



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104040734 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 10

(21) 申请号 201380005153. 9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 01. 03

H01L 33/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

H01L 33/22 (2006. 01)

61/584, 836 2012. 01. 10 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 07. 10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2013/050055 2013. 01. 03

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/105004 EN 2013. 07. 18

(71) 申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 M. 贝内迪特 P. S. 马丁

B. 克哈拉斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 景军平 汪扬

权利要求书1页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

通过选择性区域粗糙化控制的 LED 光输出

(57) 摘要

粗糙化发光设备的表面以提高表面的光提取效率,但是选择粗糙化区域的大小以实现所期望水平的光提取效率。光刻技术可以用来创建掩模,其将粗糙化限于发光表面的选择区域。因为粗糙化区域的大小可以被精确地控制,所以光提取效率可以被精确地控制,其基本上独立于用来粗糙化表面的特定过程。此外,表面的选择性粗糙化可以用来获得所期望的光发射输出图案。

1. 一种方法,包括:
创建发光设备,所述发光设备被结构化成通过具有第一区域的限定发光表面来发射光,
标识所述限定发光表面中的一个或多个选择区域,所述选择区域占据小于所述第一区域的第二区域,以及
改变所述发光表面以在所述第二区域中创建粗糙化的表面并且在对应于所述第一区域的剩余部分的第三区域中创建未粗糙化的表面。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述标识包含应用掩模材料,所述掩模材料限定所述选择区域。
3. 根据权利要求 2 所述的方法,其中应用所述掩模材料包含光刻过程。
4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述发光设备以第一光输出水平从所述第二表面区域发射光并且以第二光输出水平从所述第三表面区域发射光,所述第二光输出水平小于所述第一光输出水平。
5. 根据权利要求 4 所述的方法,其中所述第一光输出水平大约是所述第二光输出水平的两倍。
6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述选择区域被图案化成提供可区分的光学效果。
7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述改变包含将所述选择区域中的至少一个粗糙化成不同于所述选择区域中的另一个的粗糙化程度的粗糙化程度。
8. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述改变包含化学刻蚀。
9. 根据权利要求 8 所述的方法,其中所述化学刻蚀包含光电化学刻蚀。
10. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述改变包含激光刻蚀。
11. 一种发光设备,包括:
发光结构,其被结构化成通过具有第一表面区域的发光表面来发射光,
所述发光表面在小于所述第一表面区域的第二表面区域中被粗糙化,并且在第三表面区域中未被粗糙化。
12. 根据权利要求 11 所述的发光设备,其中所述第二表面区域被图案化成提供可区分的光学效果。
13. 根据权利要求 11 所述的发光设备,其中所述发光设备以第一光输出水平从所述第二表面区域发射光并且以第二光输出水平从所述第三表面区域发射光,所述第二光输出水平小于所述第一光输出水平。
14. 根据权利要求 13 所述的发光设备,其中所述第一光输出水平大约是所述第二光输出水平的两倍。
15. 根据权利要求 11 所述的发光设备,其中所述第二表面区域包含多个选择区域,并且所述选择区域中的至少一个被粗糙化成不同于所述选择区域中的另一个的粗糙化程度的粗糙化程度。

通过选择性区域粗糙化控制的 LED 光输出

技术领域

[0001] 本发明涉及发光设备(LED)的领域,并且特别地涉及一种发光设备,其具有提高设备的光提取效率的选择性地粗糙化的发光表面。

背景技术

[0002] 使用粗糙化的发射表面来提高 LED 提取效率是众多 LED 设计的共同之处。粗糙化可以被应用于包括 InGaN、AlInGaP 系统的不同类型 LED 结构,以及倒装芯片接合和竖直的薄膜设备架构中,以及其它。

[0003] 2011 年 1 月 25 日授予 John Epler, Paul Martin 和 Michael Krames 并且通过引用并入本文的 USP 7,875,533,“Package integrated thin film LED, and devices”公开了通过使用 KOH 溶液的光电化学刻蚀过程来粗糙化 LED 的 GaN 发光表面以提高光提取效率。使用在发光设备的形成期间生长的刻蚀停止层来控制刻蚀的深度。以同样方式,USPA 2010/0025717, USPA 2009/0146170, USPA 2008/0113463, 和 USP 7,749782 也公开了通过粗糙化发光表面来改进光提取效率的技术,并且通过引用并入本文。

[0004] 以上所引方法中的每一个创建了基本上均匀粗糙化的表面,其允许最大化的光提取,通常允许提取原来未粗糙化的表面的两倍的光。随着发光效率的继续增加,两倍的光提取效率在某些应用中可能不是所期望的。例如,可能期望的是将总的光输出限于客户的最大通量规格,以符合特定的标准,或者达到特定的照明效果。

[0005] 对于每一个粗糙化方法来说,也许可能是通过改变粗糙化的特性来改变光提取效率的,诸如通过改变粗糙化过程的参数以增加或减少所得到的粗糙化表面的粗糙度或其它方面。然而,开发个性化过程的成本可能太大,并且可达到的可控效率范围可能受限于或受制于该过程的变化。

发明内容

[0006] 可能有利的是能够可靠地和/或廉价地控制发光设备的光提取效率。同样可能有利的是能够控制发光设备的光提取效率而基本上不影响用来粗糙化发光设备的表面的过程和/或不受该过程的影响。

[0007] 为了更好地解决这些问题中的一个或多个,在本发明的实施例,使用常规的技术来粗糙化发光设备的表面以提高光提取效率,但是选择粗糙化区域的大小以达到所期望水平的光提取效率。光刻技术可以用来创建掩模,其将粗糙化限于发光表面的选择区域。因为粗糙化区域的大小可以被精确地控制,所以光提取效率可以被精确地控制,其基本上独立于用来粗糙化表面的特定过程。此外,表面的选择性粗糙化可以用来获得所期望的光发射输出图案。

附图说明

[0008] 参照附图通过示例的方式并且更详细地解释本发明,其中:

图 1A-1C 示出了通过粗糙化发光设备的发光表面来提高发光设备的光提取效率的示例性现有技术过程。

[0009] 图 2 示出了通过粗糙化发光设备的发光表面的选择区域来提高发光设备的光提取效率的过程的示例性流程图。

[0010] 图 3 示出了光提取效率与粗糙化区域在发光表面上的百分比之间的示例性关系。

[0011] 图 4A-4D 示出了选择性粗糙化的发光表面的示例性图案。

[0012] 贯穿附图,相同的参考标记指示相似或相应的特征或功能。所包括的附图用于说明目的,而非旨在限制本发明的范围。

具体实施方式

[0013] 在以下描述中,出于解释而非限制的目的,阐述具体细节(诸如特定架构、界面、技术等等)以便提供对本发明的概念的透彻理解。然而,本领域技术人员将明白,可在脱离这些具体细节的其他实施例中实践本发明。以同样方式,本描述的文字涉及如图所示的示例性实施例,且并非旨在限制超出明确包含在权利要求中的界限的所要求保护的发明。出于简单且清楚的目的,省略已知的设备、电路及方法的详细描述以免不必要的细节使得本发明的描述不清楚。

[0014] 图 1A-1C 示出了通过粗糙化发光设备 110 的发光表面 115 来提高发光设备的光提取效率的示例性现有技术过程。出于本公开的目的,该设备的发光表面 115 被认为是设备的表面的部分,该部分能够发射在设备内产生的光。设备的表面中的不能发射光的部分(诸如被触点或其它结构覆盖的部分)不是发光表面。为了便于说明和解释,图示发光表面 115 是设备 110 的整个上表面,尽管上表面可能存在没有光通过其发射并且因而本身不是发光表面的一部分的区。

[0015] 图 1A 示出了该过程的示例性流程图。发光设备 110 可以通过本领域已知的多种过程中的任何一种来创建,并且包含上表面,其可以包含 GaN、AlInGaP、或其它材料。由于表面材料与设备 110 外部的材料(其可以是空气、或随后应用的环氧树脂或其它材料)之间的折射率差、基本上平坦的上表面,所以在设备 110 内部产生的大量光从表面 115 内反射,并且随后在设备 110 内被吸收。

[0016] 为了增加从设备 110 提取的光量,粗糙化发光表面 115 以改进光提取效率。可以使用任何数量的过程 150 来产生具有粗糙化表面 185 的设备 180,包括例如等离子体刻蚀、湿化学、光电化学(PEC)、激光、以及其它方法。示例性刻蚀过程可以包括例如电感耦合等离子体刻蚀系统,其具有高偏压功率 100 ~ 1000W 并且引入刻蚀气体(诸如 Ar、O₂、HBr、Cl₂、BCl₃、SiC₄、SF₆)。为了便于引用,术语“刻蚀”在下文中用于指任何方法,该方法向发光设备 110 引入粗糙化表面 185,从而产生具有粗糙化表面的发光设备 180。

[0017] 图 1B 和 1C 示出了等离子体刻蚀的发光设备 180 的示例性粗糙化表面 185 的图像。发光表面 185 与设备 180 外部的材料之间的不规则界面降低了光束由于内反射而变得“被捕获”在设备 180 内的可能性,由此增加了从粗糙化表面 185 提取的光量。通过粗糙化设备 110 的平坦发光表面 115 来加倍光提取并不罕见。

[0018] 如上所述,为了便于说明,发光表面 115 被示为跨设备 110 的上表面延伸,尽管上表面可以包含不是发光表面 115 的一部分的区(诸如接触区域)。以同样方式,粗糙化的表

面 185 被示为跨设备 180 的上表面延伸, 尽管出于本公开的目的, 粗糙化的表面 185 对应于发光表面 115 的粗糙化。也就是说, 粗糙化的表面 185 不包含设备 110 的上表面中的未包含在发光表面 115 内的上述部分, 而不论这些部分是否通过刻蚀过程 150 粗糙化。

[0019] 如上所述, 在一些应用中, 期望产生特定量的光, 而不是如设备 180 所能产生的那么多的光。假设用于产生设备 180 的技术所能够产生的设备 180 能产生多于所期望的光量, 则可以调整一个或多个制造过程的参数以产生小于最大可实现的光输出。例如, 可以通过允许所产生的更多光在设备 180 内被吸收、或者通过允许到达表面 185 的更多光被内反射、或者通过两者的组合来减少到达设备 180 的表面 115 的光量。

[0020] 例如, 为了降低光提取效率, 可以调整暴露于刻蚀化学品的持续时间, 或者刻蚀化学品的浓度或强度以减小粗糙化的程度, 由此增加光在其能够通过设备的发光表面逸出之前在设备内被吸收的可能性。如果使用上述 USP 7, 875, 533 的过程, 那么例如可以控制刻蚀停止层的生长以减小表面粗糙化的程度。

[0021] 也就是说, 为了控制设备所提供的最大光输出, 可以将刻蚀过程的参数调整为“次最佳的”以减小从设备的光提取效率。然而, 通过次最佳的刻蚀过程可达到的精确程度和/或控制范围可能不足以提供所期望水平的光输出, 并且对于不同应用修改用于不同光输出水平的过程参数可能引入附加任务和与这种过程控制相关联的附加成本。

[0022] 在本发明的示例性实施例中, 控制粗糙化的表面区域的比例以实现所期望水平的光提取效率。以此方式, 过程参数可以保持在它们的最佳水平, 并且可以实现大范围的控制。也就是说, 控制范围将从完全未粗糙化的表面所提供的最小提取效率到完全粗糙化的表面所提供的最大提取效率, 其中过程的精度通过有待粗糙化或不粗糙化的表面区域的选择精度来控制。

[0023] 图 2 示出了基于设备表面上的粗糙化区域的大小来控制发光设备的光输出的示例性过程。

[0024] 掩模过程 230 用于将防刻蚀或抑制刻蚀的图案 235 应用于发光设备 110 上。如本领域所公知的, 可以获得用来将材料的图案 235 精确地创建到表面 115 上的技术, 包括例如光刻、丝网印刷等等。选择用于创建图案 235 的材料将取决于随后应用的特定刻蚀过程 150。在示例性的等离子体刻蚀过程中, 可以使用常规的光刻胶材料。

[0025] 本领域的技术人员将认识到, 在某些过程中, 刻蚀抑制图案 235 也可以通过在将产生刻蚀的区域内创建刻蚀产生或刻蚀增强材料的“负”图案来形成。以同样方式, 本领域的技术人员将认识到, 可以使用其它过程(诸如激光刻蚀)来选择性地粗糙化表面。

[0026] 没有被刻蚀抑制材料 235 掩模的表面区域通过应用表面刻蚀过程 150 来粗糙化。如上所述, 因为是基于粗糙化的区域的大小来控制提取效率的, 所以该过程不需要对常规刻蚀过程 150 本身进行修改。该刻蚀过程 150 产生仅在由图案 235 所限定的区域中具有粗糙化表面 285 的发光设备 280。

[0027] 可选地, 修整过程 270 可以被应用以从选择性地粗糙化的发光设备 280 移除任何残余材料。在使用光刻胶材料 235 的示例性等离子体刻蚀过程中, 可将光刻胶材料移除以产生发光设备, 其具有原始未粗糙化的表面区域 115 和粗糙化的表面区域 285。该移除过程可以包含使用常规的湿式抗蚀剂剥离过程或 O2 灰分过程。

[0028] 考虑具有未粗糙化区域 115 和粗糙化区域 285 的发光设备 280, 光提取效率将由这

些区域 115, 285 的相对比例来确定。

[0029] 在表面的所选区域的示例性等离子体刻蚀中, 已经发现提取效率相对于粗糙化表面区域的比例基本是线性的, 如图 3 中的线 350 所示。在该示例中, 光输出是关于具有未粗糙化的表面 115 的原始发光设备 110 的光量归一化的。如该图中所示, 完全粗糙化的表面 285 提供约为未粗糙化的表面 115 的两倍的光输出。如图 3 的 355 处所示, 当表面区域的四分之三(75%)被粗糙化时, 光输出大约为未粗糙化的表面 115 的光输出的 1.75 倍。

[0030] 其他过程可以产生光输出 320 的量和粗糙化区域 310 的比例之间的不同关系, 并且这种关系能够通过对具有不同比例的粗糙化区域的设备的光输出进行采样来容易地确定。一旦确定了光输出 320 和粗糙化区域 310 之间的关系, 那么对设备 280 的输出的精确控制可以通过精确地控制设备 280 的表面上的区域 115 和 285 的比例来容易地实现。

[0031] 图 4A-4D 示出了选择性粗糙化的发光表面的示例性图案。本领域的技术人员将认识到, 在控制从表面发射的光量的同时, 还可以使用各种粗糙化图案中的任何一种来实现不同的光学效果。

[0032] 图 4A 示出了具有布置成竖直带的粗糙化区域 285 和未粗糙化区域 115 的设备的示例性表面区域。在该示例中, 粗糙化区域的比例约为 75%, 其在图 3 的光输出 320 与粗糙化区域 310 之间的线性关系 350 的示例中将提供大约为粗糙化之前发光设备所提供的光量的 1.75 倍的光输出。

[0033] 在该示例中, 将产生来自粗糙化区域 285 的较亮的光带, 并且其可能使人不舒服。本领域的技术人员将认识到, 可以限定替代性图案, 其中所期望比例的粗糙化区域具有较不明显的图案。例如, 取代于图 4A 中九个明亮的粗糙化带 285, 以及明显可区分的较暗的未粗糙化带 115, 可以提供几百个粗糙化带 285, 以及人眼无法辨别的相应较小的较暗带 115。

[0034] 图 4B 示出了粗糙化区域 285 和未粗糙化区域 115 的棋盘状布置。示例性图案提供了比例约为 50% 的粗糙化区域, 其在图 3 的示例中将提供大约为粗糙化之前发光设备所提供的光量的 1.5 倍的光输出。通过将区域 285, 115 布置成棋盘式布置, 区域 285 上的较亮光 and 区域 115 上的较暗光之间的对比将比具有相同比例的粗糙化区域 285 的带图案更难察觉。如图 4A 的示例, 可以增加区别性区域 285, 115 的数量以减少任何可察觉的光学异常。

[0035] 在图 4A 和 4B 的示例中, 呈现了用于使粗糙化区域 285 和未粗糙化区域 115 的布置所产生的光输出图案模糊的技术。在一些应用中, 可区分的光输出图案可能是期望的。

[0036] 在图 4C 中, 粗糙化的区域 285 被布置成提供这样的光输出图案: 其将在中心区比较明亮, 并且随着离开中心的距离的增加而逐步变暗, 从而提供聚光灯状图案。基于这些粗糙化区域 285 和未粗糙化区域 115 的比例, 环 285, 115 的尺寸将被设计成提供所期望的光输出量。

[0037] 在图 4D 中, 粗糙化的区域 285 被布置成提供具有椭圆形光输出图案的中心明亮的图案。

[0038] 这些图案 4A-4D 仅出于说明而被提供, 实际上可以使用任何图案来创建所期望的光学效果, 并且同时控制将从发光表面发射的光量。其它图案对于本领域技术人员来说将是显而易见的。例如, 在图 4C-4D 的图案中, 表面中心处的未粗糙化的图案 285 可以如图所示, 而该中心以外的区域可以是较不明显的图案(诸如图 4B 的棋盘布置)。以同样方式, 掩模也可以限定图形或装饰性的图像。

[0039] 虽然已经在附图和前述说明书中详细说明和描述了本发明,但这样的说明和描述应被认为是说明性的或示例性的而非限制性的;本发明不限于所公开的实施例。

[0040] 例如,可能在这样的实施例中操作本发明:其中通过进一步限制从未粗糙化表面 115 发射的光量来提供更大范围的控制。也就是说,在图 3 中,光输出 320 和粗糙化区域 310 之间的关系 350 被假定为在从完全平坦的表面 115 到完全粗糙化的表面 185 的范围内。然而,如果未粗糙化的表面的区是不透明的,那么光输出可能被降低至低于(透明的)完全平坦表面 115 所产生的光量。这种不透明性可以通过在图 2 的选择性刻蚀的设备 280 的表面上留下一些或所有掩模材料 235 来实现。

[0041] 以同样方式,虽然本发明是在二元“粗糙化”/“未粗糙化”的掩模过程的情况下呈现的,但是技术的组合可以用于创建特定的光学效果。例如,通过创建靶心图案可以产生强制高斯分布,其中中心部分是完全粗糙化的并且其它部分以较低的百分比粗糙化。粗糙化的变化可以通过选择性地应用多级粗糙化过程、通过使用不同的粗糙化抑制材料、通过生长不同深度的刻蚀停止层等等来产生。

[0042] 本领域技术人员在实践所要求保护的本发明时,可根据附图、公开内容和所附权利要求的学习来理解并实现所公开实施例的其他变型。在权利要求中,词语“包括”不排除其他元件或步骤,并且不定冠词“一”或“一个”不排除多个。单个处理器或其他单元可以实现权利要求中陈述的若干项的功能。在相互不相同的从属权利要求中陈述某些措施的简单事实并不指示不能有利地使用这些措施的组合。计算机程序可以存储/分布在适当的介质(诸如与其它硬件一起或作为其它硬件的部分提供的光学存储介质或固态介质)上,但也可以其它形式分布(诸如经由因特网或者其它有线或无线电信系统)。权利要求中的任何参考标记不应解释为限制范围。

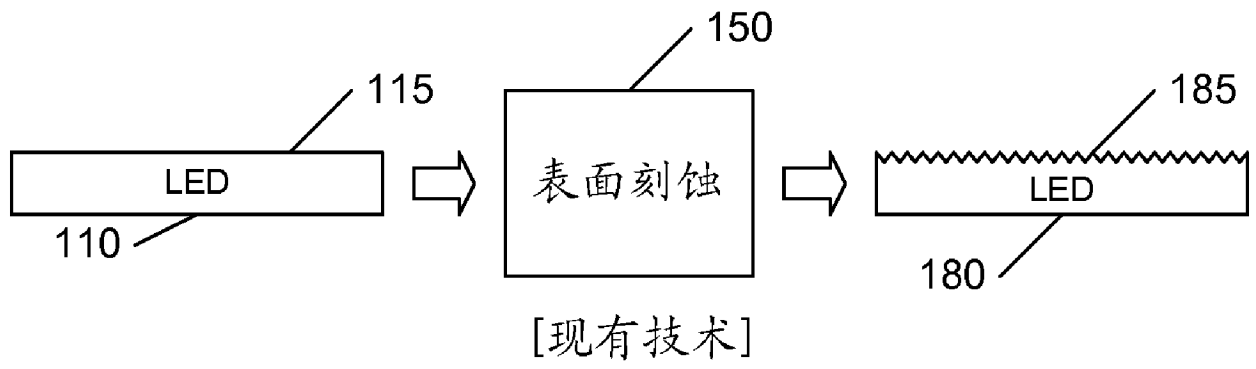


图 1A

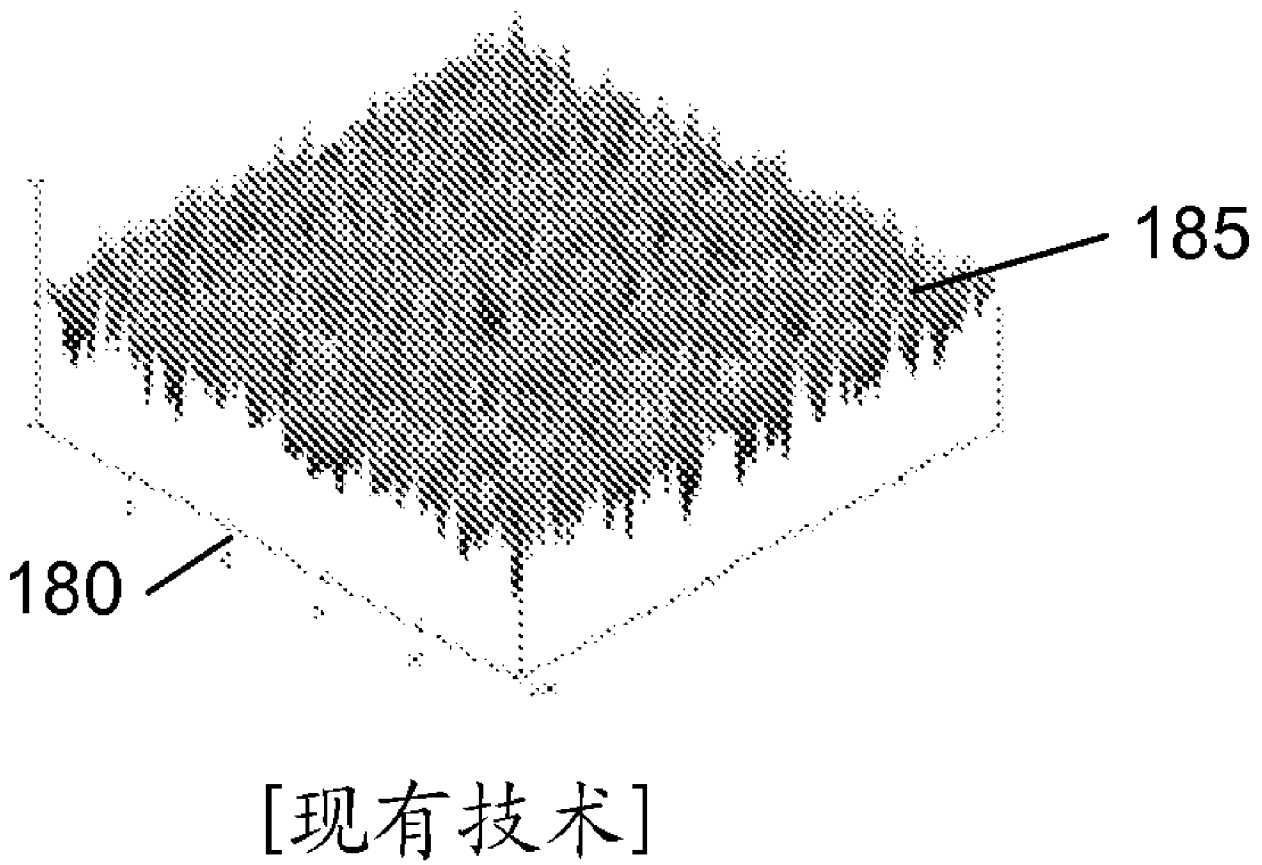
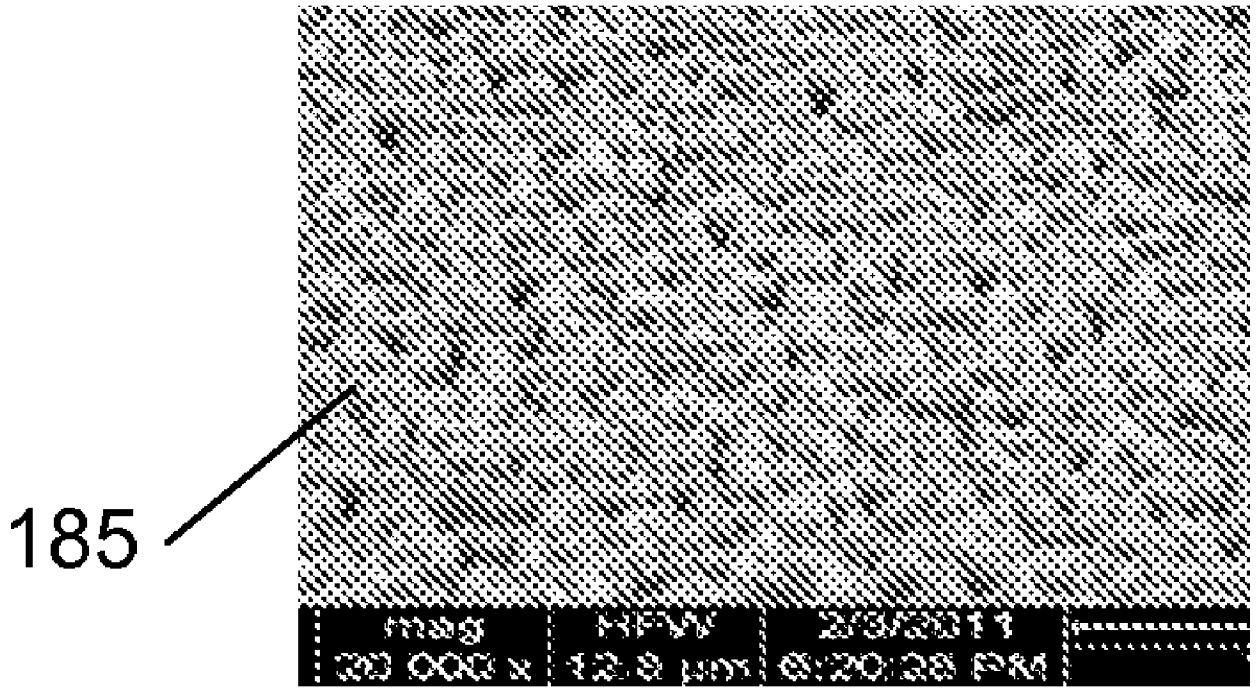


图 1B



[现有技术]

图 1C

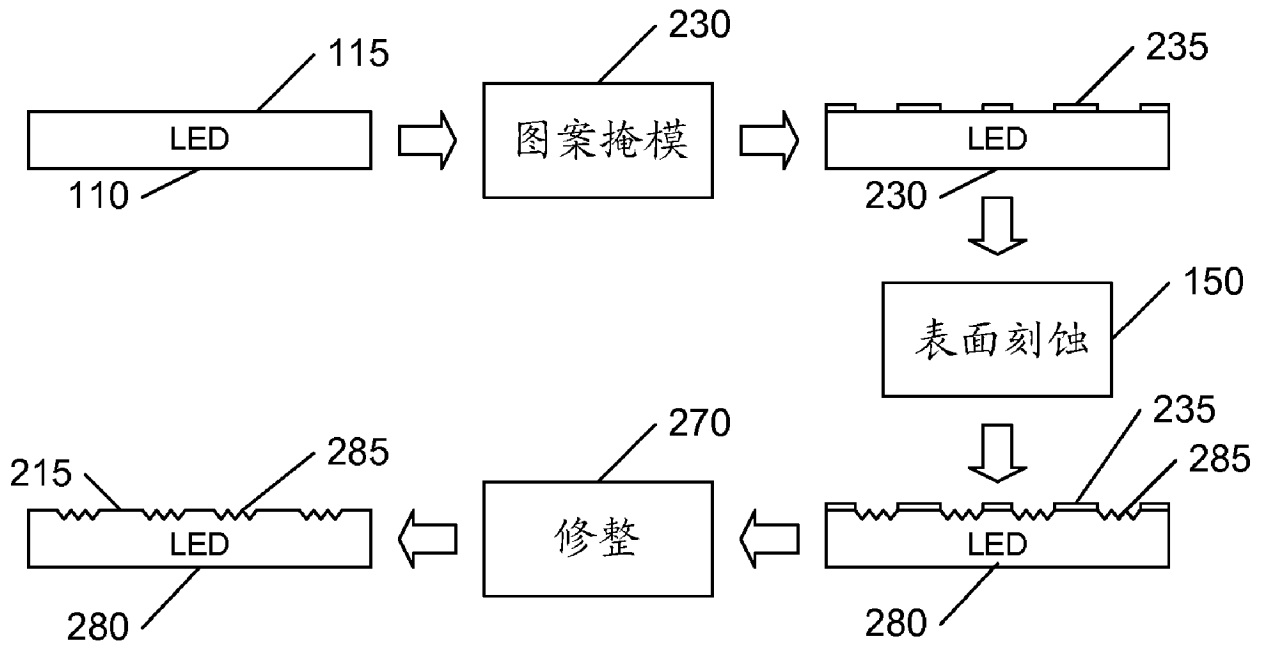


图 2

光输出

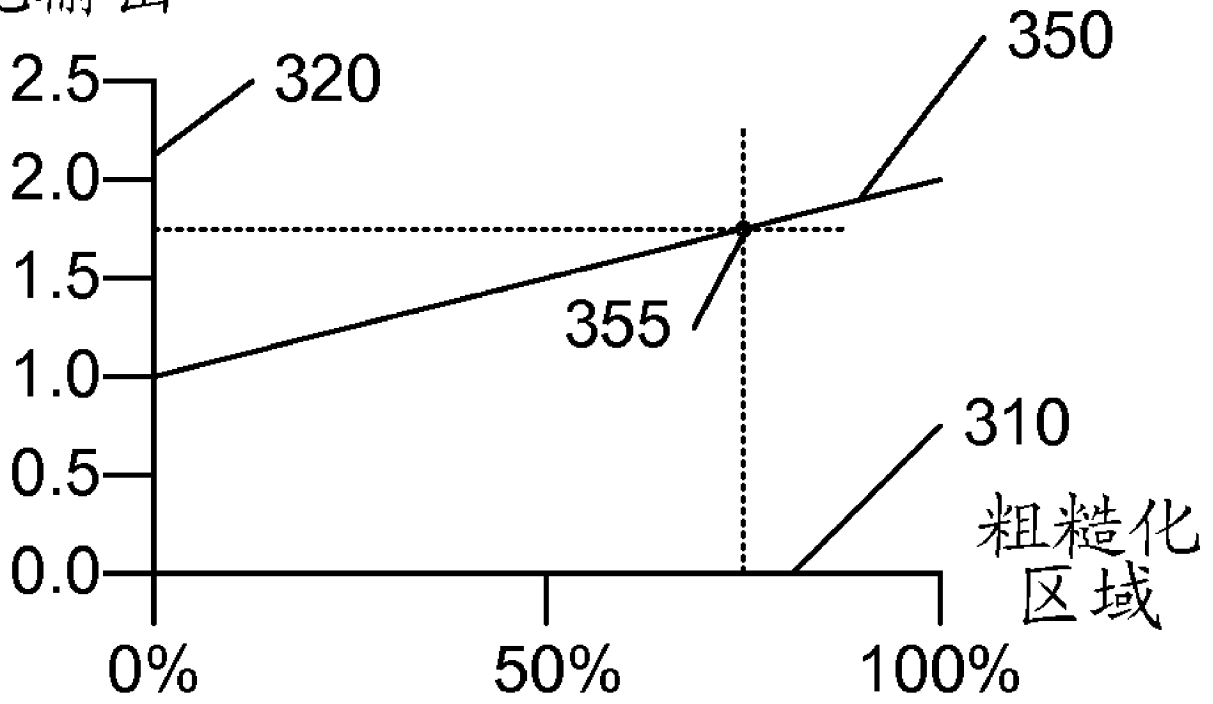


图 3

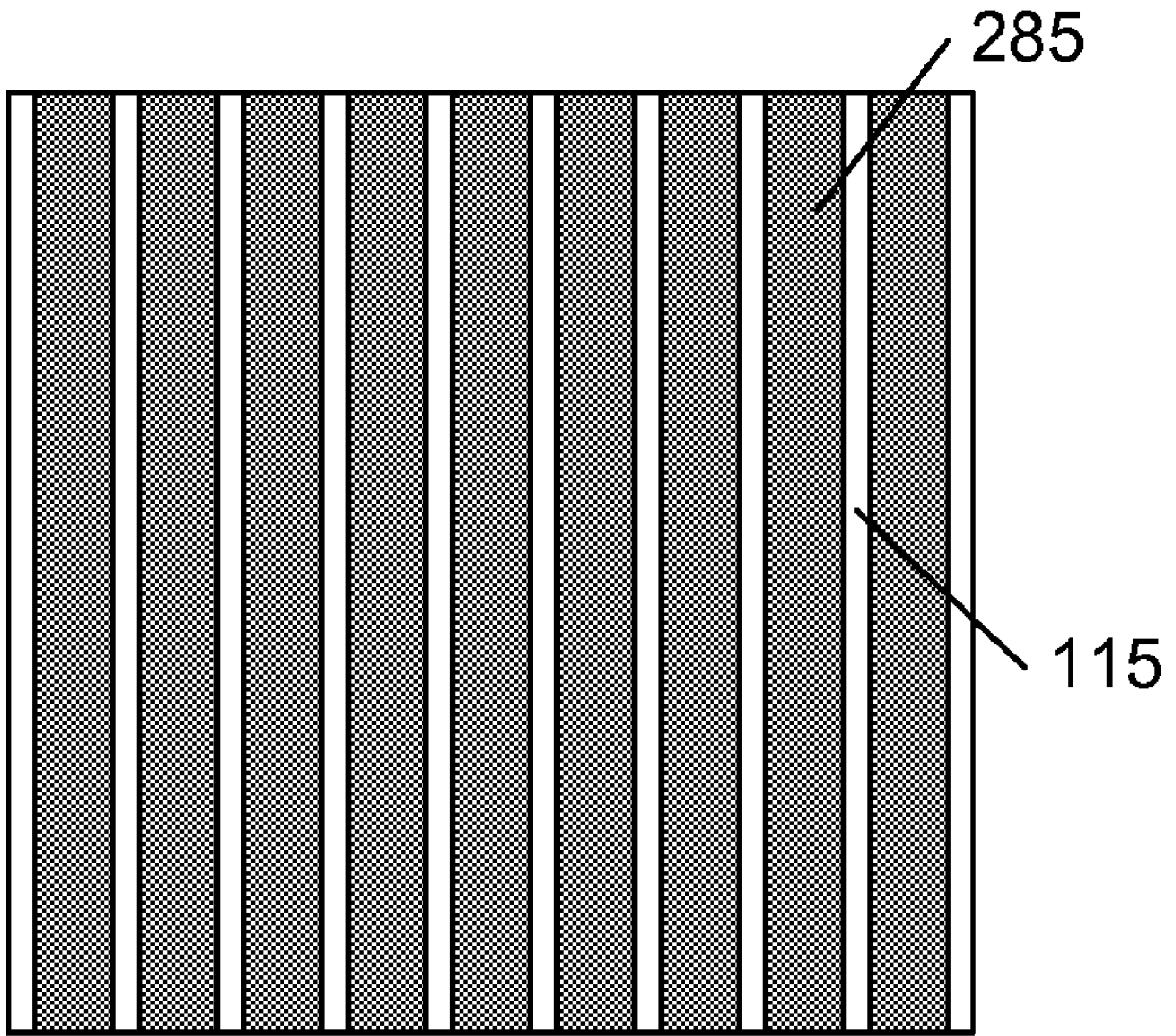


图 4A

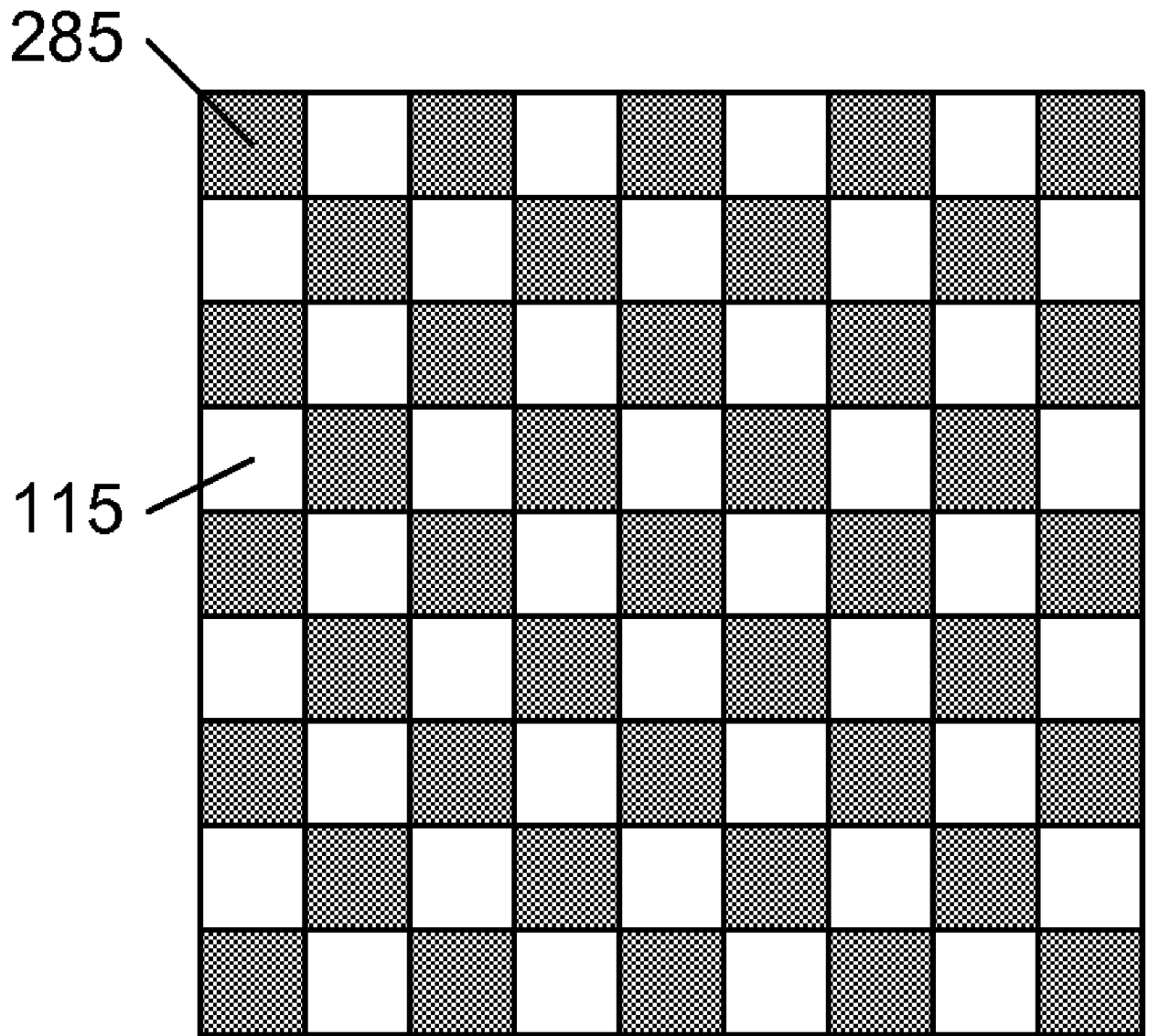


图 4B

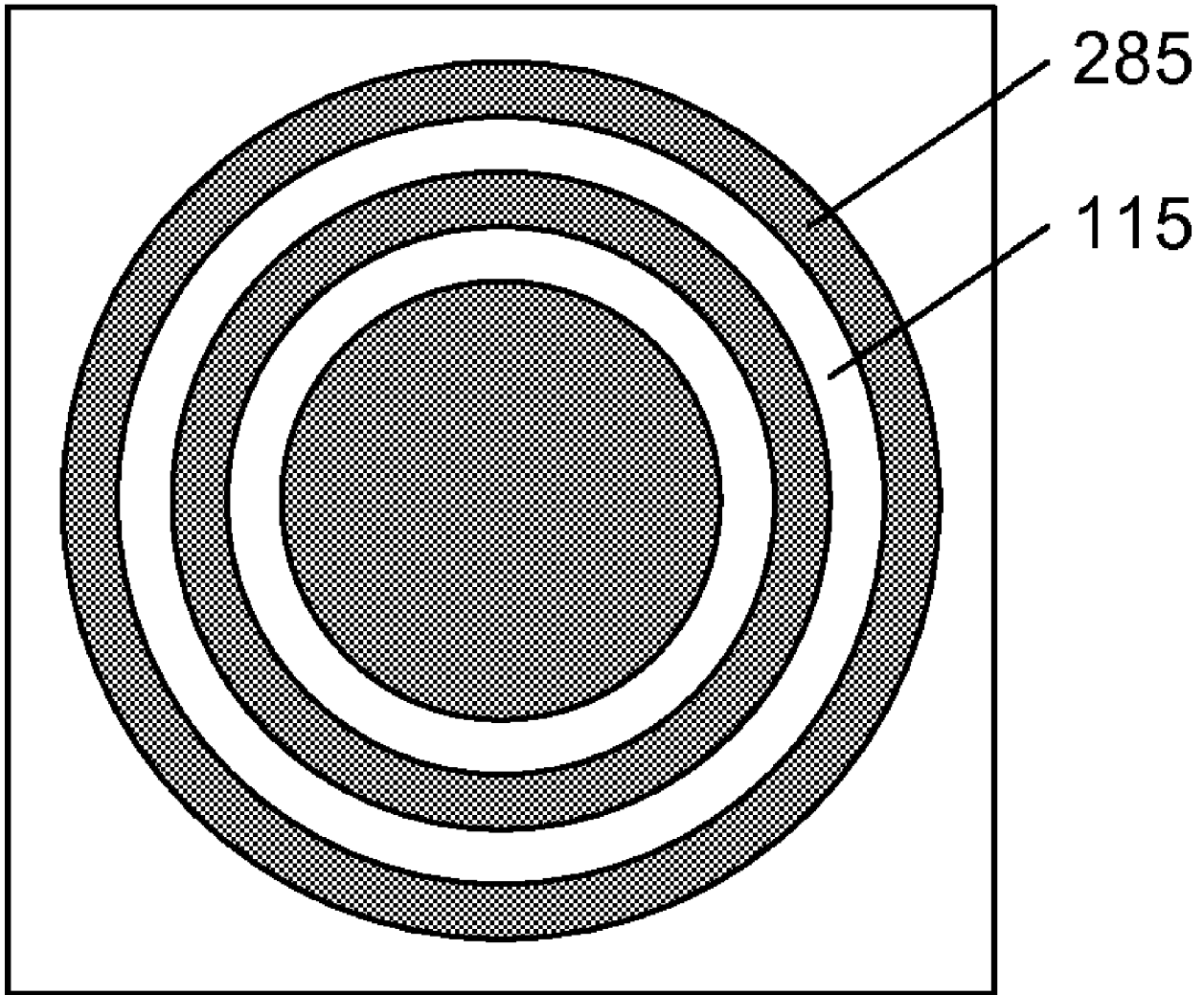


图 4C

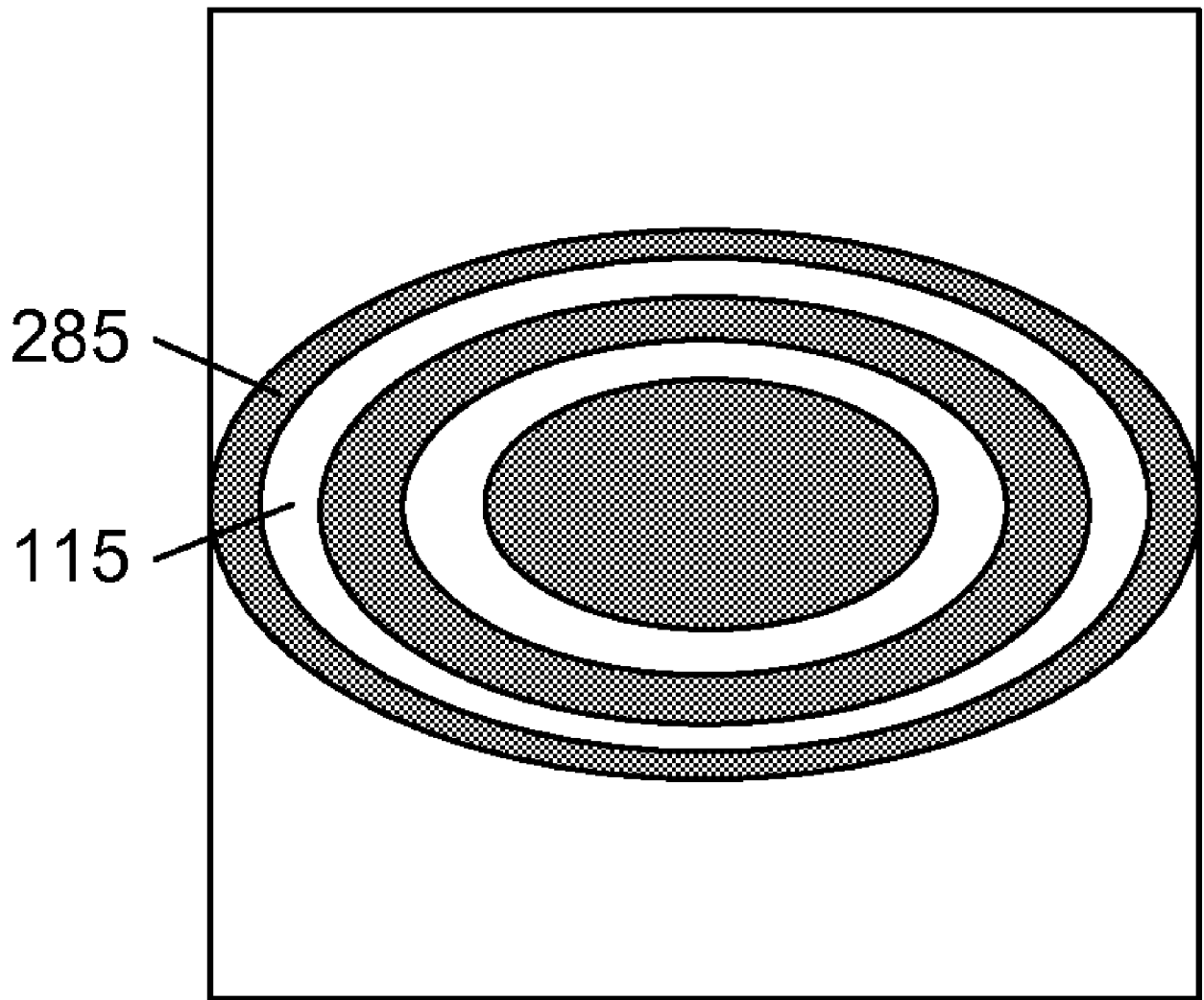


图 4D