



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104630736 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201410012434. 3

(22) 申请日 2014. 01. 10

(30) 优先权数据

102141280 2013. 11. 13 TW

(71) 申请人 明道学校财团法人明道大学

地址 中国台湾彰化县埤头乡文化路 369 号

(72) 发明人 张奇龙 吴宛玉 陈品宏 陈威池

汪大永

(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 徐金国

(51) Int. Cl.

G23C 14/54(2006. 01)

G23C 14/34(2006. 01)

G23C 14/35(2006. 01)

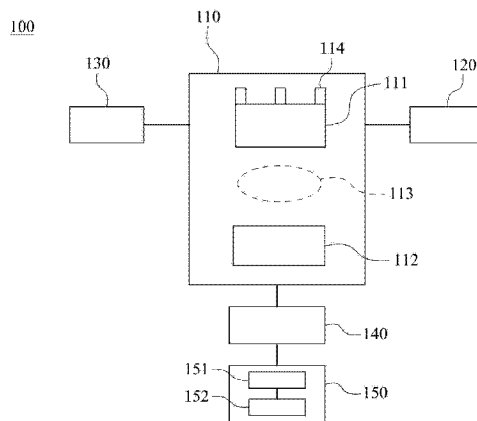
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

沉积系统

(57) 摘要

一种沉积系统,包含一腔体、一电源模块、一第一等离子侦测模块与一第二等离子侦测模块。腔体内含一靶材、一基板与一等离子,基板与靶材相隔一间距且与靶材对应设置,等离子形成于靶材与基板之间。电源模块与腔体电性连接,并使靶材与基板之间产生一电位差,第一等离子侦测模块与腔体连接且侦测分析等离子成分,第二等离子侦测模块包含一崩坏式光电二极管,第二等离子侦测模块与第一等离子侦测模块连接且提供一强化侦测结果。借此,可提供更精细与更精准的等离子侦测结果,作为优化制程的依据。



1. 一种沉积系统,其特征在于,包含:

一腔体,内含:一靶材;一基板,与该靶材相隔一间距且与该靶材对应设置;及一等离子,形成于该靶材与该基板之间;

一电源模块,与该腔体电性连接,并使该靶材与该基板之间产生一电位差;

一第一等离子侦测模块,与该腔体连接且侦测分析该等离子成分;以及

一第二等离子侦测模块,包含一崩坏式光电二极管,该第二等离子侦测模块与该第一等离子侦测模块连接且提供一强化侦测结果。

2. 根据权利要求1的沉积系统,其特征在于,该电源模块与该靶材连接并提供该靶材一脉冲电力。

3. 根据权利要求2的沉积系统,其特征在于,该脉冲电力的脉冲功率密度为 2kWcm^{-2} 至 300kWcm^{-2} ,该脉冲电力的脉冲瞬间功率为 2kW 至 600kW ,且该脉冲电力的脉冲频率为 100Hz 至 50kHz 。

4. 根据权利要求1的沉积系统,其特征在于,该腔体还包含一磁性元件,该磁性元件与该靶材的距离小于该磁性元件与该基板的距离,通过该磁性元件所产生的磁场提高该等离子的离子化程度。

5. 根据权利要求1的沉积系统,其特征在于,还包含一气体供应模块,该气体供应模块与该腔体内部连通,并提供一气体进入该腔体。

6. 一种沉积系统,其特征在于,包含:

一腔体,内部包含:一靶材;一基板,与该靶材相隔一间距且与该靶材对应设置;及一等离子,形成于该靶材与该基板之间;

一电源模块,与该腔体电性连接,并使该靶材与该基板之间产生一电位差;

一气体供应模块,与该腔体内部连通,并提供一气体进入该腔体;

一第一等离子侦测模块,与该腔体连接且侦测分析该等离子成分;以及

一第二等离子侦测模块,包含一崩坏式光电二极管,该第二等离子侦测模块与该第一等离子侦测模块连接且提供一强化侦测结果;以及

一回馈控制模块,与该第一等离子侦测模块连接,该第一等离子侦测模块提供该回馈控制模块一分析结果,该回馈控制模块计算该分析结果并提供一信号以控制该气体供应模块。

7. 根据权利要求6的沉积系统,其特征在于,该信号是控制该气体供应模块所提供的该气体的种类或流量。

8. 根据权利要求6的沉积系统,其特征在于,该电源模块与该靶材连接并提供该靶材一脉冲电力。

9. 根据权利要求8的沉积系统,其特征在于,该脉冲电力的脉冲功率密度为 2kWcm^{-2} 至 300kWcm^{-2} ,该脉冲电力的脉冲瞬间功率为 2kW 至 600kW ,且该脉冲电力的脉冲频率为 100Hz 至 50kHz 。

10. 根据权利要求6的沉积系统,其特征在于,该腔体还包含一磁性元件,该磁性元件与该靶材的距离小于该磁性元件与该基板的距离,通过该磁性元件所产生的磁场提高该等离子的离子化程度。

沉积系统

技术领域

[0001] 本发明是有关于一种沉积系统,且特别是有关于一种侦测且分析等离子组成成分的沉积系统。

背景技术

[0002] 等离子(plasma)广泛应用于表面处理技术,包含物理气相沉积、化学气相沉积以及蚀刻技术,表面处理过程中,等离子体的组成成分与最终表面处理的品质息息相关。

[0003] 以物理气相沉积的溅镀(sputtering)制程为例,溅镀制程是使用等离子对靶材进行离子轰击,使靶材表面的原子以气体分子形式发射出来,并到达所要沉积的基板上,再经过附着、吸附、表面迁徙、成核等过程的后,在基板上成长形成薄膜。研究已指出,等离子体的离子化程度越高、等离子密度越高,可提升薄膜的材料特性,诸如密实性、附着性、耐磨性、抗腐蚀性、机械性质等等。因此,若能即时侦测等离子在溅镀过程中组成成分的变化,将有利于了解溅镀制程的反应机制,而能优化制程,进而提升薄膜的材料特性。

[0004] 然而,习用侦测等离子体的设备,其灵敏度仅达到秒,而无法提供更精细、精准的侦测结果,使得优化制程的研究成效有限,因此相关领域的业者与学者,持续寻求一种更为灵敏的侦测等离子体的设备,其可提供更精细与更精准的侦测结果,作为优化制程的依据。

发明内容

[0005] 本发明的一目的是在提供一种沉积系统,其具有第一等离子侦测模块与第二等离子侦测模块,而可提供更精细与更精准的侦测结果,有利于了解溅镀制程的反应机制,作为优化制程的依据。

[0006] 本发明的另一目的是在提供一种沉积系统,其具有第一等离子侦测模块、第二等离子侦测模块与回馈控制模块,依据第一等离子侦测模块与第二等离子侦测模块所提供的侦测结果与分析结果,回馈控制模块可产生一即时的信号以控制气体进入腔体中的流量或种类,而改变等离子体的组成与性质,进而调整所沉积的薄膜的材料特性,以满足不同的需求。

[0007] 依据本发明一方面的一实施方式是在提供一种沉积系统,包含一腔体、一电源模块、一第一等离子侦测模块与一第二等离子侦测模块。腔体内含一靶材、一基板与一等离子,基板与靶材相隔一间距且与靶材对应设置,等离子形成于靶材与基板之间。电源模块与腔体电性连接,并使靶材与基板之间产生一电位差,第一等离子侦测模块与腔体连接且侦测分析等离子成分,第二等离子侦测模块包含一崩坏式光电二极管(Avalanche Photodiode Detector,简称APD),第二等离子侦测模块与第一等离子侦测模块连接且提供一强化侦测结果。

[0008] 依据前述的沉积系统,电源模块可与靶材连接并提靶材一脉冲电力,脉冲电力的脉冲功率密度可为 2kWcm^{-2} 至 300kWcm^{-2} ,脉冲电力的脉冲瞬间功率可为 2kW 至 600kW ,且脉冲电力的脉冲频率可为 100Hz 至 50kHz 。

[0009] 依据前述的沉积系统,腔体可还包含一磁性元件,磁性元件与靶材的距离小于磁性元件与基板的距离,通过磁性元件所产生的磁场可提高等离子的离子化程度。沉积系统可还包含一气体供应模块,气体供应模块与腔体内部连通,并提供一气体进入腔体。

[0010] 依据本发明一方面的另一实施方式是在提供一种沉积系统,包含一腔体、一电源模块、一气体供应模块、一第一等离子侦测模块、一第二等离子侦测模块与一回馈控制模块。腔体内含一靶材、一基板与一等离子,基板与靶材相隔一间距且与靶材对应设置,等离子形成于靶材与基板之间。电源模块与腔体电性连接,并使靶材与基板之间产生一电位差。气体供应模块与腔体内部连通,并提供一气体进入腔体。第一等离子侦测模块与腔体连接且侦测分析等离子成分,第二等离子侦测模块包含一崩坏式光电二极管,第二等离子侦测模块与第一等离子侦测模块连接且提供一强化侦测结果。回馈控制模块与第一等离子侦测模块连接,第一等离子侦测模块提供回馈控制模块一分析结果,回馈控制模块计算分析结果并提供一信号以控制气体供应模块。

[0011] 依据前述的沉积系统,回馈控制模块所提供的信号可控制气体供应模块所提供的气体的种类或流量。电源模块可与靶材连接并提靶材一脉冲电力,脉冲电力的脉冲功率密度可为 2kWcm^{-2} 至 300kWcm^{-2} ,脉冲电力的脉冲瞬间功率可为 2kW 至 600kW ,且脉冲电力的脉冲频率可为 100Hz 至 50kHz 。

[0012] 依据前述的沉积系统,腔体可还包含一磁性元件,磁性元件与靶材的距离小于磁性元件与基板的距离,通过磁性元件所产生的磁场可提高等离子的离子化程度。

附图说明

[0013] 为了让本发明的上述和其他目的、特征、优点与实施例能更明显易懂,所附附图的说明如下:

[0014] 图 1 是绘示依照本发明一方面的一实施方式的一种沉积系统示意图;

[0015] 图 2 是绘示依照本发明一方面的另一实施方式的一种沉积系统示意图;

[0016] 图 3 是绘示依照本发明一沉积系统的第一等离子侦测模块的分析结果图;

[0017] 图 4 是绘示依照本发明一沉积系统的第二等离子侦测模块的分析结果图;

[0018] 图 5 是绘示依照本发明一沉积系统的回馈控制模块的使用成效图。

具体实施方式

[0019] 请参照图 1,其是绘示依照本发明一方面的一实施方式的一种沉积系统 100 示意图。沉积系统 100 包含腔体 110、电源模块 120、气体供应模块 130、第一等离子侦测模块 140 与第二等离子侦测模块 150。电源模块 120 与腔体 110 电性连接,气体供应模块 130 与腔体 110 内部连通,第一等离子侦测模块 140 与腔体 110 连接,第二等离子侦测模块 150 与第一等离子侦测模块 140 连接。在本实施方式中,沉积系统 100 是用于物理气相沉积的溅镀制程。

[0020] 腔体 110 内含靶材 111、多个磁性元件 114、基板 112 与等离子 113。基板 112 与靶材 111 相隔一间距且与靶材 111 对应设置,等离子 113 形成于靶材 111 与基板 112 之间。磁性元件 114 与靶材 111 的距离小于磁性元件 114 与基板 112 的距离,在本实施方式中,磁性元件 114 是设置于靶材 111 背对基板 112 的一表面,通过磁性元件 114 所产生的磁场,可

影响等离子 113 中电子的运动路径,而增加电子与等离子 113 中其他气体分子的碰撞次数,进而提高等离子 113 的离子化程度,故可提高沉积速率与薄膜(图未显示)品质。

[0021] 电源模块 120 与腔体 110 电性连接,并使靶材 111 与基板 112 之间产生一电位差,借此电位差,使腔体 110 中形成等离子 113。在本实施方式中,电源模块 120 与靶材 111 连接(图未显示连接)并提供靶材 111 一脉冲电力(图未显示),脉冲电力的脉冲功率密度范围为 2kWcm^{-2} 至 300kWcm^{-2} ,脉冲电力的脉冲瞬间功率范围为 2kW 至 600kW ,且脉冲电力的脉冲重复频率范围为 100Hz 至 50kHz ,借此,可进一步提高等离子 113 的密度与离子化程度,并可提高靶材 111 表面原子的游离率,而使沉积于基板 112 的薄膜更为致密,并可提高薄膜与基板 112 之间的附着力、薄膜的机械性质与抗腐蚀性等。

[0022] 气体供应模块 130 与腔体 110 内部连通,并提供至少一种气体(图未揭示)进入腔体 110,可使用的气体包含但不限于氩气、氮气或氧气。气体供应模块 130 所提供的气体种类可为一种或一种以上,且气体种类可为反应性气体,或惰性气体,前述“反应性气体”是指气体会与靶材 111 的原子以化合物的型态沉积于基板 112 上,亦即气体为薄膜的成分来源之一,前述“惰性气体”是指气体不会与靶材 111 的原子以化合物的型态沉积于基板 112 上。不论是“反应性气体”或“惰性气体”,其通入腔体 110 中的流量,皆会影响等离子 113 的密度以及等离子 113 内粒子的碰撞行为,故皆攸关薄膜品质的良窳。

[0023] 第一等离子侦测模块 140 与腔体 110 连接且侦测分析等离子 113 的成分。具体言之,沉积系统 100 可于腔体 110 内等离子 113 形成处设置一准直仪(collimator)以收集等离子信号,并将此等离子信号通过光纤传送第一等离子侦测模块 140,第一等离子侦测模块 140 侦测分析等离子 113 的成分而产生一分析结果。第二等离子侦测模块 150 包含相连接的崩坏式光电二极管 151 与示波器 152,崩坏式光电二极管 151 可针对第一等离子侦测模块 140 所产生的分析结果提供进一步分析,以产生一强化侦测结果,并以示波器 152 显示此强化侦测结果。

[0024] 在本实施方式中,第一等离子侦测模块 140 采用光激发光谱仪(Optical Emission Spectrometry, OES),其侦测波长为 $200\text{nm} \sim 1100\text{nm}$,且可即时侦测实际等离子 113 的浓度而无延迟时间。

[0025] 前述第二等离子侦测模块 150 的“强化侦测结果”是指相较于第一等离子侦测模块 140,第二等离子侦测模块 150 所提供的等离子侦测结果更为精细与准确。以第一等离子侦测模块 140 采用光激发光谱仪为例,光激发光谱仪的灵敏度为秒(s),而崩坏式光电二极管 151 的灵敏度可至微秒(μs),因此,当操作者想要深入探究第一等离子侦测模块 140 所提供的等离子 113 的分析结果,或者操作者由第一等离子侦测模块 140 所提供的等离子 113 的分析结果发现异常时,可通过第二等离子侦测模块 150 提供进一步分析,解析出等离子 113 在溅镀过程中极短时间内(微秒等级)组成成分的变化。

[0026] 当电源模块 120 提供靶材 111 脉冲电力时,脉冲电力产生的瞬间会造成等离子 113 成分发生变化,因为脉冲电力作用的时间非常短,若仅使用第一等离子侦测模块 140 侦测等离子 113 的成分,第一等离子侦测模块 140 的灵敏度仅达到秒而远大于脉冲电力作用的时间,故无法提供脉冲电力产生瞬间的等离子 113 成分。因此,当电源模块 120 提供靶材 111 脉冲电力时,搭配第一等离子侦测模块 140 与第二等离子侦测模块 150,操作者可精确掌握等离子 113 成分的变化,当等离子 113 成分不如预期时,操作者可通过控制气体供应模

块 130 所提供的气体的种类或流入腔体 110 的流量,或者可控制电源模块 120 所提供的脉冲电力的功率、作用时间等,以调整等离子 113 成分。

[0027] 在本实施方式中,是以物理气相沉积的溅镀膜程作为例示说明,然而,本发明的沉积系统 100 亦可应用于其他沉积制程,只要腔体 110 中有等离子 113 存在,皆可应用本发明的沉积系统 100 侦测与分析等离子 113 的成分。

[0028] 请参照图 2,其是绘示依照本发明一方面的另一实施方式的一种沉积系统 100 示意图。沉积系统 100 包含腔体 110、电源模块 120、气体供应模块 130、第一等离子侦测模块 140、第二等离子侦测模块 150 与回馈控制模块 160。电源模块 120 与腔体 110 电性连接,气体供应模块 130 与腔体 110 内部连通,第一等离子侦测模块 140 与腔体 110 连接,第二等离子侦测模块 150 与第一等离子侦测模块 140 连接,回馈控制模块 160 分别与第一等离子侦测模块 140 与气体供应模块 130 连接。

[0029] 气体供应模块 130 包含至少一气体源 131 与至少一气体流量控制阀 132,气体源 131 内容置有气体,通过气体流量控制阀 132 可控制气体源 131 内气体流入腔体 110 的流速。在一实施方式中,气体流量控制阀 132 是采用电压控制气体流量阀(Piezo valve),其精确度可达 $-0.1\% \sim +0.1\%$ 。

[0030] 回馈控制模块 160 接收第一等离子侦测模块 140 所提供的分析结果后,计算分析结果并提供一信号以控制气体供应模块 130,例如可控制气体供应模块 130 所提供的气体的种类或流入腔体 110 的流量。在一实施方式中,回馈控制模块 160 是采用例积分微分控制器(Proportional Integral Derivative Control),其可通过第一等离子侦测模块 140 所提供的分析结果得到测量值,再依期望值减去测量值得误差值,再利用误差值计算出一个对沉积系统 100 的纠正值,并以此纠正值作为气体供应模块 130 的控制信号,借此,可使溅镀膜程朝期望值修正,并可避免靶材 111 毒化,而达到优化制程的目的。

[0031] 请参照图 3,其是绘示依照本发明一沉积系统的第一等离子侦测模块的分析结果图,图 3 中,靶材为铬,并在腔体中通入氩气,电源模块分别提供靶材脉冲瞬间功率为 2kW、8kW 与 18kW 的脉冲电力,第一等离子侦测模块是采用光激发光谱仪侦测分析等离子成分,由图 3 可知,电源模块所提供的脉冲瞬间越大,所能侦测到发射强度越强,此外,由图 3 所揭示的分析结果,可让操作者即时掌握等离子成分,包含等离子中粒子的种类与含量。

[0032] 请参照图 4,其是绘示依照本发明一沉积系统的第二等离子侦测模块的分析结果图。图 4 上半部为等离子相对值对时间的关系图,图 4 下半部为等离子电流值对时间的关系图,由图 4 可知,第二等离子侦测模块的灵敏度可达到微秒等级,故通过第二等离子侦测模块所提供的强化侦测结果,可使操作者更精确地掌握等离子 113 在溅镀过程中成分的变化,尤其当电源模块提供靶材的电力为脉冲电力时,第二等离子侦测模块可提供所需的灵敏度。

[0033] 图 5 是绘示依照本发明一沉积系统的回馈控制模块的使用成效图。图 5 中,回馈控制模块是采用例积分微分控制器,并将铬的发射强度的期望值设定为 1500,回馈控制模块接收并计算第一等离子侦测模块所提供的分析结果,回馈控制模块提供信号以控制气体供应模块,而使铬的发射强度逐渐趋近期望值并稳定保持于期望值,借此,使溅镀膜程可在自动化的情况下,朝预设的期望值修正,一方面可优化制程,另一方面可节省人力。

[0034] 虽然本发明已以实施方式揭露如上,然其并非用以限定本发明,任何熟悉此技艺

者,在不脱离本发明的精神和范围内,当可作各种的更动与润饰,因此本发明的保护范围当视所附的权利要求书所界定的范围为准。

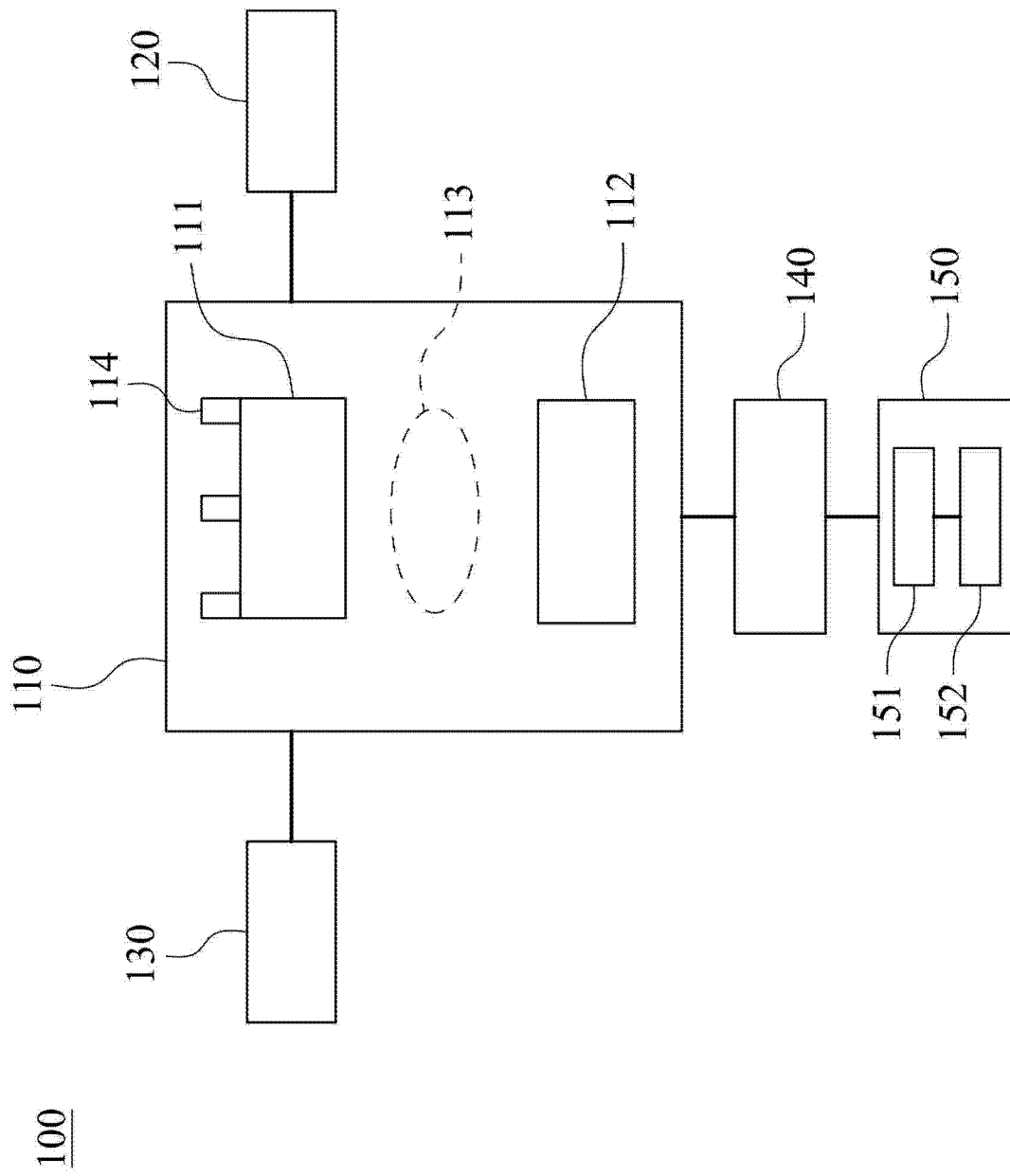


图 1

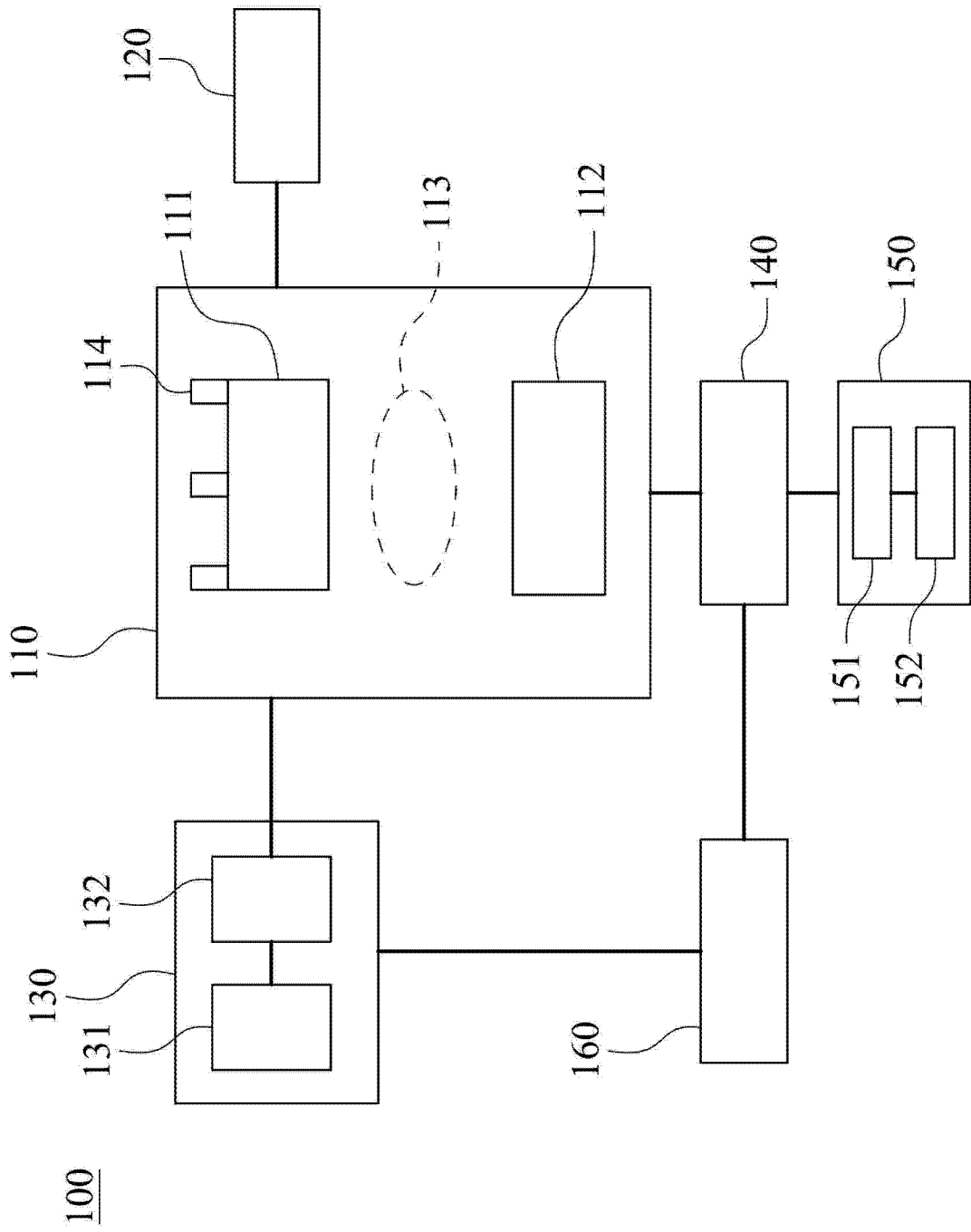


图 2

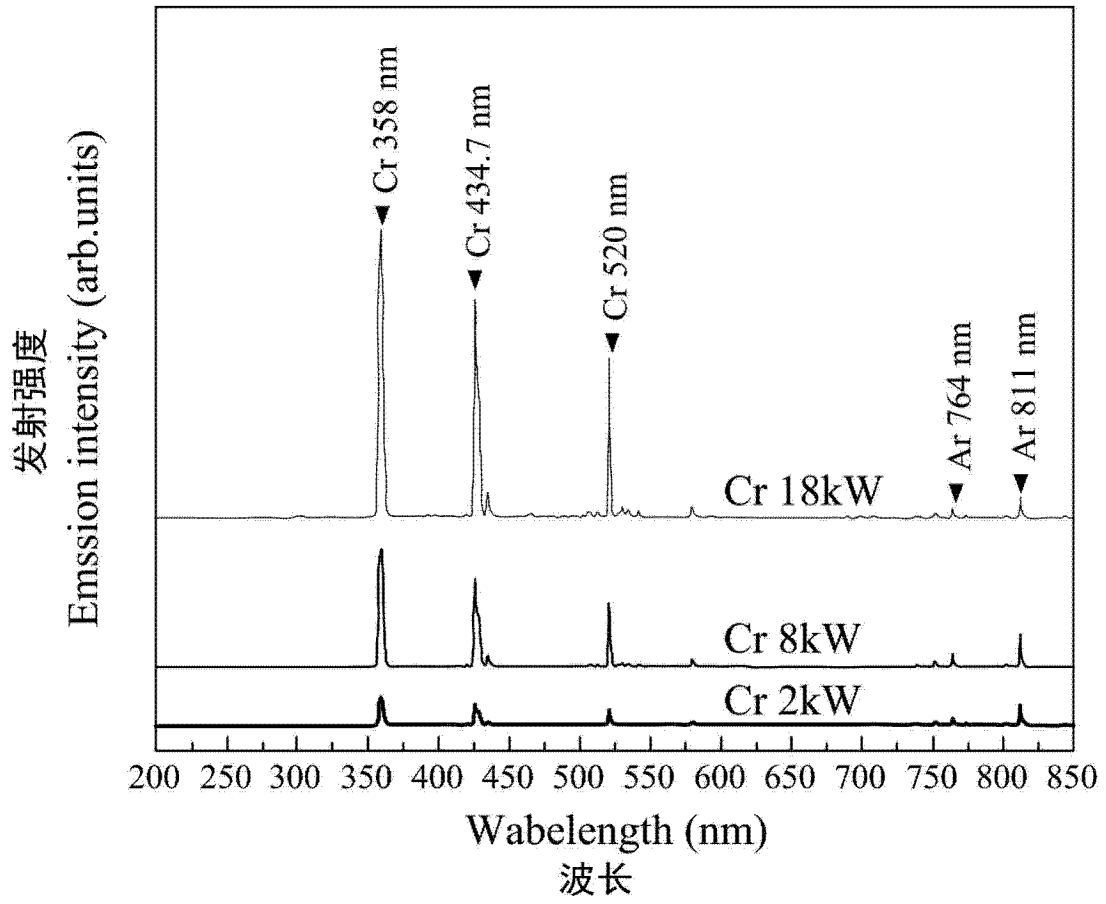


图 3

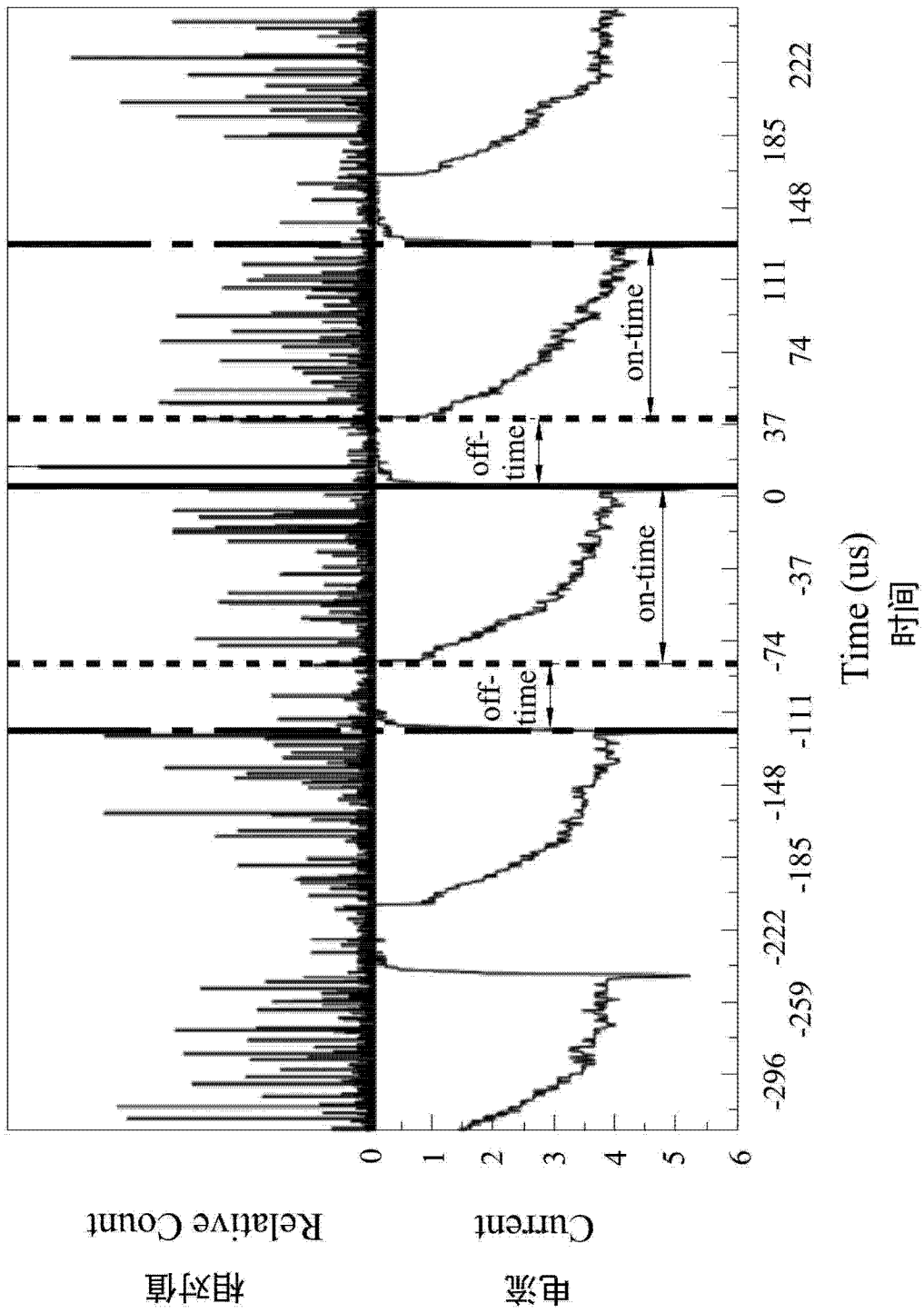


图 4

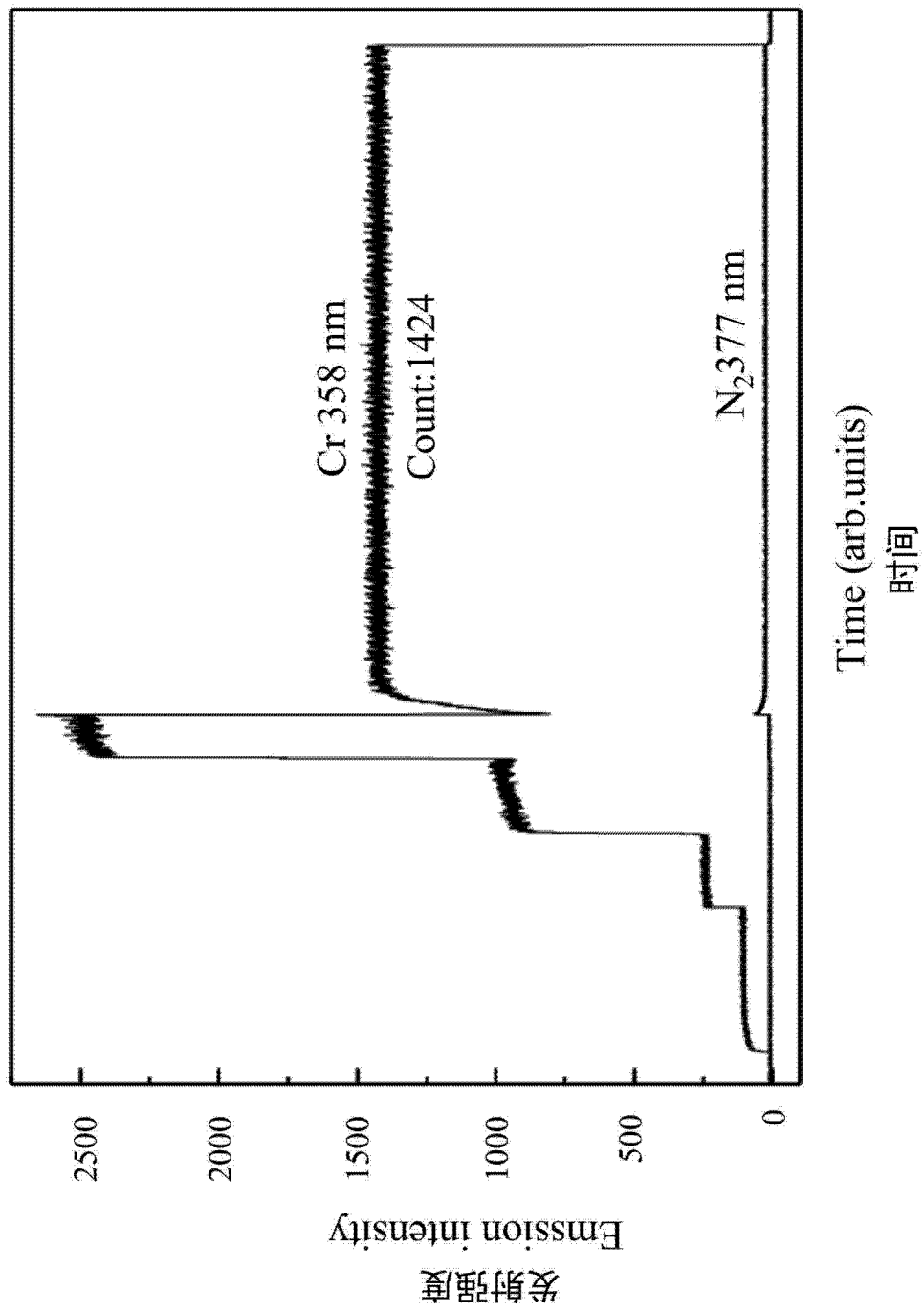


图 5