

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4348021号
(P4348021)

(45) 発行日 平成21年10月21日(2009.10.21)

(24) 登録日 平成21年7月24日(2009.7.24)

(51) Int.Cl. F I
H05K 3/00 (2006.01) H O 5 K 3/00 V
 H O 5 K 3/00 N

請求項の数 8 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2001-49163 (P2001-49163)
 (22) 出願日 平成13年2月23日(2001.2.23)
 (65) 公開番号 特開2002-252442 (P2002-252442A)
 (43) 公開日 平成14年9月6日(2002.9.6)
 審査請求日 平成18年8月28日(2006.8.28)

(73) 特許権者 000005832
 パナソニック電工株式会社
 大阪府門真市大字門真1048番地
 (73) 特許権者 594170657
 官本 勇
 兵庫県西宮市甲子園4番町1番12号
 (74) 代理人 100087767
 弁理士 西川 恵清
 (74) 代理人 100085604
 弁理士 森 厚夫
 (72) 発明者 田中 健一郎
 大阪府門真市大字門真1048番地松下電
 工株式会社内
 (72) 発明者 官本 勇
 兵庫県西宮市甲子園四番町1番12号
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プリント配線板のレーザー加工性評価方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

下層導体層上の絶縁層をレーザーにより除去して下層導体層上面を露出させる工程でのプリント配線板のレーザー加工性評価方法であって、下層導体層上面に電磁波を放射する処理層を形成し、レーザーによる絶縁層の除去によって処理層が露出した時に該処理層が放射する電磁波を検出して、絶縁層を除去するのに要したレーザーのショット数から絶縁層の厚みを算出し、判定基準値と比較することにより絶縁層の厚み分布を判定することを特徴とするプリント配線板のレーザー加工性評価方法。

【請求項2】

下層導体層上の絶縁層をレーザーにより除去して下層導体層上面を露出させる工程でのプリント配線板のレーザー加工性評価方法であって、下層導体層上面に電磁波を放射する処理層を形成し、レーザーによる絶縁層の除去によって処理層が露出した時に該処理層から放射される電磁波を検出して、該電磁波の強度から絶縁層を除去して形成される穴の穴底面積を算出し、判定基準値と比較することにより絶縁層に形成される穴の穴底面積の分布を判定することを特徴とするプリント配線板のレーザー加工性評価方法。

【請求項3】

下層導体層上の絶縁層をレーザーにより除去して下層導体層上面を露出させる工程でのプリント配線板のレーザー加工性評価方法であって、絶縁層がガラス等の繊維を含んだ合成樹脂で成形され、レーザーによる絶縁層の除去時に上記繊維から放射される電磁波を検出して、該電磁波の強度から絶縁層に含まれる繊維の含有量を算出し、判定基準値と比較すること

10

20

により絶縁層に含まれる繊維の絶縁層内粗密分布を判定することを特徴とするプリント配線板のレーザ加工性評価方法。

【請求項 4】

下層導体層上の絶縁層をレーザにより除去して下層導体層上面を露出させる工程でのプリント配線板のレーザ加工性評価方法であって、レーザによる絶縁層の除去時に絶縁層から放射される電磁波を検出して、該電磁波の強度から絶縁層内の不純物の有無等を判定基準値を用いて判定することを特徴とするプリント配線板のレーザ加工性評価方法。

【請求項 5】

下層導体層上の絶縁層をレーザにより除去して下層導体層上面を露出させる工程でのプリント配線板のレーザ加工性評価方法であって、絶縁層がガラス等の繊維を含んだ合成樹脂で成形され、レーザによる絶縁層の除去時に各加工穴に対して上記繊維から放射される電磁波の経時変化を検出して、各穴における該電磁波の経時変化から算出される絶縁層に含まれる繊維の絶縁層の厚み方向の粗密分布を判定基準値と比較することにより判定することを特徴とするプリント配線板のレーザ加工性評価方法。

10

【請求項 6】

判定基準値に一つの値を用いることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載のプリント配線板のレーザ加工性評価方法。

【請求項 7】

判定基準値に二つの値を用いることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載のプリント配線板のレーザ加工性評価方法。

20

【請求項 8】

レーザ発振器から発振されるレーザは透過して且つプリント配線板から放射される電磁波は反射するダイクロイックミラーを上記レーザの光路上同軸に配置し、該ダイクロイックミラーで反射した電磁波を検出することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載のプリント配線板のレーザ加工性評価方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、単層又は多層の配線を有する配線板の加工性評価方法に関し、更に詳しくは、下層導体層上の絶縁層をレーザにより除去して下層導体層上面を露出させる工程でのプリント配線板のレーザ加工性評価方法に関するものである。

30

【0002】

【従来の技術】

従来より、主に合成樹脂等によって形成される絶縁層と、この絶縁層の表面に積層接着される金属箔等からなる導体層とで主体が構成されるプリント配線板がある。このプリント配線板は、絶縁層の下面側に積層接着される導体層は下層導体層として、上面側に積層接着される導体層は上層導体層として、それぞれ配線パターンを有して電気的な回路を形成するものであるが、上層導体層は特に必要ではなく、下層導体層のみが絶縁層に積層接着されたものであってもよい。

【0003】

このようなプリント配線板には、絶縁層を形成する合成樹脂等を除去して絶縁層を貫通する穴を穿設するものである。この穴は、例えば、上層導体層と下層導体層とを有するプリント配線板である場合には、上層導体層上面側と絶縁層下面側とを貫通する穴を穿設すると共にこの穴の内面にめっきを施して、該めっきを介して上層導体層と下層導体層とを導通させたりする所謂 V I A ホールを形成するための穴であってもよく、プリント配線板の種類や穴の用途等は特に限定されないものである。

40

【0004】

以上のように、プリント配線板には絶縁層を貫通する穴を穿設するのであるが、この時、絶縁層に穿設しようとする穴は、絶縁層の下面側の下層導体層自体まで穿設されることがないようにするもの、すなわち、上記穴の底が下層導体層上面となるように穿設するもの

50

であり、このような加工をし易いレーザ加工によってプリント配線板の絶縁層に穴を穿設することがよく行われている。

【 0 0 0 5 】

しかしながら、レーザ加工によってプリント配線板の絶縁層を除去して穴を穿設する際、プリント配線板の製造ロット毎に絶縁層の厚みにばらつきがあったり、あるいは、同一のプリント配線板であっても下層導体層が形成する回路の配線パターンによって絶縁層の厚みに部位によるばらつきがあったりした場合、穿設しようとする全ての穴に同一の加工条件でレーザ加工を行っている場合は、除去される絶縁層の厚みがほぼ一定かあるいはそれ以下となつて、下層導体層上の絶縁層が全て除去されずに残ってしまい、穴底が下層導体層上面にまで到達しない穴が生じたりするという問題があるものであつて、これに対しては、

10

【 0 0 0 6 】

また、レーザ加工によってプリント配線板の絶縁層を除去して穴を穿設した際、穿設した穴の穴底面積が所定の面積を有するものでない場合、プリント配線板が所定の性能を有さない恐れがあるという問題があるものであつて、これに対しては、絶縁層に穿設した穴の穴底面積を計測し、これを予め定めてある判定基準値と比較して良否判定等の評価を行うことが望まれるものであつた。

【 0 0 0 7 】

また、レーザ加工によってプリント配線板の絶縁層を除去して穴を穿設する際、絶縁層がガラス等の繊維を含浸した合成樹脂で形成されていて、前記繊維が絶縁層の面内において均一に分布されていない場合、穿設しようとする全ての穴に同一の加工条件でレーザ加工を行っている場合は、穴を穿設しようとする絶縁層の部位の繊維の粗密状態によって絶縁層を均一に除去することができず、絶縁層に穿設する全ての穴の形状を同一にすることができなかつたり、下層導体層上の絶縁層が全て除去されずに残って穴底が下層導体層上面にまで到達しない穴が生じたりするという問題があるものであつて、これに対しては、繊維の絶縁層の面内における粗密分布を求め、これを予め定めてある判定基準値と比較して良否判定等の評価を行うことが望まれるものであつた。

20

【 0 0 0 8 】

また、レーザ加工によってプリント配線板の絶縁層を除去して穴を穿設する際、絶縁層に例えば銅粉末やガラス繊維といった不純物が含まれている場合、穿設しようとする全ての穴に同一の加工条件でレーザ加工を行っている場合は、穴を穿設しようとする絶縁層の部位に混入した不純物の有無及びその混入量によって除去される絶縁層の厚みにばらつきが生じて、下層導体層上の絶縁層が全て除去されずに残って穴底が下層導体層上面にまで到達しない穴が生じたりするという問題があるものであつて、これに対しては、絶縁層に混入した不純物の有無を検知し、これを予め定めてある判定基準値と比較して良否判定等の評価を行うことが望まれるものであつた。

30

【 0 0 0 9 】

また、レーザ加工によってプリント配線板の絶縁層を除去して穴を穿設する際、絶縁層がガラス等の繊維を含浸した合成樹脂で形成されていて、前記繊維が絶縁層の厚み方向において均一に分布されていない場合、穿設しようとする全ての穴に同一の加工条件でレーザ加工を行っている場合は、穴を穿設しようとする絶縁層を厚み方向に亘って均一に除去することができず、絶縁層に穿設する全ての穴の形状を同一にすることができなかつたり、下層導体層上の絶縁層が全て除去されずに残って穴底が下層導体層上面にまで到達しない穴が生じたりするという問題があるものであつて、これに対しては、繊維の絶縁層の厚み方向における粗密分布を求め、これを予め定めてある判定基準値と比較して良否判定等の評価を行うことが望まれるものであつた。

40

【 0 0 1 0 】

そこで上記問題を解決すべく、プリント配線板にレーザ加工を行う前後において、プリント配線板を抜き取って該プリント配線板を切断・断面研磨し、光学顕微鏡やSEM等によ

50

る断面観察をすることで、絶縁層の厚み等を計測して評価を行ったりしていた。

【0011】

しかし、このような断面研磨による従来のレーザ加工性評価方法では、上述した計測等による評価をプリント配線板の多くの部位においてできないと共に評価にかかる時間が長く、プリント配線板を破壊する必要があるため、プリント配線板の全体を精度良く評価することが困難なものであったため、評価に時間がかからないと共に、プリント配線板の多くの部位において上述したような計測をして分布を求めることができ、プリント配線板を全体にわたって精度良く評価することができる評価方法が望まれるものであった。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、評価にかかる時間を短くすることができると共に、非破壊でプリント配線板の多くの部位において絶縁層の厚み等の分布を求めることができ、これらを実行することが可能となるプリント配線板のレーザ加工性評価方法を提供することを課題とするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために本発明に係るプリント配線板のレーザ加工性評価方法は、下層導体層1上の絶縁層2をレーザLにより除去して下層導体層1上面を露出させる工程でのプリント配線板のレーザ加工性評価方法であって、下層導体層1上面に電磁波rを放射する処理層4を形成し、レーザLによる絶縁層2の除去によって処理層4が露出した時に該処理層4が放射する電磁波rを検出して、絶縁層2を除去するのに要したレーザLのショット数から絶縁層2の厚みtを算出し、判定基準値と比較することにより絶縁層2の厚みt分布を判定することを特徴とするものである。このような構成とすることで、レーザ加工において、絶縁層2を除去するレーザLとは異なる加工対象物(すなわち処理層4)から放射される電磁波rのみを検知することで、プリント配線板3の絶縁層2の厚みt分布を求めてその良否判定等の評価を精度良く行うことができるようになると共に、受光器96にレーザL発振と同等又はより速い応答性を有するものを用いればレーザ加工を行いながらのインライン検査ができるようになって、評価をリアルタイムで行うことや評価で否と判定された場合に即座に再度レーザ加工を行うことが可能となり、また、受光器96が検知する電磁波rは、対象物(すなわち処理層4)が一旦貯えたエネルギーを電磁波rとして等方的に放射するものであるため、該電磁波rを検知する受光器96の受光方向に制約を受け難いと共に、対象物の表面粗度による影響も受けないものである。

【0014】

また、下層導体層1上の絶縁層2をレーザLにより除去して下層導体層1上面を露出させる工程でのプリント配線板のレーザ加工性評価方法であって、下層導体層1上面に電磁波rを放射する処理層4を形成し、レーザLによる絶縁層2の除去によって処理層4が露出した時に該処理層4から放射される電磁波rを検出して、該電磁波rの強度から絶縁層2を除去して形成される穴6の穴底面積Sを算出し、判定基準値と比較することにより絶縁層2に形成される穴6の穴底面積Sの分布を判定することを特徴とするものである。このような構成とすることで、レーザ加工において、絶縁層2を除去するレーザLとは異なる加工対象物(すなわち処理層4)から放射される電磁波rのみを検知することで、プリント配線板3の絶縁層2に形成される穴6の穴底面積Sの分布を求めてその良否判定等の評価を精度良く行うことができるようになると共に、受光器96にレーザL発振と同等又はより速い応答性を有するものを用いればレーザ加工を行いながらのインライン検査ができて評価をリアルタイムで行うことが可能となるものである。

【0015】

また、下層導体層1上の絶縁層2をレーザLにより除去して下層導体層1上面を露出させる工程でのプリント配線板のレーザ加工性評価方法であって、絶縁層2がガラス等の繊維7を含んだ合成樹脂で成形され、レーザLによる絶縁層2の除去時に上記繊維7から放射される電磁波rを検出して、該電磁波rの強度から絶縁層2に含まれる繊維7の含有量を

10

20

30

40

50

算出し、判定基準値と比較することにより絶縁層 2 に含まれる繊維 7 の絶縁層 2 内粗密分布を判定することを特徴とするものである。このような構成とすることで、レーザ加工において、絶縁層 2 を除去するレーザ L とは異なる加工対象物（すなわち繊維 7）から放射される電磁波 r を検知することで、プリント配線板 3 の絶縁層 2 に含まれる繊維 7 の絶縁層 2 面内における粗密分布を求めてその良否判定等の評価を精度良く行うことができるようになると共に、受光器 9 6 にレーザ L 発振と同等又はより速い応答性を有するものを用いればレーザ加工を行いながらのインライン検査ができて評価をリアルタイムで行うことが可能となるものである。

【 0 0 1 6 】

また、下層導体層 1 上の絶縁層 2 をレーザ L により除去して下層導体層 1 上面を露出させる工程でのプリント配線板のレーザ加工性評価方法であって、レーザ L による絶縁層 2 の除去時に絶縁層 2 から放射される電磁波 r を検出して、該電磁波 r の強度から絶縁層 2 内の不純物 8 の有無等を判定基準値を用いて判定することを特徴とするものである。このような構成とすることで、レーザ加工において、絶縁層 2 を除去するレーザ L とは異なる加工対象物（すなわち不純物 8）から放射される電磁波 r を検知することで、プリント配線板 3 の絶縁層 2 に混入している不純物 8 の有無及びその混入量を求めてその良否判定等の評価を精度良く行うことができるようになると共に、受光器 9 6 にレーザ L 発振と同等又はより速い応答性を有するものを用いればレーザ加工を行いながらのインライン検査ができて評価をリアルタイムで行うことが可能となるものである。

【 0 0 1 7 】

また、下層導体層 1 上の絶縁層 2 をレーザ L により除去して下層導体層 1 上面を露出させる工程でのプリント配線板のレーザ加工性評価方法であって、絶縁層 2 がガラス等の繊維 7 を含んだ合成樹脂で成形され、レーザ L による絶縁層 2 の除去時に上記繊維 7 から放射される電磁波 r の各加工穴における経時変化を検出して、該電磁波 r の経時変化から算出される絶縁層 2 に含まれる繊維 7 の絶縁層 2 の厚み t 方向の粗密分布を判定基準値と比較することにより判定することを特徴とするものである。このような構成とすることで、レーザ加工において、絶縁層 2 を除去するレーザ L とは異なる加工対象物（すなわち繊維 7）から放射される電磁波 r を検知することで、プリント配線板 3 の絶縁層 2 に含まれる繊維 7 の絶縁層 2 の厚み t 方向の粗密分布を求めてその良否判定等の評価を精度良く行うことができるようになると共に、受光器 9 6 にレーザ L 発振と同等又はより速い応答性を有するものを用いればレーザ加工を行いながらのインライン検査ができて評価をリアルタイムで行うことが可能となるものである。

【 0 0 1 8 】

また、判定基準値に一つの値を用いることが好ましい。このような構成とすることで、レーザ加工を行いながらのインライン検査によって評価をリアルタイムで行うにあたり、判定時間が短くて単純なアルゴリズムでの良否判定等の評価が可能となるものである。

【 0 0 1 9 】

また、判定基準値に二つの値を用いることが好ましい。このような構成とすることで、レーザ加工を行いながらのインライン検査によって評価をリアルタイムで行うにあたり、精度が良く、判定時間が短くて単純なアルゴリズムでの良否判定等の評価が可能となるものである。

【 0 0 2 0 】

また、レーザ発振器 9 4 から発振されるレーザ L は透過して且つプリント配線板 3 から放射される電磁波 r は反射するダイクロイックミラー 9 7 を上記レーザ L の光路上同軸に配置し、該ダイクロイックミラー 9 7 で反射した電磁波 r を検出することが好ましい。このような構成とすることで、プリント配線板 3 の絶縁層 2 を除去するレーザ L と同軸で加工対象物から放射される電磁波 r を検出することができて、ガルバノミラー 9 3 光学系を用いたレーザ加工装置でも、電磁波 r を効率良く検出することが可能となる。

【 0 0 2 1 】

【発明の実施の形態】

10

20

30

40

50

以下、本発明に係るプリント配線板 3 のレーザ加工性評価方法を添付図面に基づいて説明する。

[第 1 の実施形態]

まず、プリント配線板 3 について説明する。プリント配線板 3 は、合成樹脂によって形成される絶縁層 2 と、この絶縁層 2 下面に積層接着される銅箔からなる下層導体層 1 と、絶縁層 2 上面に積層接着される同じく銅箔からなる上層導体層 5 とで主体が構成される。上層導体層 5 と下層導体層 1 は、それぞれ配線パターンを有して電氣的な回路を形成するものであるが、上層導体層 5 は特に必要とするものではなく、下層導体層 1 のみが絶縁層 2 に積層接着されたものであってもよく、更に、これら導体層は銅以外からなるものであってもよい。このようにして主体が構成されるプリント配線板 3 は、一般的には、主に合成樹脂等からなる基板（特に図示せず）の上面に下層導体層 1 の下面側を積層接着するものであるが、特にこのように限定されないものである。そして、本実施形態においては、後述するが、下層導体層 1 上面に電磁波 r を放射する処理層 4 が形成してある。

【 0 0 2 2 】

次に、プリント配線板 3 の絶縁層 2 を除去するためのレーザ加工に用いるレーザ加工装置について説明する。図 2 に示すように、絶縁層 2 を除去するプリント配線板 3 を X - Y テーブル 9 1 上に載置する。X - Y テーブル 9 1 は、載置面 9 1 a となる上面が水平となるように配置されて、水平面内の直交する二方向（図中の X 方向及び Y 方向）にそれぞれ移動自在となっており、載置面 9 1 a にプリント配線板 3 を加工面 3 a を上向きにした状態で載置する。X - Y テーブル 9 1 の載置面 9 1 a の上方には f - レンズ 9 2 が配置されると共に、更にその上方にガルバノミラー 9 3 が配置され、ガルバノミラー 9 3 の側方にはレーザ発振器 9 4 が設置される。レーザ発振器 9 4 は、プリント配線板 3 の絶縁層 2 を除去するレーザ L を発振して、側方に配置されたガルバノミラー 9 3 に向けてレーザ L を照射するものである。そして、レーザ発振器 9 4 よりレーザ L が照射されるガルバノミラー 9 3 は、レーザ L を反射して X - Y テーブル 9 1 上の目標に照射するもので、鉛直軸回りに回動自在な縦ガルバノミラー 9 3 a と、水平軸回りに回動自在な横ガルバノミラー 9 3 b とからなる。横ガルバノミラー 9 3 b は f - レンズ 9 2 を介して X - Y テーブル 9 1 の載置面 9 1 a の上方に配置されると共に、縦ガルバノミラー 9 3 a は横ガルバノミラー 9 3 b の側方に配置されるもので、レーザ発振器 9 4 から発振されるレーザ L はまず、縦ガルバノミラー 9 3 a に向けて発振され、縦ガルバノミラー 9 3 a で反射して横ガルバノミラー 9 3 b に向けて進行方向を変え、横ガルバノミラー 9 3 b で再び反射して f - レンズ 9 2 を介して X - Y テーブル 9 1 の載置面 9 1 a 上の目標に照射されるのであるが、縦ガルバノミラー 9 3 a と横ガルバノミラー 9 3 b はそれぞれ独立に回動自在としてあると共に、X - Y テーブル 9 1 が水平面内の直交する二方向に移動自在としてあるため、レーザ L を X - Y テーブル 9 1 の載置面 9 1 a 上のほぼ任意の位置に照射可能となっている。このようにすることで、照射するレーザ L を X - Y テーブル 9 1 の載置面 9 1 a 上に任意にスキャンすることができて、レーザ加工の工程を高速化することができるのである。また、レーザ発振器 9 4 から縦ガルバノミラー 9 3 a に向けて発振されるレーザ L の光路の途中にはマスク 9 5 が配置されており、マスク 9 5 のレーザ L の透過部形状と同形状の像を X - Y テーブル 9 1 の載置面 9 1 a 上の目標に投影して像転写することが可能となっている。そして更に、後述するが、上記レーザ L の波長とは異なる波長の電磁波 r を検出する受光器 9 6 が設けてあり、レーザ加工中に加工対象であるプリント配線板 3 より放射される電磁波 r が検出可能となっている。

【 0 0 2 3 】

上述したようなレーザ加工装置を用いて、プリント配線板 3 の絶縁層 2 を除去して穴 6 を形成するレーザ加工について説明する。なお、該レーザ加工の工程にて形成される穴 6 は、プリント配線板 3 の上面側からプリント配線板 3 の絶縁層 2 下面側まで貫通させて、穴底 6 1 が下層導体層 1 上面となるようにしたものであって、上層導体層 5 と下層導体層 1 とを導通させる所謂 V I A ホールを形成させるためのものであったり、他の用途のためのものであってもよい。

【0024】

まず、レーザLで絶縁層2を除去するに先だって、除去しようとする絶縁層2の上層の導体層5を除去しておく。銅等の金属箔からなる上層導体層5の除去は、通常はレーザ加工ではなく、エッチング液によるエッチング加工等によるものである。これは、レーザLは金属表面で大部分が反射してしまうため、除去されるのに必要なエネルギーを金属が吸収し難いためである。

【0025】

上層導体層5を除去して形成された開口51には絶縁層2上面が露出しており、この絶縁層2にレーザLを照射して除去する。絶縁層2は合成樹脂で形成されるものであるため、金属からなる導体層とは異なり、除去されるのに必要なエネルギーをレーザLから充分吸収することができて、効率良く除去される。このようにして、レーザ加工でプリント配線板3の絶縁層2を除去して穴6を形成するのであるが、この時、プリント配線板3の絶縁層2の厚みtにばらつきがあった場合、穿設しようとする全ての穴6に同一の加工条件でレーザ加工を行っている場合は、除去される絶縁層2の厚みtがほぼ一定(あるいはそれ以下)となつて、下層導体層1上の絶縁層2が全て除去されずに残って穴底61が下層導体層1上面にまで到達しない穴6が生じたり、あるいは、下層導体層1上の絶縁層2が全て除去されたとしても絶縁層2の厚みtが薄くなった場合では、過度のレーザエネルギーが照射され、加工穴6形状を均一に保てなくなるため、レーザ加工を行う際に、一穴6ごとに絶縁層2を全て除去したか否かを把握することが好ましく、本実施形態においては上述したように、プリント配線板3の下層導体層1上面に電磁波rを放射する処理層4を形成すると共に、レーザ加工中にプリント配線板3より放射される電磁波rが検出可能な受光器96を設けてある。

【0026】

処理層4は、下層導体層1表面(すなわち上面)に酸化処理を施して形成する。本実施形態においては下層導体層1は銅で形成されており、NaOH溶液に下層導体層1を浸漬すると下層導体層1の表面が酸化されてCuOが形成され、このCuO層が処理層4となる。処理層4は、プリント配線板3の絶縁層2を除去するためのレーザLを吸収して貯えたエネルギーにより、処理層4にて化学変化を生じ、前記レーザLとは波長の異なる電磁波rとして放射するものである。従って、レーザ加工で絶縁層2に穴6を形成する際、下層導体層1上の絶縁層2が全て除去されずに残っていれば処理層4からの電磁波rが検出されることがなく、下層導体層1上の絶縁層2が全て除去されて下層導体層1上面に形成された処理層4が露出すれば、レーザLを吸収した処理層4から放射される電磁波rが検出されて、下層導体層1上面が露出したことを検知することができるものである。この時、レーザLとしてCO₂レーザLを用いると、CuOからなる処理層4はCO₂レーザLのエネルギーの吸収率が高いためエネルギーを吸収して放射される電磁波rの強度は大きいものであり、そのうえ更に、絶縁層2を形成する合成樹脂にエポキシ系樹脂を用いると、レーザ加工中にエポキシ系樹脂から放射される電磁波rの強度は非常に小さいものであるため、下層導体層1上の絶縁層2が全て除去されてレーザLを吸収した処理層4から放射される電磁波rを精度良く検出することができるものである。また、下層導体層1上面に形成する処理層4は、硫化着色処理によって形成するものであってもよい。

【0027】

そして更に、上記レーザ加工におけるレーザLは、所定のエネルギーを最小単位(以下、ショットという)としてレーザ発振器94から発振されるものである。このようにすることで、下層導体層1上の絶縁層2を全て除去するのに要したショット数を算出し、該ショット数より除去した絶縁層2の厚みtに換算することで、プリント配線板3の絶縁層2の厚みt分布を求めることができ、該絶縁層2の厚みt分布を予め定めてある判定基準値と比較することで、プリント配線板3の良否判定が可能となる。この時、一ショット当たりのレーザLのエネルギーが低いほど、一ショットのレーザLで除去される絶縁層2の厚みt(すなわち刻み幅)は薄くなるため、計測する絶縁層2の厚みtの分解能を高めることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

以上のような構成によれば、レーザ加工において、絶縁層 2 を除去するレーザ L とは異なる加工対象物（すなわちプリント配線板 3 の絶縁層 2 に形成された穴底 6 1 となる処理層 4 ）から放射される電磁波 r のみを検知することで、プリント配線板 3 の絶縁層 2 の厚み t 分布を求めてその良否判定等の評価を精度良く行うことができるようになると共に、受光器 9 6 にレーザ L 発振と同等又はより速い応答性を有するものを用いればレーザ加工を行いながらのインライン検査ができるようになって、評価をリアルタイムで行うことや評価で否と判定された場合に即座に再度レーザ加工を行うことが可能となるものである。また、受光器 9 6 が検知する電磁波 r は、対象物（すなわち処理層 4 ）が一旦貯えたエネルギーを電磁波 r として等方的に放射するものであるため、該電磁波 r を検知する受光器 9 6 の受光方向に制約を受け難いと共に、対象物の表面粗度による影響も受けないものである。

10

【 0 0 2 9 】

なお、プリント配線板 3 より放射される電磁波 r を計測する受光器 9 6 としては、例えば、計測すべき電磁波 r の波長が紫外線よりも長く可視光よりも短い場合にはマイクロチャンネルプレートフォトマルチプレーヤー等が挙げられ、波長が 1 9 0 n m 乃至 1 1 0 0 n m の場合には S i フォトダイオードが、波長が 7 0 0 n m 乃至 2 6 0 0 n m の場合には I n G a A s フォトダイオードが、波長が赤外線波長の領域の場合には P b S e 光導電素子や I n A s 光起電力素子，I n S b 光起電力素子，M C T 光導電素子等が挙げられる。

〔 第 2 の実施形態 〕

次に、第 2 の実施形態を図 3 に基づいて説明する。本実施形態は上述した第 1 の実施形態と基本的に同じであるため、主に異なる部分について説明する。

20

【 0 0 3 0 】

上記第 1 の実施形態においては、プリント配線板 3 の下層導体層 1 上面に形成された処理層 4 から放射された電磁波 r を検出して、レーザ L で除去した絶縁層 2 の厚み t （分布）を求めるものであったのに対し、本実施形態においては、プリント配線板 3 の下層導体層 1 上面に形成された処理層 4 から放射された電磁波 r の強度を計測して、レーザ L で除去した絶縁層 2 に形成される穴 6 の穴底面積 S を算出するもので、これより複数の穴底面積 S からプリント配線板 3 の穴底面積 S の分布を求めて判定基準値と比較，判定するものである。

30

【 0 0 3 1 】

下層導体層 1 上面に形成された処理層 4 がレーザ加工におけるレーザ L を吸収してから放射する電磁波 r の強度は、露出している処理層 4 の面積、すなわち、絶縁層 2 に形成された穴底面積 S に応じた強度となるため、その電磁波 r の強度より穴底面積 S を算出することができて、穴底面積 S の分布を求めて判定基準値と比較，判定することができる。

【 0 0 3 2 】

以上のような構成によれば、レーザ加工において、絶縁層 2 を除去するレーザ L とは異なる加工対象物（すなわちプリント配線板 3 の絶縁層 2 に形成された穴底 6 1 となる処理層 4 ）から放射される電磁波 r のみを検知することで、プリント配線板 3 の絶縁層 2 に形成される穴 6 の穴底面積 S の分布を求めてその良否判定等の評価を精度良く行うことができるようになると共に、受光器 9 6 にレーザ L 発振と同等又はより速い応答性を有するものを用いればレーザ加工を行いながらのインライン検査ができて評価をリアルタイムで行うことが可能となるものである。

40

〔 第 3 の実施形態 〕

次に、第 3 の実施形態を図 4 に基づいて説明する。本実施形態も上述した第 1 の実施形態と同じ部分については省略し、主に異なる部分について説明する。

【 0 0 3 3 】

本実施形態はまず、レーザ加工の対象となるプリント配線板 3 が第 1 の実施形態と異なるものであり、更に、第 1 の実施形態はプリント配線板 3 の下層導体層 1 上面に形成された処理層 4 から放射された電磁波 r を検出して、レーザ L で除去した絶縁層 2 の厚み t （分

50

布)を求めるものであったのに対し、本実施形態は、レーザ加工中に絶縁層2に含まれる繊維7が放射する電磁波rの強度を計測して、該繊維7の絶縁層2内粗密分布を求めて判定基準値と比較、判定するものである。

【0034】

本実施形態においてレーザ加工の対象としているプリント配線板3は、主に合成樹脂によって形成される絶縁層2と、この絶縁層2下面に積層接着される銅箔からなる下層導体層1と、絶縁層2上面に積層接着される同じく銅箔からなる上層導体層5とで主体が構成される。上層導体層5と下層導体層1は、それぞれ配線パターンを有して電気的な回路を形成するものであるが、特に上層導体層5は必要としないものであり、下層導体層1のみが絶縁層2に積層接着されたものであってもよく、更に、これら導体層は銅以外の金属からなるものであってもよい。このようにして主体が構成されるプリント配線板3は、一般的には、主に合成樹脂等からなる基板の上面に下層導体層1の下面側を積層接着するものであるが、特にこのように限定されないものである。そして更に、絶縁層2を形成する合成樹脂には、ガラスクロスやアラミドといった繊維7が含まれるものである。

10

【0035】

このようなプリント配線板3の絶縁層2を除去するには、第1又は第2の実施形態におけるのと同様にレーザ加工装置を用いてプリント配線板3の絶縁層2を除去するのであるが、この時、絶縁層2に含まれる上記繊維7から放射される電磁波rの強度を検知すれば、絶縁層2に含まれる繊維7の絶縁層2面内における粗密分布が求まるものであり、以下に更に詳しく述べる。

20

【0036】

レーザ加工においてレーザLが絶縁層2に照射され、絶縁層2に含まれる上記繊維7にレーザLが照射されて除去される際にレーザLと異なる波長を有する電磁波rが放射されるが、この繊維7から放射される電磁波rは、絶縁層2を形成する合成樹脂から放射される電磁波rよりも強度が非常に大きく、この時に受光器96が検知する電磁波rの強度はほぼ繊維7から放射される電磁波rの強度にのみ依存し、繊維7から放射される電磁波rの強度は繊維7の粗密に依存する。そこで、レーザ加工によって穴6を形成する際、各ショット毎に受光器96が検知した繊維7から放射される電磁波rの強度を積算して、一穴6を形成する際に繊維7から放射された電磁波rの強度の総和を求めると、絶縁層2の穴6の部位における繊維7の粗密が分かる。そして更に、穴6を形成するのに要するレーザLのショット数が全ての穴6で同じ場合、全ての穴6について、各ショット毎に受光器96が検知した繊維7から放射される電磁波rの強度の総和を求めれば、絶縁層2に含まれる繊維7の絶縁層2面内における粗密分布を求めることが可能となる。

30

【0037】

以上のような構成によれば、レーザ加工において、絶縁層2を除去するレーザLとは異なる加工対象物(すなわちプリント配線板3の絶縁層2に含まれる繊維7)から放射される電磁波rを検知することで、プリント配線板3の絶縁層2に含まれる繊維7の絶縁層2面内における粗密分布を求めてその良否判定等の評価を精度良く行うことができるようになると共に、受光器96にレーザL発振と同等又はより速い応答性を有するものを用いればレーザ加工を行いながらのインライン検査ができて評価をリアルタイムで行うことが可能となるものである。

40

[第4の実施形態]

次に、第4の実施形態を図5に基づいて説明する。本実施形態は上述した第3の実施形態と基本的に同じであるため、主に異なる部分について説明する。

【0038】

上記第3の実施形態においては、レーザ加工中に絶縁層2に含まれる繊維7が放射する電磁波rの強度を計測して、該繊維7の絶縁層2内粗密分布を求めて判定基準値と比較、判定するものであるのに対し、本実施形態においては、レーザ加工中に繊維7を含まない絶縁層2内に混入している不純物8が放射する電磁波rの強度を計測して、絶縁層2内の不純物8の有無及びその混入量を判定基準値と比較、判定するものである。

50

【 0 0 3 9 】

本実施形態においてレーザ加工の対象としているプリント配線板 3 は、主に合成樹脂によって形成される絶縁層 2 と、この絶縁層 2 下面に積層接着される銅箔からなる下層導体層 1 と、絶縁層 2 上面に積層接着される同じく銅箔からなる上層導体層 5 とで主体が構成される。上層導体層 5 と下層導体層 1 は、それぞれ配線パターンを有して電気的な回路を形成するものであるが、特に上層導体層 5 は必要としないものであり、下層導体層 1 のみが絶縁層 2 に積層接着されたものであってもよく、更に、これら導体層は銅以外の金属からなるものであってもよい。このようにして主体が構成されるプリント配線板 3 は、一般的には、主に合成樹脂等からなる基板の上面に下層導体層 1 の下面側を積層接着するものであるが、特にこのように限定されないものである。そして更に、絶縁層 2 を形成する合成樹脂には、銅粉末やガラス繊維 7 といった不純物 8 が混入している恐れのあるものである。

10

【 0 0 4 0 】

このようなプリント配線板 3 の絶縁層 2 を除去するには、第 1 乃至第 3 の実施形態におけるのと同様にレーザ加工装置を用いてプリント配線板 3 の絶縁層 2 を除去するのであるが、この時、絶縁層 2 に混入している上記不純物 8 から放射される電磁波 r の強度を検知すれば、絶縁層 2 に混入している不純物 8 の有無及びその混入量が分かるものであり、以下に更に詳しく述べる。

【 0 0 4 1 】

レーザ加工においてレーザ L が絶縁層 2 に照射された際、絶縁層 2 に混入している上記不純物 8 にレーザ L が照射されると不純物 8 も合成樹脂と同様に除去されて、この時レーザ L と異なる波長を有する電磁波 r が放射される。この不純物 8 から放射される電磁波 r の強度は非常に大きく、この時に受光器 9 6 が検知する電磁波 r の強度はほぼ不純物 8 から放射される電磁波 r の強度にのみ依存する。そこで、レーザ加工によって穴 6 を形成する際、各ショット毎に受光器 9 6 が検知した不純物 8 から放射される電磁波 r の強度を積算して、一穴 6 を形成する際に不純物 8 から放射された電磁波 r の強度の総和を求めると、絶縁層 2 の穴 6 の部位における不純物 8 の有無及びその混入量が分かるものである。

20

【 0 0 4 2 】

以上のような構成によれば、レーザ加工において、絶縁層 2 を除去するレーザ L とは異なる加工対象物（すなわちプリント配線板 3 の絶縁層 2 に混入している不純物 8）から放射される電磁波 r を検知することで、プリント配線板 3 の絶縁層 2 に混入している不純物 8 の有無及びその混入量を求めてその良否判定等の評価を精度良く行うことができるようになると共に、受光器 9 6 にレーザ L 発振と同等又はより速い応答性を有するものを用いればレーザ加工を行いながらのインライン検査ができて評価をリアルタイムで行うことが可能となるものである。

30

〔 第 5 の実施形態 〕

次に、第 5 の実施形態を図 5 及び図 6 に基づいて説明する。本実施形態は上述した第 3 の実施形態と基本的に同じであるため、主に異なる部分について説明する。

【 0 0 4 3 】

上記第 3 の実施形態においては、レーザ加工中に絶縁層 2 に含まれる繊維 7 が放射する電磁波 r の強度を計測して、該繊維 7 の絶縁層 2 内粗密分布を求めて判定基準値と比較、判定するものであるのに対し、本実施形態においては、レーザ加工中に絶縁層 2 に含まれる繊維 7 が放射する電磁波 r の強度を計測して、該繊維 7 の絶縁層 2 の厚み t 方向の粗密分布を求めて判定基準値と比較、判定するものである。

40

【 0 0 4 4 】

本実施形態においてレーザ加工の対象としているプリント配線板 3 は、第 3 の実施形態におけるのと同じで、絶縁層 2 を形成する合成樹脂に、ガラスクロスやアラミドといった繊維 7 が含まれるものである。

【 0 0 4 5 】

このようなプリント配線板 3 の絶縁層 2 を除去するには、第 1 乃至第 4 の実施形態におけ

50

るのと同様にレーザー加工装置を用いてプリント配線板 3 の絶縁層 2 を除去するのであるが、この時、絶縁層 2 に含まれる上記繊維 7 から放射される電磁波 r の強度を検知すれば、絶縁層 2 に含まれる繊維 7 の絶縁層 2 の厚み t 方向における粗密分布が求まるものであり、以下に更に詳しく述べる。

【 0 0 4 6 】

レーザー加工においてレーザー L が絶縁層 2 に照射され、絶縁層 2 に含まれる上記繊維 7 にレーザー L が照射されて除去される際にレーザー L と異なる波長を有する電磁波 r が放射されるが、この繊維 7 から放射される電磁波 r は、絶縁層 2 を形成する合成樹脂から放射される電磁波 r よりも強度が非常に大きく、この時に受光器 9 6 が検知する電磁波 r の強度はほぼ繊維 7 から放射される電磁波 r の強度にのみ依存し、繊維 7 から放射される電磁波 r の強度は繊維 7 の粗密に依存する。そこで、レーザー加工によって穴 6 を形成する際、各ショット毎に受光器 9 6 が検知した繊維 7 から放射された電磁波 r の強度を検知し、この電磁波 r の強度の各加工穴 6 において経時変化を求めること、すなわち、各ショット毎に受光器 9 6 が検知した繊維 7 から放射された電磁波 r の強度を時系列に並べることで、絶縁層 2 の穴 6 の部位における繊維 7 の絶縁層 2 の厚み t 方向の粗密分布が分かるものである。例えば、7 ショットのレーザー加工において、各ショットでの電磁波 r 強度を図 7 に示すように並べると、穴 6 の部位における繊維 7 の絶縁層 2 の厚み t 方向の粗密分布が求まる。なお、一ショット当たりのレーザー L のエネルギーが低いほど、一ショットのレーザー L で除去される絶縁層 2 の厚み t (すなわち刻み幅) は薄くなるため、繊維 7 の絶縁層 2 の厚み t 方向の粗密分布の分解能を高めることができる。

【 0 0 4 7 】

以上のような構成によれば、レーザー加工において、絶縁層 2 を除去するレーザー L とは異なる加工対象物(すなわちプリント配線板 3 の絶縁層 2 に含まれる繊維 7)から放射される電磁波 r を検知することで、プリント配線板 3 の絶縁層 2 に含まれる繊維 7 の絶縁層 2 の厚み t 方向の粗密分布を求めてその良否判定等の評価を精度良く行うことができるようになると共に、受光器 9 6 にレーザー L 発振と同等又はより速い応答性を有するものを用いればレーザー加工を行いながらのインライン検査ができて評価をリアルタイムで行うことが可能となるものである。

[第 6 の実施形態]

次に、第 6 の実施形態を図 8 乃至図 10 に基づいて説明する。本実施形態は上述した第 1 乃至第 5 の実施形態において、検出された電磁波 r の強度等を比較、判定するための判定基準値として一つの値を用いるものである。

【 0 0 4 8 】

例としてまず、第 1 の実施形態において判定基準値として一つの値を用いる場合について説明する。第 1 の実施形態は、下層導体層 1 上の絶縁層 2 を全て除去するのに要したショット数を算出して該ショット数より除去した絶縁層 2 の厚み t を求め、これよりプリント配線板 3 の絶縁層 2 の厚み t 分布を求めて、該絶縁層 2 の厚み t 分布を予め定めてある判定基準値と比較し、良否判定を行うものである。この時、例えば図 8 に示すように、判定基準値としてショット数の上限値を設け、レーザー加工による穴 6 の形成時に該上限値を上回るショット数を算出した場合、この穴 6 の部位における絶縁層 2 の厚み t が厚いため、良好な穴 6 の形成ができない(すなわち否である)、というように判定するものである。

【 0 0 4 9 】

次に、第 3 の実施形態において判定基準値として一つの値を用いる場合について説明する。第 3 の実施形態は、全ての穴 6 について各ショット毎に受光器 9 6 が検知した繊維 7 から放射される電磁波 r の強度の総和を求め、絶縁層 2 に含まれる繊維 7 の絶縁層 2 面内における粗密分布を求めるものである。この時、例えば判定基準値として電磁波 r の強度の総和の下限値を設け、レーザー加工による穴 6 の形成時に該下限値を下回る電磁波 r の強度の総和を算出した場合、この穴 6 の部位における絶縁層 2 に含まれる繊維 7 が粗であるため、全ての穴 6 に一定条件でレーザー加工を行うとすると、この穴 6 の形成においては、除去に大きなエネルギーを要する繊維 7 が少ないために絶縁層 2 を除去するためのレーザー L

のエネルギーが過剰となり、良好な穴 6 の形成ができない(すなわち否である)、というように判定するものである。

【 0 0 5 0 】

次に、第 5 の実施形態において判定基準値として一つの値を用いる場合について説明する。第 5 の実施形態は、一つの穴 6 について繊維 7 から放射された電磁波 r の強度の経時変化を求めて、絶縁層 2 に含まれる繊維 7 の絶縁層 2 の厚み t 方向の粗密分布を求めるものである。この時、例えば図 10 に示すように、絶縁層 2 に含まれる繊維 7 の絶縁層 2 の厚み t 方向の粗密分布を上半部 t_1 と下半部 t_2 とに分けて、図 9 に示すように判定基準値として、(上半部 t_1 の総和) / (下半部 t_2 の総和) の値の上限値を設け、レーザ加工による穴 6 の形成時に、絶縁層 2 に含まれる繊維 7 の絶縁層 2 の厚み t 方向の粗密分布の(上半部 t_1 の総和) / (下半部 t_2 の総和) が該上限値を越える場合、この穴 6 の部位における絶縁層 2 に含まれる繊維 7 は上半部 t_1 の方が下半部 t_2 よりも密であり、下半部 t_2 がオーバーエッチングされるのでめっきの付き廻りが低減して良好な穴 6 の形成ができない(すなわち否である)、というように判定するものである。

10

【 0 0 5 1 】

以上のような構成によれば、レーザ加工を行いながらのインライン検査によって評価をリアルタイムで行うにあたり、判定時間が短くて単純なアルゴリズムでの良否判定等の評価が可能となるものである。

[第 7 の実施形態]

次に、第 7 の実施形態を図 11 及び図 12 に基づいて説明する。本実施形態は上述した第 1 乃至第 5 の実施形態において、検出された電磁波 r の強度等を比較、判定するための判定基準値として二つの値を用いるものである。

20

【 0 0 5 2 】

例としてまず、第 1 の実施形態において判定基準値として二つの値を用いる場合について説明する。第 1 の実施形態は、下層導体層 1 上の絶縁層 2 を全て除去するのに要したショット数を算出して該ショット数より除去した絶縁層 2 の厚み t を求め、これよりプリント配線板 3 の絶縁層 2 の厚み t 分布を求めて、該絶縁層 2 の厚み t 分布を予め定めてある判定基準値と比較し、良否判定を行うものである。この時、例えば図 11 に示すように、判定基準値としてショット数の上限値と下限値とを設ける。そして、レーザ加工による穴 6 の形成時に該上限値を上回るショット数を算出した場合、この穴 6 の部位における絶縁層 2 の厚み t が厚いため、良好な穴 6 の形成ができず(すなわち否であり)、また、該下限値を下回るショット数を算出した場合、この穴 6 の部位における絶縁層 2 の厚み t が薄いため、良好な穴 6 の形成ができない(すなわち否である)、というように判定するものである。

30

【 0 0 5 3 】

次に、第 3 の実施形態において判定基準値として二つの値を用いる場合について説明する。第 3 の実施形態は、全ての穴 6 について各ショット毎に受光器 96 が検知した繊維 7 から放射される電磁波 r の強度の総和を求め、絶縁層 2 に含まれる繊維 7 の絶縁層 2 面内における粗密分布を求めるものである。この時、例えば判定基準値として電磁波 r の強度の総和の上限値と下限値とを設ける。そして、レーザ加工による穴 6 の形成時に該下限値を下回る電磁波 r の強度の総和を算出した場合、この穴 6 の部位における絶縁層 2 に含まれる繊維 7 が粗であるため、全ての穴 6 に一定条件でレーザ加工を行うとすると、この穴 6 の形成においては、除去に大きなエネルギーを要する繊維 7 が少ないために絶縁層 2 を除去するためのレーザ L のエネルギーが必要以上に大きくなり、良好な穴 6 の形成ができず(すなわち否であり)、また、該上限値を上回る電磁波 r の強度の総和を算出した場合、この穴 6 の部位における絶縁層 2 に含まれる繊維 7 が密であるため、除去に大きなエネルギーを要する繊維 7 が多いために絶縁層 2 を除去するためのレーザ L のエネルギーが不足して、良好な穴 6 の形成ができない(すなわち否である)、というように判定するものである。

40

【 0 0 5 4 】

50

次に、第5の実施形態において判定基準値として二つの値を用いる場合について説明する。第5の実施形態は、一つの穴6について繊維7から放射された電磁波rの強度の経時変化を求めて、絶縁層2に含まれる繊維7の絶縁層2の厚みt方向の粗密分布を求めるものである。この時、例えば、絶縁層2に含まれる繊維7の絶縁層2の厚みt方向の粗密分布を上半部 t_1 と下半部 t_2 に分けて、図12に示すように判定基準値として、(上半部 t_1 の総和)/(下半部 t_2 の総和)の値の上限値と下限値とを設ける。そして、レーザ加工による穴6の形成時に、絶縁層2に含まれる繊維7の絶縁層2の厚みt方向の粗密分布の(上半部 t_1 の総和)/(下半部 t_2 の総和)が該上限値を越える場合、この穴6の部位における絶縁層2に含まれる繊維7は上半部 t_1 の方が下半部 t_2 よりも密であり、偏りがあるために良好な穴6の形成ができず(すなわち否であり)、絶縁層2に含まれる繊維7の絶縁層2の厚みt方向の粗密分布の(上半部 t_1 の総和)/(下半部 t_2 の総和)が該下限値を下回る場合、この穴6の部位における絶縁層2に含まれる繊維7は上半部 t_1 の方が下半部 t_2 よりも粗であり、偏りがあるために良好な穴6の形成ができない(すなわち否である)、というように判定するものである。

10

【0055】

以上のような構成によれば、レーザ加工を行いながらのインライン検査によって評価をリアルタイムで行うにあたり、精度が良く、判定時間が短くて単純なアルゴリズムでの良否判定等の評価が可能となるものである。

[第8の実施形態]

次に、第8の実施形態を図13及び図14に基づいて説明する。本実施形態は上述した第1乃至第7の実施形態のレーザ加工装置において、レーザ発振器94から発振されるレーザLは透過させて且つ絶縁層2から放射される電磁波rは反射するダイクロイックミラー97を上記レーザLの光路上に配置したものである。

20

【0056】

レーザ加工時に加工対象物、すなわち、絶縁層2に形成される穴6の穴底61に露出する処理層4や穴6の内側壁に位置する繊維7等、から放射される電磁波rは、穴6の上方に受光器96を配置して検知するのが最も効率がよいが、受光器96を穴6の上方(すなわちX-Yテーブル91の載置面91aの上方)に設置することは、レーザLの光路上に設置することになるため、好ましくない。そこで、レーザ加工時に加工対象物から放射される電磁波rを効率良く検出する方法として、本実施形態では、プリント配線板3の絶縁層2を除去するレーザLの光路上同軸に、電磁波rは反射するがレーザLは透過させるダイクロイックミラー97を設置するものである。

30

【0057】

図13に示すように、レーザLの光路上にダイクロイックミラー97を45°傾けて設置すると共に、ダイクロイックミラー97の側方に受光器96を設置する。このようにすることで、受光器96をX-Yテーブル91の載置面91aの上方に設置することなく、且つ、レーザLの光路にほとんど影響を及ぼすことなく、レーザ加工時に加工対象物から放射される電磁波rを受光器96にて効率良く検出することが可能となり、第1乃至第7の実施形態におけるようにガルバノミラー93を用いたレーザ加工装置でレーザ加工をする場合でも、レーザ加工の速度を低減させることなく、絶縁層2に穿設する一穴6毎の検査が可能となる。

40

【0058】

また、加工対象物から放射される電磁波rを反射させるためダイクロイックミラー97一枚を45°傾けてレーザLの光路上同軸に設置した場合、ダイクロイックミラー97を透過する際の屈折によってレーザLの光路が若干ずれるが、図13に示すように、電磁波rを反射させるためダイクロイックミラー97aとは別の同厚みのダイクロイックミラー97b一枚を逆向きに45°傾けてレーザL光路上に設置すると、ダイクロイックミラー97bを透過する際の屈折によってレーザLの光路が逆にずれ、レーザLの光路のずれが元に戻るものである。

【0059】

50

以上のような構成によれば、プリント配線板 3 の絶縁層 2 を除去するレーザーと同軸で加工対象物から放射される電磁波 r を検出することができて、ガルバノミラー光学系を用いたレーザー加工装置でも、電磁波 r を効率良く検出することが可能となる。

【 0 0 6 0 】

【発明の効果】

上記のように本発明の請求項 1 記載の発明にあつては、下層導体層上の絶縁層をレーザーにより除去して下層導体層上面を露出させる工程でのプリント配線板のレーザー加工性評価方法であつて、下層導体層上面に電磁波を放射する処理層を形成し、レーザーによる絶縁層の除去によって処理層が露出した時に該処理層が放射する電磁波を検出して、絶縁層を除去するのに要したレーザーのショット数から絶縁層の厚みを算出し、判定基準値と比較することにより絶縁層の厚み分布を判定したので、レーザー加工において、絶縁層を除去するレーザーとは異なる加工対象物（すなわち処理層）から放射される電磁波のみを検知することで、プリント配線板の絶縁層の厚み分布を求めてその良否判定等の評価を精度良く行うことができるようになると共に、受光器にレーザー発振と同等又はより速い応答性を有するものを用いればレーザー加工を行いながらのインライン検査ができるようになって、評価をリアルタイムで行うことや評価で否と判定された場合に即座に再度レーザー加工を行うことが可能となり、また、受光器が検知する電磁波は、反射された電磁波ではなく対象物（すなわち処理層）が一旦貯えたエネルギーを電磁波として等方的に放射するものであるため、該電磁波を検知する受光器の受光方向に制約を受け難いと共に、対象物の表面粗度による影響も受けないものである。

10

20

【 0 0 6 1 】

また請求項 2 記載の発明にあつては、下層導体層上の絶縁層をレーザーにより除去して下層導体層上面を露出させる工程でのプリント配線板のレーザー加工性評価方法であつて、下層導体層上面に電磁波を放射する処理層を形成し、レーザーによる絶縁層の除去によって処理層が露出した時に該処理層から放射される電磁波を検出して、該電磁波の強度から絶縁層を除去して形成される穴の穴底面積を算出し、判定基準値と比較することにより絶縁層に形成される穴の穴底面積の分布を判定したので、レーザー加工において、絶縁層を除去するレーザーとは異なる加工対象物（すなわち処理層）から放射される電磁波のみを検知することで、プリント配線板の絶縁層に形成される穴の穴底面積の分布を求めてその良否判定等の評価を精度良く行うことができるようになると共に、受光器にレーザー発振と同等又はより速い応答性を有するものを用いればレーザー加工を行いながらのインライン検査ができて評価をリアルタイムで行うことが可能となるものである。

30

【 0 0 6 2 】

また請求項 3 記載の発明にあつては、下層導体層上の絶縁層をレーザーにより除去して下層導体層上面を露出させる工程でのプリント配線板のレーザー加工性評価方法であつて、絶縁層がガラス等の繊維を含んだ合成樹脂で成形され、レーザーによる絶縁層の除去時に上記繊維から放射される電磁波を検出して、該電磁波の強度から絶縁層に含まれる繊維の含有量を算出し、判定基準値と比較することにより絶縁層に含まれる繊維の絶縁層内粗密分布を判定したので、レーザー加工において、絶縁層を除去するレーザーとは異なる加工対象物（すなわち繊維）から放射される電磁波を検知することで、プリント配線板の絶縁層に含まれる繊維の絶縁層面内における粗密分布を求めてその良否判定等の評価を精度良く行うことができるようになると共に、受光器にレーザー発振と同等又はより速い応答性を有するものを用いればレーザー加工を行いながらのインライン検査ができて評価をリアルタイムで行うことが可能となるものである。

40

【 0 0 6 3 】

また請求項 4 記載の発明にあつては、下層導体層上の絶縁層をレーザーにより除去して下層導体層上面を露出させる工程でのプリント配線板のレーザー加工性評価方法であつて、レーザーによる絶縁層の除去時に絶縁層から放射される電磁波を検出して、該電磁波の強度から絶縁層内の不純物の有無等を判定基準値を用いて判定したので、レーザー加工において、絶縁層を除去するレーザーとは異なる加工対象物（すなわち不純物）から放射される電磁波を

50

検知することで、プリント配線板の絶縁層に混入している不純物の有無及びその混入量を求めてその良否判定等の評価を精度良く行うことができるようになると共に、受光器にレーザー発振と同等又はより速い応答性を有するものを用いればレーザー加工を行いながらのインライン検査ができて評価をリアルタイムで行うことが可能となるものである。

【0064】

また請求項5記載の発明にあっては、下層導体層上の絶縁層をレーザーにより除去して下層導体層上面を露出させる工程でのプリント配線板のレーザー加工性評価方法であって、絶縁層がガラス等の繊維を含んだ合成樹脂で成形され、レーザーによる絶縁層の除去時に上記繊維から放射される電磁波の経時変化を検出して、該電磁波の経時変化から算出される絶縁層に含まれる繊維の絶縁層の厚み方向の粗密分布を判定基準値と比較することにより判定したので、レーザー加工において、絶縁層を除去するレーザーとは異なる加工対象物（すなわち繊維）から放射される電磁波を検知することで、プリント配線板の絶縁層に含まれる繊維の絶縁層の厚み方向の粗密分布を求めてその良否判定等の評価を精度良く行うことができるようになると共に、受光器にレーザー発振と同等又はより速い応答性を有するものを用いればレーザー加工を行いながらのインライン検査ができて評価をリアルタイムで行うことが可能となるものである。

10

【0065】

また請求項6記載の発明にあっては、上記請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の発明の効果に加えて判定基準値に一つの値を用いたので、レーザー加工を行いながらのインライン検査によって評価をリアルタイムで行うにあたり、判定時間が短くて単純なアルゴリズムでの良否判定等の評価が可能となるものである。

20

【0066】

また請求項7記載の発明にあっては、上記請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の発明の効果に加えて判定基準値に二つの値を用いたので、レーザー加工を行いながらのインライン検査によって評価をリアルタイムで行うにあたり、精度が良く、判定時間が短くて単純なアルゴリズムでの良否判定等の評価が可能となるものである。

【0067】

また請求項8記載の発明にあっては、上記請求項1乃至請求項7のいずれかに記載の発明の効果に加えてレーザー発振器から発振されるレーザーは透過して且つプリント配線板から放射される電磁波は反射するダイクロイックミラーを上記レーザーの光路上同軸に配置し、該ダイクロイックミラーで反射した電磁波を検出したので、プリント配線板の絶縁層を除去するレーザーと同軸で加工対象物から放射される電磁波を検出することができて、ガルバノミラー光学系を用いたレーザー加工装置でも、電磁波を効率良く検出することが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態のレーザー加工における断面図である。

【図2】本発明のレーザー加工において使用するレーザー加工装置の概略斜視図である。

【図3】本発明の第2の実施形態のレーザー加工における断面図である。

【図4】本発明の第3の実施形態のレーザー加工における断面図である。

【図5】本発明の第4の実施形態のレーザー加工における断面図である。

40

【図6】本発明の第5の実施形態のレーザー加工における断面図である。

【図7】同上の実施形態の絶縁層に含まれる繊維の絶縁層の厚み方向の粗密分布図である。

【図8】本発明の第6の実施形態において、絶縁層の厚み分布を判定する判定基準値として一つの値を用いる場合の説明図である。

【図9】同上の実施形態において、絶縁層に含まれる繊維の絶縁層の厚み方向の粗密分布を判定する判定基準値として一つの値を用いる場合の説明図である。

【図10】同上の実施形態におけるプリント配線板の断面図である。

【図11】本発明の第7の実施形態において、絶縁層の厚み分布を判定する判定基準値として二つの値を用いる場合の説明図である。

50

【図 1 2】同上の実施形態において、絶縁層に含まれる繊維の絶縁層の厚み方向の粗密分布を判定する判定基準値として二つの値を用いる場合の説明図である。

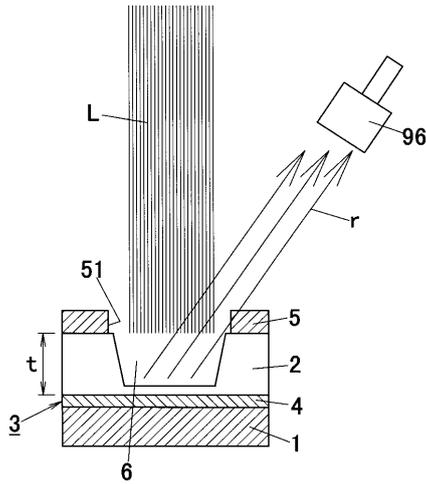
【図 1 3】本発明の第 8 の実施形態のレーザ加工における断面図である。

【図 1 4】同上の実施形態の他例のレーザ加工における断面図である。

【符号の説明】

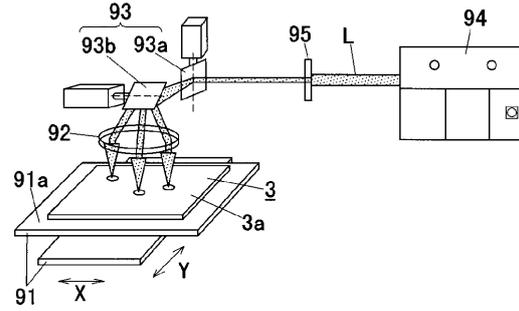
- 1 下層導体層
- 2 絶縁層
- 3 プリント配線板
- 3 a 加工面
- 4 処理層 10
- 5 上層導体層
- 5 1 開口
- 6 穴
- 7 繊維
- 8 不純物
- 9 1 X - Y テーブル
- 9 1 a 載置面
- 9 2 f - レンズ
- 9 3 ガルバノミラー
- 9 3 a 縦ガルバノミラー 20
- 9 3 b 横ガルバノミラー
- 9 4 レーザ発振器
- 9 5 マスク
- 9 6 受光器
- 9 7 ダイクロイックミラー
- L レーザ
- S 穴底面積
- r 電磁波
- t 絶縁層の厚み

【図1】

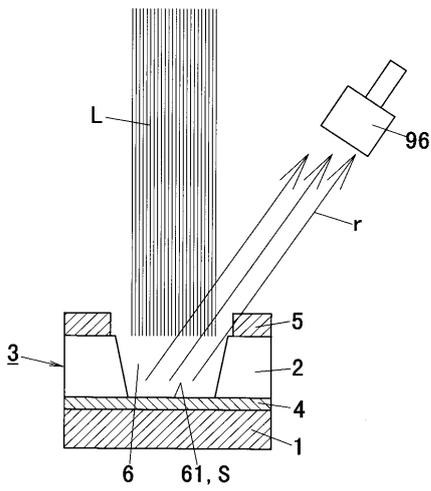


- 1 下層導体層
- 2 絶縁層
- 3 プリント配線板
- 4 処理層
- L レーザ
- r 電磁波

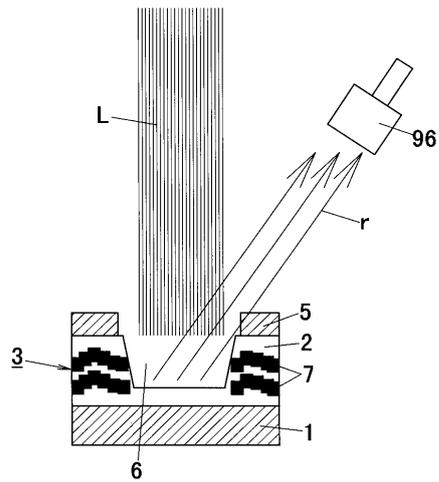
【図2】



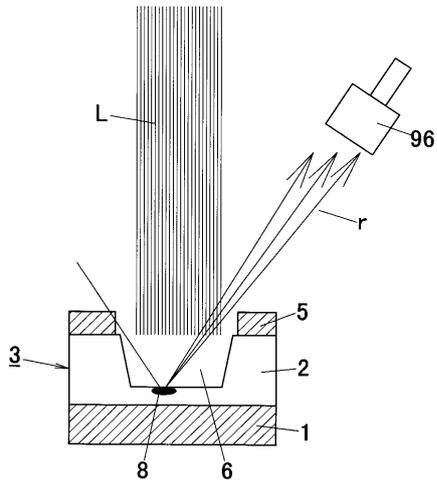
【図3】



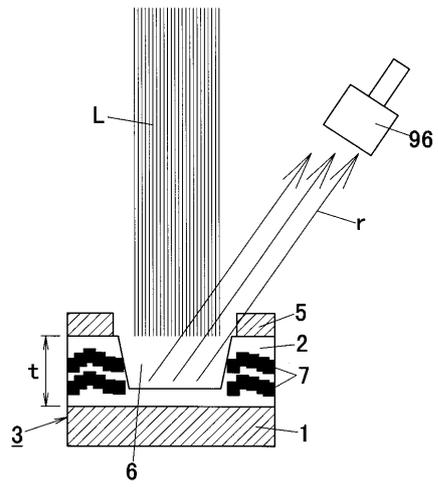
【図4】



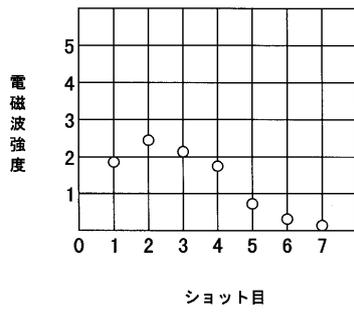
【図5】



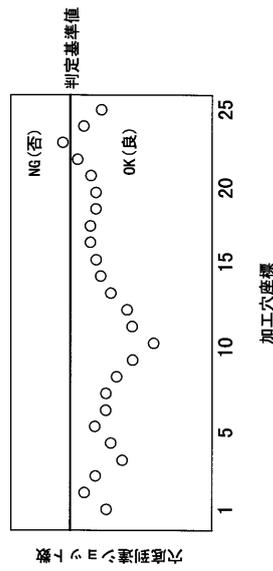
【図6】



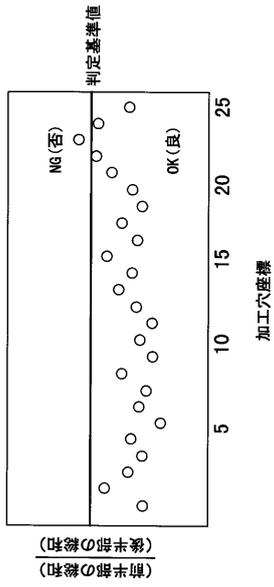
【図7】



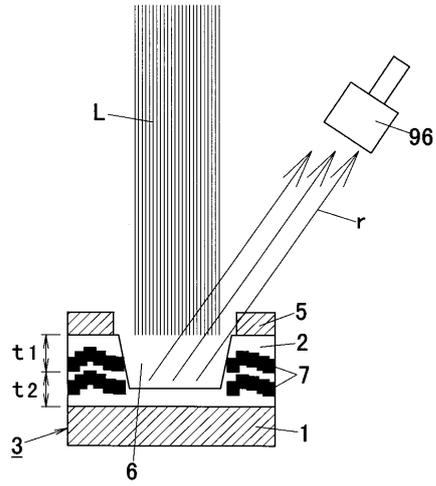
【図8】



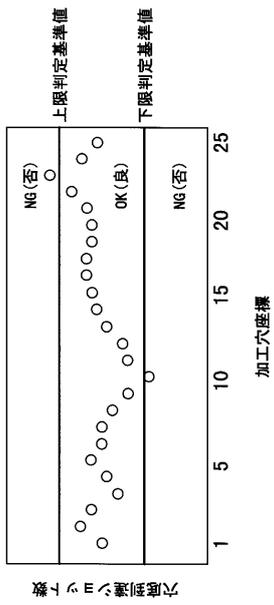
【 図 9 】



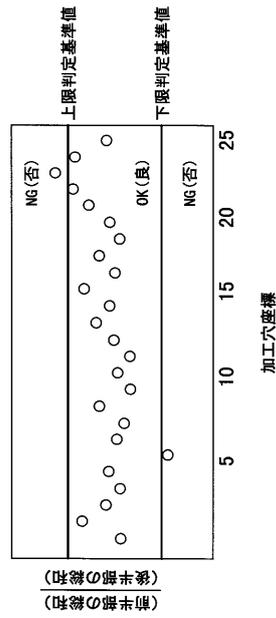
【 図 10 】



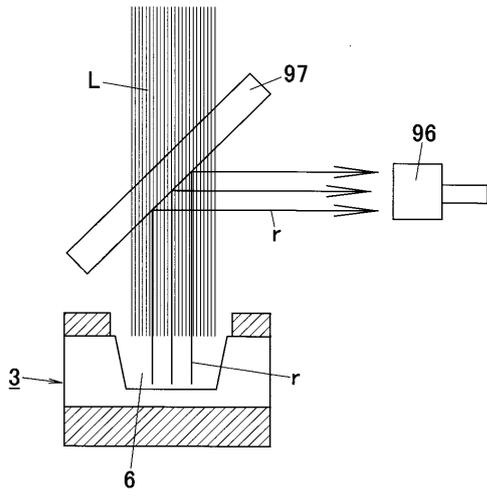
【 図 11 】



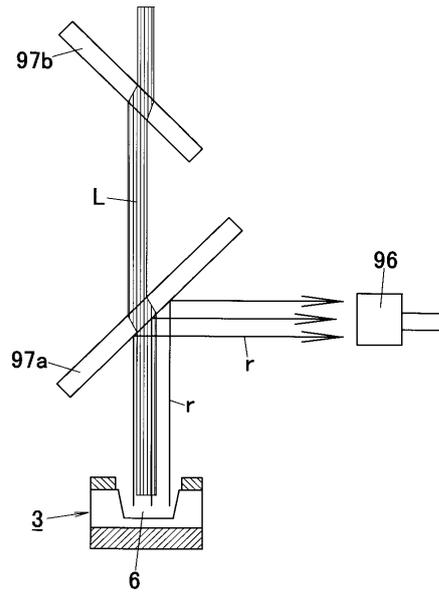
【 図 12 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

審査官 豊島 ひろみ

(56)参考文献 特開2001-102720(JP,A)
特開平9-10971(JP,A)
特開平11-266068(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H05K 3/00