

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01L 33/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510126939.3

[45] 授权公告日 2008年7月30日

[11] 授权公告号 CN 100407461C

[22] 申请日 2005.11.28

[21] 申请号 200510126939.3

[73] 专利权人 晶元光电股份有限公司
地址 中国台湾新竹市

[72] 发明人 徐大正 黄忠民 谢明勋 杨雅兰

[56] 参考文献

CN1557698A 2004.12.29

US5631190A 1997.5.20

JP61-69120A 1986.4.9

CN1163014A 1997.10.22

JP55-128885A 1980.10.6

CN1374705A 2002.10.16

US6849524B2 2005.2.1

US5063421A 1991.11.5

JP3-4532A 1991.1.10

CN1564331A 2005.1.12

审查员 龚春娟

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
代理人 陶凤波 侯宇

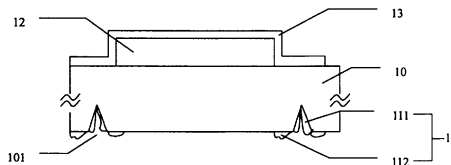
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

[54] 发明名称

高发光效率的发光元件的制造方法

[57] 摘要

一种高发光效率的发光元件制造方法，包括利用一激光束照射一含半导体发光元件的晶片以将晶片切割成芯片，再以湿式酸蚀刻方式清除激光束切割时所产生的副产物 (byproduct)。



1、一种发光元件的制造方法，包括：

以一激光束切割一发光元件，该发光元件包括一具有第一下表面及第一上表面的基板，以及形成于该基板第一上表面上的一发光叠层，该发光叠层包括一第二下表面及一第二上表面，该第二下表面朝向该基板；以及

于一不低于200°C的清洗温度下，以一酸性溶液清洗该发光元件，清除激光束切割发光元件时所产生的副产物。

2、如权利要求1所述的发光元件的制造方法，其中，该发光叠层包括：
一第一半导体层；

形成于该第一半导体层上的一半导体发光层；以及

形成于该半导体发光层上的一第二半导体层。

3、如权利要求1所述的发光元件的制造方法，其中，还包括于该发光叠层的第二上表面上形成一第一保护层。

4、如权利要求3所述的发光元件的制造方法，其中该第一保护层包括选自于金、铂、钛、氮化硅、氧化硅、环氧树脂、光致抗蚀剂材料所构成材料组群中的至少一种材料或其它替代性材料。

5、如权利要求1所述的发光元件的制造方法，其中，于一激光束切割一发光元件步骤中，该激光束切割基板的第一下表面，产生一第一切割道。

6、如权利要求1所述的发光元件的制造方法，其中，于一激光束切割一发光元件步骤前，形成一第二保护层于该基板的第一下表面上。

7、如权利要求1所述的发光元件的制造方法，其中，于一激光束切割一发光元件步骤中，该激光束切割基板的第一上表面，产生一第二切割道。

8、如权利要求7所述的发光元件的制造方法，其中，该第二切割道的深度到达基板。

9、如权利要求1所述的发光元件的制造方法，其中，该酸性溶液的成分为一磷酸及硫酸的混合溶液。

10、如权利要求9所述的发光元件的制造方法，其中，该磷酸及硫酸的混合溶液的温度高于250°C。

11、如权利要求1所述的发光元件的制造方法，其中，于酸性溶液清洗该发光元件步骤后，还包括一断裂步骤。

12、如权利要求 1 所述的发光元件的制造方法，其中，该基板包括选自蓝宝石、SiC、GaN、AlN、ZnO、及 MgO 所构成材料组群中的至少一种材料或其它替代性材料。

高发光效率的发光元件的制造方法

技术领域

本发明涉及一种发光元件的制造方法，特别是涉及一种高发光效率发光元件的制造方法。

背景技术

氮化物发光元件的发展应用相当广泛且极具重要性，其应用包括标志灯源、电子产品背光源、户外全彩看板、白光照明、紫外光及大容量光驱应用等。

在氮化物发光元件的结构中，蓝宝石 (sapphire)及碳化硅 (SiC)为其基板的主要材料。在氮化物发光元件的工艺中，包括以晶片作为基板并于其上形成发光叠层，再将该晶片切割成芯片的工艺。传统的切割方法利用一钻石刀作为切割工具，于基板面先行切割后，再进行断裂工艺。然而蓝宝石基板及碳化硅基板在硬度及强度上皆远高于一般的III-V族基板(例如硅基板或砷化镓基板)，因此切割不易而耗时，再者，钻石刀耗损率也非常大，使成本相对提高。

另一种晶片切割成芯片的方法是利用激光束的高能量密度，将基板中原子与原子的键结裂解，来达到切割并分离晶片的的目的。然而在激光切割的工艺中，因激光束的高能量密度所产生的局部高温，使基板晶体键结裂解后于切割道上堆积许多副产物，该副产物会吸收发光元件所发出的光线，进而降低芯片的出光效率。因此于激光切割后如何有效去除副产物，以提升芯片的出光效率，为改善发光元件性能的一重要课题。

美国专利第5,631,190号揭露一种以干式蚀刻(dry etching)清除激光切割碳化硅基板时所产生副产物的方法。当激光切穿元件至碳化硅基板时，不仅会破坏元件特性，也会在元件表面堆积切割时所产生的副产品。而在使用干式蚀刻清理副产品时，除了造成干式蚀刻伤害，影响产品特性，也易造成破片产生，降低产品成品率。

美国专利第6,849,524号中揭露一种含氢氧化钾(KOH)的蚀刻液的湿式

蚀刻法，以去除激光切刻蓝宝石基板后产生的副产物。此副产物包括激光烧蚀(laser ablation)蓝宝石基板后所喷溅的碎片(debris)及再熔融的氧化铝熔渣(slag)。此方法在激光切割前会先镀一层保护层在切割面以防止喷溅的碎片伤害切割面，再以氢氧化钾的蚀刻液去除激光切刻蓝宝石基板后产生的副产物，但是此种清除工艺无法有效的去除再熔融的氧化铝熔渣。

发明内容

本发明提供一高发光效率的发光元件制造方法，其步骤包括以一激光束切割一具发光元件的晶片，以及于一不小于200℃的清洗温度下，以一酸性溶液清洗该晶片，以清除激光束切割该晶片时所产生且堆积在发光元件的副产物。该发光元件以该晶片作为基板，并于该基板上形成一发光叠层。以酸性溶液清除激光束造成的副产物，可避免发光元件产生的光线为副产物所吸收，因此能大幅提升发光元件的亮度。而且，酸性溶液能快速清除堆积在发光元件上的副产物，大幅减少清除所花费的时间，并可避免传统干式蚀刻所造成的破片问题，以提升产品的成品率。

附图说明

图1A为一示意图，显示依本发明一优选实施例制造的高发光效率的发光元件；

图1B显示本发明一优选实施例制造的高发光效率的发光元件的扫描式电子显微镜图；

图1C显示本发明一优选实施例制造的高发光效率的发光元件的扫描式电子显微镜图；

图2A显示本发明一优选实施例制造的高发光效率的发光元件的扫描式电子显微镜图；

图2B显示本发明一优选实施例制造的高发光效率的发光元件的扫描式电子显微镜图；

图2C显示本发明一优选实施例制造的高发光效率的发光元件的扫描式电子显微镜图；

图3为本发明酸性溶液在不同温度与清洗时间的关系图；

图4为一示意图，显示依本发明一优选实施例制造的高发光效率的发光

元件。

简单符号说明

10	基板
101	切割道
11	副产物
111	切割道内的副产物
112	切割道上的副产物
12	发光叠层
13	第一保护层
20	基板
201	切割道
21	副产物
211	切割道内的副产物
212	切割道上的副产物
22	发光叠层
23	第三保护层

具体实施方式

请参考图 1A-1C，依本发明一优选实施例的高发光效率的发光元件 1 的制造方法，其步骤包括于一具一第一上表面及一第一下表面的基板 10 的第一上表面上形成一发光叠层 12，其中该发光叠层包括一第二上表面及一第二下表面，且该第二下表面朝向该基板 10、于发光叠层第二上表面涂布一第一保护层 13、从基板下表面以一激光束切割该发光元件 1、以及将该具有第一保护层 13 的发光元件 1 置入一加热状态的酸性溶液中一段时间，通过该热酸性溶液，将副产物清除。本实施例中激光束切割发光元件的工艺以波长小于 365nm 的激光束，对基板的第一下表面进行切割，产生切割道 101。切割所造成的副产物 11 会堆积于切割道 101 内及基板第一下表面处的切割道周围，包括堆积于切割道内的第一副产物 111 及基板第一下表面处的切割道周围的第二副产物 112。请参考图 1B 所示为本发明实施例的发光元件 1 经激光束切割后的扫描式电子显微镜上视图，于切割道周围堆积许多副产物。图 1C 所示为本发明实施例的发光元件 1 经激光束切割后的扫描式电子显微镜

侧视图，于 A-A'方向切割道上及 B-B'方向切割道内堆积许多副产物。本实施例中的酸性溶液成分则为含磷酸(H_3PO_4)及硫酸(H_2SO_4)的混合溶液，该酸性溶液的操作温度高于常温优选。另外，于本实施例中亦可于发光元件的基板 10 第一下表面涂布一第二保护层，可进一步保护基板 10，避免被酸性溶液伤害。

在磷酸(H_3PO_4)及硫酸(H_2SO_4)混合溶液的体积比为2:1条件下，对不同温度的酸性溶液，在不同清洗时间下，进行移除副产物的实验。请参考图2A，在实验I中，发光元件1的切割道经过酸性溶液清洗后的扫描式电子侧视图。发光元件1以酸性溶液在130°C的温度下清洗10分钟后，切割道101内及基板第一下表面处的切割道周围所堆积的副产物111及112仍无法被清除。请参考图2B，在实验II中，发光元件1以酸性溶液在240°C的温度下清洗2分钟后，于基板第一下表面处的切割道周围堆积的副产物112已被清除，而切割道101内的副产物111仍无法被清除。请参考图2C，在实验III中，发光元件1以酸性溶液在330°C的温度下清洗1分钟后，切割道101内的副产物111及基板第一下表面处的切割道周围堆积的副产物112完全被清除。

上述实验仅为部分的实验结果，在经过多组实验后，由结果可得到图3，曲线A为移除副产物112的操作条件底限，曲线B为移除副产物111及副产物112的操作条件底限。由图3得知，清洗程序的操作条件落于图3第I区，也就是曲线A以下的操作范围时，激光切割后的副产物无法被移除。当清洗程序的操作条件落于图3第II区，也就是曲线A及曲线B之间的操作范围时，以酸性溶液在200°C以上及250°C以下的清洗温度进行清洗，副产物112可被移除。当清洗程序的操作条件落于图3第III区，也就是曲线B以上的操作范围时，以酸性溶液在大于或等于250°C的清洗温度进行清洗，副产物111及112皆可被移除。

该酸性溶液的组成比例可依使用者需求而改变，若使用者希望在较短时间完成，则可调高硫酸(H_2SO_4)比例，提升操作温度，来缩短清洗时间。

该酸性溶液对激光切割后的副产物及基板之间有良好的选择性，酸性溶液可在不损害基板的状况下，将大部分的副产物清除，避免酸性溶液破坏元件。

请参考图4，依本发明第二优选实施例的高发光效率的发光元件2的制造方法，其步骤包括于一具一第三上表面及一第三下表面的基板20的第三

上表面形成一发光叠层 22、其中该发光叠层包括一第四上表面及一第四下表面，且该第四下表面朝向该基板 20、于发光叠层表面涂布一第三保护层 23，该第三保护层 23 的厚度约为 1~4 μm 、以一激光束对发光叠层的第四上表面切割该发光元件 2、以及将该具有第三保护层的发光元件 2 置入一酸性溶液 21 中清洗，以清除激光束切割发光元件时所产生的副产物。本实施例中激光束切割发光元件的工艺以波长小于 365nm 的激光束对基板的第三上表面进行切割，产生切割道 201。切割所造成的副产品 21 会堆积于切割道 201 内及切割道周围，包括堆积于切割道内的第三副产品 211 及切割道周围的第四副产品 212。本实施例中的酸性溶液成分为磷酸(H_3PO_4)及硫酸(H_2SO_4)的混合溶液，该酸性溶液的操作温度高于常温优选，本实施例的温度约在 320 $^\circ\text{C}$ 左右，清洗时间为 10-60 秒。

于第二实施例中，于发光元件的基板 20 的第三下表面涂布一第四保护层，可进一步保护基板 20，避免被酸性溶液伤害。

于第二实施例中，激光束对基板 20 的第三上表面进行切割，产生切割道 201，该切割道深度可到达基板 20。

在上述各实施例中，发光元件在清洗工艺后，可还包括一断裂工艺，将发光元件分离为芯片。

在上述各实施例中，第一保护层 13、第二保护层、第三保护层 23 及第四保护层包括选自金(Au)、铂(Pt)、钛(Ti)、氮化硅(Si_3N_4)、氧化硅(SiO_2)、环氧树脂(Epoxy)、光致抗蚀剂(photoresist) 所构成材料组群中的至少一种材料或其它替代性材料。

在上述各实施例中，基板 10 或 20 包括选自蓝宝石、SiC、GaN、AlN、ZnO、及 MgO 所构成材料组群中的至少一种材料或其它替代性材料。

上述各相关实施例中的发光叠层包括一第一导电类型半导体层、一发光层以及一第二导电类型半导体层。该第一导电类型半导体层可包括选自于 AlGaInP、AlInP、GaInP、AlN、GaN、AlGaIn、InGaIn、及 AlInGaIn 所构成材料群组中的一种材料或其替代性材料。发光层可包括选自于 AlGaInP、AlInP、GaInP、GaN、InGaIn 及 AlInGaIn 所构成材料群组中的一种材料或其替代性材料。第二导电类型半导体层可包括选自于 AlGaInP、AlInP、GaInP、AlN、GaN、AlGaIn、InGaIn 及 AlInGaIn 所构成材料群组中的一种材料或其替代性材料。

虽然本发明已通过各实施例说明于上，然此等实施例并非用以限制本发明的范围。对于本发明所作的各种修饰与变更，皆不脱本发明的精神与范围。

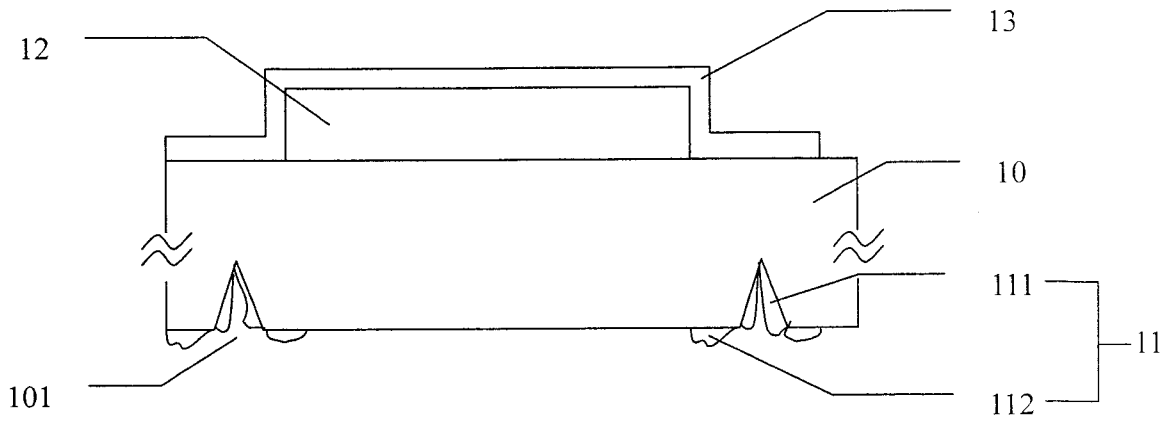
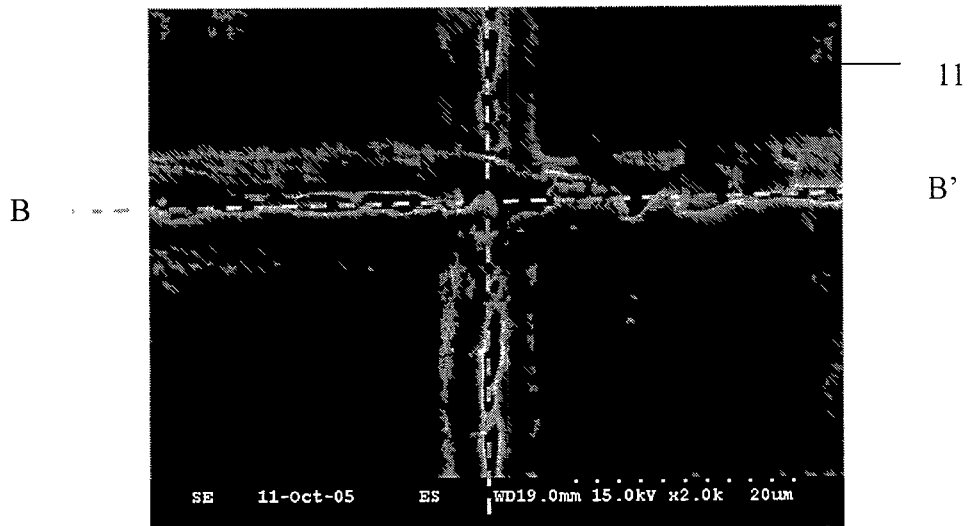


图 1A

A



A'

图 1B

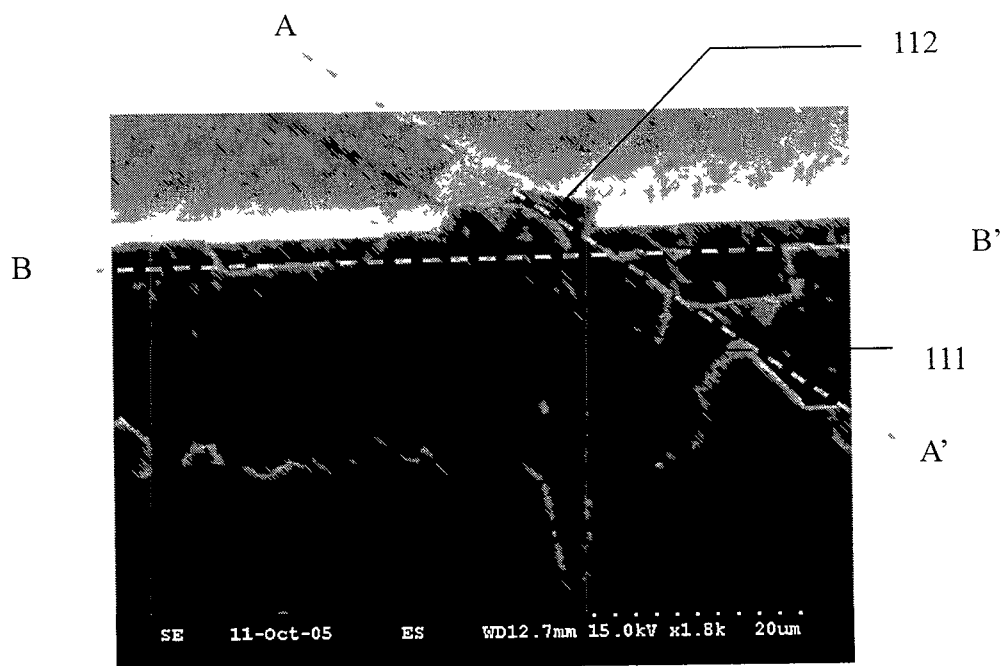


图 1C

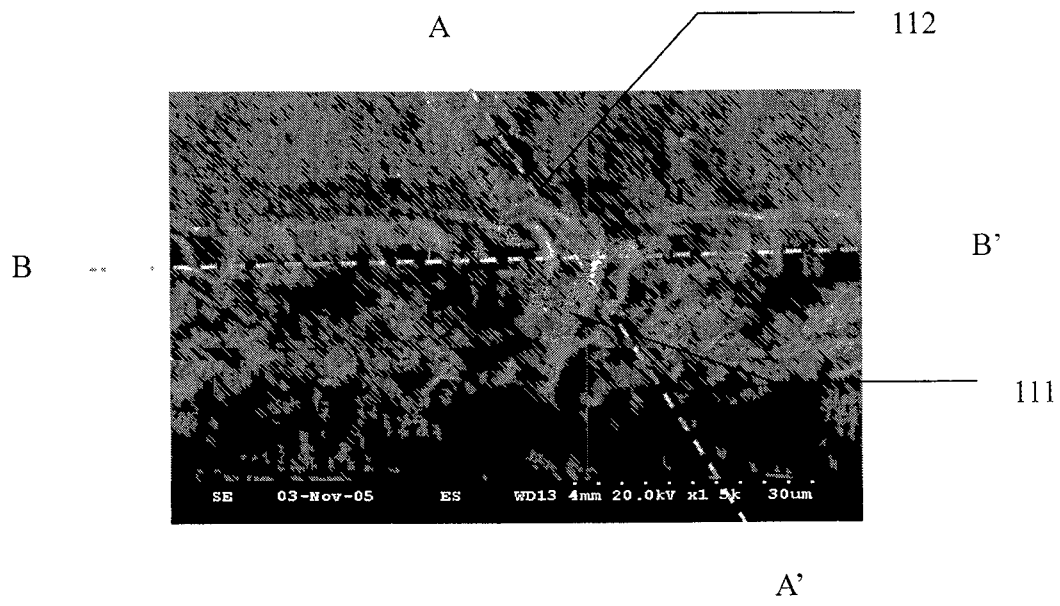


图 2A

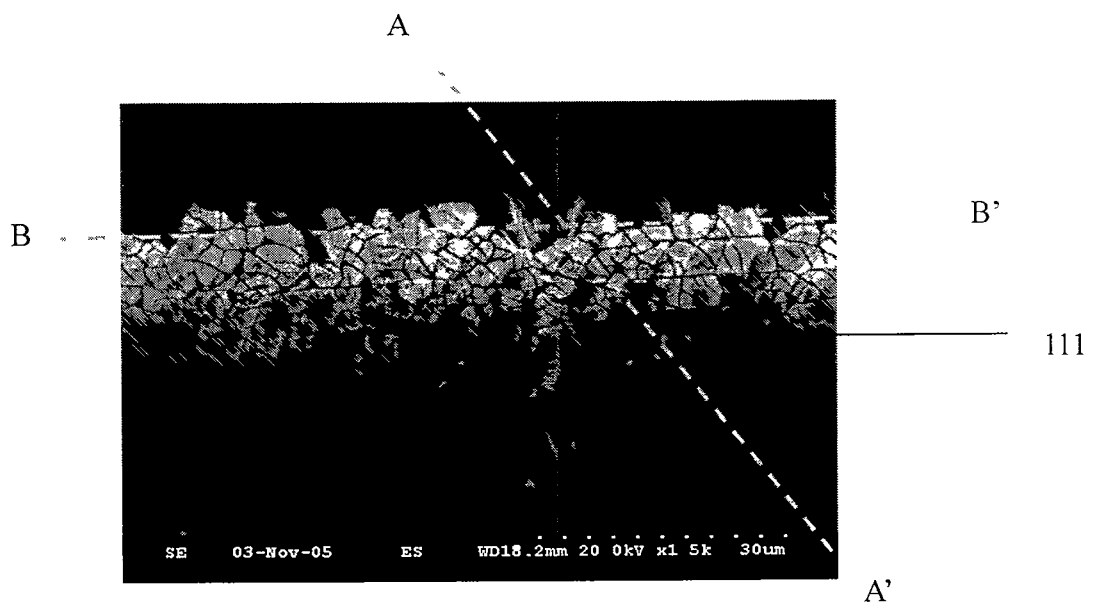


图 2B

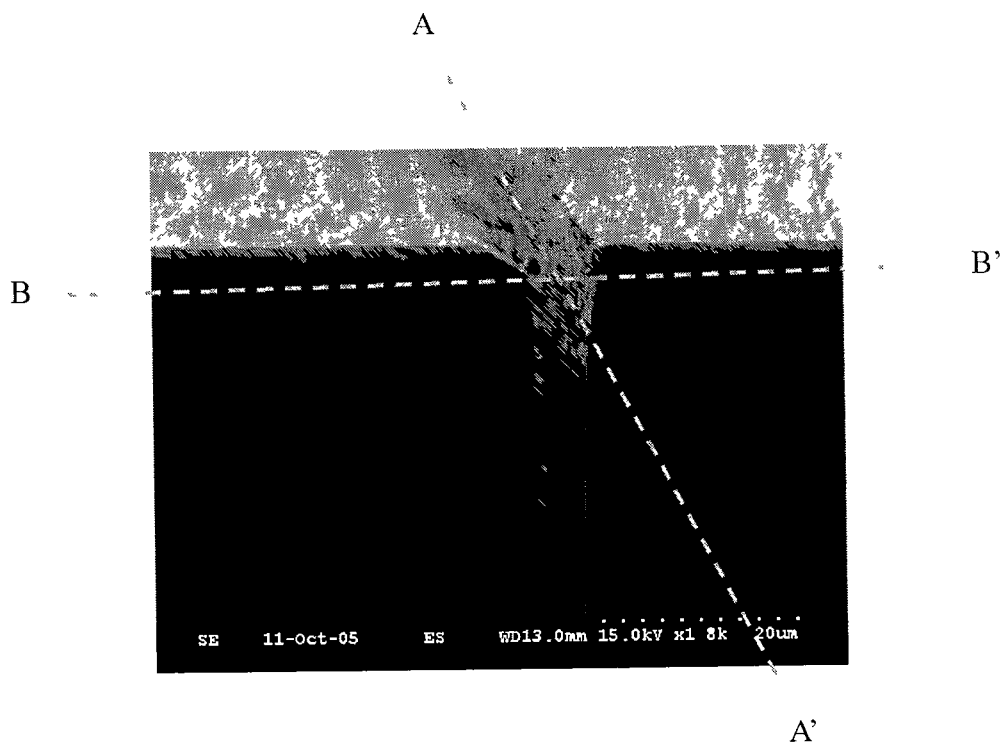


图 2C

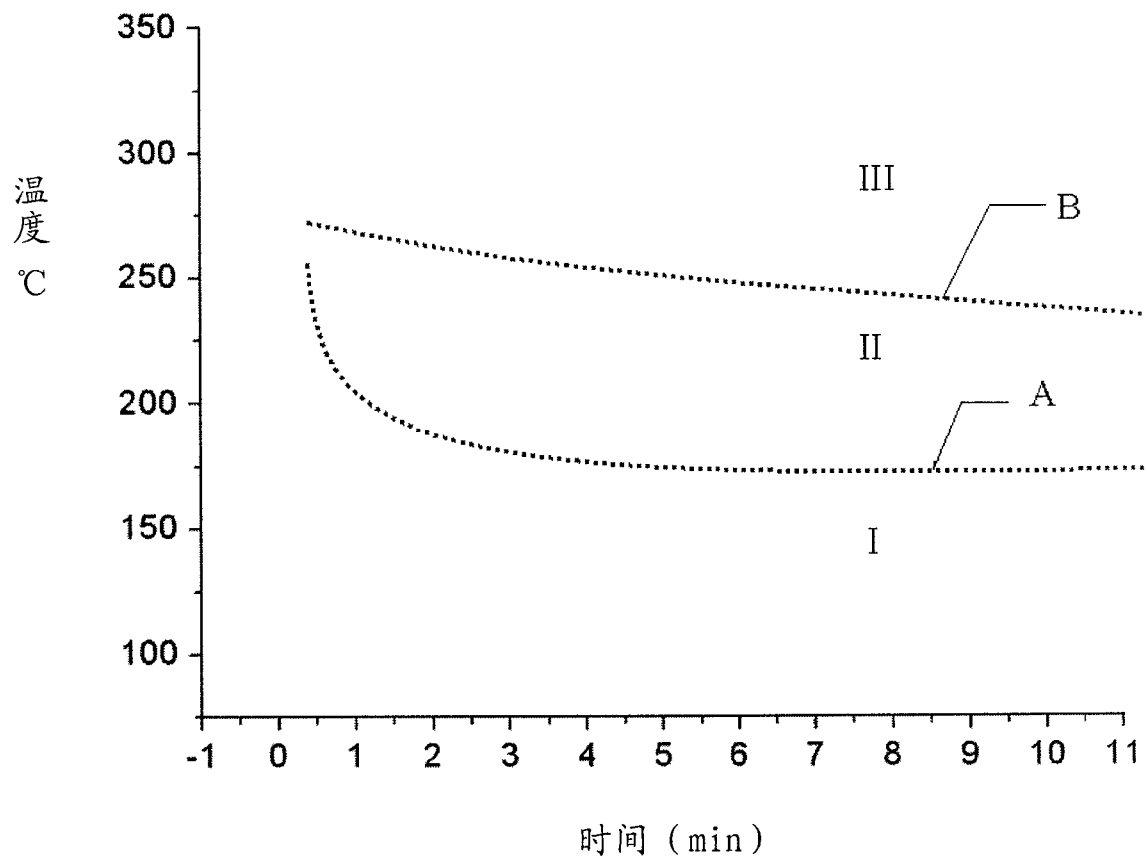


图 3

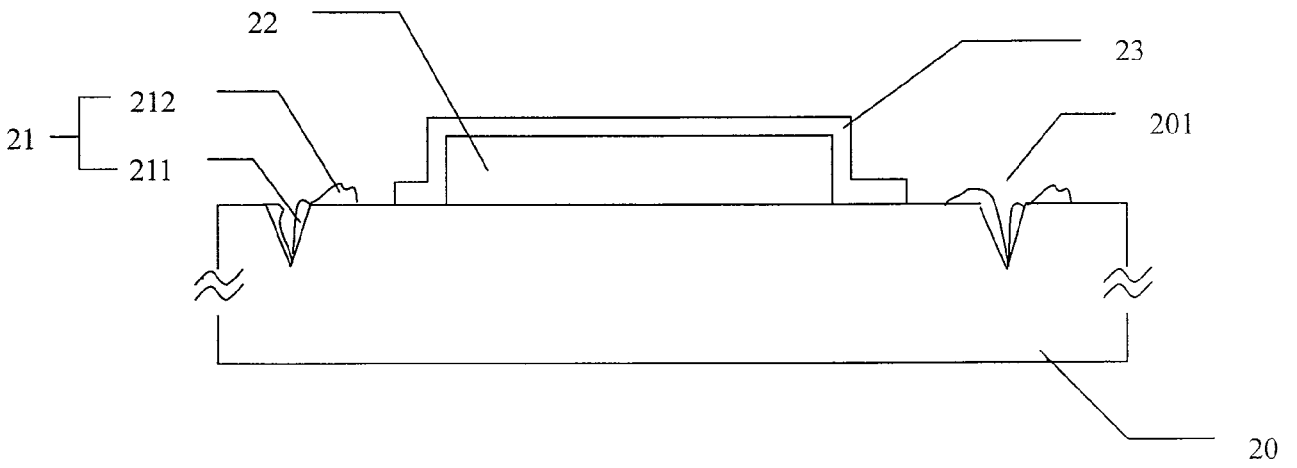


图 4