

(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2010-251466

(P2010-251466A)

(43) 公開日 平成22年11月4日(2010.11.4)

(51) Int.Cl.

H01L 33/64 (2010.01)

F1

H01L 33/00 450

テーマコード (参考)

5F041

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2009-98225 (P2009-98225)
 (22) 出願日 平成21年4月14日 (2009.4.14)

(71) 出願人 000002303
 スタンレー電気株式会社
 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号
 (72) 発明者 齋藤 貴夫
 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 ス
 タンレー電気株式会社内
 Fターム(参考) 5F041 AA33 DA19 DA32 DA33

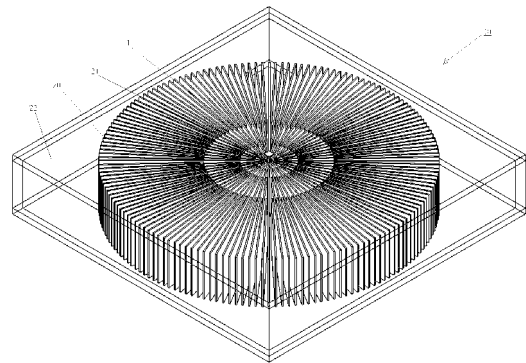
(54) 【発明の名称】 放熱性基板

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】半導体装置の基板において発熱体を含むその周囲の熱を当該基板周囲の熱を高い熱伝導率で拡散する技術を提供する。

【解決手段】平面視矩形形状をなすグラファイトシートの一辺が基板10の半導体装置1搭載面の一部をなすように、その一辺と頂点を共有する他辺が基板の厚み方向となるように多数配置され、前記多数のグラファイトシート間には金属材料22が充填されることで形成される放熱性基板10である。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

平面視矩形形状をなすグラファイトシートの一辺が基板の半導体装置搭載面の一部をなすように、その一辺と頂点を共有する他辺が基板の厚み方向となるように多数配置され、前記多数のグラファイトシート間には金属材料が充填されることで形成される放熱性基板。

【請求項 2】

前記グラファイトシートが、

前記一辺の頂点の一つが発熱体搭載位置を含むその近傍に配置され、他の頂点が発熱体搭載面平面視放射状外方に位置するように配置される、請求項 1 に記載の放熱性基板。

10

【請求項 3】

前記金属材料が、

アルミニウム、及びアルミニウム合金のいずれかである請求項 1 または 2 に記載の放熱性基板。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、半導体発光装置に代表される発熱体を搭載する基板、特に放熱性を有する基板に関する。

【背景技術】

20

【0002】

近年、各種半導体装置は、高性能化により消費電力が加速度的に上昇しており、これに伴って発熱量が増えている。

【0003】

以上のような半導体装置の放熱対策の一例として、熱伝導性・熱拡散性に優れた搭載用基板の採用が考えられる。上記基板の一例としては、メタルコア基板やセラミック基板が実用化されている。

【0004】

また、最近では金属よりも熱伝導率の高い基板材料として、炭素材料が注目されている。特に、グラファイトは、結晶構造の特徴から熱伝導率に異方性はあるものの、銅と比較して 2 から 3 倍の熱伝導率を有することが知られている。

30

【0005】

この炭素材料を放熱基板に応用しようという取り組みとして、回路基板の半田面が接する樹脂シャーシの一面にグラファイトシートをインサート成形した構造（例えば、特許文献 1 参照）、炭素繊維を厚さ方向に配列させ、液状硬化材料を用いて一体化した炭素複合板（例えば、特許文献 2 参照）、あるいは、長鎖状のカーボンナノチューブをアルミ粉末と焼結させて一体化した複合材料が開示されている（例えば、特許文献 3 参照）。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0006】**

40

【特許文献 1】特開 2006 - 319134 号公報

【特許文献 2】特開平 11 - 054677 号公報

【特許文献 3】WO 2005 / 040067 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

ところで、半導体発光装置の一種である発光ダイオード装置（以下、LEDとも称する）においても、明るさ（性能）の向上に伴って消費電力が上昇している。

【0008】

LEDにおける性能向上（それに伴う消費電力の上昇）による問題点として、発光時に

50

投入した電力の大部分が熱となるため、その熱によって明るさ（性能）が低下してしまうという事象が挙げられる。以上の要因より、LEDの所望の性能を得るためには、LEDを適正な温度環境で使用することが求められている。

【0009】

特に、照明用LED光源の場合には、一つのチップあたりの面積が非常に小さい上に高消費電力（チップあたり数[W]の高熱を発する）であり、このようなLEDを複数密接して配置することが多々ある。このため、照明用LED光源の場合には、特に発熱密度（面積あたりの発熱量）が高く、この熱量を広い領域に拡散する対策が急務となっている。

【0010】

つまり、照明用LED光源に代表されるような高発熱密度デバイスを効率よく冷却するためには、放熱板の面方向の熱伝導率を向上させ、熱拡散によって発熱密度を下げる事が重要である。さらに、厚み方向の熱伝導率も同時に高められれば、よりいっそうの放熱効果が期待できる。

10

【0011】

しかしながら、上記従来技術には、以下のような問題があった。

特許文献1に開示された発明では、樹脂シャーシの一面にインサート成形されたグラファイトシートによって当該面方向の熱拡散は高められるものの、厚み方向の熱拡散はグラファイトシートとインサート成形される金属や熱伝導率の低い樹脂材料の熱伝導率に依存することになる。このため、特許文献の発明では、厚み方向への効率の良い放熱が得られないことが考えられる。

20

【0012】

また、特許文献2および特許文献3に開示された発明では、配列された炭素繊維やカーボンナノチューブによって厚み方向の熱伝導率は高められるものの、これら熱伝導率の高い材料を母材で一体化させるという構造上、面方向の熱拡散についてはその母材（熱伝導率の低い樹脂やアルミニウム）の熱伝導率に依存することになる。したがって、特許文献2および特許文献3に開示された発明では、面方向の熱拡散については母材の熱伝導率に依存するため、面方向への効率の良い放熱は得られないことが考えられる。

【0013】

以上のように、炭素材料あるいは炭素材料を含む複合材料は、その材料を構成する炭素材料の結晶構造に起因する熱伝導率の異方性を有していた。

30

【0014】

本発明は以上の点に鑑みてなされたものである。すなわち、本発明は、半導体装置の基板において発熱体を含むその周囲の熱を高い熱伝導率で拡散する技術を提供することをその解決すべき課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上記課題を解決するため、本発明は以下の手段とした。

すなわち、本発明は、シート平面方向の熱伝導率がシート厚み方向の熱伝導率よりも高い平面視矩形形状をなすグラファイトシートの一辺が基板の半導体装置搭載面の一部をなすように、その一辺と頂点を共有する他辺が基板の厚み方向となるように（グラファイトシートのシート面が基板の厚み方向を向くように）多数配置され、多数のグラファイトシート間には金属材料が充填されることで形成される放熱性基板である。

40

【0016】

以上のように構成することで、本発明は、基板の厚み方向においては、当該方向にグラファイトシートのシート面が配置されることにより、高い熱伝導率を有する。そして、多数のグラファイトシート間に金属材料を充填することで、本発明は単一の板材として利用できる。

【0017】

従って、本発明によれば、半導体装置の基板において発熱体を含むその周囲の熱を高い熱伝導率により効率よく拡散することができる。

50

【0018】

また、本発明は、グラファイトシートが、一辺の頂点の一つが発熱体搭載位置を含むその近傍に配置され、他の頂点が発熱体搭載面平面視放射状外方に位置するように配置されるようにしてもよい。

【0019】

本発明は、矩形のグラファイトシートを、半導体装置の搭載位置を中心として、一辺が基板の半導体装置搭載面の一部をなすように、この一辺と頂点を共有する他の辺が基板の厚み方向となるように（グラファイトシートのシート面が基板の厚み方向となるように）多数配置する。つまり、本発明では、半導体装置搭載位置を車輪のハブとしてグラファイトシートをスポークとしたように多数配置する。そして、本発明では、この多数のグラファイトシート間に金属材料を充填することにより、一つの複合材料としている。

10

【0020】

以上のように構成することで、本発明は、半導体装置搭載面においては、当該搭載位置を中心に放射状にグラファイトシートの長辺が多数配置されることにより、高い熱伝導率を有する。また、本発明は、基板の厚み方向においては、当該方向にグラファイトシートのシート面が配置されることにより、高い熱伝導率を有する。そして、多数のグラファイトシートの間に金属材料を充填することで、本発明は単一の板材として利用できる。

従って、本発明によれば、半導体装置の基板において発熱体を含むその周囲の熱を当該基板の面方向及び厚み方向の何れにも拡散することができる。

【0021】

また、本発明は、金属材料が、アルミニウム、アルミニウム合金のいずれかであってもよい。さらに、非金属材料ではあるが金属材料の好適な代替材料としてアルミナを用いてもよい。

20

【発明の効果】

【0022】

以上のように、本発明によれば、半導体装置の基板において発熱体を含むその周囲の熱を当該基板周囲の熱を高い熱伝導率で拡散する技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の一実施の形態にかかる基板の上面斜視図である。

30

【図2】本実施の形態にかかる基板の上面透視斜視図である。

【図3】本実施の形態にかかる基板内部に含まれる、グラファイトシートの構成、及びこのグラファイトシートにより構成される熱拡散部の構成を示す上面斜視図である。

【図4】本実施の形態の基板の温度分布の上面図である。

【図5】基板の温度分布の基板中央部における断面図である。

【図6】比較例1における温度分布の上面図である。

【図7】比較例1における基板中央の断面図である。

【図8】第2の実施の形態の基板の構造を示す上面透視斜視図である。

【図9】第2の実施の形態の基板の搭載面中央にLEDを搭載し、同条件で熱解析を行った結果を示す搭載面の上面図である。

40

【図10】図9のb-b断面図である。

【図11】図9のc-c断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

まず、本発明の概要について説明する。

本発明では、放熱性の高い（高い熱拡散率を有する）基板を構成するにあたり、高い熱拡散を有する材料の一つであるグラファイトシートに着目した。そして、本発明は、このグラファイトシートを半導体装置搭載面に対して直立（基板の厚み方向にグラファイトシートのシート面が向くように）させて使用する。つまり、本発明の第1の要旨としては、基板の厚み方向の熱伝導率を向上させることとした。

50

【0025】

次に、本発明は、上述のように半導体装置搭載面に対して直立させたグラファイトシートを、半導体装置搭載位置を中心に円形放射状に配置する。つまり、本発明の第2の要旨としては、基板の厚み方向に加え面方向の熱拡散性を同時に向上させることとした。

【0026】

さらに、本発明は、上述のように炭素材料（グラファイトシート）だけで半導体装置を搭載する基板としては機械的強度が不足するので、金属材料をグラファイトシートの隙間に流し込んで一体化させた。つまり、本発明の第3の要旨は、熱拡散性の向上とともに強度と成形性・取扱性を満足させることとした。

【0027】

基板10の外形について説明する。

図1は、本発明の一実施の形態にかかる基板10の（半導体装置搭載面を上面とする）上面斜視図である。また、図2は、本実施の形態にかかる基板10の上面透視斜視図である。図1, 2を参照すれば、基板10は、半導体装置の一例である発光ダイオード1を搭載する搭載面11と、その搭載面11と辺を共有する4つの厚み方向の側面12と、搭載面11の裏面13を有し、搭載面11及び裏面13が側面12より大きな面積を有する概略立方体形状である。

【0028】

発熱源である発光ダイオード1は、例えば照明用途の発光ダイオード（以下、LEDとも称する）が挙げられる。発光ダイオード1は、搭載面11の上層に施されたNi/Auメッキ部分に対して、AuSn共晶はんだを用いて接合する。

【0029】

次に、基板10の構成について、図2を参照して説明する。

基板10は、搭載面11の半導体装置搭載位置を中心とした中心部21として、多数の矩形のグラファイトシートにより構成される熱拡散部20を備える。また、基板10は、この熱拡散部20の周囲に充填することで上述の基板10の概略立方体の外形形状を構成する金属材料22を備える。

【0030】

図3は、本実施の形態にかかる基板10内部に含まれる、グラファイトシートの構成、及びこのグラファイトシートにより構成される熱拡散部20の構成を示す上面斜視図である。

【0031】

グラファイトシート100は、長辺101a, 101bと短辺102a, 102bを有する（縦（短辺）5mm×横（長辺）25mm）矩形のシート材料である。

【0032】

ここで、本発明におけるグラファイトシートについては、様々なものを適宜用いることができるが、熱拡散の向上の観点から、面方向の熱伝導率が500[W/m・K]以上のものを用いることが望ましい。なお、厚み方向の熱伝導率は、10~50[W/m・K]が一般的な値である。

【0033】

本実施の形態では、面方向の熱伝導率が1000[W/m・K]、厚み方向の熱伝導率が50[W/m・K]、厚さ200[μm]のグラファイトシート100を用いた。

【0034】

熱拡散部20は、図3に示したように中心部21からグラファイトシート100の長辺101a（本発明の一辺に相当）が平面視円形放射状に並ぶように（発光ダイオード1の搭載位置を車輪のハブとして平面視でスポークを張るように）、長辺101aと頂点を共有する短辺102a, 102b（本実施の形態の他辺に相当）が基板10の厚み方向となるように多数配列させて構成される。

【0035】

多数のグラファイトシート100を半導体装置搭載面と垂直にシート面を配列して熱拡

10

20

30

40

50

散部 20 を構成することで、本実施の形態の基板 10 は、グラファイトシート 100 のシート面が有する高い熱伝導率により発光ダイオード 1 の搭載位置から厚み方向（短辺 102 a , 102 b 方向）に効率よく熱拡散することができる。

【0036】

また、本実施の形態の基板 10 は、発光ダイオード 1 の搭載位置から搭載面 11 において放射状にグラファイトシート 100 を配置して熱拡散部 20 を構成したことにより、搭載面 11 方向にも高い熱伝導率で熱拡散することができる。

【0037】

なお、上述のように平面視放射状にグラファイトシート 100 を配列した場合には、外周方向に向かうにつれて個々のグラファイトシート 100 の間隔が広がる。そこで、本実施の形態の基板 10 の熱拡散部 20 では、グラファイトシート 100 のサイズより小さく切断したグラファイトシートをグラファイトシート 100 の間に挿入することで、グラファイトシートの密度（単位面積あたりのグラファイトシートの占める割合）を高めてもよい。

10

【0038】

つまり、本実施の形態において、熱拡散部 20 は、グラファイトシート 100 の間にグラファイトシート 200 を挿入し、グラファイトシート 100 とグラファイトシート 200 との間にグラファイトシート 300 を挿入し、グラファイトシート 100 とグラファイトシート 300 との間にグラファイトシート 400 を挿入し、グラファイトシート 200 とグラファイトシート 300 との間にグラファイトシート 500 を挿入し、平面視グラファイトシートの長辺の頂点位置が 4 重円となるようにした。

20

【0039】

なお、熱拡散部 20 の作成にあたり、グラファイトシート 100 の長辺 101 a が接する中心部 21 を含む接合部分は、例えばエポキシ系の接着剤（不図示）を用いて接合する。

【0040】

そして、基板 10 は、上述の通り構成された熱拡散部 20 の周囲を、金属材料 22 を充填することで上述の通り概略立方体の外形形状を定める。この金属材料 22 としては、本実施の形態ではアルミニウムを用いる。

【0041】

本発明において、金属材料 22 の充填方法は、多数のグラファイトシート間を充填し熱拡散部 20 の外形形状を定めることができればよいため、特に限定されない。本実施の形態では、本発明のような混合材料の焼結に最適とされる放電プラズマ焼結法を用いた。

30

【0042】

本実施の形態において熱拡散部 20 の周囲に充填するアルミニウムは、グラファイトシート間に充填して焼結するため、アルミ粉末を用いる。このとき、アルミ粉末の平均粒径は、50 [μm] 程度が望ましい。

【0043】

また、アルミ粉末の形状は、球体・繊維状・不定形・樹木状など、特に限定されず種々形態のものも適宜利用することが出来る。

40

【0044】

[基板の熱拡散性の検証]

以上のように作成した本実施の形態の基板 10 の放熱性能について、従来の基板との熱拡散の様子を可視化して比較するため、熱伝導解析を行った。以下に、基板 10 と比較例との検証結果を説明する。

【0045】

なお、本実施の形態の基板 10 との比較対象として、内部にグラファイトシートを含まない純アルミ材料の板材（メタルコア基板を想定したもの）を比較例 1 として用い、純銅材料の板材を比較例 2 として用いた。

【0046】

50

基板 10 と比較例との共通の境界条件を以下説明する。

発熱源は、1 [mm] 角の照明用途の発光ダイオード（以下、LEDとも称する）とし、投入電力を5 [W]とした。LEDは、各基板表面に施されたNi/Auメッキ部分に、AuSn共晶はんだによって接合した。

【0047】

各基板のLED搭載面の裏面（下面）には、LEDの発熱を十分に冷却できるだけの能力を持つ、一辺10 [cm]程度の概略立方体形状のヒートシンクを接続した。

【0048】

なお、発熱体あたりの基板下面の熱伝達率は、基板そのもの放熱性能を比較するために、実施例・比較例のすべてにおいて同一の値（基板下面に接続されたヒートシンクの冷却性能は同一）となるようにした。

10

【0049】

そして、以上のような共通の境界条件における、発熱源の周囲空気温度に対する上昇値、及び、熱抵抗値の比較結果を表1に示す。

【0050】

【表1】

モデル	発熱体 個数	グラファイト シート	粉末 材料	温度上昇 [°C]	差	熱抵抗 [°C/W]	差
第1実施形態	1	放射状	アルミ	15.4	—	3.1	—
第2実施形態	1	平行	アルミ	18.1	2.7	3.6	0.5
比較例1	1	なし	アルミ	21.6	6.2	4.3	1.2
比較例2	1	なし	銅	16.8	1.4	3.4	0.3

20

【0051】

図4は、本実施の形態の基板10の温度分布の上面図であり、図5は基板10の温度分布の基板中央部における断面図である。

【0052】

また、図6は、比較例1, 2の温度分布の一例として示す、比較例1における温度分布の上面図であり、図7は比較例1における基板中央の断面図である。図4から7において、濃色の部分ほど温度が高い。なお、比較例2については、比較例1と比較して温度の数値が低温度方向にシフトし、熱拡散の様子は比較例1と概ね共通するため、図示を省略する。

30

【0053】

図4, 5と図6, 7を比較すると、基板10は、アルミ基板の比較例1に対して基板の厚み方向・面方向ともに熱伝導率が増加しているため熱拡散性能が高まり、発熱源及びその付近の温度が低下しているのがわかる。表1で示したように基板10と比較例1の熱抵抗を比較すると1.2 [/W]の低減効果があった。

【0054】

また、表1より、基板10の熱拡散性能は、銅基板の比較例2に対しても高いことが分かる。炭素・アルミ材料は銅材料に比べて軽いため、本発明を実施することによって製品の軽量化に十分な効果を発揮できるといえる。

40

【0055】

なお、基板10における主要な箇所における温度上昇値は、外部空気を基準として、基板10の搭載面11側中心部21（LED直下）では、+0.6 []、裏面13側中心部21では+0.5 []、基板10の搭載面11側端部では+0.5 []、基板10の裏面13側端部では+0.4 []であった。

【0056】

さらに、基板10が半導体装置搭載面から平面視円形放射状にグラファイトシートの長辺101aを配置したことによる効果を検証するため、第2の実施の形態の基板として、基板10と同じ体積占有率（母材（金属材料22）であるアルミに対するグラファイトシートによる熱拡散部20の占める体積の割合）で、基板内に等間隔で平行に並べたものを

50

作製した。

【 0 0 5 7 】

図 8 は、第 2 の実施の形態の基板 3 0 の構造を示す上面透視斜視図である。基板 3 0 の熱拡散部 4 0 は、基板 1 0 と同じく長辺 1 0 1 a が搭載面の一部をなすように短辺 1 0 2 a , 1 0 2 b が厚み方向になるように、所定の間隔（本実施の形態では 8 [mm] 間隔で計 6 0 枚）のグラファイトシート 1 0 0 を平行に並べた。

【 0 0 5 8 】

図 9 から 1 1 は、基板 1 0 と同様に基板 3 0 の搭載面中央に L E D を搭載し、同条件で熱解析を行った結果を示す図であり、図 9 が搭載面の上面図、図 1 0 が図 9 の b - b 断面図、図 1 1 が図 9 の c - c 断面図である。ここで、グラファイトシート 1 0 0 の配向（シート面の向き）は、図 9 の矢印方向（b - b 断面方向）である。

10

【 0 0 5 9 】

第 2 の実施の形態の基板 3 0 の図 1 0 と図 1 1 を比べると、グラファイトシート 1 0 0 の面方向（配向）である b - b 断面方向と比べて c - c 断面方向の熱拡散性が低いといえる。

【 0 0 6 0 】

基板 1 0 と基板 3 0 とを比較した場合に上述のような結果となった理由としては、c - c 断面方向では、母材であるアルミの熱伝導率（アルミはグラファイトの 5 分の 1 程度の熱伝導率）の影響が大きいためである。

【 0 0 6 1 】

第 1 の実施の形態の基板 1 0 と第 2 の実施の形態の基板 3 0 との熱抵抗の差が、表 1 より 0 . 5 [/ W] であることから、第 1 の実施の形態の基板 1 0 の比較例 1 と比較した熱抵抗低減効果 1 . 2 [/ W] のうち、約半分はグラファイトシートを円形放射状に配置したことによる効果であると言える。

20

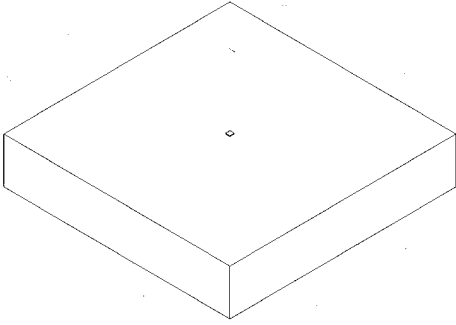
【 符号の説明 】

【 0 0 6 2 】

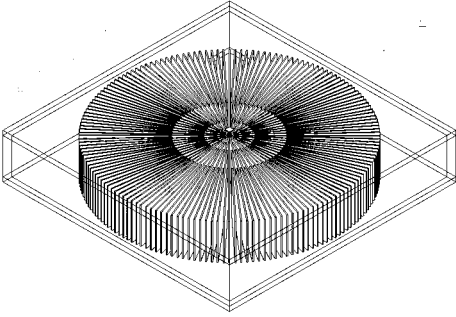
- 1 発光ダイオード
- 1 0 基板
- 1 1 搭載面
- 1 2 側面
- 1 3 裏面
- 2 0 熱拡散部
- 2 1 中心部
- 2 2 金属材料
- 1 0 0 グラファイトシート
- 1 0 1 a , 1 0 1 b 長辺
- 1 0 2 a , 1 0 2 b 短辺

30

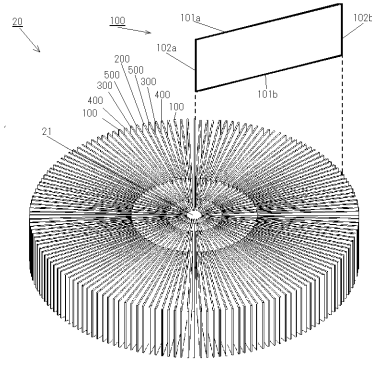
【 図 1 】



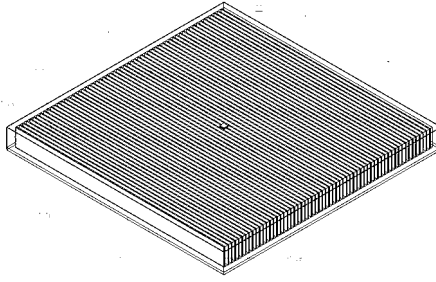
【 図 2 】



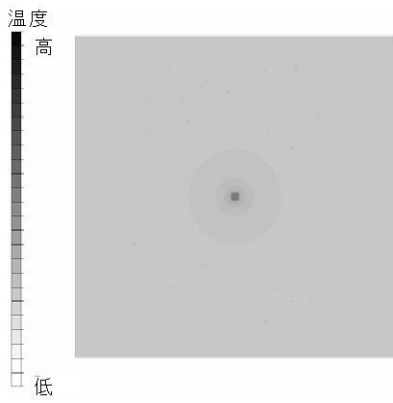
【 図 3 】



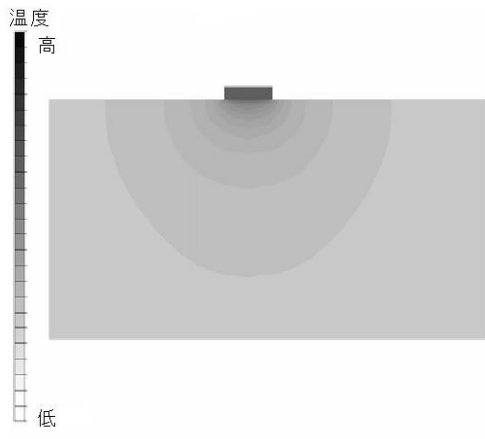
【 図 8 】



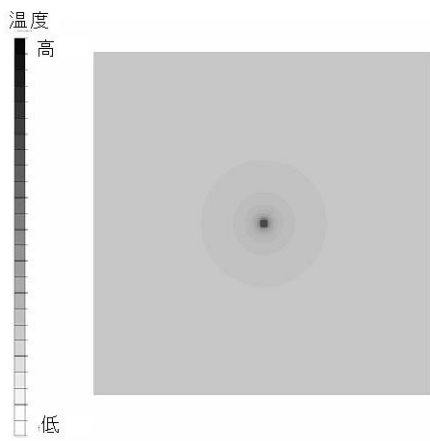
【 図 4 】



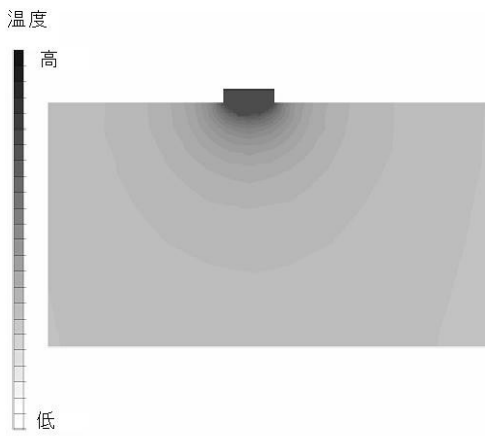
【图 5】



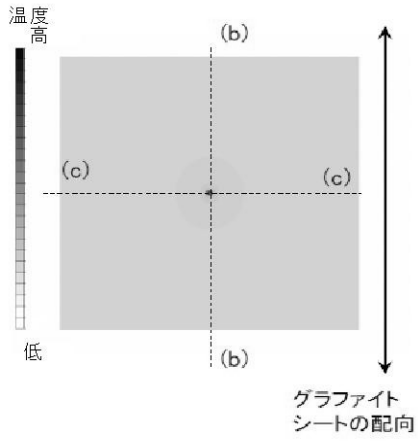
【图 6】



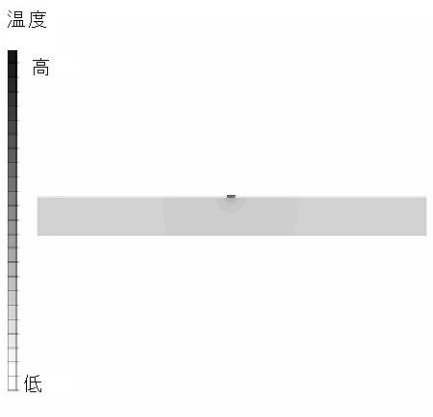
【图 7】



【 図 9 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】

