



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113235053 B

(45) 授权公告日 2023.03.28

(21) 申请号 202110555306.3

WO 2018114379 A1, 2018.06.28

(22) 申请日 2021.05.21

审查员 刘莉

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113235053 A

(43) 申请公布日 2021.08.10

(73) 专利权人 辽宁分子流科技有限公司

地址 110179 辽宁省沈阳市浑南区绮霞街
6-5号(1-12-2)

(72) 发明人 李成林 郝明 杜雪峰

(51) Int. Cl.

G23C 14/24 (2006.01)

G23C 14/54 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 106319453 A, 2017.01.11

JP H06280016 A, 1994.10.04

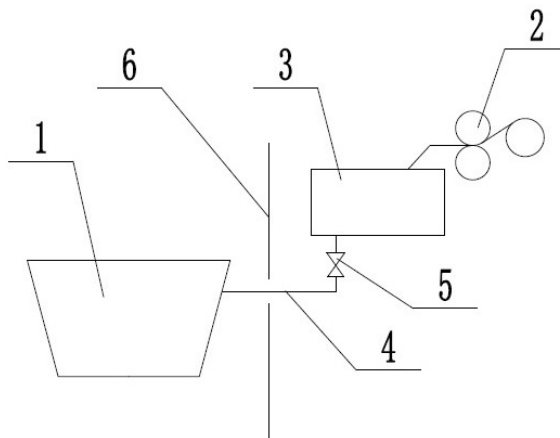
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种蒸发速率智能可调的蒸发镀膜方法

(57) 摘要

本发明公开了一种蒸发速率智能可调的蒸发镀膜方法,包括:(1)启动蒸发镀膜机的真空系统对镀膜室抽真空;(2)当镀膜室的真空度达到工艺要求时,启动线性蒸发源和控制系统;线性蒸发源的一级坩埚将送丝机构输送来的丝材熔化成熔液,并通过熔液流管将熔液注入二级坩埚;熔液在二级坩埚中加热蒸发实现蒸发镀膜;(3)在镀膜路径的下游设置有膜厚检测装置,可对基底上沉积的膜层进行膜厚检测;控制系统会实时获取膜厚检测数据,并根据膜厚检测数据对线性蒸发源在镀膜幅宽方向上的蒸发速率进行分段闭环智能调控,使基底上沉积的膜层呈现所需的膜厚分布状态,并在整个蒸发镀膜过程中保持该膜厚分布状态的稳定。



1. 一种蒸发速率智能可调的蒸发镀膜方法,包括以下步骤:

(1) 启动蒸发镀膜机的真空系统对镀膜室抽真空;

(2) 当镀膜室的真空度达到工艺要求时,启动线性蒸发源和控制系统;线性蒸发源包括一级坩埚、二级坩埚和送丝机构;线性蒸发源的一级坩埚将送丝机构输送来的丝材熔化成熔液,并通过熔液流管将熔液注入二级坩埚;熔液在二级坩埚中加热蒸发实现蒸发镀膜;

(3) 在镀膜路径的下游设置有膜厚检测装置,可对基底上沉积的膜层进行膜厚检测;控制系统会实时获取膜厚检测数据,并根据膜厚检测数据对线性蒸发源在镀膜幅宽方向上的蒸发速率进行分段闭环智能调控,使基底上沉积的膜层呈现所需的膜厚分布状态,并在整个蒸发镀膜过程中保持该膜厚分布状态的稳定;

二级坩埚为长条槽状体,二级坩埚的长度方向与镀膜幅宽方向一致;沿镀膜幅宽方向并排布置有2个以上的送丝机构,每个送丝机构的下方均设置有1个一级坩埚;二级坩埚的数量为1个,位于一级坩埚的下方;一级坩埚的底部设置有熔液流管,熔液流管的另一端与二级坩埚侧壁相通,在熔液流管上设置有流量控制阀;二级坩埚上设置有2组以上的电极,二级坩埚上不同段的加热可进行分段控制;一级坩埚中的加热温度较蒸发温度低一个层次;在二级坩埚与一级坩埚之间设置有水冷挡板,水冷挡板在一级坩埚的一侧设置有隔热层,熔液流管外表面包裹有隔热层,隔绝二级坩埚中的高温热量对处于一级坩埚区域的丝材的影响;

控制系统内预设有膜厚的目标分布数据和蒸发材料数据库;控制系统根据实时获取的膜厚检测数据与目标分布数据之间的差异以及蒸发材料的物性参数计算出二级坩埚各段的蒸发速率调整量;然后控制系统将基于蒸发速率调整量调控二级坩埚上不同段的加热温度、每个送丝机构的送丝速度以及熔液流管的流量控制阀,从而实现线性蒸发源在镀膜幅宽方向上蒸发速率的分段闭环智能可调;控制系统将实时获取的膜厚检测数据与目标分布数据进行标准差分析,并根据镀膜幅宽方向上的某个部位的标准差偏离程度给出与该部位所对应的二级坩埚某段的蒸发速率调整量;

通过对线性蒸发源在镀膜幅宽方向上的蒸发速率进行分段闭环智能调控,使基底在镀膜幅宽方向上的膜厚分布达到均匀一致,或者达到预先设定的在幅宽方向上膜厚渐变的目标膜厚分布。

2. 根据权利要求1所述的蒸发速率智能可调的蒸发镀膜方法,其特征在于:二级坩埚中的加热温度比一级坩埚中的加热温度高100-400℃。

3. 根据权利要求1所述的蒸发速率智能可调的蒸发镀膜方法,其特征在于:每个送丝机构的送丝速度均由控制系统根据膜厚检测数据进行单独调控;当镀膜幅宽方向上的某个部位的膜厚偏薄时,控制系统会控制使该部位对应的送丝机构的送丝速度加快;当镀膜幅宽方向上的某个部位的膜厚偏厚时,控制系统会控制使该部位对应的送丝机构的送丝速度减慢。

4. 根据权利要求1所述的蒸发速率智能可调的蒸发镀膜方法,其特征在于:二级坩埚上不同段的加热均由控制系统根据膜厚检测数据进行单独调控;当镀膜幅宽方向上的某个部位的膜厚偏薄时,控制系统会控制使该部位对应的二级坩埚上的这段的加热温度提高;当镀膜幅宽方向上的某个部位的膜厚偏厚时,控制系统会控制使该部位对应的二级坩埚上的这段的加热温度降低。

5. 根据权利要求1所述的蒸发速率智能可调的蒸发镀膜方法,其特征在于:每个一级坩埚与二级坩埚之间连通的熔液流管上的流量控制阀均由控制系统根据膜厚检测数据进行单独调控;当镀膜幅宽方向上的某个部位的膜厚偏薄时,控制系统会控制使该部位对应的熔液流管中的流量增大;当镀膜幅宽方向上的某个部位的膜厚偏厚时,控制系统会控制使该部位对应的熔液流管中的流量减小。

一种蒸发速率智能可调的蒸发镀膜方法

技术领域

[0001] 本发明属于真空镀膜技术领域,特别涉及在真空蒸发镀膜中使用的一种蒸发速率智能可调的蒸发镀膜方法。

背景技术

[0002] 近年来,光学技术、储能技术、平板显示技术的高速发展对薄膜产品性能的均匀性和稳定性提出了更高的要求。作为薄膜制备的重要工艺技术之一,真空蒸发镀膜在上述领域的薄膜产品的工业生产中得到了广泛的应用。送丝机构由于可以在蒸发镀膜过程中连续地补充膜材,在蒸发镀膜中应用较多。

[0003] 由于设置送丝机构的蒸发形式为点状源蒸发,不适用在连续式或半连续式蒸发镀膜中对宽幅基片进行膜层制备。即使是设置多个送丝速度一致的送丝机构排在镀膜幅宽方向上,也易于在相邻送丝机构之间存在膜厚分布不连续的问题,更重要的是,在蒸发镀膜过程中,由于受到蒸发源余弦定律的影响,基片的中部和两侧在幅宽方向上的膜层厚度分布会呈现不均匀的状态,无法满足光学、储能及平板显示等对产品性能要求严苛的使用需求。

[0004] 另一方面,由于丝材在导管出口处受到坩埚中蒸发高温的烘烤容易温度偏高,热量经热传导会使导管中甚至是传输辊轮中的丝材易于软化而弯曲变形,造成卡丝而无法输送,导致蒸发镀膜过程无法正常进行。

发明内容

[0005] 为解决上述问题,本发明提供一种蒸发速率智能可调的蒸发镀膜方法,包括以下步骤:

[0006] (1) 启动蒸发镀膜机的真空系统对镀膜室抽真空;

[0007] (2) 当镀膜室的真空度达到工艺要求时,启动线性蒸发源和控制系统;线性蒸发源包括一级坩埚、二级坩埚和送丝机构;线性蒸发源的一级坩埚将送丝机构输送来的丝材熔化成熔液,并通过熔液流管将熔液注入二级坩埚;熔液在二级坩埚中加热蒸发实现蒸发镀膜;

[0008] (3) 在镀膜路径的下游设置有膜厚检测装置,可对基底上沉积的膜层进行膜厚检测;控制系统会实时获取膜厚检测数据,并根据膜厚检测数据对线性蒸发源在镀膜幅宽方向上的蒸发速率进行分段闭环智能调控,使基底上沉积的膜层呈现所需的膜厚分布状态,并在整个蒸发镀膜过程中保持该膜厚分布状态的稳定。膜厚检测数据包括在镀膜幅宽方向上各部位的膜厚数据。

[0009] 二级坩埚为长条槽状体,二级坩埚的长度方向与镀膜幅宽方向一致;沿镀膜幅宽方向并排布置有2个以上的送丝机构,每个送丝机构的下方均设置有1个一级坩埚;二级坩埚的数量为1个,位于一级坩埚的下方;一级坩埚的底部设置有熔液流管,熔液流管的另一端与二级坩埚侧壁相通,在熔液流管上设置有流量控制阀;二级坩埚上设置有2组以上的电

极,二级坩埚上不同段的加热可进行分段控制。

[0010] 在二级坩埚与一级坩埚之间设置有水冷挡板,水冷挡板在一级坩埚的一侧设置有隔热层。熔液流管外表面包裹有隔热层。二级坩埚中的加热温度比一级坩埚中的加热温度高100-400℃。

[0011] 由于一级坩埚的加热只需满足丝材的熔化和顺畅流动即可,因此一级坩埚中的加热温度较蒸发温度低一个层次,并且,在二级坩埚和一级坩埚之间设置有水冷挡板及隔热层,可有效隔绝二级坩埚中的高温热量对处于一级坩埚区域的丝材的影响。这样,送丝机构中传输的丝材的温度升高效应将大大减弱,显著地解决了丝材发生软化弯曲变形造成卡丝故障的问题。

[0012] 作为蒸发坩埚的二级坩埚设计成长条槽状体,将丝材熔液汇聚在一起再加热蒸发,形成了1个蒸发稳定连续的线性蒸发镀膜源,有利于在连续式或半连续式蒸发镀膜中对宽幅基底进行稳定的膜层制备。

[0013] 每个送丝机构均设置有调速电机,调速电机的转速受控制系统调控。每个送丝机构的送丝速度均由控制系统根据膜厚检测数据进行单独调控;当镀膜幅宽方向上的某个部位的膜厚偏薄时,控制系统会控制使该部位对应的送丝机构的送丝速度加快;当镀膜幅宽方向上的某个部位的膜厚偏厚时,控制系统会控制使该部位对应的送丝机构的送丝速度减慢。

[0014] 二级坩埚上不同段的加热均由控制系统根据膜厚检测数据进行单独调控;当镀膜幅宽方向上的某个部位的膜厚偏薄时,控制系统会控制使该部位对应的二级坩埚上的这段的加热温度提高;当镀膜幅宽方向上的某个部位的膜厚偏厚时,控制系统会控制使该部位对应的二级坩埚上的这段的加热温度降低。

[0015] 每个一级坩埚与二级坩埚之间连通的熔液流管上的流量控制阀均由控制系统根据膜厚检测数据进行单独调控;当镀膜幅宽方向上的某个部位的膜厚偏薄时,控制系统会控制使该部位对应的熔液流管中的流量增大;当镀膜幅宽方向上的某个部位的膜厚偏厚时,控制系统会控制使该部位对应的熔液流管中的流量减小。

[0016] 控制系统内预设有膜厚的目标分布数据和蒸发材料数据库;控制系统根据实时获取的膜厚检测数据与目标分布数据之间的差异以及蒸发材料的物性参数计算出二级坩埚各段的蒸发速率调整量;然后控制系统将基于蒸发速率调整量调控二级坩埚上不同段的加热温度、每个送丝机构的送丝速度以及熔液流管的流量控制阀,从而实现线性蒸发源在镀膜幅宽方向上蒸发速率的分段闭环智能可调。

[0017] 控制系统将实时获取的膜厚检测数据与目标分布数据进行标准差分析,并根据镀膜幅宽方向上的某个部位的标准差偏离程度给出与该部位所对应的二级坩埚某段的蒸发速率调整量。

[0018] 通过对线性蒸发源在镀膜幅宽方向上的蒸发速率进行分段闭环智能调控,使基底在镀膜幅宽方向上的膜厚分布达到均匀一致,或者达到预先设定的目标膜厚分布。

[0019] 通过线性蒸发源与控制系统及膜厚检测装置构成了在线闭环控制链,控制系统根据膜厚检测数据随时调控二级坩埚上不同段的加热温度,同时调控各送丝机构的送丝速度和熔液流管的流量加以配合,从而实现线性蒸发源在镀膜幅宽方向上的各区段的蒸发速率的闭环智能调控,克服了蒸发源余弦定律对膜厚分布带来的影响,使基底在镀膜幅宽方向

上的膜厚分布达到均匀一致,或者达到预先设定的目标膜厚分布。

[0020] 通过上述过程,使基底上沉积的膜层呈现所需的膜厚分布状态,这一分布状态可以是在幅宽方向上膜厚均匀一致的常规分布状态,也可以是在幅宽方向上膜厚渐变的某种特殊分布状态。

[0021] 本发明的蒸发镀膜方法所使用的蒸发镀膜机主要包括镀膜室、线性蒸发源、控制系统、膜厚检测装置和真空系统。在线性蒸发源和基底之间不设置修正挡板或屏蔽板。

[0022] 所述的蒸发镀膜机可以为卷对卷式镀膜设备,所述的基底为柔性基膜。该蒸发镀膜机还可以是直线式的多腔室连续式真空镀膜设备,基底可以是通过直线传送的玻璃、有机玻璃、金属薄板、亚克力或其他形式。

[0023] 本发明的有益效果:

[0024] (1) 本发明的蒸发镀膜方法采取源发式调控的全新思想,不采用以大量经验数据为基础的设置修正挡板或屏蔽板的手段,而是以镀膜原理和数值计算模拟为基础对镀膜幅宽方向上的膜厚分布进行闭环地智能实时调控,使研发人员可以脱离长期镀膜经验和大量经验数据摸索的束缚,快速研制生产出各种膜层材料的各种膜厚分布特性的薄膜产品,大幅缩短了新产品研发周期;另一方面,不需要打开设备对修正挡板等进行重新设置和调整,而且蒸发材料可以不受屏蔽地沉积在基底上,提高了设备效率和生产效率,节约了大量的蒸发材料及蒸发时所消耗的能源。

[0025] (2) 通过较低加热温度的一级坩埚的设置,使送丝机构中传输的丝材的温度升高效应将大大减弱,显著地解决了丝材发生软化弯曲变形造成卡丝故障的问题。

[0026] (3) 通过线性蒸发源与控制系统及膜厚检测装置构成了在线闭环控制链,控制系统根据膜厚检测数据随时调控二级坩埚上不同段的加热温度,同时调控各送丝机构的送丝速度和熔液流管的流量加以配合,从而实现线性蒸发源在镀膜幅宽方向上的各区段的蒸发速率的闭环智能调控,克服了蒸发源余弦定律对膜厚分布带来的影响,使基底在镀膜幅宽方向上的膜厚分布达到均匀一致,或者达到预先设定的目标膜厚分布。

[0027] (4) 本发明中作为蒸发坩埚的二级坩埚设计成长条槽状体,将丝材熔液汇聚在一起再加热蒸发,形成了1个蒸发稳定连续的线性蒸发镀膜源,有利于在连续式或半连续式蒸发镀膜中对宽幅基底进行稳定的膜层制备。

附图说明

[0028] 图1为本发明所涉及的线性蒸发源的一种实施方式的结构示意主视图。

[0029] 图2为本发明所涉及的线性蒸发源的一种实施方式的结构示意俯视图。

[0030] 图3为本发明所涉及的蒸发镀膜机的一种实施方式的示意图。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图进一步说明本发明的实施方式。应当理解的是,此处描述的具体实施方式仅用于举例说明和解释本发明,并不是用于限制本发明。

[0032] 图1和图2分别为本发明所涉及的线性蒸发源的一种实施方式的结构示意主视图和俯视图。图3为本发明所涉及的蒸发镀膜机的一种实施方式的示意图。如图1-3所示,一种智能可控的线性蒸发源,主要包括二级坩埚1、送丝机构2和一级坩埚3;二级坩埚1为长条槽

状体,其长度方向与镀膜幅宽方向一致;沿镀膜幅宽方向并排布置有2个以上的送丝机构,每个送丝机构的下方均设置有1个一级坩埚;二级坩埚的数量为1个,位于一级坩埚的下方;一级坩埚3的底部设置有熔液流管4,熔液流管4的另一端与二级坩埚1的侧壁相通,在熔液流管4上设置有流量控制阀5;二级坩埚上设置有2组以上的电极,二级坩埚上不同段的加热可进行分段控制;二级坩埚中的加热温度比一级坩埚中的加热温度高100-400℃。

[0033] 一级坩埚将送丝机构输送来的丝材熔化成熔液,并通过熔液流管将熔液注入二级坩埚1;熔液在二级坩埚1中加热蒸发实现蒸发镀膜。在二级坩埚与一级坩埚之间设置有水冷挡板6,水冷挡板6在一级坩埚的一侧设置有隔热层。熔液流管外表面包裹有隔热层。

[0034] 所涉及的蒸发镀膜机主要包括镀膜室11、线性蒸发源7、控制系统9、膜厚检测装置8和真空系统12。在线性蒸发源和基底之间不设置修正挡板或屏蔽板。膜厚检测装置8设置在线性蒸发源7所在的蒸发镀膜机镀膜路径的下游,可对基底上沉积的膜层进行膜厚检测;控制系统9会实时获取膜厚检测数据,并根据膜厚检测数据对线性蒸发源7进行智能调控;膜厚检测数据包括在镀膜幅宽方向上各部位的膜厚数据。每个送丝机构均设置有调速电机10,调速电机的转速受控制系统调控。

[0035] 每个送丝机构的送丝速度均由控制系统根据膜厚检测数据进行单独调控;当镀膜幅宽方向上的某个部位的膜厚偏薄时,控制系统会控制使该部位对应的送丝机构的送丝速度加快;当镀膜幅宽方向上的某个部位的膜厚偏厚时,控制系统会控制使该部位对应的送丝机构的送丝速度减慢。

[0036] 二级坩埚上不同段的加热均由控制系统根据膜厚检测数据进行单独调控;当镀膜幅宽方向上的某个部位的膜厚偏薄时,控制系统会控制使该部位对应的二级坩埚上的这段的加热温度提高;当镀膜幅宽方向上的某个部位的膜厚偏厚时,控制系统会控制使该部位对应的二级坩埚上的这段的加热温度降低。

[0037] 每个一级坩埚与二级坩埚之间连通的熔液流管上的流量控制阀均由控制系统根据膜厚检测数据进行单独调控;当镀膜幅宽方向上的某个部位的膜厚偏薄时,控制系统会控制使该部位对应的熔液流管中的流量增大;当镀膜幅宽方向上的某个部位的膜厚偏厚时,控制系统会控制使该部位对应的熔液流管中的流量减小。

[0038] 控制系统内预设有膜厚的目标分布数据和蒸发材料数据库;控制系统根据实时获取的膜厚检测数据与目标分布数据之间的差异以及蒸发材料的物性参数计算出二级坩埚各段的蒸发速率调整量;然后控制系统将基于蒸发速率调整量调控二级坩埚上不同段的加热温度、各送丝机构的送丝速度以及熔液流管的流量控制阀,从而实现线性蒸发源的闭环智能可控。

[0039] 在图3所示的实施方式中,该蒸发镀膜机为卷对卷式镀膜设备,所述的基底为柔性基膜。该蒸发镀膜机还可以是直线式的多腔室连续式真空镀膜设备,基底可以通过直线传送的玻璃、有机玻璃、金属薄板、亚克力或其他形式。

[0040] 本发明的一种蒸发速率智能可调的蒸发镀膜方法,包括以下步骤:

[0041] (1) 启动蒸发镀膜机的真空系统12对镀膜室11抽真空;

[0042] (2) 当镀膜室11的真空度达到工艺要求时,启动线性蒸发源7和控制系统9;线性蒸发源的一级坩埚3将送丝机构2输送来的丝材熔化成熔液,并通过熔液流管4将熔液注入二级坩埚1;熔液在二级坩埚1中加热蒸发实现蒸发镀膜;

[0043] (3)在镀膜路径的下游设置有膜厚检测装置8,可对基底上沉积的膜层进行膜厚检测;控制系统9会实时获取膜厚检测数据,并根据膜厚检测数据对线性蒸发源7在镀膜幅宽方向上的蒸发速率进行分段闭环智能调控,使基底上沉积的膜层呈现所需的膜厚分布状态,并在整个蒸发镀膜过程中保持该膜厚分布状态的稳定。

[0044] 控制系统内预设膜厚的目标分布数据和蒸发材料数据库;控制系统根据实时获取的膜厚检测数据与目标分布数据之间的差异以及蒸发材料的物性参数计算出二级坩埚各段的蒸发速率调整量;然后控制系统将基于蒸发速率调整量调控二级坩埚上不同段的加热温度、每个送丝机构的送丝速度以及熔液流管的流量控制阀,从而实现线性蒸发源在镀膜幅宽方向上蒸发速率的分段闭环智能可调。

[0045] 控制系统将实时获取的膜厚检测数据与目标分布数据进行标准差分析,并根据镀膜幅宽方向上的某个部位的标准差偏离程度给出与该部位所对应的二级坩埚某段的蒸发速率调整量。

[0046] 通过对线性蒸发源在镀膜幅宽方向上的蒸发速率进行分段闭环智能调控,使基底在镀膜幅宽方向上的膜厚分布达到均匀一致,或者达到预先设定的目标膜厚分布。

[0047] 通过线性蒸发源与控制系统及膜厚检测装置构成了在线闭环控制链,控制系统根据膜厚检测数据随时调控二级坩埚上不同段的加热温度,同时调控各送丝机构的送丝速度和熔液流管的流量加以配合,从而实现线性蒸发源在镀膜幅宽方向上的各区段的蒸发速率的闭环智能调控,克服了蒸发源余弦定律对膜厚分布带来的影响,使基底在镀膜幅宽方向上的膜厚分布达到均匀一致,或者达到预先设定的目标膜厚分布。

[0048] 通过上述过程,使基底上沉积的膜层呈现所需的膜厚分布状态,这一分布状态可以是在幅宽方向上膜厚均匀一致的常规分布状态,也可以是在幅宽方向上膜厚渐变的某种特殊分布状态。

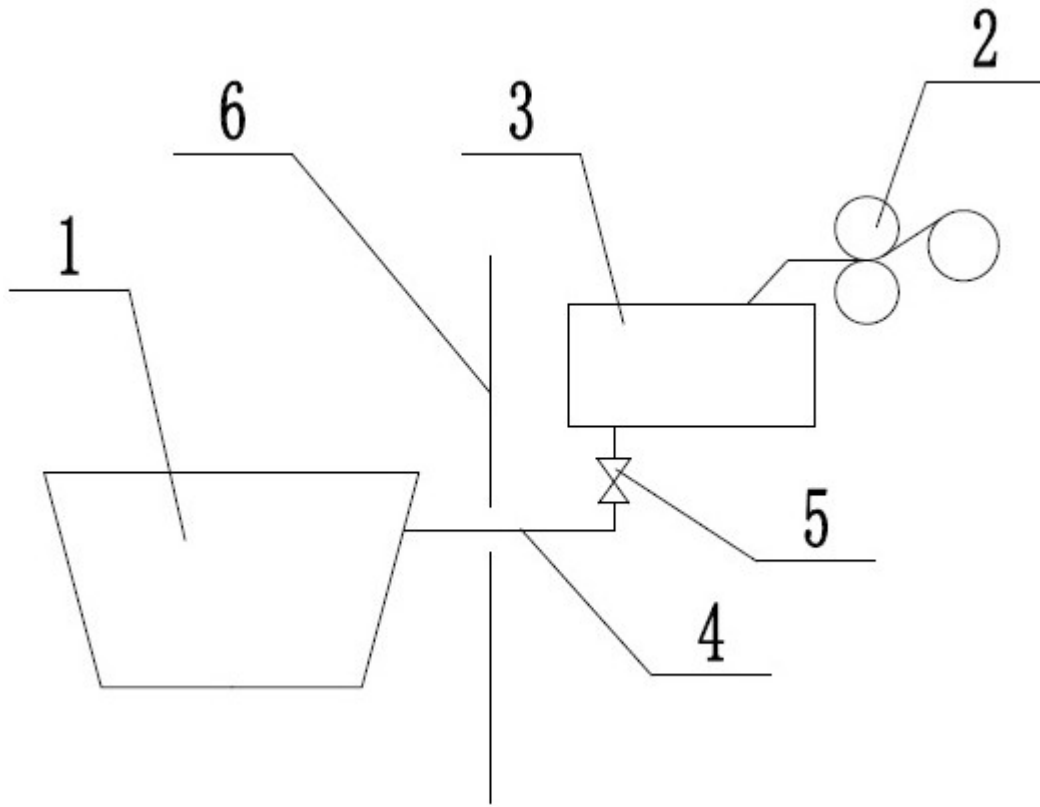


图1

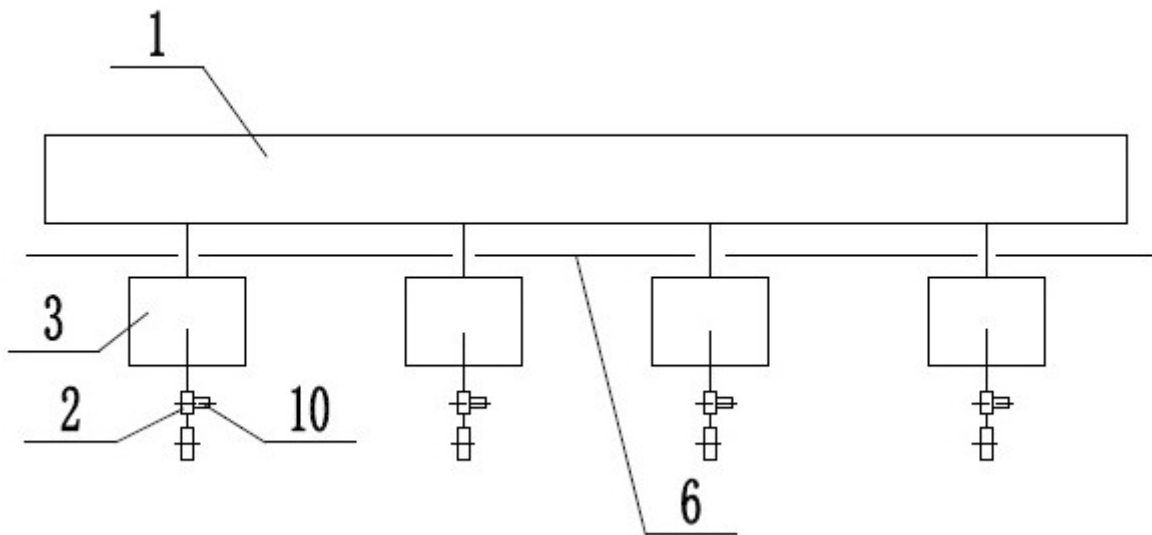


图2

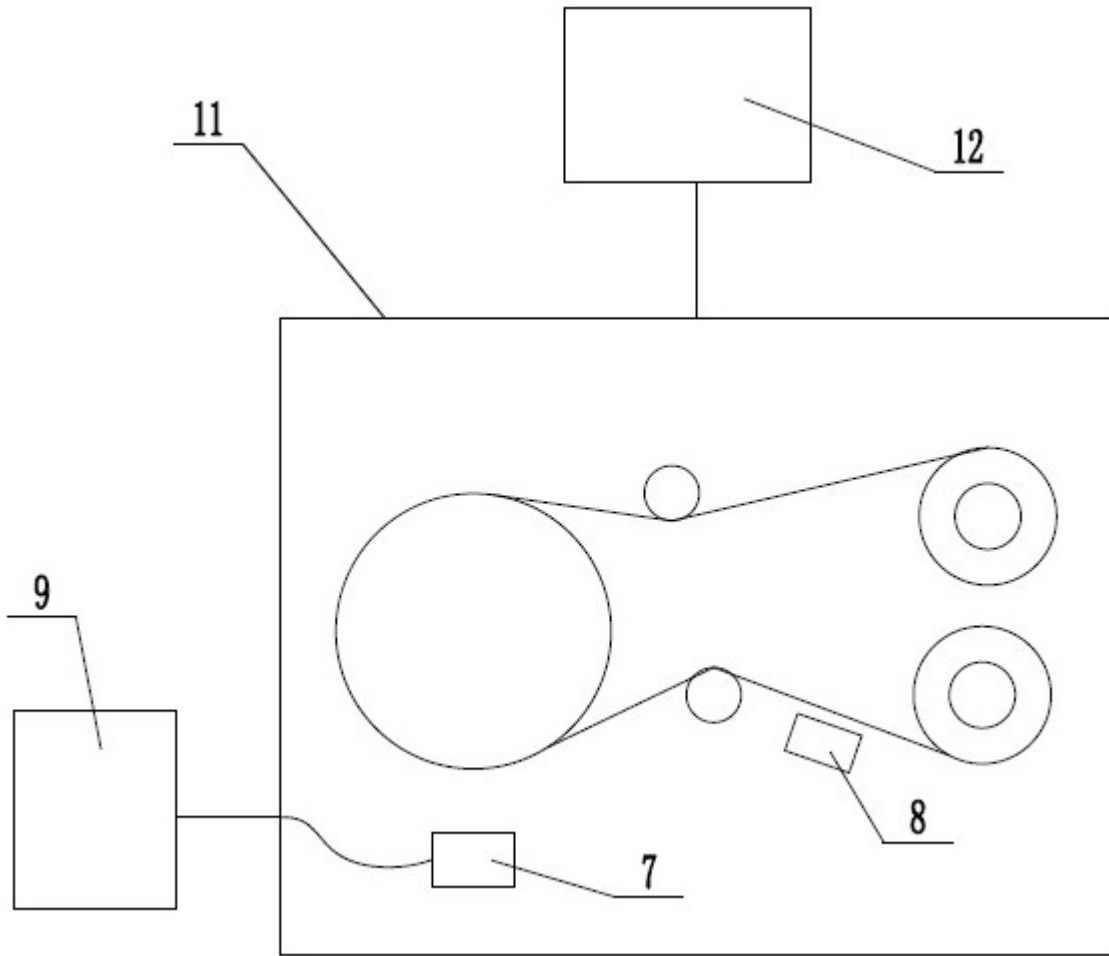


图3