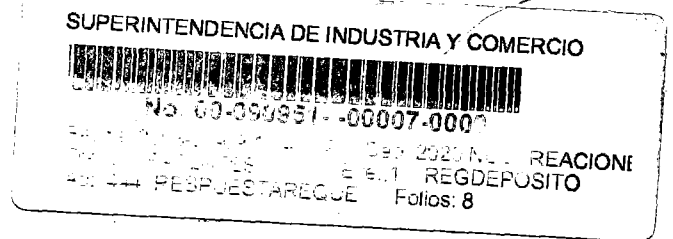


Señores
DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
Bogotá, D.C.



Re.: Código 02-01-444
Expediente No. 00-90.951
Solicitud de Patente
SCHLUMBERGER HOLDINGS
LIMITED

En relación con el expediente de la referencia y dando cumplimiento a la última providencia recaída sobre este asunto por medio del presente escrito me permito manifestarles lo siguiente:

1. Se objeta la descripción porque no ofrece una explicación suficiente de un método según se menciona en las reivindicaciones 8 y/o 10. Respetuosamente, la sociedad solicitante no está de acuerdo. La persona versada en la técnica entendería fácilmente lo que se dice en las reivindicaciones originales. Primero, es bien conocido el paso de "rodear la bobina con un blindaje" que se menciona en la reivindicación 8. Para llegar a la invención, a la persona versada se le indica incluir en un blindaje una ranura en declive o un elemento conductor en declive. Esta parte se sabe simplemente al observar en los dibujos una ranura en declive o un elemento conductor en declive, tales como en las Figuras 3-6, 8 y 10-11 y analizar la descripción. Por ejemplo, la descripción elabora la construcción del blindaje o estructura ahuecada preferida con un patrón de ranura en declive en la Sección 4.1 (páginas 7-10) y en el elemento conductor en declive en un blindaje de franja flexible en la Sección 4.2 (páginas 10-11). De este modo, la persona versada en la técnica entendería el método para rotar el eje del dipolo magnético.

2. Igualmente, la persona versada en la técnica entendería fácilmente el método para embobinar y blindar una bobina según la reivindicación 10. Primero, los pasos iniciales de "embobinado" y "avance" son sencillos. Estas personas conocen las técnicas adecuadas de embobinado y avance. La invención no requiere técnicas únicas para avanzar y embobinar el alambre conductor alrededor del soporte. Para llegar a la invención, la descripción provee al artesano versado, una "franja flexible" con la que se "envuelven" los "embobinados". La reivindicación 10 modificada menciona además la forma de envolver los embobinados con la franja flexible y en las páginas 11-13 de la Descripción se describe el soporte. La Figura 9 ilustra la "franja flexible" y su construcción se describe en la página 12, línea 10 a la página 13, línea 6 de la Descripción. La Figura 11 ilustra la forma en que se puede superimponer la franja en los embobinados y la descripción se hace en la página 13, líneas 11-18. De este modo, la descripción explica debidamente el método en la reivindicación 10 modificada y la persona versada en la técnica lo podrá entender fácilmente.
3. Se sugiere que el aparato de la reivindicación independiente 1 se debe modificar para que incorpore los elementos que se mencionan en la reivindicación independiente 4. El motivo que se da para ello es que la cinta flexible forma parte del aparato blindado. La sociedad solicitante no está de acuerdo. La franja o cinta flexible no es una pieza necesaria del aparato de la reivindicación 1. Tal como se muestra, por ejemplo, en la realización de las Figuras 3-8, un aparato de blindaje según la invención, puede tener al menos una ranura en declive (12') sin la cinta flexible o, como alternativa, un elemento conductor (22) en la cinta flexible (20) sin una ranura en declive. La descripción separa la descripción de la realización del "patrón de ranura en declive" de la descripción de la realización del "blindaje de cinta" (cinta o franja flexible). El "patrón de ranura en declive" se describe en la Sección 4.1 (acompañado por las Figuras 3-7) y la realización del "blindaje de cinta" se describe en la Sección 4.2 (acompañado por la Figuras 8).

4. Para facilitar el examen, la solicitante opta por presentar una sola reivindicación independiente dirigida al aparato de blindaje. Por lo tanto, se cancela la reivindicación 8.
5. Se propone modificar la reivindicación 10 para explicar los pasos inventivos específicos del método. La reivindicación 10 modificada debe estar ahora en conformidad con los requerimientos de ese Despacho.
6. Respetuosamente, la sociedad solicitante no está de acuerdo con la aseveración en el sentido de que el aparato de blindaje de la reivindicación 1 no se diferencia de las enseñanzas o sugerencias del documento de referencia U.S. 4,319,191 (D1). Mi representada sostiene que la inclusión o incorporación de al menos una ranura en declive o de un elemento conductor en declive en la estructura ahuecada o cilíndrica alrededor de la bobina no es obvia de la técnica anterior. Contrario a la afirmación del Examinador, esta característica diferenciable es definitiva y decididamente útil. La estructura ahuecada o cilíndrica reivindicada hace posible una funcionalidad crítica de la bobina subyacente. Tal como se explica en la descripción original, la estructura cilíndrica con una "ranura en declive" o "elemento conductor en declive" provee un blindaje que atenúa los componentes de campo de energía electromagnética seleccionados a medida que interactúan con el blindaje para pasar los componentes de campo deseados y restringir otros componentes de campo. El documento de referencia D1 no hace ninguna mención de una estructura de blindaje que pueda atenuar en forma selectiva los tres componentes de campo de la bobina blindada. Solo hay una mención de un blindaje con ranuras que pueden "reducir el impacto de corrientes inducidas".
7. En la alternativa, el patrón de ranura superimpuesta en una bobina permite que el aparato de blindaje pueda usarse junto con bobinas inclinadas y no inclinadas para rotar el eje del dipolo magnético. El documento de referencia D1 no hace ninguna mención de ninguna configuración o estructura de blindaje que opere para rotar el eje de un dipolo

magnético. Tampoco se sugiere ninguna razón o motivo para modificar el blindaje actual ni ningún otro blindaje de técnica anterior de modo que pueda atenuar de manera selectiva los componentes electromagnéticos del campo de energía y/o rotar el eje de un dipolo magnético y/o simplemente, incluir una ranura en declive. Por esta razón, la presente invención se distingue claramente de las enseñanzas de la referencia D1.

8. El aparato de la reivindicación 4 es patentable sobre las referencias citadas por su inclusión de un elemento conductor en declive colocado en la cinta y configurado para formar un bucle abierto. La referencia D1 podrá proveer una ranura en un blindaje, pero no enseña ni sugiere (1) un "elemento conductor en declive", o (2) un "elemento conductor" configurado para formar un bucle abierto, o (3) "medio de conmutación... para proveer el cierre selectivo del bucle abierto para formar un bucle cerrado". En la presente invención, el elemento conductor que es "conmutable" para formar un bucle cerrado permite rotar el eje del dipolo magnético. En la referencia D1 no hay una estructura equivalente. Igualmente, la referencia D1 no provee una función estructural que ofrezca la "atenuación selectiva de los componentes de campo de la bobina" y "rotación del eje del dipolo magnético". Además, las referencias citadas no proveen ningún incentivo o motivación para incorporar estas funciones estructurales en un blindaje del tipo que describe la referencia D1.
9. En cuanto al método de la reivindicación 10 modificada, la referencia D1 no enseña ni sugiere un método para producir un dipolo magnético transversal según la invención. Específicamente, la referencia D1 no enseña un método de este tipo, en donde los embobinados se envuelven con una cinta flexible la cual provee atenuación selectiva, y en el cual la cinta está superimpuesta sobre los embobinados de modo que los elementos conductores están siempre perpendiculares a los embobinados. La referencia D1 no ofrece ninguna sugerencia de envolver los embobinados con una cinta flexible. Por lo tanto, la reivindicación 10 también es permitida sobre las referencias citadas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de blindaje para uso junto con una herramienta de pozo; la herramienta tiene un medio de soporte longitudinal y al menos una bobina; la bobina es adaptada para transmitir o recibir energía electromagnética, incluidos componentes de campo azimutal, axial o radial, el aparato comprende:

una estructura ahuecada para rodear co-axialmente la bobina, la estructura está hecha de un material eléctricamente conductor y tiene al menos una ranura en declive, cada una de al menos una ranura en declive está en declive a un ángulo con respecto al eje longitudinal del medio de soporte para proveer atenuación selectiva de al menos uno de los componentes de campo a medida que el componente interactúa con el blindaje.

2. El aparato de blindaje de la reivindicación 1, en donde al menos una ranura está en declive de modo que la ranura esté perpendicular a la bobina o centrada sobre la bobina en la intersección de la ranura y la bobina.

3. El aparato de blindaje de la reivindicación 1, en donde al menos una ranura está en declive a un ángulo de modo que al menos un componente de campo de la energía electromagnética transmitida o recibida pueda pasar a través del blindaje con atenuación mínima.

4. Un aparato de blindaje para uso junto con una herramienta de pozo; la herramienta tiene un medio de soporte longitudinal y al menos una bobina; la bobina es adaptada para transmitir o recibir energía electromagnética, incluidos componentes de campo azimutal, axial o radial, el aparato comprende:

una cinta flexible adaptada para rodear la bobina, la cinta está hecha de un material no-conductor;

al menos un elemento conductor colocado en la cinta, el elemento está configurado para formar un bucle abierto alrededor de la bobina cuando la cinta rodea la bobina;

medio de conmutación conectado al menos a un elemento conductor; el elemento de conmutación es operativo para proveer el cierre selectivo del bucle abierto para formar un bucle cerrado; y

mediante el cual, el al menos un elemento conductor está colocado en la cinta de modo que el bucle cerrado provea atenuación selectiva de al menos uno de los componentes de campo a medida que el componente interactúa con el blindaje.

5. El aparato de blindaje de la reivindicación 4, en donde el al menos un elemento conductor está colocado en la cinta de modo que el elemento quede centrado sobre la bobina o perpendicular a la bobina cuando la cinta rodea la bobina.

6. El aparato de blindaje de la reivindicación 4, en donde el al menos un elemento conductor está colocado en la cinta de modo que el elemento quede en declive a un ángulo con respecto al eje longitudinal del medio de soporte cuando la cinta rodea la bobina.

7. El aparato de blindaje de la reivindicación 6, en donde al menos un elemento conductor está en declive a un ángulo de modo que al menos un componente de campo de la energía electromagnética transmitida o recibida pueda pasar a través de la cinta con atenuación mínima cuando la cinta rodea la bobina.

8. Un método para embobinar y blindar una bobina eléctrica para producir al menos un dipolo magnético transversal, mediante el cual la bobina emite o recibe componentes de campo seleccionados de energía electromagnética, dicho método consiste en:

- a) Embobinar un primer cable conductor alrededor de un medio de soporte no conductor de modo que cada giro del embobinado no esté perpendicular al eje longitudinal del medio de soporte;
- b) avanzar el primer cable alrededor de la estructura para formar al menos una capa de embobinado; y
- c) envolver los embobinados con una cinta flexible; la cinta tiene una pluralidad de elementos conductores y está adaptada para proveer atenuación selectiva de los componentes de campo de energía electromagnética emitida o recibida; el paso de envoltura incluye superimponer la cinta sobre los embobinados de modo que los elementos conductores queden siempre perpendiculares a los embobinados.

9. El método de la reivindicación 10, en donde un segundo cable conductor se embobina alrededor del medio de soporte no conductor de modo que los giros del embobinado ni queden perpendiculares al eje longitudinal del medio de soporte, ni paralelos a los giros del primer cable, y avanzar el segundo cable alrededor del medio de soporte para formar al menos una capa de embobinados.

125
724

[54] LEAKY COAXIAL CABLE
[75] Inventors: Kenichi Yoshida; Yoshio Miyamoto,
both of Osaka, Japan
[73] Assignee: Sumitomo Electric Industries, Ltd.,
Osaka, Japan
[22] Filed: May 4, 1972
[21] Appl. No.: 250,277
[52] U.S. Cl. 333/84 R, 333/96, 343/771
[51] Int. Cl. H01q 13/22, H01p 3/06
[58] Field of Search 333/97 R, 84 R, 96;
343/770, 771

[56] References Cited

UNITED STATES PATENTS			
2,604,594	7/1952	White	333/96
3,629,707	12/1971	Baba et al.	333/97 R
2,756,421	7/1956	Harvey et al.	343/770
2,387,783	10/1945	Tawney	333/96
3,031,666	4/1962	Butler	343/771
2,816,285	12/1957	Topol	343/770
3,106,713	10/1963	Murata et al.	343/770
3,560,970	2/1971	Kamimura et al.	343/771
3,601,721	8/1971	Justice	333/96

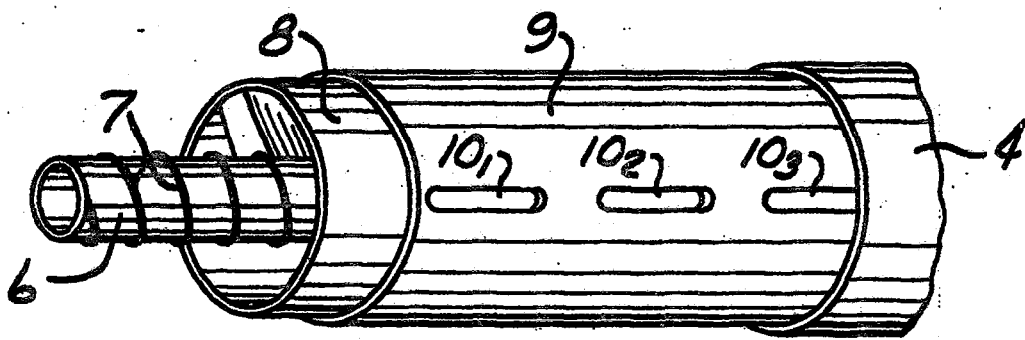
FOREIGN PATENTS OR APPLICATIONS			
853,398	3/1940	France	333/96

OTHER PUBLICATIONS
Oh et al., "Novel Slotted Line Uses Slow-wave Tech-
nique," Electronics, 8-31-62, pp. 46-47.

Primary Examiner—Rudolph V. Roliniec
Assistant Examiner—Wm. H. Punter
Attorney—Carothers et al.

[57] ABSTRACT
The present invention provides a leaky coaxial cable
for communication with moving vehicles which com-
prises an inner conductor with delaying properties for
an electro-magnetic wave and an outer conductor hav-
ing a slot arrangement made of an oblique slot ar-
ranged repeatedly in a constant period or made of a
group of oblique slots arranged repeatedly in a con-
stant period, with said slots of each group being ar-
ranged in a different period therein. When such a
leaky coaxial cable is installed along a track for a
moving vehicle and fed by a communication signal of
a very low frequency band as around 30 MHz, the
coupling level fluctuation between the leaky coaxial
cable and the antenna of a mobile unit in accordance
with the movement thereof is extremely reduced even
over such low frequency band and furthermore the
operable frequency band width is made broader.

8 Claims, 9 Drawing Figures



PATENTED DEC 25 1973

3,781,725

SHEET 1 OF 2

Fig. 1

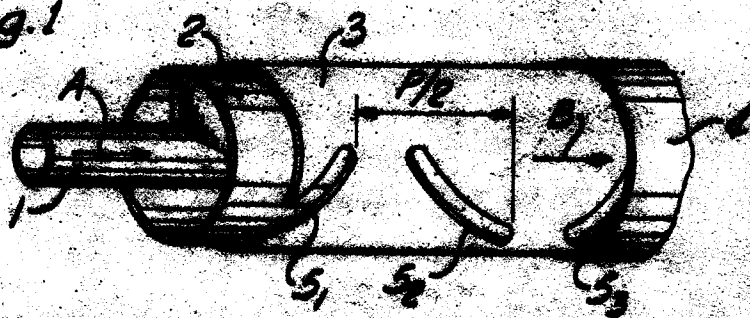


Fig. 2

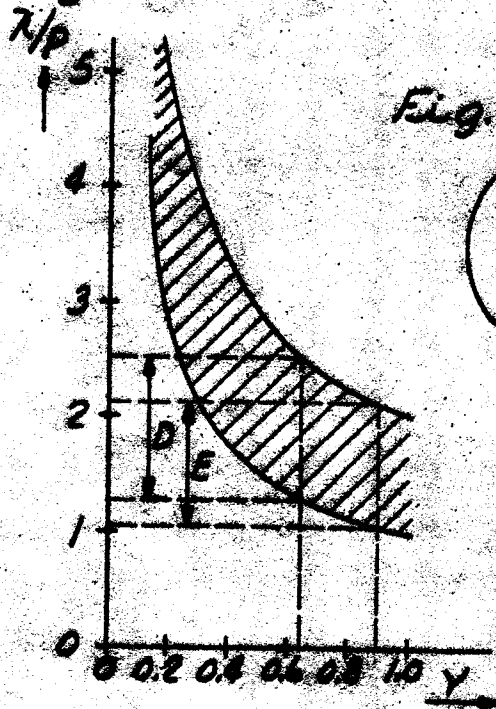
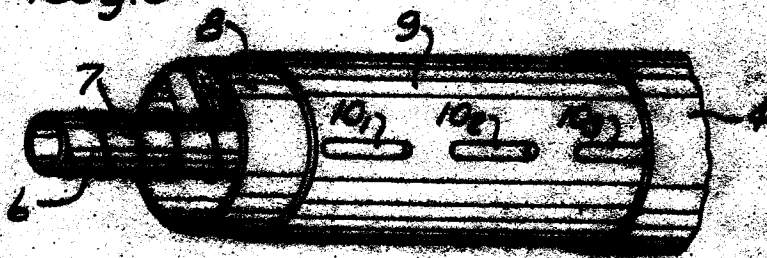
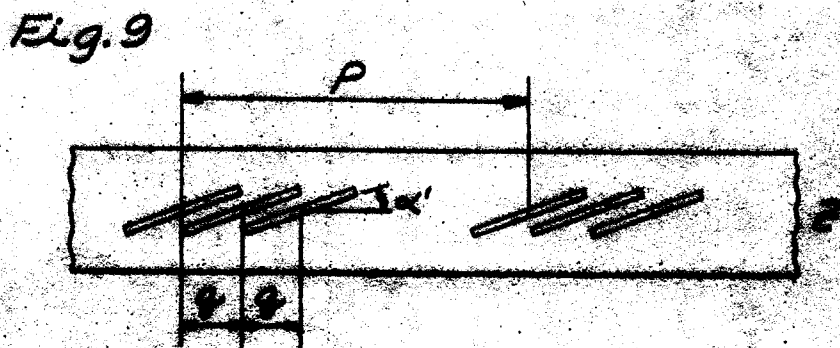
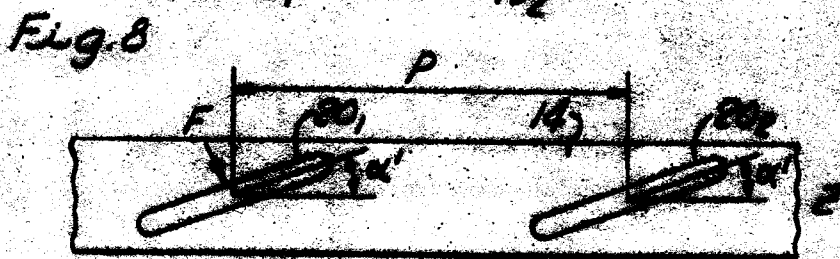
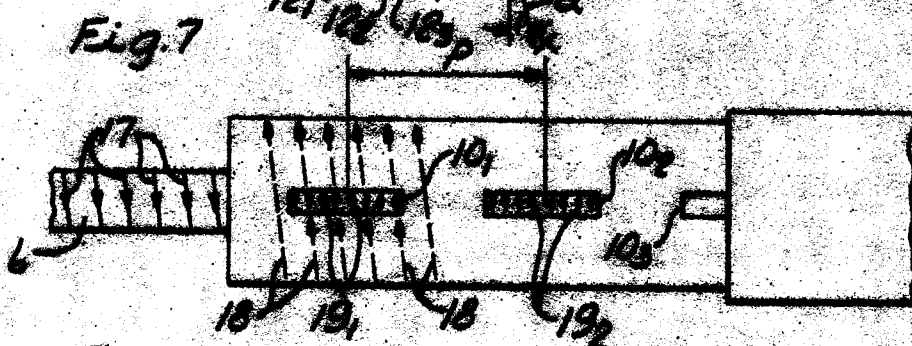
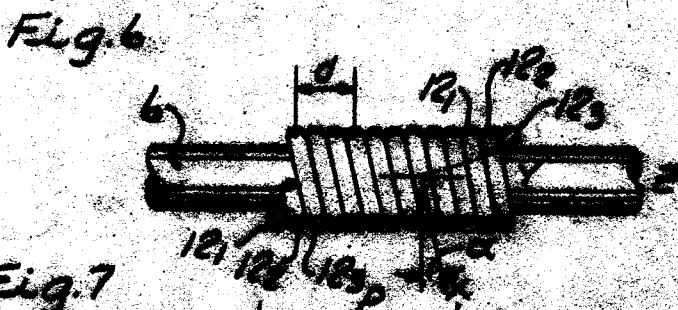
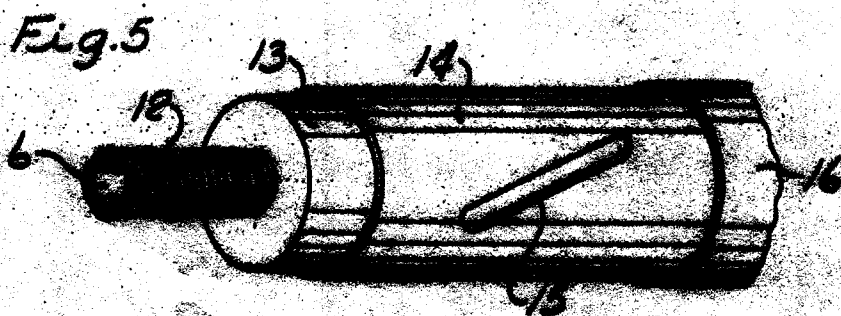


Fig. 4



Fig. 3





LEAKY COAXIAL CABLE

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

This invention relates to leaky coaxial cables.

2. Description of the Prior Art

A typical structure of a conventional leaky coaxial cable is shown in FIG. 1, in which the leaky coaxial cable comprises an inner conductor designated by reference number 1, an outer conductor 3 in which a series of slots 5, 5₁, ... are provided in the axial direction with a constant period. An insulator is provided between the inner conductor 1 and the outer conductor 3 and an insulator sheath 4 protects the outer conductor 3. The main electric characteristics of the cable, such as the uniformity of distribution of leaking wave, the stability thereof, and the frequency band width which can be used for stable leaky wave radiation, etc. are mainly determined according to the structure of the slots provided in the outer conductor, such as the shape and the period of the arrangement of the slots. As is shown in FIG. 1, the main directions A and B of the currents flowing on the inner conductor 1 and flowing on the inner wall of the outer conductor 3 respectively are nearly parallel to the axis of the cable and are reversed alternately by the period of about one-half the wave length. Taking into consideration the distribution of the currents mentioned above, a suitable slot shape and period of arrangement must be determined for stable leaky wave radiation.

In a leaky coaxial cable as shown in FIG. 1, the propagation phase constant γn in the radial direction of the cable is indicated, as is well known, by the following formula;

$$(\gamma n)^2 = (2\pi/\lambda)^2 - (2\pi/\lambda g + 2n\pi/p)^2,$$

Wherein p is the period of the slots, λ is the wave length in free space of a used frequency, λg is a propagation wave length in the cable, and n is an integer. The conditions of stable radiation is defined as $(\gamma n)^2 > 0$ in equation (1) and the number of integers which will satisfy the above conditions and provide the leaking of a single beam wave should be only one. In view of these facts, it is known that the period p of the slots is restricted by the following formula;

$$1/\nu + 1 > \lambda/p > 1/2(1/\nu + 1)$$

wherein ν is the shortening ratio of the wave length which is defined by the ratio of the wave length in a coaxial cable to the wave length in free space.

FIG. 2 is a graph illustrating formula (2), in which by setting the abscissa for ν and the ordinate for λ/p , the area designated by the oblique lines shows a range in which the conditions of a stable radiation of a single beam wave are satisfied. When the shortening ratio ν of the wave length of the coaxial cable is given, the range of the value of λ/p is decided.

Now, one of the most important electric characteristics of the leaky coaxial cable is the uniformity of the coupling level between the cable and the antenna of a mobile unit travelling beside the cable. The uniformity of the coupling level along the axis of the cable increases in accordance with the density of the slot arrangement on the cable. Accordingly, when designing the leaky coaxial cable, the period p of the slots must

be decided so as to satisfy both the above condition of uniformity of the coupling level and the condition defined by equation 2.

It is known that in the construction of a conventional leaky coaxial cable as shown in FIG. 1, the value of ν is about 0.9, and even when the space between the inner conductor and the outer conductor is wholly filled with an insulator such as polyethylene, the value of the shortening ratio of the wave length of the cable reaches about 0.67 at the most. The allowable ranges of λ/p corresponding to these values of 0.67 and 0.9 of ν are designated by references D and E in FIG. 2, respectively. Therefore, for such construction as shown in FIG. 1 of a conventional leaky coaxial cable, the preferably frequency band is about 400 MHz and is limited at the most to about 150 MHz from the viewpoint of the single wave radiation stability and uniformity of the coupling property. If a value of λ/p is selected as about 2 in the range of D or E for stable radiation restricted by formula 2 and an operation frequency is selected as 150 MHz whose wave length λ is 2 meters, the slot period p will be determined to be about 1 meter.

Such a value for p is almost the limit for keeping the uniformity of the coupling level. In the case where a lower frequency such as 30 MHz whose wave length is 10 meters is required to be used under the structure of the conventional leaky coaxial cable having the value of λ/p as 2, the slot period will be about 5 meters only because of the condition of stable radiation.

However such a long slot period causes a strong fluctuation of coupling level along the cable which is very harmful for communication with mobile units.

THE SUMMARY OF THE INVENTION

As is obvious from FIG. 2, if the value of the shortening ratio ν can be selected to be small enough even at a low frequency band by improving the structure of the leaky coaxial cable, the value of λ/p could be very large and the range thereof could also be wide.

The object of the present invention is to provide an improved leaky coaxial cable having a novel cable structure for dissolving the defect of the conventional leaky coaxial cable as described above.

That is, the invention is characterized by employing an inner conductor having a construction for delaying the electromagnetic wave propagation so as to make a small value for the shortening ratio of the wave length of the coaxial cable. Any type of conventional delay line can be applicable for the inner conductor of the cable of the present invention. When such a leaky coaxial cable is installed along a track for mobile units and fed by a communication signal of such a very low frequency band as around 30 MHz, the coupling level fluctuation between the leaky coaxial cable and the antenna of a mobile unit in accordance with the movement thereof is extremely reduced even over such a low frequency band and furthermore the operable frequency band width is made much broader. According to the present invention, very good quality communication with mobile units is successfully obtained.

BRIEF EXPLANATION OF THE DRAWINGS

FIG. 1 is a perspective view of a conventional leaky coaxial cable partially cut away for explanation.

FIG. 2 is a graphic illustration showing the zone in which the radiation of a single wave is stable.

FIG. 3 is a perspective view of one embodiment leaky coaxial cable of the present invention partially cut away.

FIG. 4 is a perspective view showing an inner conductor of the leaky coaxial cable of the present invention.

FIG. 5 is a perspective view of another embodiment of the present invention.

FIG. 6 is a perspective view showing an inner conductor composed of a plurality of insulated wires of the embodiment which is shown in FIG. 5.

FIG. 7 is a schematic view showing an embodiment of the present invention for explaining the slot excitation.

FIGS. 8 and 9 show side views of two different embodiments of the leaky coaxial cable of the present invention.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION:

A leaky coaxial cable has a function of leaking the part of the electromagnetic wave which propagates in the cable, along the cable axis from slots arranged in a suitable period in its outer conductor. Leaky coaxial cables have been attracting attention in recent times for use in communication controlling systems for moving vehicles.

FIG. 3 shows a typical example of the construction of the leaky coaxial cable of the present invention. Referring to FIG. 3, an inner conductor wire 7 is wound in a spiral fashion around insulator pipe 6. An insulator 8 is provided for supporting the inner conductor 7. Outer conductor 9 has slots 10₁, 10₂, . . . provided therein. An insulator sheath is provided around the outer conductor 9 for protecting it. The space between the inner and the outer conductors may be filled with a dielectric material or may be empty. Also, the spiral conductor wire 7 is not limited to the form as shown in the figure.

The propagation electromagnetic field in the leaky coaxial cable according to the invention can be analyzed by the well-known Maxwell's wave equation under the boundary conditions that the conductivity becomes infinite in a direction along the conductive wire formed in a spiral and becomes zero in a direction vertical to that direction. But, the calculation by approximation methods will be explained briefly hereinafter.

The inductance L of the leaky coaxial cable of the present invention comprising the inner conductor of a spiral conductor and the outer conductor is defined approximately as the sum of the self inductance of a solenoid of infinite length and the inductance of same radius as coaxial cable having the inner conductor which has the same the radius as the radius of the spiral conductor and the outer conductor, and it is expressed by the following equation mathematically;

$$L \approx \mu_0 \pi N^2 a^2 + \mu_0 / 2 \log b/a \quad (3)$$

where a is the radius of the spiral conductor, b is the radius of the outer conductor, μ_0 is the permeability, and N is the number of winding turns of the spiral conductor per unit length thereof. In regard to the capacitance, the capacitance between the inner conductor and the outer conductor is approximately defined by the following equation;

$$C \approx 2 \pi \epsilon_0 \epsilon_r / \log b/a \quad (4)$$

where ϵ_0 and ϵ_r are a dielectric constant in free space

and a relative dielectric constant of the insulator, respectively.

From formulae (3) and (4), the characteristic impedance Z_0 of the coaxial cable and the shortening ratio ν' of the wave length thereof are obtained by the following equations respectively;

$$Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \log \left\{ \frac{b}{a} \sqrt{1 + 2\pi^2 a^2 N^2 / \log \frac{b}{a}} \right\} \quad (5)$$

$$\nu' = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} \times \frac{1}{1 + \log \left\{ 1 + 2\pi^2 a^2 N^2 / \log \frac{b}{a} \right\} / 2 \log \frac{b}{a}} \quad (6)$$

From the fact that the shortening ratio of the wave length for the usual coaxial cable is provided as $\nu_0 = 1/\sqrt{\epsilon_r}$, the shortening ratio ν' of the wave length of the leaky coaxial cable of the present invention may be made as $\nu' < \nu_0$ by selecting the suitable sectional dimensions a and b of the cable and the winding turns per unit length N of the spiral conductor. Therefore, the above two equations provide the basic equations for designing the sectional dimensions and the winding turns of the spiral conductor of the leaky coaxial cable of the present invention.

FIG. 4 shows an inner conductor formed by a spiral conductor strip 11 in place of the conductive wire of the inner conductor described above.

FIG. 5 shows another construction of the leaky coaxial cable of the present invention. Referring to FIG. 5, the insulator mandrel 6 having a circular cross section and a set of a plurality of conductive wires 12 which are coated with an insulator respectively and wound closely around the insulator mandrel 6 to form the inner conductor and it is supported coaxially along the axis of the outer conductor 14 by the insulator 13. The slots 15 are provided on the outer conductor periodically in the direction of the axis of the cable, and further, the outer surface of the outer conductor is covered with a insulator sheath 16.

FIG. 6 shows a detailed construction of the inner conductor used in the cable as shown in FIG. 5. In the figure, the three conductive wires 12₁, 12₂ and 12₃ isolated from each other are wound around the insulator 6 closely and in parallel to each other in a spiral with a winding pitch d or with winding turns of $N = 1/d$ per unit length.

Although the three isolated wires are used for the inner conductor in the above embodiment, one or a suitable number of the insulated wires can be used. When using an inner conductor composed of conductive wires which are closely wound, the distribution of current flowing in the outer conductor is uniform in correspondence to the current flowing on the inner conductor and excitation of the slots can be carried out uniformly, so that a uniform leaky electric field is generated along the leaky coaxial cable of the present invention.

As a plurality of the isolated conductive wires in the above embodiment are used, the conductivity in the winding direction X of the conductive wire shown in FIG. 6 will be made infinite and the conductivity in the vertical direction Y will be made zero.

It is obvious that the shape and the arrangement of the slots of the outer conductor of the leaky coaxial cable having an inner conductor of the spiral conductor or conductors as described above must be determined

728
729

so as to have these slots effectively cut the current flowing to the outer conductor.

FIG. 7 is a drawing explaining the relation between the shape and arrangement of the slots of the leaky coaxial cable and the current flowing therein. Referring to FIG. 7, it is understood that the current on the inner surface of the outer conductor flows to the direction of dotted arrow 18 nearly circumferentially. Corresponding to that the current flows in the direction of arrows 17 along the spiral conductor of the inner conductor. Therefore, in the case as shown in FIG. 7, the slots must be arranged in parallel to the axis of the cable and with a small slot period in order to make the slots effectively cut the current flowing to the circumferential direction on the outer conductor. The arrows 19, 19, . . . in the figure show the electric fields appearing across the slots 10, 10, . . . cutting the current in the circumferential direction. According to the arrangement of the slots in the present invention, only the component of the electric field in the circumferential direction of the cable is principally radiated to the outer space. Such a leakage wave of the electric field is a vertically polarized wave, and this is very advantageous for the usual radio communication system employing the vertically polarized wave.

Further, the relation between the angle of the spiral winding of the inner conductor and the angle of the slots with respect to the cable axis Z are determined precisely in such a manner that when the inner conductor is made of a plurality of insulated wires wound spirally by a pitch angle α as shown in FIG. 6 and the currents flow along the insulated wires, while the corresponding currents on the outer conductor are flowing in the direction of the arrow F as shown in FIG. 8, the slots 20, 20, . . . should be provided in the outer conductor obliquely with an angle α' to perpendicularly cut the current flowing in the direction F so as to excite the slot with maximum strength and they should be placed with a suitable constant repeating period P which will be explained later. The oblique angle α' of the slots may be an element for controlling the leakage amount of the electromagnetic wave. Therefore, the slots of the leaky coaxial cable of the invention may be arranged in parallel to the axis Z of the cable, that is α' is zero, or may be arranged obliquely as $\Gamma' < 0$, or in some cases as $\Gamma' < 0$, for obtaining a desired amount of leakage of the wave along the cable.

In regard to the period p of the slots, it must be determined by taking into consideration the operation frequency band of the propagating wave in the leaky coaxial cable. As mentioned with respect to conventional leaky coaxial cables, the value of λ/p is also governed by the following formula;

$$1/\nu' + 1 > \lambda/p > \frac{1}{2} (1/\nu' + 1) \quad (7)$$

Formula (7) shows the frequency band which may be stably used in relation to the repeating period p of the slots. This is quite the same as the above equation (2) for the condition for the conventional coaxial cable, but in the case of the present invention the shortening ratio ν' of the wave length is very different from the value of ν of the conventional coaxial cable. In the case of the conventional coaxial cable, $\nu = 0.67$ is taken as the Maximum, for getting single beam wave radiation. On the contrary, in the case of the present invention, for example, the value of ν' may be taken to be a very

small value such as $\nu' = 0.2$. By inserting this value into equation (7), the following relation is provided:

$$6 > \lambda/p > 3$$

(8)

It is understood that when a wave length π of the leaked electromagnetic wave is given, the repeating period p of the slots of the leaky coaxial cable of the present invention can be made very short compared with that of the conventional coaxial cable. This is especially effective for a very low frequency band in which the slot period p of the conventional system could not be obtained to be a small value. The slot period p can be made very small, to one severalth of that of the conventional one according to the present invention. This is very advantageous in view of the uniformity of the coupling level obtained along the leaky coaxial cable with the mobile antenna.

FIG. 9 shows a side view of an improved leaky coaxial cable according to the teachings of the present invention. The slots are arranged in such a manner that a group of slots whose elemental slots are arranged repeatedly with a minor constant period q and with a constant oblique angle α' with respect to the axis Z of the cable on the outer conductor, are arranged repeatedly in a major constant period p so as to provide a wide range for the band width of the usable frequency and also so as to provide sufficient uniform distribution of the radiation electric field at a low frequency band. The condition of formulae (1) and (7) may also be applicable to such leaky coaxial cables as shown in FIG. 9. Accordingly, it is possible to make the usable frequency band broader and extent the distribution of the radiation electric field at the low frequency band along the leaky coaxial cable uniformly.

In all of the embodiments described hereinbefore, the slots on the outer conductor are formed as narrow and straight slots, but the present invention is not limited to these configurations and it is applicable to all of the slot shapes having a vertical component with respect to the direction F of the current flowing on the inner wall of the outer conductor of the coaxial cable.

It is easily understood that a slot of any shape having the vertical component is equivalent to the narrow and straight slot having an equivalent oblique angle with respect to the cable axis.

The leaky coaxial cable of the present invention can be very broadly applied to communication systems.

What we claim is:

1. A leaky coaxial cable comprising an inner conductor having a structure for delaying an electromagnetic wave which consists of an elongated insulator mandrel core and at least one isolated conductor wound thereon in a spiral; and an outer coaxial conductor having a slot array arranged in the axial direction, the angle of each of said slots in relation to the cable axis being selected such that the slots cut the current flowing on the inner surface of the outer conductor at an angle selected to obtain the desired amount of wave leakage, the value of the winding pitch P of said wound conductor being determined by the formula:

$$1/\nu' + 1 > \lambda/p > \frac{1}{2} (1/\nu' + 1)$$

wherein ν' is a wave contraction ratio and λ is the wavelength in free space of an operating wave.

**SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
DIVISION DE NUEVAS CREACIONES**

2020
Bogotá, D.C.,

Abogado
GERMAN CASTILLO GRAU

ASUNTO

Radicación 00-99951
Trámite 002
Evento 001
Actuación 430
Oficio - 11544
Folios 013

Patente de Invención ☐ Patente de Modelo de Utilidad ☐
Vía Nacional ☒
Vía PCT (fase nacional) ☐ Cap. I ☐ Cap. II ☐

Como resultado del examen de fondo, realizado con fundamento en el artículo 45 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, se le comunica:

1. Documentos estudiados

- 1.1. Descripción: Folios: 5 a 20 como se radicó inicialmente
1.2. Reivindicaciones: Folios: 20 a 24 como se radicó inicialmente
Folios: 120 a 122 del pliego modificado
1.3. Dibujos: Folios: 26 a 31 como se radicó inicialmente
1.4. Prioridad: Folios: 32 a 80
(01 dic. 1999, US, Nº 09/45660).
1.5. Rta. del solicitante: Folios: 113 a 119.

2. Objeto de la invención

La presente solicitud se titula "APARATO BLINDADO PARA UTILIZAR CON UNA HERRAMIENTA DE POZO Y METODO PARA BLINDAR UN SERPENTIN", Folio Nº 1.

El objeto de la presente solicitud de patente de invención consiste en una herramienta de sondeo de pozo del tipo donde se utiliza energía electromagnética ("EM") para medir las características de las formaciones que rodean un pozo de sondeo. Concretamente, este invento se refiere a un blindaje de serpentín de antena mejorado para utilizar en dichas herramientas para proveer atenuación selectiva de las ondas EM emitidas o recibidas por la antena.

De otra parte, el pliego reclama un aparato de blindaje para uso junto con una herramienta de pozo, relacionado en las reivindicaciones 1 a 3 y 4 a 7, y un método para embobinar y blindar una bobina eléctrica para producir al menos un dipolo magnético transversal, relacionado en las reivindicaciones 8 a 12.

El objeto de la solicitud definido anteriormente se clasificó en la IPC G01V 3/30.

3. Claridad de la solicitud

3.1. Reivindicaciones (artículo 30 D 486)

La solicitud tiene problemas de concisión ya que las reivindicaciones 1 y 4 se refieren dos modalidades de un mismo aparato de blindaje. Una solicitud solo debe contener una reivindicación independiente por categoría (producto o procedimiento). En casos excepcionales es admisible más de una reivindicación independiente por categoría (ej. Una antena y un receptor), pero para la presente solicitud, ambas modalidades se pueden definir fácilmente por medio de reivindicaciones dependientes, ya que realmente la solicitud reclama un aparato de blindaje (reivindicación independiente) con dos modalidades de construcción (reivindicaciones dependientes).

Las reivindicaciones 1 a 3 especifican que "al menos" una ranura esta en declive, pero no definen cuantas ranuras no. La declinación de todas las ranuras debe estar claramente determinada para poder comparar esta característica con el estado del arte. Por otra parte la diferencia estructural entre estas reivindicaciones es el ángulo de inclinación, lo cual no amerita la inclusión de varias reivindicaciones ya que tal característica se puede definir mediante un rango de variación del ángulo.

Las reivindicaciones 4 a 7 tampoco definen cuantos elementos conductores están en declive y cuantos no. Por estos motivos, es necesario que el solicitante aclare todas las características anteceditas por la sentencia "al menos".

Las reivindicaciones 9 a 12 presentan falsas dependencias.

El capítulo 9.4.3 del Manual Andino de Patentes, establece que la definición del objeto de la invención debe hacerse por medio de características positivas. Las reivindicaciones 8 a 12, definen la forma del bobinado de manera negativa: "...cada giro del embobinado no este perpendicular al eje...". El solicitante debe aclarar la necesidad caracterizar el objeto por medio de *disclaimers*, ya que no es la mejor forma de definir una invención.

Por los motivos anteriores, el pliego reivindicatorio calificado NO cumple con los requisitos de claridad y concisión exigidos en el Art. 30 de la Decisión.

4. Determinación del Estado de la Técnica

Considerando que la solicitud reclama prioridad del 1 de diciembre de 1999, se buscaron documentos del estado de la técnica relacionados, con fecha de publicación anterior a esta. Se realizó búsqueda de documentos relevantes dentro del estado de la técnica, entendiendo como estado de la técnica la definición provista en el Art. 16 D 486, y las excepciones fijadas en el Art. 17 de la misma.

No obstante, la solicitud presenta problemas de claridad y concisión, se realizó una búsqueda parcial la cual se complementara una vez se realicen los ajustes a la solicitud.

Se encontró como anterioridades los documentos relacionados a continuación que pueden afectar la patentabilidad del objeto de la presente solicitud:

N°	Documento*	Título	Fecha de publicación
D1	US3781725	LEAKY COAXIAL CABLE	1973-12-25

*los documentos mencionados se anexan al expediente

5. Análisis de patentabilidad (artículo 14 D486)

En cumplimiento del Art. 14 D486 se procedió a evaluar los requisitos de novedad, nivel inventivo y aplicabilidad industrial, con el fin de establecer la patentabilidad de la invención reivindicada de la solicitud en estudio.

5.1. Novedad (artículo 16 D486)

El solicitante presento un **nuevo capítulo reivindicatorio** (folios 120-122) que consta de doce (12) reivindicaciones, en base a él se hace el siguiente análisis:

Las reivindicaciones 1 a 3 se refieren a un aparato de blindaje que comprende los siguientes elementos:

- Una estructura ahuecada conductora para rodear coaxialmente la bobina.
- Al menos una ranura con un ángulo de declive con respecto al eje longitudinal del soporte de la herramienta.

El documento D1 se refiere a un dispositivo que tiene una construcción especial para retrasar la propagación de la onda electromagnética filtrando parte de ella cuando se propaga por el cable utilizando un aislador y un elemento con ranuras que sirve de blindaje, generando un campo eléctrico uniforme a lo largo de dicho cable.

Figuras 4, 5 y 6 del documento D1.

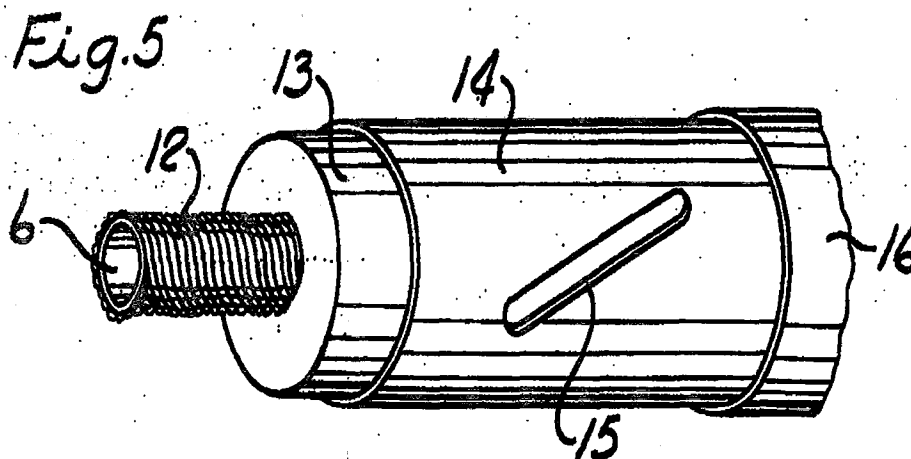


Fig. 4

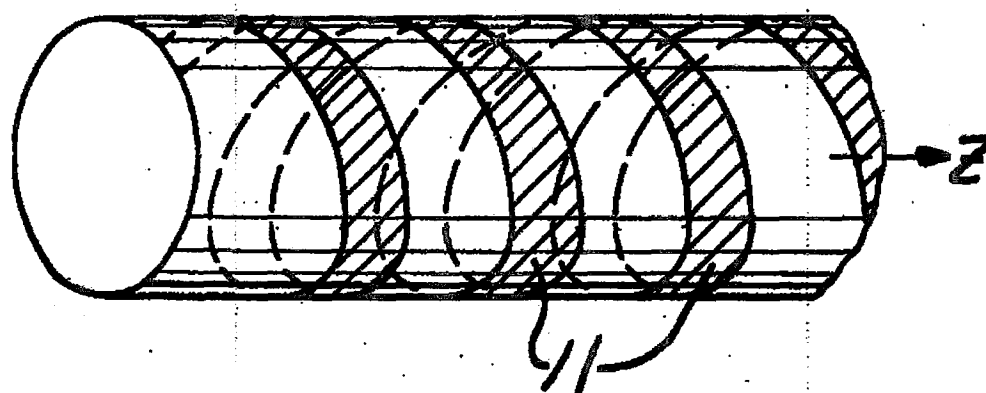
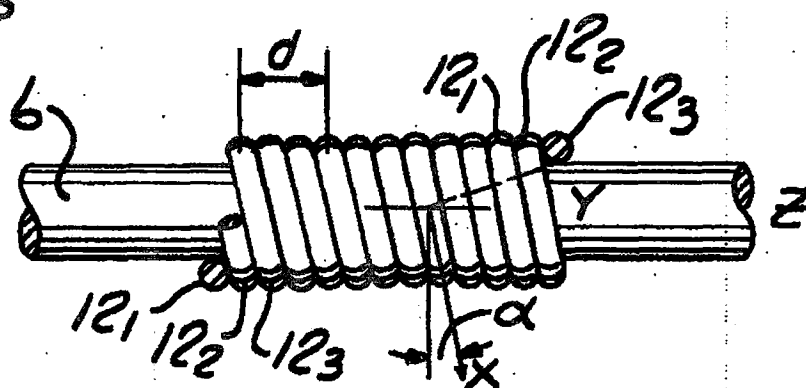


Fig. 6



Al comparar elemento por elemento de la invención **tal como esta definido en la reivindicación uno** con el documento D1, encontramos que el mencionado documento revela todos los elementos y características de dicha reivindicación. Donde D1 contiene:

- Un soporte longitudinal 6 y al menos una bobina 12; la bobina es adaptada para transmitir o recibir energía electromagnética, incluidos componentes de campo azimutal, axial o radial (Fig. 5 y 6)
- Una estructura ahuecada conductora 14 que rodea coaxialmente la bobina 12 (Fig. 5 y 6).
- Al menos una ranura en declive 15, en ángulo con respecto al eje longitudinal del medio de soporte (Fig. 5 y 6)

De acuerdo con lo anterior, todos los elementos y características que forman parte del "Aparato Blindado para Utilizar con una Herramienta de Pozo" mostrados en las reivindicaciones 1-3, ya fueron divulgados en D1, por lo cual la materia solicitada en estas reivindicaciones carece de novedad.

La reivindicación ocho define Un método para embobinar y blindar una bobina eléctrica para producir al menos un dipolo magnético transversal, dicho método consiste en:

- Embobinar un primer cable conductor alrededor de un medio de soporte no conductor de modo que cada giro del embobinado no este perpendicular al