

权利要求书

- [权利要求 1] 一种硅基可调滤波器，其特征在于：包括形成于硅基上的平顶带通滤波结构、马赫曾德尔干涉结构和一个微环谐振结构；
- 所述马赫曾德尔干涉结构具有非对称可调相移臂；所述微环谐振结构包括一个可调环形波导和两根直波导，所述两根直波导分别与所述可调环形波导耦合，作为所述微环谐振结构的Input端和Drop端；所述微环谐振结构通过所述Input端和/或Drop端与所述平顶带通滤波结构和所述马赫曾德尔干涉结构级联；
- 光信号在所述马赫曾德尔干涉结构的干涉作用叠加所述微环谐振结构的谐振作用下，在所述平顶带通滤波结构的滤波作用下输出可调谐的窄带的滤波光信号。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的硅基可调滤波器，其特征在于：所述平顶带通滤波结构包括模式复用器和多模布拉格光栅；所述模式复用器包括直通波导和交叉波导，所述直通波导具有直通端口，所述交叉波导具有交叉端口，所述直通波导与所述直通端口相对的另一端连接所述多模布拉格光栅；由所述直通端口输入的入射光经所述直通波导入射到所述多模布拉格光栅，经所述多模布拉格光栅反射回的反射光经所述直通波导到所述交叉波导模式变换后由所述交叉端口输出。
- [权利要求 3] 根据权利要求2所述的硅基可调滤波器，其特征在于：所述硅基上还设有 1×2 耦合器；所述 1×2 耦合器包括一个主波导和两个分光波导，所述两个分光波导分别连接所述微环谐振结构的Input端和Drop端；所述马赫曾德尔干涉结构包括第一3dB耦合器、两个非对称可调相移臂和第二3dB耦合器；
- 所述马赫曾德尔干涉结构的第一3dB耦合器连接所述平顶带通滤波结构的交叉端口，所述第二3dB耦合器连接所述 1×2 耦合器的主波导；或者，
- 所述平顶带通滤波结构的直通端口连接所述马赫曾德尔干涉结构的第二3dB耦合器，所述交叉端口连接所述 1×2 耦合器的主波导；或者，

所述平顶带通滤波结构和所述马赫曾德尔干涉结构分别设于所述 1×2 耦合器的两个分光波导与所述微环谐振结构的Input端和Drop端之间；或者，

所述平顶带通滤波结构和所述马赫曾德尔干涉结构的其中一个设于所述 1×2 耦合器的一个分光波导与所述微环谐振结构的Input端或Drop端之间，另一个连接所述 1×2 耦合器的主波导。

[权利要求 4] 根据权利要求2所述的硅基可调滤波器，其特征在于：所述硅基上还设有环镜，所述环镜包括 2×2 耦合器和环形波导，所述环形波导分别连接所述 2×2 耦合器一侧的两个端口，所述 2×2 耦合器另一侧的两个端口分别为输入端口和输出端口；

所述平顶带通滤波结构、马赫曾德尔干涉结构和微环谐振结构的其中一个、两个或三个级联于所述环形波导上和/或所述 2×2 耦合器的输入端口上。

[权利要求 5] 根据权利要求1-4任一项所述的硅基可调滤波器，其特征在于：所述马赫曾德尔干涉结构的自由光谱范围大于或等于所述微环谐振结构的自由光谱范围的2倍，小于或等于所述微环谐振结构的自由光谱范围的4倍。

[权利要求 6] 一种可调激光器，包括半导体光放大器和硅光集成芯片，其特征在于：所述硅光集成芯片上设有第一耦合器、相位调节器和可调滤波器，所述可调滤波器包括级联的平顶带通滤波结构、马赫曾德尔干涉结构和一个微环谐振结构；

所述马赫曾德尔干涉结构具有非对称可调相移臂；所述微环谐振结构包括一个可调环形波导和两根直波导，所述两根直波导分别与所述可调环形波导耦合，作为所述微环谐振结构的Input端和Drop端；所述微环谐振结构通过所述Input端和/或Drop端与所述平顶带通滤波结构和所述马赫曾德尔干涉结构级联；

所述半导体光放大器发射的增益光经所述第一耦合器耦合到所述硅光集成芯片上，在所述马赫曾德尔干涉结构的干涉作用叠加所述微环谐

振结构的谐振作用下，在所述平顶带通滤波结构的滤波作用下输出可调谐的目标波长光；

所述相位调节器用于调谐所述增益光的相位。

- [权利要求 7] 根据权利要求6所述的可调激光器，其特征在于：所述可调滤波器还包括 1×2 耦合器；所述 1×2 耦合器包括一个主波导和两个分光波导，所述两个分光波导分别连接所述微环谐振结构的Input端和Drop端；所述平顶带通滤波结构和所述马赫曾德尔干涉结构与所述 1×2 耦合器的主波导级联；或者，
- 所述平顶带通滤波结构和所述马赫曾德尔干涉结构分别设于所述 1×2 耦合器的两个分光波导与所述微环谐振结构的Input端和Drop端之间；或者，
- 所述平顶带通滤波结构和所述马赫曾德尔干涉结构的其中一个设于所述 1×2 耦合器的一个分光波导与所述微环谐振结构的Input端或Drop端之间，另一个连接所述 1×2 耦合器的主波导。

- [权利要求 8] 根据权利要求7所述的可调激光器，其特征在于：所述半导体光放大器为反射型半导体光放大器；所述硅光集成芯片上还设有第一分光耦合器，所述第一分光耦合器包括一公共端口和两个分光端口，所述第一分光耦合器通过所述公共端口和所述两个分光端口中的一个分光端口连接到所述第一耦合器与所述可调滤波器之间的光路上；所述两个分光端口中的另一个分光端口为激光输出端口，用于输出激光。

- [权利要求 9] 根据权利要求6所述的可调激光器，其特征在于：所述半导体光放大器为反射型半导体光放大器；所述可调滤波器还包括环镜，所述环镜包括 2×2 耦合器和环形波导，所述环形波导分别连接所述 2×2 耦合器一侧的两个端口，所述 2×2 耦合器另一侧的两个端口分别为输入端口和输出端口；
- 所述平顶带通滤波结构、马赫曾德尔干涉结构和微环谐振结构的其中一个、两个或三个级联于所述环形波导上和/或所述 2×2 耦合器的输入端口上，所述 2×2 耦合器的输出端口为激光输出端口，用于输出激

光。

- [权利要求 10] 根据权利要求7所述的可调激光器，其特征在于：所述半导体光放大器包括相对的第一端面和第二端面，所述第二端面与所述硅光集成芯片相耦合，所述第一端面镀部分反射膜，作为激光谐振腔的一个腔面。
- [权利要求 11] 根据权利要求6-10任一项所述的可调激光器，其特征在于：所述平顶带通滤波结构包括模式复用器和多模布拉格光栅；所述模式复用器包括直通波导和交叉波导，所述直通波导具有直通端口，所述交叉波导具有交叉端口，所述直通波导与所述直通端口相对的另一端连接所述多模布拉格光栅；由所述直通端口输入的入射光经所述直通波导入射到所述多模布拉格光栅，经所述多模布拉格光栅反射回的反射光经所述直通波导到所述交叉波导模式变换后由所述交叉端口输出。
- [权利要求 12] 根据权利要求6-10任一项所述的可调激光器，其特征在于：所述硅光集成芯片还设有第一监测探测器和第二分光耦合器，所述第二分光耦合器包括一公共端口和两个分光端口；所述公共端口连接所述可调滤波器，所述两个分光端口的其中一个分光端口连接所述相位调节器，另一个分光端口连接所述第一监测探测器。
- [权利要求 13] 根据权利要求6-10任一项所述的可调激光器，其特征在于：所述马赫曾德尔干涉结构的自由光谱范围大于或等于所述微环谐振结构的自由光谱范围的2倍，小于或等于所述微环谐振结构的自由光谱范围的4倍；
所述带通滤波器的带宽大于所述可调激光器的调谐范围，小于所述马赫曾德尔干涉结构的自由光谱范围的2倍与所述可调激光器的调谐范围的差值。
- [权利要求 14] 根据权利要求8或9所述的可调激光器，其特征在于：所述硅光集成芯片还设有第二监测探测器和第三分光耦合器，所述第三分光耦合器包括一公共端口和两个分光端口；所述公共端口连接所述激光输出端口，所述两个分光端口的其中一个分光端口连接所述第二监测探测器，

另一个分光端口输出激光。

[权利要求 15] 根据权利要求6-10任一项所述的可调激光器，其特征在于：所述第一耦合器为模斑变换器或光栅耦合器。

[权利要求 16] 根据权利要求6-10任一项所述的可调激光器，其特征在于：所述半导体光放大器与所述第一耦合器对接耦合；或者，所述半导体光放大器与所述第一耦合器之间通过光子引线键合光连接。

[权利要求 17] 一种可调激光器，包括半导体光放大器和硅光集成芯片，所述半导体光放大器用于提供激光增益，所述半导体光放大器具有相对的第一端面和第二端面，所述第二端面用于与所述硅光集成芯片耦合，所述第一端面作为激光谐振腔的一个腔面；其特征在于：所述硅光集成芯片包括：

第一耦合器，用于耦合所述半导体光放大器和所述硅光集成芯片；

相位调节器，用于调节所述激光的相位；

可调滤波器，用于对所述激光谐振腔内的谐振光进行滤波，以获得单峰窄带激光输出；所述激光谐振腔的另一个腔面设于所述可调滤波器上，所述第一耦合器和相位调节器位于所述激光谐振腔内；

所述可调滤波器包括级联的平顶带通滤波结构、马赫曾德尔干涉结构和一个微环谐振结构；所述马赫曾德尔干涉结构具有非对称可调相移臂；所述微环谐振结构包括一个可调环形波导和两根直波导，所述两根直波导分别与所述可调环形波导耦合，作为所述微环谐振结构的Input端和Drop端；所述微环谐振结构通过所述Input端和/或Drop端与所述平顶带通滤波结构和所述马赫曾德尔干涉结构级联。

[权利要求 18] 根据权利要求17所述的可调激光器，其特征在于：

所述可调滤波器还包括 1×2 耦合器；所述 1×2 耦合器包括一个主波导和两个分光波导，所述两个分光波导分别连接所述微环谐振结构的Input端和Drop端；所述微环谐振结构作为所述激光谐振腔设于所述可调滤波器上的端面；

所述半导体光放大器的所述第一端面镀部分反射膜，用于输出激光；

或者，

所述半导体光放大器为反射型半导体光放大器；所述硅光集成芯片上还设有第一分光耦合器，所述第一分光耦合器包括一公共端口和两个分光端口，所述第一分光耦合器通过所述公共端口和所述两个分光端口中的一个分光端口连接到所述第一耦合器与所述可调滤波器之间的光路上；所述两个分光端口中的另一个分光端口为激光输出端口，用于输出激光。

- [权利要求 19] 根据权利要求17所述的可调激光器，其特征在于：
所述半导体光放大器为反射型半导体光放大器；
所述可调滤波器还包括环镜，所述环镜包括 2×2 耦合器和环形波导，所述环形波导分别连接所述 2×2 耦合器一侧的两个端口，所述 2×2 耦合器另一侧的两个端口分别为输入端口和输出端口；所述平顶带通滤波结构、马赫曾德尔干涉结构和微环谐振结构的其中一个、两个或三个级联于所述环形波导上和/或所述 2×2 耦合器的输入端口上；
所述环镜作为所述激光谐振腔设于所述可调滤波器上的端面，所述 2×2 耦合器的输出端口为激光输出端口，用于输出激光。

- [权利要求 20] 根据权利要求17-19任一项所述的可调激光器，其特征在于：
所述平顶带通滤波结构包括模式复用器和多模布拉格光栅；所述模式复用器包括直通波导和交叉波导，所述直通波导具有直通端口，所述交叉波导具有交叉端口，所述直通波导与所述直通端口相对的另一端连接所述多模布拉格光栅；由所述直通端口输入的入射光经所述直通波导入射到所述多模布拉格光栅，经所述多模布拉格光栅反射回的反射光经所述直通波导到所述交叉波导模式变换后由所述交叉端口输出。

- [权利要求 21] 一种光模块，其特征在于：包括权利要求6-20任一项所述的可调激光器。

- [权利要求 22] 根据权利要求21所述的光模块，其特征在于：还包括光调制器，所述光调制器设于所述硅光集成芯片上；所述可调激光器输出的激光传输

到所述光调制器上，经所述光调制器调制后输出调制光信号。