



(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 I792009 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 02 月 11 日

(21)申請案號：109121250

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 06 月 23 日

(51)Int. Cl. : **G01R35/00 (2006.01)****G01R1/44 (2006.01)****G01R31/36 (2020.01)**

(30)優先權：2020/05/29 美國

16/887,668

(71)申請人：美商無蓋燈光電公司 (美國) OPENLIGHT PHOTONICS, INC. (US)

美國

(72)發明人：巴納德 克里斯 BARNARD, CHRIS (US)；凱克 史蒂文 威廉 KECK, STEVEN

WILLIAM (US)；馬佩蓋 克里斯平 克魯茲 MAPAGAY, CRISPIN CRUZ (US)；

索斯諾斯基 喬治 R SOSNOWSKI, GEORGE R. (US)；斯滕霍爾姆 馬克

STENHOLM, MARK (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

CN 110749958A

US 7810959B2

US 9370123B2

US 2019/0391348A1

US 2020/0008321A1

審查人員：吳耿榮

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：9 共 45 頁

(54)名稱

使用混合自動測試設備之光電裝置

(57)摘要

一種光電裝置可在組件校準期間實施該裝置之溫度之一基於回饋之控制迴路。該光電裝置可實施壓縮空氣以在校準期間改變該裝置溫度。另外，該裝置之非作用組件可被提供電流以與該經提供壓縮空氣協同改變該裝置之該溫度。可藉由啟動及撤銷啟動該裝置中之諸如光源、光學放大器及調變器之額外非作用組件而實施額外校準溫度。

An optical-electrical device can implement a feedback-based control loop for temperature of the device during component calibration. The optical-electrical device can implement compressed air to vary the device temperature during calibration. Additionally, non-active components of the device can be provided current to vary the temperature of the device in concert with the provided compressed air. Additional calibration temperatures can be implemented by activating and deactivating additional non-active components in the device, such as light sources, optical amplifiers, and modulators.

指定代表圖：

符號簡單說明：

700:方法

705:操作

710:操作

715:操作

720:操作

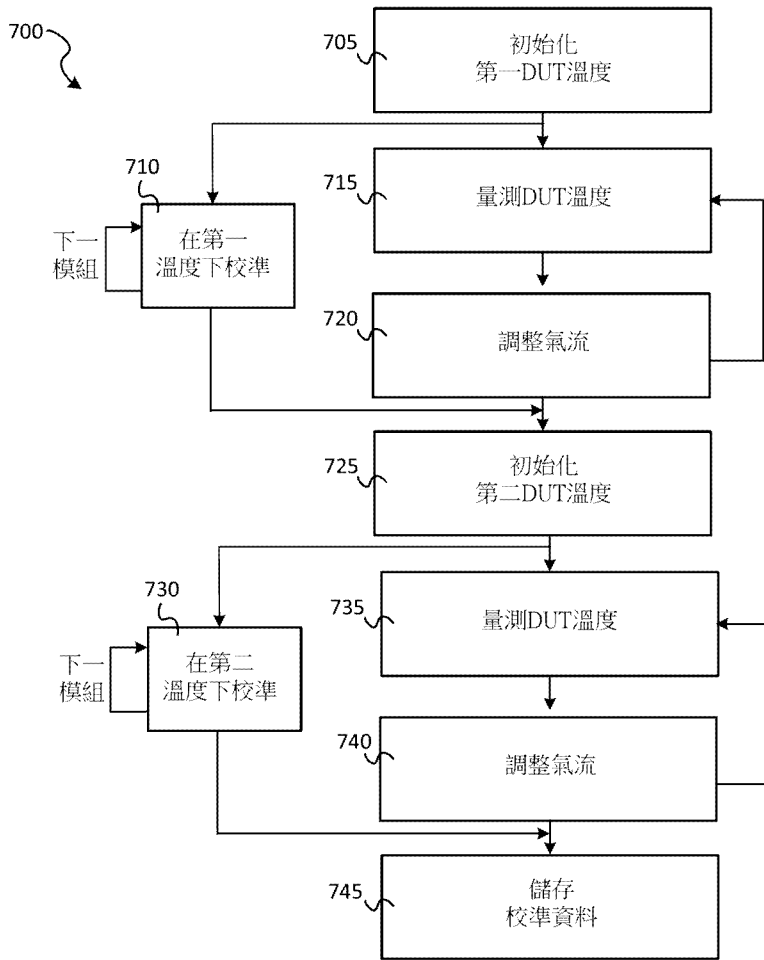
725:操作

730:操作

735:操作

740:操作

745:操作



【圖7】



I792009

## 【發明摘要】

## 【中文發明名稱】

使用混合自動測試設備之光電裝置

## 【英文發明名稱】

OPTICAL-ELECTRICAL DEVICE USING HYBRID AUTOMATED TESTING EQUIPMENT

## 【中文】

一種光電裝置可在組件校準期間實施該裝置之溫度之一基於回饋之控制迴路。該光電裝置可實施壓縮空氣以在校準期間改變該裝置溫度。另外，該裝置之非作用組件可被提供電流以與該經提供壓縮空氣協同改變該裝置之該溫度。可藉由啟動及撤銷啟動該裝置中之諸如光源、光學放大器及調變器之額外非作用組件而實施額外校準溫度。

## 【英文】

An optical-electrical device can implement a feedback-based control loop for temperature of the device during component calibration. The optical-electrical device can implement compressed air to vary the device temperature during calibration. Additionally, non-active components of the device can be provided current to vary the temperature of the device in concert with the provided compressed air. Additional calibration temperatures can be implemented by activating and deactivating additional non-active components in the device, such as light sources, optical amplifiers, and modulators.

## 【指定代表圖】

圖7

【代表圖之符號簡單說明】

700:方法

705:操作

710:操作

715:操作

720:操作

725:操作

730:操作

735:操作

740:操作

745:操作

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

使用混合自動測試設備之光電裝置

### 【英文發明名稱】

OPTICAL-ELECTRICAL DEVICE USING HYBRID AUTOMATED TESTING EQUIPMENT

### 【技術領域】

【0001】 本發明大體上係關於溫度控制，且更特定言之係關於光電裝置溫度控制機構。

### 【先前技術】

【0002】 現代高速積體電路(IC)具有複雜之架構，其具有必須協同操作以依現代通信網路所要求之數十億位元資料速率傳輸資料之數百萬個組件，諸如電晶體。製造此等裝置之關鍵步驟之一者係測試及校準高速裝置以確保裝置不會在一稍後時間點(在整合至一產品中之後)發生故障。測試及校準此等高速裝置之一個問題源於現代設計程序，其中裝置之不同組件藉由不同公司設計為「現成」組件。為此，可藉由裝置工程師實施自動測試設備(ATE)以在晶片級及晶圓級有效率地測試高速設計。一般而言，一ATE系統包含一或多個電腦控制設備或模組，該一或多個電腦控制設備或模組與待測裝置(DUT)介接以依最小人類互動執行應力測試且分析個別組件。經組態用於電子裝置或半導體裝置之當前ATE系統未經組態以提供一些現代混合高速裝置(諸如處理電及光兩者以達成較高資料速率之光學收發器)之快速測試及校準。

### 【發明內容】

**【圖式簡單說明】**

**【0003】** 以下描述包含對具有藉由本發明之實施例之實施方案之實例給出之繪示之圖的論述。應藉由實例且非藉由限制理解圖式。如本文中所示，對一或多項「實施例」之引用應被理解為描述包含於本發明標的物之至少一個實施方案中之一特定特徵、結構或特性。因此，本文中出現之諸如「在一項實施例中」或「在一替代性實施例中」之片語描述本發明標的物之各種實施例及實施方案，且不一定皆指代相同實施例。然而，其等亦不一定相互排斥。為了容易識別任何特定元件或動作之論述，一元件符號中之一或多個最高有效數位指代首先引入該元件或動作之圖（「FIG.」）號。

**【0004】** 圖1展示根據一些實例實施例之用於實施同時光電ATE測試及校準之一例示性光電測試系統。

**【0005】** 圖2係繪示根據一些實例實施例之用於傳輸及接收光學信號之一光學收發器之一方塊圖。

**【0006】** 圖3顯示根據一些實例實施例之一光電ATE架構。

**【0007】** 圖4展示根據一些實例實施例之用於一待測光電裝置(DUT)之基於氣流之控制之光電ATE溫度控制架構。

**【0008】** 圖5展示根據一些實例實施例之一光子溫度控制架構。

**【0009】** 圖6係根據本發明之一實施例之包含一或多個光學裝置之一光電裝置(例如，光學收發器)之一繪示。

**【0010】** 圖7展示根據一些實例實施例之用於使用一光電ATE系統及一較高壓力氣流之閉合迴路控制在一或多個校準溫度下實施光電裝置校

準之一方法之一流程圖。

**【0011】** 圖8展示根據一些實例實施例之用於使用一光電ATE系統及光電裝置中之副產物產熱組件之閉合迴路控制在一或多個校準溫度下實施光電裝置校準之一方法之一流程圖。

**【0012】** 圖9展示根據一些實例實施例之用於使用一光電ATE系統及使用被動副產物熱量及氣流之閉合迴路控制在一或多個校準溫度下實施光電裝置校準之一方法之一流程圖。

**【0013】** 下文描述特定細節及實施方案，其包含可描繪下文描述之一些或所有實施例之圖之一描述，並且論述本文中所呈現之發明概念之其他可能實施例或實施方案。下文提供本發明之實施例之一概述，其後接著參考圖式之更詳細描述。

#### **【實施方式】**

**【0014】** 在以下描述中，出於說明之目的，闡述許多具體細節以提供本發明標的物之各種實施例之一理解。然而，熟習此項技術者將明白可在沒有此等具體細節之情況下實踐本發明標的物之實施例。一般而言，不必詳細展示熟知指令例項、結構及技術。

**【0015】** 現代ATE系統未經組態以快速測試、驗證且校準包含複雜的電氣模組及光學模組兩者之現代混合高速裝置，諸如光學收發器。為此，可實施一混合光電ATE系統，其使用一或多個電介面與ATE系統之電氣器具介接且使用一或多個光學介面(例如，光纖、透鏡、光柵)與ATE系統之光學器具介接。不同電介面及光學通常實體上較大且可能難以連接各種電氣及光學輸入/輸出埠以執行混合ATE測試。一些光學組件之校準進一步加劇此問題，在一特定溫度(例如，在一小溫度範圍內，例如，三度

範圍)下校準該等光學組件以確保各光學組件在待測混合裝置(DUT)中正確地運作。此外，通常在兩個不同溫度下校準組件以確保跨混合裝置可能承受之一溫度譜之可靠性(例如，在製造且整合至一產品(諸如一光學開關)中之後)。用於在ATE校準期間控制DUT之溫度之一個方法包含將一金屬塊(例如，銅塊)附接至裝置，且接著將該塊加熱且冷卻至所要溫度以執行裝置校準。然而，此等塊可能難以與一擁擠ATE環境中之DUT介接，其中DUT通常不大於一平方釐米。此外，此等塊可容易對含有非常易碎的組件(例如，不能觸碰之光學組件)之DUT造成損壞。其他方法依賴於將冷卻結構(例如，珀爾帖(Peltier)冷卻器)整合至DUT中；然而，整合式冷卻裝置浪費混合裝置之電力及設計空間，且一外部冷卻結構(例如，外部珀爾帖冷卻器)難以與一ATE環境中之一DUT介接，使得嘗試放置一外部冷卻結構產生損壞DUT之可能。

**【0016】** 為此，一混合光電ATE系統可實施一溫度控制迴路，其使用氣流冷卻及附帶的裝置熱量以在一或多個光學組件校準程序期間改變DUT之溫度且有效率地維持DUT之溫度。在一些實例實施例中，混合光電ATE系統實施來自安裝於DUT之一光子積體電路(PIC)附近之一指向性通道(例如，管)之壓縮空氣。在一些實例實施例中，DUT包含用於監測DUT之溫度且調整氣流以提高或降低DUT溫度之一溫度感測器。此外，在一些實例實施例中，在校準DUT之一或多個組件(例如，一光學路徑上之光學組件)時，未經歷校準之其他光學組件被提供電流以產生熱量而提升DUT之溫度。

**【0017】** 作為一實例，假定DUT係具有一PIC之一分波多工(WDM)光學收發器，其包含待在一給定溫度(攝氏40度)下校準之一光學傳輸器

(例如，雷射、調變器)及光學接收器(例如，半導體放大器、光電二極體)。在一些實例實施例中，首先藉由啟動傳輸器且接通壓縮空氣源以在DUT上按一最大位準吹氣而校準光學傳輸器。在傳輸器經啟動且壓縮空氣源在全功率之情況下，可校準傳輸器組件之各者，同時使用氣流之一閉合控制迴路將DUT溫度維持在例如攝氏50度。例如，若DUT冷卻至35度，則壓縮空氣源之量從最大值降低以引起DUT再次加熱至50度。

【0018】此外，為快速過渡至一第二校準溫度，可啟動一或多個非作用組件以將DUT加熱至第二溫度。在於第一溫度下校準傳輸器之後，啟動DUT之光學接收器組件以將DUT之溫度提升至第二溫度。例如，開啟光學接收器中之光學SOA通電之電源以接收電流且產生熱量。

【0019】在一些實例實施例中，除啟動非作用組件之外，氣流亦再次增加至最大值，直至DUT安定至一第二溫度點或平衡。在處於第二溫度時，可校準傳輸器組件，同時接收器組件(例如，SOA)及壓縮空氣將DUT維持在第二溫度。特定言之，例如，若DUT之溫度下降，則氣流之強度降低以提高DUT溫度，直至其再次處於第二溫度。替代地，若DUT之溫度提高，則接收器中之一或多個SOA被撤銷啟動或其等增益位準降低以降低所提供之電流且使DUT之溫度降低回至第二溫度。

【0020】圖1展示根據一些實例實施例之用於實施光子裝置之同時光學及電氣溫度受控測試之一光學及電氣測試系統100。如所繪示，一處置器105 (例如，積體電路(IC)處置器、晶片處置器)係可將一待測裝置(DUT) 120仔細地移動至適當位置中以進行測試及校準之一機器人系統。一工件壓機(workpress) 110 (例如，一工件壓機總成)經附接至處置器105以將DUT 120移動至測試插座底座125。測試插座底座125進一步定位於

一光學測試總成130及一電氣自動測試設備(ATE) 145上，光學測試總成130使用一或多個光學分析模組(例如，一光譜分析儀(OSA))提供DUT 120之光學測試，電氣自動測試設備(ATE) 145使用一或多個電氣分析儀模組提供電氣自動測試。DUT 120經由電連接135(例如，高速插座)電連接至光學測試總成及ATE 145。此外，DUT 120可使用一或多個光學連接140與光學測試總成光學介接。例如，光學連接140可實施為自光學測試總成130延伸至工件壓機110中，且轉回朝向DUT 120之頂側(例如，其可為一覆晶組態中之一頂側或「底側」，其中「頂側」面朝一中介層或主機板(host board))之光纖。下文參考圖3進一步詳細論述光學測試總成之進一步功能組件及細節。一旦與光學及電氣測試系統100之光學及電接觸件對準，DUT 120便可經歷同時電氣及光學測試及校準。此外，為了實現在特定溫度下之DUT 120之準確校準，空氣源115經由一指向性空氣通道(例如，軟管、管、中空路徑)對DUT 120施加一氣流，該通道延伸穿過工件壓機110以將加壓空氣引導朝向DUT以移除熱量，如下文參考圖4進一步詳細論述。

**【0021】** 圖2係繪示根據一些實例實施例之用於傳輸及接收光學信號之一光學收發器200之一方塊圖。光學收發器200係其中可整合一分裂增益放大器之一例示性系統。如所繪示，光學收發器200可經實施以介接來自電氣裝置(諸如電氣硬體裝置250)之電資料，將電資料轉換為光學資料，且運用一或多個光學裝置(諸如光學裝置275)發送且接收光學資料。出於說明性目的，在以下描述中，電氣硬體裝置250係一主機板，其作為將資料發送至一光學開關網路且接收資料之一可插入裝置「主控」光學收發器200；其中，例如，光學裝置275可為一光學開關網路之其他組件(例

如，外部傳輸器277)。然而，將瞭解，光學收發器200可經實施以與其他類型之電氣裝置及光學裝置介接。例如，根據一些實例實施例，光學收發器200可實施為一混合「母板(motherboard)」上之一單一晶片，其使用一光學網路(例如，波導、光纖)作為一光學匯流排以使板上電晶片互連，該等板上電晶片在資料自光轉換為二進位電資料之後處理資料。

**【0022】** 在一些實例實施例中，硬體裝置250包含用於接納光學收發器200之一電介面且與其配接之一電介面。光學收發器200可為一可移除前端模組，其可藉由作為一通信系統或裝置內之一後端模組操作之硬體裝置250實體接納且自硬體裝置250移除。例如，光學收發器200及硬體裝置250可為一光學通信裝置或系統(例如，一網路裝置)之組件，諸如一分波多工(WDM)系統，包含一密集分波多工(DWDM)系統。例如，一WDM系統可包含針對複數個硬體裝置主機板保留之複數個狹槽。

**【0023】** 光學收發器200之資料傳輸器205可接收電信號，電信號接著經由PIC 210轉換為光學信號。接著，PIC 210可經由光學鏈路(諸如與PIC 210介接之光纖或波導)輸出光學信號。接著，輸出光資料可藉由其他組件(例如，開關、端點伺服器、一單一嵌入式系統上之其他嵌入式晶片)經由一網路(諸如一廣域網路(WAN)、光學開關網路、一嵌入式系統中之光學波導網路等)等處理。

**【0024】** 在接收器模式中，光學收發器200可經由至光學裝置275之一或多個光學鏈路接收高資料速率光學信號。光學信號藉由PIC 210自光轉換為電信號用於藉由資料接收器215進行進一步處理，諸如將資料解調為一較低資料速率用於輸出至其他裝置，諸如電氣硬體裝置250。光學收發器200所使用之調變可包含脈衝振幅調變(例如，PAM4)、正交相移鍵控

(QPSK)、二進位相移鍵控(BPSK)、極化多工BPSK、M階正交振幅調變(M-QAM)等。

【0025】圖3顯示根據一些實例實施例之一光電ATE架構300。光電ATE架構300係用於光學裝置之光學測試及校準之光學測試總成130之一例示性實施方案。在一高層級，ATE 325與待測裝置305及一位元錯誤率模組315 (例如，一嵌入式BER測試器)介接。此外，且根據一些實例實施例，ATE 325可介接且顯示來自一緊湊OSA 330之資料，緊湊OSA 330使用一RS-232介面與DUT 305電介接且經由一或多個光纖及一光學開關335與其光學介接。在一些實例實施例中，DUT 305產生不同光束(例如，在不同波長，或在不同通道上)，該等光束輸出至複數個光纖 (例如，圖1之光學連接140)之一或多者上。在該等實例實施例中，光學開關335可操作以選擇用於輸出至緊湊OSA 330之複數個可用光纖之一者。在架構300中進一步繪示一熱控制器310 (例如，溫度感測器408、空氣管425、氣流閥403)，熱控制器310可經由一指向性通道將壓縮空氣引導朝向DUT 305，使得DUT 305保持在一或多個校準溫度，如下文參考圖7至圖8論述。

【0026】圖4展示根據一些實例實施例之用於一光電待測裝置(DUT) 405之基於氣流之控制之光電ATE溫度控制架構400。在所繪示之實例中，光電DUT 405包括一PIC 410及一處理器415 (例如，中央處理單元(CPU)、微控制器、特定應用積體電路(ASIC))。在一些實例實施例中，PIC 410包含感測PIC 410之溫度之一或多個嵌入式溫度感測器408。

【0027】在一些實例實施例中，為了在一閉合控制迴路(例如，回饋校準迴路)中操作，光電DUT 405初始化至一第一溫度，且PIC 410中之溫

度感測器408量測PIC 410之溫度且將溫度作為溫度資料發送至處理器415。處理器415將數位資料轉換為一控制信號電壓(例如，使用一數位轉類比轉換器(DAC))，該控制信號電壓控制一氣流閥403。例如，氣流閥403可包含具有一線性致動器之一電壓控制針閥，其致動以閉合或敞開一空氣通道，諸如空氣管425。

**【0028】** 在所繪示之實例中，藉由一加壓空氣源420 (例如，一空氣壓縮器、一高速風扇)產生氣流，加壓空氣源420以高壓(例如，比環境或周圍環境氣壓更高之壓力)迫使空氣進入管425中。管425優於其他方法(諸如使用一風扇)，因為管425可具有一小直徑而可更容易定位於待冷卻之一特定小區域(諸如一PIC 410)附近以在未觸碰表面之情況下將一強大吸熱空氣流引導於該區域上方。經由管425之壓縮空氣冷卻之一個額外優點在於其係非接觸式的，且不需要與PIC 410實體介接，PIC 410具有可能因實體接觸(例如，將一散熱器實體安裝至PIC 410或光電DUT 405)毀壞之許多專用組件。

**【0029】** 圖5展示根據一些實例實施例之一光子溫度控制架構500。如所繪示，架構500顯示一光電DUT 502，光電DUT 502係與光電自動測試設備(ATE)系統501介接之一待測裝置，如上文關於圖1及圖3描述。光電DUT 502包括一電子模組504及一光子模組507。

**【0030】** 電子模組504包含電組件(例如，電傳導路徑/跡線、電路控制邏輯、ASIC、處理器、電力控制電路等)，其等可作為一或多個電結構整合於一封裝晶片(諸如圖6之ASIC 615)中，如下文進一步詳細描述。在所繪示之實例中，電子模組504包含一傳輸器控制器506 (例如，圖2之資料傳輸器205)，其接收信號以進行光學調變(例如，PAM4資料、QPSK資

料)。在一些實例實施例中，一硬體處理器505 (例如，一CPU、ASIC、微處理器)控制光電DUT 502之不同程序。例如，硬體處理器505可包含一光學熱回饋引擎509，光學熱回饋引擎509作為指令儲存於一硬體處理器505之記憶體(例如，韌體)上或光電ATE系統501上(例如，作為一應用程式儲存於記憶體中且藉由光電ATE系統501之一或多個處理器執行)。接著，指令可藉由處理器505執行以執行光子模組507之閉合迴路控制以進行校準測試。另外，且根據一些實例實施例，處理器505可實施為一整合式ASIC，其經特定設計以實施光學閉合迴路控制操作，如下文參考圖7至圖9進一步詳細論述。

**【0031】** 電子模組504進一步包含一接收器控制器510 (例如，圖2之資料接收器215)，其可接收由光子模組507中之光學接收器組件產生之光學資料。電子模組504可進一步包含一電力控制電路512以供應且控制光電DUT 502 (包含電子模組504中之電子組件)之電力，且進一步供應電力至光子模組507，以供電給各種電控制光子組件(例如，雷射、矽光學放大器、濾波器、調變器等等)。

**【0032】** 在一些實例實施例中，光子模組507係一分波多工(WDM)收發器架構，其包括一整合式光子傳輸器結構514及一整合式光子接收器結構532。在一些實例實施例中，整合式光子傳輸器結構514及整合式光子接收器結構532係下文進一步詳細論述之製作為一PIC裝置(諸如圖6之PIC 620)之例示性光學組件。整合式光子傳輸器結構514係具有四個信道之一WDM傳輸器之一實例，其中各信道處置一不同波長之光。為簡單起見，在所繪示之實例中，僅繪示傳輸器之兩個信道，包含第一傳輸器信道516及第四傳輸器信道518；省略第二及第三傳輸器信道。

【0033】 整合式光子接收器結構532係一WDM接收器之一實例，其接收WDM光(例如，來自一光學網路)且藉由使用組件(諸如多工器534、半導體光學放大器535 (SOA)及一或多個偵測器(諸如光偵測器536 (例如，光電二極體)))過濾、放大且將光轉換為電信號而處理光。

【0034】 根據一些實例實施例，啟動光子模組507之光子組件之一或多者以充當加熱器以作為一閉合回饋控制迴路之部分控制光電DUT 502之溫度，以在不使用外部加熱器(例如，金屬熱源，諸如增添熱量之銅塊或吸走熱量之散熱器)之情況下維持DUT溫度。在一些實例實施例中，一溫度感測器571 (例如，一基於電阻之溫度感測器、一溫度二極體模組)經整合於(例如，製作於)光子層507中以產生溫度資料或信號用於光電DUT 502之控制處理。在一些實例實施例中，光電DUT 502不包含溫度感測器，且一非接觸式外部溫度探針575 (例如，溫度雷射探針)用於閉合控制迴路中，以在校準期間控制光電DUT 502之溫度(例如，經由至ATE系統501之介面或經由至CPU 505之暫存器中之資料輸入)。在其他實例實施例中，溫度感測器整合於光子模組507外部，諸如整合於電子模組中但仍足夠靠近待校準之主動光子組件以指示經歷校準之主動光子組件之溫度的溫度感測器573。

【0035】 在一些實例實施例中，針對校準產生之熱量係被再利用之附帶熱量或副產物熱量，因為其係藉由模組產生用於除了加熱正在經歷校準(例如，在製造或製作期間之晶圓級測試)之DUT組件外之目的。例如，可開啟光子模組507之一或多個組件之電源以使用DC電流處理光，此被動地產生輻射至光子模組507之附近區域之熱量。另外，DC可不僅用於開啟此等組件之電源或啟動此等組件，而且用於設定組件之特定操作特性，諸如設定(例如，一SOA)之增益、(例如，濾波器、二極體)之偏壓等。例

如，雷射550、雷射528、電吸收調變器(EAM) 552、監測光電二極體564、MZI濾波器533及MZI濾波器555係接收DC電流以開啟電源或設定操作參數之一些組件。

**【0036】** 再利用之熱量之額外來源可來自專用於各種光學組件以控制組件之光學操作特性之整合式加熱器。特定言之，例如，EAM 530係可使用一加熱器對一光學信號施加調變之一調變器。雖然EAM 530之加熱器經設計以產生熱量，但其明確言之經設計以產生熱量以控制EAM 530，且未設計為用於非EAM 530目的之一加熱器(例如，加熱整個光子模組507)。作為一額外實例，雷射528可具有專用於控制雷射528之加熱之數個加熱器，使得其產生該路徑(例如，第四傳輸器信道518)之正確雷射光。雖然要求專用加熱器以特定方式加熱其等之各種對應組件，但在一些實例實施例中，將加熱器保持在最大功率以產生與DC電流(例如，用於啟動且加偏壓於組件)一起再利用之熱量，以依一快速且非破壞性方式加熱經歷校準之其他組件。

**【0037】** 根據一些實例實施例，當測試(例如，分析及校準)光電DUT 502之光學路徑之一者中之組件時，啟動其他非作用光學路徑之產熱組件以提供熱量至待測路徑。例如，若第一傳輸器信道516之組件正在經歷校準(例如，調諧雷射550，調諧濾波器(諸如MZI濾波器555)之各種偏壓，設定RF偏壓等)，且要求一給定溫度下之一穩定校準溫度，則可啟動或撤銷啟動其他信道(例如，第四傳輸器信道518)之產熱組件以提升且降低待測路徑之溫度，使得其在校準溫度下保持穩定。

**【0038】** 此外，在一些實例實施例中，雖然整合式光子傳輸器結構514中之一些或全部組件正在經歷校準，但可再利用整合式光子接收器結

構532之組件以提供熱量且將整合式光子傳輸器結構514保持在一穩定溫度。例如，若正在校準整合式光子傳輸器結構514之所有四個信道(例如，各信號處置4通道WDM光之一個通道)，則整合式光子傳輸器結構514內之產熱組件(例如，加熱器及電流供應點)正在被利用/測試且無法再用作加熱器。為此，整合式光子接收器結構532之一或多個組件經實施以充當用於整合式光子傳輸器結構514之校準之被動校準加熱器。例如，雖然整合式光子傳輸器結構514中之組件正在經歷使用ATE系統501之測試及校準，但整合式光子接收器結構532中之所有DC電流輸入點可依其等各自之最高DC電流位準接收電流。例如，半導體光學放大器535之各者之增益可增加至最大增益，且光偵測器(光電二極體) 536之各者之DC偏壓增益可增加至其等各自之最大操作位準。

**【0039】** 圖6係根據本發明之一實施例之包含一或多個光學裝置之一光電裝置600 (例如，光學收發器)之一繪示。在此實施例中，光電裝置600被展示為包含印刷電路板(PCB)基板605、有機基板660、ASIC 615及光子積體電路(PIC) 620。在此實施例中，PIC 620可包含上文所描述之一或多個光學結構(例如，圖2之PIC 210；圖5之光子模組507)。

**【0040】** 在一些實例實施例中，PIC 620包含絕緣體上矽(SOI)或矽基(例如，氮化矽(SiN))裝置，或可包括由矽及非矽材料兩者形成之裝置。該非矽材料(替代地稱為「異質材料」)可包括III-V族材料、磁光材料或晶體基板材料之一者。III-V族半導體具有在週期表之III族及V族中找到之元素(例如，磷砷化鎵銻(InGaAsP)、氮砷化銻鎵(GaInAsN))。III-V基材料之載子分散效應可顯著高於矽基材料中之載子分散效應，此係因為III-V族半導體中之電子速度遠比矽中之電子速度快。另外，III-V族材料

具有能夠自電泵浦有效率地產生光之一直接帶隙。因此，III-V族半導體材料針對產生光及調變光折射率兩者與矽相比以一提高的效率實現光子操作。因此，III-V族半導體材料在自電產生光且將光轉換回電時以一提高的效率實現光子操作。

**【0041】** 因此，在下文描述之異質光學裝置中，組合矽之低光學損失及高品質氧化物與III-V族半導體之電光效率；在本發明之實施例中，所述異質裝置利用裝置之異質及僅矽波導之間的低損失異質光學波導過渡。

**【0042】** 磁光材料容許異質PIC基於磁光(MO)效應操作。此等裝置可利用法拉第(Faraday)效應，其中與一電信號相關聯之磁場調變一光束，提供高頻寬調變，且旋轉實現光學隔離器之光學模式之電場。所述磁光材料可包括(舉例而言)諸如鐵、鈷或釷鐵石榴石(YIG)之材料。此外，在一些實例實施例中，晶體基板材料為異質PIC提供一高電磁耦合、線性電光係數、低傳輸損失及穩定的物理及化學性質。所述晶體基板材料可包括例如鋰酸鋰(LiNbO<sub>3</sub>)或鋰酸鈹(LiTaO<sub>3</sub>)。

**【0043】** 在所繪示之實例中，PIC 620經由稜柱625與光纖630交換光；根據一些實例實施例，所述稜柱625係用於將一光學模式耦合至一單模光纖之一失準容忍裝置。在其他實例實施例中，實施多個光纖以針對各種光學調變格式(例如，平行單模，具有四個信道(PSM4))自稜柱625接收光。

**【0044】** 在一些實例實施例中，至少部分藉由包含於ASIC 615中之控制電路控制PIC 620之光學裝置。ASIC 615及PIC 620兩者被展示為安置於銅柱614上，銅柱614用於經由有機基板660通信地耦合IC。PCB 605

經由球柵陣列(BGA)互連件616耦合至有機基板660，且可用於將有機基板660 (及因此，ASIC 615及PIC 620)互連至光電裝置600之其他組件(未展示之)，例如，互連模組、電源供應器等。

**【0045】** 圖7展示根據一些實例實施例之用於使用一光電ATE系統及一較高壓力氣流之閉合迴路控制在一或多個校準溫度下實施光電裝置校準之一方法700之一流程圖。在圖7之實例中，在兩個溫度(一最小溫度及一最大溫度)下校準整合於一光電裝置中之不同組件(例如，雷射、光偵測器、放大器)。最小及最大溫度可為例如光電裝置將在操作中承受之最小及最大操作溫度(例如，攝氏30度至攝氏70度)。應瞭解，在一些實例實施例中，僅需要在一單一給定溫度下校準組件之一或多者。在該等實例實施例中，可省略圖7之方法700之各種操作(例如，操作725至740)，且僅針對第一校準溫度(例如，攝氏40度)執行校準。

**【0046】** 在操作705，光學熱回饋引擎509在測試溫度(例如，30°C或比室溫高5°)下初始化第一裝置。在一些實例實施例中，為了在第一溫度下設定待測裝置，在待校準之路徑(例如，第一傳輸器信道516)上之光學組件之電源被開啟或以其他方式作用，此使裝置產生熱量。在一些實例實施例中，在開啟待校準之組件之電源之後，裝置之溫度穩定(例如，穩定至攝氏45度)。在裝置已穩定在該溫度之後，施加指向性氣流以使熱量降低至第一溫度(30°C)。以此方式，不僅可藉由增加氣流而降低裝置之溫度，而且進一步可藉由減少氣流而提高裝置之溫度(此容許裝置在電源被開啟之後但在施加空氣之前穩定在其穩定溫度，例如，攝氏40度)。

**【0047】** 在操作705使用氣流將待測裝置設定至第一溫度之後，接著，在操作710，校準待測裝置之一或多個組件。例如，在操作710，在

處於在操作705設定之第一溫度時校準第一傳輸器信道516中之雷射550。在一些實例實施例中，接著，藉由循環回至操作710而亦在相同溫度下校準待測光電裝置之一或多個額外組件。例如，引擎509可首先在第一溫度下校準雷射550，接著在第一溫度下校準EAM 552，其後接著在第一溫度下校準MZI 555，直至校準待在第一溫度下校準之所有零件，藉此結束在操作710之校準迴路。

**【0048】** 在於操作710執行一或多個組件之校準時，光學熱回饋引擎509同時實施操作715及720，以在第一溫度下執行光電DUT之閉合迴路(基於回饋之)控制。例如，在操作715，一溫度感測器(例如，圖4之PIC溫度感測器408)產生溫度資料或一信號(例如，類比信號)，接著將該溫度資料或信號傳輸至處理器(例如，圖4中之處理器415)。在操作720，引擎509基於由PIC溫度感測器提供之溫度回饋調整氣流。例如，回應於光電DUT之溫度提高，引擎509產生連接至一線性致動器之一控制信號電壓(例如，經由一數位轉類比轉換器(DAC))，該線性致動器致動以將一更強氣流引導朝向PIC以使PIC冷卻回至第一溫度。

**【0049】** 在操作725，光學熱回饋引擎509在溫度下初始化第二裝置。例如，啟動未經歷校準之光電裝置之一或多個光子組件以增加熱量且將裝置之溫度提升至第二溫度。

**【0050】** 在於操作725將光電裝置設定至第二溫度之後，在第二溫度下校準待測裝置之一或多個組件。例如，在操作730但在第二溫度下再次校準在操作710在第一溫度下校準之相同組件之各者，其中操作730循環以校準各額外光學組件。

**【0051】** 在於操作730執行一或多個組件之校準時，光學熱回饋引

引擎509同時實施操作735及740以在第二溫度下執行光電DUT之閉合迴路(基於回饋之)控制。例如，在操作735，一溫度感測器(例如，圖4之PIC溫度感測器408)產生溫度資料或一信號(例如，類比信號)，接著將該溫度資料或信號傳輸至處理器(例如，圖4中之處理器415)。在操作740，引擎509基於由PIC溫度感測器提供之溫度回饋調整氣流。例如，回應於光電DUT之溫度提高，引擎509產生連接至一線性致動器之一控制信號電壓(例如，經由一數位轉類比轉換器(DAC))，該線性致動器致動以容許更多空氣流動，空氣接著經由一管引導朝向PIC以返回至第二溫度。

**【0052】** 在操作745，引擎509將校準資料儲存至裝置以完成校準程序。例如，在操作745，引擎509儲存可用於在一稍後時間點操作裝置(例如，在製造時間之後，在現場將其整合至另一產品中)之增益、調變器、偏壓值。

**【0053】** 圖8展示根據一些實例實施例之用於使用一光電ATE系統及光電裝置中之副產物產熱組件之閉合迴路控制在一或多個校準溫度下實施光電裝置校準之一方法800之一流程圖。在圖8之實例中，在兩個溫度(一最小溫度及一最大溫度)下校準整合於一光電裝置中之不同組件(例如，雷射、光偵測器、放大器)。最小及最大溫度可為例如光電裝置將在操作中承受之最小及最大操作溫度(例如，攝氏30度至攝氏120度)。應瞭解，在一些實例實施例中，僅需要在一單一給定溫度下校準組件之一或多者。在該等實例實施例中，可省略圖8之方法800之各種操作(例如，操作825至840)，且僅針對第一校準溫度(例如，攝氏40度)執行校準。

**【0054】** 在操作805，光學熱回饋引擎509在測試溫度(例如，攝氏120度)下初始化第一裝置。在一些實例實施例中，為了在第一溫度下設定

待測裝置，啟動裝置之PIC上之一或多個光學組件以將PIC之溫度提升至第一溫度。例如，若在方法800中，正在校準一多信道收發器之僅一者，則開啟未校準之其他信道中之組件之電源(例如，接收器DC電流、開啟一或多個組件加熱器之電源)以將裝置之溫度提升至第一溫度；或另外，裝置之光學接收器部分中之電流驅動組件(例如，SOA 535)全部被啟動且設定為最大增益以將裝置之溫度提高至第一溫度。

**【0055】** 在於操作805將待測光電裝置設定至第一溫度之後，接著，在操作810，校準待測裝置之一或多個組件。例如，在操作810，在處於在操作805設定之第一溫度時校準第一傳輸器信道516中之雷射550。在一些實例實施例中，接著藉由循環回至操作810而亦在相同溫度下校準待測光電裝置之一或多個額外組件。例如，引擎509可首先在第一溫度下校準雷射550，接著在第一溫度下校準EAM 552，其後接著在第一溫度下校準MZI 555，直至校準待在第一溫度下校準之所有零件，藉此結束在操作810之校準迴路。

**【0056】** 在於操作810執行一或多個組件之校準時，光學熱回饋引擎509同時實施操作815及820以使用非基於氣流之機制在第一溫度下執行光電DUT之閉合迴路(基於回饋之)控制，諸如啟動及撤銷啟動裝置中之其他未校準光學或電氣組件。例如，在操作815，一溫度感測器(例如，圖4之PIC溫度感測器408)產生溫度資料或一信號(例如，類比信號)，接著將該溫度資料或信號傳輸至處理器(例如，圖4中之處理器415)。在操作820，回應於溫度提高，引擎509撤銷啟動用於將裝置設定在第一溫度之經啟動組件之一或多者。例如，撤銷啟動SOA 535，藉此減少來自SOA 535之熱量且將裝置之溫度降低回至第一溫度。相反地，若裝置溫度下

降，則在操作820，引擎509啟用未經歷校準之裝置上之更多組件及/或視情況增加提供至經啟動組件之電流。例如，回應於溫度下降，引擎509可額外地啟動偵測器536 (圖5)且啟動接收器控制器510以將經歷校準之組件之溫度提升回至第一溫度。

**【0057】** 在操作825，光學熱回饋引擎509在溫度下初始化第二裝置。例如，啟動未經歷校準之光電裝置之一或多個光子組件以增加熱量且將裝置之溫度提升至第二溫度。

**【0058】** 在於操作825將光電裝置設定至第二溫度之後，在第二溫度下校準待測裝置之一或多個組件。例如，在操作830但在第二溫度下再次校準在操作810在第一溫度下校準之相同組件之各者，其中操作830循環以校準各額外光學組件。

**【0059】** 在於操作830執行一或多個組件之校準時，光學熱回饋引擎509同時實施操作835及840以在第二溫度下執行光電DUT之閉合迴路(基於回饋之)控制。例如，在操作835，若溫度感測器(例如，圖4之PIC溫度感測器408)產生指示裝置之溫度正在提高之溫度資料或一信號(例如，類比信號)，則在操作840，引擎509調整供應至經啟動組件之電流(例如，若SOA 535已啟動且設定為最大增益，則減小增益)，及/或藉由停用未經歷校準之經啟動組件(例如，關斷SOA 535)而減少其等之數量以減少熱流且使裝置溫度返回至第二校準溫度。相反地，若溫度降低至低於第二溫度，則啟動裝置之額外未校準組件以使DUT溫度提高回至第二溫度。

**【0060】** 在操作845，引擎509將校準資料儲存至裝置以完成校準程序。例如，在操作845，引擎509儲存可用於在一稍後時間點(例如，在製造時間之後，在現場，在整合至另一產品中時)操作裝置之增益及偏壓

值。

**【0061】** 圖9展示根據一些實例實施例之用於使用一光電ATE系統及使用被動副產物熱量及氣流之閉合迴路控制在一或多個校準溫度下實施光電裝置校準之一方法900之一流程圖。在圖9之實例中，未校準DUT光學組件提供閉合迴路熱量及冷卻控制，且壓縮氣流亦協同提供閉合迴路加熱及冷卻控制。此外，雖然在圖9之實例中，在兩個溫度下校準組件，但將瞭解，在一些實例實施例中，在一單一溫度下校準組件之一或多者，且省略方法900之一或多個操作(例如，操作925至940)。

**【0062】** 在操作905，光學熱回饋引擎509在測試溫度(例如，攝氏30度)下初始化第一裝置。例如，可藉由開啟待校準之組件之電源(例如，啟動第一傳輸器信道516中之組件)且視情況開啟未經歷校準之組件(例如，傳輸器之其他信道中之附近組件，或接收器中之組件，諸如SOA 535)之電源而設定第一溫度。

**【0063】** 在於操作905將待測光電裝置設定至第一溫度之後，接著，在操作910，校準待測裝置之一或多個組件。例如，在操作910，在處於在操作905設定之第一溫度時校準第一傳輸器信道516中之雷射550。在一些實例實施例中，接著藉由循環回至操作910而亦在相同溫度下校準待測光電裝置之一或多個額外組件。例如，引擎509可首先在第一溫度下校準雷射550，接著在第一溫度下校準EAM 552，其後接著在第一溫度下校準MZI 555，直至校準待在第一溫度下校準之所有零件，藉此結束在操作910之校準迴路。

**【0064】** 在於操作910執行一或多個組件之校準時，光學熱回饋引擎509同時實施操作915及920以使用氣流控制、啟動未校準之組件且改變

提供至該等組件之電流(例如，增加/減小SOA增益)在第一溫度下執行光電DUT之閉合迴路(基於回饋之)控制，如上文論述。例如，回應於光電裝置提高至高於第一溫度，引擎509產生一控制信號以致動氣流閥以敞開，藉此增加裝置上方之氣流以吸走熱量且使溫度降低回至第一溫度。在一些實例實施例中，為使溫度更快速地提高或降低回至第一校準溫度，亦修改未校準組件之數量及供應至其等之電力以使待測裝置返回至第一溫度。

**【0065】** 在操作925，光學熱回饋引擎509在溫度下初始化第二裝置。例如，若至少部分藉由啟動第四傳輸器信道518中之電流驅動組件而設定操作905之第一溫度，則在操作925，引擎509啟動額外電流驅動組件以增添熱量，使得光電裝置安定在第二溫度。

**【0066】** 在於操作925將光電裝置設定至第二溫度之後，在第二溫度下校準待測裝置之一或多個組件。例如，在操作930但在第二溫度下再次校準在操作910在第一溫度下校準之相同組件之各者，其中操作930循環以校準各額外光學組件。

**【0067】** 在於操作930執行一或多個組件之校準時，光學熱回饋引擎509同時實施操作935及940以使用如在操作920執行之氣流及電流驅動組件啟動、調整或撤銷啟動在第二溫度下執行光電DUT之閉合迴路(基於回饋之)控制。

**【0068】** 在操作945，引擎509將校準資料儲存至裝置以完成校準程序。例如，在操作945，引擎509儲存可用於在一稍後時間點操作裝置(例如，在製造時間之後，在現場將其整合至另一產品中)之增益及偏壓值。

**【0069】** 下文為實例實施例：

**【0070】** 實例1.一種用於校準一光子積體電路(PIC)中之光學組件之

方法，該方法包括：啟動一光電電路結構之該光子積體電路(PIC)中之一或多個主動光學組件，該光電電路結構包括該PIC及該PIC外部之一或多個電路，該一或多個電路包含經組態以產生一溫度控制信號之一處理器電路，該溫度控制信號調整經組態以將一高壓氣流引導朝向該PIC之一電控制加壓空氣源；使用整合於該光電電路結構中之一整合式溫度感測器產生一初始溫度值，該整合式溫度感測器定位成靠近該等主動光學組件，使得該整合式溫度感測器接收由該PIC中之該等主動光學組件產生之熱量，該初始溫度值指示在啟動該PIC中之該一或多個主動光學組件之後，該PIC處於一初始溫度，該初始溫度對應於用於校準該PIC之一預組態校準溫度；在由該整合式溫度感測器產生之該初始溫度值指示該PIC處於該初始溫度時，接收對該PIC之該一或多個主動光學組件之校準調整；藉由該處理器電路偵測由該整合式溫度感測器產生之變化溫度值；及回應於該等變化溫度值，使用該處理器電路持續調整該溫度控制信號以引起該電控制加壓空氣源改變引導朝向該PIC之該高壓氣流之一強度，使得在校準該一或多個主動光學組件時，歸因於經過該PIC之該高壓氣流，該PIC之一溫度經調整而更接近該初始溫度。

**【0071】** 實例2.如實例1之方法，其中使用在該PIC附近之一中空管將該高壓氣流引導至該PIC。

**【0072】** 實例3.如實例1或2之方法，其中該中空管在將該高壓氣流引導朝向該PIC時未觸碰該PIC。

**【0073】** 實例4.如實例1至3中任一項之方法，其中該電控制加壓空氣源係具有一電可控閥之一空氣壓縮器。

**【0074】** 實例5.如實例1至4中任一項之方法，其中該處理器電路經

電連接至該PIC以自該整合式溫度感測器接收溫度值。

【0075】 實例6.如實例1至5中任一項之方法，其中該PIC外部之該一或多個電路使用一或多個電接觸件連接至該PIC。

【0076】 實例7.如實例1至6中任一項之方法，其中該一或多個電接觸件包括該PIC上之金屬接觸件。

【0077】 實例8.如實例1至7中任一項之方法，其中該PIC包括獨立於該一或多個主動光學組件操作之額外主動光學組件。

【0078】 實例9.如實例1至8中任一項之方法，其中該PIC係一光學收發器，其包括一光學傳輸器及一光學接收器，其中該一或多個主動光學組件係該光學傳輸器之光學傳輸器組件，且其中該等額外主動光學組件係該光學接收器之光學接收器組件。

【0079】 實例10.如實例1至9中任一項之方法，其中該PIC係一多信道光學傳輸器，其中該一或多個主動光學組件係該多信道光學傳輸器之一個信道之組件，且其中該等額外主動光學組件係該多信道光學傳輸器之其他信道中之其他光學組件。

【0080】 實例11.如實例1至10中任一項之方法，其中該PIC係一多信道光學接收器，其中該一或多個主動光學組件係該多信道光學接收器之一個信道之組件，且其中該等額外主動光學組件係該多信道光學接收器之其他信道中之其他光學組件。

【0081】 實例12.如實例1至11中任一項之方法，其中該一或多個主動光學組件係用於在對應於一預組態校準溫度之該初始溫度下校準之組件，其中該等額外主動光學組件係在對應於該預組態校準溫度之該初始溫度下未接收校準調整之該PIC之電流接收組件。

【0082】 實例13.如實例1至12中任一項之方法，其進一步包括：啟動該等額外主動光學組件以增加該PIC中之熱量；使用該整合式溫度感測器產生一高溫值，該高溫值對應於高於該預組態校準溫度之一高預組態校準溫度；在該PIC處於該高預組態校準溫度時接收校準調整；藉由該處理器電路偵測由該整合式溫度感測器產生之額外變化溫度值；及回應於該等額外變化溫度值而持續調整該溫度控制信號，以引起該電控制加壓空氣源改變引導朝向該PIC之該高壓氣流之該強度，使得該PIC之該溫度經調整而接近該高預組態校準溫度。

【0083】 實例14.如實例1至13中任一項之方法，其中至少部分藉由將電流供應至該一或多個主動光學組件而啟動該一或多個主動光學組件。

【0084】 實例15.如實例1至14中任一項之方法，其中該一或多個主動光學組件包含以下之一或多者：一光源、一光學放大器、一電吸收調變器(EAM)、一基於相位之耦合器、一光偵測器。

【0085】 實例16.一種系統，其包括：一機器之一或多個處理器；及一記憶體，其儲存指令，該等指令在藉由該一或多個處理器執行時引起該機器執行實施例示性方法1至15之任一者之操作。

【0086】 實例17.一種體現指令之機器可讀儲存裝置，該等指令在藉由一機器執行時引起該機器執行實施方法1至15之一者之操作。

【0087】 在前述[實施方式]中，本發明標的物之方法及器具已參考其之特定例示性實施例描述。然而，將顯而易見，可在不脫離本發明標的物之更廣泛精神及範疇之情況下對其作出各種修改及改變。因此，本說明書及圖應被視為闡釋性的而非限制性的。

#### 【符號說明】

**【0088】**

- 100:光學及電氣測試系統
- 105:處置器
- 110:工件壓機
- 115:空氣源
- 120:待測裝置(DUT)
- 125:測試插座底座
- 130:光學測試總成
- 140:光學連接
- 145:電氣自動測試設備(ATE)
- 200:光學收發器
- 205:資料傳輸器
- 210:光子積體電路(PIC)
- 215:資料接收器
- 250:電氣硬體裝置
- 275:光學裝置
- 277:外部傳輸器
- 300:光電ATE架構
- 305:待測裝置(DUT)
- 310:熱控制器
- 315:位元錯誤率模組
- 325:自動測試設備(ATE)
- 330:緊湊光譜分析儀(OSA)

335:光學開關  
400:光電ATE溫度控制架構  
403:氣流閥  
405:光電待測裝置(DUT)  
408:溫度感測器  
410:光子積體電路(PIC)  
415:處理器  
420:加壓空氣源  
425:空氣管  
500:光子溫度控制架構  
501:光電自動測試設備(ATE)系統  
502:光電待測裝置(DUT)  
504:電子模組  
505:硬體處理器/中央處理單元(CPU)  
506:傳輸器控制器  
507:光子模組/光子層  
509:光學熱回饋引擎  
510:接收器控制器  
512:電力控制電路  
514:整合式光子傳輸器結構  
516:第一傳輸器信道  
518:第四傳輸器信道  
528:雷射

530:電吸收調變器(EAM)  
532:整合式光子接收器結構  
533:MZI濾波器  
534:多工器  
535:半導體光學放大器(SOA)  
536:光偵測器/偵測器  
550:雷射  
552:電吸收調變器(EAM)  
555:MZI濾波器/MZI  
564:監測光電二極體  
571:溫度感測器  
573:溫度感測器  
575:非接觸式外部溫度探針  
600:光電裝置  
605:印刷電路板(PCB)基板/印刷電路板(PCB)  
614:銅柱  
615:特定應用積體電路(ASIC)  
616:球柵陣列(BGA)互連件  
620:光子積體電路(PIC)  
625:稜柱  
630:光纖  
660:有機基板  
700:方法

705:操作

710:操作

715:操作

720:操作

725:操作

730:操作

735:操作

740:操作

745:操作

800:方法

805:操作

810:操作

815:操作

820:操作

825:操作

830:操作

835:操作

840:操作

845:操作

900:方法

905:操作

910:操作

915:操作

920:操作

925:操作

930:操作

935:操作

940:操作

945:操作

## 【發明申請專利範圍】

### 【請求項1】

一種用於校準一光子積體電路(PIC)中之光學組件之方法，該方法包括：

啟動一光電電路結構之該PIC中之一或多個主動光學組件，該光電電路結構包括該PIC及該PIC外部之一或多個電路，該一或多個電路包含經組態以產生一溫度控制信號之一處理器電路，該溫度控制信號調整經組態以將一高壓氣流引導朝向該PIC之一電控制加壓空氣源；

使用整合於該光電電路結構中之一整合式溫度感測器產生一初始溫度值，該整合式溫度感測器定位成靠近該等主動光學組件，使得該整合式溫度感測器接收由該PIC中之該等主動光學組件產生之熱量，該初始溫度值指示在啟動該PIC中之該一或多個主動光學組件之後，該PIC處於一初始溫度，該初始溫度對應於用於校準該PIC之一預組態校準溫度；

在由該整合式溫度感測器產生之該初始溫度值指示該PIC處於該初始溫度時，接收對該PIC之該一或多個主動光學組件之校準調整；

藉由該處理器電路偵測由該整合式溫度感測器產生之變化溫度值；  
及

回應於該等變化溫度值，使用該處理器電路調整該溫度控制信號以引起該電控制加壓空氣源改變引導朝向該PIC之該高壓氣流之一強度，使得在校準該一或多個主動光學組件時，歸因於經過該PIC之該高壓氣流，該PIC之一溫度經調整而更接近該初始溫度。

### 【請求項2】

如請求項1之方法，其中持續調整該溫度控制信號以引起該電控制加

壓空氣源改變該高壓氣流之一強度，且其中使用在該PIC附近之一指向性通道將該高壓氣流引導至該PIC。

**【請求項3】**

如請求項2之方法，其中該指向性通道在將該高壓氣流引導朝向該PIC時未觸碰該PIC。

**【請求項4】**

如請求項1之方法，其中該電控制加壓空氣源係具有一電可控閥之一空氣壓縮器。

**【請求項5】**

如請求項1之方法，其中該處理器電路經電連接至該PIC以自該整合式溫度感測器接收溫度值。

**【請求項6】**

如請求項1之方法，其中該PIC外部之該一或多個電路使用一或多個電接觸件連接至該PIC。

**【請求項7】**

如請求項6之方法，其中該一或多個電接觸件包括該PIC上之金屬接觸件。

**【請求項8】**

如請求項1之方法，其中該PIC包括獨立於該一或多個主動光學組件操作之額外主動光學組件。

**【請求項9】**

如請求項8之方法，其中該PIC係一光學收發器，其包括一光學傳輸器及一光學接收器，其中該一或多個主動光學組件係該光學傳輸器之光學

傳輸器組件，且其中該等額外主動光學組件係該光學接收器之光學接收器組件。

**【請求項10】**

如請求項8之方法，其中該PIC係一多信道光學傳輸器，其中該一或多個主動光學組件係該多信道光學傳輸器之一個信道之組件，且其中該等額外主動光學組件係該多信道光學傳輸器之其他信道中之其他光學組件。

**【請求項11】**

如請求項8之方法，其中該PIC係一多信道光學接收器，其中該一或多個主動光學組件係該多信道光學接收器之一個信道之組件，且其中該等額外主動光學組件係該多信道光學接收器之其他信道中之其他光學組件。

**【請求項12】**

如請求項8之方法，其中該一或多個主動光學組件係用於在對應於一預組態校準溫度之該初始溫度下校準之組件，其中該等額外主動光學組件係在對應於該預組態校準溫度之該初始溫度下未接收校準調整之該PIC之電流接收組件。

**【請求項13】**

如請求項8之方法，其進一步包括：

啟動該等額外主動光學組件以增加該PIC中之熱量；

使用該整合式溫度感測器產生一高溫值，該高溫值對應於高於該預組態校準溫度之一高預組態校準溫度；

在該PIC處於該高預組態校準溫度時接收校準調整；

藉由該處理器電路偵測由該整合式溫度感測器產生之額外變化溫度值；及

回應於該等額外變化溫度值而持續調整該溫度控制信號，以引起該電控制加壓空氣源改變引導朝向該PIC之該高壓氣流之該強度，使得該PIC之該溫度經調整而接近該高預組態校準溫度。

**【請求項14】**

如請求項1之方法，其中至少部分藉由將電流供應至該一或多個主動光學組件而啟動該一或多個主動光學組件。

**【請求項15】**

如請求項14之方法，其中該一或多個主動光學組件包含以下之一或多者：一光源、一光學放大器、一電吸收調變器(EAM)、一基於相位之耦合器、一光偵測器。

**【請求項16】**

一種光電結構，其包括：

一光子積體電路(PIC)，其包括接收電流以將該PIC設定在一初始溫度之一或多個主動光學組件，在將該PIC設定為該初始溫度時，該一或多個主動光學組件接收校準調整；

一整合式溫度感測器，其定位成靠近該等主動光學組件，使得該整合式溫度感測器接收由該PIC中之該等主動光學組件產生之熱量，該整合式溫度感測器回應於接收電流之該一或多個主動光學組件產生一初始溫度值；及

該PIC外部之一或多個電路，該一或多個電路包含經組態以產生一溫度控制信號之一處理器電路，該溫度控制信號調整經組態以將一高壓氣流引導朝向該PIC之一電控制加壓空氣源，該處理器電路經組態以回應於偵測由該整合式溫度感測器產生之變化溫度值而調整該溫度控制信號，以引

起該電控制加壓空氣源改變引導朝向該PIC之該高壓氣流之一強度，使得在該一或多個主動光學組件接收校準調整時，歸因於該PIC上之該高壓氣流，該PIC之一溫度經調整而更接近該初始溫度。

**【請求項17】**

如請求項16之光電結構，其中持續調整該溫度控制信號以引起該電控制加壓空氣源改變該高壓氣流之一強度，且其中使用在該PIC附近之一中空管將該高壓氣流引導至該PIC。

**【請求項18】**

如請求項16之光電結構，其中該整合式溫度感測器整合於該PIC中。

**【請求項19】**

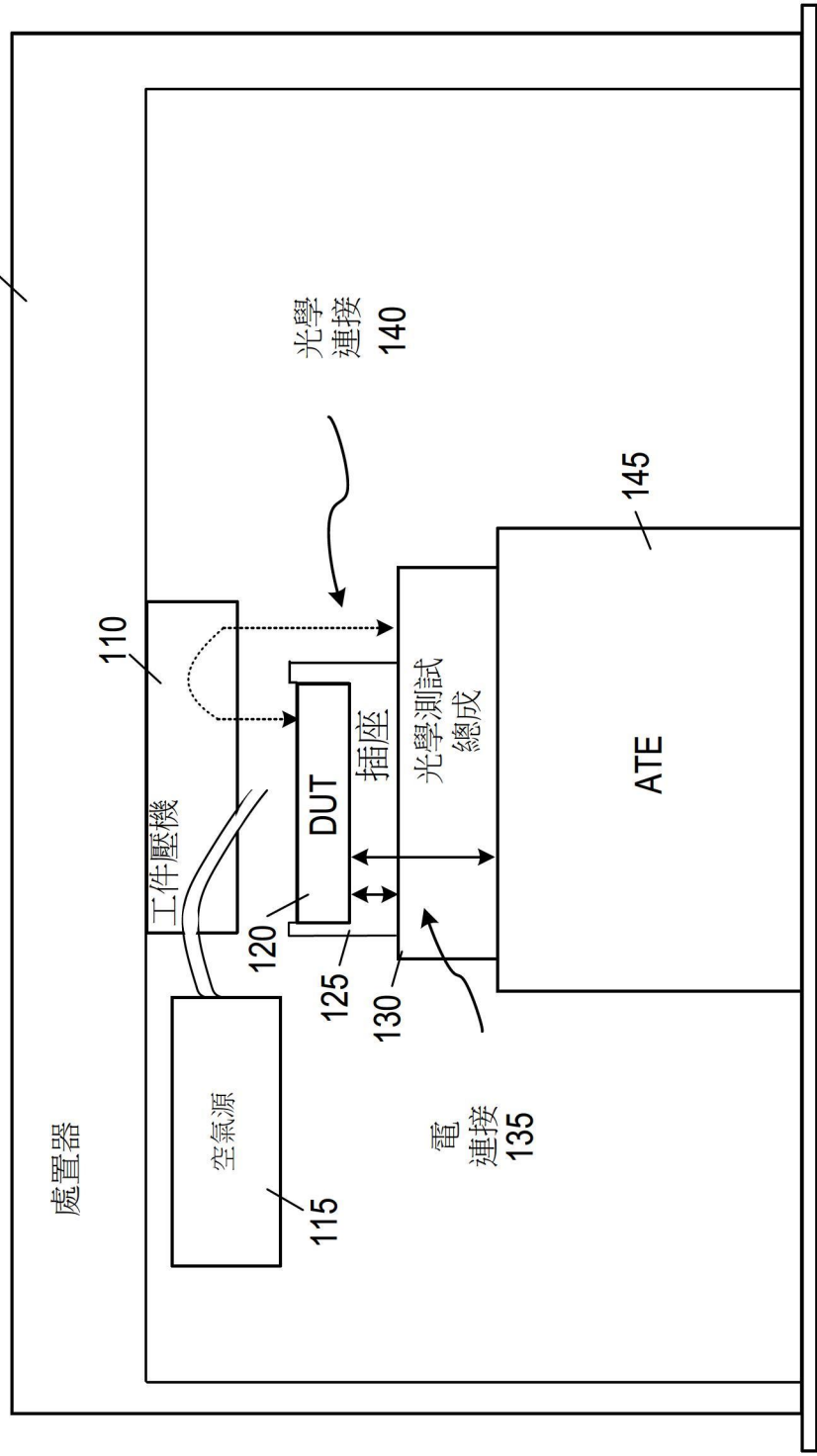
如請求項16之光電結構，其中該處理器電路經電連接至該PIC以自該整合式溫度感測器接收溫度值。

**【請求項20】**

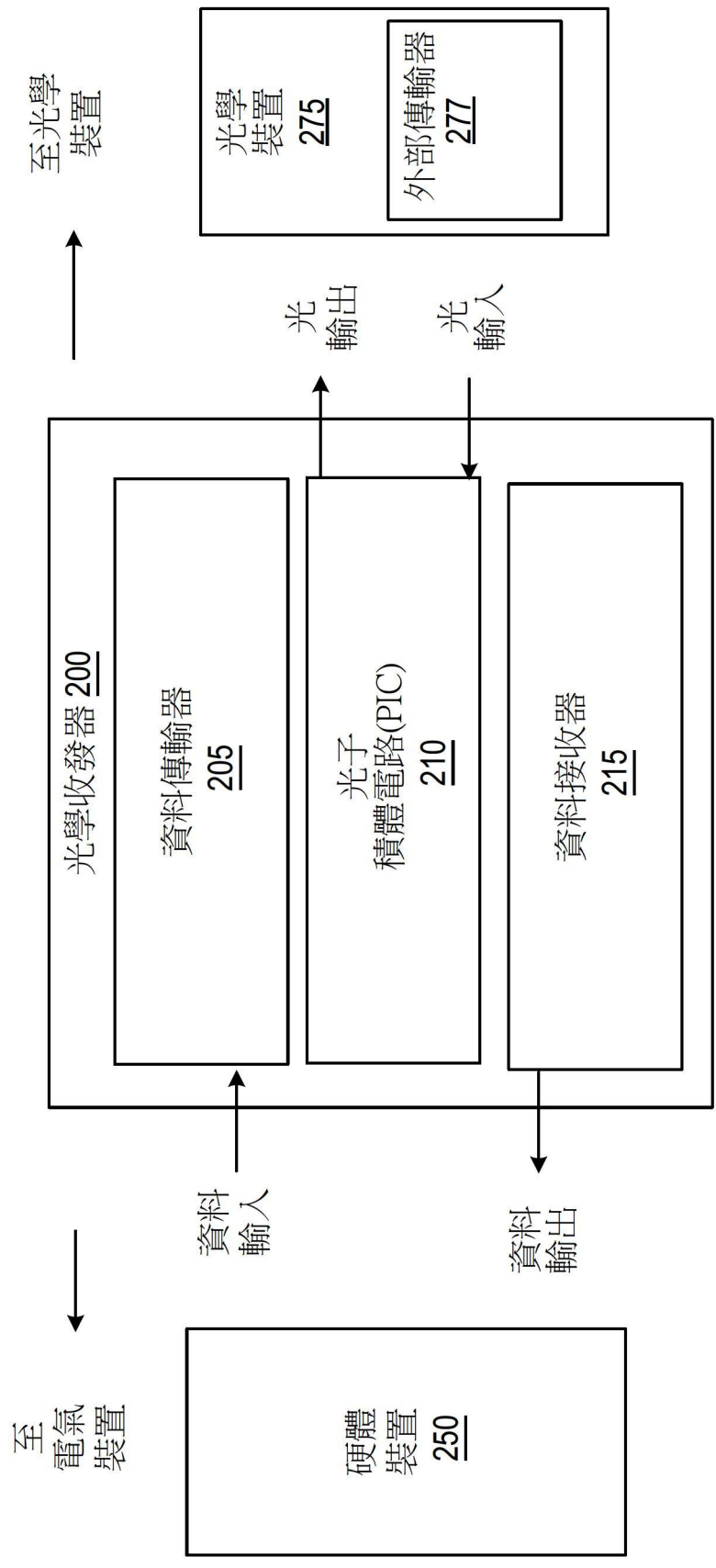
如請求項16之光電結構，其中該PIC包括獨立於該一或多個主動光學組件操作之額外主動光學組件，該等額外主動組件經組態以接收額外電流以增加該PIC中之熱量用於在一高溫下進行額外校準調整。

【發明圖式】

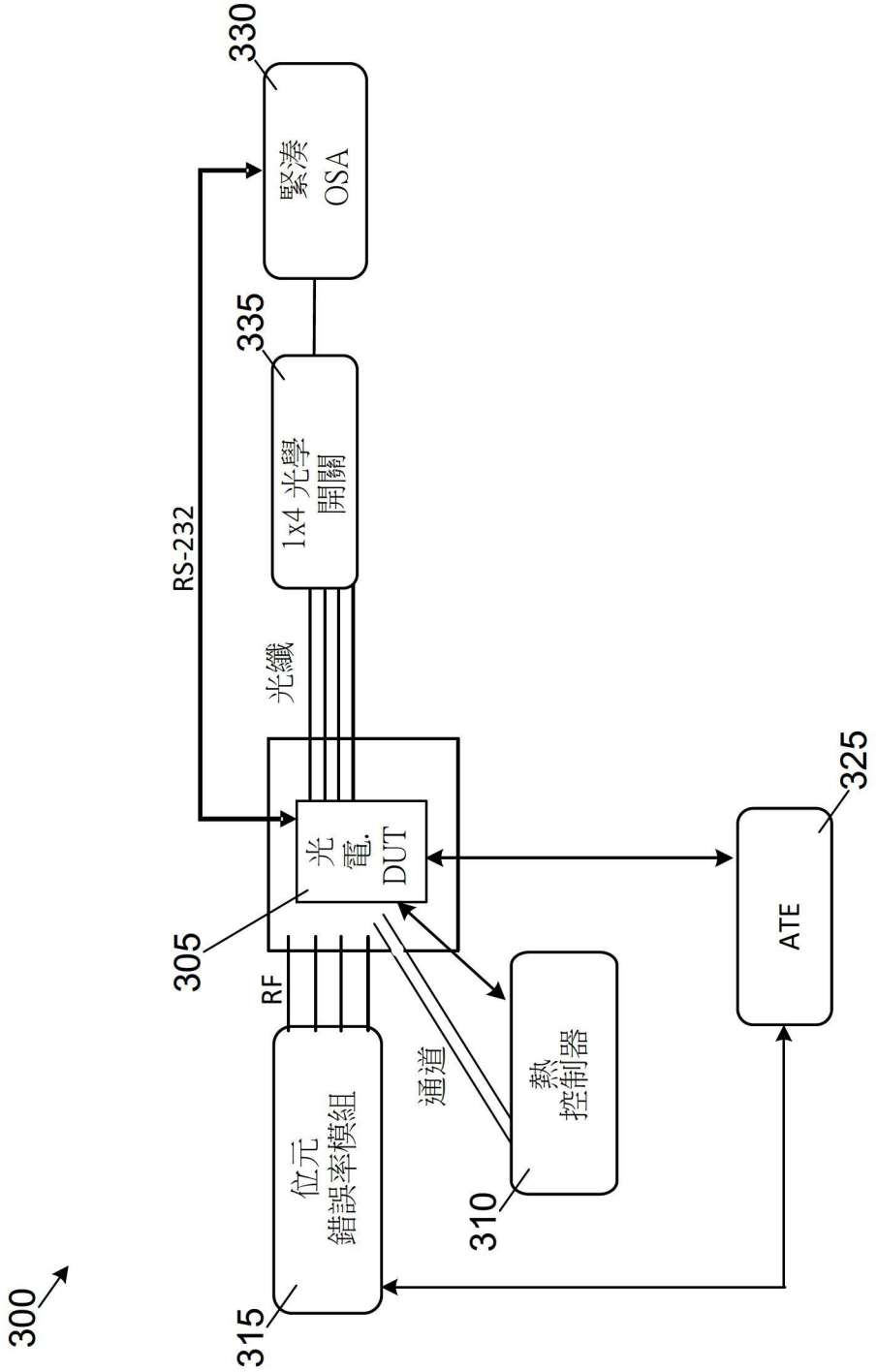
100 ↗



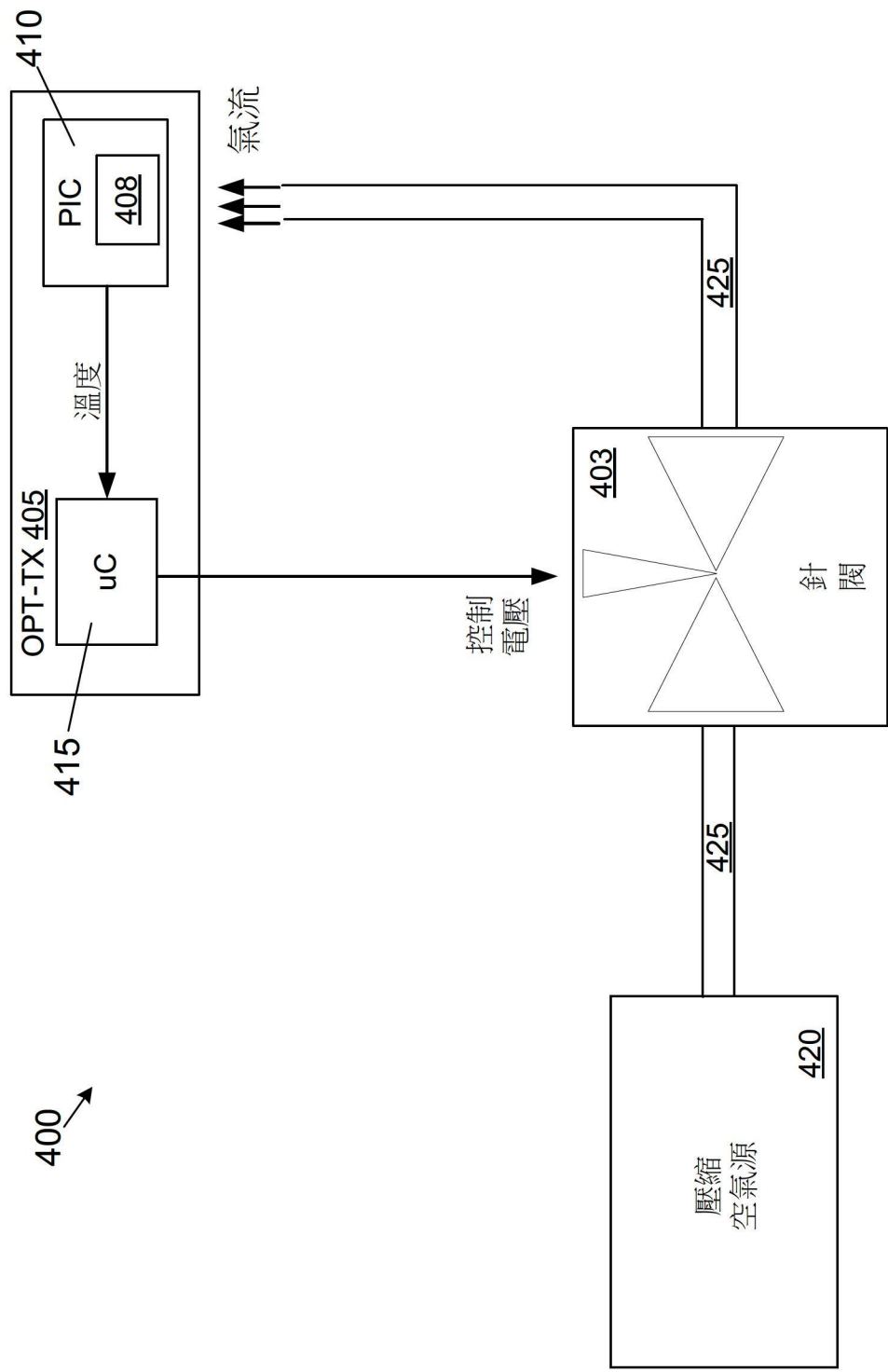
【圖1】



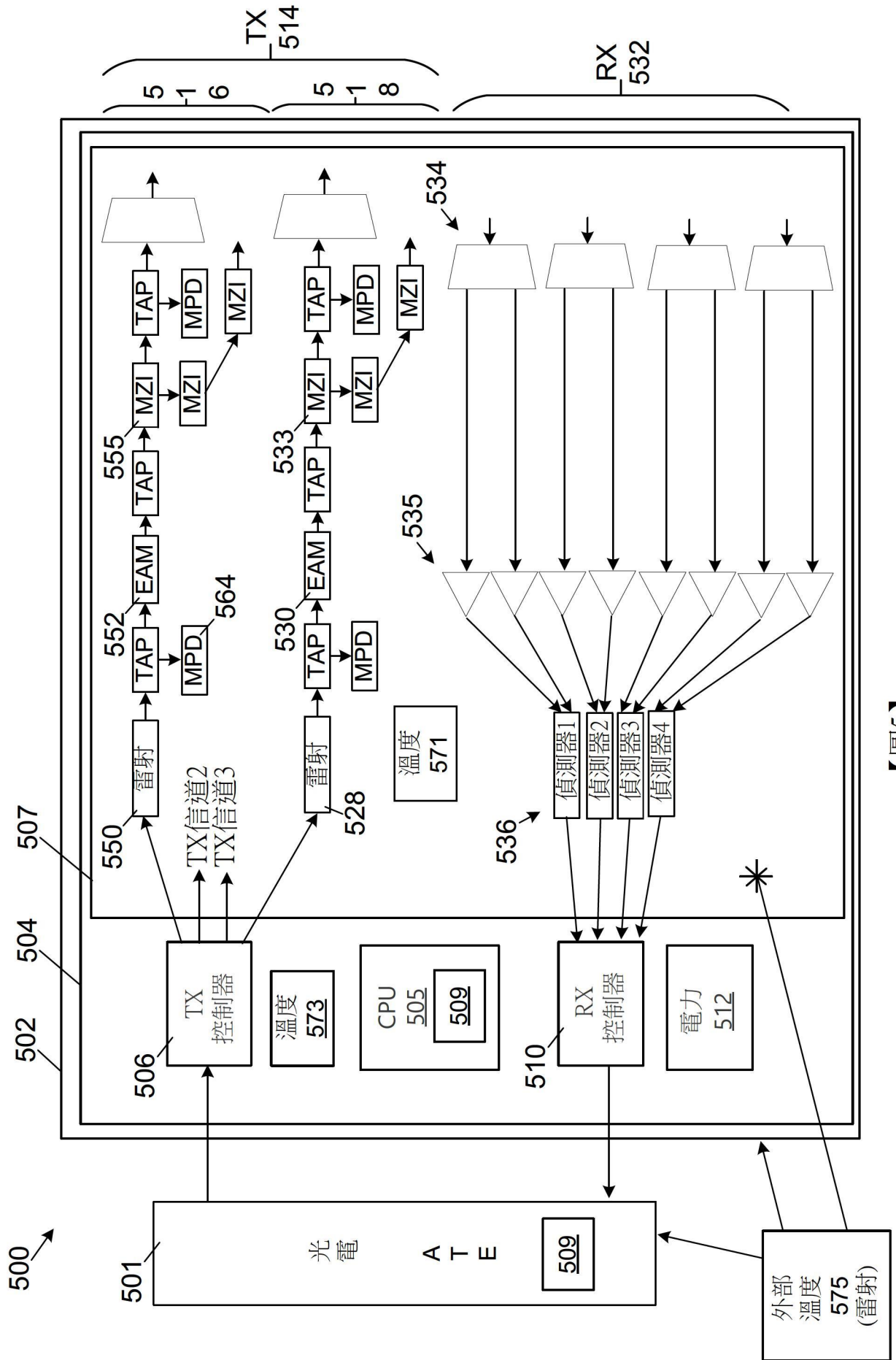
【圖2】



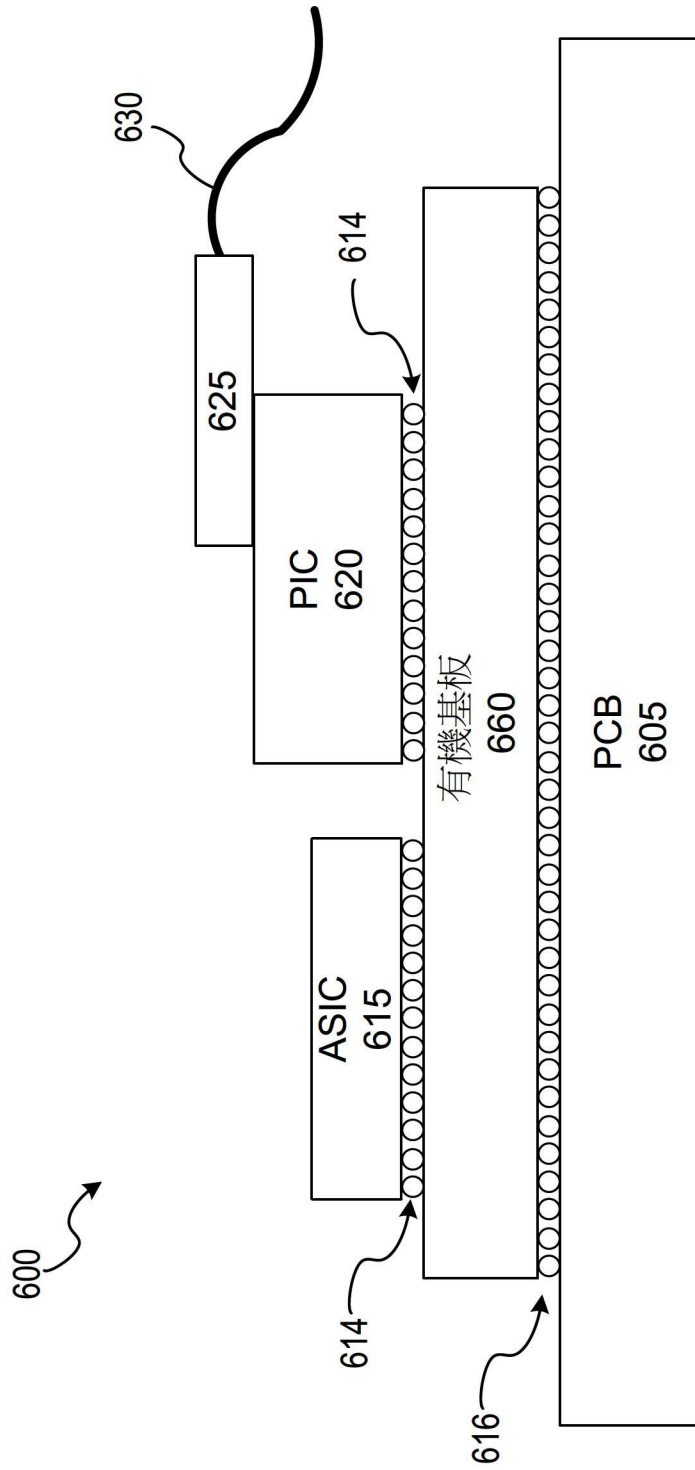
【圖3】



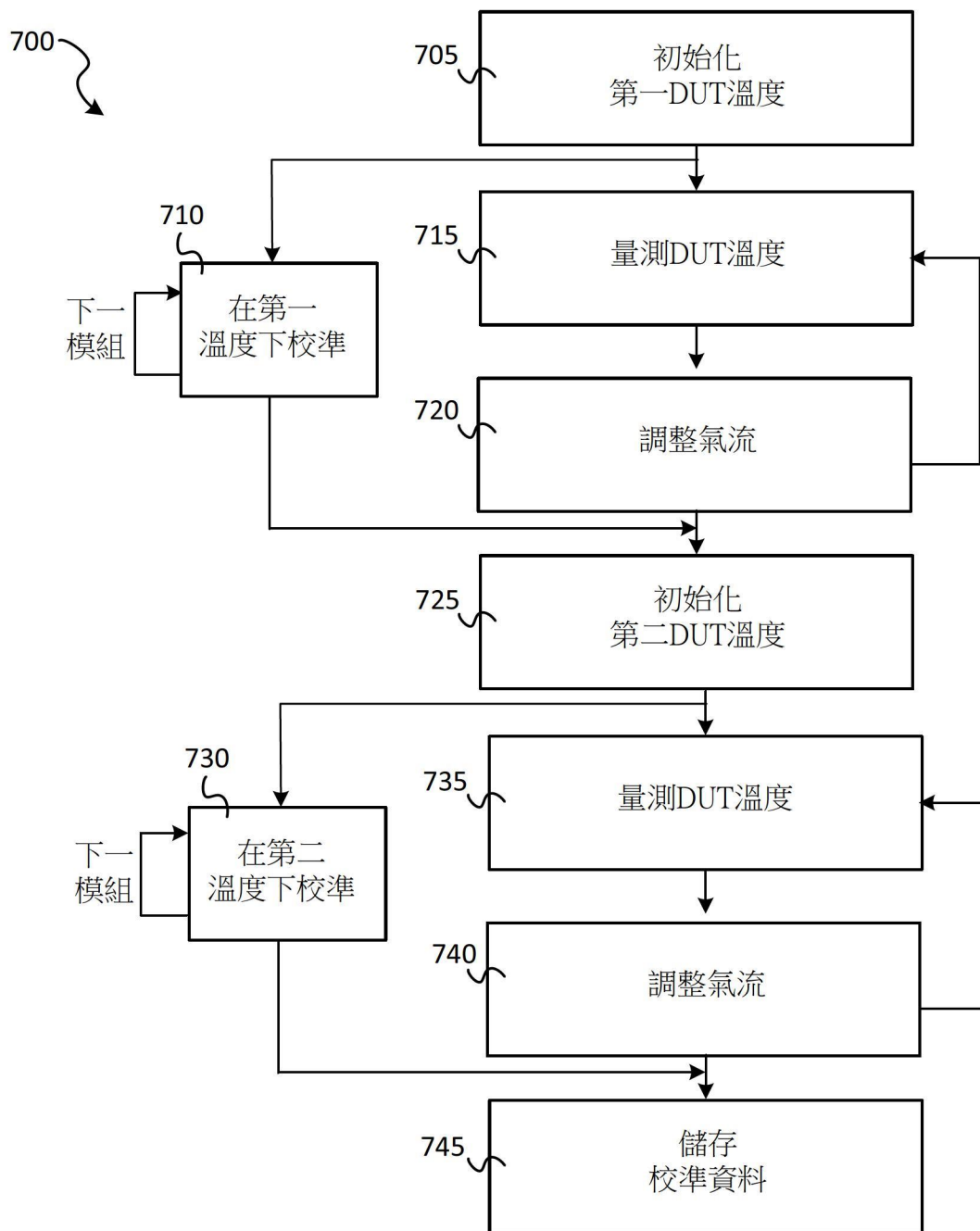
【圖4】



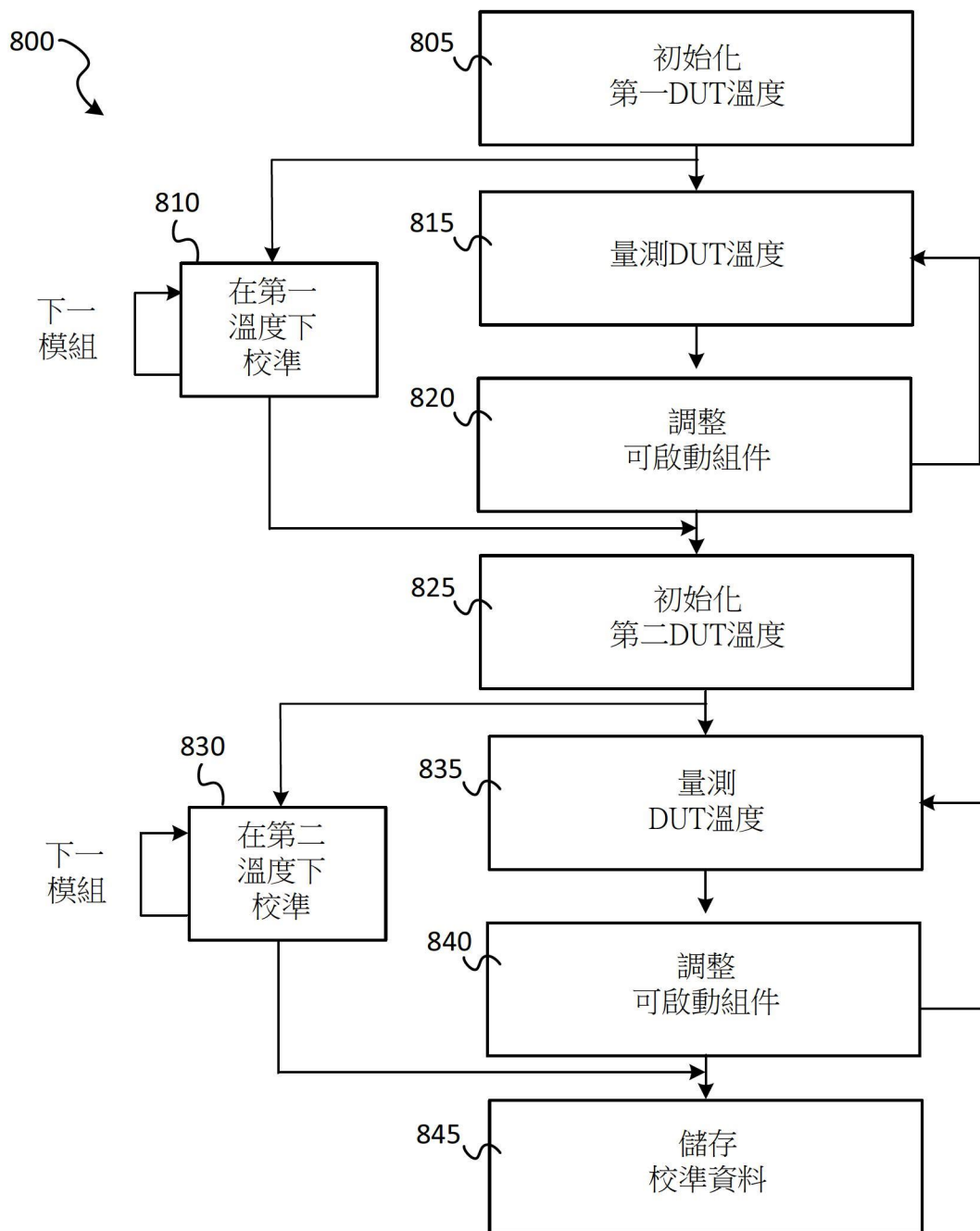
【圖5】



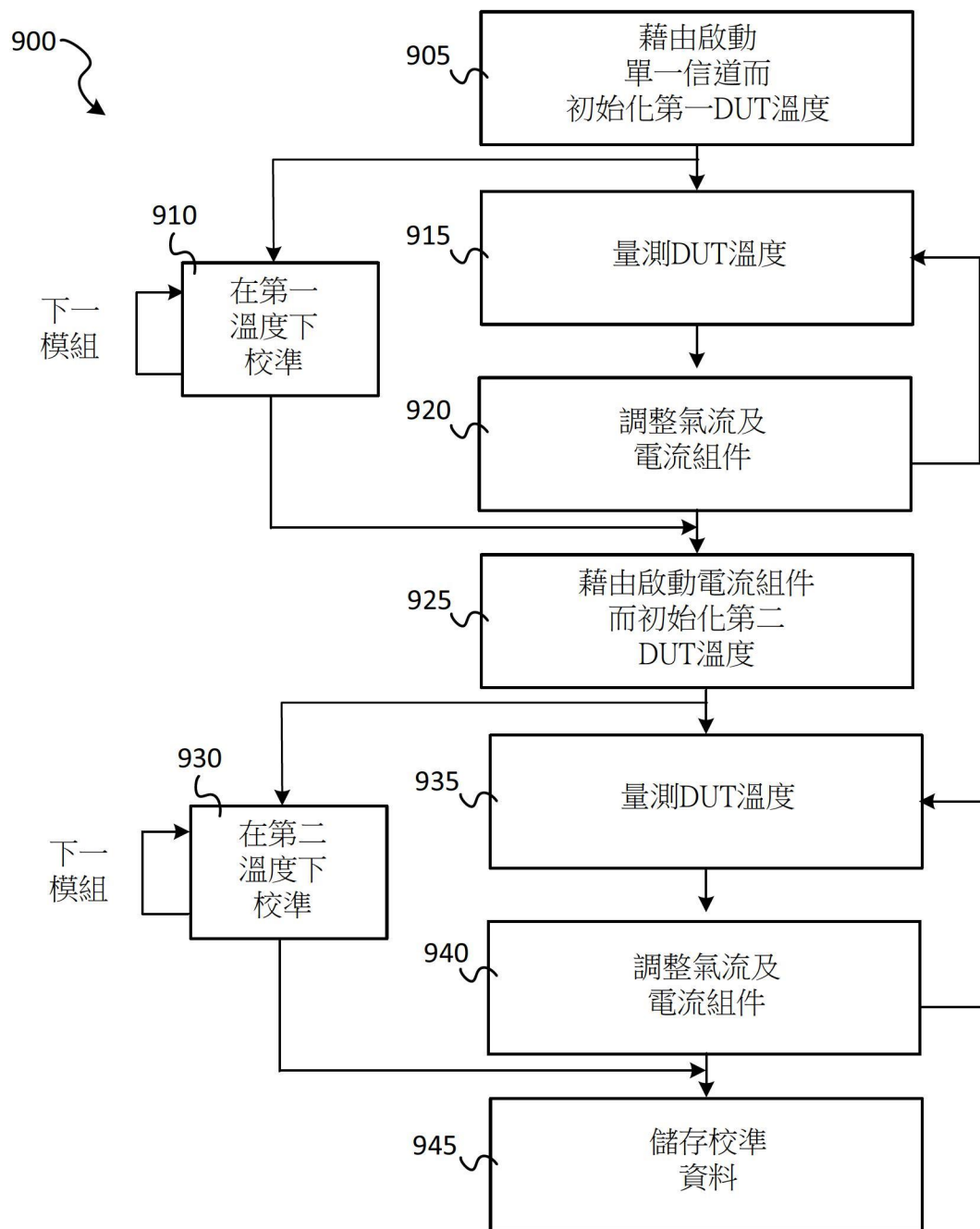
【圖6】



【圖7】



【圖8】



【圖9】