

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

(19) ES	(11) NUMERO	(10) A1
(21)	451.410	
(22)	FECHA DE PUBLICACION	
	10-9-76	

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES		
(31) NUMERO	(32) FECHA	(33) PAIS
235.217	11 de Septiembre de 1.975	Canadá
(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G03B	
(64) TITULO DE LA INVENCION		
"PROCEDIMIENTO PARA FORMAR UNA LINEA DE TRANSMISION DE FIBRA OPTICA".		
(71) SOLICITANTE (ES)		
NORTHERN TELECOM LIMITED, entidad canadiense,		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
1600 Dorchester Boulevard West, Montreal, Quebec, Canadá.		
(72) INVENTOR (ES)		
KOICHI ABE, FREDERICK DAVID KING.		
(73) TITULAR (ES)		
(74) REPRESENTANTE		
D. JAIME GOMEZ-ACEBO Y MODET		

Este invento se refiere a un procedimiento para formar líneas de transmisión por fibras ópticas, para la transmisión de rayos luminosos en un núcleo.

5 Una línea de transmisión por fibra óptica, o guiaondas, suele comprender un núcleo central de un dieléctrico transparente rodeado por una capa de revestimiento de un segundo dieléctrico transparente, teniendo la capa de revestimiento un índice de refracción menor que el del núcleo.

Debido a sus propiedades ópticas y mecánicas superiores, se utiliza sílice fundida como material de base para el núcleo y para la capa de revestimiento. Los índices de refracción relativos se pueden obtener:

(a) adulterando el núcleo de sílice fundida con un elemento que eleva el índice de refracción de la sílice fundida;

(b) adulterando la capa de revestimiento de sílice fundida con un elemento que reduzca el índice de refracción de la sílice fundida;

(c) combinando (a) y (b).

A pesar de que se dispone de un cierto número de adulterantes para aumentar el índice de refracción de la sílice fundida, por ejemplo: fósforo (P); germanio (Ge); titanio (Ti); y estaño (Sn); solamente uno, el boro, ha demostrado hasta ahora producir el efecto opuesto, o sea reducir el índice de refracción de la sílice fundida.

25 El presente invento se refiere a la provisión de un nuevo adulterante para reducir el índice de refracción de la sílice fundida, el fluor. Por lo tanto, una línea de transmisión por fibra óptica comprende un núcleo de sílice fundida y una capa de revestimiento de sílice fundida, estando la capa de revesti-

miento de sílice fundida, estando la capa de revestimiento adulterada con fluor. El invento se comprenderá por la descripción que sigue, tomando como referencia los dibujos adjuntos, en los que:

5                   La figura 1 es una vista en sección transversal tomada a través de una fibra óptica típica.

La figura 2 ilustra esquemáticamente una forma de aparato para un procedimiento de formar una fibra óptica.

10                   La figura 3 es una curva que ilustra las relaciones entre la abertura numérica NA y la proporción de flujo gaseoso en el aparato de la figura 2.

La figura 4 es una curva que ilustra un régimen de deposición con relación a la proporción de flujo gaseoso.

15                   Según se ilustra en la figura 1, una fibra óptica comprende un núcleo transmisor de luz 10 rodeado por una capa de revestimiento 11 y una camisa de sílice fundida 12. Para protección mecánica y cuidado de manejo, se habilita un recubrimiento de plástico o protección, no ilustrado.

20                   Según el presente invento, el núcleo 10 es de sílice fundida que puede estar adulterada o no para aumentar el índice de refracción, y la capa de revestimiento 11 es de sílice fundida adulterada por fluor. Por diversas razones, es preferible utilizar sílice fundida prácticamente pura. Por ejemplo, se consigue de este modo una menor atenuación de las señales.

25                   El índice de refracción de la capa de revestimiento de sílice adulterada con boro que se utiliza actualmente depende de la historia térmica (enfriamiento rápido). En el presente invento, el índice de refracción de la sílice fundida adulterada con fluor depende simplemente de la cantidad de fluor incorporado.

Con el presente invento, si se desea, se consigue un núcleo de sílice fundida prácticamente pura 10 con una capa de revestimiento adulterada con fluor 11. No obstante, si se desea, se puede utilizar también un núcleo adulterado 10. El índice de refracción de la capa de revestimiento puede ser constante a través del espesor de la capa, o puede variar, de una forma progresiva o continuamente, a partir de un valor superior en la superficie de unión con el núcleo 10 hasta un valor inferior en la superficie exterior.

Un ejemplo para producir una fibra óptica se expone a continuación tomando como referencia la figura 2. La figura 2 ilustra un método de deposición de vapor químico (CVD) y un aparato para producir un tubo hueco que después se abate y se trefila para formar una fibra. Se burbujea oxígeno a través de un depósito 20 que contiene  $\text{SiCl}_4$  en forma líquida a una cámara mezcladora 21 por el tubo 22, se alimenta  $\text{SiF}_4$  en forma gaseosa desde una botella 23 hasta la cámara mezcladora 21 por un tubo 24, y se alimenta oxígeno directamente a la cámara mezcladora por el tubo 25. El control de los flujos del oxígeno al depósito 20 y directamente a la cámara mezcladora 21 se efectúa por medio de válvulas de regulación 26 y 27, respectivamente, y el flujo de  $\text{SiF}_4$  desde la botella 23 se controla por medio de una válvula 28. En cada trayecto de flujo se utilizan flujómetros 30.

A partir de la cámara mezcladora 21 los gases y vapores mezclados fluyen por el tubo 31 a través del tubo de sílice fundida 32. El tubo 32 se hace girar alrededor de su eje y una llama emitida por un soplete 33 se lleva en sentido ascendente por el tubo, alimentándose oxígeno e hidrógeno al soplete para la llama por los tubos 34 y 35. En la posición de calen-

5 tamiento del tubo 32, posición 36, en la figura 2, los gases y vapores se disocian y se produce oxidación del silicio con una deposición resultante de óxido de silicio con contenido de fluor sobre la pared del tubo. La deposición adopta la forma de un depósito de hollín que se funde sobre la pared del tubo 32 en forma de película vítrea.

10 Se dan diversas pasadas al soplete 33 para depositar y formar las diversas capas sobre la pared. Los flujos relativos de oxígeno a través del depósito 20 y de  $\text{SiF}_4$  de la botella 23 pueden permanecer constantes por cada pasada del soplete 33, o pueden variar.

15 Después de haberse dado un número suficiente de pasadas para acumular una capa de espesor suficiente para formar la capa de revestimiento se corta el flujo de  $\text{SiF}_4$ . El flujo de oxígeno a través del depósito 20 se mantiene así como el flujo de oxígeno directo a la cámara mezcladora 21. Serán entonces más pasadas del soplete 33 para acumular una tapa adicional de sílice prácticamente puro que finalmente formará el núcleo.

20 Si se desea adulterar el núcleo también, se burbujea oxígeno a través de un depósito 40 que contiene un adulterante en forma líquida, por ejemplo  $\text{GeCl}_4$ , y el oxígeno y vapor se alimentan a la cámara mezcladora 21 por un tubo 41. El flujo de oxígeno se regula mediante una válvula 42 y se utiliza un flujómetro 30.

25 Una vez que se han producido las dos capas, una capa exterior de sílice fundida adulterada con fluor correspondiente a la capa de revestimiento 11 en la figura 1, y una capa inferior de sílice fundida virtualmente pura o sílice fundida adulterada que finalmente forma el núcleo 10 de la figura 1, el tu-

bo 32 con las dos capas se puede abatir por calentamiento adicional, de una manera conocida para formar una varilla sólida. Esto se consigue calentando por encima de la temperatura de reblandecimiento, por ejemplo mediante el soplete 33.

5 La varilla se estira entonces formando una fibra, por ejemplo por calentamiento en un horno y mediante tracción desde el extremo inferior del horno y enrollamiento sobre un cilindro. La fibra tendrá entonces una sección transversal según se ilustra en la figura 1, indicándose la pieza tubular con la referencia 12.

10 Los valores típicos de flujo de oxígeno a través del depósito 20 y desde la botella 23 son: 50 cc/minuto de  $O_2$  a través del depósito 20 y 100 cc/ minuto de  $SiF_4$  de la botella 23. El flujo de  $O_2$  a la cámara mezcladora 21 por el tubo 25 es de 400 cc(minuto. La temperatura de deposición en el tubo es del orden de aproximadamente  $100^\circ C$  aproximadamente  $2000^\circ C$ . La gama de temperaturas está limitada en el extremo inferior por la temperatura necesaria para fundir el hollín y que se forme una película vítrea, y el límite superior está establecido por la temperatura de reblandecimiento del tubo 21. Con las condiciones de flujo anteriores se obtiene un ritmo de deposición de aproximadamente  $10 \mu m/pasada$ . Se ha podido obtener una incorporación de fluor de aproximadamente 2,4% en peso medido por la técnica de activación neutronica.

25 A pesar de que el procedimiento se ha descrito utilizando  $SiF_4$  como material para proporcionar el fluor, se puede utilizar otros materiales, por ejemplo  $SE_6$ ,  $CF_4$  y  $F_2$ .

Para conseguir una buena eficacia lumínica es conveniente disponer de una fibra con un gran ángulo de recepción o una

gran abertura numérica (NA). La abertura numérica es igual a  $\sqrt{n_1^2 - n_2^2}$  donde  $n_1$  es el índice de refracción del núcleo y  $n_2$  el índice de refracción de la capa de revestimiento. Se ha averiguado que utilizando SiF<sub>4</sub> como material que proporciona el fluor se obtiene un mayor NA que con CF<sub>4</sub>. Se ha averiguado también que el régimen de deposición con SiF<sub>4</sub> se reduce rápidamente según aumenta la adulteración y según aumenta el NA.

La figura 3 es una curva que ilustra la relación entre NA y la proporción de los flujos gaseosos relativos de SiF<sub>4</sub>/SiCl<sub>4</sub> a la cámara mezcladora 21. Se verá que, en el ejemplo particular, los aumentos de NA se nivelan a aproximadamente 0,15.

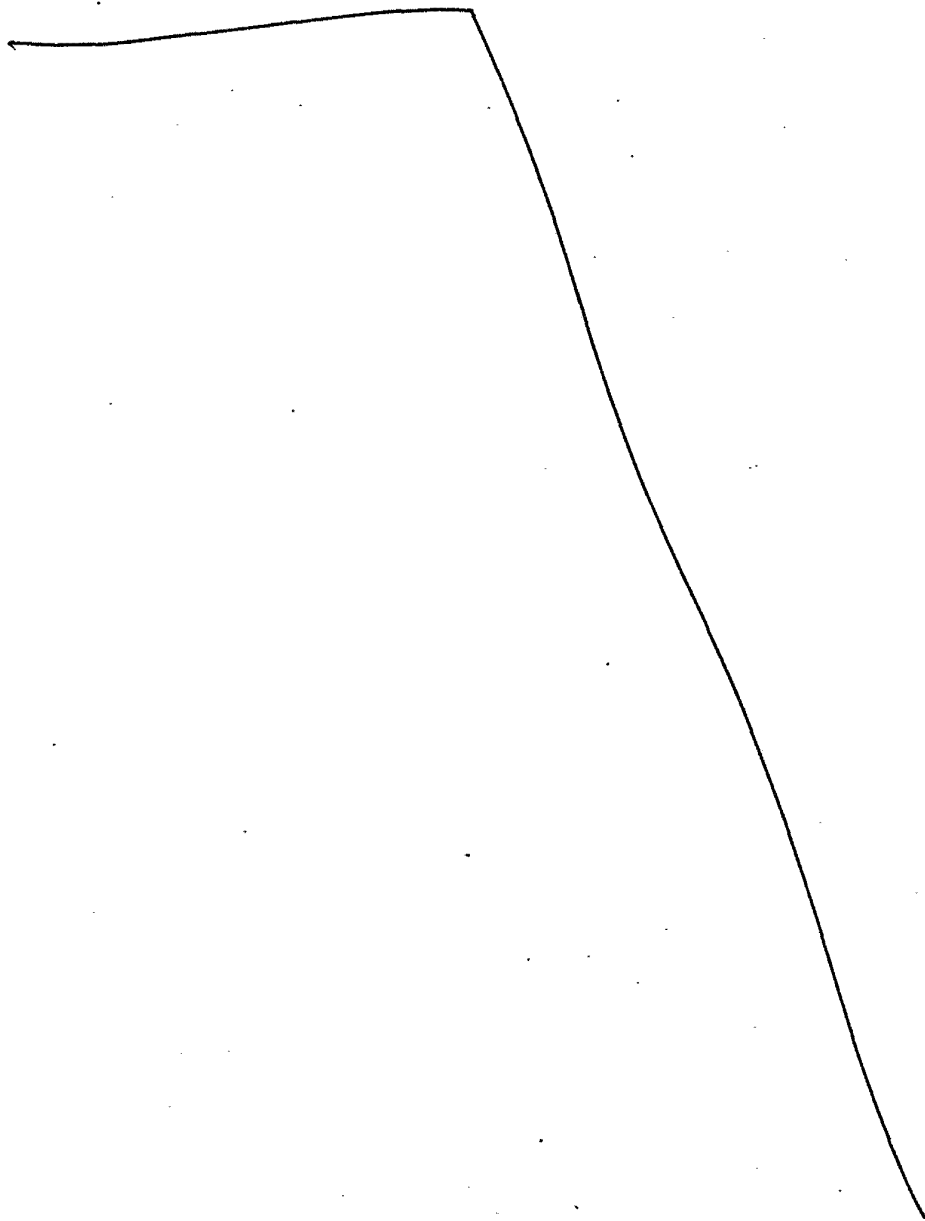
La figura 4 es una curva que ilustra el régimen de deposición con relación a la proporción de flujos gaseosos y se podrá ver que el régimen de deposición se reduce a medida que la proporción de SiF<sub>4</sub> aumenta con relación al SiCl<sub>4</sub>.

Si se comparan las figuras 3 y 4, en el ejemplo ilustrado, se podrá ver que no se obtiene ventaja alguna al aumentar la relación de SiF<sub>4</sub> a SiCl<sub>4</sub> a más de aproximadamente 6:1 puesto que no se consigue un aumento notorio en NA a pesar de que el régimen de deposición si se reduce. Las curvas de las figuras 3 y 4, varían con otros materiales.

Se pueden emplear otros métodos para preparar capas adulteradas con fluor, por ejemplo hidrólisis por llama y deposición iónica por radiofrecuencia. El procedimiento de hidrólisis por llama se describe en la patente EE.UU. nº 2.272.342 concedida a J.F.Hyde y patente EE.UU 2.326.059 concedida a M.E. Nordberg.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarse en la práctica, debe hacerse

constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.



REIVINDICACIONES  
== ===== ==

5

1. Procedimiento para formar una línea de transmisión de fibra óptica, caracterizado porque se deposita por lo menos una capa de óxido de silicio con contenido en fluor sobre la pared interior de un tubo de sílice fundida; se calienta para fundir la capa sobre la pared; se deposita por lo menos otra capa de óxido de silicio sobre la capa fundida y se calienta para fundir esta capa adicional, abatiéndose el tubo y las capas fundidas; y se sigue calentando y se estira por tracción para formar una fibra.

10

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se adultera por lo menos una capa de óxido de sílice para aumentar el índice de refracción de la capa.

15

3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque la capa de revestimiento se adultera a un valor constante a través del espesor de la capa.

4. Procedimiento según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque la sílice fundida es prácticamente pura.

20

5. Procedimiento según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque la sílice fundida es adulterada.

25

6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el nivel de adulteración de la capa de revestimiento varía radialmente para dar un índice de refracción gradual, encontrándose el índice de refracción más elevado en la unión entre la capa de revestimiento y el tubo y el índice de refracción inferior en la superficie exterior de la capa de revestimiento.

7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el nivel de adulteración de

la capa de revestimiento varía radialmente para dar un índice de refracción variable, encontrándose el valor superior en la unión entre la capa de revestimiento y el tubo y el valor inferior en la superficie exterior de la capa de revestimiento, siendo la variación prácticamente parabólica.

5

8. "Procedimiento para formar una línea de transmisión de fibra óptica", tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, e ilustrado en los dibujos adjuntos.

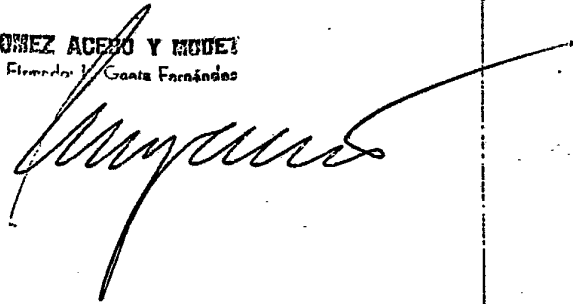
Esta Memoria consta de 9 hojas, escritas a máquina por una sola cara.

10

Madrid, 22 DIC. 1976

NORTHERN TELECOM LIMITED,

L. GONZALEZ ACEBO Y MOUET  
D. E. Fernández y Costa Fernández



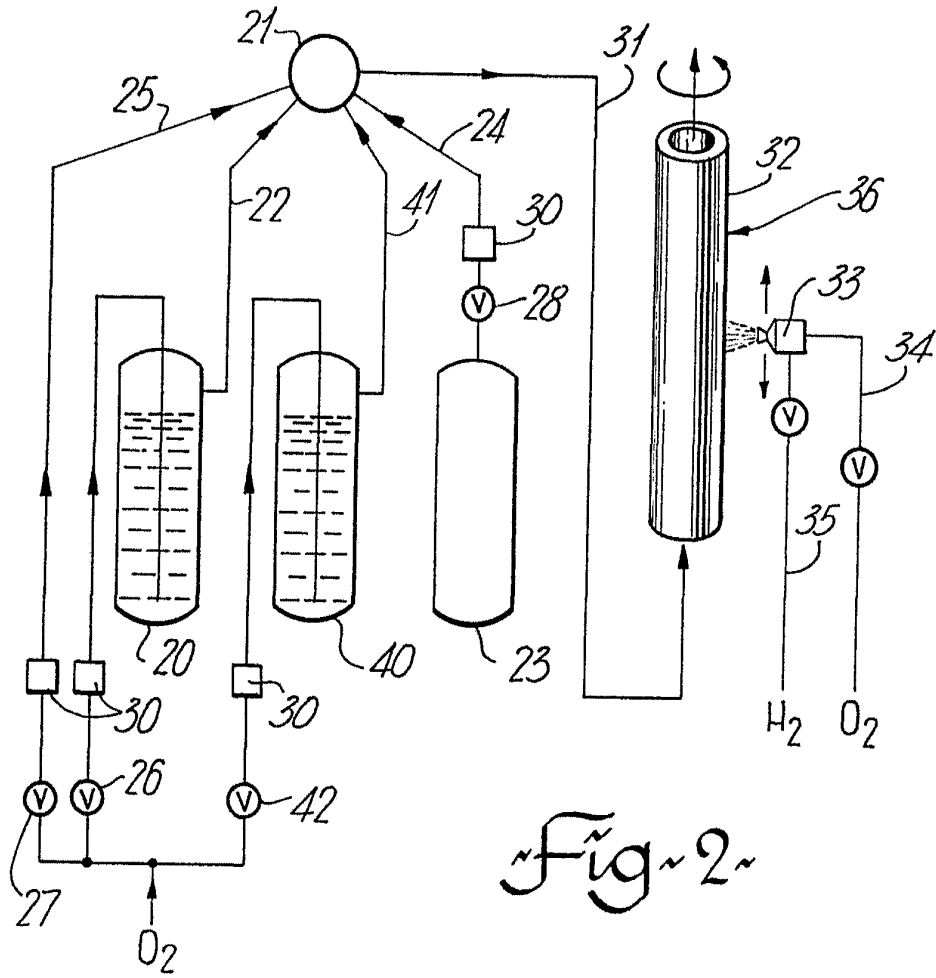


Fig. 2

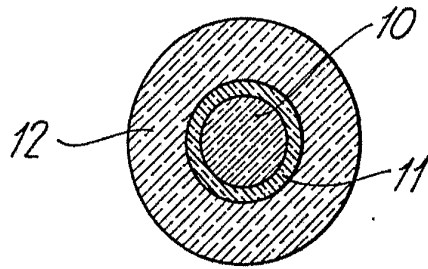
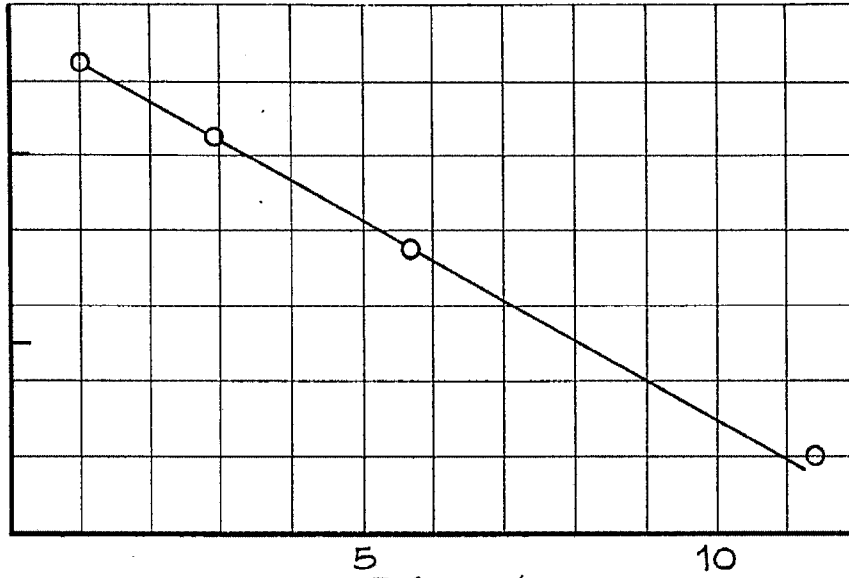


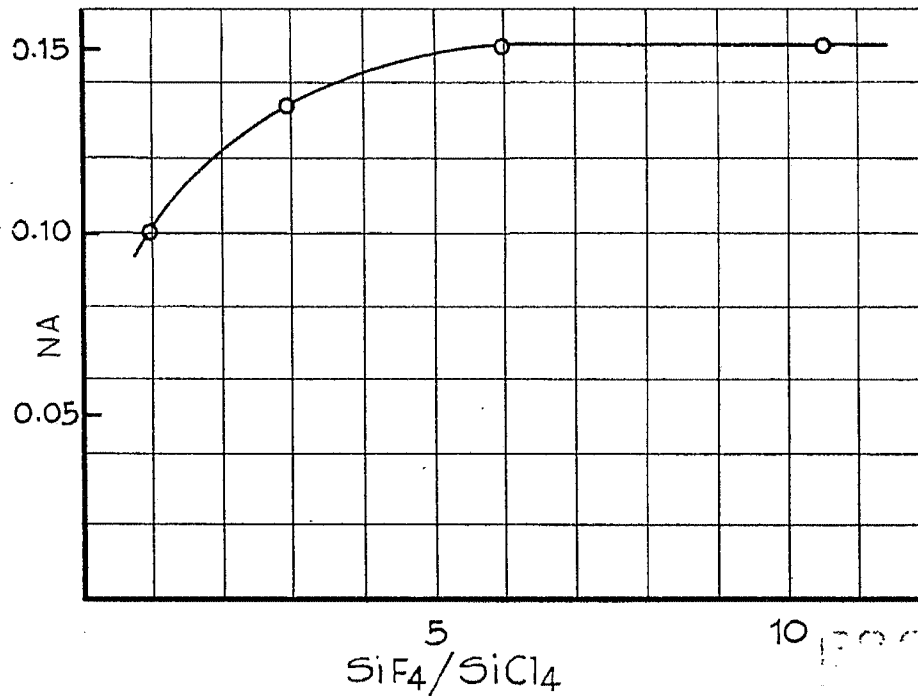
Fig. 1

MADE IN  
ENGLAND  
BY THE  
ELECTRO-CELL  
CO. LTD.  
LONDON

De la Empresa La Unión Fenosa  
*[Signature]*



~Fig~ 4~



~Fig~ 3~

*[Handwritten signature]*