

CABLES DE MÚLTIPLES CAPAS

REFERENCIA A SOLICITUDES RELACIONADAS

[0001] La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud provisional de EE.UU. con Serial No. 62/098,043, titulada CABLES DE MULTIPLES CAPAS, presentada el 30 de diciembre de 2014, e incorporada acá por referencia en su totalidad.

CAMPO TECNICO

[0002] La presente divulgación se relaciona generalmente con cables, y más particularmente con cables de múltiples capas que tienen características mecánicas y eléctricas deseadas.

ANTECEDENTES

[0003] Ciertas aplicaciones de cableado pueden requerir cables que han sido certificados para pasar requisitos físicos y eléctricos específicas tal como resistencia a fuego y requisitos de desempeño eléctrico húmedo. Aunque dichos requisitos se pueden alcanzar a través del uso de ciertas capas aislantes y chaquetas, dichas capas existentes sufren de un número de atributos indeseables incluyendo alto costo, dificultad en lograr simultáneamente múltiples propiedades, y toxicidad. Por lo tanto, sería deseable producir un cable aislado que pueda cumplir con los requisitos de resistencia a fuego y desempeño eléctrico húmedo o ceramificable sin el costo indeseado y la toxicidad de las capas de cable existentes.

RESUMEN

[0004] De acuerdo con un ejemplo, un cable incluye un conductor, una capa interna que rodea el conductor, y una capa externa que rodea la capa interna. La capa externa se forma a partir de una composición de capa externa extruida. La composición de capa externa extruida incluye una resina, un retardador de llama inorgánico, y uno o más de un formador de carbón orgánico y un agente espumífero. La resina incluye una poliolefina base y una fuente de ácido débil. La resina está

por lo menos parcialmente reticulada. El cable pasa la Prueba de Propagación de Llama 1581 VW-1 de Underwriters Laboratory (UL) y uno o más de la Prueba de Resistencia de Aislamiento de Largo Plazo a 90°C y los requerimientos de ceramificación de la Comisión Electrotécnica Internacional ("IEC") 60331-21.

[0005] De acuerdo con otro ejemplo, un cable incluye un conductor, una capa interna que rodea el conductor, y una capa externa que rodea la capa interna. La capa externa se forma a partir de una composición de capa externa extruida. La composición de capa externa extruida incluye una resina, un retardante de llama inorgánico, melanina y sales y derivados de la misma, una resina novolaca epoxi, y un compuesto de silano. La resina incluye una poliolefina base y una fuente de ácido débil. La resina está por lo menos parcialmente reticulada. El compuesto de silano incluye un oligómero de siloxano con monómeros de alquilo o vinilo. El cable pasa la Prueba de Propagación de Llama 1581 VW-1 de Underwriters Laboratory (UL) y la Prueba de Resistencia de Aislamiento de Largo Plazo UL-44 a 90°C.

[0006] De acuerdo con otro ejemplo, un cable incluye un conductor, una capa interna ceramificable que rodea el conductor, y una capa externa que rodea la capa interna. La capa externa se forma a partir de una composición de capa externa extruida. La composición de capa externa extruida incluye una resina, un retardante de llama inorgánico, melanina y sales y derivados de la misma, un formador de carbón de poliéster, y un compuesto de silano. La resina incluye una poliolefina base y una fuente de ácido débil. La resina está por lo menos parcialmente reticulada. El compuesto de silano incluye un oligómero de siloxano con monómeros de alquilo o vinilo. El cable pasa la Prueba de Propagación de Llama 1581 VW-1 de Underwriters Laboratory (UL) y los requerimientos de ceramificación de la Comisión Electrotécnica Internacional ("IEC") 60331-21.

DESCRIPCION DETALLADA

[0007] Las propiedades eléctricas y físicas de un cable se pueden influenciar mediante el uso de una o más capas de aislamiento y chaquetas que rodean un

conductor. Dichas propiedades eléctricas y físicas pueden determinar los tipos de aplicaciones en las cuales se puede usar un cable. Por ejemplo, un cable RHW-2 que tiene retardante de llama y propiedades eléctricas húmedas se puede utilizar en ciertas aplicaciones de conducto mientras que un cable que presenta propiedades ceramificables se puede utilizar en aplicaciones petroquímicas.

[0008] El uso de múltiples capas de aislamiento y/o chaqueta puede suministrar un beneficio sinérgico y puede permitir que los cables cumplan pruebas de calificación eléctricas y físicas más rigurosas que los cables similares que sólo tienen una sola capa. Por ejemplo, ciertos cables descritos acá que incluyen una capa interna que rodea un conducto y una capa externa que rodea la capa interna pueden pasar la Prueba de Propagación de Llama 1581 VW-1 de Underwriters Laboratory ("UL") y la Prueba de Resistencia de Aislamiento de Largo Plazo ("LTIR") UL 44 a 90°C. En ciertas modalidades, dichos cables también pueden estar libres de halógeno y/o libres de metales pesados. En otros ciertos ejemplos, los cables acá descritos que incluyen una capa interna ceramificable y una capa externa que rodea la capa interna ceramificable pueden ser cables de ceramificación como se determina por la Comisión Electrotécnica Internacional ("IEC") 60331-21 y pueden pasar la Prueba de Propagación de Llama UL 1581 VW-1.

[0009] Las capas interna y externa descritas acá pueden individualmente incluir un número de similitudes de componente. Por ejemplo, en ciertas modalidades, ciertos componentes de cada capa, tal como, una base de poliolefina o un retardante de llama inorgánico, pueden ser el mismo, o seleccionarse de una lista idéntica de componentes adecuados, como el componente en la otra capa. Sin embargo, como se puede apreciar, dichos componentes también pueden ser diferentes dependiendo del diseño y las propiedades deseadas del cable. Por ejemplo, un cable que tiene una capa interna formada a partir de un material ceramificable puede incluir una resina de silicona en lugar de una resina de poliolefina.

[0010] Una capa externa que puede permitir que un cable pase la Prueba de Propagación de Llama UL 1581 VW-1 a 90°C cuando rodea una capa interna no-ceramificable o que pase la Prueba de Propagación de Llama VW-1 y los requerimientos de ceramificación de IEC 60331-21 cuando rodea una capa interna ceramificable, se puede formar a partir de una composición de capa externa extruida. Dicha composición de capa externa extruida puede incluir una poliolefina base reticulada, un retardante de llama inorgánico, una fuente de ácido débil, y uno o más de un formador de carbón orgánico y un agente espumificante. Como se apreciará, también se pueden adicionar componentes adicionales a la composición de capa externa de acuerdo con ciertas modalidades.

[0011] Una capa interna no ceramificable que puede permitir que un cable pase la Prueba de Propagación de Llama UL 1581 VW-1 y la Prueba LTIR UL 44 a 90°C cuando está rodeada por una capa externa, se puede formar a partir de una composición de capa interna no ceramificable. Dicha composición de capa interna no ceramificable puede ser similar a una composición de capa externa en ciertos aspectos y puede, en ciertas modalidades, incluir una poliolefina base, un retardante de llama inorgánico, y un agente de tratamiento de superficie seleccionado de cualquier componente adecuado para dichos componentes en la composición de capa externa. Ejemplos no limitantes de composiciones que se pueden utilizar para formar dichas capas internas se describen en la Patente de EE.UU. No 9,115,274 la cual se incorpora acá por referencia.

[0012] En ciertas modalidades, una capa interna puede alternativamente presentar propiedades de ceramificación y se puede formar de una resina de silicona ceramificable y un relleno. Las resinas de silicona ceramificables adecuadas pueden incluir polidimetilsiloxano (PDMS) hidroxilo o terminado alquilo (y/o injertado) o resinas de siloxano de polialquilo. Los rellenos adecuados para una capa interna de ceramificación pueden incluir rellenos de silicato (por ejemplo, uno o más de silicato de magnesio, silicato de aluminio, y silicato de calcio) y rellenos de óxido (por

ejemplo, uno o más de dióxido de silicio, dióxido de titanio, y óxido de aluminio). En ciertas modalidades, el relleno pueden estar incluido a aproximadamente 30% a aproximadamente 70% en peso de la capa interna ceramificable con aproximadamente 5% a aproximadamente 50% en peso de la capa interna que es un relleno de silicato y aproximadamente 5% a aproximadamente 50% en peso de la capa interna que es un relleno de óxido. Alternativamente, una capa interna ceramificable se puede formar a partir de productos ceramificables comercialmente conocidos tal como uno o más de Elastosil® 502 de Wacker Chemie AG y Xiameter® RBC 7160 de Dow Corning Corp.

[0013] En ciertas modalidades, las poliolefinas base reticuladas adecuadas para una composición de capa interna no ceramificable o una composición de capa externa pueden incluir polímeros de alqueno tal como, por ejemplo, polímeros de alqueno formados de monómeros polimerizados que tienen la fórmula general C_nH_{2n} . En ciertas modalidades, ciertos ejemplos de poliolefinas base reticuladas adecuadas pueden incluir polímeros de polietileno incluyendo, por ejemplo: polietileno de alta densidad ("HDPE"), polietileno de ultra-alto peso molecular ("UHMWPE"), polietileno de baja densidad lineal ("LLDPE"), y polietileno de ultra-baja densidad. Otros ejemplos pueden incluir polipropileno, polibutileno, polihexaleno, y poliocteno.

[0014] De acuerdo con ciertas modalidades, poliolefinas base reticuladas adicionales también pueden, o alternativamente, ser adecuadas que incluyan copolímeros, y mezclas de varios polímeros diferentes. Por ejemplo, una poliolefina base reticulada adecuada se puede formar a partir de la polimerización de etileno con por lo menos un comonómero seleccionado del grupo que consiste de alfa-olefinas C_3 a C_{20} y polienos C_3 a C_{20} . Como se apreciará, la polimerización de etileno con dichos comonómeros puede producir copolímeros de etileno/alfa-olefina o terpolímeros de etileno/alfa-olefina/dieno.

[0015] De acuerdo con ciertas modalidades, las alfa-olefinas adecuadas pueden alternativamente contener de 3 a 16 átomos de carbono o pueden contener de 3 a

8 átomos de carbono. Una lista no limitante de alfa-olefinas adecuadas incluye propileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-octeno, y 1-dodeceno.

[0016] Del mismo modo, de acuerdo con ciertas modalidades, un polieno adecuado puede alternativamente contener de 4 a 20 átomos de carbono, o puede contener de 4 a 15 átomos de carbono. En ciertas modalidades, el polieno puede ser un dieno que además incluye, por ejemplo dienos de cadena recta, dienos de cadena ramificada, dienos de hidrocarburo cíclico, y dienos no conjugados. Ejemplos no limitantes de dienos adecuados pueden incluir dienos acíclicos de cadena recta: 1,3-butadieno; 1,4-hexadieno, y 1,6-octadieno; dienos acíclicos de cadena ramificada: 5-metil-1,4-hexadieno; 3,7-dimetil-1,6-octadieno; 3,7-dimetil-1,7-octadieno; e isómeros mezclados de dihidro miriceno y dihidroocineno; dienos alicíclicos de anillo simple: 1,3-ciclopentadieno; 1,4-ciclohexadieno; 1,5-ciclooctadieno; y 1,5-ciclododecadadieno; dienos de múltiples anillos alicíclicos fusionados y de anillo en puente: tetrahidroindeno; metil tetrahidroindeno; dicilcopentadieno; biciclo-(2,2,1)-hepta-2-5-dieno; alquenilo; alquilideno; cicloalquenilo; y cicloalquilideno norbornenos tal como 5-metileno-2-norborneno (MNB); 5-propenil-2-norborneno; 5-isopropilideno-2-norborneno; 5-(4-ciclopentenil)-2-norborneno; 5-ciclohexilideno-2-norborneno; y norborneno.

[0017] En ciertas modalidades, una poliolefina base reticulada adecuada también puede ser una poliolefina modificada anhídrica maleica ("MAMP") tal como, por ejemplo, polietileno modificado anhídrico maleico. Generalmente, cualquiera de las poliolefinas base reticuladas adecuadas se puede modificar con anhídrico maleico y usarse como una poliolefina modificada anhídrica maleica y en una composición de capa externa y/o una composición de capa interna no ceramificante.

[0018] Generalmente, la poliolefina base reticulada se puede polimerizar por cualquier método adecuado incluyendo, por ejemplo, reacciones de catálisis de metaloceno. Los detalles de procesos de catalización de metaloceno se divulgan en las Patentes de EE.UU. No. US 6,451,894, US 6,376,623, y US 6,329,454, cada

una de las cuales se incorpora acá por referencia en su totalidad en la presente solicitud. Como se puede apreciar, los copolímeros de olefina catalizados de metaloceno también se pueden obtener comercialmente a través de varios proveedores incluyendo ExxonMobil Chemical Company (Houston, TX) y Dow Chemical Company. Como se puede apreciar, la catálisis de metaloceno puede permitir la polimerización de estructuras poliméricas precisas.

[0019] Ejemplos no limitantes de poliolefinas base adecuadas para una composición de capa externa pueden incluir opolímero de etileno-buteno, copolímero de etileno-octeno, copolímero anhidro maleico de etileno, etileno-propileno, terpolímero de etileno propileno-dieno, caucho de etileno-propileno ("EPR"), y polietileno. En ciertas modalidades, dichas poliolefinas reticuladas pueden estar incluidas en una composición de capa externa a aproximadamente 70 partes por peso.

[0020] En ciertas modalidades, una composición de capa externa puede incluir una mezcla de más de un polímero o copolímero, y dichos polímeros y copolímeros pueden estar presentes en cantidades variantes con la cantidad total de los polímeros o copolímeros presentes en aproximadamente 70 partes en peso de la composición de capa externa. Por ejemplo, en ciertas modalidades, una composición de capa externa puede incluir aproximadamente 60 partes en peso de copolímero de etileno buteno y aproximadamente 10 partes en peso de copolímero anhidro etileno maleico. En ciertas modalidades, el restante de la poliolefina base puede ser una fuente de ácido débil polimérico tal como aproximadamente 30 partes en peso de acetato de etileno vinilo. Como se puede apreciar, la poliolefina base y la fuente de ácido débil pueden constituir 100 partes de la resina base de una composición de capa externa.

[0021] Similar a las composiciones de capa externa, los ejemplos de poliolefinas base adecuadas para ciertas composiciones de capa interna no ceramificable se pueden seleccionar de, por ejemplo, polietileno, copolímero de etileno buteno, copolímero de etileno-octeno, copolímero anhidro de etileno maleico, terpolímero

de etileno propileno-dieno, caucho de etileno-propileno y mezclas de varias de dichas poliolefinas y copolímeros. En ciertas modalidades que incluyen una mezcla de copolímeros, dichos copolímeros pueden estar presentes en una composición de capa interna no ceramificable en varias cantidades. Por ejemplo, en ciertas modalidades, una composición de capa interna no ceramificable puede incluir aproximadamente 90 partes de copolímero de etileno buteno y aproximadamente 10 partes de copolímero anhidro de etileno maleico.

[0022] En ciertas modalidades, cualquiera o ambas, de una composición de capa externa y una composición de capa interna no ceramificable pueden estar por lo menos parcialmente reticuladas por un agente de reticulado o método de reticulado. Por ejemplo, en ciertas modalidades, todos los componentes en la composición de capa externa se pueden combinar y luego reticular. Como también se apreciará, todos los componentes en una composición, incluyendo la poliolefina base, se pueden reticular en un paso simple. El reticulado de una composición de capa externa y una composición de capa interna no ceramificable puede mejorar las propiedades físicas y reológicas de un cable resultante.

[0023] Las poliolefinas base reticuladas pueden estar parcialmente o completamente reticuladas mediante cualquier agente o método de reticulado adecuado. Un ejemplo no limitativo de una clase adecuada de agentes de reticulado incluye agentes de reticulado de peróxido tal como, por ejemplo, α' -bis(tert-butilperoxi disopropilbenzeno, di(tert-butilperoxiisopropil)benzeno, peróxido de dicumil, y peróxido de tert-butilcumil. También se pueden utilizar mezclas de múltiples agentes de reticulado de peróxido, incluyendo, por ejemplo, una mezcla de peróxido de 1,1-dimetiletil 1-metil-1-feniletil, peróxido de bis(1-metil-1-feniletil), y peróxido de [1,3(o 1,4)-fenilenebis(1-metiletilidene)] bis(1,1-dimetiletil). Sin embargo, se apreciará que, en ciertas modalidades, otros agentes o métodos de reticulado adecuados también se pueden utilizar para reticular una poliolefina base, tal como por ejemplo, reticulado por radiación, reticulado por calor, irradiación de

rayo de electrones, o uso de agentes de reticulado de silano. En ciertas de dichas modalidades, se pueden adicionar compuestos adecuados a la composición para permitir dicho reticulado alterno. Por ejemplo, una composición de capa externa curable por rayo-e puede incluir uno o más reticulados de imidazol y metacrilato. Las cantidades adecuadas de agente de reticulado pueden variar de aproximadamente 1 parte a aproximadamente 8 partes en peso de cada composición en ciertas modalidades; de aproximadamente 1 parte a aproximadamente 5 partes en peso de cada composición en ciertas modalidades; y de aproximadamente 1 parte a aproximadamente 3 partes en peso de cada composición en ciertas modalidades.

[0024] En ciertas composiciones de capa externa, también se puede utilizar un co-agente de reticulado para aumentar el estado de cura de una composición de capa externa. Por ejemplo, trimetacilato de trimetilolpropano ("TMPTMA"), cianurato de triallilo ("TAC"), iso-cianurato de riallilo ("TAIC"), polibutadieno, dimero de alfa metilestireno ("AMSD"), y co-agentes de bismaleimida, tal como bismaleimida de N,N'-1,3-fenileno, se pueden utilizar para mejorar el estado de reticulado. En ciertas modalidades, el co-agente puede estar presente en una composición de capa externa de aproximadamente 0.5 partes a aproximadamente 5 partes en peso de la composición de capa externa. En ciertas modalidades, el co-agente puede estar presente en una composición de capa externa de aproximadamente 2 partes a aproximadamente 4 partes en peso de la composición de capa externa.

[0025] En ciertas modalidades, tanto una composición de capa externa como una composición de capa interna no ceramificable pueden incluir un retardante de llama inorgánico. Los retardantes de llama inorgánicos adecuados pueden incluir óxidos de metal, hidróxidos de metal, rellenos a base de silicatos, y combinaciones de los mismos. Ejemplos de dichos óxidos de metal pueden incluir óxido de aluminio, óxido de magnesio, óxido de hierro, óxido de zinc, y combinaciones de los mismos. Ejemplos de hidróxidos de metal pueden incluir hidróxido de magnesio, hidróxido de

carbonato de magnesio, hidróxido de aluminio, hidróxido de óxido de aluminio (por ejemplo, “boehmita”), hidróxido de carbonato de calcio magnesio, hidróxido de zinc y combinaciones de los mismos. Adicionalmente, en ciertas composiciones de capa externa o de capa interna no ceramificable, un retardante de llama inorgánico puede incluir también retardantes de llama de fósforo. Ejemplos de dichos retardantes de llama de fósforo pueden incluir compuestos de ácido fosfórico, compuestos de ácido polifosfórico, y compuestos de fósforo rojo. Ejemplos específicos de retardantes de llama inorgánicos adecuados pueden incluir caolín, mica, talco, o dióxido de silicio.

[0026] De acuerdo con ciertas modalidades, el retardante de llama inorgánico se puede describir más por sus propiedades mecánicas y físicas. Por ejemplo, ciertos retardantes de llama inorgánicos adecuados pueden tener un tamaño de partícula promedio de aproximadamente 50 nm a aproximadamente 500 micras. En ciertas modalidades, el tamaño de partícula promedio puede ser aproximadamente 0.8 micras a aproximadamente 2.0 micras. Y en ciertas modalidades, el tamaño de partícula promedio puede ser aproximadamente 0.8 micras a aproximadamente 1.2 micras. Las partículas de un retardante de llama inorgánico también pueden variar en forma y pueden incluir formas esféricas, hexagonales, de juego, tabulares, de plaqueta, y otras formas adecuadas.

[0027] Para ciertas composiciones de capa externa, se pueden incluir un retardante de llama inorgánico en aproximadamente 90 partes a aproximadamente 230 partes en peso de la composición de capa externa. En ciertas modalidades, un retardante de llama inorgánico puede incluirse de aproximadamente 140 partes a aproximadamente 210 partes en peso de una composición de capa externa. Y en ciertas modalidades, un retardante de llama inorgánico puede incluirse de aproximadamente 160 partes a aproximadamente 190 partes en peso de una composición de capa externa.

[0028] Del mismo modo, ciertas composiciones de capa interna no ceramificable pueden incluir de aproximadamente 90 partes a aproximadamente 230 partes en

peso de un retardante de llama inorgánico; en ciertas modalidades, de aproximadamente 140 partes a aproximadamente 190 partes en peso de un retardante de llama inorgánico; y en ciertas modalidades de aproximadamente 160 partes a aproximadamente 190 partes en peso de un retardante de llama inorgánico. En ciertas modalidades, se puede utilizar caolín como un retardante de llama inorgánico para una composición de capa interna no ceramificable, y en ciertas de dichas modalidades caolín se puede incluir en una composición de capa interna no ceramificable a una cantidad mayor a cualquier caolín incluida en la composición de capa externa.

[0029] De acuerdo con ciertas modalidades, se puede incluir una fuente de ácido débil en ciertas composiciones de capa externa pero no intencionalmente se incluye en ciertas composiciones de capa interna. Ejemplos de otros copolímeros adecuados que incluyen componentes acídicos pueden incluir copolímero de acrilato de etileno-etilo, copolímero de ácido etileno-acrílico, copolímero de etileno-metilo-acrilato, y combinaciones de los mismos. El componente de ácido de dichos copolímeros puede constituir de aproximadamente 15% a aproximadamente 60% del copolímero. Por ejemplo, en ciertas composiciones de capa externa que incluyen un copolímero de acetato de etileno vinilo, el acetato de vinilo puede constituir aproximadamente 15% a aproximadamente 60% del copolímero con el restante del copolímero constituido de etileno. En ciertas modalidades, el acetato de vinilo puede constituir aproximadamente 28% a aproximadamente 40% del copolímero de acetato de vinilo etileno. En ciertas modalidades, el acetato de vinilo puede constituir aproximadamente 25% a aproximadamente 40% del copolímero de acetato de vinilo etileno. De acuerdo con ciertas modalidades, se puede incluir una fuente de ácido débil en una composición de capa externa de aproximadamente 5 partes a aproximadamente 60 partes en peso; y en ciertas modalidades de aproximadamente 20 partes a aproximadamente 40 partes en peso. Como se puede apreciar, ciertas fuentes de ácido débil tal como acetato de vinilo etileno se puede

considerar como parte de la resina cuando se calculan las partes en peso de una composición de capa externa.

[0030] De acuerdo con ciertas modalidades, una composición de capa externa puede además incluir un formador de carbón orgánico mientras que una composición de capa interna no ceramificable puede estar libre de cualquier formador de carbón intencionalmente adicionado. En ciertas composiciones de capa externa, un formador de carbón orgánico se puede seleccionar de, por ejemplo, compuestos tal como resinas novolacas, resinas novolacas epoxi, resinas de benzoxirano, ciertos elastómeros de poliéster termoplástico, y combinaciones de los mismos.

[0031] Las resinas de novolaca se pueden formar como el producto de condensación catalizada en ácido de fenoles con aldehídos. En dicha reacción, los fenoles adecuados pueden incluir fenol, cresol, xilenol, naftol, alquilfenol y otros fenoles sustituidos de hidrocarbólo. Los aldehídos adecuados pueden incluir formaldehído, acetaldehído, butaldehído, crotonaldehído, y glioxal. Las resinas de novolaca adecuadas pueden, en ciertas modalidades, tener un grado de condensación de aproximadamente 2 o más. Adicionalmente, o alternativamente, en ciertas modalidades, la resina de novolaca puede estar únicamente ligeramente reticulada y puede ser una resina novolaca de “etapa B” y puede tener un peso molecular de aproximadamente 1000 o mayor. En ciertas modalidades, la resina novolaca puede tener un peso molecular de aproximadamente 5000 o mayor. En ciertas modalidades, la resina novolaca puede tener un peso molecular de aproximadamente 10000 o mayor.

[0032] Las resinas novolaca epoxi adecuadas se pueden formar al epoxidizar las resinas novolaca adecuadas. Por ejemplo, una resina de fenol novolaca epoxi adecuada se puede formar al hacer reaccionar la resina de fenol novolaca con epiclorohidrina en la presencia de un hidróxido de metal álcali. Otras resinas

novolaca epoxi, tal como resinas de cresol novolaca epoxi se pueden producir mediante procesos similares.

[0033] En ciertas modalidades, se puede utilizar adicionalmente, o alternativamente, benzoxirano como un formador de carbón orgánico. Benzoxazina se puede formar a partir de la reacción de una amina, un fenol y formaldehído. En ejemplos no limitantes, la amina puede ser anilina y el fenol puede ser uno de bisfenol A, bisfenol F, fenolftaleína, tiodifenol, y dicitlopentadieno. En ciertas modalidades, el formador de carbón puede también incluir cualquier resina epoxi combinada con una resina de benzoxazina.

[0034] Ejemplos de elastómeros de poliéster termoplástico formadores de carbón adecuados pueden incluir copolímeros de bloque de tereftalato de polibutileno y glicoles de polieter de cadena larga. Por ejemplo, ciertos grados de poliéster Hytrel® de Dupont Chemical pueden actuar como un formador de carbón adecuado tal como Hytrel® 4056. Cuando se utilizan dichos formadores de carbón, también se puede incluir un estabilizador de humedad de poliéster adecuado tal como Hytrel® 10MS.

[0035] También se puede apreciar que también se pueden utilizar formadores de carbón orgánicos adicionales de acuerdo con ciertas modalidades. Por ejemplo, otros polímeros altamente aromáticos y oligómeros tal como óxido de polifenileno y polieterimida pueden ser formadores de carbón orgánicos adecuados.

[0036] En ciertas modalidades, un formador de carbón orgánico se puede incluir en una composición de capa externa de aproximadamente 4 partes a aproximadamente 20 partes en peso de una composición de capa externa; y en ciertas modalidades, de aproximadamente 4 partes a aproximadamente 8 partes en peso.

[0037] Adicionalmente, o como una alternativa a un formador de carbón, una composición de capa externa puede incluir un agente espumante. Una capa interna no ceramificante puede, en ciertas modalidades, estar libre de cualquier agente espumante intencionalmente adicionado. De acuerdo con ciertas modalidades, un

agente espumante puede ser al menos uno de 1,3,5-triazina-2,4,6-triamina ("melanina"), una sal de melanina, o un derivado de melanina. Ejemplos de sales de melanina adecuadas y derivados pueden incluir cianurato de melanina, triborato de melanina, fosfato de dimelamina, y combinaciones de los mismos. El agente espumante puede, de acuerdo con ciertas modalidades, incluirse en una composición de capa externa, de aproximadamente 15 partes a aproximadamente 90 partes en peso de la composición de capa externa.

[0038] Como se puede apreciar, una composición de capa interna no ceramificante y una composición de capa externa pueden además incluir componentes o ingredientes adicionales. Por ejemplo, ambas de dichas composiciones pueden incluir un agente de tratamiento superficial.

[0039] Ejemplos de un agente de tratamiento superficial para una composición de capa interna no ceramificante o una composición de capa externa pueden incluir uno o más de un silano de vinilo monomérico, un silano de vinilo oligomérico, un silano de vinilo polimérico y un compuesto de organosilano. Compuestos de organosilano adecuados pueden incluir: γ -metacriloxipropiltrimetoxisilano, metiltriethoxisilano, metiltris(2-metoxietoxi)silano, dimetildietoxisilano, viniltris(2-metoxietoxi)silano, viniltrimetoxisilano, viniltriethoxisilano, octiltriethoxisilano, isobutiltriethoxisilano, isobutiltrimetoxisilano, propiltriethoxisilano, o mezclas o polímeros de los mismos. Como se puede apreciar, cualquiera de los componentes en una composición de capa externa o una composición de capa interna no ceramificante, tal como un retardante de llama inorgánico de cualquier composición, se pueden opcionalmente pre-tratar con un agente de tratamiento superficial.

[0040] Un agente de tratamiento superficial se puede incluir en una composición de capa externa de aproximadamente 0.5 partes a aproximadamente 10 partes en peso de la composición de capa externa; y en ciertas modalidades, de aproximadamente 0.5 partes a aproximadamente 5 partes en peso de la composición de capa externa.

[0041] Del mismo modo, una composición de capa interna no ceramificante puede incluir de aproximadamente 0.5 partes a aproximadamente 10 partes en peso de un agente de tratamiento superficial en peso de la composición de capa interna no ceramificante. De acuerdo con ciertas modalidades, un compuesto de silano se puede incluir de aproximadamente 0.5 partes a aproximadamente 5 partes en peso de la composición de capa interna.

[0042] Otros componentes que se pueden incluir en cualquiera de ciertas composiciones de capa externa o ciertas composiciones de capa interna pueden incluir ayudas de procesamiento y antioxidantes.

[0043] Ayudas de procesamiento adecuados se pueden utilizar para mejorar la procesabilidad de ciertas composiciones de capa externa y composiciones de capa interna al formar fases dispersas microscópicas dentro del portador de polímero. Durante el procesamiento, el corte aplicado puede separar la ayuda de proceso de la fase de polímero portador. La ayuda de procesamiento puede luego migrar a la pared del troquel para formar gradualmente una capa de recubrimiento continua para reducir la contrapresión del extrusor y reducir la fricción durante la extrusión. Una ayuda de procesamiento puede generalmente ser un lubricante, tal como, ácido esteárico, una silicona, una amina anti-estática, una amita orgánica, una etanolamida, una amina grasa de mono y/o di-glicerida, una amina grasa etoxilada, un ácido graso, estearato de zinc, ácido esteárico, ácido palmítico, estearato de calcio, sulfato de zinc, aceite de olefina oligomérica, o una combinación de los mismos. En ciertas modalidades, una ayuda de procesamiento se puede incluir a aproximadamente 5 partes o menos en peso de una composición de capa interna o composición de capa externa; en ciertas modalidades a aproximadamente 2 partes o menos en peso de dichas composiciones; y en ciertas modalidades a aproximadamente 1 parte o menos en pesos de dichas composiciones. En ciertas modalidades, una composición puede estar sustancialmente libre de ayuda de procesamiento. Como se usa acá, “sustancialmente libre” significa que el

componente no se adiciona intencionalmente a una composición y, o alternativamente, que el componente no es detectable con métodos analíticos actuales.

[0044] Una ayuda de procesamiento puede alternativamente ser una mezcla de ácidos grasos, tal como los productos comercialmente disponibles: Struktol® producido por Struktol Co. (Stow, OH), Akulon® Ultraflow producido por DSM N.V. (Birmingham, MI), MoldWiz® producido por Axel Plastics Research Laboratories (Woodside, NY), y Aflux® producido por RheinChemie (Chardon, OH).

[0045] Ejemplos de antioxidantes adecuados para inclusión en una composición de capa externa o una composición de capa interna no ceramificante pueden incluir antioxidantes de zinc, antioxidantes aminas, o combinaciones de los mismos. Los antioxidantes específicos pueden incluir 4,4'-dioctil difenilamina, N,N'-difetil-p-fenilendiamina, y polímeros de 2,2,4-trimetil-1,2-dihidroquinolina; antioxidantes fenólicos, tal como tiodietileno bis[3-(3,5-di-tert-butil-4-hidroxifenil)propionato], 4,4'-tiobis(2-tert-butil-5-metilfenol), 2,2'-tiobis(4-metil-6-tert-butil-fenol), ácido benzenopropanoico, 3,5-bis(1,1-dimetiletil)4-hidroxi ácido benzenopropanoico, esteres de alquilo ramificado o lineal de 3,5-bis(1,1-dimetiletil)-4-hidroxi-C13-15, éster de alquilo ramificado C7-9 de ácido 3,5-di-tert-butil-4hidroxihidrocínámico, 2,4-dimetil-6-t-butilfenol tetraquis{metilen-3-(3',5'-ditert-butil-4'-hidroxifenol)propionato}metano o tetraquis{metilen3-(3',5'-ditert-butil-4'-hidrocinnamato}metano, 1,1,3tris(2-metil-4-hidroxil-5-butilfenil)butano, 2,5,di t-amil hidroquinono, 1,3,5-tri metil2,4,6tris(3,5di tert butil-4-hidroxibencil)benceno, 1,3,5tris(3,5di-tert-butil-4-hidroxibenzil)isocianurato, 2,2-metilene-bis-(4-metil-6-tert butil-fenol), 6,6'-di-tert-butil-2,2'-tiodi-p-cresol o 2,2'-tiobis(4-metil-6-tert-butilfenol), 2,2-etilenebis(4,6-di-t-butilfenol), trietileneglicol bis{3-(3-t-butil-4-hidroxi-5metilfenil)propionato}, 1,3,5-tris(4tert-butil-3-hidroxi-2,6-dimetilbenzil)-1,3,5-triazina-2,4,6-(1H,3H,5H)triona, 2,2-metilenebis{6-(1-metilciclohexil)-p-cresol}; y/o antioxidantes de azufre, tal como bis(2-metil-4-(3-n-alquiltiopropioniloxi)-5-t-

butilfenil)sulfuro, 2-mercaptobenzimidazol y sus sales de zinc, pentaeritritol-tetraquis(3-lauril-tiopropionato), y combinaciones de los mismos. Un antioxidante se puede incluir en una composición de capa interna no ceramificante o una composición de capa externa, de acuerdo con ciertas modalidades, en cantidades en el rango de aproximadamente 0.05 partes a aproximadamente 6 partes en peso de la composición; y, en ciertas modalidades, de aproximadamente 0.05 partes a aproximadamente 2 partes en peso de la composición.

[0046] En ciertas modalidades, una composición de capa externa puede además incluir componentes/ingredientes adicionales no intencionalmente incluidos en una composición de capa interna no ceramificante. Por ejemplo, una composición de capa externa puede incluir un material de negro de carbón. Dicho material de negro de carbón es Thermax N-990 negro de carbón disponible de Cancarb (Alberta, Canadá). El negro de carbón se puede incluir en una composición de capa externa de aproximadamente 1 parte a aproximadamente 50 partes en peso de la composición de capa externa de acuerdo con ciertas modalidades.

[0047] Adicionalmente, en ciertas modalidades, una composición de capa externa puede incluir un colorante. Los colorantes adecuados pueden incluir, pero no se limitan a rojo cadmio, azul hierro, o combinaciones de los mismos. Como se puede apreciar, el negro de carbón también se puede utilizar, o puede actuar, como colorante.

[0048] De acuerdo con ciertas modalidades, una composición de capa interna no ceramificante puede similarmente incluir otros componentes/ingredientes no intencionalmente incluidos en una composición de capa externa. Por ejemplo, en ciertas modalidades, una composición de capa interna no ceramificante puede incluir un copolímero de butadieno-estireno. Los copolímeros de butadieno-estireno pueden tener un contenido de estireno de aproximadamente 20% a aproximadamente 30% y se pueden formar en cualquier disposición adecuada. Por ejemplo, un copolímero de butadieno-estireno puede tener una disposición de

bloque o una disposición aleatoria de estireno y butadieno. En ciertas modalidades, un copolímero de butadieno-estireno se puede incluir en una composición de capa interna no ceramificante de aproximadamente 1 parte a aproximadamente 60 partes en peso de la composición de capa interna no ceramificante; en ciertas modalidades de aproximadamente 1 parte a aproximadamente 15 partes en peso de la composición de capa interna no ceramificante; y en ciertas modalidades de aproximadamente 1 partes a aproximadamente 10 partes en peso de la composición de capa interna no ceramificante.

[0049] Una composición de capa interna no ceramificante y una composición de capa externa cada una se puede preparar al mezclar los componentes/ingredientes en un equipo de masticado convencional, por ejemplo, un molino de caucho, mezclador brabender, mezclador banbury, mezclador continuo farrel, o mezclador continuo de tornillo doble. En ciertos ejemplos, cada uno de los componentes, diferentes a la poliolefina base, se pueden premezclar y luego adicionar a la poliolefina base. El tiempo de mezclado se puede seleccionar para asegurar una mezcla homogénea.

[0050] En ciertas modalidades, una capa interna y una capa externa se pueden extrudir alrededor, y sobre, un conductor para formar un cable conductor que tiene propiedades físicas, mecánicas, y eléctricas ventajosas. En un método de extrusión típico, un conductor opcionalmente caliente se puede jalar a través de un troquel de extrusión caliente, generalmente un troquel de cabeza cruzada, para aplicar una capa de una composición de capa interna fundida sobre el conductor. La composición puede rodear, o sustancialmente rodear el conductor. Al salir del troquel, el núcleo conductor con la composición de capa interna aplicada se puede pasar a través de una sección de vulcanizado caliente, o sección de vulcanizado continuo y luego una sección de enfriado, generalmente un baño de enfriado alargado, para enfriarse. Múltiples capas de polímero, incluyendo, por ejemplo, una capa externa formada a partir de una composición de capa externa luego se pueden

aplicar por pasos de extrusión consecutivos en los cuales una capa adicional se añade en cada paso. Sin embargo, como se puede apreciar, también se pueden utilizar métodos de extrusión alternos. Por ejemplo, se puede utilizar un proceso de curado por extrusión en tándem. En un proceso de curado por extrusión en tándem, cada una de las varias capas de polímero se extruden individualmente y luego todas las capas de polímero se curan en un paso único de curado. Alternativamente, ciertos troqueles de extrusión, algunas veces llamados troqueles de extrusión en tándem, se pueden utilizar para aplicar simultáneamente múltiples capas de polímero en un único paso. Después de la extrusión con un troquel de extrusión en tándem, todas las capas de polímero luego se pueden curar en un paso de curado único. Como se puede apreciar, otras variaciones son posibles. Por ejemplo, en ciertas modalidades que incluyen una capa interna ceramificable, se puede utilizar un paso de curado por irradiación para curar, o curar más, una composición de capa externa. Métodos de irradiación adecuados pueden incluir, por ejemplo, un rayo de electrones de aproximadamente 10 MRad.

[0051] Un conductor, o elemento conductor, de un cable conductor, puede generalmente incluir cualquier material eléctricamente conductor adecuado. Por ejemplo, un metal generalmente eléctricamente conductor tal como cobre, aluminio, una aleación de cobre, una aleación de aluminio (por ejemplo, aleación de aluminio-zirconio), o cualquier otro metal conductor puede servir como un material conductor. Como se apreciará, un conductor puede ser sólido, o se puede torcer y trenzar a partir de una pluralidad de conductores más pequeños. El conductor se puede dimensionar para propósitos específicos. Por ejemplo, un conductor puede variar de un conductor de 10 a 14 Calibre de Alambre Americano ("AWG") en ciertas modalidades con el cable pasando la prueba de llama UL 1581 VW-1, y la prueba UL 44 LTIR a 90°C cuando se rodea por una capa interna ceramificable y una capa externa como se describe acá. Como también se apreciará, en ciertas modalidades

que usan una poliolefina de polietileno como la poliolefina base, los cables se pueden formar como cables XHHW-2 adecuados, cables RHH, o cables RHW-2.

[0052] Cuando un cable incluye una capa interna ceramificable, el cable puede presentar propiedades ceramificables cuando se quema y puede cumplir los requerimientos de IEC 60331-21. Como se puede apreciar, los cables ceramificables se pueden usar en industrias donde una emergencia puede someter un cable a calor intenso o llama como la industria petroquímica. Como se usa acá, ceramificable significa que el cable pasa los estándares IEC 60331-21.

[0053] Como se apreciará, un cable puede, en ciertas modalidades, también incluir capas adicionales. Por ejemplo, los cables pueden incluir una capa de chaqueta adicional que rodea la capa externa, o una capa adicional entre la capa interna y la capa externa como se describe en el presente documento.

Ejemplos

[0054] La Tabla 1 ilustra los componentes de varias composiciones de capa externa (Formulaciones Ejemplo 1-5) utilizadas para formar la capa externa de un cable en peso (en partes).

Tabla 1

Compuesto	Formulación Ejemplo No.				
	1	2	3	4	5
Copolímero de etileno buteno	60	60	60	60	--
Copolímero de etileno octeno	--	--	--	--	58.20
Copolímero anhidro maleico de etilene	10	10	10	10	10.00
Copolímero de acetato de vinilo etileno ("EVA") (40% VA)	30	30	--	--	--
Copolímero EVA (28% VA)	--	--	30	30	--
Copolímero EVA (25% VA)	--	--	--	--	22.80
Hidróxido de magnesio precipitado	177.9	177.9	177.9	177.9	191.0

Melamina	27	27	27	27	27
Negro de carbono	13.50	13.50	13.50	13.50	--
Silano de vinilo oligomérico	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30
Antioxidante a base de zinc	0.25	0.25	3.00	3.00	2.00
Antioxidante tipo amina	1.00	1.00	1.50	1.50	--
Antioxidante tipo fenólico	--	--	--	--	1.00
Ayuda de proceso de ácido graso	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Bis maleimida	--	3.30	3.30	--	--
Peróxido	2.30	2.30	2.30	2.30	--
Resina de novolaca	6.6	--	--	--	--
Resina de benzoxirano	--	5	5	--	--
Novolaca epoxi	--	--	--	6.6	--
Formador de carbón de poliéster	--	--	--	--	10.50 ¹
Sensibilizador de radiación	--	--	--	--	5.50 ²
Total (partes)	333.85	335.55	338.80	337.10	342.30

1 – Que consiste de 10.00 partes de formador de carbón de poliéster Hystrel® 4056 y 0.50 partes de estabilizador de humedad de poliéster Hystrel® 10MS, ambos de Dupont Chemical

2 – Que consiste de 1.50 partes de m-fenilenodimaleimida y 4.00 partes de trimetacrilato de trimetilolpropano.

[0055] La Tabla 2 ilustra los componentes de las composiciones de capa interna de ejemplo usadas para formar una capa interna de un cable. La Formulaci3n Ejemplo 6 es una composici3n de capa interna no ceramificable y las Formulasiones Ejemplo 7 y 8 son composiciones de capa interna ceramificable. Los componentes de la composici3n se enuncian en peso (en partes).

Tabla 2

Componente	Formulaci3n Ejemplo 6	Formulaci3n Ejemplo 7	Formulaci3n Ejemplo 8
Copol3mero de Etileno Buteno	90	--	--
Polietileno injertado anhido maleico ¹	10	--	--

Silicona ceramificante ²	--	100	--
Silicona ceramificante ³	--	--	100
Hidróxido de Magnesio	155	--	--
Caolín tratado de silano	30	--	--
50% dispersión de silano en cera	6.60	--	--
Antioxidante	4.50	--	--
Ayuda de proceso (mezcla de ácidos grasos)	2.00	--	--
Copolímero de polibutadieno estireno	6.00	--	--
Peróxido	2.3	--	---
Total (partes)	306.4	100	100

- 1 – Densidad: 0.93 g/cm³, tasa de flujo fundido (190°C/2.16 kg); 1.75 g/10 min;
- 2 – Elastosil® 502 de Wacker Chemie AG formado de una resina base de silicona y relleno
- 3 – Xiameter® RBC-7160 de Dow Corning Corp. formado de una resina base de silicona y relleno

[0056] La Tabla 3 ilustra los cables ejemplo 1 a 5 que tienen conductores de 14 Calibre de Alambre Americano (“AWG”) y capas internas no ceramificables y capas externas extruidas de las composiciones definidas en las Tablas 1 y 2. Los cables ejemplo 1 a 3 y 4 en la Tabla 3 incluyen una capa interna no ceramificable de 30 mils de grosor construida a partir de la Formulación Ejemplo 6 indicada en la Tabla 2, y una capa externa de 15 mils de grosor construida de las Formulaciones Ejemplo 1 a 4 indicadas en la Tabla 1. Los cables de los Ejemplos Comparativos 1 a 3 se forman con las formulaciones de capa externa 1 a 3 ilustradas en la Tabla 1. El ejemplo comparativo 4 es un cable de control e incluye sólo una única capa. El ejemplo inventivo 5 se forma con la formulación de capa interna 6 y la formulación

de capa externa 4. La tabla 3 ilustra las propiedades mecánicas, retraso de llama, y propiedades eléctricas en húmedo de cada cable de ejemplo.

Tabla 3

Propiedades del Cable	Ejemplo Comparativo 1	Ejemplo Comparativo 2	Ejemplo Comparativo 3	Ejemplo Comparativo 4	Ejemplo Comparativo 5
Formulación de Capa Interna No.	6	6	6	6	6
Formulación de Capa Externa No.	1	2	3	--	4
Tensión, psi (1500 min.)	1756	1789	1743	1900	1544
Alargado, % (150 min.)	185	177	179	190	182
Prueba de propagación de Llama UL 1581 VW-1	Pasa (3 de 3)	Pasa (3 de 3)	Pasa (3 de 3)	Falla (0 de 3 fallado)	Pasa (3 de 3)
VW-1 – Requerimiento: Max tiempo quemado, seg. (60 seg max)	14	30	3	60+	18
VW-1 – Requerimiento: % quemado bandera (<25%)	0	0	0	>25%	0
VW-1 – Requerimiento: Partículas Quemadas (No permitido)	No se observó	No se observó	No se observó	No se observó	No se observó
75 °C prueba de capacitancia	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa
90 °C prueba de capacitancia	Falla	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa
Prueba de Resistencia de	Falla	Falla	Falla	Pasa	Pasa

Aislamiento de Largo Plazo UL 44 a 90 °C					
--	--	--	--	--	--

[0057] Como se ilustra en la Tabla 3 anterior, la adición de una capa externa adecuada imparte retraso de llama a un cable y permite que el cable pase la Prueba de Propagación de Llama UL 1581 VW-1 como se ve en el Ejemplo Inventivo 5. Adicionalmente, el cable del Ejemplo Inventivo 6 también pasa la Prueba de Resistencia de Aislamiento de Largo Plazo a 90°C como se define bajo UL 44 (2010). La Prueba de Propagación de Llama UL 1581 VW-1 y la Prueba de Resistencia de Aislamiento de Largo Plazo UL 44 a 90°C son pruebas estándar definidas y descritas en los estándares UL citados y por lo tanto se entiende que un experto en la materia realizaría dichas pruebas usando los métodos descritos en los respectivos estándares UL.

[0058] La Tabla 4 ilustra ejemplos de cables ceramificantes. Cada uno de los ejemplos en la Tabla 4 incluye una capa interna ceramificante de las Formulaciones Ejemplo 7 y 8 en la Tabla 2 y opcionalmente una capa externa de las Formulaciones Ejemplo 5 en la Tabla 1. Cada cable incluye un conductor 14 AWG, una capa interna de 15 mils, y una capa externa de 30 mils. Se incluyen dos cables de control sin capas externas en los Ejemplos Comparativos 8 y 9.

Tabla 4

Cable Properties	Ejemplo Comparativo 6	Ejemplo Comparativo 7	Ejemplo Comparativo 8
Capa Interna (Formulación Ejemplo No.)	7	8	7
Capa Externa (Formulación Ejemplo No.)	--	--	5
Tensión, psi	>1250	>1250	1250
Alargado, %	>300	>300	360

Prueba Propagación de Llama VW-1	Falla	Falla	Pasa (3 de 3 pasados)
Ceramificación IEC 60331-21	Sí	Sí	Sí
75 °C Prueba de capacitancia (SIC Inicial)	--	--	3.8
75 °C Prueba de capacitancia (% aumento después de 7-14 días)	--	--	1.8
75 °C Prueba de capacitancia (% aumento después de 1-14 días)	--	--	4.3

[0059] Como se ilustra en la Tabla 4, el Ejemplo Inventivo 8 es ceramificante por IEC 60331-21 y pasa la Prueba de Propagación de Llama UL 1581 VW-1. Los Ejemplos Comparativos 6 y 7, sin incluir una capa externa, ambos fallan la Prueba de Propagación de Llama UL 1581 VW-1. Todos de los Ejemplos 6 a 8 pasaron los requerimientos de ceramificación de IEC 60331-21.

[0060] Como se puede apreciar, los cables que incluyen sólo una capa simple no pasan la prueba de propagación de llama UL 1581 VW-1 y una o más de la prueba UL 44 LTIR a 90°C y los requerimientos de ceramificación de IEC 60331-21. Por ejemplo, los cables formados con sólo una capa simple formada a partir de las composiciones de capa externa 4 y 5 fallarán en expresar resultados positivos en la prueba de propagación de llama VW-1 y también pasa la prueba UL 44 LTIR a 90°C o los requerimientos de ceramificación de IEC 60331-21 a pesar de que dichas composiciones pasan dichas pruebas cuando se extruden alrededor de la formulación de capa interna 6.

[0061] Las dimensiones y valores divulgados acá no se deben entender como que se limitan estrictamente a los valores numéricos exactos descritos. Por el contrario, a menos que se indique lo contrario, cada una de dichas dimensiones está

destinada a significar tanto el valor definido como un rango funcionalmente equivalente que rodea dicho valor.

[0062] Se debe entender que cada limitación numérica máxima dada a lo largo de esta descripción incluye cada limitación numérica inferior, como si dichas limitaciones numéricas inferiores estuvieran expresamente escritas acá. Cada limitación numérica mínima dada a lo largo de esta descripción incluirá cada limitación numérica superior, como si dicha limitación numérica superior estuviera expresamente escrita acá. Cada rango numérico dado a lo largo de esta descripción incluirá cada rango numérico más estrecho que cae dentro de dicho rango numérico más amplio, como si dicho rango numérico más estrecho estuviera todo expresamente escrito acá.

[0063] Cada documento citado acá, incluyendo cualquier referencia cruzada o patente o solicitud relacionada, se incorpora acá por referencia en su totalidad a menos que expresamente se excluya o se limite de otra forma. La citación de cualquier documento no es una admisión que éste es arte previo con respecto a alguna invención divulgada o reivindicada acá o que éste solo, o en cualquier combinación con alguna otra referencia o referencias, enseña, sugiere, o divulga dicha invención. Además, en la medida que algún significado o definición de un término en este documento esté en conflicto con algún significado o definición del mismo término en un documento incorporado por referencia, el significado o definición asignado a ese término en el documento regirá.

[0064] La anterior descripción de modalidades y ejemplos se ha presentado para propósitos de descripción. Esta no pretende ser exhaustiva o limitante a las formas descritas. Numerosas modificaciones son posibles en vista de las anteriores enseñanzas. Algunas de esas modificaciones se han discutido y otras se entenderán por los expertos en la materia. Las modalidades se seleccionaron y describieron para ilustración de varias modalidades. El alcance, desde luego, no está limitado a los ejemplos o modalidades definidos acá, sino que se pueden

emplear en cualquier número de aplicaciones o artículos equivalentes por los expertos en la materia. Por el contrario, se pretende que el alcance esté definido por las reivindicaciones adjuntas.