

# 發明專利說明書

100年1月11日修正替換頁

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96106448

※申請日期：96.2.26

※IPC 分類：H05B 6/64 (2006.01)

F24C 7/02 (2006.01)

公告本

## 一、發明名稱：(中文/英文)

電磁式加熱術

ELECTROMAGNETIC HEATING

## 二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

果吉有限公司 / GOJI LIMITED

代表人：(中文/英文)

達瑪利 伍迪 / DAMARI, UDI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

百慕達漢彌爾頓·佩-拉-維爾路 8 號

8 Par-La-Ville Road, Hamilton HM08, P.O.Box HM3399 HM PX, Bermuda

國籍：(中文/英文)

千諾群島 / Channel Islands

## 三、發明人：(共 2 人)

姓名：(中文/英文)

1. 班-須木爾 艾倫 / BEN-SHMUEL, ERAN

2. 比爾琴斯基 亞歷山大 / BILCHINSKY, ALEXANDER

國籍：(中文/英文)

1. 以色列 / ISRAEL

2. 以色列 / ISRAEL

#### 四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項第一款或第二款規定之事實，其事實發生日期為：。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國、 2006/02/21、 60/775, 231
2. 美國、 2006/07/10、 60/806, 860
3. PCT、 2007/02/21、 PCT/IL2007/000236

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

## 五、中文發明摘要：

一種用以加熱不規則狀物件之電磁式加熱器，其包含：  
一腔室，供一物件被安置在其內；  
至少一個饋送部，其饋送UHF或微波能量進入該腔室；以及  
一控制器，其控制該腔室或能量之一個或多個特性，以確保該UHF或微波能量在該物件容積至少80%範圍內而以±30%程度均勻地被積存於該物件中。

## 六、英文發明摘要：

An electromagnetic heater for heating an irregularly shaped object, comprising:  
a cavity within which an object is to be placed;  
at least one feed which feeds UHF or microwave energy into the cavity; and  
a controller that controls one or more characteristics of the cavity or energy to assure that the UHF or microwave energy is deposited uniformly in the object within ±30% over at least 80% of the volume of the object .

**七、指定代表圖：**

(一)本案指定代表圖為：第 ( 1A ) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10…腔室	24…匹配元件
12…端點	28…軸
14…圓柱形部份	30…方向
16、18、20…饋送天線	32…絕緣片
22…場調整元件	36…絕緣材料

**八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：**

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

發明領域

本發明一般係關於使用電磁能量的材料加熱術。

### 5 【先前技術】

發明背景

微波爐是現代社會中普遍存在的東西。但是，其之限制是眾所習知的。這些限制包含，例如，不均勻的加熱和緩慢的熱吸收。實際上，一般微波爐，當被使用於加熱時(例如，解凍)，導致在加熱物件不同位置之間有高至100°C之溫度差異，導致超熱點、熱量散失區域產生。例如，在微波爐中被解凍之冷凍食物可具有一個或多個部份，例如，其外部可能變溫熱了或甚至部份較早地燒熟了，而其他部份(例如，其內部)甚至被解凍。如所習知的，發生在加熱杯子之液體內的熱點，其可能導致使用者身體受傷害。一個試圖降低熱點之一般方法是，轉動正加熱之物件。這方法無法提供如所需之均勻的加熱。

一種提供均勻加熱的方法是，允許被積存在一過熱點之熱散佈至周圍區域並且藉由傳導而將它們加熱。此方法可包含間歇性的加熱步驟，於其中加熱週期地被停止以允許熱之擴散。雖然這方法可被使用於本發明相關方法中，加熱方法之停止和開始是非常慢的(由於多數食物之低熱傳導性，其需要長的停止週期以達成該方法之效能)或是相對無效益的。另一種方法是以非常低的功率加熱。這可被

使用於，例如，大的冷凍部份。如果加熱是充分地慢，則在過熱點溫度上升之前在過熱點所超出熱的散佈將不是好的。但是，這方法需要增加10或20倍完全有效的加熱時間。由於來自物件之熱對流，以室溫烹調或加熱不是主要的選擇。

5 一些報告已經公佈，其中低溫樣本的微波加溫問題之理論分析已被完成。因為此類分析之困難，此類的分析僅僅完成固定的形狀，例如，球形和橢圓形。依腎臟大小的樣本試驗之嘗試明顯地被完成，但這些試驗結果並不表示

10 用於解凍腎臟之可行的辦法是可用的。

此外，並無出現一種解決辦法以用於解凍其他器官、或用於解凍更多任意形狀的加溫或烹煮的食物。

先前技術公佈包含：

S. Evans之電磁再加溫：依加熱均勻性和效能之CPA集中和無線電來源頻率的效應，低溫生物學40 (2000) 126 -

15 138。

S. Evans等人，用於冷凍保存生物材料再加溫之UHF應用器的設計，其發表於IEEE Trans. Biomed. Eng. 39 (1992) 217 - 225。

20 M.P. Robinson等人發表之細胞和組織的快速電磁加溫，其發表於IEEE Trans. Biomed. Eng. 46 (1999) 1413 - 1425。

M.P. Robinson等人發表之冷凍保存組織之電磁再加溫：加熱均勻性之保護劑和取樣形狀的選擇效應，其發表

於Phys. Med. Biol.47 (2002) 2311 - 2325。

M.C. Wusteman, Martin等人發表之利用介電質加溫的大組織之玻璃化：生物問題和它們的一些解決辦法，其發表於低溫生物學48 (2004) 179 - 189。

5 J.D.J. Penfold等人之論文，其標題為“冷凍保存腎臟模體之電磁加溫中的熱散失和加熱均勻性之控制”，其發表於低溫生物學30，493-508 (1993)，其說明一理論分析和試驗結果。然而，明顯地由腎臟尺寸模體所構成的一些試驗，主要報告結果是具有一均勻的球形物件。

10 如所報告的，一腔室自三個正交方向(x、y、z)被饋入434 MHz之電磁能量。該x和y方向之饋送被提供自相同的產生器、並且相位被改變，因而該場成圓形地被極化。該頻率以32 kHz之級距被變更(明顯地最大上升至大約在350 kHz)，以匹配因增加溫度而被改變之輸入阻抗。

15 上面所有的物件皆配合此文作為參考。

## 【發明內容】

### 發明概要

本發明者了解到，先前技術研究者所採取以提供均勻加熱之措施是不適當的並且不能單獨地導致可供實行於不規則狀物件(例如，器官、食物或其類似者)之均勻加熱(或解凍)的方法。尤其是於先前技術發現遇到許多問題。如此處所使用的，“不規則”之稱呼表示物件偏離球形或橢圓形多於5% RMS之容積。

20

習見的微波爐被組態以將實際上是一種單頻率之微波

能量饋進爐室。由於裝置之限制使能量將在小的範圍以不同的頻率被饋送，通常在2.4和2.5 MHz之間。本發明者了解，使用大致固定頻率，或甚至追蹤小的頻率範圍中之單一分佈峰值的限制，顯著地限制達成均勻加熱的能力。實際上，以單一頻率加熱被發現是過熱點的主要理由之一。但是，使用不同的頻率(使用一個或多個饋送部)，可改進加熱之均勻性。

雖然一些所提議的先前技術之加熱器採用多於一個之微波輸入，而在兩個輸入之間的頻率差量是小的，較小於6 MHz。

本發明者亦發現，習見微波爐之腔室結構，尤其是，腔室模式結構，固有地無法允許達成均勻的加熱。一般，於所給予的腔室模式之場隨著位置變化，並且加熱隨著場強度變化。

於本技術中，試圖在加熱開始之前完成設定微波爐之參數以匹配加熱物件特點。但是，在加熱時被加熱物件之特點(例如，吸收所給予的頻率能量之傾向)改變。因此，本發明者了解，即使甚至在操作之前加熱器被調至加熱物件，即使甚至在操作短週期之後物件特點亦將被改變並且調整將不再是主要的。

另一問題是，有時，在物件之所給予位置的吸收性隨溫度增加而較高。這可提升“熱散失”之問題(即使於習見的微波爐中)，其中，相對熱之位置吸收多於較冷位置的熱，因此連續地增加溫度差量。當調整裝置之能量輸入至物件

之阻抗時，傳送進入物件之能量的效能可被最大化，但是過熱點一般亦增加。

本發明者亦注意到，習知處理能量分佈的文獻，其利用共振器(例如，表面電流)處理能量吸收過程且不需要處理物件。更進一步地，沒有提到物件之能量消散的分佈(除一些討論滲透深度之外)。

更進一步地，當自多個方向饋送進入腔室時，在該等饋送部之間的耦合可能是主要問題。雖然對於球形樣本，甚至對於自這形狀之微量變化，這些效果是小的，在輸入之間的耦合可能是很大的。此耦合導致多數問題，包含不均勻的加熱和低功率效能。

本發明一些實施範例處理一個或多個這些問題。

如此處使用之名詞“加熱”代表傳送電磁(EM)能量進入一物件。有時，一物件可依據本發明被加熱而不必增加溫度(例如，當隨著至少等於加熱率之速率或其中被傳輸之能量是對於相位改變被取得之相位改變，而被冷卻時)。加熱包含利用電磁能量之融化、解凍、加熱、烹煮、乾燥等等。

本發明一些實施例之論點相關於真正生活中，亦即，非均勻的或不規則的幾何物件的更均勻加熱。如此處使用之名詞“物件”表示任何物件，包含一個或多個物件之構成。於本發明實施例中，當最冷的部份到達 $0^{\circ}\text{C}$ 時，解凍器官之最熱部份是 $6^{\circ}\text{C}$ 或較少。這已利用牛的肝臟被確認。於牛的肝臟之試驗中，在自 $-50^{\circ}\text{C}$ 解凍之後，被解凍的肝臟之溫度範圍是自 $8^{\circ}\text{C}$ 至 $10^{\circ}\text{C}$ 範圍。一般，需要解凍物件，以使

所有部份在冰凍點之上，以避免再結晶化。於另一實施例中，物件被加熱至其他溫度(例如，供用或烹煮溫度、或在加熱前之物件溫度上的零下溫度)，而保存在 $50^{\circ}\text{C}$ 之內加熱溫度均勻性。有時，被加熱(或被解凍)物件之溫度均勻性在  
5 加熱期間被保持，以使所有時間之溫度均勻性是在 $50^{\circ}\text{C}$ 之內或甚至在 $10^{\circ}\text{C}$ 或 $5^{\circ}\text{C}$ 之內。

本發明一些實施例之論點係相關於在頻率子頻帶的有限集合上掃動饋送頻率(亦即，在屬於各子頻帶之許多頻率上饋送能量進入加熱器)。例如，對於RF頻率之頻帶的能量  
10 分佈被量測(例如，加熱器全體運算範圍)，並且依據該量測結果，頻率子頻帶之一有限集合被選擇。在能量效能被量測的頻帶寬度可以，例如，高至2GHz。有時，該頻帶可以具有在中心頻率0.5% ( $5/1000$  [MHz])和25% ( $100/400$  [MHz])之間的寬度。

15 量測可以在加熱一物件之前，在一次或多次加熱物件期間被進行，或預先地被進行(藉由一樣本物件以定義供用於另外之主要相同物件之子頻帶)。於本發明實施例中，回應於能量效能量測，RF能量以多數個頻率和功率位準被饋送至腔室。例如，該輸入可以是頻率掃動。下面將被說明  
20 之其他方法亦可被使用。

本發明一些實施例之論點是關於確保加熱處理之效能。該加熱效能被定義作為利用RF能量來源(放大器或其他者)所產生，其於加熱物件中被吸收之功率的部份。較高的加熱處理效能導致全體處理程序之較高的效能。

於本發明實施例中，以某種頻帶之各個頻率( $S_{ij}$ )被耦合至其他饋送的功率以及各個頻率( $S_{ii}$ )產生的損失被考慮以決定設備之加熱效能並且調整其某些特性，例如，決定在何頻率以何功率發送並且以匹配功率發送那些頻率之時序。可選擇地，自一個饋送部被饋送進入系統之被吸收的功率(輸入功率減去耦合功率)被調整為相同於被饋送進入其他各饋送部之被吸收的功率。

於本發明實施例中，效能之寬度“頻譜”(相關於Q係數)合意地被增加。習知地，自一般的RF理論，較大的物件(或負載)損失匹配較低的Q係數。此外，寬廣的分佈峰值允許掃動頻率於效能峰值附近，其是相信可進一步地改進加熱均勻性的技術。依據頻寬，在天線和表面電流之間的耦合可被降低。假如分佈被量測(甚至於空的腔室中)，因天線及/或金屬構件所導致的分佈峰值、及/或表面電流出現為窄的分佈峰值。因此，藉由避免以這樣的頻帶(例如，在0.25%之下或甚至在0.75%之下的寬度)傳輸，能量損失可以被降低。這樣的量測可在物件加熱之前及/或在加熱期間或在加熱器製造期間被完成，以防止此等波長之傳輸。更進一步地，在輸入之間的耦合可在製造期間被量測並且可避免頻帶的高耦合。

於本發明一些實施例中，以各個傳輸頻率被輸入至饋送部之功率被調整以考慮被加熱物件所吸收之功率的差量，其可提供均勻的或更均勻的功率吸收過程。申請人已發現，改變一些被選擇之子頻帶的傳輸頻率以及在那些被

選擇的子頻帶內之各頻率的輸入功率，選擇大約為吸收峰值，將導致加熱物件內之加熱樣型改變。因此，藉由在被選擇之子頻帶中掃動頻率，當功率適當地被調整時，物件各部份可被加熱。保持在物件不同位置所被吸收的總能量一致甚至將導致物件更均勻的加熱。

本發明一些實施例之論點係關於RF加熱腔室之設計、構造以及校正。腔室可以被設計以符合本發明之某些需要。

於本發明實施例中，RF加熱器包含一個、二個或多個饋送能量至腔室的電磁能量饋送部。選擇地，該等饋送部可以是天線，最好是，寬頻及/或方向性的天線。可選擇地，該等饋送部可以在不同的方向被極化以降低耦合。這些特性可以被使用而降低耦合並且提供執行本發明之較高的自由度。本發明實施範例使用平行於正交座標地被安置的三組饋送部。選擇地，可使用二個或多於三個，例如，六個饋送部。可選擇地，當較少的均勻性是可接受時，僅有提供二個(或一些實施例中，甚至是一個)饋送部，並且利用本發明的其他論點提供足夠之均勻性。

於一些實施例中，許多天線可以被使用，而不是只有使用具有單一主金屬線之天線，經由該天線進入的波形到達天線結構的所有部份(其可以是天線陣列)。這群天線可以作用如天線陣列地，在不同時間傳送能量至六個天線之各天線，因而匹配產生自複雜天線之幾何設計的相位。這允許相加物件上之RF能量而相對於在天線之前相加其能量。在這樣的天線群之間的優勢是可能降低生產成本(較便宜之

放大器)。此外，可能動態地(並且獨立地)控制各個輸入之相位提供控制RF (EM)模式之另外的自由度。

更進一步地，應注意到，天線陣列一般將比單一天線具有較大的區域。其可能的優點將降低加熱協定上之加熱物件位置的相依性。可能二個或多個天線來源是同調的，使得天線結構具有共同之性能。更進一步地，天線陣列可以具有較高的方向性或頻寬並且可能因此提供實施本發明之優點。更進一步地，天線陣列通常是可旋轉的，以提供天線可變的方向性並且允許更好能量轉移至被加熱之物件。

於本發明一些實施例中，一種寬頻帶固態放大器可被使用作為RF能量來源。其可能的優勢是，可以利用固態放大器引介之頻率的寬頻帶。

於本發明實施例中，至少一個場調整元件被安置於腔室中以改進加熱處理之一個或多個參數(例如，耦合)。可選擇地，多於一個場調整元件被使用。可選擇地，至少一個場調整元件之任何邊界是電氣地浮動(不接觸腔室之金屬壁面)。可選擇地，至少一個元件邊界的任何部份被附至一腔室壁面。於本發明實施範例中，至少一個元件不是固定的，因而可被移動及/或轉動及/或摺疊/展開以改進加熱處理程序之一個或多個參數。於本發明實施範例中，至少一個元件對於一軸轉動。本發明實施範例中，至少一個元件沿著腔室壁面滑動。

在本發明實施範例中，場調整元件是金屬或其他的導

體。不同地，任何材料，例如，可選擇地裝載金屬之介電質，其是習知可擾亂電磁場，可被使用作為匹配元件。場調整元件之大小、結構、位置以及材料可影響該場調整元件之效能。該大小之影響亦是取決於該元件位置。在一位置，元件於被量測之能量的影響和其他的加熱參數轉移，但在另一位置則不是。一般，當該元件是在天線方向性之方向時，其將具有相對大之效果。

另外地，腔室高度對於半徑距離之關係，和幾何設計(例如，箱盒形狀相對於圓筒形狀)是習知將影響腔室之分佈樣型和在該腔室內之模式。於設計依據本發明一些實施例之裝置時，分佈之模擬或嘗試誤差量測可以被使用於選擇較合適的腔室，例如，物件中具有較寬之分佈峰值(低的Q係數)，或對於所需的加熱更能適應(亦即，使用相似場調整元件以引動該分佈樣型之更引人注目的改變，例如，下面之說明)。

本發明一些實施例論點是關於被使用於饋送腔室之饋送部。依據本發明實施例，能量經由同軸輸入被饋送進入腔室並且該同軸輸入之中心導體被延伸通過腔室壁以形成迴路之部份。於本發明實施範例中，該延伸之末端不附著於腔室壁。可選擇地，部份的迴路包含天線，其朝向被加熱的物件之位置發射以改進轉移至該物件之功率。

依據本發明另一實施例，經由同軸輸入被饋送之能量可選擇地經由螺旋狀天線被饋送進入腔室。可選擇地，螺旋週期，其之直徑及/或其之方位是可調整的，因而改變在

腔室內之模式和分佈。於本發明一些實施例中，一個或多個輸入採用右旋螺旋而其他的則採用左旋螺旋。這可使在該螺旋之間的耦合最小化。另外地，所有的螺旋具有相同方位。

- 5 依據本發明另一實施例，不規則形天線被使用在一個或多個輸入上。

依據本發明另外一些實施例，不同型式的天線被使用在不同的輸入埠上。

- 10 依據本發明一些實施例，天線依據波長校正係數被設計，其轉換腔室中天線自由空間中心波長為有效的中心頻率。本發明者已發現，這轉換是明顯地無關於正被加熱的物件之形狀或大小。

本發明一些實施例論點係關於控制輸入至加熱器腔室之電磁能量的方法。

- 15 本發明實施範例中，回應於物件之改變或在加熱器啟始調整期間，加熱器之一個或多個特性在物件加熱期間被調整。於一實施範例中，(i)至少一個場調整元件之位置及/或方位、及/或(ii)在至少一個頻率(或頻率子頻帶)中之傳輸功率、及/或(iii)一個天線結構或更多天線之特性、及/或(iv)  
20 被加熱物件之位置之至少一事項被調整以改進至正被加熱物件的能量轉移之淨功率及/或效能及/或均勻性。可選擇地，至少一個場調整元件的輸入頻率、位置及/或方位之二者或更多被調整。

於本發明一實施範例中，輸入頻率是大致地不同。雖

然上述之先前技術中，頻率被允許相異而高至6 MHz，於本發明實施範例中，頻率可以相異為10、20、50、100或甚至幾百MHz。這允許以較大的彈性均勻地提供功率至物件。於先前技術中，藉由將物件浸沒於抗凍液體中，而達成物件之均勻性。這導致在系統中，液體之特性受支配，在加熱期間頻率稍微被改變，但是物件它本身非很好地相配於微波環境。此外，有時，較佳地不使物件遭到均勻性感應(例如，暴露至可能對生物材料有危險的或消耗或損害食物味道或結構之流體)。

10 可選擇地，使用習見的環境控制要素，腔室環境被控制(例如，濕度、冷卻或加溫之採用)，其被提供至物件外部。這樣的外部冷卻可允許避免外部之過度加熱。另外地，一些加熱可以被提供至外部以開始解凍處理程序。這可有助於防止再晶體化，或於煮蛋之情況中，該加熱將降低越過

15 蛋殼之溫度梯度(以及其壓力)，因此降低破裂和爆裂之可能性。因此，於本發明一些實施例中，熱輻射、聚集或反射元件被提供至正被加熱物件之外部或在其之內部。濕度控制可提供濕氣至正被加熱之物件以避免物件太乾燥。對於一些物件，例如，肉類，其可產生在物件上所形成之濕氣

20 維持層，以避免物件太乾燥。

於本發明一些實施例中，RF靈敏性物件被安置於正被加熱的物件之上或接近它。這樣的物件可以作用如被動熱源。此類熱源的範例包含金屬棒，其作用如雙極輻射器，或金屬粉末，其可被使用作為反射器或金屬薄片，其可屏

障正被加熱的物件之小的部份。

於本發明一些實施例論點中，加熱尾端(例如，解凍或煮沸尾端)自動地被檢測並且加熱被停止。另外地，在加熱期間，該加熱處理特性可以考慮介電質性質而被調整(例如，在相位改變時，發送更多功率以避免花費長的時間在這處理程序中)。於本發明實施例中，藉由物件介電質性質中之改變，相位改變被感應，例如，當它們藉由各種回報損失之量測以及該饋送或所需的操作頻率之耦合被表示時。可選擇地，物件可以被包裝於將包含溫度感測器之封裝中。可選擇地，熱偶、IR感測器及/或光學感測器可被使用以決定解凍、烹煮或其他加熱處理程序之尾端。

可選擇地，在加熱期間，物件之目前溫度，可經由連續的功率轉移效能以及功率進入腔室饋送之了解，依據某種物件所需要的RF功率數量以及物件中被吸收的RF功率之精確量測而被判定。

本發明一些實施例之論點係關於提供可微波之封裝、封套、標籤、附件或其他指示物，如包含加熱指令，該指令指示RF信號所需的驅動概況，而不是僅僅功率而已，如時間函數。於本發明一實施範例中，該指示概況包含針對一列表之指標或產生包含多數個頻率之RF驅動概況的模擬。可選擇地，至少3個、至少5個或更多的不同頻率及/或一個或多個頻率範圍被指示。可選擇地，該驅動概況包含一個或多個輸入，以使用輸入相位、暫時目錄及/或封裝相關資訊，例如，封裝熱量和RF運轉狀態。

於本發明一實施範例中，共振電路被嵌進物件中及/或其之表面上(例如，在物件被封裝於其中之袋中)。此類的感測器可以利用進行頻率掃描以及尋找共振頻率之輸入阻抗中的改變而被辨識。此類的電路可被使用以辨識物件。

5 如果裝袋具有溫度靈敏性元件，則它們亦可被使用以判定溫度(並且檢測該加熱處理程序之尾端及/或進展)。可選擇地，這些電路之頻率完全不是一般被使用於加熱之頻率。另外地，加熱器被組態因而不以與特定共振結構互動之頻率發送功率(而可能發送較高和較低的頻率)。

10 因此依據本發明一實施例而提供電磁式加熱器，以用於加熱不規則狀物件，該加熱器包含：

一腔室，一物件將被安置在其之內；

至少一個饋送部，其饋送UHF或微波能量進入腔室中；以及

15 一控制器，其控制該腔室或能量之一個或多個特性，以確保該UHF或微波能量是在該物件容積至少80%或90%範圍內，以±30%、20%或10%程度均勻地被積存於該物件中。

可選擇地，該至少一個饋送部包含多數個饋送部。

20 於本發明實施例中，該一個或多個控制特性包含在一個或多個饋送部被輸入的能量之頻率。另外地，該等一個或多個控制特性包含在腔室內部的場調整元件之位置或方位。可選擇地，該等特性被控制以提供所需的淨功率效能進入該腔室。

依據本發明一實施例，進一步地提供加熱不規則狀物件之方法，該方法包含下列步驟：

置放物件於加熱器腔室中；

饋送UHF或微波能量進入加熱器中；

- 5 控制腔室或能量之一個或多個特性，以確保該UHF或微波能量是在該物件容積至少80%或90%範圍內，以±30%、20%或10%程度均勻地被積存於該物件中。

於本發明實施例中，該等一個或多個控制特性包含在一個或多個饋送部被輸入能量之頻率。另外地，該等一個或多個控制特性包含在腔室內部的場調整元件之位置或方位。可選擇地，該等特性被控制以提供所需的功率淨效能進入腔室。可選擇地，控制該頻率包含以涵蓋至少0.5%範圍頻帶之多數個頻率饋送能量。

10

依據本發明一實施例，是在加熱開始時先被冷凍的。可選擇地，該物件被加熱直至被解凍為止。可選擇地，當藉由該加熱完全通過物件而解凍時，於物件中之溫度差異是較少於50°C、20°C、10°C、5°C或2°C。於本發明實施例中，該冷凍物件是動物或人的器官。

15

依據本發明一實施例，進一步地提供加熱一物件之方法，該物件在具有至少一個RF埠之腔室中，該方法包含下列步驟：

20

饋送能量進入至少一個埠中；並且

在該物件加熱期間，變化能量頻率，因而其在較大於0.5%、2%、5%、10%或20%之頻帶範圍內變化。

於本發明實施例中，該頻率跨越頻帶而被掃動。

可選擇地，該頻帶是至少20 MHz或100 MHz寬。

依據本發明一實施例，進一步地提供電磁式加熱設備，該設備包含：

5 一腔室；

至少一個UHF或微波能量饋送部；以及

至少一個可調整磁場之調整元件，其被置於該腔室之內。

可選擇地，該至少一個場調整元件是金屬元件。

10 可選擇地，該至少一個可調整磁場之調整元件是可旋轉，以產生所需的功率耦合。另外地，該至少一個場調整元件是可滑動，以產生所需的功率耦合。可選擇地，該至少一個可調整磁場之調整元件包含多數個可獨立地調整元件。

15 依據本發明一實施例，進一步地提供用於電磁式加熱之方法，該方法包含下列步驟：

將被加熱之物件置放進入腔室中；

饋送UHF或微波能量進入該腔室；並且

調整該腔室之特性以達成所需的加熱均勻性。

20 可選擇地，該腔室包含在該腔室內之至少一個可調整的場調整元件；並且

其中調整該腔室包含調整該至少一個場調整元件。

可選擇地，該至少一個可調整之場可調整元件包含多數個該等元件。

可選擇地，當加熱進行時，調整被進行至少一次。

依據本發明一實施例，進一步地提供用於電磁式加熱之設備，該設備包含：

一腔室；

- 5 多數個饋送(可選擇地為2個、3個、或6個)，其饋送UHF或微波能量進入該腔室；

一控制器，其決定轉移進入腔室之淨功率效能並且調整多數個輸入之頻率，以使轉移進入該腔室之淨功率效能被控制。

- 10 可選擇地，該控制器在加熱開始和結束間之期間調整頻率。

可選擇地，該設備包含被置於腔室中之至少一個可調整的場調整元件。可選擇地，該控制器調整該場調整元件以提高淨功率轉移效能。

- 15 可選擇地，當加熱進行時，該控制器調整該頻率。

可選擇地，該控制器被組態而以不同的功率在至少二個頻率而饋送。

可選擇地，當加熱進行時，該控制器掃動該頻率。

- 20 依據本發明一實施例，進一步地提供電磁式加熱之方法，該方法包含下列步驟：

置放將被加熱之物件進入一腔室中；

經由多數個饋送部將UHF或微波能量饋送進入腔室中；

對於各個饋送部，在一頻率範圍內以頻率之函數而決

定進入該腔室之淨能量轉移效能；並且

回應於該決定之效能函數，而調整該被饋送能量之頻率。

於本發明實施例中，該方法包含當加熱進行時調整該  
5 頻率。

可選擇地，該方法包含在該頻帶範圍掃動頻率。

可選擇地，該方法包含當該頻率被調整時，回應於該效能函數，而調整在各個饋送部之功率。

於本發明實施例中，當比較於饋送進入該等饋送之能量時，轉移進入將被加熱物件的能量之全部效能是較大於  
10 40%或50%。

依據本發明一實施例，進一步地提供用於電磁式加熱之設備，該設備包含：

一腔室；

15 至少一個饋送部，其饋送UHF或微波能量進入該腔室；

一控制器，其決定當加熱進行時所需能量的頻率之改變並且以至少1 MHz、10 MHz或25 MHz改變該頻率。

於本發明實施例中，所需的頻率改變是由在一頻帶範圍上轉移至該腔室之淨能量效能的量測而被決定。

20 依據本發明一實施例，進一步地提供電磁式加熱之方法，該方法包含下列步驟：

置放一將被加熱之物件於腔室中；並且

在加熱過程期間以至少1 MHz、10 MHz、25 MHz或25 MHz改變用於加熱該物件而被饋送進入該腔室之UHF或微

波能量頻率。

於本發明實施例中，所需的頻率改變是由在一頻帶範圍上轉移至該腔室之淨能量效能的量測而被決定。

於本發明實施例中，頻率被掃動經過至少5 MHz之至少  
5 一個子頻帶範圍。

於本發明實施例中，回應於淨效能之量測，該功率對於各頻率被調整。

進一步地提供依據電磁式加熱之方法，該方法包含下列步驟：

10 置放一將被加熱物件進入一腔室中；並且  
經由多數個饋送部而饋送UHF或微波能量進入該腔室中；

其中饋送至二饋送部之能量的頻率相差為至少8 MHz、或20 MHz。

15 於本發明實施例中，自各多數個饋送部而饋送進入物件之淨能量是在25%範圍內約略相等。

依據本發明一實施例，進一步地提供電磁式加熱之方法，該方法包含下列步驟：

使一將被加熱物件，以可將該物件加熱之數量接受  
20 UHF或微波能量；

決定回應於該物件狀態之改變的加熱處理程序之一特性；並且

當一所需狀態被達成時則調整該加熱。

依據本發明一實施例，進一步地提供電磁式加熱之方

法，該方法包含下列步驟：

使一將被加熱物件，以可將該物件加熱之數量接受 UHF 或微波能量；

決定被該物件所吸收之能量；並且

5 當所需的能量被吸收時，則調整該加熱。

依據本發明一實施例，進一步地提供用於電磁式加熱之設備，該設備包含：

一腔室；

至少一個用於 UHF 或微波能量之饋送部；以及

10 一靜態或低頻率電氣或磁場之來源，其被配置以使於腔室中一物件接受一電場或磁場，而有效地影響該腔室中該物件之加熱。

依據本發明一實施例，進一步地提供電磁式加熱之方法，該方法包含下列步驟：

15 使一將被加熱物件，以適於加熱該物件之數量接受 UHF 或微波能量；並且

在加熱期間，使該物件接受有效於增加加熱均勻性或效能之靜態或低頻率電場或磁場。

20 依據本發明例一實施，進一步地提供用於電磁式加熱之設備，該設備包含：

一腔室；

於該腔室中之至少一個饋送部，其包含一天線，該天線包含從由貼片天線、碎形天線、螺旋狀天線、對數週期天線、螺旋形天線及不接觸該腔室壁面而形成於部份迴路

的線路所構成之天線群中所被選擇的一發射元件。

於本發明實施例中，該發射元件包含一發射元件陣列。

於本發明實施例中，該至少一個饋送部包含多數個饋送部並且其中至少二饋送部之發射元件是不同的。

- 5 依據本發明一實施例，進一步地提供一種方法，其產生在輻射物件之部份上之選擇的加熱，該方法包含下列步驟：

提供一將被加熱之物件；

- 10 提供能量聚集元件在該物件上、在該物件中或接近該物件；

置放該物件和該能量聚集元件在一共振腔室中；並且輻射該物件和該元件以導致能量集中在該物件中所選擇的位置。

可選擇地，該能量聚集元件以共振的頻率被輻射。

- 15 可選擇地，該物件和該元件分離地被安置於該腔室中。

依據本發明一實施例，進一步地提供一RF加熱器，該加熱器包含：

一共振腔室；

至少一個微波或UHF能量之來源；

- 20 至少一個饋送部，以供用於饋送由該至少一個來源所產生的能量進入該腔室；

供用於該至少一個來源之一電源供應；以及

供用於該RF加熱器之一外殼，

其中該RF加熱器重量為15公斤、10公斤、7公斤或較少。

於本發明實施例中，該共振腔室具有至少20、30或40公升之容積。

依據本發明一實施例，進一步地提供一種方法，其用以決定於RF加熱器中被加熱之物件的部份溫度，該方法包含下列步驟：

置放該物件於加熱器之共振腔室中；

提供具有共振頻率隨溫度而變化之溫度感測器；

經由一饋送部而以UHF或微波功率輻射該物件；並且

依據自該饋送部反射之能量而決定該溫度。

10 該方法之一實施例，包含下列步驟：

置放一非感溫的共振元件相鄰於該溫度感測元件，

其中該決定步驟包含依據在該溫度感測器和該非感溫的共振物件的共振之間如利用該反射能量所指示的頻率差量而決定。

15 於本發明實施例中，該方法包含回應於該被決定溫度而控制能量的輻射特性之步驟。

依據本發明一實施例，進一步地提供將一腔室中之物件以RF加熱之方法，該方法包含下列步驟：

以UHF或微波能量輻射該物件；

20 調整該腔室中空氣濕度或冷卻該腔室中空氣。

於本發明實施例中，調整該腔室中空氣濕度或冷卻該腔室中空氣包含調整該腔室中空氣濕度。另外地，該溫度可以被調整。另外地，調整該腔室中空氣濕度或冷卻該腔室中空氣包含冷卻該腔室中空氣。

依據本發明一實施例，進一步地提供一RF加熱器，其包含：

一共振腔室；

至少一個RF來源，其具有至少50瓦之功率輸出並且可以較大於40%之效能掃動經過較大於0.5%之頻率範圍；

至少一個饋送，其用於饋送由該至少一個來源所產生之能量進入該腔室；

供用於該至少一個來源之一電源供應；以及

供用於該RF加熱器之一外殼。

10 可選擇地，該RF來源包含：

一信號產生器，其產生在該頻帶範圍內之可選擇的頻率；以及

一RF放大器。

15 可選擇地，該至少一個RF來源包含多數個來源。可選擇地，該至少一個饋送部包含多數個饋送部。

可選擇地，該至少一個RF來源包含UHF來源或微波來源之一或兩者。

可選擇地，該來源是可掃動經過較大於2%、5%、10%、20%或25%之頻率範圍內。

20 可選擇地，可用於各個饋送部之功率輸出是至少200瓦或400瓦。

依據本發明一實施例，進一步地提供一RF加熱器，其包含：

一共振腔室；

至少一個RF來源，其具有至少50瓦之功率輸出並且可以較大於40%之效能掃動經過較大於200 MHz之頻率範圍；

至少一個饋送部，其用於饋送由該至少一個來源所產生的能量進入該腔室；

- 5 供用於該至少一個來源之一電源供應；以及  
供用於該RF加熱器之一外殼。

可選擇地，RF來源包含：

一信號產生器，其產生在該頻帶內之可選擇的頻率；

以及

- 10 一RF放大器。

可選擇地，該至少一個RF來源包含多數個來源。

可選擇地，該至少一個饋送部包含多數個饋送部。

可選擇地，該至少一個RF來源包含UHF來源或微波來源之一或兩者。

- 15 可選擇地，可用於各個饋送部的功率輸出是至少200瓦或400瓦。

- 20 依據本發明一實施例，進一步地提供一種適用於RF加熱爐中的封裝，其包含至少一個指示器，該指示器具有在其上之機器-可讀取的加熱指令指示，該指示則指示均勻的或被控制之加熱指令。

於本發明實施例中，該機器可讀取指示是可利用掃瞄RF腔室中之RF場而讀取。

圖式簡單說明

本發明實施例之非限制性範例將參考下之附圖被說

明。該等圖形只是供展示並且一般未有精確的尺度。不同圖形上之相同或相似元件使用相同參考號碼作為參考。

第1A、1B和1C圖是依據本發明一實施範例，展示腔室10之分別的頂部和側部分解截面圖；

5 第2A和2B圖是依據本發明一實施例，展示兩個範例匹配元件；

第3圖是第1圖腔室內部之分解等位圖形；

第4A圖是依據本發明一實施例，展示能用於耦合能量進入該腔室的天線之分解圖形；

10 第4B圖是依據本發明一實施例，展示能用於耦合能量進入該腔室之螺旋狀天線的分解圖形；

第4C圖是依據本發明一實施例，展示螺旋狀天線饋送之自由空間匹配頻率和腔室匹配頻率的相關性圖形；

15 第4D-4H圖是依據本發明一實施例，展示能用於耦合能量進入該腔室之各種不規則形天線的分解圖形；

第5A-5C圖是依據本發明一實施例，展示電磁式加熱系統之分解區塊圖；

第6圖是依據本發明一實施例，展示系統操作之簡化流程圖；

20 第7圖是依據本發明一實施例，展示第5圖所展示之加熱系統中調整元件和頻率的處理程序流程圖；

第8圖是依據本發明一實施例，展示不同的RF電路；

第9圖是依據本發明一實施例，展示具有自動開關能力之一般解凍處理之頻率對時間的圖形；

第10圖是依據本發明一實施例，展示低頻率偏壓結構的佈局；

第11A圖是依據本發明一實施例，展示決定掃動功率特性之方法的簡化流程圖；

5 第11B和11C圖是依據本發明一實施例，展示掃動功率頻譜如何被決定；

第11D圖是依據本發明一實施例，展示可操作以提供第11B圖所展示之頻譜脈波的脈波形狀；

10 第12A圖是依據本發明一實施例，展示具有輔助加熱線圈之RF加熱器；

第12B和12C圖分解地展示一機構，其用以自一放大器轉移無用的熱至第12A圖的加熱器；以及

第12D圖是依據本發明一實施例，展示一低重量、高效能之RF加熱器的外觀圖。

## 15 **【實施方式】**

較佳實施例之詳細說明

20 本申請說明一些RF加熱術(例如，微波或UHF)領域中的先進技術。雖然，為便利故，這些先進技術與各種設備和方法之敘述一起被說明，然而各先進技術一般是獨立的，並且可利用先前技術之設備或方法(當可適用時)或本發明其他先進技術之非最佳形式被實施。因此，例如，部份調整輸入功率之方法，可使用上述所參考之Penfold等人的先前技術設備。相對地，本發明設備(或其部份)可被配合於Penfold等人之方法使用。可預期地，這些組合將不是理想

的，但可預期地，它們將可改進先前技術之設備和方法。

更進一步地，本發明實施例中所述之先進技術可於其他實施例中被採用，並且在其可能的範圍中，將考慮作為包含其他實施例說明中之選擇的特點。所提供之實施例稍微地被簡化其形式以強調本發明某些元件。更進一步地，應注意到，本發明多數實施例或所有實施例之許多共同特點，在本發明概要中被說明並且亦應該被考慮作為各種實施例之部份的詳細說明。

下面將詳細說明上述一些或所有實施例中的新穎特點或變化。應了解，不是所有特點都可出現於任何特定的實施例中，並且不是每個可適用的實施例中的所有特點都將被說明。

1) 一種設備和方法，其允許用RF加熱不規則狀物件，以使當加熱被完成時，物件溫度是均勻地在50°C範圍內(可選擇地，在10、6、4或2°C範圍內)。實例範例主要地藉由直接地RF加熱物件而提供這均勻性，以使在加熱50%範圍內是直接地利用RF加熱，而不是利用自裝置其他部份的傳導。於本發明一些實施例中，此類的直接RF加熱可達到70、80、或90或更多的百分比。

2) 一種設備，其包含在腔室內部之場調整元件以及其設計和使用方法。

3) 一種加熱設備，其具有用於耦合能量進入腔室之一個或多個耦合天線；一種設計該天線之方法；以及饋送能量至加熱器之方法，其包含調整天線發射樣型之方法。這

方法包含之步驟有:利用一天線陣列(具有一個或多個饋送,其具有控制相位),如迴路天線、寬頻帶天線、不規則形天線、方向性天線、螺旋天線,以分別地或一致地操作該天線,設計該天線以得到所需的發射樣型,等等。

5           4) 一種設備和方法,其在使用頻率函數被加熱的物件中之能量吸收過程效能的量測加熱(例如,一秒多次地加熱)之前,得到加熱處理程序的了解,並且在其期間亦可能有許多次。

●           5) 一種設備和方法,其是適用於控制加熱處理之一個  
10 或多個特性,例如,依據能量吸收過程效能量測之於加熱物件中所被吸收的功率量(例如,利用發送功率以補償能量吸收之變化)。這可利用調整下列事項被完成,例如,以將發送之各發送的頻率及/或選擇的頻率之輸入功率、及/或移動場調整元件、及/或移動加熱物件及/或改變天線特性。這  
15 可在操作之前,依據在加熱期間或在加熱中之短的燃燒期間之能量吸收過程的量測而被完成,並且最好亦是在一次或多次的操作期間被完成(例如,1秒多次)。

●           6) 一種設備和方法,用於在RF加熱期間施加直流或低  
20 頻率電氣(例如,在300 MHz之下,或在大致地較低於被使用之加熱頻率的一些其他數值之下)或施加磁場至物件。此應用被確信可改變正被加熱的物件之介電質性質,並且這提供另一種調整功率的方法,其被提供至正被加熱的物件上。

7) 一種設備和方法,於其中,當在操作期間,來自一

個或多個饋送部之被發送之頻率及/或功率以被控制之方式變化，以得到所需的加熱樣型(例如，利用多於1、2或5 MHz)。這變化可在操作期間發生許多次(例如，1秒多次)。於本發明實施例中，所需的樣型是一種均勻的加熱樣型。

5       8) 依據讀取被加熱物件之介電質特性而控制加熱之設備和方法。在加熱期間，讀取可一次或多次地被得到(例如，1秒多次)。例如，當相位改變被感應時，解凍或煮沸處理程序結束。這可執行加熱停止。

●       9) 包含多數個輸入之電磁式加熱器，於其中輸入頻率  
10 是相差多於5、10或25 MHz。

10) 包含多數個輸入之電磁式加熱器，於其中，在加熱期間該輸入之至少一個頻率動態地改變，以使在輸入頻率變化為5MHz或更多。

15       11) 一設備，其採用寬頻帶和高效能(高於40%)之固態微波放大器以饋送能量進入腔室，並且可選擇地採用利用產生器所產生之未充分利用的熱以加熱腔室中的空氣。

●       12) 一種設備，其採用藉由RF能量產生器所產生之未有效利用的熱以加熱一媒體，例如，腔室中之氣體、或水，例如，在水的加熱器中。

20       13) 一種導致共振結構及/或設計樣型之方法，其在一共振器中藉由(可選擇地或通常是)輻射該共振結構及/或設計樣型而發射，因此使用其作為一放射源(亦即，產生被動來源)，並且包含其之設備。

14) 設備和方法，其使用RF反射物件，例如，金屬，以

用於在共振器內部之這些物件的接近環境中的能量集中，例如，在加熱物件之內或在該加熱物件之接近環境中。

15 15) 高效能RF加熱器之設備和方法(至少50%範圍，有時超出70%或甚至80%)。該效能被定義作為在物件被吸收的功率相對於功率來源輸出之功率。這開啟以來自太陽能源操作之加熱器之可能性。

10 16) 一RF加熱器，重量較少於15公斤，或甚至較少於10公斤。依據本發明一些實施例，高效能固態放大器而不是微波通管的使用，允許使用低重量的直流電源以取代重型變壓器。這熱的節省對於具有光固態放大器之重型磁電管的取代是額外的。更進一步地，該高的效能消除加熱槽之需求，例如，使用共振器作為加熱槽。於本發明一些實施例中，加熱槽之需求利用自放大器饋送回未充分利用的熱進入微波腔室而被排除或部分地被降低。

15 17) 使用TTT(溫度靈敏，最好是被動溫度傳送添加由於溫度改變而改變或使用調變回應而傳送溫度資訊之共振的標籤)之被加熱物件的溫度資訊之設備和方法。這可以被完成，如果該TTT頻率是遠離於該裝置之傳輸範圍，或如果TTT之頻率是在裝置頻寬之內，並且在加熱期間避免該特定TTT頻率。於本發明一些實施例中，標籤具有二個共振  
20 元件，一個是溫度靈敏以及一個是不可被使用的，因為頻率差量之量測是比絕對頻率的量測更精確的。

18) 一種用於RF加熱之設備和方法，其包含用於腔室環境控制之裝置(例如，濕度之引入及/或移除、冷卻及/或加

溫，等等)。例如，於正煮蛋之情況中，加熱將降低越過蛋殼之溫度梯度(以及其應力)，因而降低破裂和爆破之可能性。可選擇地，腔室中之空氣溫度可以依據物件當時溫度和目的而隨著時間變化，例如，導致接近被加熱物件(例如，肉類)之縮短。

19)一種設備，於其中，被加熱的物件所吸收之功率可依據功率輸入和轉移至正被加熱物件的功率效能之知識而被計算。這允許依據實際的加熱而不是一些估計的加熱時間而計算目前溫度及/或關閉時間，如目前微波爐的使用。

第1A、1B和1C圖分別展示依據本發明一實施範例之腔室10的頂部和側部截面圖。

腔室10，如所展示地，是由導體(例如鋁金屬)所構成之圓柱形腔室，並且是在UHF或微波頻率範圍中共振的，可選擇地，是在300 MHz和3 GHz之間，最好是在400 MHz和1 GHz之間。於本發明一些實施例中，該腔室是球形、矩形或橢圓的腔室。但是，應該了解，本發明之一般方法是不受限於任何特定的共振器腔室形狀。

在圓柱狀之一個端部12上和該圓柱形部份14之二側上饋送天線16、18和20被安置，以可使用下面所說明的方法隨意地選擇之頻率而饋送能量。第4A-4C圖展示可用以實行本發明之各種型式之範例(但不是限制)天線。

於本發明一實施範例中，一個或多個匹配元件22、24被安置在腔室內部，可選擇地接近饋送天線。二個型式之場調整元件被展示，但是，其他的形狀和材料也可被使用。

首先，於第2A圖中更明確地被展示的場調整元件22，被置於腔室10之一端12上。於這實施例中，該元件是可在接觸於該端的軸28之周圍以方向30而旋轉。可選擇地，其利用電容性地耦合元件22至端點12的絕緣薄片32而與該端絕緣。另外地，其是傳導性地接觸。

確信當適當地調整時，調整元件22(以及另一場調整元件)具有雙重效應。一方面，其可以選擇地引導被饋送進入將被加熱物件的能量之方式而改變腔室模式。第二和相關的效應是同時地匹配於該等饋送部之至少一個並且降低至其他的饋送部之耦合。

場調整元件24，於第2B圖中更明確地被展示，被安置在饋送部18和端部12之間。該元件之一端點可選擇而電氣地被附接於腔室之圓柱形部份14。元件24之另一端留有空間且利用絕緣材料36與端部12隔離。其可沿著端部12和圓柱形部份自由地滑動，如箭號33和34所展示。這滑動改變能量吸收過程效能之頻譜變化。

第3圖是腔室內部之透視圖，以更明確地展示饋送和元件之位置和方位。

第4A-4H圖展示有利於實行本發明之三種不同型式的天線。這些天線可以是本來就有的，或假設是習知地從未在微波爐或加熱器中被使用於饋送部，尤其是在腔室型式之加熱器中。一般，於多數的微波腔室型式加熱器中，被使用之饋送部不是方向性地指至任何大的範圍並且不是如自由空間中所定義的寬頻。饋送部之目的是用以激勵腔室

模式。因為先前技術之腔室以單一頻率或窄的頻率頻帶被激勵，天線明確地被設計以激勵這些模式。此外，先前技術之微波腔室，使用波導或迴路天線，其不被設計以降低自一個饋送部至另一饋送部的能量耦合(它們一般僅具有一個單一饋送部)。本發明者已發現，方向性天線及/或寬頻帶天線之使用允許更佳地耦合至被加熱物件並且減低至其他饋送部之耦合。

於一些實施例中，天線被供應如陣列。使用天線陣列有一些優點。頻帶可以是較大的並且可降低加熱物件位置的依賴性。在加熱期間，方向性可被控制，甚至被調整。其可能控制陣列之每個單一天線的相位，控制RF形式。其可能改變天線結構，例如，使用螺旋天線，天線之半徑和高度可被改變，以便調整阻抗並且改變其RF形式。

第4A圖展示依據本發明一實施例之天線，其可用於耦合自饋送部16、18和20進入腔室10之能量。如所展示之饋送部16，其包含具有其中心導體36彎曲並且延伸進入腔室之同軸饋送部37。中心導體被彎曲，但不接觸腔室壁面。可選擇地，金屬線端點利用傳導元件40被形成以增加天線頻寬。本發明者已發現，所展示之天線型式是可較佳地耦合能量至腔室中之不規則物件。確信的是，此天線方向性地發射並且如果其彎曲是朝向被加熱物件，則至物件之耦合(如相對於至腔室之耦合)將被改進。

第4B圖展示依據本發明一實施例之螺旋天線，其可用於耦合自饋送部16、18和29進入腔室10之能量。如所展示

之饋送部16，其包含具有延伸而被形成為螺旋型之中心導體36的同軸饋送部37。這天線可被設計於匹配進入相對寬之頻率頻帶上的自由空間(例如，可用於本發明上者)，並且可利用改變圈數而獲得較多或較少的方向性。該自由空間設計接著對於如下面所說明之相關於第4C圖之腔室存在被調整。第4C圖的圖形展示對於7圈之螺旋的試驗結果，其具有等於自由空間波長的直徑以及較少於0.2波長之圈間隙。但是，本發明者已發現，第4C圖所展示之曲線型式也可藉由用於另一圈特性之試驗而被發現。

10 碎形天線是習知的技術。參考至 Xu Liang和 Michael Yan Wan Chia等人，於1999年11月20日在 John Wiley之微波和光學技術短文集，第23卷，第4冊，第242-245頁，所發表之“二種碎形天線之多頻帶特性”；亦參考至 G. J. Walker和 J. R. James等人，於1998年8月6日在電子短文集，第34卷，第16冊，第1536-1537頁，所發表之“碎形容積天線”。這些參考配合於此處作為參考。

第4D圖展示習知技術之用於發射進入自由空間的簡單弓形天線50。該弓形天線之頻寬(於自由空間中)是：604 MHz @ 740 MHz中心頻率(-3 dB點)以及1917 MHz @ 2.84 GHz中心頻率。這天線具有一單極方向性樣型，但卻是一個寬頻的天線(其是在雙極天線之窄的BW上的一優點)。但是，單極方向性不在平行於饋送部的方向輻射。

取決於腔室內部之負載(物件)位置，這天線之頻寬(BW)在10 MHz和最大70 MHz之間變化。

這和下面之碎形天線於本發明可以是有用於饋送能量進入腔室。

第4E圖展示簡單之希爾賓斯基(Sierpinski)天線52，其是有利於本發明之實施。一般，交錯線區域54是金屬板，並且白色中央區域56是非傳導區域。該金屬板最好是被裝設在低介電質常數之介電質上並且被連接在角落和同軸饋送36之中心導體37，如所展示地。其在腔室中之特性是相似於那些弓形天線。

第4F圖展示被修改之希爾賓斯基天線58，其是有利於本發明之實施。一般，該交錯線區域60是金屬板並且白色區域62是非傳導區域。該金屬板最好是被裝設在低介電質常數的介電質上並且被連接在角落以及同軸饋送部36之中心導體37，如所展示地。

對於一103.8 mm整體範圍，利用相等尺寸之等邊三角形，在腔室內部的這天線中心頻率大約是600 MHz。

第4G圖展示另一修改的希爾賓斯基天線64，其是有利於本發明之實施。一般，該交錯線區域66是金屬板並且白色區域68是非傳導區域。該金屬板最好被裝設在低介電質常數的介電質上並且被連接在角落以及同軸饋送部36之中心導體37。

第4G圖所展示在腔室中具有900 MHz的中心頻率之天線的尺度。

第4H圖展示多層碎形天線70，其是由彼此具小距離(例如，2 mm)空間的三組碎形天線所構成。

這些天線之大小各被交錯安排，以便加寬天線之頻寬。於展示之範例中，第一天線72是按第4G圖所給予之尺度之0.8比例被繪製。第二天線744具有如第4G圖天線之相同尺度，並且第三天線76增加超出天線74之1.2係數大小的尺寸。容積碎形天線(第4G圖)具有100 MHz之整體頻寬 - 這是在先前單一碎形天線所達成(第4D-4H圖)之70 MHz的最大BW範圍之改進。

碎形天線亦展示，當被安置於腔室中時之中心頻率改變。這差異被使用(如螺旋狀天線)以利用量測頻率而設計供使用於腔室中之天線。

一般，需要採用具寬頻帶、方向性之天線以饋送功率進入被加熱的物件，此天線包含貼片天線、碎形天線、螺旋天線、對數週期性天線以及螺旋形天線。

第5A至5D圖是依據本發明一實施例之電磁式加熱系統的分解區塊圖。

第5A圖展示本發明實施範例中之系統各功率饋送部90的一般區塊圖。該系統藉由電腦92被控制，其經由控制界面(控制器)130而控制提供功率至被加熱物件98之RF系統96。

第5B圖是依據一本發明實施範例之一RF饋送系統96的電氣區塊圖。VCO 102接收發自設定進入埠中之能量頻率的控制電路130之信號(第5C圖)。這能量經由RF開關104和電壓控制衰減器(VCA) 106而被傳送，其兩者皆被控制電路130所控制。在傳經過VCA之後，信號之功率和頻率已被

設定。當來自VCO 102之信號不被切換至VCA時，負載108被提供以用於丟棄利用VCO 102所產生之信號。

信號接著經由選擇性之第一雙向耦合器110的主線路而被發送。

- 5           VCA之輸出接著利用功率放大器112被放大並且隨後經過隔離器114。成比例於自放大器112被反射之功率的信號亦被饋送至控制電路。

耦合器110饋送其之一部份的信號(在功率檢測或量測之後)返回至控制電路130。成比例於利用放大器112被反射  
10 之功率的信號亦被發送至控制器130。這些信號引動VCO/VCA和放大器之管理。於一產生系統中，方向性耦合器可以不是必須的。

RF開關116經由第二雙向耦合器120而切換功率至負載118或至共振器98之饋送。雙向耦合器120將共振器進入和  
15 輸出的功率取樣並且傳送功率量測信號至控制器130。

於本發明實施例中，RF放大器112是依據LDMOS技術之固態放大器，其 $P_{sat}=300W$ ，效能=大約22%，有效頻帶-800-1000 MHz。此放大器具有一相對窄的頻寬或一低效能(<25%)頻寬或其兩者。這限制本發明進步之最佳實用性。  
20 最近，依據SiC(矽碳化物)或GaN(鎵氮化物)半導體技術，放大器成為可用的。利用此技術之電晶體是商業上可用的，例如，來自Eudyna、Nitronex以及其他公司。例如，具有300-600W之最大功率輸出(可以自低功率模組(50-100瓦)被建構)以及600 MHz (在700 MHz中心頻率)之頻寬或400 MHz

(在2.5 GHz中心頻率)的頻寬之放大器是可用的。此放大器比先前技術放大器(60%效能是可用的)具有更高的效能，並且對所反射之信號具有更高的容限，以使針對於這些放大器之隔離器114通常可被省略。利用這放大器型式之特定組態將藉由配合第12A-D圖於下面被說明。

接著轉向第5C圖之控制器130，其包含進行計算並且提供系統記錄功能以及作用如使用者界面之電腦92。其亦控制第7圖流程圖中進行之校正及控制方法中的其餘元件。

電腦132經由界面134被耦合至系統的其餘部份，其被設計以提供通訊至，例如，ALTERA FPGA 140，其界面於並且提供控制信號至RF系統之各種元件。該Altera 140經由一個或多個多工器136和A/D轉換器138而接收輸入(如上相關於第5A-5C圖所述)。此外，其經由D/A轉換器140而設定各個饋送部之頻率和功率(亦如上之相關第5A和5B圖所述)並且可選擇地利用上述方法與下面流程圖的支援而設定場調整元件的位置。於生產系統中，電腦可以不是必須的並且該Altera或相似控制器可以控制且處理所有必須的資料。於本發明一些實施例中，頻率如在下面所說明地被掃動。

第6圖是具有上述結構之加熱系統的操作簡化流程圖150。第7圖是系統校正之簡化流程圖160。將明顯地，系統之方法的操作和校正亦是可僅利用較少的改變而使用於具有更少或較大的數目之功率饋送部及/或較大或較少數目的匹配元件之操作系統中。

在152，一物件，例如，被冷凍之器官或被冷凍或非被  
冷凍的食物物件，被置於腔室10中。接著校正或調整副程  
式可選擇地被進行以設定系統中的可變元件。這些可包含  
5 放大器112中被選擇而將以各頻率被發送之饋送部至腔室  
的各功率之功率輸出、各VCO 102之頻率的子頻帶之有限  
集合、以各種頻率提供能量之方法(例如，掃動或其他頻率  
變化、或包含所需的頻率和功率特性之振動信號的供應)、  
匹配元件之定位(例如，22、24)、被加熱物件之位置以及任  
何其他可影響加熱處理程序之各種特性(例如-轉移至物件  
10 之功率的均勻性及/或效能)之變數。記憶體包含用於校準系  
統之準則156。一範例準則將在下面被說明。校準160被進  
行以決定新的加熱變數。下面將討論第7圖流程圖中所概畫  
之範例校正程序。

在新的變量被決定之後，該新的變量被設定(158)並且  
15 加熱開始(170)。

週期地(例如，每秒幾次)，加熱被中斷短的時間(或許  
僅幾毫秒或幾十個毫秒)，並且其依據下面說明之方法而可  
選擇地決定(154)，加熱是否應該被終止。如果應該，則加  
熱結束(153)。如果用於結束加熱之準則不符合，則校準(或  
20 再調整)程序(160)被輸入。否則，加熱(170)將重新開始。應  
注意到，在量測階段期間，該掃動一般是比在加熱階段期  
間更為廣泛的。

對於各分別頻道的校正程序(160)，將參考第7圖之流程  
圖被說明。

為了進行校正，功率可選擇地被設定為夠低的位準 (162)，因而沒有實際的加熱發生，但是夠高，因而所產生的信號可確實地被檢測。另外地，在全功率或中間功率之校正可發生。接近操作功率位準之校正可降低一些構件(例如，VCA)之動態範圍，並且降低它們的成本。

各輸入接著在用於頻道的最小和最大頻率之間被掃動 (164)。可選擇地，該較高和較低的頻率是430和450 MHz。其他的範圍，例如，860-900 MHz和420-440亦可被使用。可確信的是，取決於正被進行之加熱作業，大致地在 300-1000 MHz之間或甚至高至3 GHz的任何範圍是有用的。當上述之寬頻、高效能放大器被使用時，在放大器範圍之內，幾百MHz或更多的更大頻寬可被掃動。如果多於一個連續的頻帶滿足於加熱中之使用準則的話，則掃動可以是在許多非連續的頻帶範圍之內。

輸入反射係數 $S_{11}$ 、 $S_{22}$ 、和 $S_{33}$ 以及傳送係數 $S_{12}=S_{21}$ 、 $S_{13}=S_{31}$ 、 $S_{23}=S_{32}$ 在掃動期間被量測，並且淨功率效能被決定，如(例如，於埠1)，如下：

$$\eta_1 = 1 - (\text{自埠1所反射之功率} + \text{至埠2和3之耦合功率}) / \text{輸入功率}。$$

本發明者已發現，在許多操作方式之下，是需要最大化某些準則。

於本發明第一實施例中，對於各接埠之最大淨功率效能被最大化，於檢測中，在掃動範圍內之最大效能點之淨功率效能是盡可能地被提高。效能和在其中效能是最大的

頻率被注意到。可選擇地，該效能峰值之寬度和Q係數同樣地也被注意到。

本發明第二實施例是依據相似準則。對於這實施例，在轉移淨效能之各共振峰值範圍內的區域被決定。這區域  
5 應該是最大的。該效能、具有最大區域之共振的中心頻率以及其寬度被注意到。

於本發明實施例中，決定變量是否適當地被設定之準則，是當峰值淨效能(第一實施例)或區域或寬度(第二實施例)是在一些預定位準之上或Q-係數是在一些預定位準之  
10 下。例如，其可以限制在對於各饋送部超出60%淨效能之上的區域被最大化。

應注意到，既不是被反射也不是被發送至其他接埠的能量，在腔室壁面或在被加熱的該物件中被吸收。因為在傳導壁面中之吸收是比物件中之吸收以一個大的係數而更  
15 低，該淨效能接近於在物件中被吸收之輸入功率的比例。亦應注意到，最大淨效能之頻率不是必然得相同於最佳匹配之頻率。

於本發明實施例中，當調整功率時，頻率可選擇地被掃動。應該了解，“掃動”名詞係包含分別的非連續頻率之一連串的發送，以及具有所需的頻率/功率頻譜內容之合成  
20 脈波的發送。

本發明者已發現，各頻率在腔室內物件之特定位置具有最大的吸收，該等位置可以在不同的頻率之間變化。因此掃動一頻率範圍可以導致在物件內之峰值加熱區域的移

動，電腦模擬展示，至少當峰值之Q係數是低時(亦即，很多能量被分佈於加熱物件中)，則峰值加熱區域之移動可以是相當重要的。更進一步地，本發明者已發現，當被掃動時，各模式(利用不同的效能峰值被表示)不同地作用。

- 5 第11A圖是依據本發明一實施例以決定掃動功率特性之方法的簡化流程圖200。這方法對應至第6圖流程圖之動作160和158。

在置放物件於腔室中(152)之後，該腔室被掃射以決定作為頻率函數之輸入效能(202)(例如，得到一頻譜影像)。

- 10 輸入效能之決定在上面被詳細地說明。另外地，在相關範圍中具有寬的頻譜之能量脈波被饋送進入輸入中。被反射之能量和被發送至其他輸入的能量被決定，並且它們的頻譜被分析，例如，使用傅立葉分析法。使用任一的方法，作為頻率函數之淨功率效能可被決定。

- 15 在其中相似物件已先前地被加熱的一些情況之下，用於不同型式和尺寸之物件的一組列表可以被產生並且被使用作為取代緊密空間量測之捷徑。

- 20 第11B圖展示在一輸入之簡化的淨功率效能曲線250。應注意到，有效能是高的區域，並且也有效能是低的其他區域。更進一步地，一些效能峰值是較寬的，並且其他的則是較窄的。

接著，全體的掃動頻寬(BW)被決定(204)。這可包含掃過一個單一峰值或掃過許多峰值。

於本發明實施例中，在加熱階段期間，掃動係越過各

高效能峰值的一部份之頻率。例如，為提供均勻加熱之物件，相信，以各頻率被輸入至腔室之功率應該是相同的。因此，於本發明一實施例中，在各頻率之功率被調整，以使掃動中對於所有頻率的 $P \cdot \eta$ 是一常數。因為可用的功率總是受限制於一些數值，這可在用於掃動之可用的頻寬上設定一限制。效能較低限制之一範例被展示如第11B圖中之虛線252。該掃動可以被限制於具有在這數值以上之效能的頻率。

接著，場調整元件之位置被設定。這調整是可選擇的，並且於一些情況中，即使其中這些元件是呈現時，它們不需要被調整。一般，用於此調整之準則是該峰值具有儘可能寬的峰值與儘可能高的效能，特定應用可引介另外的目標，例如，移動峰值至某一頻帶。

一種反覆的處理程序(206、208)被使用以決定場調整元件所需的位置及/或方位。當搜尋處理，其可以是如習知技術之任何疊代處理，被完成時，該元件被設定至所發現的最佳位置(210)。

於本發明實施例中，掃動被調整(212)以避免饋送超出之功率進入物件的某些部份。例如，如果該物件包含金屬桿或金屬拉鍊時，則效能中的高峰值(254)可以被產生。金屬桿可導致接近該桿端之能量集中。避免在這峰值之輻射有時可降低均勻加熱此物件之效能。

接著，掃動參數被決定(214)。

第11C圖展示依據本發明一實施例，將被饋送至輸入的

能量之功率頻譜(256)。應注意到，沒有能量以該桿之頻率特性被發送，並且對於其所用的其他頻率效能是在第11B圖所展示之最小範圍以上(252)。功率具有一種形狀，以使效能 $\eta$ 和功率饋送之乘積是大致固定。

5           於本發明另一實施例中，能量以脈波形式而不是如被掃動之能量被饋送至埠中。首先，一脈波，例如，被展示於第11C圖中，利用脈波合成器被產生。這脈波被放大並且被饋送進入輸入中。該脈波合成器接著將取代VCO 102(第5B圖)。應了解，該脈波合成器亦可被規劃以產生供使用於  
10 依據 $\eta$ 而決定頻率之掃動(第7圖之動作164)。

對於匹配元件之位置的搜尋被進行，在其中，所有饋送部之淨功率效能符合該準則。這在方塊214和216被指示，其代表利用改變匹配元件之位置及/或方位所執行之搜尋。標準搜尋技術可被使用(疊代)或神經網路或其他學習系  
15 統可被使用，尤其是，如果工業上所普遍使用之相同型式物件重複地被加熱。

當準則符合時，則功率被提昇至適於加熱以及可選擇地被掃動的位準。進入分別的放大器之功率是可選擇地標準化以提供對於各接埠之進入腔室(並且，因此進入物件中)  
20 的相同淨功率。可選擇地，最小有效埠決定至物件之功率。雖然於先前技術之爐中，使用者決定加熱時間，於本發明一些實施例中，所需的加熱時間一般可以是預期的。

再返回至第6圖，有多種方法可用於進行加熱170。

於本發明一實施例中，功率在該相同時間被饋送至所

有的饋送部。這具有加熱更快之優點。其具有需要三種分別的電路之缺點。

於本發明第二實施例中，功率在短週期，依次序地被饋送至該等饋送部。可能地，在多數電路中僅有單一組是所需要的，其具有被使用以自饋送部轉移功率至饋送的開關。但是，對於校正，量測自接埠被發送至接埠之功率的方法應該被提供。當功率不被饋送至它們時，這電路亦可被使用以匹配該等饋送部。依據本發明一實施例，用以提供加熱和校正功能兩者的不同型式電路，被展示於第8圖中，其對應至第5B圖之電路。

除了如在下面所指示的之外，如用於第5B圖中之相同參考數碼被使用於第8圖中。此系統具有較不昂貴之優點。當然，其是更緩慢。但是，其允許另一等化的方法，於其中，在各饋送部被饋送之期間的時間持續(單獨地或與改變輸入功率相配合)被調整，因而進入各饋送部之能量是相同(或如果需要的話，亦可不同)。

第8圖是相似於第5B圖之RF開關116之輸出。在RF開關116之後，第二RF開關192轉移利用放大器被傳送的功率至該等饋送部之其中的一個。僅相關於饋送部2之電路200被展示。

電路200以二種模式中的一種模式操作。於一功率轉移模式中，來自控制130之信號自RF開關192經由RF開關194而切換功率至雙向耦合器120。該埠之其餘的操作是如上所敘述。於一被動模式中，至RF開關194之輸入不接收來自放

大器112之功率。開關194連接負載190至雙向耦合器120之輸入。於該被動模式中，負載190吸收自腔室被饋送進入饋送部之功率。對於生產系統，方向性耦合器120之另外簡化是可能，以具有單一方向性耦合器取代雙向耦合器。

- 5 應注意到，開關116和192以及可選擇之區域性開關可被組合成為更複雜之切換網路。不同地或另外地，RF開關194可被循環器所取代，以使在負載190中，自饋送部所返回之功率經常被拋棄。

於第5B圖之實施例或第8圖之實施例中，饋送至接埠之  
10 功率的頻率可以耦合最高淨功率的共振模式之中心頻率(亦即，轉移至被加熱物件之最大能量效能的點)而被饋送。另外地，頻率可被掃動越過該共振點之寬度，或最好是，沿著該寬度之一部份，例如，在功率效能曲線之-3dB點之間，或如上所述之相關於第11A-11C圖之說明。如上所指  
15 示，可選擇地，功率在這掃動期間被調整，因而淨輸入功率在該掃動期間保持固定或幾乎是固定。這可利用改變功率放大器之功率放大相反於被饋送的瞬間頻率之功率效能而被達成。

再返回至第6圖，另外地參考至第9圖，其展示具有用  
20 於一般的解凍處理之時間的特定峰值之頻率圖形。這圖形展示在解凍處理期間使用物件性質之改變的方法，以決定何時處理將完成。

第9圖之縱座標是被選擇作為該等饋送部之一個的輸入之頻率。橫座標則是時間。在物件解凍期間，在物件中

之冰轉變為水。冰和水對於微波或UHF能量具有不同的吸收，導致為頻率函數的不同回返損失及耦合。這不僅僅是改變該匹配，同時也至少在利用匹配元件的調整而再匹配之後，使得吸收效能峰值之頻率改變。在點A，一些冰開始變為水並且匹配頻率改變。在點B，所有的冰被變為水並且該匹配頻率停止改變。利用監控上述之頻率，並且尤其是其之改變率，在其中所有的冰被轉變為水之點可被決定，並且如果僅有解凍是所需的，則加熱被終止。應注意到，在解凍期間之頻率改變是大的，如此處所說明的，其可比較於先前技術之允許頻率改變。

當解凍不規則形狀和不規則內部結構之固體塊物的問題之一是，一般是不可能判定何時所有的冰將被轉變為水。因此，一般，在先前技術中，加以過熱以確保沒有冰留存，考慮先前技術之不均勻的加熱，如果有任何冰留存的話，則將提高再晶體化。

本發明之加熱方法和設備，其允許均勻加熱並且提供解凍進行之了解，其可導致更低的或甚至不存在的再晶體化。

依據本發明之設備和方法已被使用以解凍豬肝、壽司或生魚片捲(Maki)，並且烹煮具殼之蛋。

下面的列表展示，利用本發明系統以及使用習見微波爐之牛肝解凍的比較。

列表1：本發明方法和習見微波爐的比較-牛肝

量測	本發明方法	習見的微波
啟始溫度	-50°C	-50°C
解凍後之最後溫度	8°C至10°C	-2°C至80°C
功率	400瓦	800瓦
解凍時間	2分鐘	4分鐘
可見之損害	無	解凍樣本之結構被破壞，結凍區域旁有燒焦區域，無活細胞生存之機會。

下面列表展示利用本發明系統以及使用習見微波爐，在生魚片捲(Maki)解凍之間的比較，該生魚片捲(Maki)包含

5 有利用米飯包裹著並且被包在海苔片中之生魚片。

列表2：本發明方法和習見微波的比較-生魚片捲(Maki)

量測	本發明方法	習見的微波
啟始溫度	-80°C	-80°C
解凍後之最後溫度	2°C至6°C	-5°C至60°C
功率	400瓦	800瓦
解凍時間	40秒	1分鐘
可見之損害	無	解凍處理煮熟了鮭魚部份，因此其不再是生魚片捲(Maki)。

一個蛋使用本發明方法被烹煮。一般，如果試圖在微波爐中烹煮它們，蛋將爆破。但是，使用上述系統，在殼

10 中之蛋將被烹煮熟。其蛋白和蛋黃兩者皆很好地被烹煮，並且該蛋白並不比蛋黃硬。無任何部份被燒焦或如橡膠般

地硬，並且其吃起來是非常好的，與習見之烹煮的蛋沒有具有多少的差異。此外，被極度冷凍的魚被解凍，而不留有任何冷凍部份，並且無任何部分需以烹煮溫度之上的溫度被加熱。

- 5 在上面各試驗中，依據上面用於自動調整之方法，頻率和功率自動地被調整並且匹配元件手動地被調整。

本發明者相信本發明之方法是能夠解凍被極度冷凍之物件為剛好冰凍以上之具有較少於 $40^{\circ}\text{C}$ 的溫度變化，其可選擇地較少於 $10^{\circ}\text{C}$ 、 $5^{\circ}\text{C}$ 、甚至低如 $2^{\circ}\text{C}$ 的差量。此結果已  
10 藉由執行本發明者之試驗而被達成，例如，對於牛肝之試驗。

利用此低差量及以高速解凍物件，例如，肉類和魚，具有用於防止沙門氏菌、臘腸桿菌中毒以及其他的食物中毒發生的可能。在解凍用於移植之器官上，被控制的、均  
15 勻的解凍具有重要的含意，而不至於使組織破壞。

第10圖展示依據本發明一實施例之用於施加直流或相對低的頻率(高至100 kHz或100 MHz)至腔室中之物件的設備。這圖形是相似於第1圖，除了腔室包含二個盤子250和252之外。電源供應(未被展示)藉由以直流或相對低頻率的高差動電壓而激勵該等盤子。這低頻率場之目的是降低水  
20 分子之轉動。冰是固態的水，因此其之轉動模式被限制。一目的是限制液態水之轉動模式，以便利用冰之轉動模式而決定該加熱速率。本發明者亦相信，低頻率場可以改變組成被加熱物件的材料之介電質常數，而允許輸入至物件

之更好地匹配。

於本發明另一實施例中，藉由置放一個或多個線圈在腔室內部或最好是在腔室外面而施加直流或低頻率磁場，以導致物件中之分子的對齊。其可能組合具有來自不同方向之可能的不同相位之低的頻率或直流電以及低頻率或直流磁場。

第12A圖展示腔室98，其具有被安置在腔室內部之內部加熱器線圈600。入口602和出口604允許經由線圈而饋送熱流體以加熱在腔室內之空氣。

第12B和12C圖展示用於自高功率放大器606轉移熱至線圈的兩個系統之分解圖示。即使只在60%之效能，該放大器亦可產生幾百瓦。這能量(或至少一部份)可被轉移以加熱空氣，並且於腔室中產生紅外線輻射(如阻抗線圈所為)以增加該加熱效能。

第12B圖展示完全的分解圖以展示來自放大器606之未充分被利用的熱可如何地被獲得。第12C圖展示該相同系統之區塊圖。元件608代表用於返回流體之冷卻系統以及流體抽送系統。其接收來自出口604所返回之流體，冷卻該液體(如果必須的話)並且抽送該液體進入在放大器606和選擇的吸熱槽612之間間隙610間。在至該間隙之輸入以及在其之輸出的溫度最好利用感測器614和616被量測，並且被饋送至控制系統618，其控制一個且可選擇地多於一個的冷卻和抽送速率以提供至腔室所需的熱轉移。風扇620可被提供以冷卻吸熱槽，如必須的話。在放大器和吸熱槽之間的流

體傳送亦進行以自放大器和吸熱槽轉移熱。可選擇地，熱傳導肋部可藉由通過在該等肋部之間的流體以轉移在放大器和吸熱槽之間的熱而聚集熱。

另外地，熱導管或其他裝置可被使用以聚集且轉移能量至腔室。另外地，熱氣體可被傳送經過放大器及/或吸熱槽之上，並且被傳送進入腔室中。

使用具有轉移或不轉移熱至腔室之高效能放大器，可導致高效率系統，具有全部效能為40-50%或更多。因為具有相對高(40V-75V)電壓的放大器被使用，因而不需要大的變壓器，並且利用放大器轉移熱至加熱器外殼，吸熱槽可以是小的或甚至不必存在。

藉由最佳化系統，如第12D圖所展示之加熱器，包含外殼650、放大器和控制器，以及使用者界面652和門654，如一般發現於微波爐上，其重量可少至10或15公斤或較少。

雖然申請人於上述範例中，採用UHF頻率用於加熱，而不是先前技術中所使用之更高的2.45 GHz，對於解凍外之加熱應用上，其可能需要不同的頻率。UHF頻率優先地被冰所吸收並且比較高頻率具有較長之波長，因而在物件內之場是更均勻，並且冰比水較優先地被加熱。這提供冰優先的加熱並且更均勻的解凍。

可以被採用以改進均勻性的另外措施是：

1) 各種型式和尺寸之傳導材料，例如，粉末狀傳導材料(金)的極小細粒可以在冰凍處理之前被塞進入樣本中(例如，經由血液或冷卻流體之循環)並且被作為反射源。該塞

入可藉由使用保持該傳導物件的一些非傳導材料(吸收或不吸收)之樣板而被完成。這些被動能量來源可改進EM輻射吸收之均勻性。

5 2) 材料之穿透深度，其依據不同於樣本的形式中之溫度而改變它們的介電質特性。注入這些材料將能夠改變用於實現均勻和快速加溫所需的方位之樣本的介電質特性。

3) 探針之使用，其用於加溫處理之各種參數(例如，溫度、壓力、以及其他等等)的量測，這些探針可在任何處理步驟於冰凍處理之前被塞在樣本內部或被附接而相鄰於該  
10 樣本。這些參數之量測提供用於加溫處理之管理(控制)的方法，以使如果該加溫不是最佳的，則其將可能使各種處理參數改變。有些可用的探針，其是適用於在微波裝置加溫期間的量測。這些探針可亦被視為何時停止解凍或烹煮處理的指示。

15 此些探針可以被包含於將被加熱的物件被置放在其中的一個袋子中，並且可包含一共振元件，其共振頻率藉由利用包含溫度相依元件(例如，溫度相依電阻器或電容器)之溫度而變化。

20 探針可以具有頻率取決於溫度之共振電路。此些探針可以在使用於設定掃動參數以決定溫度之掃瞄期間被掃瞄。在功率轉移期間，這些頻率一般應該被避免。於本發明實施例中，溫度靈敏標籤與溫度不靈敏標籤是成對的，並且在溫度靈敏標籤的頻率中之改變利用在此兩者之間的差量頻率而被決定。這允許利用溫度靈敏標籤之頻率的絕

對量測而有更精確的溫度量測。

4) 樣本以材料包裝，該材料不吸收指定頻率之EM輻射。這包裝型式可在輸送期間被視為用於樣本之包裝，並且被視為探針系統之部份，利用該探針系統其可能量測在  
5 樣本邊緣之溫度以及另外的參數。這包裝可被視為用於樣本之外表面的區域性冷凝(其通常具有比其餘樣本更快地加溫之傾向)，以便達成樣本加溫之均勻性。

進一步地，該包裝可包含物件之辨識以幫助追蹤該物件，並且亦提供用於加熱物件之較佳原則指示至系統。例如，該包裝可以被提供多數共振元件，其可在校正期間當  
10 腔室被掃動時被檢測。該元件頻率可被使用以提供該物件身份之指示。這允許用於校正及/或用於特定加熱協定的開始參數之自動或半自動的設定，使該特定物件和條件最佳化。

15 另外地或額外地，對於共振電路，不同型式之記錄/儲存元件被提供，例如，以RFID元件或條碼之形式，其包含有物件之封裝或包裝的內容指示，其建議之處理及/或加熱指令。於本發明一實施範例中，該等指令實際上被提供在遠距地點，利用記錄元件編入指示作為密鑰。此等指令可  
20 以是，例如，被儲存於列表中或依據要求與依據相關於辨識的資訊而被產生。

讀取器是可選擇地被提供於加熱器中，例如，RFID讀取器或條碼讀取器以在去掉其封裝或封套之後可讀取其資訊。

於本發明一實施範例中，在物件被備妥之後，各種型式之資訊可選擇地被儲存於(或結合於)記錄元件上，例如，大小、重量、封裝型式及/或烹煮/解凍/加熱指令。

於本發明一實施範例中，該記錄元件已儲存特定的烹煮指令。另外地，該記錄元件已儲存相關於其內容之大淺盤形狀及/或介電質性質的資訊。應注意到，於工業成形部份，如果在大淺盤之間的食物形狀是相對地有規則，則食物之移動及/或大小之改變及/或形狀的小改變一般將不會太大地影響其均勻性，例如，移位加熱區域/範圍1-2公分。

5

10 可選擇地，該大淺盤包含下凹部分及/或其他幾何結構，其促使食物項目以相對於大淺盤之邊緣而保持在所需的位置上。

在食物加熱期間，加熱參數是可選擇地被變化。該變化之影響可能導致空間及/或時間之非均勻性。於本發明一實施範例中，說明書被提供，其解釋將如何及會有什麼變化。可選擇地，該說明書包含依據時間(例如，效應之評估)及/或食物狀態(例如，量測)之決定。各種量測方法於上面被敘述。評估是可選擇地依據模擬或依據先前加熱週期的經驗結果。可選擇地，該說明書是附有條件的(例如，被修改、被產生及/或被選擇)，例如，依據爐中大淺盤位置及/

15

20 或個人偏愛(其可被爐所儲存)。

於本發明一實施範例中，說明書被提供於記錄元件上或在遠距地址。可選擇地，藉由選擇所需的加熱效果，說明書被使用者所選擇。

於一範例中，單一的食物項目在不同的時間可能遭受不同的功率位準，以便達成所需的結構/風味。

於本發明一實施範例中，說明書被使用以設定不同能量位準及/或不同時間以施加此些能量。

5 於一範例中，說明書是如下所敘述：

(a) 加熱所有的大盤，因而食物達到相對均勻之攝氏5度的溫度。

(b) 使用80%功率均勻地加熱全部大盤5分鐘，並且接著使用全部功率加熱10分鐘。

10 (c) 加熱至攝氏40度。

(d) 保持加熱10分鐘。應注意到，所需的熱可選擇地藉由預估能量吸收同時施加已知的冷卻量而被維持。另外地，實際的熱吸收可以依據已知的能量吸收量以及離開腔室之氣體的溫度量測而被預估。可選擇地，加熱爐包含冷  
15 卻氣體源及/或具有可冷卻之壁面及/或盤子。

(e) 降低加熱至攝氏30度。

(f) 等待10分鐘。

(g) 報告“完成”，但是保留在攝氏30度，直至移開為止。

於本發明一實施範例中，該說明書包含其他的情況，  
20 例如，檢測色彩之改變(例如，變成褐色)、冒熱氣(例如，藉由水的相位改變)、容積(例如，麵糰增大將以可預期方式改變其在腔室之行為狀態)。

可選擇地，該說明書包含對使用者之要求，以增加原料(例如，調味料)，或混和或改變物件位置。

於本發明一實施範例中，該說明書考慮可利用爐完成的均勻性控制之品質。例如，如果需要比爐子基本上所提供較高的均勻性位準的話，則加熱可包含其中功率被降低之間歇，以允許在物件外部平順地加熱。用於食物本質和  
5 校準爐子均勻性之不足的延遲長度是可選擇地被預計。另外地，為降低功率，食物及/或加熱區域可以相對於另一者而移動其中一者，以便較佳地分佈加熱。

於本發明一實施範例中，沒有說明書被提供。然而，加熱時間及/或參數直接地依據所需的結果、所量測之食物  
10 性質及/或所量測之加熱性質。此所需的結果可以是使用者所提供的或利用可記錄元件所指示的。

5) 液體注入：(相似於冷卻液)其是適用於生物樣本，其目的是導致均勻的加溫：這液體被使用於超高熱之領域中。於這領域中，生物區域之加溫被完成，以便移除癌的生長。由導自這領域之了解，其是可能理解地，液體(例如，  
15 此液體)之加溫均勻性將可導致激烈的改變，並且比較於應是所需的卻沒有使用之裝置，液體將可引動更簡化之加溫裝置的使用。

6) 在冰凍處理期間之樣本的主動輻射源穿透性：這些  
20 來源是主動的，其被連接到一外接供應線，其將被使用作為將自樣本內輻射之EM發射源。

本發明已於解凍方面中部分地被說明。本發明者相信，依據上面展示之結果，本發明之方法是可預期的，其可被使用於烘烤和烹煮，習見的微波爐於該等方面是極差

的，或用於其他加熱操作，尤其是用於其中需要高位準均勻性或控制及/或於其中相位改變發生者。

利用本發明各種實施例，UHF或微波能量可以均勻地被積存在物件之80%或90%範圍或更多的範圍之上而維持  
5 較少於 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 、或 $\pm 30\%$ 範圍內。

本發明已使用詳細的實施例說明被說明，該等實施例藉由範例被提供並且不欲限制本發明之範疇。上述說明之實施例包含不同的特點，其不是全為本發明所有的實施例  
10 中所需。本發明一些實施例僅採用該等特點的一些或該等特點的可能組合。熟習本技術者將明白，本發明上述實施例的變化以及於上述實施例中所提到之包含不同特點組合的本發明實施例是可存在的。

更進一步地，名詞“包含”、“包括”、及“具有”或它們的變化形式，將意味著：“包含，但不是必定地受限制於”。  
15 本發明之範疇僅是由下面的專利申請範圍所限制。

### **【圖式簡單說明】**

第1A、1B和1C圖是依據本發明一實施範例，展示腔室  
10之分別的頂部和側部分解截面圖；

第2A和2B圖是依據本發明一實施例，展示兩個範例匹  
20 配元件；

第3圖是第1圖腔室內部之分解等位圖形；

第4A圖是依據本發明一實施例，展示能用於耦合能量  
進入該腔室的天線之分解圖形；

第4B圖是依據本發明一實施例，展示能用於耦合能量

進入該腔室之螺旋狀天線的分解圖形；

第4C圖是依據本發明一實施例，展示螺旋狀天線饋送之自由空間匹配頻率和腔室匹配頻率的相關性圖形；

第4D-4H圖是依據本發明一實施例，展示能用於耦合能量進入該腔室之各種不規則形天線的分解圖形；

第5A-5C圖是依據本發明一實施例，展示電磁式加熱系統之分解區塊圖；

第6圖是依據本發明一實施例，展示系統操作之簡化流程圖；

第7圖是依據本發明一實施例，展示第5圖所展示之加熱系統中調整元件和頻率的處理程序流程圖；

第8圖是依據本發明一實施例，展示不同的RF電路；

第9圖是依據本發明一實施例，展示具有自動開關能力之一般解凍處理之頻率對時間的圖形；

第10圖是依據本發明一實施例，展示低頻率偏壓結構的佈局；

第11A圖是依據本發明一實施例，展示決定掃動功率特性之方法的簡化流程圖；

第11B和11C圖是依據本發明一實施例，展示掃動功率頻譜如何被決定；

第11D圖是依據本發明一實施例，展示可操作以提供第11B圖所展示之頻譜脈波的脈波形狀；

第12A圖是依據本發明一實施例，展示具有輔助加熱線圈之RF加熱器；

第12B和12C圖分解地展示一機構，其用以自一放大器轉移無用的熱至第12A圖的加熱器；以及

第12D圖是依據本發明一實施例，展示一低重量、高效能之RF加熱器的外觀圖。

## 5 【主要元件符號說明】

10…腔室	64…修改之希爾賓斯基天線
12…端點	66…金屬平板
14…圓柱形部份	68…非傳導區域
16、18、20…饋送天線	70…多層不規則形天線
22…場調整元件	72…天線
24…匹配元件	74、76…天線
28…軸	90…功率饋送
30…方向	92…電腦
32…絕緣片	96…RF系統
36…中心導體	98…加熱物件
37…同軸饋送	102…VCO
40…傳導元件	104…RF開關
50…紮成弓形之天線	106…電壓控制衰減器
52…希爾賓斯基天線	108…負載
54…金屬平板	110…雙向耦合器
56…非傳導區域	112…放大器
58…修改之希爾賓斯基天線	114…隔離器
60…金屬平板	116…RF開關
62…非傳導區域	118…功率負載

- 120...雙向耦合器
- 130...控制器
- 132...電腦
- 134...界面
- 136...多工器
- 138...A/D轉換器
- 140...D/A轉換器
- 190...負載
- 192、194...RF開關
- 200...電路
- 250、252...平盤
- 254...高效能峰值
- 600...內部加熱器線圈
- 602...入口
- 604...出口
- 606...高功率放大器
- 610...間隙
- 612...熱槽
- 614、616...感測器
- 618...控制系統
- 650...外殼
- 652...使用者界面
- 654...門

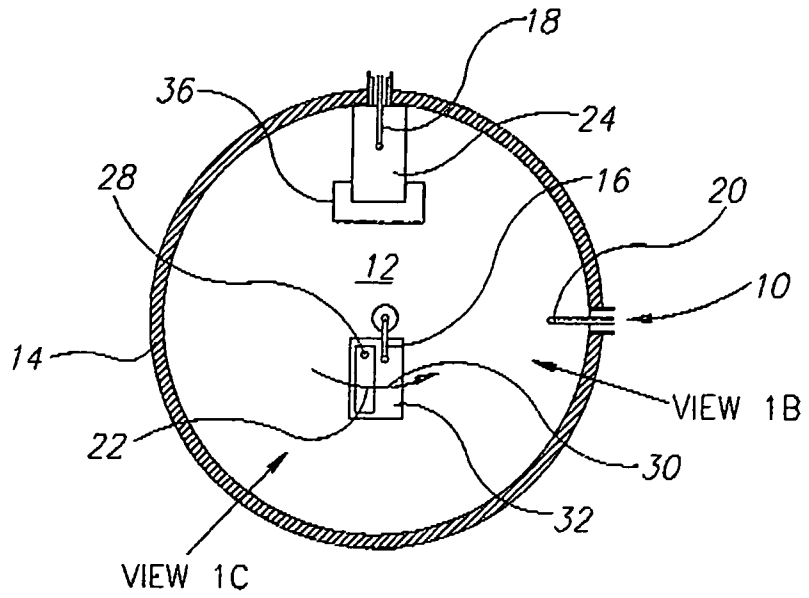
## 十、申請專利範圍：

1. 一種電磁式加熱之方法，其包含下列步驟：
  - (a) 置放一將被加熱之物件進入一腔室中；
  - (b) 以一經控制之輸入功率經由多個天線饋送UHF或微波能量進入該腔室中，並測量該輸入功率；
  - (c) 自動改變發射之頻率，並判定對應之反射功率；及
  - (d) 以經控制之加熱輸入功率藉饋送輸入UHF或微波能量來加熱該物件，該方法之特徵在於：
    - (e) 針對於該等多個天線之各個天線及針對各個頻率：
      - (i) 測量於該天線之一反射功率，
      - (ii) 測量該天線與其他天線或多個天線間之一耦合功率，
      - (iii) 判定一能量吸收效率，該能量吸收效率為未從該腔室以耦合或反射功率輸出之該輸入功率之部分；及
    - (f) 於加熱期間，依據各個頻率之該能量吸收效率，自動調整針對那個頻率之該加熱輸入功率於該天線。
2. 如請求項1之方法，包括當加熱進行時一再判定該能量吸收效率。
3. 如請求項2之方法，其中改變該頻率之步驟包含於一頻寬掃動該頻率。
4. 如請求項1之方法，包括調整該加熱輸入功率使得該能量吸收效率與該加熱輸入功率之乘積於多個頻率時實質上為一常數。

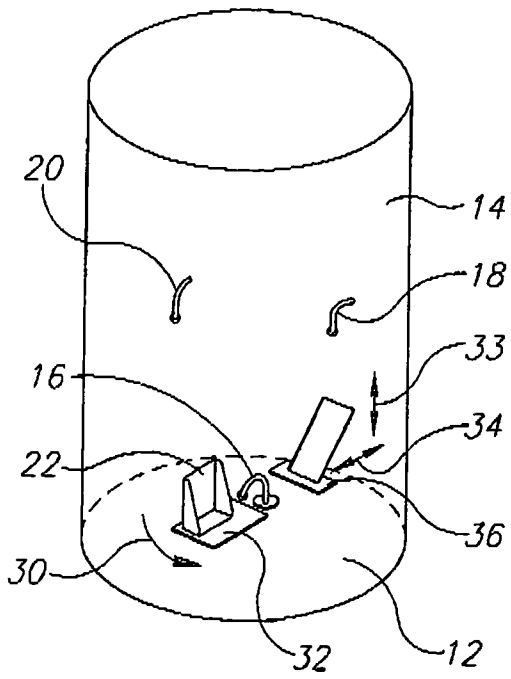
5. 如請求項3之方法，其中根據該能量吸收效率來限制用於掃動之可用頻寬。
6. 如請求項1之方法，包括調整於該腔室中之場調整元件。
7. 如請求項6之方法，其中調整該場調整元件係用以增強該能量吸收效率。
- 5
8. 如請求項1之方法，其中不同之天線於不同之輸入功率發射不同之頻率。
9. 一種用於電磁式加熱之設備，其包含：
  - 一腔室；
  - 10 用於以一經控制之輸入功率經由多個天線饋送UHF或微波能量進入該腔室中，並測量該輸入功率之裝置；
  - 用於自動改變發射之頻率，並判定對應之反射功率之裝置；及
  - 15 用於以經控制之加熱輸入功率藉饋送輸入UHF或微波能量來加熱該物件之裝置，該設備之特徵在於：
    - 針對於該等多個天線之各個天線及針對各個頻率：
      - (i)用於測量於該天線之一反射功率之裝置，
      - (ii)用於測量該天線與其他天線或多個天線間之一耦合功率之裝置，
      - 20 (iii)用於判定一能量吸收效率之裝置，該能量吸收效率為未從該腔室以耦合或反射功率輸出之該輸入功率之部分；及
    - 用以於加熱期間，依據各個頻率之該能量吸收效率，自動調整針對那個頻率之該加熱輸入功率於該天線

之裝置。

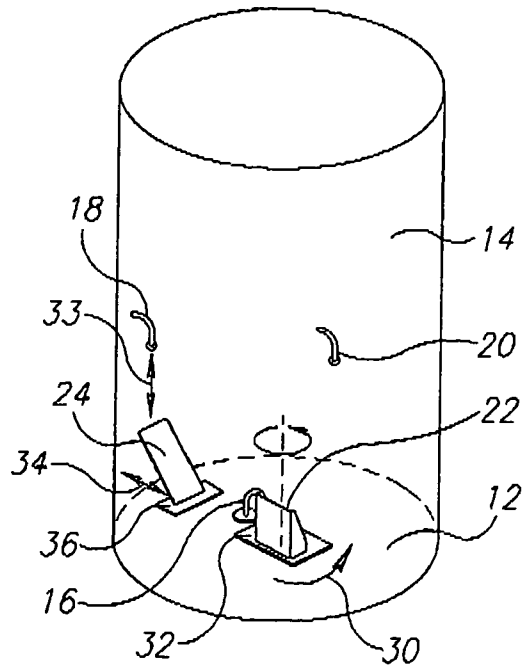
10. 如請求項9之設備，其中控制器調整該加熱輸入功率使得該能量吸收效率與該加熱輸入功率之乘積實質上為一常數。
- 5 11. 如請求項9之設備，包括於該腔室中之一可調整場調整元件。
12. 如請求項11之設備，其中控制器調整該場調整元件以增強該能量吸收效率。
13. 如請求項9之設備，其中不同之天線於不同之輸入功率  
10 發射不同之頻率。



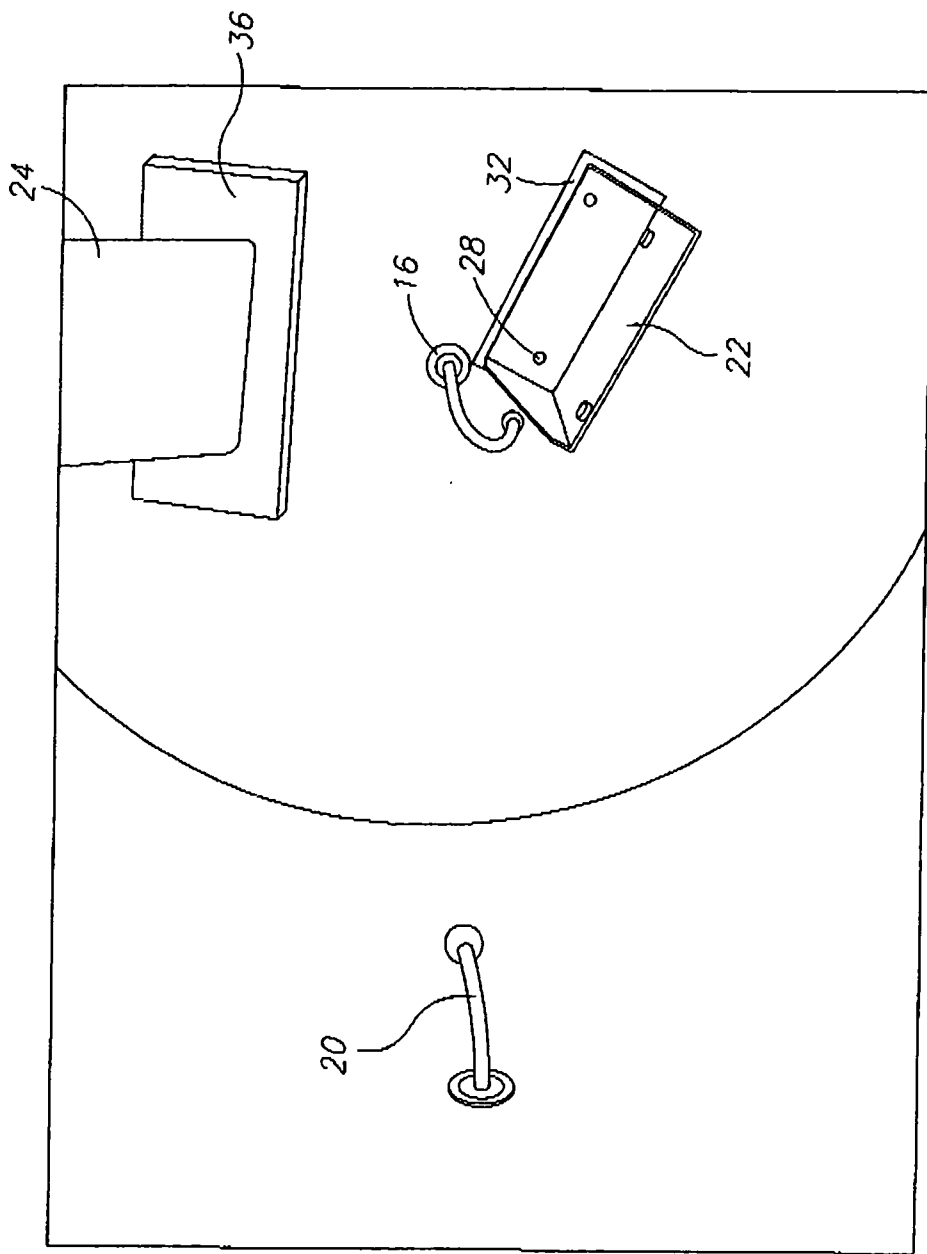
第 1A 圖



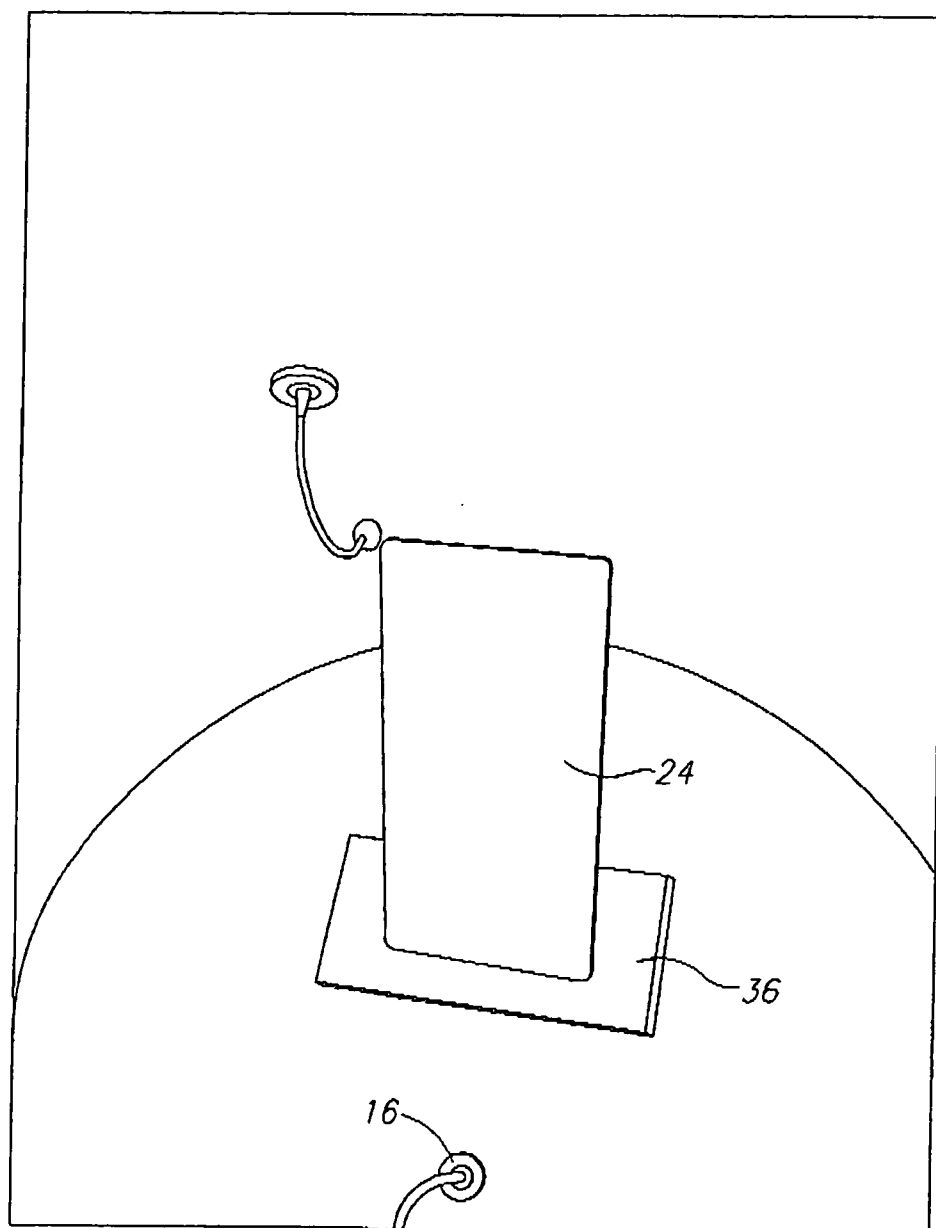
第 1B 圖



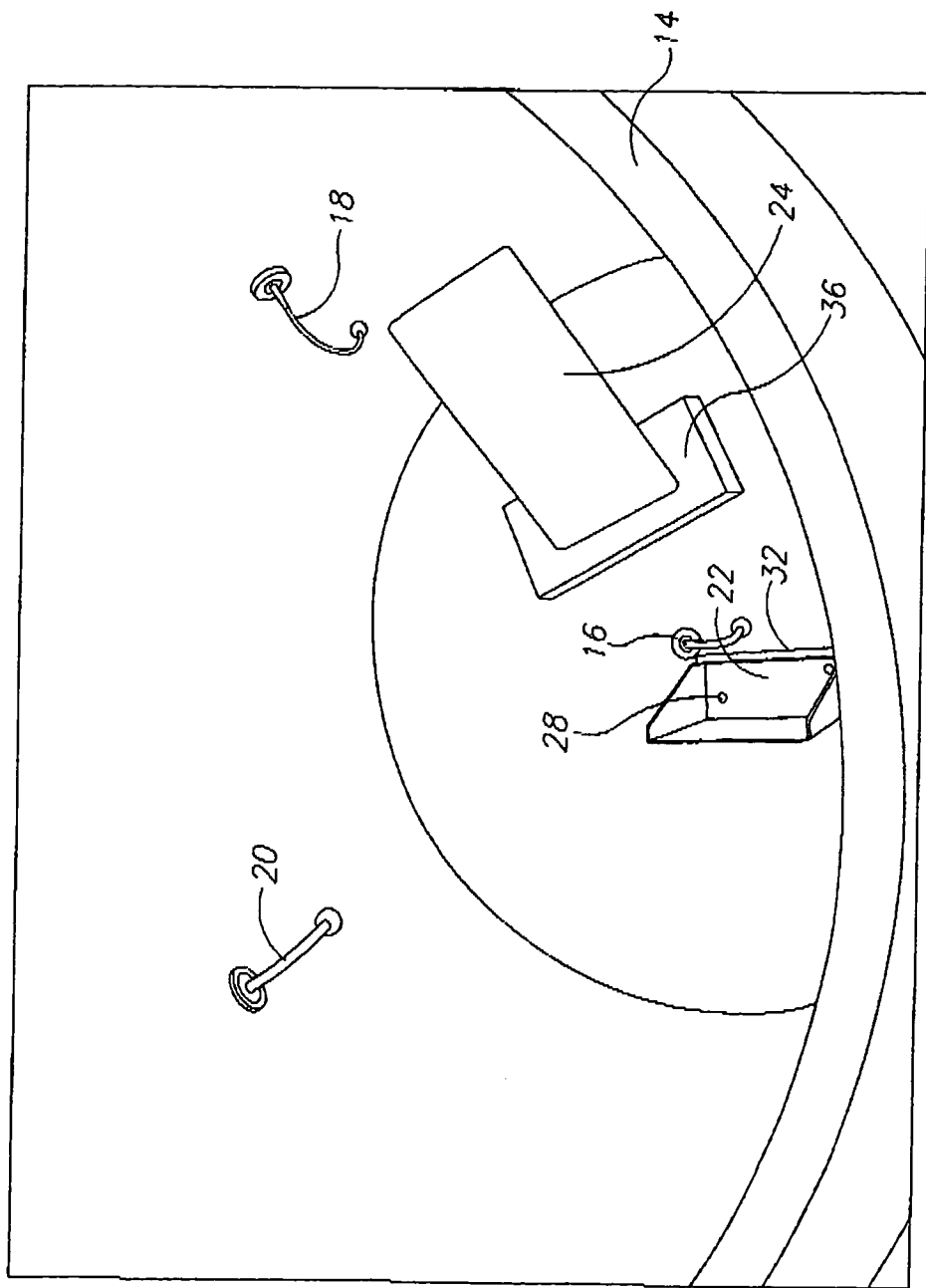
第 1C 圖



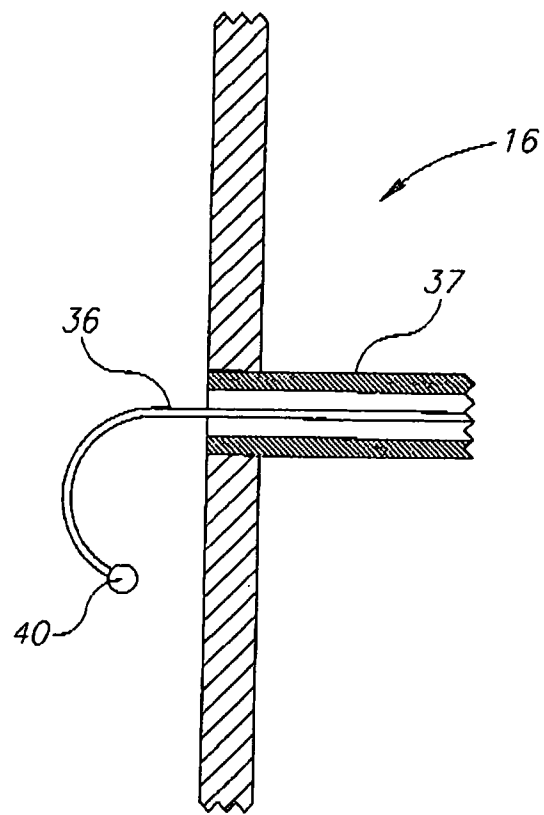
第 2A 圖



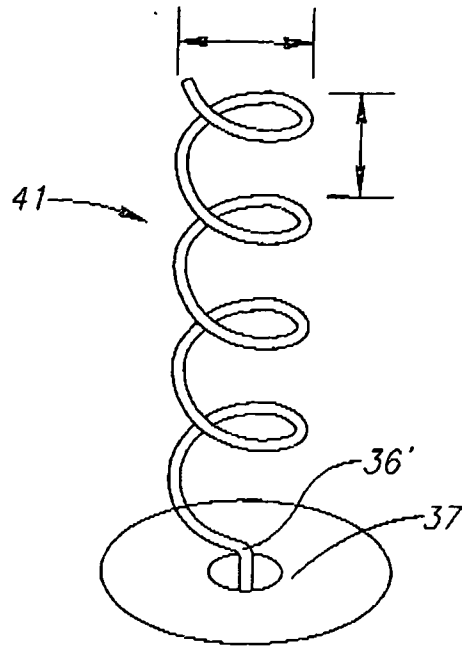
第 2B 圖



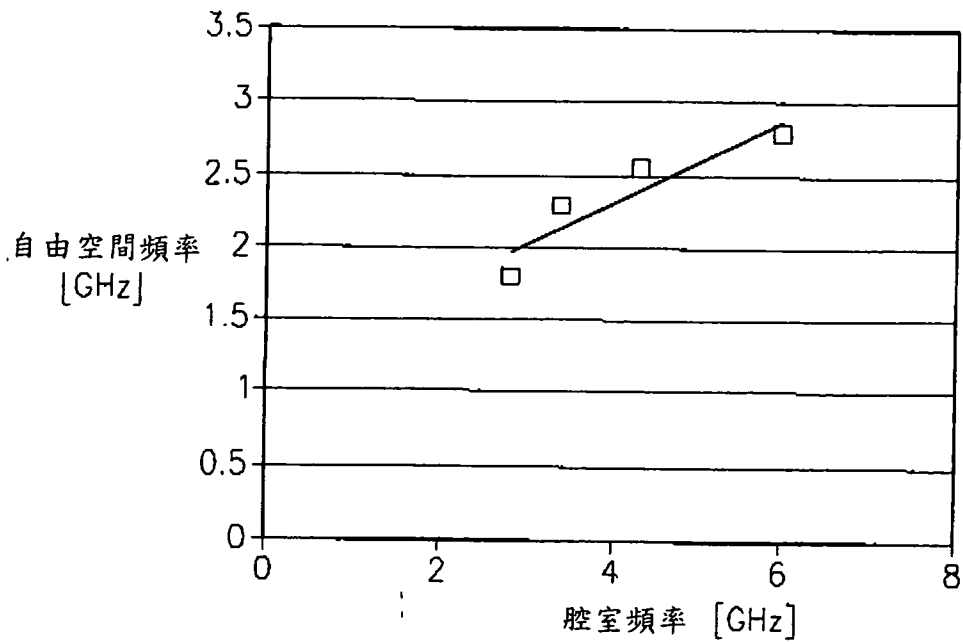
第 3 圖



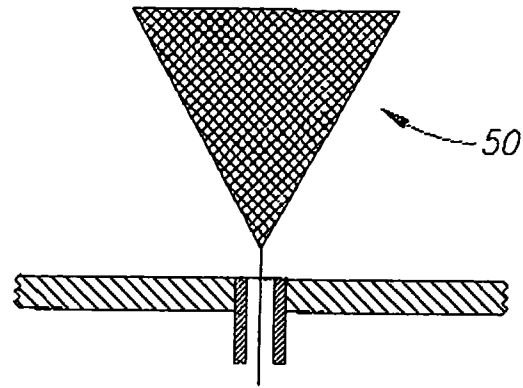
第 4A 圖



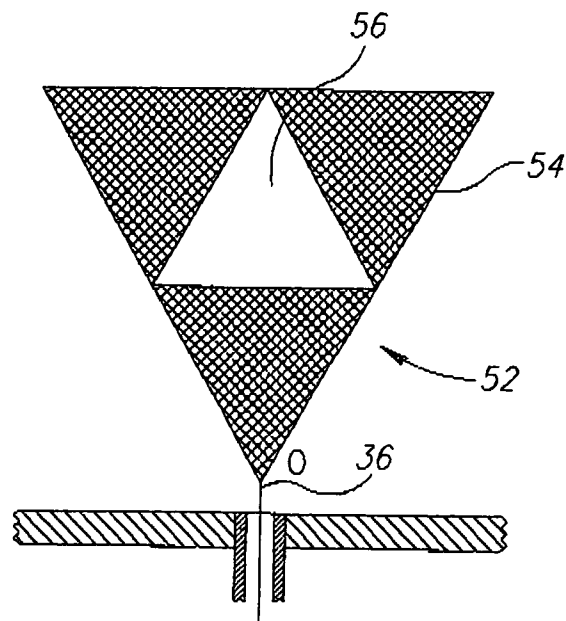
第 4B 圖



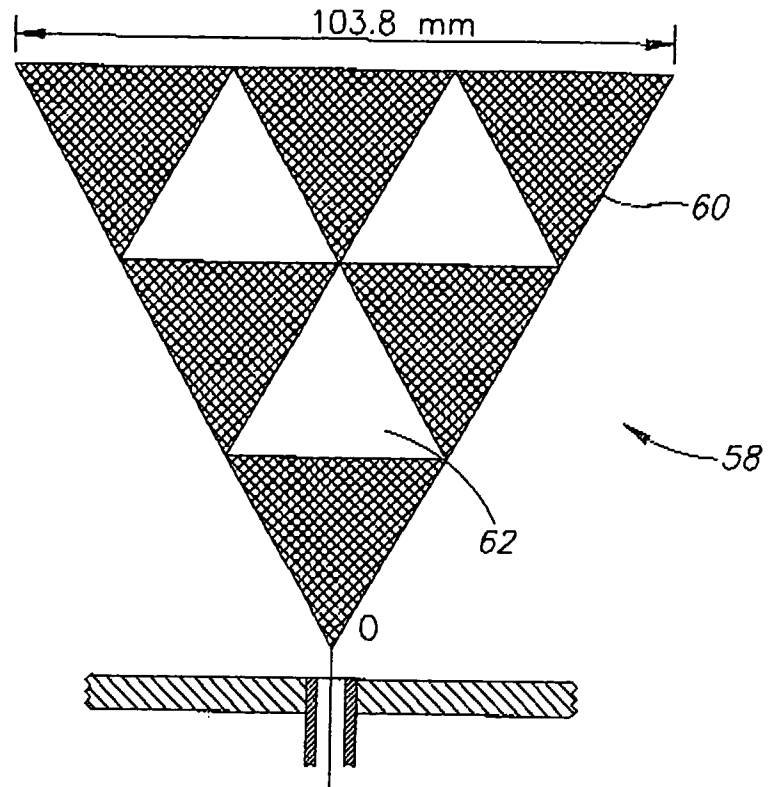
第 4C 圖



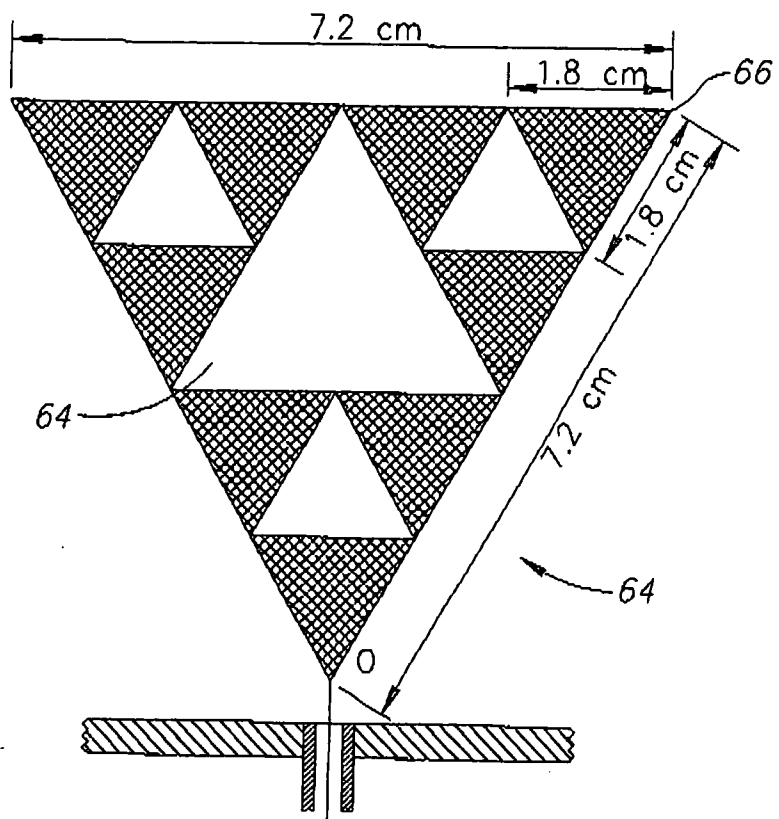
第4D 圖



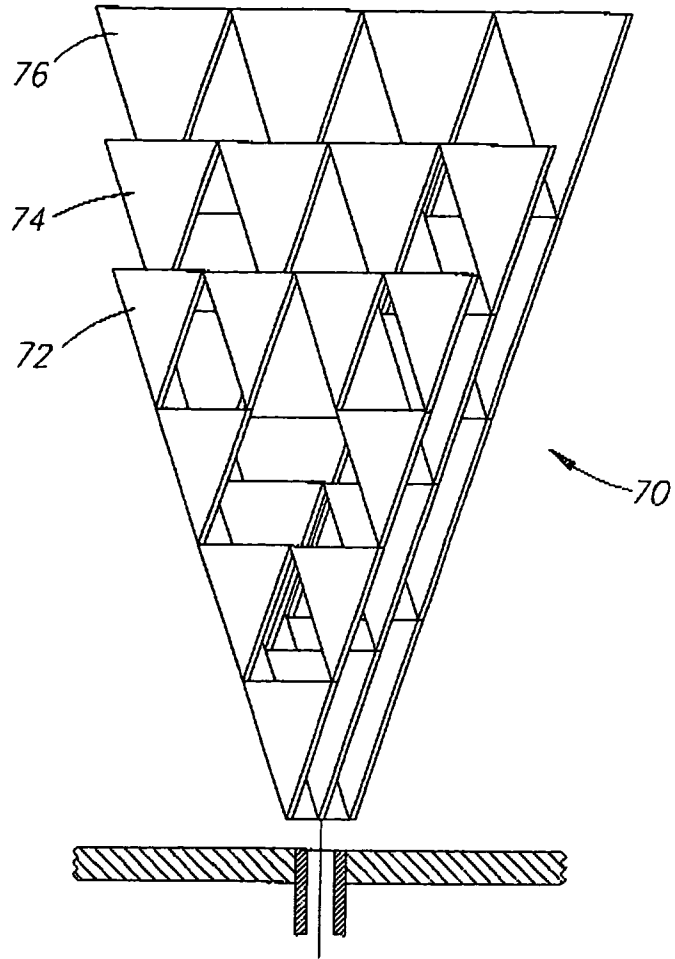
第4E 圖



第 4F 圖

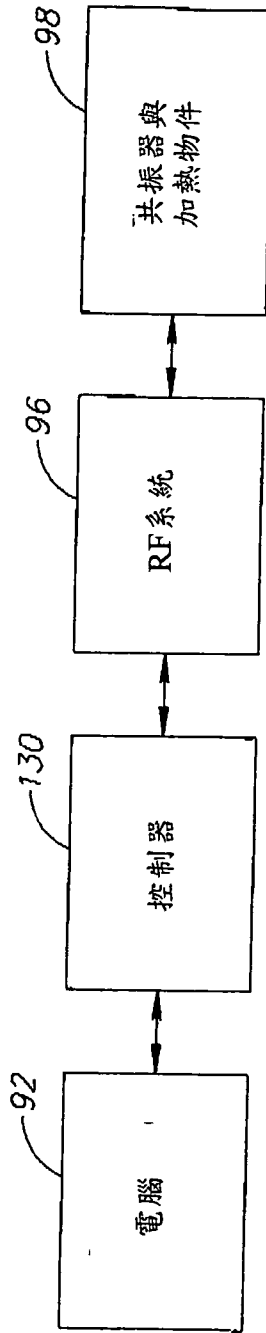


第 4G 圖

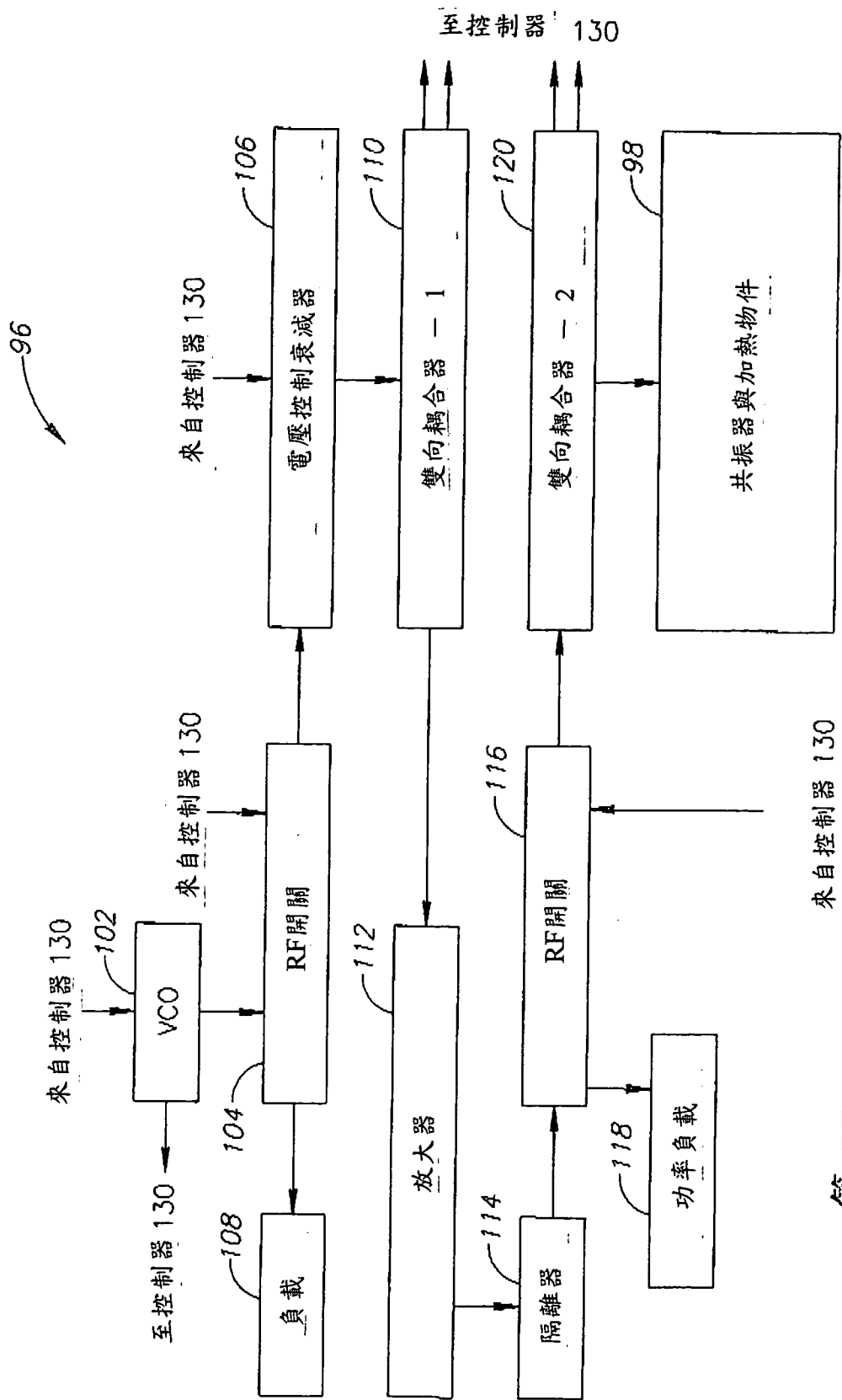


第 4H 圖

90

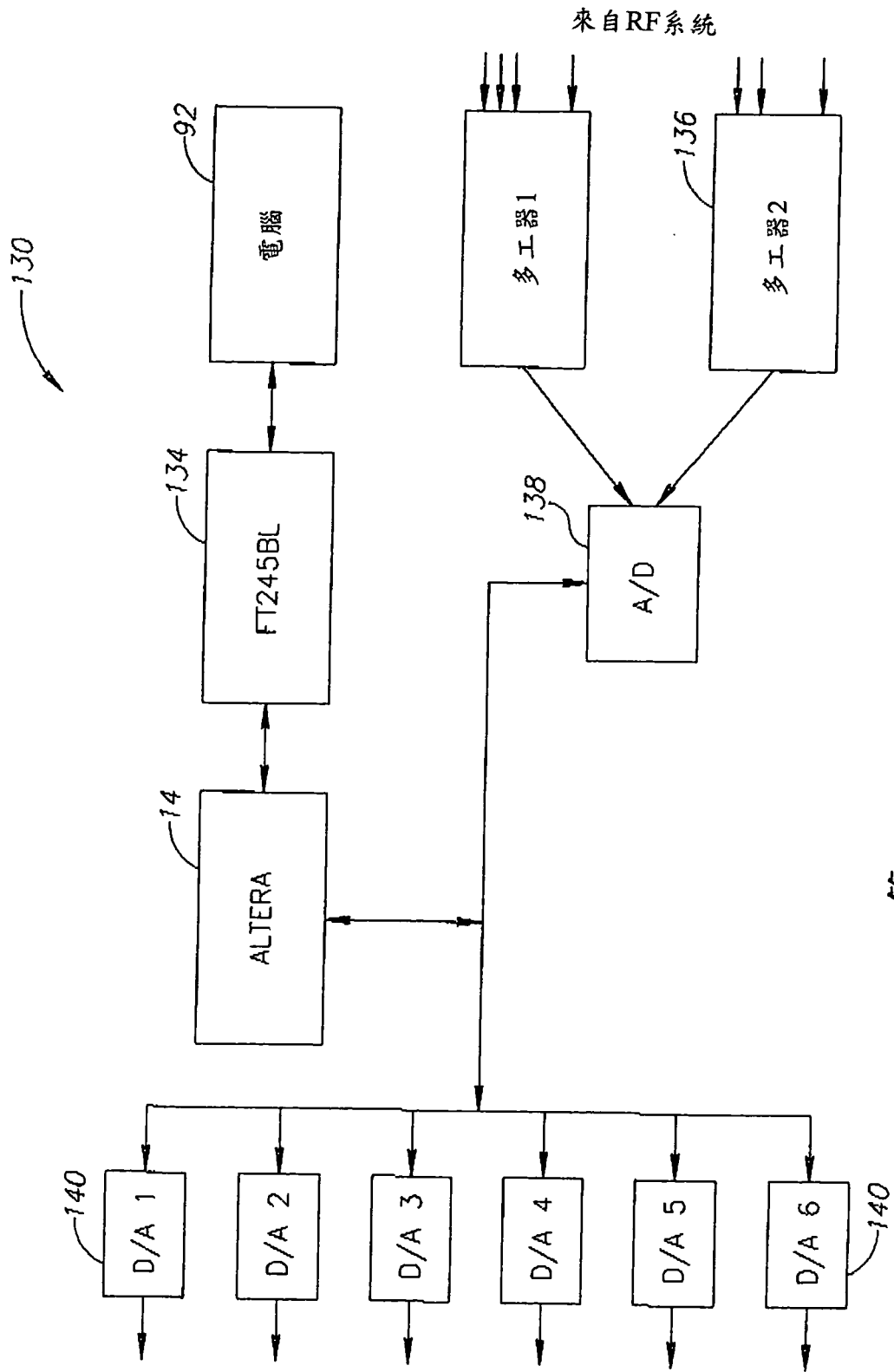


第 5A 圖

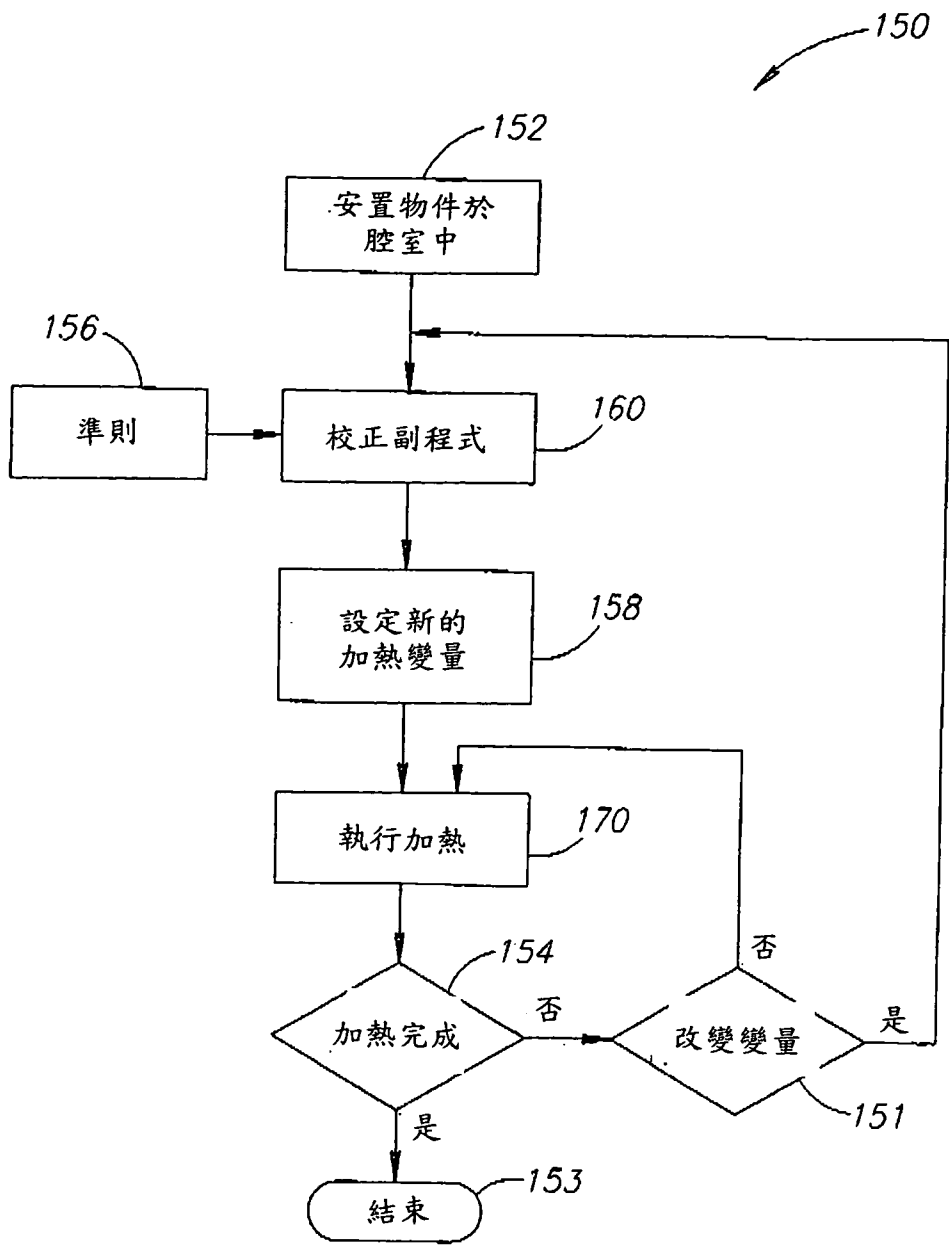


來自控制器 130

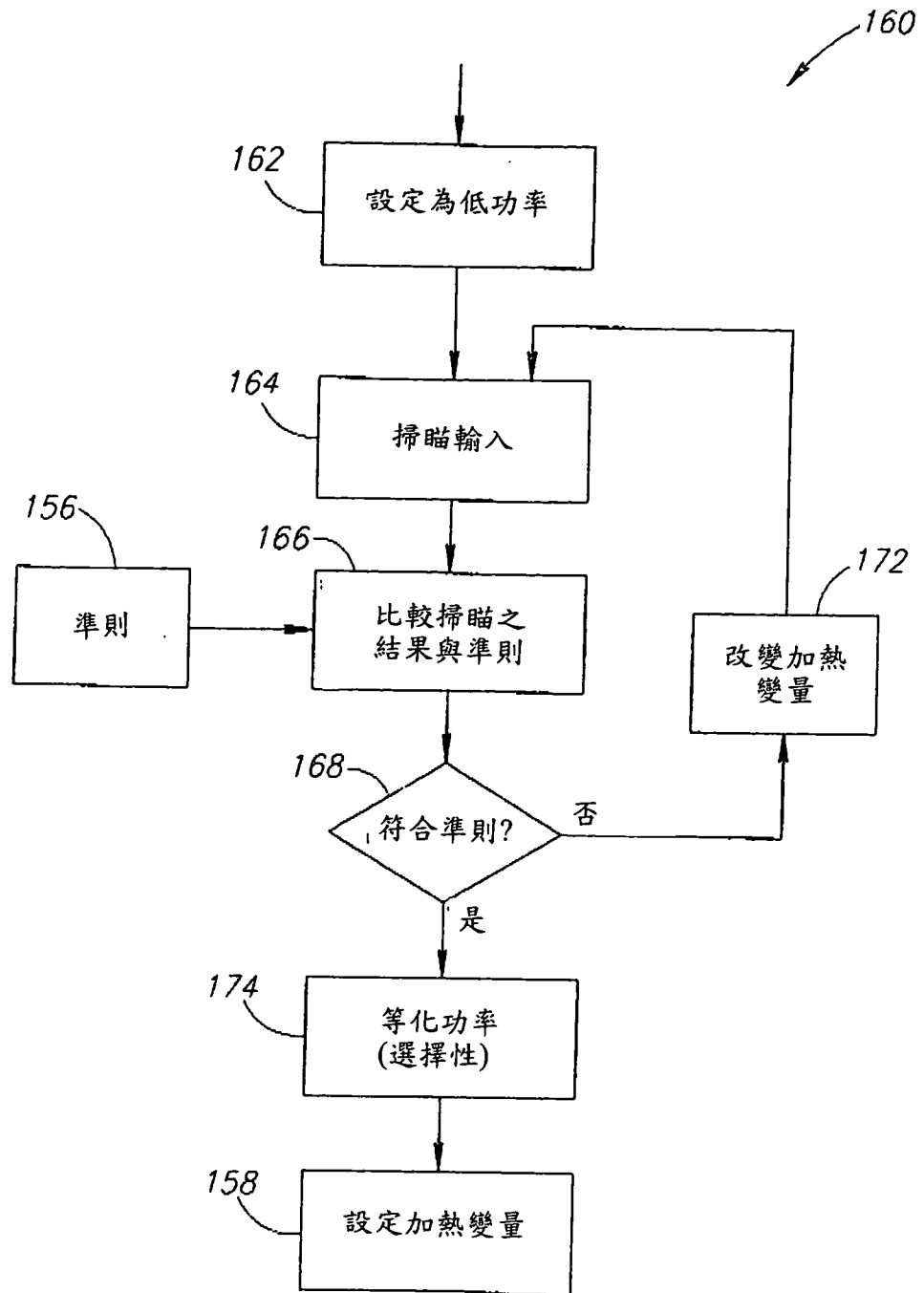
第 5B 圖



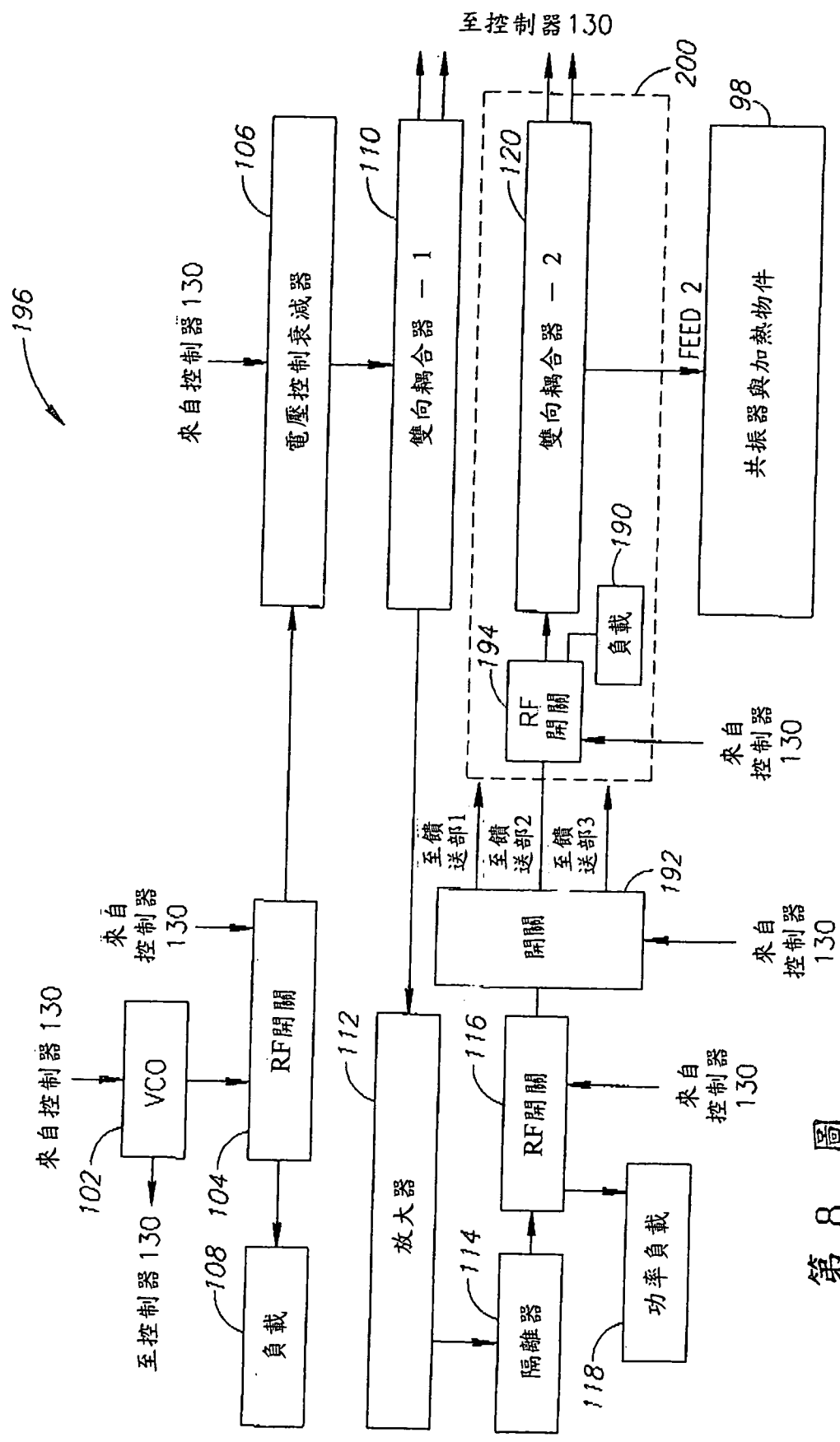
第 5C 圖



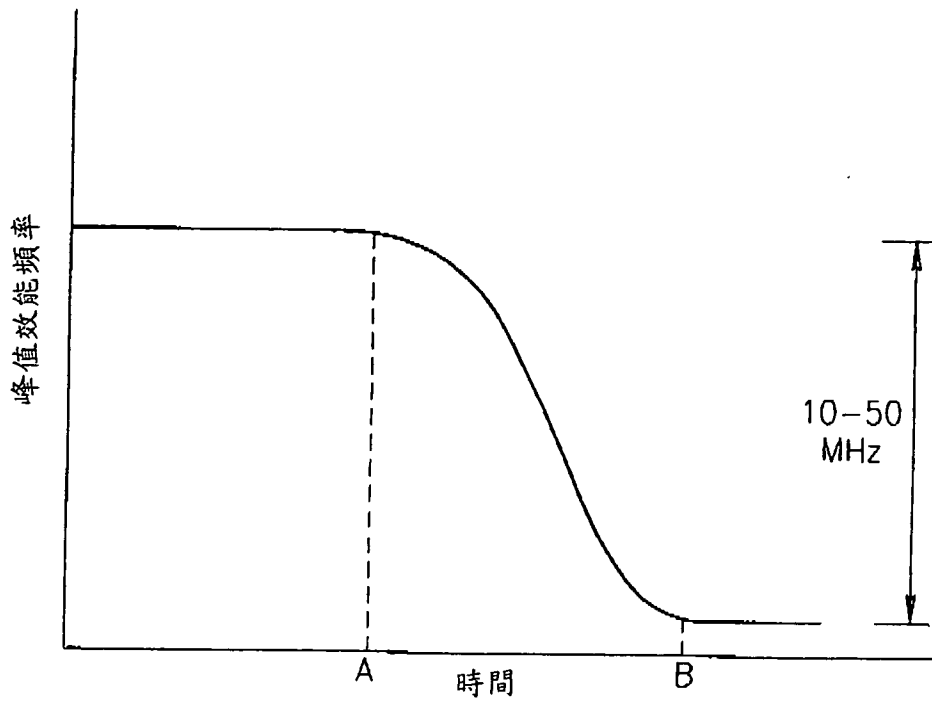
第 6 圖



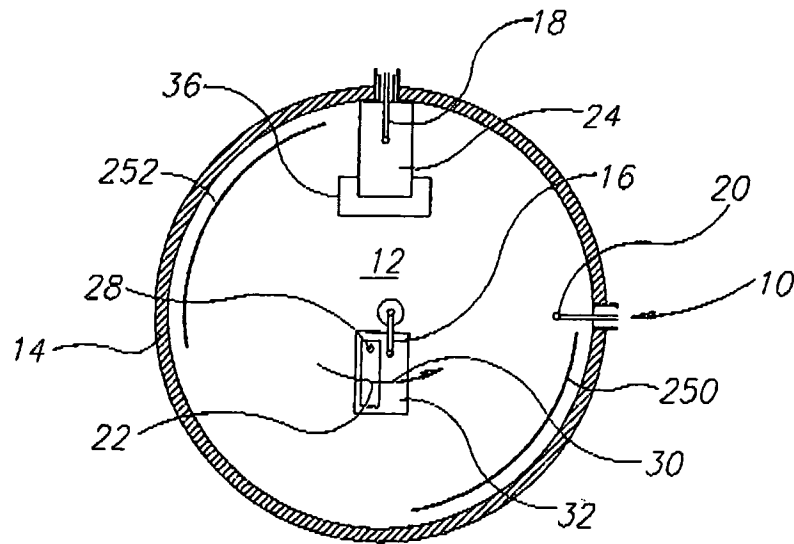
第 7 圖



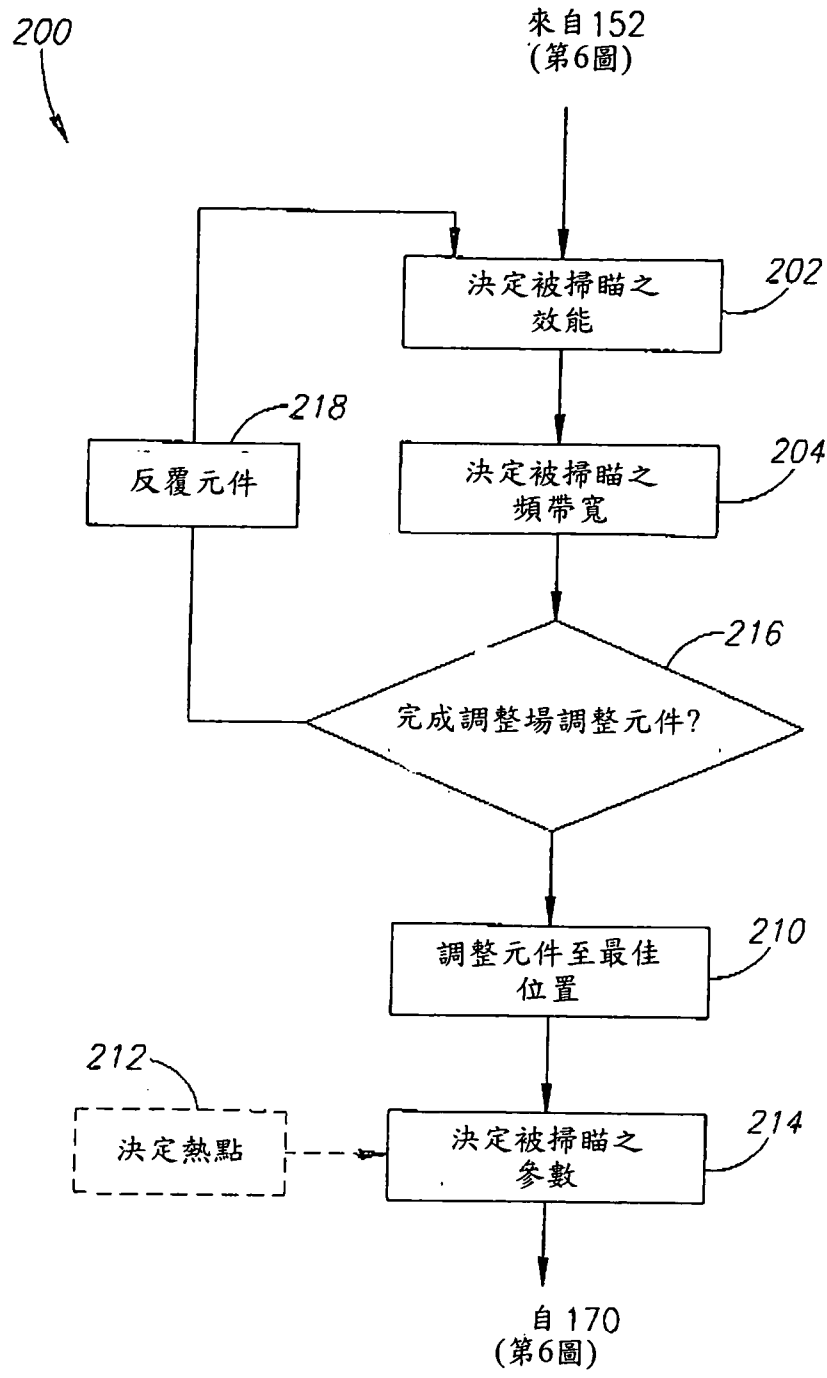
第 8 圖



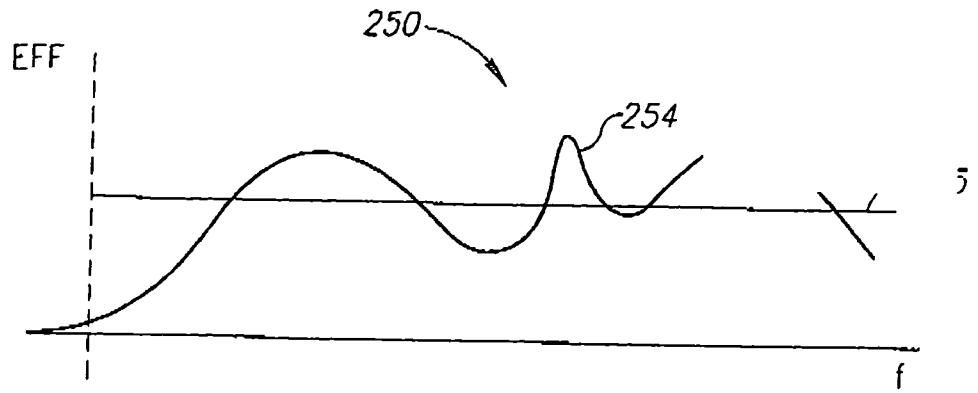
第 9 圖



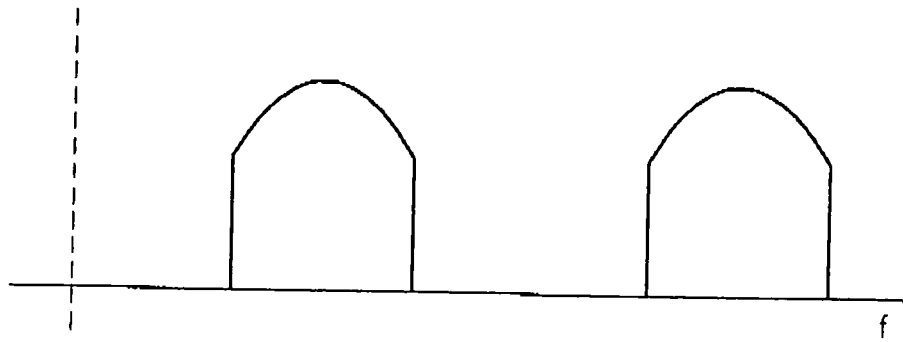
第 10 圖



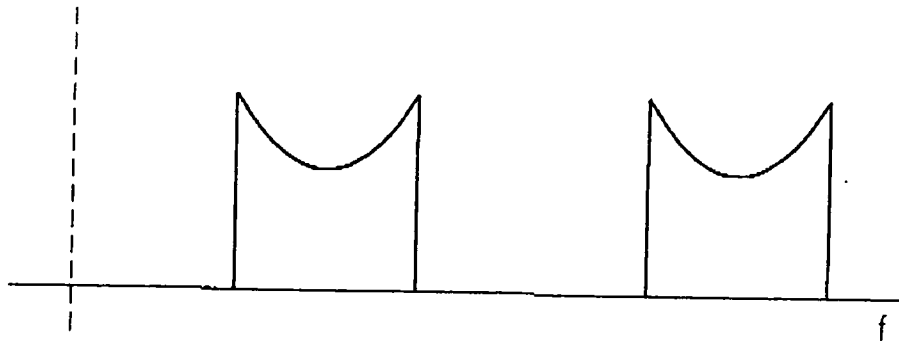
第 11A 圖



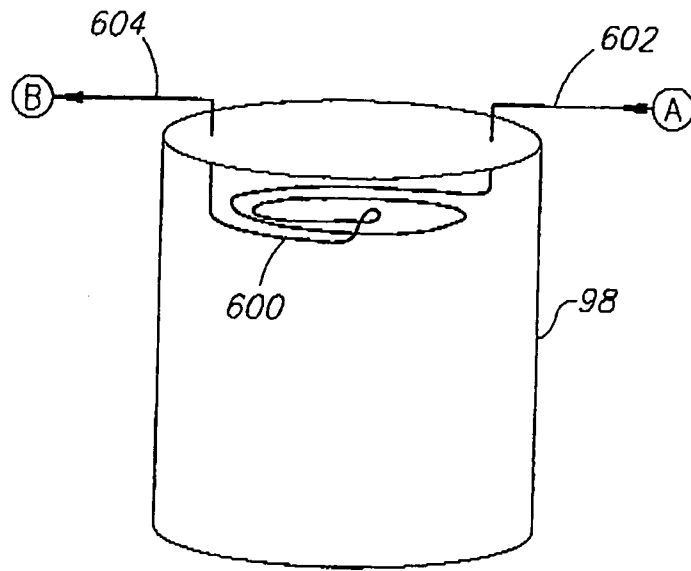
第 11B 圖



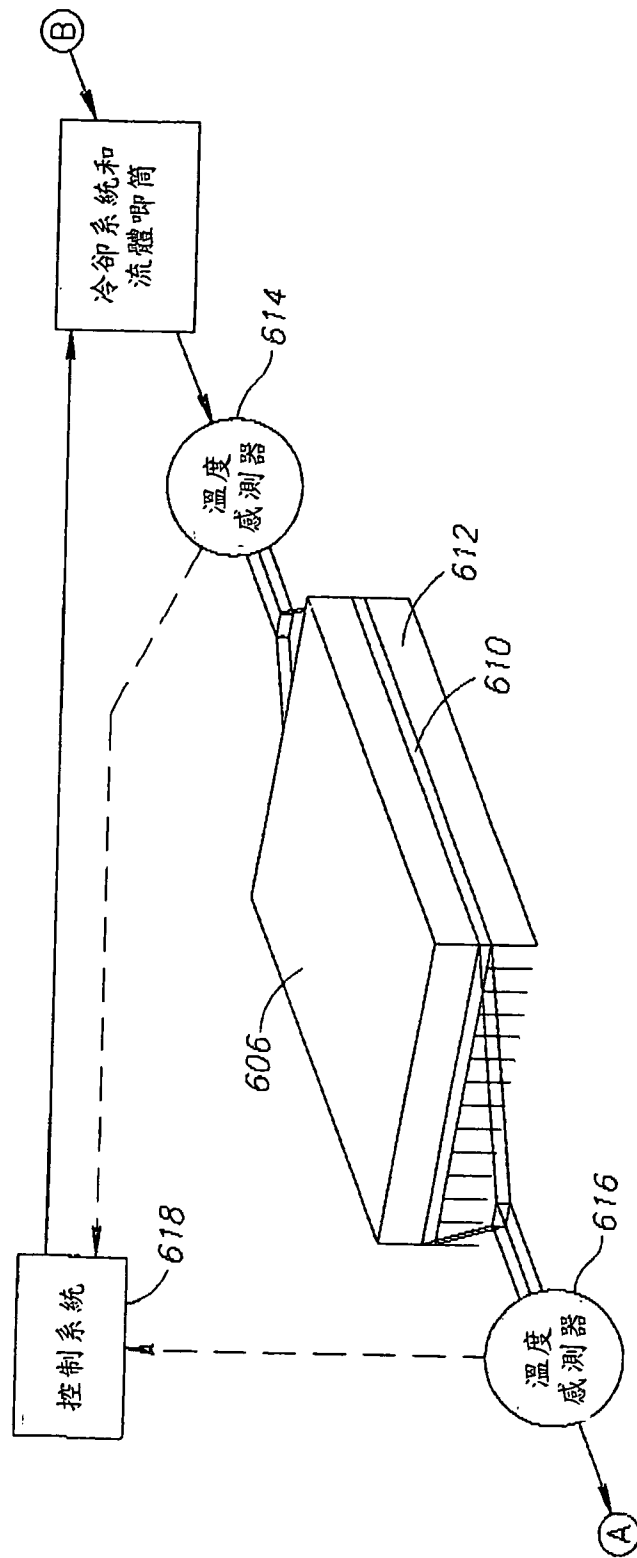
第 11C 圖



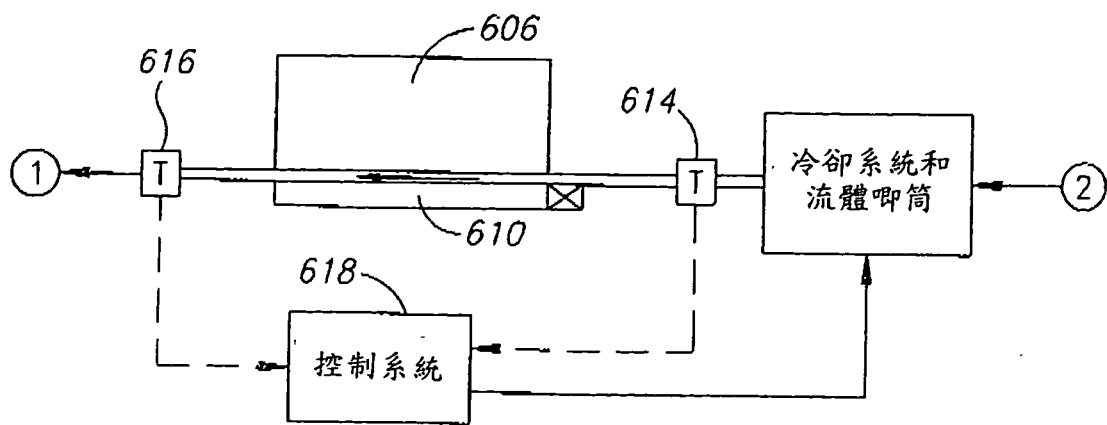
第 11D 圖



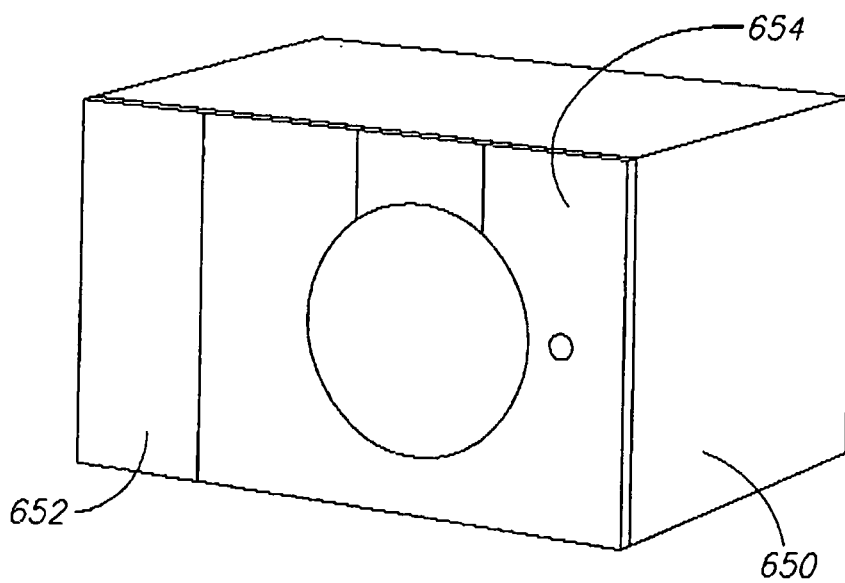
第 12A 圖



第 12B 圖



第 12C 圖



第 12D 圖