



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102572662 B

(45) 授权公告日 2016. 06. 29

(21) 申请号 201210028878. 7

(22) 申请日 2006. 04. 21

(30) 优先权数据

11/113, 925 2005. 04. 25 US

(62) 分案原申请数据

200680022953. 1 2006. 04. 21

(73) 专利权人 应美盛股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 约翰·R·马丁

蒂莫西·J·布劳斯尼汉

克雷格·考尔 托马斯·努南

贾森·魏戈尔德 张欣

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 易蛟鹤 汤春龙

(51) Int. Cl.

H04R 19/00(2006. 01)

B81B 3/00(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2003133588 A1, 2003. 07. 17,

CN 1299152 A, 2001. 06. 13,

审查员 赵伟

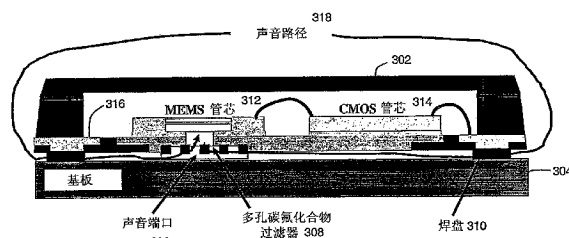
权利要求书1页 说明书9页 附图61页

## (54) 发明名称

微机械加工的麦克风和多传感器及其制造方法

## (57) 摘要

一种从硅或绝缘体上硅结构(SOI)晶片形成的微机械加工的麦克风。从晶片的顶硅层形成用于麦克风的固定的传感电极。通过淀积至少一个氧化物层、形成结构、然后通过贯穿顶硅层形成的沟槽从顶硅层的背面去除在该结构下面的氧化物的一部分,来在顶硅层的正面上形成多个多晶硅麦克风结构。这些沟槽允许声波从顶硅层的背面到达隔膜。在SOI晶片,贯穿底硅层和中间氧化物层形成空腔,以暴露用于去除氧化物并允许声波到达隔膜的沟槽。可以在相同的晶片上形成惯性传感器,并且使用基本上与对应的麦克风结构相同的工序基本同时地形成多个惯性传感器结构。



1. 一种麦克风,包括:

包括导电背板的晶片,所述背板具有朝向所述晶片的背面空腔的开口,所述晶片包括第一硅层且所述开口穿过所述第一硅层形成;

在所述第一硅层上的第一氧化物层,并且所述开口被衬以所述第一氧化物层;

在所述第一氧化物层上的牺牲多晶硅层;

在所述牺牲多晶硅层上的第二氧化物层;

由所述背板支持的多个麦克风结构,所述多个麦克风结构包括:周围多晶硅、隔膜、以及至少一个将所述隔膜耦合到所述周围多晶硅的弹簧,所述隔膜与所述周围多晶硅间隔开,所述隔膜放置在所述第二氧化物层上,以及

至少一个在所述背板和所述周围多晶硅之间的氧化物层,以便电气隔离所述隔膜和所述背板,其中所述背板和所述隔膜能电容耦合以用于感应所述隔膜的振动,

其中,所述第一氧化物层、所述牺牲多晶硅层以及所述第二氧化物层在基板和所述隔膜之间大体垂直。

2. 根据权利要求1所述的麦克风,其中所述背板和所述隔膜形成电容器的固定板和可移动板。

3. 根据权利要求1所述的麦克风,其中,所述周围多晶硅被耦合到氧化物层,并且其中该氧化物层耦合到所述背板。

4. 根据权利要求1所述的麦克风,其中所述隔膜是穿孔的。

5. 根据权利要求1所述的麦克风,其中所述隔膜是具有波纹的。

6. 根据权利要求1所述的麦克风,其中所述至少一个周围多晶硅包括单个的围绕所述隔膜的整体周围多晶硅。

7. 根据权利要求1所述的麦克风,其中所述至少一个周围多晶硅包括多个不同的周围多晶硅。

8. 根据权利要求1所述的麦克风,其中所述隔膜组件包括多晶硅。

9. 根据权利要求1所述的麦克风,其中所述背板从绝缘体上硅晶片的硅层形成。

10. 根据权利要求1所述的麦克风,还包括集成电路,该集成电路处理响应隔膜振动所产生的信号。

## 微机械加工的麦克风和多传感器及其制造方法

[0001] 本申请是2006年4月21日提交的申请号为200680022953.1(PCT/US2006/014982), 发明名称为“微机械加工的麦克风和多传感器及其制造方法”的专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明总的说来涉及微机械加工的器件,更具体地,涉及微机械加工的麦克风和惯性传感器。

### 背景技术

[0003] 微机械加工的麦克风典型地包括薄的隔膜(diaphragm)电极以及布置在该隔膜电极旁边的固定的传感电极。该隔膜电极和固定的传感电极作为电容器的极板。在麦克风的操作期间,在隔膜电极和固定的传感电极上布置电荷。当隔膜电极响应声波而振动时,在隔膜电极和固定的传感电极之间的距离的改变导致了与声波对应的电容变化。

[0004] 图1示出了本领域中已知的微机械加工的麦克风的大体结构。其中,微机械加工的麦克风包括隔膜102和桥104。隔膜102和桥104作为用于电容电路的电极。如所示,可以对桥104打孔以允许声波到达隔膜102。可选择地或另外地,可以使得声波通过其他通道到达隔膜。在任何情况下,声波导致隔膜振动,并且振动可以被感应为在隔膜102和桥104之间的电容的变化。微机械加工的麦克风典型地包括在隔膜102后面的充足空腔(substantial cavity)106,以允许隔膜102自由地移动。

[0005] 在典型的微机械加工的麦克风中,声波通过在固定的传感电极中的穿孔到达隔膜。穿孔的尺寸和深度可以影响声音再现的质量。

### 发明内容

[0006] 本发明的实施例包括可以非常小并且非常薄的微机械加工的麦克风以及微机械加工的多传感器(在单个芯片上包括麦克风和惯性传感器)。微机械加工的器件的特定市场,例如蜂窝电话和个人数字助手(PDA),非常重视小而薄的元件。

[0007] 根据本发明的一个方面,提供了一种用于从具有至少第一硅层的晶片制造微机械加工的麦克风的方法。该方法包括:在第一硅层的正面上形成至少一个氧化物层;在该至少一个氧化物层上,形成多个包括隔膜的多晶硅麦克风结构;以及通过贯穿第一硅层形成的多个沟槽,从第一硅层的背面去除在所述多个多晶硅麦克风结构下面的该至少一个氧化物层的一部分。该多个沟槽允许声波从第一硅层的背面到达隔膜。为了描述的目的,在该示例性实例中声音路径被描述为从背面到达隔膜。然而,正面声音路径是等效的,并且被包括在这里描述的所有工序和设计变化的描述中。

[0008] 在本发明的一些实施例中,可以通过在第一硅层的正面上淀积单个氧化物层,来在第一硅层的正面上形成至少一个氧化物层。在本发明的其他实施例中,可以通过如下步骤来在第一硅层的正面上形成该至少一个氧化物层:形成贯穿第一硅层的沟槽;淀积覆盖第一硅层的正面并且对沟槽加衬的第一氧化物层;在该第一氧化物层上形成多个牺牲多晶

硅麦克风结构；在第一氧化物层和牺牲多晶硅麦克风结构上淀积第二氧化物层；以及去除牺牲多晶硅麦克风结构。在本发明的一些实施例中，通过如下步骤来在第一氧化物层上形成多个牺牲多晶硅结构：淀积覆盖第一氧化物层并且填充被加衬的沟槽的多晶硅层；并且对多晶硅层形成图案以形成多个牺牲多晶硅麦克风结构。使用XeF<sub>2</sub>作为贯穿本说明书描述的多晶硅牺牲蚀刻材料和蚀刻过程的一个示例性例子。然而，也可以使用其他的硅蚀刻剂和蚀刻过程，并且这被包括在这里描述的所有过程和设计变化的描述中。

[0009] 在去除在多个多晶硅结构下面的至少一个氧化物层的这部分之前，可以在该至少一个氧化物层和多个多晶硅结构上形成另外的氧化物层，可以对该另外的氧化物层形成图案以暴露多晶硅结构的一部分和第一硅层的一部分，可以将金属电极形成到至少多晶硅结构的暴露部分和第一硅层的暴露部分。此时，还可以形成至少一个金属焊接焊盘(bond pad)。可以在金属电极上形成钝化层(典型地包括被氮化物层覆盖的氧化物层)。可以对钝化层形成图案以暴露隔膜的边缘的至少一部分；并且可以通过例如如下的步骤来在该隔膜的边缘下面形成支座：在该隔膜的该边缘的暴露部分上淀积第一光致抗蚀剂层；对光致抗蚀剂材料形成图案以再次暴露该隔膜的该边缘的该部分；去除在该隔膜的边缘的该部分下面的一部分氧化物；并且在该隔膜的该边缘下面淀积形成支座的第二光致抗蚀剂层。类似地，可以在该隔膜中的孔上对光致抗蚀剂形成图案，以允许在该隔膜下面去除一部分氧化物。在多个这些位置处的第二光致抗蚀层形成就在该隔膜下面的多个支座。支座在去除在该多个多晶硅结构下面的该至少一个氧化物层的该部分时支持隔膜。在去除该多个多晶硅结构下面的该至少一个氧化物层的该部分之后，去除支座。要知道，用于形成在隔膜下面的支座、去除牺牲材料以及去除支座的所述技术可以与在标题为“Method for Fabricating Microstructures”的美国专利5,314,572中描述的技术相似或相关，通过引用将该专利完全包括在这里。

[0010] 在本发明的一些实施例中，可以在相同的晶片上形成包括麦克风和惯性传感器的多传感器。通过如下步骤部分地形成惯性传感器：在多晶硅麦克风结构的形成期间，形成多个多晶硅惯性传感器结构；以及在去除该多个多晶硅麦克风结构下面的至少一个氧化物层的部分期间，经由贯穿第一硅层的至少一个沟槽，从第一硅层的背面去除该多个多晶硅惯性传感器结构下面的该至少一个氧化物层的一部分。如同麦克风那样，可以在多个牺牲多晶硅麦克风结构的形成期间，在第一氧化物层上形成多个牺牲多晶硅惯性传感器结构，可以在该牺牲多晶硅惯性传感器结构上淀积第二氧化物层，以及可以去除该牺牲多晶硅惯性传感器结构。优选在牺牲多晶硅麦克风结构的形成期间，对多晶硅层形成图案以形成该多个牺牲多晶硅惯性传感器结构。

[0011] 在本发明的一些实施例中，晶片是SOI晶片，该SOI晶片进一步包括第二硅层以及在第一硅层和第二硅层之间的中间氧化物层。在这种情况下，从第一硅层的背面去除该多个多晶硅麦克风结构下面的至少一个氧化物层的该部分可以包括：去除第二硅层和中间氧化物层的下面部分以形成背面空腔；以及通过该背面空腔，去除该多个多晶硅麦克风结构下面的该至少一个氧化物层的该部分。在多传感器的情况下，可以对麦克风和惯性传感器都形成背面空腔，并且通过该背面空腔去除在该麦克风和惯性传感器结构下面的该氧化物层的该部分。可以在第二硅层的背面上形成玻璃层，从而覆盖和密封惯性传感器的背面空腔但是不覆盖和密封麦克风的背面空腔。

[0012] 根据本发明的另一方面,提供一种包括如下的晶片的装置:该晶片至少具有第一硅层,并包括贯穿第一硅层形成的多个沟槽和多个多晶硅麦克风结构,该多晶硅麦克风结构形成在第一硅层的正面上并包括隔膜。通过如下步骤来形成该多个多晶硅麦克风结构:在第一硅层的正面上淀积至少一个氧化物层;在该至少一个氧化物层上形成多晶硅麦克风结构;并接着通过多个沟槽从第一硅层的背面去除在该多个多晶硅麦克风结构下面的该至少一个氧化物层的一部分。该多个沟槽允许声波从第一硅层的背面到达隔膜。

[0013] 在本发明的一些实施例中,该装置还可以包括形成在第一硅晶片的正面上的多个多晶硅惯性传感器结构,其中,该多个多晶硅麦克风结构和多个多晶硅惯性传感器结构基本上使用相同的工序基本同时地形成。

[0014] 在本发明的一些实施例中,所述晶片是包括第二硅层和在第一硅层和第二硅层之间的中间氧化物层的SOI晶片,在这种情况下,去除第二硅层和中间氧化物层的下面的部分以形成暴露沟槽的背面空腔。可以通过该背面空腔形成贯穿第一硅层的这些沟槽。

[0015] 根据本发明的另一方面,提供了包括形成在相同晶片上的微机械加工的麦克风和微机械加工的惯性传感器的装置。该麦克风和惯性传感器包括在该晶片的顶硅层的正面上形成的多晶硅结构。顶硅层包括多个沟槽,该多个沟槽允许在制造期间从顶硅层的背面去除该多晶硅结构下面的氧化物,并且允许声波从背面到达麦克风隔膜。

## 附图说明

[0016] 本申请文件包含彩色制作的至少一个附图。在请求和付需要费用之后,将由官方提供具有彩色附图的本专利申请公开的副本。

[0017] 本发明的前述优点参考附图从以下的进一步描述中将得到完全的理解,在附图中:

[0018] 图1示出本领域中已知的微机械加工的麦克风的大体结构;

[0019] 图2A-2N示出根据本发明实施例的从SOI晶片形成微机械加工的麦克风的第一示例性工序;

[0020] 图3示出根据本发明实施例的结合IC晶片与微机械加工的麦克风或多传感器的器件的示例性结构;

[0021] 图4示出根据本发明实施例的第一示例性两轴(X-Y)加速度计的大体布局图;

[0022] 图5示出根据本发明实施例的第二示例性两轴(X-Y)加速度计的大体布局图;

[0023] 图6示出根据本发明实施例的示例性Z轴加速度计的大体布局图;

[0024] 图7A-7N示出根据本发明实施例的用于从SOI晶片形成结合的麦克风和两轴加速度计的示例性工序;

[0025] 图8A-8M示出根据本发明实施例的用于从SOI晶片形成结合的麦克风和三轴加速度计的示例性工序;以及

[0026] 图9A-9O示出了根据本发明实施例的用于从常规(regular)硅晶片形成结合的麦克风和三轴加速度计的示例性工序。

[0027] 除非另外指出,附图不是按比例绘制的。

## 具体实施方式

[0028] 在本发明的实施例中,从硅或绝缘体上硅(SOI)晶片形成微机械加工的麦克风。如本领域中已知的,SOI晶片包括通常被称为器件层的顶硅层、中间绝缘体(氧化物)层以及底硅层,该底硅层典型地比顶硅层厚得多(大约650微米)。在本发明中,在硅或SOI晶片形成的顶层在本发明的一些实施例中可以是大约10微米厚,或者在其他实施例中可以更厚,大约50微米厚。在本发明的实施例中,从晶片的顶硅层形成固定的传感电极(这里也被称为“背板”),并且形成隔膜以便被悬置在顶硅层上方。在固定的传感电极中形成穿孔,以允许声波从晶片的底侧到达隔膜。使用在顶硅层的背面上的氧化物作为用于控制固定的传感电极的加工的蚀刻停止层,该氧化物层可以是SOI晶片的固有(inherent)氧化物层或者淀积在硅晶片上的氧化物层。在本发明的一些实施例中,在与麦克风相同的晶片上,形成惯性传感器,例如微机械加工的加速度计或陀螺仪。因为这样的布置在单个芯片上包括多个微机械加工的传感器元件,所以为了方便,在下文中可以将其称为“多传感器”。规定使麦克风隔膜对空气开放,而惯性传感器被密封。

[0029] 参考图2A-2N描述根据本发明实施例的用于从SOI晶片形成微机械加工的麦克风的第一示例性工序。

[0030] 在图2A中,穿过空白SOI晶片的顶硅层202蚀刻沟槽并且该沟槽被蚀刻到中间氧化物层204中,并且可选地,通到底硅层206。然后,沟槽被衬以氧化物材料208。然后,淀积多晶硅材料210,从而填充被加衬的沟槽并覆盖顶硅层。

[0031] 在图2B中,多晶硅材料被形成图案并被蚀刻,以形成稍后将去除的多种牺牲结构212。

[0032] 在图2C中,淀积另外的氧化物材料214。突出显示了下面将描述的未来的氧化物支座216的部位。

[0033] 在图2D中,从多晶硅材料淀积包括麦克风隔膜218和悬置弹簧220的特征并使这些特征形成图案。隔膜典型地是圆形的,虽然这对于本发明不是必需的。隔膜可以是实心的或被穿孔。在隔膜和周围多晶硅之间的间隙优选非常小,以致于声波基本上只作用在隔膜的一侧上。

[0034] 在图2E中,淀积氧化物222,并蚀刻孔224。如下所述,这些孔224被用于与隔膜和背板进行电连接的电极。

[0035] 在图2F中,淀积金属并对该金属形成图案,以形成:用于将电荷放置在隔膜上的电极226;用于将电荷放置在背板上的电极228;以及多个焊接焊盘230。在焊接焊盘230和电极226及228之间可以存在电连接(未示出)。

[0036] 在图2G中,淀积钝化层232。钝化层典型地包括被氮化物层覆盖的氧化物层,其是用于集成电路的标准钝化层。在234处对钝化层232进行蚀刻以暴露焊接焊盘230。

[0037] 在图2H中,对钝化层232进行蚀刻以暴露隔膜218。

[0038] 在图2I中,淀积光致抗蚀材料236并然后使之形成图案,以暴露未来的支座区域238。然后,通过蚀刻来去除在未来的支座区域处的氧化物。

[0039] 在图2J中,去除剩余的光致抗蚀材料,并且利用包括蚀刻、研磨和抛光的多种方法的任一种,可选地将底硅层206从大约650微米减薄到大约350微米。

[0040] 在图2K中,在晶片的正面上淀积光致抗蚀材料240,从而形成光致抗蚀剂支座242。并且,在晶片的背面上淀积光致抗蚀剂材料244并对其形成图案,以形成背面空腔246的轮

廓。通过蚀刻掉底硅层206的一部分,来将背面空腔246形成到中间氧化物层204。在示例性实施例中,封装后的背面空腔246体积大约是1立方毫米。

[0041] 在图2L中,去除空腔246中的中间氧化物层的一部分,从而暴露牺牲多晶硅结构。

[0042] 在图2M中,优选通过背面空腔246将多晶硅暴露给XeF<sub>2</sub>气或其他适合的硅蚀刻剂,来去除牺牲多晶硅结构。应该注意,虽然不期望,但是XeF<sub>2</sub>气可能去除一些暴露的底硅层。

[0043] 在图2N中,优选通过放置在适当的液体中,来去除隔膜218后面的氧化物。然后,优选以干法蚀刻(不是液体)来去除正面光致抗蚀剂材料240(包括支座)。这实际上释放了隔膜和相关结构。应该注意,在释放期间,支座被用来支持精密的麦克风结构,并且不是在所有实施例中都需要支座,尤其是如果使用气相HF代替液体来去除氧化物的话。

[0044] 在本发明的一些实施例中,微机械加工的麦克风和惯性传感器(例如陀螺仪或加速度计)在相同的晶片上形成并且被集成到单个芯片中。虽然惯性传感器可能被密封在晶片上,但是麦克风通常向空气开放,从而允许声波到达麦克风隔膜。

[0045] 图4示出根据本发明实施例的第一示例性两轴(X-Y)加速度计的大体布局。加速度计包括框架402和利用多个悬置弹簧406从框架悬置的质块404。该质块包括与许多固定的传感指叉指(interdigitated)的许多指状结构。在该例子中,存在两组固定的传感指408和410用于感应质块404相对于框架402在X轴上的移动,并且存在两组固定的传感指412和414用于感应质块404相对于框架402在Y轴上的移动。在图4所示的例子中,固定的传感指是偏离中心的(也就是距离一个质块指比邻近质块指更近),其允许差分电容(differential capacitance)测量。

[0046] 图5示出根据本发明实施例的第二示例性两轴(X-Y)加速度计的大体布局。该加速度计包括框架502和利用多个悬置弹簧506从该框架悬置的质块504。在该例子中,存在用于感应质块504相对于框架502在X轴上的移动的两个电极508和510,以及存在用于感应质块504相对于框架502在Y轴上的移动的两个电极512和514。

[0047] 图6示出根据本发明实施例的示例性Z轴加速度计的大体布局。该加速度计包括框架602和利用多个悬置弹簧606从该框架悬置的质块604。在该例子中,质块604被设计为在Z轴加速度作用下围绕弹簧606枢转或“跷跷板式运动(teeter-totter)”,使得存在该质块离开框架/质块的平面的位移。定位电极(未示出)以检测质块604的这种偏离平面(out-of-plane)的移动。

[0048] 参考图7A-7N描述了用于从SOI晶片形成结合的麦克风和两轴加速度计的示例性工序。为了示出在每个步骤中的晶片的麦克风区域和加速度计区域,麦克风区域被示出为在加速度计区域上方,虽然这些区域实际上在晶片上是在彼此旁边的。应该注意,该工序是参考图2A-2N的上述工序的变体,并且这些工序可以被用来就生产微机械加工的麦克风,或就此而论,用来就生产加速度计。

[0049] 在图7A中,在麦克风区域和加速度计区域两者中,通过SOI晶片的顶硅层蚀刻沟槽。去除在这些沟槽下面的中间氧化物层的部分。

[0050] 在图7B中,生长热氧化物材料。这对沟槽和在中间氧化物层的空腔加衬,并且覆盖晶片的顶层。

[0051] 在图7C中,对多晶硅材料形成图案并进行蚀刻,从而形成稍后将去除的多种牺牲结构。

[0052] 在图7D中,淀积另外的氧化物材料。突出显示将在下面描述的未来的氧化物支座的部位。

[0053] 在图7E中,从多晶硅材料淀积包括麦克风隔膜、麦克风悬置弹簧以及加速度计电极的特征并对这些特征形成图案。隔膜典型地是圆形的,虽然这不是本发明必需的。隔膜可以是实心的或穿孔的。在隔膜和周围多晶硅之间的间隙优选非常小,使得声波基本上仅仅作用在隔膜的一侧上。

[0054] 在图7F中,淀积氧化物,并蚀刻孔。如下所述,这些孔被用于到麦克风隔膜和背板的电极,以及被用于到加速度计电极和中间氧化物层的电极。

[0055] 在图7G中,淀积金属并对该金属形成图案,以形成用于在麦克风隔膜和背板上以及在加速度计电极和中间氧化物层上布置电荷的电极和焊接焊盘。在焊接焊盘和这些电极的一个或多个之间可以存在电连接(未示出)。

[0056] 在图7H中,淀积光致抗蚀剂材料并使其形成图案。然后,蚀刻沟槽以暴露牺牲多晶硅。去除该牺牲多晶硅,并且去除光致抗蚀剂材料。

[0057] 在图7I中,淀积钝化层。钝化层典型地包括被氮化物层覆盖的氧化物层,其是用于集成电路的标准钝化层。对钝化层进行蚀刻,以暴露焊接焊盘和麦克风隔膜。

[0058] 在图7J中,在麦克风区域周围淀积光致抗蚀材料,并然后对该材料形成图案,以暴露未来的支座区域。然后,通过蚀刻来去除在该未来的支座区域处的氧化物。

[0059] 在图7K中,去除剩余的光致抗蚀剂材料,并且利用包括蚀刻、研磨和抛光的多种方法的任何一种可选地将底硅层从大约650微米减薄到大约350微米。

[0060] 在图7L中,在晶片的正面上淀积光致抗蚀剂材料,以形成光致抗蚀剂支座。还在晶片的背面上淀积光致抗蚀剂材料,并使其形成图案,以形成用于麦克风的背面空腔的轮廓。通过蚀刻掉底硅层的一部分到中间氧化物层,来部分地形成背面空腔。

[0061] 在图7M中,去除在该空腔内的中间氧化物层的一部分,从而暴露对沟槽加衬并且在麦克风结构下面的氧化物。然后,优选地通过放置再适当的蚀刻剂例如HF水溶液浴中来去除在隔膜后面的氧化物。

[0062] 在图7N中,优选地以干法蚀刻(非液体)来去除正面光致抗蚀剂材料(包括支座)。这实质上释放了隔膜和相关结构。应该注意,在释放期间支座被用来支持精密的麦克风结构,并且并不是在所有实施例中都需要支座,尤其是如果使用气相HF代替液体来去除氧化物的话。

[0063] 参考图8A-8M描述了用于从SOI晶片形成结合的麦克风和三轴加速度计的示例性工序。为了示出在每个步骤的晶片的麦克风区域和加速度计区域,虽然知道这些区域实际上在晶片上位于彼此旁边,但是仍将麦克风区域示出在加速度计区域上方。应注意,该工序是前面参考图7A-7N描述的一个工序的变体,并且此工序可以被用来仅生产微机械加工的麦克风,或就此而论,仅仅生产加速度计。

[0064] 在图8A中,通过SOI晶片的顶硅层蚀刻沟槽,并对这些沟槽衬以氮化物并填充以多晶硅。

[0065] 在图8B中,通过淀积氧化物材料的层,蚀刻出锚位置,并且淀积氮化物,从而在加速度计区域中形成盖锚(cap anchor)。

[0066] 在图8C中,对多晶硅材料形成图案并进行蚀刻,以形成多个麦克风结构(包括隔

膜)以及用于加速度计的盖。

[0067] 在图8D中,淀积氧化物,并蚀刻孔。这些孔被用于到麦克风隔膜和背板以及到加速度计盖和顶硅层的电极,如下所述。

[0068] 在图8E中,淀积金属并对该金属形成图案,从而形成用于在麦克风隔膜和背板上以及在加速度计盖和顶硅层上放置电荷的电极和焊接焊盘。在焊接焊盘和一个或多个电极之间可以存在电连接(未示出)。

[0069] 在图8F中,淀积钝化层。钝化层典型地包括被氮化物层覆盖的氧化物层,其是用于集成电路的标准钝化层。对钝化层进行蚀刻,以暴露焊接焊盘。

[0070] 在图8G中,去除在麦克风结构上方的钝化层的一部分,并且去除在多晶硅结构上方以及部分地在多晶硅结构下面的氧化物,从而形成抗蚀剂支座区域。

[0071] 在图8H中,利用包括蚀刻、研磨和抛光的多种方法的任一种将底硅层可选地从大约650微米减薄到大约350微米,并且淀积氧化物层。

[0072] 在图8I中,在晶片的正面上淀积光致抗蚀剂材料,并且对在晶片的背面上的氧化物形成图案。

[0073] 在图8J中,在晶片的背面上淀积光致抗蚀剂材料并对该材料形成图案,以及通过晶片的底硅层和中间氧化物层蚀刻沟槽。

[0074] 在图8K中,通过晶片的顶硅层蚀刻沟槽到麦克风区域的抗蚀剂支座区域以及到加速度计区域的盖下面的氧化物。然后从正面和背面都去除光致抗蚀剂材料,并且为了保护,在正面上淀积光致抗蚀剂材料的新层。然后使用存在的氧化物作为硬掩膜,在晶片的背面中蚀刻空腔。

[0075] 在图8L中,优选地通过暴露给HF气体,来去除通过空腔暴露的氧化物。

[0076] 在图8M中,硼硅玻璃被对准到并且阳极粘结到晶片的背面上。在粘结之前,优选地在玻璃中超声切割出麦克风孔。从晶片的正面去除剩余的光致抗蚀剂材料,从而释放麦克风结构。

[0077] 参考图9A-9O描述用于从常规硅晶片形成结合的麦克风和三轴加速度计的示例性工序。为了示出在每个步骤的晶片的麦克风区域和加速度计区域,虽然知道这些区域实际上在晶片上是在彼此旁边的,但是还是将麦克风区域显示在加速度计区域的上方。应该注意,此工序是以上参考图8A-8M描述的一个工序的变体,并且此工序可以被用来生产仅仅微机械加工的麦克风,或就此而论被用来生产仅仅微机械加工的加速度计。

[0078] 在图9A中,在硅晶片上淀积氧化物层。然后,淀积光致抗蚀剂材料并对该材料形成图案。然后,蚀刻沟槽到硅中,用于加速度计电极。然后,去除剩余的光致抗蚀剂和氧化物硬掩膜。应注意,对于仅有麦克风的产品是不需要该步骤的。

[0079] 在图9B中,在晶片的正面和背面上生长氧化物层到大约1.6微米。然后,被加衬的沟槽被填充以多晶硅材料。应注意,对于仅有麦克风的产品是不需要该步骤的。

[0080] 在图9C中,例如通过暴露给HF气,剥除剩余的氧化物。然后,在加速度计区域上淀积氮化物锚垫(anchor pad)并且对该氮化物锚垫形成图案。然后,淀积Novellus氧化物的层作为牺牲层。应注意,对于仅有麦克风的产品是不需要该步骤的。

[0081] 在图9D中,对氧化物层进行蚀刻以暴露氮化物垫。然后,对多晶硅材料形成图案并进行蚀刻,以形成多个麦克风结构(包括隔膜)以及用于加速度计的盖(cap)。

[0082] 在图9E中,淀积氧化物材料,并蚀刻孔。这些孔被用于到麦克风隔膜和背板以及到加速度计盖和硅层的电极,如下所述。

[0083] 在图9F中,淀积金属并对该金属形成图案,从而形成用于在麦克风隔膜和背板上以及在加速度计盖和硅层上放置电荷的焊接焊盘和电极。在焊接焊盘和这些电极的一个或多个之间可以存在电连接(未示出)。

[0084] 在图9G中,淀积钝化层。钝化层典型地包括被氮化物层覆盖的氧化物层,其是用于集成电路的标准钝化层。对钝化层进行蚀刻以暴露焊接焊盘。

[0085] 在图9H中,去除在麦克风结构上面的钝化层的一部分,并且去除在多晶硅结构上面以及部分地在多晶硅结构下面的氧化物,从而形成抗蚀剂支座区域。

[0086] 在图9I中,利用包括蚀刻、研磨和抛光背面的多种方法的任何一种,来将硅晶片可选地从大约650微米减薄到大约350微米,并且淀积氧化物层。

[0087] 在图9J中,在晶片的正面上淀积光致抗蚀剂材料,以及对晶片的背面上的氧化物形成图案。

[0088] 在图9K中,在晶片的背面上淀积光致抗蚀剂材料并对该材料形成图案,以及蚀刻沟槽到硅晶片上。

[0089] 在图9L中,从正面和背面去除光致抗蚀材料,并在正面上淀积光致抗蚀剂材料的新层用于保护。然后,使用现有的氧化物作为硬掩膜,在晶片的背面中蚀刻出空腔。然后,进一步蚀刻沟槽通过硅层到麦克风区域的抗蚀剂支座区域和加速度计区域的盖下面的氧化物。

[0090] 在图9M中,优选地通过暴露给HF气,去除通过空腔暴露的氧化物。

[0091] 在图9N中,从晶片的正面去除剩余的光致抗蚀剂材料,从而释放麦克风结构。

[0092] 在图9O中,将硼硅玻璃对准并阳极粘结到晶片的背面上。在粘结之前,在玻璃中优选超声地切割出麦克风孔。

[0093] 可以在单个封装中将微机械加工的麦克风或多传感器与集成电路(IC)管芯组装到一起。图3示出根据本发明实施例的在预先模制的塑料封装中将微机械加工的麦克风或多传感器与IC管芯组装到一起的器件的结构。该封装包含:MEMS(微机电系统)管芯312,其包括微机械加工的麦克风;和集成电路(IC)管芯314,其包括用于处理信号的多个电子元件,该信号包括那些由MEMS管芯312产生的信号。MEMS管芯312和IC管芯314是附着到封装引线框架(leadframe)上的管芯。在引线结合之后,密封该封装,包括盖302和封装体303。当安装在所示实施例中的基板上时,声波沿着声音路径318通过面向下的声音端口306到达麦克风隔膜,该声音路径318包括在引线框架316和基板304之间的空间。利用焊料焊盘的高度,和可选地利用蚀刻到引线框架316的底面中的通道,来形成这些空间。典型地,在基于光致抗蚀剂的工序中使用适当的图案,或其他适当的形成图案方法,来从金属箔蚀刻引线框架316时,形成这样的通道。例如可以包括多孔疏水过滤器308或其他过滤器,以保护微机械加工的麦克风隔膜和其他暴露特征避免湿气、微粒或其他因素的影响。过滤器308可以被层压到支持织物上以增强可制造性和耐久性。在一个可选择实施例中,基板304可以包括孔以允许声波到达麦克风隔膜。在另一个可选择实施例中,盖(lid)302可以包括孔以允许声波通过封装顶部到达麦克风隔膜。在另一个可选择实施例中,封装的塑料侧壁303可以具有多个槽,以允许声波到达麦克风隔膜。在另一个可选择实施例中,向下面对声音端口306的盖302

和基板304可以包括孔以允许声波从不同位置到达麦克风隔膜。在另一可选择实施例中,将包括微机械加工的麦克风的MEMS管芯312和包括用于处理信号的多种电子部件以及包含至少一个密封的惯性传感器的MEMS管芯的集成电路(IC)管芯314组装在一个封装中,其中,所述信号包括由MEMS管芯312产生的信号。

[0094] 要注意,所述的用于形成麦克风和悬置在顶硅层的正面上的惯性传感器的技术可以与由Thomas Kieran Nunan和Timothy J.Brosnihan在2005年1月3日提交的标题为“Method of Forming a MEMS Device”的美国专利申请No.11/028,249中描述的技术相似或相关,该专利申请通过参考全部包括在这里。

[0095] 要注意,本发明不局限于麦克风隔膜的任何特定形状或结构。麦克风可以是例如圆形或方形的、实心或穿了一个或多个孔的、和/或平坦或具有波纹的。不同的隔膜结构可能需要与那些所描述的不同或另外的工序。例如,可能需要另外的工序来形成在隔膜中的孔或波纹。

[0096] 要注意,描述的工序仅仅是示例性的。对于任何特定的实现方式,可能需要更少、另外或不同的步骤或工序。在一些情况下,不同于那些所述材料材料可能适用于特定的步骤或工序。实际上,不可能描述在本发明的多个实施例中可能采用的材料和工序的每个组合和排列。因此,本发明意图包括所有这样的材料和工序,其包括所述材料和工序的适当变体。

[0097] 本发明可以被实施为其他特定形式而不偏离本发明的真实范围。所述的实施例将被认为在任何方面都仅仅是描述性的而不是限制性的。

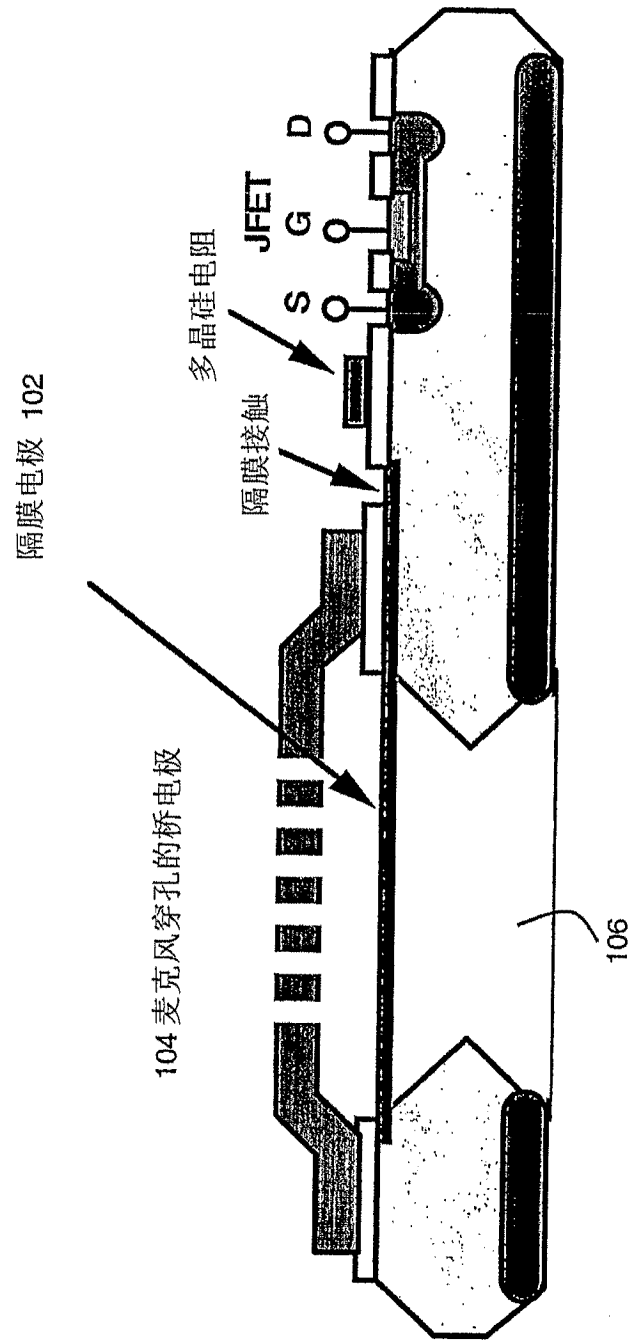


图1现有技术

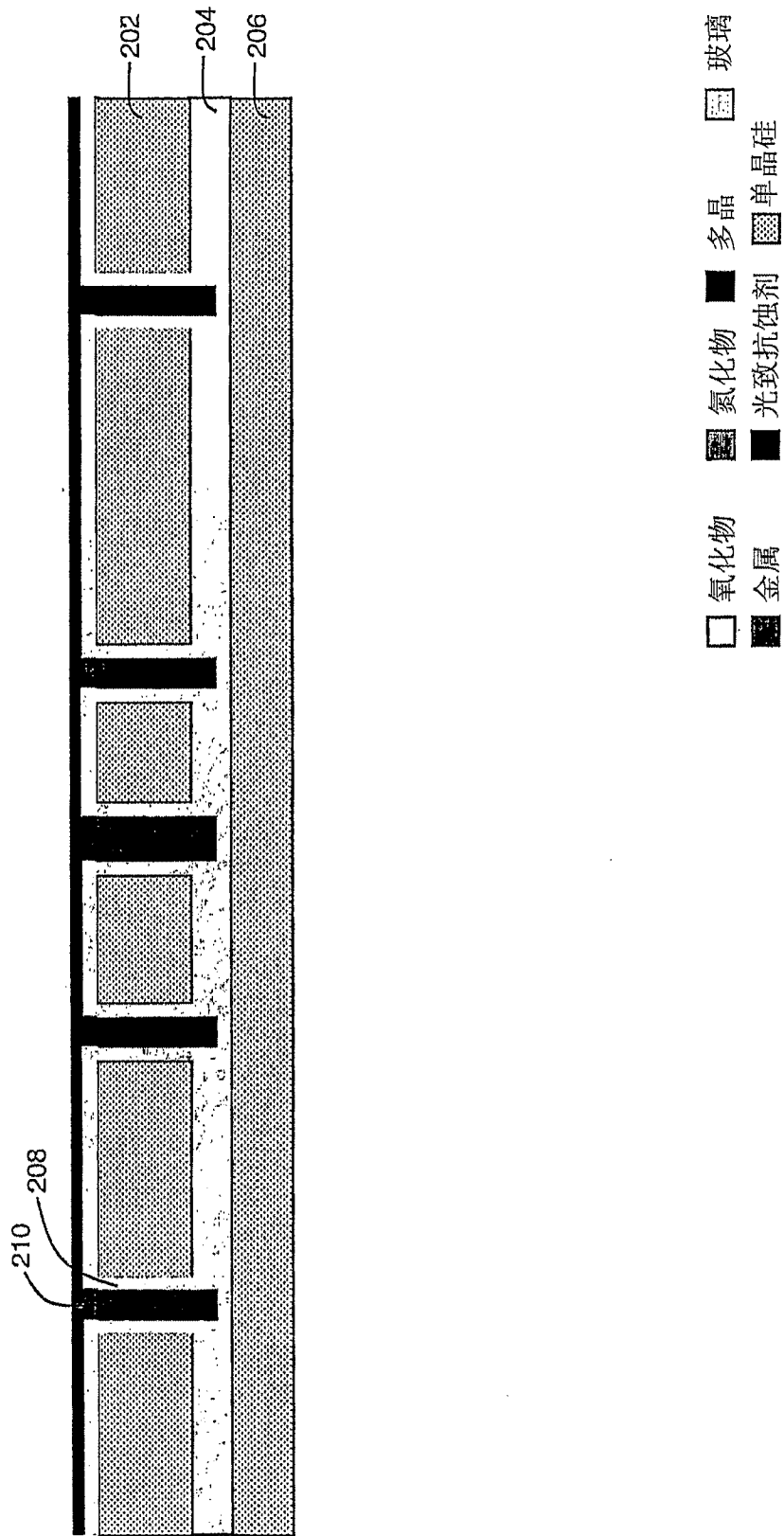


图2A

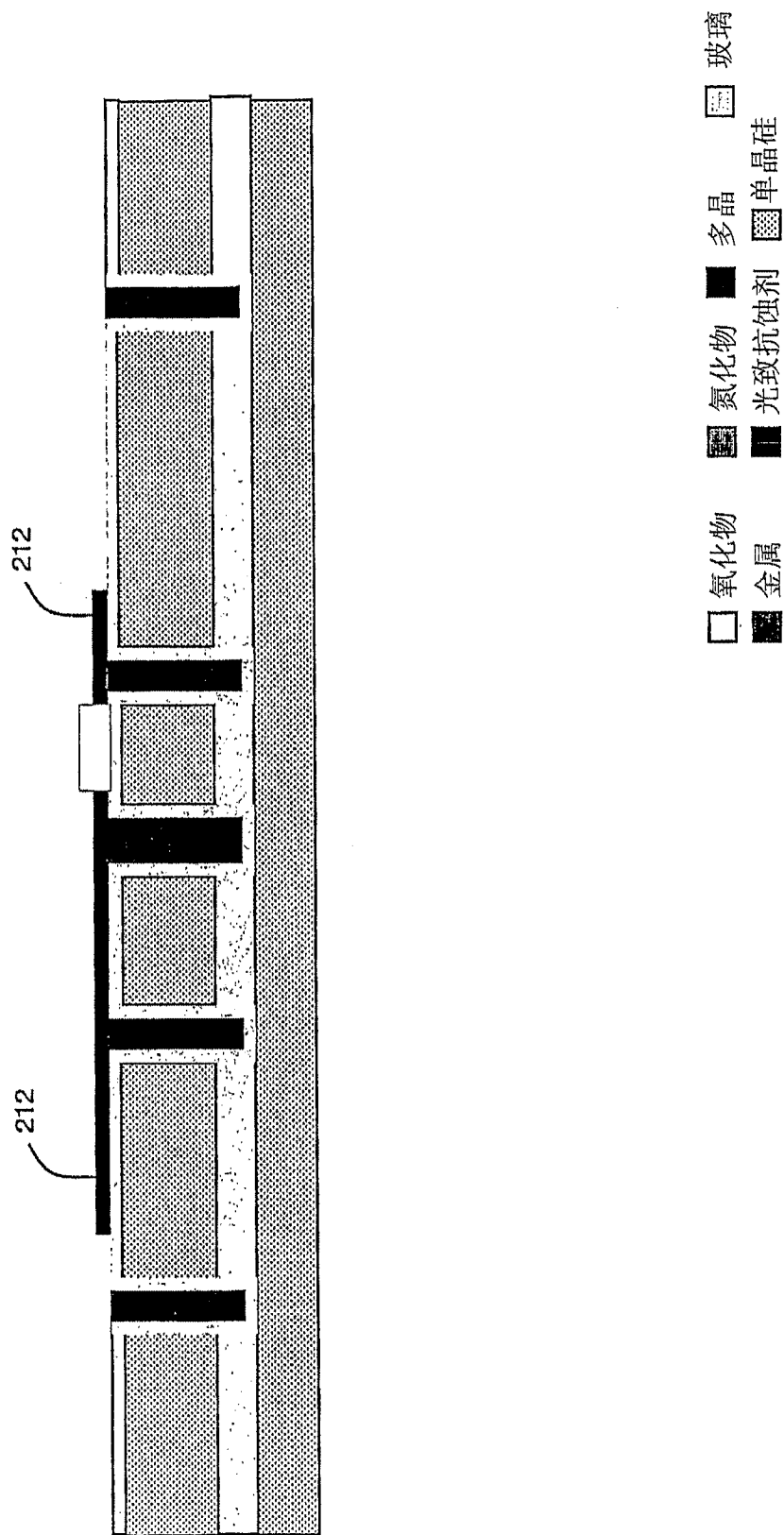


图2B

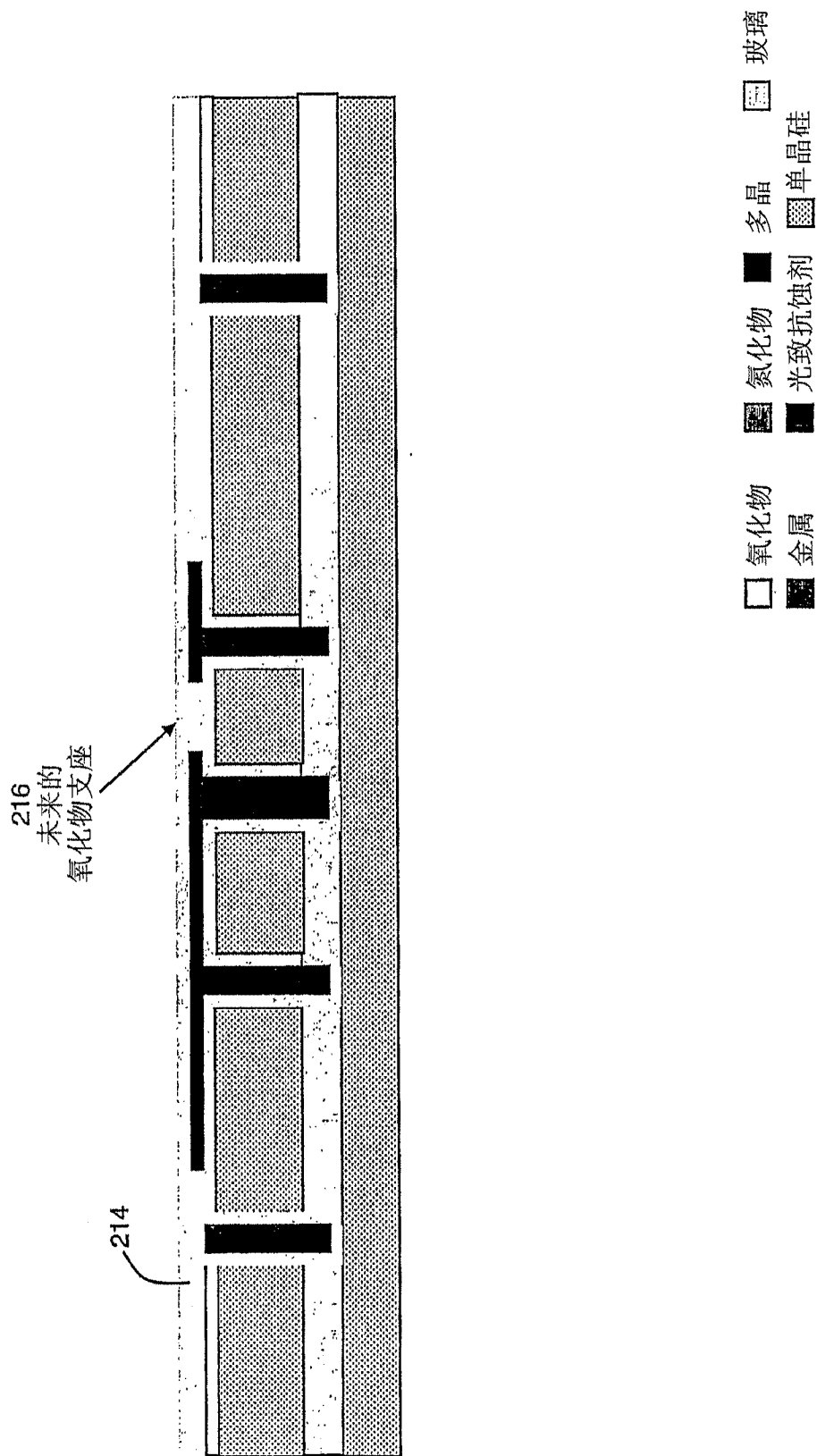


图2C

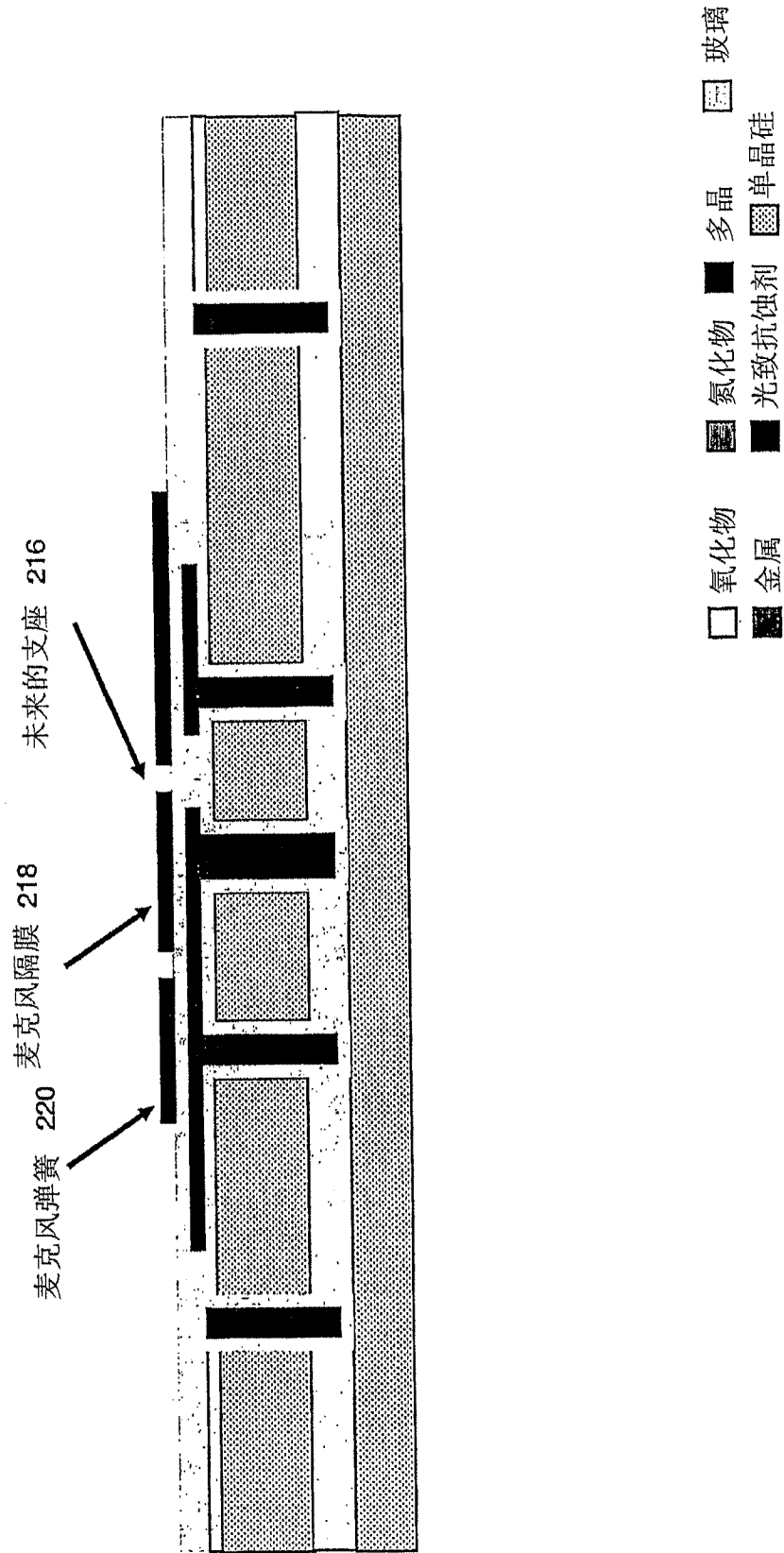


图2D

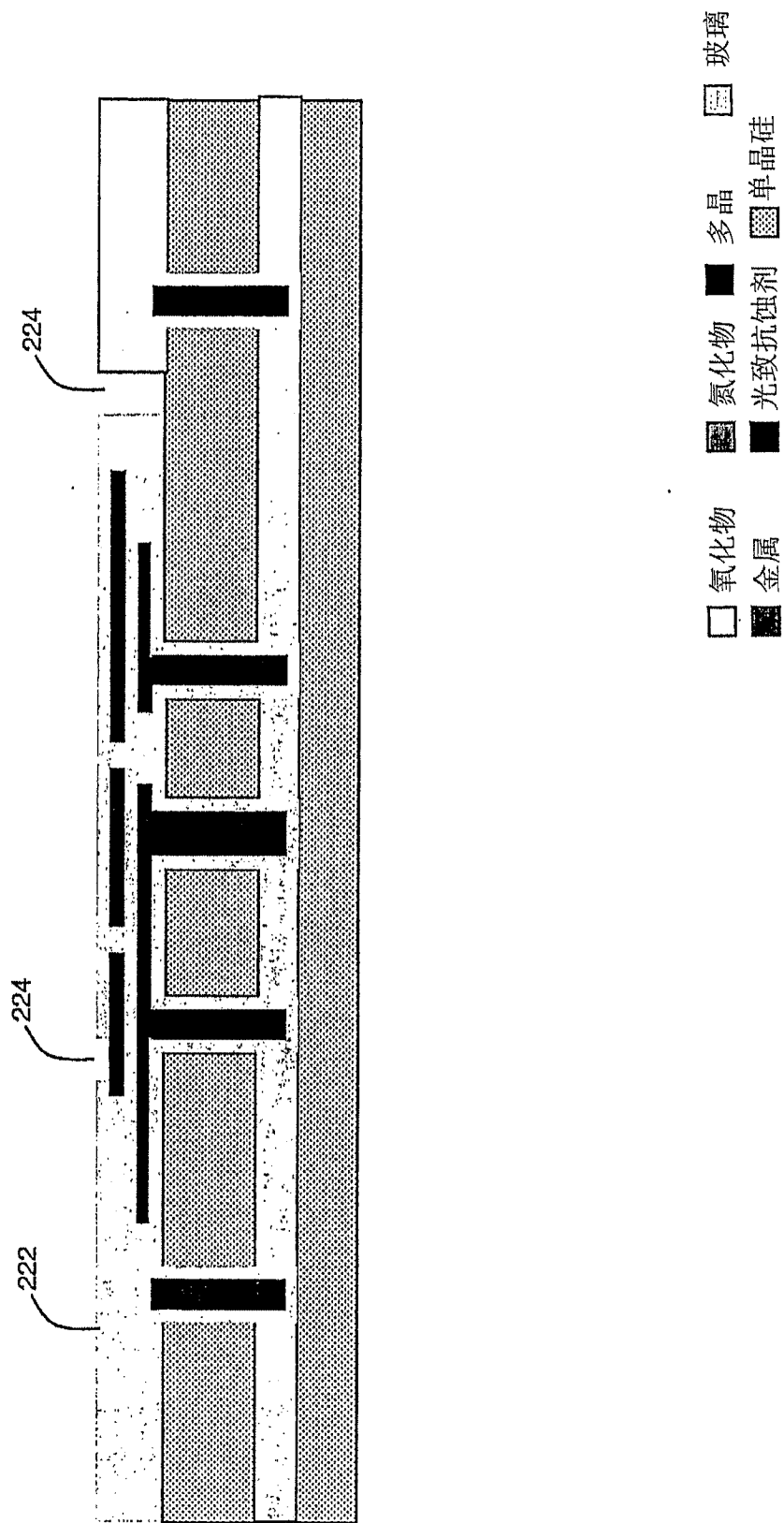


图2E

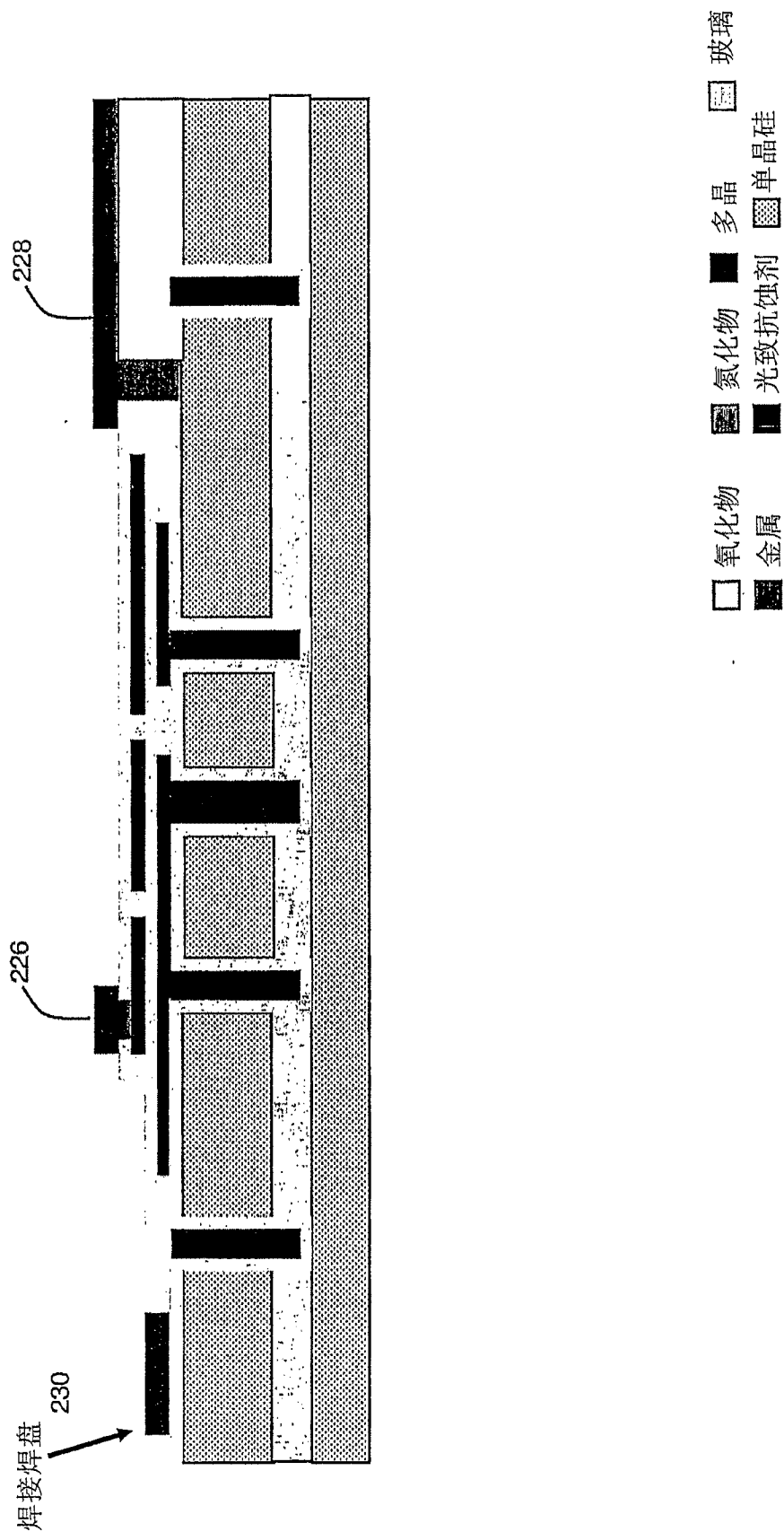


图2F

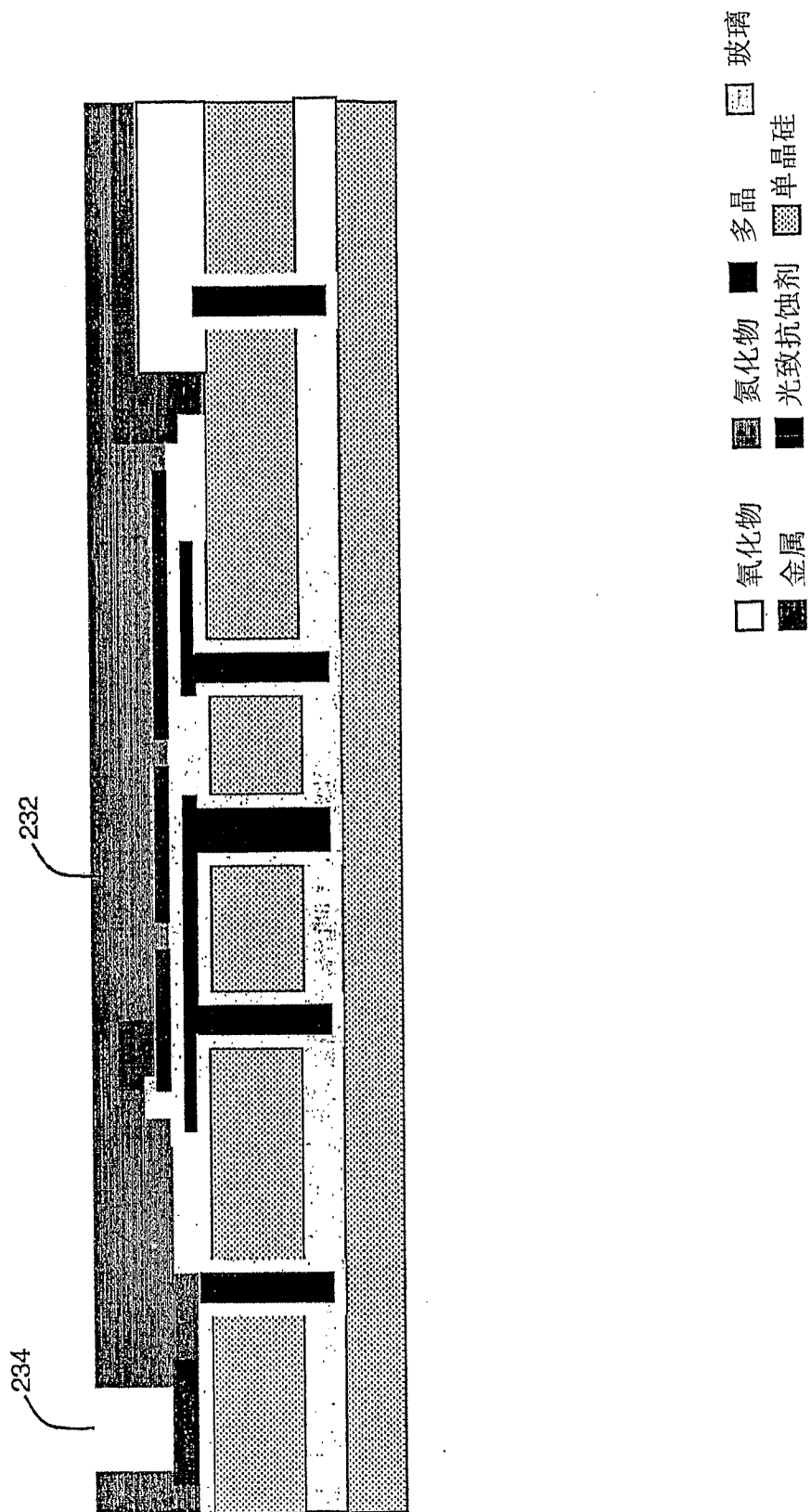


图2G

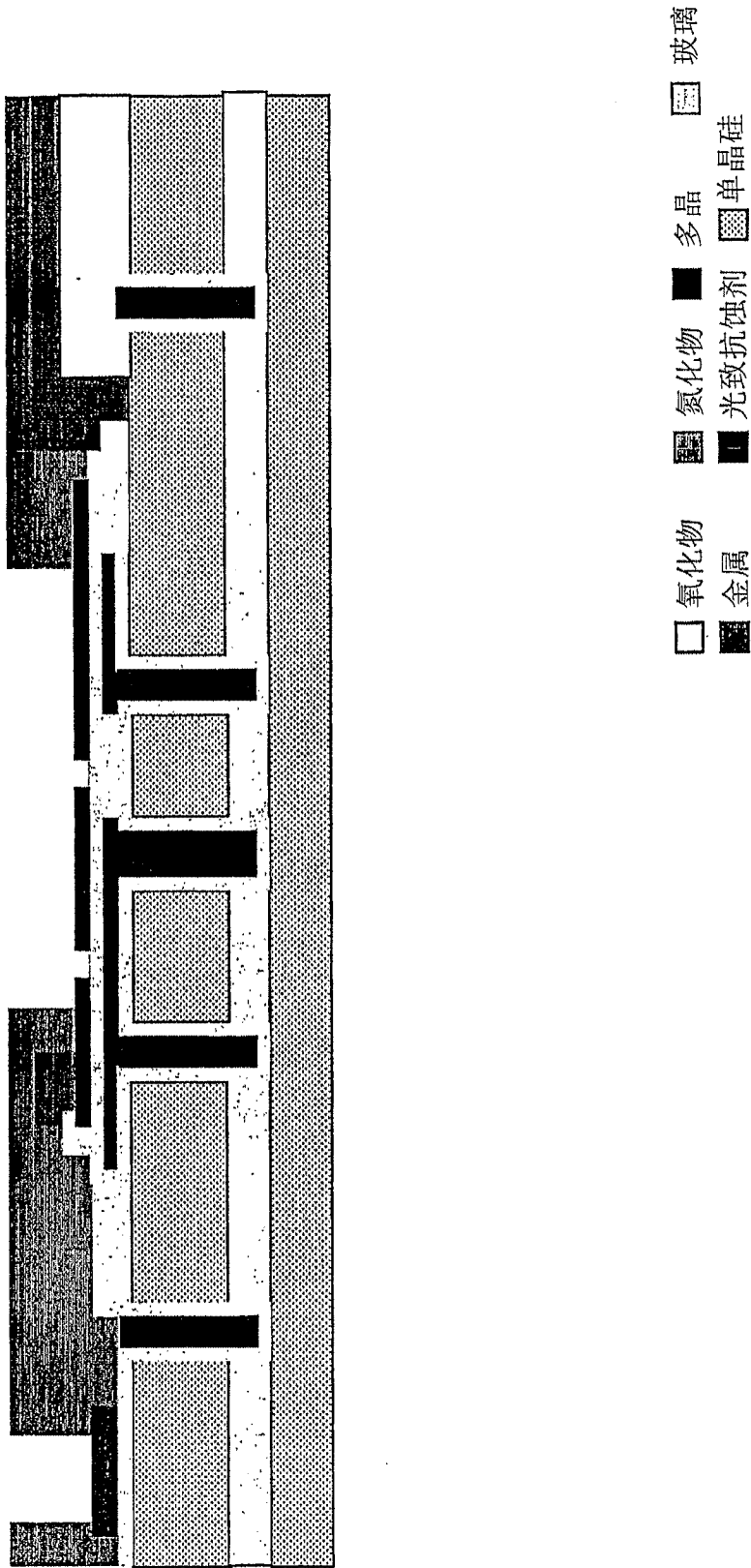


图2H

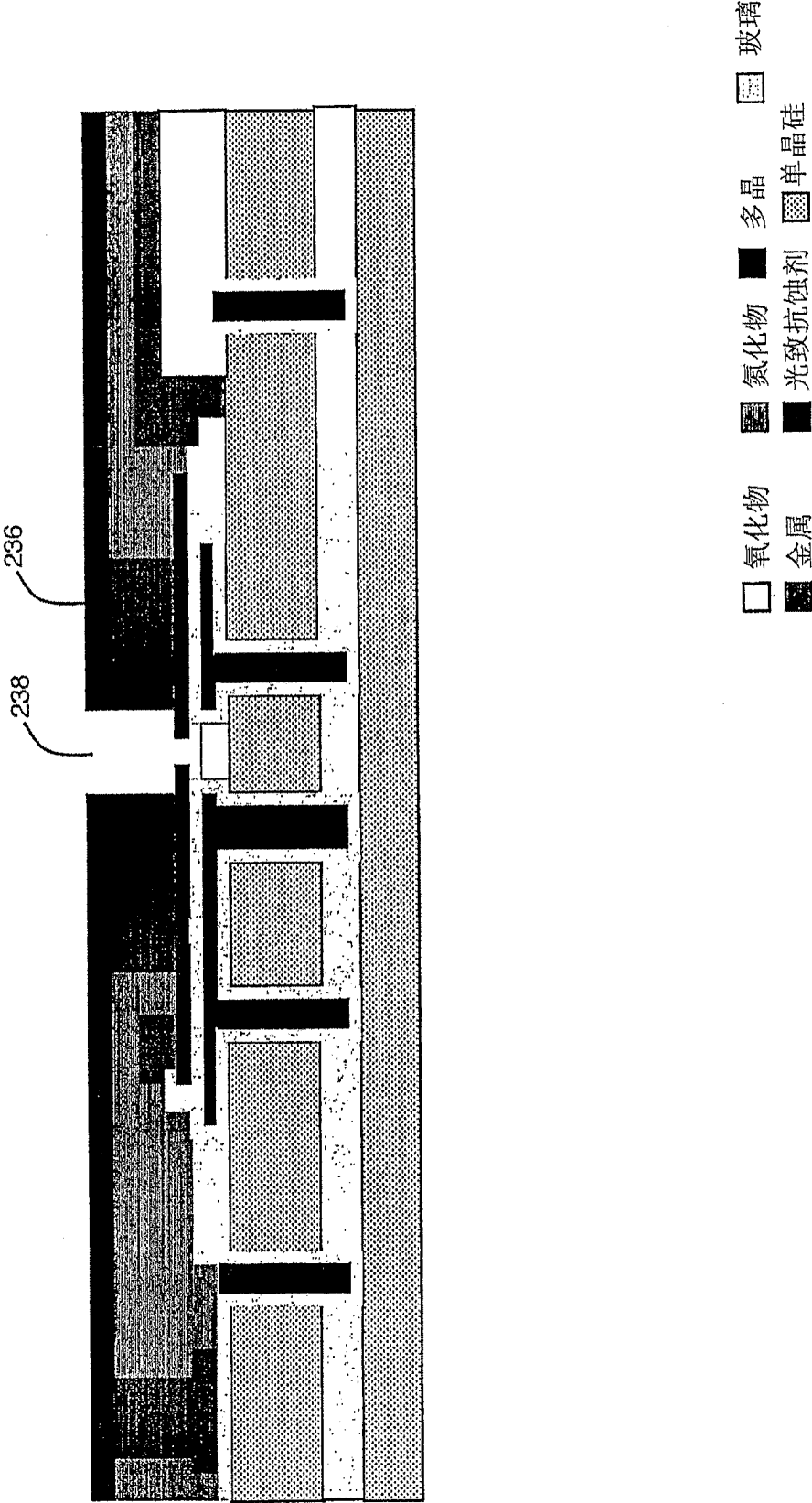


图2I

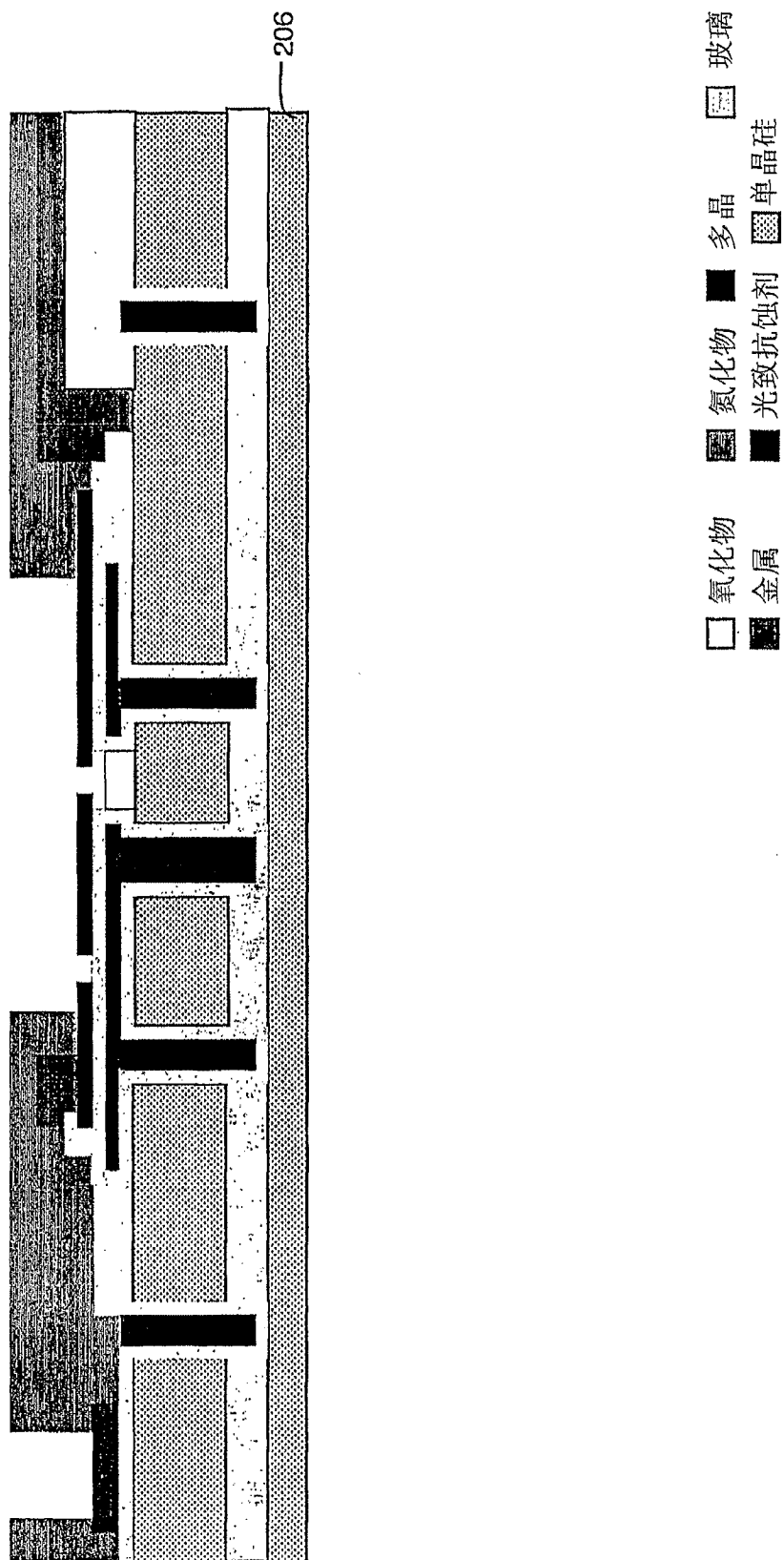


图2J

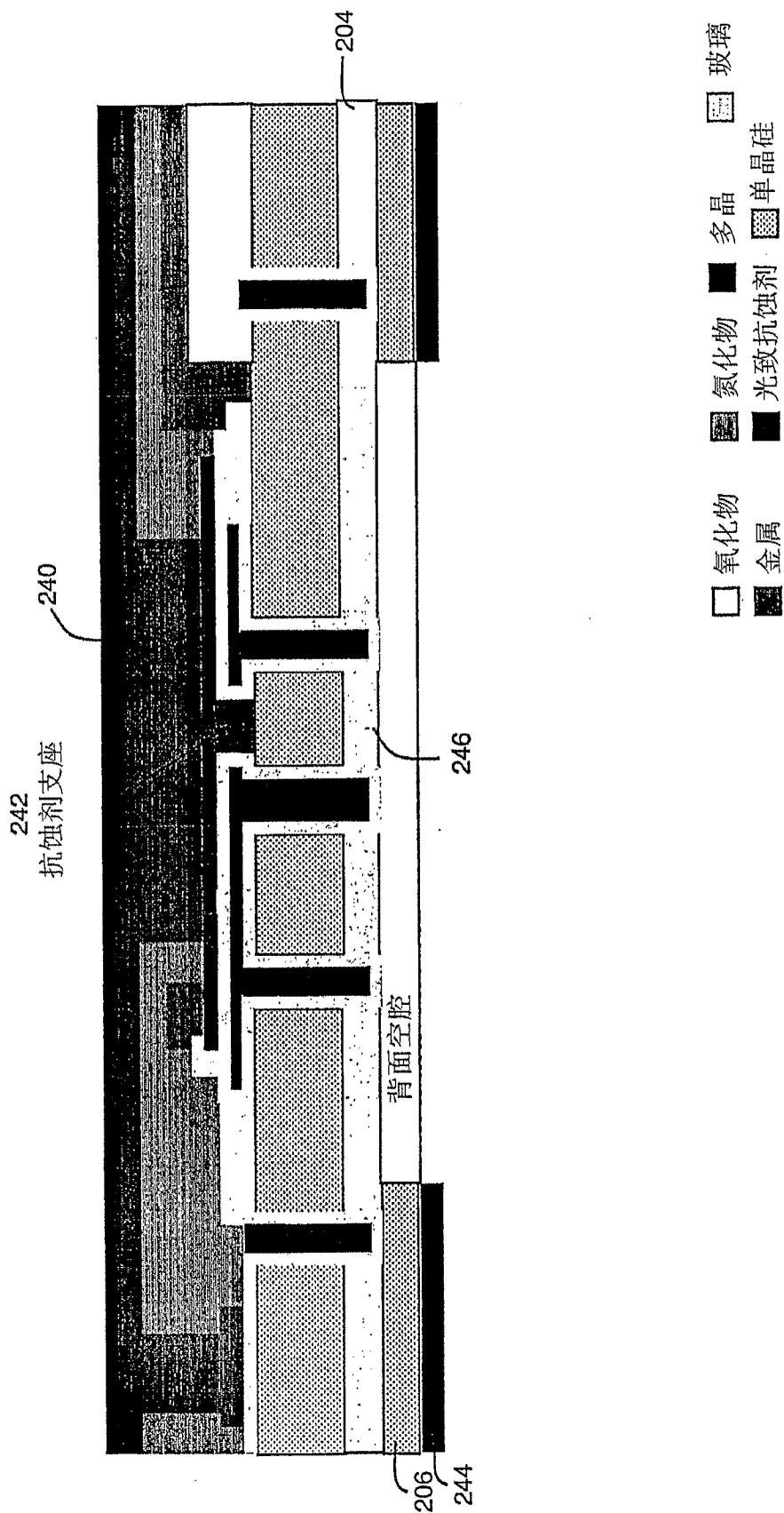


图2K

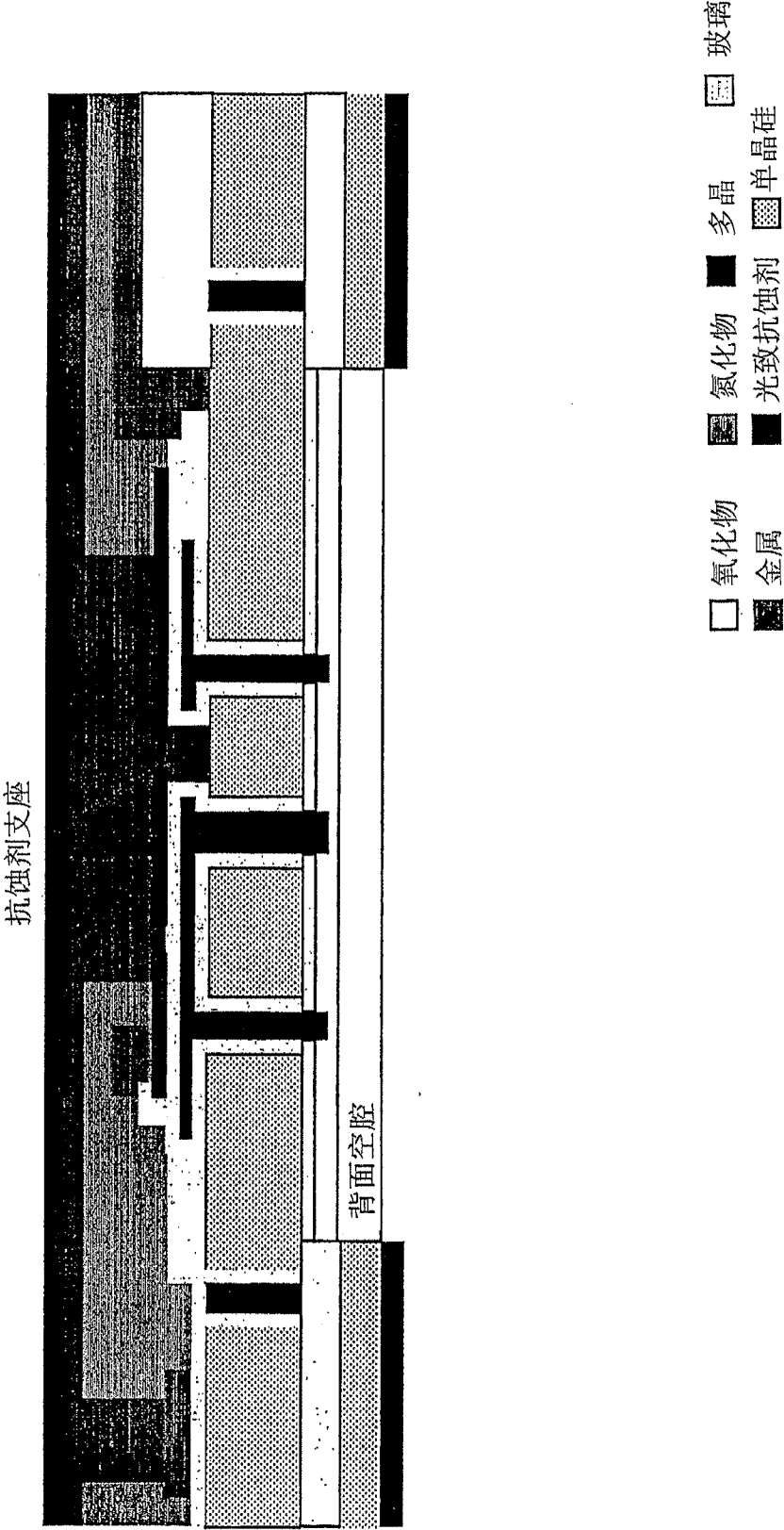


图2L

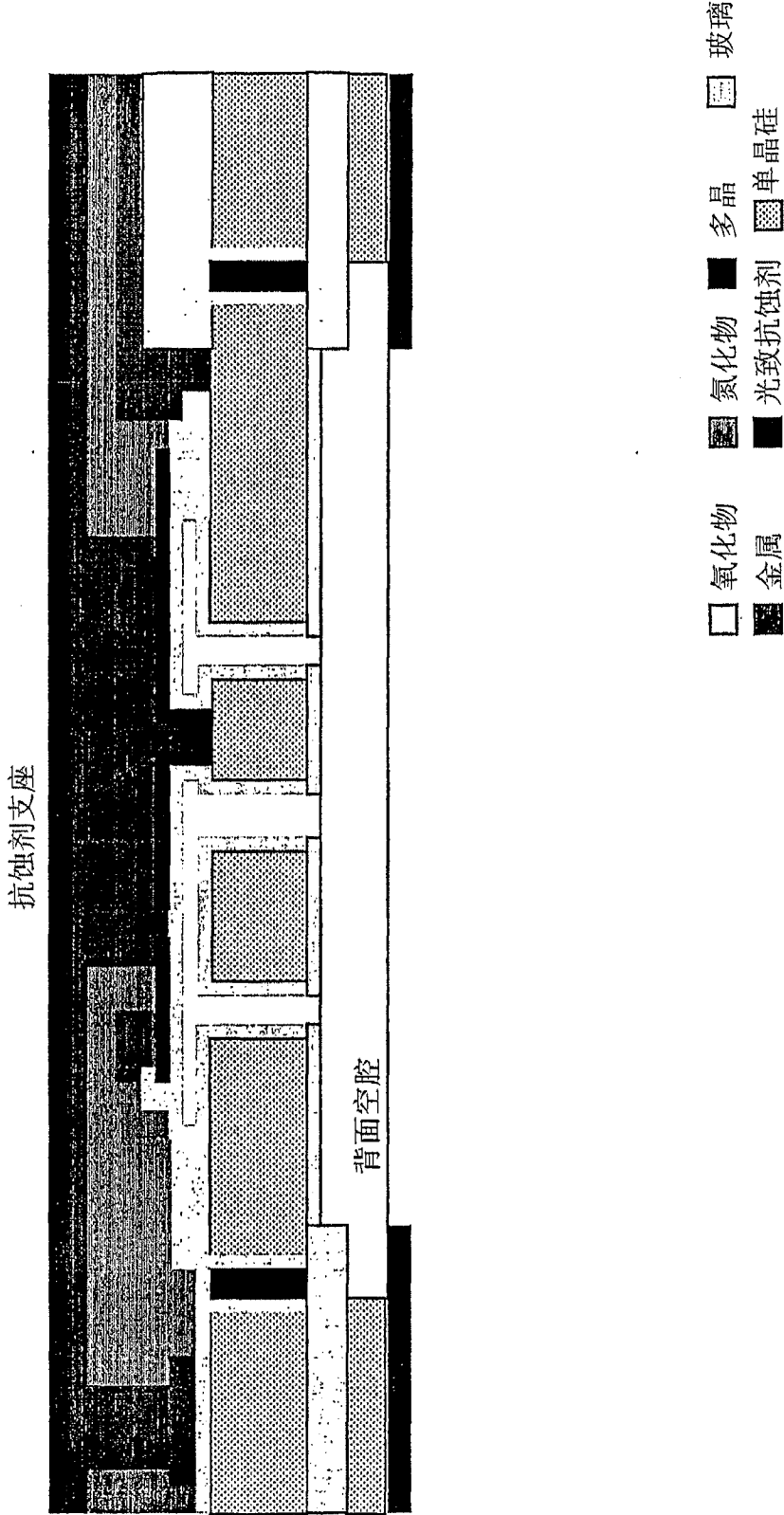


图2M

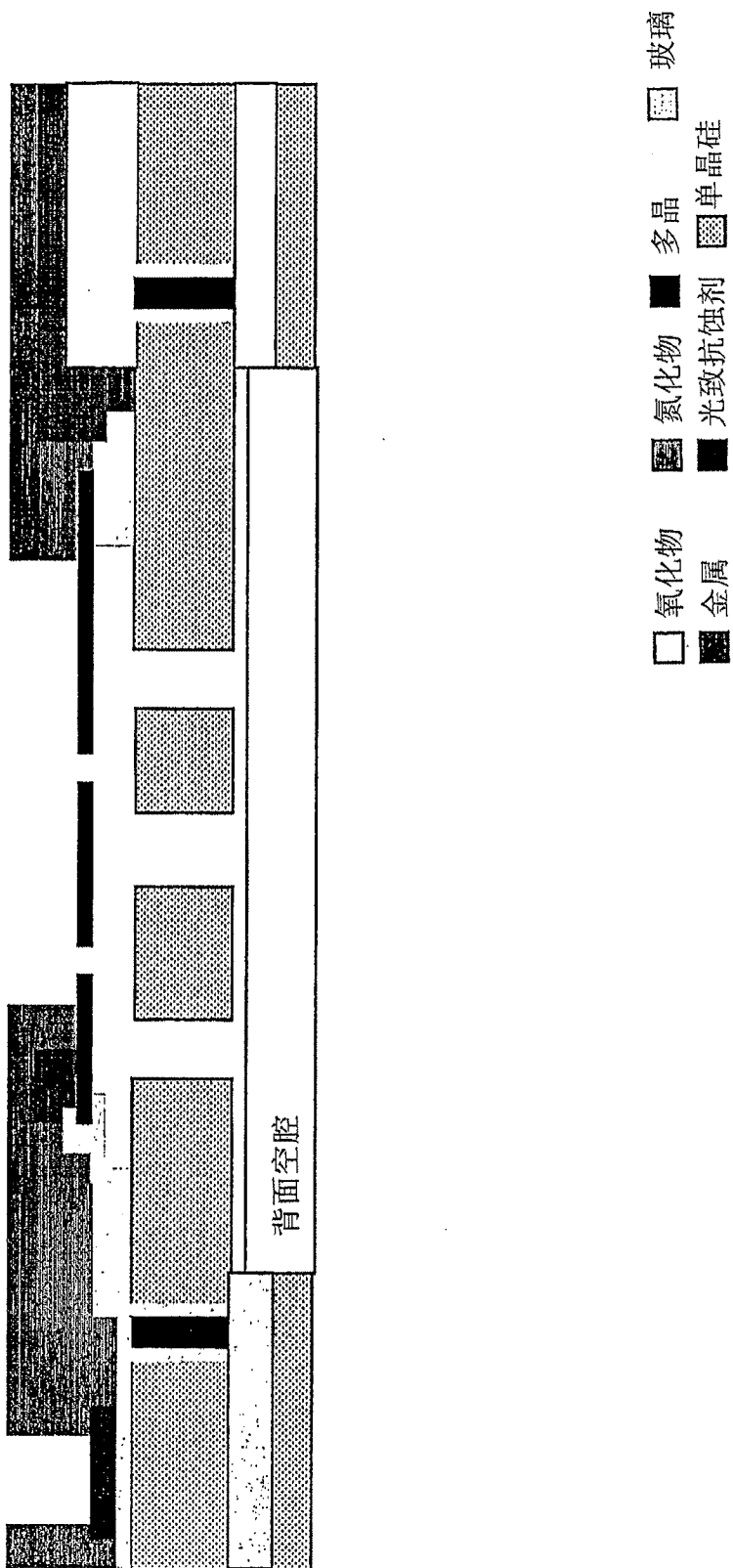


图2N

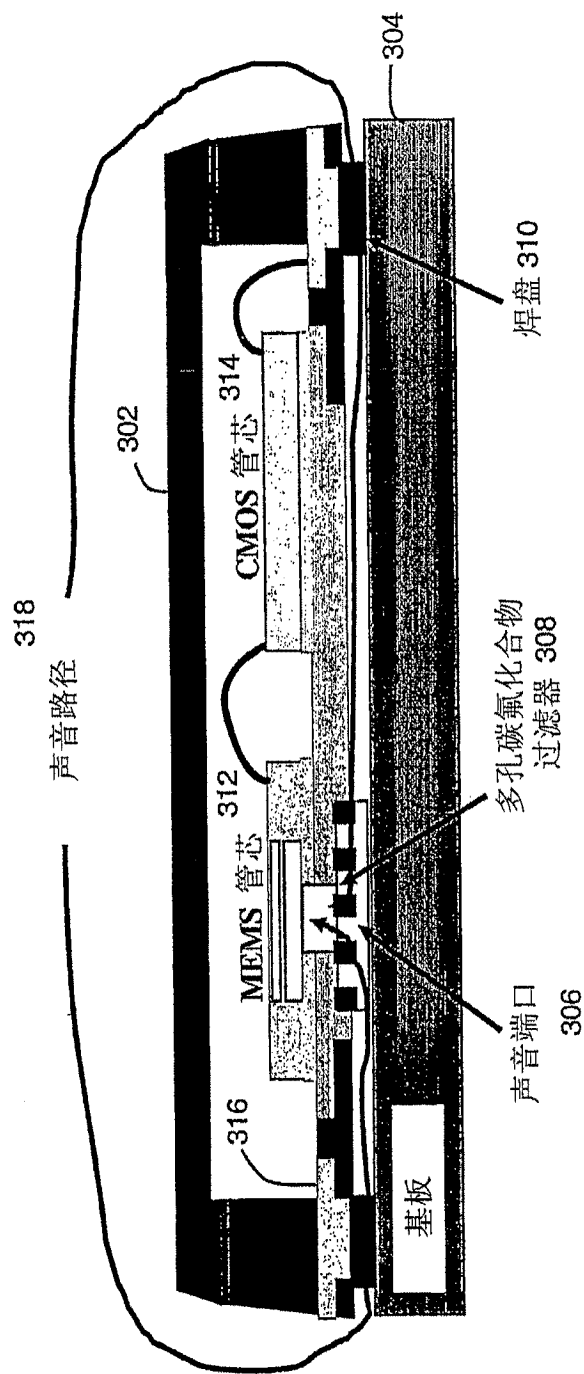


图3

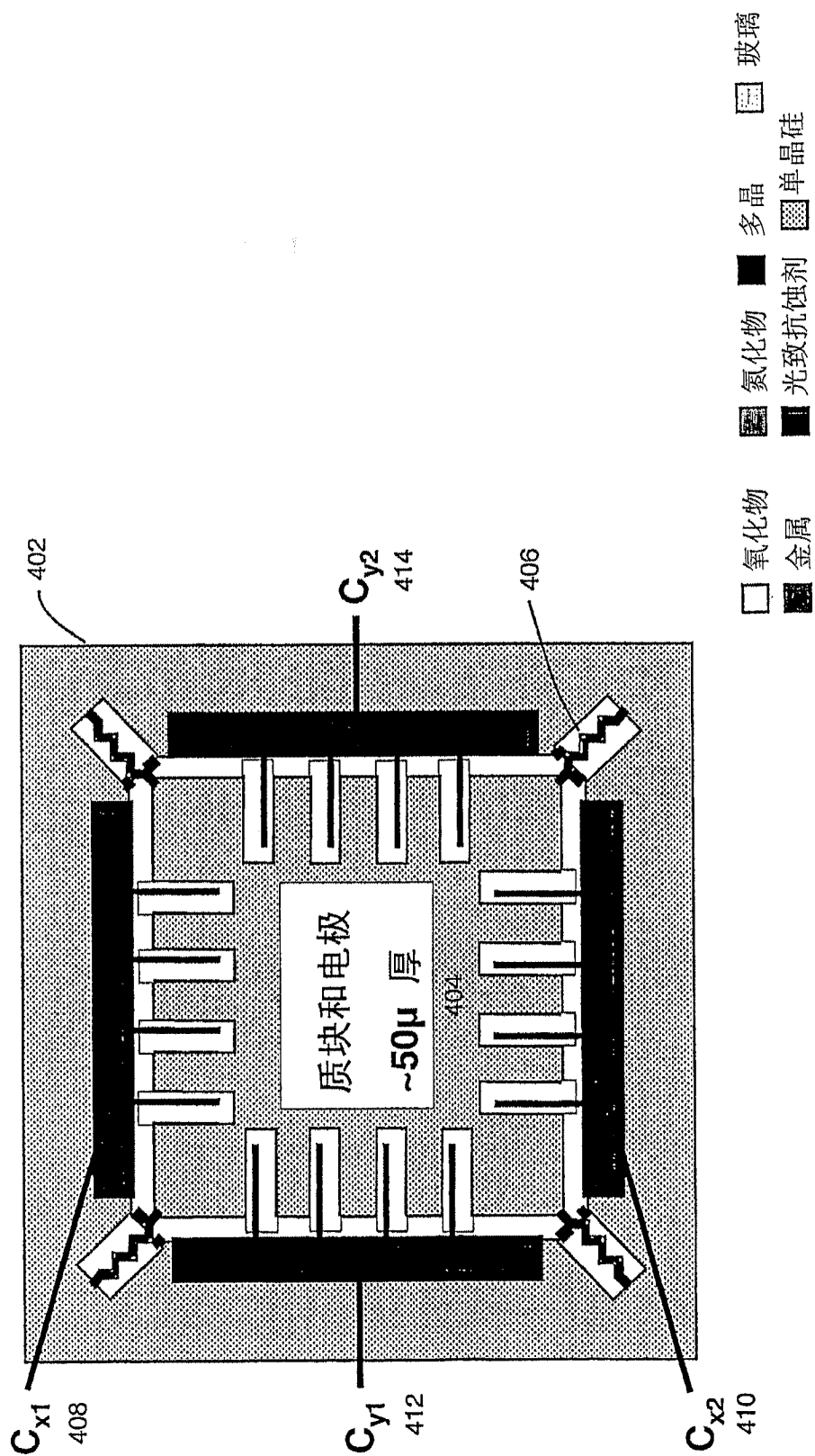


图4

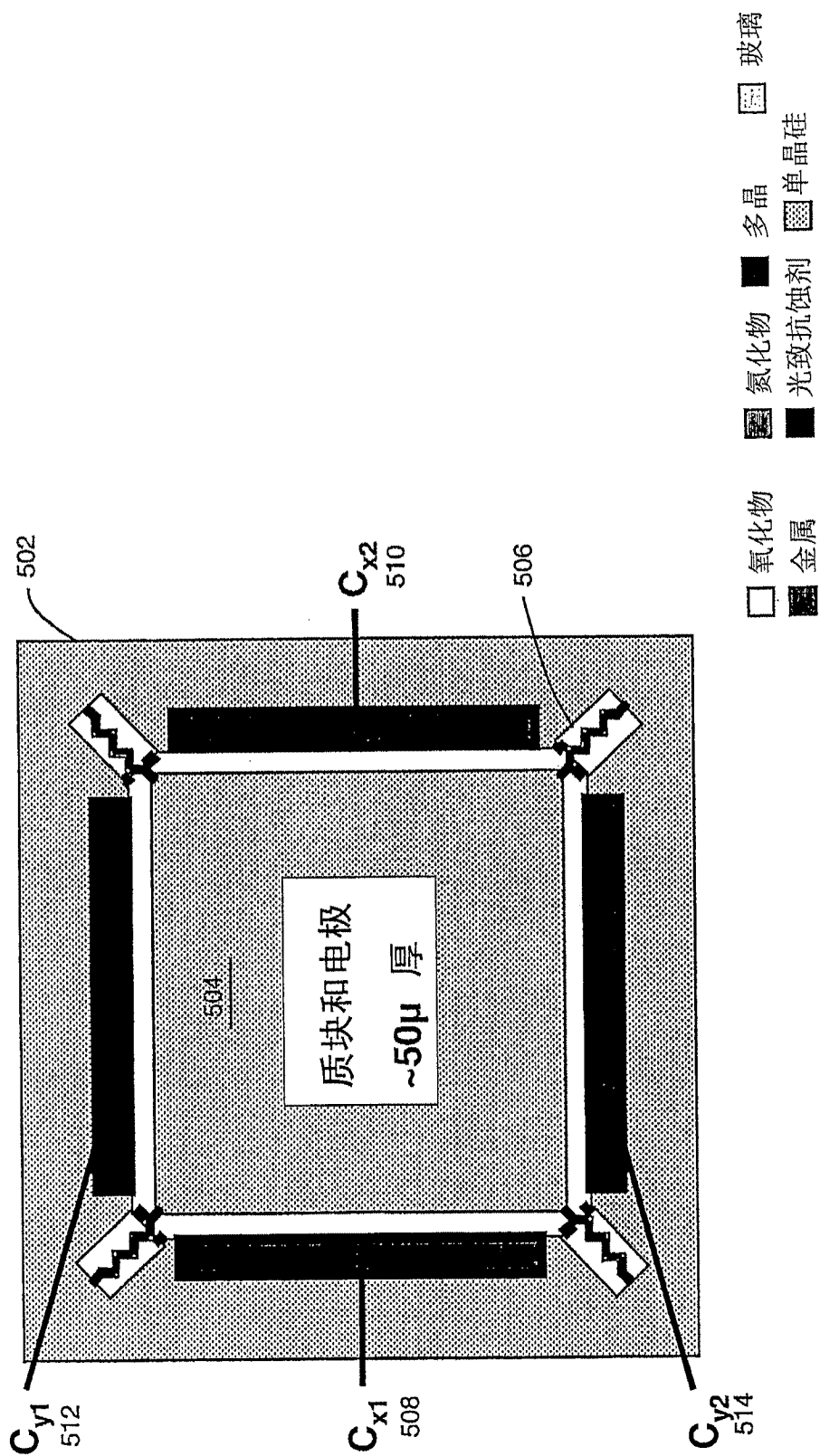


图5

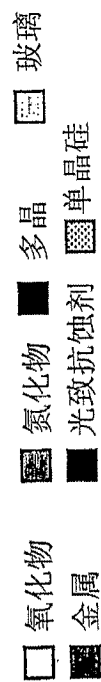
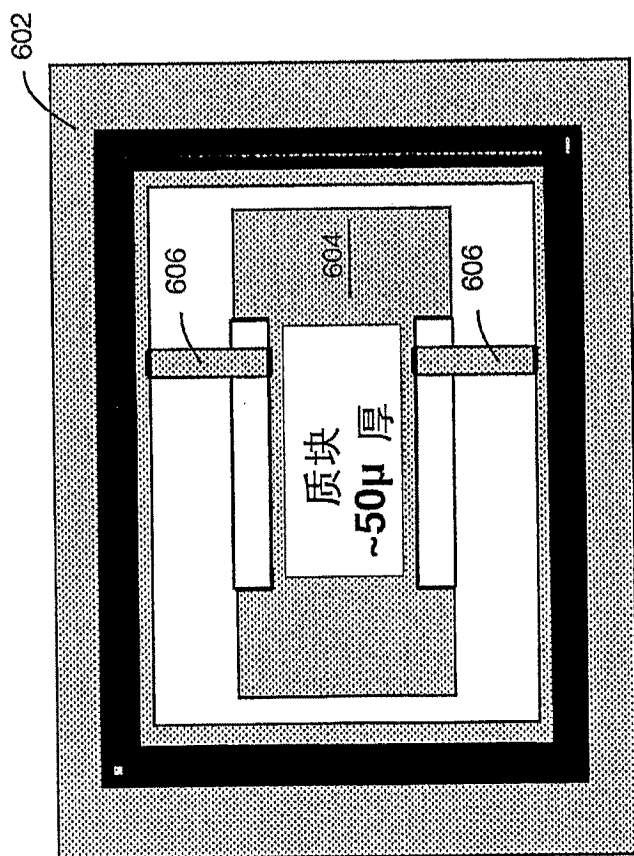


图6

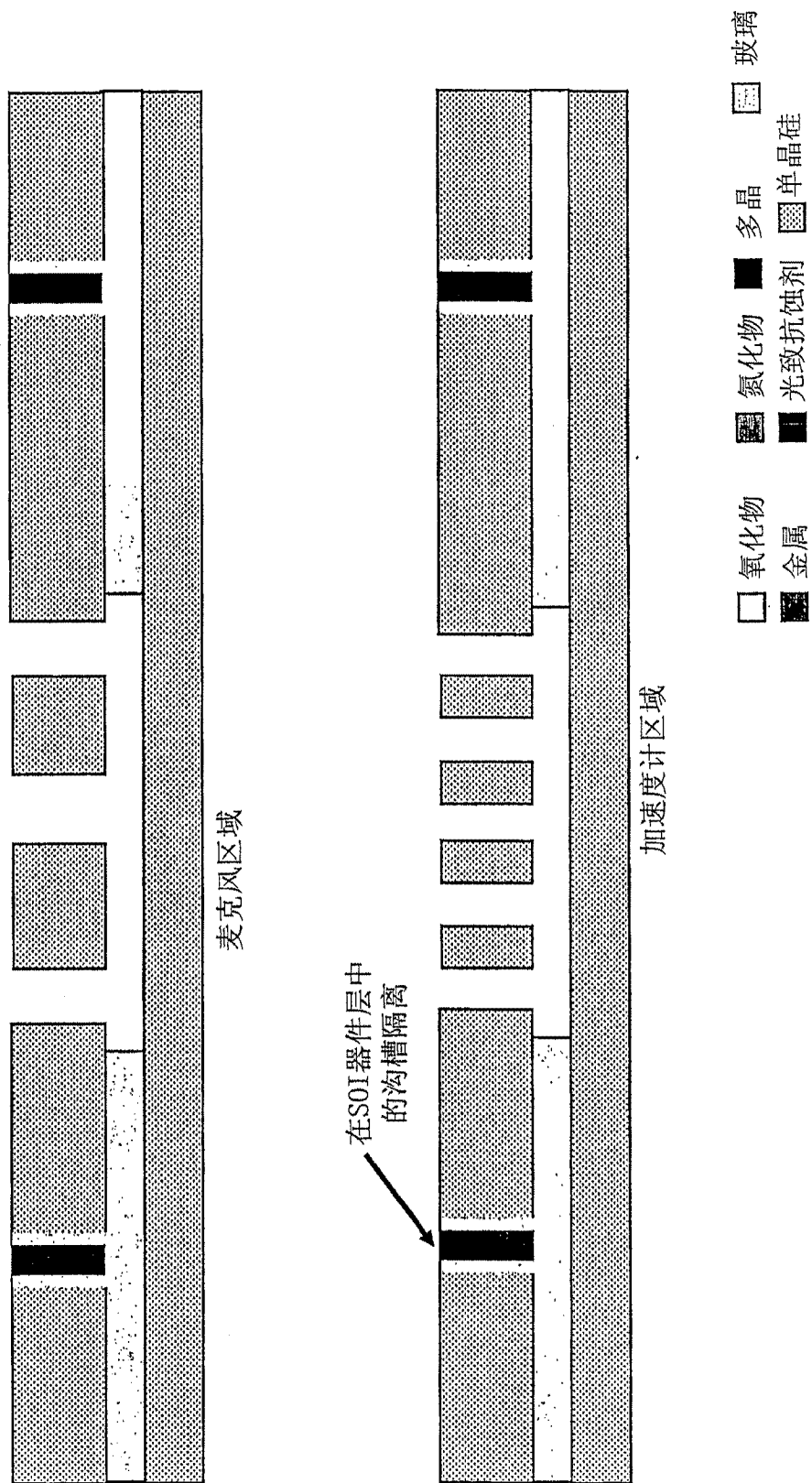


图7A

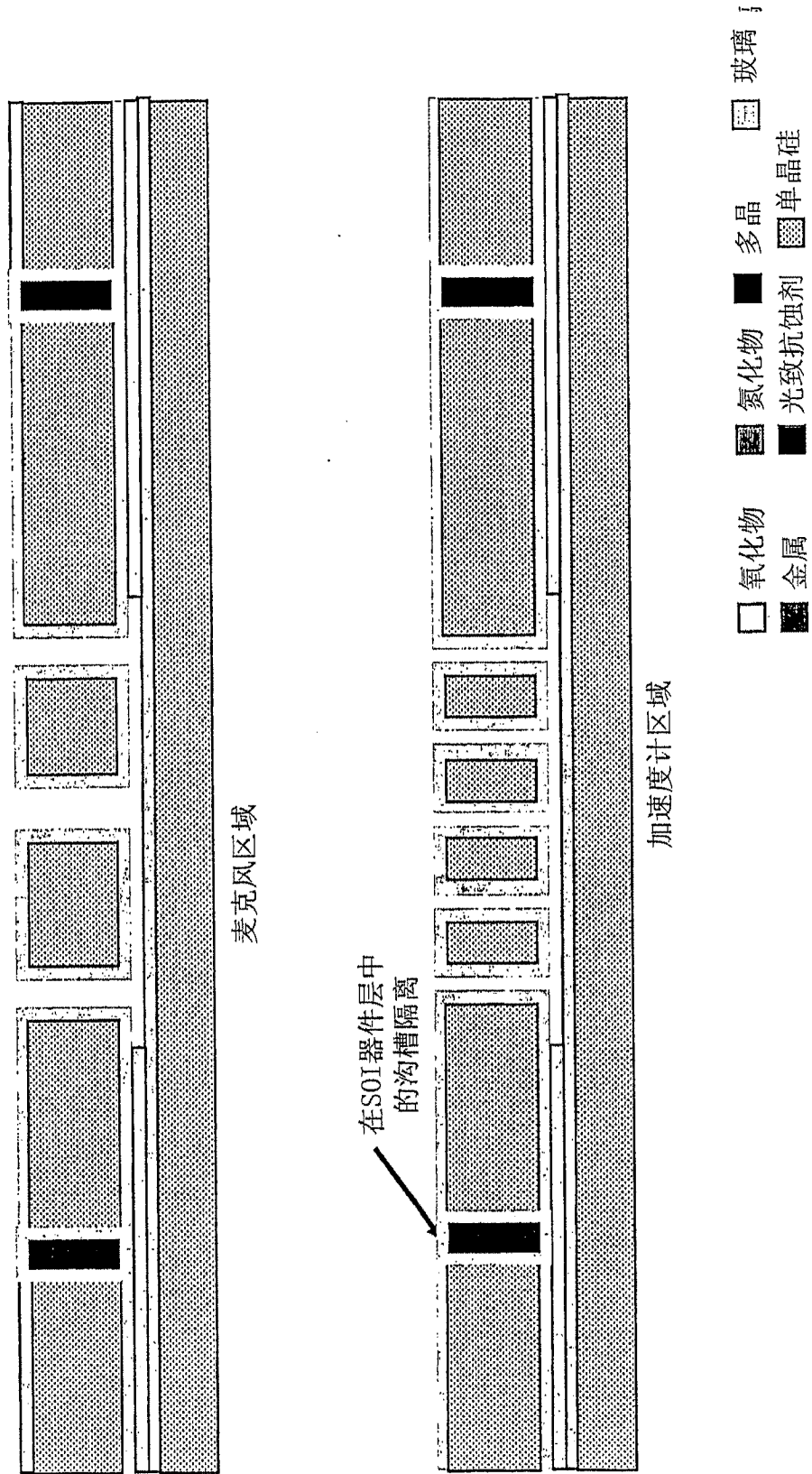


图7B

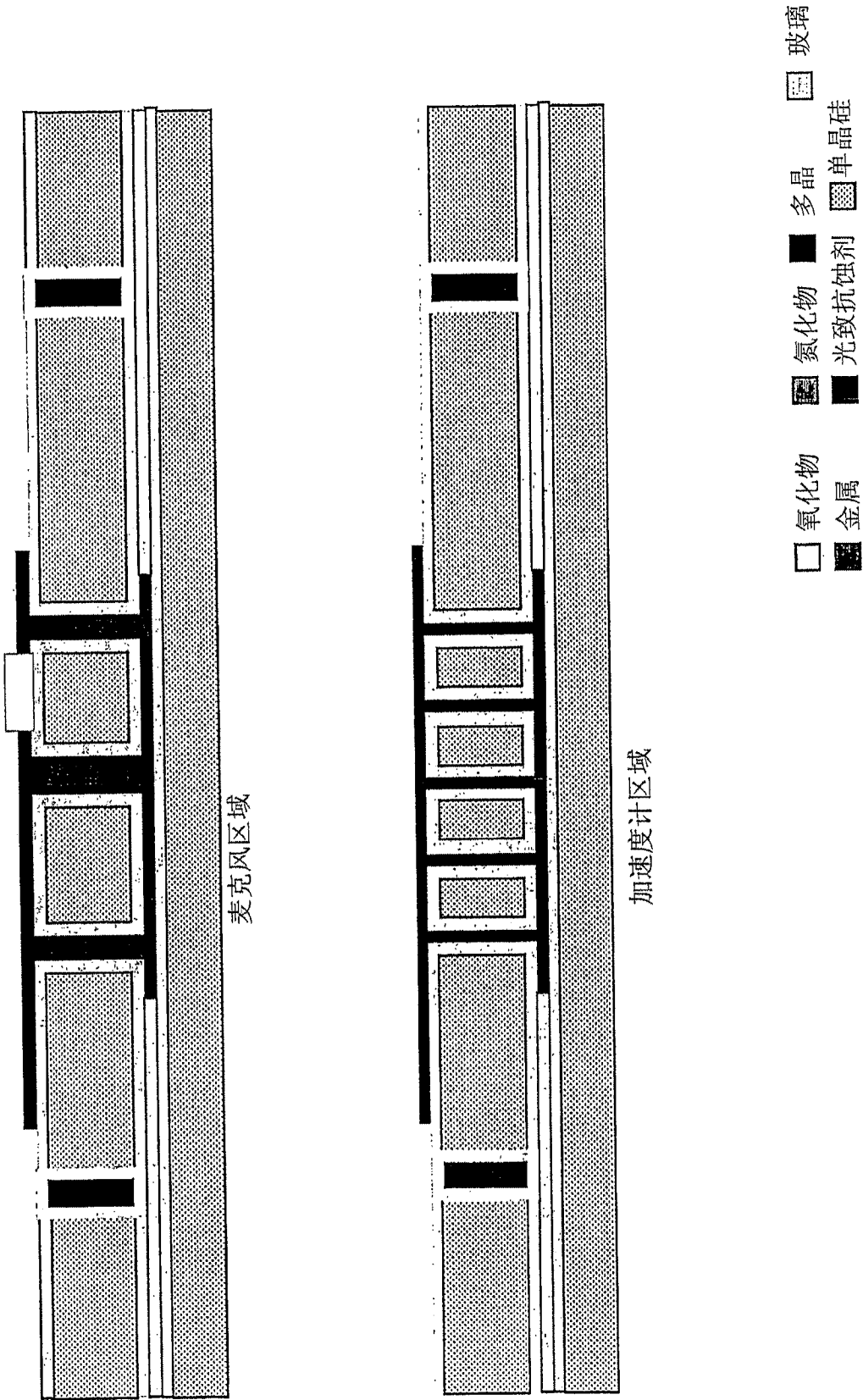


图7C

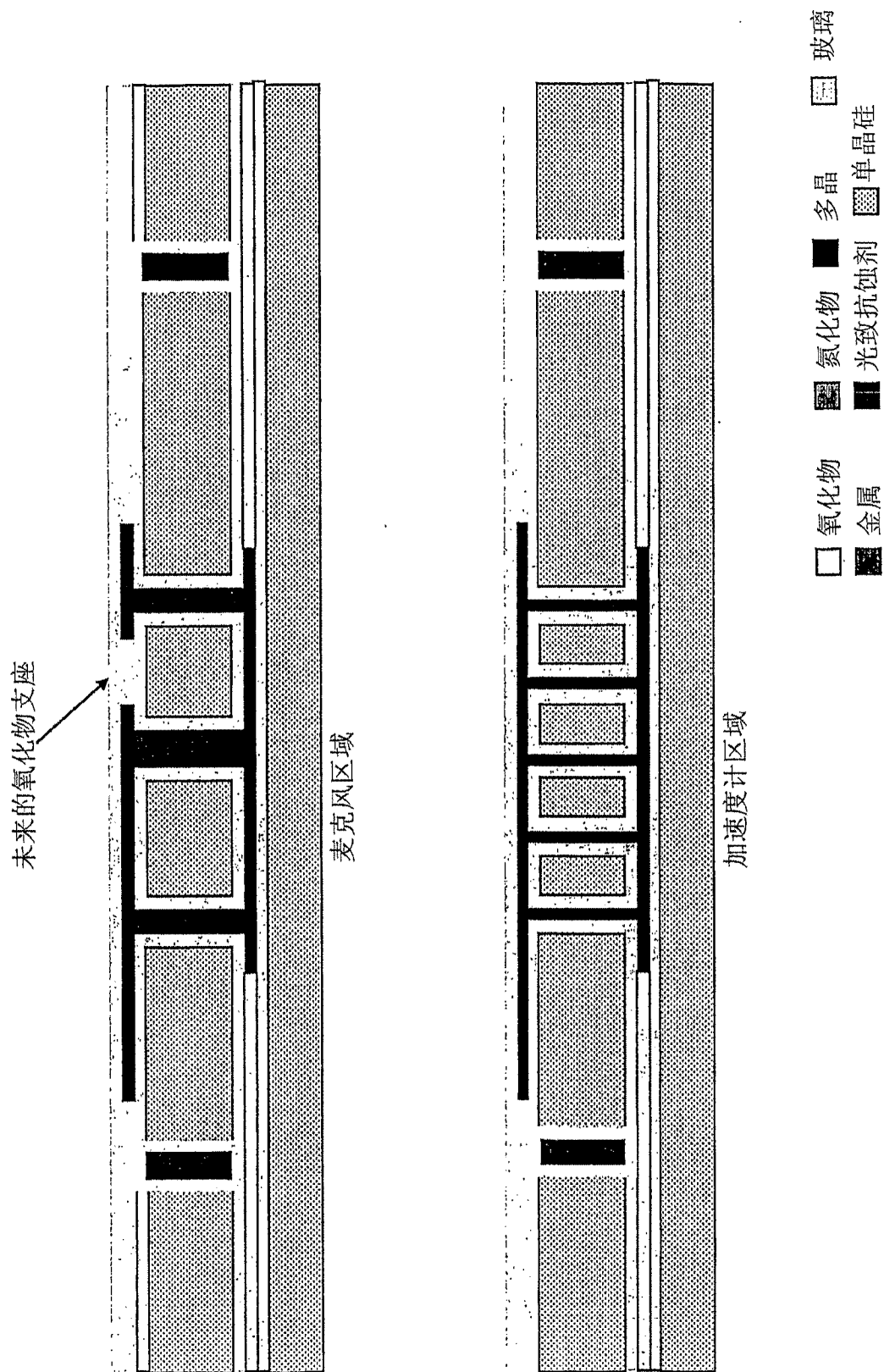


图7D

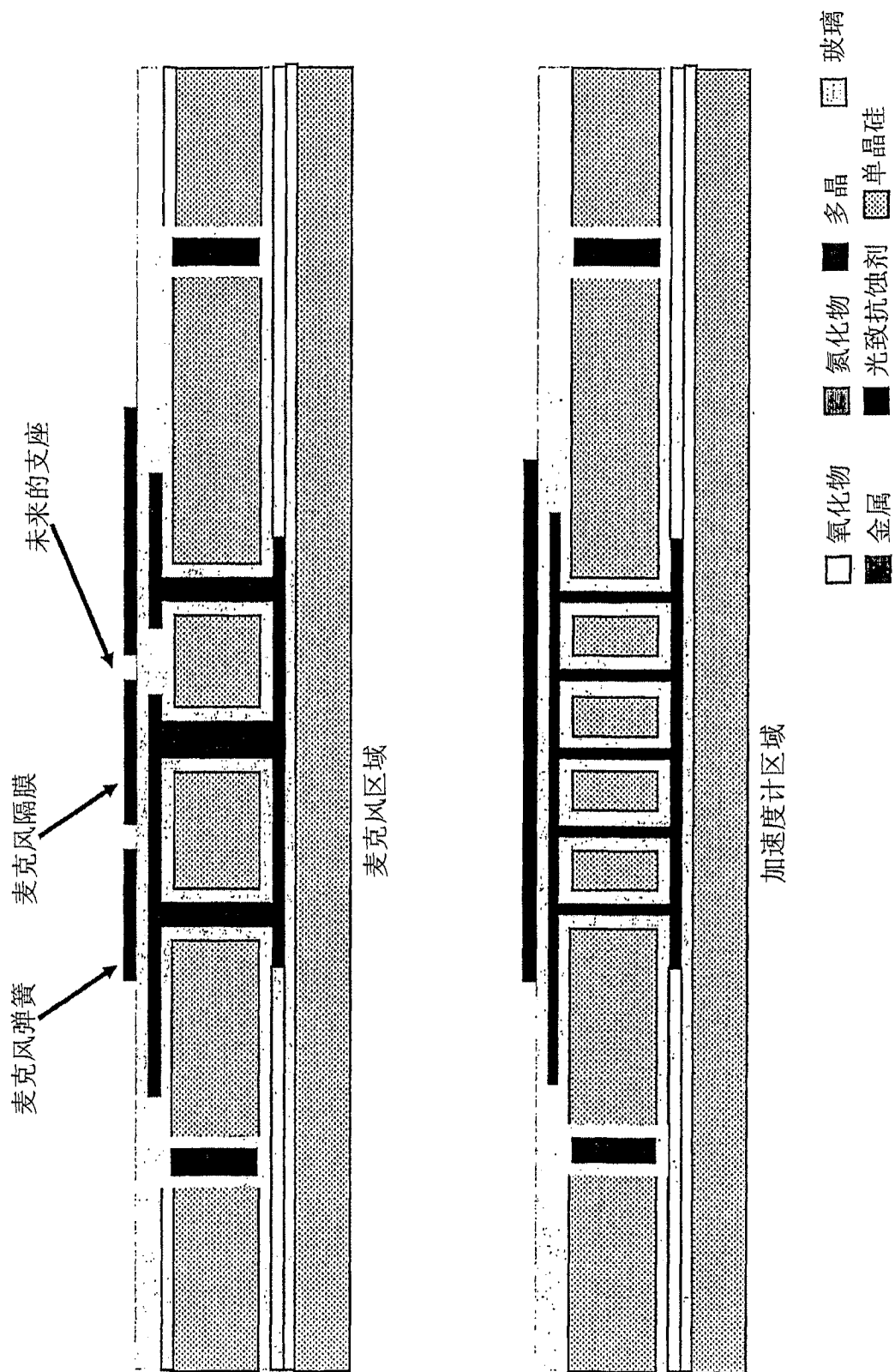


图7E

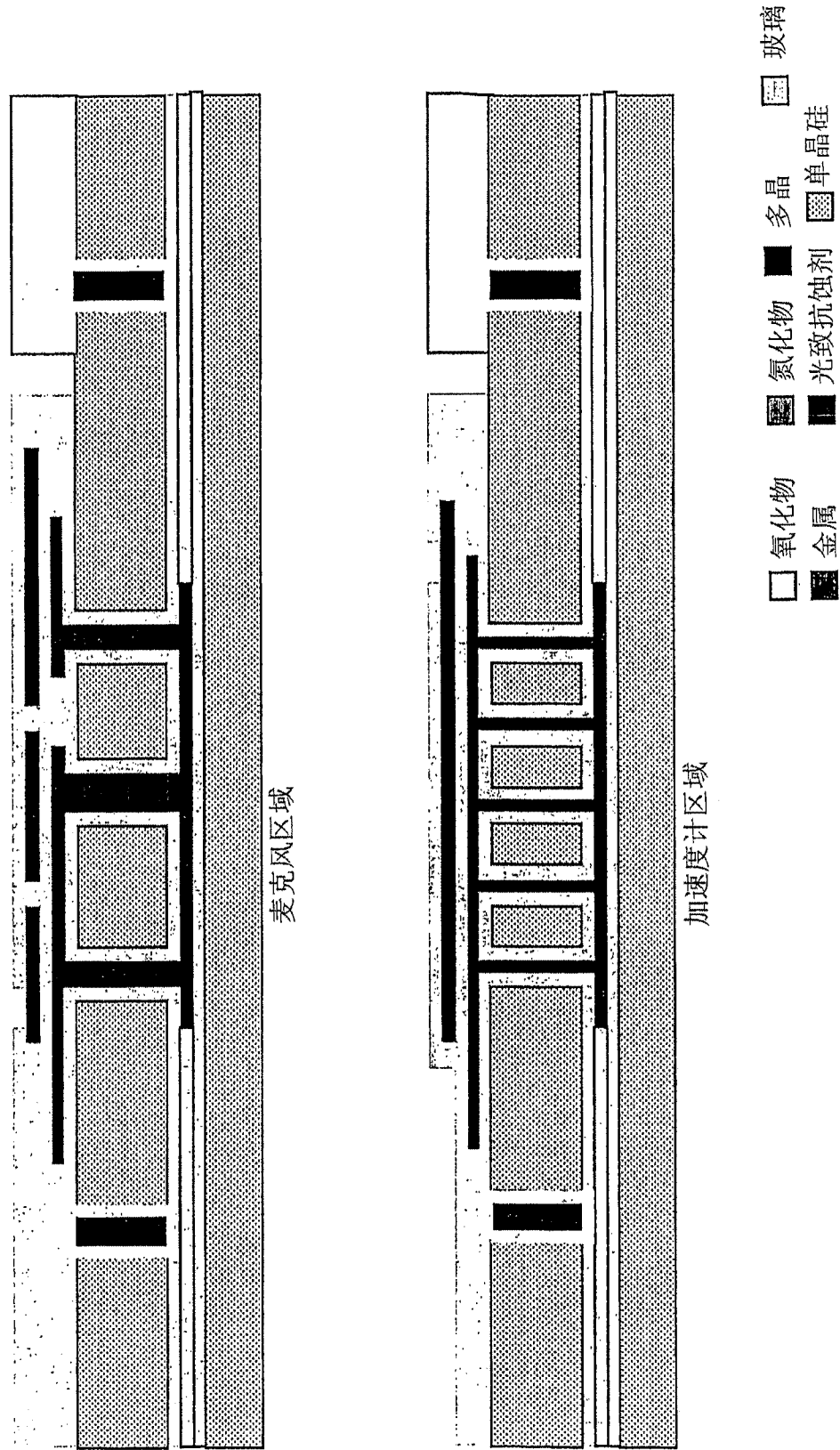


图7F

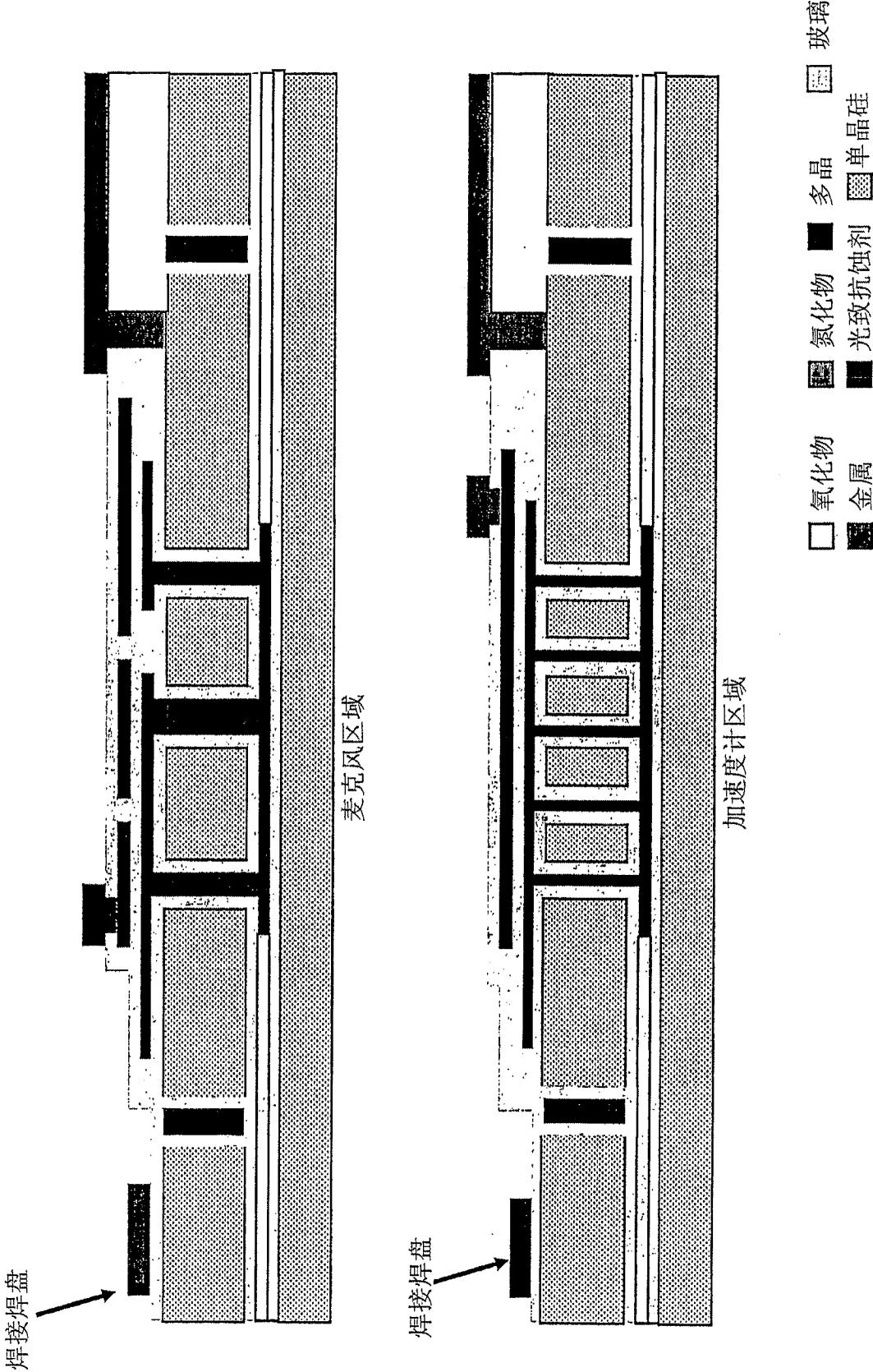


图7G

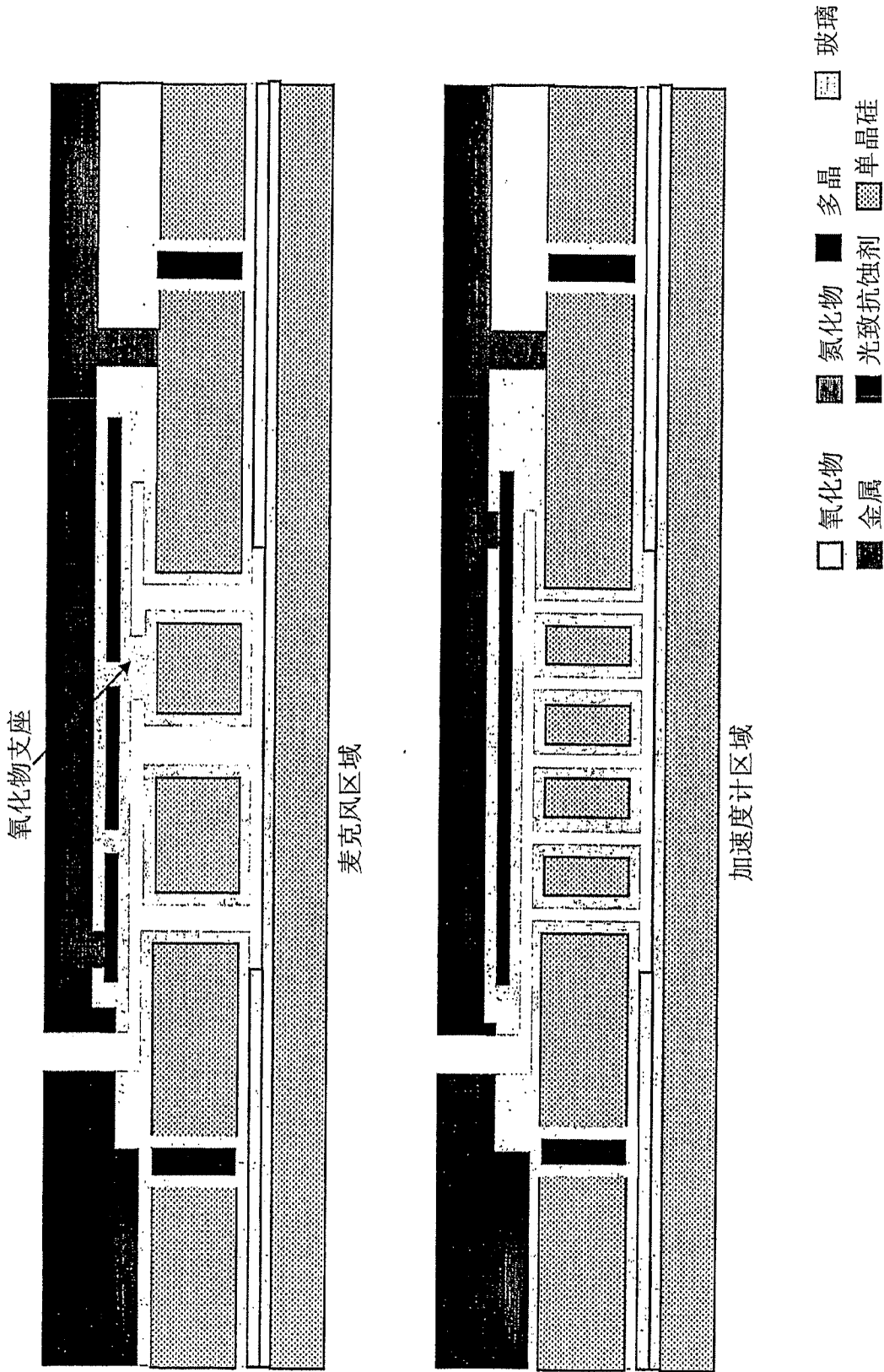


图7H

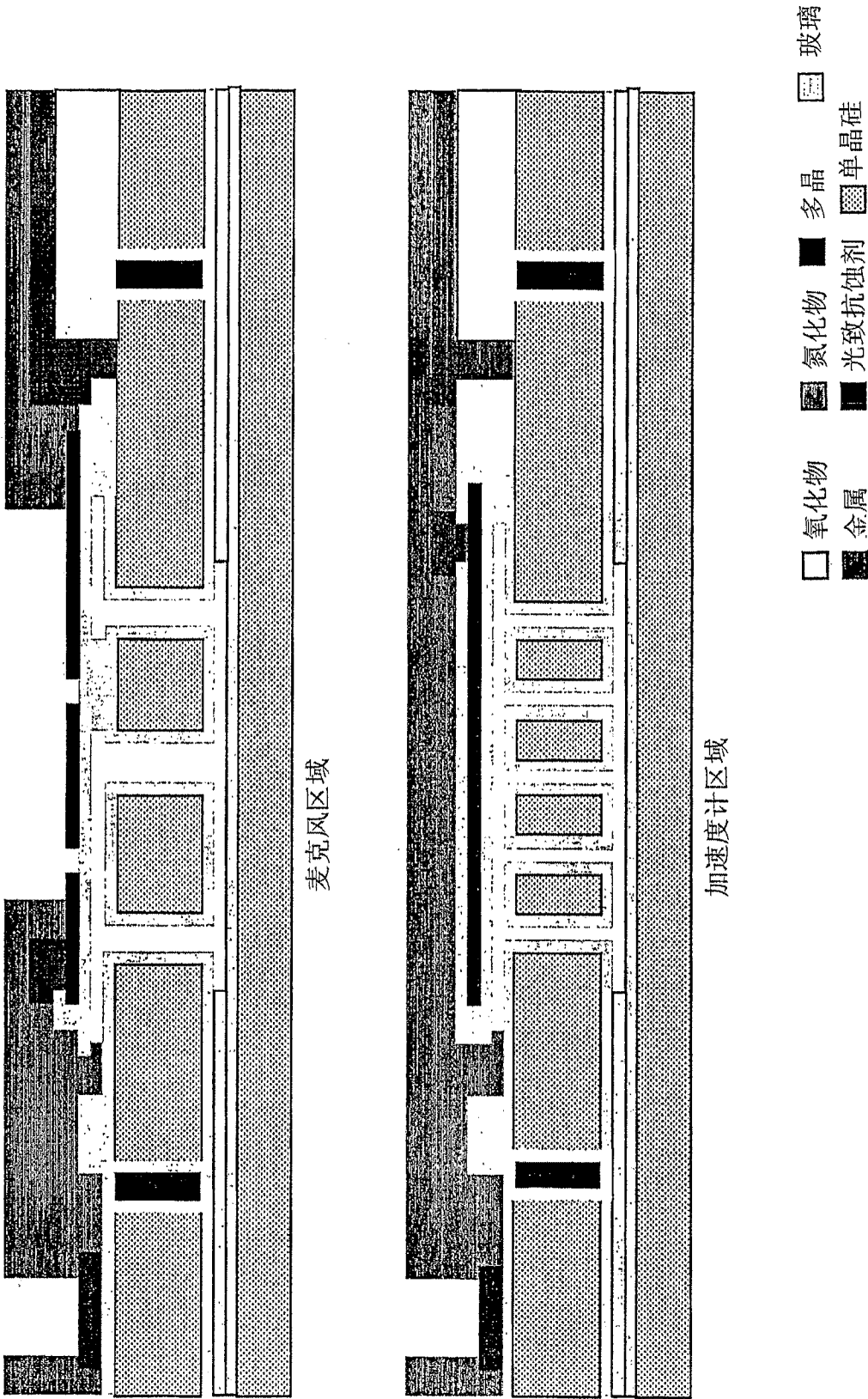


图71

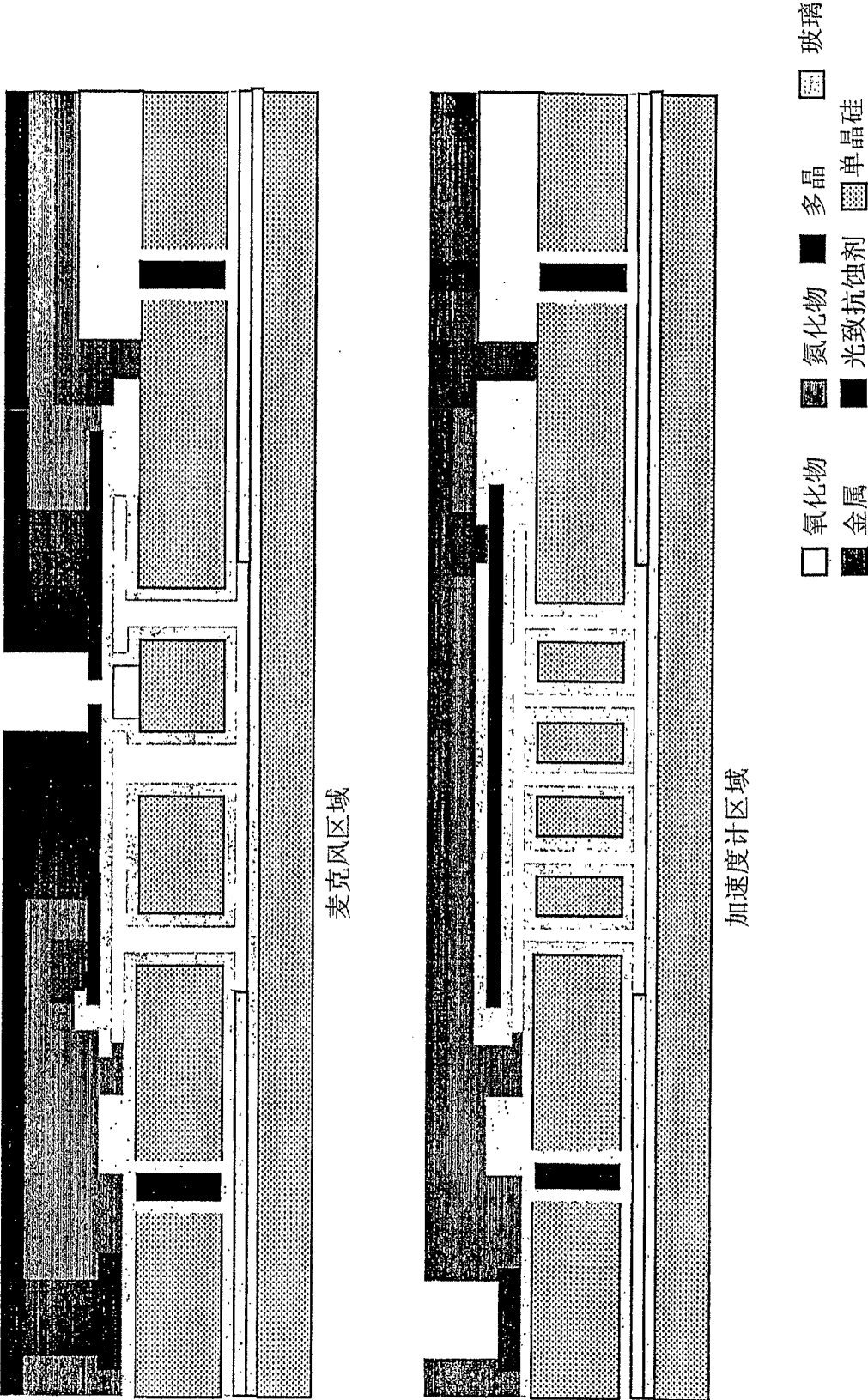


图7J

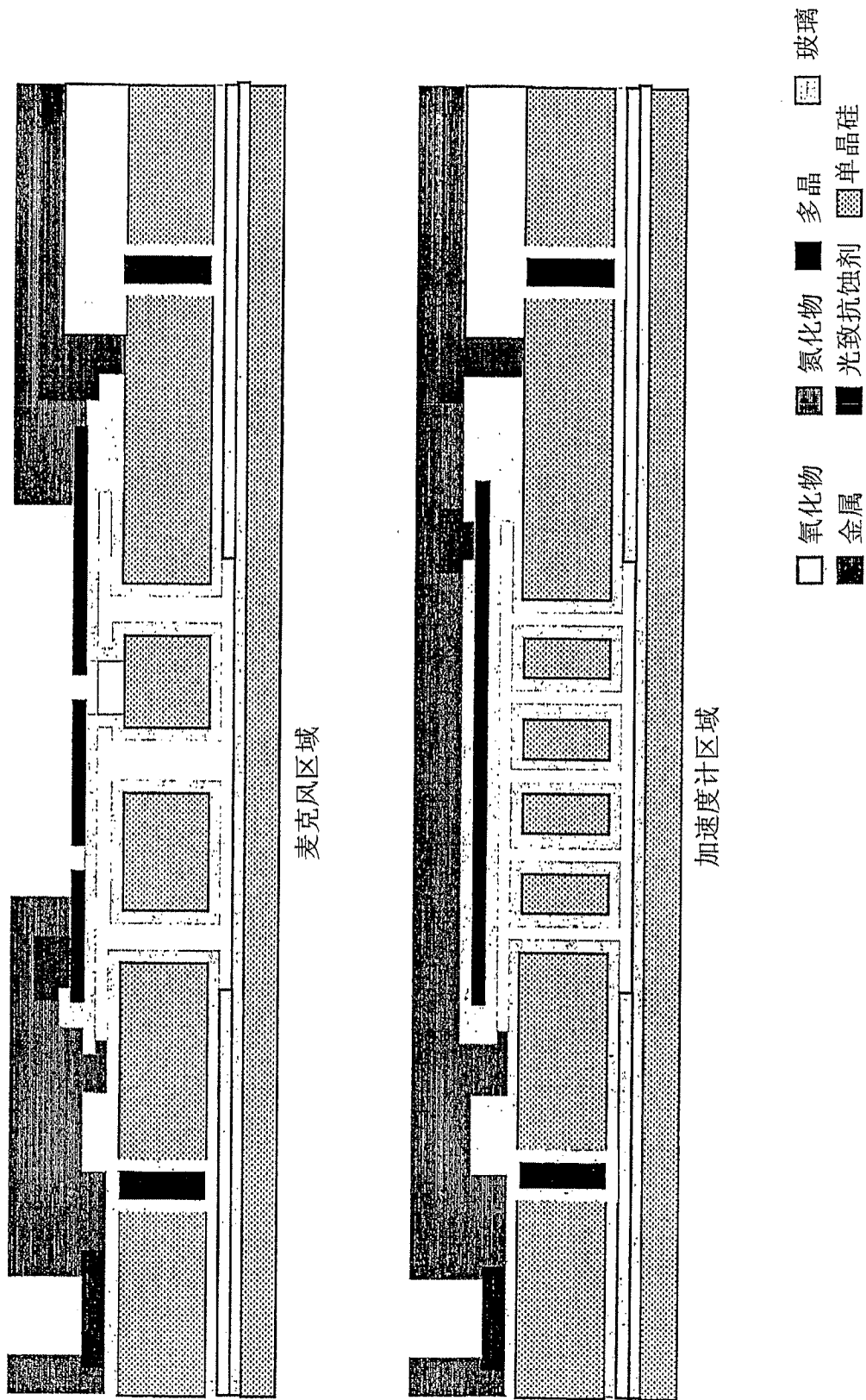


图7K

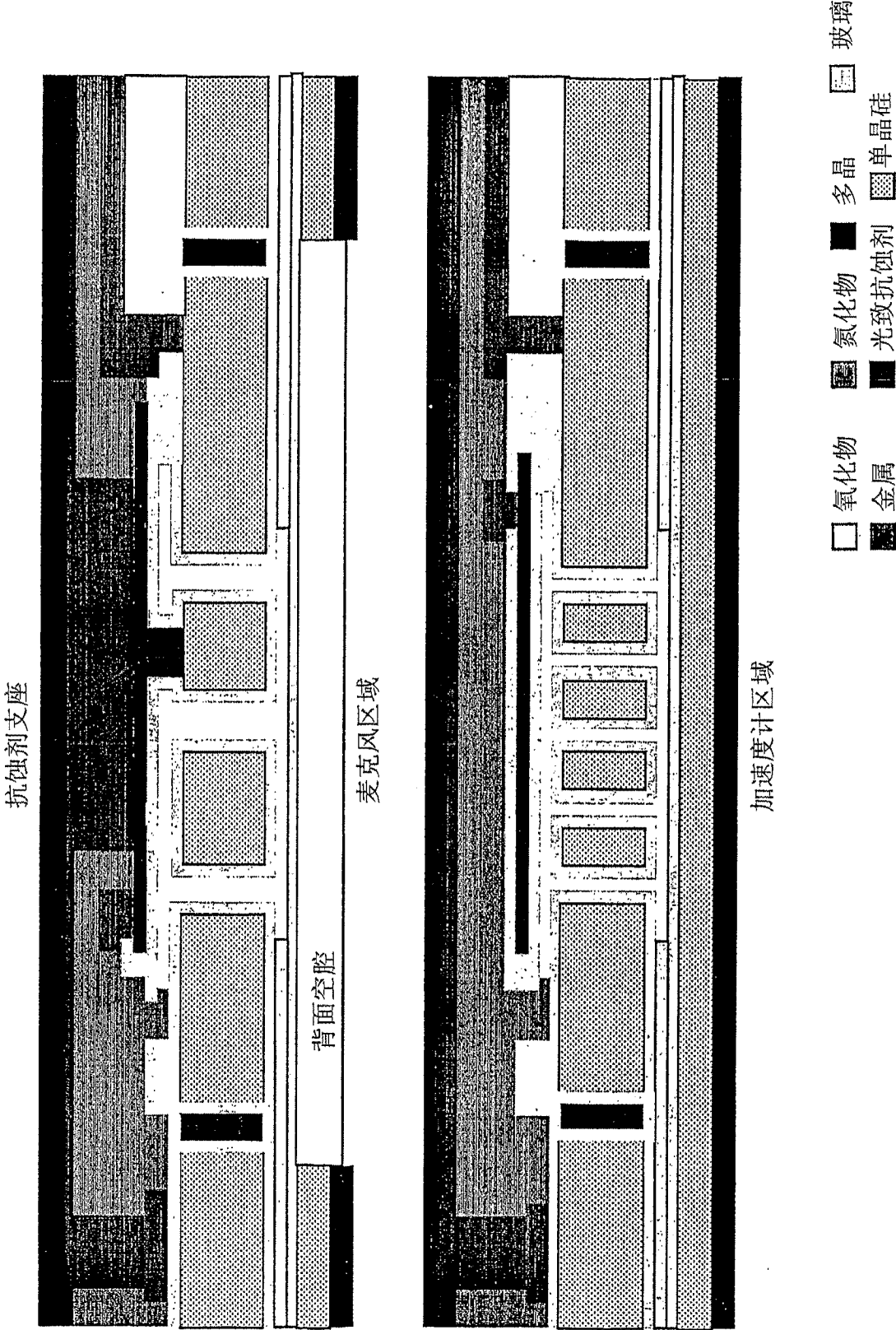


图7L

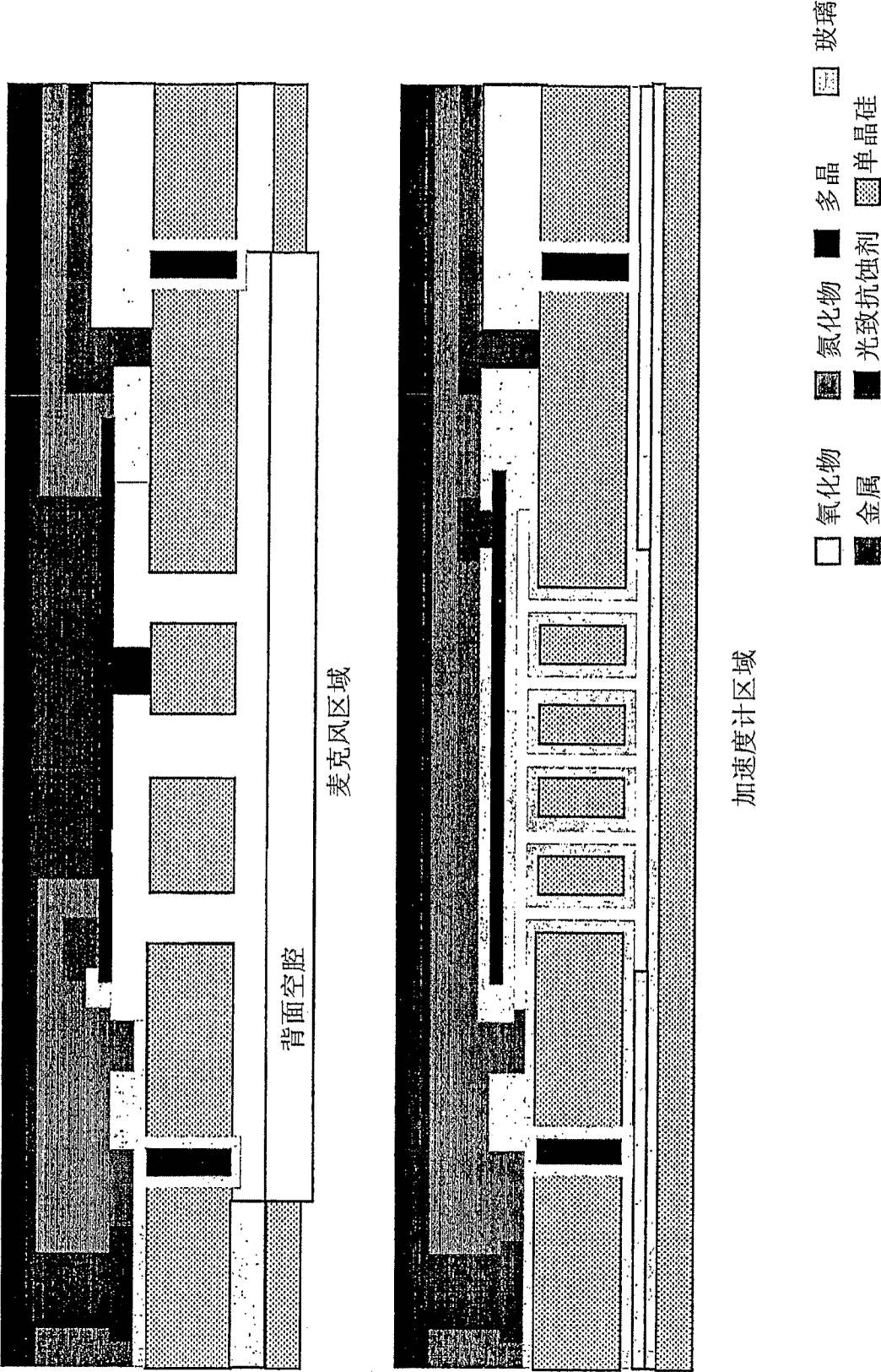


图7M

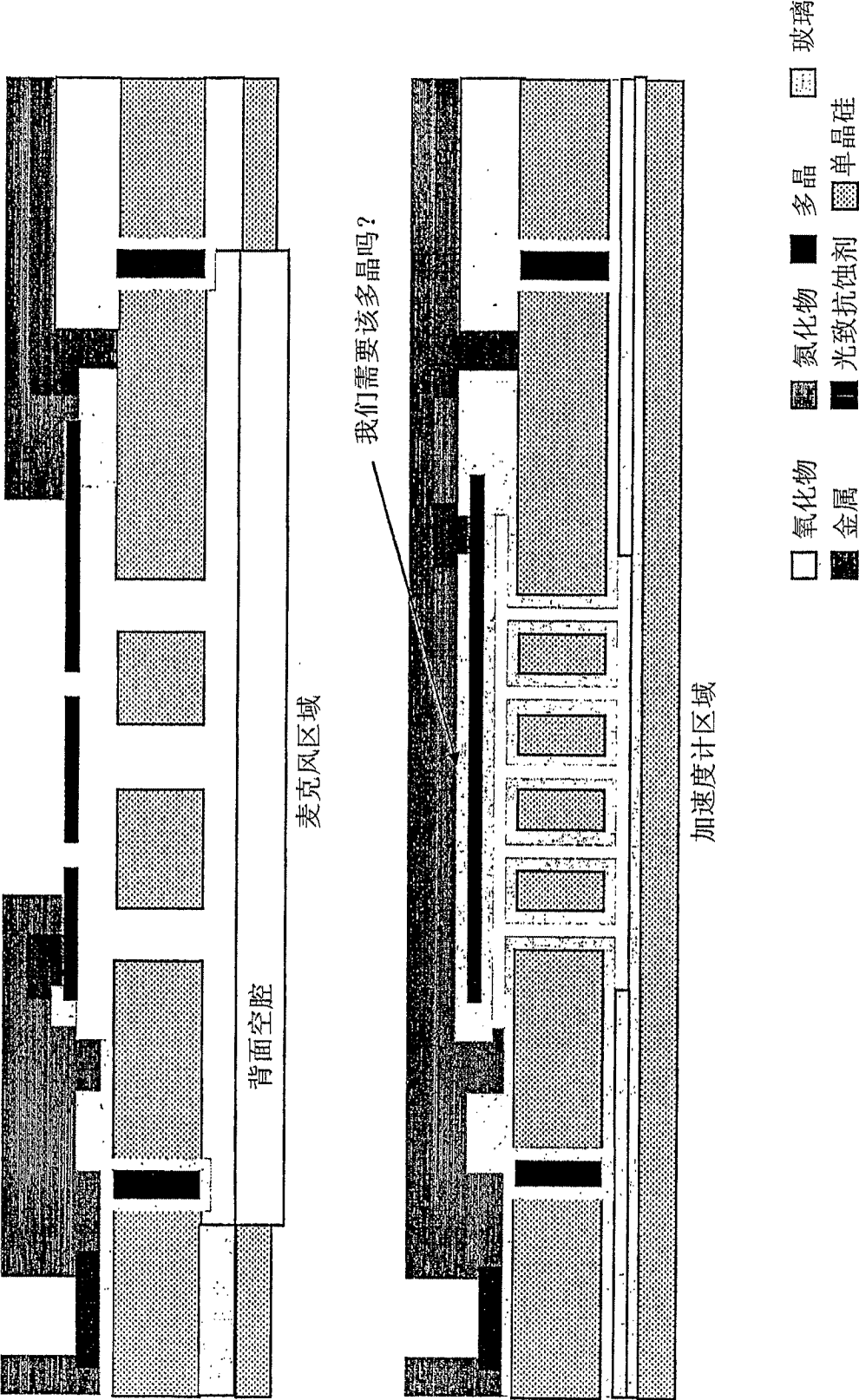


图7N

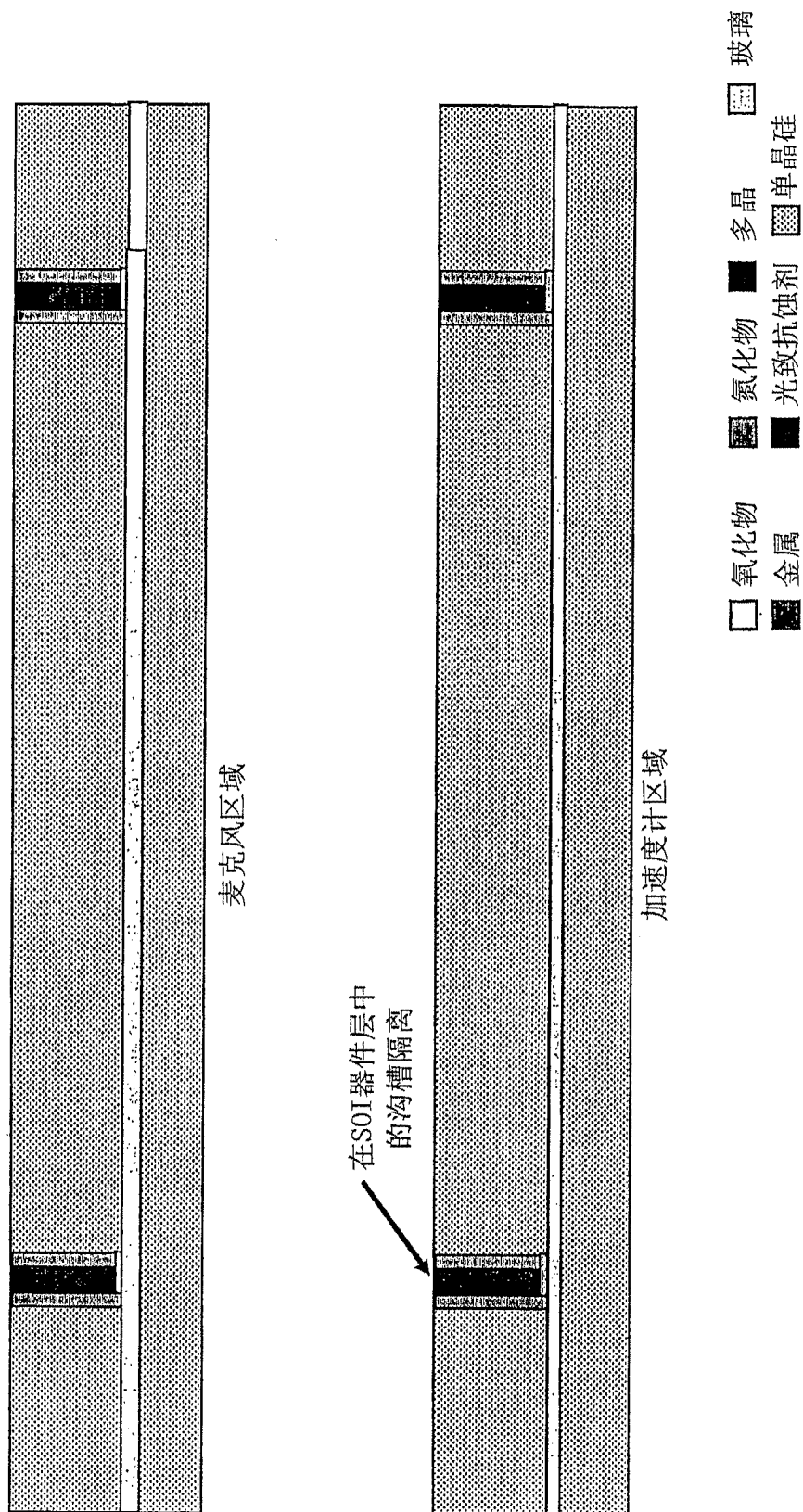


图8A

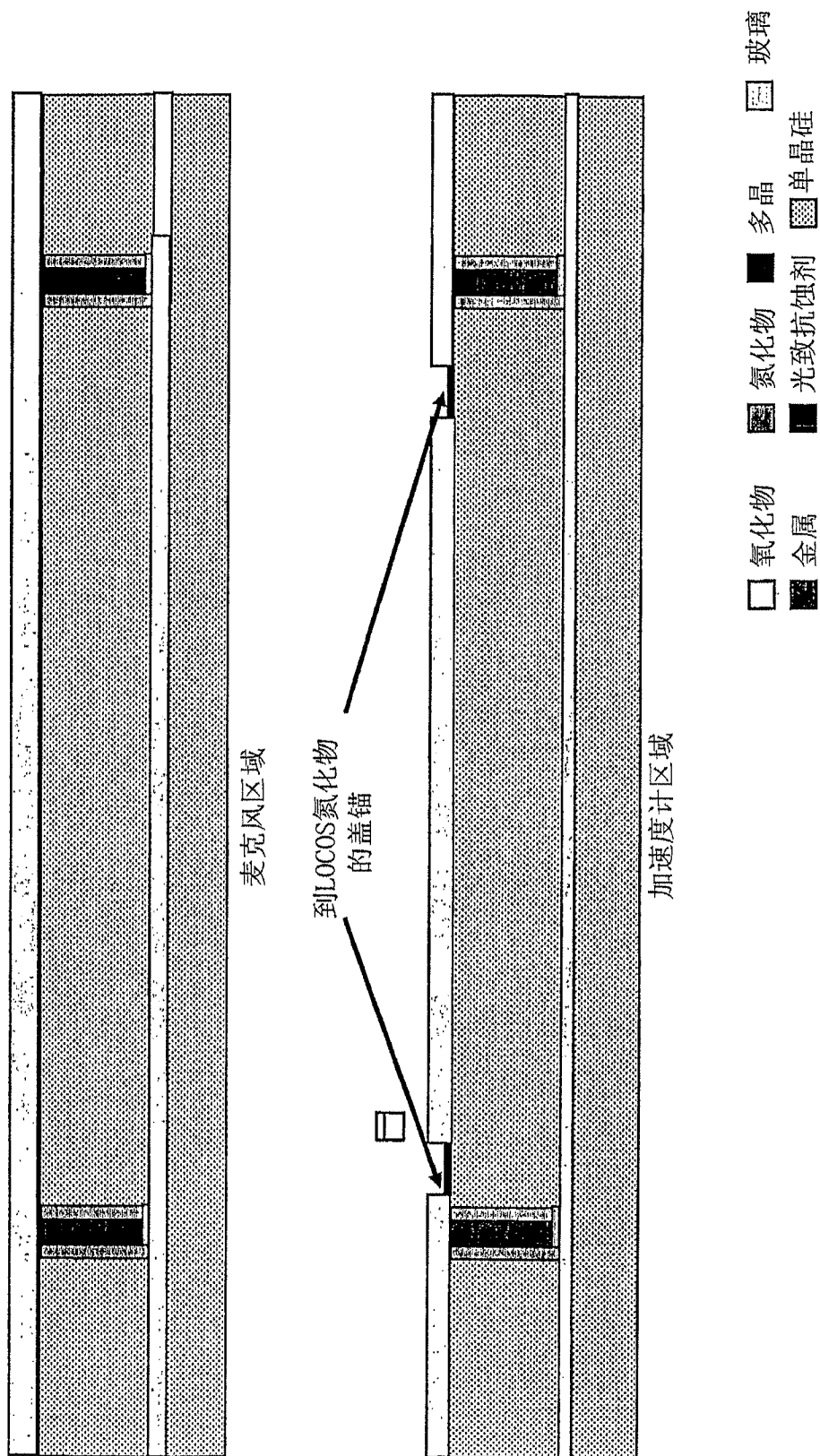


图8B

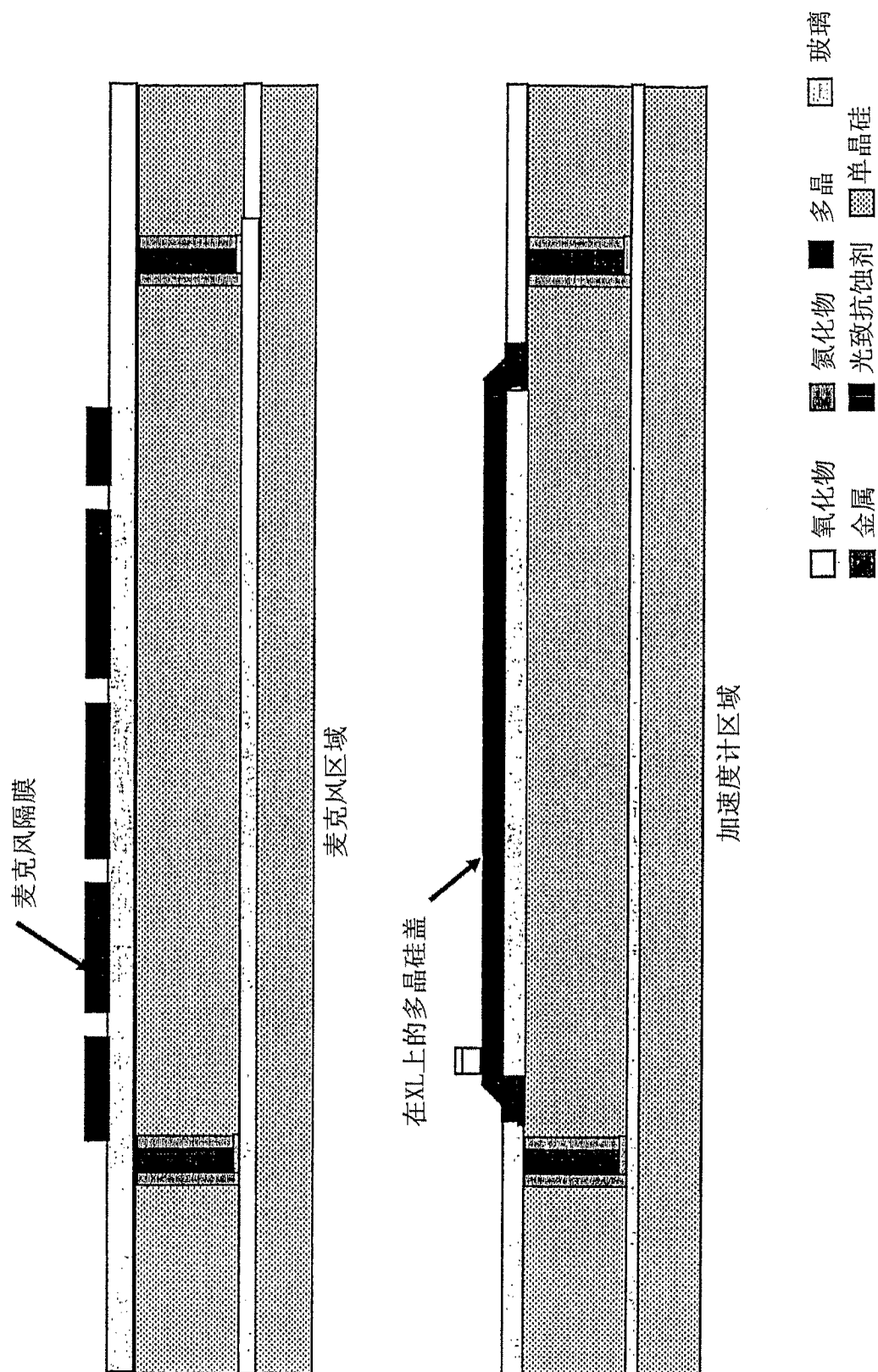


图8C

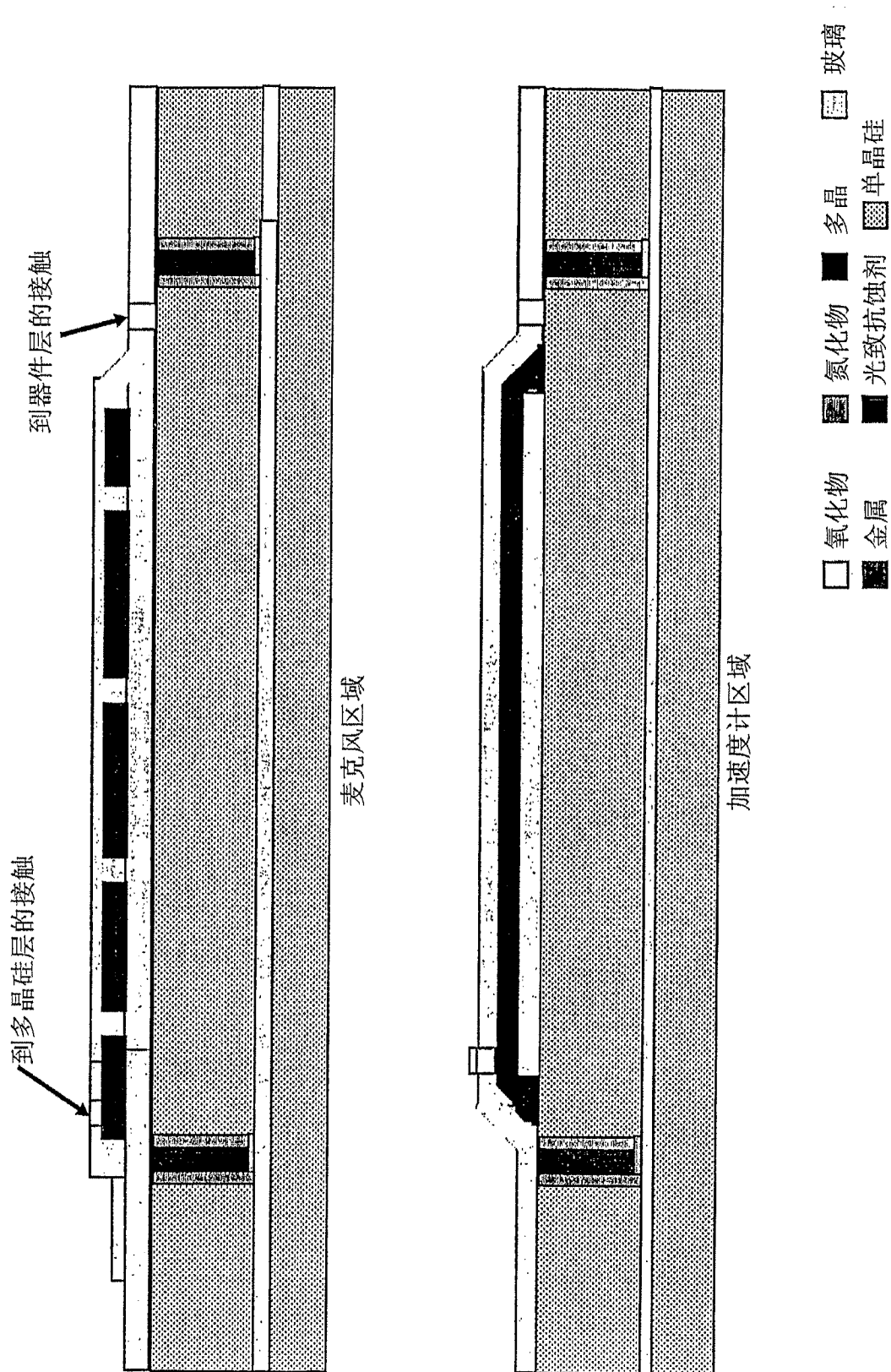


图8D

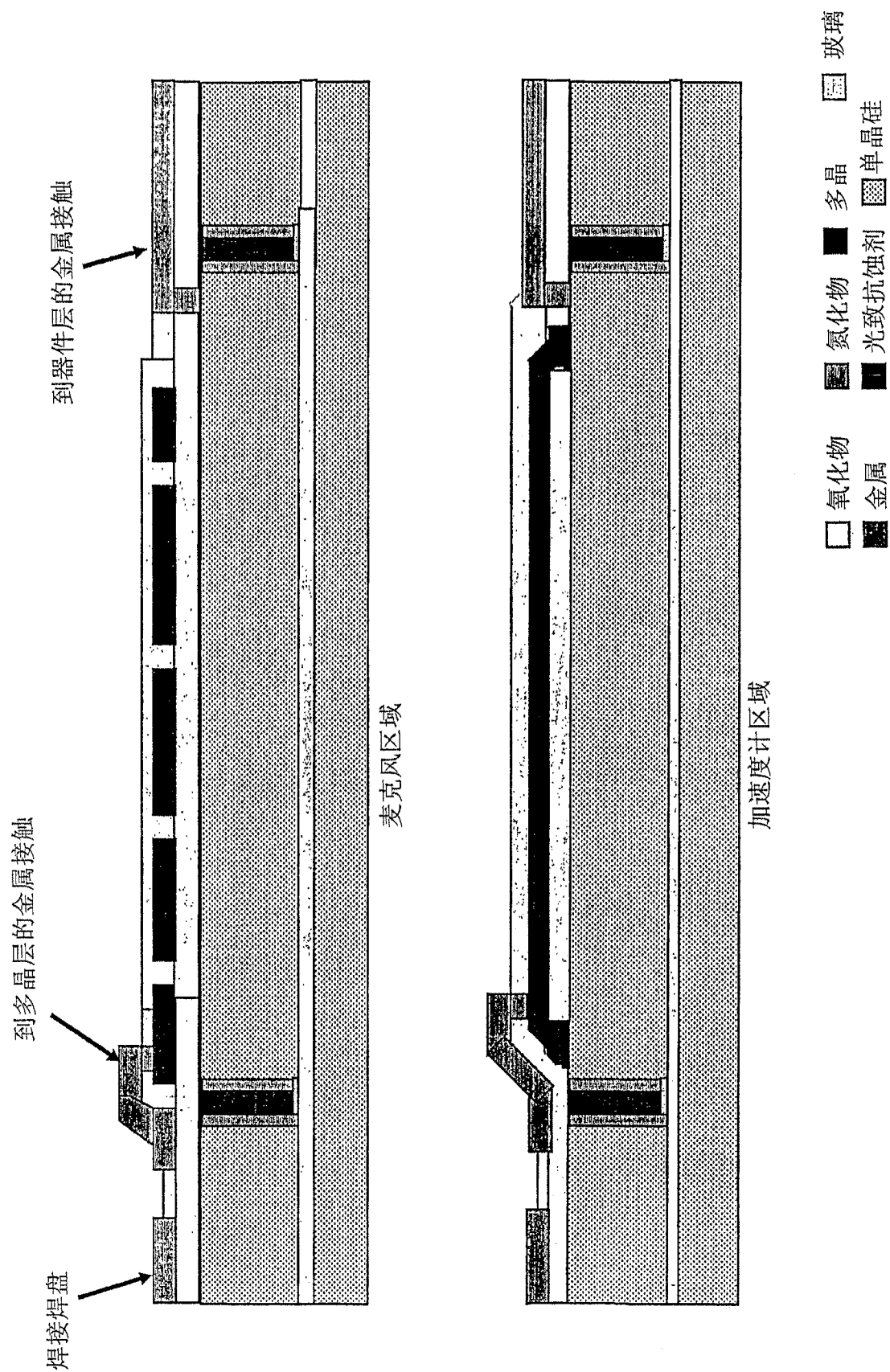


图8E

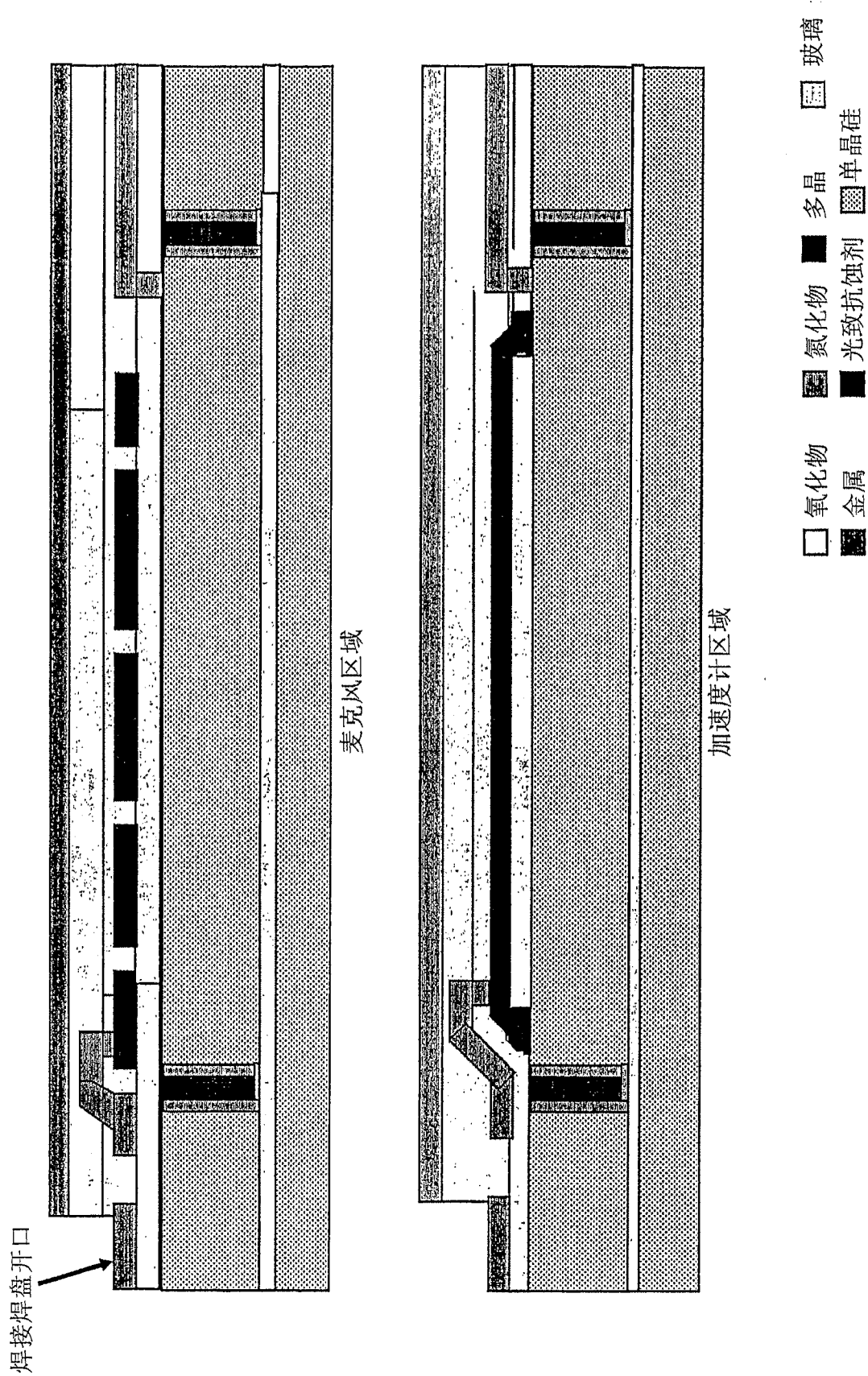


图8F

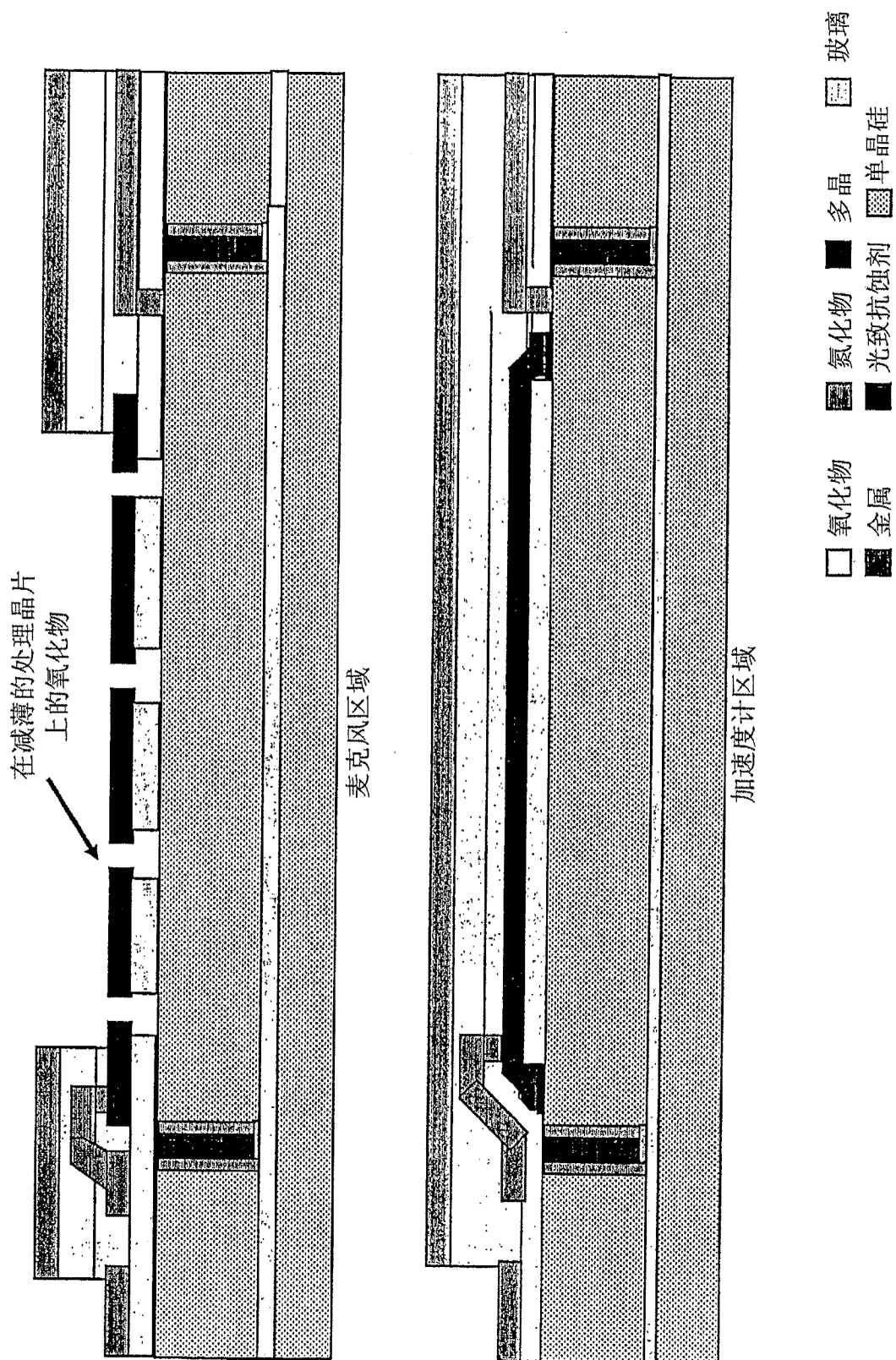


图8G

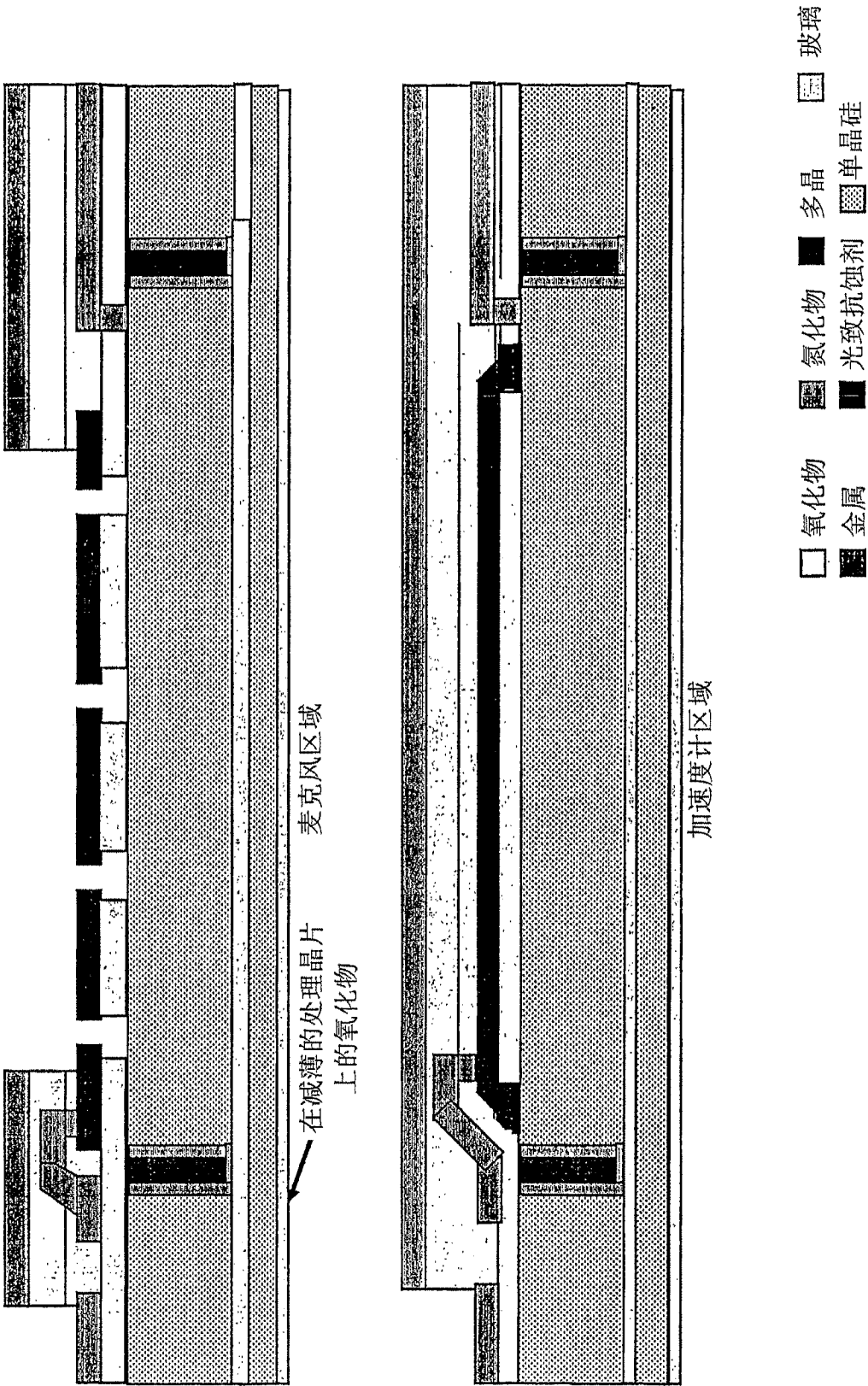


图8H

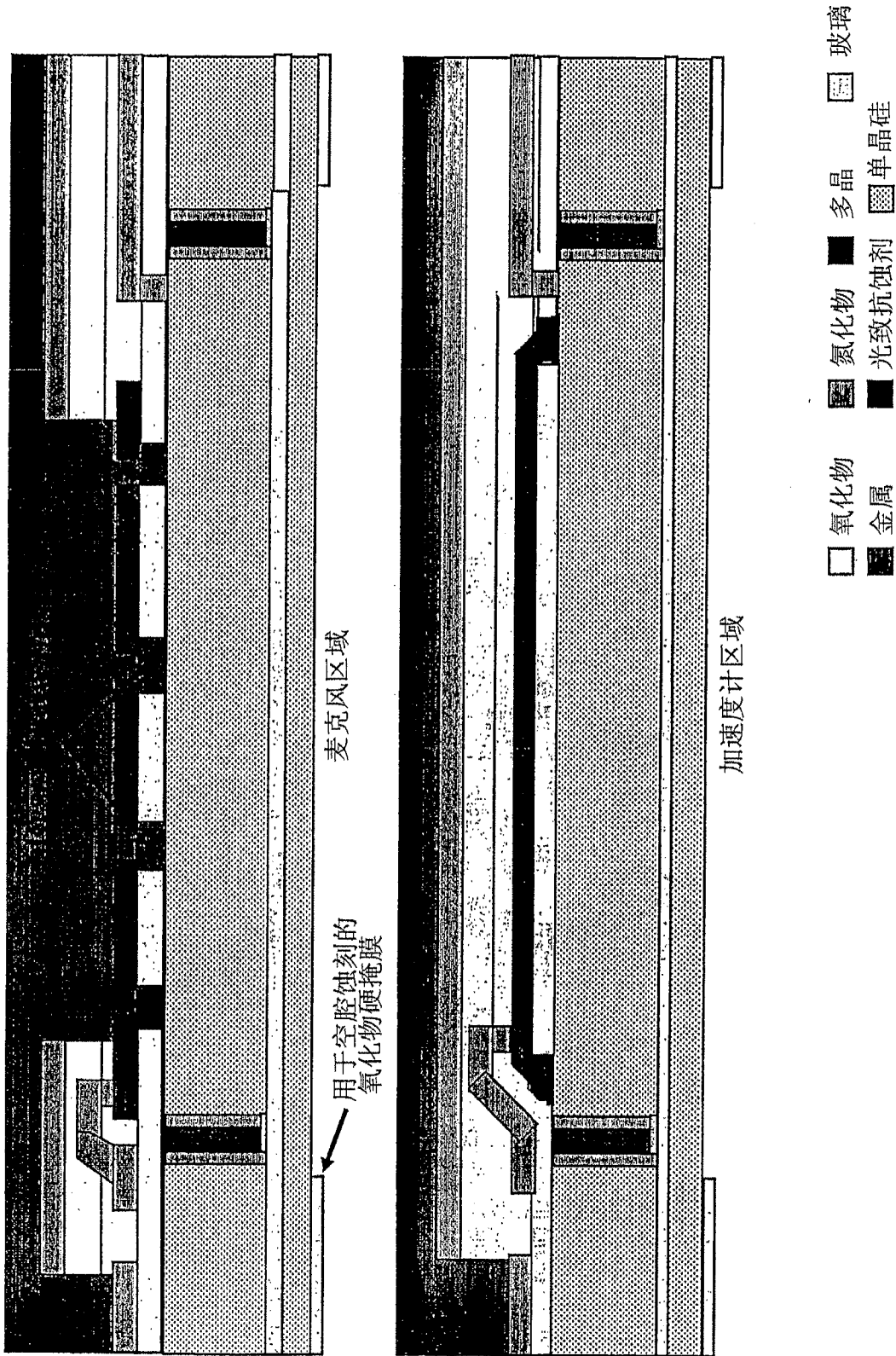


图8I

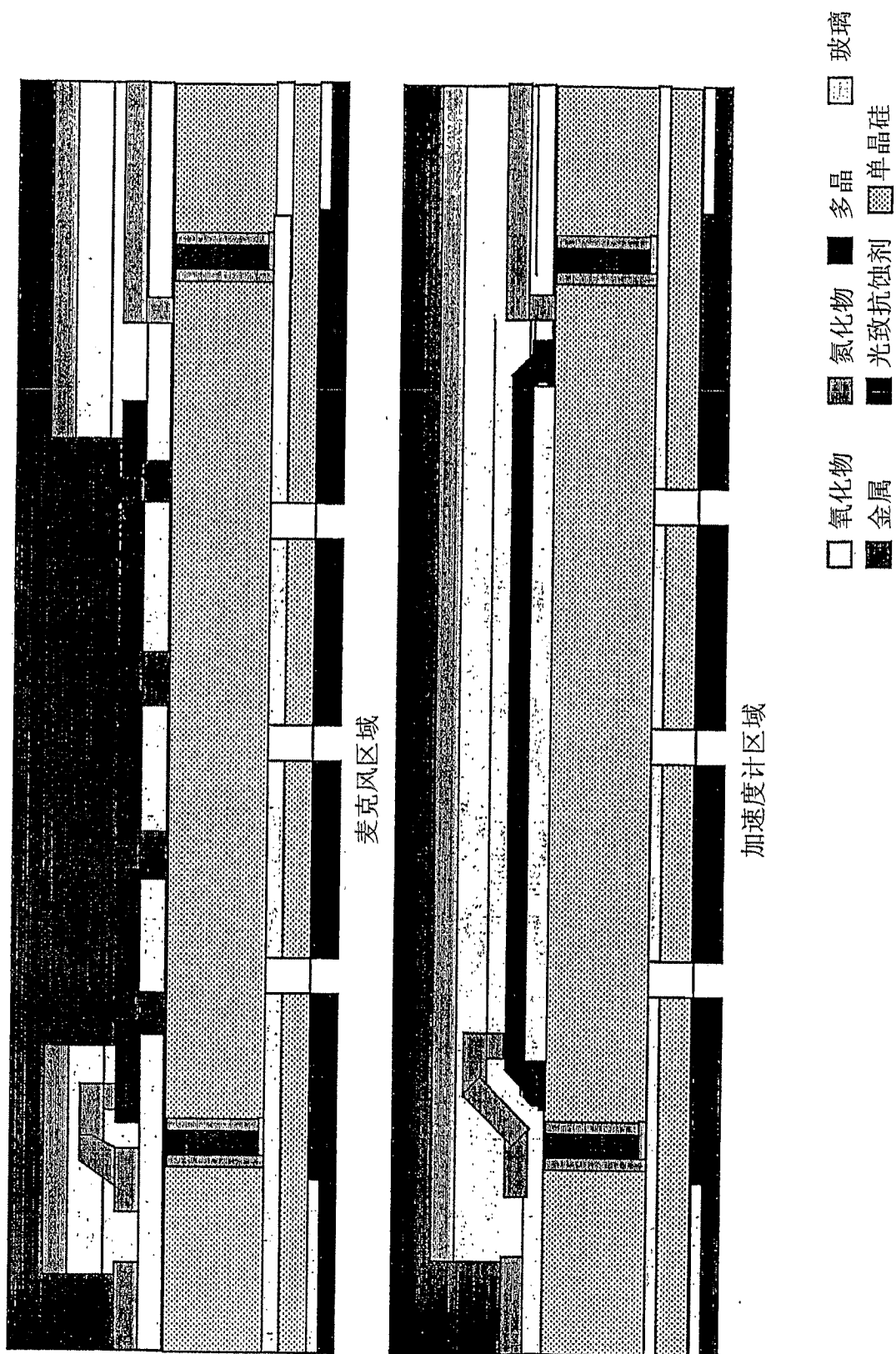


图8J

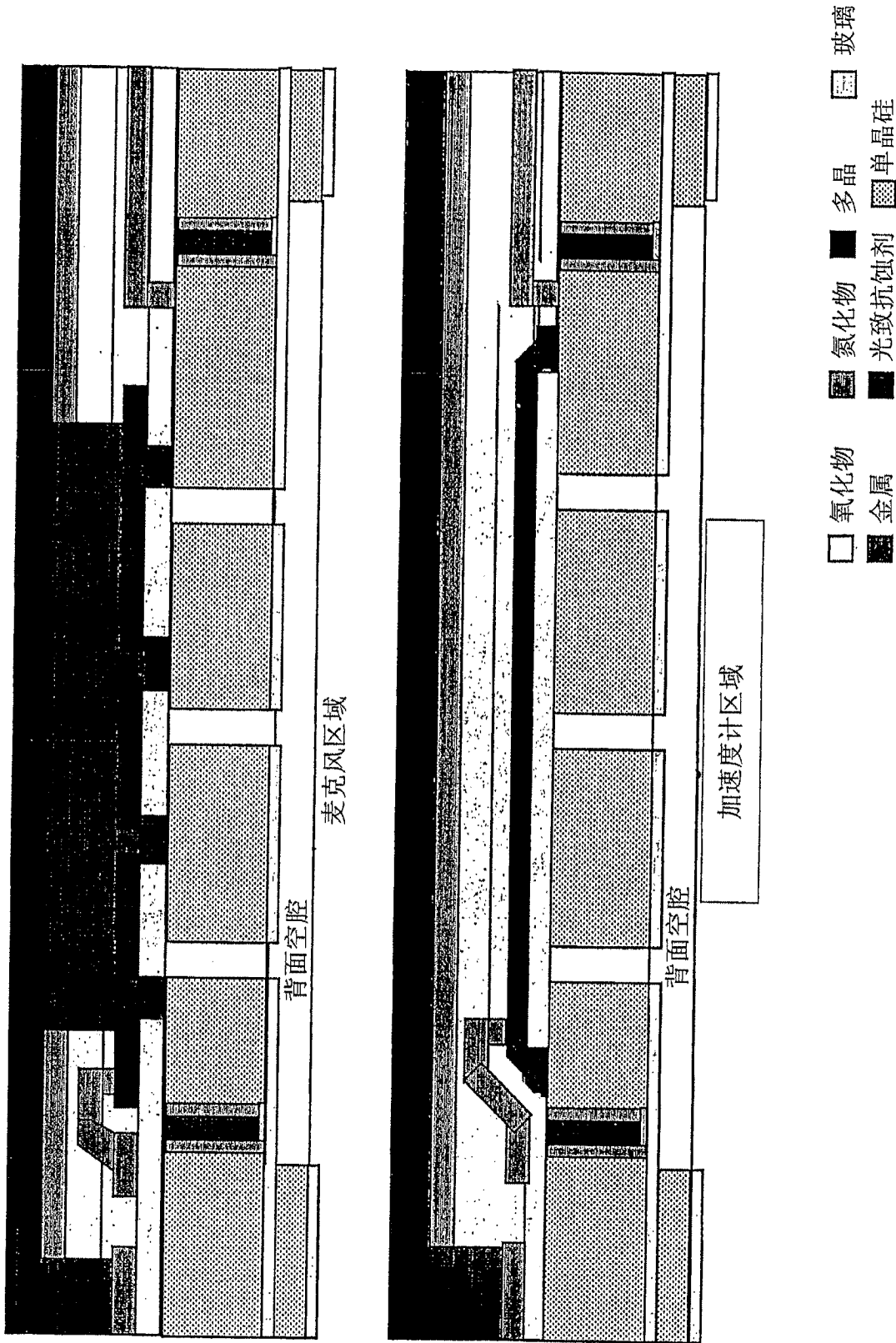


图8K

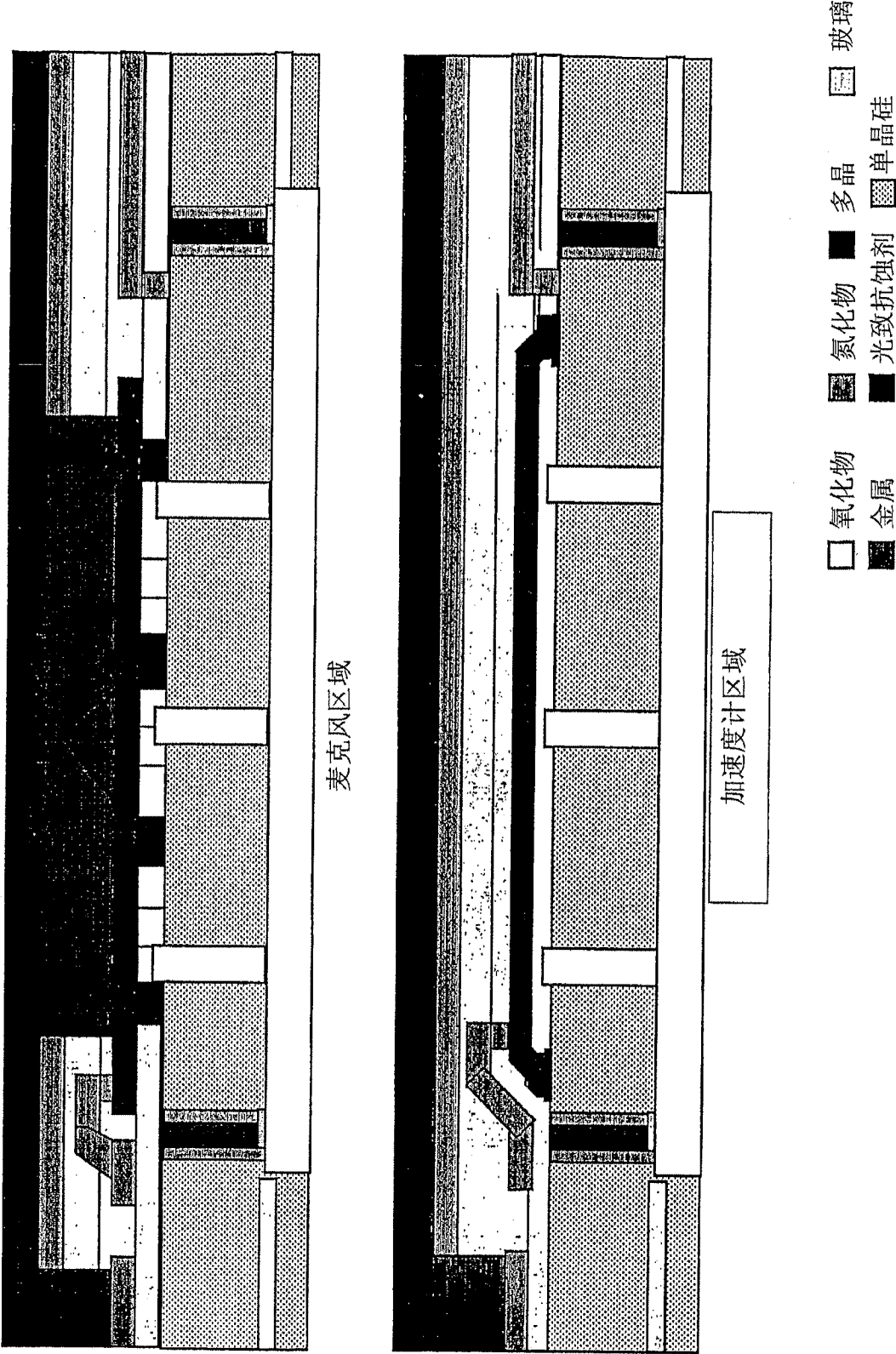


图8L

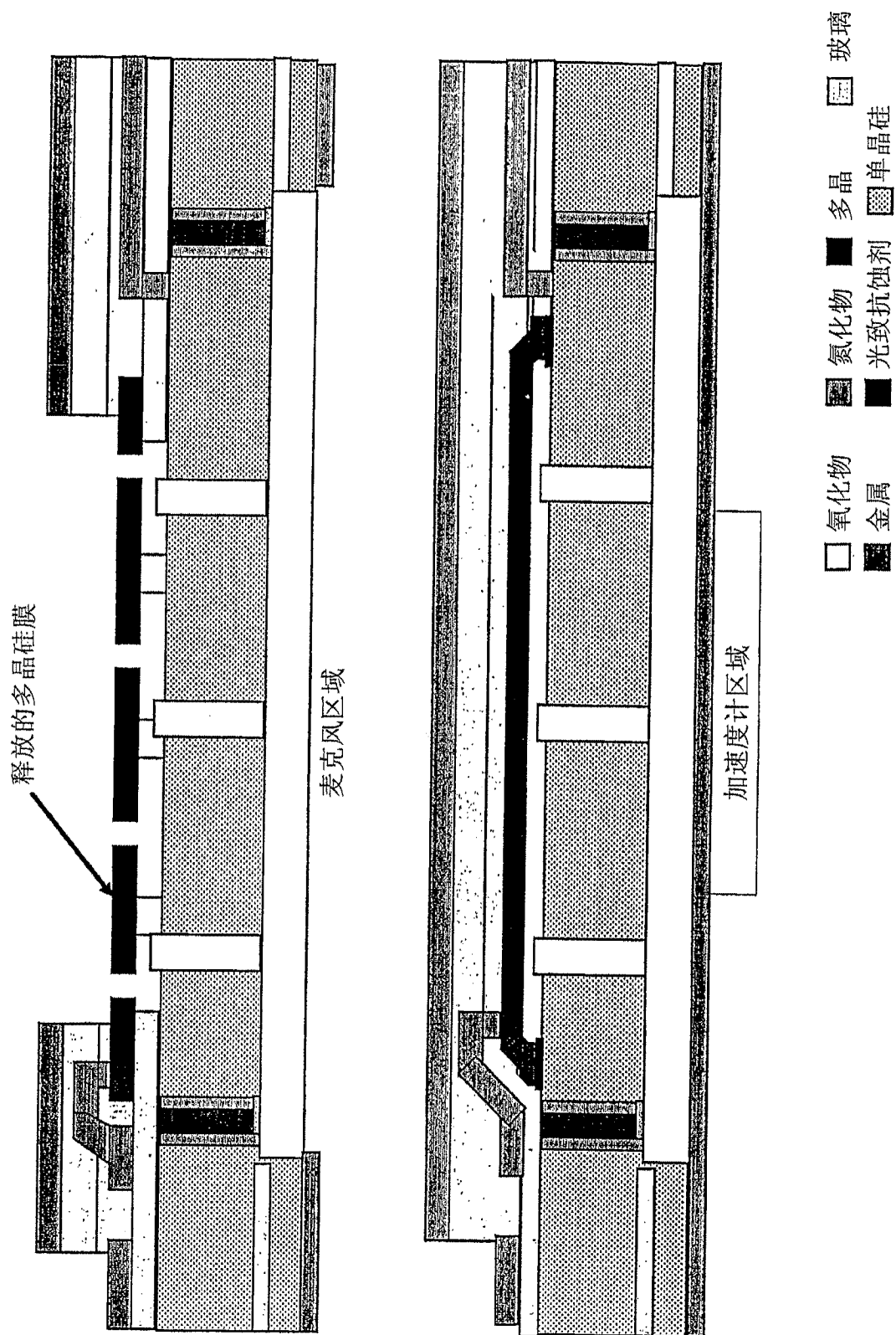


图8M

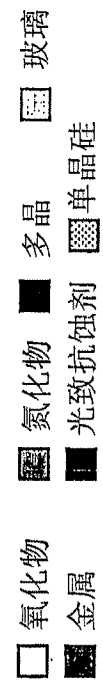
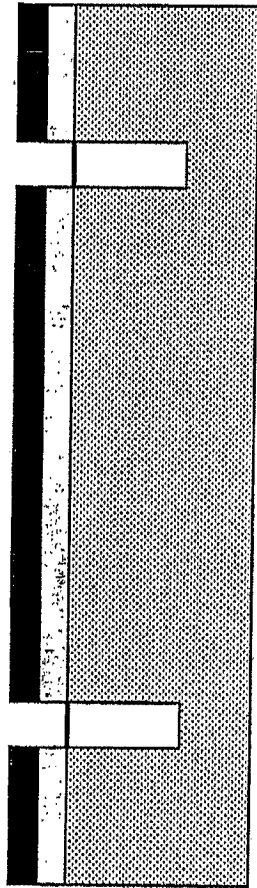


图9A

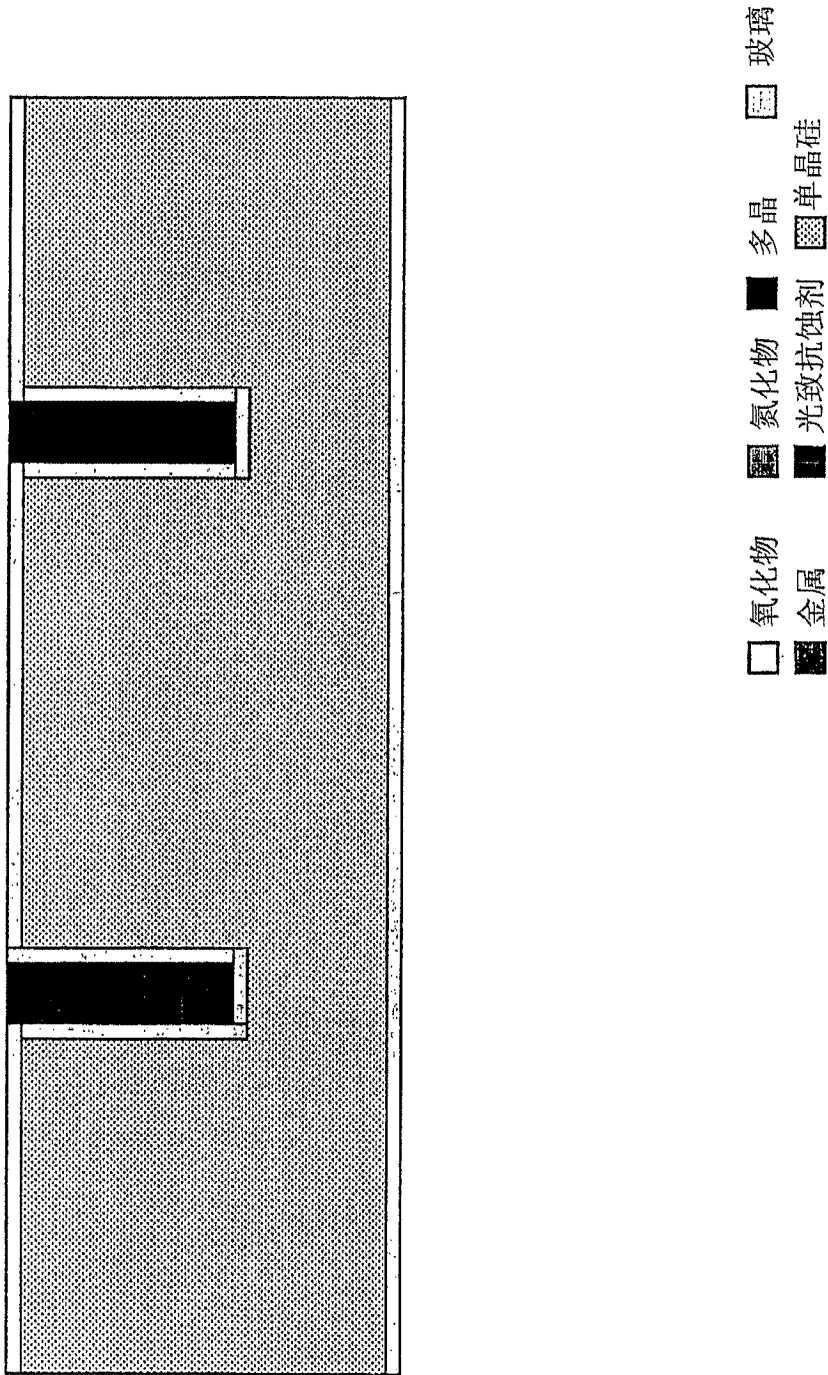


图9B

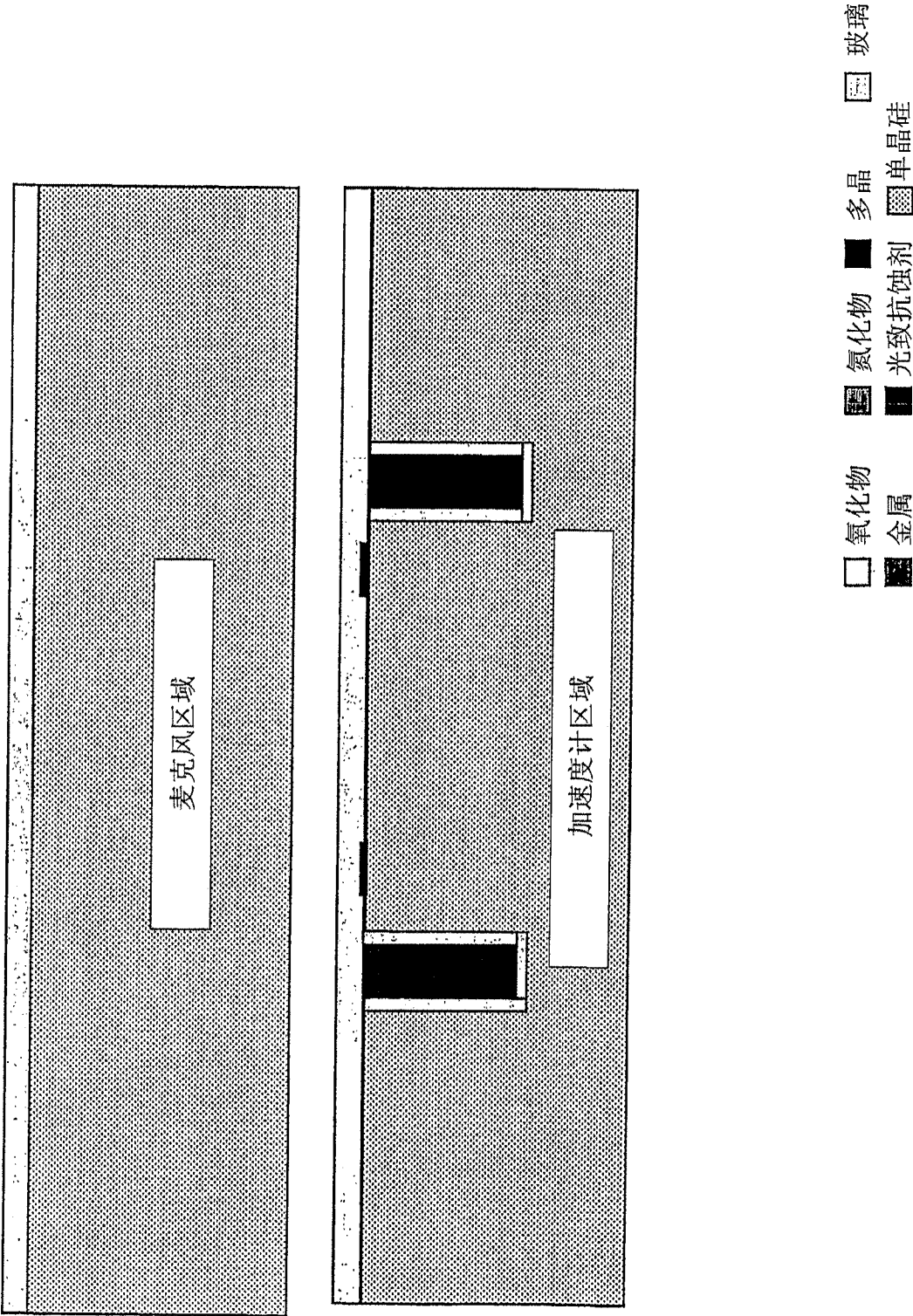


图9C

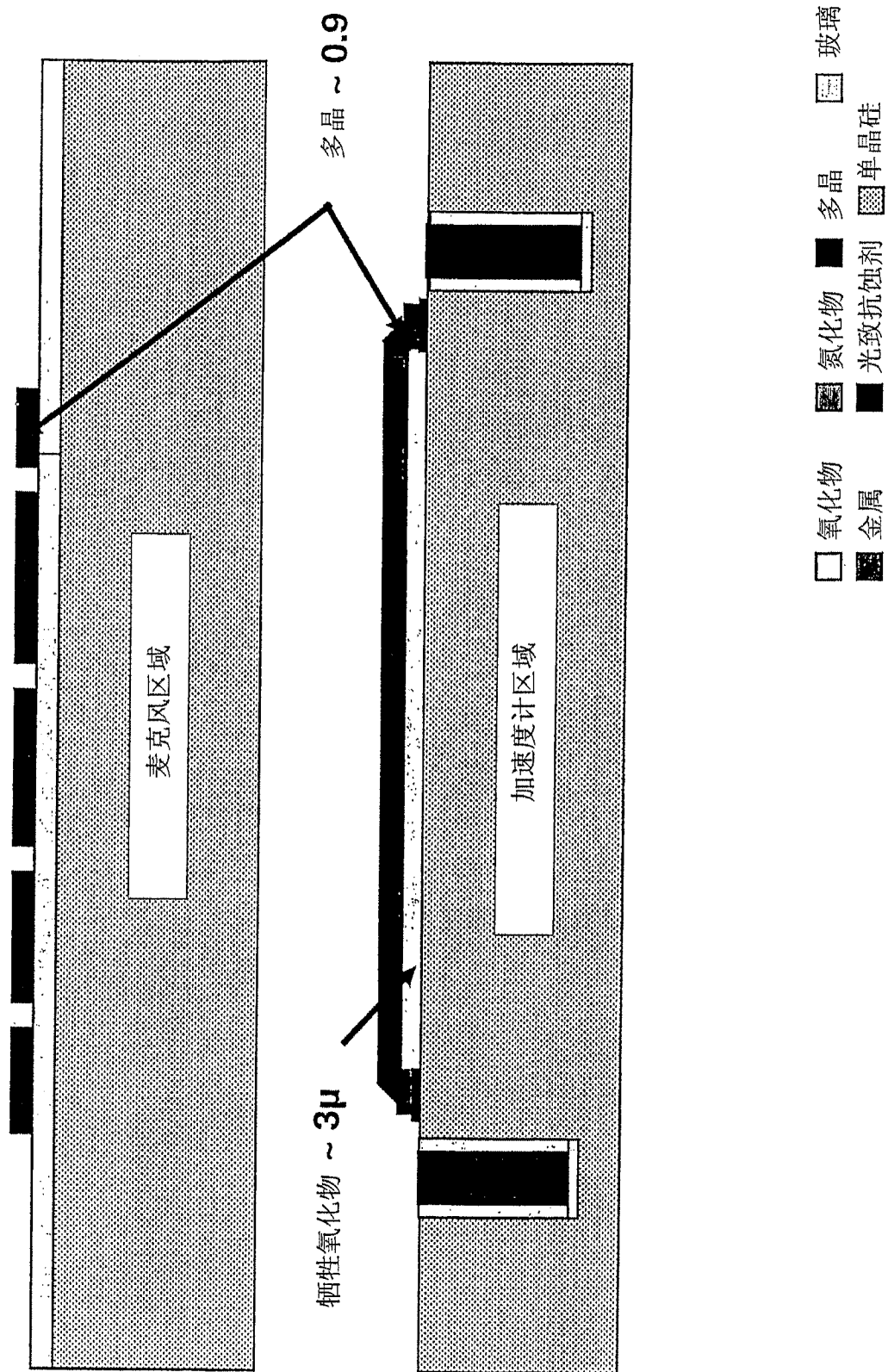


图9D

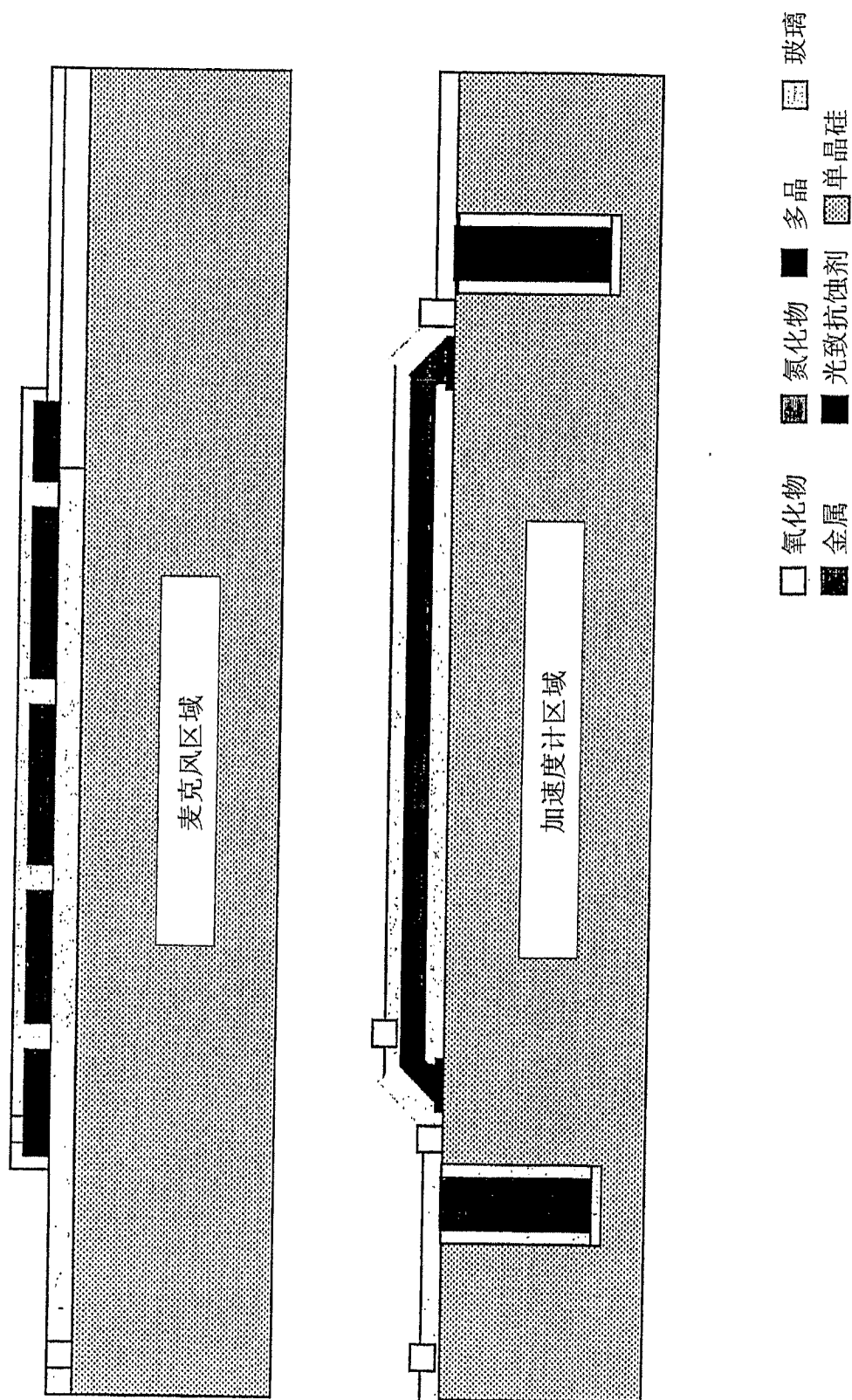


图9E

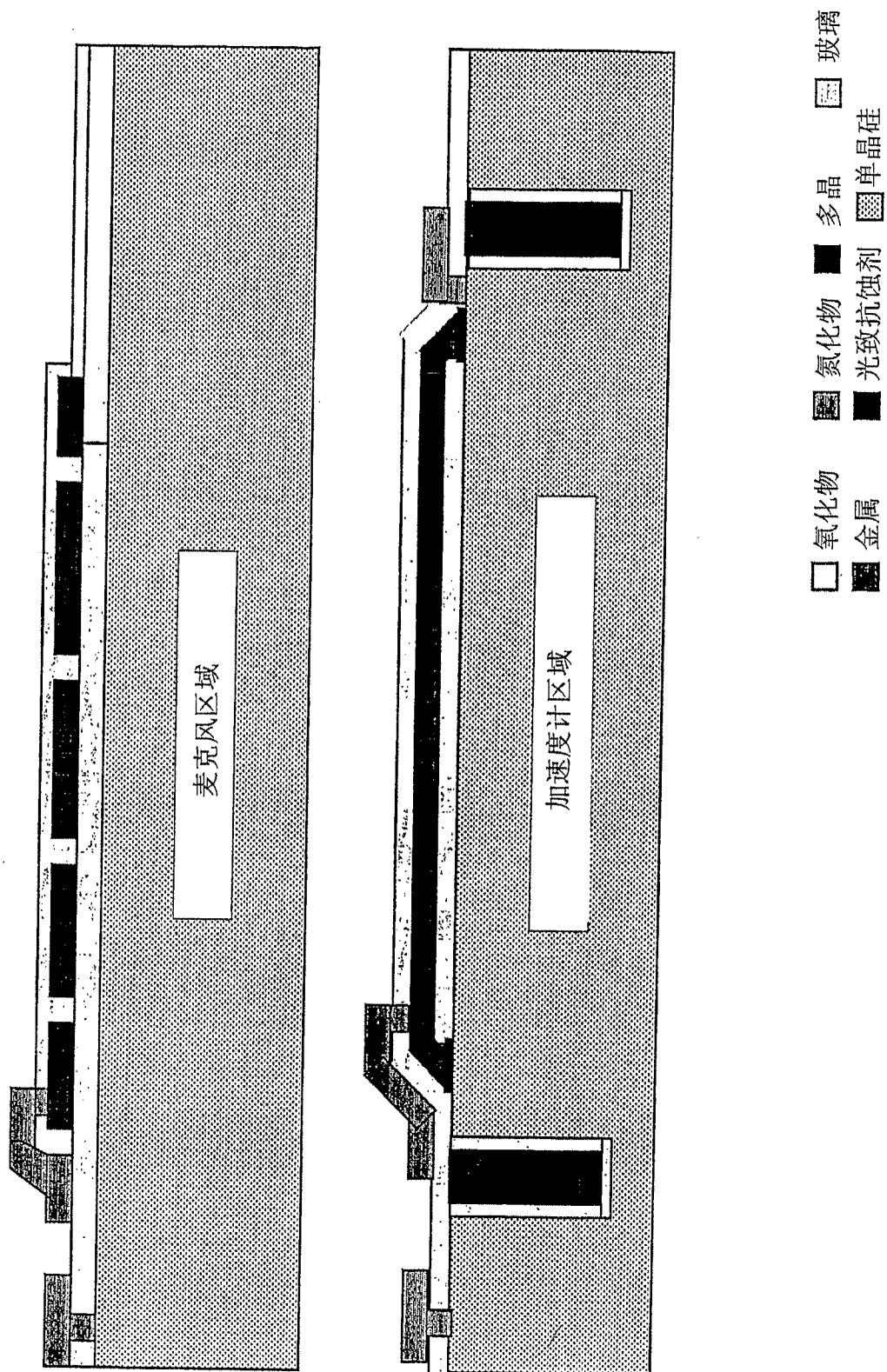


图9F

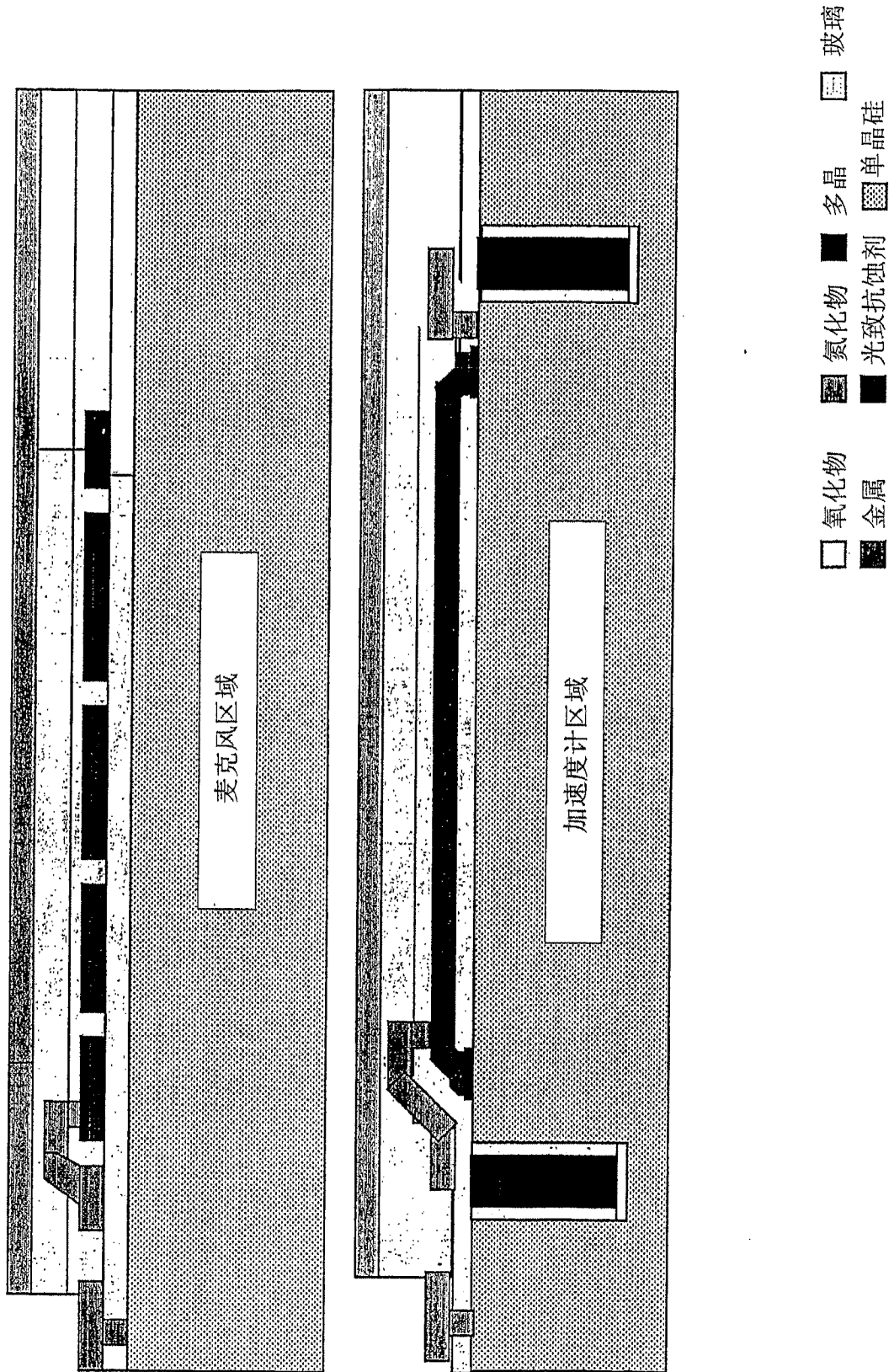


图9G

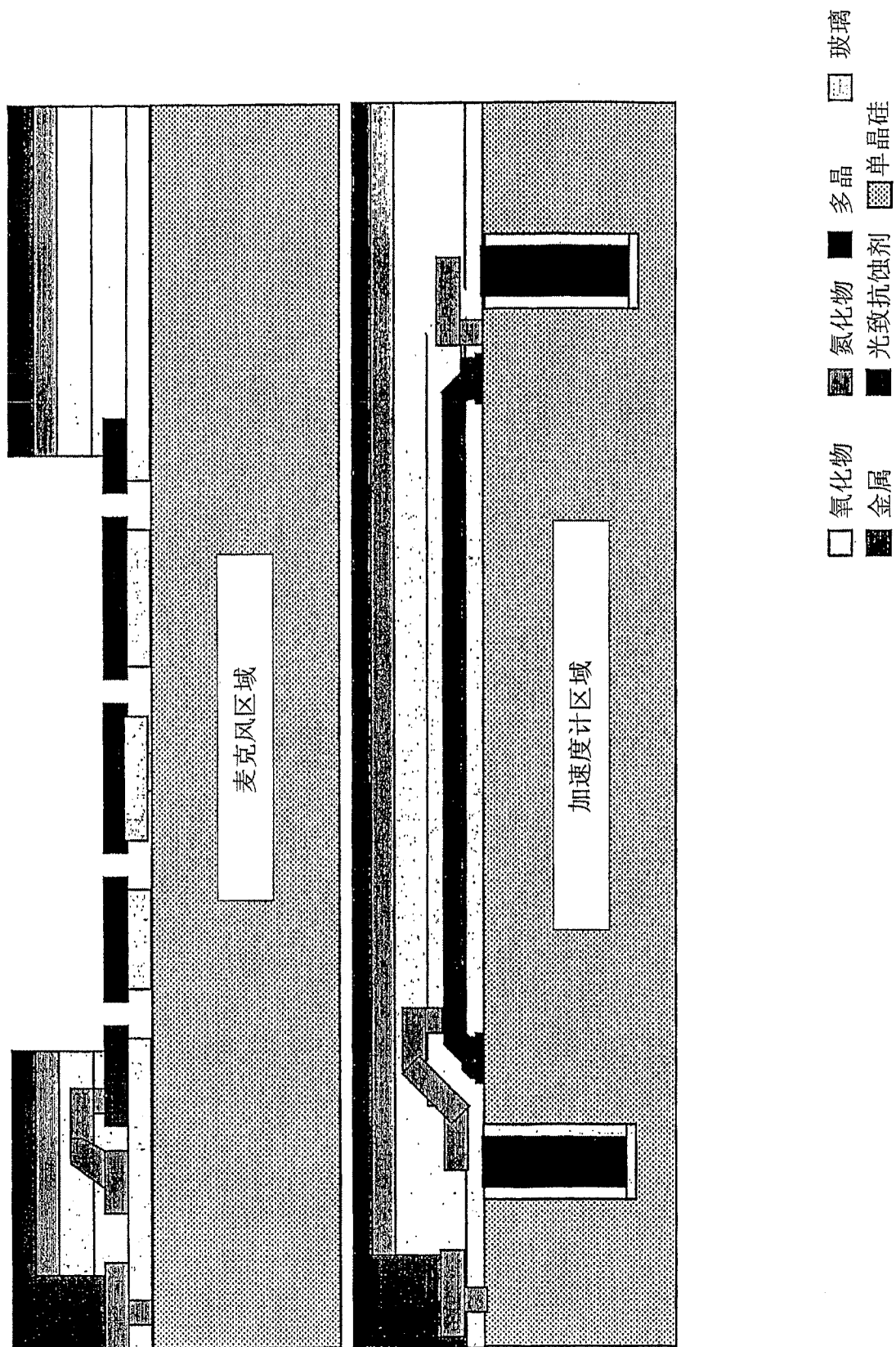


图9H

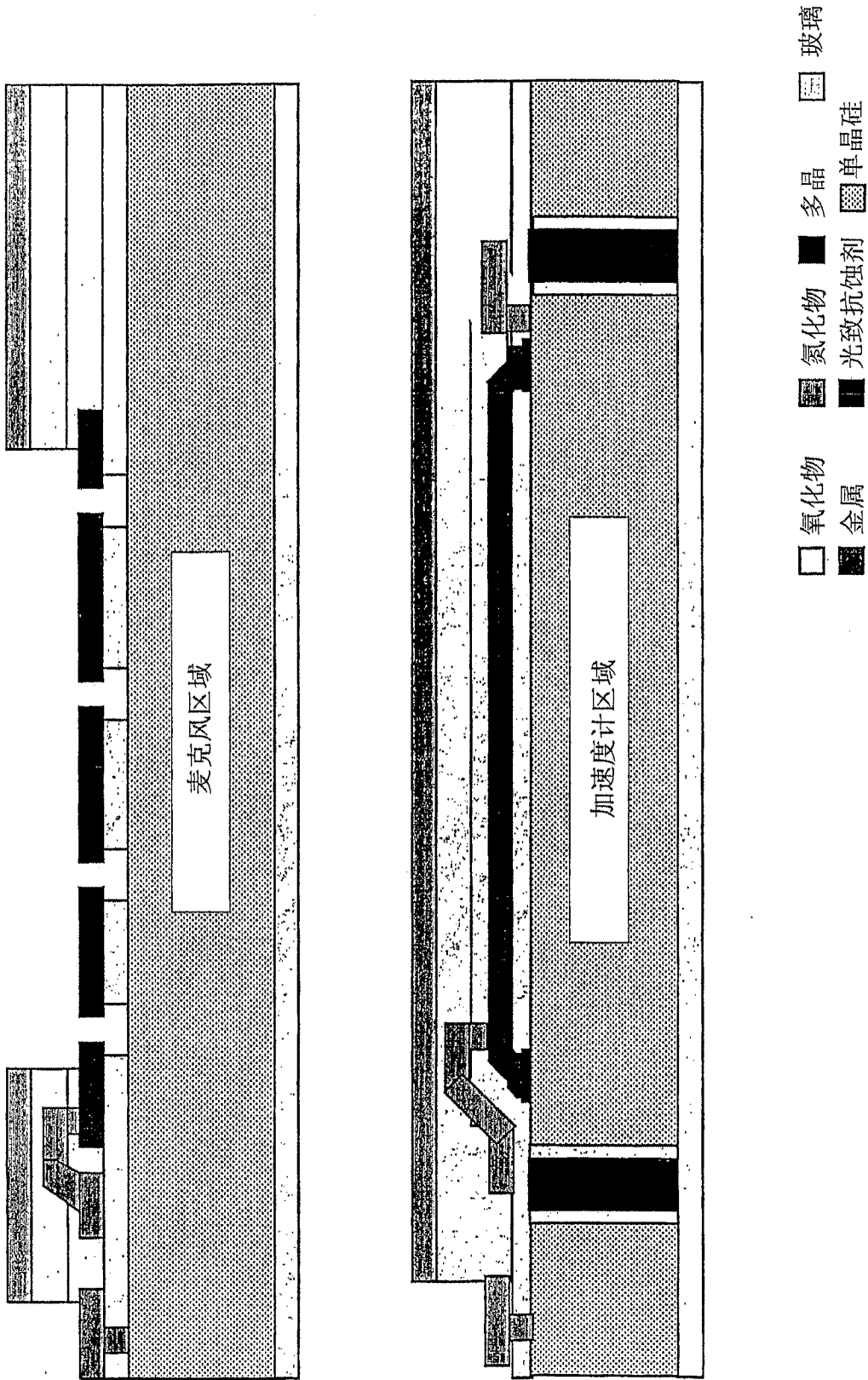


图9I

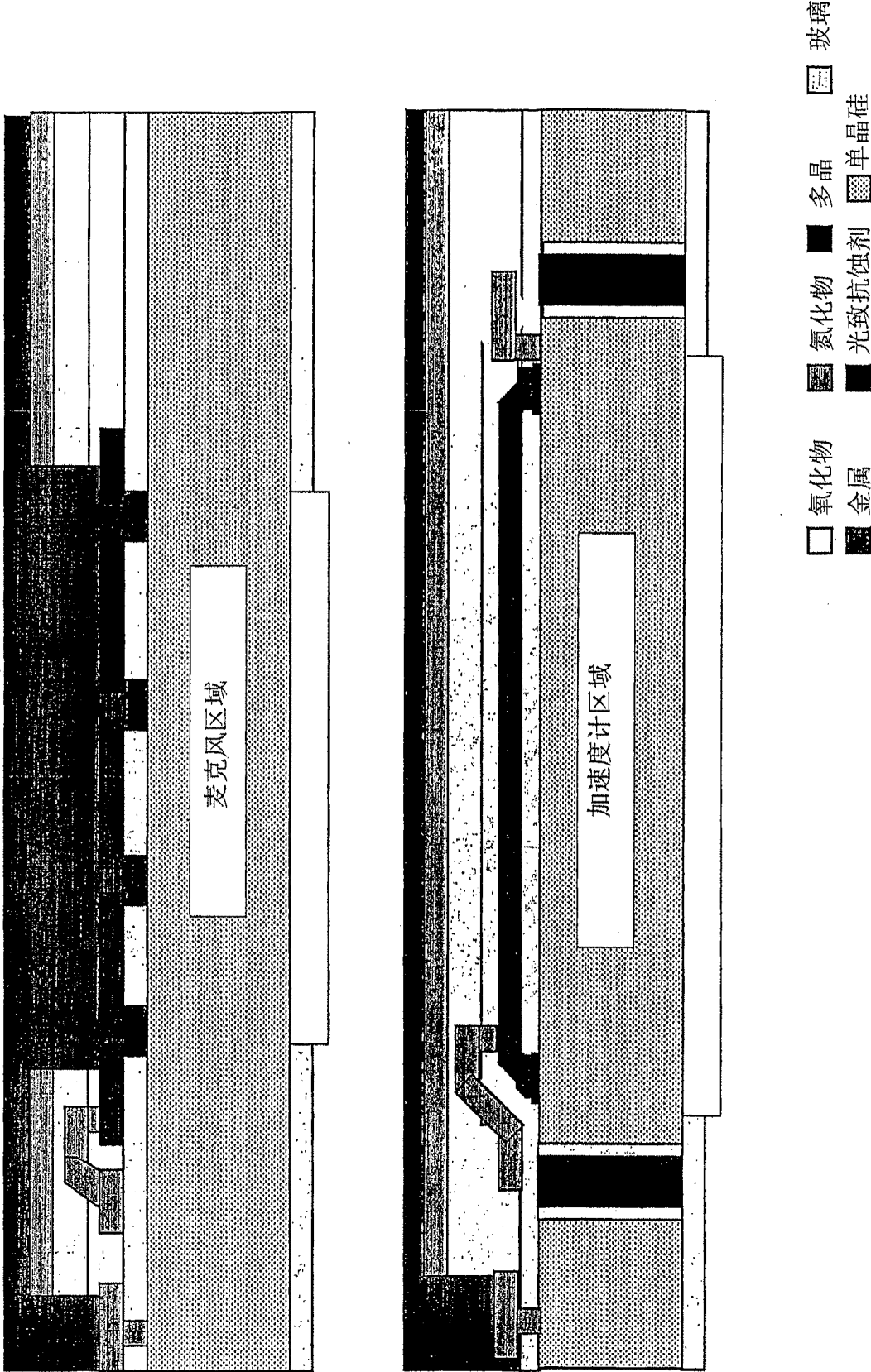


图9J

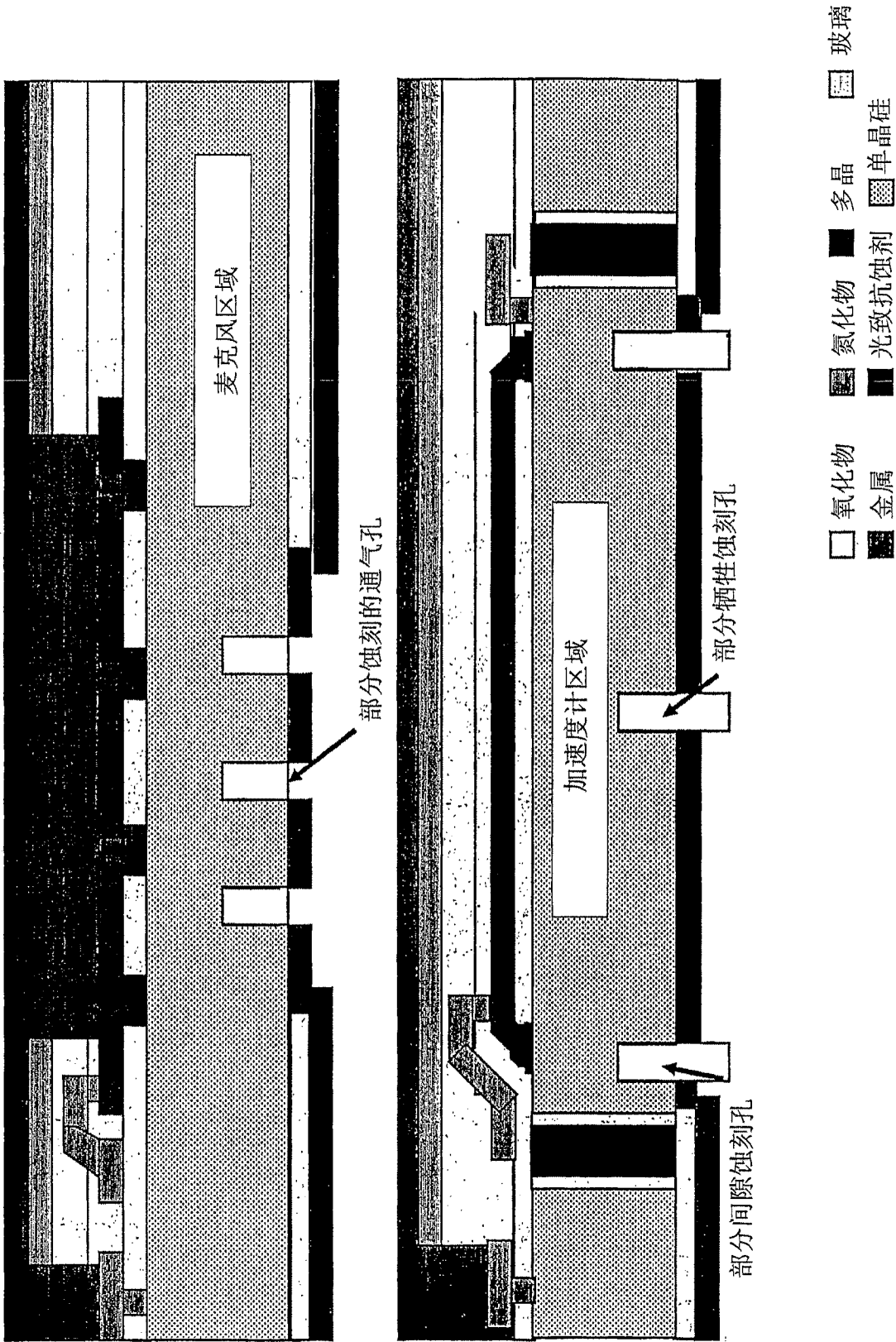


图9K

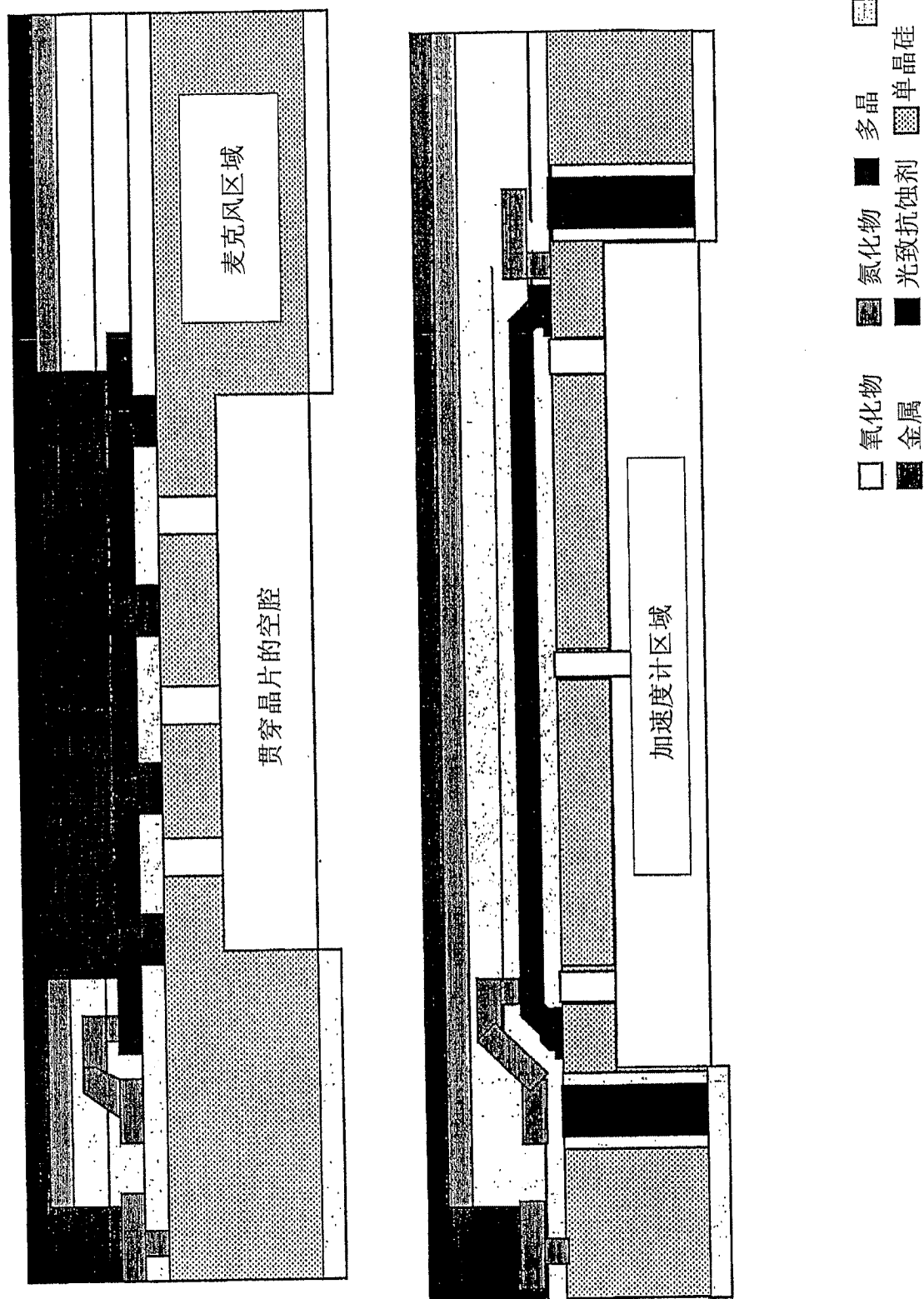


图9L

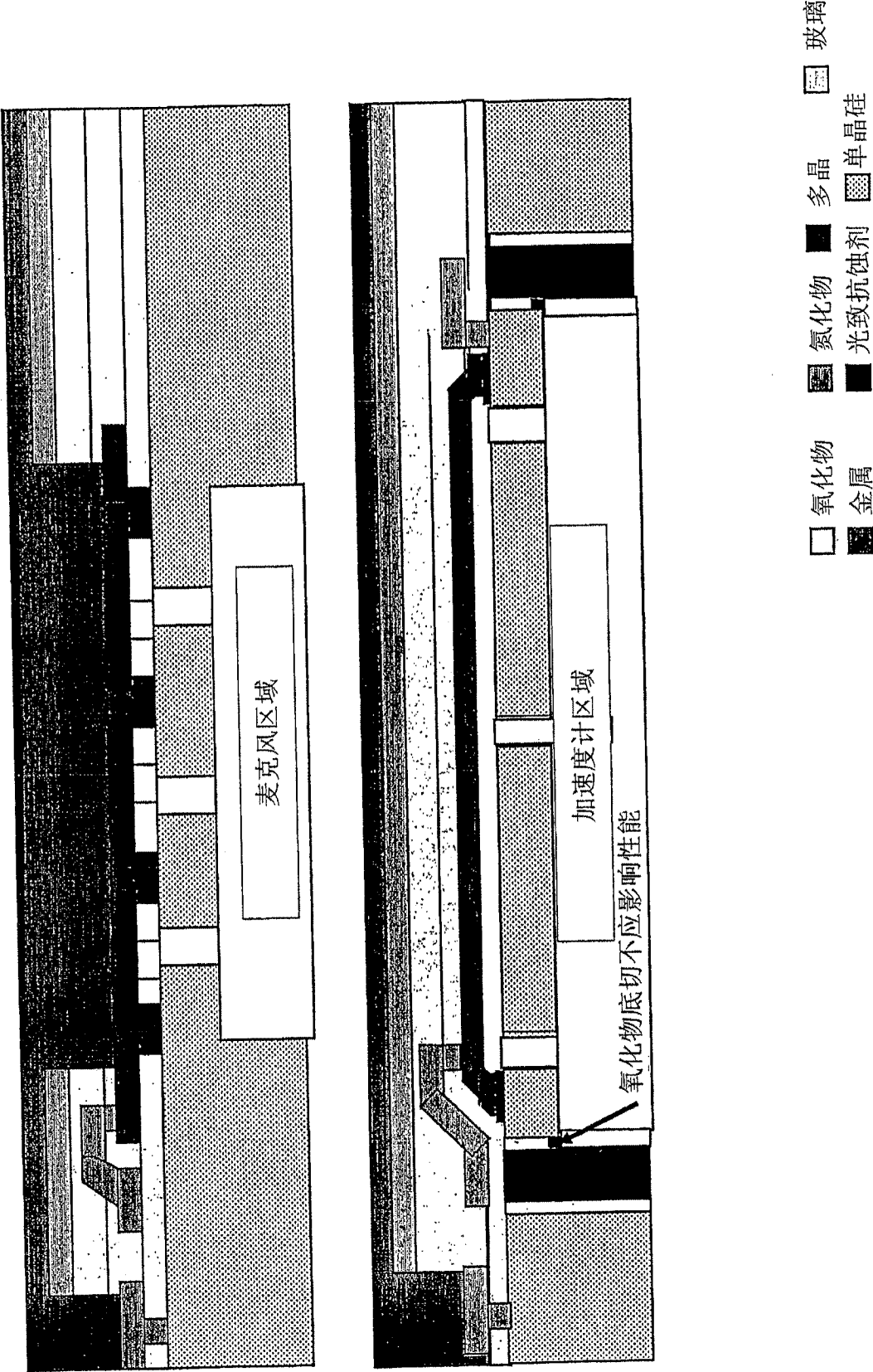


图9M

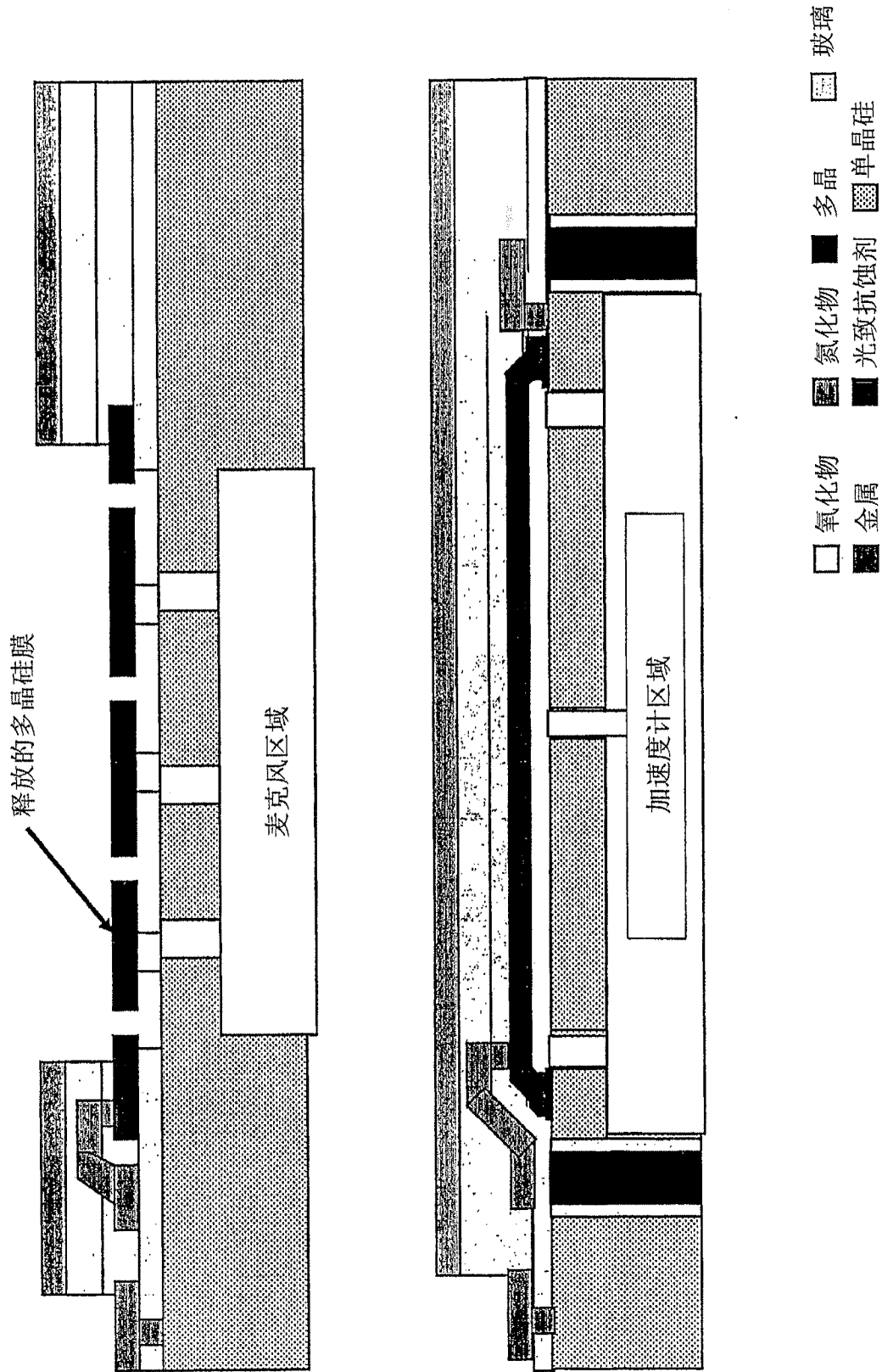


图9N

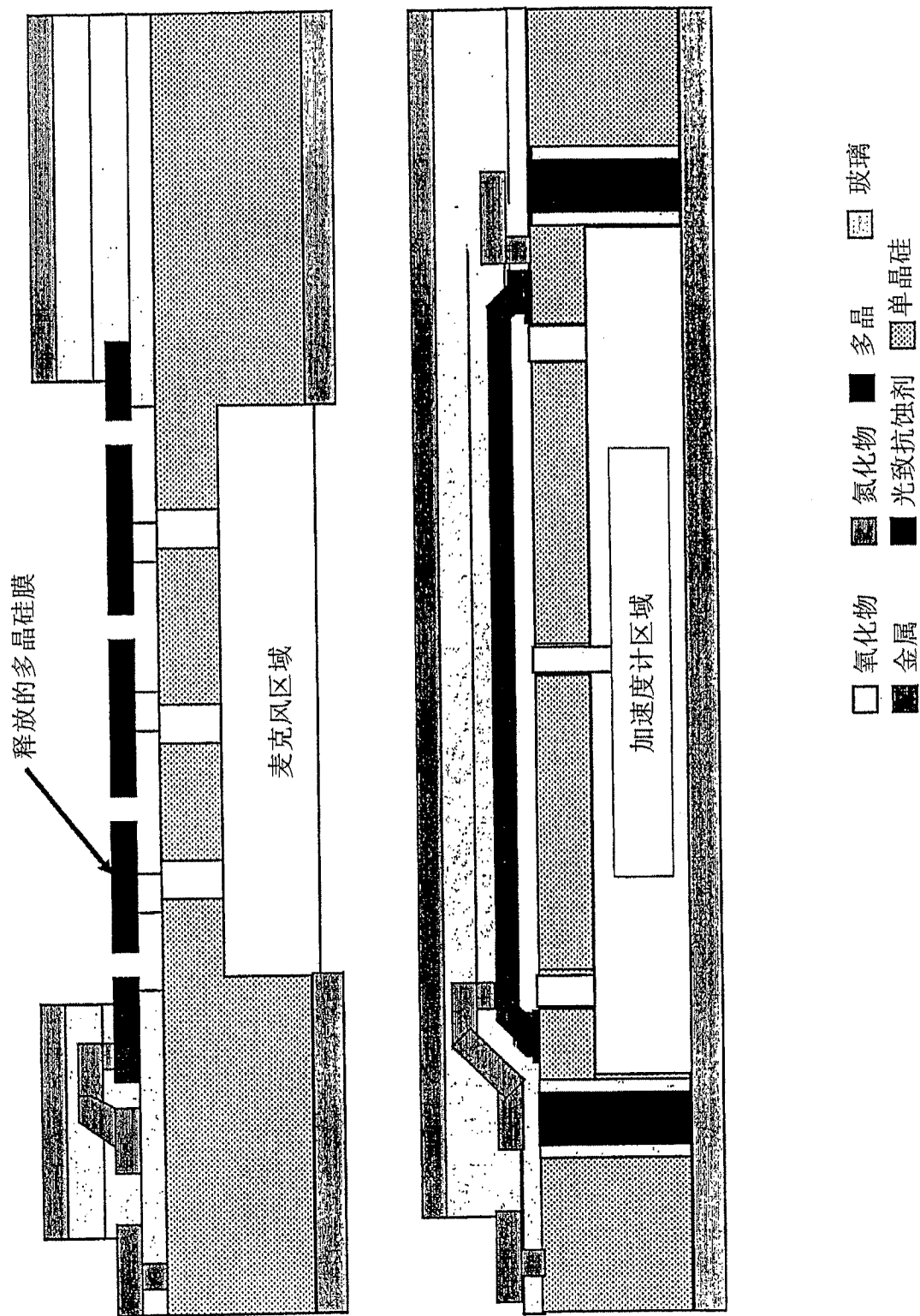


图90