



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I843249 B

(45) 公告日：中華民國 113 (2024) 年 05 月 21 日

(21) 申請案號：111140312

(22) 申請日：中華民國 111 (2022) 年 10 月 24 日

(51) Int. Cl. : G01J1/42 (2006.01)

G01F23/28 (2006.01)

(71) 申請人：國立中央大學 (中華民國) NATIONAL CENTRAL UNIVERSITY (TW)

桃園市中壢區中大路 300 號

(72) 發明人：韋安琪 WEI, AN CHI (TW) ; 施至柔 SZE, JYH ROU (TW) ; 杜星旻 TU, SHING

MIN (TW) ; 楊建裕 YANG, JIAN YU (TW)

(74) 代理人：白大尹

(56) 參考文獻：

CN 101421598A

CN 111272237A

US 7636166B2

US 7649160B2

審查人員：張耕誌

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：8 共 24 頁

(54) 名稱

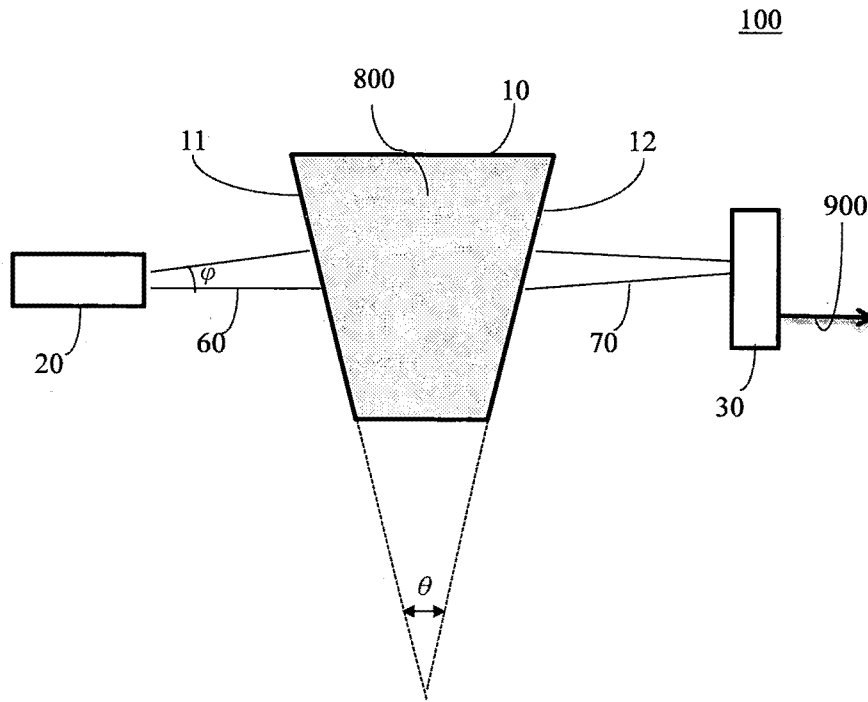
量測裝置

(57) 摘要

本發明為一種量測裝置，其包括：容置待測流體之腔體，其具有入射穿透面或入射穿透面與射出穿透面；置於腔體外與入射穿透面對應之電磁輻射源；以及感測及接收電磁波波前並輸出相對應之訊號群的波前感測器。藉由本發明之實施，量測裝置不但具有高精密度、高靈敏度、抗震性強及適用於氣體或液體之量測等優點，更重要的在於本發明之量測裝置不僅可以量測出氣體或液體之平均折射率、平均濃度或平均溫度，更可以量測出氣體或液體之折射率分布狀態、濃度分布狀態、或溫度分布狀態。

The present invention discloses apparatus for measuring fluid, that is, a gas or a liquid. The apparatus includes a chamber implemented with an incident transparent surface and an exit transparent surface and contains the fluid under measuring; a radiation source implemented outside the incident transparent surface; and a wavefront sensing device that detects wavefront and output signals. With the implementation of the present invention, high precision, high sensitivity, good performance against vibrations together with the merit of being applicable for either gas or liquid measuring are provided. More importantly, the apparatus for fluid measurements of the present invention measures not only the average refractive index, the average concentration, or the average temperature of the gas or the liquid, but also the refractive index distribution, the concentration distribution, or the temperature distribution of the gas or the liquid. That is quite outstanding, and no other existing refractive index device can achieve.

指定代表圖：



符號簡單說明：

100:量測裝置

10:腔體

11:入射穿透面

12:出射穿透面

20:電磁輻射源

30:波前感測器

60:第一電磁波

70:第二電磁波

800:待測流體

900:訊號群

$\varphi$ :發散角

$\theta$ :夾角

第 1 圖

I843249

## 發明摘要

※ 申請案號：111140312

※ 申請日：111年10月24日

※IPC 分類：G01J 1/42 (2006.01)  
G01F 23/28 (2006.01)

### 【發明名稱】

量測裝置

APPARATUS FOR FLUID MEASUREMENT

### 【中文】

本發明為一種量測裝置，其包括：容置待測流體之腔體，其具有入射穿透面或入射穿透面與出射穿透面；置於腔體外與入射穿透面對應之電磁輻射源；以及感測及接收電磁波波前並輸出相對應之訊號群的波前感測器。藉由本發明之實施，量測裝置不但具有高精密度、高靈敏度、抗震性強及適用於氣體或液體之量測等優點，更重要的在於本發明之量測裝置不僅可以量測出氣體或液體之平均折射率、平均濃度或平均溫度，更可以量測出氣體或液體之折射率分布狀態、濃度分布狀態、或溫度分布狀態。

**【英文】**

The present invention discloses apparatus for measuring fluid, that is, a gas or a liquid. The apparatus includes a chamber implemented with an incident transparent surface and an exit transparent surface and contains the fluid under measuring; a radiation source implemented outside the incident transparent surface; and a wavefront sensing device that detects wavefront and output signals. With the implementation of the present invention, high precision, high sensitivity, good performance against vibrations together with the merit of being applicable for either gas or liquid measuring are provided. More importantly, the apparatus for fluid measurements of the present invention measures not only the average refractive index, the average concentration, or the average temperature of the gas or the liquid, but also the refractive index distribution, the concentration distribution, or the temperature distribution of the gas or the liquid. That is quite outstanding, and no other existing refractive index device can achieve.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（ 1 ）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

100 .....	量測裝置
10 .....	腔體
11 .....	入射穿透面
12 .....	出射穿透面
20 .....	電磁輻射源
30 .....	波前感測器
60 .....	第一電磁波
70 .....	第二電磁波
800 .....	待測流體
900 .....	訊號群
$\varphi$ .....	發散角
$\theta$ .....	夾角

# 發明專利說明書

## 【發明名稱】

量測裝置

APPARATUS FOR FLUID MEASUREMENT

## 【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種量測裝置，特別是關於一種具有波前感測器之量測裝置。

## 【先前技術】

【0002】 隨著物質感測技術的越臻成熟與所需精密電子與光學元件製造技術之提升，流體材料之折射率、濃度或溫度相關的精確量測已經在工業應用、商業附加、國防軍事、航太科技、學術應用或實驗室資料蒐集上全面化地獲得完全的信賴。

【0003】 其中，尤其是有機高分子、無機材質與有機無機混合材質等之折射率的量測，對於鏡片、照明、國防軍事等需求的高反射或抗反射塗層；光學黏著劑；或是燃料特性分析等的應用需求與貢獻之大幅增加則日益明顯。

【0004】 然而時至今日，習知技術或系統所提供或改良之折射率量測裝置或系統在量測液體或固體之折射率時，常使用基於全反射原理之阿貝折光儀；而在量測氣體折射率時，則常以干涉儀系統為之，利用干涉條紋與光學系統間之關聯參數推算出氣體的折射率。雖然其亦可求得某些狀態下之氣體折射率，但因為干

涉儀系統對檢測環境的精密度、無震動、校準等要求甚為嚴格導致其設置成本甚高，且又礙於干涉條紋的顯示限制，干涉儀系統通常難以對高動態氣體進行正確檢測。除此之外，習知的液體折射率量測裝置、固體折射率量測裝置或液體、固體量測系統，乃至量測氣體折射率的干涉儀系統，都不易量測出空間中折射率分布之資訊。

**【0005】** 另一方面，近期氣體折射率量測技術中，常使用光子晶體、光纖等元件取得共振光譜，再解析之以換算折射率；然而因系統中須搭配光譜儀，這不但使得系統成本大幅度提高，且折射率之空間分布仍難以量測。

**【0006】** 有鑒於此，若能提出一種新穎且進步的量測裝置，結合波前感測器與稜鏡等構件的偏轉角度之特性，改善上述習知結構之缺憾，除了充分發揮其具有的高精密度、高靈敏度與抗震能力佳的進步功能，可以精密量測材料折射率、材料含量、材料混和狀態、或材料溫度之外，更能夠精確量測出前述各種量測之分佈狀態，而能提供更廣泛的科學應用，對於學術領域、國防軍事系統、照明裝置、反射無反射塗裝及航太科技等領域之研究開發與產業應用，都將是一個具有顯著貢獻的突破性發明。

### **【發明內容】**

**【0007】** 本發明為一種量測裝置，其包括：容置待測流體之腔體，其具有入射穿透面或入射穿透面與出射穿透面；置於腔體外與入射穿透面對應之電磁輻射源；以及感測及接收電磁波波前並輸出相對應之訊號群的波前感測器。藉由本發明之實施，量

測裝置不但具有高精密度、高靈敏度、抗震性強及適用於氣體或液體之量測等優點，更重要的在於本發明之量測裝置不僅可以量測出氣體或液體之平均折射率、平均濃度或平均溫度，更可以量測出氣體或液體之折射率分布狀態、濃度分布狀態、或溫度分布狀態。

**【0008】** 本發明係提供一種量測裝置，用以量測一待測流體，並包括有：腔體，容置待測流體，並具有入射穿透面及與入射穿透面對之出射穿透面；電磁輻射源，設置於腔體外一側並與入射穿透面對應，其中電磁輻射源發射至少一輻射波長之第一電磁波穿透入射穿透面射入腔體，又第一電磁波並受待測流體調變為第二電磁波後穿透出射穿透面並射出腔體；以及波前感測器，設置於封閉腔體之另一側並與出射穿透面對應，感測接收第二電磁波之波前並轉換及輸出相對應之訊號群。

**【0009】** 本發明又提供一種量測裝置，用以量測一待測流體，並包括有：腔體，容置待測流體，並具有至少一入射穿透面；電磁輻射源，設置於腔體外之一側並與入射穿透面對應，其中電磁輻射源發射至少一輻射波長之第一電磁波穿透入射穿透面射入腔體，又第一電磁波並受待測流體調變為第二電磁波；以及波前感測器，設置於腔體之內，感測接收第二電磁波之波前並轉換及輸出相對應之訊號群。

**【0010】** 藉由本發明之實施，至少可以達到下列之多重特殊進步功效：

- 一、構件精簡，減少系統整體重量並大幅降低設置成本。
- 二、適用於氣體或液體之量測。



- 三、具有高精度、高靈敏度、抗震性強之特性。
- 四、可以量測出氣體或液體之平均折射率、平均濃度、密度或平均溫度。
- 五、可以量測出氣體或液體之折射率分布狀態、濃度分布狀態、或溫度分布狀態。

**【0011】** 為使任何熟習相關技藝者了解本發明之技術內容並據以實施，且根據本說明書所揭露之內容、申請專利範圍及圖式，任何熟習相關技藝者可輕易地理解本發明相關之目的及優點，因此將在實施方式中詳細敘述本發明之詳細特徵以及優點。

### **【圖式簡單說明】**

#### **【0012】**

第 1 圖係為本發明實施例之一種量測裝置之示意圖。

第 2 圖係為本發明實施例之另一種量測裝置之示意圖。

第 3A 圖係為本發明實施例之一種量測裝置之腔體的人射穿透面為彎曲面之示意圖。

第 3B 圖係為本發明實施例之一種量測裝置之腔體的出射穿透面為彎曲面之示意圖。

第 3C 圖係為本發明實施例之一種量測裝置之腔體的人射穿透面及出射穿透面皆為彎曲面之示意圖。

第 4 圖係為本發明實施例之另一種量測裝置之腔體的人射穿透面為彎曲面之示意圖。

第 5A 圖係為本發明實施例之一種量測裝置之腔體的人射穿透面為至少一稜鏡結構之示意圖。

第 5B 圖係為本發明實施例之一種量測裝置之腔體的出射穿透面為至少一稜鏡結構之示意圖。

第 5C 圖係為本發明實施例之一種量測裝置之腔體的人射穿透面及出射穿透面皆為至少一稜鏡結構之示意圖。

第 6 圖係為本發明實施例之另一種量測裝置之腔體的人射穿透面為至少一稜鏡結構之示意圖。

第 7A 圖係為本發明實施例之一種量測裝置之腔體的人射穿透面之表面具有複數直線刻痕之立體示意圖。

第 7B 圖係為本發明實施例之一種量測裝置之腔體的出射穿透面之表面具有複數直線刻痕之立體示意圖。

第 8A 圖係為本發明實施例之一種量測裝置之腔體的人射穿透面之表面具有複數環形刻痕之立體示意圖。

第 8B 圖係為本發明實施例之一種量測裝置之腔體的出射穿透面之表面具有複數環形刻痕之立體示意圖。

### 【實施方式】

【0013】 請參考如第 1 圖所示，為實施例之一種量測裝置 100，用以量測一待測流體 800，量測裝置 100 包括有：一腔體 10；一電磁輻射源 20；以及一波前感測器 30。

【0014】 前述量測裝置 100 所能量測之待測流體 800 標的，可以是一種均勻材料之流體(液體或氣體)或是一種非均勻材料之流體。

【0015】 如第 1 圖所示，量測裝置 100 之腔體 10，係用以容置待測流體 800。腔體 10 並具有一入射穿透面 11 及與入射穿透面

11 相對之一出射穿透面 12。

【0016】 如第 1 圖所示，為了可以得到最佳的檢測效果，入射穿透面 11 與出射穿透面 12 之夾角  $\theta$  係可以設置為介於 0 度至 160 度之間。

【0017】 至於待測流體 800 的導入腔體 10 或導出腔體 10 為所屬領域一般習知之技術，不在本發明範圍，可以使用外加的至少一個充填與汲出構件，並不使待測流體 800 洩漏，或是自然擴散進入即可達成，於此不加贅述。

【0018】 同樣如第 1 圖所示，實施例之電磁輻射源 20 係設置於腔體 10 外之一側，並與腔體 10 之入射穿透面 11 相對應，也就是電磁輻射源 20 的輻射路徑或光路徑直接照射入射穿透面 11。所述電磁輻射源 20 可以發射出具有至少一輻射波長之第一電磁波 60，所發射出的第一電磁波 60 並穿透入射穿透面 11 而射入腔體 10 並受腔體 10 內之待測流體 800 調變為一第二電磁波 70 後穿透過出射穿透面 12 並射出腔體 10。

【0019】 再如第 1 圖所示，波前感測器 30，係設置於腔體 10 外之另一側並與出射穿透面 12 相對應。波前感測器 30 感測接收第二電磁波 70 之波前(WAVEFRONT)，並將感測接收的波前轉換及輸出相對應的類比或數位或類比數位混和之訊號群 900。

【0020】 接著請參考如第 2 圖所示，為實施例之另一態樣之量測裝置 200，用以量測一種均勻材料或是一種非均勻材料之待測流體 800 (液體或氣體)，量測裝置 200 包括有：一腔體 10'；一電磁輻射源 20；以及一波前感測器 30。

【0021】 如第 2 圖所示，量測裝置 200 之腔體 10'，係用以容

置待測流體 800，其中腔體 10' 並具有至少一個人射穿透面 11。其中待測流體 800 的導入腔體 10' 或導出腔體 10' 為所屬技術領域習知之技術，於此亦不加贅述。

【0022】 如第 2 圖所示，量測裝置 200 之電磁輻射源 20 係設置於腔體 10' 外之一側，並與腔體 10' 之人射穿透面 11 相對應。電磁輻射源 20 發射出具有至少一輻射波長之第一電磁波 60，穿透入射穿透面 11 而射入腔體 10'，並受腔體 10' 內之待測流體 800 調變為一第二電磁波 70。

【0023】 再如第 2 圖所示，本態樣實施例之量測裝置 200 的波前感測器 30，則係設置於腔體 10' 之內。波前感測器 30 感測接收第二電磁波 70 之波前，並將感測接收的波前轉換及輸出相對應的類比或數位或類比數位混和之訊號群 900。

【0024】 如第 1 圖及第 2 圖所示實施例中，量測裝置 100 或量測裝置 200 由波前感測器 30 感測接收受待測流體 800 折射後之第二電磁波 70 之波前，並轉換及輸出相對應的訊號群 900。訊號群 900 再由外部的信號處理裝置(SIGNAL PROCESSING DEVICE)進行接收、分析及處理，進而得出腔體 10 或腔體 10' 之內的待測流體 800 之平均折射率、折射率分布狀態、平均濃度、濃度分布狀態、平均密度、密度分布狀態、平均溫度或溫度分布狀態等資訊。

【0025】 對於波前的檢測，各實施例中的波前感測器 30 可以使用謝克哈特曼(Shack-Hartmann)量測方式的波前感測器，或是橫向剪切干涉(Lateral Shearing Interferometry)量測方式的波前感測器進行檢測，如此，所使用之波前感測器精密度甚高，甚至可以

偵測到極微小的波前之變化量。而至於外部信號處理裝置對訊號群 900 的分析或處理，較佳的係可以使用每一項皆具有線性獨立特性的澤爾尼克多項式(Zernike Polynomial)分析法來表示波前像差，進而得到精密的折射率分布、濃度分布、密度分布、或溫度分布等狀態資訊。

**【0026】** 請再次參考如第 1 圖及第 2 圖所示，在較佳實施例中，量測裝置 100 或量測裝置 200 的電磁輻射源 20 可以使用發散角  $\phi$  為介於 0 度至 160 度之間的雷射光源。其優點為在符合精密準確的量測要求下，電磁輻射源 20 的選擇可以多樣化，進而減低光源獲得困難度並有效降低量測裝置 100 或量測裝置 200 的整體設置成本。

**【0027】** 接下來請參考如第 3A 圖至第 3C 圖所示，量測裝置 100 的腔體 10 之入射穿透面 11 或出射穿透面 12 可以設置為曲率半徑大於 1mm 之彎曲面 121。如此，可以有效增加第一電磁波 60 的波前變化並提高第二電磁波 70 之波前的聚焦收集與波前變化之精密度。而在入射穿透面 11 與出射穿透面 12 都設置為彎曲面 121 時，更可以分別使用曲率半徑不相同的彎曲面 121。

**【0028】** 而如第 4 圖所示，同樣為了達到前述之較佳功效，量測裝置 200 的腔體 10' 之入射穿透面 11 亦可以設置為曲率半徑大於 1mm 之彎曲面 121。

**【0029】** 再者，如第 5A 圖至第 5C 圖所示，量測裝置 100 的腔體 10 之入射穿透面 11 或出射穿透面 12 亦可以設置為至少一稜鏡結構 40，而且此稜鏡結構 40 之頂角 A 係可以選擇為介於 0 度至 60 度之間。如此，利用稜鏡之發散折射效果同樣可以有效增加

第一電磁波 60 的波前變化量並提高第二電磁波 70 之波前的聚焦收集與量測波前變化之精密度。

**【0030】** 同樣為了達到前述之較佳功效，如第 6 圖所示，量測裝置 200 的腔體 10' 之入射穿透面 11 亦可以設置為至少一稜鏡結構 40，而且此稜鏡結構 40 之頂角 A 係亦可以選擇為介於 0 度至 60 度之間。

**【0031】** 為了達到同樣的較佳量測功效，如第 7A、7B 圖及第 8A、8B 圖所示，在不同的實施例中，量測裝置 100 的腔體 10 之入射穿透面 11 或出射穿透面 12 之表面，可以製作形成複數直線刻痕 52 或複數環形刻痕 55，且為了提高對波前或波前變化量之量測精密度，任二相鄰之直線刻痕 52 或任二相鄰之環形刻痕 55 之間距 d 係可以選擇為介於 0.3 微米至 0.5 毫米之間。

**【0032】** 如第 7A 及第 8A 圖所示，在另一種實施態樣中，量測裝置 200 之腔體 10' 的入射穿透面 11 之表面同樣可以製作形成複數直線刻痕 52 或是複數環形刻痕 55，且任二相鄰之直線刻痕 52 或任二相鄰之環形刻痕 55 之間距 d 亦係介於 0.3 微米至 0.5 毫米之間。

**【0033】** 也就是說，為了達成最佳的量測功效，量測裝置 100 的腔體 10 之入射穿透面 11 或出射穿透面 12，或者是量測裝置 200 之腔體 10' 的入射穿透面 11，可以選擇為曲率半徑大於 1mm 之彎曲面 121、頂角 A 介於 0 度至 60 度之間的至少一稜鏡結構 40、或是在表面製作形成間距 d 介於 0.3 微米至 0.5 毫米之間的直線刻痕 52 或環形刻痕 55。

**【0034】** 總而言之，如各實施例所示，本發明之量測裝置 100

或量測裝置 200 係包含有限定特徵與連結關係的腔體 10 或腔體 10'、照射並穿透入射穿透面 11 的電磁輻射源 20、以及設置於腔體 10 之外或腔體 10' 之內的波前感測器 30，而可以達到構件精簡，減少系統整體重量並大幅降低設置成本；適用於氣體或液體之量測；具有高精度、高靈敏度、抗震性強之特性；以及可以精確量測出氣體或液體之平均折射率、平均濃度、密度、平均溫度、折射率分布狀態、濃度分布狀態、密度分布狀態或溫度分布狀態等特殊功效。其中，為了可以獲得最佳之量測效果，入射穿透面 11 或出射穿透面 12 更可以設置為彎曲面 121、為至少一稜鏡結構 40、或是表面具複數直線刻痕 52 或複數環形刻痕 55。

**【0035】** 惟上述各實施例係用以說明本發明之特點，其目的在使熟習該技術者能瞭解本發明之內容並據以實施，而非限定本發明之專利範圍，故凡其他未脫離本發明所揭示之精神而完成之等效修飾或修改，仍應包含在以下所述之申請專利範圍中。

### **【符號說明】**

#### **【0036】**

100 .....	量測裝置
200 .....	量測裝置
10 .....	腔體
10' .....	腔體
11 .....	入射穿透面
12 .....	出射穿透面
121 .....	彎曲面

20 .....	電磁輻射源
30 .....	波前感測器
40 .....	稜鏡結構
52 .....	直線刻痕
55 .....	環形刻痕
60 .....	第一電磁波
70 .....	第二電磁波
800 .....	待測流體
900 .....	訊號群
$\varphi$ .....	發散角
$\theta$ .....	夾角
A.....	頂角
d.....	間距



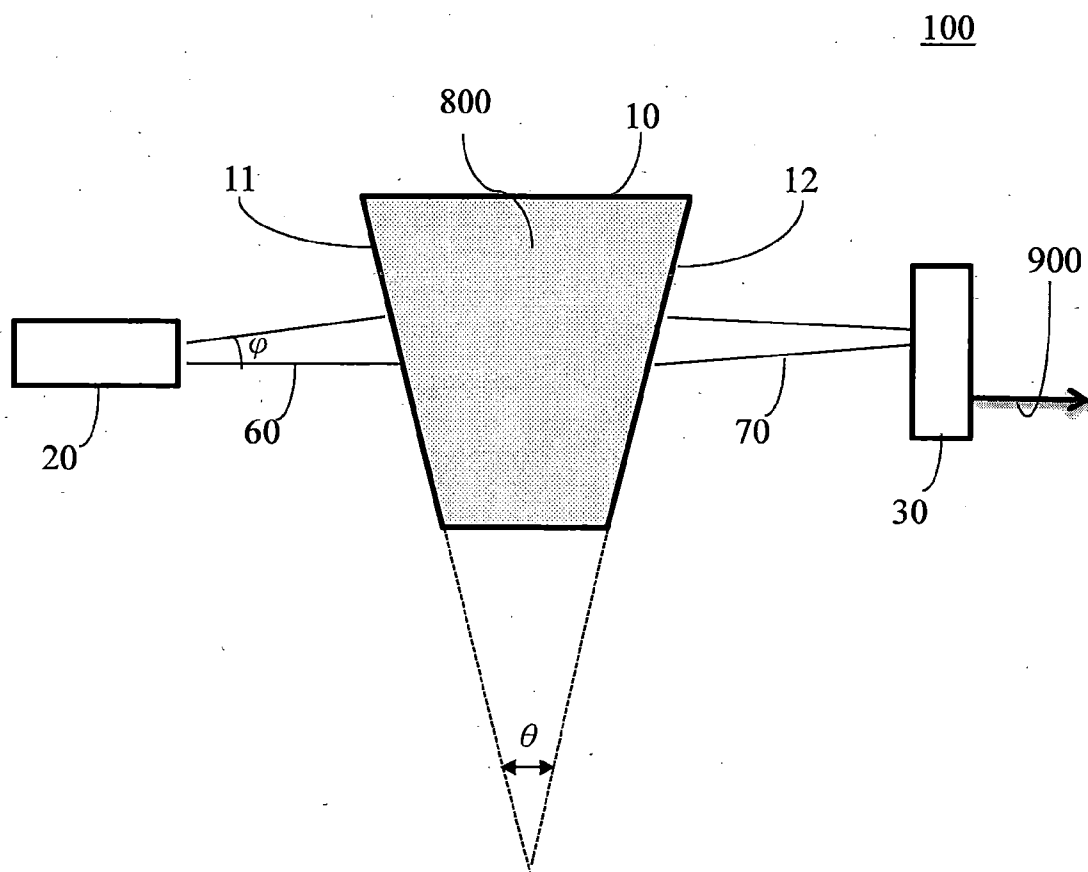
## 申請專利範圍

1. 一種量測裝置，用以量測一待測流體，並包括有：
  - 一腔體，容置該待測流體，並具有一入射穿透面及與該入射穿透面相對之一出射穿透面；
  - 一電磁輻射源，設置於該腔體外之一側並與該入射穿透面對應，其中該電磁輻射源係發射至少一輻射波長之一第一電磁波穿透該入射穿透面射入該腔體，又該第一電磁波並受該待測流體調變為一第二電磁波後穿透該出射穿透面並射出該腔體；以及
  - 一波前感測器，設置於該腔體外之另一側並與該出射穿透面對應，感測接收該第二電磁波之波前並轉換及輸出相對應之一訊號群。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之量測裝置，其中該入射穿透面與該出射穿透面之夾角係介於 0 度至 160 度之間。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之量測裝置，其中該入射穿透面或該出射穿透面係為至少一稜鏡結構，又該稜鏡結構之一頂角係介於 0 度至 60 度之間。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之量測裝置，其中該入射穿透面或該出射穿透面之表面係形成有複數直線刻痕或複數環形刻痕，且任二相鄰之該直線刻痕或任二相鄰之該環形刻痕之一間距係介於 0.3 微米至 0.5 毫米之間。
5. 一種量測裝置，用以量測一待測流體，並包括有：
  - 一腔體，容置該待測流體，該腔體並具有至少一入射穿透面；
  - 一電磁輻射源，設置於該腔體外之一側並與該入射穿透面對

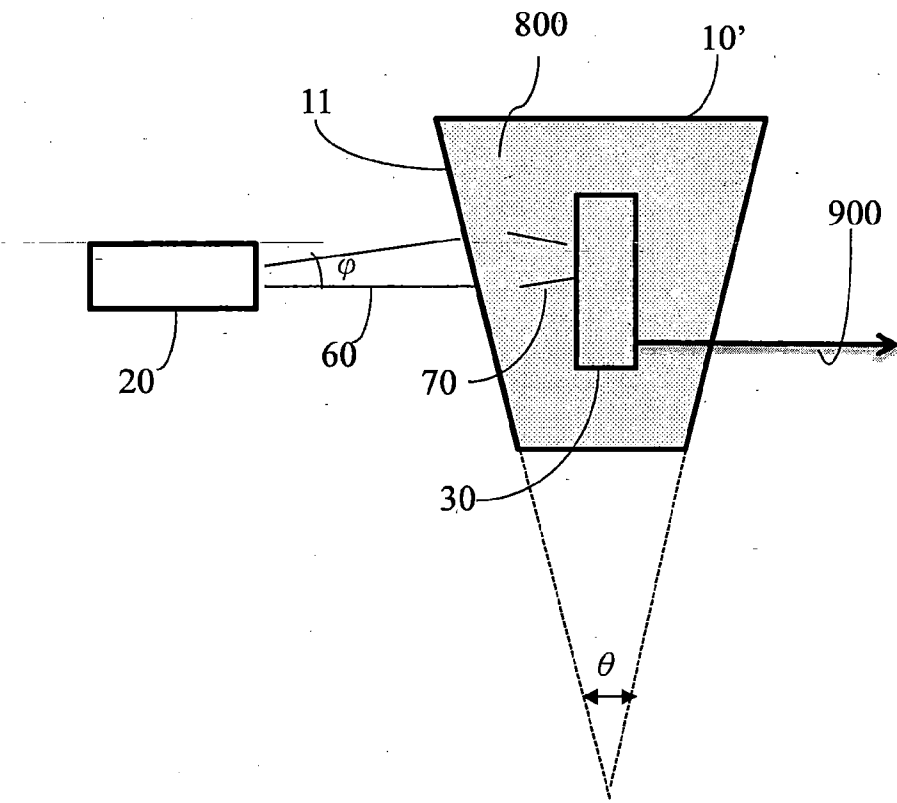
應，其中該電磁輻射源發射至少一輻射波長之一第一電磁波穿透該入射穿透面射入該腔體，又該第一電磁波並受該待測流體調變為一第二電磁波；以及一波前感測器，設置於該腔體之內，感測接收該第二電磁波之波前並轉換及輸出相對應之一訊號群。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之量測裝置，其中該入射穿透面係為至少一稜鏡結構，且該稜鏡結構之一頂角係介於 0 度至 60 度之間。
7. 如申請專利範圍第 5 項所述之量測裝置，其中該入射穿透面之表面係形成有複數直線刻痕或複數環形刻痕，且任二相鄰之該直線刻痕或任二相鄰之該環形刻痕之一間距係介於 0.3 微米至 0.5 毫米之間。
8. 如申請專利範圍第 1 項或第 5 項所述之量測裝置，其中該電磁輻射源之一發散角係介於 0 度至 160 度之間。
9. 如申請專利範圍第 1 項或第 5 項所述之量測裝置，其中該入射穿透面或該出射穿透面係為曲率半徑大於 1mm 之彎曲面。
10. 如申請專利範圍第 1 項或第 5 項所述之量測裝置，其中該訊號群係提供該待測流體之折射率分布資訊、濃度分布資訊、密度分布資訊或溫度分布資訊。

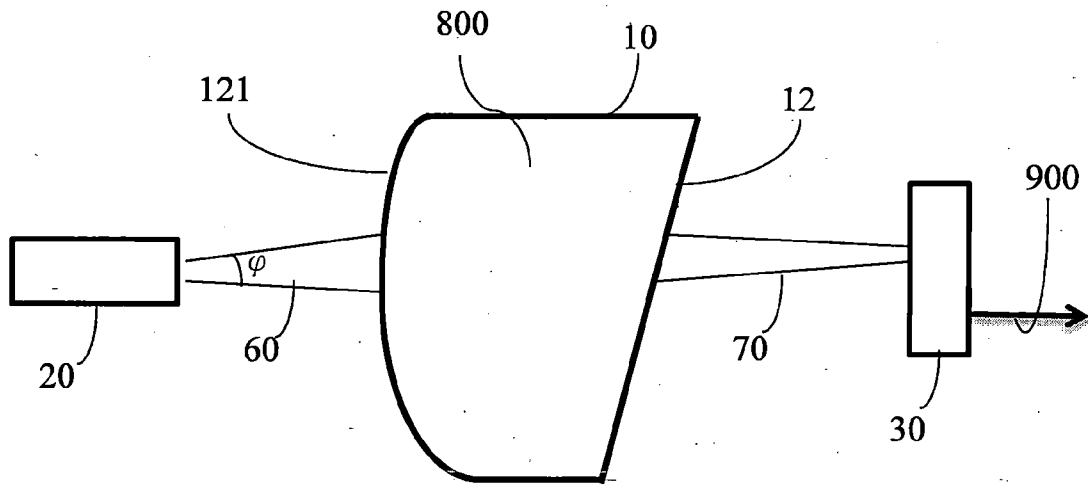
圖式



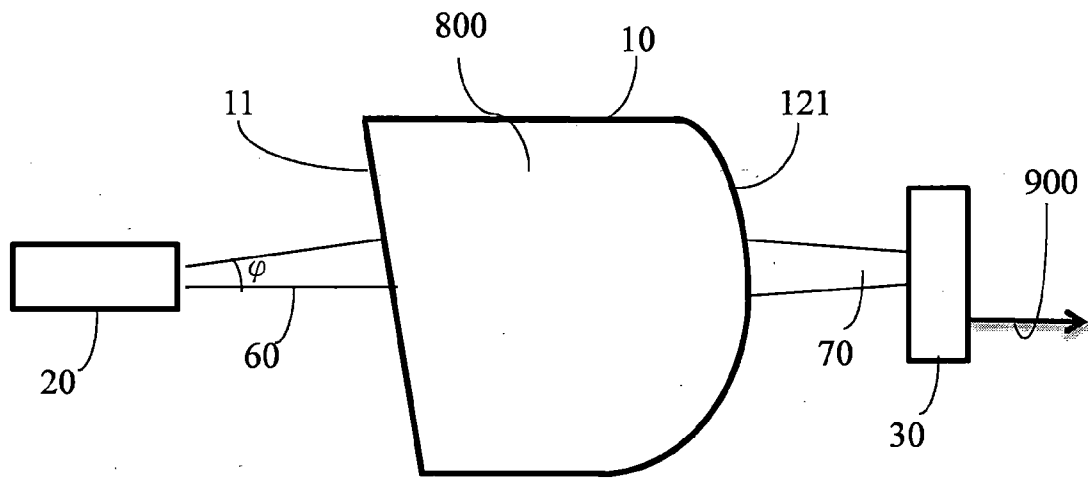
第 1 圖



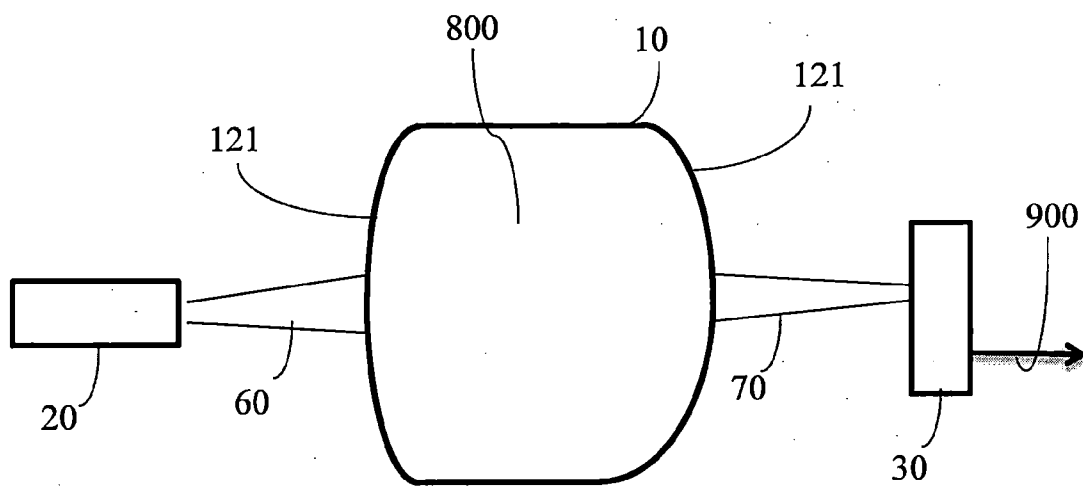
第 2 圖



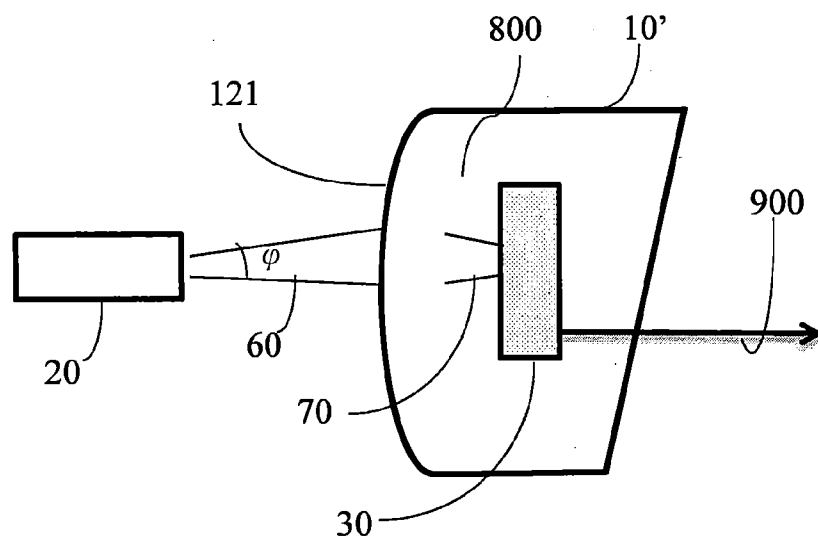
第 3A 圖



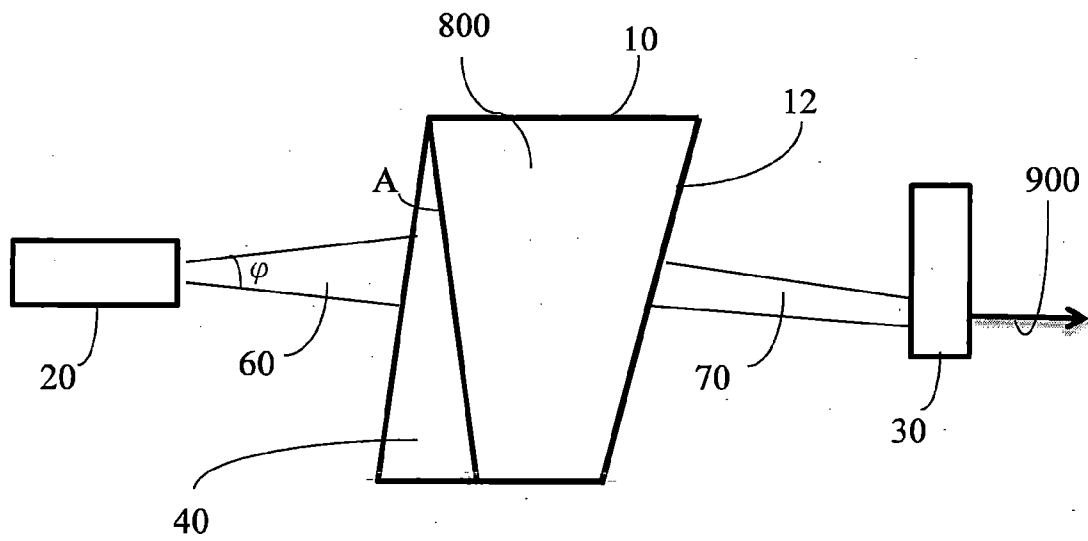
第 3B 圖



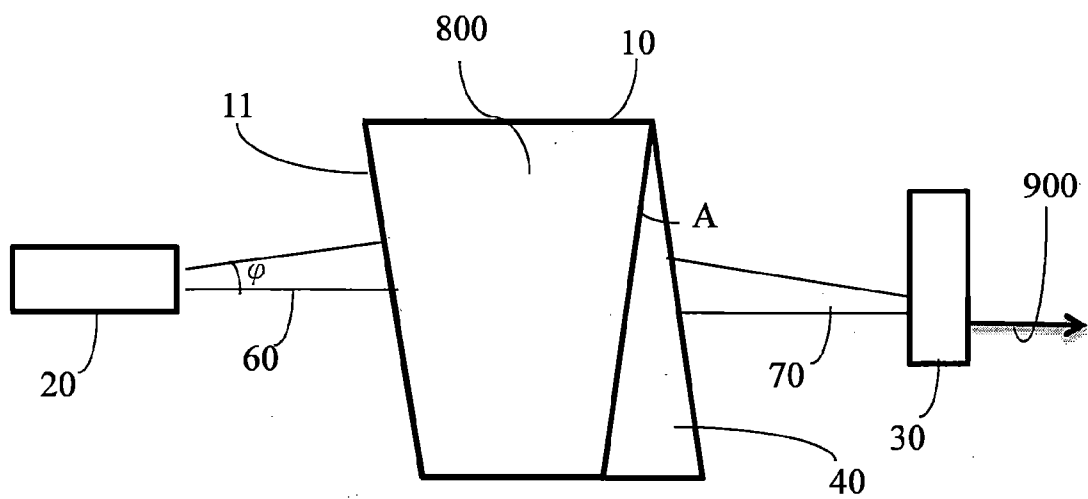
第 3C 圖



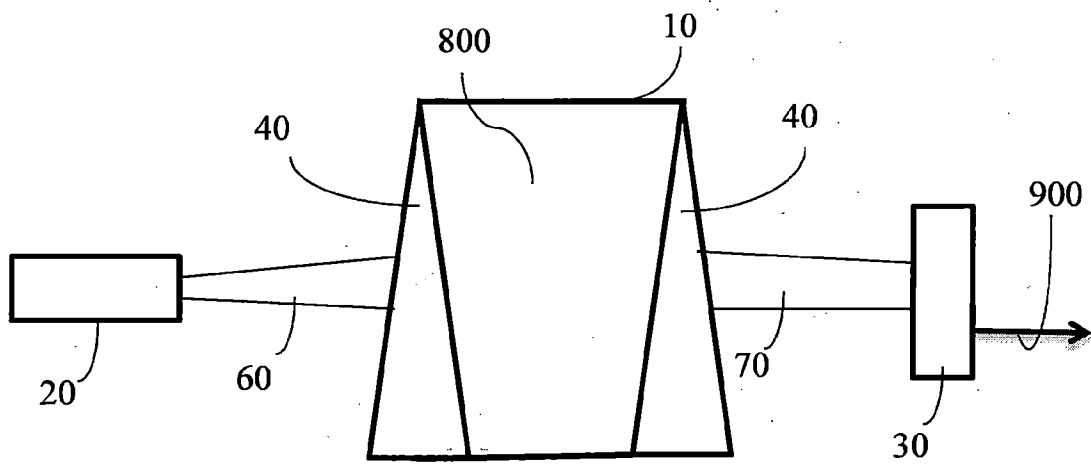
第 4 圖



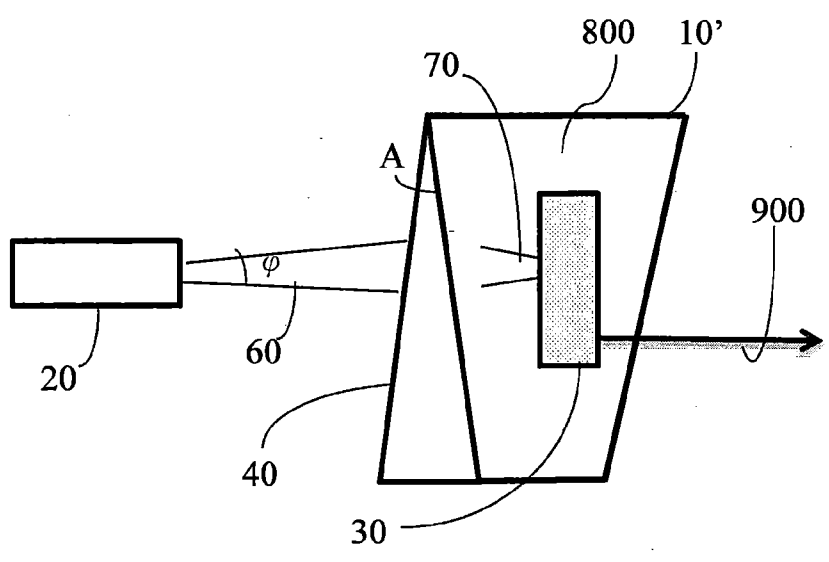
第 5A 圖



第 5B 圖

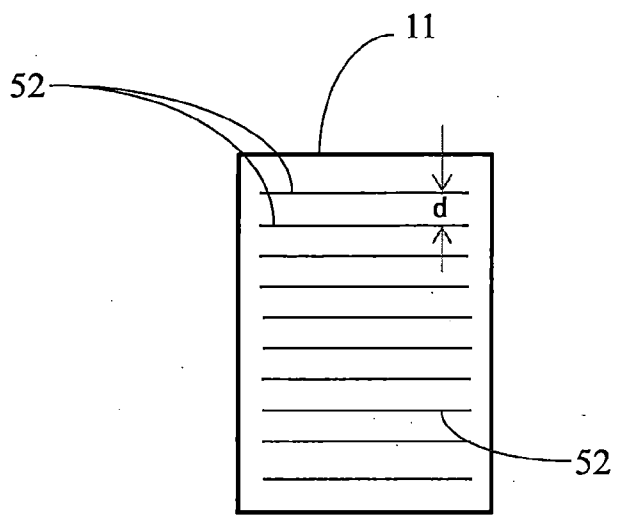


第 5C 圖

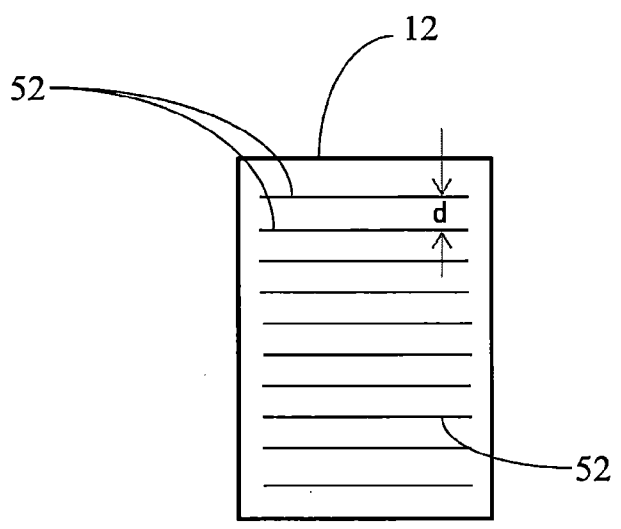


第 6 圖

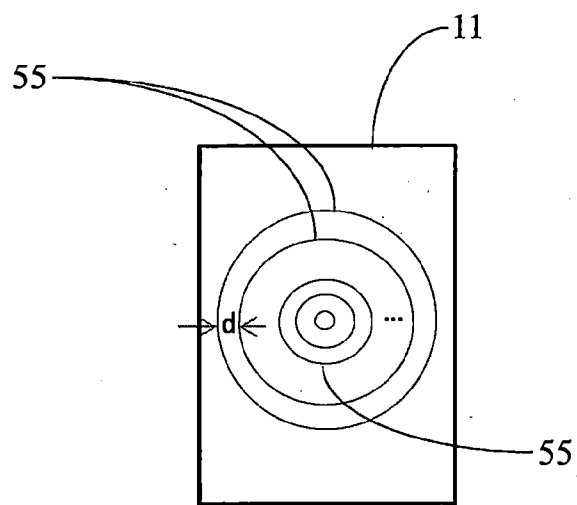




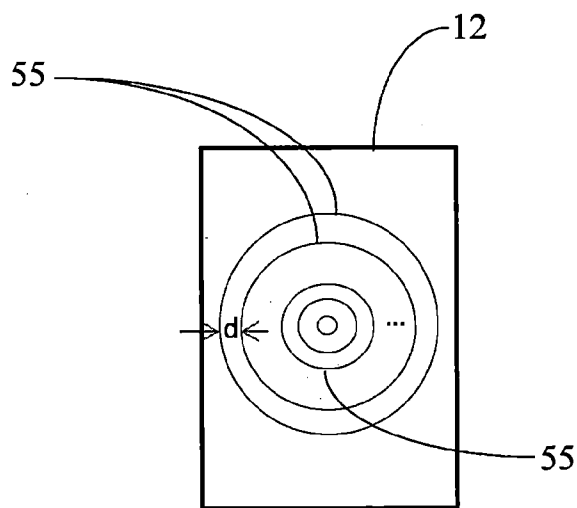
第 7A 圖



第 7B 圖



第 8A 圖



第 8B 圖