

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901985739A1

Publication Date

20130410

Applicant

I-VISUS S.R.L.

Title

DISPOSITIVO PER LA RIPRESA DI IMMAGINI PANORAMICHE A 360°

DISPOSITIVO PER LA RIPRESA DI IMMAGINI PANORAMICHE
A 360°

DESCRIZIONE

Il presente trovato ha per oggetto un dispositivo per la ripresa di immagini panoramiche a 360°.

La ripresa delle immagini in particolari settori, quali ad esempio la videosorveglianza o il monitoraggio ambientale, necessita dell'uso di obiettivi a grande campo di vista.

In particolare, in tali settori si è diffuso l'uso di dispositivi per la realizzazione di immagini panoramiche a 360°.

Alcuni tipi noti di dispositivi sono in grado di catturare istantaneamente immagini con campo di vista relativamente limitato, cioè con angoli di azimuth e di elevazione molto ridotti.

Per angolo di azimuth si intende l'angolo di vista dell'obiettivo lungo la direzione dell'orizzonte e avente valori compresi tra 0° e 360°, per angolo di elevazione si intende l'angolo misurabile lungo la direzione ortogonale al precedente, da 0° fino a +90° o fino a -90° rispetto all'orizzonte.

Per ottenere un'immagine panoramica di una determinata scena i dispositivi con campo di vista

limitato vengono montati su supporti con meccanismi di scansione a 360° , per riprendere lo spazio circostante con una successione di acquisizioni, e le immagini ottenute durante la scansione vengono affiancate nella sequenza di acquisizione a formare un mosaico di foto adiacenti.

Poiché queste foto sono riprese ad istanti differenti, l'immagine panoramica risultante non corrisponde alla registrazione dello spazio circostante effettuata in un unico istante di tempo.

Alternativamente, multipli di tali dispositivi vengono montati su supporti fissi in modo da coprire un angolo di azimuth complessivo di 360° .

Questa soluzione permette di catturare allo stesso istante le immagini da affiancare, ma, tuttavia, risulta economicamente sconveniente per l'impiego contemporaneo di più dispositivi.

Altri tipi noti di sistemi sono costituiti da obiettivi che, presentando lunghezza focale ridotta, forniscono un ampio angolo di ripresa e identificano, pertanto, la categoria di ottiche grandangolari.

Un tipo particolare di obiettivo con ottica grandangolare è il cosiddetto fisheye, in grado di riprendere la scena con azimuth di 360° ed elevazione massima di $+90^\circ$, ma che presenta, tuttavia, l'inconveniente di fornire un'immagine fortemente distorta.

Negli ultimi anni sono stati sviluppati svariati dispositivi per ottenere obiettivi in grado di riprendere la scena con azimuth di 360° ed elevazione superiore a 90° , utilizzando specchi di forme particolari in grado di intercettare i raggi di luce provenienti dal di sotto dell'orizzonte.

Tali dispositivi tipicamente producono un'immagine sul piano focale di forma circolare con un foro nel suo centro, la cui dimensione è tanto più piccola quanto maggiore è, in valore assoluto, l'elevazione sotto l'orizzonte.

Infatti, la dimensione dell'immagine circolare dipende dalla lunghezza focale del sistema ottico, mentre quella relativa, cioè la dimensione del raggio interno del foro rispetto al raggio esterno dell'immagine circolare, dipende alla scelta dell'elevazione massima, in valore assoluto, che si vuole ottenere.

Le soluzioni più moderne sviluppate per questa tipologia di dispositivi adottano un catadiottro per catturare i raggi di luce provenienti dagli angoli con elevazione fino a valori compresi tra -60° e $+45^{\circ}$, ed un sistema ottico a più lenti per dimensionare il campo di vista sul piano focale e correggere le aberrazioni ottiche.

In particolare, dal brevetto n.US6373642, è noto un dispositivo avente un catadiottro costituito da una lente trasparente rifrattiva, con asse di rivoluzione sostanzialmente verticale, presentante una superficie concava ed una superficie convessa riflettente. Il catadiottro è in grado di ricevere la luce a 360° dalla scena panoramica circostante e di rifletterla in un obiettivo a più lenti, posizionato inferiormente, per dimensionare il campo di vista sul piano focale e per correggere le aberrazioni ottiche.

Secondo tale brevetto, l'ancoraggio del catadiottro all'obiettivo avviene mediante una lente intermedia incollata sul catadiottro da un lato e sul supporto dell'obiettivo dal lato opposto.

Poiché la lente intermedia è interposta tra

obiettivo e catadiottro, dal punto di vista costruttivo, l'allineamento finale dei due componenti dipende dalla precisione con cui essa viene posizionata.

Infatti, se tale allineamento, ovvero la coincidenza dell'asse ottico del catadiottro con l'asse ottico dell'obiettivo, non è preciso entro qualche centesimo di grado, questi dispositivi con lente intermedia presentano l'inconveniente di fornire un'immagine circolare deformata, con foro decentrato, e di scarsa qualità perché affetta da aberrazione.

In particolare, mentre la deformazione dell'immagine è dovuta solo al disallineamento fra gli assi ottici del catadiottro e dell'obiettivo, il peggioramento della qualità dell'immagine, ovvero l'introduzione di aberrazioni ottiche, è dovuto non solo al disallineamento ma anche al fatto che le due superfici del catadiottro possano non essere concentriche.

Inoltre, l'incollaggio della lente intermedia richiede, a posteriori, interventi di manutenzione per il riallineamento degli assi ottici.

Compito precipuo del presente trovato è quello di

risolvere gli inconvenienti sopra esposti, realizzando un dispositivo in grado di riprendere immagini panoramiche di qualità migliore rispetto ai dispositivi oggi noti.

Nell'ambito di tale compito, uno scopo del trovato è quello di proporre un dispositivo meno sensibile agli effetti del disallineamento degli assi ottici.

Un altro scopo del trovato è quello di proporre un dispositivo che non richieda onerosi interventi per il riallineamento dell'obiettivo.

Questo compito, nonché questi ed altri scopi che meglio appariranno in seguito, sono raggiunti da un dispositivo per la ripresa di immagini panoramiche a 360°, caratterizzato dal fatto di comprendere:

- almeno un catadiottro costituito da una lente sferica trasparente e presentante una superficie convessa ed una superficie concava, riflettente, perfettamente concentriche,
- almeno un obiettivo, di forma sostanzialmente cilindrica, disposto con asse ottico passante per il centro di curvatura di detta lente sferica, detto obiettivo essendo reso solidale a detto

catadiottro in corrispondenza di detta superficie convessa, a mezzo di un canotto che raccorda detto obiettivo a detto catadiottro,

- almeno un sensore di immagini per l'elaborazione digitale delle immagini riprese.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi del trovato risulteranno maggiormente dalla descrizione di una forma di esecuzione preferita, ma non esclusiva, del dispositivo secondo il trovato, illustrata, a titolo indicativo e non limitativo, negli uniti disegni in cui:

- la figura 1 illustra il dispositivo secondo il trovato in una vista laterale;
- la figura 2 illustra un particolare ingrandito del dispositivo secondo il trovato nella medesima vista della figura 1;
- la figura 3 illustra il catadiottro in una vista prospettica.

Con riferimento alle figure citate, il dispositivo secondo il trovato, indicato globalmente con il numero di riferimento 10, comprende un catadiottro 11, costituito da una lente sferica trasparente (con centro di curvatura 16) e presentante una superficie convessa 12 ed una superficie concava

13, riflettente, perfettamente concentriche.

Come risulta evidente dalla figura 2, la curvatura della superficie convessa 12 è individuata dal primo raggio 20 della lente sferica, mentre la curvatura della superficie concava 13 è individuata dal secondo raggio 21.

Inoltre, la superficie concava 13 è resa riflettente mediante l'applicazione di un rivestimento idoneo a fornirle tale proprietà.

Rispetto ai disegni che lo illustrano, il catadiottro 11 è disposto con asse ottico sostanzialmente verticale.

Il dispositivo 10 comprende inoltre un obiettivo 14, di forma sostanzialmente cilindrica, disposto con asse ottico 15 passante per il centro di curvatura 16 della lente sferica e contenente un sistema ottico di lenti per dimensionare il campo di vista sul piano focale e correggere le aberrazioni ottiche.

L'obiettivo 14 è reso solidale al catadiottro 11 in corrispondenza della superficie convessa 12 a mezzo di un canotto 17 che lo raccorda al catadiottro 11 ed è seguito, dalla parte opposta, da un sensore di immagini 18 per l'elaborazione

digitale delle immagini riprese.

Opportunamente, il canotto 17 è connesso al catadiottro 11 con l'estremità superiore 17a (rispetto ai disegni che lo illustrano) opposta all'estremità inferiore 17b di accoppiamento, lungo l'asse ottico 15, con l'obiettivo 14.

Più in particolare, il canotto 17 è reso solidale al catadiottro 11 inserendosi con l'estremità superiore 17a in una controsagomata gola 19 ricavata sulla superficie convessa 12.

Tale gola 19 presenta sviluppo circolare avente centro sull'asse ottico 15 passante per il centro di curvatura 16.

Preferibilmente, il canotto 17 è reso solidale al catadiottro 11 per inserimento e incollaggio.

Almeno uno tra il canotto 17 e l'obiettivo 14 è preferibilmente realizzato in materiale metallico.

Le dimensioni del catadiottro 11 e del diametro dell'obiettivo 14 sono tali per cui i raggi di luce sono in grado di passare con angolo inferiore di elevazione 22 di circa 60° sotto l'orizzonte e con angolo superiore di elevazione 23 di circa 45° sopra l'orizzonte. Il campo di vista globale in elevazione è indicato con l'angolo 24 di circa

105° e il dispositivo 10 riproduce la scena in un'immagine panoramica 25 di forma circolare e con un foro al suo centro.

In figura 1 sono riportati alcuni oggetti della scena panoramica e la loro riproduzione sull'immagine panoramica 25: l'oggetto 26, ad elevazione 23, è focalizzato nel punto 26a dell'immagine panoramica 25, l'oggetto 27 all'orizzonte è focalizzato nel punto 27a ed infine l'oggetto 28 ad elevazione 22 sotto l'orizzonte è focalizzato nel punto 28a.

Il funzionamento del dispositivo secondo il trovato nella ripresa di immagini panoramiche è il seguente.

Il catadiottro 11 raccoglie i raggi da ogni angolo azimutale, perciò da 0° a 360°, e li rifrange, con il passaggio attraverso la superficie convessa 12, dirigendoli verso la superficie concava 13 dalla quale sono riflessi nella direzione dell'obiettivo 14.

I raggi attraversano il canotto 17 per raggiungere l'obiettivo 14, dove il sistema ottico di lenti li indirizza sul piano focale del sensore di immagini 18 a produrre un'immagine panoramica 25 dello

spazio circostante.

Nell'esempio riportato l'immagine dell'oggetto 26 viene focalizzata nel punto 26a sul bordo esterno dell'immagine panoramica 25 e, analogamente, le immagini degli oggetti 27 e 28 vengono riprodotte rispettivamente nei punti 27a e 28a.

È da notare che il catadiottro, possedendo superfici sferiche concentriche, non presenta un preferenziale asse ottico e questo potrà pertanto coincidere, in ogni direzione, con l'asse ottico dell'obiettivo. In tal modo il disallineamento tra catadiottro e obiettivo non introduce aberrazioni ottiche, rendendo la qualità dell'immagine più stabile perché meno sensibile alle variazioni termo-meccaniche che si riscontrano durante l'impiego del dispositivo e alle distorsioni indotte da eventuali stress termici dovuti al contatto tra il metallo del canotto e il vetro del catadiottro.

Questo accorgimento riduce, pertanto, gli interventi di manutenzione per il riallineamento dell'obiettivo con il catadiottro e consente un montaggio del dispositivo secondo tolleranze più rilassate nell'allineamento, riducendo i costi di

assemblaggio.

Si è in pratica constatato come il trovato raggiunga il compito e gli scopi preposti realizzando un dispositivo in grado di riprodurre immagini non affette da aberrazioni in quanto non risente del disallineamento tra l'asse ottico del catadiottro e l'asse ottico dell'obiettivo.

Il trovato, così concepito, è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti nell'ambito del concetto inventivo; inoltre, tutti i dettagli potranno essere sostituiti da altri elementi tecnicamente equivalenti.

In pratica, i materiali impiegati, purché compatibili con l'uso specifico, nonché le dimensioni e le forme contingenti, potranno essere qualsiasi a seconda delle esigenze e dello stato della tecnica.

Ove le caratteristiche e le tecniche menzionate in qualsiasi rivendicazione siano seguite da segni di riferimento, tali segni sono stati apposti al solo scopo di aumentare l'intelligibilità delle rivendicazioni e di conseguenza tali segni di riferimento non hanno alcun effetto limitante sull'interpretazione di ciascun elemento

identificato a titolo di esempio da tali segni di riferimento.

RIVENDICAZIONI

1) Dispositivo per la ripresa di immagini panoramiche a 360°, caratterizzato dal fatto di comprendere:

- almeno un catadiottro (11) costituito da una lente sferica trasparente e presentante una superficie convessa (12) ed una superficie concava (13), riflettente, perfettamente concentriche,
- almeno un obiettivo (14), di forma sostanzialmente cilindrica, disposto con asse ottico (15) passante per il centro di curvatura (16) di detta lente sferica, detto obiettivo (14) essendo reso solidale a detto catadiottro (11) in corrispondenza di detta superficie convessa (12), a mezzo di un canotto (17) che raccorda detto obiettivo (14) a detto catadiottro (11),
- almeno un sensore di immagini (18) per l'elaborazione digitale delle immagini riprese.

2) Dispositivo, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto canotto (17) è connesso a detto catadiottro (11) con l'estremità superiore (17a) (rispetto ai disegni che lo illustrano) opposta all'estremità inferiore (17b) di accoppiamento, lungo detto asse ottico (15),

con detto obiettivo (14).

3) Dispositivo, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detto canotto (17) è reso solidale a detto catadiottro (11) inserendosi con detta estremità superiore (17a) in una controsagomata gola (19) ricavata su detta superficie convessa (12).

4) Dispositivo, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta gola (19) presenta sviluppo circolare avente centro su detto asse ottico (15) passante per detto centro di curvatura (16).

5) Dispositivo, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detto canotto (17) è reso solidale a detto catadiottro (11) per inserimento e incollaggio.

6) Dispositivo, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che almeno uno tra detto canotto (17) e detto obiettivo (14) è preferibilmente realizzato in materiale metallico.

CLAIMS

1. A device for taking 360° panoramic images, characterized in that it comprises:

- at least one catadioptric system (11), which is constituted by a transparent spherical lens and has a convex surface (12) and a reflective concave surface (13), which are perfectly concentric,

- at least one lens assembly (14), which has a substantially cylindrical shape and is arranged so that the optical axis (15) passes through the center of curvature (16) of said spherical lens, said lens assembly (14) being jointly connected to said catadioptric system (11) at said convex surface (12) by means of a sleeve (17) which connects said lens assembly (14) to said catadioptric system (11),

- at least one image sensor (18) for digital processing of the acquired images.

2. The device according to claim 1, characterized in that said sleeve (17) is connected to said catadioptric system (11) with the upper end (17a) (with respect to the drawings that illustrate it), which is opposite with respect to the lower end (17b) for coupling, along

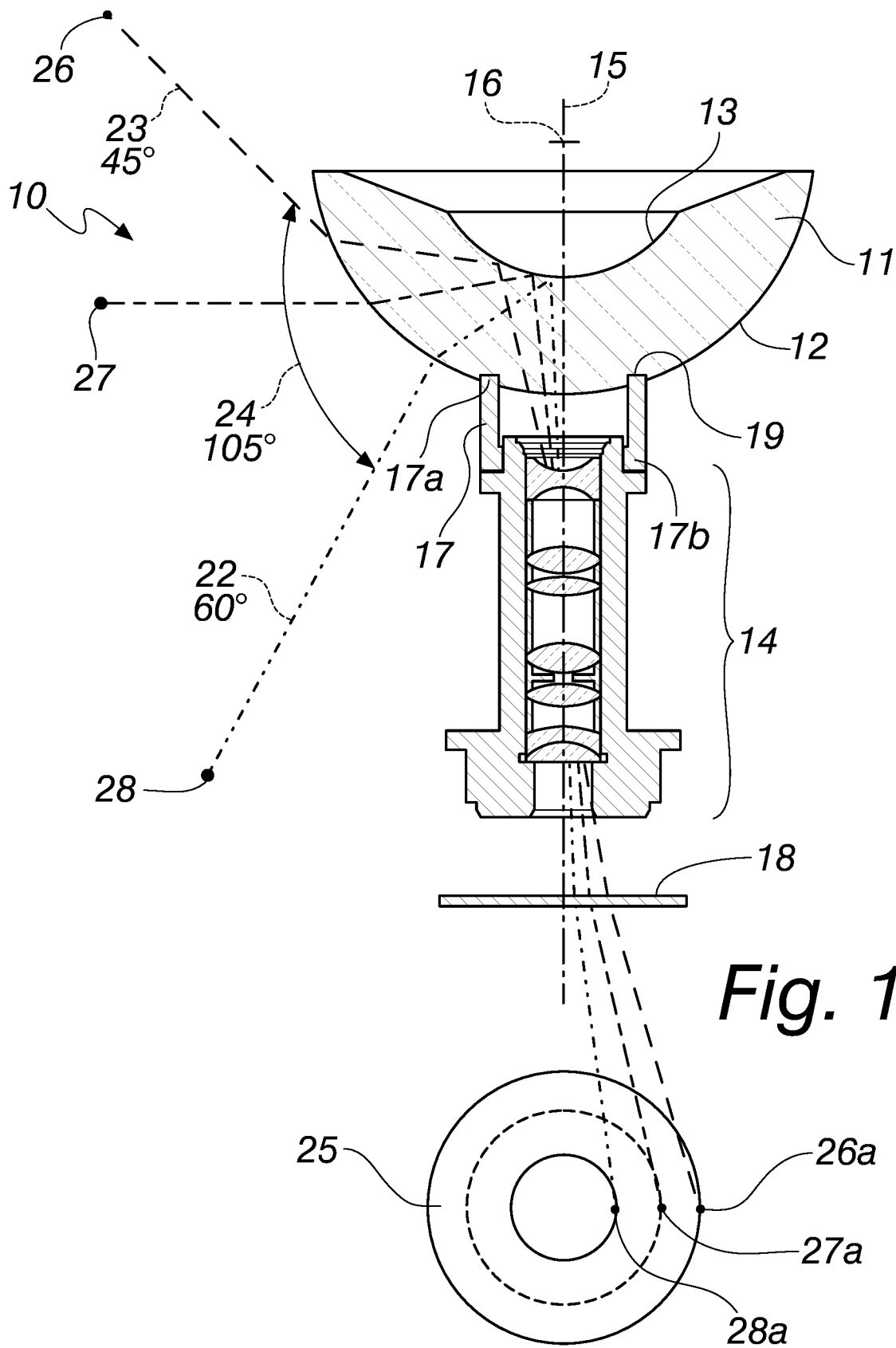
said optical axis (15), to said lens assembly (14).

3. The device according to one or more of the preceding claims, characterized in that said sleeve (17) is jointly connected to said catadioptric system (11) by being inserted with said upper end (17a) in a complementarily shaped groove (19) provided on said convex surface (12).

4. The device according to one or more of the preceding claims, characterized in that said groove (19) has a circular shape which is centered on said optical axis (15) that passes through said center of curvature (16).

5. The device according to one or more of the preceding claims, characterized in that said sleeve (17) is rendered integral with said catadioptric system (11) by insertion and adhesive bonding.

6. The device according to one or more of the preceding claims, characterized in that at least one between said sleeve (17) and said lens assembly (14) is preferably made of metallic material.



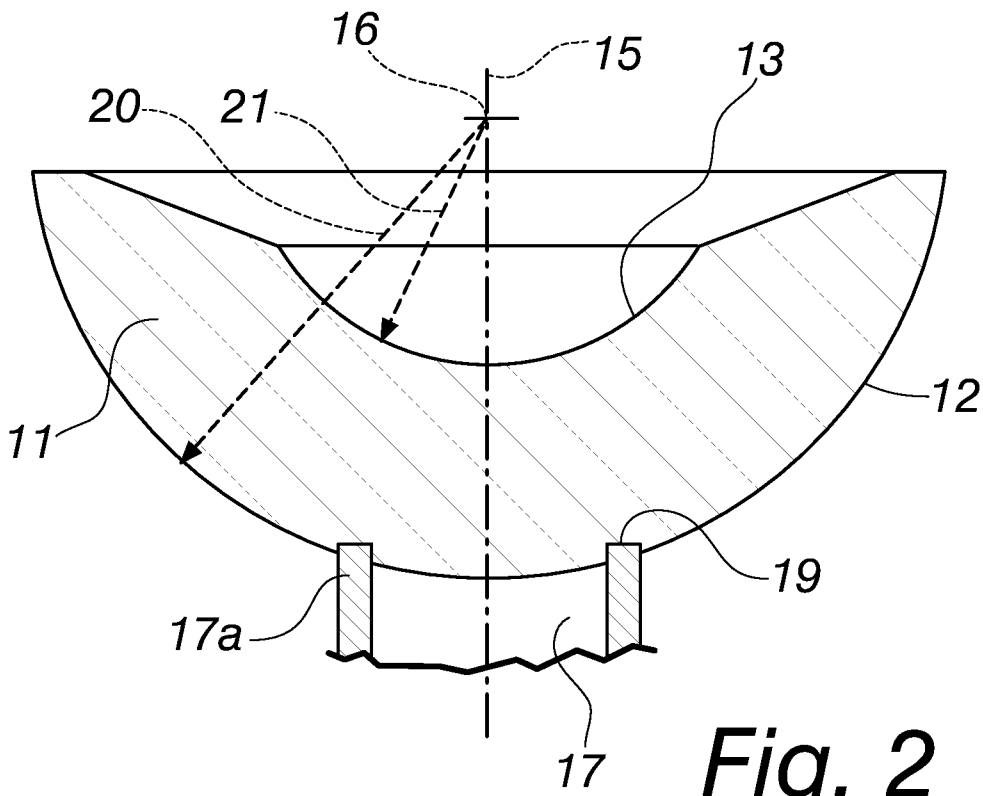


Fig. 2

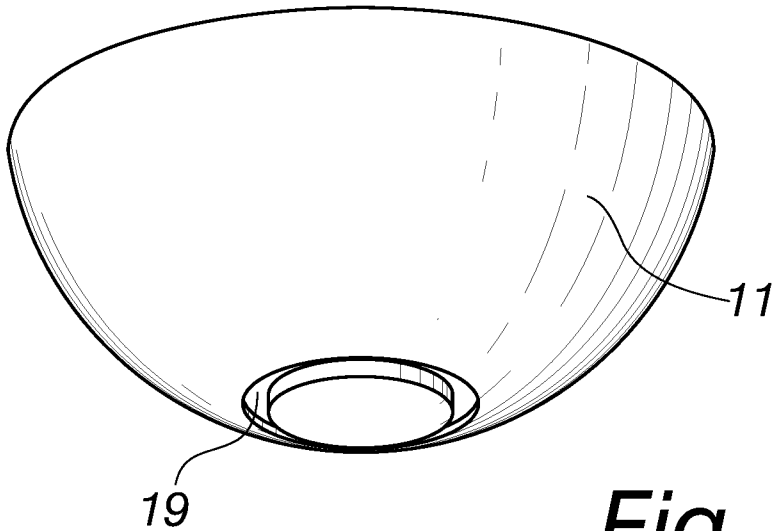


Fig. 3