

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **033804**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.11.27

(51) Int. Cl. **G21F 1/12** (2006.01)
H05K 9/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
201800461

(22) Дата подачи заявки
2017.03.20

(54) **РАДИАЦИОННО-ЗАЩИТНОЕ ПОКРЫТИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ**

(31) **2016103659**

(56) US-A1-20070194256
US-B2-7923708
RU-A-97101961

(32) **2016.02.04**

(33) **RU**

(43) **2019.01.31**

(86) **PCT/RU2017/000153**

(87) **WO 2017/142444 2017.08.24**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"РОССИЙСКАЯ КОРПОРАЦИЯ
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОГО
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ И
ИНФОРМАЦИОННЫХ
СИСТЕМ" (АО "РОССИЙСКИЕ
КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ") (RU)**

(72) Изобретатель:
**Агафонов Роман Юрьевич, Бочаров
Евгений Николаевич, Вилков
Федор Евгеньевич, Владимиров
Борис Викторович, Попкова Ольга
Геннадьевна, Толмачев Виталий
Иванович (RU)**

(74) Представитель:
Саранцев В.А. (RU)

(57) Радиационно-защитное покрытие состоит из совокупности чередующихся слоев поглощающего вещества - оксида алюминия (Al_2O_3) или нитрида бора (BN), которое введено в выполненную из неорганического материала матрицу аморфного строения, и порошка вольфрама (W). Предложенное покрытие обеспечит оптимальную защиту элементной базы от воздействия естественных ионизирующих излучений космического пространства при минимальных габаритно-массовых характеристиках.

033804 B1

033804 B1

Предложенное изобретение относится к области приборостроения и предназначено для защиты различных видов радиотехнического оборудования, преимущественно для защиты элементной базы радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов от воздействия естественных ионизирующих излучений космического пространства.

Известны композитные материалы, экранирующие от воздействия ионизирующих излучений, содержащие химические элементы с высоким значением атомного номера Z , в первую очередь вольфрам, а также химические элементы с меньшим атомным номером - бор, алюминий. В большинстве случаев данные композитные материалы состоят из частиц тяжелого металла.

В качестве ближайшего аналога предлагаемого изобретения может быть выбрана заявка на изобретение US 2007194256, в которой предложено радиационно-защитное покрытие элементов радиоэлектронной аппаратуры космического назначения. Известное из US 2007194256 радиационно-защитное покрытие содержит порошок вольфрама с возможными добавками гадолиния, гафния, золота и химический элемент с атомным номером, меньшим, чем у вольфрама, - оксид алюминия (Al_2O_3), введенные в неорганическую матрицу аморфного строения.

В свою очередь, предлагаемое изобретение является дальнейшим совершенствованием композиционных материалов, описанных выше типов, и позволит создать радиационно-защитное покрытие радиоэлектронного оборудования, обеспечивающее при минимальных габаритно-массовых характеристиках, а также минимизации использования редких и сложных по составу химических соединений, оптимальную защиту элементной базы от естественных ионизирующих излучений космического пространства.

Указанный выше технический результат достигается при использовании радиационно-защитного покрытия из порошка вольфрама (W), поглощающего вещества, содержащего алюминий (Al) или бор (B), матрицы аморфного строения, выполненной из неорганического материала. В отличие от аналога предложенное радиационно-защитное покрытие состоит из чередующихся слоев: слоя поглощающего вещества, введенного в матрицу аморфного строения и выбранного из оксида алюминия (Al_2O_3) или нитрида бора (BN), и слоя порошка вольфрама (W), в количестве, превышающем два слоя каждого типа, причем первым идет слой поглощающего вещества. Радиационно-защитное покрытие образует защитный слой радиоэлектронной аппаратуры или ее компонента.

Структура радиационно-защитного покрытия приведена на схеме, на которой изображены: слои из частиц (порошка) вольфрама (W) как наиболее часто используемого материала - 1; слои оксида алюминия (Al_2O_3) либо нитрида бора (BN) - 2 как наиболее часто использующиеся; подложка - 3.

Известно, что на орбитах космических аппаратов, где имеются высокие потоки электронов, поглощенная доза радиации внутри космических аппаратов определяется не только воздействием электронов, но и тормозным излучением, образованным в результате взаимодействия с материалами конструкций. Спектр тормозного излучения зависит от энергии бомбардирующих электронов, толщины материала. Обычно считают, что спектр фотонов простирается от сотен эВ до 150 кэВ.

Тормозное излучение взаимодействует с облучаемым материалом либо за счет фотоэффекта, либо за счет рассеяния на электронах. Фотоэффект приводит к поглощению фотона. Затем может появиться фотон с энергией атомного уровня K, L, M - оболочек в соответствии с тем, на которой из оболочек произошло поглощение фотона. Одновременно в атомах идет и конкурирующий процесс передачи возбуждения электрону и его выбивание из атома. При рассеянии фотона на электронах часть энергии передается электрону, а часть остается у фотона, который меняет направление движения и покидает пучок первичных фотонов. Фотоэффект более действенен для целей защиты, при этом вероятность фотоэффекта велика для фотонов малых энергий и быстро уменьшается с ростом энергии фотонов. Одновременно с ростом атомного номера вероятность фотоэффекта возрастает. Поэтому качественную защиту оборудования можно обеспечить только при использовании материалов с большим атомным номером.

Предложено радиационно-защитное покрытие, используемое в первую очередь для защиты различных элементов радиоэлектронной аппаратуры космического и т.п. назначения, размещаемое на поверхностях, подвергающихся воздействию ионизирующего излучения и представляющее собой многослойную структуру, то есть структуру из множества чередующихся слоев, в количестве, превышающем два слоя каждого типа. Элемент с высоким атомным номером (Z) - вольфрам (W) как наиболее отработанный с точки зрения технологии используют в виде порошка (частиц 200-500 нм) в слое, следующим за слоем вещества с низким (меньшим, чем у упомянутых металлов) атомным номером (Z), оксида алюминия (Al_2O_3) и/или нитрида бора (BN), которое введено в матрицу аморфного строения, выполненную из неорганического материала, например силиката (стекла). Помимо вольфрама (W) могут быть применены иные элементы с высоким атомным номером (Z) - от 57 до 83, то есть переходный металл шестого периода Периодической системы химических элементов, постпереходный металл шестого периода Периодической системы химических элементов и/или лантаноид: лантан (La), церий (Ce), празеодим (Pr), неодим (Nd), прометий (Pm), самарий (Sm), европий (Eu), гадолиний (Gd), тербий (Tb), диспрозий (Dy), гольмий (Ho), эрбий (Er), тулий (Tm), иттербий (Yb), лютеций (Lu), гафний (Hf), тантал (Ta), рений (Re), осмий (Os), иридий (Ir), платина (Pt), золото (Au), таллий (Tl), свинец (Pb), висмут (Bi). Указанный порошок элемента с высоким атомным номером может включать необходимые технологические добавки. Последующие слои чередуются подобным образом.

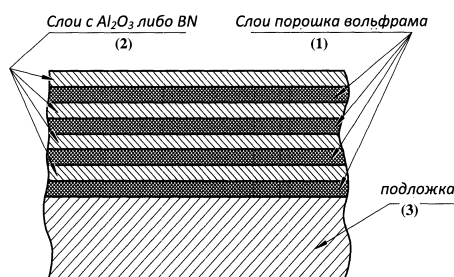
Предложенное расположение слоев объясняется тем, что при прохождении частицы (e^-) вещества первого слоя (Al_2O_3 , BN) генерируется вторичное излучение (γ -лучи), которое эффективно поглощают и рассеивают элементы с большим эффективным электронным радиусом, то есть элементы с высоким атомным номером (Z). При этом происходит генерация вторичных электронов, поглощение и рассеяние которых происходит также описанным выше образом. То есть использование многослойной структуры, обеспечивающей экранирование и взаимное подавление потоков частиц и квантов, представляет собой более совершенную защиту от ионизирующих излучений по сравнению с известными композитными материалами аналогичного состава, алюминиевыми сплавами и т.п.

Покрытие наносится послойно золь-гель процессом на поверхности элементов, подвергающихся воздействию радиации с помощью кисти либо распылителя в нормальных условиях. Радиационно-защитное покрытие образует защитный слой радиоэлектронной аппаратуры или ее компонента (микросхемы и т.п.).

Таким образом, предложено радиационно-защитное покрытие, которое сможет быть эффективно использовано для защиты радиоэлектронной аппаратуры, в первую очередь космического назначения, а также иного промышленного оборудования, эксплуатируемого в аналогичных условиях.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Радиационно-защитное покрытие, содержащее порошок вольфрама (W), поглощающее вещество, содержащее алюминий (Al) или бор (B), матрицу аморфного строения, выполненную из неорганического материала, отличающееся тем, что указанное покрытие состоит из совокупности чередующихся слоев: слоя поглощающего вещества, введенного в матрицу аморфного строения и выбранного из оксида алюминия (Al_2O_3) или нитрида бора (BN), и слоя порошка вольфрама (W), в количестве, превышающем два слоя каждого типа, причем первым идет слой поглощающего вещества.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2