



(21)申請案號：112126842

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 04 月 15 日

(51)Int. Cl. : **G01J5/00 (2022.01)****G01J5/10 (2006.01)****H01L21/00 (2006.01)**

(30)優先權：2018/06/26 美國

62/689,994

(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：拉尼許 喬瑟夫 M RANISH, JOSEPH M. (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

TW 455677B

TW 460685B

TW 489397B

TW 200717679A

US 6179466B1

US 2001/0010308A1

US 2016/0027671A1

審查人員：曾錦豐

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：5 共 42 頁

(54)名稱

用於測量溫度的方法及設備

(57)摘要

提供用於測量基板溫度的設備及方法。在一個或更多個實施例中，提供用於估計一溫度的設備且包含：複數個電磁輻射來源，放置該複數個電磁輻射來源以發射電磁輻射朝向一反射平面；及複數個電磁輻射偵測器。放置每一電磁輻射偵測器以對由該複數個電磁輻射來源的一對應電磁輻射來源所發射的電磁輻射採樣。該設備也包含一高溫計，放置該高溫計以接收該複數個電磁輻射來源所發射且自設置於反射平面處的基板所反射的電磁輻射及基板所發射的電磁輻射。該設備包含一處理器，該處理器經配置以基於由該基板所發射的電磁輻射來估計基板溫度。也提供估計溫度的方法。

Apparatuses and methods for measuring substrate temperature are provided. In one or more embodiments, an apparatus for estimating a temperature is provided and includes a plurality of electromagnetic radiation sources positioned to emit electromagnetic radiation toward a reflection plane, and a plurality of electromagnetic radiation detectors. Each electromagnetic radiation detector is positioned to sample the electromagnetic radiation emitted by a corresponding electromagnetic radiation source of the plurality of electromagnetic radiation sources. The apparatus also includes a pyrometer positioned to receive electromagnetic radiation emitted by plurality of electromagnetic radiation sources and reflected from a substrate disposed at a reflection plane and electromagnetic radiation emitted by the substrate. The apparatus includes a processor configured to estimate a temperature of the substrate based on the electromagnetic radiation emitted by the substrate. Methods of estimating temperature are also provided.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 400:處理腔室
- 401:基板
- 402:封閉體
- 403:處理模組
- 404:基板支撐
- 405:電磁輻射來源 (405-1 至 405-6)
- 406:偵測器(406-1 至 406-6)
- 407:信號產生器(407-1 至 407-6)
- 408:高溫計
- 411:管道
- 420:控制器
- 421:CPU
- 422:記憶體
- 423:支援電路
- 424:儲存

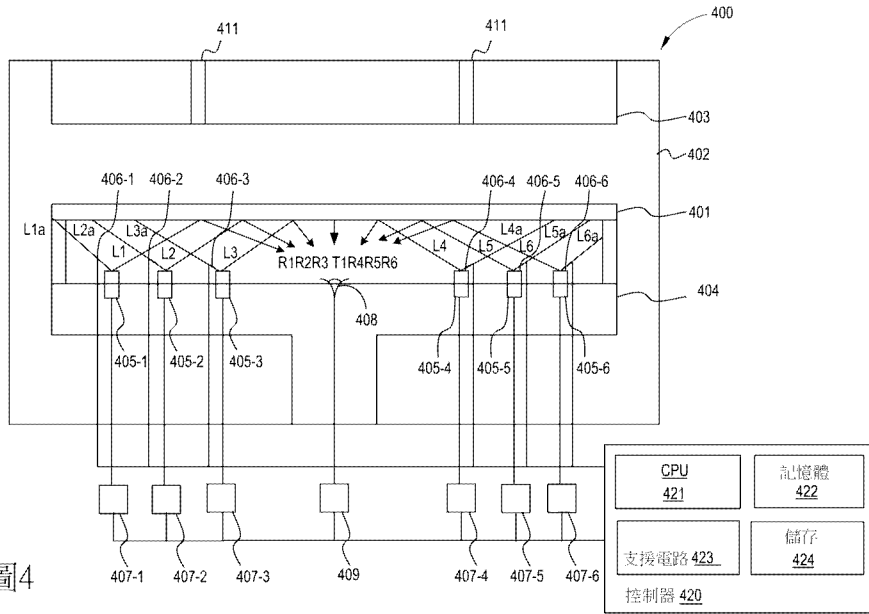


圖4



I854748

【發明摘要】

【中文發明名稱】用於測量溫度的方法及設備

【英文發明名稱】METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING

TEMPERATURE

【中文】

提供用於測量基板溫度的設備及方法。在一個或更多個實施例中，提供用於估計一溫度的設備且包含：複數個電磁輻射來源，放置該複數個電磁輻射來源以發射電磁輻射朝向一反射平面；及複數個電磁輻射偵測器。放置每一電磁輻射偵測器以對由該複數個電磁輻射來源的一對應電磁輻射來源所發射的電磁輻射採樣。該設備也包含一高溫計，放置該高溫計以接收該複數個電磁輻射來源所發射且自設置於反射平面處的基板所反射的電磁輻射及基板所發射的電磁輻射。該設備包含一處理器，該處理器經配置以基於由該基板所發射的電磁輻射來估計基板溫度。也提供估計溫度的方法。

【英文】

Apparatuses and methods for measuring substrate temperature are provided. In one or more embodiments, an apparatus for estimating a temperature is provided and includes a plurality of electromagnetic radiation sources positioned to emit electromagnetic radiation toward a reflection plane, and a plurality of electromagnetic radiation detectors. Each electromagnetic radiation detector is positioned to sample the electromagnetic radiation emitted by a corresponding electromagnetic radiation source of the plurality of electromagnetic radiation sources. The apparatus also includes a

pyrometer positioned to receive electromagnetic radiation emitted by plurality of electromagnetic radiation sources and reflected from a substrate disposed at a reflection plane and electromagnetic radiation emitted by the substrate. The apparatus includes a processor configured to estimate a temperature of the substrate based on the electromagnetic radiation emitted by the substrate. Methods of estimating temperature are also provided.

【指定代表圖】第（ 4 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

4 0 0 : 處 理 腔 室

4 0 1 : 基 板

4 0 2 : 封 閉 體

4 0 3 : 處 理 模 組

4 0 4 : 基 板 支 撐

4 0 5 : 電 磁 輻 射 來 源 (4 0 5 - 1 至 4 0 5 - 6)

4 0 6 : 偵 測 器 (4 0 6 - 1 至 4 0 6 - 6)

4 0 7 : 信 號 產 生 器 (4 0 7 - 1 至 4 0 7 - 6)

4 0 8 : 高 溫 計

4 1 1 : 管 道

4 2 0 : 控 制 器

4 2 1 : C P U

4 2 2 : 記 憶 體

4 2 3 : 支 援 電 路

4 2 4 : 儲 存

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於測量溫度的方法及設備

【英文發明名稱】METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING
TEMPERATURE

【技術領域】

【0001】 本揭示案的態樣一般相關於用於測量溫度的方法及設備。進一步地，本揭示案的態樣相關於用於處理腔室的非接觸溫度測量。

【先前技術】

【0002】 相關聯於半導體裝置等製造的處理期間，在基板上實現眾多的熱處理操作。熱處理一般使用用於處理控制的溫度測量。不精確的溫度測量可導致糟糕的處理結果，而可不利地影響半導體裝置效能及/或製造良率。

【0003】 有時使用光學高溫計以在半導體裝置製造處理中測量基板溫度。自基板表面所發射的電磁輻射的強度係藉由光學高溫計感測器來測量且相關於使用Planck法則之溫度以決定基板溫度。在典型的熱處理腔室中，光學高溫計曝露於來自許多來源的電磁輻射，例如腔室內部的燈具及熱表面，而遮蔽基板所發射的電磁輻射。腔室中來自電磁雜訊的干擾可使得決定真實基板溫度為困難的，而可導致錯誤的溫度決定及導致糟糕的處理結果。

【0004】 因此，具有針對改良的用於基板溫度測量的設備及方法的需求。

【發明內容】

【0005】 提供用於測量基板溫度的設備及方法。在一個或更多個實施例中，用於估計一溫度的設備包含：複數個電磁輻射來源，放置該複數個電磁輻射來源以發射電磁輻射朝向一反射平面；及複數個電磁輻射偵測器，放置每一電磁輻射偵測器以對由該複數個電磁輻射來源的一對應電磁輻射來源所發射的電磁輻射採樣。該設備也包含一高溫計，放置該高溫計以接收源自該複數個電磁輻射來源且自該反射平面反射的電磁輻射；及一處理器，該處理器經配置以基於由該高溫計及由該等電磁輻射偵測器所接收的電磁輻射來估計一溫度。

【0006】 在其他實施例中，用於估計一溫度的方法包含以下步驟：藉由複數個電磁輻射來源之每一者發射電磁輻射朝向一基板；及藉由複數個電磁輻射偵測器之每一者對由該複數個電磁輻射來源的一對應電磁輻射來源所發射的電磁輻射採樣。該方法也包含以下步驟：藉由一高溫計接收自該基板所反射的電磁輻射及由該基板所發射的電磁輻射；及使用一處理器以基於該基板所發射的電磁輻射來估計該基板的一溫度。

【圖式簡單說明】

【0007】 於是詳細理解本揭示案上述特徵中的方式，可藉由參考實施例而具有本揭示案的更特定描述(簡短總結如上)，其中一些圖示於所附圖式中。然而，注意所附圖式僅圖示本揭示案典型的實施例，因此不考慮限制其範圍，因為本揭示案可允許其他等效實施例。

【0008】 圖 1 根據本揭示案的一個態樣描繪溫度測量系統的簡化示意圖。

【0009】 圖 2 A、2 B、及 2 C 根據本揭示案的一個態樣圖示脈衝列信號的範例。

【0010】 圖 3 A、3 B、及 3 C 根據本揭示案的一個態樣圖示脈衝列信號的其他範例。

【0011】 圖 4 根據本揭示案的態樣圖示處理腔室的示意橫截面，圖 1 的溫度測量系統併入至此。

【0012】 圖 5 為根據本揭示案的態樣用於偵測陳化處理的終點的示範方法的流程圖。

【0013】 思量可有利地將一個實施例的元件及特徵併入其他實施例中，而無須進一步敘述。然而，注意圖式僅圖示本揭示案示範的實施例，因此不考慮限制其範圍，因為本揭示案可允許其他等效實施例。

【實施方式】

【0014】 在一個或更多個實施例中，提供用於估計溫度的設備。該設備包含：複數個電磁輻射來源，放置該複數個電磁輻射來源以發射電磁輻射朝向一反射平面；及複數個電磁輻射偵測器。放置每一電磁輻射偵測器以對由該複數個電磁輻射來源的一對應電磁輻射來源所發射的電磁輻射採樣。該設備也包含一高溫計，放置該高溫計以接收自該複數個電磁輻射來源所發射及自設置於反射平面處的基板所反射的電磁輻射及基板所發射的電磁輻射。該設備包含一處理器，該處理器經配置以基於基板所發射的電

磁輻射來估計基板溫度。也提供估計溫度的方法。圖 1 為根據本揭示案的一個態樣的溫度測量系統 100 的簡化示意圖。溫度測量系統 100 包含電磁輻射來源 102 及 106、電磁輻射偵測器 103 及 108、高溫計 110、及放置相鄰於基板 101 的控制器 120。

【0015】 基板 101 可為晶圓或能夠有材料沉積於其上的面板基板。在一個或更多個範例中，基板 101 可為矽（摻雜或未摻雜）、結晶矽、氧化矽、摻雜或未摻雜多晶矽等、鍺基板、鍺化矽（SiGe）基板、第 III-V 族化合物基板，例如砷化鎵基板、碳化矽（SiC）基板、圖案化或未圖案化絕緣體上半導體（SOI）基板、摻雜碳的氧化物、氮化矽、太陽能陣列、太陽能面板、發光二極體（LED）基板、或任何其他材料例如金屬、金屬合金、及其他導體材料。在一些範例中，基板 101 可為基板維持器或基板台座、吸座平板等。基板 101 也可包含複數個層，例如半絕緣性材料及半傳導性材料，其中半絕緣性材料具有較半傳導性材料更高的電阻性。基板 101 不限於任何特定大小及形狀。根據靠近基板 101 表面的基板材料的電阻性，基板 101 反射具有約 50 μm 至約 100 cm 的波長之入射電磁輻射。

【0016】 溫度測量系統 100 也包含信號產生器 104 及 107。信號產生器 104 及 107 個別應用時變功率至電磁輻射來源 102 及 106。在一個或更多個實施例中，每一信號產生器 104、107 可產生具有不同週期性、形狀（例如，正弦脈衝或三角形脈衝）、圖案、及 / 或振幅的多種波形。

在一些情況中，信號產生器 104 及 107 可將功率脈衝發送至電磁輻射來源 102 及 106。信號產生器 104 及 107 的使用允許短脈衝的電磁輻射自電磁輻射來源 102 及 106 發射以決定來自基板 101 的反射率。

【0017】 電磁輻射來源 102 發射電磁輻射 L_1 ，具有根據信號產生器 104 所提供的信號朝向基板 101 的時變強度。電磁輻射來源 106 發射電磁輻射 L_2 ，具有根據信號產生器 107 所提供的信號朝向基板 101 的時變強度。在一個或更多個實施例中，電磁輻射來源 102 及 106 之每一者可為熱來源（例如，加熱燈具）以提供熱能至基板 101 以用於升高基板 101 的溫度。

【0018】 電磁輻射偵測器 103 具有設置相鄰於電磁輻射來源 102 的探針頭 141，且偵測來自電磁輻射來源 102 的發射圓錐 131 的部分的電磁輻射 L_3 。電磁輻射 L_3 對應於自基板 101 所反射且由高溫計 110 偵測為電磁輻射 R_1 的電磁輻射 L_1 。偵測器 103 的探針頭 141 設置於至電磁輻射來源 102 的發射元件 142 的視線 (line-of-sight) 中。發射圓錐 131 中的電磁輻射在發射圓錐 131 內所有發射角度具有實質相同強度。在一個或更多個實施例中，偵測器 103 的探針頭 141 與電磁輻射來源 102 的發射圓錐 131 的圓錐表面對齊。在一個或更多個實施例中，偵測器 103 耦合至採樣電路 105 以決定偵測器 103 的採樣率。

【0019】 偵測器 108 設置於至電磁輻射來源 106 的發射元件 144 的視線中。電磁輻射來源 106 包含設置於反射

器 146 內的發光元件 144。偵測器 108 包含設置相鄰於來源 106 的探針頭 143，且偵測來自對應於電磁輻射 L_2 的來源 106 的發射圓錐 132 的電磁輻射 L_4 。在一個或更多個實施例中，偵測器 108 的探針頭 143 與電磁輻射來源 106 的發射圓錐 132 的圓錐表面對齊。在一個或更多個實施例中，偵測器 108 耦合至採樣電路 109 以決定偵測器 108 的採樣率。溫度測量系統 100 可以較高採樣率取得較高溫度解析度。

【0020】 在一個或更多個實施例中，偵測器 103 及 106 由光纖製成。在其他實施例中，偵測器 103 及 106 包含以個別角度彎曲的探針頭 141、143 以個別與輻射束 L_3 及 L_4 對齊。在其他實施例中，在電磁輻射來源 102 中的反射器 145 中形成開口 102a。開口 102a 設置於一位置中以經由開口 102a 通過電磁輻射 L_5 至偵測器，例如偵測器 103，經放置以接收經由開口 102a 的電磁輻射 L_5 。雖然未展示，電磁輻射來源 106 也可包含相似於開口 102a 的開口。

【0021】 個別電磁輻射來源 102 及 106 的發射元件 142、144 發射在所有方向上具有一般相似強度的電磁輻射。因此，電磁輻射 L_3 具有與對應的電磁輻射 L_1 實質相同的強度。相似地，電磁輻射 L_4 具有與電磁輻射 L_2 實質相同的強度。在操作中，控制器 120 由對應的電磁輻射 L_3 的強度來估計電磁輻射 L_1 的強度。控制器 120 也由對應的電磁輻射 L_4 的強度來估計電磁輻射 L_2 的強度。

【0022】 高溫計110偵測自基板101所發射及/或反射的電磁輻射。高溫計110處所接收的電磁輻射包含自基板101所發射的電磁輻射 T_1 ，及自基板101所反射的電磁輻射，例如 L_1 及 L_2 。在一個或更多個實施例中，高溫計110包含光學窄頻帶濾波器，在小於950 nm波長處具有約20 nm的帶通，亦即，處於約1.1 eV(約1.1 μm)的矽頻帶空隙上方的光子能量。帶通可替代地表示為基板101的頻帶空隙波長下方的光子波長。使用具有窄頻帶功能性的高溫計減低了來自其他特定頻帶中的其他來源的雜訊，因而改良了測量精確性。

【0023】 在一些實施例中，可以不同波長來操作電磁輻射來源102及106。在此實施例中，高溫計110包含針對不同波長的偵測元件以在頻譜上分開來自個別電磁輻射來源的輻射。在該等情況中，溫度測量系統100可決定基板101的反射率，同時操作電磁輻射來源。在該等範例中，電磁輻射來源102及106經配置以發射具有複數個波長(例如，自紅外光至紫外光)的輻射之頻譜。在一個或更多個實施例中，快速傅立葉轉換(FFT)分析器111耦合至高溫計110以根據波長分開由高溫計110所接收的反射的輻射。在一些實施例中，鎖定(lock-in)放大器可耦合至高溫計110以分開接收的反射的輻射。在其他實施例中，以相同波長或不同波長一次操作電磁輻射來源102及106之一者。

【0024】 溫度測量系統100連接至控制器120以在處理期間控制溫度測量系統100的態樣。控制器120包含中央處理單元(CPU)121、記憶體122、儲存124、及針對CPU 121的支援電路123。控制器120便於溫度測量系統100的部件的控制，並潛在地便於使用溫度測量系統100的設備的其他部件的控制。控制器120可為一般用途電腦，可使用於工業設定以用於控制多種腔室及子處理器。記憶體122儲存可經執行或呼叫而以此處所述方式控制溫度測量系統100的總體操作的軟體(原始碼或物件碼)。控制器120操縱溫度測量系統100中的可控制部件的個別操作。控制器120可包含針對溫度測量系統100的部件的功率供應。

【0025】 控制器120耦合至複數個信號產生器104及107且控制個別來自信號產生器104及107欲應用至電磁輻射來源102及106的信號。控制器105也接收來自高溫計110及/或對應至高溫計110的電路(例如，FFT分析器(或鎖定放大器)111)之輻射資料。控制器105處理高溫計110所接收的輻射資料以估計基板101的溫度，如下述。

【0026】 在圖1中，電磁輻射來源102及106、偵測器103及108、及高溫計110被圖示成位於基板101下方。然而，該等部件可設置於任何便利位置處(例如基板101上方的位置)、或在基板101垂直定向時設置至基板101的一側。也可使用任何數量的來源102、106及偵測器

103、108。進一步地，可使用多於一個高溫計110以測量多個位置處或基板101的不同區內的溫度。多個來源、偵測器、及高溫計致能信號對雜訊比率上的改良。

【0027】 在監測基板101溫度的操作期間，信號產生器104及107輸入時變信號進入電磁輻射來源102及106。電磁輻射來源102及106接收時變信號且個別基於輸入時變信號發射電磁輻射 L_1 及 L_2 朝向基板101。輻射 L_1 以入射角 Θ_1 照射基板101且部分被吸收、部分被傳送及/或部分被反射。相似地，輻射 L_2 以入射角 Θ_2 照射基板101且部分被吸收、部分被傳送及/或部分被反射。反射的輻射 R_1 及 R_2 繼續朝向高溫計110。

【0028】 偵測器103及108偵測輻射 L_3 及 L_4 ，個別對應至輻射 L_1 及 L_2 。輻射 L_3 具有與對應的輻射 L_1 實質相同的強度，或兩個輻射部件的強度具有定義的關係，所以可使用輻射 L_3 的強度(由偵測器103所測量)以決定輻射 L_1 的強度。輻射 L_4 及輻射 L_2 共享相似的關係，便於使用偵測器108來決定輻射 L_2 。

【0029】 高溫計110偵測電磁輻射的總強度，即輻射 T_1 、 R_1 及 R_2 組合的總強度。因此，由高溫計110所偵測的組合的電磁輻射的強度(標示為 I_{SP})為輻射 T_1 的強度 I_{T_1} 加上輻射 R_1 的強度 I_{R_1} 加上輻射 R_2 的強度 I_{R_2} 。因此，組合的電磁輻射的強度 I_{SP} 表示為：

$$I_{SP} = I_{T_1} + I_{R_1} + I_{R_2} \quad (1)$$

【0030】 將基板101的反射率 ρ 定義為反射束(例如， R_1)的強度對入射束(例如， L_1)的比率。因此，基板101的反射率 ρ 表示為：

$$\rho = \frac{\Delta R_2}{\Delta L_2} = \frac{\Delta R_1}{\Delta L_1} \quad (2)$$

此處， ΔL_1 為輻射 L_1 的最大強度(例如，圖2A的尖峰201)減掉輻射 L_1 的最小強度(例如，圖2A的202)。相似地， ΔR_1 為反射的輻射 R_1 的最大強度減掉反射的輻射 R_1 的最小強度。相似地， ΔL_2 為輻射 L_2 的最大強度(例如，圖2B的211)減掉輻射 L_2 的最小強度(例如，圖2B的212)。相似地， ΔR_2 為反射的輻射 R_2 的最大強度減掉反射的輻射 R_2 的最小強度。

【0031】 在一個或更多個實施例中，為了決定反射率 ρ ，溫度測量系統100可僅啟動電磁輻射來源102、106之其中一者以發射電磁輻射並測量反射的輻射。反射率 ρ 取決於基板101的溫度，便於決定基板101的溫度。

【0032】 發射的輻射 T_1 的強度(I_{T_1})由以下等式來表示：

$$I_{T_1} = I_{S_P} - I_{R_1} - I_{R_2} = I_{S_P} - \rho \times I_{L_1} - \rho \times I_{L_2} \quad (3)$$

【0033】 如上述，電磁輻射 L_1 及 L_2 之每一者個別具有與對應的電磁輻射 L_3 及 L_4 (I_{L_3} 、 I_{L_4})實質相同的強度(I_{L_1} 、 I_{L_2})(個別由電磁輻射偵測器103、108採樣及測量)。因此，由於此等效性，等式3可重寫成：

$$I_{T_1} = I_{S_P} - I_{R_1} - I_{R_2} = I_{S_P} - \rho \times I_{L_3} - \rho \times I_{L_4} \quad (4)$$

【0034】藉由應用 Planck 法則（維持發射的輻射 $T_1 = B_\nu(\nu, T)$ ）來計算樣本的絕對溫度 T ，其中給定在絕對溫度 T 來自一主體的頻率 ν 的頻譜輻射為：

$$B_\nu(\nu, T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{k_B T}} - 1} \quad (5)$$

此處 k_B 為 Boltzmann 常數， h 為 Planck 常數，且 c 為光在媒介（無論為材料或真空）中的速度，且 T 為基板 101 的絕對溫度。一般由物體的發射率來調和遵守 Planck 法則，該發射率根據 Planck 法則被定義為真實熱輻射輸出對理論輸出的比率。因此，可使用 Planck 法則以估計物體的溫度，例如基板 101。

【0035】上方系列的等式描述了如何基於兩個輻射樣本來估計基板 101 的溫度。然而，可將該等式延伸至高溫計接收不定數量的輻射樣本的任何實施例，如下方將進一步討論。

【0036】圖 2A、2B、及 2C 根據本揭示案的一個態樣圖示脈衝列信號的範例。在圖 2A 及 2B 中圖示時變功率信號的範例。可使用時變功率信號（例如，脈衝信號）以在使用每一新基板實現校準處理期間量測基板的反射率，例如圖 1 中所展示的基板 101。在新基板導入具有此處之溫度測量系統的設備時（與圖 1 連接描述該溫度測量系統），每一電磁輻射來源發出脈衝複數次，例如 10 次，以決定基板的反射率。在一個或更多個實施例中，溫度測量系統可在電磁輻射來源發出脈衝的同時旋轉基板，以免反射率跨

基板表面變化。在其他實施例中，溫度測量系統可同步發出脈衝與旋轉，所以系統使用不同偵測器 103 及 108 來雙採樣反射率。

【0037】 圖 2A 圖示欲應用至電磁輻射來源 102 的信號 200，電磁輻射來源 102 接著根據信號 200 發射具有時變強度的電磁輻射 L_1 。圖 2B 圖示欲應用至電磁輻射來源 106 的信號 210，電磁輻射來源 106 接著根據信號 210 發射具有時變強度的電磁輻射 L_2 。信號 200 為具有尖峰 201 (在週期時間 t_1 中尖峰 201 具有尖峰電壓 V_{L1}) 的時變電壓。信號 210 為具有兩個尖峰 211 (在週期時間 t_2 中每一尖峰 211 具有尖峰電壓 V_{L2}) 的時變電壓。在此實施例中，尖峰 201 及 211 在時間上不會重疊。圖 2C 圖示在根據信號 200 及 210 個別操作電磁輻射來源 102 及 106 時由高溫計 110 所接收的示範的信號 220。高溫計 110 接收源自個別的電磁輻射來源 102 及 106 的反射的輻射 R_1 及 R_2 ，及源自基板 101 的發射的輻射 T_1 (導因於基板 101 的熱能)。接收的信號 220 具有三個脈衝，第一脈衝 221 對應至信號 200 的尖峰 201，且第二及第三脈衝 222 及 223 對應至信號 210 的尖峰 211。

【0038】 在圖 3A 及 3B 中圖示時變功率信號的不同範例。圖 3A 圖示欲應用至電磁輻射來源 102 的信號 300，且圖 3B 圖示欲供應至電磁輻射來源 106 的信號 310。信號 300 為具有尖峰 301 (在週期時間 t_1 中尖峰 301 具有尖峰電壓 V_{L1}) 的時變電壓。信號 310 為具有兩個尖峰

311、312(在週期時間 t_2 中每一尖峰具有尖峰電壓 V_{L2})的時變電壓。此處，在時間上一個尖峰301與尖峰311重疊。

【0039】 圖3C圖示在根據信號300及310個別操作電磁輻射來源102及106時由高溫計110所接收的示範的信號320。接收的信號320具有兩個脈衝，第一脈衝321對應至重疊的尖峰301及311，且第二脈衝322對應至尖峰312。由來自同時由高溫計110接收的電磁輻射來源102及106兩者的反射的電磁輻射來產生第一脈衝321。

【0040】 再次參考圖1，電磁輻射來源102及106以所有方位角度以個別的發射圓錐131及132朝向基板101發射電磁輻射。電磁輻射照射基板101且在不同波長時部分被吸收、部分被傳送、及以對應反射圓錐以變化量部分被反射。以某範圍的反射角度反射的電磁輻射繼續朝向高溫計110且可由高溫計110偵測。例如，針對清晰使用射線追蹤方式，來自電磁輻射來源102及106以對應發射圓錐131及132發射的輻射 L_1 及 L_2 以入射角 Θ_1 及 Θ_2 個別入射於基板101處，且部分在基板101處反射。反射的輻射 R_1 及 R_2 繼續在反射面積133朝向高溫計110且由高溫計110偵測，如圖1中所圖示。由高溫計110所採樣的反射面積133含有高溫計110所見的方位所定義的來自每一發射圓錐131及132的基板101所反射的輻射的頻帶的一部分。在入射角 Θ_1 及 Θ_2 處於特定範圍內時，由高溫計110在高溫計110所見的方位上偵測反射的輻射。

【0041】 圖4圖示處理腔室400的示意橫截面，併入圖1的溫度測量系統100。處理腔室400特徵為封閉體402、設置於封閉體402中的基板支撐404、耦合至封閉體402的處理模組403、複數個電磁輻射來源405(405-1、405-2、405-3、405-4、405-5、及405-6)、及耦合至複數個來源405的信號產生器407(407-1、407-2、407-3、407-4、407-5、及407-6)、複數個偵測器406(406-1、406-2、406-3、406-4、406-5、及406-6)、及高溫計408。

【0042】 處理模組403包含一個或更多個管道411(展示了兩個)以用於將材料導入封閉體402。可使用管道411以用於引導氣體或液體，且可為直線的，如圖4中所展示，或曲折至任何需要的程度。在圖4中展示兩個管道411，但可使用任何數量。例如，處理模組403可包含噴淋頭，可具有多個區或通路。處理模組403可穿過合適管道耦合至任何需要的輸送設備，例如氣體盒、蒸發器、安瓿等。

【0043】 藉由嵌入基板支撐404中的加熱燈具來加熱基板支撐404。也可例如使用偏壓元件將基板支撐404電氣化以提供基板支撐404上的基板401的靜電固定。旋轉驅動(未展示)可耦合至基板支撐404以提供處理期間處理週期之間的旋轉運動。在實施例(其中基板401在處理期間旋轉)中，可在選擇的時區探測基板401以監測基板401上不同位置的溫度，使得可控制溫度均勻性。

【0044】 每一信號產生器407-1至407-6耦合至個別的電磁輻射來源405。信號產生器407-1至407-6之每一者產生時變信號且應用該等時變信號至個別的電磁輻射來源405。電磁輻射來源405-1至405-6發射電磁輻射 L_1 至 L_6 朝向基板401。複數個電磁輻射來源405-1至405-6可為用於提供熱能至基板401的熱來源。

【0045】 每一偵測器406-1至406-6設置相鄰於個別的電磁輻射來源405-1至405-6，以偵測在基板401處部分反射且由高溫計408所接收的對應至電磁輻射 L_1 至 L_6 的電磁輻射 L_{1a} 至 L_{6a} 。將每一電磁輻射偵測器406-1至406-6的一部分放置於至個別的電磁輻射來源405-1至405-6的發射元件的視線中。電磁輻射偵測器406-1至406-6包含支援電路以個別採樣率對輻射束 L_{1a} 至 L_{6a} 採樣。

【0046】 處理腔室400可包含任何數量的來源405，每一來源405具有對應的信號產生器407及電磁輻射偵測器406。

【0047】 高溫計408偵測自基板401傳播朝向高溫計408的電磁輻射。由高溫計408所偵測的輻射包含自基板404所發射的輻射 T_1 及反射的輻射 R_1 至 R_6 。

【0048】 在操作中，處理腔室400以相似於上述相關於圖1的方式估計基板401的溫度。此處，處理腔室400包含六個電磁輻射來源405-1至405-6及偵測器406-1至406-6，但可使用任何數量的來源及偵測器。在該等實施

例中，高溫計408自基板401反射的任何數量的電磁輻射來源及發射的電磁輻射 T_1 返還輻射強度 I_{SP} ，如下：

$$I_{SP} = I_{T_1} + \sum_{i=1}^{i=n} I_{R_i} \quad (6)$$

【0049】基於反射率 ρ 的定義(可如上述連接圖2A至3C來決定)，等式6可重寫成：

$$I_{T_1} = I_{SP} - \sum_{i=1}^{i=n} \rho I_{L_i} \quad (7)$$

【0050】每一電磁輻射 L_1 、 L_2 、 L_3 、... L_n 具有與對應的電磁輻射 L_{1a} 、 L_{2a} 、 L_{3a} 、... L_{na} (由電磁輻射偵測器406採樣)實質相同的強度。因此，等式7可重寫成：

$$I_{T_1} = I_{SP} - \sum_{i=1}^{i=n} \rho I_{L_{ia}} \quad (8)$$

接著，基於決定的反射率 ρ 及由偵測器406所偵測的入射電磁輻射 $I_{L_{ia}}$ ，藉由從高溫計408返還的總輻射的強度 I_{SP} 減去反射的輻射的強度 $\sum_{i=1}^{i=n} \rho I_{L_{ia}}$ 來計算發射的電磁輻射的強度 I_{T_1} 。接著，藉由應用Planck法則至發射的電磁輻射 T_1 的強度 I_{T_1} 來估計基板401的溫度，如相關聯於圖1所述。

【0051】圖4中展示電磁輻射來源、偵測器、及高溫計安裝於基板401下方。然而，該等部件可設置於處理腔室400中任何便利位置處，例如基板401上方的位置。

【0052】處理腔室400可為化學氣相沉積(CVD)腔室，例如電漿增強CVD腔室、高密度電漿CVD腔室、低壓CVD腔室、減壓CVD腔室、或大氣壓力CVD腔室。在其他實施例中，處理腔室400也可為PVD腔室、蝕刻腔室(熱或電漿)、磊晶腔室、退火腔室、或溫度監測可能有

用的任何其他處理腔室。處理腔室400的範例可包含CVD腔室例如商業上可由Applied Materials Inc., Santa Clara, California取得的AKT[®] PECVD腔室、PRODUCER[™]腔室、及PRECISION 5000[®]腔室。

【0053】 控制器420可實質相同於圖1的控制器。控制器420可耦合至高溫計408及其相關電路以監測高溫計408所接收的資料並處理該資料以估計基板401的溫度。

【0054】 在一個或更多個實施例中，處理腔室400可包含複數個高溫計408以偵測基板401的多個位置處的溫度。藉由使用來自複數個高溫計408的溫度指示，可偵測基板401的溫度非均勻性，且可改良基板401的溫度均勻性。

【0055】 在其他實施例中，複數個基板可設置於基板支撐404上以在處理腔室400中同時處理，且可提供複數個高溫計使一個或更多個高溫計對應至每一基板。

【0056】 圖5為根據本揭示案的態樣用於估計基板溫度的示範方法的流程圖500。

【0057】 在操作502中，使用信號產生器以產生時變功率的脈衝信號至電磁輻射來源。信號產生器可產生具有不同週期性、脈衝形狀(例如，正弦脈衝或三角形脈衝)、脈衝圖案及/或振幅的多種波形。可使用多於一個電磁輻射來源，每一電磁輻射來源包含個別的信號產生器。

【0058】 在操作504中，電磁輻射來源根據來自信號產生器的信號發射電磁輻射朝向基板。在使用多個電磁輻射

來源的情況中，每一來源根據來自對應的信號產生器的信號來發射。

【0059】 在操作506中，偵測器偵測電磁輻射，包含由電磁輻射來源所發射的輻射。在一個或更多個實施例中，每一偵測器的探針頭設置於至對應的電磁輻射來源的發射元件的視線中。發射的電磁輻射在所有角度處具有實質恆定的強度。在一個或更多個實施例中，偵測器的探針頭可對齊至電磁輻射來源的發射圓錐的圓錐表面。在使用多個電磁輻射來源的情況中，每一來源具有對應的偵測器。

【0060】 在操作508中，高溫計偵測自基板發射及/或反射的電磁輻射的強度。在高溫計處所接收的電磁輻射包含自基板所發射的熱電磁輻射，及自基板所反射的電磁輻射。

【0061】 在操作510中，控制器藉由從高溫計所接收的電磁輻射的總強度減去採樣的電磁輻射強度的加總來決定發射的電磁輻射(圖1中的 T_1)的強度，以獲得發射的強度。控制器進一步藉由應用Planck法則至決定的發射的電磁輻射強度來估計基板的溫度 T ，如上述。

【0062】 本揭示案的實施例進一步相關於以下段落的任何一者或更多者：

【0063】 1. 一種用於估計一溫度的設備，包括：複數個電磁輻射來源，放置該複數個電磁輻射來源以發射電磁輻射朝向一反射平面；複數個電磁輻射偵測器，放置每一電磁輻射偵測器以對由該複數個電磁輻射來源的一對應

電磁輻射來源所發射的電磁輻射採樣；一高溫計，放置該高溫計以接收源自該複數個電磁輻射來源且自該反射平面反射的電磁輻射；及一處理器，該處理器經配置以基於由該高溫計及由該等電磁輻射偵測器所接收的電磁輻射來估計一溫度。

【0064】 2. 一種用於估計一溫度的設備，包括：複數個電磁輻射來源，放置該複數個電磁輻射來源以發射電磁輻射朝向一反射平面，其中每一電磁輻射來源經配置以一發射圓錐發射電磁輻射；複數個電磁輻射偵測器，放置每一電磁輻射偵測器以對由該複數個電磁輻射來源的一對應電磁輻射來源所發射的電磁輻射採樣；一高溫計，放置該高溫計以接收源自該複數個電磁輻射來源且自該反射平面反射的電磁輻射；及一處理器，該處理器經配置以基於由該高溫計及由該等電磁輻射偵測器所接收的電磁輻射來估計一溫度。

【0065】 3. 一種用於估計一溫度的方法，該方法包括以下步驟：藉由複數個電磁輻射來源之每一者發射電磁輻射朝向一基板；藉由複數個電磁輻射偵測器之每一者對由該複數個電磁輻射來源的一對應電磁輻射來源所發射的電磁輻射採樣；藉由一高溫計接收自該基板所反射的電磁輻射及由該基板所發射的電磁輻射；及使用一處理器以基於該基板所發射的電磁輻射來估計該基板的一溫度。

【0066】 4. 如段落1至3之任一者所述之設備或方法，其中每一電磁輻射偵測器包含一探針頭，該探針頭設置於至該對應電磁輻射來源的一發射元件的視線中。

【0067】 5. 如段落4所述之設備或方法，其中每一電磁輻射來源經配置以一發射圓錐發射電磁輻射朝向該反射平面，且處於一第一角度的該發射圓錐中的電磁輻射的一部分自該反射平面反射且接著由該高溫計接收。

【0068】 6. 如段落5所述之設備或方法，其中每一電磁輻射偵測器的一探針頭被彎曲以對齊該發射圓錐的一圓錐表面，且經配置以對處於一第二角度的該發射圓錐中的電磁輻射採樣。

【0069】 7. 如段落6所述之設備或方法，其中處於該第一角度的該發射圓錐中的電磁輻射的一個部分具有與處於該第二角度的該發射圓錐中的電磁輻射的另一部分一實質相同的強度。

【0070】 8. 如段落1至7之任一者所述之設備或方法，其中該處理器經配置以接收由該高溫計所接收的電磁輻射的一強度及由該等電磁輻射偵測器所採樣的電磁輻射的一強度，由該等電磁輻射偵測器所採樣的電磁輻射的該強度來決定來自該反射平面的反射的輻射的一強度，及從該高溫計所接收的電磁輻射減去反射的輻射的該強度來估計該溫度。

【0071】 9. 如段落8所述之設備或方法，其中藉由在該反射平面應用一已知反射率至由該等電磁輻射偵測器

所採樣的電磁輻射的該強度來決定來自該反射平面的反射的輻射的該強度。

【0072】 10. 如段落9所述之設備或方法，其中該反射率係藉由以下操作來決定：藉由從由該電磁輻射偵測器所採樣的電磁輻射的一最大強度減去由該電磁輻射偵測器所採樣的電磁輻射的一最小強度來計算一第一數量；藉由從由該高溫計所偵測的電磁輻射的一最大強度減去由該高溫計所偵測的電磁輻射的一最小強度來計算一第二數量；及計算該第一數量對該第二數量的一比率。

【0073】 11. 如段落1至10之任一者所述之設備或方法，其中藉由應用Planck法則至由該高溫計所接收的電磁輻射的一強度及自該反射平面所反射的電磁輻射的一強度之間的一差異來估計該溫度。

【0074】 12. 如段落11所述之設備或方法，其中每一電磁輻射偵測器包含一探針頭，該探針頭設置於至該對應電磁輻射來源的一發射元件的視線中。

【0075】 13. 如段落12所述之設備或方法，其中每一電磁輻射來源以一發射圓錐發射電磁輻射朝向該基板，且處於一第一角度的該發射圓錐中的電磁輻射的一部分自該反射平面反射且接著由該高溫計接收。

【0076】 14. 如段落13所述之設備或方法，其中每一電磁輻射偵測器的一探針頭被彎曲以對齊該發射圓錐的一圓錐表面，且經配置以對處於一第二角度的該發射圓錐中的電磁輻射採樣。

【0077】 15. 如段落14所述之設備或方法，其中處於該第一角度的該發射圓錐中的電磁輻射具有與處於該第二角度的該發射圓錐中的電磁輻射實質相同的強度。

【0078】 16. 如段落15所述之設備或方法，進一步包括以下步驟：藉由從該高溫計所接收的電磁輻射減去自該基板所反射的輻射來決定該基板所發射的電磁輻射。

【0079】 17. 如段落16所述之設備或方法，進一步包括以下步驟：藉由將由每一電磁輻射來源所採樣的電磁輻射的強度乘以該基板的一已知反射率、加總結果、及從該高溫計所接收的電磁輻射的強度減去該加總來計算該基板所發射的電磁輻射的強度。

【0080】 18. 如段落17所述之設備或方法，其中該基板的該反射率為反射的電磁輻射的一強度對入射電磁輻射的一強度的一比率。

【0081】 19. 如段落17所述之設備或方法，其中藉由將由一電磁輻射來源所發射的電磁輻射的一最大強度減掉一最小強度除以由該電磁輻射來源所發射且自該反射平面所反射的電磁輻射的一最大強度減掉一最小強度來計算該基板的該反射率。

【0082】 20. 如段落1至19之任一者所述之設備或方法，進一步包括以下步驟：藉由應用P l a n c k法則至由該基板所發射的電磁輻射來估計該基板的一溫度。

【0083】 提供前述說明以致能任何發明所屬領域具有通常知識者以實現此處所述的多種實施例。對該等實施例

的多種修改對發明所屬領域具有通常知識者為言為顯而易見的，且此處所定義的通則可應用至其他實施例。例如，可在所討論的功能性及元件排列上進行改變，而不偏離本揭示案的範圍。多種範例可省略、替代、或增加合適的多種程序或部件。相關於一些範例的所述特徵也可在一些其他範例中組合。例如，使用此處提出的任何數量的態樣可實作設備或可實現方法。此外，本揭示案的範圍意圖涵蓋使用其他結構、功能性、或除了此處提出的本揭示案的多種態樣或其他的結構及功能性來實現的該設備或方法。應理解可由請求項的一個或更多個元件來體現此處所揭露的本揭示案的任何態樣。

【0084】 如此處所使用，用詞「示範」意指「作為範例、例子、或圖示」。不必將此處被描述為「示範」的任何態樣詮釋為較其他態樣更佳或更具優勢。

【0085】 如此處所使用，用語「決定」擁有廣泛的動作。例如，「決定」可包含計算、運算、處理、獲得、勘測、查找(例如，在表、資料庫、或其他資料結構中查找)、探明等。「決定」也可包含接收(例如，接收資訊)、存取(例如，存取記憶體中的資料)等。「決定」也可包含解析、選擇、抉擇、建立等。

【0086】 此處所揭露的方法包含一個或更多個操作或動作以用於達成該等方法。方法操作及/或動作可彼此互換，而不偏離請求項或本揭示案的範圍。換句話說，除非

規定特定順序的操作或動作，可修改特定操作及/或動作的順序及/或使用，而不偏離請求項的範圍。

【0087】 以下請求項不意圖限制此處所展示的實施例，而是合意於與請求項的語言一致的全部範圍。在請求項內，參考單數的元件不意圖意指「一個且僅有一個」(除非特別陳述)，而是指「一個或更多個」。除非特別陳述，用語「一些」參考為一個或更多個。對本揭示案通篇所述的多種態樣的元件的所有結構及功能性等效物(對發明所屬領域具有通常知識者為已知或即將成為已知)明確地藉由參考併入於此且意圖由請求項來擁有。此外，此處所揭露的內容並非意圖致力於公眾，無論本揭示案是否在請求項中明確地陳述。

【0088】 前述係本揭示案的實施例，可修改本揭示案的其他及進一步的實施例而不偏離其基本範圍，且該範圍由隨後的請求項所決定。

【符號說明】

【0089】

100: 溫度測量系統

101: 基板

102: 電磁輻射來源

102a: 開口

103: 電磁輻射偵測器

104: 信號產生器

105: 控制器

- 1 0 6 : 電 磁 輻 射 來 源
- 1 0 7 : 信 號 產 生 器
- 1 0 8 : 電 磁 輻 射 偵 測 器
- 1 0 9 : 採 樣 電 路
- 1 1 0 : 高 溫 計
- 1 1 1 : 快 速 傅 立 葉 轉 換 (F F T) 分 析 器
- 1 2 0 : 控 制 器
- 1 2 1 : C P U
- 1 2 2 : 記 憶 體
- 1 2 3 : 支 援 電 路
- 1 2 4 : 儲 存
- 1 3 1 : 發 射 圓 錐
- 1 3 2 : 發 射 圓 錐
- 1 3 3 : 反 射 面 積
- 1 4 1 : 探 針 頭
- 1 4 2 : 發 射 元 件
- 1 4 3 : 探 針 頭
- 1 4 4 : 發 射 元 件
- 1 4 5 : 反 射 器
- 1 4 6 : 反 射 器
- 2 0 0 : 信 號
- 2 0 1 : 尖 峰
- 2 1 0 : 信 號
- 2 1 1 : 尖 峰

- 2 2 0 : 信號
- 2 2 1 : 第一脈衝
- 2 2 2 : 第二脈衝
- 2 2 3 : 第三脈衝
- 3 0 0 : 信號
- 3 0 1 : 尖峰
- 3 1 0 : 信號
- 3 1 1 : 尖峰
- 3 1 2 : 尖峰
- 3 2 0 : 信號
- 3 2 1 : 第一脈衝
- 3 2 2 : 第二脈衝
- 4 0 0 : 處理腔室
- 4 0 1 : 基板
- 4 0 2 : 封閉體
- 4 0 3 : 處理模組
- 4 0 4 : 基板支撐
- 4 0 5 : 電磁輻射來源 (4 0 5 - 1 至 4 0 5 - 6)
- 4 0 6 : 偵測器 (4 0 6 - 1 至 4 0 6 - 6)
- 4 0 7 : 信號產生器 (4 0 7 - 1 至 4 0 7 - 6)
- 4 0 8 : 高溫計
- 4 1 1 : 管道
- 4 2 0 : 控制器
- 4 2 1 : C P U

4 2 2 : 記 憶 體

4 2 3 : 支 援 電 路

4 2 4 : 儲 存

5 0 0 : 流 程 圖

5 0 2 : 操 作

5 0 4 : 操 作

5 0 6 : 操 作

5 0 8 : 操 作

5 1 0 : 操 作

【生物材料寄存】

【 0 0 9 0 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 9 1 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註

記)

無

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】 一種用於估計一溫度的設備，包括：

複數個電磁輻射來源，放置該複數個電磁輻射來源以發射電磁輻射朝向一反射平面，該等複數個電磁輻射來源的每一個包括具有一開口的一反射器；

複數個電磁輻射偵測器，每一電磁輻射偵測器包含經配置以接收電磁輻射的一探針頭，該探針頭被放置在該等電磁輻射來源與該反射平面間的一位置以對由該等複數個電磁輻射來源的一對應電磁輻射來源所發射且通過該開口的電磁輻射採樣；

一高溫計，放置該高溫計以接收源自該等複數個電磁輻射來源且自該反射平面反射的電磁輻射；及

一處理器，該處理器經配置以基於由該高溫計所接收及由該等電磁輻射偵測器所採樣的電磁輻射來輸出一溫度估計。

【請求項 2】 如請求項 1 所述之設備，其中每一探針頭設置於至該對應電磁輻射來源的一發射元件的視線 (line-of-sight) 中。

【請求項 3】 如請求項 2 所述之設備，其中每一電磁輻射來源經配置以一發射圓錐發射電磁輻射朝向該反射平面，且處於一第一角度的該發射圓錐中的電磁輻射的一部分自該反射平面反射且接著由該高溫計接收。

【請求項4】 如請求項3所述之設備，其中每一電磁輻射偵測器的該探針頭被彎曲以對齊該發射圓錐的一圓錐表面，且經配置以對處於一第二角度的該發射圓錐中的電磁輻射採樣。

【請求項5】 如請求項4所述之設備，其中處於該第一角度的該發射圓錐中的電磁輻射的該部分具有與處於該第二角度的該發射圓錐中的電磁輻射的另一部分一實質相同的強度。

【請求項6】 如請求項1所述之設備，其中該處理器經配置以接收由該高溫計所接收的電磁輻射的一強度及由該等電磁輻射偵測器所採樣的電磁輻射的一強度，由該等電磁輻射偵測器所採樣的電磁輻射的該強度來決定來自該反射平面的反射的輻射的一強度，及從該高溫計所接收的電磁輻射的該強度減去反射的輻射的該強度來估計該溫度。

【請求項7】 如請求項6所述之設備，其中藉由在該反射平面應用一已知反射率至由該等電磁輻射偵測器所採樣的電磁輻射的該強度來決定來自該反射平面的反射的輻射的該強度。

【請求項8】 如請求項7所述之設備，其中該反射率係藉由以下操作來決定：

藉由從由該等電磁輻射偵測器所採樣的電磁輻射的

一最大強度減去由該等複數個電磁輻射偵測器中的至少一個電磁輻射偵測器所採樣的電磁輻射的一最小強度來計算一第一數量；

藉由從由該高溫計所偵測的電磁輻射的一最大強度減去由該高溫計所偵測的電磁輻射的一最小強度來計算一第二數量；及

計算該第一數量對該第二數量的一比率。

【請求項9】 如請求項 1 所述之設備，其中藉由應用 Planck 法則至由該高溫計所接收的電磁輻射的一強度及自該反射平面所反射的電磁輻射的一強度之間的一差異來估計該溫度。

【請求項10】 一種用於估計一溫度的設備，包括：

複數個電磁輻射來源，放置該複數個電磁輻射來源以發射電磁輻射朝向一反射平面，其中每一電磁輻射來源經配置以一發射圓錐發射電磁輻射；

複數個電磁輻射偵測器，每一電磁輻射偵測器包含經配置以接收電磁輻射的一探針頭，該探針頭被放置在該等電磁輻射來源與該反射平面間的一位置以對由該等複數個電磁輻射來源的一對應電磁輻射來源所發射的電磁輻射採樣；

一高溫計，放置該高溫計以接收源自該等複數個電磁輻射來源且自該反射平面反射的電磁輻射估計；及

一處理器，該處理器經配置以基於由該高溫計及由該等電磁輻射偵測器所接收的電磁輻射來輸出一溫度估計。

【請求項 11】如請求項 10 所述之設備，其中每一探針頭設置於至該對應電磁輻射來源的一發射元件的視線 (line-of-sight) 中。

【請求項 12】如請求項 11 所述之設備，其中處於一第一角度的該發射圓錐中的電磁輻射的一部分自該反射平面反射且接著由該高溫計接收。

【請求項 13】如請求項 12 所述之設備，其中每一電磁輻射偵測器的該探針頭被彎曲以對齊該發射圓錐的一圓錐表面，且經配置以對處於一第二角度的該發射圓錐中的電磁輻射採樣。

【請求項 14】如請求項 13 所述之設備，其中處於該第一角度的該發射圓錐中的電磁輻射的該部分具有與處於該第二角度的該發射圓錐中的電磁輻射的另一部分實質相同的強度。

【請求項 15】如請求項 10 所述之設備，其中該處理器經配置以接收由該高溫計所接收的電磁輻射的一強度及由該等電磁輻射偵測器所採樣的電磁輻射的一強度，由該等電磁輻射偵測器所採樣的電磁輻射的該強度來決定來自該反射平面的反射的輻射的一強度，及從該

高溫計所接收的電磁輻射的該強度減去反射的輻射的該強度來估計該溫度。

【請求項 16】如請求項 15 所述之設備，其中藉由在該反射平面應用一已知反射率至由該等電磁輻射偵測器所採樣的電磁輻射的該強度來決定來自該反射平面的反射的輻射的該強度。

【請求項 17】如請求項 16 所述之設備，其中其中該反射率係藉由以下操作來決定：

藉由從由該等電磁輻射偵測器所採樣的電磁輻射的一最大強度減去由該等複數個電磁輻射偵測器中的至少一個電磁輻射偵測器所採樣的電磁輻射的一最小強度來計算一第一數量；

藉由從由該高溫計所偵測的電磁輻射的一最大強度減去由該高溫計所偵測的電磁輻射的一最小強度來計算一第二數量；及

計算該第一數量對該第二數量的一比率。

【請求項 18】如請求項 10 所述之設備，其中藉由應用 Planck 法則至由該高溫計所接收的電磁輻射的一強度及自該反射平面所反射的電磁輻射的一強度之間的一差異來估計該溫度。

【請求項 19】一種用於估計一溫度的設備，包括：

複數個電磁輻射來源，放置該複數個電磁輻射來源

以發射電磁輻射朝向一反射平面，其中每一電磁輻射來源經配置以一發射圓錐發射電磁輻射；

複數個電磁輻射偵測器，每一電磁輻射偵測器包含經配置以接收電磁輻射的一探針頭，該探針頭被放置在該等電磁輻射來源與該反射平面間的一位置以對由該等複數個電磁輻射來源的一對應電磁輻射來源所發射的電磁輻射採樣，其中每一探針頭設置於至該對應電磁輻射來源的一發射元件的視線 (line-of-sight) 中，且其中處於一第一角度的該發射圓錐中的電磁輻射的一部分自該反射平面反射且接著由該高溫計接收；

一高溫計，放置該高溫計以接收源自該等複數個電磁輻射來源且自該反射平面反射的電磁輻射估計；及

一處理器，該處理器經配置以基於由該高溫計及由該等電磁輻射偵測器所接收的電磁輻射來輸出一溫度估計，其中藉由應用 Planck 法則至由該高溫計所接收的電磁輻射的一強度及自該反射平面所反射的電磁輻射的一強度之間的一差異來估計該溫度。

【請求項 20】 如請求項 19 所述之設備，其中每一電磁輻射偵測器的該探針頭被彎曲以對齊該發射圓錐的一圓錐表面，且經配置以對處於一第二角度的該發射圓錐中的電磁輻射採樣，且其中處於該第一角度的該發射

圓錐中的電磁輻射的該部分具有與處於該第二角度的該發射圓錐中的電磁輻射的另一部分實質相同的強度。

【發明圖式】

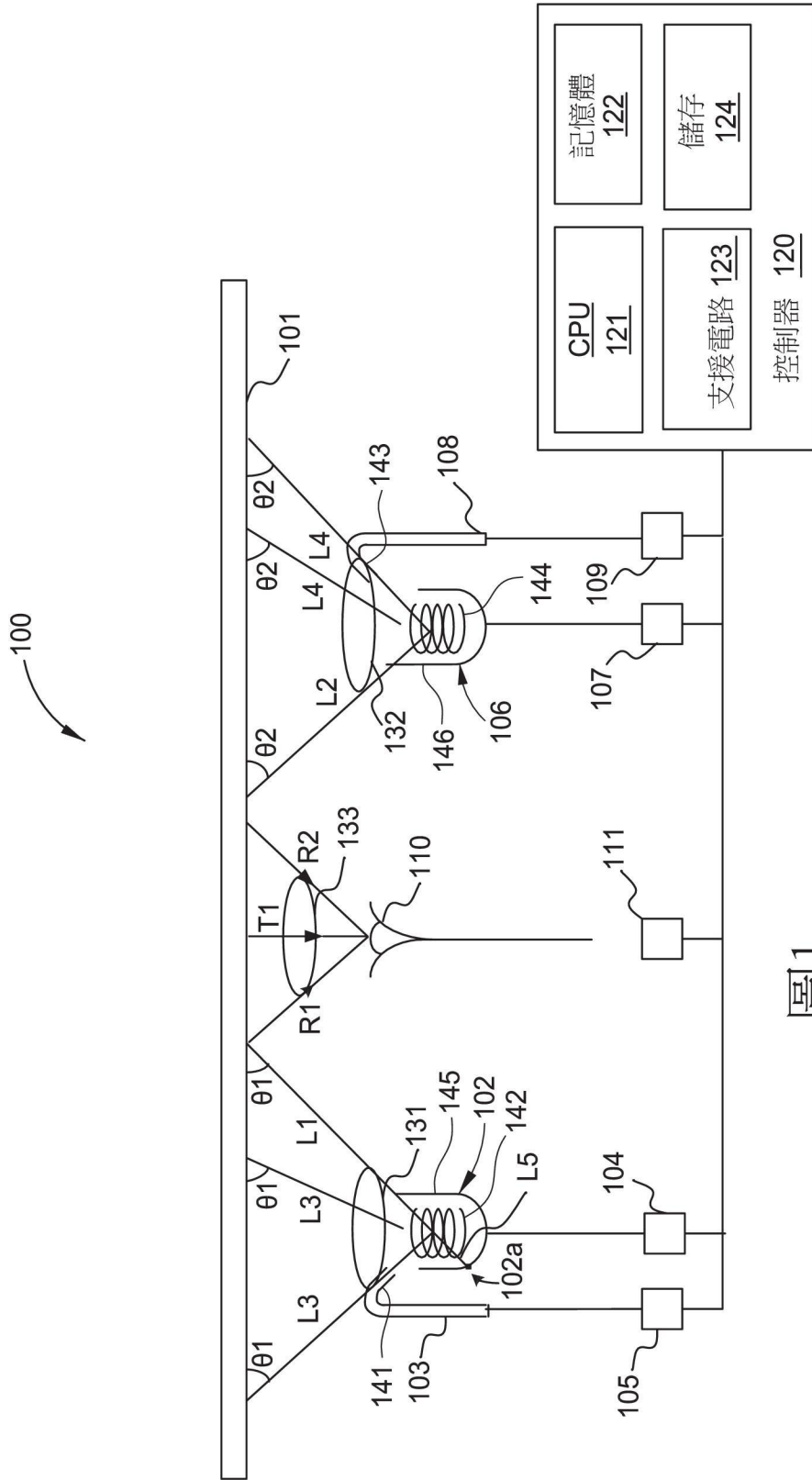


圖1

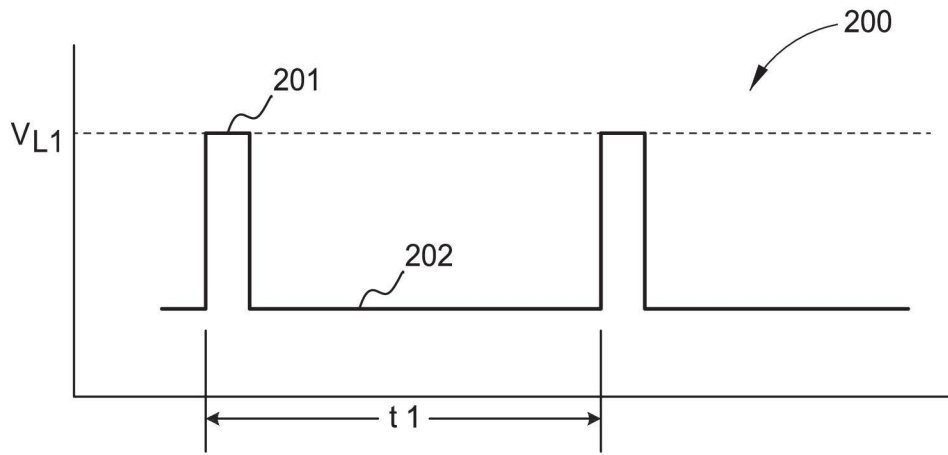


圖2A

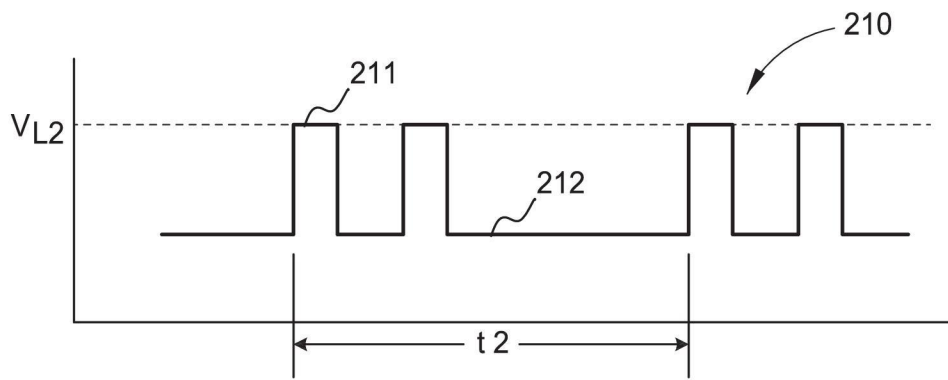


圖2B

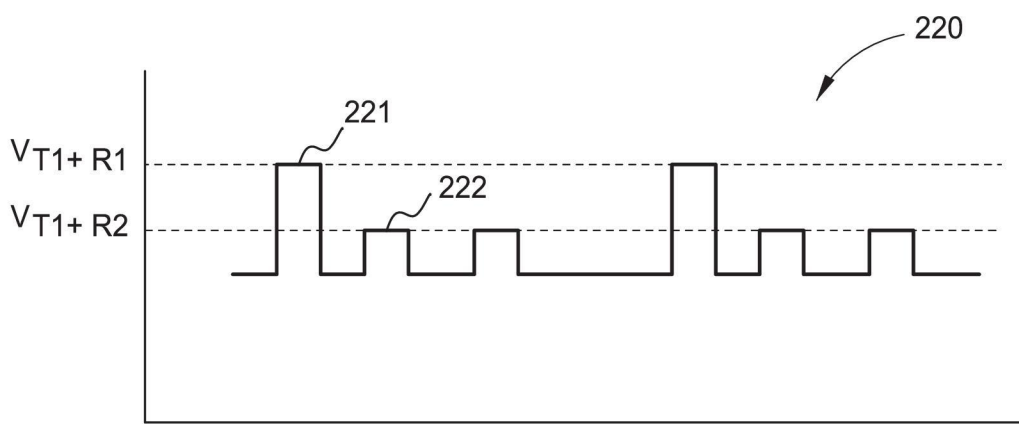


圖2C

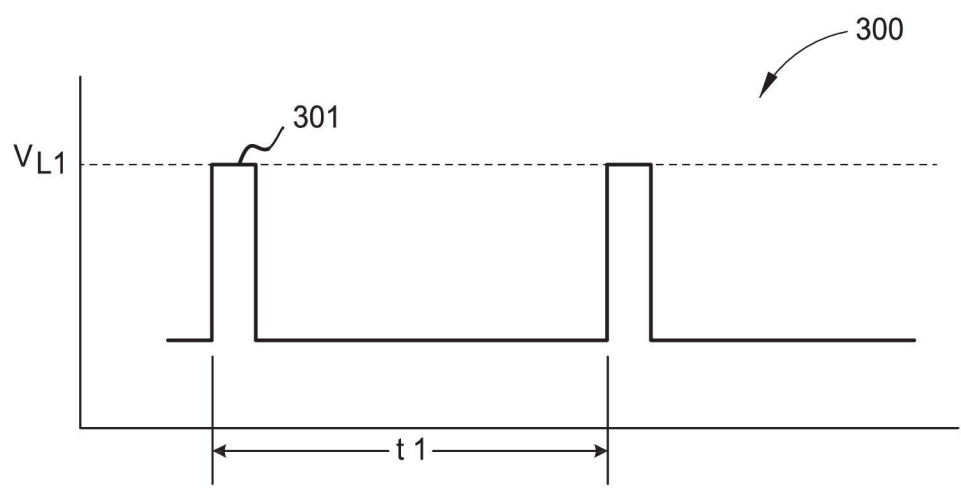


圖3A

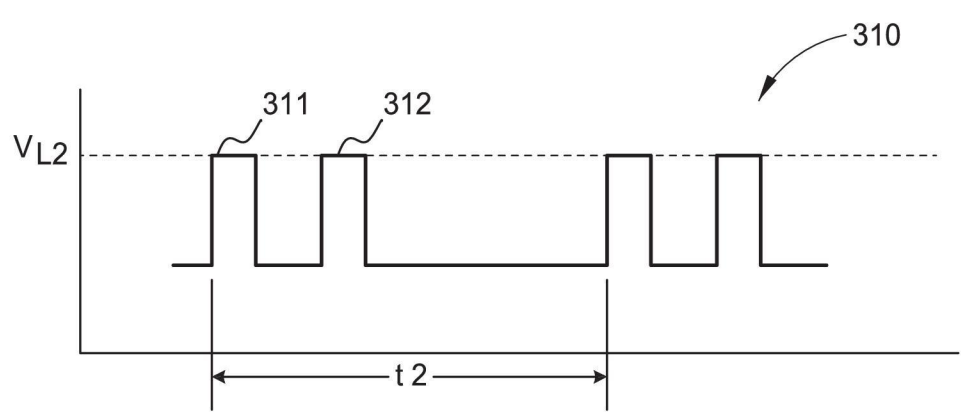


圖3B

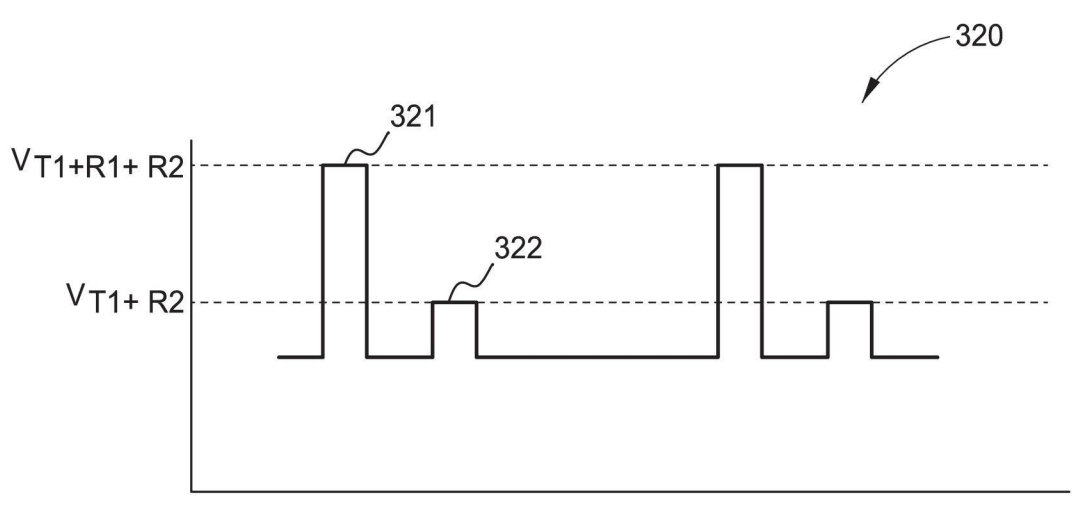


圖3C

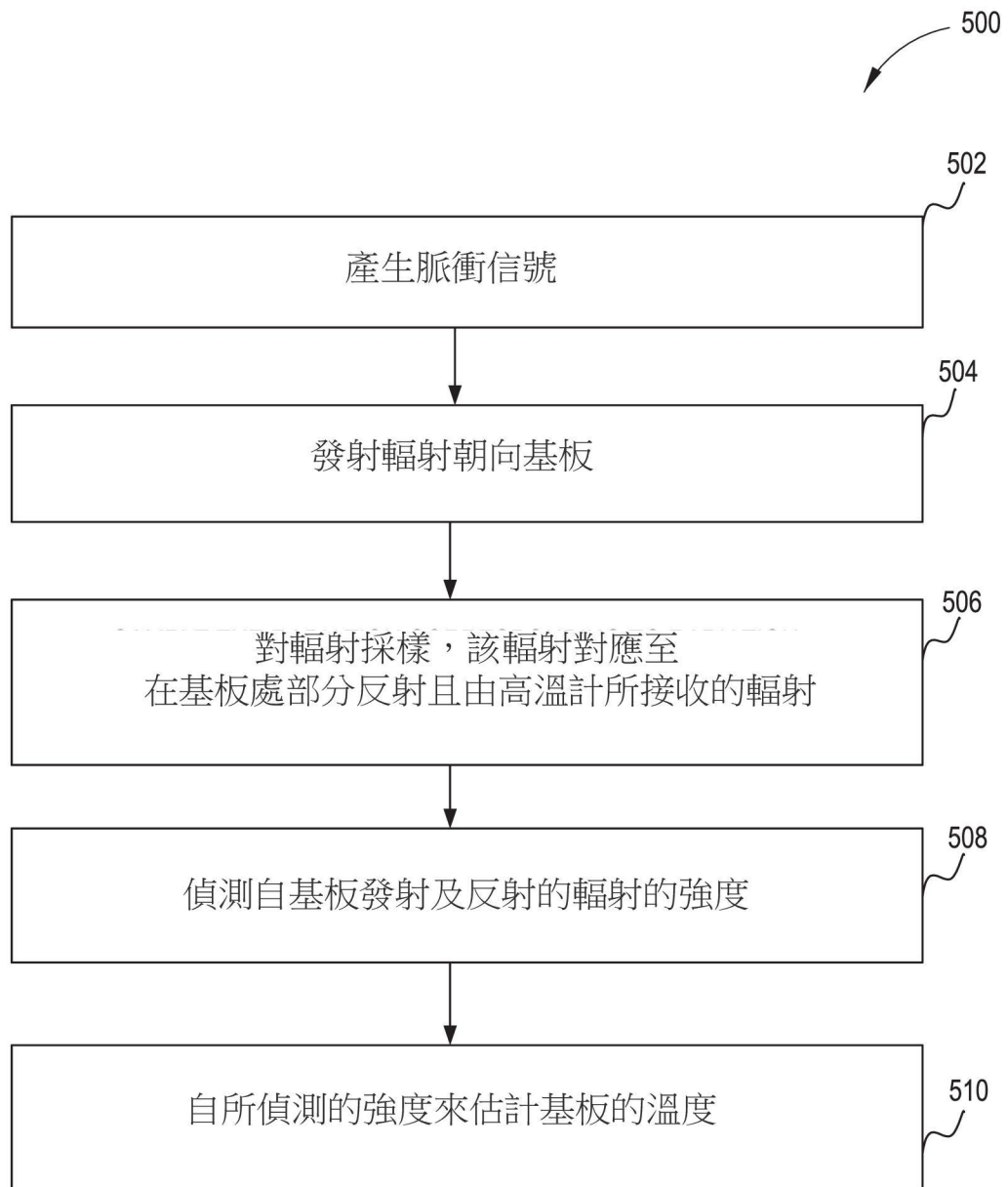


圖5