

激光器及其制作方法、激光设备

技术领域

[0001] 本申请涉及激光器技术领域，特别是涉及一种激光器及其制作方法、激光设备。

背景技术

[0002] 可调谐激光器是光模块最重要的器件之一，其可以在一定范围内改变激光输出波长。这种激光器的用途广泛。

[0003] 但是，目前可调谐激光器多是利用结构的游标效应实现在一定波长范围内波长可调。该种方式工艺难度相对较大，导致目前的可调谐激光器制作成本较高。

发明概述

技术问题

[0004] 基于此，有必要针对现有技术中的问题提供一种激光器及其制作方法、激光设备。

问题的解决方案

技术解决方案

[0005] 一种激光器，包括：

[0006] 有源发光结构，用于发光；

[0007] 硅基结构，与所述有源发光结构键合，包括硅基波导以及至少两个复合光栅，所述复合光栅与所述有源发光结构相对且形成于所述硅基波导中，所述复合光栅包括一个一级光栅以及多个二级光栅，各所述二级光栅周期排列而形成所述一级光栅，至少部分所述复合光栅内的所述一级光栅具有与其他复合光栅内的所述一级光栅不同的光栅周期；

[0008] 所述硅基结构与所述有源发光结构形成至少两个激光单元，每个激光单元对应一个所述复合光栅。

[0009] 在其中一个实施例中，所述有源发光结构包括多个有源发光单元，各所述有源发光单元均键合于所述硅基结构并与所述复合光栅相对，且各所述有源发光单

元的增益材料不同。

- [0010] 在其中一个实施例中，所述有源发光结构包括多个有源发光单元，各所述有源发光单元均键合于所述硅基结构并与所述复合光栅相对，且各所述有源发光单元的增益材料均相同。
- [0011] 在其中一个实施例中，同一所述有源发光单元与多个所述复合光栅相对。
- [0012] 在其中一个实施例中，各个所述激光单元阵列排布，位于同一行的所述激光单元通过同一硅基波导而串联，位于同一列的所述激光单元通过不同硅基波导而并联。
- [0013] 在其中一个实施例中，位于同一行或位于同一列的各所述激光单元对应的各复合光栅内的所述一级光栅的光栅周期相同。
- [0014] 在其中一个实施例中，所述硅基结构还包括：
- [0015] 第一介质层，位于所述硅基波导未形成所述复合光栅的一侧，且与所述有源发光结构键合；
- [0016] 第二介质层，覆盖所述硅基波导形成有所述复合光栅的一侧以及所述第一介质层。
- [0017] 在其中一个实施例中，所述硅基结构还包括：
- [0018] 支撑衬底；
- [0019] 吸光层，位于所述第二介质层背离所述硅基波导的一侧，且键合于所述支撑衬底上。
- [0020] 在其中一个实施例中，所述硅基波导中还形成耦合结构，所述耦合结构位于所述有源发光结构与所述激光器的输出端之间，且在所述硅基波导的传输方向上，所述耦合结构的宽度自所述有源发光结构向外逐渐增加。
- [0021] 一种激光设备，包括：
- [0022] 上述任一项所述的激光器；
- [0023] 控制电路，用于控制各所述激光单元的开关。
- [0024] 一种激光器的制作方法，包括：
- [0025] 形成硅基结构，所述硅基结构包括硅基波导以及至少两个复合光栅，所述复合光栅形成于所述硅基波导中，所述复合光栅包括一个一级光栅以及多个二级光

栅，各所述二级光栅周期排列而形成所述一级光栅，至少部分所述复合光栅内的所述一级光栅具有与其他复合光栅内的所述一级光栅不同的光栅周期；

- [0026] 将发光基片与所述硅基结构键合；
- [0027] 对所述发光基片进行图形化处理，以形成有源发光结构，所述有源发光结构与所述复合光栅相对。
- [0028] 在其中一个实施例中，所述形成硅基结构包括：
- [0029] 提供硅基基片，所述硅基基片包括基础衬底、绝缘层以及波导层，所述绝缘层形成于所述基础衬底上，所述波导层形成于所述绝缘层上；
- [0030] 对所述波导层进行图形化处理，以形成所述硅基波导以及所述复合光栅；
- [0031] 形成第二介质层，所述第二介质层覆盖所述硅基波导形成有所述复合光栅的一侧以及所述绝缘层；
- [0032] 去除所述基础衬底并减薄所述绝缘层，剩余的所述绝缘层构成第一介质层；
- [0033] 所述将发光基片与所述硅基结构键合，包括：
- [0034] 将所述发光基片与所述第一介质层键合。
- [0035] 在其中一个实施例中，所述去除所述基础衬底并减薄所述绝缘层之前，还包括：
- [0036] 于所述第二介质层表面形成吸光层；
- [0037] 通过所述吸光层与支撑衬底键合。
- [0038] 上述激光器及其制作方法、激光设备，通过硅基结构与有源发光结构形成至少两个激光单元。同时，通过硅基结构的各复合光栅内的一级光栅的不同的光栅周期，可以使得至少两个激光单元可以发射不同波长的光。并且，各个激光单元中，复合光栅可以通过与其内部的一级光栅以及二级光栅而基于不同精度级别的光栅而同时进行波长调谐，进而有效降低波长调谐的工艺难度。

发明的有益效果

有益效果

- [0039] 同时，本申请将有源发光结构与无源的硅基结构异质集成，从而可以使得激光器的各激光单元通过无源的硅基波导进行光的输出，从而使得通过光栅调节而形成预设波长的光以后，其不会在传输过程中产生损耗，从而进一步降低调谐

难度。

对附图的简要说明

附图说明

- [0040] 为了更清楚地说明本申请实施例或传统技术中的技术方案，下面将对实施例或传统技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。
- [0041] 图1为一实施例中提供的激光器的剖面局部结构示意图；
- [0042] 图2为一实施例中提供的激光单元的剖面结构示意图；
- [0043] 图3为一实施例中提供的激光器的俯视局部结构示意图；
- [0044] 图4为另一实施例中提供的激光器的俯视局部结构示意图；
- [0045] 图5为一实施例中提供的激光器的排列结构示意图；
- [0046] 图6为一实施例中提供的激光器的制作方法流程示意图。

发明实施例

本发明的实施方式

- [0047] 为了便于理解本申请，下面将参照相关附图对本申请进行更全面的描述。附图中给出了本申请的实施例。但是，本申请可以以许多不同的形式来实现，并不限于本文所描述的实施例。相反地，提供这些实施例的目的是使本申请的公开内容更加透彻全面。
- [0048] 除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本申请的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的，不是旨在于限制本申请。
- [0049] 应当明白，当元件或层被称为“在...上”、“与...相邻”、“连接到”或“耦合到”其它元件或层时，其可以直接地在其它元件或层上、与之相邻、连接或耦合到其它元件或层，或者可以存在居间的元件或层。相反，当元件被称为“直接在...上”、“与...直接相邻”、“直接连接到”或“直接耦合到”其它元件或层时，则不存在居间的元件或层。应当明白，尽管可使用术语第一、第二、第三等描述各种元件、部件、区、层、掺杂类型和/或部分，这些元件、

部件、区、层、掺杂类型和/或部分不应当被这些术语限制。这些术语仅仅用来区分一个元件、部件、区、层、掺杂类型或部分与另一个元件、部件、区、层、掺杂类型或部分。因此，在不脱离本申请教导之下，下面讨论的第一元件、部件、区、层、掺杂类型或部分可表示为第二元件、部件、区、层或部分；举例来说，可以将第一掺杂类型成为第二掺杂类型，且类似地，可以将第二掺杂类型成为第一掺杂类型；第一掺杂类型与第二掺杂类型为不同的掺杂类型，譬如，第一掺杂类型可以为P型且第二掺杂类型可以为N型，或第一掺杂类型可以为N型且第二掺杂类型可以为P型。

[0050] 空间关系术语例如“在...下”、“在...下面”、“下面的”、“在...之下”、“在...之上”、“上面的”等，在这里可以用于描述图中所示的一个元件或特征与其它元件或特征的关系。应当明白，除了图中所示的取向以外，空间关系术语还包括使用和操作中的器件的不同取向。例如，如果附图中的器件翻转，描述为“在其它元件下面”或“在其之下”或“在其下”元件或特征将取向为在其它元件或特征“上”。因此，示例性术语“在...下面”和“在...下”可包括上和下两个取向。此外，器件也可以包括另外地取向（譬如，旋转90度或其它取向），并且在此使用的空间描述语相应地被解释。

[0051] 在此使用时，单数形式的“一”、“一个”和“所述/该”也可以包括复数形式，除非上下文清楚指出另外的方式。还应当理解的是，术语“包括/包含”或“具有”等指定所陈述的特征、整体、步骤、操作、组件、部分或它们的组合的存在，但是不排除存在或添加一个或多个其他特征、整体、步骤、操作、组件、部分或它们的组合的可能性。同时，在本说明书中，术语“和/或”包括相关所列项目的任何及所有组合。

[0052]

[0053] 这里参考作为本申请的理想实施例(和中间结构)的示意图的横截面图来描述发明的实施例，这样可以预期由于例如制造技术和/或容差导致的所示形状的变化。因此，本申请的实施例不应当局限于在此所示的区的特定形状，而是包括由于例如制造技术导致的形状偏差。例如，显示为矩形的注入区在其边缘通常具有圆的或弯曲特征和/或注入浓度梯度，而不是从注入区到非注入区的二元改变

。同样，通过注入形成的埋藏区可导致该埋藏区和注入进行时所经过的表面之间的区中的一些注入。因此，图中显示的区实质上是示意性的，它们的形状并不表示器件的区的实际形状，且并不限定本申请的范围。

[0054]

[0055] 在一个实施例中，请参阅图1以及图2，提供一种激光器，包括有源发光结构100以及硅基结构200。

[0056] 有源发光结构100可以包括发光层110，发光层110的材料可以但不限于为III-V增益材料（如InP）。作为示例，发光层110具体可以包括P型层111、N型层112以及二者之间的量子阱层113。P型层111与N型层112可以分别连接至电性不同的两个电极120，从而可以发光。具体地，请同时参阅图3，电极120可以包括第一电极121与第二电极122。第一电极121可以通过导电插塞130连接P型层111。第二电极122可以通过导电插塞130连接N型层113（未图示）。

[0057] 硅基结构200包括硅基波导210以及复合光栅211。

[0058] 硅基波导210可以用于进行光的传输。复合光栅211与有源发光结构100相对，且复合光栅211形成于硅基波导210中，从而可以对有源发光结构100发出的光进行有效反射并使其可以在硅基波导210中进行有效传输。

[0059] 并且，在本实施例中，复合光栅211包括一个一级光栅以及多个二级光栅2111。各所述二级光栅2111周期排列而形成所述一级光栅，从而可以通过具有不同精度级别的光栅的叠加效果而形成所需波长的光线，进而便于波长的调谐。

[0060] 在本实施例中，硅基结构200包括至少两个复合光栅211。因此，硅基结构200与有源发光结构100可以形成至少两个有效的异质集成的激光单元（请参阅图2）。其中，每个激光单元对应一个复合光栅211。

[0061] 同时，在本实施例中，至少部分复合光栅211内的一级光栅具有与其他复合光栅211内的一级光栅不同的光栅周期T。

[0062] 复合光栅211内的一级光栅的光栅周期T即复合光栅211内的相邻二级光栅2111之间的排列周期。

[0063] 此时，在各个复合光栅211内，一级光栅至少具有两种不同的光栅周期T，从而可以使得至少两个激光单元可以形成不同的波长的光，从而使得激光器可以进

行至少两个不同波长的调谐。

[0064] 因此，本实施例激光器可以通过硅基结构200与有源发光结构100形成至少两个激光单元。同时，通过硅基结构200的各复合光栅211内的一级光栅的不同的光栅周期，可以使得至少两个激光单元可以发射不同波长的光。并且，各个激光单元中，复合光栅211可以通过与其内部的一级光栅与二级光栅而基于不同精度级别的光栅而同时进行波长调谐，进而有效降低波长调谐的工艺难度。

[0065] 同时，本实施例将有源发光结构100与无源的硅基结构200异质集成，从而可以使得激光器的各激光单元通过无源的硅基波导210进行光的输出，从而使得通过光栅调节而形成预设波长的光以后，其不会在传输过程中产生损耗，从而进一步降低调谐难度。

[0066] 在一个实施例中，请参阅图3或图4有源发光结构100包括多个有源发光单元100a，各有源发光单元的增益材料不同，从而可以发生不同光电效应。

[0067] 各有源发光单元100a均键合于硅基结构200并与复合光栅211相对。因此，在本实施例，不同有源发光单元100a对应的激光单元还可以通过增益材料的不同，而进一步对波长进行调谐，使得激光器可以发出波长范围更宽的激光。

[0068] 当然，在一些实施例中，有源发光结构100包括多个有源发光单元100a，各有源发光单元100a均键合于硅基结构200并与复合光栅211相对时，各有源发光单元的增益材料也可以相同。此时，整个有源发光结构100的发光层110的增益材料均相同。

[0069] 或者，有源发光结构100也可以只包括一个有源发光单元100a。本申请对此均没有限制。

[0070] 在一个实施例中，请参阅图3或图4，同一有源发光单元100a与多个复合光栅211相对。此时，可以便于有源发光单元100a与硅基结构200的键合。

[0071] 当然，本申请并不限于此。例如，在其他实施例中，也可以一个有源发光单元100a对应一个复合光栅211，从而形成一个激光单元。

[0072] 在一个实施例中，请参阅图5，各个激光单元阵列排布，位于同一行的激光单元通过同一硅基波导210而串联，位于同一列的激光单元通过不同硅基波导210而并联。

- [0073] 此时，具体地，同一行的激光单元的复合光栅211形成于同一硅基波导210上，从而使得位于同一行激光单元通过同一硅基波导210而串联。
- [0074] 而在不同行的激光单元的复合光栅211形成于不同一硅基波导210上，从而使得位于同一列激光单元通过不同硅基波导210而并联。
- [0075] 通过各个激光单元的串联与并联可以便于使得各个激光单元发出光可以统一输出。
- [0076] 同时，对于本实施例激光器，串联在一起的各个激光单元，由于是通过无源的硅基波导进行光线传输，因此各个激光单元均不会在此传输路径中产生损耗，从而便于波长的调谐。
- [0077] 在一个实施例中，位于同一行（或者同一列）的各激光单元对应的各复合光栅211内的一级光栅的光栅周期T相同。
- [0078] 此时，如果整个有源发光结构100的发光层110的增益材料均相同，则可以使得位于同一行（或者同一列）的各激光单元可以输出相同波长的光。在激光器进行相应波长的激光发射时，可以同时开启该行的各个激光单元，从而有效增加激光强度。
- [0079] 此时，进一步地，可以将位于同一行（或者同一列）的各激光单元的同极性的电极连接在一起而形成一个电极板，从而便于控制。
- [0080] 类似地，如果有源发光结构包括多个（如两个）有源发光单元100a，则同一有源发光单元100a对应的位于同一行（或者同一列）的各激光单元可以输出相同波长的光。在激光器进行相应波长的激光发射时，可以同时开启该行的相应有源发光单元100a内的各个激光单元，从而有效增加激光强度。
- [0081] 同时，进一步地，也可以将同一有源发光单元100a对应的位于同一行（或者同一列）的各激光单元的同极性的电极连接在一起而形成一个电极板，从而便于控制。
- [0082] 当然，各激光单元的同极性的电极也可以仍然分立设置，这里对此并没有限制。
- [0083] 或者，在其他实施例中，复合光栅211内的一级光栅的光栅周期T相同的各个激光单元也可以以其他形式排布与不同行与不同列。

- [0084] 或者,在其他实施例中,各个激光单元的复合光栅211内的一级光栅的光栅周期 T 也可以均不同。这里对此均没有限制。
- [0085] 在一个实施例中,硅基结构200还包括第一介质层220以及第二介质层230。第一介质层220和/或第二介质层230的材料可以但不限于为二氧化硅等。
- [0086] 第一介质层220位于硅基波导210未形成复合光栅211的一侧,从而使得硅基结构200可以通过第一介质层220而与有源发光结构100进行有效键合。
- [0087] 第二介质层230覆盖硅基波导210形成有复合光栅211的一侧以及第一介质层220,从而与第一介质层220一起将硅基波导210有效包覆,进而可以对硅基波导210进行有效保护。
- [0088] 在一个实施例中,硅基结构200还包括支撑衬底240以及吸光层250。
- [0089] 吸光层250位于第二介质层230背离硅基波导210的一侧,且键合于支撑衬底240上,从而可以有助于将有源发光结构100发出的光引入至硅基波导210。作为示例,吸光层250的材料可以非晶硅。
- [0090] 当然,如果硅基波导210厚度足够大而具有足够的吸光能力,也可以不设置该吸光层250。
- [0091] 在一个实施例中,硅基波导210中还形成耦合结构(未图示)。耦合结构位于有源发光结构与激光器的输出端之间,从而可以在硅基波导210于激光器的输出端之间的进行耦合。
- [0092] 具体地,在硅基波导210的传输方向上,耦合结构的宽度自有源发光结构向外逐渐增加。
- [0093] 在一个实施例中,还提供一种激光设备,包括控制电路以及上述激光器。控制电路可以连接激光器的各个激光单元的电极120,从而可以根据需要选择点亮所需波长的激光单元。本申请激光器中的不同波长的各个激光单元可以独立控制。因此进行波长切换时,相较于传统的激光器可以有效提高切换速度。具体地,切换速度可到ns量级。此时,可以有效避免激光器串扰和工作不稳定的问题。
- [0094] 在一个实施例中,请参阅图6,还提供一种激光器的制作方法,包括:
- [0095] 步骤S100,形成硅基结构200,硅基结构200包括硅基波导210以及至少两个复

合光栅211，复合光栅211形成于硅基波导210中，复合光栅211包括一个一级光栅以及多个二级光栅，各所述二级光栅周期排列而形成所述一级光栅，至少部分复合光栅211内的一级光栅具有与其他复合光栅211内的一级光栅不同的光栅周期；

- [0096] 步骤S200，将发光基片101与硅基结构200键合；
- [0097] 步骤S300，对发光基片101进行图形化处理，以形成有源发光结构100，有源发光结构100与复合光栅相对。
- [0098] 在一实施例中，在步骤S300之后，还可以包括：
- [0099] 步骤S400，于有源发光结构100上形成上包层130，上包层130将有源发光结构100包覆；
- [0100] 步骤S500，与上包层上形成分别连接有源发光结构100的发光层110的P型层111与N型层112的电极120以及导电插塞140。
- [0101] 在一个实施例中，步骤S100包括：
- [0102] 步骤S110，提供硅基基片201，硅基基片201包括基础衬底2011、绝缘层2012以及波导层2013，绝缘层2012形成于基础衬底2011上，波导层2013形成于绝缘层2012上；
- [0103] 步骤S120，对波导层2013进行图形化处理，以形成硅基波导210以及复合光栅211；
- [0104] 步骤S130，形成第二介质层230，第二介质层230覆盖硅基波导210形成有复合光栅211的一侧以及绝缘层2012；
- [0105] 步骤S160，去除基础衬底2011并减薄绝缘层2012，剩余的绝缘层2012构成第一介质层220。
- [0106] 此时，步骤S200，包括：
- [0107] 将发光基片101与第一介质层220键合。
- [0108] 具体地，在步骤S110中，硅基基片201可以为SOI。基础衬底2011可以为SOI的背衬底，绝缘层2012可以为SOI的埋氧化层，波导层2013可以为SOI的顶层硅。
- [0109] 在步骤S120中，可以通过光刻工艺对波导层2013进行图形化处理。
- [0110] 在步骤S130中，可以在首先在硅基波导210形成有复合光栅211的一侧以及绝缘

层2012上沉积第二介质材料层。然后，对第二介质材料层化学机械抛光（CMP），从而形成第二介质层230。

[0111] 在步骤S160中，可以通过湿法刻蚀去掉基础衬底2011，并在刻蚀过程中将绝缘层2012刻蚀到很薄的厚度（如20纳米），剩余的绝缘层2012构成第一介质层220。

[0112] 在一个实施例中，步骤S140之前还包括：

[0113] 步骤S150，于第二介质层230表面形成吸光层250；

[0114] 步骤S160，通过吸光层250与支撑衬底240键合。

[0115] 上述实施例在硅基波导210背离有源发光结构100一侧形成的复合光栅211。

[0116] 在其他实施例中，也可以在硅基波导210靠近有源发光结构100一侧形成的复合光栅211。此时，步骤S100可以包括：

[0117] 步骤S110，提供硅基基片201，硅基基片201包括基础衬底2011、绝缘层2012以及波导层2013，绝缘层2012形成于基础衬底2011上，波导层2013形成于绝缘层2012上；

[0118] 步骤S120，对波导层2013进行图形化处理，以形成硅基波导210以及复合光栅211；

[0119] 步骤S180，形成第四介质层，第四介质层覆盖硅基波导210形成有复合光栅211的一侧以及绝缘层2012；

[0120] 此时，步骤S200中，硅基结构可以通过四介质层与发光基片101键合。

[0121] 关于激光器的制作方法的具体限定可以参见上文中对于激光器的限定，在此不再赘述。

[0122] 应该理解的是，虽然图1的流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次显示，但是这些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本文中有明确的说明，这些步骤的执行并没有严格的顺序限制，这些步骤可以以其它的顺序执行。而且，图1中的至少一部分步骤可以包括多个步骤或者多个阶段，这些步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成，而是可以在不同的时刻执行，这些步骤或者阶段的执行顺序也不必然是依次进行，而是可以与其它步骤或者其它步骤中的步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

- [0123] 在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“其他实施例”、“理想实施例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特征包含于本申请的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性描述不一定指的是相同的实施例或示例。
- [0124] 上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合，为使描述简洁，未对上述实施例各个技术特征所有可能的组合都进行描述，然而，只要这些技术特征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。
- [0125] 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对申请专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本申请的保护范围。因此，本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种激光器，其特征在于，包括：
有源发光结构，用于发光；
硅基结构，与所述有源发光结构键合，包括硅基波导以及至少两个复合光栅，所述复合光栅与所述有源发光结构相对且形成于所述硅基波导中，所述复合光栅包括一个一级光栅以及多个二级光栅，各所述二级光栅周期排列而形成所述一级光栅，至少部分所述复合光栅内的所述一级光栅具有与其他复合光栅内的所述一级光栅不同的光栅周期；
所述硅基结构与所述有源发光结构形成至少两个激光单元，每个激光单元对应一个所述复合光栅。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的激光器，其特征在于，所述有源发光结构包括多个有源发光单元，各所述有源发光单元均键合于所述硅基结构并与所述复合光栅相对，且各所述有源发光单元的增益材料不同。
- [权利要求 3] 根据权利要求1所述的激光器，其特征在于，所述有源发光结构包括多个有源发光单元，各所述有源发光单元均键合于所述硅基结构并与所述复合光栅相对，且各所述有源发光单元的增益材料均相同。
- [权利要求 4] 根据权利要求2所述的激光器，其特征在于，同一所述有源发光单元与多个所述复合光栅相对。
- [权利要求 5] 根据权利要求1所述的激光器，其特征在于，各个所述激光单元阵列排布，位于同一行的所述激光单元通过同一硅基波导而串联，位于同一列的所述激光单元通过不同硅基波导而并联。
- [权利要求 6] 根据权利要求5所述的激光器，其特征在于，位于同一行或位于同一列的各所述激光单元对应的各复合光栅内的所述一级光栅的光栅周期相同。
- [权利要求 7] 根据权利要求1所述的激光器，其特征在于，所述硅基结构还包括：
第一介质层，位于所述硅基波导未形成所述复合光栅的一侧，且与所述有源发光结构键合；
第二介质层，覆盖所述硅基波导形成有所述复合光栅的一侧以及所述

第一介质层。

- [权利要求 8] 根据权利要求7所述的激光器，其特征在于，所述硅基结构还包括：
支撑衬底；
吸光层，位于所述第二介质层背离所述硅基波导的一侧，且键合于所述支撑衬底上。
- [权利要求 9] 根据权利要求1所述的激光器，其特征在于，所述硅基波导中还形成耦合结构，所述耦合结构位于所述有源发光结构与所述激光器的输出端之间，且在所述硅基波导的传输方向上，所述耦合结构的宽度自所述有源发光结构向外逐渐增加。
- [权利要求 10] 一种激光设备，其特征在于，包括：
权利要求1所述的激光器；
控制电路，用于控制各所述激光单元的开关。
- [权利要求 11] 一种激光器的制作方法，其特征在于，包括：
形成硅基结构，所述硅基结构包括硅基波导以及至少两个复合光栅，所述复合光栅形成于所述硅基波导中，所述复合光栅包括一个一级光栅以及多个二级光栅，各所述二级光栅周期排列而形成所述一级光栅，至少部分所述复合光栅内的所述一级光栅具有与其他复合光栅内的所述一级光栅不同的光栅周期；
将发光基片与所述硅基结构键合；
对所述发光基片进行图形化处理，以形成有源发光结构，所述有源发光结构与所述复合光栅相对。
- [权利要求 12] 根据权利要求11所述的激光器的制作方法，其特征在于，所述形成硅基结构包括：
提供硅基基片，所述硅基基片包括基础衬底、绝缘层以及波导层，所述绝缘层形成于所述基础衬底上，所述波导层形成于所述绝缘层上；
对所述波导层进行图形化处理，以形成所述硅基波导以及所述复合光栅；
形成第二介质层，所述第二介质层覆盖所述硅基波导形成有所述复合

光栅的一侧以及所述绝缘层；

去除所述基础衬底并减薄所述绝缘层，剩余的所述绝缘层构成第一介质层；

所述将发光基片与所述硅基结构键合，包括：

将所述发光基片与所述第一介质层键合。

- [权利要求 13] 根据权利要求12所述的激光器的制作方法，其特征在于，所述去除所述基础衬底并减薄所述绝缘层之前，还包括：
- 于所述第二介质层表面形成吸光层；
- 通过所述吸光层与支撑衬底键合。