



(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 I686264 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：103115201

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 04 月 28 日

(51)Int. Cl. : **B24B37/005 (2012.01)****B24B49/10 (2006.01)****H01L21/304 (2006.01)****H01L21/60 (2006.01)**

(30)優先權：2013/05/01 美國

13/874,495

(71)申請人：美商應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)
美國

(72)發明人：周松佑 CHEW, XIONG YEU (MY)；蘇布拉曼寧科米塞堤 SUBRAHMANYAM, KOMMISETTI (IN)；馬哈珍尤戴 MAHAJAN, UDAY (US)；史威克柏格斯勞 A SWEDEK, BOGUSLAW A. (US)；巴札拉吉菲 BAJAJ, RAJEEV (US)；鄧健攝 TANG, JIANSHE (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

TW 536454

TW 201029808A

JP 62-292348A

US 6488569B1

US 6585562B2

US 7118457B2

審查人員：張耀文

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：7 共 33 頁

(54)名稱

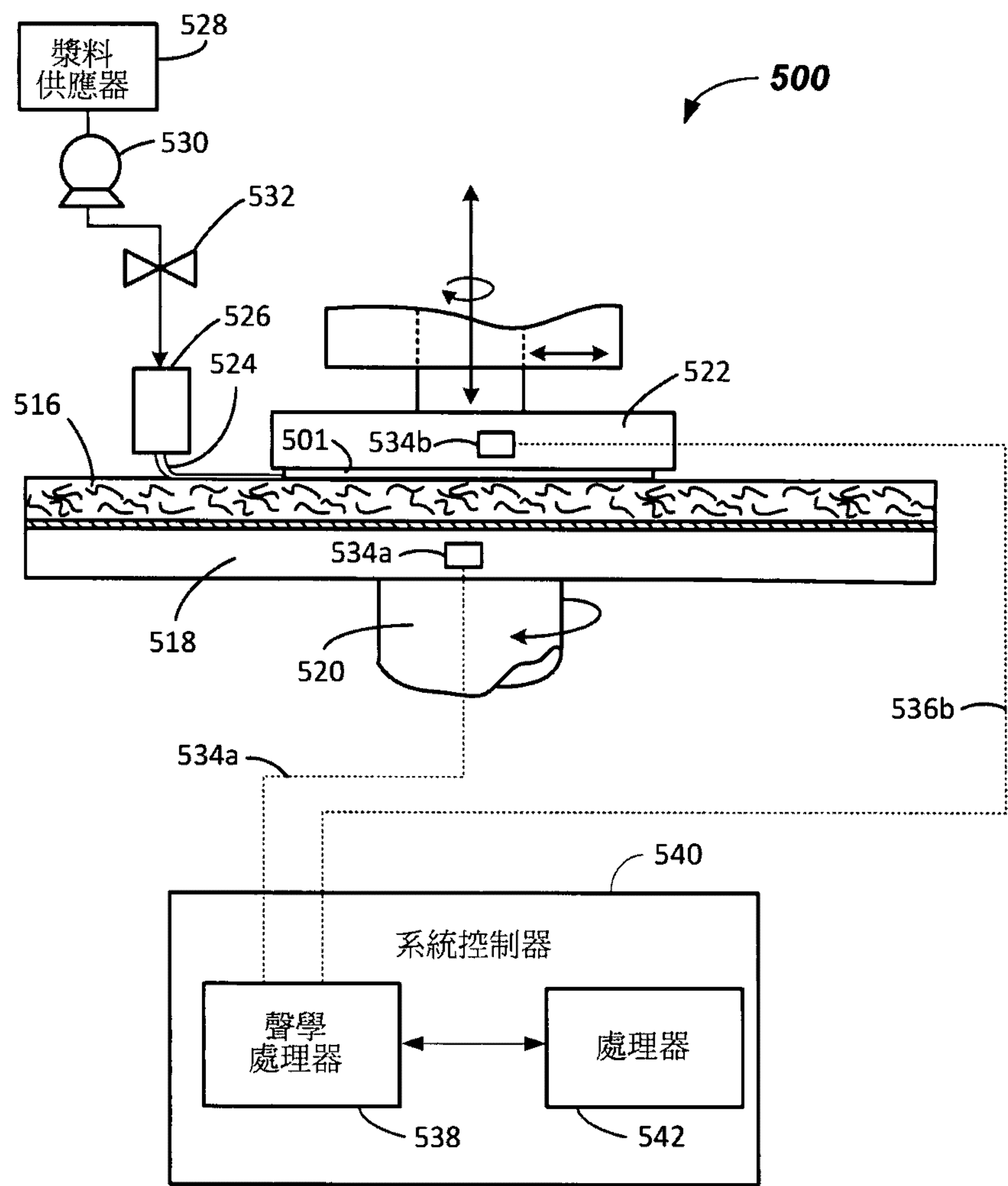
用於聲學監控及控制直通矽穿孔之顯露處理的設備及方法

(57)摘要

利用 CMP(化學機械研磨)的 TSV(直通矽穿孔)顯露製程可經聲學監控及控制，以偵測 TSV 斷裂並自動響應該 TSV 斷裂。在 CMP 製程期間，分析一或更多聲學感測器接收的聲射，以偵測 TSV 斷裂，聲學感測器設置鄰接基板固持件及/或 CMP 系統的研磨墊。響應偵測到 TSV 斷裂，可自動進行一或更多補救動作。在一些實施例中，研磨墊平臺具有一或更多整合於研磨墊平臺內的聲學感測器，聲學感測器伸入裝設在研磨墊平臺上的研磨墊。其他態樣亦提供監控及控制 TSV 顯露製程的方法。

A TSV (through silicon via) reveal process using CMP (chemical mechanical polishing) may be acoustically monitored and controlled to detect TSV breakage and automatically respond thereto. Acoustic emissions received by one or more acoustic sensors positioned proximate a substrate holder and/or a polishing pad of a CMP system may be analyzed to detect TSV breakage during a CMP process. In response to detecting TSV breakage, one or more remedial actions may automatically occur. In some embodiments, a polishing pad platen may have one or more acoustic sensors integrated therein that extend into a polishing pad mounted on the polishing pad platen. Methods of monitoring and controlling a TSV reveal process are also provided, as are other aspects.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 500 . . . CMP 系統
- 501 . . . 基板
- 516 . . . 研磨墊
- 518 . . . 平臺
- 520 . . . 軸桿
- 522 . . . 固持件
- 524 . . . 漿料
- 526 . . . 分配器
- 528 . . . 漿料供應器
- 530 . . . 泵
- 532 . . . 閥
- 534a、534b . . . 感測器
- 536a、536b . . . 訊號接線
- 538 . . . 聲學處理器
- 540 . . . 系統控制器
- 542 . . . 處理器

第5圖

I686264

發明摘要

※ 申請案號：103115201

※ 申請日：103 年 4 月 28 日

※ ※IPC 分類：**B24B 37/005** (2012.01)
B24B 49/10 (2006.01)
H01L 21/304 (2006.01)
H01L 21/60 (2006.01)

【發明名稱】（中文/英文）

用於聲學監控及控制直通矽穿孔之顯露處理的設備及方法

APPARATUS AND METHODS FOR ACOUSTICAL
MONITORING AND CONTROL OF
THROUGH-SILICON-VIA REVEAL PROCESSING

【中文】

利用 CMP（化學機械研磨）的 TSV（直通矽穿孔）顯露製程可經聲學監控及控制，以偵測 TSV 斷裂並自動響應該 TSV 斷裂。在 CMP 製程期間，分析一或更多聲學感測器接收的聲射，以偵測 TSV 斷裂，聲學感測器設置鄰接基板固持件及/或 CMP 系統的研磨墊。響應偵測到 TSV 斷裂，可自動進行一或更多補救動作。在一些實施例中，研磨墊平臺具有一或更多整合於研磨墊平臺內的聲學感測器，聲學感測器伸入裝設在研磨墊平臺上的研磨墊。其他態樣亦提供監控及控制 TSV 顯露製程的方法。

【英文】

A TSV (through silicon via) reveal process using CMP (chemical mechanical polishing) may be acoustically

monitored and controlled to detect TSV breakage and automatically respond thereto. Acoustic emissions received by one or more acoustic sensors positioned proximate a substrate holder and/or a polishing pad of a CMP system may be analyzed to detect TSV breakage during a CMP process. In response to detecting TSV breakage, one or more remedial actions may automatically occur. In some embodiments, a polishing pad platen may have one or more acoustic sensors integrated therein that extend into a polishing pad mounted on the polishing pad platen. Methods of monitoring and controlling a TSV reveal process are also provided, as are other aspects.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 5 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

500 CMP 系統

501 基板

516 研磨墊

518 平臺

520 軸桿

522 固持件

524 漿料

526 分配器

528 漿料供應器

530 泵

532 閥

534a、534b 感測器

536a、536b 訊號接線

538 聲學處理器

540 系統控制器

542 處理器

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

用於聲學監控及控制直通矽穿孔之顯露處理的設備及方法

APPARATUS AND METHODS FOR ACOUSTICAL
MONITORING AND CONTROL OF
THROUGH-SILICON-VIA REVEAL PROCESSING

【相關申請案】

【0001】 本申請案主張西元 2013 年 5 月 1 日申請、名稱爲「用於聲學監控及控制直通矽穿孔之顯露處理的設備及方法 (APPARATUS AND METHODS FOR ACOUSTICAL MONITORING AND CONTROL OF THROUGH-SILICON-VIA REVEAL PROCESSING) 」的美國非臨時專利申請案第 13/874,495 號 (代理人文件編號：20654/USA) 的優先權，該美國非臨時專利申請案全文爲所有目的以引用方式併入本文中。

【技術領域】

【0002】 本發明大體係關於半導體裝置製造，且更特別係關於 TSV (直通矽穿孔) 的背側化學機械研磨。

【先前技術】

【0003】 亦稱作化學機械平坦化的化學機械研磨 (CMP) 通常係用於在半導體基板上製造積體電路 (IC) 的製程。CMP

製程可自部分處理基板移除地形特徵和材料，以製造平坦表面供後續處理用。CMP 製程可於一或更多旋轉研磨墊上使用磨料及/或化學活性研磨液，研磨墊壓抵著基板表面。基板可支托在基板固持件中，藉以轉動基板。基板固持件亦可使基板來回擺動越過旋轉研磨墊的表面。

【0004】 製造 IC 時，3D 封裝可用於提高小型占地面積的電路功能及/或性能。三維封裝可涉及內接 IC 晶片，IC 晶片利用 TSV（直通矽穿孔）而堆疊在彼此的頂部，以電氣連接堆疊的 IC 晶片。TSV 係延伸穿過基板的垂直電導體。為從基板背側進入 TSV（以供後續電氣連接底下的另一 IC），CMP 可用於 TSV 顯露製程。TSV 顯露製程可包括碾磨及蝕刻基板的背面，以露出 TSV 突出背面的原殘端（as stub）。介電膜接著沉積至背面上。CMP 用於移除突出殘端及研磨背面達預定介電膜厚度，以完成 TSV 顯露製程。然 TSV 斷裂（即一或更多殘端斷裂）可能會毀損基板。因此，期改善 TSV 顯露製程。

【發明內容】

【0005】 根據一態樣，提供用於化學機械研磨（CMP）設備的平臺。平臺包含盤形基底，盤形基底配置以接收研磨墊於盤形基底的表面上，盤形基底具有至少一直通孔，及聲學感測器，聲學感測器放置在至少一直通孔中並突出盤形基底的表面，聲學感測器配置以電氣耦接控制器。

【0006】 根據另一態樣，提供化學機械研磨（CMP）設備，CMP 設備配置以進行 CMP 製程。CMP 設備包含平臺，平臺包含研磨墊；基板固持件，基板固持件配置以支托待研磨基

板，其中平臺或基板固持件配置使基板與研磨墊互相接觸；聲學感測器，在 CMP 製程期間，聲學感測器設置鄰接研磨墊或基板；及聲學處理器，聲學處理器電氣耦接聲學感測器，且配置以分析聲學感測器接收的一或更多訊號，以偵測 TSV（直通矽穿孔）斷裂。

【0007】 根據又一態樣，提供監控及控制直通矽穿孔（TSV）顯露製程的方法。方法包含利用化學機械研磨（CMP）製程處理基板、感測 CMP 製程的聲射，及分析聲射，以偵測 TSV 斷裂。

【0008】 由以下詳細說明將更易明白本發明的其他態樣、特徵和優點，其中乃描述及圖示若干示例性實施例和實施方式，包括思忖實行本發明的最佳模式。本發明亦可包括其他和不同實施例，數種細節可從不同方面修改，此皆未悖離本發明的範圍。故圖式和敘述本質上應視為說明之用、而非限定之意。圖式不一定按比例繪製。本發明涵蓋落在本發明範圍內的所有修改例、均等物和替代物。

【圖式簡單說明】

【0009】 下述圖式僅為說明之用。圖式無意以任何方式限定本發明的範圍。

【0010】 第 1A 圖至第 1C 圖圖示根據先前技術，半導體基板經 TSV（直通矽穿孔）顯露處理、又無 TSV 斷裂的連續剖面圖。

【0011】 第 2 圖圖示根據先前技術，無斷裂的 TSV。

【0012】 第 3 圖圖示根據先前技術，具 TSV 斷裂的半導體基

板剖面：

【0013】 第 4 圖圖示根據先前技術，具斷裂的 TSV。

【0014】 第 5 圖圖示根據實施例，化學機械研磨（CMP）系統的局部側視圖。

【0015】 第 6A 圖及第 6B 圖分別圖示根據實施例，平臺和 CMP 系統的研磨墊的上視圖和側視剖面圖（沿第 6A 圖的線 6B-6B 截切）。

【0016】 第 7 圖圖示根據實施例，監控及控制 TSV 顯露製程的方法流程圖。

【實施方式】

【0017】 現將詳述本發明的示例性實施例，該等實施例乃圖示如附圖。盡可能以相同的元件符號表示各圖中相同或相仿的元件。

【0018】 在一態樣中，利用 CMP（化學機械研磨）的 TSV（直通矽穿孔）顯露製程可經聲學監控及控制，以偵測 TSV 斷裂並自動響應該 TSV 斷裂。在一些 IC 製造製程中，當 TSV 深寬比（即露出的 TSV 殘端高度對 TSV 直徑）變高時（例如 TSV 具有小直徑），CMP 時將更常發生 TSV 斷裂。高深寬比 TSV 容許 IC 有更大的晶片至晶片內連線密度。然高深寬比 TSV 較不剛硬，以致在自基板背面移除露出 TSV 殘端的 CMP 製程期間更易斷裂。

【0019】 一或更多聲學感測器可設於 CMP 系統，以於 CMP 製程期間接收聲射。一或更多聲學感測器可耦接至如基板固持件及/或研磨墊平臺。在一些實施例中，研磨墊平臺具有一

或更多整合於內的聲學感測器，聲學感測器伸入裝設在研磨墊平臺上的研磨墊。

【0020】 在一些實施例中，利用系統控制器及/或聲學處理器，分析一或更多聲學感測器接收的聲射，以偵測 TSV 斷裂。聲學處理器可為 CMP 系統控制器的一部分，或聲學處理器可為耦接 CMP 系統控制器的分離獨立部件。響應偵測到 TSV 斷裂，系統控制器及/或聲學處理器可自動啟動一或更多補救動作。例如，在一些實施例中，可通知操作員 TSV 斷裂。此外或或者，可如在系統控制器及/或聲學處理器中預置使彼此抵靠的基板或研磨墊的下壓力減小預定量、使研磨墊及/或基板的轉速降低預定量，及/或結合二者，以自動修改 CMP 製程。在一些實施例中，可響應偵測到 TSV 斷裂而自動停止 CMP 製程及/或控制轉移到系統控制器的終點常式。

【0021】 在其他態樣中，提供監控及控制 TSV 顯露製程的方法，此將配合第 1A 圖至第 7 圖詳述於後。

【0022】 第 1A 圖至第 1C 圖圖示經 TSV 顯露製程處理的基板 100，根據先前技術，TSV 顯露製程稱作 BVR(背側穿孔顯露) CMP 製程。第 1A 圖圖示具背面 102A 的基板 100，背面已經 TSV 顯露製程部分處理。基板 100 可具有矽基底層 104、金屬(例如銅)層 106、從金屬層 106 延伸並突出矽基底層 104 的複數個 TSV 108、覆蓋 TSV 108 與金屬層 106 的阻障層 110 和覆蓋背面 102A 的介電層 112。在一些製造製程中，TSV 108 的高度 H 可高於矽基底層 104，高度 H 可為約 2 微米 (μm) 至約 4 μm ，且高度 H 可因 TSV 108 而異。如第 1B 圖及第 1C

圖所示，具背面 102A 的基板 100 可收置於 CMP 系統供進一步 TSV 顯露處理用。

【0023】 第 1B 圖圖示具進一步處理背面 102B 的基板 100，其中已利用 CMP 製程自 TSV 108 的頂表面 109 移除介電層 112 和阻障層 110。CMP 製程可繼續移除材料及/或研磨基板 100 的背面 102B，直到形成第 1C 圖的背面 102C 為止，惟未發生 TSV 斷裂。如第 1C 圖所示，TSV 108 可與介電層 112 的表面 113 齊平，或者在一些製造製程中 TSV 108 可為略低於表面 113，直到達成預定較薄介電層 112 為止。如圖所示，TSV 108 的端面可能產生一些銅碟形凹陷 111。最後軟緩衝可提供以控制表面加工及移除小表面缺陷和瑕疵。若未發生 TSV 斷裂，則完成 TSV 顯露製程後，基板 100 的最後表面情況將如第 1C 圖所示。

【0024】 第 2 圖圖示基板 200 在完成 TSV 顯露製程且無 TSV 斷裂後的顯微圖，基板具有 TSV 208 和周圍背側基板表面 202。

【0025】 第 3 圖圖示根據先前技術，具已處理背面 302 且 TSV 斷裂的基板 300。TSV 斷裂會造成遍及基板表面之無法重做的刮痕及/或缺陷，以致不當影響 IC 晶片產率和可靠度。基板 300 具有矽基底層 304、金屬（例如銅）層 306、TSV 308a、308b、阻障層 310 和介電層 312。TSV 308b 於 CMP 製程期間斷裂。此斷裂將造成氧化物鑿孔 315，導致矽層 304 於處理時遭金屬污染。在一些實施例中，TSV 308b 例如由銅組成，銅係較軟的材料。在後封裝電子測試期間，TSV 斷裂致使銅塗

抹於矽層 304 上可能會影響 IC 品質及/或可靠度。

【0026】 第 4 圖圖示基板 400 在 TSV 斷裂後的顯微圖，基板具有 TSV 408 和周圍背側基板表面 402。如圖所示，TSV 408 於 CMP 製程期間斷裂後會產生實質表面刮痕和缺陷。另外，因 TSV 斷裂而拔出的金屬晶粒可能導致如金屬墊 414(即 TSV 408 的頂表面)不符合進一步處理所需的一或更多規格，以致進一步影響 IC 產率及/或可靠度。

【0027】 第 5 圖圖示根據一或更多實施例的化學機械研磨 (CMP) 系統 500。CMP 系統 500 配置使基板 501 接觸研磨墊 516，且 CMP 系統 500 用於對基板 501 進行 CMP 製程做為 TSV 顯露製程的一部分。基板 501 可為含矽晶圓，例如包括部分或完全形成的電晶體和複數個 TSV 形成於內的圖案化晶圓。基板 501 可固定(例如利用黏著劑)於第二承載晶圓或其他適合支材，以對基板 501 進行 TSV 顯露製程。研磨墊 516 裝設在平臺 518 上，平臺可為盤形且由適合的馬達(未圖示)轉動，馬達由軸桿 520 耦接至平臺 518。平臺 518 可按約 10-200 rpm 旋轉。可採用其他轉速。

【0028】 基板 501 可支托在基板固持件 522 中。基板固持件亦可稱作保持器或承載頭。在一些實施例中，基板 501 透過真空而支托在基板固持件 522。可採行其他適合的基板支托技術。在一些實施例中，基板固持件 522 配置以移動基板 501 (即如圖所示為上下)，使基板 501 接觸或遠離研磨墊 516。基板固持件 522 可旋轉，在一些實施例中，當研磨墊 516 旋轉而接觸基板 501 的背面時，基板固持件可來回擺動越過研

磨墊 516 的表面。在一些實施例中，基板固持件 522 的擺動速率為約 0.1 毫米/秒至 5 毫米/秒。可採用其他擺動速率。在一些實施例中，基板固持件 522 按約 10-200 rpm 旋轉。可採用其他轉速。可在中心與研磨墊 516 的徑向側之間進行擺動。在一些實施例中，基板固持件 522 係取自美國加州聖克拉拉的應用材料公司的等高 5 區壓力頭。

【0029】 在其他實施例中，研磨墊 516/平臺 518 和基板 501/基板固持件 522 的位置可顛倒。即，研磨墊 516 和平臺 518 可為高架組件或研磨頭的一部分或裝設於高架組件或研磨頭，研磨頭配置以移動研磨墊 516，使研磨墊 516 往上遠離或往下接觸基板固持件 522 支托的基板 501 的背面。

【0030】 漿料 524（化學研磨液）可施加至研磨墊 516，並且漿料 524 可由分配器 526 送入研磨墊 516 與基板 501 之間。分配器 526 可經由一或更多適合導管耦接至漿料供應器 528。泵 530、閥 532 或其他液體運輸及傳送機構可計量供應漿料 524 至研磨墊 516 的表面。在一些實施例中，漿料 524 由分配器 526 分配到基板 501 前面的研磨墊 516 表面上，如此可在基板 501 前面接收漿料 524，及藉著研磨墊 516 旋轉而在研磨墊 516 與基板 501 之間抽拉漿料 524。

【0031】 在一些實施例中，CMP 系統 500 的一或更多零件等同或係基於如美國加州聖克拉拉的應用材料公司的 Reflexion® GT™ CMP 系統零件。

【0032】 CMP 系統 500 亦可包括一或更多聲學感測器 534a 及/或 534b，聲學感測器操作以感測 CMP 處理基板 501 時產

生的聲射。在一些實施例中，CMP 系統 500 只包括一個聲學感測器 534a 或 534b。在其他實施例中，CMP 系統 500 包括聲學感測器 534a 與 534b。在又一些其他實施例中，CMP 系統 500 包括兩個以上的聲學感測器，聲學感測器可設在除所示聲學感測器 534a、534b 以外的位置。

【0033】 在 CMP 製程期間，聲學感測器 534a 及/或 534b 可設置鄰接研磨墊 516 及/或基板 501。在一些實施例中，聲學感測器 534a 可以任何適合方式物理耦接至平臺 518（或高架研磨頭）。例如，聲學感測器 534a 可裝設在托架中，托架機械固定於平臺 518。在一些實施例中，平臺 518 係包括上平臺與下平臺（未圖示）的組件，上平臺與下平臺附接在一起。上平臺具有研磨墊 516 裝設於該上平臺上，其中聲學感測器 534a 可如利用托架或其他適合機構整合或裝設在上平臺底下，或整合或裝設在如下平臺的外側邊緣。在一些實施例中，托架或其他適合機構包括彈簧負載機構，以確保聲學感測器 534a 保持恆久接觸研磨墊。在一些實施例中，托架或其他適合機構包括緩衝墊，以減少訊號衰減或劣化。在一些實施例中，電源和訊號電纜（可至少部分以訊號連線 536a 表示）由平臺 518（或上述平臺組件的下平臺）拉線及經由高頻（例如約 1 兆赫）8-終端集電環連接至感測器 534a。在一些實施例中，除了或替代聲學感測器 534a，聲學感測器 534b 可以任何適合方式物理耦接至基板固持件 522。例如，聲學感測器 534b 可裝設在托架中，托架機械固定於基板固持件 522。聲學感測器 534a 及/或 534b 或可位於其他相對基板 501 和研磨墊 516

的適合位置。在一些實施例中，聲學感測器 534a 及/或 534b 可直接建立或整合於平臺 516、基板固持件 522 及/或 CMP 系統 500 的任何其他適合部件（例如參見以下第 6A 圖及第 6B 圖所述平臺 616）。

【0034】 聲學感測器 534a 及/或 534b 可配置以分別經由無線或有線訊號接線 536a 及/或 536b 電氣耦接至聲學處理器 538 及/或系統控制器 540，系統控制器配置以依據出自 CMP 製程的聲射來偵測 TSV 斷裂。

【0035】 聲學處理器 538 可如圖所示為系統控制器 540 的一部分或為電氣耦接系統控制器 540 的分離獨立部件。系統控制器 540 可包括處理器 542，以控制 CMP 系統 500 的操作，包括用於 TSV 顯露製程的一或更多 CMP 製程。在一些實施例中，系統控制器 540 不耦接及/或不包括聲學處理器 538，但卻具有處理器 542 來額外執行所述聲學處理器 538 的功能。

【0036】 聲學處理器 538 可配置以接收代表聲學感測器 534a 及/或 534b 發送聲射的一或更多訊號。聲學處理器 538 可配置以分析自聲學感測器 534a 及/或 534b 接收的一或更多訊號而偵測 TSV 斷裂。自聲學感測器 534a 及/或 534b 接收的一或更多訊號可具有隨時間變化的振幅（例如代表聲射強度）。聲學處理器 538 可配置以接收時變訊號，及聲學處理器 538 可比較訊號振幅與一或更多閾值及/或臨限帶。超出閾值或落在臨限帶外的訊號振幅表示 TSV 斷裂。在一些實施例中，處理接收訊號涉及比較接收訊號波形的某些方位或面積與預設閾值。聲學處理器 538 可包括適合的訊號過濾、放大、轉換（例

如 A/D 轉換) 及處理部件，且聲學處理器 538 可包括配置以儲存資料與一或更多分析的適合記憶體。資料與分析可儲存於如聲學處理器 538 及/或系統控制器 540 的任何適合儲存媒體(例如 RAM、ROM 或其他記憶體)中。一或更多儲存分析和資料可用於相對偵測 TSV 斷裂來監控及控制一或更多 CMP 製程。

【0037】 在一些實施例中，頻基分析可用於處理聲學資料。以高採樣率獲取聲學感測器 534a 及/或 534b 的聲學訊號可容許使用穩態訊號分析(例如快速傅立葉轉換(FFT))或非穩態訊號分析(例如小波封包轉換(WPT))。WPT 可將接收的聲學訊號分解成兩個部分：可產生訊號身分(signal identity)之近似值的低頻分量和可產生訊號細節的高頻分量。分解可與後續依次分解的近似值迭代。

【0038】 在其他實施例中，時基分析可用於處理聲學資料。例如，倘若 TSV 斷裂事件在訊雜比方面有夠大的訊號尖峰，則可監控自聲學感測器 534a 及/或 534b 接收的聲學訊號的簡單均方根(rms)。

【0039】 為使接收的聲學訊號與 TSV 斷裂事件相關聯，在一些實施例中，可採用以下設定程序。無突出 TSV 殘端的第一設定基板經 CMP 處理，以產生基線聲學訊號資料供正規化用。具很高突出 TSV 殘端(例如殘端長度為 15 μm ，直徑為 5 μm)的第二設定基板經 CMP 處理。利用如光學檢查或掃描式電子顯微鏡，在處理後檢查第二設定基板的 TSV 斷裂。比較出自第一與第二設定基板的記錄訊號幅度。在穩態 CMP 處

理期間，聲學活動中任何高於基線訊號的可見訊號尖峰可歸類為斷裂訊號，接著使斷裂訊號與 TSV 斷裂事件相關聯。

【0040】 聲學處理器 538 可啟動一或更多補救動作，以自動響應偵測到 TSV 斷裂。補救動作可包括如引起音響警報或於顯示裝置上顯示警告或其他類型的訊息，顯示裝置耦接至系統控制器 540，以通知操作員。補救動作另可或或可包括響應偵測到 TSV 斷裂而自動停止 CMP 製程。補救動作另可或或可包括響應偵測到 TSV 斷裂而自動修改 CMP 製程的一或更多參數。例如，聲學處理器 538 可配置以響應偵測到 TSV 斷裂而依據聲學處理器 538 或系統控制器 540 執行的一或更多程式化常式，自動減小基板固持件 522 施加以抵著研磨墊 516 的下壓力（或反之亦可）及/或自動降低基板固持件 522、平臺 518 或二者的轉速。此舉可容許 CMP 系統 500 自動以已修改的處理參數繼續處理後續基板。

【0041】 第 6A 圖及第 6B 圖圖示根據一或更多實施例，研磨墊 616 和平臺 618 的組件 600，組件 600 可用於 CMP 設備，例如 CMP 系統 500。平臺 618 可包括盤形基底 644，盤形基底配置以收置研磨墊 616 於盤形基底 644 的表面 617 上。盤形基底 644 可具有一或更多直通孔 633a、633b、633c。即在一些實施例中，盤形基底 644 只有一個直通孔 633a、633b、633c，或只有兩個直通孔 633a、633b、633c，或具有三個以上的直通孔 633a、633b、633c。

【0042】 平臺 618 亦可包括一或更多聲學感測器 634a、634b 及/或 634c，聲學感測器放置在各直通孔 633a、633b、633c

中。在一些實施例中，聲學感測器 634a、634b 及/或 634c 係摩擦配適於各直通孔 633a、633b、633c 中。在其他實施例中，聲學感測器 634a、634b 及/或 634c 可以任何適合方式物理耦接盤形基底 644 或與盤形基底 644 一體成形。在一些實施例中，平臺 618 具有直通孔 633a、633b、633c，且直通孔內未放置聲學感測器。

【0043】 在一些實施例中，聲學感測器 634a、634b 及/或 634c 突出盤形基底 644 的表面 617 一距離 D1。距離 D1 可選擇以減少聲學訊號衰減，此聲學訊號衰減可能發生在如一些實施例的研磨墊 616 的聚氨酯軟性 SUBA™部分。在一些實施例中，距離 D1 為約 50 密耳（約 1.27 毫米（mm））。如此可確保一或更多聲學感測器 634a、634b 及/或 634c 於研磨時緊靠著研磨墊 616 的研磨表面 621，又不會受到損壞。

【0044】 在一些實施例中，聲學感測器 634a 位於平臺 618 的中心附近。此中心定位可確保聲學感測器 634a 到待處理基板的距離維持不變。聲學感測器 634b 可位於距平臺 618 的中心徑向向外約一距離 D2 處，聲學感測器 634c 可位於距平臺 618 的中心徑向向外約一距離 D3 處。在一或更多實施例中，距離 D2 為從平臺 618 的中心徑向向外約 5 吋（約 12.7 公分（cm）），距離 D3 為從平臺 618 的中心徑向向外約 10 吋（約 25.4 cm）。在一些實施例中，距離 D3 為約 10 吋（約 25.4 cm）可確保在每次旋轉通過時，聲學感測器 634c 設置最靠近基板。在一些實施例中，在 CMP 處理期間，當基板移動遠離聲學感測器 634c 時，可過濾掉接收的聲學資料。距離 D2 及/或 D3 或可有其他

適合尺寸。

【0045】 聲學感測器 634a、634b 及/或 634c 各可配置以經由有線或無線連線電氣耦接至控制器或聲學處理器。在一些實施例中，聲學感測器 634a、634b 及/或 634c 分別包括可從平臺 618 下方（即相對表面 617）進入的電氣連接器 646a、646b 及/或 646c。

【0046】 參照第 6B 圖，研磨墊 616 裝設在盤形基底 644，研磨墊 616 的底面 619 具有一或更多非直通孔 635a、635b、635c。非直通孔 635a、635b、635c 可具有約距離 D1 的深度，且非直通孔 635a、635b、635c 可配置以收置一或更多聲學感測器 634a、634b 及/或 634c 的各突出部分於該等非直通孔內。非直通孔 635a、635b、635c 的數量和位置可分別對應平臺 618 的直通孔 633a、633b、633c 的數量和位置。研磨墊 616 可等同或類似如具 SUBA™ IV 子墊的 IC1000™ 研磨墊，子墊具有一或更多非直通孔 635a、635b 及/或 635c 形成於該子墊內。

【0047】 在一些實施例中，任一或更多聲學感測器 534a、534b、634a、634b 及/或 634c 可為壓電晶體、換能器及/或加速計型感測器，且各自可具高訊雜比。在一些實施例中，聲學感測器 534a、534b、634a、634b 及/或 634c 包括約 100-500 千赫（kHz）區間的平坦頻率響應。在一些實施例中，任一或更多聲學感測器 534a、534b、634a、634b 及/或 634c 可以約 40-60 dB 的增益放大聲學訊號。在一些實施例中，聲學感測器 534a、534b、634a、634b 及/或 634c 包括具有約 50-100 赫茲（Hz）範圍的高通濾波器。任何適合的聲學感測器皆可做

為感測器 534a、534b、634a、634b 及/或 634c。

【0048】 第 7 圖圖示根據一或更多實施例，監控及控制 TSV 顯露製程的方法 700。在製程方塊 702 中，方法 700 包括利用 CMP 製程來處理基板。CMP 製程可為 TSV 顯露製程的一部分。例如，參照第 1A 圖至第 1C 圖及第 5 圖，具有背面 102A 的基板 100 可置於 CMP 系統 500。基板 100 可裝設或附接至基板固持件 522，及基板 100 可經按壓而抵著研磨墊 516 以用於 CMP 處理，如結合背面 102B、102C 或也許還有背面 302 所示及所述。

【0049】 在製程方塊 704 中，感測 CMP 製程的聲射。參照第 5 圖、第 6A 圖及第 6B 圖，利用任一或更多聲學感測器 534a、534b、634a、634b 及/或 634c，感測聲射。聲射可出自 CMP 製程，在該製程中利用研磨墊，例如第 5 圖的研磨墊 516 或第 6A 圖及第 6B 圖的研磨墊 616，處理基板，該基板例如第 1A 圖具有背面 102A 的基板 100 或第 5 圖的基板 501。聲學感測器 534a、534b、634a、634b 及/或 634c 可感測因處理基板 100 或 501 所產生的聲射，及該等聲學感測器可將代表該等聲射的電子訊號傳輸到控制器及/或聲學處理器，例如系統控制器 540 及/或聲學處理器 538。

【0050】 在製程方塊 706 中，方法 700 包括分析聲射，以偵測 TSV 斷裂。分析聲射可包括比較一或更多接收訊號的一或更多參數（例如振幅）與一或更多閾值及/或閾值範圍。一或更多接收訊號可代表出自 CMP 製程的聲射，一或更多閾值及/或閾值範圍可指示 CMP 製程期間是否發生 TSV 斷裂。可在

對第一與第二設定基板進行一或更多基線 CMP 製程期間，預先決定一或更多閾值及/或閾值範圍，第一與第二設定基板分別具有或沒有 TSV 斷裂。

【0051】 在決定方塊 708 中，若偵測到 TSV 斷裂，則方法 700 將進行製程方塊 710。例如，在一些實施例中，接收聲學訊號的高尖峰可觸發方法 700 依據預定演算法，進行製程方塊 710，演算法可為如聲學處理器 538 上所執行程式的一部分，或為系統控制器 540 上所執行終點軟體的一部分。若未偵測到 TSV 斷裂，則方法 700 將進行決定方塊 712。

【0052】 在製程方塊 710 中，方法 700 包括自動響應 TSV 斷裂偵測。在一些實施例中，此舉包括自動通知操作員，操作員能重做目前處理的基板。在一些實施例中，方法 700 另可或或可自動修改 CMP 製程，例如減小下壓力、降低轉速或二者，以響應 TSV 斷裂偵測。方法 700 另可或或可自動停止 CMP 製程，以響應 TSV 斷裂偵測。此舉可直接進行到終止方塊 714（虛線所示路徑），或者在一些實施例中，可進行到決定方塊 712，其中可自動觸發「是」響應，從而有效停止 CMP 製程。否則方法 700 可進行到決定方塊 712。

【0053】 在決定方塊 712 中，方法 700 包括測定是否偵測到 CMP 的終點。可利用 CMP 系統的系統控制器進行終點偵測，該系統控制器例如 CMP 系統 500 的系統控制器 540。在一些實施例中，TSV 顯露製程的終點偵測包括偵測 TSV 經平坦化而與介電氧化物表面齊平的時間點，此如第 1C 圖及第 2 圖所示。此終點偵測可利用如聲學分析及/或馬達驅動（例如轉動

研磨墊) 的馬達扭矩反饋測定。聲學分析和馬達扭矩反饋均可以隨待處理材料改變的磨擦力變化為基礎。例如，當 CMP 製程從主要移除/研磨基板表面的金屬材料變成主要移除/研磨基板表面的氧化物材料時，基板表面與研磨墊間會產生磨擦力變化，一或更多接收的聲學訊號及/或接收的馬達扭矩反饋可指示此變化。此外或或者，TSV 顯露製程的終點偵測可依據白光光譜圖測定，以指示特定氧化物厚度。若在決定方塊 712 中偵測到終點，則方法 700 可進行到終止方塊 714。否則方法 700 可返回製程方塊 704。

【0054】 在終止方塊 714 中，結束方法 700 及利用 CMP 製程處理基板。

【0055】 上述方法 700 的製程和決定方塊可按不限於所示及所述順序或序列的順序或序列執行或進行。例如，在一些實施例中，製程方塊 704 可與製程方塊 706 及/或 710 及/或與決定方塊 708 及/或 712 同時進行。

【0056】 熟諳此技術者應很容易瞭解本發明可有廣泛的實用性和應用。在不脫離本發明的本質與範圍內，當可由本發明明白或合理聯想除本發明敘述外的許多實施例與可適性和許多變化、更改與均等配置。因此，雖然本文已以特定實施例詳述本發明，但應理解此揭示內容僅為舉例說明及呈現本發明實例，以提供完整及賦予本發明揭示內容而已。此揭示內容無意將本發明限定於所述特定設備、裝置、組件、系統或方法，反之，本發明擬涵蓋落在本發明範圍內的所有修改物、均等物和替代物。

【符號說明】

【0057】

- 100 基板
- 102A、102B、102C 背面
- 104 基底層
- 106 金屬層
- 108 TSV
- 109 頂表面
- 110 阻障層
- 111 碟形凹陷
- 112 介電層
- 113 表面
- 200 基板
- 202 表面
- 208 TSV
- 300 基板
- 302 背面
- 304 基底層
- 306 金屬層
- 308a、308b TSV
- 310 阻障層
- 312 介電層
- 315 鑿孔
- 400 基板

402 表面

408 TSV

414 金屬墊

500 CMP 系統

501 基板

516 研磨墊

518 平臺

520 軸桿

522 固持件

524 漿料

526 分配器

528 漿料供應器

530 泵

532 閥

534a、534b 感測器

536a、536b 訊號接線

538 聲學處理器

540 系統控制器

542 處理器

600 組件

616 研磨墊

617 表面

618 平臺

619 底面

- 621 研磨表面
- 633a-c 直通孔
- 634a-c 感測器
- 635a-c 非直通孔
- 644 盤形基底
- 646a-c 連接器
- 700 方法
- 702、704、706、708、710、712、714 方塊
- D1、D2、D3 距離
- H 高度

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

無

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

申請專利範圍

1. 一種監控及控制一直通矽穿孔顯露製程的方法，該方法包含以下步驟：

使用無突出直通矽穿孔殘端的一第一設定基板來記錄一基線聲學訊號；

提供具有突出直通矽穿孔殘端的一第二設定基板；

使用具有突出直通矽穿孔殘端的該第二設定基板來記錄一直通矽穿孔斷裂聲學訊號；

將該基線聲學訊號與該直通矽穿孔斷裂聲學訊號進行比較，以標識出指示直通矽穿孔斷裂事件的訊號尖峰；

利用一化學機械研磨製程，處理一基板；

感測該化學機械研磨製程的聲射；

分析該等聲射，以基於該等聲射與所記錄的直通矽穿孔斷裂事件的相關聯來偵測直通矽穿孔斷裂；及

響應偵測到直通矽穿孔斷裂而自動停止該化學機械研磨製程。

2. 如請求項 1 所述之方法，進一步包含以下步驟：響應偵測到直通矽穿孔斷裂而自動通知一操作員。

3. 如請求項 1 所述之方法，進一步包含以下步驟：響應偵測到直通矽穿孔斷裂而自動修改該化學機械研磨製程。

4. 如請求項 3 所述之方法，其中該自動修改之步驟包含響

應偵測到直通矽穿孔斷裂而減小一下壓力、降低一轉速或二者，從而自動修改該化學機械研磨製程。

5. 一種化學機械研磨設備，包含：

一平臺，該平臺配置以接收一研磨墊於該平臺的一表面上；

一基板固持件，該基板固持件配置以支托一待研磨基板，其中該平臺或該基板固持件配置使該基板與該研磨墊互相接觸；

一聲學感測器，在一化學機械研磨製程期間該聲學感測器設置鄰接該研磨墊或該基板；

一托架，該托架耦接至該平臺或該基板固持件而用於支托該聲學感測器；及

一聲學處理器，該聲學處理器電氣耦接至該聲學感測器，且配置以

儲存指示直通矽穿孔斷裂事件的訊號尖峰之一標識，該標識藉由比較來自無突出直通矽穿孔殘端的一第一設定基板之研磨的一基線聲學訊號與來自具有突出直通矽穿孔殘端的一第二設定基板之研磨的一直通矽穿孔斷裂聲學訊號而產生，

接收來自該聲學感測器的一或更多訊號，該一或更多訊號代表該基板之研磨期間來自該化學機械研磨製程的聲射，

分析來自該聲學感測器接收的該一或更多訊號，以

基於該等聲射與記錄的直通矽穿孔斷裂事件的相關聯來偵測直通矽穿孔斷裂，及

響應偵測到直通矽穿孔斷裂而自動停止該化學機械研磨製程。

6. 如請求項 5 所述之化學機械研磨設備，其中該聲學處理器配置以響應偵測到直通矽穿孔斷裂而自動通知一操作員。

7. 如請求項 5 所述之化學機械研磨設備，其中該聲學處理器配置以偵測直通矽穿孔斷裂且響應偵測到直通矽穿孔斷裂而自動修改該化學機械研磨製程。

8. 如請求項 7 所述之化學機械研磨設備，其中該聲學處理器配置以響應偵測到直通矽穿孔斷裂而減小一下壓力、降低一轉速或二者，從而自動修改該化學機械研磨製程。

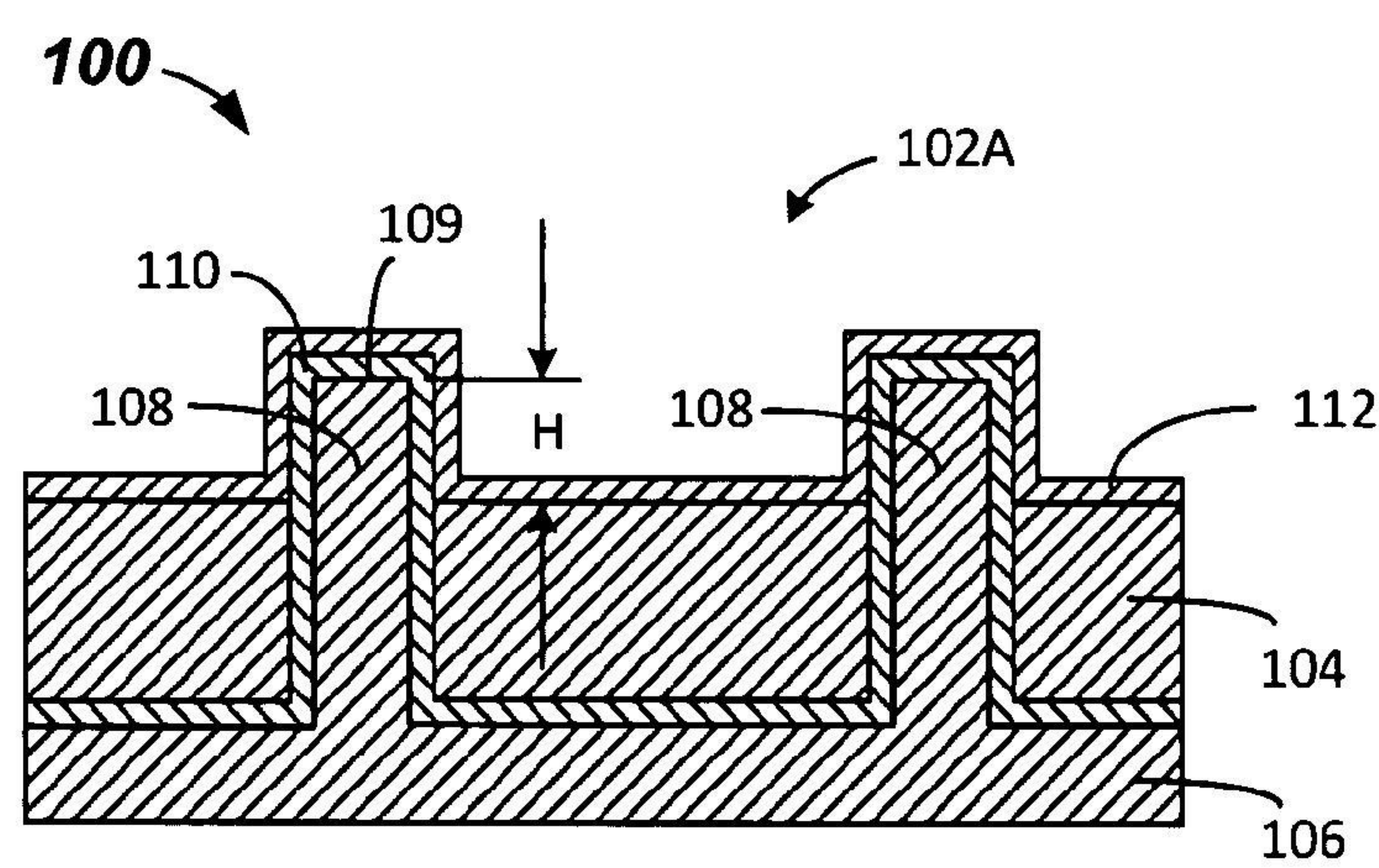
9. 如請求項 5 所述之化學機械研磨設備，其中該聲學感測器包含約 100-500 千赫區間的一平坦頻率響應。

10. 如請求項 5 所述之化學機械研磨設備，其中該聲學感測器以約 40-60 dB 的一增益放大大一聲學訊號。

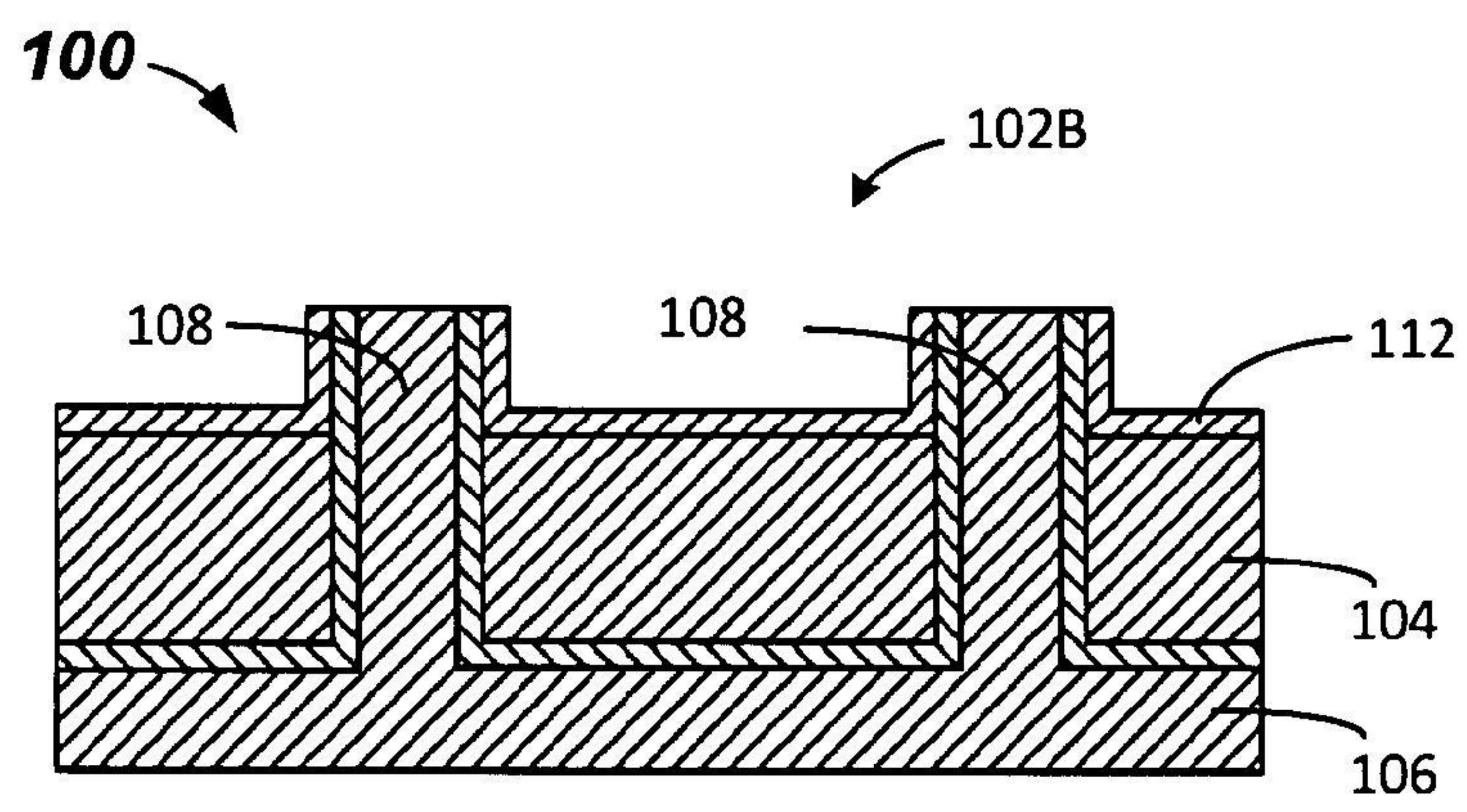
11. 如請求項 5 所述之化學機械研磨設備，其中該聲學感測器包含一高通濾波器，該高通濾波器具有約 50-100 赫茲的一

範圍。

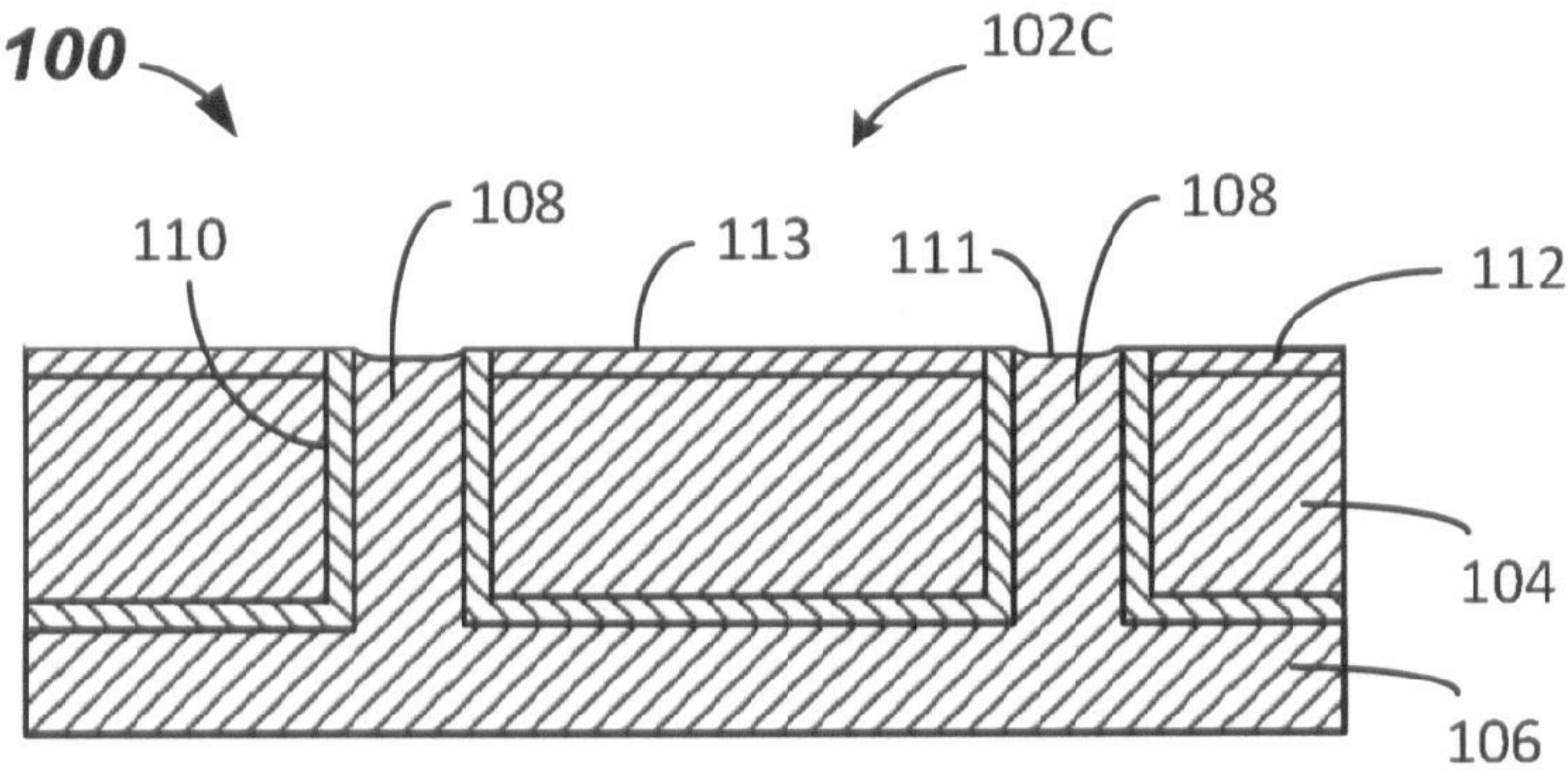
圖式



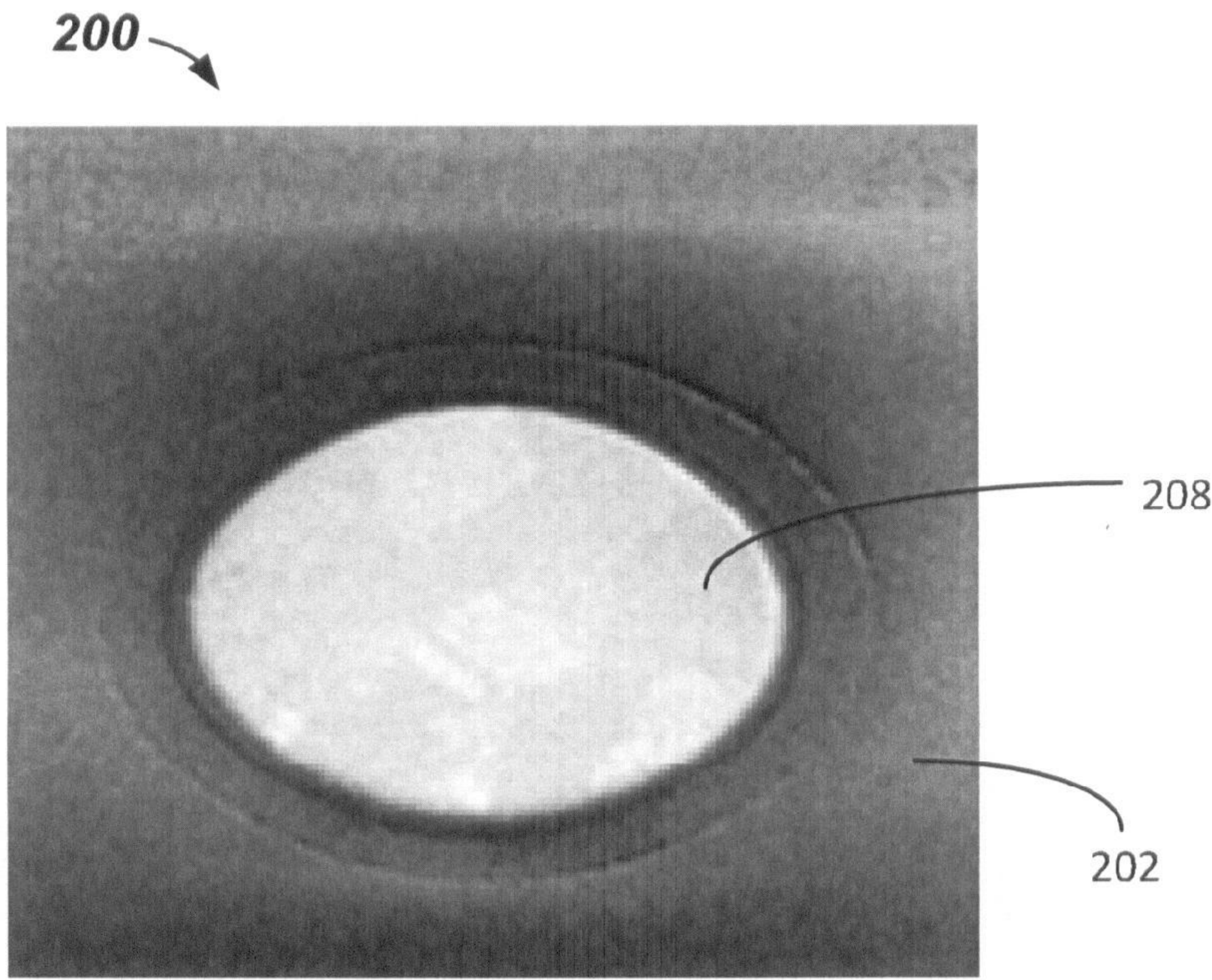
第1A圖
先前技術



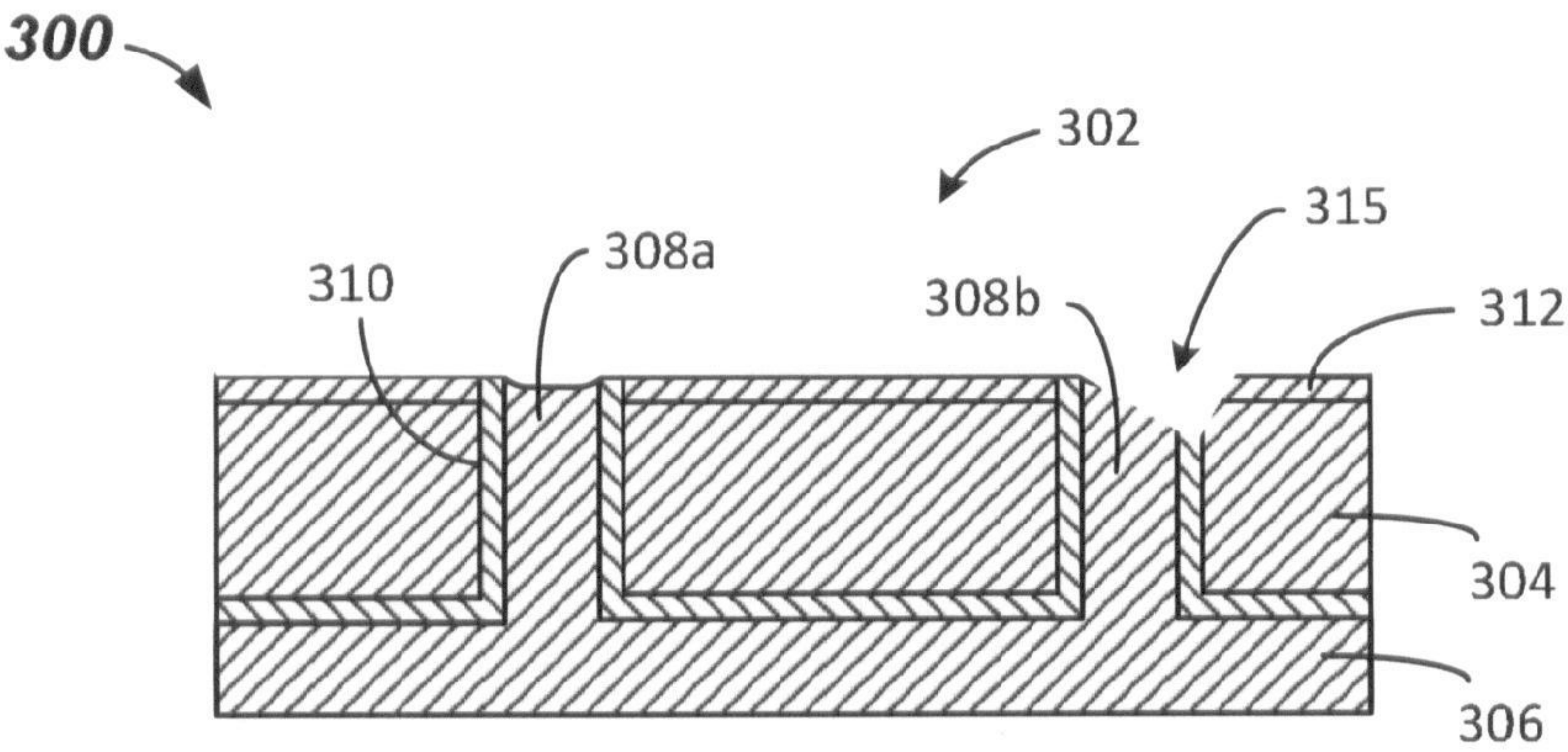
第1B圖
先前技術



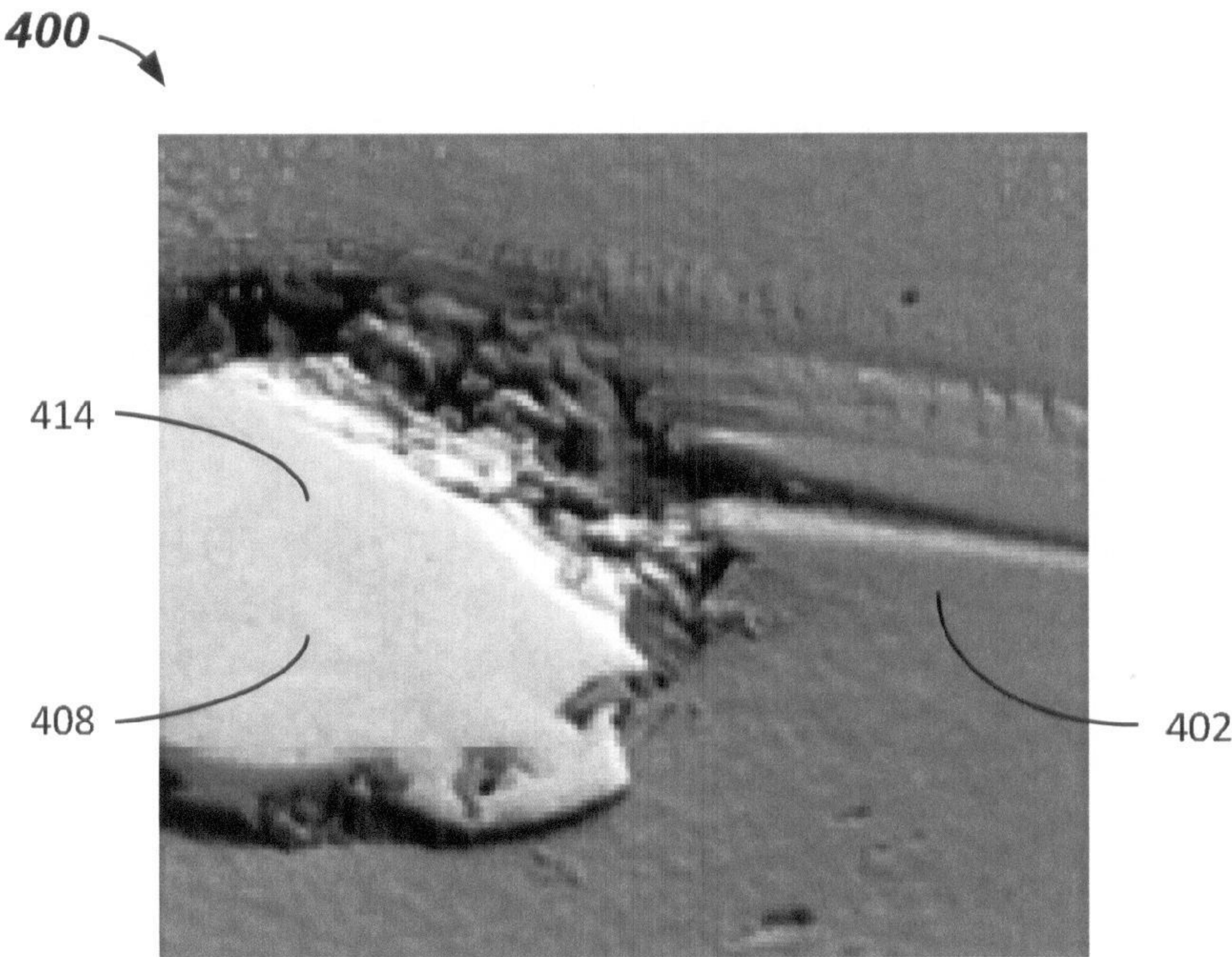
第1C圖
先前技術



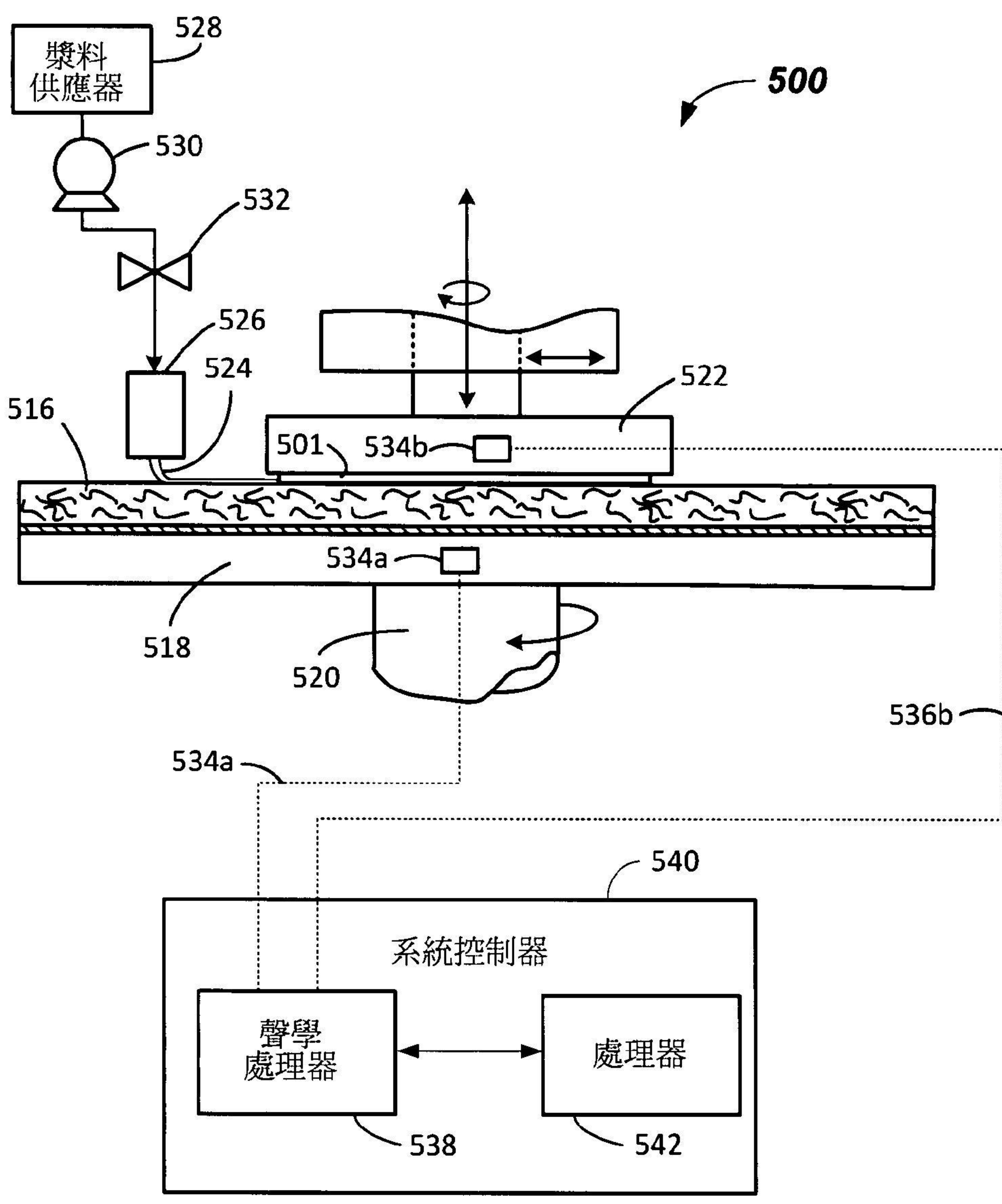
第2圖
先前技術



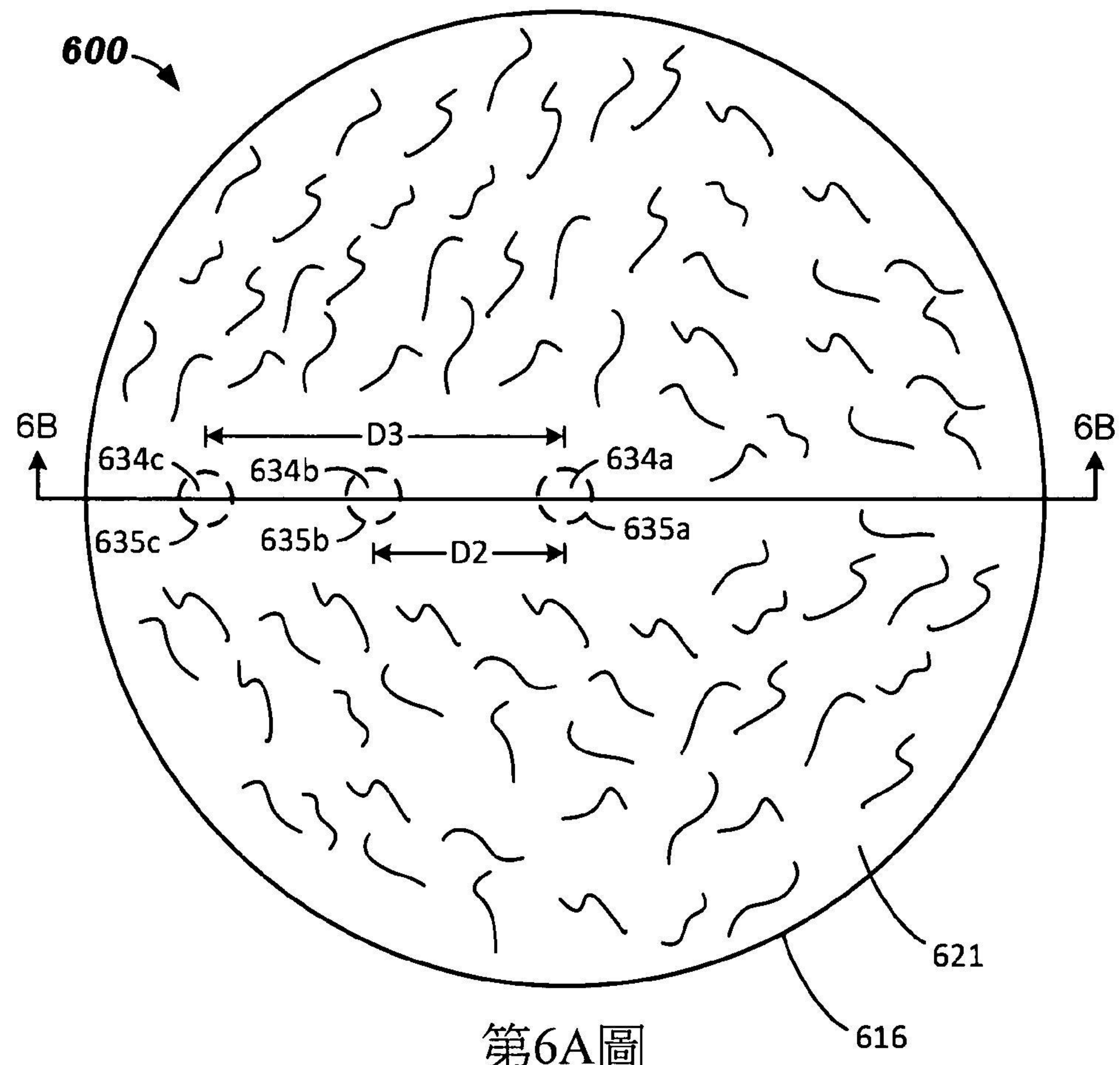
第3圖
先前技術



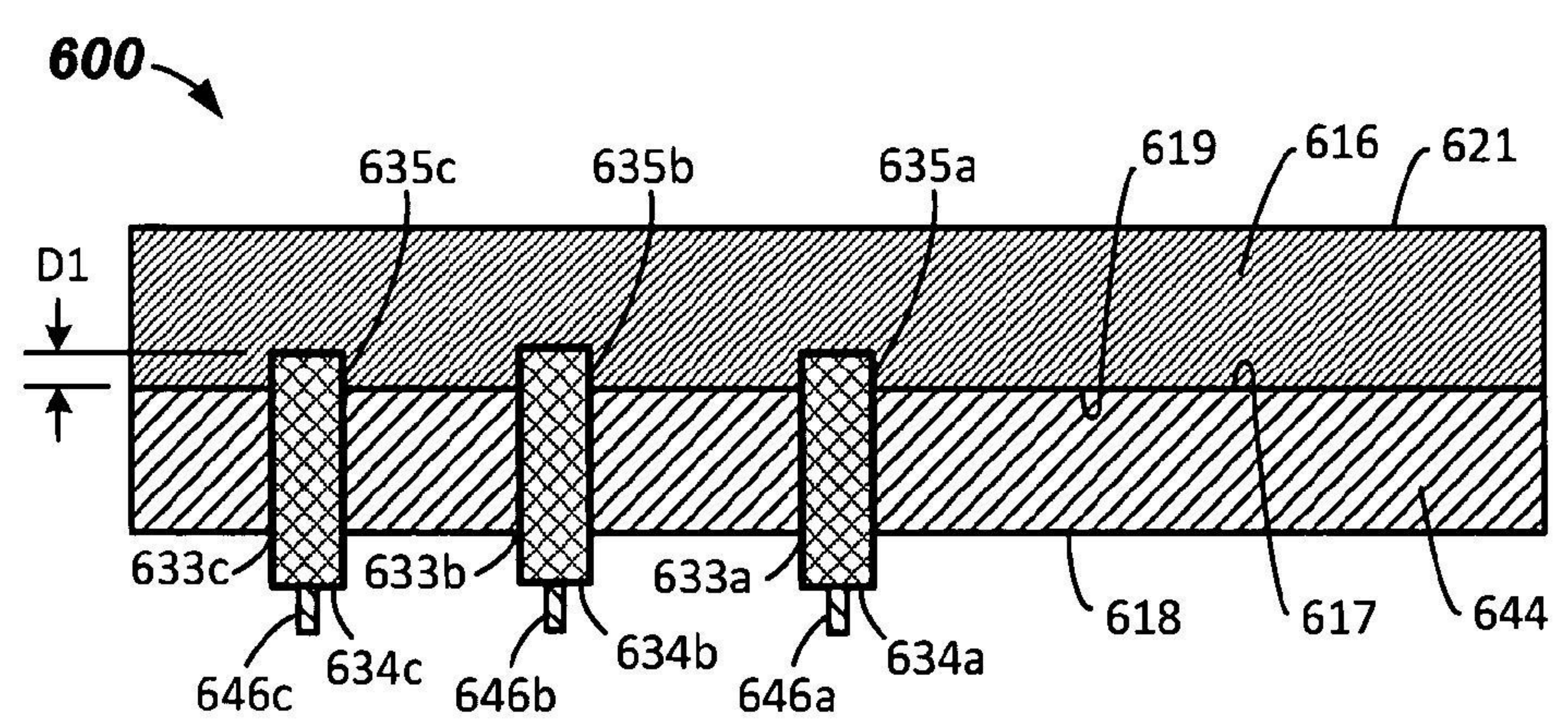
第4圖
先前技術



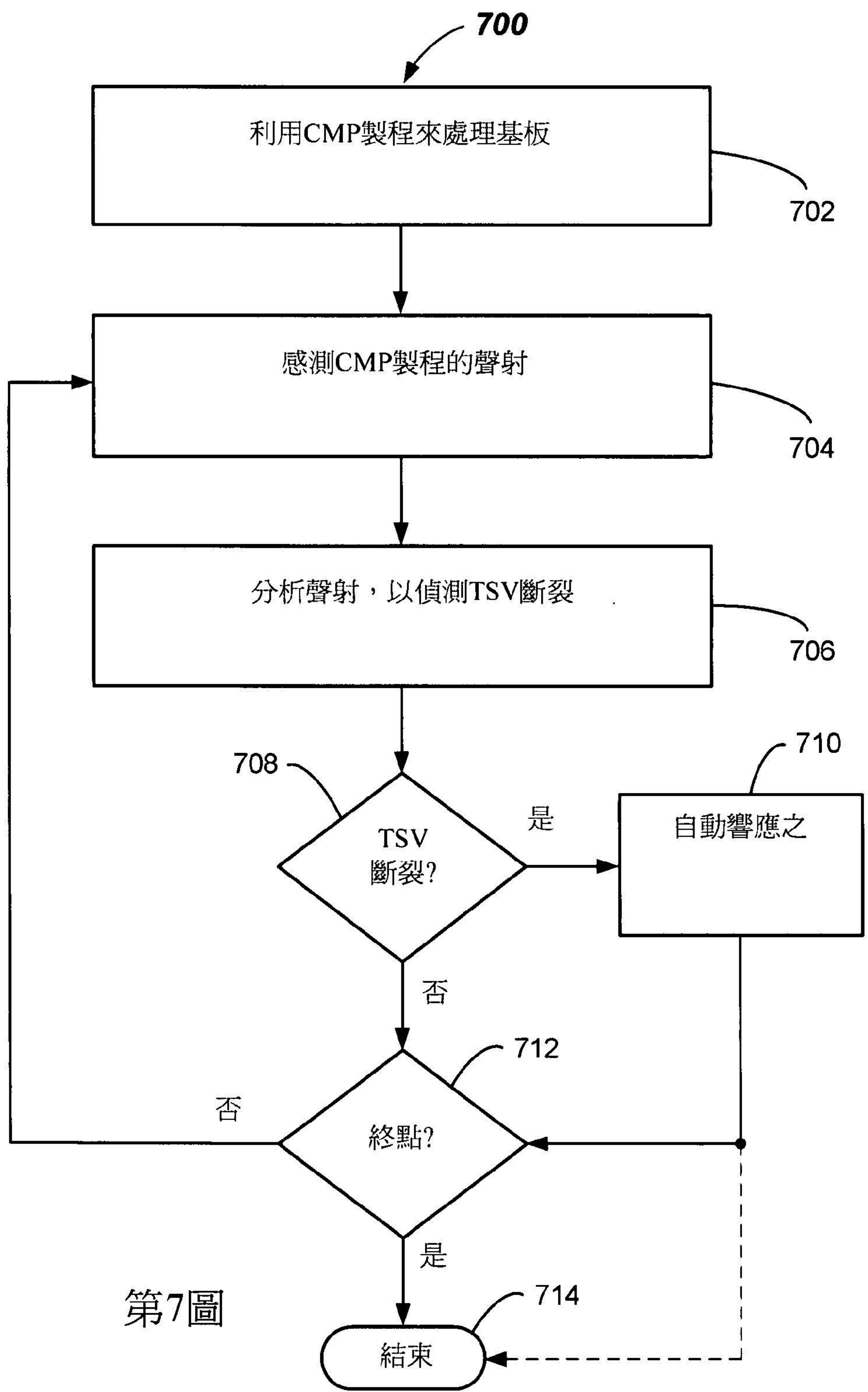
第5圖



第6A圖



第6B圖



第7圖