

2025 GFET-S2X 测量协议及处理说明

石墨烯场效应晶体管芯片：GFET-S20, S21, S22

www.graphenea.com

背栅

可以通过用金刚石笔在芯片一个角落的 90 纳米厚的二氧化硅 (SiO_2) 上划痕，从芯片顶面接触硅；或者从芯片的底面接触硅，例如使用探针台卡盘。图 2 显示了当在硅上施加栅极电压 V_k 时的典型转移曲线。

典型测量配置

以下解释了可在 GFET-S2X 芯片中执行的不同电测量。这些器件允许通过同时施加两个电压来进行场效应测量：

源漏电压 (V_{SD})：在两个探针（源极和漏极）之间施加，同时将其中一个接地（见图 1a）。 V_{SD} 能够使电荷载流子通过石墨烯通道传输，伴随相应的源漏电流 (I_{SD})。可以改变 V_{SD} 以获得所需的 I_{SD} 结果（见图 1b）。

栅极电压：此电压可以施加在基板上的硅 (Si) 上（背栅），或者施加在芯片顶部放置的离子液体上（液栅），下面将对此进行解释。

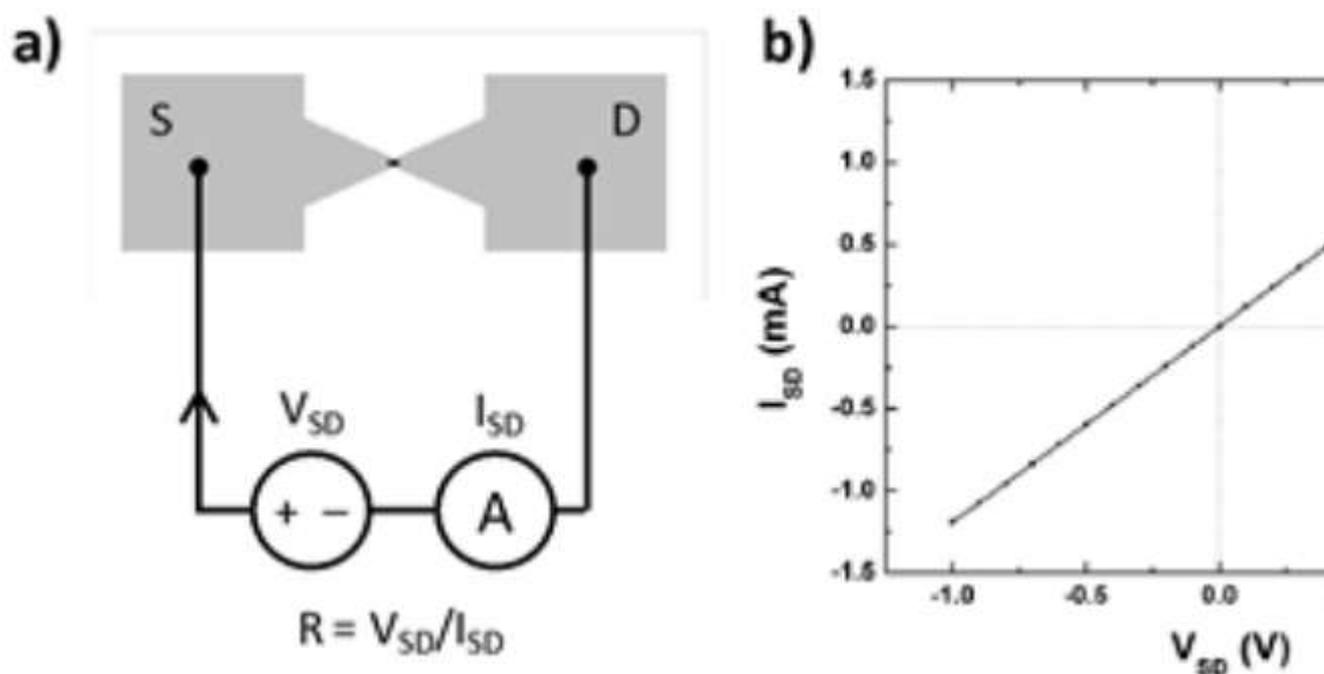


图 1: a) 2 探针器件示意图，具有相应的电测量配置。b) 在室温和真空条件下测量的典型输出曲线。

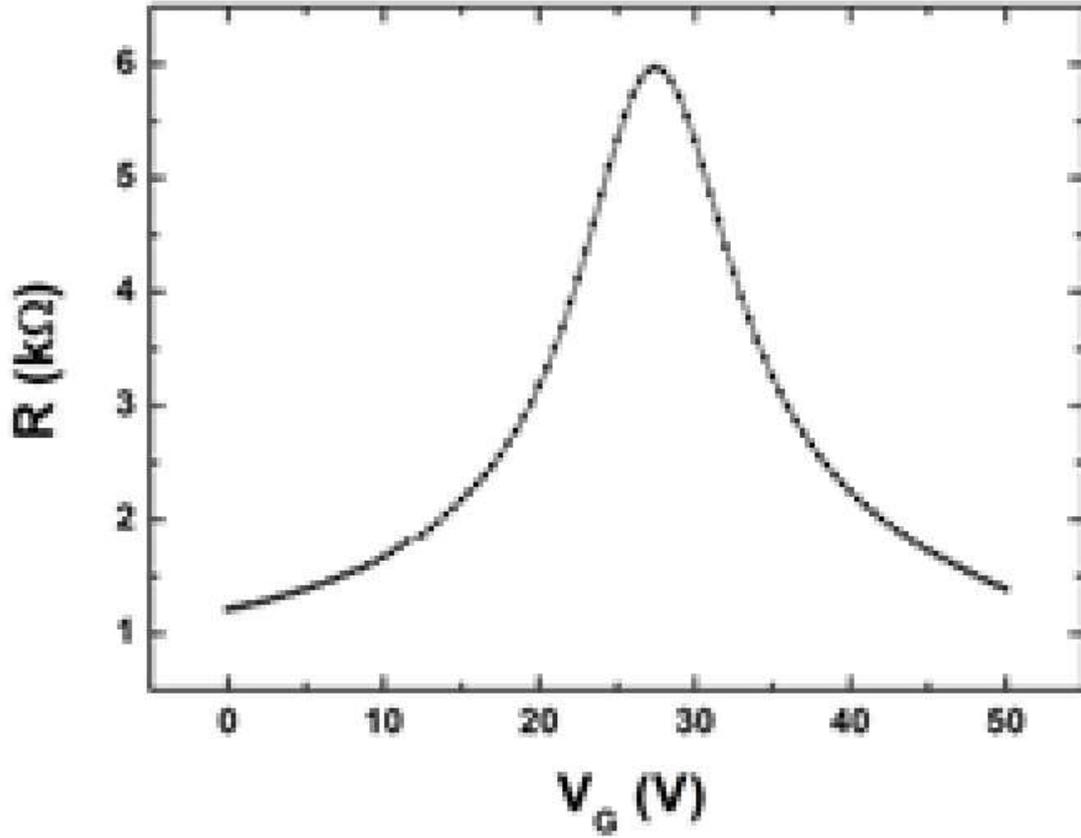


图 2: 石墨烯器件的典型转移曲线, 其中器件电阻 R 作为背栅电压 V_k 的函数进行测量。从图 2 中的数据可以计算出与石墨烯相关的几个参数
石墨烯的电阻率通常以每单位厚度的形式表示, 即所谓的方阻:

$$R_s = R \frac{W}{L},$$

其中 W 和 L 分别为石墨烯通道的宽度和长度。场效应迁移率 (μ_{FE}) 可以使用以下公式计算:

$$\mu_{FE} = g \cdot \frac{1}{C_{SiO_2}},$$

液栅

或者，通过向与器件通道接触的离子液体施加电压，可以修改石墨烯中的电荷载流子密度。该电压可以以下述两种方式施加：

- 通过浸入液体中的外部电极。为此广泛使用 Ag/AgCl 电极。
- 通过位于芯片中央区域的非封装电极（参见 TDS 文件）。

图 3 显示了使用芯片上电极进行液栅时获得的典型转移曲线。

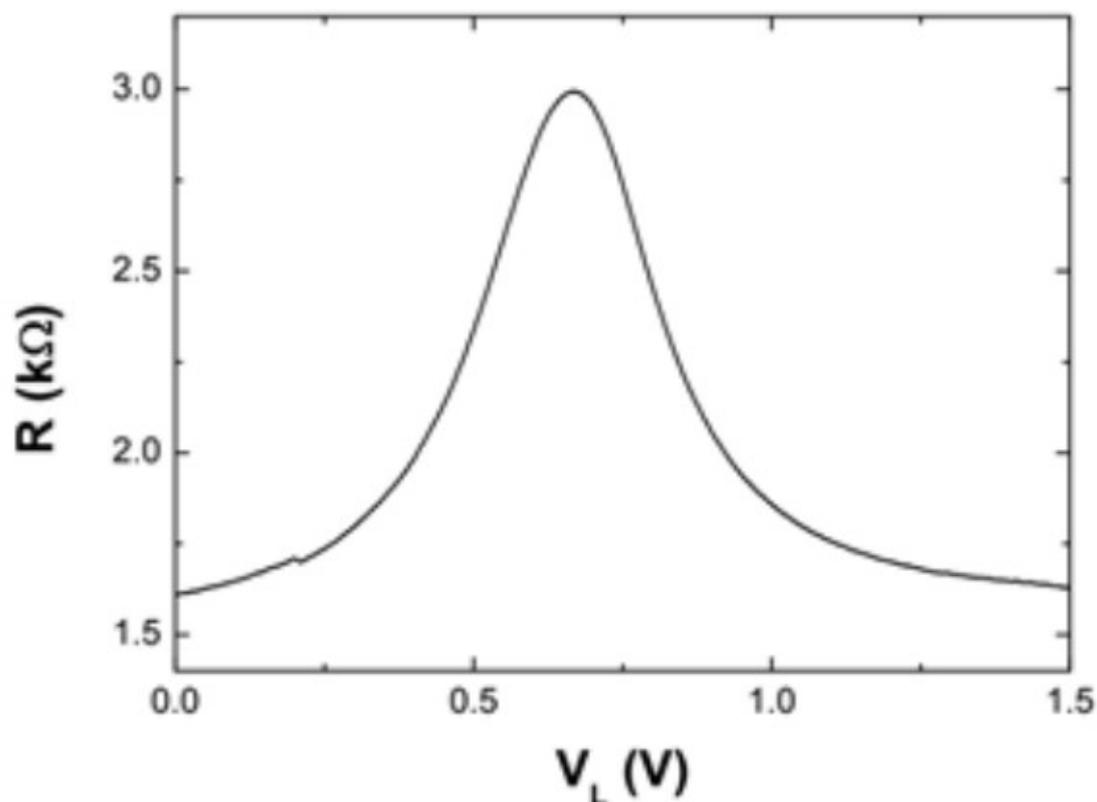


图 3：在 S20 芯片上，通过磷酸盐缓冲盐水（PBS，0.001X）进行栅控，使用芯片上的 Au 电极。

掺杂减少处理

石墨烯在暴露于空气后，由于水分子和其他吸附物的吸附，在二氧化硅上通常会呈现 p 型掺杂，其结果是狄拉克点移动到正栅极电压，并且可能导致狄拉克电压位于推荐的栅极电压范围之外，特别是在背栅测量期间。

将 GFET 芯片浸入丙酮中至少 12 小时可减少掺杂。之后，应使用异丙醇（IPA）冲洗芯片，并用氩气或氮气枪适当干燥。为了保持此处理的有效性，应在惰性气氛或真空中进行背栅电特性表征。对于液栅测量，也建议进行此处理。

此外，强烈建议将芯片存放在低湿度环境（N₂ 柜、干燥器或真空）中。

液栅器件稳定化

为了在器件上获得稳定的狄拉克点，我们建议在任一器件中连续运行 3 次栅控测量。这确保了不仅在该器件中，而且在所有其余器件中的狄拉克点均稳定（见图 4）。

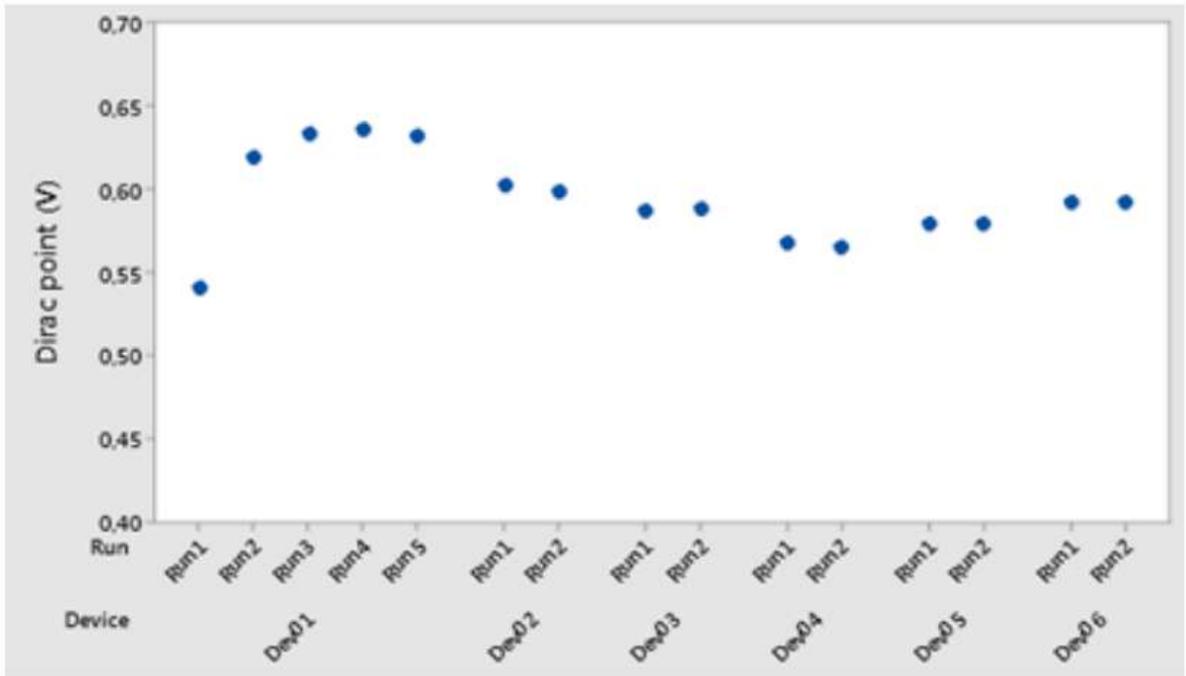


图 4：液栅稳定化测量。在器件 01 中，狄拉克点在第三次测量运行后变得稳定。一旦测量了器件 01，其他器件也会变得稳定。

基本处理说明

我们 GFET 中使用的石墨烯是高质量的单层化学气相沉积 (CVD) 石墨烯，并且极易因外部因素而损坏。为了保持器件的质量，我们建议您采取以下预防措施：

- 在处理 GFET 芯片时要小心，不要让镊子接触到器件区域。应避免使用金属镊子，因为它们可能会损坏/划伤芯片边缘/表面。
- 将器件视为敏感电子设备，并采取防静电放电的预防措施。
- 理想情况下，应存放在惰性气氛下或真空中，以最大限度地减少从周围空气中吸附未知物质。
- 不要对 GFET 芯片进行超声处理。
- 不要对 GFET 芯片进行任何等离子体处理。
- 不要使 GFET 芯片暴露于强氧化剂下。

免责声明：Graphenea 认为本说明中的信息是准确的，并代表了我們目前可获得的最佳和最新信息。Graphenea 不对材料的适用性或本档中包含信息的准确性做出任何明示或暗示的陈述或保证。因此，Graphenea 不对因使用或依赖此信息而造成的损害负责。

器件寿命

器件将长时间保持导电性（自购买之日起至少 3 个月）。但是，如果器件存储时间过长，尤其是存储不当，可能会发生迁移率变化；有关建议，请参阅上文的处理说明部分。

如果将器件存放在惰性气氛中并密封以避免环境污染，则存储 1 个月后的迁移率变化可能相对于原始迁移率高达 $\pm 15\%$ 。因此，我们建议使用日期为购买器件后的 1 个月内。