



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510070927.3

[45] 授权公告日 2009年7月8日

[11] 授权公告号 CN 100509359C

[22] 申请日 2005.5.17

[21] 申请号 200510070927.3

[30] 优先权

[32] 2004.5.18 [33] JP [31] 2004-147264

[73] 专利权人 株式会社理光

地址 日本东京都

[72] 发明人 峰岸大生 小濑古久秋

[56] 参考文献

US2002084442 A1 2002.7.4

US5218062A 1993.6.8

CN1417019A 2003.5.14

审查员 刘磊

[74] 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司
代理人 钟晶

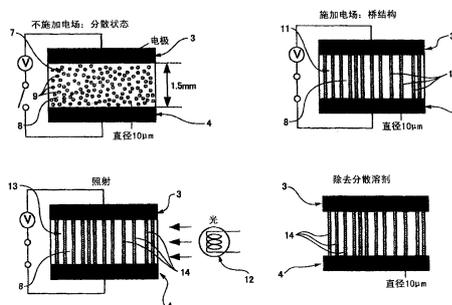
权利要求书5页 说明书22页 附图22页

[54] 发明名称

制造塑料模制品的方法和装置

[57] 摘要

本发明公开了一种制造塑料模制品的方法。在该方法中，在两个电极之间供给包括两种不互溶且具有不同介电常数的组分液体的复合液体，并且在电极之间施加电场。该组分液体的至少一种是未固化的可固化树脂液体。在施加电场时，较高介电常数组分液体沿着电场方向延伸，从而形成连接电极的桥结构。当形成桥结构后固化可固化树脂时，得到塑料模制品。



1. 一种制造塑料模制品的方法，其包括以下步骤：

使电场施加元件填充复合液体，所述电场施加元件具有相向对置的电极，所述复合液体包括至少两种不互溶且介电常数相互不同的组分液体，该组分液体的至少一种是未固化的可固化树脂液体；

在电极之间施加电场，以使复合液体中的其中一种组分液体沿着电场的方向聚集并延伸，以形成连接电极的桥结构，所述其中一种组分液体是具有高于其他组分液体的介电常数的高介电常数组分液体；和

在形成桥结构之后固化可固化的树脂得到塑料模制品。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其中，组分液体是通过以分开的步骤将组分液体分散而制备的分散液。

3. 如权利要求 1 所述的方法，其中，将组分液体不经过分散而供给电场施加元件。

4. 如权利要求 3 所述的方法，其中，将组分液体堆积成层状结构。

5. 如权利要求 3 所述的方法，其中高介电常数组分液体在电极的至少一个表面上形成液滴的形式。

6. 如权利要求 4 所述的方法，其中，使电场施加元件填充具有层状结构的复合液体的步骤包括：

在电场施加元件的第一电极上形成其中一种组分液体层；

在电场施加元件的第二电极上形成另一种组分液体层；和

将在其上形成有一种组分液体层的第一电极与在其上形成有另一种组分液体层第二电极粘结。

7. 如权利要求 4 所述的方法，其中，使电场施加元件填充具有层状结构的复合液体的步骤包括：

在电场施加元件的第一电极上形成其中一种组分液体层；

在该一种组分液体层上形成另一种组分液体层；和

将电场施加元件的第二电极粘结在该另一种组分液体层上。

8. 如权利要求 5 所述的方法，其中，将高介电常数组分液体注射到

其中一个电极的表面上以形成液滴。

9. 如权利要求 5 所述的方法, 其中, 在其中一个电极表面上的高介电常数组分液体的液滴通过下述步骤得到: 由排斥高介电常数组分液体的材料在其中一个电极的表面上形成具有预定图案的第一膜的步骤, 和在该第一薄膜上形成高介电常数组分液体膜的步骤。

10. 如权利要求 5 所述的方法, 其中, 使电场施加元件填充复合液体的步骤包括:

在电场施加元件的第一电极的表面上形成高介电常数组分液体的液滴;

在电场施加元件的第二电极上形成高介电常数组分液体之外的另一种组分液体层; 和

将在其上形成有高介电常数组分液体的液滴的第一电极与在其上形成有另一种组分液体层的第二电极粘结。

11. 如权利要求 5 所述的方法, 其中, 使电场施加元件填充复合液体的步骤包括:

在电场施加元件的第一电极的表面上形成高介电常数组分液体的液滴;

在该高介电常数组分液体的液滴上形成高介电常数组分液体之外的另一种组分液体层; 和

将电场施加元件的第二电极粘结在另一种组分液体层上。

12. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 当照射活化能射线时, 可固化树脂被固化。

13. 如权利要求 12 所述的方法, 其中, 可固化树脂是可紫外线固化的树脂, 当照射紫外线时被固化。

14. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 可固化树脂是可热固化的树脂, 当加热时被固化。

15. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 复合液体包括两种不互溶且介电常数相互不同的组分液体。

16. 如权利要求 15 所述的方法, 其中,

该两种组分液体的高介电常数组分液体是未固化的可固化树脂；并且在
该可固化树脂固化后除去该两种组分液体中的具有较低介电常数
的一种组分液体。

17. 如权利要求 15 所述的方法，其中，

该两种组分液体中的具有较低介电常数的一种组分液体是未固化的
可固化树脂；并且

在该可固化树脂固化后除去该高介电常数组分液体。

18. 如权利要求 15 所述的方法，其中，

该两种组分液体中的高介电常数组分液体是第一未固化的可固化树
脂；

该两种组分液体中的具有较低介电常数的一种组分液体是第二未固
化的可固化树脂；并且

在形成桥结构之后固化第二可固化树脂和第一可固化树脂。

19. 如权利要求 15 所述的方法，其中，

该两种组分液体中的高介电常数组分液体是未固化的可固化树脂；

该两种组分液体中的具有较低介电常数的一种组分液体是当加热时
熔融的热熔融材料的熔融体；并且

在该可固化树脂固化后固化该热熔融材料的熔融体。

20. 如权利要求 15 所述的方法，其中，

该两种组分液体中的高介电常数组分液体是未固化的可固化树脂；

该两种组分液体中的具有较低介电常数的一种组分液体是当加热时
熔融的热熔融材料的熔融体；并且

在该热熔融材料的熔融体固化后固化该可固化树脂。

21. 如权利要求 15 所述的方法，其中，

该两种组分液体中的具有较低介电常数的一种组分液体是未固化的
可固化树脂；

该两种组分液体中的高介电常数组分液体是当加热时熔融的热熔融
材料的熔融体；并且

在该可固化树脂固化后固化该热熔融材料的熔融体。

22. 如权利要求 15 所述的方法，其中，

该两种组分液体中的具有较低介电常数的一种组分液体是未固化的可固化树脂；

该两种组分液体中的高介电常数组分液体是当加热时熔融的热熔融材料的熔融体；并且

在该热熔融材料的熔融体固化后固化该可固化树脂。

23. 如权利要求 1 所述的方法，其中，电极之间的电场通过交流电产生。

24. 如权利要求 1 所述的方法，其中，电极之间的电场通过直流电产生。

25. 一种用于制造塑料模制品的装置，其包括：

具有相向对置的两个电极的电场施加元件，所述电场施加元件填充包括多种组分液体的复合液体，所述组分液体不互溶且介电常数相互不同，该组分液体的至少一种是未固化的可固化树脂液体；和

以在两个电极之间施加电场而配置的电场施加组件；

其中，电场施加组件在具有放置在电极之间的复合液体的电极之间施加电场，以引起该复合液体中的其中一种组分液体沿着电场的方向聚集并延伸，以形成连接电极的桥结构，所述的其中一种组分液体是具有高于其他组分液体的介电常数的高介电常数组分液体，在形成桥结构之后固化可固化树脂。

26. 一种用于制造塑料模制品的装置，其包括：

具有相向对置的第一电极和第二电极的电场施加元件，所述电场施加元件填充包括多种组分液体的复合液体，所述组分液体不互溶且介电常数相互不同，所述组分液体的至少一种是未固化的可固化树脂液体，所述组分液体中的高介电常数组分液体在所述第一电极的表面上形成液滴的形式，形成所述组分液体的另一种组分液体层覆盖所述液滴，所述高介电常数组分液体的介电常数具有高于其他组分液体的介电常数；和

以在两个电极之间施加电场而配置的电场施加组件；

其中，电场施加组件在具有放置在两个电极之间的复合液体的电极之

间施加电场，以引起该复合液体中的高介电常数组分液体沿着电场的方向聚集并延伸，以形成连接两个电极的桥结构，在形成桥结构之后固化可固化树脂。

27. 一种通过包括以下步骤的方法制造的塑料模制品：

使电场施加元件填充复合液体，所述电场施加元件具有相向对置的电极，所述复合液体包括至少两种不互溶且介电常数相互不同的组分液体，该组分液体的至少一种是未固化的可固化树脂液体；和

在电极之间施加电场以使复合液体中的其中一种组分液体沿着电场的方向聚集并延伸，以形成连接电极的桥结构，所述的其中一种组分液体是具有高于其他组分液体的介电常数的高介电常数组分液体；以及

在形成桥结构之后固化可固化的树脂得到塑料模制品。

制造塑料模制品的方法和装置

技术领域

本发明涉及一种适用于制造微米至纳米数量级的微型或小型结构的塑料模制品的制造技术。

背景技术

在所属技术领域，以下用于制造塑料模制品（合成树脂产品）的方法是公知的。

（1）注射成型法

具体是将模具填充熔融的树脂之后，冷却熔融的树脂得到塑料模制品。例如，可以参考日本公开的专利申请 No. 5-185464。

（2）光刻法

图 21A-图 21C 是说明通过光刻法制造塑料模制品的方法的横截面示意图。

如图 21A-图 21C 所示，用位于用作光掩模的薄膜上方的光致抗蚀剂通过光除去基板表面上合成树脂形成的薄膜部分，得到具有与该掩模对应的二维形状的薄膜产品，如图 21C 所示。

（3）LIGA 法

图 22A-图 22G 是说明通过 LIGA 法制造塑料模制品的方法的横截面示意图。

如图 22A-图 22G 所示，通过使用高定向性的同步辐射进行平版印刷，得到高纵横比的具有凹凸的模制品。在将该具有凹凸的模制品电镀并脱模之后，得到模具。然后，当加热该模具时，将该模具压在热塑性树脂上（热模压），制得塑料模制品，其具有与具有凹凸的模制品对应的形状，如图 22G 所示。

（4）快速原型法（rapid prototyping Process）

图 23A-图 23D 是说明通过快速原型法制造塑料模制品的方法的横截面示意图。

首先,将要制造的产品的三维 CAD 数据分割成薄的截面,以将三维 CAD 数据转化成等高线数据。然后,如图 23A-图 23D 所示,基于该等高线数据,通过激光束照射未固化的可光固化树脂以逐步固化可光固化的树脂,在每一步骤中可光固化的树脂薄层被照射并固化。然后,在该薄层的固化部分堆积之后将未固化的可光固化树脂除去,从而得到固体塑料模制品,如图 23D 所示。

然而,对于上述方法(1)即注射原型法而言,尽管该方法的生产率优良,但该方法并不适用于试验性生产;因此,难以将该方法用于形成微小的形状。

对于上述方法(2)即光刻法而言,该方法需要昂贵的生产设备,同时仅仅能够制造不超过几十微米厚的模制品。另外,该方法需要伴随显影处理的废物处理。

对于上述方法(3)即 LIGA 法而言,同步辐射设备十分昂贵,尽管自外界的供应商处订购模具,但成本仍然十分高。

对于上述方法(4)即快速原型法而言,用于制造复杂的三维微小形状时,该方法是十分有效的,但该方法即使在制造单一物品时也十分耗费时间;尤其,当制造单一形状和大面积的物品时,该方法的生产性十分差。

发明内容

因此本发明的总目的是解决现有技术的一个或多个问题。

本发明的具体目的是提供一种能够容易地制造具有微小形状的塑料模制品的方法和装置,及其塑料模制品。

根据本发明的第一方面,提供一种制造塑料模制品的方法,包括以下步骤:使电场施加元件填充复合液体,所述电场施加元件具有相相对置的电极,所述复合液体包括至少两种不互溶且介电常数相互不同的组分液体,该组分液体的至少一种是未固化的可固化树脂液体;在电极之间施加电场以使复合液体中的其中一种组分液体沿着电场的方向聚集并且延伸,以形成连接电极的桥结构,所述的其中一种组分液体是具有高于其他组分液体的介电常数的高介电常数组分液体;和在形成桥结构之后固化可固化的树脂得到塑料模制品。

根据本发明,由于如下所述,通过采用电流变效应(ER)获得的桥结构

被可固化树脂固定，因此可以容易地制造微米至纳米数量级的微小结构。

在相关技术中，例如参照图 21A-图 21C，其示意性地说明了一种通过光刻法具体是负性抗蚀剂的图案形成法制造塑料模制品的方法。当欲用负性抗蚀剂制造高垂直性的结构时，由于紫外线必须通过具有形成图案的形状的光掩模照射样品，因样品与光掩模之间的接触影响，因此紫外线的定向或入射角非常重要，另外，需要昂贵的设备。

相反，在本发明中由于电流变效应，高介电常数组分液体沿着电场的方向聚集并自动延伸，这足以通过可固化的树脂精确固定桥结构；因此不需考虑例如紫外线的定向或入射角的条件，并且可以精确并十分容易地低成本制造塑料模制品。

作为一个实施方案，组分液体是通过以分开的步骤将组分液体分散而制备的分散液。

或者，作为一个实施方案，将组分液体不经过分散而供给电场施加元件。

根据本发明，将组分液体不经过分散而供给电场施加元件，当施加电场形成桥结构时，可以完全构成桥结构而没有高介电常数组分液体的残余液滴留在复合液体中。换句话说，可以通过使高介电常数组分液体在限制区域中制造塑料模制品。

由此制造的塑料模制品可以用于光波导、衍射光栅光学元件、波片 (wave plates)、垫片 (spacer)、微小元件等。

在该实施方案中，将组分液体堆积成层状结构。或者，在该实施方案中，高介电常数组分液体在其中一个电极的表面上形成液滴形式。

根据本发明，可以选择性地朝着存在液滴的位置形成桥结构。

作为一个实施方案，使电场施加元件填充具有层状结构的复合液体的步骤包括以下步骤：在电场施加元件的第一电极上形成其中一种组分液体层；在电场施加元件的第二电极上形成另一种组分液体层；和将在其上形成有一种组分液体层的第一电极与在其上形成有另一种组分液体层的第二电极粘结。

作为一个实施方案，使电场施加元件填充具有层状结构的复合液体的步骤包括：在电场施加元件的第一电极上形成其中一种组分液体层；在该一种

组分液体层上形成另一种组分液体层；并将电场施加元件的第二电极粘结在该另一种组分液体层上。

作为一个实施方案，将高介电常数组分液体注射到其中一个电极的表面上以形成液滴。

作为一个实施方案，通过下述步骤在其中一个电极表面上得到高介电常数组分液体的液滴：由排斥高介电常数组分液体的材料在其中一个电极的表面上形成具有预定图案的第一膜的步骤，和在该第一膜上形成高介电常数组分液体膜的步骤。

作为一个实施方案，使电场施加元件填充复合液体的步骤包括：在电场施加元件的第一电极的表面上形成高介电常数组分液体的液滴；在电场施加元件的第二电极上形成除了该高介电常数组分液体之外的另一种组分液体层；和将在其上形成有高介电常数组分液体的液滴的第一电极与在其上形成有另一种组分液体层的第二电极粘结。

作为一个实施方案，使电场施加元件填充复合液体的步骤包括：在电场施加元件的第一电极的表面上形成高介电常数组分液体的液滴；在该高介电常数组分液体的液滴上形成除了该高介电常数组分液体之外的另一种组分液体层；和将电场施加元件的第二电极粘结在另一种组分液体层上。

作为一个实施方案，可固化树脂当照射活化能射线时固化。

作为一个实施方案，可固化树脂是可紫外线固化的树脂，当照射紫外线时固化。

作为一个实施方案，可固化树脂是可热固化的树脂，当加热时固化。

作为一个实施方案，复合液体包括不互溶且介电常数相互不同的两种组分液体。

作为一个实施方案，该两种组分液体的高介电常数组分液体是未固化的可固化树脂；并且在可固化树脂固化后除去该两种组分液体中的具有较低介电常数的一种组分液体。

根据本发明，由于高介电常数组分液体是可固化的树脂，并且在可固化树脂固化后除去另一种组分液体，因此可以制造高精度的柱形的可固化树脂模制品。

作为一个实施方案，该两种组分液体中的具有较低介电常数的一种组分液体是未固化的可固化树脂；并且在可固化树脂固化后除去高介电常数组分液体。

根据本发明，由于低介电常数组分液体是可固化的树脂并且在可固化树脂固化后除去另一种组分液体，因此可以制造具有高精度的开孔结构的可固化树脂模制品。

作为一个实施方案，该两种组分液体中的高介电常数组分液体是第一未固化的可固化树脂；该两种组分液体中的具有较低介电常数的一种组分液体是第二未固化的可固化树脂；并且在第一可固化树脂固化后固化第二可固化树脂。

作为一个实施方案，该两种组分液体中的高介电常数组分液体是未固化的可固化树脂；该两种组分液体中的具有较低介电常数的一种组分液体是当加热时熔融的热熔融材料的熔融体；并且在可固化树脂固化后固化该热熔融材料的熔融体。

作为一个实施方案，该两种组分液体中的高介电常数组分液体是未固化的可固化树脂；该两种组分液体中的具有较低介电常数的一种组分液体是当加热时熔融的热熔融材料的熔融体；并且在热熔融材料的熔融体固化后固化该可固化树脂。

作为一个实施方案，该两种组分液体中的具有较低介电常数的一种组分液体是未固化的可固化树脂；该两种组分液体中的高介电常数组分液体是当加热时熔融的热熔融材料的熔融体；并且在可固化树脂固化后固化热熔融材料的熔融体。

作为一个实施方案，该两种组分液体中的具有较低介电常数的一种组分液体是未固化的可固化树脂；该两种组分液体中的高介电常数组分液体是当加热时熔融的热熔融材料的熔融体；并且在热熔融材料的熔融体固化后固化该可固化树脂。

根据本发明，由于复合液体包括两种可固化的树脂，或者包括可固化的树脂和热熔融材料，其中一种组分构成了柱形部分，另一种组分构成了该柱形部分的边缘，因此，可以制造在柱形部分和柱形部分的边缘具有各向异性

的塑料模制品。

作为一个实施方案，电极之间的电场通过交流电产生。

作为一个实施方案，电极之间的电场通过直流电产生。

根据本发明的第二方面，提供一种用于制造塑料模制品的装置，其包括：具有相向对置的两个电极的电场施加元件，所述电场施加元件填充包括多种组分液体的复合液体，所述组分液体不互溶且介电常数相互不同，该组分液体的至少一种是未固化的可固化树脂液体；和配置的以在两个电极之间施加电场的电场施加组件，其中电场施加组件在具有放置在电极之间的复合液体的电极之间施加电场，以引起复合液体中的其中一种组分液体沿着电场的方向聚集并延伸以便形成连接电极的桥结构，所述的其中一种组分液体是具有高于其他组分液体的介电常数的高介电常数组分液体，在形成桥结构之后固化可固化树脂。

根据本发明的第三方面，提供一种用于制造塑料模制品的装置，其包括：具有相向对置的第一电极和第二电极的电场施加元件，所述电场施加元件填充包括多种组分液体的复合液体，所述组分液体不互溶且介电常数相互不同，所述组分液体的至少一种是未固化的可固化树脂液体，在所述组分液体中的高介电常数组分液体在所述第一电极的表面上形成液滴的形式，形成另一种所述组分液体层以覆盖所述液滴，所述高介电常数组分液体具有比其他组分液体的介电常数高的介电常数；和配置的以在两个电极之间施加电场的电场施加组件，其中电场施加组件在具有放置在两个电极之间的复合液体的电极之间施加电场，以引起复合液体中的高介电常数组分液体沿着电场的方向聚集并延伸以便形成连接两个电极的桥结构，在形成桥结构之后固化可固化树脂。

根据本发明的第四方面，提供一种通过包括以下步骤的方法制造的塑料模制品：使电场施加元件填充复合液体，所述电场施加元件具有相向对置的电极，所述复合液体包括至少两种不互溶且介电常数相互不同的组分液体，至少一种组分液体是未固化的可固化树脂液体；和在电极之间施加电场以使复合液体中的其中一种组分液体沿着电场的方向聚集并延伸，以形成连接电极的桥结构，所述的其中一种组分液体是介电常数比其他组分液体的介电常

数高的高介电常数组分液体；以及在形成桥结构之后固化可固化的树脂以得到塑料模制品。

根据本发明，可以容易地制造具有微小形状的塑料模制品。

本发明的这些目的及其他目的、特征和优点通过以下参照附图给出的对优选实施方案的详细描述更易理解。

附图说明

图 1 是说明根据本发明的实施方案制造塑料模制品的流程示意图；

图 2A-图 2C 示意说明 ER 效应；

图 3A 和图 3B 示意说明当复合液体的组分液体具有层状结构时的 ER 效应；

图 4A 和图 4B 示意说明当在电极上形成高介电常数组分液体的液滴时的 ER 效应；

图 5 是说明本发明的实施方案的电场施加元件 1 的透视图；

图 6A-图 6D 是说明根据实施例 1 制造塑料模制品的方法的示意图；

图 7 是在施加电场 15 秒后桥 10 的图；

图 8 是在该实施例中获得的桥结构 11 的图；

图 9 是在实施例 5 中获得的塑料模制品 15 的透视图；

图 10A 和图 10B 是说明电场施加元件 18 的透视图；

图 11 是说明电场施加元件 29 的透视图；

图 12A 和图 12B 是在实施例 10 中获得的桥结构 37 的透视图；

图 13A-图 13C 是说明根据实施例 11 制造塑料模制品的方法的示意图，其中在电场施加元件中构成复合液体的层状结构；

图 14A-图 14C 是说明根据实施例 11 制造塑料模制品的另一种方法的示意图，其中在电场施加元件中构成复合液体的层状结构；

图 15A-图 15D 是说明根据实施例 12 制造塑料模制品的方法的示意图，其中在一个电极上依次形成两种液体膜；

图 16A-图 16D 是说明根据实施例 12 制造塑料模制品的另一种方法的示意图，其中在一个电极上依次形成两种液体膜；

图 17A-图 17D 是说明根据实施例 13 制造塑料模制品的方法的示意图，

其中高介电常数液体在一个电极上呈液滴形式，低介电常数液体在另一个电极上呈膜形式；

图 18A-图 18C 是说明根据实施例 13 制造塑料模制品的其他方法的示意图，其中高介电常数液体在一个电极上呈液滴形式，低介电常数液体在另一个电极上呈膜形式；

图 19A-图 19D 是说明根据实施例 13 通过使用具有排斥高介电常数组分液体性能的表面处理剂制造塑料模制品的步骤的示意图；

继图 19D 之后，图 20A-图 20F 是说明根据实施例 13 制造塑料模制品的步骤的示意图；

图 21A-图 21C 是说明通过光刻法制造塑料模制品的方法的横截面示意图；

图 22A-图 22G 是说明通过 LIGA 法制造塑料模制品的方法的横截面示意图；

图 23A-图 23D 是说明通过快速原型法制造塑料模制品的方法的横截面示意图。

具体实施方式

下面参照附图解释本发明的优选实施方案。

图 1 是说明根据本发明的实施方案制造塑料模制品的流程示意图。

如图 1 所示，在步骤 S1 中通过混合至少两种组分液体制备分散的复合液体。该组分液体不互溶、介电常数相互不同，该组分液体的至少一种是未固化的可固化树脂。或者，复合液体的组分液体在其中一个电极的表面上堆积形成层状结构，或者在电极表面上形成组分液体的液滴，或者在另一层或在液滴上形成组分液体层；由此，组分液体放置于适当位置处。

在步骤 S2 中，将复合液体放置在用于对复合液体施加电场的装置的电极之间，例如，该装置被称作“电场施加元件”。

在步骤 S3 中，通过电场施加元件的电极对复合液体施加电场以形成桥结构。

在步骤 S4 中，在该条件下固化可固化的树脂，得到塑料模制品。

这里，所谓的“桥结构”是其中一种具有高介电常数的组分液体的状态，

其中该高介电常数组分液体在电场方向上聚集并延伸以连接两个电极。这种桥结构可通过采用电流变效应（ER）得到。

图 2A-图 2C 示意性说明 ER 效应。

如图 2A 所示，在 ER 效应中，将介电常数比分散溶剂高的粒子分散于分散溶剂中。这是所谓的“固-液相”，例如可以参考 E. N. da Andrade et al., *Nature*, 143, pp 3610, 1939。或者通过搅拌将介电常数比分散溶剂高的液体分散成微小的液滴。这是所谓的“液-液相”，例如可以参考 K. Tajiri et al., *J. Rheol.*, 41 (2), p. 335, 1997。

如图 2B 和图 2C 所示，将以 $V/\mu\text{m}$ 为单位的电场 E 施加于分散的溶液上，因此，高介电常数的粒子或液滴聚集，或者液滴沿着电场 E 的方向变形而聚集，由此形成连接电极的桥结构，因此导致分散溶液的粘度增加。

或者，可以将构成复合液体的组分液体——具有高介电常数的分散溶质和具有低介电常数的分散溶剂分开制成层状结构。

图 3A 和图 3B 示意性说明当复合液体的组分液体制成层状结构时的 ER 效应。

在该方法中，为了制得组分液体的层状结构，在一个电极基板上形成具有低介电常数的组分液体层，并在另一个电极基板上形成具有高介电常数的组分液体层。在形成这些层之后，当液体层互相接近的时候两个电极相互粘结。以这种方式，具有高介电常数的组分液体不分散而均匀形成其膜。随着电场 E 施加于具有高介电常数的组分液体上，由于高介电常数组分液体不分散于低介电常数液体中的 ER 效应而形成桥结构。

或者，可以在其中一个电极上形成高介电常数组分液体——分散溶质的液滴。

图 4A 和图 4B 示意性说明当在电极上形成高介电常数组分液体的液滴时的 ER 效应。

在该方法中，在电极上形成仅有高介电常数组分液体的液滴。随着电场 E 施加于高介电常数组分液体上，由于 ER 效应，因此液滴在平行于电场的方向上延伸，形成桥结构。

到目前为止已经进行了显示 ER 效应的 ER 流体研究（在固-液相或液-液

相中)。在相关技术中，ER 效应用来使由伴随施加电场形成桥结构引起的粘度增加，或者用于粘度的可逆变化，认为 ER 效应仅适用于改变液体或流体的性能。

在本发明的实施方案中，考虑到微小或小结构的塑料模制品的制造和具有与该结构对应的功能的制成塑料模制品的装置的制造，通过利用 ER 效应尝试稳定固态的塑料模制品的结构。

换句话说，在本发明的实施方案中，在液-液相的 ER 溶液（分散溶液）的两种或更多种组分液体中，其中至少一种组分液体是可固化的树脂的前驱体，在电场施加于 ER 溶液上并因 ER 效应而形成桥结构之后，可固化树脂固化以固定桥结构。以这种方式可以容易地制造微米至纳米数量级的具有规则图案结构的塑料模制品。

下面参照附图解释本实施方案的具体实施例。

实施例 1

[氟基油-可紫外线固化树脂]

在该实施例中，将以重量（或质量）计 2% 的可紫外线固化树脂加入氟基油中，并且通过长轴为 17mm 的旋转叶轮型搅拌器（rotational blade type stirrer）以 600rpm 搅拌 6 分钟。

此处，可紫外线固化树脂充当分散溶质，其是在分散溶液中的低介电常数液体或高介电常数液体。氟基油充当分散溶剂，其是在分散溶液中的高介电常数液体或低介电常数液体。

在该实施例中，使用由 Henkel Japan Ltd. 制造的可紫外线固化树脂（产品名：Loctite 3311），使用由 Daikin Industries Ltd. 制造的氟基油（产品名：S-65）。

结果，可紫外线固化树脂分散成直径约 10 μ m 的液滴而获得分散溶液（液体混合物）。

将该分散溶液供给用于施加电场的电场施加元件。

图 5 是说明用于该实施例的电场施加元件 1 的透视图。

图 5 所示的电场施加元件 1 包括玻璃基板 2 和 1mm 厚的直角柱形铜电极 3、4。铜电极 3、4 放置在玻璃基板 2 的表面上，同时彼此平行地相隔 1.5mm

的距离。通过电源 5 在铜电极 3、4 之间施加预定的电压。

图 6A-图 6D 是说明根据实施例 1 制造塑料模制品的方法的示意图。

在图 6A-图 6D 中，附图标记 7、8 和 9 分别表示如上所述的分散溶液、分散溶剂和液滴。

如图 6A 所示，将分散溶液 7 加到铜电极 3、4 之间的间隙 6 中。撇除从间隙 6 的侧面溢出的分散溶液 7。分散溶液 7 中的液滴的分散状态随着时间是稳定的。

接下来，如图 6B 所示，将 $1.33\text{V}/\mu\text{m}$ 的交流电场（50Hz 和 2kV 的交流电压）施加于铜电极 3、4 之间；由此，可紫外线固化树脂的液滴 9 沿着电场方向变形并延伸，邻近的液滴 9 聚集，液滴 9 的聚集形成多个桥 10，桥 10 的结构（由附图标记 11 表示）连接铜电极 3 和 4。

图 7 是在施加电场 15 秒后桥 10 的图。此处，每一桥 10 的直径约 $10\mu\text{m}$ 。

接下来，如图 6C 所示，随着施加电场，将来自光源 12 如汞弧光灯的 $10\text{mW}/\text{cm}^2$ 的紫外线照射到桥结构 11 上 3 分钟。当停止施加电场时，可固化树脂固化，桥结构 11 固定。

在图 6C 中，可固化树脂固化后的桥结构由附图标记 13 表示，以将其与可固化树脂固化前的桥结构 11 相区别，桥结构 13 中的桥由附图标记 14 表示。

仅仅为了比较，对于目前使用的材料，如果不照射紫外线而停止施加电场，则因未固化的可固化树脂而导致桥 10 在 10 秒内断开，可固化树脂变成直径为几百 μm 的大液滴并重新分散于分散溶剂 8 中。

接下来，如图 6D 所示，将其中形成有桥结构 13 的电场施加元件 1 浸渍于氟基溶剂例如氟烃中，并除去氟油，从而得到微小的柱形物体即电极 3 与 4 之间的多个桥 14 作为塑料模制品。

为了比较，如果微小的柱形物体比如桥 14 通过注射成型制造，则需要：制造具有贯通孔的模具、通过注射将孔填充熔融树脂并分离模具。问题是：当贯通孔的直径为 mm 或更小的数量级时，难以从两端注射树脂而充分填充孔；另外，当制造一排模制品时，注射的熔融树脂的到达点波动大。因此，即使注射成功，也难以在熔融树脂固化后将制品脱模而不损坏形状；因此，难以实际应用。

另一方面，在根据本实施例制造塑料模制品的方法中，由于电流变效应（ER），因此高介电常数组分液体沿着电场的方向聚集并自动延伸，并当可固化树脂固化时固定；因此，可以精确并且十分容易地低成本制造塑料模制品。

实施例 2

[氟基油-可紫外线固化树脂]

除了在本实施例中施加 $1.0\text{V}/\mu\text{m}$ 的直流电场外，本实施例的过程基本与实施例 1 相同。得到实质上与实施例 1 相同的塑料模制品。

实施例 3

[硅油-可紫外线固化树脂]

在该实施例中，使用由 Sin-Etsu Chemical Co. Ltd. 制造的硅油（产品名：Sin-Etsu 硅酮 KF-96-500CS），在铜电极 3、4 之间施加 $1.0\text{V}/\mu\text{m}$ 的交流电场（50Hz 和 1.5kV 的交流电压）。本实施例中的其他过程与实施例 1 相同，得到示于图 8 的桥结构 11。

图 8 是在本实施例中得到的桥结构 11 的图。

在该实施例中，在施加电场时，由于可紫外线固化树脂的液滴的极化，由库仑引力引起这些液滴聚集，因此，每一桥 10 的直径为约 $300\mu\text{m}$ ，远远大于实施例 1 中的桥直径。

在紫外线照射到桥结构 11 上并固化可固化树脂后，桥结构 11 固定，其包括用作塑料模制品的相对大的桥 10。然后，将电场施加元件 1 依次浸渍于具有与分散溶剂类似的材料性能并具有低粘度的硅油和乙醇溶液中。从而除去用作分散溶剂的硅油。

实施例 4

[硅油-可紫外线固化树脂]

除了在本实施例中施加 $1.0\text{V}/\mu\text{m}$ 和 1kHz 的直流脉冲电场外，本实施例中的过程基本与实施例 3 相同。得到实质上与实施例 3 相同的塑料模制品。

实施例 5

[可紫外线固化树脂-可紫外线固化树脂]

在该实施例中，将以重量（或质量）计 2% 的用作分散溶剂的可紫外线

固化树脂（产品名：NOLAND NOA 60）加入到用作分散溶质的液晶系（liquid crystal-group）可紫外线固化树脂（由 DAINIPPON Ink AND CHEMICALS, INC., 产品名：UCL-011）中，通过实施例 1 中的旋转叶轮型搅拌器以 600rpm 搅拌 10 分钟。

结果，液晶系可紫外线固化树脂分散成直径约 $10\mu\text{m}$ 的液滴，从而得到分散溶液（液体混合物）。将该分散溶液供给电场施加元件 1。撇除从间隙 6 的侧面溢出的分散溶液。分散溶液中的液滴的分散状态随着时间是稳定的。

接下来，与图 6B 所示的那样相同，将 $1.5\text{V}/\mu\text{m}$ 的交流电场（50Hz 和 2.25kV 的交流电压）施加于铜电极 3、4 之间；由此，液晶可紫外线固化树脂的液滴沿着电场方向延伸，邻近的液滴聚集，液滴的聚集形成如图 6B 所示的桥结构。

接下来，随着施加电场，将来光源 12 的 $10\text{mW}/\text{cm}^2$ 的紫外线照射到桥结构 11 上 3 分钟。当停止施加电场时，用作分散溶剂和分散溶质的可固化树脂固化，得到如图 9 所示的塑料模制品 15。

图 9 是实施例 5 得到的塑料模制品 15 的透视图。

在图 9 中，当分散溶质固化时形成微小的桥部分 16，并且当分散溶剂固化时形成基体部分 17。

例如，如果桥部分 16 透明而基板部分 17 不透明，则塑料模制品 15 可以用作光波导部件。

当用于固化作为分散溶剂的可紫外线固化树脂的紫外线的中心固化波长不同于用于固化作为分散溶质的可紫外线固化树脂的紫外线的中心固化波长时，可以使用发出包括以上两种波长的光的光源同时固化该两种可紫外线固化树脂；或者，可以使用发出不同波长的光的两种光源分别照射样品以将分散溶剂和分散溶质分别固化。

实施例 6

[热熔融树脂-可紫外线固化树脂]

在该实施例中，通过使用粉碎机将聚丙烯球（由 Idemitsu Kosan Co. 制造，产品名：IDEMITSU PP J-2021GR）粉碎成粉末，并在 170°C 下加热、熔融该粉末而制备用作分散溶剂的熔融材料。在搅拌的同时，将以重量（或质

量)计 2%的该熔融材料加入到可紫外线固化树脂(由 DAINIPPON Ink AND CHEMICALS, INC. 制造, 产品名: UCL-011)中, 并继续搅拌直到可紫外线固化树脂分散成直径约 $10\mu\text{m}$ 的液滴, 从而得到可紫外线固化树脂的液滴分散于熔融树脂中的分散溶液(液体混合物)。该分散溶液与前述实施例中的分散溶液相同, 即使在停止搅拌后, 该分散溶液中的液滴的分散状态随着时间也是稳定的。

接下来, 将电场施加元件 1 放置在热板上加热到 170°C , 将制备的分散溶液加到电场施加元件 1 中的铜电极 3 与 4 之间的空隙 6 中。

接下来, 在铜电极 3、4 之间施加 $1.0\text{V}/\mu\text{m}$ 的直流电场; 因此, 可紫外线固化树脂的液滴沿着电场方向延伸, 邻近的液滴聚集, 从而得到如图 6B 所示的桥结构。

接下来, 随着施加电场, 将来自光源 12 的 $100\text{mW}/\text{cm}^2$ 的紫外线照射到桥结构 11 上 3 分钟。当停止施加电场时, 可紫外线固化树脂固化, 桥结构固定。

另外, 当热板停止加热电场施加元件 1 时, 熔融的丙烯酸树脂冷却并固化; 从而得到如图 9 所示的塑料模制品, 其具有桥部分和基体部分。

在该实施例中, 没有观察到因丙烯酸树脂中紫外线的吸收而妨碍可紫外线固化树脂的固化。

在该实施例中, 丙烯酸树脂可以首先在通过照射紫外线固化可紫外线固化树脂之前冷却并固化。

实施例 7

[硅油-可热固化树脂]

在本实施例中, 使用可热固化树脂(产品名: NOLAND NOA 83H)作为分散溶剂, 并且通过进行与实施例 3 相同的电场施加操作得到如图 6B 所示的桥结构。

接下来, 随着施加电场, 电场施加元件 1 加热 10 分钟至 130°C 。当停止施加电场时, 可热固化树脂固化, 桥结构保留, 从而得到如图 6D 所示的塑料模制品。

在可热固化树脂固化后, 将电场施加元件 1 依次浸渍于具有与分散溶剂

类似的材料性能并具有低粘度的硅油和乙醇溶液中；从而除去用作分散溶剂的硅油。

实施例 8

[可紫外线固化树脂-可热固化树脂]

在本实施例中，使用可热固化树脂（产品名：NOLAND NOA 83H）作为分散溶剂，使用可紫外线固化树脂（由 DAINIPPON Ink AND CHEMICALS, INC.制造，产品名：UCL-011）作为分散溶质。通过进行与实施例 7 相同的电场施加操作得到如图 6B 所示的桥结构。

接下来，随着施加电场将电场施加元件 1 加热 10 分钟至 130℃。当停止施加电场时，可热固化树脂固化，桥结构保留，得到如图 6D 所示的塑料模制品。

另外，通过照射紫外线固化可紫外线固化树脂得到如图 9 所示的塑料模制品，其具有桥部分和基体部分。

在该实施例中，可以在通过加热固化可热固化树脂之前通过照射紫外线首先固化可紫外线固化树脂。

实施例 9

[电场施加元件的改变]

在该实施例中，将如实施例 1 所述的分散溶液供给如图 10A 和图 10B 所示的电场施加元件。

图 10A 和图 10B 是说明电场施加元件 18 的透视图。

电场施加元件 18 包括相向对置的玻璃基板 19 和 20，和电源 21。

在玻璃基板 19 的底部通过 ITO（铟锡氧化物）蒸镀形成具有规定图案的电极 22，在玻璃基板 20 的顶部通过 ITO（铟锡氧化物）蒸镀形成具有规定图形的电极 23。将直角柱形玻璃隔板 24、25、26 和绝缘隔板 27 放置在电极 23 上形成正方形，如图 10A 所示，绝缘隔板 27 与玻璃隔板 24、26 紧密接触。从而，形成被玻璃隔板 24、25、26 和绝缘隔板 27 包围的正方形电场室 28。

使用通过热而熔融的粘合剂—白蜡将玻璃隔板 24、25、26 固定在玻璃基板 20 上。将绝缘隔板 27 可拆卸地放置在玻璃基板 20 上。玻璃隔板 24、25、26 和绝缘隔板 27 各自的高度为 1.0mm。

在图 10A 中，其说明了分别在玻璃基板 19、20 的部分底部和顶部上蒸镀 ITO（铟锡氧化物），或者，还可以分别在玻璃基板 19、20 的所有底部和顶部上蒸镀 ITO（铟锡氧化物）。

将分散溶液加到玻璃基板 20 上的室 28 中，并将玻璃基板 19 放置在玻璃隔板 24、25、26 和绝缘隔板 27 上以便覆盖室 28 中的分散溶液。撇除从腔室 28 的侧面溢出的分散溶液。

通过玻璃隔板 24、25、26 和绝缘隔板 27 将玻璃基板 19、20，即电极 22 与 23 之间的距离保持到预定值。在该实施例中，该距离为 1.0mm。

接下来，通过电源 21 在电极 22、23 之间施加 $1\text{V}/\mu\text{m}$ 的交流电场（50Hz 和 1kV 的交流电压），从而可紫外线固化树脂的液滴沿着电场方向变形并延伸，邻近的液滴 9 聚集，在电极 22、23 之间形成包括多个桥的桥结构。此处，每个桥的直径约 $10\mu\text{m}$ 。

接下来，随着施加电场使紫外线通过电极 22、23 或玻璃隔板 24、25、26 照射到室 28 的内侧。然后，当停止施加电场时，可固化树脂固化，桥结构固定。

当通过玻璃基板 19、20 和电极 22 与 23 观察时，桥的两端呈点状。当停止施加电场时，观察到桥的光点图案也没发生一点变化。

然后移去绝缘隔板 27，使用不溶解可紫外线固化的树脂的乙醇溶液洗去粘着到固化的桥上的油；得到作为塑料模制品的，无规排列于施加了电场的表面上的柱状物。

实施例 10

[具有开孔的塑料模制品的制造]

在该实施例中，将具有高介电常数的甘油（由 KANTOU KAGAKU 制造，试剂）加入到具有低介电常数的可紫外线固化树脂（产品名：NOLAND NOA 60）中，搅拌直到该油分散成直径约 $10\mu\text{m}$ 的液滴；由此制备分散溶液（液体混合物）。

将该分散溶液供给如图 11 所示的电场施加元件 29。

图 11 是说明电场施加元件 29 的透视图。

电场施加元件 29 包括玻璃基板 30 和直角柱形铜电极 31、32，它们各自

为 1mm 厚和 10mm 长。将铜电极 31、32 放置在玻璃基板 30 的表面上，同时彼此相互平行间隔 2.0mm 的距离。将绝缘隔板 33、34 放置在玻璃基板 30 上与铜电极 31、32 垂直并与铜电极 31、32 的末端紧密接触。从而在玻璃基板 30 上形成被铜电极 31、32 和绝缘隔板 33、34 包围的正方形电场室 35。

通过电源 36 在铜电极 31、32 之间施加预定的电压。

将腔 35 填充所制备的分散溶液，并且通过电源 36 施加 $1.5\text{V}/\mu\text{m}$ 的交流电场（50Hz 和 3kV 的交流电压）施加于室 35 上即铜电极 31、32 之间；由此，甘油溶液的液滴沿着电场方向变形并延伸，邻近的液滴聚集，形成如图 6B 所示的桥结构。

接下来，随着施加电场对到腔室 35 的内侧照射紫外线，然后，当停止施加电场时，可固化树脂固化，得到如图 12A 和图 12B 所示的桥结构 37。

图 12A 和图 12B 是在实施例 10 中得到的桥结构 37 的透视图。

在图 12A 中，桥部分 38 由油形成，基体部分 39 由可紫外线固化树脂形成，而且，当基体部分 39 固化时，支撑形成桥部分 38 的液体油成柱形。

然后，通过未图未示的划片机以玻璃基板 30 为单元切割桥结构 37，并通过使用超声波在乙醇溶液中将由此获得的桥结构 37 与玻璃基板 30 一起清洗；从而溶解并除去甘油溶液，得到具有象蜂窝的孔 40 的塑料模制品 41，如图 12B 所示。该塑料模制品 41 具有在单个方向上延伸的微孔 40。在现有技术中，很难制造这种模制品。

实施例 11

[粘结各自具有液体膜的电极]

在该实施例中，分别在两个电极上形成复合液体的两种组分液体膜，其中一种具有低介电常数，另一种具有高介电常数。

图 13A-图 13C 是说明根据实施例 11 制造塑料模制品的方法的示意图，其中在电场施加元件中构成复合液体的层状结构。

在图 13A-图 13C 中，通过在各个电极基板上放置由导电材料例如 Al、Ni、Cu、ITO 形成的膜而制造电极 42、44。

如图 13A 所示，在电极 42 上形成高介电常数液体，具体是由 Henkel Japan Ltd.制造的可紫外线固化树脂（产品名：Loctite 3311）的膜 43，在电极 44 上

形成低介电常数液体，具体是由 Sin-Etsu Chemical Co.Ltd. 制造的硅油（产品名：Sin-Etsu 硅酮 KF-65-1000CS）的膜 45。

如图 13A 所示，分别在其上形成有高介电常数液体膜 43 和低介电常数液体膜 45 的两个电极 42、44 互相粘结以致液体层 43 和 45 互相靠拢。以这种方式，在电极 42 和 44 之间构成具有层状结构的复合液体，从而形成电场施加元件，如图 13B 所示。

接下来，如图 13C 所示，通过电源 46 将 $1.0\text{V}/\mu\text{m}$ 的直流电场施加于电极 42、44 之间，即具有层状结构的复合液体上，因该电场的存在使高介电常数液体 43 的特定部分沿着电场方向延伸，从而得到连接电极 42 和 44 的包括多个桥 47 的桥结构 48。

图 14A-图 14C 是说明根据实施例 11 制造塑料模制品的另一种方法的示意图，其中在电场施加元件中构成复合液体的层状结构。

在图 14A 中，首先在电极 42 和 44 上形成两种高介电常数液体膜 43，进一步在电极 44 上形成低介电常数液体膜 45。然后，在其上形成有高介电常数液体膜 43 的电极 42 与在其上形成有高介电常数液体膜 43 和低介电常数液体膜 45 的电极 44 互相粘结，以致电极 42 上的液体层 43 和电极 44 上的液体层 45 互相靠拢，如图 14B 所示。

在该实施例中，由于组分液体分别在两个电极 42 和 44 上形成层，因此高介电常数组分液体在液体混合物中不分散成液滴。

实施例 12

[粘结具有液体薄膜的电极与另一个电极]

在该实施例中，依次在一个电极上形成复合液体的两种组分液体膜，其中一种具有低介电常数，另一种具有高介电常数。

图 15A-图 15D 是说明根据实施例 12 制造塑料模制品的方法的示意图，其中在一个电极上依次形成两种液体膜。

在图 15A-图 15D 中，通过各个电极基板上放置由导电材料例如 Al、Ni、Cu、ITO 形成的膜而制造电极 42、44。

如图 15A 所示，首先在电极 42 上形成高介电常数液体具体是由 Henkel Japan Ltd. 制造的可紫外线固化树脂（产品名：Loctite 3311）的膜 43。

然后,如图 15B 所示,在膜 43 上形成低介电常数液体具体是由 Sin-Etsu Chemical Co.Ltd. 制造的硅油(产品名: Sin-Etsu 硅酮 KF-65-1000CS)的膜 45。

进而,在低介电常数液体膜 45 上放置电极 44;由此,在电极 42 和 44 之间构成具有层状结构的复合液体,从而形成电场施加元件,如图 15C 所示。

接下来,如图 15D 所示,通过电源 46 将 $1.0\text{V}/\mu\text{m}$ 的直流电场施加于电极 42、44 之间,即具有层状结构的复合液体上,与实施例 11 相同,高介电常数液体 43 的特定部分沿着电场方向延伸,从而得到连接电极 42 和 44 的包括多个桥 47 的桥结构 48。

图 16A-图 16D 是说明根据实施例 12 制造塑料模制品的另一种方法的示意图,其中在一个电极上依次形成两种液体膜。

如图 16A 所示,首先,在电极 42 上形成高介电常数液体膜 43。然后,如图 16B 所示,在膜 43 上形成低介电常数液体膜 45。进一步,在低介电常数液体膜 45 上形成另一种高介电常数液体膜 43。然后,将电极 44 放置在第二种高介电常数液体膜 43 上。

实施例 13

[在电极上形成液滴]

在该实施例中,将形成复合液体的两种组分液体的高介电常数液体以液滴的形式放置于一个电极上,并在另一个电极上形成低介电常数液体的膜。

图 17A-图 17D 是说明根据实施例 13 制造塑料模制品的方法的示意图,其中高介电常数液体在一个电极上呈液滴形式,低介电常数液体在另一个电极上呈膜形式。

在图 17A-图 17D 中,在各个电极基板上通过放置将由导电材料例如 Al、Ni、Cu、ITO 形成的膜而制造电极 49、53。

如图 17A 所示,在电极 49 上通过由 Musashi Engineering 制造的注射机 51(产品名: SMP-III)注射高介电常数液体具体是由 Henkel Japan Ltd. 制造的可紫外线固化树脂(产品名: Loctite 3311)的液滴 50。液滴 50 的直径约 $50\mu\text{m}$ 。

也可以使用喷墨打印机的喷墨头代替注射机 51。

在其上形成有高介电常数液体的液滴 50 的电极 49 上形成低介电常数液体膜 52。进而，将电极 53 放置在低介电常数液体膜 52 上。

以这种方式，将复合液体加到电极 49 和 53 之间，形成电场施加元件，如图 17C 所示。

接下来，如图 17D 所示，通过电源 54 在电极 49、53 之间，即在复合液体上施加 $1.0\text{V}/\mu\text{m}$ 的直流电场。因该电场的存在使高介电常数液体的液滴 50 沿着电场方向延伸；从而得到连接电极 49 和 53 的包括多个桥 55 的桥结构 56。

在该实施例中，由于在电极 49 上形成高介电常数液体的液滴 50 而在它们之间没有其他液体，因此没有由液体混合物中的高介电常数液体中分散并逸出电极表面的液滴。另外，在液滴 50 的位置处形成桥 55，因此可以将桥结构 56 制成所需的图形。

图 18A-图 18C 是说明根据实施例 13 制造塑料模制品的其他方法的示意图，其中高介电常数液体在一个电极上呈液滴形式，低介电常数液体在另一个电极上呈膜形式。

在图 18A 中，在电极 49 上形成高介电常数液体的液滴 50，在电极 53 上形成低介电常数液体膜 52，然后电极 49、53 互相粘结，由此将复合液体加到在电极 49 和 53 之间。

在图 18B 中，在两个电极 49 上形成高介电常数液体的液滴 50，并在两个电极 49 之间形成低介电常数液体膜 52。

在图 18C 中，不直接在电极 55 上形成高介电常数液体的液滴 57，而是在电极 55 上放置中间层 56 例如塑料片，然后在中间层 56 上形成高介电常数液体的液滴 57。在电极 49、53 之间形成低介电常数液体膜 58。此处，中间层 56 和电极 55 可以互相紧密接触，或者仅仅疏松接触。

实施例 14

[通过表面处理在电极上形成液滴]

在该实施例中，通过使用具有排斥高介电常数组分液体的性能的表面处理剂得到高介电常数组分液体的液滴。

图 19A-图 19D 是说明根据实施例 13 通过使用具有排斥高介电常数组分

液体的性能的表面处理剂制造塑料模制品的步骤的示意图。

继图 19D 后, 图 20A-图 20F 是说明根据实施例 13 制造塑料模制品的步骤的示意图。

在图 19A-图 19D 中和在图 20A-图 20F 中, 通过在电极基板上放置由导电材料例如 Al、Ni、Cu、ITO 形成的膜而制造电极 60。

在图 19A 中, 通过旋涂法将光致抗蚀剂 61 (由 Tokyo Ohka Kogyo Co.Ltd. 制造, 产品名: TSMR-8900) 涂覆到电极 60 上。

在图 19B 中, 通过光刻法将光致抗蚀剂 61 形成正方形图案, 其每一侧面约 50 μm 长。

在图 19C 中, 在光致抗蚀剂 61 的正方形图案上形成表面处理剂 62 (例如脱模剂, Gelest Aquaphobe CF) 的膜。

在图 19D 中, 通过使用丙酮除去残余的光致抗蚀剂 61, 在表面处理剂 62 中形成正方形开孔 63 的图案。

然后, 如图 20A 所示, 由注射机 65 将高介电常数液体具体是由 Henkel Japan Ltd. 制造的可紫外线固化树脂 (产品名: Loctite 3311) 的液滴 64 注入到表面处理剂 62 中的开孔 63 中。

如图 20C 所示, 将高介电常数液体的液滴 64 局限在表面处理剂 62 中的开孔 63 中。

或者, 如图 20B 所示, 可以在其上带有正方形开孔 63 的电极 60 上形成高介电常数液体膜。然后类似地, 如图 20C 所示, 将高介电常数液体膜局限在表面处理剂 62 中的开孔 63 中, 形成液滴 64。

液滴 64 的直径约 100 μm 。

在形成液滴 64 之后, 可以进行如实施例 13 中所述的方法。

在图 20D 中, 在其上形成有液滴 64 的电极 60 与电极 66 之间形成高介电常数液体膜 67 和低介电常数液体膜 65。

在图 20E 中, 在其上形成有液滴 64 的电极 60 与电极 66 之间形成低介电常数液体膜 65。

在图 20F 中, 存在其上各自有液滴 64 的两个电极 60, 并且在两个电极 60 之间形成低介电常数液体膜 65。

尽管参照为了说明目的而选择的具体实施方案描述了本发明，但显然，本发明并不限于这些实施方案，而可以由本领域技术人员在不偏离本发明的基本概念和范围的情况下，在该基础上作出许多改进。

例如，在上文中假定复合液体包括两种组分液体，当然，该复合液体还可以包括三种组分液体。

另外，该组分液体可以是两种可热固化树脂的组合，或者可以是可热固化树脂和可 UV 固化树脂的组合。

此外，还可以使用电子束代替紫外线。当使用电子束时，可以使用可电子束固化的树脂。

本专利申请基于 2004 年 5 月 18 日提交的日本优先权专利申请 No. 2004-147264，在此加以引用，将该申请的整个内容并入本申请。

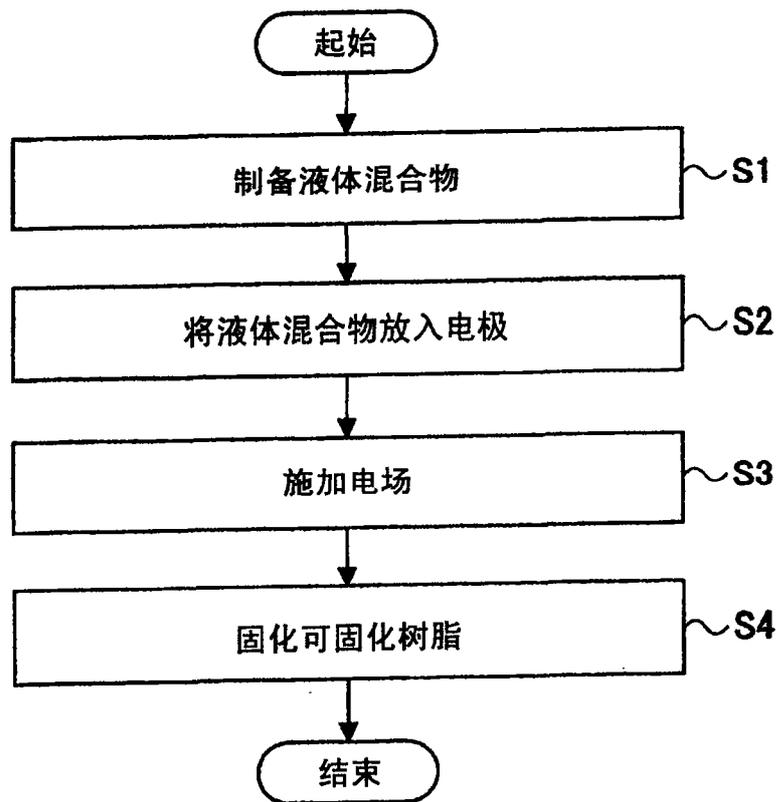
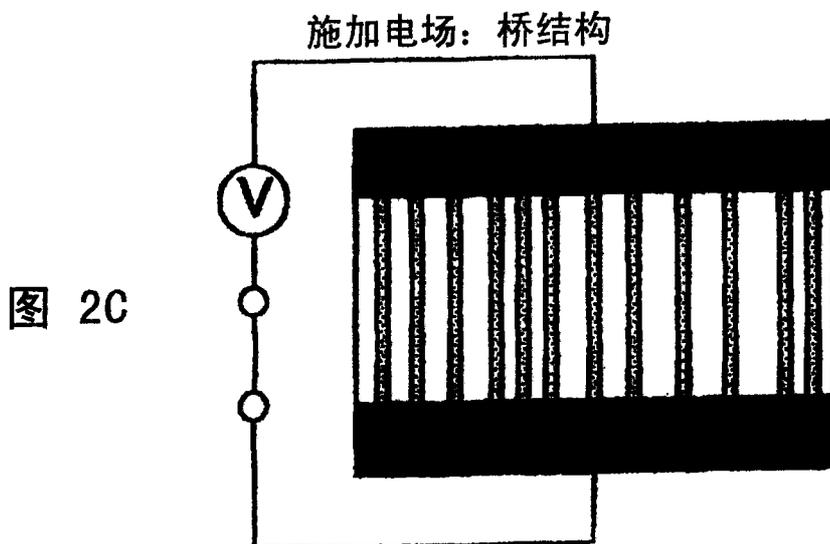
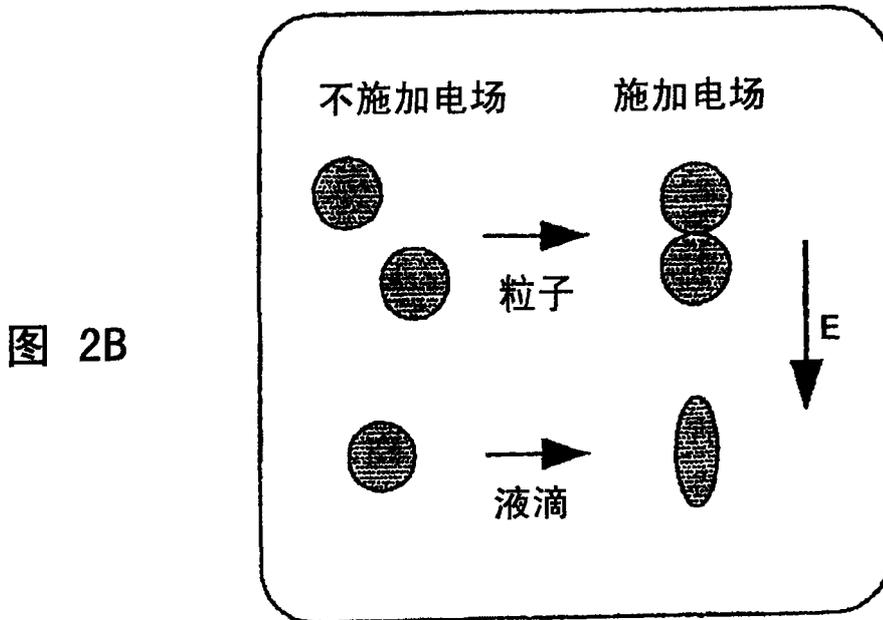
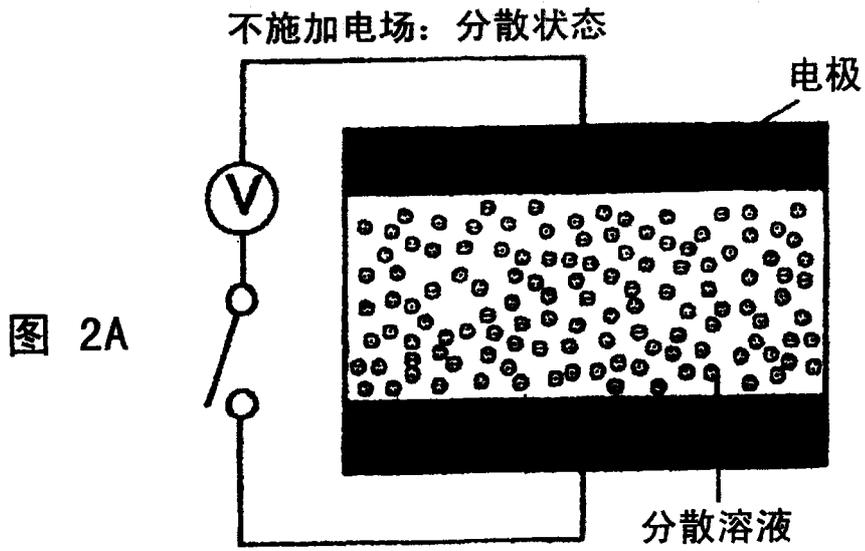


图 1



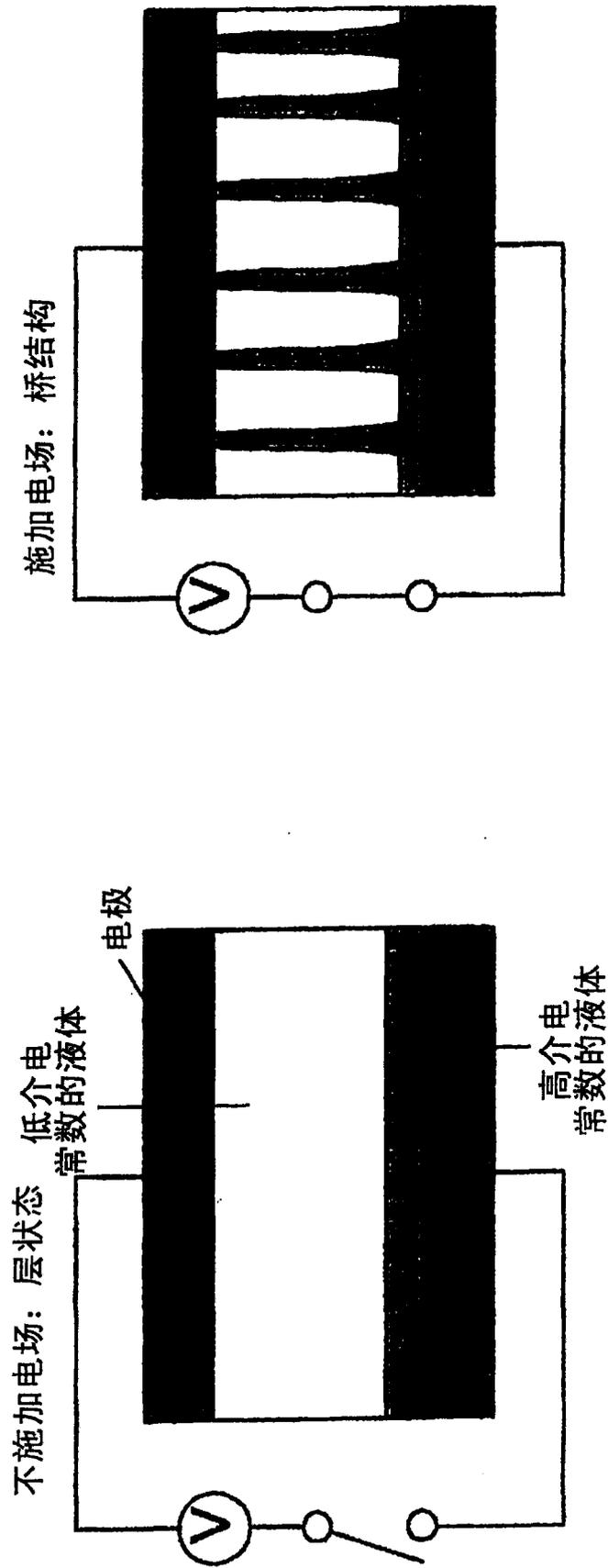


图 3B

图 3A

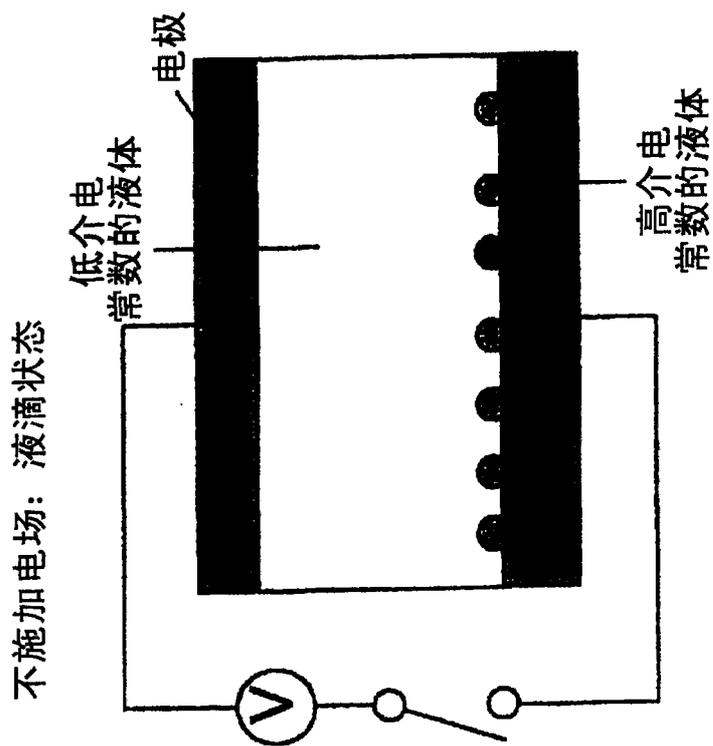


图 4A

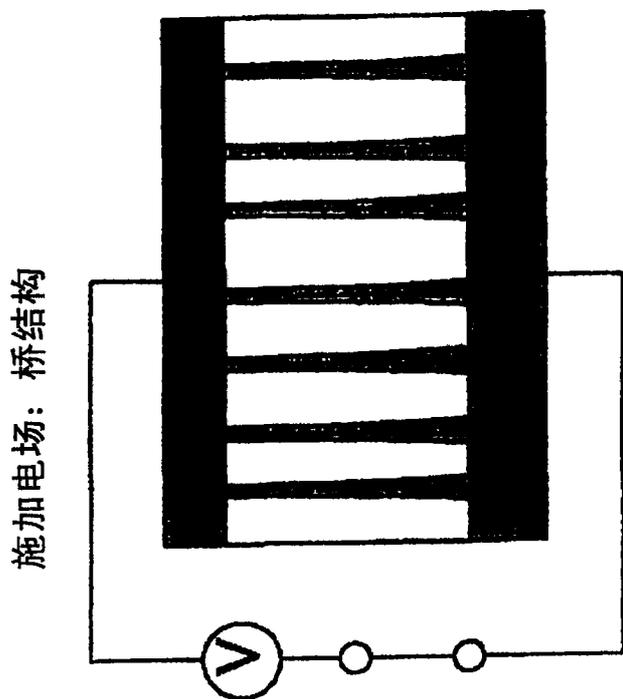


图 4B

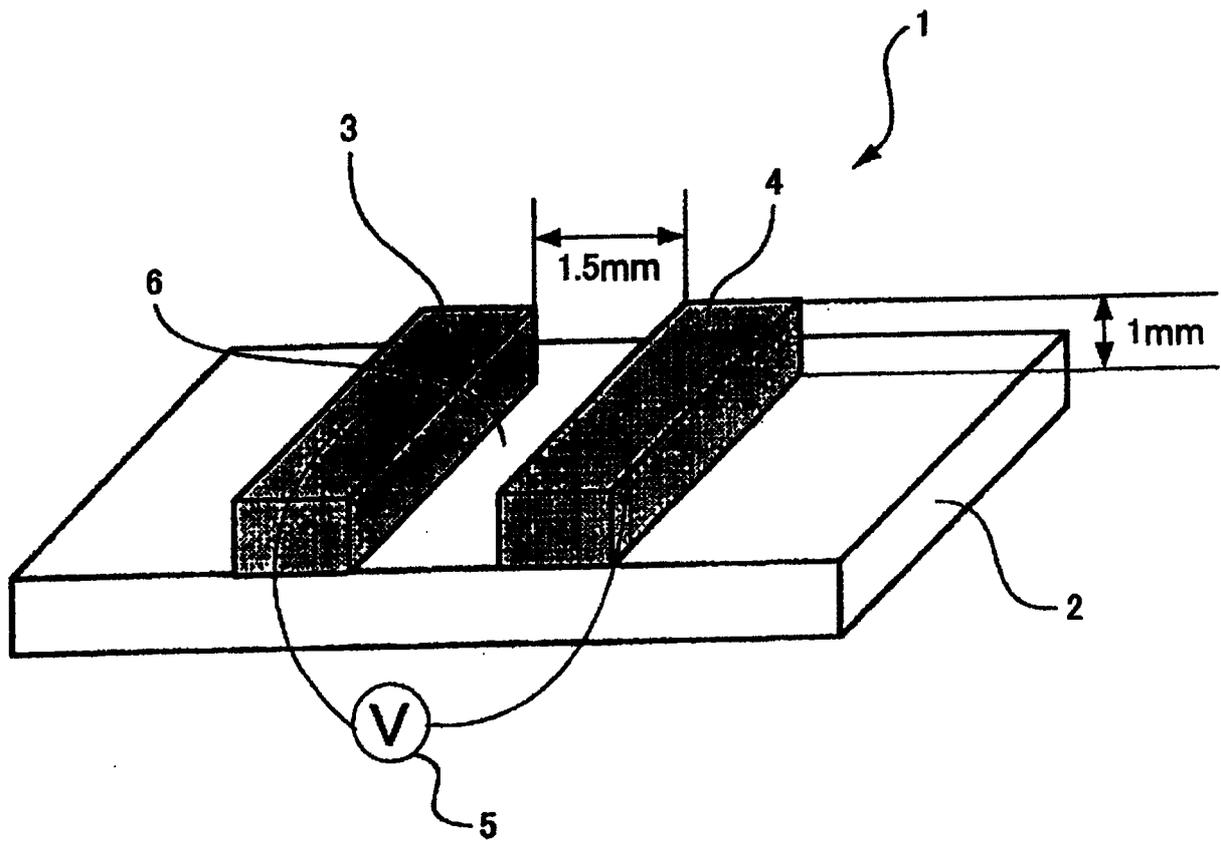


图 5

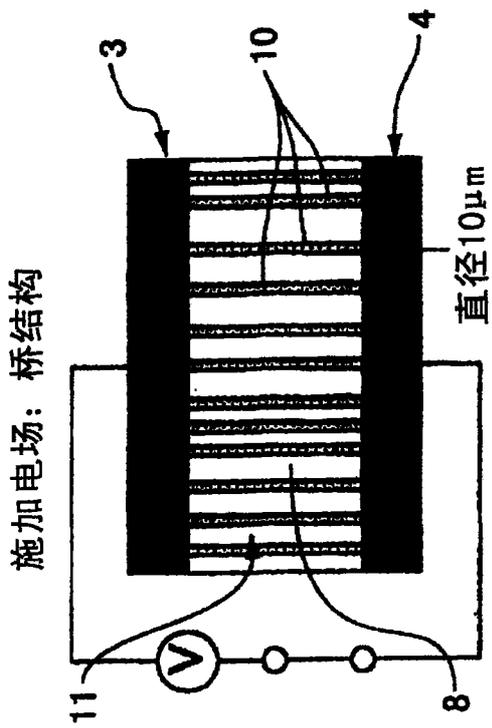


图 6B

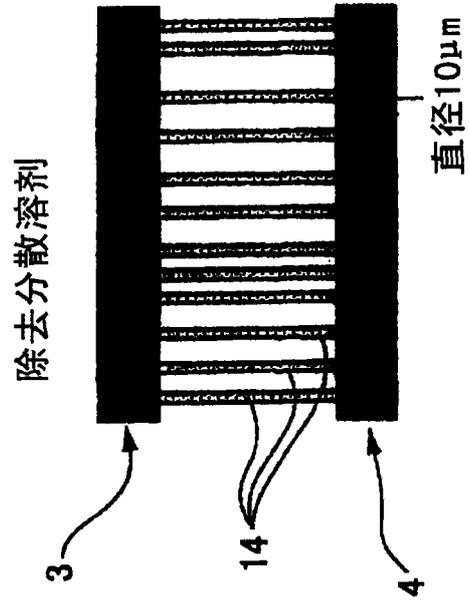


图 6D

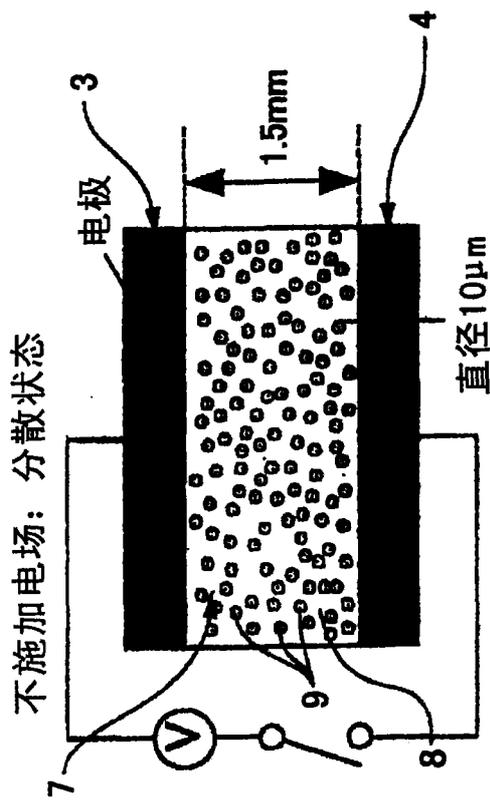


图 6A

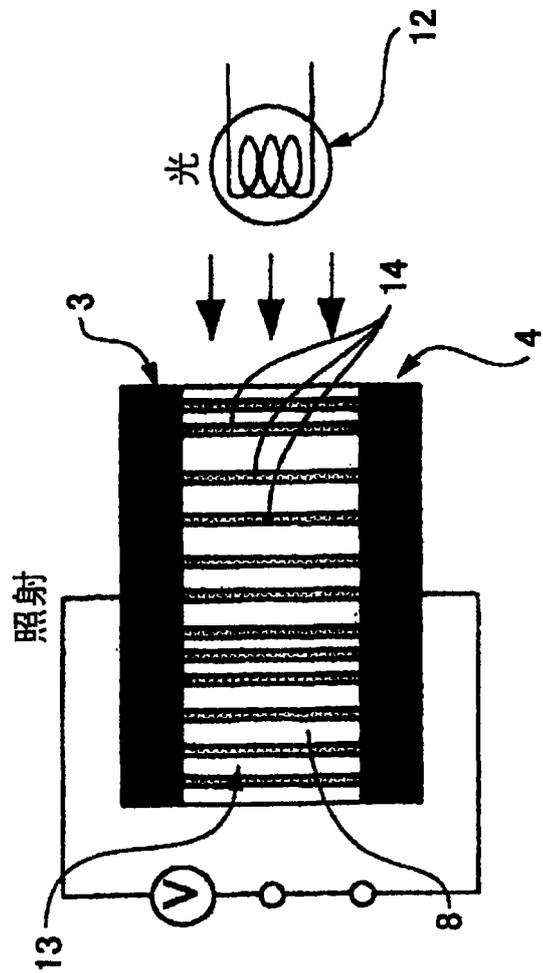


图 6C

图 7

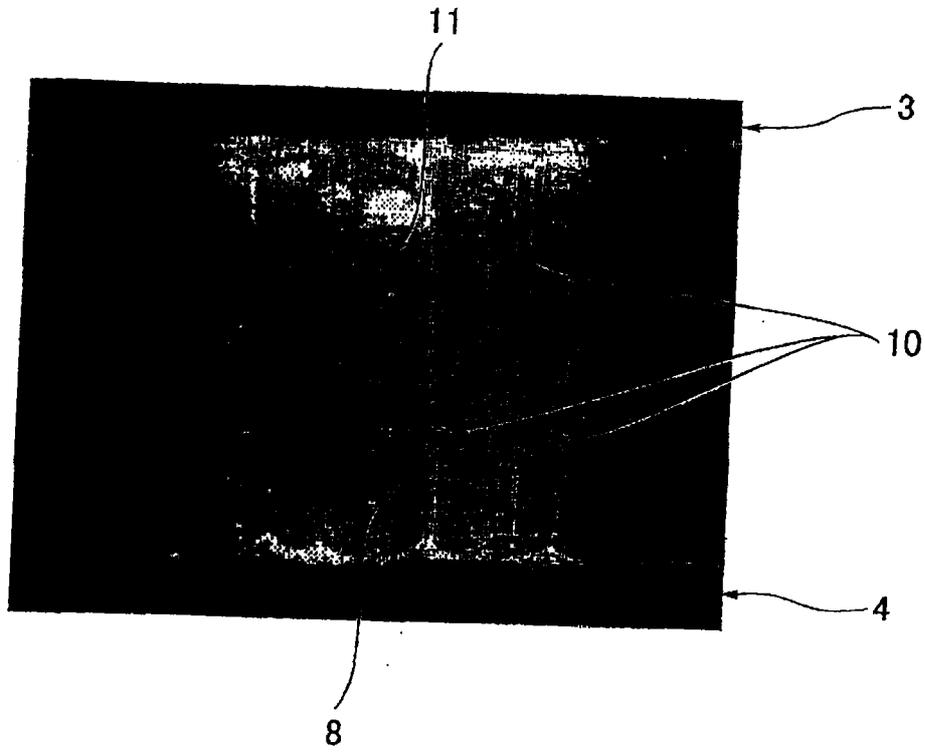
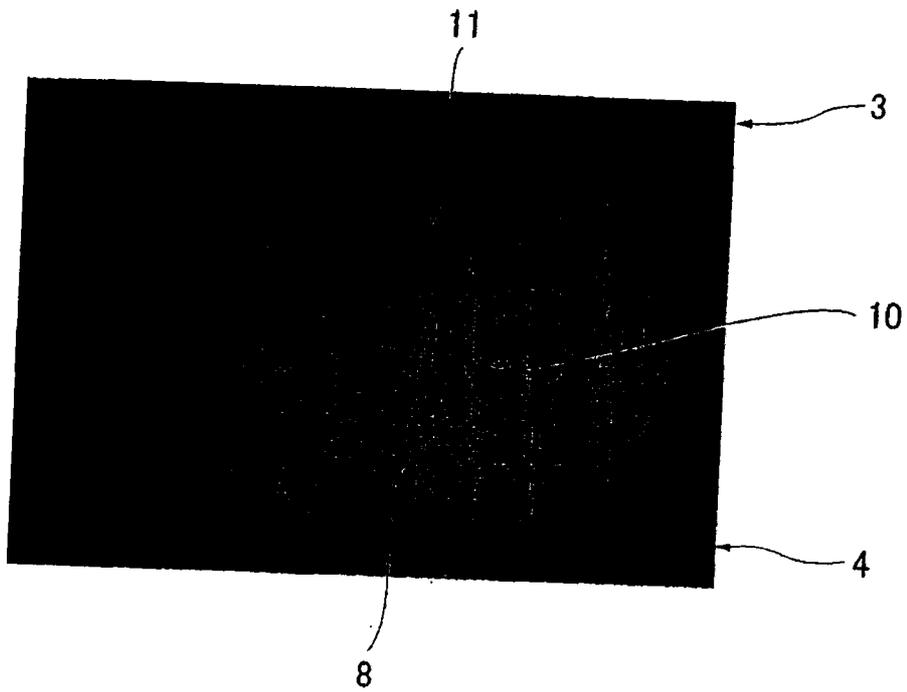


图 8



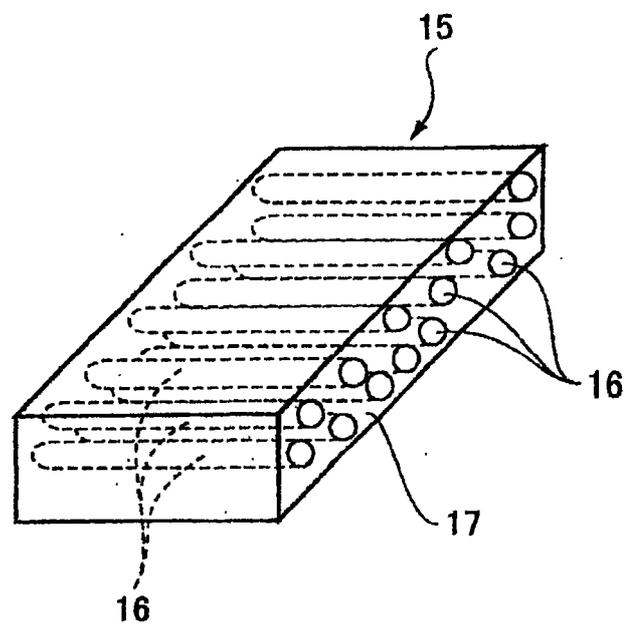


图 9

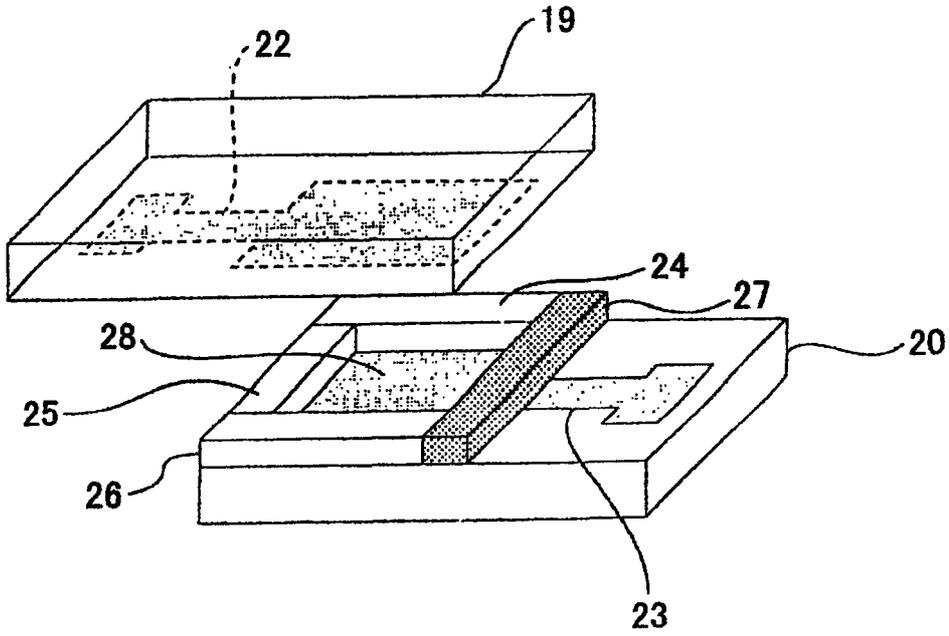


图 10A

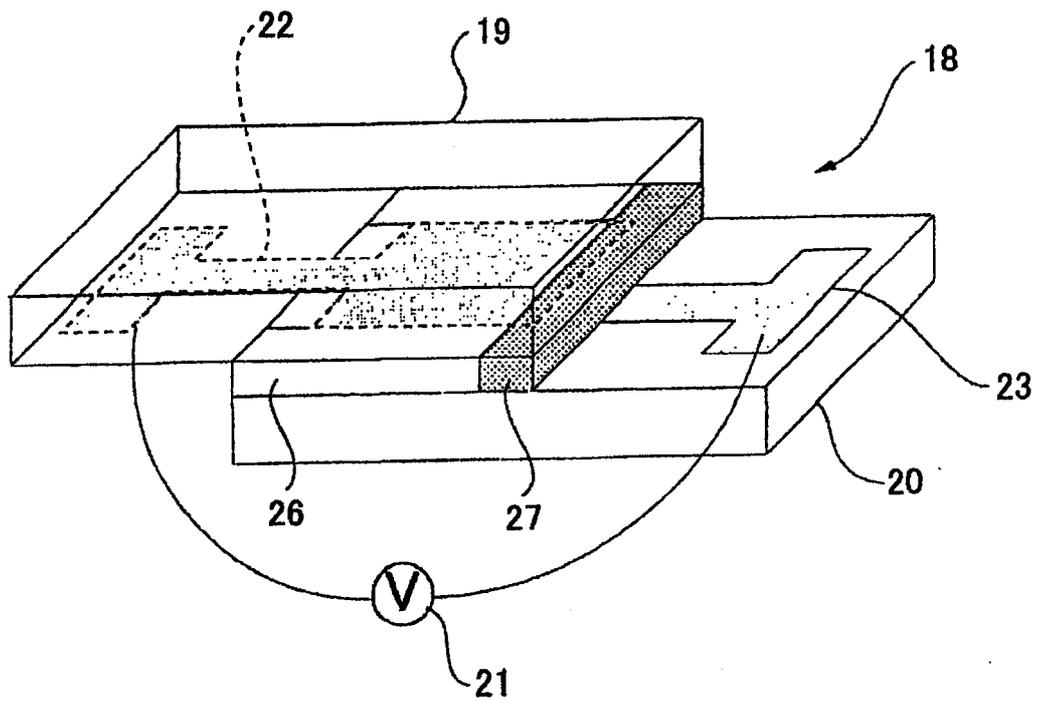


图 10B

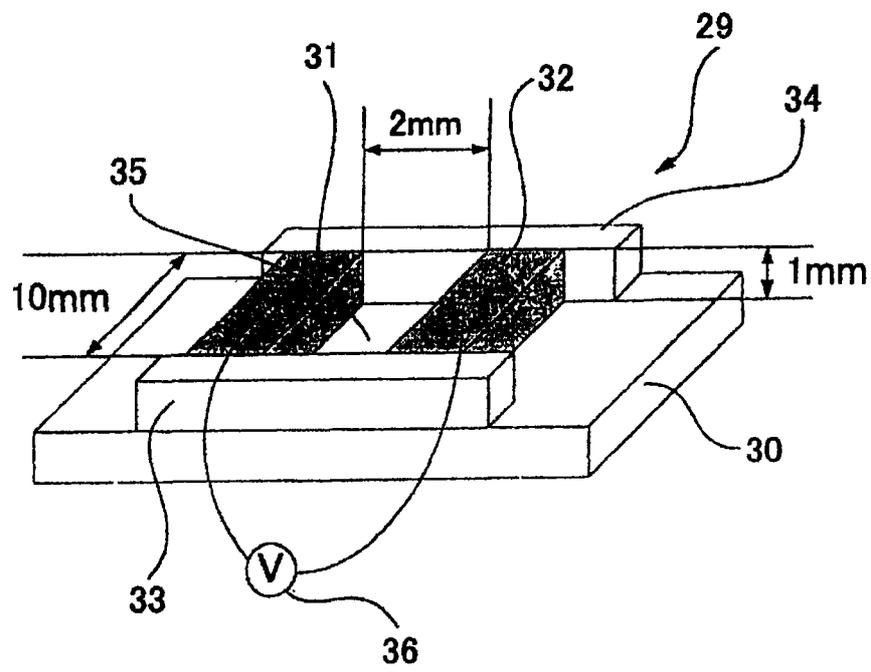


图 11

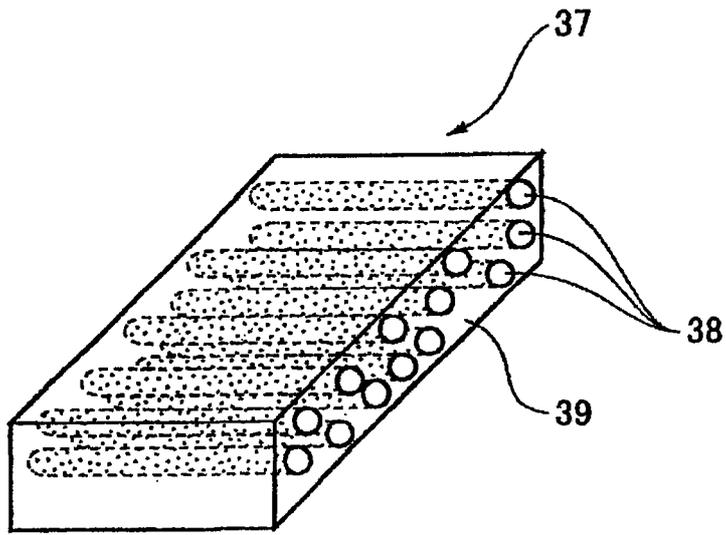


图 12A

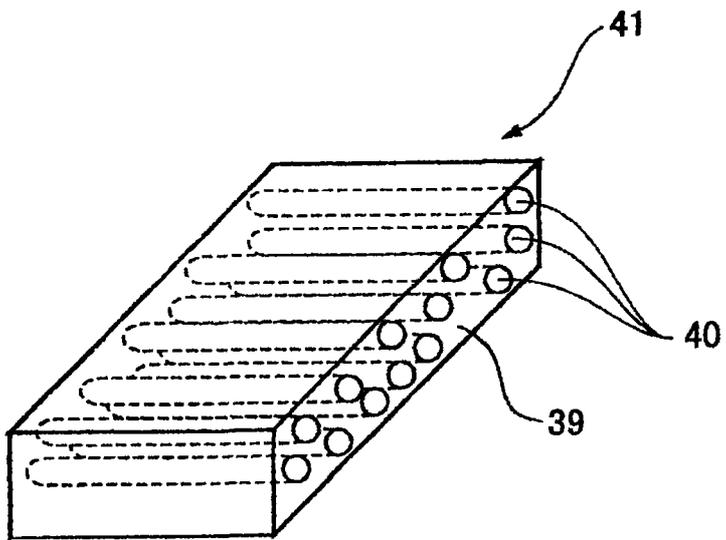


图 12B

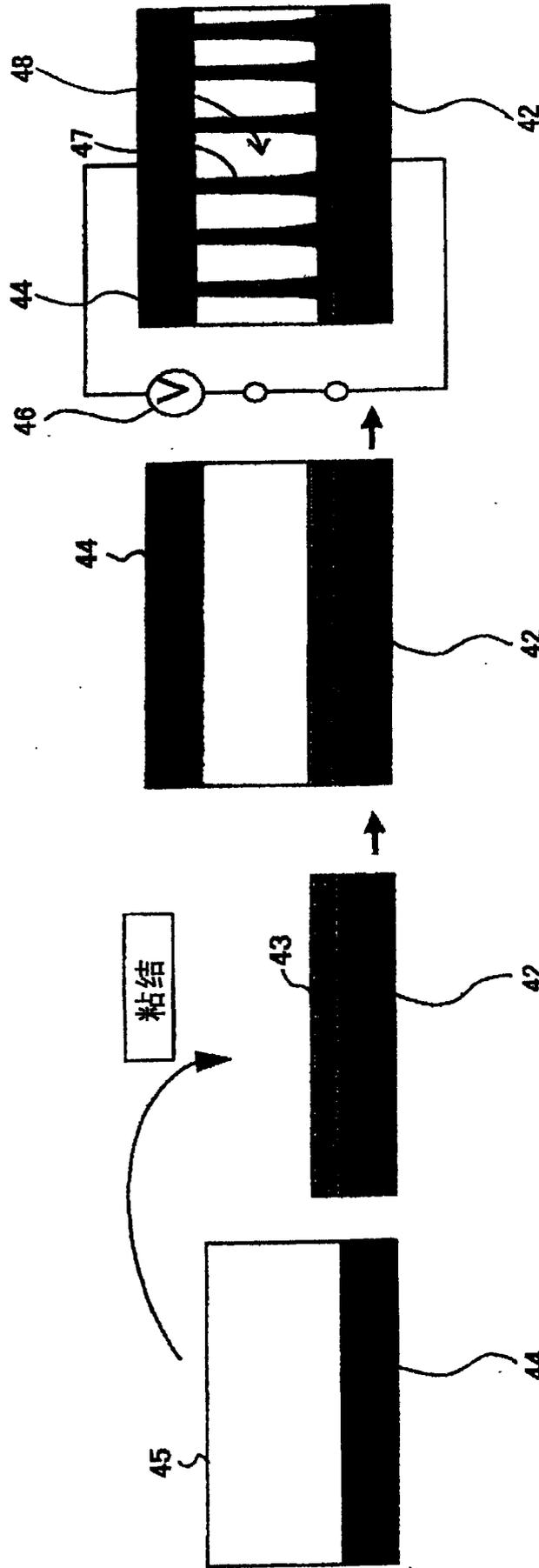


图 13C

图 13B

图 13A

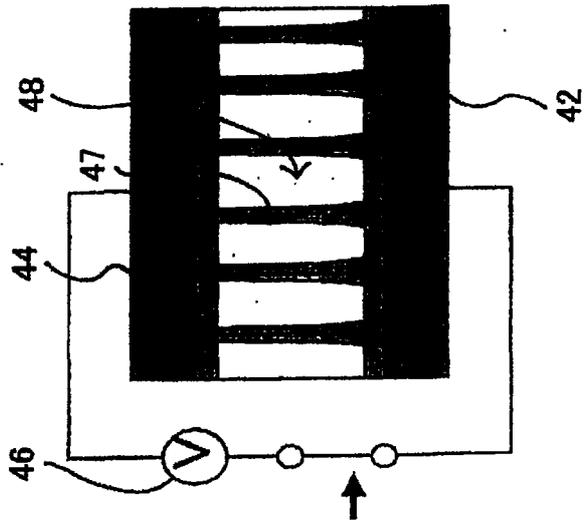


图 14C

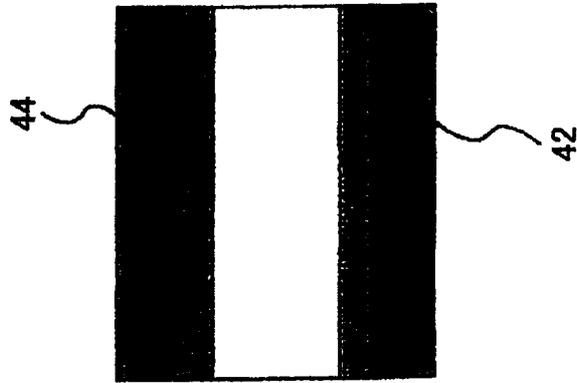


图 14B

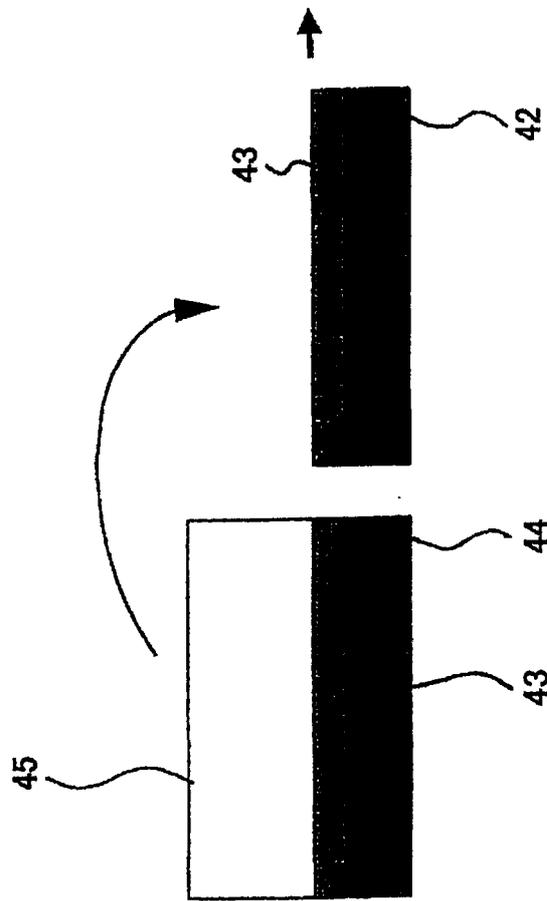


图 14A

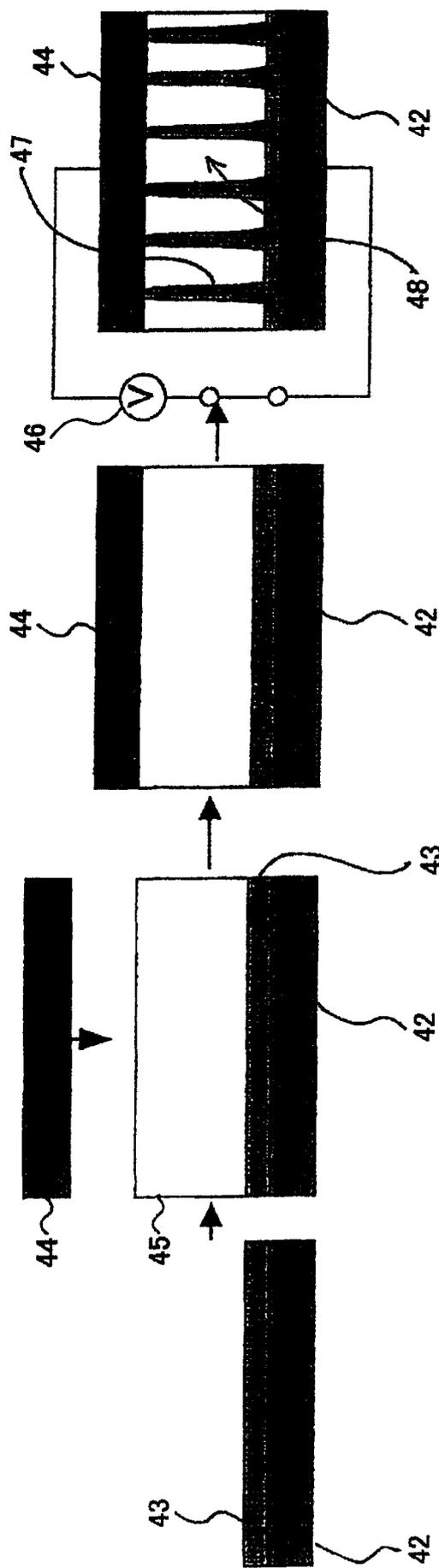


图 15D

图 15C

图 15B

图 15A

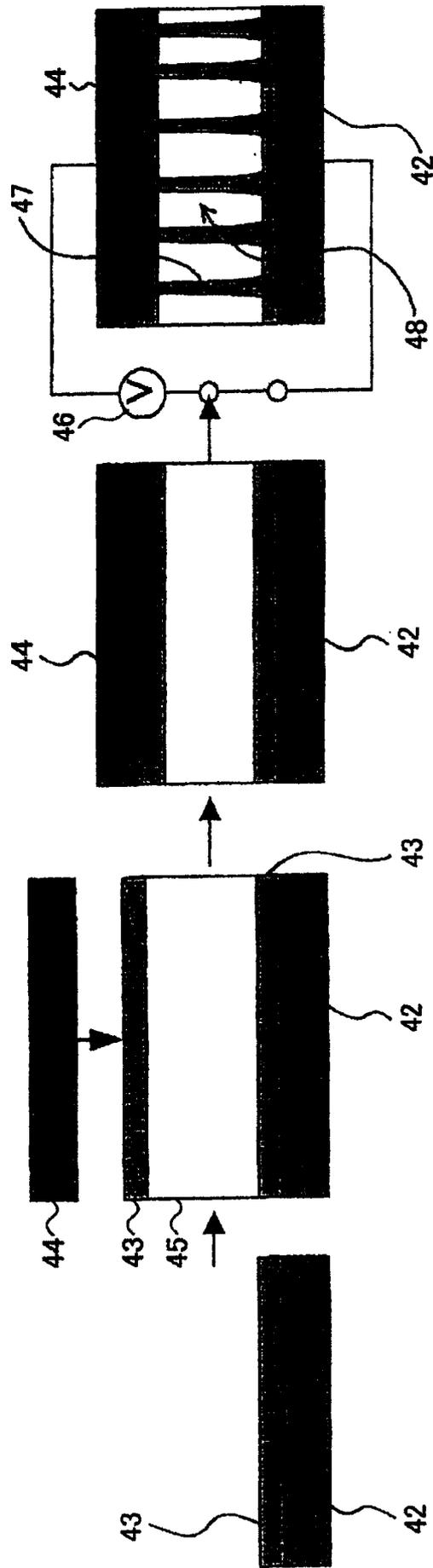


图 16D

图 16C

图 16B

图 16A

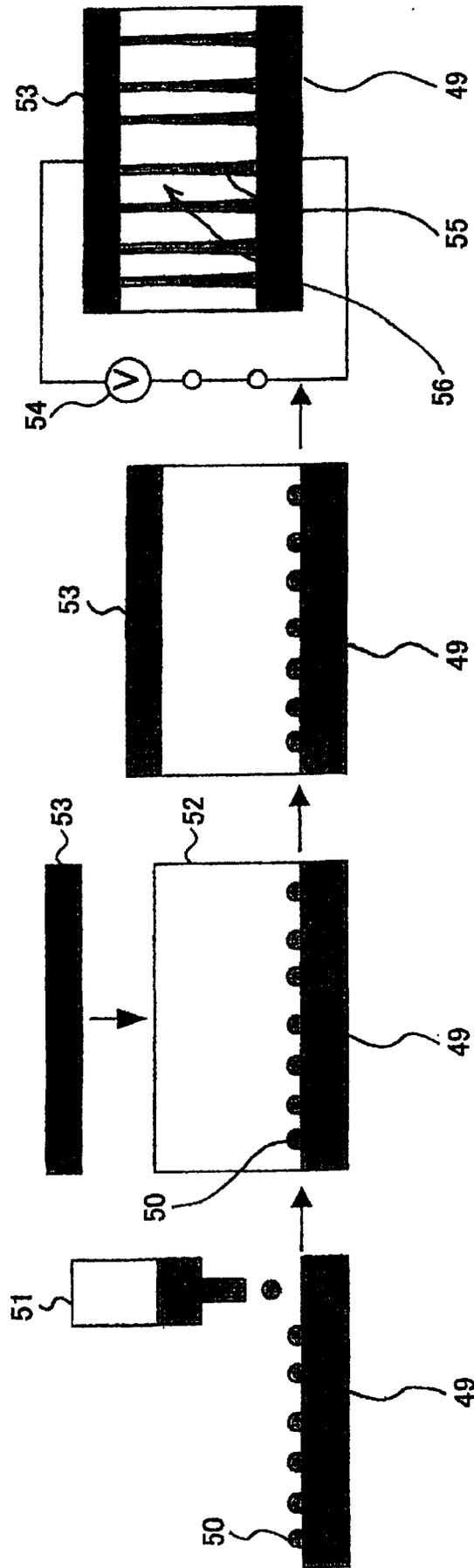


图 17D

图 17C

图 17B

图 17A

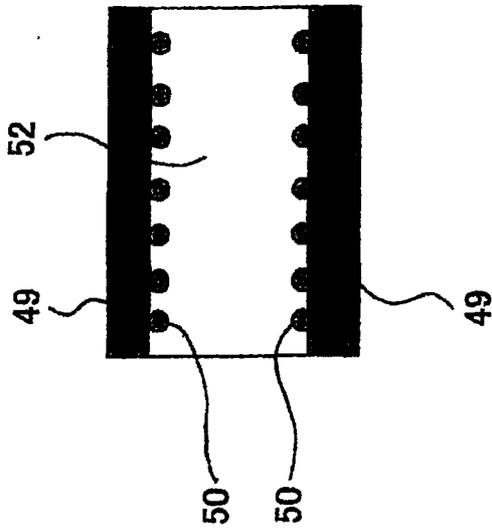


图 18B

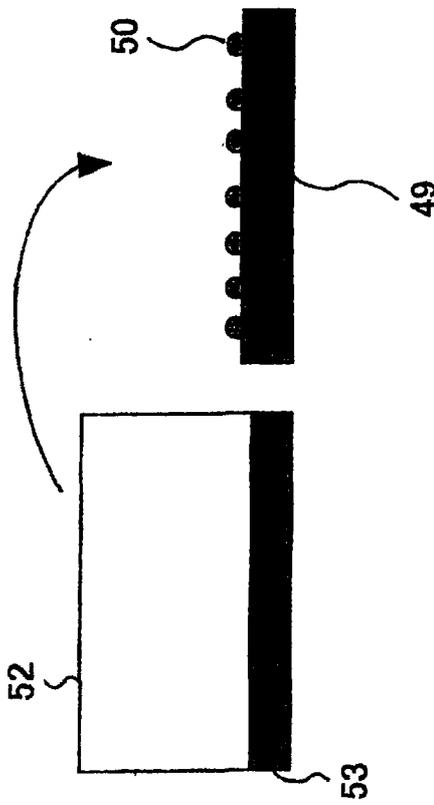


图 18A

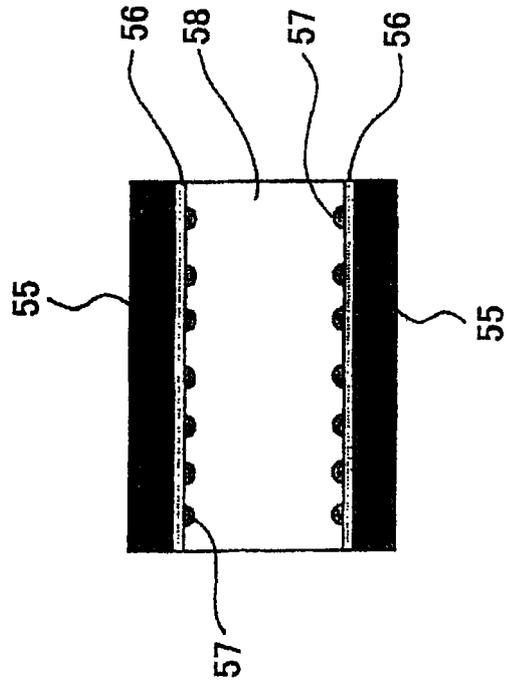


图 18C

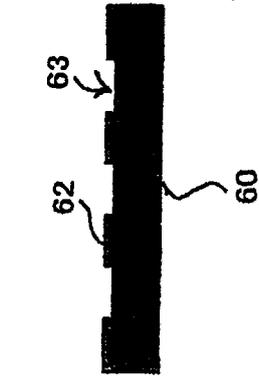


图 19A

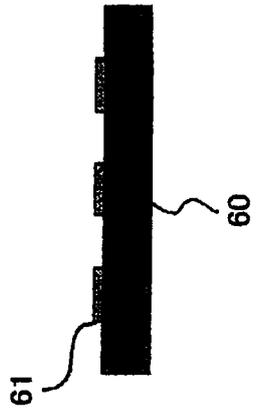


图 19B

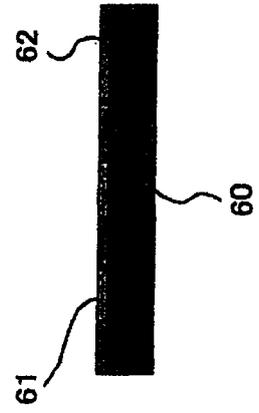


图 19C

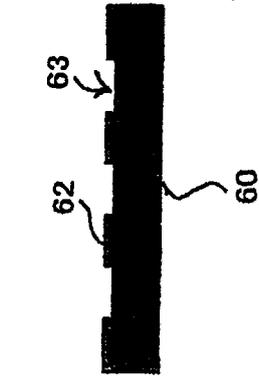
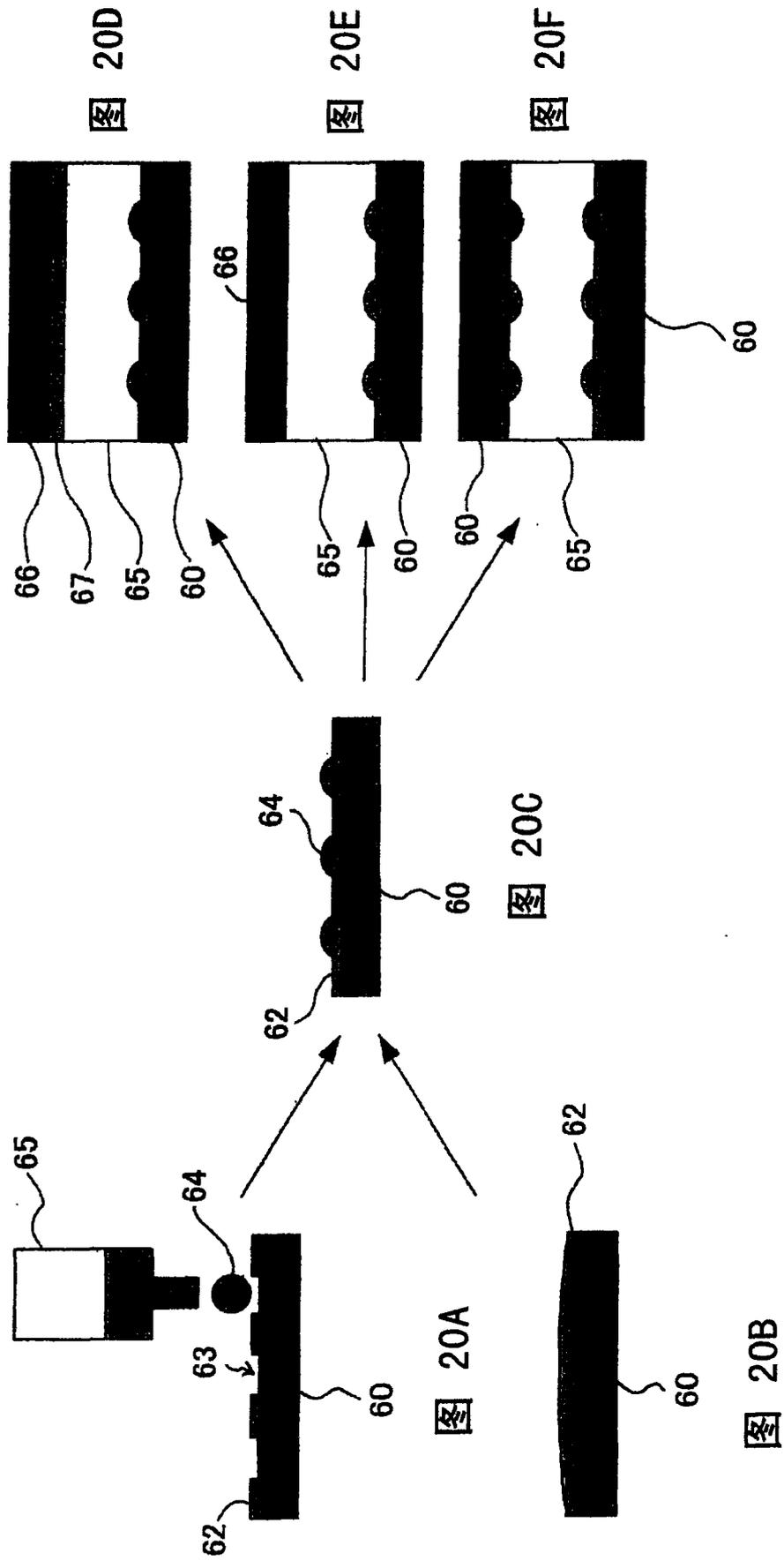


图 19D



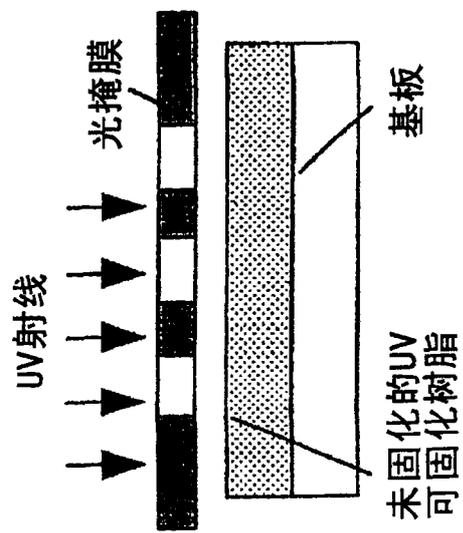


图 21A

通过光照射固化

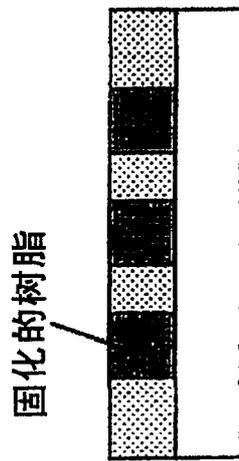


图 21B

除去未固化的树脂

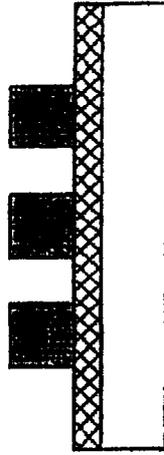


图 21C

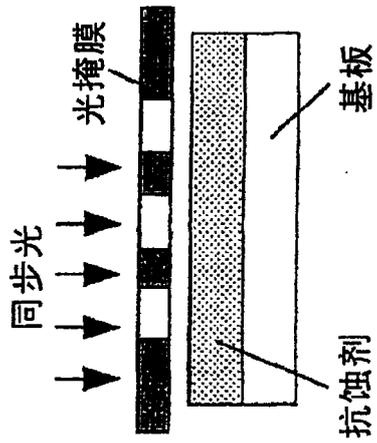


图 22A

模压

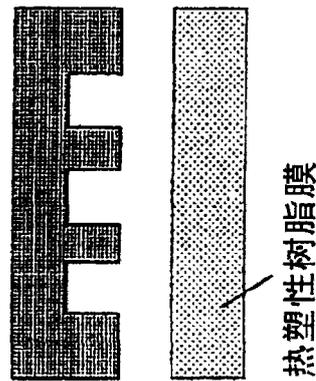


图 22E

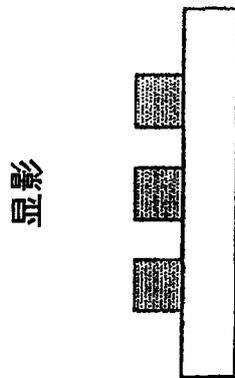


图 22B

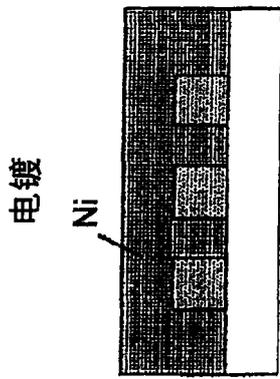


图 22C



图 22D

热模压
(热压)



图 22F

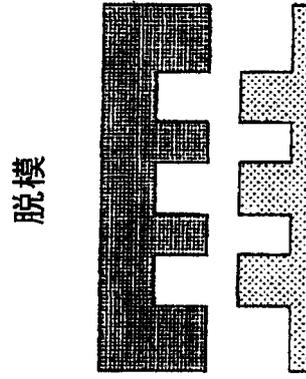


图 22G

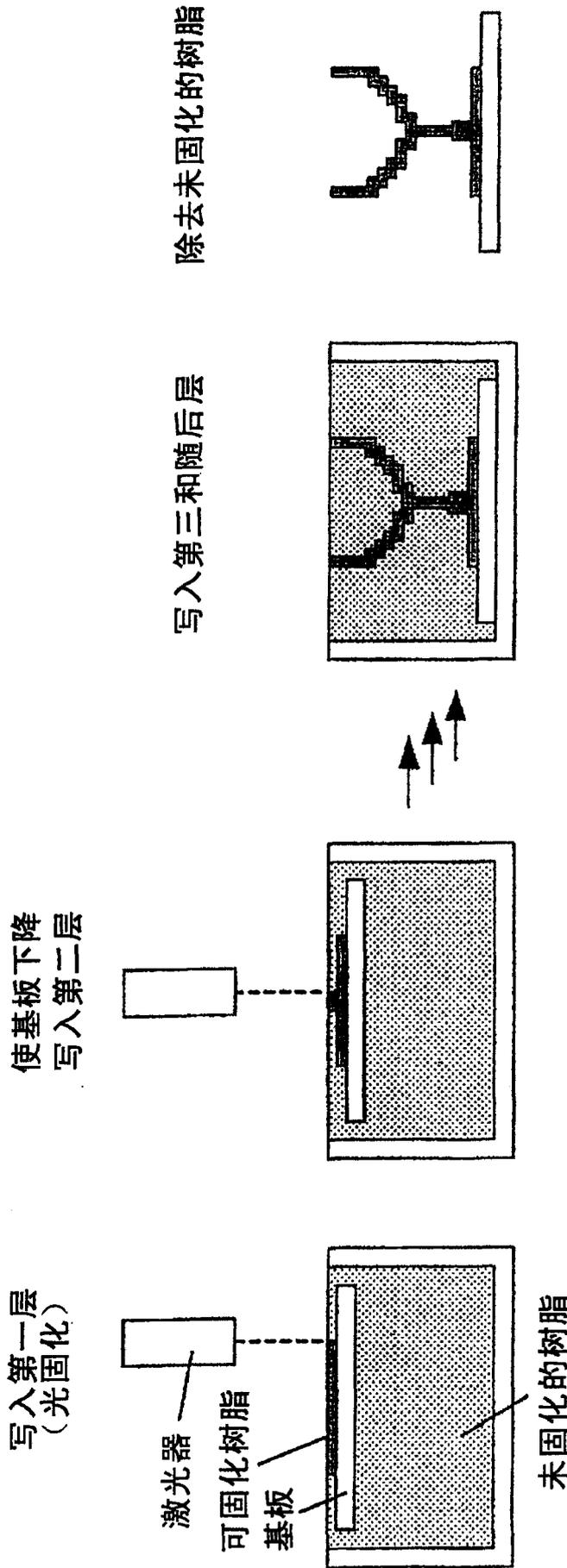


图 23A

图 23B

图 23C

图 23D