



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105132864 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 09

(21) 申请号 201510446068. 7

(22) 申请日 2015. 07. 27

(71) 申请人 中国科学院物理研究所
地址 100190 北京市海淀区中关村南三街 8 号

(72) 发明人 郇庆 何格 袁洁 金魁 刘利

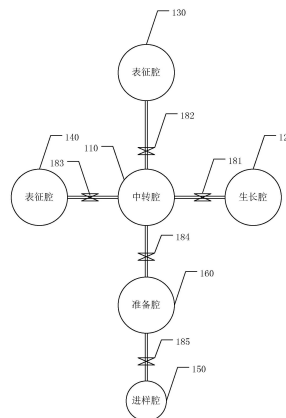
(74) 专利代理机构 北京成创同维知识产权代理有限公司 11449
代理人 蔡纯 冯丽欣

(51) Int. Cl.
G23C 14/24(2006. 01)
G23C 14/28(2006. 01)
G23C 14/35(2006. 01)

权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称
组合薄膜制备及原位表征系统

(57) 摘要
公开了一种组合薄膜制备及原位表征系统, 包括: 生长腔, 所述生长腔中设有组合薄膜生长装置, 用于在基片上生长组合薄膜; 至少一个表征腔, 所述表征腔中设有组合薄膜表征装置; 准备腔, 用于对所述基片、样品以及测试探针进行预处理; 中转腔, 所述中转腔同生长腔、表征腔以及准备腔之间分别通过管道连接, 所述管道设有阀门; 机械臂, 用于在所述中转腔、表征腔以及生长腔之间传递样品。该系统复用中转腔实现不同腔室之间的真空互联, 从而可以实现原位表征和准原位表征。



1. 一种组合薄膜制备及原位表征系统,包括:
生长腔,所述生长腔中设有组合薄膜生长装置,用于在基片上生长组合薄膜;
至少一个表征腔,所述表征腔中设有组合薄膜表征装置;
准备腔,用于对所述基片进行预处理;
中转腔,所述中转腔同生长腔、表征腔以及准备腔之间分别通过管道连接,所述管道设有阀门;
机械臂,用于在所述中转腔、表征腔以及生长腔之间传递样品。
2. 根据权利要求1所述的组合薄膜制备及原位表征系统,其中,所述组合薄膜生长装置选自脉冲激光沉积装置、磁控溅射装置以及分子束外延装置之一。
3. 根据权利要求2所述的组合薄膜制备及原位表征系统,其中,所述分子束外延装置采用激光轰击靶材或者采用蒸发源,实现原子层生长。
4. 根据权利要求1所述的组合薄膜制备及原位表征系统,其中,所述表征装置选自扫描探针显微镜、角分辨光电子能谱装置、霍尔测量装置、热输运测量装置、光电导测量装置和电子态表征装置之一。
5. 根据权利要求1所述的组合薄膜制备及原位表征系统,其中,所述机械臂包括:
以第一方向为轴的360度自由旋转度的第一臂;
沿第二方向伸缩的第二臂,其中所述第一方向垂直于所述第二方向。
6. 根据权利要求1所述的组合薄膜制备及原位表征系统,其中,所述组合薄膜制备及原位表征系统还包括进样腔,所述进样腔通过管道连接所述准备腔,所述管道设有阀门。
7. 根据权利要求6所述的组合薄膜制造及原位表征系统,其中,在至少一个工作状态下,所述中转腔与所述生长腔、所述至少一个表征腔和所述准备腔中的两个腔室真空互联,使得可以经由所述中转腔在所述两个腔室之间转移样品。
8. 根据权利要求6所述的组合薄膜制造及原位表征系统,其中,所述进样腔是唯一可以暴露于大气环境的腔室。
9. 根据权利要求1所述的组合薄膜制造及原位表征系统,其中,所述生长腔用于生长连续梯度组分薄膜。
10. 根据权利要求1所述的组合薄膜制造及原位表征系统,其中,组合薄膜样品和测量探针在所述准备腔中进行预处理。

组合薄膜制备及原位表征系统

技术领域

[0001] 本发明涉及薄膜制备领域,具体涉及一种组合薄膜制备及原位表征系统。

背景技术

[0002] 组合薄膜 (Combinatorial films) 即连续梯度掺杂薄膜是由不同组分构成的薄膜,通过对前驱材料的选取可获得具有各种功能的薄膜,例如超导、铁电、介电等拥有丰富相变的材料。组合薄膜技术大大提高了材料研发的效率。因其材料相图丰富,应用前景广阔,业已成为业内关注的重点。现有技术的组合薄膜的制备方法包括磁控溅射、脉冲激光沉积以及分子束外延等。

[0003] 组合薄膜的梯度特性的表征需要良好的空间分辨率。现有技术的组合薄膜的制备和测量表征分开进行,效率较低。

发明内容

[0004] 本发明提出了一种组合薄膜制备及原位表征系统,通过中转腔结合机械臂实现了组合薄膜生长后的准原位表征;通过设置小体积的进样腔提高了基片和靶材的传递效率。

[0005] 本发明提供一种组合薄膜制备及原位表征系统,包括:生长腔,所述生长腔中设有组合薄膜生长装置,用于在基片上生长组合薄膜;至少一个表征腔,所述表征腔中设有组合薄膜表征装置;准备腔,用于对所述基片进行预处理;中转腔,所述中转腔同生长腔、表征腔以及准备腔之间分别通过管道连接,所述管道设有阀门;机械臂,用于在所述中转腔、表征腔以及生长腔之间传递样品。

[0006] 优选地,所述组合薄膜生长装置选自脉冲激光沉积装置、磁控溅射装置以及激光分子束外延装置之一。

[0007] 优选地,所述分子束外延装置采用激光轰击靶材或者采用蒸发源,实现原子层生长。

[0008] 优选地,所述表征装置选自扫描探针显微镜、角分辨光电子能谱装置、霍尔测量装置、热输运测量装置、光电导测量装置和电子态表征装置之一。

[0009] 优选地,所述机械臂包括:以第一方向为轴的 360 度自由旋转度的第一臂;沿第二方向伸缩的第二臂,其中所述第一方向垂直于所述第二方向。

[0010] 优选地,所述组合薄膜制备及原位表征系统还包括进样腔,所述进样腔通过管道连接所述准备腔,所述管道设有阀门。

[0011] 优选地,在至少一个工作状态中,所述中转腔与所述生长腔、所述至少一个表征腔和所述准备腔中的两个腔室真空互联,使得可以经由所述中转腔在所述两个腔室之间转移样品。

[0012] 优选地,所述进样腔是唯一可以暴露于大气环境的腔室。

[0013] 优选地,所述生长腔用于生长连续梯度组分薄膜。

[0014] 优选地,组合薄膜样品和测量探针在所述准备腔中进行预处理。

[0015] 本发明的组合薄膜制备及原位表征系统通过中转腔将准备腔、生长腔和表征腔真空互联,实现了组合薄膜生长后的原位表征和准原位表征。

附图说明

[0016] 通过以下参照附图对本发明实施例的描述,本发明的上述以及其它目的、特征和优点将更为清楚,在附图中:

[0017] 图 1 是根据本发明实施例的组合薄膜制备及原位表征系统的示意性结构框图;

[0018] 图 2 是根据本发明实施例的组合薄膜制备及原位表征系统的中转腔的主视图;以及

[0019] 图 3 是根据本发明实施例的组合薄膜制备及原位表征系统的机械臂的示意性结构图。

具体实施方式

[0020] 以下基于实施例对本发明进行描述,但是本发明并不仅仅限于这些实施例。在下文对本发明的细节描述中,详尽描述了一些特定的细节部分。对本领域技术人员来说没有这些细节部分的描述也可以完全理解本发明。为了避免混淆本发明的实质,公知的方法、过程、流程、元件和电路并没有详细叙述。

[0021] 此外,本领域普通技术人员应当理解,在此提供的附图都是为了说明的目的,并且附图不一定是按比例绘制的。除非上下文明确要求,否则整个说明书和权利要求书中的“包括”、“包含”等类似词语应当解释为包含的含义而不是排他或穷举的含义;也就是说,是“包括但不限于”的含义。在本发明的描述中,需要理解的是,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。此外,在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0022] 在本发明的描述中,术语“薄膜”是相对于“厚膜”而言,“厚膜”厚膜是指在衬底上用印刷烧结等技术所形成的厚度为 10 微米到数十微米的膜层,“薄膜”是指厚度小于 10 微米的膜层。

[0023] 激光分子束外延技术(L-MBE)是在传统的分子束外延技术(MBE)和脉冲激光溅射技术(PLD)上发展而来,上世纪六十年代,PLD 技术首次被用于金属薄膜制备,之后由于计算机技术的发展和各种原位检测技术的发展,1991 年,日本人设计并研制出了全新的激光分子束外延技术设备。L-MBE 技术已经被证明是一种最有效的高精度薄膜沉积技术,其在获得人工控制的功能结构中相比其他薄膜沉积技术更有优势。例如,在制备高温超导薄膜过程中,获得理想的化学计量比是实现高温超导的首要条件,L-MBE 技术能满足这一条件,目前几乎所有的高温超导薄膜都是用 L-MBE 方法制备的,L-MBE 技术已经成为制备高温超导单晶薄膜的标准手段。在激光分子束外延设备中,脉冲激光源与用于沉积薄膜的真空系统是相互隔离的,也即,用于形成薄膜的靶材以及用于沉积薄膜的介质衬底设置于真空系统中,脉冲激光束通过一个光学窗口进入真空系统入射到靶材表面,使靶材局部气化产生激光焰,由此使得靶材上的粒子被剥蚀,并获得很高的动能,被剥蚀的粒子到达可加热的介质衬底表面形成薄膜。在激光分子束外延设备中,衬底温度、激光能量、激光斑的形状与尺寸、激光焰与衬底的距离、靶的密度和表面质量等都可以调节,从而可获得最佳的工艺参数。

[0024] 图 1 是根据本发明实施例的组合薄膜制备及原位表征系统的示意性结构框图。该制备及原位表征系统包括：生长腔 120、表征腔 130、表征腔 140、中转腔 110、准备腔 160、进样腔 150 以及未在图中示出的机械臂。

[0025] 进样腔 150 用于提供基片、靶材、针尖等的入口。其中，基片例如为硅、锗、碳化硅、砷化镓、氧化锌、氧化铝锂以及蓝宝石等。进样腔 150 通过管道连接准备腔 160，管道上设有阀门 185。进样腔 150 设有真空泵。进样腔 150 的体积较小，小于准备腔 160 的体积。在组合薄膜的生长中，需要将基片和靶材送入生长腔 120，基片还要在准备腔 160 中进行表面清洁。无论在生长腔 120 中生长组合薄膜，还是在准备腔 160 中清洁基片的表面，都需要真空环境，而真空抽取是一个耗费时间的过程。通过设置较小体积的进样腔 150 可以节省时间，提高效率。如果需要更换靶材，只需要将进样腔 150 重新抽真空。

[0026] 准备腔 160 中设置有基片清洁装置，基片清洁装置例如为离子枪，离子枪产生离子束轰击基片的表面，用于对基片的表面进行清洁。例如离子枪产生 Ar 离子束，清洁的时间为 0.5 分钟-10 分钟。替代地，基片清洁装置为电子束枪。准备腔 160 还设有真空泵，用于从准备腔 160 抽取空气，使准备腔 160 成为真空状态。在优选的实施方式中，准备腔 160 还可以用来对组合薄膜样品和 / 或测试探针进行预处理，例如在本系统仅用于表征的情况，组合薄膜样品从进样腔 150 进入准备腔 160，经过预处理后，再送入对应的表征腔。

[0027] 生长腔 120 中设置有组合薄膜生长装置，用于在基片上生长组合薄膜。组合薄膜生长装置例如为分子束外延装置采用激光轰击靶材或者采用蒸发源，实现原子层生长。优选地，组合薄膜生长装置例如为脉冲激光沉积装置。优选地组合薄膜生长装置例如为磁控溅射装置。生长腔 120 还设有真空泵，用于从生长腔 120 抽取空气，使生长腔 120 成为真空状态。

[0028] 表征腔 130 和表征腔 140 中分别设有组合薄膜表征装置。一个或多个组合薄膜表征装置经调适成测量组合薄膜的厚度，表面粗糙度、能带隙或电阻率中的一个或多个。例如组合薄膜表征装置为执行 X 射线衍射 (XRD)、X 射线荧光 (XRF)、X 射线反射率 (XRR)、俄歇电子光谱、透射电子显微镜、原子力显微镜、拉曼光谱、质谱测量、光致发光光谱、角分辨光电子能谱装置、霍尔测量装置、热输运测量装置、SQUID、光电导测量装置和电子态表征装置学中任何技术的装置。在本实施例中，表征腔 130 中的组合薄膜表征装置为角分辨光电子能谱装置，表征腔 140 中的组合薄膜表征装置为原子力显微镜。表征腔 130 和表征腔 140 分别设有真空泵，用于抽真空。

[0029] 中转腔 110 通过管道连接生长腔 120，管道上设有阀门 181。中转腔 110 通过管道连接表征腔 130，管道上设有阀门 182。中转腔 110 通过管道连接表征腔 140，管道上设有阀门 183。中转腔 110 通过管道连接准备腔 160，管道上设有阀门 184。中转腔将准备腔、生长腔和表征腔等联系起来，实现真空互联。

[0030] 机械臂用于在所述中转腔、表征腔以及生长腔之间传递样品。

[0031] 图 2 是根据本发明实施例的组合薄膜制备及原位表征系统的中转腔的主视图，如图 2 所示，中转腔的腔体侧壁上设有分别与生长腔 120、表征腔 130、表征腔 140 和准备腔 160 对应的互联接口 111。在中转腔的腔体的上壁中央设有安装口 113，在中转腔的腔体的上壁还设有若干观察口 114，观察口用于观察中转腔内的状态。在中转腔的腔体侧壁上设有若干预留口 112，用于连接预备腔，从而实现样品在保持一定真空度的情况下传递到预备

腔,进行其它准原位的测量。优选地,中转腔还设有真空规用于测量腔内的真空度。

[0032] 图3是根据本发明实施例的组合薄膜制备及原位表征系统的机械臂的示意性结构图。机械臂包括第一臂151、第二臂152、动力装置154以及操作端153。

[0033] 动力装置154安装在中转腔的安装口113处,用于产生第一臂151和第二臂152的机械运动。

[0034] 第一臂151可以以第一方向为轴转动,具有360度的转动自由度。第一方向为垂直于中转腔110的上壁的方向。第一臂151的第一端连接动力装置154,第二端连接第二臂152的第一端

[0035] 第二臂152连接第一臂151,第二臂152可以沿着第二方向伸缩,使得位于第二臂152的第二端的操作端进入到生长腔120、表征腔130、表征腔140、准备腔160和进样腔150中的一个。其中,第二方向垂直于第一方向。操作端153为铲状,可以托起靶材和基片等。

[0036] 在操作过程中,首先机械臂复位,操作端位于中转腔110内,关闭阀门181至阀门185,将生长腔120、表征腔130、表征腔140、中转腔110以及准备腔160抽真空。

[0037] 进一步,将靶材和基片放入进样腔150,并抽真空。

[0038] 进一步,打开阀门185、阀门184以及阀门181,机械臂托起靶材并将靶材输送到生长腔120中的预定位置。

[0039] 进一步,机械臂托起基片,并将基片输送到准备腔160的预定位置。

[0040] 进一步,关闭阀门185、阀门184以及阀门181,准备腔160中的基片清洁装置清洁基片的表面。

[0041] 进一步,打开阀门184和阀门181,机械臂托起基片,并将基片输送到生长腔120的预定位置。

[0042] 进一步,关闭阀门184和阀门181,通过组合薄膜生长装置在基片上进行组合薄膜的生长。

[0043] 进一步,打开阀门181和阀门182,机械臂托起基片并送入表征腔130的预定位置。

[0044] 进一步,关闭阀门181和阀门182,对基片上的组合薄膜进行第一种测量表征。

[0045] 进一步,打开阀门182和阀门183,机械臂托起基片并送入表征腔140的预定位置。

[0046] 进一步,关闭阀门182和阀门183,对基片上的组合薄膜进行第二种测量表征。

[0047] 如果在生长过程中需要更换靶材和/或基片,只需打开进样腔150并重新抽真空,其他腔都保持真空状态,不与外界大气环境接触。采用小体积的进样腔150可以提高组合薄膜生长的效率。

[0048] 本发明的组合薄膜制备及原位表征系统通过中转腔将准备腔、生长腔和表征腔等联系起来,实现真空互联。该系统在生长腔中生长连续梯度组分薄膜,然后通过中转腔分别传递到各表征腔对样品的电子态进行原位表征,同时该系统也可以独立进行该系统包含的测量实验。本发明的组合薄膜制备及原位表征系统实现了薄膜样品的生长以及原位表征,提高了效率。

[0049] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并不用于限制本发明,对于本领域技术人员而言,本发明可以有各种改动和变化。凡在本发明的精神和原理之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

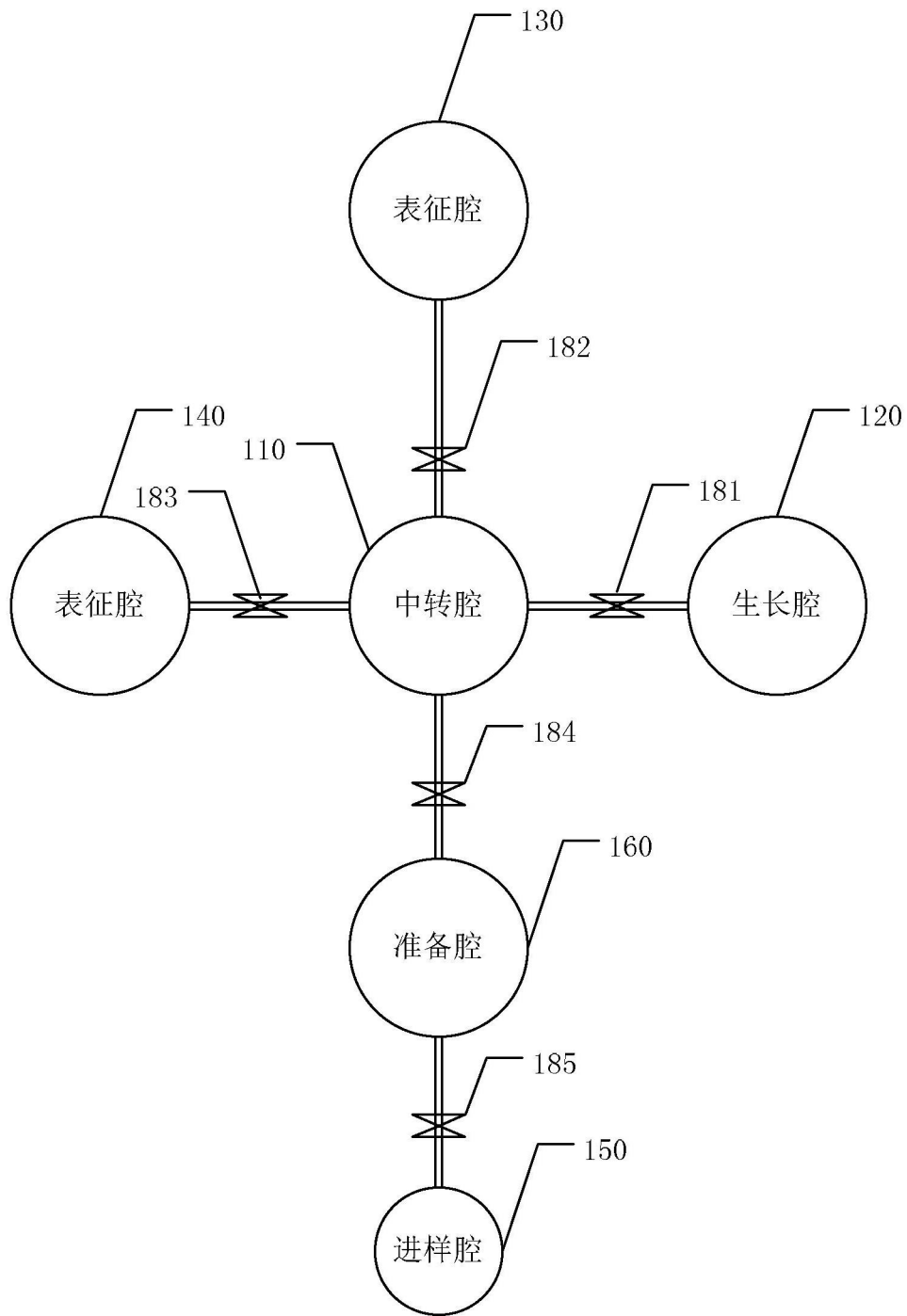


图 1

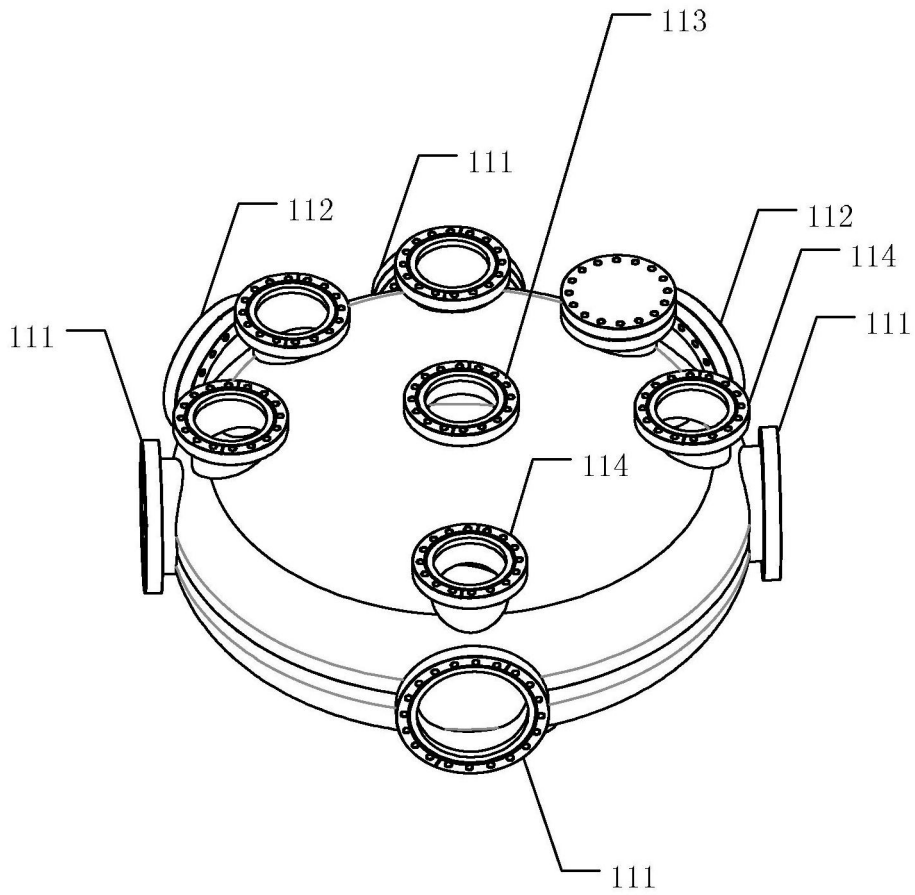


图 2

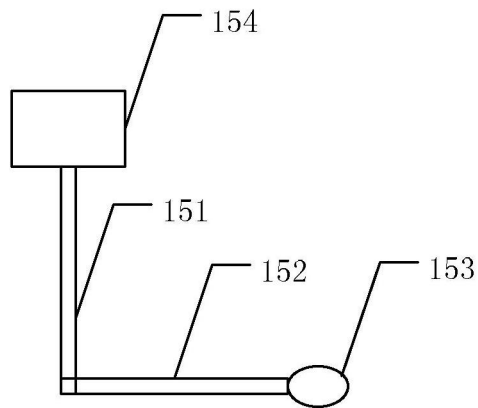


图 3