



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102009901713224
Data Deposito	14/03/2009
Data Pubblicazione	14/09/2010

Classifiche IPC

Titolo

SISTEMA ILLUMINANTE PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Sistema illuminante per illuminazione pubblica.

della ditta Sud Segnal S.r.l., di nazionalità italiana, a mezzo
mandatario studio Laforgia, Bruni & Partners, Prof. Ing.
Domenico Laforgia ed elettivamente domiciliato agli effetti di
5 legge in Bari, Via Garruba, 3.

Forma oggetto del presente trovato un sistema illuminante a base
di matrici di sorgenti luminose (quali sorgenti LED ad esempio)
accoppiato ad un sistema ottico per la diffusione ottimale della
10 luce, particolarmente adatto all'illuminazione pubblica con alta
efficienza e basso consumo energetico.

Sono note allo stato della tecnica alcune applicazioni di diversa
natura inerenti l'impiego di sistemi di illuminazione a base di
matrici di LED e non per molteplici impieghi.

15 Ad esempio, la domanda di brevetto N. US20060056169 ha
come oggetto un sistema di illuminazione stradale o per spazi
aperti, nel quale si sostituisce la tradizionale lampada a bulbo
incandescente con un sistema a LED costituito
complessivamente da circa 400 LED. La configurazione
20 preferenziale prevede l'impiego di 10 clusters, ognuno dei quali
è costituito da 2 file parallele di LED; ogni fila è costituita da 10
LED, per cui ogni cluster contiene 20 LED. Il suddetto sistema a
LED è orientato verso il basso, in modo da disperdere il fascio
luminoso sull'area interessata, mentre il "sistema ottico" è
25 costituito da una superficie vetrata esterna piana con funzione di

lente.

Altro esempio è quello fornito dalla domanda di brevetto N. US20080043479, nella quale si descrive un altro sistema di illuminazione stradale a LED con l'aggiunta di un modulo per la
5 dissipazione del calore prodotto. Il sistema di illuminazione è costituito essenzialmente da: un involucro superiore, un pannello divisore interno, varie lenti per la trasmissione della luce ed una serie di sorgenti luminose a LED. D'altra parte il modulo per la dissipazione del calore comprende un corpo per dissipare il
10 calore ed una serie di tubi termovettori e pannelli isolanti. La particolare conformazione dei tubi termovettori consente di prelevare il calore generato nei pressi delle sorgenti LED e di scaricarlo verso l'esterno.

Infine, la domanda di brevetto WO03027397 riguarda un
15 dispositivo di illuminazione segnalatorio a LED da “affogare” nel manto stradale. Focalizzando la luce proveniente da un modulo LED per mezzo di un sistema ottico, si riesce a generare un fascio di luce sostanzialmente orizzontale. Il sistema ottico è costituito da una serie di estremità arrotondate inclinate a 45
20 gradi circa. Il dispositivo così ottenuto presenta una bassa resistenza, ma al tempo stesso, un'alta intensità luminosa in direzione assiale.

Le applicazioni sopra citate, prevedono l'impiego generico di sorgenti luminose a LED per illuminazione con diversi scopi tra
25 i quali quello dell'illuminazione stradale. Tuttavia non è stata

data sufficiente importanza ad una soluzione specifica nel campo dell'illuminazione del pubblica che comprendesse la realizzazione di un apposito sistema a LED ad alta efficienza insieme ad un sistema ottico per la minimizzazione delle perdite
5 in termini di luce diffusa verso l'alto, a tutto vantaggio dell'efficienza globale del sistema.

Infatti le applicazioni riscontrate nello stato della tecnica, presentano numerosi limiti proprio in riferimento al sistema ottico che solitamente è associato al sistema di generazione della
10 luce tramite sorgenti LED. Nella maggior parte delle applicazioni, infatti, detto sistema ottico non possiede alcuna caratteristica per la diffusione della luce entro determinati parametri al fine di minimizzare le dispersioni di luce verso l'alto con una conseguente riduzione dell'inquinamento
15 luminoso associato.

Scopo del presente trovato, quindi, è garantire un sistema integrato di illuminazione pubblica stradale ad alta efficienza per mezzo di un sistema di sorgenti luminose (o punti luce) accoppiate ad un sistema ottico per la diffusione ottimale della
20 luce ed appositamente studiato per minimizzare le perdite per diffusione indesiderata della luce.

Ulteriori e non trascurabili vantaggi, derivanti dalla diffusione ottimale della luce grazie al sistema ottico, sono senza dubbio sia il conseguente aumento di efficienza globale del sistema rispetto
25 ad applicazioni tradizionali, sia la riduzione dell'inquinamento

luminoso derivante dall'impiego del suddetto trovato.

Il sistema oggetto della seguente descrizione è costituito da un sistema illuminante, solitamente del tipo a matrice di punti luce, nonché da un sistema ottico associato costituito da una lente
5 “convergente” applicata ad ogni singola sezione orizzontale della matrice di punti luce suddetta. Studi condotti in precedenza hanno consentito di individuare le caratteristiche dei dispositivi luminosi più idonei all'illuminazione, nonché la tipologia del sistema di pilotaggio e del dissipatore specifico per i LED. La
10 configurazione tipo a cui si farà riferimento nella presente descrizione, presenta le caratteristiche seguenti assolutamente non limitative:

- ✓ tipologia del LED: **LUXEON® K2 DS60**;
- 15 ✓ sistema illuminante: **matrice di LED**;
- ✓ apertura del fascio luminoso: **140° x 60°**.

Per cui, la descrizione dettagliata dell'invenzione farà riferimento alle tavole allegate da 1/10 a 10/10, laddove:

- 20 • la fig. 1 è una vista complessiva di una possibile configurazione dell'intero sistema (matrice di 8 x 6 LED con sistema ottico applicato ad ogni fila orizzontale) in cui si evincono forma e dimensione del sistema illuminante;
- 25 • la fig. 2 mostra una vista frontale della matrice di 8 x 6

LED;

- la fig. 3 mostra una vista frontale e laterale delle singole file di LED (sezioni orizzontali) presenti sulla matrice (o piastra);
- 5 • la fig. 4 mostra una rappresentazione sia delle distanze reciproche tra LED sia delle distanze dei LED prossimi al bordo della matrice (o piastra);
- la fig. 5 mostra alcune rappresentazioni schematiche della singola sorgente luminosa LED;
- 10 • la fig. 6 mostra una sezione del sistema ottico (lente) applicato ad ogni singola fila orizzontale della matrice di LED;
- la fig. 7 mostra una rappresentazione tridimensionale del sistema ottico (lente) applicato ad ogni singola fila
- 15 orizzontale della matrice di LED;
- la fig. 8 mostra una vista frontale e laterale del sistema ottico adatto per un'applicazione ad una matrice di punti luce;
- la fig. 9 mostra una sezione del sistema ottico adatto
- 20 per un'applicazione ad una matrice di punti luce con i raggi di curvatura in evidenza;
- la fig. 10 mostra il modello simulativo della luminanza in funzione dell'angolo di irradiazione relativo al singolo modulo orizzontale, costituito dalla serie di 6
- 25 LED e dalla lente;

- la fig. 11 mostra graficamente la distribuzione angolare della luminanza lungo l'asse x relativa al singolo modulo orizzontale, costituito dalla serie di 6 LED e dalla lente;
- 5 • la fig. 12 mostra graficamente la distribuzione angolare della luminanza lungo l'asse y relativa al singolo modulo orizzontale, costituito dalla serie di 6 LED e dalla lente;
- 10 • la fig. 13 mostra il modello simulativo della luminanza in funzione dell'angolo di irradiazione relativo al sistema illuminante complessivo oggetto di invenzione;
- la fig. 14 mostra graficamente la distribuzione angolare della luminanza lungo l'asse x relativa al sistema illuminante complessivo oggetto di invenzione;
- 15 • la fig. 15 mostra graficamente la distribuzione angolare della luminanza lungo l'asse x relativa al sistema illuminante complessivo oggetto di invenzione;
- la fig. 16 mostra un confronto tra i modelli simulativi dei grafici di luminanza relativi al sistema illuminante complessivo rispettivamente con sistema ottico e senza sistema ottico;
- 20 • la fig. 17 mostra il modello di riferimento per la rilevazione del solido fotometrico con identificazione della disposizione dei piani;
- 25 • la fig. 18 mostra la curva fotometrica del sistema led

senza lente;

- la fig. 19 mostra la curva fotometrica del sistema led con sistema ottico associato;
- la fig. 20 mostra un raffronto tra le intensità massime dei due sistemi alla distanza di 14, 5 cm.

5

Con riferimento alla fig. 1, l'intero sistema illuminante è indicato genericamente con 1 ed è costituito da un pannello di forma pressoché rettangolare (indicato con 2), sulla cui superficie sono
10 collocate le sorgenti luminose a LED. La lente convergente concavo-convessa, indicata con 3, è applicata ad ogni singola sezione orizzontale della matrice di LED e consente il passaggio e la diffusione della luce secondo le specifiche sopracitate.

Nelle figg. 2 e 3 si mostrano una vista frontale ed una
15 tridimensionale della sola matrice di LED, indicata con 2, essenzialmente priva del sistema ottico di diffusione della luce mostrato in precedenza. Sulla superficie rettangolare, indicata con 2, sono disposti secondo opportuni parametri le singole sorgenti luminose LED, indicate con 4. In una configurazione
20 ottimale del sistema illuminante, la parte rettangolare, che rappresenta la MCPCB con a bordo i LED, ha le dimensioni variabili da un minimo di 180 mm ad un massimo di 220 mm lungo l'asse x (lunghezza) e da un minimo di 125,50 mm ad un massimo di 165,50 mm lungo l'asse y (altezza) come mostrato in
25 figura 2.

D'altra parte, come si può evincere dalla fig. 4, la struttura del sistema, nella suddetta configurazione, può essere suddivisa in 8 sezioni orizzontali ognuna contenente al suo interno 6 LED disposti in linea. Sempre in figura 4, si mostrano due delle
5 suddette sezioni da 6 LED in maniera esemplificativa ed una vista in sezione orizzontale del modulo lungo l'asse x. L'aver previsto 6 LED per ogni sezione, nel caso specifico, comporta notevoli miglioramenti sia nella gestione termica sia nella gestione dell'alimentazione, poiché è possibile utilizzare in tal
10 modo una tensione di 24 V per ogni serie di 6 LED.

In figura 5 sono indicati schematicamente i parametri geometrici caratteristici che individuano le posizioni dei singoli LED sulla piastra per formare una disposizione matriciale: le distanze reciproche tra i centri di 2 LED (indicati con 4) adiacenti lungo
15 l'asse x sono indicate con 5, mentre le stesse distanze lungo l'asse y sono indicate con 6. La distanza lungo l'asse x tra i LED appartenenti alla prima o ultima colonna della matrice ed i relativi bordi laterali è indicata con 7, mentre la distanza lungo l'asse y tra i LED appartenenti alla prima o ultima riga della
20 matrice ed i relativi bordi superiore o inferiore della matrice è indicata con 8. Nella configurazione preferenziale del sistema le distanze tra i centri dei LED lungo l'asse x possono variare da un minimo di 27 mm ad un massimo di 33 mm, mentre le distanze lungo l'asse y possono variare da un minimo di 16,5 mm ad un
25 massimo di 20,5 mm. Analogamente la distanza dei LED lungo

l'asse x dai bordi laterali della piastra è pari ad almeno 25 mm, mentre la distanza dei LED lungo l'asse y dai bordi superiore ed inferiore della piastra è pari ad almeno 8 mm.

In fig. 6 si mostra uno schema tridimensionale del singolo LED
5 insieme ad altre rappresentazioni frontali, laterali e dall'alto. Con
9 è indicata la piccola lente del singolo LED, mentre con 10 è
indicato il corpo del LED ed infine con 11 il collegamento alla
piastra. Il tipo di “punto luce” impiegato nelle prove
sperimentali, successivamente descritte, è un LED Luxeon K2,
10 prodotto dalla Philips - Lumileds. Evidentemente si tratta di una
scelta assolutamente non limitativa, ma solamente di riferimento
sia per la costruzione della lampada stradale, che per lo studio
sperimentale dell'efficienza del sistema ottico associato. Il
suddetto LED ha un flusso luminoso tipico a 25°C e con corrente
15 di polarizzazione pari a 700 mA pari a 170 lm, mentre le
caratteristiche ottiche ed elettriche sono mostrate nelle seguenti
tabelle:

Caratteristiche ottiche

Temperatura di colore tipica	6500 K
Angolo totale che contiene il 90 % del flusso luminoso emesso	160°
Angolo visivo in corrispondenza del quale l'intensità luminosa è la metà del valore di picco	120°

Caratteristiche elettriche tipiche a $T=25\text{ }^{\circ}\text{C}$

Tensione diretta tipica V_f	
a 1500 mA	3,85 V
a 700 mA	3,5 V
a 350 mA	3,3 V

In figura 7 si mostra una sezione trasversale della lente in corrispondenza di un singolo LED, applicabile ad ogni singola
5 fila orizzontale del sistema come descritto in precedenza. La lente è del tipo convergente concavo-convessa (detta anche menisco) ed è indicata con 3, mentre il LED è indicato con 4 e la piastra con 2.

Le specifiche richiedono che il sistema illuminante irradi
10 secondo un angolo compreso tra 135° e 145° circa nella direzione x, ossia nella direzione orizzontale ad una ipotetica strada, e tra 55° e 65° circa nella direzione y, ossia nella direzione ortogonale ad una ipotetica strada. Il LED di riferimento, invece, presenta un'apertura angolare in cui ricade il
15 90% del flusso emesso pari a 160° . È stato necessario, quindi, creare una lente “convergente” per consentire il passaggio da 160 a 60 gradi circa lungo l'asse x e lasciare pressoché inalterato il fascio lungo l'asse y. In questo modo, come si evince dalla figura 7, la lente risultante è concavo-convessa (a forma di
20 menisco) e si estende per tutta la lunghezza della sezione orizzontale costituita da 6 LED (nel sistema assunto come riferimento), ossia per una lunghezza variabile da un minimo di

180 mm ad un massimo di 200 mm; le sorgenti luminose (LED) sono posizionati sull'asse ottico della suddetta lente ad una distanza variabile da un minimo di 0,3 mm ad un massimo di 1,8 mm dalla lente.

- 5 Nella fig. 8 si mostra una realizzazione assolutamente non limitativa del sistema ottico adatto per un'applicazione ad una matrice di punti luce (ad esempio LED). Come si può evincere dalla fig. 9, in questo caso le singole lenti da applicare ad ogni fila di punti luce sono "assemblate" in un'unica struttura (3a) e
10 sono caratterizzate da una forma pressoché tubolare (lente concavo-convessa già illustrata in precedenza). Nella stessa figura sono indicati i raggi di curvatura interni (3b) ed esterni (3c), i quali in ogni caso possono essere compresi rispettivamente in un range tra 10 mm e 20 mm e 3 mm e 18 mm.
- 15 Le dimensioni della superficie ottica (3a) ovviamente varieranno in base al numero di punti luce individuati per la singola applicazione, così come possono variare il numero delle singole lenti "tubolari" da un minimo di 3 ad un massimo di 20 applicabili ad ogni fila di punti luce. In questo modo si delinea
20 una modularità nell'impiego sia della singola lente nelle sue possibili realizzazioni (3, 3a), ma anche del sistema illuminante 1 nel suo complesso in quanto è possibile la sua realizzazione in più moduli a seconda delle esigenze specifiche.

Il singolo modulo orizzontale, costituito dalla sezione di 6 LED
25 e dalla lente, è stato successivamente oggetto di simulazione

software con l'obiettivo di determinare i valori di:

- luminanza in funzione dell'angolo di irradiazione;
- distribuzione angolare della luminanza lungo l'asse x;
- distribuzione angolare della luminanza lungo l'asse y;

- 5 I risultati ottenuti hanno mostrato l'effettivo restringimento del fascio luminoso da 160 a 60 gradi lungo l'asse y ed un'apertura angolare di circa 140° lungo l'asse x con una buona uniformità di illuminamento. Nelle figure 10, 11, 12 si mostrano i risultati dei test effettuati.
- 10 La stessa operazione di simulazione software effettuata per il singolo modulo orizzontale formato da 6 LED più la lente, è stata effettuata in ultima analisi per il sistema illuminante, oggetto di invenzione, nella configurazione di una matrice di 8 x 6 LED (ossia 8 file orizzontali da 6 LED ciascuna) e da 8 lenti
- 15 convergenti concavo-convexe applicate ad ogni singola sezione orizzontale. I risultati mostrati nelle figure 13, 14 e 15 dimostrano effettivamente come lungo l'asse x l'apertura del fascio luminoso resti quasi invariato (ovvero 140°), mentre lungo l'asse y il fascio si riduca ai 60° desiderati.
- 20 In figura 16, sono messi a confronto i grafici della luminanza in funzione dell'angolo di irradiazione relativi alla matrice di 8x6 LED rispettivamente con (in alto) e senza il sistema di lenti (in basso): si può notare come lungo l'asse x l'apertura del fascio luminoso resti quasi invariato, mentre lungo l'asse y il fascio si
- 25 riduca ai 60° desiderati (in alto).

Successivamente alla simulazione software del sistema illuminante composto da una matrice di LED con e senza sistema ottico dedicato, è stata verificata sperimentalmente l'intensità luminosa relativa sia al singolo LED che al suo accoppiamento con la lente oggetto della presente invenzione. I test hanno riguardato nello specifico la rilevazione del solido fotometrico, impiegando un sistema di misurazione posto ad una distanza di 14,50 cm $\pm$ 0,02. Una volta identificato il modello di misura (fig. 17) necessario per l'individuazione del solido fotometrico, partendo dai dati illuminometrici rilevati, sono state ricavate le curve fotometriche relative al led senza lente ed al led con la lente sperimentale. Nel caso del sistema led con lente, si è dovuto procedere al rilevamento dei dati illuminotecnici su cinque piani differenti (individuati nella fig. 17), poiché dalle simulazioni ci si aspettava una impronta luminosa al suolo di tipo ellittico. In fig. 18 è riportata la curva fotometrica del led senza lente, mentre in fig. 19 è riportata quella relativa al led in accoppiamento al sistema ottico con l'indicazione dell'efficienza, che si attesta attorno al 68%, valore da considerarsi più che buono considerando la qualità del campione in prova. In particolare nei grafici suddetti sono state riportate le curve fotometriche nei piani C0 (curva più stretta) e C90 (curva più ampia), mentre l'efficienza della lente è stata calcolata come il rapporto tra il volume del solido fotometrico del led senza lente, a cui è stata assegnata una efficienza del 100%, ed il

volume del solido fotometrico descritto dal led con la lente
sperimentale. In fig. 20, infine, è riportato un raffronto tramite
istogramma delle intensità massime, misurate sulla
perpendicolare, dei due sistemi, da cui si evincono le proprietà di
5 collimazione del sistema illuminante associato alla lente, oggetto
di invenzione.

Per una ipotetica applicazione del sistema complessivo per
l'illuminazione stradale bisogna tenere presente che l'intera
struttura va orientata in modo tale che le lenti siano parallele alla
10 strada, ossia che l'asse x del sistema sia parallelo all'asse
stradale. Inoltre, l'istallazione della struttura a bordo strada
richiede una inclinazione (tilt) della struttura stessa dipendente
dalla sua posizione rispetto al manto stradale (o porzione di esso)
che si desidera illuminare.

RIVENDICAZIONI

- 1) Sistema ottico (3) costituito da una lente convergente concavo convessa, caratterizzato dal fatto che il raggio di curvatura interno (3b) della lente (3a) è compreso in un range
5 tra 10 mm e 20 mm, mentre il raggio di curvatura esterno (3c) è compreso tra un minimo di 3 mm e 18 mm.
- 2) Sistema illuminante (1) per illuminazione pubblica, comprendente una matrice (2) rettangolare dotata di una pluralità di punti luce (4) e caratterizzato da un sistema ottico
10 (3) costituito da una lente convergente concavo-convessa secondo la rivendicazione 1, appositamente studiata per la diffusione della luce secondo un apertura angolare del flusso luminoso tra 135° e 145° lungo l'asse x e tra 55° e 65° lungo l'asse y.
- 15 3) Sistema illuminante (1) per illuminazione pubblica secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detta lente appartenente al sistema ottico è applicabile ad un singolo punto luce (fig. 6), ad un'intera sezione orizzontale di punti luce (fig. 7) oppure ad una matrice di punti luce (2), in
20 configurazione di una pluralità di lenti convergenti concavo-convesse (3) dalla forma pressoché tubolare poste una di seguito all'altra, da un minimo di 3 ad un massimo di 20, in modo da formare un'unica superficie (3a).
- 4) Sistema illuminante (1) per illuminazione pubblica secondo le
25 rivendicazioni 2 e 3 caratterizzato dal fatto che i punti luce

(4) sono posizionati lungo l'asse ottico della lente (3) ad una distanza compresa tra un minimo di 0,3 mm ed un massimo di 1,8 mm.

5) Sistema illuminante (1) per illuminazione pubblica secondo una delle rivendicazioni da 2 a 4 caratterizzato dal fatto che la distanza reciproca tra i centri dei punti luce, disposti in modo matriciale, lungo l'asse x (5) può variare da un minimo di 27 mm ad un massimo di 33 mm, mentre la stessa distanza in direzione dell'asse y (6) può variare da un minimo di 16,5 mm ad un massimo di 20,5 mm.

6) Sistema illuminante (1) per illuminazione pubblica secondo una delle rivendicazioni da 2 a 5 caratterizzato dal fatto che la distanza (7) tra il centro dei singoli punti luce, disposti in modo matriciale, appartenenti alla prima ed ultima colonna della matrice ed i bordi laterali della piastra è pari ad almeno 25 mm.

7) Sistema illuminante (1) per illuminazione pubblica secondo una delle rivendicazioni da 2 a 6 caratterizzato dal fatto che la distanza (7) tra il centro dei singoli punti luce, disposti in modo matriciale, appartenenti alla prima ed ultima riga della matrice ed i bordi superiori ed inferiori della piastra è pari ad almeno 8 mm.

8) Sistema illuminante (1) per illuminazione pubblica secondo una delle rivendicazioni da 2 a 7 caratterizzato dal fatto che è previsto l'impiego dell'intero sistema illuminante in maniera

modulare, ovvero utilizzando contemporaneamente una pluralità di sistemi illuminanti (1).

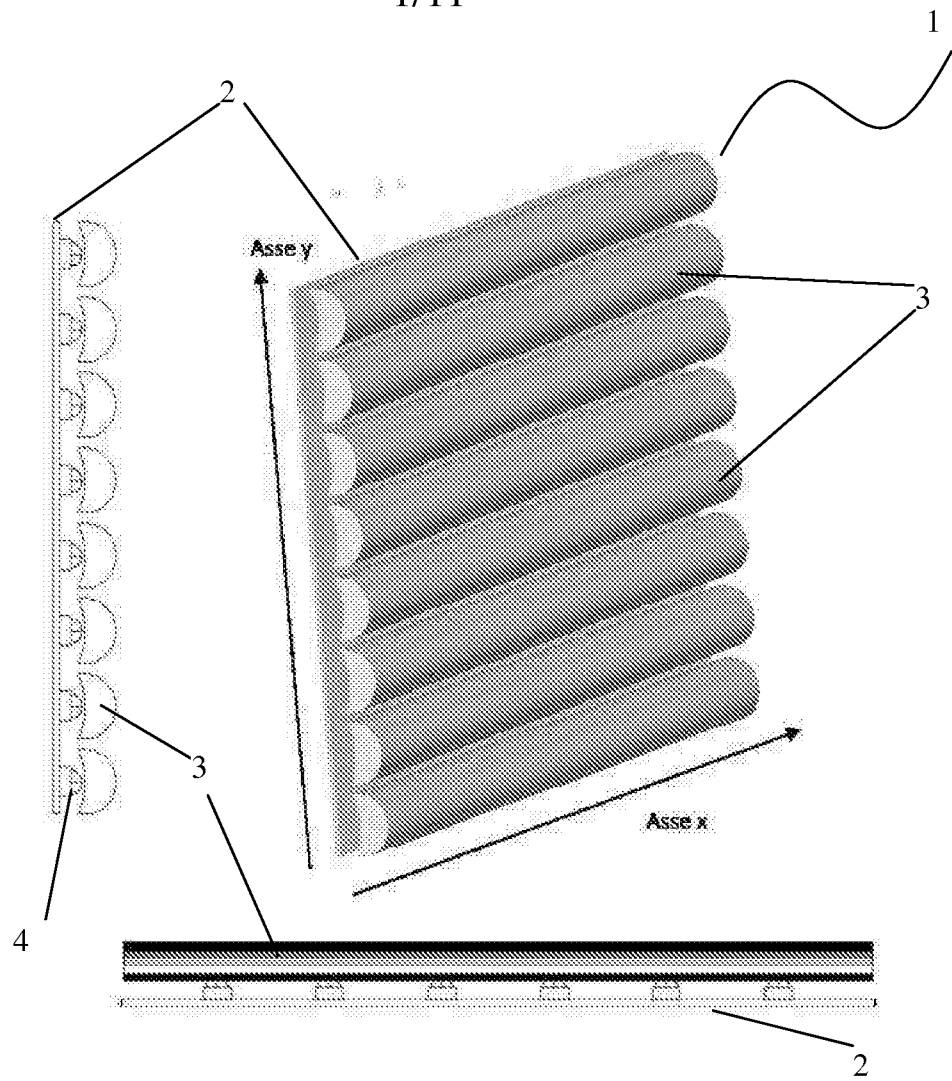


Fig.1

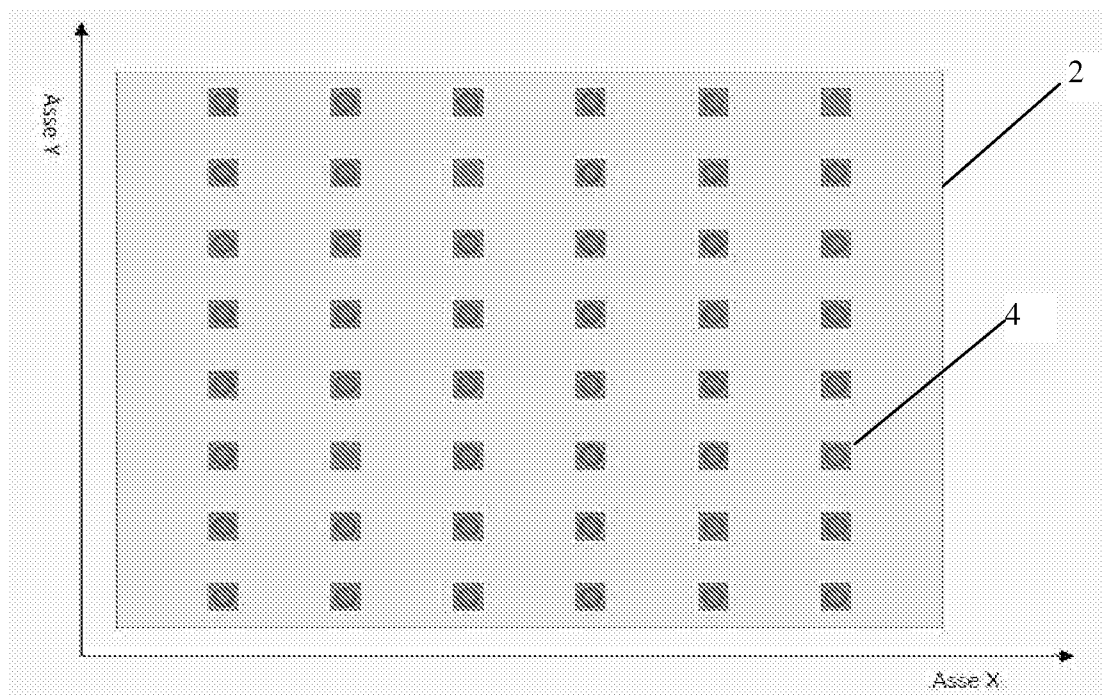


Fig.2

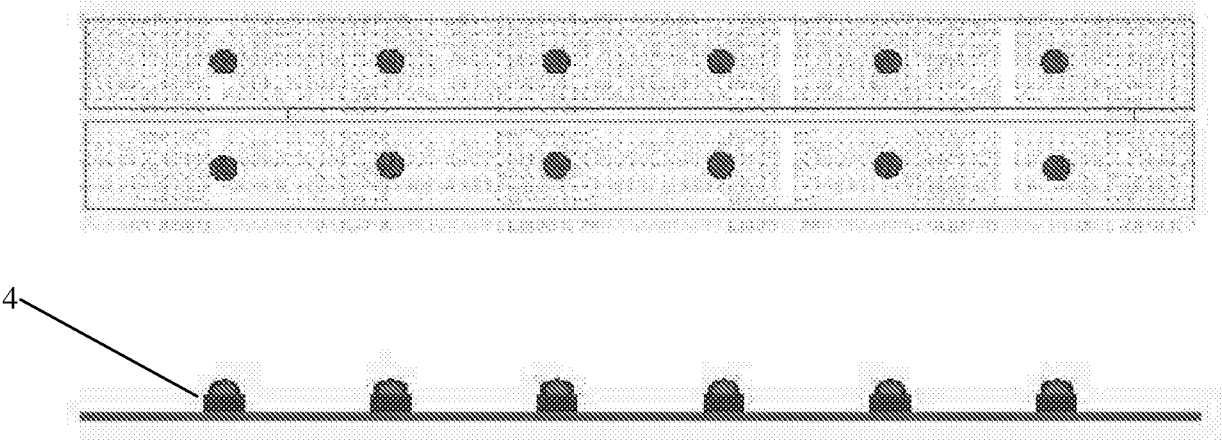


Fig.3

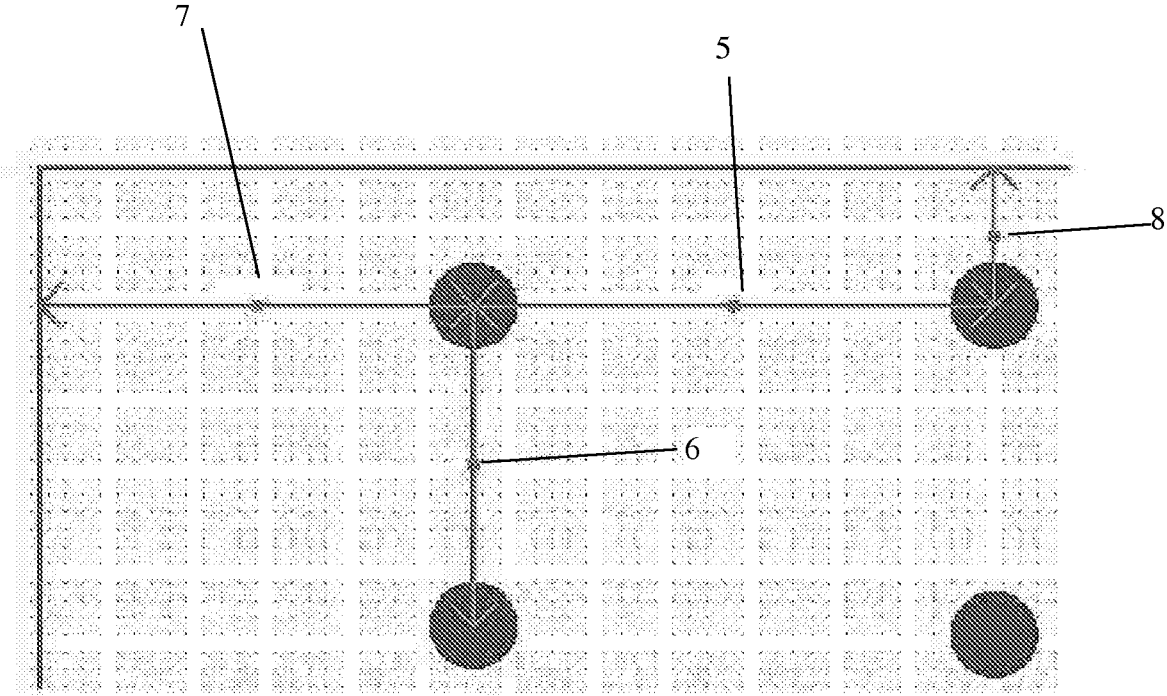


Fig. 4

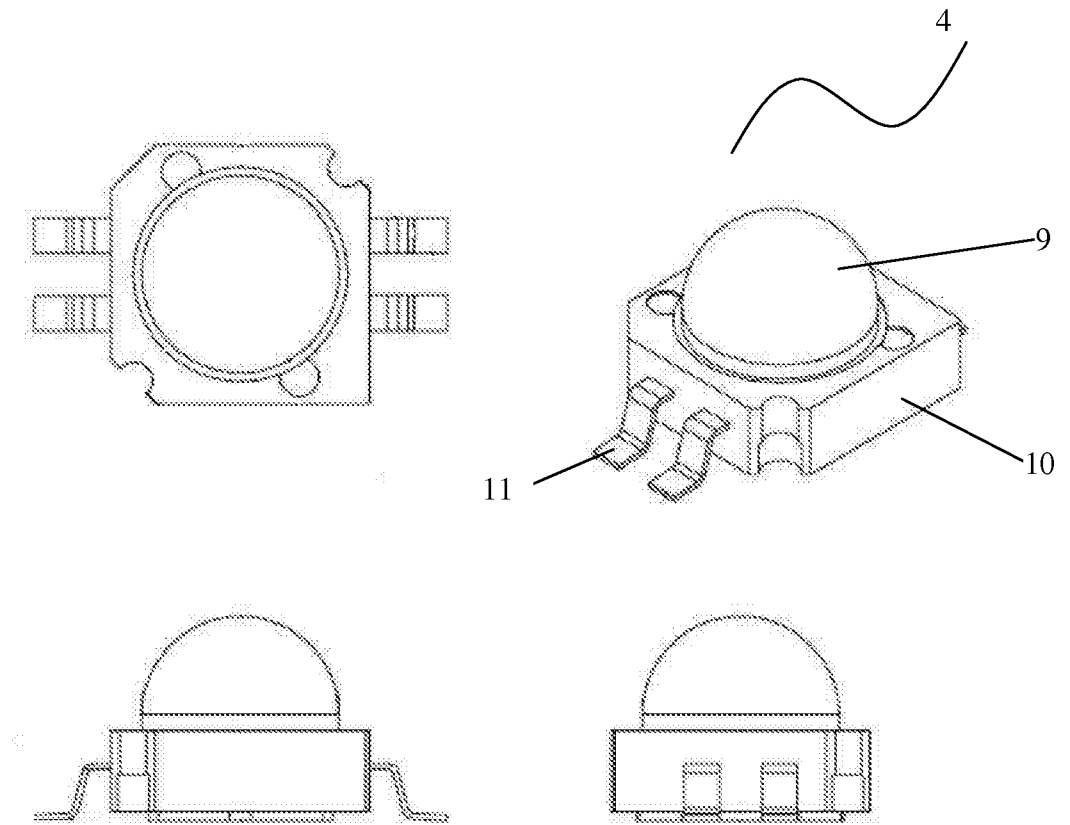


Fig. 5

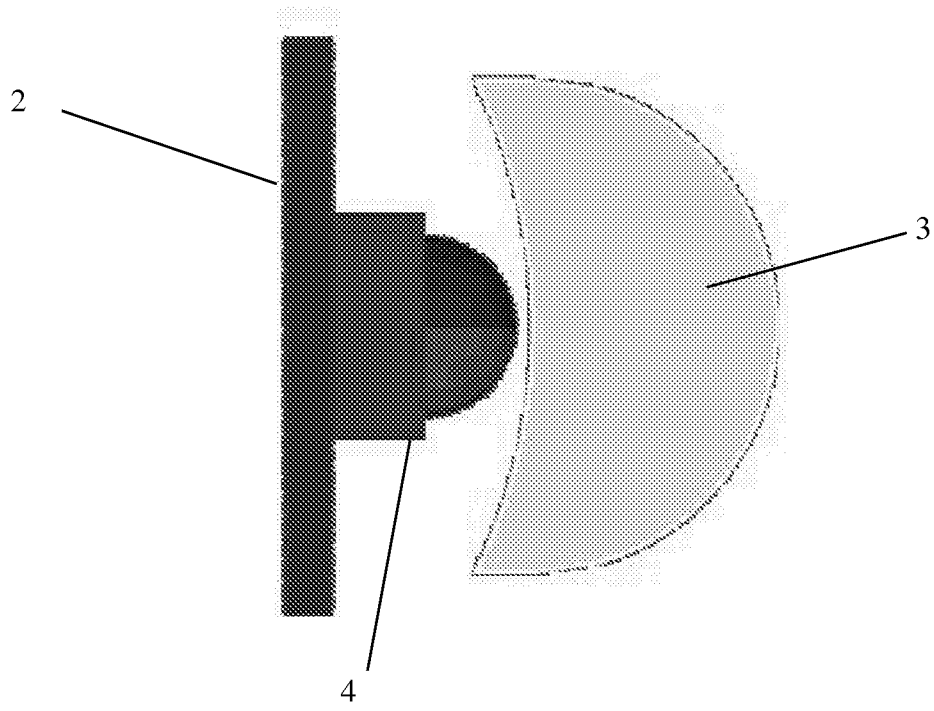


Fig. 6

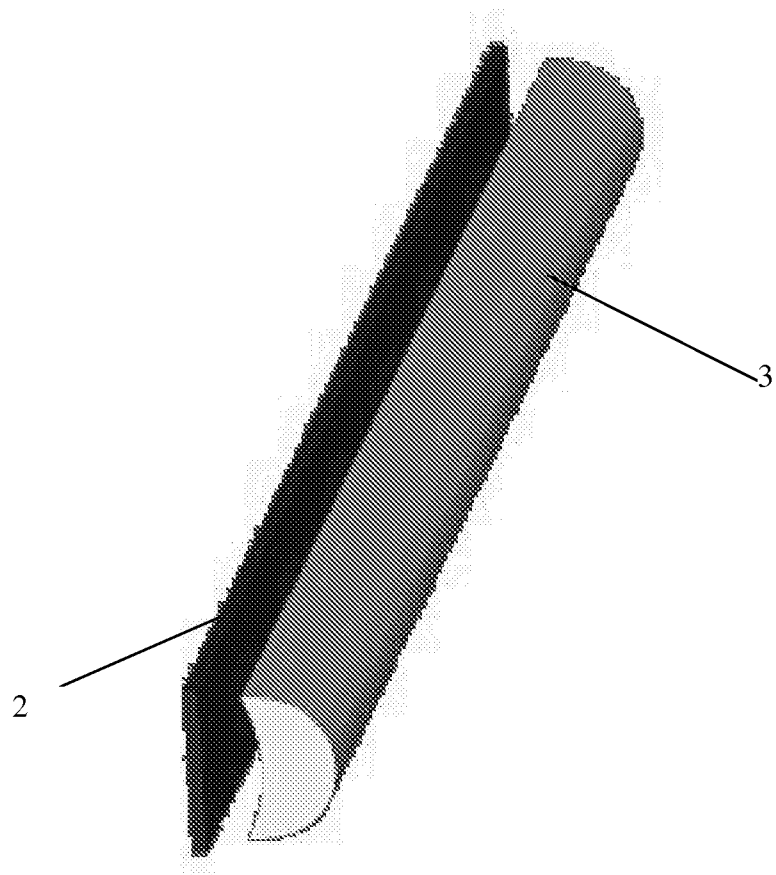


Fig. 7

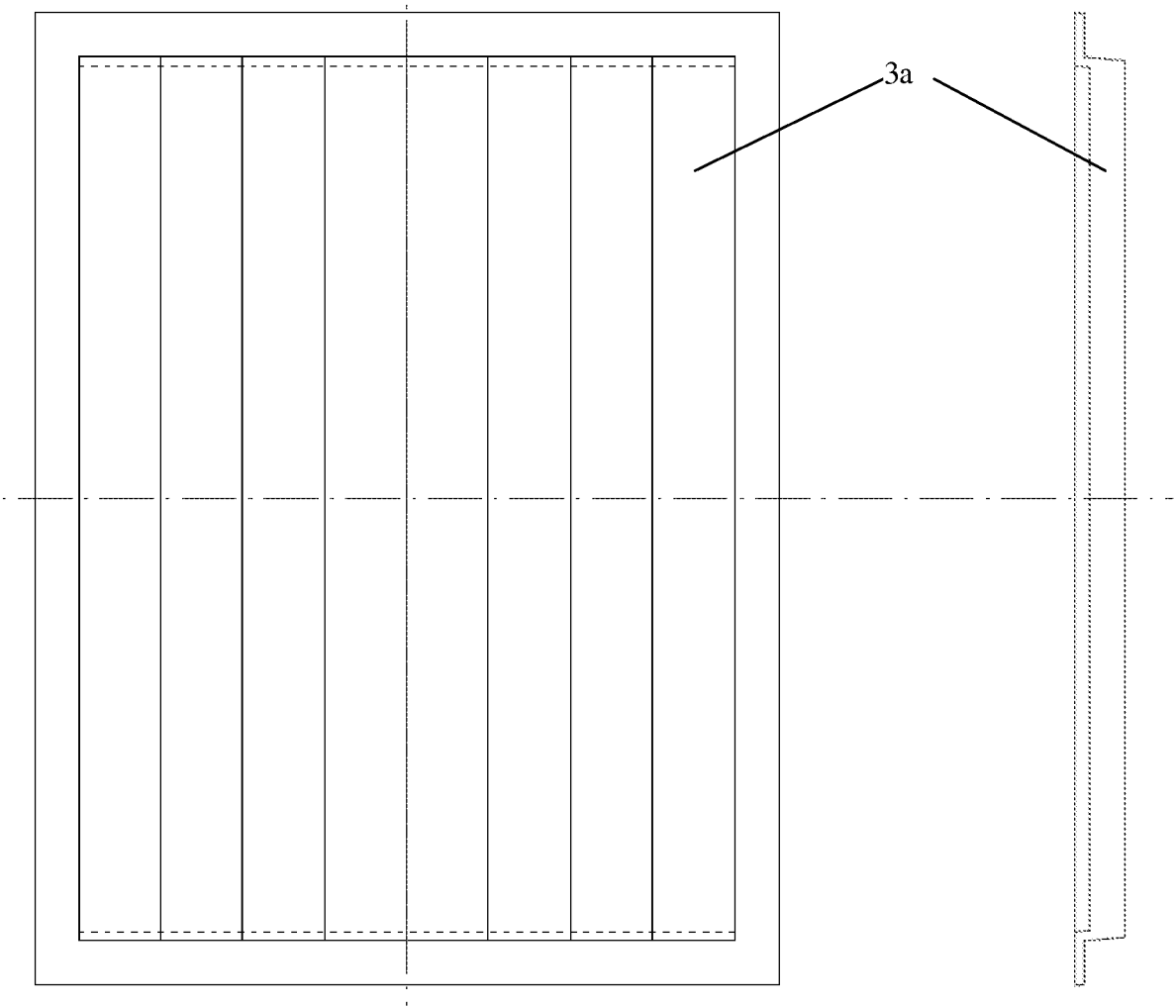


Fig. 8

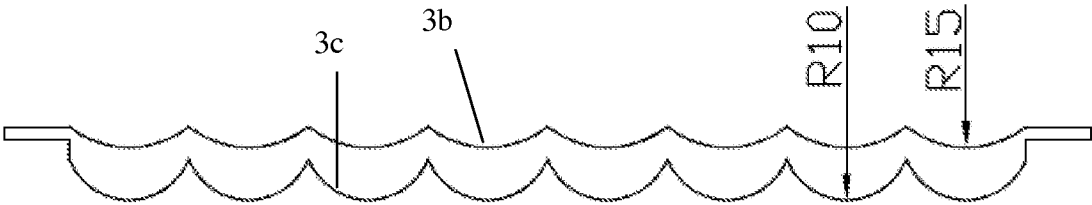


Fig. 9

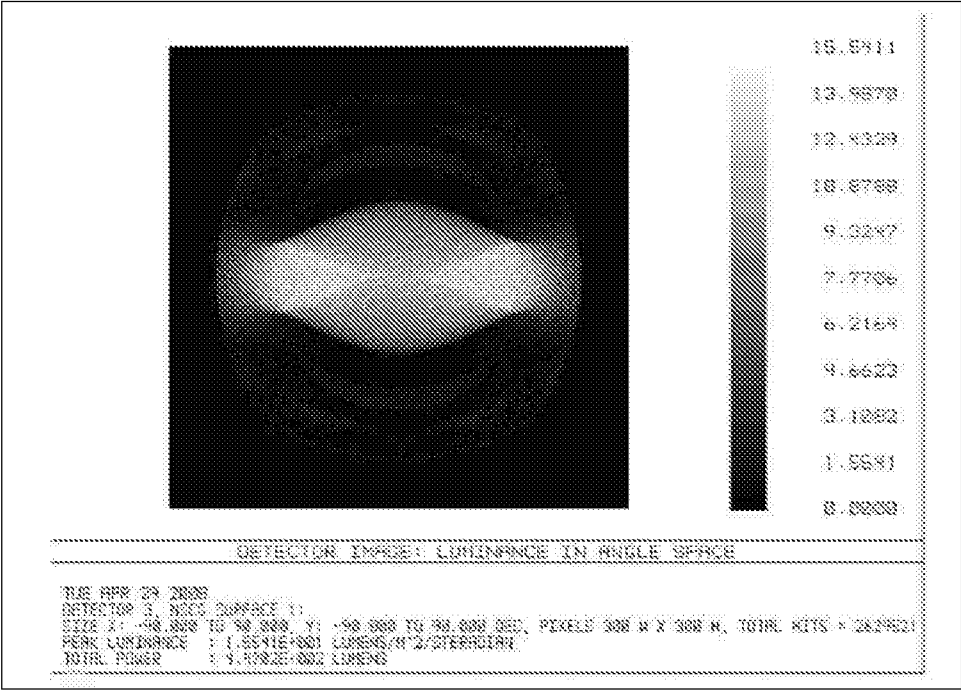


Fig. 10

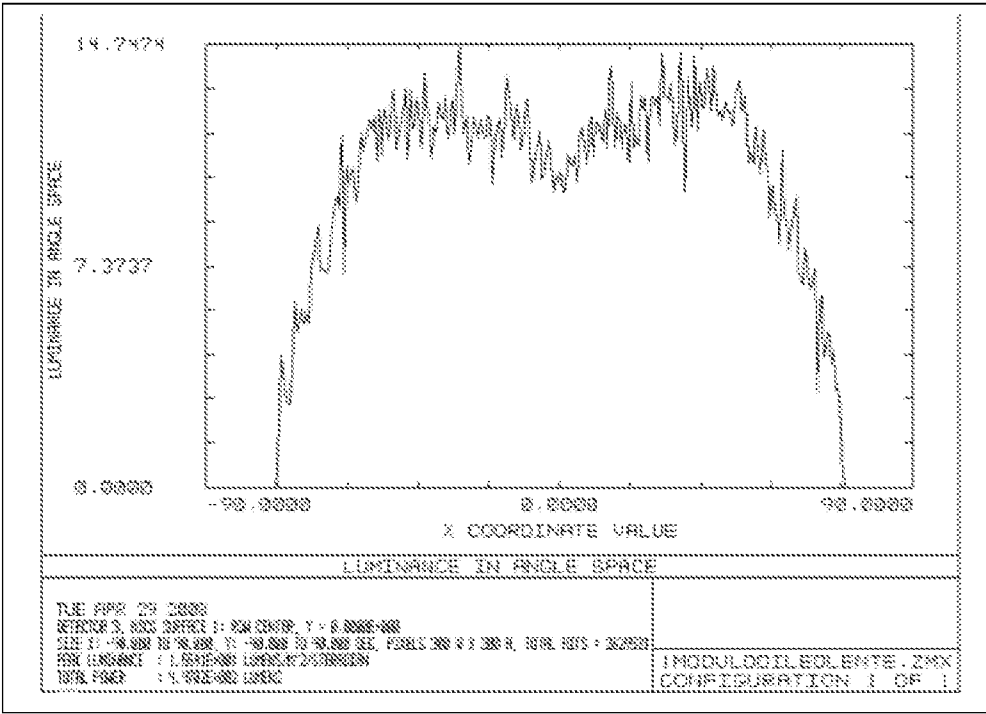


Fig. 11

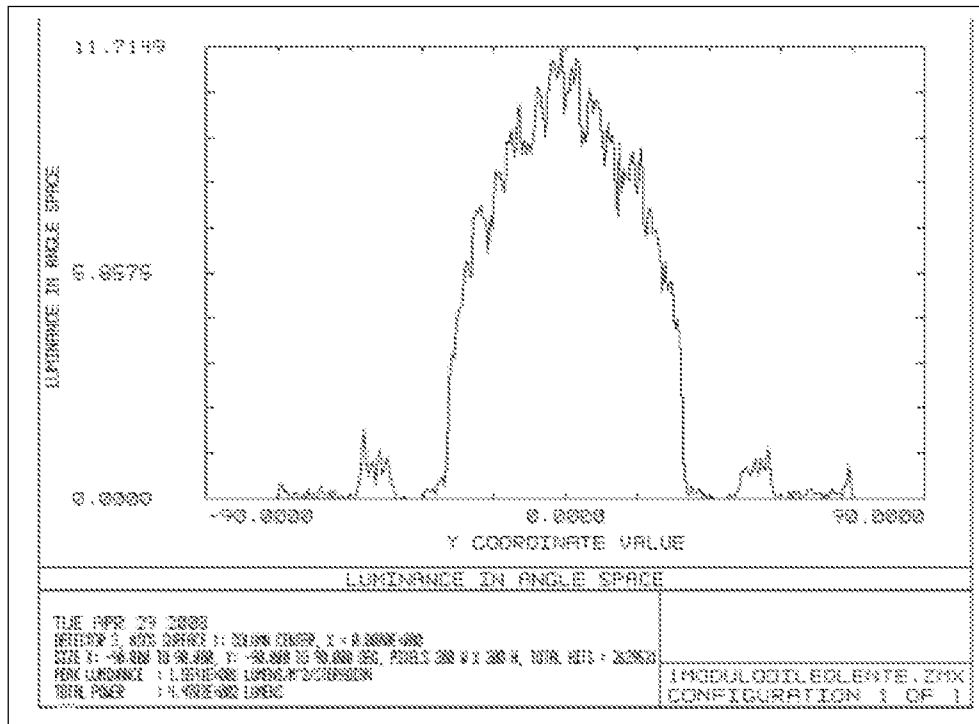


Fig. 12

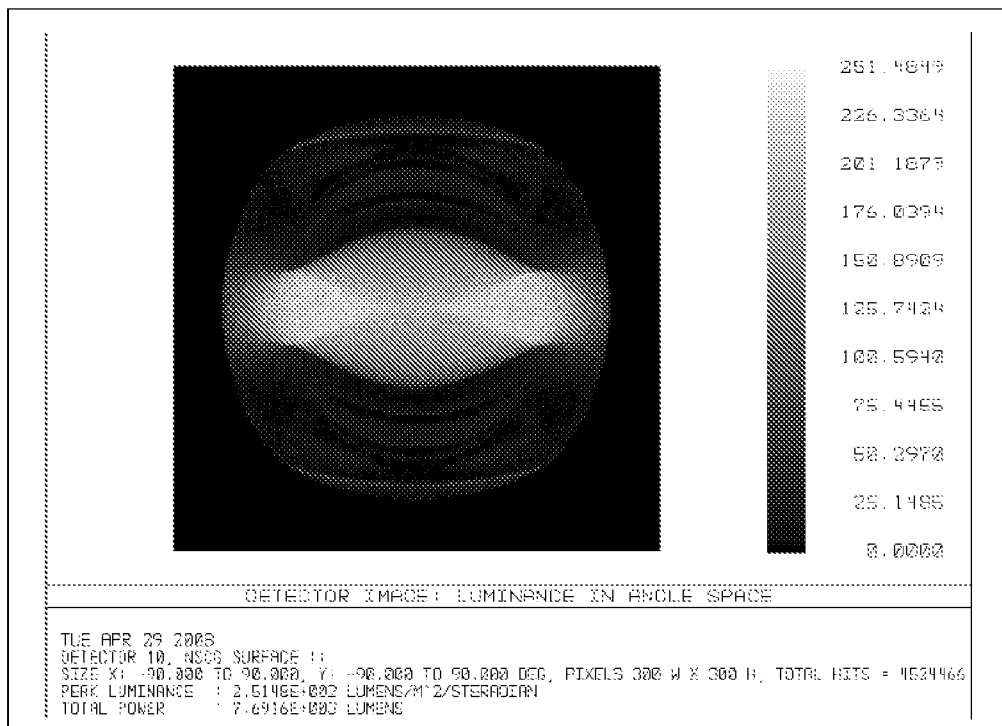


Fig. 13

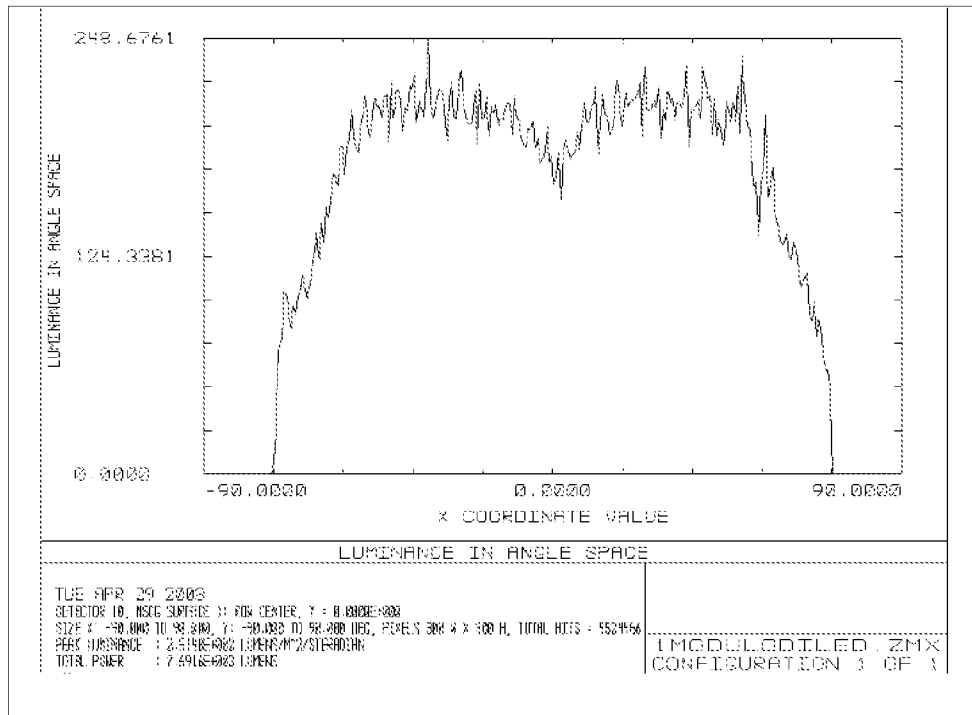


Fig.14

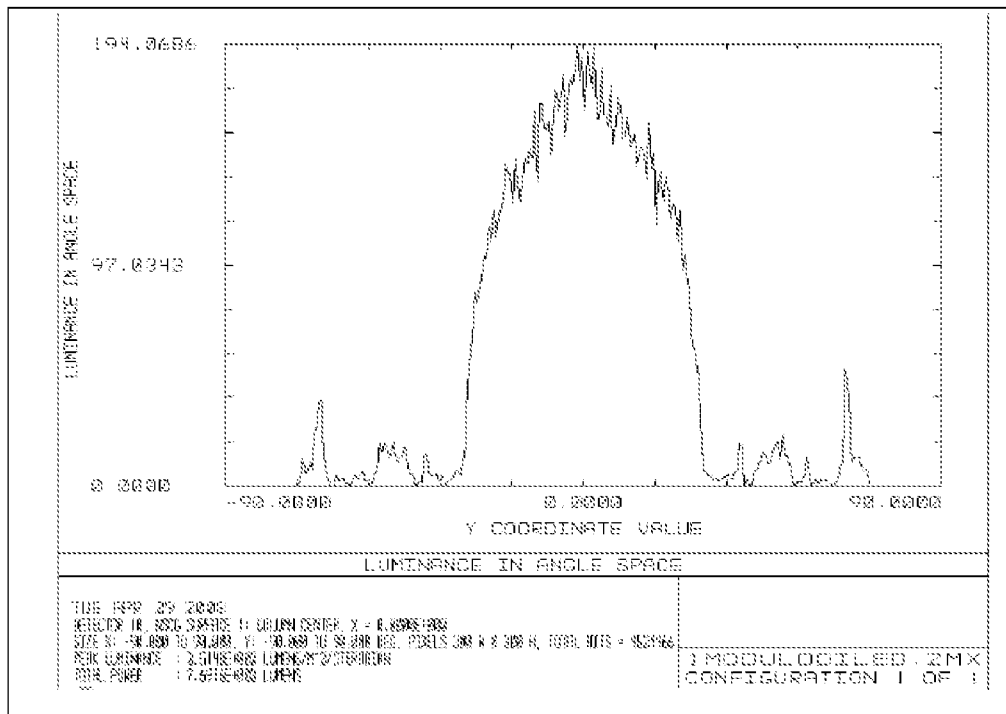


Fig. 15

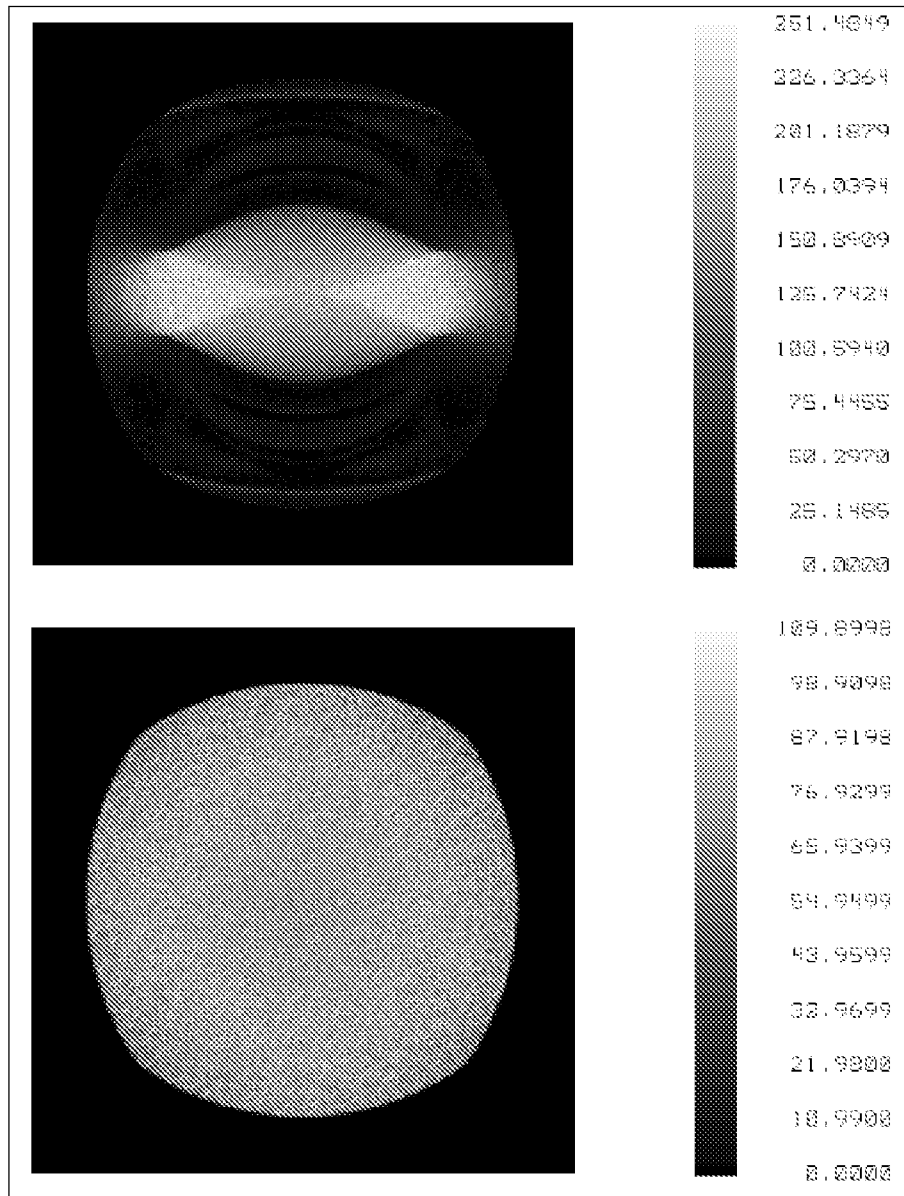


Fig. 16

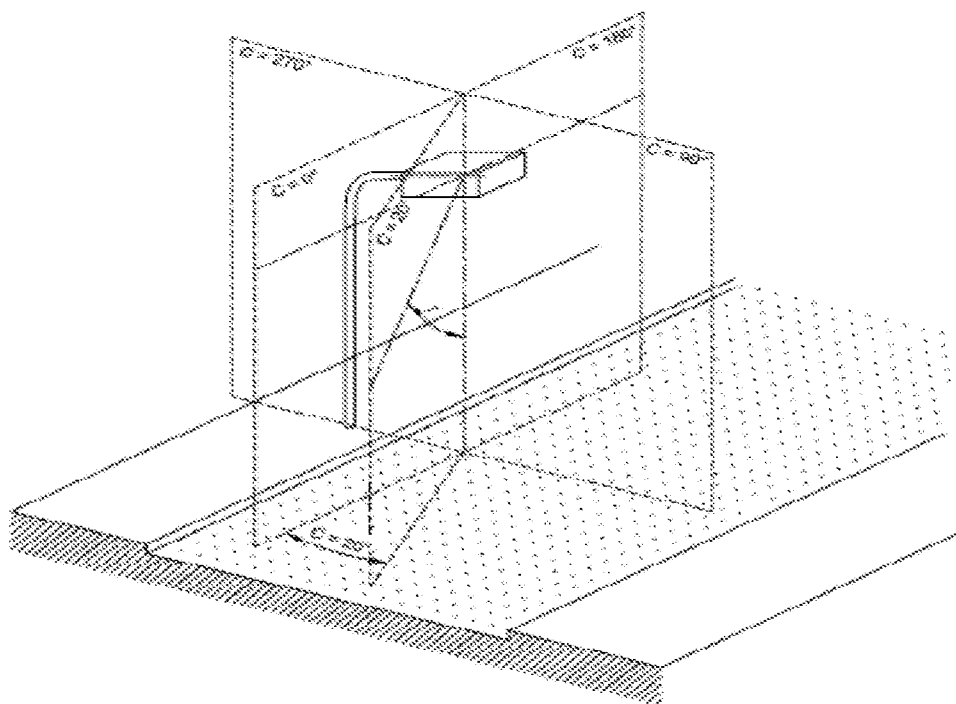


Fig. 17

UNILE Categoria Led senza Lente / CDL (polare)

Lampada: UNILE Categoria Led senza Lente
Lampade: 1 x 10000 Lampada

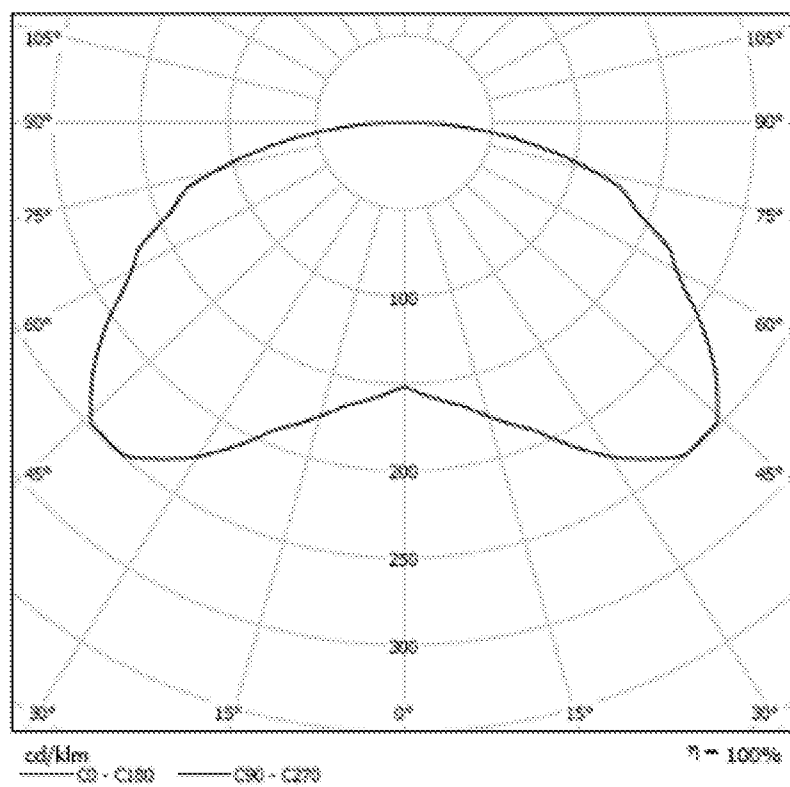


Fig. 18

UNILE Categoria Led K2 con lente / CDL (polare)

Lampada: UNILE Categoria Led K2 con lente
 Lampade: 1 x Nome Lampada

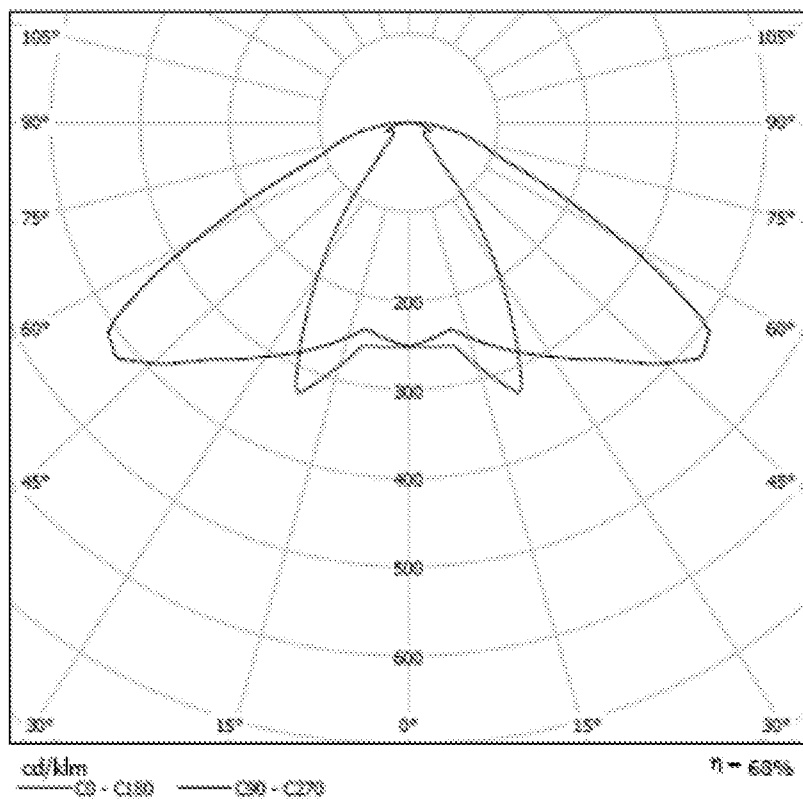


Fig. 19

Intensità a 14,5 cm

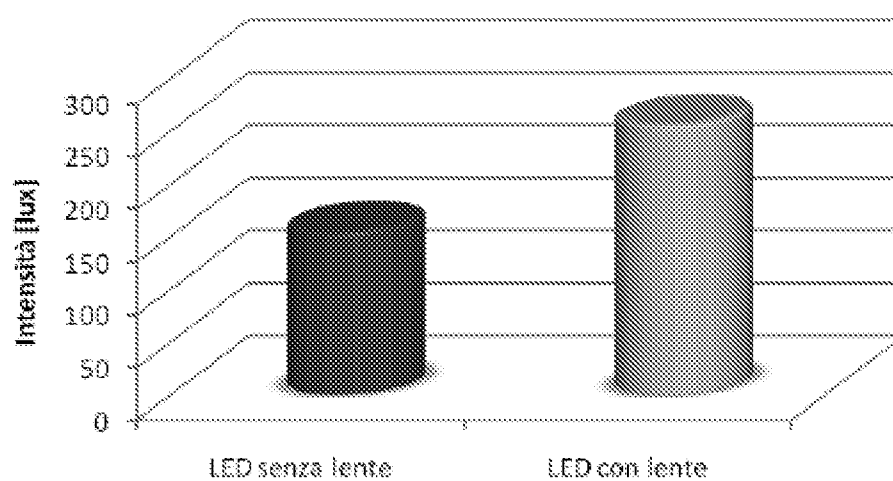


Fig. 20