



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117063268 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 14

(21) 申请号 202180043840.4

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2021.12.20

H01L 21/31 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.12.19

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2021/139737 2021.12.20

(87) PCT国际申请的公布数据
W02023/115265 ZH 2023.06.29

(71) 申请人 华为技术有限公司
地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72) 发明人 谭万良 李宇星 蔡佳林 许俊豪

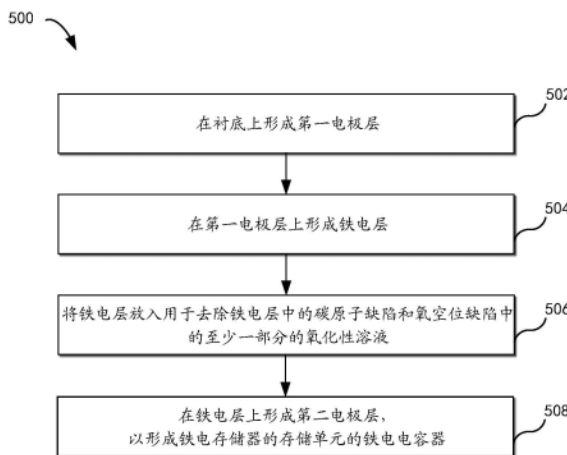
(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256
专利代理师 张宁 姚宗妮

(54) 发明名称

铁电存储器及其制造方法

(57) 摘要

本公开涉及一种用于制造铁电存储器的方法。该方法包括将铁氧层放入弱腐蚀性的氧化性溶液中,氧化性溶液可以与铁氧层中的碳缺陷快速反应以去除碳缺陷,并且还可以与铁电层中的氧空位发生反应,以填充氧空位。通过调控铁电层中的碳缺陷浓度与氧空位缺陷浓度,可以达到调控铁电层的铁电极化特性与可靠性的效果。此外,在可以将多个晶圆一同放入氧化性溶液中同时进行处理的情形下,可以显著提高生产效率并且降低制造成本。



(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2023年6月29日 (29.06.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/115265 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 21/31 (2006.01) *H01L 27/115* (2017.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/139737

(22) 国际申请日: 2021年12月20日 (20.12.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(72) 发明人: 谭万良 (TAN, Wanliang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 李宇星 (LI, Yuxing); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong

518129 (CN)。 蔡佳林 (CAI, Jialin); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 许俊豪 (XU, Jeffrey Junhao); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(74) 代理人: 北京市金杜律师事务所 (KING & WOOD MALLESONS); 中国北京市朝阳区东三环中路1号环球金融中心办公楼东楼20层, Beijing 100020 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,

(54) Title: FERROELECTRIC MEMORY AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 铁电存储器及其制造方法

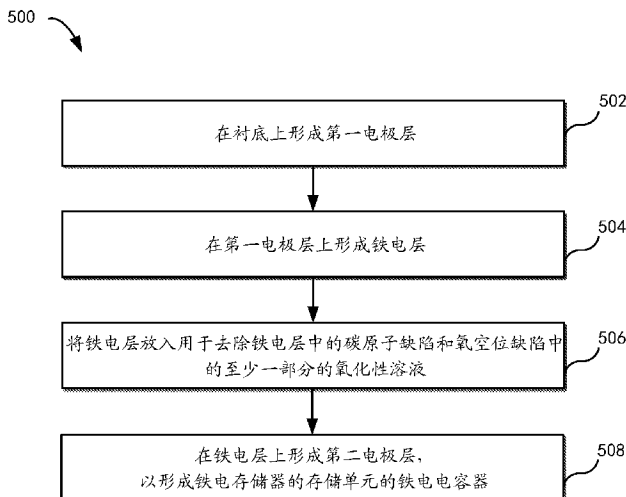


图 5

- 502 Form a first electrode layer on a substrate
- 504 Form a ferroelectric layer on the first electrode layer
- 506 Place the ferroelectric layer into an oxidizing solution, which is used for removing at least some carbon atom defects and oxygen vacancy defects from the ferroelectric layer
- 508 Form a second electrode layer on the ferroelectric layer to form a ferroelectric capacitor of a memory unit of a ferroelectric memory

(57) Abstract: The present disclosure relates to a method for manufacturing a ferroelectric memory. The method comprises placing a ferrite layer into a weakly corrosive oxidizing solution. The oxidizing solution can rapidly react with carbon defects in the ferrite layer to remove the carbon defects, and may also react with oxygen vacancies in a ferroelectric layer to fill the oxygen vacancies. By regulating and controlling the carbon defect concentration and the oxygen vacancy defect concentration in the ferroelectric layer, the effects of regulating and controlling the ferroelectric polarization characteristic and reliability of the ferroelectric layer can be achieved.

LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

In addition, in the case where a plurality of wafers can be put into the oxidizing solution together for processing at the same time, the production efficiency can be obviously improved and the manufacturing cost can be reduced.

(57) 摘要: 本公开涉及一种用于制造铁电存储器的方法。该方法包括将铁氧层放入弱腐蚀性的氧化性溶液中, 氧化性溶液可以与铁氧层中的碳缺陷快速反应以去除碳缺陷, 并且还可以与铁电层中的氧空位发生反应, 以填充氧空位。通过调控铁电层中的碳缺陷浓度与氧空位缺陷浓度, 可以达到调控铁电层的铁电极化特性与可靠性的效果。此外, 在可以将多个晶圆一同放入氧化性溶液中同时进行处理的情形下, 可以显著提高生产效率并且降低制造成本。

铁电存储器及其制造方法

技术领域

本公开涉及电子领域，更具体而言涉及铁电存储器及其制造方法。

背景技术

人们的日常生活已经离不开各类电子设备，人们每天与各类电子设备互动的次数可达上千次。传输、处理和存储这些互动中产生的海量数据是信息技术核心。因此，需要各种各样的存储器来将这些海量数据进行存储。

一种常见存储器是铁电随机存取存储器（ferroelectric random access memory, FeRAM）。FeRAM 能在非常低的电能需求下快速地存储，它有望在消费者的小型设备中得到广泛地应用，比如个人数字助理、手机、功率表、智能卡以及安全系统。一种常见的 FeRAM 包括多个存储单元，每个存储单元包括至少一个金属-铁电层-金属电容器。铁电层可以包括氧化铪薄膜，并且其两侧的金属层除了提供基本的基础电极接触功能，还可以在退火结晶过程中通过热膨胀来提供应力，从而诱导氧化铪薄膜产生出铁电晶相，进而产生铁电极化特性。

氧化铪薄膜内部存在一些碳杂质缺陷和氧空位缺陷。一方面，FeRAM 的铁电极化特性的强弱取决于其内部铁电晶相含量的多少，而其退火结晶过程受到其内部杂质含量的影响。另一方面，FeRAM 的一大关键特性是可靠性，具体包括漏电电流、击穿特性、觉醒效应、反复擦写寿命、数据保持时间等。缺陷的存在可能影响 FeRAM 的可靠性。一种形成铁电层的常规方法是在反应室内通过物理气相沉积（physical vapor deposition, PVD）方法使用等离子体轰击铁电材料靶材，以在电极表面溅射得到一层铁电层。由于 PVD 方法制备的铁电层一般而言氧空位缺陷很多，所以在氩气溅射气体中混合通入一定浓度的氧气来调整铁电层中氧空位缺陷浓度，进而达到调控铁电层内的氧空位缺陷的效果。然而，PVD 方法本身存在离子轰击过程，一方面会对金属电极-铁电层之间的下界面造成离子轰击损伤，另一方面在沉积过程中也很难控制铁电层自身内部受到的离子轰击损伤。离子轰击损伤较多会导致 PVD 方法制备的铁电层的内部缺陷浓度较高，进而导致 PVD 方法制备的铁电层的可靠性较差。

发明内容

鉴于上述问题，本公开的实施例旨在提供一种铁电存储器的制造方法，用于提高铁电存储器的可靠性。

根据本公开的第一方面，提供一种用于制造铁电存储器的方法。该方法包括：在衬底上形成第一电极层以及在第一电极层上形成铁电层。该方法还包括：将铁电层放入用于去除铁电层中的碳缺陷和氧空位缺陷中的至少一部分的氧化性溶液；以及在铁电层上形成第二电极层，以形成铁电存储器的存储单元的铁电电容器。通过将铁电层放入弱腐蚀性的氧化性溶液中，氧化性溶液可以与铁电层中的碳缺陷快速反应以去除碳缺陷，并且还可以与铁电层中的氧空位发生反应，以填充氧空位。通过在不使用 PVD 溅射的情形下调控铁电层中的碳缺陷浓度与氧空位缺陷浓度，可以达到调控铁电层的铁电极化特性与可靠性的效果。此外，在可以将多个晶圆一同放入氧化性溶液中同时进行处理的情形下，可以显著提高生产效率并且降低制造成本。

在第一方面的一种可能实现方式中，该方法还包括：在形成第二电极层之后，对包括第一电极层、铁电层和第二电极层的衬底执行快速热退火工艺。通过使用快速热退火，可以以热膨胀的方式在第一电极层、铁电层和第二电极层中提供应力。应力可以诱导氧化铪薄膜产生出更多的铁电晶相，进而提升铁电极化特性。

在第一方面的一种可能实现方式中，该方法还包括：在将铁电层放入氧化性溶液之前：在铁电层上形成牺牲电极层；对包括第一电极层、铁电层和牺牲电极层的衬底执行快速热退火工艺；以及去除牺牲电极层。一方面，在将铁电层放入氧化溶液之前通过快速热退火来形成应力以用于结晶，并且随后去除牺牲电极并且将铁电层置入氧化性溶液以用于降低缺陷浓度。这可以对结晶时铁电层中的缺陷浓度、以及结晶后铁电层中的缺陷浓度实现了分别控制，从而使得铁电存储器具有较强的铁电极化特性与较高的循环擦写寿命。另一方面，该方法不影响铁电层自身的沉积过程（因为在此实现方式中，铁电层在形成牺牲电极之前已完成），可以在提升铁电层的同时，有效控制其制造生产成本。

在第一方面的一种可能实现方式中，铁电层包括氧化铪层。在第一电极层上形成铁电层包括：使用原子层沉积（atom layer deposition, ALD）在第一电极层上形成氧化铪层。通过使用 ALD 沉积氧化铪层，可以有效避免常规 PVD 溅射方式对氧化铪层造成的内部损伤，并且提高铁电存储器的可靠性。

在第一方面的一种可能实现方式中，氧化铪层包括氧化铪基材料或由其制成。氧化铪基材料是指基于氧化铪材料体系的铁电材料，比如，可以是硅（Si）掺杂的二氧化铪（ HfO_2 ）、铝（Al）掺杂的 HfO_2 、镧（La）掺杂的 HfO_2 、钇（Y）掺杂的 HfO_2 、钆（Gd）掺杂的 HfO_2 、锶（Sr）掺杂的 HfO_2 等；或者也可以是铪锆氧（hafniumzirconiumoxide, HZO）体系，比如，可以是铪锆氧 HZO，镧（La）掺杂的 HZO、钇（Y）掺杂的 HZO、锶（Sr）掺杂的 HZO、钆（Gd）掺杂的 HZO、钆镧（Gd/La）共掺杂的 HZO、钇镧（Y/La）共掺杂的 HZO 等。HZO 是 $\text{HfO}_2\text{-ZrO}_2$ 固溶质。HZO 也可以表示为 $\text{Hf}_x\text{Zr}_{(1-x)}\text{O}_2$ ，其中 x 范围可以为 0.1 到 0.9。HZO 是铁电材料，对其使用 La、Y 等元素掺杂之后可以改善 HZO 的特性。

在第一方面的一种可能实现方式中，使用原子层沉积在第一电极层上形成氧化铪层包括：在反应室内使用臭氧气体与氧化铪层反应达第一时间段。通过使得臭氧气体与氧化铪层反应达第一时间段，可以预处理氧化铪层以将其缺陷浓度预控制，以提高铁电存储器的可靠性。

在第一方面的一种可能实现方式中，第一时间段位于 0.1s 和 10s 之间。在第一方面的另一种可能实现方式中，第一时间段位于 0.3s 和 5s 之间。在第一方面的另一种可能实现方式中，第一时间段位于 0.5s 和 1s 之间。

在第一方面的一种可能实现方式中，氧化性溶液对于铁电层的蚀刻速率不高于每分钟 0.5nm。通过使用对于铁电层为惰性的氧化性溶液，可以在降低缺陷浓度的同时对铁电层本身不造成实质性影响。可以以此为前提，选择合适的氧化性溶液。

在第一方面的一种可能实现方式中，氧化性溶液包括 H_2O_2 溶液、 SCl 溶液、 $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液或水溶 O_3 溶液。

在第一方面的一种可能实现方式中， H_2O_2 溶液中 H_2O_2 的质量百分比位于 0.1% 和 60% 之间、1% 和 30% 之间或 10%-20% 之间。

在第一方面的一种可能实现方式中， $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液中的 H_2O_2 质量百分比位于 0.1% 和 60% 之间， H_2SO_4 的质量百分比位于 0.1% 和 98% 之间。在另一些可能实现方式中， $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液中的 H_2O_2 质量百分比位于 1% 和 30% 之间， H_2SO_4 的质量百分比位于 1% 和 70% 之

间。在又一些可能实现方式中， H_2SO_4 ： H_2O_2 溶液中的 H_2O_2 质量百分比位于10%和20%之间， H_2SO_4 的质量百分比位于10%和40%之间。

在第一方面的一种可能实现方式中，水溶 O_3 溶液中的 O_3 的浓度位于0.01mg/L和10mg/L之间。在另一些可能实现方式中，水溶 O_3 溶液中的 O_3 的浓度位于0.1mg/L和7mg/L之间。在又一些可能实现方式中，水溶 O_3 溶液中的 O_3 的浓度位于1mg/L和3mg/L之间。

在第一方面的一种可能实现方式中，SC1溶液为 NH_4OH ： H_2O_2 ： H_2O 溶液。在一些可能实现方式中，SC1溶液的 NH_4OH 质量百分比位于0.1%至30%之间，并且 H_2O_2 质量百分比位于0.1%至60%之间。在另一些可能实现方式中，SC1溶液的 NH_4OH 质量百分比位于1%至10%之间，并且 H_2O_2 质量百分比位于1%至30%之间。在又一些可能实现方式中，SC1溶液的 NH_4OH 质量百分比位于3%至5%之间，并且 H_2O_2 质量百分比位于5%至10%之间。

在第一方面的一种可能实现方式中，该方法还包括：检测铁电电容器的铁电极化特性；以及基于铁电极化特性，对氧化性溶液进行调整。在一些可能实现方式中，对于使用相同工艺制造的晶圆，可以选择将若干晶圆（作为样本）放入溶液进行处理，并且测量经该处理之后的铁电电容器的铁电极化强度。基于样本的测量结果，可以相应调整氧化性溶液的参数，例如浓度和配方等。这样，后续晶圆可以使用经调整的氧化性溶液以获得期望的铁电极化强度。通过使用样本测量并且基于测量结果调整配方，可以以低成本并且高效的方式提高铁电存储器中的铁电电容器的缺陷处理，在获得高铁电极化强度和高循环擦写次数的铁电存储器的同时，标准化制造工艺并且降低其时间成本。

在本公开的第二方面中，提供一种铁电存储器，其由根据第一方面的方法制成。

在本公开的第三方面中，提供一种电子组件，包括电路板和根据第二方面的铁电存储器，该铁电存储器位于电路板上。

在本公开的第四方面中，提供一种电子设备，包括供电装置和根据第二方面的铁电存储器，该铁电存储器由供电装置供电。

在本公开的第五方面中，提供一种集成电路芯片，包括封装件和根据第二方面的铁电存储器，该铁电存储器位于封装件中。

应当理解，发明内容部分中所描述的内容并非旨在限定本公开的实施例的关键或重要特征，亦非用于限制本公开的范围。本公开的其他特征将通过以下的描述变得容易理解。

附图说明

结合附图并参考以下详细说明，本公开各实施例的上述和其他特征、优点及方面将变得更加明显。在附图中，相同或相似的附图标记表示相同或相似的元素，其中：

图1示出了本公开的一些实施例可以实施于其中的电子设备的框图；

图2示出了本公开的一些实施例可以实施于其中的铁电存储器的电路图；

图3示出了本公开的一些实施例可以实施于其中的铁电存储器中的一个存储单元的电路图；

图4示出了常规铁电存储器中的铁电电容器的结构图；

图5示出了根据本公开的一些实施例的方法的流程图；

图6示出了根据本公开的一些实施例的方法的效果示意图；

图7示出了根据本公开的一些实施例的方法所得的铁电存储器与常规铁电存储器的性能对比示意图；以及

图 8 示出了根据本公开的另一些实施例的方法所得的铁电存储器与常规铁电存储器的性能对比示意图。

具体实施方式

下面将参照附图更详细地描述本公开的实施例。虽然附图中显示了本公开的某些实施例，然而应当理解的是，本公开可以通过各种形式来实现，而且不应该被解释为限于这里阐述的实施例，相反提供这些实施例是为了更加透彻和完整地理解本公开。应当理解的是，本公开的附图及实施例仅用于示例性作用，并非用于限制本公开的保护范围。

在本公开的实施例的描述中，术语“包括”及其类似用语应当理解为开放性包含，即“包括但不限于”。术语“基于”应当理解为“至少部分地基于”。术语“一个实施例”或“该实施例”应当理解为“实施例”。术语“第一”、“第二”等等可以指代不同的或相同的对象。术语“和/或”表示由其关联的两项的至少一项。例如“A 和/或 B”表示 A、B、或者 A 和 B。下文还可能包括其他明确的和隐含的定义。

应理解，本申请实施例提供的技术方案，在以下具体实施例的介绍中，某些重复之处可能不再赘述，但应视为这些具体实施例之间已有相互引用，可以相互结合。

铁电存储器是基于铁电材料的铁电效应来存储数据。铁电存储器因其超高的存储密度、低功耗和高速度等优势，有望成为替代动态随机存取存储器(dynamic random access memory, DRAM)的主要竞争者。铁电存储器中的存储单元包含铁电电容，铁电电容包括两个电极，以及设置于两个电极之间的铁电材料，例如铁电膜层。由于铁电材料的非线性特性，铁电材料的介电常数不仅可以调节，而且在铁电膜层极化状态翻转前后的差值非常大，这使得铁电电容与其他电容相比体积较小，比如，比 DRAM 中的用于存储电荷的电容体积小很多。

在铁电存储器中，铁电层可以采用常见的铁电材料形成。当一个电场被施加到存储单元的铁电层时，中心原子顺着电场停在低能量状态，反之，当电场反转被施加到该铁电层时，中心原子顺着电场的方向在晶体里移动并停在另一低能量状态。大量中心原子在晶体单胞中移动耦合形成铁电畴(ferroelectric domains)，铁电畴在电场作用下形成极化电荷。铁电畴在电场下反转所形成的极化电荷较高，铁电畴在电场下无反转所形成的极化电荷较低，这种铁电材料的二元稳定状态使得铁电可以作为存储器。

本申请实施例提供一种包含铁电存储器的电子设备。图 1 为本申请实施例提供的一种电子设备 100，该电子设备 100 可以是终端设备，例如手机，平板电脑，智能手环，也可以是个人电脑(personal computer, PC)、服务器、工作站等。电子设备 100 包括总线 105，以及与总线 105 连接的片上系统(system on chip, SOC) 110 和只读存储器(read-only memory, ROM) 120。SOC 110 可以用于处理数据，例如处理应用程序的数据，处理图像数据，以及缓存临时数据。ROM 120 可以用于保存非易失性数据，例如音频文件、视频文件等。ROM 120 可以为 PROM(programmable read-only memory, 可编程序只读存储器)，EPROM(erasable programmable read-only memory, 可擦除可编程只读存储器)，闪存(flash memory)等。

此外，电子设备 100 还可以包括通信芯片 130 和电源管理芯片 140。通信芯片 130 可以用于协议栈的处理，或对模拟射频信号进行放大、滤波等处理，或同时实现上述功能。电源管理芯片 140 可以用于对其他芯片进行供电。

在一种实施方式中，SOC 110 可以包括用于处理应用程序的应用处理器(application processor, AP) 111，用于处理图像数据的图像处理单元(graphics processing unit, GPU) 112，

以及用于缓存数据的随机存取存储器 (random access memory, RAM) 113。上述 AP 111、GPU 112 和 RAM 113 可以被集成于一个裸片 (die) 中, 或者分别集成于多个裸片 (die) 中, 并被封装在一个封装结构中, 例如采用 2.5D (dimension), 3D 封装, 或其他的先进封装技术。在一种实施方式中, 上述 AP 111 和 GPU 112 被集成于一个 die 中, RAM 113 被集成于另一个 die 中, 这两个 die 被封装在一个封装结构中, 以此获得更快的 die 间数据传输速率和更高的数据传输带宽。

图 2 为本公开实施例提供的一种铁电存储器 200 的结构示意图。该铁电存储器 200 可以是如图 1 所示的 RAM 113, 属于 FeRAM。在一种实施方式中, 铁电存储器 200 也可以是设置于 SOC 110 外部的 RAM。本公开不对铁电存储器 200 在设备中的位置以及与 SOC 110 的位置关系进行限定。继续如图 2, 铁电存储器 200 包括存储阵列 210、译码器 220、驱动器 230、时序控制器 240、缓存器 250 和输入输出驱动 260。存储阵列 210 包括多个呈阵列排列的存储单元 300, 其中每个存储单元 300 可以用于存储 1bit 或者多 bit 的数据。存储阵列 210 还包括字线 (wordline, WL)、位线 (bitline, BL) 等信号线。每一个存储单元 300 都与对应的字线 WL、位线 BL 电连接。上述字线 WL、位线 BL 中的一个或多个用于通过接收控制电路输出的控制电平, 选择存储阵列中待读写的存储单元 300, 以改变存储单元 300 中的铁电电容的极化方向, 从而实现数据的读写操作。

在图 2 所示铁电存储器 200 结构中, 译码器 220 用于根据接收到的地址进行译码, 以确定需要访问的存储单元 300。驱动器 230 用于根据译码器 220 产生的译码结果来控制信号线的电平, 从而实现对指定存储单元 300 的访问。缓存器 250 用于将读取的数据进行缓存, 例如可以采用先入先出 (first-in first-out, FIFO) 来进行缓存。时序控制器 230 用于控制缓存器 250 的时序, 以及控制驱动器 230 驱动存储阵列 210 中的信号线。输入输出驱动 260 用于驱动传输信号, 例如驱动接收的数据信号和驱动需要发送的数据信号, 使得数据信号可以被远距离传输。

上述存储阵列 210、译码器 220、驱动器 230、时序控制器 240、缓存器 250 和输入输出驱动 260 可以集成于一个芯片中, 也可以分别集成于多个芯片中。本公开涉及的铁电存储器 200 可以是铁电随机存取存储器 (ferroelectric random access memory, FeRAM), 也可以是铁电场效应晶体管存储器 (ferroelectric field-effect-transistor, FeFET)。比如, 图 3 给出了 FeRAM 的其中一个存储单元 300 的电路结构图, 如图 3, 该存储单元 300 包括至少两个铁电电容器 C 和一个晶体管 Tr, 例如, 图 3 示例性的给出了三个铁电电容 (如图 3 的铁电电容器 C1、铁电电容器 C2 和铁电电容器 C3), 这样的存储单元可以被称为 1TnC 存储单元。这里的晶体管 Tr 可以是金属氧化物半导体场效应晶体管 (metal-oxide-semiconductor field-effect transistor, MOSFET)。另外, 该存储单元 300 还包括字线 (word line, WL)、位线 (bit line, BL) 和板线 (plate line, PL) 信号线, 并且在该存储单元 300 中, 晶体管 Tr 的第一端与位线 BL 电连接, 晶体管 Tr 的控制端与字线 WL 电连接, 晶体管 Tr 的第二端与铁电电容器 C 的第一电极电连接, 铁电电容器 C 的第二电极与板线 PL 电连接。

在本公开中, 晶体管 Tr 的漏极 (drain) 或源极 (source) 中的一极称为第一端, 相应的另一极称为第二端, 晶体管 Tr 的控制端为栅极。晶体管 Tr 的漏极和源极可以根据电流的流向而确定, 比如, 在图 3 中, 电流从左至右时, 则左端为漏极, 右端为源极, 相反的, 当电流从右向左时, 右端为漏极, 左端为源极。可以这样理解, 这里的晶体管 Tr 是一种具有三端子的晶体管器件, 那么, 该晶体管 Tr 可以选择 NMOS (N-channel metal oxide semiconductor,

N 沟道金属氧化物半导体)管,或者可以选择 PMOS (P-channel metal oxide semiconductor, P 沟道金属氧化物半导体)管。图 3 示出的一个存储单元 300 可以用于存储多 bit 的数据,以提升每一个存储单元的存储容量。尤其是,这些铁电电容器 C 共用一个晶体管 Tr,进而,还可以减少每个存储单元 300 的晶体管的数量,以提升存储密度。

图 4 示出了常规铁电存储器中的铁电电容器 400 的结构图。铁电电容器 400 可以位于衬底上,并且可以包括堆叠的第一电极 410、铁电层 420 和第二电极 430。可以理解,一个晶圆通常可以包括多个铁电存储器裸片(例如晶圆上的每个裸片具有至少一个铁电存储器),并且每个铁电存储器可以包括多个铁电电容器 400。多个铁电电容器 400 可以位于同一衬底上,例如可以在同一衬底上形成多个铁电电容器 400。该衬底还可以包括其它电路器件,本公开对此不进行限制。由于本公开聚焦于铁电存储器中的铁电电容器,因此晶圆中的其它电路以及铁电存储器中的其它部件将不在此赘述。

在一些情形下,铁电电容器 400 还包括第一隔离钝化层和第二隔离钝化层(未示出),并且,第一隔离钝化层形成在第一电极 410 和铁电层 420 之间,第二隔离钝化层形成在第二电极 430 和铁电层 420 之间。如图所示,铁电层 420 中存在较多的碳缺陷(以黑色实心圆示出)和较多的氧空位缺陷(以空心虚线圆示出)。如上所述,诸如碳缺陷或氧空位缺陷之类的缺陷的存在可能影响 FeRAM 的可靠性。一种形成铁电层的常规方法是在反应室内通过物理气相沉积(physical vapor deposition, PVD)方法使用等离子体轰击纯度为 99.9%的铁电靶材,以在电极表面溅射得到一层铁电层。由于 PVD 方法制备的铁电层一般而言氧空位缺陷很多,所以在氩气溅射气体中混合通入一定浓度的氧气来调整铁电层氧空位缺陷浓度,进而达到调控铁电层内的氧空位缺陷的效果。然而,PVD 方法本身存在离子轰击过程,一方面会对金属电极-铁电层之间的下界面造成离子轰击损伤,另一方面在沉积过程中也很难控制铁电层自身内部受到的离子轰击损伤。离子轰击损伤较多会导致 PVD 方法制备的铁电层的内部缺陷浓度较高,进而导致 PVD 方法制备的铁电层的可靠性较差。

另一种常规 FeRAM 的制造方法涉及使用原子层沉积来进行铁电层的沉积,并通过控制氧元素前驱体的通气脉冲时间来调整薄膜内部的氧元素含量。具体而言,标准的 ALD 单循环包含四个步骤:向反应腔体中通入金属前驱体,氮气吹扫反应腔体,通入氧前驱体,再氮气吹扫。在此方案中,使用 O_3 作为氧前驱体,通过修改通入氧前驱体的通入时间来调整铁电层中的缺陷含量。虽然通过上述方式可以控制缺陷含量,但是 ALD 的单循环时间较长时,将导致沉积的整体效率极低。例如,ALD 单循环大约生长氧化铪基铁电层的厚度为 0.08 纳米(nm),那么这意味着生长 10 nm 的氧化铪基铁电层需要 120 个循环。如果单循环总时间例如需要大于 5 秒(s),则生长 10 nm 的氧化铪基铁电层需要大于 10 分钟。这样,ALD 方法每小时平均生产片数将低于 6 片,这种生产效率较低并且制造成本极高。

在本公开的一些实施例中,通过将铁氧层放入弱腐蚀性的氧化性溶液中,氧化性溶液可以与铁氧层中的碳缺陷快速反应以去除碳缺陷,并且还可以与铁电层中的氧空位发生反应,以填充氧空位。通过调控铁电层中的碳缺陷浓度与氧空位缺陷浓度,可以达到调控铁电层的铁电极化特性与可靠性的效果。此外,在可以将多个晶圆一同放入氧化性溶液中同时进行处理的情形下,可以显著提高生产效率并且降低制造成本。

在本公开中,铁电层可以采用氧化铪基材料制得。相比采用其他铁电材料,氧化铪基铁电电容的厚度尺寸可以微缩到十纳米乃至亚十纳米,这样的话,可以实现高密度集成乃至三维集成,在构建超高密度存储芯片方面具有较大的优势。另外,氧化铪基铁电电容的制备工

艺可以与硅基半导体工艺具有良好的兼容性,这样可以利用成熟的制造工艺制得该铁电电容,不会增加制造成本。

在本公开中,诸如氧化铪之类的材料制成的铁电层的晶相包括:单斜晶相(monolithic phase, m-phase),其为非铁电晶相;四方晶相(tetragonal phase, t-phase),其亦为非铁电晶相;以及正交晶相(orthorhombic phase, o-phase),也叫斜方晶相,一般认为它是铁电晶相。在铁电晶相的铁电层晶格结构中,正负电荷中心不对称从而产生电偶极子,原本方向随机且整体净值为0的大量电偶极子在外加电场的驱动下,可以变得方向趋于一致且净值非0,并在撤去电场后依然能够保留一定的趋同性从而使得薄膜总电荷净值非0,该效应被称为铁电自发极化特性。铁电层总电荷净值又被称为铁电极化强度(polarization)。在撤去电场后的薄膜总电荷净值为剩余极化强度(remnant polarization, Pr),Pr是常被用来衡量铁电薄膜铁电极化特性的量化参数。

本公开的铁电层所涉及的氧化铪基材料是指基于氧化铪材料体系的铁电材料,比如,可以是硅(Si)掺杂的二氧化铪(HfO₂)、铝(Al)掺杂的HfO₂、镧(La)掺杂的HfO₂、钇(Y)掺杂的HfO₂、钆(Gd)掺杂的HfO₂、锶(Sr)掺杂的HfO₂等;或者也可以是铪锆氧(hafniumzirconiumoxide, HZO)体系,比如,可以是铪锆氧HZO、镧(La)掺杂的HZO、钇(Y)掺杂的HZO、锶(Sr)掺杂的HZO、钆(Gd)掺杂的HZO、钆镧(Gd/La)共掺杂的HZO、钇镧(Y/La)共掺杂的HZO等。在本公开中,氧化铪层指代使用氧化铪基材料形成的层。

在一些实施方式中,铁电层两侧的第一电极层和第二电极层的材料可以选择金属,比如,可以选择下述金属,但是不限于这些金属材料。示例的,可以选择氮化钛(TiN)、氮化钽(TaN)、氮化锆(ZrN)、氮化铪(HfN)、氮化钨(WN)、氮硅钛(TiSiN)、氮碳钛(TiCN)、钨(W)、钌(Ru)、钼(Mo)、铱(Ir)、镍(Ni)、铂(Pt)、氧化钌(RuO)、氧化铱(IrO)、氧化铟锡(ITO)等。并且,第一电极层和第二电极层的材料可以是相同的,也可以是不同的。

在一些设计中,第一电极层和第二电极层的沿堆叠方向的厚度可为但不限于2.5 nm至100 nm。此外,第一电极层的厚度和第二电极层的厚度可以相等,也可以不相等。在一些场景中,可以选择TiN制得第一电极层和第二电极,采用HZO制得铁电层。因为HZO层提供拉应力有利于形成铁电相,并且TiN材料可以与半导体CMOS工艺相兼容。此外,铁电层沿堆叠方向的厚度可以为但不限于为1 nm至100 nm。

图5示出了根据本公开的一些实施例的方法500的流程图。可以理解,上面针对铁电存储器描述的各个方面可以选择性适用于方法500,在此不再赘述。铁电存储器的制造流程可以包括众多步骤,然而本公开聚焦于铁电存储器中的铁电电容器的制造工艺,因此铁电存储器的除铁电电容器之外的部件的制造工艺在此不予赘述。在502,在衬底上形成第一电极层。在504,在第一电极层上形成铁电层。在一个实施例中,铁电层可以是氧化铪层。例如,可以通过ALD在第一电极层上形成铁电层。例如在反应室内,在通入O₃气体达5s的情形下使用ALD来沉积HZO层。在另一实施例中,可以在第一电极层上先形成第一隔离钝化层,并且随后在第一隔离钝化层上形成铁电层。本公开对此不进行限制。

在506,可以将铁电层放入用于去除铁电层中的碳缺陷和氧空位缺陷中的至少一部分的氧化性溶液。在本公开中,氧化性溶液对铁氧层是惰性或弱腐蚀性的,或对于铁电层的蚀刻速率不高于每分钟0.5 nm。另一方面,氧化性溶液可以对铁氧层中的碳缺陷和氧空位缺陷中的至少一部分起反应,以去除至少部分的碳缺陷和氧空位缺陷。在一些实施例中,氧化性溶

液包括 H_2O_2 溶液、 SCl 溶液、 H_2SO_4 : H_2O_2 溶液或水溶 O_3 溶液。在一些实施例中， H_2O_2 溶液中 H_2O_2 的质量百分比位于 0.1% 和 60% 之间、1% 和 30% 之间或 10%-20% 之间。在一些实施例中， H_2SO_4 : H_2O_2 溶液中的 H_2O_2 质量百分比位于 0.1% 和 60% 之间， H_2SO_4 的质量百分比位于 0.1% 和 98% 之间。在另一些实施例中， H_2SO_4 : H_2O_2 溶液中的 H_2O_2 质量百分比位于 1% 和 30% 之间， H_2SO_4 的质量百分比位于 1% 和 70% 之间。在又一些实施例中， H_2SO_4 : H_2O_2 溶液中的 H_2O_2 质量百分比位于 10% 和 20% 之间， H_2SO_4 的质量百分比位于 10% 和 40% 之间。在一些实施例中，水溶 O_3 溶液中的 O_3 的浓度位于 0.01mg/L 和 10mg/L 之间。在另一些实施例中，水溶 O_3 溶液中的 O_3 的浓度位于 0.1mg/L 和 7mg/L 之间。在又一些实施例中，水溶 O_3 溶液中的 O_3 的浓度位于 1mg/L 和 3mg/L 之间。在一些实施例中， SCl 溶液为 NH_4OH : H_2O_2 : H_2O 溶液。在一些实施例中， SCl 溶液的 NH_4OH 质量百分比位于 0.1% 至 30% 之间，并且 H_2O_2 质量百分比位于 0.1% 至 60% 之间。在另一些所述中， SCl 溶液的 NH_4OH 质量百分比位于 1% 至 10% 之间，并且 H_2O_2 质量百分比位于 1% 至 30% 之间。在又一些实施例中， SCl 溶液的 NH_4OH 质量百分比位于 3% 至 5% 之间，并且 H_2O_2 质量百分比位于 5% 至 10% 之间。

在 508，在铁电层上形成第二电极层，以形成铁电存储器的存储单元的铁电电容器。在一些实施例中，可以在形成第二电极层之前，在铁电层上形成第二隔离钝化层，并且在此之后在第二隔离钝化层上形成第二电极层，本公开对比不进行限制。在一个实施例中，可以在形成第二电极层之后，对包括第一电极层、铁电层和第二电极层的衬底执行快速热退火工艺。通过执行快速热退火，可以通过热膨胀来提供应力，从而诱导铁氧层产生出铁电晶相，进而产生铁电极化特性。

图 6 示出了根据本公开的一些实施例的方法 500 的效果示意图。如图 6 所示，附图标记 620 表示铁氧层未被放入上述氧化性溶液之前的铁氧层中的碳缺陷和氧空位缺陷的分布示意，其中黑色实心圆表示碳缺陷，而空心虚线圆表示氧空位缺陷。附图标记 640 表示经上述氧化性溶液处理之后的碳缺陷和氧空位缺陷的分布示意。可以看出，在经氧化性溶液处理之后，铁氧层中的碳缺陷和氧空位缺陷均显著减少。在本公开的一些实施例中，可以通过调整氧化性溶液来控制铁氧层中的碳缺陷和氧空位缺陷的浓度。例如，对于使用相同工艺制造的晶圆，可以选择将若干晶圆（作为样本）放入溶液进行处理，并且测量经该处理之后的铁电电容器的铁电极化强度。基于样本的测量结果，可以相应调整氧化性溶液的参数，例如氧化性溶液浓度和配方、或晶圆放置在氧化性溶液中的时间等。这样，后续晶圆可以使用经调整的氧化性溶液以获得期望的铁电极化强度。

图 7 示出了根据本公开的一些实施例的方法 500 所得的铁电存储器与常规铁电存储器的性能对比示意图。附图标记 710 表示在每个循环中施加 0.5s O_3 脉冲的 ALD 所获得的铁氧层的铁电极化强度，附图标记 720 表示在每个循环中施加 5s O_3 脉冲的 ALD 所获得的铁氧层的铁电极化强度，附图标记 730 表示在每个循环中施加 0.5s O_3 脉冲的 ALD 所获得的铁氧层在经过氧化性溶液处理后的铁电极化强度。可以看出，附图标记 730 所指示的铁电极化强度显著优于附图标记 710 所指示的铁电极化强度，并且与附图标记 720 所指示的铁电极化强度基本上相当。因此，通过使用根据本公开的例如如图 5 所示的方法，可以显著提高铁电存储器的生产效率。此外，相比于通过使用 PVD 溅射方法形成的铁电存储器，由于方法 500 不涉及溅射，因此也可以显著提高铁电存储器的可靠性。

在另一实施例中，在 506 之前，可以在通过例如 ALD 形成的铁电层上形成牺牲电极层。随后，对包括第一电极层、铁电层和牺牲电极层的衬底执行快速热退火工艺，以及在此之后，

去除牺牲电极层以从 506 处继续执行方法 500。

图 8 示出了根据该实施例的方法所得的铁电存储器与常规铁电存储器的性能比对示意图。对于铁电层中的缺陷而言，当缺陷适量时，铁电层的极化特性较强，例如可以达到 $10 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ 以上，如附图标记 810 所示，但是循环擦写寿命较低，例如在 $1\text{E}8$ 以下，如附图标记 820 所示。而当缺陷较少时，铁电层的极化特性较弱，例如在 $10 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ 以下，如附图标记 830 所示，但是循环擦写寿命可以较高，例如可以达到 $1\text{E}8$ 以上，如附图标记 840 所示。在本实施例中，在 ALD 沉积 HZO 薄膜时可以例如通过调整 O_3 脉冲时间控制其具有适量多的缺陷，结合牺牲电极在热退火过程中提供的应力，可以辅助 HZO 结晶得到更多的铁电晶相，以增强其铁电极化特性，例如可以达到 $10 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ 以上，如附图标记 850 所示。出于提升可靠性的考虑，需要尽量减少铁电层中的缺陷浓度，于是再刻蚀掉牺牲电极并用诸如 H_2O_2 溶液之类的氧化性溶液处理铁电层，从而减少该铁电层中的缺陷浓度，达到升其循环擦写寿命，例如可以达到 $1\text{E}8$ 以上，如附图标记 860 所示。

在该实施例中，一方面，对结晶时铁电层中的缺陷浓度、以及结晶后铁电层中的缺陷浓度实现了分别控制，可以使得铁电存储器具有较强的铁电极化特性与较高的循环擦写寿命。另一方面，不影响铁电层自身的沉积过程，可以在提升铁电层的同时，有效控制其制造生产成本。

尽管已经采用特定于结构特征和/或方法逻辑动作的语言描述了本主题，但是应当理解所附权利要求书中所限定的主题未必局限于上面描述的特定特征或动作。相反，上面所描述的特定特征和动作仅仅是实现权利要求书的示例形式。

权利要求书

1. 一种用于制造铁电存储器的方法，包括：
在衬底上形成第一电极层；
在所述第一电极层上形成铁电层；
将所述铁电层放入用于去除所述铁电层中的碳缺陷和氧空位缺陷中的至少一部分的氧化性溶液；以及
在所述铁电层上形成第二电极层，以形成所述铁电存储器的存储单元的铁电电容器。
2. 根据权利要求1所述的方法，还包括：
在形成所述第二电极层之后，对包括所述第一电极层、所述铁电层和所述第二电极层的所述衬底执行快速热退火工艺。
3. 根据权利要求1所述的方法，还包括：
在将所述铁电层放入所述氧化性溶液之前：
在所述铁电层上形成牺牲电极层；
对包括所述第一电极层、所述铁电层和所述牺牲电极层的所述衬底执行快速热退火工艺；以及
去除所述牺牲电极层。
4. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法，其中所述铁电层包括氧化铪层，在所述第一电极层上形成所述铁电层包括：
使用原子层沉积在所述第一电极层上形成所述氧化铪层。
5. 根据权利要求4所述的方法，其中使用原子层沉积在所述第一电极层上形成所述氧化铪层包括：
在反应室内使用臭氧气体与所述氧化铪层反应达第一时间段。
6. 根据权利要求1-5中任一项所述的方法，其中所述氧化性溶液对于所述铁电层的蚀刻速率不高于每分钟0.5nm。
7. 根据权利要求1-5中任一项所述的方法，其中所述氧化性溶液包括 H_2O_2 溶液、 SCl 溶液、 $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液或水溶 O_3 溶液。
8. 根据权利要求6所述的方法，其中所述 H_2O_2 溶液中 H_2O_2 的质量百分比位于0.1%和60%之间；
所述 $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液中的 H_2O_2 质量百分比位于0.1%和60%之间， H_2SO_4 的质量百分比位于0.1%和98%之间；以及
所述水溶 O_3 溶液中的 O_3 的浓度位于0.01mg/L和10mg/L之间。
9. 根据权利要求1-8中任一项所述的方法，还包括：
检测所述铁电电容器的铁电极化特性；以及
基于所述铁电极化特性，对所述氧化性溶液进行调整。
10. 一种铁电存储器，由根据权利要求1-9中任一项所述的方法制成。

100

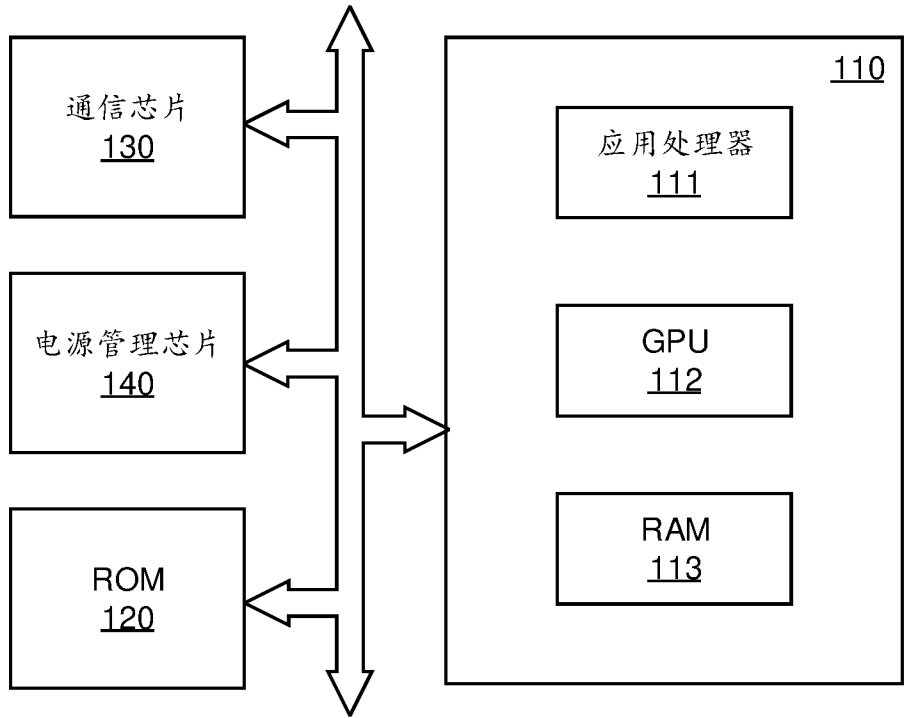


图 1

200

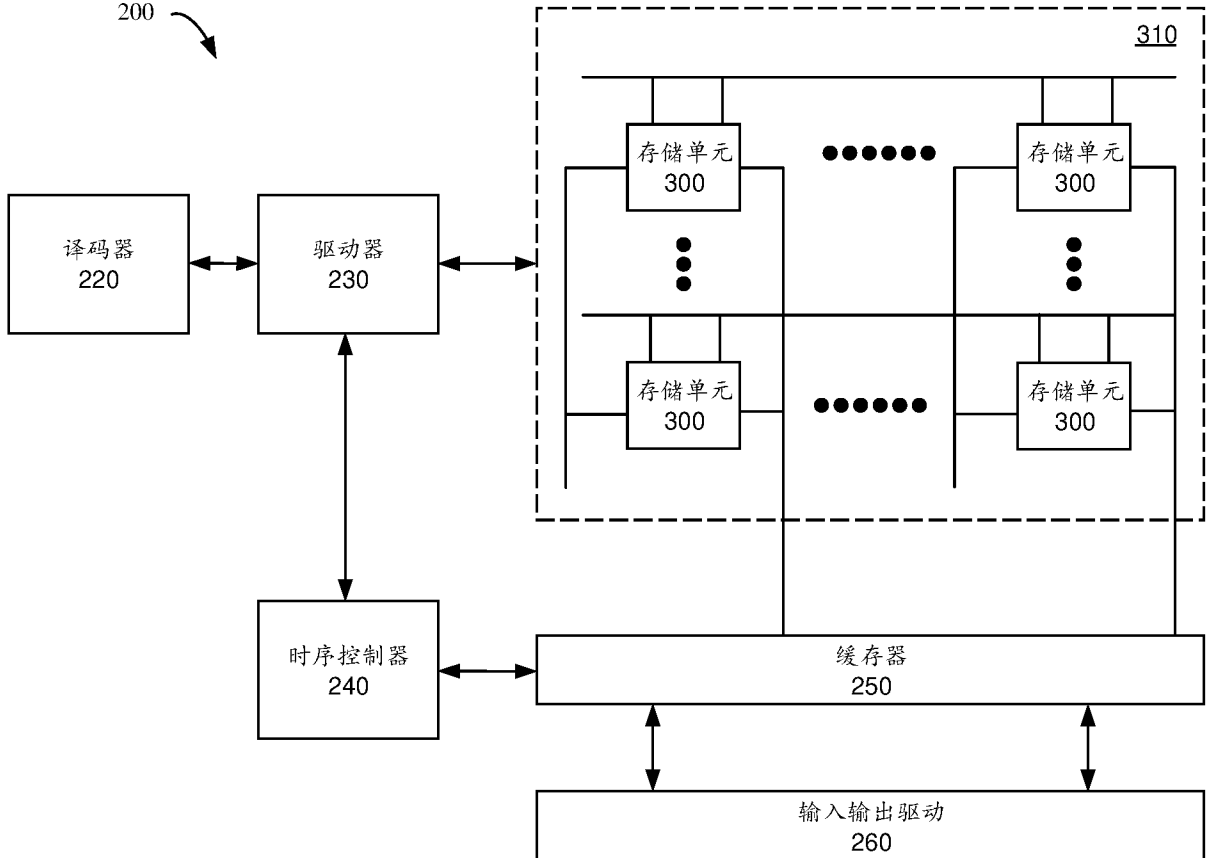


图 2

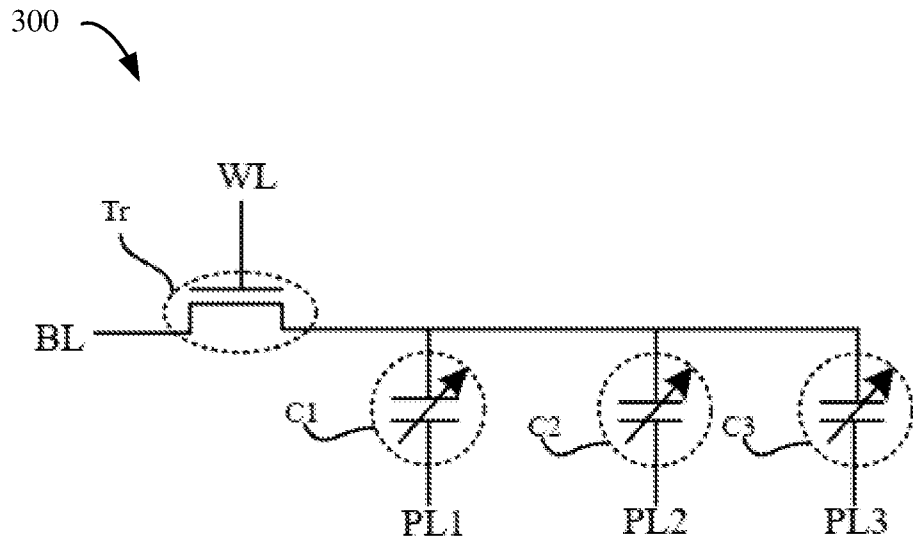


图 3

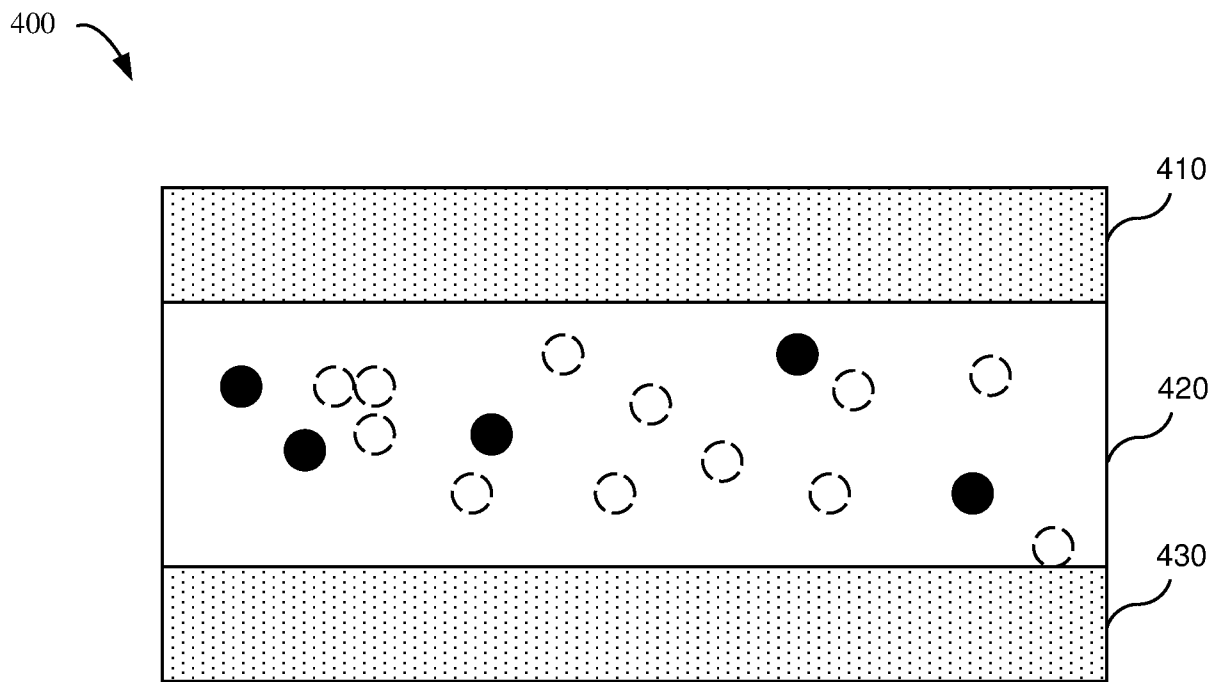


图 4

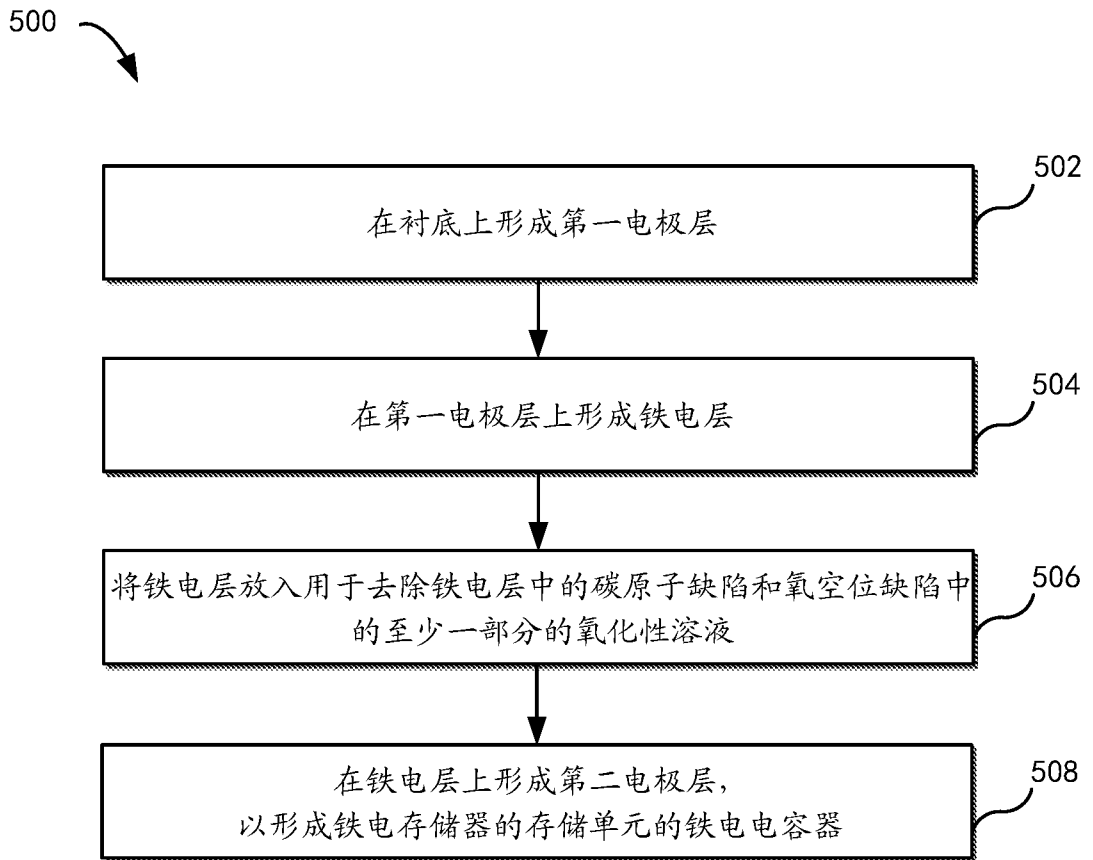


图 5

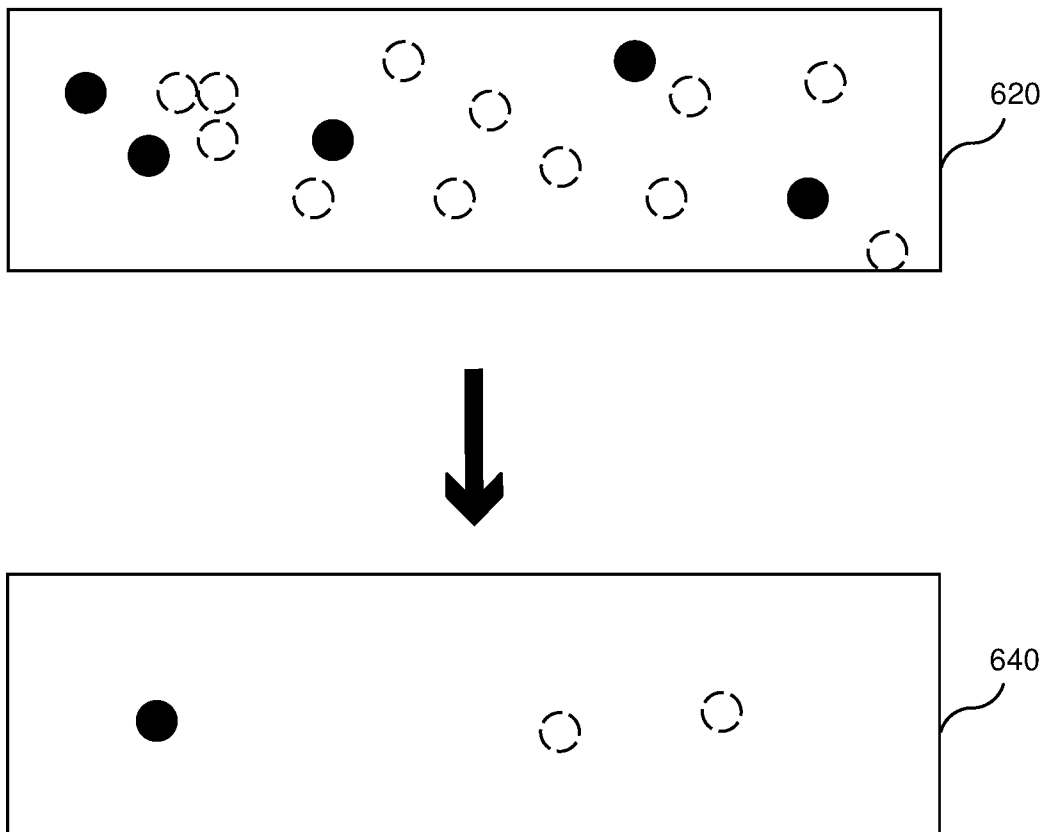


图 6

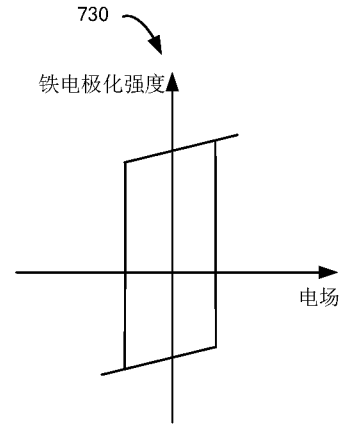
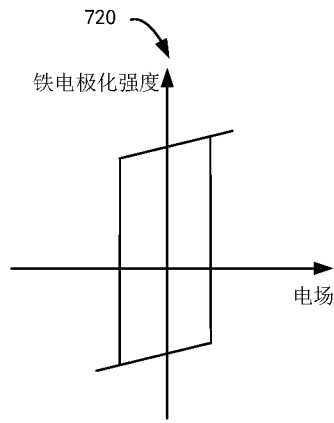
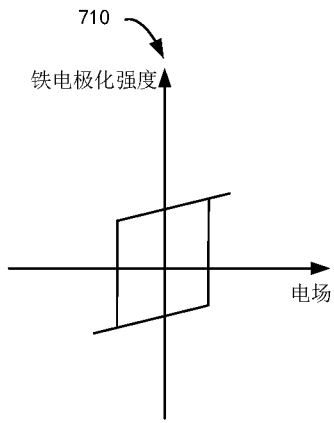


图 7

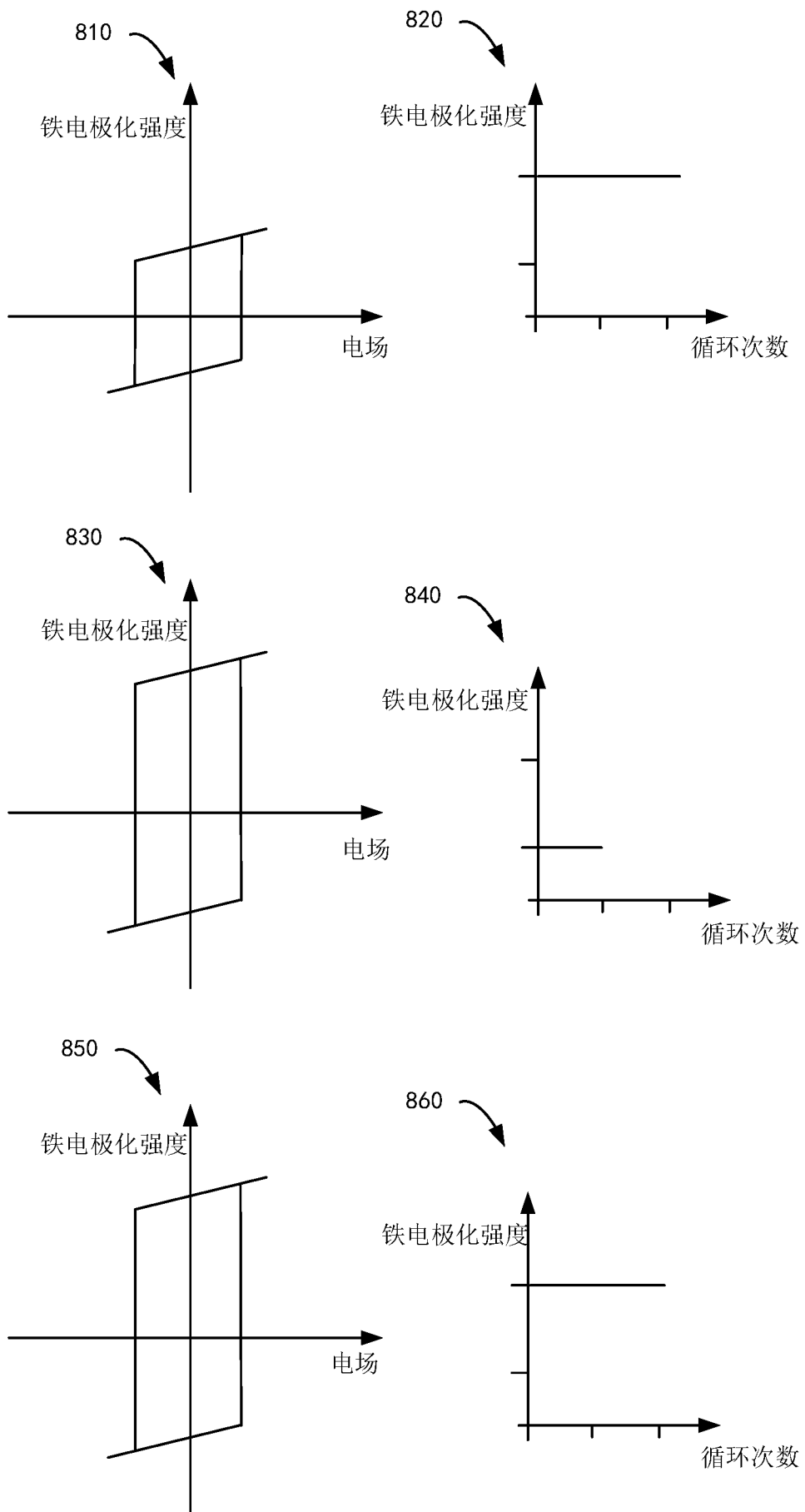


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/139737

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01L 21/31(2006.01)i; H01L 27/115(2017.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L21/-;H01L27/-;H01L43/-		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNTXT; WOTXT; EPTXT; USTXT; VEN; CNABS; CNKI: 溶液, 去除, 铁电, 电容器, 存储器, 氧化性, 空位, 缺陷, 减少, solution, remove, ferroelectric, capacitor, memory, oxidation, vacancy, defect, reduce		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 112447901 A (TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING CO., LTD.) 05 March 2021 (2021-03-05) description, paragraphs 15-59, and figures 1A-5	1-10
Y	CN 113130749 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. et al.) 16 July 2021 (2021-07-16) description, paragraphs 70-116, and figures 1-13B	1-10
Y	US 6281142 B1 (MICRON TECHNOLOGY INC.) 28 August 2001 (2001-08-28) description, column 4, line 52-column 14, line 35, and figures 1-7	1-10
A	US 6114199 A (SONY CORP.) 05 September 2000 (2000-09-05) entire document	1-10
A	CN 101794071 A (TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING CO., LTD.) 04 August 2010 (2010-08-04) entire document	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 15 August 2022		Date of mailing of the international search report 31 August 2022
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/139737

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	112447901	A	05 March 2021	TW	202109840	A	01 March 2021
				US	2021066448	A1	04 March 2021
				US	11152456	B2	19 October 2021
CN	113130749	A	16 July 2021	US	2021202508	A1	01 July 2021
				EP	3846232	A2	07 July 2021
				KR	20210085460	A	08 July 2021
US	6281142	B1	28 August 2001	US	6589839	B1	08 July 2003
				US	2003209748	A1	13 November 2003
				US	2003219941	A1	27 November 2003
US	6114199	A	05 September 2000	JP	H0969615	A	11 March 1997
				KR	970013383	A	29 March 1997
CN	101794071	A	04 August 2010	TW	201013773	A	01 April 2010
				US	2010075478	A1	25 March 2010
				US	8222149	B2	17 July 2012
				TW	I393184	B	11 April 2013

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/139737

<p>A. 主题的分类</p> <p>H01L 21/31(2006.01)i; H01L 27/115(2017.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																				
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H01L21/-;H01L27/-;H01L43/-</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNXT;WOTXT;EPTXT;USTXT;VEN;CNABS;CNKI:溶液, 去除, 铁电, 电容器, 存储器, 氧化性, 空位, 缺陷, 减少, solution, remove, ferroelectric, capacitor, memory, oxidation, vacancy, defect, reduce</p>																				
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 112447901 A (台湾积体电路制造股份有限公司) 2021年3月5日 (2021 - 03 - 05) 说明书第15-59段, 图1A-5</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 113130749 A (三星电子株式会社 等) 2021年7月16日 (2021 - 07 - 16) 说明书第70-116段, 图1-13B</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 6281142 B1 (MICRON TECHNOLOGY INC) 2001年8月28日 (2001 - 08 - 28) 说明书第4栏第52行-第14栏第35行, 图1-7</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 6114199 A (SONY CORP) 2000年9月5日 (2000 - 09 - 05) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101794071 A (台湾积体电路制造股份有限公司) 2010年8月4日 (2010 - 08 - 04) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 112447901 A (台湾积体电路制造股份有限公司) 2021年3月5日 (2021 - 03 - 05) 说明书第15-59段, 图1A-5	1-10	Y	CN 113130749 A (三星电子株式会社 等) 2021年7月16日 (2021 - 07 - 16) 说明书第70-116段, 图1-13B	1-10	Y	US 6281142 B1 (MICRON TECHNOLOGY INC) 2001年8月28日 (2001 - 08 - 28) 说明书第4栏第52行-第14栏第35行, 图1-7	1-10	A	US 6114199 A (SONY CORP) 2000年9月5日 (2000 - 09 - 05) 全文	1-10	A	CN 101794071 A (台湾积体电路制造股份有限公司) 2010年8月4日 (2010 - 08 - 04) 全文	1-10
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
Y	CN 112447901 A (台湾积体电路制造股份有限公司) 2021年3月5日 (2021 - 03 - 05) 说明书第15-59段, 图1A-5	1-10																		
Y	CN 113130749 A (三星电子株式会社 等) 2021年7月16日 (2021 - 07 - 16) 说明书第70-116段, 图1-13B	1-10																		
Y	US 6281142 B1 (MICRON TECHNOLOGY INC) 2001年8月28日 (2001 - 08 - 28) 说明书第4栏第52行-第14栏第35行, 图1-7	1-10																		
A	US 6114199 A (SONY CORP) 2000年9月5日 (2000 - 09 - 05) 全文	1-10																		
A	CN 101794071 A (台湾积体电路制造股份有限公司) 2010年8月4日 (2010 - 08 - 04) 全文	1-10																		
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																				
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																				
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2022年8月15日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2022年8月31日</p>																		
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>张雄娥</p> <p>电话号码 86-(20)-28958369</p>																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/139737

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	112447901	A	2021年3月5日	TW	202109840	A	2021年3月1日
				US	2021066448	A1	2021年3月4日
				US	11152456	B2	2021年10月19日
CN	113130749	A	2021年7月16日	US	2021202508	A1	2021年7月1日
				EP	3846232	A2	2021年7月7日
				KR	20210085460	A	2021年7月8日
US	6281142	B1	2001年8月28日	US	6589839	B1	2003年7月8日
				US	2003209748	A1	2003年11月13日
				US	2003219941	A1	2003年11月27日
US	6114199	A	2000年9月5日	JP	H0969615	A	1997年3月11日
				KR	970013383	A	1997年3月29日
CN	101794071	A	2010年8月4日	TW	201013773	A	2010年4月1日
				US	2010075478	A1	2010年3月25日
				US	8222149	B2	2012年7月17日
				TW	1393184	B	2013年4月11日