



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103668093 B

(45)授权公告日 2017. 10. 20

(21)申请号 201310613534.7

(56)对比文件

(22)申请日 2013.11.27

CN 203715717 U, 2014.07.16,

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 彭波南

申请公布号 CN 103668093 A

(43)申请公布日 2014.03.26

(73)专利权人 昂纳信息技术(深圳)有限公司

地址 518118 广东省深圳市坪山新区翠景  
路西侧35号

(72)发明人 宋光耀 范文明 檀晓兵

(74)专利代理机构 深圳市道臻知识产权代理有  
限公司 44360

代理人 陈琳

(51)Int.Cl.

G23C 14/35(2006.01)

G23C 14/24(2006.01)

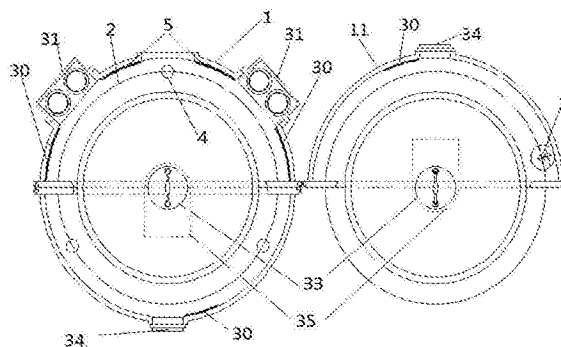
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

### (54)发明名称

一种AR膜和AF膜同炉镀膜设备及镀膜方法

### (57)摘要

本发明涉及一种AR膜和AF膜同炉镀膜设备,包括真空腔室、基片架系统和镀膜沉积系统,所述基片架系统位于所述真空腔室内部,所述基片架系统,包含多个可翻转的单根立柱;所述镀膜沉积系统,包含安装于真空腔室内壁上至少一对溅射阴极、离子源和位于基片架系统内侧的蒸发源。通过位于真空腔体的内壁上的溅射阴极对基片进行AR膜镀制,单根立柱将镀完增透膜的基片翻转到内侧通过蒸发源对基片进行AF膜的镀制,达到制作过程时间短,无需在AR制作完成后换一台镀膜机进行AF制作,提高了批量化制作时的良率以及产能的效果,且表面不易被污染。



1. 一种AR膜和AF膜同炉镀膜设备,包括真空腔室、基片架系统和镀膜沉积系统,所述基片架系统位于所述真空腔室内部,其特征在于:

所述基片架系统,包含多个可翻转的单根立柱,所述单根立柱上设置有磁性限位块及磁性可动块;

所述镀膜沉积系统,包含安装于真空腔室内壁上至少一对溅射阴极、离子源和位于基片架系统内侧的蒸发源。

2. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于:所述真空腔室顶部设置有带动所述单根立柱翻转的运动机构。

3. 根据权利要求2所述的设备,其特征在于:所述运动机构包括可伸缩的翻转支柱,以及翻转块和保护头,所述翻转块和所述保护块是采用铰链单边链接。

4. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于:所述基片架系统整体呈圆桶状,所述多个单根立柱彼此平行排列构成圆桶状表面。

5. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于:所述基片架系统还包括基片架底圈及用于装卸和方便所述单根立柱转动的上下圆环。

6. 根据权利要求5所述的设备,其特征在于:所述设备还包括基片转动计数系统,该基片转动计数系统包括光纤探头和计数孔,所述计数孔开设于基片架底圈上。

7. 根据权利要求6所述的设备,其特征在于:所述光纤探头位于真空腔体底部并与基片架底圈上的计数孔相适应的位置。

8. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于:所述真空腔室还包括真空室门,该真空室门至少为两扇。

9. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于:所述离子源和所述溅射阴极均设有可移动的挡板系统,所述蒸发源设有固定机构。

10. 根据权利要求9所述的设备,其特征在于:所述挡板系统包括提供动力的电机、传递动力的轴、齿轮及挡板。

11. 根据权利要求10所述的设备,其特征在于:所述挡板上设置有挡板槽,该挡板槽与所述齿轮相啮合。

12. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于:所述设备还包括对基片及基片架进行加热的加热系统,所述加热系统位于真空腔体的内壁上。

13. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于:所述基片架系统还包括一驱动其自身转动驱动装置。

14. 一种AR膜和AF膜的同炉镀膜方法,包括以下步骤:

A、将待镀膜的基片装载到基片架上,放入上述镀膜设备;

B、开启离子源,镀制AR膜;

C、完成AR镀膜后,基片架上所有单个立柱进行翻转180°至基片架内侧开启蒸发源,在基片架内侧的基片上镀制AF膜。

15. 根据权利要求14所述的镀膜方法,其特征在于:所述基片架的转速为1.0—8.5m/min。

16. 根据权利要求14或15所述的镀膜方法,其特征在于:所述的基片架上设置有对基片旋转进行计数的基片转动计数系统。

17. 根据权利要求14所述的镀膜方法, 其特征在于: 所述步骤B前还包括步骤: 对基片进行离子清洗, 所述离子清洗前后都包括, 将真空腔室抽至本地真空。

18. 根据权利要求14所述的镀膜方法, 其特征在于: 所述步骤B还包括步骤: 完成AF镀膜后, 对设备进行冷却处理, 并充入氮气进行防氧化保护, 冷却后对通入大气使炉内外气压一致, 再打开真空室门。

## 一种AR膜和AF膜同炉镀膜设备及镀膜方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及镀膜技术领域,尤其是涉及一种同炉镀制AR膜和AF膜的设备及镀膜方法。

### 背景技术

[0002] 目前,消费类电子产品的屏幕基本需要在屏幕表面镀制AR膜和AF膜,其中,AR膜是Anti-Reflect的缩写,也称增透膜,减反膜;AF膜是Anti-Fingerprint的缩写是防指纹膜。

[0003] 在光学仪器中,光学元件表面的反射,不仅影响光学元件的通光能量,而且这些反射光还会在仪器中形成杂散光,影响光学仪器的成像质量,为了解决这些问题,通常在光学元件的表面镀上一定厚度的单层或多层AR膜,目的是为了减小元件表面的反射光。常用的AR膜,并没有使透射光的光强达到最大,也就是说没有使反射光达到最弱,主要是要增透的光往往不是单色的,而是有一定的频宽,而对于一个增透膜只对某一波长的单色光有完全增透的作用。因此可以通过多层镀膜技术来改善增透效果,同时也增加了透射光的线宽,也就是频宽。

[0004] 因此,AR膜一般的镀膜方法是使用高低两种折射率交替镀膜,往往层数越多,对每一层膜厚控制要求越高。这种AR膜系通过真空蒸发镀膜可以实现。为了保证每个基片表面的薄膜厚度一致,基本上都需要保持膜料与基片之间距离一致,这样就形成蒸发镀膜时基片都是放置在镀膜机内腔上方的一个类似伞状的基片架上。同样的原理,基片的尺寸如果太大(不论长宽),也会导致膜层厚度的不一致,所以对于同一台镀膜机,基片尺寸基本都是有限制的。

[0005] 基本上AF膜就只是一层薄膜,通过专用的AF膜料来制作,制作原理同上述内容,AF膜属于功能类薄膜,对厚度一致性要求并不高,但对水滴角及耐刮要求则很严格。

[0006] 目前的制作方法基本都是采用AR制作完成后换一台镀膜机再进行AF制作,这样的制作会导致中间过程时间长,表面易污染,会带来批量化制作时良率下降以及产能降低等问题。

### 发明内容

[0007] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述缺陷,提供一种AR膜和AF膜同炉镀膜设备,克服传统制作过程时间长,表面易污染,导致批量化制作时良率下降以及产能降低等的缺陷。

[0008] 本发明要解决的另一个技术问题在于:提供一种AR膜和AF膜同炉镀膜的方法,该方法制备AR膜膜层一致,镀膜效果好,适用于批量化生产。

[0009] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:提供一种AR膜和AF膜同炉镀膜设备,包括真空腔室、基片架系统和镀膜沉积系统,所述基片架系统位于所述真空腔室内部,

[0010] 所述基片架系统,包含多个可翻转的单根立柱;

[0011] 所述镀膜沉积系统,包含安装于真空腔室内壁上至少一对溅射阴极、离子源和位

于基片架系统内侧的蒸发源。

[0012] 本发明的更进一步优选方案是：所述单根立柱上设置有磁性限位块及磁性可动块。

[0013] 本发明的更进一步优选方案是：所述真空腔室顶部设置有带动所述单根立柱翻转的运动机构。

[0014] 本发明的更进一步优选方案是：所述运动机构包括可伸缩的翻转支柱，以及翻转块和保护头，所述翻转块和所述保护块是采用铰链单边链接。

[0015] 本发明的更进一步优选方案是：所述基片架系统整体呈圆桶状，所述多个单根立柱彼此平行排列构成圆桶状表面。

[0016] 本发明的更进一步优选方案是：所述基片架系统还包括基片架底圈及用于装卸和方便所述单根立柱转动的上下圆环。

[0017] 本发明的更进一步优选方案是：所述设备还包括基片转动计数系统，该基片转动计数系统包括光纤探头和计数孔，所述计数孔开设于基片架底圈上。

[0018] 本发明的更进一步优选方案是：所述光纤探头位于真空腔体底部并与基片架底圈上的计数孔相适应的位置。

[0019] 本发明的更进一步优选方案是：所述真空腔室还包括真空室门，该真空室门至少为两扇。

[0020] 本发明的更进一步优选方案是：所述离子源和所述溅射阴极均设有可移动的挡板系统，所述蒸发源设有固定机构。

[0021] 本发明的更进一步优选方案是：所述挡板系统包括提供动力的电机、传递动力的轴、齿轮及挡板。

[0022] 本发明的更进一步优选方案是：所述挡板上设置有挡板槽，该挡板槽与所述齿轮相啮合。

[0023] 本发明的更进一步优选方案是：所述设备还包括对基片及基片架进行加热的加热系统，所述加热系统位于真空腔体的内壁上。

[0024] 本发明的更进一步优选方案是：所述基片架系统还包括一驱动其自身转动驱动装置。

[0025] 一种AR膜和AF膜的同炉镀膜方法，包括以下步骤：

[0026] A、将待镀膜的基片装载到基片架上，放入上述镀膜设备；

[0027] B、开启离子源，镀制AR膜；

[0028] C、完成AR镀膜后，基片架上所有单个立柱进行翻转180°至基片架内侧开启蒸发源，在基片架内侧的基片上镀制AF膜。

[0029] 本发明的更进一步优选方案是：所述基片架的转速为1.0—8.5m/min。

[0030] 本发明的更进一步优选方案是：所述的基片架上设置有对基片旋转进行计数的基片转动计数系统。

[0031] 本发明的更进一步优选方案是：所述步骤B前还包括步骤：对基片进行离子清洗，所述离子清洗前后都包括，将所述真空腔室抽至本地真空。

[0032] 本发明的更进一步优选方案是：所述步骤B还包括步骤：完成AF镀膜后，对设备进行冷却处理，并充入氮气进行防氧化保护，冷却后对通入大气使炉内外气压一致，再打开真

空室门。

[0033] 本发明的有益效果在于,现有技术是真空蒸发镀制AR膜产品只能在伞状基片架上,无法提高产量,而本发明将磁控溅射是一个圆桶面,如果相同直径下,磁控溅射镀膜的产量要比蒸发镀膜的产量高很多;通过位于真空腔体的内壁上的至少一对溅射阴极对基片进行AR膜镀制,可以实现AR膜的批量镀制,AR膜镀制完成后依次将所有单根立柱翻转到内侧通过蒸发源对基片进行AF膜的镀制,达到制作过程时间短,无需在AR制作完成后换一台镀膜机进行AF制作,提高了批量化制作时的良率以及产能的效果,且表面不易被污染。

## 附图说明

[0034] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0035] 图1是本发明实施例的一种AR膜和AF膜同炉镀膜设备的平面结构示意图;

[0036] 图2是本发明实施例的一种AR膜和AF膜同炉镀膜设备的离子源挡板系统结构示意图;

[0037] 图3是本发明实施例的一种AR膜和AF膜同炉镀膜设备的基片架系统局部放大示意图;

[0038] 图4是本发明实施例的一种AR膜和AF膜同炉镀膜设备的基片架转动计数系统局部放大示意图;

[0039] 图5是AR膜不同厚度时反射率曲线图;

[0040] 图6是AR膜不同厚度时反射率曲线图;

[0041] 图7是AR膜不同厚度时透射率曲线图;

[0042] 图8是AR膜不同厚度时透射率曲线图;

## 具体实施方式

[0043] 现结合附图,对本发明的较佳实施例作详细说明。

[0044] 如图1、图2和图3所示,提供一种AR膜和AF膜同炉镀膜设备,包括真空腔室1、基片架系统2和镀膜沉积系统,该基片架系统2整体呈圆桶状,还包含多个可翻转的单根立柱21,所述多个单根立柱彼此平行排列构成圆桶状表面,所述基片架系统2位于所述真空腔室1的内部,包括一驱动其自身转动驱动装置,该驱动装置驱动其绕圆桶面中心轴转动,保证任一基片经过靶材处镀膜时与靶材的距离保持一致,以保障镀膜的均匀性。

[0045] 如图1和图2所示,本发明实施例所述镀膜沉积系统,包括安装于真空腔室1的内壁上至少一对溅射阴极31、离子源34和位于基片架系统内侧的蒸发源3,所述至少一对溅射阴极31用于镀制AR膜,所述蒸发源3用于镀制AF膜,所述离子源34用于镀膜前对基片及基片架进行离子清洗;所述溅射阴极、离子源34均带有结构相似的挡板系统30,所述蒸发源33设有固定机构35。所述真空腔室1还包括真空室门11,该真空室门11至少为两扇,开启一扇室门即是关闭另一扇室门,这样可以实现一炉产品制作完成后出炉时即可将另一门关上进行连续镀膜制作。所述设备还包括对基片及基片架进行加热的加热系统5,所述加热系统5位于真空腔室1的内壁上,并非所有产品都需要加热,由于塑胶类的产品容易释放其表面吸附的气体,且释放过程较为缓慢,远远小于真空泵的抽气能力,所以会有本地真空需要很长时间才能抽到;为了缩短抽气时间,可对基片及基片架进行加热,使基片表面形成一定的温度,

以便其表面吸附的气体释放速度加快,从而缩短抽气时间。

[0046] 如图2所示,所述离子源34和所述溅射阴极31均设有可移动的挡板系统30,所述挡板系统30包括提供动力的电机、传递动力的轴、齿轮及挡板,所述挡板上设置有挡板槽,该挡板槽与所述齿轮相啮合。以离子源34的挡板系统30为例,该挡板系统30包括电机301、轴302、齿轮303和挡板304,所述挡板304上开设有挡板槽,所述挡板槽与所述齿轮303啮合,所述电机301通过轴302将动力传送给齿轮303,齿轮303与挡板槽处于啮合状态,当齿轮303转动时,可带动挡板槽进行轨道内的滑动,从而带动挡板304移动,直到全部遮住离子源的开口位置;此时给电机301信号,使电机301不再运动,实现了离子源34表面的遮挡。当需要将挡板304移开时,可给电机301信号,使电机301向相反方向转动,于是可通过齿轮303带动挡板槽向另一方向滑动,从而离开离子源34开口位置。同理,溅射阴极31的挡板系统也是如此。

[0047] 如图3、图4所示,所述基片架系统2包含多个可翻转的单根立柱21、基片架20、基片架底圈23及用于装卸和方便所述单根立柱21转动的上下圆环;所述单根立柱21上设置有磁性限位块211及磁性可动块212;所述真空腔室1顶部设置有带动所述单根立柱21翻转的运动机构24;所述运动机构24包括可伸缩的翻转支柱241,以及翻转块242和保护头243;所述翻转块242和所述保护头243是采用铰链单边链接,可防止已翻转过的磁性可动块212与之接触形成卡死。磁性限位块211及磁性可动块212由不同的磁铁组成,可保证其相吸性,但同时吸力不要求太大,而固定在真空腔室1顶部的运动机构24则包含可伸缩的翻转支柱241,以及翻转块242和保护头243;当我们需要将基片架20进行翻转时,则可将翻转支柱241伸向基片架20,由翻转块242和保护头243带动磁性可动块212进行自转,当遇到磁性限位块211时即可实现相吸;而所有单根立柱21都实现翻转后,将可伸缩的翻转支柱241远离基片架20,即表示翻转完成。

[0048] 如图4所示,所述设备还包括基片转动计数系统4,所述基片转动计数系统4包括光纤探头41和计数孔42,所述计数孔42开设于所述基片架底圈23上,所述光纤探头41位于真空腔室1底部并与基片架底圈23上的开设的计数孔42相适应的位置。当基片架20转动时,光纤探头41探测到计数孔42的孔位,即可实现计数;而设计不同孔数量是为了位置探测的精度提升。因为我们基片架系统是采用伺服电机驱动,其转动圈数是十分准确的;但是从静止状态到恒定速度的过程中,其转动速度是变化的;为了避免此段时间对膜层厚度的影响,我们一般在程序中要求转动固定圈数即可达到恒定速度。同理,由恒定速度降低成静止状态,也需要转动固定圈数来实现。在镀膜过程中,我们可能会采用不同旋转速度来镀膜,这一点在以下实施例中会做具体说明。

[0049] 一种AR膜和AF膜的同炉镀膜方法,包括以下步骤:

[0050] A、将待镀膜的基片装载到基片架上,放入上述镀膜设备;

[0051] B、开启离子源,镀制AR膜;

[0052] C、完成AR镀膜后,基片架上所有单个立柱进行翻转180°至基片架内侧开启蒸发源,在基片架内侧的基片上镀制AF膜。

[0053] 所述基片架的转速为1.0—8.5m/min;所述的基片架上设置有对基片旋转进行计数的基片转动计数系统;所述步骤B前还包括步骤:对基片进行离子清洗,所述离子清洗前后都包括,将所述真空腔室抽至本地真空;所述步骤B还包括步骤:完成AF镀膜后,对设备进

行冷却处理,并充入氮气进行防氧化保护,冷却后对通入大气使炉内外气压一致,再打开真空室门。

[0054] 一般而言,基片在靶表面停留时间越长,在基片表面形成的膜层厚度就越厚;也就是说镀膜时基片的横向运动速度和膜层厚度成反比,也就是速度越快,膜层厚度越薄;也可以说基片运动速度和沉积速率成反比。而对于单体式镀膜机而言,我们是在一个圆通面上装载基片,所以其旋转速度大小和旋转圈数成正比。于是我们只要可以精确控制旋转圈数,即可实现膜层厚度的控制。

[0055] 实施例1:我们按照光学模拟软件模拟的一组AR膜系来进行实例论证;此组膜系为如下表一所示:

| 表一: 4层AR的不同膜系各层膜厚配置表 |                                                                 |                                |                  |                                |                  |    |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|----|
| 膜系代号                 | 基片                                                              | 膜层                             |                  |                                |                  | 空气 |
|                      | BK-7                                                            | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | SiO <sub>2</sub> | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | SiO <sub>2</sub> |    |
| Std                  | 0.7 mm                                                          | 12.45 nm                       | 33.39 nm         | 111.32 nm                      | 86.13 nm         | /  |
| -0.5                 | 0.7 mm                                                          | 12 nm                          | 33 nm            | 111 nm                         | 86 nm            | /  |
| +0.5                 | 0.7 mm                                                          | 13 nm                          | 34 nm            | 112 nm                         | 87 nm            | /  |
| -2.0                 | 0.7 mm                                                          | 10 nm                          | 31 nm            | 109 nm                         | 84 nm            | /  |
| +2.0                 | 0.7 mm                                                          | 14 nm                          | 35 nm            | 113 nm                         | 88 nm            | /  |
| -5.0                 | 0.7 mm                                                          | 7 nm                           | 28 nm            | 106 nm                         | 81 nm            | /  |
| +5.0                 | 0.7 mm                                                          | 17 nm                          | 38 nm            | 116 nm                         | 91 nm            | /  |
| 注:                   | 1) Std: 指理论模拟的膜系;                                               |                                |                  |                                |                  |    |
|                      | 2) -0.5、-2.0、-5.0: 分别指理论模拟的膜系中每一层分别取整、取整并减少2nm, 取整并减少5nm;       |                                |                  |                                |                  |    |
|                      | 3) +0.5、+2.0、+5.0: 分别指理论模拟的膜系中每一层分别取整并增加1nm、取整并增加3nm, 取整并增加6nm; |                                |                  |                                |                  |    |

[0057] 其中BK7指SCHOTT(肖特)玻璃系列中的一种。

[0058] 我们一般评价AR膜层性能的优异程度主要看反射、透射曲线在可见光波长380-780nm区域内的高点、低点处于什么位置。

[0059] 那么我们可以得出图5及图6所示的反射率曲线。图5是反射率曲线的整体表现,图6是波长在430-680nm范围内各膜系代码的反射率曲线表现。从图5中可以发现,只有对膜层厚度进行精确控制,才能使反射曲线不会有大的波动。此膜系主要观察波长在430-630nm范围内的反射情形,从图6中可以看出,膜系代码-0.5和+0.5的高点都是在0.3%以内,而膜系代码-2.0和+2.0的高点在0.5%左右,膜系代码-5.0和+5.0的高点在1.2-1.5%之间。所以可以确定膜层厚度对反射率的影响是很大的。

[0060] 同样我们也可以得出图7及图8所示的透射率曲线。图7是透射率曲线的整体表现,图8是波长在430-630nm范围内各膜系代码的透射率曲线表现。从图7中可以发现,对膜层厚度进行精确控制,才能使透射曲线不会有较大的波动。此膜系主要观察波长在430-630nm范围内的反射情形,从图8中可以看出,膜系代码-0.5和+0.5的低点都是在99.7%以上,而膜系代码-2.0和+2.0的低点在99.5%左右,膜系代码-5.0和+5.0的低点在98.4-98.8%之间。所以同样可以确定膜层厚度偏离对透射率的影响是很大的。

[0061] 对于溅射镀膜的实际溅射速度来说,可按照如下表二条件得到较为稳定的沉积速率:

[0062]

| 表二：沉积速率计算表（采用经验计算方式） |        |                                |        |                        |           |       |               |
|----------------------|--------|--------------------------------|--------|------------------------|-----------|-------|---------------|
| 靶材                   | 溅射方式   | 膜层                             | 镀膜压力   | 极限功率密度                 | 基片速度      | 系数    | 沉积速率          |
| Si                   | 过氧反应溅射 | SiO <sub>2</sub>               | 0.5 Pa | 7.69 W/cm <sup>2</sup> | 1.0 m/min | 2.203 | 16.9 nm·m/min |
| Nb                   | 过氧反应溅射 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 0.5 Pa | 7.69 W/cm <sup>2</sup> | 1.0 m/min | 0.832 | 6.4 nm·m/min  |

[0063] 说明：上表的极限功率密度仅指平面阴极所能承受的功率密度。

[0064] 上述表格中系数基本是不变的，沉积速率和功率密度成正比，和基片速度成反比（指压力等因子一致的条件下）。而我们为了实现单圈计量膜层厚度的便利性，我们可以调整基片速度来实现如表三所示的沉积速率：

[0065]

| 表三 沉积速率计算表 |        |                                |        |                        |           |       |              |
|------------|--------|--------------------------------|--------|------------------------|-----------|-------|--------------|
| 靶材         | 溅射方式   | 膜层                             | 镀膜压力   | 极限功率密度                 | 基片速度      | 系数    | 沉积速率         |
| Si         | 过氧反应溅射 | SiO <sub>2</sub>               | 0.5 Pa | 3.85 W/cm <sup>2</sup> | 8.5 m/min | 2.203 | 1.0 nm·m/min |
| Nb         | 过氧反应溅射 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 0.5 Pa | 7.69 W/cm <sup>2</sup> | 6.4 m/min | 0.832 | 1.0 nm·m/min |

[0066] 说明：此处沉积速率调整为1.0nm·m/min，仅作为实施例而言，并非所有膜系都限制在这个值。

[0067] 而对于单体式镀膜机而言，固定时间内得到的膜层厚度基本是一致的，因为基片速度提高，所转的圈数就增加，镀膜次数也就增加，所镀制的薄膜还是一样的厚度；但是能够提高转速，精确控制圈数就可以精确控制膜层厚度。这就是我们镀膜机需要光纤探头来进行基片圈数计数功能的原因。而传统的镀膜机无法实现这一点，也就造成所镀制的薄膜厚度范围会偏离目标值。

[0068] 在上述膜系中SiO<sub>2</sub>目标值为33.39nm时，我们就需要实现旋转33.39圈，但实际上只会有一部分产品镀制34圈，另外一部分镀制了33圈，这就导致了并不是所有的产品都是一样的膜层厚度，就无法实现批量化生产。对此，我们使用计数智能调节功能来解决这一问题。计数智能调节功能是我们利用靶功率及转速的调整使圈数这一目标值的放大到整数来实现。如上述的33.39圈，我们可以放大3倍成100圈，然后缩小2倍成50圈，这样我们只需要使转速提高3倍，功率增加一倍即可完成33.33圈；如此就已经十分接近目标值，可以实现精确控制，这样制作出来的膜层厚度误差为  $(33.39-33.33)/33.39=1.7\%$ ，对于按照1圈沉积1nm薄膜厚度来说，其误差厚度为  $1.7\%*33.39=0.06\text{nm}$ ，基本可以忽略不计。

[0069] 应当理解的是，以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制，对本领域技术人员来说，可以对上述实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

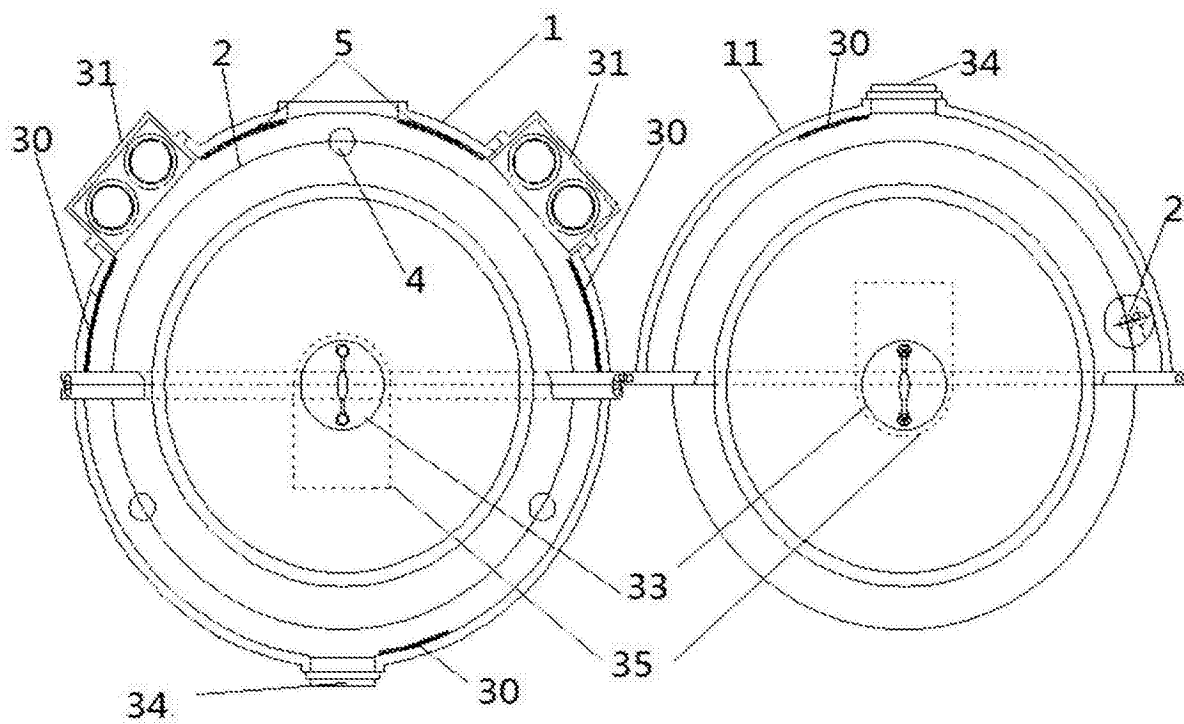


图1

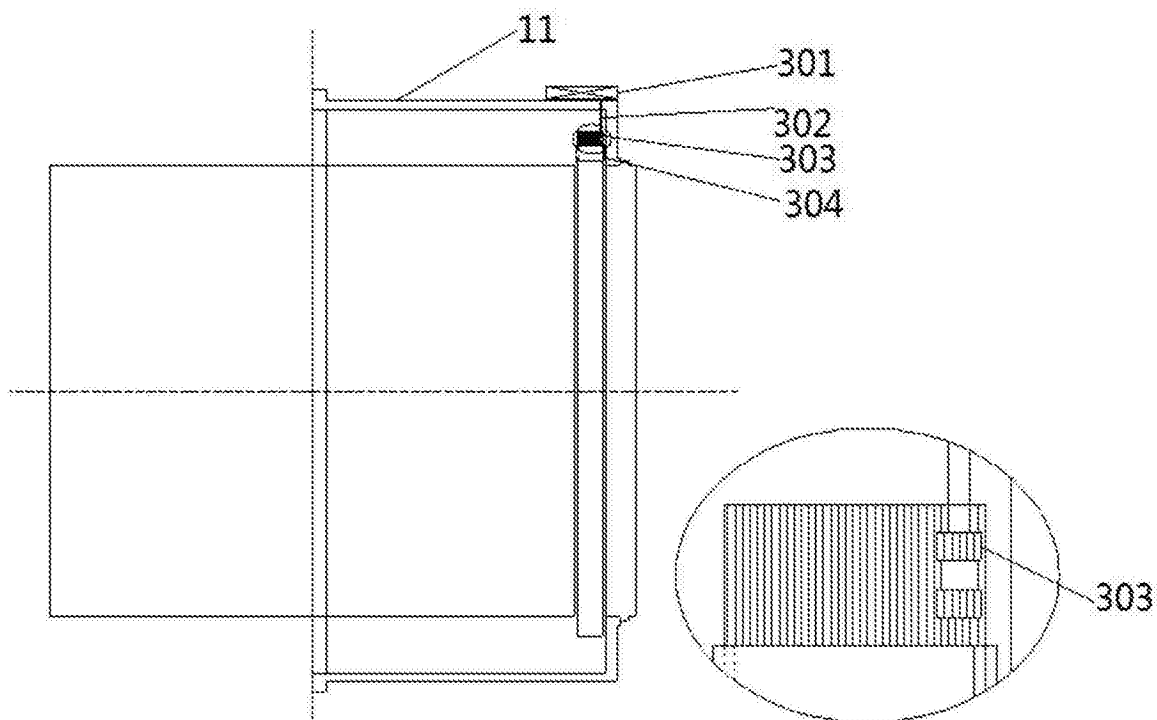


图2

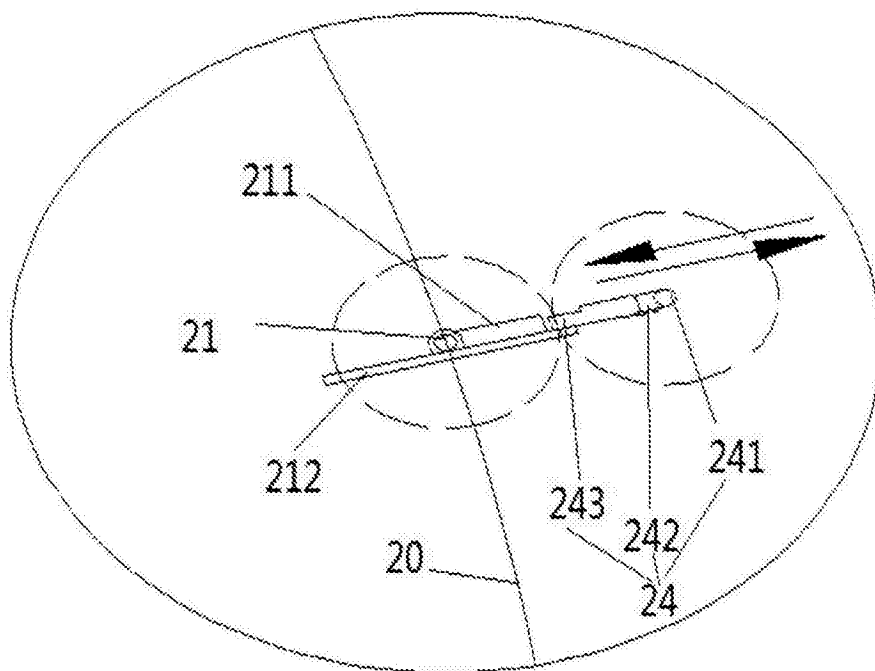


图3

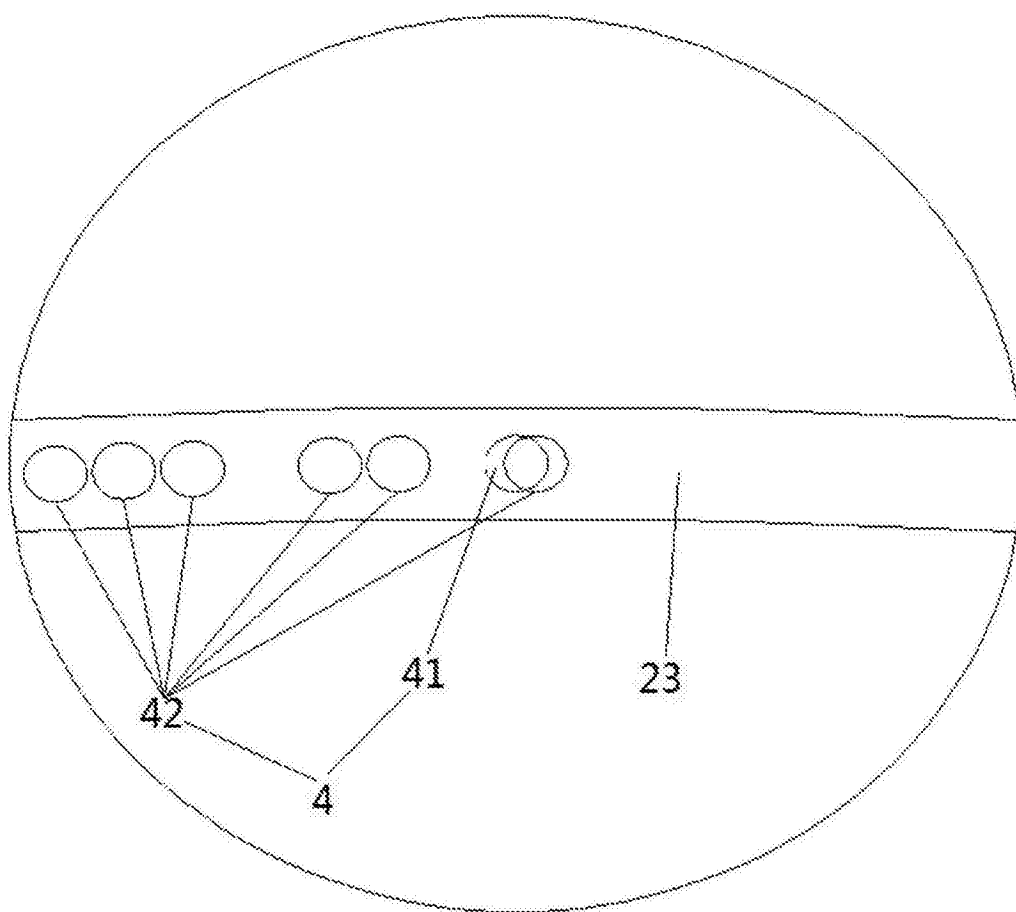


图4

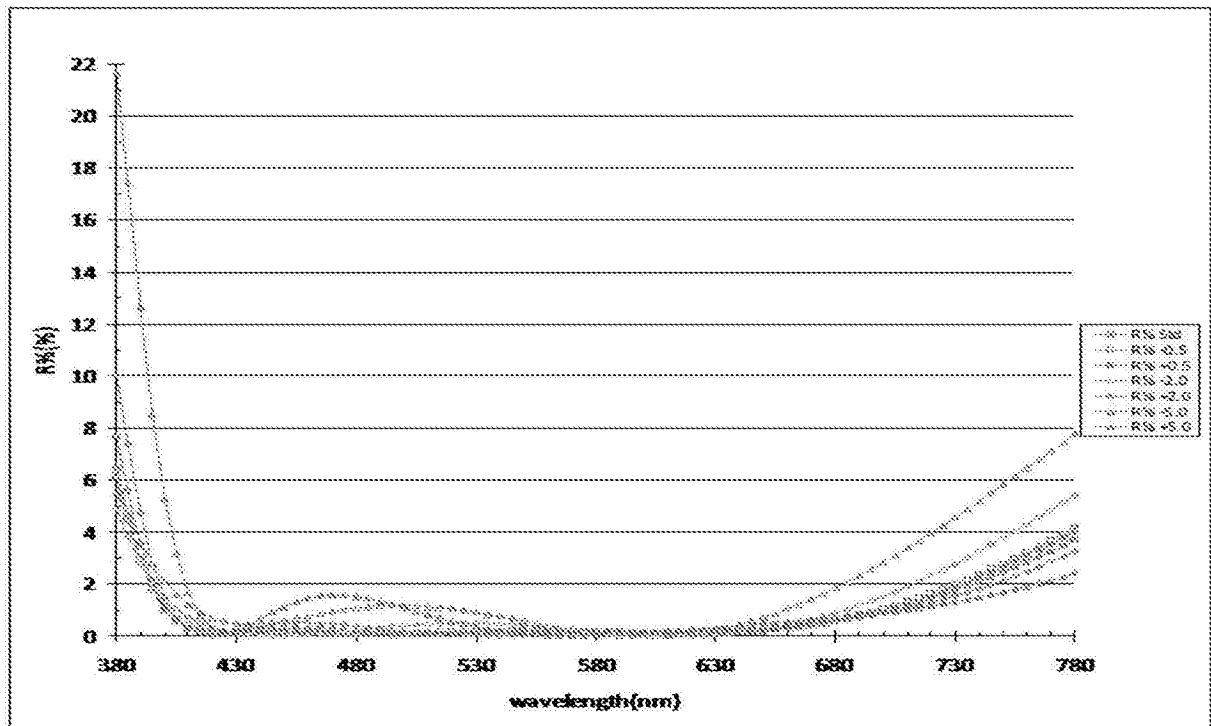


图5

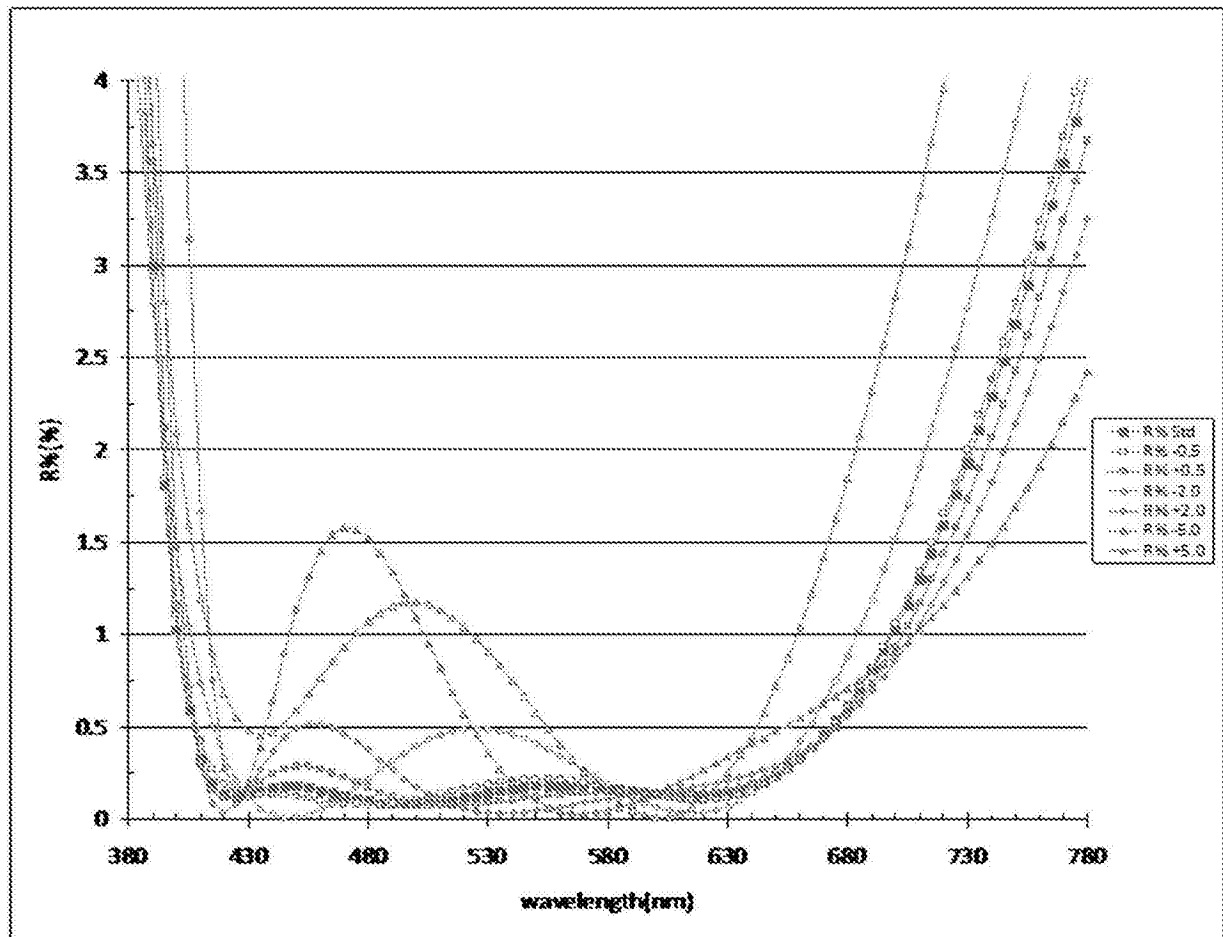


图6

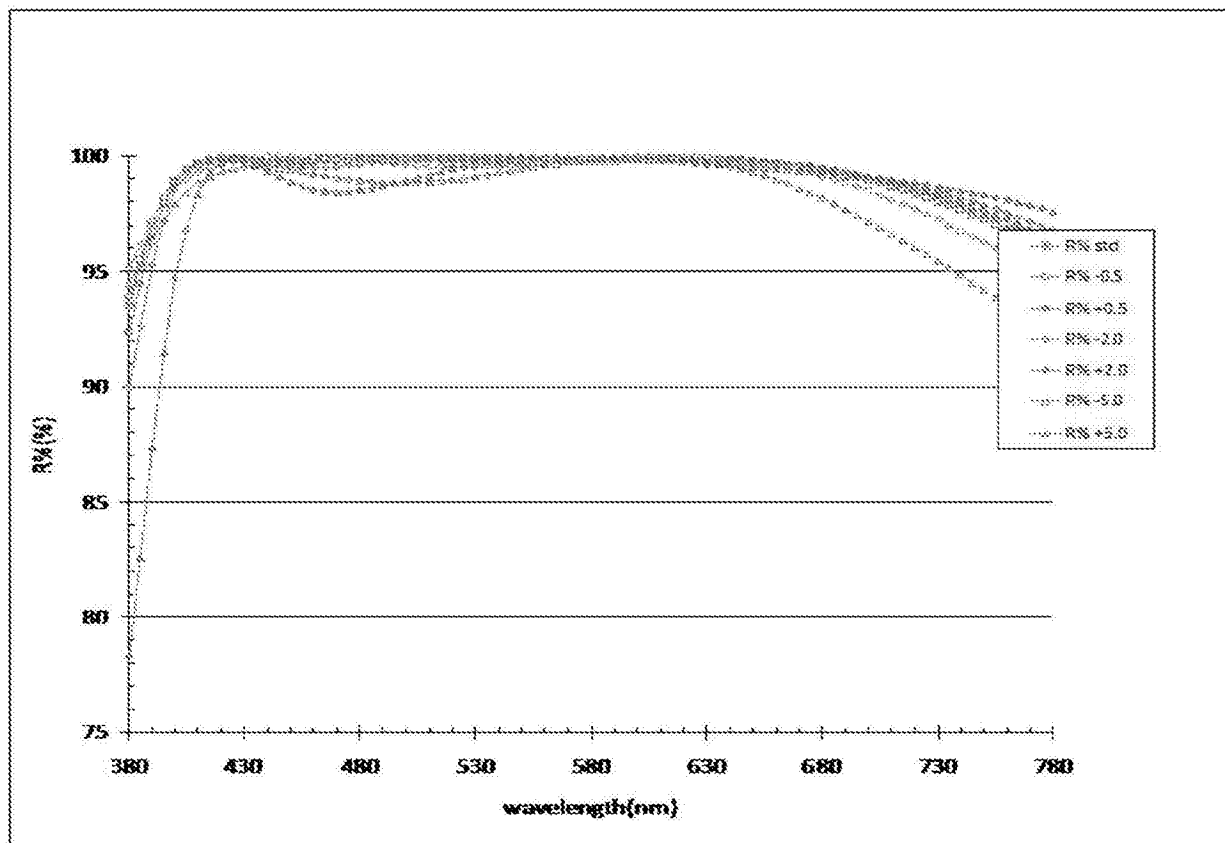


图7

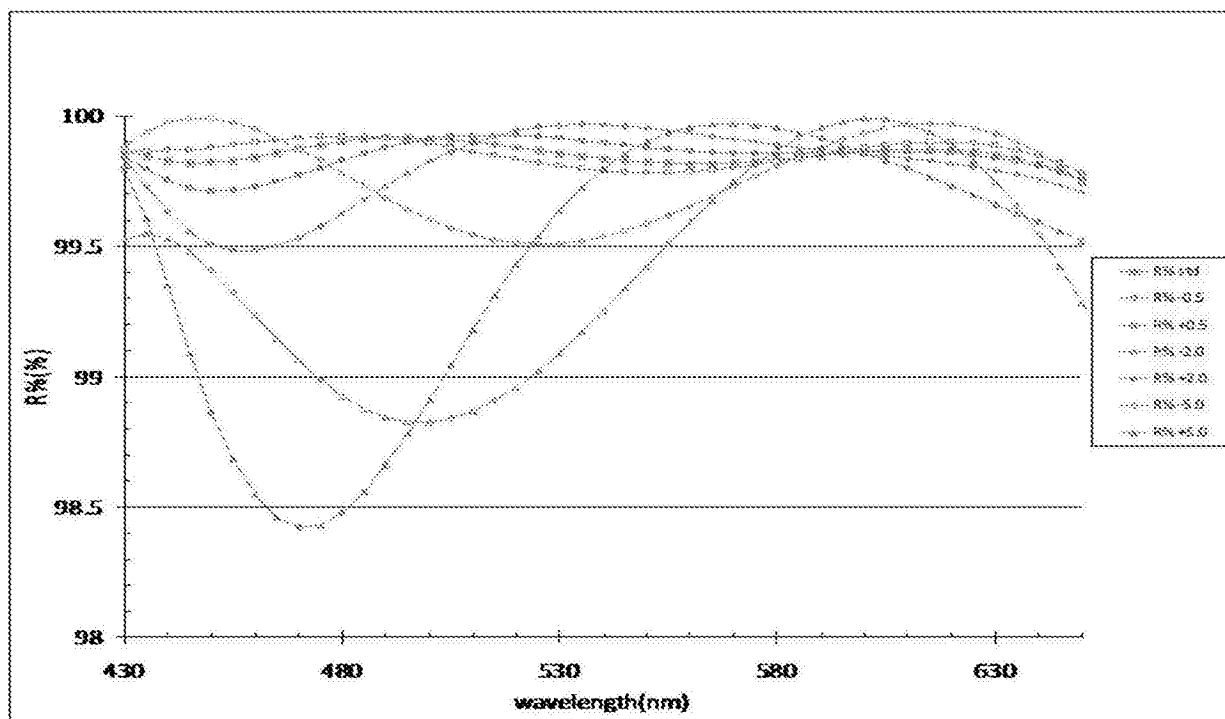


图8