

电化学刻蚀方法及电化学刻蚀装置

5 技术领域

本发明涉及半导体加工技术领域，更具体地，涉及一种电化学刻蚀方法及电化学刻蚀装置。

背景技术

10 电化学刻蚀由于其可以精确地控制刻蚀速率，在半导体加工中具有巨大的应用潜力。电化学刻蚀要求刻蚀对象具有良好的导电性，当刻蚀对象的导电性较差时，在电化学刻蚀时刻蚀对象会产生严重的边缘效应。具体而言，刻蚀对象中部区域的电压与边缘区域的电压相差太大，无法准确地控制刻蚀对象表面各处的电势。因此电化学刻蚀对于导电性较差的刻蚀对象刻蚀的均匀性较差，
15 无法在半导体加工中得到广泛的应用。

发明内容

为了解决现有技术中存在的上述问题，本发明提供了一种电化学刻蚀方法及电化学刻蚀装置。

20 本发明是通过以下技术方案来解决上述技术问题的：
一种电化学刻蚀方法，包括：
对刻蚀对象无需刻蚀的背面进行金属化处理，在所述刻蚀对象的背面形成金属层；
对所述刻蚀对象需要刻蚀的正面进行电化学刻蚀处理。
25 较佳地，在对刻蚀对象无需刻蚀的背面进行金属化处理之前还包括对所述刻蚀对象的背面沉积阻挡层。
较佳地，在对所述刻蚀对象的背面沉积阻挡层之前还包括对所述刻蚀对象的背面进行清洗。
较佳地，在对所述刻蚀对象需要刻蚀的正面进行电化学刻蚀处理之后还包

括：

清除所述刻蚀对象的背面的金属层；

清除所述刻蚀对象的背面的阻挡层。

- 5 较佳地，在对所述刻蚀对象需要刻蚀的正面进行电化学刻蚀处理之后还包括清除刻蚀对象的背面的金属层。

较佳地，所述金属层的厚度大于等于 10nm。

较佳地，所述阻挡层的材料为氧化钽、氮化钽、钽、钛、氮化钛、钴中的任意一种。

较佳地，所述阻挡层的厚度小于等于 1nm。

- 10 较佳地，在对所述刻蚀对象需要刻蚀的正面进行电化学刻蚀处理的步骤中，采用面接触的方式向所述金属层供电。

较佳地，在对所述刻蚀对象需要刻蚀的正面进行电化学刻蚀处理的步骤中，电化学刻蚀采用的刻蚀溶液为 KOH、HF 和 TMAH 中的任意一种。

- 15 较佳地，在对所述刻蚀对象需要刻蚀的正面进行电化学刻蚀处理的步骤中，通过边缘夹持的方式将所述刻蚀对象放置于电化学刻蚀装置的夹盘上。

一种电化学刻蚀装置，所述装置包括：

镀层模块，用于对所述刻蚀对象的背面进行金属化处理，以在所述刻蚀对象的背面形成金属层；

电化学刻蚀模块，用于对所述刻蚀对象的正面进行电化学刻蚀处理；

- 20 控制模块，包括：

传动机构，用于将所述刻蚀对象传送至镀层模块，以及将所述刻蚀对象从镀层模块转移至电化学刻蚀模块；

控制器，用于向所述传动机构、所述镀层模块和所述电化学刻蚀模块发送工作指令；

- 25 所述控制器控制所述传动机构先将所述刻蚀对象传送至所述镀层模块，当所述刻蚀对象到达所述镀层模块时，所述控制器向所述镀层模块发送工作指令，所述镀层模块对所述刻蚀对象的背面进行金属化处理；

所述镀层模块结束工作后，所述控制器控制所述传动机构将所述刻蚀对象从所述镀层模块转移至所述电化学刻蚀模块；

当所述刻蚀对象到达所述电化学刻蚀模块时，所述控制器向所述电化学模块发送工作指令，控制所述电化学刻蚀模块对所述刻蚀对象的正面进行电化学刻蚀处理。

本发明的积极进步效果在于：在本发明中，在电化学刻蚀处理之前，首先对刻蚀对象的背面进行金属化处理，能够极大地降低刻蚀对象的电阻，从而可以有效地规避刻蚀对象边缘效应；在电化学处理时，通过向刻蚀对象的背面的金属层通电，能够准确地控制刻蚀对象表面各处的电势，使刻蚀对象各处的电势保持一致，避免刻蚀过程中电流密度分布不均匀，进而可以准确地控制刻蚀对象的刻蚀速率，极大地降低了导电性较差的刻蚀对象的电化学刻蚀的难度。

附图概述

本发明的特征、性能由以下的实施例及其附图进一步描述。

图 1 为本发明实施例 1 的电化学刻蚀方法的流程示意图；

图 2 为本发明实施例 2 的电化学刻蚀方法的流程示意图。

本发明的较佳实施方式

为详细说明本发明的技术内容、构造特征、所达成目的及效果，下面将结合实施例并配合图式予以详细说明，但并不因此将本发明限制在所述的实施例范围之中。

实施例 1

电化学刻蚀工艺通过选择合适的电解液并控制工作电极的电势以及电流可以精确控制刻蚀的速率，因此电化学刻蚀工艺在半导体加工中具有很大的应用潜力。电化学刻蚀的对象通常为导电性较好的材料，导电性较好的材料不同位置处的电势一致性好，刻蚀均匀性好。对于导电性较差的材料，电阻较大的区域在刻蚀过程中容易形成较高的局部电势，导致刻蚀不均匀。此外导电性差还会造成刻蚀速率的下降，延长刻蚀时间。举例来说，硅的导电性很差，即使切割成 2cm*2cm 的小块，电阻也高达 1MΩ。导电性较差的材料在电化学刻蚀时通常会通过提高电压的方法来提高刻蚀速率，但仍无法解决刻蚀的均匀性。目前对于导电性较差的材料尚没有一种比较好的方法进行电化学刻蚀。

本发明实施例提供了一种电化学刻蚀方法，可以应用于导电性差的材料。

本发明实施例中的刻蚀对象为硅片，当然，刻蚀对象不局限于此，也可以为其
他导电性差的材料。

电化学刻蚀方法如图 1 所示，包括如下步骤：

S100、对硅片无需刻蚀的背面进行金属化处理，在硅片的背面形成金属层。

5 S200、在硅片需要刻蚀的正面进行电化学刻蚀处理。

在电化学刻蚀处理之前，首先对硅片的背面进行金属化处理，能够极大地
降低硅片的电阻，从而可以有效地规避硅片边缘效应。在电化学处理时，通过
向硅片背面的金属层通电，能够准确地控制硅片表面各处的电势，使硅片各处
的电势保持一致，避免刻蚀过程中电流密度分布不均匀，进而可以使得硅片正
10 面的电化学刻蚀速率保持一致。因而本实施例极大地降低了通过电化学方法对
硅片刻蚀的难度，优化了电化学硅刻蚀工艺的性能和效果，使得通过电化学方
法对硅片刻蚀的工艺可以实现量产。

在本实施例中，选用导电性能良好的金属，如铜、银、铝等。

金属层的厚度大于等于 10nm。较厚的金属层可以提供更低的电阻，增强刻
15 蚀对象的电导性能，在通电后能够保持刻蚀对象各处的电势一致，而且金属层
不易在通电过程中发生损坏，有利于提高电化学刻蚀过程中的稳定性。此外较
厚的金属层可以在一定程度上提供更好的结构支撑和稳定性，它可以增加刻蚀
对象背面的机械强度，并减少变形或破裂的风险。

在步骤 S200 中，采用面接触的方式向金属层供电。面接触的方式相对点
20 接触的方式不仅不易破坏金属层，而且供电更为稳定。

在步骤 S200 中，电化学刻蚀采用的刻蚀溶液为 KOH、HF 和 TMAH 中的
任意一种。

在步骤 S200 中，通过边缘夹持的方式将刻蚀对象放置于电化学刻蚀装置
的夹盘上。通过边缘夹持的方式，可以避免对刻蚀对象背面的金属层造成损伤，
25 从而影响刻蚀对象背面电阻的差异化，最终对电化学刻蚀的均匀性造成影响。

在本实施例中，通过沉积的方式对硅片进行金属化处理，在硅片表面生长
出金属层。由于对硅片进行金属化处理的过程中，金属可能会侵入到硅片中，
影响后续的生产工艺，因此在步骤 S100 之前还包括步骤 S90、对硅片的背面沉
积阻挡层。通过沉积阻挡层可以有效地控制金属的扩散，防止金属进入硅片的

内部。此外，通过沉积阻挡层还可以提供良好的金属附着性，阻挡层可以增加金属与硅片背面的附着力，确保金属化层与硅片背面之间的良好接触。

其中，阻挡层的材料可以为氧化钽、氮化钽、钽、钛、氮化钛、钴中的任意一种。

5 此外，阻挡层的厚度还需要小于等于 1nm。阻挡层的厚度薄，既能防止金属层扩散到刻蚀对象的内部，同时还能够保证通电后刻蚀对象各处的电势的一致性。

此外，在步骤 S90 之前还包括步骤 S80、对硅片的背面进行清洗。这一步骤有利于清除硅片的背面的杂质，增强阻挡层与硅片的结合性。

10 最后，在 S200 之后还包括：

S300、清除硅片背面的金属层。

S400、清除硅片背面的阻挡层。

当然，在刻蚀完成后如果需要保留金属层，那么可以无需进行 S300 和 S400。

实施例 2

15 在发明本实施例中，如果刻蚀对象的背面在进行金属化处理时，金属不易侵入到刻蚀对象内部，那么则无需进行 S90，如图 2 所示，此时的电化学刻蚀方法包括：

S100、对硅片无需刻蚀的背面进行金属化处理，在硅片的背面形成金属层；

S200、在硅片需要刻蚀的正面进行电化学刻蚀处理；

20 S300、清除硅片的背面的金属层。

在本实施例中，可以选用铝作为金属层进行沉积，其中铝中掺杂 1%-2% 的硅。

在其他实施例中，对硅片背面进行金属化处理的方式不局限于此，也可以通过制备表面平整度较高的金属片，直接贴合到硅片的背面。

25 当然，在刻蚀完成后如果需要保留金属层，那么可以无需进行 S300。

当然，在本实施例中，也可以在 S100 之前，对硅片的背面进行清洗，从而增加金属层与硅片的结合能力。

实施例 3

本发明实施例提供了一种电化学刻蚀装置，装置包括镀层模块、电化学刻

蚀模块和控制模块，镀层模块用于对刻蚀对象的背面进行金属化处理，以在刻蚀对象的背面形成金属层，电化学刻蚀模块用于对刻蚀对象的正面进行电化学刻蚀处理。

- 控制模块，包括：传动机构，用于将刻蚀对象传送至镀层模块，以及将刻蚀对象从镀层模块转移至电化学刻蚀模块；控制器，用于向传动机构、镀层模块和电化学刻蚀模块发送工作指令；控制器控制传动机构先将刻蚀对象传送至镀层模块，当刻蚀对象到达镀层模块时，控制器向镀层模块发送工作指令，镀层模块对刻蚀对象的背面进行金属化处理；镀层模块结束工作后，控制器控制传动机构将刻蚀对象从镀层模块转移至电化学刻蚀模块；当刻蚀对象到达电化学刻蚀模块时，控制器向电化学模块发送工作指令，控制电化学刻蚀模块对刻蚀对象的正面进行电化学刻蚀处理。

镀层模块可以采用现有的电镀装置，通过电镀的方式对刻蚀对象的背面进行金属化处理。电化学刻蚀模块可以采用现有的电化学刻蚀机台。传动机构可以采用现有的传动系统，如机械手。

- 在电化学刻蚀模块对刻蚀对象的正面进行刻蚀处理之前，先通过镀层模块对刻蚀对象的背面进行金属化处理，来降低刻蚀对象的背面的电阻，从而能够准确地控制刻蚀对象表面各处的电势，使刻蚀对象各处的电势保持一致，避免在刻蚀过程中电流密度分布不均匀的现象，进而可以使得刻蚀对象的正面的电化学刻蚀速率保持一致。

- 虽然以上描述了本发明的具体实施方式，但是本领域的技术人员应当理解，这些仅是举例说明，在不背离本发明的原理和实质的前提下，可以对这些实施方式做出多种变更或修改。因此，本发明的保护范围由所附权利要求书限定。

权 利 要 求

1. 一种电化学刻蚀方法，其特征在于，包括：
- 对刻蚀对象无需刻蚀的背面进行金属化处理，在所述刻蚀对象的背面形成
- 5 金属层；
- 对所述刻蚀对象需要刻蚀的正面进行电化学刻蚀处理。
2. 如权利要求 1 所述的电化学刻蚀方法，其特征在于，在对刻蚀对象无需刻蚀的背面进行金属化处理之前还包括对所述刻蚀对象的背面沉积阻挡层。
3. 如权利要求 2 所述的电化学刻蚀方法，其特征在于，在对所述刻蚀对象
- 10 的背面沉积阻挡层之前还包括对所述刻蚀对象的背面进行清洗。
4. 如权利要求 2 所述的电化学刻蚀方法，其特征在于，在对所述刻蚀对象需要刻蚀的正面进行电化学刻蚀处理之后还包括：
- 清除所述刻蚀对象的背面的金属层；
- 清除所述刻蚀对象的背面的阻挡层。
- 15 5. 如权利要求 1 所述的电化学刻蚀方法，其特征在于，在对所述刻蚀对象需要刻蚀的正面进行电化学刻蚀处理之后还包括清除刻蚀对象的背面的金属层。
6. 如权利要求 1 所述的电化学刻蚀方法，其特征在于，所述金属层的厚度大于等于 10nm。
- 20 7. 如权利要求 2 所述的电化学刻蚀方法，其特征在于，所述阻挡层的材料为氧化钽、氮化钽、钽、钛、氮化钛、钴中的任意一种。
8. 如权利要求 2 所述的电化学刻蚀方法，其特征在于，所述阻挡层的厚度小于等于 1nm。
9. 如权利要求 1 所述的电化学刻蚀方法，其特征在于，在对所述刻蚀对象
- 25 需要刻蚀的正面进行电化学刻蚀处理的步骤中，采用面接触的方式向所述金属层供电。
10. 如权利要求 1 所述的电化学刻蚀方法，其特征在于，在对所述刻蚀对象需要刻蚀的正面进行电化学刻蚀处理的步骤中，电化学刻蚀采用的刻蚀溶液为 KOH、HF 和 TMAH 中的任意一种。

11. 如权利要求 1 所述的电化学刻蚀方法，其特征在于，在对所述刻蚀对象需要刻蚀的正面进行电化学刻蚀处理的步骤中，通过边缘夹持的方式将所述刻蚀对象放置于电化学刻蚀装置的夹盘上。
12. 一种电化学刻蚀装置，其特征在于，所述装置包括：
- 5 镀层模块，用于对所述刻蚀对象的背面进行金属化处理，以在所述刻蚀对象的背面形成金属层；
- 电化学刻蚀模块，用于对所述刻蚀对象的正面进行电化学刻蚀处理；
- 控制模块，包括：
- 传动机构，用于将所述刻蚀对象传送至镀层模块，以及将所述刻蚀对象从
- 10 镀层模块转移至电化学刻蚀模块；
- 控制器，用于向所述传动机构、所述镀层模块和所述电化学刻蚀模块发送工作指令；
- 所述控制器控制所述传动机构先将所述刻蚀对象传送至所述镀层模块，当所述刻蚀对象到达所述镀层模块时，所述控制器向所述镀层模块发送工作指令，
- 15 所述镀层模块对所述刻蚀对象的背面进行金属化处理；
- 所述镀层模块结束工作后，所述控制器控制所述传动机构将所述刻蚀对象从所述镀层模块转移至所述电化学刻蚀模块；
- 当所述刻蚀对象到达所述电化学刻蚀模块时，所述控制器向所述电化学模块发送工作指令，控制所述电化学刻蚀模块对所述刻蚀对象的正面进行电化学
- 20 刻蚀处理。