

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H02N 13/00

H01L 21/31



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03815047.6

[43] 公开日 2005年8月31日

[11] 公开号 CN 1663105A

[22] 申请日 2003.4.30 [21] 申请号 03815047.6

[30] 优先权

[32] 2002.5.1 [33] US [31] 10/137,790

[86] 国际申请 PCT/US2003/013459 2003.4.30

[87] 国际公布 WO2003/094335 英 2003.11.13

[85] 进入国家阶段日期 2004.12.27

[71] 申请人 特瑞克股份有限公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 H·亚那吉答 H·马初巴拉

Y·奥库哈拉 S·奥基

N·卡瓦斯马 B·T·维廉姆斯

T·油哈拉

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

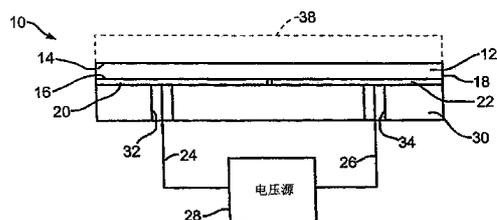
代理人 张民华

权利要求书2页 说明书6页 附图15页

[54] 发明名称 改进的用于静电晶片夹紧装置的压盘

[57] 摘要

本发明揭示了一种用于静电的晶片夹紧装置(10)中的压盘(12)，其包括一介电材料的压盘体(12)和扩散在介电材料内的导电材料的颗粒，以使压盘(12)因导电颗粒的扩散而具有相当大的静电电容。这导致不管周围湿度如何，压盘(12)具有一增加了的夹紧力。根据本发明的另一方面，压盘体(12)的厚度可减小一定量，以致在从电压源(28)施加的电压降低的情形下足以保持一恒定的夹紧力，以便消除压盘上任何的残余电压并提高晶片(38)释放的速度。



ISSN 1008-4274

1. 一种用于静电的晶片夹紧装置中的压盘包括：
 - a) 一介电材料的压盘体；以及
 - b) 扩散在介电材料内的导电材料的颗粒，其含量为压盘体的体积的约 2.5%至 15.0%。
2. 如权利要求 1 所述的压盘，其特征在于，介电材料包括 Al_2O_3 。
3. 如权利要求 1 所述的压盘，其特征在于，导电材料的颗粒选自包括碳化转变金属、氮化转变金属和碳化颗粒的组群。
4. 如权利要求 1 所述的压盘，其特征在于，介电材料包括 Al_2O_3 ，而导电材料颗粒包括 TiC 。
5. 如权利要求 1 所述的压盘，其特征在于， TiC 存在量约为压盘体的体积的 5.0%。
6. 一种用于静电的晶片夹紧装置中的压盘包括：
 - c) 一具有一预定厚度的介电材料的压盘体；
 - d) 扩散在介电材料内的导电材料的颗粒；以及
 - e) 由于导电颗粒的扩散使压盘具有相当大的静电电容，其结果，不管周围湿度如何，压盘提供一增加了的夹紧力。
7. 如权利要求 6 所述的压盘，其特征在于，压盘体的厚度被减小了一定量，以致足以在减小的施加电压值下提供相同量的夹紧力。
8. 如权利要求 6 所述的压盘，其特征在于，压盘体的厚度被减小了一定量，以致足以消除压盘上任何残余电压。
9. 如权利要求 6 所述的压盘，其特征在于，压盘体的厚度被减小了一定量，以致足以增加晶片释放速度。
10. 一种用于静电的晶片夹紧装置中的压盘包括一 Al_2O_3 的介电材料的压盘体，其中有扩散的导电 TiC 的颗粒。
11. 如权利要求 10 所述的压盘，其特征在于， TiC 颗粒存在量约为压盘体的体积的 5.0%。
12. 如权利要求 10 所述的压盘，其特征在于，压盘体具有 0.3mm 的厚度。

-
13. 如权利要求 10 所述的压盘，其特征在于，压盘体具有 0.1mm 的厚度。
 14. 一种制作用于静电的晶片夹紧装置中的压盘用的方法包括：
 - f) 将介电的陶瓷材料和导电的陶瓷材料混合在一溶剂中；
 - g) 干燥混合成的混合物；
 - h) 将混合物形成为一压盘的形状；以及
 - i) 烧结成形的产品。
 15. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于，介电的陶瓷材料包括氧化铝陶瓷粉末，而导电的陶瓷材料包括碳化钛陶瓷粉末。
 16. 如权利要求 15 所述的方法，其特征在于，溶剂是酒精。
 17. 如权利要求 15 所述的方法，其特征在于，烧结在约 1600°C 温度下进行。
 18. 如权利要求 15 所述的方法，其特征在于，还包括在烧结之后对生成的产品进行打磨和抛光。

改进的用于静电晶片夹紧装置的压盘

发明背景

本发明涉及半导体器件制造技术，具体来说，涉及一种用于半导体器件制造的新的和改进的静电晶片夹紧装置用的压盘。

一种在制造过程中用来夹紧半导体晶片的已知技术包括使用静电的卡盘。尽管静电卡盘在设计上有变化，但它们都根据相同的物理原理，即在压盘表面和半导体晶片之间形成一静电力。典型的静电夹具包括一导电电极，其安装在一底座上并被一电气绝缘的介电材料或压盘所覆盖。半导体晶片坐落在绝缘材料的顶上。一电压源电气地偏置电极，以使电荷积聚在电极和绝缘材料上。然后，施加的电压在晶片的后表面上包括一相等的和相对的电荷。该积聚的电荷产生一静电力，该静电力吸引和夹紧晶片抵靠在绝缘的材料或压盘上。然后，当半导体晶片夹紧时在晶片上可进行各种处理，例如，化学蒸发沉淀、离子植入、离子束研磨以及反应性离子蚀刻。

在用于静电卡盘的压盘设计中需要重要考虑的一点是提高静电夹紧力。另一重要的考虑点是不管环境条件如何须保持高的夹紧力。还有一重要的考虑点是：一旦夹紧的晶片上的制造操作已经完成，应提高从静电卡盘中释放晶片的速度。

发明概要

本发明提供一种用于静电的晶片夹紧装置中的压盘，其包括一介电材料的压盘体以及扩散在介电材料内的导电材料的颗粒，这样，由于导电颗粒的扩散，压盘具有一相当大的静电电容，其结果，压盘不管湿度如何总提供一提高了的夹紧力。根据本发明的另一方面，压盘的厚度可减小一足够量，以在减小了的施加电压下保持一恒定的夹紧力，并消除在压盘上的任何残余的电压和提高晶片释放的速度。导电材料的颗粒的量约为压盘体的体积的 2.5%至 15.0%，导电材料的颗粒可选自包括碳化转变金属、氮化转变金属和碳化颗粒的组群。介电材料较佳地是 Al_2O_3 ，导电材料颗粒较佳地是 TiC ，且较佳地含量约为压盘体积

的 5%。

阅读其后详细的描述连同包括的附图，本发明的上述的和其它的优点以及概括的特征将变得清晰明了。

附图简要说明

图 1 是根据本发明的包括一压盘的静电卡盘的示意正视图；

图 2 是图 1 压盘的示意的平面图；

图 3 (a) — 3 (d) 是扫描电子显微镜的照片，示出根据本发明的静电卡盘压盘的材料；

图 4 是显示本发明的静电卡盘材料的电气特性的表格；

图 5 是本发明的静电卡盘压盘的材料静电力特性曲线；

图 6 (a) 和 6 (b) 是作为施加电压的函数的静电力的曲线，还示出本发明的静电卡盘压盘；

图 7 (a) 和 7 (b) 是作为对于本发明的压盘的两个不同的厚度的施加电压的函数的静电力的曲线图；

图 8 (a) 和 8 (b) 是作为施加电压的函数的表面电势的曲线，还示出本发明的静电卡盘压盘；

图 9 (a) 和 9 (b) 是类似于图 8 (a) 和 8 (b) 的曲线，但用于不同的压盘厚度；

图 10 (a) 和 10 (b) 是作为时间的函数的静电力的曲线，还示出本发明的静电卡盘压盘；

图 11 (a) 和 11 (b) 是作为施加电压的函数的静电力的曲线，还示出本发明的静电卡盘压盘；

图 12 (a) 和 12 (b) 是作为施加电压的函数的沿剪切方向的静电力的曲线，还示出本发明的静电卡盘压盘；以及

图 13 是示出制作根据本发明的压盘的方法的方框图。

图示实施例的详细描述

图 1 示出一基本的静电卡盘 10，其包括根据本发明的一压盘 12。压盘 12

由介电材料制成（现将作进一步详细描述），并具有如图 1 所示的上表面 14 和下表面 16。压盘 12 的周缘 18 可以是如图 2 所示的圆形，以使压盘 12 具有一圆盘形状。一对电极 20 和 22 与压盘 12 的下表面 16 接触。电极 20 和 22 以一合适的方式附连于表面 16，并通过引线 24 和 26 连接到一电压源 28。电极的数量和形状纯粹是一设计选择的事情。与电极 20、22 接触的压盘 12 支承在电气绝缘材料的背板 30 上。引线 24 和 26 分别延伸通过背板 30 内的开口 32 和 34。如图 1 所示，一待加工处理的半导体晶片 38 支承在压盘上表面 14 上。当要求将晶片 38 牢固地保持就位以便处理时，操作电压源 28 以在晶片 38 与压盘 12 之间施加一静电吸力，以便足够地将晶片 38 保持在卡盘 10 的一定位置上。晶片 38 的处理完成之后，停止施加电压源，以便允许晶片 38 从卡盘 10 中释放和移去。静电卡盘的这样的操作对于本技术领域内的技术人员都是熟知的。

根据本发明的压盘 12 的特征在于呈绝缘体或 Al_2O_3 的薄层或类似的绝缘材料形式的新材料，其中，碳化、氮化转变的金属和/或导电的碳化颗粒进行扩散，即，用于静电卡盘的压盘的组合的陶瓷材料。这示于图 3 (a) — 3 (b) 中，这些图是根据本发明的 Al_2O_3 -TiC 复合物的扫描电子显微镜的照片，其中 TiC 的所占体积比例从 2.5% 变化到 15%。

本发明提供一种具有 Al_2O_3 的介电层的 E 形卡盘压盘，其中，由导电材料制成的颗粒以 2.5 至 15% 的体积含量扩散，这是一种典型的非常硬的陶瓷复合材料。 Al_2O_3 -TiC 较佳地用于 E 形卡盘压盘材料。该材料 (Al_2O_3 -TiC) 具有最佳的机械性能和静电夹紧能力。

根据本发明的静电卡盘压盘 12 由于如上所述的导电颗粒的扩散而具有一相当大的静电电容。这示于图 4 的表格中，它显示压盘 12 的 Al_2O_3 -TiC 复合材料的电气特性。在根据本发明的 E 卡盘压盘 12 中，导电颗粒围绕多结晶的 Al_2O_3 的边界很好地扩散，以便实际地拓宽电极区域而增加了静电电容。与静电电容的增加成正比，在 Al_2O_3 -TiC 的情形中的实际相对介电常数分别是增加 TiC 的 24% 和添加 5% 的 TiC 后的 35%。

根据本发明的压盘 12 的增加的静电电容导致一 E 卡盘压盘中的夹紧力显著地增加。因静电荷量的增加，本发明的 E 卡盘压盘 12 获得显著高的夹紧力。

在 Al_2O_3 -TiC 的情形中，具有 0.3mm 厚度的压盘的夹紧力分别在 1500V DC(直流)下是 $44\text{g}/\text{cm}^2$ ，在 1500V AC(交流) p-p(正、负峰间值)下是 $28\text{g}/\text{cm}^2$ ，与不包含 TiC 的 Al_2O_3 压盘的夹紧力相比它们增加 60%和 100%的夹紧力。这示于图 5 中的曲线 50 和 52，图 5 是作为介电成分中 TiC 含量的函数的静电力的曲线。1500V 的直流电压和 1500V (V p-p) 的交流电压施加在空气中。介电层的厚度是 0.3mm。

本发明的静电卡盘压盘 12 不管周围环境湿度如何能较佳地提供显著强的晶片夹紧力。图 6 (a) 的曲线 60 和 62 示出了作为施加的直流电压的函数的静电力，而图 6 (b) 的曲线 64 和 66 示出作为施加的交流电压(均方根值)的函数的静电力。图 6 (a) 和 6 (b) 的数据是用于包含在空气(相对湿度为 46%)中的或氮气(相对湿度为 46%)中的 Al_2O_3 +TiC 的压盘 12。压盘 12 的厚度从以上的信息中可得出是 0.3mm。因此，本发明提供了一静电卡盘压盘 12，其中，夹紧力在相对湿度从大约 2%到 40%的范围下具有足够的力来夹紧一晶片。

本发明的压盘 12 还具有另外的特征：为了获得晶片的夹紧力施加到压盘上的电压可通过减小其介电层的厚度来减小。图 7 (a) 的曲线 70 示出作为施加电压的函数的压盘材料的静电力，该压盘材料是 0.3mm 厚度的 Al_2O_3 +TiC5%。图 7 (b) 的曲线 72 示出了作为施加电压的函数的 0.1mm 厚度的同一压盘材料的静电力。因此，压盘达到相同的夹紧力量，其施加的电压低达 600V，介电层的厚度为 0.1mm。

本发明的静电卡盘压盘 12 上较佳地不具有残余电压。尤其是，通过将压盘的介电层厚度减小到 0.1mm 厚度，根据施加电压增加和/或减小的顺序留在压盘上的残余表面电势不保留在压盘上。这显示在图 8 和 9 的曲线中。

图 8 (a) 和 8 (b) 示出作为空气中施加的电压的函数的表面电势，其用于具有 0.3mm 厚度的本发明的 Al_2O_3 +TiC5%的压盘材料。在电压施加到静电卡盘装置上之后，硅晶片从压盘剥下。曲线 84 示出表面电势对施加的电压的曲线，表征 +1000V 下的剥离，曲线 86 示出表面电势对施加的电压的曲线，表征 -1000V 下的剥离。图 9 (a) 和 9 (b) 示出关于具有 0.1mm 厚度的本发明的 Al_2O_3 +TiC5%的压盘材料的、作为在空气中施加的电压的函数的表面电势。在电压施加到静电卡盘装置上之后，硅晶片从压盘剥下。曲线 88 示出表面电势

对施加的电压的曲线，表征+600V下的剥离，曲线90示出表面电势对施加的电压的曲线，表征-600V下的剥离。

根据本发明的压盘12具有一非常快的晶片释放能力，其原因在于先前所述的事实：为获得晶片夹紧力，施加到压盘12上的电压可通过减小介电层的厚度来减小。晶片的释放可在不到一秒的时间内实现，与介电层厚度未减小的晶片压盘相比残余夹紧力可减小约60%。图10(a)和10(b)的曲线示出了作为时间的函数的静电力，而曲线94和96分别代表0.3mm厚度和0.1mm厚度的、根据本发明的具有一压盘12的静电卡盘的释放响应(release response)。施加的电压在时间=0秒时关闭。显然，较快的释放响应对应于厚度减小的压盘12。

具有减小了厚度的附加特征的本发明的压盘12提供一晶片夹紧力，在施加一直流电压或一等于直流电压的均方根值的交流电压的情形下具有相同的强度。图11(a)和11(b)示出了作为施加电压的函数的静电力，其中，曲线100是对于直流电压，而曲线102是对于交流电压（均方根值）。两者都是关于具有厚度为0.1mm的 $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiC}5\%$ 的压盘12的静电卡盘。如曲线图所示，压盘12在施加到压盘的400V的直流电压和/或施加的400Vrms下，产生 $20\text{g}/\text{cm}^2$ 的晶片夹紧力。

具有减小了厚度的附加特征的本发明的压盘12具有较小的对剪切力的力衰减比（与法向力，即沿垂直于表面14的方向的力比较）。图12(a)和12(b)中的曲线106和108分别示出沿剪切方向的静电力，其针对0.1mm厚度的 $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiC}5\%$ 的压盘12，分别作为施加的直流电压和施加的交流电压（均方根值）的函数。压盘分别在施加直流电压下具有一66%的剪切力分量，在施加交流电压下具有一32%的剪切力分量（各与施加相同的直流电压和交流电压下的法向力比较）。

除了上述的本发明的压盘12的特性之外，添加TiC可提供压盘12的如下理想的特性。一个是较高的硬度。 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ (30%TiC浓度)的硬度在摄氏 500°C 下的Vickers硬度约为1800，而在同样条件下 Al_2O_3 本身硬度是1600。因此，与 Al_2O_3 相比 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ 的硬度要硬16%。硬度的增加有利于上述晶片压盘的较小的磨损特性，和/或由于材料磨损较小的特性对干净房间环境产生的污染也

小。

另一理想的特性是较高的温度转移特性。 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ (30%浓度)的传热比大约为 21W/mK , 而 Al_2O_3 本身在同样条件下为 17W/mK 。因此, 与 Al_2O_3 相比 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ 具有的传热指数(heat transfer characteristic)要好 24%。较佳的传热特性有利于夹紧晶片在晶片的全部表面上热量的均匀分布。

还有另一理想的特性是较高的抗断裂力。 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ (30%TiC 浓度)的抗断裂力是 700 至 800Mpa, 而在同样条件下 Al_2O_3 本身是 400 至 500MPa。因此, 与 Al_2O_3 相比 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ 具有高出 60 至 70%的抗断裂力特性。较佳的抗断裂力特性有利于上述压盘的强度。

本发明的压盘 12 还具有良好的抗锈蚀、耐等离子和耐热特性。

图 13 示出一根据本发明制作压盘的方法。在该方法的开始步骤 120 和 12, 分别提供介电陶瓷材料和导电材料。较佳地, 介电陶瓷材料是颗粒大小约为 $0.2\mu\text{m}$ 的氧化铝陶瓷粉末, 而较佳地, 导电陶瓷材料是具有约 $0.5\mu\text{m}$ 的颗粒大小的碳化钛陶瓷粉末, 并呈约从 2.5%至 15.0%的体积量。然后, 在步骤 124 中两种材料在一溶剂(较佳地为酒精)中混合, 时间持续约 72 小时。在步骤 126 中使合成的混合物干燥。定形步骤 128 包括将干燥的混合物定形或成形在一模具或类似的容器内。生成的形状要求对压盘来说是理想的, 较佳地呈一圆盘的形式。然后, 在下面的步骤 130 中, 压盘在 1600°C 温度下和约 20MPa 的压力下烧约一个小时。这可通过传统的热-压力过程来实施。烧结之后是打磨和抛光步骤 132, 主要在接触半导体晶片的压盘表面上进行处理。制成的压盘的厚度可在约 0.1mm 至 2.0mm 的范围内, 依据不同的应用情况而定。步骤 134 代表制成的压盘, 其呈一单层结构形式。

尽管已经描述了本发明的一实施例, 但这样做是为了说明的目的, 而不是限制性的。

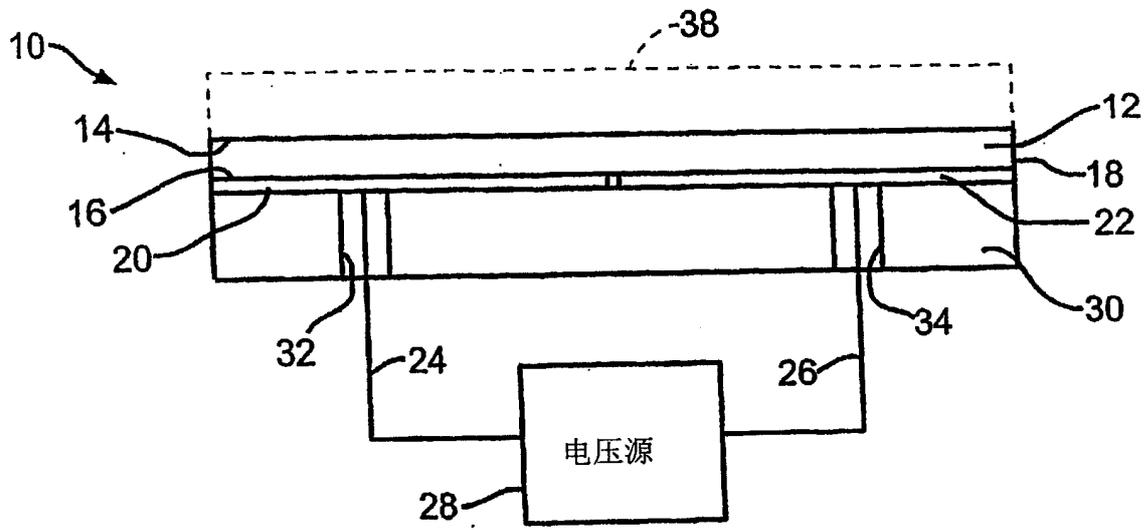


图 1

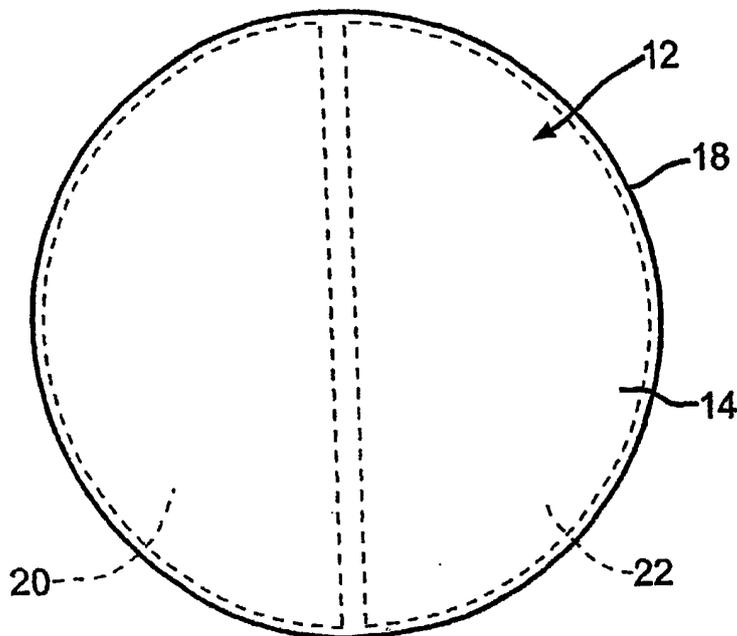


图 2

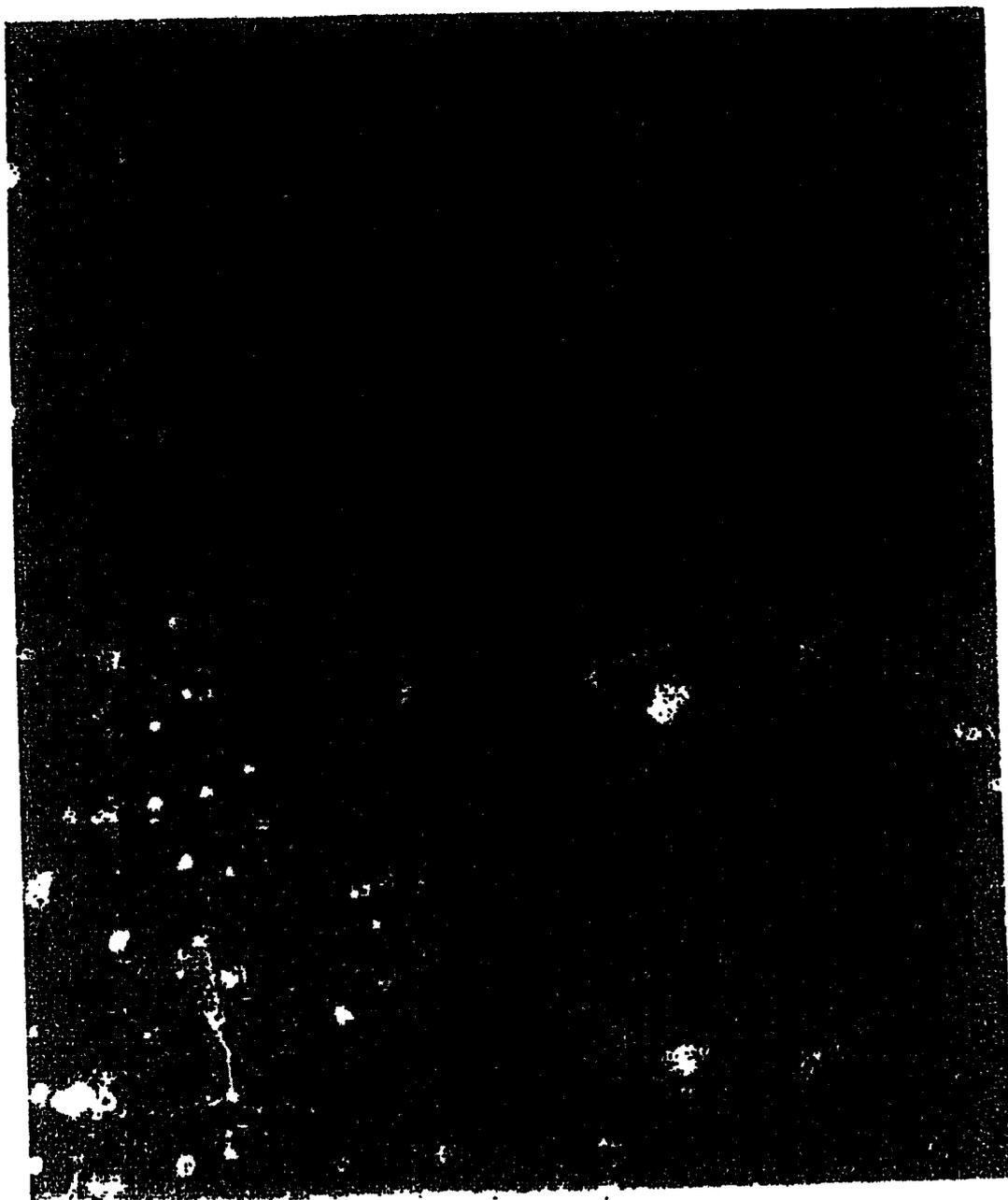


图 3(a)
TiC 2.5%

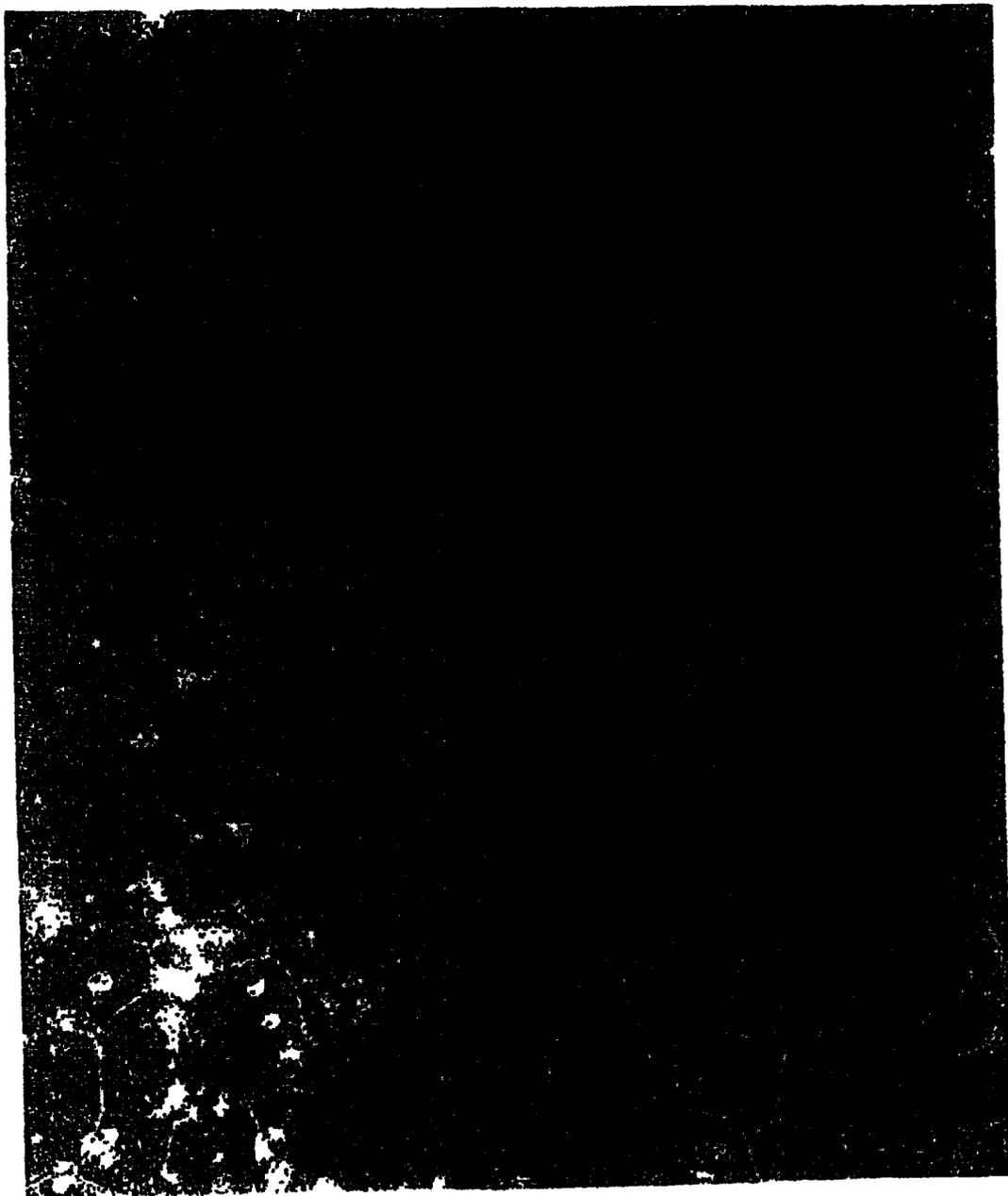


图 3(b)
TiC 5.0%

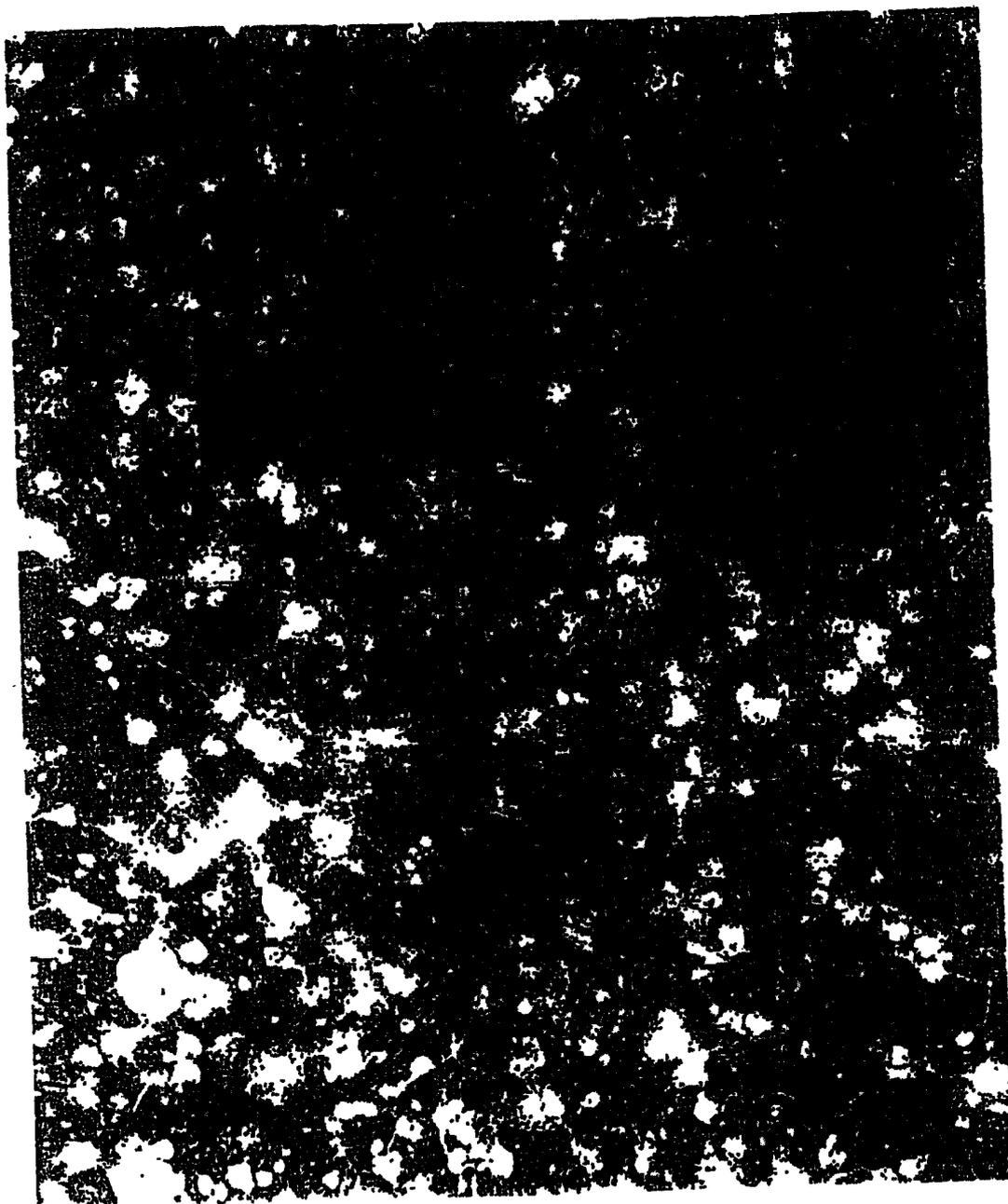


图 3(c)
TiC 10.0%

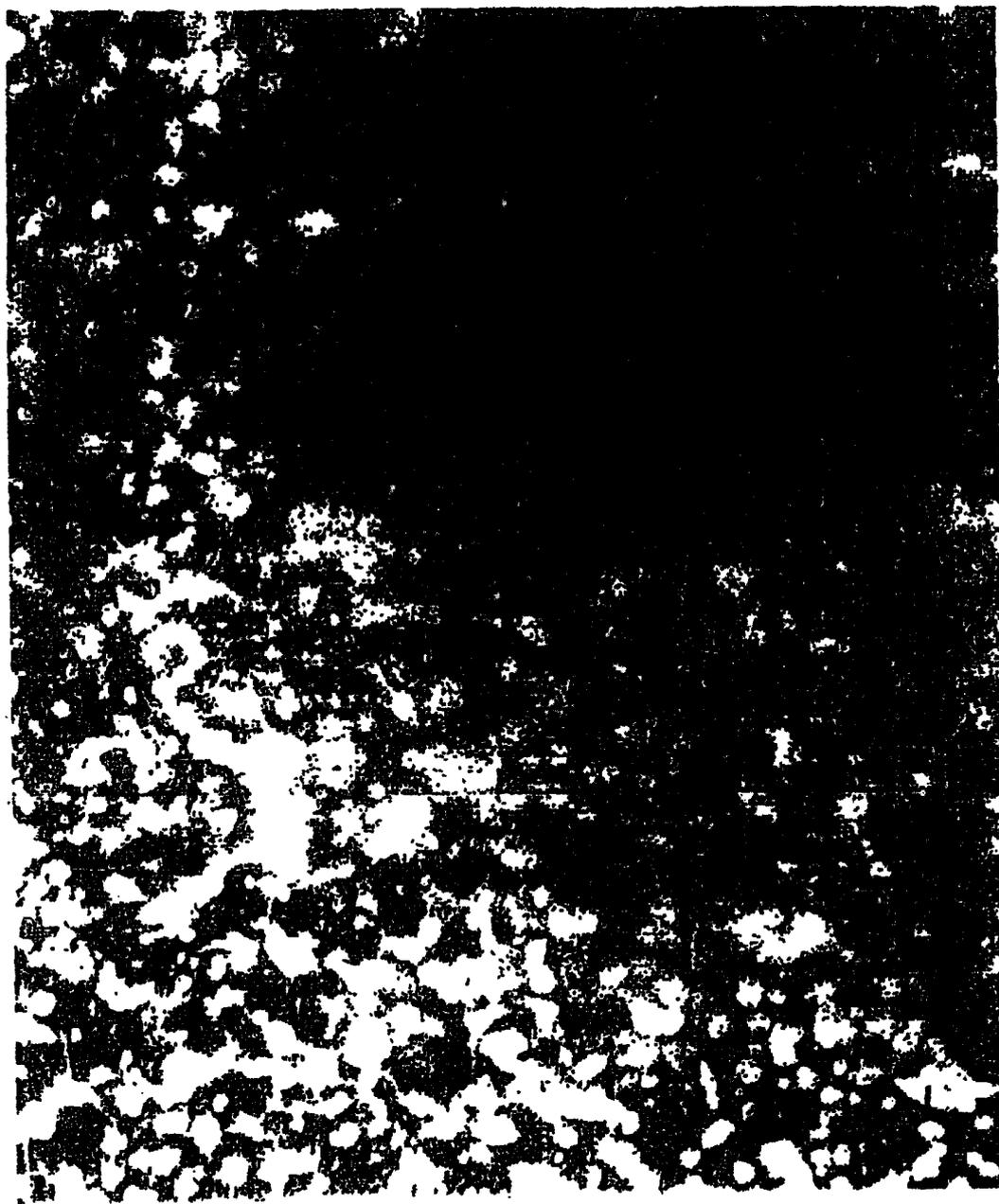


图 3(d)
TiC 15.0%

Al₂O₃ - TIC 复合物的电气特性

样品	电阻 / $\Omega \cdot \text{cm}$	厚度 / mm	介电常数 (ϵ)			介电损失 ($\tan \delta$)			
			100Hz	1kHz	1MHz	100MHz	1kHz	1MHz	1MHz
TIC 2.5%	3.6×10^{11}	0.511	11.4	11.3	11.2	-29.5	3.3	$<1 \times 10^{-3}$	
TIC 5%	7.3×10^{12}	0.509	12.7	12.7	12.5	-675.0	7.03	$<1 \times 10^{-3}$	
TIC 10%	9.5×10^{12}	0.510	18.3	18.1	17.9	801.2	11.4	2×10^{-3}	
TIC 15%	3.9×10^6	0.509	59.2	53.3	53.2	25.3	41.8	15×10^{-3}	

图

4

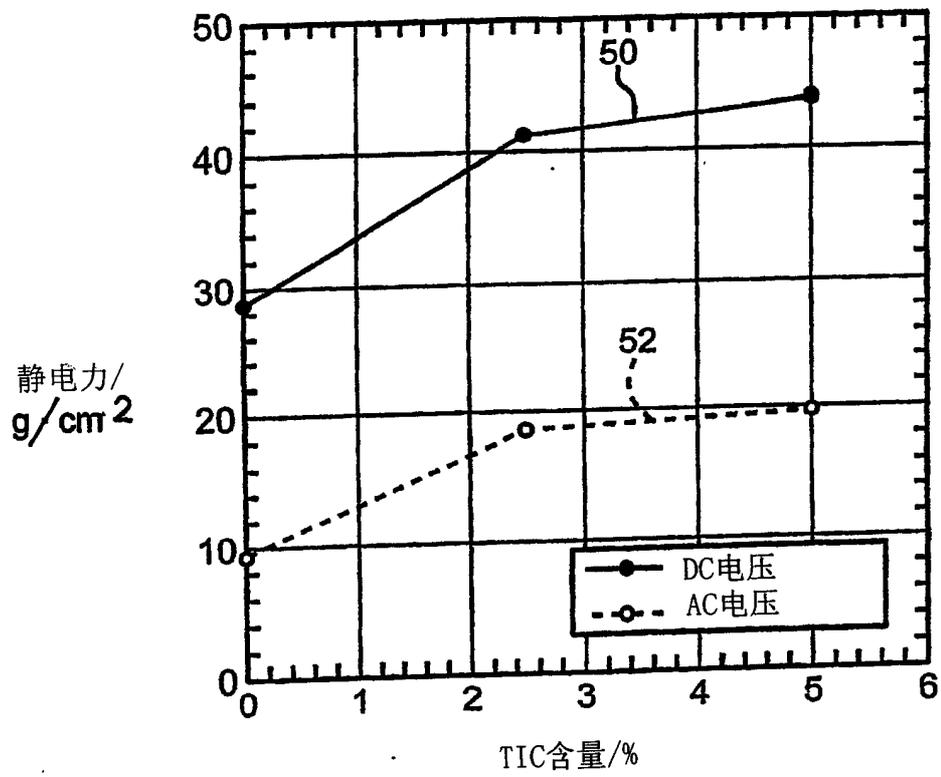


图 5

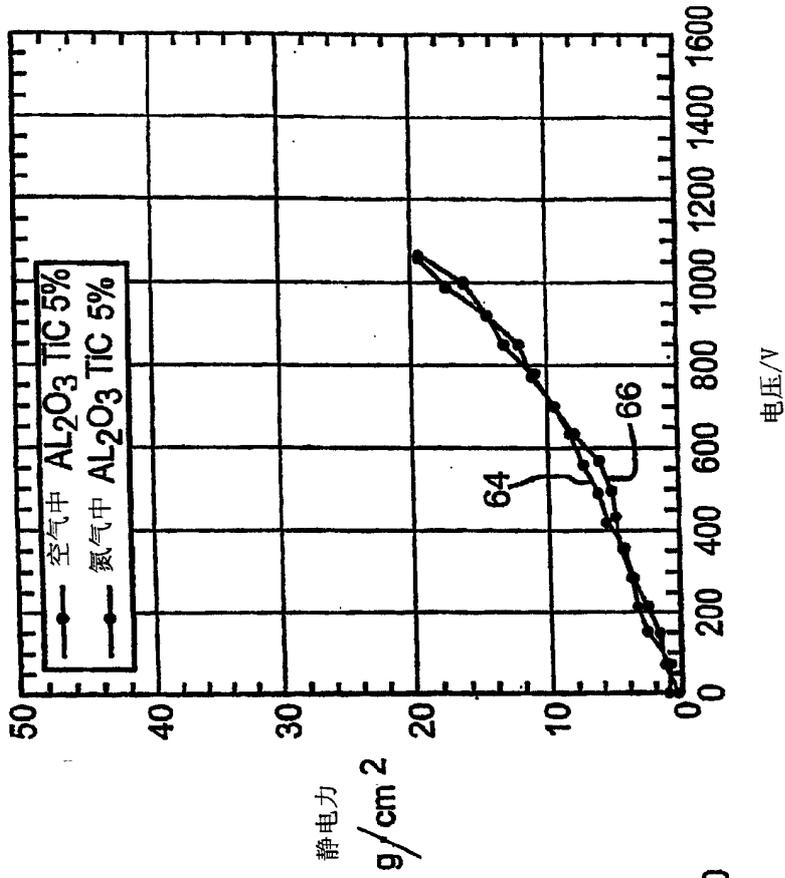


图 6(a)

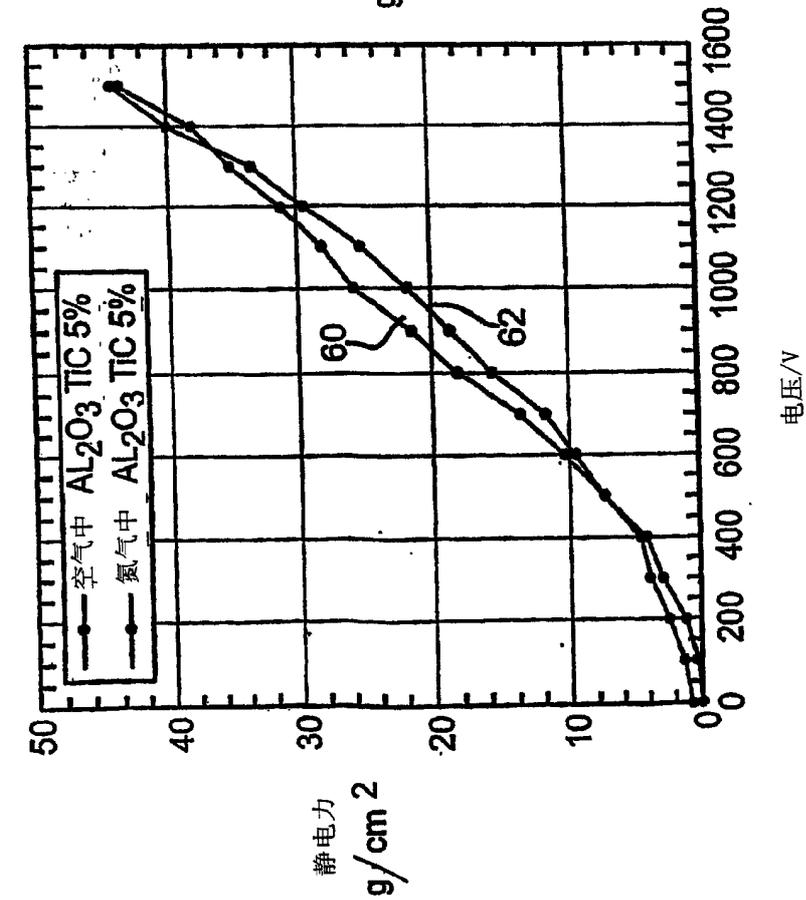


图 6(b)

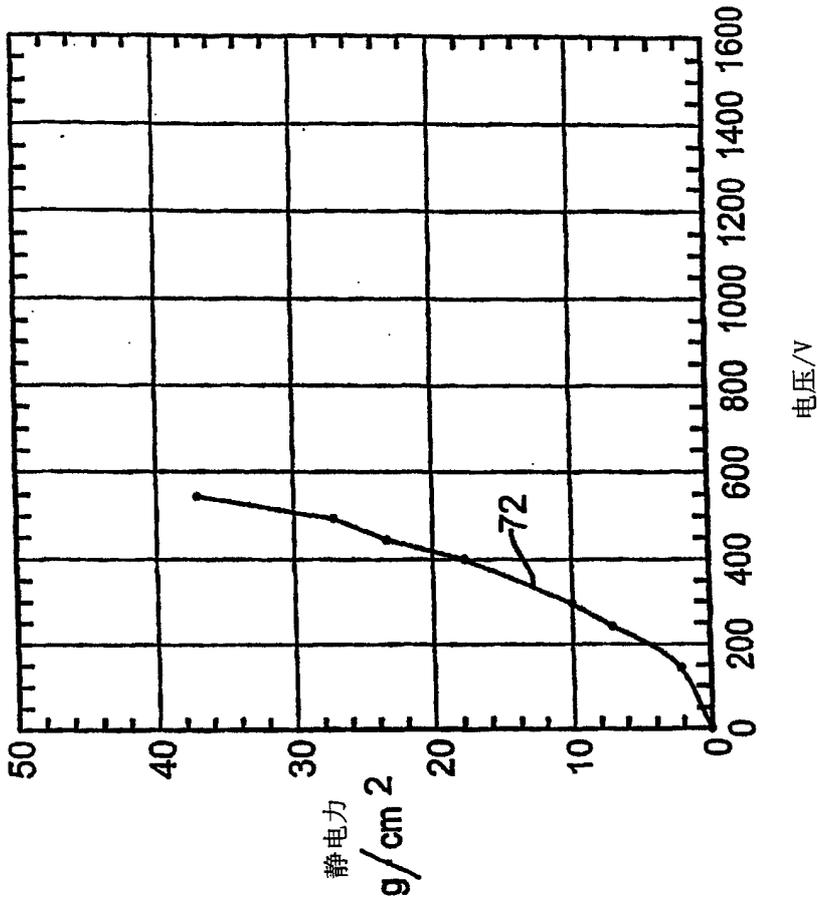


图 7(b)

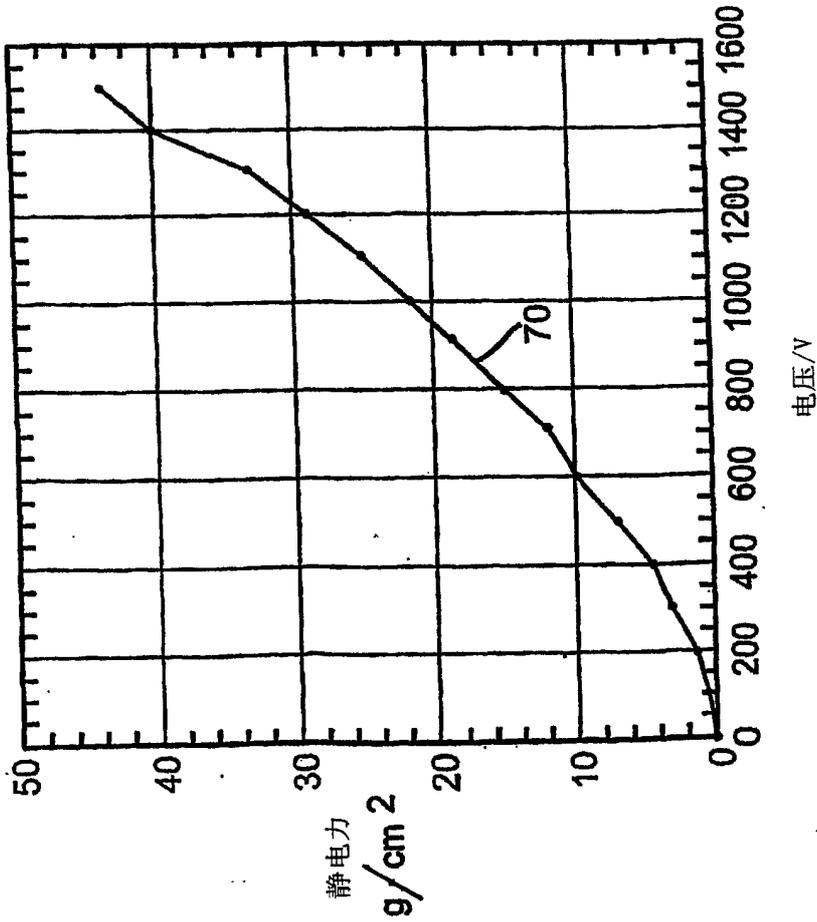
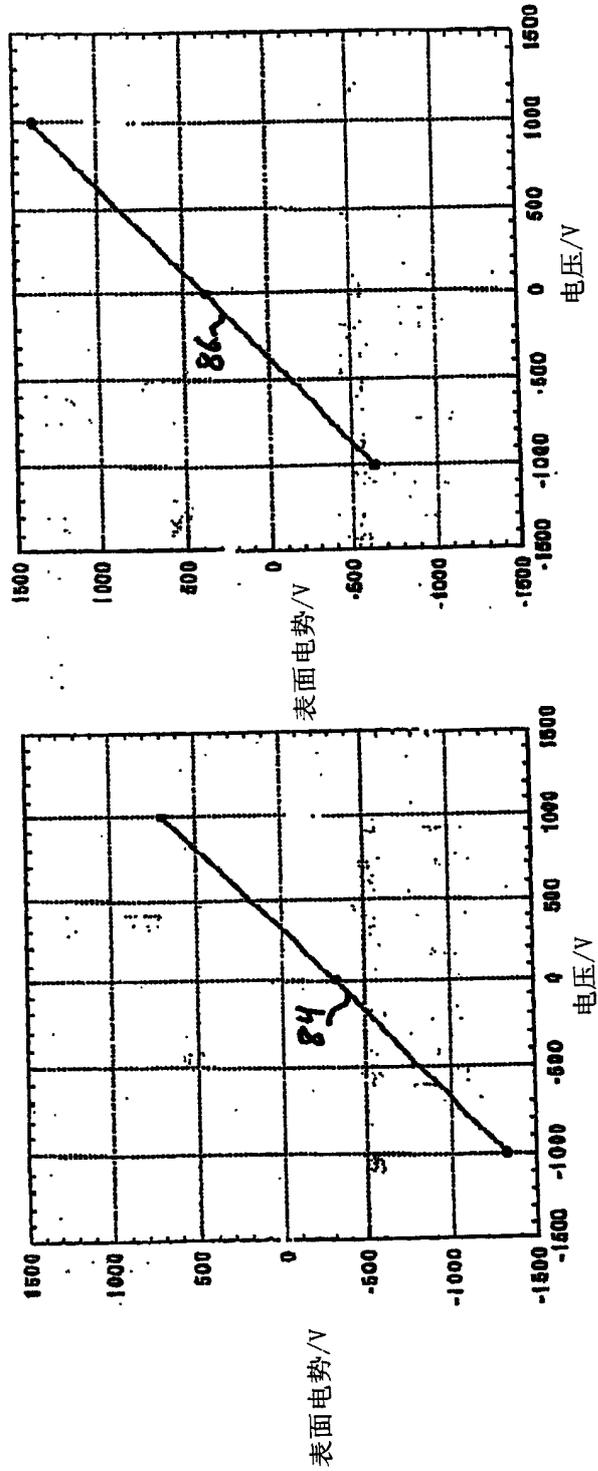


图 7(a)



+1000V下剥离 **图 8(a)**
 -1000V下剥离 **图 8(b)**

厚度为0.3mm的 $Al_2O_3 + TiC 5\%$ 的表面电势，其为空气中施加电压的函数。
 Si晶片在电压施压到E卡盘装置后剥离。

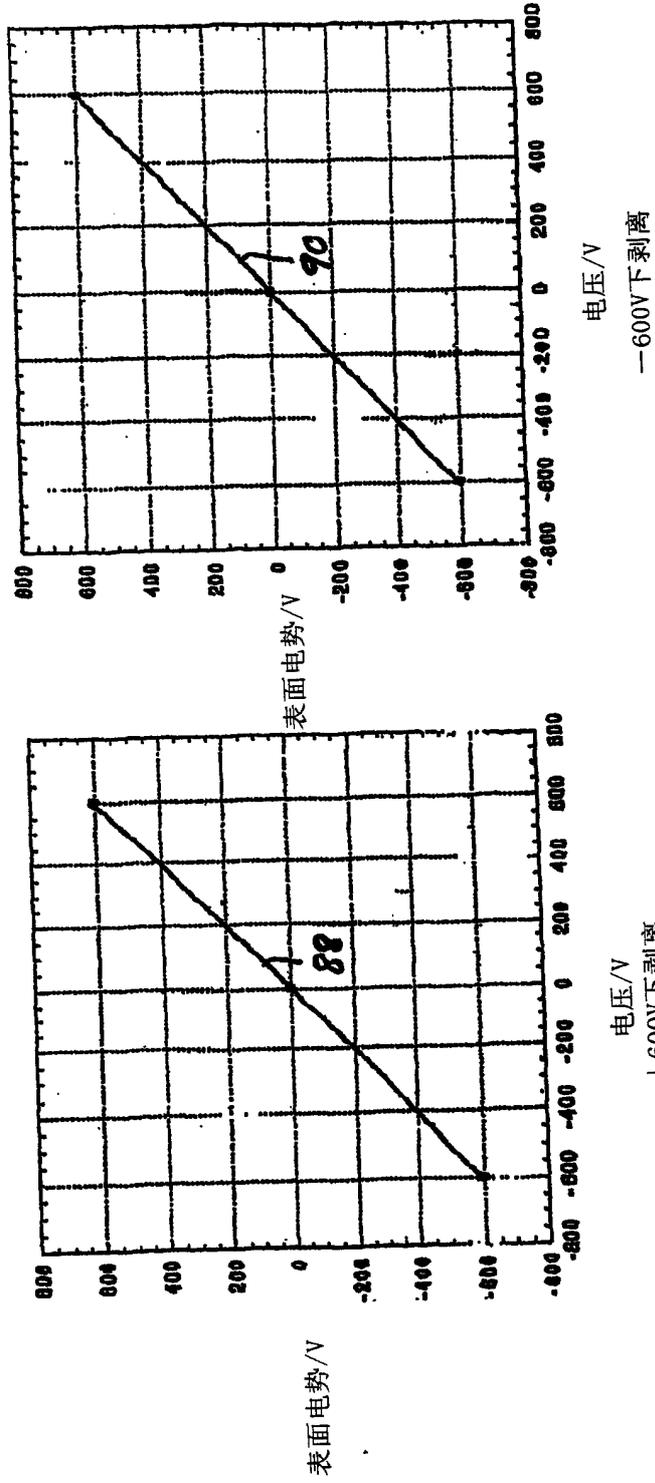


图 9 (ab)

图 9 (a)

厚度为0.3mm的 $Al_2O_3+TiC 5\%$ 的表面电势，其为空气中施加电压的函数。
 Si晶片在电压施压到E卡盘装置后剥离。

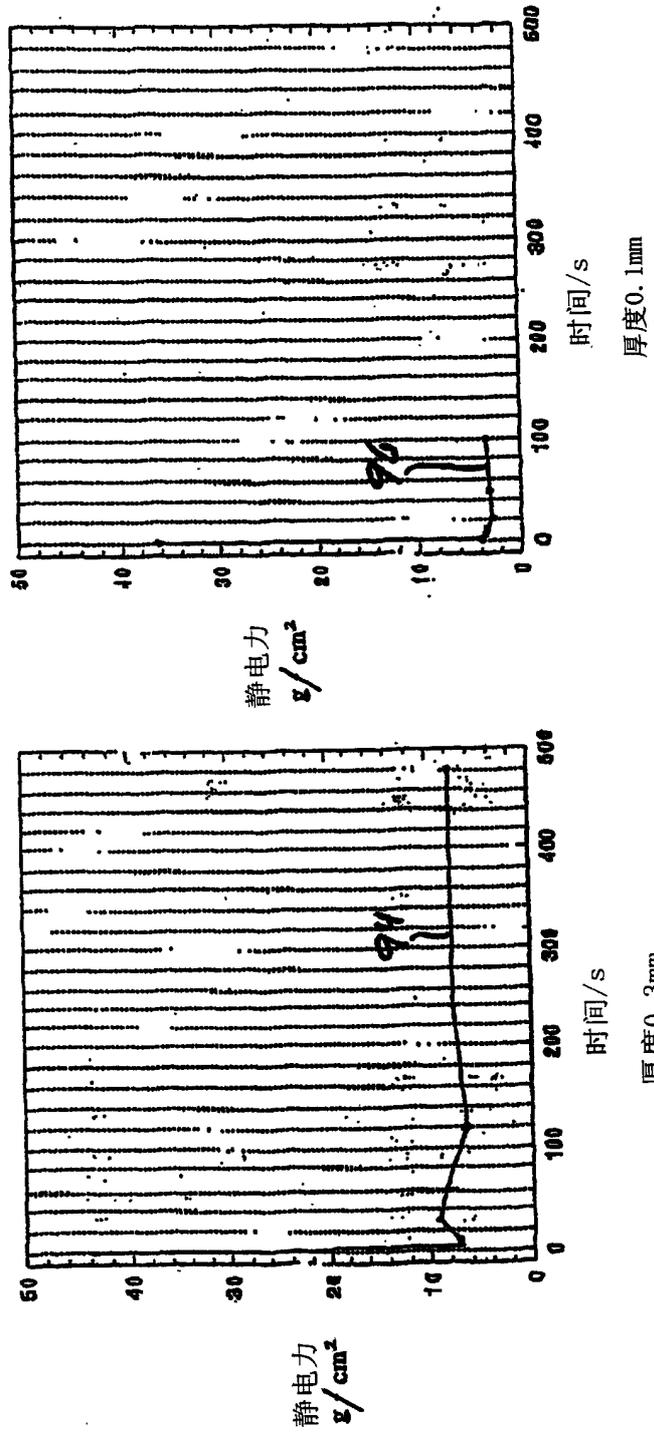


图 10(a) 厚度0.3mm
图 10(b) 厚度0.1mm

介电层厚度(a)0.3mm和(b)0.1mm的E卡盘装置的释放响应。
在0秒时施加的电压关闭

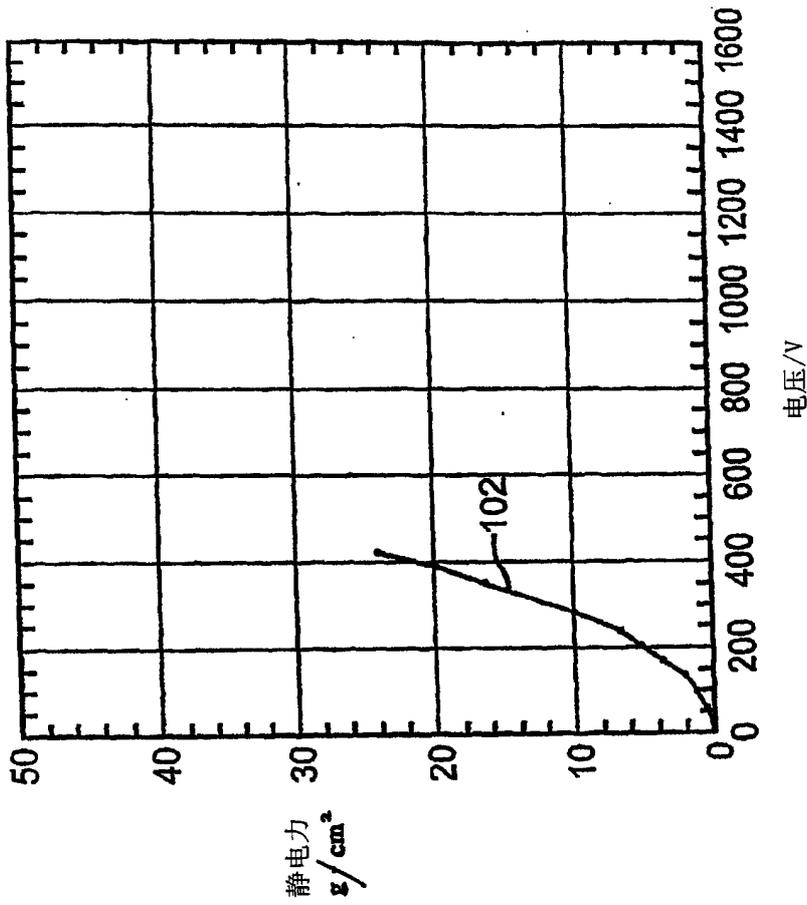


图 11(b)

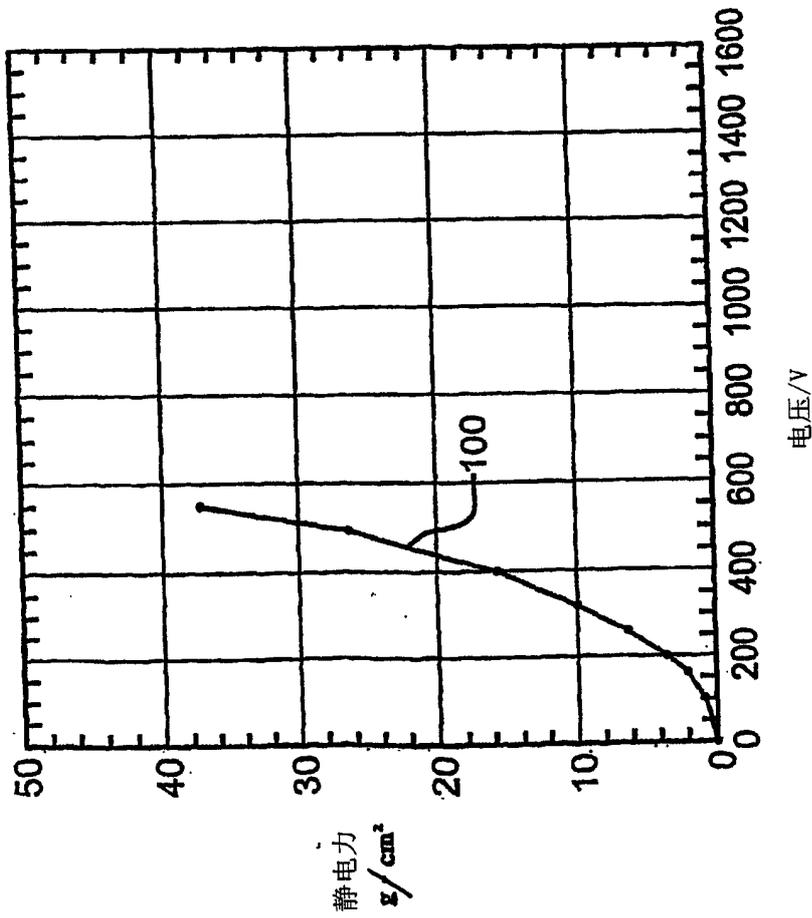


图 11(a)

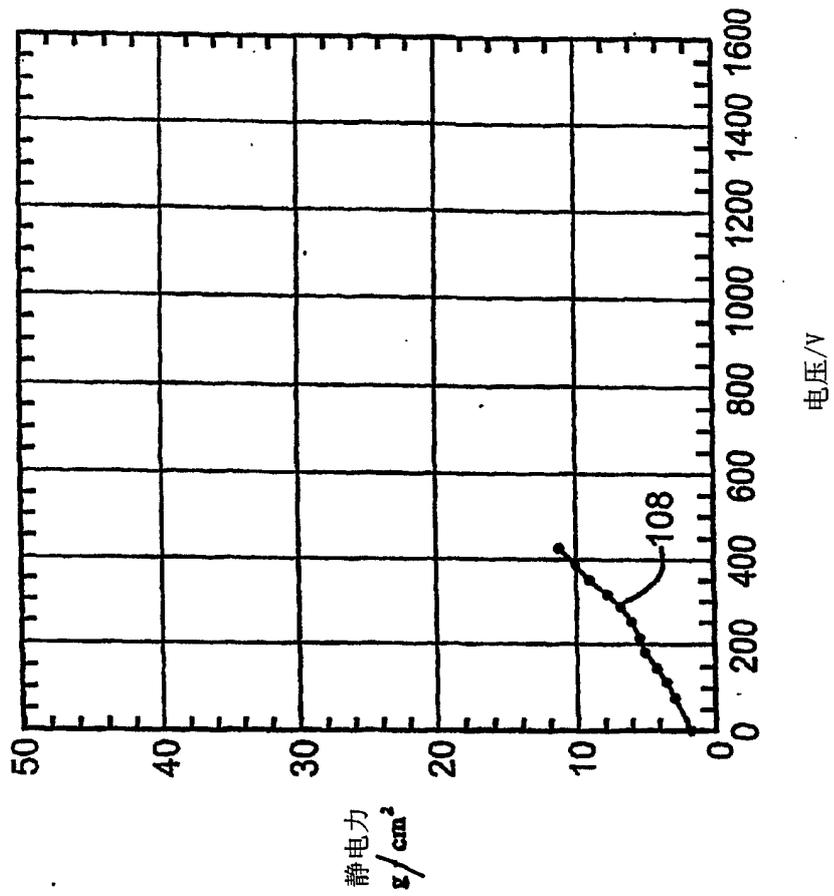


图 12(b)

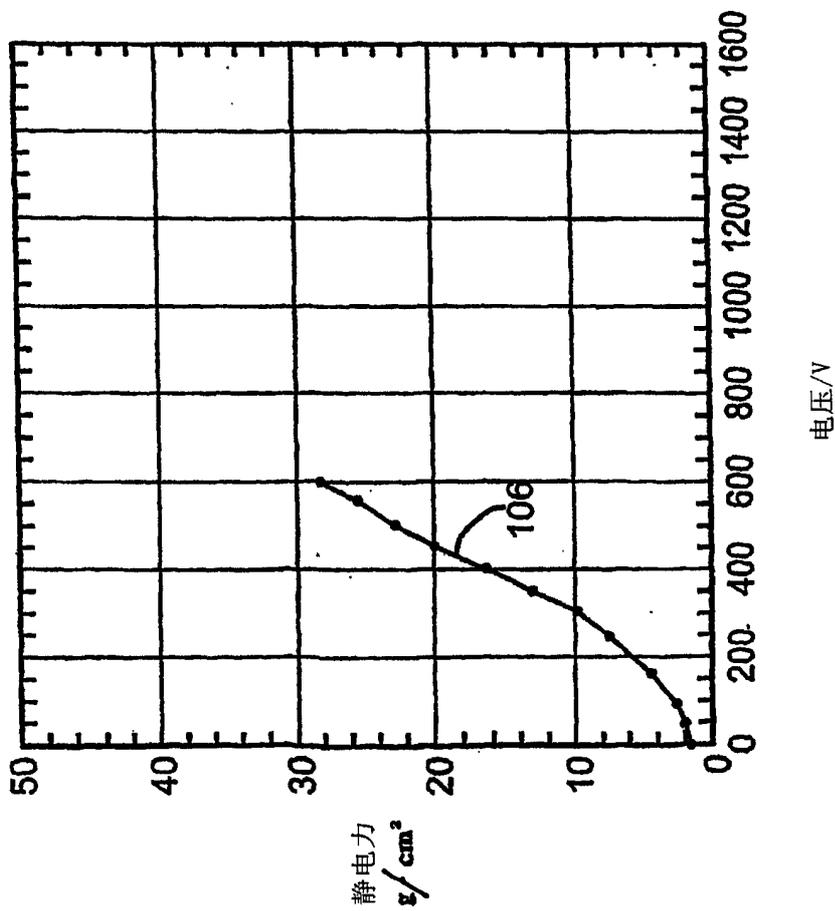


图 12(a)

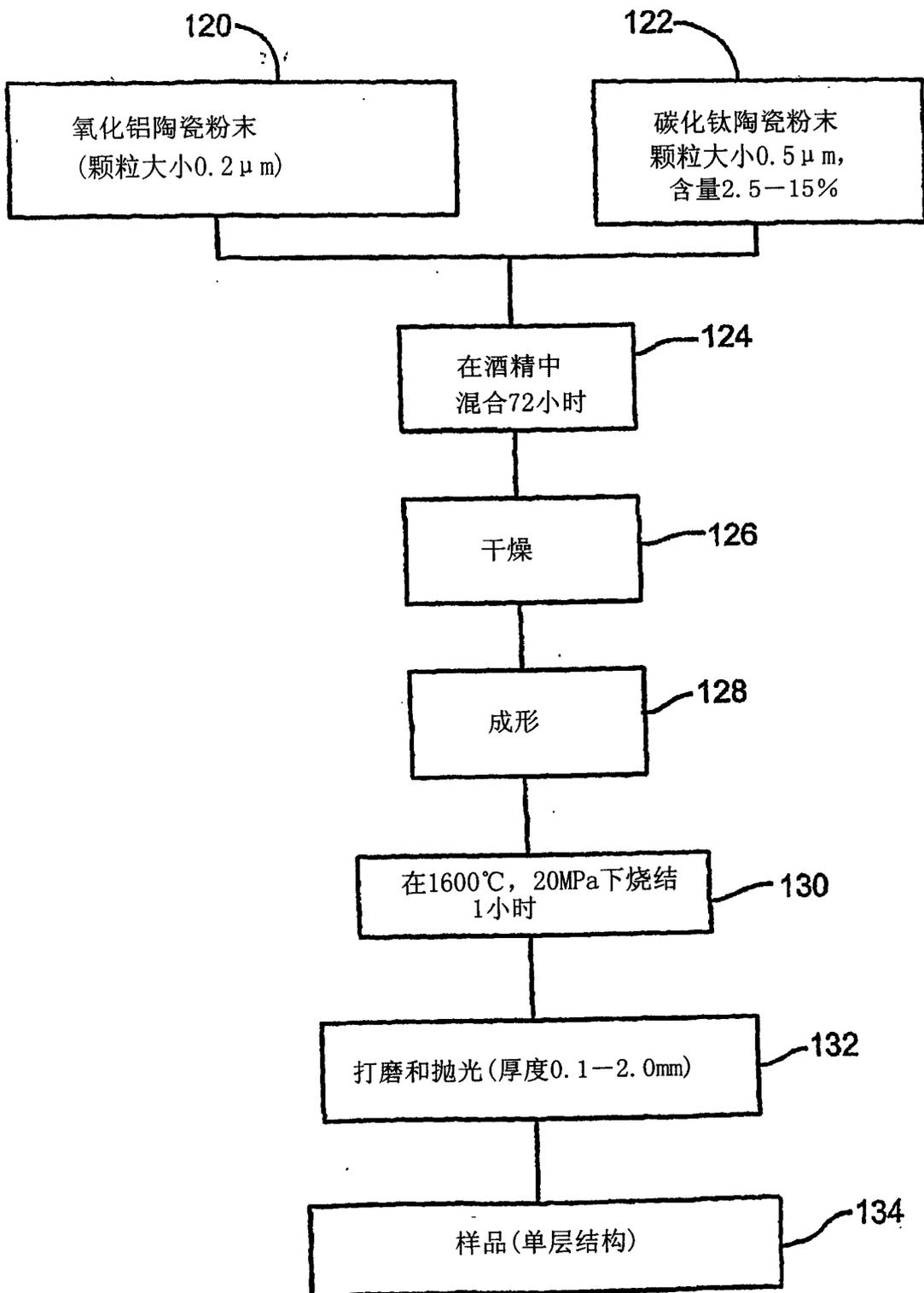


图 13