру источника, ограниченную анодом 6, катодом 7 и антикатодом 4. На выходе модулятора 11 формируются импульсы отрицательного напряжения с положительными выбросами. Между импульсами электрическое поле в газоразрядной камере отсутствует, и ионизация не происходит. После возникновения на выходе модулятора 11 импульса отрицательного напряжения в газоразрядной камере источника возникает электрическое поле и зажигается разряд в скрещенных электрическом и магнитном полях.

Электроны находились в газоразрядной камере еще до того, как к катоду и антикатоду было приложено отрицательное напряжение. Благодаря этому зажигание разряда происходит максимально быстро и передний фронт нейтронного импульса в минимальной степени отличается от переднего фронта модулирующего импульса. Ионы, образованные в источнике, извлекаются через отверстие в антикатоде 4, ускоряются к мишени 3, подключенной к отрицательному выводу источника ускоряющего напряжения 2. При взаимодействии ускоренных ионов с веществом мишени 3 образуются нейтроны.

После окончания отрицательного импульса поле в газоразрядной камере источника исчезает и пропадают условия для горения разряда. Однако в газоразрядной камере источника между катодом и антикатодом еще присутствуют непрорекомбинировавшие ионы. Часть этих ионов может проникнуть через отверстие в антикатоде 4, ускориться, попасть на мишень 3 и образовать нейтроны, что привело бы к затягиванию заднего фронта нейтронного импульса. Этого не происходит благодаря положительному выбросу на модулирующих импульсах после окончания импульсов отрицательной полярности. Выброс создает на антикатоде запирающее положительное напряжение на время рекомбинации ионов в газовой среде источника. В период действия положительного импульса ионы не могут проникнуть в ускоряющий промежуток между антикатодом и мишенью трубки и образования нейтронов не происходит. При помощи диода 9, катод которого подключен к выходу модулятора, положительный выброс на заднем фронте подается только на антикатод 4. Это формирует электрическое поле, направляющее ионы в сторону, противоположную мишени. Под воздействием положительного выброса ионы перестают проникать через отверстие в антикатоде. Задний фронт нейтронного импульса не затягивается. При этом отсутствие напряжения на катоде гасит разряд и ограничивает поступление электронов в газоразрядную камеру источника. Таким образом, передний фронт нейтронного импульса и задержка в зажигании разряда сокращаются по сравнению с прототипом благодаря использованию термокатода. Длительность заднего фронта сокращается благодаря использованию запирающего напряжения на антикатоде.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Генератор импульсного потока нейтронов, включающий проводящий заземленный корпус с размещенной в нем запаянной нейтронной трубкой с мишенью, анодом, катодом, антикатодом и термокатодом, соединенным одним концом с катодом, источник ускоряющего напряжения, включенный между проводящим корпусом и мишенью, источник питания термокатода, модулятор, отличающийся тем, что анод соединен с корпусом, термокатод подключен к источнику питания через трансформатор, модулятор создает на выходе импульсы отрицательной полярности с положительными выбросами, антикатод подключен к модулятору, катод подключен к модулятору через диод катодом диода к выходу модулятора.

