



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 336 253**

(51) Int. Cl.:
A63B 69/36 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **06791401 .0**

(96) Fecha de presentación : **26.09.2006**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1937372**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **02.07.2008**

(54) Título: **Dispositivo de medida para medir factores del momento de impacto de un palo de golf y dispositivo de calibración para medir desviaciones angulares.**

(30) Prioridad: **26.09.2005 DE 10 2005 046 085**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.04.2010

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.04.2010

(73) Titular/es: **HGM GmbH Haag Golf-Messtechnik
Emil-Hurm-Strasse 18-20
65620 Waldbrunn, DE**

(72) Inventor/es: **Haag, Hans-Joachim y
Gödde, Josef**

(74) Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

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

Dispositivo de medida para medir factores del momento de impacto de un palo de golf y dispositivo de calibración para medir desviaciones angulares.

La invención concierne a un dispositivo de medida para medir factores del momento de impacto de un palo de golf, que consta de un instrumento de medida con al menos una barrera óptica de reflexión horizontalmente orientada, un equipo de captación de datos de medida integrado en el instrumento de medida, reflectores con superficies retrorreflectantes en el palo de golf, que están unidos de manera correspondiente con las barreras ópticas de reflexión, y una unidad de evaluación, entrega de información y almacenamiento a la que el equipo de captación de datos de medida transmite los datos de medida captados. La invención concierne también a un dispositivo de calibración para medir desviaciones angulares, especialmente para el dispositivo de medida según la invención.

Es en general conocida la frase: “Según se golpea la bola así vuela (o rueda) ésta”. En el “PGA Teaching Manual, Lehr- und Lernunterlagen für Auszubildende zum Diplom-Golfprofessional”, editado en 2001 por la Professional Golfers Association of Germany e.V. PGA Aus- und Fortbildungsgesellschaft mbH, el profesional PGA Oliver Heuler describe en su artículo “Golftechnik” que ocho factores determinan durante el momento del impacto el modo en que volará la bola de golf. Es indiferente a este respecto el modo en que se hayan materializado estos factores del momento de impacto. Los factores del momento de impacto consisten en

1. Posición de la superficie golpeadora
2. Ángulo dinámico del cuello del palo (lie)
3. Inclinação dinámica de la cara del palo (loft)
4. Ángulo de incidencia horizontal (trayectoria de balanceo (swing) al golpear la bola)
5. Ángulo de incidencia vertical
6. Impacto en punto dulce (sweetspot) (horizontal)
7. Impacto en punto dulce (vertical)
8. Velocidad de la cabeza del palo.

Para obtener estos factores del momento de impacto y aprovecharlos para fines de enseñanza se han realizado ya muchos esfuerzos. Así, se conoce por el documento US 4,304,406 el recurso de medir con fotodetectores o detectores de infrarrojos los factores del momento de impacto

- Posición de la superficie golpeadora, ángulo abierto/cerrado (W_{og}),
- Ángulo de incidencia horizontal hacia dentro/hacia fuera (W_{io}),
- Posición del punto dulce (SSP) y
- Velocidad de la cabeza del palo (V).

Un gran número de tales detectores están montados en una esterilla de lanzamiento y son irradiados por una fuente de luz (infrarroja) intensa por encima del soporte (tee) de la bola. Los detectores miden con una alta resolución temporal los instantes relativos de generación de sombra durante el paso de la cabeza del palo. A partir de la geometría conocida del modelo de detectores, la ubicación de la fuente de luz y los instantes de generación de sombra se pueden calcular W_{og} , W_{io} , SSP y la velocidad V de la cabeza del palo.

Sin embargo, el procedimiento de medida, que en principio es robusto, adolece del inconveniente de que la fuente de luz (infrarroja) representa un estorbo en el campo de visión del jugador. Además, los detectores en la esterilla de lanzamiento pueden ensuciarse y/o pueden ser dañados por la cabeza del palo. Otro inconveniente reside en que para las mediciones es necesaria una esterilla de lanzamiento muy especial.

Otro método para determinar los factores W_{og} , W_{io} , SSP y V del momento de impacto es conocido por el documento US 4,254,956. En este caso, se utilizan también sensores ópticos especialmente dispuestos en una esterilla de lanzamiento. Sin embargo, el método aprovecha no solamente instantes de interrupción de radiación claramente definidos, sino también la luz ambiental natural y señales analógicas que representan el grado de sombreado de discos difusores especiales durante el paso de la cabeza del palo. No obstante, esto hace que resulte difícil una evaluación y es especialmente problemático allí donde la luminosidad ambiental varía rápidamente. Esto es lo que, por ejemplo -en contra de la apariencia-, ocurre siempre que se realice un entrenamiento a la luz de tubos fluorescente con reactancias clásicas.

En el documento US 4,306,722 se describe un método en el que se puede medir el factor W_{og} del momento de impacto con alta precisión. En este caso, se utiliza una especie de barrera óptica de reflexión. Un espejo en la cabeza del palo determina, en función de W_{og} , el punto en que el rayo de la barrera óptica incide sobre un detector superficialmente extenso. Este punto se determina con una electrónica de funcionamiento analógico y se convierte en una indicación de W_{og} . En principio, este método puede proporcionar ciertamente resultados muy exactos, pero adolece en la práctica de graves inconvenientes:

1. Se tiene que instalar un espejo entre el jugador y el soporte de la bola y este espejo tiene que ser orientado exactamente.
2. En la propia cabeza del palo se tiene que instalar también un espejo exactamente orientado que puede resultar dañado en caso de un contacto inexacto con la bola.

Es común a las patentes antes indicadas el hecho de que su materialización depende de un gran número de detectores o de una exacta conducción de radiación relativamente difícil de realizar en la práctica. Estas disposiciones de medida y otras semejantes, especialmente con sensores ópticos especialmente dispuestos en la esterilla de lanzamiento, que trabajan con luz ambiental o como palpadores de reflexión, pueden adquirirse hoy en día en el mercado.

Otro método para medir los factores W_{og} , W_{io} , SSP y V del momento de impacto, así como, además, la velocidad del vuelo de lanzamiento de la bola y la rotación de dicha bola (golpe con efecto lateral (sidespin) y golpe con efecto de retroceso (backspin)) se describe en el documento CA 2 367 797. En este método se pegan al palo de golf puntos de una película dotada de una reflexión especialmente buena. Dos cámaras electrónicas y una luz de destello registran la fase crítica del golpe de golf. Una barrera óptica proporciona la temporización de la exposición a la luz y el disparo de la luz de destello. La bola de golf utilizada lleva anillos de colores especiales. Durante el golpe de golf se disparan varias veces los destellos, de modo que las cámaras suministran imágenes (en estéreo) varias veces expuestas a la luz, en las que un ordenador busca los puntos reflectantes y calcula a partir de ellos la posición del palo en el momento de la exposición. El mismo ordenador determina la trayectoria y el giro de la bola de golf a partir de las imágenes de la bola de golf y de los anillos de golf situados en ella.

Este método suministra numerosas informaciones sobre la cinética del palo, pero tiene también graves inconvenientes. La construcción es tan voluminosa que el entrenamiento será posible solamente en cabinas fijas. A esto se añade la disposición de una rama de la barrera óptica disparadora entre el jugador y el soporte de la bola. El precio de adquisición de los componentes se opondrá también a una amplia difusión.

Se conoce por el documento US 6,095,928 un análisis de trayectoria de balanceo tridimensional, en el que el objeto se mueve por un espacio definido por un sistema de coordenadas 3D. Se miden los ángulos con los que el objeto o la cabeza del palo atraviesa el espacio. Unos LEDs IR producen conos de luz divergentes que inciden sobre un reflector de forma esférica o plana fijado a la cabeza del palo y/o sobre un reflector de forma esférica o plana fijado a la varilla del palo por encima de la cabeza del mismo, midiéndose el ángulo de emergencia por medio de sensores, por ejemplo fotodiodos (IADs). Se indica la trayectoria de balanceo de la cabeza del palo. No se obtienen los factores del momento de impacto de esta manera, ya que la disposición de medida es inadecuada para ello. Además, es desventajosa la propensión a perturbaciones de la medición debido al empleo de reflectores de forma esférica, los cuales a su vez requieren la utilización de filtros especiales.

Se conoce por el documento WO 98/18010 un aparato de análisis de balanceo de golf que mide la posición pre-impacto y postimpacto y/o el movimiento de una cabeza de palo de golf y/o de una bola de golf (componentes de un golpe con efecto) durante un golpe de golf. El instrumento de medida consiste en una o varias barreras ópticas para proporcionar luz o para la reflexión por efecto de un objeto movido y uno o varios medios que reaccionan a la luz (aberturas de forma de hendidura y/o lentes cilíndricas dispuestas en un plano definido), los cuales suministran una señal cuando el objeto movido interrumpe un plano de reconocimiento definido. El objeto movido es, por ejemplo, un palo de golf, en cuya cabeza están instalados una zona reflectora en forma de círculo o de tira o LEDs. Este aparato no es adecuado para obtener los factores del momento de impacto. Se aplica una consideración análoga al documento US 2005/0130755 A1.

El documento DE 101 03 449 A1 revela un dispositivo móvil para captar la velocidad y/o el perfil de velocidad de una cabeza de palo de golf, en el que se puede realizar la medición con o sin bola de golf. A este fin, en la cabeza del palo de golf está dispuesto un equipo de medida y en la varilla del palo de golf está dispuesto un equipo de indicación, y entre éstos están previstas una línea de unión flexible y/o una conexión inalámbrica para la transmisión de datos entre el equipo de medida (10) y el equipo de indicación. La medición se efectúa sobre la base de la velocidad relativa de circulación de aire por medio de un tubo de Pitot o un tubo de remanso de Prandtl o sobre la base de la depresión o succión por medio de un tubo Venturi o por vía electrónica (medición del movimiento de la cabeza del palo de golf con respecto al medio circundante o con respecto a la materia ambiental por medio de un pequeño y ligero equipo de medida inestable en la cabeza del palo de golf, sin una unidad de emisión y recepción externamente dispuesta, o por medio de una técnica de radar (desplazamiento de frecuencia Doppler) o bien por la vía de la medición de una estrangulación. En la medición con radar se fija una unidad reflectora sobre la cabeza del palo en el lado vuelto hacia la varilla de dicho palo de golf. Como alternativa o como complemento a la unidad reflectora, se puede utilizar también como superficie reflectora la cara de la cabeza del palo que puede volverse hacia la bola de golf.

Dado que el aparato de radar está dispuesto detrás de la bola de golf en la dirección de vuelo de esta bola, existe siempre el riesgo de que la bola de golf en vuelo de salida, deficientemente impactada, choque con el aparato de radar y lo dañe. Con este sencillo dispositivo de medida no se pueden medir factores del momento de impacto. La indicación de la velocidad máxima no dice aún nada acerca de lo alta que era la velocidad exactamente en el momento del impacto, puesto que la velocidad máxima de la cabeza del palo puede alcanzarse tanto un poco delante como un poco detrás del punto de impacto real de la bola de golf.

Se conoce por el documento DE 101 19 740 A1 un aparato de entrenamiento para el golpe de pateo (putting). Para controlar la dirección de la superficie golpeadora del palo de pateo (putting) (W_{og}) se conduce un rayo de luz concentrado a un reflector en el palo de pateo desde un aparato de emisión y se refleja dicho rayo hacia un aparato de recepción. El aparato de recepción está provisto de una fila horizontal de sensores (fototransistores) dispuestos en posiciones estrechamente contiguas, los cuales están colocados por ambos lados junto a un sensor central. El reflector es un espejo plano que descansa con su superficie posterior sobre la superficie golpeadora. El aparato de emisión contiene un láser cuyo rayo de luz concentrado reflejado por el espejo es captado por los sensores dispuestos uno al lado de otro en el aparato de recepción. Un órgano de conexión (barrera óptica/fototransistor), que, bajo el balanceo de pateo, emite una señal sobre la posición de la bola de golf, conecta el aparato de entrenamiento durante solo un breve momento. Se le indican al jugador de golf desviaciones muy pequeñas del palo de pateo balanceado por él respecto de la dirección ideal hacia la posición de destino y, además, se le indica otros pasos de desviación en el punto de impacto por medio de los diodos luminiscentes asociados a cada sensor en el aparato de recepción. Esto significa que se indica si se ha alcanzado el "punto dulce" (SSP) o se ha fallado. El sensor central y la posición de destino están exactamente superpuestos entre ellos en dirección vertical. Sin embargo, en este proceso de entrenamiento está excluido el pateo con una bola de golf, ya que, en caso contrario, se dañaría el espejo. Se menciona ciertamente una forma de realización en la que el espejo se desplaza hacia un lado para que pueda golpear una bola de golf, pero este dispositivo no es adecuado para un balanceo completo ni al golpear con bola de golf ni al hacerlo sin ella.

Se conoce por el documento US 2003/0054898 A1 un sistema de análisis de golpes de golf. En la superficie de una carcasa de análisis de balanceo, hecha de un material no metálico, están montados un soporte de bola y unos sensores ópticos, preferiblemente barreras ópticas de reflexión de infrarrojos, en tres filas que discurren perpendicularmente a la trayectoria de balanceo, a la derecha y a la izquierda del soporte de la bola. En posición centrada con respecto al soporte de la bola pueden estar dispuestos en una torre, en los lados frontales de la carcasa de análisis de balanceo, otros sensores ópticos que hagan posible una medición de la altura. Los sensores emiten un estrecho rayo infrarrojo. En el lado inferior de la cabeza del palo está instalada una tira reflectante. Los rayos infrarrojos son reflejados por ésta durante el movimiento de balanceo de la cabeza del palo. Unos elementos indicadores generan una señal eléctrica que se conduce por cables convencionales a un equipo de captación de datos de medida (controlador) y que se convierte en una señal digital. Las señales son retransmitidas desde allí a una unidad de evaluación, entrega de información y almacenamiento (ordenador) que calcula los factores W_{og} , W_{io} , SSP, W_{dl} y V del momento de impacto a partir de la distancia de las distintas señales. Se emiten tanto los datos actuales como informaciones de balanceo históricas comparativas.

Este sistema de análisis de golpes de golf trabaja con numerosas barreras ópticas de reflexión de infrarrojos (37 pares de QED123/QS-D123) con una respectiva resolución angular pequeña. El ángulo de apertura de los emisores asciende a $\pm 9^\circ$ y el de los receptores asciende a $\pm 12^\circ$. El alto número de barreras ópticas de reflexión de infrarrojos hace que la disposición propuesta resulte cara. Además, ésta tiene, solamente para los emisores de infrarrojos, un consumo de corriente de netamente más de 3 A, lo que dificulta un funcionamiento con batería. No obstante, algunos de los sensores sirven solamente para disparar el sistema y conectar la alimentación de corriente a los sensores siguientes. Los componentes esenciales están integrados en una esterilla de lanzamiento especial hecha de material elástico. Esta construcción es sensible frente a golpes demasiados bajos, sobre todo porque la posición y la orientación de todas las barreras ópticas son esenciales para el modo de funcionamiento descrito. Los golpes demasiado bajos hacen también que la tira retrorreflectante pegada debajo de la cabeza del palo resulta rápidamente inutilizable, de modo que ésta tiene que considerarse como material consumible. Cabe esperar una buena resolución temporal de la disposición propuesta únicamente cuando la cabeza del palo pase por la esterilla de lanzamiento a poca distancia de ella. En caso contrario, los ángulos de apertura de los sensores podrían conducir a una fluctuación temporal fuertemente perturbadora de las señales de salida, lo que hace que la medición resulte entre inexacta e inutilizable. (Ya a una distancia de 5 cm el cono de captación tiene un diámetro de 1,5 cm.) La distancia de trabajo necesariamente corta conduce a un problema adicional: Las cabezas de los palos de golf tienen unos contornos exteriores configurados en formas muy diferentes en función del tipo, frecuentemente con superficies reflectantes casi especulares. Por tanto, cabe esperar que las barreras ópticas de reflexión de infrarrojos reaccionen no sólo a reflexiones provenientes de la tira retrorreflectante, sino también a reflexiones provenientes de otros puntos de la superficie de la cabeza del palo.

Un perfeccionamiento del documento US 2003/0054898 A1 se describe en el documento US 2005/0202907 A1. Se revelan también detalles técnicos que permiten una estimación de la exactitud que puede conseguirse. La patente menciona en varios sitios una resolución temporal de los sensores de $10 \mu s$ ($1/100000$ s). En este tiempo la cabeza del palo de golf recorre aproximadamente 0,278 mm a 100 km/h (lo que corresponde a un golpe largo (drive) con velocidad moderada). El ángulo abierto/cerrado es determinado aquí por dos sensores que pueden tener una distancia máxima de 5 cm sobre una línea perpendicular a la dirección del movimiento de la cabeza del palo para que, con toda seguridad, sean sobrevolados como un par. La resolución angular asciende entonces como máximo a

ES 2 336 253 T3

$$\arcsen \left(\frac{0,27\text{mm}}{50\text{mm}} \right) = 0,31^\circ$$

La medición de la altura se efectúa en el documento US 2005/0202907 A1 con hasta cuatro sensores de distancia por triangulación. En comparación con otras aplicaciones industriales, estos sensores tienen que reaccionar correlativa rapidez (a solamente 100 km/h y con una profundidad enteramente usual en palos de hierro de 15 mm el canto inferior permanece 0,54 ms sobre el sensor). Por tanto, son necesarias versiones especiales caras (sensor estándar aproximadamente 1000 €), las cuales están expuestas, además, al riesgo de destrucción por la cabeza del palo.

Se conoce por el documento WO 99/49944 un dispositivo de medida en el que se miden los parámetros de los golpes con cuatro sensores de láser instalados en el palo. Los sensores pasan por uno o varios abanicos de láser que parten de una o varias fuentes de láser instaladas entre los pies del jugador. Las respuestas de los sensores de láser se transmiten a la electrónica de evaluación a través de un radioenlace de corto trayecto. Se indica una resolución de 0,3° para el ángulo abierto/cerrado, de 0,1° para la inclinación dinámica de la cara del palo y de 0,1° para el ángulo dinámico del cuello del palo. La resolución del punto dulce del prototipo se indica con 5 mm.

En este dispositivo de medida es desventajoso el hecho de que la fuente de láser representa una peligrosa piedra potencial para tropezones de los pies del jugador. Además, los abanicos de láser empleados verticalmente orientados están fuertemente limitados en su densidad de potencia o, en las proximidades de la salida, pueden conducir a irritaciones de los ojos o incluso a daños.

En el documento WO 2004/067099 A2 se describe un análisis de balanceo de golf por medio de una barata cámara de vídeo. En la varilla del palo están instaladas directamente por debajo de la zona de agarre unas esferas de aproximadamente 10 cm de diámetro y unos destacados dibujos ricos en contraste. Como alternativa, las esferas contienen fuentes de luz activas para entrenarse en condiciones de luz deficiente. Así, se puede reconstruir por software la trayectoria del palo en el plano de golpeo y especialmente la postura corporal durante diferentes fases del movimiento de golpeo para corregir al jugador. No se hace indicaciones sobre la exactitud obtenible con respecto a factores de momento de impacto como punto dulce o ángulo abierto/cerrado. Como sensor sirve una cámara USB. Las cámaras USB son ciertamente baratas, pero tienen una mala velocidad de cuadros (un máximo hoy en día de 80 cuadros por segundo en el ámbito del consumo) y no se pueden sincronizar con las fases del golpeo.

Un aparato de análisis con dos unidades de cámara es conocido también por el documento US 5,803,823. El aparato de análisis supervisa el movimiento de un palo de golf poco antes del contacto con una bola de golf y durante este contacto, así como las características del movimiento del palo de golf poco antes del contacto con la bola de golf. Ambas unidades de cámara toman imágenes planas. Sobre el palo de golf y sobre la bola de golf están dispuestas tres o más superficies puntiformes correspondientes hechas de material retrorreflectante de modo que dos destellos de luz disparados por el equipo de destello sean reflejados por las superficies puntiformes y sean captadas como un modelo plano con las unidades de cámara dispuestas enfrente del jugador de golf cuando estén abiertos los cierres de las cámaras. A partir de los modelos de puntos se determinan la trayectoria de movimiento de la cabeza del palo y su orientación con relación a la bola de golf, obteniéndose las características del movimiento del palo de golf por la comparación de dos posiciones de las superficies iluminables en el palo de golf con respecto a la posición de las superficies iluminables en la bola de golf.

Un análisis de imágenes de esta clase es complicado y caro y presenta un tramado basto. En este aparato de análisis es desventajoso, además, el hecho de que tienen que aplicarse puntos reflectantes sobre la bola de golf, los cuales pueden ser dañados en cada golpe. Con un dispositivo de medida de esta clase no es posible tampoco el juego sin bola de golf.

Además, en el documento US 5,803,823 se describen dos dispositivos de calibración para el dispositivo de medida. El primer dispositivo de calibración consiste en una plantilla tridimensional con 20 puntos retrorreflectantes de un cuarto de pulgada de diámetro para la calibración de las dos cámaras. Para localizar el punto dulce, el segundo dispositivo de calibración provee al dispositivo de medida con la información del lugar en que se encuentra exactamente el centro geométrico de la cara de la cabeza del palo. A este fin, se pega y se acota sobre la cara del palo una placa de forma circular con tres espigas cilíndricas que están dispuestas en un eje X, sobresalen en ángulo recto de la placa y están provistas también de sendos puntos retrorreflectantes. Con una fotografía de calibración se miden once constantes por cada cámara, así como los ejes X, Y y Z.

La invención indicada en las reivindicaciones 1 y 27 se basa en el problema de crear un dispositivo de medida para medir los factores de momento de impacto que se pueda utilizar de manera sencilla en su manejo, móvil y compacta, tanto al aire libre como en recintos cerrados, con y sin bola de golf, sea igualmente adecuado para diestros y zurdos y, no obstante, resulte barato y esté equipado con un procedimiento de medida que trabaje con alta precisión, así como crear un dispositivo de calibración que garantice valores de medida fiables.

Este problema se resuelve por medio de las características indicadas en las reivindicaciones 1 y 27, así como en las reivindicaciones subordinadas.

El instrumento de medida del dispositivo de medida según la invención está dispuesto enfrente del jugador de golf. En la varilla del palo de golf está fijado un grupo de reflectores por medio de una unión de apriete inmovilizada soltable, presentando el grupo de reflectores al menos dos reflectores de forma de tira con superficies retrorreflectantes y estando al menos tres superficies retrorreflectantes dispuestas con una geometría fija en la varilla del palo de golf y/o en el grupo de reflectores. Al menos una barrera óptica de reflexión está alineada con el grupo de reflectores por medio de al menos un rayo horizontal dispuesto en ángulo recto con la trayectoria ideal de la cabeza del palo en la zona del soporte de bola (tee) y/o de la bola de golf. Al atravesar el rayo, las tres superficies retrorreflectantes de forma de tiras disparan sucesivamente datos de medida temporalmente decalados en forma de impulsos que recibe el receptor de la barrera óptica de reflexión y que los retransmite al equipo de captación de datos de medida. Éste transmite los datos de medida a una unidad de evaluación, entrega de información y almacenamiento.

A cierta distancia lateral de la primera barrera óptica de reflexión puede estar dispuesta al menos una segunda barrera óptica de reflexión, cuyo rayo se cruza con el rayo de la primera barrera óptica de reflexión bajo un ángulo agudo definido. En las reivindicaciones subordinadas están previstas otras barreras ópticas de reflexión. Éstas proporcionan sobre todo una captación segura y completa de todos los impulsos, también llamados pulsos, reflejados por los reflectores del grupo de reflectores y necesarios para el cálculo de los factores del momento de impacto.

El dispositivo de calibración según la invención sirve para medir desviaciones angulares respecto de un ángulo de 90° de un grupo de reflectores fijados a ojo a una varilla de un palo de golf formando aproximando un ángulo recto con la cara de la cabeza del palo. Este dispositivo de calibración consiste en un calibrador con al menos una barrera óptica de reflexión rotativa, un equipo de ajuste mecánico que está dispuesto a una distancia exacta del calibrador, estando el equipo de ajuste provisto de un elemento de tope para la cara de la cabeza del palo, y al menos dos reflectores con superficies retrorreflectantes que están instalados detrás del grupo de reflectores a calibrar, a la derecha y a la izquierda y a distancia lateral de éste. Este dispositivo de calibración está integrado en el instrumento de medida según la reivindicación 1.

La invención, para la que se solicita protección en las reivindicaciones, está en condiciones de medir los siguientes factores del momento de impacto:

Con un instrumento de medida sencillo, para el cual, en su equipamiento más sencillo según la reivindicación 1, es necesaria solamente una barrera óptica de reflexión, y con la utilización de un grupo de reflectores según la reivindicación 7, los factores del momento de impacto

1. Velocidad V de la cabeza del palo
2. Posición de la superficie golpeadora como ángulo abierto/cerrado W_{og} y
3. Punto dulce vertical.

Empleando una segunda barrera óptica de reflexión horizontalmente orientada bajo un ángulo agudo definido con la primera barrera óptica de reflexión, según la reivindicación 2, se pueden determinar, además, los factores del momento de impacto

4. Punto dulce horizontal y
5. Ángulo de incidencia horizontal W_{io} .

Otro equipo adicional con otra barrera óptica de reflexión según la reivindicación 19 o la utilización de un instrumento de medida según la reivindicación 16 con un grupo de reflectores según la reivindicación 5 hace posible entonces también la medición de la

6. Inclinación dinámica de la cara del palo W_{di} .

Con la disposición adicional de un transceptor de radar según la reivindicación 21 se pueden medir, además, por medición de frecuencia Doppler

7. El índice de desacodamiento, que tiene una influencia considerable sobre la velocidad de la cabeza del palo, y
8. La evolución de la velocidad de la cabeza del palo en el balanceo de lanzamiento desde la entrada en el rayo del radar, en el propio momento del impacto y hasta la salida fuera del rayo del radar, así como
9. A efectos del disparo, la dirección de movimiento de la cabeza del palo en combinación con un mezclador en fase/cuadratura de fase.

ES 2 336 253 T3

La segunda medición de la velocidad de la cabeza del palo en el momento del impacto por medio de una medición de frecuencia Doppler se utiliza al mismo tiempo como medición de control independiente. Si se presentan diferencias en los valores de medida, se le invita al alumno mediante señales ópticas o verbalmente a que calibre de nuevo su palo de golf con el grupo de reflectores instalado en el mismo ayudándose del dispositivo de calibración según la reivindicación 27.

El objeto de la invención es aplicable especialmente en centros de entrenamiento de golf. Sobre la base de los datos de medida logrados, el profesor de golf puede darle al alumno unas instrucciones de entrenamiento sensiblemente más concretas para mejorar la capacidad de juego del alumno. Ahora bien, los alumnos de golf técnicamente interesados, que analicen minuciosamente el “por qué” de su balanceo no logrado de esta manera, pueden adquirir el dispositivo de medida según la invención como aparato de entrenamiento y lanzar bolas sobre el campo de prácticas de tiros de golf (driving range) o practicar también en casa el balanceo de golf óptimo sin bola de golf. La ventaja especial reside en la alta eficiencia de aprendizaje, puesto que los resultados de medida se presentan inmediatamente sin retardo de tiempo después de la realización del balanceo, en un momento en el que el alumno obtiene aún a través de su musculatura un retorno de información referente a cómo ha transcurrido la utilización de su cuerpo.

El aparato se puede manejar fácilmente también sin una ayuda adicional. Unos interruptores especiales, que reaccionan a la cabeza del palo, hacen posible que el alumno maneje el aparato sin tener que recurrir al PC o a la agenda.

Ejemplos de realización de la invención se explican con ayuda de las figuras 1 a 18 y se describen en lo que sigue con más detalle. Muestran:

La figura 1, un croquis de principio del dispositivo de medida según la invención en una primera forma de realización para la obtención de los factores de momento de impacto consistentes en velocidad de cabeza de palo, ángulo abierto/cerrado W_{og} y punto dulce vertical.

La figura 2, un palo de golf con una forma de realización de un grupo de reflectores bajo/ancho según la invención, en alzado frontal, habiéndose fijado el grupo de reflectores al palo de golf en una posición de reacción perpendicular al suelo de lanzamiento.

La figura 3, un palo de golf con el grupo de reflectores según la figura 2 fijado a dicho palo de golf paralelamente a la varilla del palo, en alzado lateral.

La figura 4, un croquis de principio de la secuencia de impulsos para la determinación del ángulo abierto/cerrado W_{og} bajo un balanceo de golf con un grupo de reflectores bajo/ancho según las figuras 2 y/o 3.

La figura 5, un croquis de principio de la secuencia de impulsos para la determinación de la desviación del punto dulce vertical bajo un balanceo de golf con un grupo de reflectores bajo/ancho según las figuras 2 y/o 3.

La figura 6, un croquis de principio del dispositivo de medida según la invención en una segunda forma de realización para la obtención de los factores del momento de impacto consistentes en punto dulce horizontal y ángulo de incidencia horizontal W_{io} .

La figura 7, un croquis de principio de la secuencia de impulsos para la determinación de la desviación del punto dulce horizontal bajo un balanceo de golf con un grupo de reflectores bajo/ancho según las figuras 2 y/o 3.

La figura 8, un croquis de principio de la secuencia de impulsos para la determinación del ángulo de incidencia horizontal W_{io} bajo un balanceo de golf con un grupo de reflectores bajo/ancho según las figuras 2 y/o 3.

La figura 9, un croquis de principio del dispositivo de medida según la invención en otra forma de realización para la obtención adicional de la evolución de la velocidad de la cabeza del palo en el lanzamiento, el índice de desacodamiento y la velocidad de la cabeza del palo en el momento del impacto.

La figura 10, un croquis de principio de la secuencia de impulsos para la obtención del factor del momento de impacto consistente en la inclinación dinámica de la cara del palo W_{di} en otra forma de realización bajo un balanceo de golf con un grupo de reflectores bajo/ancho según las figuras 2 y/o 3, con un quinto reflector alargado.

La figura 11, un palo de golf en otra forma de realización para medir el factor del momento de impacto consistente en la inclinación dinámica de la cara del palo W_{di} sin grupo de reflectores.

La figura 12, un croquis de principio de un dispositivo de medida según la invención en otra forma de realización para la orientación exacta de la bola de golf.

La figura 13, un croquis de principio de un dispositivo de medida en otra forma de realización con un dispositivo de calibración según la invención.

ES 2 336 253 T3

La figura 14, un croquis de principio de un grupo de reflectores alto/estrecho según la invención, dispuesto en una varilla de un palo de golf, en un alzado lateral.

La figura 15, un croquis de principio de un grupo de reflectores alto/estrecho de la figura 14 según la invención, dispuesto en una varilla de un palo de golf, en una representación en perspectiva.

La figura 16, un croquis de principio de un grupo de reflectores alto/estrecho de las figuras 14 y 15 según la invención, dispuesto en una varilla de un palo de golf, en un alzado lateral.

La figura 17, un croquis de principio fuertemente simplificado del dispositivo de medida según la invención en otra forma de realización preferida para medir los factores del momento de impacto con el grupo de reflectores alto/estrecho de las figuras 14, 15 y 16 según la invención.

La figura 18, un croquis de principio del dispositivo de calibración según la invención montado en el dispositivo de medida de la figura 13 según la invención.

El dispositivo de medida de la figura 1 según la invención para medir factores del momento de impacto de un palo de golf 1 está constituido por un instrumento de medida 3 y un grupo de reflectores 7 fijado al palo de golf 1. El instrumento de medida 3 está dispuesto enfrente del jugador de golf 9 y está equipado al menos con una barrera óptica de reflexión 4 horizontalmente orientada y un equipo 6 de captación de datos de medida integrado preferiblemente en el instrumento de medida 3. La barrera óptica de reflexión 4 emite un rayo 10 perpendicular a la trayectoria ideal 11 de la cabeza 12 del palo en la zona del soporte de bola (tee) 13 y/o de la bola de golf 14, cumpliéndose que, al atravesar el rayo 10, los datos de medida son reenviados con el grupo de reflectores 7 fijado al palo de golf 1, en forma de impulsos, a la barrera óptica de reflexión, son captados por el equipo 6 de captación de datos de medida y son retransmitidos a una unidad 17 de evaluación, entrega de información y almacenamiento.

En la figura 1 se representa una forma de realización baja/ancha de un grupo de reflectores 7 que se describe seguidamente con ayuda de las figuras 2 y 3. En una forma de realización según la figura 2 el grupo de reflectores bajo/ancha 7 está instalado en el palo de golf 1 por encima de la cabeza 12 de éste de modo que, manteniendo el palo de golf 1 en posición de reacción, el grupo de reflectores 7 se encuentra en posición vertical con respecto al suelo de lanzamiento 18. El jugador de golf 9 ocupa la llamada posición de reacción inmediatamente antes del comienzo de cada golpe de golf. El jugador de golf 9, con los brazos extendidos y las piernas separadas, está aproximadamente en posición centrada con respecto a la bola de golf 14. La cabeza 12 del palo se encuentra entonces a la derecha de la bola de golf 14, visto desde el jugador de golf 9. La varilla del palo está inclinada oblicuamente hacia el jugador de golf. Con este ángulo de inclinación el palo de golf 1 alcanza también la bola de golf 14 durante el movimiento de balanceo.

En una forma de realización según la figura 3 el grupo de reflectores bajo/ancha 7 está orientado en dirección paralela a la varilla 25 del palo de golf. Por tanto, está inclinado también en su zona superior hacia el jugador de golf en la posición de reacción y durante el balanceo de golf.

A causa de la fijación más sencilla al palo de golf, las demás realizaciones se basan en la forma de realización según la figura 3.

El grupo de reflectores bajo/ancha 7 de la figura 3 según la invención presenta cinco reflectores 19, 20, 21, 22, 23, de los que tres reflectores 19, 21, 23 están dispuestos perpendicularmente a un canto inferior 71 y paralelamente uno a otro en un plano y a una distancia exactamente definida entre ellos, y de los que el primer reflector 19 y el tercer reflector 21 están unidos uno con otro por el segundo reflector 20 de modo que formen una "N" que discorra en dirección paralela o una "N" especularmente simétrica. El cuarto reflector 22 está dispuesto por fuera del plano, pero en posición paralela y preferiblemente a la misma distancia del tercer reflector 21 y del quinto reflector 23, de modo que, en una vista en planta del grupo de reflectores, se puede apreciar un triángulo, en este ejemplo de realización un triángulo isósceles, entre el tercer reflector 21, el cuarto reflector 22 y el quinto reflector 23.

El grupo de reflectores bajo/ancha 7 está fijado a la varilla de un palo de golf 1 por medio de una unión de apriete inmovilizadas soltable y cuida de que dicho grupo de reflectores no pueda aflojarse y/o retorcerse durante el balanceo de hasta 200 o incluso 230 km/h de velocidad. Los reflectores 19, 20, 21, 22, 23 consisten en superficies retrorreflectantes 8 que están configuradas en forma de tiras y presentan al menos la misma anchura o, mejor, el doble de anchura que el diámetro del rayo 10. El centro del respectivo impulso de reflexión se basa en todos los tiempos medidos por la barrera óptica de reflexión 4. Los distintos reflectores 19, 20, 21, 22, 23 se mantienen en la respectiva posición por medio de un robusto marco no reflectante o bien se pegan sobre el marco o se unen con éste de otra manera y forman junto con éste el grupo de reflectores bajo/ancha 7.

La barrera óptica de reflexión 4, preferiblemente una barrera óptica de reflexión de láser de alta frecuencia, está equipada con un emisor y un receptor. En el caso de un balanceo ideal, el rayo 10 (rayo láser) del emisor incide preferiblemente en posición centrada sobre el grupo de reflectores bajo/ancha oscilante 7 y rebasa el quinto reflector 23 inmediatamente antes del punto de impacto 2. Al atravesar el rayo 10, cada reflector 19, 20, 21, 22, 23 reenvía un impulso al receptor de la barrera óptica de reflexión 4. Estos impulsos son leídos como modelos temporales y retransmitidos a la unidad de captación de datos de medida, que puede ser una tarjeta de sonido o una unidad multicanal.

ES 2 336 253 T3

Los datos de medida son retransmitidos desde allí a una unidad 17 de evaluación, entrega de información y almacenamiento, son almacenados y le son presentados al jugador de golf 9 como resultado de medida con una rapidez de segundos.

5 La bola de golf 14 ha de estar dispuesta a una distancia tal del rayo 10 que se alcance su punto de impacto 2 únicamente cuando los cinco reflectores hayan pasado por el rayo 10, puesto que en el propio momento del impacto se produciría una reducción de velocidad y eventualmente un ladeo de la cabeza 12 del palo y, por tanto, también del grupo de reflectores 7. La bola de golf 14 tiene que ocupar también frente al instrumento de medida una posición muy exactamente definida que en el primer ejemplo de realización se fija preferiblemente con una plantilla respecto de la distancia al instrumento de medida, la distancia al rayo 10 y la altura del soporte 13 de la bola con respecto al suelo de lanzamiento 18.

Con el dispositivo de medida según la figura 1 y el grupo de reflectores bajo/ancho 7 según las figuras 1 y/o 2 se pueden medir los factores del momento de impacto

- 15 a) velocidad V de la cabeza del palo,
- b) posición de la superficie golpeadora como ángulo abierto/cerrado W_{og} y
- 20 c) punto dulce vertical.

El dispositivo de medida aprovecha aquí el hecho de que la cabeza 12 del palo, poco antes del punto de impacto 2, experimenta todavía solamente una pequeña aceleración tangencialmente a su trayectoria de balanceo. Por tanto, el grupo de reflectores bajo/ancho 7, como modelo óptico espacial que se mueve paralelamente a la cabeza 12 del palo, puede ser leído con barreras ópticas como un modelo temporal.

El factor del momento de impacto consistente en la velocidad V de la cabeza del palo es obtenido como velocidad media al traspasar el rayo 10 por la primera barrera óptica de reflexión 4 a partir del tiempo o la diferencia de tiempo entre los impulsos del primer reflector 19 y del quinto reflector 23, así como a partir de la distancia entre estos reflectores 19, 23. El ángulo abierto/cerrado W_{og} y el ángulo de incidencia horizontal de dentro a fuera/de fuera a dentro (W_{io}) intervienen en el cálculo con el coseno de los mismos y pueden eventualmente compensarse.

En la figura 4 se representa como ángulo abierto/cerrado W_{og} el principio de la obtención de la posición 36, 37, 38 de la superficie golpeadora. El W_{og} , que se obtiene en la primera barrera óptica de reflexión 4, indica el ángulo en el que se gira la cara 69 del palo hacia la izquierda o hacia la derecha en el punto de impacto 2. En una posición ideal 37 de la superficie golpeadora la bola de golf 14 vuela recta hacia el punto de destino. El modelo de tiempo 31 muestra que las señales que parten de los reflectores tercero, cuarto y quinto 21, 22, 23, están distanciadas en la misma medida una de otra. Al girar hacia la izquierda, la cara 69 del palo impacta en el lado exterior derecho de la bola de golf 14. El golpe va de fuera a dentro, y la bola de golf 14 arranca hacia la izquierda y gira más hacia la izquierda en el transcurso del vuelo. La figura 4 muestra en una vista en planta del grupo de reflectores 7 que el plano de dicho grupo de reflectores 7 ha girado también hacia la izquierda, presentándose una posición cerrada 36 de la superficie golpeadora. El alzado frontal del grupo de reflectores 7 y del modelo de tiempo 30 situado debajo del mismo muestran que la distancia 33, referida al tiempo, entre el impulso del cuarto reflector 22 y el impulso del quinto reflector 23 es más pequeña que en el modelo de tiempo 31.

En la posición abierta 38 de la superficie golpeadora se puede apreciar por el alzado frontal del grupo de reflectores 7 y del modelo de tiempo 32 correspondiente al mismo que el intervalo de tiempo 35 entre los reflectores cuarto y quinto 22 y 23 es mayor que en la posición ideal 37 de la superficie golpeadora.

50 La obtención del punto dulce SSP es problemática debido a que el punto dulce real puede ser diferente de un palo a otro. En el procedimiento de medida empleado se ha partido de la consideración de que el punto dulce, tal como es en general usual, se encuentra en el punto de cruce de las diagonales trazadas por la cara 69 del palo. Sin embargo, en caso de duda, se tiene que consultar al fabricante sobre el punto dulce real y se debe tener éste en cuenta al orientar la bola de golf 14.

Mediante el procedimiento de medida según la invención se determina el punto de choque exacto de la bola de golf 14 con la cara 69 del palo. Esto significa que no se obtiene e indica directamente el punto dulce, sino que se obtiene e indica la desviación respecto del punto dulce teórico. La obtención de la desviación del punto dulce vertical está representada en la figura 5. La desviación del punto dulce vertical se determina aquí por medio del rayo 10 de la barrera óptica de reflexión 4 a partir del intervalo de tiempo relativo de los impulsos entre el primer reflector 19 y el segundo reflector 20, así como entre el segundo reflector 20 y el tercer reflector 21. El intervalo de tiempo 41 de los impulsos en golpes que impactan exactamente en el punto dulce vertical es completamente igual. Por el contrario, el intervalo de tiempo 40 de los impulsos en golpes demasiado bajos es mayor entre el segundo reflector 20 y el tercer reflector 21, mientras que en el caso de golpes demasiado altos el intervalo de tiempo 42 de los impulsos es más pequeño.

Para facilitar la orientación de la bola de golf se ha instalado en otro ejemplo de realización según la figura 6 un láser lineal óptico adicional 26 a la izquierda de la barrera óptica de reflexión 4, el cual está orientado formando un ángulo de 90° hacia la bola de golf 14 de modo que su rayo 27 incida en la superficie exterior 28 de la bola de golf 14 que queda alejada de la dirección de vuelo 29 de la bola, formando la superficie exterior 28 al mismo tiempo el punto de impacto ideal 2 para la cabeza 12 del palo. En el caso de un láser lineal se transforma el rayo láser propiamente puntiforme en un rayo lineal 27 por medio de una lente óptica o una rejilla de difracción. Sin embargo, está dentro ámbito de la invención el que se utilicen también para ello láseres convencionales.

Para aprovechar también el dispositivo de medida según la invención para medir el punto dulce horizontal y el ángulo de incidencia horizontal W_{io} se ha equipado el instrumento de medida 3 según la figura 6 con una segunda barrera óptica de reflexión 5, cuya segunda barrera óptica de reflexión 5 cruza con su rayo 15 orientado también horizontalmente el rayo 10 de la primera barrera óptica de reflexión 4 bajo un ángulo agudo definido 16, estando situado el punto de cruce de los dos rayos 10, 15 unos pocos centímetros detrás de la trayectoria ideal 11. Cuando se emplea una tarjeta de sonido como equipo 6 de captación de datos de medida, la distancia del rayo 15 al rayo 10 tiene que ser algo mayor que la longitud del grupo de reflectores 7 para que no se superpongan los impulsos. En este caso, los rayos 10, 15 inciden con decalaje temporal en las superficies retrorreflectantes 8. Cuando se emplea una unidad de captación y procesamiento multicanal como equipo 6 de captación de datos de medida, se pueden cruzar el rayo 10 y el rayo 15 en la trayectoria ideal 11. El ángulo agudo 16 entre el punto de cruce de los rayos 10, 15 asciende preferiblemente a 45°. En este caso, los rayos 10, 15 inciden al mismo tiempo en los reflectores 19, 20, 21, 22, 23.

En la figura 7 se representa el croquis de principio del procedimiento de medida para obtener la desviación del punto dulce horizontal. El punto de choque horizontal exacto de la bola de golf 14 con la cara 69 del palo resulta de la distancia 39 de los impulsos entre los impulsos de reflexión del rayo 10 y del rayo 15, respectivamente, en el primer reflector 19, en función del tiempo.

La figura 8 ilustra el procedimiento de medida para obtener el factor del momento de impacto consistente en el ángulo de incidencia horizontal W_{io} . Para simplificar la representación se ha supuesto que el ángulo abierto/cerrado W_{og} es igual a 0° y que el ángulo horizontal entre la trayectoria del reflector 7 en la línea de golpe de fuera a dentro 43 y en la línea ideal 11 asciende a 15°. Asimismo, la línea de golpe de dentro a fuera discurre formando un ángulo de 15° con la línea ideal 11 en la figura 8. El ángulo de incidencia horizontal W_{io} se determina a partir del intervalo de tiempo relativo entre las reflexiones en el primer reflector 19 y en el quinto reflector 23, en cada caso en la primera barrera óptica de reflexión 4 por medio del rayo 10, así como en el primer reflector 19 y en el quinto reflector 23, en cada caso en la segunda barrera óptica de reflexión 5 por medio del rayo 15. Dependiendo del ángulo de incidencia horizontal W_{io} se acorta la secuencia de impulsos en el rayo 15 de la barrera óptica de reflexión 5 en la línea de golpe de dentro a fuera 44 en comparación con la secuencia de impulsos en el rayo 10 de la barrera óptica de reflexión 4, o bien se alarga dicha secuencia en la línea de golpe de fuera a dentro 43. A este efecto se superponen influencias del W_{og} , pero éstas se compensan por vía de cálculo.

Cuando se debe evitar un complicado ajuste manual del grupo de reflectores 7 en el palo de golf 1 con respecto a la distancia del canto inferior 71 del grupo de reflectores 7 al suelo de lanzamiento 18, es aconsejable seleccionar siempre el mismo punto de referencia para la fijación soltable del grupo de reflectores 7 al palo de golf 1, concretamente la zona de transición 70 de la cabeza 12 del palo a la varilla 25 del mismo para el canto inferior 71. Sin embargo, éstos pueden ser muy diferentes en el caso de palos para golpes largos (drivers), palos de madera y palos de hierro y también en el caso de fabricantes distintos. Por tanto, en otra forma de realización de la invención según las figuras 6 y 9 están instaladas adicionalmente una tercera barrera óptica de reflexión 45 por encima de la primera barrera óptica de reflexión 4 y una cuarta barrera óptica de reflexión 55 por encima de la segunda barrera óptica de reflexión 5, cuyas barreras ópticas tercera y cuarta están dispuestas en este ejemplo de realización exactamente en el centro entre el canto superior 75 y el canto inferior 74 de la pared lateral delantera 64. Las dos primeras barreras ópticas de reflexión 4, 5 pueden emplearse entonces preferiblemente para palos de hierro y palos de madera con cortas zonas de transición 70. Se conmuta a las barreras ópticas de reflexión adicionales 45, 55 cuando se utilizan especialmente palos para golpes largos con grandes cabezas y zonas de transición correspondientemente grandes. El rayo 78 de la tercera barrera óptica de reflexión 45 discurre también en dirección horizontal y perpendicularmente a la trayectoria ideal 11 de la cabeza 12 del palo, al igual que el rayo 10, y el rayo 79 de la cuarta barrera óptica de reflexión discurre también formando el mismo ángulo agudo 16 que el rayo 15.

Es ventajoso fijar el grupo de reflectores 7 a la varilla 25 del palo directamente por encima de la cabeza 12 del mismo, preferiblemente con un anillo de muelle u otra unión de apriete inmovilizada soltable. Como ventajoso respecto de estabilidad y riesgo de lesiones se ha manifestado también el recurso de fijar el grupo de reflectores 7 preferiblemente en el centro de la varilla 25 del palo, es decir, en el tercer reflector 21.

Las figuras 6 y 9 muestran también un ejemplo de realización en el que el instrumento de medida 3 puede emplearse tanto para diestros como para zurdos. A este fin, se ha dispuesto por encima de la tercera barrera óptica de reflexión 45, simétricamente con respecto a la primera barrera óptica de reflexión 4, una quinta barrera óptica de reflexión 56 que asume, por ejemplo, la función de la primera barrera óptica de reflexión 4 en el entrenamiento de zurdos. Una sexta barrera óptica de reflexión adicional 57 con un rayo 66, simétricamente dispuesta por encima de la cuarta barrera óptica de reflexión 55, asume la función de la segunda barrera óptica de reflexión 5. Un sensor de posición integrado cuida de que, por ejemplo, la quinta barrera óptica de reflexión 56 simétricamente dispuesta asuma la función de la primera barrera óptica de reflexión 4 y la sexta barrera óptica de reflexión 57 simétricamente dispuesta asuma la función de la

ES 2 336 253 T3

segunda barrera óptica de reflexión 5. La distancia entre las barreras ópticas de reflexión 4, 45, 56 y 5, 55, 57 asciende en este ejemplo de realización a 3 cm en cada caso. Cuando la quinta barrera óptica de reflexión 56 y la sexta barrera óptica de reflexión 57 se utilizan para medir el factor del momento de impacto consistente en la inclinación dinámica W_{di} de la cara del palo, la distancia entre la primera barrera óptica de reflexión 4 y la quinta barrera óptica de reflexión 56, superpuestas una a otra, en el primer grupo de barreras ópticas de reflexión 4, 45, 46, así como la distancia entre la segunda barrera óptica de reflexión 5 y la sexta barrera óptica de reflexión 57 en el segundo grupo de barreras ópticas de reflexión 5, 55, 57 deberá ascender a al menos 7 cm.

Está dentro del ámbito de la invención el recurso de instalar otras barreras ópticas de reflexión para aumentar aún más la precisión de la medición. Sin embargo, en principio, el entrenamiento de diestros y zurdos puede desarrollarse también con solamente las barreras ópticas de reflexión 4 y 5 cuando éstas estén dispuestas en el centro entre el canto superior 75 y el canto inferior 76 de la pared lateral frontal 64 del instrumento de medida 3. Es posible también el entrenamiento de diestros y zurdos con cuatro barreras ópticas de reflexión cuando la distancia entre el canto superior 75 y el canto inferior 76 en todas las barreras ópticas de reflexión 4, 5, 45, 55 sea la misma. Sin embargo, con un mayor número de barreras ópticas de reflexión se puede incrementar aún más la adaptabilidad a la altura del grupo de reflectores 7.

Si se debe obtener también la inclinación dinámica W_{di} de la cara del palo con el dispositivo de medida según la invención, cuya inclinación indica si el extremo de agarre 80 del palo de golf 1 en el punto de impacto 2 se encuentra delante o detrás de la cara 69 del palo, es necesaria entonces una séptima barrera óptica de reflexión adicional (no representada) con un rayo 81 por encima de las barreras ópticas de reflexión 4, 45 ó 56. Dado que el rayo 81 deberá discurrir preferiblemente unos 30 cm por encima del rayo 78 de la tercera barrera óptica de reflexión 45, es necesario, como se representa en la figura 10, equipar uno de los reflectores 19, 21, 23 con una prolongación de varilla reflectora 82. Se mide con una de las barreras de reflexión 4, 45 ó 56 y con la séptima barrera óptica de reflexión. Si el extremo de agarre 80 en el punto de impacto 2 está situado por encima de la cara 69 del palo, se ha alcanzado idealmente el punto de impacto 2. El impulso 50 de la primera barrera óptica de reflexión 4 o de la tercera barrera óptica de reflexión 45 se produce exactamente en el mismo instante que el impulso 83 que fue desencadenado por el rayo 81 de la séptima barrera óptica de reflexión.

Si el extremo de agarre 80 en el punto de impacto 2 está delante de la bola de golf 14, el impulso 84 es enviado entonces por el rayo 81 con una antelación igual al intervalo de tiempo 48 con respecto al impulso 50. Si el extremo de agarre 80 en el punto de impacto 2 está detrás de la bola de golf 14, el impulso 85 es enviado entonces por el rayo 81 con un retardo igual al intervalo de tiempo 49 con respecto al impulso 50.

La cabeza 12 del palo se encuentra en la posición más próxima al punto de impacto 2 cuando la prolongación de varilla reflectora 82 está instalada en el quinto reflector 23. Si ésta se encuentra instalada en uno de los otros reflectores 19, 25, se tiene que incluir un factor de corrección en el valor indicado.

Como alternativa, en lugar de una prolongación de varilla reflectora 82 se puede instalar también directamente sobre la varilla 25 del palo una superficie retrorreflectante 8 situada por encima del grupo de reflectores 7.

Si se deben medir exclusivamente la inclinación dinámica W_{di} de la cara del palo como único factor del momento de impacto, la medición, como se representa en la figura 11, puede realizarse enteramente también sin un grupo de reflectores 7, para lo cual se aplica la superficie retrorreflectante 8 directamente sobre la varilla 25 del palo.

La séptima barrera óptica de reflexión (no representada) puede utilizarse con ayuda de un mecanismo de abatimiento que está oculto en la pared de techo 73 y/o en el lado inferior 74 del instrumento de medida 3. Como alternativa, la séptima barrera óptica de reflexión (no representada) puede asentarse también como pieza adicional por medio de una unión de enchufe (no representada).

Todas las barreras ópticas de reflexión empleadas 4, 5, 45, 55, 56, 57 son preferiblemente barreras ópticas de reflexión de láser dotadas de reacción rápida y sus rayos 10, 15, 78, 79, 65, 66, 81 son rayos de luz láser pulsados modulados en amplitud a alta frecuencia, preferiblemente rayos láser. Cuanto más alta sea la frecuencia de los rayos láser tanto más precisa será la exactitud de medida.

En otra forma de realización según la figura 9 el instrumento de medida 3 está configurado en forma de L. En el lado delantero de la pared lateral transversal 54 un transceptor de radar 51 está orientado horizontalmente en dirección a la bola de golf 14 y/o a su soporte 13, cuyo transceptor, en cooperación con la primera barrera óptica de reflexión 4 y preferiblemente con el primer receptor 19 y el quinto receptor 23, mide como alternativa, además, el factor del momento de impacto consistente en la velocidad de la cabeza del palo. Ambos resultados de medida se comparan uno con otro. Cuando se presentan pequeñas diferencias, se realizan correcciones por parte del programa, y en el caso de mayores desviaciones se invita al jugador de golf 9 a que calibre el palo de golf 1 y el grupo de reflectores correspondiente 7, estando instalado directamente en el instrumento de medida un dispositivo de calibración sencillo de manejar.

El transceptor de radar 51 es preferiblemente un transceptor de radar de alta velocidad (banda de 24 GHz) que capta por medición de frecuencia Doppler la velocidad de la cabeza del palo en función del tiempo mientras la cabeza 12 del palo se detiene en la zona del rayo 53 del radar o del lóbulo del radar. Mediante integración de esta evolución

ES 2 336 253 T3

de la velocidad con la referencia de tiempo a los impulsos del primer grupo de barreras ópticas de reflexión 4, 45, 56 se puede calcular la evolución de la velocidad de la cabeza del palo en función de la posición de dicha cabeza.

Todas las mediciones del dispositivo de medida según la invención son puestas en marcha cuando reacciona una de las barreras ópticas de reflexión 4, 5, 45, 55, 56, 57. Esto podría efectuarse, por ejemplo, por medio del llamado “anadeo”. En este caso, el jugador de golf 9 hace que el palo oscile ligeramente en vaivén delante de la bola de golf 14 para relajarse y encontrar la posición de golpe correcta. Sin embargo, dado que estos movimientos se efectúa a una velocidad de la cabeza del palo <15 km/h, pero el primer golpe medido deberá ser un llamado chip (golpe corto), que se ejecuta a 20-40 km/h, se procede en la solución según la invención a examinar las frecuencias que se presentan en la señal de radar Doppler, a cortos intervalos de, por ejemplo, 5 ms, por medio de análisis de Fourier y, por tanto, se determinan la velocidad de la cabeza del palo y la dirección de movimiento. El instrumento de medida 3 está equipado para ello con un microprocesador o un procesador de señales (DSP) destinado a disparar el proceso de medida propiamente dicho. El transceptor de radar 51 de alta velocidad reconoce por radar Doppler con un mezclador en fase/cuadratura de fase los movimientos pendulares del palo de golf 1 en la fase de preparación del balanceo de golf, así como la dirección de movimiento, e inicia el proceso de medida únicamente a partir de una velocidad establecida en el movimiento de balanceo propiamente dicho.

Está dentro del ámbito de la invención el que estos cálculos puedan efectuarse también en la unidad 17 de evaluación, entrega de información y almacenamiento en lugar de hacerlo con un microprocesador.

En la realización según la figura 9 el instrumento de medida 3 está provisto de ruedas 58, 59 en su eje transversal 86 y de sendas asas 60, 61 por encima y por debajo del eje longitudinal 63 en la zona del láser lineal óptico 26. Las asas sirven al mismo tiempo como patas de soporte para el instrumento de medida 3 en funcionamiento para diestros y zurdos, proporcionando la altura de las asas y el diámetro de las ruedas una posición horizontal del instrumento de medida 3.

Elevándolo por el asa 60, haciéndolo girar por medio de las ruedas 58, 59 y depositándolo sobre el asa 60, el instrumento de medida 3 puede transformarse en un instrumento para zurdos, asumiendo preferiblemente una quinta barrera óptica de reflexión adicional 56 y una sexta barrera óptica de reflexión adicional 57 las funciones de la primera barrera óptica de reflexión 4 y la segunda barrera óptica de reflexión 5. Está dentro del ámbito de la invención el que la unidad 17 de evaluación, entrega de información y almacenamiento, por ejemplo una agenda, o una batería integrada en el eje transversal 54 suministre corriente eléctrica al instrumento de medida cuando no esté disponible una acometida de corriente externa.

La forma de realización según la figura 9 contiene, además, en la pared lateral frontal 64 del instrumento de medida 3 diversos interruptores 62 manejables con la cabeza del palo, los cuales se disparan, por ejemplo, por vía óptica o capacitiva y hacen posible, por ejemplo, la iniciación o reposición de un programa con el palo, sin que el jugador 9 tenga que manejar para ello el PC o la agenda 17 a mano o inclinarse sobre ellos.

En otro ejemplo de realización según la figura 12 se expone el modo en que puede efectuarse una orientación exacta de la bola de golf 14 o de su soporte 13 en la dirección de la longitud y de la anchura. A este fin, se ha introducido en la pared lateral transversal 54 un segundo láser lineal óptico adicional 68. Éste emite un rayo lineal 87 hacia la bola de golf 14 bajo un ángulo $\leq 45^\circ$. Tan pronto como el rayo 27 del láser lineal óptico 26 se cruce con el rayo 87 en la bola de golf 14, esta bola de golf 14 está correctamente orientada. Esta clase de orientación es más exacta y más rápida que una orientación en la superficie exterior 28 de la bola de golf 14 con solamente un láser lineal óptico 26 y un dispositivo de medida métrica. Si la bola de golf tiene que ser orientada también en el sentido de la altura, debido a que no está disponible ningún soporte de bola normalizado, por ejemplo en una esterilla de lanzamiento sobre el campo de prácticas de tiros de golf, es ventajoso sustituir uno de los dos láseres lineales ópticos por un láser lineal múltiple.

En el ejemplo de realización según la figura 13 se representa un dispositivo de medida en el que se ha colocado el soporte 13 de la bola delante del dispositivo de medida 3. Esto le proporciona al jugador de golf más espacio libre para la realización de su balanceo de golf. En este caso, para realizar una orientación electrónica exacta del instrumento de medida 3 están dispuestos adicionalmente en la pared lateral frontal 64 y en el lado delantero de la pared lateral transversal 54 sendos láseres 129, 130 de ajuste. Sus rayos 131, 132 se encuentran uno con otro sobre una plantilla calada sobre el soporte 13, sobre la cual se ha fijado una línea calibrada, tan pronto como el instrumento de medida se encuentre en la posición necesaria para la realización exacta de las mediciones. En esta forma de realización las barreras ópticas de reflexión del primer grupo de barreras ópticas de reflexión 4, 45, 56 están dispuestas también en la pared lateral frontal 64 bajo un ángulo de 90° y sus rayos 10, 78, 65, que discurren horizontalmente con respecto al suelo de lanzamiento 18 y paralelamente uno a otro, están orientados hacia el grupo de reflectores 7, 7a por encima de un punto de lanzamiento 47 para jugar al golf sin bola de golf.

Las barreras ópticas de reflexión del segundo grupo de barreras ópticas de reflexión 5, 55, 57 están dispuestas preferiblemente en la pared lateral frontal 64 bajo un ángulo de 45° y sus rayos 15, 79, 66, que discurren horizontalmente con respecto al suelo de lanzamiento 18 y paralelamente entre ellos, cruzan los rayos 10, 78, 65 del primer grupo de barreras ópticas de reflexión 4, 45, 56 a un máximo de 10 cm por detrás del punto de lanzamiento 47 y por detrás de la trayectoria ideal 11.

ES 2 336 253 T3

El soporte 13 de la bola, visto desde el jugador de golf diestro 9, está dispuesto a la izquierda del punto de lanzamiento potencial 47 a una distancia que corresponde al menos a la mitad de la anchura del grupo de reflectores 7, 7a, y la cabeza 12 del palo alcanza a la bola de golf 14 situada sobre su soporte 13 inmediatamente después de que el grupo de reflectores 7, 7a haya abandonado la zona de los rayos 10, 78, 65 del primer grupo de barreras ópticas de reflexión 4, 45, 56.

Con este dispositivo de medida según la figura 13 se pueden medir también los factores del momento de impacto consistentes en ángulo abierto/cerrado W_{og} , desviación del punto dulce vertical y desviación del punto dulce horizontal, así como la inclinación dinámica W_{di} de un grupo de reflectores alto/estrecho 7a de la invención según las figuras 14 a 16. Este grupo de reflectores 7a se arregla con tres reflectores 97, 98, 99, pero, en cambio, necesita al menos dos barreras ópticas de reflexión del primer grupo de barreras ópticas de reflexión 4, 45, 56 y al menos dos barreras ópticas de reflexión del segundo grupo de barreras ópticas de reflexión 5, 55, 57. En el grupo de reflectores alto/estrecho 7a el primer reflector 97 y el segundo reflector 98 presentan longitudes diferentes. Ambos reflectores discurren en dirección vertical y paralelamente uno a otro, pero están dispuestos en planos espaciales diferentes. El tercer reflector 99 está dispuesto preferiblemente bajo un ángulo agudo con su extremo inferior 101 en el extremo inferior 96 del primer reflector 97. El segundo reflector 98 está decalado hacia atrás respecto del plano de los reflectores primero y tercero 97 y 99. El extremo inferior 103 del segundo reflector 98 está unido con el extremo superior 105 del tercer reflector 99 a una distancia definida por medio de un puente de unión 91. La zona extrema superior 107 del primer reflector 97 está unida de maneja estabilizante con la zona extrema superior 109 del segundo reflector 98 a través de los puentes de unión acodados 92, 93. Los puentes de unión acodados 92, 93 pueden ser también parte integrante de una placa de forma triangular o rectangular.

Está dentro del ámbito de la invención el que el segundo reflector 98 esté decalado hacia adelante respecto del plano de los reflectores primero y tercero 97, 99.

Está también dentro del ámbito de la invención el que un reflector, concretamente el primer reflector 97 o el segundo reflector 98, del grupo de reflectores alto/estrecho 7a pueda ser sustituido por una tira retrorreflectante 8 que esté pegada directamente sobre la varilla 25 del palo y que esté dispuesta a una distancia definida de los otros dos reflectores 97, 99 o 98, 99.

Los grupos de reflectores 7, 7a consisten en un cuerpo de base en sí estable hecho de chapa o de una tira de carbono delgada o de otro material estable en su forma y en su curvado a velocidades de hasta 230 km/h y que genere durante el movimiento de balanceo del palo de golf 1 solamente una pequeña resistencia adicional despreciable del aire. Estos grupos están fijados con un dispositivo de apriete que garantiza una fijación imperdible y resistente al resbalamiento, pero soltable en la varilla 25 del palo por encima de la cabeza 12 de dicho palo. La separación entre el extremo más inferior 71, 96, 101 de un grupo de reflectores 7, 7a y el suelo de lanzamiento 18 deberá ascender a aproximadamente 1 cm más la altura de una bola de golf 14 más la altura de un soporte largo 13 de la misma para que el grupo de reflectores 7, 7a no pueda ser dañado ni siquiera en el caso de golpes demasiados bajos.

El grupo de reflectores alto/estrecho 7a según las figuras 14 a 16 presenta frente al grupo de reflectores bajo/ ancho según las figuras 2 y 3 la ventaja de que, debido a que solamente es la mitad de ancho, se pueden medir los factores del momento de impacto más cerca del punto de impacto 2 de la bola de golf 14. La traslación del tercer reflector 99 que discurre oblicuamente hacia abajo para llevarlo al plano inferior permite, incluso en el caso de cabezas de palo muy grandes, una instalación más baja del grupo de reflectores 7a en la varilla 25 del palo. Para este grupo de reflectores alto/estrecho 7a es ventajoso un dispositivo de medida según la figura 17, que permite también una medición del factor del momento de impacto consistente en el ángulo de incidencia horizontal W_{io} y una medición más exacta de la velocidad V de la cabeza del palo.

Un dispositivo de medida, que puede medir todos los factores del momento de impacto cuando se utiliza un grupo de reflectores alto/estrecho 7a según las figuras 14 a 16, está equipado con al menos seis barreras ópticas de reflexión 4, 45, 55, 100, 102, 104. En la figura 17 se representa como croquis de principio fuertemente simplificado un ejemplo de realización de un dispositivo de medida de esta clase. En la pared lateral frontal 64 del instrumento de medida 3 están dispuestas a la derecha o a la izquierda, junto a la primera barrera óptica de reflexión 4, una octava barrera de reflexión 104 con su rayo 110 orientada bajo un ángulo de 90° y junto a la tercera barrera óptica de reflexión 45, por encima de la octava barrera óptica de reflexión 104, una novena barrera óptica de reflexión 102 con su rayo 108 orientada también bajo un ángulo de 90° . A la derecha o a la izquierda, junto a la cuarta barrera óptica de reflexión 55, está dispuesta una décima barrera óptica de reflexión 100 orientada bajo un ángulo de 45° .

En la ejecución de un balanceo de golf ideal el rayo 106 de la décima barrera óptica de reflexión 100 y el rayo 108 de la novena barrera óptica de reflexión 102 inciden aproximadamente al mismo tiempo en el primer reflector 97 en su tercio superior, mientras que el rayo 110 de la octava barrera óptica de reflexión 104 incide al mismo tiempo en el reflector 97 en su tercio inferior, emitiendo cada barrera óptica de reflexión 100, 102, 104 un impulso. Mientras que el grupo de reflectores 7a se sigue movimiento en dirección a la bola de golf 14, el rayo 110 incide en el tercer reflector 99 en su zona central. Un poco más tarde, el rayo 79 de la cuarta barrera óptica de reflexión 55 y el rayo 78 de la tercera barrera óptica de reflexión 45 inciden entonces aproximadamente al mismo tiempo en el primer reflector 97 en su tercio superior. Poco después, el rayo 10 de la primera barrera óptica de reflexión 4 pasa por el tercer reflector 99 en su zona central y aproximadamente al mismo tiempo el rayo 106 de la décima barrera óptica de reflexión 100 pasa por el segundo reflector 98, decalado hacia atrás, aproximadamente a la mitad de la altura de su extensión longitudinal.

ES 2 336 253 T3

Finalmente, el rayo 79 de la cuarta barrera óptica de reflexión 55 y el rayo 78 de la tercera barrera óptica de reflexión 45 pasan aproximadamente al mismo tiempo por el segundo reflector 98 a la mitad de la altura aproximadamente de su extensión longitudinal. La cabeza 12 del palo alcanza ahora la bola de golf 14. Los impulsos obtenidos son evaluados análogamente a los modelos de tiempo descritos en relación con las figuras 4, 5, 7, 8 y 10.

Si, por ejemplo, para la obtención del punto dulce vertical se lleva demasiado arriba el palo de golf 1, de modo que “topa” (tops) a la bola de golf 14, la distancia de los impulsos que refleja la primera barrera óptica de reflexión recta 4 después del paso por el primer reflector 97 y el tercer reflector 99 es más corta que si el golpe de golf se hubiera dado demasiado abajo. Lo mismo rige para la octava barrera óptica de reflexión 104. Si, en la obtención del punto dulce horizontal, se lleva el palo de golf demasiado hacia adentro, los impulsos de la tercera barrera de reflexión óptica recta superior 45 y de la novena barrera óptica de reflexión 102 llegan más tarde que los impulsos de la cuarta barrera óptica de reflexión oblicua superior 55 y la décima barrera óptica de reflexión 100. Ocurre lo contrario cuando el palo de golf se lleva demasiado hacia afuera, en cuyo caso los impulsos llegan antes.

En caso de un golpe de golf cerrado (W_{og}), están agrandadas las distancias entre pulsos de las barreras ópticas de reflexión superiores 45, 102, 55, 100, las cuales son reducidas por un golpe de golf abierto. Las distancias entre pulsos dentro de los pares de impulsos de las barreras ópticas de reflexión rectas inferiores 4, 104 están acortadas solamente en la medida del coseno del ángulo abierto o cerrado y, por tanto, apenas varían.

En la obtención del factor del momento de impacto consistente en el ángulo de incidencia horizontal (W_{io}) se tiene que, en el caso de un golpe conducido de fuera a dentro, los intervalos entre los impulsos de los mismos reflectores son más largos en las barreras ópticas de reflexión oblicuas 55, 100 que en las barreras ópticas de reflexión rectas 45, 102. En el caso de un golpe conducido de dentro a fuera, los intervalos entre los impulsos de los mismos reflectores son más cortos en las barreras ópticas de reflexión oblicuas 55, 100 que en las barreras ópticas de reflexión rectas 45, 102. Las secuencias de pulsos completas de las barreras ópticas de reflexión rectas inferiores 4, 104 están acortadas solamente en el valor del coseno del ángulo de fuera a dentro o de dentro a fuera y, por tanto, apenas varían.

En la obtención del factor del momento de impacto consistente en la inclinación dinámica W_{di} de la cara del palo se tiene que, con una inclinación dinámicamente agrandada de la cara del palo, los impulsos de las primeras barreras ópticas de reflexión inferiores 4 se adelantan a los de la tercera barrera óptica de reflexión superior 45 y de la quinta barrera óptica de reflexión 56. En el caso de una inclinación dinámicamente reducida de la cara del palo los impulsos se retrasan.

El grupo de reflectores 7, 7a deberá poseer una altura que garantice que todos los reflectores 19, 20, 21, 22, 23, 97, 98, 99 puedan reflejar impulsos aprovechables o, en el caso de un golpe de golf deficientemente realizado, al menos cuatro pulsos en un grupo de reflectores bajo/ancho 7 y al menos seis pulsos en un grupo de reflectores alto/estrecho 7 estén disponibles para la evaluación de los factores del momento de impacto.

Está también dentro del ámbito de la invención el que se indique en la pantalla de visualización de la unidad 17 de evaluación, entrega de información y almacenamiento un índice para el desacodamiento. El índice de desacodamiento caracteriza el acortamiento brusco de la línea canto exterior de dedo meñique-codo o la apertura brusca del ángulo entre la varilla del palo y el antebrazo izquierdo (en diestro) inmediatamente antes del momento del impacto o durante este momento. Un índice de desacodamiento alto contribuye decisivamente a acelerar el balanceo de golf en su fase final y a una alta velocidad de la cabeza del palo en el punto de impacto 2.

Está también dentro del marco de la invención el que una de las barreras ópticas de reflexión 4, 45, 56 emita un impulso para otros aparatos de análisis externamente conectados al alcanzar el punto de impacto 2. Por ejemplo, un impulso emitido puede poner en marcha o sincronizar una cámara de vídeo (no representada) que determine, como factor adicional del momento de impacto, el ángulo de incidencia vertical. La ventaja reside en que en paralelo se puede realizar también un análisis corporal síncrono en el tiempo.

El dispositivo de medida según la invención trabaja con hasta seis barreras ópticas de reflexión de láser con un consumo de corriente en cada una de ellas de aproximadamente 20 mA. Por tanto, la disposición completa puede alimentarse también, por ejemplo, desde el ordenador de evaluación por medio de la tensión de 5 V del bus USB.

El pequeño número de barreras ópticas de reflexión de láser hace que la construcción propuesta resulte más barata que las descritas en el estado de la técnica, aun cuando se tiene en cuenta que las barreras ópticas de reflexión de láser son más caras que, por ejemplo, las barreras ópticas de reflexión de infrarrojos.

El ángulo de apertura del rayo de las barreras ópticas de reflexión de láser es despreciable en el marco de las distancias consideradas (<1 m). A causa de estos pequeños ángulos de apertura del rayo de las barreras ópticas de reflexión de láser, el dispositivo de medida según la invención podría configurarse sin pérdida de resolución temporal/espacial de modo que se “lean” las tiras retrorreflectantes a lo largo de distancias de aproximadamente 0,5 m. Por tanto, incluso en el caso de fuertes golpes erróneos apenas son de esperar contactos entre el palo y la disposición de medida. En el peor de los casos, se produce una rotura del barato grupo de reflectores instalado en la varilla del palo.

Otra ventaja de la invención reside en que las manchas luminiscentes de las barreras ópticas de reflexión de láser empleadas tienen también tan solo aproximadamente 2 mm de diámetro en una distancia de trabajo de aproxima-

damente 0,5 m. Aun cuando estas manchas luminiscentes lleguen a superficies reflectantes de la cabeza o la varilla del palo de golf, existe solamente una probabilidad extremadamente pequeña de que estas superficies reflejen la luz devolviéndola al receptor de la barrera óptica.

La presente invención aprovecha una disposición especial de reflectores en la que las coordenadas del palo con respecto al punto dulce y el ángulo abierto/cerrado se obtienen por integración a lo largo de un recorrido de aproximadamente 6 cm. Por tanto, la duración de la medida asciende a 2 ms bien contados para una velocidad de 100 km/h. La resolución temporal asciende a 6 μ s. Por tanto, el límite para la resolución de recorrido que resulta de la resolución temporal asciende, para una velocidad de 100 km/h, a

$$0,000006 \text{ s} \cdot 27,7 \text{ m/s} = 0,167 \text{ mm}$$

Por consiguiente, la limitación efectiva de la exactitud del sistema resulta también de variaciones de los diámetros de los rayos láser (en promedio aproximadamente 2 mm) y en la práctica asciende a <0,2 mm para una velocidad de 100 km/h.

En la presente invención un aumento del decalaje del cuarto reflector del grupo de reflectores bajo/ancho o del segundo reflector del grupo de reflectores alto/estrecho para la medición angular del respecto del plano de los otros reflectores puede incrementar en principio discrecionalmente la resolución angular (a costa del intervalo de medida). A profundidades de decalaje practicables de 30-60 mm, se han conseguido resoluciones angulares de

$$\arcsen \left(\frac{0,2\text{mm}}{30\text{mm}} \right) = 0,38^\circ$$

hasta

$$\arcsen \left(\frac{0,2\text{mm}}{60\text{mm}} \right) = 0,19^\circ$$

Otra ventaja de la invención reside en que no se instalan componentes electrónicamente activos en el palo. Se suprime así también la necesidad de una fuente de energía en el palo, la cual es necesaria para que, por ejemplo, como se describe en el estado de la técnica, se puedan hacer funcionar sensores de láser y un explosor.

Antes del comienzo de la primera medición con otro palo de golf y cuando invite a ello el instrumento de medida, se tienen que calibrar el palo de golf y el grupo de reflectores. En la calibración se invierte el procedimiento de medida. En una primera forma de realización de un dispositivo de calibración (no representado) se lleva la cabeza del palo a una posición y postura definidas y se determina la posición del grupo de reflectores con un rayo láser modulado en amplitud, movido por espejos giratorios, a cuyo fin con una barrera óptica de reflexión adicional (no representada) se conduce a través de la hendidura 67 según la figura 9 un rayo láser definitivamente movido hacia el dispositivo de calibración. El modelo de respuesta del grupo de reflectores 7 hace posible también que se reconozca una eventual descalibración y que se transmita la desviación como valor de corrección a la unidad 17 de evaluación, entrega de información y almacenamiento.

En la figura 18 se representa un dispositivo de calibración según la invención. Se pueden calcular las coordenadas y la orientación del grupo de reflectores 7, 7a con superficies retrorreflectantes 8 cuando se conozca la posición de la cabeza del palo y, por tanto, del punto dulce con respecto al grupo de reflectores 7, 7a. El dispositivo de calibración para medir desviaciones angulares de un grupo de reflectores 7, 7a fijado a una varilla 25 de un palo de golf 1 en ángulo recto con la cara 69 de la cabeza 12 del palo consiste en

- un calibrador 133 con al menos una barrera óptica de reflexión rotativa 137,

- un equipo de ajuste mecánico 134 que está dispuesto a una distancia exacta del calibrador 133, estando el equipo de ajuste 134 provisto de un elemento de tope 136 para la cara 69 de la cabeza 12 del palo, y

- al menos dos reflectores 138, 139 con superficies retrorreflectantes 8 que están instalados detrás del grupo de reflectores 7, 7a a calibrar, a la derecha y a la izquierda y a distancia lateral de éste.

ES 2 336 253 T3

Este dispositivo de calibración está integrado en el instrumento de medida 3. El calibrador 133 está dispuesto aproximadamente en el centro de la pared lateral frontal 64 del instrumento de medida 3. El equipo de ajuste 134 está dispuesto aproximadamente en el centro entre el calibrador 133 y la pared lateral transversal 54 y, por el lado inferior del instrumento de medida 3, encaja, en una posición definida, en un anclaje 135 y queda alojado allí de manera resistente al resbalamiento. Dos reflectores de referencia 138, 139 del dispositivo de calibración están fijados en forma imperdible sobre un respectivo extremo del lado delantero de la pared lateral transversal 54.

El ángulo de apertura del rayo de la barrera óptica de reflexión rotativa 137 es de $<0,1$ a $0,2^\circ$ y el rayo 140 de ésta se mueve rotativamente una o más veces con una velocidad angular uniforme entre los dos reflectores de referencia 138, 139 del dispositivo de calibración.

En un elemento de tope 136 del equipo de ajuste 134 y en una ayuda de reglaje de rayas ópticas dispuesta en la pared del techo del eje transversal 86 se orientan la cara 69 del palo y la varilla 25 del mismo bajo un ángulo de 90° con respecto a un grupo de reflectores 7, 7a fijado de manera óptima a la varilla 25 del palo. Sin embargo, el grupo de reflectores 7, 7a se orientan solamente a ojo de forma aproximada durante su fijación a la varilla del palo. El receptor del calibrador 133 recoge durante el proceso de calibración datos de medida provenientes del rayo rotativo reflejado 140 a través de los reflectores 19, 20, 21, 22, 23, 97, 98, 99 del grupo de reflectores 7, 7a y retransmite estos datos de medida escaneados al equipo 6 de captación de datos de medida y a la unidad 17 de evaluación, entrega de información y almacenamiento, en la que se efectúa el procesamiento de los datos de medida y la igualación de datos entre los datos de calibración y los datos de medida durante el balanceo de golf. A partir de estos datos se determinan la distancia del grupo de reflectores al punto dulce en los tres grados de libertad de traslación cartesiana y el giro real alrededor del eje vertical. Esta evaluación requiere las reflexiones de los dos reflectores de referencia 138, 139 fijados al instrumento de medida 3, cada uno de los cuales suministra un impulso reconocible en su duración.

Dado que al mismo tiempo se conocen la posición y la orientación de la superficie frontal de la cabeza del palo, se puede calcular la relación espacial entre el grupo de reflectores 7, 7a y la cara 69 de la cabeza del palo (y del punto dulce) y se puede almacenar individualmente esta relación para cada palo de golf 1 de cada jugador 9.

Estos datos de calibración almacenados son recuperados automáticamente en función del jugador y del palo seleccionado por él al comienzo de cada nueva serie de golpes.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de medida para medir factores del momento de impacto de un palo de golf, que consta de:

- a) un instrumento de medida con al menos una barrera óptica de reflexión horizontalmente orientada,
- b) un equipo de captación de datos de medida integrado en el instrumento de medida,
- c) reflectores con superficies retrorreflectantes en el palo de golf, los cuales están unidos de manera correspondiente con las barreras ópticas de reflexión,
- d) una unión de evaluación, entrega de información y almacenamiento a la que el equipo de captación de datos de medida transmite los datos de medida captados,
- e) estando dispuesto el instrumento de medida (3) enfrente del jugador de golf (9),

caracterizado porque

f) en la varilla (25) del palo de golf 1) está fijado un grupo de reflectores (7, 7a) por medio de una unión de apriete inmovilizada soltable y el grupo de reflectores (7, 7a) presenta al menos dos reflectores de forma de tira con superficies retrorreflectantes (8), y al menos tres superficies retrorreflectantes (8) están dispuestas según una geometría fija en la varilla (25) del palo de golf y/o en el grupo de reflectores (7, 7a),

g) al menos una primera barrera óptica de reflexión (4) con su rayo (10) está orientada hacia el grupo de reflectores (7, 7a), en ángulo recto con la trayectoria ideal (11) de la cabeza (12) del palo, en la zona del soporte de bola (tee) (13) y/o de la bola de golf (14) y las tres superficies retrorreflectantes (8) de forma de tira, al atravesar el rayo (10), proporcionan sucesivamente datos de medida temporalmente decalados en forma de impulsos que recibe el receptor de la barrera óptica de reflexión (4) para retransmitirlos al equipo (6) de captación de datos de medida.

2. Dispositivo de medida según la reivindicación 1, **caracterizado** porque en la pared frontal lateral (64) del instrumento de medida (3) está dispuesta a distancia lateral de la primera barrera óptica de reflexión (4) al menos una segunda barrera óptica de reflexión (5) cuyo rayo (15) se cruza bajo un ángulo agudo definido (16) con el rayo (10) de la primera barrera óptica de reflexión (4).

3. Dispositivo de medida según las reivindicaciones 1 y/o 2, **caracterizado** porque en la pared lateral frontal (64) del instrumento de medida (3) están dispuestas una tercera barrera óptica de reflexión (45) por encima de la primera barrera óptica de reflexión (4) y una cuarta barrera óptica de reflexión (55) por encima de la segunda barrera óptica de reflexión (5), cuyos rayos (78, 79) están orientados en dirección paralela a los rayos (10, 15) de las barreras ópticas de reflexión primera y segunda (4, 5).

4. Dispositivo de medida según una o más de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el grupo de reflectores (7, 7a) consiste en un cuerpo de base en sí robusto hecho de chapa o carbono o de otro material estable en su forma y curvatura a velocidades de hasta 230 km/h, con un dispositivo de apriete que garantiza una fijación imperdible y resistente al resbalamiento, pero soltable, en la varilla (25) del palo por encima de la cabeza (12) del mismo, y porque la separación entre el extremo más inferior (71, 96, 101) de un grupo de reflectores (7, 7a) y el suelo de lanzamiento (18) asciende a aproximadamente 1 cm más la altura de una bola de golf (14) más la altura de un soporte largo (13) para la misma.

5. Dispositivo de medida según una o más de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque

- un primer grupo de reflectores alto/estrecho (7a) según la invención presenta tres reflectores (97, 98, 99) con superficies retrorreflectantes (8), teniendo el primer reflector (97) y el segundo reflector (98) longitudes diferentes y estando dispuestos verticalmente y paralelos uno a otro, pero en planos espaciales diferentes, y

- el tercer reflector (99) está dispuesto bajo un ángulo agudo con su extremo inferior (101), preferiblemente en el extremo inferior (96) del primer reflector (97) y

- el segundo reflector (98) está dispuesto en posición decalada hacia atrás o hacia adelante respecto del plano de los reflectores primero y segundo (97, 99) y

- el extremo inferior (103) del segundo reflector (98) está unido a una distancia definida con el extremo superior (105) del tercer reflector (99) por medio de un puente de unión (91) y

- la zona extrema superior (107) del primer reflector (97) está unida de forma estabilizante con la zona extrema superior (109) del segundo reflector (98) por medio de los puentes de unión angulados (92, 93).

6. Dispositivo de medida según una o más de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque un reflector, concretamente el primer reflector (97) o el segundo reflector (98) del grupo de reflectores alto/estrecho (7a), está sustituido por una tira retrorreflectante (8) directamente pegada sobre la varilla (25) del palo, la cual está dispuesta a una distancia definida de los otros dos reflectores (97, 99 ó 98, 99).
7. Dispositivo de medida según una o más de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque un segundo grupo de reflectores bajo/ancho (7) según la invención presenta cinco reflectores (19, 20, 21, 22, 23), estando dispuestos tres reflectores (19, 21, 23) en posiciones paralelas una a otra en un plano y a una distancia exactamente definida entre ellos y estando unidos el primer reflector (19) y el tercer reflector (21) uno con otro por medio del segundo reflector (20) de modo que forman una “N” de recorrido paralelo o una “N” especularmente simétrica, y estando dispuesto el cuarto reflector (22) por fuera del plano, pero paralelamente y a la misma distancia respecto del tercer reflector (21) y del quinto reflector (23), de modo que, en una vista en planta del grupo de reflectores, se puede apreciar un triángulo entre el tercer reflector (21), el cuarto reflector (22) y el quinto reflector (23).
8. Dispositivo de medida según una o más de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque el grupo de reflectores (7, 7a) está instalado en el palo de golf (1) de modo que, cuando el palo de golf (1) adopta una postura oblicuamente inclinada, los reflectores (19, 21, 22, 23, 97, 98) están dispuestos verticalmente, en la posición de reacción, con respecto al suelo de lanzamiento (18).
9. Dispositivo de medida según una o más de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque el grupo de reflectores (7, 7a) está instalado en el palo de golf (1) de modo que los reflectores (19, 21, 22, 23, 97, 98) están orientados en dirección paralela a la varilla (25) del palo de golf (1).
10. Dispositivo de medida según una o más de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque en la pared lateral frontal (64) del instrumento de medida (3) están dispuestas una quinta barrera óptica de reflexión (56) con un rayo (65) por encima de la tercera barrera óptica de reflexión (45) y una sexta barrera óptica de reflexión (57) con un rayo (66) por encima de la cuarta barrera óptica de reflexión (55), y porque la distancia entre la primera barrera óptica de reflexión (4) y la quinta barrera óptica de reflexión (56), dispuestas una sobre otra, en el primer grupo de barreras ópticas de reflexión (4, 45, 56) y la distancia entre la segunda barrera óptica de reflexión (5) y la sexta barrera óptica de reflexión (57) en el segundo grupo de barreras óptica de reflexión (5, 55, 57) deberá ascender a al menos 7 cm.
11. Dispositivo de medida según una o más de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque las barreras ópticas de reflexión (4, 5, 45, 55, 56, 57) son barreras ópticas de reflexión de láser de reacción rápida y sus rayos (10, 15, 78, 79, 65, 66) son rayos de luz láser pulsados a alta frecuencia, y porque los reflectores (19, 20, 21, 22, 23, 97, 98, 99) presentan al menos la misma anchura o, mejor, el doble de la anchura de los rayos (10, 15, 78, 79, 65, 66).
12. Dispositivo de medida según una o más de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** porque en el instrumento de medida (3) un láser lineal óptico (26) está orientado, además, horizontalmente hacia la bola de golf (14) bajo un ángulo de 90° de modo que su rayo (27) incida en la superficie exterior (28) de la bola de golf (14) o puesta a la dirección (29) de vuelo de la bola, formando al mismo tiempo la superficie exterior (28) el punto de impacto ideal (2) para la cabeza (12) del palo.
13. Dispositivo de medida según una o más de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado** porque el instrumento de medida (3) está configurado en forma de L y en la pared lateral transversal (54) del instrumento de medida (3) está dispuesto, además, un segundo láser lineal óptico (68) o un láser lineal múltiple que envía su rayo (87) o sus rayos hacia la bola de golf (14) bajo un ángulo $\leq 45^\circ$, y el punto de cruce de los rayos (26, 68) sirve para la orientación de la bola de golf (14) y/o de su soporte (13).
14. Dispositivo de medida según una o más de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado** porque las barreras ópticas de reflexión del primer grupo de barreras ópticas de reflexión (4, 45, 56) están dispuestas en la pared lateral frontal (64) bajo un ángulo de 90° y sus rayos (10, 78, 65), que discurren horizontalmente con respecto al suelo de lanzamiento (18) y paralelamente uno a otro, están orientados hacia el grupo de reflectores (7, 7a) por encima de un punto de lanzamiento (47) para jugar al golf sin bola de golf, y porque las barreras ópticas de reflexión del segundo grupo de barreras ópticas de reflexión (5, 55, 57) están dispuestas preferiblemente en la pared lateral frontal (64) bajo un ángulo de 45° y sus rayos (15, 79, 66), que discurren horizontalmente con respecto al suelo de lanzamiento (18) y paralelamente entre ellos, se cruzan con los rayos (10, 78, 65) del primer grupo de barreras ópticas de reflexión (4, 45, 56) a un máximo de 10 cm por detrás del punto de lanzamiento (47) y por detrás de la trayectoria ideal (11), y/o porque el soporte (13) de la bola, visto desde el jugador de golf (9), está dispuesto a la izquierda del punto de lanzamiento potencial (47) a una distancia que corresponde al menos a la mitad de la anchura del grupo de reflectores (7, 7a), y porque la cabeza (12) del palo alcanza a la bola de golf (14) situada sobre su soporte (13) inmediatamente después de que el grupo de reflectores (7, 7a) haya abandonado la zona de los rayos (10, 78, 65) del primer grupo de barreras ópticas de reflexión (4, 45, 56).
15. Dispositivo de medida según la reivindicación 14, **caracterizado** porque, para efectuar una orientación electrónica exacta del instrumento de medida (3), pueden estar dispuestos, además, unos láseres de ajuste respectivos (129, 130) en la pared lateral frontal (64) y en el lado delantero de la pared lateral transversal (54), incidiendo los rayos (131, 132) de dichos láseres uno en otro sobre una línea fija de una plantilla calada sobre el soporte (13) de la bola tan pronto como el instrumento de medida se encuentra en la posición necesaria para la realización exacta de las mediciones.

16. Dispositivo de medida según una o más de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado** porque en la pared lateral frontal (64) del instrumento de medida (3) están dispuestas con sus rayos (108, 110), a la derecha o a la izquierda junto a la primera barrera óptica de reflexión (4) una octava barrera óptica de reflexión (104) orientada bajo un ángulo de 90° y junto a la tercera barrera óptica de reflexión (45), por encima de la octava barrera óptica de reflexión (104), una novena barrera óptica de reflexión (102) orientada también bajo un ángulo de 90°, y porque a la derecha o a la izquierda junto a la cuarta barrera óptica de reflexión (55) está dispuesta una décima barrera óptica de reflexión (100) orientada bajo un ángulo de 45°, y porque la distancia lateral de las barreras ópticas de reflexión (4, 104 y/o 45, 102 y/o 55, 100) corresponde a la anchura del grupo de reflectores bajo/ancha (7) consistente en cinco reflectores (19, 20, 21, 22, 23) o al doble de la anchura del grupo de reflectores alto/estrecho (7a) consistente en dos o tres reflectores (97, 98, 99).

17. Dispositivo de medida según una o más de las reivindicaciones 1 a 16, **caracterizado** porque el equipo (6) de captación de datos de medida capta el modelo de tiempo de las reflexiones provenientes del grupo de reflectores (7, 7a) durante el balanceo de golf y lo retransmite a la unidad (17) de evaluación, entrega de información y almacenamiento, que es preferiblemente un PC usual en el mercado o una agenda, y porque a partir de los datos de medida del balanceo de golf se efectúa total o parcialmente, según las necesidades y el objetivo del entrenamiento, el cálculo de los factores del momento de impacto

- a) velocidad de la cabeza del palo,
- b) posición de la superficie golpeadora como ángulo abierto/cerrado W_{og} ,
- c) punto dulce vertical como desviación del punto dulce vertical,
- d) punto dulce horizontal como desviación del punto dulce horizontal,
- e) ángulo de incidencia horizontal W_{io} y, en determinadas condiciones,
- f) inclinación dinámica W_{di} de la cara del palo.

18. Dispositivo de medida según una o más de las reivindicaciones 1 a 17, **caracterizado** porque el instrumento de medida (3) está construido en forma simétrica con respecto a su plano medio horizontal y se le puede utilizar tanto para diestros como para zurdos, cuidando un sensor de posición integrado de que, por ejemplo, la quinta barrera óptica de reflexión (56) especularmente dispuesta asuma la función de la primera barrera óptica de reflexión (4) y la sexta barrera óptica de reflexión (57) especularmente dispuesta asuma la función de la segunda barrera óptica de reflexión (5).

19. Dispositivo de medida según una o más de las reivindicaciones 1 a 18, **caracterizado** porque, para la obtención del factor del momento de impacto consiste en la inclinación dinámica W_{di} de la cara del palo, puede estar dispuesta adicionalmente en el instrumento de medida (3) otra séptima barrera óptica de reflexión con un rayo (81) que discurra paralelamente a los rayos (10, 78, 65) del primer grupo de barreras ópticas de reflexión (4, 45, 56), estando prolongado uno de los reflectores (19, 21, 23) del grupo de reflectores bajo/ancha (7), preferiblemente el tercer reflector (21), con una prolongación de varilla reflectora (82), o porque una superficie retrorreflectora (8) está dispuesta directamente sobre la varilla (25) del palo por encima del grupo de reflectores (7).

20. Dispositivo de medida según la reivindicación 19, **caracterizado** porque la séptima barrera óptica de reflexión está montada de forma basculable por medio de un mecanismo de abatimiento en la pared de techo (73) y/o en el lado inferior (74) del instrumento de medida (3) o bien está asentada como pieza adicional por medio de una unión de enchufe.

21. Dispositivo de medida según una o más de las reivindicaciones 1 a 20, **caracterizado** porque en el lado delantero de la pared lateral transversal (54) está dispuesto un transceptor de radar (51) de alta velocidad que está orientado horizontalmente en dirección a la bola de golf y/o a su soporte y que, en cooperación con una de las barreras ópticas de reflexión del primer grupo de barreras ópticas de reflexión (4, 45, 56) y con el quinto reflector (23) del grupo de reflectores bajo/ancha (7), o con el segundo reflector (98) del grupo de reflectores alto/estrecho (7a), mide alternativamente, además, por medición de frecuencia Doppler el factor del momento de impacto consistente en la velocidad de la cabeza del palo, y porque el transceptor de radar (51) de alta velocidad capta, además, la velocidad de la cabeza del palo en función del tiempo mientras dicha cabeza (12) del palo se mantiene dentro de la zona del rayo de radar (53), pudiendo calcularse con la referencia de tiempo a los impulsos del primer grupo de barreras ópticas de reflexión (4, 45, 56) la evolución de la velocidad de la cabeza del palo en función de la posición de dicha cabeza.

22. Dispositivo de medida según una o más de las reivindicaciones 1 a 21, **caracterizado** porque el instrumento de medida (3) está equipado con un microprocesador o un procesador de señales para disparar el proceso de medida propiamente dicho, reconociendo el transceptor de radar (51) de alta velocidad, por medio de radar Doppler con un mezclador en fase/cuadratura de fase, movimientos pendulares del palo de golf (1) en la fase de preparación del balanceo de golf, así como la dirección de movimiento, e iniciando el proceso de medida únicamente a partir de una velocidad fija en el movimiento de balanceo completo propiamente dicho.

ES 2 336 253 T3

23. Dispositivo de medida según una o más de las reivindicaciones 1 a 22, **caracterizado** porque el equipo (6) de captación de datos de medida consiste en una tarjeta de sonido o una unidad de captación y procesamiento multicanal que está equipada con el software necesario para la evaluación de los datos de medida, y porque la unidad (17) de evaluación, entrega de información y almacenamiento o una batería integrada en el eje transversal (54) suministra corriente al instrumento de medida cuanto no está disponible una acometida de corriente externa.

24. Dispositivo de medida según una o más de las reivindicaciones 1 a 23, **caracterizado** porque el instrumento de medida (3) está provisto de ruedas (58, 59) en su eje transversal (86) y de sendas asas (60, 61) dispuestas por encima y por debajo del eje longitudinal (63) en la zona de láser lineal óptico (26), y las asas (60, 61) sirven al mismo tiempo como patas de soporte para el instrumento de medida (3) en su funcionamiento para diestros y zurdos, proporcionando la altura de las asas y el diámetro de las ruedas una posición horizontal del instrumento de medida (3).

25. Dispositivo de medida según una o más de las reivindicaciones 1 a 24, **caracterizado** porque en la pared lateral frontal (64) del instrumento de medida (3) están dispuestos diversos interruptores (62) manejables con la cabeza (1) del palo, los cuales se disparan por vía óptica o capacitiva y hacen posible la iniciación o la reposición de un programa con el palo, sin que el jugador (9) tenga que manejar para ello a mano la unidad (17) de evaluación, entrega de información y almacenamiento.

26. Dispositivo de medida según una o más de las reivindicaciones 1 a 25, **caracterizado** porque una o varias de las barreras ópticas de reflexión del primer grupo de barreras ópticas de reflexión (4, 45, 56) emiten un impulso para el arranque de otros instrumentos de análisis externamente conectados.

27. Dispositivo de calibración para medir desviaciones angulares respecto de un ángulo de 90° de un grupo de reflectores (7, 7a) fijado a ojo a una varilla (25) de un palo de golf (1) formando aproximadamente un ángulo recto con la cara (69) de la cabeza (12) del palo, cuyo dispositivo consta de

a) un calibrador (133) con al menos una barrera óptica de reflexión rotativa (137),

b) un equipo de ajuste mecánico (134) que está dispuesto a una distancia exacta del calibrador (133), estando el equipo de ajuste (134) provisto de un elemento de tope (136) para la cara (69) de la cabeza (12) del palo, y

c) al menos dos reflectores (138, 139) con superficies retrorreflectantes (8) que están instalados detrás del grupo de reflectores (7, 7a) a calibrar, a la derecha y a la izquierda y a distancia lateral de éste.

28. Dispositivo de calibración según la reivindicación 27, **caracterizado** porque el dispositivo de calibración está integrado en el instrumento de medida (3) según la reivindicación 1, porque el calibrador (133) está dispuesto aproximadamente en el centro de la pared lateral frontal (64) del instrumento de medida (3), porque el equipo de ajuste (134) encaja, en una posición definida, en un anclaje (135) dispuesto en el lado inferior del instrumento de medida (3) en una posición aproximadamente centrada entre el calibrador (133) y la pared lateral transversal (54) y está montado de manera resistente al resbalamiento, y porque los dos reflectores (138, 139) del dispositivo de calibración están fijados de forma imperdible sobre un respectivo extremo del lado delantero de la pared lateral transversal (54).

29. Dispositivo de calibración según las reivindicaciones 27 y/o 28, **caracterizado** porque el ángulo de apertura del rayo de la barrera óptica de reflexión rotativa (137) es de $<0,1$ a $0,2^\circ$, porque el rayo (140) de esta barrera se mueve rotativamente una o más veces con velocidad angular uniforme entre los dos reflectores (138, 139) del dispositivo de calibración, porque la cara (69) del palo orientada en el elemento de tope (136) del equipo de ajuste (134) adopta un ángulo de 90° con respecto al grupo de reflectores (7, 7a) fijado de manera óptima a la varilla (25) del palo, con lo que, durante el proceso de calibración, el receptor del calibrador (133) recibe del rayo rotativo reflejado (140), a través de los reflectores (19, 20, 21, 22, 23, 97, 98, 99) del grupo de reflectores (7, 7a), datos de medida sobre las distancias reales del grupo de reflectores (7, 7a) al punto dulce y sobre el giro real del grupo de reflectores alrededor del eje vertical, y con lo que se efectúa la retransmisión de los datos de medida escaneados al equipo (6) de captación de datos de medida y se realiza su procesamiento en la unidad (17) de evaluación, entrega de información y almacenamiento.

30. Dispositivo de calibración según una o más de las reivindicaciones 27 a 29, **caracterizado** porque en la unidad (17) de evaluación, entrega de información y almacenamiento se efectúa la igualación de datos entre los datos de calibración y los datos de medida durante el balanceo de golf por cálculo de un factor de corrección cuando se ha fijado el grupo de reflectores (7, 7a) a la varilla (25) del palo bajo un ángulo con la cara (69) del palo que se desvía de 90° .

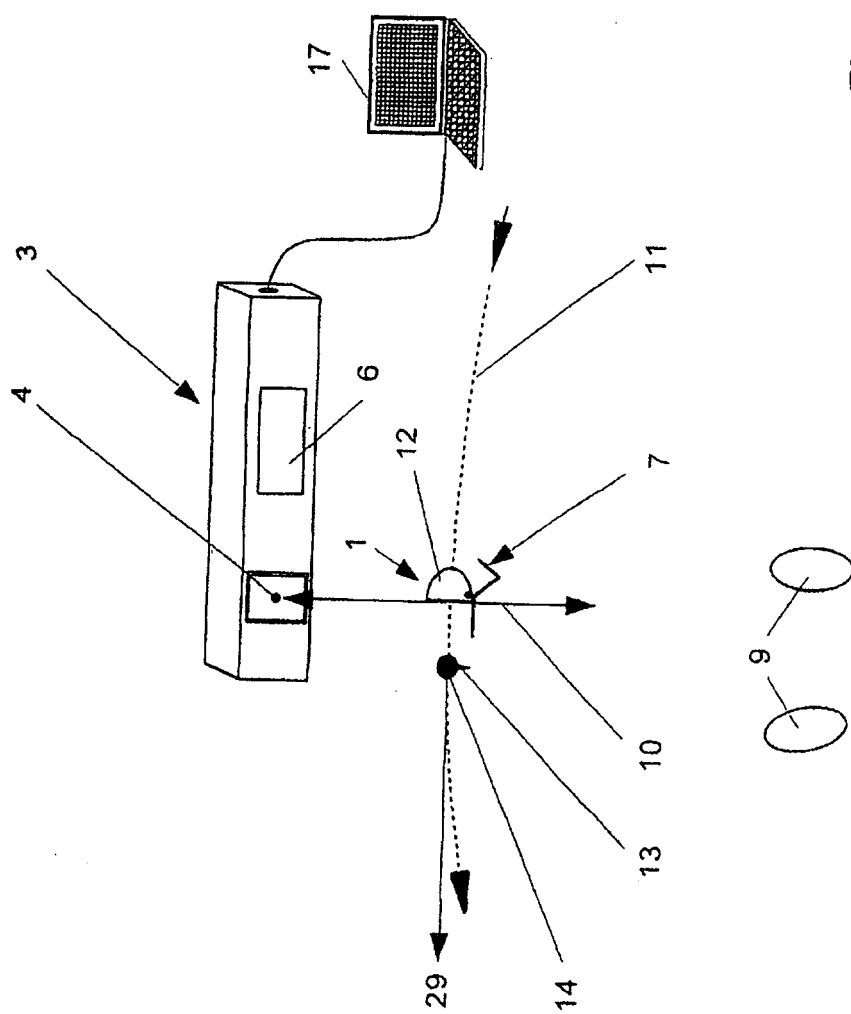
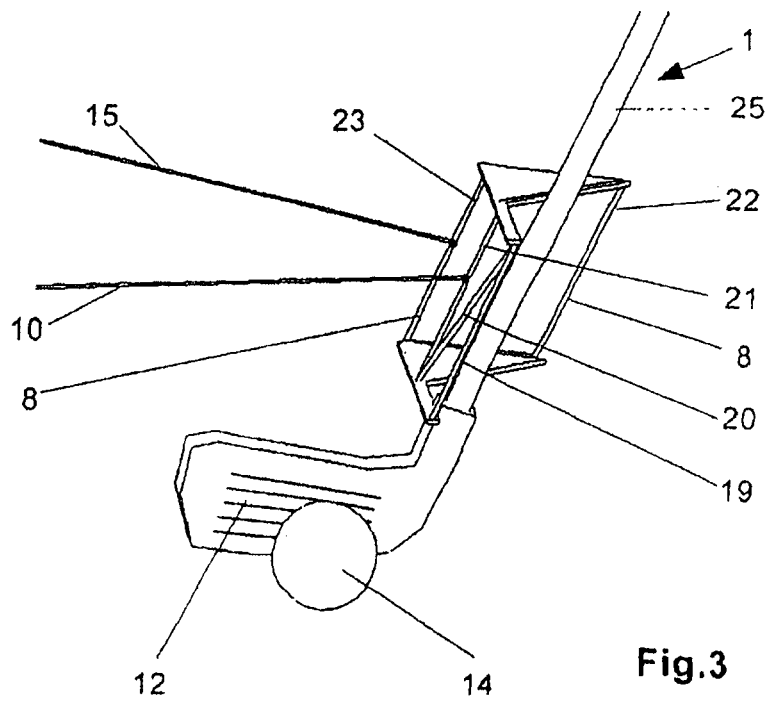
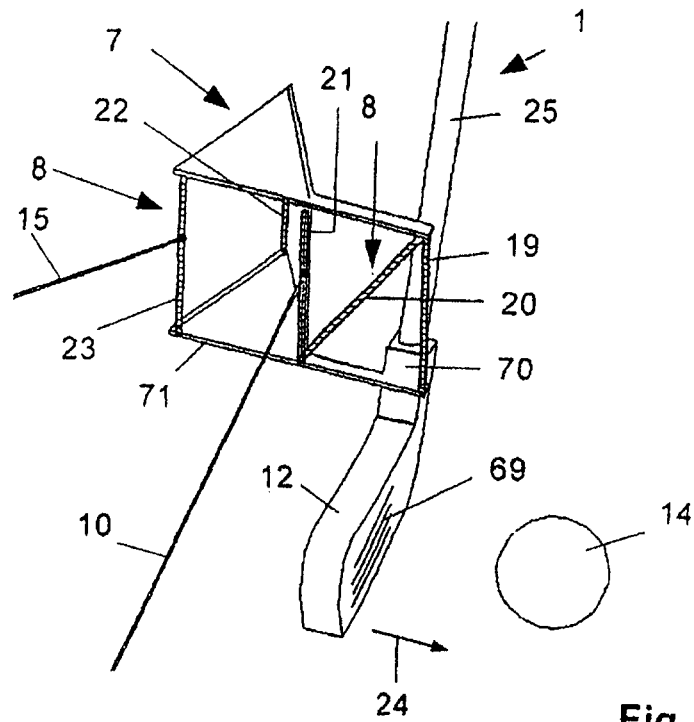


Fig. 1



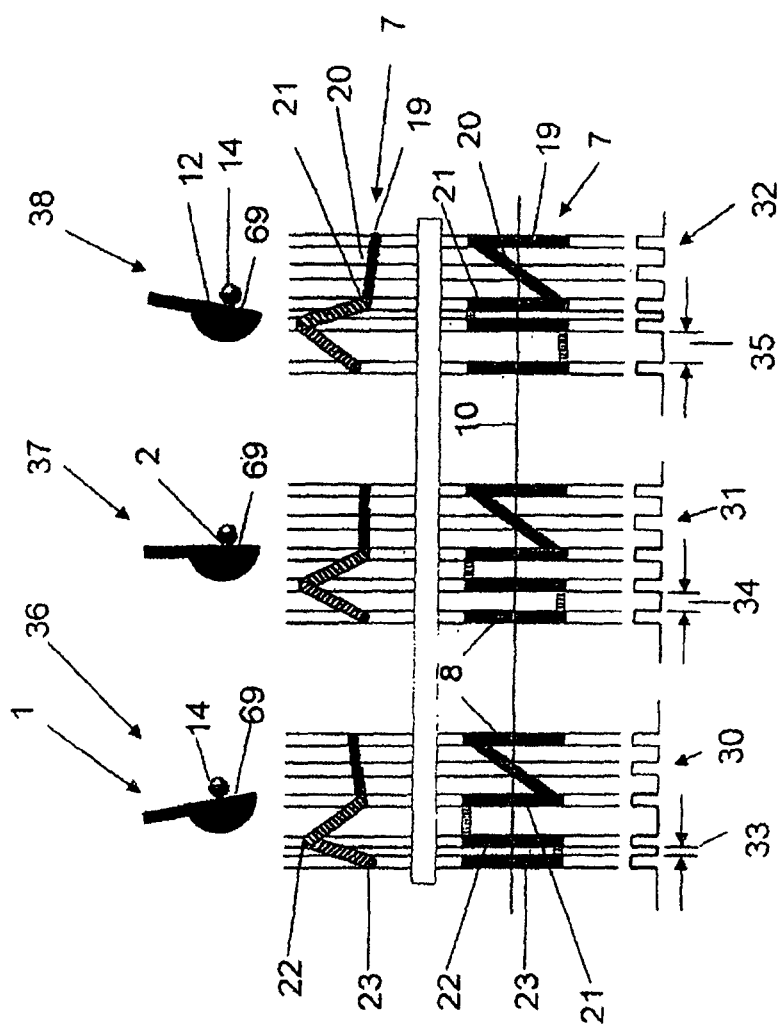


Fig. 4

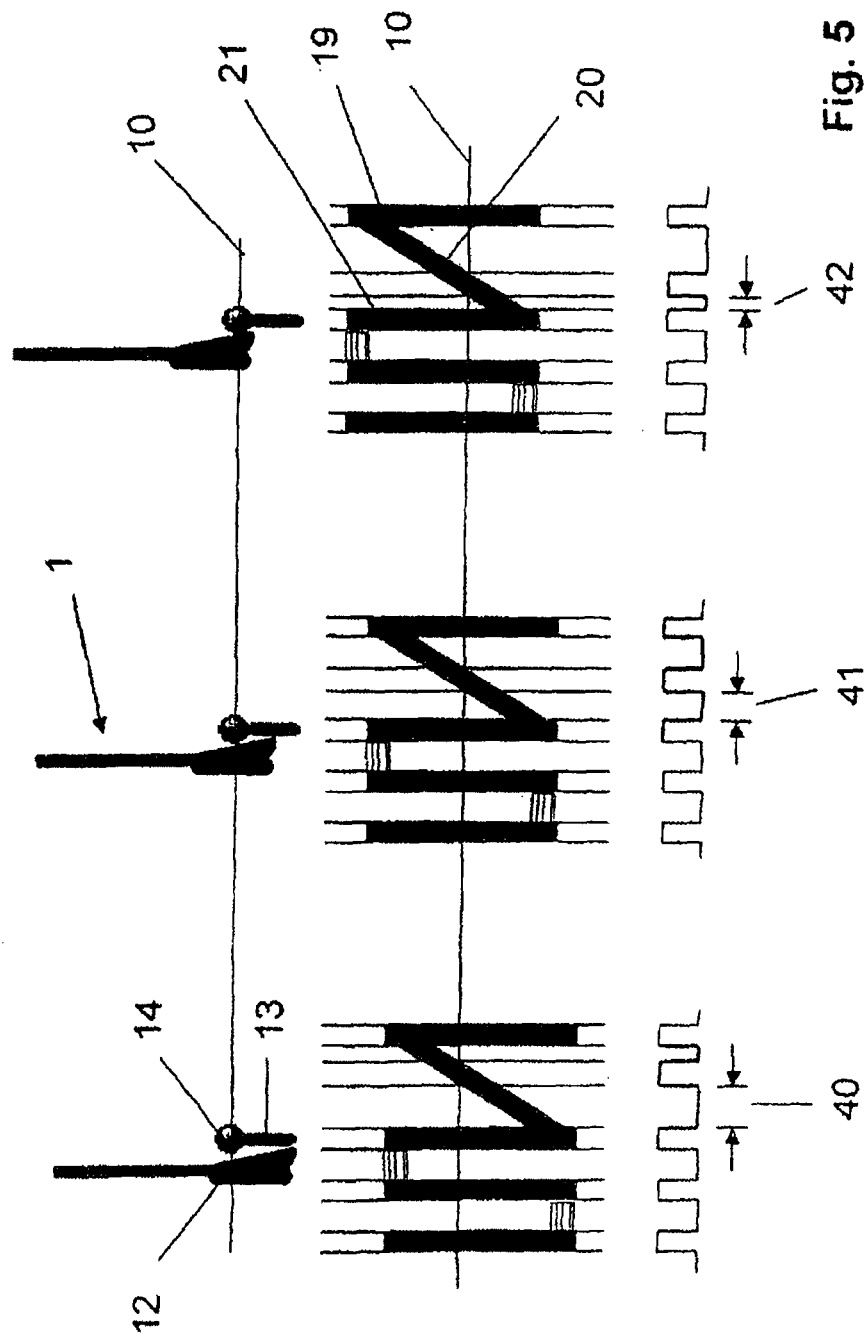
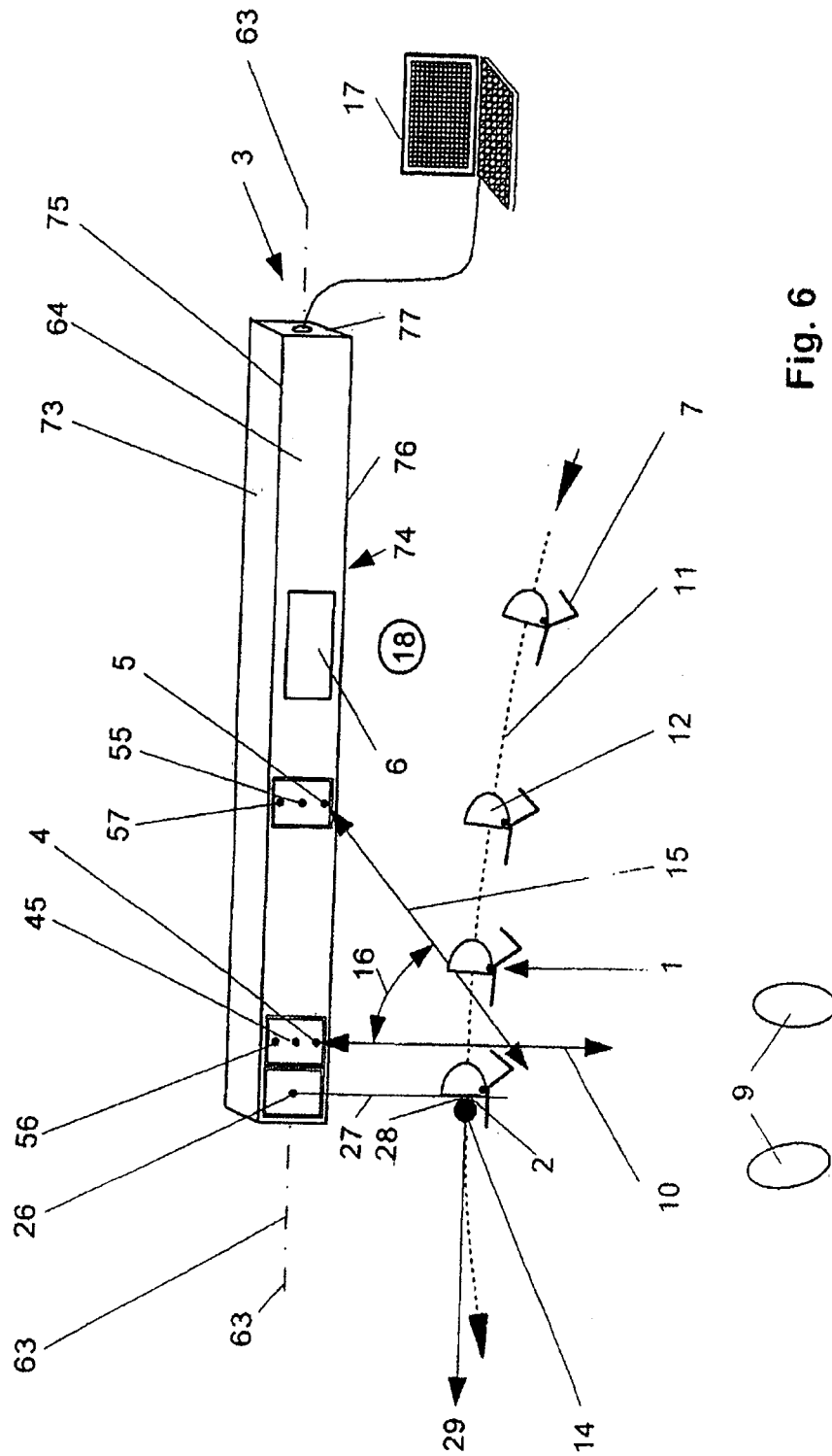
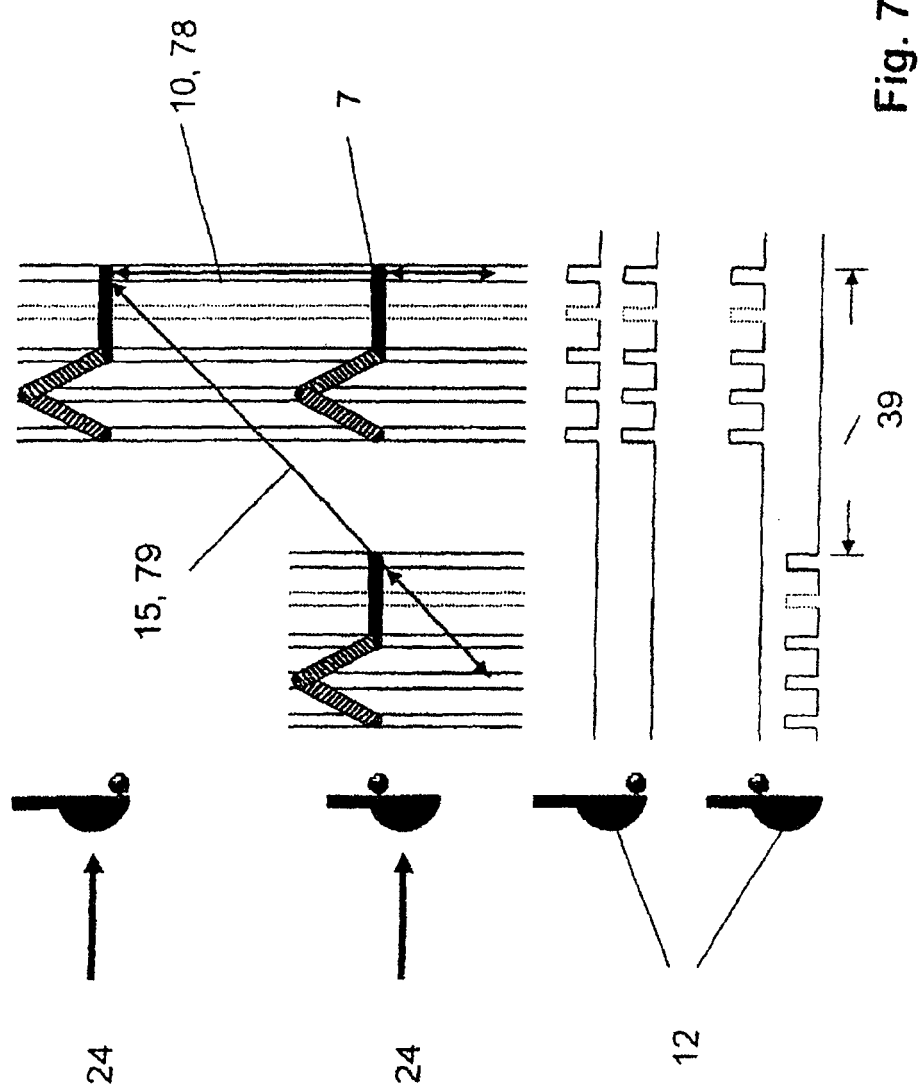


Fig. 5





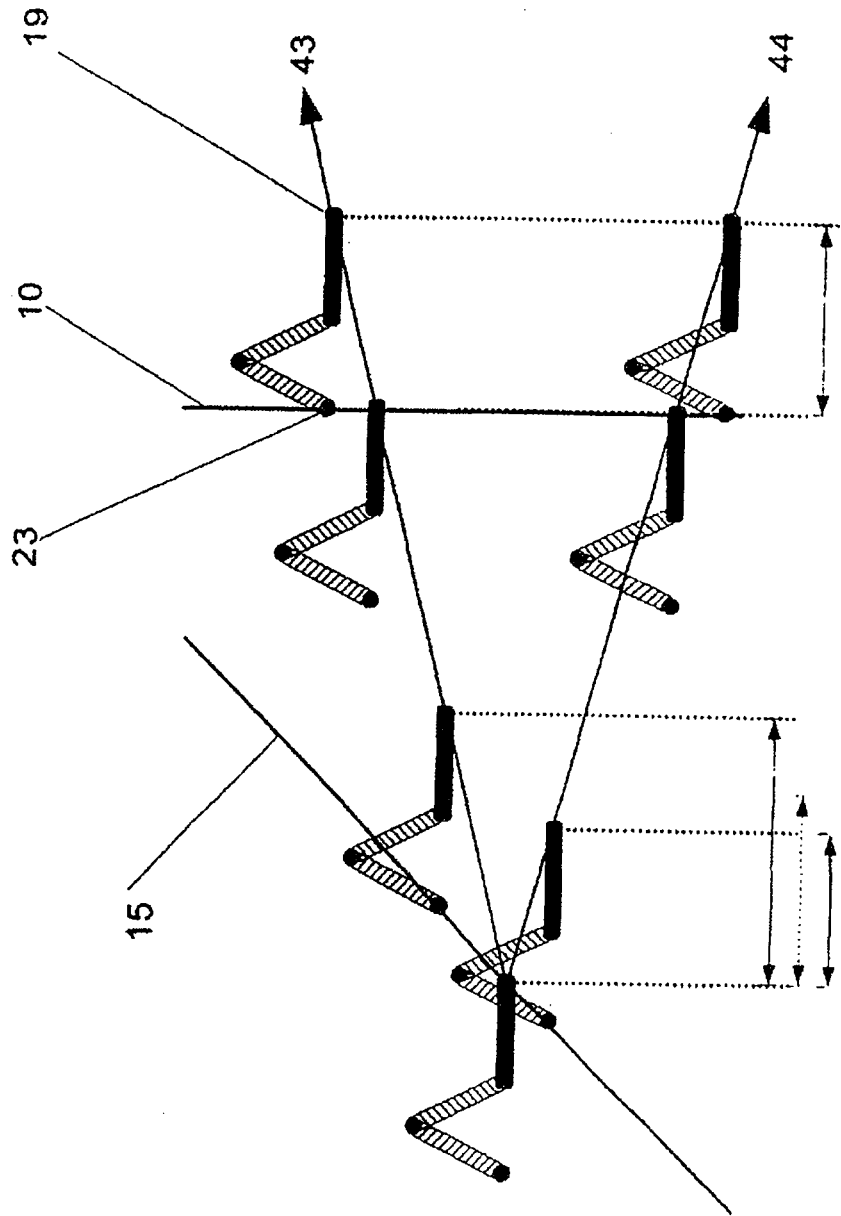


Fig. 8

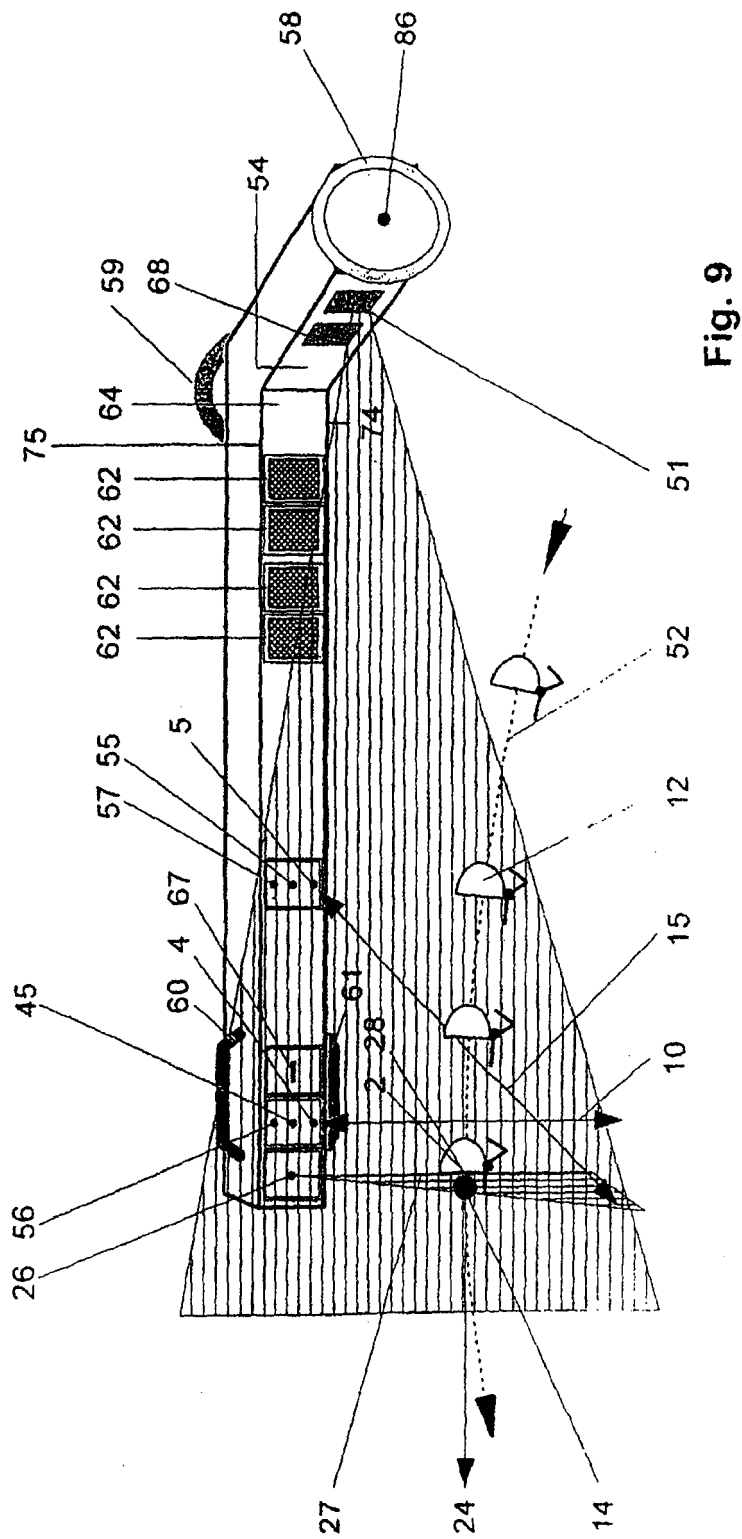


Fig. 9

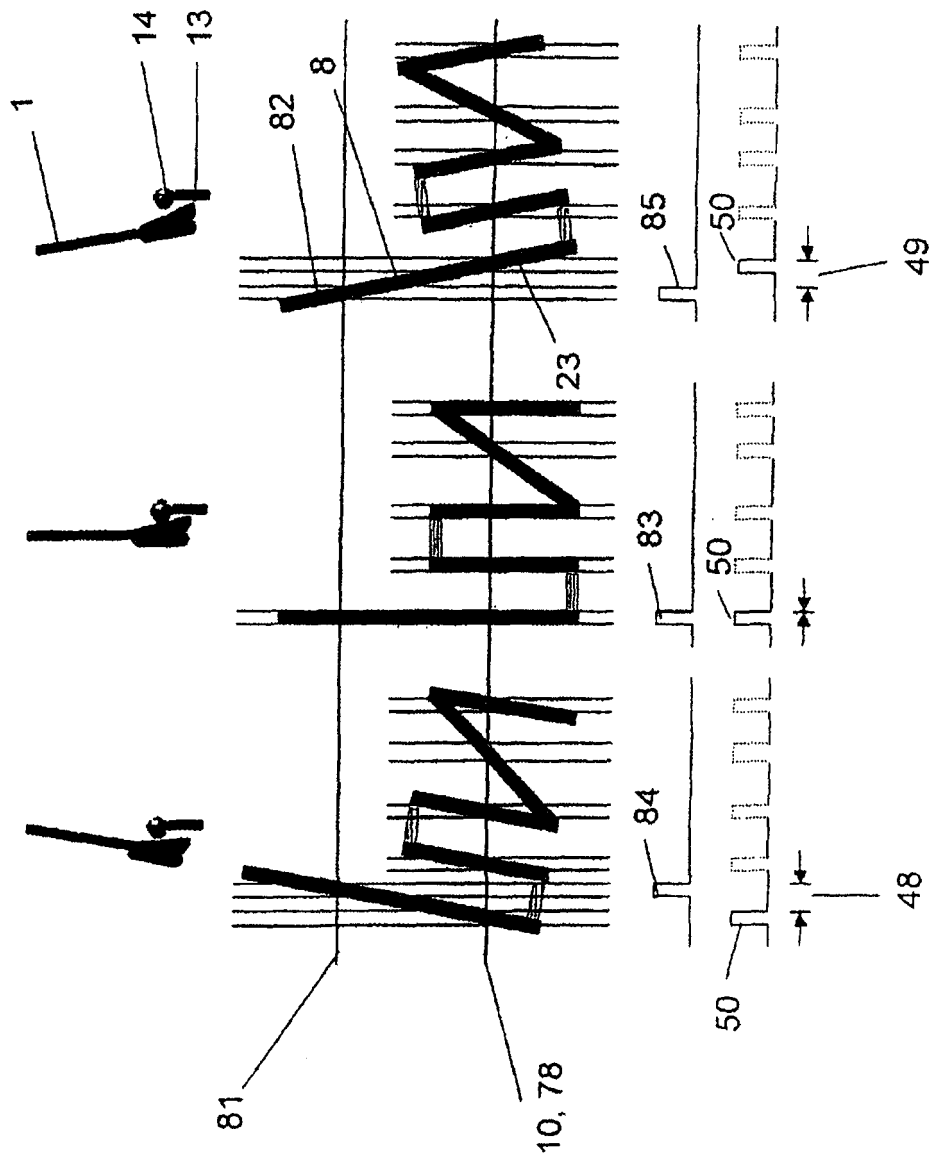
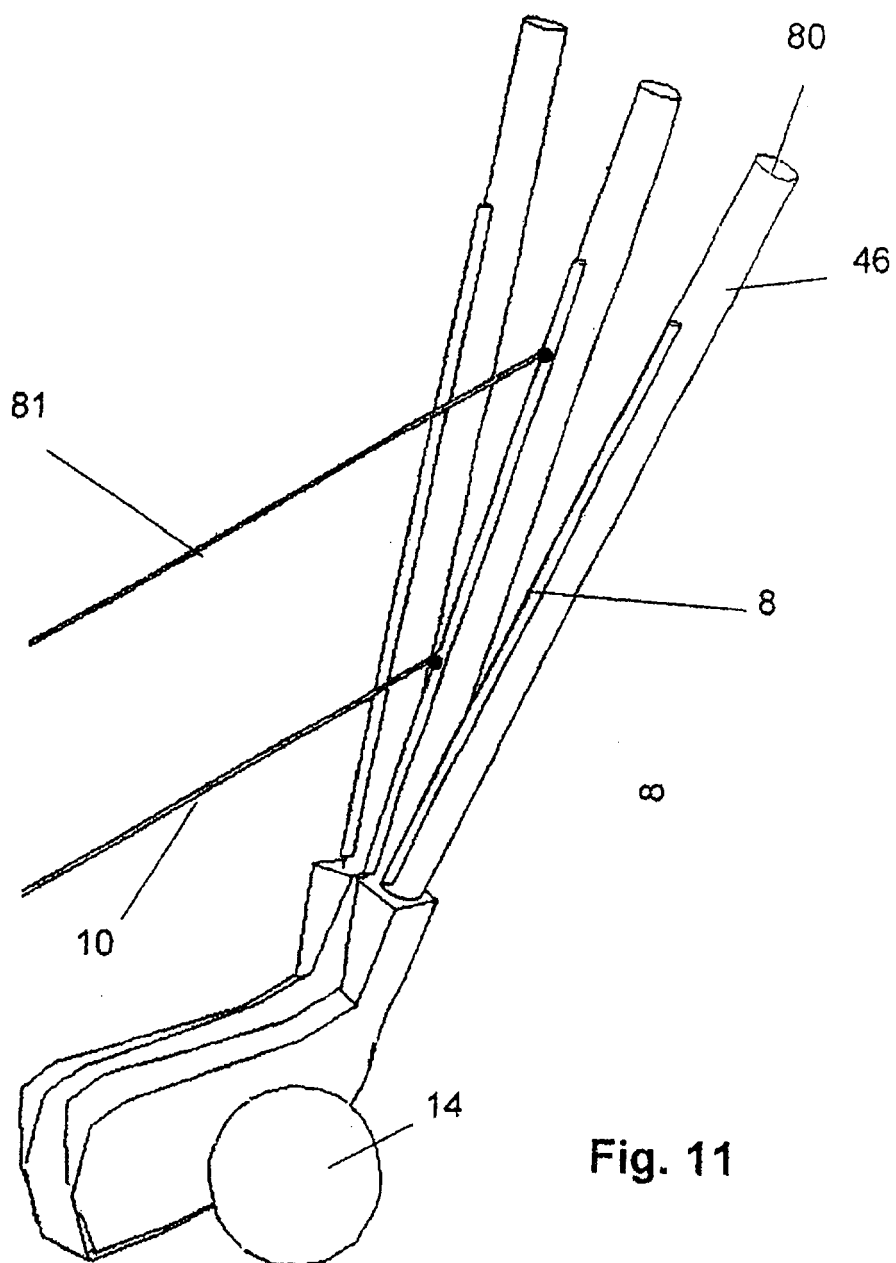


Fig. 10



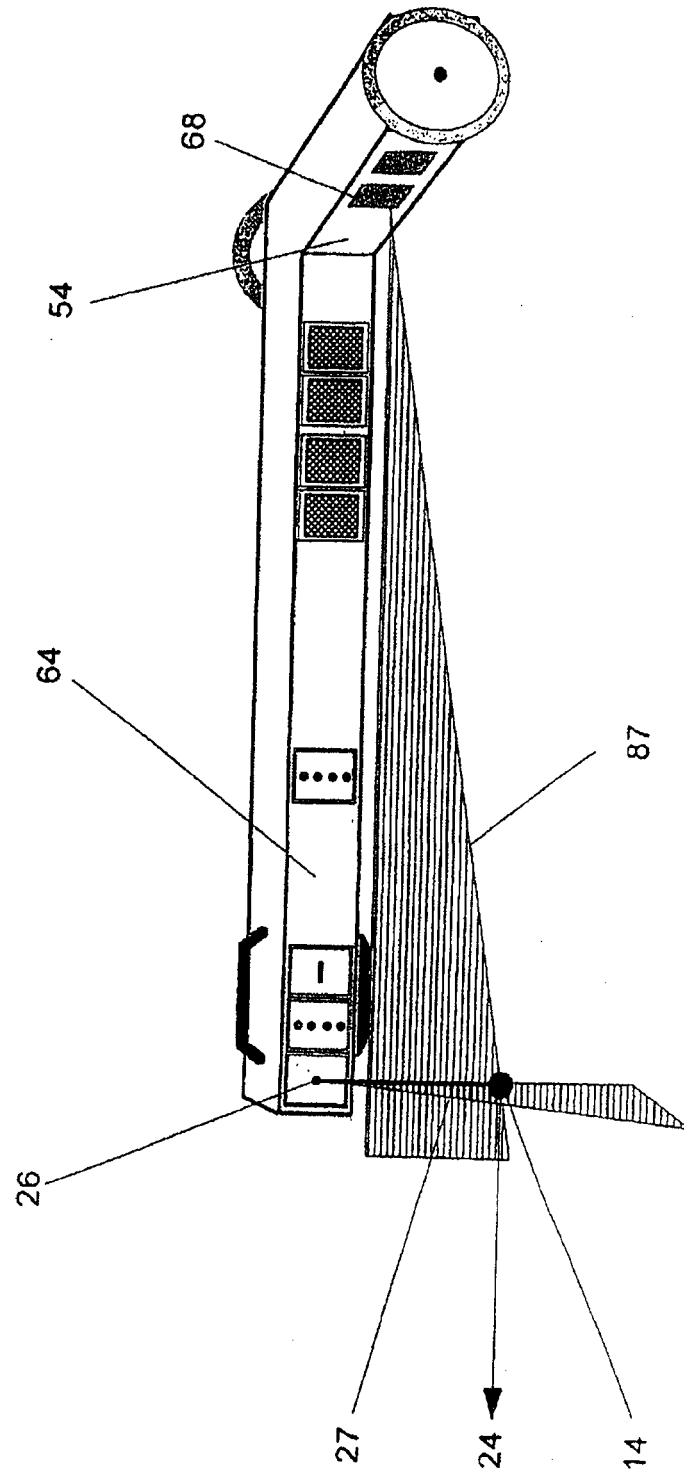


Fig. 12

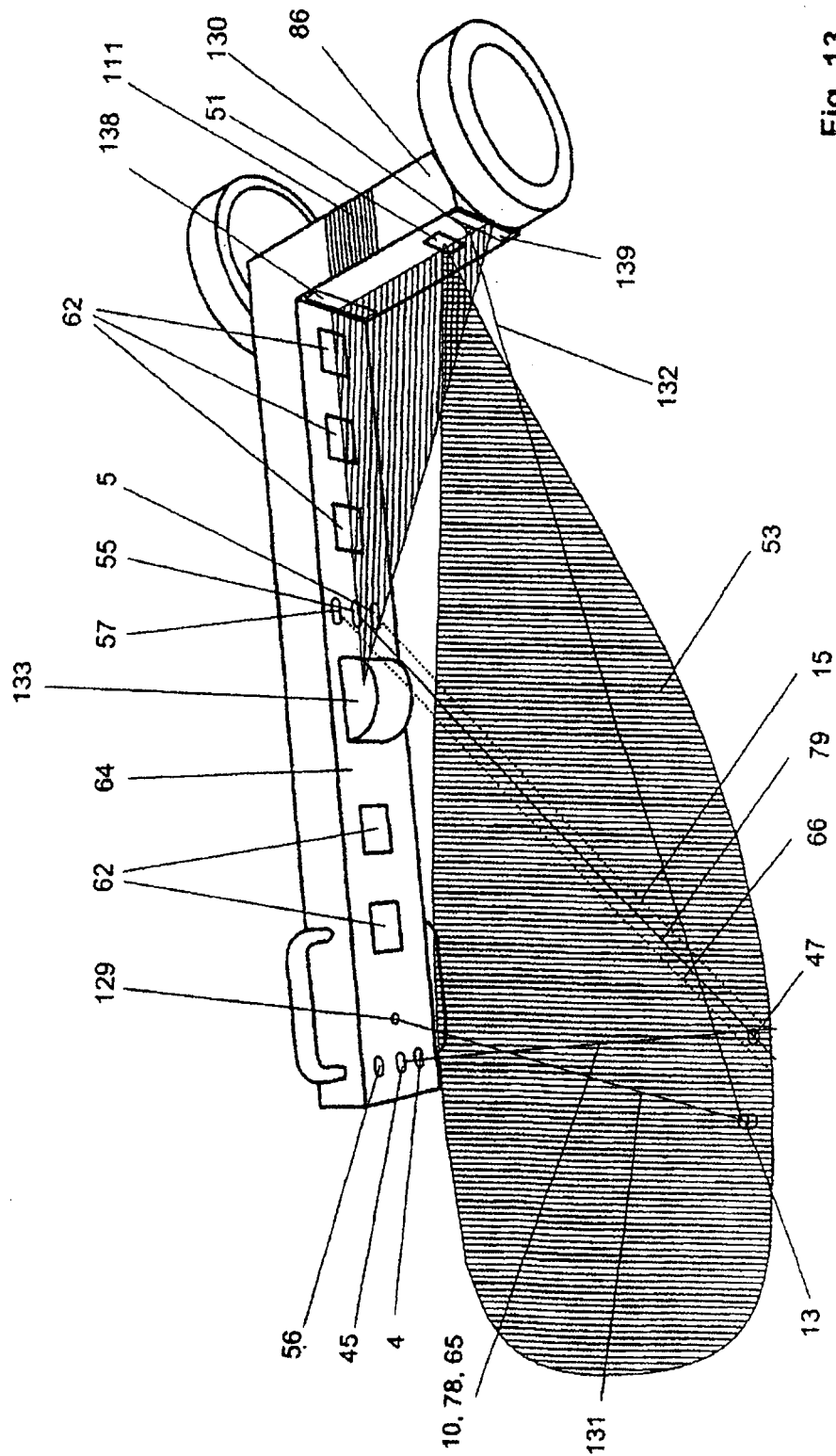


Fig. 13

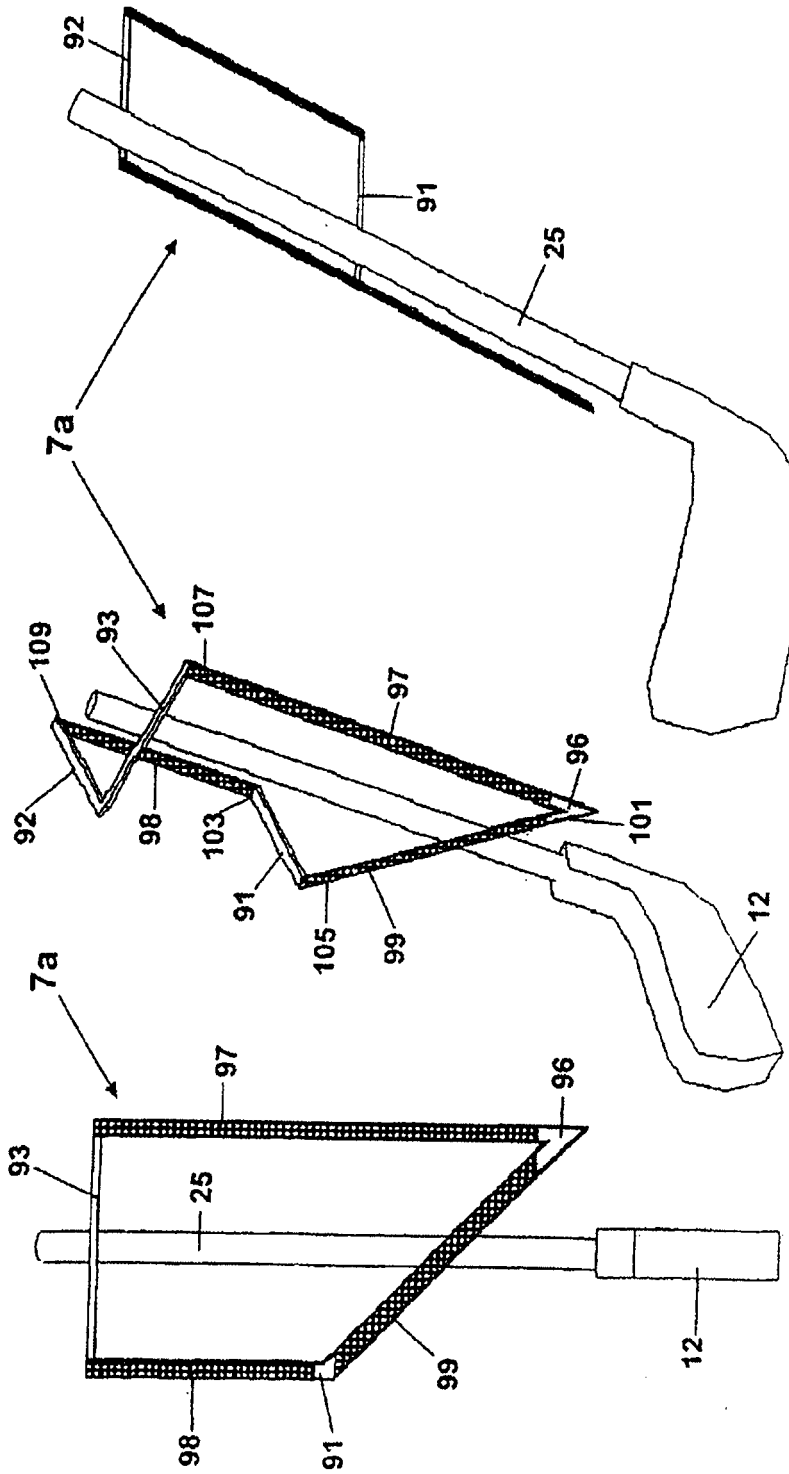
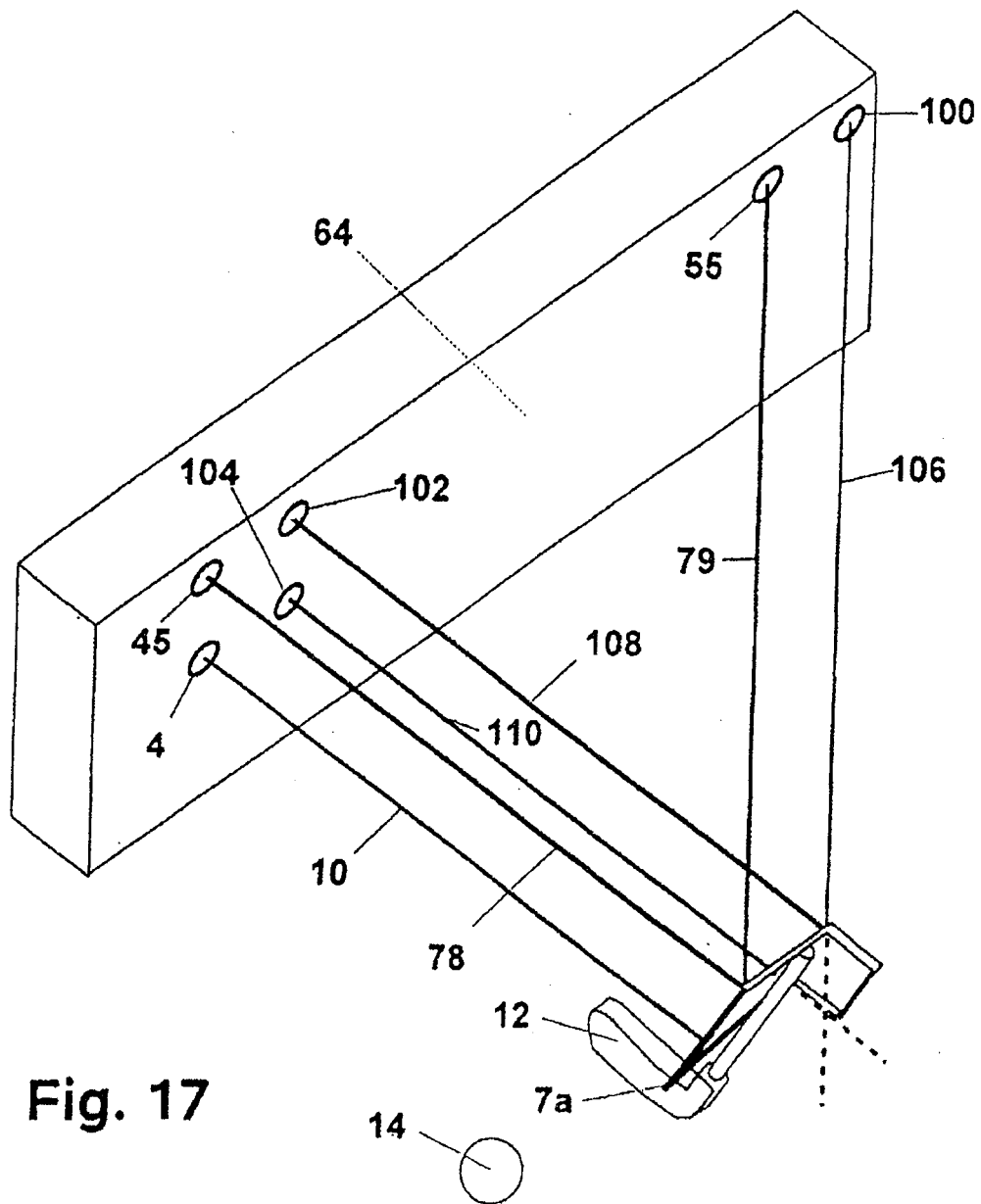


Fig. 14

Fig. 15

Fig. 16



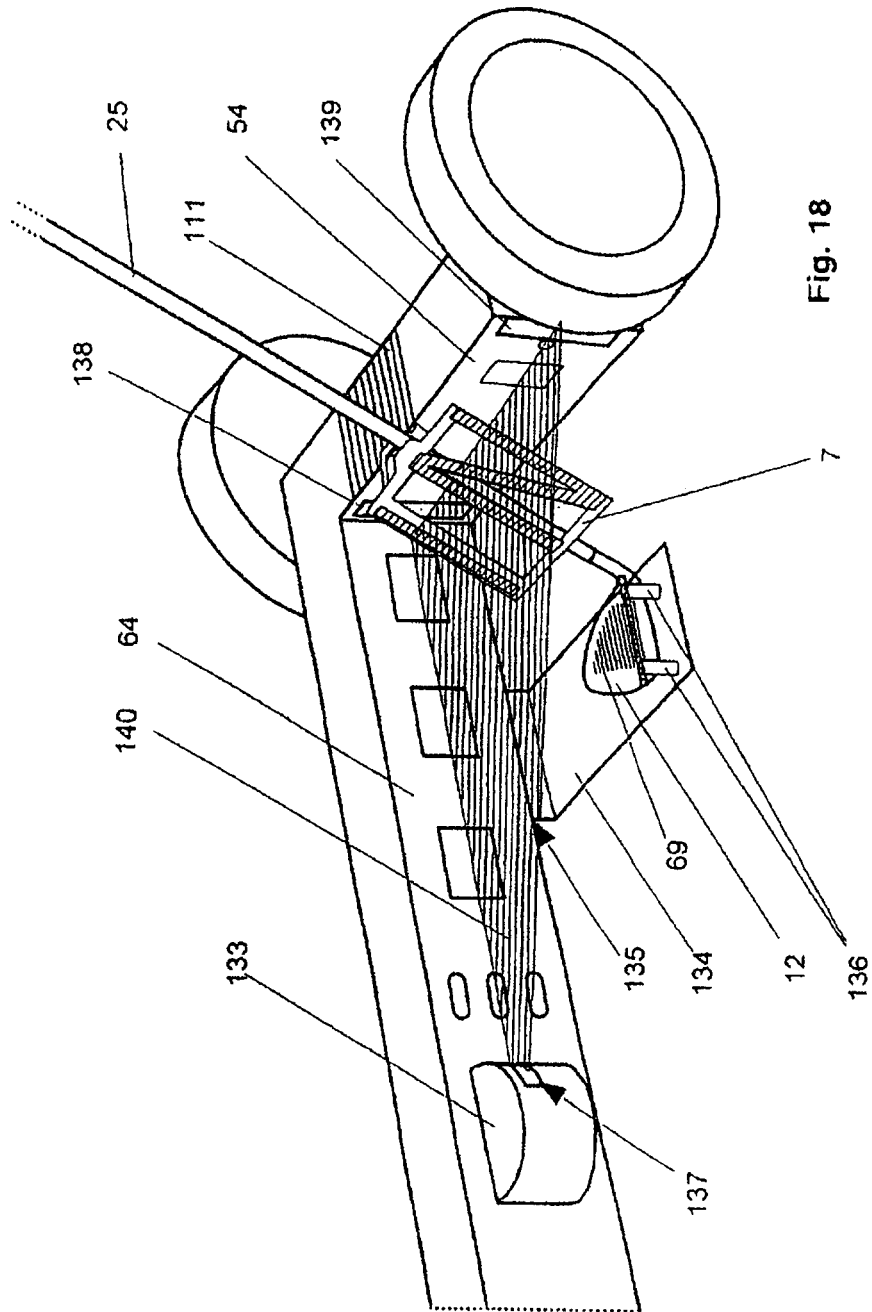


Fig. 18