公告本

申請日期	84.11.15
案號	84114011
類別	H01L 21/60

（以上各欄由本局填註）

A4
C4

310365

310365

發明 新型 專利說明書

一、發明新型名稱	中文	使用X 射線繞射之原地溫度量測
	英文	In-situ temperature measurement using X-ray diffraction
二、發明創作人	姓名	1.漢斯-喬格廷姆 Hans-Joerg Timme 2.凱蘇亞歐庫姆拉 Katsuya Okumura 3.詹姆斯加德納雷 James Gardner Ryan 4.葛雷葛瑞布萊史蒂芬生 Gregory Brian Stephenson
	國籍	1.德國 2.美國 3.美國 4.美國
	住、居所	1.德國圖夫克陳82024林登琳48號 2.美國紐約州12603普奇波西亞琴道2號 3.美國康乃狄格州06470紐頓波格斯山路100號 4.美國伊利諾州60532里索御特費爾德巷1920號
三、申請人	姓名（名稱）	1.西門斯股份有限公司 SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT 2.東芝股份有限公司 Kabushiki Kaisa Toshiba 3.國際商業機器股份有限公司 International Business Machines Corportion
	國籍	1.德國 2.日本 3.美國
	住、居所（事務所）	1.德國慕尼黑80333威田巴契廣場2號 2.日本神奈川縣川崎市幸區堀川町72番地 3.美國紐約10504艾蒙克老橡樹路
	代表人姓名	1.納特布斯克（Natebusch） 歐姆克（Ohmke） 2.田代慈邦（Yoshikuni Tashiro） 3.傑佛瑞L.福曼（Jeffrey L. Forman）

裝 訂 線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

310365

（由本局填寫）

承辦人代碼：	A6 B6
大　　類：	
ＩＰＣ分類：	

本案已向：

國（地區）　申請專利，申請日期：　　案號：　　，□有　□無主張優先權

美

1995年10月24日 08／554,209

有關微生物已寄存於：　　，寄存日期：　　，寄存號碼：

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝　訂　線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 1 ）

發明背景

發明領域

本發明一般係有關一種半導體製程中使用X射線繞射之原地溫度測量，更特別的是以X射線繞射測量單晶基片（亦即半導體基板）之晶格參數之原地溫度測量。

相關習用製程的說明

像快速熱處理、鍛燒、氧化、氮化、及化學氣相沈積(CVD)等許多半導體製程中都需要精密的溫度控制。而像電漿增強之化學氣相沈積（PECVD）、物理氣相沈積（PVD）、以及反應離子蝕刻(RIE)等製程中也需要精密的溫度控制。然而半導體製程中之溫度測量是非常困難的，因為那通常必需使用像熱耦合之類的接觸方法。若需非接觸性原地測量，則通常會使用像光測高溫學之類的方法。光測高溫學有許多缺點包含因其與所測波長有關而於低溫範圍之不準確性，且取決於基板（背面）之輻射系數或基片上之薄膜結構。

發明總述

因此本發明之目的是提供一種半導體製程中經改良的原地無接觸溫度測量的方法和設備。

根據本發明所提供係於矽、鍺、或砷化鎵等基板之類單晶半導體基片上之非接觸性原地溫度測量。雖然所談的是半導體的基片或基板，可理解的是於半導體製程中通常這類基片或基板上是鍍有某些薄膜或結構。此方法是以藉X射線繞射所作晶格參數之測量為基礎。晶格參

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 2 ）

數如所謂晶格常數是與溫度有關的。例如參閱N.W. Ashcroft 和N.D. Mermin於Solid State Physics, Saunders, Philadelphia, 1976. 所提及的。由於對熱膨脹之精密的研究與測量，而熟知許多材料之晶格參數隨溫度變化之函數。例如參閱R.S. Krishnan, R. Srinivasan, 和S. Devanarayanan於Thermal Expansion of Crystals, Pergamon Press, Oxford, 1979. 中所述。

本發明使半導體製程中能在不接觸半導體下作單晶半導體基片溫度之測量。更明確地說，允許於原地處理溫度校準和控制。本發明可應用於所有以半導體（基片）溫度為重要處理參數之半導體製程或製造儀器（亦即熱處理器）。

為達成根據本發明特例及廣泛說明的這些及其他優點，為半導體基板提供一種非接觸性原地溫度測量設備包括：容納半導體基板之處理腔、透過位於處理腔內之通信機制與基板通信之X 射線射源、接收自基板反射之X 射線接收機制、以及一種能以接收到之反射X 射線所決定之晶格常數為基礎而得到基板溫度的機制。

本發明之應用中，一種於半導體基板上作非接觸性原地溫度測量的方法包括下列步驟：於處理腔內提供單晶半導體（亦即矽或砷化鎵）基板、於處理腔內與基板通信之入射X 射線射源、接收自基板反射之X 射線、以接收到之反射X 射線為基礎決定基板之晶格常數、以及得到

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 3 ）

由晶格常數所決定之基板溫度。

應理解前述之一般說明及以下之詳細說明係屬典型解說的，而本發明的進一步解釋則提供於申請專利範圍中。

圖式簡述

根據本發明之其他目的、概念和優點可參照附圖及對較佳實施例之詳細說明而獲致更好的理解。

圖式簡單說明如下：

第1圖係根據本發明原地溫度測量設備之簡略圖示。

第2圖係X射線入射於及自半導體基板反射角度之圖示。

第3圖係依本發明之基礎作修正以補償基板對X射線射源之小量傾斜或失準之圖示。

發明的詳細說明

較佳具體實施例的說明

參照所附圖示特別是第1圖所示，係根據本發明之原地溫度測量設備的一個實例。通常，一個半導體製造儀器中X射線射源12及二極體偵測器陣列14是位於處理腔16外面。X射線入射射束（像包含22a和23a的一梱X射線）和其個別的單一X射線反射射束如22b或23b，是透過一個以上之視窗18與處理腔耦合。視窗18是以例如鈹(Be)之類的適當材料製成的。X射線的繞射可發生於半導體基板24之背面、前面或邊緣。

X射線射源12可能是標準的實驗室X射線射源，此種射源所提供之正常輸出為含有單色發光譜線重疊於複色

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（4）

背景之發散射束。單色儀可用來選出具特殊波長之輻射。於特例中使用一具一或二維曲度之彎曲單色儀26以提供聚焦的單色X射線。第1圖中虛線30代表由射源12與偵測器陣列14組成之X射線的射源／偵測器單位之對稱軸。如對(001)矽基板而言，此軸應垂直基板之背部表面。實線22b代表於像20℃之低溫時之X射線反射射束，而虛線23b則代表於某些像1200℃之高溫下之X射線反射射束。

第2圖係X射線入射與反射射束之關係的更詳細圖示。角度2代表X射線入射射束22a與X射線反射射束22b之繞射角θ，而角度3則代表X射線入射射束23a與X射線反射射束23b之繞射角θ。注意X射線之總散射角為2θ。

若使用單色之發散或聚焦（收斂）射束，分別測量溫與溫度有關之Bragg角θ（a(T)）或其角度位移$\delta\theta$（a(T)）=θ（a(T_o)）-θ（a(T_{ini})）可提供晶格常數a(T)之明確資訊，因此經由熱膨脹關係而提供基片溫度T。此例中使用多通路二極體偵測器陣列14分別測量θ或$\delta\theta$。繞射角θ之測量需要基板之擺放資訊。反之，位移角度$\delta\theta$之測量則需要基板之原始溫度T_{ini}以決定θ（a(T_{ini})）+$\delta\theta$。於半導體基板24上之X射線位置28必須非常小(如1/2mm)以允許繞射角之精密測量。一旦決定了繞射角θ，可由Bragg條件得到晶格常數。基片溫度T則可藉函數a(T)之轉換由熱膨脹關係計算而得。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 5 ）

另一方面，若使用平行化之複色X 射線，則必須測量於固定的Bragg角（θ 為常數）下分別所反射X 射線射束之波長λ（a(T)）或波長位移δλ（a(T)）＝λ（a(T)）-λ（a(T ini)）。注意X 射線之彈性散射，因繞射射束之波長等於入射射束之波長而使a 之位移δa會造成任意的波長位移δλ。實際上，δλ之測量比X 射線繞射射束之位移角度δθ的測量更困難。

熱處理期間可能發生基板位置之改變。這種改變會使單晶基板24與X 射線射源12和偵測器陣列14之相對關係產生變化。結果分別 發生與半導體晶格之熱膨脹無關之位移δθ或δλ，而干擾甚至破壞基片溫度之資訊。此外，即使沒有這種熱效應，基片位置亦可因基板之初始彎折或包裝而變化。

所以應於或靠近X 射線射束發生繞射處精密地登錄基板位置或單晶指向。測得之資訊可反饋到位置補償裝置，以便確保單晶基板24相對於X 射線射源12和偵測器陣列14之準確位置或提供資料校正。位置補償裝置可能包含射源／偵測器單位內之快速機械調整或軟體演算法，以校正所測得之δθ或δλ信號。

例如基板位置或移動之測量可藉雷射光達成。然而另一種可能性，是使用以X 射線之第二繞射射束為反射射束如第3 圖所示。第3 圖中第一X 射線射源和單色儀（亦即第1 圖所示之X 射線射源12和單色儀26）於波長λ_1產生X 射線射入射束22a和23a。第二參考X 射線射源和

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ b ）

單色儀31則於波長 λ_2 產生X射線入射射束32a和33a，其中 $\lambda_2 < \lambda_1$ 。X射線入射射束32a和33a再根據基板24之溫度而產生X射線反射射束32b和33b。X射線反射射束32b和33b則為二極體陣列參考偵測器34所接收。第3圖中，角度4為低溫之繞射角 θ ，而角度5則為高溫之繞射角 θ 。

例如以Bragg角內位移之測量考慮單色趨近。具 $\lambda_2 < \lambda_1$ 及其所引致之Bragg角 $\theta_2 < \theta_1$ 可依 $\delta\theta_2$ 對半導體基片熱膨脹 δ_a 之靈敏度較主射束（具 λ_1 和 θ_1 ）之位移 $\delta\theta_1$ 低的方法而選出。因為基板之彎折或移動會使 θ_2 和 θ_1 確實位移相同的量，θ_1 對 θ_2 之位移含有晶格熱膨脹之資訊也因此有基片溫度之資訊。注意 θ_1 和 θ_2（或位移 $\delta\theta_1$ 和 $\delta\theta_2$ ）之測量精密度可以相同。

現可更詳細地考慮本發明之單色實例。下列說明之方法是精確又有彈性且能應用於實際有興趣之完整溫度範圍（亦即從室溫T＝20℃到溫度T＝1200℃）。注意大部分半導體製造之非接觸性溫度測量方法可應用於或只於有限溫度範圍內是靈敏的。

此實例中，使用單色之X射線射源12以測量（001）矽基片基板之晶格常數。單色之X射線射源12（可能是具單色儀之X射線管）於包含全部有興趣之溫度的Bragg角 θ （a(T)）中適當角度範圍內，提供固定波長之X射線入射於樣品上。此射束中會造成樣品溫度之正確Bragg

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 7 ）

角的部分會被反射，如第1圖中實線22b所示且更詳細顯示於第2圖中。繞射角θ之測量允許藉Bragg條件決定晶格常數a，最後透過熱膨脹關係 a= a(T)而決定基片溫度T。

為了決定合適的反射所對應之λ和θ的數值，必須使用X射線繞射之Laue或等效的Bragg條件。此外，還需要半導體晶格之結構及與其相對應之倒易(reciprocal)晶格之資訊。反射或繞射峰值是由屬於倒易晶格所對應向量之整數指標hkl來表示。注意倒易晶格之向量與原始晶格內之結晶平面族垂直。

X射線受晶體之繞射可以由Laue條件說明：

$$K = k' - k, \qquad (1)$$

其中k和k'分別是入射和繞射射束之波數向量。K則為倒易晶格之波數向量。彈性散射有k'=k= 2π／λ，且k'＝｜k'｜而k＝｜k｜。結果，向量k'和-k有相同的角度φ及向量K。所以將方程式(1)乘上向量K而得$K^2 = 2kK\cos\phi$。引入k'或k與垂直於向量K的平面之間的照射角(Bragg角)θ而將之轉換成

$$K = 2k \sin\theta = 4\pi / \lambda \sin\theta, \qquad (2)$$

注意其中 θ ＝ π／2-φ。k'與k之間的總散射角為2θ。

可能的反射由倒易晶格之向量K給定。由於(單原子)鑽石或(雙原子)閃鋅結構都不是Bravais晶格，必須解釋成具兩點基底之面心立方晶格。其基底可選為$d_1 = 0$，$d_2 = (a/4)(e_x + e_y + e_z)$。向量$e_x$，$e_y$，$e_z$是沿立

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 8 ）

方軸之單位向量。如前所述，a 為半導體晶格下之面心立方晶格之晶格常數且是溫度的函數。在室溫下，矽、鍺、或砷化鎵之a 值分別是5.43A，5.66A，及5.65A，參閱Ashcroft等人於Solid State Physics 中所發表之論文。

具晶格常數a 之面心立方（fcc）晶格的倒易晶格是具立方單元邊長4π／a之體心立方。所有倒易晶格向量K皆可依下式參數化成整數指標hkl：

$$K = \frac{2\pi}{a}(he_x + ke_y + \ell e_z), \qquad (3)$$

其長度

$$K = |K| = \frac{2\pi}{a}\sqrt{h^2 + k^2 + \ell^2}. \qquad (4)$$

不過hkl中只有某些數值可令方程式（3）之向量K 為倒易晶格向量（如下所示）。若引進間隔

$$d_{hkl} = \frac{2\pi}{K} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + \ell^2}}, \qquad (5)$$

則方程式（2）有熟悉之Bragg條件

$$\lambda = 2d_{hkl}\sin\theta. \qquad (6)$$

注意常發生於Bragg條件之指數n 在設定至反射hkl之距離d_{hkl} 中被吸收。

我們將只考慮沿e_z 方向（亦即h=k=0）具倒易晶格向量K 之反射hkl。因為bcc倒易晶格之晶格常數為4π／a，只出現呈雙數之向量。然而因矽晶格可解釋成具基底之單原子晶格，必需為所有的倒易bcc晶格指定幾何結構因數。因此發現只有l=4n（n是整數）之向量可造成反射。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 9 ）

其他呈 l =4n+2 之向量的幾何結構因數為 0。再參閱 Ashcroft等人於 Solid State Physics中所發表之論文。注意若使用 Bragg圖像則所引進之 n 是對應於矽晶體內 (004)族原子平面。這些平面之間隔距離為 a/4。因此如同此例，004,008,0012等平面之反射需要繞射方程式 (6)。

$$\lambda = \frac{2a}{\ell} \sin\theta, \tag{7}$$

其中 001之反射 l=4n， n為整數。

給定 l 及立方單元邊長 a ，則方程式 (7)表示 λ 與 θ 的關係。此例中之 X 射線係單色，且測量很小的 Bragg 角 θ 之變化以提供晶格參數 a 隨溫度而改變的資訊。我們有興趣的數量為

$$\frac{d\theta}{dT} = \frac{\partial\theta}{\partial a}\frac{da}{dT}. \tag{8}$$

由 Krishnan等人所著 Thermal Expansion of Crystal一書之表 5.1中所示，以矽為例有

$$\frac{da}{dT} = a(T_0)\,\alpha(T), \tag{9}$$

其中

$$\alpha(T) = A + B(T-T_0), \tag{10a}$$

而常數為

$$\begin{aligned} T_0 &= 273K, \\ A &= 3.084\times10^{-6}K^{-1}, \\ B &= 1.957\times10^{-9}K^{-2}. \end{aligned} \tag{10b}$$

這些參數是得自關係式 a(T)=a(To)(HA(T-To)+(B/2)(T-To)²)，

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（10）

其中右邊為測得之晶格常數資料（亦即於從293° K到970° K之溫度範圍內所得之X射線繞射）提供多項式最小平方趨近。再次參閱Krishnan等人所著Thermal Expansion of Crystal一書。隨著溫度從20℃增加到1200℃時，晶格參數由5.4305Å改變為5.4579Å。注意根據方程式(9)和(10)，晶格參數之解析度必需為2.7×10^{-5} Å以使溫度在1000℃附近時基片溫度之解析度達到±1℃。

從方程式(7)可得

$$\frac{\partial\theta}{\partial a} = -\frac{1}{a}\tan\theta. \qquad (11)$$

如此則

$$\frac{d\theta}{dT} = -\frac{a(T_0)}{a(T)}\alpha(T)\tan\theta = -\alpha(T)\tan\theta. \qquad (12)$$

注意Bragg角θ之方程式(12)中高溫時之溫度靈敏度會因其α之增加而變得較大。不過溫度從室溫變到1200℃，其溫度靈敏度之改變只有2倍以下。對靈敏度之最大衝擊是來自反射角θ本身因參數tanθ之增加。而θ接近π／2之逆向反射是最有效率。

為了估計可能的溫度解析度，必須將二極體陣列偵測器14列入考慮。典型的光電二極體陣列偵測器14有大約1024個通路，其中個別通路之間以距離ε分隔。令△代表基板與偵測器之間的距離，則△>>ε下之角解析度為

$$|\delta\theta_{min}| = \frac{\epsilon}{\Delta}, \qquad (13)$$

假定射束於樣品上收斂成比ε小的光點。所以可得溫度

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（11）

解析度為

$$|\delta T_{min}| = \frac{1}{\alpha(T)} \frac{\epsilon}{\Delta \tan\theta} . \qquad (14)$$

為達最好的溫度解析度，偵測器應具極小的ε且擺放於離基板極大距離△外。在處理腔16結構和陣列偵測器14允許下，應儘可能選接近 $\pi/2$ 之照射角 θ。X射線波長於給定之001反射時是遵循方程式(7)。$\epsilon = 1/20mm$，$\Delta = 1m$，$\tan\theta = 10$之設定會產生

$$\begin{vmatrix}\delta T_{min}\end{vmatrix} = 1K \text{ for } T = 1000°C \text{，及} \qquad (15)$$
$$\begin{vmatrix}\delta T_{min}\end{vmatrix} = 1.6K \text{ for } T = 20°C .$$

對任何選定之001反射，其波長和繞射角 θ 必須遵循Bragg方程式(6)或(7)。這為X射線波長提供了上限：$\lambda \leq 2d_{hkl}$。為獲致最好的溫度解析度，所選之λ必須儘可能接近其上限（逆向反射）。以矽為例，應使用下列特徵譜線之一：

a) 鈦L α_1，其0016之波長 $\lambda = 0.6658\text{Å}$ 且 $d_{008} = 2a/8 = 1.3576\text{Å}$。由方程式(6)可知會遵循 $\theta = 84.5°$ 而 $\tan\theta = 10.3$。

b) 鈮K β_1，其008之波長 $\lambda = 1.3513A$ 且 $d_{0018} = 2a/16 = 0.6788\text{Å}$。由方程式(6)可知會遵循 $\theta = 78.8°$ 而 $\tan\theta = 5.0$。

使用特徵譜線可造成高的射束強度，但給可能的繞射角 θ 設限會限制硬體的建造。替代方法是使用鎢靶燈管之連續韌致輻射（Bremsstrahlung）背景波譜並（藉單色儀）選出期望的波長。依此，於儀器允許下，能選出儘可能

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（12）

接近π／2之θ角。此外，也無需使用外來的X射線管靶（target）。

根據本發明之單色過近需要的是發散或收斂的射束。而收斂射束可理解為使用聚焦單色儀（彎曲的晶體）。

典型具的1024個通路之二極體陣列偵測器的取樣時間設定大約是1ms左右。不過取樣時間（取樣速率之倒數）取決於X射線之射束強度，較小的射束強度會造成較大的取樣時間。由於這個原因，使用特徵譜線可能是最佳選擇（但較之像鎢靶燈管之韌致輻射強度，對於外來靶之特徵譜線這一點並不成立）。從1ms到1s之取樣時間皆屬合理。

對單色過近中之溫度測量解析度而言，最好將偵測器移至遠離半導體上的測量點。不過在解析度與射束強度之間總需有所犧牲。必要時，可能犧牲解析度以減少資料錄取時間而獲致較高之取樣速率。在等溫程度、快速熱處理之靜態狀態期間、或校準應用中取樣速率不會是溫度測量的問題。

總結本發明中之說明，測量點是選在位於矽基板24背面之中心上或附近。來自X射線射源12（密封燈管）而稍微發散之射束是被彎曲的單色晶體26所反射。單色晶體、反射和繞射角之選取方法是依抵達基板上很小的測量點28之單色射束具有期望的波長。使用彎曲的單色晶體26允許我們將射出的單色X射線聚焦於測量點28上。整個以不同入射角收斂於測量點上之X射線射束中，只有

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（13）

滿足Bragg條件的會被半導體基板24反射。如第1圖之實線所示，在給定溫度下只有特殊射束符合此一條件。對應的θ角取決於本身是基片溫度T(熱膨脹)的函數之半導體晶格常數a(T)。反射角θ的測量是使用快速的多通路光電二極體偵測器陣列，因而決定了半導體基片溫度。注意(彎曲的)單色儀26必須維持在確定的溫度以避免改變所使用的單色X射線之波長。同時，在半導體基片溫度最小時可獲得最大的Bragg角θ。根據方程式(10a)，半導體基片溫度愈高則其晶格常數愈大，而根據方程式(7)其Bragg角便愈小。

雖然本發明完全是參照所附圖表的例子而作的描述，熟悉習用技術的人應該能在不偏離本發明所附申請專利範圍之精神及架構下作各種修正。

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

四、中文發明摘要（發明之名稱：使用X射線繞射之原地溫度量測）

一種像半導體基板之類的單晶基片上所使用之X射線繞射之非接觸性原地溫度測量設備。利用X射線繞射之Bragg條件，半導體基片之晶格常數可藉對單色X射線之繞射角的測量（單色逼近）或藉其X射線繞射具些許散射角之波長的測量（複色逼近）而決定。最後，將吾人熟知為溫度函數之晶格常數轉換成半導體基片的溫度。

英文發明摘要（發明之名稱：In-situ temperature measurement using X-ray diffraction）

A non-contact in-situ temperature measurement apparatus for a single crystal substrate such as a semiconductor wafer using X-ray diffraction. Utilizing the Bragg condition for X-ray diffraction, the lattice constant of the semiconductor substrate can be determined either by measuring the diffraction angle for a monochromatic X-ray (monochromatic approach) or by measuring the wavelength of an X-ray diffracted with a certain scattering angle (polychromatic approach). The lattice constant, as a well-known function of temperature, is finally converted into the temperature of the semiconductor substrate.

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝

訂

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

六、申請專利範圍

1. 一種用於像半導體基板之類的單晶基片上使用X射線繞射之非接觸性原地溫度測量設備，包括：容納半導體基板之處理腔；透過位於處理腔內之通信裝置而與該基板通信之X射線射源；接收自基板反射之X射線接收裝置；以及一種能以接收到之反射X射線所決定之基板中的晶格常數為基礎而得到基板溫度的裝置。
2. 如申請專利範圍第1項之設備，其中更包含配置於該X射線射源與該基板之間以便選出所期望波長之單色儀。
3. 如申請專利範圍第2項之設備，其中該單色儀是一個作聚焦用的彎曲單色儀。
4. 如申請專利範圍第1項之設備，其中該基板是矽、鍺、或砷化鎵等半導體。
5. 如申請專利範圍第1項之設備，其中該通信裝置是一個鈹(Be)製視窗。
6. 如申請專利範圍第1項之設備，其中該接收裝置是二極體陣列偵測器。
7. 如申請專利範圍第1項之設備，其中更包含可於溫度測量之前準確登錄基板位置之位置裝置。
8. 一種於半導體基板上作非接觸性原地溫度測量的方法，包括下列步驟：於處理腔內設置矽單晶基板；於處理腔內與該基板通信之入射X射線射源；接收自該基板反射之X射線；以接收到之反射X射線為基礎決定

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

六、申請專利範圍

基板之晶格常數；以及得到由晶格常數所決定之基板溫度。

9.如申請專利範圍第8項之方法，其中包含自X射線射源選出一固定輻射波長之步驟。

10.如申請專利範圍第9項之方法，其中包含將所選出之輻射波長聚焦於該基板上之步驟。

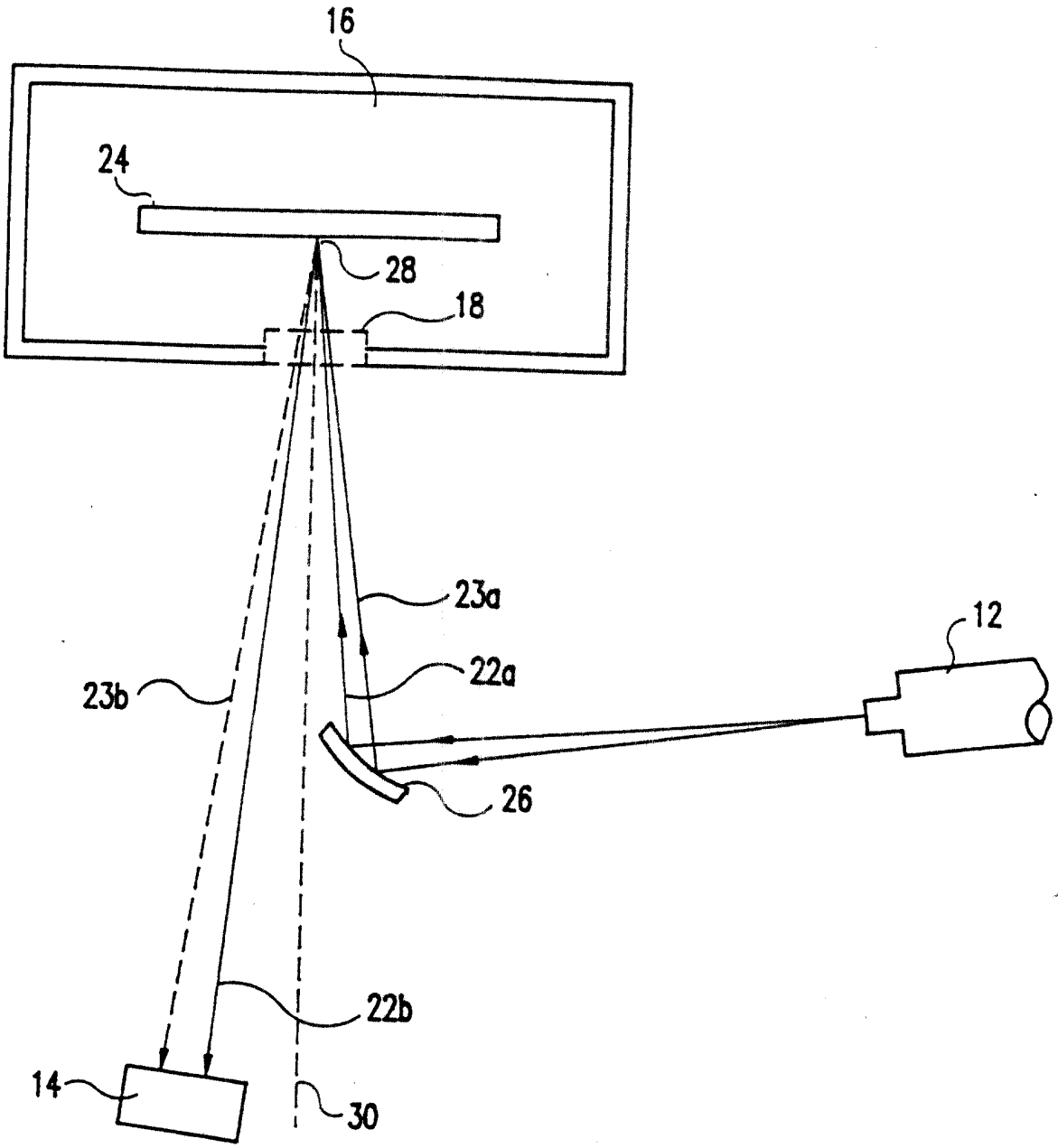
11.如申請專利範圍第8項之方法，其中包含在提供X射線之前準確地決定該基板位置之步驟。

12.如申請專利範圍第8項之方法，其中包含選出一固定繞射角度之步驟。

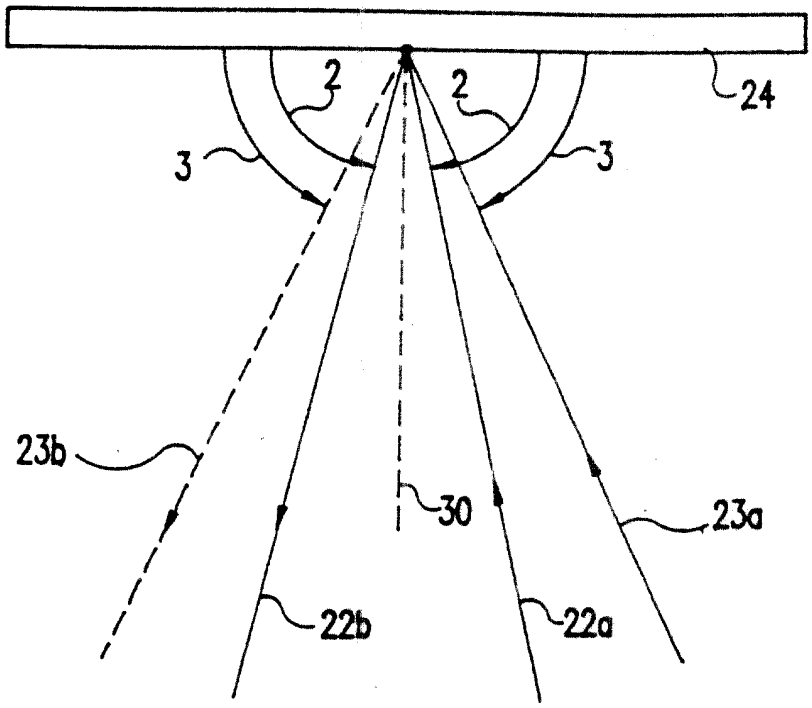
13.如申請專利範圍第12項之方法，其中包含使用準直化(collimated)之複色X射線射源。

14.如申請專利範圍第13項之方法，其中包含對繞射之X射線的波長或波長位移之測量。

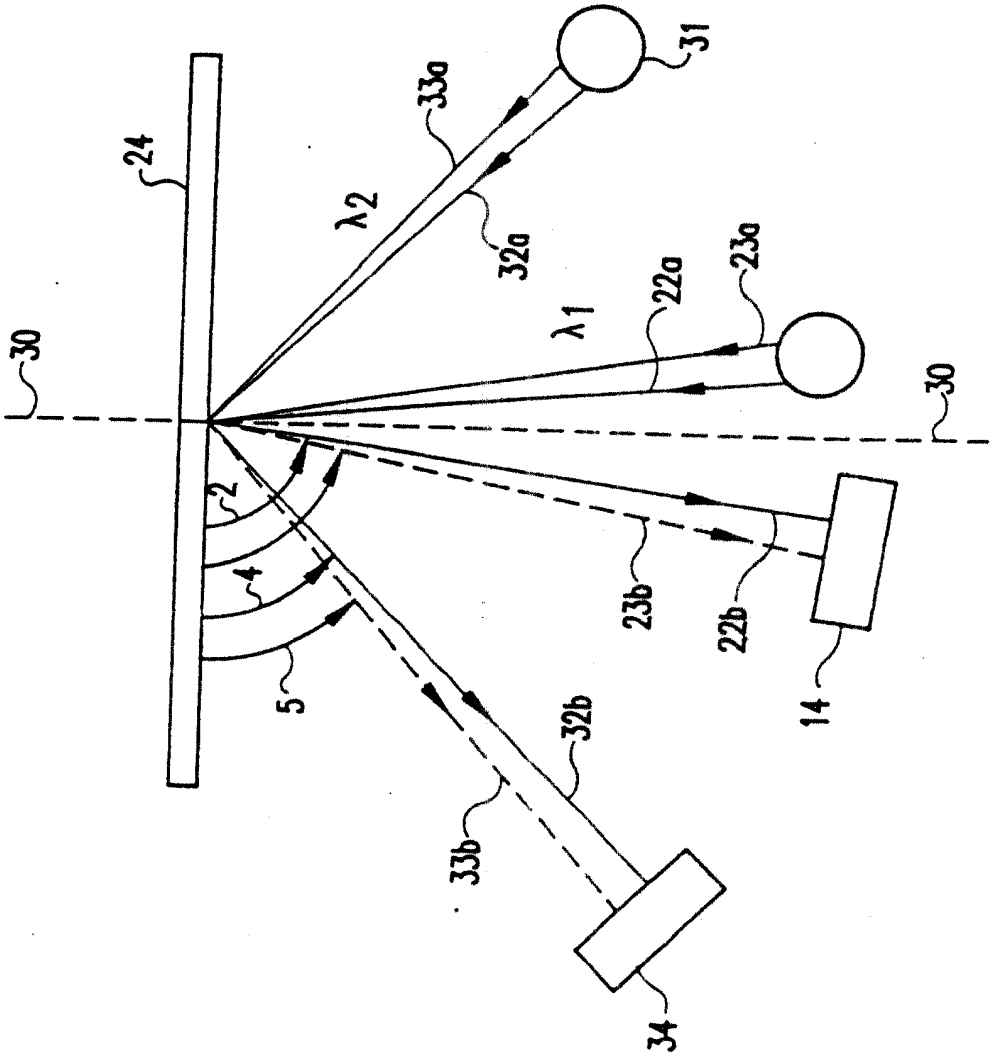
（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部中央標準局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）



第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖