

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5042013号

(P5042013)

(45) 発行日 平成24年10月3日(2012. 10. 3)

(24) 登録日 平成24年7月20日(2012. 7. 20)

(51) Int. Cl.	F I
G O 1 J 5/00 (2006. 01)	G O 1 J 5/00 1 O 1 Z
G O 1 J 5/28 (2006. 01)	G O 1 J 5/28
B 2 3 K 26/00 (2006. 01)	B 2 3 K 26/00 P

請求項の数 1 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2007-506018 (P2007-506018)	(73) 特許権者	000005821
(86) (22) 出願日	平成18年3月3日(2006. 3. 3)		パナソニック株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2006/304074		大阪府門真市大字門真1006番地
(87) 国際公開番号	W02006/093264	(74) 代理人	100068087
(87) 国際公開日	平成18年9月8日(2006. 9. 8)		弁理士 森本 義弘
審査請求日	平成20年12月11日(2008. 12. 11)	(74) 代理人	100096437
(31) 優先権主張番号	特願2005-59761 (P2005-59761)		弁理士 笹原 敏司
(32) 優先日	平成17年3月4日(2005. 3. 4)	(74) 代理人	100100000
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 原田 洋平
		(72) 発明者	櫻井 努
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内
		(72) 発明者	船見 浩司
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ加熱装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被加熱対象物に照射するレーザ光を出射するレーザ出射部と、
受光面で受光した赤外線分光放射輝度の積算値に基づいた信号を生成する赤外線センサと、

可視光を撮像する撮像装置と、

前記レーザ光を受光して、その受光した前記レーザ光を前記被加熱対象物へ向けて出射するとともに、前記被加熱対象物やその周辺部から放射または反射される光を受光するミラーを含み、前記被加熱対象物やその周辺部から放射または反射され、前記ミラーで受光された光のうち、前記レーザ光の波長の光を除く赤外線を前記赤外線センサの受光面へ導き、可視光を前記撮像装置へ導く光学系と、

前記赤外線センサにより生成された信号のレベルと前記被加熱対象物の実測温度とのキャリブレーション値の関係式を予め格納する格納部と、

前記赤外線センサにより生成された信号と前記関係式を基に前記被加熱対象物の温度を算出する温度測定部と、

を備え、

前記レーザ出射部は、

前記レーザ光を出射する2個以上のレーザダイオードと、

前記各レーザダイオードから出射される前記各レーザ光のF A S T方向の広がりを抑えるためのレンズと、

10

20

前記レンズが接合され、前記各レーザダイオードのレーザ出射端面に対する前記レンズの位置を、加工面において前記各レーザ光の S L O W 方向のレーザパワー密度分布の一部が干渉するように調整可能な調整機構と、
を備え、前記レンズからの前記各レーザ光により加工面におけるレーザ照射範囲を長方形形状ないし楕円形状にする

ことを特徴とするレーザ加熱装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば半導体レーザから出射されるレーザ光により、半田付けや、樹脂接合、溶接などの加熱・加工処理を行うレーザ加熱装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来、レーザ光により、非接触な加熱・加工処理を行うレーザ加熱装置として、例えば、複数のレーザダイオードを積み重ねてなるレーザダイオードモジュール（半導体レーザアレイ）と、前記複数のレーザダイオードから出射されるレーザ光を視準化（平行光化）するコリメートレンズと、視準化されたレーザ光を集光する集光レンズと、により構成されるものが提案されている（例えば、特許文献1参照。）。この構成により、従来のレーザ加熱装置は、集光レンズの焦点位置に置かれている被加熱対象物に対して加熱・加工処理を行うことができる。

20

【0003】

しかしながら、レーザ光による加熱・加工処理では、レーザ照射を続ける限りどんどん被加熱対象物の温度が上昇するが、上記従来のレーザ加熱装置の構成では、半田付けや樹脂接合を行う際に被加熱対象物の温度測定をできず、半田の周辺部や樹脂にコゲが発生する兆候となる異常発熱を検出できなかった。

【特許文献1】特開2002-9388号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は、上記問題点に鑑み、加工点にある半田や樹脂などの溶融時の温度変化やコゲが発生する兆候となる異常発熱を検出して、周辺部がコゲない半田付けや樹脂がコゲない樹脂接合などが可能となるレーザ加熱装置を提供することを目的とする。

30

【0005】

上記目的を達成するために、本発明は、半田や樹脂などの被加熱対象物から放射される赤外線分光放射輝度の積算値に基づく信号を生成する赤外線センサを設ける。そして、レーザ加熱・加工処理を行う前に、前記赤外線センサの出力信号とマスタの被加熱対象物の実測温度とのキャリブレーション値の関係式を予め求める。そして、実際のレーザ加熱・加工処理時には、前記赤外線センサの出力信号と前記関係式を基に被加熱対象物の温度を算出する。

【課題を解決するための手段】

40

【0006】

すなわち、請求項1記載のレーザ加熱装置は、被加熱対象物に照射するレーザ光を出射するレーザ出射部と、受光面で受光した赤外線分光放射輝度の積算値に基づいた信号を生成する赤外線センサと、可視光を撮像する撮像装置と、前記レーザ光を受光して、その受光した前記レーザ光を前記被加熱対象物へ向けて出射するとともに、前記被加熱対象物やその周辺部から放射または反射される光を受光するミラーを含み、前記被加熱対象物やその周辺部から放射または反射され、前記ミラーで受光された光のうち、前記レーザ光の波長の光を除く赤外線を前記赤外線センサの受光面へ導き、可視光を前記撮像装置へ導く光学系と、前記赤外線センサにより生成された信号のレベルと前記被加熱対象物の実測温度とのキャリブレーション値の関係式を予め格納する格納部と、前記赤外線センサにより

50

生成された信号と前記関係式を基に前記被加熱対象物の温度を算出する温度測定部と、を備え、前記レーザ出射部は、前記レーザ光を出射する２個以上のレーザダイオードと、前記各レーザダイオードから出射される前記各レーザ光のFAST方向の広がりを抑えるためのレンズと、前記レンズが接合され、前記各レーザダイオードのレーザ出射端面に対する前記レンズの位置を、加工面において前記各レーザ光のSLOW方向のレーザパワー密度分布の一部が干渉するように調整可能な調整機構と、を備え、前記レンズからの前記各レーザ光により加工面におけるレーザ照射範囲を長方形形状ないし楕円形状にすることを特徴とする。

【発明の効果】

【0020】

10

本発明によれば、加工点の温度変化や、半田や樹脂などの溶融変化前後の急激な温度変化、半田の周辺部や樹脂にコゲが発生する前後での急激な温度変化を検出して、半田付けや樹脂接合等の所望の加工が行われたことの検出やコゲの発生検出、コゲの発生防止などを行うことができる。さらに、撮像装置により加工状態を観察することもできる。

【0021】

また、レーザ照射範囲を長方形形状ないし楕円形状にすることにより、FPICやFPC等のようにランドと樹脂基板が並んでいる加工面に対する半田付け等に十分に対応できるようになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

20

以下、本発明の実施の形態におけるレーザ加熱装置について、図面を交えて説明する。

以下の実施の形態では、受光面で受光した赤外線分光放射輝度の積算値に基づいた信号を生成する赤外線センサを設ける。そして、レーザ加熱・加工処理を行う前に、前記赤外線センサの出力信号とマスタの被加熱対象物の実測温度とのキャリブレーション値の関係式を予め求めておく。そして、実際のレーザ加熱・加工処理時には、前記被加熱対象物やその周辺部から放射または反射される光のうちの前記レーザ光の波長の光を除く赤外線を、前記赤外線センサの前記受光面へ導き、前記赤外線センサにより生成された信号と予め求めた前記関係式とを基に前記被加熱対象物の温度を算出する。

【0024】

(実施の形態1)

30

図1に本実施の形態1におけるレーザ加熱装置の構成を示す。レーザ加熱装置は、被加熱対象物にレーザ光を照射して該被加熱対象物を加熱する。

【0025】

図1において、レーザ出射部1は、一定波長のレーザ光を出射する。レーザ出射部は、例えば半導体レーザや半導体励起レーザを備える。ここでは波長が920nmのレーザ光を発振するレーザダイオードを備える場合を例に説明する。なお、無論、レーザ光の波長は920nmに限るものではない。一般的にレーザダイオードのレーザ光の波長は1.6μm以下である。

【0026】

集光レンズ2は、レーザ出射部1からのレーザ光を集光して、集光位置に置かれた被加熱対象物である半田3を加熱する。半田3はプリント基板4のランド5上に塗布されている。ここでは被加熱対象物が半田の場合を例に説明する。

【0027】

40

半田3がレーザ照射により加熱されると、半田3やその周辺部のランド5やプリント基板4から赤外線が放射される。また、半田3やその周辺部からは、照射されたレーザ光や可視光などが反射される。レーザ光カットフィルタ6は、半田3などから放射または反射された光を受光してレーザ光の波長(920nm)の光をカットする。可視光カットフィルタ7は、レーザ光カットフィルタ6の透過光を受光して可視光をカットする。したがって集光レンズ8には、半田3などから放射された赤外線のうちのレーザ光の波長の光(赤外線)を除く赤外線が入射される。

50

【0028】

集光レンズ8は、可視光カットフィルタ7の透過光を集光して、集光位置に置かれた赤外線センサ9の受光面10へ、レーザ光の波長の光を除く赤外線を入射する。このように、本実施の形態1におけるレーザ加熱装置では、半田3やその周辺部から放射または反射される光を受光し、レーザ光の波長(920nm)の光を除く赤外線を赤外線センサの受光面へ導く光学系が、レーザ光カットフィルタ6と可視光カットフィルタ7と集光レンズ8により構成される。なお、集光レンズ8とレーザ光カットフィルタ6と可視光カットフィルタ7の配置順は任意でよい。また、例えばレーザ光カットフィルタに代えてレーザ光の波長よりも長波長の光を透過するフィルタを用いるなどしてもよい。

【0029】

10

赤外線センサ9は、受光面10で受光した赤外線の分光放射輝度の積算値に基づいた信号を生成する。ここでは赤外線センサとして、2.3μmの波長において感度がピークとなる所定の感度範囲を有するInGaAsPINフォトダイオードを例に説明する。

【0030】

また図示しないが、当該レーザ加熱装置は、赤外線センサ9により生成された信号のレベルと半田3の実測温度とのキャリブレーション値(較正值)の関係式を予め格納する格納部と、赤外線センサ9により生成された信号と前記関係式を基に半田3の温度を算出する温度測定部であるマイクロ・コンピュータを具備している。

【0031】

次に、図2ないし図7に示すグラフを用いて、本実施の形態1における温度測定の原理について説明する。図2は、2.3μmの波長において感度がピークとなる所定の感度範囲を有するInGaAs・PINフォトダイオードの分光感度特性を示す。図2に示すように、このInGaAs・PINフォトダイオードは、1.2μm~2.6μmの波長に対して10%以上の相対感度を有している。

20

【0032】

図3は、集光レンズや後述するハーフミラー等に用いられる光学部品材料であるBK7(ホウケイ酸クラウン光学ガラス)や、合成石英、無水合成石英の透過率(赤外線吸収特性)を示している。図3において、実線はBK7の透過率のグラフを、一点鎖線は合成石英の透過率のグラフを、破線は無水合成石英の透過率のグラフを示す。以下、光学部品材料としてBK7を用いた場合を例に説明を行う。

30

【0033】

図4は、いわゆるプランクの放射則と呼ばれるもので、黒体から放射する赤外線の分光放射輝度特性を示す。ここでは一例として、0°C(273K)、測定下限温度近傍の温度である127°C(400K)、鉛フリー半田の融点近傍の温度である227°C(500K)、鉛フリー半田の周辺部にコゲが発生する温度近傍の温度である327°C(600K)での分光放射輝度のグラフを示す。なお、グラフは放射輝度が $10^{-8} \text{ W}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s r} \cdot \mu\text{m})$ から上を表示しているが、実用上はノイズの影響を回避するために $10^{-5} \text{ W}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s r} \cdot \mu\text{m})$ 以上を実用域として扱う。

【0034】

図5ないし7は、加工点(被加熱対象物)の温度が227°C、127°C、327°Cにおいて赤外線センサ(InGaAs・PINフォトダイオード)9が検出する実用放射輝度を示している。図5ないし7において、破線は加工点から放射される赤外線の分光放射輝度のグラフを示し、一点鎖線は集光レンズなどの光学部品材料であるBK7を透過した後の赤外線の分光放射輝度のグラフを示し、実線は赤外線センサ9が検出する赤外線の実用放射輝度のグラフを示す。

40

【0035】

このように、赤外線センサ9は、実際は図2に示す分光感度特性と図3に示す赤外線吸収特性と図4に示す分光放射輝度特性を掛け合わせた図5ないし図7に示す実線を検出する。そして赤外線センサ9は、この実線と $10^{-5} \text{ W}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s r} \cdot \mu\text{m})$ のラインで囲まれる範囲の面積(受光面10で受光した赤外線の $10^{-5} \text{ W}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s r} \cdot \mu$

50

m) 以上の分光放射輝度の積算値) に基づいた信号レベルの信号を生成する。

【0036】

図5ないし7に示すように赤外線センサ9の出力信号レベルは、127°Cでは僅かであるが、227°Cになると5倍以上に増加し、さらに327°Cでは10倍以上に単調増加している。

【0037】

したがって、実際のレーザ加熱・加工処理を実施する前に、キャリブレーション用の熱電対が埋め込まれたマスタの半田にレーザ照射し、赤外線センサ9の出力信号レベルと熱電対の出力信号レベル(実測温度)とのキャリブレーション値の関係式を予め求めておくことで、実際のレーザ加熱・加工処理中に半田3の温度をほぼ正確に測定することが可能となる。

10

【0038】

なお、例えばレーザ光カットフィルタに代えて、レーザ光の波長よりも長波長の特定波長範囲の光のみを透過可能な光学的バンドパスフィルタ(以下、BPFと称す。)を用いてもよく、例えば赤外線センサ9の受光面10にBPFを配置する。BPFを用いる場合、BPFの透過光を受光する赤外線センサとして、BPFが透過する特定波長範囲の光に対して実用感度を有する赤外線センサを用いる。この構成により、加工点(被加熱対象物)が特定温度になったことを検出できるようになる。つまり、この構成によれば、加工点が特定温度になったときに赤外線センサ9の出力信号レベルが急激に上昇するので、BPFは特定温度を検出する場合に効果がある。

20

【0039】

例えば波長が1064nmであって且つ半値幅が10μmの狭帯域の赤外線のみを透過するBPFは、加工点が約200度近傍(半田の融点近傍の温度)になったことを検出するのに有用であり、この温度をキープすることにより、確実に溶融して、しかも周辺部がコゲない半田付けが実現できる。

【0040】

また、図4に示す分光放射輝度特性からわかるように、被加熱対象物の温度を400K以上において測定するには、赤外線センサは、1.2μm以上の波長において感度がピークとなる所定の感度範囲を有することが望ましい。

【0041】

30

以上のように、本実施の形態1によれば、加工点(被加熱対象物)が100度以上の温度になると急激に増加する赤外線センサの出力信号レベルを捉えて、レーザ照射中に上昇していく被加熱対象物の温度を400K以上においてほぼ正確に測定することができる。

【0042】

したがって、加工点(被加熱対象物)の温度変化や、半田や樹脂などの溶融変化前後の急激な温度変化、半田の周辺部や樹脂にコゲが発生する前後での急激な温度変化を検出して、半田付けや樹脂接合等の所望の加工が完了したことの検出やコゲの発生検出、コゲの発生防止をすることができる。

【0043】

(実施の形態2)

40

図8に本実施の形態2におけるレーザ加熱装置の構成を示す。但し、図1に基づいて説明した部材と同一の部材には同一符号を付して、説明を省略する。

【0044】

図8において、光ファイバ11はレーザ出射部1からのレーザ光を空中へ出射する。コリメートレンズ12は、光ファイバ11からのレーザ光を平行光化する(以下、コリメート光と称す。)。ハーフミラー13には、コリメート光を反射し、半田3やその周辺部であるランド5やプリント基板4から放射または反射される光を透過する薄膜フィルタが施されている。なお、例えば920nm(レーザ光の波長の光)のみを反射する薄膜コートを施したハーフミラーを用いてもよい。また、ハーフミラーに代えて、レーザ光より長波長の特定波長範囲の赤外線のみを透過可能な折り返しBPFを配置してもよい。

50

【0045】

本実施の形態2では、半田3やその周辺部から放射または反射される光を受光し、レーザー光の波長(920nm)の光を除く赤外線は赤外線センサ9の受光面10へ導く光学系が、ハーフミラー13とレーザー光カットフィルタ6と可視光カットフィルタ7と集光レンズ8により構成される。なお、集光レンズ8とレーザー光カットフィルタ6と可視光カットフィルタ7の配置順は任意でよい。

【0046】

プリアンプ14は、赤外線センサ9からの出力信号を増幅する。また、図示しないが、当該レーザー加熱装置は、プリアンプ14の出力信号レベルと半田3の実測温度とのキャリブレーション値の関係式を予め格納する格納部を具備する。また、図示しないが、メータ15は、温度測定部として、プリアンプ14の出力信号と前記関係式を基に半田3の温度を算出するマイクロ・コンピュータを具備する。メータ15は、マイクロ・コンピュータにより算出された測定温度を表示する。

10

【0047】

また、当該レーザー加熱装置は、メータ15からレーザー出射部1へ検出信号が出力される構成となっている。この構成によれば、例えば半田3の溶融変化前後の急激な温度変化が検出されたときにレーザーパワーを低下させたり、半田3の周辺部にコゲが発生する前後での急激な温度変化が検出されたときにレーザー発振を停止させたりすることができ、自動半田付け完了やコゲの発生防止を行うことができる。

20

【0048】

以上の構成によれば、メータ15に表示された温度変化を観察することにより、半田の溶融検出や、概算温度検出、コゲの発生検出を行うことができる。また上記したように自動半田付け完了やコゲの発生防止も行うことができる。なお、実施の形態1と同様に、赤外線センサ9の受光面10に、レーザー光より長波長の特定波長範囲の赤外線のみを透過可能なBPFを配置してもよい。また、レーザー光を平行光化した場合について説明をしたが、コリメートレンズのF値を調整して非コリメートにしても、光ファイバの出射口とハーフミラー間の距離を短くすることで同様な効果が得られる。

【0049】

(実施の形態3)

図9に本実施の形態3におけるレーザー加熱装置の構成を示す。但し、図1、8に基づいて説明した部材と同一の部材には同一符号を付して、説明を省略する。

30

【0050】

図9において、ホットミラー16は、集光レンズ8を介してハーフミラー13の透過光を受光し、赤外線を反射して赤外線センサ9の受光面10へ導き、可視光を透過して第2のレーザー光カットフィルタ17へ導く。レーザー光カットフィルタ17を介した可視光を受光するカメラ(撮像装置)18は、半田3やその周辺部を撮像する。

【0051】

本実施の形態3では、半田3やその周辺部から放射または反射される光を受光し、レーザー光の波長(920nm)の光を除く赤外線は赤外線センサ9の受光面10へ導くとともに、可視光をカメラ18へ導く光学系が、ハーフミラー13と集光レンズ8と2つのレーザー光カットフィルタ6、17とホットミラー16により構成される。なお、レーザー光カットフィルタ6に代えてレーザー光の波長よりも長波長の光を透過するフィルタやBPFを用いてもよく、例えば赤外線センサ9の受光面10にBPFを配置する。

40

【0052】

当該レーザー加熱装置には、温度測定を行う位置を特定するアパーチャ19が赤外線センサ9の受光面10への光路軸20近傍に取り付けられている。したがって、アパーチャ19のサイズや形状、配置位置を変化させて、加工点検出視野21を変えることにより、半田3の周辺の温度異常等を検出したり、レーザー照射範囲の特定部分の温度を測定したりすることが可能となる。

【0053】

50

以上のように、本実施の形態 3 によれば、赤外線センサ 9 とカメラ 18 を具備することにより、レーザ照射中に加工点の温度変化と同時に加工点の外観変化が観察できる。また、アパーチャ 19 の配置位置やサイズ変更等により、加工点の視野が変えられるので、周辺部でのコゲの発生検出や微小な特定位置の温度変動の検出、コゲの発生防止などを行うことができる。

【0054】

なお、赤外線センサ 9 とカメラ 18 の配置位置を反対にして、ホットミラーの代わりにコールドミラーを用いてもよい。また、赤外線センサ 9 とカメラ 18 の配置位置を反対にして、ホットミラーの代わりに、レーザ光より長波長の特定波長範囲の赤外線のみを透過可能な折り返し BPF を配置してもよい。ホットミラーに代えて BPF を配置した場合、カメラ 18 には、BPF で反射しレーザ光カットフィルタ 17 を透過した後の可視光が入射される。よって、カメラ 18 は加工点を撮像できる。本実施の形態 3 によれば、確実に溶融して、しかも周辺部がコゲない半田付けがカメラで監視しながら実現できる。

【0055】

なお、半田付けを例に説明してきたが、樹脂接合や、樹脂マーキング、2 つ以上の樹脂接合を行う場合でも同様に実施可能である。また、赤外線センサとして InGaAs PIN フォトダイオードを用いたが、 $1.2\mu\text{m}$ 以上の波長において感度がピークとなる赤外線センサであればよく、例えば化合物半導体などを用いてもよい。

【0056】

また、ここでは説明の簡素化のため、各集光レンズやミラー等の光学部品として AR コート無しの $1.7\mu\text{m}$ 以上の波長の赤外線を吸収する BK7 を用いて説明したが、クラウンガラスやアクロマチックレンズであってもよい。特に、無水合成石英は、InGaAs PIN フォトダイオードの感度の限界点である $2.7\mu\text{m}$ 付近でも透過率の低下がなく、S/N 比を向上させることができ、好適である。また、赤外線センサの感度範囲の波長に対する AR コートを施してもよい。

【0057】

(実施の形態 4)

上記各実施の形態 1～3 におけるレーザ加熱装置では、加工点に形成されるレーザ光の形状（レーザ照射範囲）がスポット状（真円状）に限定される。そのため、上記各実施の形態 1～3 におけるレーザ加熱装置では、FPIC (field programmable interconnect component) や FPC (フレキシブルプリント配線板) 等のようにランドと樹脂基板が並んでいる加工面への対応が十分ではない。

【0058】

本実施の形態 4 では、加工面に形成されるレーザ光の形状を長方形ないし楕円形状（以下、長方形等と称す。）にすることで、FPIC や FPC 等のようにランドと樹脂基板が並んでいる加工面に対する半田付け等に十分に対応できるようにする。

【0059】

また、本実施の形態 4 では、その長方形等のレーザ照射範囲およびその周辺を含む広い範囲を赤外線センサの検出範囲（温度観測域）にする。ステファン・ボルツマンの法則により赤外放射エネルギーは温度の 4 乗に比例して増加するので、赤外線センサの温度観測域を広くすることで、その温度観測域で異常発熱が発生したときの温度上昇を赤外線センサがいちはやく検知できるようになり、レーザパワーを低下させる等の制御がすばやくできるようになる。

【0060】

図 10 (a) に本実施の形態 4 におけるレーザ加熱装置の構成を示す。但し、図 1、8、9 に基づいて説明した部材と同一の部材には同一符号を付して、説明を省略する。

本実施の形態 4 におけるレーザ加熱装置は、加工面に形成されるレーザ光の形状を長方形等にするための光学系として、ハーフミラー 13 と加工面の間に、集光レンズに代えてシリンドリカルレンズを配置した点が前述の実施の形態 3 と異なる。

【0061】

図10(a)において、シリンドリカルレンズ22は、折り返しミラーであるハーフミラー13により反射されたレーザー光を受光して、加工面に長形状等のレーザー光を形成する。ここでは、被加熱対象物として、FPIC23の各ランドに塗布された半田を例に説明を行う。

【0062】

図10(b)は、レーザー加熱装置をy方向からみたときの側面図であり、コリメートレンズ12とハーフミラー13とシリンドリカルレンズ22とFPIC23を抜粋して示している。また、図10(c)は加工面に形成されるレーザー光の形状を示す上面図である。

【0063】

図10(b)、(c)に示すように、シリンドリカルレンズ22は、受光したスポット状(真丸状)のレーザー光を加工面において長形状ないし楕円形状(レーザー照射範囲24)にする。

【0064】

レーザー照射範囲24のx方向の大きさは、シリンドリカルレンズ22の加工面までの距離を変化させることで調整できる。また、図10(c)に示すように、本実施の形態4では、レーザー照射範囲24よりも広い範囲を温度観測域25としている。

【0065】

なお、コリメートレンズ12の光ファイバ11までの距離を調整することで、レーザー光の広がり角を調整できる。また、後述するようにコリメートレンズ12に代えてシリンドリカルレンズを配置する場合も、そのシリンドリカルレンズの光ファイバ11までの距離を調整することで、レーザー光の広がり角を調整できる。

【0066】

図10(a)において、折り返しミラー26には、可視光を透過し、2 μ m近傍の赤外線を反射する薄膜コートもしくは薄膜フィルタが施されている。折り返しミラー26は、集光レンズ8(アクロマチックレンズ等の球面収差補正された凸レンズ)を介してハーフミラー13の透過光を受光し、2 μ m近傍の赤外線を反射して赤外線センサ9の受光面10へ導くとともに、可視光をカメラ(例えばCCDカメラのCCD面)18へ導く。第2のレーザー光カットフィルタ17を介した可視光を受光するカメラ18は、加工面を歪みなく拡大観察できる。

【0067】

また、プリアンプ(増幅回路)14はハイゲインアンプであり、赤外線センサ9の出力信号レベルを数百倍以上に増幅する。

本実施の形態4では、温度観測域(被加熱対象物およびその周辺部)25から放射または反射される光を受光し、レーザー光の波長の光を除く赤外線を赤外線センサ9の受光面10へ導くとともに、可視光をカメラ18へ導く光学系が、ハーフミラー13と集光レンズ8と折り返しミラー26と2つのレーザー光カットフィルタ6、17により構成される。

【0068】

続いて、本実施の形態4におけるレーザー加熱装置のレーザーパワー制御について説明する。

図10(a)において、被加熱対象物の温度が予め設定された設定温度 T_s となるようにレーザーパワーを制御するレーザー制御装置27は、レーザー出射部1と、被加熱対象物の温度を算出する温度レベル変換回路(温度測定部)28と、設定温度 T_s を設定するためのボリューム29と、レーザー出射部1が備えるレーザーダイオード(LD素子)へ供給する電流を制御する制御部30とを備える。また、レーザー制御装置27は、図示しないが、プリアンプ14の出力信号レベルとFPIC23の各ランドに塗布された半田の実測温度(例えば各ランドに塗布された半田の実測温度の平均値や、特定のランドに塗布された半田の実測温度など)とのキャリブレーション値(較正值)の関係式を予め格納する格納部を具備する。

【0069】

温度レベル変換回路28は、プリアンプ14の出力信号と前記関係式を基に被加熱対象

10

20

30

40

50

物の温度を算出して、その温度を示す信号を生成する。

ボリューム 29 には設定温度 T_s が予め設定されており、制御部 30 は、温度レベル変換回路 28 の出力信号（被加熱対象物の温度に相当する）とボリューム 29 により発生する信号（設定温度 T_s に相当する）とを基に、被加熱対象物の温度が設定温度 T_s となるように、レーザ出射部 1 へ供給する電流を制御する。

【0070】

このように、本実施の形態 4 によれば、シリンドリカルレンズにより、加工面に形成されるレーザ光の形状を長形状等にすることができ、F P I C や F P C 等のようにランドと樹脂基板が並んでいる加工面における半田付けや、長方形領域ないし楕円形領域の樹脂接合に対して十分に対応できるようになる。

【0071】

なお、加工面に形成されるレーザ光の形状は、コリメートレンズ 12 とシリンドリカルレンズ 22 の焦点位置や固定位置を前後させることで、任意に拡大／縮小でき、また、そのレーザ光の形状のアスペクト比を任意に変化させることができる。

【0072】

また、コリメートレンズ 12 に代えてシリンドリカルレンズを配置し、シリンドリカルレンズ 22 に代えてアクロマチックレンズ等の球面収差補正された凸レンズを配置してもよい。すなわち、まずシリンドリカルレンズによりレーザ光のアスペクト比を変化させた後、そのアスペクト比が変化されたレーザ光を凸レンズで集光して、加工面に形成されるレーザ光の形状を長形状等にしてもよい。この場合も、シリンドリカルレンズと凸レンズの焦点位置や固定位置を前後させることで、加工面に形成されるレーザ光の形状を任意に拡大／縮小でき、また、そのレーザ光の形状のアスペクト比を任意に変化させることができる。

【0073】

（実施の形態 5）

図 11 に本実施の形態 5 におけるレーザ加熱装置の構成を示す。但し、図 1、8、9、10 に基づいて説明した部材と同一の部材には同一符号を付して、説明を省略する。

【0074】

本実施の形態 5 におけるレーザ加熱装置は、温度観測域 25 から放射ないし反射される赤外線が光ファイバへ戻し、温度観測域 25 から放射されるレーザ光の波長の光（赤外線）を除く赤外線を、レーザ出射部 1 内蔵の赤外線センサにて検出する点が前述の実施の形態 4 と異なる。

【0075】

図 11 において、光ファイバ 11 はコア部 31 とクラッド部 32 を有する。光ファイバ 11 のコア部 31 からレーザ光が出射される。

折り返しミラー 33 には、赤外線を反射し、可視光を透過する薄膜コートもしくは薄膜フィルタが施されている。折り返しミラー 33 は、シリンドリカルレンズ 22 を介して、温度観測域 25 から放射または反射される光を受光し、赤外線を反射してコリメートレンズ 12 へ導くとともに、可視光を透過して集光レンズ 8 へ導く。

【0076】

コリメートレンズ 12 は、折り返しミラー 33 により反射された赤外線を光ファイバ 11 のクラッド部 32 へ導く。

本実施の形態 5 では、レーザ出射部 1 は、LD 素子 34、集光レンズ 35、折り返しミラー 36、赤外線センサ 9、およびプリアンプ 14 を備える。

【0077】

折り返しミラー 36 には、赤外線を透過するが、レーザ光の波長の光は反射する薄膜フィルタもしくは薄膜コートが施されている。折り返しミラー 36 は、LD 素子 34 から出射されたレーザ光を反射して集光レンズ 35 へ導く。集光レンズ 35 は折り返しミラー 36 からのレーザ光をコア部 31 へ導く。このようにして、LD 素子 34 から出射されたレーザ光は光ファイバ 11 に結合する。

10

20

30

40

50

【0078】

一方、折り返しミラー36は、クラッド部32を通して戻ってきた赤外線からレーザ光の波長の赤外線を分離し、レーザ光の波長の赤外線を除く赤外線を赤外線センサ9の受光面10へ導く。

【0079】

本実施の形態4では、温度観測域25から放射または反射される光を受光し、レーザ光の波長の光を除く赤外線を赤外線センサ9の受光面10へ導く光学系が、2つの折り返しミラー33、36と集光レンズ35により構成される。なお、折り返しミラー36と赤外線センサ9の受光面10の間にレーザ光カットフィルタを設置してもよい。また、実施の形態4と同様に、コリメートレンズ12に代えてシリンドリカルレンズを配置し、シリン

10

【0080】

(実施の形態6)

図12に本実施の形態6におけるレーザ加熱装置の構成を示す。但し、図1、8～11に基づいて説明した部材と同一の部材には同一符号を付して、説明を省略する。

【0081】

本実施の形態6におけるレーザ加熱装置は、加工面に形成されるレーザ光の形状をスキャンミラーにより長形状等にする点が前述の実施の形態5と異なる。すなわち、加工面にレーザ光をラインスキャン照射ないし2次元スキャン照射し、加工面におけるレーザ照射範囲を長形状ないし楕円形状にする。

20

【0082】

図12において、スキャンミラー37には、赤外線を反射し、可視光を透過する薄膜コートもしくは薄膜フィルタが施されている。また、スキャンミラー37は、回転軸38を軸に揺動可能である。スキャンミラー37は、回転軸38を軸に所定角度だけ往復揺動しながら、コリメートレンズ12からのレーザ光を反射する。この往復揺動しているスキャンミラー37により反射されたレーザ光を集光レンズ（アクロマチックレンズ等の球面収差補正された凸レンズ）2が集光して、加工面にレーザ光をラインスキャン照射ないし2次元スキャン照射する。このラインスキャンないし2次元スキャンされる範囲がレーザ照射範囲24となる。

【0083】

30

なお、スキャンミラーを2個以上設けて、各スキャンミラーの往復揺動により、加工面にレーザ光をラインスキャン照射ないし2次元スキャン照射する構成にしてもよい。

また、スキャンミラー37は、往復揺動しながら温度観測域25から放射ないし反射される赤外線を反射し、スキャンミラー37を介して光ファイバ11のクラッド部33へ戻す。

【0084】

本実施の形態5では、温度観測域25から放射または反射される光を受光し、レーザ光の波長の光を除く赤外線を赤外線センサ9の受光面10へ導く光学系が、スキャンミラー37と折り返しミラー36と集光レンズ35により構成される。

【0085】

40

なお、カメラ18には、スキャンミラー37の透過光が集光レンズ8とレーザ光カットフィルタ17を介して入射される。

(実施の形態7)

図13に本実施の形態7におけるレーザ加熱装置の構成を示す。但し、図1、8～12に基づいて説明した部材と同一の部材には同一符号を付して、説明を省略する。

【0086】

図13において、スキャンミラー39には、赤外線を透過するがレーザ光の波長の光は反射する薄膜フィルタもしくは薄膜コートが施されている。スキャンミラー39は、実施の形態6と同様に、回転軸38を軸に所定角度だけ往復揺動しながら、コリメートレンズ12からのレーザ光を反射する。

50

【0087】

温度観測域25から放射されるレーザ光の波長の光を除く赤外線は、スキャンミラー39を通過し、前述の実施の形態2と同様に、集光レンズ8により、レーザ光カットフィルタ6と可視光カットフィルタ7を介して赤外線センサ9の受光面10へ導かれる。

【0088】

本実施の形態7では、温度観測域25から放射または反射される光を受光し、レーザ光の波長の光を除く赤外線を赤外線センサ9の受光面10へ導く光学系が、スキャンミラー39とレーザ光カットフィルタ6と可視光カットフィルタ7と集光レンズ8により構成される。

【0089】

このように、本実施の形態7におけるレーザ加熱装置は、温度観測域25全体から放射される赤外線量を絶えず監視することができる。

(実施の形態8)

本実施の形態8におけるレーザ加熱装置は、光ファイバを用いることなく、レーザ出射部が備えるLD素子(レーザダイオード)から出射されるレーザ光そのものにより加工面を照射する点が上記した実施の形態1~7と異なる。

【0090】

以下、本実施の形態8におけるレーザ加熱装置について、上記各実施の形態1~7と異なる部分を説明する。但し、上記各実施の形態1~7と同一の部分については説明を省略する。

【0091】

図14に本実施の形態8におけるレーザ加熱装置の構成を示す。但し、図14(a)はレーザ加熱装置をレーザ光のSLOW方向からみたときの側面図であり、図14(b)はレーザ加熱装置をレーザ光のSLOW方向と直交する方向からみたときの側面図である。また、図1、8~13に基づいて説明した部材と同一の部材には同一符号を付して、説明を省略する。

【0092】

図14(a)、(b)において、LD素子40は一定波長のレーザ光を出射する。ここでは、LD素子としてシングルチップのシングルエミッタを用いる。シリンドリカルレンズ41は、LD素子40から出射されるレーザ光のFAST方向の拡がりを抑える方向に配置される。シリンドリカルレンズ41は、LD素子40から出射されるレーザ光のFAST方向を平行化ないし低拡がりにする。

【0093】

ハーフミラー13はシリンドリカルレンズ41からのレーザ光42を反射する。集光レンズ2は、ハーフミラー13からのレーザ光を集光する。シリンドリカルレンズ41と集光レンズにより、加工面に形成されるレーザ光の形状は長方形状等となる。

【0094】

このように、本実施の形態8では、加工面におけるレーザ照射範囲を長方形状ないし楕円形状にするための光学系として、シリンドリカルレンズ41と集光レンズ2を備える。すなわち、LD素子40から出射されるレーザ光のFAST方向の広がりをシリンドリカルレンズ41により抑えた後、集光レンズ2により集光して、加工面に形成されるレーザ光の形状を長方形状等にする。

【0095】

(実施の形態9)

本実施の形態9におけるレーザ加熱装置は、集光レンズを用いることなく、2個のLD素子(レーザダイオード)により、加工面に形成されるレーザ光の形状を長方形状等にする点が、前述の実施の形態8と異なる。

【0096】

以下、本実施の形態9におけるレーザ加熱装置について、上記各実施の形態1~8と異なる部分を説明する。但し、上記各実施の形態1~8と同一の部分については説明を省略

する。

【0097】

図15に本実施の形態9におけるレーザ加熱装置の構成を示す。但し、図15(a)はレーザ加熱装置をレーザ光のSLOW方向からみたときの側面図である。また、図15(b)はレーザ加熱装置をレーザ光のSLOW方向と直交する方向からみたときの側面図であり、ハーフミラー13とコリメートレンズ43を抜粋して示している。また、図1、8～13に基づいて説明した部材と同一の部材には同一符号を付して、説明を省略する。

【0098】

図15(a)において、レーザ出射部は2個のLD素子40とヒートシンク45を備える。ヒートシンク45は例えば銅製である。2個のLD素子40はヒートシンク45に接
10
合される。図15(a)、(b)に示すように、2個のLD素子40は、ヒートシンク45の端面からレーザ光が同じ方向に光軸平行に出射されるように、所定の間隔dにて同一平面上に配置される。

【0099】

コリメートレンズ43は、LD素子40から出射されるレーザ光のFAST方向の拡がりを抑える方向に配置される。コリメートレンズ43は、LD素子40から出射されるレーザ光のFAST方向を平行化ないし低広がりにする。ハーフミラー13はコリメートレンズ43からのレーザ光44を反射する。

【0100】

このように2個のLD素子を所定間隔dにて同一平面上に配置し、レーザ光が同じ方向
20
に光軸平行に出射されるように構成した場合、LD素子40(コリメートレンズ43の出射端)から加工面46までの距離を調整することで、加工面46におけるSLOW方向のレーザパワー密度分布を台形状にすることができる。あるいは、加工面46におけるSLOW方向の温度分布を台形状にすることができる。これは、以下の理由による。

【0101】

図16において、加工面46がA、B、Cの各位置にある場合のコリメートレンズ43の出射端から加工面46までの距離をWDA、WDB、WDCとする。また、加工面46がA、B、Cの各位置にある場合の加工面46におけるSLOW方向の半値のレーザパワー密度をそれぞれPA、PB、PCとする。また、加工面46がA、B、Cの各位置にある場合の加工面46におけるSLOW方向の温度分布をそれぞれTA、TB、TCとする
30
。

【0102】

図16(a)に示すように、ヒートシンク45の端面からは、同じ光軸方向に2本のレーザ光がSLOW方向(X方向とする)に所定の広がり角で出射される。レーザ光のFAST方向(図16紙面と垂直方向)は、コリメートレンズ43により平行化ないし低広がりにされる。

【0103】

ここで加工面46が位置Aから位置Bへ遠ざかると、図16(b)に示すように、レーザパワー密度分布が、位置Aでは2つの台形パワー分布であったものが、位置Bでは一部干渉する。その結果、位置Bでは、中心部のパワーが低い、温度密度分布が均質になる
40
。

【0104】

この台形状(TOP HAT状)の温度密度分布は、FPICやFPC、ライン状樹脂接合に極めて有効であり、温度密度分布が均質なため、中心部のこげやダメージ発生を減らし、熱接合品質を向上させることができる。

【0105】

さらに加工面46が位置Cになると、図16(c)に示すようにレーザパワー密度分布が台形状(TOP HAT状)になる。レーザパワー密度分布が台形状になると、加熱時の温度勾配が中心部において高くなる。しかし、レーザ光の照射時間が短時間の場合は温度勾配の差の影響を受けずに、均質な加熱ができる。
50

【0106】

本実施の形態9では、2個のLD素子（レーザダイオード）から出射される2本のレーザ光のFAST方向の広がりを抑え、その広がりを抑えた2本のレーザ光によりレーザ照射範囲を長方形状等にするための光学系が、コリメートレンズにより構成される。

【0107】

なお、コリメートレンズ43に代えてシリンドリカルレンズを用いてもよい。また、コリメートレンズ43を2個以上設けてもよい。また、LD素子の数は2個以上あってもよい。

【0108】

（実施の形態10）

本実施の形態10におけるレーザ加熱装置は、レーザ出射部がコリメートレンズや、赤外線センサ、レーザ光カットフィルタ、集光レンズを備える点が前述の実施の形態9と異なる。以下、本実施の形態10におけるレーザ加熱装置のレーザ出射部について、図面を交えて説明する。

【0109】

図17（a）は本実施の形態10におけるレーザ出射部の上面図を示す。また、図17（b）は本実施の形態10におけるレーザ出射部の前面図を示す。また、図17（c）は本実施の形態10におけるレーザ出射部の上蓋を外した状態での上面図を示す。また、図17（d）は本実施の形態10における加工面に形成されるレーザ光の形状を示す。また、図17（e）は本実施の形態10におけるレーザ出射部の透視側面図を示す。また、図17（f）は本実施の形態10における加工面に形成されるレーザ光の形状を示す。但し、図1、8～16に基づいて説明した部材と同一の部材には同一符号を付して、説明を省略する。

【0110】

図17に示すように、当該レーザ出射部1は、ホルダ47と、ホルダ47の上蓋48を備える。ホルダ47内部には、2個のLD素子40が接合されたヒートシンク45が設置される。ヒートシンク45は、レーザ光カットフィルタ6や、集光レンズ8、赤外線センサ9などを内蔵する。

【0111】

また、ホルダ47内部には、可動体50、51が設置される。図示しないが、ホルダ47内側の両側面には、上側可動体50を支持するための支持部が設けられている。

上側可動体50の下面側には、上側可動体50よりも長さや幅が小さい下側可動体51が2つのネジ49により固定される。下側可動体51は、2つのネジ49のネジ締め量で突起部52を支点にシーソー状に動く。下側可動体51には、コリメートレンズ43がLD素子40のレーザ出射端面前方に位置するように接合されている。このように、当該レーザ出射部1は、コリメートレンズ43の固定位置をLD素子40のレーザ出射端面に対し上下方向に調整可能な構成となっている。したがって、レーザ出射部1によれば、レーザ照射範囲24の位置を任意に変化させることができる。なお、突起部52は上側可動体50、下側可動体51のいずれに設けてもよい。

【0112】

また、上側可動体50の前後方向の長さはホルダ47の前後方向の長さよりも短く、上側可動体50とホルダ47の前後の端面の間には隙間がある。上側可動体50の前後の端面には、ホルダ47内側の前後の端面から突出する3つのネジ53が当接する。よって、上側可動体50は、3つのネジ53のネジ締め量でホルダ47の前後方向に動く。したがって、コリメートレンズ43の固定位置は、3つのネジ53によりホルダ47の前後方向に調整可能である。このように、当該レーザ出射部1は、コリメートレンズ43の固定位置をLD素子40のレーザ出射端面に対し前後方向に調整可能な構成となっている。なお、ネジ53の数は3つに限定されるものではない。

【0113】

したがって、当該レーザ出射部1によれば、加工面46に形成されるレーザ光の形状（

10

20

30

40

50

レーザ照射範囲)のアスペクト比を任意に変化させることができる。例えば図17(f)に示すように、レーザ照射範囲24のアスペクト比を実線で示すレーザ照射範囲24から破線で示すレーザ照射範囲24へ変化させることができる。

【0114】

さらに、当該レーザ出射部1によれば、コリメートレンズ43の出射端から加工面46までの距離を調整することができ、加工面46におけるSLOW方向のレーザパワー密度分布を台形状にすることができる。あるいは、加工面46におけるSLOW方向の温度分布を台形状にすることができる。

【0115】

また、当該レーザ出射部1は、図17に示すように、レーザ光カットフィルタ6、集光レンズ8、赤外線センサ9を備え、温度観測域から放射される赤外線を検出可能な構成となっている。また、集光レンズ8は、赤外線センサ9の受光面10までの距離が調整可能なレンズホルダに接合されている。よって、当該レーザ出射部1によれば、温度観測域のサイズを任意に変化させることができる。例えば図17(f)に示すように、温度観測域25を実線で示す温度観測域25から破線で示す温度観測域25へ変化させることができる。

10

【0116】

本実施の形態10では、LD素子から出射されるレーザ光のFAST方向の広がりを抑えるためのレンズとしてコリメートレンズ43を備える。また、コリメートレンズ43が接合され、LD素子のレーザ出射端面に対するコリメートレンズ43の位置を調整可能な調整機構として、ネジ49、可動体50、51、突起部52、ネジ53を備える。

20

【0117】

なお、コリメートレンズ43に代えてシリンドリカルレンズを用いてもよい。また、コリメートレンズ43を2個以上設けてもよい。また、LD素子の数は2個以上あってもよい。

【0118】

(実施の形態11)

nWクラスの赤外線を通常の制御回路が動作するmVクラスの信号レベルにまで増幅しようとすると、赤外線センサの出力信号レベルを増幅するためのプリアンプとしてハイゲインアンプが必要となる。しかし、ハイゲインアンプとしてどんなに高級なオペアンプを用いたり温度補償機能を備えたオペアンプを用いても、そのアンプ出力は大きくドリフト変化する。

30

【0119】

上記各実施の形態1~10では、赤外線センサの出力信号レベルやプリアンプの出力信号レベルと実測温度とのキャリブレーション値(較正值)の関係式を予め求めておくことで、温度を測定している。しかし、マスタの温度測定時と実際のレーザ加熱・加工処理時とで環境が変化することにより、前記関係式のみでは正確な温度測定を行えないおそれがある。

【0120】

また、レーザ光自身が赤外線であり、半田付け等の加工用のレーザ光のパワーはWクラスと強いので、レーザ光カットフィルタを設けていても、nWクラスの微弱な赤外線の検出が可能な赤外線センサにはレーザ光が外乱光として影響する。

40

【0121】

そこで、本実施の形態11では、レーザ照射直後からの赤外線センサの出力信号レベルの変化量を監視し、その変化量が予め設定された変化量よりも大きいかな否かを判定することで、赤外線センサの出力信号レベル(被加熱対象物の温度に相当する)が、設定温度Tsに達したかな否かを判定する。そして、赤外線センサの出力信号レベルの変化量が設定変化量に達すると、レーザ光の出射を停止させるか、あるいは所定のレーザパワーでレーザ光を断続的に出射させる。

【0122】

50

本実施の形態 11 におけるレーザ加熱装置の構成は、上記の実施の形態 4 ないし 10 と同じ構成である。ここでは、実施の形態 4 におけるレーザ加熱装置の構成を例に説明を行う（図 10 参照。）。

【0123】

図 18 (a) にレーザ光のレーザパワー P と経過時間 t のグラフを示す。また、図 18 (b) にプリアンプ 14 の出力信号レベルと経過時間 t のグラフを示す。また、図 18 (c) にレーザ照射開始時間 t_s から Δt 経過後の時間 t_0 におけるプリアンプ 14 の出力信号レベルを基準としたプリアンプ 14 の出力信号レベルの差分レベルと経過時間 t のグラフを示す。

【0124】

図 18 (b) において、実線は、温度ドリフトとレーザ光のリーク検出分を含む実際のプリアンプ 14 の出力信号レベルを示す。また、点線は、温度ドリフトとレーザ光のリーク検出分を含まない理想的なプリアンプ 14 の出力信号レベルを示す。また、図 18 (a)、(b) において、 t_1 は実際のプリアンプ 14 の出力信号レベルがレベル PDS （設定温度 T_s に相当する）に達する時間を示す。また、 t_2 は理想的なプリアンプ 14 の出力信号レベルがレベル PDS に達する時間を示す。

【0125】

図 18 (a)、(b) に示すように、レーザパワー P_s のレーザ光を時間 t_s から照射したとき、そのレーザ照射開始時間 t_s のプリアンプ 14 の出力信号レベルには、温度ドリフト分 ΔPD やレーザ光のリーク検出分 ΔPDL が含まれ、理想的なプリアンプ 14 の出力信号レベルよりも大きくなる。そのため、プリアンプ 14 の出力信号レベルがレベル PDS に達した時点（時間 t_1 ）でレーザ光の発振を停止しようとしても、その時間 t_1 は理想的なプリアンプ 14 の出力信号レベルがレベル PDS に達する時間 t_2 からずれている。

【0126】

そこで、本実施の形態 11 におけるレーザ加熱装置では、制御部 30 が、図 18 (c) に示すように、レーザ照射開始時間 t_s から Δt 経過後の時間 t_0 におけるプリアンプ 14 の出力信号レベルを基準としたプリアンプ 14 の出力信号レベルの差分レベル ΔPD が設定変化量 ΔPDS に達するとレーザ光を停止させる。なお、制御部 30 は、ボリューム 29 により発生する信号レベルを基に設定変化量 ΔPDS を設定する。

【0127】

差分レベル ΔPD は、温度ドリフトやレーザ光のリーク検出、さらにはレーザパワー P_s のレベルが異なることなどには影響されず、差分レベル ΔPD が 0 レベルから設定変化量 ΔPDS に達するまでの期間（時間 t_3 ）はある定まった時間となるので、レーザ照射を安定して停止させることができる。

【0128】

なお、レーザ照射を停止させるだけでなく、図 19 に示すように、レーザパワー P_s 以下の所定のレーザパワーにて設定変化量 ΔPDS を基準に、レーザ発振を断続的に行うようにしてもよい（チョッピング動作）。

【0129】

このように、本実施の形態 11 におけるレーザ加熱装置は、レーザ光のリーク検出や、赤外線センサないしプリアンプの温度ドリフトをキャンセルして、安定に再現性良く動作することができる。

【0130】

また、PIN フォトダイオードはダイナミックレンジが大きく取れるため、レーザ光による大きな外乱光があってもプリアンプの出力信号レベルの変化量を監視することで、温度ドリフト等の誤差を含まない赤外線検出信号（プリアンプの出力信号）を得ることができる。よって、当該レーザ加熱装置は、被加熱対象物の温度を安定に制御することができる。

【産業上の利用可能性】

【0131】

本発明に係るレーザー加熱装置は、加工点にある半田や樹脂などの溶融時の温度変化やコゲが発生する兆候となる異常発熱を検出して、周辺部がコゲない半田付けや樹脂がコゲない樹脂接合などが可能となり、例えば半導体レーザーから出射されるレーザー光により、半田付けや、樹脂接合、樹脂マーキング、溶接などのレーザー加熱・加工処理を行うのに有用である。

【図面の簡単な説明】

【0132】

【図1】本発明の実施の形態1におけるレーザー加熱装置の構成を示す図である。

【図2】本発明の実施の形態1におけるInGaAsPINフォトダイオードの分光感度特性を示す図である。 10

【図3】光学部品材料の赤外線吸収特性を示す図である。

【図4】黒体から放射する赤外線の分光放射輝度特性を示す図である。

【図5】本発明の実施の形態1におけるInGaAsPINフォトダイオードが検出する実用放射輝度を示す図（加工点の温度が227°Cの場合）である。

【図6】本発明の実施の形態1におけるInGaAsPINフォトダイオードが検出する実用放射輝度を示す図（加工点の温度が127°Cの場合）である。

【図7】本発明の実施の形態1におけるInGaAsPINフォトダイオードが検出する実用放射輝度を示す図（加工点の温度が327°Cの場合）である。

【図8】本発明の実施の形態2におけるレーザー加熱装置の構成を示す図である。 20

【図9】本発明の実施の形態3におけるレーザー加熱装置の構成を示す図である。

【図10】本発明の実施の形態4におけるレーザー加熱装置の構成を示す図である。

【図11】本発明の実施の形態5におけるレーザー加熱装置の構成を示す図である。

【図12】本発明の実施の形態6におけるレーザー加熱装置の構成を示す図である。

【図13】本発明の実施の形態7におけるレーザー加熱装置の構成を示す図である。

【図14】本発明の実施の形態8におけるレーザー加熱装置の構成を示す図である。

【図15】本発明の実施の形態9におけるレーザー加熱装置の構成を示す図である。

【図16】本発明の実施の形態9におけるレーザー加熱装置が加工面に形成するレーザー光の形状（レーザー照射範囲）を説明するための図である。

【図17】本発明の実施の形態10におけるレーザー加熱装置が備えるレーザー出射部の一具 30
体例を示す構成図である。

【図18】本発明の実施の形態11におけるレーザー加熱装置のレーザーパワー制御を説明するための図である。

【図19】本発明の実施の形態11におけるレーザー加熱装置のレーザーパワー制御を説明するための図である。

【符号の説明】

【0133】

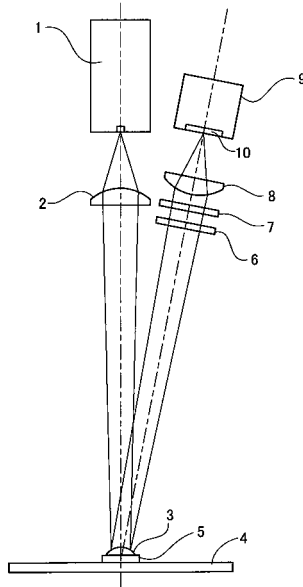
- 1 レーザ出射部
- 2 集光レンズ
- 3 半田
- 4 プリント基板
- 5 ランド
- 6 レーザ光カットフィルタ
- 7 可視光カットフィルタ
- 8 集光レンズ
- 9 赤外線センサ
- 10 受光面
- 11 光ファイバ
- 12 コリメートレンズ
- 13 ハーフミラー

40

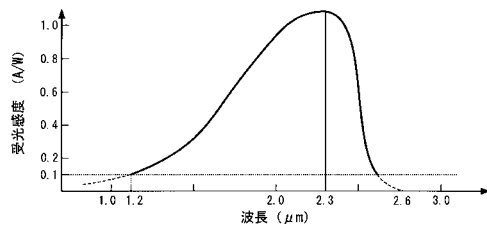
50

1 4	プリアンプ	
1 5	メータ	
1 6	ホットミラー	
1 7	レーザ光カットフィルタ	
1 8	カメラ	
1 9	アパーチャ	
2 0	光路軸	
2 1	加工点検出視野	
2 2	シリンドリカルレンズ	
2 3	F P I C	10
2 4	レーザ照射範囲	
2 5	温度観測域	
2 6	折り返しミラー	
2 7	レーザ制御装置	
2 8	温度レベル変換回路	
2 9	ボリューム	
3 0	制御部	
3 1	コア部	
3 2	クラッド部	
3 3	折り返しミラー	20
3 4	L D 素子	
3 5	集光レンズ	
3 6	折り返しミラー	
3 7	スキャンミラー	
3 8	回転軸	
3 9	スキャンミラー	
4 0	L D 素子	
4 1	シリンドリカルレンズ	
4 2	レーザ光	
4 3	コリメートレンズ	30
4 4	レーザ光	
4 5	ヒートシンク	
4 6	加工面	
4 7	ホルダ	
4 8	上蓋	
4 9	ネジ	
5 0	上側可動体	
5 1	下側可動体	
5 2	突起部	

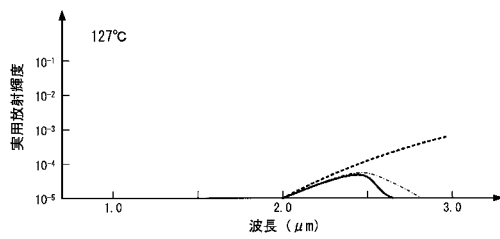
【図 1】



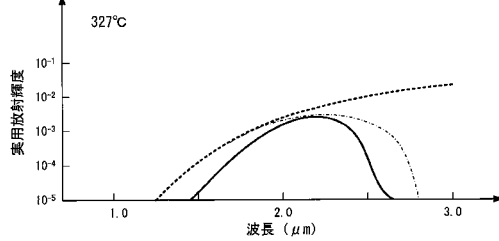
【図 2】



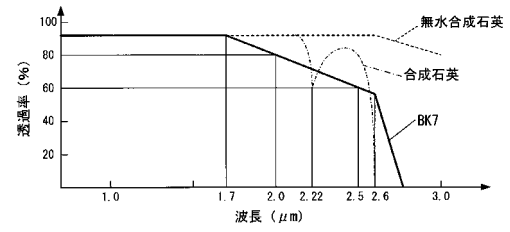
【図 6】



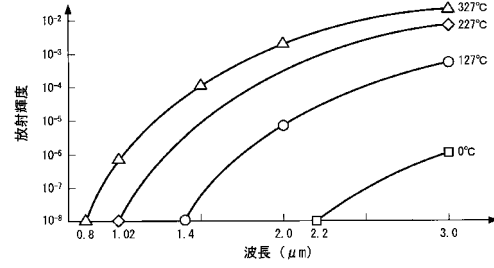
【図 7】



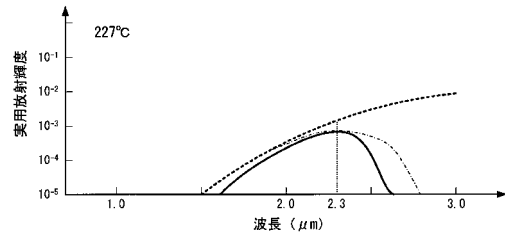
【図 3】



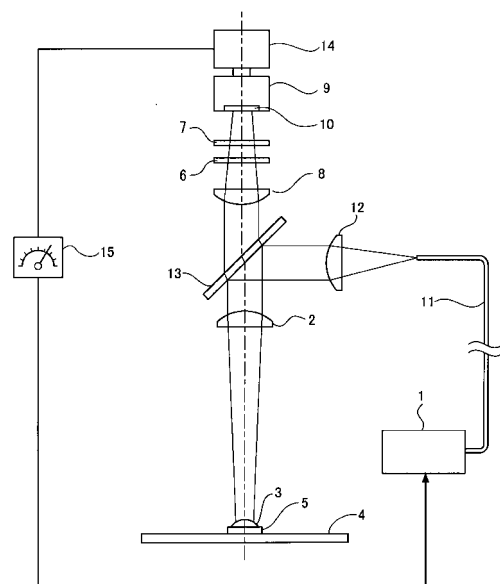
【図 4】



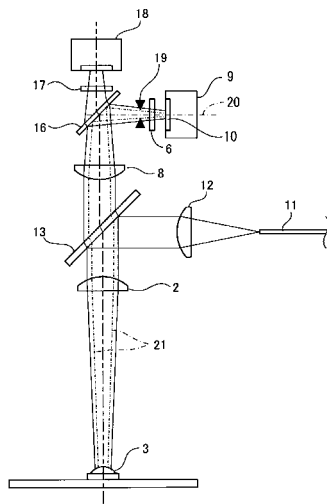
【図 5】



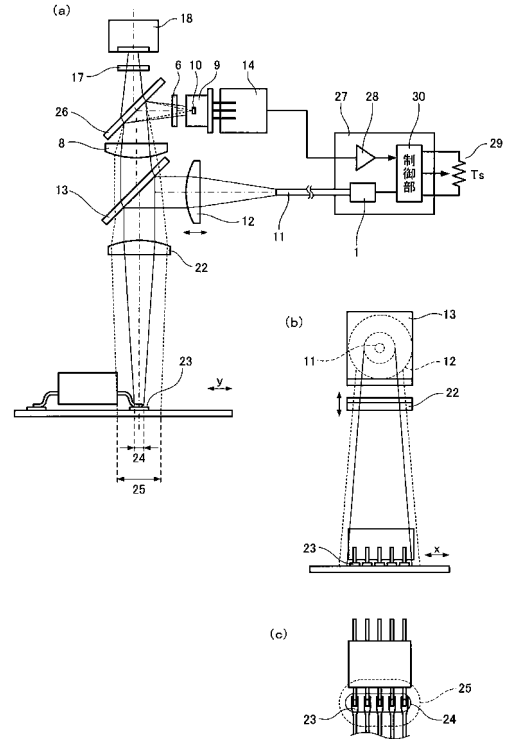
【図 8】



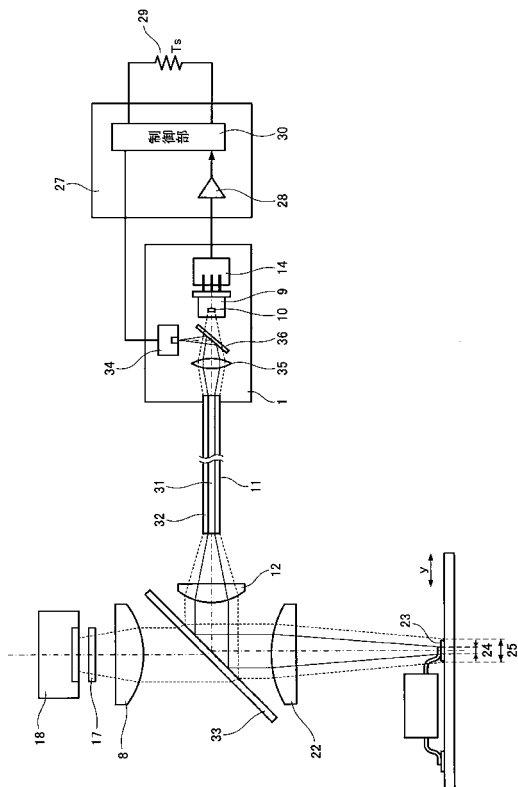
【図 9】



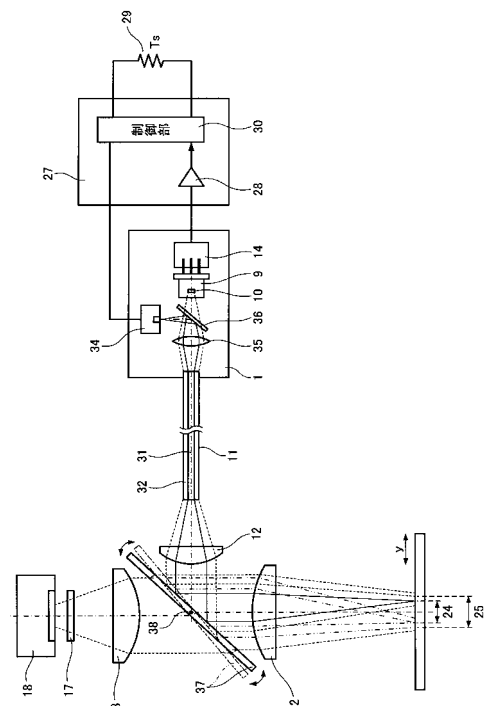
【図 10】



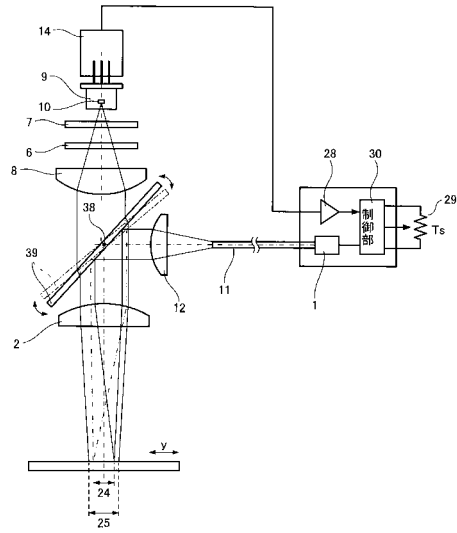
【図 11】



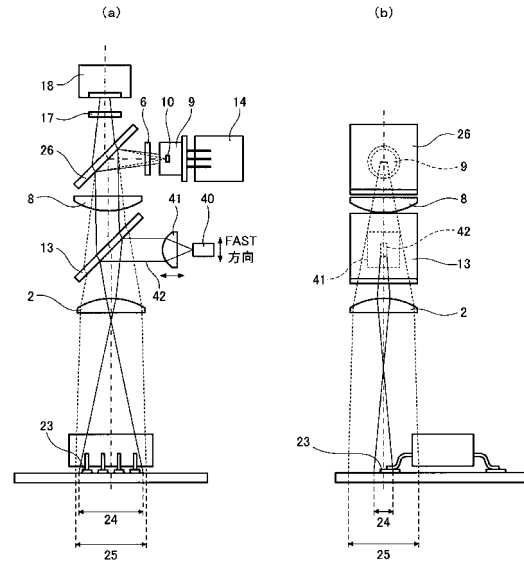
【図 12】



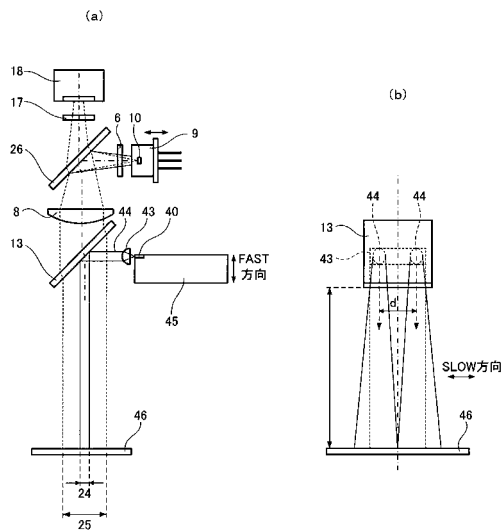
【図 13】



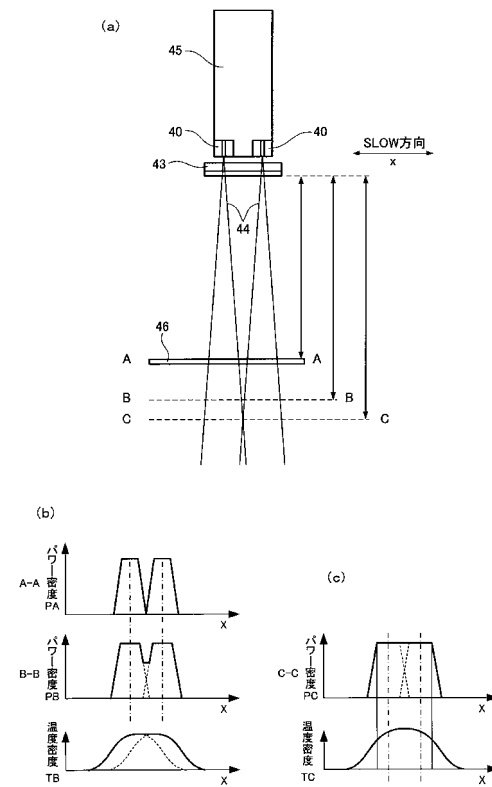
【図 14】



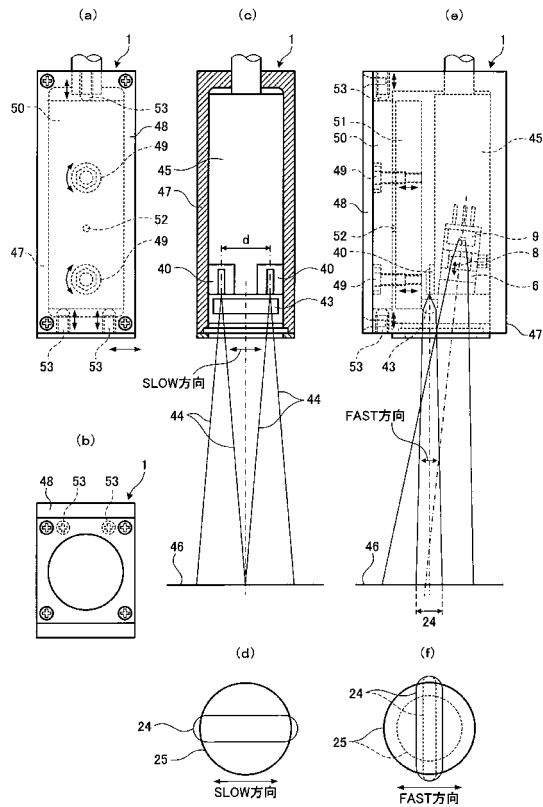
【図 15】



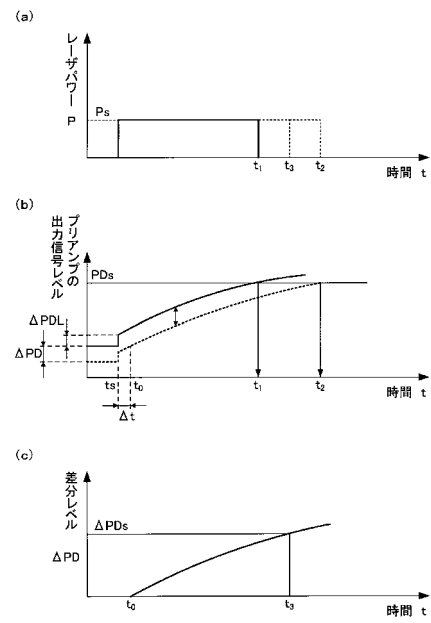
【図 16】



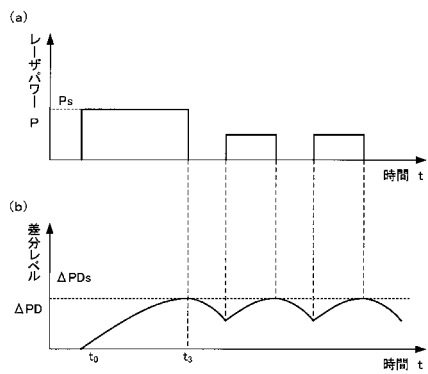
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

審査官 ▲高▼場 正光

(56)参考文献 国際公開第03/064140 (WO, A2)

特開平01-273685 (JP, A)

特開昭61-217728 (JP, A)

特開2003-245789 (JP, A)

特開2004-322106 (JP, A)

特開2004-090030 (JP, A)

特開2003-103382 (JP, A)

特開平08-039273 (JP, A)

A.Koubenakis, 他, “Time-Resolved Surface Temperature Measurement of MALDI Matrices under Pulsed UV Laser Irradiation”, The Journal of Physical Chemistry A, 2004年 3月 9日, Vol.108, No.13, pp.2405-2410

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01J 5/00- 5/62

B23K26/00-26/42

H01S 5/00