

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902010660A1

Publication Date

20130703

Applicant

PAN-VISION S.R.L.

Title

DISPOSITIVO OTTICO PER L'OTTENIMENTO DI UN INGRANDIMENTO DI
UNA DETERMINATA ZONA DI UN CAMPO DI VISTA PANORAMICO A 360° E
RELATIVI SISTEMA OTTICO E APPARATI PER LA RIPRESA/PROIEZIONE DI
IMMAGINI TRIDIMENSIONALI

- 1 -

DISPOSITIVO OTTICO PER L'OTTENIMENTO DI UN
INGRANDIMENTO DI UNA DETERMINATA ZONA DI UN CAMPO DI
VISTA PANORAMICO A 360° E RELATIVI SISTEMA OTTICO E
APPARATI PER LA RIPRESA/PROIEZIONE DI IMMAGINI
TRIDIMENSIONALI

La presente invenzione si inserisce nel campo dei dispositivi ottici e, in particolare, si riferisce ad un dispositivo ottico per l'ottenimento di un ingrandimento di una determinata zona di un campo di vista panoramico a 360°.

Nel dettaglio, il dispositivo ottico dell'invenzione è applicabile ad un sistema ottico per l'ottenimento di un'immagine panoramica a 360°, ed è manovrabile liberamente da un utente, senza interferire con il funzionamento del sistema ottico stesso.

Attualmente le camere per visione sono in grado di catturare campi di vista relativamente limitati, come ad esempio il campo di vista V1 mostrato in figura 1. Per riprendere lo spazio circostante al campo di vista V1, l'operatore deve puntare fisicamente la camera, manualmente, oppure tramite dei sistemi motorizzati, verso la regione di cui vuole acquisire le immagini.

In una singola acquisizione è possibile vedere, e - nel caso lo si ritenga opportuno - "catturare", ovvero registrare su un supporto (ad esempio un sensore digitale), solamente una piccola parte dell'orizzonte. Per avere una immagine panoramica di una determinata scena, sono necessarie diverse acquisizioni e una successiva rielaborazione delle varie immagini, al fine

di unirle fra loro per ottenere la panoramica richiesta.

Tuttavia, questo modo di operare è particolarmente frustrante quando risulta necessaria una visione panoramica in un istante definito, poiché l'immagine panoramica finale è data dalla sovrapposizione di immagini prese in istanti differenti. Se la scena panoramica è dinamica (con oggetti o persone in movimento), infatti, l'immagine panoramica finale risulta non corrispondente alla realtà ad un dato istante.

In riferimento alle figure 1-4, è indicato con Az l'angolo di vista dell'obiettivo lungo il piano dell'orizzonte A attorno all'asse di azimuth Y, e con El l'angolo lungo la direzione ortogonale al piano dell'orizzonte A, attorno all'asse di elevazione E.

Per quanto riguarda le misurazioni, Az può avere valori da 0° a 360° , mentre El si misura da 0° in corrispondenza dell'orizzonte A, fino a $+90^\circ$ in corrispondenza dello zenith Z o fino a -90° in corrispondenza del nadir N.

Naturalmente, Az ed El possono anche avere valori diversi tra loro. Questo accade, ad esempio, quando il formato del sensore di immagine è rettangolare, oppure quando l'obiettivo è in una configurazione peculiare, detta anamorfica, in cui gli ingrandimenti lungo i due assi sono differenti fra loro.

Tipici obiettivi a grande campo (grandangolari) hanno angoli di Az ed El al massimo di qualche decina di gradi. Obiettivi particolari, detti "*fish-eye*", hanno

angoli di vista $Az=360^\circ$ ed $El = +90^\circ$.

Negli ultimi anni sono state sviluppate molte idee per ottenere obiettivi in grado di avere angoli $Az=360^\circ$ ed $El > 90^\circ$, come ad esempio obiettivi panoramici, utilizzando degli specchi di forme particolari in grado di intercettare i raggi di luce provenienti dal di sotto dell'orizzonte.

Queste soluzioni forniscono una estensione significativa dell'immagine ottenibile dal tipico obiettivo denominato "*fish-eye*".

Alcuni esempi si possono trovare in alcuni brevetti anteriori, che nominano come inventore i seguenti: Brueggemann, 1965 (brevetto n. US3203328), Pinzone et al, 1974 (Brevetto n. US3846809), King, 1980 (Brevetto n. US4326775), Rosendahl & Dykes, 1983 (Brevetto n. US4395093), Cox, 1984 (Brevetto n. US4484801), Kreischer, 1985 (Brevetto n. US4561733), Nayar, 1998 (Brevetto n. US5760826). Davis et al, 1998 (Brevetto n. US5841589), in cui si utilizza uno specchio piano anziché curvo.

Nel brevetto anteriore, a nome di Kuroda et al, 1998 (Brevetto n. US5854713), si utilizzano un sistema a due specchi asferici.

I brevetti che nominano come inventore i seguenti: Greguss, 1986 (Brevetto n. US4566763) e Hall & Ehtashami, 1987 (Brevetto n. US4670648), utilizzano un catadiottro anziché uno specchio.

In due brevetti a nome Powell, del 1995 (Brevetto n. US5473474) e del 1997 (Brevetto n. US5631778), si utilizza un catadiottro a più riflessioni, in modo da

diminuire l'angolo dei raggi principali e facilitare la correzione delle aberrazioni ottiche.

Alcuni autori hanno sviluppato anche obiettivi panoramici con capacità di zoom (King, 1981, Brevetto n. US4429957) oppure con differenti risoluzioni all'interno dello stesso apparato (Cook, 1998, Brevetto n. US5710661).

Più recentemente, con l'avvento di sensori digitali e potenze di calcolo appropriate, si sono sviluppati sistemi di visione ottici in accoppiata con algoritmi di calcolo per fornire una immagine panoramica più comprensibile da parte dell'utilizzatore.

Un'applicazione su obiettivi "*fish-eye*" si trova in un brevetto a nome di Poelstra, 1996 (Brevetto n. US5563650).

In un altro brevetto, a nome Wallerstein et al., 2002 (Brevetto n. US6373642) si utilizza un catadiottro sferico con una superficie riflettente per ottenere campi di vista fino a $E_l = -60^\circ$.

I sistemi ottici degli obiettivi descritti in letteratura e sopra citati, hanno una configurazione generica quella mostrata in figura 2, che raffigura una sezione ottenuta lungo un piano ortogonale all'orizzonte.

Il sistema ottico, mostrato genericamente in figura 2 come una "*black-box*", presenta configurazioni diverse a seconda del tipo di applicazione, come descritto nei brevetti citati sopra.

Il sistema generico mostrato nella figura 2 produce una immagine sul piano focale a forma di corona circolare,

come visibile in figura 3A.

La dimensione fisica della circonferenza esterna della corona circolare è determinata dalla lunghezza focale del sistema ottico e scelta quindi in funzione della applicazione, mentre quella relativa (ovvero il rapporto fra il raggio maggiore ed il raggio minore) dipende dalla scelta dell'angolo E_l massimo (in valore assoluto) che si vuole ottenere.

In particolare, le dimensioni dell'area corrispondente al cerchio interno della corona circolare costituiscono l'inconveniente di questo apparato, perché corrispondono alla parte del sensore che non viene sfruttato.

Alcuni autori hanno provato ad ottimizzare l'acquisizione sfruttando anche la parte centrale della corona circolare, catturando la zona cieca vicino al punto di Zenith Z.

Ad esempio, gli inventori Beckstead & Nordhauser, nel 2000 (Brevetto n. US6028719), utilizzano un sistema di lenti per la visione frontale ($90^\circ > E_l > 45^\circ$) e una serie di specchi per quella laterale ($E_l < 45^\circ$), mentre gli inventori Driscoll et al., nel 2002 (Brevetto n. US6341044), utilizzano un catadiottro per la visione laterale ($E_l < 90^\circ$) e un sistema ottico separato per la visione della zona vicina allo Zenith Z.

Nelle soluzioni più moderne summenzionate, si utilizza un catadiottro per catturare i raggi provenienti dagli angoli in elevazione attorno all'orizzonte (anche fino a valori compresi fra $E_l = -60^\circ$ e $E_l = +45^\circ$) mentre un ulteriore obiettivo a più lenti serve a dimensionare il

campo di vista sul piano focale ed a correggere le aberrazioni ottiche.

Tuttavia, come si evince dalle figure dei brevetti citati, il sensore di immagini e la relativa elettronica (e quindi i relativi cavi) sono posti dal lato esterno, ovvero esposti alla vista.

Nel caso della videosorveglianza questo aspetto rappresenta un notevole inconveniente, poiché la telecamera risulta particolarmente vistosa, sia dal punto di vista estetico, sia dal punto di vista della vulnerabilità.

Infatti un malintenzionato che voglia disattivare la telecamera riesce ad individuarla facilmente ed ha direttamente a portata di mano i cavi da recidere.

Scopo della presente invenzione è, quindi, quello di ovviare agli inconvenienti dell'arte nota testé lamentati e in particolare quello di realizzare un dispositivo ottico per l'ottenimento di un ingrandimento di una determinata zona di un campo di vista panoramico a 360°, da applicare ad un sistema ottico atto ad ottenere un campo di vista panoramico di 360° in azimuth in modo da sfruttare un sensore in tutte le sue parti.

Ancora, uno scopo dell'invenzione è quello di realizzare un dispositivo ottico per l'ottenimento di un ingrandimento di una determinata zona di un campo di vista panoramico a 360°, che sia applicabile in modo amovibile ad un sistema ottico atto ad ottenere un campo di vista panoramico di 360° in azimuth.

Inoltre, uno scopo della presente invenzione è quello

di realizzare un dispositivo ottico per l'ottenimento di un ingrandimento di una determinata zona di un campo di vista panoramico a 360° , di facile ed economica realizzazione.

Questi ed altri scopi sono raggiunti da un dispositivo ottico per l'ottenimento di un ingrandimento di una determinata zona di un campo di vista panoramico a 360° secondo la rivendicazione 1 allegata, cui si rimanda per brevità; ulteriori caratteristiche di dettaglio sono riportate nelle rivendicazioni dipendenti.

Vantaggiosamente, la presente invenzione si riferisce alla realizzazione di un dispositivo ottico per l'ottenimento di un ingrandimento di una determinata zona di un campo di vista panoramico a 360° , ovvero il campo di vista C evidenziato in figura 3, in cui $Az=360^\circ$ e l'angolo El ha, nell'esempio specifico fin qui descritto, valori corrispondenti a $El=-60^\circ$ e $El=+45^\circ$.

Tale immagine è compatibile con una immagine panoramica avente 360° di azimuth ottenibile da un sistema ottico idoneo, in modo da acquisire in totale un campo di vista avente 360° in azimuth e 270° in elevazione.

La visione risulta istantanea e quindi è possibile registrare correttamente una scena panoramica dinamica, con oggetti e persone in movimento.

Ulteriori scopi e vantaggi della presente invenzione risulteranno chiari dalla descrizione che segue, che si riferisce ad un esempio pratico di realizzazione, esemplificativo e preferito, ma non limitativo, del dispositivo ottico per l'ottenimento di un

ingrandimento di una determinata zona di un campo di vista panoramico a 360°, oggetto dell'invenzione, e dai disegni annessi, nei quali:

- la figura 1 mostra in uno schema tridimensionale il campo di vista percepibile da sistemi ottici secondo l'arte nota;
- la figura 2 mostra in uno schema bidimensionale il campo di vista percepibile da sistemi ottici secondo l'arte nota;
- la figura 3 mostra in uno schema tridimensionale il campo di vista percepibile da sistemi ottici per l'acquisizione di una immagine panoramica a 360°;
- la figura 3A mostra in uno schema bidimensionale il campo di vista percepibile dal sistema ottico di figura 3;
- la figura 4 mostra in sezione il sistema ottico di figura 3, cui è applicato il dispositivo ottico dell'invenzione;
- la figura 4A mostra in uno schema bidimensionale il campo di vista percepibile dal sistema ottico di figura 4.

Di seguito, a puro titolo esemplificativo, si descriverà un particolare sistema ottico cui è possibile applicare il dispositivo ottico dell'invenzione. Ciò non toglie che il dispositivo ottico dell'invenzione possa essere applicato ad un sistema ottico differente, sempre in grado di acquisire una immagine panoramica a 360° in azimuth.

In riferimento alla figura 4, sono mostrati:

- un raggio 14, evidenziato da una linea continua,

proveniente da un oggetto posto in corrispondenza dell'orizzonte, in cui $E_l=0^\circ$,

- un raggio 13, evidenziato da una linea tratteggiata, proveniente da un oggetto posto al bordo superiore del campo E_l+ ,

- un raggio 15, evidenziato da una linea tratto-punto, proveniente da un oggetto posto sotto l'orizzonte E_l- , ad un angolo compreso fra l'orizzonte e il Nadir N,

- un raggio 16, evidenziato da una linea punteggiata, ed un raggio 17, evidenziato da una linea tratto-due punti, provenienti da due rispettivi oggetti posti in un campo di vista compreso fra E_+ ed E_l- (fra $+45^\circ$ e -60° in questo particolare esempio).

Il sistema ottico 20 comprende un elemento ottico o catadiottro 3, un primo gruppo ottico 30, un sensore 18 per l'acquisizione dell'immagine, ed un obiettivo 9.

Il primo gruppo ottico 30 comprende un primo gruppo di lenti 4 ed una superficie specchiata 5 semi-riflettente, assemblate in un supporto 8, preferibilmente metallico, per il fissaggio del gruppo ottico 30 stesso al catadiottro in modo che il primo gruppo di lenti 4 sia posizionato ad una distanza determinata dal catadiottro 3.

In particolare, il supporto 8 è fissato al catadiottro 3 per incollaggio di metallo su vetro.

In una variante di realizzazione del gruppo ottico 30, il primo gruppo ottico 30 è fissato direttamente al catadiottro 3 mediante incollaggio dell'elemento ottico 4.

In un'ulteriore variante di realizzazione del gruppo

ottico 30, alternativa o aggiuntiva alla precedente, la superficie specchiata 5 è costituita da un rivestimento semi-riflettente depositato direttamente sulla superficie esterna della lente 4.

In ogni caso, la superficie specchiata 5 semi-riflettente è in grado di riflettere una parte della luce incidente e di trasmettere la restante parte.

In particolare, ad esempio, la superficie specchiata 5 semi-riflettente fa passare il 50% della luce e ne riflette il 50%.

Il catadiottro 3 è in grado di raccogliere i raggi da ogni angolo azimutale (da 0° a 360°) e re-dirigerli verso il primo gruppo ottico 30.

Il catadiottro 3 è sostanzialmente una lente con una prima superficie sferica esterna convessa 1 ed una seconda sferica superficie concava interna 2, e l'obiettivo 9 si trova in posizione contrapposta alla superficie sferica esterna convessa 1 rispetto al catadiottro 3 stesso.

La superficie concava interna 2 presenta una prima area 21, che viene resa riflettente tramite la deposizione di un rivestimento idoneo allo scopo, denominato "coating", ed una seconda area 22, circolare e centrale, attraverso cui i raggi 13, 14, 15 16 e 17 passano, dopo essere stati riflessi (nel caso dei raggi 13, 14 e 15) o trasmessi (raggi 16 e 17) dalla superficie specchiata 5 semi-riflettente.

In corrispondenza della superficie concava interna 2 del catadiottro 3, a raccogliere i raggi in uscita dalla seconda area 22, è presente un obiettivo 9 noto,

appositamente progettato per la specifica applicazione desiderata, secondo tecniche e parametri noti come ad esempio il campo di vista richiesto, la risoluzione spaziale o altro.

L'obiettivo 9 presenta un diaframma 12, cui è fissato solidalmente mediante un comune supporto metallico 10. Naturalmente, l'obiettivo 9 può avere uno stop di apertura o diaframma 12 posto ovunque all'interno del suo supporto 10.

Il supporto metallico 10 è fissato a sua volta al catadiottro 3 mediante una flangia 11.

Il gruppo di lenti 4 ha lo scopo di ridurre l'angolo di incidenza con cui i raggi arrivano sull'obiettivo 9.

I raggi 13, 14 e 15, compresi fra $E1+$ ed $E1-$ colpiscono la superficie convessa esterna 1 del catadiottro 3 e vengono indirizzati verso la superficie concava interna 2 del catadiottro 3.

La luce viene riflessa dalla superficie 2 e indirizzata di nuovo verso la parte centrale della superficie 1.

I raggi 13, 14 e 15 entrano quindi nel primo gruppo di lenti 4 e vengono riflessi dalla superficie specchiata 5 semi-riflettente e re-indirizzati verso l'obiettivo 9.

Si noti che durante questo tragitto i raggi 13, 14 e 15 ripassano dalle lenti 4 e dal catadiottro 3.

Il sistema ottico 20 produce sul piano focale 18 l'immagine della scena panoramica a forma di corona circolare C, visibile in figura 3A.

In questo esempio particolare, mostrato in figura 4, $E1+$ vale 45° ed $E1-$ vale -60° : il campo di vista

globale in elevazione vale quindi 105° .

Prima di raggiungere l'obiettivo 9, i raggi passano attraverso lo stop di apertura o diaframma 12 dell'obiettivo 9, che controlla la quantità di luce che deve entrare nell'obiettivo 9 stesso.

L'obiettivo 9, a sua volta, corregge le aberrazioni ottiche e produce una immagine corretta sul sensore di immagine o piano focale 18.

In figura 4A si mostra l'immagine proiettata sul piano focale 18 dell'esempio di figura 4.

In particolare, l'immagine dell'oggetto trasmesso dal raggio 13 viene focalizzata nel punto 13', sul bordo esterno della corona circolare C.

Analogamente, le immagini di oggetti posti sull'orizzonte 0 e quindi trasmessi al sistema ottico lungo il raggio 14, oppure immagini di oggetti trasmessi dal raggio 15 vengono formate rispettivamente nei punti 14' e 15' sul piano focale. Il primo gruppo di lenti 4 e la superficie specchiata 5 semi-riflettente sono fissate al catadiottro 3 tramite il loro supporto metallico 8.

Vantaggiosamente, a questo sistema ottico 20 è applicabile il dispositivo ottico 40, secondo l'invenzione.

In riferimento alla figura 4, tale dispositivo ottico 40 comprende un elemento ottico 6, montato su un supporto 7 preferibilmente metallico che viene fissato al supporto 8 tramite mezzi di connessione, ad esempio mezzi filettati.

L'elemento ottico 6 presenta mezzi deviatori 19,

fissati rotabilmente ad un supporto 20 dotato di mezzi di rotazione tridimensionali (non mostrati), ad esempio uno snodo sferico, fissato a sua volta al supporto 7. Tali mezzi deviatori 19 possono ruotare secondo le direzioni delle due frecce rot.a (attorno all'asse di elevazione) e rot.b (attorno all'asse di azimuth), e catturano un campo di vista compreso fra $E+$ ed $El-$ (fra $+45^\circ$ e -60° in questo particolare esempio). Sono disponibili nel mercato molti sistemi di rotazione che possono essere utilizzati al suddetto scopo e una descrizione dettagliata di uno di essi non è scopo di questa invenzione.

In particolare, la focale dell'elemento ottico 6 è dimensionata in modo da formare l'immagine del campo visivo EL' , dopo che i raggi 16 e 17 sono passati per la superficie specchiata semi-riflettente 5, il primo gruppo ottico 30 e l'obiettivo 9.

L'immagine prodotta dal secondo dispositivo ottico 40 sul piano focale 18 è costituita dal cerchio B, collocato esattamente in corrispondenza del buco della corona circolare C prodotta dal sistema ottico 20.

La focale combinata del sistema ottico 20 con il dispositivo ottico 40 è dimensionata in modo da formare una immagine ingrandita del campo El' compreso fra i raggi 16 e 17.

Ruotando i mezzi deviatori 19 sul piano definito dalla freccia rot.a, è possibile catturare tutti i campi di vista compresi all'interno del campo panoramico originale compreso fra $E+$ ed $El-$ (105° in questo caso) e si potrà vedere quindi un ingrandimento di questi

campi di vista direttamente sul sensore di immagine posto sul piano focale 18.

Una rotazione dei mezzi deviatori 19 ed eventualmente del loro supporto 20 attorno all'asse di simmetria del sistema ottico, ovvero sul piano definito dalla freccia rot.b, permette di muoversi in azimuth e quindi di catturare immagini ingrandite su tutto il campo panoramico originale.

Il fatto che nell'immagine panoramica originale la regione centrale della corona circolare C non sia interessata dal sensore di immagini permette vantaggiosamente di individuare un'area libera in cui proiettare l'ingrandimento senza interferire con la visione panoramica.

In altre parole, l'operatore può vantaggiosamente continuare a vedere sia l'intero campo di vista panoramico originale, sia una sua regione ingrandita, utilizzando un solo sensore di immagine.

Utilizzando differenti elementi ottici 6, intercambiabili fra loro, si possono avere differenti valori di ingrandimento, a seconda dell'applicazione. In particolare, possono essere utilizzati, ad esempio, in alternativa fra loro, zoom ottici da 3x, 6x, et cetera.

In una forma preferita di realizzazione del dispositivo 40 secondo l'invenzione, i mezzi deviatori 19 comprendono una superficie specchiata.

In una forma di realizzazione del dispositivo 40, alternativa alla precedente, i mezzi deviatori 19 comprendono un qualunque altro sistema ottico - ad

esempio un prisma - in grado di catturare dei raggi e di rinviarli in una direzione definita.

In particolare, in riferimento all'esempio mostrato in figura 4, un sistema ottico in grado di catturare i raggi 16 e 17 all'interno del campo panoramico originale compreso fra $E1+$ ed $E1-$ e di rinviarli verso la lente ingranditrice 6.

Più in generale, secondo l'invenzione, una delle superfici specchiate 21 o 5 - o entrambe - può essere sostituita da un qualunque altro sistema ottico in grado di catturare dei raggi e di rinviarli in una direzione definita, ad esempio un prisma ottico (non mostrato).

Altrettanto vantaggiosamente, il sistema ottico 20 può essere utilizzato in proiezione anziché in ripresa.

In questo caso, al posto del piano focale 18 viene posta una diapositiva oppure uno schermo LCD o una qualunque immagine da proiettare; la luce esce dal catadiottro e viene proiettata su una superficie di proiezione (uno schermo emisferico o le pareti ed il soffitto di una stanza o di un edificio).

La presente invenzione è stata descritta a titolo illustrativo, ma non limitativo, secondo una sua forma preferita di realizzazione, ma è da intendersi che variazioni e/o modifiche potranno essere apportate dagli esperti del ramo senza per questo uscire dal relativo ambito di protezione, come definito dalle rivendicazioni allegate.

Barzanò & Zanardo Roma S.p.A.

RIVENDICAZIONI

1) Dispositivo ottico (40) per l'ottenimento di un ingrandimento di una determinata zona di un campo di vista panoramico a 360°, applicabile ad un sistema ottico (20) per l'ottenimento di campo di vista panoramico a 360°, detto sistema ottico (20) comprendendo un catadiottro (3) avente una superficie sferica (1) esterna convessa ed un sensore di immagini (18) per l'elaborazione digitale di detto campo di vista,

detto dispositivo ottico (40) comprendendo un elemento ottico (6) ingrandente, fissabile a detto catadiottro (3) in corrispondenza di detta superficie sferica (1) esterna convessa, e mezzi deviatori (19) atti a catturare i raggi provenienti da detta determinata zona di detto campo di vista panoramico a 360° ed a rinviare detti raggi verso detto elemento ottico (6), detto elemento ottico (6) trasmettendo detti raggi a detto sensore di immagini (18).

2) Dispositivo ottico (40) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi deviatori (19) sono fissati rotabilmente ad un supporto (20) dotato di mezzi di rotazione tridimensionali, in modo che detti mezzi deviatori (19) possano essere orientati verso qualsiasi zona di detto campo di vista panoramico a 360°, sia in azimuth, sia in elevazione.

3) Dispositivo ottico (40) secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che detto sistema ottico (20) trasmette su detto sensore di

immagini (18) un'immagine a forma di corona circolare (C), dotata di un cerchio minore (B), e dal fatto che detto dispositivo ottico trasmette su detto sensore di immagini (18) un'immagine compresa all'interno dell'area di detto cerchio minore (B).

4) Dispositivo ottico (40) secondo una delle rivendicazioni 1-3, caratterizzato dal fatto che detti mezzi deviatori (19) comprendono una superficie specchiata.

5) Dispositivo ottico (40) secondo una delle rivendicazioni 1-3, caratterizzato dal fatto che detti mezzi deviatori (19) comprendono un prisma.

6) Sistema ottico (20) per l'ottenimento in una unica acquisizione di una immagine panoramica a 360°, comprendente un catadiottro (3), un obiettivo (9) ed un sensore di immagini (18) per l'elaborazione digitale di detta immagine;

detto catadiottro (3) comprendendo una lente sferica avente una prima superficie sferica (1) esterna convessa ed una seconda superficie sferica (2) concava interna, dette prima e seconda superficie sferica (1, 2) presentando un rispettivo centro, detti centri definendo un primo asse ottico;

detto obiettivo (9) presentando un secondo asse ottico coincidente con detto primo asse ottico, e comprendendo un diaframma (12) contrapposto a detto sensore di immagine (18);

detto sistema ottico (20) essendo caratterizzato dal fatto che detto obiettivo (9) è fissato a detto catadiottro (3) in corrispondenza di detta seconda

superficie sferica (2) concava interna, orientato con detto diaframma (12) affacciato verso detto catadiottro (3)

e dal fatto di comprendere un dispositivo ottico (40) secondo una delle rivendicazioni 1-5.

7) Sistema ottico (20) secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che detta seconda superficie sferica (2) concava interna di detto catadiottro (3) presenta una prima area (22) centrale completamente trasparente ed una seconda area (21), circostante detta prima area (22), presentante una superficie riflettente,

e dal fatto di presentare un primo gruppo ottico (30), comprendente una superficie semi-riflettente (5), e presentante un terzo asse ottico, coincidente con detti primo e secondo asse ottico.

8) Sistema ottico (20) secondo la rivendicazione 6 o 7, caratterizzato dal fatto che detto primo gruppo ottico (30) comprende un primo gruppo di lenti (4), atto a ridurre l'angolo di incidenza di detto obiettivo (9), interposto tra detta prima superficie sferica (1) esterna convessa di detto catadiottro (3) e detta superficie semi-riflettente (5).

9) Apparato per la ripresa di immagini tridimensionali comprendente un sistema ottico (20) secondo una delle rivendicazioni 6-8.

10) Apparato per la proiezione di immagini tridimensionali comprendente un sistema ottico (20) secondo una delle rivendicazioni 6-8.

Barzanò & Zanardo Roma S.p.A.

- 1 -

OPTICAL DEVICE FOR OBTAINING AN ENLARGEMENT OF A
CERTAIN AREA OF A 360° PANORAMIC FIELD OF VIEW AND
RELATED APPARATUSES AND OPTICAL SYSTEM FOR
RECORDING/PROJECTING OF THREE-DIMENSIONAL IMAGES

CLAIMS

1) Optical device (40) for obtaining an enlargement of a certain area of a 360° panoramic field of view, applicable to an optical system (20) for obtaining a 360° panoramic field of view, said optical system (20) comprising a catadioptric lens (3) having an outer convex spherical surface (1) and an image sensor (18) for digital processing said field of view, said optical device (40) comprising an enlarging optical element (6), fixable to said catadioptric lens (3) in correspondence of said outer convex spherical surface, and deflecting means (19) suitable for capturing rays from said certain area of said 360° panoramic field of view and for sending back said rays to said optical element (6), said optical element (6) transmitting said rays (16, 17) to said image sensor (18).

2) Optical device (40) according to claim 1, characterized in that said deflecting means (19) are rotatably fixed to a support (20) provided with threedimensional rotating means, so as said deflecting means (19) can be oriented towards any area of said 360° panoramic field of view, both in azimuth and in elevation alike.

3) Optical device (40) according to claim 1 o 2,

characterized in that said optical system (20) transmits to said image sensor (18) an annular image (C), having a smaller circle (B), and in that said optical device (40) transmits to said image sensor (18) an image which is comprised within said smaller circle (B).

4) Optical device (40) according to one of claims 1-3, characterized in that said deflecting means (19) comprise a reflecting surface.

5) Optical device (40) according to one of claims 1-3, characterized in that said deflecting means (19) comprise a prism.

6) Optical system (20) for obtaining, in a single acquisition, a 360° panoramic image, comprising a catadioptric lens (3) a photographic lens (9) and an image sensor (18) for digital processing said image; said catadioptric lens (3) comprising a spherical lens having a first outer convex spherical surface (1) and a second concave interior spherical surface (2), said first and second spherical surfaces (1, 2) having a respective centre, said centres defining a first optical axis; photographic lens (9) having a second optical axis coinciding with said first optical axis, and comprising a stop (12) opposed to said image sensor (18); said optical system (20) being characterized in that said photographic lens (9) is fixed to said catadioptric lens (3) in correspondence of said second concave interior spherical surface (2), oriented with said stop (12) facing to said catadioptric lens (3),

and in comprising an optical device (40) according to one of claims 1-5.

7) Optical system (20) according to claim 6, characterized in that said second concave interior spherical surface (2) of said catadioptric lens (3) has a first central area (22) completely transparent and a second area (21), surrounding said first area (22) and having a reflecting surface, and in having a first optical unit (30), comprising a semi-reflective surface (5), and having a third optical axis, coinciding with said first optical axis and second optical axis.

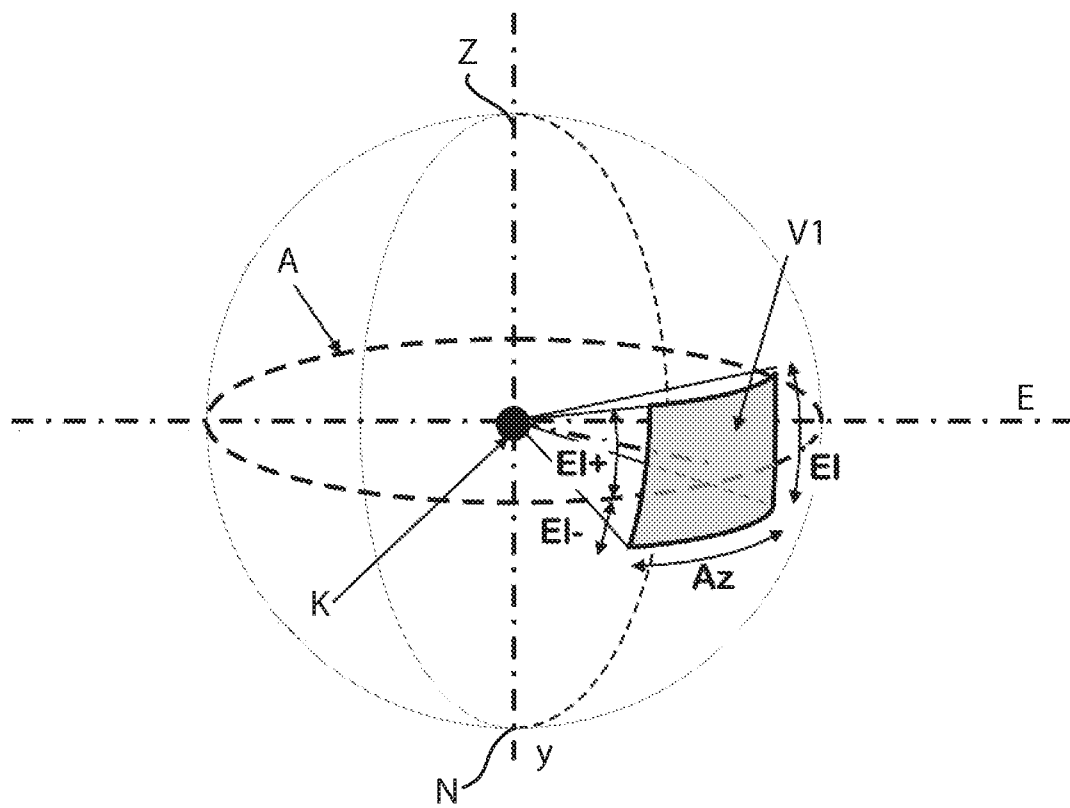
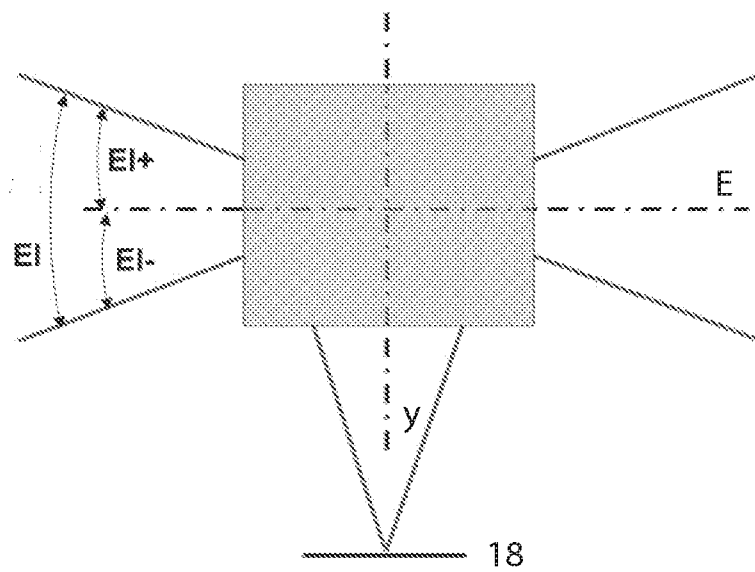
8) Optical system (20) according to claim 6 o 7, characterized in that said first optical unit (30) comprises a first group of lenses (4), suitable for reducing the angle of incidence on said photographic lens (9), which is interposed between said first outer convex spherical surface (1) of said catadioptric lens (3) and said semi-reflective surface (5).

9) Apparatus for recording three-dimensional images, comprising an optical system (20) according to one of claims 6-8.

10) A Apparatus for projecting three-dimensional images, comprising a optical system (20) according to one of claims 6-8.

Barzanò & Zanardo Roma S.p.A.

ARTE NOTA

**Fig.1**

18

Fig.2

