

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 295**

51 Int. Cl.:

**H01R 4/62** (2006.01)  
**H01R 9/05** (2006.01)  
**H01R 43/02** (2006.01)  
**B26D 7/08** (2006.01)  
**B23K 20/10** (2006.01)  
**H01R 101/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2012 E 12805971 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.09.2015 EP 2801126**

54 Título: **Cable eléctrico, procedimiento para fabricar un cable eléctrico y dispositivo de soldadura para fabricar un cable eléctrico**

30 Prioridad:

**06.01.2012 DE 102012000137**

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

**17.12.2015**

73 Titular/es:

**AUTO-KABEL MANAGEMENT GMBH (100.0%)  
Im Grien 1  
79688 Hausen I.W., DE**

72 Inventor/es:

**LIENERT, ANDREAS y  
MARTENS, SEBASTIAN**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 554 295 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**

Cable eléctrico, procedimiento para fabricar un cable eléctrico y dispositivo de soldadura para fabricar un cable eléctrico

5 El objeto se refiere a un cable eléctrico y a un procedimiento para fabricar un cable eléctrico y también a un dispositivo de soldadura para fabricar un cable eléctrico. En particular, el objeto se refiere a la posibilidad de poner en contacto apantallamientos eléctricos en cables de alto voltaje, en particular en cables de alto voltaje en el ámbito de los vehículos híbridos o eléctricos.

10 La electrificación de automóviles requiere una pluralidad de líneas de alto voltaje en comparación con vehículos convencionales con motores de combustión. Estas líneas de alto voltaje unen en particular baterías con motores eléctricos y llevan tensiones de 100 V y más. En casos en los que se emplearon hasta el momento líneas de 12 V no era necesario tener en cuenta apantallamientos eléctricos. Esto es diferente en el caso de líneas de alto voltaje, ya que, debido a las tensiones es de temer una influencia en componentes eléctricos o electrónicos adyacentes por radiación electromagnética. Por este motivo es necesario que un apantallamiento eléctrico rodee el cable completo. En sus extremos, el apantallamiento eléctrico se tiene que poder conectar de manera segura a la masa del vehículo. A este respecto se tiene que asegurar que la puesta en contacto del apantallamiento con la masa del vehículo cumple con todos los requisitos eléctricos y es mecánicamente estable. En particular en el caso de un prensado demasiado elevado se pueden producir alambres de apantallamiento cortados y una puesta en contacto insuficiente. En el caso de un prensado demasiado pequeño se puede producir una puesta en contacto insuficiente. Tanto una puesta en contacto insuficiente como alambres de apantallamiento cortados a la longitud deseada influyen en la puesta en contacto eléctrica del trenzado de pantalla con la masa del vehículo, de modo que se producen resistencias de contacto elevadas. Además, debido a una puesta en contacto defectuosa, el apantallamiento puede ser insuficiente electromagnéticamente. Finalmente se debe asegurar que el propio apantallamiento no entra en contacto con otras partes que llevan una tensión en el funcionamiento y de este modo se producen fallos.

25 El documento JP-2000 032 626 se considera el estado de la técnica más próximo con respecto al objeto de la reivindicación 1.

30 Por este motivo, el objeto se basó en el objetivo de proporcionar un cable eléctrico y un procedimiento para fabricar un cable eléctrico que posibilite un apantallamiento electromagnético seguro mediante una puesta en contacto eléctrica de un apantallamiento de un conductor interior.

35 Este objetivo se consigue mediante un cable eléctrico de acuerdo con la reivindicación 1 y un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6 y un uso de acuerdo con la reivindicación 9.

40 Para la puesta en contacto del apantallamiento de un cable eléctrico con una transición de pantalla se propone que un casquillo se deslice sobre el apantallamiento desnudo del cable. A este respecto, el casquillo se desliza sobre el cable de modo que, una vez que el casquillo se haya deslizado a su posición de extremo, una parte del apantallamiento sobresale del casquillo en la dirección del extremo del cable. A continuación, esta parte del apantallamiento que sobresale del extremo del casquillo en la dirección del extremo del cable se redobla o se coloca sobre el casquillo. A continuación, la parte del apantallamiento colocada así sobre el casquillo se une de forma intermetálica con el casquillo. Preferiblemente, una unión intermetálica puede ser una unión por materiales entre el casquillo y el apantallamiento.

45 Preferiblemente, el casquillo está adaptado en cuanto a su diámetro exterior a una unión de apantallamiento convencional (transición de pantalla casquillo de conexión etc.), de modo que el casquillo se puede enchufar sin más en la unión de apantallamiento y, de este modo, es posible una conexión eléctrica entre el apantallamiento y la unión de pantalla mediante el casquillo.

50 Además, preferiblemente, el casquillo está formado a partir de un metal no férreo o aleaciones del mismo. En particular, el casquillo puede estar formado a partir de cobre o una aleación del mismo o aluminio o una aleación del mismo. Preferiblemente, el apantallamiento está formado a partir de cobre. En este caso, el casquillo también se tiene que diseñar preferiblemente a partir de cobre. Por otro lado, en particular para ahorrar peso, se puede utilizar aluminio como material para el apantallamiento. Sin embargo, en el caso de utilizar aluminio se producen capas de óxido de aluminio no conductoras sobre la superficie del apantallamiento. Preferiblemente se propone que el casquillo, en particular en este caso, esté formado a partir de aluminio o aleaciones del mismo, ya que de este modo se evita una corrosión de contacto.

55 Mediante el uso del casquillo es posible poner en contacto de manera segura el apantallamiento con una transición de pantalla, por ejemplo, una conexión de enchufe. A este respecto se asegura que todo el apantallamiento está puesto en contacto tanto eléctricamente como mecánicamente de manera segura con la unión de apantallamiento mediante el casquillo.

60

- De acuerdo con un ejemplo de realización, el apantallamiento es una malla metálica, una lámina metálica o una combinación de ambas. Tanto una malla metálica como una lámina metálica son tan flexibles que se pueden redoblar sobre el casquillo, una vez que el casquillo se haya deslizado sobre el extremo del cable. A continuación, la malla o la lámina se puede unir por materiales con el casquillo. La unión del apantallamiento con el casquillo se realiza preferiblemente en una zona del casquillo dirigida al extremo del cable. Tal como ya se explicó, la unión por materiales entre el casquillo y el apantallamiento está limitada preferiblemente a sólo una parte del casquillo. Esta parte del casquillo que conduce la unión intermetálica entre el casquillo y el apantallamiento está dirigida preferiblemente al extremo del cable. Para facilitar la inserción del casquillo en un manguito, por ejemplo, el manguito de una transición de pantalla, y, al mismo tiempo, garantizar una puesta en contacto eléctrica segura del casquillo con el manguito, es ventajoso cuando el casquillo tenga tanto en la zona de la unión intermetálica con el apantallamiento como en todas las demás zonas un diámetro y/o circunferencia y/o sección transversal uniformes. Por este motivo es imprescindible de acuerdo con la reivindicación 1 que el casquillo tenga un desnivel en forma de escalón. Este desnivel en forma de escalón es tal que una primera zona del casquillo tiene un primer diámetro y/o circunferencia y una segunda zona del casquillo tiene un diámetro más pequeño. Esta segunda zona está dirigida al extremo del cable cuando el casquillo se ha deslizado sobre el cable. Con ayuda de este desnivel es posible obtener también en el estado montado una sección transversal fundamentalmente uniforme del casquillo provisto del apantallamiento. Se puede evitar que la parte redoblada del apantallamiento sobresalga de la circunferencia exterior del casquillo.
- Preferiblemente, el casquillo tiene además una ranura circundante o una entalladura circundante. Éstas sirven preferiblemente para cortar el apantallamiento sobresaliente. En particular, la ranura circundante o la entalladura está dispuesta en la zona del desnivel. Preferiblemente, la ranura circundante o la entalladura está dispuesta directamente en el desnivel, en particular en la transición entre la primera circunferencia y la segunda circunferencia.
- De acuerdo con un ejemplo de realización ventajoso se propone que la parte del apantallamiento doblada sobre el casquillo esté en contacto con el casquillo al menos en la zona del segundo diámetro y, preferiblemente, esté unida de forma intermetálica con el casquillo, preferiblemente en la zona del segundo diámetro.
- Tal como ya se mencionó, preferiblemente, el apantallamiento se une con el casquillo en la zona de la segunda circunferencia. La ampliación de la circunferencia en esta zona del casquillo, provocada por el redoblado del apantallamiento, se compensa por que la segunda circunferencia es más pequeña que la primera circunferencia. De este modo puede estar garantizado que la circunferencia máxima del casquillo junto con el apantallamiento está garantizada por la primera circunferencia. Preferiblemente, esta primera circunferencia está adaptada a la circunferencia de una transición de pantalla, en particular de un manguito de una transición de pantalla, de modo que el extremo del cable se puede poner en contacto eléctricamente de manera segura con la transición de pantalla con ayuda del casquillo. Preferiblemente, el apantallamiento está unido de forma intermetálica con el casquillo en la zona de la segunda circunferencia. Preferiblemente, el apantallamiento está unido de forma intermetálica con el casquillo, en particular mediante una unión por materiales, exclusivamente en la zona del segundo diámetro.
- Para evitar que partes del apantallamiento sobresalgan de la circunferencia del casquillo se propone que la parte redoblada del apantallamiento se corte a la longitud deseada. Este corte a la longitud deseada se realiza preferiblemente en la zona de la ranura. Si la ranura está dispuesta en la zona de la transición entre la primera y la segunda circunferencia, entonces se asegura que el apantallamiento está en contacto con el casquillo en la zona de la segunda circunferencia y sólo está cortado a la longitud deseada en el extremo de esta parte.
- De acuerdo con un ejemplo de realización se propone que la parte del apantallamiento redoblada sobre el casquillo esté unida de forma intermetálica, en particular por unión de materiales, con el casquillo al menos en la zona de la segunda circunferencia mediante soldadura por fricción, soldadura por resistencia o soldadura por ultrasonidos, en particular mediante soldadura de costura con rodillos por ultrasonidos o soldadura de costura con rodillos por resistencia. Mediante la soldadura por ultrasonidos es posible de manera especialmente sencilla unir el apantallamiento con el casquillo. En particular en el caso de utilizar un trenzado de pantalla, en particular en el caso de utilizar un trenzado de pantalla de aluminio, se asegura con ayuda de la soldadura por ultrasonidos que, antes de la soldadura, la capa de óxido de aluminio se desprende del apantallamiento y del casquillo y, a continuación, se garantiza una puesta en contacto correcta del apantallamiento y del casquillo.
- Tal como ya se explicó, también se reivindica un procedimiento para fabricar un cable eléctrico. A este respecto es preferible que, una vez que se haya eliminado un aislamiento secundario y, por tanto, el apantallamiento quede expuesto, se deslice en primer lugar un casquillo sobre el apantallamiento desnudo. A este respecto, el casquillo se desliza preferiblemente sobre el apantallamiento desnudo de modo que, en el extremo del casquillo que está dirigido en la dirección del extremo del cable, el apantallamiento sobresale del casquillo. En particular, el aislamiento secundario está eliminado por una longitud que es mayor que la longitud del casquillo. Entonces se puede deslizar el casquillo sobre el extremo del cable hasta que haga tope en el aislamiento secundario o supere en parte en altura a este último. En esta posición de extremo, el extremo del cable sobresale junto con el apantallamiento del casquillo en el otro lado del casquillo. A continuación, esta parte sobresaliente que sobresale del casquillo se puede redoblar y se puede colocar sobre el casquillo. Finalmente, se propone que esta parte redoblada del apantallamiento se una de forma intermetálica con el casquillo.

Esta unión intermetálica es preferiblemente una unión por materiales entre el apantallamiento y el casquillo.

De acuerdo con un ejemplo de realización se propone que el apantallamiento esté unido de forma intermetálica con el casquillo mediante soldadura por ultrasonidos. Al utilizar soldadura por ultrasonidos se pueden soldar en particular de manera eléctricamente segura entre sí apantallamientos de aluminio con casquillos de aluminio.

En la soldadura puede ser ventajoso un movimiento relativo entre un sonotrodo y el casquillo a lo largo de un arco circular. Es posible que el sonotrodo esté dispuesto de manera estacionaria y que el casquillo se conduzca junto con la línea de forma orbital alrededor del sonotrodo. A este respecto, el sonotrodo se puede girar alrededor de su eje longitudinal. También es posible que el sonotrodo sea estacionario y que el casquillo, junto con la línea, también sea estacionario, aunque se gire alrededor de su propio eje longitudinal. Esto posibilita también establecer una soldadura del casquillo con el apantallamiento a lo largo de un arco circular. También a este respecto, el sonotrodo se puede seguir girando alrededor de su propio eje longitudinal.

Finalmente, también es posible que la línea, junto con el casquillo, sea estacionaria y sólo el sonotrodo se conduzca de forma orbital alrededor de la línea.

También es concebible que dos o más sonotrodos se dispongan en intervalos angulares, preferiblemente intervalos angulares equidistantes entre sí, alrededor del casquillo o de la línea y en cada caso sólo se conduzcan a lo largo de un arco circular parcial alrededor del cable.

También es posible que, durante la soldadura en una única etapa de trabajo, el cabezal de soldadura se conduzca alrededor del casquillo de modo que éste suelda al mismo tiempo el casquillo con el apantallamiento y corta a la longitud deseada el apantallamiento. Esto se puede realizar preferiblemente mediante un cortado del apantallamiento a lo largo del casquillo.

Para la unión intermetálica del casquillo con el apantallamiento se propone además un dispositivo de soldadura. Este dispositivo de soldadura tiene un sonotrodo de ultrasonidos montado de manera pivotante o giratoria con respecto a su eje longitudinal. Por un lado, con ayuda de este sonotrodo de ultrasonidos se une de forma intermetálica el apantallamiento con el casquillo. Al mismo tiempo, el sonotrodo de ultrasonidos puede cortar a la longitud deseada el apantallamiento en la soldadura del casquillo con el apantallamiento. Por este motivo, el sonotrodo de ultrasonidos tiene un perfil ondulado en cuanto a su sección longitudinal. Este perfil ondulado sirve para la unión intermetálica del apantallamiento con el casquillo. Por otro lado, el sonotrodo de ultrasonidos tiene en un extremo una hoja cortante. Esta hoja cortante puede estar conformada de modo que ésta se engancha en la ranura circundante alrededor del casquillo y, a este respecto, corta a la longitud deseada el apantallamiento.

Es preferible cuando el sonotrodo de ultrasonidos oscile de manera paralela al eje longitudinal durante el proceso de soldadura y, a este respecto, una de forma intermetálica entre sí el apantallamiento y el casquillo.

Las características anteriormente descritas se pueden combinar libremente entre sí. Las características anteriormente descritas y reivindicadas en las reivindicaciones dependientes e independientes se pueden combinar libremente entre sí y, a este respecto, pueden ser al mismo tiempo inventivas. En particular, evitando características individuales o todas las características de las reivindicaciones independientes, la combinación de las características descritas puede ser inventiva.

A continuación se explica en más detalle el objeto mediante un dibujo que muestra ejemplos de realización.

En el dibujo muestran:

- La figura 1 una sección longitudinal de un casquillo;
- La figura 2 una sección longitudinal de un cable con un casquillo;
- La figura 3 de manera esquemática una vista de un proceso de soldadura;
- La figura 4 una vista en detalle de un cabezal de soldadura;
- Las figuras 5a-c diferentes posibilidades de la soldadura mediante un movimiento orbital entre el sonotrodo y el casquillo.

La figura 1 muestra un casquillo 2 con un desnivel 4. El desnivel 4 divide el casquillo en una primera zona 6 y una segunda zona 8. La primera zona 6 tiene un primer diámetro 6a. La segunda zona 8 tiene un segundo diámetro 8a. En la zona del desnivel 4 entre la primera zona 6 y la segunda zona 8 se puede apreciar una ranura 10 circundante.

El casquillo 2 tiene una abertura de paso 12 para alojar un cable con un conductor interior, un aislamiento primario y un apantallamiento. Preferiblemente, el diámetro 12a de la abertura de paso 12 corresponde fundamentalmente al

diámetro de un cable eléctrico junto con el apantallamiento, aunque sin aislamiento secundario.

Se puede apreciar además que en un extremo de la abertura de paso 12, ésta está biselada. El bisel 14 posibilita deslizar de manera especialmente sencilla el casquillo 2 sobre el cable.

5 Preferiblemente, el primer diámetro 6a corresponde a un diámetro de un alojamiento de pantalla. Preferiblemente, el diámetro 6a corresponde al diámetro interior de un racor de montaje a presión para prensar el casquillo 2 con una transición de pantalla.

10 La figura 2 muestra el casquillo 2 que ya está deslizado sobre un cable eléctrico 16. El cable eléctrico 16 está formado por un conductor interior 16a, un aislamiento primario 16b que aísla el conductor interior 16a y un apantallamiento 18 que rodea el aislamiento primario 16b. El apantallamiento 18 está aislado mediante un aislamiento secundario 16c. El aislamiento primario 16b y el aislamiento secundario 16c pueden estar hechos de plástico, en particular de un plástico aislante, por ejemplo, PVC, poliamida o silicona.

15 El conductor interior 16a puede estar formado a partir de aluminio o cobre y a partir de respectivas aleaciones del mismo.

20 El apantallamiento 18 puede ser una malla metálica o una lámina metálica. También es posible que una lámina y una malla funcionen de forma combinada como apantallamiento 18. El apantallamiento 18 puede estar formado a partir de aluminio o cobre o una respectiva aleación del mismo. Preferiblemente, el apantallamiento 18 está hecho del mismo material que el conductor interior 16a.

25 Se puede apreciar que el cable 16 está desnudo en una zona 20 de modo que el aislamiento secundario 16c está eliminado. La zona 20 está dirigida en la dirección del extremo 22 del cable 16.

30 En la zona 20 está expuesto el apantallamiento 18. Además se puede apreciar que sobre el apantallamiento 18 expuesto está deslizado el casquillo 2 mostrado en la figura 1. El casquillo 2 está deslizado en la zona 20 sobre el cable 16 de modo que hace tope con el aislamiento secundario 16c existente. La longitud del casquillo 2 es menor que la longitud de la zona 20, de modo que una zona dirigida en la dirección del extremo 22 del cable 16 sobresale del casquillo 2 y expone allí el apantallamiento 18. Tal como se representa en la figura 2, la zona expuesta del apantallamiento 18 se redobla sobre el casquillo 2 de modo que el apantallamiento 18 se apoya sobre el casquillo 2 en la segunda zona 8. A continuación, el casquillo 2 se suelda en la segunda zona 8 con el apantallamiento 18, cortándose a la longitud deseada al mismo tiempo la parte del apantallamiento 18 dirigida en la dirección de la primera zona 6 en la zona de la ranura 10 circundante. De este modo se evita que el apantallamiento 18 sobresalga de la segunda zona 8.

35 Una soldadura está representada en la figura 3. La figura 3 muestra el cable 16 mostrado en la figura 2 con el casquillo 2 mostrado en la figura 1. Una vez que el apantallamiento 18 se haya redoblado alrededor del casquillo 2 en la zona de la segunda zona 8, el cable 16 se aproxima a un cabezal de soldadura de costura con rodillos 24. El cabezal de soldadura de costura con rodillos 24 se presiona sobre el apantallamiento 18 en la segunda zona 8. A continuación, el cabezal de soldadura de costura con rodillos 24 se excita de modo que oscila por ultrasonidos en la dirección de oscilación 26. El cable 16 se gira alrededor de su eje longitudinal en el sentido de giro 28 por debajo del cabezal de soldadura de costura con rodillos 24. De manera simultánea a esto se gira el cabezal de soldadura de costura con rodillos 24 en el sentido de giro 30. Al menos durante una revolución de 360° del cable 16 se presiona el cabezal de soldadura de costura con rodillos 24 sobre el apantallamiento 18 en la zona 8 y mediante la oscilación de ultrasonidos en la dirección de oscilación 26 se suelda el apantallamiento 18 con el casquillo 2 en la segunda zona 8. Durante la soldadura se corta a la longitud deseada el apantallamiento 18 en la zona de la ranura 10 mediante una hoja cortante en el cabezal de soldadura de costura con rodillos 24.

40 La figura 4 muestra un perfil de un cabezal de soldadura de costura con rodillos 24 en la dirección longitudinal 32. Se puede apreciar que el cabezal de soldadura de costura con rodillos 24 tiene una zona ondulada 34. Esta zona ondulada 34 puede estar conformada en forma de zigzag o similares. La zona ondulada 34 se prensa sobre el apantallamiento 18 durante la soldadura y el cabezal de soldadura de costura con rodillos 24 se excita a lo largo de la dirección de oscilación 26. Durante la soldadura se mueve el cabezal de soldadura de costura con rodillos 24 en la dirección circunferencial del cable 16 o del casquillo 2. A este respecto, una cuchilla de corte 36 dispuesta en el extremo del cabezal de soldadura de costura con rodillos 24 se engancha en la ranura 10. Mediante la cuchilla de corte 36 se corta el apantallamiento 18 en la zona de la ranura 10. De este modo se produce una separación correcta del apantallamiento 18 en la zona de la ranura 10.

45 Las figuras 5a-c muestran diferentes movimientos relativos entre el cable 16 y el cabezal de soldadura de costura con rodillos 24. En la figura 5a se puede apreciar que el cabezal de soldadura de costura con rodillos 24 es estacionario y se gira en el sentido de giro 30 alrededor de su eje longitudinal. De manera simultánea a esto, el cable 16 se conduce de forma orbital en el sentido de giro 28 alrededor del eje longitudinal del cabezal de soldadura de costura con rodillos 24.

La figura 5b muestra una posibilidad adicional de la soldadura en la que el cabezal de soldadura de costura con rodillos 24 es estacionario y se gira alrededor de su eje longitudinal en el sentido de giro 30. El cable 16 es también estacionario y se gira a lo largo del sentido de giro 28 alrededor de su eje longitudinal. De este modo también se

5  
La figura 5c muestra una posibilidad adicional de la soldadura. A este respecto, el cable 16 es estacionario. Por un lado, el cabezal de soldadura de costura con rodillos 24 se gira alrededor de su propio eje a lo largo del sentido de giro 30 y al mismo tiempo se conduce de forma orbital a lo largo del sentido de giro 38 alrededor del eje longitudinal del cable 16.

10  
Con ayuda del procedimiento mostrado y del dispositivo de soldadura mostrado es posible proveer de manera segura un extremo de cable de un casquillo, facilitando el casquillo una puesta en contacto con un apantallamiento del cable.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Cable eléctrico, en particular cable de alto voltaje, en particular para su uso en un automóvil, en particular en un vehículo híbrido o eléctrico, con
- un conductor interior (16a),
  - un aislamiento primario (16b) que rodea el conductor interior (16a),
  - un apantallamiento eléctrico (18) que rodea el aislamiento primario (16b),
  - un aislamiento secundario (16c) que rodea el apantallamiento (18),
  - en el que en al menos un extremo del cable (16) está eliminado el aislamiento secundario (16c), de modo que el apantallamiento (18) está desnudo,
  - un casquillo (2) está deslizado sobre el apantallamiento (18) desnudo y
  - una parte del apantallamiento (18), que sobresale del casquillo (2) en la dirección del extremo (22) del cable (16), está redoblada sobre el casquillo (2),
- 15 **caracterizado por que**
- el casquillo (2) presenta un desnivel (4) en forma de escalón, de modo que el casquillo (2) tiene un primer diámetro (6a) en un primer lado (6) y un segundo diámetro (8a) más pequeño que el primer diámetro (6a) en un segundo lado (8) dirigido al extremo (22) del cable (16),
  - la parte del apantallamiento (18) colocada sobre el casquillo (2) está unida de forma intermetálica al casquillo (2).
- 20 2. Cable de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el apantallamiento (18) es una malla metálica o una lámina metálica y/o por que el apantallamiento (18) está formado a partir de un metal no férreo o aleaciones del mismo, en particular a partir de cobre o aleaciones del mismo o aluminio o aleaciones del mismo.
- 25 3. Cable de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el casquillo (2) presenta una ranura circundante (10), en particular en la zona del desnivel (4), y/o por que la parte del apantallamiento (18) redoblada sobre el casquillo (2) está cortada a la longitud deseada en la zona de la ranura (10).
- 30 4. Cable de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la parte del apantallamiento (18) redoblada sobre el casquillo (2) está en contacto con el casquillo (2) al menos en la zona del segundo diámetro (8c) y, preferiblemente, está unida de forma intermetálica al casquillo (2) en la zona del segundo diámetro (8a).
- 35 5. Cable de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 4, **caracterizado por que** la parte del apantallamiento (18) redoblada sobre el casquillo (2) está unida de forma intermetálica al casquillo (2) al menos en la zona del segundo diámetro (18a) mediante soldadura por fricción, soldadura por resistencia o soldadura por ultrasonidos, en particular mediante soldadura de costura con rodillos por ultrasonidos o soldadura de costura con rodillos por resistencia.
- 40 6. Procedimiento para fabricar un cable eléctrico, en particular un cable de alto voltaje, en particular para su uso en un automóvil, con las etapas de
- desnudar un aislamiento secundario que rodea un apantallamiento, en al menos un extremo del cable, **caracterizado por**
  - deslizar un casquillo sobre el apantallamiento desnudo, teniendo el casquillo un desnivel en forma de escalón, de modo que el casquillo tiene un primer diámetro en un primer lado y un segundo diámetro más pequeño que el primer diámetro en un segundo lado dirigido al extremo del cable,
  - doblar sobre el casquillo la parte del apantallamiento que sobresale del casquillo en el extremo del cable y
  - unir de forma intermetálica al casquillo la parte del apantallamiento doblada sobre el casquillo.
- 45 7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** el apantallamiento se une de forma intermetálica al casquillo mediante soldadura por ultrasonidos o soldadura por resistencia.
- 50 8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** para la unión intermetálica se conducen un sonotrodo de ultrasonidos o un electrodo de soldadura por resistencia y el casquillo a lo largo de un arco circular de modo que uno pasa alrededor del otro y/o por que, a este respecto, preferiblemente, al mismo tiempo se corta a la longitud deseada la parte del apantallamiento doblada sobre el casquillo mediante el sonotrodo de ultrasonidos o el electrodo de soldadura por resistencia.
- 55 9. Uso de un cable eléctrico de acuerdo con la reivindicación 1 en un vehículo híbrido o eléctrico.
- 60

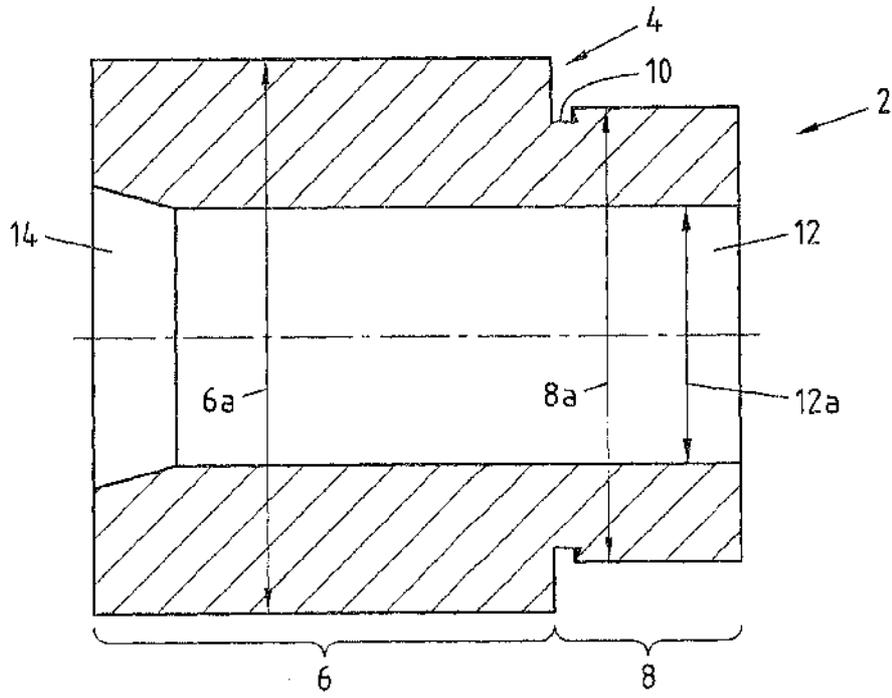


Fig.1

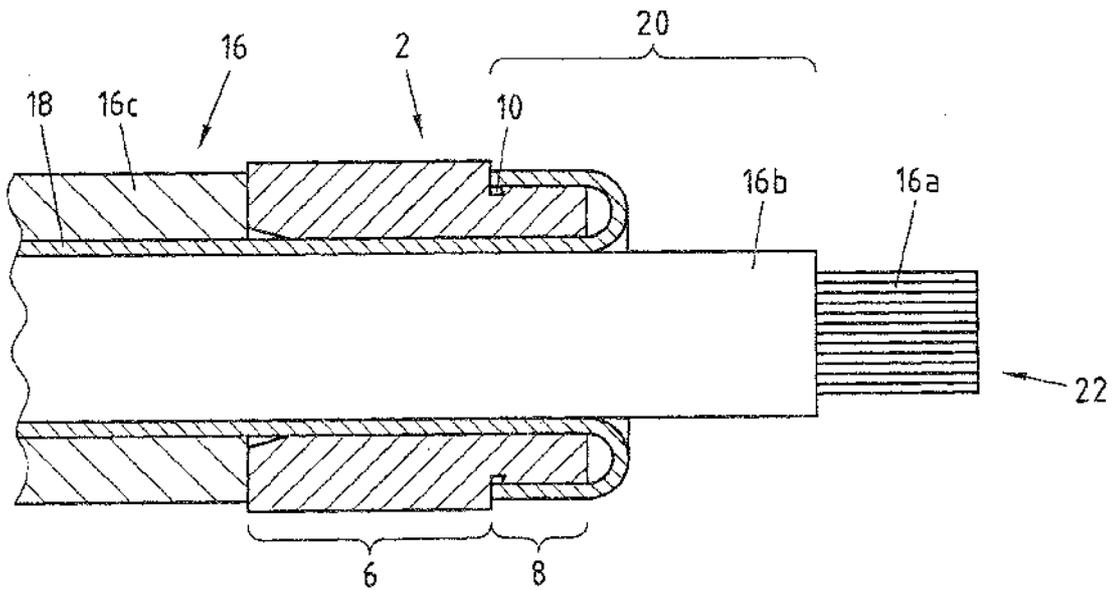


Fig.2

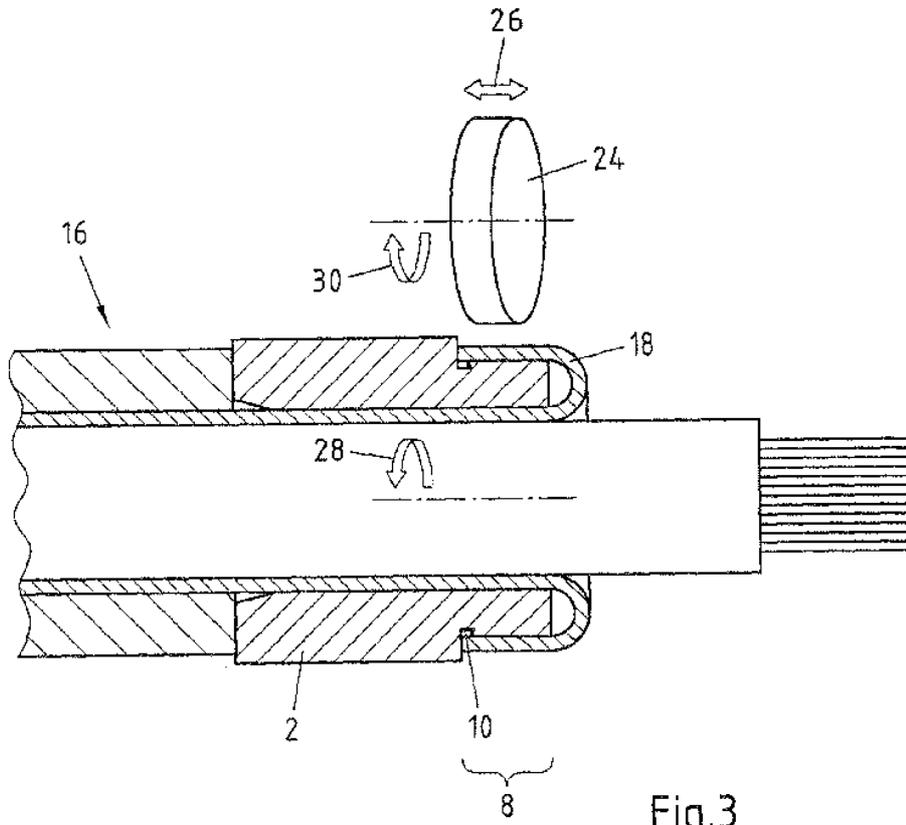


Fig.3

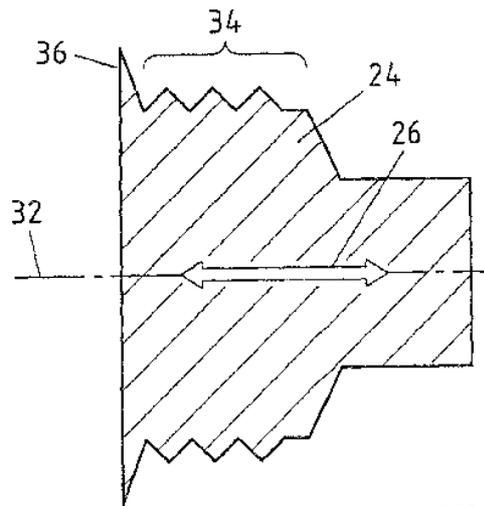


Fig.4

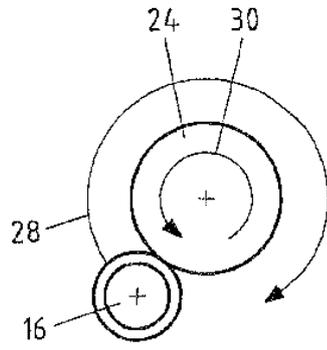


Fig.5a

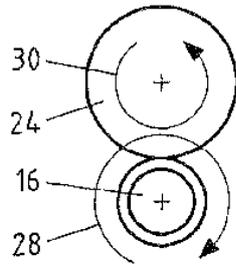


Fig.5b

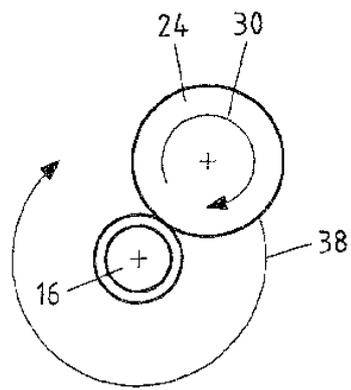


Fig.5c