

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 074**

51 Int. Cl.:

H01B 7/00 (2006.01)

D02G 3/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.07.2008 PCT/US2008/008521**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.01.2009 WO09011796**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2008 E 08794456 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2019 EP 2179425**

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:

20.01.2020

73 Titular/es:

**MICROMETAL TECHNOLOGIES INC. (100.0%)
24 Graf Road
Newburyport, MA 01950, US**

72 Inventor/es:

**BURKE, THOMAS, F. y
HALLER, JAMES, E.**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 738 074 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

Antecedentes de la invención

5 La invención se refiere a hilos y multifibras que comprenden monofilamentos de acero inoxidable metalizados adecuados para su uso como materiales de blindaje RFI/EMI y otros fines.

10 A medida que la complejidad de los sistemas electrónicos en aplicaciones aeroespaciales ha aumentado, los diseñadores de los cables que interconectan los componentes del sistema se han visto obligados a cumplir con los requisitos cada vez más estrictos para la protección RFI/EMI y, debido a que el rendimiento y los costes operativos de las aeronaves están directamente relacionados con el peso, a demandar construcciones de cables más ligeras. En los diseños convencionales, los cables están protegidos contra RFI/EMI mediante protectores de malla de alambre que se trenzan sobre el aislamiento que rodea el núcleo del cable. En aplicaciones más exigentes, se puede lograr una protección de blindaje adicional con el uso de un manguito de malla de alambre trenzado o tricotado por separado que se ajusta sobre uno o más cables. Los materiales de blindaje convencionales consisten en alambre de cobre de una sola hebra, estaño-níquel o cobre plateado, típicamente de calibre 34 o 36 AWG (0,160 mm o 0,127 mm, que equivale a 6,3 o 5,0 milésimas de pulgada de diámetro respectivamente).

15 Aunque en el pasado eran funcionalmente adecuados, estos materiales no pueden satisfacer los requisitos más estrictos de blindaje y peso impuestos en los nuevos diseños de cables. Se producen fugas en los blindajes fabricados con alambres de cobre chapados convencionales debido a los huecos en la malla donde se cruzan los alambres. Además, la rigidez del alambre de metal utilizado en el trenzado evita que la malla se adapte firmemente a la superficie del aislamiento del núcleo, dejando pequeños huecos que tienen el efecto de limitar el rango de frecuencia en el que el cable puede ser operativamente efectivo. La malla de alambre trenzado fabricada con alambres de menor diámetro presumiblemente mejoraría la efectividad del blindaje y reduciría el peso del cable, pero los alambres de cobre por debajo de calibre 36 AWG son demasiado propensos a romperse en el proceso de trenzado.

Discusión de la técnica relacionada

25 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 5.1780.884, US 5.473.113) en donde se describen las ventajas de rendimiento y reducción de peso de las fibras poliméricas recubiertas de metal. En este enfoque, los hilos de monofilamentos de aramida con un diámetro de micras que tienen una alta relación fuerza-peso y flexibilidad se metalizan con una o más capas delgadas de material conductor, luego se trenzan o se tejen en una malla apretada. La alta resistencia a la tracción de los monofilamentos de aramida proporciona resistencia mecánica en un factor de forma de pequeño diámetro que contribuye a mejorar el rendimiento del blindaje al reducir el tamaño de los espacios en la malla. La flexibilidad que los hilos poliméricos imparten a esta construcción trenzada también proporciona una mayor conformidad con la superficie del aislamiento subyacente, expandiendo así el rango de frecuencia en el que el blindaje es efectivo. Finalmente, incluso con su revestimiento conductor, el hilo de aramida metalizado pesa mucho menos que su contraparte de alambre de cobre convencional.

35 A pesar de estos atributos, el hilo de aramida metalizado propuesto anteriormente no responde completamente a las necesidades de los diseñadores de cables. El principal inconveniente es su coste, más de 20 veces mayor que el de un cable chapado convencional, que efectivamente limita su uso a aplicaciones aeroespaciales seleccionadas, como satélites y aviones militares, donde la penalización de rendimiento relacionada con el exceso de peso es muy alta. El alto coste del hilo de aramida metalizado es atribuible a su dependencia necesaria en un proceso de deposición no electrolítica para formar la primera capa conductora de los monofilamentos poliméricos; los procesos de deposición no electrolítica no solo son mucho más lentos sino que implican una química mucho más costosa que los procesos electrolíticos. Además, aunque su rendimiento es superior al de los materiales convencionales, el hilo de aramida metalizado no es óptimo con respecto a la cobertura o la conductividad, dos factores que afectan la efectividad del blindaje. Los monofilamentos de aramida de diámetro más pequeño permitirían realizar escudos trenzados con huecos de aire más pequeños, pero las construcciones de hilo de aramida metalizado se limitan a monofilamentos de 15 micrómetros de diámetro debido al hecho de que los filamentos de diámetro más pequeño están resquebrajados por la cantidad de metal chapado necesario para proporcionar una resistencia suficientemente baja para aplicaciones de blindaje, típicamente 1 ohmio/pie o menos. En consecuencia, desde un punto de vista de conductividad, los hilos que comprenden monofilamentos de aramida metalizados tienen propiedades de resistencia por unidad de peso mucho más altas, en el rango de 22 ohmios/gramo, en comparación con aproximadamente 12 ohmios/gramo para el cable de calibre 36, o 2 ohmios/gramo para el cable de calibre 34. Finalmente, las propiedades de los monofilamentos poliméricos en sí limitan la temperatura y la exposición química que los hilos poliméricos metalizados pueden soportar de manera confiable.

55 Por consiguiente, sería deseable emplear un proceso de metalización más sencillo y de menor coste para proporcionar un material de blindaje que consiste en un hilo multifilamento conductor que tiene un factor de forma pequeño (diámetro), alta conductividad al aspecto del peso, excelente flexibilidad y la capacidad de resistir una amplia gama de exposición térmica y química. Un enfoque de este objetivo se encuentra en el documento US 7.291.391, atribuido a

Watson et al. el 6 de noviembre de 2007, en el que se propone el uso de un proceso de metalización electrolítica para reducir la resistividad de los hilos compuestos por monofilamentos de acero inoxidable con un diámetro de micras para su uso como elemento de calentamiento de resistencia eléctrica para asientos de automóviles con calefacción.

5 Sin embargo, el hilo de acero inoxidable metalizado propuesto en Watson et al no es adecuado para su uso en aplicaciones de blindaje de cables. Su principal deficiencia es que el recubrimiento metalizado no se aplica uniformemente alrededor de la circunferencia de cada monofilamento en el haz de hilos. De hecho, 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 los detalles sobre el proceso de metalización no se presentan en la patente, los expertos en la técnica reconocerán que este resultado es consistente con el uso de métodos convencionales de recubrimiento de alambre en los que se tiran hilos individuales de alambre a alta tensión a través de baños de chapado largos. Cuando se usa un proceso de este tipo para planchar un haz de hilos de múltiples filamentos, particularmente uno que está fuertemente retorcido, la tensión axial en el hilo comprime el haz y evita que la solución de recubrimiento se humedezca adecuadamente en los filamentos internos. Desde un punto de vista funcional, por lo tanto, los filamentos sin placa representarían "peso muerto" en una aplicación en el aire. Además, al concentrar la actividad de recubrimiento en la periferia del haz de hilos, un proceso de alta tensión hace que sea muy probable que la mayoría, si no todos los filamentos externos, se unan entre sí, lo que refuerza el haz de hilos y hace que se comporte más como un sólido. Hilo de alambre en una matriz trenzada. Finalmente, dado que sería difícil eliminar de manera confiable los productos químicos atrapados dentro del haz de hilos estrechamente unidos, el uso de un método de recubrimiento de alta tensión presenta el riesgo de que se incorporen sitios de corrosión a largo plazo en el material. El documento US2006057415 describe un hilo eléctricamente conductor que comprende monofilamentos de acero inoxidable trenzados metalizados con una primera capa de níquel que tiene una resistencia eléctrica reducida por metro lineal.

Las aplicaciones de cables militares/aeroespaciales también imponen pruebas ambientales rigurosas (ciclos de temperatura, golpes/vibraciones, etc.) que hacen hincapié en la adhesión de recubrimientos de metal chapado a sus materiales de sustrato (por ejemplo, recubrimientos de plata o estaño chapados en alambre de cobre). Aunque es bien sabido que el acero inoxidable tiene una superficie oxidada o "pasivada" que debe ser alterada o "activada" químicamente para lograr una buena adhesión a los recubrimientos chapados, Watson y otros no prescriben esta etapa de pre-acondicionamiento o, en este caso, incluso un proceso de limpieza rudimentario para eliminar cualquier lubricante residual o suciedad del proceso de trefilado.

Por consiguiente, sería deseable proporcionar un hilo de acero inoxidable multifilamento altamente conductor que esté chapado completa y sustancialmente uniformemente con una o más capas de aleación de metal o metal. Sería deseable proporcionar un hilo de esta descripción con un rendimiento eléctrico mejorado (menor resistencia por longitud y peso) en un formato de baja torsión que, al permitir que los monofilamentos se ajusten dentro de la matriz tejida, logre una alta densidad de empaque y, por lo tanto, cobertura de blindaje mejorada en aplicaciones de blindaje de cables trenzados o de punto. También sería deseable proporcionar un alto grado de adhesión entre los monofilamentos de acero inoxidable y sus recubrimientos metálicos chapados. Finalmente, sería deseable producir tales hilos de acero inoxidable altamente conductores en un proceso continuo de rollo a rollo.

Breve exposición de la invención

La invención proporciona un hilo o fibra múltiple formado por una pluralidad de monofilamentos de acero inoxidable de diámetro micrométrico que se han hecho más conductores por dos o más recubrimientos de metal o materiales de aleaciones metálicas según las reivindicaciones, que se han depositado electrolíticamente 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 términos de peso base, los propios monofilamentos de acero inoxidable comprenden un hilo de partida que es inherentemente conductor; en consecuencia, solo se requiere un recubrimiento muy delgado, típicamente no más de 1-2 micrómetros, de material conductor para lograr los valores de resistencia de blindaje deseados de 1 ohmio/pie o menos. Como resultado, la resistencia por unidad de peso del hilo conductor de acero inoxidable de esta invención es significativamente menor que la del hilo de aramida metalizado; de hecho, en realidad es menor que la resistencia por unidad de peso del cable de cobre de calibre 36. Este rendimiento eléctrico mejorado también se logra a un coste mucho menor debido al hecho de que el proceso de metalización se basa únicamente en métodos de deposición electrolítica que son mucho más rápidos e involucran químicos. que son mucho menos costosos que los que participan en procesos sin electricidad. En comparación con los hilos que consisten en monofilamentos poliméricos metalizados, los recubrimientos de monofilamento proporcionados por la presente invención son más uniformes, más adherentes y pueden funcionar sin degradación en un rango de temperatura mucho más amplio. Los hilos conductores de acero inoxidable de esta invención también están compuestos por monofilamentos de menor diámetro que imparten una flexibilidad y densidad de empaquetado mejoradas a los blindajes de cables trenzados con estos hilos.

El material de blindaje de esta invención es un haz de filamento multifilamento compuesto por monofilamentos de acero inoxidable de diámetro micrométrico que se vuelven más conductores mediante el transporte a través de un proceso de metalización electrolítica de múltiples etapas. Una característica adicional de este proceso de varios pasos es que la cantidad de capas, el grosor de las capas y la variedad de metales o aleaciones de metales que se pueden depositar en cada capa cubren una amplia gama de posibilidades. En consecuencia, este proceso se puede utilizar

para producir construcciones de hilo de acero inoxidable metalizado para aplicaciones que se extienden más allá del blindaje del cable en sí.

Breve descripción de las distintas vistas de los dibujos

5 La invención se describirá más detalladamente en la siguiente descripción detallada tomada junto con los dibujos adjuntos, en los cuales:

La Fig. 1 es un esquema simplificado de las etapas involucradas en el tratamiento del hilo y el proceso de galvanoplastia; y

La Fig. 2 es un dibujo recortado que muestra un blindaje trenzado en una construcción de cable coaxial típica.

Descripción detallada de la invención

10 Material de partida. La composición del haz de hilo de partida en términos de diámetro de monofilamento y número de monofilamentos puede variar para adaptarse a los requisitos de la aplicación de uso final. Por ejemplo, una aplicación puede requerir una configuración de hilo de 90 monofilamentos, cada uno de 14 micrómetros de diámetro, mientras que otro puede requerir hasta 275 monofilamentos, cada uno de 12 micrómetros de diámetro. Dependiendo de la configuración del hilo, una bobina de material de inicio contendrá típicamente varios miles de metros por libra de hilo.

15 Preferiblemente, los monofilamentos tienen menos de aproximadamente 20 micrómetros de diámetro, y el número de monofilamentos en un haz de hilos es menor que aproximadamente 2000.

Un requisito importante del material de partida es que la torsión impartida al haz de hilos no sea más que un giro/pulgada (40 giros/metro); Idealmente, el hilo se desenrollará. La construcción de hilo de baja torsión, junto con un medio de transporte de baja tensión, permite que la química del proceso penetre completamente en el haz de hilos y, por lo tanto, efectúe el recubrimiento de los monofilamentos más internos. La construcción de baja torsión también permite que los monofilamentos individuales se muevan uno con respecto al otro a medida que se transportan a través del proceso de metalización de baja tensión; esto evita que los monofilamentos se enlacen o se adhieran unos a otros y garantiza que la flexibilidad del hilo de inicio se conserve en su estado completamente chapado.

20

El proceso se ilustra esquemáticamente en la Fig. 1. El hilo se transporta a través de baños sucesivos para llevar a cabo los pasos del proceso. El hilo compuesto por los monofilamentos se transporta desde una estación de desenrollado 10 a una estación de limpieza 12 y desde allí a una estación de enjuague 14. El hilo luego pasa a una estación de grabado rápido 16 después de lo cual el hilo se transporta a una estación de enjuague 18 y desde allí a una estación de golpe de níquel de Woods 20. El hilo luego se transporta a otra estación de enjuague 22 y luego a una primera estación de galvanoplastia de capa funcional 24. El hilo se transporta a otra estación de enjuague 26 y luego a una segunda estación de galvanoplastia de capa funcional 28. el hilo se transporta a continuación a una estación de enjuague 30 y a una tercera estación de galvanoplastia de capa funcional 32. El hilo se transporta desde la estación de galvanoplastia 32 a una estación de enjuague 34 y luego a una estación de secado 36. Después del secado, el hilo se transporta a una estación de prueba 38 y finalmente a una estación de recojo 40.

25

La velocidad de transporte del hilo a través de las estaciones de proceso y la cantidad de tiempo que el hilo permanece en cada estación puede variar dependiendo de la concentración de las soluciones de baño y los grosores de recubrimiento deseados que se aplicarán.

30

Las líneas de puntos en la Fig. 1 ilustran rutas de proceso alternativas para realizaciones alternativas de la invención. Para las aplicaciones que requieren una única capa funcional para ser electrodepositada en los monofilamentos chapados en la estación 24, la única capa funcional sería una aleación de metal o metal que combina una resistividad menor que la del acero inoxidable con una resistencia inherente a la oxidación o la corrosión, como el níquel, plata, oro, paladio, platino, rodio y similares.

35

En otra realización alternativa, una primera capa funcional se electrodeposita sobre los monofilamentos chapados en la estación 24, y una segunda capa funcional se electrodeposita en la estación 28 sobre la primera capa funcional previamente electrodepositada. Después de la galvanoplastia de la segunda capa funcional, el hilo se enjuaga en la estación 30 y luego se transporta secuencialmente a las estaciones de secado, prueba y recojo.

40

Se apreciará que la invención puede ponerse en práctica en una variedad de realizaciones para adaptarse a especificaciones y aplicaciones particulares en las que uno o más metales o aleaciones metálicas se aplican sucesivamente a los monofilamentos activados dentro del alcance de las reivindicaciones.

45

Estación de desenrollado. Las bobinas de material de partida están montadas en ejes que dispensan el hilo en el proceso bajo el control de un dispositivo de frenado que regula la tensión de la espalda en el haz de hilos.

50

Paso 1. Limpieza y enjuague. El primer paso en el proceso implica la eliminación de cualquier aceite u otro contaminante orgánico que permanezca en las superficies del monofilamento al finalizar el proceso de trellado. Existe una amplia gama de soluciones de limpieza disponibles en el mercado que pueden emplearse en este paso, seguida de una serie de enjuagues con agua desionizada (DI).

Paso 2. Grabado rápido y enjuague. Como es bien sabido por los expertos en la técnica, es virtualmente imposible alcanzar altos niveles de adhesión de placas a superficies de acero inoxidable que no se hayan "activado" correctamente al eliminar los óxidos de la superficie. Hay una variedad de formulaciones de ácido clorhídrico o ácido sulfúrico disponibles comercialmente adecuadas para esta etapa. A este paso le sigue un enjuague con agua desionizada.

Paso 3. Golpe de níquel de Wood y enjuague. Los monofilamentos activados luego se transportan al llamado golpe de níquel de Wood, donde se deposita electrolíticamente una capa de níquel de menos de aproximadamente 1000 Angstroms de grosor y preferiblemente de aproximadamente 200-300 Angstroms de grosor sobre las superficies de los monofilamentos. Los expertos en la técnica conocen bien las soluciones de chapado de níquel para maderas y, por lo general, están formuladas con concentraciones relativamente altas de HCL, que, en virtud de grabar la superficie del acero inoxidable ya que el níquel se deposita electrolíticamente, promueve la formación de un fuerte enlace entre este primer recubrimiento metálico y el sustrato de acero inoxidable. Esta capa que promueve la adhesión es esencial en una secuencia de recubrimiento, como la que se ilustra aquí, en la que el siguiente paso es un proceso de recubrimiento de cobre con ácido convencional. Sin esta capa de impacto, el cobre se sumergirá en las superficies de acero inoxidable con una adhesión muy baja. El recubrimiento por inmersión de cobre es menos probable que ocurra con procesos alternativos (pero no ampliamente practicados) de cobre, a saber, soluciones de cianuro-cobre o pirofosfato-cobre, por lo que puede que no se requiera un golpe de níquel de Wood en todos los esquemas de metalización que involucren acero inoxidable. Sin embargo, el uso generalizado de este proceso de promoción de la adhesión sugiere que los expertos en la técnica lo consideran una "práctica estándar". Este paso es seguido por un lavado completo del hilo con agua desionizada.

Paso 4. Primera capa funcional y enjuague. Para mejorar la conductividad del haz de hilos con el menor peso de metal adicional posible, es preferible depositar electrolíticamente un metal altamente conductor como cobre o plata en el siguiente paso. Sin embargo, en aplicaciones donde la conductividad o el peso no son una preocupación principal, esta primera capa funcional puede estar compuesta de cualquier otro metal o aleación de metal que se pueda electrodepositar en una solución acuosa, por ejemplo: latón; estaño; zinc; níquel; oro; platino; paladio; rodio; cadmio; cromo; Permalloy (una aleación de níquel/hierro); etc. Para asegurar un revestimiento completo y uniforme de los monofilamentos, la solución de revestimiento se hace circular continuamente y se agita vigorosamente en virtud de un sistema de bombeo que descarga la solución en el tanque de revestimiento a través de boquillas (llamadas "rociadores") dispuestas en el fondo del tanque. Este paso es seguido por un enjuague completo del hilo. Cuando la capa de metal depositada en este paso es la capa final, como en el caso de una capa de metal noble, por ejemplo, el hilo se seca con cuchillas de aire y se enrolla en una bobina.

Paso 5. Segunda capa funcional y enjuague. Si el hilo de acero inoxidable está chapado con cobre en el paso anterior, las superficies de cobre expuestas deben protegerse contra la oxidación y la corrosión. Por consiguiente, la capa funcional formada en esta etapa se extraerá preferiblemente de una lista de metales o aleaciones de metales compatibles con el cobre y que se sabe que proporcionan una buena resistencia a la oxidación y la corrosión, entre ellos: níquel, estaño, cromo y metales nobles, así como aleaciones tales como estaño/plomo o estaño/plata. La solución de recubrimiento en este paso también se hace circular y se agita por medio de un sistema de inyección. Este paso es seguido por un enjuague completo del hilo. Cuando la capa de metal depositada en este paso es la capa final, como en el caso de una capa de níquel, por ejemplo, el hilo se seca y se enrolla en una bobina.

Paso 6. Tercera capa funcional y enjuague. Si la metalización del hilo consiste en una primera capa seleccionada para conductividad (cobre) y una segunda capa seleccionada para protección (níquel), se requiere una tercera capa funcional si la aplicación también requiere soldadura porque el níquel no proporciona una superficie fácilmente soldable. En este caso, la capa funcional formada en esta etapa se extraerá preferiblemente de una lista de metales o aleaciones de metales que se sabe que forman enlaces fuertes con metales soldables, entre ellos plata, estaño, estaño/plomo y oro. La solución de recubrimiento en este paso también se hace circular y se agita por medio de un sistema de inyección. Este paso es seguido por un enjuague completo del hilo. Cuando la capa de metal depositada en este paso es la capa final, como en el caso de una capa de plata, por ejemplo, el hilo se seca y se enrolla en una bobina.

Estación de recojo. La línea de proceso está configurada de tal manera que, después de completar cualquier etapa funcional, el hilo puede desviarse a la estación de secado, donde el agua del enjuague DI residual es expulsada por cuchillas de aire. El hilo se enrolla luego en bobinas en la estación de recojo utilizando un equipo de bobinado textil convencional con controles automáticos de tensión.

Transporte de hilos. Para lograr el recubrimiento de los filamentos más internos en el haz de hilos de acero inoxidable, este proceso se basa en un medio no convencional de transporte del hilo a través de los distintos pasos del proceso. A medida que el hilo se quita de la bobina de desenrollado, se avanza a través de los distintos pasos del proceso en forma de serpentina pasando sobre las poleas giratorias y los rodillos de contacto que están dispuestos de modo que la longitud sin soporte entre los elementos giratorios sea corta, generalmente no más de uno pie. Esta disposición, aumentada por mecanismos periódicos de ajuste de tensión, garantiza que el haz de hilos permanezca bajo una tensión baja durante todo el proceso. 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 los rodillos de contacto, los monofilamentos se extienden y permiten que la química del proceso penetre completamente en el haz de hilos. De la misma manera, este

método también asegura que los pasos de enjuague eliminarán efectivamente todos los rastros de la química del proceso antes de que el hilo se seque y se enrolle.

Procesos posteriores. En un proceso de producción, el hilo de acero inoxidable metalizado se probaría e inspeccionaría fuera de línea para verificar el cumplimiento de las propiedades especificadas para la aplicación final.

- 5 En el caso de hilo destinado a ser utilizado en una aplicación de blindaje de cable trenzado, por ejemplo, las propiedades a probar incluirían típicamente resistencia eléctrica, peso de metal chapado, adhesión de metal chapado y soldabilidad. Para aplicaciones de blindaje, el hilo conductor debe tener una resistencia de menos de aproximadamente 2 ohmios/pie. y una resistencia/peso de menos de aproximadamente 15 ohmios/gramo. El hilo que se encontró que es de calidad satisfactoria sería entonces retorcido y enrollado en bobinas de trenzas para su envío a fabricantes de cables o proveedores de tubos de punto.

Descripción de la realización preferida

Dada la impracticabilidad de detallar las condiciones de proceso preferidas para todos los posibles hilos y construcciones de metalización, lo siguiente servirá para ilustrar un proceso preferido para metalizar un hilo adecuado para uso en una aplicación de blindaje de cable que requiera soldabilidad. En la Fig. 2 se muestra un cable coaxial típico que tiene un blindaje trenzado.

- 15

Material de partida. En este ejemplo, una construcción de hilo inicial preferida consiste en 275 monofilamentos de acero inoxidable, cada uno de 12 micrómetros de diámetro en un formato sin torsión. Una construcción de hilo de inicio 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).

- 20 Paso 1. Limpieza y enjuague. El hilo de inicio se transporta a través de una solución agitada por ultrasonidos de New Dimensions Supreme de MacDermid, seguida de un enjuague con agua desionizada.

Paso 2. Grabado rápido y enjuague. A continuación, el hilo se transporta a través de un limpiador ácido, Metex M-639 de MacDermid, en una instalación de electrolimpieza catódica, seguido de un enjuague con agua desionizada.

- 25 Paso 3. Golpe de níquel de Wood y enjuague. A continuación, el hilo se transporta a través de un baño que consiste en 66% en volumen de concentrado de cloruro de níquel (732 g/l de hexahidrato de cloruro de níquel), 5% en volumen de HCL, balance de agua desionizada. A este paso le sigue un enjuague con agua desionizada.

- 30 Paso 4. Primera capa funcional y enjuague. El hilo se transporta a través de baños de recubrimiento 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 enjuague es agua desionizada.

Paso 5. Segunda capa funcional y enjuague. El hilo se transporta a través de baños de niquelado que consisten en una solución de sulfato de níquel Barrett preformulada de MacDermid a la que se agrega ácido bórico a 34-45 g/l. El enjuague es agua desionizada.

- 35 Paso 6. Tercera capa funcional y enjuague. El hilo se transporta a través de baños de chapado de plata que consisten en una solución patentada de Cyless Silver II suministrada por Technic. El enjuague es agua desionizada.

Pruebas. Las pruebas de resistencia eléctrica (ohmios/longitud de la unidad) se realizan envolviendo el hilo metalizado alrededor de dos sondas separadas por 12 pulgadas y midiendo la resistencia con un ohmímetro Quad Tech 1800; Se toman diez medidas y se promedian. El peso del metal plateado se determina pesando un hilo de 3 pies de longitud cortada con precisión en una balanza de gramos de Ohaus Modelo AV-150, promediando tres mediciones y restando el peso base del hilo; el resultado se expresa como un porcentaje del peso total del hilo. La adhesión de metal chapado se determina empíricamente al dibujar ligeramente un hilo metalizado de 3 pies de largo tres veces sobre un borde recto liso; el metal no debe desprenderse y cualquier cambio en la resistencia no debe exceder el 10%. La adhesión del metal plateado también se determina haciendo un ciclo de una muestra del hilo de 0 a 200 °C tres veces y midiendo el cambio en su resistencia que no debe exceder el 10%. La soldabilidad se determina aplicando 2-3 gotas de flujo Kester 951 a una muestra de prueba envuelta alrededor de un tubo de teflón, sumergiendo la muestra en una olla de soldadura fundida durante varios segundos e inspeccionando visualmente la humectación y la adherencia de la soldadura.

- 40 Ejemplo 1. Se procesó un hilo de 600 pies de longitud de acuerdo con la realización preferida para una construcción que consiste en una primera capa funcional de cobre seguida de una segunda capa funcional de níquel. El hilo de inicio estaba compuesto por una sola capa de 275 monofilamentos de acero inoxidable (AISI 316L), cada uno de 12 micrómetros de diámetro con un giro en la dirección Z de 100 vueltas/metro. La resistividad lineal de este material de partida fue de 9 ohmios/pie (29,5 ohmios/m) y su peso base fue de 71,6 mg/pie (235 mg/m), lo que arrojó una resistencia/peso de 126 ohmios/g.

- 55 Este material fue suministrado por Bekaert e identificado por el código VN12/1x275/100Z. El hilo metalizado tenía una resistencia eléctrica de 1,12 ohmios/pie (3,7 ohmios/m) y un peso de metal de 93,4 mg/pie (306 mg/m), produciendo

una resistencia/peso nominal de 12 ohmios/gramo. El metal chapado tenía buena adherencia al acero inoxidable. La inspección del haz de hilos bajo un microscopio reveló que mientras que 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 giro de 100 vueltas/metro es un poco demasiado alto para permitir el recubrimiento completo y sustancialmente uniforme de todos los monofilamentos.

Ejemplo 2. Se procesó un hilo de 600 pies de longitud de acuerdo con la realización preferida para una construcción que consiste en una primera capa funcional de cobre seguida de una segunda capa funcional de níquel. El hilo de inicio estaba compuesto del mismo material que en el ejemplo anterior, excepto que el hilo en este ejemplo no estaba torcido. Este material fue suministrado por Bekaert e identificado por el código VN12/lx275/sin giro. Este hilo metalizado tenía una resistencia eléctrica de 0,70 ohmios/pie (2,3 ohmios/m) y un peso de metal de 124,0 mg/pie (407 mg/m), lo que arrojó una resistencia/peso nominal de 5,6 ohmios/gramo. El metal chapado tenía buena adherencia al acero inoxidable. La inspección del haz de hilos bajo un microscopio reveló que todos los monofilamentos estaban recubiertos de manera sustancialmente uniforme. A modo de referencia, el cable de cobre de calibre 36 AWG tiene un peso base de 34,4 mg/pie (113 mg/m) y una resistencia/longitud de 0,43 ohmios/pie (1,4 ohmios/m), lo que arroja una resistencia/peso de 12,6 ohmios/g.

Ejemplo 3. Se procesó una longitud de 100 pies de una sola capa de VN12/1 x 275 con giro cero para una aplicación no eléctrica que requiere una primera capa funcional de Permalloy (80% de níquel/20% de hierro). La inspección con 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 conductores de esta invención se pueden usar ventajosamente en aplicaciones distintas del blindaje de cable trenzado o tricotado. Los monofilamentos o hilos metalizados pueden, por ejemplo, tejerse en telas flexibles y livianas adecuadas para proteger equipos electrónicos sensibles. Los monofilamentos metalizados pueden cortarse o trocearse en longitudes de fibra cortada y mezclarse con compuestos de moldeado de plástico para incorporar el blindaje RF/EMI en los recintos de los equipos electrónicos. Los monofilamentos metalizados también pueden incorporarse en diversas formas y formas y en telas y materiales no tejidos para fines particulares.

El hilo de acero inoxidable chapado de la invención también se puede usar en aplicaciones no eléctricas, entre las cuales se adapta particularmente bien a los requisitos de un medio catalítico. Los catalizadores son invaluable como aceleradores en una amplia variedad de reacciones químicas, pero su eficiencia depende en gran medida de la velocidad 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 la mayor área de superficie posible con el menor grosor posible, preferiblemente submicrónico. Cuando los catalizadores en cuestión son metales nobles muy costosos como el paladio, el platino o el rodio, esta configuración es también la disposición más rentable. Sin embargo, para ser útil, un catalizador en una configuración similar a una superficie requiere algunos medios de soporte mecánico. En los convertidores catalíticos para automóviles, por ejemplo, el soporte consiste en un panel de cerámica a través del cual pasan los gases de escape y en el proceso reaccionan con las partículas catalíticas que están recubiertas en las paredes de los orificios.

A la luz de estos requisitos, se puede ver que, cuando se platea con un metal catalítico o una aleación de metal como se indica en el Paso 4 de la Descripción Detallada, el hilo de acero inoxidable metalizado de la invención tomaría la forma de un catalizador catalítico autoportante. medios de comunicación. En una realización, por ejemplo, una longitud de hilo metalizado de esa manera se enrollaría ligeramente o se compactaría ligeramente en una masa que se insertaría en un cartucho o bote para incorporarlo a un sistema de escape de automóviles o camiones. Incluso una longitud relativamente corta de dicho hilo sería un medio catalítico de alto peso superficial y poco peso; para ilustrar: un medio catalítico formado a partir de un hilo de 100 metros de longitud compuesto por 275 monofilamentos, cada uno de 12 micrómetros de diámetro y recubierto con 500 Angstroms de metal catalítico como el paladio presentaría un área de superficie de aproximadamente 1 metro cuadrado, pero con un peso inferior a 30 gramos. Aunque esta ilustración implica un formato no tejido, se apreciará que, dependiendo de la aplicación, los medios catalíticos que incorporan el hilo metalizado de la invención pueden tomar la forma de una tela tejida o fibras cortadas. Estos atributos sugieren que, revestidos con metales catalíticos apropiados o aleaciones metálicas, los hilos de acero inoxidable metalizados de la invención también encontrarán un uso ventajoso como medio catalítico en celdas de combustible de membrana, sistemas de purificación de agua y procesos químicos.

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

REIVINDICACIONES

1. Un hilo multifibra conductor que comprende:
una pluralidad de monofilamentos metalizados en la que cada uno incluye:
un monofilamento de acero inoxidable;
5 una primera capa de níquel, menos de 1000 Angstroms de grosor, electrodepositada sobre el monofilamento de acero inoxidable; y
una segunda capa electrodepositada sobre la primera capa de níquel, dicha segunda capa está compuesta de cobre o plata;
en donde cada capa está completa y substancialmente uniformemente electrodepositada en un material precedente,
10 en donde cada monofilamento metalizado tiene una relación de resistencia eléctrica a peso inferior a la del monofilamento de acero inoxidable de dicho monofilamento metalizado; y
en donde el hilo de dichos monofilamentos de acero inoxidable se imparte con un giro de no más de 40 vueltas por metro antes de la galvanoplastia de los monofilamentos de acero inoxidable.
- 15 2. El hilo multifibra conductor de la reivindicación 1, que incluye una tercera capa electrodepositada completa y sustancialmente de manera uniforme sobre la segunda capa, estando dicha tercera capa compuesta de cualquier metal galvanizable o aleación de metal electrodepositada sobre la segunda capa.
3. El hilo multifibra conductor de la reivindicación 2, en el que la tercera capa electrodepositada sobre la segunda capa de cobre está compuesta por un metal o aleación metálica compatible con el cobre y resistente a la oxidación y la corrosión.
- 20 4. El hilo multifibra conductor de la reivindicación 3, en el que la galvanoplastia completa y sustancialmente uniforme de las capas segunda y tercera se produce mediante el transporte a baja tensión a través de estaciones de proceso de galvanoplastia de dicha fibra múltiple conductora.
5. El hilo multifibra conductor de la reivindicación 4, en el que la tercera capa está compuesta por un metal o aleación metálica del grupo que consiste en níquel, capa fina, cromo, metales nobles y aleaciones de estaño/plomo y
25 estaño/plata,
6. El hilo multifibra conductor de una de las reivindicaciones de 2 a 5 cualquiera, en el que cada uno de los monofilamentos incluye:
una cuarta capa electrodepositada en la tercera capa de metal o aleación de metal 10 a la que se puede unir la soldadura,
- 30 7. El hilo multifibra conductor de la reivindicación 5, en el que la cuarta capa es un metal o aleación metálica del grupo que consiste en plata, estaño, estaño/plomo y oro,
8. El hilo multifibra conductor de una de las reivindicaciones de 1 a 7 cualquiera, en el que la pluralidad de monofilamentos metalizados forma un hilo conductor que tiene una resistencia/longitud inferior a aproximadamente 2 ohmios/pie y una resistencia/peso inferior a aproximadamente 15 ohmios/gramo.
- 35 9. El hilo multifibra conductor de una de las reivindicaciones de 1 a 8 cualquiera, en el que cada uno de los monofilamentos de acero inoxidable tiene un diámetro inferior a aproximadamente 20 micrómetros.

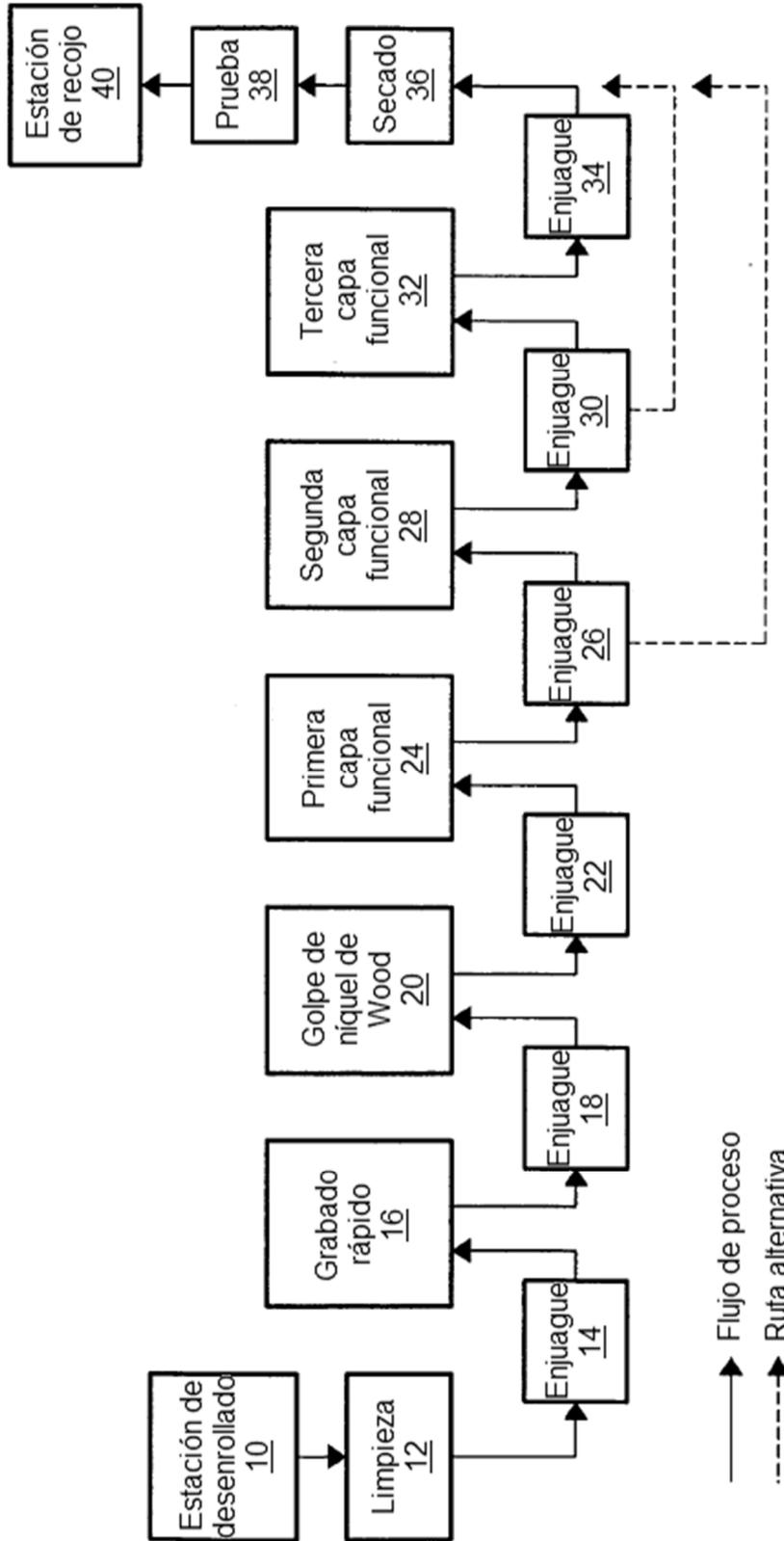


FIG. 1

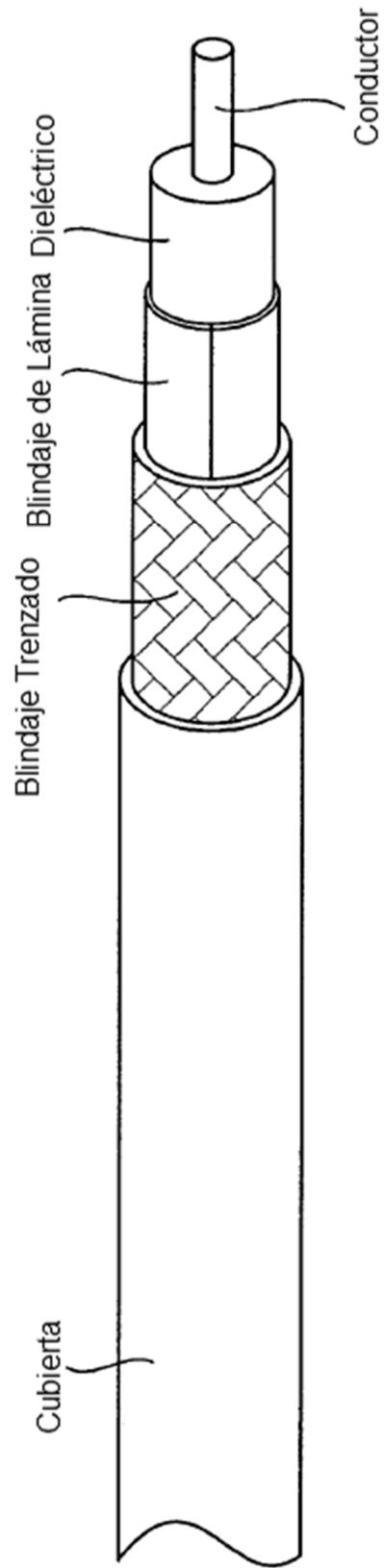


FIG. 2

TÉCNICA ANTERIOR