

技術名	光子の横方向への導出入を可能とする光制御素子や発光素子			
発明の名称	光制御素子、発光素子、光回路装置			
出願番号	特願2004-215574	公開番号	特開2006-41013	特許番号
分類	H01S5/183	G02F1/03	H01S5/026	
発明者	向井 剛輝			

技術概要

下部電極を含む基板の上に多層反射層、誘電体領域、上部電極を順に積層して発光素子、光共振素子、光制御素子を一体化した素子を発明した。この素子において誘電体領域の側部に横方向の結合光導波路を一体化させ、光制御素子や発光素子において所定波長の光子の横方向(素子の配置されている面の方向)への導出、導入が可能となる。

解決すべき技術課題

光子情報処理を固体素子で行うには、面内に複数の演算素子を配置し、これら演算子間で光子の導出入を行う必要がある。
従来の発光素子では、(a)光の取り出し方向が垂直であるため、導波路を形成することができず、同一基板面上において光子の授受を行える光制御素子や発光素子を構成することができない。(b)電極を取り付けることができないため、励起は光励起となる。さらに、(c)共振器を多層膜ミラーにより形成しているため、量子化には膜厚や膜間隔を高い精度で制御する必要があり、高い成膜技術が必要で、製造上の手間がかかる。また、(d)発光する光の波長は多層膜ミラーの膜間隔に依存するため、使える波長が限定的で、発光部である活性層の品質がエッチングにより劣化する。(e)共振器の共振モードが固定であるため、光特性を可変とすることができないなどの問題がある。
上記問題を解決するためには、同一基板面上において光子の授受を行うことができる光制御素子や発光素子が求められる。

どのように解決したか

下図に示すように誘電体部4を頂部に持つ多層構造で発光、光制御、光共振の機能を一体化しており、さらに誘電体部4側部に結合光導波路が一体化している。これにより、結合光導波路を介して所定波長の光子を発光部に対して横方向に導入/導出することが可能になり、同一基板面上の素子間の光子の授受が可能となる。
さらに、上下電極により誘電体部に構成された活性領域の量子ドット(注)に電流を注入することにより、発光の励起を電氣的に行うことができる。基板に設ける多層膜反射層の屈折率は、多層膜反射層の温度、供給電流、光照射によって変えることができるので、これらを変えることにより光共振器のモードを変えることができる。また、発光部位となる活性域が誘電体の内部に存在する場合には、エッチングにより活性域の劣化を防止することができる。
基板に設ける多層膜反射層、活性領域における量子ドットは、半導体成膜技術を適用して容易に生成することができる。
(注)量子ドット:半導体原子が数百個から数千個集まった10数nm程度の小さな塊。量子ドットでは空間的に同じ場所に電子と正孔が閉じ込められるため、正孔と電子が効率よく再結合を行うことができるため高輝度、低消費電力のレーザー発光が可能になる

効果

本発明によれば、光制御素子や発光素子において光子の横方向への導出入を可能とし、これによって同一基板面上における素子間の光子の授受が可能となる。また、上下電極により活性領域における量子ドットに電流を注入することにより、発光の励起を電氣的に行うことができる。
さらに、発光部位となる活性域が誘電体の内部に存在する場合には、エッチングにより活性域の劣化を防止することができるため特性の安定した素子を実現できる。また、本発明の素子は、制御素子あるいは発光光子の特性を変えることができるので、光子の波長や取り出し方向を変更することができる。

優位性・特徴技術

下図に示すような誘電体部を頂部に持つ多層構造で、発光、光制御、光共振の機能を一体化したのとなっており、さらに誘電体部側部に結合光導波路が一体化することにより、結合光導波路を介して所定波長の光子を発光部に対して横方向に導入/導出することが可能となり、同一基板面上の素子間の光子の授受を可能としている。
さらに、本発明の発光素子によれば、上下電極により誘電体部に構成された活性領域の量子ドットに電流を注入することにより、発光の励起を電氣的に行うことができること、基板に設ける多層膜反射層の屈折率は、多層膜反射層の温度、供給電流、光照射によって変えられることを利用して光共振器のモードを変えることができるのは大きな技術的優位性である。
また、発光部位となる活性域が誘電体の内部に存在する場合には、エッチングにより活性域の劣化を防止することができること、基板に設ける多層膜反射層、活性領域における量子ドットは、半導体成膜技術を適用して容易に生成することができるなど素子製造上の大きな優位性がある。

代表図

