

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-193228
(P2004-193228A)

(43) 公開日 平成16年7月8日(2004.7.8)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 23/473	H O 1 L 23/46	5 E 3 2 2
H O 1 S 5/024	H O 1 S 5/024	5 F O 3 6
H O 5 K 7/20	H O 5 K 7/20	5 F O 7 3

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2002-357229 (P2002-357229)	(71) 出願人	000236436 浜松ホトニクス株式会社 静岡県浜松市市野町1126番地の1
(22) 出願日	平成14年12月9日(2002.12.9)	(74) 代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100089978 弁理士 塩田 辰也
		(74) 代理人	100092657 弁理士 寺崎 史朗
		(72) 発明者	桜井 真太郎 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内
		(72) 発明者	大倉 定勝 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内

最終頁に続く

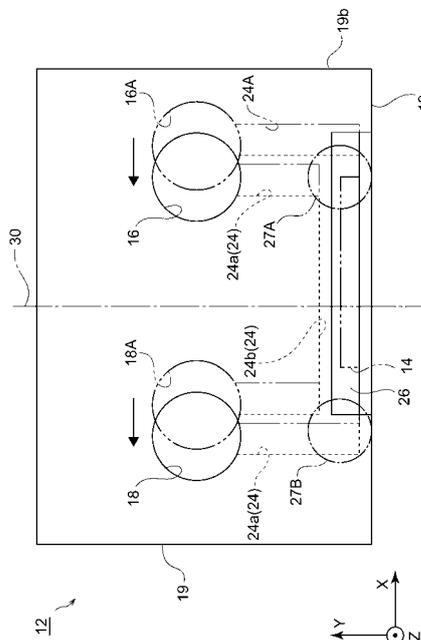
(54) 【発明の名称】 ヒートシンク及びこれを用いた発光装置

(57) 【要約】

【課題】 除熱能力の向上が図られたヒートシンク及びこれを用いた発光装置を提供する。

【解決手段】 本発明に係るヒートシンク12においては、放熱体19の流入孔16から導入された冷却水は、放熱体19内部の水路24の上流側の屈曲部27Aにおいて乱流状態となる。そして、冷却水はその乱流状態で水路24の長水路24bを流れ、放熱体19の一边の中央付近に位置する載置領域26に載置されたLDアレイ14から熱を吸収する。熱を吸収した冷却水は、下流側の屈曲部27Bを通過して流出孔18から排出される。なお、上流側の屈曲部27Aは、下流側の屈曲部27BよりLDアレイ14の載置領域26の近くなるように水路24が形成されているため、LDアレイ14の除熱は確実に冷却水が乱流の状態でおこなわれると共に、除熱をおこなって温度が上昇した冷却水は速やかに流出孔18へ流れる。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

一辺の中央付近に発熱体の載置領域を有する平板状の放熱体と、
この放熱体の厚さ方向に貫設された流入孔及び流出孔と、
前記放熱体内部で同一面上に設けられ、前記流入孔から前記流出孔へ冷媒を流通する冷媒流路とを備え、

前記冷媒流路は、前記放熱体の辺のうち前記発熱体の載置領域がある辺に沿って延びる直線部と、この直線部の両端に設けられた 2 つの屈曲部とを有しており、
前記発熱体より上流側の前記屈曲部が、下流側の前記屈曲部より前記発熱体の載置領域に近いことを特徴とするヒートシンク。

10

【請求項 2】

一辺に発熱体の載置領域を有する平板状の放熱体と、
この放熱体の厚さ方向に貫設された流入孔及び流出孔と、
前記放熱体内部で同一面上且つ対称的に設けられ、前記流入孔から前記流出孔へ冷媒を流通する冷媒流路とを備え、

前記冷媒流路は、前記放熱体の辺のうち前記発熱体の載置領域がある辺に沿って延びる直線部と、この直線部の両端に設けられた 2 つの屈曲部とを有しており、
前記発熱体の載置領域が、下流側の前記屈曲部より上流側の前記屈曲部に近い位置にあることを特徴とするヒートシンク。

20

【請求項 3】

一辺に発熱体の載置領域を有する平板状の放熱体と、
この放熱体の厚さ方向に貫設された流入孔と、
前記放熱体内部で同一面上に設けられ、前記流入孔から冷媒を導入して前記放熱体の側面へ前記冷媒を排出する冷媒流路とを備え、

前記冷媒流路は、前記流入孔から前記発熱体の載置領域がある辺付近まで直線的に延びる第 1 の流路と、この第 1 の流路の端部から前記辺に沿って前記放熱体の側面まで直線的に延びる、前記第 1 の流路と屈曲部を形成して交わる第 2 の流路とからなり、
前記発熱体の載置領域が、前記第 2 の流路に対応する位置にあることを特徴とするヒートシンク。

30

【請求項 4】

一辺に発熱体の載置領域を有する平板状の放熱体と、
この放熱体の厚さ方向に貫設された流入孔及び流出孔と、
前記放熱体内部で同一面上に設けられ、前記流入孔から前記流出孔へ冷媒を流通する冷媒流路とを備え、

前記冷媒流路は、前記流入孔から前記発熱体の載置領域がある辺付近まで直線的に延びる直線流路と、この直線流路と屈曲部を形成して交わると共に、前記辺に沿う方向に延び、次第に前記辺から離れるように湾曲して前記流出孔に通じる湾曲流路とからなり、
前記発熱体の載置領域が、前記湾曲流路に対応する位置にあることを特徴とするヒートシンク。

40

【請求項 5】

一辺に発熱体の載置領域を有する平板状の放熱体と、
この放熱体の厚さ方向に貫設された流入孔及び流出孔と、
前記放熱体内部で同一面上に設けられ、前記流入孔から前記流出孔へ冷媒を流通する冷媒流路とを備え、前記冷媒流路に前記冷媒を流して、前記載置領域に載置される発熱体の除熱をおこなうヒートシンクにおいて、

前記発熱体の載置領域よりも上流側の冷媒流路は乱流発生構造となっており、前記発熱体の載置領域の下流側の前記冷媒より上流側の前記冷媒の流れの方が乱れていることを特徴とするヒートシンク。

【請求項 6】

前記乱流発生構造は、前記冷媒流路の屈曲部であることを特徴とする請求項 5 に記載のヒ

50

ートシンク。

【請求項 7】

前記屈曲部は、直角に屈曲していることを特徴とする請求項 1 ~ 4 及び請求項 6 のいずれか一項に記載のヒートシンク。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載のヒートシンクの前記載置領域に半導体発光素子が載置されると共に、このヒートシンクが多段にスタックされたことを特徴とする発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、LDアレイ等の半導体発光素子の除熱をおこなうヒートシンク及びこれを用いた発光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、YAGレーザなどの固体レーザ装置の励起光源として、半導体レーザ(LD)に代表される半導体発光素子が注目されている。この半導体レーザは、供給される電力の半分近くが熱に変換されるが、この熱がたまるとLDの発振効率の低下を招いてしまうため、いかに効率よくLDを除熱するかが重要な問題となってくる。そこで、このようなLDの除熱をおこなうヒートシンクが下記特許文献1等の開示されている。この公報に記載されたヒートシンクは、LDアレイが取り付けられた冷却ブロック(マイクロチャネル)が多数スタックされたものであり、このマイクロチャネル中のまっすぐな水路に冷水を流すことLDの除熱をおこなう。

【0003】

【特許文献1】

特開平11-340549号公報

【特許文献2】

特開2001-308423号公報

【特許文献3】

特開平8-139478号公報

【特許文献4】

特開平8-139479号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前述した従来のヒートシンクには、次のような課題が存在している。すなわち、上記特許文献2の段落番号[0004]~[0008]において、上記特許文献1と同一の発明者らが指摘しているように、このヒートシンクでは、LDの発熱量が大きすぎるために高出力(60W程度)の連続発振には対応することができなかった。

【0005】

本発明は、上述の課題を解決するためになされたもので、除熱能力の向上が図られたヒートシンク及びこれを用いた発光装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明に係るヒートシンクは、一辺の中央付近に発熱体の載置領域を有する平板状の放熱体と、この放熱体の厚さ方向に貫設された流入孔及び流出孔と、放熱体内部で同一面上に設けられ、流入孔から流出孔へ冷媒を流通する冷媒流路とを備え、冷媒流路は、放熱体の辺のうち発熱体の載置領域がある辺に沿って延びる直線部と、この直線部の両端に設けられた2つの屈曲部とを有しており、発熱体より上流側の屈曲部が、下流側の屈曲部より発熱体の載置領域に近いことを特徴とする。

【0007】

このヒートシンクにおいては、放熱体の流入孔から導入された冷媒は、放熱体内部の冷媒

10

20

30

40

50

流路の上流側の屈曲部において乱流状態となる。そして、冷媒はその乱流状態で冷媒流路の直線部を流れ、放熱体の一辺の中央付近に位置する載置領域に載置された発熱体から熱を吸収する。熱を吸収した冷媒は、下流側の屈曲部を通して流出孔から排出される。このように、このヒートシンクにおいては、載置領域に載置される発熱体を乱流状態の冷媒で除熱するので、冷媒流路を流れる冷媒のうち載置領域に近い流れしか除熱に寄与しない、層流状態の冷媒が流れる従来のヒートシンクに比べて除熱効率が向上している。そして、上流側の屈曲部が、下流側の屈曲部より発熱体の載置領域の近くになるように冷媒流路が形成されているため、発熱体の除熱は確実に冷媒が乱流の状態でおこなわれると共に、除熱をおこなって温度が上昇した冷媒は速やかに流出孔へ流れる。また、冷媒流路が同一面上に設けられているため、このヒートシンクの薄型化を図ることができる。

10

【0008】

本発明に係るヒートシンクは、一辺に発熱体の載置領域を有する平板状の放熱体と、この放熱体の厚さ方向に貫設された流入孔及び流出孔と、放熱体内部で同一面上且つ対称的に設けられ、流入孔から流出孔へ冷媒を流通する冷媒流路とを備え、冷媒流路は、放熱体の辺のうち発熱体の載置領域がある辺に沿って延びる直線部と、この直線部の両端に設けられた2つの屈曲部とを有しており、発熱体の載置領域が、下流側の直線屈曲部より上流側の直線屈曲部に近い位置にあることを特徴とする。

【0009】

このヒートシンクにおいては、放熱体の内部に対称性を有する冷媒流路が設けられている。そして、放熱体の流入孔から導入された冷媒は、冷媒流路の上流側の屈曲部において乱流状態となり、冷媒はその乱流状態で冷媒流路の直線部を流れ、載置領域に載置される発熱体から熱を吸収する。熱を吸収した冷媒は、下流側の屈曲部を通して流出孔から排出される。このように、このヒートシンクにおいては、載置領域に載置される発熱体を乱流状態の冷媒で除熱するので、冷媒流路を流れる冷媒のうち載置領域に近い流れしか除熱に寄与しない、層流状態の冷媒が流れる従来のヒートシンクに比べて除熱効率が向上している。そして、発熱体の載置領域を、下流側の屈曲部より上流側の屈曲部の近くに配置しているため、発熱体の除熱は確実に冷媒が乱流の状態でおこなわれると共に、除熱をおこなって温度が上昇した冷媒は速やかに流出孔へ流れる。また、冷媒流路が同一面上に設けられているため、このヒートシンクの薄型化を図ることができる。

20

【0010】

本発明に係るヒートシンクは、一辺に発熱体の載置領域を有する平板状の放熱体と、この放熱体の厚さ方向に貫設された流入孔と、放熱体内部で同一面上に設けられ、流入孔から冷媒を導入して放熱体の側面へ冷媒を排出する冷媒流路とを備え、冷媒流路は、流入孔から発熱体の載置領域がある辺付近まで直線的に延びる第1の流路と、この第1の流路の端部から辺に沿って放熱体の側面まで直線的に延びる、第1の流路と屈曲部を形成して交わる第2の流路とからなり、発熱体の載置領域が、第2の流路に対応する位置にあることを特徴とする。

30

【0011】

このヒートシンクにおいては、流入孔から導入された冷媒は、第1の流路を通った後、第2の流路を通して放熱体の側面から排出される。そして、第1の流路と第2の流路とは屈曲部を形成して交わっている。冷媒流路を流れる冷媒は、この屈曲部で乱流状態となり第2の流路を流れて、第2の流路に対応する位置にある載置領域の発熱体から熱を吸収する。熱を吸収した冷媒は、第2の流路を通して排出される。このように、このヒートシンクにおいては、載置領域に載置される発熱体を乱流状態の冷媒で除熱するので、冷媒流路を流れる冷媒のうち載置領域に近い流れしか除熱に寄与しない、層流状態の冷媒が流れるヒートシンクに比べて除熱効率が向上している。そして、屈曲部が載置領域より上流側に位置すると共に、第2の流路が直線的に延びるため、発熱体の除熱が確実に冷媒が乱流の状態でおこなわれると共に、除熱をおこなって温度が上昇した冷媒は速やかに放熱体の側面から排出される。また、冷媒流路が同一面上に設けられているため、このヒートシンクの薄型化を図ることができる。

40

50

【0012】

本発明に係るヒートシンクは、一辺に発熱体の載置領域を有する平板状の放熱体と、この放熱体の厚さ方向に貫設された流入孔及び流出孔と、放熱体内部で同一面上に設けられ、流入孔から流出孔へ冷媒を流通する冷媒流路とを備え、冷媒流路は、流入孔から発熱体の載置領域がある辺付近まで直線的に延びる直線流路と、この直線流路と屈曲部を形成して交わると共に、辺に沿う方向に延び、次第に辺から離れるように湾曲して流出孔に通じる湾曲流路とからなり、発熱体の載置領域が、湾曲流路に対応する位置にあることを特徴とする。

【0013】

このヒートシンクにおいては、流入孔から導入された冷媒は、直線流路を通った後、湾曲流路を通して流出孔から排出される。そして、直線流路は、流入孔から載置領域の辺まで直線的に延びると共に、湾曲流路の一端は、その載置領域の辺に沿う方向に延びているため、直線流路及び湾曲流路とは屈曲部を形成して交わっている。冷媒流路を流れる冷媒は、この屈曲部で乱流状態となって湾曲流路を流れ、湾曲流路に対応する位置にある載置領域の発熱体から熱を吸収する。熱を吸収した冷媒は、一端が載置領域の辺に沿うと共に、その辺から次第に離れるように湾曲して他端が流出孔に通じる湾曲流路を流れて、流出孔から排出される。このように、このヒートシンクにおいては、載置領域に載置される発熱体を乱流状態の冷媒で除熱するので、冷媒流路を流れる冷媒のうち載置領域に近い流れしか除熱に寄与しない、層流状態の冷媒が流れるヒートシンク比べて除熱効率が向上している。そして、屈曲部が、載置領域より上流側に位置すると共に、湾曲流路には角部がなく内部の冷媒がスムーズに流れるため、発熱体の除熱が確実に冷媒が乱流の状態でおこなわれると共に、除熱をおこなって温度が上昇した冷媒は速やかに流出孔へ流れる。また、冷媒流路が同一面上に設けられているため、このヒートシンクの薄型化を図ることができる。

10

20

【0014】

本発明に係るヒートシンクは、一辺に発熱体の載置領域を有する平板状の放熱体と、この放熱体の厚さ方向に貫設された流入孔及び流出孔と、放熱体内部で同一面上に設けられ、流入孔から流出孔へ冷媒を流通する冷媒流路とを備え、冷媒流路に冷媒を流して、載置領域に載置される発熱体の除熱をおこなうヒートシンクにおいて、発熱体の載置領域よりも上流側の冷媒流路は乱流発生構造となっており、発熱体の載置領域の下流側の冷媒より上流側の冷媒の流れの方が乱れていることを特徴とする。

30

【0015】

このヒートシンクにおいては、流入孔から導入された冷媒は、冷媒流路を流れて載置領域の発熱体の除熱をおこない、熱を吸収した冷媒が流出孔から排出される。なお、載置領域より上流側の冷媒流路は乱流発生構造となっており、載置領域より上流側の冷媒は、載置領域より下流側の冷媒より流れが乱れている。そのため、発熱体の除熱は冷媒が乱流の状態でおこなわれると共に、除熱をおこなって温度が上昇した冷媒は速やかに流出孔へ流れる。このように、このヒートシンクにおいては、発熱体を乱流状態の冷媒で除熱するので、冷媒流路を流れる冷媒のうち載置領域に近い流れしか除熱に寄与しない、層流状態の冷媒が流れるヒートシンクに比べて除熱効率が向上している。また、冷媒流路が同一面上に設けられているため、このヒートシンクの薄型化を図ることができる。

40

【0016】

また、乱流発生構造は、冷媒流路の屈曲部であることが好ましい。この場合、冷媒流路を流れる冷媒に簡単な構造で乱流を生じさせることができるので、このヒートシンクの製造が容易となる。

【0017】

また、屈曲部は、直角に屈曲していることが好ましい。この場合、冷媒流路を流れる冷媒をより確実に乱流の状態にすることができる。

【0018】

本発明に係る発光装置は、上記ヒートシンクの載置領域に半導体発光素子が載置されると

50

共に、このヒートシンクが多段にスタックされたことを特徴とする。

【0019】

この発光装置においては、除熱能力の向上が図られた上記ヒートシンクで半導体発光素子が除熱されるため、温度上昇に伴う半導体発光素子の発振効率の低下が抑制される。また、薄型化が図られたヒートシンクを多段スタックしているため、小型で高出力の発光装置が得られる。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明に係るヒートシンクの好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、同一又は同等の要素については同一の符号を付し、説明が重複する場合にはその説明を省略する。

10

【0021】

図1は、本発明の実施形態に係る発光装置を示した斜視図である。図1に示すように、発光装置10は、ヒートシンク12が隙間なく25段スタックされて構成されている。これらの各ヒートシンク12には、半導体発光素子としてLDアレイ(発熱体)14がそれぞれ取り付けられており、図示しない電源及び電極からLDアレイ14に電力を供給することでLDアレイ14からレーザ光が出射する。また、各ヒートシンク12の同位置には、その厚さ方向に2つの孔16, 18が設けられている。そして、一方の孔16が連なる側の両端から冷却水(冷媒)を流し入れ、その冷却水を各ヒートシンク12内部に形成された水路(冷媒流路)を流通させる。その後、もう一方の孔18が連なる側の両端から冷却水を排出することにより、この発光装置10は上述したLDアレイ14のレーザ光出射の際に発生する熱を冷却水で除熱する。

20

【0022】

次に、上述したヒートシンク12について、図2及び図3を参照しつつより詳しく説明する。図2は、図1に示したヒートシンク12を示した平面図であり、図3は、このヒートシンクのIII-III線断面図である。

【0023】

図2に示すように、ヒートシンク12は、方形平板状の放熱体19(長辺25mm×短辺20mm)を備えており、この放熱体19は、図3に示すように、コバル製の2枚の平板20A, 20Bの間に銅板22を挟んだ3層構造となっている。そして、この放熱体19には、2枚の平板20A, 20B及び銅板22を貫通する直径4mmの2つの孔16, 18が形成されている。また、銅板22には、これら2つの孔16, 18を連通する形状の溝部22aが形成されている。そのため、この銅板22を平板20A, 20Bで挟んだ放熱体19には、銅板22に形成された溝部22aの上面開口が平板20Bで塞がれた、2つの孔16, 18を連通する水路24が形成されている。以下、2つの孔16, 18のうち、冷却水を水路24に導入する孔を流入孔16、水路24から冷却水を排出する孔を流出孔18と称す。また、説明の便宜上、放熱体19の長辺19aに平行な方向をX軸方向、放熱体19の短辺19bに平行な方向をY軸方向、そして放熱体19の厚さ方向をZ軸方向とする。

30

【0024】

流入孔16と流出孔18とは、X軸方向に並んでおり、所定距離(6mm)だけ離間している。また、水路24は、流入孔16及び流出孔18からY軸方向に延びる同じ長さの2本の短水路(直線部)24aと、X軸方向に延びて短水路24aの端部同士を連通する長水路24bとから構成されている。短水路24aは、流入孔16及び流出孔18から放熱体19の一方の長辺19a付近まで延びており、長水路24bは、その長辺19aに沿って延在している。したがって、流入孔16から延びる短水路24aと長水路24bとの屈曲した連結部分(屈曲部)27Aの水路24及び流出孔18から延びる短水路24aと長水路24bとの屈曲した連結部分(屈曲部)27Bの水路は、いずれも直角に屈曲している。また、放熱体19の辺のうち、短水路24aが延びている側の長辺19aは、その中央部の平板20Aが約1cmにわたって切り欠かれて銅板22が露出しており、その露出

40

50

部分がLDアレイ14を載置する載置領域26となっている。

【0025】

このような放熱体19を備えたヒートシンク12において、水路24を流れる冷却水は、載置領域26よりも上流側にある直角に屈曲した屈曲部27Aで乱流となり、この乱流の状態載置領域26のLDアレイ14が発する熱を取り除く。このように、LDアレイ14の熱を乱流状態の冷却水で除熱する場合、載置領域26に近い側の流れしか除熱に寄与しない層流状態の冷却水でLDアレイ14を除熱する場合に比べて、LDアレイ14の除熱がより効率よくおこなわれる。

【0026】

なお、放熱体19には、ヒートシンク12をスタックする際にピンを通して位置合わせをおこなう位置合わせ孔28が4つ形成されている。この位置合わせ孔28は、流入孔16、流出孔18、水路24及び載置領域26と重ならないように、長方形の角位置に規則配置されている。

【0027】

次に、ヒートシンク12の内部に形成された水路24について、図4を参照しつつ説明する。この図4は、水路を説明するためにヒートシンク12を概略的に示した図である。

【0028】

上述したように水路24は、2本の短水路24aと1本の長水路24bとで構成されており、流入孔16から導入される冷却水を流出孔18まで流通させる。そして、この水路24、流入孔16及び流出孔18は、ヒートシンク12のX軸方向に関する中心線30に対して対称的な配置(符号24A,符号16A,符号18A参照)とはなっておらず、X軸方向に沿って流出孔側にズレた配置となっている。したがって、放熱体19の長辺19a中央部の載置領域26に配置されるLDアレイ14は、水路24の屈曲部27Bより屈曲部27Aの近くに位置している。

【0029】

このような水路24を採用したヒートシンク12においては、LDアレイ14を除熱する冷却水をより確実に乱流の状態にできると共に、LDアレイ14から熱を奪った冷却水をほとんど除熱に寄与しない水路24の領域まで速やかに流すことができる。すなわち、水路24を流れる冷却水は、乱流状態でLDアレイ14を除熱して高温になった後、LDアレイ14の除熱に関与しないところまで速やかに流れる。そのため、流入孔16A,流出孔18A及び水路24Aが中心線30に対して対称的に配置されたヒートシンクに比べて、除熱効率が向上している。したがって、このヒートシンク12は高出力(60W程度)の連続発振にも十分対応することができる。また、このヒートシンク12によれば、マイクロチャンネル方式の水路に比べると、水路の形状がシンプルであり、かつ水路の断面積が大きいいため、水路を流れる冷却水の水圧を低減することができ、高水圧に起因する漏水等を抑制することができる。

【0030】

ここで、流入孔、流出孔及び水路が、中心線30に対してズレた配置とズレていない配置(対称的配置)の場合におけるLDアレイ温度の測定結果を図5及び図6に示す。図5は、流入孔、流出孔及び水路が中心線に対してズレた配置のLDアレイの温度(LD温度A) []と対称的配置のLDアレイの温度(LD温度B) []を冷却水の流量[l / min]毎にまとめた表である。図6は、横軸を流量[l / min]、縦軸をLDアレイの温度[]として、図5の表をプロットしたグラフである。これらの測定結果より、水路を流れる冷却水の流量が0.01~10.00 [l / min]の範囲においては、LD温度Aの方がLD温度Bよりも低いことがわかり、流入孔、流出孔及び水路が、中心線30に対してズレている方が、LDアレイが効率よく除熱されることがわかる。特に、実際的な流量である0.7 [l / min]付近においては10以上の差があり、この流量においては除熱能力が特に改善される。

【0031】

また、ヒートシンク12は、一つの面(X-Y平面)に水路24が形成されており、水路

10

20

30

40

50

を複数段にわけて形成したヒートシンクに比べ、容易に薄型化を図ることができる。また、ヒートシンク 12 を薄型化することにより、発光装置 10 の小型化を容易に実現することができる。

【0032】

次に、ヒートシンク 12 の異なる態様について、図面を参照しつつ説明する。なお、

【0033】

まず、図 7 に示したヒートシンク 32 について説明する。ヒートシンク 32 は、流入孔 16、流出孔 18 及び水路 24 が中心線 30 に対して対称配置になっている点、載置領域 26 が X 軸方法に沿って流入孔 16 側にズレている点でのみ、上述したヒートシンク 12 と異なる。すなわち、このヒートシンク 32 の流入孔 16、流出孔 18 及び水路 24 と載置領域 26 との位置関係は、ヒートシンク 12 と同様である。したがって、ヒートシンク 32 は、ヒートシンク 12 同様、LD アレイ 14 を除熱する冷却水をより確実に乱流の状態にできると共に、LD アレイ 14 から熱を奪った冷却水をほとんど除熱に寄与しない水路 24 の領域まで速やかに流すことができるため、除熱効率が向上している。実際に LD アレイ 14 の温度を測定した結果を図 8 に示す。図 8 の表は、流量毎に LD アレイ 14 の温度及び冷却水の圧力（水圧）をまとめたものである。この図から明らかなように、流量 0.01 ~ 10.00 [l / min] の範囲の大部分において LD 温度 B よりも LD 温度が低く、除熱能力の改善が確認された。

10

【0034】

次に、図 9 に示したヒートシンク 34 について説明する。ヒートシンク 34 は、水路の形状が水路 24 と異なる点でのみ、ヒートシンク 12 と異なる。ヒートシンク 34 の水路 36 は、流入孔 16 から Y 軸方向に沿って載置領域 26 が設けられた長辺 19 a 付近まで延びる直線水路（直線流路）36 a と、直線水路 36 a の端部と流出孔 18 とを連通する、湾曲部分を有する湾曲水路（湾曲流路）36 b とで構成されている。この湾曲水路 36 b は、直線水路 36 a の端部から X 軸方向に沿って載置領域 26 側に延び、載置領域 26 の端部周辺で長辺 19 a から離れるように湾曲して流出部 18 に連通する。すなわち、この水路 36 は、ヒートシンク 12 の水路 24 の 2 つの屈曲部 27 A, 27 B のうち、下流側の屈曲部 27 B を湾曲させた形状となっている（図 4 参照）。このような水路 36 を採用したヒートシンク 34 においては、LD アレイ 14 を除熱する冷却水をより確実に乱流の状態にできると共に、LD アレイ 14 から熱を奪った冷却水をほとんど除熱に寄与しない水路 36 の領域まで速やかに流すことができるため、除熱効率が向上している。実際に LD アレイ 14 の温度を測定した結果を図 10 に示す。図 10 の表は、流量毎に LD アレイ 14 の温度及び冷却水の圧力（水圧）をまとめたものである。この図から明らかなように、流量 0.01 ~ 10.00 [l / min] の範囲の大部分において LD 温度 B よりも LD 温度が低く、除熱能力の改善が確認された。

20

30

【0035】

次に、図 11 に示したヒートシンク 38 について説明する。このヒートシンク 38 は、水路の形状が水路 24 と異なる点、この水路から冷却水を排出する流出孔が放熱体 19 の側面に形成されている点でのみ、ヒートシンク 12 と異なる。ヒートシンク 38 の水路 40 は、流入孔 16 から Y 軸方向に沿って載置領域 26 が設けられた長辺 19 a 付近まで延びる第 1 の流路 40 a と、第 1 の流路 40 a の端部から X 軸方向に沿って載置領域 26 側に延びて放熱体 19 の短辺 19 b に達する第 2 の流路 40 b とで構成されている。すなわち、この第 1 の流路 40 a と第 2 の流路 40 b とは、直角な屈曲部 27 A を形成して連通している。また、この第 2 の流路 40 b の端部開口が流出孔 42 となっており、上述したヒートシンク 12, 32, 34 では冷却水の排出方向は Z 軸方向であったが、このヒートシンク 38 の冷却水の排出方向は X 軸方向となっている。したがって、このヒートシンク 38 を上述した発光装置 10 に適応する場合には、発光装置 10 の排水機構及びその位置を変更することが好ましい。

40

【0036】

そして、このような水路 40 を採用したヒートシンク 38 においては、LD アレイ 14 を

50

除熱する冷却水をより確実に乱流の状態にできると共に、LDアレイ14から熱を奪った冷却水をほとんど除熱に寄与しない水路36の領域まで速やかに流すことができるため、除熱効率が向上している。なお、ヒートシンク34は、除熱をおこなった冷却水を第2の流路40bにより直線的に流通させることができるため、除熱をおこなった冷却水を極めて速やかに排出することができる。実際にLDアレイ14の温度を測定した結果を図12に示す。図12の表は、流量毎にLDアレイ14の温度及び冷却水の圧力（水圧）をまとめたものである。この図から明らかなように、流量0.01～10.00[l/min]の範囲の大部分においてLD温度BよりもLD温度が低く、除熱能力の改善が確認された。

10

【0037】

以上の3つのヒートシンク32, 34, 38の除熱能力を示した図8、図10及び図12の表をプロットしたグラフを図13に示す。このグラフにおいて、L1, L2, L3の線はそれぞれ、ヒートシンク32、ヒートシンク34、ヒートシンク38に対応している。また、比較を容易にするため、L0としてLD温度Bを示す。このグラフから明らかなように、3つのヒートシンク32, 34, 38はいずれも、従来のヒートシンクに比べて除熱能力が向上しており、高出力（60W程度）の連続発振にも十分対応することができる。

20

【0038】

また、屈曲部27Aの曲率半径と除熱能力との関係を下記表1に示すと共に、この表1をプロットしたグラフを図14に示す。この表1及び図14において、R0, R2, R4, R6はそれぞれ、屈曲部27Aの曲率半径が0mm, 2mm, 4mm, 6mmであるヒートシンク12（図2参照）を示しており、表1はそれらヒートシンクの各流量におけるLD温度を示している。

30

【表1】

流量(l/min)	R0(直角)(°C)	R2(°C)	R4(°C)	R6(°C)
0.01	115.4	115.3	115.6	116.0
0.1	73.3	73.4	73.8	73.7
1	44.2	44.1	45.0	45.8
10	34.5	34.5	34.9	36.3

この表1及び図14から明らかなように、屈曲部27Aの曲率半径が小さい程、ヒートシンク12の除熱能力が向上する傾向にあることがわかる。したがって、上記実施形態のいずれの実施形態においても、屈曲部27Aの曲率半径は0（屈曲部は角状）となっているが、適宜曲率半径を大きくしてもよい。

40

【0039】

本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、様々な変形が可能である。例えば、LDアレイの除熱をおこなう冷媒は、冷却水（純水）に限らず、アルコールを用いてもよい。また、発光装置を構成するヒートシンクのスタック数は、25段に限定されず、適宜増減してもよい。さらに、屈曲部が直角である場合、厳密に90度である必要はなく、冷媒を乱流状態にできる範囲で多少の増減をしてもよい。また、流入孔及び流出孔の形状は、円形に限定されず、矩形や楕円形、扁平楕円形など種々の形状を採用することができる。

【0040】

【発明の効果】

本発明によれば、除熱能力の向上が図られたヒートシンク及びこれを用いた発光装置が提供される。

50

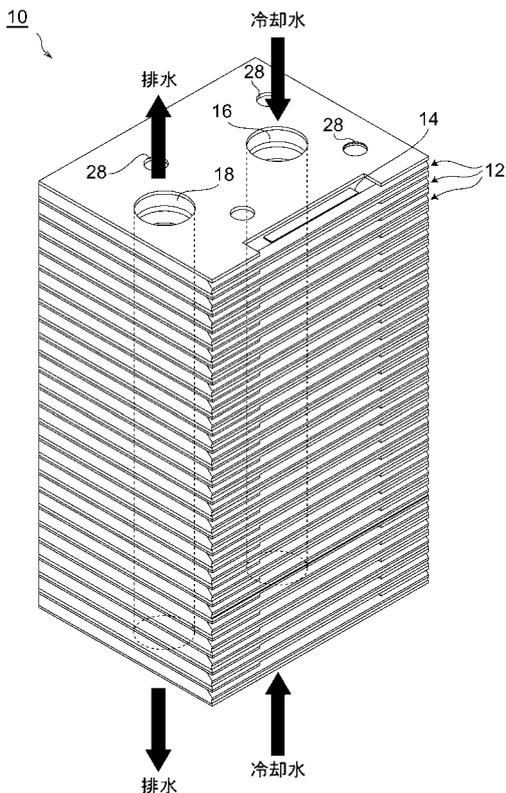
【図面の簡単な説明】

- 【図 1】本発明の実施形態に係る発光装置を概略的に示した斜視図である。
- 【図 2】図 1 の発光装置のヒートシンクを示した平面図である。
- 【図 3】図 2 のヒートシンクの I I I - I I I 線断面図である。
- 【図 4】図 2 のヒートシンクの水路の説明図である。
- 【図 5】図 2 に示したヒートシンクの温度測定結果をまとめた表である。
- 【図 6】図 5 の表の測定結果をプロットしたグラフである。
- 【図 7】ヒートシンクの一態様を示した図である。
- 【図 8】図 7 に示したヒートシンクの温度測定結果をまとめた表である。
- 【図 9】ヒートシンクの一態様を示した図である。
- 【図 10】図 9 に示したヒートシンクの温度測定結果をまとめた表である。
- 【図 11】ヒートシンクの一態様を示した図である。
- 【図 12】図 11 に示したヒートシンクの温度測定結果をまとめた表である。
- 【図 13】図 8、図 10 及び図 12 の表の測定結果をプロットしたグラフである。
- 【図 14】表 1 の測定結果をプロットしたグラフである。

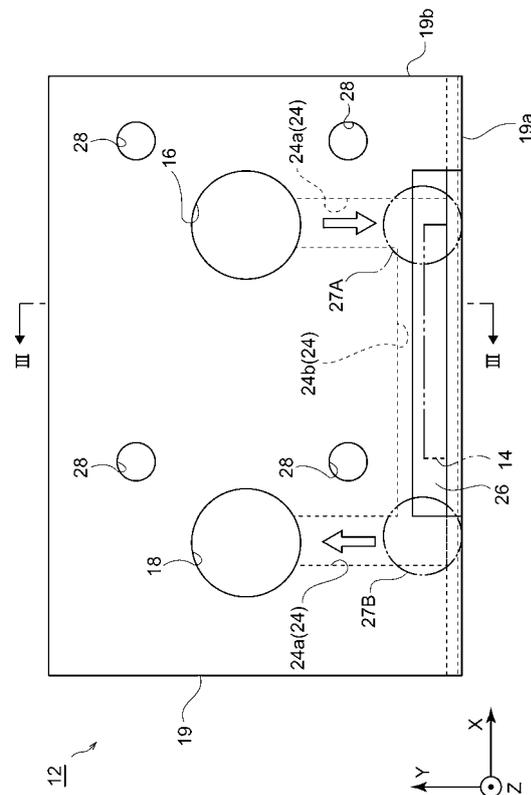
【符号の説明】

10 ... 発光装置、12, 32, 34, 38 ... ヒートシンク、14 ... LD アレイ、16, 16A ... 流入孔、18, 18A, 42 ... 流出孔、19 ... 放熱体、24, 24A、36, 40 ... 水路、24a ... 短水路、24b ... 長水路、26 ... 載置領域、27A, 27B ... 屈曲部、36a ... 直線水路、36b ... 湾曲水路、40a ... 第 1 の流路、40b ... 第 2 の流路。

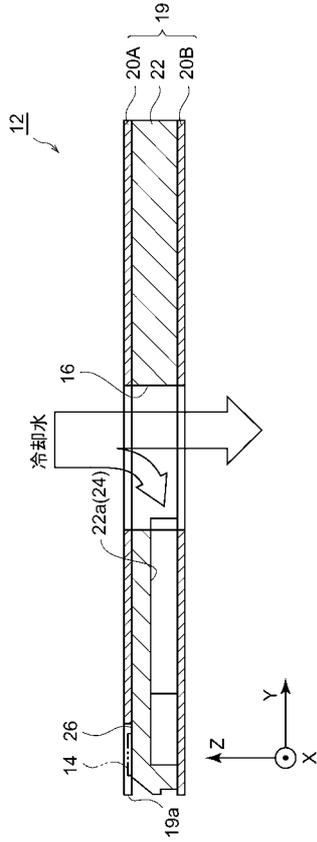
【図 1】



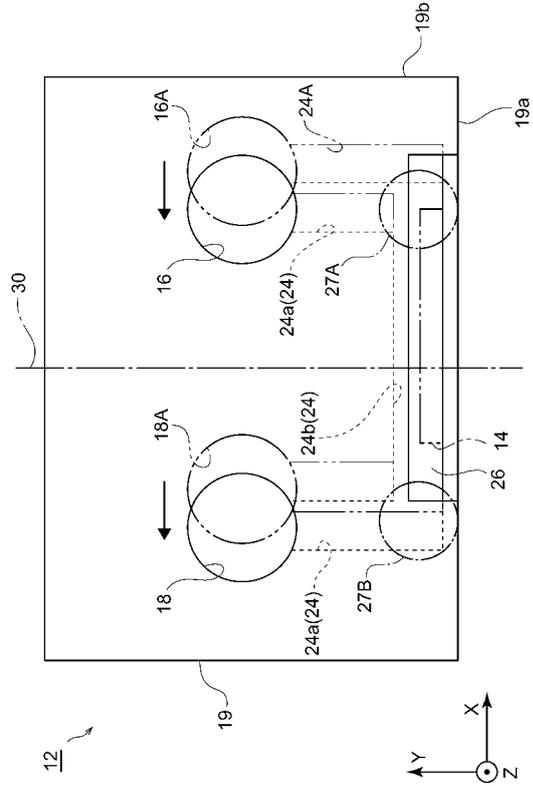
【図 2】



【 図 3 】



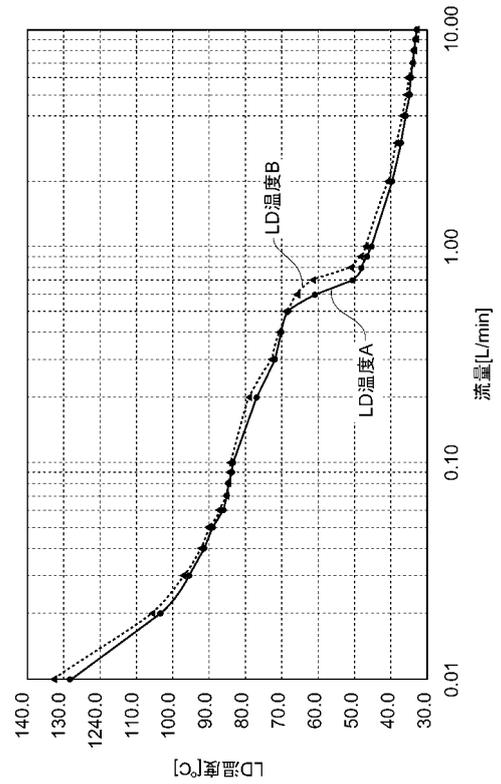
【 図 4 】



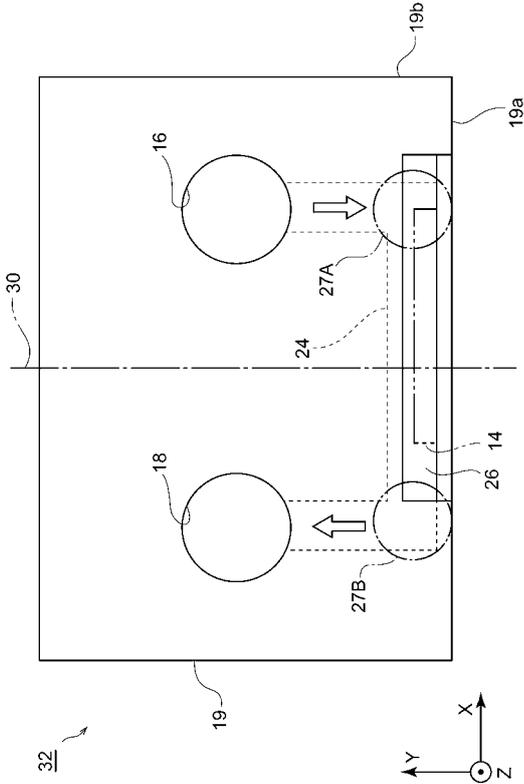
【 図 5 】

流量(L/min)	LD温度A(°C)	LD温度B(°C)
0.01	128.3	132.8
0.02	103.6	105.6
0.03	95.5	96.8
0.04	91.5	92.4
0.05	89.1	89.7
0.06	86.3	86.9
0.07	85.2	85.4
0.08	84.6	84.4
0.09	83.8	84.5
0.10	83.3	84.0
0.20	76.9	79.1
0.30	72.0	72.9
0.40	70.2	70.5
0.50	68.1	68.4
0.60	60.9	65.9
0.70	50.6	61.5
0.80	48.2	51.1
0.90	46.7	48.5
1.00	45.5	47.1
2.00	39.9	40.9
3.00	37.5	38.3
4.00	36.1	36.8
5.00	35.2	35.8
6.00	34.6	35.0
7.00	34.2	34.4
8.00	33.8	34.0
9.00	33.4	33.6
10.00	33.2	33.3

【 図 6 】



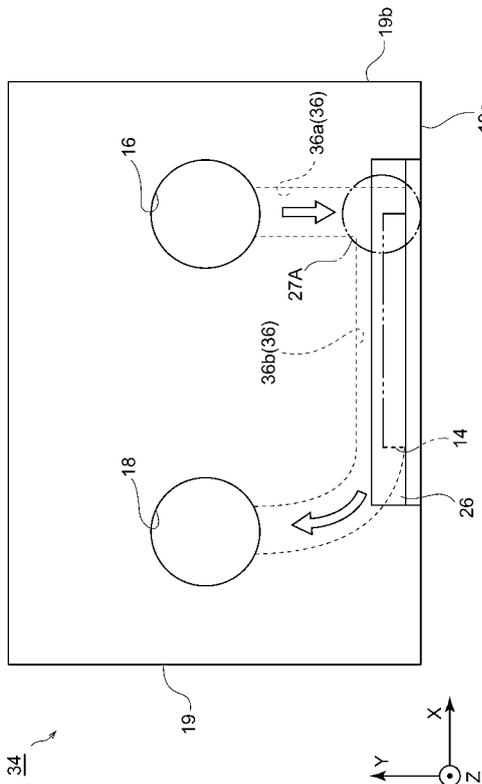
【 図 7 】



【 図 8 】

流量(L/min)	LD温度(°C)	LD温度B(°C)	压力(Pa)
0.01	125.7	132.8	
0.02	99.3	105.6	
0.03	90.6	96.8	
0.04	86.3	92.4	
0.05	83.7	89.7	
0.06	82.0	86.9	
0.07	80.8	85.4	
0.08	79.5	84.4	
0.09	78.8	84.5	
0.10	78.3	84.0	
0.20	73.3	79.1	
0.30	68.3	72.9	
0.40	66.0	70.5	
0.50	64.1	68.4	
0.60	59.7	65.9	
0.70	52.1	61.5	245099
0.80	48.1	51.1	292518
0.90	46.4	48.5	343018
1.00	45.2	47.1	396999
2.00	40.0	40.9	1275691
3.00	37.9	38.3	2586374
4.00	36.6	36.8	4758763
5.00	35.7	35.8	7377692
6.00	35.1	35.0	10567367
7.00	34.7	34.4	14339724
8.00	34.3	34.0	18653870
9.00	34.0	33.6	23578464
10.00	33.7	33.3	29114572

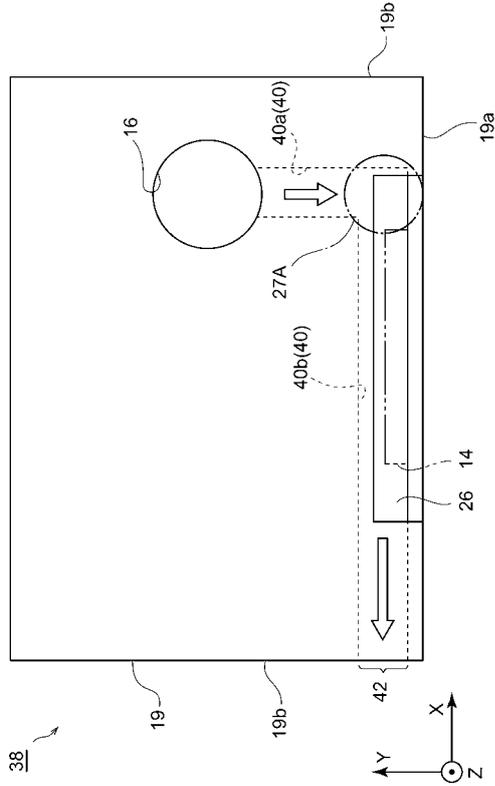
【 図 9 】



【 図 10 】

流量(L/min)	LD温度(°C)	LD温度B(°C)	压力(Pa)
0.01	122.8	132.8	
0.02	99.7	105.6	
0.03	92.1	96.8	
0.04	88.3	92.4	
0.05	86.1	89.7	
0.06	84.7	86.9	
0.07	83.4	85.4	
0.08	82.6	84.4	
0.09	82.1	84.5	
0.10	81.4	84.0	
0.20	75.1	79.1	
0.30	70.5	72.9	
0.40	67.8	70.5	
0.50	61.7	68.4	
0.60	51.5	65.9	
0.70	48.7	61.5	327867
0.80	46.9	51.1	394437
0.90	45.7	48.5	471155
1.00	44.7	47.1	558051
2.00	39.7	40.9	1908020
3.00	37.6	38.3	4160515
4.00	36.4	36.8	7268580
5.00	35.6	35.8	11241694
6.00	35.0	35.0	16224055
7.00	34.5	34.4	22328700
8.00	34.2	34.0	28563702
9.00	33.9	33.6	35968332
10.00	33.6	33.3	44005704

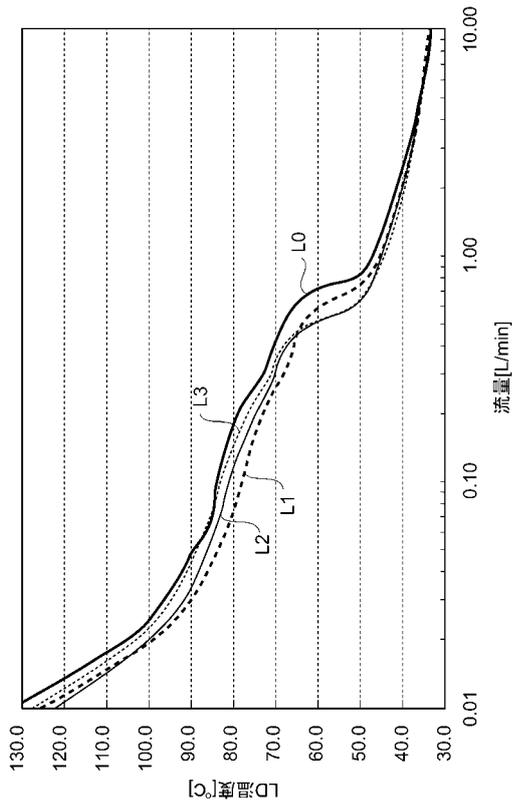
【 図 1 1 】



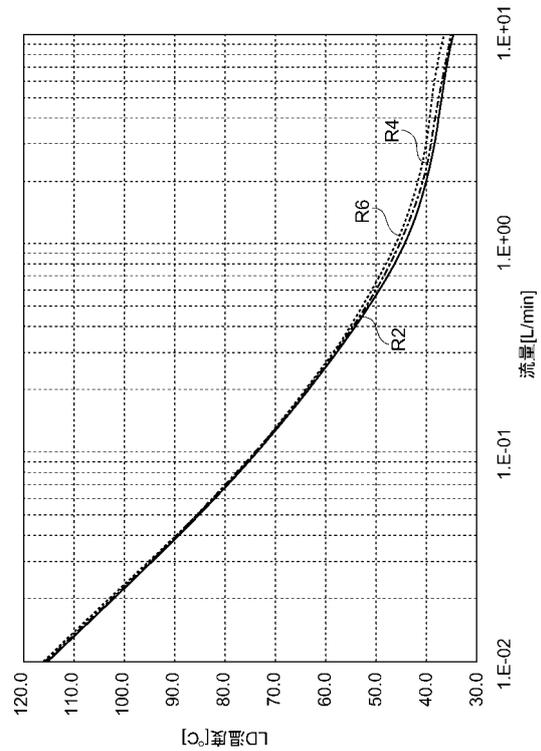
【 図 1 2 】

流量(L/min)	LD温度(°C)	LD温度B(°C)	压力(Pa)
0.01	127.5	132.8	
0.02	103.1	105.6	
0.03	95.1	96.8	
0.04	91.1	92.4	
0.05	88.8	89.7	
0.06	87.2	86.9	
0.07	86.1	85.4	
0.08	84.4	84.4	
0.09	83.8	84.5	
0.10	83.3	84.0	
0.20	76.7	79.1	
0.30	71.5	72.9	
0.40	68.6	70.5	
0.50	62.3	68.4	
0.60	52.0	65.9	
0.70	48.9	61.5	226361
0.80	47.1	51.1	265991
0.90	45.8	48.5	310231
1.00	44.8	47.1	359050
2.00	39.7	40.9	1112030
3.00	37.6	38.3	2348418
4.00	36.3	36.8	4066261
5.00	35.5	35.8	6263392
6.00	34.9	35.0	8951333
7.00	34.5	34.4	12082744
8.00	34.1	34.0	15729754
9.00	33.8	33.6	19828422
10.00	33.6	33.3	24382048

【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5E322 AA01 AA07 FA01
5F036 AA01 BA10 BB01 BB44
5F073 AB02 BA09 EA29 FA16 FA26