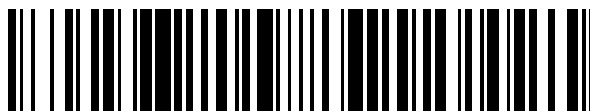


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 586 036**

51 Int. Cl.:

G01N 29/00 (2006.01)

H01L 23/552 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2003** **E 10185319 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.05.2016** **EP 2270486**

54 Título: **Método y aparato para blindar un circuito integrado de la radiación**

30 Prioridad:

25.09.2002 US 65209

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:

11.10.2016

73 Titular/es:

MAXWELL TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)
9244 Balboa Avenue
San Diego, CA 92123, US

72 Inventor/es:

LONGDEN, LARRY, L. y
PATTERSON, JANET

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 586 036 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y aparato para blindar un circuito integrado de la radiación

5 **Antecedentes de la invención**Campo de la invención

10 La presente invención se refiere en general a los circuitos integrados. Más específicamente, la presente invención se refiere al blindaje de circuitos integrados de los rayos X.

Discusión de la técnica antecedente

15 En muchos entornos de radiación los circuitos electrónicos deben ser blindados de la radiación ionizante y los rayos X con el fin de funcionar correctamente. Por ejemplo, en un entorno espacial, la matriz de circuito debe estar blindada de la radiación ionizante o el circuito puede dejar de funcionar correctamente. En otros entornos, por ejemplo, donde el riesgo de exposición a la radiación nuclear artificial es alto, el circuito debe estar blindado de los rayos x.

20 Prácticas anteriores usan un blindaje de radiación ionizante para blindar de la radiación ionizante que se encuentra en el entorno de espacio natural. La radiación ionizante que se encuentra en el entorno de espacio natural está compuesta principalmente de electrones y protones con un pequeño número de iones pesados altamente energéticos ionizados. Los electrones y los protones contribuyen al daño de la radiación integrada de un dispositivo semiconductor y se denomina frecuentemente radiación ionizante. La radiación ionizante crea un daño de dosis total
25 en los circuitos electrónicos. El daño es con frecuencia acumulativo durante todo el tiempo que el dispositivo está en el espacio o en el entorno de radiación ionizante. Dado que, en su mayor parte, la radiación ionizante que se encuentra en el espacio es isotrópica, la cobertura incompleta de blindaje de envase permite solo que un porcentaje de la radiación se fugue, tal porcentaje se puede predeterminar. Como se muestra en la figura 1, a modo de ejemplo, esta fuga de radiación se produce por los lados del envase, donde no hay material de blindaje de radiación. La
30 radiación ionizante viene de todas las direcciones, por lo tanto permitir una cierta cantidad de fuga de radiación lateral es aceptable siempre que no exceda la tolerancia de dosis total de la matriz de circuito.

Por el contrario, la radiación de rayos x resultante de, por ejemplo, detonaciones nucleares artificiales proviene sustancialmente de una sola dirección, que en muchos casos no se puede predeterminar. El tipo de radiación de
35 rayos x, o la radiación de ráfaga, normalmente viene de un evento hecho por el hombre tal como una detonación nuclear. La radiación de rayos X normalmente genera daños de tasa de dosis en los dispositivos electrónicos, debido al periodo de tiempo extremadamente corto que la ráfaga existe. Este tipo de daño es diferente del daño de dosis total más lento que se produce para el entorno de radiación espacial natural. La radiación de rayos X es electromagnética y por lo tanto la eficacia de blindaje de los materiales es diferente de la de la radiación ionizante.
40 Además, puesto que la dirección de la que la radiación de rayos x, tal como radiación de ráfaga, vendrá no se puede predeterminar y porque sustancialmente la totalidad de dicha radiación procede sustancialmente de una sola dirección, el blindaje mostrado en la figura 1 es insuficiente si una dosis muy grande de radiación de rayos X viniese de un ángulo que no está protegido.

45 La figura 1 ilustra un envase de blindaje diseñado para blindar de la radiación ionizante, tal como se encuentra en un entorno de espacio natural.

La figura 1 muestra una parte superior 102 de blindaje de radiación, una parte inferior 104 de blindaje de radiación, una pluralidad de matrices 106 de circuito, una pluralidad de conductores 108, una base 110, y un ángulo 112 de
50 línea de visión.

Como se muestra en la figura 1, la pluralidad de matrices 106 de circuito está blindada por la parte superior 102 de blindaje de radiación y la parte inferior 104 de blindaje de radiación. Este blindaje es suficiente para blindar la pluralidad de matrices 106 de circuito de una cantidad de radiación mayor que la tolerancia de dosis total de la pluralidad de matrices 106 de circuito. Sin embargo, el ángulo 112 de línea de visión representa una línea expuesta
55 de visión no protegida por un material de blindaje. Por lo tanto, la radiación de ráfaga que viene por dentro del ángulo 112 de línea de visión puede impactar directamente con la pluralidad de matrices 106 de circuito y causar daños graves o destruir el funcionamiento de la pluralidad de matrices 106 de circuito.

60 Así, existe la necesidad de un diseño de envase para eliminar los problemas expuestos anteriormente.

Sumario de la invención

65 La presente invención aborda ventajosamente la necesidad anteriormente, así como otras necesidades proporcionando un método para blindar un dispositivo de circuito integrado como se define en la reivindicación 1 y un dispositivo de circuito integrado blindado de radiación como se define en la reivindicación 4. Las realizaciones

preferidas se definen en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

5 La presente invención se ilustra con referencia a las figuras que se acompañan, en las que referencias iguales indican elementos similares, y en las que:

la figura 1 ilustra un envase de blindaje de la técnica anterior diseñado para blindar de la radiación;

10 la figura 2 ilustra un envase de blindaje sin trayectoria de línea de visión para la radiación en el circuito integrado;

la figura 3 ilustra una vista lateral de otro ejemplo de envase de blindaje sin trayectoria de línea de visión para la radiación en el circuito integrado;

15 la figura 4 ilustra una vista superior del envase de blindaje sin trayectoria de línea de visión para la radiación de la figura 3;

la figura 5 ilustra una vista lateral de otra realización de un envase de blindaje sin trayectoria de línea de visión para la radiación en una pluralidad de matrices de circuito;

20 la figura 6 ilustra una vista superior del envase de blindaje sin trayectoria de línea de visión para la radiación de la figura 5;

la figura 7 ilustra una vista lateral de un envase de blindaje formado con una capa de revestimiento;

25 la figura 8 ilustra una vista superior del envase de blindaje de la figura 7;

la figura 9 ilustra una vista lateral de un envase de blindaje formado con capa de revestimiento y capas de revestimiento lateral separadas de acuerdo con una realización de la invención; y

30 la figura 10 ilustra una vista superior del envase de blindaje de la figura 9.

Los expertos en la técnica apreciarán que los elementos en las figuras se ilustran por simplicidad y claridad, y no han sido necesariamente dibujados a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los elementos en las figuras pueden estar exageradas con relación a otros elementos para ayudar a mejorar la comprensión de la presente invención.

Descripción detallada

40 La figura 2 ilustra un envase de blindaje sin trayectoria de línea de visión para la radiación en el circuito integrado.

La figura 2 muestra una tapa 202 de blindaje de radiación, una parte inferior 204 de blindaje de radiación, una primera matriz 206 de circuito, una segunda matriz 208 de circuito, un primer cubo 210 de blindaje de radiación, un segundo cubo 212 de blindaje de radiación, una pluralidad de conductores 214, un primer anillo espaciador 216, un segundo anillo espaciador 218, una base 220, y un ángulo 222.

La primera matriz 206 de circuito está acoplada al primer cubo 210 de blindaje de radiación de tal manera que la primera matriz 206 de circuito está asentada en el interior del primer cubo 210 de blindaje de radiación. El primer cubo 210 de blindaje de radiación tiene un fondo y una pared lateral. El primer cubo 210 de blindaje de radiación está acoplado a la base 220. La tapa 202 de blindaje de radiación está también acoplada a la base 220 a través de un primer anillo espaciador 216 y proporciona blindaje para la primera matriz 206 de circuito. La segunda matriz 208 de circuito está acoplada al segundo cubo 212 de blindaje de radiación. El segundo cubo 212 de blindaje de radiación está acoplado a un lado opuesto de la base 220 desde el primer cubo 210 de blindaje de radiación. La parte inferior 204 de blindaje de radiación está acoplado a la base 220 a través de un segundo anillo espaciador 218 y proporciona blindaje para la segunda matriz 208 de circuito. La pared lateral se extiende hacia arriba lo suficientemente lejos por encima de la primera matriz 206 de circuito que no hay ningún ángulo de línea de visión para la primera matriz 206 de circuito.

La tapa 202 de blindaje de radiación y el primer cubo 210 de blindaje de radiación están posicionados de tal manera que no hay un ángulo de línea de visión para la primera matriz 206 de circuito. No tener ángulo de línea de visión para la primera matriz 206 de circuito significa que no hay un ángulo cuya trayectoria de radiación en línea recta sea capaz de ponerse en contacto con la primera matriz 206 de circuito sin contacto previo con la tapa 202 de blindaje de radiación o el primer cubo 210 de blindaje de radiación. Las paredes laterales del primer cubo 210 de blindaje de radiación se extienden lo suficientemente lejos por encima de la primera matriz 206 de circuito que no existe una línea de visión que la radiación pueda golpear la primera matriz 206 de circuito. Por lo tanto, la radiación procedente de cualquier ángulo debe ponerse en contacto con la tapa 202 de blindaje de radiación o el primer cubo 210 de

blindaje de radiación antes de que pueda entrar en contacto con la primera matriz 206 de circuito. Esto reduce la probabilidad de fallo de la primera matriz 206 de circuito. El segundo cubo 212 de blindaje de radiación y la parte inferior 204 de blindaje de radiación funcionan de manera similar al primer cubo 210 de blindaje de radiación y la parte superior 202 de blindaje de radiación.

El ángulo 222 demuestra que la radiación ionizante y los rayos X que vienen de una dirección previamente no protegida (véase, por ejemplo, la figura 1) entrarán en contacto ya sea con la parte inferior 204 de blindaje de radiación o el segundo cubo 212 de blindaje de radiación antes de ponerse en contacto con la segunda matriz 208 de circuito. Los dispositivos de blindaje de radiación anterior (véase, por ejemplo, la figura 1) fueron diseñados solo para blindar de las radiaciones ionizantes y no de los rayos X. El diseño actual está diseñado para blindar tanto de la radiación ionizante como de los rayos x. Es importante que el dispositivo actual blinde de los rayos X procedentes de todos los ángulos ya que los rayos X pueden provenir de una fuente puntual, como una detonación nuclear de la mano del hombre. Por lo tanto, el primer cubo 210 de blindaje de radiación está diseñado de manera que los rayos X procedentes de una fuente puntual no destruyan o dañen la primera matriz 206 de circuito.

El primer cubo 210 de blindaje de radiación tiene un espesor y composición del material elegido, como para reducir el nivel de rayos X en la primera matriz 206 de circuito por debajo de la tolerancia de dosis total de la primera matriz 206 de circuito para el entorno de radiación esperado. En el caso de que el dispositivo de circuito esté expuesto tanto a la radiación ionizante de espacio natural como a los rayos X hechos por el hombre, entonces ambos tipos de radiación se consideran en la determinación del entorno de radiación. El entorno de radiación se usará para determinar el espesor y el material del primer cubo 210 de blindaje de radiación, el segundo cubo 212 de blindaje de radiación, la tapa 202 de blindaje de radiación y la parte inferior 204 de blindaje de radiación.

De acuerdo con un método de determinación del material y el espesor del primer cubo 210 de blindaje de radiación, la primera matriz 206 de circuito es evaluada en cuanto a su tolerancia a los efectos de tasa de dosis y su tolerancia de dosis total. Normalmente las fuentes de radiación gamma de CO-60 se usan para determinar la tolerancia de dosis total. Los rayos de electrones de alto flujo se usan para determinar la tolerancia de tasa de dosis de circuitos electrónicos. A continuación, el material y el espesor requerido para el blindaje se determina entonces mediante la ejecución de código de modelos de transporte para el espectro de radiación de misión esperado a través de material de blindaje. En tercer lugar, la cantidad y tipo de material es entonces elegida de manera que la cantidad de rayos X transportados a través del material es menor que la dosis total y/o la tolerancia de tasa de dosis de la primera matriz 206 de circuito. Esto protege la primera matriz 206 de circuito de la recepción de una cantidad de rayos X que excedería de la tolerancia de dosis total de la primera matriz 206 de circuito. Este proceso se repite para la segunda matriz 208 de circuito y el segundo cubo 212 de blindaje de radiación.

Ventajosamente, la parte superior 202 de blindaje de radiación y la parte inferior 204 de blindaje de radiación se pueden formar a partir de un material de Z alto, tales como osmio, iridio, platino, tantalio, oro y tungsteno. En general, cualquier material de Z alto se puede emplear con un número atómico de 50 y superior. Más preferiblemente, el intervalo de números atómicos puede ser de entre 60 y 100, inclusive. El intervalo preferido de números atómicos está entre 73 y 79, inclusive.

Alternativamente, la parte superior 202 de blindaje de radiación y la parte inferior 204 de blindaje de radiación se pueden hacer de una composición de blindaje de capa múltiple que comprende una capa de Z alto y una capa de Z bajo. Ventajosamente, la parte superior de blindaje de radiación y la parte inferior de blindaje de radiación se pueden hacer de una composición de blindaje de capa múltiple que comprende una capa de Z alto interpuesta entre una capa de Z bajo exterior y una capa de Z bajo interior. Esta configuración es una geometría de blindaje óptimo para una órbita geosíncrona. La capa de Z alto es eficaz en la detención de electrones y radiación Bremsstrahlung, mientras que el material de Z bajo es más eficaz en la detención de protones. Una órbita geosíncrona está dominada por electrones atrapados, por lo que es preferible que la capa de Z alto sea más espesa que las dos capas de Z bajo.

La capa de Z bajo se selecciona preferiblemente del grupo que consiste en cobre, níquel, carbono, titanio, cromo, cobalto, boro, silicio, hierro y nitrógeno. En general, cualquier material de Z bajo adecuado se puede emplear con un número atómico de 30 y por debajo, pero los materiales de Z bajo preferidos se seleccionan del grupo que consiste en cobre, níquel, carbono, ion, titanio, silicio y nitrógeno.

La parte superior 202 de blindaje superior y la parte inferior 204 de blindaje de radiación son de un espesor suficiente para blindar la primera matriz 206 de circuito y la segunda matriz 208 de circuito de una cantidad de radiación mayor que las tolerancias de dosis total de la primera matriz 206 de circuito y la segunda matriz 208 de circuito. Este envase se describe adicionalmente en la patente de EE.UU. n° 6.262.362 B1, de Czjakowski et al., para *RADIATION SHIELDING OF THREE DIMENSIONAL MULTICHIP MODULES*.

De acuerdo con un método para determinar un espesor de blindaje, primero, las tolerancias de dosis total de la primera matriz 206 de circuito y la segunda matriz 208 de circuito se determinan. Esta prueba puede llevarse a cabo mediante una fuente de cobalto-60 o de otra fuente de irradiación penetrante. Sin el conocimiento de lo que la tolerancia inherente a la radiación es para el dispositivo semiconductor individual, el diseño no conoce cuánto o si

el blindaje es necesario.

En segundo lugar, se determina el entorno de radiación al que la primera matriz 206 de circuito y la segunda matriz 208 de circuito estarán expuestas. Esto implica determinar el espectro de radiación y la curva de profundidad de dosis de la misión particular o requisito de radiación de la aplicación. Para órbitas alrededor de la Tierra, esto se calcula usando los códigos de transporte de radiación convencionales junto con tablas de espectro de radiación convencionales. Alternativamente, cualquier entorno de radiación conocido puede ser modelado y, posteriormente, una curva de profundidad dosis creada por el entorno modelado.

El siguiente paso consiste en determinar el espesor y el material de la parte superior 202 de blindaje superior y la parte inferior 204 de blindaje de radiación de tal manera que la primera matriz 206 de circuito y la segunda matriz 208 de circuito no sean expuestas en el entorno de radiación determinado a una cantidad de radiación mayor que las tolerancias de dosis total de la primera matriz 206 de circuito y la segunda matriz 208 de circuito, respectivamente. Una vez que se conozcan las tolerancias de dosis total de la primera matriz 206 de circuito y la segunda matriz 208 de circuito y la curva de profundidad de dosis del entorno de radiación, la cantidad de blindaje requerido puede determinarse para llevar la primera matriz 206 de circuito y la segunda matriz 208 de circuito dentro de la tolerancia. Un proceso adecuado para determinar el espesor de blindaje se describe en la patente de EE.UU. n° 6.261.508, de Featherby et al., para *METHOD FOR MAKING A SHIELDING COMPOSITION*. Otro método incluye usar el código de modelado mencionado anteriormente para generar una curva dosis frente a profundidad en la que se determina la cantidad de blindaje requerido para llevar el nivel de dosis total bajo el nivel de tolerancia de dosis total de circuitos electrónicos. El blindaje de envase se analiza a continuación, mediante la comparación de la cantidad de radiación desde todas las direcciones y la cantidad de blindaje que se suministra desde cada una de esas direcciones. La radiación a nivel de dispositivo electrónico es la suma de todos los diferentes ángulos normalizados para el área de envase.

El primer cubo 210 de blindaje de radiación y el segundo cubo 212 de blindaje de radiación también están hechos de un material de Z alto. El material se elige para blindar de la radiación de rayos X. En un caso, la radiación de rayos X es generada por eventos hechos por el hombre que se producen a partir de fuentes puntuales. Por ejemplo, una detonación nuclear creará una fuente puntual para la radiación de rayos X. Este tipo de radiación se distingue de la radiación ionizante natural encontrada en el espacio en que se genera en una ráfaga que ocurre en menos de un microsegundo (en vez de pasar aleatoriamente en el tiempo) y viene de una dirección (en lugar de ser isotrópico). En un ejemplo, una detonación nuclear en el espacio podría venir de cualquier dirección. Por lo tanto, puesto que la dirección desde la que se producirá una explosión de rayos X no se puede predeterminar, todo el envase tiene que ser blindado de todas las direcciones, es decir, 360 grados, tres dimensiones. Ventajosamente, el primer cubo 210 de blindaje de radiación y el segundo cubo 212 de blindaje de radiación protegen la primera matriz 206 de circuito y la segunda matriz 208 de circuito, respectivamente, a partir de los ángulos laterales previamente no protegidos, es decir, los ángulos laterales previamente no protegidos de la radiación de rayos X de un nivel suficiente como para dañar la matriz de circuito.

Ventajosamente, la radiación de rayos X puede ser blindada por una pieza más delgada de material de Z alto del que se requiere, por ejemplo en la tapa 202 de blindaje de radiación o en la parte inferior 204 de blindaje de radiación para proteger la matriz de circuito de las radiaciones ionizantes en exceso de la tolerancia de dosis total de la matriz de circuito. A diferencia de la radiación ionizante, tal como está presente en un entorno de espacio, la capacidad para blindar rayos X es mucho más dependiente del tipo de material usado, en comparación con el espesor del material. Por lo tanto, el material de Z alto elegido debe blindar los rayos X, sin embargo, el espesor de este material es más delgado que el espesor de, por ejemplo, la parte superior 202 de blindaje de radiación o la parte inferior 204 de blindaje de radiación.

Un ejemplo de blindaje para rayos X sería usar un blindaje de aleación CuW (cobre tungsteno) que tiene al menos 0,076 mm de espesor desde todos los ángulos. Por integridad estructural hay típicamente al menos 0,381 mm de espesor de CuW. Además, puesto que estas partes también tienen que cumplir los requisitos totales del entorno del espacio natural la mayor parte requieren al menos 0,381 mm de blindaje de CuW. El espesor mínimo del primer cubo 210 de blindaje de radiación se determina mediante la ejecución del espectro de rayos X y la fluencia a través del código de modelos de transporte de rayos X comentada anteriormente.

Los dispositivos de blindaje de la técnica anterior, tal como se muestra en la figura 1 no pueden blindar eficazmente de los rayos X procedentes de una fuente puntual dentro del ángulo 112 de línea de visión. Además, los dispositivos de blindaje de la técnica anterior, tal como se muestra en la figura 1, fueron diseñados para blindar solo de la radiación ionizante. El material de Z alto se elige con un espesor para blindar la matriz de circuito, de manera que una cantidad de radiación ionizante recibida por la matriz de circuito es menor que la tolerancia de dosis total de la matriz de circuito. En el dispositivo de blindaje de la técnica anterior, tal como se muestra en la figura 1, la base 110, aunque no es un material de Z alto es lo suficientemente espeso para ayudar a blindar de la radiación ionizante procedente de dentro del ángulo 112 de tal manera que la matriz de circuito no está expuesta a una cantidad de radiación ionizante mayor que la tolerancia de dosis total de la matriz de circuito. Sin embargo, la base 110 no sería capaz de blindar de los rayos X procedentes de dentro del ángulo 112. En contraste, el dispositivo actual está diseñado para blindar tanto de la radiación ionizante como de la radiación de rayos X. El primer cubo 210 de blindaje

de radiación y el segundo cubo 212 de blindaje de radiación tienen un espesor (y lo que es más importante, una composición de material) seleccionada de manera que la primera matriz 206 de circuito y la segunda matriz 208 de circuito serán protegidas de cualquier rayos X procedentes de un ángulo que no esté blindado por la parte superior 202 de blindaje de radiación o la parte inferior 204 de blindaje de radiación.

El primer anillo espaciador 216 y el segundo anillo espaciador 218 están hechos de un material de Z alto o bajo dependiendo de la tolerancia de radiación de la parte y el espectro de radiación. La altura de las paredes laterales del primer cubo 210 de blindaje de radiación y el segundo cubo 212 de blindaje de radiación puede ser aumentada o disminuida con el fin de asegurarse de que no hay un ángulo de línea de visión a través del cual la radiación podría entrar en contacto con la primera matriz 206 de circuito o la segunda matriz 208 de circuito.

La figura 3 ilustra otro ejemplo de un envase de blindaje sin trayectoria de línea de visión para la radiación en el circuito integrado. La figura 4 ilustra una vista superior del envase de blindaje de la figura 3.

La figura 3 muestra una tapa 302 de blindaje de radiación, un cubo 304 de blindaje de radiación, una parte inferior 306 de blindaje de radiación, una matriz 308 de circuito, una base 310, una pluralidad de conductores 312, y una pluralidad de conectores 314 de pasador.

El cubo 304 de blindaje de radiación está acoplado a la base 310. La matriz 308 de circuito está acoplada al interior del cubo 304 de blindaje de radiación. La parte superior 302 de blindaje también está acoplada a la base 310. Una pluralidad de conductores 312 están acoplados a la matriz 308 de circuito y a la pluralidad de conectores 314 de pasador. La parte inferior 306 de blindaje de radiación está acoplado a una parte inferior de la base 310.

El cubo 302 de blindaje de radiación, la parte inferior 306 de blindaje de radiación y el cubo 304 de blindaje de radiación son todos de material de Z alto, como se ha descrito anteriormente, o alternativamente capas material de Z alto y Z bajo. La parte superior 302 de blindaje y el cubo 304 de blindaje de radiación están colocados de tal manera que no hay un ángulo de línea de visión cuya radiación pueda golpear la matriz 308 de circuito. Por lo tanto, la radiación procedente de cualquier ángulo debe entrar en contacto con la parte superior 302 de blindaje o el cubo 304 de blindaje de radiación antes de que pueda entrar en contacto con la matriz 308 de circuito. Esto reduce la probabilidad de fallo de la matriz 308 de circuito. La parte inferior 306 de blindaje de radiación proporciona blindaje adicional para la matriz de circuito de la radiación ionizante.

La parte superior 302 de blindaje y la parte inferior 306 de blindaje de radiación tienen un espesor elegido para blindar la matriz de circuito de la radiación ionizante. Los espesores se determinan de tal manera que la matriz 308 de circuito no está expuesta a una cantidad de radiación ionizante mayor que la tolerancia de dosis total de la matriz 308 de circuito.

La matriz 308 de circuito se coloca dentro del cubo 304 de blindaje de radiación de tal manera que la radiación procedente de un ángulo entre la parte superior 302 de blindaje y la parte inferior 306 de blindaje de radiación no tenga ninguna trayectoria de línea de visión en la matriz 308 de circuito. El cubo 304 de blindaje de radiación es un material de Z alto y tiene un espesor diseñado para blindar la matriz 308 de circuito de los rayos X. En un ejemplo, el cubo 304 de blindaje de radiación está diseñado para blindar de los rayos X procedentes de una fuente puntual, tal como una detonación nuclear.

Como se comentó anteriormente los materiales de Z alto son típicamente mejores en el blindaje de rayos X, mientras que el entorno de espacio natural se compone de electrones, protones y iones pesados de los cuales la eficacia de blindaje de un material varía dependiendo de la composición relativa de estos tipos de radiación en el espectro. Así, en un ejemplo, el cubo 303 de blindaje de radiación será un material de Z alto, mientras que la parte superior 302 de blindaje de radiación y la parte inferior 306 de blindaje de radiación será o bien un material de Z alto o una combinación capas de Z alto y de Z bajo.

La figura 5 ilustra otro ejemplo de un envase de blindaje sin trayectoria de línea de visión para la radiación en una pluralidad de matrices de circuito. La figura 6 ilustra una vista superior del envase de blindaje mostrado en la figura 5.

La figura 5 muestra una tapa 402 de blindaje de radiación, un cubo 404 de blindaje de radiación, una parte inferior 406 de blindaje de radiación, la pluralidad de matrices 408 de circuito, una base 410, una pluralidad de conductores 412, y una pluralidad de conectores 414 de pasador.

La figura 5 es similar en función y estructura a la figura 3. Sin embargo, la figura 4 muestra una realización con la pluralidad de matrices 408 de circuito acoplada a la base 410. La figura 4 proporciona blindaje para la pluralidad de matrices 412 de circuito en un cubo 404 de blindaje de radiación.

En esta configuración, la tolerancia de dosis total de las más sensibles de la pluralidad de matrices 408 de circuito se puede usar para determinar el grosor de la parte superior 402 de blindaje de radiación y la parte inferior 406 de blindaje de radiación.

La figura 7 ilustra un envase de blindaje formado con una capa de revestimiento. La figura 8 ilustra una vista superior del envase de blindaje de la figura 7.

5 La figura 7 muestra una parte superior 502 de blindaje de radiación, una base 504, una cavidad 506 de base, una capa 508 de revestimiento de blindaje de radiación, una parte inferior 510 de blindaje de radiación, y una matriz 512 de circuito.

10 La base 504 está formada con la cavidad 506 de base. La capa 508 de revestimiento de blindaje de radiación se forma en el interior de la cavidad 506 de base y en las paredes laterales de la cavidad 506 de base. La matriz 512 de circuito se acopla entonces a la capa 508 de revestimiento de blindaje de radiación. La parte superior 502 de blindaje superior se acopla a la parte superior de la base 504. Ventajosamente, la parte inferior 510 de blindaje de radiación está acoplada a la parte inferior de la base 504.

15 La capa 508 de revestimiento de blindaje de radiación se describe en la patente de EE.UU. nº 6.261.508 B1, de Featherby et al., para *METHOD FOR MAKING A SHIELDING COMPOSITION*. En un ejemplo, la capa 508 de revestimiento de blindaje de radiación se compone de 10,0 partes por peso de polvo de tungsteno de alta densidad compactada, 0,15 por peso de epoxy premezclado, y hasta 0,50 partes por peso de cetona. El polvo de tungsteno sirve como un material de Z alto para blindar de los rayos X. El epoxy sirve como un aglutinante para ayudar a adherir la composición a una superficie, y la cetona se añade como un conservante. Hay que señalar que el ejemplo anterior del material de revestimiento se da para ayudar a entender la invención pero no está destinado a ser limitativo en la presente invención.

20 La capa 508 de revestimiento de blindaje de radiación proporciona blindaje de los rayos X para la matriz 512 de circuito. La capa 508 de revestimiento de blindaje de radiación blindará la matriz 512 de circuito de la radiación de ángulo lateral no bloqueada por la parte superior 502 de blindaje de radiación o la parte inferior 510 de blindaje de radiación.

25 La parte superior 502 de blindaje de radiación y la capa 508 de revestimiento de blindaje de radiación se forman de tal manera que no hay un ángulo de línea de visión cuya radiación pueda golpear la matriz 512 de circuito. Por lo tanto, la radiación procedente de cualquier ángulo debe entrar en contacto con la parte superior 502 de blindaje superior o la capa 508 de revestimiento de blindaje de radiación antes de que pueda entrar en contacto con la matriz 512 de circuito. La parte inferior 510 de blindaje de radiación proporciona el blindaje adicional para la matriz 512 de circuito de la radiación. La capa 508 de revestimiento de blindaje de radiación se selecciona con un espesor y material para blindar de los rayos X.

30 La radiación 502 de blindaje superior y la radiación 510 de blindaje inferior están diseñadas para blindar la matriz 512 de circuito de las radiaciones ionizantes. La parte superior 502 de blindaje superior y la parte inferior 510 de blindaje de radiación están hechos de material de Z alto que se describió anteriormente en la discusión de la figura 2.

La figura 9 ilustra un envase de blindaje formado con capa de revestimiento y capas de revestimiento laterales separadas. La figura 10 ilustra una vista superior del envase de blindaje de la figura 9.

35 La figura 9 muestra una parte superior 602 de blindaje de radiación, una base 604, una cavidad 606 de base, una capa 608 de revestimiento de blindaje de radiación, un canal 610, una capa 612 de revestimiento de blindaje de radiación lateral, la parte inferior 614 de blindaje de radiación, y una matriz 616 de circuito.

40 La configuración en la figura 9 es similar a la figura 7 excepto por el canal 610 y la capa 612 de revestimiento de blindaje de radiación lateral. La capa 612 de revestimiento de blindaje de radiación lateral es del mismo material que el descrito en la discusión anterior de la figura 5 con referencia a la capa 508 de revestimiento de blindaje de radiación. La capa 612 de revestimiento de blindaje de radiación lateral blindará los rayos X de la misma manera que las paredes laterales de la capa 508 de revestimiento de blindaje de radiación de la figura 7.

45 La base 604 está formada con la cavidad 606 de base. La capa 608 de revestimiento de blindaje de radiación se forma en el interior de la cavidad 606 de base. La matriz 616 de circuito se acopla entonces a la capa 608 de revestimiento de blindaje de radiación. El canal 610 está formado en la base 604. La capa 612 de revestimiento de blindaje de radiación lateral llena el canal 610. La capa 612 de revestimiento de blindaje de radiación lateral y la capa 608 de revestimiento de blindaje de radiación proporcionan blindaje de los rayos X para la matriz 616 de circuito.

REIVINDICACIONES

1.- Un método para blindar un dispositivo de circuito integrado de una radiación, que comprende:

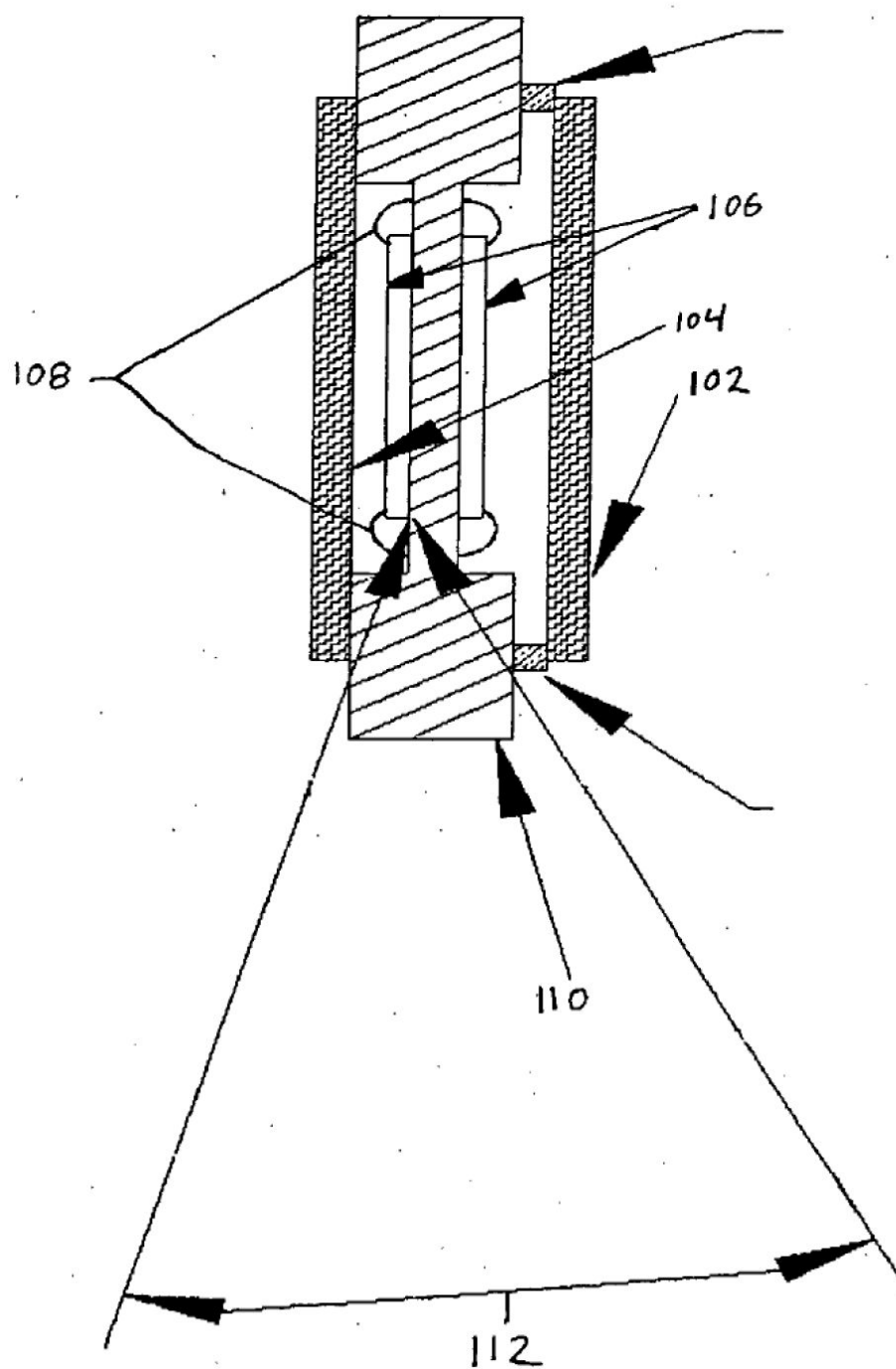
- 5 formar una cavidad (606) en una base (604),
formar un canal (610) en la base, dicho canal rodeando dicha cavidad,
formar una capa (608) de revestimiento de blindaje de radiación en la parte inferior de la cavidad en la base,
10 formar una capa (612) de revestimiento de blindaje de radiación lateral llenando el canal,
acoplar el dispositivo (616) de circuito integrado a la capa de revestimiento de blindaje de radiación, y
15 acoplar una parte superior (602) de blindaje de radiación a la parte superior de la base;
en el que dicha capa de revestimiento de blindaje de radiación, dicha capa de revestimiento de blindaje de radiación lateral y dicha parte superior de blindaje de radiación blindan cada una el dispositivo de circuito integrado de los rayos X, de tal manera que no hay ningún ángulo de línea de visión con el que los rayos X puedan alcanzar el dispositivo de circuito integrado.

2.- El método para blindar el dispositivo de circuito integrado de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además el acoplamiento de una parte inferior (614) de blindaje de radiación a la parte inferior de la base.

- 25 3.- El método para blindar el dispositivo de circuito integrado de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la parte superior de blindaje de radiación y la parte inferior de blindaje de radiación también blindan el dispositivo de circuito integrado de recibir una cantidad de radiación ionizante mayor que una tolerancia de dosis total para el dispositivo de circuito integrado.

- 30 4.- Un dispositivo de circuito integrado blindado de radiación que comprende:

- una base (604), que comprende una cavidad (606) de base y un canal (610) que rodea dicha cavidad en la base,
una capa (608) de revestimiento de blindaje de radiación formada en la parte inferior de la base de la cavidad,
35 una capa (612) de revestimiento de blindaje de radiación lateral que llena el canal,
un dispositivo (616) de circuito integrado acoplado a la capa de revestimiento de blindaje de radiación,
40 una parte superior (602) de blindaje de radiación, que proporciona blindaje de rayos X, acoplada a la parte superior de la base, y
una parte inferior (614) de blindaje de radiación acoplada a la parte inferior de la base;
45 en el que el espesor y el material tanto de la capa de revestimiento de blindaje de radiación como de la capa de revestimiento de blindaje de radiación lateral son seleccionados para blindar el dispositivo de circuito integrado de los rayos X, en el que el dispositivo de circuito integrado está blindado de la radiación de tal manera que no hay ningún ángulo de línea de visión con el que los rayos X puedan golpear la matriz de circuito.
50 5.- El dispositivo de circuito integrado blindado de radiación de la reivindicación 4, en el que la parte superior de blindaje de radiación y la parte inferior de blindaje de radiación comprenden un material de Z alto.



(Técnica anterior)

Figura 1

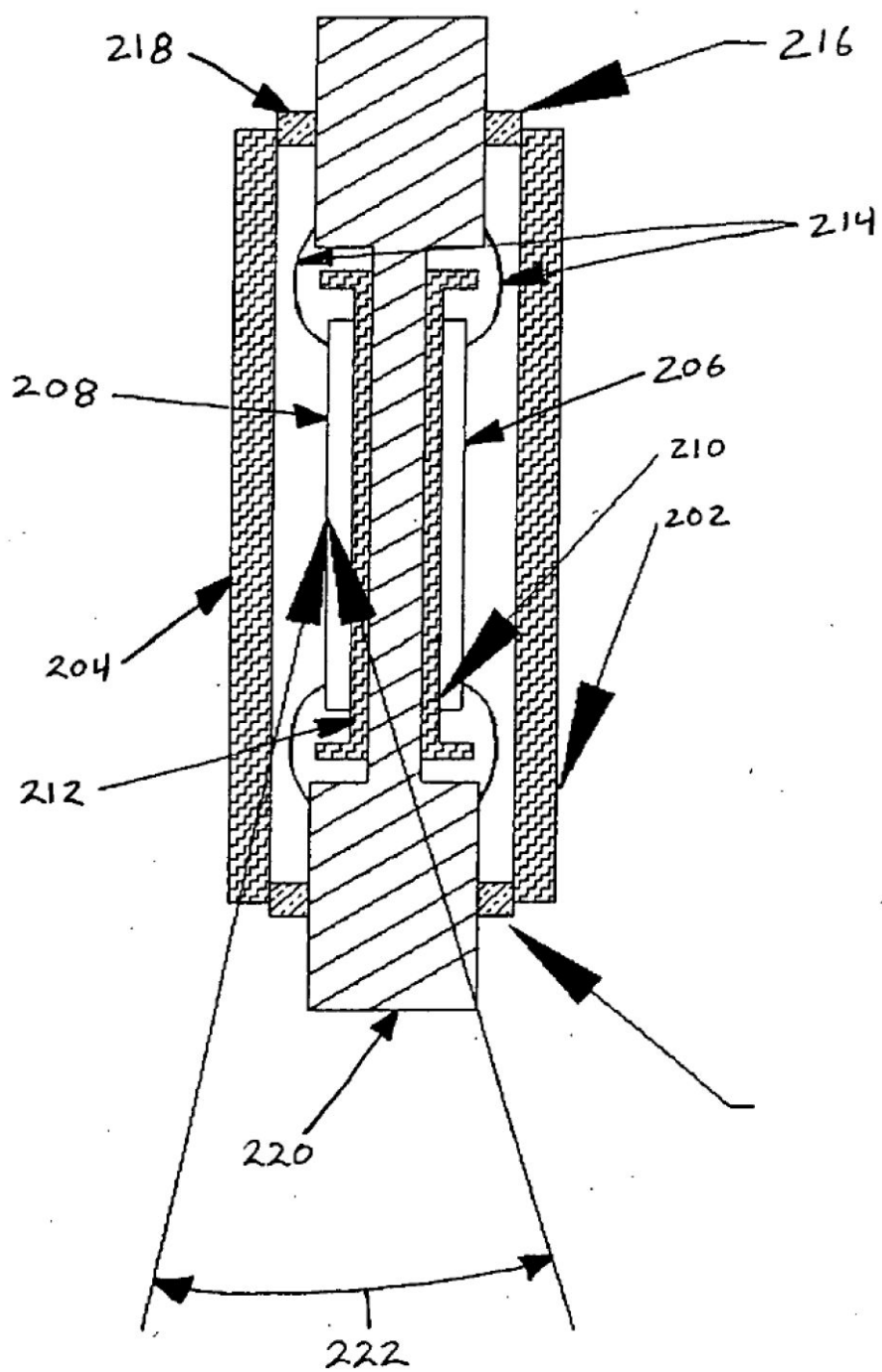


Figura 2

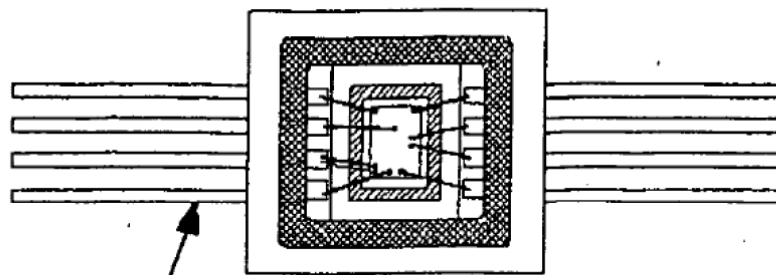


Figura 4

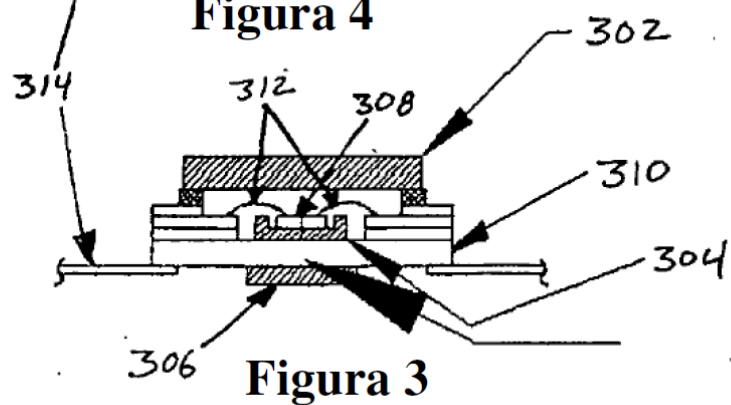


Figura 3

Figura 6

