



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 (11)證書號數：TW I438990 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 05 月 21 日

(21)申請案號：098116307

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 05 月 15 日

(51)Int. Cl. : **H01S3/30 (2006.01)**

(30)優先權：2008/05/15 美國

12/120,949

(71)申請人：洛伊馬汀公司(美國) LOCKHEED MARTIN CORPORATION (US)
美國

(72)發明人：德瑞克 湯瑪斯 E 二世 DRAKE, THOMAS E., JR. (US)；杜博 馬克 DUBOIS, MARC (CA)；羅瑞恩 彼德 W LORRAINE, PETER W. (US)；迪頓 約翰 B 二世 DEATON, JOHN B., JR. (US)；費爾金斯 羅伯特 FILKINS, ROBERT (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 451537

TW I280360

P. A. Budni, et al. "Efficient mid-infrared laser using 1.9μm-pumped Ho:YAG and ZnGeP2 optical parametric oscillator" Journal of the optical society of America B, vol. 17, no. 5, 2000, pages 723-728

E. Lippert, et al. "Midinfrared laser source with high power and beam quality" Appl. Optics, vol. 45, np. 16, pages 3839-3845

E. Guilliorit and H. Tretout, "Laser ultrasonic technology in Europe for innovative inspection of aircraft structures" 16th world conference on NDT, 2004, pages 1-8

審查人員：陳英豪

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：3 共 0 頁

(54)名稱

用於產生超音波之改良中紅外線雷射

IMPROVED MID-IR LASER FOR GENERATION OF ULTRASOUND

(57)摘要

本發明係關於一種用於超音波檢驗之精巧型高平均功率中紅外線範圍雷射。該雷射包括一 Nd:YAG 或 Yb:YAG 雷射中之一者，其藉由一個二極體以 808 奈米泵浦以產生一 1 微米輸出光束。該 1 微米輸出光束經導引至一光學參數振盪器，其中該光束波長被轉換為 1.94 微米且被傳到一中紅外線發射頭。該發射頭包括與一第二光學參數振盪器光學耦合的一 Ho:YAG 或 Ho:YLG 雷射中之一者。該第二光學參數振盪器形成一產生輸出光束，以在一目標物上產生超音波位移。該產生輸出光束波長範圍從約 3 微米到約 4 微米，且可為 3.2 微米。

A compact high average power mid infrared range laser for ultrasound inspection. The laser comprises one of a Nd:YAG or Yb:YAG laser pumped by a diode at 808 nm to produce a 1 micron output beam. The 1 micron output beam is directed to an optical parametric oscillator where the beam wavelength is converted to 1.94 microns and conveyed to a mid infrared emission head. The emission head comprises one of a Ho:YAG or Ho:YLG laser optically coupled with a second optical parametric oscillator. The second optical

parametric oscillator forms a generation output beam for creating ultrasonic displacements on a target. The generation output beam wavelength ranges from about 3 to about 4 microns, and can be 3.2 microns.

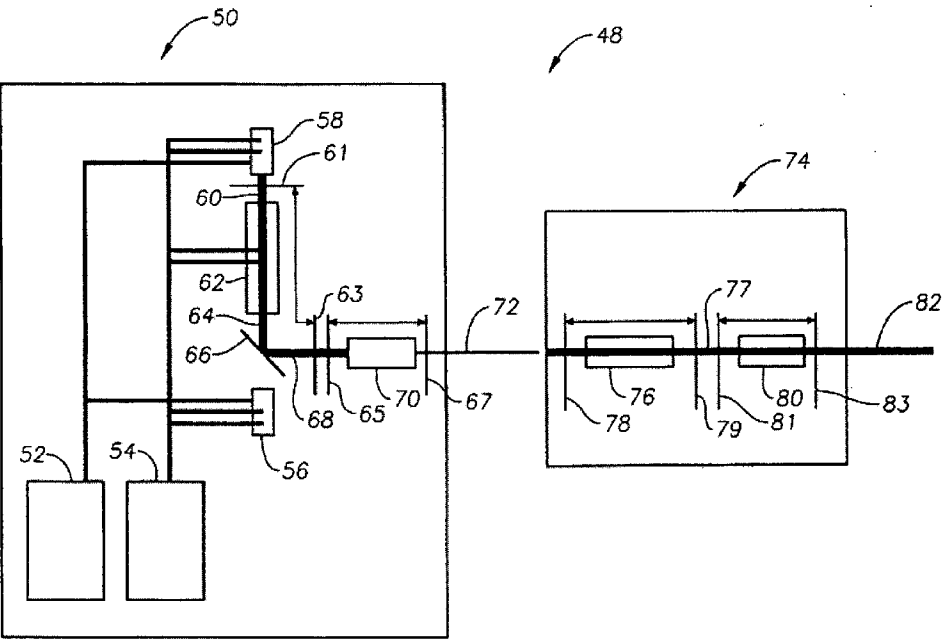


圖 2

- 48 . . . 中紅外線雷射系統
- 50 . . . 中紅外線雷射頭
- 52 . . . 電源供應器
- 54 . . . 冷卻迴路
- 56 . . . 二極體泵
- 58 . . . 二極體泵
- 60 . . . 出口光束
- 61 . . . 輸入耦合器
- 62 . . . YAG 雷射
- 63 . . . 輸出耦合器
- 64 . . . 輸出
- 65 . . . 輸入耦合器
- 66 . . . 二色混頻器
- 67 . . . 輸出耦合器
- 68 . . . 反射輸出光束
- 70 . . . 光學頻率轉換器
- 72 . . . 光纖
- 74 . . . 發射頭
- 76 . . . 鈦雷射
- 77 . . . 輸出光束
- 78 . . . 輸入耦合器
- 79 . . . 輸出耦合器
- 80 . . . 第二光學頻率轉換器
- 81 . . . 輸入耦合器
- 82 . . . 輸出光束
- 83 . . . 輸出耦合器

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 98116307

※申請日： 98.5.15

※IPC 分類：H01S 3/30 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於產生超音波之改良中紅外線雷射

IMPROVED MID-IR LASER FOR GENERATION OF ULTRASOUND

二、中文發明摘要：

本發明係關於一種用於超音波檢驗之精巧型高平均功率中紅外線範圍雷射。該雷射包括一Nd:YAG或Yb:YAG雷射其中之一者，其藉由一個二極體以808奈米泵浦以產生一1微米輸出光束。該1微米輸出光束經導引至一光學參數振盪器，其中該光束波長被轉換為1.94微米且被傳到一中紅外線發射頭。該發射頭包括與一第二光學參數振盪器光學耦合的一Ho:YAG或Ho:YLG雷射其中之一者。該第二光學參數振盪器形成一產生輸出光束，以在一目標物上產生超音波位移。該產生輸出光束波長範圍從約3微米到約4微米，且可為3.2微米。

三、英文發明摘要：

A compact high average power mid infrared range laser for ultrasound inspection. The laser comprises one of a Nd:YAG or Yb:YAG laser pumped by a diode at 808 nm to produce a 1 micron output beam. The 1 micron output beam is directed to an optical parametric oscillator where the beam wavelength is converted to 1.94 microns and conveyed to a mid infrared emission head. The emission head comprises one of a Ho:YAG or Ho:YLG laser optically coupled with a second optical parametric oscillator. The second optical parametric oscillator forms a generation output beam for creating ultrasonic displacements on a target. The generation output beam wavelength ranges from about 3 to about 4 microns, and can be 3.2 microns.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

48	中紅外線雷射系統
50	中紅外線雷射頭
52	電源供應器
54	冷卻迴路
56	二極體泵
58	二極體泵
60	出口光束
61	輸入耦合器
62	YAG雷射
63	輸出耦合器
64	輸出
65	輸入耦合器
66	二色混頻器
67	輸出耦合器
68	反射輸出光束
70	光學頻率轉換器
72	光纖
74	發射頭
76	鈦雷射
77	輸出光束
78	輸入耦合器

79	輸出耦合器
80	第二光學頻率轉換器
81	輸入耦合器
82	輸出光束
83	輸出耦合器

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明大致上係關於非破壞性測試領域。更明確言之，本發明係關於一種用以產生一中範圍紅外線產生雷射光束之系統。

【先前技術】

當前在產生複合材料之發展已將複合材料之使用擴展到廣泛多樣之應用中。由於其高強度及耐久性與其低重量結合，複合物替代金屬及金屬合金而作為用於某種負載承載組件之基礎材料。例如，複合物現在通常作為用於運輸工具(如汽車、船隻及飛機)中之本體部件及結構的材料。然而，為確保複合物機械完整性，需要做嚴格檢驗。在由一複合物製作一組件之製造時及在組件壽命期間週期性地通常需要進行該檢驗。

雷射超音波係檢驗由複合材料製成之目標物之方法之一例。該方法涉及藉由用一脈衝發生雷射照射複合物之一部份而在複合物表面上產生超音波振動。一偵測雷射光束係被指向振動表面且被散射、反射及且藉由表面振動調變相位以形成經相位調變光。收集光學器件接收並且導引經相位調變雷射光以進行處理。通常由一耦接至該收集光學器件之干涉計執行處理。可從經相位調變光處理中查明關於複合物之資訊，該資訊包含偵測裂縫、分層、多孔性、異物(內含物)、解散性(disband)及纖維資訊。

圖1提供一種用於產生一脈衝產生雷射光束之雷射系統

10之先前技術之實例。該雷射系統10係經組態以產生在中紅外線範圍之雷射光，並且該雷射系統10包括光學地耦接至一中紅外線發射頭30之一中紅外線雷射頭11。該中紅外線雷射頭11包含由一對二極體泵浦(16，18)端面泵浦之一鈦釷鋁氟化物(Th:YLF)。二極體泵浦18之輸出19泵浦Th:YLF雷射20之一端，雷射20之另一端被二極體泵浦16泵浦。二極體泵浦16輸出光束(圖中未繪示)進行通過二色混頻器24之可透射邊並且進入雷射20之較低端。該鈦雷射輸出20被導引朝向該二色混頻器24之反射邊且被反射朝向發射頭30。在該鈦雷射20之各自輸入及輸出上提供選用之輸入及輸出耦合器(21，25)。在該先前技術實施例中，二極體泵浦(16，18)以794奈米波長泵浦該鈦雷射20。該鈦輸出光束22以約1.94微米運作。

該發射頭30具有一鈦釷鋁石榴石(Ho:YAG)雷射34，該鈦釷鋁石榴石(Ho:YAG)雷射34操作性耦合於一頻率轉換器38。該頻率轉換器38被描述為一光學參數振盪器(OPO)。該Ho:YAG雷射34接收在約1.94微米波長之被反射雷射輸出26並且發射在約2.05微米波長之相應輸出束36。該OPO將輸出光束36轉換為一信號光束及一惰光束，其中該信號光束具有約3.5微米波長且惰光束具有約5.7微米波長。

該雷射系統10發射約3微米到4微米之自5瓦特到10瓦特之光，但需要約1千瓦電力的二極體泵浦。因此，該中紅外線雷射頭11配備一相關聯冷卻迴路14及一電源12，該電源12需要用以支援雷射系統10操作之具有實質容量。系統10

之冷卻容量(cooling capacity)的增加電力導致大容積且大質量之雷射頭。此外，該794奈米二極體泵通常不是易取得之品項。通常，該Ho:YAG雷射輸出是約2.05微米，其中在OPO內部轉換該Ho:YAG雷射輸出為一約3.2微米之中紅外線雷射輸出。在發射頭30內部通常包含一Q開關器件(圖中未繪示)。Q開關向輸出雷射光束40提供脈衝以在目標表面創造熱彈性位移，接著在目標表面形成超音波位移。該Ho:YAG雷射34被繪示為在其輸入處具有一輸入耦合器32顯示及在其輸出處具有一輸出耦合器33。該OPO 38繪示為具有輸入及輸出耦合器(35，37)兩者。

【發明內容】

本文揭示用於超音波測試之一中紅外線範圍雷射系統，其包括：一釔鋁石榴石(YAG)雷射，其具有一輸出光束；一個二極體泵，其操作性耦接至該YAG雷射；一光學頻率轉換器，其操作性耦接至該YAG雷射輸出光束並且具有一輸出光束，其中該光學頻率轉換器輸出光束波長係約2微米；及一雷射系統輸出光束指向一超音波測試目標。該YAG雷射可為鉍釔鋁石榴石(Nb:YAG)雷射或一摻鎳雜質之釔鋁石榴石(Yb:YAG)雷射。該光學頻率轉換器可為一光學參數振盪器，且該二極體泵光束輸出可具有一約808奈米之波長。該光學頻率轉換器輸出光束可為約1.94微米。該中紅外線範圍雷射系統亦可包含一發射頭，該發射頭耦接至該光學頻率轉換器輸出光束，其中該發射頭包含具有在中紅外線光譜範圍之一輸出光束，且其中該發射頭輸出光

束形成該雷射系統之輸出光束。該發射頭輸出光束波長可為約3.2微米，且可包含一雷射器件，該雷射器件經耦接以接收該光學頻率轉換器及一第二光學頻率轉換器之輸出光束，該雷射器件具有一輸出，該輸出經導引至該第二光學頻率轉換器。該發射頭之雷射器件可為一鈦鋁鋰氟化物雷射或一鈦鋁鋁石榴石雷射之一者。該第二光學頻率轉換器可為一光學參數振盪器。

同樣本文揭示一種用於超音波分析一測試目標物之系統，其包括：一雷射頭，其係用一具有約808奈米之波長的雷射光束予以泵浦，並且該雷射頭具有一具有波長約2微米之雷射頭輸出光束；及一中紅外線範圍發射頭，其經組態以接收該雷射頭輸出光束且發射在該中紅外線波長範圍之一產生輸出光束，其中該產生輸出光束經導引至該測試目標物以在其上產生熱彈性膨脹及形成超音波位移。該產生輸出光束波長可為約3.2微米。該雷射頭可為：一鈦鋁石榴石雷射，其具有一具有一約1微米波長之輸出光束；且亦可為一鈦鋁鋁石榴石雷射或一摻雜鎳之鈦鋁石榴石雷射之一者。該雷射頭可包含一光學參數振盪器，該光學參數振盪器經組態以接收該鈦鋁石榴石雷射輸出光束及發射一經轉換之光束，該經轉換之光束形成該雷射頭輸出光束。該中紅外線範圍發射頭具有：一雷射器件，該雷射器件具有一波長約2.05微米之雷射輸出光束；及一光學參數振盪器，其係經組態以接收該雷射輸出光束及發射一經轉換之光束，其中該經轉換之光束形成該產生輸出光束。

該雷射器件可為一鈦釔鋰氟化物雷射或一鈦釔鋁石榴石雷射。可使用一光纖來耦接該雷射頭及該發射頭。

【實施方式】

本發明之一些特徵及優點已被陳述，其他特徵及優點隨著與附圖共同描述可變得顯而易見。

雖然本發明係結合較佳之實施例描述，當應瞭解並不希望將本發明限制於該實施例。而是，意欲涵蓋所有替代品、修正及等效物，如可包含於由隨附申請專利範圍定義之本發明之範疇及精神內。

將在下文參考附圖更全面描述本發明，圖中繪示本發明之實施例。然而本發明可在許多不同形式下體現且不應被解釋為限於此處提出之所示實施例；更確切地，該等實施例被提供以至於本揭示內容將變得徹底全面，且將全面傳達本發明之範疇至熟悉此項技術者。整份內容中相同元件符號指代相似元件。為了參考附圖之便利，方向術語僅用於參照及圖解。例如，諸如「上部」、「下部」、「上方」、「下方」及類似項之方向術語被用來闡明一關係方向。

應瞭解，本發明非限於所繪示與描述之建構、操作、確切材料或實施例之確切細節，修改及等效物對於熟悉此項技術者將是顯然的。在圖式及說明書中，已揭示本發明之圖解實施例及儘管使用了特定術語，其僅被用在一般敘述之意義且不是為了限制的目的。因此，本發明僅受限於隨附申請專利範圍之範疇。

現在參考圖2描述一中紅外線雷射系統48之實施例示意

圖。該中紅外線雷射系統48包括一中紅外線雷射頭50，該中紅外線雷射頭50經由一光纖72光學地耦接至一發射頭74。該中紅外線雷射頭50包含一鈮鋁石榴石(YAG)雷射。該YAG雷射可為一釹鈮鋁石榴石(Nb:YAG)雷射或一摻鎳雜質之鈮鋁石榴石(Yb:YAG)雷射之一者。YAG雷射62器係由來自在另一端處的一個二極體泵58之一泵出口光束60予以端面泵浦；在其對置端，該YAG雷射62接收來自一個二極體泵56穿過一個二色混頻器66之透射側的一泵出口光束(圖中未繪示)。該YAG雷射62輸出64係視需要地導引至該二色混頻器66之一反射側，以形成一經反射輸出光束68。該經反射輸出光束68形成光學頻率轉換器輸入68，該光學頻率轉換器輸入68被導引至光學頻率轉換器70。在一實施例中，該光學頻率轉換器70包括一OPO。所繪示之該YAG雷射62具有一選用之輸入耦合器61及一選用之輸出耦合器63，該輸出耦合器63被佈置在介於在YAG雷射62與該光學頻率轉換器70之間的一路徑中。所繪示之一輸入耦合器65被提供該光學頻率轉換器70之輸入處，且一相應輸出耦合器67被佈置在輸出。

該光學頻率轉換器70接收該YAG雷射62輸出及發射一經轉換光束，該經轉換光束形成發射頭輸入光束72。如上所述，一光纖可提供介於光學頻率轉換器70與發射頭74之間之導管路徑。該發射頭74包括一鈦雷射76，該鈦雷射76經組態以接收該發射頭輸入光束72。來自該鈦雷射76之一輸出光束77經導引至一第二光學頻率轉換器80。該第二光學

頻率轉換器80接收該雷射輸出光束77及發射一經轉換光束，該經轉換光束形成該中紅外線雷射輸出光束82。該鈦雷射76可為一鈦釔鋰氟化物(Ho:YLF)雷射或一鈦釔鋁石榴石(Ho:YAG)雷射之一者。視需要地，該第二光學頻率轉換器80亦可包括一OPO。該鈦雷射76被繪示介於一輸入耦合器78與一輸出耦合器79之間形成的一空腔中。類似地，該光學頻率轉換器80被繪示為駐在介於一輸入耦合器81與一輸出耦合器83之間的一空腔中。

在圖2之中紅外線雷射系統48之實施例中，該YAG雷射被該二極體泵(56，58)泵浦，其中該泵雷射波長係808奈米。在本實施例中，該YAG雷射62發射一約1微米之輸出雷射光束64。該光學頻率轉換器70係經組態以將近似1微米之輸出光束64轉換為約1.94微米波長之一經轉換光束。在一實施例中，該鈦雷射76進一步轉換約2.05微米波長之光束，且該第二光學頻率轉換器80發射在約3微米到約4微米之中紅外線範圍的一光束。自該第二光學頻率轉換器發射之光束形成該中紅外線雷射輸出光束82。視需要地，該中紅外線雷射輸出光束82係約3.2微米。更明確地，在又一實施例中，該中紅外線雷射輸出光束82包括具有一約5.7微米波長之一惰光束及約3.2微米波長之一信號光束。

圖2之該系統的許多優點之一者係二極體泵可在可用於YAG雷射62之吸收帶操作。具有一約808奈米之輸出波長之二極體泵比輸出約794奈米之二極體泵更多。此外，藉由在該鈦雷射之該中紅外線雷射頭11上使用該YAG雷射62

減小該中紅外線雷射頭50之電力需求。因此，歸因於較低的冷卻需求，用來冷卻該中紅外線雷射頭50之相關聯冷卻迴路54之尺寸可為更小。這進一步降低了從電源供應器52至二極體泵(56、58)之電力需求。在一替代實施例中，可用二極體泵側泵浦該YAG雷射62，從而潛在增強該系統之電力效率。此外，可藉由一單個二極體泵(而非圖2中提供之雙端式二極體泵)來供電給該YAG雷射62。

圖3提供一雷射超音波偵測系統85之一實施例之一側面透視圖。該偵測系統85包括一雷射超音波單元87，其可視需要地包含本文描述之該中紅外線雷射系統48。該偵測系統85發射一產生光束86，該產生光束86被導引至一檢驗目標91，其中該產生光束86包括由該中紅外線雷射系統48形成之一中紅外線雷射輸出光束82。該產生光束86接觸在一檢驗表面92的該檢驗目標91。該產生光束86熱彈性膨脹該檢驗表面92，以在該檢驗表面92上產生相應位移93。在一實施例中，該產生光束86為一脈衝雷射，其經組態以在檢驗表面92產生該位移93。一偵測光束88亦圖解說明為自該雷射超音波單元87發出並且顯示為圍繞該產生光束86同軸。儘管自同一雷射超音波單元87發出，但是該偵測光束及該產生光束(86，88)係由不同來源產生。然而，該偵測光束88可視需要地源自於一不同單元亦或一不同位置。如已知，該偵測光束88包括一偵測光束，該偵測光束在接觸於該等位移93後隨即被散射、反射及相位調變，以形成經相位調變光90。接著，來自該偵測光束88之該經相位調變

光90被收集光學器件89接收及處理，以決定關於該檢驗目標91之資訊。該產生光束及該偵測光束(86，88)掃描遍及目標91，以獲得關於整個表面92之資訊。用於使等光束(86，88)進行掃描之一機件(圖中未繪示)可被裝載在雷射超音波單元87內。用於控制該機件及視需要地處理由收集光學器件記錄之資料之一處理器(圖中未繪示)亦可被裝載在雷射超音波單元87內。該收集光學器件89被繪示為與雷射超音波單元87分離且透過箭頭A1與雷射超音波單元87通訊，然而可連同該雷射超音波單元87包含該收集光學器件，或該收集光學器件係包含在該雷射超音波單元87內。

因此本文描述之本發明係完善地適以實現目的及達成所提到之目標與優點及其中固有的其他者。雖然為揭示目的而給出本發明之一當前較佳實施例，在用於實現所需結果之程式的細節中存在許多改變。這些及其他類似修正將容易建議給熟悉此項技術者，且希望包含於本文揭示之本發明之精神及附加請求項之範圍內。

【圖式簡單說明】

圖1係一先前技術超音波雷射源之示意圖；

圖2係根據本發明之一中範圍紅外線超音波雷射源之示意圖；及

圖3係一雷射超音波系統之圖式。

【主要元件符號說明】

10	雷射系統
11	中紅外線雷射頭

12	電 源
14	冷卻迴路
16	二極體泵
18	二極體泵
19	輸 出
20	雷射
21	輸入耦合器
22	鋳輸出光束
24	二色混頻器
25	輸出耦合器
26	雷射輸出
30	中紅外線發射頭
32	輸入耦合器
33	輸出耦合器
34	雷射頻率轉換器
35	輸入耦合器
36	輸出光束
37	輸出耦合器
38	光學參數振盪器
40	輸出雷射光束
48	中紅外線雷射系統
50	中紅外線雷射頭
52	電源供應器
54	冷卻迴路

56	二極體系
58	二極體系
60	出口光束
61	輸入耦合器
62	YAG雷射
63	輸出耦合器
64	輸出
65	輸入耦合器
66	二色混頻器
67	輸出耦合器
68	反射輸出光束
70	光學頻率轉換器
72	光纖
74	發射頭
76	鈦雷射
77	輸出光束
78	輸入耦合器
79	輸出耦合器
80	第二光學頻率轉換器
81	輸入耦合器
82	輸出光束
83	輸出耦合器
85	偵測系統
86	產生光束

87	雷射超音波單元
88	偵測光束
89	收集光學器件
90	經相位調變光
91	檢驗目標物
92	檢驗表面
93	位移
A1	箭頭

101年4月30日
修正本

七、申請專利範圍：

1. 一種用於超音波測試一目標之複合材料之中紅外線雷射系統，其包括：

一雷射超音波單元，具有一產生雷射源及一安裝在該單元之偵測雷射源，該產生雷射源包括：一鈹鋁石榴石(YAG)雷射，其具有波長約為1微米之一輸出光束；

一個二極體泵，其操作性耦接至該YAG雷射；

一第一光學頻率轉換器，其操作性耦接至該YAG雷射輸出光束且具有一輸出光束，其中該第一光學頻率轉換器輸出光束具有約1.94微米之波長；

一中紅外線發射頭，其耦接至該第一光學頻率轉換器輸出光束，包括

一雷射器件及一第二光學頻率轉換器，該雷射器件經耦接以接收該第一光學頻率轉換器輸出光束及具有經導引至該第二光學頻率轉換器之一輸出；

由第二光學頻率轉換器之一輸出產生光束，包括具有波長約為5.7微米之一惰光束及具有波長約為3.2微米之一信號光束，並導向至一目標以在該目標表面上產生超音波熱彈性位移；及

其中該偵測源由該雷射超音波單元產生一偵測光束，其在與該位移接觸時被散射，以形成相位調變光；且該系統進一步包括：

收集光學器件，其接收及處理該相位調變光以提供代表該位移之資料。

2. 如請求項1之中紅外線雷射系統，其中該YAG雷射包括選自由一鈦鋁石榴石(Nb:YAG)雷射及一摻雜鐳之鈦鋁石榴石(Yb:YAG)雷射組成之列表之一雷射。
3. 如請求項1之中紅外線雷射系統，其中該第一光學頻率轉換器包括一光學參數振盪器。
4. 如請求項1之中紅外線雷射系統，其中該二極體泵發射一光束，其波長為約808奈米。
5. 如請求項1之中紅外線雷射系統，其中該雷射器件具有一約2.05微米波長之一雷射輸出光束，其被導向第二光學頻率轉換器。
6. 如請求項1之中紅外線雷射系統，其中該雷射器件包括選自由一鈦鋁鋰氟化物(Ho:YLF)雷射及一鈦鋁石榴石(Ho:YAG)雷射組成之列表之一雷射。
7. 如請求項1之中紅外線雷射系統，其中該第二光學頻率轉換器包括一光學參數振盪器。
8. 如請求項1之中紅外線雷射系統，其進一步包括一額外二極體泵，用於泵浦該YAG雷射。
9. 一種用於超音波分析一測試目標物之複合材料之系統，其包括：

一雷射超音波單元，具有一產生雷射源及一安裝在該單元之偵測雷射源，該產生雷射源包括：

一對二極體泵，其各具有波長約為808奈米之一輸出光束；

一YAG雷射，具有相對端，與該二極體泵輸出光束操

作的合作且具有一波長約為1微米之輸出光束；

一第一光學參數振盪器，與該YAG雷射之輸出光束操作的合作且具有波長約為1.94微米之輸出光束，一介於YAG雷射與該第一光學參數振盪器之間的一路徑不具有任何會改變該光束形狀的裝置；

一光學纖維，其接受該第一光學參數振盪器；

一鈦雷射，耦合至該光學纖維且接受該第一光學參數振盪器之輸出光束，且該鈦雷射具有約2.05微米波長之輸出光束；及

一第二光學參數振盪器，與該鈦雷射之輸出光束操作的合作且具有一包括波長約為5.7微米之情光束之一輸出產生光束及波長約3.2微米之信號光束，指向該測試目標體以產生該複合材料之超音波熱彈性位移；其中

該偵測光束源產生一偵測光束，其圍繞該產生光束並與其同軸，該偵測光束在與該位移接觸時被散射，以形成相位調變光；且該系統進一步包括：

收集光學器件，其接收及處理該相位調變光以提供代表該位移之資料。

10. 如請求項9之系統，其中該YAG雷射包括選自由一釹鈮鋁石榴石(Nd:YAG)雷射及一摻雜鎳之釹鋁石榴石(Yb:YAG)雷射組成之列表之一雷射。
11. 如請求項9之系統，其中該雷射頭進一步包括一光學參數振盪器，該光學參數振盪器經組態以接收該YAG輸出光束以及發射一轉換光束，該轉換光束形成該雷射頭輸

出光束。

12. 一種檢驗由複合材料製成之目標物之方法，包括：

在一雷射超音波單元中安裝一YAG雷射、一鈦雷射及一偵測雷射源；

使用一二極體系以泵浦該YAG雷射，以從波長約為1微米之該YAG雷射發射一光束；

將YAG雷射之光束通過一光學頻率轉換器而不改變該光束形狀，並以該光學頻率轉換器處理該YAG雷射以形成波長約為1.94微米之雷射光束；

以該鈦雷射及一光學參數振盪器處理該波長約為1.94微米之雷射光束，以形成一具有波長約為5.7微米之情光束之中紅外線產生雷射光束及波長約為3.2微米之一信號光束；

產生並導引該中紅外線產生雷射光束由該雷射超音波單元至該目標物，產生該目標之複合材料之超音波熱彈性位移；

在該位移由在該雷射超音波單元內之該偵測光束源導引一偵測雷射光束，其在與該位移接觸時被散射，以形成相位調變光；及

以收集光學器件接收該相位調變光及處理該相位調變光以提供代表該位移之資料。

13. 如請求項12之系統，其中該偵測雷射源圍繞該產生雷射光束並與其同軸。

八、圖式：

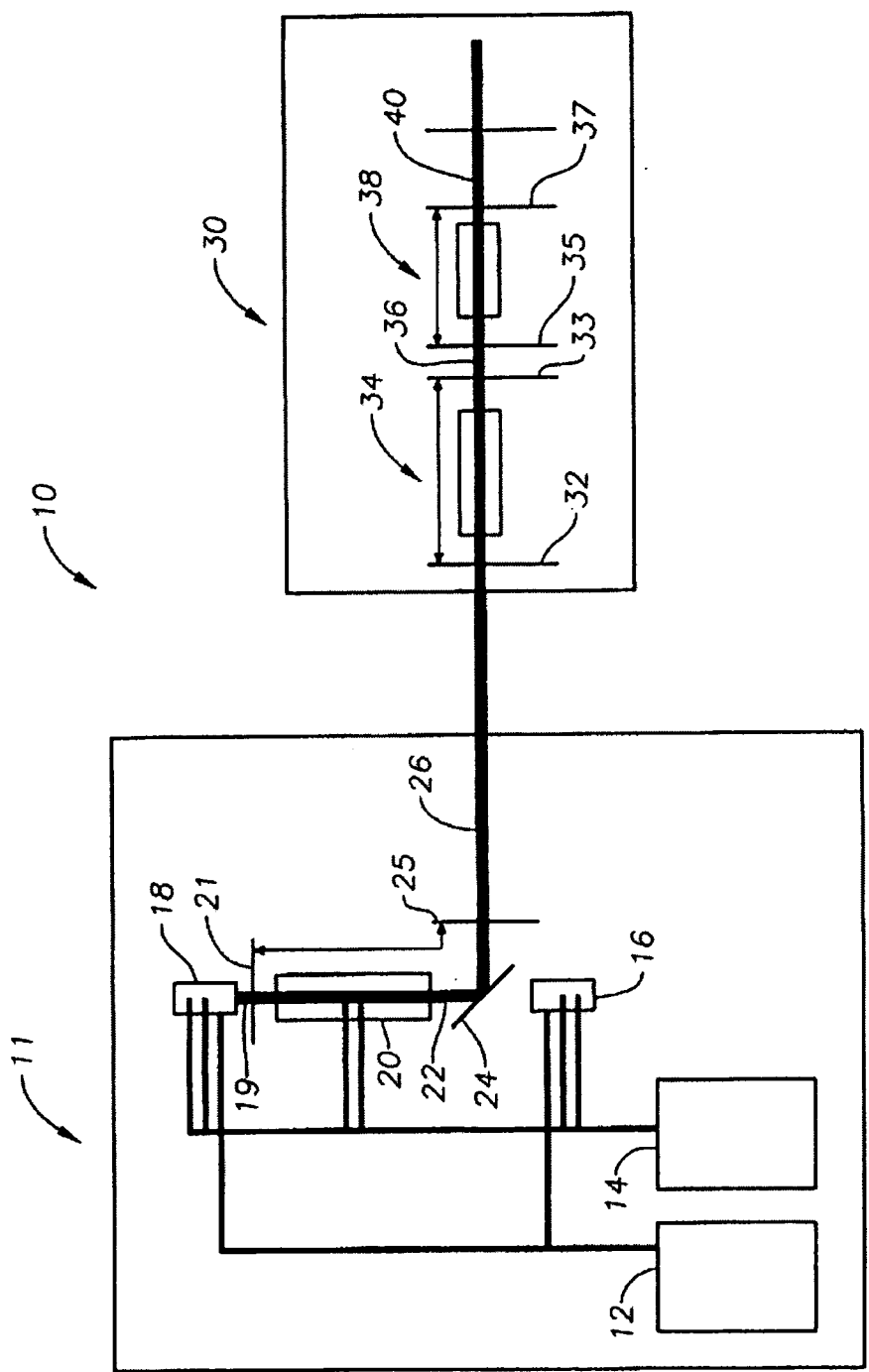
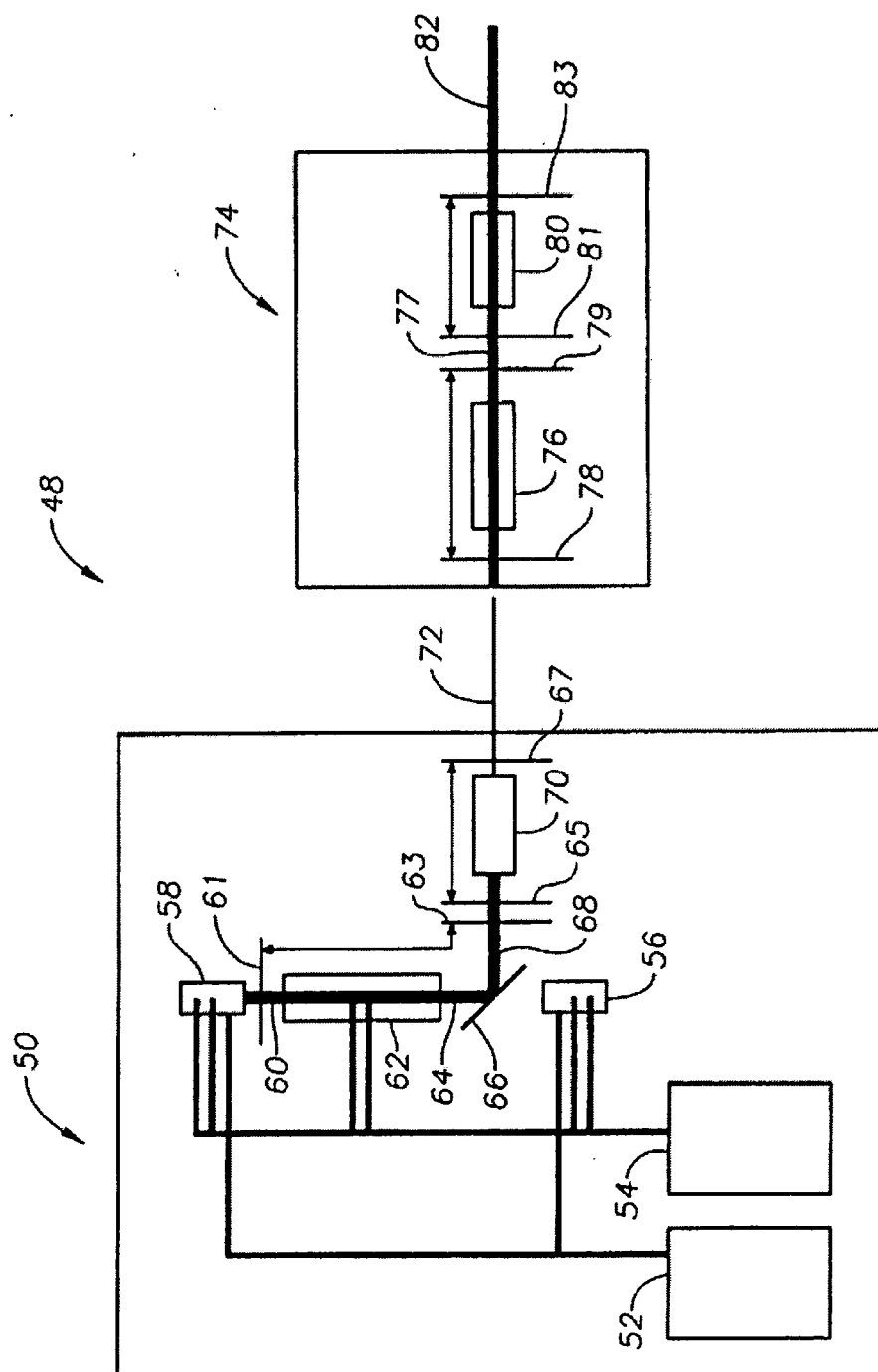


圖 1



2
回

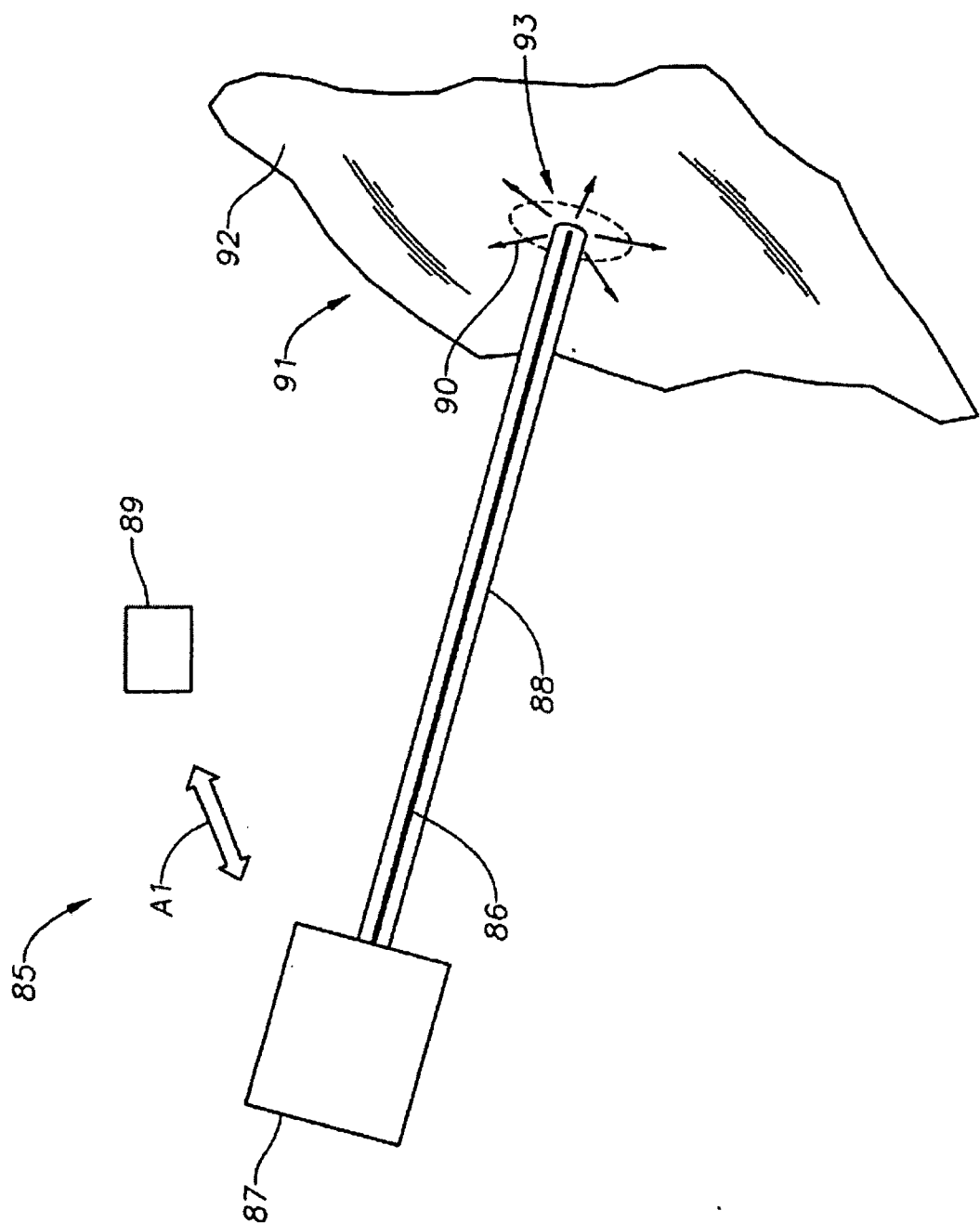


圖 3