



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 337 774**

(51) Int. Cl.:
G11B 7/007 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **02770137 .4**

(96) Fecha de presentación : **09.10.2002**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1440434**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **28.07.2004**

(54) Título: **Procedimiento de codificación de datos para evitar la lectura y la copia no autorizadas de información.**

(30) Prioridad: **09.10.2001 HU 0104183**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.04.2010

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.04.2010

(73) Titular/es: **Bayer Innovation GmbH
Merowingerplatz 1
40225 Düsseldorf, DE**

(72) Inventor/es: **Domjan, Laszlo;
Erdei, Gabor;
Koppa, Pal;
Szarvas, Gabor;
Toth, Peter y
Ujvari, Tamas**

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 337 774 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de codificación de datos para evitar la lectura y la copia no autorizadas de información.

5 La invención se refiere a un procedimiento de codificación de datos para impedir la lectura y la copia no autorizadas de información.

Varios tipos de datos digitales (música, vídeo, cine digital, software) requieren protección contra lectura y copia no autorizadas. La distribución de datos digitales en los medios actualmente empleados (CD, DVD, disquetes, etc.) combinada con el cifrado matemático de datos no protegen contra la copia no autorizada. El descifrado de datos matemáticamente cifrados es una cuestión de costes de hardware. Además, puede no ser muy factible cifrar datos que se procesan habitualmente en tiempo real (tales como la música digital, que se lee desde un disco CD). Para el usuario legítimo de tales datos digitales, el dispositivo lector de datos debe estar equipado con sistemas procesadores de descifrado adecuados. Un algoritmo de descifrado continuo no puede ser muy seguro, porque no hay tiempo suficiente para descifrar los datos. Además, la emisión y el acceso a la clave de descifrado siempre añade una considerable incomodidad cuando el usuario legítimo desea recuperar los datos. Esta incomodidad añadida no siempre puede ser tolerada por los clientes, especialmente cuando los datos no son especialmente "secretos" para el cliente, sino sólo para el productor de los datos, tal como en un disco CD de audio. Por lo tanto, es probable que los clientes potenciales rechacen todos los sistemas de protección de datos digitales que requiriesen la interacción añadida del usuario, tal como el ingreso de un código personal de acceso o cualquier acción similar.

Se ha propuesto combinar los medios tradicionales de almacenamiento óptico con hologramas. Los documentos WO 01/57863 y WO 01/20605 revelan diversos procedimientos, con los cuales puede formarse un holograma estático en un portados de datos ópticos de tipo CD. La presencia del holograma visible podría indicar al usuario que el CD adquirido no es una copia pirateada, sino un producto auténtico y original. Sin embargo, esto no impediría la copia ilegal del contenido del CD con un equipo de grabación de CD, inmediatamente disponible.

El Documento WO 02/11081 propone el uso de un medio de grabación óptica de tipo CD o de tipo holograma, en combinación con un chip en el medio de grabación óptica. Los datos de usuario *cifrados* se almacenan en el medio de grabación óptica. El chip contiene una clave de descifrado, que se utiliza para descodificar el contenido del medio de grabación óptica. La descodificación en sí puede tener lugar exclusivamente en el chip, o también fuera del chip. En cualquier caso, se necesitan al menos dos interfaces de datos en hardware para la lectura de los datos. Una interfaz de datos garantiza la comunicación con el chip, mientras que la otra interfaz de datos lee *del* medio de grabación óptica. Un enfoque similar es revelado por Akkermans *et al.* en el Digesto Técnico del "Simposio Internacional Conjunto sobre Memoria Óptica y Almacenamiento de Datos Ópticos", celebrado en Waikola, Hawaii, entre el 7 y el 11 de julio de 2002; véanse las págs. 3-5. Allí, se incrusta un chip en un disco CD, con claves de cifrado y, optativamente, un algoritmo de cifrado. El chip se comunica con el aparato de lectura mediante un canal de Radio Frecuencia. Sin embargo, el chip sólo puede tener una capacidad limitada, que puede ser suficiente sólo para grabar la identificación de los derechos digitales. La descodificación aún debe llevarse a cabo fuera del chip y, por lo tanto, la clave puede ser interceptada por los piratas informáticos.

En la publicación JP1106610A se revela un medio de grabación óptica, en donde la cantidad total de información del usuario se almacena en una capa de almacenamiento óptico. La información del usuario se descifra y la clave criptográfica se almacena en una capa de almacenamiento holográfico. Al copiar el medio de grabación óptico sólo se copia la información almacenada en la capa de almacenamiento óptico. La información almacenada en el holograma (clave criptográfica) no puede copiarse. Por lo tanto, un usuario no autorizado puede leer un almacenamiento de datos ópticos copiados, obteniendo por ello los datos cifrados. No es capaz de descifrarlos, ya que falta el holograma (clave criptográfica). Sin embargo, como ya se ha afirmado, el descifrado de datos matemáticamente cifrados es una cuestión de costes de hardware. Una vez que la información puede leerse y copiarse, un usuario puede hacer múltiples copias de los datos y piratearlos. Además, puede no ser muy factible cifrar datos que se procesan habitualmente en tiempo real (tales como la música digital).

La Patente Estadounidense N° 5.917.798 de Horimai *et al.*, y el documento EP 1065 658 A1 revelan un disco óptico con dos capas de almacenamiento de datos. Una capa de almacenamiento es una capa de almacenamiento holográfico, y la otra capa de almacenamiento es una capa de almacenamiento tradicional de tipo CD o DVD. En este sistema se prevé almacenar los datos de usuario de manera esencialmente completa en la capa de almacenamiento holográfico, mientras que la capa de tipo CD almacenaría físicamente la información de directorio y pista. Ambas capas son leídas por una cabeza óptica común combinada, que es capaz de leer datos tanto de capas holográficas como de capas ópticas de tipo CD. El documento EP 1065 658 A1 revela la posibilidad de almacenar cierta información, tal como la información de directorio y pista, en la otra capa que no sea la que almacena el contenido efectivo de la información de usuario, con el fin de evitar la copia de la información de usuario. Sin embargo, este sistema conocido prevé almacenar el contenido informativo efectivo de la información del usuario en la capa holográfica, y no menciona la posibilidad de dividir expresamente la información de usuario entre las dos capas de almacenamiento. En consecuencia, este sistema conocido supone el uso de un sistema de grabación holográfica de gran capacidad (por ello complicado y caro).

El documento US 5841861 A revela un medio de grabación óptica que comprende un área de grabación de datos que tiene más de una capa de datos digitales grabados, como marcas o bits, ópticamente legibles. Los datos digitales se dividen en más de un grupo, cada grupo contiene una cantidad de datos menor que la capacidad grabable completa de

cada capa del disco óptico, y los datos digitales divididos se graban en distintas capas del disco óptico, de forma tal que un flujo original de datos se torna discontinuo en cada capa. Dado que toda la información se almacena ópticamente, puede ser leída y copiada. El documento revela las características del preámbulo de la reivindicación 1.

5 El objeto de esta invención es proporcionar un procedimiento que impide la lectura no autorizada de datos desde medios de grabación óptica de tipo CD o DVD, donde el aparato que presta soporte al procedimiento de prevención de copia es compatible con los medios tradicionales de grabación de tipo CD o DVD.

10 Según el procedimiento, la información de usuario se convierte en datos digitales, y los datos digitales se graban en un primer conjunto de datos y un segundo conjunto de datos, donde el primer conjunto de datos se graba en un primer medio de almacenamiento óptico de un portador de datos, y el segundo conjunto de datos se graba en un segundo medio de almacenamiento holográfico del portador de datos. La lectura no autorizada de la información se impide como resultado de las siguientes etapas:

15 los datos digitales se dividen entre los conjuntos de datos primero y segundo, de una manera tal que una parte de la información de usuario esté contenida sólo en el primer conjunto de datos, y otra parte de la información de usuario esté contenida sólo en el segundo conjunto de datos, y la proporción relativa de la información de usuario en los conjuntos de datos se selecciona de forma tal que la información contenida en cualquiera de los conjuntos de datos sea insuficiente por sí misma para restaurar la información de usuario completa contenida en ambos conjuntos de datos. En otras palabras, los datos de usuario se dividen en los dos conjuntos de datos de forma tal que el contenido completo de la información de usuario de los datos digitales pueda reconstruirse sólo se combinan los contenidos de ambos conjuntos de datos.

20 De esta manera, la lectura de los datos es imposible si sólo un conjunto de datos es accesible para un usuario no autorizado. Por otra parte, la reconstrucción de los datos completos de usuario se lleva a cabo fácilmente si son accesibles ambos conjuntos de datos, porque la combinación o reconstrucción de los datos de usuario completos no necesita ningún algoritmo específico de descodificación o descifrado. Tal descifrado puede ser difícil de llevar a cabo con datos que normalmente se recuperan continuamente, tal como la información de audio o vídeo de un disco CD o DVD. El descifrado no puede funcionar con claves de cifrado muy complicadas (debido al requisito de reconstrucción continua) y, por lo tanto, puede ser descifrado de forma relativamente fácil o bien, si las claves de cifrado son complicadas, la reconstrucción de datos puede exigir una potencia muy alta de procesamiento a la electrónica de reproducción.

25 En una posible realización, la capa holográfica lleva una clave de descifrado extensivo para los datos digitales subyacentes. Alternativamente, la capa holográfica puede llevar algunas partes aleatorias de los datos de usuario, mientras que la mayoría ha de almacenarse en el primer conjunto de datos grabados de manera tradicional.

30 Para la realización del procedimiento, la invención propone un dispositivo de almacenamiento de datos holográficos que puede almacenar datos bien sin cifrado o codificación, o bien uno que puede almacenar datos cifrados físicamente, utilizando una tecnología de almacenamiento de datos holográficos codificados en fase. El cifrado holográfico inhabilita la lectura y copia de los datos, almacenados en el medio holográfico, para personas que no conocen la clave de cifrado. Mezclando tecnología de grabación holográfica con cualquier otro tipo de tecnología de almacenamiento óptico (p. ej., CD, DVD, etc.), los datos digitales pueden protegerse contra la copia y la lectura por personas no autorizadas.

35 Más específicamente, el aparato comprende un primer canal de lectura y/o grabación óptica para leer y/o grabar datos de/en un primer medio de almacenamiento de datos ópticos, y un segundo canal de lectura y/o grabación para leer y/o grabar datos de/en un medio de almacenamiento holográfico.

40 El aparato también comprende medios de control para controlar el funcionamiento del primer canal de lectura y/o grabación, y del segundo canal de lectura y/o grabación. El medio de control está adaptado para dividir los datos de usuario, desde una fuente de datos de usuario, entre los canales de lectura y/o grabación primero y segundo, de manera tal que una parte de la información de usuario esté contenida sólo en un primer conjunto de datos, que se graba en el primer medio de almacenamiento óptico, a través del primer canal de lectura y/o grabación. La otra parte de la información de usuario está contenida sólo en un segundo conjunto de datos, que se graba en el segundo medio de almacenamiento óptico holográfico, a través del segundo canal de lectura y/o grabación. La proporción relativa de información de usuario en los conjuntos de datos se selecciona de forma tal que la información contenida en cualquiera de los conjuntos de datos sea insuficiente por sí misma para restaurar la información de usuario completa contenida en ambos conjuntos de datos.

45 El aparato también es capaz de extraer partes divididas de datos de usuario de los canales de lectura y/o grabación primero y segundo, y de reconstruir las partes de datos de usuario extraídas, y de suministrar los datos de usuario reconstruidos a una salida de datos, llevando a cabo las etapas de leer el primer conjunto de datos del primer medio de almacenamiento y, de manera esencialmente simultánea, leer el segundo conjunto de datos del medio de almacenamiento holográfico. El aparato es capaz de reconstruir los datos de usuario de forma esencialmente continua, en tiempo real durante la lectura.

El aparato de lectura podría contener dos cabezas lectoras distintas dentro del dispositivo, una que lee los datos digitales y otra que lee el holograma. Sin embargo, es posible integrar ambas cabezas en una unidad óptica. Como las áreas de barrido de la lectura podrían ser bastante distintas para las dos cabezas, el declive de pista de los hologramas puede ser mucho mayor que el de los bits digitales. Así, las dos cabezas pueden bien colocarse en distintos activadores, o bien colocarse en el mismo activador, y la cabeza holográfica leería una y otra vez después de que hayan pasado un cierto número de pistas digitales. La sincronización entre las capas digitales y holográficas podría ser realizada por un Circuito Integrado orientado a la aplicación. Esta realización puede construirse a partir de los elementos de la tecnología de CD- DVD existente y de una tecnología holográfica adecuadamente adaptada.

Alternativamente, puede establecerse un acoplamiento físico entre la capa holográfica y la capa digital. En esta realización el holograma en sí actuaría como un medio de distorsión de fase sobre el haz lector de la capa digital. El haz lector distorsionado por el holograma no puede enfocarse en un tamaño puntual comparable al tamaño de bits de la capa digital, hasta que se suministre el haz de referencia codificada de la fase correcta al holograma. Esta realización implicaría una cabeza holográfica-digital compleja, donde el haz de salida holográfica está leyendo los datos digitales. También puede aplicarse una combinación de las técnicas de acoplamiento precedentes.

La invención puede utilizar la característica ventajosa de la capa de seguridad holográfica, que es capaz de su autodestrucción después de un cierto número de intentos de lectura. Como esta característica es realizada simplemente por la selección del material adecuado de almacenamiento holográfico, no se necesita ningún software ni electrónica especial, y las posibilidades de desactivar la función autodestructiva son mínimas, o prácticamente inexistentes. Se describirá ahora la invención en más detalle, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales

La Fig. 1 es un diagrama en bloques de un aparato para la grabación de datos de usuario según la invención,
la Fig. 2 es un diagrama en bloques de un aparato para la lectura de datos de usuario según la invención,
la Fig. 3 es un dibujo esquemático que ilustra el principio de la división de datos entre las capas de almacenamiento óptico y holográfico,
la Fig. 4 es una vista en perspectiva esquemática de un portador de datos y una cabeza lectora asociada,
la Fig. 5 es una vista transversal ampliada del portador de datos de la Fig. 4, correspondiente al detalle marcado con V,
la Fig. 6 es un dibujo esquemático de una cabeza óptica utilizada en una versión más sencilla del aparato de lectura de la Fig. 2,
la Fig. 7 es un dibujo parcial similar a la Fig. 7, que contiene sólo una trayectoria óptica asociada a un canal de lectura del aparato de la Fig. 2,
la Fig. 8 es un dibujo parcial complementario, similar a la Fig. 7, que contiene sólo la otra trayectoria óptica asociada al otro canal de lectura del aparato de la Fig. 2,
la Fig. 9 es un diagrama en bloques de una realización modificada del aparato mostrado en la Fig. 1, y
la Fig. 10 es un diagrama en bloques de una realización modificada del aparato mostrado en la Fig. 2, adaptado para la lectura de datos grabados con el aparato de la Fig. 9.

Las Figs. 1 y 2 ilustran las piezas componentes de un aparato 10 de lectura y/o grabación que puede leer o grabar datos de usuario desde una fuente 20 de datos de usuario. Aunque las Figs. 1 y 2 parezcan mostrar dos realizaciones distintas, esto es, un aparato de lectura y uno de grabación, por separado, se entiende que, en verdad, un único aparato puede incluir ambas realizaciones mostradas en las Figs. 1 y 2. Un cierto número de unidades son comunes para ambas realizaciones, y estas unidades comunes pueden emplearse tanto durante la lectura como durante la grabación.

El aparato 10 comprende un primer canal de lectura y/o grabación óptica, para leer y/o grabar datos de/en un primer medio de almacenamiento de datos ópticos, que puede ser la capa 12 de CD. La capa 12 de CD puede ser una capa de tipo CD o DVD en un portador 14 de datos, que se explicará en más detalle con referencia a la Fig. 4. En las realizaciones mostradas, el primer canal de lectura y/o grabación óptica es un canal de CD en el aparato 10. El aparato 10 también comprende un segundo canal de lectura y/o grabación, para leer y/o grabar datos de/en un medio de almacenamiento holográfico. El medio de almacenamiento holográfico puede ser una capa 16 de grabación holográfica en el portador 14 de datos. El segundo canal de lectura y/o grabación es el canal holográfico en el aparato 10, que se explicará más adelante con referencia a las Figs. 1, 2, 5 y 6.

Volviendo ahora a la Fig. 1, el canal de CD del aparato 10 comprende el convertidor AD 22, el divisor 24 de datos, el almacén temporal 26 y el circuito 28 de corrección de errores, y la cabeza 29 de CD. El convertidor AD 22 puede omitirse si la fuente 20 de datos de usuario ya suministra información digitalizada. El divisor 24 de datos parte los datos recibidos desde la fuente de datos de usuario en dos partes, como se explicará más adelante con referencia a la Fig. 3. Una parte de los datos de usuario se graba a través del canal de CD, sobre la capa 12 de CD. Esta parte se remite

desde el divisor 24 de datos al almacén temporal 26, y desde el almacén temporal 26 al circuito 28 de corrección de errores. El almacén temporal 26 garantiza que los datos se graban sobre la capa 12 de CD con la temporización y localización correctas con respecto a los datos grabados a través del canal holográfico.

El canal holográfico del aparato 10 también comprende el convertidor AD 22 y el divisor 24 de datos, por lo que estas secciones del canal holográfico son comunes con el canal de CD. De aquí en más, los datos en el canal holográfico fluyen desde el divisor 24 de datos, a través del almacén temporal 36, el circuito 38 de corrección de errores y la cabeza holográfica 39. Como se ha mencionado anteriormente, el divisor 24 de datos parte los datos recibidos desde la fuente de datos de usuario en dos partes, y una parte de los datos de usuario se graba a través del canal de CD sobre la capa 12 de CD. La otra parte de los datos fluye a través del canal holográfico, según se explica con referencia a la Fig. 3. Ambos circuitos 28 y 38 de corrección de errores llevan a cabo una codificación de corrección de errores sobre los datos, de forma tal que los datos físicamente grabados toleren algún grado de error de lectura o grabación física. El almacén temporal 36 también garantiza que los datos se graban sobre la capa holográfica 16 con la temporización y localización correctas con respecto a los datos grabados a través del canal de CD.

El aparato comprende el medio 40 de control para controlar el funcionamiento del primer canal de lectura y/o grabación, y el segundo canal de lectura y/o grabación, es decir, el canal de CD y el canal holográfico. El medio 40 de control está adaptado para dividir los datos de usuario suministrados al medio 40 de control, desde la fuente 20 de datos de usuario, entre el canal de CD y el canal holográfico.

El medio 40 de control comprende una CPU 42 y una memoria asociada 44. En algunas realizaciones, el medio 40 de control también incluye una interfaz 46 de ingreso de identificador, cuyo papel se explicará más adelante. La memoria 44 comprende un software que instruye a la CPU 42 del medio 40 de control para coordinar la grabación de los datos de usuario, desde la fuente 20 de datos, sobre la capa 12 de CD y la capa holográfica 16, según la división de datos entre las capas, según lo explicado con referencia a la Fig. 3. Durante la lectura, la CPU 42 controla la lectura y reconstrucción de los datos. A fin de llevar a cabo estas tareas, la CPU 42 también controla los servosistemas 27 y 37 de la cabeza 29 de CD y la cabeza holográfica 39, respectivamente, y además el controlador 48 del motor 29 que hace girar el portador 14 de datos. Sin embargo, en lugar de la CPU 42 y la memoria 44, el medio 40 de control puede comprender un chip dedicado, en el cual el algoritmo de control adecuado está codificado en hardware.

Según se ilustra en la Fig. 3, la fuente 20 de datos de usuario, bien directamente o bien a través del convertidor AD 22, entrega un flujo de datos digitales de usuario, esencialmente continuo, a la entrada del divisor 24 de datos. El flujo de datos se divide normalmente en bloques 50 de datos, conteniendo cada bloque las unidades efectivas UD de datos digitales de usuario y las cabeceras asociadas UH. De forma conocida, las cabeceras UH se necesitan para el procesamiento de las unidades UD de datos de usuario. La Fig. 3 ilustra sólo tres bloques 50 de datos, indizados como $n-1$, n , $n+1$, de un flujo de datos esencialmente continuo, pero se entiende que estos bloques 50 de datos están precedidos y seguidos en el tiempo por bloques 50 de datos adicionales.

El divisor 24 de datos divide el contenido de las unidades UD de datos de usuario de los bloques 50 de datos entre un primer flujo de datos - marcado como el flujo de datos de CD en la Fig. 3 - y un segundo flujo de datos, marcado este último como el flujo de datos de holograma en la Fig. 3. El flujo de datos de CD contiene las unidades CD de datos de CD y las cabeceras CH de CD, indizadas con correspondencia a los datos UD de usuario. Como puede percibirse a partir de la Fig. 3, cada unidad de datos de CD corresponde a una parte de una unidad UD de datos de usuario. Las partes restantes de una unidad UD de datos de usuario son dirigidas por el divisor 24 de datos hacia el canal holográfico, y se intercalan con las unidades HD de datos holográficos. El divisor 24 de datos también suministra el flujo de datos de CD y el flujo de datos holográficos, con cabeceras CH y HH adecuadas. El flujo de datos de CD se graba en la capa 12 de CD del portador 14 de datos, mientras que el flujo de datos holográficos se graba en la capa holográfica 16 del portador 14 de datos.

Como se ha mostrado anteriormente, el divisor 24 de datos divide los datos digitales entre el flujo de datos de CD y el flujo de datos holográficos, de manera tal que una parte de las unidades UD de datos de usuario de cada bloque 50 de datos esté contenida sólo en el flujo de datos de CD, y la parte restante de las unidades UD de datos de usuario esté contenida sólo en el flujo de datos holográficos.

La proporción relativa del contenido de información de las unidades UD de datos de usuario en el flujo de datos de CD, y los conjuntos del flujo de datos holográficos, se selecciona de forma tal que la información contenida en cualquiera de los flujos de datos sea insuficiente en sí misma para restaurar la información completa de usuario contenida en ambos flujos de datos. Esto significa que el contenido completo de la información de usuario de las unidades UD de datos del usuario original puede ser reconstruido sólo si se combinan los contenidos de ambos conjuntos de datos.

La razón de las cantidades de datos almacenados en medios holográficos y digitales debería ser especificada por los parámetros técnicos, tales como la capacidad de datos y la velocidad de lectura de los dos medios de almacenamiento. La razón ventajosa de división de datos debería estar entre la razón de las capacidades de datos y la razón de las velocidades de lectura de datos de los dos medios.

Por ejemplo, para un portador 14 de datos que contiene capas de almacenamiento tanto holográficas como de CD (DVD), la razón de división de datos podría ser 1:4. Escogiendo una tecnología de grabación holográfica relativamente robusta, con capacidades de almacenamiento sólo modestas, pero con una SNR (razón entre señal y ruido) fiable de

grabación y lectura, la densidad de datos de la capa 16 de grabación holográfica puede ser un cuarto de la densidad de datos de un disco CD o DVD. Por ejemplo, las densidades de datos de las tecnologías holográficas y de DVD pueden ser $1 \text{ bit}/\mu\text{m}^2$ y $4 \text{ bits}/\mu\text{m}^2$, respectivamente. En consecuencia, la razón de las capacidades de datos será la misma que la razón de división entre los flujos de datos. Una posible división de datos es almacenar ciertos 2 bits de cada octeto (p. ej., el 3º y el 6º) en el medio holográfico, y los otros 6 bits en el medio de CD o DVD. La restauración del contenido original de datos no es posible si faltan dos bits de cada octeto. Sin embargo, la reconstrucción de los octetos puede hacerse con circuitos muy sencillos, si los bits faltantes están disponibles nuevamente. La razón anterior es sólo un ejemplo. Para la mayoría de las aplicaciones, tomar una razón aún más pequeña, tal como 1:10, de los datos de usuario originales, es suficiente para impedir la reconstrucción del contenido de información.

La lectura de los datos del portador 14 de datos se lleva a cabo en orden inverso en comparación a lo mostrado en la Fig. 3.

Para los fines de releer los datos del portador 14 de datos, el aparato 10 también comprende dos canales, un canal de lectura de CD y el canal de lectura holográfica. Durante la lectura, el canal de CD del aparato 10 comprende la cabeza 29 de CD y el circuito 62 de corrección de errores, el almacén temporal 64 y el combinador /descodificador 56 de datos. El circuito 62 de corrección de errores extrae los errores de lectura de la señal de lectura física de una manera conocida, y restaura el flujo de datos de CD (véase también la Fig. 3). El almacén temporal 64 garantiza que el flujo de datos de CD llega a la entrada del combinador/descodificador 56 de datos con una temporización adecuada, con respecto al flujo restaurado de datos holográficos. Este último se relea desde la capa holográfica 16 del portador 14 de datos, a través del canal de lectura holográfica del aparato 10. El canal de lectura holográfica contiene la cabeza holográfica 39, el circuito 52 de corrección de errores, el almacén temporal 54 y también el combinador/descodificador 56 de datos. El control adecuado de estas unidades es llevado a cabo por la CPU 42 del medio 40 de control. Durante la lectura, las partes divididas de los datos UD de usuario, es decir, las partes CD de datos de CD y las partes HD de datos holográficos, se extraen del canal de lectura de CD y del canal de lectura holográfica, y las partes de datos de usuario extraídos son reconstruidos por el combinador/descodificador 56 de datos. De aquí en más, los datos UD de usuario reconstruidos se suministran a la salida 60 de datos de usuario. Por ello, el flujo de datos de usuario originales puede utilizarse en la salida 60 de datos de usuario. En este proceso, los datos de CD se leen desde la capa 12 de CD, de forma esencialmente simultánea a la lectura de los datos holográficos de la capa holográfica 16. Los datos de usuario también se reconstruyen de manera esencialmente continua en tiempo real durante la lectura. Esto significa que los almacenes temporales 64 y 54 no tienen que almacenar cantidades significativas de datos, y que el sistema de lectura puede mantenerse relativamente sencillo.

Preferiblemente, el medio 40 de control también comprende un convertidor D/A 58, que produce una señal de salida analógica a partir de los datos digitales de usuario reconstruidos. Esta señal analógica se suministra luego a la salida 60 de datos de usuario. Si el medio 40 de control del aparato 10 se realiza en un chip único, el contenido original de datos de las unidades UD de datos de usuario no puede restaurarse. Sólo las señales analógicas se emiten desde el chip. Los datos digitales restaurados nunca abandonan el chip, por lo que están muy seguramente protegidos contra la lectura y la copia. Debido a las partes digitales desconocidas, almacenadas holográficamente, los datos digitales completos no pueden ser ni leídos, ni copiados. La única forma de copia no autorizada del material almacenado es la redigitalización, con pérdida de calidad. Las señales analógicas digitalmente almacenadas (p. ej., música, vídeo, cine) pueden protegerse efectivamente contra la lectura y copia ilegales de esta manera.

Se hace notar que en las Figs. 1, 2 y 9, 10, el medio de control no incluye la electrónica de la cabeza holográfica 39, lo que supone que la cabeza holográfica procesa la señal óptica analógica del holograma, esto es, la distribución de intensidad detectada por el detector holográfico, tal como la formación detectora 106 en las Figs. 6 y 8. En este caso, habría una señal digital entre la cabeza holográfica 39 y el medio 40 de control, que podría, eventualmente, ser interceptada. Sin embargo, también es posible integrar el medio 40 de control directamente a la formación detectora 106 de la cabeza óptica común, tal como la cabeza 100 mostrada en las Figs. 6 a 8. La extracción de la información digital de una señal analógica, esto es, la distribución de intensidad de la luz del haz objeto 111, no es una tarea sencilla, sino que, en la práctica, necesita un específico "saber hacer" del procesamiento de señales ópticas. Esto significa que los datos están protegidos por un nivel adicional de "codificación". Por lo tanto, si este algoritmo de procesamiento de señales está también integrado en el medio 40 de control, realizado en un único chip, no podría recogerse ninguna señal digital que lleve ningún dato digital almacenado en la capa holográfica 16.

Sin embargo, también es posible emitir los datos UD de usuario restaurados a la salida 60 de datos de usuario en forma digital. Además, el aparato 10 de la Fig. 2 puede leer medios ópticos más tradicionales, tales como los discos compactos, o asimismo los DVD, donde los datos de usuario completos se graban en la capa óptica, y no hay ninguna capa holográfica 16. A este fin, el aparato 10 puede comprender un combinador/descodificador 66 conocido, que saltea el almacén temporal 64 y el combinador/codificador 56 de datos. El descodificador 66 de CD/DVD suministra el flujo de datos de usuario, desde el canal de CD, directamente al convertidor DA 58, o a la salida 60 de datos de usuario.

En las Figs. 1 y 2, la cabeza holográfica 39 y la cabeza 29 de CD se ilustran como unidades separadas. Sin embargo, en una realización preferida, estas dos cabezas pueden integrarse en una única unidad óptica. Esto significa que el primer y el segundo medio de almacenamiento, es decir, la capa 12 de CD y la capa holográfica 16, son leídos por una cabeza óptica común.

De hecho, una de las principales ventajas de dividir los datos entre una capa de tipo CD o DVD de un disco, y entre una capa holográfica, es la posibilidad de utilizar una única cabeza lectora con una construcción sencilla, que puede fabricarse económicamente y, por lo tanto, puede incluirse en dispositivos de usuario final de coste relativamente bajo, tal como los reproductores conocidos de CD o DVD. Tal cabeza combinada se mostrará con referencia a las Figs. 6 a 8. Sin embargo, también es posible utilizar una cabeza combinada para la grabación de los datos.

Las Figs. 4 y 5 ilustran un portador 14 de datos ópticos, que es específicamente adecuado para el almacenamiento de datos según el procedimiento de división de datos descrito anteriormente. Este portador 14 de datos mostrado en la Fig. 4 es esencialmente un disco óptico, que comprende una capa 12 de tipo CD o de tipo DVD. La capa 12 de CD actúa como un primer medio de almacenamiento óptico, que es accesible desde la superficie superior 72 en la realización mostrada en la Fig. 4. La capa 12 de CD es, en la práctica, una capa delgada de aluminio, que comprende huecos en relieve. La capa de CD está cubierta por un lado con una capa 74 de laca protectora y, por el otro lado, con un sustrato transparente 76 con un espesor bien definido. De esta manera, la capa 12 de CD está adaptada para la grabación óptica con luz de una primera longitud de onda, p. ej., 780 nm para los discos compactos tradicionales, o entre 655 y 635 nm para discos DVD. Incluso las longitudes de onda más cortas, tales como las de 405 nm, también están contempladas, para los denominados discos de tipo Blue-Ray. El portador 14 de datos también comprende un segundo medio de almacenamiento holográfico, esto es, la capa holográfica 16. La capa holográfica 16 también es accesible desde la superficie 72, de manera similar a la capa 12 de CD, y está adaptada para la grabación óptica con luz de una segunda longitud de onda, p. ej., 650 nm o 780 nm. La capa holográfica 16 puede grabarse con una longitud de onda esencialmente distinta a la longitud de onda efectiva de la capa 12 de tipo CD. La importancia de tener dos longitudes de onda distintas se explicará con referencia a las Figs. 6-8. La capa holográfica 16 está separada de la capa de CD por una capa espejo 78 selectiva para la longitud de onda. Esta capa espejo 78 selectiva para la longitud de onda es esencialmente transmisora en la longitud de onda efectiva de la capa 12 de CD, y esencialmente reflectora en la longitud de onda efectiva de la capa holográfica 16. La capa holográfica 16 está cubierta, hacia la superficie 72, por una capa protectora 80, que es transparente en ambas longitudes de onda efectivas.

La mayor parte de los datos de usuario se almacenan en la capa digital, es decir, la capa 12 de tipo CD. La capa holográfica 16 no tiene una densidad de datos especialmente alta, y sólo contiene información que habilita la lectura de los datos de usuario digitales en la capa 12 de tipo CD. El acoplamiento entre la capa holográfica y la de tipo CD puede realizarse en diversas realizaciones.

En una realización preferida, el aparato 10 está adaptado para leer un portador 14 de datos, donde las capas de almacenamiento primera y segunda son accesibles desde el mismo lado del portador 14 de datos. Esto significa que la cabeza 29 de CD y la cabeza holográfica 39 pueden integrarse en una única cabeza óptica 100, según se muestra en la Fig. 4. Un posible diseño de la cabeza 100, realizada como una cabeza de sólo lectura, se muestra en las Figs. 6 a 8. Esta realización de la cabeza óptica 100 comprende una primera trayectoria óptica para la lectura de la información desde el primer medio de almacenamiento óptico, es decir, la capa 12 de CD, y una segunda trayectoria óptica para la lectura de información del segundo medio de almacenamiento holográfico, es decir, la capa holográfica 16. Ambas trayectorias ópticas se muestran en la Fig. 6, mientras que los haces de luz de la trayectoria de CD sólo se muestran en la Fig. 7, y los haces de luz de la trayectoria del holograma sólo se muestran en la Fig. 8. Como queda claro de las figuras, las trayectorias ópticas primera y segunda tienen un eje óptico común A, al menos donde el eje óptico A interseca las capas de almacenamiento óptico del portador 14 de datos.

La cabeza óptica 100 comprende un cierto número de elementos ópticos que son comunes para ambas trayectorias ópticas. Tales elementos comunes son el divisor 82 de haces, el rectificador y objetivo 84 de Fourier, la placa 86 de $\lambda/4$ y el objetivo 88 de enfoque y de Fourier. Estos elementos ópticos comunes comprenden superficies ópticamente refractivas, que son intersectadas por ese eje óptico A de la cabeza óptica 100, que es común para ambas trayectorias ópticas. Una manera de separar las dos trayectorias ópticas entre sí se realiza por la división espacial dentro de los elementos ópticos comunes. Esto significa que partes de las superficies ópticas en la vecindad directa del eje óptico A forman una parte de la segunda trayectoria óptica, es decir, la trayectoria holográfica, mientras que aquellas partes de las superficies ópticas a una distancia radial del eje óptico A forman una parte de la primera trayectoria óptica, es decir, la trayectoria de CD. Por ejemplo, el rectificador y objetivo 84 de Fourier y el objetivo 86 de enfoque y de Fourier pueden fabricarse como una lente esférica, donde una región central relativamente pequeña está diseñada para la formación de imágenes de la trayectoria holográfica sobre la capa holográfica 16, mientras que las partes exteriores de las lentes están diseñadas para la formación de imágenes de la trayectoria de CD sobre la capa 12 de CD.

Así, la trayectoria de CD de la cabeza óptica 100 comienza a partir del diodo láser 90 de CD, que funciona como una primera fuente de luz con una primera longitud de onda, tal como 780 nm para una capa 12 de tipo CD. La trayectoria holográfica de la cabeza óptica 100 comprende una segunda fuente de luz, esto es, un segundo diodo láser 96, que funciona en una segunda longitud de onda, notablemente distinta, p. ej., 655 nm. Los elementos ópticos de la primera trayectoria óptica, es decir, la trayectoria de CD, están diseñados para la luz en la primera longitud de onda, y la segunda trayectoria óptica, es decir, la trayectoria holográfica, está diseñada para la luz en la segunda longitud de onda. Esto significa que las superficies refractivas y las capas antirreflectoras de los elementos ópticos se calculan para sus respectivas longitudes de onda.

Sin embargo, la separación espacial a lo largo de las superficies ópticas está complementada por la separación de longitudes de onda. Esto significa que la luz que se propaga a lo largo de una de las trayectorias ópticas está separada de la luz propagada a lo largo de la otra trayectoria óptica por capas selectivas en cuanto a la longitud de onda. Una

ES 2 337 774 T3

de estas capas selectivas en cuanto a la longitud de onda es el espejo 78 selectivo en cuanto a longitud de onda en el portador 14 de datos. La otra capa selectiva en cuanto a la longitud de onda es otro espejo 98 selectivo en cuanto a la longitud de onda en el hendedor 82 de haces.

5 La trayectoria óptica de CD, que comienza a partir del diodo láser 90, atraviesa el hendedor 82 de haces, el rectificador y objetivo 84 de Fourier, y se enfoca en la capa 12 de CD, a través del objetivo 88 de enfoque y de Fourier. La luz reflejada de la capa 12 de CD se propaga retroactivamente a través de los mismos objetivos 88 y 84, y es reflejada hacia el detector 94 de CD por el hendedor 82 de haces, porque el espejo 98 seleccionador de longitudes de onda es transmisor en la longitud de onda del primer diodo láser 90. La luz cae sobre el detector 94 de CD a través de
10 una lente cilíndrica 92 de manera conocida, proporcionando información de foco y de rastreo. Las placas 99 y 86 de $\lambda/4$ no afectan a la propagación de la luz en la trayectoria de CD.

Como se ve óptimamente en la Fig. 8, la trayectoria óptica holográfica comienza a partir del segundo diodo láser 96, que forma un haz 101 de referencia polarizada, con óptica adecuada de formación de haces (no mostrada). El haz
15 de referencia se propaga a través de un hendedor especial 102 de haces, que está dotado de una capa 103 hendedora de haces, con una abertura central 104. La capa 103 hendedora de haces es transmisora para el haz 101 de referencia en la abertura central 104. De aquí en más, el haz 101 de referencia se propaga a través del objetivo 105 de Fourier y el hendedor 82 de haces. A continuación, el haz 101 de referencia se refleja desde el espejo 98 selector de longitudes de onda, mientras atraviesa dos veces la placa 99 de $\lambda/4$, que rota el estado de polarización del haz 101 de referencia,
20 que es reflejado ahora por el hendedor 82 de haces, hacia la capa holográfica 16. El haz de referencia se hace entonces imagen en la capa holográfica 16, a través de la lente rectificadora y el objetivo 84 de Fourier, y el objetivo 88 de enfoque y de Fourier, atravesando también la otra placa 86 de $\lambda/4$. También se indican un plano 108 de imagen y un plano 110 de Fourier de la trayectoria holográfica.

25 El haz 101 de referencia se difracta sobre la capa holográfica 16, generando el haz 111 de objeto reflejado. El haz 111 de objeto se refleja retroactivamente hacia el hendedor 102 de haces, sobre la misma trayectoria que el haz 101 de referencia. Nuevamente, de manera similar a la del haz 101 de referencia, el haz 111 de objeto se refleja desde el espejo 98 selectivo en cuanto a la longitud de onda, que es reflector de la longitud de onda del diodo láser 98. El uso de las placas 86 y 99 de $\lambda/4$ garantiza que el haz objeto 111 tendrá una polarización correcta para el reflejo y transmisión
30 adecuados a través del hendedor 82 de haces.

Según el haz objeto 111 cae sobre la capa 103 hendedora de haces del hendedor 102 de haces, debido a la difracción sobre la capa holográfica 16, caerá fuera de la abertura central 104 y, por lo tanto, se reflejará hacia la formación
35 detectora holográfica 106. La formación detectora holográfica 106 detecta la distribución de la intensidad de datos del haz objeto 111 y, por ello, los datos almacenados en la capa holográfica, es decir, el flujo de datos holográficos de la Fig. 3 se recupera de una manera conocida. Los datos extraídos de las señales del detector 94 de CD y de la formación detectora holográfica 106 se combinan luego en los datos de usuario, según lo explicado anteriormente.

La seguridad del sistema puede mejorarse mediante el uso de un identificador como un código de entrada adicional.
40 El código de entrada puede tener diversas formas. Este código puede ser portado por una palabra clave, p. ej., en el caso de usuarios múltiples, que están autorizados a acceder a una base común de datos. Optativamente, el código de entrada puede ser llevado por el usuario como una característica biométrica. Esto limita el uso de los datos a un único usuario, pero es sumamente seguro. Finalmente, el código de entrada puede ser llevado por algún hardware óptico o electrónico. Preferiblemente, este identificador se combina con la codificación en fase de los datos en el canal
45 holográfico, según se explica más adelante.

La grabación holográfica de una parte de los datos de usuario permite un grado adicional de protección de copia, si los datos grabados en la capa holográfica 16 están codificados en fase. La codificación en fase de los datos grabados en un holograma se describe, entre otros, en el documento WO 02/05270 A1. De manera conocida, los hologramas
50 codificados en fase sólo pueden recuperarse correctamente si la lectura se lleva a cabo con el mismo código de fase que la grabación. A este fin, se prevé incluir en el aparato 100 medios para generar un código de fase en el haz de referencia. Estos medios están habitualmente realizados por una formación SLM 120 de fase, que se muestra esquemáticamente en la cabeza holográfica 39 de las Figs. 1 y 2. La formación SLM 120 de fase puede ser controlada por la CPU 42, o también directamente por una interfaz 46 de ingreso de identificador.

55 La interfaz 46 de ingreso de identificador funciona como un medio para ingresar un identificador al medio 40 de control. En este caso, el medio 40 de control también comprenderá medios para asignar un código de fase al identificador, por ejemplo, la CPU 42 o la misma interfaz 46 de ingreso de identificador pueden contener un algoritmo que genera un código de fase único a partir de cualquier identificador. El identificador puede asociarse a datos de
60 gestión de derechos digitales pertenecientes a los datos de usuario. De esta manera, el acceso a los datos de usuario almacenados en el portador de datos puede ser controlado por la distribución del identificador, y sólo aquellos aparatos 10 que reciban el identificador serán capaces de recuperar los datos holográficos HD del portador 14 de datos. De esta manera, no sólo los datos holográficos HD, sino también el flujo de datos de CD, serán inútiles para personas no autorizadas.

65 Como resultado, una gran cantidad de datos, tal como un CD o DVD completo, está absolutamente protegida ante la lectura no autorizada, con prácticamente el mismo nivel de seguridad, y de la misma manera que si todos los datos de usuario fueran grabados en el holograma codificado en fase. Sin embargo, sólo es necesaria una modesta capacidad

de grabación holográfica, siendo sólo una fracción de la capacidad total de almacenamiento de datos del sistema. Por lo tanto, el canal holográfico y la capa holográfica 16 no necesitan ser muy sofisticados, y pueden realizarse a bajo coste. A la vez, sólo se requiere una capacidad mínima de procesamiento del aparato de lectura. Por lo tanto, el sistema propuesto ofrece una protección de bajo coste, pero efectiva, para cantidades relativamente grandes de datos.

En los ejemplos anteriores, el holograma en el portador 14 de datos fue grabado por el aparato 10. Sin embargo, el aparato 10 también sería capaz de leer un holograma que esté permanentemente integrado en el disco, p. ej., estampado en la capa superior del portador 14 de datos. Tal holograma puede fabricarse de una manera sencilla y barata. Este procedimiento se presta a aplicaciones donde no es necesario que los datos sean alterados en absoluto, como ocurre con los discos de audio y de vídeo.

Volviendo nuevamente a las Figs. 1 y 2, la lectura de los datos, que fueron codificados en fase durante la grabación holográfica con la formación SLM 120 de fase, requiere el ingreso del identificador correcto en la entrada 122 de la interfaz 46 de ingreso de identificador. El ingreso de un identificador también puede ser llevado a cabo por el medio 40 de control, en caso de que el mismo identificador esté almacenado también en la capa 12 de CD 20 o en la capa holográfica 16. Por lo tanto, el aparato 10 puede comprender medios para extraer el identificador a través de uno de los canales de lectura, desde una, o ambas, de las partes de datos de usuario extraídas. Sin embargo, este esquema es inherentemente más inseguro, porque el identificador puede ser hallado más fácilmente por los piratas informáticos. Sin embargo, aún requerirá el uso de un aparato de lectura que esté equipado con medios de codificación de fase, tales como la formación SLM 120 de fase. La lectura de los datos con cabezas lectoras más sencillas, tales como la cabeza óptica descrita con referencia a las Figs. 6 a 8, no será posible.

Sin embargo, para aplicaciones más seguras se sugiere que al menos una parte de los datos de usuario sea cifrada con un algoritmo que tenga al menos una clave de cifrado. Preferiblemente, está cifrada esa parte de los datos de usuario que está grabada en la capa 12 de CD. La parte cifrada de los datos de usuario y la clave de cifrado asociada están grabadas en distintos conjuntos de datos, lo que significa que las claves de cifrado están grabadas en la capa holográfica 16. También es factible dividir los datos de usuario en bloques de datos, de forma tal que cada bloque de datos se cifre con una clave de cifrado distinta. Sin embargo, esto requiere capacidades de procesamiento significativas en el medio 40 de control, especialmente si los datos debieran ser recuperados y descifrados de forma esencialmente continua. El gran número de claves de cifrado puede almacenarse en el otro medio de grabación, junto con la parte más pequeña de los datos de usuario. A este fin, se sugiere incluir en el medio 40 de control medios para ejecutar un algoritmo de descifrado, donde el algoritmo de descifrado sea capaz de reconstruir los datos de usuario a partir de los datos cifrados almacenados en el primer conjunto de datos, p. ej., en la capa 12 de CD. En este caso el medio 40 de control también puede contener medios para recuperar las claves de cifrado, que están almacenadas en el segundo conjunto de datos, p. ej., en la capa holográfica 16. Las Figs. 9 y 10 ilustran tales realizaciones del aparato 10, para la grabación y lectura de datos. El aparato mostrado en las Figs. 9 y 10 contiene todos los elementos funcionales que se explicaron con referencia a las Figs. 1 y 2, por lo que éstos no necesitan ser descritos una vez más. Como elementos funcionales adicionales, el aparato 10 de grabación mostrado en la Fig. 9 está equipado con el generador 130 de clave de cifrado, que puede generar claves de cifrado aleatorias, o determinísticas, sobre la base de un identificador ingresado a través de la interfaz 46 de ingreso de identificadores. Las claves generadas por el generador 130 de claves de cifrado son utilizadas por la unidad 132 de cifrado para codificar los datos almacenados en el canal holográfico. Las claves de cifrado son mezcladas en el flujo de datos de CD por el circuito sumador 134 de claves.

El aparato de lectura de la Fig. 10 contiene un circuito 136 recuperador de claves, que extrae las claves de cifrado del flujo de datos de CD que llega desde el circuito 62 de corrección de errores. Las claves de cifrado extraídas se suministran, a través de un almacén temporal adicional 138, con la temporización correcta, al circuito descifrador 140, que lleva a cabo el descifrado de los datos en el flujo de datos holográficos. De aquí en más, el flujo de datos de CD y el flujo de datos holográficos se combinan en el combinador/descodificador 56 de datos, según lo explicado anteriormente con referencia a la Fig. 2.

Los datos en el segundo conjunto de datos, o también en el primer conjunto de datos, pueden combinarse eventualmente con un cifrado adicional por software, o con una codificación de los datos para otros fines. Por ejemplo, para garantizar una iluminación relativamente pareja de los hologramas, puede aplicarse un código conocido RRL (limitado en longitud de ejecución) en los conjuntos de datos.

Una posible área de aplicación de la invención es la distribución de software caro (p. ej., los CAD). Partes del software de instalación pueden almacenarse en varios hologramas cifrados, cada uno con una clave distinta. Un programa de configuración se almacena en algunos hologramas, sin cifrado. Las claves de cifrado de los otros hologramas se compilan en este programa de configuración. Sólo este programa de configuración puede leer los datos de los hologramas cifrados, y puede ejecutar el proceso de instalación. El cifrado holográfico impide tanto la lectura como la copia del medio instalado, lo que hace muy difícil la distribución no licenciada del software. El hallazgo de todas las claves de cifrado por depuración del programa de configuración es muy complicado, simplemente por el gran número de claves. Este procedimiento puede proteger efectivamente otros tipos de datos informáticos valiosos, como, p. ej., libros, mapas, imágenes, etc., digitales.

REIVINDICACIONES

5 1. Un procedimiento de codificar datos para impedir la lectura no autorizada de información, en el cual la información de usuario se convierte en datos digitales, y los datos digitales se graban en un primer conjunto de datos, y en un segundo conjunto de datos, comprendiendo el procedimiento las etapas de dividir los datos digitales entre los conjuntos de datos primero y segundo, de manera tal que una parte de la información de usuario esté contenida sólo en el primer conjunto de datos, y otra parte de la información de usuario esté contenida sólo en el segundo conjunto de datos, y la proporción relativa de la información de usuario en los conjuntos de datos se selecciona de forma tal que la información contenida en cualquiera de los conjuntos de datos sea insuficiente por sí misma para restaurar la información de usuario completa contenida en ambos conjuntos de datos, **caracterizado** porque

- el primer conjunto de datos se graba en un primer medio de almacenamiento óptico de un portador de datos,
- 15 - el segundo conjunto de datos se graba en un segundo medio de almacenamiento holográfico del portador de datos, y

20 la razón de la información de usuario en los conjuntos de datos es aquella entre la razón de las capacidades de datos de los dos medios y la razón de las velocidades a las cuales se reproducen los datos desde los distintos medios.

2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el cual el conjunto de datos grabados en el segundo medio de almacenamiento holográfico está codificado en fase.

25 3. El procedimiento según la reivindicación 2, en el cual el código de fase está asignado a un número de identificación personal o a un código de identificación biométrica.

4. El procedimiento según la reivindicación 3, en el cual la grabación óptica digital se hace con formato de CD o de DVD.

30 5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el cual al menos una parte de los datos de usuario está cifrada con un algoritmo que tiene al menos una clave de cifrado, y la parte cifrada de los datos de usuario y la clave de cifrado asociada están grabadas en distintos conjuntos de datos.

35 6. El procedimiento según la reivindicación 5, en el cual los datos de usuario se dividen en bloques de datos, estando cada bloque cifrado con una clave de cifrado distinta.

40 7. El procedimiento según la reivindicación 1, en el cual los datos de usuario se dividen en bloques de datos, y una parte de cada bloque de datos se codifica en el primer medio de grabación óptica, y la parte complementaria de los bloques de datos se codifica en el segundo medio holográfico.

45 8. El procedimiento según la reivindicación 7, en el cual las partes, y las partes complementarias, de los bloques de datos se graban de una manera que facilita la lectura simultánea de las partes y de las partes complementarias asociadas de los bloques de datos.

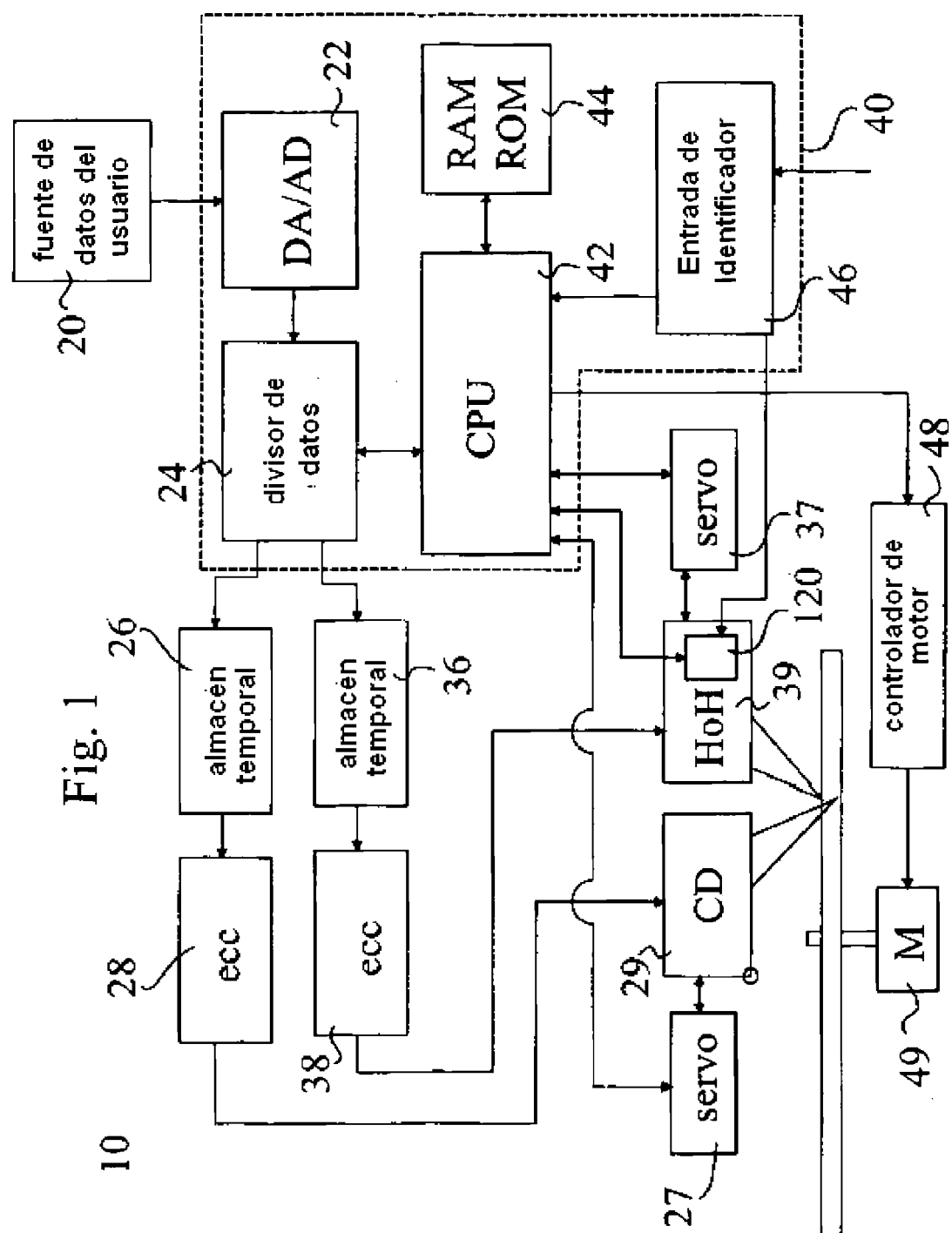
50

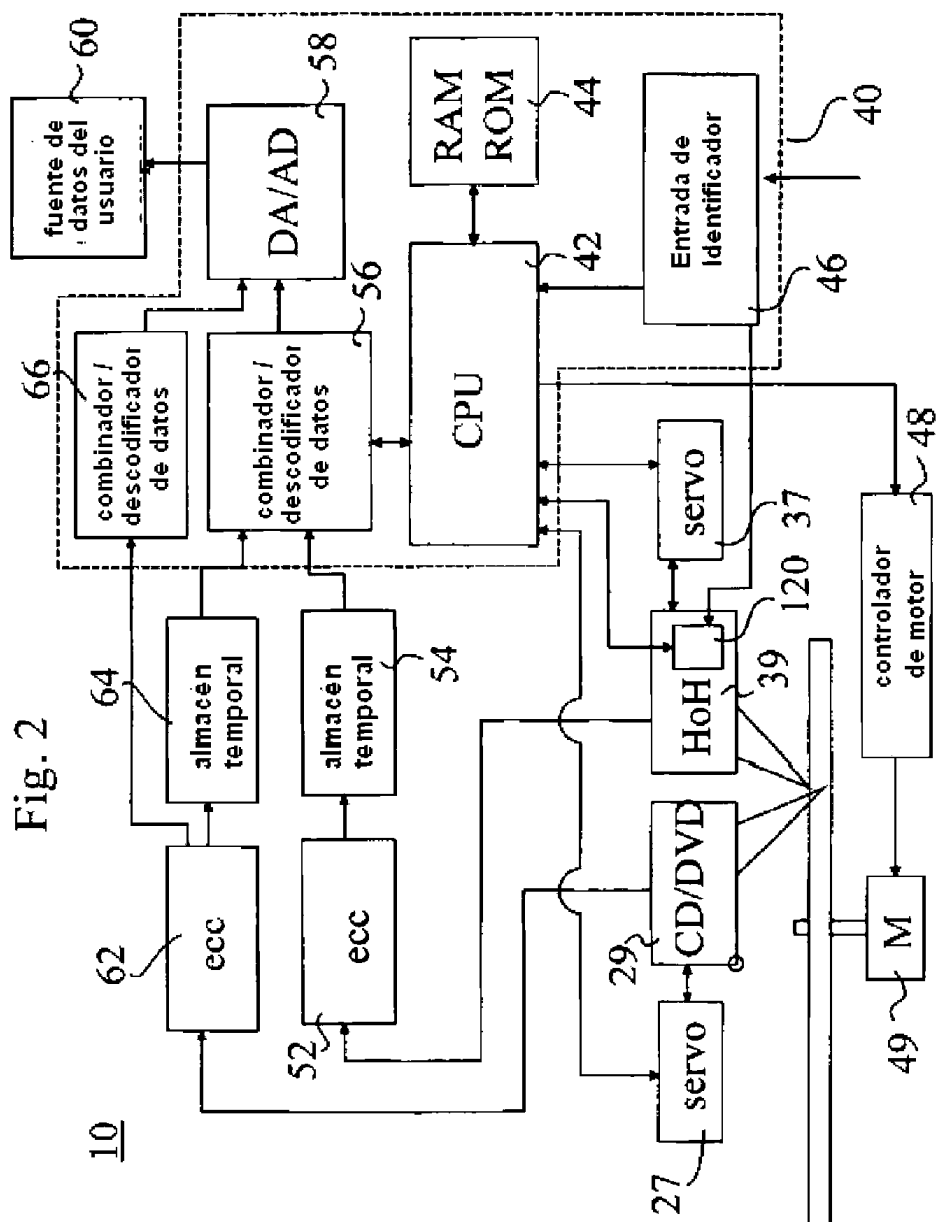
55

60

65

70





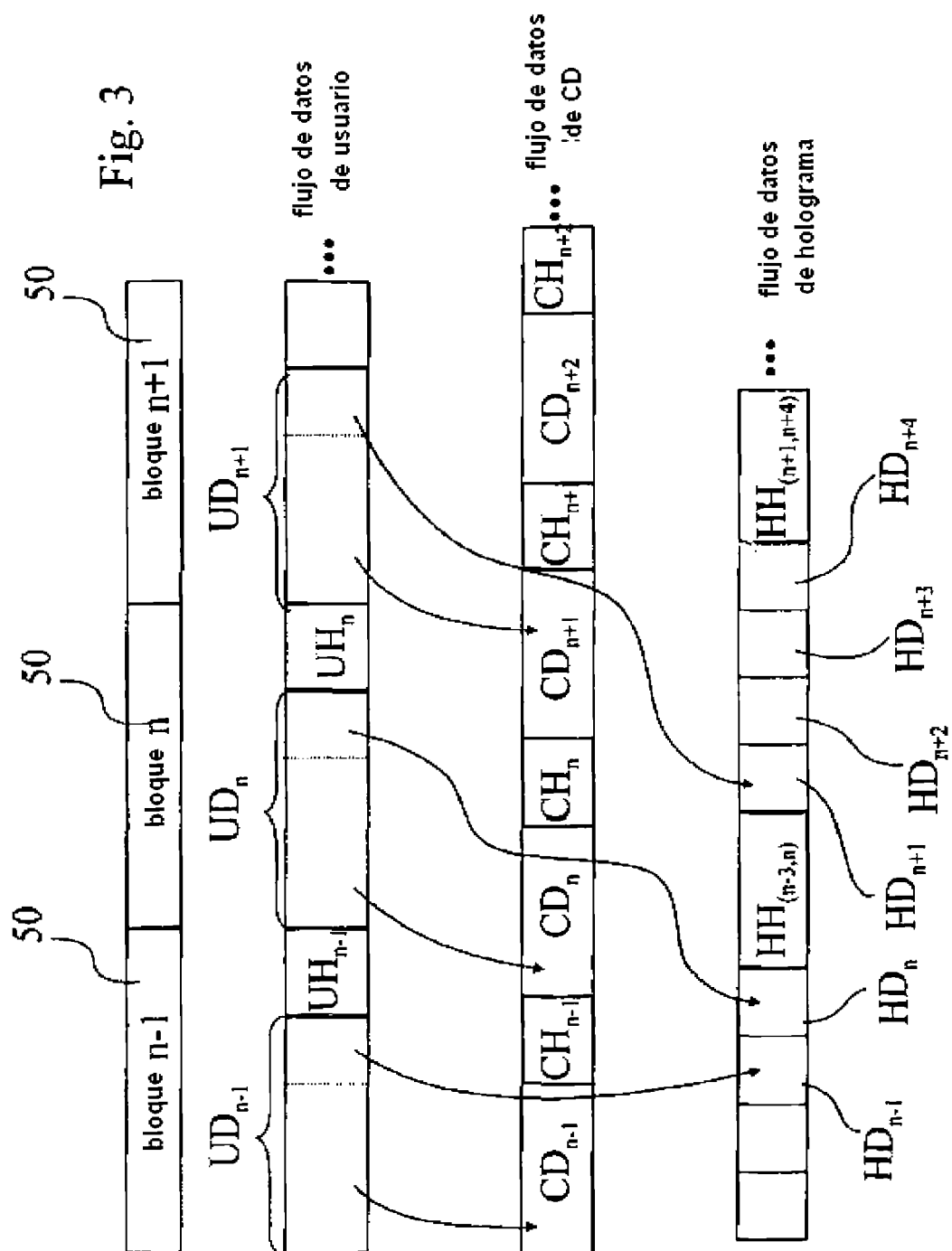


Fig. 4

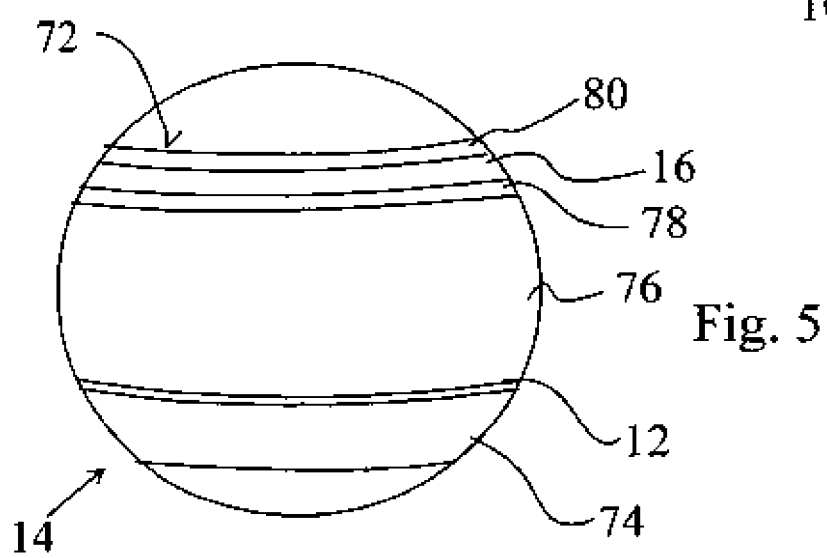
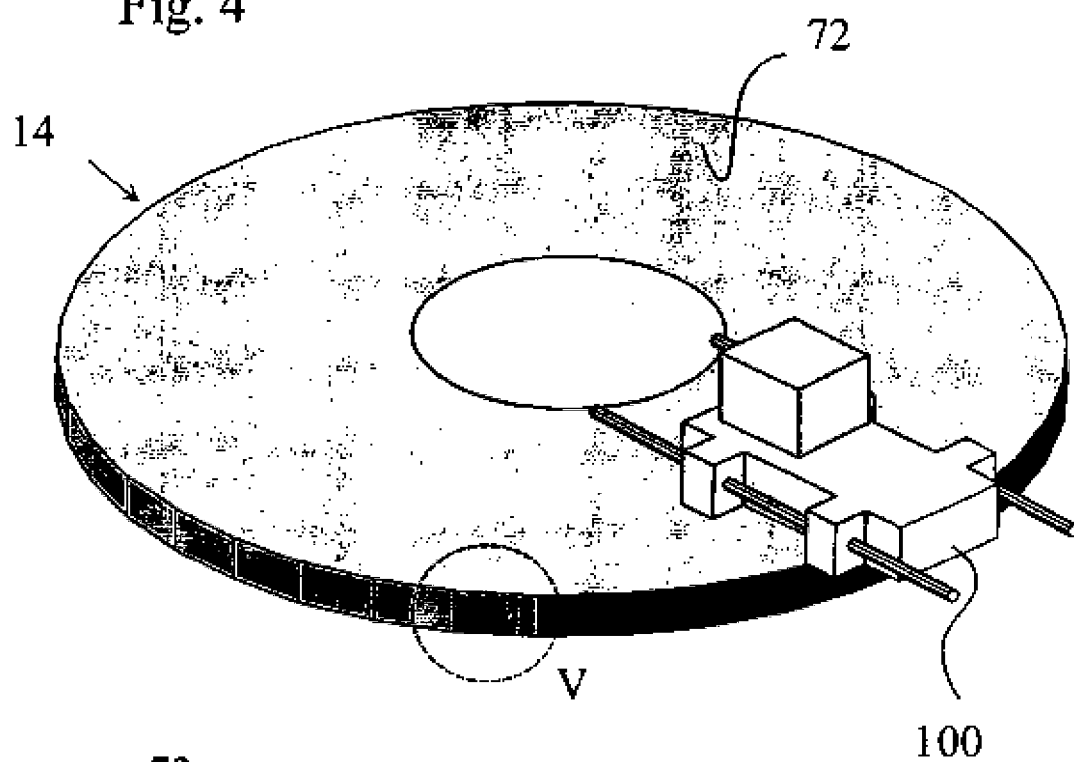


Fig. 5

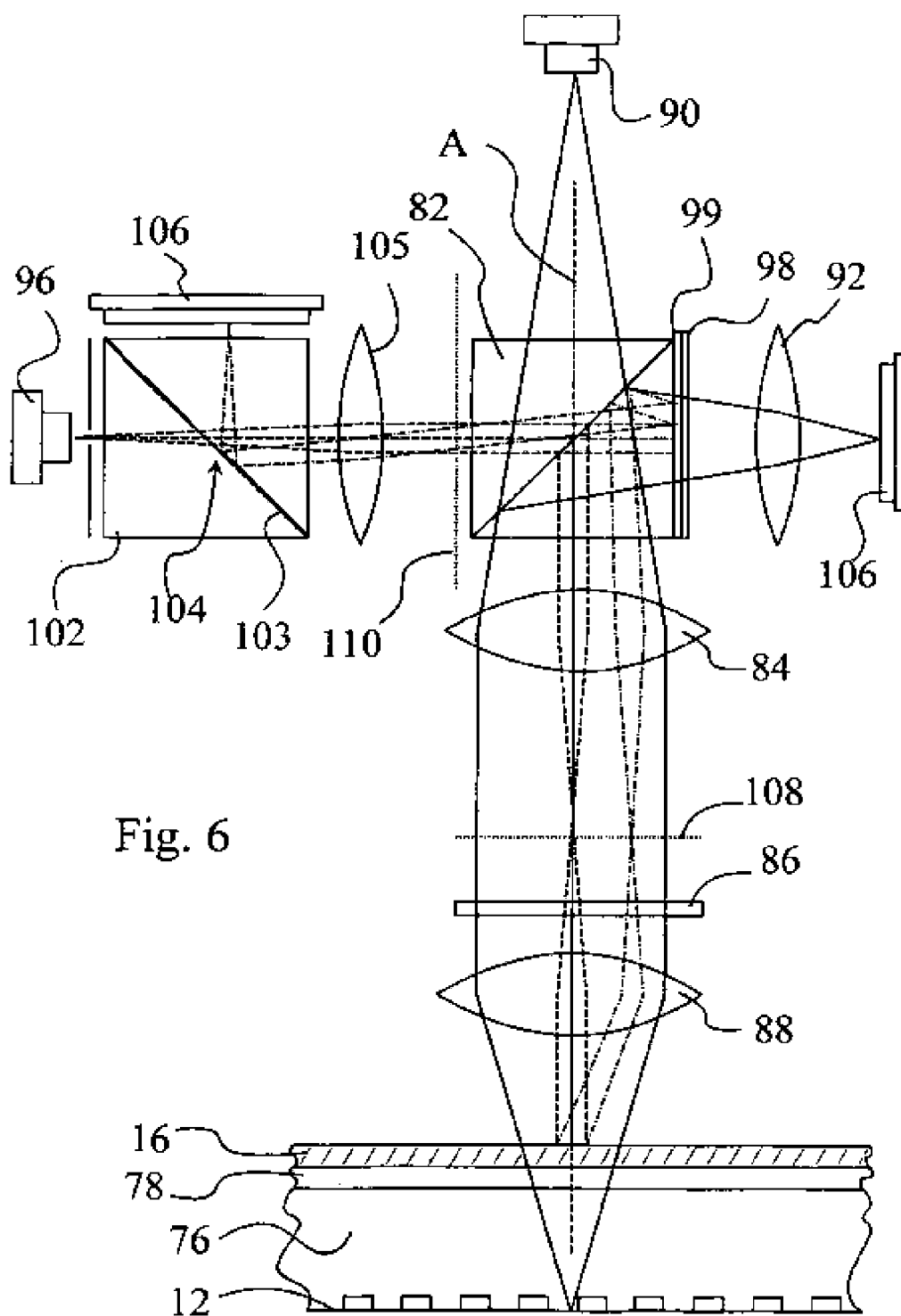


Fig. 6

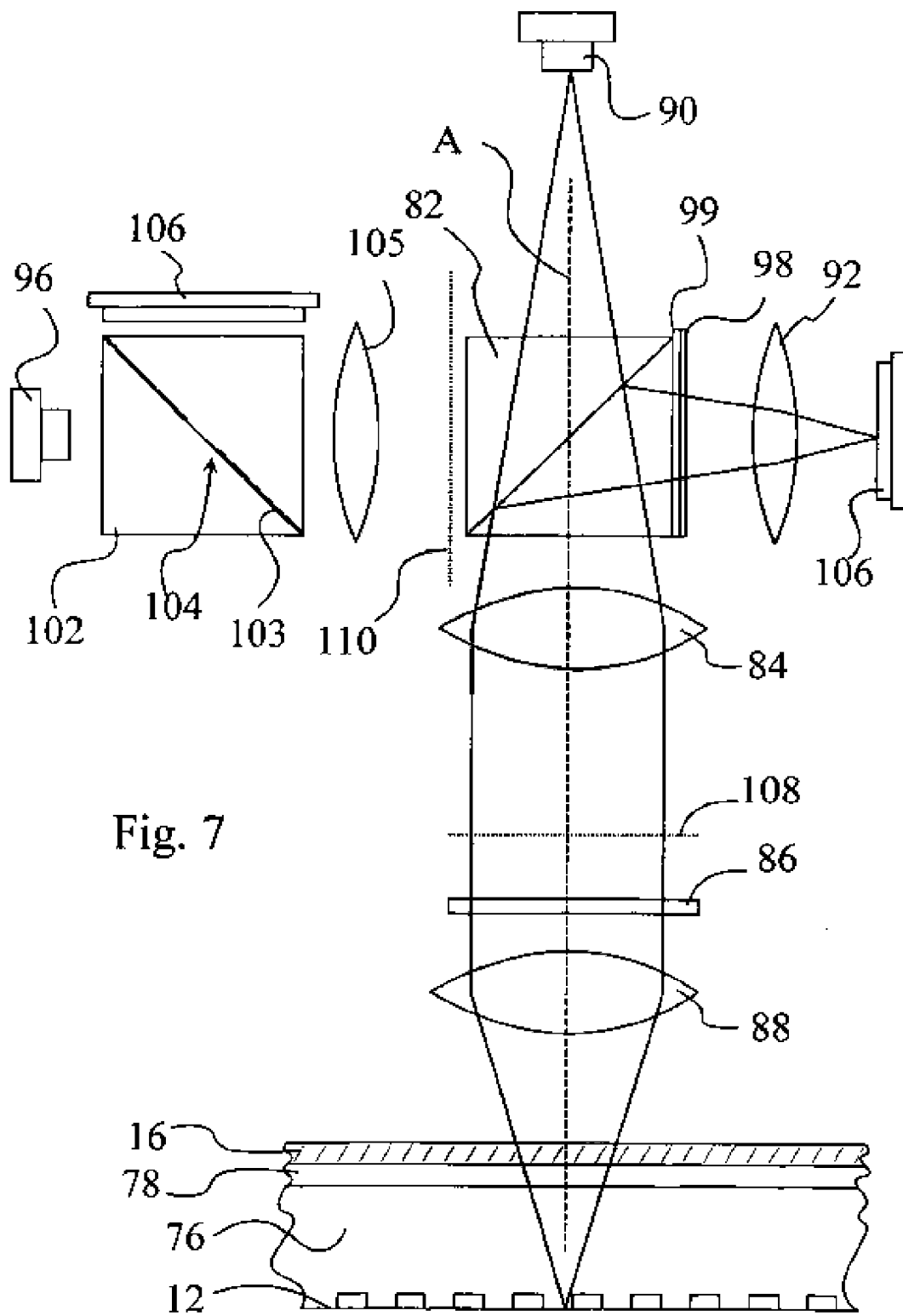


Fig. 7

