

激光二极管体表面安装结构

技术领域

本发明是有关一种激光二极管体表面安装结构，尤其一种使用表面安装技术（SMT）的边射型激光二极管体封装结构，可满足大电流、高散热及无热应力的需求。

背景技术

图 1，包含图 1a 及图 1b，所示为现有边射型中、高功率（指输出光功率大于 50 mW）激光二极管体的封装架构，其中图 1a 为激光二极管体晶片结构，图 1b 为现有激光二极管体封装架构。参考图 1a，激光二极管体晶片（laser chip）的结构是以基板（substrate, 100）为基础，然后以各种沉积法将原子堆积在基板上，称磊晶层（epitaxial layer, 101）。对于红光及近红外光（0.7~1.1 μm ）的激光二极管体晶片，多为砷化镓（GaAs）晶体，红外光（1.1~1.9 μm ）晶片多为磷化铟（InP）晶体，其作用在机械支撑及散热，厚约 0.3 mm；磊晶层则是有砷、镓、铟、磷、铝等三五族元素组成的半导体化合物，细分有近十层，合计厚度约 1 μm 。激光共振腔（106）是在磊晶层（101）中以光罩蚀刻技术做一个小区域，宽约 50 μm ，长约 500 μm ，主输出激光呈椭圆形光锥射出（107），副输出激光方向（108）与主输出激光相反。在基板（100）和磊晶层（101）外面，还要镀金属以便导电（图 1（a）未示）。现有激光二极管体封装架构参考图 1b，晶片以焊接或胶黏固定在能迅速散热的导热板（submount, 103），导热板上层有金属层（105），晶片上方连接跳线（bonding wire, 102，金属导体），跳线连接另一金属层（109），两金属层标注+及-处为焊垫，可供焊接电线（未示出），以供电给晶片。导热板（103）则紧密接触封装的外壳（enclosure, 104，多为金属薄板），一般中功率是用胶黏附外壳，高功率则是导热板两片镀金属，再焊接于外壳。外壳再紧密接触一热沉（heat sink, 110，又称散热器），以便散热。在现有架构中，电流要由（105）及（109）标注+及-处另行接导线出入晶片，热则是产自激光共振腔，经过导热板、外壳至热沉。在热膨胀系数不一样的材质界面（例如磊晶层 101 和导热板 103 之间），热会造成应力扭曲结晶格，原本良好的激光共振腔（106）的激光产生效率即大减，对激光质量及寿命也极为不利，是中高功率激光必须要克服的技术难关。要实现中高功率边射型激光二极管体，就必须同时要提供大电流和大散热能量，要考虑下列三点：1. 发热集中在激光共振腔（106），必须迅速散热，而激光二极管体的基板太厚且导热系数太低，故绝大部分现有产品是以磊晶层（101）贴在能迅速散热的导热板（103）；2. 和磊晶层（101）接触的导热板（103），其热膨胀率最好和磊晶层（101）接近，否则会形成热应力，扭曲磊晶层（101）的晶格，这样激光共振腔（106）

效率和寿命也会随之大减；3. 要避免热应力，也可用很软的材料介于磊晶层和导热板之间，例如铟或银胶，吸收两者因热胀冷缩而形成的形变，但这类材料的寿命并不完美，像铟容易氧化变得很硬，而银胶的导电度并不高，加热后会产生空洞（void），成为热和电流的障碍，二者都无法承受大电流；4. 仍有部分热量会由跳线（102）传导，跳线若成不对称分布在晶片上，也会形成热应力。

所以，现有激光二极管晶片结构，显然无法同时满足大电流、高散热、无热应力三项需求，而大有改善的空间，进而说明如下：

US5825054A 是用硅做导热板，硅虽是半导体可导电，但是导电系数很低，不能和金属相比。硅的热导率 $149 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ （下文的热导率的单位皆如此，故省略），膨胀系数 $2.6 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ （下文的膨胀系数的单位皆如此，故省略）；而氮化铝（AlN）的热导率 285，热膨胀系数 4.5，较接近砷化镓的 6.86，磷化铟的 4.60，也有更佳的热导率。导热是由长长的插件式引脚（lead）传导，路径太长，也不可能应用在高功率（大于 100 mW ）。

DE102015114292A1 揭露两个实施例，一是激光晶片直接放在引脚上，二是用 FR4 或陶瓷 PCB。铜虽是热与电的良导体，但其膨胀系数 16.5 与砷化镓晶体的 6.86 差异甚大，也不可能应用在高功率。US9379517B2 也是不用导热板，同理它不能承载散热量大的激光晶片。

US9728935 把氮化铝导热板的上下表面和侧面都镀上金属，以供电流通过导热板。然而，在导热板表面镀金，其厚度有限，且电流路径太长，对中高功率并不利。

US8130807 提到用钨铜合金（CuW）做为导热板，虽然 CuW（以 W90Cu10 为例）的热膨胀系数（ $6.5 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ ）和砷化镓接近（ $6.86 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ ），但是它的导热系数低（ $170 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ），不及氮化铝（ $285 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ），不能用在大功率。

US2018/0062346A1 是在于把多个串联激光二极管以打线串联在一起，它的导热板和已知的氮化铝基板一样，上下镀金，不会上下导电。这样的结构，导热板的打线完全在单侧，并不对称，必然会出现热应力。

因此，在既有各种激光二极管的封装结构会遭致如上所述的诸多缺失，本发明旨在提出可一举解决上述问题的激光二极管表面安装结构。

发明内容

本发明的要旨在于提供一种激光二极管表面安装结构，可兼顾边射型激光二极管发热集中在激光共振腔磊晶层必须迅速散热，与磊晶层接触的导热板的热膨胀率须与磊晶层接近而

不致形成热应力，可以承受大电流，及跳线须具对称分布在晶片等重要的需求，因而提出一种可同时满足大电流、高散热及无热应力的激光二极管体表面安装结构，以一举克服现有技术的缺失及盲点。

本发明的另一要旨再提出了一种适用于中、高功率的激光二极管体表面安装结构，可迅速地有效地散热，因而使激光二极管体维持较佳的发光效率，并保有较长的寿命。

根据本发明的一种激光二极管体表面安装结构，包括

至少一边射型激光二极管体晶片，包含具有一阳极及一阴极的两电极；

一导热板，具有一上层导电层、一下层导电层及至少一贯穿该上层导电层及该下层导电层的导电体贯孔，用以承载该至少一边射型激光二极管体晶片的两电极的一极，该至少一导电体贯孔用以电导通该上层导电层及该下层导电层；

二个以上相互间隔且配置于一平面上的金属板，其中一第一金属板配置于该导热板的下方并与该导热板的下层导电层接触，一第二金属板配置于相邻而隔开于该第一金属板，该第二金属板借由至少一跳线与该两电极的另一极电连接；以及

一具有开口的绝缘框架，设置于该二个以上的金属板上方，用以固持所述二个以上的金属板，其中该开口用以供该至少一边射型激光二极管体晶片发射的激光光穿过。

根据本发明，激光二极管体晶片承载于导热板之上，导热板的本体厚度约 0.3mm，无须太厚，其功能一是导热，二是避免激光二极管体晶片和导热板之间，因热膨胀系数不同而产生热应力。主输出激光束向前发射至封装外，另有一副输出激光束，其方向与主输出激光束相反，射向一后方的感光二极管体，主输出激光束的强度约为副输出激光束的五十倍。导热板材质以热导率高且热膨胀系数接近激光二极管体晶片基板（砷化镓或磷化铟）为佳，例如碳化硅（热膨胀系数 4.0）、氮化铝或氧化铝（7.8），以降低热应力。导热板的上层及下层皆镀薄膜导体（例如金，厚度约数 μm ，以避免热应力），并由上至下钻一贯孔，孔内也有导体（例如金），使上下层之间可导电。导热板可视为其承载的激光二极管体晶片所需逸散的热量，而向左右或向前后延伸扩展，以实现较佳的散热能力。导热板置放于最前端的第一金属板，其厚度约 0.2mm，也无须太厚，其材质为铜体镀锡，功能为导热兼导电。

在本发明中，金属板的制作方法已与已知的集成电路导线架（lead frame）相似，易于大量生产。铜的热膨胀系数 16.5，完全不同于砷化镓或磷化铟晶体，并不适合直接承载砷化镓或磷化铟晶体，故本发明改由氮化铝或氧化铝导热板承载砷化镓晶体，再由铜体镀锡的金属板承载氮化铝导热板。由于氮化铝或氧化铝和铜的热膨胀系数差异很大，可预期导热板和金

属板之间会存在较大的热应力，然而，这个热应力并不会扭曲磊晶层，也不会导致降低激光寿命，这是因为氮化铝或氧化铝硬度极大（莫氏硬度分别为 8 与 9），而铜却软得多（莫氏硬度为 3），以致于这个热应力会扭曲铜而非氮化铝，磊晶层不会被扭曲，可确保激光质量。

电流由第一金属板流经导热板、激光晶片、跳线、至第二金属板。同理其他金属板也可视其承载的电子元件所需逸散的热量及电流，而向左右或向后延伸，以实现较佳的散热能力及电流承载力。跳线分为两组，分别列于激光晶片的左右两侧，使其对称，以降低热应力。跳线较佳的排列方式是呈八字形开口，避免遮蔽向后射至电子元件或光学元件的激光。由于激光的强度会随温度而大幅度变化，故本发明选择性地用一感光二极管置于激光二极管后方，以监视其发射光强度，再输入一运算放大器的倒相端或一电晶体，以推动激光二极管，即可实现一负反馈光强度稳定电路，此电路所有元件都可安装在此封装内。第一金属板及第二金属板皆可以（但不限于）实行表面安装技术（SMT），焊接在印刷电路板上的表面导体上（一般为铜箔），整个激光二极管封装即可安装在电路板上，有良好的导电及导热特性。表面导体的下方为印刷电路板的本体，可选用已知的 FR4（玻璃纤维强化树脂），或是散热效率更佳的铝质、氮化铝或氧化铝为本体。以此结构，大部分磊晶层产生的热经由很薄的导热板和很薄又可大幅延伸的第一金属板，就直接传导至印刷电路板的本体，途径很短，导热速度极快。电流的途径和热流几乎一样，也是很短，从印刷电路板的表面导体经由很薄的第一金属板和很薄的导热板，就直接穿过磊晶层然后经跳线到达第二金属板，不像现有技术可能要多再一条长长的跳线，如此架构其寄生的电感和电容量会很低，可供高速、大电流、高功率操作。

为维持所有金属板的相对位置固定不变，以一绝缘框架固持。绝缘框架有一开口供激光射出，容纳激光二极管和其他元件，并保护元件不受外力影响。

在本发明中可加一上盖，以覆盖于绝缘框架上。

为增加绝缘框架对金属板的固持力，金属板两侧可选择性地增加一个或多个凸包（bump out），两侧的凸包仍以中心线呈左右对称，以免除热应力。现有的金属板多成直线，本发明改进为多两处弯折，可增加绝缘框架对金属板的固持力，使金属板更不易旋转或被拉扯致脱离绝缘框架。

为求监测激光二极管的输出功率，可选择性地在激光二极管后方加装一感光二极管、第三与第四金属板，如前述，也可用绝缘框架固持。为增加此激光二极管的效能，可选择性地加装电子元件，贴装在金属板上，现列出两个实施例：第一例是如较小的元件，其两引脚和激

光二极管晶片一样是连接至第一金属板及第二金属板，适用于安装防静电二极管、逆向偏压保护二极管、电容或突波抑制电容等元件，以保护激光二极管。实务上激光二极管很容易受到静电或突波伤害，若有一保护元件在旁边，即可大幅延长激光二极管的寿命。第二例是较大的元件，其一引脚连接至第一或第二金属板和激光二极管晶片的一极连接，其另一金属板连接至其他金属板，此例适用于安装电流感测电阻或热敏电阻，借以监视激光二极管晶片的电流和温度。若此元件会显著发热，可考虑将其位置向外移远离激光二极管晶片，以维持散热的对称性。若是电子元件有许多接脚，也可加装金属板，例如推动激光二极管的 MOSFET、集成电路或前述的负反馈光强度稳定电路，必须很接近激光二极管以避免寄生电感和电容，有了更多金属板，电子元件就可以安装在激光二极管旁边，才能实现高速大电流脉冲。

为增加此激光二极管的效能，可选择性加装一个或多个光学元件，放在出口端，用绝缘框架夹持固定。在绝缘框架的开口处左右两边设一凹槽，即可容纳光学元件的边缘。边射型激光二极管的光束必然成一椭圆角光锥，又有相当的像散（astigmatism），对于精密的应用是很不利的，常常须要用光学元件修正其光束才容易应用，例如加一柱面镜或棱镜将椭圆角光锥转型为圆形。再者，绝大部分的激光应用都是利用准直光束，因此本发明可在激光光出口端置一准直镜（凸透镜），将发散光锥聚拢成准直光束。成为准直光束之后，可再加一衍射光栅（或称全像片）产生特定图纹，或再加一光学晶体（例如 Nd:YAG 钕铝榴石）即可产生固态激光，又再加一非线性晶体（例如磷酸氧钛钾 KTiOPO_4 —KTP，或偏磷酸锂 LiB_3O_5 —LBO，又称二次谐波产生器）可产生波长为原激光的一半的光波。用绝缘框架夹持固定光学元件，光学元件就可以很靠近激光，可以在光锥还未发散得很大之前就将其收聚，光束直径就可以很小，从而其后的光学镜片和整个系统就可以缩得很小，这可以大幅增加应用领域。

为增加散热效果，可扩大第一金属板，但是为避免扩大后的第一金属板阻挡出射光，可选择性地在第一金属板设一切口，切口为 V 形。如此就有很大的第一金属板用于散热，又不会阻挡出射光。切口也可为 U 形或其他形，例如依上述加一准直镜将光锥收聚成准直光束后，切口可为 U 形，这样就可以有较大面积的第一金属板以利传导热。

为增加感光二极管的受光面积，可选择性地扭曲第三金属板的中段，使中段和其所背负的感光二极管不再维持水平，而是倾斜成一角度，增加有效受光面积。第三金属板的中段靠激光二极管的一侧可弯曲成一 L 形，以便扶持感光二极管，在未贴装之前维持不坠。扭曲的中段的最低部维持在原金属板下层之上，不致于过低，以便能顺利进行表面安装。

若有必要使用上盖保护激光晶片和跳线等，上盖也可固持一个或多个光学元件，上盖也可在出口端设一凹槽，容纳光学元件的边缘，以便将光学元件夹持在上盖和第一金属板之间。

光学元件还可以用金属板的一部分半切割再折起加以固持。

同一个激光二极管封装可以安装多个激光二极管晶片，晶片之间可以串联或并联。

同一个激光二极管封装也可串联及并联多个激光二极管晶片，或复数个激光二极管晶片串联后再并联，或复数个雷射激光二极管晶片并联后再串联。可以针对不同的电源电压而采取不同的串联并联组态，即可获最佳的电源使用效率。

附图说明

图 1，包含图 1 (a) 及图 1 (b)，图 1 (a) 显示激光二极管晶片结构，图 1 (b) 显示现有边射型中高功率激光二极管的表面安装结构。

图 2，包含图 2 (a)、图 2 (b)、图 2 (c) 及图 2 (d)，显示本发明边射型激光二极管的表面安装结构，图 2 (a) 为导热板侧视图，图 2 (b) 为不含绝缘框架俯视图，图 2 (c) 为含绝缘框架俯视图，图 2 (d) 为激光二极管晶片、导热板与印刷电路板组合侧视图。

图 3，包含图 3 (a) 及图 3 (b)，显示依据本发明激光二极管表面安装结构具有复数个激光二极管的电路连接图，图 3 (a) 为三个激光二极管晶片的并联图，图 3 (b) 为三个激光二极管晶片的串联图。

图 4，包含图 4 (a) 及图 4 (b)，图 4 (a) 显示本发明第三金属板承载一附加的电子元件的俯视图，图 4 (b) 显示本发明于承载一附加的电子元件的第三金属板呈倾斜配置的侧视图。

图 5 显示本发明以弯折的金属板固持光学元件。

符号说明

10	激光二极管表面安装结构
20	一边射型激光二极管
21	两电极
211	阳极
212	阴极
30	导热板
31	上层导电层

32	下层导电层
33	至少一导电体贯孔
40	二个以上的金属板
40-1	第一金属板
40-1'	弯折的金属板
40-2	第二金属板
40-3	第三金属板
40-4	第四金属板
50, 50-1, 50-2, 50-3	跳线
60	绝缘框架
61	开口
70	电子元件
71	激光出口端切口
73-1, 73-2	金属板的弯曲
80	印刷电路板
81	印刷电路板的表面导体层
82	印刷电路板的本体
90	光学元件
100	基板
101	磊晶层
102	跳线
103	导热板
104	外壳
105、109	金属层
106	激光共振腔
107	椭圆形光锥
108	副输出激光方向
110	热沉
120-1, 120-2	凸包

具体实施方式

图2, 包含图2(a)、图2(b)、图2(c)及图2(d), 显示依据本发明边射型激光二极管的表面安装结构图, 其中, 图2(a)为导热板的侧视图; 图2(b)为激光二极管晶片安装于金属板而不含绝缘框架的俯视图; 图2(c)为图2(b)所示结构含绝缘框架的整体结构图; 及图2(d)为激光二极管晶片依序安装于导热板、第一金属板及印刷电路板的组合侧视图。请同时参考图2(a)图2(b)、图2(c)及图2(d), 依据本发明之一的激光二极管表面安装结构10, 包括:

至少一边射型激光二极管晶片20, 包含具有一阳极211及一阴极212的两电极21;

一导热板30, 具有一上层导电层31、一下层导电层32及至少一贯穿该上层导电层及该下层导电层的导电体贯孔33(详如图2(a)所示), 用以承载该至少一边射型激光二极管晶片的两电极21的一极211或212, 该至少一导电体贯孔用以电导通该上层导电层及该下层导电层;

二个以上相互间隔且配置于一平面上的金属板40, 其中第一金属板40-1配置于该导热板的下方并与该导热板的下层导电层接触, 第二金属板40-2配置于相邻而隔开于该第一金属板, 该第二金属板借由至少一跳线50与该两电极的另一极212或211电连接; 以及

一具有开口61的绝缘框架60, 设置于该二个以上的金属板上方, 用以固持这些二个以上的金属板, 其中该开口用以供该至少一边射型激光二极管晶片发射的激光穿过。

在本发明的激光二极管表面安装结构中, 该至少一跳线50为二条跳线50-1、50-2, 连接至该至少一边射型激光二极管晶片20的另一极212或211, 其是以对称分布在该至少一边射型激光二极管晶片左右两侧的方式搭接。

又如图2(d)的组合图所示, 本发明的激光二极管表面安装结构10可安装于一印刷电路板80, 包含一本体82及镀层于其上的表面导体层81, 其中该第一金属板40-1焊接于该表面导体层81上。当然, 该表面导体层81也可用于焊接其他金属板。

另在本发明中, 请同时参考图3, 该至少一边射型激光二极管晶片为复数个, 这些复数个边射型激光二极管晶片作电路连接, 如图3(a)所示, 可为三个激光二极管晶片20的并联配置, 也可如图3(b)所示三个雷射二极管20的串联配置, 当然也可依需要而作各种串、并联配置。

又在本发明中, 该导热板30的材料为氮化铝、氧化铝或碳化硅; 且该二个以上的金属板的材料为铜; 而该绝缘框架的材料为塑胶、环氧树脂或电木。

此外，如图 2 所示，本发明的激光二极管体表面安装结构 10，可进而包含至少一附加的电子元件 70，该至少一附加的电子元件可为一感光二极管体、防静电二极管体、逆向偏压保护二极管体、电容、电晶体、集成电路或突波抑制电容，且该至少一附加的电子元件连接至需作电路接通的一第三金属板 40-3、一第四金属板 40-4 及一跳线 50-3，这些金属板 40-3 及 40-4 是由该绝缘框架固持。

在本发明中，该至少一金属板 40 的两侧具有凸包 120-1，120-2 位于其上，其两侧的凸包以中心线呈左右对称。此外，该第一金属板 40-1 在该至少一边射型激光二极管体晶片 20 的激光出口端具有一切口 71，（如图 4（a）），以供激光通过。

如图 4 所示，图 4（a）为俯视图，图 4（b）为第三金属板承载电子元件 70 的侧视图，在本发明的激光二极管体表面安装结构中，用以承载该至少一附加的电子元件 70，当其为感光二极管体，所连接的一第三金属板 40-3 在承载该至少一附加的电子元件的位置被弯折成一斜面。另如图 4（b）的侧视图所示，不像其他金属板一样是在同一平面（如图 4（b）的虚线），本实施例则于供该至少一电子元件的受光面的法线向量与后激光中心线所成的角度不为 90 度，从而增加有效受光面积，用以配合一反馈控制电路，以稳定激光强度。该第一金属板 40-1 向外扩展以加强散热能力，并在激光出口端具有一切口，以供激光通过。

本发明的激光二极管体表面安装结构，可进而包含一上盖（未示于图中），用以覆盖该绝缘框架。各该二个以上相互间隔且配置一平面上的金属板有弯曲 73-1，73-2（但仍在同一平面上），其分别如图 4（a）中第一金属板 40-1，第二金属板 40-2 的左、右侧所示，以增加该绝缘框架固持各该金属板的力量。

如图 5 所示，本发明的激光二极管体表面安装结构，可进而包含一光学元件 90，安装于该边射型激光二极管体 20 前方，其可由该绝缘框架固持、或由该上盖固持、或由一可弯折的金属板 40-1'固持，其中该光学元件 90 为一透镜、滤镜、衍射光栅、棱镜、偏光镜、光学晶体、或非线性光学晶体，用以依需要而处理该边射型激光二极管体的光束。

此外，本发明的激光二极管体表面安装结构，其中该至少一附加的电子元件为一激光强度稳定电路。