

252713



ESPAÑA

(19) ES	(11) NUMERO	(16) Y
	(21)	
	(22) FECHA DE PRESENTACION	

MODELO DE UTILIDAD

7 JUN. 1981

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO	(32) FECHA	(33) PAIS
069,687 G 257	27. Agosto. 79	USA

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL
	G02B5/16

(54) TITULO DE LA INVENCION
"UN DIVISOR OPTICO DE HAZ LUMINOSO MEJORADO"

(71) SOLICITANTE (S)
STANDARD ELECTRICA, S.A.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Madrid, calle de Ramirez de Prado, nº 5

(72) INVENTOR (ES)
Arthur Robert Nelson

(73) TITULAR (ES)
STANDARD ELECTRICA, S.A.

(74) REPRESENTANTE
D. Eugenio Barroso Espinosa de los Monteros

Este invento se refiere a las fibras ópticas y de un modo más particular a un divisor óptico de haz luminoso de uso con las fibras ópticas.

5 En los últimos años ha constituido un problema, en el campo de las comunicaciones ópticas, como controlar la potencia de salida de un laser de semiconductor. Debido a las fluctuaciones en la temperatura ambiente, al envejecimien-
to y a otras diversas causas, y aunque se mantenga la corrien-
te de excitación totalmente estable, pueden existir variacio-
10 nes en la potencia de salida de un laser de semiconductor las cuales, por supuesto, afectan al funcionamiento en un enlace de comunicaciones por fibras ópticas. El método prin-
cipalmente usado para contrarrestar estas variaciones ha sido el de supervisar o "muestrear" la salida del laser y hacer
15 uso de una red de realimentación que estabilice la potencia de salida óptica.

Una técnica propuesta para supervisar la salida del laser consiste en efectuar el control de la emisión de la cara posterior del dispositivo, pero se ha visto con la prác-
20 tica que la emisión posterior de espejo no sirve para seguir las incidencias de la salida anterior. Otras técnicas propues-
tas se concentraban en modificar la propagación de la luz por la guía de ondas de fibra adjunta al laser, de modo que una pequeña parte de la luz atrapada saliese de la fibra y
25 fuese controlada con un detector. Con todos estos métodos se median preferentemente los modos de un orden más alto de la fibra y, por consiguiente, ellos no daban una indicación pre-
cisa de toda la salida de energía del laser y, puesto que tanto el envejecimiento como la temperatura pueden ser causa
30 de cambio de los modos del laser, dichos métodos son total-

mente inadecuados para un acoplamiento supervisado de laser. La técnica puede ser mejorada mediante el uso de un deformador situado antes del monitor de supervisión pero con ello se tiene un aumento de las pérdidas y de la complejidad de la operación de supervisión.

En las figs. 1 y 2 del dibujo que se acompaña se muestra un medio de la técnica precedente para solucionar el problema. Una fibra óptica 1 es recubierta en molde con un epoxy relativamente transparente 2 y una vez curado este recubrimiento es cortado con un ángulo de 45° . A continuación son pulimentadas las caras del corte del epoxy 2 y la fibra 1 y los extremos de la fibra son nuevamente acoplados disponiendo entre ellos un separador entre caras 3 de epoxy. Al tener este separador de epoxy 3 entre las caras de las dos fibras y que el índice de refracción del epoxy no se adapta con exactitud al índice de refracción de las fibras, existe una ligera reflexión de Fresnel a partir de las caras internas de la fibra contiguas al epoxy y que tiene una dirección perpendicular al eje de la fibra original. Un fotodetector 4, como puede ser un fotodiodo PIN, para recibir la antedicha reflexión, está situado por medio del epoxy 5 sobre el epoxy 2.

Este sistema de divisor de haz es superior a los otros conocidos porque la señal derivada es una representación fidedigna de la salida del laser, únicamente responde a los cambios en la potencia de salida total del laser sin que se vea afectada por cambios en la distribución de potencia entre modos. Además, su construcción es simple y el dispositivo que de ella resulta es compacto y robusto. Por lo general, el total de pérdidas en la utilización son para el

supervisor de láser de menos de un decibelio (1 dB). Con el uso de recubrimientos dieléctricos de capas múltiples aplicados a una de las caras de la fibra pueden ser construidos algunos otros dispositivos, tales como un divisor de potencia de tres decibelios (3dB), un acoplador de toma omnibus de diez decibelios (10 dB) o un acoplador duplex de longitud de onda.

Sin embargo, en la producción y ensayo de una cierta cantidad de acopladores de supervisor o monitor de láser del tipo que se muestra en las Figs. 1 y 2, se vió que no cumplían con las condiciones de temperatura que se requerían para la prueba. La mayoría de los dispositivos no podrían funcionar con temperaturas por encima de los 50°C y, en cuanto a la temperatura mínima, algunos de ellos dejaban de funcionar con temperaturas de 30°C.

Otro divisor de haz luminoso es el que constituye el objeto del artículo de M.A. Karr, T.C. Rich y M DiDomenico, Jr., "Lightwave Fiber Tap", publicado en Applied Optics, volumen 17 nº 14, páginas 2215-2218, del 15 de Julio de 1978, el cual es imilar al divisor de haz luminoso de 45° que se describe con referencia a las Figs. 1 y 2. La diferencia más notable entre ellos es la de que en el dispositivo del artículo se tiene entre las caras de los extremos pulimentados de las fibras una separación de aire en lugar de tener un material epóxico u otro tipo de material de adaptación del índice de refracción. La gran diferencia existente entre el índice de refracción de la fibra y el del aire produce una reflexión mucho mayor, al extremo de que si se hiciese uso de un ángulo de 45° será reflejada toda la luz sin que se transmitiese nada de ella. Por ello el ángulo de incidencia

debe ser rebajado por ejemplo a 25° y, aún con este reducido ángulo, la reflexión es bastante grande (de un 8% ó 0,4 dB) no siendo posible una mayor reducción del ángulo por las dificultades geométricas que, p.e., comportaría que el haz derivado saliese de la fibra formando un ángulo insignificante.

El dispositivo a que se refiere el artículo fue construido, ensayado y evaluado. Si bien su diseño con entrehierro de aire supuso una mejora sobre el divisor de haz de las Figs. 1 y 2, en cuanto a que la dependencia con la temperatura era escasa, había grandes dificultades para su fabricación y las pérdidas de rendimiento eran considerables. La razón principal de la existencia de estas mayores pérdidas de rendimiento provenían de la mayor diferencia en el índice de refracción, lo cual daba como resultado una mayor reflexión, a los 25° esta reflexión es de 0,5 dB, lo cual constituye una pérdida inherente de rendimiento que no puede ser reducida, con ello se tiene una mayor potencia derivada pero un acoplador monitor de laser no necesita una potencia tan grande, bastándole una magnitud de luz inferior en uno o dos órdenes. Otra causa de estas grandes pérdidas está en la importancia del acabado del extremo de la fibra, dada la inexistencia de un material de adaptación del índice de refracción en la separación de la fibra. Cuando se tiene un material de adaptación del índice de refracción, los pequeños surcos o arañazos que pudiera haber en los extremos de las fibras no producen una dispersión apreciable cuando se hace uso de un material de adaptación del índice de refracción pero adquieren una gran importancia si se tiene la separación de aire y un ángulo de incidencia de 25° . También esto es un factor de aumento de las dificultades de fabricación

toda vez que se tiene que tener un mayor cuidado en la pulimentación de las fibras. Otro problema es el del ensamble del dispositivo con estructura de entrehierro de aire, al ser con las fibras desnudas tan fácil arañar e incluso quebrar los extremos de las mismas al acoplarlas sin que haya un fluido o material epóxico intermedio.

Con el divisor de haz de 45º anteriormente mencionado se podría disponer un recubrimiento dieléctrico de capas múltiples por evaporación sobre el extremo de la fibra para crear un divisor o duplexor de longitud de onda de 3 dB. Con el sistema de construcción dado por el artículo es muy dudoso que ello se pudiera lograr. Un recubrimiento dieléctrico de capas múltiples requiere casi con toda seguridad que haya una protección de epoxy o bien una cubierta similar ya que el contacto entre dos fibras no protegidas daría como resultado un deterioro en su revestimiento. Además de ello en el artículo se indica que en la fabricación se emplean fibras simples desnudas (es decir, no cubiertas por moldeo) con lo que su manejo en el proceso de fabricación sería muy difícil (dados estos problemas, los suministradores de recubrimientos han decidido rechazar el uso de las fibras simples). Existen, por último, puntos en discusión respecto a la fiabilidad y a la robusted de las estructuras de esta clase que no están totalmente embebidas en una pieza moldeada y con fibras no completamente cubiertas "in situ" por material epóxico. Con un entrehierro de aire subsiste siempre el problema potencial del alojamiento de polvo o de otras partículas que pueden producir un fallo en el funcionamiento. Tampoco se ha hecho mención de la dependencia de la temperatura en el citado aparato, siendo ésta un parámetro de importancia

ya que el monitor de laser se entiende que mantendrá constante la salida con las fluctuaciones de la temperatura. En el dispositivo con entrehierro de aire con un ángulo de 25° se emplea un separador ranurado de silicio para alinear las fibras, teniendo el silicio una expansión térmica de un orden de magnitud mayor que la de la sílice fundida, un componente primario de la fibra. Ello puede ser causa de un fallo por la temperatura en el dispositivo debido a los diferentes coeficientes de dilatación térmica, el cual es el fallo del modo mencionado respecto a las Figs. 1 y 2. En suma que, las pérdidas de rendimiento, las dificultades de construcción y los problemas de potencial falta de seguridad constituyen factores negativos del dispositivo a que se refiere el artículo antes mencionado.

Constituye un objeto del presente invento la obtención de un divisor óptico de haz luminoso mejorado que pueda trabajar por lo menos a 60°C manteniendo todas las características favorables del divisor de haz de las Figs. 1 y 2.

Otro objeto del presente invento es la obtención de un divisor de haz luminoso que sea de más simple construcción y mejor pulimentación de la fibra.

Otro objeto del presente invento es la provisión de un divisor óptico de haz luminoso que tenga una reducida pérdida de rendimiento, menores dificultades de construcción y una mayor fiabilidad.

Una característica del presente invento es la de obtener un divisor óptico de haz luminoso en el que hay un par de fibras ópticas dispuestas con separación de extremo con extremo alrededor de un eje común, teniendo la cara del extremo de una de las fibras del par un primer ángulo dado

y teniendo la cara adyacente al extremo de la otra fibra del par un segundo ángulo dado que es suplementario del primer ángulo dado; un par de platinas de vidrio dispuestas de modo que sujeten entre ellas "en sandwich" a una de las fibras del par, con un extremo de cada una de las platinas de vidrio que es el adyacente al extremo de uno de los pares de fibras teniendo el primer ángulo dado; al menos una tercera platina de vidrio que soporta a la otra fibra del par dispuesta en el mismo plano que la una platina de vidrio del par, con uno de los extremos de la tercera platina de vidrio adyacente al extremo adyacente de la otra fibra del par y al extremo de la una de las platinas de vidrio del par teniendo el segundo ángulo dado, y un separador dieléctrico entre caras dispuesto entre el uno de los extremos de la una de las fibras del par y el extremo adyacente de la otra de las fibras del par y entre el extremo de la tercera platina de vidrio y el extremo de la una de las platinas del par y que rebasa al extremo de la otra platina de vidrio del primer par.

Las características y objetos de este invento que han sido mencionados quedarán más claros con la descripción que sigue, que se hace con referencia al dibujo que se acompaña, en el que

- la Fig. 1 es una vista en sección transversal del divisor de haz de 45° que ha sido descrito al comienzo de esta Memoria;
- la Fig. 2 es una sección transversal tomada por la línea 2-2 de la Fig. 1,
- la Fig. 3 es una vista en sección transversal de un divisor de haz de 45° de acuerdo con los principios del presente invento;

- la Fig. 4 es una vista en sección transversal por la línea 4-4 de la Fig. 3, y

- la Fig. 5 es una vista en sección longitudinal de una modificación del divisor de haz de la Fig. 3 de acuerdo con los principios del presente invento.

Refiriéndonos a las Figs. 3 y 4 vemos que con ellas se representa un divisor de haz de acuerdo con los principios del presente invento. La base de su funcionamiento es principalmente la del divisor de haz de las Figs. 1 y 2. Una fibra óptica 6 ha sido cortada para tener un par de fibras ópticas con separación de extremo con extremo alrededor de un eje común, teniendo la cara de una de las fibras del par un primer ángulo dado y teniendo la cara adyacente del extremo de la otra fibra del par un segundo ángulo dado, que es suplementario del primer ángulo dado. Como se muestra, el primer ángulo dado es de 45° . El extremo adyacente de las dos fibras del par es pulimentado y vuelto a ensamblar con una separación de epoxy 7 entre sus caras. La pequeña señal derivada resultante (de -20 a -30 dB) es supervisada con un fotodiodo PIN 8. La principal modificación introducida por la disposición de la Fig. 3 es la sustitución del recubrimiento moldeado 2 del dispositivo de la Fig. 1 por un "sandwich" de vidrio. Mediante el uso de unas microscópicas platinas de vidrio sumamente baratas 9 y 10, cortadas a la medida, para reemplazar al material epóxico 2 de la fig. 1, se eliminan los fallos debidos a la temperatura del divisor de haz de la Fig. 1 hasta por lo menos los 60°C . Esta mejora en el servicio del aparato se debe a que el coeficiente de dilatación térmica de las platinas de vidrio 9 y 10 se adapta mejor a la dilatación térmica de la fibra de vidrio 6 que el epoxy 2

de la Fig. 1.

Otras modificaciones similares se han procurado introducir igualmente con objeto de reducir la dilatación térmica del material epóxico. Se intentó el relleno del epoxy con partículas de vidrio, pero no dió resultado al no ser posible mezclar con el epoxy la suficiente cantidad de vidrio. Se consideró el uso de una substancia intercelular de fibras de vidrio en el epoxy pero no se siguió con ello por los problemas de fabricación que traería. Es posible que haya otras soluciones similares pero parece difícil que con ellas se pudiese obtener una técnica que permitiese una fabricación más fácil y rápida que la del método de la platina de vidrio de la Fig. 3.

Esta simple sustitución del material epóxico 2 por las platinas de cristal 9 y 10 facilita, además, la fabricación. Para la pulimentación de un material cualquiera es importante que para ello se haga uso de una substancia con una dureza pulimentante similar. Con el material epóxico, que es más blando que el vidrio, los bordes de las fibras se demenzan y quiebran, sobre todo con la pulimentación en ángulo. El "sandwich" de vidrio que se tiene con las platinas de vidrio 9 y 10 constituye en este aspecto una importante mejora y reduce de un modo considerable el trabajo requerido. Además de ello, la estructura compuesta con el vidrio puede ser más rápidamente ensamblada que el moldeo del material epóxico, el cual requiere una prolongada preparación de la fibra, la preparación del molde y unos tiempos de curado bastante prolongados. Por último, también se reducen las excesivas pérdidas ya que la mayor parte de los materiales epóxicos no son tan claros como el vidrio, lo cual da como re-

sultado de la absorción de algunos dB entre la fibra 1 y el fotodiodo 4 de la Fig. 1.

La construcción del divisor de haz de vidrio de la

Fig. 3 es de suma sencillez. Una longitud arbitraria de fibra es cortada por el centro y sus extremos son desprovistos del material de recubrimiento 11. Unas platinas de vidrio de cualquier tamaño que sea apropiado (típicamente de 12,7 x 6,36 x 1,59 mm, equivalentes a 1/2 x 1/4 x 1/16") son achaflanadas en uno de sus extremos, como se ve en la Fig. 3. A continuación el extremo de cada una de las fibras y dos platinas de cristal son unidos con una delgada capa 12 de epoxy Nº 1 (por ejemplo del tipo Varian's Torr-seal) con un espesor de recubrimiento como la fibra, de aproximadamente 12,8 centésimas de milímetro (equivalente a 5 milésimas de pulgada). Al cabo de una hora de curado en caliente, el conjunto es rectificado y pulimentado con un dispositivo que mantiene a la fibra a 45°. Las dos mitades son a continuación ensambladas de nuevo usando para ello unos microdispositivos de sujeción en posición, siendo usado epoxy Nº 2 (por ejemplo, epoxy Devcon de 30 minutos) para unir las dos mitades y producir el separador entre caras 7. A continuación le es unido a las platinas 9 el fotodiodo 8 con un epoxy nº 3 (por ejemplo epoxy Devcon de 5 minutos). Debe observarse que aunque se sigan usando algunos materiales epóxicos en la fabricación del divisor de haz de la fig. 3, ninguno de ellos es usado en una cantidad o con una forma tal que la dilatación térmica tenga un efecto de importancia sobre el movimiento de la fibra 6.

La principal aplicación del divisor de haz de la Fig. 3 es la de una función de supervisión (de "monitor") en la que se requiere la medición de una pequeña cantidad

de la energía óptica de una fibra permitiendo que la mayoría de la energía óptica sea transmitida por la fibra. La técnica de construcción que ha sido descrita es de particular importancia en aquellos casos en los que el divisor de haz deba subsistir por encima de una determinada temperatura (funcionamiento verificado entre -20 y $+60^{\circ}\text{C}$). La construcción es también más sencilla que con otras técnicas que han sido ensayadas.

Unas modificaciones sencillas permiten que el divisor de haz sea usado en una variedad de aplicaciones. Una de estas modificaciones es la que se representa en la Fig. 5, donde en lugar del fotodiodo 8 de la Fig. 3 se hace uso de una toma de fibra óptica 13. En este caso una mitad del divisor de haz hace uso de solamente una platina de vidrio, siendo la toma 13 de la fibra de vidrio sujeta con epoxy en la posición de la señal máxima.

Para ajustar la intensidad de la señal derivada puede ser variado el ángulo del corte de la fibra o bien el índice de refracción del material epóxico intermedio. El cambio del ángulo de la toma puede acarrear dificultades debidas a la magnitud del ángulo, aunque es probablemente posible tener un ángulo con una incidencia entre 25° y 65° . Con 65° usando una epoxy típica con un ángulo de refracción $n \approx 1,55$ la intensidad de la toma derivada podría aumentarse en unos 5dB sobre lo obtenido con una incidencia de 45° . Las relaciones ("ratios") de la señal derivada estarían entonces entre -15 y -25 dB en lugar de entre -20 y -30 dB que corresponden a los 45° .

Variando el índice de refracción del separador entre caras 7 se pueden tener unas relaciones de la señal derivada

aún más extensas. Por ejemplo, con $n + 2,3$ y el ángulo de incidencia igual a 45° la señal derivada será de -15 dB. Con una epoxy con índice de refracción más alto, un índice de refracción de un fluido contenido en un receptáculo de epoxy o bien con un recubrimiento de una capa de un material dieléctrico tal como óxido de silicio o sulfuro de cinc se puede obtener un índice de refracción mayor. Una combinación de una capa de alto índice de refracción con ángulos de incidencia grandes puede ser usada para tener unas señales derivadas aún mayores.

El medio más útil de variación de la señal derivada consiste en un recubrimiento dieléctrico de capas múltiples obtenido por evaporación sobre una cara de fibra. Este recubrimiento puede usarse para obtener cualquier relación de señal derivada con cualquier longitud de onda. Haciendo uso de este método han sido construidos duplexores que reflejan una longitud de onda y transmiten otra.

Finalmente, también es posible usar un entrehierro o separación de aire y variar el ángulo para obtener relaciones más extensas de la señal derivada. Como se mencionó anteriormente, una incidencia de 25° es la que equivale aproximadamente a unos -10 dB. Se puede construir un divisor de haz de 3 dB con un ángulo entre 35 y 45° . En todos los casos que han sido anteriormente discutidos, como toma de señal puede usarse un detector o bien una fibra.

Si bien los principios del invento han sido aquí descritos en relación con unos aparatos específicos, ha de ser claramente entendido que esta descripción es hecha únicamente a modo de ejemplo y sin que pueda tomarse como una limitación del alcance del invento tal como viene dado por

los objetivos del mismo y por las reivindicaciones que se acompañan.

Este invento corresponde a una solicitud de patente de invención formulada en USA el día 27 de Agosto de 1979, 5 señalada con el N^o 069,687 Grupo 257 y se acoge, por tanto a los beneficios que otorgan los convenios internacionales vigentes.



-----NOTA-----

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de este modelo de utilidad de veinte años son los siguientes:

5 1.- Un divisor óptico de haz luminoso mejorado, que comprende un par de fibras ópticas separadas entre sí y con un eje común, teniendo la cara de un extremo de una de las fibras un primer ángulo dado, y la cara adyacente del extremo de la otra fibra un segundo ángulo, suplementario del anterior, caracterizado porque una de las fibras tiene un par
10 de platinas de vidrio dispuestas de modo que la sujeten entre ellas, y que también tienen, en el extremo correspondiente al extremo mencionado de la fibra, el primer ángulo dado; y porque también la otra fibra del par posee al menos una
15 tercera platina, también de vidrio, que soporta a dicha fibra, y dispuesta en el mismo plano que una de las dos platinas del par anterior, teniendo el extremo adyacente a la primera fibra, el segundo ángulo antes mencionado; y porque posee un separador dieléctrico entre caras dispuesto entre cada
20 uno de los extremos adyacentes de las fibras del par y entre el extremo de la tercera platina de vidrio y una de las dos platinas del mencionado par y que rebasa el extremo de la otra platina de dicho par.

2.- Un divisor óptico de haz luminoso mejorado.

Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña y a los fines especificados.

5 Esta memoria consta de quince hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 27 AGO. 1980



Eugenio Barroso

EUGENIO BARROSO
Secretario General



STANDARD ELECTRICA, S. A.

Fig. 1

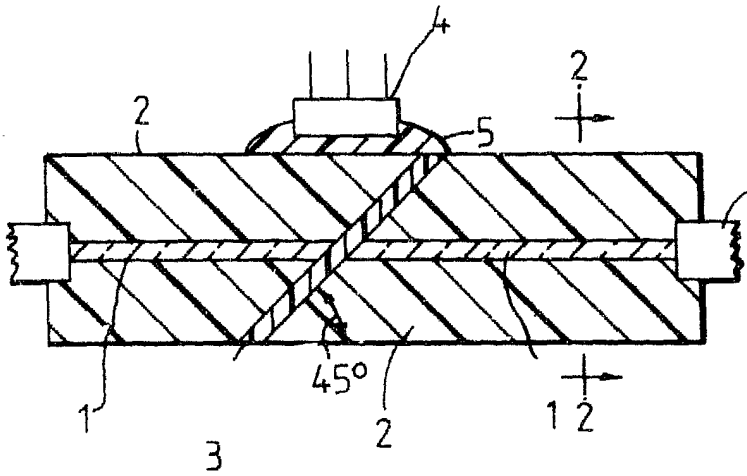


Fig. 3

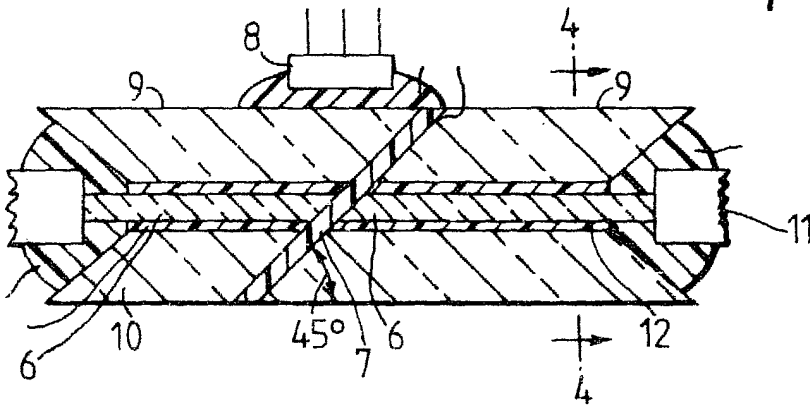


Fig. 5

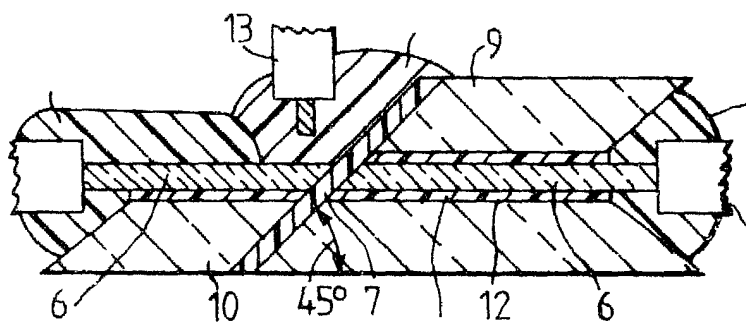


Fig. 2

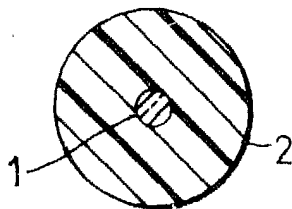
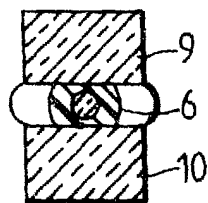


Fig. 4



Eugenio Barroso
EUGENIO BARROSO
Secretario General