



(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 I687537 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 03 月 11 日

(21)申請案號：104143347

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 12 月 23 日

(51)Int. Cl. : C23C16/24 (2006.01)

C23C16/44 (2006.01)

C23C16/52 (2006.01)

C01B33/02 (2006.01)

F24V40/00 (2018.01)

(30)優先權：2014/12/23 美國

62/096,435

(71)申請人：美商 R E C 多晶矽公司 (美國) REC SILICON INC (US)

美國

(72)發明人：措福門 提墨西 TROUTMAN, TIMOTHY (US)；盧新 布萊恩 J LOUSHIN,

BRYAN J. (US)；路雀堤 喬 RUSCHETTI, JOE (US)

(74)代理人：閻啓泰；林景郁

(56)參考文獻：

US 2011/0126761A1

審查人員：楊鈞皓

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：20 共 55 頁

(54)名稱

利用熱分解反應器中的反射能來管理溫度分佈的設備及方法

(57)摘要

本發明揭示用於在一熱分解反應器中利用之一反射表面及包含一反射表面之一反射器的具體實例。本發明亦揭示用於利用該反射表面或包含該反射表面之反射器來管理在該熱分解反應器中生長之一矽棒中的一溫度分佈的方法。該反射表面經組態以接收自在化學氣相沈積期間生長至一矽長絲上之一細長多晶矽主體之一能量發出區發出的輻射熱能，且將該所接收輻射熱能之至少一部分反射至該細長多晶矽主體之一反射能接收區或反射至一第二細長多晶矽主體之一反射能接收區，以藉此將輻射熱能添加至該反射能接收區。

Embodiments of a reflective surface and a reflector comprising a reflective surface for use in a thermal decomposition reactor are disclosed. Methods for using the reflective surface, or reflector comprising the reflective surface, to manage a temperature profile in a silicon rod grown in the thermal decomposition reactor are also disclosed. The reflective surface is configured to receive radiant heat energy emitted from an energy emitting region of an elongated polysilicon body grown during chemical vapor deposition onto a silicon filament and reflect at least a portion of the received radiant heat energy to a reflected energy receiving region of the elongated polysilicon body or to a reflected energy receiving region of a second elongated polysilicon body, to thereby add radiant heat energy to the reflected energy receiving region.

指定代表圖：

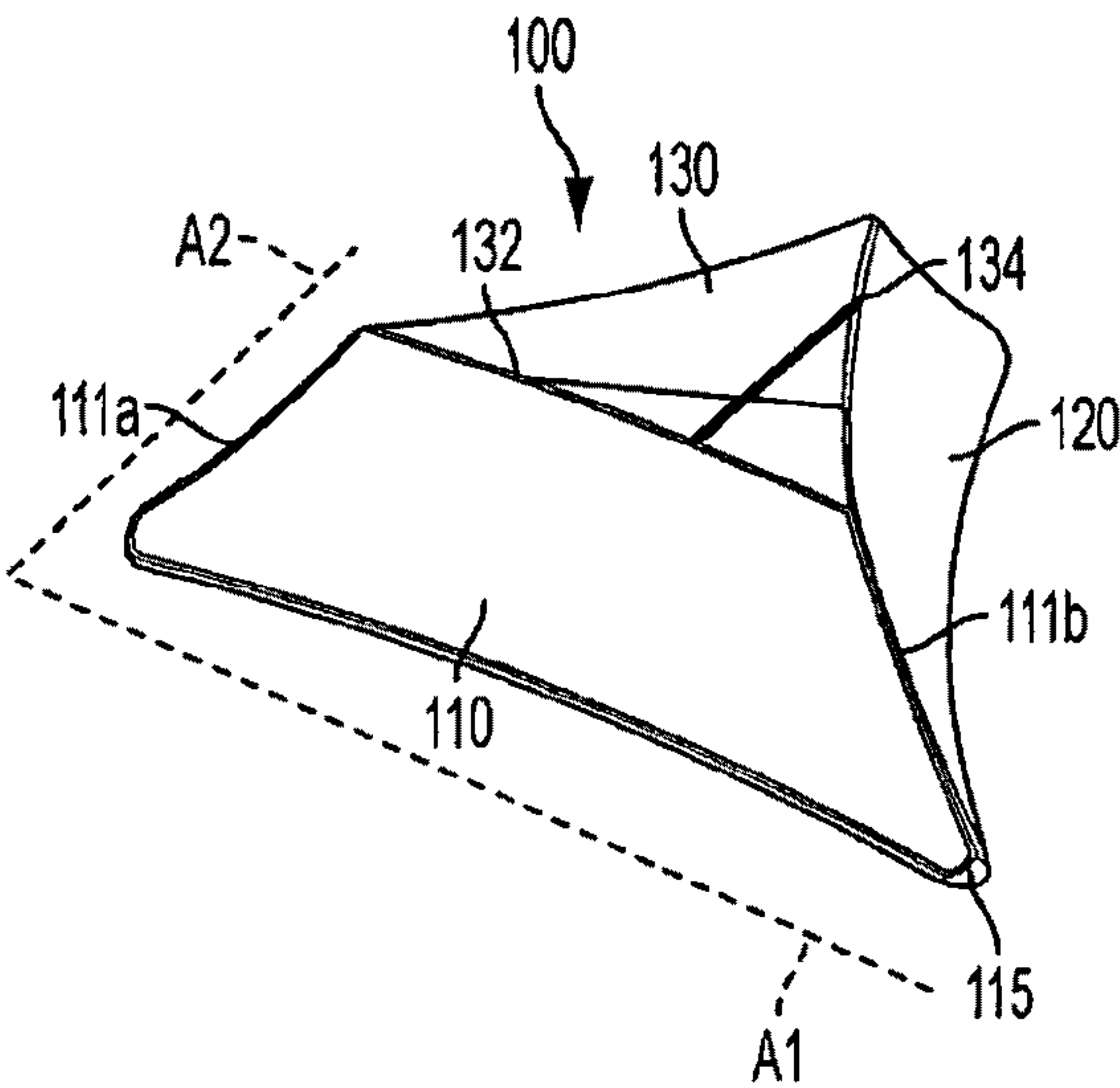


圖3

符號簡單說明：

- 100 . . . 反射器
- 110 . . . 反射表面
- 111a . . . 表面 110 之側邊緣
- 111b . . . 表面 110 之側邊緣
- 115 . . . 反射器之拐角
- 120 . . . 第二反射表面
- 130 . . . 反射器之上表面
- 132 . . . 特徵
- 134 . . . 特徵
- A1 . . . 第一拋物面曲線之軸線
- A2 . . . 第二拋物面曲線之軸線

I687537

發明摘要

※ 申請案號：

※ 申請日：

※IPC 分類：

【發明名稱】(中文/英文)

利用熱分解反應器中的反射能來管理溫度分佈的設備及方法

APPARATUS AND METHOD FOR MANAGING A TEMPERATURE
PROFILE USING REFLECTIVE ENERGY IN A THERMAL
DECOMPOSITION REACTOR

【中文】

本發明揭示用於在一熱分解反應器中利用之一反射表面及包含一反射表面之一反射器的具體實例。本發明亦揭示用於利用該反射表面或包含該反射表面之反射器來管理在該熱分解反應器中生長之一矽棒中的一溫度分佈的方法。該反射表面經組態以接收自在化學氣相沈積期間生長至一矽長絲上之一細長多晶矽主體之一能量發出區發出的輻射熱能，且將該所接收輻射熱能之至少一部分反射至該細長多晶矽主體之一反射能接收區或反射至一第二細長多晶矽主體之一反射能接收區，以藉此將輻射熱能添加至該反射能接收區。

【英文】

Embodiments of a reflective surface and a reflector comprising a reflective surface for use in a thermal decomposition reactor are disclosed. Methods for using the reflective surface, or reflector comprising the reflective surface, to manage a

temperature profile in a silicon rod grown in the thermal decomposition reactor are also disclosed. The reflective surface is configured to receive radiant heat energy emitted from an energy emitting region of an elongated polysilicon body grown during chemical vapor deposition onto a silicon filament and reflect at least a portion of the received radiant heat energy to a reflected energy receiving region of the elongated polysilicon body or to a reflected energy receiving region of a second elongated polysilicon body, to thereby add radiant heat energy to the reflected energy receiving region.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 3 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100：反射器

110：反射表面

111a：表面 110 之側邊緣

111b：表面 110 之側邊緣

115：反射器之拐角

120：第二反射表面

130：反射器之上表面

132：特徵

134：特徵

A1：第一拋物面曲線之軸線

A2：第二拋物面曲線之軸線

【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)

利用熱分解反應器中的反射能來管理溫度分佈的設備及方法

APPARATUS AND METHOD FOR MANAGING A TEMPERATURE
PROFILE USING REFLECTIVE ENERGY IN A THERMAL
DECOMPOSITION REACTOR

【相關申請案之交叉參考】

【0001】 本申請案主張於 2014 年 12 月 23 日申請之美國臨時申請案第 62/096,435 號之權益，該申請案以其全文引用的方式併入本文中。

【技術領域】

【0002】 本發明係關於用於在熱分解反應器中利用之反射表面及包含反射表面之反射器，以及在熱分解反應器中利用反射表面及/或反射器之方法。

【先前技術】

【0003】 在半導體業界中，以下情形為慣例：藉由被稱為化學氣相沈積（「CVD」）之製程生成高純度矽。簡言之，將具有矽含量之某些物質在反應腔室內加熱至高溫，從而使得該等物質經歷分解，同時處於氣態，且生成元素矽。取決於反應腔室之設計，及反應腔室另外是否含有沈積表面，可按粉末形式或按棒形式收集元素矽。此矽常常被稱作多晶矽（polysilicon 或 polycrystalline silicon）。

【0004】 多晶矽生成之廣泛實踐的習知方法中之一者係經由多晶矽在熱分解反應器中之化學氣相沈積進行，且大體上被識別為西門子方法

(Siemens method)。在此方法中，藉由將諸如三氯矽烷或單矽烷 (SiH_4) 之含矽氣體在熱分解反應器內分解至高純度的焦耳或電阻加熱之薄矽長絲上來沈積多晶矽。矽沈積於長絲上，藉此生長遞增直徑之細長多晶矽主體，同時多晶矽主體維持處於高溫下（典型地自 700°C 至 1200°C ）。

【0005】 歸因於跨越細長主體之直徑及/或貫穿細長主體之長度的溫度差，在熱分解反應器中，在生長之後，應力儲存於細長多晶矽主體中。一旦生長完成，且棒開始冷卻，生長期間之溫度差異歸因於熱膨脹係數而顯示為應力。所儲存應力之量值隨著直徑而增加。長絲及在熱分解反應器中形成之所得細長主體典型地具有倒 U 形組態，其具有兩個垂直部分及介於該兩個垂直部分之頂部之間的相對水平之橋接部分。細長主體之兩個垂直部分在彎曲部分或拐角部分處連接至橋接部分。當細長多晶矽主體歸因於熱收縮而縮減時，橋接部分傾向於與細長主體之垂直部分分離。斷裂可沿細長主體之垂直部分向下傳播，例如，達 200 至 1000 mm 之距離。自細長多晶矽主體獲得之完好垂直部分或棒歸因於其長度與均勻直徑而具有最大商業價值。斷裂減少此等垂直部分之產量。斷裂棒可能並不滿足客戶之最小長度要求。在一些狀況下，歸因於斷裂產生之產物損失達到 50%。因此，需要減輕或控制細長多晶矽主體中之應力，藉此減輕或控制由應力產生之斷裂。

【發明內容】

【0006】 揭示一反射表面、包含一反射表面之一反射器及用於在諸如一西門子型反應器之一熱沈積反應器中利用該反射表面的方法的具體實例。用於藉由將矽化學氣相沈積至一反應器容器之一腔室中之一或多個加

熱矽長絲上而生成一或多個細長多晶矽主體的一熱分解反應器中之一裝置包含位於該腔室中之一反射器，該反射器具有至少一反射表面。該反射表面經組態以接收自在化學氣相沈積期間生長至一矽長絲上之一細長多晶矽主體之一能量發出區發出的輻射熱能，且將該所接收輻射熱能之至少一部分反射至該細長多晶矽主體之一反射能接收區或反射至一第二細長多晶矽主體之一反射能接收區，以藉此將輻射熱能供應至該反射能接收區。在一具體實例中，該反射表面為一反射器之一表面。在另一具體實例中，該反射表面係作為該反應器內之一組件之一一體式部分提供，諸如一噴嘴、一管道、一熱交換器、一導管、一腔室壁或其類似者。在一些具體實例中，該反射表面經組態以在該反射能接收區處在一多晶矽主體表面上之一三維表面、一二維區域、一點或一線處引導反射輻射熱能。

【0007】 該反射表面可為凹面的且呈一拋物面、一球體、一錐形圓柱體或一圓柱體之一部分的形狀，該圓柱體具有並非平行於該細長多晶矽主體之該能量發出區之一縱向軸線的一縱向軸線。在一些具體實例中，該反射表面實質上為平滑的，其中任何表面不規則性具有小於 3 mm 之一平均振幅。

【0008】 在一些具體實例中，該反射表面或包含該反射表面之一反射器係由在反應器操作期間並不會釋出包含第 III 族元素、第 V 族元素、金屬、氧或碳之化學物質的一材料建構而成；該反射器係由具有 <0.5 之一輻射率之一材料建構而成或鍍敷有具有 <0.5 之一輻射率之一材料；或其一組合。在某些具體實例中，該反射表面及/或該反射器係由以下各者建構而成或鍍敷有以下各者：鎳、鎳合金、不鏽鋼、鉬、鉬合金、鎢、鎢合金、鈷、鈷

合金、鈦、鈦合金、金、金合金、銀、銀合金、鉕或鉕合金。

【0009】 在一些具體實例中，該反射器之一下表面界定一或多個凹陷部分，該等凹陷部分經組態以接納供該反射器定位之一結構之一或多個突起，該反射器進一步包含藉由該反射器之一下表面及一背表面之部分界定的一空腔，及/或該反射器之一表面包含用以促進進行該反射器在該熱分解反應器內之定位、對準或定位及對準的一或多個特徵。

【0010】 當該反應器含有超過一個細長多晶矽主體時，該反射器可進一步具有一第二反射表面，該第二反射表面用以接收在化學氣相沈積期間來自一第二細長多晶矽主體之一能量發出區的輻射熱能，且將該所接收輻射熱能之至少一部分反射至該第二細長多晶矽主體之一反射能接收區或反射至該腔室內之另一細長多晶矽主體之一區，其中該另一細長多晶矽主體為該第一細長多晶矽主體或該熱分解反應器內之一第三細長多晶矽主體。

【0011】 在一些具體實例中，該反應器容器包含鄰近的第一及第二導管，其經組態以接納藉由化學氣相沈積生長至包含兩個垂直矽長絲及一水平矽長絲之一倒 U 形矽長絲上的該細長多晶矽主體之第一及第二垂直部分，且該細長多晶矽主體在該細長多晶矽主體之該第一垂直部分與該第二垂直部分之間具有一或多個彎曲部分，該等彎曲部分位於該第一導管及該第二導管外部。在此等具體實例中，該反射器可經定位以使得該反射表面經定位以進行以下操作：(i) 接收自在該化學氣相沈積期間形成的該細長多晶矽主體之該能量發出區發出的至少一些輻射熱能，及(ii) 將該所接收輻射熱能之至少一部分反射至該反射能接收區。在一具體實例中，該能量發出區為該細長多晶矽主體之該第一垂直部分之表面的一部分，且該反射能

接收區為該細長多晶矽主體之該表面的一部分，該部分處於該細長多晶矽主體之一彎曲部分處或靠近該細長多晶矽主體之一彎曲部分處。在一獨立具體實例中，該能量發出區為該細長多晶矽主體之一彎曲部分或一水平部分之表面的一部分，該水平部分介於該第一垂直部分與該第二垂直部分之間，且該反射能接收區為該細長多晶矽主體之該第一垂直部分或該第二垂直部分之該表面的一部分。在另一獨立具體實例中，該反射表面為該第一導管之一一體式部分且位於上部輪緣處，其中該反射表面經定向以接收自在該化學氣相沈積期間生長之該細長多晶矽主體之該能量發出區發出的輻射熱能，其中該能量發出區為該細長多晶矽主體之該第一垂直部分之該表面的一部分。

【0012】 用於生成一細長多晶矽主體之一熱分解反應器之具體實例包含：(i) 一反應器容器，其具有界定一腔室之一壁、用於許可氣體進入該腔室中之一氣體入口，及用於將氣體排出該腔室之一氣體出口；(ii) 該腔室中之一矽長絲；(iii) 用於加熱該矽長絲之一能量來源；(iv) 流體地連接至該反應器容器之該氣體入口之一含矽氣體源，其中該含矽氣體為能夠在高溫下分解以藉由化學氣相沈積將矽沈積至該矽長絲上且生長一細長多晶矽主體之一氣體；及(v) 位於該腔室中之至少一反射表面，該反射表面經組態以接收自在化學氣相沈積期間生長之該細長多晶矽主體之一能量發出區發出的輻射熱能，且將該所接收輻射熱能之至少一部分反射至該細長多晶矽主體之一反射能接收區或反射至該腔室內之一第二細長多晶矽主體之一區。該反射表面可形成於該腔室內之一組件上且為該組件之一一體式部分，或該反射表面可藉由包含如本文所揭示之該反射表面之一反射器來提

供。

【0013】 用於生成一細長多晶矽主體之一方法之具體實例包含藉由化學氣相沈積將矽沈積至在一反應容器之一腔室中加熱的一或多個加熱矽長絲上以生長一或多個細長多晶矽主體，且在該沈積期間，將輻射熱能反射離開定位於該反應腔室內之一位置處之一第一反射表面，以使得該第一反射表面接收自一第一細長多晶矽主體之一能量發出區發出的輻射熱能，且將該所接收輻射熱能之至少一部分反射至該第一細長多晶矽主體之一反射能接收區或反射至一第二細長多晶矽主體。在一些具體實例中，提供該反射表面包含提供包含如本文所揭示之該反射表面之一反射器。在某些具體實例中，該反射表面經形成為該腔室內之一組件之一一體式部分，諸如一管道、一噴嘴、一熱交換器、一導管、一腔室壁或其類似者。該反射表面可為凹面的且呈一拋物面、一球體、一錐形圓柱體或一圓柱體之一部分的形狀，當該反射表面設置於該腔室內之該位置處時，該圓柱體具有並非平行於該第一細長多晶矽主體之該能量發出區之一縱向軸線的一縱向軸線。

【0014】 在一具體實例中，該能量發出區及該反射能接收區係在該第一細長多晶矽主體上，其中該能量發出區為一相對較熱區且該反射能接收區為一相對較冷區，且該方法進一步包括將該反射表面定位於該腔室內之一位置處，以使得自該能量發出區接收的且經反射至該反射能接收區之該輻射熱能降低該細長多晶矽主體內之一溫度梯度。在一獨立具體實例中，(i) 該能量發出區為該第一細長多晶矽主體之一垂直部分之該表面的一部分，(ii) 該反射能接收區為該細長多晶矽主體之該表面的一部分，該部分處於

該第一細長多晶矽主體之一彎曲部分處或靠近該第一細長多晶矽主體之一彎曲部分處，且 (iii) 該溫度梯度係在該彎曲部分內，且該方法進一步包括將該反射表面定位於該腔室內之一位置處以便將所接收輻射熱能會聚地反射至該反射能接收區。在另一獨立具體實例中，該方法進一步包括將該反射表面定位於該腔室內之一位置處以使得該反射表面：(i) 位於該第一細長多晶矽主體生長所自之該加熱矽長絲上方，或 (ii) 位於該腔室內之一第一導管對之一上部輪緣上，其中該第一導管對包含鄰近的第一及第二導管，其經組態以接納自包含兩個垂直矽長絲及一水平矽長絲之一第一加熱的倒 U 形矽長絲生長的一第一細長多晶矽主體之第一及第二垂直部分，該水平矽長絲位於該第一導管及該第二導管外部。當該反射表面定位於該上部輪緣上時，該反射表面可為該上部輪緣之一一體式部分。

【0015】 該方法可進一步包括將一第二反射表面設置於該腔室內之一位置處以使得該第二反射表面接收在該化學氣相沈積期間自該第一細長多晶矽主體之該能量發出區發出的輻射熱能，且將該所接收輻射熱能之至少一部分反射至該第一細長多晶矽主體之該反射能接收區。

【0016】 在一些具體實例中，該腔室包含一第一導管對，該第一導管對包含鄰近的第一及第二導管，其經組態以接納包含兩個垂直矽長絲及一水平矽長絲之一第一加熱的倒 U 形矽長絲之第一及第二垂直部分，該水平矽長絲位於該第一導管及該第二導管外部，且該方法進一步包括定位該反射表面及該第二反射表面以使得該反射表面及該第二反射表面位於該水平矽長絲上方或直接地或間接地位於該第一導管對之一上部輪緣上。

【0017】 在一些具體實例中，藉由化學氣相沈積在該腔室中生長一第

二細長多晶矽主體，且該方法進一步包括將一第二反射表面設置於該腔室內之一位置處，以使得該第二反射表面接收自該第二細長多晶矽主體之一能量發出區發出的輻射熱能，且將該所接收輻射熱能之至少一部分反射至該第二細長多晶矽主體之一反射能接收區或反射至該腔室內之另一細長多晶矽主體之一區，其中該另一細長多晶矽主體為該第一細長多晶矽主體或該熱分解反應器內之一第三細長多晶矽主體。

【0018】 在前述方法中之任一者或全部中，該反射表面為一反射器之一表面或該腔室內之一組件的一一體式部分，且該第二反射表面（若存在的話）獨立地為該反射器之一第二表面、一第二反射器之一表面，或該腔室內之一組件的一一體式部分。

【0019】 在一些具體實例中，一種減輕在一熱分解反應器中製備之一細長多晶矽主體之碎片形成物的方法包括：藉由化學氣相沈積將矽沈積至在一反應容器之一反應腔室中加熱的一或多個加熱矽長絲上以生長一或多個細長多晶矽主體，且在該沈積期間，藉由如本文所揭示之一裝置將自該一或多個細長多晶矽主體之一能量發出區發出的輻射熱能之至少一部分反射至該一或多個細長多晶矽主體之一反射能接收區，藉此與在不存在該裝置之情況下在一熱分解反應器中生成之一細長多晶矽主體相比較而言，減少該細長多晶矽主體中之碎片形成物。

【0020】 本發明之前述及其他目標、特徵及優勢自藉由參看附圖進行之以下實施方式將變得更顯而易見。

【圖式簡單說明】

【0021】

圖 1 為展示用於藉由來自含矽氣體之矽之沈積生成細長多晶矽主體的熱分解反應器之示意性垂直截面視圖。

圖 2 為沿著圖 1 之線 2--2 截取的截面視圖，其展示在多晶矽主體生長至大於 150 mm 之直徑之後的多晶矽主體之截面。

圖 3 為如自前方及頂部檢視的例示性反射器之斜視圖。

圖 4 為例示性反射器之底部平面圖。

圖 5 為如自後方及底部檢視的圖 4 之反射器之斜視圖。

圖 6 為如自後方及頂部檢視的圖 4 之反射器之斜視圖。

圖 7 為用於在熱分解反應器中利用之組件的示意性斜視圖，該組件具有一體式反射表面。

圖 8 為含有具有反射性拋物面表面之例示性反射器的熱分解反應器之內部部分的部分示意性斜視圖。

圖 9 為含有具有反射性圓柱形表面之例示性反射器的熱分解反應器之內部部分的部分示意性斜視圖。

圖 10 為用於在熱分解反應器中利用之組件之示意性斜視圖，該組件具有安裝於該組件之上表面上方的反射器。

圖 11 為用於在熱分解反應器中利用之組件之示意性斜視圖，該組件包含用於接納反射器之突起或銷。

圖 12 為用於在熱分解反應器中利用之導管對之示意性斜視圖，該導管對具有具反射器之上部輪緣，該反射器安裝於上部輪緣上或上方。

圖 13 為例示性熱分解反應器容器之部分示意性斜視截面視圖，該熱分解反應器容器包括經由延伸器安裝至反應器容器之罩蓋的反射器。

圖 14 為在熱分解反應器中生長之細長多晶矽主體之示意性正視圖。

圖 15 為含有例示性反射器之熱分解反應器之內部部分的部分示意性斜視圖，該例示性反射器經定位以接收自細長多晶矽主體之垂直區之表面的一部分發出的輻射熱能且將所接收能量之至少一部分反射至細長多晶矽主體之彎曲部分的外表面。

圖 16 為含有例示性反射器之熱分解反應器之內部部分的部分示意性斜視圖，該例示性反射器經定位以接收自細長多晶矽主體之垂直區之表面的一部分發出的輻射熱能且將所接收能量之至少一部分反射至細長多晶矽主體之彎曲部分的內表面。

圖 17 為含有例示性反射器之熱分解反應器之內部部分的部分示意性斜視圖，該例示性反射器經定位以接收自細長多晶矽主體之垂直區之表面的一部分發出的輻射熱能且將所接收能量之至少一部分反射至細長多晶矽主體之彎曲部分的側表面。

圖 18 為含有兩個例示性反射器之熱分解反應器之內部部分的部分示意性斜視圖，該兩個例示性反射器經定位以接收自細長多晶矽主體之能量發出區發出的輻射熱能且將所接收能量之至少一部分反射至細長多晶矽主體之反射能接收區。

圖 19 為含有圖 18 之兩個例示性反射器及細長多晶矽主體之熱分解反應器的內部部分之俯視平面圖。

圖 20 為含有具兩個反射表面之例示性反射器之熱分解反應器的內部部分之部分示意性斜視圖，該兩個反射表面經定位以接收自鄰近的第一及第二細長多晶矽主體之垂直區發出的輻射熱能，且將所接收能量之至少一部

分反射至第一及第二細長多晶矽主體之彎曲部分。

【實施方式】

【0022】 揭示包含反射表面之反射器及用於在諸如西門子型反應器之熱沈積反應器中利用反射表面的方法。在包括反射器之反應器中生成的細長多晶矽主體具有沿著多晶矽主體之長度向下斷裂的較低傾向。在一些情況下，其中細長多晶矽主體為 U 形，其具有兩個垂直部分、一水平橋接部分及彎曲部分，其中水平橋接部分與垂直部分連接，細長多晶矽主體更有可能斷裂穿過彎曲部分。

【0023】 I. 定義及縮寫

【0024】 提供以下術語及縮寫之解釋以更好地描述本發明並引導一般熟習此項技術者實踐本發明。除非上下文另外清楚地指示，否則，如本文中所用，「包含」意謂「包括」且單數形式「一（a 或 an）」或「該（the）」包括複數個參照物。除非上下文另外清楚地指示，否則術語「或」係指所陳述替代性元素中之單一元素或兩種或超過兩種元素之組合。

【0025】 除非另外解釋，否則本文中所用之所有技術及科學術語具有與本發明所屬領域之一般技術者通常所理解含義相同的含義。儘管可利用類似於或等效於本文所描述之方法及材料的方法及材料來實踐或測試本發明，但下文描述合適方法及材料。該等材料、方法及實例僅為說明性的且不意欲為限制性的。本發明之其他特徵自以下實施方式及申請專利範圍顯而易見。

【0026】 為了促進檢閱本發明之各種具體實例，提供特定術語之以下解釋：

【0027】 細長多晶矽主體：如本文所用，術語「細長多晶矽主體」可指諸如多晶矽棒之實質上線性主體，或指包括兩個垂直部分及連接該兩個垂直部分之水平橋接部分的 U 形多晶矽主體。

【0028】 輻射率：輻射率為關於表面發出熱輻射之效率的度量。在數學上，輻射率為在相同溫度下來自表面之熱輻射與來自理想黑色表面之輻射的比率。比率之範圍為 0 至 1。輻射率 1 指示對所有入射光之完全吸收。良好地反射光之鏡面狀金屬表面具有低輻射率。舉例而言，在接近室溫（20 至 23°C）下，經拋光之銀表面具有約 0.02 之輻射率。

【0029】 形態學：如本文關於藉由諸如西門子製程之化學氣相沈積製程生成之細長多晶矽主體所用，術語「形態學」係指多晶矽主體中之缺陷，例如，裂紋、應力線及/或變形。在一些實例中，形態學係指多晶矽主體之彎曲部分中的缺陷。缺陷可在多晶矽主體上生成刻花表面。可藉由程度將形態學分類，例如，極微程度、輕程度、重程度等。替代地，可為形態學之程度指派數字分類，例如，大約 0 至 10，其中 0 指示無缺陷，1 指示極微形態學，5 指示適度形態學，且 10 指示重形態學。

【0030】 光功率：如本文所用，術語「光功率」係指反射表面將反射輻射熱能會聚至之程度。光功率為反射表面之焦距的倒數， $-P = 1/f$ ，其中 f 為以公尺計之焦距。

【0031】 輻射熱能：電磁波之能量，例如，熱輻射。

【0032】 區：如本文所用，術語「區」係指多晶矽主體之部分或體積。

【0033】 碎片：如本文所用，術語「碎片」係指因由諸如西門子製程之化學氣相沈積製程生成的細長多晶矽主體中之應力（例如，熱應力）形

成的裂紋或斷裂。可藉由嚴重程度來特性化碎片，嚴重程度如（例如）藉由裂紋沿著倒 U 形多晶矽主體之垂直部分向下傳播的距離判定。可將碎片特性化為極微的、適度的或嚴重的。替代地，可按數字尺度特性化碎片，例如，自 0 至 15，其中 0 指示無碎片，1 指示極微的碎片，5 指示延伸達垂直部分之長度之 $1/5$ 的碎片，10 指示延伸達垂直部分之長度之 $1/3$ 的碎片，且 15 指示延伸達垂直部分之長度之 $1/2$ 的碎片。

【0034】 II. 細長多晶矽主體生成

【0035】 可藉由例如西門子型反應器之熱沈積反應器中之化學氣相沈積生成細長多晶矽主體。一示例性熱分解反應器描述於美國專利第 6,221,155 號中，該專利之切合部分以引用的方式併入本文中，且展示於圖 1 中。反應器容器包括配對在一起以提供界定腔室之氣密壁的罩蓋或鐘罩 1 及底板 2。為具有冷卻水入口管道 5 及出口管道 6 之熱交換器或水套且經塑形以界定多個反應腔室 3 之分割構件 4 設置於藉由罩蓋 1 及底板 2 界定之圓柱形空間內部。

【0036】 罩蓋 1 為至少部分地中空且充當水冷卻式熱交換器或冷卻水套。冷卻水入口 1c 及冷卻水出口 1d 設置於罩蓋區段中。當冷卻水自入口 1c 移動至出口 1d 時，冷卻水流經罩蓋之內壁與外壁之間的空間。電極 9 自下方延伸穿過底板 2，穿過絕緣構件 8 之中間媒介，且配置於對應於反應腔室 3 之中心的位置處。夾盤 10 附接至電極 9 之尖端，該等尖端經由入口及出口冷卻管道 7 進行水冷卻。可藉由另一流體冷卻或加熱介質替換流經水冷卻水套之水。

【0037】 反應氣體遞送管道或氣體入口 11 自下方向上延伸穿過底板

2 且連接複數個氣體噴嘴 13，該複數個氣體噴嘴隔開以沿著反應腔室 3 散佈諸如單矽烷氣體之含矽氣體。排氣管道或氣體出口 16 用以移除廢反應氣體。檢視窗口 12 可穿過罩蓋 1 及其冷卻水套設置以使得在沈積製程期間能夠觀測多晶矽主體 14。諸如高溫計（圖中未示）之一或多個感測器 23 可用以監測在反應器中生長之多晶矽主體之表面溫度。

【0038】 一或多個能量來源連接至電極 9 以將電流傳遞穿過多晶矽主體 14 以用於加熱多晶矽主體。圖 1 中所展示之例示性系統包括低頻電源供應器 20、高頻電源供應器 21，及適合於將電源供應器 20、21 中之一者或另一者連接至電極 9 的開關 22。替代地，電源供應器 20、21 可組合於單一可變電流電源供應器（圖中未示）中，該單一可變電流電源供應器具有一體式切換電路系統且能夠在低頻及高頻兩者下操作。

【0039】 矽長絲 17 定位於反應腔室 3 中且藉由夾盤 10 固持於其下端處。在圖 1 之例示性配置中，兩個矽長絲 17 在其上端處經由水平矽長絲或橋接部分 18 連接至彼此，從而提供其上形成細長多晶矽主體 14 之 U 形長絲。冷卻水在罩蓋 1 中循環。

【0040】 因為矽在環境溫度下並不足夠導電，所以可將矽長絲 17 預熱至所要溫度（通常為至少 200°C）以增加其導電性。接著可藉由經由電極 9 向長絲供應電而維持經預熱之長絲之表面處於高溫下，因此該等表面可充當矽沈積表面。可藉由經由底板 2 中之入口 15 供應一陣熱惰性氣體而完成預熱，如 Yatsurugi 之美國專利第 4,150,168 號中所描述。亦可藉由反應器內部之輻射熱源（圖中未示）之操作完成預熱。

【0041】 亦可藉由經由電極 9 將低頻交流電流直接供應至長絲而將

長絲預熱（如美國專利第 4,150,168 號中所描述），但處於高電壓下。舉例而言，亦可藉由在 60 Hz 之頻率下供應高達 30,000 伏特之電壓來加熱長絲。在矽加熱至超出 200°C 之溫度之後，其電阻隨著溫度增加而減小，因此其「強行進入傳導」。此時，電壓可減小至約 3,000 V 及經調節之 60 Hz 電流從而提供在 600°C 至 1200°C 之範圍內的所要矽沈積表面溫度。經由氣體管道 11 及氣體噴嘴 13 將諸如單矽烷氣體之矽烷氣體饋送至反應器中。當氣體受矽菌元長絲 17 加熱而在反應腔室 3 內部上升時，氣體起反應從而將多晶矽 19 沈積於矽菌元長絲 17 之表面上。所沈積矽累積從而生長細長多晶矽主體 14。每一菌元長絲 17 因此提供初始矽沈積表面，且在矽沈積於長絲上之後，所沈積矽之外表面充當沈積表面。在單矽烷氣體之情況下，當在矽沈積於多晶矽主體上期間，生長之多晶矽主體之沈積表面維持處於約 850°C 的溫度時，獲得所要結果。被向上吹至超出反應腔室 3 之反應氣體經由排氣管道 16 而移除。當生長之多晶矽主體較小時，電流可能低至 20 安培。當多晶矽主體之直徑增加時，保持矽沈積表面處於恆定溫度所必要之電流穩定地增加，同時所需電壓減小。

【0042】 在某一點，藉由諸如經過時間、電流消耗、產品屬性（諸如，直徑）、表面溫度或其類似者之一或多個參數之量測結果判定，可（例如）藉由開關 22 之自動操作切斷 60 Hz 電流，可藉由由高頻電源 21 供應之高頻電流進一步將細長多晶矽主體維持處於所要溫度。

【0043】 穿過多晶矽主體之加熱電流遷移至多晶矽主體之表面，此係因為「集膚效應」。為了充分利用集膚效應，電源供應器可經組態以遞送電流以使得至少約 70% 之電流集中於圖 2 中所展示的多晶矽主體 26 之環形外

部區中，該外部區為在反應器中生長之多晶矽主體之半徑的外部 15%。更少量電流流經位於外部區 26 內部之多晶矽主體之核心或內部區 28。

【0044】 其他組態亦可能適合於藉由 CVD 生長細長多晶矽主體。舉例而言，反應器容器可能並不包括如圖 1 中所展示之反應腔室 3。在一些具體實例中，矽長絲 17 並非藉由橋接部分 18 連接，如圖 1 中所展示。

【0045】 當細長多晶矽主體生長時，應力儲存於多晶矽主體內。內部應力係由於（例如）CVD 期間跨越多晶矽主體之直徑的溫度變化造成。在 CVD 期間，多晶矽主體之核心之溫度可能比表面溫度大 20°C 至 100°C。在彎曲部分處，詳言之，當冷卻時，較熱區段收縮之程度將比較冷區段收縮之程度大，從而產生碎片及斷裂。當製造較大直徑細長多晶矽主體（例如， ≥ 130 mm 直徑，諸如， ≥ 150 mm 直徑）時，可利用較慢生長速率條件來最小化粉末掉落（即，矽粉末及/或粉末凝集塊之形成，而非多晶矽主體生長）之風險。然而，不希望受特定操作理論束縛，較慢生長速率條件可減少彎曲部分形態學及增加多晶矽主體內之內部應力。形態學或缺陷之缺乏以及歸因於增加之直徑產生的升高之內部應力會增加碎片且導致細長多晶矽主體具有更小值。沿著多晶矽主體之垂直部分向下傳播的斷裂具有特別關注。控制升高之內部應力為困難的。舉例而言，增加生長速率從而增加形態學之操作可產生不太合需要之產物及/或增加粉末掉落之可能性，該情形又歸因於疣（即，由於黏附至多晶矽主體之垂直部分之粉末凝集塊造成的隆凸）而促成產物散落。

【0046】 III. 反射器

【0047】 本文揭示用於在熱分解反應器中利用之反射器的具體實

例。在一些具體實例中，反射器可用於管理在熱分解反應器中藉由化學氣相沈積生長至矽長絲上之細長多晶矽主體內的溫度分佈。反射器 100 具有至少一反射表面 110，該至少一反射表面經組態以接收自生長之多晶矽主體之能量發出區發出的輻射熱能且將所接收輻射熱能之至少一部分引導至細長多晶矽主體之反射能接收區或引導至反應器內之另一細長多晶矽主體，藉此管理細長多晶矽主體情況下之溫度分佈（圖 3）。在一些具體實例中，能量發出區及反射能接收區並非同延的。反射表面可具有光功率。在一些具體實例中，反射表面具有 10 至 50 cm 之焦距，諸如 15 至 40 cm 之焦距，從而提供自 20 至 100 m^{-1} 或自 25 至 67 m^{-1} 之光功率。

【0048】 在一些具體實例中，反射表面 110 為凹面的且呈拋物面、球體、錐形圓柱體（即，圓錐形）或圓柱體之一部分的形狀。可藉由超過一個拋物面表面之疊加來設計拋物面反射表面以定製電磁輻射之既定起源及目的地。在一些具體實例中，拋物面反射表面可併有散光，亦即：在兩個正交軸線上具有不同光功率之表面。舉例而言，在圖 3 中，反射表面 110 具有沿著第一軸線 A1 之第一拋物面曲率及沿著第二軸線 A2 之第二拋物面曲率。第一拋物面曲率及第二拋物面曲率可具有彼此相同或不同之光功率。

【0049】 在一些具體實例中，反射器 100 具有第二反射表面 120，其經組態以接收自第二多晶矽棒之能量發出區發出的輻射熱能且將所接收輻射熱能之至少一部分引導至第二多晶矽棒之反射能接收區或引導至另一多晶矽棒之一區。第二反射表面 120 亦可為凹面的且呈拋物面、球體、錐形圓柱體或圓柱體之一部分的形狀。反射表面 110、120 獨立地為可彼此相同或不同之拋物面、球體、錐形圓柱體或圓柱體之凹面部分。在一具體實例

中，反射表面 110、120 為彼此之鏡像且具有相同光功率。在另一具體實例中，反射表面 110、120 具有不同組態且並不具有相同光功率。一般熟習此項技術者理解，反射器之具體實例可包括一或多個額外反射表面，以使得反射器具有 3 個、4 個或超過 4 個反射表面。

【0050】 反射器 100 之表面（諸如，反射器之上表面 130）可包括一或多個特徵 132、134，其促進在使用之前進行反射器 100 之對準及/或定位。反射器之對準及/或定位亦可包括將反射器 100 固定於熱分解反應器中。在一些具體實例中，反射器之邊緣及拐角（例如，拐角 115）可為磨圓的或方形的以考慮操作者安全。反射器 100 之表面（諸如，反射器之下表面 140）可包括一或多個凹陷部分，諸如圖 4 及圖 5 中所展示之凹陷部分 150、152。凹陷部分 150、152 可用以將反射器 100 定位於接納反射器之表面上之一或多個保持銷上及/或使其對準。在一具體實例中，凹陷部分包括凹陷部分之內壁上的內螺紋，且保持銷包括經合作地設定尺寸以咬合凹陷部分之內螺紋的外螺紋。替代地，可利用其他固定手段（例如，焊接、黏著劑等）來對準及保持反射器。

【0051】 凹口或空腔可形成於反射器之表面中。在圖 4 至圖 6 之具體實例中，矩形空腔 160 設置於反射器 100 之下表面 140 及後表面 170 中。空腔 160 為能夠接納工具或操作者之手指以促進操縱及定位反射器 100 之握持空腔。

【0052】 在某些具體實例中，反射器並非獨立裝置，且反射表面 110 改為形成為具有腔室之另一反應器組件之一體式部分。舉例而言，圖 7 說明具有上表面 310 之反應器組件 300。在形成反應器組件 300 時，形成反射

表面 110，或可隨後將反射表面機械加工至反應器組件中。

【0053】 反射表面特性之以下論述參考反射表面 110 進行。然而，應理解，針對反射表面 110 所描述之特徵亦適用於反射表面 120。若反射器具具有超過兩個反射表面，則針對反射表面 110 所描述之特徵適用於每一反射表面。

【0054】 在一些具體實例中，反射表面 110 為凹面的，呈拋物面 P 之一部分的形狀。反射表面 110 接收自細長多晶矽主體 200 之能量發出區 210 發出的輻射熱能。在圖 8 之具體實例中，能量發出區 210 為多晶矽主體 200 之第一垂直部分 204 之表面的一部分。在一些具體實例中，拋物面 P 具有頂點 V、焦點 F，及拋物面對稱軸線 AS，該拋物面對稱軸線 AS 偏離反射表面 110 之中點 112（其中，參看圖 3，中點距反射器表面 110 之側邊緣 111a 及 111b 等距）且平行於反射表面 110 之中點 112 與多晶矽主體 200 之反射能接收區 220 的中心 222 之間的線 L1，其中中心 222 經定義為反射能接收區上與線 L1 相交之點，線 L1 延伸至反射表面 110 之中點 112。在某些具體實例中，L1 可延伸至反射表面 110 上不同於中點 112 之點，或可能根本不與反射表面 110 相交。在圖 8 之具體實例中，反射能接收區 220 為多晶矽棒 200 之彎曲部分 250 之表面的一部分。

【0055】 焦點 F1 可超出反射能接收區 220，或介於反射器表面 110 與反射能接收區 220 之間。當焦點 F1 並不在反射能接收區 220 上時，反射能並不聚焦於反射能接收區 220 上之點或線。實情為，反射能照在作為反射能接收區 220 上之接收帶 224 的三維表面上，其中接收帶 224 具有基於焦點 F1 及細長多晶矽主體 200 在其於 CVD 製程期間生長時之增加的直徑而變

化之尺寸。在圖 8 之具體實例中，焦點 F1 超出反射能接收區 220。在一些具體實例中，焦點 F1 在 CVD 之前的時間點或在 CVD 期間可能處於反射能接收區 220 上。因為細長多晶矽主體之直徑在 CVD 期間增加，所以焦點 F1 貫穿 CVD 將不會保持處於彎曲部分 250 之表面上。當焦點 F1 在反射能接收區 220 上時，反射能將聚焦於反射能接收區上之點或線。頂點 V 可或可能不會作為反射表面 110 上之點包括。在圖 8 之所說明具體實例中，頂點 V 並不在反射表面 110 上。

【0056】 當反射表面 110 為圓柱體之凹面部分時，圓柱體具有並不平行於細長多晶矽主體之能量發出區之縱向軸線的縱向軸線。舉例而言，在一些具體實例中，細長多晶矽主體 200 包含第一垂直部分 204 且能量發出區 210 為垂直部分 204 之表面的一部分。在此等具體實例中，當反射表面 110 為圓柱體之凹面部分時，圓柱體具有並不平行於細長多晶矽主體 200 (圖 9) 之第一垂直部分 204 之縱向軸線 A4 的縱向軸線 A3。可選擇軸線 A3 相對於垂直之角度 θ 以針對自能量發出區 210 接收之輻射熱能提供所要反射角 α 。因此，反射表面 110 將所接收輻射熱能之至少一部分反射至不同於能量發出區 210 之位置。

【0057】 在獨立具體實例 (圖中未示) 中，反射表面經組態及/或經定位以便將所接收輻射能之至少一部分反射回至能量發出區。換言之，在此具體實例中，能量發出區及反射能接收區為同一區。

【0058】 有利地，反射表面 110 為實質上平滑的，其中任何表面不規則性具有小於 3 mm 之平均振幅，諸如以下各情形之平均振幅：小於 1 mm、小於 100 μm 、小於 50 μm 、小於 30 μm 、自 10 μm 至 3 mm、自 10 μm

至 1 mm、自 10 μ m 至 100 μ m、自 10 μ m 至 50 μ m、自 10 μ m 至 30 μ m，或自 15 μ m 至 20 μ m。可利用電腦數值控制（computer numerical control；CNC）光學拋光機器將表面拋光，例如，以達成小於 30 μ m 之差異。視情況對表面進行進一步電拋光（電化學拋光）。在另一具體實例（圖中未示）中，反射表面 110 可為菲涅爾表面。

【0059】 反射表面 110、120 之表面積及輻射率可經調諧以增加或減小經反射回至生長之細長多晶矽主體之能量的量。舉例而言，當表面積增加時，由反射器接收且經反射回至棒之能量的量增加。另外，可增加反射表面表面積以增加接收反射能之區之大小，同時維持均勻能量密度。輻射率與由反射器接收及反射的能量之量呈負相關。可至少部分地藉由熱分解反應器容器中之反射器 100 之置放來判定反射器及反射表面大小。

【0060】 在一些具體實例中，反射器 100 經適當地設定大小以用於置放於反應器組件 300 之上表面 310（圖 8、圖 9）上。在一具體實例中，反射器 100 簡單地擱置於反應器組件 300 之上表面 310 上。在獨立具體實例中，藉由任何合適手段將反射器 100 直接緊固至上表面 310，例如，藉由硬焊或焊接、利用螺栓或螺釘，或利用合適的黏著劑。

【0061】 在獨立具體實例中，反射器安裝於反應器組件之上表面上方。在圖 10 之例示性具體實例中，反射器 100 借助於延伸器 315 而安裝於反應器組件 300 之上表面 310 上方。在圖 11 之例示性具體實例中，突起或銷 316、317 自反應器組件 300 之上表面 310 延伸。反射器 100 定位於上表面 310 上。反射器之下表面界定經設定大小及定位以接納銷 316、317 之凹陷部分。銷 316、317 及反射器凹陷部分（例如，圖 4 中所展示之凹陷部分

150、152) 可經設定大小以使得當銷 316、317 接納於凹陷部分內時，反射器 100 之下表面 140 接觸上表面 310。銷 316、317 亦可輔助將反射器 100 定位於熱分解反應器容器 30 內及/或進行對準。

【0062】 在一些具體實例中，熱分解反應器包括一對導管 300a、300b，其經設定尺寸以接納細長多晶矽主體 200 之第一及第二垂直部分 204、206。在圖 12 之例示性具體實例中，導管 300a、300b 共用共同壁部分 311 且具有上部輪緣 310a、310b。反射器 100 安裝於上部輪緣 310a、310b 之共用部分 311 上，或替代地借助於延伸器 315 安裝於上部輪緣 310a、310b 之共用部分 311 上方。在獨立具體實例中，突起或銷 316、317 自共用部分 311 延伸，且當反射器之下表面界定經設定大小及定位以接納銷 316、317 之凹陷部分時，該等突起或銷可用以將反射器定位於共用部分 311 上及/或進行對準。

【0063】 在另一獨立具體實例中，將反射器安裝至包含界定腔室 32 (圖 13) 之罩蓋 1 之熱分解反應器容器 30 的組件或安裝於該熱分解反應器容器內。可將一或多個反射器 100a、100b 安裝至 (例如) 罩蓋 1。可藉由任何合適之手段安裝反射器 100a、100b。在圖 11 之例示性具體實例中，借助於延伸器 315a、315b 將反射器 100a、100b 安裝至罩蓋。有利地，反射器 100a、100b 經安裝以使得每一反射器之至少一反射表面 110a、110b、120a、120b 經定位以接收及反射自在反應器中之導管 300a、300b、300c、300d 中生長之細長多晶矽主體 200a、200b 發出的輻射熱能。可視情況經由延伸器將一或多個反射器安裝至反應器容器內之任何其他組件，例如，管道、噴嘴、熱交換器、導管之外表面，或其類似者。在一非限制性具體實例中，

反射器 100a 經定位以使得反射表面 110a 接收自細長多晶矽主體 200a 之橋接部分 208a 發出的輻射熱能，且將所接收輻射熱能之至少一部分引導至細長多晶矽主體 200a 之垂直部分 204a，如藉由虛線箭頭指示。

【0064】 有利地，反射器由能夠耐受熱分解反應器容器內之操作溫度之材料建構而成，但反射器不會在反應器容器內熱分解或與反應器容器內之氣體起反應。在一些配置中，反射器表面可維持處於小於 450°C 之溫度（諸如，小於 400°C），以使得含矽氣體並不分解且將矽沈積至反射器表面上。可藉由將反射器置放於距離多晶矽棒表面足夠距離處而將反射器保持處於合適溫度。在一非限制性實例中，當多晶矽棒完全生長時（亦即，處於其最大直徑），反射器置放於距多晶矽棒之外表面約 10 cm 至 25 cm 之距離處。在另一非限制性實例中，反射器置放於距菌元長絲之中心約 75 cm 至 100 cm 之距離處。在另一實例中，反射器可置放於冷卻表面上或連接至冷卻表面。導管可為水冷式，且反射器可置放於水冷式導管之上部輪緣上。

【0065】 在一些具體實例中，反射器係由以下情形之材料製成或鍍敷有以下情形之材料：在反應器操作期間不會釋出包含第 III 族元素（例如，硼、鋁）、第 V 族元素（例如，磷）、金屬、氧或碳之化學物質。反射器可由具有 <0.5 之輻射率之材料建構而成或鍍敷有具有 <0.5 之輻射率之材料。

【0066】 在一些具體實例中，反射器由不鏽鋼或金屬或金屬合金建構而成或經鍍敷不鏽鋼或金屬或金屬合金，其中金屬為鎳、鉬、鎢、鈷、鈦、金、銀或鉕。合適的合金包括（但不限於）304L 不鏽鋼（ $\leq 0.03\% \text{ C}$ ， $\leq 2\% \text{ Mn}$ ， $\leq 0.045\% \text{ P}$ ， $\leq 0.03\% \text{ S}$ ， $\leq 0.75\% \text{ Si}$ ，18 至 20% Cr，8 至 12% Ni， $\leq 0.1\% \text{ N}$ ，平衡 Fe）、316 不鏽鋼（ $\leq 0.08\% \text{ C}$ ， $\leq 2\% \text{ Mn}$ ， $\leq 0.045\% \text{ P}$ ， $\leq 0.03\% \text{ S}$ ， $\leq$

0.75% Si，16 至 18% Cr，10 至 14% Ni，2 至 3% Mo， $\leq 0.1\%$ N，平衡 Fe）、321 不鏽鋼（ $\leq 0.08\%$ C， $\leq 2\%$ Mn， $\leq 0.045\%$ P， $\leq 0.03\%$ S， $\leq 0.75\%$ Si，17 至 19% Cr，9 至 12% Ni， $\leq 0.7\%$ Ti， $\leq 0.1\%$ N，平衡 Fe）、405 不鏽鋼（0.1 至 0.3% Al， $\leq 0.08\%$ C，11.5 至 14.5% Cr， $\leq 1\%$ Mn， $\leq 0.5\%$ Ni， $\leq 0.04\%$ P， $\leq 1\%$ Si， $\leq 0.03\%$ S，平衡 Fe）、440 不鏽鋼（440A = 0.6 至 0.75% C， $\leq 1\%$ Mn， $\leq 0.04\%$ P， $\leq 0.03\%$ S， $\leq 1\%$ Si，16 至 18% Cr， $\leq 0.75\%$ Mo，平衡 Fe）、2011 鋁（0.2 至 0.6% Bi，5 至 6% Cu， $\leq 0.7\%$ Fe，0.2 至 0.6% Fe， $\leq 0.4\%$ Si， $\leq 0.3\%$ Zn，其他 $\leq 0.005\%$ 各自 / $\leq 0.15\%$ 總共，平衡 Al）、6061 鋁（0.04 至 0.35% Cr，0.15 至 0.4% Cu，0 至 0.7% Fe，0.8 至 1.2% Mg， $\leq 0.15\%$ Mn，其他 $\leq 0.005\%$ 各自 / $\leq 0.15\%$ 總共，0.4 至 0.8% Si， $\leq 0.15\%$ Ti， $\leq 0.25\%$ Zn，平衡 Al）、200 鎳（ $\leq 0.15\%$ C， $\leq 0.25\%$ Cu， $\leq 0.4\%$ Fe， $\leq 0.35\%$ Mn， $\leq 0.35\%$ Si， $\leq 0.01\%$ S， $\geq 99\%$ Ni）、270 鎳（ $\leq 0.01\%$ Cu， $\leq 0.05\%$ Fe， $\leq 0.003\%$ Mn， $\leq 0.02\%$ C， $\leq 0.003\%$ S， $\leq 0.005\%$ Ti， $\leq 0.005\%$ Mg， $\leq 0.005\%$ Si， $\geq 99.9\%$ Ni），及鈦 6 至 4（6% Al， $\leq 0.25\%$ Fe， $\leq 0.2\%$ O，90% Ti，4% V）。

【0067】 IV. 反射器定位及利用反射器之方法

【0068】 當電流穿過多晶矽長絲且細長多晶矽主體經由熱分解反應器內之矽沈積生長時，細長多晶矽主體中存在徑向溫度梯度，該情形可影響細長多晶矽主體之區中的生長速率及/或形態學。在圖 14 之例示性具體實例中，藉由至倒 U 形長絲 202 上之矽沈積生長的細長多晶矽主體 200 具有第一垂直部分 204、第二垂直部分 206，及介於第一垂直部分及第二垂直部分 204、206 之間的橋接部分 208。處於橋接部分 208 與第一垂直部分及第二垂直部分 204、206 之間的接合點處的細長多晶矽主體之部分被稱作彎曲部

分 250。如藉由線 T1 之箭頭指示，靠近長絲 202 的多晶矽主體 200 之核心溫度高於靠近多晶矽主體表面之溫度。溫度梯度由流經多晶矽主體 200 之電流產生，靠近多晶矽主體 200 之中心處，電流較大。溫度梯度 T1 進一步增加，此係因為在溫度較高之區中，矽電阻較低，且因此更多電流流經較熱區。在一些情況下，靠近矽長絲 202 之核心溫度可能比多晶矽主體表面熱 20°C 至 100°C。

【0069】 當電流穿過細長多晶矽主體 200 之彎曲部分 250 時，電流經過之路徑 240 更接近於彎曲部分 250 之內表面 251(與彎曲部分之外表面 252 相比較而言)，藉此產生穿過彎曲部分 250 之額外溫度梯度 T2，其中溫度在箭頭之方向上增加。在一些具體實例中，內表面 251 具有大於 900°C 之溫度，諸如自 900°C 至 1200°C 或自 1000°C 至 1200°C 之溫度。外表面 252 具有低於外表面 251 之溫度，從而產生穿過彎曲部分 250 之大於 200°C 之溫度梯度 T2。舉例而言，外表面 252 可具有小於 700°C 之溫度。

【0070】 在一些具體實例中，反射表面相對於在化學氣相沈積期間生長至矽長絲上之細長多晶矽主體定位，以使得反射表面接收自細長多晶矽主體之能量發出區發出的輻射熱能，且將所接收輻射熱能之至少一部分反射至細長多晶矽主體之反射能接收區或反射至熱分解反應器內之另一細長多晶矽主體；在一些具體實例中，能量發出區與反射能接收區並非同延的。反射表面可為反應器內之組件之一體式部分，例如，管道、噴嘴、熱交換器、導管之外表面或其類似者。替代地，反射表面可為如本文所揭示之反射器之表面。在反射器具有第二反射表面之具體實例中，第二反射表面可接收來自第二細長多晶矽主體之能量發出區的輻射熱能且將所接收輻射熱

能之至少一部分反射至第二細長多晶矽主體之反射能接收區或反射至熱分解反應器內之另一細長多晶矽主體。預期反射表面、包括反射表面之反射器及細長多晶矽主體的許多配置在本發明之範疇內。

【0071】 在一些具體實例中，能量發出區為細長多晶矽主體之垂直部分之表面的一部分，且反射能接收區為細長多晶矽主體之彎曲部分之表面的一部分。將輻射熱反射至彎曲部分為一種更改彎曲部分形態學之方法（例如，增加或減少彎曲部分表面及/或彎曲部分內之紋理）。經合適地塑形及定位之反射表面將來自細長多晶矽主體之垂直部分之表面的一部分的輻射熱能反射至彎曲部分之表面的一部分，藉此影響彎曲部分形態學及/或生長速率。有利地，反射表面經塑形及定位從而對多晶矽主體之垂直部分之形態學具有極少影響或不具有影響。反射表面之表面積及輻射率可經調諧以增加或減少經反射回至生長之多晶矽主體之能量的量及使彎曲部分形態學及/或生長速率最佳化。減少彎曲部分形態學會減少細長多晶矽主體在其冷卻時將斷裂穿過彎曲部分之可能性，且減少不受控之斷裂將沿著細長多晶矽主體之垂直部分向下傳播的可能性。可在需要時在細長多晶矽主體冷卻之後對細長多晶矽主體進行切割。與此對比，增加彎曲部分形態學會增加細長多晶矽主體將斷裂穿過彎曲部分之可能性，且可藉由控制發生斷裂之位置及將斷裂限於橋接部分而減少沿著多晶矽主體之垂直部分向下的不合需要之斷裂傳播。

【0072】 在一具體實例中，反射表面 110 定位於細長多晶矽主體 200 之垂直部分 204 之側向（圖 7）。反射表面 110 可為反應器組件 300 之上部部分 310 之一體式部分，諸如管道、噴嘴、熱交換器、導管之外表面，或

其類似者。反射表面 110 經組態以接收自能量發出區 210 發出之輻射熱能且將所接收輻射熱能之至少一部分反射至細長多晶矽主體 200 之反射能接收區 220，如藉由虛線箭頭指示。

【0073】 在一具體實例中，反射器 100 定位於細長多晶矽主體 200 之能量發出區 210 之側向（圖 15）。反射器 100 具有反射表面 110，其經組態以接收自能量發出區 210 發出之輻射熱能且將所接收輻射熱能之至少一部分反射至細長多晶矽主體 200 之反射能接收區 220，如藉由虛線箭頭指示。在圖 15 之具體實例中，反射能接收區 220 為彎曲部分 250 之外表面 252。反射器 100 可藉由將熱輻射反射至彎曲部分 250 之冷卻器外表面 252 而有效地減小穿過彎曲部分 250 之溫度梯度。減小之溫度梯度區域性地改變修改徑向生長速率之表面溫度。

【0074】 在獨立具體實例中，反射器 100 定位於細長多晶矽主體 200 之能量發出區 210 之內側（圖 16）。反射器 100 具有反射表面 110，其經組態以接收自能量發出區 210 發出之輻射熱能且將所接收輻射熱能之至少一部分反射至細長多晶矽主體 200 之反射能接收區 220，如藉由虛線箭頭指示。在圖 16 之具體實例中，反射能接收區 220 為彎曲部分 250 之內表面 251。

【0075】 在獨立具體實例中，反射器 100 定位於細長多晶矽主體 200 之能量發出區 210 之側向（圖 17）。反射器 100 具有反射表面 110，其經組態以接收自能量發出區 210 發出之輻射熱能且將所接收輻射熱能之至少一部分反射至細長多晶矽主體 200 之反射能接收區 220，如藉由虛線箭頭指示。在圖 17 之具體實例中，反射能接收區 220 為彎曲部分 250 之側表面 253。

【0076】 兩個或超過兩個反射器可經定位以將輻射熱能反射至單一

細長多晶矽主體。在一具體實例中，兩個反射器 100a、100b 經定位以將輻射熱能反射至細長多晶矽主體 200（圖 18、圖 19）。反射器 100a、100b 定位於細長多晶矽主體 200 之能量發出區 210 之側向。反射表面 110a、110b 經組態以接收自能量發出區 210 發出之輻射熱能且將所接收輻射熱能之至少一部分反射至細長多晶矽主體 200 之反射能接收區 220，如藉由虛線箭頭指示。每一反射器 110、110a 分別具有超出反射能接收區 220 之焦點 F1、F2。

【0077】 具有第一反射表面及第二反射表面 110、120 之反射器 100 可定位於兩個鄰近的細長多晶矽主體 200a、200b 之間（圖 20）。在一些具體實例中，反射器 100 置放於距兩個多晶矽主體 200a、200b 等距處。反射器 100 接收來自鄰近的多晶矽主體 200a、200b 之輻射熱能，且將所接收輻射熱能之至少一部分反射至鄰近的多晶矽主體 200a、200b。第一反射表面 110 經組態以接收自第一細長多晶矽主體 200a 之能量發出區 210a 發出的輻射熱能，且將所接收輻射熱能之至少一部分反射至第一細長多晶矽主體 200a 之反射能接收區 220a。反射表面 110 具有超出反射能接收區 220a 之焦點 F110。第二反射表面 120 經組態以接收自第二鄰近的細長多晶矽主體 200b 之能量發出區 210b 發出的輻射熱能，且將所接收輻射熱能之至少一部分反射至第二細長多晶矽主體 220b 之反射能接收區 220b。反射表面 120 具有超出反射能接收區 220b 之焦點 F120。

【0078】 視情況，具有第一反射表面及第二反射表面 110b、120b 之第二反射器 100b 定位於兩個鄰近的細長多晶矽主體 200a、200b 之間（圖 20）。第二反射器 100b 亦接收來自鄰近的多晶矽主體 200a、200b 之輻射熱能，且將所接收輻射熱能之至少一部分反射至鄰近的多晶矽主體 200a、

200b。反射表面 110b、120b 接收輻射熱能所自之區及將輻射熱能反射至之區可與第一反射器 100 所作用於的區相同或不同。在圖 20 之例示性具體實例中，第一反射表面 110b 經組態以接收自第一細長多晶矽主體 200a 之能量發出區 210a 發出的輻射熱能，且將所接收輻射熱能之至少一部分反射至第一細長多晶矽主體 200a 之反射能接收區 220a。第二反射表面 120 經組態以接收自第二細長多晶矽主體 200b 之能量發出區 210b 發出的輻射熱能，且將所接收輻射熱能之至少一部分反射至第二細長多晶矽主體 220b 之反射能接收區 220b。

【0079】 在一些具體實例中，熱分解反應器容器具有界定腔室之罩蓋，該腔室含有包含鄰近的第一及第二導管之第一導管對，鄰近的第一及第二導管經組態以接納藉由化學氣相沈積生長至矽長絲上之細長多晶矽主體之第一及第二垂直部分。細長多晶矽主體具有位於導管外部的介於第一及第二垂直部分之間的一或多個彎曲部分。多晶矽主體之橋接部分亦位於導管外部。反射器定位於第一導管之上部輪緣上以使得反射表面接收在化學氣相沈積期間自細長多晶矽主體之能量發出區發出的至少一些輻射熱能，且將所接收輻射熱能之至少一部分反射至細長多晶矽主體之第二部分。在另一具體實例中，能量發出區為多晶矽主體之第一垂直部分，且反射能接收區為鄰近於第一垂直部分之彎曲部分。

【0080】 在一些具體實例中，腔室進一步含有接近第一導管對中之第一導管的第二導管對。第二導管對包含鄰近的第三及第四導管，其經組態以接納在化學氣相沈積期間生長於第二矽長絲上之第二細長多晶矽主體之第一及第二垂直部分。第四導管具有與第一導管之上部輪緣相連的上部輪

緣。反射器定位於上部輪緣之共用部分上。反射器之第二反射表面接收自第二細長多晶矽主體之能量發出區發出的輻射熱能，且將所接收輻射熱能之至少一部分引導至第二多晶矽主體之反射能接收區。

【0081】 在獨立具體實例中，熱分解反應器包含界定腔室之罩蓋。腔室含有包含鄰近的第一及第二導管之第一導管對，鄰近的第一及第二導管經組態以接納細長多晶矽主體之第一及第二垂直部分。腔室進一步含有包含鄰近的第三及第四導管之第二導管對，鄰近的第三及第四導管經組態以接納第二細長多晶矽主體之第一及第二垂直部分。反射器經定位以使得第一反射表面接收自第一多晶矽主體之能量發出區發出的輻射熱能，且將所接收輻射熱能之至少一部分引導至第二多晶矽主體之反射能接收區。反射器可經由延伸器安裝至反應器容器之罩蓋。替代地，反射器可定位於導管中之一者之上部輪緣上，或其可直接地安裝至或經由延伸器安裝至腔室內之另一組件。

【0082】 在獨立具體實例中，反應器容器包含界定腔室之罩蓋。腔室含有包含鄰近的第一及第二導管之第一導管對，鄰近的第一及第二導管經組態以接納藉由化學氣相沈積生長至矽長絲上之細長多晶矽主體之第一及第二垂直部分。細長多晶矽主體具有介於多晶矽主體之第一及第二垂直部分之間的一或多個彎曲部分，該等彎曲部分位於第一及第二導管外部。多晶矽主體之橋接部分亦位於第一及第二導管外部。反射表面為第一導管之上部輪緣之一體式部分，其中反射表面經定向以接收在化學氣相沈積期間自多晶矽主體之能量發出區發出的至少一些輻射熱能，且將所接收輻射熱能之至少一部分反射至多晶矽主體之第二部分。在例示性具體實例中，能

量發出區為細長多晶矽主體之第一垂直部分之表面的一部分，且反射能接收區為鄰近於第一垂直部分之彎曲部分之表面的一部分。

【0083】 鑒於所揭示之本發明之原理可應用於的許多可能具體實例，應認識到，所說明具體實例僅為本發明之較佳實例且不應被視為限制本發明之範疇。確切而言，本發明之範疇係藉由以下申請專利範圍界定。

【符號說明】

【0084】

- 1：罩蓋/鐘罩
- 1c：冷卻水入口
- 1d：冷卻水出口
- 2：底板
- 3：反應腔室
- 4：分割構件
- 5：入口管道
- 6：出口管道
- 7：入口及出口冷卻管道
- 8：絕緣構件
- 9：電極
- 10：夾盤
- 11：反應氣體遞送管道
- 12：檢視窗口
- 13：氣體噴嘴

- 14：多晶矽主體
- 15：入口
- 16：排氣管道
- 17：矽長絲
- 18：矽橋接部分
- 19：多晶矽
- 20：低頻電源供應器
- 21：高頻電源供應器
- 22：開關
- 23：感測器
- 26：多晶矽主體之環形外部區
- 28：多晶矽主體之核心或內部區
- 30：反應器容器
- 32：腔室
- 100：反射器
- 100a：反射器
- 100b：反射器
- 110：反射表面
- 110a：反射表面
- 110b：反射表面
- 111a：表面 110 之側邊緣
- 111b：表面 110 之側邊緣

112：表面 110 之中點

115：反射器之拐角

120：第二反射表面

120a：第二反射表面

120b：第二反射表面

130：反射器之上表面

132：特徵

134：特徵

140：反射器之下表面

150：凹陷部分

152：凹陷部分

160：空腔

170：反射器之後表面

200：細長多晶矽主體

200a：細長多晶矽主體

200b：細長多晶矽主體

202：矽長絲

204：多晶矽主體之第一垂直部分

204a：多晶矽主體之第一垂直部分

206：多晶矽主體之第二垂直部分

208：多晶矽主體之橋接部分

208a：多晶矽主體之橋接部分

210：能量發出區

210a：能量發出區

210b：能量發出區

220：多晶矽主體之反射能接收區

220a：多晶矽主體之反射能接收區

220b：多晶矽主體之反射能接收區

222：反射能接收區之中心

224：接收帶

240：電流路徑

250：多晶矽主體之彎曲部分

251：彎曲部分之內表面

252：彎曲部分之外表面

253：彎曲部分之側表面

300：反應器組件

300a：導管

300b：導管

300c：導管

300d：導管

301：第一導管對

302：第一導管對

310：上表面

310a：導管之上部輪緣

310b：導管之上部輪緣

311：上部輪緣之共同共用部分

315：延伸器

315a：延伸器

315b：延伸器

316：突起

317：突起

A1：第一拋物面曲線之軸線

A2：第二拋物面曲線之軸線

A3：圓柱形反射表面之縱向軸線

A4：多晶矽棒之第一區之縱向軸線

A_s：對稱軸線

F：焦點

F1：焦點

F2：焦點

F110：焦點

F120：焦點

L1：中點 112 與中心 222 之間的線

P：拋物面

T1：溫度梯度

T2：溫度梯度

V：拋物面之頂點

α ：反射角

θ ：軸線 A3 相對於垂直之角度

申請專利範圍

1. 一種利用熱分解反應器中的反射能來管理溫度分佈的裝置，其包含：
位於熱分解反應器中的反應器容器之腔室中之至少一反射器，其用於藉由將矽化學氣相沈積至該腔室中之一或多個加熱矽長絲上而生成一或多個細長多晶矽主體，該反射器具有反射表面，該反射表面經組態以接收自在化學氣相沈積期間生長至矽長絲上之第一細長多晶矽主體之能量發出區發出的輻射熱能，且將該所接收輻射熱能之至少一部分反射至該第一細長多晶矽主體之反射能接收區或反射至第二細長多晶矽主體之反射能接收區，以藉此將輻射熱能供應至該反射能接收區，
其中該反射表面具有 20 至 100 m^{-1} 之光功率，且
該反射器具有截頭金字塔(frusto-pyramidal)組態。
2. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中該反射表面經組態以在該反射能接收區處在多晶矽主體表面上之三維表面、二維表面、點或線處引導反射輻射熱能。
3. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中：
該反射表面為凹面的且呈拋物面、球體、錐形圓柱體或圓柱體之一部分的形狀，該圓柱體具有並非平行於該第一細長多晶矽主體之該能量發出區之縱向軸線的縱向軸線。
4. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中該反射表面為實質上平滑的，其中任何表面不規則性具有小於 3 mm 之平均振幅。
5. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中：
 - (i) 該反射器之下表面界定一或多個凹陷部分，該一或多個凹陷部分經

組態以接納供定位該反射器之結構之一或多個突起；或

(ii) 該反射器進一步包含藉由該反射器之下表面及後表面之部分界定的空腔；或

(iii) 該反射器之表面包含用以促進進行該反射器在該熱分解反應器內之定位、對準或定位及對準的一或多個特徵；或

(iv) (i)、(ii)、(iii)的任何組合。

6. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中：

該反應器含有超過一個細長多晶矽主體；且

該反射器進一步具有第二反射表面，該第二反射表面接收化學氣相沈積期間來自第二細長多晶矽主體之能量發出區的輻射熱能，且將該所接收輻射熱能之至少一部分反射至該第二細長多晶矽主體之反射能接收區或反射至該腔室內之另一細長多晶矽主體之一區，其中該另一細長多晶矽主體為該第一細長多晶矽主體或該熱分解反應器內之第三細長多晶矽主體。

7. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中：

該反應器容器包含鄰近的第一及第二導管，其經組態以接納藉由化學氣相沈積生長至包含兩個垂直矽長絲及水平矽長絲之倒 U 形矽長絲上的該第一細長多晶矽主體之第一及第二垂直部分；

該第一細長多晶矽主體具有介於該第一細長多晶矽主體之該第一垂直部分與該第二垂直部分之間的一或多個彎曲部分，該等彎曲部分位於該第一導管及該第二導管外部；且

該反射器經定位以使得該反射表面經定位以進行以下操作：(i) 接收自

在該化學氣相沈積期間形成之該第一細長多晶矽主體之該能量發出區發出的至少一些輻射熱能，及 (ii) 將該所接收輻射熱能之至少一部分反射至該反射能接收區。

8. 如申請專利範圍第 7 項之裝置，其中：

該能量發出區為該第一細長多晶矽主體之該第一垂直部分之表面的一部分，且該反射能接收區為該第一細長多晶矽主體之該表面處於該第一細長多晶矽主體之彎曲部分處或靠近該第一細長多晶矽主體之彎曲部分處的一部分；或

該能量發出區為該第一細長多晶矽主體之彎曲部分之表面的一部分或介於該第一垂直部分與該第二垂直部分之間的水平部分之表面的一部分，且該反射能接收區為該第一細長多晶矽主體之該第一垂直部分或該第二垂直部分之該表面的一部分。

9. 如申請專利範圍第 1 項至第 8 項中任一項之裝置，其中：

(i) 該反射器係由在反應器操作期間並不會釋出包含第 III 族元素、第 V 族元素、金屬、氧或碳之化學物質的材料建構而成；

(ii) 該反射器係由具有 <0.5 之輻射率之材料建構而成或鍍敷有具有 <0.5 之輻射率之材料；或

(iii) (i)及(ii)兩者。

10. 如申請專利範圍第 1 項至第 8 項中任一項之裝置，其中該反射器係由以下各者建構而成或鍍敷有以下各者：鎳、鎳合金、不鏽鋼、鉬、鉬合金、鎢、鎢合金、鈷、鈷合金、鈦、鈦合金、金、金合金、銀、銀合金、鉭或鉭合金。

11. 一種用於生成細長多晶矽主體之熱分解反應器，該反應器包含：
- 反應器容器，其具有界定腔室之壁、用於許可氣體進入該腔室中之氣體入口，及用於將氣體排出該腔室之氣體出口；
- 該腔室中之矽長絲；
- 能量來源，其用於加熱該矽長絲；
- 含矽氣體源，其流體地連接至該反應器容器之該氣體入口，其中該含矽氣體為能夠在高溫下分解以藉由化學氣相沈積將矽沈積至該矽長絲上且生長細長多晶矽主體之氣體；及
- 位於該腔室中之至少一反射表面，該反射表面經組態以接收自在化學氣相沈積期間生長之該細長多晶矽主體之能量發出區發出的輻射熱能，且將該所接收輻射熱能之至少一部分反射至該細長多晶矽主體之反射能接收區或反射至該腔室內之第二細長多晶矽主體之一區，其中該反射表面為位於該腔室內之組件上的如申請專利範圍第 1 項所界定之裝置之反射器的表面。
12. 一種生成細長多晶矽主體之方法，該方法包含：
- 藉由化學氣相沈積將矽沈積至在反應容器之反應腔室中加熱的一或多個加熱矽長絲上以生長一或多個細長多晶矽主體；及
- 在該沈積期間，將輻射熱能反射離開如申請專利範圍第 1 項之裝置，該反射器具有定位於該反應腔室內之位置處的第一反射表面，以使得該第一反射表面接收自第一細長多晶矽主體之能量發出區發出的輻射熱能且將該所接收輻射熱能之至少一部分反射至該第一細長多晶矽主體之反射能接收區或反射至第二細長多晶矽主體。

13. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其中 (i) 該能量發出區及該反射能接收區在該第一細長多晶矽主體上，(ii) 該能量發出區為相對較熱區，且 (iii) 該反射能接收區為相對較冷區，該方法進一步包含：

將該第一反射表面定位於該腔室內之位置處，以使得自該能量發出區接收且經反射至該反射能接收區之該輻射熱能降低該細長多晶矽主體內之溫度梯度。

14. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其中該第一反射表面為凹面的且呈拋物面、球體、錐形圓柱體或圓柱體之一部分的形狀，當該第一反射表面設置於該腔室內之該位置處時，該圓柱體具有並非平行於該第一細長多晶矽主體之該能量發出區之縱向軸線的縱向軸線。

15. 如申請專利範圍第 13 項之方法，其中 (i) 該能量發出區為該第一細長多晶矽主體之垂直部分之表面的一部分，(ii) 該反射能接收區為該細長多晶矽主體之該表面處於該第一細長多晶矽主體之彎曲部分處或靠近該第一細長多晶矽主體之彎曲部分處的一部分，且 (iii) 該溫度梯度係在該彎曲部分內，該方法進一步包含：

將該第一反射表面定位於該腔室內之位置以使得將所接收輻射熱能會聚地反射至該反射能接收區。

16. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其進一步包含：

將該第一反射表面定位於該腔室內之位置處以使得該反射表面：(i) 位於該第一細長多晶矽主體生長所自之該加熱矽長絲上方，或 (ii) 位於該腔室內之第一導管對之上部輪緣上，其中該第一導管對包含鄰近的第一及第二導管，其經組態以接納自包含兩個垂直矽長絲及水平矽長絲之

第一加熱的倒 U 形矽長絲生長的第一細長多晶矽主體之第一及第二垂直部分，該水平矽長絲位於該第一導管及該第二導管外部。

17. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其進一步包含：

將第二反射表面設置於該腔室內之位置處以使得該第二反射表面接收在該化學氣相沈積期間自該第一細長多晶矽主體之該能量發出區發出的輻射熱能，且將該所接收輻射熱能之至少一部分反射至該第一細長多晶矽主體之該反射能接收區。

18. 如申請專利範圍第 17 項之方法，其中該腔室包含第一導管對，該第一導管對包含鄰近的第一及第二導管，其經組態以接納包含兩個垂直矽長絲及水平矽長絲之第一加熱的倒 U 形矽長絲之第一及第二垂直部分，該水平矽長絲位於該第一導管及該第二導管外部，該方法進一步包含：

將該第一反射表面及該第二反射表面：(i) 定位於該水平矽長絲上方，或(ii) 直接或間接地定位於該第一導管對之上部輪緣上。

19. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其中藉由化學氣相沈積在該腔室中生長第二細長多晶矽主體，該方法進一步包含：

將第二反射表面設置於該腔室內之位置處，以使得該第二反射表面接收自該第二細長多晶矽主體之能量發出區發出的輻射熱能，且將該所接收輻射熱能之至少一部分反射至該第二細長多晶矽主體之反射能接收區或反射至該腔室內之另一細長多晶矽主體之一區，其中該另一細長多晶矽主體為該第一細長多晶矽主體或該腔室內之第三細長多晶矽主體。

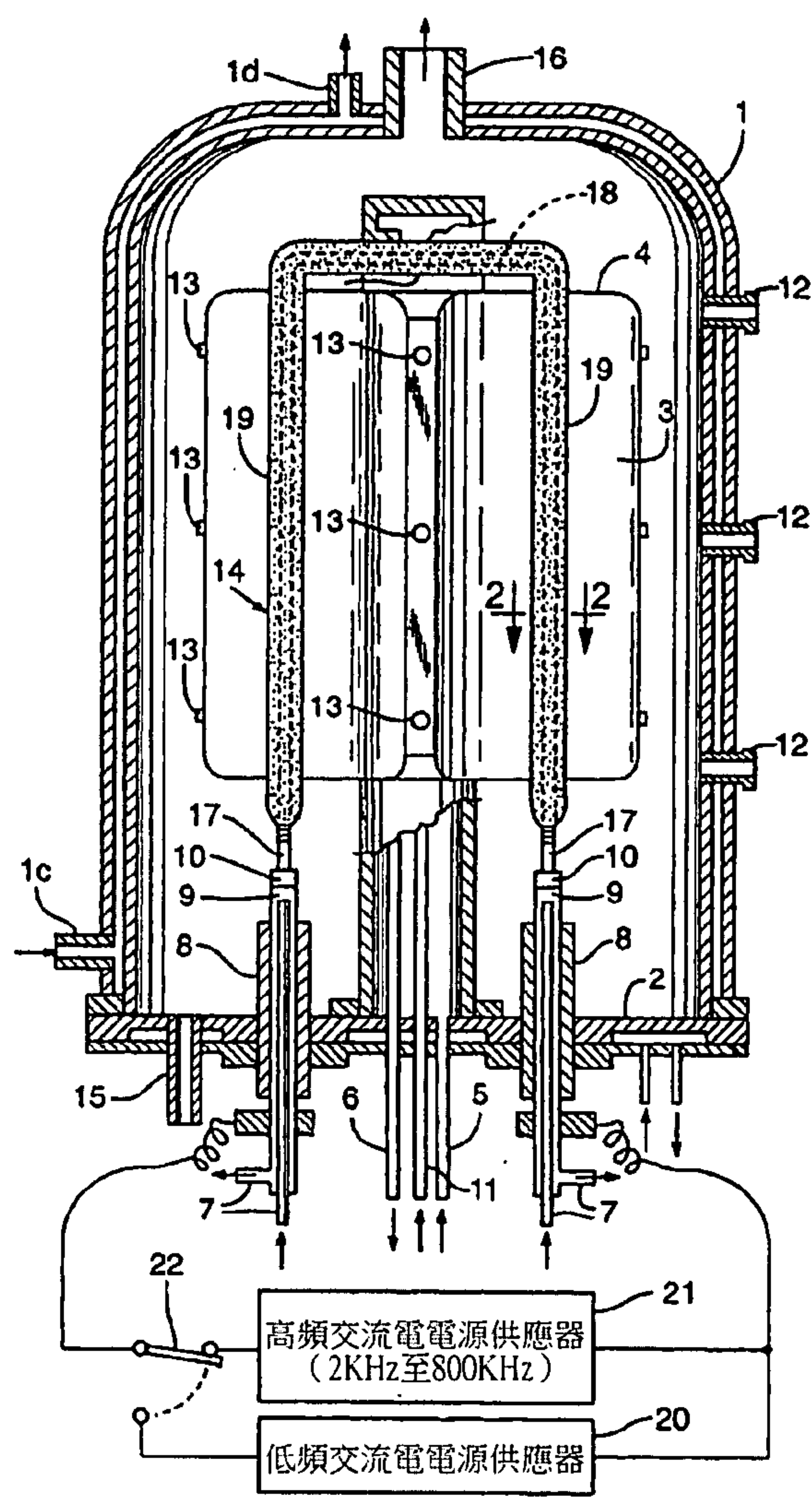
20. 一種減輕在熱分解反應器中製備之細長多晶矽主體之碎片形成物的方

法，該方法包含：

藉由化學氣相沈積將矽沈積至在反應容器之反應腔室中加熱的一或多個加熱矽長絲上以生長一或多個細長多晶矽主體；及

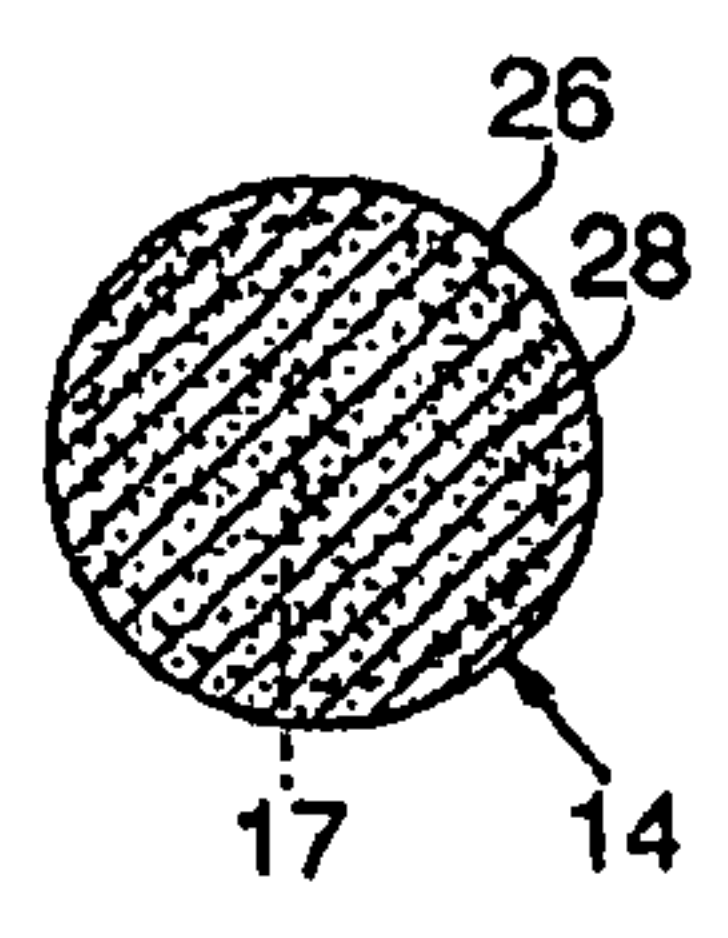
在該沈積期間，藉由如申請專利範圍第 1 項之裝置將自該一或多個細長多晶矽主體之能量發出區發出的輻射熱能之至少一部分反射至該一或多個細長多晶矽主體之反射能接收區，藉此與在不存在該裝置之情況下在熱分解反應器中生成之細長多晶矽主體相比較而言，減少該細長多晶矽主體中之碎片形成物。

圖式



先前技術

圖1



先前技術

圖2

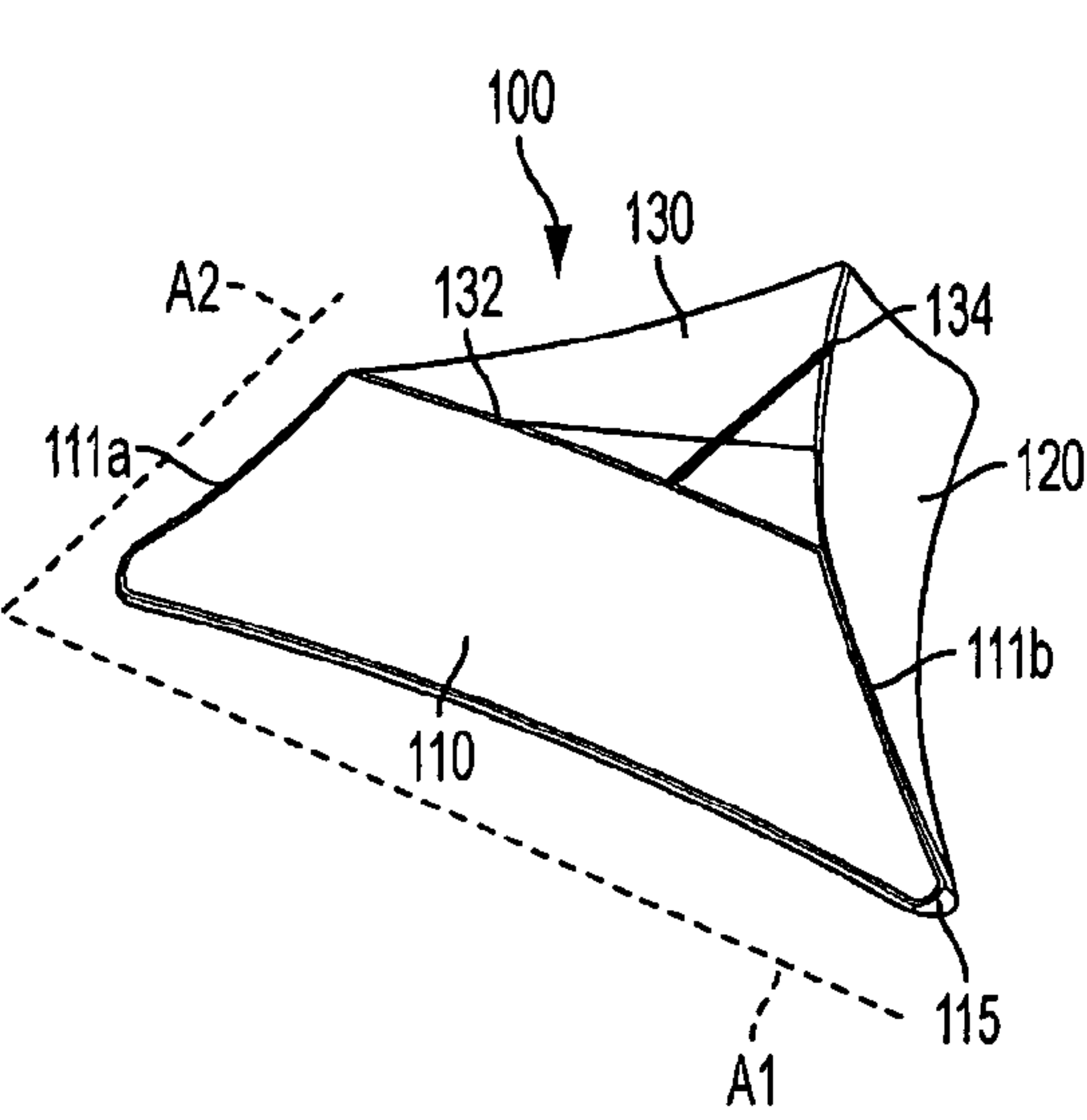


圖3

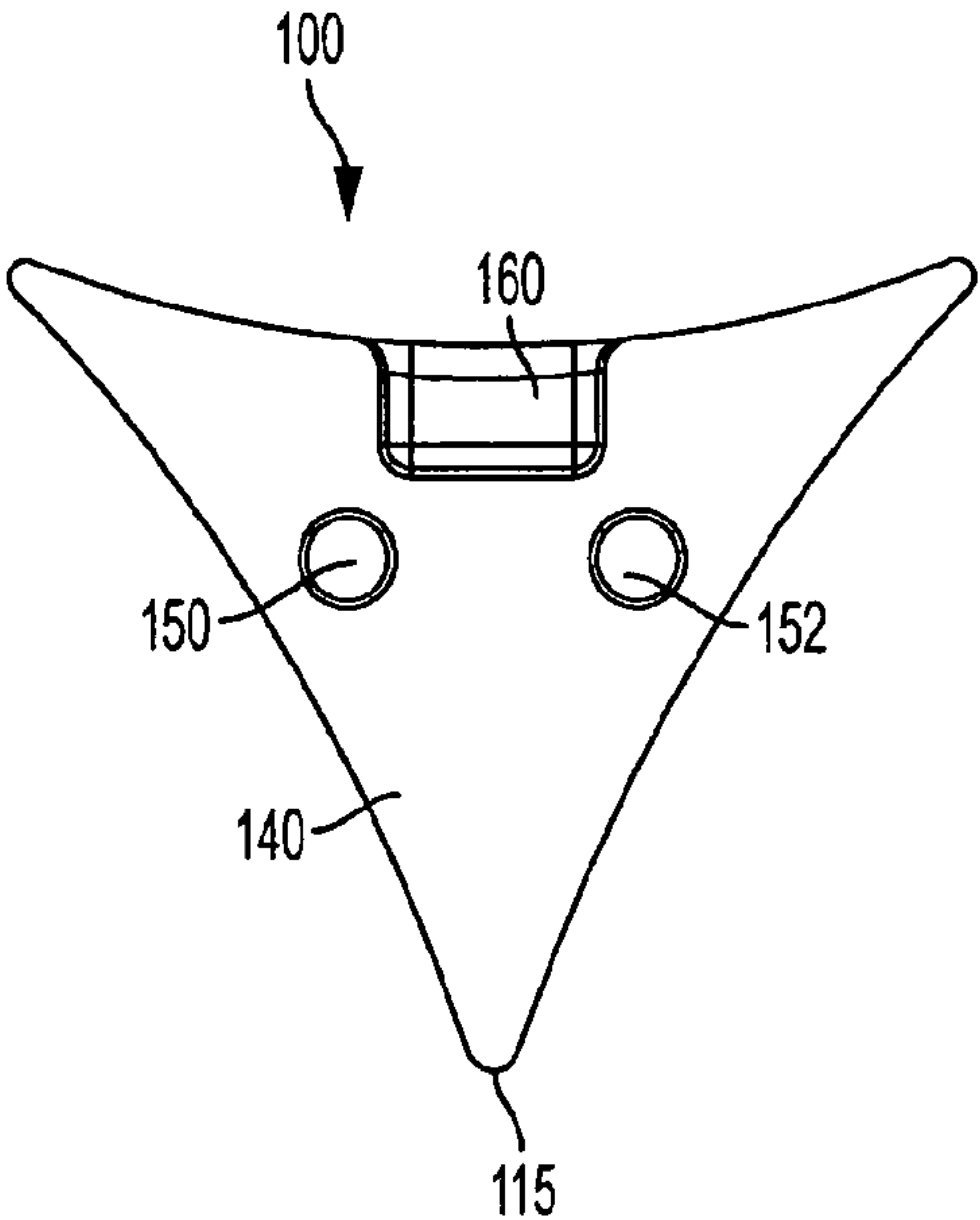


圖4

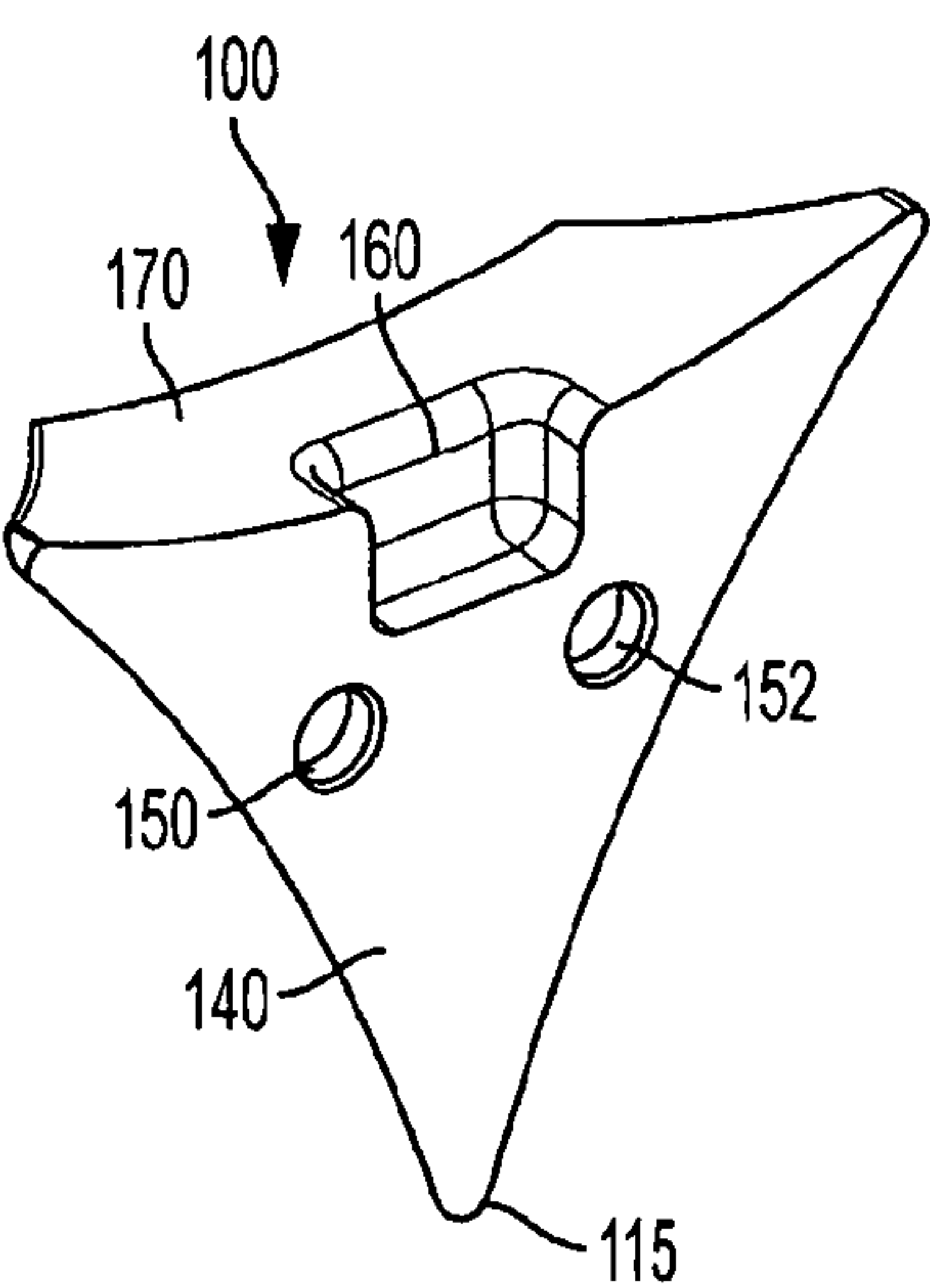


圖5

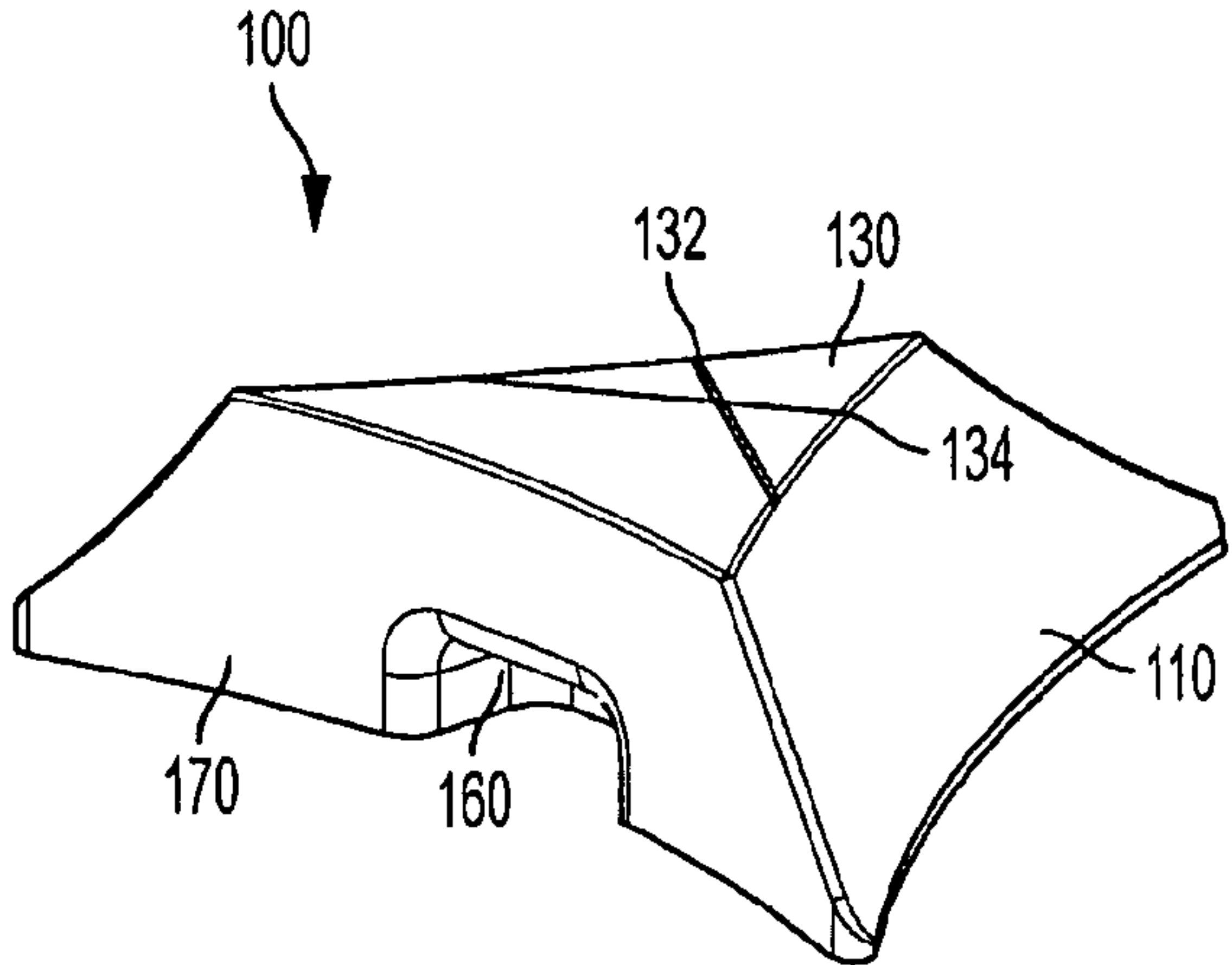


圖6

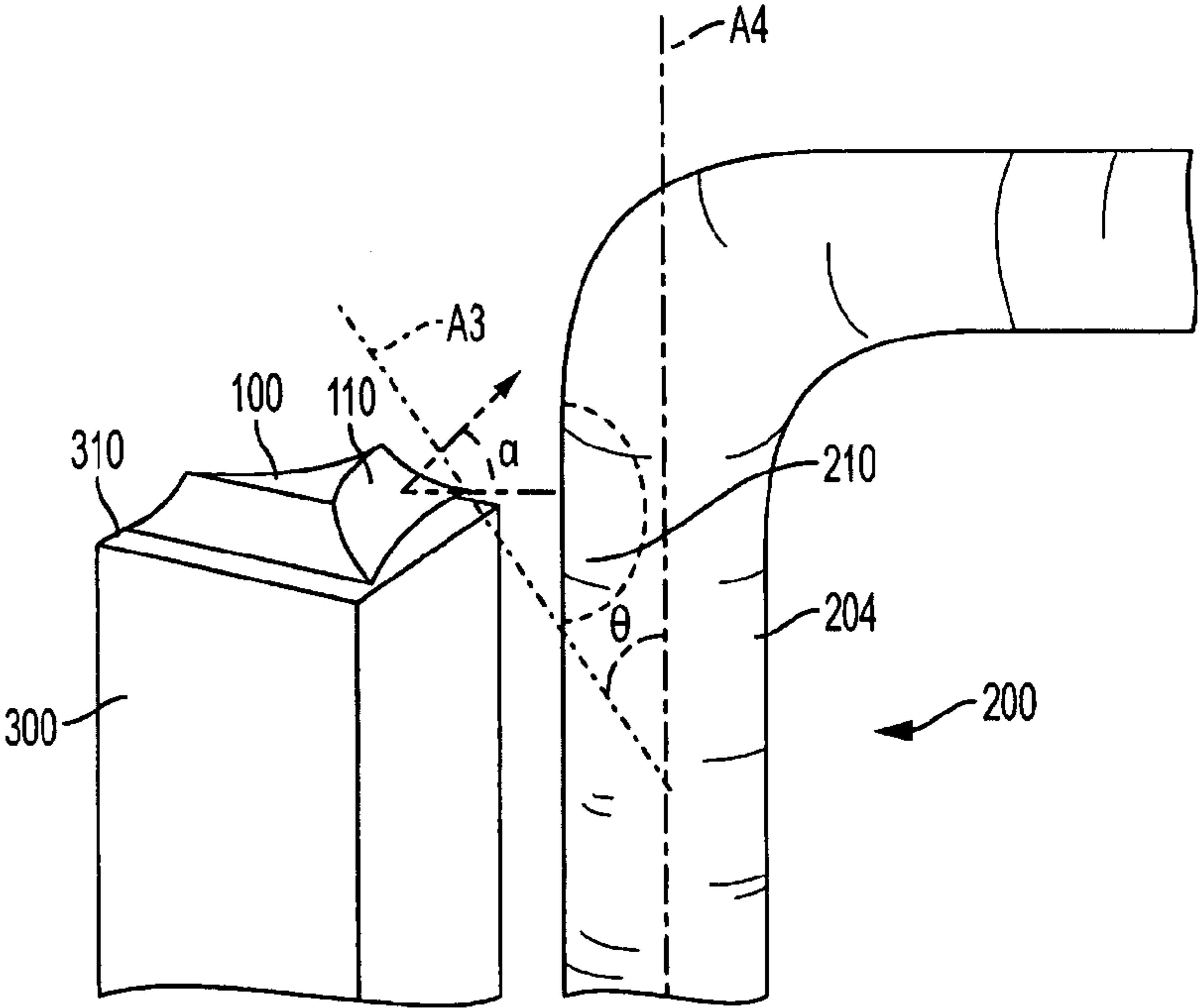


圖9

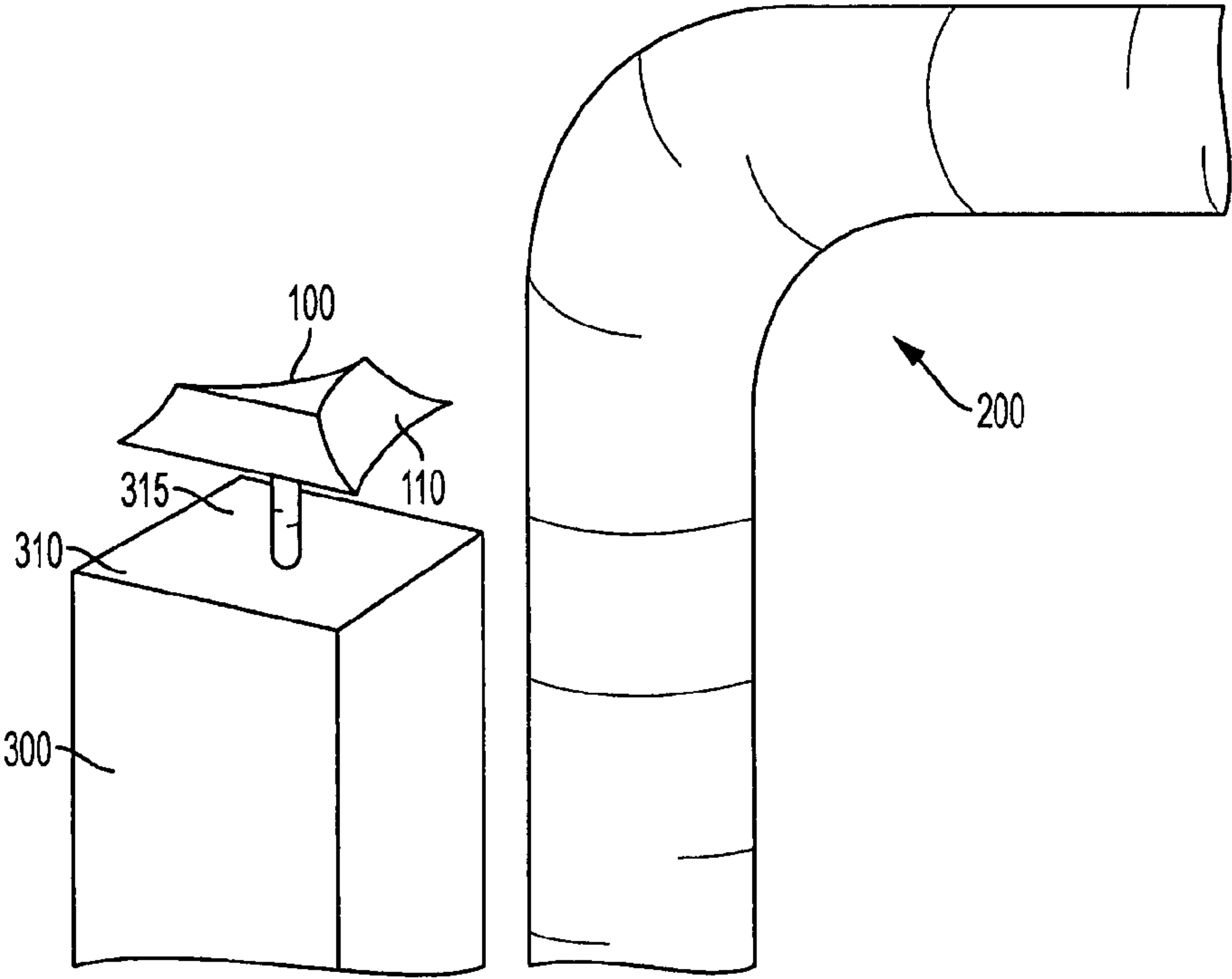


圖10

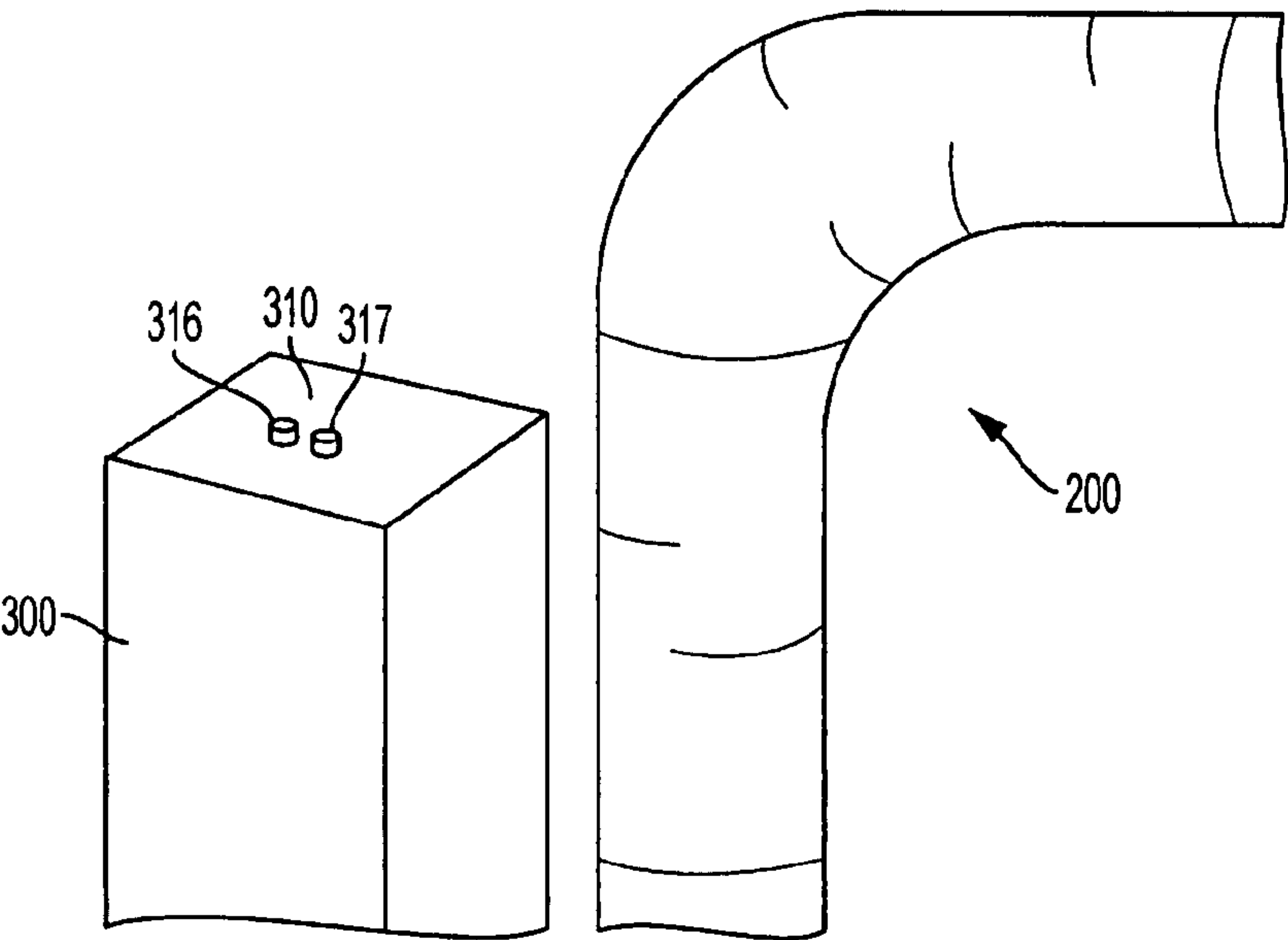


圖11

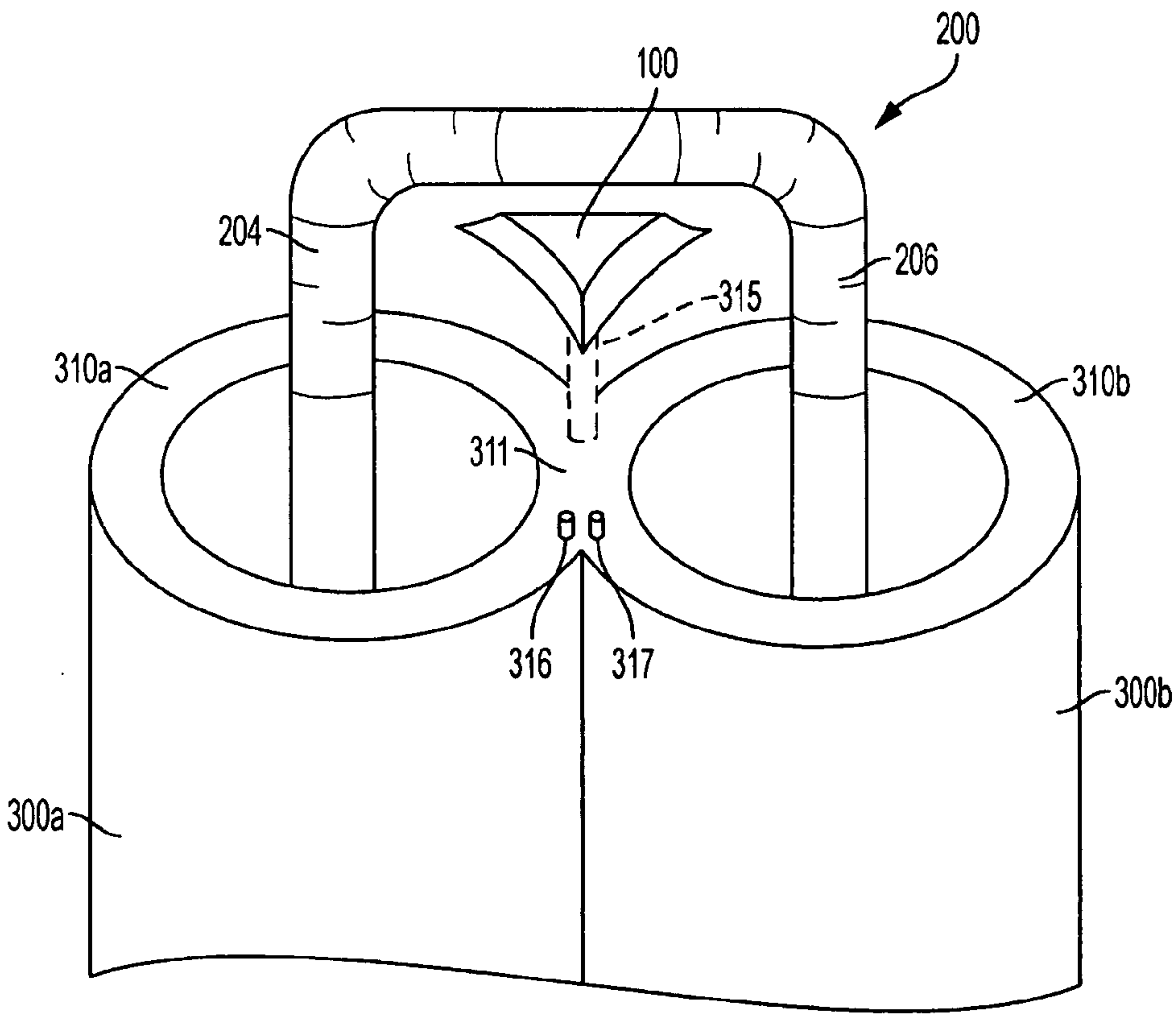


圖12

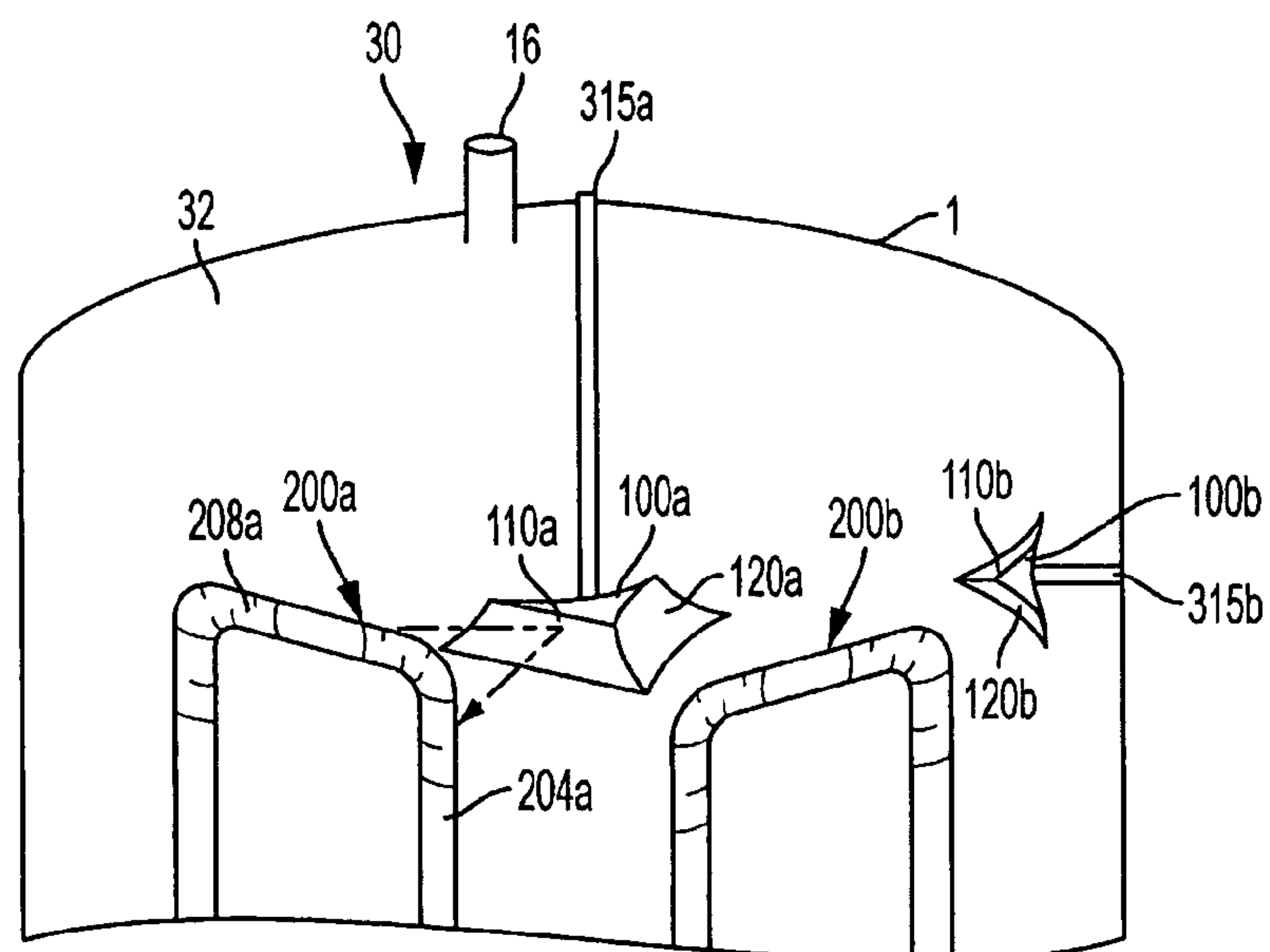


圖13

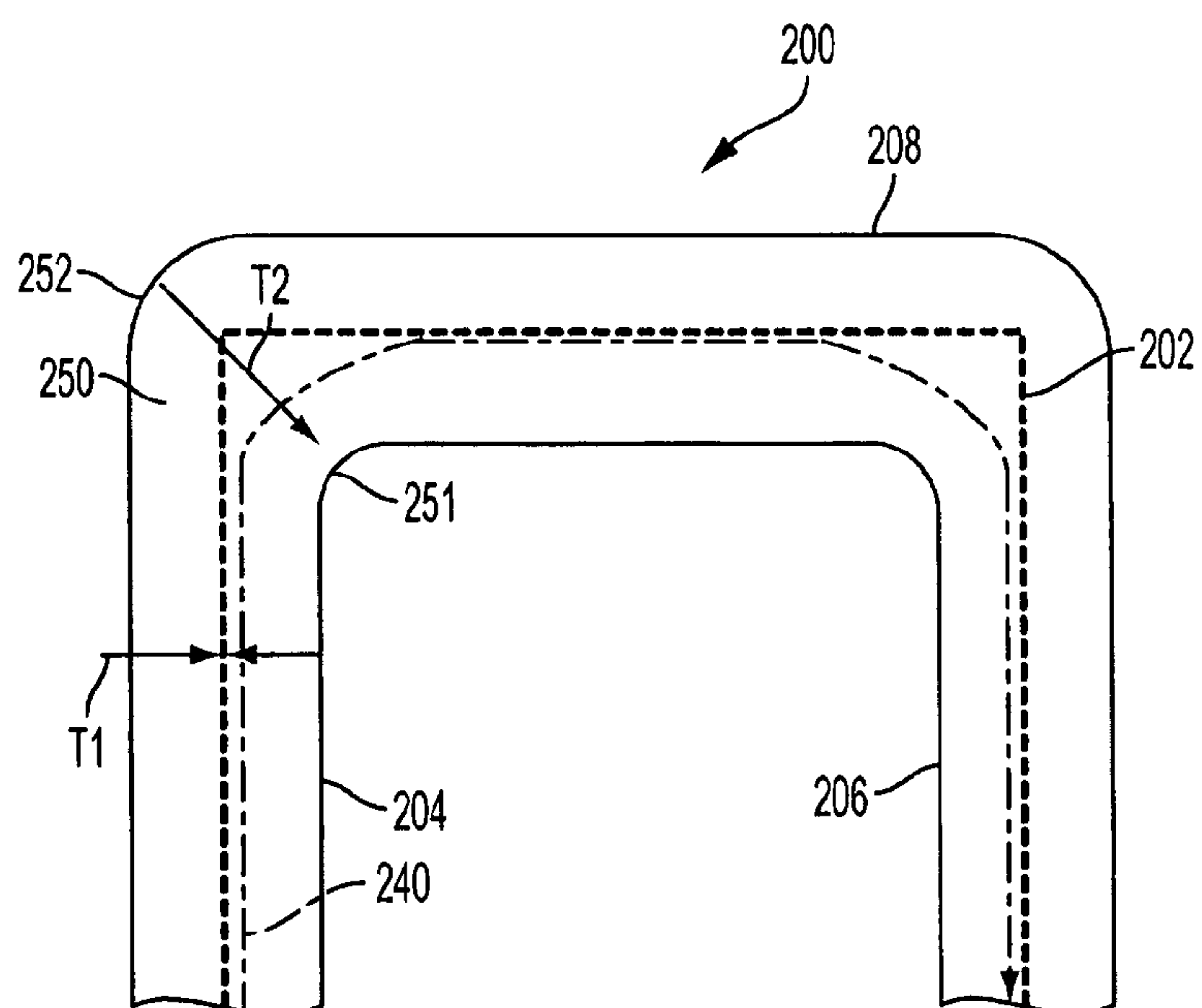


圖14

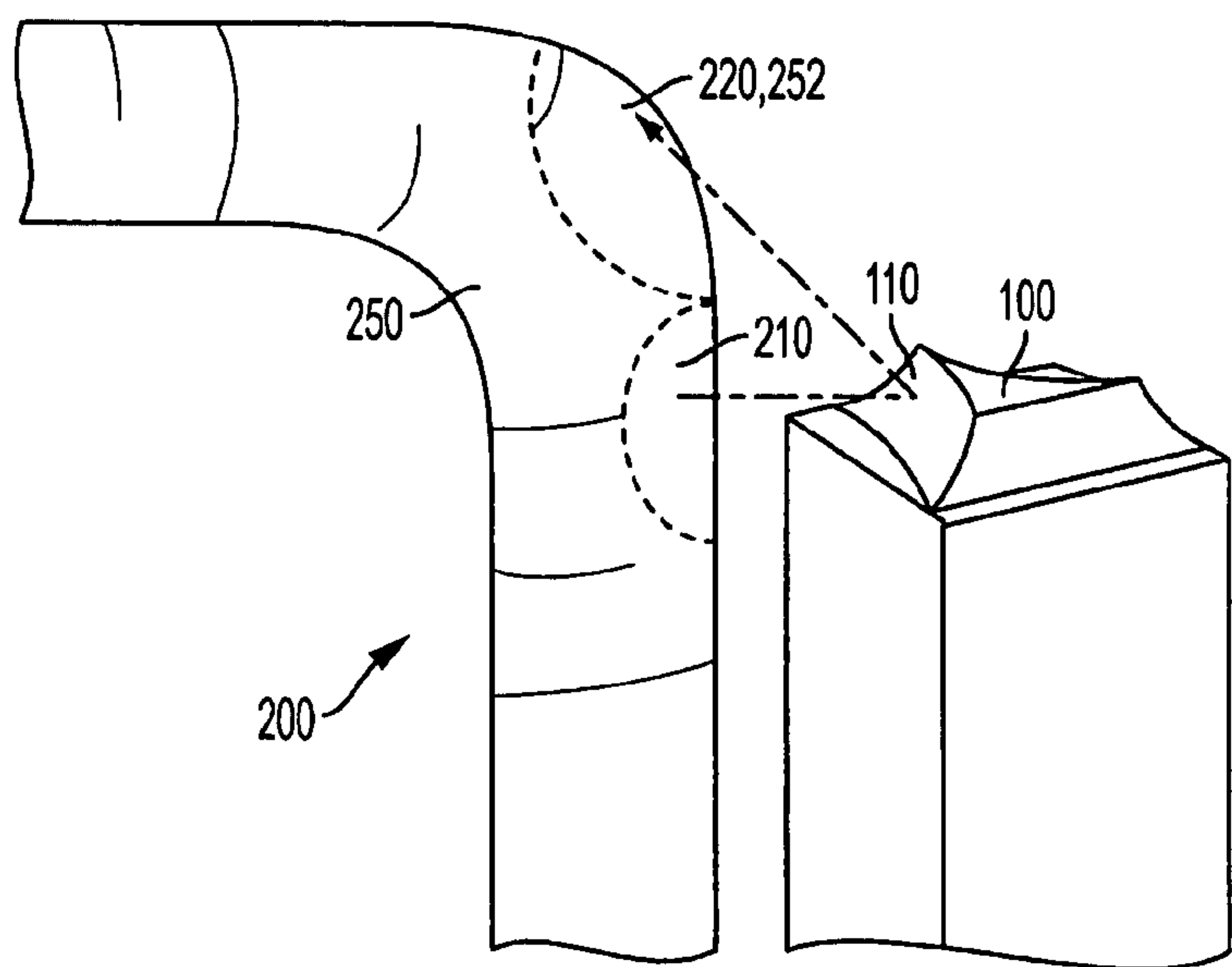


圖15

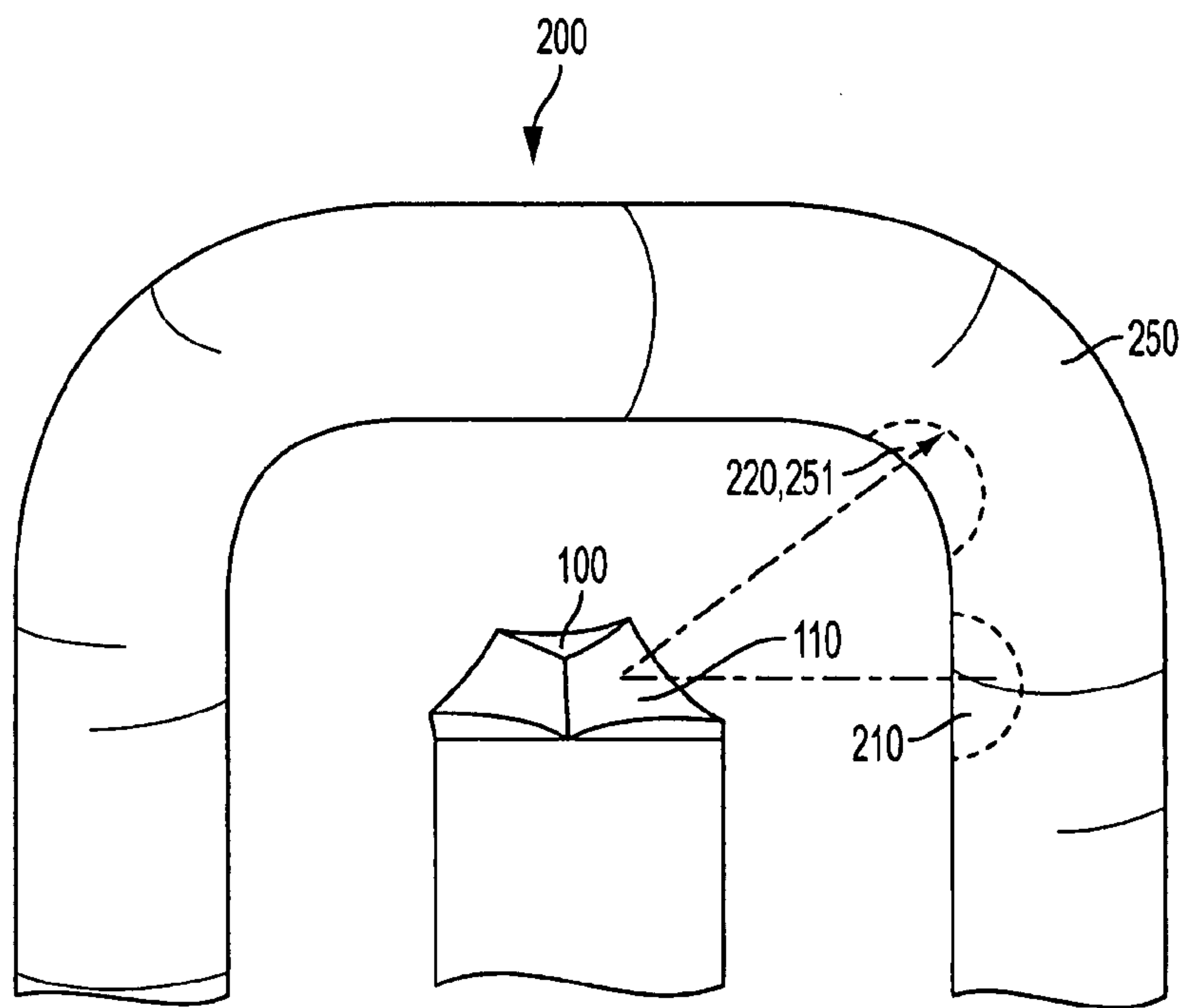


圖16

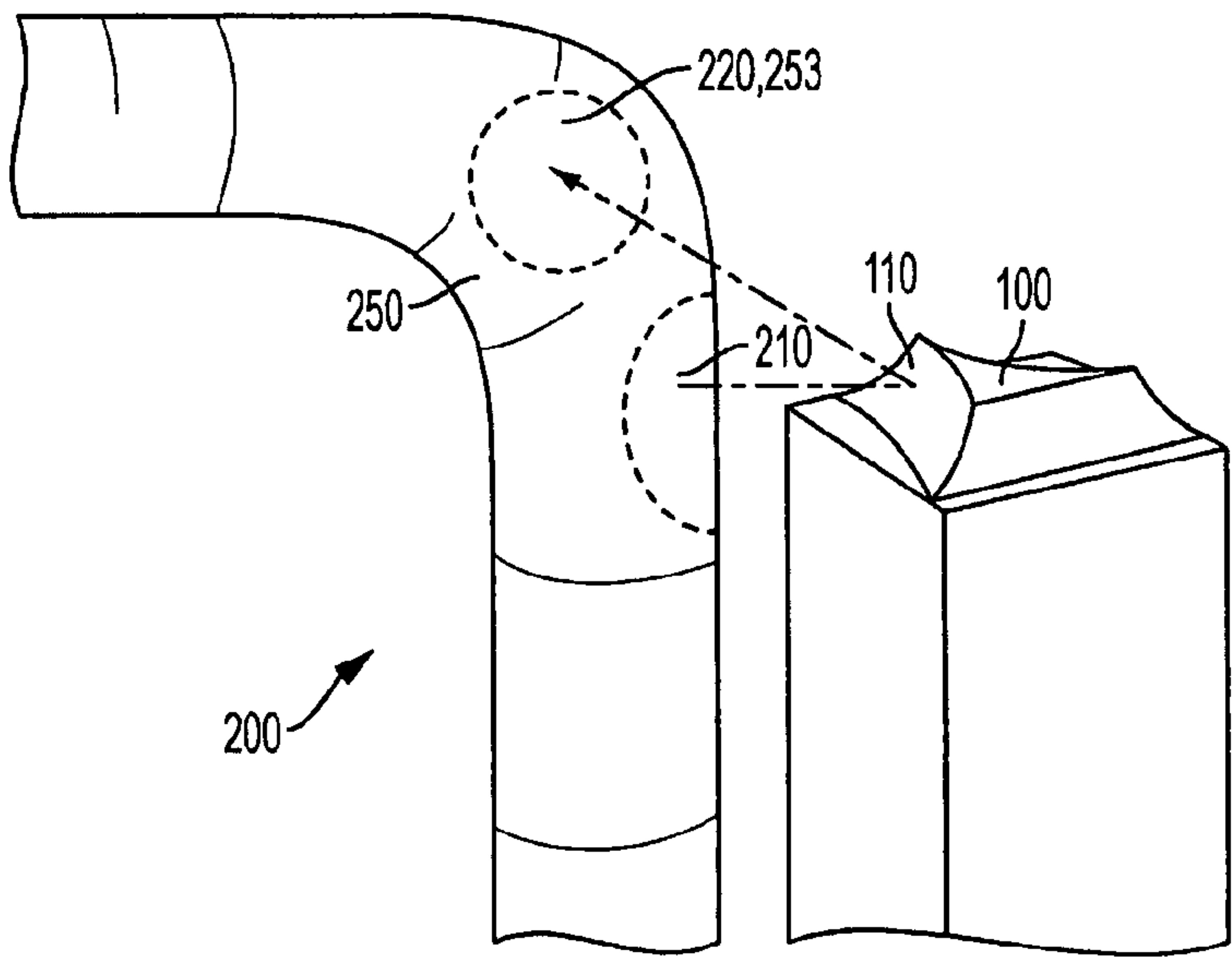


圖17

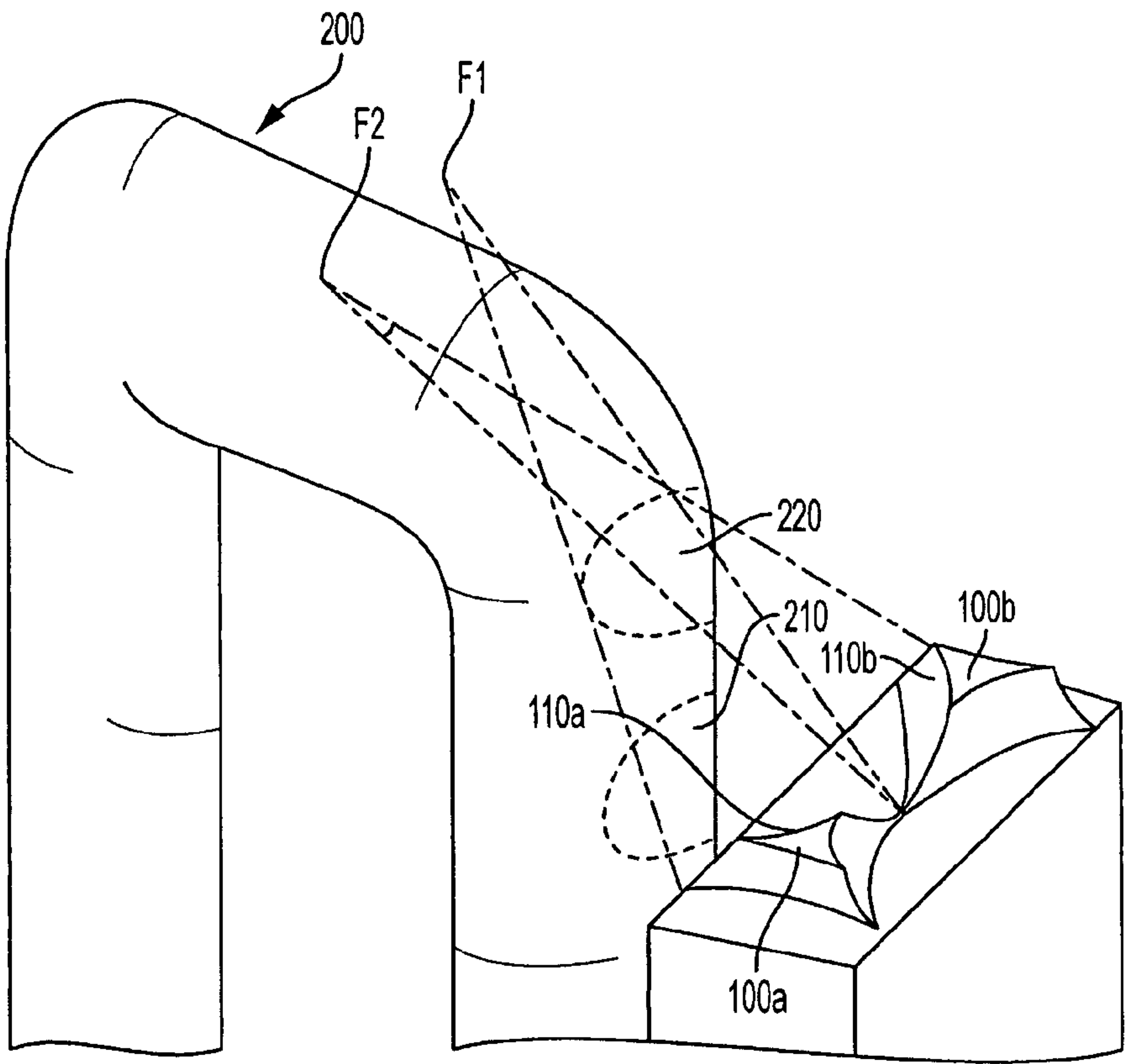


圖18

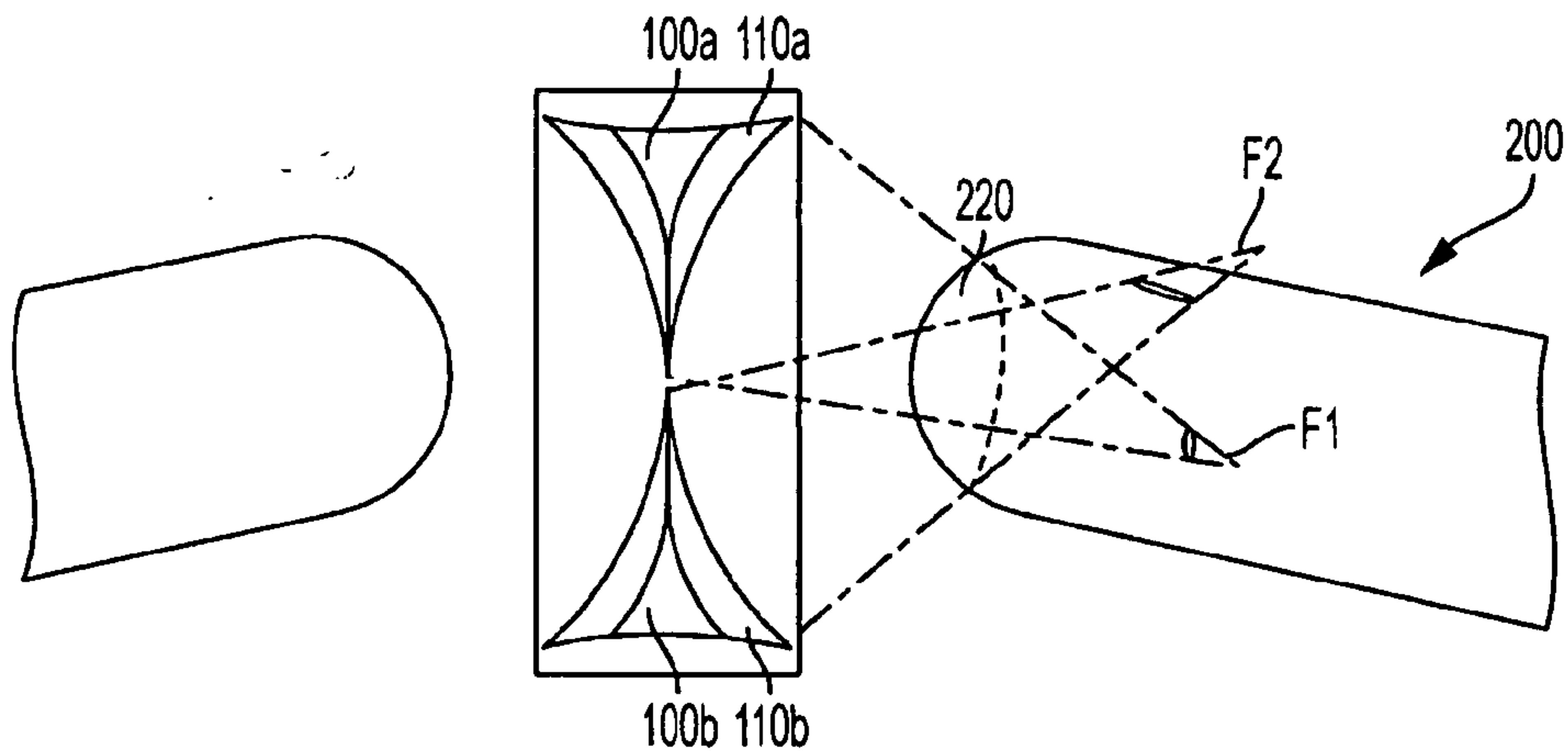


圖19

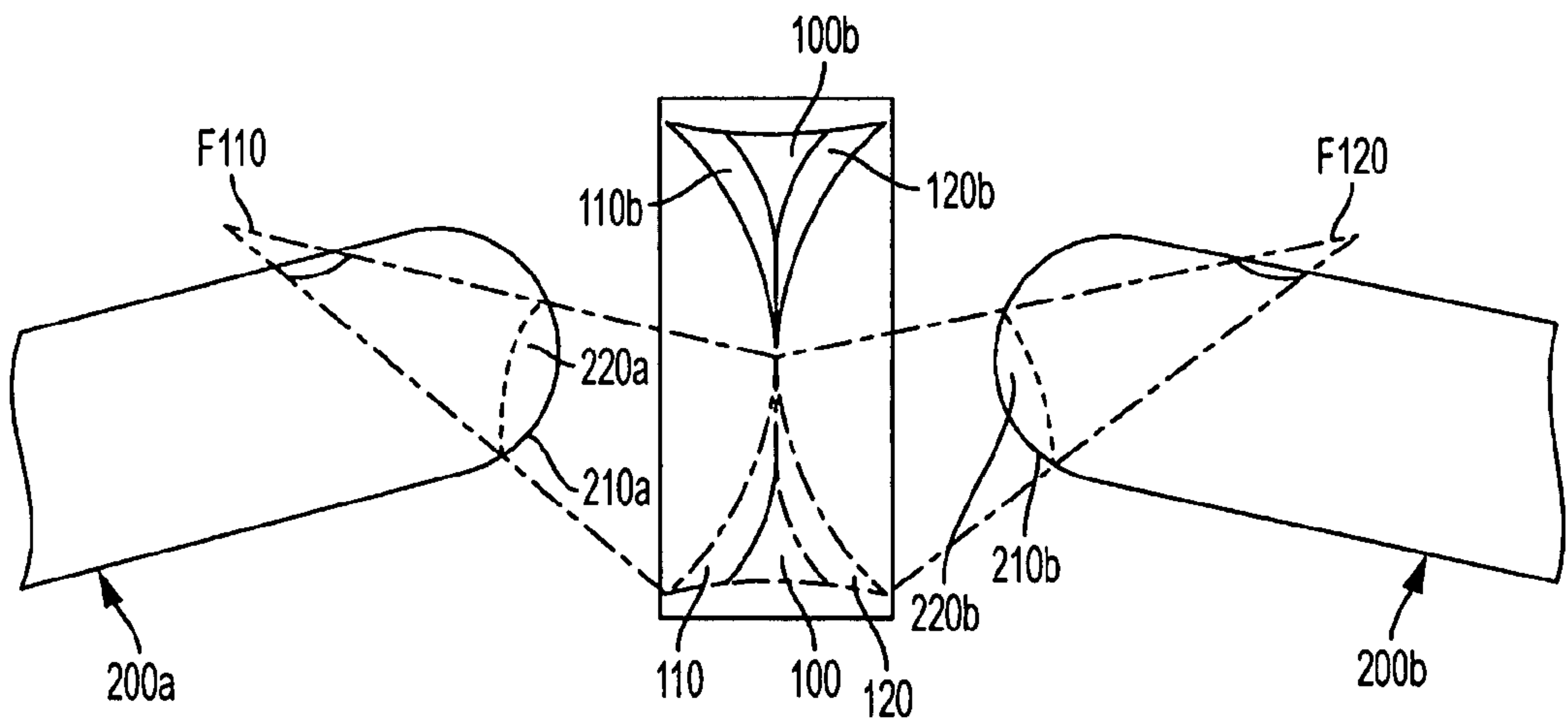


圖20