



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102575337 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 26

(21) 申请号 201080037641. 4

(22) 申请日 2010. 08. 23

(30) 优先权数据

2009-193027 2009. 08. 24 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 02. 24

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2010/064201 2010. 08. 23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/024764 JA 2011. 03. 03

(73) 专利权人 独立行政法人国立高等专门学校
机构

地址 日本东京都

专利权人 本田制锁有限公司

新柯隆有限公司

(72) 发明人 野口大辅 河野庆彦 清文博

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 张涛

(51) Int. Cl.

G23C 14/34 (2006. 01)

B01D 53/86 (2006. 01)

B01J 21/06 (2006. 01)

B01J 35/02 (2006. 01)

C01G 23/04 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101360558 A, 2009. 02. 04,

CN 101360558 A, 2009. 02. 04,

JP 特开 2000-143300 A, 2000. 05. 23,

JP 特开 2003-311157 A, 2003. 11. 05,

JP 特开平 11-130434 A, 1999. 05. 18,

JP 特开 2007-314835 A, 2007. 12. 06,

审查员 赵睿

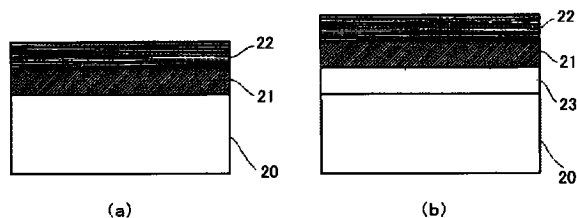
权利要求书1页 说明书7页 附图7页

(54) 发明名称

光催化剂多层金属化合物薄膜及其制作方法

(57) 摘要

低温、快速且廉价地提供具有较高的光催化特性的光催化剂氧化钛薄膜。该光催化剂氧化钛薄膜包括：由形成于玻璃、塑料等基体表面上的非晶体金属化合物薄膜构成的晶种层、和在该晶种层上柱状生长而形成的晶体金属化合物薄膜，在制作该薄膜时，通过利用溅射法低温、快速地成膜，廉价地制作光催化剂氧化钛薄膜，而不必实施利用活性气体的等离子体所进行的前处理或后处理，也不必实施加热处理。



1. 一种光催化剂多层金属化合物薄膜,其包括:由形成于基体表面上的非晶体金属化合物薄膜构成的晶种层、和在该晶种层的正上方至最表面形成的晶体金属化合物薄膜,

所述非晶体金属化合物薄膜如下形成:利用溅射法在基体的表面堆积金属化合物的极薄膜,再照射稀有气体和反应性气体的活性种,重复进行上述工序,由此在基体的表面形成了所述非晶体金属化合物薄膜,

所述晶体金属化合物薄膜如下形成:利用溅射法在该晶种层上堆积由金属及金属不完全反应物构成的极薄膜,再在与晶种层不同的条件下照射稀有气体和反应性气体的活性种,重复进行上述工序,由此,在所述晶种层的正上方至最表面柱状生长而形成了所述晶体金属化合物薄膜。

2. 如权利要求1所述的光催化剂多层金属化合物薄膜,其特征在于,所述晶种层和所述晶体金属化合物薄膜的总膜厚为100nm以上。

3. 如权利要求1所述的光催化剂多层金属化合物薄膜,其特征在于,在所述基体和所述晶种层之间还设置有氧化硅薄膜。

4. 如权利要求1所述的光催化剂多层金属化合物薄膜,其特征在于,所述非晶体金属化合物薄膜及所述晶体金属化合物薄膜由氧化钛形成。

5. 一种光催化剂多层金属化合物薄膜的制作方法,其包括:

利用溅射法在基体表面上堆积金属化合物的极薄膜,再照射稀有气体和反应性气体的活性种,重复进行上述工序以形成由非晶体金属化合物薄膜构成的晶种层,

利用溅射法在该晶种层上堆积由金属及金属不完全反应物构成的极薄膜,再在与晶种层不同的条件下照射稀有气体和反应性气体的活性种,重复进行上述工序从而在与所述晶种层的界面至最表面柱状生长而形成晶体金属化合物薄膜。

6. 如权利要求5所述的光催化剂多层金属化合物薄膜的制作方法,其特征在于,所述非晶体金属化合物薄膜及晶体金属化合物薄膜为氧化钛。

光催化剂多层金属化合物薄膜及其制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光催化剂金属化合物薄膜,特别是涉及在低温条件下快速成膜而形成的具有晶体构造的光催化剂多层金属化合物薄膜及其制作方法。

背景技术

[0002] 氧化钛膜具有光催化功能,是发挥抗菌、防臭、防污、亲水性等优异功能的物质,特别是亲水性薄膜被广泛用于汽车用后视镜、设置于道路上的镜子、大厦的外壁建材等。

[0003] 将该氧化钛用作光催化剂材料时,通常需要将其固定化在某些基体材料的表面上,以薄膜状使用,因此采用在所有基体材料表面上均强力密合的溅射技术。现有的溅射技术中主要采用反应性溅射,使用钛金属靶,导入氩气和氧气从而形成氧化钛薄膜,然而,在该成膜方法中成膜速度低,为 10nm/ 分钟左右,并且为了体现光催化功能,需要对基体材料进行前处理、后处理等加热处理。另外,虽然在低温下可形成发挥光催化功能的氧化钛薄膜,但极为缓慢,无法在工业中使用。

[0004] 于是,提出了如下所述的亲水性薄膜的制造技术,其包括:溅射工序,在真空容器内的成膜过程区域内,在基体上溅射至少由一种金属构成的靶,使基体表面上附着由上述金属构成的膜原料物质;和基体运送工序,在上述真空容器内,将上述基体运送至在与上述成膜过程区域间隔开来的位置处所形成的反应过程区域内;在向上述反应过程区域内导入了至少一种反应性气体的状态下产生该反应性气体的等离子体,使上述反应性气体和上述膜原料物质发生反应,生成上述反应性气体和上述膜原料物质的化合物或不完全化合物(参考专利文献 1)。

[0005] 专利文献 1:日本特开 2007-314835 号公报

[0006] 非专利文献 1:望月翔平、境哲也、石原太树、佐藤纪幸、小林幸治、前田刚志、星阳一、“利用氧离子辅助反应性蒸镀法制作的 TiO₂ 膜的膜厚依存性”第 69 次应用物理学会学术讲演会、3a-J-8(2008 年 9 月)

发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 然而,在上述专利文献所记载的亲水性薄膜的制造技术中,存在如下问题,即,至少在基体表面上形成亲水性薄膜之前或之后,需要利用反应性气体的等离子体进行等离子体处理,基体被等离子体能量长时间加热,无法在低温下(100℃以下)形成光催化剂膜。另外,亲水性薄膜的厚度至少需要在 240nm 以上,价格高昂。

[0009] 本发明是鉴于上述问题而进行的,本发明不必实施对基体表面进行等离子体处理等前处理、形成亲水性薄膜后的后处理、以及加热处理,低温(100℃以下)、快速、而且廉价地提供具有较高光催化特性的光催化剂多层金属化合物薄膜及其制作方法。

[0010] 解决问题的方法

[0011] 因此,本发明的第一特征为,光催化剂多层金属化合物薄膜,包括由形成于基体表

面上的非晶体金属化合物薄膜构成的晶种层、和在该晶种层上柱状生长而形成的晶体金属化合物薄膜。

[0012] 另外,第二特征为,由形成于所述基体表面上的非晶体金属化合物薄膜构成的晶种层、和在该晶种层上形成的晶体金属化合物薄膜的总膜厚为 100nm 以上。

[0013] 而且,第三特征为,在所述基体和所述晶种层之间还设置有氧化硅薄膜。

[0014] 另外,第四特征为,光催化剂多层金属化合物薄膜的制作方法,其包括:

[0015] 利用溅射法在基体表面上堆积金属化合物的极薄膜,再照射稀有气体和反应性气体的活性种,重复进行上述工序以形成由非晶体金属化合物薄膜构成的晶种层,

[0016] 利用溅射法在该晶种层上堆积由金属及金属不完全反应物构成的极薄膜,再照射稀有气体和反应性气体的活性种,重复进行上述工序以形成在所述晶种层上柱状生长的晶体金属化合物薄膜。

[0017] 并且,第五特征为,所述非晶体金属化合物薄膜及晶体金属化合物薄膜由氧化钛形成。另外,作为所述基体,玻璃基体材料有效地使用了玻璃基体材料、陶瓷基体材料、塑料基体材料。

[0018] 发明效果

[0019] 根据本发明的光催化剂多层金属化合物薄膜及其制作方法,不必对基体实施利用反应性气体进行的等离子体处理、加热处理,因此具有可在低温下形成具有较高光催化特性的光催化剂薄膜这样的优异效果。

[0020] 另外,形成于上述基体表面上的非晶体金属化合物薄膜晶种层和在该晶种层上形成的晶体金属化合物薄膜的总膜厚为 100nm 以上,与现有的光催化剂薄膜相比,膜厚为一半以下,可在短时间内实现亲水性、油分解性,而且,由于能够快速成膜,因此具有价格低廉这样的优异效果。

[0021] 附图简要说明

[0022] 图 1 是表示形成本发明光催化剂多层金属化合物薄膜的装置的说明图;

[0023] 图 2 是表示本发明光催化剂多层金属化合物薄膜的实施方式的剖面说明图;

[0024] 图 3 是流程图,表示本发明第一实施方式的光催化剂多层金属化合物薄膜的制作工序;

[0025] 图 4 是流程图,表示本发明第二实施方式的光催化剂多层金属化合物薄膜的制作工序;

[0026] 图 5 是表示本实施例的 TiO_2 薄膜的照片;

[0027] 图 6 是表示比较例 1 的 TiO_2 薄膜的照片;

[0028] 图 7 是照片,表示本发明的光催化剂多层金属化合物薄膜的晶体结构的差异;

[0029] 图 8 是表示本发明的光催化剂多层金属化合物薄膜的光催化特性的曲线图;

[0030] 图 9 是表示本发明的光催化剂多层金属化合物薄膜的光催化特性的曲线图。

具体实施方式

[0031] 下面将基于实施例进行说明,所述实施例是以附图表示的用于实施本发明的最佳实施方式,但不限于本实施例。图 1 是从上方观察到的形成本发明光催化剂多层金属化合物薄膜的装置的说明图,图 2 是表示本发明的光催化剂多层金属化合物薄膜的实施方式

的剖面说明图,图 3 是表示本发明第一实施方式的光催化剂多层金属化合物薄膜的制作工序的流程图,图 4 是表示本发明第二实施方式的光催化剂多层金属化合物薄膜的制作工序的流程图。

[0032] 在本实施例中,通过使用两种金属靶的磁控管溅射装置作为溅射装置的实例进行说明,但也可以使用其它装置。另外,使用了金属钛作为光催化剂多层金属化合物薄膜中所使用的金属。

[0033] 图 1 表示形成本发明光催化剂多层金属化合物薄膜的溅射装置 1。图中,真空容器 2 的中央处可旋转地设置有旋转鼓 3,在该旋转鼓 3 的周围安装有多个后述的基体。另外,在旋转鼓 3 的周围配置有两组溅射部件 4a、4b、和活性种发生装置 5,利用各间隔壁 6a、6b、6c 以隔出一定间隔的状态相互隔离。

[0034] 溅射部件 4a、4b 和与之对置的旋转鼓 3 之间构成成膜过程区域 7a、7b,活性种发生装置 5 和旋转鼓 3 之间构成反应过程区域 8,在各区域设置有溅射气体供给部件 9a、9b 和反应性气体供给部件 10。

[0035] 在旋转鼓 3 的外周面设置有多个由玻璃或塑料等构成的基体,通过发动机(未图示)进行旋转,在上述成膜过程区域 7a、7b 和反应过程区域 8 之间反复移动,重复进行在成膜过程区域 7a、7b 的溅射处理、和在反应过程区域 8 的反应处理,从而在基体表面上形成薄膜。

[0036] 另外,在上述溅射供给部件 9a、9b 及反应性气体供给部件 10 中,分别设置有溅射用气体的 Ar 气瓶 11a、11b、反应性气体的氧气瓶 12 和 Ar 气瓶 13,通过气体流量调节器 14 调节供给量。

[0037] 由上述构件组成的本实施方式溅射装置 1 的特征在于,成膜过程区域 7a、7b 和反应过程区域 8 在同一真空容器 2 内处于隔离的位置,且通过气体流量调节器 14 调节气体供给量,可形成气体流通,特别是通过将供给至反应过程区域 8 的氧气和 Ar 气的供给量设定为多于供给至成膜过程区域 7a、7b 的 Ar 气供给量,可经由间隔壁 6a、6b、6c 供给氧气,实现伴随反应溅射的溅射。

[0038] 下面,基于图 2 ~ 图 4,对本发明的光催化剂多层金属化合物薄膜的形成方法进行说明。

[0039] 图 2a 表示通过本发明的光催化剂多层金属化合物薄膜的形成方法在玻璃基体材料 20 上形成由两层氧化钛薄膜 21、22 构成的光催化剂薄膜的实施方式,图 2b 表示在玻璃基体材料 20 和两层光催化剂薄膜 21、22 之间形成了氧化硅薄膜 23 的实施方式。另外,氧化钛薄膜 21 为非晶体氧化钛薄膜,氧化钛薄膜 22 是晶体氧化钛薄膜,总膜厚为 100nm 以上。下面根据图 3、图 4 对上述各实施方式的工序进行说明。

[0040] (第一实施方式)

[0041] 首先,在真空容器 2 内的旋转鼓 3 上设置玻璃基体材料 20,利用真空泵(未图示)使真空容器 2 内形成高真空状态(步骤 S1)。

[0042] 接着,从溅射气体供给部件 9a、9b 向成膜过程区域 7a、7b 导入了 Ar 气,且从反应性气体供给部件 10 向反应过程区域 8 导入了 Ar 气和氧气,在此状态下,从交流电源 15 对成膜过程区域 7a 内的溅射电极供给电力,从高频电源 16 对活性种发生装置 5 施加交流电压,使旋转鼓 3 逆时针旋转。此时,导入成膜过程区域 7a、7b 的 Ar 气的流量,均被设定为少

于导入反应过程区域 8 的 Ar 气及氧气的流量,可形成氧气从反应过程区域 8 向成膜过程区域 7a、7b 的移动。另外,该设定都由气体流量调节器 14 来调节。

[0043] 在该工序中,在成膜过程区域 7a 内安装有作为靶 17a 的金属钛,设置于旋转鼓 3 的玻璃基体材料 20 在成膜过程区域 7a 内、于其表面上形成由金属钛化合物构成的极薄膜 (步骤 S2)。

[0044] 然后,当设置于旋转鼓 3 的玻璃基体材料 20 在反应过程区域 8 移动时,利用活性种发生装置 5 和氧气及 Ar 气,在非晶体氧化钛薄膜 22 上形成由上述金属钛化合物构成的极薄膜 (步骤 S3)。

[0045] 通过旋转鼓 3 的旋转重复进行上述步骤 S2、及 S3,形成目标厚度的非晶体氧化钛薄膜。另外,只要非晶体氧化钛薄膜的膜厚至少为 5nm 以上即可。

[0046] 接着,利用气体流量调节器 14 调节被导入成膜过程区域 7a、7b 的 Ar 气流量、和被导入反应过程区域 8 的 Ar 气及氧气的流量,形成阻碍氧气从反应过程区域 8 向成膜过程区域 7a、7b 移动的状态,从交流电源 15 向成膜过程区域 7a 内的溅射电极供给电力,从高频电源 16 对活性种发生装置 5 施加交流电压。

[0047] 在该工序中,设置于旋转鼓 3 的玻璃基体材料 20 在成膜过程区域 7a 内,在其表面的非晶体金属钛化合物薄膜上形成由金属钛及金属钛不完全反应物构成的极薄膜 (步骤 S4)。

[0048] 然后,设置于旋转鼓 3 的玻璃基体材料 20 在反应过程区域 8 移动时,利用活性种发生装置 5 供给氧气及 Ar 气,同时在晶体氧化钛薄膜上形成由上述金属钛及金属钛不完全反应物构成的极薄膜 (步骤 S5)。

[0049] 利用旋转鼓 3 的旋转重复进行上述步骤 S4、及 S5,形成目标厚度的薄膜,形成本发明的光催化剂多层金属化合物薄膜即光催化剂氧化钛薄膜。

[0050] (第二实施方式)

[0051] 接着,参照图 4 对第二实施方式进行说明。另外,图中步骤 S41 ~ S71 与上述的步骤 S2 ~ S5 是相同的,省略其说明。

[0052] 首先,与第一实施方式一样,将玻璃基体材料 20 设置在真空容器 2 内的旋转鼓 3 上,利用真空泵 (未图示) 使真空容器 2 内形成高真空状态 (步骤 S11)。

[0053] 接着,从溅射气体供给部件 9a、9b 向成膜过程区域 7a、7b 导入了 Ar 气,从反应性气体供给部件 10 向反应过程区域 8 导入了氧气,在此状态下,从交流电源 15 对成膜过程区域 7a 内的溅射电极供给电力,从高频电源 16 对活种产生装置 5 施加交流电压,使旋转鼓 3 旋转。这时,设定导入成膜过程区域 7a、7b 的 Ar 气的流量均多于导入反应过程区域 8 的氧气的流量,使得氧气无法从反应过程区域 8 向成膜过程区域 7a、7b 的移动。

[0054] 在该工序中,在成膜过程区域 7b 内安装作为靶 17b 的 Si,设置于旋转鼓 3 的玻璃基体材料 20 在成膜过程区域 7b 内,于其表面上形成 Si 薄膜 (步骤 S21)。

[0055] 然后,设置于旋转鼓 3 上的玻璃基体材料 20 在反应过程区域 8 移动时,利用活性种发生装置 5 供给氧气,同时在 SiO₂ 薄膜上形成上述 Si 薄膜 (步骤 S31)。

[0056] 利用旋转鼓 3 的旋转重复进行上述步骤 S21、及 S31,形成目标厚度 (例如 100nm) 的 SiO₂ 薄膜。另外,通过步骤 S41 ~ S71 在 SiO₂ 薄膜上形成所期望的光催化剂氧化钛薄膜,形成了本发明的多层金属化合物薄膜即光催化剂氧化钛薄膜。另外,也可以在该光催化

剂氧化钛薄膜之上,进一步形成 SiO_2 薄膜,用作具有亲水性且保持暗处维持效果的保护膜。

[0057] 实施例

[0058] 接着,对按照本发明的光催化剂多层金属化合物薄膜的制作方法实际形成光催化剂多层金属化合物薄膜的实施例进行说明。另外,本实施例对应于上述第二实施方式。

[0059] 使用图 1 所示的溅射装置,在玻璃基体材料 20 的表面形成由氧化硅及氧化钛构成的多层金属化合物薄膜。作业工序按图 4 进行。另外,各工序中的各种条件如下所示。

[0060] (SiO_2 成膜条件)

[0061] 施加在靶侧的电力 :6.5KW

[0062] 施加在活性种发生装置 5 的电力 :3.5KW

[0063] 溅射装置内的总压力 :0.34Pa

[0064] 旋转鼓 3 的转速 :100rpm

[0065] 成膜时间 :249.7 秒

[0066] (晶种层 TiO_2 成膜条件)

[0067] 施加在靶侧的电力 :3.8KW

[0068] 施加在活性种发生装置 5 的电力 :3.0KW

[0069] 溅射装置内的总压力 :0.74Pa

[0070] 旋转鼓 3 的转速 :100rpm

[0071] 成膜时间 :370.3 秒

[0072] (光催化剂层 TiO_2 成膜条件)

[0073] 施加在靶侧的电力 :3.0KW

[0074] 施加在活性种发生装置 5 的电力 :3.0KW

[0075] 溅射装置内的总压力 :0.57Pa

[0076] 旋转鼓 3 的转速 :100rpm

[0077] 成膜时间 :406.2 秒

[0078] (比较例 1)

[0079] 使用图 1 所示的溅射装置,在玻璃基体材料 20 的表面形成由氧化硅及氧化钛构成的金属化合物薄膜。作业工序中除去上述实施例的内晶种层 TiO_2 成膜,金属化合物薄膜的膜厚与实施例相同。

[0080] (比较例 2)

[0081] 使用图 1 所示的溅射装置,在玻璃基体材料 20 表面形成由氧化钛构成的金属化合物薄膜。作业工序按照上述专利文献 1 所示的现有方法进行,在氧化钛薄膜之上形成 SiO_2 薄膜。其结果是,金属化合物薄膜的膜厚为 240nm。另外,为实现该氧化钛薄膜的光催化剂活性化,进行了等离子体处理。

[0082] (氧化钛膜的比较)

[0083] 图 5 及图 6 表示用透射电子显微镜(JEM-4000EM 日本电子制)从剖面方向观察形成于玻璃基体材料上的 $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 层的结果。关于实施例的层,确认在与 SiO_2 的界面处有 5 ~ 7nm 的非晶体 TiO_2 层,从其正上方至最表面确认有柱状结晶化的 TiO_2 层的两层构造。另外,关于比较例 1 的层,确认从与 SiO_2 的界面起大约 25nm 为非晶体层,在直至最表面的范围内,非结晶和微结晶中部分存在着结晶化的区域。另外,实施例的两层 TiO_2 薄膜的总

膜厚为 125nm。另外,图 5 表示本实施例的 TiO_2 薄膜,图 6 表示比较例 1 的 TiO_2 薄膜。

[0084] (晶体结构的比较)

[0085] 比较由实施例的 TiO_2 层及比较例 1 的 TiO_2 层的电子衍射图像求出的 d 值、和 X 射线衍射下的 d 值,均确认到锐钛矿型晶体结构。另外,图 7 表示使用剖面 TEM 在与 TiO_2 的亮视野相同的观察位置所观察到的暗视野图像,由本实施例和比较例 1 可知,形成晶种层的本发明的光催化剂多层金属化合物薄膜,从与非晶体 TiO_2 层的界面起形成有柱状结晶化的 TiO_2 薄膜,和比较例 1 相比较,确认结晶性优异。另外,图 7 的 T090330c 表示本实施例的 TiO_2 薄膜,T090510d 表示比较例 1 的 TiO_2 薄膜,图中的暗视野 1 及 2 测定了相同的拍摄部位。

[0086] (光催化特性的比较 1)

[0087] 利用油分解评价法对上述三种光催化剂薄膜的光催化特性进行了比较。该油分解评价法是向形成了光催化剂薄膜的基体材料照射紫外线(峰值波长:350nm)24 小时,定量滴加纯水,利用接触角测定装置测定接触角,进而向纯水干燥后的基体材料上滴加油使其向前面涂布延伸后,照射紫外线(峰值波长:350nm)10 小时,滴加纯水,再利用接触角测定装置测定了接触角度。图 8 表示滴加上述油以后的光催化特性比较结果。

[0088] 如图 8 所示,形成了实施例的晶种 TiO_2 层的光催化剂薄膜,紫外线照射时间为 10 小时时接触角变为 10° 以下,判定与比较例 1、2 相比较,迅速显示出极高的光催化特性。另外,判明比较例 1 在低温(100°C 以下)下的光催化剂膜形成条件下,显示出光催化特性,但未显示出较高的光催化特性。

[0089] (光催化特性的比较 2)

[0090] 关于本发明的光催化剂薄膜,准备 TiO_2 膜厚在 40nm ~ 120nm 之间阶梯式变化的基体材料,利用上述油分解评价法进行了评价。图 9 表示其结果。

[0091] 如图 9 所示,比较了紫外线照射 10 小时后的接触角可以判定:膜厚为 100nm 以上时显示优异的光催化特性。认为可确认光催化特性具有 TiO_2 膜厚依存性,一般为膜厚度越厚,光催化特性越高,膜厚度较薄时,光催化特性降低(参考非专利文献 1),比较例 1 膜厚为 125nm,显示出光催化特性,但在 100nm 左右的膜厚下未显示出较高的光催化特性。

[0092] 如上所述,本发明的光催化剂多层金属化合物薄膜及其制作方法,由于没有对基体实施通过反应性气体进行的等离子体处理、加热法等,因此可以在低温下形成具有较高的光催化特性的光催化剂薄膜。因此,即使基体是树脂材料,也可成膜。并且,形成于基体表面上的非晶体金属化合物薄膜晶种层、和形成于该晶种层上的晶体金属化合物薄膜的总膜厚为 100nm 以上即可,与现有的光催化剂薄膜相比较,膜厚为一半以下,可在短时间内实现亲水性、油分解性,而且,可快速且廉价地进行成膜。

[0093] 符号说明

[0094] 1 溅射装置

[0095] 2 真空容器

[0096] 3 旋转鼓

[0097] 4a、4b 溅射装置

[0098] 5 活性种发生装置

[0099] 6a、6b、6c 间隔壁

- [0100] 7a、7b 成膜过程区域
- [0101] 8 反应过程区域
- [0102] 9a、9b 溅射气体供给部件
- [0103] 10 反应性气体供给部件
- [0104] 11a、11b Ar 气瓶
- [0105] 12 氧气瓶
- [0106] 13 Ar 气瓶
- [0107] 14 气体流量调节器
- [0108] 15 交流电源
- [0109] 16 高频电源
- [0110] 17a、17b 靶
- [0111] 20 玻璃基体材料
- [0112] 21 氧化钛薄膜
- [0113] 22 氧化钛薄膜
- [0114] 23 氧化硅薄膜

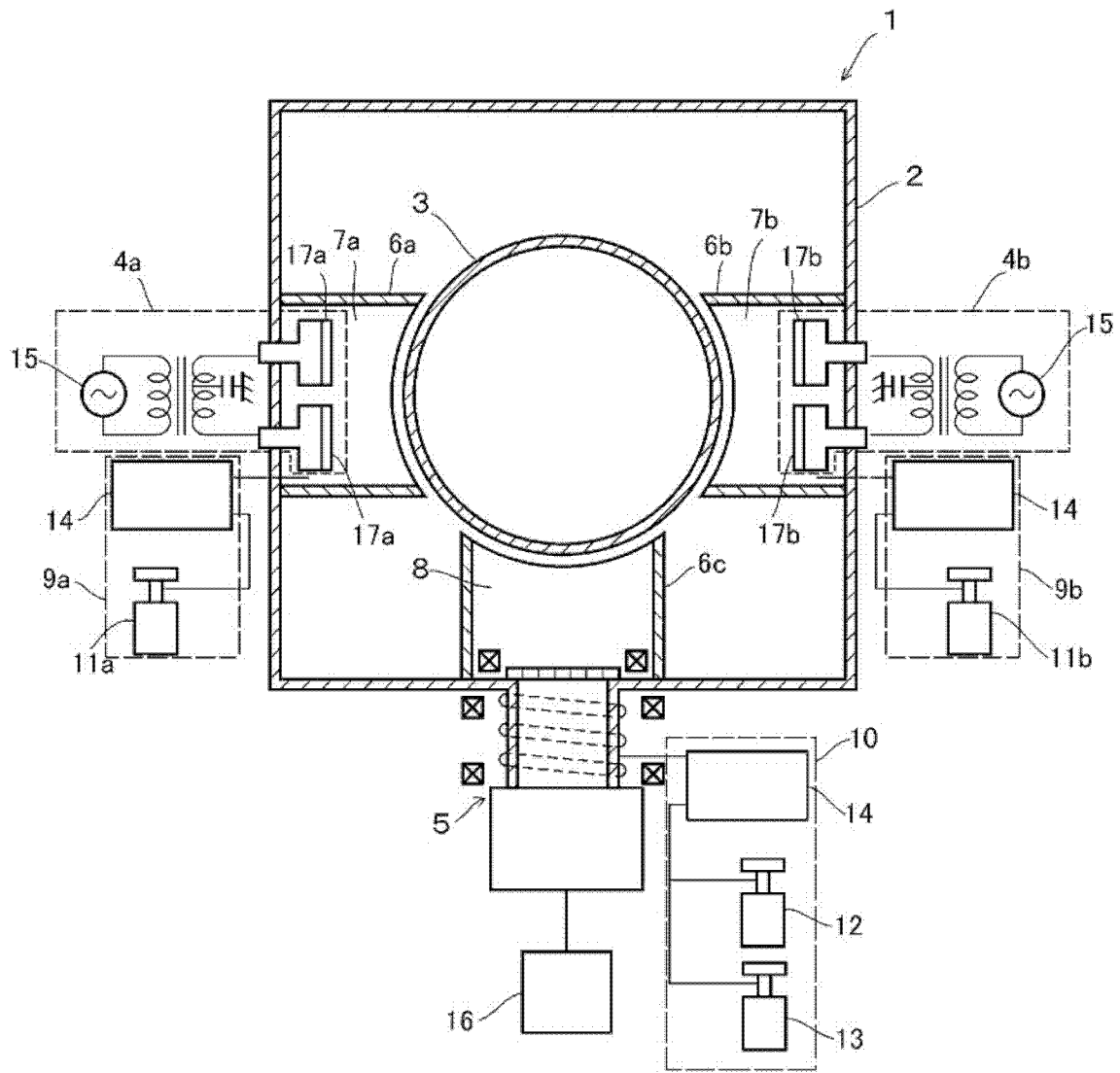


图 1

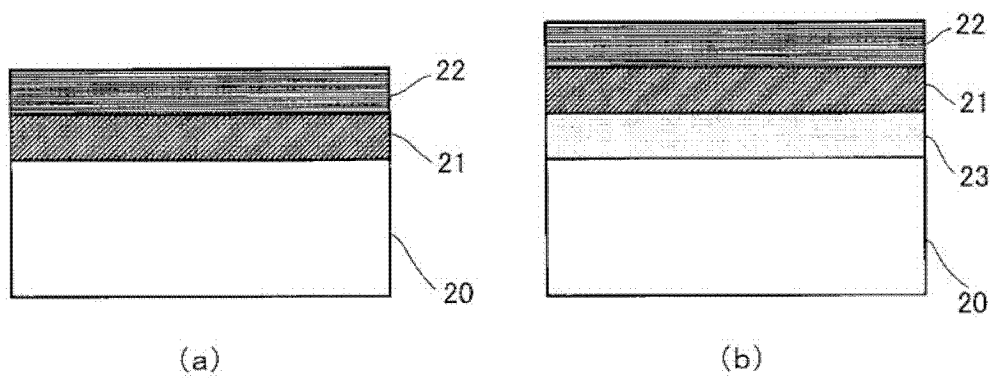


图 2

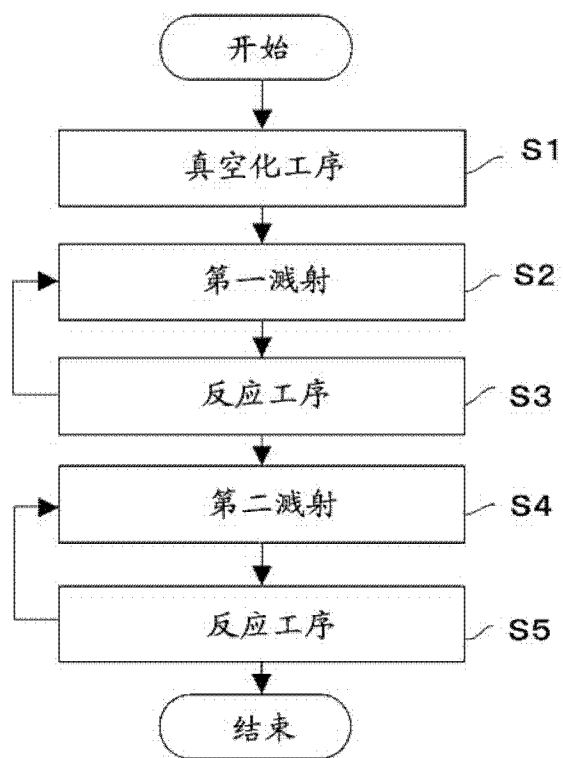


图 3

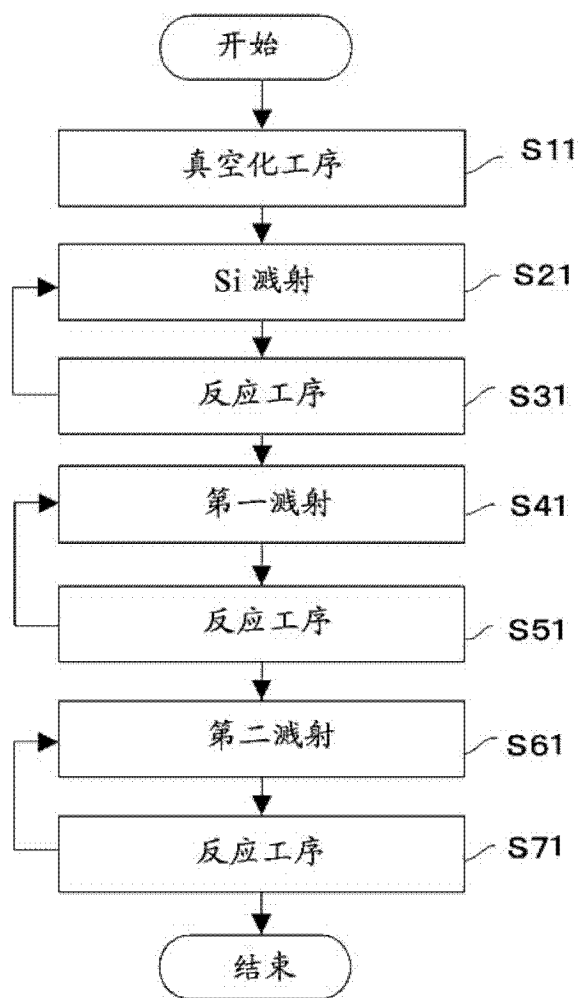
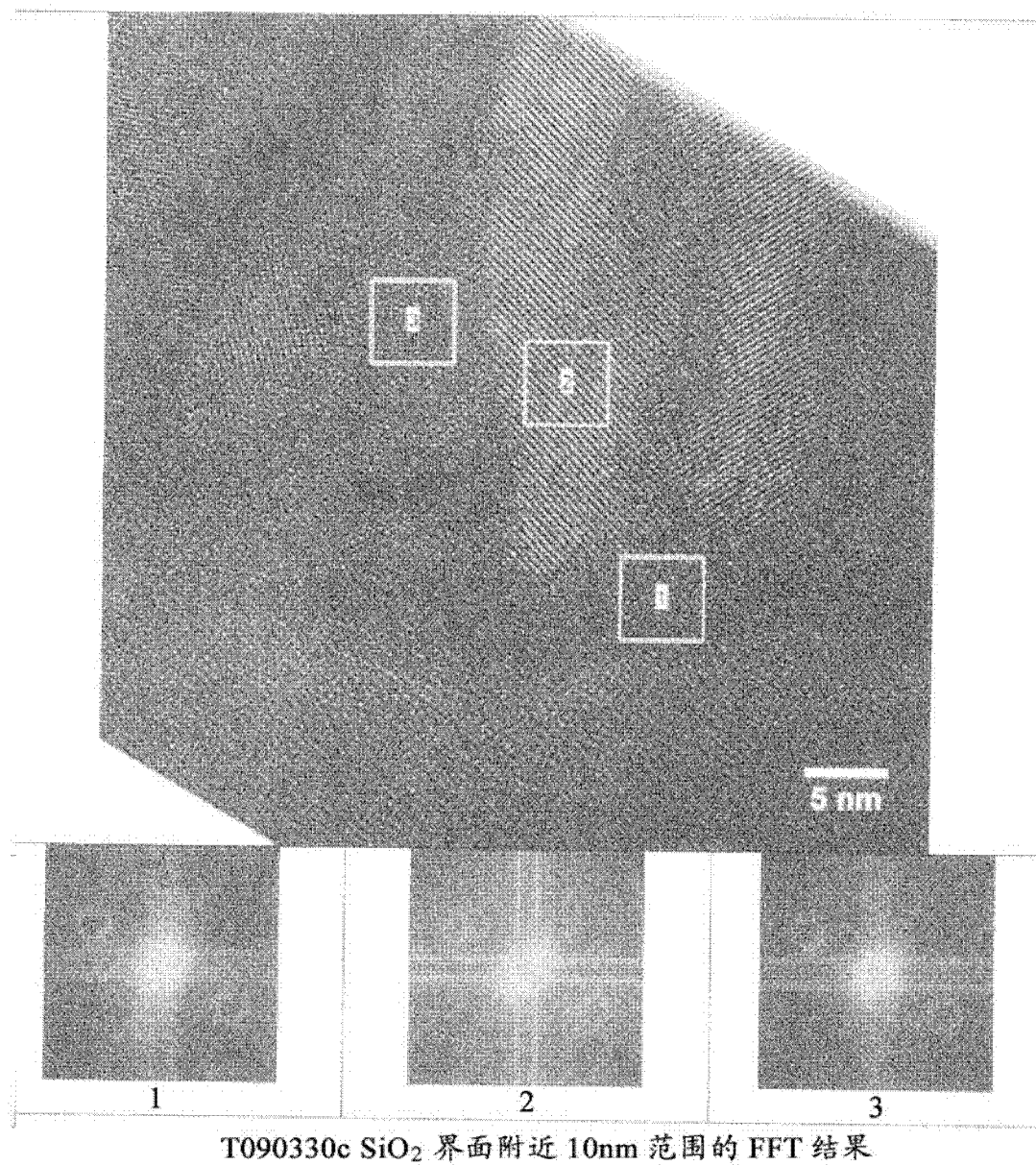
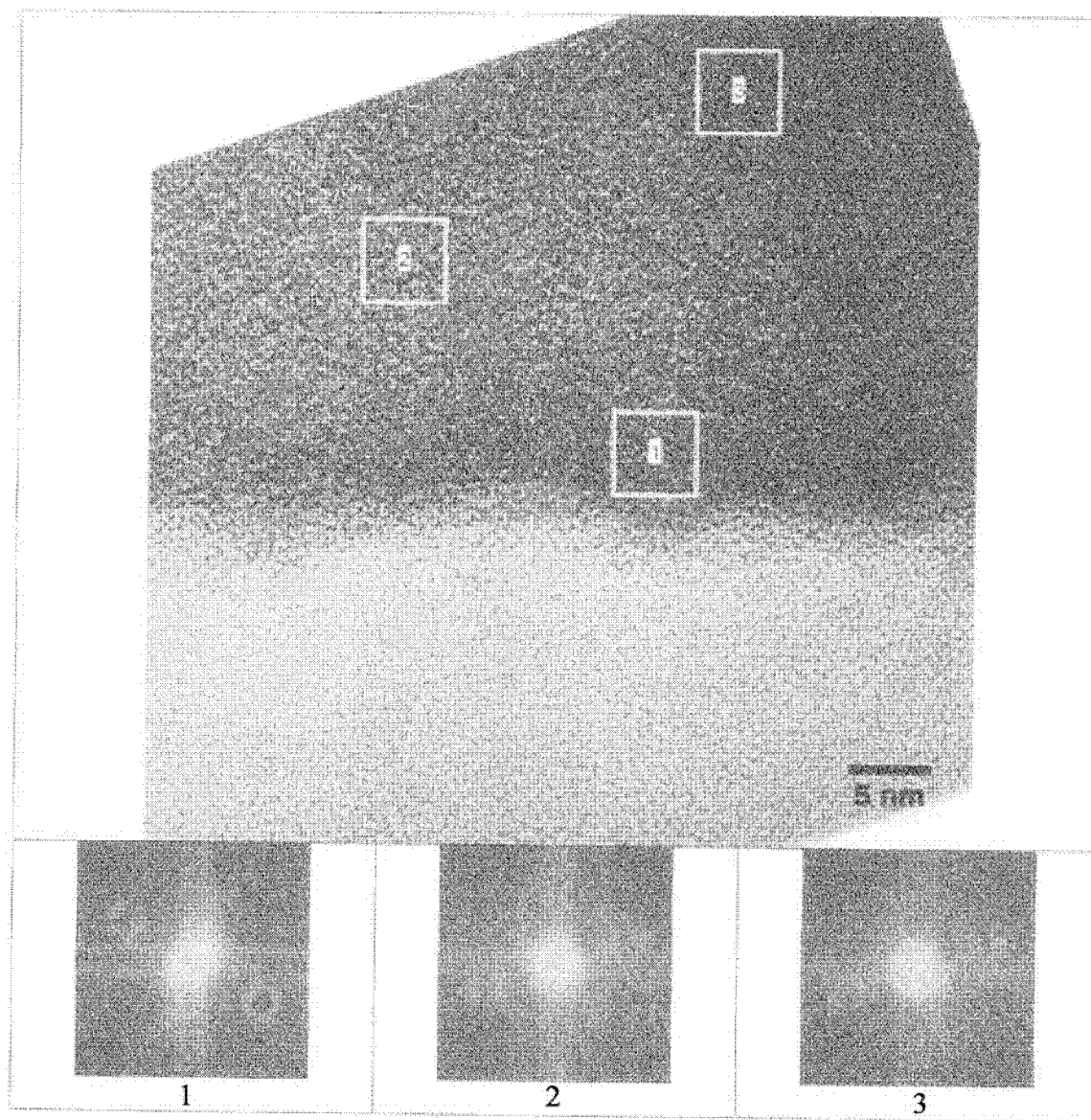


图 4



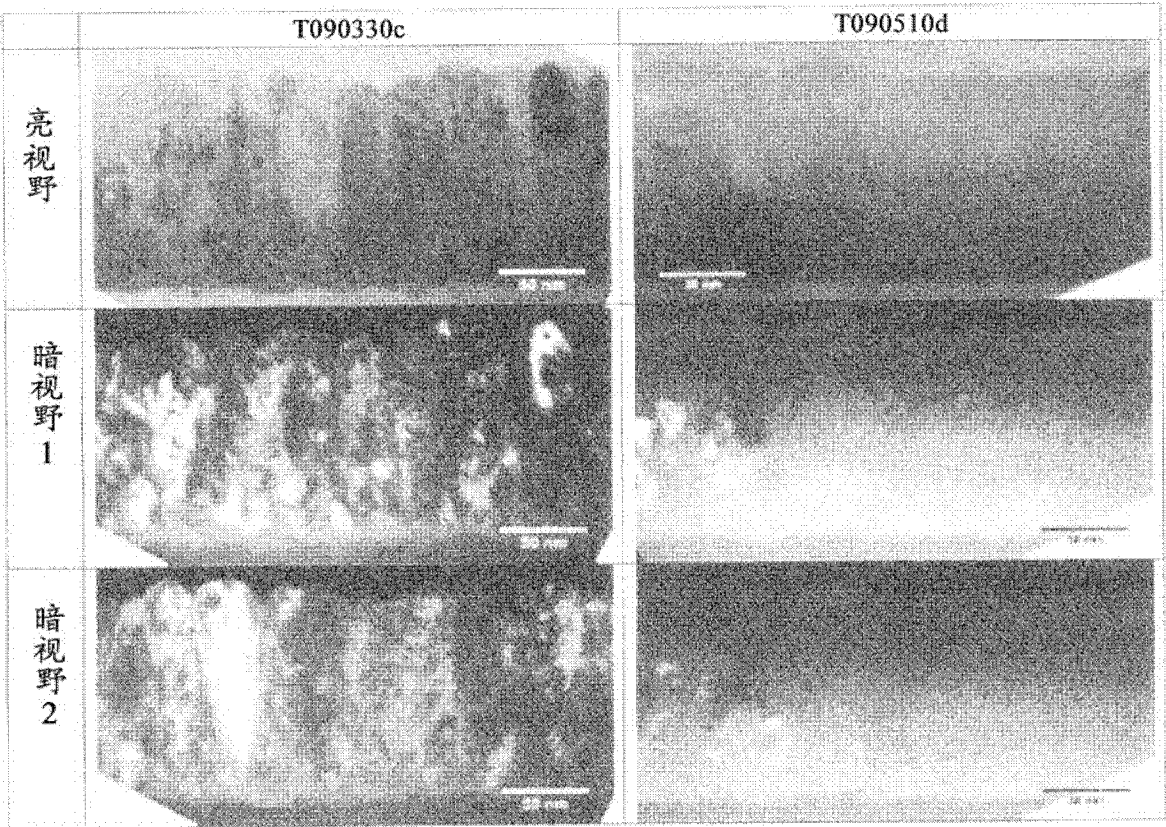
T090330c SiO₂ 界面附近 10nm 范围的 FFT 结果

图 5



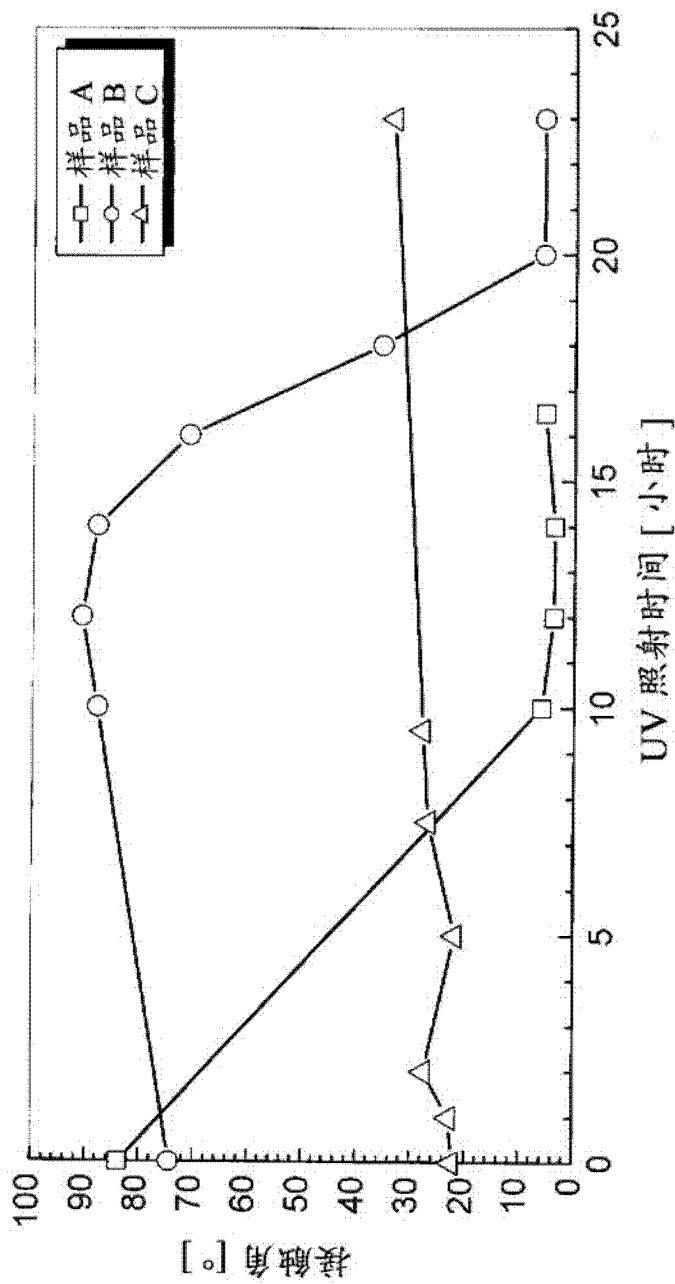
T090510d SiO₂ 界面附近 10nm 范围的 FFT 结果

图 6



TiO₂ 亮视野 / 暗视野图像 × 200K

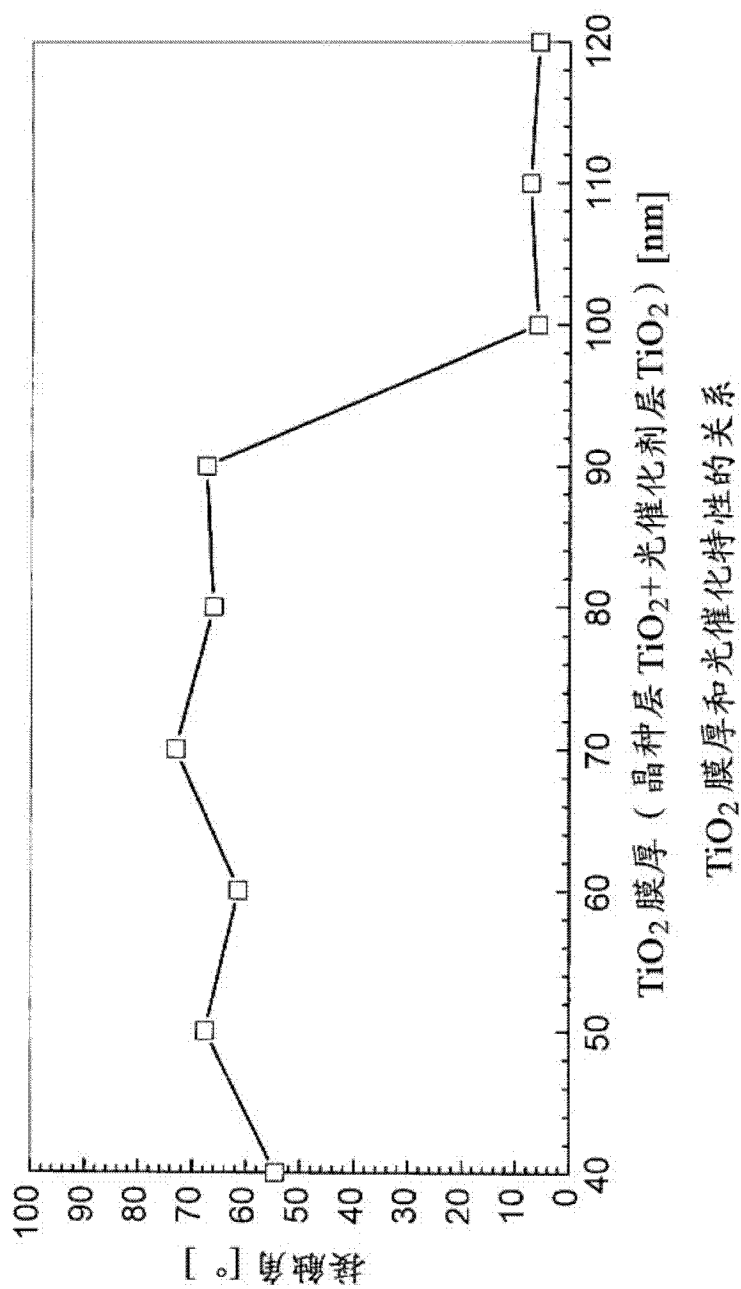
图 7



光催化特性（油分解试验）比较

注意事项：
样品 A: 实施例
样品 B: 比较例 1
样品 C: 比较例 2

图 8



注意事项：
用油分解试验中的 UV 照射 10[小时] 后的接触角比较

图 9