



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107210293 B

(45)授权公告日 2019.12.17

(21)申请号 201580074864.0

(22)申请日 2015.12.17

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107210293 A

(43)申请公布日 2017.09.26

(30)优先权数据
62/094,525 2014.12.19 US
62/094,539 2014.12.19 US
62/107,606 2015.01.26 US
62/153,291 2015.04.27 US
62/153,298 2015.04.27 US
62/161,067 2015.05.13 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.07.28

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2015/066372 2015.12.17

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/100662 EN 2016.06.23

(73)专利权人 GLO公司
地址 瑞典隆德

(72)发明人 N·F·加德纳 F·A·小基什
M·莫德里可 A·波克利亚
D·B·汤普森 F·丹尼斯
S·N·法伦斯

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限
责任公司 11287

代理人 江葳

(51)Int.Cl.
H01L 25/075(2006.01)
H01L 33/48(2010.01)
H01L 33/62(2010.01)

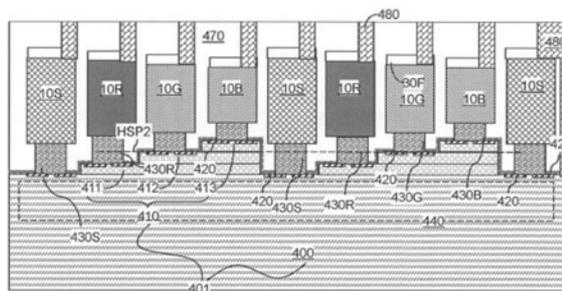
(56)对比文件
JP 昭56-17385 A,1981.02.19,
CN 101859728 A,2010.10.13,
US 8349116 B1,2013.01.08,
US 2013/0214302 A1,2013.08.22,
JP 特开2014-220312 A,2014.11.20,
审查员 张弓

权利要求书1页 说明书45页 附图91页

(54)发明名称
背板上的发光二极管阵列及其制造方法

(57)摘要
本发明提供一种背板,其任选地具有阶梯式水平面且任选地嵌入金属互连结构。第一导电接合结构形成于第一阶梯式水平面上。第一转移衬底上的第一发光装置安置在所述第一导电接合结构上,且所述第一发光装置的第一子集接合到所述第一导电接合结构。可采用激光辐射以选择性地使所述第一发光装置的所述第一子集从所述第一转移衬底断开,而所述第一发光装置的第二子集仍附接到所述第一转移衬底。可采用相同方法将每一额外转移衬底上的额外装置接合到所述背板上的额外导电接合结构,条件是在将与接合位置处的所述背板上预先存在的第一发光装置或装置重叠的位置中不存在所述额外装置。

CN 107210293 B



1. 一种包括接合到背板的第一发光装置及第二发光装置的集成发光装置组合件, 其中:

每一第一发光装置以第一波长发射光;

每一第二发光装置以不同于所述第一波长的第二波长发射光;

每一第一发光装置通过包含第一接合垫及第一导电接合结构的第一堆叠接合到所述背板;

每一第二发光装置通过包含第二接合垫及第二导电接合结构的第二堆叠接合到所述背板; 且

所述第一导电接合结构与所述第二导电接合结构具有相同高度;

所述第一导电接合结构中的每一者具有第一体积; 且

所述第二导电接合结构中的每一者具有小于所述第一体积的第二体积。

2. 根据权利要求1所述的集成发光装置组合件, 其中所述第一发光装置及所述第二发光装置的远端面在平行于所述背板的顶表面的相同平面内。

3. 根据权利要求1所述的集成发光装置组合件, 其中所述第一接合垫与所述第二接合垫具有相同厚度。

4. 根据权利要求3所述的集成发光装置组合件, 其中所述第一接合垫及所述第二接合垫的底表面定位于包含所述背板的顶表面的相同平面内。

5. 根据权利要求1所述的集成发光装置组合件, 其中所述第一导电接合结构与所述第二导电接合结构具有相同材料组成。

6. 根据权利要求1所述的集成发光装置组合件, 其进一步包括接合到所述背板的第三发光装置, 其中:

每一第三发光装置以不同于所述第一波长及所述第二波长的第三波长发射光;

每一第三发光装置通过包含第三接合垫及第三导电接合结构的第三堆叠接合到所述背板;

所述第一导电接合结构、所述第二导电接合结构与所述第三导电接合结构具有所述相同高度; 且

所述第三导电接合结构中的每一者具有小于所述第二体积的第三体积。

7. 根据权利要求1所述的集成发光装置组合件, 其中所述第一及第二发光装置经布置于周期性阵列中, 在所述阵列中相邻发光装置沿着水平方向的中心到中心距离是单位距离的整数倍。

背板上的发光二极管阵列及其制造方法

[0001] 优先权主张

[0002] 本申请案主张来自以下临时申请案的优先权的权益：2014年12月19日申请的第62/094,525号美国临时申请案；2014年12月19日申请的第62/094,539号美国临时申请案；2015年1月26日申请的第62/107,606号美国临时申请案；2015年4月27日申请的第62/153,291号美国临时申请案；2015年4月27日申请的第62/153,298号美国临时申请案；及2015年5月13日申请的第62/161,067号美国临时申请案，全部所述申请案出于所有目的以全文引用方式并入。

技术领域

[0003] 本发明的实施例大体上涉及半导体发光装置，且具体来说，涉及一种在背板上采用发光装置阵列的发射显示器面板及一种制造所述发射显示器面板的方法。

背景技术

[0004] 例如发光装置的发光装置用于电子显示器中，例如膝上型计算机或LED电视中的液晶显示器。发光装置包含发光二极管(LED)及经配置以发射光的各种其它类型的电子装置。

发明内容

[0005] 根据本发明的一方面，提供一种形成装置组合件的方法。在衬底上形成多种类型的焊接材料部分。所述多种类型的焊接材料部分包括包含第一焊接材料的至少一个第一焊接材料部分及包含第二焊接材料的至少一个第二焊接材料部分。提供多种类型的装置。所述多种类型的装置包括包含至少一个第一接合垫的第一类型装置及包含至少一个第二接合垫的第二类型装置。所述第一及第二接合垫包括共用接合材料。所述第一焊接材料与所述共用接合材料形成具有第一共晶温度的第一共晶系统。所述第二焊接材料与所述共用接合材料形成具有大于所述第一共晶温度的第二共晶温度的第二共晶系统。通过将每一第一接合垫安置在相应第一焊接材料部分上及将每一第一接合垫加热到高于所述第一共晶温度且低于所述第二共晶温度的温度，将所述第一类型装置接合到所述衬底。通过将每一第二接合垫安置在相应第二焊接材料部分上及将每一第二接合垫加热到高于所述第二共晶温度的温度，将所述第二类型装置接合到所述衬底。

[0006] 根据本发明的一方面，提供一种形成至少一个集成发光装置组合件的方法。将包括第一源衬底及发射第一波长的光的第一发光装置的第一组合件安置在背板之上。将第一导电接合结构安置在所述背板与所述第一组合件之间。所述第一发光装置的第一子集通过所述第一导电接合结构接合到所述背板。通过激光烧蚀上覆所述第一发光装置的所述第一子集的材料部分使所述第一发光装置的所述第一子集从所述第一源衬底脱离。使包括所述第一源衬底及所述第一发光装置的第二子集的组合件与所述背板分离，而所述第一发光装置的所述第一子集仍接合到所述背板。

[0007] 根据本发明的另一方面,提供一种集成发光装置组合件,其包括在顶侧处具有阶梯式水平面的背板。所述阶梯式水平面包括定位于第一水平面平面内的所述阶梯式水平面的第一子集及定位于比阶梯式水平面的所述第一子集接近所述背板的背面的程度更接近所述背板的所述背面的第二水平面平面内的所述阶梯式水平面的第二子集。所述集成发光装置组合件包括定位于所述背板的所述阶梯式水平面上的导电接合结构。所述导电接合结构包括上覆所述阶梯式水平面的所述第一子集的第一导电接合结构及上覆所述阶梯式水平面的所述第二子集的第二导电接合结构。此外,所述集成发光装置组合件包括接合到所述导电接合结构的发光装置。所述发光装置包括:第一发光装置,其发射第一波长的光且上覆所述阶梯式水平面的所述第一子集;及第二发光装置,其发射第二波长的光且上覆阶梯式水平面的所述第二子集。

[0008] 根据本发明的又一方面,提供一种集成发光装置组合件,其包括接合到背板的第一发光装置及第二发光装置。每一第一发光装置以第一波长发射光。每一第二发光装置以不同于所述第一波长的第二波长发射光。每一第一发光装置通过包含第一接合垫及第一导电接合结构的第一堆叠接合到所述背板。每一第二发光装置通过包含第二接合垫及第二导电接合结构的第二堆叠接合到所述背板。包含所述第一接合垫与所述第一导电接合结构之间的第一界面的第一平面从包含所述第二接合垫与所述第二导电接合结构之间的第二界面的第二平面垂直偏移。

[0009] 根据本发明的又一方面,提供一种集成发光装置组合件,其包括接合到背板的第一发光装置及第二发光装置。每一第一发光装置以第一波长发射光。每一第二发光装置以不同于所述第一波长的第二波长发射光。每一第一发光装置通过包含第一接合垫及第一导电接合结构的第一堆叠接合到所述背板。每一第二发光装置通过包含第二接合垫及第二导电接合结构的第二堆叠接合到所述背板。所述第一导电接合结构与所述第二导电接合结构具有相同高度。所述第一导电接合结构中的每一者具有第一体积。所述第二导电接合结构中的每一者具有小于所述第一体积的第二体积。

附图说明

[0010] 图1是根据本发明的实施例的从初始生长衬底生成生长衬底与其上的相应装置的组合件的步骤的示意性说明。

[0011] 图2是根据本发明的实施例的通过相应装置将生长衬底接合到相应第一载体衬底的步骤的示意性说明。

[0012] 图3是根据本发明的实施例的移除生长衬底的步骤的示意性说明。

[0013] 图4是根据本发明的实施例的在第一载体衬底上形成第一接合材料层、提供第二载体衬底及形成释放层及第二接合材料层的步骤的示意性说明。

[0014] 图5是根据本发明的实施例的接合每一对第一载体衬底与第二载体衬底的步骤的示意性说明。

[0015] 图6是根据本发明的实施例的其中从经接合结构移除每一第一载体衬底的步骤的示意性说明。

[0016] 图7是根据本发明的实施例的第二载体衬底、其上的第一发光装置阵列及填充第一发光装置之中的间隙的任选光学保护材料层的垂直横截面图。

[0017] 图8是根据本发明的实施例的背板衬底的垂直横截面图。

[0018] 图9是根据本发明的实施例的通过在背板上形成各种电介质材料层而形成的背板的垂直横截面图。

[0019] 图10是根据本发明的实施例的包含光学保护材料的任选保护层形成及图案化之后的背板的垂直横截面图。

[0020] 图11是根据本发明的实施例的在阶梯式水平面的第一子集上形成第一导电接合结构之后的背板的垂直横截面图。

[0021] 图12是根据本发明的实施例的将第一转移衬底上的第一发光装置的第一子集接合到背板的阶梯式水平面的第一子集上的第一导电接合结构时的背板的垂直横截面图。

[0022] 图13是根据本发明的实施例的采用第一转移衬底中的释放层的部分的激光辐射及烧蚀附接第一发光装置的第一子集之中的发光装置时的背板及第一转移衬底的垂直横截面图。

[0023] 图14是根据本发明的实施例的分离第一转移衬底之后的背板的垂直横截面图。

[0024] 图15是根据本发明的实施例的使第二转移衬底与其上的第二发光装置对准之后的背板的垂直横截面图。

[0025] 图16是根据本发明的实施例的采用第二转移衬底中的释放层的部分的激光辐射及烧蚀分离第二发光装置的第一子集之中的发光装置时的背板及第二转移衬底的垂直横截面图。

[0026] 图17是根据本发明的实施例的分离第二转移衬底之后的背板的垂直横截面图。

[0027] 图18是根据本发明的实施例的采用第三转移衬底中的释放层的部分的激光辐射及烧蚀分离第三发光装置的第一子集之中的发光装置时的背板及第三转移衬底的垂直横截面图。

[0028] 图19是根据本发明的实施例的分离第三转移衬底之后的背板的垂直横截面图。

[0029] 图20是根据本发明的实施例的采用第四转移衬底中的释放层的部分的激光辐射及烧蚀分离传感器装置的第一子集之中的传感器装置时的背板及第四转移衬底的垂直横截面图。

[0030] 图21是根据本发明的实施例的分离第四转移衬底之后的背板的垂直横截面图。

[0031] 图22是根据本发明的实施例的透明囊封电介质层形成之后的第一示范性发光装置组合件的垂直横截面图。

[0032] 图23是根据本发明的实施例的导电互连结构形成之后的第一示范性发光装置组合件的替代实施例的垂直横截面图。

[0033] 图24是根据本发明的实施例的初始生长衬底上的装置的替代实施例。

[0034] 图25是根据本发明的实施例的第一示范性发光装置组合件的另一替代实施例的垂直横截面图。

[0035] 图26是根据本发明的实施例的第一示范性发光装置组合件的又一替代实施例的垂直横截面图。

[0036] 图27说明在其中虚设衬底安置在经接合发光装置的顶表面上方的本发明的替代实施例中的处理步骤。

[0037] 图28说明在其中虚设衬底挤压经接合发光二极管而焊料球被加热到回流温度的

本发明的替代实施例中的处理步骤。

[0038] 图29说明根据本发明的实施例的第一示范性发光装置组合件的又一替代实施例。

[0039] 图30说明用于将四种不同类型的装置从四个转移衬底转移到四个背板的示范性转移模式及示范性转移序列。

[0040] 图31A到31E是根据图30中说明的示范性转移模式的发光二极管的示意性转移序列。

[0041] 图32A到32N是说明根据本发明的实施例的用于形成第二示范性发光装置组合件的过程的顺序垂直横截面图。

[0042] 图33A到33N是说明根据本发明的实施例的用于形成第三示范性发光装置组合件的过程的顺序垂直横截面图。

[0043] 图34A到34N是说明根据本发明的实施例的用于形成第四示范性发光装置组合件的过程的顺序垂直横截面图。

[0044] 图35A到35N是说明根据本发明的实施例的用于形成第五示范性发光装置组合件的过程的顺序垂直横截面图。

具体实施方式

[0045] 如上所述,本发明涉及一种集成背光单元组合件及一种制造集成背光单元组合件的方法,下文描述其各方面。贯穿图式,相似元件由相同元件符号描述。所述图式并非按比例绘制。可在说明元件的单个例子的情况中复制元件的多个例子,除非明确地描述或另外清楚地指示缺少元件的副本。采用例如“第一”、“第二”及“第三”的序数词来仅识别类似元件,且可跨说明书及本发明的权利要求书采用不同序数词。

[0046] 如本文使用,“发光装置”是指经配置以发射光的任何装置,且其包含(但不限于)发光二极管(LED)、激光器(例如垂直腔面发射激光器(VCSEL))及经配置以在施加合适的电偏压之后发射光的任何其它电子装置。发光装置可为垂直结构(例如,垂直LED)(其中p侧与n侧接触件定位于所述结构的相对侧上)或横向结构(其中p侧与n侧接触件定位于所述结构的相同侧上)。如本文使用,“发光装置组合件”是指其中至少一个发光装置在结构上相对于支撑结构被固定的组合件,所述支撑结构可包含例如衬底、基体或经配置以对至少一个发光装置提供稳定的机械支撑的任何其它结构。

[0047] 在本发明中,提供一种用于将装置阵列(例如发光装置阵列或传感器装置阵列)从生长衬底转移到目标衬底的方法。目标衬底可为希望以任何配置在其上形成多种类型的装置的任何衬底。在说明性实例中,目标衬底可为背板衬底,例如用于驱动发光装置的有源或无源基质背板衬底。如本文使用,“背板衬底”是指经配置以在其上附装多个装置的任何衬底。在一个实施例中,背板衬底上的相邻发光装置的中心到中心间隔可为生长衬底上的相邻发光装置的中心到中心间隔的整数倍。发光装置可包含多个发光装置,例如两个发光装置组成的群组,一者经配置以发射蓝光且一者经配置以发射绿光。发光装置可包含三个发光装置组成的群组,一者经配置以发射蓝光,一者经配置以发射绿光,且一者经配置以发射红光。如本文使用,“相邻发光装置”是指比至少另一发光装置更接近而定位的多个两个或两个以上发光装置。本发明的方法可提供发光装置的子集从生长衬底上的发光装置阵列到背板衬底的选择转移。

[0048] 参考图1,可采用所属领域中已知的方法在相应初始生长衬底(101B、101G、101R、101S)上制造装置(10B、10G、10R、10S)。如本文使用,“初始生长衬底”是指经处理以在其上或其中形成装置的衬底。装置(10B、10G、10R、10S)可包含发光装置(10B、10G、10R)及/或传感器装置10S(例如,光电检测器)及/或任何其它电子装置。发光装置(10B、10G、10R)可为任何类型的发光装置,即,垂直发光装置、横向发光装置或其任何组合。可在每一初始生长衬底(101B、101G、101R、101S)上形成相同类型的装置。可在相应初始生长衬底(101B、101G、101R、101S)上形成装置(10B、10G、10R、10S)作为一阵列。

[0049] 在一个实施例中,初始生长衬底(101B、101G、101R、101S)可包含吸收衬底,例如硅衬底。如本文使用,“吸收衬底”是指吸收包含紫外范围、可见范围及红外范围的光谱范围内的超过50%的光能的衬底。如本文使用,“紫外范围”是指从10nm到400nm的波长范围;“可见范围”是指从400nm到800nm的波长范围;且“红外范围”是指从800nm到1mm的波长范围。

[0050] 如果初始生长衬底(101B、101G、101R、101S)是吸收衬底,那么每一装置阵列(10B、10G、10R、10S)可通过整片转移过程转移到相应透明载体衬底或“透明衬底”,其中每一装置阵列(10B、10G、10R、10S)完整地转移到相应透明衬底。如本文使用,“透明衬底”是指以包含紫外范围、可见范围及红外范围的光谱范围内的波长透射超过50%的光能的衬底。

[0051] 在一个实施例中,装置(10B、10G、10R、10S)可包含发光装置(10B、10G、10R、10S)。在一个实施例中,每一发光装置(10B、10G、10R)可经配置以发射单个峰值波长光。应理解,发光装置通常发射集中于单个波长(在此处,光强度最大)周围的窄波长带的光,且发光装置的波长是指峰值波长。举例来说,第一发光装置阵列10B可形成于第一类型生长衬底100B上,第二发光装置阵列10G可形成于第二类型生长衬底100G上,且第三发光装置阵列10R可形成于第三类型生长衬底100R上。另外,传感器装置阵列10S可形成于第四类型生长衬底100S上。替代地,一或多种类型的发光装置(10B、10G、10R)可为经配置以发射至少两种不同波长光的集成发光装置。在一个实施例中,发光装置(10B、10G、10R)可包括纳米线阵列或其它纳米结构阵列。

[0052] 在每一发光装置(10B、10G、10R)上提供例如接触垫的接触结构(未明确展示)。每一发光装置(10B、10G、10R)的接触结构可包含阳极接触结构及阴极接触结构。在发光装置(10B、10G、10R)中的一或多者是经配置以发射至少两种不同波长光的集成发光装置的情况中,可采用共用接触结构(例如共用阴极接触结构)。举例来说,体现为单个集成发光装置的发蓝光装置、发绿光装置及发红光装置的三元组可具有单个阴极接触件。

[0053] 每一初始生长衬底(101B、101G、101R)上的发光装置阵列(10B、10G、10R)经配置使得发光装置随后转移到其的背板衬底上的发光装置的中心到中心间隔是初始生长衬底(101B、101G、101R)上的发光装置(10B、10G、10R)的中心到中心间隔的整数倍。

[0054] 可将每一初始生长衬底(101B、101G、101R、101S)及其上的装置(10B、10G、10R、10S)切成合适的大小。本文将初始生长衬底(101B、101G、101R、101S)的每一切块部分称为生长衬底(100B、100G、100R、100S)。因此,产生生长衬底(100B、100G、100R、100S)与其上的相应装置(10B、10G、10R、10S)的组合件。换句话说,生长衬底(100B、100G、100R、100S)是初始生长衬底(101B、101G、101R、101S)的整体或切块部分,且装置阵列(10B、10G、10R、10S)存在于每一生长衬底(100B、100G、100R、100S)上。每一生长衬底(100B、100G、100R、100S)上的装置阵列(10B、10G、10R、10S)可为相同类型的装置阵列。

[0055] 在将每一初始生长衬底(101B、101G、101R、101S)切割成对应生长衬底(100B、100G、100R、100S)之前或之后,每一装置(10B、10G、10R、10S)(例如,发光装置、一群发光装置、或传感器装置)可通过在每一对相邻发光装置之间形成沟槽而与彼此机械地隔离。在说明性实例中,如果发光装置阵列或传感器阵列安置在初始生长衬底(101B、101G、101R、101S)上,那么沟槽可从发光装置阵列或传感器阵列的最终生长表面延伸到初始生长衬底(101B、101G、101R、101S)的顶表面。

[0056] 可采用各种方案将每一装置阵列(10B、10G、10R、10S)转移到相应透明衬底,本文将所述相应透明衬底称为转移衬底。图2到6说明可用于将每一装置阵列(10B、10G、10R、10S)转移到相应透明衬底的示范性方案。

[0057] 参考图2,在每一装置(10B、10G、10R、10S)上的接触结构在于生长衬底(101B、101G、101R、101S)上制造装置(10B、10G、10R、10S)期间形成于每一装置(10B、10G、10R、10S)的顶侧上的情况中,可任选地采用第一载体衬底200。第一载体衬底200可为可接合到装置(10B、10G、10R、10S)且可对所述(10B、10G、10R、10S)提供结构支撑的任何合适的衬底。每一生成装置阵列(10B、10G、10R、10S)及相应生长衬底100接合到第一载体衬底200。因此,每一生长衬底100可通过相应装置10接合到相应第一载体衬底200。换句话说,在每一经接合结构(100、10、200)内,装置10存在于生长衬底100与第一载体衬底之间。在说明性实例中,第一类型生长衬底100B可通过第一发光装置10B接合到第一类型第一载体衬底200B,第二类型生长衬底100G可通过第二发光装置10G接合到第二类型第一载体衬底200G,第三类型生长衬底100R可通过第三发光装置10R接合到第三类型第一载体衬底200R,且第四类型生长衬底100S可通过传感器装置10S接合到第四类型第一载体衬底200S。

[0058] 参考图3,可从包含生长衬底100、装置阵列10与第一载体衬底200的堆叠的暂时经接合结构移除每一生长衬底100。举例来说,如果生长衬底100是硅衬底,那么可通过湿式化学蚀刻工艺、磨削、抛光、分裂(例如,在氢植入层处)、或其组合移除生长衬底100。举例来说,可通过植入形成弱区域的原子(例如植入到半导体材料中的氢原子)且通过应用合适的处理条件(例如,在高温及/或机械力下的退火)以致使衬底分裂成两部分来执行衬底的分裂。

[0059] 参考图4,第一接合材料层30A可形成于每一第一载体衬底200上。第一接合材料层30A包含可在合适的处置(例如施加热及/或压力)之后接合到另一接合材料的任何接合材料。在一个实施例中,第一接合材料层30A可包括电介质材料,例如氧化硅、硼磷硅酸玻璃(BPSG)、旋涂玻璃(SOG)材料及/或粘结材料(例如SU-8或苯并环丁烯(BCB))。第一接合材料层30A的厚度可在从50nm到5微米的范围内,尽管也可采用更小及更大厚度。在一个实施例中,第一接合材料层30A可为具有约1微米厚度的氧化硅层。第一接合材料层30A可通过合适的沉积方法(例如化学气相沉积)或旋涂形成。

[0060] 提供转移衬底300。如本文使用,“转移衬底”是指至少一个装置从其转移到目标衬底的衬底,所述目标衬底可包括背板衬底。在一个实施例中,每一转移衬底300可为第二载体衬底,其可用于从相应第一载体衬底200接收装置阵列并承载所述装置阵列直到装置的字集在后续过程中被转移到目标衬底。

[0061] 在一些实施例中,转移衬底300可在激光波长下是光学透明的。激光波长是随后用于个别地且选择性地装置从相应转移衬底300转移到目标衬底的激光束的波长,且其可

为紫外波长、可见波长或红外波长。在一个实施例中，透明衬底300可包含蓝宝石、玻璃(氧化硅)或所属领域中已知的其它光学透明材料。在替代实施例中，转移衬底300可为透明生长衬底或其切块部分。在初始生长衬底经分裂(例如，在植入有氢气或惰性气体的层处)以提供发光二极管在无需使用转移衬底的情况下从其转移到背板的薄衬底的一些其它实施例中，初始生长衬底可以激光波长吸收激光。

[0062] 可随后将释放层20及第二接合材料层30B沉积在每一转移衬底300上。释放层20包含可提供到转移衬底300的充分粘合且在随后在后续选择转移过程期间采用的激光束的激光波长下具吸收性的材料。举例来说，释放层20可包含富含硅的氮化硅或半导体层，例如可通过激光辐射加热的GaN层。释放层20的厚度可在从100nm到1微米的范围内，尽管也可采用更小及更大厚度。

[0063] 第二接合材料层30B可包括例如氧化硅的电介质材料。第二接合材料层30B的厚度可在从50nm到5微米的范围内，尽管也可采用更小及更大厚度。在一个实施例中，第二接合材料层30B可为具有约1微米厚度的氧化硅层。第二接合材料层30B可通过合适的沉积方法(例如化学气相沉积)或旋涂形成。

[0064] 可为每一第一载体衬底200提供转移衬底300。举例来说，可为第一类型第一载体衬底200B提供第一转移衬底300B；可为第二类型第一载体衬底200G提供第二转移衬底300G；可为第三类型第一载体衬底200R提供第三转移衬底300R；且可为额外类型第一载体衬底200S提供额外转移衬底300S。可形成多个堆叠式结构，其包含：第一堆叠式结构(300B、20、30B)，其包含第一转移衬底300B、释放层20与第二接合材料层30B的堆叠；第二堆叠式结构(300G、20、30B)，其包含第二转移衬底300G、释放层20与第二接合材料层30B的堆叠；第三堆叠式结构(300R、20、30B)，其包含第三转移衬底300R、释放层20与第二接合材料层30B的堆叠；及额外堆叠式结构(300S、20、30B)，其包含额外转移衬底300S、释放层20与第二接合材料层30B的堆叠。

[0065] 本文将第一发光装置阵列10B与第一转移衬底300B的组合称为第一转移组合件(300B、10B)，本文将第二发光装置10G与第二转移衬底300G的组合称为第二转移组合件(300G、10G)，且本文将第三发光装置10R与第三转移衬底300R的组合称为第三转移组合件(300R、10R)。另外，本文将传感器装置10S与第四转移衬底300S的组合称为第四转移组合件(300S、10S)。

[0066] 参考图5，可接合每一对第一载体衬底200与转移衬底300(其可为第二载体衬底)。举例来说，第二接合材料层30B可与对应第一载体衬底200上的相应第一接合材料层30A接合以形成接合材料层30。每一经接合组合件包括第一转移衬底300、释放层20、接合材料层30及装置阵列10。

[0067] 参考图6，举例来说，通过抛光、磨削、分裂及/或化学蚀刻从每一经接合组合件(300、20、30、200)移除第一载体衬底200。每一装置阵列10可安置在转移衬底300上，衬底300是在其上具有释放层20(即，在透明载体衬底与装置阵列10之间)的透明载体衬底。

[0068] 参考图7，相应转移衬底300上的每一装置阵列10可经布置使得每一装置10由沟槽与相邻装置10横向间隔开。举例来说，第一转移衬底300B上的第一发光装置阵列10B可由沟槽与彼此横向间隔开。任选地，可施加第一光学保护材料层17B以填充第一发光装置10B之中的间隙。类似地，可施加光学保护材料层以填充其它转移衬底(300G、300R、300S)上的

每一装置阵列10之中的间隙。每一光学保护材料层包括以随后采用的激光束的激光波长吸收或散射光的材料。每一光学保护材料层可包含(例如)富含硅的氮化硅、有机或无机抗反射涂层(ARC)材料或光致抗蚀剂材料。可形成每一光学保护材料层使得装置10的外表面不被光学保护材料层覆盖。可例如通过旋涂或沉积与凹槽蚀刻的组合形成光学保护材料层。

[0069] 包括转移衬底300及装置阵列10的每一组合件(300、20、30、10)可进一步包括:释放层20,其接触相应转移衬底300且包括以从紫外范围、可见范围及红外范围选择的波长吸收光的材料;及接合材料层30,其接触释放层20及相应装置阵列10。

[0070] 参考图8,提供背板衬底400。背板衬底400是各种装置随后可转移到其上的衬底。在一个实施例中,背板衬底400可为硅、玻璃、塑料及/或可对随后在其上转移的装置提供结构支撑的至少另一材料的衬底。在一个实施例中,背板衬底400可为无源背板衬底,其中(例如,在十字栅格中)存在包括金属化线的金属互连结构440且不存在有源装置电路。在另一实施例中,背板衬底400可为有源背板衬底,其包含金属互连结构440作为导电线体的十字栅格且在导电线体的十字栅格的一或多个相交点处进一步包含装置电路。所述装置电路可包括一或多个晶体管。

[0071] 参考图9,形成包含阶梯式水平面的背板401。如本文使用,“阶梯式水平面”是指由阶梯垂直间隔开且连接的一组水平面。在一个实施例中,可通过将各种电介质材料层410及嵌入于额外电介质材料层410中的额外金属互连结构添加到背板衬底400形成阶梯式水平面。在一个实施例中,各种电介质材料层410可包括上覆电介质材料基质的上部电介质材料层413的多个部分、插入于上部电介质材料层413与电介质材料基质之间的中间电介质材料层412的多个部分、及插入于中间电介质材料层412与电介质基质之间的下部电介质材料层411的多个部分。替代地,如在图8的处理步骤处提供的背板衬底401的表面部分可凹进到不同深度以形成包含阶梯式水平面的背板401。可在背板401的顶侧处提供阶梯式水平面。

[0072] 阶梯式水平面的第一子集可定位于第一水平面平面HSP1内,平面HSP1是含有背板401的最顶层水平面的水平平面。阶梯式水平面的第二子集可定位于第二水平面平面HSP2内,平面HSP2可比阶梯式水平面的第一子集接近背板401的背面409的程度更接近背板401的背面409。阶梯式水平面的第三子集可定位于第三水平面平面HSP3内,平面HSP3可比阶梯式水平面的第二子集接近背板401的背面409的程度更接近背板401的背面409。阶梯式水平面的额外子集可定位于额外水平面平面HSP4内,平面HSP4可比阶梯式水平面的第三子集接近背板401的背面409的程度更接近背板401的背面409。阶梯式水平面的第一子集可形成于第一区域R1中,阶梯式水平面的第二子集可形成于第二区域R2中,阶梯式水平面的第三子集可形成于第三区域R3中,且阶梯式水平面的额外子集可形成于第四区域R4中。第一区域R1包含随后附接第一类型装置(例如第一发光装置10B)的位置。第二区域R2包含随后附接第二类型装置(例如第二发光装置10G)的位置。第三区域R3包含随后附接第三类型装置(例如第三发光装置10R)的位置。第四区域R4包含随后附接第四类型装置(例如传感器装置10S)的位置。

[0073] 在一个实施例中,上部电介质材料层413的水平顶表面可构成阶梯式水平面的第一子集,中间电介质材料层412的水平顶表面可构成阶梯式水平面的第二子集,下部电介质材料层411的水平顶表面可构成阶梯式水平面的第三子集,且以物理方式暴露的背板衬底400的表面可构成阶梯式水平面的第四子集。

[0074] 可在随后在其处接合装置的每一位置处提供接合垫420。举例来说,接合垫420可形成于背板401的金属互连结构440的十字线的每一相交点处。接合垫420可包括包含金属材料(例如Sn、AuSn、SAC或其它可焊接金属)的金属垫。另外或替代地,接合垫420可包括Cu或Au或可通过热压工艺形成与另一金属的接触件的其它金属。接合垫420可嵌入于背板401内作为金属互连结构440的组件,或可形成于背板401的电介质表面的顶部上。

[0075] 在一个实施例中,背板401上的接合垫420的中心到中心间隔可为相应生长衬底100、相应第一载体衬底200或相应转移衬底300上的装置10的中心到中心间隔的整数倍。

[0076] 在一个实施例中,背板401可包括嵌入于电介质材料基质内的金属互连结构440。接合垫420电连接到背板440内的相应金属互连结构440。如本文使用,如果第一元件电短接到第二元件,那么第一元件“电连接到”第二元件。

[0077] 在一个实施例中,背板401上的接合垫420可经配置以与装置10(例如发光装置)上的接触垫对准。可以群组提供一或多个接合垫401。举例来说,如果将转移到背板401的装置10包括多个发红光二极管(LED)、发绿光二极管及发蓝光二极管,那么可存在经布置与LED上的接触垫对准的四个接合垫420组成的群组。举例来说,接合垫410的群组可包含红色LED的阳极接触件、蓝色LED的阳极接触件、绿色LED的阳极接触件及阴极接触件。举例来说,如果将转移到背板401的装置10包括单个LED,那么可存在经布置与LED上的接触垫对准的两个接合垫420组成的群组。

[0078] 参考图10,任选地,可在背板401的侧上形成包含光学保护材料的保护层422。保护层422包含以随后采用的激光束的激光波长吸收或散射光的材料。在一个实施例中,保护层422可包含电介质材料(例如富含硅的氮化硅)或抗反射涂层材料。保护层422的厚度可在从200nm到2微米的范围内,尽管也可采用更小及更大厚度。可形成保护层422使得随后形成的导电接合结构(即,接触结构)可接触接合垫420。可在保护层422中形成合适的开口。在一个实施例中,可在相同的图案化步骤中形成保护层422中的所有开口。在另一实施例中,可循序地形成保护层422中的开口,例如,在形成每一组导电接合结构之前不久。

[0079] 参考图11,可在定位于背板401的顶侧上的阶梯式水平面上形成导电接合结构(430B、430G、430R、430S)。导电接合结构430可包含形成于第一区域R1中的阶梯式水平面的第一子集上的第一导电接合结构430B、形成于第二区域R2中的阶梯式水平面的第二子集上的第二导电接合结构430G、形成于第三区域R3中的阶梯式水平面的第三子集上的第三导电接合结构430R、及形成于第四区域R4中的阶梯式水平面的第四子集上的额外导电接合结构430S。

[0080] 第一导电接合结构430B形成于希望在其处转移第一发光装置10B的位置处。第二导电接合结构430G形成于希望在其处转移第二发光装置10G的位置处。第三导电接合结构430R存在于希望在其处转移第三发光装置10R的位置处。额外导电接合结构430S存在于希望在其处转移传感器装置10S的位置处。

[0081] 在一个实施例中,导电接合结构430中的每一者可包括可与背板401上提供的接合垫420接合的金属堆叠。在一个实施例中,导电接合结构430可包括铜及/或金,且接合垫可由Sn形成。在一个实施例中,导电接合结构430可包括Au层,且接合垫420可由AuSn或Sn-Ag-Cu合金形成。在另一实施例中,导电接合结构430可由铜形成,且接合垫可由铜形成。导电接合结构430电连接到背板401内的相应金属互连结构440。一般来说,出于本发明的目的

可采用的各种导电接合结构可包含：(1) 低导电材料 (例如电附接到背板的电路的铜或铝)；(2) 一或多个薄粘合层，其覆盖所述低导电材料并提供扩散屏障 (例如TiPt层)；及(3) 可焊接材料 (例如纯锡或铟或合金 (例如AuSn或SAC))。

[0082] 在一个实施例中，导电接合结构430可用于以电及机械方式接合待转移到背板401的各种装置。所述各种装置可包含发光二极管(LED)子像素、传感器像素及其它电子元件。可在此步骤处在—组阶梯式水平面的其它水平面上形成额外接触件，或可在后续处理步骤处形成额外接触件。

[0083] 可在垂直偏移的多个水平平面上形成各种导电接合结构 (其包含导电接合结构430)。举例来说，对于包括传感器的三色RGB显示器面板，可将各种导电接合结构布置于四个不同水平平面中。在说明性实例中，显示器面板中的蓝色子像素的导电接合结构可定位于第一平面上，例如含有阶梯式水平面的第一子集的第一水平面平面HSP1。全部绿色子像素的各种导电接合结构可定位于第二平面上，例如含有阶梯式水平面的第二子集的第二水平面平面HSP2。第二平面可低于第一平面某一距离，例如2微米。全部红色子像素的各种导电接合结构可定位于第三平面上，例如含有阶梯式水平面的第三子集的第三水平面平面HSP3。第三平面可低于第一接触平面例如4微米。全部传感器子像素的导电接合结构可形成于第四平面上，例如含有阶梯式水平面的额外子集的额外水平面平面HSP1。第四平面可低于第一接触平面例如6微米。可以相同方式形成颜色数目多于三种的显示器面板，例如四色显示器面板或五色显示器面板。具有三种以上颜色的显示器面板的优点中的一者是：此显示器面板可对不均匀或死像素更不敏感。

[0084] 第二导电接合结构430G中的每一者可具有与第一导电接合结构430B的任何实施例相同的材料堆叠 (或相同的材料组成)。第二导电接合结构430G电连接到背板401内的相应金属互连结构440。在一个实施例中，第二导电接合结构430G可用于以电及机械方式接合待转移到背板401的各种装置。在一个实施例中，第二导电接合结构430G可具有比第一导电接合结构430B更大的高度。换句话说，第一导电接合结构430B可具有比第二导电接合结构430G更小的高度。

[0085] 第三导电接合结构430R中的每一者可具有与第一导电接合结构430B或第二导电接合结构430G的任何实施例相同的材料堆叠 (或相同的材料组成)。第三导电接合结构430R电连接到背板401内的相应金属互连结构440。在一个实施例中，第三导电接合结构430R可用于以电及机械方式接合待转移到背板401的各种装置。在一个实施例中，第三导电接合结构430R可具有比第二导电接合结构430G更大的高度。换句话说，第二导电接合结构430G可具有比第三导电接合结构430R更小的高度。

[0086] 额外导电接合结构430S中的每一者可具有与第一导电接合结构430B或第二导电接合结构430G或第三导电接合结构430R的任何实施例相同的材料堆叠 (或相同的材料组成)。额外导电接合结构430S电连接到背板401内的相应金属互连结构440。在一个实施例中，额外导电接合结构430S可用于以电及机械方式接合转移到背板401的各种装置。在一个实施例中，额外导电接合结构430S可具有比第三导电接合结构430R更大的高度。换句话说，第三导电接合结构430R可具有比额外导电接合结构430S更小的高度。

[0087] 参考图12，包括第一转移衬底301B及发射第一波长的光的第一发光装置10B的组件安置在背板401上，使得第一发光装置10B的第一子集11B接触第一导电接合结构 430B

且第一发光装置10B的第二子集12B不接触任何导电接合结构。包括第一转移衬底301B及第一发光装置10B的组合件经对准到背板401,使得第一发光装置10B的第一子集11B的接触垫(未展示)接触相应第一导电接合结构430B。具体来说,第一发光装置阵列10B可在背板401之上对准,使得每一接合垫420及上覆第一发光装置10B的对应接触垫接触定位于其间的的第一导电接合结构430B。

[0088] 第一转移衬底301B上的第一发光装置10B的第一子集11B接合到定位于背板401的阶梯式水平面的第一子集上的第一导电接合结构430B。在一个实施例中,接合垫420可为可焊接接合垫,且可对背板401及第一转移衬底301B应用热循环使得焊接材料回流且接合垫420附接到第一导电接合结构430B。在一个实施例中,接合垫420可为冷接合接合垫,且第一导电接合结构430B可为金属凸块,例如Cu凸块。在此情况中,施加机械力使得每一接合垫420及对应第一导电接合结构430B彼此紧密配合。任选地,可使第一转移衬底301B在与背板401对准之前薄化到小于100微米的厚度。

[0089] 参考图13,接合到第一导电接合结构430B的每一第一发光装置10B可个别地与第一转移衬底301B分离,而未接合到第一导电接合结构430B的第一发光装置10B仍原封不动,即,不脱离。接合到第一导电接合结构430B的一组第一发光装置10B是第一发光装置10B的第一子集11B,且未接合到第一导电接合结构430B的一组第一发光装置10B是第一发光装置10B的第二子集12B。可采用由激光器477发射的定向激光辐射使第一发光装置10B的第一子集11B之中的每一第一发光装置10B脱离。选择释放层20的材料使得激光束由释放层20吸收。可选择激光束的大小或(如果激光束被光栅化)激光束的光栅区域的大小以基本上匹配单个第一发光装置10B的面积。第一光学保护材料层17B(如果存在)可吸收或反射激光束中并行照射于其上的部分。在一个实施例中,可烧蚀释放层20的经辐射部分。此外,可并行烧蚀接合材料层30中下伏释放层20的经烧蚀部分的部分,或所述部分在激光辐射期间在结构上受损。

[0090] 释放层20中上覆第一发光装置10B的第一子集11B的每一部分循序地由激光束辐射,即,一次一个。释放层20中由激光束辐射的部分统称为释放层20的第一部分,而释放层20中未由激光束辐射的部分统称为释放层20的第二部分。选择性地且循序地移除释放层20中上覆第一发光装置10B的第一子集11B的第一部分,而不移除释放层20中上覆第一发光装置10B的第二子集12B的部分。第一转移衬底301B包括在激光波长下光学透明的材料。

[0091] 在一个实施例中,释放层20可包括氮化硅,激光波长可为紫外波长(例如248nm或193nm),且使用激光束辐射释放层20的第一部分会烧蚀释放层20的第一部分。本文将选择性地移除释放层20的第一部分而不移除释放层20的第二部分的工艺称为区域选择性激光剥离工艺或裸片选择性激光剥离工艺。可选择激光束的激光辐射的区域的大小(即,光点大小)使得激光辐射的面积稍微大于每一第一发光装置10B的面积(或在同时转移多个第一发光装置10B的情况中,稍微大于多个第一发光装置10B的面积)。通过选择性激光剥离工艺仅处理第一发光装置10B的第一子集11B,即,第一发光装置10B中使其相应导电接触结构430B接合到下伏接合垫420的子集(或第一发光装置10B的群组)。操纵激光束使其远离第一发光装置10B中未接合到背板401的第二子集12B。

[0092] 参考图14,在移除释放层20中上覆第一发光装置10B的第一子集11B的所有第一部分之后,可通过将第一转移衬底301B及/或背板401拉离彼此而使第一转移衬底301B与背

板401分离。在一个实施例中,接合材料层30的剩余部分30F可在使用激光束辐射释放层20的第一部分之后形成于第一发光装置10B的第一子集11B中的至少一者上。在另一实施例中,接合材料层30中在释放层20的经辐射部分下方的部分可被烧蚀或液化,且例如沿着下伏第一发光装置10B的侧壁流出。如果接合材料层30的任何部分仍在释放层20的经辐射部分下方,那么此部分的外围可断裂,同时包括第一转移衬底301B及第一发光装置10B的第二子集12B的组合件与背板401分离。可执行包括第一转移衬底301B及第一发光装置10B的第二子集12B的组合件与背板401的分离,同时第一发光装置10B的第一子集11B仍接合到第一导电接合结构430B。

[0093] 第一发光装置10B的第二子集12B可随后用于将第一发光装置10B的另一子集转移到另一背板(未展示)。第二转移衬底300G上的第二发光装置10G(参见图6)可类似地用于将第二发光装置10G的子集转移到又一背板(未展示)。第三转移衬底300R上的第三发光装置10R(参见图6)可类似地用于将第三发光装置10R的子集转移到又一背板(未展示)。额外转移衬底300S上的传感器装置10S(参见图6)可类似地将传感器装置10S的子集转移到甚至另一背板(未展示)。

[0094] 任选地,可执行湿式化学清洁工艺以从背板401及其上的第一发光装置10B的第一子集11B移除残留材料。举例来说,可采用稀释氢氟酸从背板401及第一发光装置10B的第一子集11B的表面移除残留材料。

[0095] 参考图15,提供包括第二转移衬底301G及发射第二波长的光的第二发光装置10G的组合件。第二波长不同于第一波长。举例来说,第一波长可为蓝光的波长,且第二波长可为绿光的波长。在第二发光装置10G面向背板401的顶侧的配置中,在对应于背板401之上的在其处存在第一发光装置10B的第一子集的位置的位置中不存在第二发光装置10G。换句话说,在第二发光装置10G面朝下且背板401上的第一发光装置10B的第一子集面朝上的配置中,在与第一发光装置10B的第一子集的区域重叠的区域中不存在第二发光装置10G。在一个实施例中,可在第二转移衬底301G与背板401对准以转移第二发光装置10G的子集之前,从第二转移衬底301G移除定位于将与背板401上预先存在的第一装置10B重叠的位置中的任何第二发光装置10G。任选地,可在从重叠位置移除第二发光装置10G的子集之前,施加第二光学保护材料层17G以填充第二发光装置10G之中的间隙。第二光学保护材料层17G可具有与第一光学保护材料层17B相同的组成。通过确保在对应于背板401之上的在其处存在第一发光装置10B的第一子集的位置的位置中不存在第二发光装置10G,可随后在将第二转移衬底301G安置在背板401上以接合第二发光装置10G的子集时避免第二发光装置10G与第一发光装置10B的第一子集之间的潜在碰撞。

[0096] 在将第二转移衬底301G与第二发光装置10G的组合件对准到背板401之后,将第二转移衬底301G与第二发光装置10G的组合件安置在背板401上,使得第二发光装置10G的第一子集接触第二导电接合结构430G且第二发光装置10G的第二子集不接触任何导电接合结构。第二发光装置10G的第一子集的接触垫(未展示)接触相应第二导电接合结构430G。具体来说,第二发光装置阵列10G可在背板401之上对准,使得每一接合垫420及上覆第二发光装置10G的对应接触垫接触定位于其间的第二导电接合结构430G。

[0097] 在希望在其处转移第二发光装置10G的位置处存在第二导电接合结构430G。第二转移衬底301G上的第二发光装置10G的第一子集接合到定位于背板401的阶梯式水平面的

第二子集上的第二导电接合结构430G。可采用上文描述的接合方法中的任何者(即,可用于通过相应第一导电接合结构430B接合接合垫420与第一发光装置10B的第一子集上的上覆接触垫的对接方法)通过相应第二导电接合结构430G接合接合垫420与第二发光装置10G的第一子集上的上覆接触垫的每一对。

[0098] 随后,可使接合到第二导电接合结构430G的每一第二发光装置10G个别地与第二转移衬底301G分离,而未接合到第二导电接合结构430G的第二发光装置10G仍原封不动,即,不脱离。接合到第二导电接合结构430G的一组第二发光装置10G是第二发光装置10G的第一子集,且未接合到第二导电接合结构430G的一组第二发光装置10G是第二发光装置10G的第二子集。可以与在先前处理步骤中用于使第一发光装置10B的第一子集脱离相同的方式,采用由激光器477发射的定向激光辐射使第二发光装置10G的第一子集之中的每一第二发光装置10G脱离。因此,选择性地且循序地移除释放层20中上覆第二发光装置10G的第一子集的第一部分,而不移除释放层20中上覆第二发光装置10G的第二子集的第二部分。第二转移衬底301G包括在激光波长下光学透明的材料。在一个实施例中,释放层20可包括氮化硅,激光波长可为紫外波长(例如248nm或193nm),且使用激光束辐射释放层20的第一部分会烧蚀释放层20的第一部分。

[0099] 参考图17,在移除释放层20中上覆第二发光装置10G的第一子集的所有第一部分之后,可通过将第二转移衬底301G及/或背板401拉离彼此而使第二转移衬底301G与背板401分离。在一个实施例中,接合材料层30的剩余部分30F可在使用激光束辐射释放层20的第一部分之后形成于第二发光装置10G的第一子集中的至少一者上。在另一实施例中,接合材料层30中在释放层20的经辐射部分下方的部分可被烧蚀或液化,且例如沿着下伏第二发光装置10G的侧壁流出。如果接合材料层30的任何部分仍在释放层20的经辐射部分下方,那么此部分的外围可断裂,同时包括第二转移衬底301G及第二发光装置10G的第二子集的组合件与背板401分离。可执行包括第二转移衬底301G及第二发光装置10G的第二子集的组合件与背板401的分离,同时第二发光装置10G的第一子集仍接合到第二导电接合结构430G。

[0100] 第一发光装置10G的第二子集可随后用于将第二发光装置10G的另一子集转移到另一背板(未展示)。任选地,可执行湿式化学清洁过程以从背板401及第一发光装置10B的第一子集及第二发光装置10G的第一子集移除残留材料。举例来说,可采用稀释氢氟酸从背板401、第一发光装置10B的第一子集及第二发光装置10G的第一子集的表面移除残留材料。

[0101] 参考图18,提供包括第三转移衬底301R及发射第三波长的光的第三发光装置10R的组合件。第三波长不同于第一波长及第二波长。举例来说,第一波长可为蓝光的波长,第二波长可为绿光的波长,且第三波长可为红光的波长。在第三发光装置10R面向背板401的顶侧的配置中,在对应于背板401之上的在其处存在第一发光装置10B的第一子集或第二发光装置10G的第一子集的位置的位置中不存在第三发光装置10R。换句话说,在第三发光装置10R面朝下且背板401上的第一发光装置10B的第一子集及第二发光装置10G的第一子集面朝上的配置中,在与第一发光装置10B的第一子集或第二发光装置10G的第一子集的区域重叠的区域中不存在第三发光装置10R。

[0102] 在一个实施例中,可在第三转移衬底301R与背板401对准以转移第三发光装置10R的子集之前,从第三转移衬底301R移除定位于将与背板401上预先存在的装置(10B、10G)重

叠的位置中的任何第三发光装置10R。任选地,可在从重叠位置移除第三发光装置10R的子集之前,施加第三光学保护材料层17R以填充第三发光装置10R之中的间隙。第三光学保护材料层17R可具有与第一光学保护材料层17B相同的组成。通过确保在对应于背板401之上的在其处存在第一发光装置10B的第一子集及第二发光装置10G的第一子集的位置中不存在第三发光装置10R,可随后在将第三转移衬底301R安置在背板401上以接合第三发光装置10R的子集时避免第三发光装置10R与第一发光装置10B的第一子集之间或第三发光装置10R与第二发光装置10G的第一子集之间的潜在碰撞。

[0103] 在将第三转移衬底301R与第三发光装置10R的组合件对准到背板401之后,将第三转移衬底301R与第三发光装置10R的组合件安置在背板401上,使得第三发光装置10R的第一子集接触第三导电接合结构430R且第三发光装置10R的第二子集不接触任何导电接合结构。第三发光装置10R的第一子集的接触垫(未展示)接触相应第三导电接合结构430R。具体来说,第三发光装置阵列10R可在背板401之上对准,使得每一接合垫420及上覆第三发光装置10R的对应接触垫接触定位于其间的第三导电接合结构430R。

[0104] 仅在希望在其处转移第三发光装置10R的位置处存在第三导电接合结构430R。第三转移衬底301R上的第三发光装置10R的第一子集接合到定位于背板401的阶梯式水平面的第三子集上的第三导电接合结构430R。可采用上文描述的接合方法中的任何者,(即,可用于通过相应第一导电接合结构430B接合第一发光装置10B的第一子集上的接合垫420与上覆接触垫对的接合方法)通过相应第三导电接合结构430R接合接合垫420与第一发光装置10R的第一子集上的上覆接触垫的对。

[0105] 随后,可使接合到第三导电接合结构430R的每一第三发光装置10R个别地与第三转移衬底301R分离,而未接合到第三导电接合结构430R的第三发光装置10R仍原封不动,即,不脱离。接合到第三导电接合结构430R的一组第三发光装置10R是第三发光装置10R的第一子集,且未接合到第三导电接合结构430R的一组第三发光装置10R是第三发光装置10R的第二子集。可以与在先前处理步骤中用于使第一发光装置10B的第一子集脱离相同的方式,采用由激光器477发射的定向激光辐射使第三发光装置10R的第一子集之中的每一第三发光装置10R脱离。因此,选择性地且循序地移除释放层20中上覆第三发光装置10R的第一子集的第一部分,而不移除释放层20中上覆第三发光装置10R的第二子集的第二部分。第三转移衬底301R包括在激光波长下光学透明的材料。在一个实施例中,释放层20可包括氮化硅,激光波长可为紫外波长(例如248nm或193nm),且使用激光束辐射释放层20的第一部分会烧蚀释放层20的第一部分。

[0106] 参考图19,在移除释放层20中上覆第三发光装置10R的第一子集的所有第一部分之后,可通过将第三转移衬底301R及/或背板401拉离彼此而使第三转移衬底301R与背板401分离。在一个实施例中,接合材料层30的剩余部分30F可在使用激光束辐射释放层20的第一部分之后形成于第三发光装置10R的第一子集中的至少一者上。在另一实施例中,接合材料层30中在释放层20的经辐射部分下方的部分可被烧蚀或液化,且例如沿着下伏第三发光装置10R的侧壁流出。如果接合材料层30的任何部分仍在释放层20的经辐射部分下方,那么此部分的外围可断裂,同时包括第三转移衬底301R及第三发光装置10R的第二子集的组合件与背板401分离。可执行包括第三转移衬底301R及第三发光装置10R的第二子集的组合件与背板401的分离,同时第三发光装置10R的第一子集仍接合到第三导电接合结构

430R。

[0107] 第三发光装置10R的第二子集可随后用于将第三发光装置10R的另一子集转移到另一背板(未展示)。任选地,可执行湿式化学清洁过程以从背板401、第一发光装置10B的第一子集、第二发光装置10G的第一子集及第三发光装置10R的第一子集移除残留材料。举例来说,可采用稀释氢氟酸从背板401、第一发光装置10B的第一子集、第二发光装置10G的第一子集及第三发光装置10R的第一子集的表面移除残留材料。

[0108] 应理解,可改变接合各种装置的顺序以实现接合具有不同高度及相同水平间距(即,沿着两个水平方向具有相同周期性)的多种类型的装置。一般来说,可选择接合不同装置 10 的序列及相应导电接合结构的高度以避免背板401上预先存在的经接合装置与待接合的新装置之间的碰撞。包含装置与安置在背板410之上的转移衬底的接合材料之间的界面的水平平面定位于背板401上预先存在的装置的最顶层表面的上方。

[0109] 参考图20,提供包括额外转移衬底301S及感测至少一个参数的传感器装置的组合件。所述至少一个参数可为亮度、压力、温度及/或另一物理参数。在传感器装置10S 面向背板401的顶侧的配置中,在对应于背板401之上的在其处存在第一发光装置10B的第一子集、第二发光装置10G的第一子集或第三发光装置10R的第一子集的位置的位置中不存在传感器装置10S。换句话说,在传感器装置10S面朝下且背板401上的第一发光装置10B的第一子集、第二发光装置10G的第一子集及第三发光装置10R的第一子集面朝上的配置中,在与第一发光装置10B的第一子集、第二发光装置10G的第一子集或第三发光装置10R的第一子集的区域重叠的区域中不存在传感器装置10S。在一个实施例中,可在额外转移衬底301S与背板401对准以转移传感器装置10S的子集之前,从额外转移衬底301S移除定位于将与背板401上预先存在的装置(10B、10G、10R)重叠的位置中的任何传感器装置10S。任选地,可在从重叠位置移除传感器装置10S的子集之前,施加第四光学保护材料层17S以填充传感器装置10S之中的间隙。第四光学保护材料层17S可具有与第一光学保护材料层17B相同的组成。通过确保在对应于背板 401 之上的在其处存在第一发光装置10B的第一子集、第二发光装置10G的第一子集、及第三发光装置10R的第一子集的位置的位置中不存在传感器装置10S,可随后在将额外转移衬底301S安置在背板401上以接合传感器装置10S的子集时避免传感器装置10S 与发光装置(10B、10G、10R)之间的潜在碰撞。

[0110] 在将额外转移衬底301S与传感器装置10S的组合件对准到背板401之后,将额外转移衬底301S与传感器装置10S的组合件安置在背板401上,使得传感器装置10S的第一子集接触额外导电接合结构430S且传感器装置10S的第二子集不接触任何导电接合结构。传感器装置10S的第一子集的接触垫(未展示)接触相应额外导电接合结构430S。具体来说,传感器装置阵列10S可在背板401之上对准,使得每一接合垫420及上覆传感器装置10S的对应接触垫接触定位于其间的额外导电接合结构430S。

[0111] 仅在希望在其处转移传感器装置10S的位置处存在额外导电接合结构430S。额外转移衬底301S上的传感器装置10S的第一子集接合到定位于背板401的阶梯式水平面的第四子集上的额外导电接合结构430S。可采用上文描述的接合方法中的任何者(即,可用于通过相应第一导电接合结构430B接合接合垫420与第一发光装置10B的第一子集上的上覆接触垫对的接合方法)通过相应额外导电接合结构430S接合每一对接合垫420 与传感器装置10S的第一子集上的上覆接触垫。

[0112] 随后,可使接合到额外导电接合结构430S的每一传感器装置10S个别地与额外转移衬底301S分离,而未接合到额外导电接合结构430S的传感器装置10S仍原封不动,即,不脱离。接合到额外导电接合结构430S的一组传感器装置10S是传感器装置10S的第一子集,且未接合到额外导电接合结构430S的一组传感器装置10S是传感器装置10S的第二子集。可以与在先前处理步骤中用于使第一发光装置10B的第一子集脱离相同的方式,采用由激光器477发射的定向激光辐射使传感器装置10S的第一子集之中的每一传感器装置10S脱离。因此,选择性地且循序地移除释放层20中上覆传感器装置10S的第一子集的第一部分,而不移除释放层20中上覆传感器装置10S的第二子集的第二部分。额外转移衬底301S包括在激光波长下光学透明的材料。在一个实施例中,释放层20可包括氮化硅,激光波长可为紫外波长(例如248nm或193nm),且使用激光束辐射释放层20的第一部分会烧蚀释放层20的第一部分。

[0113] 参考图21,在移除释放层20中上覆传感器装置10S的第一子集的所有第一部分之后,可通过将额外转移衬底301S及/或背板401拉离彼此而使额外转移衬底301S与背板401分离。在一个实施例中,接合材料层30的剩余部分30F可在使用激光束辐射释放层20的第一部分之后形成于传感器装置10S的第一子集中的至少一者上。在另一实施例中,接合材料层30中在释放层20的经辐射部分下方的部分可被烧蚀或液化,且例如沿着下伏传感器装置10S的侧壁流出。如果接合材料层30的任何部分仍在释放层20的经辐射部分下方,那么此部分的外围可断裂,同时包括额外转移衬底301S及传感器装置10S的第二子集的组合件与背板401分离。可执行包括额外转移衬底301S及传感器装置10S的第二子集的组合件与背板401的分离,同时传感器装置10S的第一子集仍接合到额外导电接合结构430S。

[0114] 传感器装置10S的第二子集可随后用于将传感器装置10S的另一子集转移到另一背板(未展示)。任选地,可执行湿式化学清洁过程以从背板401、第一发光装置10B的第一子集、第二发光装置10G的第一子集、第三发光装置10R的第一子集及传感器装置10S的第一子集移除残留材料。举例来说,可采用稀释氢氟酸从背板401、第一发光装置10B的第一子集、第二发光装置10G的第一子集、第三发光装置10R的第一子集及传感器装置10S的第一子集的表面移除残留材料。

[0115] 参考图22,电子组件(发光装置子像素、传感器或其它组件)可由透明囊封材料囊封。所述透明囊封材料增加光从发光装置子像素的提取,借此增加由显示器面板发射的光量。所述透明囊封材料可提供具有较小峰谷高度变化的显示器面板的顶表面。可将透明材料安置在背板401上以形成透明囊封电介质层470。囊封剂可为一系列材料中的任何者,例如电介质树脂(例如苯并环丁烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚苯并恶唑或聚酰亚胺)、硅酮、电介质(例如TiO₂或SiO₂)或低熔点玻璃或旋涂玻璃。

[0116] 导电接合结构的厚度及/或电子组件(发光装置、传感器或其它电子元件)的厚度可针对组件的分组中的每一者而不同。在包括传感器的三色RGB显示器面板的说明性实例中,第一发光装置10B可为发蓝光装置,第二发光装置可为发绿光装置,且第三发光装置可为发红光装置。发蓝光装置可具有6微米的厚度,且背板衬底与发蓝光装置之间的第一导电接合结构430B可为约2微米厚。发绿光装置可具有7微米的厚度,且背板衬底与发绿光装置之间的第二导电接合结构430G可为4微米厚。发红光装置可具有8微米的厚度,且背板衬底与发红光装置之间的第三导电接合结构430R可为5微米厚。传感器装置10S可具有8微米的

厚度,且背板衬底与传感器之间的额外导电接合结构430S 可为7微米厚。在此实例中,对于发蓝光装置、发绿光装置、发红光装置及传感器,背板衬底的面上的电子组件的远端面(距背板430最远的发光装置或传感器的面)的高度分别可为8微米、11微米、13微米及15微米。

[0117] 在显示器面板中,电子组件(发光装置、传感器等等)的导电接合结构的厚度可不同,或电子组件(发光装置、传感器等等)的厚度可不同,或其组合,如上文实例中所描述。

[0118] 导电接合结构(430B、430G、430R、430S)可经配置以与附装到背板401的每一元件进行一或多个电接触。在一个实施例中,可通过两个导电接合结构将发绿光装置子像素附装到背板衬底。第一导电接合结构将发绿光装置的阴极连接到背板430中的电子电路,且第二导电接合结构将发光装置的阳极连接到背板401中的电子电路。在一个实施例中,第一及第二导电接合结构可定位于不同水平平面上。举例来说,阳极接触平面可比阴极接触平面高0.5微米。在一个实施例中,第一及第二导电接合结构可为不同厚度。举例来说,阳极接合结构厚度可比阴极接合结构厚0.5 μm 。

[0119] 在另一实施例中,可通过一个导电接合结构(其可为阳极接合结构或阴极接合结构)将发蓝光装置子像素附装到背板430。在另一实施例中,可通过两个导电接合结构将硅光电检测器装置附装到背板401。在另一实施例中,可通过六个导电接合结构将三个硅光电检测器的阵列附装到背板401。在另一实施例中,可通过一个导电接合结构(其可为阳极或阴极接合结构或阴极接合结构)将硅光电检测器装置附装到背板430。

[0120] 在一个实施例中,可邻近经配置以发射绿光的发光装置及邻近经配置以发射红光的发光装置形成经配置以发射蓝光的发光装置。在一个实施例中,可在背板401与电子组件之间提供到附装到背板401的电子装置的所有接触件,且透明囊封电介质层470可具有单个顶表面(即,被平面化)。在另一实施例中,透明囊封电介质层470可形成为微透镜阵列,例如在每一电子组件之上具有半球形表面。

[0121] 电组件(发光装置子像素、传感器或其它组件)与背板401之间的导电接合结构可包括Ag、Al、Au、In、Sn、Cu、Ni、Bi、Sb。导电接合结构可包括包含多种金属或金属合金的多个层。不同装置分组的导电接合结构可包括不同金属或金属合金。举例来说,将发蓝光装置附装到背板401的导电接合结构可包括AuSn,将发绿光装置附装到背板401的导电接合结构可包括NiSn,且将发红光装置附装到背板衬底的导电接合结构可包括InSn。

[0122] 图22的示范性结构是包括在顶侧处具有阶梯式水平面的背板401的第一示范性发光装置组合件。阶梯式水平面包括定位于第一水平面平面HSP1内的阶梯式水平面的第一子集、定位于比阶梯式水平面的第一子集接近背板401的背面409的程度更接近背板401的背面409的第二水平面平面HSP2内的阶梯式水平面的第二子集、定位于比阶梯式水平面的第二子集接近背板401的背面409的程度更接近背板401的背面409的第三水平面平面HSP3内的阶梯式水平面的第三子集、及定位于比阶梯式水平面的第三子集接近背板401的背面409的程度更接近背板401的背面409的第四水平面平面HSP4内的阶梯式水平面的第四子集。每一连续平面之间的每一阶梯的高度可在从0微米到3微米的范围内(例如,在从0.2微米到2微米的范围内)。有限阶梯高度的存在或缺少取决于用于选择性地附接发光装置(或传感器装置)的方法,其取决于用于实施本发明的方法的实施例。换句话说,在一些实施例中可能不存在阶梯,且在此类情况中全部水平面平面(HSP1、HSP2、HSP3、HSP4)都可定位于相同

的水平平面内。阶梯的存在促进各种电子组件(例如发光装置(10B、10G、10R)及传感器装置10S)的最顶层表面的形成形成有比使用其它方式更小的高度差。

[0123] 集成发光装置组合件进一步包括定位于背板401的阶梯式水平面上的导电接合结构(430B、430G、430R、430S)。导电接合结构(430B、430G、430R、430S)可包括接触阶梯式水平面的第一子集的第一导电接合结构430B、接触阶梯式水平面的第二子集的第二导电接合结构430G、接触阶梯式水平面的第三子集的第三导电接合结构430R、及接触阶梯式水平面的第四子集的额外导电接合结构430S。

[0124] 集成发光装置组合件可进一步包括接合到相应导电接合结构(430B、430G、430R、430S)的发光装置(10B、10G、10R)。发光装置(10B、10G、10R)包括发射第一波长的光且上覆阶梯式水平面的第一子集的第一发光装置10B、发射第二波长的光且上覆阶梯式水平面的第二子集的第二发光装置10G、及发射第三波长的光且上覆阶梯式水平面的第三子集的第三发光装置10R。

[0125] 集成发光装置组合件可进一步包括通过第四导电接合结构430S接合到背板410的传感器装置10S。传感器装置10S可上覆阶梯式水平面的第四子集。

[0126] 各种经接合组件(10B、10G、10R、10S)的位置、各种导电接合结构(430B、430G、430R、430S)的高度与各种阶梯式水平面的高度可经组合使得如接合到背板401的经接合组件(10B、10G、10R、10S)的最顶层表面之中的高度差可小于各种经接合组件(10B、10G、10R、10S)之中的高度差。在一个实施例中,包含第一发光装置10B与第一导电接合结构403B之间的界面的第一水平界面平面HIP1可能比第二发光装置10G与第二导电接合结构430G之间的第二水平界面平面HIP2距第二水平面平面HSP2(或距任何其它水平参考平面(例如第四水平面平面HSP4或背面409))距第二水平面平面HSP2(或距任何其它水平参考平面(例如第四水平面平面HSP4或背面409))更远。

[0127] 在一个实施例中,各种导电接合结构(430B、430G、430R、430S)可具有不同的高度以减小经接合组件(10B、10G、10R、10S)的最顶层表面之中的高度差。在一个实施例中,第二导电接合结构430G可具有比第一导电接合结构430B更大的高度。第三导电接合结构430R可具有比第二导电接合结构430G更大的高度。额外导电接合结构430S可具有比第三导电接合结构430R更大的高度。各种导电接合结构(430B、430G、430R、430S)之中的高度差可为任选的,条件是各种经接合组件(10B、10G、10R、10S)之中的固有高度差、背板401的阶梯式水平面之中的阶梯高度差与各种经接合组件(10B、10G、10R、10S)的位置可经组合以防止各种转移衬底(300B、300G、300R、300S)的循序接合之中的碰撞。

[0128] 在一个实施例中,包含第一发光装置10B的顶表面的第一水平顶平面HTP1可比包含第二发光装置10G的顶表面的第二水平顶平面HTP2接近第二水平面平面HSP2(或距任何其它水平参考平面(例如第四水平面平面HSP4或背面409))更接近第二水平面平面HSP2(或距任何其它水平参考平面(例如第四水平面平面HSP4或背面409))。包含第二发光装置10G的顶表面的第二水平顶平面HTP2可比包含第三发光装置10R的顶表面的第三水平顶平面HTP3接近第二水平面平面HSP2(或距任何其它水平参考平面(例如第四水平面平面HSP4或背面409))更接近第二水平面平面HSP2(或距任何其它水平参考平面(例如第四水平面平面HSP4或背面409))。包含第三发光装置10R的顶表面的第三水平顶平面HTP3可比包含传感器装置10S的顶表面的第四水平顶平面HTP4接近第二水平面平面HSP2(或距任何其它水平

参考平面(例如第四水平面平面HSP4或背面409)更接近第二水平面平面HSP2(或距任何其它水平参考平面(例如第四水平面平面HSP4或背面409))。

[0129] 在一个实施例中,第二发光装置10G可具有比第一发光装置10B更大的高度,第三发光装置10R可具有比第二发光装置10G更大的高度,且传感器装置10S可具有比第三发光装置10R更大的高度。

[0130] 在一个实施例中,背板401包括嵌入于电介质材料基质内的金属互连结构440。导电接合结构(430B、430G、430R、430S)电连接到背板401内的相应金属互连结构440。金属互连结构440可包括定位于背板410上或嵌入于背板410内的接合垫420。接合垫420接触导电接合结构(430B、430G、430R、430S)的相应底表面。在一个实施例中,导电接合结构(430B、430G、430R、430S)可包括接合到相应接合垫420及相应发光装置(10B、10G、10R)或相应传感器装置10S的焊料球。

[0131] 在一个实施例中,在经接合组件(10B、10G、10R、10S)中的一或多者之上可存在接合材料层的剩余部分30F。举例来说,氧化硅材料部分可接触发光装置(10B、10G、10S)的相应顶表面,且可与彼此横向间隔开。在一个实施例中,透明囊封电介质层470可上覆背板401且可嵌入发光装置(10B、10G、10R)及传感器装置10S。

[0132] 任选地,保护材料层422可定位于背板401的阶梯式水平面及侧壁上。保护材料层422可包括吸收在包含紫外光、可见光及红外光的波长范围内的光的材料。在一个实施例中,发光装置(10B、10G、10R)及/或传感器装置10S可经布置于周期阵列中,其中相邻发光装置(10B、10G、10R)沿着水平方向的中心到中心距离是单元距离的整数倍。在一个实施例中,周期阵列可为矩形阵列,其中发光装置(10B、10G、10R)及/或传感器装置10S被布置于矩形晶格的晶格格位处。

[0133] 参考图23,展示集成发光装置组合件的替代实施例。举例来说,可通过借助光刻图案化与至少一种蚀刻工艺的组合形成线腔及通孔腔及通过使用至少一种导电材料填充所述线腔及通孔腔,在透明囊封电介质层470内形成导电互连结构480。替代地或另外,举例来说,可通过借助光刻图案化与至少一种蚀刻工艺的组合沉积导电金属层及使所述导电金属层图案化,在透明囊封电介质层470之上形成导电互连结构480。导电互连结构480可电接触经接合组件(10B、10G、10R、10S)中的一或多者。举例来说,导电互连结构480可嵌入于透明囊封电介质层470中,且可电接触相应发光装置(10B、10G、10R)及/或相应传感器装置10S。在一个实施例中,导电互连结构480中的至少一者可电连接到嵌入于背板401内的金属互连结构440。

[0134] 在一个实施例中,可由形成于组件(10B、10G、10R、10S)与背板401之间的导电接合结构(430B、430G、430R、430S)仅提供与电子组件(10B、10G、10R、10S)的电接触件的第一部分。可由如由导电互连结构480体现的顶部接触层提供与电子组件(10B、10G、10R、10S)的电接触件的第二部分。导电互连结构480形成于电子组件(10B、10G、10R、10S)之上,且可嵌入于透明囊封电介质层470内,及/或可形成于透明囊封电介质层470之上。

[0135] 在一个实施例中,透明囊封电介质层470可使并入本发明的集成发光装置组合件的显示器面板的顶表面部分平面化。可在每一电子组件(10B、10G、10S)的顶表面正上方的透明囊封电介质层470中提供通孔腔,且可在囊封剂及电子组件之上提供透明导电氧化物(例如ITO或AZO)、银纳米线网、银网状电极或其它透明或半透明接触结构,从而形成如体现

为导电互连结构480的顶部接触结构。举例来说,通过线接合或延伸穿过透明囊封电介质层470的接触通孔结构,顶部接触结构可在背板401的某一特定定位点处电接合到背板401。顶部接触结构可为覆盖背板401上的每个电子组件(10B、10G、10R、10S)的完整片状接触件,或所述顶部接触结构可经图案化以将多个顶部接触结构提供到特定组件或组件的群组,在此情况中,顶部接触结构可例如通过线接合形成于背板401上的金属电极或与所述金属电极接触而在若干特定定位点处电接合到背板401。

[0136] 参考图24,说明生长衬底500上的装置(10B、10G、10R、10S)的替代实施例。在此情况中,可采用所属领域中已知的装置制造技术从生长衬底500生长或制造装置(10B、10G、10R、10S)。举例来说,生长衬底500可为包含半导体材料的半导体衬底,其可为III-V族化合物半导体衬底(例如,GaAs或GaN衬底)或绝缘衬底(例如蓝宝石)。每一生长衬底500可具备内部释放层520,其可为例如经植入材料层,例如经植入氢层、经植入氧层、经植入氮层或通过植入促进在由激光辐射或通过其它方法局部加热之后分裂的任何其它原子物种形成的层。内部释放层520执行上文论述的释放层20的功能。

[0137] 每一生长衬底500可具备源衬底530,其可为生长衬底500的薄材料层,且其薄到足以在激光辐射内部释放层520的邻接部分之后被断裂、烧蚀或以其它方式移除。源衬底530的厚度可在从50nm到3微米的范围内,尽管也可采用更小及更大厚度。在一个实施例中,可在第一生长衬底500B之上制造第一发光装置10B,可在第二生长衬底500G之上制造第二发光装置10G、可在第三生长衬底500R之上制造第三发光装置10R,且可在第四生长衬底500S之上制造传感器装置10S。

[0138] 参考图25,可采用上文描述的不同处理序列形成集成发光装置组合件。源衬底530的部分在每一激光辐射过程期间被烧蚀。因为在每一生长衬底500上都存在源衬底530,所以经接合组件(10B、10G、10R、10S)之上及透明囊封电介质层470内可存在源衬底530的剩余部分530F。

[0139] 可采用本发明的方法形成发射显示器面板。发射显示器面板是直视显示器,其中观看者可直接观看由来自不同颜色的发光子像素的不同颜色的光发射形成的图像。子像素可为有机发光装置,例如发光二极管。因此,直视显示器不同于液晶显示器(LCD)的背光,其中来自背光的颜色的光经组合以形成用于照明LCD的液晶材料及彩色滤光器的光,且观看者观看透射通过彩色滤光器及液晶材料的不同颜色的光。背板401上的元件及发光装置可促成显示器面板的组装。发射显示器面板可包含以类似方法组装到显示器面板上的传感器或其它电子元件。传感器的元件及/或电子元件促成显示器面板的组装。

[0140] 为了制造具有作为发射元件的无机发光二极管(LED)的发射显示器面板,必须将数百万计的LED附装到背板衬底。背板401含有驱动电流通过个别LED子像素使得光被发射且在显示器上形成图像的电子器件。

[0141] 在一个实施例中,显示器是三色显示器面板,其中在显示器的每一像素内存在发射红光、绿光及蓝光的三个子像素。每一子像素可为无机LED。蓝色及绿色子像素可由InGaN LED组成。红色子像素可由InGaN或AlInGaP或AlGaAs LED组成。显示器面板可具有更多颜色。举例来说,四色显示器每像素可包含四个子像素。子像素可以约470nm波长发射蓝光、以约505nm波长发射翠绿色光、以约570nm波长发射黄绿色光,且以约610nm波长发射红光。在一个实施例中,子像素可能全都由InGaN组成。

[0142] 形成子像素的发光装置可包括纳米线阵列,使得每一纳米线都是发光装置。纳米线发光二极管(LED)由于若干原因而对形成子像素是有利的。首先,纳米线LED的横向尺寸可小到1微米。这使必须使用以形成每一子像素的LED材料量最小化。这还允许子像素按小间距放置,从而形成高分辨率显示器。其次,在使用小功率驱动纳米线LED时,其具有优异的功效(每瓦特电输入功率的流明)。

[0143] 参考图26,展示本发明的结构的另一替代实施例。除了具有含阶梯式水平面的阶梯式背板401之外,可采用阶梯式发光装置表面形成发光装置组合件。在一个实施例中,可通过在接合到背板401的每一发光装置(10B、10G、10R)或每一传感器结构10S的侧上使用不同厚度的可焊接金属化结构或在所述侧上部分缺乏可焊接金属化结构来提供阶梯式发光装置表面。在一个实施例中,可焊接金属化结构可为一组差值厚度接触垫(15、16),其包含具有第一厚度的至少一第一接触垫15及具有不同于第一厚度的第二厚度的第二接触垫16。可选择第一厚度与第二厚度的每一组合以实现针对每一类型的经接合组件(10B、10G、10R、10S)使用相同厚度的导电接合结构(430B、430G、430R、430S)。可例如通过在将初始生长衬底(100B、100G、100R、100S)切块之前进行电镀形成可焊接金属化结构,例如一组差值厚度接触垫(15、16)。一种或一种以上类型的经接合组件(10B、10G、10R、10S)可具有差值厚度接触垫(15、16)。替代地,一种或一种以上类型的经接合组件(10B、10G、10R、10S)可具有均匀厚度接触垫(15、16),其具有相同的厚度。

[0144] 可将各种类型的装置接合到背板401。举例来说,除了接合一组传感器装置10S之外或代替接合一组传感器装置10S,可将探针或其它电子处理器集成芯片(IC)接合到背板401。探针的非限制性说明性实例是高电力红外发光二极管(IR LED)或组合检测器使用以提供手势辨识的功能性的垂直腔面发射激光器(VCSEL)。电子IC的非限制性说明性实例是低密度高成本处理器芯片,对于所述处理器芯片,直接制造于有源背板上是不经济的,且从生长衬底转移到背板更经济。

[0145] 可采用多个接合步骤将多个传感器、探针及/或电子IC集成到背板401上。在一个实施例中,可采用多个垂直腔面发射激光器(VCSEL)形成投影式显示器。

[0146] 可在形成透明囊封电介质层470之前根据需要在本发明的组装过程的任何阶段处执行测试及重新加工过程。重新加工过程可包括高速拾取和放置操作,其中可(例如,采用相应导电接合结构的局部加热)选择性地拾取接合到背板401的已知有缺陷电子组件(10B、10G、10R、10S),且放置功能取代电子组件(10B、10G、10R、10S)来替代它。可在接合功能取代电子组件之前执行对一组新的导电接合结构的适当清洁及放置。如果在稍后阶段处执行重新加工过程,那么取代电子组件可具有比背板401上现存的电子组件更大的高度(例如,通过添加更厚接合材料层或制造具有更大高度的电子组件),或可采用不干涉相邻电子组件的放置方法。

[0147] 在一个实施例中,本发明的导电接合结构(430B、430G、430R、430S)可为焊接材料部分,即,焊料“球”。应理解,焊料“球”可具有或可不具有球形形状,且也可采用其它形状(例如圆柱形形状)作为焊料“球”。参考图27,可修改本发明的处理序列以增强经接合装置的顶表面与背板401的共面性。在将装置(10B、10G、10R或10S)接合到背板401及移除转移组合件的剩余部分的每一回合之后,例如,在图14的处理步骤之后,在图17的处理步骤之后,在图19的处理步骤之后及/或在图21的处理步骤之后,可将具有共面底表面的虚设衬底700

安置在新的经接合装置(10B、10G、10R或10S)的顶表面上及背板401之上。

[0148] 图27说明在使包括第一转移衬底301B及第一发光装置10B的第二子集的组合件与背板401分离之后,在将具有平面底表面的虚设衬底701安置在第一发光装置10B的顶表面上之后的示范性结构。可在分离转移衬底(301B、301G、301R、301S)的任何者之后应用相同方法。可重复地使用虚设衬底701,或可针对每一使用以新的衬底取代虚设衬底701。假设701的底表面包含平坦刚性表面,即,基本上与水平欧几里德二维平面重合的表面,虚设衬底701可包括绝缘体材料、导电材料、半导体材料或其组合,条件是虚设衬底701的底表面包含平坦刚性表面,即,基本上与水平欧几里德二维平面重合的表面。

[0149] 参考图28,可将向下压力施加到虚设衬底700,同时将导电接合结构(430B、430G、430R、430S),即,焊料球,加热到回流温度。在此处理步骤期间,虚设衬底700朝向背板401挤压新经接合装置(10B、10G、10R或10S)。在一些实施例中,可在最后的回流步骤期间使用虚设衬底700向下挤压经转移装置(10B、10G、10R及10S)的顶表面以确保所有经转移裸片的顶表面都定位于相同水平平面中。在一些其它实施例中,先前经接合装置可通过仔细选择先前经接合装置的顶表面的高度(例如,通过针对多个背板401选择接合垫420的阶梯式表面的高度及导电接合结构430的高度,使得稍后经接合装置的顶表面比先前经接合装置距每一背板401更远)而不影响后续转移。图28说明在虚设衬底700朝向背板410挤压经转移第一发光装置10B的同时使第一导电接合结构430B回流的步骤。

[0150] 参考图29,可采用上文描述的实施例中的任何者执行后续处理步骤以囊封经接合装置(10B、10G、10R、10S)。导电接合结构(430B、430G、430R、430S)可包含作为经回流焊接材料部分的特性的特征,例如凸面经回流表面。

[0151] 可采用多个转移组合件及多个背板将不同类型的装置转移到每一背板,及在每一背板上形成装置集合的周期阵列。每一转移组合件中的装置可在一系列装置转移之前具有相同的二维周期性。装置集合的周期阵列可跨越背板相同,且可具有二维周期性,其是转移组合件上的装置的二维周期性的倍数。

[0152] 参考图30,说明用于将四种不同类型的装置(10B、10G、10R、10S)(例如,分别是发蓝光LED、发绿光LED及发红光LED及传感器)转移到四个背板(BP1、BP2、BP3、BP4)的示范性转移模式及示范性转移序列。可将四种不同类型的装置(10B、10G、10R、10S)提供于可包括四个转移衬底(301B、301G、301R、301S)的四个源衬底(B、G、R、S)或四个生长衬底(100/500A、100/500B、100/500C、100/500D)或其组合上。可将第一发光二极管10B提供于第一源衬底B上,可将第二发光二极管10G提供于第二源衬底G上,可将第三发光二极管10R提供于第三源衬底R上,且可将传感器装置10S提供于第四源衬底S上。

[0153] 可将标记为“1”的第一装置10B的子集从第一源衬底B转移到第一背板BP1上用“1”标记的位置。随后,可将标记为“2”的第二装置10G的子集从第二源衬底G转移到第二背板BP2上用“2”标记的位置。循序转移针对使用逐渐增加的数值索引标记的每一组装置继续进行一直到使用数值索引“16”标记的一组装置为止。

[0154] 在图31A到31E中说明在转移序列的每一步骤处在源衬底(B、G、R、S)及背板(BP1、BP2、BP3、BP4)上存在或缺少各种装置(10B、10G、10R、10S)的变化。图31A对应于装置(10B、10G、10R、10S)的任何转移之前的配置,图31B对应于在执行转移步骤1到4之后的配置,图31C对应于在执行步骤5到8之后的配置,图31D对应于在执行步骤9到12之后的配置,且图

31E对应于在执行步骤13到16之后的配置。应注意,因为步骤1到4独立于彼此,所以可以任何顺序置乱如图31B中说明的步骤1到4,因为步骤5到8独立于彼此,所以可以任何顺序置乱如图31C中说明的步骤5到8,因为步骤9到12独立于彼此,所以可以任何顺序置乱如图31D中说明的步骤9到12,且因为步骤13到16独立于彼此,所以可以任何顺序置乱如图31E中说明的步骤13到16。

[0155] 虽然针对采用四个源衬底(B、G、R、S)及四个背板(BP1、BP2、BP3、BP4)的情况说明示范性转移模式及示范性转移序列,但可将本发明的方法应用到采用m个转移组合件及n个背板的任何情况,其中m是大于1的整数,n是大于1的整数,且n不小于m。n个背板与来自m个转移组合件的装置接合,以形成n个集成发光装置组合件。在一个实施例中,n可与m相同或大于m。

[0156] 提供多个转移组合件,例如,m个转移组合件。m个转移组合件中的每一者包括具有相同二维周期性的二维阵列内的相应源衬底(B、G、R、S)及相应装置(10B、10G、10R、10S)。如本文使用,多个结构的相同二维周期性是指一种配置,其中多个结构中的每一者具有相应单元结构且相应单元结构的例子沿着周期性的两个独立方向(例如,第一周期性方向及第二周期性方向)重复,且所述单元结构针对全部多个结构沿着相应第一周期性方向以第一间距重复且沿着相应第二周期性方向以相同第二间距重复,且所述第一周期性方向与所述第二周期性方向之间的角度针对全部多个结构相同。n个背板中的每一者具有经配置以安装m种类型的装置的相应单元导电接合结构模式的周期重复。

[0157] m个类型的装置中的每一者可为m个转移组合件之中的相应转移组合件内的装置中的一者。每一单元导电接合结构模式沿着n个背板中的每一者内的两个独立方向的间距可为m个转移组合件中的每一者内的装置的二维周期性的相应间距的倍数。在说明性实例中,装置(10B、10G、10R、10S)中的每一者可在相应转移组合件内是周期的,其中沿着第一方向具有第一周期性a且沿着第二方向(其可垂直于第一方向)具有第二周期性b。背板中的每一者内的单元导电接合垫图案可沿着第一方向具有第一周期性2a(其是a的整数倍)且沿着第二方向(其可垂直于第一方向)具有第二周期性2b(其可为b的整数倍)。

[0158] 可通过将每一相应转移组合件安置在n个背板之中的相应背板(BP1、BP2、BP3、BP4)之上防止相应转移组合件上现存的装置与先前接合到相应背板(BP1、BP2、BP3、BP4)的任何装置(10B、10G、10R、10S)(如果存在)碰撞的位置处,循序地将来自m个转移组合件中的每一者的装置(10B、10G、10R、10S)的子集转移到相应背板(BP1、BP2、BP3、BP4)。

[0159] 参考图32A,说明处理中结构,其可用于根据在其中使用不同高度接合垫的本发明的实施例形成第二示范性发光装置组合件。如本文使用,“原型”结构或“处理中”结构是指随后其中的至少一个组件的形状或组成物被修改的瞬态结构。第二示范性发光装置组合件的处理中结构可包含在其中包括金属互连结构440的背板衬底400。可经由烧蚀材料层130(其可为上文描述的释放层20或上文描述的源衬底530的部分)将第一发光二极管10B附接到源衬底301B。在此实施例中,背板衬底400可具有基本上平面(即,非阶梯式)上表面或如图9中说明的阶梯式上表面。

[0160] 可在随后在其处接合各种装置的位置处形成接合垫(421、422、423)。各种装置可包含上文描述的第一发光装置10B、第二发光装置10G、第三发光装置10R及/或传感器装置10S。可在源衬底(B、G、R、S,参考图30)(其可为转移衬底(301B、301G、301R、301S)、生长衬

底(100/500B、100/500G、100/500R、100/500S)或其组合)上提供各种装置(10B、10G、10R、10S)。背板401包含背板衬底400及接合垫(421、422、423)。

[0161] 接合垫(421、422、423)可具有与上文描述的接合垫420相同的组成。接合垫(421、422、423)可包含具有不同厚度的多个类型。举例来说,接合垫(421、422、423)可包含具有第一厚度的第一接合垫421、具有第二厚度的第二接合垫422及具有第三厚度的第三接合垫423。也可采用具有不同厚度的额外接合垫(未展示)。在一个实施例中,第一厚度可大于第二厚度,且第二厚度可大于第三厚度。第一厚度与第二厚度之间的差值可在从0.3微米到10微米(例如,从1微米到5微米)的范围内,且第二厚度与第三厚度之间的差值可在从0.3微米到10微米(例如,从1微米到5微米)的范围内。最薄接合垫的厚度可在从1微米到20微米(例如,从2微米到10微米)的范围内,尽管也可采用更小及更大厚度。

[0162] 在一个实施例中,可在待转移到背板401的装置上形成导电接合结构(431、432、433)。举例来说,第一发光二极管10B可为待转移到背板衬底400的第一装置。第一发光二极管10B可定位于第一源衬底301B(其可为第一转移衬底300B或第一类型生长衬底100B或500B)上。导电接合结构(431、432、433)可为上文论述的导电接合结构430中的任何者。导电接合结构(431、432、433)可包含形成于随后转移到背板衬底400的第一发光二极管10B的第一子集上的第一导电接合结构431、形成于随后转移到另一背板衬底(未展示)的第一发光二极管10B的第二子集上的第二导电接合结构432、形成于随后转移到另一背板衬底的第一发光二极管10B的第三子集上的第三导电接合结构433及形成于随后转移到又一背板衬底的第一发光二极管10B的另一子集上的任选额外导电接合结构。可在第一发光二极管10B上同时形成导电接合结构(431、432、433)。

[0163] 替代地,可在背板401的接合垫(421、422、423)上形成导电接合结构(431、432、433)。在此情况中,可同时在所有接合垫(421、422、423)上形成导电接合结构(431、432、433)。

[0164] 又替代地,可形成每一导电接合结构(431、432、433)作为两个物理分离部分,使得每一导电接合结构(431、432或433)中的一个部分形成于第一发光二极管10B上,且对应导电接合结构(431、432或433)中的另一部分形成于匹配接合垫(421、422或423)的表面上。在一个实施例中,可形成每一导电接合结构(431、432、433)作为近似均匀地划分于第一发光二极管10B上形成的上部与接合垫(421、422或423)上形成的下部之间的两个分离部分。

[0165] 在一个实施例中,导电接合结构(431、432、433)中的每一者可具有相同的高度(或总高度,如果形成为两个部分)。在一个实施例中,导电接合结构(431、432、433)中的每一者可具有相同的高度及相同的体积(或总体积,如果形成为两个部分)。在一个实施例中,导电接合结构(431、432、433)中的每一者可具有相同的高度、相同的体积及相同的形状(或两种形状的同集合,如果形成为两个部分)。导电接合结构(431、432、433)的高度可在从15微米到100微米(例如从20微米到60微米)的范围内,尽管也可采用更小及更大高度。在一个实施例中,导电接合结构(431、432、433)可为基本上球形、基本上椭圆形或基本上圆柱形。每一导电接合结构(431、432、433)的最大水平尺寸(例如球形形状或圆柱形形状的直径)可在从15微米到100微米(例如从20微米到60微米)的范围内,尽管也可采用更小及更大最大水平尺寸。

[0166] 参考图32B,背板401及包含第一发光二极管10B的组合件经定位使得每一第一导

电接合结构431附接到第一发光装置10B及第一接合垫421中的一者,且接触第一发光装置10B及第一接合垫421中的另一者。归因于各种类型的接合垫(421、422、423)的厚度的差异,第二导电接合结构432及第三导电接合结构433不接触任何下伏接合垫(422、423)(假如第二导电接合结构432及第三导电接合结构433附接到第一发光装置10B)或不接触上覆第一发光装置10B(假如第二导电接合结构432及第三导电接合结构433附接到第二接合垫422或第三接合垫423)。

[0167] 随后执行回流过程。可将环境温度升高到导电接合结构(431、432、433)的材料的回流温度。仅第一导电接合结构431形成与下伏第一接合垫421(如果第一导电接合结构431已经接合到第一发光装置10B)或与上覆第一发光装置10B(如果第一导电接合结构431已经接合到第一接合垫421)的额外接合。因此,每一第一导电接合结构431变成接合到上覆第一发光装置10B及下伏第一接合垫421,同时在回流过程期间不针对第二及第三连续接合结构(432、433)形成额外接合。虽然采用使背板401及包含第一发光二极管10B的组合件在回流过程之前接触彼此的实施例描述本发明,但本文明确预期例如在回流过程的温度斜变步骤期间与回流过程同时执行背板401及包含第一发光二极管10B的组合件的机械移动的实施例。虽然为了方便说明,上文将第一接合垫421描述为“下伏”而将第一发光装置描述为“上覆”,但应理解,可在过程期间,颠倒地布置组件(即,其中第一接合垫421是“下伏”,且第一发光装置是“下伏”)或将其布置于任何其它位置中。

[0168] 参考图32C,执行激光辐射过程以使每一经接合第一发光装置10B与第一源衬底分离。可如上文描述那样采用相同激光辐射过程。由激光束辐射材料层130中上覆第一发光二极管10B(其接合到背板401)的第一子集的部分,且烧蚀所述部分。可针对第一子集内的每一第一发光二极管10B循序地执行激光烧蚀。

[0169] 参考图32D,第一源衬底301B与经附接第一发光二极管10B(即,第一发光二极管10B的第一子集的补集)的组合件与背板401及第一发光二极管10B的第一子集分离。通过第一导电接合结构431将第一发光二极管10B的第一子集附接到背板401以形成处理中第二示范性发光装置组合件。

[0170] 参考图32E,采用任何合适的压力板(例如虚设衬底700)朝向背板401推动第一导电接合结构431上的第一发光二极管10B。将处理中第二发光装置组合件的温度升高到第一导电接合结构431的回流温度以在虚设衬底700朝向背板401推动第一发光二极管10B时诱发第一导电接合结构431的回流。选择推动距离使得第一接合垫421的底表面与第一发光二极管10B的顶表面之间的垂直距离小于最薄接合垫(例如,第三接合垫421)的厚度、导电接合结构(431、432、433)的高度(其在导电接合结构之中相同)与随后附接的装置(10G、10R)的最小高度(如果高度不同)或随后附接的装置(10G、10R)的共同高度(如果高度相同)的和。

[0171] 图32A到32E的处理步骤可对应于图31B中说明的步骤1,其中背板401对应于图31B中的背板BP1。可执行等效处理步骤(其对应于图31B中说明的步骤2)以采用图31B中展示的转移模式(或任何其它模式)将第二发光装置10G的第一子集从第二源衬底G(其可为第二转移衬底300G或第二类型生长衬底100/500G)转移到第二背板BP2的第一接合垫421。此类处理步骤可提供第二源衬底G,以全等于背板401上的第一发光二极管10B的模式从第二源衬底G移除第二发光装置10G的第一子集。

[0172] 参考图32F,从其移除第二发光装置10G的第一子集的第二源衬底(例如第二转移衬底301G)定位于处理中第二示范性发光装置组合件之上,且经对准使得第二发光二极管10G的第二子集上覆第二接合垫422。

[0173] 参考图32G,背板401及包含第二发光二极管10G的组合件经定位使得每一第二导电接合结构432附接到第二发光装置10G及第二接合垫422中的一者,且接触第二发光装置10G及第二接合垫422中的另一者。归因于第二及第三接合垫(422、423)的厚度的差值,第三导电接合结构433不接触任何下伏接合垫423(假如第二导电接合结构432及第三导电接合结构433附接到第二发光装置10G)或不接触上覆第二发光装置10G(假如第二导电接合结构432及第三导电接合结构433附接到第二接合垫422或第三接合垫423)。

[0174] 随后执行回流过程。可将环境温度升高到导电接合结构(431、432、433)的材料的回流温度。第二导电接合结构432形成与上覆第二接合垫422(如果第二导电接合结构432已经接合到第二发光装置10G)或与上覆第二发光装置10G(如果第二导电接合结构432已经接合到第二接合垫422)的额外接合。因此,每一第二导电接合结构432变成接合到上覆第二发光装置10G及下伏第二接合垫422,同时在回流过程期间不针对第三导电接合结构433形成额外接合。

[0175] 参考图32H,执行激光辐射过程以使每一经接合第二发光装置10G与第二源衬底分离。由激光束辐射烧蚀材料层130中上覆第二发光二极管10G(其接合到背板401)的经接合子集(即,第二子集)的部分,且烧蚀所述部分。可针对接合到背板401的第二发光二极管10G的子集内的每一第二发光二极管10G循序地执行激光烧蚀。

[0176] 参考图32I,第二源衬底301G与经附接第二发光二极管10G(即,第二源衬底上仍存在的第二发光二极管10G的第三子集)的组合件与背板401及现附接到背板401的第二发光二极管10G的第二子集分离。通过第二导电接合结构432将第二发光二极管10G的第二子集附接到背板401以形成处理中第二示范性发光装置组合件。

[0177] 参考图32J,采用虚设衬底700朝向背板401推动第二导电接合结构432上的第二发光二极管10G。将处理中第二发光装置组合件的温度升高到第二导电接合结构432的回流温度,以在虚设衬底700朝向背板401推动第二发光二极管10G时诱发第二导电接合结构432的回流。选择推动距离使得第二接合垫422的底表面与第二发光二极管10G的顶表面之间的垂直距离小于最薄接合垫(例如,第三接合垫423)的厚度、如最初提供的导电接合结构(431、432、433)的高度(其在导电接合结构之中相同)与随后附接的装置(10R及任选地10S)的最小高度(如果高度不同)或随后附接的装置(10R及任选地10S)的共用高度(如果高度相同)的和。

[0178] 图32F到32J的处理步骤可对应于图31C中说明的步骤6,其中背板401对应于图31C中的背板BP1。可执行对应于图31B中的步骤3及图31C中的步骤7的处理步骤以采用图31B及31C中展示的转移模式(或任何其它模式)将第三发光装置10R的第一子集及第二子集从第三源衬底R(其可为第三转移衬底300R或第三类型生长衬底100/500R)转移到额外背板(例如,图31B中的BP3及图31C中的BP4)的接合垫。此类处理步骤可提供第三源衬底R,以全等于背板401上的第一发光二极管10B与第二发光二极管10G的组合模式的模式从第三源衬底R移除第三发光装置10R的第一子集及第二子集。

[0179] 参考图32K,在先前处理步骤中已从其移除第三发光装置10R的第一子集及第二子

集的第三源衬底(例如第三转移衬底301R)定位于处理中第二示范性发光装置组合件之上,且经对准使得第三发光二极管10R的第三子集上覆第三接合垫423。

[0180] 参考图32L,背板401及包含第三发光二极管10R的组合件经定位使得每一第三导电接合结构433附接到第三发光装置10R及第三接合垫423中的一者,且接触第三发光装置10R及第三接合垫423中的另一者。如果存在具有更小厚度的任何额外接合垫(未展示),那么上覆此类额外接合垫的额外导电接合结构(未展示)不接触任何下伏额外接合垫(假如额外导电接合结构附接到第三源衬底)或不接触上覆第三发光装置10R(假如额外导电接合结构附接到额外接合垫)。

[0181] 随后执行回流过程。可将环境温度升高到导电接合结构(431、432、433)的材料的回流温度。第三导电接合结构433形成与下伏第三接合垫423(如果第三导电接合结构433已经接合到第三发光装置10R)或与上覆第三发光装置10R(如果第三导电接合结构433已经接合到第三接合垫423)的额外接合。因此,每一第三导电接合结构433变成接合到上覆第三发光装置10R及下伏第三接合垫423,同时在回流过程期间不针对额外连续接合结构(如果存在)形成额外接合。

[0182] 参考图32M,执行激光辐射过程以使每一经接合第三发光装置10R与第三源衬底分离。由激光束辐射烧蚀材料层130中上覆第三发光二极管10R(其接合到背板401)的经接合子集(即,第三子集)的部分,且烧蚀所述部分。可针对接合到背板401的第三发光二极管10R的子集内的每一第三发光二极管10R循序地执行激光烧蚀。

[0183] 参考图32N,第三源衬底301R与任何剩余第三发光二极管10R(如果存在)的组合件与背板401及现附接到背板401的第三发光二极管10R的第三子集分离。通过第三导电接合结构433将第三发光二极管10R的第三子集附接到背板401以形成第二示范性发光装置组合件。

[0184] 任选地,可采用虚设衬底700朝向背板401推动第三导电接合结构433上的第三发光二极管10R。将第二发光装置组合件的温度升高到第三导电接合结构433的回流温度以在虚设衬底700朝向背板401推动第三发光二极管10R时诱发第三导电接合结构433的回流。如果随后将把任何额外装置(例如传感器装置10S)附接到背板401,那么可选择推动距离使得第三接合垫423的底表面与第三发光二极管10R的顶表面之间的垂直距离小于额外接合垫的厚度、额外导电接合结构的高度(其可与如最初提供的其它导电接合垫(431、432、433)的高度相同)与随后附接的装置(例如传感器装置10S)的最小高度的和。

[0185] 参考图33A,说明处理中结构,其可用于根据本发明的实施例形成第三示范性发光装置组合件。可通过采用相同厚度的接合垫(421、422、423)及不同高度的导电接合结构(431、432、433)从图32A的处理中第二示范性发光装置组合件得到处理中第三示范性发光装置组合件。接合垫(421、422、423)可具有与上文描述的接合垫420相同的组成。在此实施例中,背板衬底400可具有基本上平面(即,非阶梯式)上表面或如图9中说明的阶梯式上表面,且接合垫(421、422、423)可具有与图32A中展示相同的高度或不同的高度。

[0186] 导电接合结构(431、432、433)可包含具有不同高度的多个类型。举例来说,导电接合结构(431、432、433)可包含具有第一高度的第一导电接合结构431、具有第二高度的第二导电接合结构432及具有第三高度的第三导电接合结构433。也可采用具有不同高度的额外导电接合结构(未展示)。在一个实施例中,第一高度可大于第二高度,且第二高度可大于第

三高度。第一高度与第二高度之间的差值可在从0.3微米到10微米(例如,从1微米到5微米)的范围内,且第二高度与第三高度之间的差值可在从0.3微米到10微米(例如,从1微米到5微米)的范围内。最短导电接合结构(例如,433)的高度可在从10微米到80微米(例如,从15微米到50微米)的范围内,尽管也可采用更小及更大高度。

[0187] 在一个实施例中,可在待转移到背板401的装置上形成导电接合结构(431、432、433)。举例来说,第一发光二极管10B可为待转移到背板衬底400的第一装置。第一发光二极管10B可定位于第一源衬底B(其可为第一转移衬底30B或第一类型生长衬底100B)上。导电接合结构(431、432、433)可为上文论述的导电接合结构430中的任何者。导电接合结构431形成于随后转移到背板衬底400的第一发光二极管10B的第一子集上。第二导电接合结构432形成于随后转移到另一背板衬底(未展示)的第一发光二极管10B的第二子集上。第三导电接合结构433形成于随后转移到又一背板衬底的第一发光二极管10B的第三子集上。任选地,额外导电接合结构可形成于随后转移到又一背板衬底的第一发光二极管10B的另一子集上。

[0188] 替代地,可在背板401的接合垫(421、422、423)上形成导电接合结构(431、432、433)。在此情况中,可同时在所有接合垫(421、422、423)上形成导电接合结构(431、432、433)。

[0189] 又替代地,可形成每一导电接合结构(431、432、433)作为两个物理分离部分,使得每一导电接合结构(431、432或433)中的一个部分形成于第一发光二极管10B上,且对应导电接合结构(431、432或433)中的另一部分形成于匹配接合垫(421、422或423)的表面上。在一个实施例中,可形成每一导电接合结构(431、432、433)作为近似均匀地划分于第一发光二极管10B上形成的上部与接合垫(421、422或423)上形成的下部之间的两个分离部分。

[0190] 可循序地在第一发光二极管10B上形成不同类型的导电接合结构(431、432、433)。第一导电接合结构431可具有比第二导电接合结构432大的体积,且第二导电接合结构432可具有比第三导电接合结构433大的体积。在一个实施例中,不同类型的导电接合结构(431、432、433)可具有基本上相同的最大横向尺寸(例如,球形形状或圆柱形形状的直径)。

[0191] 在一个实施例中,导电接合结构(431、432、433)可为基本上椭圆形或基本上圆柱形。每一导电接合结构(431、432、433)的最大水平尺寸(例如球形形状或圆柱形形状的直径)可在从15微米到100微米(例如从20微米到60微米)的范围内,尽管也可采用更小及更大最大水平尺寸。

[0192] 参考图33B,背板401及包含第一发光二极管10B的组合件经定位使得每一第一导电接合结构431附接到第一发光装置10B及第一接合垫421中的一者,且接触第一发光装置10B及第一接合垫421中的另一者。归因于各种类型的导电接合结构(431、432、433)的高度的差异,第二导电接合结构432及第三导电接合结构433不接触任何下伏接合垫(422、423)(假如第二导电接合结构432及第三导电接合结构433附接到第一发光装置10B)或不接触上覆第一发光装置10B(假如第二导电接合结构432及第三导电接合结构433附接到第二接合垫422或第三接合垫423)。

[0193] 随后,以与图32B的处理步骤相同的方式执行回流过程。

[0194] 参考图33C,以与图32C的处理步骤相同的方式执行激光辐射过程以使每一经接合第一发光装置10B与第一源衬底分离。

[0195] 参考图33D,第一源衬底301B与经附接第一发光二极管10B(即,第一发光二极管10B的第一子集的补集)的组合件与背板401及第一发光二极管10B的第一子集分离。

[0196] 参考图33E,采用虚设衬底700朝向背板401推动第一导电接合结构431上的第一发光二极管10B同时使第一导电接合结构431以与图32E的处理步骤相同的方式回流。

[0197] 图33A到33E的处理步骤可对应于图31B中说明的步骤1,其中背板401对应于图31B中的背板BP1。可执行等效处理步骤(其对应于图31B中说明的步骤2)以采用图31B中展示的转移模式(或任何其它模式)将第二发光装置10G的第一子集从第二源衬底G(其可为第二转移衬底300G或第二类型生长衬底100/500G)转移到第二背板BP2的第一接合垫421。此类处理步骤可提供第二源衬底G,以全等于背板401上的第一发光二极管10B的模式从第二源衬底G移除第二发光装置10G的第一子集。

[0198] 参考图33F,从其移除第二发光装置10G的第一子集的第二源衬底(例如第二转移衬底301G)定位于处理中第四示范性发光装置组合件之上,且经对准使得第二发光二极管10G的第二子集上覆第二接合垫422。

[0199] 参考图33G,背板401及包含第二发光二极管10G的组合件经定位使得每一第二导电接合结构432附接到第二发光装置10G及第二接合垫422中的一者,且接触第二发光装置10G及第二接合垫422中的另一者。归因于第二及第三导电接合结构(432、433)的高度的差异,第三导电接合结构433不接触任何下伏接合垫423(假如第二导电接合结构432及第三导电接合结构433附接到第二发光装置10G)或不接触上覆第二发光装置10G(假如第二导电接合结构432及第三导电接合结构433附接到第二接合垫422或第三接合垫423)。

[0200] 随后以与图32G的处理步骤相同的方式执行回流过程。每一第二导电接合结构432变成接合到上覆第二发光装置10G及下伏第二接合垫422,同时在回流过程期间不针对第三导电接合结构433形成额外接合。

[0201] 参考图33H,执行激光辐射过程以使每一经接合第二发光装置10G与第二源衬底分离。可如在图32H的处理步骤中那样执行相同的激光辐射过程。

[0202] 参考图33I,第二源衬底301G与经附接第二发光二极管10G(第二源衬底上仍存在的第二发光二极管10G的第三子集)的组合件与背板401及现附接到背板401的第二发光二极管10G的第二子集分离。

[0203] 参考图33J,以与图32J的处理步骤中相同的方式采用虚设衬底700朝向背板401推动第二导电接合结构432上的第二发光二极管10G。

[0204] 图33F到33J的处理步骤可对应于图31C中说明的步骤6,其中背板401对应于图31C中的背板BP1。可执行对应于图31B中的步骤3及图31C中的步骤7的处理步骤以采用图31B及31C中展示的转移模式(或任何其它模式)将第三发光装置10R的第一子集及第二子集从第三源衬底R(其可为第三转移衬底300R或第三类型生长衬底100/500R)转移到额外背板(例如,图31B中的BP3及图31C中的BP4)的接合垫。此类处理步骤可提供第三源衬底R,以全等于背板401上的第一发光二极管10B与第二发光二极管10G的组合模式的模式从第三源衬底R移除第三发光装置10R的第一子集及第二子集。

[0205] 参考图33K,在先前处理步骤中已从其移除第三发光装置10R的第一子集及第二子集的第三源衬底(例如第三转移衬底301R)定位于处理中第二示范性发光装置组合件之上,且经对准使得第三发光二极管10R的第三子集上覆第三接合垫423。

[0206] 参考图33L,背板401及包含第三发光二极管10R的组合件经定位使得每一第三导电接合结构433附接到第三发光装置10R及第三接合垫423中的一者,且接触第三发光装置10R及第三接合垫423中的另一者。如果存在具有更小高度的任何额外导电接合结构(未展示),那么上覆此类额外接合垫的额外导电接合结构(未展示)不接触任何下伏额外接合垫(假如额外导电接合结构附接到第三源衬底)或不接触上覆第三发光装置10R(假如额外导电接合结构附接到额外接合垫)。

[0207] 随后,以与图32L的处理步骤中相同的方式执行回流过程。

[0208] 参考图33M,以与图32M的处理步骤中相同的方式执行激光辐射过程以使每一经接合第三发光装置10R与第三源衬底分离。

[0209] 参考图33N,以与图32N的处理步骤中相同的方式使第三源衬底301R与任何剩余第三发光二极管10R(如果存在)的组合件与背板401及现附接到背板401的第三发光二极管10R的第三子集分离。

[0210] 任选地,可以与图32N的处理步骤中相同的方式采用虚设衬底700朝向背板401推动第三导电接合结构433上的第三发光二极管10R。

[0211] 参考图34A,说明处理中结构,其可用于根据使用选择激光焊接将装置接合到背板的本发明的实施例形成第四示范性发光装置组合件。可通过采用相同厚度的接合垫(421、422、423)及相同高度的导电接合结构(431、432、433)从图32A的处理中第二示范性发光装置组合件或图33A的处理中第三示范性发光装置组合件得到处理中第四示范性发光装置组合件。接合垫(421、422、423)可具有与上文描述的接合垫420相同的组成。导电接合结构(431、432、433)可具有与上文描述的导电接合结构430相同的组成。在此实施例中,背板衬底400可具有基本上平面(即,非阶梯式)上表面或如图9中说明的阶梯式上表面。接合垫(421、422、423)可具有与图32A中展示相同的高度或不同的高度。导电接合结构(431、432、433)可具有与图33A中展示相同的高度或不同的高度。

[0212] 在一个实施例中,可在待转移到背板401的装置上形成导电接合结构(431、432、433)。举例来说,第一发光二极管10B可为转移到背板衬底400的第一装置。第一发光二极管10B可定位于第一源衬底301B(其可为第一转移衬底300B或第一类型生长衬底100/500B)上。导电接合结构(431、432、433)可为上文论述的导电接合结构430中的任何者。导电接合结构431形成于随后转移到背板衬底400的第一发光二极管10B的第一子集上。第二导电接合结构432形成于随后转移到另一背板衬底(未展示)的第一发光二极管10B的第二子集上。第三导电接合结构433形成于随后转移到又一背板衬底的第一发光二极管10B的第三子集上。任选地,额外导电接合结构可形成于随后转移到又一背板衬底的第一发光二极管10B的另一子集上。

[0213] 替代地,可在背板401的接合垫(421、422、423)上形成导电接合结构(431、432、433)。在此情况中,可同时在所有接合垫(421、422、423)上形成导电接合结构(431、432、433)。

[0214] 又替代地,可形成每一导电接合结构(431、432、433)作为两个物理分离部分,使得每一导电接合结构(431、432或433)中的一个部分形成于第一发光二极管10B上,且对应导电接合结构(431、432或433)中的另一部分形成于匹配接合垫(421、422或423)的表面上。在一个实施例中,可形成每一导电接合结构(431、432、433)作为近似均匀地划分于第一发光

二极管10B上形成的上部与接合垫(421、422或423)上形成的下部之间的两个分离部分。

[0215] 在一个实施例中,导电接合结构(431、432、433)可为基本上球形、基本上椭圆形或基本上圆柱形。每一导电接合结构(431、432、433)的最大水平尺寸(例如球形形状或圆柱形形状的直径)可在从15微米到100微米(例如从20微米到60微米)的范围内,尽管也可采用更小及更大最大水平尺寸。

[0216] 参考图34B,背板401及包含第一发光二极管10B的组合件经定位使得每一导电接合结构(431、432、433)附接到第一发光装置10B及接合垫(421、422或423)中的一者,且接触第一发光装置10B及接合垫(421、422或423)中的另一者。在一个实施例中,每一第一导电接合结构431可附接到上覆第一发光装置10B及第一接合垫421中的一者,且接触上覆第一发光装置10B及第一接合垫421中的另一者;每一第二导电接合结构432可附接到上覆第一发光装置10B及第二接合垫422中的一者,且接触上覆第一发光装置10B及第二接合垫422中的另一者;且每一第三导电接合结构433可附接到上覆第一发光装置10B及第三接合垫423中的一者,且接触上覆第一发光装置10B及第三接合垫423中的另一者。

[0217] 可采用加热激光器467使第一导电接合结构431回流。加热激光器467可具有在导电接合结构(431、432、433)的材料内诱发比在源衬底301B的材料内或在待转移的装置(例如,第一发光装置10B)的材料内更大的能量吸收的波长。举例来说,加热激光器467可具有在从0.8微米到20微米(例如1到2微米)的范围内的波长,以在待回流的导电接合结构431的材料与不回流的导电接合结构432、433的材料之间提供差温加热。也在导电接合结构431及源衬底301B的材料与待转移的装置之间提供差温加热。可由来自加热层467的激光束的循序辐射选择性地加热第一导电接合结构431以使每一第一导电接合结构431回流,并将每一第一导电接合结构431接合到上覆第一发光装置10B及下伏第一接合垫421。优选地,通过源衬底301B提供激光束。激光束可透射通过源衬底301B及装置到导电接合结构431以供选择加热。替代地,激光束可由源衬底或邻近导电接合结构431的装置吸收以选择性地加热导电接合结构431及使导电接合结构431回流,而无需使剩余导电接合结构(432、433)回流。

[0218] 参考图34C,以与图32C的处理步骤相同的方式执行激光辐射过程以使每一经接合第一发光装置10B与第一源衬底分离。激光器477(本文称之为“烧蚀激光器”)的波长可与加热激光器467的波长不同(例如,更短),例如,在0.1与0.75微米之间,例如0.25到0.5微米。激光器将比提供到源衬底301B的材料及经转移装置(例如,第一发光二极管10B)的加热更多的加热到烧蚀材料层130的材料。可循序地由来自激光器477的激光束辐射烧蚀材料层130中上覆第一导电接合结构431的每一部分以使每一下伏第一发光装置10B分离。

[0219] 参考图34D,第一源衬底301B与经附接第一发光二极管10B(即,第一发光二极管10B的第一子集的补集)的组合件与背板401及第一发光二极管10B的第一子集分离。

[0220] 参考图34E,采用虚设衬底700朝向背板401推动第一导电接合结构431上的第一发光二极管10B同时使第一导电接合结构431以与图32E的处理步骤相同的方式回流。

[0221] 图34A到34E的处理步骤可对应于图31B中说明的步骤1,其中背板401对应于图31B中的背板BP1。可执行等效处理步骤(其对应于图31B中说明的步骤2)以采用图31B中展示的转移模式(或任何其它模式)将第二发光装置10G的第一子集从第二源衬底G(其可为第二转移衬底300G或第二类型生长衬底100/500G)转移到第二背板BP2的第一接合垫421。此类处理步骤可提供第二源衬底G,以全等于背板401上的第一发光二极管10B的模式

式从第二源衬底G移除第二发光装置10G的第一子集。

[0222] 参考图34F,从其移除第二发光装置10G的第一子集的第二源衬底(例如第二转移衬底301G)定位于处理中第四示范性发光装置组合件之上,且经对准使得第二发光二极管10G的第二子集上覆第二接合垫422。

[0223] 参考图34G,背板401及包含第二发光二极管10G的组合件经定位使得每一第二导电接合结构432附接到第二发光装置10G及第二接合垫422中的一者,且接触第二发光装置10G及第二接合垫422中的另一者。

[0224] 在一个实施例中,每一第二导电接合结构432可附接到上覆第二发光装置10G及第二接合垫422中的一者,且接触上覆第二发光装置10G及第二接合垫422中的另一者;且每一第三导电接合结构433可附接到上覆第二发光装置10G及第三接合垫423中的一者,且接触上覆第二发光装置10G及第三接合垫423中的另一者。

[0225] 采用加热激光器467使第二导电接合结构432回流而无需使剩余导电接合结构(431、433)回流。加热激光器467可具有在导电接合结构(431、432、433)的材料内诱发比在源衬底301G的材料内或在待转移的装置(例如,第二发光装置10G)的材料内更大的能量吸收的波长。可采用与图34B的处理步骤中相同的加热激光器。可由来自加热层467的激光束的循序辐射第二导电接合结构432以使每一第二导电接合结构432回流,并将每一第二导电接合结构432接合到上覆第二发光装置10G及下伏第二接合垫422。

[0226] 参考图34H,以与图32H的处理步骤相同的方式执行激光辐射过程以使每一经接合第二发光装置10G与第二源衬底分离。激光器477的波长可与加热激光器467的波长不同,且将比提供到源衬底301G的材料及经转移装置(例如,第二发光二极管10G)更多的加热提供到烧蚀材料层130的材料。可循序地由来自层477的激光束辐射烧蚀材料层130中上覆第二导电接合结构432的每一部分以使每一第二下伏发光装置10G分离。

[0227] 参考图34I,第二源衬底301G与经附接第二发光二极管10G(第二源衬底上仍存在的第二发光二极管10G的第三子集)的组合件与背板401及现附接到背板401的第二发光二极管10G的第二子集分离。

[0228] 参考图34J,以与图32J的处理步骤中相同的方式采用虚设衬底700朝向背板401推动第二导电接合结构432上的第二发光二极管10G。

[0229] 图34F到34J的处理步骤可对应于图31C中说明的步骤6,其中背板401对应于图31C中的背板BP1。可执行对应于图31B中的步骤3及图31C中的步骤7的处理步骤以采用图31B及31C中展示的转移模式(或任何其它模式)将第三发光装置10R的第一子集及第二子集从第三源衬底R(其可为第三转移衬底300R或第三类型生长衬底100/500R)转移到额外背板(例如,图31B中的BP3及图31C中的BP4)的接合垫。此类处理步骤可提供第三源衬底R,以全等于背板401上的第一发光二极管10B与第二发光二极管10G的组合模式的模式从第三源衬底R移除第三发光装置10R的第一子集及第二子集。

[0230] 参考图34K,在先前处理步骤中已从其移除第三发光装置10R的第一子集及第二子集的第三源衬底(例如第三转移衬底301R)定位于处理中第四示范性发光装置组合件之上,且经对准使得第三发光二极管10R的第三子集上覆第三接合垫423。

[0231] 参考图34L,背板401及包含第三发光二极管10R的组合件经定位使得每一第三导电接合结构433附接到第三发光装置10R及第三接合垫423中的一者,且接触第三发光装置

10R及第三接合垫423中的另一者。如果存在任何额外导电接合结构(未展示),那么上覆此类额外接合垫的额外导电接合结构(未展示)可接触下伏额外接合垫及上覆第三发光装置10R,且可附接到下伏额外接合垫或上覆第三发光装置10R。

[0232] 采用加热激光器467使第三导电接合结构433回流。加热激光器467可具有在第三导电接合结构433的材料内诱发比在源衬底301R的材料内或在待转移的装置(例如,第三发光装置10R)的材料内更大的能量吸收的波长。可采用与图34B或图34G的处理步骤中相同的加热激光器。可由来自加热层467的激光束循序辐射第三导电接合结构433 以使每一第三导电接合结构433回流,并将每一第三导电接合结构433接合到上覆第三发光装置10R及下伏第三接合垫423。

[0233] 参考图34M,以与图32M的处理步骤中相同的方式执行激光辐射过程以使每一经接合第三发光装置10R与第三源衬底分离。

[0234] 参考图34N,以与图32N的处理步骤中相同的方式使第三源衬底301R与任何剩余第三发光二极管10R(如果存在)的组合件与背板401及现附接到背板401的第三发光二极管10R的第三子集分离。

[0235] 任选地,可以与图32N的处理步骤中相同的方式采用虚设衬底700朝向背板401推动第三导电接合结构433上的第三发光二极管10R。

[0236] 参考图35A,说明处理中结构,其可用于根据同时通过非选择加热而非通过选择激光加热接合组件的本发明的实施例形成第五示范性发光装置组合件。处理中第五示范性发光装置组合件可与图34A的处理中第四示范性发光装置组合件相同。在此实施例中,背板衬底400可具有基本上平面(即,非阶梯式)上表面或如图9中说明的阶梯式上表面。接合垫(421、422、423)可具有与图32A中展示相同的高度或不同的高度。导电接合结构(431、432、433)可具有与图33A中展示相同的高度或不同的高度。

[0237] 在一个实施例中,可在待转移到背板401的装置上形成导电接合结构(431、432、433)。举例来说,第一发光二极管10B可为待转移到背板衬底400的第一装置。第一发光二极管10B可定位于第一源衬底B(其可为第一转移衬底300B或第一类型生长衬底 100/500B)上。导电接合结构(431、432、433)可为上文论述的导电接合结构430中的任何者。

[0238] 替代地,可在背板401的接合垫(421、422、423)上形成导电接合结构(431、432、433)。在此情况中,可同时在所有接合垫(421、422、423)上形成导电接合结构(431、432、433)。

[0239] 又替代地,可形成每一导电接合结构(431、432、433)作为两个物理分离部分,使得每一导电接合结构(431、432或433)中的一个部分形成于第一发光二极管10B上,且对应导电接合结构(431、432或433)中的另一部分形成于匹配接合垫(421、422或423)的表面上。在一个实施例中,可形成每一导电接合结构(431、432、433)作为近似均匀地划分于第一发光二极管10B上形成的上部与接合垫(421、422或423)上形成的下部之间的两个分离部分。

[0240] 在一个实施例中,导电接合结构(431、432、433)可为基本上球形、基本上椭圆形或基本上圆柱形。每一导电接合结构(431、432、433)的最大水平尺寸(例如球形形状或圆柱形形状的直径)可在从15微米到100微米(例如从20微米到60微米)的范围内,尽管也可采用更小及更大最大水平尺寸。

[0241] 参考图35B,背板401及包含第一发光二极管10B的组合件经定位使得每一导电接

合结构(431、432、433)附接到第一发光装置10B及接合垫(421、422或423)中的一者,且接触第一发光装置10B及接合垫(421、422或423)中的另一者。在一个实施例中,每一第一导电接合结构431可附接到上覆第一发光装置10B及第一接合垫421中的一者,且接触上覆第一发光装置10B及第一接合垫421中的另一者;每一第二导电接合结构432可附接到上覆第一发光装置10B及第二接合垫422中的一者,且接触上覆第一发光装置10B及第二接合垫422中的另一者;且每一第三导电接合结构433可附接到上覆第一发光装置10B及第三接合垫423中的一者,且接触上覆第一发光装置10B及第三接合垫423中的另一者。

[0242] 执行回流过程以使导电接合结构(431、432、433)回流。可通过将均匀加热提供到导电接合结构(431、432、433)(例如,通过将背板401与在其上具有经附接结构的第一源衬底301B的组合件放置到加热炉或任何其它温度受控环境中)执行回流过程。可将每一导电接合结构(431、432、433)接合到上覆第一发光装置10B及下伏接合垫(421、422、423)。导电接合结构(431、432、433)的接合可同时发生。

[0243] 参考图35C,以与图32C的处理步骤相同的方式执行激光辐射过程以使每一经接合第一发光装置10B与第一源衬底分离。激光器477的波长将比提供到源衬底301B及经转移装置(例如,第一发光二极管10B)的材料更多的加热提供到烧蚀材料层130的材料。可循序地由来自层477的激光束辐射烧蚀材料层130中上覆第一导电接合结构431的每一部分以使每一下伏第一发光装置10B分离。在一个实施例中,可在采用激光辐射的分离过程期间,将导电接合结构(431、432、433)的温度维持在低于回流温度。替代地,可在采用激光辐射的分离过程期间,将导电接合结构(431、432、433)的温度维持在接近回流温度。

[0244] 参考图35D,可通过非选择加热(例如加热炉加热)将导电接合结构(431、432、433)的温度改变成预设温度,本文称之为“分离温度”。分离温度是第二及第三导电接合结构(432、433)中的每一者可在其下分裂成两部分而不会引起第二及第三接合结构(432、433)中的额外断裂的温度。分离温度可与回流温度相同,可低于回流温度(例如,达小于摄氏10度),或可高于回流温度(例如,达小于摄氏20度)。在一个实施例中,导电接合结构(431、432、433)的温度可为图35B的处理步骤处的回流温度,可降低到低于在图35C的处理步骤处的回流温度的处理温度,且可升高到图35D的处理步骤处的分离温度。

[0245] 在图35C的激光烧蚀过程之后,第一导电接合结构431不附接到第一源衬底301B。随着在分离温度下远离背板401及第一发光二极管10B的第一子集拉动第一源衬底301B与经附接第一发光二极管10B(即,第一发光二极管10B的第一子集的补集)的组合件,第二及第三导电接合结构(432、433)中的每一者可划分成两部分。举例来说,每一第二导电接合结构432可划分成附接到第一发光装置10B的第二上导电接合材料部分432U及附接到背板401的第二下导电接合材料部分432L,且每一第三导电接合结构433可划分成附接到第一发光装置10B的第三上导电接合材料部分433U及附接到背板401的第三下导电接合材料部分433L。上导电接合材料部分(432U或433U)中的导电接合材料的量与下伏下导电接合材料部分(432L或433L)中的导电接合材料的量的比可取决于分离温度的选择而为约1或小于1。

[0246] 参考图35E,采用虚设衬底700朝向背板401推动第一导电接合结构431上的第一发光二极管10B同时使第一导电接合结构431以与图32E的处理步骤相同的方式回流。

[0247] 图35A到35E的处理步骤可对应于图31B中说明的步骤1,其中背板401对应于图31B中的背板BP1。可执行等效处理步骤(其对应于图31B中说明的步骤2)以采用图31B中展

示的转移模式(或任何其它模式)将第二发光装置10G的第一子集从第二源衬底G(其可为第二转移衬底300G或第二类型生长衬底100/500G)转移到第二背板BP2的第一接合垫421。此类处理步骤可提供第二源衬底G,以全等于背板401上的第一发光二极管10B的模式从第二源衬底G移除第二发光装置10G的第一子集。

[0248] 参考图35F,从其移除第二发光装置10G的第一子集的第二源衬底(例如第二转移衬底301G)定位于处理中第五示范性发光装置组合件之上,且经对准使得第二发光二极管10G的第二子集上覆第二接合垫422。每一上导电接合材料部分(432U或433U)可在对准过程之后对准到下伏下导电接合材料部分(432L或433L)。

[0249] 参考图35G,使背板401及包含第二发光二极管10G的组合件接触彼此,同时将温度升高到上导电接合材料部分(432U、433U)及下导电接合材料部分(432L、433L)的材料的回流温度。同时使温度斜升并减小上导电接合材料部分(432U、433U)与下导电接合材料部分(432L、433L)之间的分离距离可避免上导电接合材料部分(432U、433U)及下导电接合材料部分(432L、433L)破裂及/或避免上导电接合材料部分(432U、433U)与下导电接合材料部分(432L、433L)之间归因于其不规则形状而未对准。

[0250] 每一对垂直邻接的第二上导电接合材料部分432U与第二下导电接合材料部分432L合并以形成第二导电接合结构432。每一对垂直邻接的第三上导电接合材料部分433U与第三下导电接合材料部分433L合并以形成第三导电接合结构433。将每一第二导电接合结构432接合到上覆第二发光装置10G及下伏第二接合垫422。将每一第三导电接合结构433接合到上覆第二发光装置10G及下伏第三接合垫423。

[0251] 参考图35H,以与图32H的处理步骤相同的方式执行激光辐射过程以使每一经接合第二发光装置10G与第二源衬底分离。激光器477的波长可将比提供到源衬底301G及经转移装置(例如,第二发光二极管10G)的材料更多的加热提供到烧蚀材料层130的材料。可循序地由来自层477的激光束辐射烧蚀材料层130中上覆第二导电接合结构432的每一部分以使每一下伏第二发光装置10G分离。

[0252] 参考图35I,在图35C的激光烧蚀过程之后,第二导电接合结构432不附接到第二源衬底301B。可将导电接合结构(431、432、433)的温度改变成分离温度,且在分离温度下远离背板401及第一发光二极管10B的第一子集拉动第二源衬底301G与经附接第二发光二极管10G的组合件。可将第三导电接合结构433中的每一者划分成两部分。具体来说,可将每一第三导电接合结构433划分成附接到第一发光装置10B的第三上导电接合材料部分433U及附接到背板401的第三下导电接合材料部分433L。第三上导电接合材料部分433U中的导电接合材料的量与下伏第三下导电接合材料部分433L中的导电接合材料的量的比可取决于分离温度的选择而为约1或小于1。

[0253] 参考图35J,以与图32J的处理步骤中相同的方式采用虚设衬底700朝向背板401推动第二导电接合结构432上的第二发光二极管10G。

[0254] 图35F到35J的处理步骤可对应于图31C中说明的步骤6,其中背板401对应于图31C中的背板BP1。可执行对应于图31B中的步骤3及图31C中的步骤7的处理步骤以采用图31B及31C中展示的转移模式(或任何其它模式)将第三发光装置10R的第一子集及第二子集从第三源衬底R(其可为第三转移衬底300R或第三类型生长衬底100/500R)转移到额外背板(例如,图31B中的BP3及图31C中的BP4)的接合垫。此类处理步骤可提供第三源衬底R,以

全等于背板401上的第一发光二极管10B与第二发光二极管10G 的组合模式的模式从第三源衬底R移除第三发光装置10R的第一子集及第二子集。

[0255] 参考图35K,在先前处理步骤中已从其移除第三发光装置10R的第一子集及第二子集的第三源衬底(例如第三转移衬底301R) 定位于处理中第五示范性发光装置组合件之上,且经对准使得第三发光二极管10R的第三子集上覆第三接合垫423。在对准过程之后,每一第三上导电接合材料部分433U可对准到下伏第三下导电接合材料部分433L。

[0256] 参考图35L,使背板401及包含第二发光二极管10G的组合件接触彼此,同时将温度升高到第三上导电接合材料部分433U及第三下导电接合材料部分433L的材料的回流温度。同时使温度斜升并减小第三上导电接合材料部分433U与第三下导电接合材料部分433L之间的分离距离可避免第三上导电接合材料部分433U及第三下导电接合材料部分433L破裂及/或避免第三上导电接合材料部分433U与第三下导电接合材料部分433L 之间归因于其不规则形状而未对准。

[0257] 每一对垂直邻接的第三上导电接合材料部分433U与第三下导电接合材料部分433L 合并以形成第二导电接合结构433。将每一第三导电接合结构433接合到上覆第二发光装置10G及下伏第三接合垫423。

[0258] 参考图35M,以与图32M的处理步骤中相同的方式执行激光辐射过程以使每一经接合第三发光装置10R与第三源衬底分离。

[0259] 参考图35N,以与图32N的处理步骤中相同的方式使第三源衬底301R与任何剩余第三发光二极管10R(如果存在)的组合件与背板401及现附接到背板401的第三发光二极管10R的第三子集分离。

[0260] 任选地,可以与图32N的处理步骤中相同的方式采用虚设衬底700朝向背板401推动第三导电接合结构433上的第三发光二极管10R。

[0261] 根据本发明的各种实施例,提供一种形成至少一个集成发光装置组合件的方法。将包括第一源衬底301B及发射第一波长的光的第一发光装置10B的第一组合件安置在背板401之上。将第一导电接合结构(430B或431)安置在背板401与所述第一组合件之间。通过第一导电接合结构(430B或431)将第一发光装置10B的第一子集接合到背板401。通过激光烧蚀上覆第一发光装置10B的第一子集的材料部分130,使第一发光装置10B 的第一子集从第一源衬底301B脱离。使包括第一源衬底301B与第一发光装置10B的第二子集的组合件与背板401分离,而第一发光装置10B的第一子集仍接合到背板401,如图14、32D、33D、34D及35D中说明。

[0262] 在一个实施例中,提供包括第二源衬底301G及第二发光装置10G的第二组合件。第二发光装置10G发射不同于第一波长的第二波长的光。在形成第一图案(例如图31B 中的第二源衬底G中的图案或缺)的空缺位置中不存在第二发光装置10G。将包括第二源衬底301G及第二发光装置10G的第二组合件安置在背板401之上。将第二导电接合结构432安置在背板401与第二组合件之间。当将第二组合件安置在背板401之上时,第一图案的空缺位置上覆第一发光装置10B中接合到背板402的所有区域,如图15、16、32F、32G、33F、33G、34F、34G、35F及35G中说明。

[0263] 在一个实施例中,通过第二导电接合结构(430G或432)将第二发光装置10G的第一子集接合到背板401。通过激光烧蚀上覆第二发光装置10G的第一子集的材料部分130 使第

二发光装置10G的第一子集从第二源衬底301G脱离。使包括第二源衬底301G及第二发光装置10G的第二子集的组合件与背板401分离,而第二发光装置10G的第一子集仍接合到背板401,如图17、32I、33I、34I及35I中说明。

[0264] 在一个实施例中,提供包括第三源衬底301R及第三发光装置10R的第三组合件。第三发光装置10R发射不同于第一波长及第二波长的第三波长的光。在形成第二图案(例如图31C中的第三源衬底R之上的空缺位置的图案)的空缺位置中不存在第三发光装置 10R。将包括第三源衬底301R及第三发光装置10R的第三组合件安置在背板401之上。将第三导电接合结构(430R或433)安置在背板401与第三组合件之间。在将第三组合件安置在背板401之上时,第二图案中的空缺位置上覆第一及第二发光装置(10B、10G)中接合到背板401的所有区域,如图18、32K、32L、33K、33L、34K、34L、35K及35L 中说明。

[0265] 在一个实施例中,通过第三导电接合结构(430R或433)将第三发光装置10R的第一子集接合到背板401。通过激光烧蚀上覆第三发光装置10R的第一子集的材料部分130 使第三发光装置10R的第一子集从第三源衬底301R脱离。使包括第三源衬底301R及第三发光装置10R的第二子集的组合件与背板401分离,而第三发光装置10R的第一子集仍接合到背板401,如图19中或图32M、33M、34M或35M的处理步骤不久之后的处理步骤中说明。

[0266] 在背板401上提供第一接合垫(420或421)及第二接合垫(420或421)。当将第一组合件安置在背板401之上时,第一导电接合结构(430B或431)上覆第一接合垫(420或421),且第二导电接合结构(430G或432)上覆第二接合垫(420或422)。在将第一发光装置10B 的第一子集接合到背板401时,将第一导电接合结构(430B或431)接合到第一发光装置 10B的第一子集及第一接合垫(420或421),如图12、32B、33B、34B及35B中说明。

[0267] 在一些实施例中,在将第一发光装置10B的第一子集接合到背板401时,从第二接合垫(420或422)及第一发光装置10B的第二子集选出的一组结构{(420或422)或10B} 不以物理方式接触第二导电接合结构(430G或432),如图13、32B及33B中说明。在一些实施例中,在将第一发光装置10B的第一子集接合到背板401之前及在将第一发光装置10B的第一子集接合到背板401时,将第一导电接合结构(430B或431)接合到第一接合垫(420或421),且将第二导电接合结构(430G或432)接合到第二接合垫(420或422),如图11及12中说明且如上文针对第二到第五示范性集成发光装置组合件解释。在一些实施例中,在将第一发光装置10B的第一子集接合到背板401之前及在将第一发光装置 10B的第一子集接合到背板401时,将第一及导电接合结构(430B或431)中的每一者接合到相应第一发光装置10B,如上文针对第一示范性集成发光装置组合件解释且如图 32A、32B、33A、33B、34A、34B、35A及35B中说明。

[0268] 在一些实施例中,当将第一组合件安置在背板之上时,第一发光二极管10B的近面(即,最接近背板401的表面,例如第一发光二极管10B的底表面)在水平平面内,如图 12、32A、32B、33A、33B、34A、34B、35A及35B中说明。在将第一组合件安置在背板401之上时,第一接合垫(420或421)比第二接合垫(420或422)接近水平平面的程度更接近水平平面,如图12、32A及32B中说明。在一些实施例中,第一接合垫421具有比第二接合垫422更大的厚度,如图32A到32N中说明。在一些实施例中,当将第一组合件安置在背板401之上时,第一接合垫420的背面与水平平面垂直间隔比第二接合垫420的背面距水平平面更小的分离距离,如图12中说明。在一些实施例中,背板401 具有阶梯式表面,其具有距背板401的平面背面

409具有不同分离距离的阶梯式表面,且第一接合垫420定位于与第二接合垫420不同的阶梯式表面上,如图9到12中说明。

[0269] 在一些实施例中,第一接合垫421与第二接合垫422具有相同厚度,且第一导电接合结构431具有比形成于其上的第二导电接合结构432更大的高度,如图33A中说明。

[0270] 在一些实施例中,在将第一发光装置10B的第一子集接合到背板401时,第二接合垫422及第一发光装置10B的第二子集以物理方式接触第二导电接合结构432,如图34B及35B中说明。

[0271] 在一些实施例中,通过由选择性地加热如图34B中说明的每一第一导电接合结构10B的激光束进行辐射,将第一导电接合结构431接合到下伏第一接合垫421及上覆第一发光装置10B。在一些实施例中,当第一发光装置10B的第一子集接合到背板401时,从第二接合垫422及第一发光装置10B的第二子集选出的一组结构(422或10B)不接合到第二导电接合结构432。

[0272] 在一些实施例中,通过均匀地加热第一导电接合结构(430B或431)将第一导电接合结构(430B或431)接合到下伏第一接合垫(420或421)及上覆第一发光装置10B,如图12、32B、33B及35B中说明。

[0273] 在一些实施例中,当第一发光装置10B的第一子集接合到背板401时,第二导电接合结构432接合到第二接合垫422及第一发光装置10B的第二子集,如图35B中说明。在此情况中,可将第二导电接合结构432中的每一者分离成两部分(432U、432L)同时使包括第一源衬底301B及第一发光装置10B的第二子集的组合件与背板401分离,如图35D中说明。两个部分(432U、432L)可包括接合到第二组内的相应第一发光装置10B的上部432U及结合到相应第二接合垫421的下部432L。

[0274] 在一些实施例中,在图35B的处理步骤处的回流温度下,将第一发光装置10B的第一子集接合到第一接合垫421,且同时将第一发光装置10B的第二子集接合到第二接合垫422。可在比图35C的处理步骤处的回流温度低的温度下执行激光烧蚀。在图35D的处理步骤处,包括第一源衬底301B及第一发光装置10B的第二子集的组合件在分离温度下与背板401分离,所述分离温度可经选择以在一些情况中不小于回流温度。

[0275] 在一些实施例中,在包括第一源衬底301B及第一发光装置10B的第二子集的组合件与背板401分离之后,推动第一发光装置10B的第一子集使其更接近背板同时使第一导电接合结构回流,如图27、28、32E、33E、34E及35E中说明。在一些实施例中,在推动第一发光装置10B的第一子集期间的垂直推动距离可大于第二导电接合结构(430G或432)与从上覆第一发光二极管10B及下伏第二接合垫(420或422)选出的结构之间的间隙之中的最大高度。在第二导电接合结构(430G或432)与上覆第一发光二极管10B之间可存在间隙,如图12及13中说明,或在第二导电接合结构(430G或432)与下伏第二接合垫(420或422)之间可存在间隙,如图32B及33B中说明。

[0276] 在一些实施例中,可提供包括另一源衬底(401S或101S)及传感器装置10S的额外组合件。在形成另一图案的空缺位置中不存在传感器装置10S,所述图案可为例如如图31D中的第四源衬底S中的空缺位置的图案。可将包括额外源衬底(401S或101S)及传感器装置10S的额外组合件安置在背板401之上。可将额外导电接合结构420安置在背板401与额外组合件之间,且当额外组合件安置在背板401之上时,额外图案中的空缺位置上覆第一发光装置

10B(及第二及第三发光装置(10G、10R),如果存在)中接合到背板401的所有区域,如图19中说明。虽然未针对第二到第五集成发光装置组合件明确描述传感器装置10S到背板401的转移,但应理解,在具有与背板401上的经转移离散装置相同的间距的阵列配置中,可反复地采用相同的装置转移方法以转移任何数目个不同类型的离散装置。

[0277] 在一个实施例中,可通过额外导电接合结构420将传感器装置10S的第一子集接合到背板401。可通过激光烧蚀上覆传感器装置10S的第一子集的材料部分20,使传感器装置20S的第一子集从额外源衬底(401S或101S)脱离,如图20中说明。可使包括额外源衬底(401S或101S)及传感器装置10S的第二子集的组合件与背板401分离,而传感器装置10的第一子集仍接合到背板401,如图21中说明。

[0278] 在一些实施例中,通过使激光束循序地辐射第一子集中的每一第一发光装置10B,使第一发光装置10B的第一子集一次一个地从第一源衬底(401B或101B)脱离,如图13、32C、33C、34C及35C中说明。

[0279] 在背板401上提供第一接合垫(420、421),且当第一发光装置10B的第一子集接合到背板401时,第一导电接合结构(430B或431)中的每一者接合到相应第一接合垫(420、421)及第一子集中的相应第一发光装置10B。在一些实施例中,在将第一发光二极管的第一子集接合到背板401时,第二导电接合结构(430G或432)安置在第一发光装置10B的第二子集与定位于背板401上的第二接合垫(420、422)之间,且每一第二导电接合结构(430G或432)接合到第二子集内的上覆第一发光装置10B及下伏第二接合垫(420、422)中的一者,且不以物理方式接触第二子集内的上覆第一发光装置10B及下伏第二接合垫(420、422)中的另一者,如图13、32B及33B中说明。

[0280] 在一些实施例中,背板401在顶侧处具备阶梯式水平面,如图9到23及25到29中说明。阶梯式水平面可包括定位于第一水平面平面HSP1内的阶梯式水平面的第一子集及定位于比阶梯式水平面的第一子集接近背板401的平面背面409的程度更接近背板401的平面背面409的第二水平面平面HSP2内的阶梯式水平面的第二子集,如图9中说明。在此情况中,可在阶梯式水平面的第一子集处形成第一导电接合结构420,且可在阶梯式水平面的第二子集处形成第二导电接合结构420。阶梯式水平面可包括定位于比阶梯式水平面的第二子集接近背板401的背面409的程度更接近背板401的背面409的第三水平面平面HSP3内的阶梯式水平面的第三子集,且可在阶梯式水平面的第三子集处形成第三导电接合结构420。

[0281] 在一个实施例中,包括第一源衬底(401B、101B)及第一发光装置10B的第一组合件可进一步包括释放层20,其接触第一源衬底且包括以从紫外范围、可见范围及红外范围选出的波长吸收光的材料。接合材料层30可接触释放层20及第一发光装置10B。

[0282] 可选择性地移除释放层20(其是烧蚀材料层130)中上覆第一发光装置10B的第一子集的第一部分,而不移除释放层20中上覆第一发光装置10B的第二子集的第二部分。在一些实施例中,释放层20包括氮化硅,激光波长是紫外波长,且使用激光束辐射释放层20的第一部分会烧蚀释放层20的第一部分。

[0283] 在一些实施例中,第一源衬底可为在其上制造第一发光装置10B的生长衬底500B的上部530。可通过使生长衬底500B的上部530与生长衬底500B的下部分离来提供第一源衬底101B。在一个实施例中,生长衬底500B可包括III-V族化合物半导体材料,且可为III-V族化合物半导体衬底。

[0284] 根据本发明的一些实施例,提供集成发光装置组合件,其包括在顶侧处具有阶梯式水平面的背板401。阶梯式水平面包括定位于第一水平面平面HSP1内的阶梯式水平面的第一子集及定位于比阶梯式水平面的第一子集接近背板401的背面409的程度更接近背板401的背面409的第二水平面平面HSP2内的阶梯式水平面的第二子集,如图9中说明。集成发光装置组合件可包括上覆背板401的阶梯式水平面的导电接合结构430。导电接合结构430包括上覆阶梯式水平面的第一子集的第一导电接合结构430B及上覆阶梯式水平面的第二子集的第二导电接合结构430G。集成发光装置组合件可包括接合到导电接合结构430的发光装置(10B、10G、10R)。发光装置(10B、10G、10R)可包括发射第一波长的光且上覆阶梯式水平面的第一子集的第一发光装置10B及发射第二波长的光且上覆阶梯式水平面的第二子集的第二发光装置10G。

[0285] 在一些实施例中,包含第一发光装置10B与第一导电接合结构430B之间的界面的第一水平界面平面比第二发光装置10G与第二导电接合结构430G之间的第二水平界面平面距第二水平面平面更远,如图22、23、24、25及29中说明。在一些实施例中,阶梯式水平面进一步包括定位于比阶梯式水平面的第二子集更接近背板401的背面409的第三水平面平面HSP3内的阶梯式水平面的第三子集,如图9中说明。导电接合结构430可进一步包括上覆阶梯式水平面的第三子集的第二导电接合结构430R。

[0286] 在一些实施例中,发光装置(10B、10G、10R)进一步包括发射第三波长的光且上覆阶梯式水平面的第三子集的第二发光装置10R。包含第三发光装置10R与第三导电接合结构430R之间的界面的第三水平界面平面可比第二水平界面平面接近第二水平面平面HSP2的程度更接近第二水平面平面HSP2,如图22、23、24、25及29中说明。

[0287] 在一些实施例中,第二导电接合结构430G具有比第一导电接合结构430B更大的高度,如图22、23、24、25及29中说明。在一些实施例中,第三导电接合结构430R具有比第二导电接合结构430G更大的高度,如图22、23、24、25及29中说明。在一些实施例中,集成发光装置组合件可包括通过第四导电接合结构430S接合到背板401的传感器装置10S。

[0288] 在一些实施例中,包含第一发光装置10B的顶表面的第一水平顶平面可比包含第二发光装置10G的顶表面的第二水平顶平面接近第二水平面平面HSP2的程度更接近第二水平面平面HSP2,如图22、23、24、25及29中说明。

[0289] 在一些实施例中,发光装置(10B、10G、10R)进一步包括发射第三波长的光且上覆阶梯式水平面的第三子集的第二发光装置10R。包含第三发光装置10R的顶表面的第三水平顶平面可比第二水平顶平面距第二水平面平面距第二水平面平面更远,如图22、23、24、25及29中说明。

[0290] 在一些实施例中,第二发光装置10G可具有比第一发光装置10G更大的高度,如图22、23、24、25及29中说明。在一些实施例中,第三发光装置10R可具有比第二发光装置10G更大的高度。

[0291] 在一些实施例中,可将发光装置(10B、10G、10R)布置于周期阵列中,其中相邻发光装置沿着水平方向的中心到中心距离是单位距离的整数倍。

[0292] 根据本发明的一些实施例,提供包括接合到背板401的第一发光装置10B及第二发光装置10G的集成发光装置组合件。每一第一发光装置10B以第一波长发射光,且每一第二发光装置10G以不同于第一波长的第二波长发射光。每一第一发光装置10B通过包含第一接

合垫(420或421)及第一导电接合结构(430B或431)的第一堆叠接合到背板401。每一第二发光装置10G通过包含第二接合垫(420或422)及第二导电接合结构(430G或432)的第二堆叠接合到背板401。包含第一接合垫(420或421)与第一导电接合结构(430B或431)之间的第一界面的第一平面从包含第二接合垫(420或422)与第二导电接合结构(430G或432)之间的第二界面的第二平面垂直偏移,如图22、23、24、25、29及32A-32N中说明。

[0293] 在一些实施例中,第一发光装置10B及第二发光装置10G的远端面(即,顶表面)可在与图32N中说明的第一及第二平面间隔开且平行于第一及第二平面的相同平面内。在一些实施例中,第一接合垫421可具有第一厚度,且第二接合垫422可具有小于第一厚度的第二厚度,如图32N中说明。

[0294] 在一些实施例中,第一接合垫420及第二接合垫420可具有相同厚度且可定位于阶梯式表面上。第一接合垫420的底表面定位于阶梯式表面的第一子集上,且第二接合垫420的底表面定位于从阶梯式表面的第一子集垂直偏移的阶梯式表面的第二子集上,如图22、23、24、25及29中说明。

[0295] 在一些实施例中,第一导电接合结构432具有第一高度,且第二导电接合结构432具有小于第一高度的第二高度,如图32N中说明。导电接合结构(431、432、433)中的每一者可在形成之后(例如,在图32A的处理步骤处)形成有相同体积,且第一导电接合结构431及第二导电接合结构432中的每一者可具有相同体积。第一导电接合结构431及第二导电接合结构432可具有相同材料组成。在一些实施例中,第一接合垫421可具有第一厚度,第二接合垫422可具有第二厚度,且第一导电接合结构431的第一厚度与第一高度的和可与第二导电接合结构432的第二厚度与第二高度的和相同,如图32N中说明。

[0296] 在一些实施例中,第三发光装置10R可接合到背板401。每一第三发光装置10R以不同于第一波长及第二波长的第三波长发射光。每一第三发光装置10R可通过包含第三接合垫423及第三导电接合结构433的第三堆叠接合到背板401。包含第三接合垫423与第三导电接合结构433之间的第三界面的第三平面可从第一平面及第二平面垂直偏移。

[0297] 根据本发明的一些实施例,提供包括接合到背板401的第一发光装置10B及第二发光装置10G的集成发光装置组合件。每一第一发光装置10B以第一波长发射光,且每一第二发光装置10G以不同于第一波长的第二波长发射光。每一第一发光装置10B可通过包含第一接合垫421及第一导电接合结构431的第一堆叠接合到背板401,且每一第二发光装置10G可通过包含第二接合垫422及第二导电接合结构432的第二堆叠接合到背板401。第一导电接合结构431与第二导电接合结构432可具有相同高度。第一导电接合结构431中的每一者可具有第一体积,且第二导电接合结构432中的每一者可具有小于第一体积的第二体积,如图33N中说明。第一导电接合结构431、第二导电接合结构432与第三导电接合结构433可具有与图33A的处理步骤处形成的体积不同的体积。举例来说,第一导电接合结构431的体积可大于第二导电接合结构432的体积,且第二导电接合结构432的体积可大于第三导电接合结构433的体积。导电接合结构(431、432、433)可具有与图33A的处理步骤处所形成的近似相同的横向范围及不同的垂直范围。

[0298] 在一些实施例中,第一发光装置10B及第二发光装置10G的远端面(即,顶表面)可在相同水平平面内,所述平面与背板401的顶表面及背板401的背面409间隔开且平行于背板401的顶表面及背板401的背面409。

[0299] 在一些实施例中,第一接合垫421与第二接合垫422可具有与图33N中所说明的相同的厚度。在一些实施例中,第一接合垫421及第二接合垫422的底表面可定位于包含背板401的顶表面的相同平面内。在一些实施例中,第一导电接合结构421与第二导电接合结构422可具有相同的材料组成。

[0300] 在一些实施例中,可将第三发光装置10R接合到背板401。每一第三发光装置10R以不同于第一波长及第二波长的第三波长发射光。每一第三发光装置10R可通过包含第三接合垫423及第三导电接合结构433的第三堆叠接合到背板401。第一导电接合结构431、第二导电接合结构432与第三导电接合结构433可具有相同的高度,且第三导电接合结构433中的每一者可具有小于第二体积的第三体积。

[0301] 根据本发明的一方面,可围绕低熔点金属、共晶体及快速扩散反应设计用于热敏工艺的超低温度接合。组合分离接合垫组合物导致称为选择性裸片接合的过程。虽然描述了采用包含铟(In)、锡(Sn)及碲(Te)三种材料的组合物的本发明,但可结合对应接合垫冶金术采用从下文表1选出的且具有不同熔融温度的任何多种材料的组合物作为一组焊接材料以实现在多个阶段中循序地接合裸片(装置)。

[0302] 此外,可采用多种类型的接合材料实施本发明的特征。三个实施例包含:完全可逆的纯金属键;部分可逆共晶反应;及几乎不可逆低温扩散反应。

[0303] 将具有In(熔点156°C)、Sn(熔点232°C)及Te(熔点449°C)的完全可逆的纯金属键沉积在待接合的装置的一个侧或两个侧上。可多次重新熔融且重新加工接合界面。必须将每一金属沉积于适当扩散屏障及与下伏装置或衬底一致的粘合层的顶部上。举例来说,可在Pt/Ti/Cr上采用Sn。层的厚度可从10nm到数微米变化。熔融焊料的横向流动由接合条件、接合垫几何形状、润湿层设计及热压缩接合参数控制。

[0304] 部分可逆的共晶反应是键,其中合金系统包含相位图(例如,Cu-Sn)系统中的一系列级联共晶反应或具有经延长两相液体加邻接共晶点的固相区域。这些键在接合界面的组成经设计使得两种合金组分的混合(扩散)增加合金的温度但仍含有纯组分及具有低熔点的固溶体时是部分可逆的。反应是部分可逆的,这是因为经反应合金将形成在低温下不会重新熔融的金属间化合物。此类型的裸片接合方法还可在金属层的厚度经设计以导致将低熔点材料完全消耗成更高稳定性的金属间化合物时导致永久接合。这些系统通常将允许至少一个重新熔融及重新接合序列及多达四个或四个以上的序列(Au-Sn)。将在稍微高于最低熔点组分的熔点下完成第一接合。重新加工温度将比第一接合温度高大约10°C到15°C。随着在合金形成中消耗掉越来越多的更高温组分,重新接合/重新加工温度将升提高。必须将每一金属沉积在适当扩散屏障及与下伏装置或衬底一致的粘合层的顶部上。举例来说,可在Pt/Ti/Cr上采用Sn。层的厚度可从10nm到数微米变化。熔融焊料的横向流动由接合条件、接合垫几何形状、湿润层设计及热压缩接合参数控制。

[0305] 几乎不可逆的低温扩散反应是系统,其中有可能因为快速扩散过程及稳定的高温化合物的形成而仅可重新加工接合接点仅仅一次。反应较快,但可结合快速热过程使用以抑制化合物形成,且允许剩余低温固溶体的熔融。必须将每一金属沉积于适当扩散屏障及与下伏装置或衬底一致的粘合层的顶部上。举例来说,可在Pt/Ti/Cr上采用Sn。层的厚度可从10nm到数微米变化。熔融焊料的横向流动由接合条件、接合垫几何形状、湿润层设计及热压缩接合参数控制。

[0306] 示范性系统包含(但不限于)具有低于450°C的反应温度、已展示为部分或完全可逆的系统。纯金属完全可逆系统是In-In、Sn-Sn及Te-Te。完全及部分可逆的键包含In、Sn或Te中的一或多个者。对于基于锡的接点,最著名的实例是In-Sn、Cu-Sn、Au-Sn、Ag-Sn、Al-Sn、Pd-Sn、Ge-Sn、Ni-Sn。对于基于钢的接点,最显著的系统是In-Sn、Ag-In、Au-In、Cu-In、In-Pt、In-Pd。所关注碲系统是In-Te、Sn-Te、Ag-Te、Cu-Te及Ge-Te。

[0307] 在经接合系统的选择区域中,组合这些基础低温反应允许选择性地转移经混合技术或裸片类型。衬底可具备不同类型的焊接材料。在一个实施例中,可将焊接材料体现为上文描述的导电接合结构(430、431、432、433)。替代地,如果接合方案采用直接接合垫到接合垫接合,那么上文描述的接合垫(420、421、422、423)可包含焊接材料。

[0308] 举例来说,如果支撑衬底由In、Sn及Te的接合垫组成且配合部件具有铜接合垫,那么可使用以下序列仅在In、Sn或Te位置处选择性地接合部件。

[0309] 首先,以与Cu具有第一共晶点(其是三种共晶点之中的最低共晶点)的第一材料(例如,In)开始,可将衬底加热到刚好超过第一共晶点(例如,针对In-Cu系统的情况为156°C),且所述衬底由第一含Cu垫裸片(即,包含铜接合垫的第一装置10B)接触。此将形成共晶合金,且取决于第一含Cu垫裸片保持接触的时间长度及温度,接点将形成稳定的金属间化合物,其在后续重新加热过程期间将不会重新熔融直到超过310°C。具有Sn或Te的其它位置将不会在此低温下与Cu材料显著反应。

[0310] 其次,可通过放置第二含Cu垫裸片及将经接触部件的温度升高到刚好超过第二材料(例如,Sn)与Cu的第二共晶点,将第二含Cu垫裸片,即,包含铜接合垫的第二装置10G,接合到衬底。第二共晶点高于第一共晶点,且低于第三材料与Cu的第三共晶点。假如Sn是第二材料,那么第二共晶温度是186°C。可将衬底加热到刚好超过第二共晶点,且所述衬底可由第二含Cu垫裸片(即,第二装置10G的铜接合垫)接触。此将形成共晶合金,且取决于第二含Cu垫裸片保持接触的时间长度及温度,接点将形成将在后续重新加热过程期间不会重新熔融直到超过340°C的稳定的金属间化合物。金属间化合物使接点稳定。

[0311] 最后,可通过放置第三含Cu垫裸片及将经接触部件的温度升高到刚好超过第三材料(例如,Te)与Cu的第三共晶点,将第三含Cu垫裸片,即,包含铜接合垫的第三装置10R,接合到衬底。如果第三材料是Te,那么第三共晶温度是约340°C。

[0312] 提供额外接合方案,其中衬底(例如背板401)及裸片(其可为装置中的任何者)具有交错反应温度的多种经组合冶金术。举例来说,衬底可含有具有In、Sn及Te接合垫的位点。可在144°C下将具有至少一个Au接合垫的第一裸片(例如第一发光装置10B)接合到In位点,可在186°C到227°C下将具有至少一个Cu接合垫的第二裸片(例如第二发光装置10G)接合到Sn位点,且可在295°C到353°C下将具有至少一个Ag接合垫的第三裸片(例如第三发光装置10R)接合到Te位点。许多组合物是可能的,且各种类型的接合垫的层的厚度可经调整,使得在每一选择性裸片附接阶段处,存在足够的剩余In、Sn或Te以实现个别键的重新熔融及重新加工。

[0313] 可结合上文描述的裸片(装置)转移方法中的任何者采用采用具有与常用接合垫材料(例如Cu、Au、Ag、Sn或In)不同的共晶温度的多种类型的焊接材料的各种方法。

[0314] 表1列举了所关注冶金系统及初始选择性裸片附接的最低接合温度。

[0315] 表1:可采用以提供具有针对本发明的各种接合方案的不同共晶温度的一组共晶

系统的示范性共晶系统及相应共晶温度。

[0316]

二元合金系统	最低接合温度(°C)
Au-Pd	100
In-Sn	120
Ag-In	144
Au-In	153
Cu-In	153
In-Pt	154
In-Pd	156
In-Te	156
Cu-Sn	186
Sn-Zn	199
Au-Sn	217
Ag-Sn	221
Al-Sn	228
Sn-Te	228
Pd-Sn	230
Ge-Sn	231
Ni-Sn	231
Sn-Ti	231
Cr-Sn	232
Nb-Sn	232
Sn-Sn	232
Au-Cu	240
Cu-Ni	250
Ag-Te	295
Cu-Te	340
Al-Cr	350
Au-Ge	360
Au-Si	363
Ge-Te	365
Cu-Pd	400
Cu-Pt	418

[0317] 根据本发明的一方面,提供任选地具有阶梯式水平面及任选地嵌入金属互连结构的背板。第一导电接合结构形成于第一阶梯式水平面上。第一转移衬底上的第一发光装置安置在第一导电接合结构上,且第一发光装置的第一子集接合到第一导电接合结构。可采用激光辐射以选择性地使第一发光装置的第一子集从第一转移衬底断开,而第一发光装置的第二子集仍附接到第一转移衬底。可采用相同方法将每一额外转移衬底上的额外装置接

合到背板上的额外导电接合结构,条件是在将与接合位置处的背板上预先存在的第一发光装置或装置重叠的位置中不存在所述额外装置。

[0318] 根据本发明的另一方面,可直接或通过转移衬底将不同类型的离散装置从多个生长衬底转移到多个背板。可采用多步转移序列防止离散装置碰撞。可在每一转移步骤处,将装置的子集从所选择的源衬底转移到所选择的背板。可采用接合过程与激光烧蚀过程的组合以转移离散装置。可通过采用在先前经附接装置与待转移的装置之间提供差值高度的方案避免源衬底与背板上先前经附接装置之间的碰撞。可采用背板上的阶梯式水平面、具有不同厚度的接合垫及/或具有不同高度的导电接合结构以提供差值高度。也可采用虚设衬底以将先前经接合装置推动到更接近背板。

[0319] 根据本发明的又一方面,提供任选地具有阶梯式水平面且任选地嵌入金属互连结构的背板。第一导电接合结构形成于第一阶梯式水平面上。第一转移衬底上的第一发光装置安置在第一导电接合结构上,且第一发光装置的第一子集接合到第一导电接合结构。可采用激光辐射以选择性地使第一发光装置的第一子集从第一转移衬底断开,而第一发光装置的第二子集仍接合到第一转移衬底。可采用相同方法将每一额外转移衬底上的额外装置接合到背板上的额外导电接合结构,条件是在将与接合位置处的背板上预先存在的第一发光装置或装置的位置中不存在所述额外装置。

[0320] 根据本发明的又一方面,可直接或通过转移衬底将不同类型的离散装置从多个生长衬底转移到多个背板。可采用多步转移序列防止离散装置的碰撞。可在每一转移步骤处将装置的子集从所选择的源衬底转移到所选择的背板。可采用接合过程与激光烧蚀过程的组合以转移离散装置。可通过采用在先前经附接装置与待转移的装置之间提供差值高度的方案避免源衬底与背板上的先前经附接装置之间的碰撞。可采用背板上的阶梯式水平面、具有不同厚度的接合垫及/或具有不同高度的导电接合结构以提供差值高度。也可采用虚设衬底以将先前经接合装置推动到更接近背板。

[0321] 根据本发明的再一方面,可直接或通过转移衬底将不同类型的离散装置从多个生长衬底转移到多个背板。可采用多步转移序列防止离散装置的碰撞。可在每一转移步骤处将装置的子集从所选择的源衬底转移到所选择的背板。可采用接合过程与激光烧蚀过程的组合以转移离散装置。可采用具有不同共晶温度的多种类型的焊接材料以实现不同类型的离散装置的循序接合,而不会诱发先前经接合装置的塌陷。

[0322] 尽管前述内容参考特定优选实施例,但应理解,本发明并非如此受限。所属领域的一般技术人员应想到,可对所揭示的实施例做出各种修改,且此类修改希望是在本发明的范围内。在本发明中说明采用特定结构及/或配置的实施的情况中,应理解,可使用任何其它兼容结构及/或功能等效的配置实践本发明,条件是未明确禁止此类替代或所属领域的一般技术人员另外知晓此类替代并非不可能。

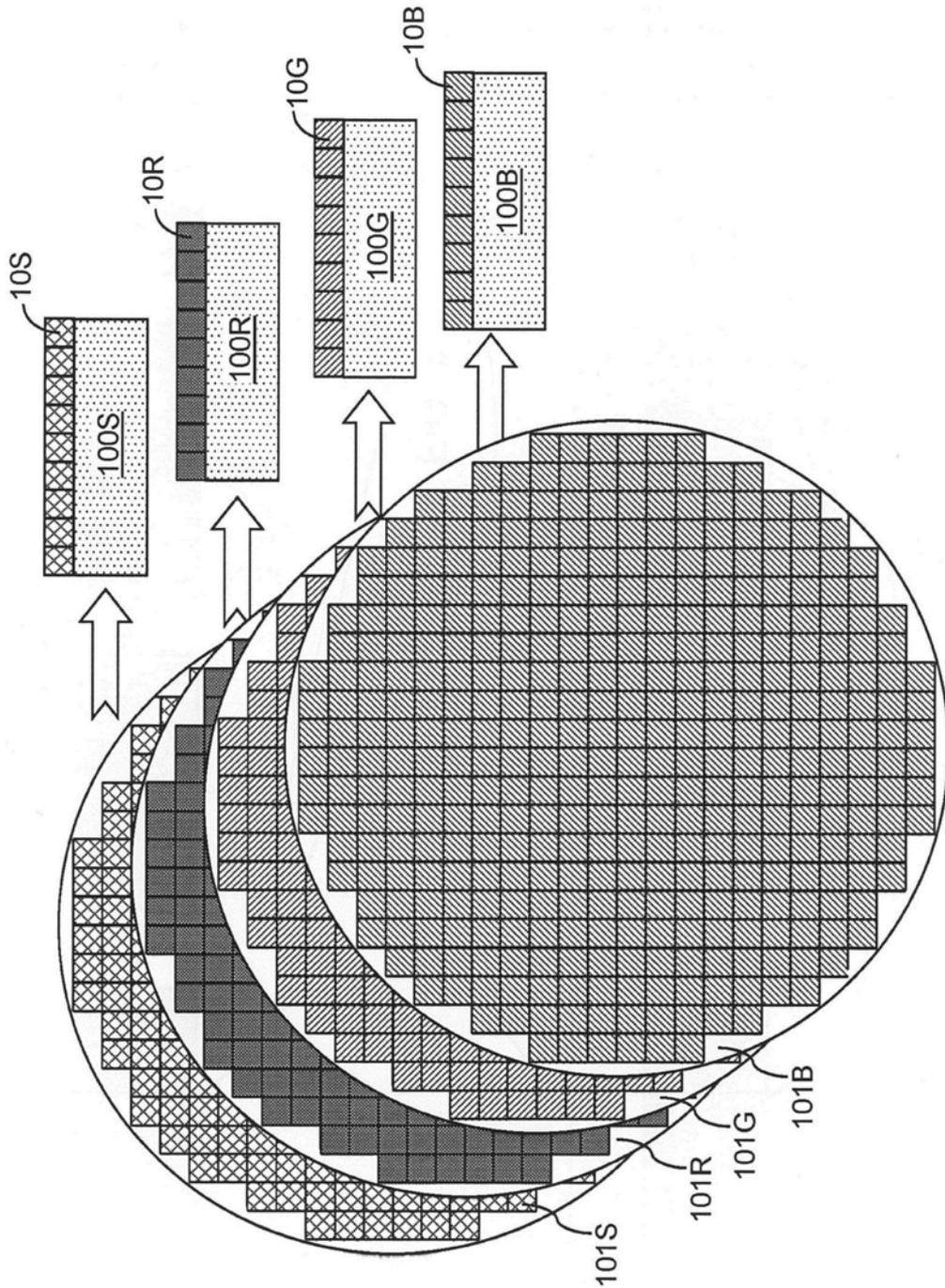


图1

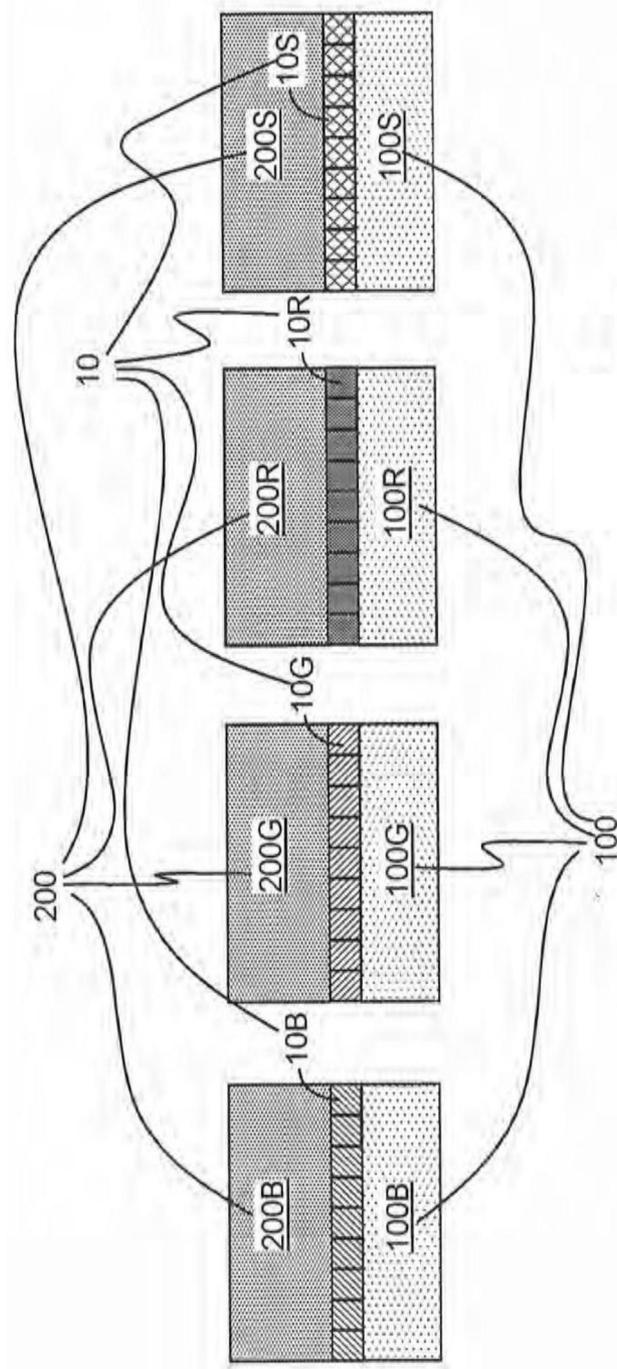


图2

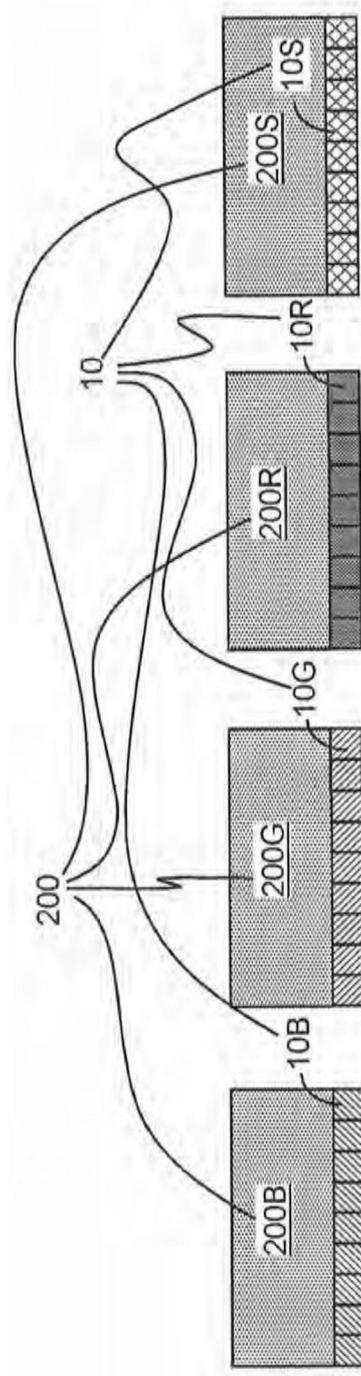


图3

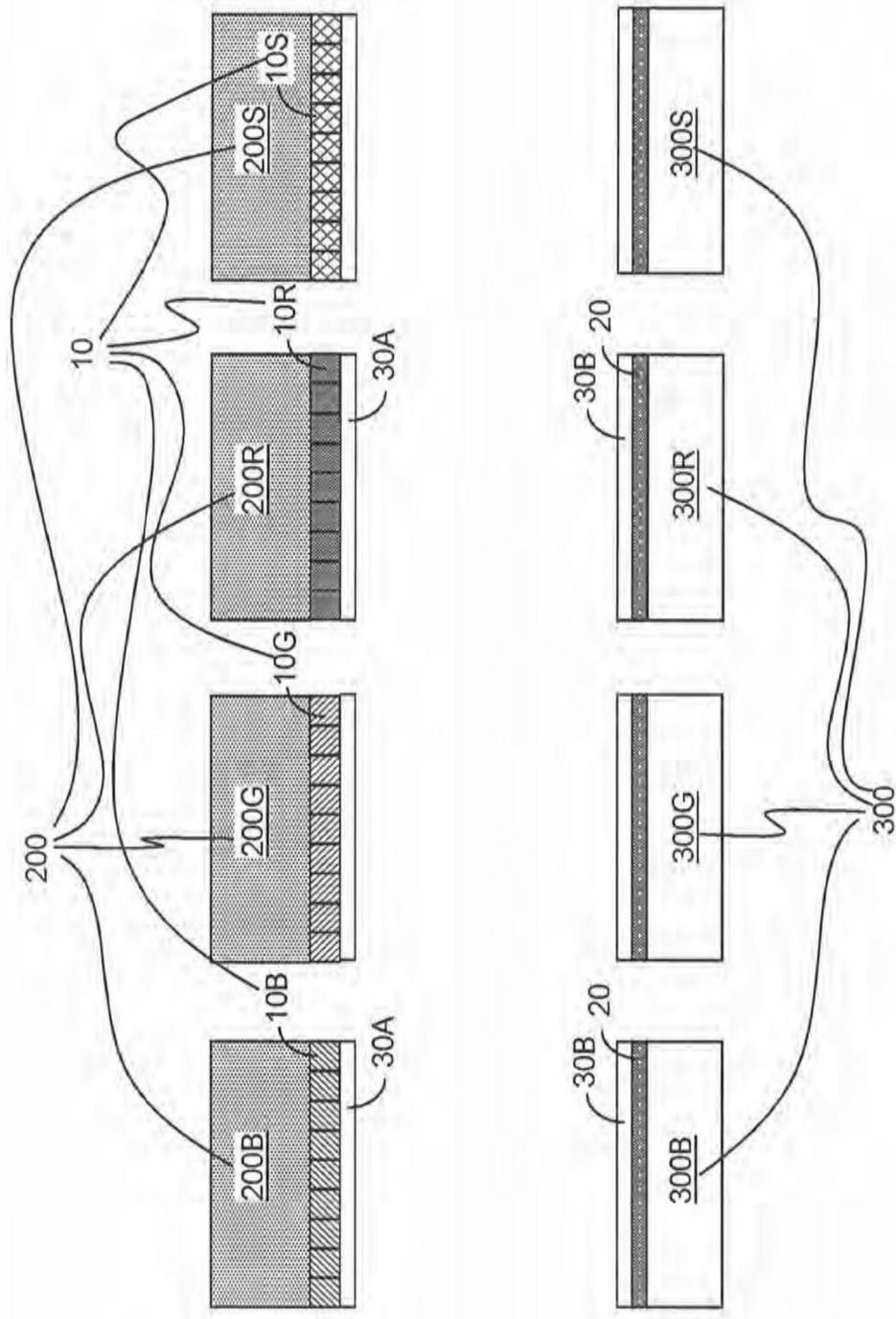


图4

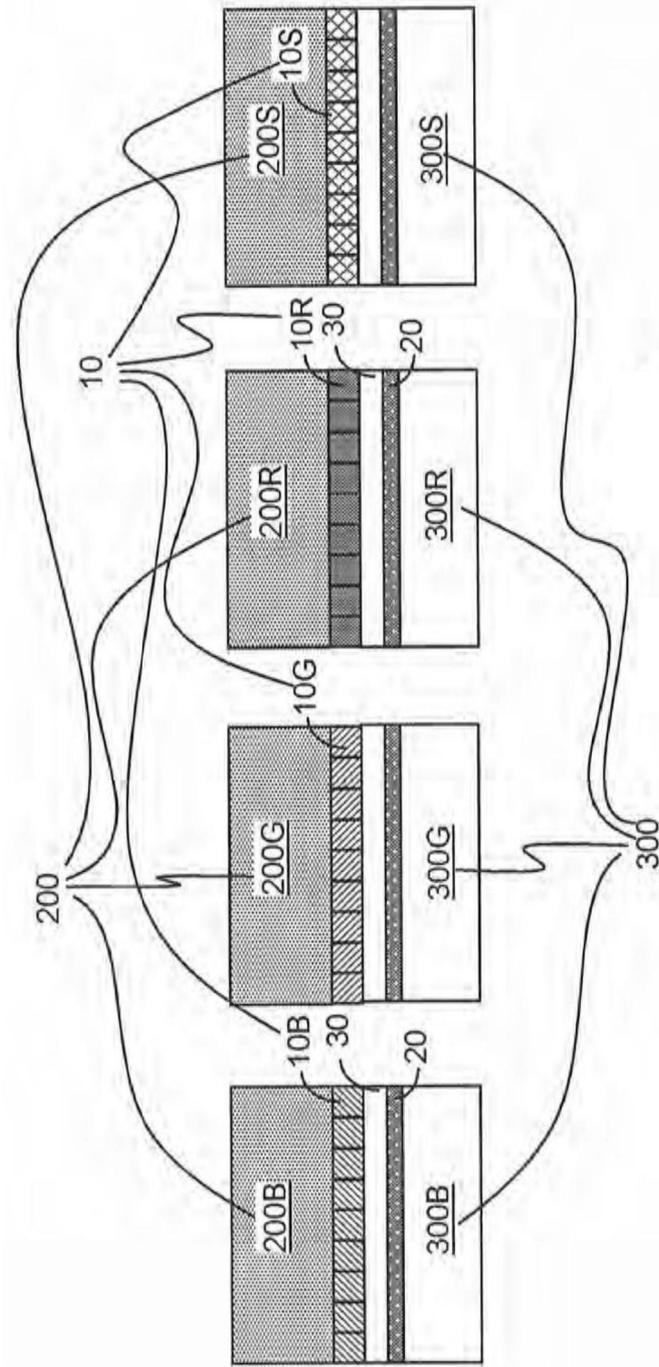


图5

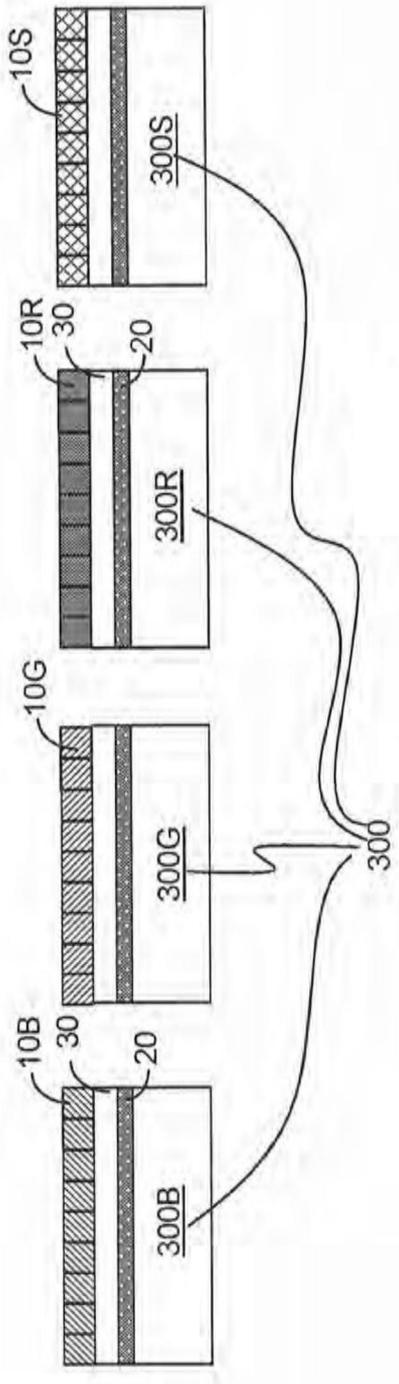


图6

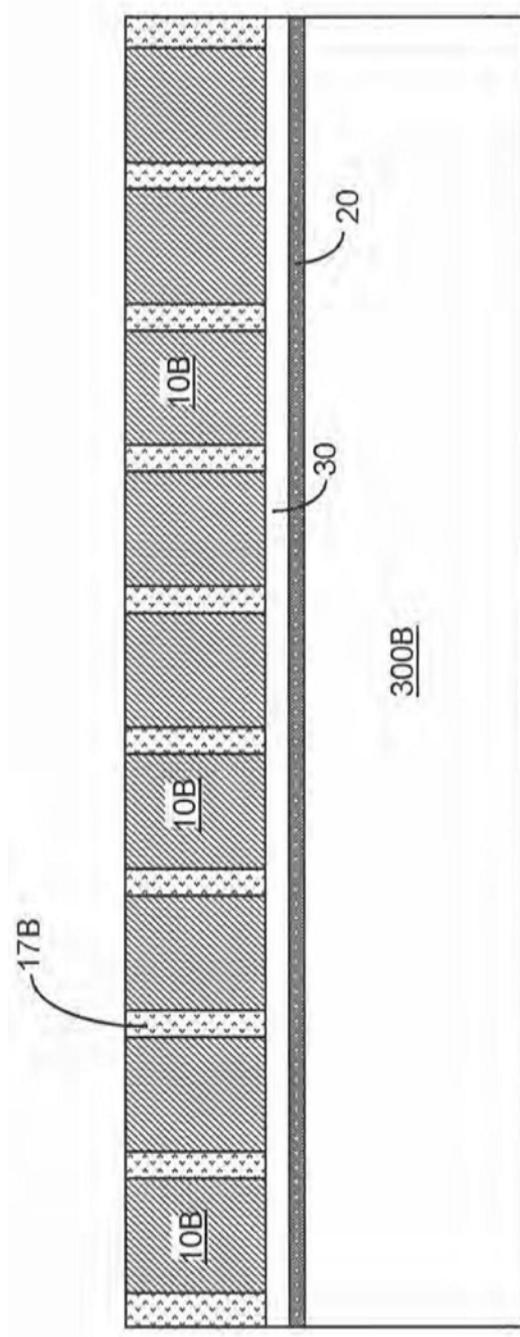


图7

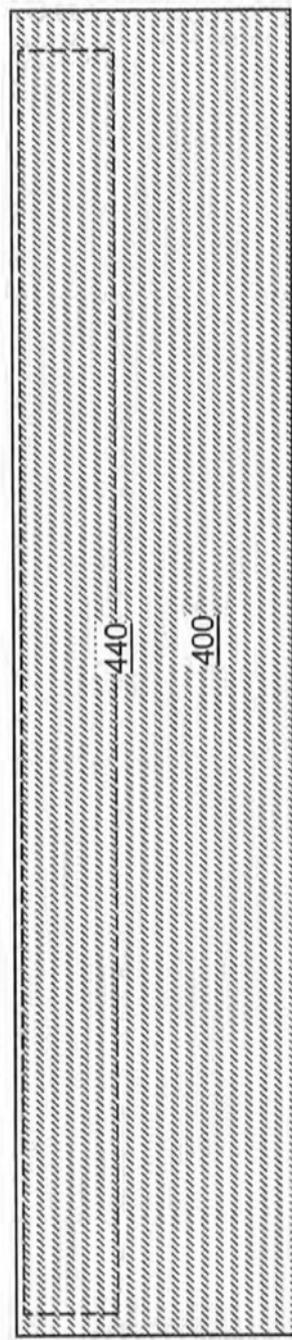


图8

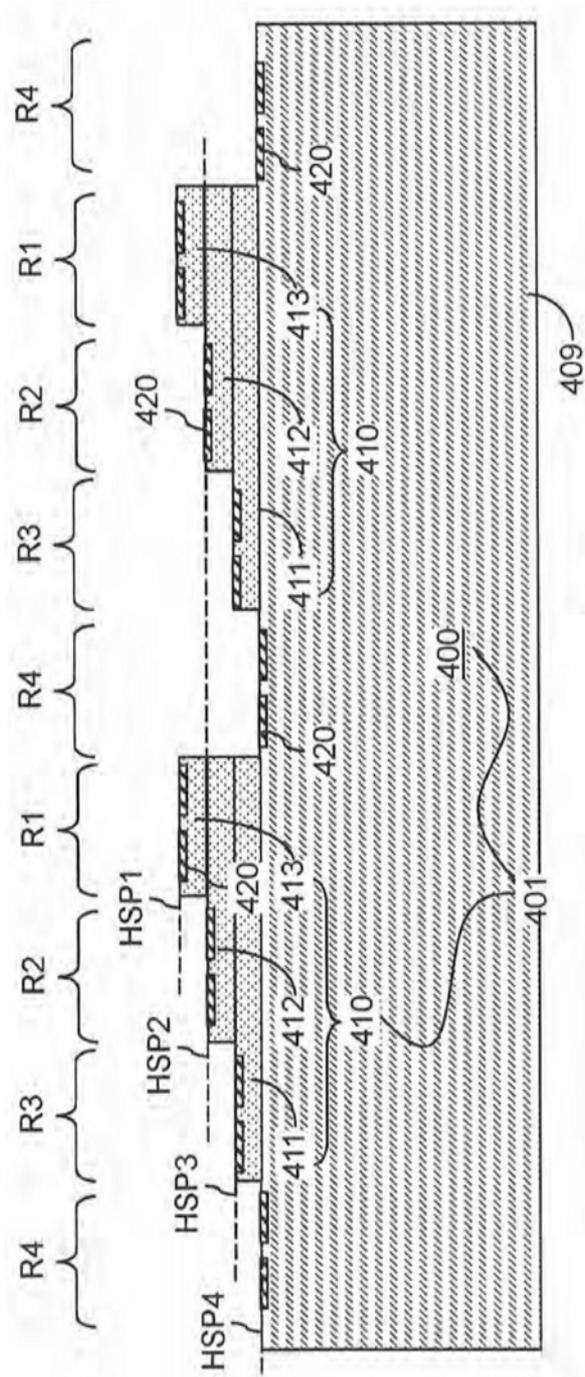


图9

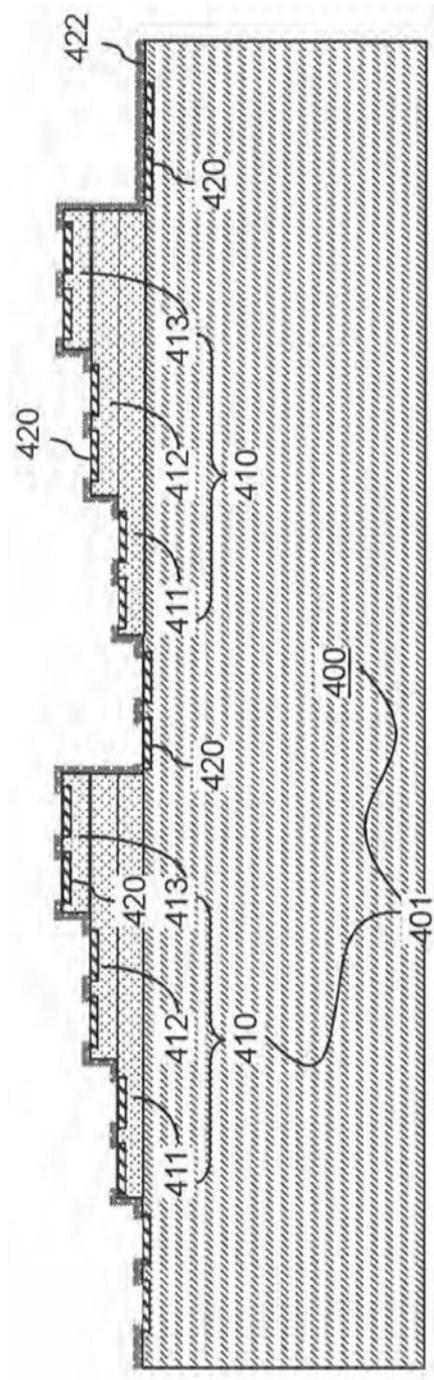


图10

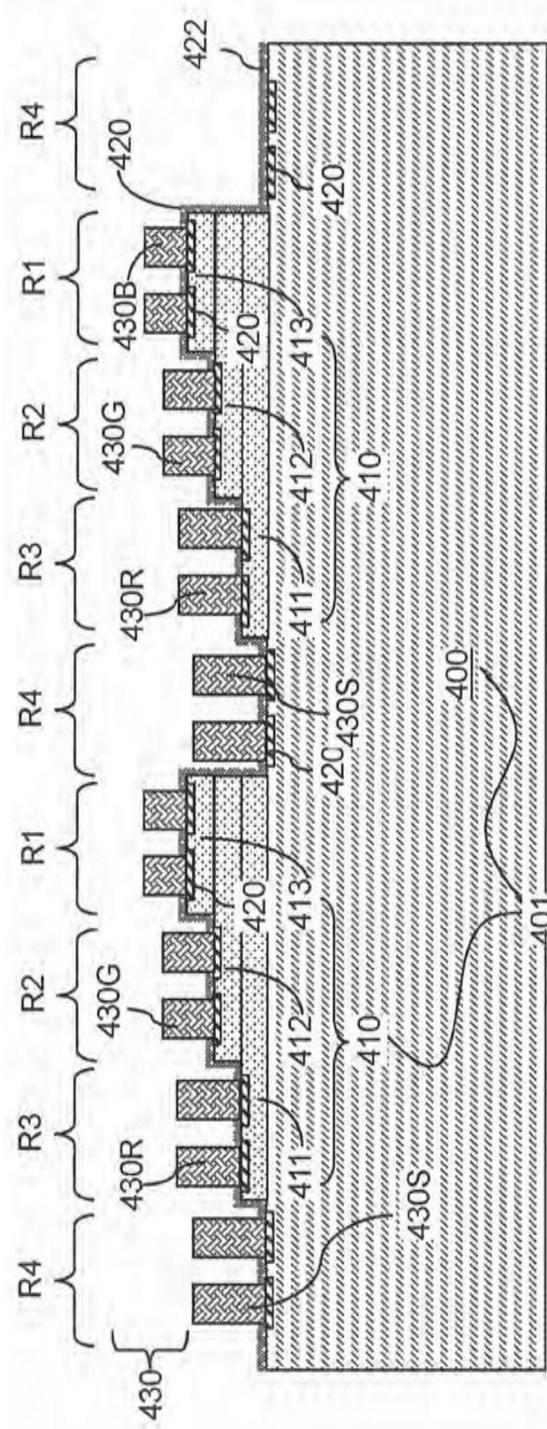


图11

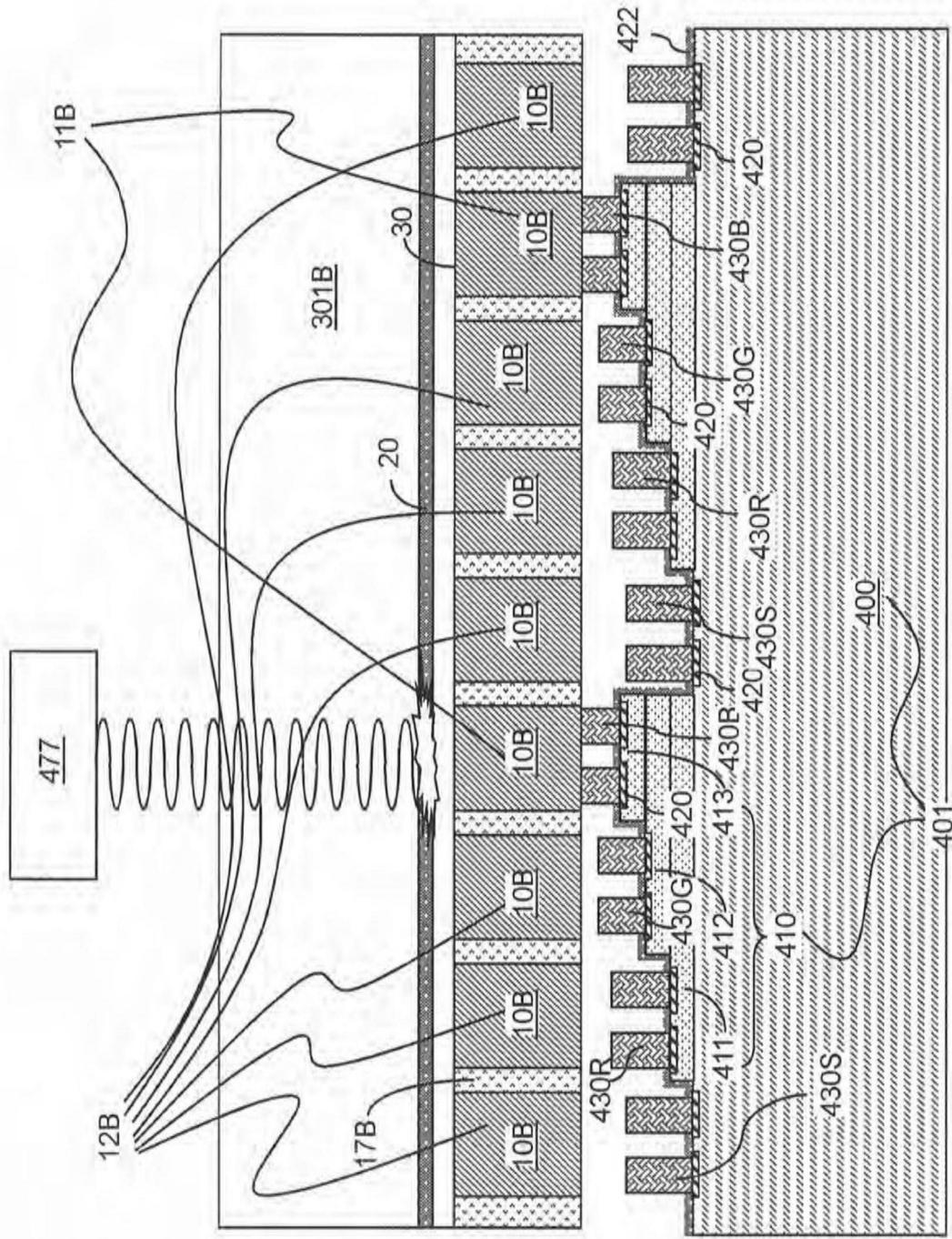


图13

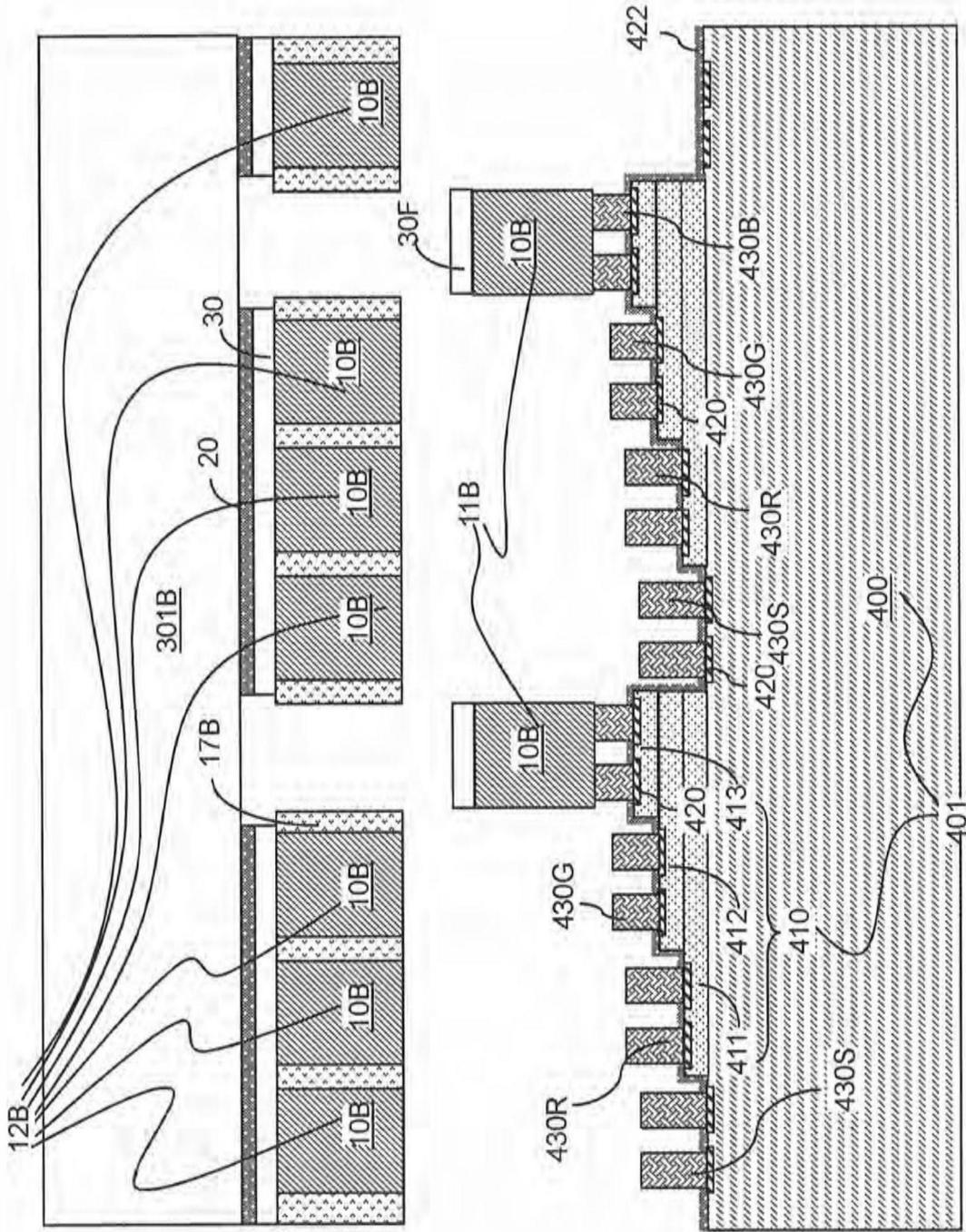


图14

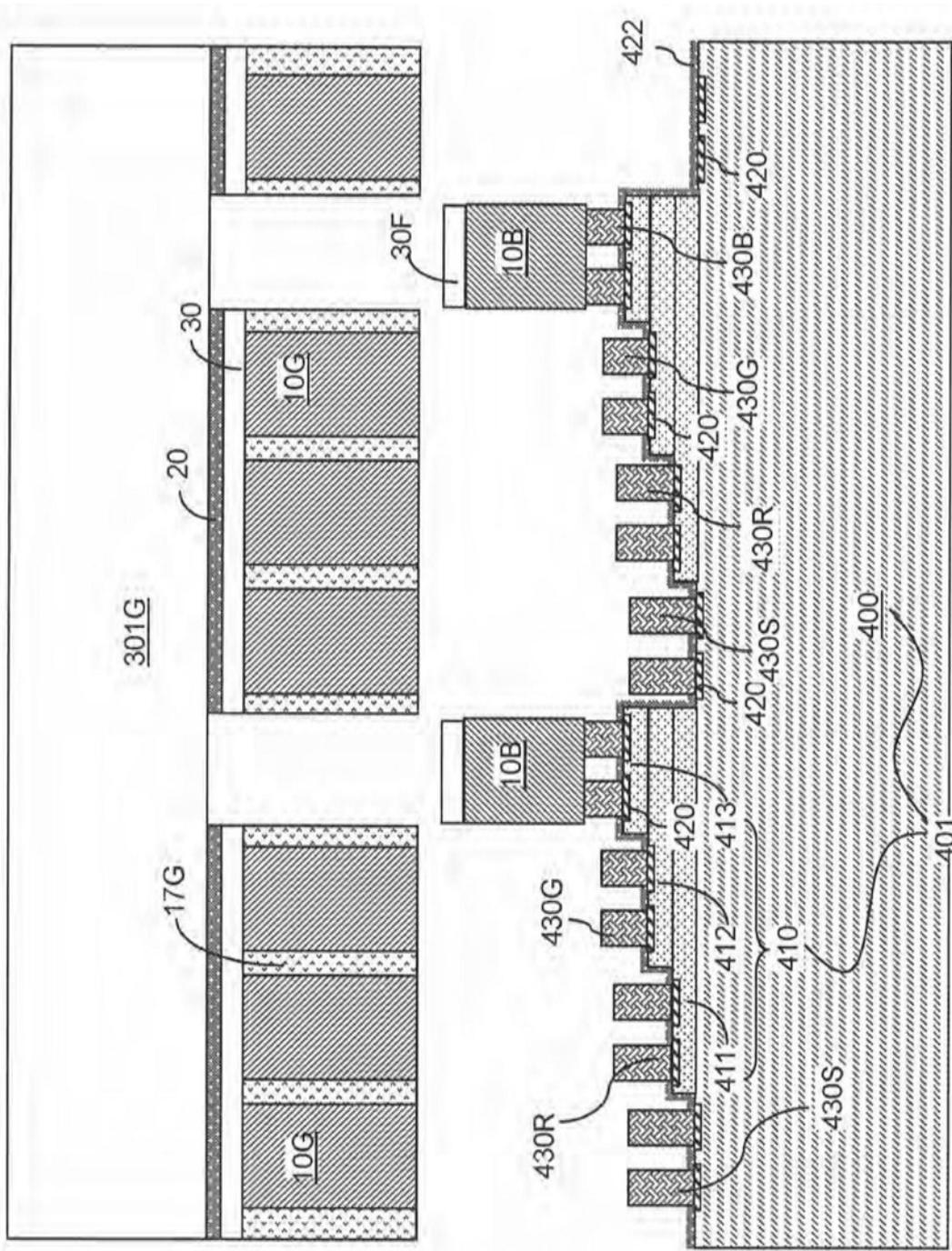


图15

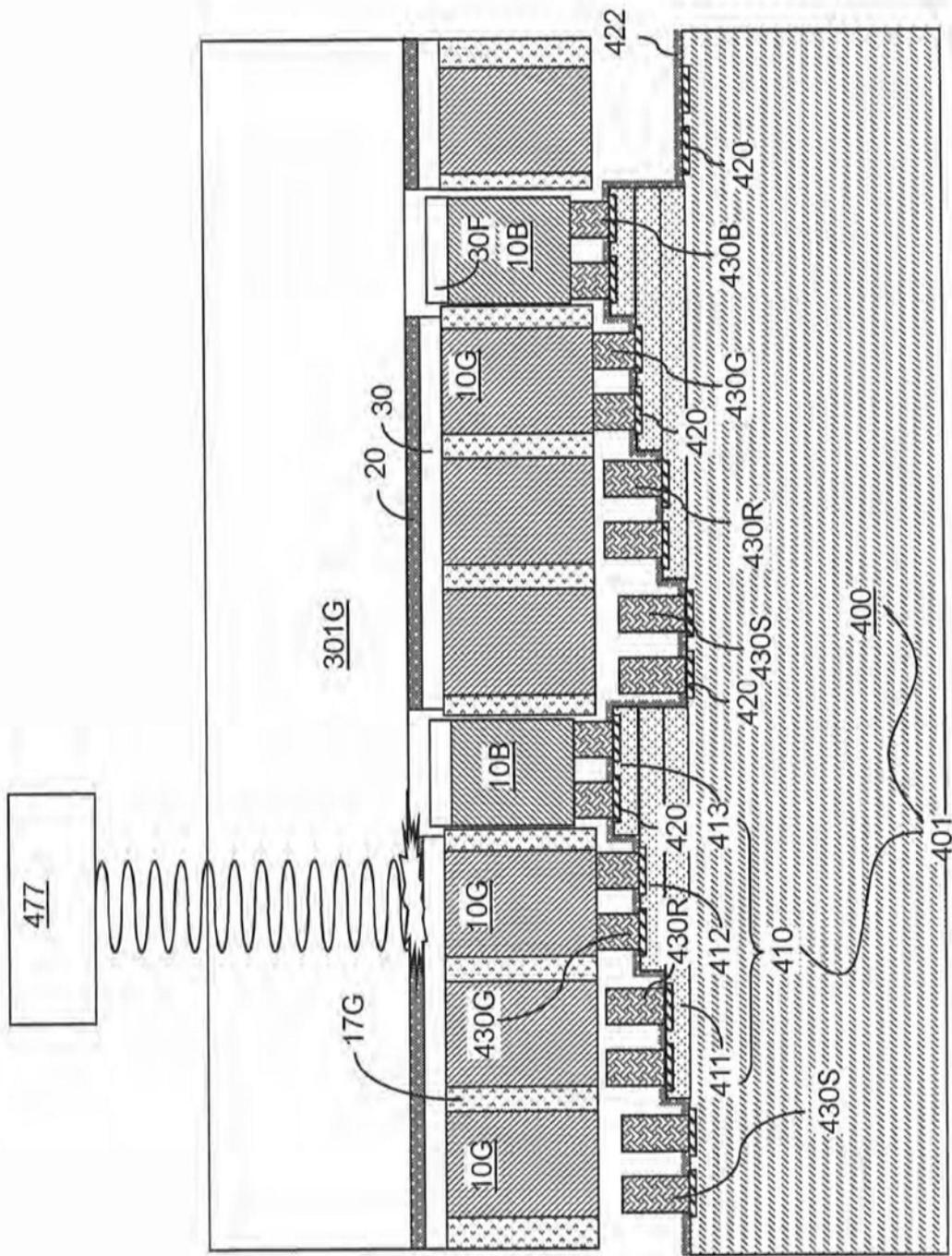


图16

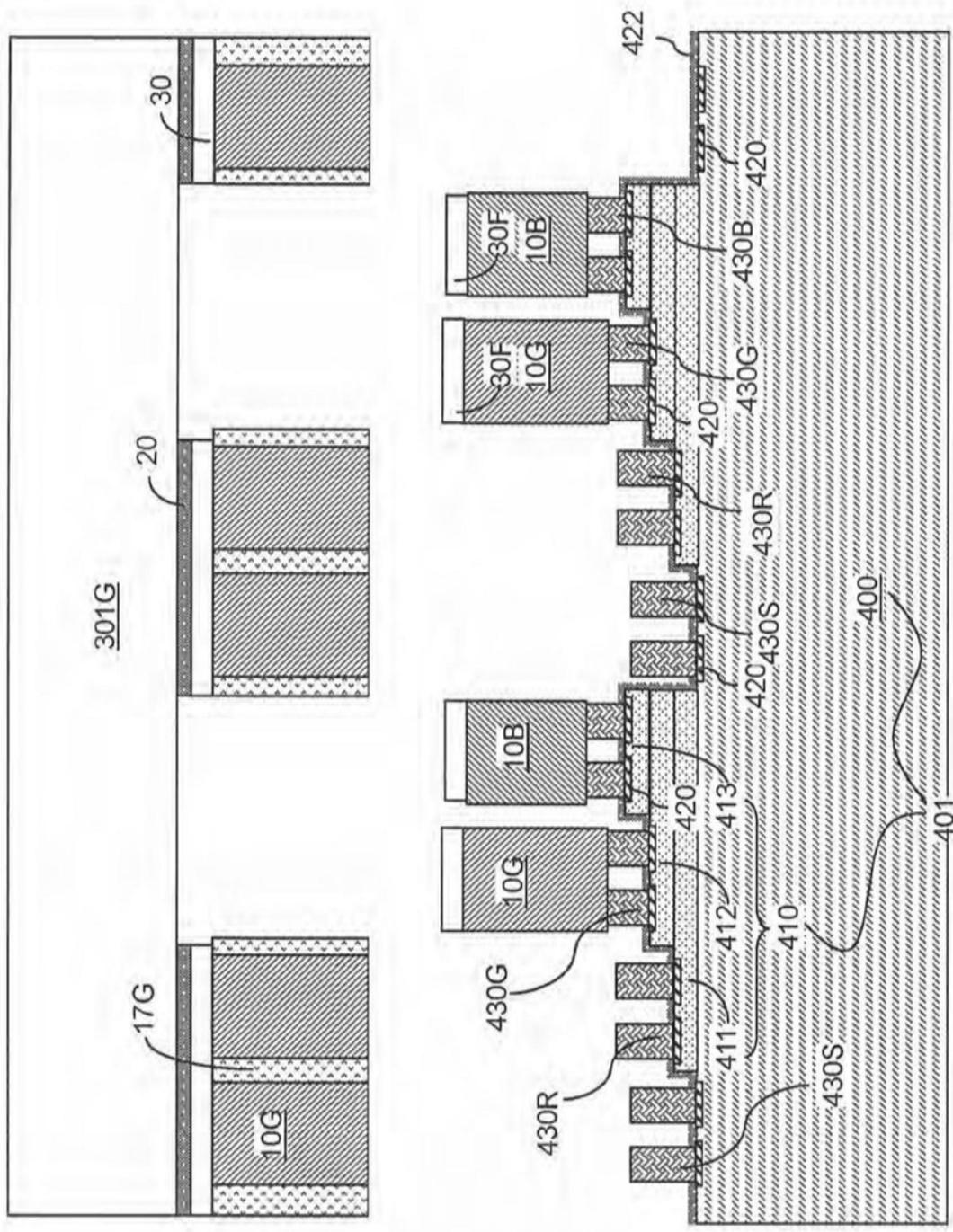


图17

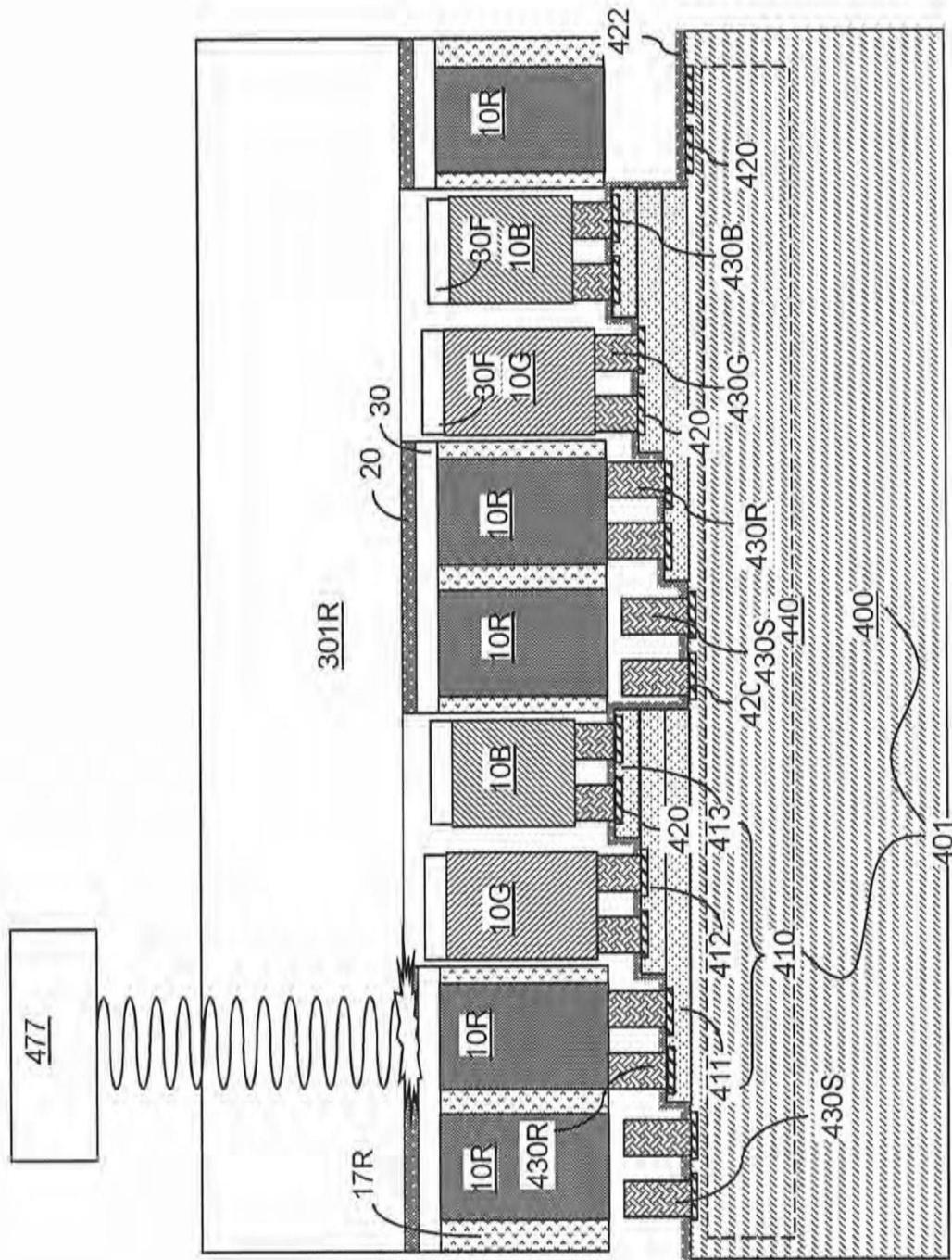


图18

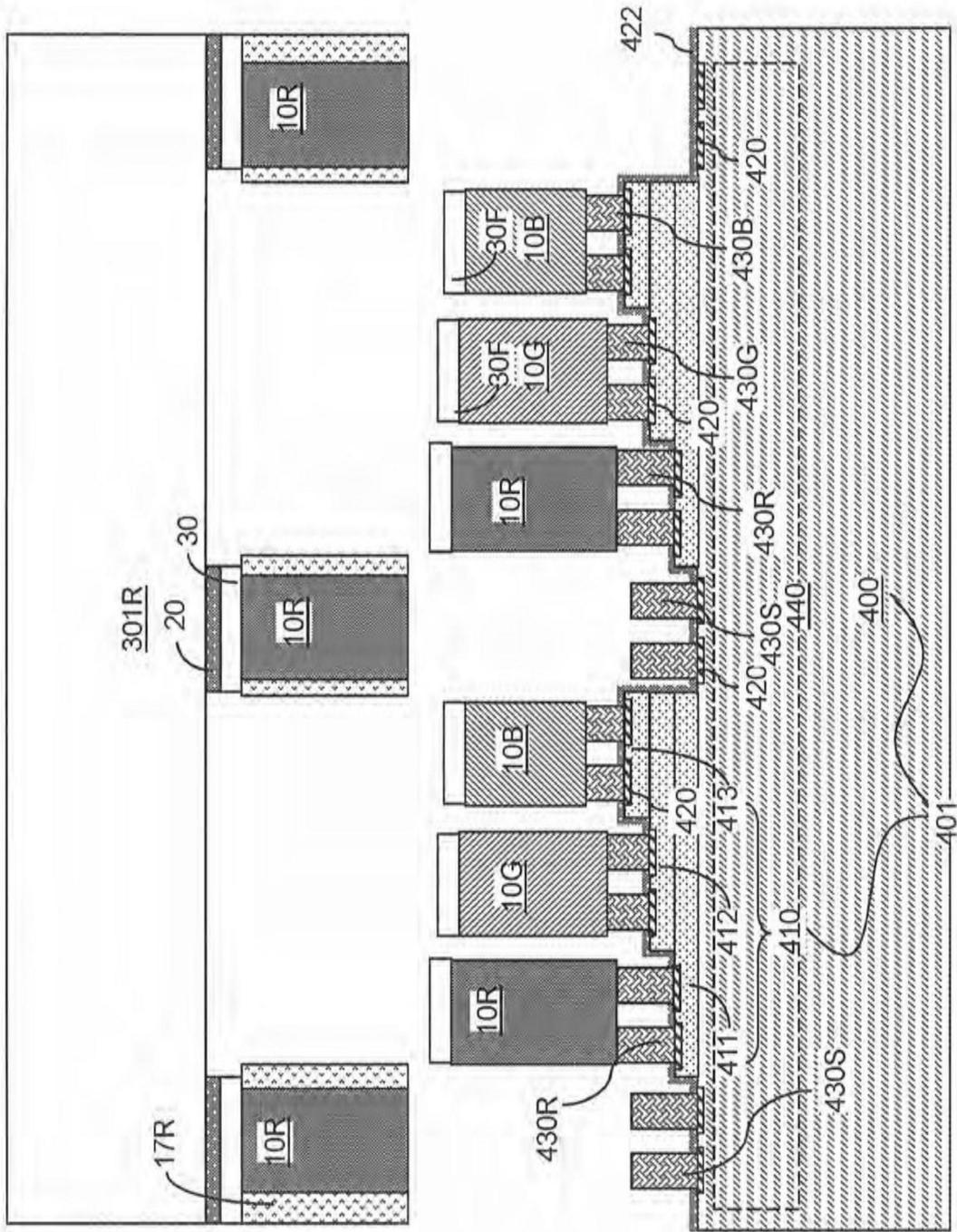


图19

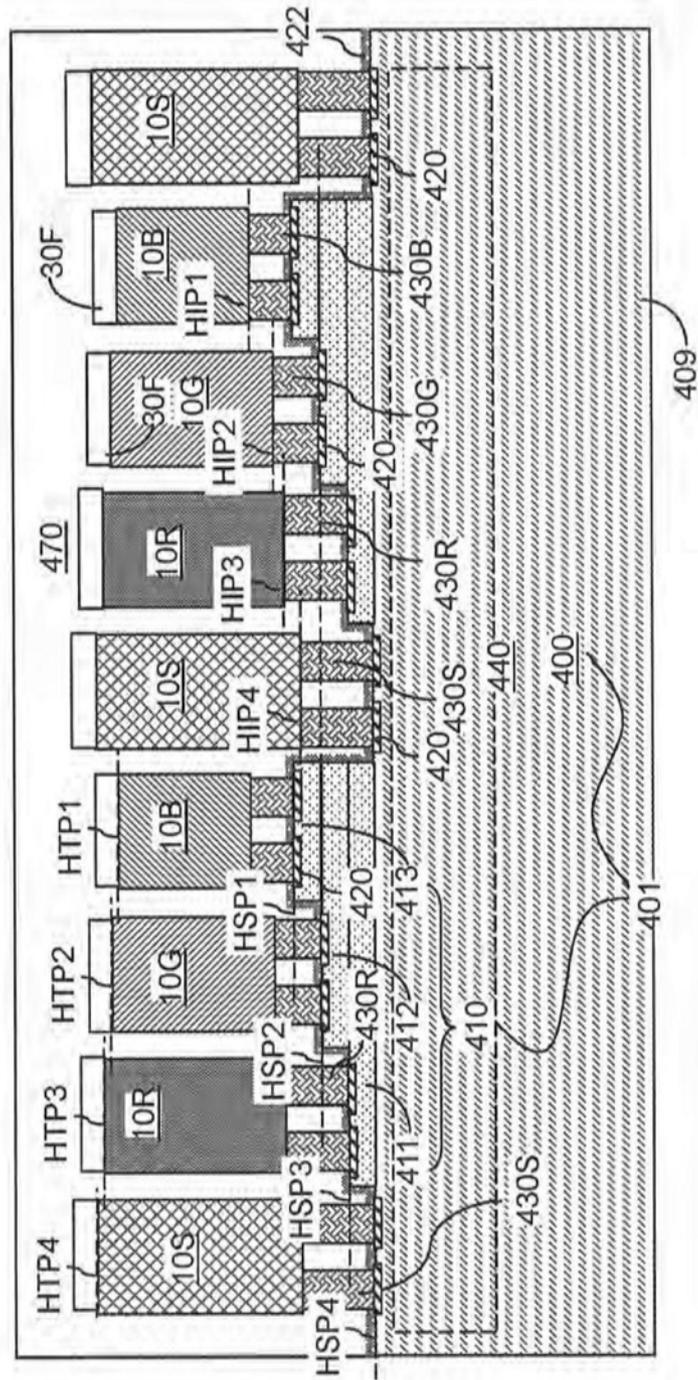


图22

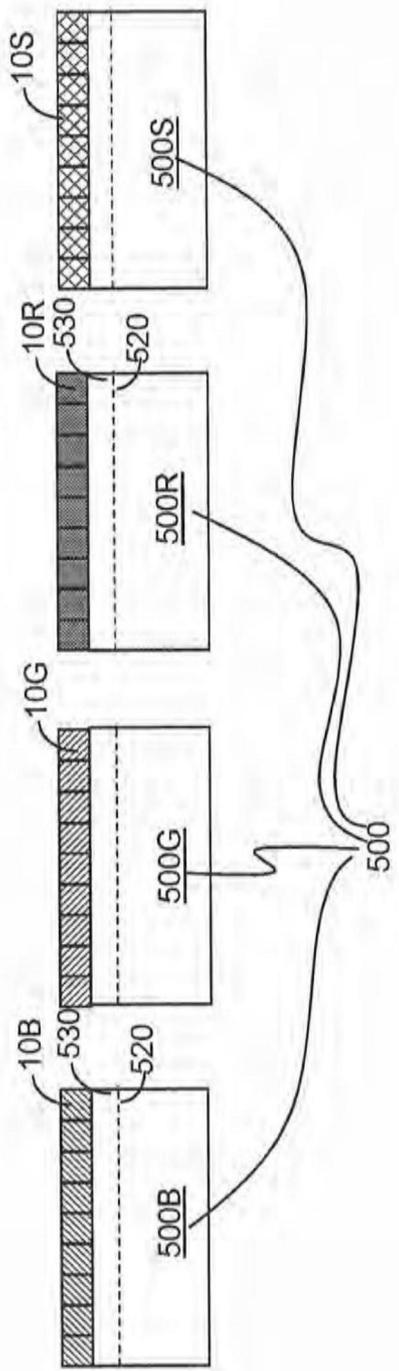


图24

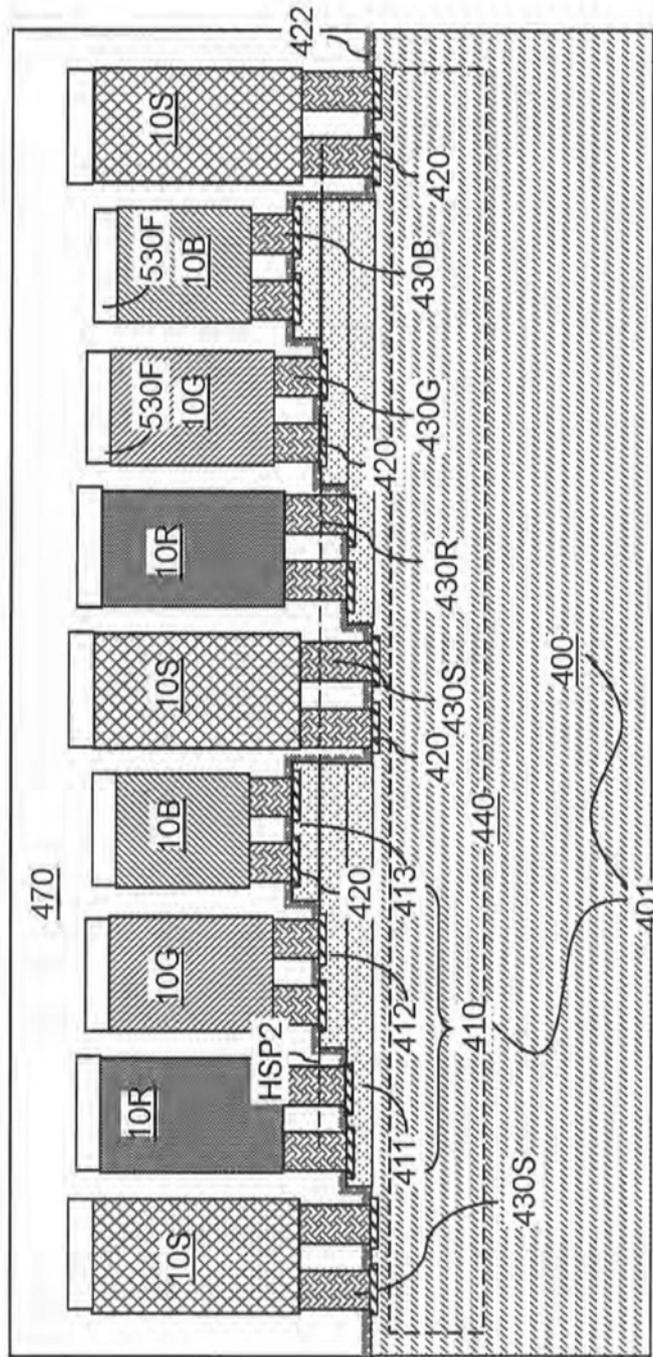


图25

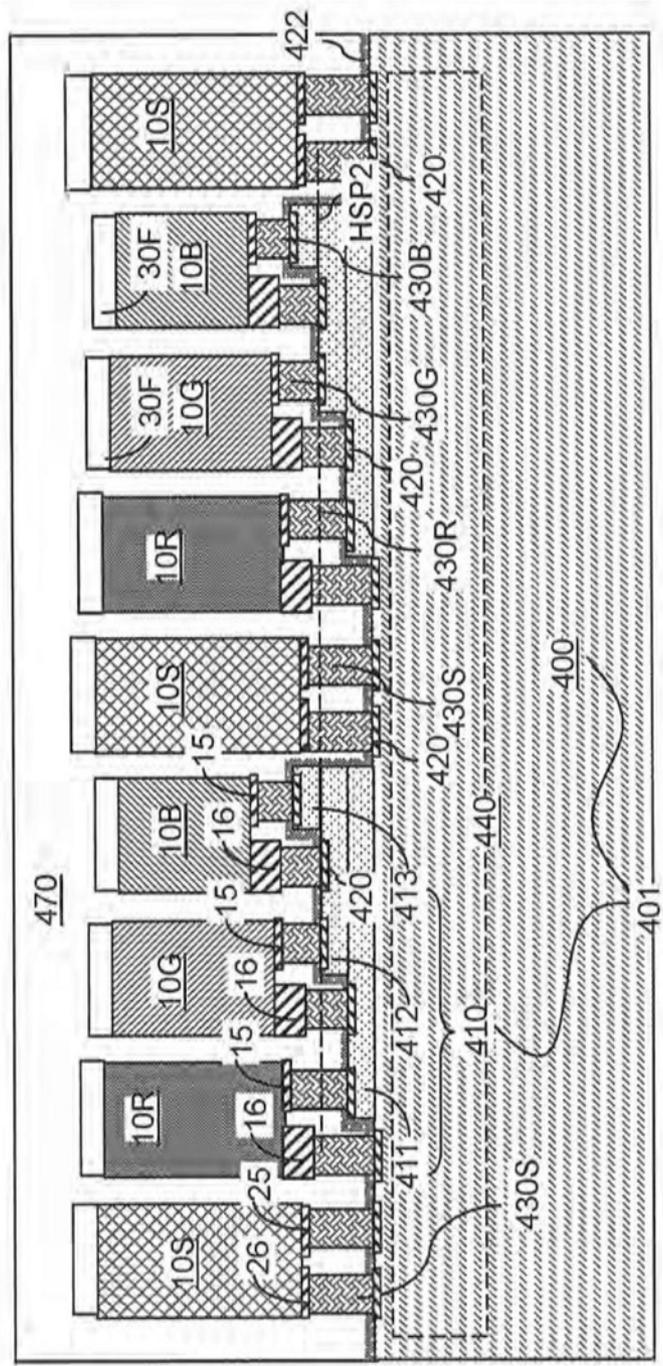


图26

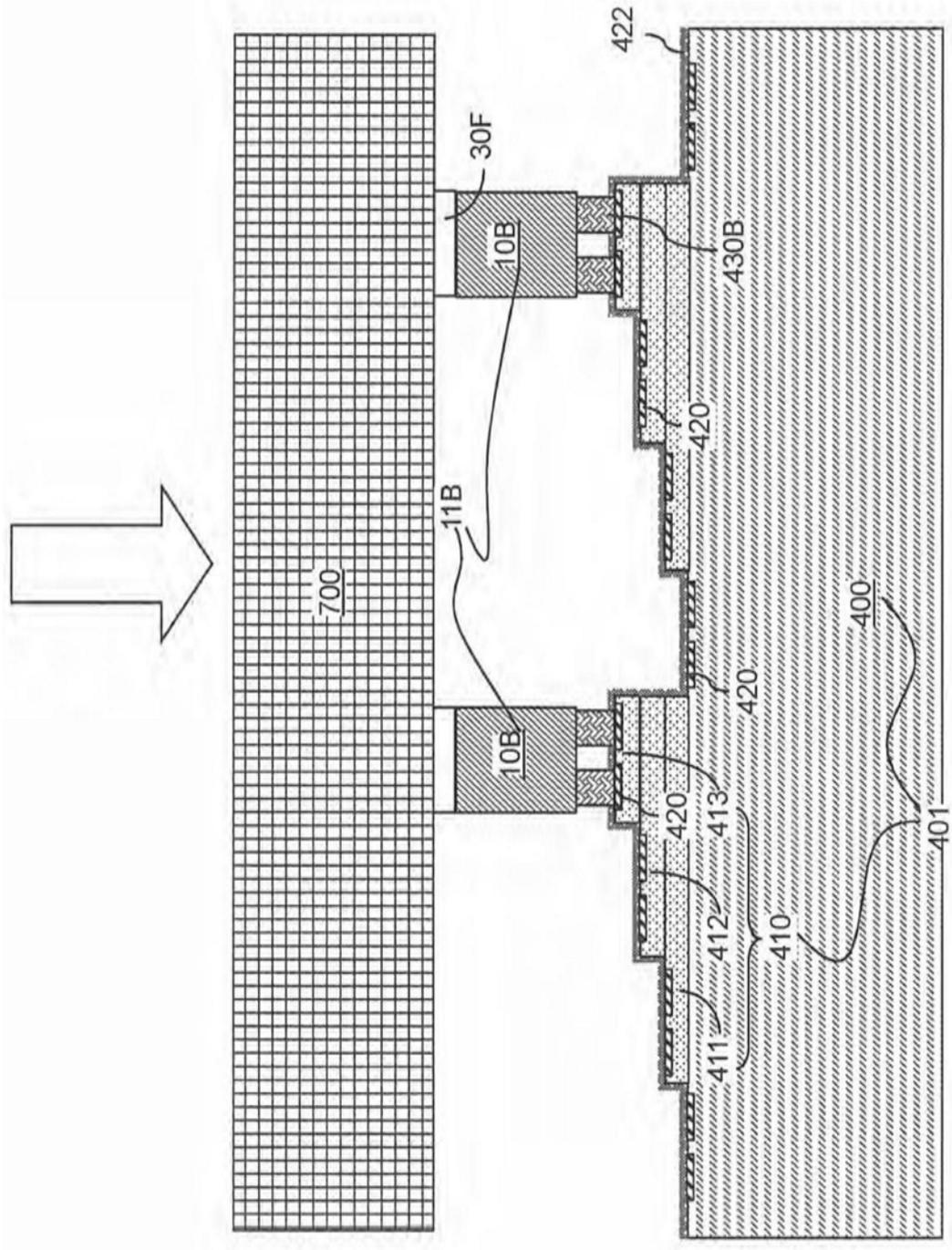


图27

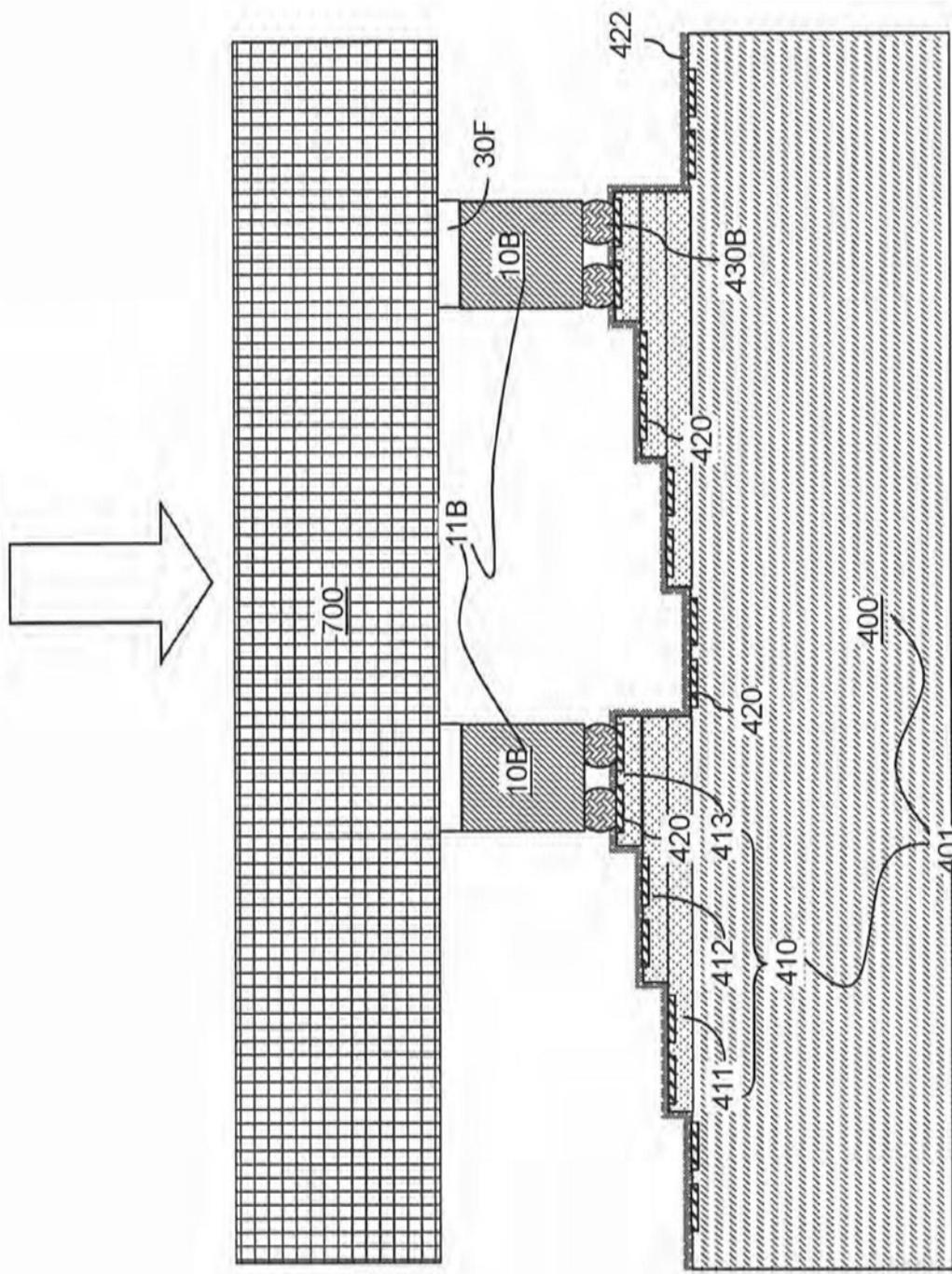


图28

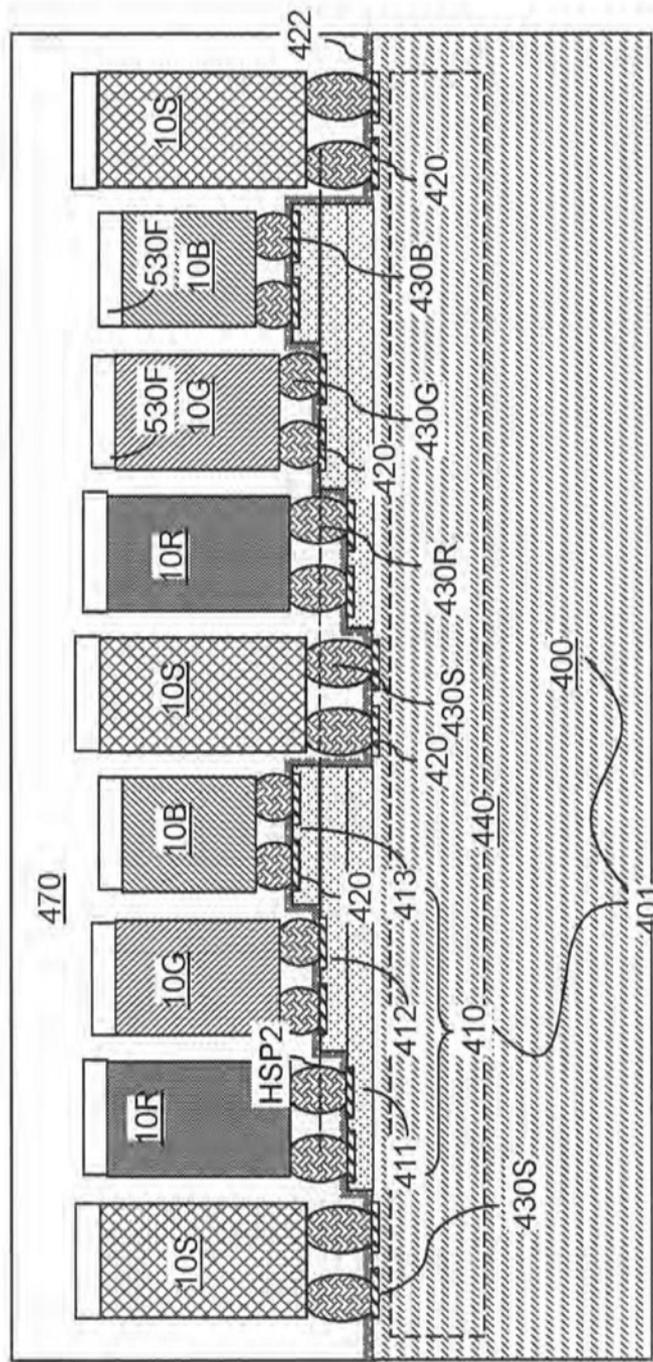


图29

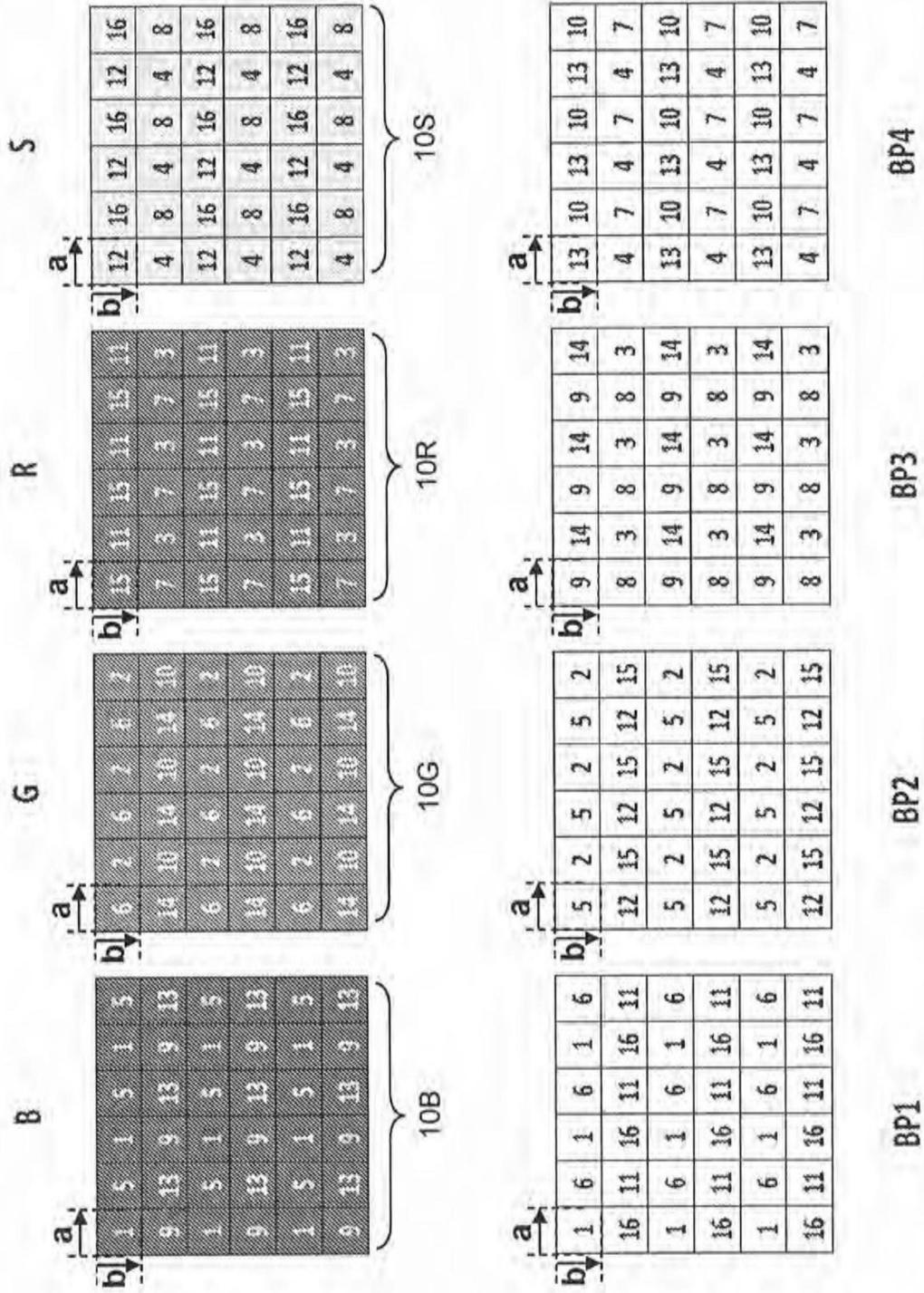


图30

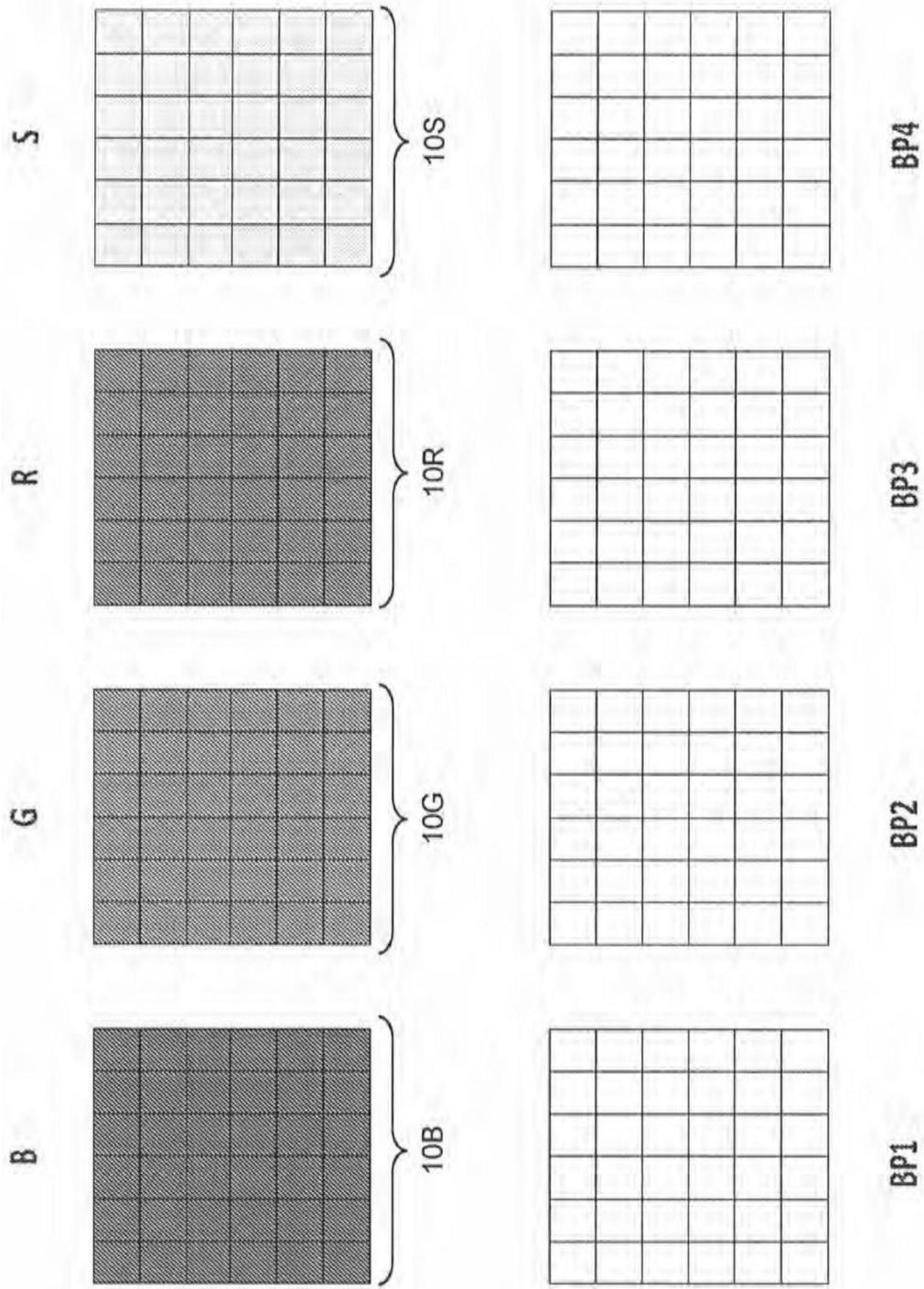


图31A

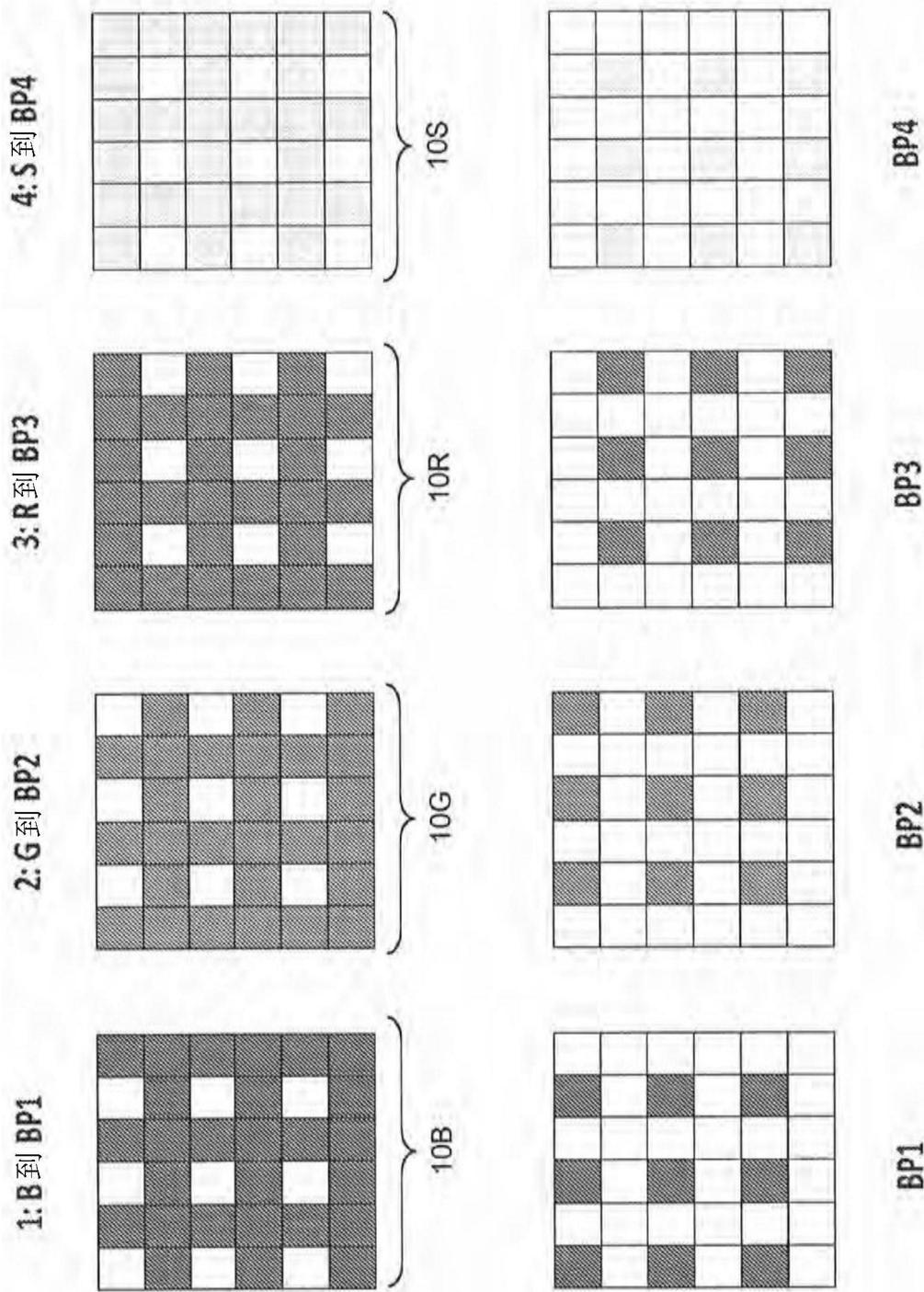


图31B

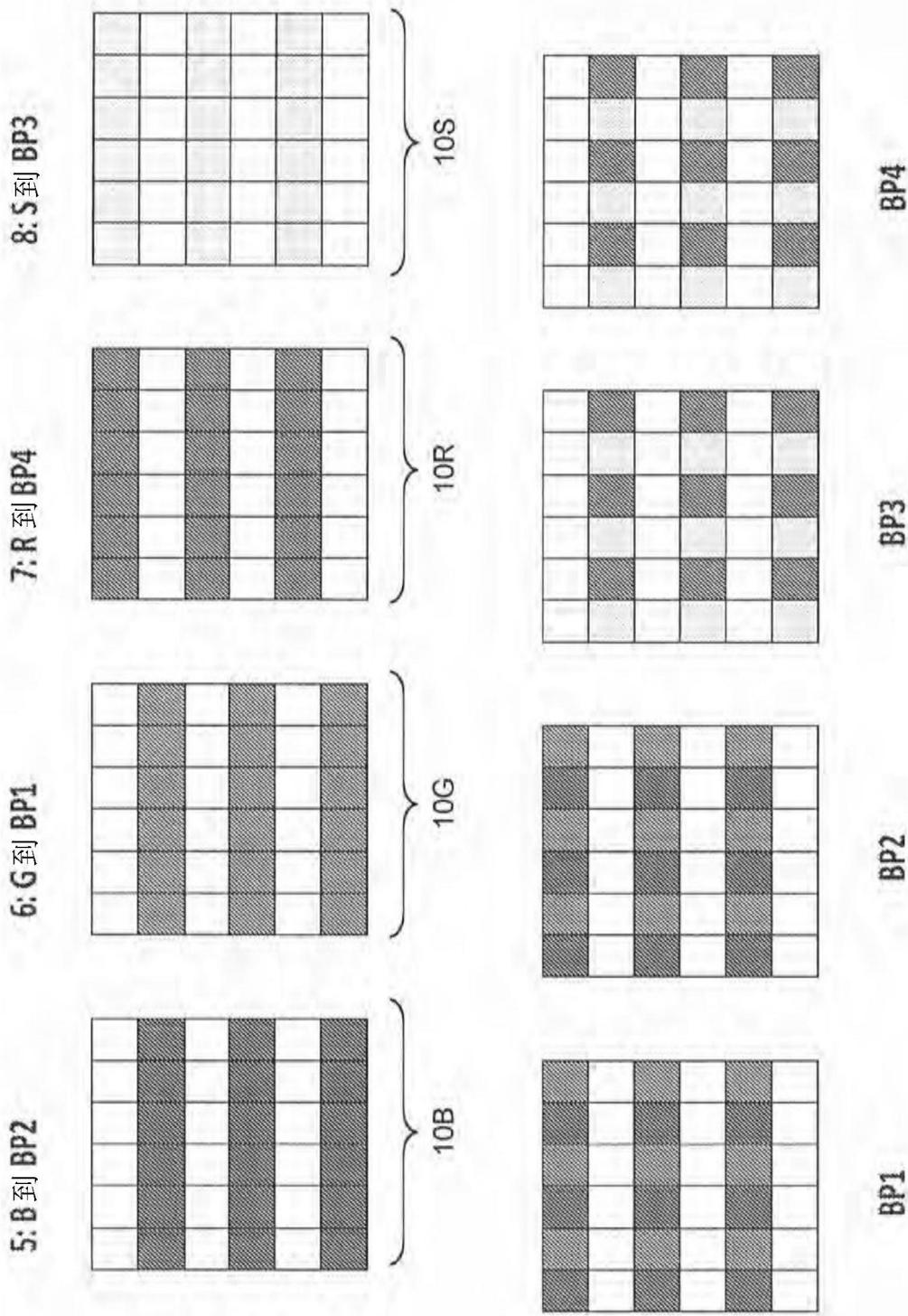


图31C

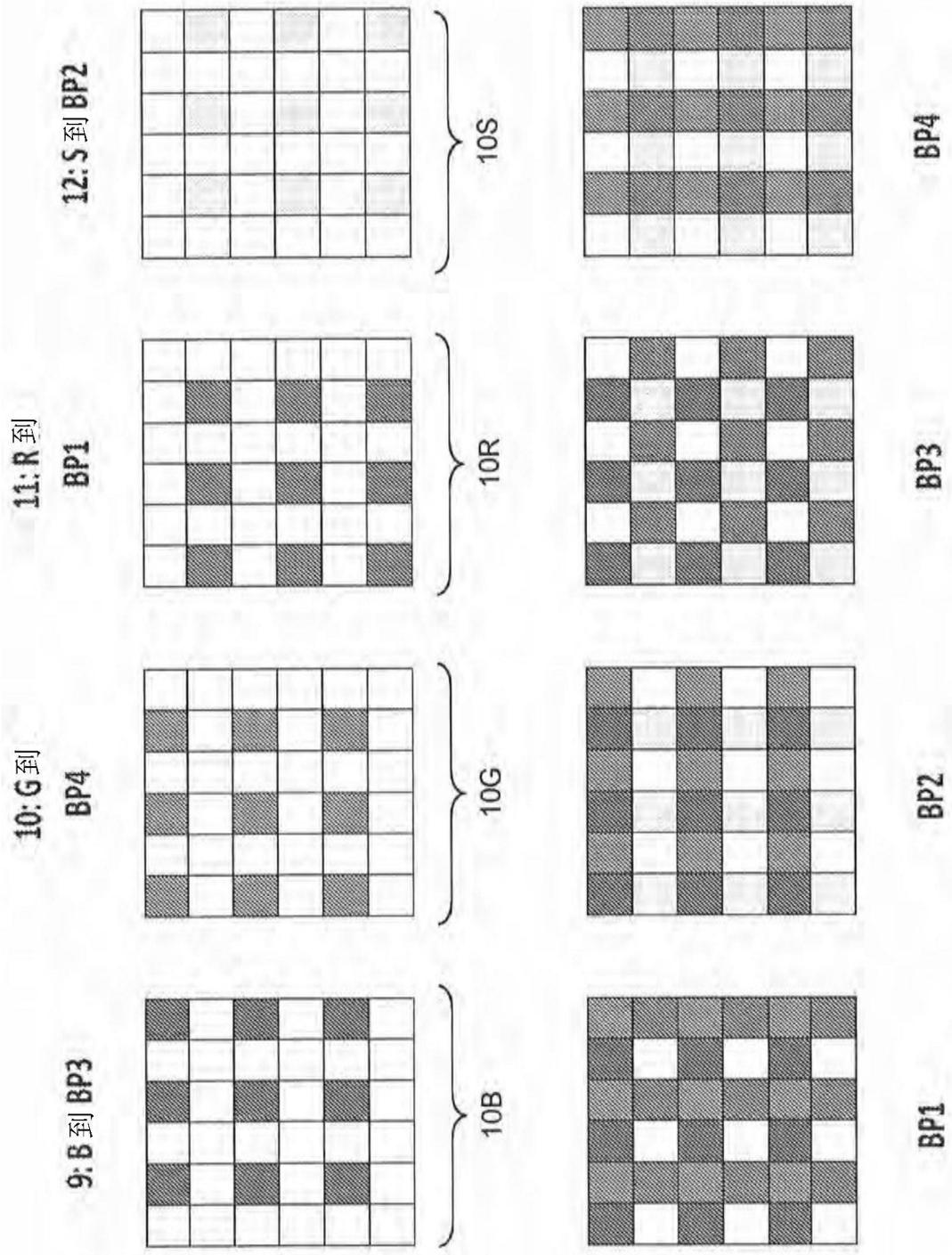


图31D

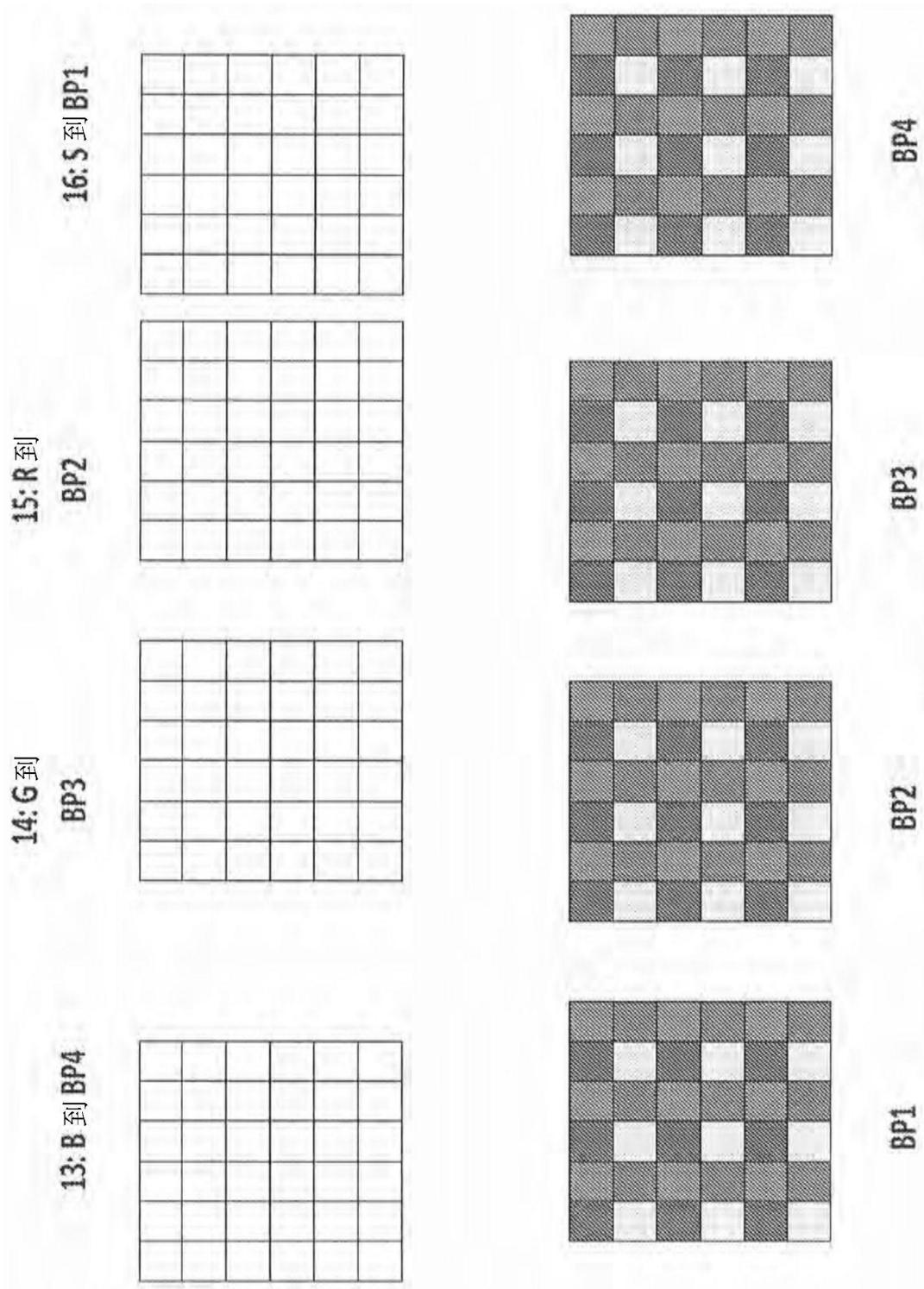


图31E

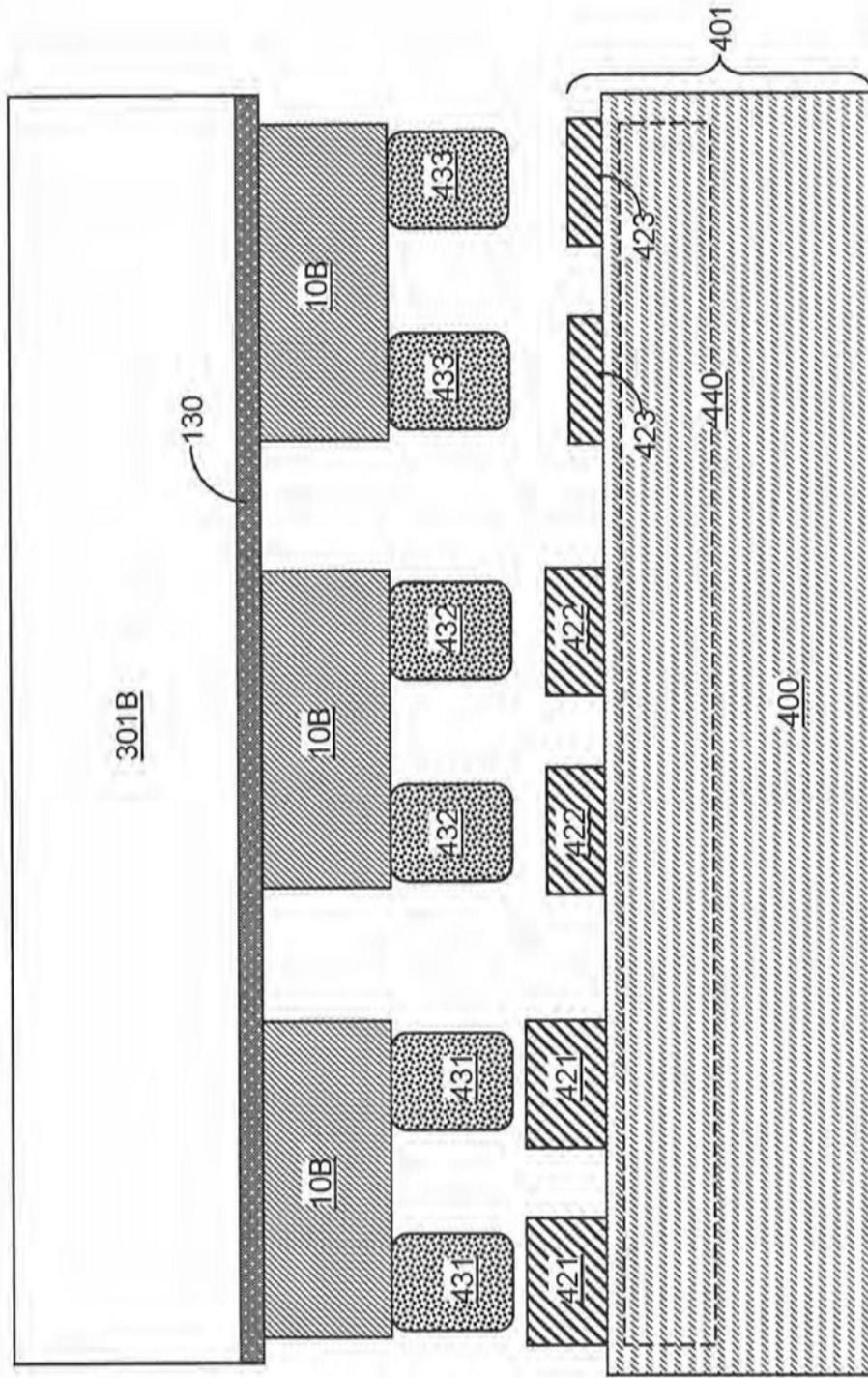


图32A

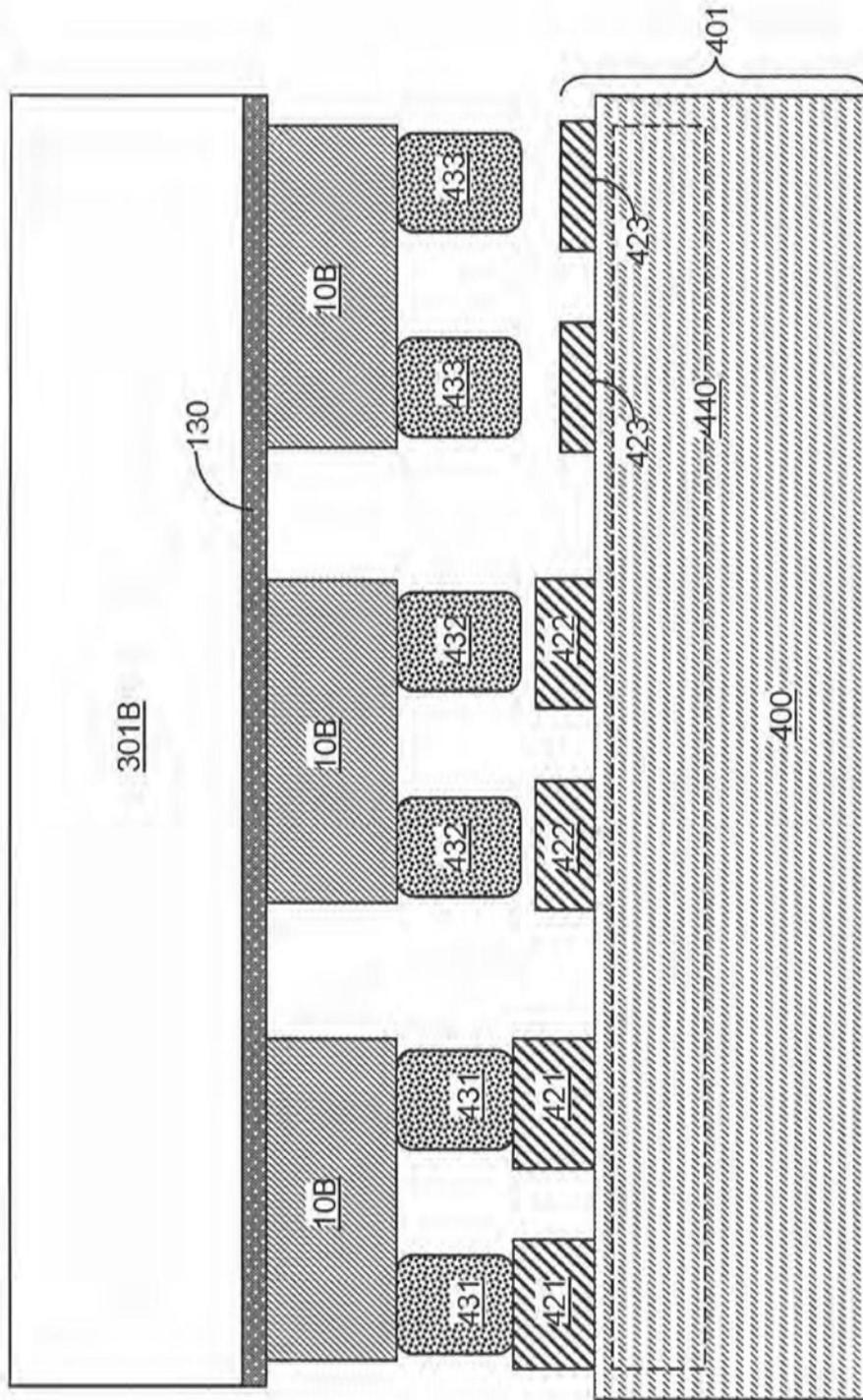


图32B

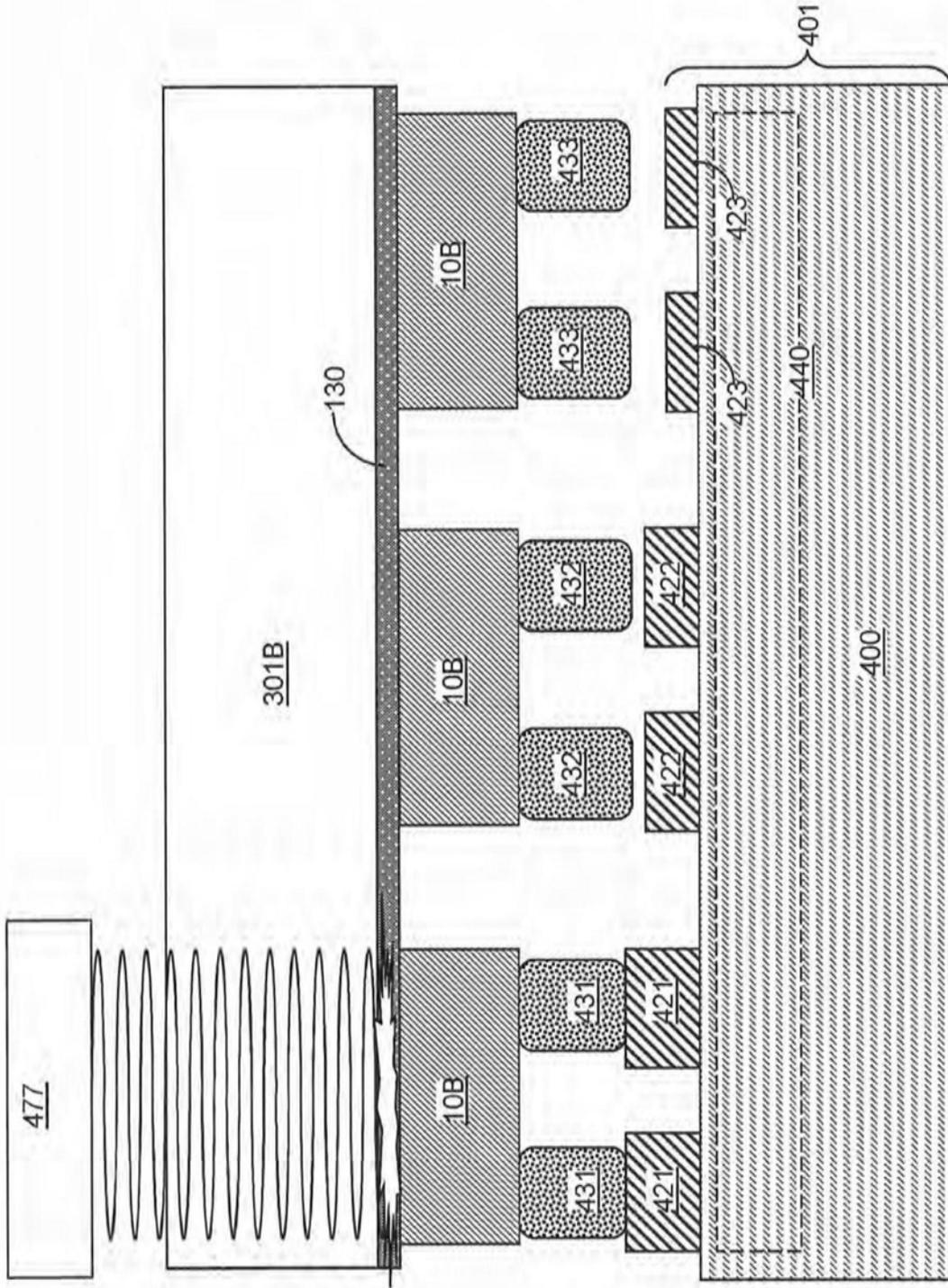


图32C

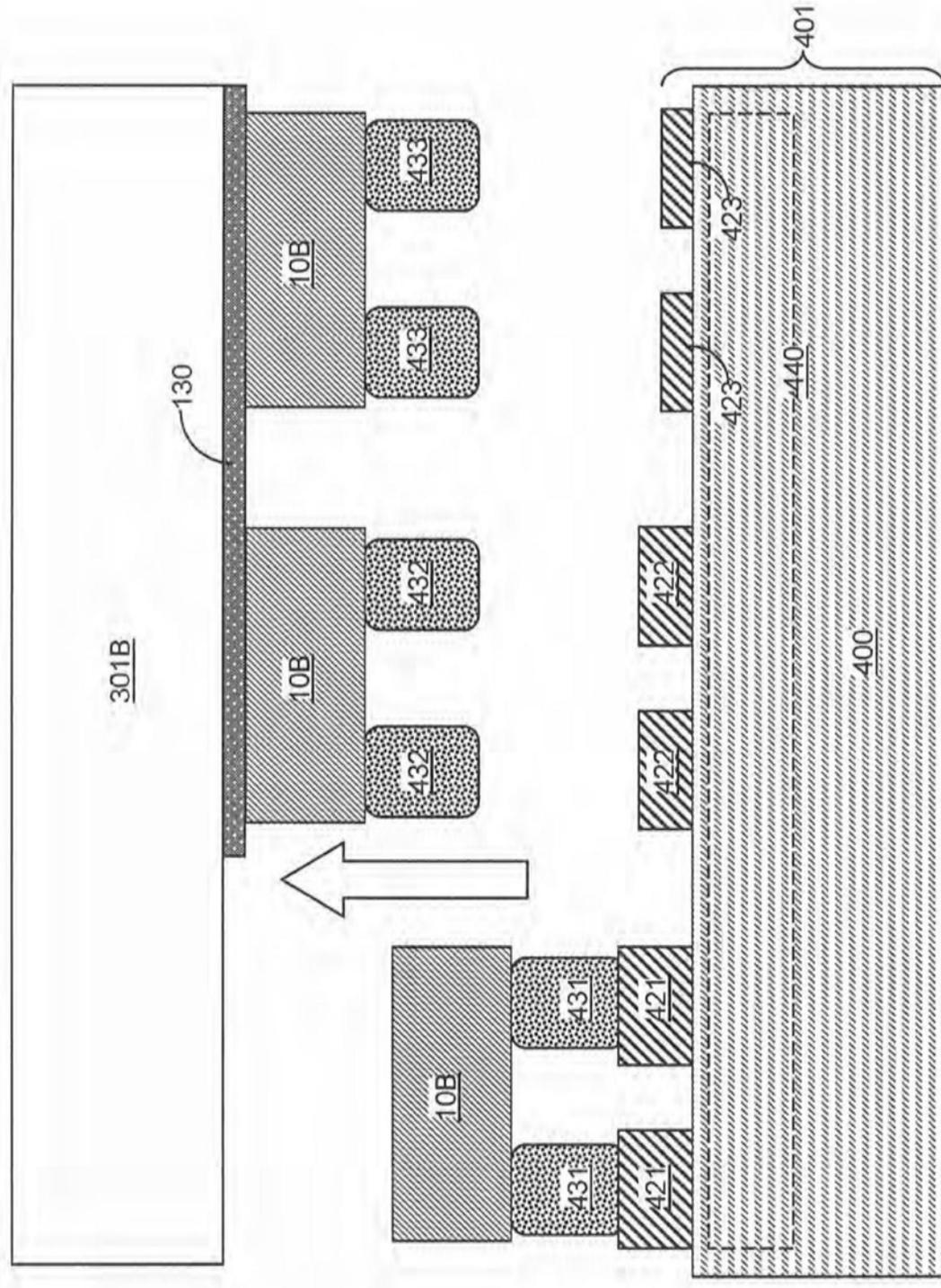


图32D

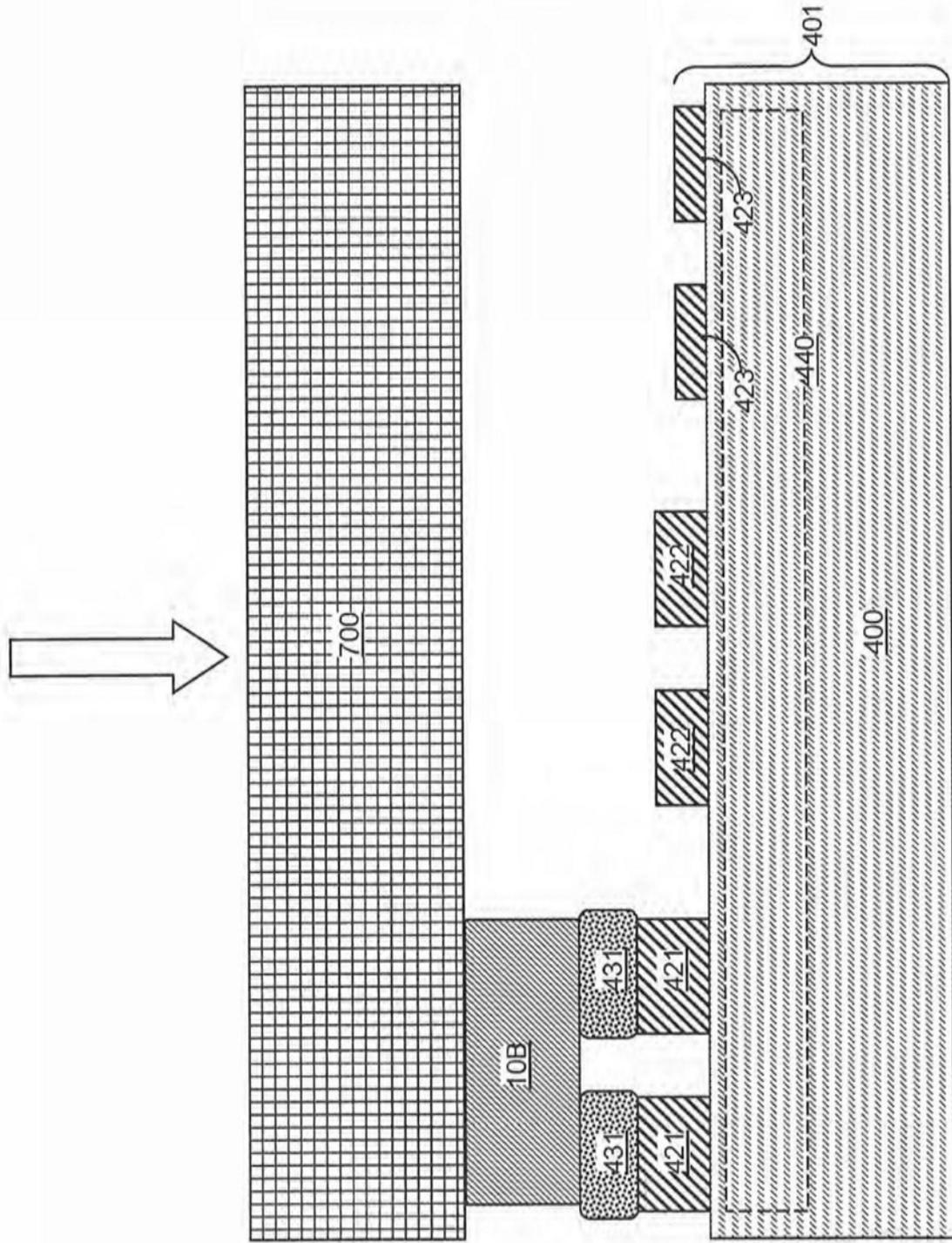


图32E

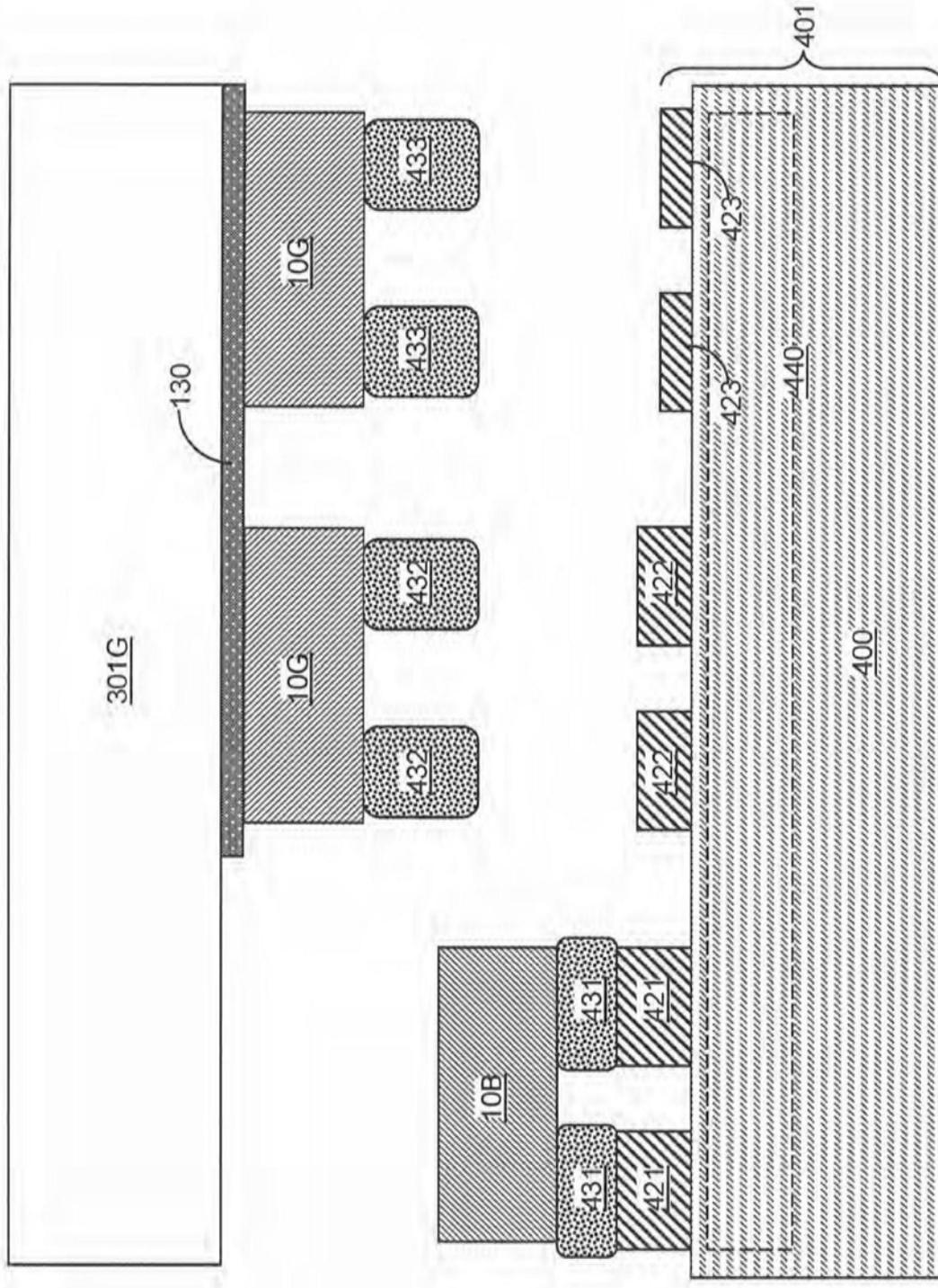


图32F

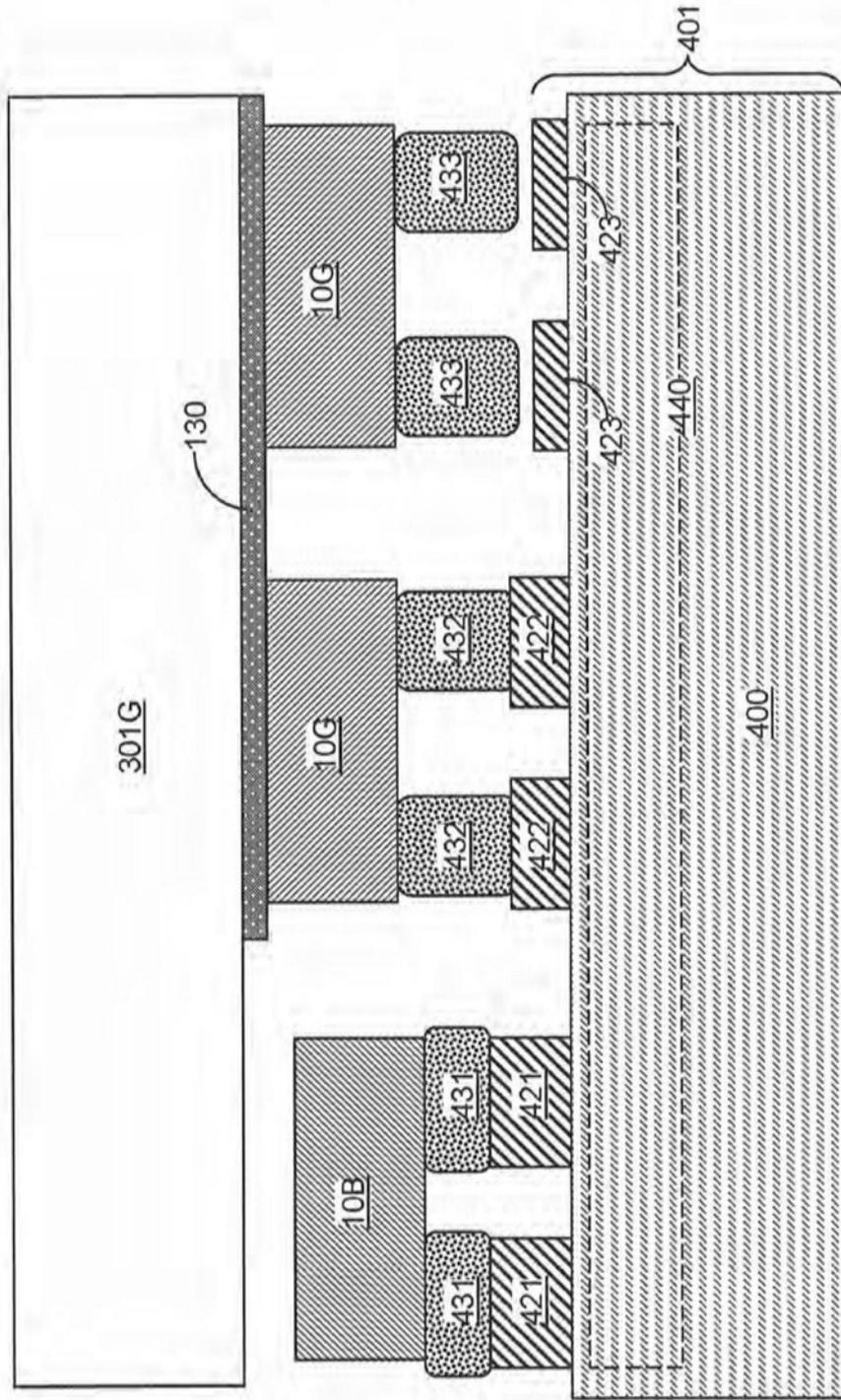


图32G

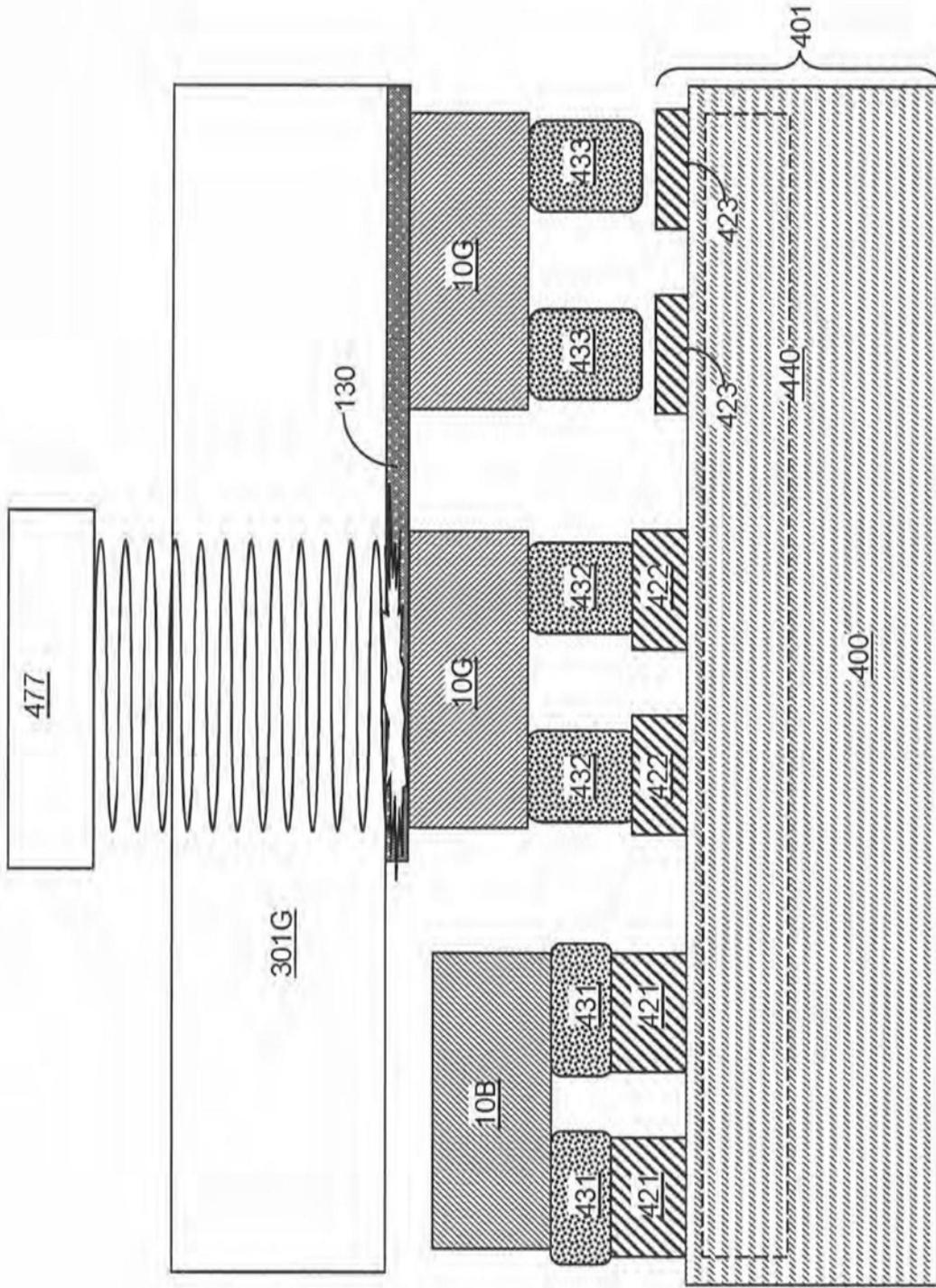


图32H

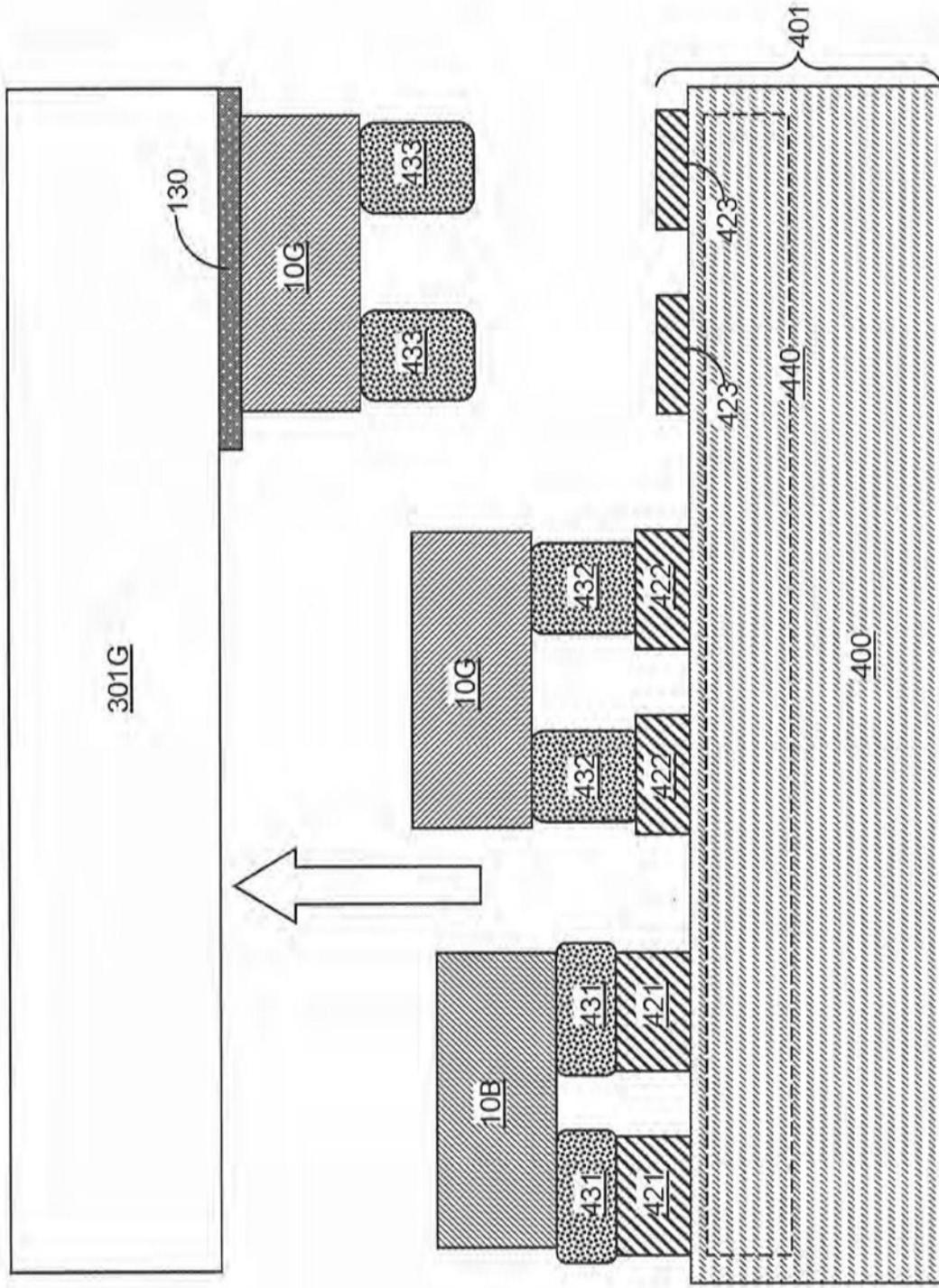


图32I

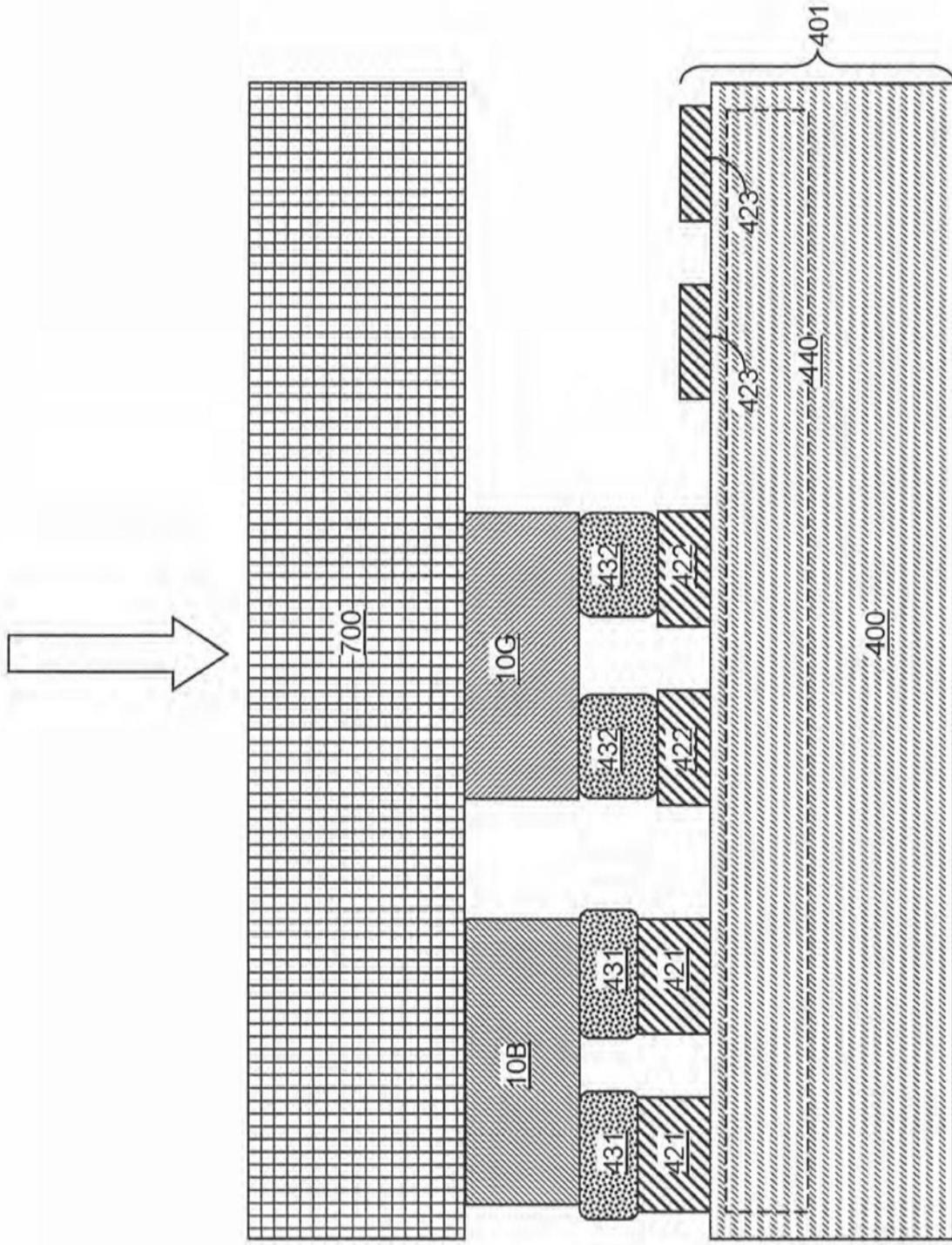


图32J

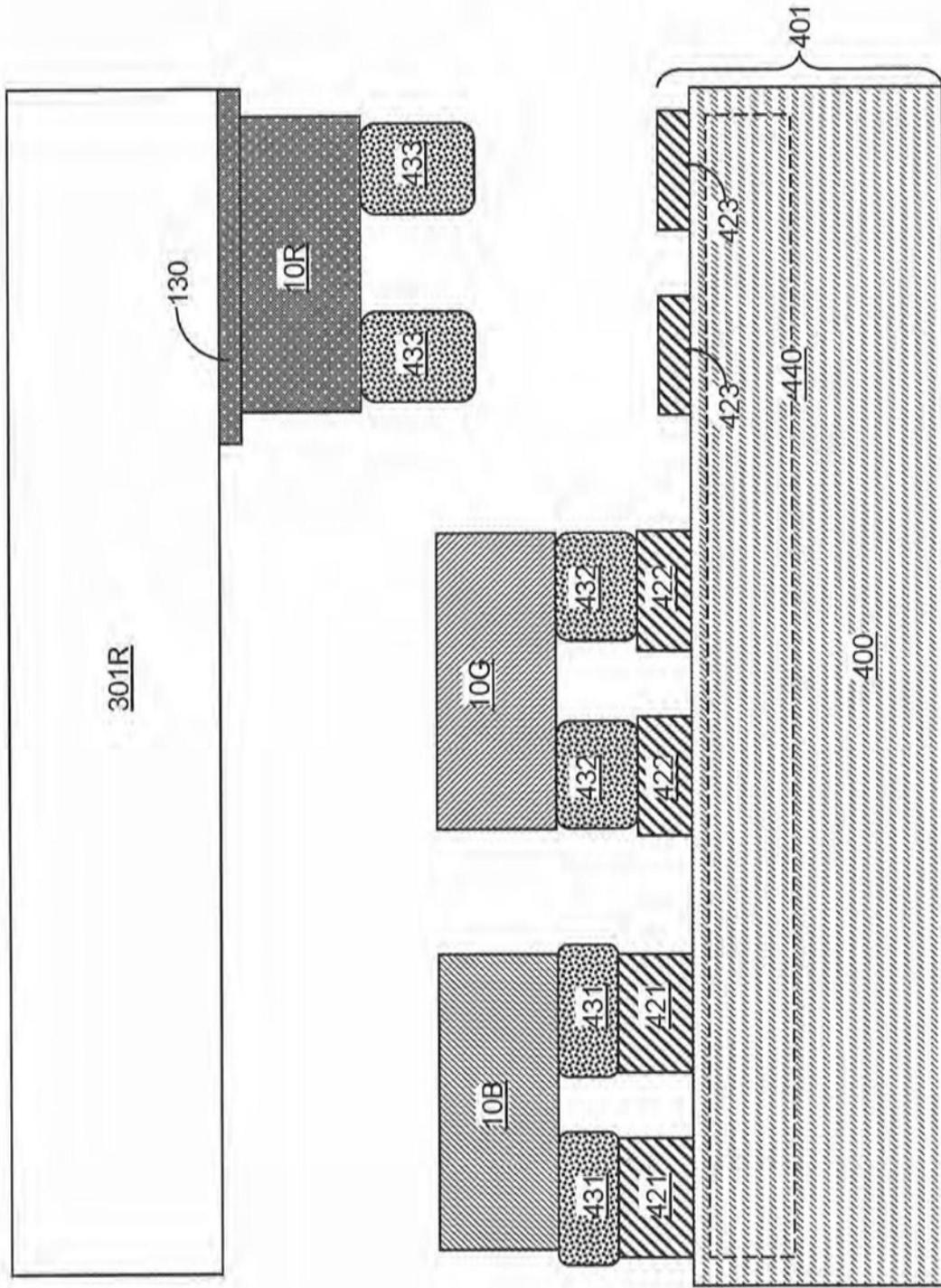


图32K

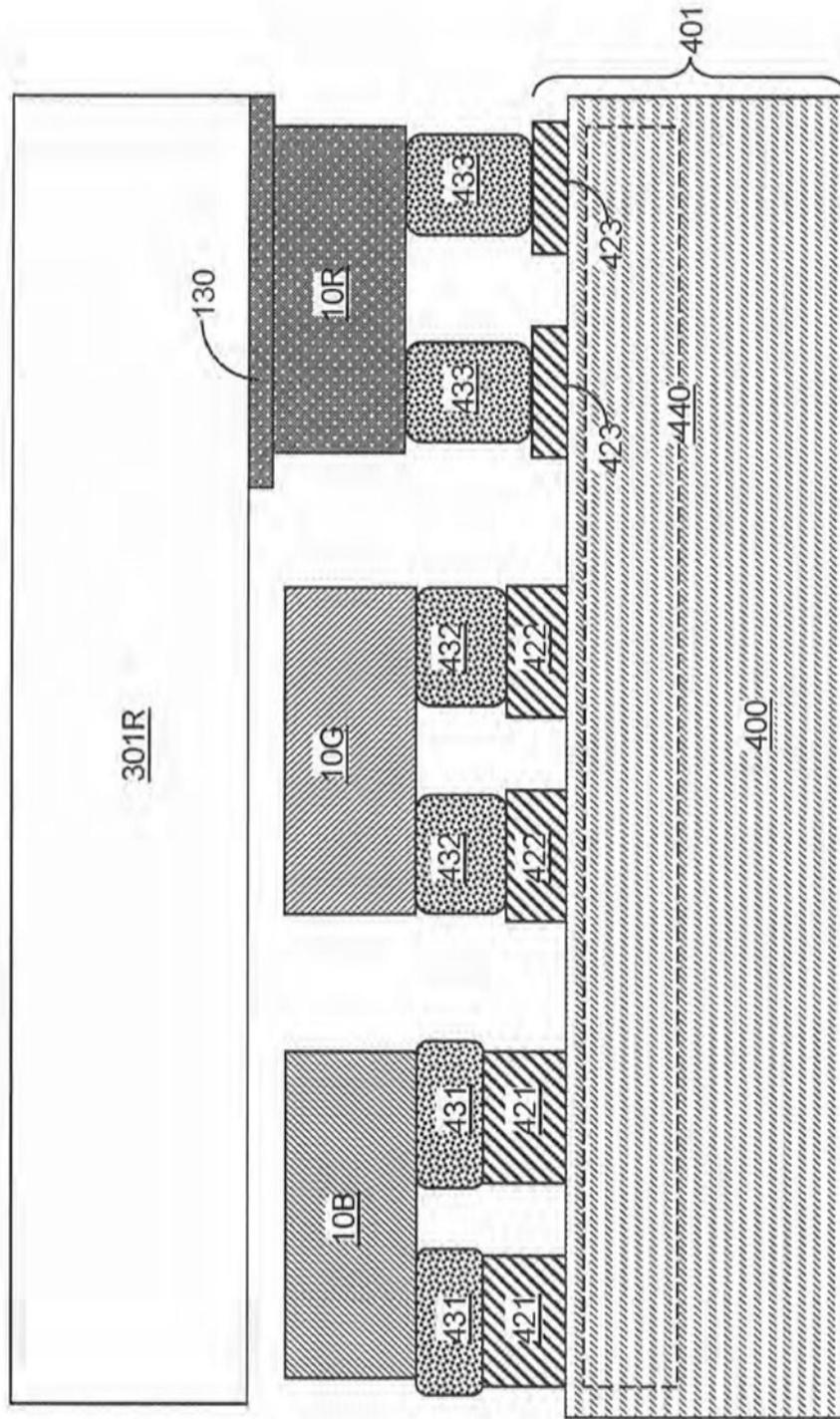


图32L

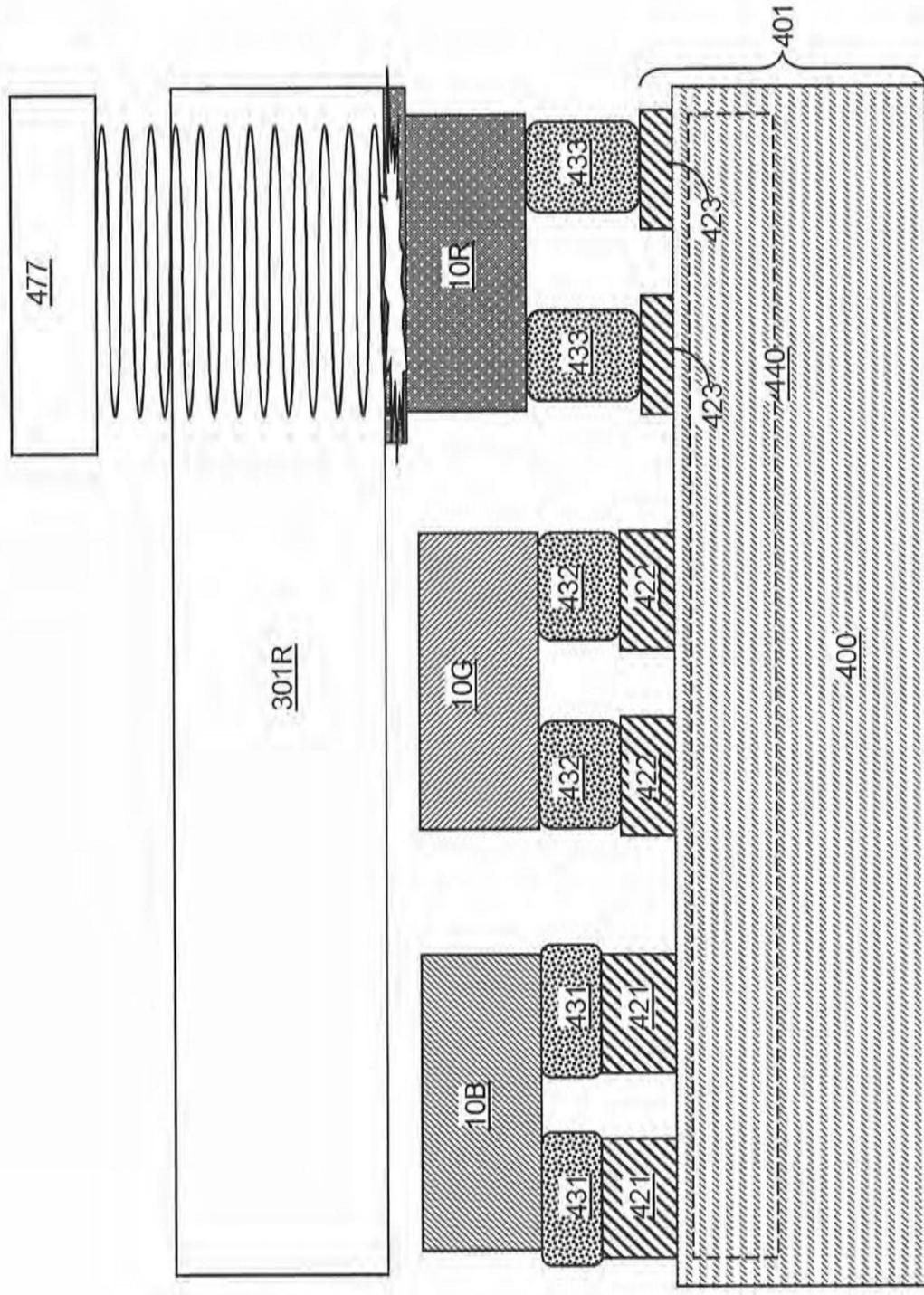


图32M

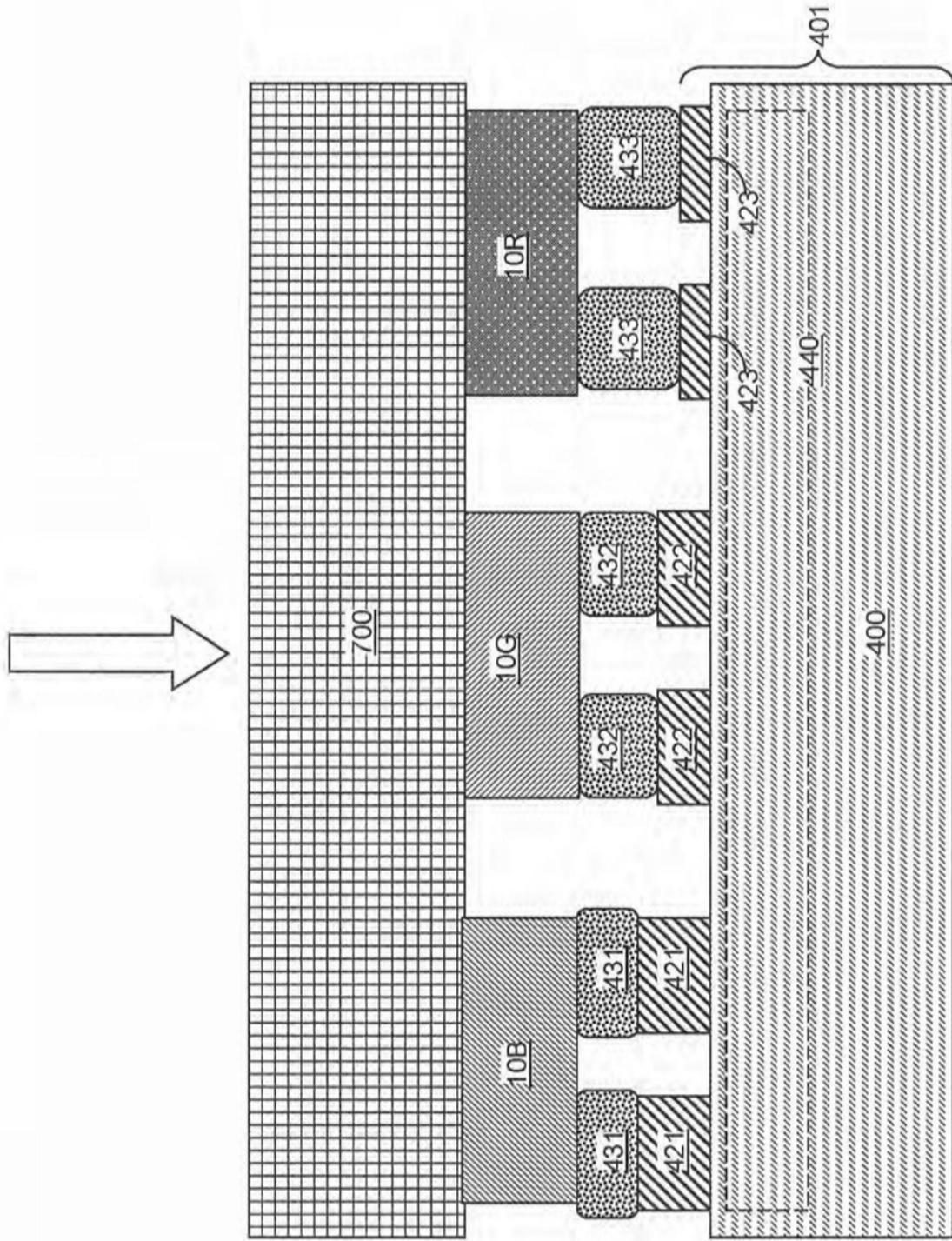


图32N

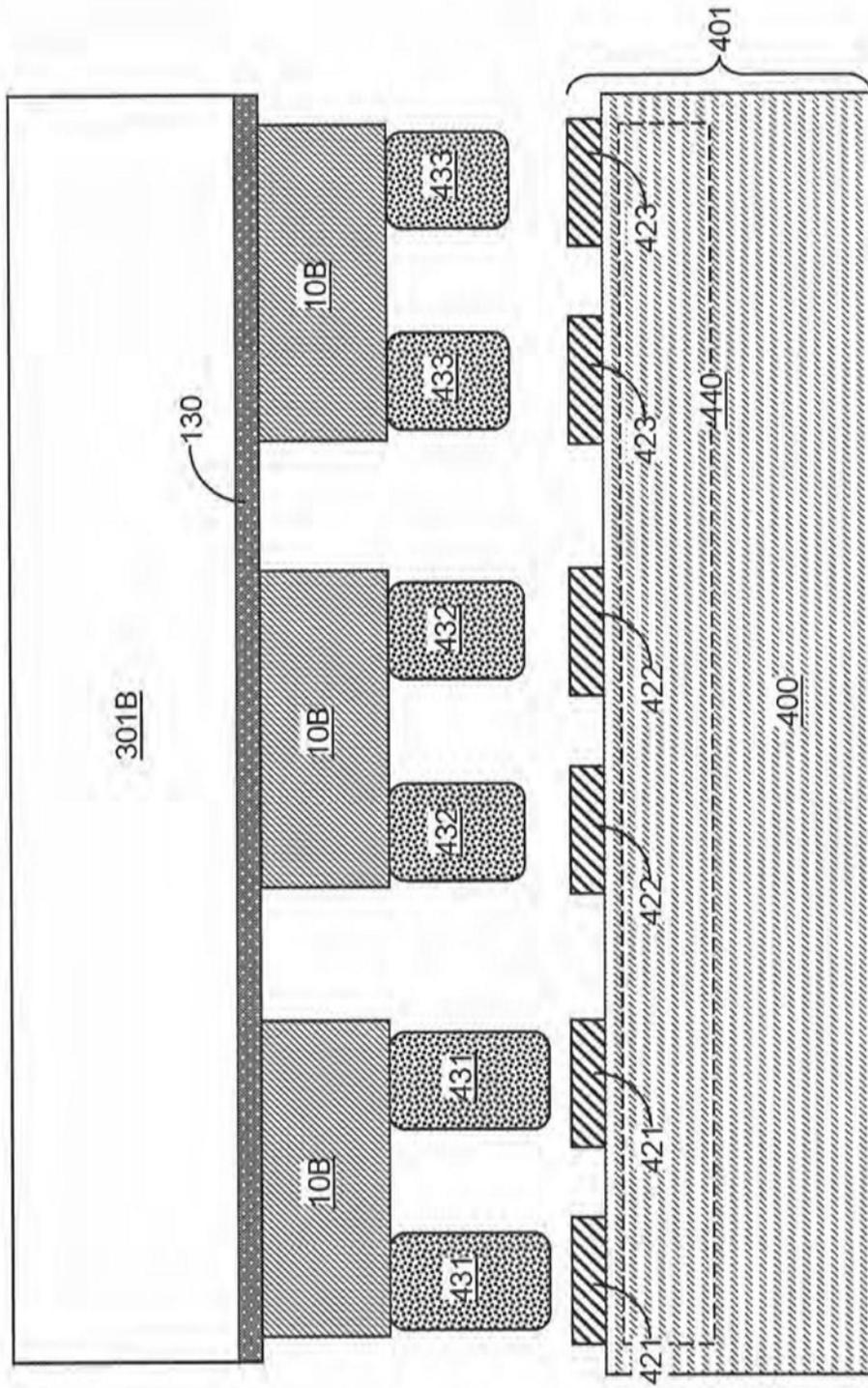


图33A

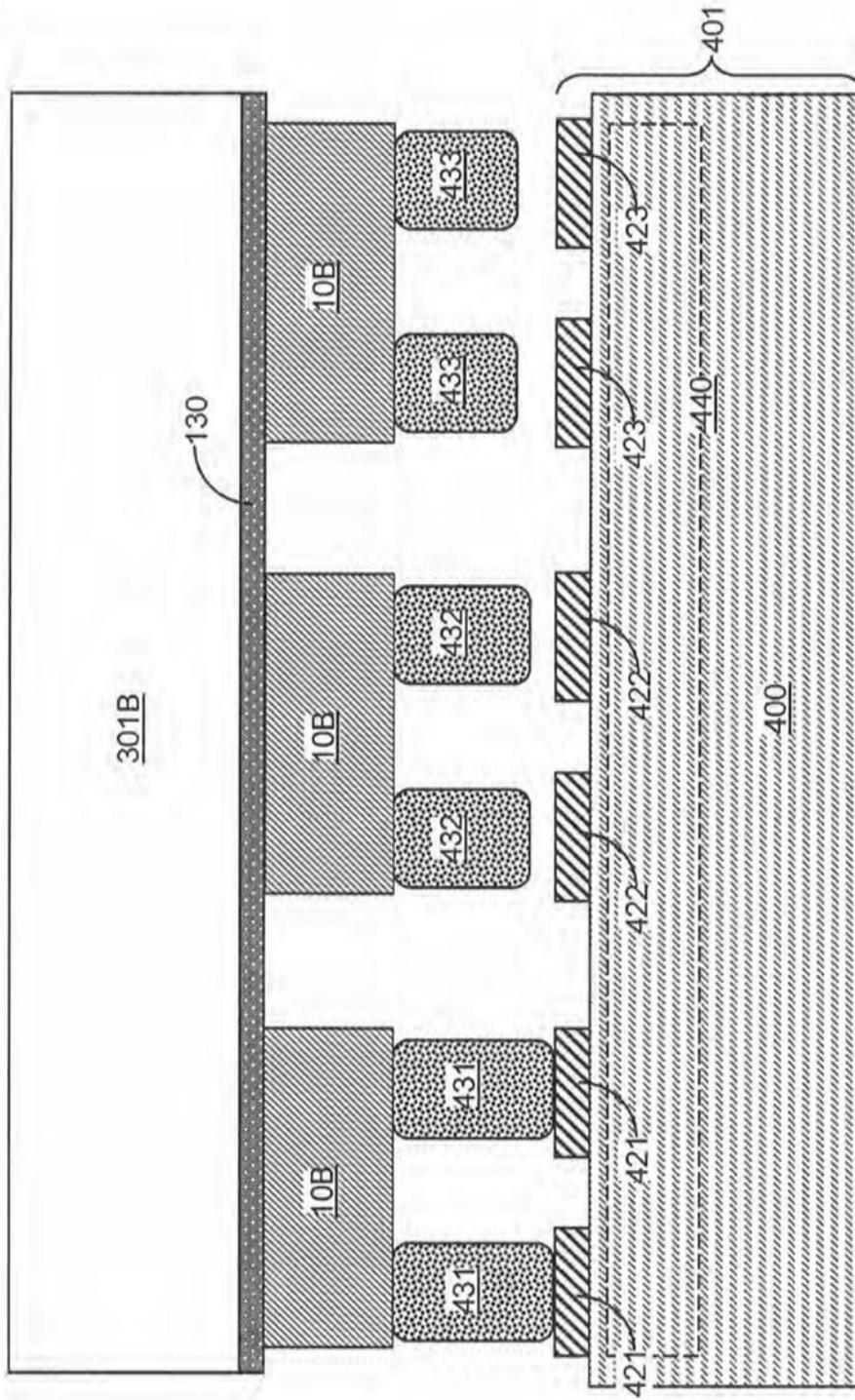


图33B

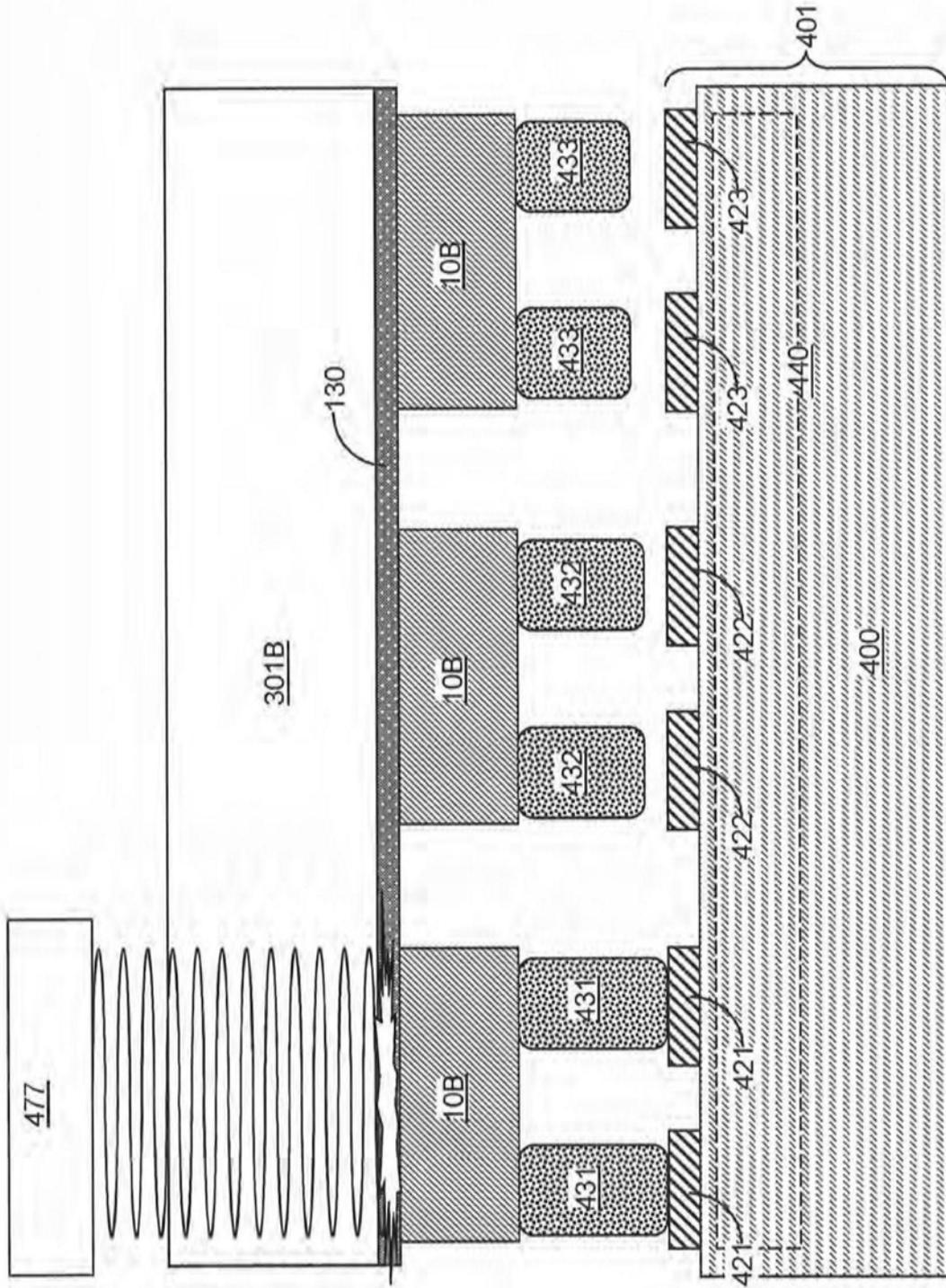


图33C

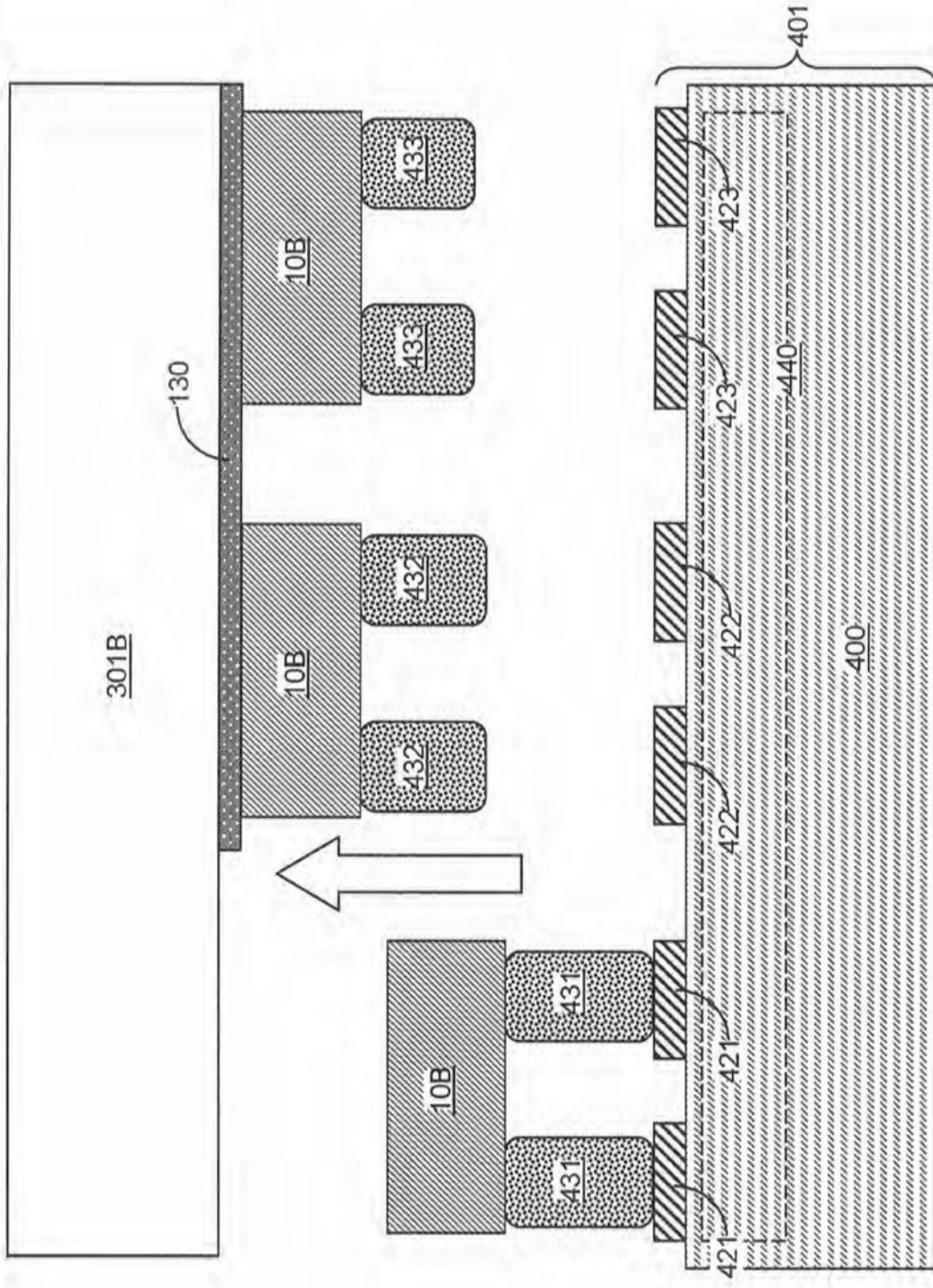


图33D

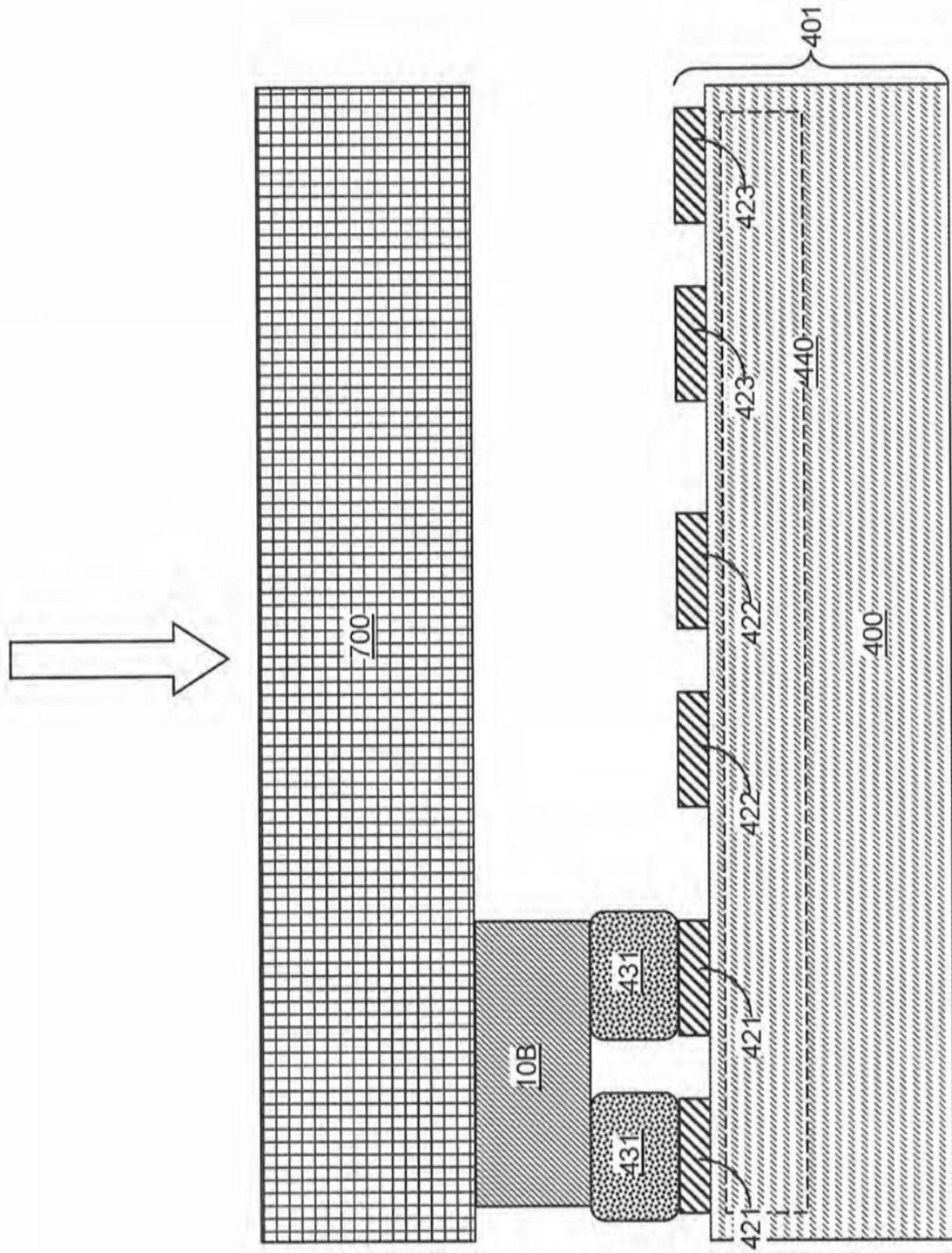


图33E

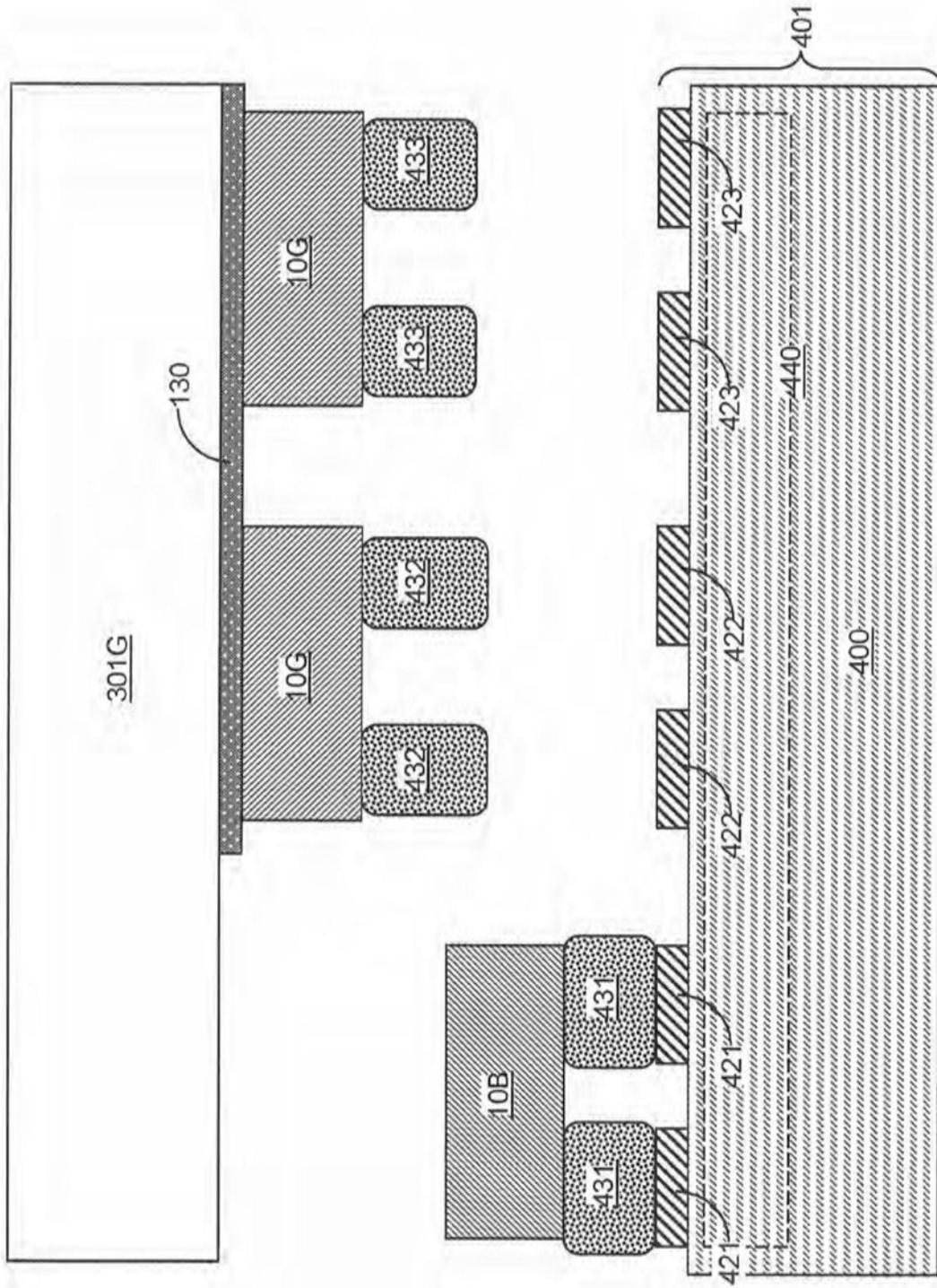


图33F

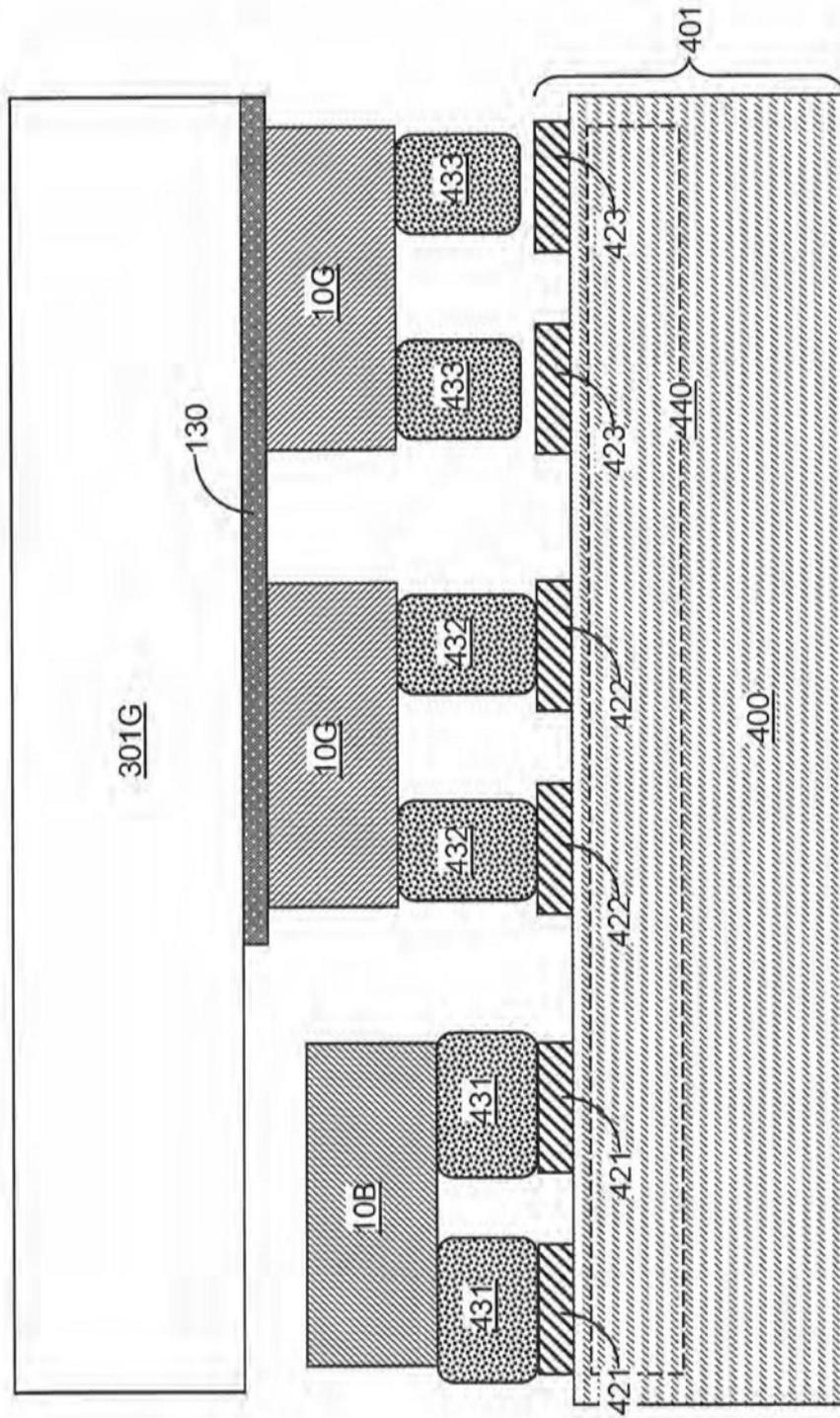


图33G

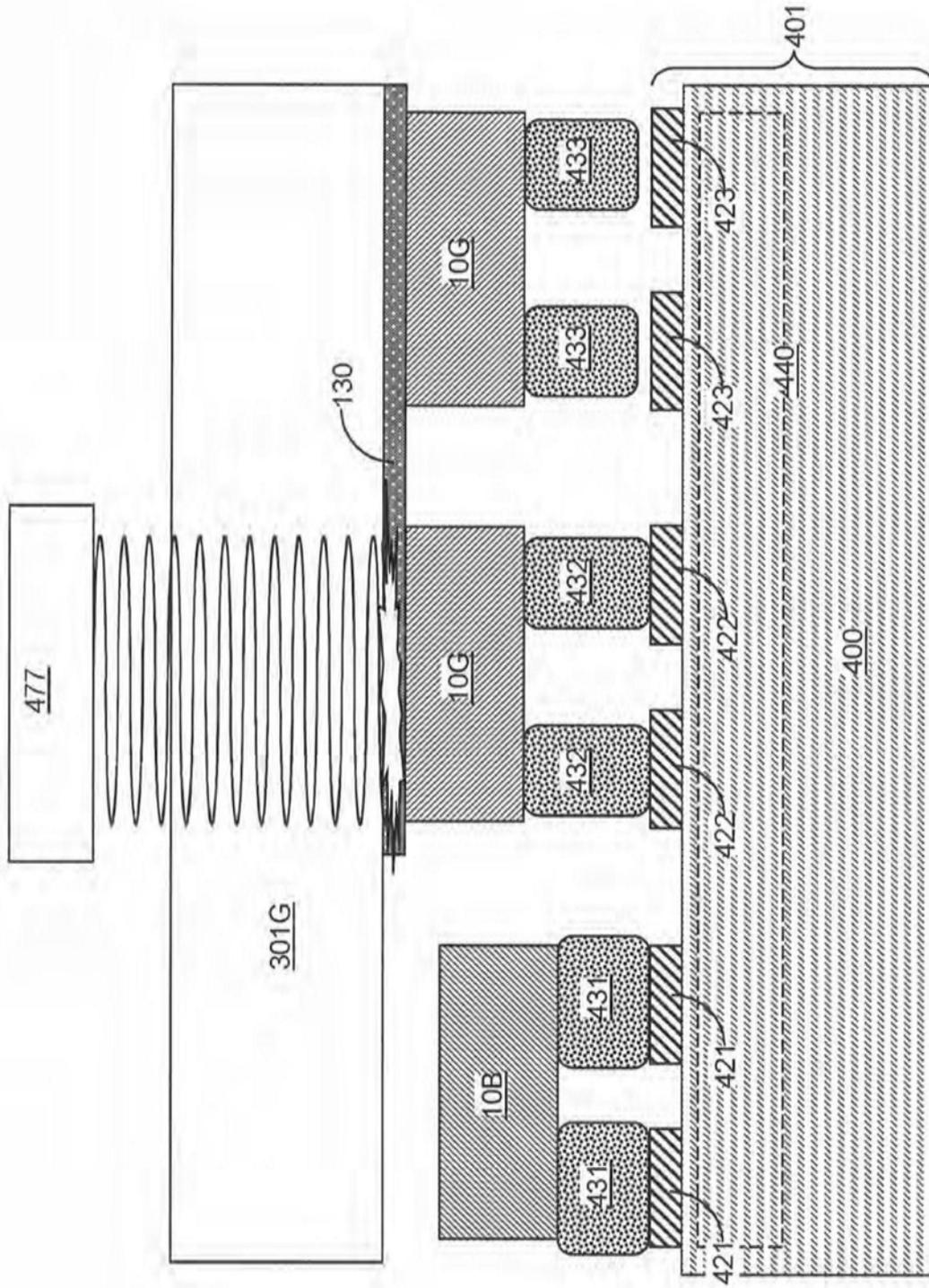


图33H

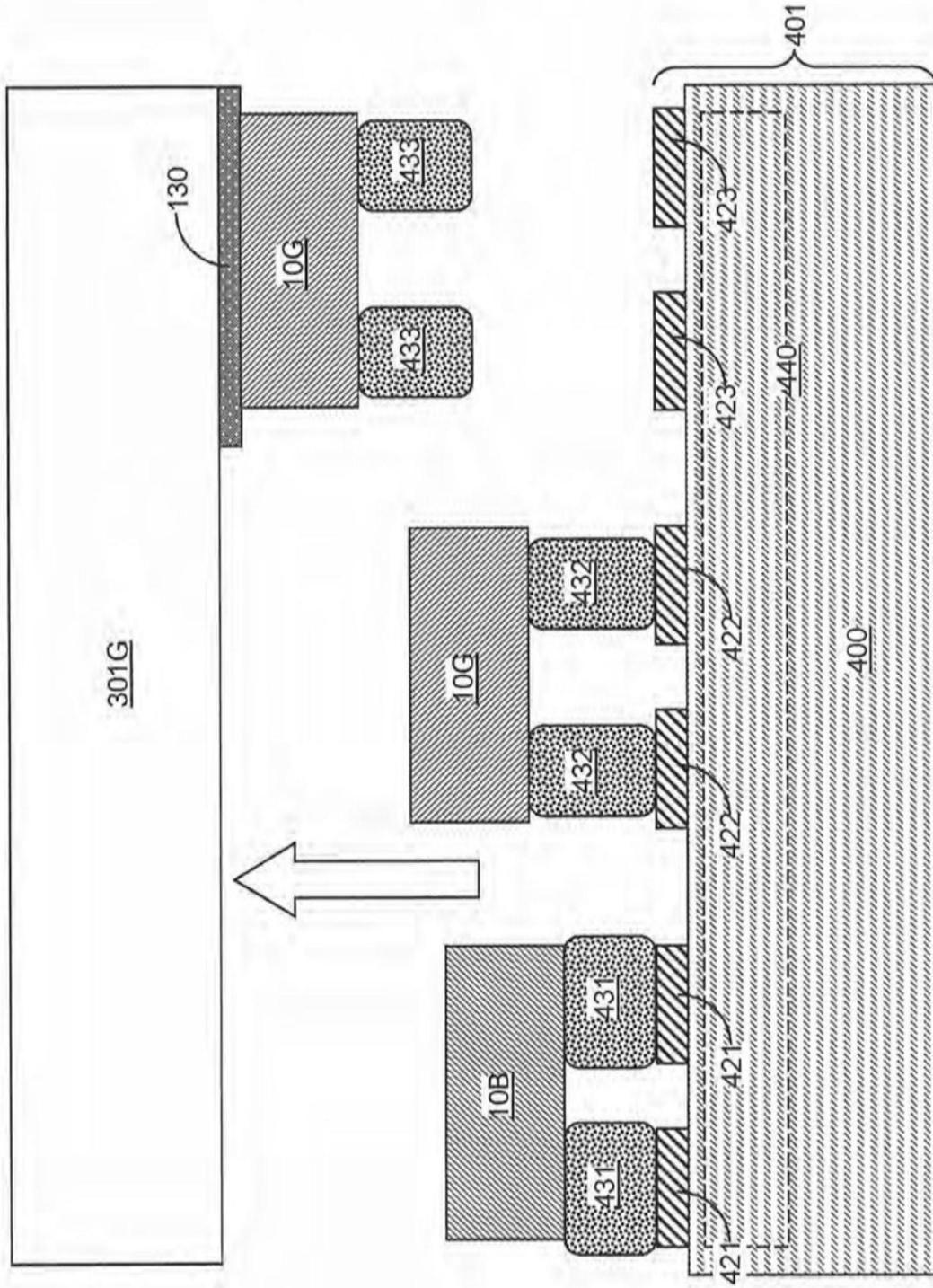


图33I

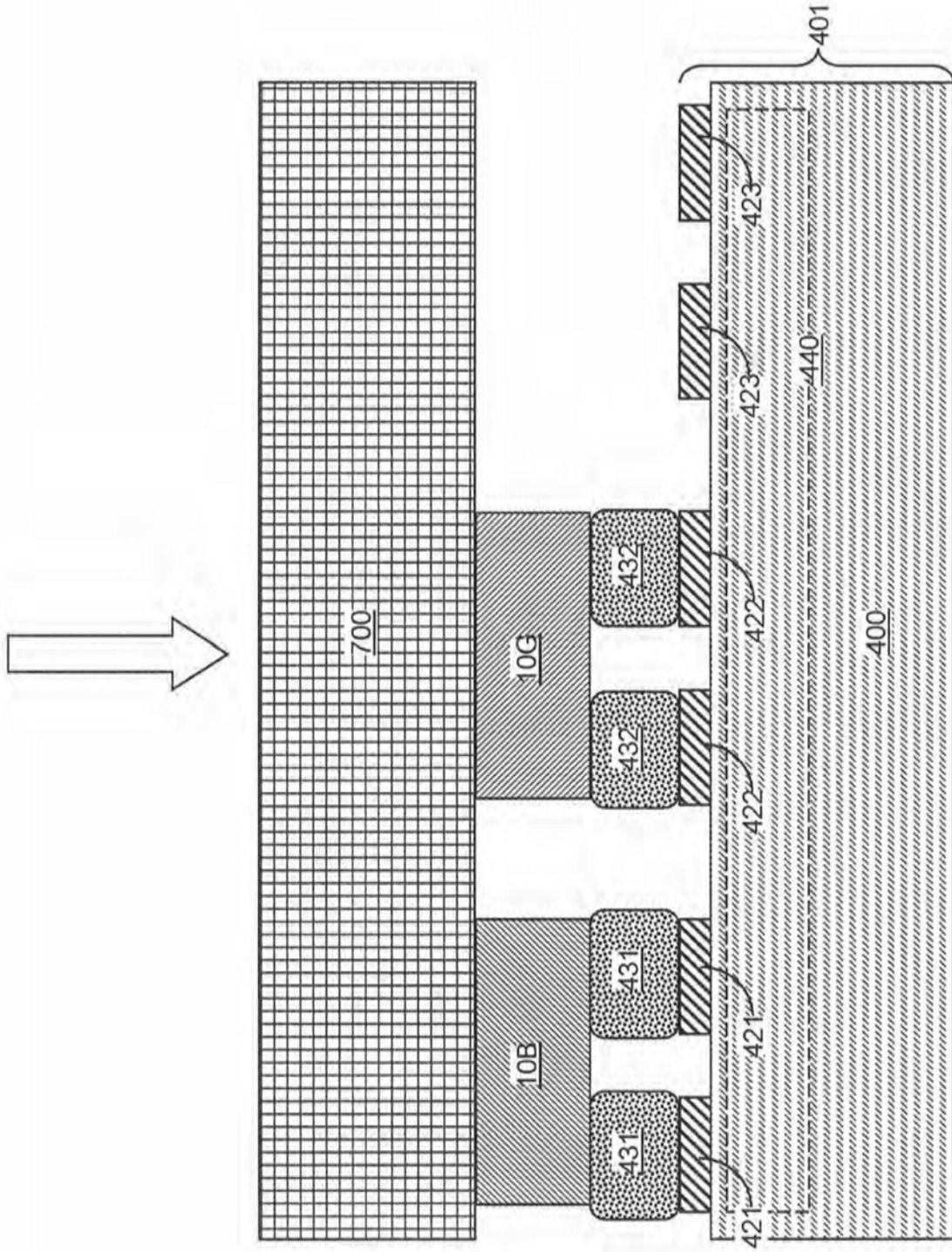


图33J

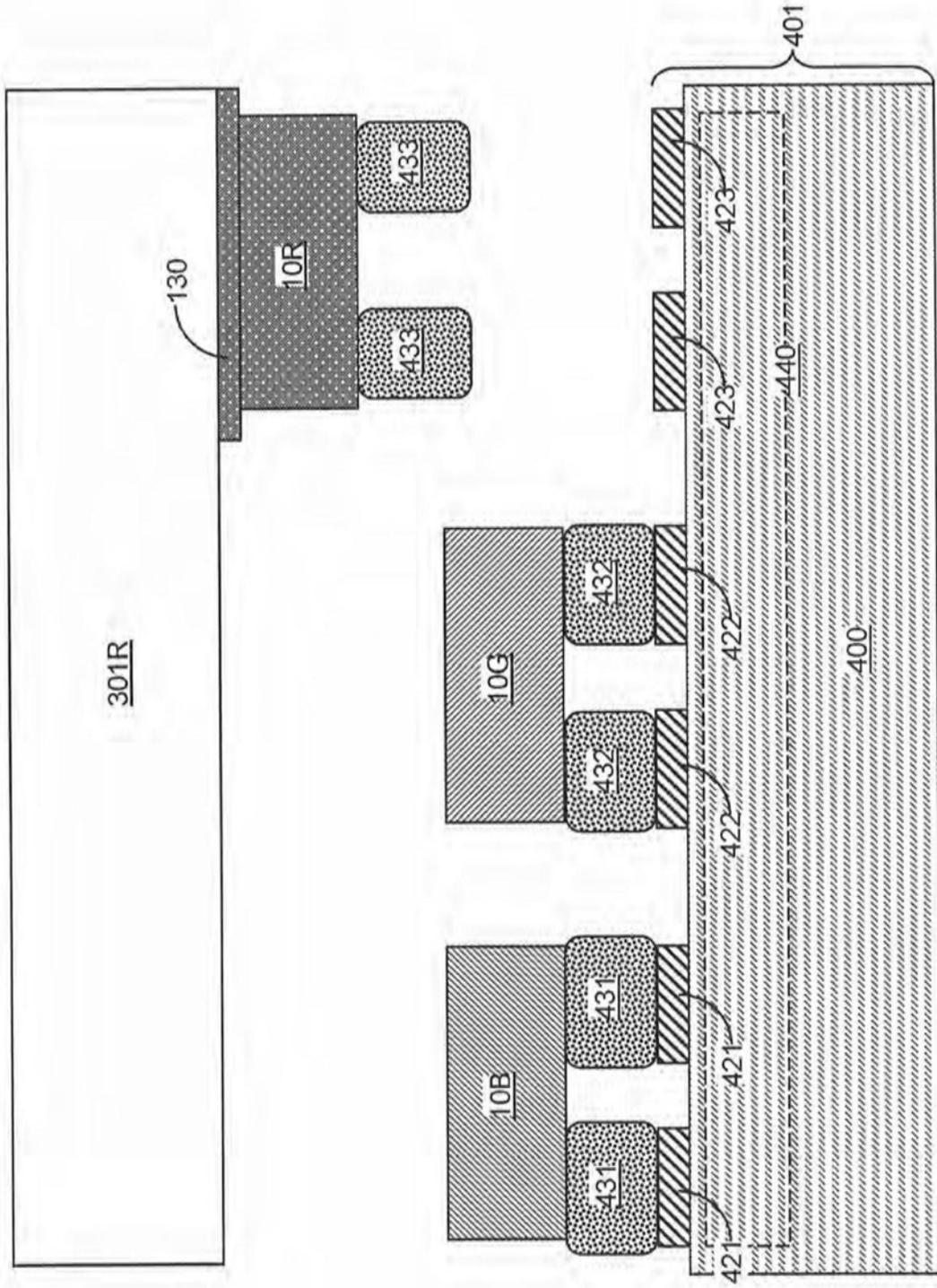


图33K

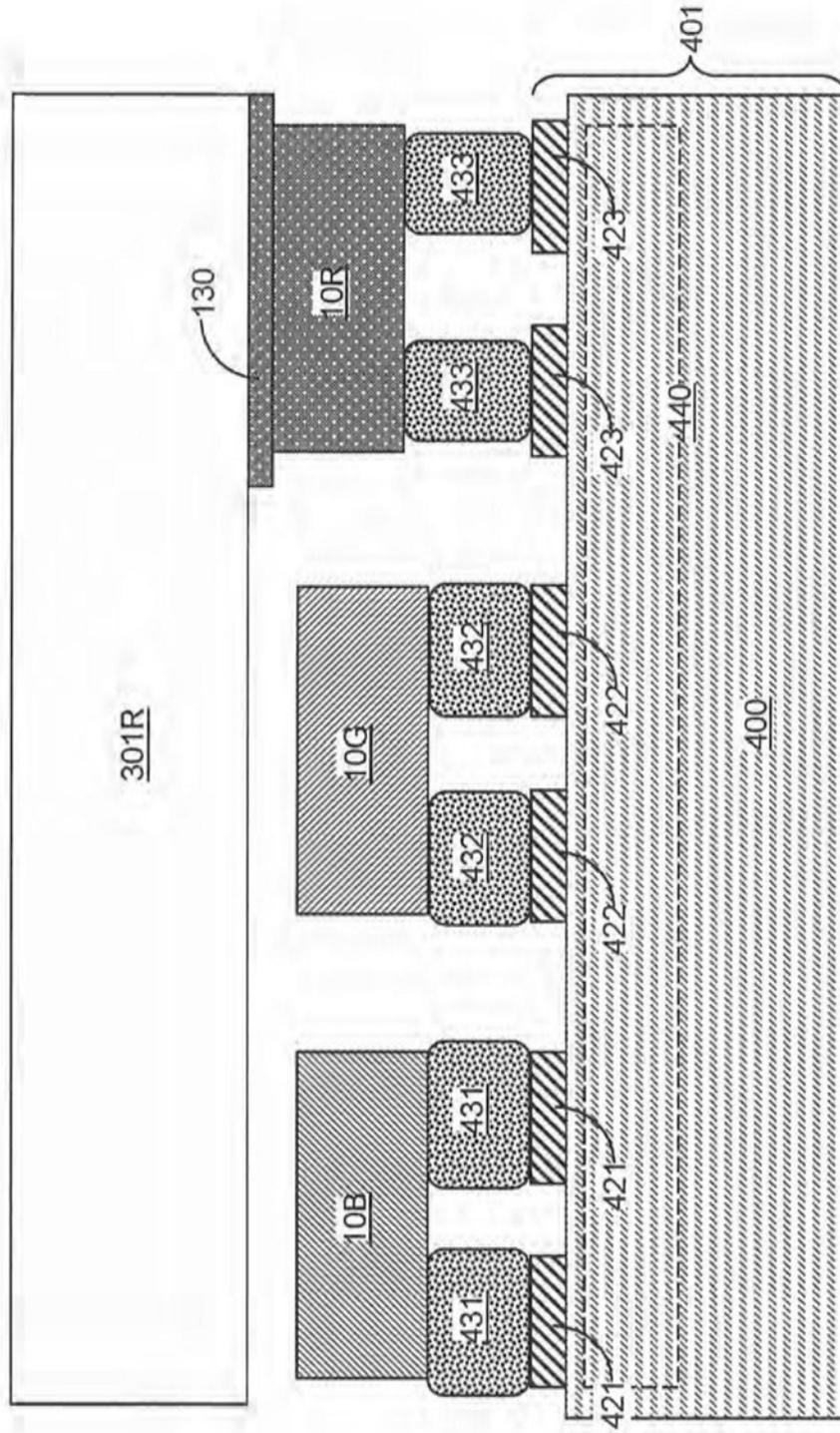


图33L

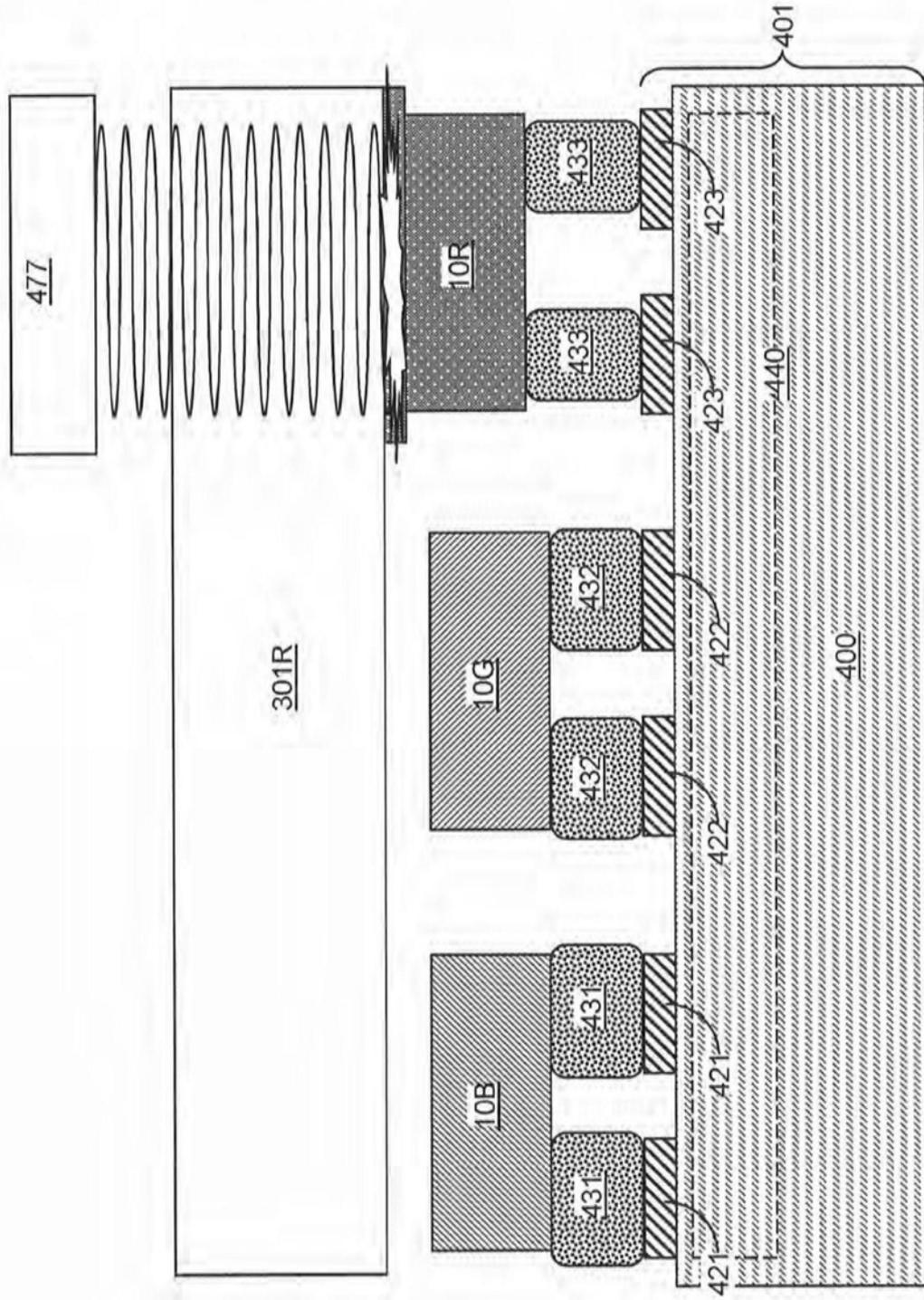


图33M

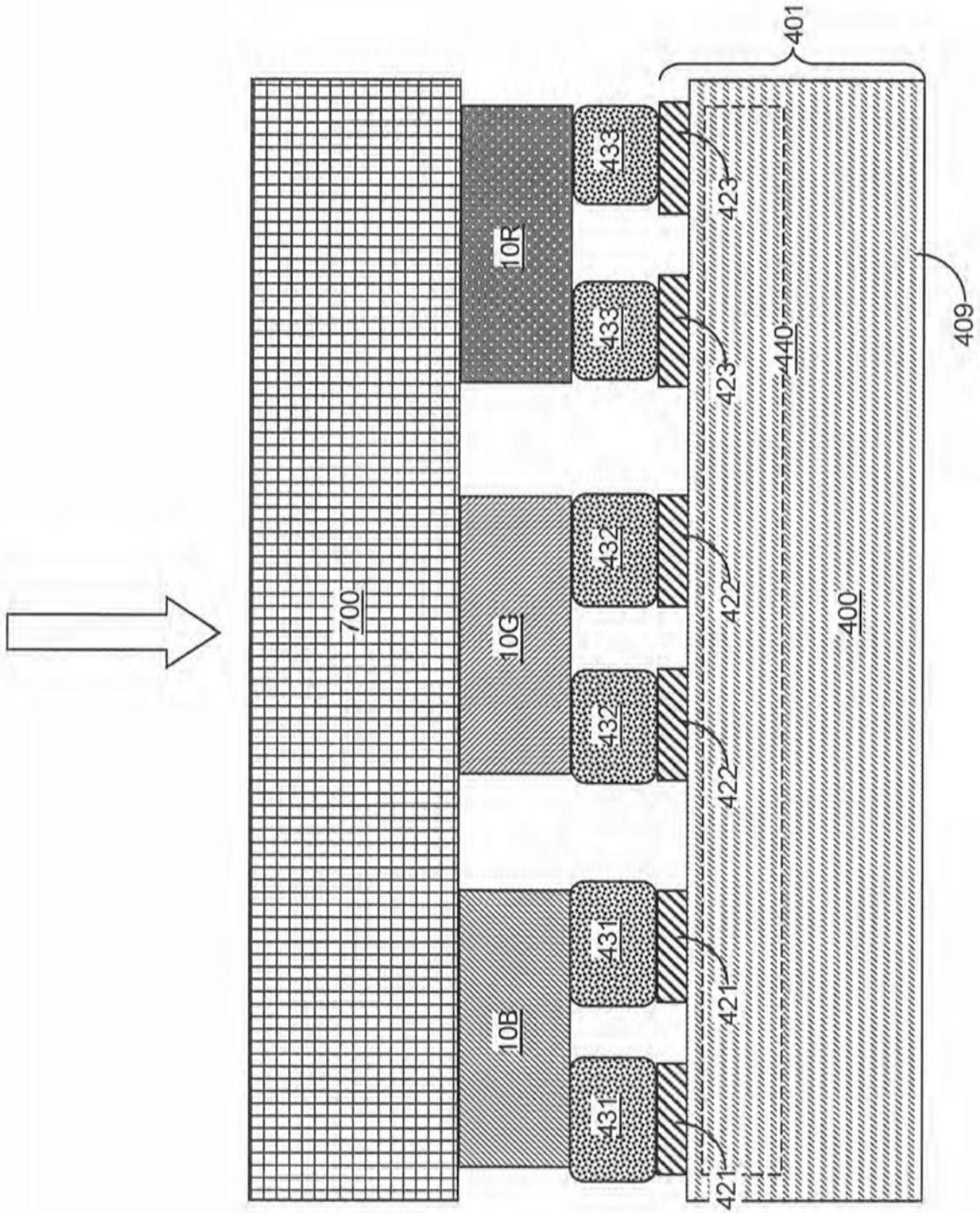


图33N

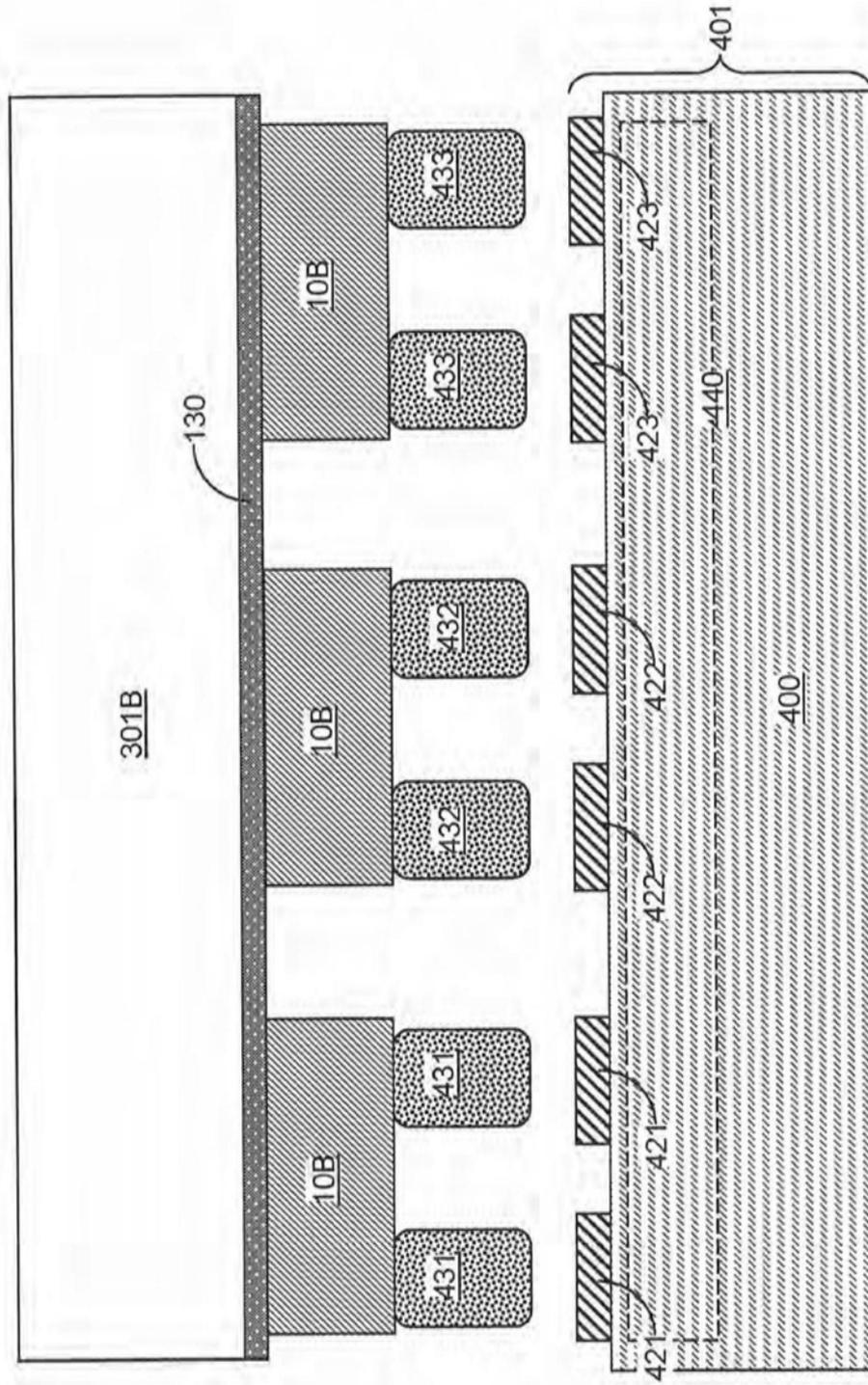


图34A

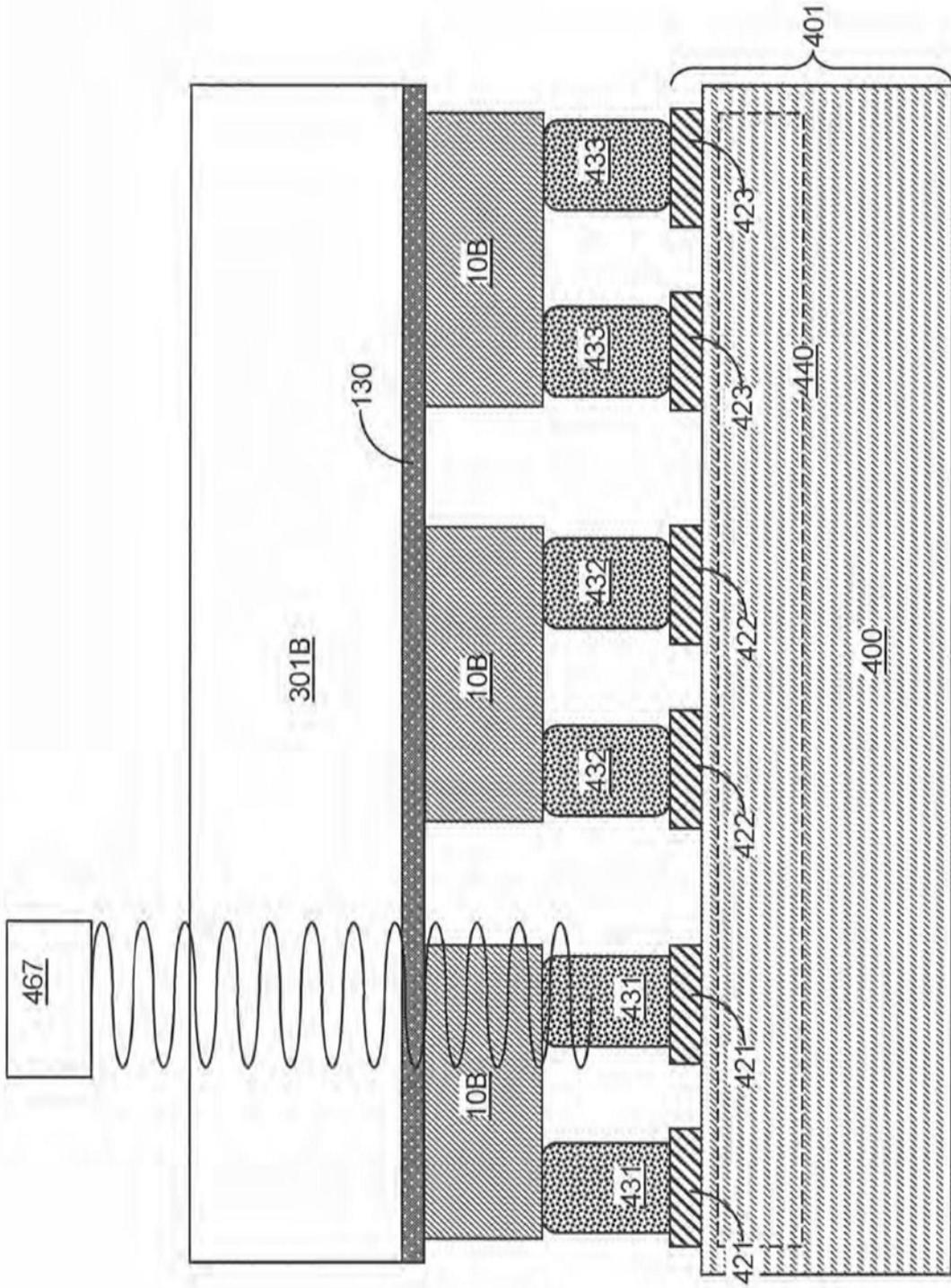


图34B

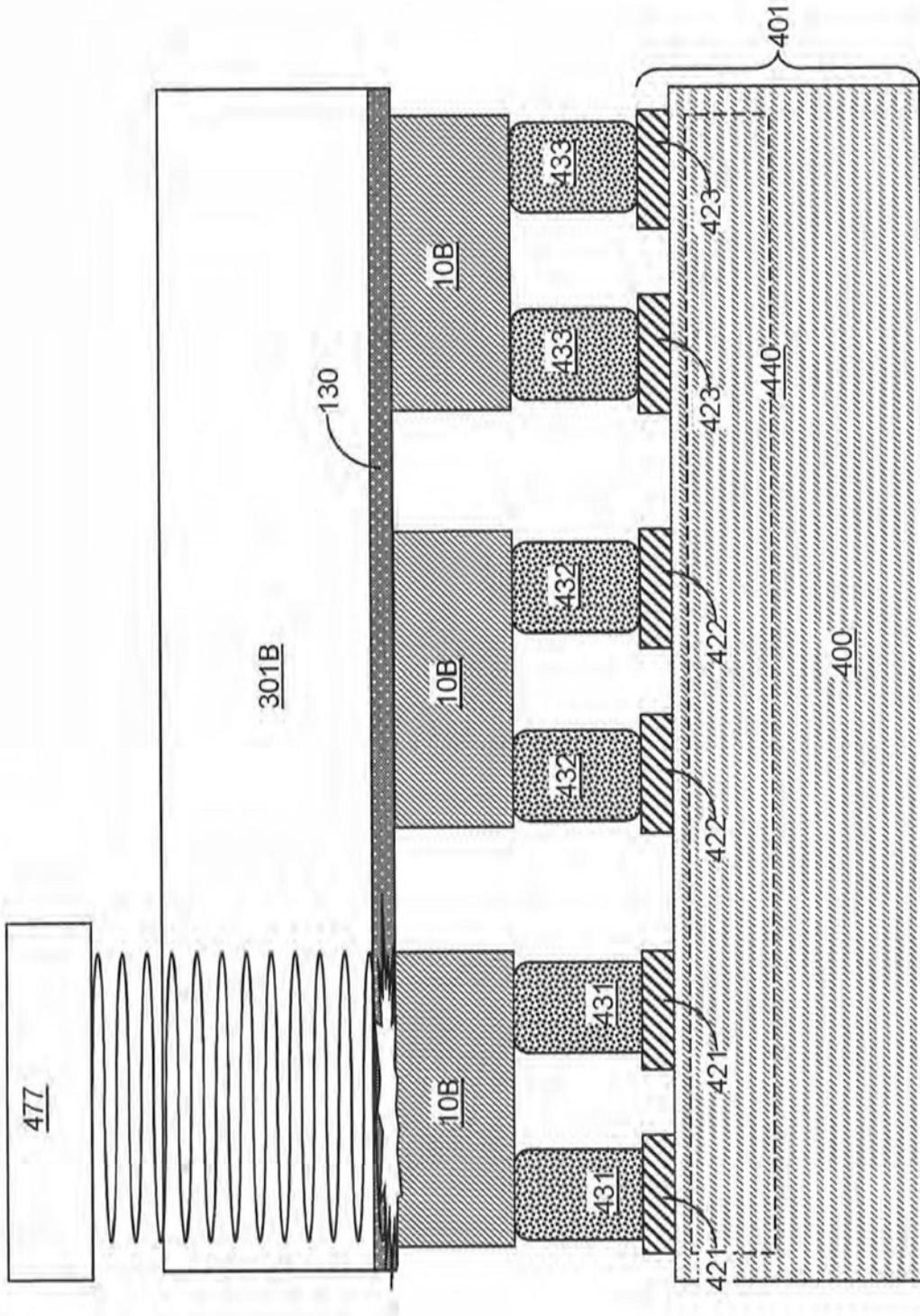


图34C

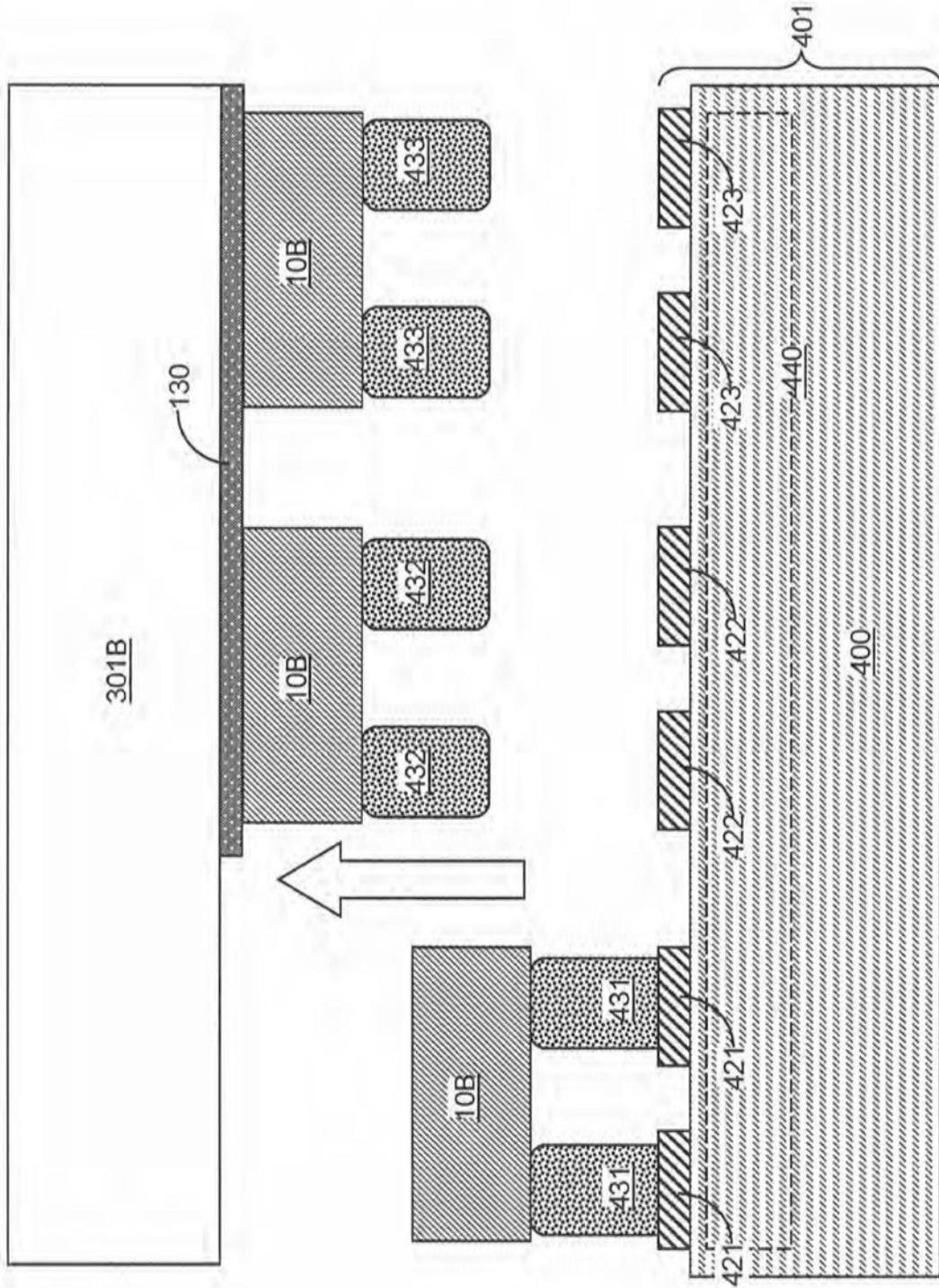


图34D

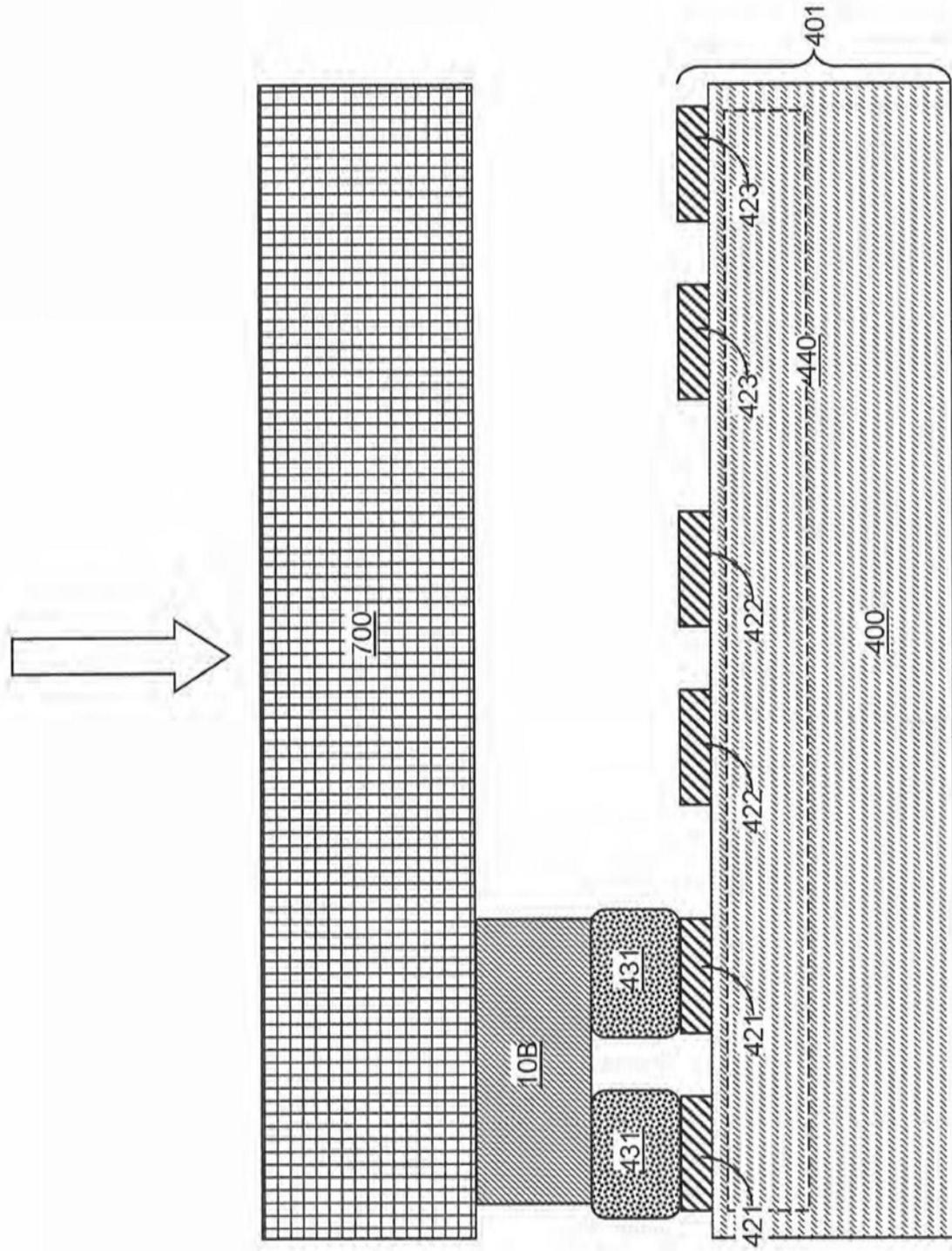


图34E

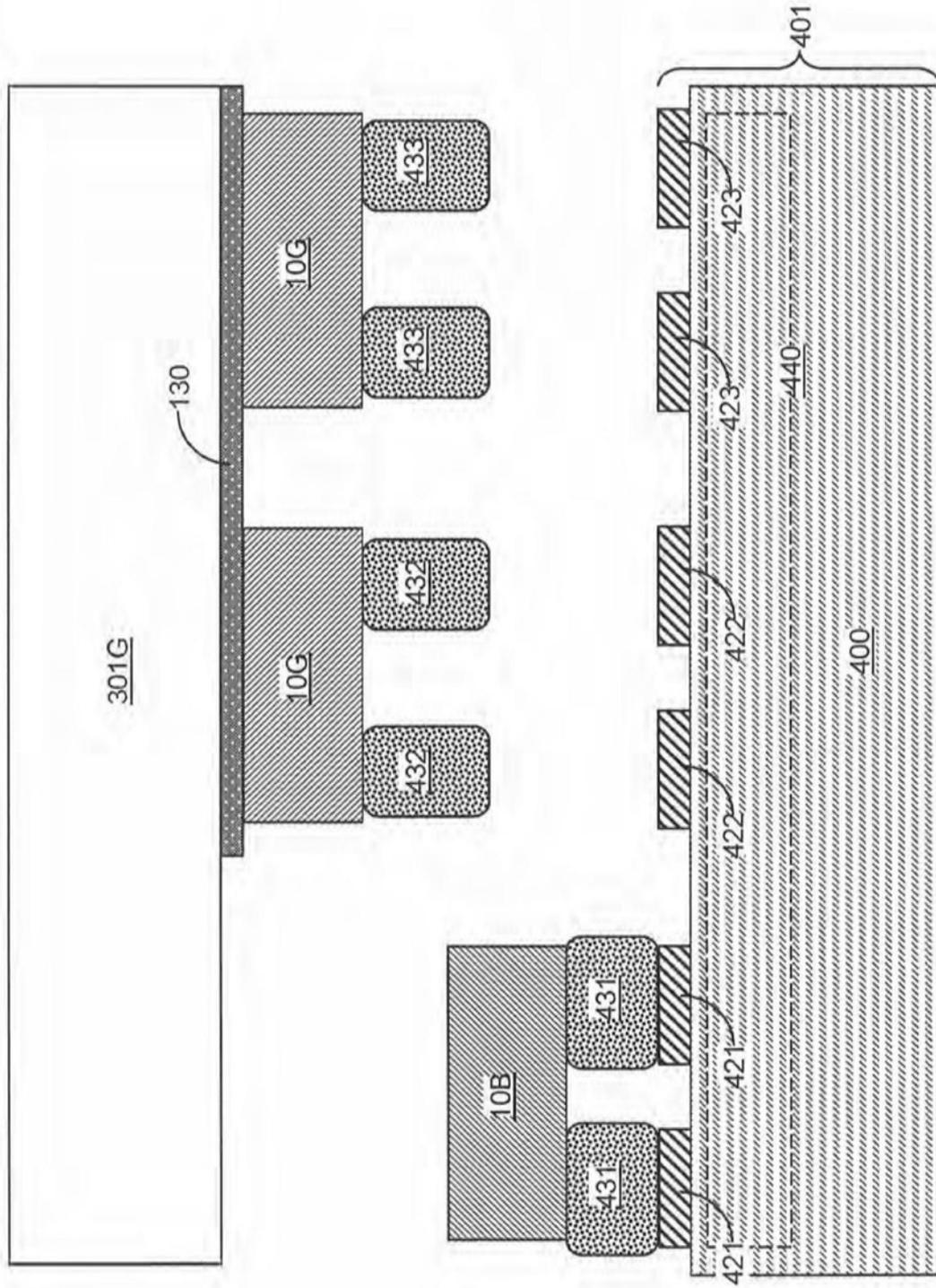


图34F

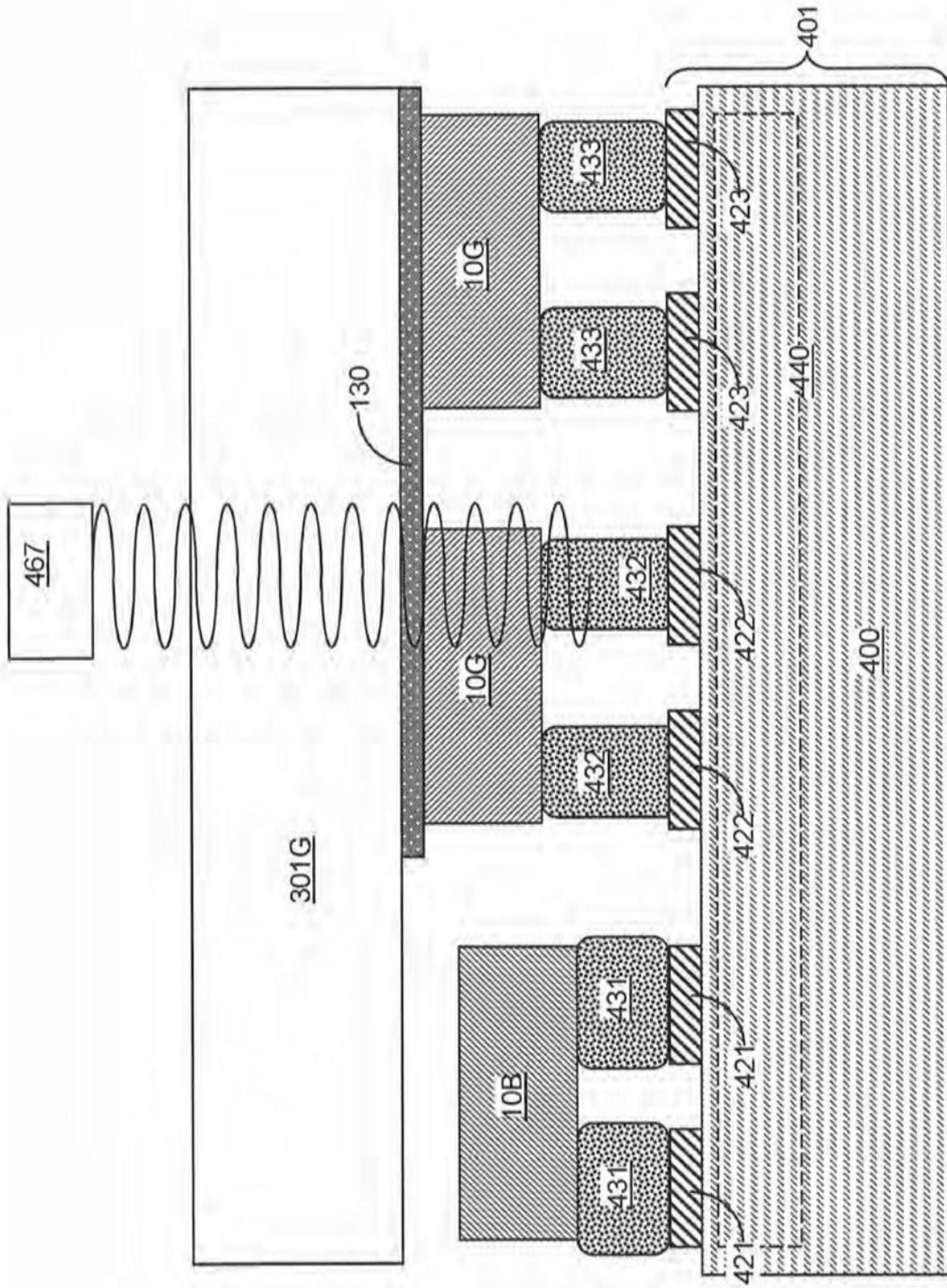


图34G

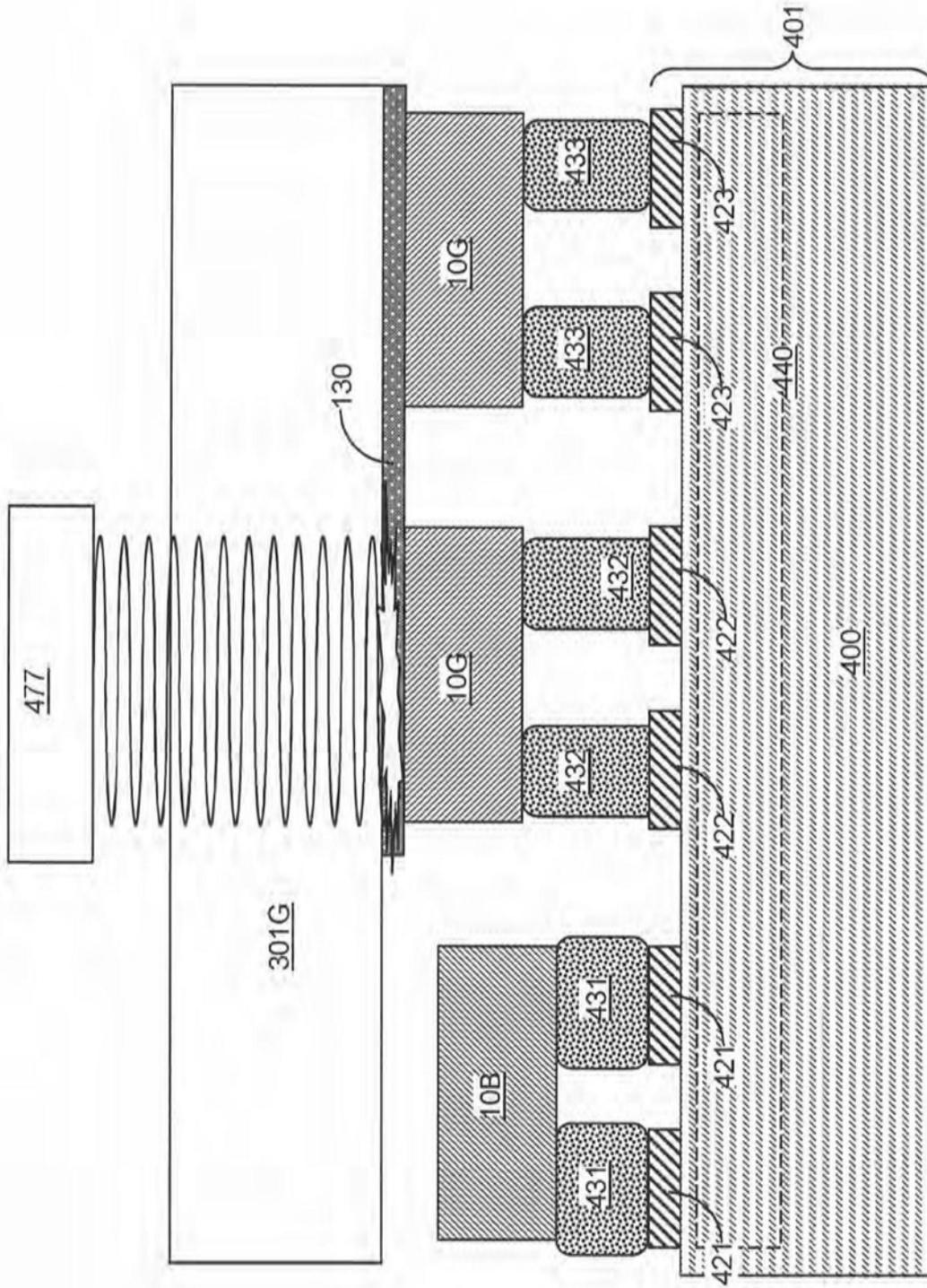


图34H

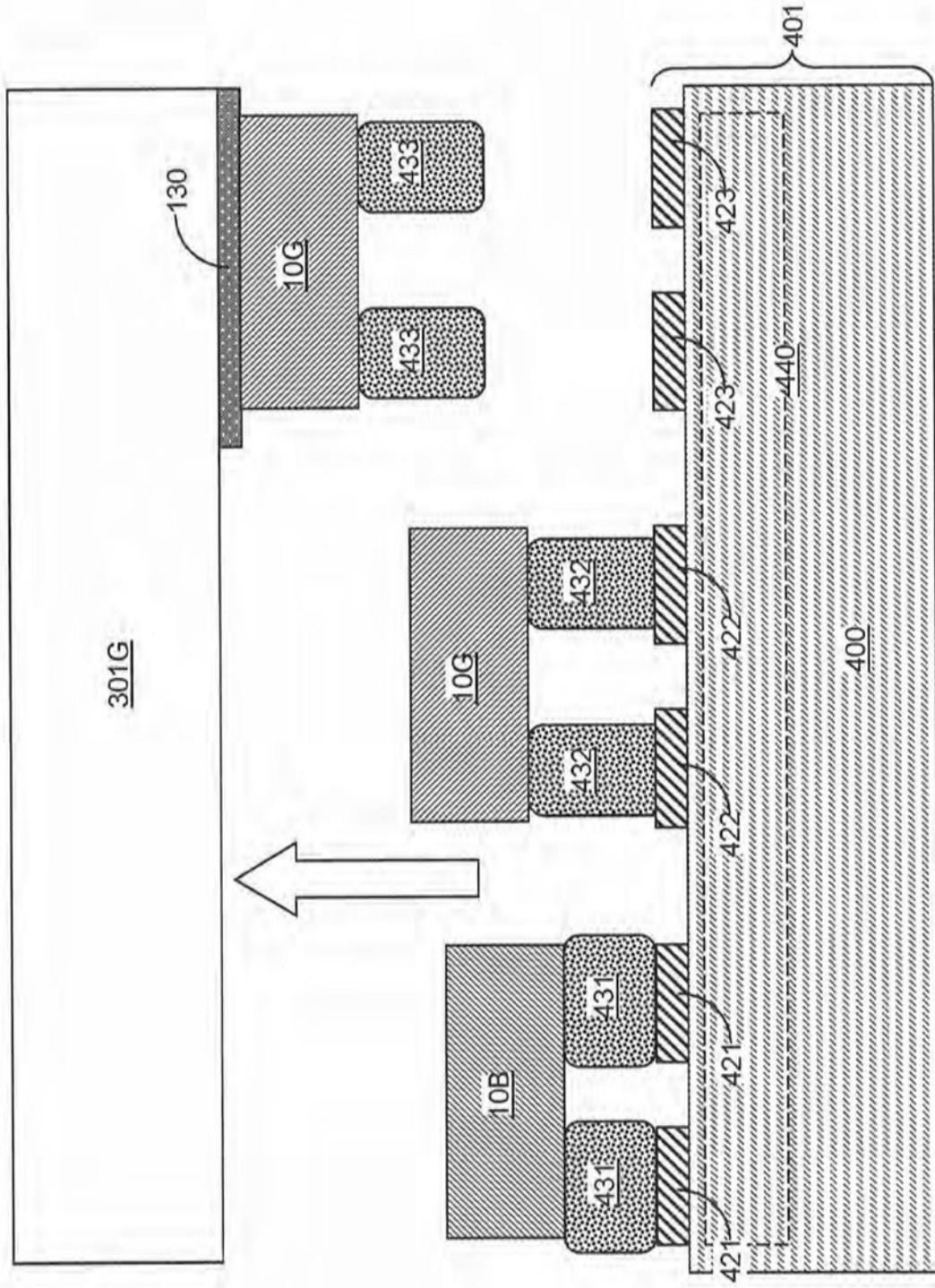


图34I

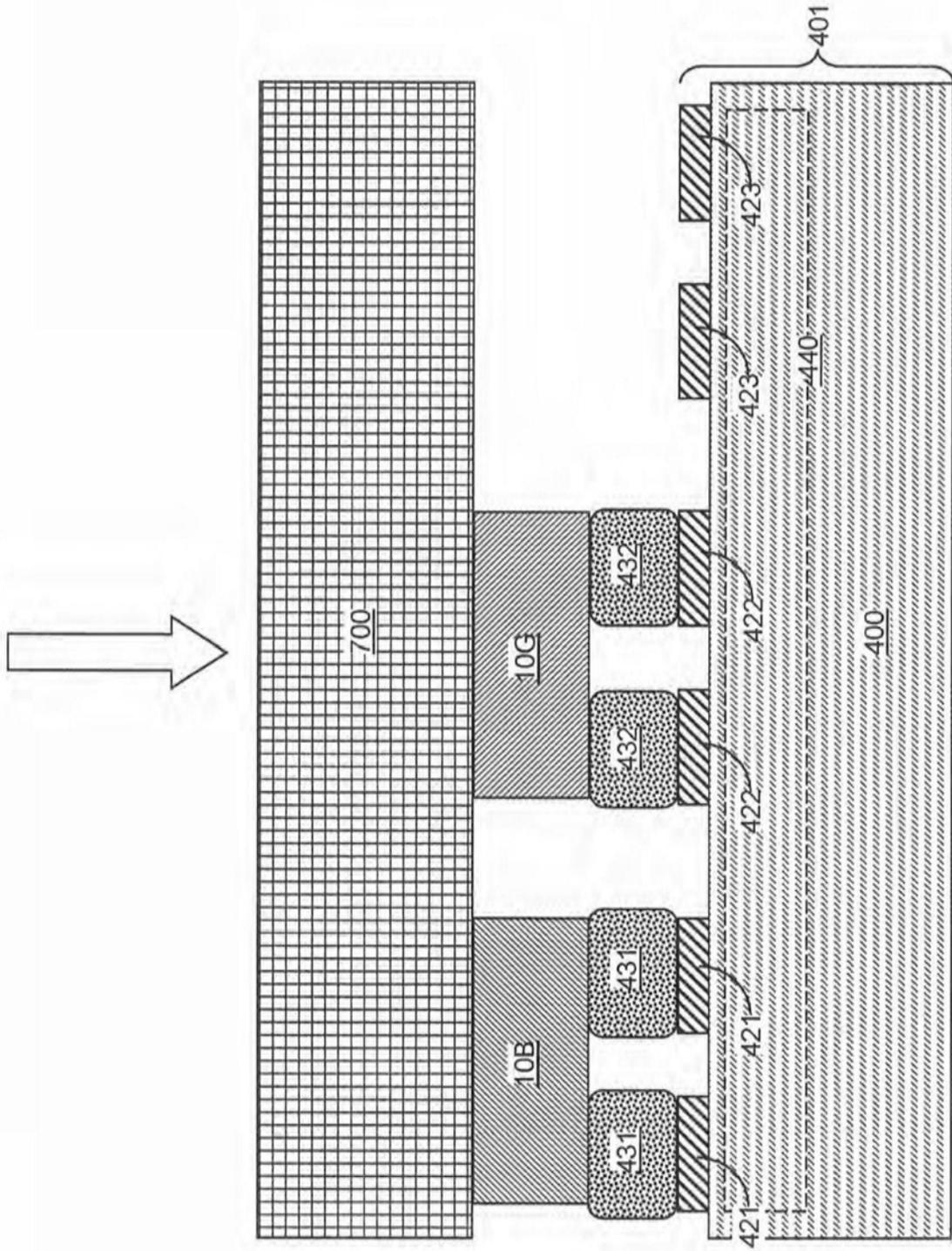


图34J

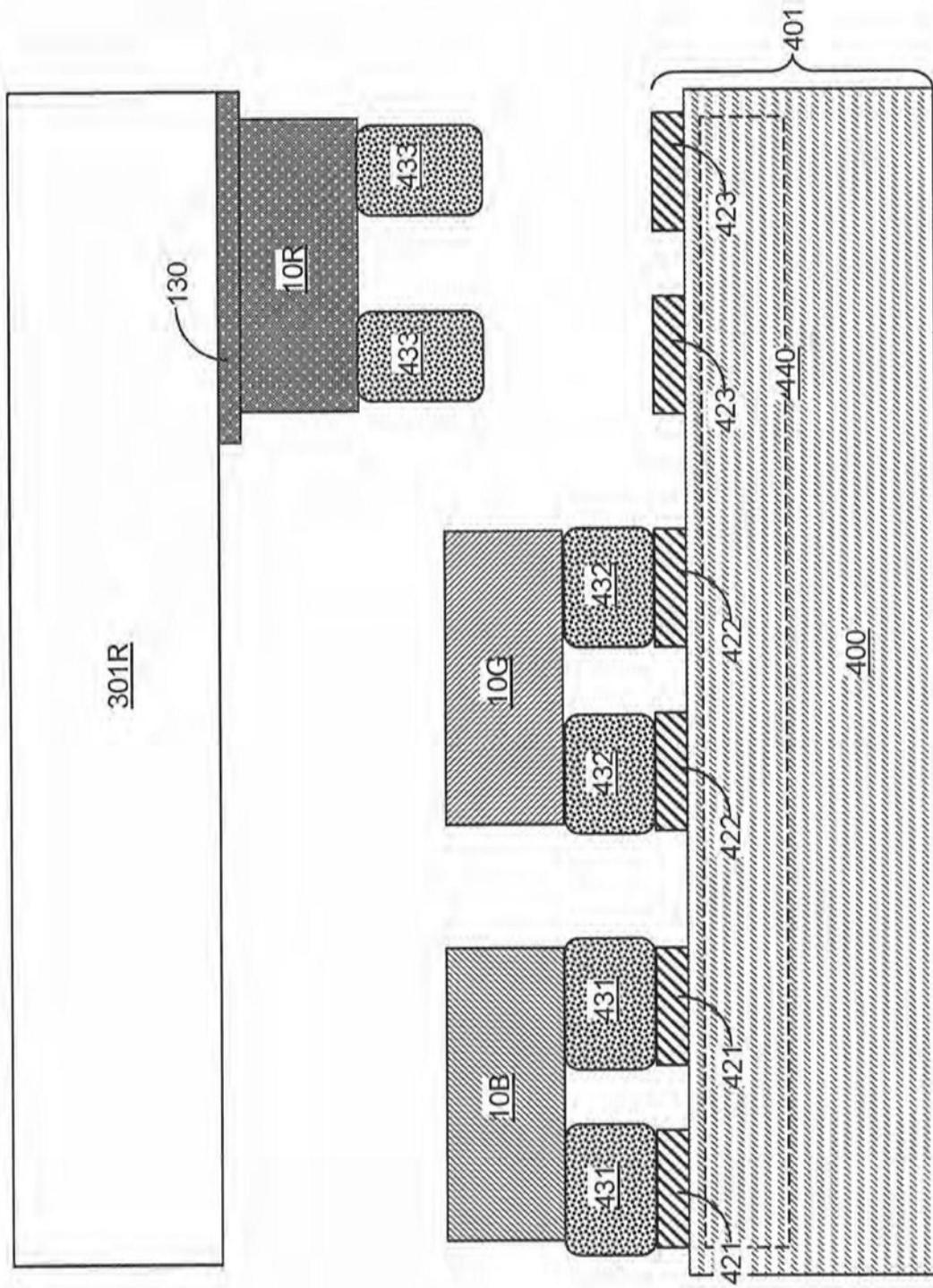


图34K

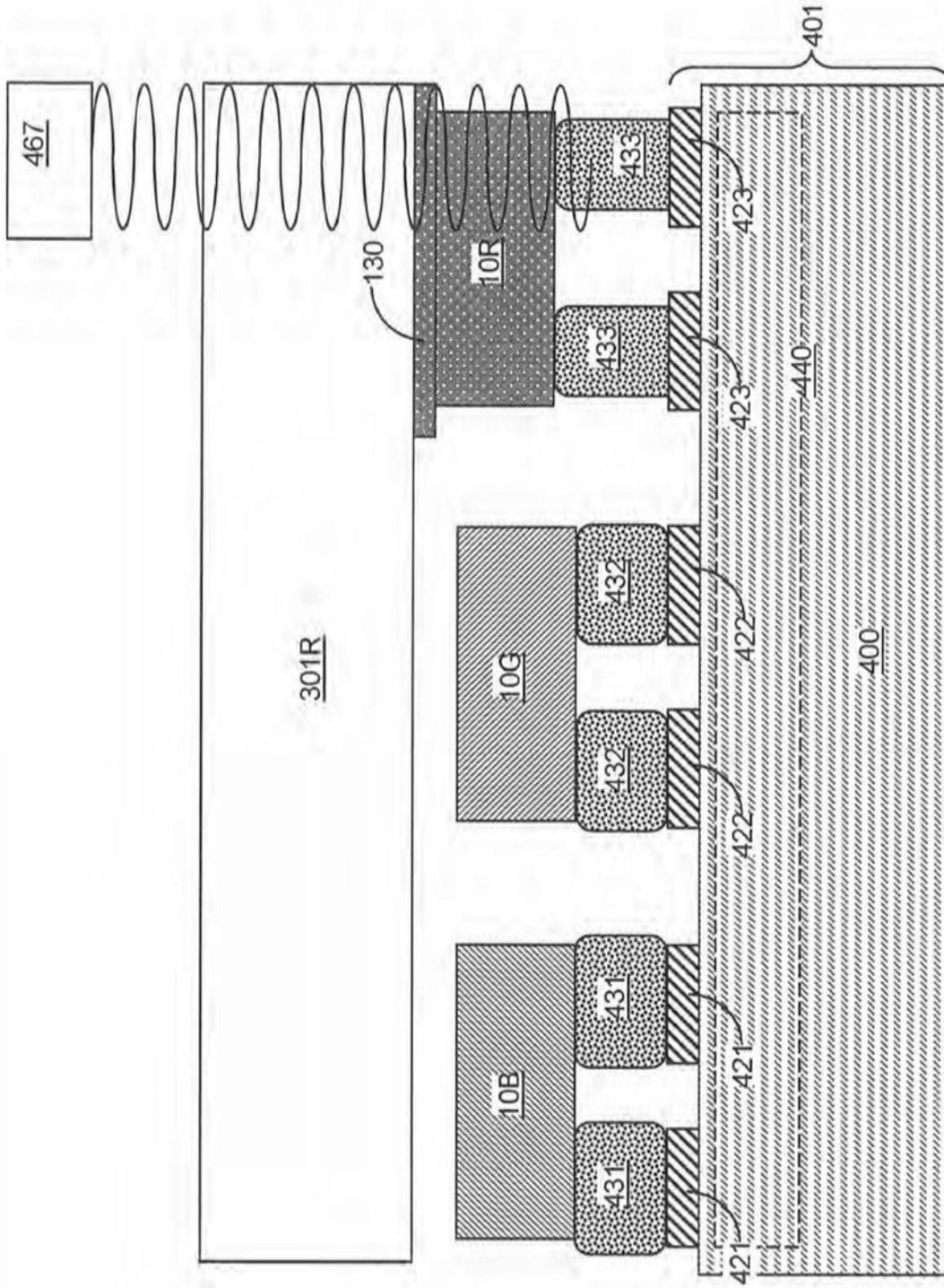


图34L

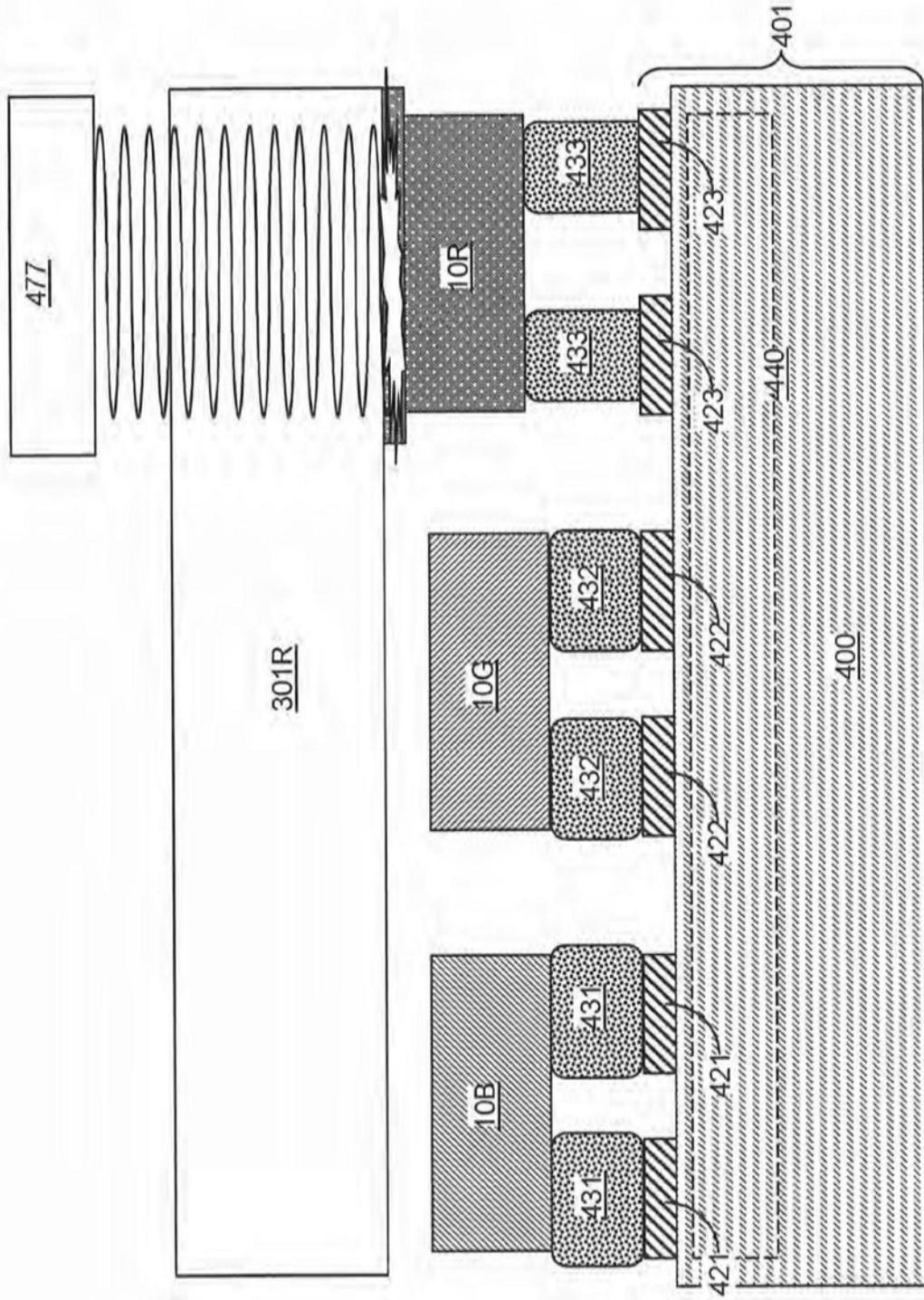


图34M

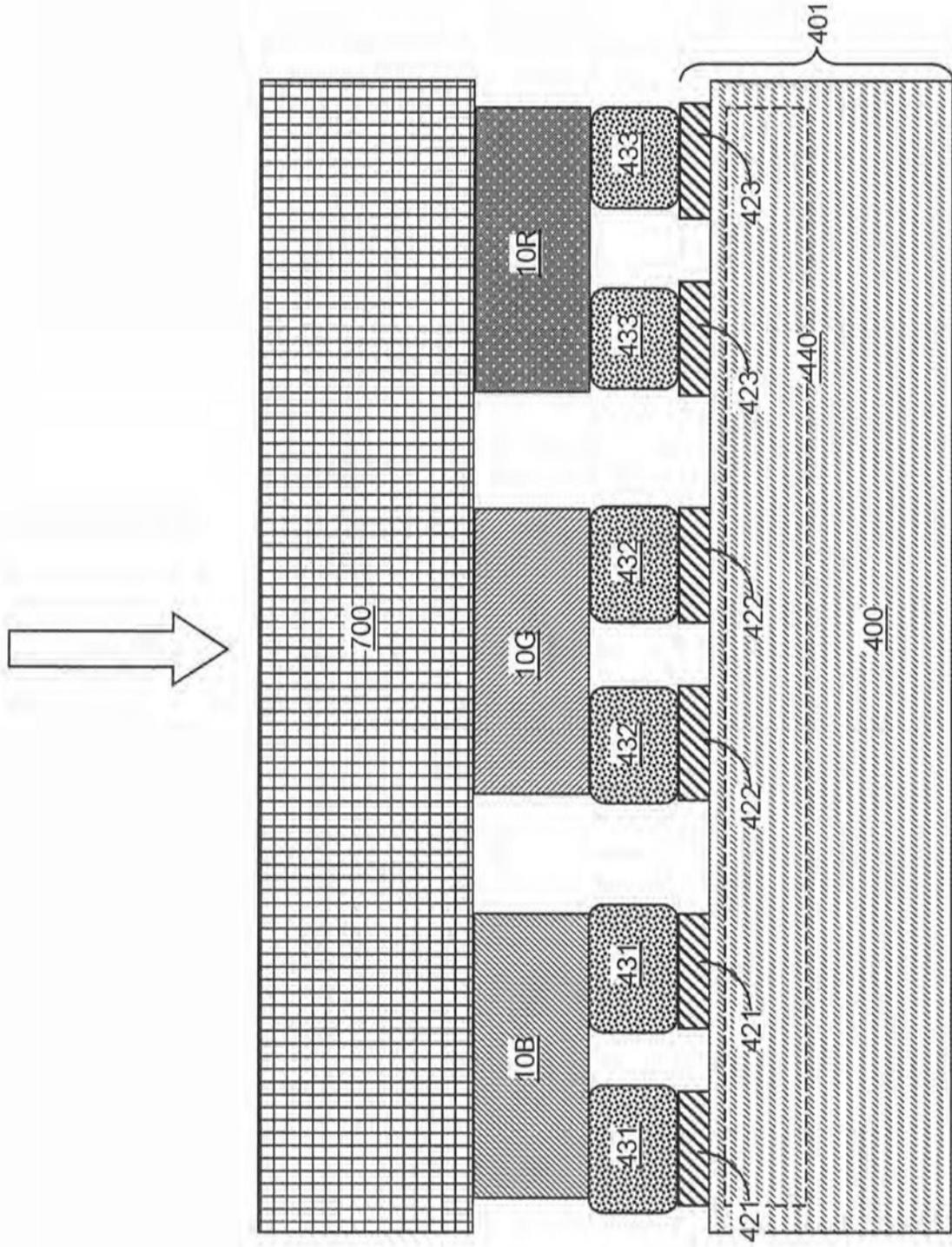


图34N

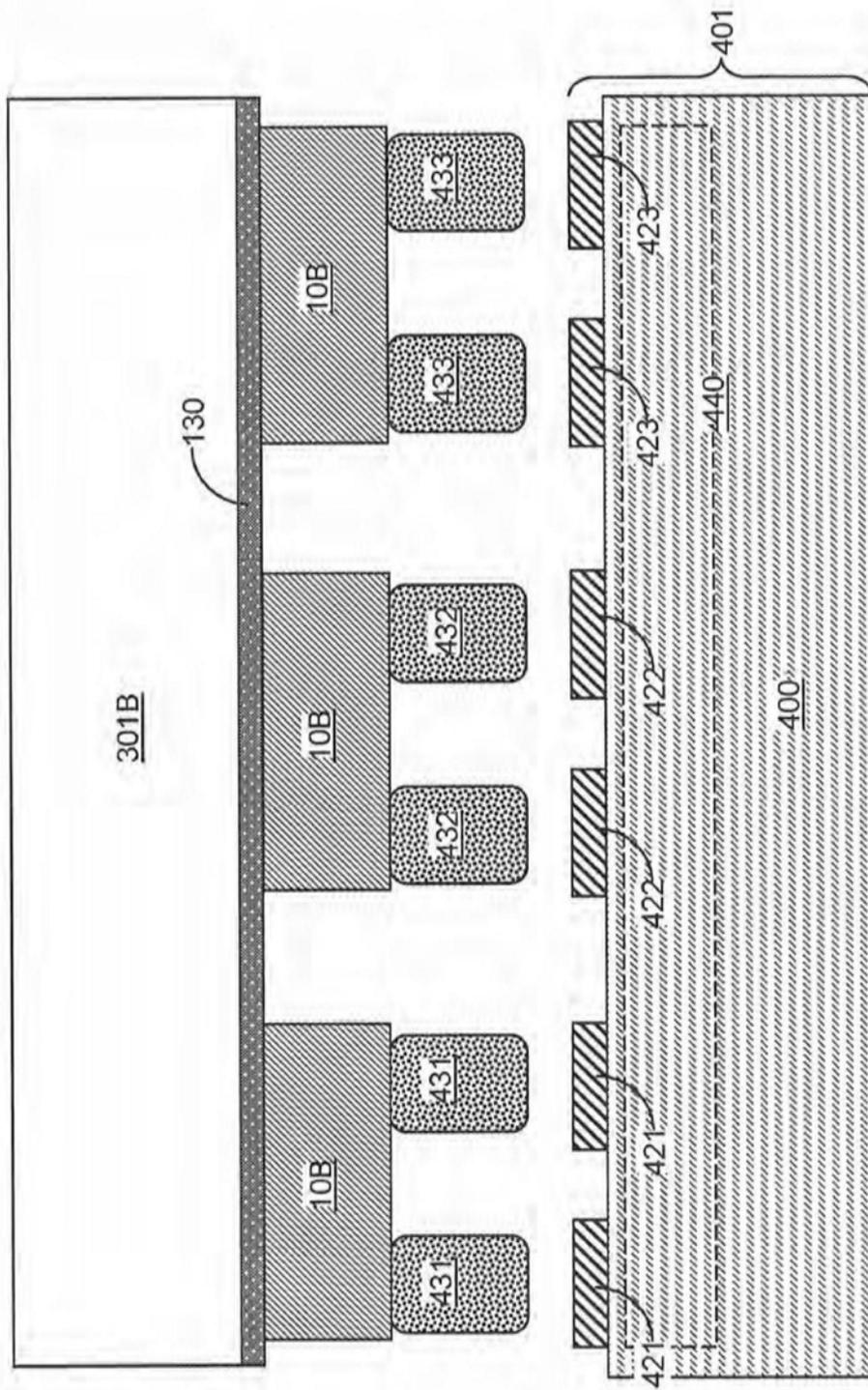


图35A

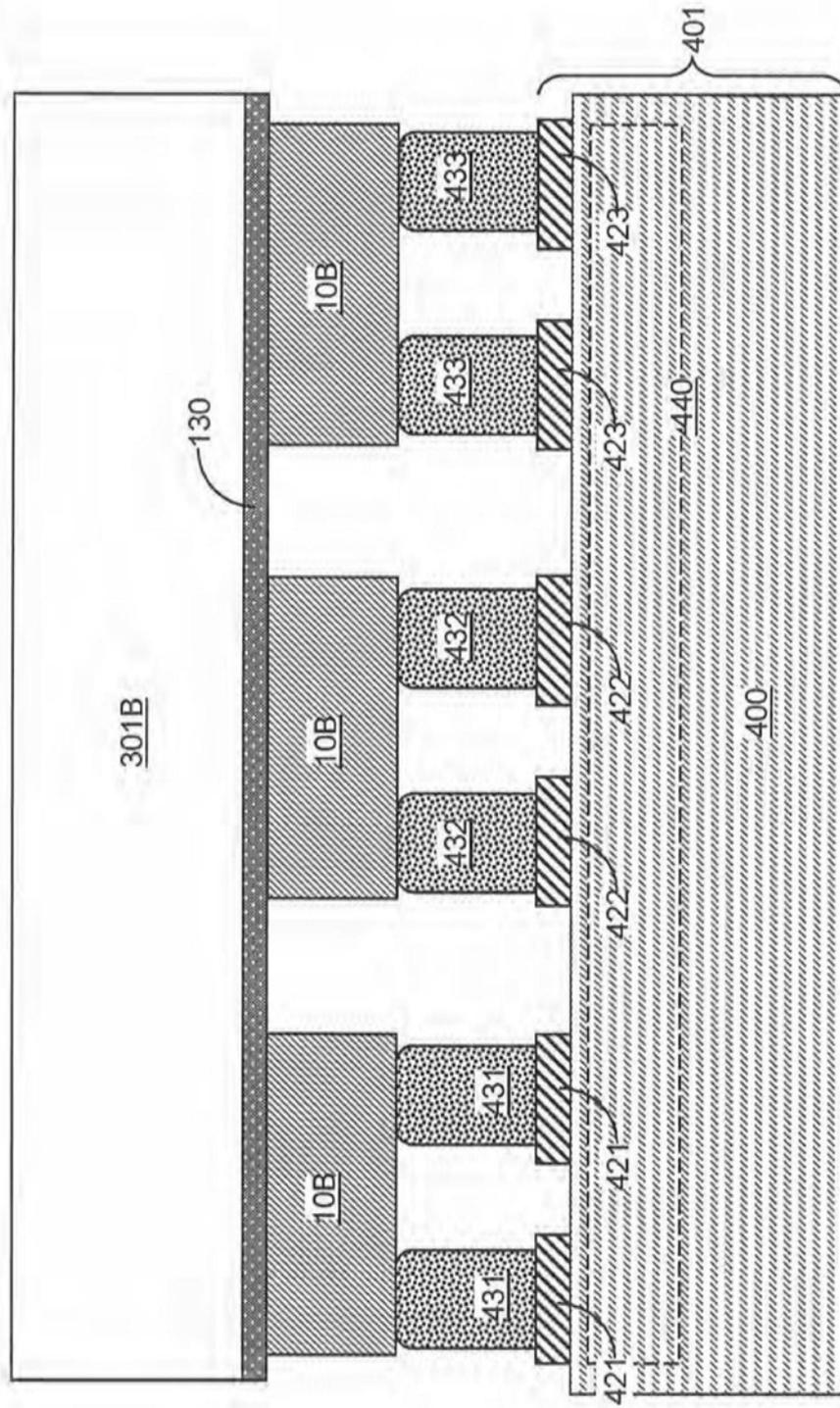


图35B

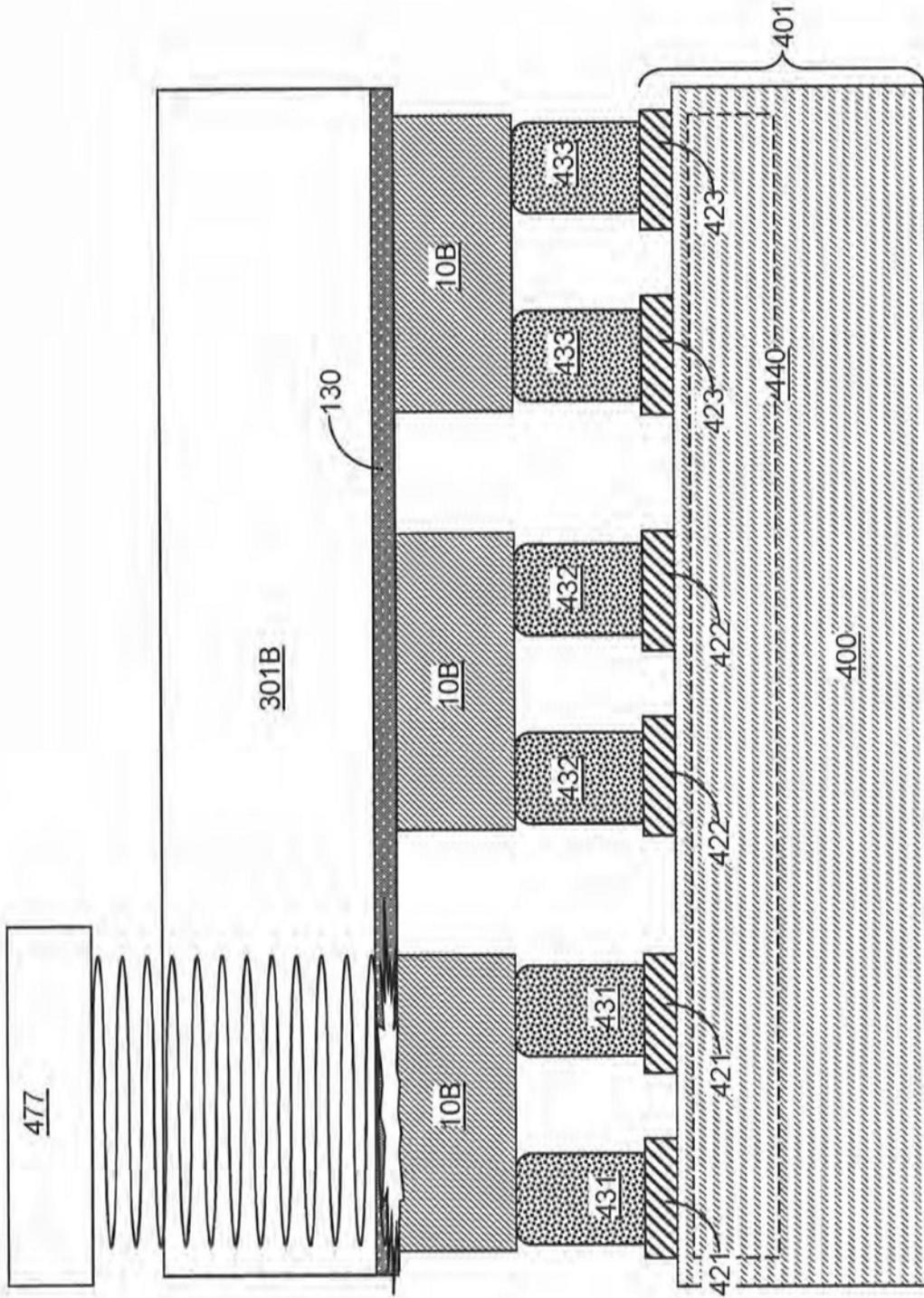


图35C

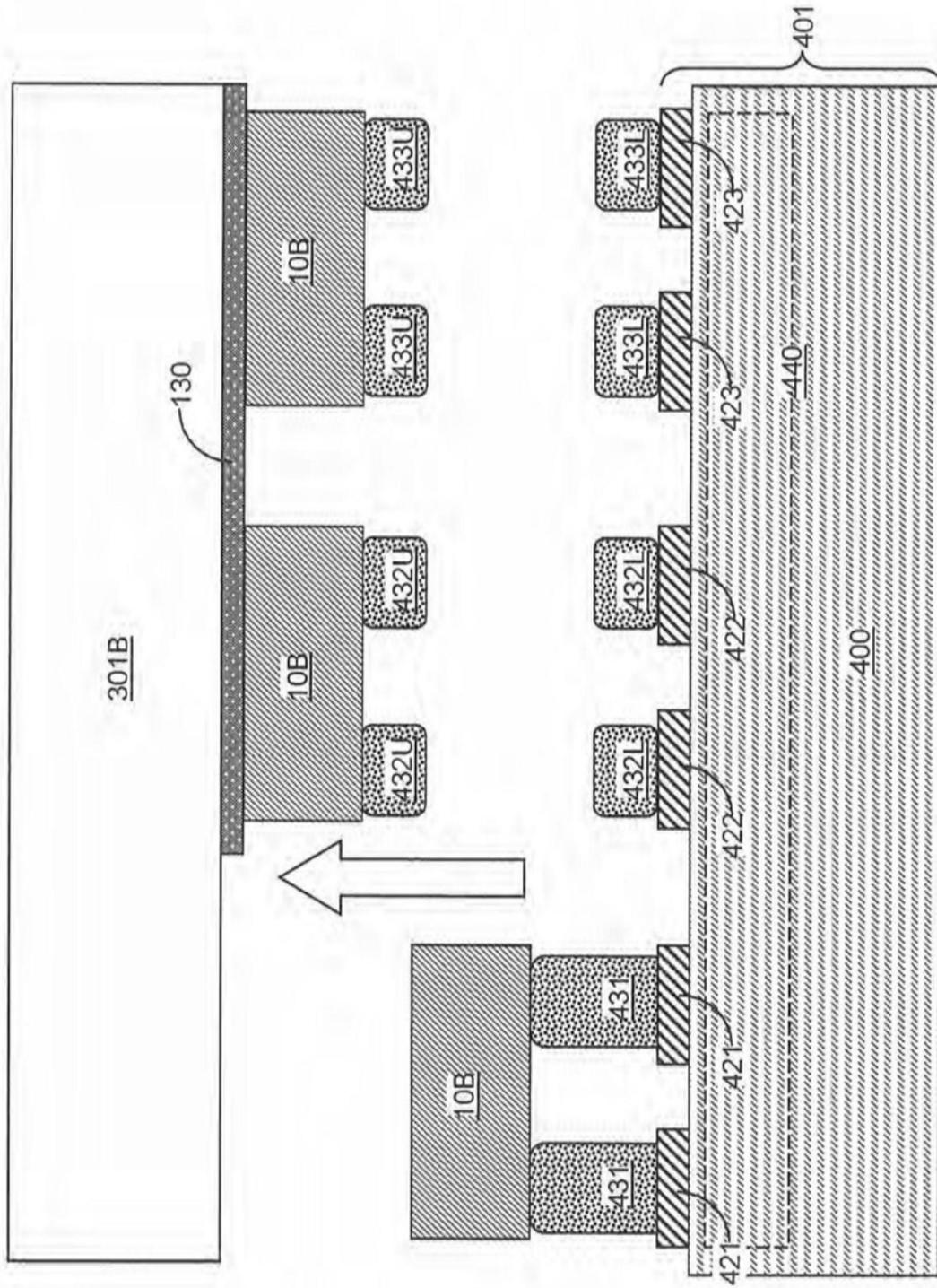


图35D

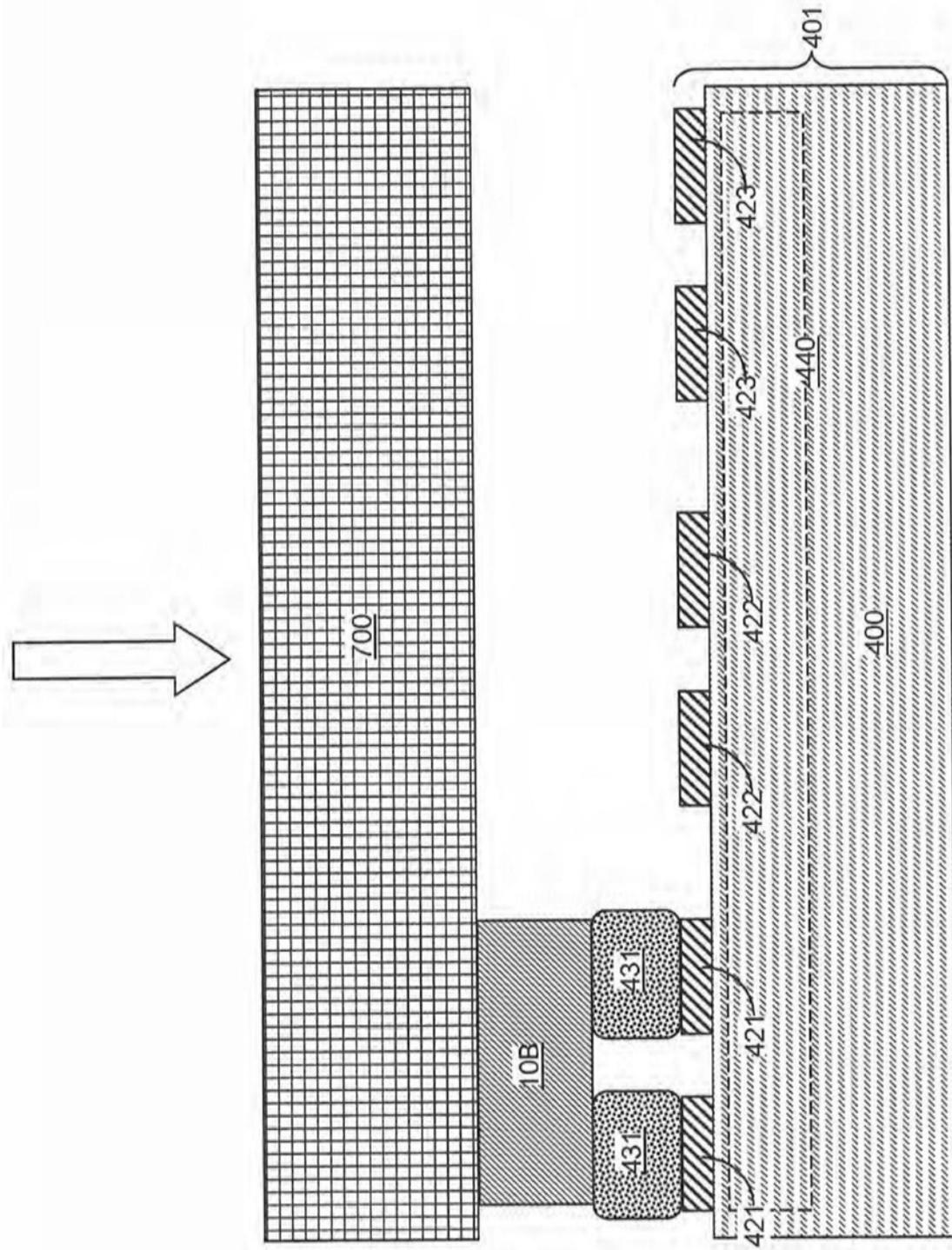


图35E

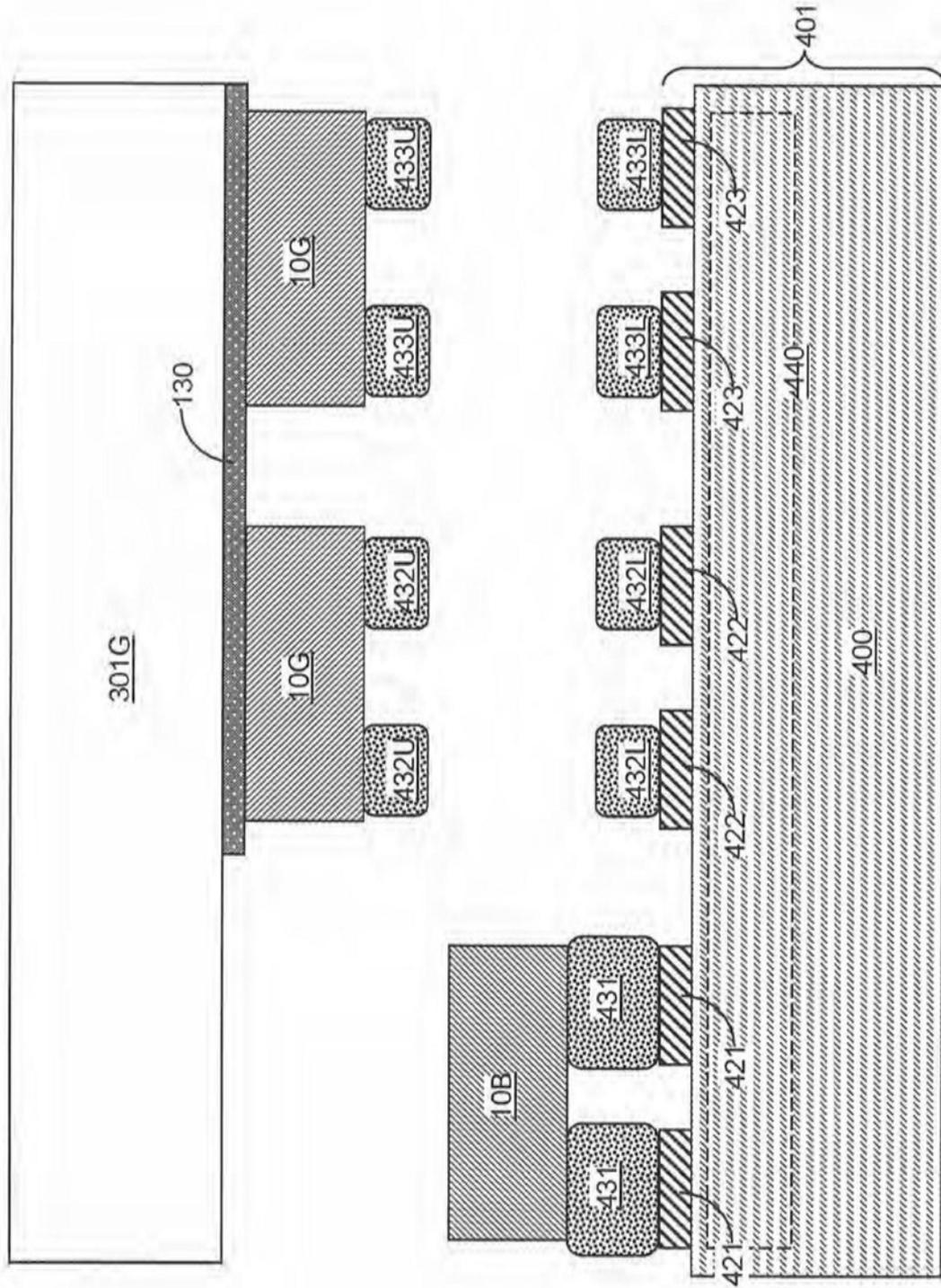


图35F

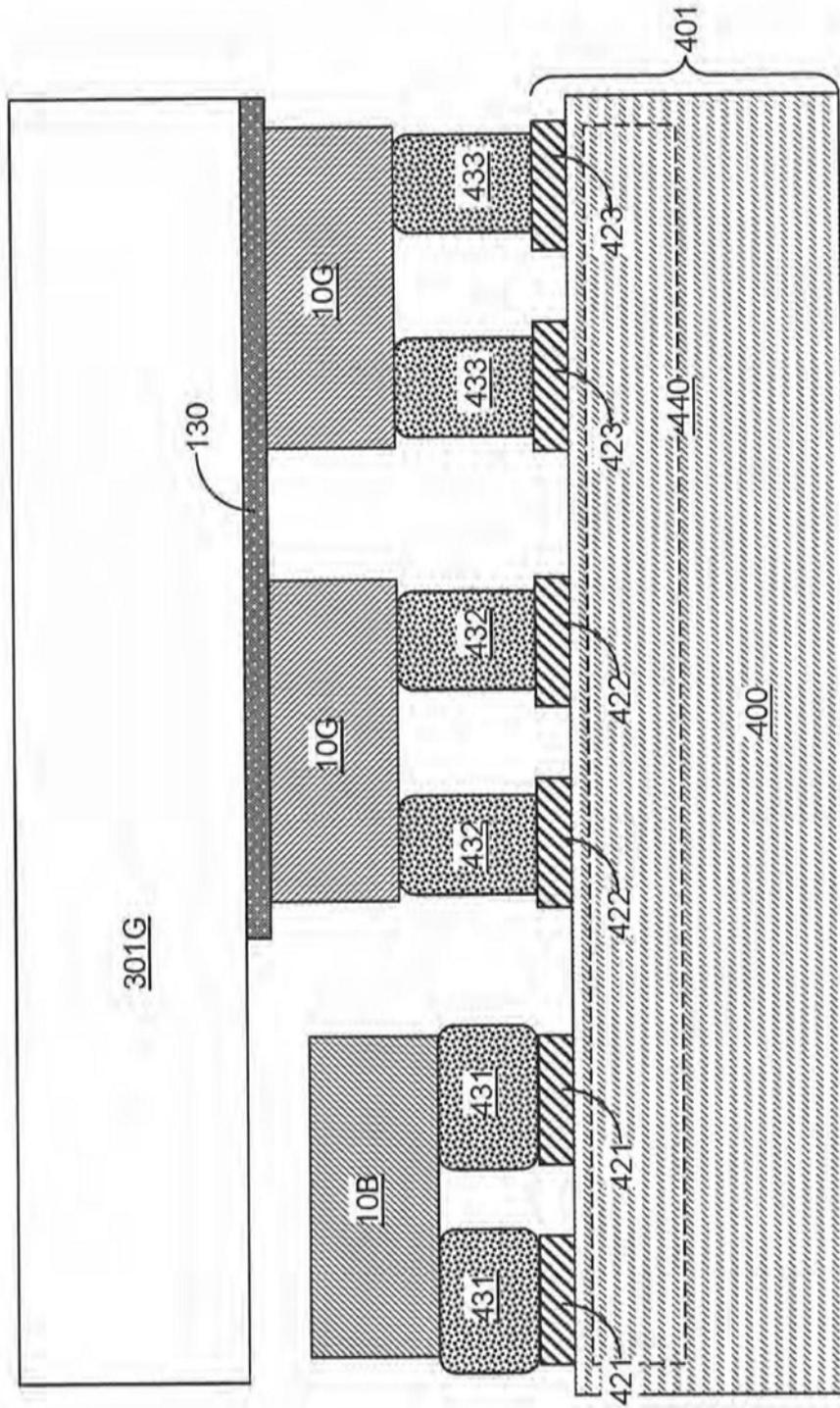


图35G

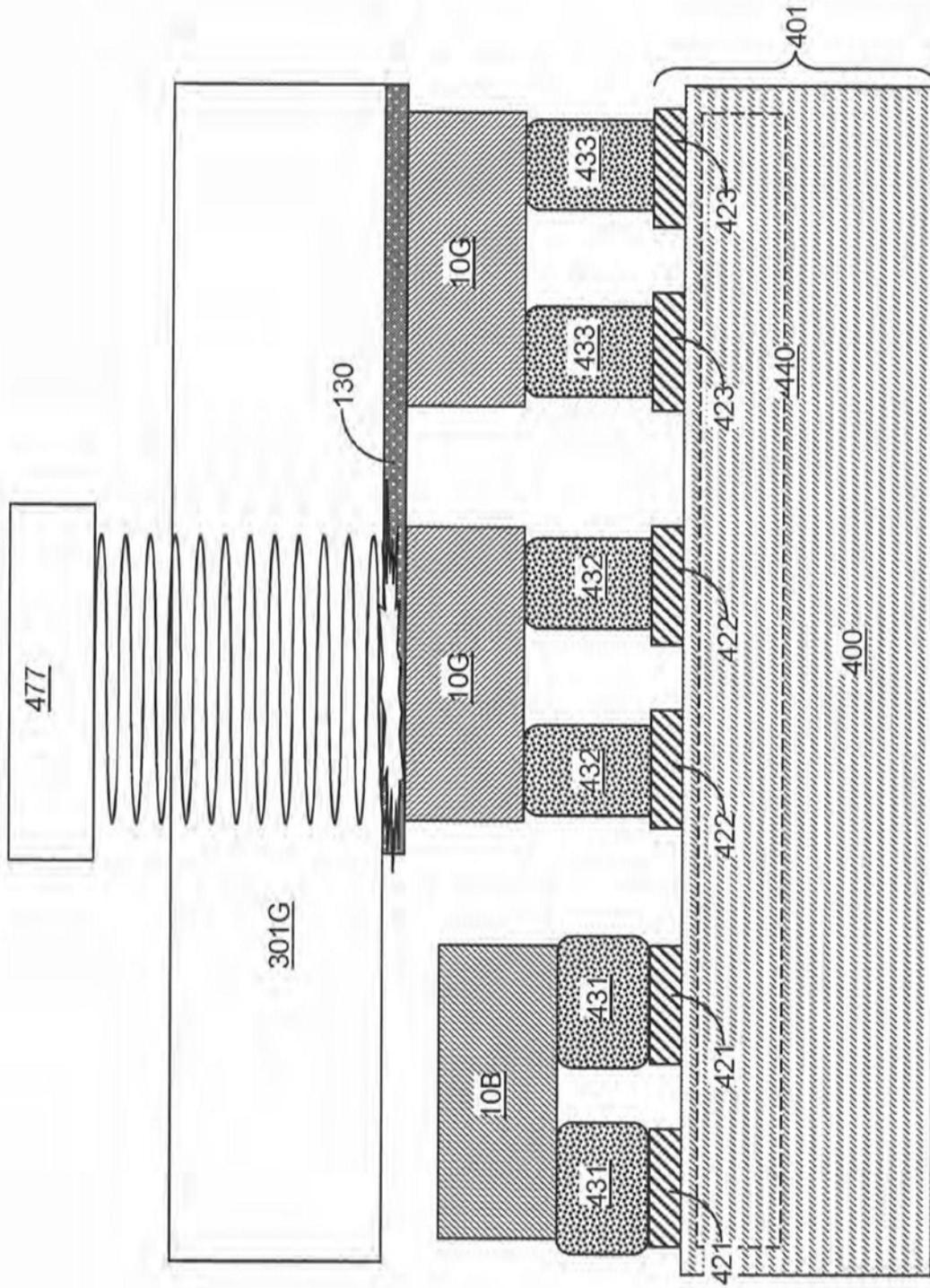


图35H

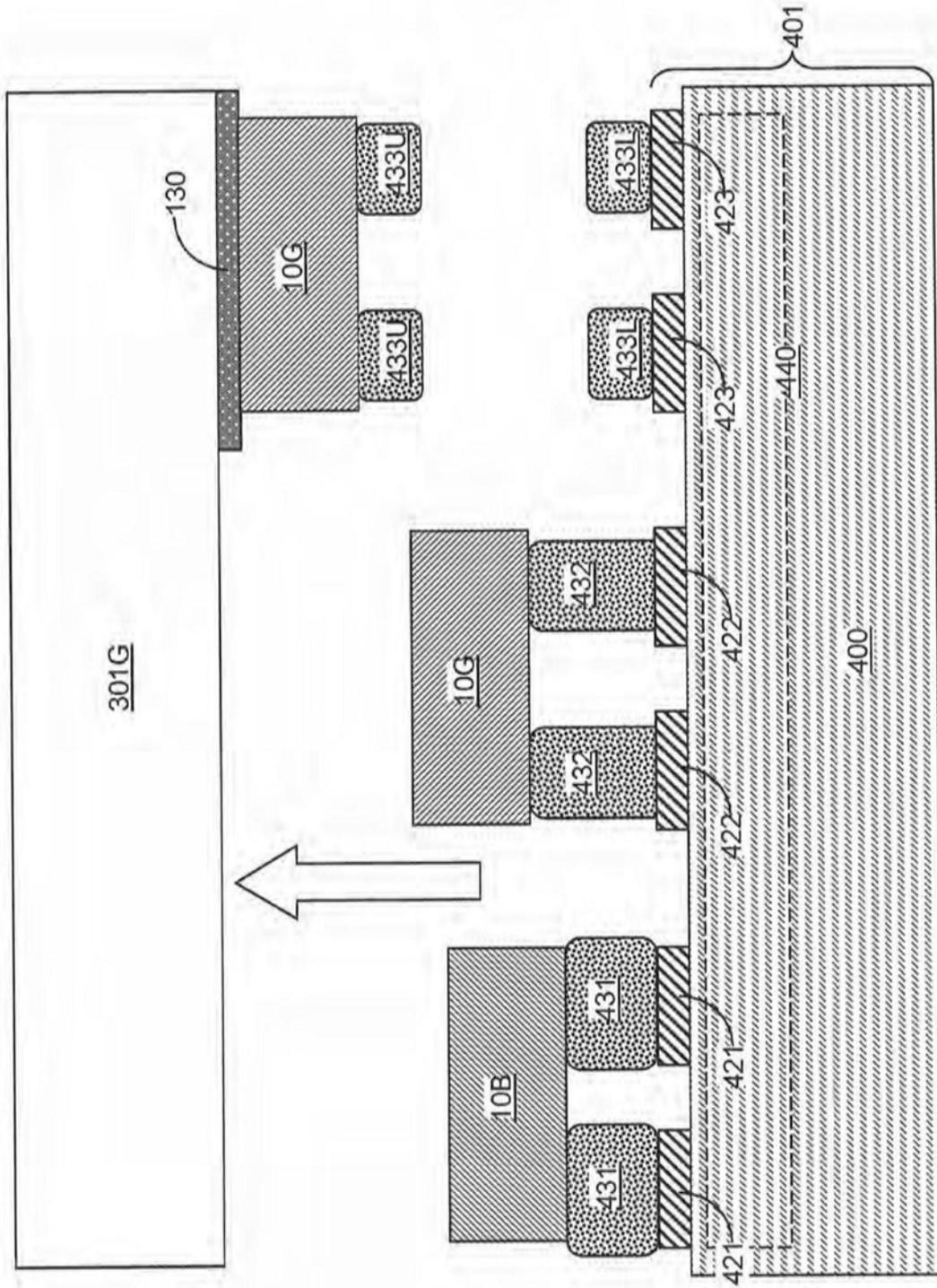


图35I

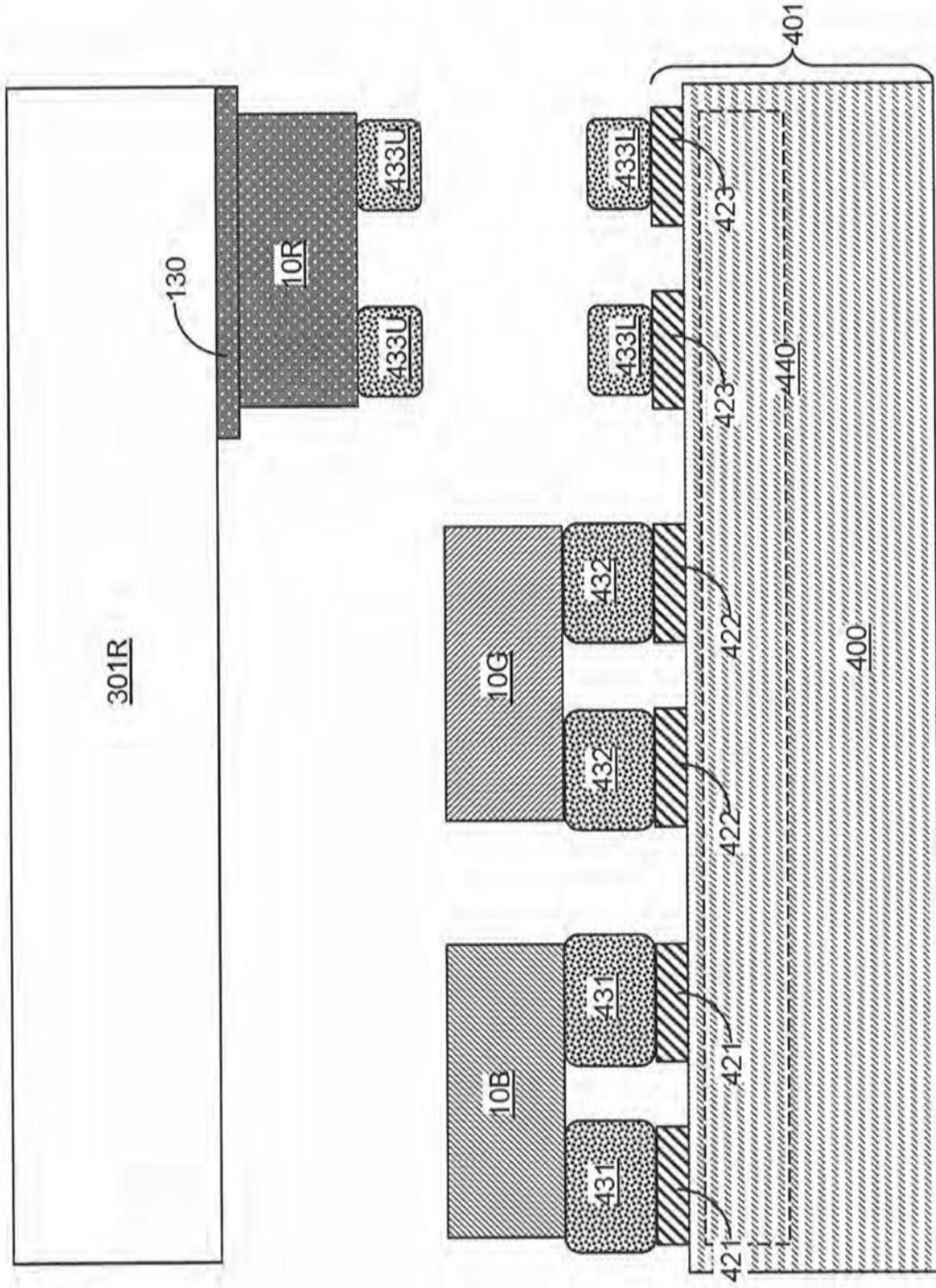


图35K

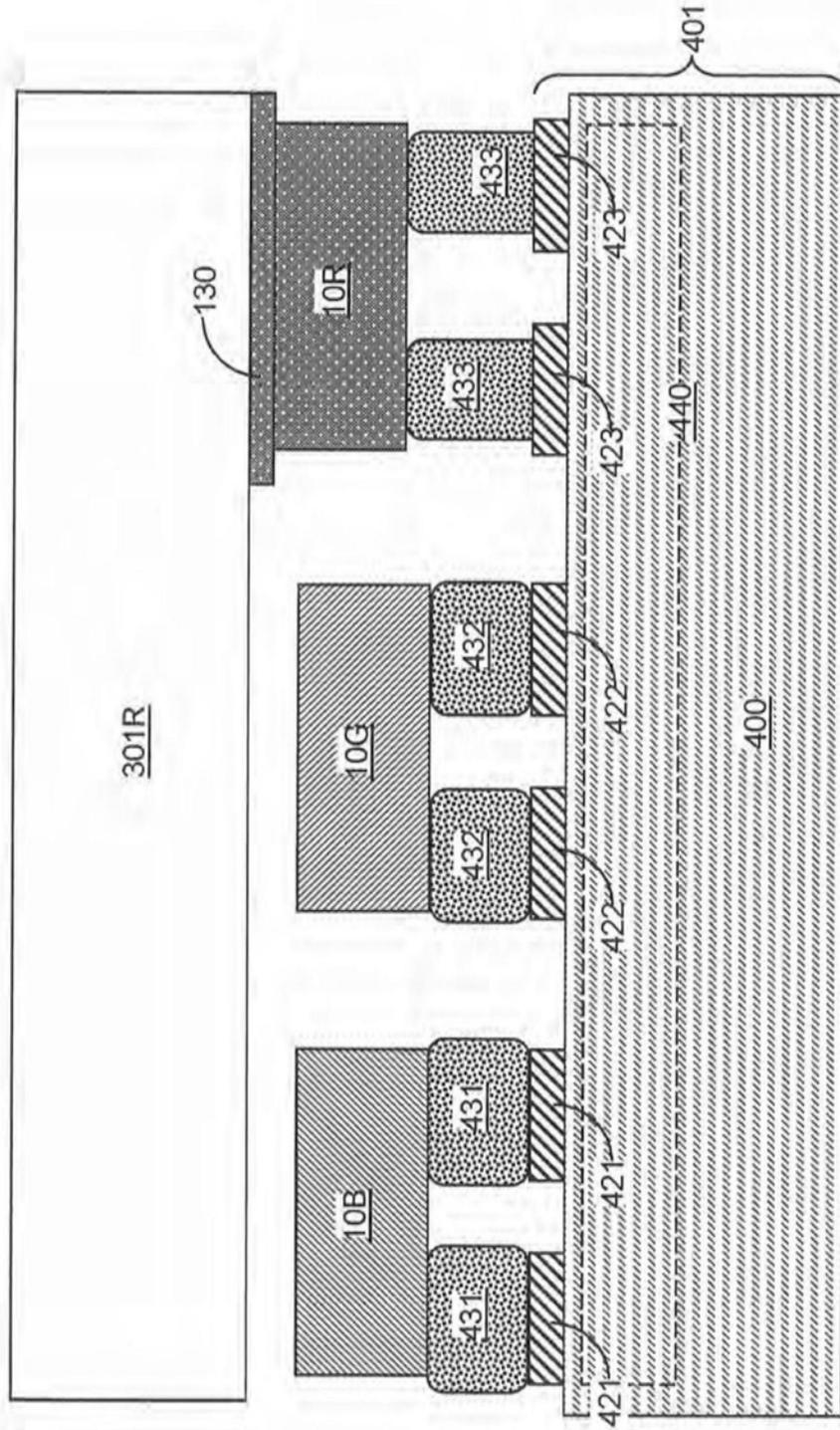


图35L

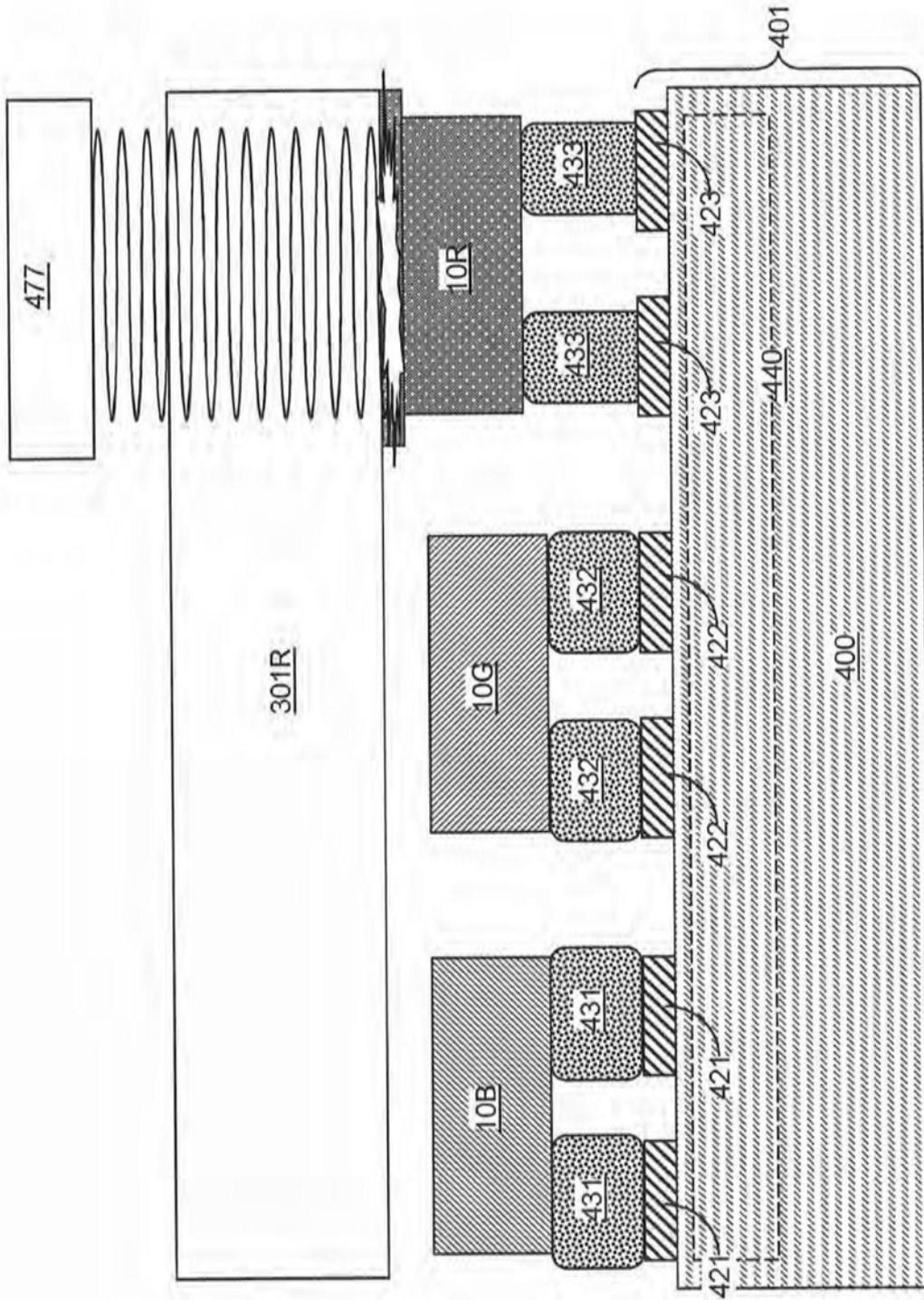


图35M

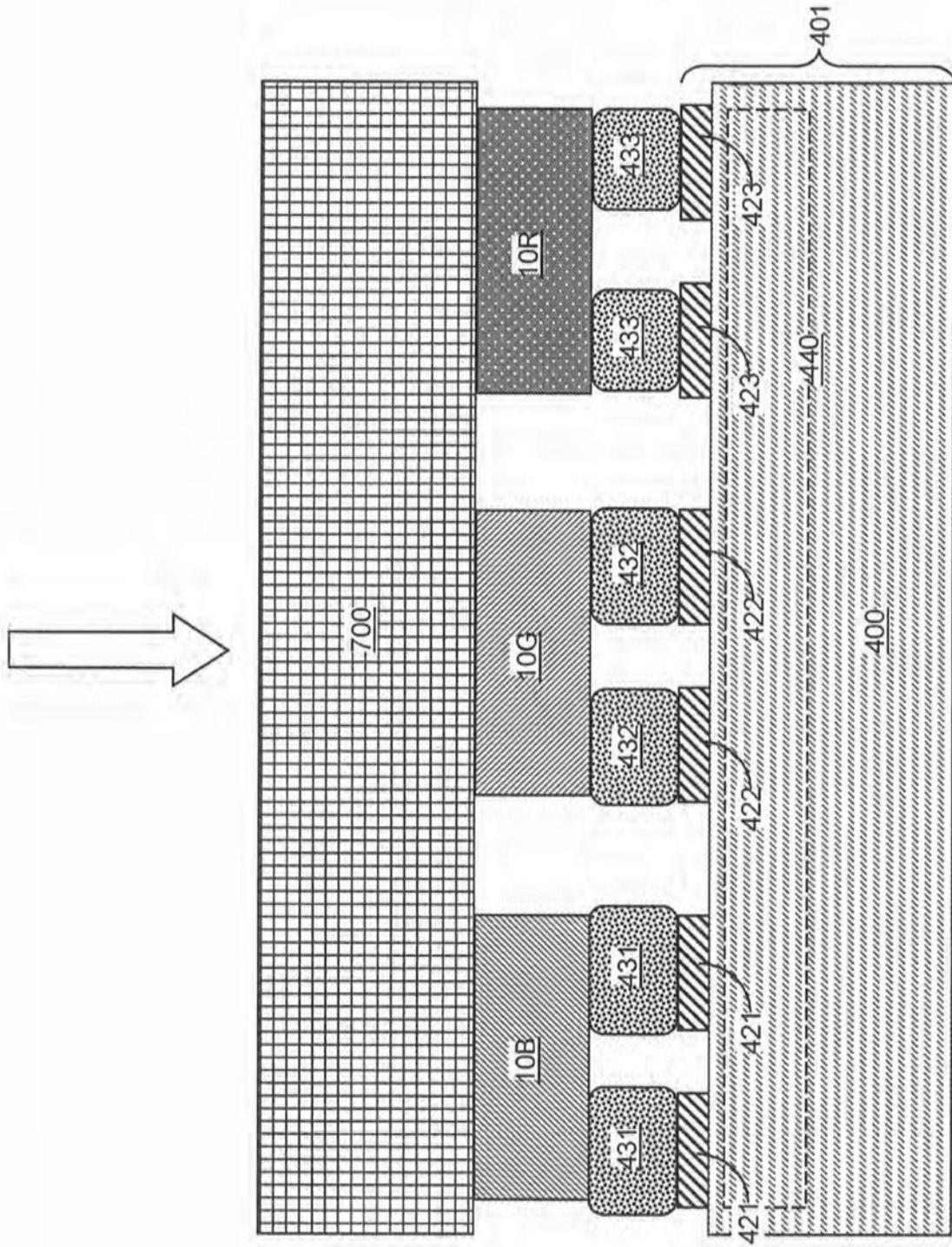


图35N