

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 969 563**

51 Int. Cl.:

D02G 3/12 (2006.01)

D02G 3/44 (2006.01)

H01B 13/22 (2006.01)

H01B 11/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2008** **E 19164903 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2023** **EP 3521492**

54 Título: **Material de blindaje eléctrico compuesto por hilo monofilamento de acero inoxidable metalizado**

30 Prioridad:

16.07.2007 US 959673 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.05.2024

73 Titular/es:

MICROMETAL TECHNOLOGIES INC. (100.0%)
5 New Pasture Road
Newburyport, MA 01950, US

72 Inventor/es:

HALLER, JAMES E. y
BURKE, THOMAS F.

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 969 563 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

Material de blindaje eléctrico compuesto por hilo monofilamento de acero inoxidable metalizado

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

La presente solicitud reivindica el beneficio de la solicitud provisional US n.º 60/959.673, titulada "Metallized Stainless Steel Micro-Fiber and Yarn" presentada el 16 de julio de 2007.

10 Antecedentes de la invención

La invención se refiere a hilos y a multifibras compuestos por monofilamentos de acero inoxidable metalizado adecuados para su utilización como materiales de blindaje frente a RFI/EMI y otros fines. En particular, la invención se refiere a un hilo multifilamento conductor para su utilización como materiales de blindaje frente a RFI/EMI, y a un procedimiento de fabricación para fabricar un hilo multifilamento conductor para su utilización como materiales de blindaje frente a RFI/EMI que incluye una pluralidad de monofilamentos metalizados.

A medida que ha aumentado la complejidad de los sistemas electrónicos en aplicaciones aeroespaciales, los diseñadores de los cables que interconectan componentes de sistema se han visto obligados a cumplir requisitos cada vez más rigurosos para la protección frente a RFI/EMI y, dado que el rendimiento de la aeronave y el coste de funcionamiento están directamente relacionados con el peso, demandan construcciones de cables de peso más ligero. En diseños convencionales, los cables se protegen frente a RFI/EMI mediante blindajes de malla de alambre que están trenzados sobre el aislamiento que rodea el núcleo de cable. En aplicaciones más exigentes, puede lograrse una protección de blindaje adicional con la utilización de una funda de malla de alambre trenzada o tricotada de manera independiente que se ajusta sobre uno o más cables. Los materiales de blindaje convencionales consisten en alambre de cobre revestido con plata, níquel o estaño, de una única hebra, normalmente AWG n.º 34 o n.º 36 (6.3 o 5.0 mils de diámetro, respectivamente).

Aunque funcionalmente han sido adecuados en el pasado, estos materiales no pueden satisfacer los requisitos de peso y blindaje más rigurosos impuestos en nuevos diseños de cables. Se producen fugas en blindajes fabricados a partir de alambres de cobre revestidos convencionales debido a huecos en la malla donde se intersecan los alambres. Además, la rigidez del alambre de metal utilizado en el trenzado evita que la malla se adapte de manera estrecha a la superficie del aislamiento de núcleo, dejando pequeños huecos que presentan el efecto de limitar el intervalo de frecuencia a lo largo del cual el cable puede ser operativamente eficaz. Se supone que una malla de alambre trenzada fabricada a partir de alambres de diámetro más pequeño mejorará la eficacia de blindaje así como reducirá el peso de cable, pero los alambres de cobre más delgados que AWG n.º 36 son demasiado propensos a rotura en el procedimiento de trenzado.

40 Discusión de la técnica relacionada

Una solución a estos problemas se propone en el documento US 5.103.067 (Aldissi, Champlain Cable Corporation, 19 de enero de 1993) y patentes relacionadas (US 5.180.884, US 5.473.113) en los que se describen el rendimiento y las ventajas de reducción de peso de fibras poliméricas recubiertas con metal. En este enfoque, hilos de monofilamentos de aramida de diámetro micrométrico que presentan una alta razón de resistencia con respecto a peso y flexibilidad se metalizan con una o más capas delgadas de material conductor, después se trenzan o se tricotan para dar una malla apretada. La alta resistencia a la tracción de los monofilamentos de aramida proporciona resistencia mecánica con un factor de forma de diámetro pequeño que contribuye a un rendimiento de blindaje mejorado al reducir el tamaño de los huecos en la malla. La flexibilidad que confieren los hilos poliméricos a esta construcción trenzada también proporciona una mayor adaptabilidad a la superficie del aislamiento subyacente, expandiendo de ese modo el intervalo de frecuencia a lo largo del cual es eficaz el blindaje. Finalmente, incluso con su recubrimiento conductor, el hilo de aramida metalizado pesa mucho menos que su homólogo de alambre de cobre convencional.

A pesar de estos atributos, el hilo de aramida metalizado propuesto anteriormente no aborda completamente las necesidades de los diseñadores de cables. El principal inconveniente es su coste (más de 20 veces el de alambre revestido convencional) que limita eficazmente su utilización a aplicaciones aeroespaciales seleccionadas tales como satélites y aeronaves militares en las que la penalización al rendimiento relacionada con un exceso de peso es muy alta. El alto coste del hilo de aramida metalizado puede atribuirse a que se basa necesariamente en un procedimiento de deposición no electrolítico para formar la primera capa conductora sobre los monofilamentos poliméricos; los procedimientos de deposición no electrolíticos no solo son mucho más lentos sino que implican una química más cara que los procedimientos electrolíticos. Además, aunque su rendimiento es superior a los materiales convencionales, el hilo de aramida metalizado no es óptimo con respecto o bien a la cobertura o bien a la conductividad, dos factores que afectan a la eficacia de blindaje. Los monofilamentos de aramida de diámetro menor permitirán realizar blindajes trenzados con huecos de aire más pequeños, pero las construcciones de hilo de aramida metalizado están limitadas a monofilamentos de 15 micrómetros de diámetro debido al hecho de que los filamentos de diámetro más pequeño se vuelven quebradizos mediante la cantidad de metal depositado

necesario para proporcionar una resistencia suficientemente baja para aplicaciones de blindaje, normalmente 1 ohm/ft o menos. Por consiguiente, desde un punto de vista de la conductividad, los hilos compuestos por monofilamentos de aramida metalizados presentan propiedades mucho mayores de resistencia por unidad de peso, en el intervalo de 22 ohmios/gramo, en comparación con aproximadamente 12 ohmios/gramo para alambre n.º 36 o 2 ohmios/gramo para alambre n.º 34. Finalmente, las propiedades de los propios monofilamentos poliméricos limitan la exposición a temperatura y química que pueden resistir de manera fiable los hilos poliméricos metalizados.

Por consiguiente, sería deseable emplear un procedimiento de metalización más sencillo y de menor coste para proporcionar un material de blindaje que consiste en un hilo multifilamento conductor que presenta un pequeño factor de forma (diámetro), alto aspecto de conductividad con respecto a peso, excelente flexibilidad y la capacidad de resistir una amplia gama de exposición térmica y química. Un enfoque para tal objetivo se encuentra en el documento US 7.291.391, expedido a nombre de Watson *et al.* el 6 de noviembre de 2007, en el que se propone la utilización de un procedimiento de metalización electrolítico para reducir la resistividad de hilos compuestos por monofilamentos de acero inoxidable de diámetro micrométrico para su utilización como elemento de calentamiento de resistencia eléctrica para asientos de coches calentados.

Sin embargo, el hilo de acero inoxidable metalizado propuesto en Watson *et al.* no es adecuado para su utilización en aplicaciones de blindaje de cables. Su principal deficiencia es que el recubrimiento metalizado no se aplica de manera uniforme alrededor de la circunferencia de cada monofilamento en el haz de hilos. De hecho, tal como se ilustra en las figuras adjuntas, la mayoría de los monofilamentos en el interior del haz de hilos no están metalizados en absoluto. Aunque en la patente no se presentan detalles sobre el procedimiento de metalización, los expertos en la materia reconocerán que este resultado es compatible con la utilización de métodos de revestimiento de alambres convencionales en los que se tira de hebras individuales de alambre con alta tensión a través de largos baños de electrodeposición. Cuando se utiliza un procedimiento de este tipo para revestir un haz de hilos multifilamento, particularmente uno que está retorcido de manera apretada, la tensión axial en el hilo comprime el haz y evita que la disolución de revestimiento humedezca de manera apropiada los filamentos internos. Por tanto, desde un punto de vista funcional, los filamentos no revestidos representarán "peso muerto" en una aplicación aérea. Además, concentrando la actividad de revestimiento en la periferia del haz de hilos, un procedimiento a alta tensión hace que sea muy probable que la mayor parte, si no la totalidad, de los filamentos externos se revestirán juntos, rigidizando por tanto el haz de hilos y haciendo que se comporte más como una hebra sólida de alambre en una matriz trenzada. Finalmente, dado que será difícil retirar de manera fiable productos químicos atrapados dentro del haz de hilos estrechamente unidos, la utilización de un procedimiento de revestimiento de alta tensión presenta el riesgo de que se incorporen sitios de corrosión a largo plazo en el material.

Las aplicaciones de cables militares/aeroespaciales también imponen pruebas de entorno rigurosas (ciclos de temperatura, impactos/vibraciones, etc.) que imponen un esfuerzo sobre la adhesión de recubrimientos de metal depositados a sus materiales de sustrato (por ejemplo, recubrimientos de plata o estaño depositados sobre alambre de cobre). Aunque se conoce bien que el acero inoxidable presenta una superficie oxidada o "pasivada" que debe alterarse químicamente o "activarse" con el fin de lograr una buena adhesión a recubrimientos depositados, Watson *et al.* no recomiendan esta etapa de acondicionamiento previo o, de hecho, ni siquiera un procedimiento de limpieza rudimentario para retirar cualquier lubricante residual o suciedad del propio procedimiento de estiramiento de alambre.

Por consiguiente, sería deseable proporcionar un hilo de acero inoxidable multifilamento altamente conductor que esté revestido de manera completa y sustancialmente uniforme con una o más capas de metal o aleación de metal. Sería deseable proporcionar un hilo de esta descripción con rendimiento eléctrico mejorado (resistencia inferior por longitud y peso) en un formato de baja torsión que, al permitir que los monofilamentos se ajusten por sí mismos dentro de la matriz tejida, logrará una alta densidad de empaquetamiento y, de ese modo, una cobertura de blindaje mejorada en aplicaciones de blindaje de cable trenzado o tricotado. También sería deseable proporcionar un alto grado de adhesión entre los monofilamentos de acero inoxidable y sus recubrimientos de metal depositados. Finalmente, sería deseable producir hilos inoxidables altamente conductores de este tipo en un procedimiento de rollo a rollo continuo.

Algunos otros documentos que reflejan técnica relacionada de la presente invención son los siguientes:

la solicitud de patente china con el n.º de publicación CN1913046(A), que divulga un procedimiento para producir unos filamentos tejidos de acero especial para capas de blindaje de cable de comunicación;

la solicitud de patente estadounidense con el n.º de publicación US4678699(A), que divulga un material compuesto termoplástico que puede estamparse que contiene una capa de blindaje que puede estamparse y proporciona un blindaje eficaz frente a radiación electromagnética y de radiofrecuencia; y

la solicitud de patente estadounidense con el n.º de publicación US6045680(A), que divulga un procedimiento para activar las superficies de un monofilamento o hilo polimérico que posteriormente se recubre con níquel depositado de manera no electrolítica.

Breve resumen de la invención

La invención se refiere a un hilo multifilamento tal como se define mediante las reivindicaciones 1 a 6 y a un procedimiento para fabricar el hilo tal como se define mediante las reivindicaciones 7 a 9.

La invención proporciona un material de blindaje, que es un haz de hilos multifilamento compuesto por monofilamentos de acero inoxidable de diámetro micrométrico que se vuelven más conductores mediante transporte a través de un procedimiento de metalización electrolítico de múltiples etapas. Una característica complementaria de este de procedimiento de múltiples etapas es que el número de capas, los grosores de las capas y la variedad de metales o aleaciones de metal que pueden depositarse en cada capa cubren una amplia gama de posibilidades. Por consiguiente, este procedimiento puede utilizarse para producir construcciones de hilo de acero inoxidable metalizado para aplicaciones que se extienden mucho más allá del blindaje de cables en sí mismo.

En particular, los monofilamentos de acero inoxidable de diámetro micrométrico se han vuelto más conductores mediante múltiples recubrimientos de materiales de metal o aleación de metal que se han depositado de manera electrolítica alrededor de cada uno de los monofilamentos en el haz de hilos. Aunque el hilo de acero inoxidable empleado en esta invención es más pesado que el hilo de aramida en cuanto al peso base, los propios monofilamentos de acero inoxidable comprenden un hilo de partida que es inherentemente conductor; por consiguiente, tan solo se requiere un recubrimiento muy delgado, normalmente no más de 1-2 micrómetros, de material conductor para lograr los valores de resistencia de blindaje deseados de 1 ohm/ft o menos. Como resultado, la resistencia por unidad de peso del hilo de acero inoxidable conductor de esta invención es significativamente menor que la de hilo de aramida metalizado; de hecho, en realidad es menor que la resistencia por unidad de peso de alambre de cobre n.º 36. Este rendimiento eléctrico mejorado también se logra con un coste mucho menor debido al hecho de que el procedimiento de metalización se basa únicamente en métodos de deposición electrolíticos que son mucho más rápidos e implican productos químicos que son mucho más económicos que los implicados en procedimientos no electrolíticos. En comparación con hilos que consisten en monofilamentos poliméricos metalizados, los recubrimientos de monofilamentos proporcionados por la presente invención son más uniformes, más adherentes y pueden funcionar sin degradación a lo largo de un intervalo de temperatura mucho más amplio. Los hilos de acero inoxidable conductores de esta invención también están compuestos por monofilamentos de diámetro menor que confieren flexibilidad y densidad de empaquetamiento mejoradas a blindajes de cables trenzados con estos hilos.

Breve descripción de las diversas vistas de los dibujos

La invención se describirá más completamente en la siguiente descripción detallada tomada junto con los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 es un esquema simplificado de las etapas implicadas en el procedimiento de tratamiento y electrodeposición de hilo; y

la figura 2 es un dibujo en sección que deja ver el interior que muestra un blindaje trenzado en una construcción de cable coaxial típica.

Descripción detallada de la invención

Material de partida. La composición del haz de hilos de partida en cuanto al diámetro de monofilamento y número de monofilamentos puede hacerse variar para adaptarse a los requisitos de la aplicación de utilización final. Por ejemplo, una aplicación puede requerir una configuración de hilo de 90 monofilamentos, cada uno de 14 micrómetros de diámetro, mientras que otra puede requerir hasta 275 monofilamentos, cada uno de 12 micrómetros de diámetro. Dependiendo de la configuración de hilo, una bobina de material de partida contendrá normalmente varios miles de metros por libra de hilo. Preferiblemente, los monofilamentos presentan menos de aproximadamente 20 micrómetros de diámetro y el número de monofilamentos en un haz de hilos es de menos de aproximadamente 2000.

Un requisito importante del material de partida es que la torsión conferida al haz de hilos no sea de más de 2.5 vueltas/pulgada (100 vueltas/metro), preferiblemente no más de 1 vuelta/pulgada (40 vueltas/metro); de manera ideal, el hilo no estará retorcido. La construcción de hilo de baja torsión, junto con unos medios de transporte a baja tensión, permite que la química de procedimiento penetre completamente en el haz de hilos y de ese modo realice el revestimiento de los monofilamentos más internos. La construcción de baja torsión también permite que los monofilamentos individuales se muevan unos con respecto a otros a medida que se transportan a través del procedimiento de metalización de baja tensión; esto evita que los monofilamentos se revistan o adhieran entre sí y garantiza que se conserva la flexibilidad del hilo de partida en su estado completamente revestido.

El procedimiento se ilustra esquemáticamente en la figura 1. Se transporta el hilo a través de baños sucesivos para

realizar las etapas del procedimiento. El hilo compuesto por los monofilamentos se transporta desde una estación de desenrollado 10 hasta una estación de limpieza 12 y desde la misma hasta una estación de aclarado 14. Entonces el hilo avanza a una estación de ataque ultrarrápido 16 tras la cual se transporta el hilo hasta una estación de aclarado 18 y desde la misma hasta una estación de golpe de níquel de Woods 20. Después se transporta el hilo hasta otra estación de aclarado 22 y después hasta una estación de electrodeposición de primera capa funcional 24. A continuación se transporta el hilo hasta otra estación de aclarado 26 y después hasta una estación de electrodeposición de segunda capa funcional 28. A continuación, se transporta el hilo hasta una estación de aclarado 30 y hasta una estación de electrodeposición de tercera capa funcional 32. Se transporta el hilo desde la estación de electrodeposición 32 hasta una estación de aclarado 34 y después hasta una estación de secado 36. Después del secado, se transporta el hilo hasta una estación de prueba 38 y finalmente hasta una estación de captación 40.

La velocidad de transporte del hilo a través de las estaciones de procedimiento y la cantidad de tiempo que permanece el hilo en cada estación pueden variar dependiendo de la concentración de las disoluciones de baño y los grosores de electrodeposición deseados que van a aplicarse.

Las líneas discontinuas en la figura 1 ilustran trayectorias de procedimiento alternativas para realizaciones alternativas de la invención. Para aplicaciones que solo requieren electrodepositar una única capa funcional sobre los monofilamentos sometidos a electrodeposición de golpe en la estación 24, la única capa funcional será un metal o aleación de metal que combina una resistividad inferior al acero inoxidable con una resistencia inherente a la oxidación o corrosión, tal como níquel, plata, oro, paladio, platino, rodio y similares.

En otra forma de realización alternativa, se electrodeposita una primera capa funcional sobre los monofilamentos sometidos a electrodeposición de golpe en la estación 24, y se electrodeposita una segunda capa funcional en la estación 28 sobre la primera capa funcional anteriormente electrodepositada. Tras la electrodeposición de la segunda capa funcional, se aclara el hilo en la estación 30 y después se transporta secuencialmente hasta las estaciones de secado, de prueba y de captación.

Se apreciará que la invención puede ponerse en práctica en una variedad de formas de realización para adaptarse a especificaciones y aplicaciones particulares en las que se aplican sucesivamente uno o más metales o aleaciones de metal a los monofilamentos activados.

Estación de desenrollado. Se montan las bobinas de material de partida sobre husos que dispensan el hilo al procedimiento bajo el control de un dispositivo de frenado que regula la tensión hacia atrás sobre el haz de hilos.

Etapas 1. Limpieza y aclarado. La primera etapa en el procedimiento implica la retirada de cualquier aceite u otro contaminante orgánico que quede sobre las superficies de monofilamento al completarse el propio procedimiento de estiramiento de alambre. Existe una amplia gama de disoluciones de limpieza comercialmente disponibles que pueden emplearse en esta etapa que va seguida por una serie de aclarados con agua desionizada (DI).

Etapas 2. Ataque ultrarrápido y aclarado. Tal como conocen bien los expertos en la materia, es prácticamente imposible lograr altos niveles de adhesión de revestimiento a superficies de acero inoxidable que no se han "activado" de manera apropiada mediante la retirada de óxidos de superficie. Existe una variedad de formulaciones de ácido clorhídrico o ácido sulfúrico comercialmente disponibles adecuadas para esta etapa. Esta etapa va seguida por un aclarado con agua DI.

Etapas 3. Golpe de níquel de Woods y aclarado. Después se transportan los monofilamentos activados a un denominado baño de níquel de Woods en el que se deposita de manera electrolítica una capa de golpe de níquel de menos de aproximadamente 1000 Angstroms de grosor, y preferiblemente de aproximadamente 200-300 Angstroms de grosor, sobre las superficies de monofilamento. Las disoluciones de electrodeposición de níquel de Woods las conocen bien los expertos en la materia y se formulan normalmente con concentraciones relativamente altas de HCl que, gracias al ataque de la superficie del acero inoxidable a medida que se deposita el níquel de manera electrolítica, fomenta la formación de una unión fuerte entre este primer recubrimiento de metal y el sustrato de acero inoxidable. Esta capa que fomenta la adhesión es esencial en una secuencia de electrodeposición tal como la ilustrada en este caso en la que la siguiente etapa es un procedimiento de electrodeposición de cobre ácido convencional. Sin esta capa de golpe, el cobre se electrodepositará por inmersión sobre las superficies inoxidables con una adhesión muy baja. La electrodeposición por inmersión de cobre es menos probable que se produzca con procedimientos de electrodeposición de cobre alternativos (pero no realizados ampliamente), concretamente disoluciones de cianuro-cobre o pirofosfato-cobre y, por tanto, puede no requerirse una capa de golpe de níquel de Woods en todos los esquemas de metalización que implican acero inoxidable. No obstante, la utilización extendida de este procedimiento que fomenta la adhesión sugiere que los expertos en la materia consideran que es "práctica convencional". Esta etapa va seguida por un exhaustivo aclarado con agua DI del hilo.

Etapas 4. Primera capa funcional y aclarado. Para mejorar la conductividad del haz de hilos con la menor cantidad de peso de metal adicional posible, se prefiere depositar de manera electrolítica un metal altamente conductor, tal

como cobre o plata en la siguiente etapa. Sin embargo, en aplicaciones en las que la conductividad o el peso no son una preocupación principal, esta primera capa funcional puede estar compuesta por cualquier otro metal o aleación de metal que puede electrodeponerse en una disolución acuosa, por ejemplo: latón; estaño; cinc; níquel; oro; platino; paladio; rodio; cadmio; cromo; Permalloy (una aleación de níquel/hierro); y así sucesivamente. Para garantizar una electrodeposición completa y uniforme de los monofilamentos, la disolución de electrodeposición se hace circular de manera continua y se agita vigorosamente gracias a un sistema de bombeo que descarga la disolución al interior de las boquillas pasantes de depósito de electrodeposición (denominadas "burbujeadores") dispuestas a lo largo del fondo del depósito. Esta etapa va seguida por un aclarado exhaustivo del hilo. Cuando la capa de metal depositada en esta etapa es la capa final, como en el caso de una capa de metal noble, por ejemplo, entonces se seca el hilo con cuchillas de aire y se enrolla sobre una bobina.

Etapa 5. Segunda capa funcional y aclarado. Si el hilo de acero inoxidable se revistió con cobre en la etapa anterior, deben protegerse las superficies de cobre expuestas frente a oxidación y corrosión. Por consiguiente, la capa funcional formada en esta etapa se extraerá preferiblemente a partir de una lista de metales o aleaciones de metal compatibles con cobre y que se sabe que proporcionan buena resistencia a la oxidación y corrosión, entre ellos: níquel, estaño, cromo y los metales nobles, así como aleaciones tales como estaño/plomo o estaño/plata. La disolución de electrodeposición en esta etapa también se hace circular y se agita por medio de un sistema de burbujeo. Esta etapa va seguida por un aclarado exhaustivo del hilo. Cuando la capa de metal depositada en esta etapa es la capa final, como en el caso de una capa de níquel, por ejemplo, entonces se seca el hilo y se enrolla sobre una bobina.

Etapa 6. Tercera capa funcional y aclarado. Si el hilo metalización consiste en una primera capa seleccionada para la conductividad (cobre) y una segunda capa seleccionada para la protección (níquel), se requiere una tercera capa funcional si la aplicación también requiere soldadura, porque el níquel no proporciona una superficie que pueda soldarse fácilmente. En este caso, la capa funcional formada en esta etapa se extraerá preferiblemente a partir de una lista de metales o aleaciones de metal que se sabe que forman uniones fuertes con metales que pueden soldarse, entre ellos plata, estaño, estaño/plomo y oro. La disolución de electrodeposición en esta etapa también se hace circular y se agita por medio de un sistema de burbujeo. Esta etapa va seguida por un aclarado exhaustivo del hilo. Cuando la capa de metal depositada en esta etapa es la capa final, como en el caso de una capa de plata, por ejemplo, entonces se seca el hilo y se enrolla sobre una bobina.

Estación de captación. La línea de procedimiento está configurada de tal manera que, después de completarse cualquier etapa funcional, puede desviarse el hilo a la estación de secado en la que se elimina agua de aclarado DI residual mediante cuchillas de aire. Después se enrolla el hilo sobre bobinas en la estación de captación utilizando equipos de enrollado de material textil convencionales con controles de tensión automáticos.

Transporte de hilos. Para lograr el revestimiento de los filamentos más internos en el haz de hilos de acero inoxidable, este procedimiento se basa en unos medios no convencionales de transportar el hilo a través de las diversas etapas de procedimiento. A medida que se extrae el hilo de la bobina de desenrollado, se hace avanzar a través de las diversas etapas de procedimiento a modo de serpentín pasando sobre poleas rotatorias y rodillos de contacto que están dispuestos de modo que la longitud no soportada entre elementos rotatorios es corta, normalmente no más de un pie. Esta disposición, aumentada mediante mecanismos de ajuste de tensión periódicos, garantiza que el haz de hilos permanece a baja tensión a lo largo de todo el procedimiento. Otra característica deseable de este esquema de transporte es que, a medida que el hilo suelto pasa sobre las superficies planas de las poleas y rodillos de contacto, los monofilamentos se dispersan y permiten que la química de procedimiento penetre completamente en el haz de hilos. Del mismo modo, este procedimiento también garantiza que las etapas de aclarado eliminarán eficazmente cualquier traza de química de procedimiento antes de secar y enrollar el hilo.

Procedimientos posteriores. En un procedimiento de producción, entonces se someterá el hilo de acero inoxidable metalizado a prueba y se inspeccionará fuera de línea para determinar el cumplimiento con las propiedades especificadas para la aplicación de utilización final. En el caso de hilo destinado a su utilización en una aplicación de blindaje de cable trenzado, por ejemplo, las propiedades que van a someterse a prueba incluirán normalmente resistencia eléctrica, peso de metal electrodepositado, adhesión de metal electrodepositado y capacidad de soldadura. Para aplicaciones de blindaje, el hilo conductor debe presentar una resistencia de menos de aproximadamente 2 ohmios/ft y una resistencia/peso de menos de aproximadamente 15 ohmios/gramo. Entonces, el hilo que se encuentra que presenta una calidad satisfactoria se retorcerá y se enrollará sobre bobinas de trenzado para su envío a fabricantes de cables o proveedores de tubos tricotados.

Descripción de la forma de realización preferida

Dada la impracticabilidad de detallar condiciones de procedimiento preferidas para todas las construcciones de hilo y metalización posibles, lo siguiente servirá para ilustrar un procedimiento preferido para metalizar un hilo adecuado para su utilización en una aplicación de blindaje de cable que requiere capacidad de soldadura. En la figura 2, se muestra un cable coaxial típico que presenta un blindaje trenzado.

Material de partida. En este ejemplo, una construcción de hilo de partida preferida consiste en 275 monofilamentos de acero inoxidable, cada uno de 12 micrómetros de diámetro, en un formato no retorcido. Una construcción de hilo de partida preferida alternativa consiste en 90 monofilamentos de acero inoxidable, cada uno de 14 micrómetros de diámetro, en un formato retorcido de no más de 1 vuelta/pulgada (40 vueltas/metro).

Etapa 1. Limpieza y aclarado. Se transporta el hilo de partida a través de una disolución agitada por ultrasonidos de New Dimensions Supreme de MacDermid seguido por un aclarado con agua DI.

Etapa 2. Ataque ultrarrápido y aclarado. A continuación se transporta el hilo a través de un agente de limpieza ácido, Metex M-639 de MacDermid, en una configuración de limpieza electrolítica catódica, seguido por un aclarado con agua DI.

Etapa 3. Golpe de níquel de Woods y aclarado. A continuación se transporta el hilo a través de un baño que consiste en el 66% en volumen de concentrado de cloruro de níquel (cloruro de níquel hexahidratado 732 g/l), el 5% en volumen de HCl, el resto de agua desionizada. Esta etapa va seguida por un aclarado con agua DI.

Etapa 4. Primera capa funcional y aclarado. Se transporta el hilo a través de baños de electrodeposición de cobre compuestos de la siguiente manera: sulfato de cobre pentahidratado a 0.8-1.1 moles/litro; ácido sulfúrico al 3-4.5% en volumen; ácido clorhídrico para lograr una concentración de cloruro de 50-100 ppm de cloruro; y ácido fosfórico a 1.7-2.0 ml/galón. El aclarado se realiza con agua DI.

Etapa 5. Segunda capa funcional y aclarado. Se transporta el hilo a través de baños de electrodeposición de níquel que consisten en una disolución de sulfamato de níquel de Barrett previamente formulada de MacDermid a la que se le añade ácido bórico a 34-45 g/l. El aclarado se realiza con agua DI.

Etapa 6. Tercera capa funcional y aclarado. Se transporta el hilo a través de baños de electrodeposición de plata que consisten en una disolución propia previamente formulada de Cylless Silver II suministrada por Technic. El aclarado se realiza con agua DI.

Pruebas. Se realizan pruebas de resistencia eléctrica (ohmios/unidad de longitud) envolviendo el hilo metalizado alrededor de dos sondas separadas 12 pulgadas y midiendo la resistencia con un ohmímetro Quad Tech 1800; se realizan diez mediciones y se calcula el promedio. Se determina el peso de metal electrodepositado pesando una longitud de hilo de 3 pies pesada con precisión en una balanza de gramos de Ohaus modelo AV-150, calculando el promedio de tres medidas y restando el peso base del hilo; el resultado se expresa como porcentaje del peso de hilo total. La adhesión de metal electrodepositado se determina empíricamente estirando ligeramente una longitud de 3 pies de hilo metalizado tres veces a lo largo de un borde recto liso; el metal no debe desconcharse y cualquier cambio en la resistencia no debe superar el 10%. También se determina la adhesión de metal electrodepositado sometiendo a ciclos una muestra del hilo desde 0 hasta 200°C tres veces y midiendo el cambio en su resistencia que no debe superar el 10%. Se determina la capacidad de soldadura aplicando 2-3 gotas de fundente Kester 951 a una muestra de prueba envuelta alrededor de tubo de Teflon, sumergiendo la muestra en un recipiente de material de soldadura fundido durante varios segundos e inspeccionando visualmente para determinar la humectación del material de soldadura y adhesión.

Ejemplo 1. Se procesó una longitud de 600 pies de hilo según la realización preferida para una construcción que consistía en una primera capa funcional de cobre seguida por una segunda capa funcional de níquel. El hilo de partida estaba compuesto por una única capa de monofilamentos de acero inoxidable 275 (AISI 316L), cada uno de 12 micrómetros de diámetro con una torsión en la dirección Z de 100 vueltas/metro. La resistividad lineal de este material de partida era de 9 ohmios/ft (29.5 ohmios/m) y su peso base era de 71.6 mg/ft (235 mg/m), proporcionando una resistencia/peso de 126 ohmios/g. Este material se suministró por Bekaert y se identificó mediante el código VN12/1x275/100Z. El hilo metalizado tenía una resistencia eléctrica de 1.12 ohmios/ft (3.7 ohmios/m) y un peso de metal de 93.4 mg/ft (306 mg/m), proporcionando una resistencia nominal/peso de 12 ohmios/gramo. El metal electrodepositado tenía buena adhesión al acero inoxidable. La inspección del haz de hilos con un microscopio reveló que, aunque el 80-90% de los monofilamentos estaban completamente recubiertos, los filamentos restantes en el centro del haz de hilos no lo estaban, lo que sugiere que un nivel de torsión de 100 vueltas/metro es un poco demasiado alto como para permitir un recubrimiento completo y sustancialmente uniforme de todos los monofilamentos.

Ejemplo 2. Se procesó una longitud de 600 pies de hilo según la realización preferida para una construcción que consistía en una primera capa funcional de cobre seguida por una segunda capa funcional de níquel. El hilo de partida estaba compuesto por el mismo material que en el ejemplo anterior, excepto porque el hilo en este ejemplo no estaba retorcido. Este material se suministró por Bekaert y se identificó mediante el código VN12/1x275/no twist. Este hilo metalizado tenía una resistencia eléctrica de 0.70 ohmios/ft (2.3 ohmios/m) y un peso de metal de 124.0 mg/ft (407 mg/m), proporcionando una resistencia nominal/peso de 5.6 ohmios/gramo. El metal electrodepositado tenía buena adhesión al acero inoxidable. La inspección del haz de hilos con un microscopio reveló que todos los monofilamentos estaban recubiertos de manera sustancialmente uniforme. A modo de referencia, el alambre de cobre de AWG n.º 36 presenta un peso base de 34.4 mg/ft (113 mg/m) y una

resistencia/longitud de 0.43 ohmios/ft (1.4 ohmios/m), proporcionando una resistencia/peso de 12.6 ohmios/g.

Ejemplo 3. Se procesó una longitud de 100 pies de una única capa de VN12/1 x 275 sin torsión para una aplicación no eléctrica que requería una primera capa funcional de Permalloy (el 80% de níquel/el 20% de hierro). La inspección con el microscopio del haz de hilos confirmó que todos los monofilamentos estaban recubiertos de manera sustancialmente uniforme con esta aleación de metal.

Los materiales de hilo metalizado altamente conductor de esta invención pueden utilizarse ventajosamente en aplicaciones distintas de blindaje de cable trenzado o tricotado. Los monofilamentos metalizados o hilo pueden tejerse, por ejemplo, para dar materiales textiles ligeros y flexibles adecuados para proteger equipos electrónicos sensibles. Los monofilamentos metalizados pueden cortarse o trocearse para dar longitudes de fibras cortas y mezclarse con compuestos de moldeo de plástico para incorporar blindaje frente a RF/EMI en cerramientos de equipos electrónicos. Los monofilamentos metalizados también pueden incorporarse en diversas formas y conformaciones y en materiales textiles no tejidos y materiales para adaptarse a fines particulares.

El hilo de acero inoxidable revestido de la invención también puede utilizarse en aplicaciones no eléctricas, entre las cuales es particularmente adecuado para los requisitos de unos medios catalíticos. Los catalizadores son inestimables como acelerantes en una amplia variedad de reacciones químicas, pero su eficiencia depende en gran parte de la tasa a la que los productos de reacción entran en contacto con las superficies del catalizador (que participa, pero no se consume, en la reacción). De hecho, la disposición ideal de una sustancia catalítica es esencialmente una "superficie", es decir, una configuración geométrica que proporciona el área de superficie más grande posible con el menor grosor posible, preferiblemente submicrométrico. Cuando los catalizadores en cuestión son metales nobles muy caros tales como paladio, platino o rodio, esta configuración también es la disposición más rentable. Sin embargo, con el fin de ser útil, un catalizador en una configuración de tipo superficie requiere algunos medios de soporte mecánico. En convertidores catalíticos de automóviles, por ejemplo, el soporte consiste en una estructura de panal de abejas de cerámica a través de la cual pasan los gases de escape y, en el proceso, reaccionan con las partículas catalíticas que están recubiertas sobre las paredes de los orificios.

A la vista de estos requisitos, puede observarse que, cuando se reviste con un metal o aleación de metal catalítico tal como se recomienda en la etapa 4 de la descripción detallada, el hilo de acero inoxidable metalizado de la invención adoptará la forma de un medio catalítico autoportante. En una realización, por ejemplo, una longitud de hilo metalizado de esa manera se arrollará de manera suelta o se compactará ligeramente para dar una masa que se insertará en un cartucho o recipiente para incorporarse en un sistema de escape de automóviles o camiones. Incluso una longitud relativamente corta de un hilo de este tipo constituirá un medio catalítico de alta área de superficie – bajo peso; como ilustración: un medio catalítico formado a partir de una longitud de 100 metros de hilo compuesto por 275 monofilamentos, cada uno de 12 micrómetros de diámetro, y revestido con 500 Angstroms de metal catalítico tal como paladio, presentará un área de superficie de aproximadamente 1 metro cuadrado, pero pesará menos de 30 gramos. Aunque esta ilustración implica un formato no tejido, se apreciará que, dependiendo de la aplicación, el medio catalítico que incorpora el hilo metalizado de la invención puede adoptar la forma de un material textil tejido o fibras cortadas. Estos atributos sugieren que, revestidos con metales o aleaciones de metal catalíticos apropiados, los hilos de acero inoxidable metalizado de la invención también encontrarán utilización ventajosa como medios catalíticos en celdas de combustible de membrana, sistemas de purificación de agua y procedimientos químicos.

Por consiguiente, la invención no debe limitarse a lo que se ha mostrado y descrito particularmente y debe incluir todo el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Hilo multifilamento conductor para su utilización como materiales de blindaje frente a RFI/EMI que comprende:
 - 5 una pluralidad de monofilamentos metalizados, incluyendo cada monofilamento:
un monofilamento de diámetro micrométrico de acero inoxidable;
una primera capa electrodepositada de cobre depositada a partir de una disolución de cianuro-cobre o pirofosfato-cobre, y electrodepositada de manera completa y sustancialmente uniforme sobre el monofilamento de acero inoxidable;
una segunda capa electrodepositada de cobre depositada a partir de una disolución de cobre ácida y electrodepositada de manera completa y sustancialmente uniforme sobre la primera capa electrodepositada de cobre; y
una tercera capa electrodepositada de metal o aleación de metal de entre el grupo que consiste en níquel, estaño, cromo, metal noble, estaño/plomo y estaño/plata electrodepositada de manera completa y sustancialmente uniforme sobre la segunda capa electrodepositada de cobre.
2. Hilo multifilamento conductor según la reivindicación 1, en el que cada uno de los monofilamentos comprende:
una capa electrodepositada adicional de metal o aleación de metal que puede electrodepositarse, electrodepositada sobre la tercera capa electrodepositada.
3. Hilo multifilamento conductor según la reivindicación 2, en el que la tercera capa electrodepositada es níquel y la capa adicional de metal o aleación de metal se selecciona de entre el grupo que consiste en plata, estaño, estaño/plomo y oro.
4. Hilo multifilamento conductor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la pluralidad de monofilamentos metalizados no están retorcidos o presentan una torsión de no más de 100 vueltas/metro; y
en el que la electrodeposición completa y sustancialmente uniforme de la primera, segunda y tercera capas se produce mediante transporte a baja tensión de dicho hilo multifilamento a través de estaciones de procedimiento de electrodeposición.
5. Hilo multifilamento conductor según la reivindicación 4, en el que la torsión es de no más de 40 vueltas/metro.
6. Hilo multifilamento conductor según la reivindicación 1,
en el que la electrodeposición completa y sustancialmente uniforme de la primera, segunda y tercera capas se produce mediante transporte a baja tensión de dicho hilo multifilamento a través de estaciones de procedimiento de electrodeposición.
7. Procedimiento de fabricación para fabricar un hilo multifilamento conductor para su utilización como materiales de blindaje frente a RFI/EMI que comprende una pluralidad de monofilamentos metalizados, comprendiendo dicho procedimiento para cada monofilamento:
electrodepositar, de manera completa y sustancialmente uniforme sobre un monofilamento de diámetro micrométrico de acero inoxidable, una primera capa electrodepositada de cobre mediante deposición a partir de una disolución de cianuro-cobre o pirofosfato-cobre;
electrodepositar, de manera completa y sustancialmente uniforme sobre la primera capa electrodepositada, una segunda capa electrodepositada de cobre mediante deposición a partir de una disolución de cobre ácida;
electrodepositar, de manera completa y sustancialmente uniforme sobre la segunda capa electrodepositada, una tercera capa electrodepositada de metal o aleación de metal de entre el grupo que consiste en níquel, estaño, cromo, metal noble, estaño/plomo y estaño/plata.
8. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 7, en el que el hilo de dichos monofilamentos inoxidables se confiere con una torsión de no más de 40 vueltas por metro antes de la electrodeposición de los monofilamentos de acero inoxidable.

9. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 7 u 8, en el que la electrodeposición completa y sustancialmente uniforme de la primera, segunda y tercera capas electrodepositadas se produce mediante transporte a baja tensión de dicho hilo multifilamento conductor a través de estaciones de procedimiento de electrodeposición.

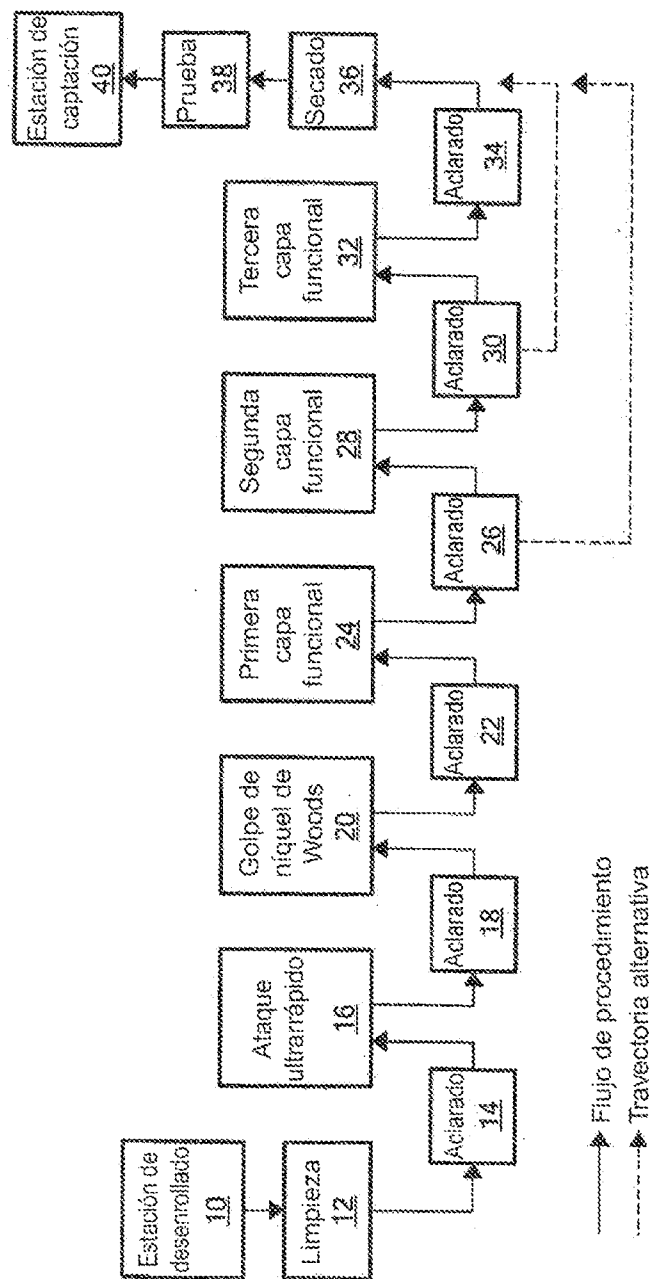


FIG. 1

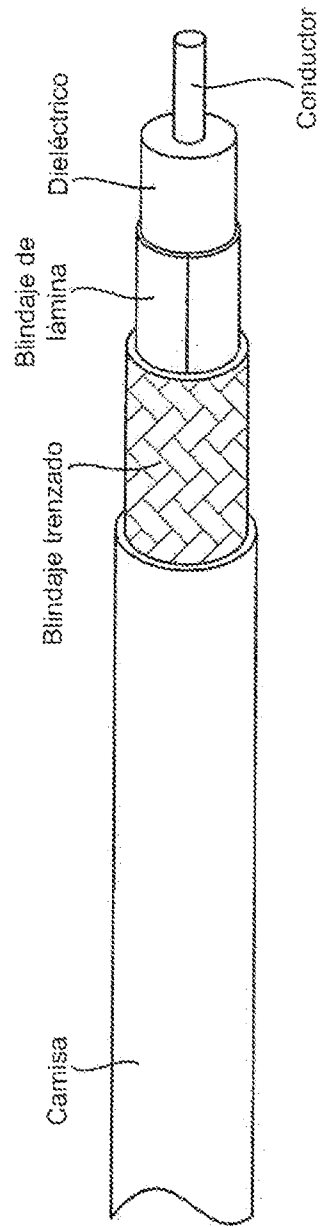


FIG. 2

TÉCNICA ANTERIOR