



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 353 763**

51 Int. Cl.:
G01N 21/17 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **99915124 .4**

96 Fecha de presentación : **26.03.1999**

97 Número de publicación de la solicitud: **1090282**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.04.2001**

54 Título: **Pre-compensador dispersivo para utilización en un sistema de generación y detección de radiación electromagnética.**

30 Prioridad: **27.03.1998 US 79590 P**
25.02.1999 US 257421

73 Titular/es: **PICOMETRIX, L.L.C.**
2925 Boardwalk
Ann Arbor, Michigan 48104, US

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
04.03.2011

72 Inventor/es: **Rudd, James, V.**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
04.03.2011

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 353 763 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).

PRE-COMPENSADOR DISPERSIVO PARA UTILIZACIÓN EN UN SISTEMA
5 DE GENERACIÓN Y DETECCIÓN DE RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA

DESCRIPCION

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un sistema de emisión y detección de radiación electromagnética en la
10 región de terahercios, que utiliza un pre-compensador, fibra óptica y un láser pulsante.

En la presente invención se transfieren impulsos ópticos extremadamente cortos en la región de femtosegundos, generados por un láser, desde un láser a un
15 generador en la región de terahercios mediante un cable de fibra óptica. El generador en la región de terahercios está formado por un material que, cuando es iluminado mediante luz, genera portadores eléctricos, orificios y/o electrones. Estos portadores son acelerados a continuación
20 por un potencial de voltaje dentro del material que es aplicado exteriormente (fotoconductor con respecto al generador en la región de terahercios) o que se encuentran internamente presentes debido al efecto inverso de Fanz-Keldysh (generación en la región de terahercios mediante
25 rectificado óptico). Este movimiento de cargas genera a su vez un campo electromagnético que normalmente consiste en una radiación de un ciclo único o medio ciclo en la región de terahercios (50 Ghz a 100 Thz). A efectos de suministrar satisfactoriamente impulsos inferiores a 100 femtosegundos

con elevado contraste desde un láser, se debe controlar de manera efectiva la dispersión en una fibra óptica por la utilización de un dispositivo de pre-compensación. La dispersión es la extensión y/o distorsión de un impulso de luz al desplazarse a lo largo de una fibra óptica. Diferentes longitudes de onda o colores de luz se desplazan a diferentes velocidades por la fibra, lo que tiende a ampliar un impulso óptico. Estos fenómenos resultan de la dependencia de frecuencia no lineal del índice de refracción del sílice utilizado en las fibras ópticas. Para una descripción más detallada de la dispersión óptica, consultar la obra de Steven John Kane, High-Order-Dispersion Control for the Amplification and Compression of Femtosecond Laser Pulses (1996) (Tesis doctoral, Universidad de Michigan (Ann Arbor)) y James VanHartness Rudd, Advanced Techniques for the Amplification of Sub-100-femtosecond Pulses in Ti:Sapphire-Based Laser Systems (1997) (Tesis doctoral, Universidad de Michigan (Ann Arbor)).

La dispersión de la luz conduce a una potencial alteración de la señal en la región de terahercios. El problema puede ser corregido por la pre-compensación de la señal en cuanto a cualquier alargamiento producido por las características de dispersión del material de un cable de fibra óptica. Se pueden dar a un impulso óptico características de dispersión iguales y opuestas a la dispersión generada por una fibra óptica, permitiendo la reconstrucción exacta del impulso al salir éste de la fibra óptica.

La presente invención se refiere a la generación de radiación electromagnética en la región de terahercios por medio de un láser pulsante en un sistema empaquetado de tipo comercial. En diferentes aplicaciones, tales como en el entorno de laboratorio, se puede dirigir un láser directamente por el espacio a un elemento de conmutación de tipo óptico con efectos de dispersión despreciables. Para permitir el uso comercial de este sistema, la presente invención debe ser industrializada y empaquetada. Un impulso láser en un entorno de un recinto puede ser desviado por objetos o personas y sufrirá degradación por efectos atmosféricos, lo cual es inaceptable en el entorno industrial. Al incorporar un cable de fibra óptica en la presente invención, se facilita a la luz láser una ruta de desplazamiento predeterminada y permite alinear de manera precisa la presente invención, permite una constitución robusta y la formación de haces de forma compacta. Dada la necesidad de un cable de fibra óptica para empaquetar el sistema, el problema de dispersión existente en la actualidad requiere un dispositivo de pre-compensación para mantener la fidelidad de los impulsos ópticos que se desplazan por el cable de fibra óptica.

Otros objetivos, características y ventajas de la presente invención quedarán evidentes por la consideración de la siguiente descripción y reivindicaciones adjuntas en relación con los dibujos que se acompañan.

El documento EP 0 727 671 A2, que representa la técnica anterior más próxima, da a conocer un sistema de formación de imágenes THz.

El sistema de formación de imágenes THz comprende una fuente de impulsos ópticos repetitivos con una duración de femtosegundos, un transmisor con puerta óptica de transitorios de THz, que tiene una ancha amplitud de banda 5 espectral, óptica para formación de imágenes que comprende lentes y/o espejos, un objeto a investigar, un detector o conjunto de detectores temporizados, un dispositivo de retardo de exploración ("scanning delay") capaz de cambiar el desfase entre los impulsos de femtosegundos en el 10 transmisor y detector o detectores a una velocidad desde unos pocos Hz hasta cientos de Hz con el objetivo de heterodinizar temporalmente los transitorios de frecuencia THz reduciéndolos a la gama acústica (Hz), de manera que pueden ser procesados por técnicas electrónicas, incluyendo 15 una unidad de proceso de señales digitales, un procesador de señal digital y un convertidor A/D para procesar los datos del dominio de tiempo y extraer la información deseada y una pantalla para visionar la imagen.

Este sistema es una configuración de haz láser de 20 espacio libre. Requiere mucho espacio y ambiente de laboratorio.

El documento US 5.729.017 A está dirigido a generadores y detectores de impulsos electromagnéticos que funcionan a frecuencias en la región de terahercios. De 25 manera más específica, el documento US 5.729.017 A da a conocer un diseño mejorado de antena, de manera que los campos eléctricos presentes entre electrodos de metal en la superficie de un semiconductor son favorecidos al

configurar la geometría del intersticio de los electrodos con características específicas de electrodos.

En una realización, una fibra óptica, dispuesta dentro de generadores o detectores, es utilizada para enfocar el punto de la bomba óptica sobre las características definidas ("sharp features") del intersticio del electrodo.

El documento DE 196 22 359 A1 da a conocer un dispositivo para el acoplamiento de un haz de láser para aplicación a un microscopio. El documento DE 196 22 359 A1 no se refiere a sistemas de imagen en la región de terahercios. El documento DE 196 22 359 A1 da a conocer que, añadiendo un pre-compensador en forma de un par de reticulado o una combinación de par de reticulado y par de prismas se experimenta una reducción en la magnitud de dispersión experimentada por un impulso óptico de banda ancha al propagarse por las fibras, a efectos de aplicación en microscopios. El documento DE 196 22 359 A1 se refiere específicamente a la aplicación de una técnica de suministro de fibras para microscopios (básicamente microscopios de dos fotones) y pertenece a una ruta o enlace de fibra única.

RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención es un emisor de radiación electromagnética que utiliza un pre-compensador, señal de luz pulsante, cable de fibra óptica y un elemento fotoconductor o un elemento que muestra la electroóptica inversa del efecto Franz-Keldysh para generar radiación electromagnética de alta frecuencia en la región de terahercios. La presente invención incorpora un

pre-compensador óptico para corregir el alargamiento de una señal óptica al desplazarse por un cable de fibra óptica. Las características de dispersión del pre-compensador serán iguales y opuestas a las características de dispersión del cable de fibra óptica, manteniendo la fidelidad de los impulsos ópticos al desplazarse éstos y salir del cable de fibra óptica chocando con un elemento fotoconductor o electroóptico para generar radiación electromagnética en la región de los terahercios.

10 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una representación esquemática de un sistema de generación y detección de radiación electromagnética en la región de los terahercios.

La figura 2 es una representación esquemática de un pre-compensador formado por un par de retículas de Treacy;

La figura 3 es una vista esquemática de un pre-compensador con retícula de tres saltos;

La figura 4 es una representación esquemática de un pre-compensador con un par de prismas;

La figura 5 es una representación esquemática de un pre-compensador de impulsos híbrido de retícula-prisma y

Las figuras 6a y 6b son vistas esquemáticas de los elementos fotoconductores utilizados en una realización de la presente invención.

25 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA REALIZACIÓN PREFERENTE

La figura 1 es una representación esquemática de un sistema de emisión y detección de radiación electromagnética en la región de los terahercios que se ha indicado de modo general con el numeral (10). Una fuente

óptica (12) que comprende un láser de Ti:zafiro que produce impulsos de sub-100 femtosegundos a 800 nm está acoplado a un pre-compensador (14). Si en un láser de Ti:zafiro es la fuente óptica (12) preferente, se pueden utilizar otras

5 fuentes ópticas de impulsos cortos, tales como: un láser de fibra dopado con Er modelado ("modelocked") con frecuencia doblada para producir impulsos a 750-800 nm; un láser de colisión de impulsos modelado ("modelocked") (CPM); un láser de Ti zafiro amplificado que consiste en un impulso

10 básico ("seed pulse") que es amplificado a energías más elevadas; un láser de cristal basado en Nd modelado ("modelocked") con frecuencia doblada, un láser modelado basado en cualquiera de los hospedantes dopados con cromo: LiCaF, LiSrAlF ó LiSrGaAlF; o cualquier fuente de rayos

15 láser que produce impulsos de salida de femtosegundos a velocidades de repetición de megahercios, sin que esté limitado a ello.

A efectos de conseguir un impulso limitado por transformación en la salida de las fibras de modalidad

20 única (18) y (19), un pre-compensador (14) añade dispersión de un signo opuesto a la dispersión adquirida en las fibras. La dispersión es el nombre que se da a la propiedad de la variación de velocidad de grupo con la longitud de onda. Esto tenderá a extender, alargar y/o distorsionar la

25 forma de un impulso óptico haciéndolo indistinto. La forma más simple de dispersión procede de la propagación de la luz por materiales en masa. La fuente de esta dispersión es el índice de refracción no lineal dependiente de la frecuencia. Uno de los objetivos de la presente invención

consiste en reproducir exactamente o por lo menos de manera muy próxima el impulso óptico original que entra en la fibra óptica a la salida de la misma.

El origen físico del índice de refracción y su naturaleza consiguiente que depende de la frecuencia son resonancias en la estructura del material. La mayor parte de materiales ópticos tienen una fuerte absorción resonante en la parte ultravioleta del espectro y otra en los infrarrojos lejanos, lo cual conduce a una dispersión de velocidad de grupo (GVD) siendo positiva en la parte ultravioleta y visible del espectro y negativa en la parte de los infrarrojos del espectro. El GVD se relaciona con la segunda derivada del índice de refracción con respecto a la longitud de onda. Un GVD positiva es la condición en la que la luz de longitud de onda más larga se desplazará con mayor rapidez a través de la fibra óptica que la luz de longitud de onda más corta. Un GVD negativa es la condición opuesta, la luz de longitud de onda más corta se desplazará con mayor rapidez por la fibra óptica que la luz de longitud de onda más larga. La longitud de onda preferente de la fuente óptica que genera los impulsos ópticos sub-100 femtosegundos es de 600-900 nanómetros. A estas longitudes de onda, la fibra óptica de modalidad única que se utilizará tiene GVD positiva. Para contrarrestar el GVD positiva de las fibras ópticas (18) y (19) se incorpora un pre-compensador (14) que tiene GVD negativa en el sistema (10).

El pre-compensador (14) puede consistir de numerosas realizaciones que incluyen GVD negativa. El pre-compensador

(14) puede estar compuesto por prismas, retículas, grismas, rejillas de fibras Bragg, interferómetro Gires-Tournier o cualquier otra combinación de los mismos que tenga como resultado un sistema de dispersión de velocidad de grupo de tipo negativo.

Un par de prismas es un dispositivo dispersivo y puede ser utilizado para proporcionar GVD negativa para un impulso óptico. Un prisma dispersa luz porque su geometría provoca que la luz de diferentes longitudes de onda que pasan a través del mismo se separen y se desvíen en diferentes magnitudes. Si bien los materiales utilizados para hacer prismas tienen en general dispersión positiva, se ha descubierto que con las medidas técnicas apropiadas se puede conformar un sistema que proporciona GVD positiva o negativa al hacer que diferentes partes del espectro del impulso atraviesen diferentes magnitudes de cristal, cambiando de esta manera de forma efectiva su relación en el impulso.

Los sistemas de retícula de difracción son dispositivos que pueden ser utilizados para añadir GVD negativa o positiva a un impulso óptico. Se hará referencia solamente a los que proporcionan GVD negativa. Un par de retícula de tipo Treacy con retículas paralelas (34) se muestran de manera general con el numeral (32) de la figura 2. La luz incidente (36) entra en el par de reticulación y sale como luz negativamente dispersada temporalmente y espacialmente distribuida (38). En un sistema de par de reticulación Treacy típico, la luz (38) es retrorreflejada sobre sí misma, doblando la potencia dispersiva y

recombinando el haz láser. Su GVD se puede definir del modo siguiente:

$$GVD = - \frac{\lambda^3 N^2 G}{\pi c^2 \cos^3 \theta}$$

en la que N es igual a la densidad de ranuras, λ es
 5 igual a la longitud de onda de la luz, G es igual a la
 distancia entre las retículas, y c es igual a la velocidad
 de la luz. Dado que todos los ángulos de difracción θ se
 encontrarán entre $\pm 90^\circ$, la GVD será negativa para
 cualquier longitud de onda o reticulación que se utilice.
 10 Se muestran reticulaciones de transmisión, pero las
 reticulaciones de reflexión funcionarán de la misma manera.
 Las reticulaciones de este tipo pueden ser utilizadas para
 contrarrestar la GVD positiva que se encuentra hasta diez
 metros de la fibra óptica. La longitud de la fibra está
 15 limitada por la dispersión residual de orden elevado que es
 causada por este estilo de sistema de reticulación. La
 dispersión de orden elevado a la que se hace referencia
 típicamente como dispersión de tercer orden, provoca que el
 impulso de salida sea una versión distorsionada del de
 20 entrada.

Un segundo diseño de reticulación que utiliza una
 primera y una segunda reticulación para introducir GVD
 negativa en un impulso óptico, se ha mostrado en general
 con el numeral (60) de la figura 3. La segunda reticulación
 25 (62) tiene una separación de ranuras (d) que es la mitad de
 la de la primera reticulación (64) (su densidad de ranuras

es el doble que la primera reticulación). Por lo tanto, la segunda reticulación (62) puede ser extremadamente eficaz debido a su densidad de ranuras. La segunda reticulación (62) se ha representado como reticulación de reflexión, si bien podría ser reticulación de transmisión. Este sistema funciona cuando la luz incidente (66) choca sobre la primera reticulación (64) en incidencia normal. La luz difractada de la primera reticulación (64) obedece a la ecuación:

$$\sin \theta_d^{(1)} = -\frac{\lambda}{d'} \quad \left| \right.$$

y este ángulo de difracción $\theta_d^{(1)}$ pasa a ser el ángulo de incidencias sobre la segunda reticulación:

$$\theta_i^{(2)} = \theta_d^{(1)}$$

La luz difractada de la segunda reticulación está controlada por la ecuación:

$$\sin \theta_d^{(2)} = \frac{2\lambda}{d} + \sin \theta_i^{(2)}$$

que después de sustitución, resulta:

$$\theta_d^{(2)} = -\theta_i^{(2)}$$

Por lo tanto, todos los rayos cumplen la condición de Littrow según la cual, el ángulo de entrada es igual al ángulo de salida y se difracta en retorno sobre si mismo. Este compresor requiere, por lo tanto, solamente un total de tres saltos con respecto a las retículas (62) y (64) para

generar la GVD requerida, proporcionando, por lo tanto, un método más eficaz de compensación para la GVD positiva en una fibra. Este sistema tiene la misma cantidad de GVD y dispersión de tercer orden que un par de retículas Treacy siempre que la densidad de ranuras de la primera retícula (64) sea la misma que la densidad de ranuras de las retículas Teacy (34).

La realización preferente del pre-compensador (14) es un par de grismas, como se ha mostrado en general con el numeral (40) en la figura 4. Un grisma es un elemento óptico dispersivo que tiene características físicas, tanto de un prisma como de una retícula. Los grismas (42a, 42b) utilizados en la presente invención, están formados por prismas (43a) y (43b) con retículas (44a) y (44b) adyacentes a las superficies de los prismas (43a) y (43b). Desde el punto de vista dispersivo, un grisma actúa igual que una rejilla con un dieléctrico elevado en una cara. La ecuación de la GVD debida al grisma es la misma que para un par de retículas normales. No obstante, el ángulo θ tiene una relación distinta con el ángulo de entrada θ_i facilitado por la siguiente ecuación:

$$n \sin \theta_i = m \lambda N + \sin \theta_D$$

en la que n = índice de refracción, λ = longitud de onda, N = densidad de ranuras y m = orden de difracción (usualmente ± 1). La ventaja del par de grismas procede de las características dispersivas de orden elevado. A efectos de compensar adecuadamente la dispersión introducida por

las fibras, se requiere compensar no solamente la GVD sino también los términos dispersivos de orden más elevado. Los grismas pueden ser diseñados para este tipo de aplicación. En la presente invención, los grismas (42a) y (42b) están
5 configurados para generar una GVD negativa y dispersión positiva de tercer orden a efectos de compensar exactamente la GVD positiva de la fibra óptica y la dispersión negativa de tercer orden. Los grismas con 1000 líneas/mm, con un índice de refracción de 1,7 y un ángulo de incidencia de
10 $66,7^\circ$ ($\lambda = 800 \text{ nm}$) pueden compensar las fibras ópticas hasta un kilómetro de longitud.

Haciendo referencia a la figura 4, se demuestra el funcionamiento del par de grismas (40). Un rayo de luz incidente (46) se desplaza a través del primer grisma (42a)
15 y es difractado. El haz difractado (48) se desplaza a continuación a través del segundo grisma (44a) y es recolimado. Debido al hecho de que la longitud de la trayectoria óptica como función de la longitud de onda no es lineal, el par proporciona dispersión. En la presente
20 invención, el impulso de luz (50) es retroreflejado pasando a través de los dos grismas (42b) y (42a) y sale del par de grismas (40) en la misma ruta en la que ha entrado en su forma original (46). Una vez esta luz ha sido separada de la entrada, es enfocada a continuación a una fibra óptica
25 para su transmisión.

Elementos dispersivos negativos adicionales pueden incluir un interferómetro Gires-Tournois, pre-compensadores híbridos de retícula-prisma y un sistema de retícula Bragg-Fibra. Un pre-compensador híbrido de retícula-prisma

mostrado de manera general con el numeral (80) en la figura 5 es una combinación de retículas (82), espejos (84) y prismas (86). La dispersión del sistema híbrido (80) se puede modificar cambiando las características de cualquiera de sus componentes. En particular, la dispersión de tercer orden puede ser controlada con independencia de la GVD ajustando la separación de los prismas (86). Una retícula de fibra de Bragg utiliza una construcción de capas múltiples con retículas de diferente profundidad entre capas para reflejar diferentes longitudes de onda de luz a diferentes profundidades. Dado que se reflejan longitudes de onda de luz específicas solamente a ciertas profundidades, estas longitudes de onda de luz se desplazarán a distintas distancias creando GVD y dispersión de tercer orden. Con una apropiada construcción Bragg-fibra, las retículas son capaces de compensar perfectamente la dispersión apreciada en grandes longitudes de fibra óptica.

Las características de pre-compensación exacta de cualquiera de los dispositivos de pre-compensación citados, se pueden configurar para adaptarse a las características dispersivas de múltiples longitudes de fibras y materiales. Por ejemplo, la separación de los dispositivos de pre-compensación de retícula se puede variar para cambiar la dispersión de las retículas.

Haciendo referencia a la figura 1, después de que el impulso óptico ha sido alargado o pre-compensado por el pre-compensador (14) y dividido por el divisor de fibras (15), entrará en las fibras ópticas (18) y (19). Las fibras

ópticas (18) y (19) pueden comprender numerosas fibras de modalidad única disponibles comercialmente. En la realización preferente, las fibras ópticas (18) y (19) con una longitud que llega a mil metros, se pueden compensar.

5 Al salir el impulso óptico de la fibra óptica (18), chocará con un transmisor de la región de terahercios que emitirá una radiación electromagnética de ciclo único o de medio ciclo. La realización preferente utiliza un elemento fotoconductor como transmisor en la región de terahercios,

10 que genera pares de electron-orificio y una corriente eléctrica de impulsos. El elemento fotoconductor puede ser un diodo con unión pn, fotodiodo pin, fotodiodo metal-semiconductor-metal, fotodiodo de punto de contacto, fotodiodo con heterounión o un simple semiconductor que

15 puede ser fabricado con cualquier elemento semiconductor formado por GaAs con crecimiento a baja temperatura, semiaislante-GaAs, silicio (cristalino o con implantación de iones) sobre zafiro Inp, InGaAs o cualquier otro elemento fotoactivo sin que ello sea limitativo. El

20 elemento fotoconductor utilizado para generar un impulso en la región de terahercios puede ser también del tipo esquematizado en la patente USA 5.420.595 titulada "Microwave Radiation Source" (Fuente de Radiación de Microondas) concedida a Zhang y otros en 30 de Mayo de 1995

25 que se incorpora como referencia.

Un impulso de corriente será generado por el choque del impulso óptico sobre el elemento fotoconductor. La variación de corriente generará radiación electromagnética. La forma temporal de la radiación electromagnética es

determinada tanto por la poca duración o "cortedad" del impulso eléctrico de entrada y la estructura de la antena metálica que está acoplada al elemento fotoconductor. En la realización preferente, la antena tiene configuración de dipolo. La configuración de la antena para esta realización preferente está esquematizada en la patente USA número 5.729.017 "Terahertz Generator and Detector" (Generador y Detector en la Región de Terahercios) concedida a Brenner y otros en 17 de Mayo de 1998 y que se incorpora a la actual como referencia. La radiación en la modalidad preferente variará de 50 gigahercios a 100 terahercios, pero cualquier frecuencia electromagnética por encima o por debajo de este rango preferente es asimismo posible.

Otra realización del transmisor en la región de terahercios que se ha mencionado anteriormente funciona debido a la electroóptica inversa del efecto Franz-Keldysh en el que un impulso corto excita una respuesta no lineal en ciertos materiales semiconductores, provocando de esta manera la emisión de impulsos en la región de terahercios de ciclo único. El efecto Franz-Keldysh inverso funciona debido al campo superficial inducido en el material semiconductor. Los protones que chocan con la superficie del material crean pares de electrón/orificio que son acelerados a causa del campo eléctrico provocado por el aire/semiconductor (o metal/semiconductor, o semiconductor/semiconductor) que constituye el límite. El campo inducido funciona de manera similar al campo aplicado en un conjunto fotoconductor. Acelera las cargas que generan el impulso de terahercios.

Un ejemplo del elemento de transmisión (90) que tiene un elemento fotoconductor se muestra en la figura 6a. Una polarización (104) es aplicada al electrodo de polarización (92) que está acoplado a una antena de dipolo (98). La antena de dipolo (98) sirve como emisor de radiación y el intersticio fotoconductor en el centro de la antena del dipolo (98) es el lugar donde se generan los portadores. Un impulso láser ultracorto en el rango de femtosegundos chocará con el punto focal (100) situado en el intersticio (102) entre los dipolos cortocircuitando los electrodos de polarización a través de la antena dipolo (98). La antena dipolo (98) radía entonces energía electromagnética en el rango de los terahercios. Los electrodos adecuados se pueden realizar mediante oro con un grosor de 0,5 micras con anchuras de línea de 1 micra a 100 micras separados por un intersticio de 5 a 100 μm dependiendo de la longitud de onda en la que se prefiere la radiación, si bien ello no es limitativo.

Ciertos materiales y objetos pueden ser caracterizados por absorción dependiente de la frecuencia, dispersión y reflexión de transitorios de terahercios en señales que pasan a través de una muestra, tal como se indica en la patente USA n° 5.710.430 "Method and Apparatus for Terahertz Imaging" (Método y aparato para la formación de imágenes en la región de terahercios) concedida a Martin Nuss en 20 de Enero de 1998 y que se incorpora a la actual a título de referencia. El receptor (20) de radiación electromagnética de la figura 1 está configurado para detectar radiación electromagnética en el rango de

terahercios después de ser acondicionado por una muestra. El receptor puede ser situado en cualquier posición que rodea una muestra, a efectos de detectar la radiación absorbida, reflejada, refractada o dispersada. El receptor
5 (20) de radiación electromagnética generará entonces una señal eléctrica que es interpretada, puesta a escala y/o digitalizada por cualquier sistema conocido de captación de datos. El receptor (20) está sincronizado con el transmisor (16) por impulsos ópticos que se desplazan por la fibra
10 óptica (19).

La figura 6b es una representación esquemática del elemento (110) receptor de terahercios. En la realización preferente, el elemento receptor de terahercios (110) es una estructura idéntica al elemento transmisor (90) excepto
15 por la ausencia de un voltaje de polarización. En otras estructuras, el material que constituye el receptor puede ser fotoconductor (**LT-GaAs, SOS, LT-InGaAs**) o electroóptico (**Znte, GaP, LiNhAs**). El elemento receptor (110) está conectado a un amplificador (112) que posibilita el examen
20 de la radiación de terahercios recibida.

Se comprenderá que la invención no está limitada a la construcción exacta que se ha ilustrado y descrito en lo anterior, sino que se pueden realizar diferentes cambios y modificaciones sin salir del alcance de la invención, tal
25 como se define en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de emisión y detección de radiación electromagnética en la región de los terahercios (10), que comprende

5 - una fuente óptica de rayos láser de impulsos cortos (12) que produce impulsos de salida de femtosegundos

- medios pre-compensadores (14) acoplados a la fuente de rayos láser (12),

10 - un divisor de fibras (15) acoplado al pre-compensador (14) para dividir el impulso óptico pre-compensado para entrar en una primera fibra óptica (18) y en una segunda fibra óptica (19) que están acopladas al divisor (15)

15 - en el que los medios pre-compensadores (14) añaden dispersión de signo opuesto a dichos impulsos ópticos para corregir el estiramiento de los impulsos ópticos al desplazarse por la primera fibra óptica (18) y la segunda fibra óptica (19), para conseguir transformar impulsos limitados o reproducir íntimamente el impulso original

20 - un transmisor de la región de terahercios (16) que está acoplado al divisor (15) con intermedio de la primera fibra óptica (18) y que recibe el choque de impulsos ópticos que salen de la primera fibra óptica (18) y que emite impulsos de radiación electromagnética hacia una
25 muestra (30)

- un receptor de radiación electromagnética (20) que está acoplado al divisor (15) con intermedio de la segunda fibra óptica (19) para detectar radiación electromagnética en el rango de terahercios después de ser acondicionado por

la muestra (30) y generan a continuación una señal eléctrica que puede ser interpretada, puesta a escala y/o digitalizada por un sistema de captación de datos (28) acoplado al receptor (20), de manera que el receptor (20) es sincronizado al transmisor (16) por los impulsos ópticos que se desplazan por la segunda fibra óptica (19).

2. Sistema, según la reivindicación 1, en el que dichos medios pre-compensadores (14) son un par de prismas.

3. Sistema, según la reivindicación 1, en el que dichos medios pre-compensadores (14) son un par de grismas.

4. Sistema, según la reivindicación 1, en el que dichos medios pre-compensadores (14) son un dispositivo de sistema de retícula de tres saltos.

5. Sistema, según la reivindicación 1, en el que dichos medios pre-compensadores (14) son un par de retículas Treacy.

6. Sistema, según la reivindicación 1, en el que dichos medios pre-compensadores (14) son una retícula Bragg-fibra.

7. Sistema, según la reivindicación 1, en el que dichas fibras (18, 19) son fibras de una modalidad única.

8. Sistema, según la reivindicación 1, en el que dicho receptor (20) es un elemento fotoconductor.

9. Sistema, según la reivindicación 1, en el que dicho transmisor en la región de terahercios (16) es un elemento fotoconductor.

10. Sistema, según la reivindicación 1, en el que dicho transmisor (16) en la región de terahercios es un elemento que muestra rectificado óptico.

11. Sistema, según la reivindicación 1, en el que dicho receptor en la región de terahercios (20) comprende una antena.

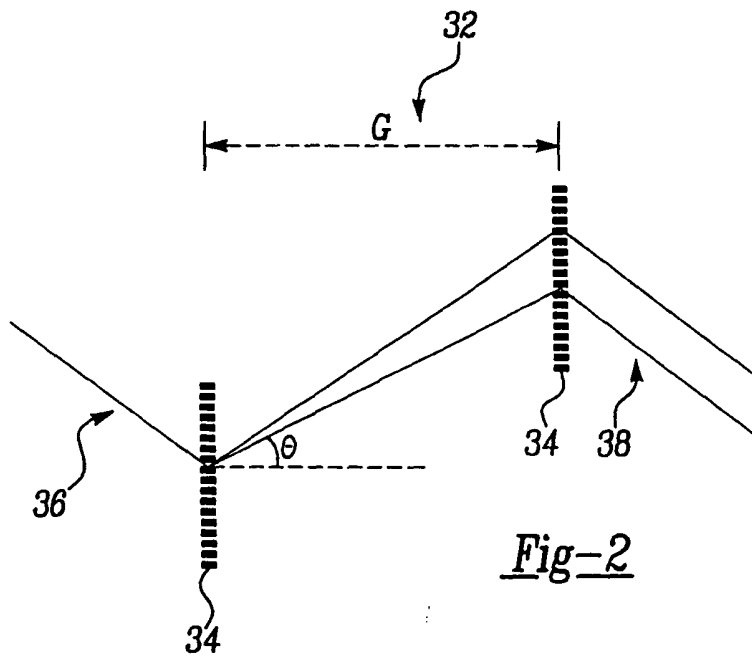
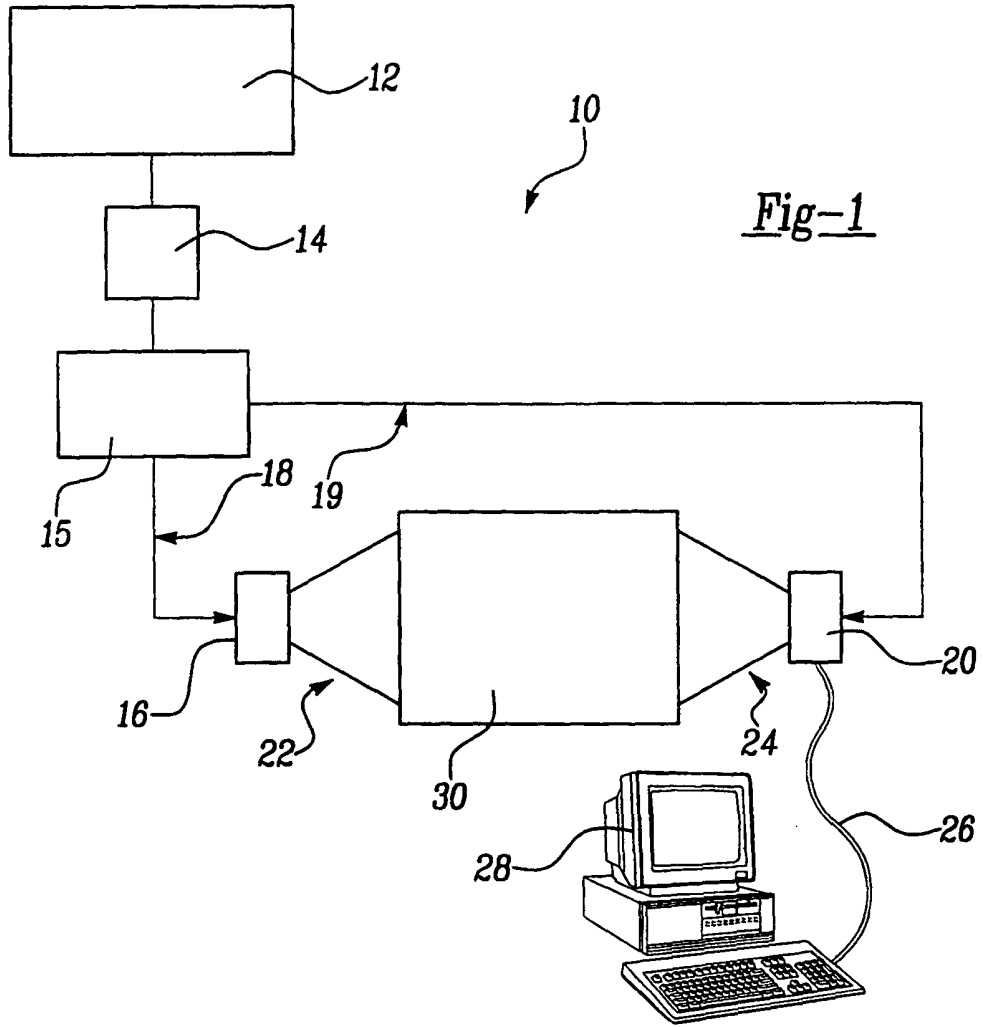
12. Sistema, según la reivindicación 11, en el que la
5 antena es una antena dipolar.

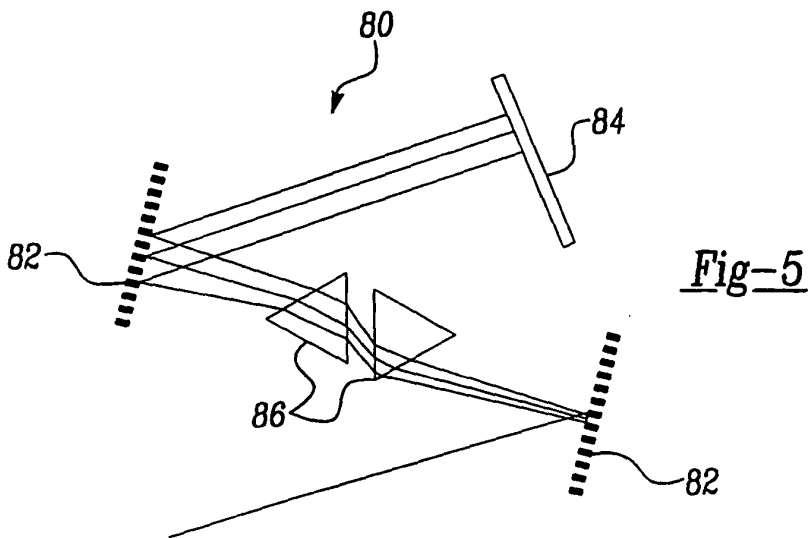
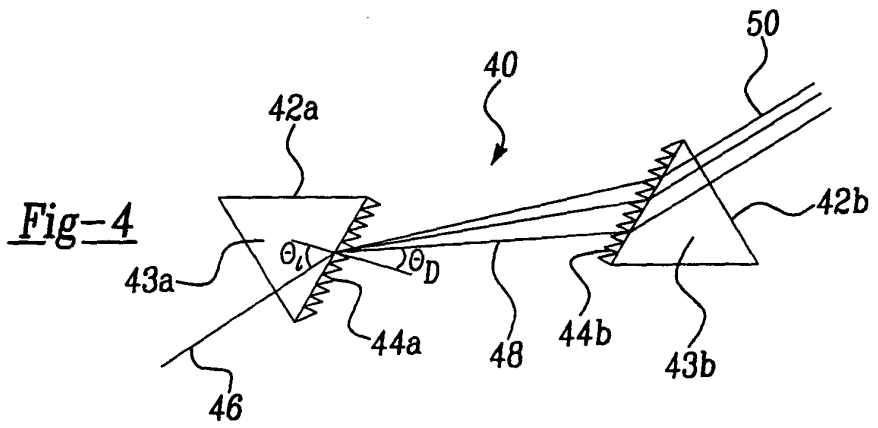
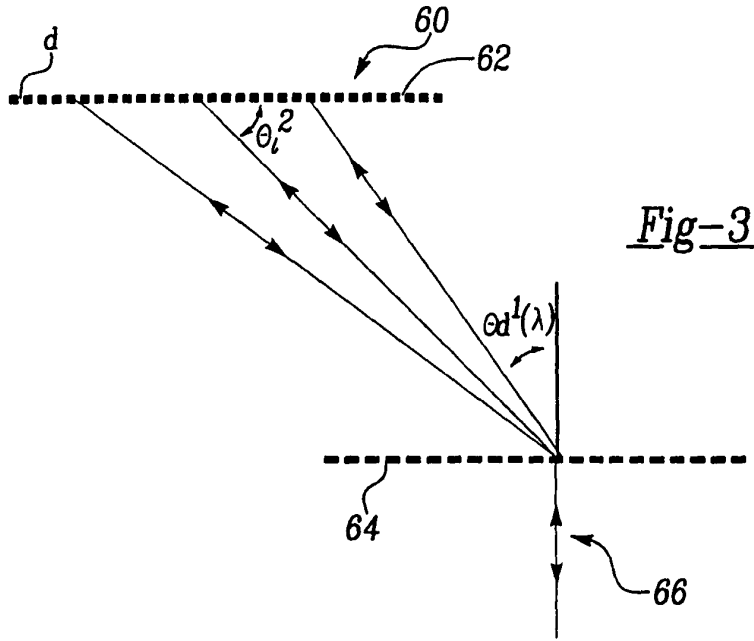
13. Sistema, según la reivindicación 1, en el que el transmisor (16) incluye una antena.

14. Sistema, según la reivindicación 13, en el que la antena es una antena dipolar.

10 15. Sistema, según la reivindicación 1, en el que el receptor es un elemento electroóptico.

16. Sistema, según la reivindicación 1, en el que la dispersión proporcionada por el pre-compensador (14) es tal que el estiramiento y/o distorsión de un impulso de luz al
15 desplazarse a lo largo de las fibras (18, 19) es compensado.





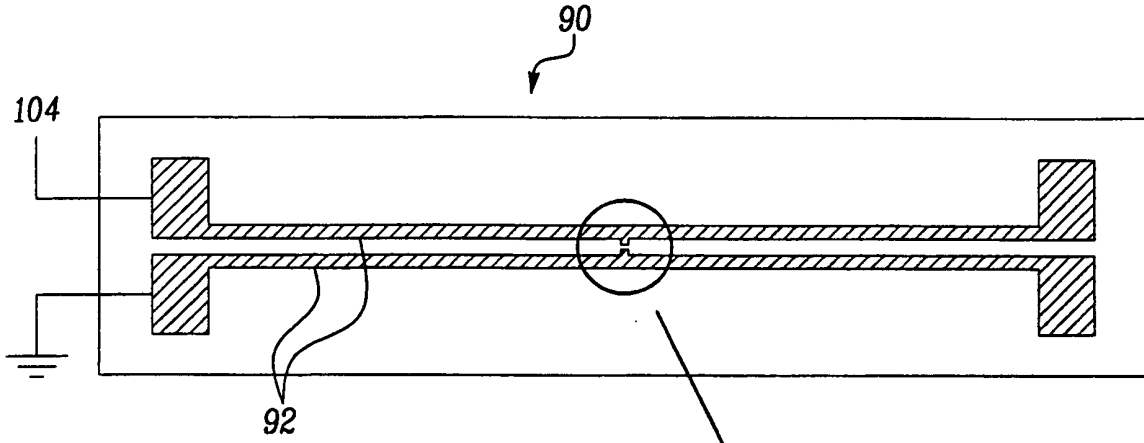


Fig-6A

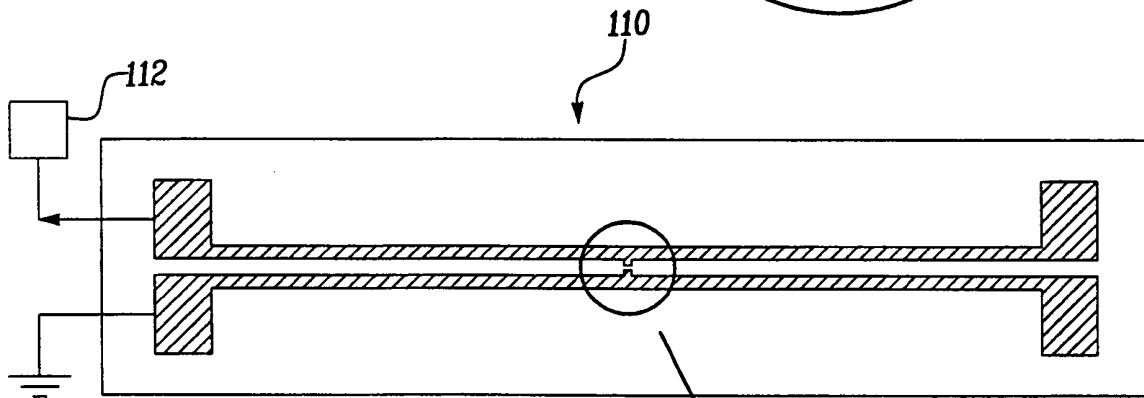
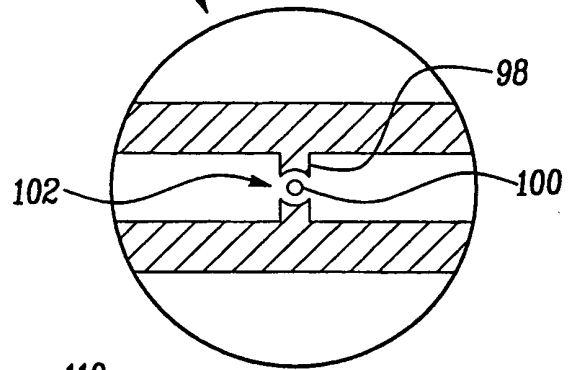


Fig-6B

