



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101424767 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 02

(21) 申请号 200710165935. 5

US 6486931 B1, 2002. 11. 26, 附图 1-5.

(22) 申请日 2007. 11. 02

WO 02/08806 A2, 2002. 01. 31, 附图 11.

(73) 专利权人 财团法人工业技术研究院
地址 中国台湾新竹县

审查员 姚宇鹤

(72) 发明人 赵志强 萧柏龄 曾宇璨 赖美君

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理
有限公司 11006

代理人 梁挥 祁建国

(51) Int. Cl.

G02B 6/00(2006. 01)

G02B 1/04(2006. 01)

G02F 1/13357(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5995288 A, 1999. 11. 30, 说明书第 10 栏
第 59 行 - 第 14 栏第 6 行、附图 1-6.

US 5933276 A, 1999. 08. 03, 说明书第 3 栏第
34 行 - 第 6 栏第 17 行、附图 1-5、表 1.

JP 特开平 6-265732 A, 1994. 09. 22, 附图
1-8.

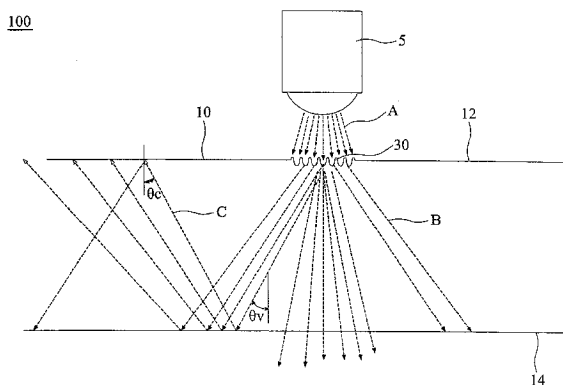
权利要求书1页 说明书6页 附图11页

(54) 发明名称

导光膜片

(57) 摘要

一种导光膜片包括一本体与一光扩散结构。光扩散结构包括多个微凹透镜沿一第一方向以及一第二方向排列成一二维数组, 该等微凹透镜以及该等微凹透镜的连接处的曲率皆不为 0。光扩散结构位于本体厚度方向的表面, 来自一光源的光线透过光扩散结构后, 折射进入该本体的内部而进行光的传递。



1. 一种导光膜片,包括:

一本体,具有一与空气交界的第一面、一与该第一面相对的第二面、以及一边缘;

一光扩散结构,形成于该第一面上,该光扩散结构包括多个微凹透镜沿一第一方向以及一第二方向排列成一二维数组,且所述微凹透镜的镜面以及所述微凹透镜彼此的连接处的曲率皆不为0;

其中来自一光源的光线由空气通过该光扩散结构后产生光的扩散并进入该本体,扩散后的光线到达所述第二面产生反射,由所述第二面反射后的光线到达所述第一面时产生全反射,然后不断地在该本体的内部产生全反射而进行传递,光线从该边缘射出,且光线入射于该本体的方向与该光线在该本体中传递的方向是大体上垂直。

2. 根据权利要求1所述的导光膜片,其特征在于,还包括一反射件,设于该本体附近,光线经由该反射件反射通过该光扩散结构至该本体内部而产生全反射而进行传递。

3. 根据权利要求2所述的导光膜片,其特征在于,该本体还具有第二面,当光线从该第一面入射并通过该光扩散结构时,该反射件是朝向该第二面设置。

4. 根据权利要求1所述的导光膜片,其特征在于,该本体还具有第二面,光线从该第一面入射并通过该光扩散结构,并在该本体的内部产生全反射而进行传递。

5. 根据权利要求1所述的导光膜片,其特征在于,光源与膜片方向互为垂直或倾斜。

6. 根据权利要求1所述的导光膜片,其特征在于,该第一方向与该第二方向是大体上垂直。

7. 根据权利要求1所述的导光膜片,其特征在于,每一微凹透镜的宽度与深度的比值是小于2。

8. 根据权利要求1所述的导光膜片,其特征在于,该微凹透镜的深度是小于该导光膜片的厚度。

9. 根据权利要求1所述的导光膜片,其特征在于,还包括一出光结构,设于该第一面或该第二面,在该本体内传递的光线经由该出光结构而传递至该导光膜片的外部。

10. 根据权利要求1所述的导光膜片,其特征在于,该导光膜片的材质为透明与半透明高分子聚合物,所述透明与半透明高分子聚合物包括聚碳酸酯 (Polycarbonate)PC、PET、COP、COC、PE、PP、PES、PI、PMMA、或 PS。

11. 根据权利要求1所述的导光膜片,其中该光扩散结构用一模具以热压法或射出法形成于该本体上。

导光膜片

技术领域

[0001] 本发明是涉及一种导光膜片 (Light guiding film), 特别是涉及一种可将光线直接从膜片表面导入膜片内部, 使光线沿着内部传递的导光膜片。

背景技术

[0002] 一般中小尺寸的背光源, 包括手机、PDA、数码相机等, 均采用侧光导光式的背光模块为主, 由于小尺寸要求轻薄短小甚至是可挠曲化, 薄型化是产品设计的趋势, 背光源组也是不断的缩减其厚度, 超薄的导光膜为目前各国技术发展的主要着眼点, 市面上充斥许多低效率或无效的导光膜产品, 仅提供光扩散、反射或部分光耦合的效果, 无法有效将光源导入膜片中, 另外受限于产品价值, 如何以简易的方法, 制造出膜片厚度 <500um 的超薄导光膜片, 首先要解决的是光如何导入到薄的膜片中, 传统导光厚板由于有较大面积截面, 可以利用侧光引入的方式, 光源与膜片方向平行, 光线经过界面自然会耦合进入膜片, 在膜片中传递, 另外光源上, CCFL 冷阴极管发出光束的光型较为发散, LED 光束光型较为集中, 所以 LED 所使用的导光板可以较薄, 不过当光束大小超过膜片厚度时, 就无法直接将 LED 耦合入膜片, 只能使用强迫耦合与聚焦等较为复杂高成本的手段处理, 很难实现物美价廉的超薄型导光膜片。

[0003] 一般导光板所见的导光方式如美国专利 US 6259854 所示, 由厚导光板侧边截面方向导入光源, 光线引入后在导光板内进行全反射, 光线的引出则是利用楔型板加表面网点印刷等方式或平板搭配表面光学微结构布局等, 当导光板厚度小于光源范围时, 光线就很难导入导光板中, 需通过其它的设计来将光导引至膜片当中。公知技术 SID '03 DIGEST, 2003, p1259-1261 公开了一种利用膜片转折的方式, 将光源由膜片背后侧面引入, 经过反射后将光组件间接导入正面的膜片, 这样的设计会增加封装的复杂度与光能量的损耗, US 2006/0262564 则利用皇冠型的 LED 光学帽子, 将 LED 发出的光折射成进入膜片的截面, 通过底部传导后再反射到正向的光学出光膜片, 这样的设计非但无法降低背光模块厚度, 更会增加复杂性与成本。美国专利 US 5883684 为完全包覆型的侧光式导光膜片, 以反射层将光源强迫反射到膜片当中, 光线在这样的反射折射中会大量损耗能量, 在散热与效率上会有影响。美国专利公开案 US 2005/0259939 为将导光膜片弯曲, 光线还是由膜片的截面进入, 再曲折到表面的膜片发光层, 这样的设计会除了在封装上的问题外, 并未解决光线如何进入较薄膜片的问题。美国专利公开案 US 2004/061440 为薄型导光膜的专利图形, 将 LED 装置在膜片表面, 利用遮光与反射层将光线行进方向压缩与膜片平行, 光线在膜片的上方前进, 遇到表面的网点等结构再改变方向, 发散出来, 这样的设计可以将膜片薄型化, 不过并不是直接将光线耦合到膜片里面, 所以当膜片弯曲时, 光线就无法沿着膜片表面前进, 表面的光学设计就会失效, 而日本专利公开案 JP 2000249837 利用 taper (逐渐变小) 的方式, 将侧光渐渐导入较薄的膜片中, 这样的技术效率会因为背向反射而大幅损失光亮度并且需要较长的耦合距离, 美国专利公开案 US 2004/202441 将导光板中间制作出一个缺口与光源结合, 基本上还是利用膜片的截面将光源导入膜片当中, 当导光板厚度变

薄时,同样会遇到耦光的问题,期刊 Applied Optics April 2006 Vol. 45 No.12 与 Optics Express 2008 March 2007/Vol.15 No.5 公开了利用绕射光学的方式,利用细微的光栅,将垂直入射膜片的光线,经由绕射,光行进方向转换成与膜片平行,将光耦合至膜片当中,这样的光栅设计需要很复杂的光学设计与高精度的光栅加工技术,耦合效率很容易随精度的差异而不同,因此很难利用到商业生产中。

发明内容

[0004] 因此,本发明目的在于提供一种光学微结构,在导光膜片的厚度远小于光源尺寸的情况下,直接由膜片表面(厚度方向)将光耦合至导光膜片的构造。

[0005] 本发明利用微光学结构与光导原理,将 LED 光源直接由膜片表面耦合到导光膜片内,导光膜片厚度由 100um-500um 之间,过程不需要对位(alignment)或聚光(concentration),仅需近距离将光源直接照射在光扩散的微结构,即可以透过微结构折射后角度的控制,将光线引入塑料薄片当中。

[0006] 本发明的导光膜片的一较佳实施例包括一种导光膜片,包括:

[0007] 一本体,具有一与空气交界的第一面、一与该第一面相对的第二面、以及一边缘;

[0008] 一光扩散结构,形成于该第一面上,该光扩散结构包括多个微凹透镜沿一第一方向以及一第二方向排列成一二维数组,且所述微凹透镜的镜面以及所述微凹透镜彼此的连接处的曲率皆不为 0;

[0009] 其中来自一光源的光线由空气通过该光扩散结构后产生光的扩散并进入该本体,扩散后的光线到达所述第二面产生反射,由所述第二面反射后的光线到达所述第一面时产生全反射,然后不断地在该本体的内部产生全反射而进行传递,光线从该边缘射出,且光线入射于该本体的方向与该光线在该本体中传递的方向是大体上垂直。

[0010] 在上述较佳实施例中,所述的导光膜片还包括一反射件,设于该本体附近,光线经由该反射件反射通过该光扩散结构至该本体内部而产生全反射而进行传递。

[0011] 在上述较佳实施例中,该本体还具有第二面,当光线从该第一面入射并通过该光扩散结构时,该反射件是朝向该第二面设置。

[0012] 在上述较佳实施例中,该本体还具有第二面,光线从该第一面入射并通过该光扩散结构,并在该本体的内部产生全反射而进行传递。

[0013] 在上述较佳实施例中,光源与膜片方向互为垂直或倾斜。

[0014] 在上述较佳实施例中,该第一方向与该第二方向是大体上垂直。

[0015] 在上述较佳实施例中,每一微凹透镜的宽度与深度的比值是小于 2。

[0016] 在上述较佳实施例中,该微凹透镜的深度是小于该导光膜片的厚度。

[0017] 在上述较佳实施例中,所述的导光膜片还包括一出光结构,设于该第一面或该第二面,在该本体内传递的光线经由该出光结构而传递至该导光膜片的外部。

[0018] 在上述较佳实施例中,该导光膜片的材质为透明与半透明高分子聚合物,所述透明与半透明高分子聚合物包括聚碳酸酯(Polycarbonate)PC、PET、COP、COC、PE、PP、PES、PI、PMMA、或 PS。

[0019] 在上述较佳实施例中,该光扩散结构用一模具以热压法或射出法形成于该本体上。

[0020] 在上述较佳实施例中,该导光膜片的厚度是小于 1 毫米且大于 200 微米。

[0021] 本发明提供的导光膜片可以以简单、有效地方法,在导光膜片的厚度远小于光源尺寸的情况下,直接由膜片表面(厚度方向)将光耦合至导光膜片,使光线沿着内部传递。

[0022] 为了让本发明的上述和其它目的、特征、和优点能更明显易懂,下文特举一较佳实施例,并配合所附图示,作详细说明如下:

附图说明

[0023] 图 1 为本发明的导光膜片的一实施例的示意图。

[0024] 图 2 为本发明的导光膜片上所形成的光扩散结构的示意图。

[0025] 图 3 为本发明的导光膜片的另一实施例的示意图。

[0026] 图 4 为本发明的导光膜片的另一实施例的示意图。

[0027] 图 5 为本发明的导光膜片的另一实施例的示意图。

[0028] 图 6、7 是说明微凹透镜对光线的扩散以及产生全反射的关系,其中图 6 表示球面凹透镜的情况,图 7 表示非球面透镜的情况。

[0029] 图 8 为本发明的高曲率微凹透镜数组 SEM 结构图。

[0030] 图 9 为光线从微结构面入射 ELDIM 光型分布图。

[0031] 图 10 为光线从微结构面另一面入射的 ELDIM 光型分布图。

[0032] 图 11 表示将此微透镜结构直接经由热压等转印方式制作在一般 PC 膜片表面一部份区域。

[0033] 图 12 表示将激光光源置于入射光区。

[0034] 图 13 为图 11 的暗态图。

[0035] 图 14 为以白光 LED 对图 11 的构造进行实验的结果。

[0036] 图 15 为将图 11 的构造制作一出光结构,然后使用红光激光的出光状态的图。

[0037] 图 16 为使用白光 LED 照射图 15 的构造的图。

[0038] 图 17 为本发明导光膜弯曲的照片(光线可以随着膜片弯曲而弯曲发光)。

[0039] 图 18 为本发明导光膜表面刻字后弯曲发亮的照片。

[0040] 其中,附图说明

[0041] 1、2 ~ 光束

[0042] 5 ~ 光源

[0043] 10 ~ 本体

[0044] 20 ~ 反射件

[0045] 30 ~ 光扩散结构

[0046] 32 ~ 微凹透镜

[0047] 100 ~ 导光膜片

[0048] L1 ~ 第一方向

[0049] L2 ~ 第二方向

[0050] θ_1, θ_2 ~ 平行 1、2 光入射角

[0051] θ_{r1}, θ_{r2} ~ 光束 1、2 平行光折射角

[0052] α_1, α_2 ~ 光束 1、2 过圆心的视角

- [0053] θ_{v1}, θ_{v2} ~ 光束 1、2 折射后的视角
 [0054] β_1, β_2 ~ 光束 1、2 实际入射角
 [0055] α_1, α_2 ~ 入射点与中心点联机所形成的夹角

具体实施方式

[0056] 本发明的导光膜片的一实施例如图 1 所示, 导光膜片 100 包括一本体 10。本体 10 包括一第一面 12 以及一第二面 14。一光扩散结构 30 形成于第一面 12 上。来自光源 5 的光线 A 照射至光扩散结构 30 后, 产生光的扩散, 扩散后的光线 B 到达第二面 14 时使光线产生反射, 由第二面 14 反射的光线 C 到达导光膜片 100 与空气的交界面时, 大部分的光线的入射角大于全反射的临界角 θ_c 而产生全反射, 然后经由不断地全反射而在本体 10 的内部传递。如此光线可以从导光膜片 100 的正面导入, 而导入的光线同样可以导光膜片 100 为介质而传递, 其传递方向与光线入射方向大体上为垂直。

[0057] 光扩散结构 30 在本实施例中为多个微凹透镜 32 沿一第一方向 L1 以及一第二方向 L2 排列成二维的数组, 如图 2 所示, 此构造可以用激光拖拉法制成, 使每个为凹透镜 32 的镜面上以及两微凹透镜 32 彼此相接处的曲率均不为零。

[0058] 临界角 θ_c 则与导光膜片 100 的材质有关, 一般而言, 导光膜片 100 是以聚碳酸酯 (Polycarbonate) 形成, 聚碳酸酯的折射率 $n_1 = 1.59$, 而空气的折射率为 $n_2 = 1$, $\theta_c = \arcsin(n_2/n_1)$, 如此在导光膜片 100 以聚碳酸酯制成的情况下, $\theta_c = 38.97$ 度。

[0059] 图 3 为本发明的导光膜片的另一实施例的示意图, 与图 1 的实施例不同之处在于本实施例在第二面 14 上设置一反射件 20, 可将所有到达第二面 14 的光线反射, 反射后的光线在第一面 12 产生全反射, 之后经由不断地全反射而在本体 10 的内部传递。

[0060] 图 4 为本发明的导光膜片的另一种配置, 反射件 20 是朝向第一面 12 上的光扩散结构 30, 在此实施例中, 来自光源 5 的光线 A 从第二面 14 进入本体后穿透光扩散结构 30 而由反射件 20 反射, 反射后的光线 B 再度通过光扩散结构 30 而产生光的扩散, 扩散后的光线 C 到达导光膜片 100 与空气的接口时, 产生全反射, 之后经由不断地全反射, 使光线在本体 10 中传递。

[0061] 以下针对微凹透镜对光线的扩散以及产生全反射的关系做一说明。由空气进入聚碳酸酯 ($n_1 = n_2 = 1.59$) 依照全反射关系式, 光线在聚碳酸酯中传递的临界角度为 38.97° 。

[0062] 图 5 为本发明的导光膜片的另一种配置, 光源 5 是配置成与第一面 12 呈一倾斜的角度。当然此种配置会造成在某一方向光量分布强度较大, 而其它方向较弱。

[0063] 图 6 为微凹透镜是半球面的情况, θ_1, θ_2 : 光束 1, 2 平行光入射角

[0064] θ_{r1}, θ_{r2} : 光束 1, 2 平行光折射角

[0065] α_1, α_2 : 光束 1, 2 过圆心的视角

[0066] θ_{v1}, θ_{v2} : 光束 1, 2 折射后的视角

[0067] 平行光源进入凹面镜, 由于是半圆, 入射光切面法线方向为焦点, 以垂直圆心方向为 0 度角, 恰为法线的视角, 分别为 α_1 与 α_2 , 两道光束位置分别为入射角为 θ_1 与 θ_2 , 折射角为 θ_{r1} 与 θ_{r2} , 光线经折射后相对于视角的角度为 θ_{v1} 与 θ_{v2} , 关系式如下

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_{r1}$$

[0068] $\alpha_1 = \theta_1$

[0069] $\theta_{v1} = \alpha_1 - \theta_{r1}$

[0070] 当 θ_1 为 36.8° 时 θ_{r1} 为 22.1°

[0071] $\theta_{v1} = 45^\circ - 26.4^\circ = 14.7^\circ < 38.97^\circ$ 临界角, 光线折射后并不会全反射传递。

[0072] θ_2 为 52.9° 时经计算 $\theta_{r2} = 30.1^\circ$ 。

[0073] $\theta_{v2} = 22.8^\circ < 38.97^\circ$ 临界角, 光线仍不会全反射传递。

[0074] 理论上入射角度要超越 77° 后才会产生足以全内反射的光线角度, 不过在此角度光线折射进入材料的量非常少, 所以球面镜, 能导入的光线进入材料全反射的效率很差。

[0075] 图 7 表示为非球面 (椭圆面、抛物面或双曲面) 的微凹透镜的情况。

[0076] β_1 、 β_2 : 光束 1, 2 实际入射角

[0077] 相同的参数下, 非球面椭圆凹面镜定义深度为 b , 口径为 $a/2$, 偏心量定义为 $e = (1 - (A/2)^2/B^2)^{1/2}$

[0078] 当 $A:B = 1:1$ 所产生椭圆图形 $e = 0.86$

[0079] 由于是椭圆 $\beta_1 > \theta_1$

[0080] 同样两道平行光束入射角为 β_1 与 β_2 , $\beta_1:56.3^\circ$, $\beta_2:72.4^\circ$, 入射点与中心点联机所形成的夹角为 α_1 与 α_2 , 依照 Snell's law

[0081] $\sin \beta_1 = 1.59 \sin \theta_{r1}$

[0082] $\theta_{v1} = \beta_1 - \theta_{r1}$ 为 24.7° , $\theta_{v2} = \beta_2 - \theta_{r2}$ 为 35.5 , 非常接近 38.97 临界角, 进一步逆向推算如果 θ_{v3} 为 38.97 时, β (critical) 约为 77 度, 光线在椭圆高角度凹面镜结构较易达到全反射角度所需的角度, a/b 值越小偏心度越大效率越高。

[0083] 当入射光线非平行光时, 图 7 的光线产生偏折角度 $\omega 12^\circ$, β_2 由原先的 72.4° 减为 60.4 , 经过折射计算, $\theta_{r1} = 33.1^\circ$, $\theta_{v1} = \beta_1 - \theta_{r1} = 39.3^\circ$ 就可超越全反射角。

[0084] 从以上的分析可知, A/B (微凹透镜的宽度与深度的比值) 至少要小于 2 才能得到较高的光利用的效率。

[0085] 图 8 为本发明在透明 PC (聚碳酸树脂) $500\mu\text{m}$ 厚度的膜片上所完成的高曲率微凹透镜数组 SEM 结构图, 图 9 为 ELDIM 光型分布图, 可以见到, 在视角 >45 度以后有很高的亮度分布, 即, 当光线入射此结构时, 会大量折射到 45 度角后, 膜材为 PC, 折射率为 1.59 , 经过 snell's law 计算, 与空气界面的全反射角为 38.97 度, 超过此反射角, 光线就会在 PC 膜片全反射前进。

[0086] 图 10 为光线由结构的另一面入射, 会将光线集中, 并不会因为二次反射而将光型改变, 图 11 将此微透镜结构直接经由热压等转印方式制作在一般 PC 膜片表面一部份区域形成入光区, 例如使用一模具以热压的方式在 PC 膜片的表面形成入光区, 入光区结构面朝上, 相对于入光区的膜片背面置于一反射片, 图 12 将激光光源置于入射光区, 可以见到光线由膜片边缘发散出来, 图 13 为暗态, 可以清楚的见到由膜片边缘发亮, 可见光源经由全反射传递, 进入 PC 膜片中, 图 14 一同样以白光 LED 进行实验结果, 图 15, 在 PC 膜片上划出缺陷 (出光结构), 光线行进时会碰到缺口处, 破坏全反射, 而引出光线, 同样的图 16 利用白光 LED 也有一样的效果。图 17 为本发明导光膜弯曲的照片 (光线可以随着膜片弯曲而弯曲发光)。图 18 为本发明导光膜表面刻字后弯曲发亮的照片。

[0087] 虽然本发明已以较佳实施例揭露如上, 然其并非用以限定本发明, 任何本领域的

技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,当可作些许的更动与润饰,因此本发明的保护范围当视后附的权利要求书所界定的为准。

100

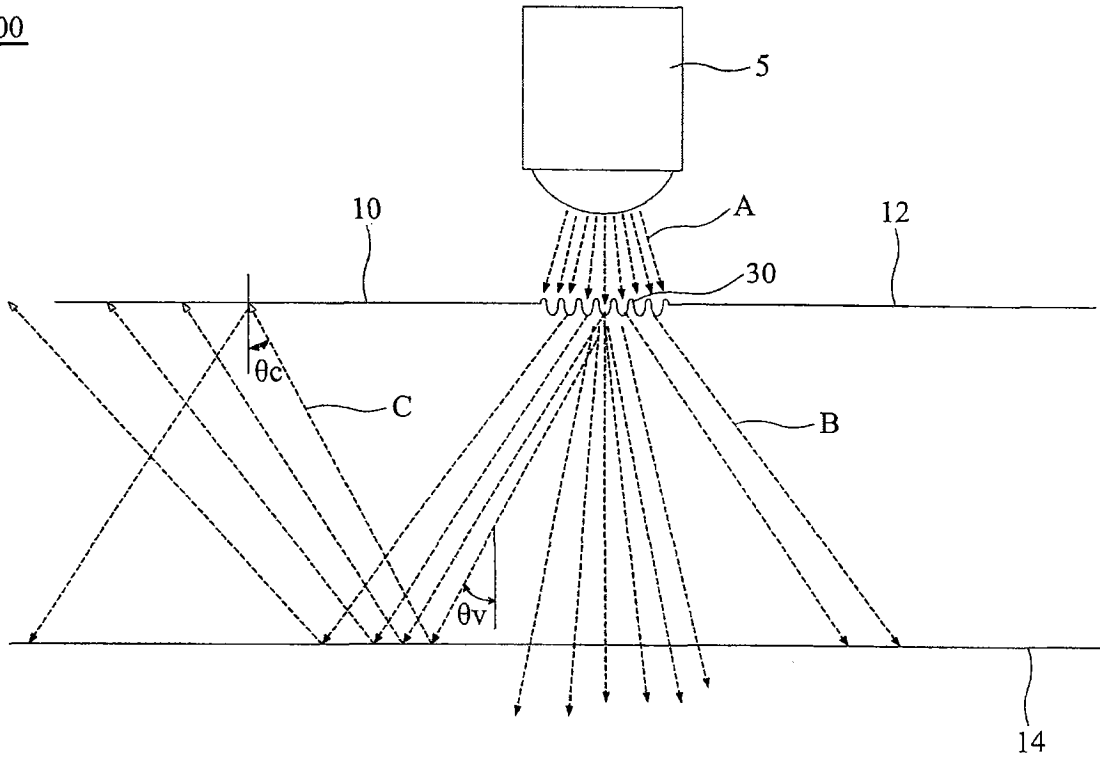


图 1

30

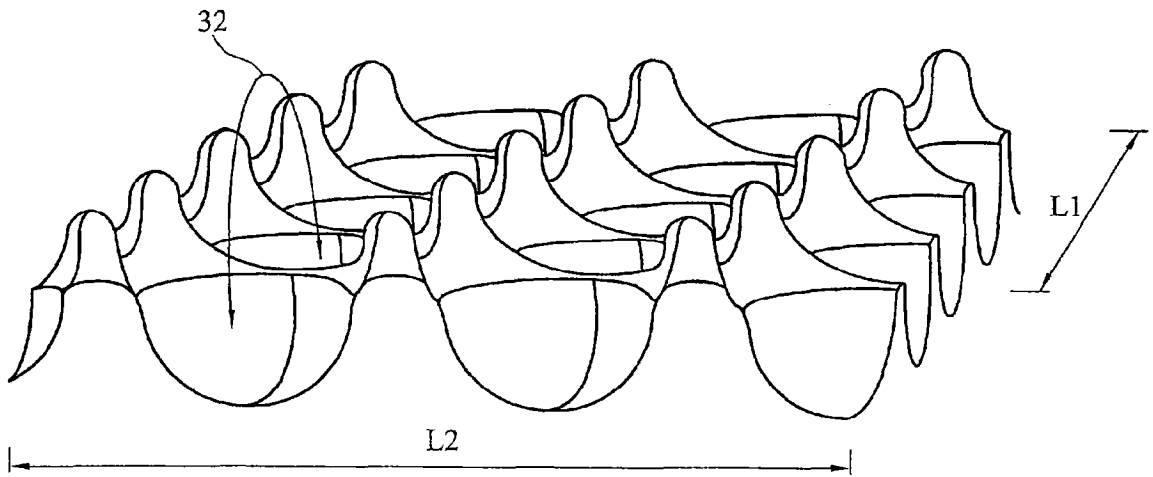


图 2

100

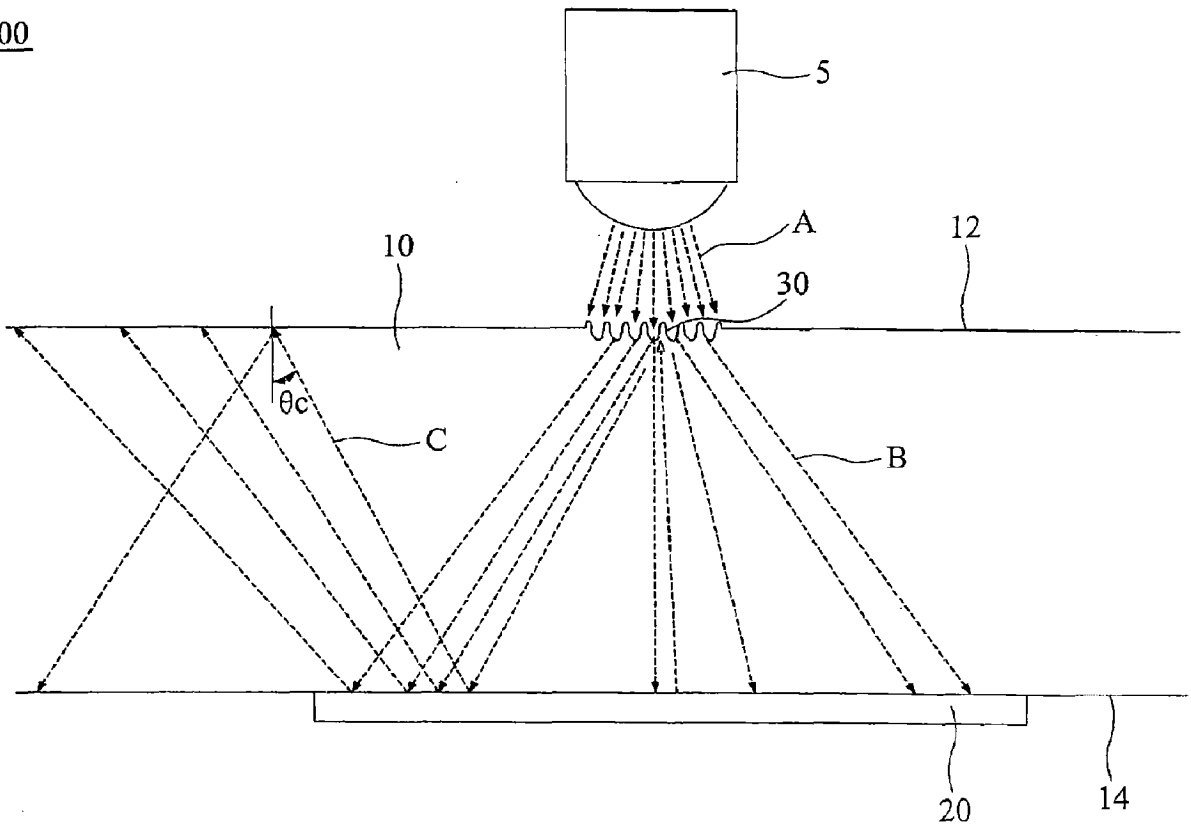


图 3

100

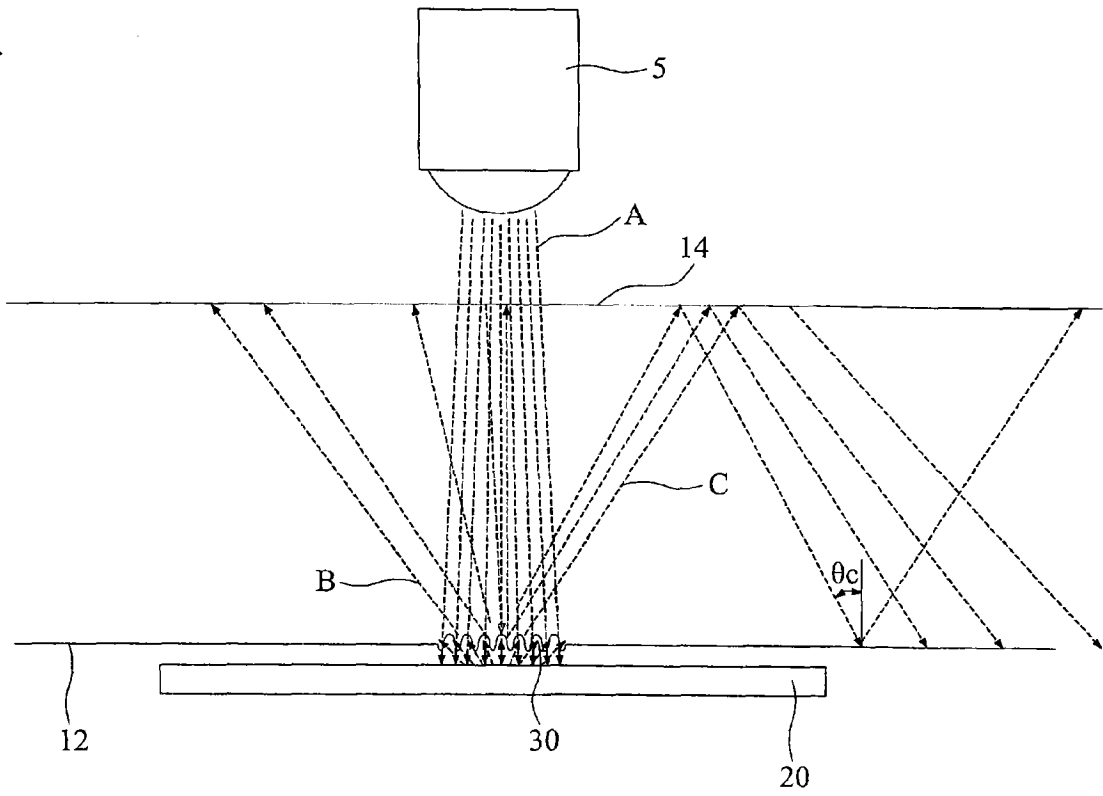


图 4

100

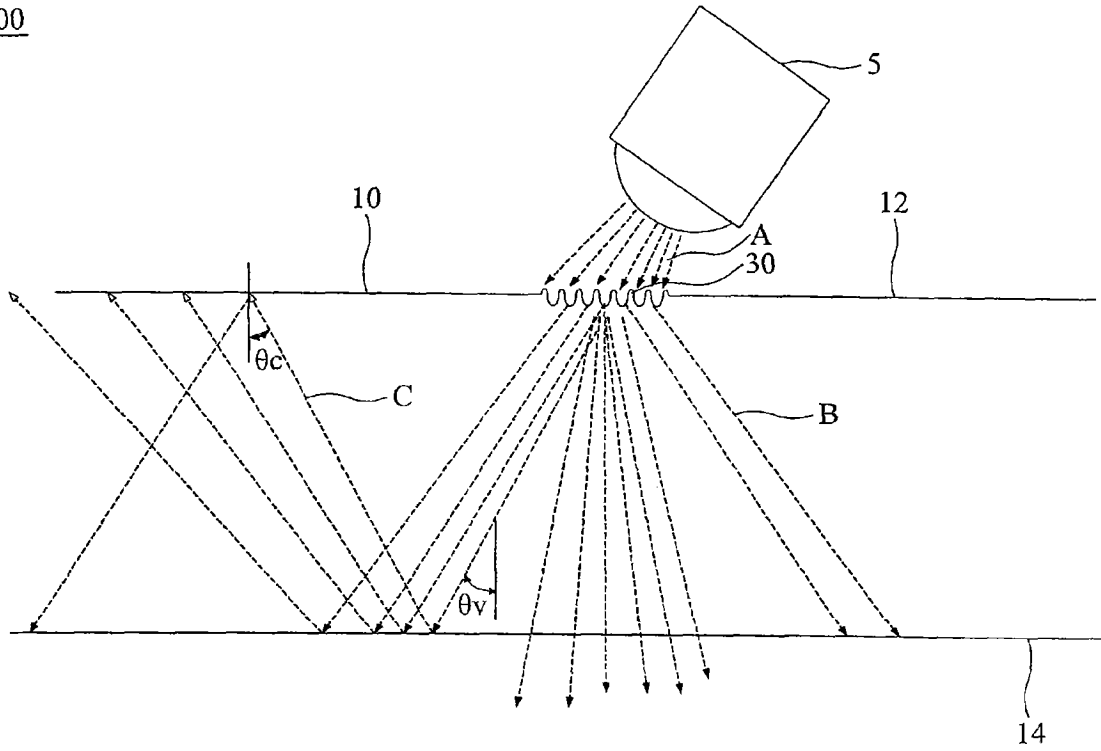


图 5

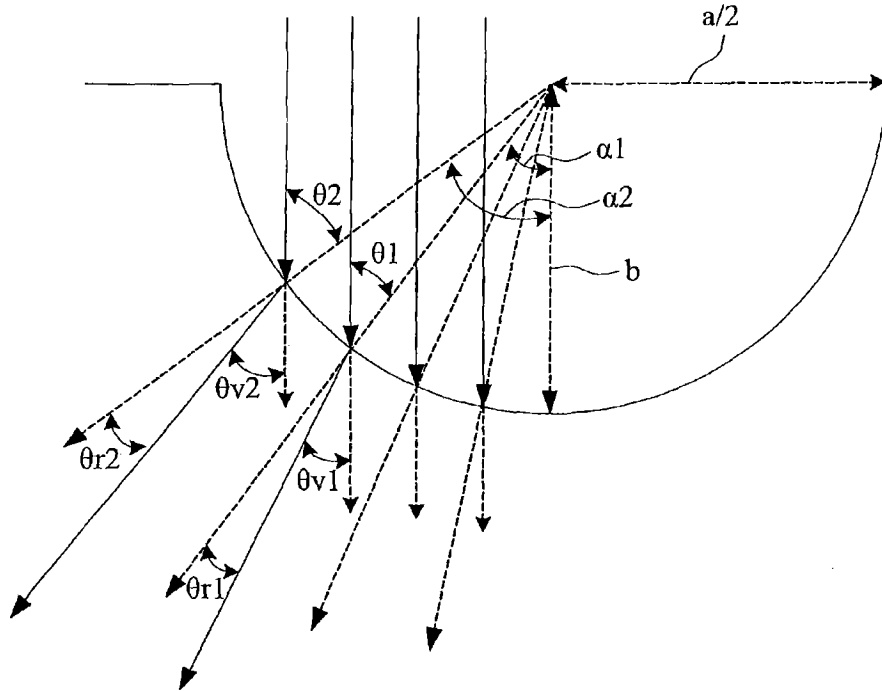


图 6

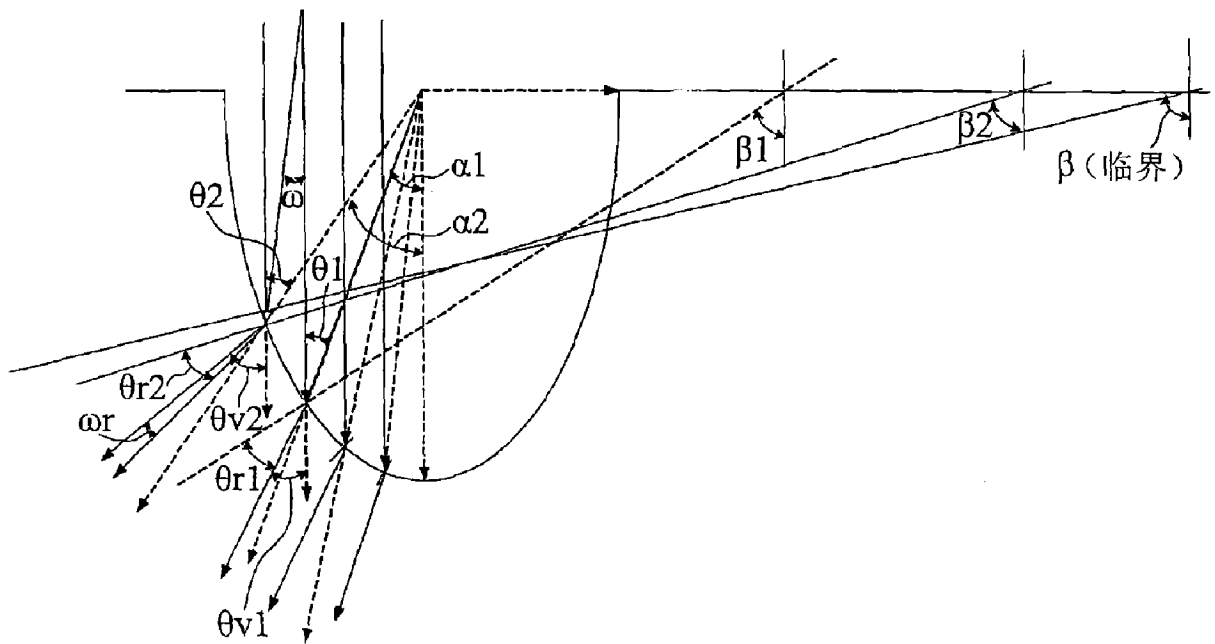


图 7

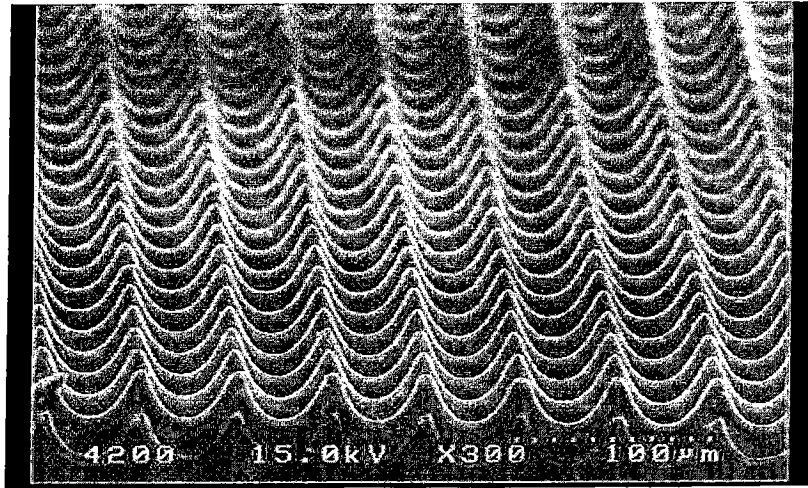


图 8

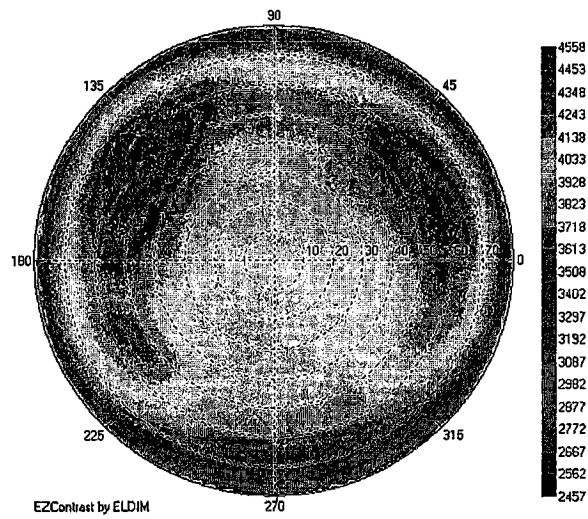


图 9

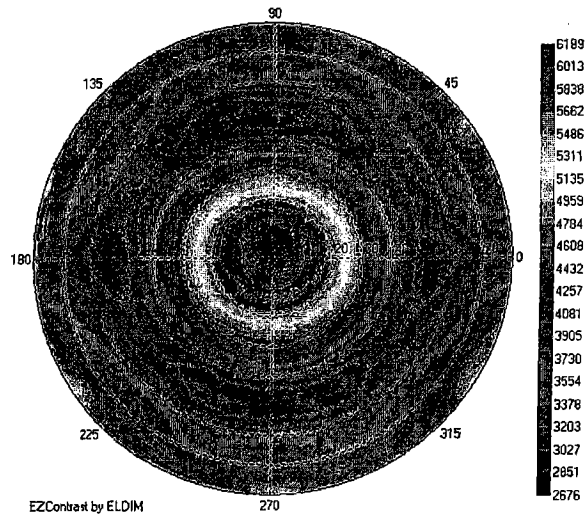


图 10

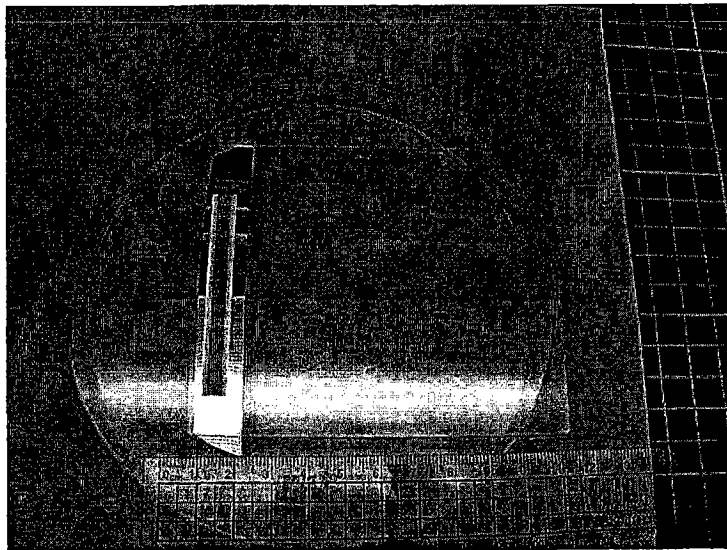


图 11

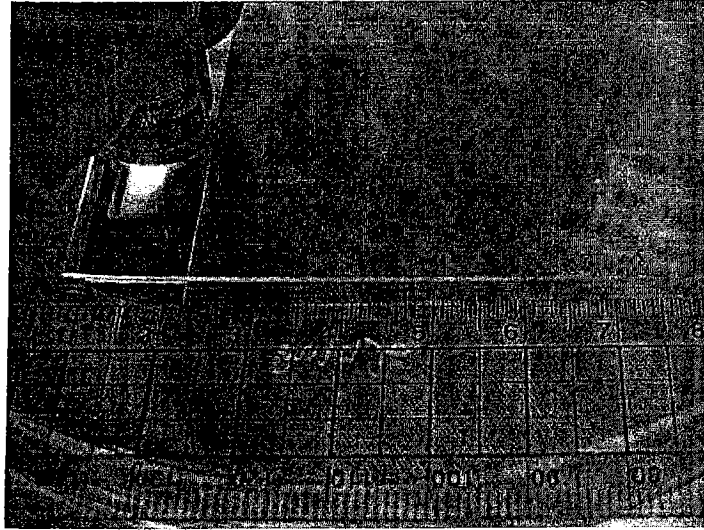


图 12

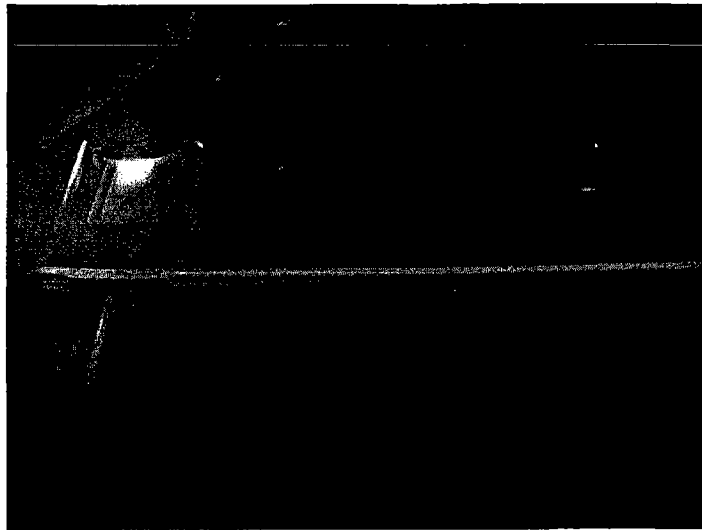


图 13

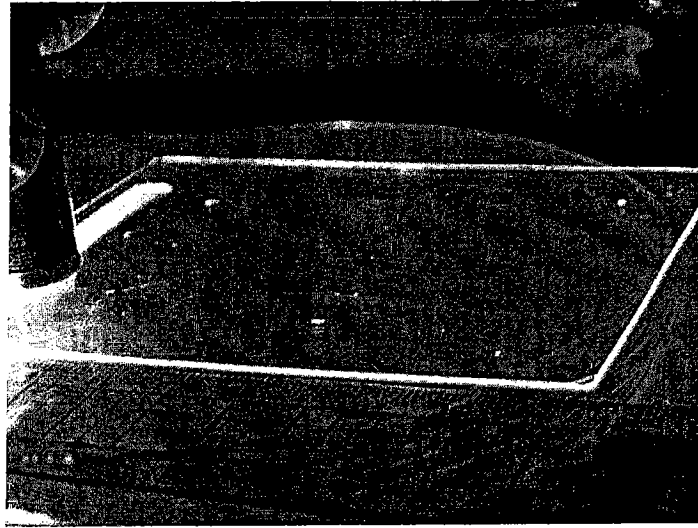


图 14

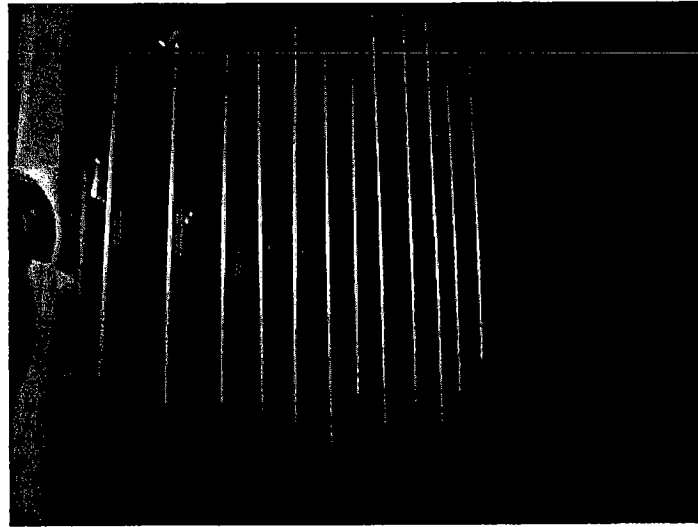


图 15

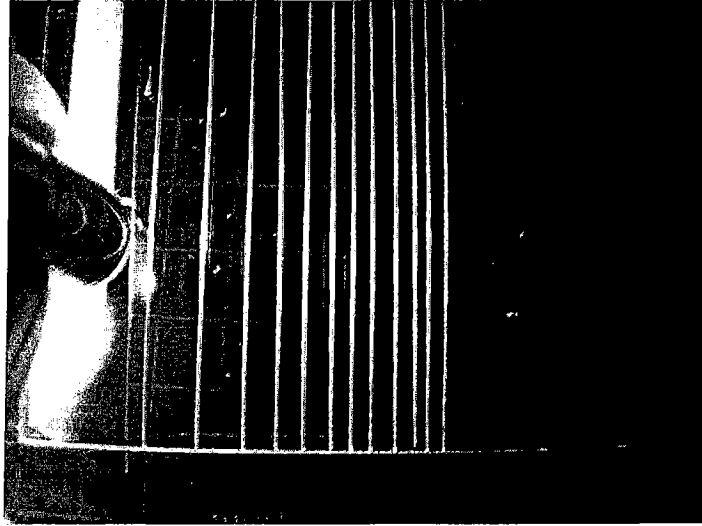


图 16

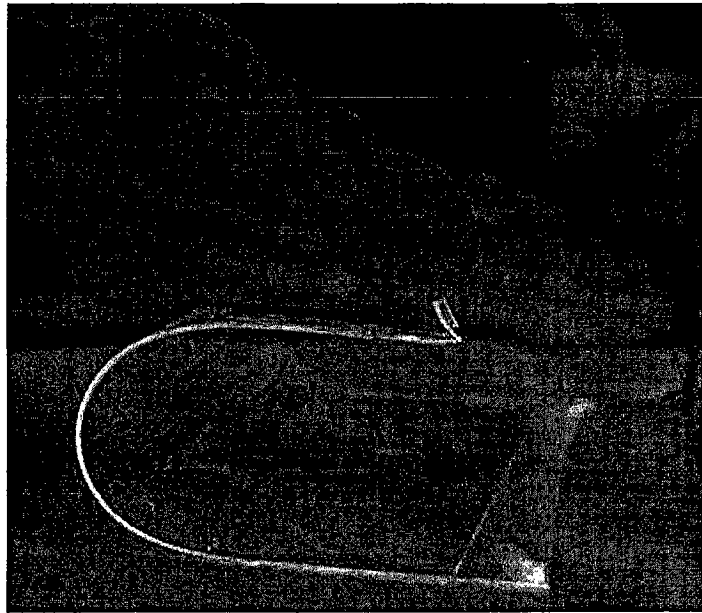


图 17

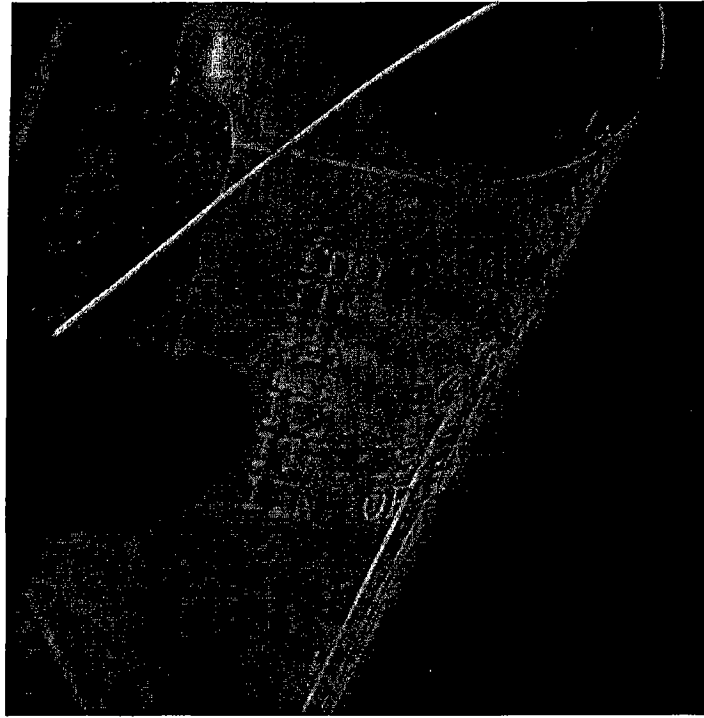


图 18