



(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 I854620 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 09 月 01 日

(21)申請案號：112116026 (22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 04 月 28 日
(51)Int. Cl. : **G01R1/04 (2006.01)** **G01R1/073 (2006.01)**
(30)優先權：2023/03/30 美國 18/129,040
2022/05/03 美國 17/735,130
2022/10/24 美國 63/380,592
(71)申請人：聯發科技股份有限公司 (中華民國) MEDiatek INC. (TW)
新竹市篤行一路一號
(72)發明人：莊競輝 ZHUANG, JING-HUI (TW)；施盈舟 SHIH, YING-CHOU (TW)；雷勝維
LEI, SHENG-WEI (TW)；魏昌琳 WEI, CHANG-LIN (TW)；黃哲賢 HUANG, CHE-
HSIEN (TW)；邱詩家 CHIU, SHIH-CHIA (TW)；林義傑 LIN, YI-CHIEH (TW)；
林文堅 LIN, WUN-JIAN (TW)
(74)代理人：吳豐任；戴俊彥
(56)參考文獻：
TW 201224464A US 2021/0011069A1
US 2021/0072307A1 US 2021/0302467A1
審查人員：盧贊文
申請專利範圍項數：15 項 圖式數：10 共 40 頁

(54)名稱

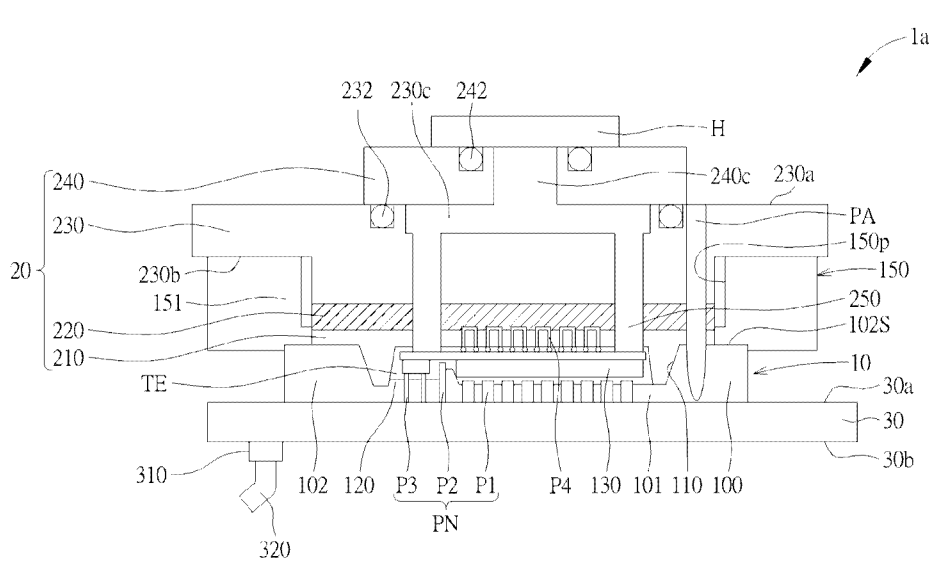
測試套件

(57)摘要

本發明公開一種測試套件，用於測試被測設備，包括：插座結構，用於容納該被測設備；以及柱塞組件，可拆卸地耦接於該插座結構，其中該柱塞組件包括多層結構，該多層結構包括嵌套件和安裝在該嵌套件下方的至少一個中介層基板。

This disclosure provides a test kit for testing a device under test (DUT) including a socket structure for containing the DUT, and a plunger assembly detachably coupled with the socket structure. The plunger assembly includes a multi-layered structure having a nest and an interposer substrate installed under the nest.

指定代表圖：



第1圖

符號簡單說明：

- 1a:測試套件
 10:插座結構
 20:柱塞組件
 30:負載板
 100:插座殼體
 101:基座部分
 102S:上表面
 110:空腔
 102:環形周邊結構
 120:導板
 130:DUT
 H:自動處理機
 151:內部部分
 150:插座基座
 150p:中心通孔
 220:中介層基板
 210:頂部插座
 232,242:真空密封件
 230c:連接室
 240:按壓構件
 240c:真空導管
 230:嵌套件
 230a:上側
 230b:下側
 250:吸嘴
 TE:測試殼體
 30a:DUT 側
 30b:非 DUT 側
 310:RF 連接器
 320:RF 電纜
 PN:針腳組件
 P1,P4:彈簧針腳
 P2,P3:導電針腳



I854620

【發明摘要】

【中文發明名稱】 測試套件

【英文發明名稱】 TEST KIT

【中文】

本發明公開一種測試套件，用於測試被測設備，包括：插座結構，用於容納該被測設備；以及柱塞組件，可拆卸地耦接於該插座結構，其中該柱塞組件包括多層結構，該多層結構包括嵌套件和安裝在該嵌套件下方的至少一個中介層基板。

【英文】

This disclosure provides a test kit for testing a device under test (DUT) including a socket structure for containing the DUT, and a plunger assembly detachably coupled with the socket structure. The plunger assembly includes a multi-layered structure having a nest and an interposer substrate installed under the nest.

【指定代表圖】 第(1)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

- 1a: 測試套件
- 10: 插座結構
- 20: 柱塞組件
- 30: 負載板
- 100: 插座殼體
- 101: 基座部分

102S: 上表面
110: 空腔
102: 環形周邊結構
120: 導板
130: DUT
H: 自動處理機
151: 內部部分
150: 插座基座
150p: 中心通孔
220: 中介層基板
210: 頂部插座
232,242: 真空密封件
230c: 連接室
240: 按壓構件
240c: 真空導管
230: 嵌套件
230a: 上側
230b: 下側
250: 吸嘴
TE: 測試殼體
30a: DUT側
30b: 非DUT側
310: RF連接器
320: RF電纜

PN: 針腳組件

P1, P4: 彈簧針腳

P2, P3: 導電針腳

【特徵化學式】

(無)

【發明說明書】

【中文發明名稱】 測試套件

【英文發明名稱】 TEST KIT

【技術領域】

【0001】 本發明涉及測試技術領域，尤其涉及一種測試套件。

【先前技術】

【0002】 毫米波 (millimeter wave, mmW) 通信系統在滿足 5G 網路的容量要求方面引起了極大的興趣。在毫米波頻段傳輸對測試電子設備提出了很高的要求，以確保傳輸和接收電路正常運行。為了檢測被測設備 (device under test, DUT) 的電氣特性，DUT 被穩定地電連接到測試設備上。一般而言，測試插座是作為電性連接 DUT 與測試儀器的工具。

【0003】 當前測試系統的缺點包括較長的測試時間和較大的測試系統物理尺寸。此外，很難測試能夠在其底部和頂部傳輸毫米波訊號的 DUT，因為設計用於將 DUT 拾取和放置 (pick and place) 在插座中的傳統柱塞 (plunger) 無法捕獲或傳輸毫米波訊號。人們希望有一個可靠且具有成本效益的測試系統 (測試套件) 來大批量測試毫米波設備。

【發明內容】

【0004】 有鑑於此，本發明提供一種測試套件，用於測試被測設備，以解決上述問題。

【0005】 根據本發明的第一方面，公開一種測試套件，用於測試被測設備，包括：

【0006】 插座結構，用於容納該被測設備；

【0007】 以及柱塞組件，可拆卸地耦接於該插座結構，其中該柱塞組件包括

第 1 頁，共 25 頁(發明說明書)

多層結構，該多層結構包括嵌套件和安裝在該嵌套件下方的至少一個中介層基板。

【0008】 本發明的測試套件由於包括：插座結構，用於容納該被測設備；以及柱塞組件，可拆卸地耦接於該插座結構，其中該柱塞組件包括多層結構，該多層結構包括嵌套件和安裝在該嵌套件下方的至少一個中介層基板。採用本發明上述技術方案，在對被測設備進行測試時，被測設備將毫米波訊號發送後，可以由至少一個中介層基板上的天線結構接收，然後至少一個中介層基板上的天線結構再發送，由被測設備的天線結構接收，從而進行測試操作；使用本發明的測試套件在測試時，測試訊號的經由路徑較短，因此特別適用於毫米波等高頻訊號的測試，可以降低高頻訊號的路徑損耗，保證測試的準確性和可靠性；另外本發明實施例的測試套件可以適用於各種不同類型的測試設備，具有更廣泛的適用性，具有成本優勢和測試便利性優勢。

【圖式簡單說明】

【0009】

透過閱讀後續的詳細描述和實施例可以更全面地理解本發明，本實施例參照附圖給出，其中：

圖1為本發明一個實施例的用於測試DUT的測試套件的剖面示意圖；

圖2為本發明一個實施例的圖1中柱塞組件(plunger assembly)的側視示意圖。

圖3是圖2中柱塞組件的分解圖；

圖4為本發明一個實施例的彈簧針腳(pogo pin)的局部佈局圖及頂部插座(socket)的局部剖視圖；

圖5顯示了根據本發明一些實施例的適用於不同類型DUT的各種類型的頂部插座；

圖6為本發明另一個實施例的用於測試DUT的測試套件的示意圖；
圖7為本發明又一個實施例的用於測試DUT的測試套件的示意圖；
圖8為本發明又一個實施例的用於測試DUT的測試套件的示意圖；
圖9為本發明又一個實施例的用於測試DUT的測試套件的示意圖； 以及
圖10是示出根據本發明實施例的近場（near field）環回波束成型（loopback beamforming）測試的示意圖。

【實施方式】

【0010】 在下面對本發明的實施例的詳細描述中，參考了附圖，這些附圖構成了本發明的一部分，並且在附圖中透過圖示的方式示出了可以實踐本發明的特定的優選實施例。對這些實施例進行了足夠詳細的描述，以使所屬技術領域具有通常知識者能夠實踐它們，並且應當理解，在不脫離本發明的精神和範圍的情況下，可以利用其他實施例，並且可以進行機械，結構和程式上的改變。本發明。因此，以下詳細描述不應被理解為限制性的，並且本發明的實施例的範圍僅由所附申請專利範圍限定。

【0011】 將理解的是，儘管術語“第一”、“第二”、“第三”、“主要”、“次要”等在本文中可用於描述各種元件、組件、區域、層和/或部分，但是這些元件、組件、區域、這些層和/或部分不應受到這些術語的限制。這些術語僅用於區分一個元件、組件、區域、層或部分與另一區域、層或部分。因此，在不脫離本發明構思的教導的情況下，下面討論的第一或主要元件、組件、區域、層或部分可以稱為第二或次要元件、組件、區域、層或部分。

【0012】 此外，為了便於描述，本文中可以使用諸如“在...下方”、“在...之下”、“在...下”、“在...上方”、“在...之上”之類的空間相對術語，以便於描述一個元件或特徵與之的關係。如圖所示的另一元件或特徵。除了在圖中

描述的方位之外，空間相對術語還意圖涵蓋設備在使用或運行中的不同方位。該裝置可以以其他方式定向（旋轉90度或以其他定向），並且在此使用的空間相對描述語可以同樣地被相應地解釋。另外，還將理解的是，當“層”被稱為在兩層“之間”時，它可以是兩層之間的唯一層，或者也可以存在一個或複數個中間層。

【0013】 術語“大約”、“大致”和“約”通常表示規定值的 $\pm 20\%$ 、或所述規定值的 $\pm 10\%$ 、或所述規定值的 $\pm 5\%$ 、或所述規定值的 $\pm 3\%$ 、或規定值的 $\pm 2\%$ 、或規定值的 $\pm 1\%$ 、或規定值的 $\pm 0.5\%$ 的範圍內。本發明的規定值是近似值。當沒有具體描述時，所述規定值包括“大約”、“大致”和“約”的含義。本文所使用的術語僅出於描述特定實施例的目的，並不旨在限制本發明。如本文所使用的，單數術語“一”，“一個”和“該”也旨在包括複數形式，除非上下文另外明確指出。本文所使用的術語僅出於描述特定實施例的目的，並不旨在限制本發明構思。如本文所使用的，單數形式“一個”、“一種”和“該”也旨在包括複數形式，除非上下文另外明確指出。

【0014】 將理解的是，當將“元件”或“層”稱為在另一元件或層“上”、“連接至”、“耦接至”或“鄰近”時，它可以直接在其他元件或層上、與其連接、耦接或相鄰、或者可以存在中間元件或層。相反，當元件稱為“直接在”另一元件或層“上”、“直接連接至”、“直接耦接至”或“緊鄰”另一元件或層時，則不存在中間元件或層。

【0015】 注意：(i) 在整個附圖中相同的特徵將由相同的附圖標記表示，並且不一定在它們出現的每個附圖中都進行詳細描述，並且(ii) 一系列附圖可能顯示單個專案的不同方面，每個方面都與各種參考標籤相關聯，這些參考標籤可能會出現在整個序列中，或者可能只出現在序列的選定圖中。

【0016】 無線微電子設備（Wireless microelectronic device）通常會進行多種測

試，以確保足夠的性能並驗證其RF（射頻，radio frequency）功能。一些測試是由標準強制執行的，而其他一些測試則是產品開發和驗證的一部分。當射頻訊號從發射機發送到接收機時，該訊號會沿著一條或多條路徑在無線電通道中傳播，這些路徑具有不同的到達角度（angles of arrival）、訊號延遲（signal delay）、極化（polarization）和功率（power），從而導致接收到的持續時間和強度不同訊號。另外，由於其他發射器引起的雜訊和干擾也會干擾無線電連接。

【0017】 本發明涉及一種用於測試微電子設備或模組的無線測試系統（或測試套件）。本發明的實施例針對用於保持和/或測試被測設備(DUT)的測試套件的改進。例如，測試DUT的方法可以包括將DUT設置為同時發送和接收模式；從測試單元接收較低頻率的射頻（RF）訊號（低頻RF訊號）；將較低頻率的射頻訊號上變頻（up-converting）為較高頻率的射頻訊號（高頻RF訊號）；將較高頻率的RF訊號（高頻RF訊號）從DUT透過頂部插座傳輸到中介層基板（interposer substrate）的電路；透過頂部插座和DUT接收較高頻率的RF訊號（高頻RF訊號）；將接收到的較高頻率的RF訊號（高頻RF訊號）下變頻（down-converting）為接收到的測試RF訊號；將接收到的測試RF訊號提供給測試單元。

【0018】 DUT 是一個術語，通常用於指代進行任何測試的任何電子設備或模組。在半導體測試中，DUT 通常被插入到連接到自動測試設備（automatic test equipment，ATE）的測試插座中。ATE 廣泛用於製造行業，用於測試各種類型的半導體設備，例如封裝或未封裝的積體電路（integrated circuit，IC）設備、天線輸入模組或天線模組（antenna-in module，AIM）、印刷電路板（printed circuit board，PCB）等。

【0019】 本發明特別適用於可由 RF 發射器和/或接收器電路驅動和/或感測的 RF 微電子設備或 DUT 的輻射測試（radiated testing），並且可以在例如20GHz至300GHz（毫米波頻率）的範圍內操作（或工作、運行），例如在24GHz、60GHz、

77GHz或79GHz附近的頻帶(frequency band)中操作(或工作),但不限於此。根據設計要求,可在中介層基板上提供各種電路和組件以實現毫米波訊號環回(loopback)。本發明不僅減少了傳輸路徑長度以避免過度損耗,而且在有限區域實現了mmW訊號環回技術。

【0020】 請參考圖1,圖1為本發明一個實施例的用於測試DUT的測試套件的剖面示意圖。如圖1所示,測試套件1a包括插座結構10和與插座結構10可拆卸地耦接的柱塞組件20。根據本發明的一個實施例,插座結構10可包括插座殼體100,插座殼體100固定於負載板30,例如印刷線路板或印刷電路板。負載板30也可以稱為測試板。雖然沒有明確描述,但可以理解,負載板30通常包括芯(core)(例如,FR4覆銅層壓板芯)、複數個介電堆積(dielectric build-up)層以及在芯的相對表面(例如兩個相對的表面)上的跡線。印刷電路板不同層次的走線(或跡線)可以透過鍍通孔或鍍孔相互電連接。負載板30上的電路可以電連接到測試單元(未示出),該測試單元包括被配置為生成測試訊號的訊號發生器。

【0021】 根據本發明的一個實施例,負載板30可以結合特定於測試特定DUT的定制電路。例如,負載板30可以是特別針對特定DUT的輻射、電和物理特性而修改的定制RF負載板。根據本發明的一個實施例,例如,負載板30可以透過射頻電纜和/或連接器電連接到射頻儀器電路。可以理解的是,負載板30還可以連接到DC(直流)電源、接地、數位輸入/輸出和/或電腦,為了簡單起見未示出。例如,在圖1中,負載板30包括具有DUT側30a和非DUT側30b的印刷電路板(printed circuit board, PCB)。DUT 130可插入DUT側30a上的插座結構10。非DUT側30b可接入一個或複數個RF電纜320可連接到的RF連接器310。每個RF連接器310提供到測試器的RF連接。本發明實施例中,插座結構10可以容納(或包含)DUT 130,從而對DUT 130進行測試。因此,插座結構10具有容納DUT 130的位置,從而方便對DUT 130進行測試。

【0022】 根據本發明的一個實施例，插座殼體100可以由整體（或單片）（monolithic）抗靜電材料製成（單片可以指為一體成形的整體件），包括但不限於耐用的高性能聚醯亞胺基塑料，例如具有介電常數（Dk）約為3.5的SP1+（DuPont™），但不限於此。根據本發明的一個實施例，插座殼體100可以包括與針腳組件（pin assembly）PN整合（或集成）的板狀基部（plate-shaped base portion）101，針腳組件PN包括但不限於彈簧針腳（pogo pin）P1、導電針腳（conductive pin）P2和導電針腳P3。導電針腳P2和P3可以從插座殼體100延伸並且穿過（貫穿）形成在基座部分或基座101上的對應的通孔以用於傳輸訊號。根據本發明的一個實施例，基座部分或基座101用作負載板30和DUT之間的介面，並且插針組件PN可以包括至少兩種不同類型和長度的彈簧針腳，以適用於不同的被測設備（或裝置）。本實施例中的測試套件在對DUT 130進行測試時，針腳組件PN（包括導電針腳P1、P2和P3）可以用於DUT 130與負載板30之間直接連接，從而用於DUT 130與負載板30之間的電連接和訊號傳輸。導電針腳P1、P2和P3可以稱為第一針腳。板狀基部（或板狀的基座部分）101也可以稱為基部101、基座101、基座部分101等。整體（或單片、整體式）可以是指該結構或部件等為一體的結構，例如一體形成、一體成形等。根據本發明的一個實施例，插座殼體100為一體成形的整體件可以提高測試套件的結構的機械強度，並且減小訊號的外溢和損耗。

【0023】 根據本發明的一個實施例，插座殼體100可以包括圍繞基座部分或基座101的環形周邊結構102，從而形成由環形周邊結構102的內側壁和環形周邊結構102的上表面限定的空腔或腔體110。根據本發明的一個實施例，環形周邊結構102與基座部分或基座101一體地形成，以提高機械強度。根據本發明的一個實施例，環形周邊結構102的厚度（高度）大於基座部分或基座101的厚度（高度）。根據本發明的另一個實施例，插座殼體100可以與負載板30直接接觸。然而，當插座殼體100與負載板30上的任何高頻訊號跡線重疊時，插座殼體100可以部分地

移除，也即可以根據負載板30上的佈線情況，移動插座殼體100。根據本發明的一個實施例，用於引導和調整DUT 130的位置和/或旋轉角度的電性浮置導板或電浮導板（electrically floating guide plate）120可以適配地（fittingly）安裝在空腔110內。導板（或引導板）120可以與插座殼體100直接接觸。電性浮置可以是指不與任何電壓（包括正電壓、0伏特、負電壓等）電性連接。根據本發明的一個實施例，導板120為一體成形的整體件可以提高測試套件的結構的機械強度，並且減小訊號的外溢和損耗。

【0024】 根據本發明的一個實施例，導板120可以由整體式（整體或者單片）靜電放電（electrostatic-discharge，ESD）控制材料或靜電耗散材料製成，以防止DUT 130在測試過程中在高靜電電壓下損壞。例如，上述ESD控制材料或靜電耗散材料可以包括但不限於基於聚醚醚酮（polyether ether ketone，PEEK）的塑料，諸如具有約5.3的介電常數的EKH-SS11（Krefine）。靜電耗散材料定義為具有國際電工技術委員會（International Electro-technical Commission，IEC）61340-5-1定義的 1×10^5 歐姆至 1×10^{11} 歐姆的表面電阻（surface resistance，SR）的材料。靜電耗散材料難以充電，並且電荷轉移速度不高，使其成為ESD敏感應用的理想材料。

【0025】 插座結構10可進一步包括用於精確柱塞對準（與柱塞組件20精確對準）的環形插座基座150。根據本發明的一個實施例，插座基座150安裝並固定在插座殼體100的環形周邊結構102的上表面102S上。根據本發明的一個實施例，插座基座150包括允許DUT 130通過的通孔中央或中心通孔150p和插入結構20的下部部分，插入結構20的下部部分真空夾持DUT 130，並將DUT 130放置到插座結構10上的測試位置。根據本發明的一個實施例，插座基座150可包括圍繞插座殼體100的環形周邊結構102的上表面102S的內部（部分）151。插座基座150可以由整體式抗靜電材料製成，包括但不限於介電常數約為4.37的抗靜電FR4，但不限於此。根據本發明的一個實施例，插座基座150可以包括吸收材料以避免或減

輕訊號耦合 (signal coupling)。根據本發明的一個實施例，插座基座150為一體成形的整體件可以提高測試套件的結構的機械強度，並且減小訊號的外溢和損耗。

【0026】 請同時參閱圖2及圖3，圖2為本發明一個實施例的圖1的柱塞組件的側視示意圖。圖3是圖2中柱塞組件的分解圖。如圖2和圖3以及簡要圖1所示，柱塞組件20通常包括多層結構，包括但不限於：頂部插座210、中介層基板220、嵌套件 (nest) 230和按壓構件240。中介層基板220夾在頂部插座210和嵌套件 (或座體) 230之間。

【0027】 頂部插座210在拾取DUT 130時具有高精度定位能力。如圖1所示，頂部插座210內嵌有複數個金屬彈簧針腳 (彈簧針腳) P4，用於將DUT 130上的接觸墊機械和電連接到中介層基板220。頂部插座210有助於確保DUT 130兩側的接觸焊盤分別與彈簧針腳P1~P3和P4精確接觸。本實施例中的測試套件在對DUT 130進行測試時，可以利用中介層基板220和彈簧針腳P4連接到DUT 130，這樣DUT 130發出的mmw訊號傳輸到中介層基板220後可以在中介層基板220被環回，環回到DUT 130，然後進行下變頻之後轉換為測試射頻訊號，這樣就可以對高頻的RF訊號進行測試，測試電路的結構更加簡單，並且訊號路徑更短，損耗更低，測試結果的準確性更高。本發明實施例中，可以由RF電纜320和RF連接器310發出mmw訊號，達到負載板30，然後透過複數個第一針腳 (例如導電針腳P1、P2和P3) 傳輸到DUT 130，接著DUT 130將mmw訊號透過導電針腳 (或彈簧針腳) P4傳輸到中介層基板220，經由中介層基板220的線路之後，然後再透過導電針腳 (或彈簧針腳) P4環回到DUT 130，接著透過第一針腳 (例如導電針腳P1、P2和P3) 傳輸到負載板30，進行測試。此外，還可以繼續將訊號透過RF電纜320和RF連接器310發送出去，例如檢測測試訊號的結果等等。本發明實施例中，導電針腳 (或彈簧針腳) P4可稱為第二針腳。本發明實施例中，測試套件在對DUT 130進行測

試時，第一針腳（例如導電針腳P1、P2和P3）和第二針腳（例如導電針腳P4）可以分別位於DUT 130的兩個相對側，從而將mmw訊號（或測試訊號）進行環回的測試，這樣的測試路徑較短，特別是適用於mmw訊號等高頻訊號的測試，因此本發明實施例中的測試套件的測試損耗更低，測試結果更加準確，更容易對高頻訊號進行測試操作。相對於先前技術中測試時訊號路徑較長，在測試時訊號（特別是mmw等高頻訊號）的損耗將會很大的情況，本發明實施例具有明顯的優勢和對高頻訊號測試的適用性。本發明實施例測試時，第二針腳（例如導電針腳P4）直接連接DUT 130與負載板30。

【0028】 請同時參考圖4，圖4繪示彈簧針腳P4的局部佈局及頂部插座210的局部剖面圖。至少一個射頻訊號針腳P4S被複數個接地針腳P4G包圍。例如，在圖4中，一個射頻訊號針腳P4S被五個接地針腳P4G包圍。接地針腳P4G可以接觸到DUT 130的電路板或基板的接地平面GP或電連接到接地平面GP的相應焊球SB。透過提供這樣的配置，可以提高兩個相鄰的RF訊號針腳P4S之間的隔離度（isolation）。此外，可以調整彈簧針腳P4的大小或尺寸和位置以實現良好的阻抗控制，而無需改變封裝焊球圖（ball map）。請一併參考圖5。圖5顯示根據本發明的一些實施例的適用於不同類型的DUT的各種類型的頂部插座，其中相同的層、元件或區域由相同的數位編號或標籤指示。頂部插座 210 可以很容易地改變以適應 DUT 130 的不同配置，例如以毫米波頻率運行的不同類型的封裝內天線或天線封裝（antenna-in-package，AiP）。同時本發明實施例中，針對不同類型的DUT，僅需相應的改變頂部插座即可，因此本發明實施例的測試套件具有很高的設計靈活性和很廣的適用範圍。

【0029】 根據本發明的一個實施例，中介層基板220可以是印刷電路板，中介層基板220（或印刷電路板）在面向DUT的表面上包括訊號走線（跡線）或測試電路或天線，這些訊號走線（跡線）或測試電路或天線在測試過程中提供mmW

訊號環回 (signal loopback)。毫米波訊號在 DUT 130 的發射端和接收端之間相對較短的訊號傳輸路徑中環回，而不需要將訊號延伸到測試儀或負載板 30 (當然這是測試中的情形，若要傳回測試訊號進行分析，則需要經過負載板和測試儀)，從而減少轉換損耗、寄生效應並提高毫米波訊號性能。根據本發明的一個實施例，由於第一針腳 (例如導電針腳P1、P2和P3) 直接連接負載板30和DUT 130，第二針腳 (例如導電針腳P4) 直接連接DUT 130和中介層基板220，因此測試時測試訊號的經由的路徑較短，從而減少測試中的路徑損耗，提高測試準確性。根據設計需求，可以在中介層基板220上提供不同的數位和/或類比和/或RF 電路佈局和不同的組件。例如，中介層基板220可以包括用於耦接訊號或改變訊號功率比 (signal power ratio) 的耦接器電路、用於增加隔離度的衰減器電路、用於減少埠 (port) 的分壓器電路和/或用於減少訊號反射的終結器 (terminator) 電路，但不限於此。

【0030】 透過在柱塞組件20的頂部插座210和嵌套件230之間加入中介層基板220，可以降低電路線的公差，可以避免mmW頻率下的過度損耗 (由於訊號傳輸路徑的長度較短)，並且可以降低包括測試儀器和測試元件在內的測試成本。

【0031】 根據本發明的一個實施例，嵌套件230可以由ESD控制材料或靜電耗散材料製成，包括但不限於具有約3.3的介電常數的PEEK (polyether ether ketone，聚醚醚酮)，但不限於此。根據本發明的一個實施例，嵌套件230具有上側230a和下側230b。在測試過程中，嵌套件230的下側230b與插座基座150的內部151接合並直接接觸。根據本發明的一個實施例，嵌套件230可以包括吸收材料以避免或減輕訊號耦合 (signal coupling)。

【0032】 根據本發明的一個實施例，按壓構件240可耦接到嵌套件230的上側230a。根據本發明的一個實施例，按壓構件240可由金屬製成，但不限於此。按壓構件240將嵌套件230鎖定以佈置 (測試) 套件的部件。根據本發明的一個實

施例，按壓構件240可以機械連接到機械臂或自動處理機H。與ATE系統相關聯的自動處理機H可以將DUT 130從運輸託盤（未示出）移動到安裝在負載板30上的插座結構10。

【0033】 根據本發明的一個實施例，嵌套件230耦接到至少一個吸嘴（nozzle）250，用於真空夾持和/或將DUT 130保持在安裝在插座殼體100中的導板120中。為了說明的目的，在圖1中示出了兩個吸嘴（或吸嘴）250。如圖1所示。兩個吸嘴250從嵌套件230的底表面突出並插入下面的中介層基板220和頂部插座210的對應的孔中。嵌套230還耦合到兩個定位銷PA，定位銷PA在對角位置處從嵌套件230的底表面突出並且插入下面的中介層基板220和頂部插座210的相應孔中。測試時，如圖1所示，定位銷PA插入到插座殼體100的相應的定位孔中。根據本發明的一個實施例，例如，吸嘴250可以由ESD控制材料或靜電耗散材料製成，包括但不限於具有大約5.63的介電常數的ESD420，但是不限於此。根據本發明的一個實施例吸嘴250可用於將DUT 130拾取（pick）並放置在插座結構10中。根據本發明的一個實施例，在測試過程中，吸嘴250可以用於將DUT 130按壓在適當的位置，從而方便的安裝DUT 130，提升工作效率。根據本發明的一個實施例，吸嘴250可用於提供具有不同形狀和尺寸的耦接因數調整（coupling factor tuning）。在本發明一個實施例中，至少一個吸嘴可以穿透或繞過嵌套件230及中介層基板220。

【0034】 如圖1所示，根據本發明的一個實施例，吸嘴250可以與嵌套件230和按壓構件240之間的連接室（連接腔室）230c連通，連接室230c進一步連接到真空導管240c。根據本發明的一個實施例，例如，可以在真空導管240c周圍設置諸如橡膠O型圈的真空密封件222，並且可以在連接室230c周圍設置諸如橡膠O型圈的真空密封件232。根據本發明的一個實施例，例如，真空密封件232和真空密封件242可以由耐熱材料製成。在測試過程中，大約在頂部插座210和導板120

之間限定測試圍場TE。可以在測試圍場TE內實施上述測試DUT 130的測試方法。

【0035】 圖6為本發明另一個實施例的用於測試DUT的測試套件的示意圖。如圖6所示，測試套件1b的柱塞組件20可包括複數個中介層基板220a~220c。例如，中介層基板220a~220c可以包括不同的電路，包括用於耦接訊號或改變訊號功率比的耦接器電路、用於增加隔離度的衰減器電路、用於減少埠的分壓器電路或用於減少訊號反射的終結器電路。因此具有多層結構的中介層基板（也即例如複數個中介基板220a~220c）可以適用的測試範圍更廣，並且在需要測試不同的DUT時，可以根據需求連接到相應的中介層基板，或者根據需要自由更換其中的中介層基板。因此測試套件包括複數個中介基板可以提高測試套件的使用靈活性，滿足不同的測試需求。

【0036】 圖7為本發明又一個實施例的用於測試DUT的測試套件的示意圖。如圖7所示，測試套件1c的中介層基板220可電性連接至訊號分析儀50以測量訊號性能。因此本發明的測試套件使用中介層基板接收高頻訊號，並且轉換後傳輸至訊號分析儀50，從而實現測試套件對高頻訊號（mmw訊號）的測試，解決了先前技術中難以對DUT的mmw訊號進行測試的問題，並且本發明中測試套件的設計簡單，訊號路徑短，所受到的干擾更小，訊號損耗小，測試結果更加穩定和準確。本發明實施例中，可以透過RF連接器等向負載板30提供測試訊號，然後透過第一針腳（例如導電針腳P1、P2和P3）傳輸到DUT 130，再第二針腳（例如導電針腳P4）傳輸到中介層基板220，之後再環回到DUT 130；其中中介層基板220也可以將部分訊號傳輸到訊號分析儀50。本發明實施例中，也可以透過訊號分析儀50傳輸測試訊號到中介層基板220，然後透過第二針腳（例如導電針腳P4）傳輸到DUT 130之後被環回到中介層基板220，再傳輸回到訊號分析儀50。本發明實施例還可以採用其他方式進行測試，其中，由於第一針腳直接連接負載板30和DUT 130，第二針腳直接連接DUT 130和中介層基板220，因此測試時

測試訊號的經由的路徑較短，從而減少測試中的路徑損耗，提高測試準確性。

【0037】 圖8為根據本發明又一個實施例的用於測試DUT的測試套件的示意圖，其中相同的層、元件或區域由相同的數位編號或標籤表示。如圖8所示，同樣地，測試套件1d包括插座結構10和與插座結構10可拆卸地耦接的柱塞組件20。根據本發明的一個實施例，插座結構10可以包括固定到諸如印刷線路板或印刷電路板的負載板30的插座殼體100。負載板可以包括具有DUT側30a和非DUT側30b的PCB。DUT 130可插入DUT側30a上的插座結構10。

【0038】 根據本發明的一個實施例，插座殼體100可以由整體（或單片）抗靜電材料製成，包括但不限於耐用的高性能聚醯亞胺基塑料，例如具有介電常數(Dk) 約為3.5的SP1+(DuPont™)，但不限於此。根據本發明的一個實施例，插座殼體100可以包括板狀的基座部分101，該基座部分101與針腳組件PN整合在一起，針腳組件PN包括但不限於彈簧針腳P1、導電針腳P2和導電針腳P3。導電針腳P2和P3可以從插座殼體100延伸並穿過形成在基座部分101上的相應的通孔以傳輸訊號。根據本發明的一個實施例，基座部分101用作負載板30和DUT 130之間的介面或介面。根據本發明的一個實施例，針腳組件PN可以包括至少兩種不同類型和長度的彈簧針腳。

【0039】 根據本發明的一個實施例，插座殼體100可以包括圍繞基座部分101的環形周邊結構102，從而形成由環形周邊結構102的內側壁和基座部分的上表面限定的空腔110。根據本發明的一個實施例，環形周邊結構102與基座部分101一體形成。根據本發明的一個實施例，環形周邊結構102的厚度大於基座部分101的厚度。根據本發明的另一個實施例，插座殼體100可以與負載板30直接接觸。然而，當插座殼體100與任何高頻訊號跡線重疊時，可以部分移除插座殼體100在負載板30上。根據本發明的一個實施例，用於引導和調整DUT 130的位置和/或旋轉角度的電浮動導板120可以合適地安裝在空腔110內。導板120可以與插座

殼體100直接接觸。

【0040】 在本發明的一個實施例中，導板120可由單片ESD控制材料或靜電耗散材料製成，以防止DUT 130在測試過程中在高靜電電壓下損壞。例如，上述ESD控制材料或靜電消散材料可以包括但不限於PEEK基塑料，例如介電常數約為5.3的EKH-SS11 (Krefine®)。靜電耗散材料定義為具有國際電子電機委員會 (IEC) 61340-5-1 定義的 1×10^5 (10的5次方) 歐姆到 1×10^{11} (10的11次方) 歐姆的表面電阻 (SR) 的材料。靜電耗散材料難以充電且電荷轉移速度不高，使其成為 ESD 敏感應用的理想材料。

【0041】 插座結構10還可包括用於精確柱塞對準的環形插座基座150。根據本發明的一個實施例，插座基座150安裝並固定在插座殼體100的環形周邊結構102的上表面102S上。根據本發明的一個實施例，插座基座150包括允許DUT 130穿過的中心通孔150p和真空夾持DUT 130並將DUT 130放置到插座結構10上的測試位置的柱塞組件20的下部部分。根據本發明的一個實施例，插座基座150可以包括圍繞插座殼體100的環形周邊結構102的上表面102S的內部部分151。根據本發明的一個實施例，插座基座150可以由單片防靜電材料製成，包括但不限於，介電常數約為4.37的抗靜電FR4，但不限於此。根據本發明的一個實施例，插座基座150可以包括吸收材料 (absorber material) 以避免或減輕訊號耦接。

【0042】 根據本發明的一個實施例，柱塞組件20通常包括多層結構，包括但不限於頂部插座210、中介層基板、中介基板或插入基板220、嵌套件 (或座體) 230、按壓構件240和反射器270 (設置在中介層基板220和嵌套230之間)。

【0043】 根據本發明的一個實施例，頂部插座210在拾取DUT 130時具有高精度定位能力。頂部插座210嵌入複數個金屬彈簧針腳P4，用於機械和電連接DUT 上的接觸墊130連接至中介層基板220。頂部插座210有助於確保DUT 130兩側的接觸墊分別與彈簧針腳P1~P3和P4精確接觸。

【0044】 根據本發明的一個實施例，中介層基板220可以是包括訊號線或測試電路的印刷電路板。根據設計要求，可以在中介層基板220上提供不同的數位和/或類比和/或RF電路佈局和不同的組件。例如，中介層基板220可以包括用於耦接訊號或改變訊號功率比的耦接器電路、用於增加隔離的衰減器電路、用於減少埠的分壓器電路和/或用於減少訊號反射的端接器電路，但不限於此。根據本發明的一個實施例，中介層基板220在其直接面對反射器270的頂側上還包括天線結構AS1。

【0045】 根據本發明的一個實施例，反射器270固定到嵌套件（或座體）230的底面（底表面）230b。根據本發明的一個實施例，反射器270可以由金屬、金屬合金或任何合適的導電材料構成。根據本發明的一個實施例，反射器270與中介層基板220間隔預定距離d。反射器270的下表面270b與中介層基板220的天線結構AS1之間的反射距離d可以調整以控制接收能量並保持阻抗匹配。根據本發明的一個實施例，例如，反射距離d可以優選地在大約 0.25λ 和該長度的倍數（例如正整數倍）之間的範圍內，其中 λ 是在工作頻帶中具有最低頻率的RF訊號的波長(mm)。例如，對於頻率為 24.5GHz 的射頻訊號， λ 為 12.4mm，因此反射距離 D 介於 3.1mm 和 9.3mm 之間。RF訊號可以透過反射器270的反射從一個天線傳輸到相鄰的天線，從而可以在柱塞組件20中實施非導電環回測試。因此本實施例中的測試套件利用中介層基板220上的天線結構AS1發出並接收訊號，這樣可以在測試套件內對RF訊號進行測試，測試電路的結構更加簡單，並且訊號路徑更短，損耗更低，測試結果的準確性更高。此外，本發明實施例中，還可以在中介層基板220的其他位置設置天線結構，以滿足不同DUT的測試需求，例如還可以在中介層基板220的四周的側壁上設置天線結構，等等。本發明實施例還可以採用其他的方式進行測試，其中，由於第一針腳（例如導電針腳P1、P2和P3）直接連接負載板30和DUT 130，第二針腳（例如導電針腳P4）直接

連接DUT 130和中介層基板220，因此測試時測試訊號的經由的路徑較短，從而減少測試中的路徑損耗，提高測試準確性。

【0046】 根據本發明的一個實施例，同樣地，嵌套件（或座體）230可以由ESD控制材料或靜電耗散材料製成，包括但不限於具有介電常數約為 3.3的PEEK，但不限於此。根據本發明的一個實施例，嵌套件（或座體）230可以包括吸收材料以避免或減輕訊號耦接。根據本發明的一個實施例，按壓構件240可以使用本領域已知的方式聯接到嵌套件230。根據本發明的一個實施例，按壓構件240可以由金屬製成，但不限於此。按壓構件240鎖定嵌套件230以佈置套件部分。根據本發明的一個實施例，嵌套件230連接到至少一個吸嘴250，用於真空夾持和/或保持DUT 130。嵌套件230還耦合到兩個定位銷PA，這兩個定位銷PA從嵌套件230的底表面在對角位置突出並且插入到下面的反射器270、中介層基板220和頂部插座210的相應的孔中。在測試時，如圖1所示，將定位銷PA插入插座殼體中相應的定位孔中100、根據本發明的一個實施例，例如，吸嘴250可以由ESD控制材料或靜電耗散材料製成，包括但不限於具有大約5.63的介電常數的ESD420，但是不限於此。根據本發明的一個實施例吸嘴250可用於將DUT 130拾取（pick）並放置在插座結構10中。根據本發明的一個實施例，在測試過程中，吸嘴250可以用於將DUT 130按壓在適當的位置，從而方便的安裝DUT 130，提升工作效率。根據本發明的一個實施例，吸嘴250可用於提供具有不同形狀和尺寸的耦接因數調整（coupling factor tuning）。另外，需要指出並可以理解的是，本發明實施例所有的測試套件是用於對DUT進行測試的，因此測試套件並不包括DUT，測試套件是用於容納DUT的，並且測試套件中具有容納DUT的空間或位置（例如在插座結構中）。因此在未將DUT放置到測試套件中時，第一針腳（例如導電針腳P1、P2和P3）直接連接負載板30和容納DUT的位置，第二針腳（例如導電針腳P4）直接連接容納DUT的位置和中介層基板220。這樣在測試時，第一針腳直接連接負

載板30和DUT 130，第二針腳直接連接DUT 130和中介層基板220。

【0047】 圖9為根據本發明又一個實施例的用於測試DUT的測試套件的示意圖，其中相同的層、元件或區域由相同的數位編號或標籤表示。如圖9所示，同樣地，測試套件1e包括插座結構10和與插座結構10可拆卸地耦接的柱塞組件20。根據本發明的一個實施例，插座結構10可以包括固定到諸如印刷線路板或印刷電路板的負載板30的插座殼體100。負載板可以包括具有DUT側30a和非DUT側30b的PCB。DUT 130可插入DUT側30a上的插座結構10。圖9所示的實施例可以用於被測設備的近場（near field）環回波束成型（loopback beamforming）測試。

【0048】 根據本發明的一個實施例，插座殼體100可以由整體（單片）抗靜電材料製成，包括但不限於耐用的高性能聚醯亞胺基塑料，例如具有介電常數(Dk)約為3.5的SP1+(DuPont™)，但不限於此。根據本發明的一個實施例，插座殼體100可以包括與用於傳輸訊號的針腳組件(圖中未示出)集成的（或整合的）板狀基部（基座部分）101。根據本發明的一個實施例，基座部分101用作負載板30和DUT 130之間的介面（interface）。

【0049】 根據本發明的一個實施例，插座殼體100可以包括圍繞基座部分101的環形周邊結構102，從而形成由環形周邊結構102的內側壁和基座部分101的上表面限定的空腔110。根據本發明的一個實施例，環形周邊結構102與基座部分101一體形成（例如為整體結構，或單片結構，或一體結構等）。根據本發明的一個實施例，環形周邊結構102的厚度大於基座部分101的厚度。根據本發明的另一個實施例，插座殼體100可以與負載板30直接接觸。然而，當插座殼體100與負載板30上的任何高頻訊號跡線重疊時，可以部分地移除插座殼體100。根據本發明的一個實施例，用於引導和調整DUT 130的位置和/或旋轉角度的電浮動導板120可以合適地安裝在空腔110內。導板120可以與插座殼體100直接接觸。

【0050】 根據本發明的一個實施例，導板120可以由單片ESD控制材料或靜電

耗散材料製成，以防止DUT 130在測試過程中在高靜電電壓下被損壞。例如，上述ESD控制材料或靜電消散材料可以包括但不限於PEEK基塑料，例如介電常數約為5.3的EKH-SS11 (Krefine®)。靜電耗散材料定義為具有國際電子電機委員會(IEC) 61340-5-1 定義的 1×10^5 歐姆到 1×10^{11} 歐姆的表面電阻 (SR) 的材料。靜電耗散材料難以充電且電荷轉移速度不高，使其成為 ESD 敏感應用的理想材料。

【0051】 插座結構10還可包括用於精確柱塞對準的環形插座基座150。根據本發明的一個實施例，插座基座150安裝並固定在插座殼體100的環形周邊結構102的上表面102S上。根據本發明的一個實施例，插座基座150包括允許DUT 130穿過的中心通孔150p和真空夾持DUT 130並將DUT 130放置到插座結構10上的測試位置的柱塞組件20的下部部分。根據本發明的一個實施例，插座基座150可以包括圍繞插座殼體100的環形周邊結構102的上表面102S的內部部分151。根據本發明的一個實施例，插座基座150可以由單片防靜電材料製成，包括但不限於，介電常數約為4.37的抗靜電FR4，但不限於此。根據本發明的一個實施例，插座基座150可以包括吸收材料 (absorber material) 以避免或減輕訊號耦接。

【0052】 根據本發明的一個實施例，柱塞組件20通常包括多層結構，包括但不限於中介層基板220、嵌套件230和設置在嵌套件230上的按壓構件240。根據本發明的一個實施例，對於側表面設置有天線的DUT，可選擇的，柱塞組件20還可以包括沿插座基座150的內周 (inner perimeter) 豎直安裝的第二插入基板220a。根據本發明的一個實施例，第二中介層基板220a可以固定到嵌套件230，但不限於此。

【0053】 根據本發明的一個實施例，中介層基板220和第二中介層基板220a均可以是包括訊號走線 (跡線)、測試電路和天線的印刷電路板。根據設計要求，可以在中介層基板220和第二中介層基板220a上提供不同的數位和/或類比和/或

RF電路佈局和不同的組件。例如，中介層基板220和第二中介層基板220a可以包括用於耦接訊號或改變訊號功率比的耦接器電路、用於增加隔離度的衰減器電路、用於減少埠的分配器電路和/或用於減少訊號反射的端接器電路，但不限於此。根據本發明的一個實施例，DUT 130在其直接面對中介層基板220的頂側包括天線結構AS2。

【0054】 根據本發明的一個實施例，中介層基板220與DUT 130間隔預定距離 d 。中介層基板220的下表面與DUT 130的天線結構AS2之間的反射距離 d 可以調整以控制接收能量並保持阻抗匹配。根據本發明的一個實施例，例如，反射距離 d 可以優選地在大約 0.25λ 和該長度的倍數（例如正整數倍）之間的範圍內，其中 λ 是在工作頻帶中具有最低頻率的RF訊號的波長(mm)。例如，對於頻率為24.5GHz的射頻訊號， λ 為12.4mm，因此反射距離 D 介於3.1mm和9.3mm之間。RF訊號可以透過反射器270的反射從一個天線傳輸到相鄰的天線，從而可以在柱塞組件20中實施非導電環回測試。因此本實施例中的測試套件利用中介層基板220上的天線結構（圖未示）接收並發出訊號，這樣可以在測試套件內對RF訊號進行測試，測試電路的結構更加簡單，並且訊號路徑更短，損耗更低，測試結果的準確性更高。本發明實施例中，中介層基板220與220a的天線結構的位置、數量等等可以根據需求自由設置。例如在本發明一個實施例中，中介層基板220的天線結構可以設置在朝向DUT 130的天線結構上，以與DUT 130的天線結構AS2進行訊號耦合。此外，本發明實施例中，還可以在中介層基板220的其他位置設置天線結構，以滿足不同DUT的測試需求，例如還可以在中介層基板220的四周的側壁上設置天線結構；或者，中介層基板220的相對側的表面設置天線結構，以進行其他的測試，等等；因此，本發明實施例中中介層基板220的天線結構及位置可以根據需求自由設計，從而滿足具有不同天線位置的DUT。因此本發明實施例的測試套件具有更高的設計彈性和設計靈活性。本發明實施例還

可以採用其他的方式進行測試，其中，由於第一針腳（例如導電針腳P1、P2和P3）（圖未示）直接連接負載板30和DUT 130，因此測試時，例如測試訊號經由負載板30並透過第一針腳直接傳輸到DUT 130，然後透過DUT 130的天線結構AS2進行發送；中介層基板220與220a的天線結構接收到DUT 130的天線結構AS2發送的訊號之後，進行環回，將訊號發送至DUT 130，DUT 130再進行接收，從而進行測試操作。本發明實施例中測試訊號的經由的路徑較短，從而減少測試中的路徑損耗，提高測試準確性。

【0055】 根據本發明的一個實施例，嵌套件230可以由ESD控制材料或靜電耗散材料製成，包括但不限於具有約3.3的介電常數的PEEK，但不限於此。根據本發明的一個實施例，嵌套件230可以包括吸收材料以避免或減輕訊號耦接（訊號耦合）。根據本發明的一個實施例，按壓構件240可以使用本領域已知的方式聯接到嵌套件230。根據本發明的一個實施例，按壓構件240可以由金屬製成，但不限於此。按壓構件240將嵌套件230鎖定以佈置（測試）套件的部件。

【0056】 根據本發明的一個實施例，嵌套件230耦接到至少一個吸嘴250用於真空夾持和/或保持DUT 130。嵌套件230還連接到兩個定位銷PA，定位銷PA從嵌套件230的表面突出並且可以插入到插座基座150的相應的孔中。根據本發明的一個實施例，例如，吸嘴250可以由ESD控制材料或靜電耗散材料製成，包括但不限於具有大約5.63的介電常數的ESD420，但是不限於此。根據本發明的一個實施例吸嘴250可用於將DUT 130拾取（pick）並放置在插座結構10中。根據本發明的一個實施例，在測試過程中，吸嘴250可以用於將DUT 130按壓在適當的位置，從而方便的安裝DUT 130，提升工作效率。根據本發明的一個實施例，吸嘴250可用於提供具有不同形狀和尺寸的耦接因數調整（coupling factor tuning）

【0057】 根據本發明的一個實施例，柱塞組件20還可以包括至少一個間隔柱（spacer pillar），間隔柱透過使用螺釘或任何合適的方式固定到嵌套件230。例

如，圖9中示出了兩個間隔柱251。根據本發明的一個實施例，間隔柱251可以由比吸嘴250更硬的材料構成，以將反射距離 d 保持在介於兩者之間的期望範圍內，期望範圍例如為 2-6 毫米。根據本發明的一個實施例，間隔柱251可以由諸如塑料或工程塑料等的非金屬材料構成，或者銅、鋁、合金等金屬材料製成。在一個實施例中，間隔柱可以是比空氣更硬的材料，用於控制及定位反射距離 d ，並且間隔柱還可以用於DUT 130橫向位置的定位。例如，間隔柱可以實體柱體，或者空心實體柱體，或者多孔柱體，等等。此外，間隔柱251的數量和位置等可以根據需要自由設計。採用本發明實施例的測試套件，在對被測設備130進行測試時，被測設備130可透過天線結構AS2將毫米波訊號訊發送後，可以由至少一個中介層基板220上的天線結構接收，然後至少一個中介層基板220上的天線結構再發送，由被測設備130的天線結構AS2接收，從而進行測試操作；使用本發明的測試套件在測試時，測試訊號的經由路徑較短，因此特別適用於毫米波等高頻訊號的測試，可以降低高頻訊號的路徑損耗，保證測試的準確性和可靠性。另外本發明實施例的測試套件可以適用於各種不同類型的測試設備。例如本發明實施例中還具有如中介層基板220a（設置在不同於中介層基板220相對於被測設備的位置的其他位置）的其他中介層基板，因此本發明實施例的測試套件1e具有更廣泛的適用性，具有成本優勢和測試便利性優勢。

【0058】 圖10是示出根據本發明實施例的近場環回波束成型測試的示意圖。近場環回測試是透過在DUT 130上以1-6mm的反射距離 d 佈置的緊密放置的天線陣列來實現的。如圖10所示，DUT 130可以包括移相器（phase shifter）電路和功率放大器電路等等內部電路。來自自動測試設備(automatic test equipment, ATE)5的訊號源Tx產生中頻訊號IF1，訊號被分成 n 個等幅（equal-amplitude）訊號，饋入 n 個通道，DUT 130內置移相器、簡化器和天線。發射器上的移相器可以調整每個通道上訊號的相位。透過調整移相器，相鄰通道上的訊號可以在相鄰通道

之間具有相位差 φ ($\varphi_2 - \varphi_1 = \varphi$, $\varphi_3 - \varphi_2 = \varphi$, $\varphi_4 - \varphi_3 = \varphi \cdots \varphi_n - \varphi_{n-1} = \varphi$)。發射端的相位順序 ($\varphi_1, \varphi_2 \cdots \varphi_n$) 與 Rx 路徑 ($\varphi_n, \varphi_{n-1} \cdots \varphi_1$) 一致，以便將每個 Rx 通道的相位調整為相等或同相。透過近場環回，發射路徑上的發射功率可以透過發射和接收天線耦接到接收路徑。一旦定義了相位差 φ 和天線陣元的數量 n ，便會生成波束形成曲線，並且可以在偏離法線 (the normal line) 的相應方向角 Θ 處觀察到最大功率。例如，DUT 130 發送後，沿波束方向 (wave direction) 經由波陣面或波前 (wave front) 偏離 Θ 角。此外，圖 10 中所示的距離 d 即為圖 9 實施例中的反射距離 d ，用以進行預期 (或預設) 的反射距離的測試。本發明實施例中，可以透過 ATE 5 等向負載板 30 提供 (TX) 測試訊號 (訊號 IF1)，然後透過第一針腳 (例如導電針腳 P1、P2 和 P3) (圖未示) 傳輸到 DUT 130，再由 DUT 130 傳輸到中介層基板 220，中介層基板 220 接收後再發送以環回到 DUT 130，繼而回到 ATE 5，並由 ATE 5 接收 (RX) 訊號 IF0。另外，需要指出並可以理解的是，本發明實施例所有的測試套件是用於對 DUT 進行測試的，因此測試套件並不包括 DUT，測試套件是用於容納 DUT 的，並且測試套件中具有容納 DUT 的空間或位置 (例如在插座結構中)。因此在未將 DUT 放置到測試套件中時，第一針腳 (例如導電針腳 P1、P2 和 P3) 直接連接負載板 30 和容納 DUT 的位置。這樣在測試時，第一針腳直接連接負載板 30 和 DUT 130。

【0059】 儘管已經對本發明實施例及其優點進行了詳細說明，但應當理解的是，在不脫離本發明的精神以及申請專利範圍所定義的範圍內，可以對本發明進行各種改變、替換和變更。所描述的實施例在所有方面僅用於說明的目的而並非用於限制本發明。本發明的保護範圍當視所附的申請專利範圍所界定者為準。本領域技術人員皆在不脫離本發明之精神以及範圍內做些許更動與潤飾。

以上所述僅為本發明之較佳實施例，凡依本發明申請專利範圍所做之均等變化與修飾，皆應屬本發明之涵蓋範圍。

【符號說明】**【0060】**

1a,1b,1c,1d,1e: 測試套件
5: ATE
10: 插座結構
20: 柱塞組件
30: 負載板
50: 訊號分析儀
100: 插座殼體
101: 基座部分
102S: 上表面
110: 空腔
102: 環形周邊結構
120: 導板
130: DUT
H: 自動處理機
151: 內部部分
150: 插座基座
150p: 中心通孔
220,220a,220b,220c: 中介層基板
210: 頂部插座
232,242: 真空密封件
230c: 連接室
240: 按壓構件

240c: 真空導管
230: 嵌套件
230a: 上側
230b: 下側
250: 吸嘴
251: 間隔柱
270: 反射器
TE: 測試殼體
30a: DUT側
30b: 非DUT側
310: RF連接器
320: RF電纜
PN: 針腳組件
P1, P4: 彈簧針腳
P2, P3: 導電針腳
PA: 定位銷
SB: 焊球
GP: 接地平面
P4S: 射頻訊號針腳
P4G: 接地針腳
AS1, AS2: 天線結構

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種測試套件，用於測試被測設備，包括：

插座結構，用於容納該被測設備； 以及

柱塞組件，可拆卸地耦接於該插座結構，其中該柱塞組件包括多層結構，該多層結構包括嵌套件和安裝在該嵌套件下方的至少一個中介層基板；

其中，該插座結構包括插座殼體和固定於該插座殼體的插座基座，該柱塞組件還包括沿該插座基座的內周豎直安裝的第二中介層基板。

【請求項2】 如請求項1之測試套件，其中，該柱塞組件還包括與該嵌套件的上側連接的按壓構件。

【請求項3】 如請求項2之測試套件，其中，該按壓構件由金屬製成。

【請求項4】 如請求項1之測試套件，其中該插座基座包括允許該被測設備穿過的中心通孔和真空夾持該被測設備並將該被測設備放置到該插座結構上的測試位置的柱塞組件的下部部分。

【請求項5】 如請求項1之測試套件，其中，該嵌套件由靜電放電控制材料或靜電耗散材料製成。

【請求項6】 如請求項1之測試套件，還包括：

至少一個吸嘴，用以真空夾持或固持該被測設備，其中該至少一個吸嘴穿透或繞過該嵌套件及該中介層基板。

【請求項7】 如請求項6之測試套件，其中，該至少一個吸嘴連通一個連接室，該連接室設置於該嵌套件與按壓構件之間。

【請求項8】 如請求項1之測試套件，其中，該插座結構包括固定於負載板上的插座殼體，以及集成有用於傳輸訊號的針腳組件的基座部分，其中，該插座殼體包括圍繞該基座部分的環形周邊結構，從而形成由該環形周邊結構的內側壁和基座部分的上表面限定的空腔。

【請求項9】 如請求項8之測試套件，其中，該空腔內安裝有用於引導和調整該被測設備位置的電性浮置導板。

【請求項10】 如請求項9之測試套件，其中，該導板由單片靜電放電控制材料或靜電耗散材料製成。

【請求項11】 如請求項1之測試套件，其中，該中介層基板與該被測設備隔開反射距離。

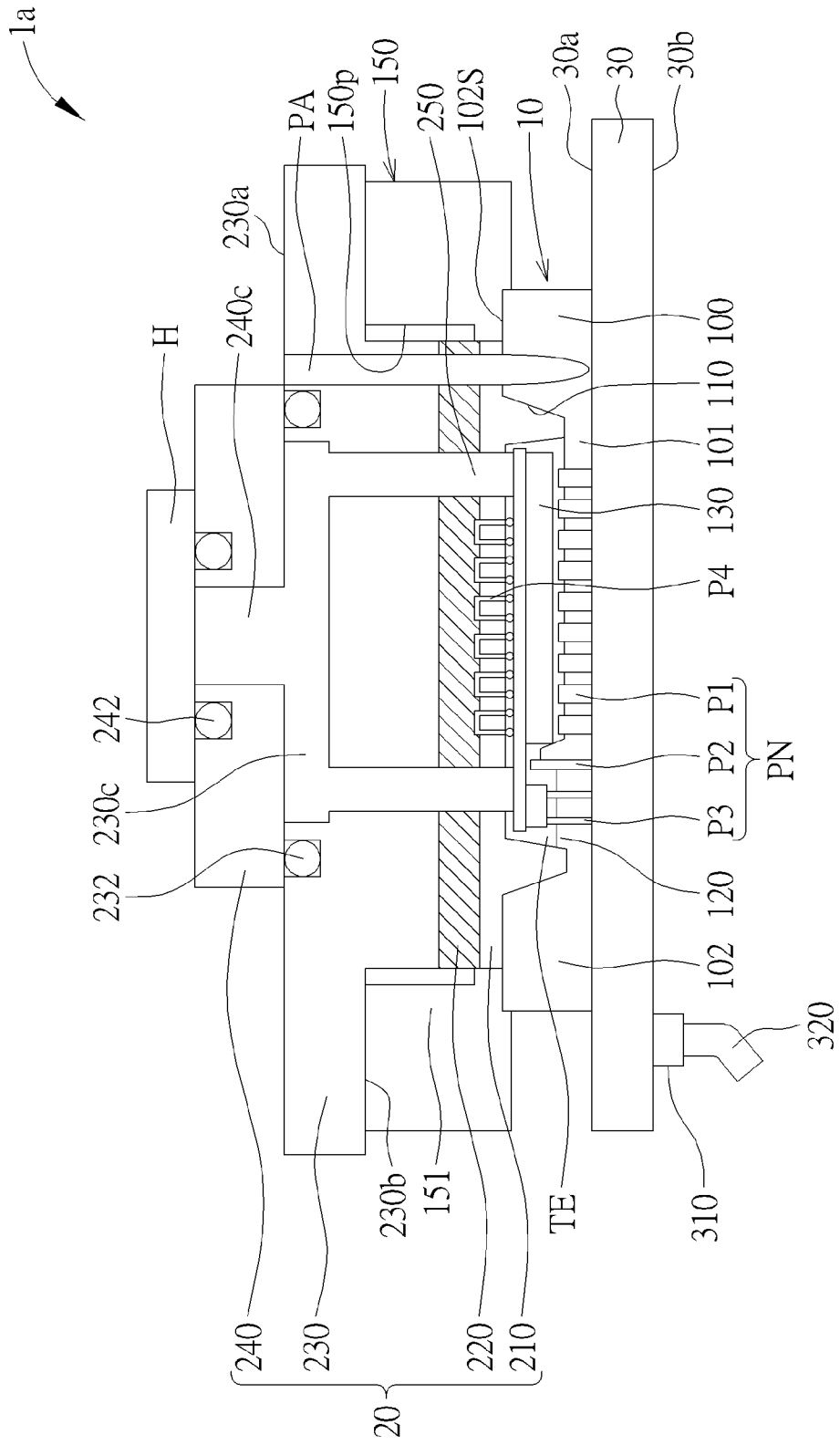
【請求項12】 如請求項11之測試套件，其中，該反射距離介於1-6mm之間。

【請求項13】 如請求項6之測試套件，其中，該柱塞組件還包括固定到該嵌套件的至少一個間隔柱。

【請求項14】 如請求項13之測試套件，其中，該間隔柱由比該至少一個吸嘴更硬的材料構成。

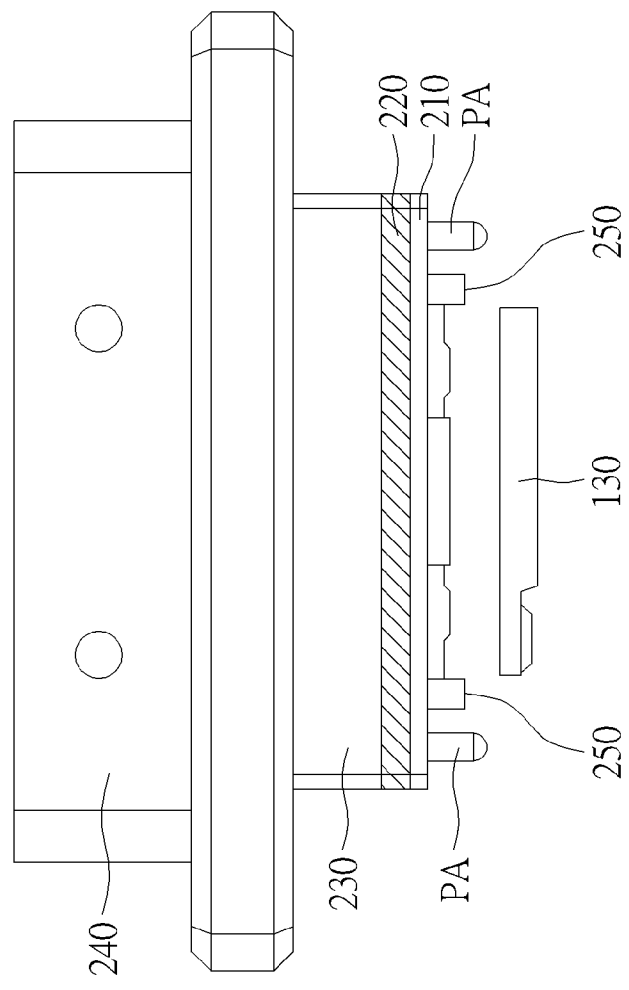
【請求項15】 如請求項13之測試套件，其中，該間隔柱由工程塑料製成。

【發明圖式】

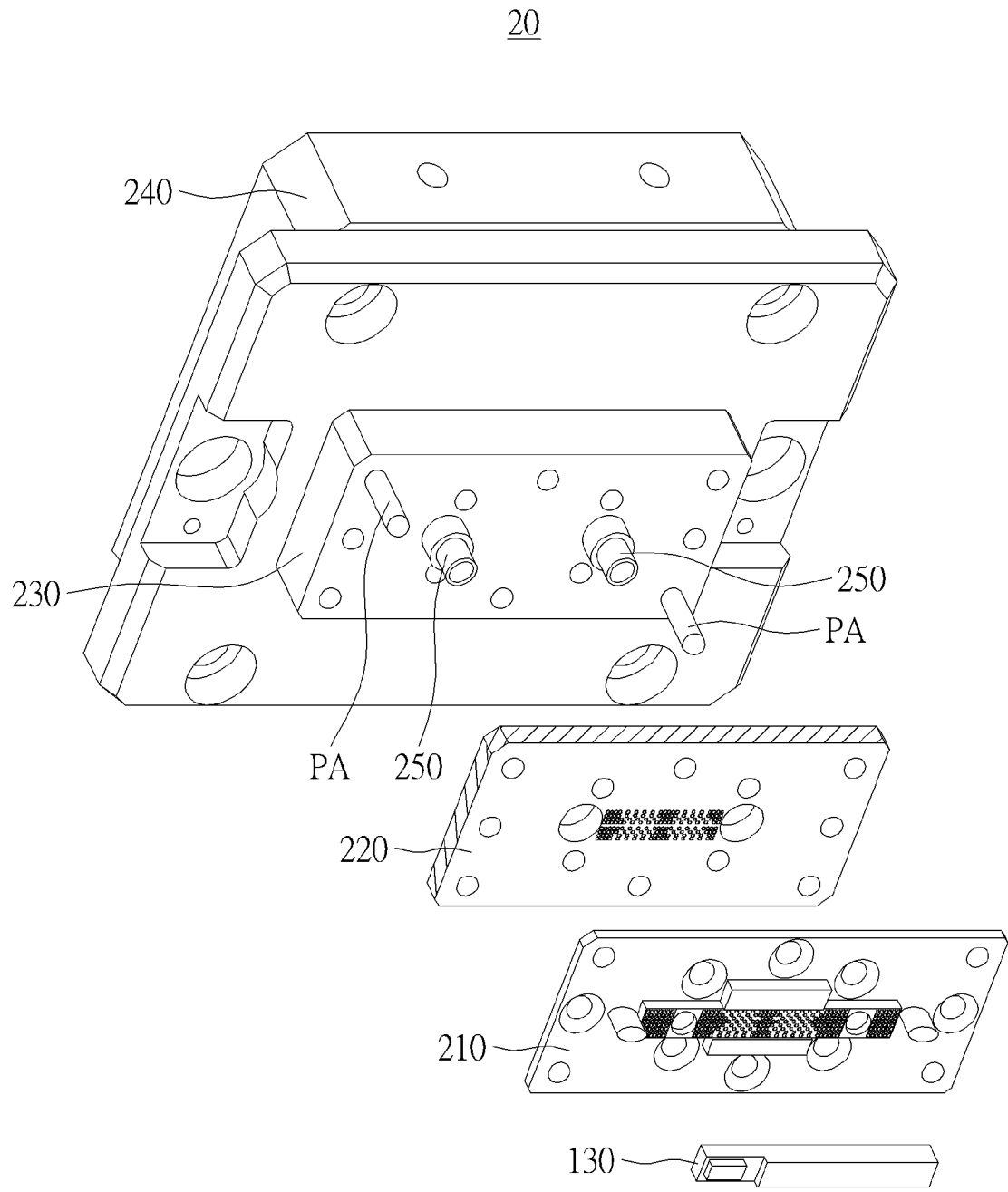


第1圖

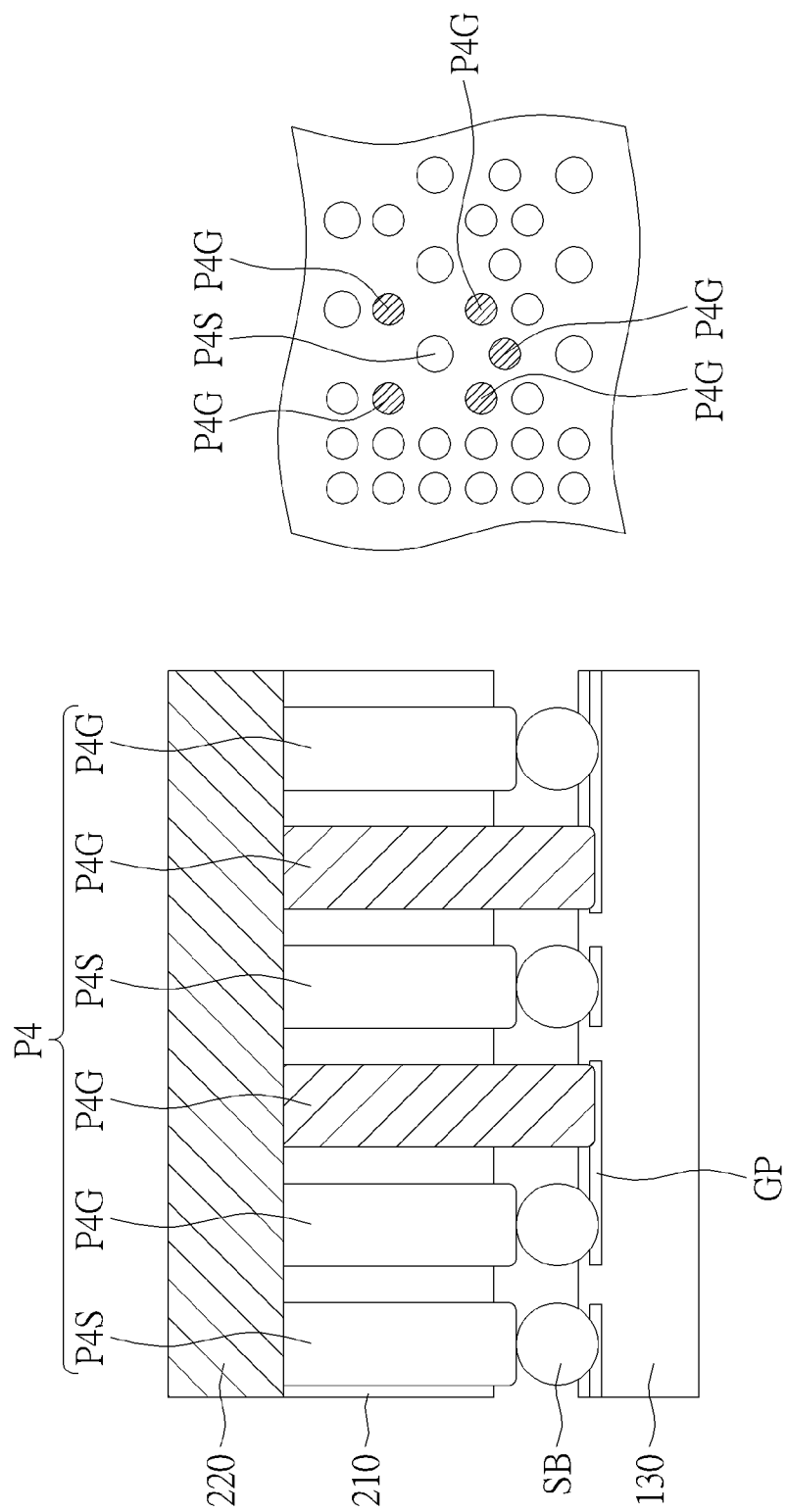
20



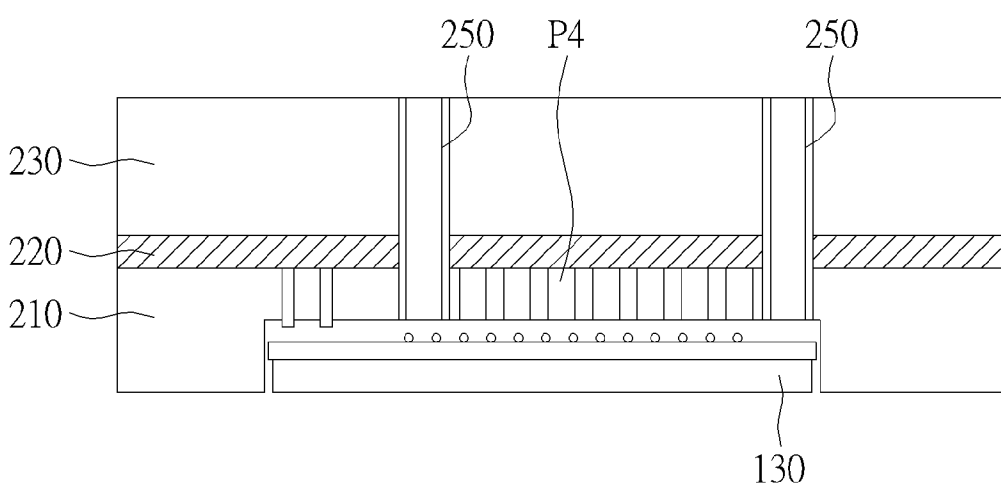
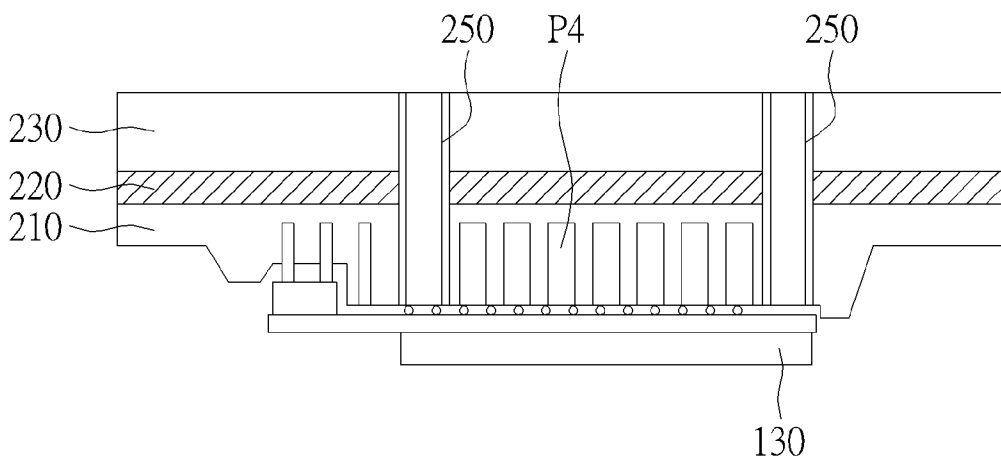
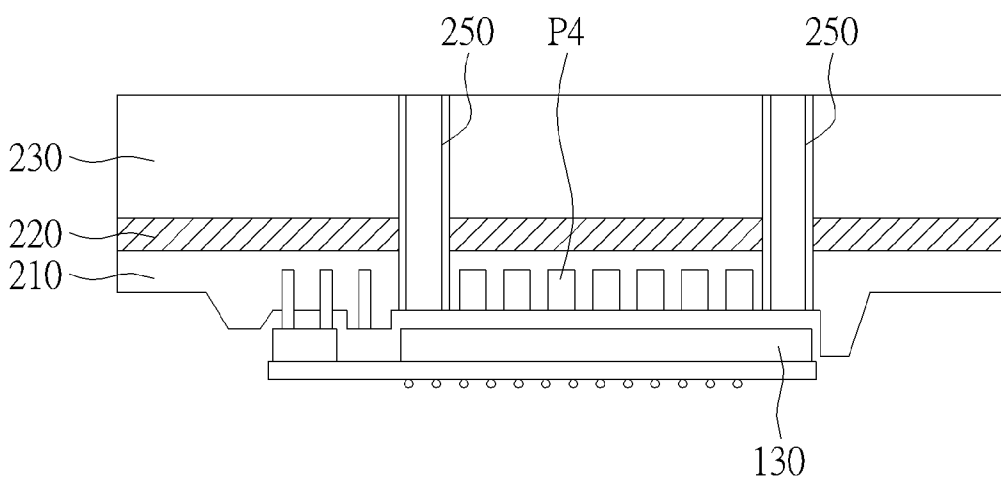
第2圖



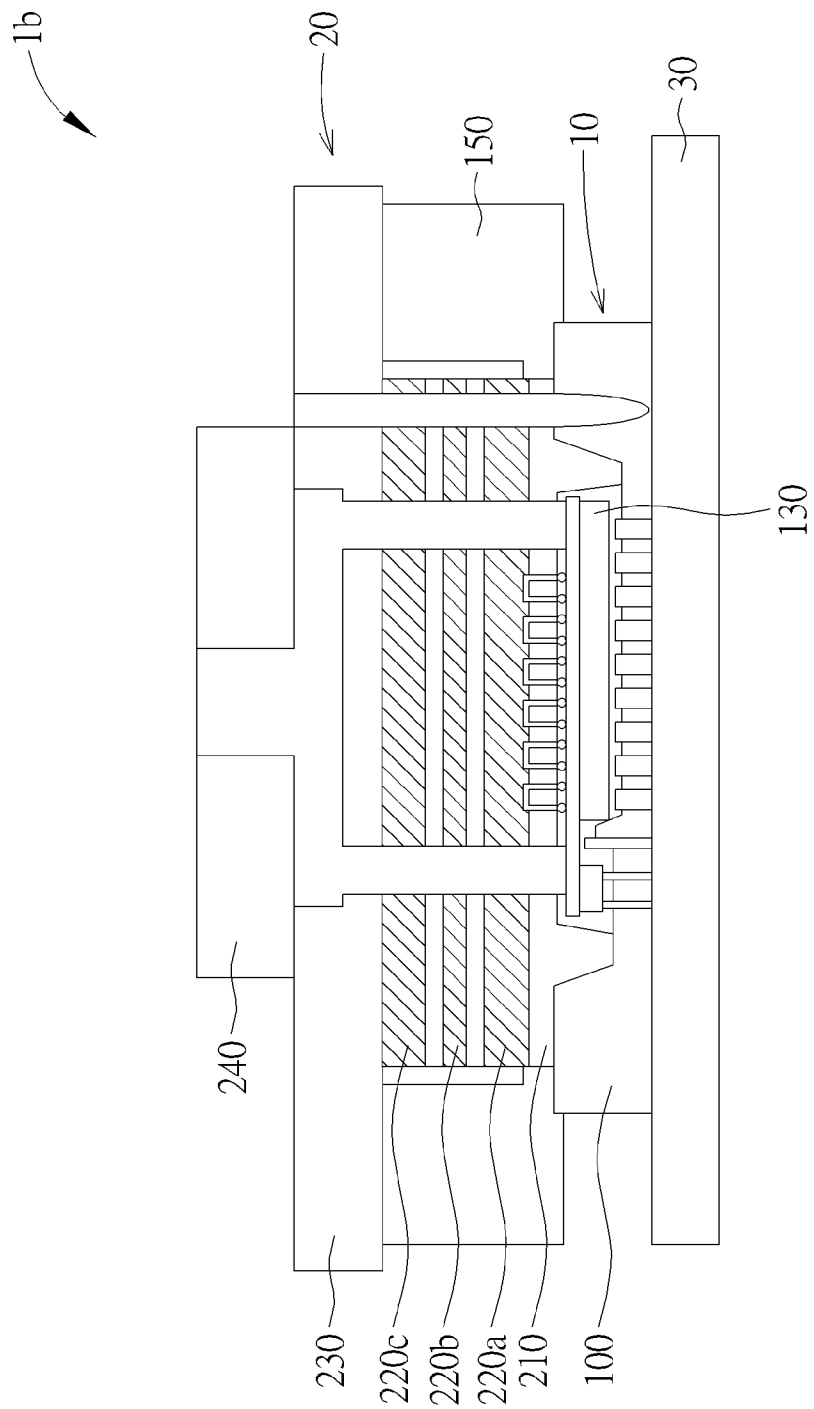
第3圖



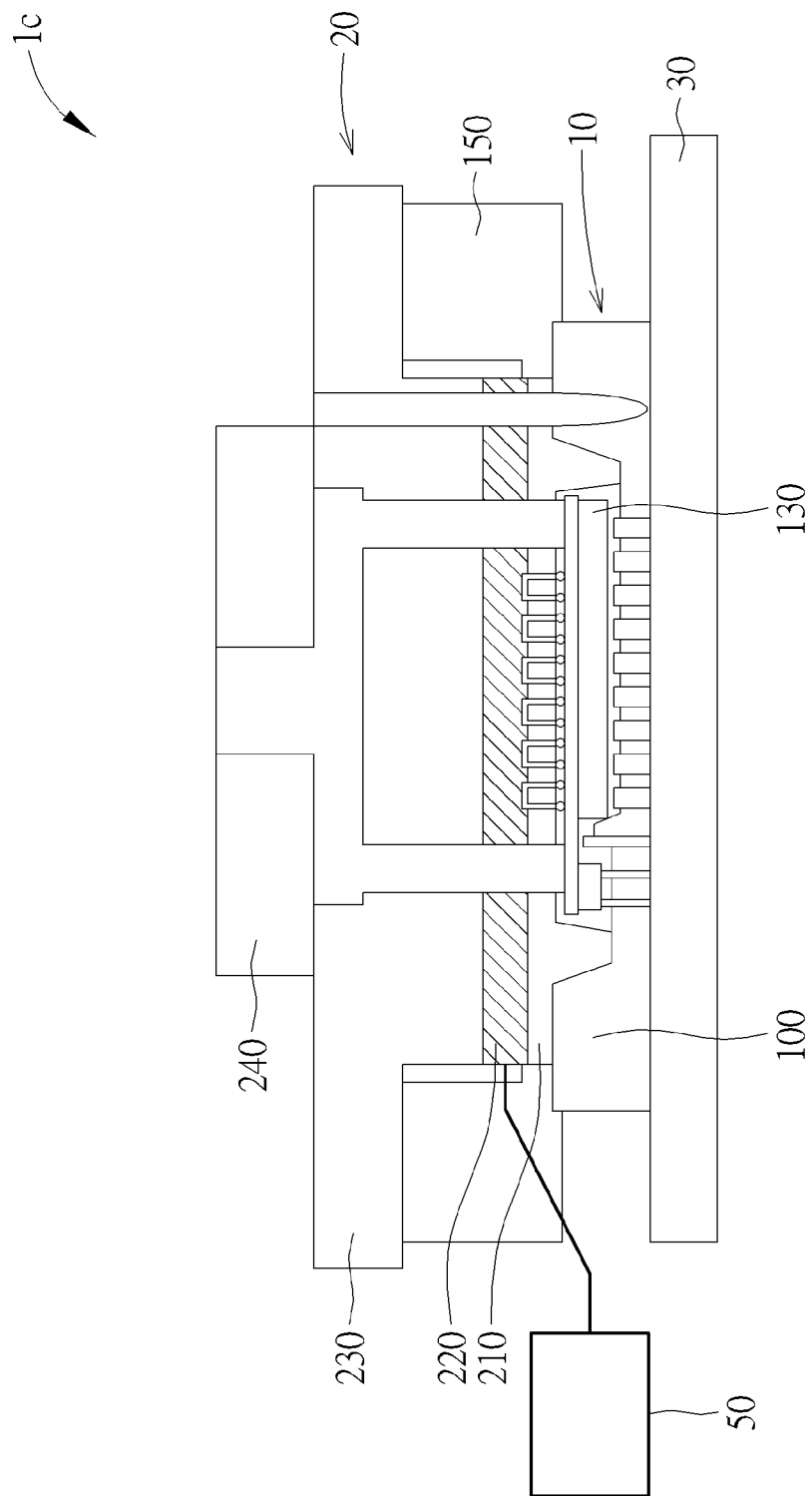
第4圖



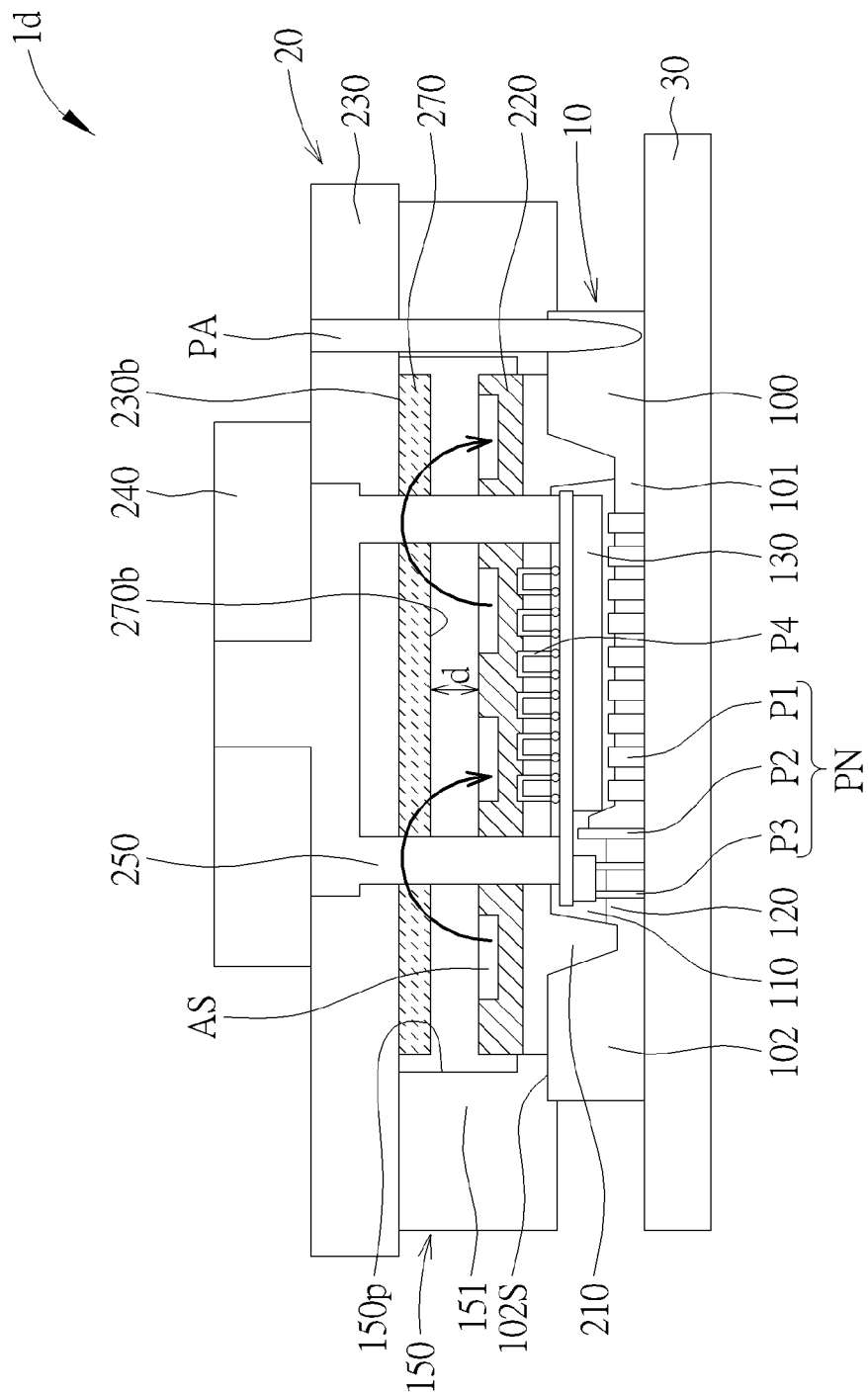
第5圖



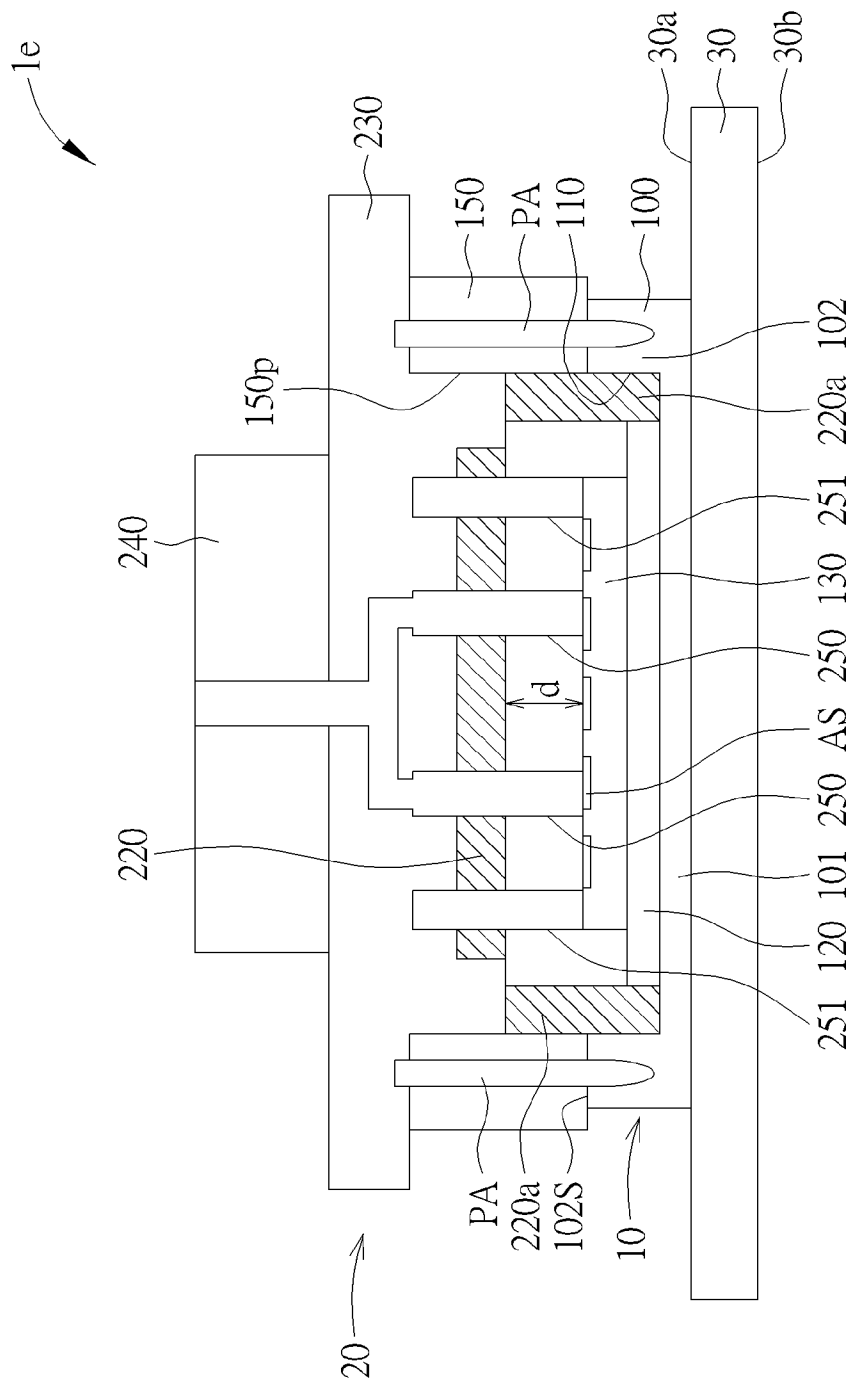
第6圖



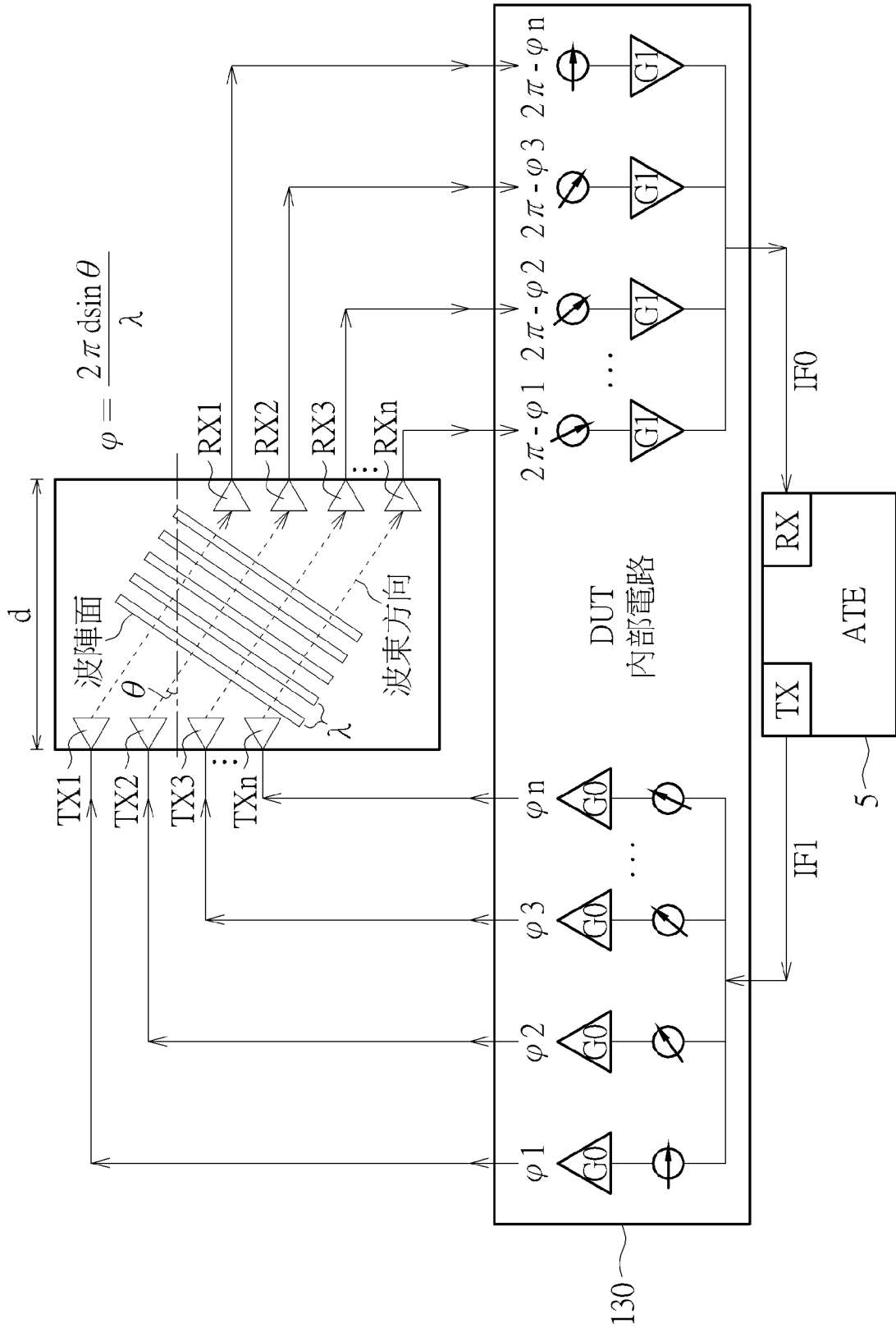
第7圖



第8圖



第9圖



第10圖