

國 籍：(中文/英文)

1. 印度/India

2. 愛爾蘭/Ireland

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： 年 月 日。

☒ 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：

美國 2005/2/10 60/651,796

☐ 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。

國 籍：(中文/英文)

1. 印度/India

2. 愛爾蘭/Ireland

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： 年 月 日。

☒ 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：

美國 2005/2/10 60/651,796

☐ 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。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明通常有關放射食品之領域，且特別有關放射流質食品以減低生物污染物或病菌之程度。

【先前技術】

許多食品其被準備用於人類與/或動物消費含有不想要與潛在危險之生物污染物或病菌，如，例如，微生物，病毒，細菌，(包含細胞間細菌與細胞內細菌，如類菌質體、菌體、奈米細菌、衣原體、立克次氏體屬微生物)、酵母菌、黴菌、菌類、傳染性蛋白質或類似媒介物。因此，這些生物污染物或病菌在食物使用前被去除活性為極端重要的。當物料被施加給嬰兒或給病人，其具有一免疫不足疾病或一免疫虛弱狀態時，此更是特別重要。

目前有二種技術使用於粉狀食品中以減低生物污染物或病菌程度：(1)將食品曝露於氣態型式化學媒介物；與(2)放射該食品。已發現以氣態化學媒介物處理食品可能對食品之最終品質具有不良影響且，於一些情形中，甚至可能污染食品。結果是，產業現在已著眼於放射該食品以減低生物污染物與病菌水準之過程。

用於食物消毒之放射技術可回溯至 1940 年代已為科學性了解多年。對食物安全之關心增加與有效的醫學消毒，最近已導致政府對食物處理放射技術之擴大法規許可。因為放射已証明為一降低有害生物污染物與/或病菌數量之有效裝置，美國政府管制當局已許可各種食物之放射處理使用。

三種經許可用於放射食物處理之離子化放射源為：(1) 珈瑪射線(通常由鈷或銻之同位素形成)；(2)x-射線；與(3) 加速電子之射束(例，e-射束)。相對於 x-射線與 e-射束，美國政府已指令用於食物放射之最大可允許能量。藉維持能量在或低於該指令之最大能量位準，可達成食品之有效放射而不會使周圍物料變得放射性，且不會損及食品之有益性質/特性。目前對 x-射線與 e-射束之確立的最高可容許能量分別為 5 百萬電子伏特(MeV)與 10MeV。

當用於食品放射目的地之珈瑪源放射使用為簡單與有效的，其亦昂貴且處理、運送、儲存與使用為危險的。比較上，e-射束與 x-射線放射處理需要相對較少的設備與屏蔽，可引入於非常接近生產線，且當需要時可被開啓與關閉。因為這些原因，e-射束與 x-射線放射已成為用於食品放射之較佳技術。

以 e-射束所提供之離子化放射為電子形式。於 x-射線情形，該離子化放射通常供應光子。因為光子不具質量，以 x-射線源產生之光子能深深地射入物料內。然而，因為電子具有微小質量，e-射束處理中所提供之電子具有更有限的穿透深度。

現存 e-射束與 x-射線放射系統使用電子加速器以直接射出高速電子用於放射，或使高速電子撞擊一金屬轉換板導致 x-射線射出。過去數十年中已發展之一些電子加速技術包含靜電加速、真空泵化圓柱狀加速器與線性加速器。

在過去十年中，實質上努力已從事開發系統與方法，其可安全地與有效地於產業裝置中有效放射食品。然而，於產業裝置中，存有一些彼此競爭目標，如：(1)最大化食品產出；(2)保證該食品放射之有效與安全性位準；(3)最小化聯合放射製程成本；與(4)保護人員免於輻射曝露。

為保護人員免於輻射曝露，食品放射經常發生於密閉區域，其能有效地阻擋輻射。現有系統藉併入自動化裝置用於輸送食品至放射源達成此目標，藉以去除直接人員介入與附聯之關閉與啟動次數。如此，食品放射之大型應用需要一設備與方法，以運送大量食品至放射裝置，而無人員介入，且於一連續基礎上進行。

一些放射系統已開發用於食品產業放射處理。此等系統例子被揭露於 Lyons 等人之美國專利案號 6,653,641；Eckhoff 之美國專利案號 6,096,379；Barrett 之美國專利案號 5,008,550；與 Koeneck 等人每國專利申請公開案號 2002/0162971。然而，現有食品放射系統遭受一些缺點，特別當使用於處理流質食品時。

輸送帶型式放射處理系統為不能處理某些流體產品，如液體或氣體，或由於流質食品在輸送帶上之轉換，而無效率曝露該流質食品至充足與/或一致的放射劑量。當流體食品，如粉末與粒狀物料，被置於輸送帶型系統用於放射處理，改變輸送帶之速度與/或方向嘗試變換該流質食品，導致在放射曝露中食品具有不一致之深度。流質食品之深度變化影響流質食品總計接受放射的實際劑量，特別是在 e-射束

處理中其中穿透深度係受限的。例如，增加流質食品深度導致放射不能穿透流質食品與充分照射相鄰於輸送帶之流質食品。結果，相同的食品可能必須接受多次放射能量。此不利於產品產出。

現有放射處理系統為彌補流質食品接收之放射實際劑量不一致，係藉以增加功率或劑量位準施加放射能量以確保全部流質食品確實接受充份放射劑量。通常，這些增加的功率或劑量位準為 2 至 5 倍大於理論上傳遞充份放射能量劑量至流質食品的目標功率或劑量位準。換句話說，放射能量以一安全係數 2 至 5 乘上理論上充分目標功率或劑量被施加。較大的功率與劑量位準導致增加的能量消耗，增加的處理成本，與於某些情形不想要的流質食品加熱。

現有放射處理系統之另外缺點為通常使用線型放射腔。然而，通常放射源，以放射型態產生放射能量。如此，當食品通過這些線性放射腔，放射能量以一直角僅撞擊食品短暫時間。此導致對食品之放射能量之較低最佳轉移，導致增加的功率量被使用以達成曝露充分放射劑量。

【發明內容】

因此本發明之一目的為提供一設備、系統與方法用於以放射線照射流質食品。

本發明之另一目的為提供一設備、系統與方法，用於更有效與/或成本節省方式以放射線照射流質食品。

本發明之又一目的為提供一設備、系統與方法，用於以放射線照射流質食品增加產出。

本發明之再一目的為提供一設備、系統與方法，用於以放射線照射流質食品，其是可信賴地曝露該流質食品於至少一想要的放射劑量。

本發明之另一目的為提供一設備、系統與方法，用於以放射線照射流質食品，其減低能量消耗同時維持產出。

本發明之又一目的為提供一設備、系統與方法，用於以放射線照射流質食品，其需要一降低的安全係數且仍確保放射劑量之一需要劑量被傳遞至一流質食品。

本發明包含可符合這些與其他目的之設備與方法。本發明於一觀點，提供一設備用於流質食品之放射處理包括：一放射源；具有凸表面之第一壁，該第一壁對由放射源產生之放射能量為可傳遞的；一第二壁，其具有一表面對立於第一壁之凸表面，以在其間形成一產品流量腔；一入口，形成一通道進入該產品流量腔；一出口，形成一通道離開該產品流量腔；及其中第一壁係位於放射源產品流量腔之間，使得當放射源射出放射能量時，該放射能量通過第一壁且進入產品流量腔。於一些實施例中，對立於該壁之凸表面的第二壁表面宜為一凹表面。

於另一觀點，本發明提供一流質食品處理系統，包括描述於上之設備與一個或多個流質食品。

於又一觀點，本發明提供以放射線照射流質食品之方法，包括：提供一設備包括一放射源，具有凸表面之第一壁，與具有一表面之第二壁，其中第二壁之表面對立於第一壁之凸表面以形成產品流量腔於其間，其中第一壁對放射源射出

之放射能量為可傳遞的，且其中第一壁位於放射源與產品流量腔之間；將一流質食品經由至該產品流量腔之入口導入產品流量腔；將流質食品流經產品流量腔；及將流質食品曝露至由放射源射出之放射能量，放射能量藉由放射源被射出，通過第一壁進入產品流量腔，且接觸流經產品流量腔之流質食品。

於再一觀點中，本發明提供以放射線照射流質食品之方法包括：一設備包括一放射源，具有凸表面之第一壁，其中第一壁對放射源射出之放射能量為可傳遞的，且其中放射源位於第一壁之一側上，其中第一壁為對面於凸表面；將一流質食品流至第一壁之凸表面上；及將流質食品曝露至由放射源射出之放射能量，放射能量藉由放射源被射出，通過第一壁，且接觸流質食品。

於另一觀點，本發明提供以放射線照射流質食品之方法以減低一種或多種生物污染物或病菌之位準，該方法包括：(a)將具有一種或多種生物污染物或病菌之流質食品以一預定流率流經一產品流量腔；(b)以一預定功率與一預定能量位準產生放射能量；(c)當流質食品流經產品流量腔時，將流質食品曝露至放射能量所產生之一實際劑量(D_A)，其中 D_A 為位於或高於一需要的劑量(D_D)，其是足以有效地減低一種或多種生物污染物或病菌之位準；其中當以預定流率流經產品流量腔時，預定功率係選取使得放射能量之理論上劑量(D_T)將被傳遞至流質食品，其中 D_T 等於 D_A 乘上一安全係數(SF)；及其中 SF 為小於約 3.0。較佳地 SF 為小於 1.8，且最佳地小

於 1.2。

於又一觀點，本發明提供由上述方法處理之流質食品。

【實施方式】

放射系統

參考第 1 圖，依據本發明之一實施例，例示一放射系統 100。放射系統 100 特別設計以放射線有效及有效率地照射流質食品用於大量/工業處理。如在此使用者，名詞流質食品意指任何食品其當處理時可被流經過，特別包含但不限於液體、氣體、糊狀物、粉末、顆粒物料(其包含小項目經大量處理者，如藥丸)、膠狀物、高度柔軟性材料等。名詞食品包含口服或靜脈注射食用原料。然而，本發明不限於使用流質食品。放射系統 100 包括一流質食品源 10、一放射腔 20、一放射源 30、一控制閥 40、一真空泵 50、一封裝器 60、一中央處理單元(CPU) 70、一放射感測器 80，與一使用者界面 90。

流質食品源 10 可為一漏斗、一槽、一儲塔、一倉、一儲存庫、一輸送帶，或任何其他裝置或空間其可被用於固持、儲存與/或輸送一流質食品。流質食品源 10 經由供應管路 15 為流動地連接至放射腔 20 之入口。放射腔 20 之出口經由出口管路 25 為流動地連接至封裝器 60。如此，一產品流路徑從源 10 被形成至封裝器 60 以使流質食品之放射處理容易進行。產品流路徑從流質食品源 10 延伸，經過放射腔 20，且至封裝器 60。控制閥 40 與真空泵 50 為可操作地串連接至出口管路 25。如以下更詳細討論地，真空泵 50，當於

主動狀態時，藉產生一真空差異使流質食品流沿產品流徑容易進行。流質食品之流率沿產品流徑以控制閥 40 控制，其較佳為一可調整閥。

供應管路 15 與出口管路 25 可為管線、管道或相類物。供應管路 15 與出口管路 25 可以經主管機關如 FDA、USDA 許可之任意合適材料構建，包含金屬、合金、塑膠、聚合物或任意其它材料其為安全使用於對 e-射束延長曝露與將於其中執行之流質食品運輸。較佳地，供應管路 15 與出口管路 25，與放射腔 20 之內表面為平順的，以不明顯地妨礙流質食品流通過。

供應管路 15 與出口管路 25 可流動地以各種不同方式包含焊接、黏接、膠布接合、結合密封膠布螺接、鉗接、壓縮 O 形圈接合連接至放射系統 100 之不同元件。流體連接之完整程度(即，密封特性)以意欲流經放射系統 100 之流質食品類型指定。例如，假如意欲處理之流質食品為液體或氣體，全部流體連接將必須是密封穩固的。然而，假如意欲處理之流質食品為顆粒狀食品，流體連接不必須是密封的。雖然，當一真空泵，如真空泵 50，被使用於沿產品流徑產生流質食品流，全部流體連接將是充分密封穩固以承受真空泵之操作真空。

放射源 30 位於放射腔 20 外部但位於殼體 110 內。從放射源射出之放射能量類型將視實施之放射源類型而定。放射源可為任何型式放射源，其是許可用於以放射線照射食品，包含珈瑪放射源、x-射線源或 e-射束源。放射系統 100 所使

用之正確放射能量型式將視被處理之流質食品類型、政府法規、設計規格、產業標準、關於人員工作區域之放射腔 20 定位與其他食物處理設備、使用者偏好與使用放射線照射流質食品之目的而定。

於 e-射束情形，放射經由真空使用磁場指導可被傳遞到放射腔 20 任意距離。放射將接著使用一電磁裝置振盪 e-射束被傳佈於食品。電磁裝置係適以振盪 e-射束源。源-射束振盪裝置 30 位於離放射腔 20 之第一壁 21 一距離，較佳地於範圍 1 米至 5 米。放射振盪源 30 以放射型態傳佈放射能量(以虛線箭頭 31 表示)。

珈瑪放射源包含，不限於鈷或銻之同位素。e-射束源包含經加熱鎢或白金或其他具有高熔點之重金屬。X-射線當 e-射束撞擊重金屬時被產生。不計併入之放射源類型，珈瑪射線、e-射束、x-射線或要不然，放射源 30 可被構形以球形、半球形、圓柱形或半圓柱形射出放射能量。需要的放射圖案將由放射腔 20 之設計指示。此將參考第 2 至 8 圖詳細討論於下。

放射腔 20 包括第一壁 21 與第二壁 22。第一壁 21 與第二壁 22 形成一產品流量腔 29 於其間。產品流量腔 29 形成從流質食品源 10 至封裝器 60 之產品流徑之一部分。至少第一壁 21 之部分可傳遞至少以放射源 30 射出之放射能量 31 之一部分。較佳地，第一壁 21 之傳遞部分傳遞放射能量 31 通過而無一實質上能量損失(即，第一壁 21 之傳遞部分為大體上對放射能量 31 為透明的)。

構建之材料、厚度，與以放射源 30 射出之放射能量 31 類型為可影響第一壁 21 之傳遞特性之全部因素。用於構建第一壁 21 之傳遞部分之合適材料包含，而不限於石英、玻璃、塑膠、聚合物、薄金屬或合金。第一壁 21 之傳遞部分之較佳厚度將由建構材料與將傳遞之放射能量 31 類型所指示。當第一壁 21 之傳遞部分之厚度將因個案而決定時，第一壁 21 之傳遞部分應足夠堅固以在流質食品所施加之處理與負載中經歷之真空下固持其形狀。

第二壁 22 可被建構使得它可傳遞或不傳遞放射能量 31。較佳地，第二壁對放射能量 31 為不顯著傳遞。使用第一壁 21，第二壁 22 之建構材料，第二壁 22 之厚度，與以放射源 30 射出之放射能量 31 類型為影響是否第二壁 22 可傳遞放射能量 31 之全部因素。用於建構第二壁 32 之合適材料包含，不限於混凝土、石英、玻璃、塑膠、紙板、紙、聚合物、薄金屬或合金。

於一些實施例中，第三壁(未例示)可加至第二壁 22 之對面側。第三壁可被建構使得它傳遞或不可傳遞放射能量 31。較佳地，第三壁不顯著地傳遞放射能量 31。使用第一壁 21，第三壁之建構材料，第三壁之厚度，與以放射源 30 射出之放射能量 31 類型為可影響是否第三壁傳遞放射能量 31 之全部因素。用於建構第三壁 32 之合適材料包含，不限於，混凝土、鉛、鋼鐵其他重金屬。第三壁與第二壁 22 形成一額外腔。此額外腔可被使用/修改以運送熱交換液體如水。該

熱交換液體意指冷卻由殘餘能量所產生之熱，其可逸脫於第一與第二壁 21，22。

放射源 30 與第一壁 21 排成直線，使得以放射源 30 射出之放射能量 31 通過第一壁 21 之傳遞部分且進入放射腔 20 之產品流量腔 29。如此，當放射源 30 射出放射能量 31 且流質食品通過產品流量腔 29，流質食品曝露於放射能量 31。流質食品曝露之放射能量 31 劑量可藉調整流質食品通過產品流量腔 29 之流率、產品流量腔 23 之深度與/或放射能量 31 之功率準確地控制。調整控制閥 40 與/或真空泵 50 可控制流質食品之流率。

CPU 70 為可操作與電氣連接至真空泵 50、控制閥 40、放射源 30、放射感測器 80 與使用者界面 90 用於傳遞。CPU 70 為一基於可程式之邏輯控制器之合適微處理器、個人電腦或相類物用於程序控制，且較佳地包含使用以提供連接放射系統 100 之各種元件 30、40、50、80、90 之輸入/輸出埠，其可需要被控制與/或傳遞。

CPU 70 亦較佳地包括足夠記憶體以儲存製程配方、參數與其它資料，如目標放射劑量、流率、處理時間、處理條件、操作功率位準等。CPU 70 可聯絡操作連接之放射系統 100 之任何與全部各種元件以自動調整製程條件，如流率、放射能量位準、放射功率位準、真空泵致動等，以達成所需條件。CPU 70 被程式化以從放射感測器 80 接收資料訊號，分析資料訊號，且作成合適調整以對被處理之流質食品，達

成一需要的放射劑量。所使用之控制器類型視其所併入之系統之正確需求而定。

於放射系統 100 之通常作業中，一操作員經由使用者界面 90 輸入一系統致動訊號，其可為一鍵盤、滑鼠、接觸致動顯示幕等。其未顯示，一顯示模組可被提供，其是可操作性耦合至 CPU 70，使得該操作員可觀看所作之選擇。系統致動訊號可包括致動與處理指示與參數二者。一旦以使用者界面 90 產生，系統致動訊號被傳遞至 CPU 70 用於分析與處理。於接收系統致動訊號，CPU 70 從記憶體取出儲存之程序參數，該程序參數為對應嵌入於系統致動訊號之指示。

一旦程序參數從記憶體取出，CPU 70 產生且傳遞合適的致動/控制訊號至真空泵 50、放射源 30 與控制閥 40，其對每一裝置對應經儲存程序參數。於從 CPU 70 接收一致動訊號，放射源 30 在一預定能量位準與預定功率位準射出放射能量 31。當放射源為 e-射束或 x-射線源時，藉供應功率此將需要放射源 30 之致動。當放射源 30 為珈瑪放射源時，此可藉一屏蔽壁被降低或不然移至一為障蔽位置而發生。

於從 CPU 70 收到致動訊號後，真空泵 50 被致動。一旦致動，真空泵 50 迫使流質食品從源 10 流出，流經產品流量腔 29，於該處曝露至放射能量 31，且進入封裝器 60。同時，CPU 70 須要的話亦調整控制閥 40，以經由合適電氣訊號維持流質食品之預定流率。

於操作中，放射感測器 80，其於一些實施例中可為一放射功率感測器，連續量測抵達它之放射能量 31 功率。放射

感測器 80 產生經量測放射功率之一訊號指示且傳遞該訊號至 CPU 70 用於分析與處理。放射感測器 80 可被嵌入、固定或位於或接近第二壁 22 之內表面。

藉知曉流質食品通過產品流量腔 23 之流率(體積或質量)，流質食品之密度，產品流量腔 23 之體積，與流質食品曝露之放射能量 31 功率(其以放射感測器 80 供給)，CPU 70 可近似流質食品曝露之放射能量 31 實際劑量。CPU 70 可接者比較近似之實際劑量與需要之劑量。假如近似之實際劑量不相等或較大於所需劑量，CPU 70 可對真空泵 50、控制閥 40 與/或放射源 30 作必須的調整，直至近似之實際劑量相等於或較大於所需之劑量。

封裝器 60 可為任何裝置或機器其以系統 100 封裝照射之流質食品。藉直接供應封裝器 60 於處理設備鍊中，流質食品於它變得再感染或再污染前可被封裝與/或密封。所使用封裝器 60 類型可以被放射之流質食品類型指示，但可包括，例如，瓶或容器填充器，輸送帶系統用於使封裝包裝機器與形成及填充袋封裝機容易進行。

放射腔 20、放射源 30、控制閥 40 與真空泵 50 可位於外殼 110 內。外殼 110 之設計，包含厚度與外殼 110 建構之材料，以一些因素指示，包含，但不限於，併入放射系統 100 之放射源 30 類型，一食物處理設施內之空間限制，與所需產能。例如，假如放射源 30 射出珈瑪放射，屏蔽珈瑪放射於周遭環境將是一主要考量。於此情形中，外殼 110 將以具有一厚度之適當材料建構，其將屏蔽以放射源 30 射出之珈

瑪放射於環境。使用於珈瑪放射源之外殼通常材料包含鉛、鋼鐵、混凝土與其組合。然而，假如放射源 30 射出較少穿透放射類型，如 x-射線或 e-射束，由於 x-射線與 e-射束不能顯著穿透厚重材料，外殼 110 不必須提供一巨大屏蔽效果。雖然，於一些實施例中，仍必須被供應。

當放射系統 100 係例示具有放射腔 20、放射源 30、控制閥 40，且真空泵 50 位於外殼 110 內，對這些元件之任何數目或全部為可能位於外殼 110 外部。

放射腔

於第 2-8 圖中，揭示適於使用於第 1 圖之放射系統 100 之放射腔的三個實施例。應注意的是當放射腔之三個實施例詳細描述於下時，各種所例示放射腔之其他實施例、變化與修改對業界技藝人士將變得顯明。

於第 2-4 圖中，例示依據本發明之第一實施例之一放射腔 20A。特別參考第 2 與 3 圖，放射腔 20A 包括第一壁 21A，第二壁 22A，與側壁 23A，24A。放射腔 20A 包括一入口管部分 25A、一放射管部分 26A 與一出口管部分 27A。

第一壁 21A 包括一傳遞部分 28A。傳遞部分 28A 為半圓柱形狀，且特定地為一半圓柱形。如於此使用者，該用語半圓柱狀(semi-cylindrical)不限於一半圓柱形(half cylinder)，而包括一圓柱之任何角度部分。傳遞部分 28A 朝向一中心軸 A-A。當放射腔 20A 併入一放射系統，如第 1 圖之系統 100，用於流質食物處理，放射源通常位於沿著或相鄰於中心軸 A-A。於此方式，以放射源射出之放射能量將以圓柱狀放射

圖形射出且通過第一壁 21A 之傳遞部分 28A。例如，假如放射源為 e-射束源，朝向一合適構形掃描角形，使得其 e-射束射出部分大體上沿著中心軸 A-A。

現在回到第 4 圖，放射腔 20A 之一側剖面視圖沿著切面線 IV-IV 例示。於此方面，中心軸 A-A 僅 A 點為可見的。第一壁 21A，第二壁 22A，與側壁 23A，24A 形成一產品流量腔 29A 其中間。一入口 30A 在放射腔 20A 之頂部形成一通道進入產品流量腔 29A。一出口 31A 形成一通道離開產品流量腔 29A 係設置於放射腔 20A 之底部。當放射腔 20A 被併入一放射系統，產品流量腔 29A 形成產品流路徑之一部分如參考以上第 1 圖所詳細描述者。流質食品可經由入口 30A 流入產品流量腔 29A 且經由出口 31A 流出產品流量腔 29A，如以粗箭頭所指示者。

如以上所描述者，第一壁 21A 之傳遞部分 28A 對放射源所產生之放射能量為可傳遞的。第一壁 21A 之傳遞部分 28A 可經由黏貼、加螺釘、加螺絲、焊接或相類物固定於定位。當傳遞部分 28A 以不同材料建構例示時，且作為第一壁 21A 之其餘部分之分隔元件，整個第一壁 21A 可以如部分 28A 之相同傳遞材料構建與 / 或可被形成為一整體單一件。此外，假如需要的話，放射腔 20A 可不具入口與出口管部分 25A，27A 被構建。

第一壁 21A 之傳遞部分 28A 包括一凸內表面 32A 與一外表面 33A。當外表面 33A 為在例示中為凹面時，外表面 33A 可採取任何形狀。凸內表面 32A 可以複數個形成一般弧形之

平面部分被形成，或可為一單一平坦弧狀表面。凸內表面 32A 可具有一固定曲度或一變化曲度。較佳地，第一壁 21A 之凸內表面 32A 之所有點為大體上與中心軸 A-A 在垂直照射方向為等距離。

近似於第一壁 21A 之傳遞部分 28A，第二壁 22A 之部分期對面於第一壁 21A 之傳遞部分 28A 通常為半圓柱形。第二壁 22A 部分具有一凹內表面 34A 與一外表面 35A。當此部分之外表面 35A 於此例示中為凸狀的，外表面 35A 可採取任何形狀。第二壁 22A 之凹內表面 34A 可以複數個形成一般弧形之平面部分被形成，或以一平坦弧狀表面形成。凹內表面 34A 具有一固定曲度或一變化曲度。

第一壁 21A 之傳遞部分 28A 之凸內表面 32A 對立於第二壁 22A 之凹內表面 34A，以形成產品流量腔 29A 於其中間。於放射腔 20A 之實施例，其不包含入口與出口管部分 25A，27A，產品流量腔 29A 整體將被形成於第一壁 21A 之凸內表面 32A 與第二壁 22A 之凹內表面 34A 間。

第二壁 22A 之凹內表面 34A 通常與第一壁 21A 之凸內表面 32A 的傳遞部分 28A 為同心的。結果，產品流量腔 29A 具有一固定深度 D。產品流量腔 29A 之深度 D 被界定為從大體上凸內表面 32A 至第二壁 22A 之凹內表面 34A 之垂直距離。於一實施例中，其中 e-射束被使用於照射流質食品，產品流量腔 29A 之深度 D 為較佳地約 1 呎 (0.3048 米) 或更少，且最佳地約 3 吋 (0.0762 米) 或更少。藉形成產品流量腔 29A，使得它具有大體上固定深度 D，流質食品流過曝露之放射

能量劑量爲更一致的，可更密切控制，且需要一較低安全因素以確保充份的實際劑量傳遞。

放射腔 20A 可被構建使得產品流量腔 29A 之深度 D 可被調整以改變輸出或施加至流質食品之能量階數。此可藉建構該腔使得第一壁 21A 與 / 或第二壁 22A 爲可移動的而實現。例如，第一壁 21A 與 / 或第二壁 22A 可耦合至水力活塞或起重機，可滑動安裝至一靜止壁或一系統可被建構，其中第一壁爲靜止的且第二壁可被拆解，且從具有變化尺寸與直徑之多重第二壁選取替代，以適合某流量條件與被處理食品之流變學。於第二壁 22A 之另一實施例中，可以一可擴張重覆使用或可拋棄式材料建構，如天然橡膠、強化布、經許可合成彈性體等。第一壁 21A 與 / 或第二壁 22A 可以產品流量腔 29A 之深度 D 增加 / 減少但仍爲其長度大體上固定輸出之方式被移動 / 擴張。

一放射感測器 80A 被嵌入於第一壁 21A 且 / 或第二壁 22A 中，用以量測產品流量腔 29A 中放射能量之特性。放射感測器 80A 可爲一感測器用以量測放射能量功率，一劑量劑用以量測放射能量劑量與選定期間，一離子化腔、一閃爍計數器或一固態偵測器。放射感測器 80A 未限於被嵌入於第一與 / 或第二壁 22A，且可位於第一與 / 或第二壁 22A 任意處或接近第一與 / 或第二壁 22A 或固定至第一與 / 或第二壁 22A 本身，只要放射感測器 80 被定位，使得其可在產品流量腔 29A 中量測放射能量之一個或多個特性。

現在參考第 5-7 圖，放射腔 20B 之第二實施例可併入第 1 圖所示之放射系統 100。放射腔 20B 類似於第 2-4 圖之放射腔 20A。放射腔 20B 元件對應放射腔 20A 之元件編號，除具有字母“B”而非字母“A”外。在業界熟知技藝人士將瞭解共通特性/要件之應用性下，僅放射腔 20B 之特性/元件不同於放射腔 20A 之特性/元件者將予詳細討論於下。

第 5 圖為放射腔 20B 之一立體視圖。第一壁 21B 包括一傳遞部分 28B。該傳遞部分 28B 通常為半球狀，且特定地為半球形（見第 6 圖）。如在此使用者，術語半球狀 (semi-spherical) 並不限於半球 (half sphere)，而是包含一球之任意部分。第一壁 21B 之傳遞部分 28B 為朝向中心點 B。當放射腔 20B 被併入一放射系統，如第 1 圖之系統 100，對流質食品處理，放射源為位於或接近中心點 B。以此方式，由放射源射出之放射能量將以半球狀圖形射出，穿過第一壁 21B 之傳遞部分 28B。於一實施例中，可導向一適當構形掃瞄角，使得其 e-射束射出部分為大體上位於或接近中心點 B。

參考第 6 圖，第一壁 21B 之傳遞部分 28B 如從放射腔 20B 移除被例示，使得其形狀之全部可被瞭解。傳遞部分 28B 之凸內表面 32B 為在二方向通常固定曲率之平順球形表面。然而，傳遞部分 28B 之凸內表面 32B 可以形成一通常球形之複數個平面區段被形成。凸內表面 32B 可具有一固定曲率或一變化曲率。最佳地，凸內表面 32B 之全部點為大體上與中心點 B 等距離的。

第 7 圖為放射腔 20B 沿切線 VII-VII 之一側剖面視圖。不像第 2 圖之放射腔 20A，放射腔 20B 之入口與出口管部分 25B，27B 不具有大體上固定剖面。

第二壁 22B 之部分其對立於第一壁 21B 之傳遞部分 28B 為通常半球狀。第二壁 22B 之此部分具有大體上凹內表面 34B 與外表面 35B。此部分之外表面 35B 為凸狀的，但可採任何需要的形狀。產品流量腔 29B 形成於第一壁 21B 之凸內表面 32B 與第二壁 22B 之凹內表面 34B 間。因為第二壁 22B 之凹內表面為通常與第一壁 21B 之凸內表面 32B 同心，產品流量腔 29B 具有大體上固定深度 D。

現在參考第 8 圖，放射腔 20C 之第三實施例可併入於所例示之第 1 圖放射系統 100。放射腔 20C 類似於第 2-7 圖放射腔 20A，20B。放射腔 20C 之元件匹配放射腔 20A，20B 之對應元件編號，除以字母“C”而非字母“A”或“B”外。在瞭解業界熟知技藝人士將自動瞭解該共通特性/元件之應用性下，僅放射腔 20C 之特性/元件不同於放射腔 20A，20B 之特性/元件外，將於以下詳細討論。

第 8 圖為放射腔 20C 之一側剖面視圖。放射腔 20C 之傳遞部分 28C 形狀為相同於第 6 圖所例示之傳遞部分 28B。放射腔 20C 之傳遞部分 28C 形成第一壁 21C 全部。傳遞部分 28C 在一半球形與一外表面 33C 形式中，具有一凸內表面 32C。凸內表面 32C 之所有點為大體上與中心點 C 等距離的。放射腔 20C 之第二壁 22C 包括一凹內表面 34C 與一外表面 35C。

第二壁 22C 之凹內表面 34C 對立於傳遞部分 28C 之凹內表面 32C，以形成一產品流量腔 29C 於中間。因為第二壁 22C 之凹表面 34C 為通常與傳遞部分 28C 之凸內表面 32C 同心，產品流量腔 29C 始終具有一大體上固定深度 D。

放射腔 20C 之入口管部分 25C 為 L 形。該入口 30C 形成一通道進入傳遞部分 28C 正上方產品流量腔 29C 之頂部。不像放射腔 20A，20B，放射腔 20C 未具有一出口管部分。替代地，出口 31C 形成一通道直接進入產品流量腔 29C。入口管部分 25C 假如需要的話可以省略。

當放射腔 20C 被使用於處理流質食品，該流質食品經由入口 30C，被導入產品流量腔 29C。於進入產品流量腔 29C，流質食品即刻接觸靠近其頂端之凸表面 32C，且沿凸內表面 32 傳佈於全部方向直至其經由出口 31C 離開產品流量腔 29C。

當放射腔 30C 以半球形傳遞部分 28C 例示時，對傳遞部分 28C 它可為半圓柱形，如相對於放射腔 20A 以上描述者。於一使用半圓柱形傳遞部分實施例中，傳遞部分之凹內表面將關於且從一中心軸等距離被朝向。

於本發明之放射處理應用 / 系統之一些實施例中，對立於第一壁之凸表面的第二壁表面並非為一凹表面。而且，於其他實施例中，第二壁並不必須被實施。於此等實施例，流質食品將直接引入接觸第一壁之凸表面且允許沿凸表面流過直至其降低。流質食品之流率與凹表面之半徑係設計以確保於接觸凸表面期間流質食品曝露至放射能量之充份劑量。

最後，應注意的是當第 2-8 圖中放射腔之三個實施例為垂直朝向，它能朝向放射腔於一水平或成角度朝向用於處理。該正確朝向將以處理需求、產業空間限制與使用者偏好所指定。

放射處理

第 9 圖為依據本發明之一實施例之一以放射線照射流質食品之一例示方法之高位準流程圖。該例示方法可使用第 2-9 圖所示之併入放射腔 20A，20B，20C 任一者，或任何其它合適設計之放射腔被實施。僅為簡化描述，第 9 圖之方法將關於併有第 2-4 圖放射腔 20A 之第 1 圖的放射系統 100 詳細描述於下。為進一步方便討論，第 9 圖之製程將連同使用 e-射束照射粉末嬰兒配方以減低 *Enterobacter sakazakii* (“*E. sakazakii*”)位準描述。然而，本發明之方法不限於任何特定型式流質食品、放射源、放射系統或污染照射目的。

在步驟 900，第 1 圖之放射系統 100 提供具有第 2-4 圖之放射腔 20A。供應管路 15 在一端為流動地耦合至放射腔 20A 之入口 30A 且在另一端耦合至流質食品源 10。類似地，出口管路 25 之一端為流動地耦合至放射腔 20A 之出口 31A，同時出口管路 25 之另一端為流動地耦合至封裝器 60。流質食品源 10 為粉末嬰兒配方之一儲存庫，其含有生物污染物 *E. sakazakii* 之不想要位準。放射源 30 為一 e-射束源，如一掃描角。放射感測器 80 為一放射功率感測器，適以量測抵達感測器 80 之 e-射束功率位準。CPU 70 之記憶媒體具有一製程配方用於以 e-射束照射粉末嬰兒配方，包含全部必須操

作參數如需要的流率、e-射束功率位準、e-射束能量位準、用於真空泵 50 之操作真空、需要的 e-射束劑量與需要從放射感測器 80 計算與分析之全部演算法。

一旦放射系統 100 之設備為適當地定位，一操作員輸入某些資料於使用者界面 90，如流質食品之辨識，與致動放射系統 100。使用者界面 90 產生一系統致動訊號且傳遞此系統致動訊號至 CPU 70。於收到系統致動訊號，CPU 70 從其記憶媒體取出該合適儲存配方且產生與傳遞對應的致動/操作訊號至真空泵 50、控制閥 40 與 e-射束源 30。

從 CPU 70 收到致動訊號，真空泵 50 被致動且控制閥 40 被調整，使得粉末嬰兒配方從儲存庫 10 取出且以一預定流率沿產品流路徑流過。同時一泵被例示如該裝置藉流質食品流流經系統 100 被啟動，應注意的是流質食品流亦可藉重力的啟動與藉調整閥 40 控制，其於儲存庫 10 可為一葉片閥。於此等實施例中，本發明可免於使用泵。

同時地，或於真空泵 50 之致動前，e-射束源 30 亦從 CPU 70 接收致動/控制訊號。結果，e-射束源 30 被致動，藉此以一預定功率位準與一預定能量位準射出 e-射束。該預定能量位準與預定功率位準為儲存於 CPU 70 記憶媒體之二個配方參數。該預定能量位準，或至少一最大能量位準，可由一政府機構所規定。於 e-射束情形，該預定能量位準將不超過約 10MeV。如此，完成 910。

當粉末嬰兒配方從儲存庫 10 取出，真空泵 50 迫使粉末嬰兒配方流過供應管路 25，經由入口 30A 進入放射腔 20A

之產品流量腔 29A。於進入放射腔 20A 之產品流量腔 29A，粉末嬰兒配方靠近第一壁 21A 之傳遞部分 28A 的頂部，接觸凸內表面 32A，完成步驟 920。

當真空泵 50 繼續操作，粉末嬰兒配方經由出口 31A 流經放射腔 20A 之產品流量腔 29A 長度，直至其存於放射腔 20A。控制閥 40 以 CPU 70 適當設定之結果，粉末嬰兒配方以預定流率流過產品流量腔 29A。預定流率為儲存於 CPU 70 之記憶體媒體之一配方參數。如此，完成步驟 930。

以 e-射束源 30 射出之 e-射束放射通過第一壁 21A 之傳遞部分 28A 且進入放射腔 20A 之產品流量腔 29A。如此，當粉末嬰兒配方流經產品流量腔 29A，粉末嬰兒配方曝露於 e-射束(即，以 e-射束照射)，完成步驟 940。

粉末嬰兒配方之預定流率與 e-射束之預定功率位準以 e-射束源 30 射出，係被選取使得當粉末嬰兒配方通過產品流量腔 29A，其曝露至 e-射束之一實際劑量(D_A)，其是較大於或等於所需 e-射束(D_D)劑量。粉末嬰兒配方曝露之 e-射束 D_D 被選取，使得其足以有效地減低 *E. sakazakii* 位準。於一實施例中，粉末嬰兒配方曝露之 e-射束 D_D 被選取，使得其減低 *E. sakazakii* 位準至小於原先位準之 10%。於此實施例中，一足夠 D_D 可介於 1.6 與 1.8 千 G 射線(kGy)，且更佳地約 1.69 kGy。於另一實施例中，e-射束之 D_D 被選取，使得其減低 *E. sakazakii* 之位準至小於原先位準之 1%。對此實施例，一充份 e-射束之 D_D 可介於 3.2 與 3.6 千 G 射線(kGy)間，且更佳地約 3.4kGy。於又其他實施例中，粉末嬰兒配方曝露

之 e-射束 D_0 被選取，使得其減低 *E. sakazakii* 之位準至小於原先位準 0.1 %，小於 0.01 %，或甚至小於原先位準 0.001 %。

操作放射系統 100 使得確保粉末嬰兒配方 e-射束曝露之 D_A 為較大於或等於 D_0 。一種方式為設定 e-射束源 30 之預定功率位準與預定流率，使得當通過產品流量腔 29A 時，以 e-射束源 30 射出之 e-射束量將理論上導致曝露於 e-射束之理論上劑量 (D_T) 之粉末嬰兒配方。 D_T 被選取使得它以一安全因素 (SF) 較大於 D_0 ，該安全因素確保 D_A 較大於或等於 D_0 。SF 可小於或等於 2.0，較佳地小於或等於 1.8 至 1.6，且更佳地小於或等於 1.2。

每一材料具有一特性特質以吸收某些放射能量數量。為決定 D_T ，對每一將處理之產品，一實驗進行以發現所需之能量總額與產品之流率（在放射區中直接設定產品之停留時間）以達成劑量之某位準 (kilo Grey)。由於在電子射束加速器中劑量累積之線性特質，一旦劑量運送設立的話，劑量目標為可容易達成的。劑量與處理參數間之已知關係如下：

$$D = k \left(\frac{I}{v} \right)$$

其中： D = 劑量； k = 常數； I = 電流； v = 速度。因為 k 為常數，電流與速度間之比率決定劑量。為計算目標劑量，使用劑量圖 I/v 關係。 D_T 可從實驗進行藉將一劑量計與流質食品通過產品流量腔 29A 計算。劑量計將量測每一實驗進行之 D_A 。於每一次中，e-射束源 30 適以產生 D_T 。對每一實驗藉繪圖已知 D_T 與量測 D_A ，可構建關於 D_A 對 D_T

之一圖形。此將提供 SF。

或者，CPU 70 可被程式化以實施必須之演算法且儲存必須之變數、流率與功率位準，以決定 D_r 。以下需要儲存變數與一演算法以計算 D_r 。

R = 流質食品之設定流率 (m^3/s)

V = 產品流量腔之已知體積 (m^3)

P = e-射束源之設定功率位準 (J/s) 或 (MeV/s)

d = 流質食品之近似密度 (kg/m^3)

T = 使一定量流質食品通過產品流量腔之平均時間
(即，曝露於 e-射束之平均時間) (s)

E = 一定量流質食品當通過產品流腔時經曝露之 e-射束能量 (J) 或 (MeV)

D_r = 一定量流質食品經曝露之 e-射束能量的目標劑量 (kGy)

m = 在時間 T 通過產品流量腔之流質食品質量 (kg)

R , V , P , 與 d 不是設定就是儲存於 CPU70 中之已知變數。

D_r 以方程式決定：
$$D_r = \frac{E}{m}$$

其中 E 以方程式決定：
$$E = P \times T$$

T 以方程式決定：
$$T = \frac{V}{R}$$

m 以方程式決定：
$$m = d \times R \times T$$

因此：

$$D_r = \frac{P \times T}{d \times R \times T}$$

$$D_r = \frac{P}{d \times R}$$

為確保在處理中合適的劑量曝露，一感測器 80 用於在處理中量測 e-射束照射之功率可被設置於產品流量腔 29A 中。其它感測器類型如劑量計，假如需要的話可被使用。e-射束功率感測器 80 為操作性連接至 CPU 70。e-射束功率感測器 80 在位於或接近產品流量腔 29A 之第二壁 22A 連續量測 e-射束之功率位準，完成步驟 950。感測器 80 產生資料訊號，指示經量測 e-射束功率位準之。

當資料訊號以感測器 80 產生，該資料訊號被傳遞至 CPU 70 用以分析與處理。一旦以 CPU 70 接收，CPU 70 執行決策區塊 960，且決定是否鑒於該設定流率，該經量測 e-射束功率位準是否指示粉末嬰兒配方正接受 e-射束之 D_A 或高於 D_D ？如上所述， D_A ， D_D ，經量測功率位準，與該設定流率間之相關性可經由實驗分析被決定，其係藉置放劑量計於流質食品程序流中與圖形化該結果。

假如在決策區塊 960 之答案為否，CPU 70 進行步驟 970 且適當調整控制閥 40，使得經過產品流量腔 29A 之粉末嬰兒配方之流率被調整至將確保曝露粉末嬰兒配方於 e-射束之 D_A 值，等於或大於 D_D 。假如需要的話，e-射束之功率位準亦可被調整以確保曝露粉末嬰兒配方於 e-射束之 D_A ，等於或大於 D_D 。於該些調整對流率及/或 e-射束之功率位準作成後，放射系統 100 返回步驟 950。

假如在決策區塊 960 之答案為是，該經照射粉末嬰兒配方經由封裝器 60 被包裝且處理繼續進行，完成步驟 980。

如此，感測器 80 可俟使用以確保流質食品正接受位於或低於一安全位準之放射能量劑量。

範例

進行一實驗以決定當 e-射束處理結合適當後處理產品作業技術被使用時，是否可減低 *E. sakazakii* 接觸消費者之機率。該實驗調查 e-射束處理用於減少最終完成嬰兒配方奶粉之病菌微生物負載。E-射束照射處理優於 X-射線被選取，因為 X-射線之產出效率被認為是顯著低於 e-射束之產出效率。例如，一通常 10MeV、50kW e-射束加速器在一劑量 2kGy，每小時可處理 31,500kg 食品。對一 X-射線與 10 MeV、50 kW e-射束相同速度處理產品，將需要具有 625 kW 功率。對 X-射線之產出效率受限於該事實，即除產生光子外，重金屬標的產生相當量之熱。事實上效率通常不高於 5-8%。

粉末狀嬰兒配方產品之溫度將位於 20 至 35°C 範圍。該奶粉之濕度含量將位於 1%至 5% wt/wt 範圍。對一液體或半固體產品，該溫度可為介於 1°C 至 150°C 間且濕度含量為 10%至 99%間。

經由背景，吸收能量總額亦知曉為劑量，以千 G 射線 (kGy)單位量測，其中 1 kGy 等於每公斤 1000 焦耳，或 MegaRads(MR 或 Mrad)，其中 1 MR 等於每公克 1,000,000 ergs。關於食物處理，放射應用可以劑量位準效果分類如下：

(1)低劑量(達到 1 kGy)：抑制植物塊莖發芽、水果延遲成熟、昆蟲減低成群；(2)中劑量(ca.1-10 kGy)：減少病菌與損害細菌與寄生物；及(3)高劑量(超過 10 kGy)：完全消毒。容許對

家禽與肉類冷卻巴斯德殺菌之最大劑量分別為 3 kGy 與 7 kGy。目前照射高劑量之食品(例如, 44 kGy)包含太空人於太空飛行所使用者, 與具有嚴重危險免疫系統醫院病人所使用者。

實驗之主要目的為測定曝露 e-射束後 *E. sakazakii* 存活量之減少, 其係在遞增劑量位準 0.5、1.5 與 3.0 kGy 下。在 *E. sakazakii* 量目標減少為二對數減低 (計數減少 100 倍)。第二目標為決定需要達成目標減少所需之製程參數。

達到 5 個 *E. sakazakii* 生物系統, 從 Siliker 實驗室儲藏室, 於 100mL Trypticase 大豆汁繁殖 (TSB, Becton Dickinson & Co, Cockeysville, MD) 與從保持在 -70°C 之冷凍甘油貯藏培養。該汁在在 35°C 培育 24 小時。培養菌以離心分離機分離且細胞球以 Butterfield 磷酸稀釋液清洗, 且懸浮於 10 mL 無菌 10% (w/v) 回復之脫脂奶粉。該細胞懸浮液於 VirTis 型 10-117 (Gardiner, NY) 冷凍脫水腔中被冷凍脫水 24 小時。所產生之脫脂奶粉, 富有 *E. sakazakii* 冷凍脫水細胞, 以 NASCO Whirl-pak 樣品袋包裝 (每樣本 1g)。該樣本袋以混合生的、低濃度聚乙烯製成且以還氧乙烯預先消毒。使用分袋構形以達成病菌之適當限制。

一覽表

用於決定 *E. sakazakii* 細胞, 應用使用標準方法瓊脂物之板計數方法 (Tryptone 葡萄糖酵母抽取瓊脂物, TGY) 在 35°C 孵育 48 小時。對每一樣本準備 5 個複製片 (從一袋抽樣 5 個樣本)。從每一樣本之 3 個菌落 (可計數範圍板) 被加條紋於 VRBG

板。通常菌落係視為起確定作用的(2002年7月之FDA程序，2002年8月修訂(網址 cfsan.fda.gov/~comm/mmesakaz.html)。

實驗設計

0.5、1.5 與 3.0 kGy 之劑量位準被使用以處理 15 個樣本(每劑量位準 5 個樣本，使每一樣本包含接種有 *E.sakazakii* 之 1g 脫脂奶粉)。5 個附加未處理樣本作爲控制對。用於微生物分析每一樣本被取樣 5 次用於決定細菌計數。實驗設計顯示於以下表 1。

表 1

劑量位準	樣本	微生物取樣	標籤標示：
			能量位準/樣本 ID - 取樣#
0.0 kGy	5 (A, B, C, D, E)	5 (1, 2... 5)	0.0/A-1 ; 0.0/A-2... 0.0/E-4 ; 0.0/E-5
0.5 kGy	5 (A, B, C, D, E)	5 (1, 2... 5)	0.5/A-1 ; 0.5/A-2... 0.5/E-4 ; 0.5/E-5
1.5 kGy	5 (A, B, C, D, E)	5 (1, 2... 5)	1.5/A-1 ; 1.5/A-2... 1.5/E-4 ; 1.5/E-5
3.0 kGy	5 (A, B, C, D, E)	5 (1, 2... 5)	3.0/A-1 ; 3.0/A-2... 3.0/E-4 ; 3.0/E-5

劑量位準測定

於實施冷凍乾燥細菌測試前，施行一測量測試以決定在冷凍乾燥培養中，達成一特別劑量吸收所需之時間。9 個預測試樣本，包含丙氨酸小丸以預訂系統參數在三個測試中被曝露於 E-射束(每次測試 3 個小丸)，如以下表 2 所示。

表 2

	測試 # I	測試 # II	測試 # III
能量	3.0 MeV	3.0 MeV	3.0 MeV
電流	0.2 mA	0.4 mA	0.6 mA
掃描寬度	100 cm	100 cm	100 cm
掃描長度	10 cm	10 cm	10 cm
輸送帶速度	300 cm/min	300 cm/min	300 cm/min

全部測試以將預試樣本袋置放於一處理表之頂部上(樣本夾)被執行且以丙氨酸丸用量計監測。該些袋置於樣本夾中央如下所示。處理表僅以預定速度移經射束一次。參考第 10 圖，顯示樣本夾與樣本夾上劑量圖位置樣本。亦顯示在 e-射束掃描角下通過之樣本夾方向。

以下，表 3 列出以不同輸送帶速度得到之結果。

表 3

測試	複製	劑量(kGy)	平均	電流	速度
I	1	0.542	0.544 kGy	0.2 mA	300 cm/min
	2	0.543			
	3	0.548			
II	1	1.087	1.093 kGy	0.4 mA	300 cm/min
	2	1.090			
	3	1.101			
III	1	1.660	1.638 kGy	0.6 mA	300 cm/min
	2	1.625			
	3	1.630			

操作參數：計算

由於在一電子射束加速器中劑量累積之線性特色，一旦劑量遞送被設定的話，劑量目標為容易達成的。劑量與處理參數間之已知關係為如下：

$$D = k \left(\frac{I}{v} \right)$$

其中：D = 劑量；k = 常數；I = 電流；v = 速度。
因為 k 為常數，電流與速度間之比率決定劑量。為計算目標劑量，使用以下表 4 所示之劑量圖 I/v 關係。

表 4

劑量映射資料	決定 k	定目標劑量	在設定電流
在 0.2 mA，300 cm/min	$0.54 = k \left(\frac{0.2mA}{300cm/min} \right)$	0.5 kGy	$0.5 = 816 \left(\frac{0.2mA}{v} \right)$
劑量 = 0.54	計算出 k = 816	求解速度	v = 326 cm/min
在 0.4 mA，300 cm/min	$1.093 = k \left(\frac{0.4mA}{300cm/min} \right)$	1.5 kGy	$1.5 = 820 \left(\frac{0.4mA}{v} \right)$
劑量 = 1.093	計算出 k = 820	求解速度	v = 219 cm/min
在 0.6 mA，300 cm/min	$1.638 = k \left(\frac{0.6mA}{300cm/min} \right)$	3.0 kGy	$3.0 = 819 \left(\frac{0.8mA}{v} \right)$
劑量 = 1.638	計算出 k = 819	求解速度	v = 219 cm/min

輻射劑量計：配置與分析

輻射劑量計黏貼於從每一劑量位準 5 個樣本袋組隨機抽取之二袋中每一者之頂部與底部。FWT-81-00 輻射劑量計

(劑量範圍：0.5-200 kGy (0.05-20 Mrad)；1 cm x 1 cm x 42-52 μ)，由 Far West 科技公司製造，被使用於該些試驗。這些為薄的，無色薄膜在經吸收劑量作用下，其逐漸從無色變化至深色狀態。在處理時間，這些薄膜為以鋁積層式袋包裝形式以保護劑量計免於偏離光線。這些劑量計使用六(羥乙基)胺基三苯基丙烯酸酯(HHEVC)染劑。在該試驗後，劑量計以撕開鋁積層式袋得到，且置放於光度計或分光光度計用於分析。該劑量計顯示如下(實際尺寸)。現在參考第 1 圖，所量測之吸收為傳遞至樣本之劑量之一線性函數(顯示於 510 與 600nm 光線)。

實驗進行參數

表 5，以下顯示使用於測試中實際實驗進行參數。

表 5

目標劑量 kGy	能量 MeV	電流 mA	S 功率 W/cm ²	樣本速度 cm/min	曝露時間 秒
0.5	3.0	0.2	0.6	326	2.74
1.5	3.0	0.4	1.2	219	1.84
3.0	3.0	0.8	2.4	219	1.84

參考表 5，能量指示為電子之穿透功率。電流指示撞擊樣本之電子密度。特定功率指示該樣本之每單位表面積所需之功率。曝露時間為樣本每一粒子在 e-射束下之時間。

結果：確實經傳遞劑量

對每一劑量位準，5 個樣本袋中之二個在頂部與底部貼有標籤。表 6，以下列出處理中經傳遞之真實平均劑量。經

計算劑量與經觀察劑量之差異是由於該表速度之不正確控制與其他實驗誤差。

表 6

目標劑量	在袋頂部劑量	在袋底部劑量	袋平均	經傳遞劑量
0.5 kGy	0.4 kGy	0.3 kGy	0.35 kGy	0.38 kGy
	0.4 kGy	0.4 kGy	0.4 kGy	
1.5 kGy	1.4 kGy	1.4 kGy	1.4 kGy	1.53 kGy
	1.7 kGy	1.6 kGy	1.65 kGy	
3.0 kGy	3.3 kGy	3.2 kGy	3.25 kGy	3.08 kGy
	2.9 kGy	2.9 kGy	2.9 kGy	

結果：微生物計數

以 e-射束處理之樣本與控制樣本被取樣 5 次(複製)用於列舉目的。一典型使用於計算菌落形成單元(cfu)之標準片與菌落計數顯示於第 12 圖。

在脫水 *E. sakazakii* 計數上，e-射束處理之量測效果列出於以下表 7。

表 7

經接種控制 (cfu/g)

複製	樣本 1	樣本 2	樣本 3	樣本 4	樣本 5
1	50,000,000	56,000,000	32,000,000	46,000,000	57,000,000
2	54,000,000	54,000,000	38,000,000	46,000,000	61,000,000
3	54,000,000	51,000,000	51,000,000	50,000,000	49,000,000
4	47,000,000	60,000,000	79,000,000	55,000,000	56,000,000
5	47,000,000	45,000,000	47,000,000	56,000,000	50,000,000

處理 0.5 (cfu/g)

複製	樣本 1	樣本 2	樣本 3	樣本 4	樣本 5
1	22,000,000	24,000,000	21,000,000	26,000,000	14,000,000
2	19,000,000	29,000,000	23,000,000	31,000,000	26,000,000
3	15,000,000	22,000,000	39,000,000	36,000,000	19,000,000
4	19,000,000	23,000,000	18,000,000	33,000,000	14,000,000
5	18,000,000	19,000,000	19,000,000	34,000,000	21,000,000

處理 1.5 (cfu/g)

複製	樣本 1	樣本 2	樣本 3	樣本 4	樣本 5
1	6,300,000	8,600,000	6,500,000	6,800,000	8,600,000
2	8,600,000	9,700,000	4,900,000	8,000,000	9,100,000
3	8,000,000	6,800,000	5,500,000	5,100,000	14,000,000
4	6,900,000	8,000,000	6,100,000	14,000,000	8,600,000
5	7,400,000	9,100,000	5,000,000	8,000,000	8,600,000

處理 3.0 (cfu/g)

複製	樣本 1	樣本 2	樣本 3	樣本 4	樣本 5
1	750,000	660,000	690,000	450,000	600,000
2	810,000	680,000	810,000	580,000	640,000
3	600,000	770,000	750,000	490,000	790,000
4	640,000	570,000	640,000	410,000	680,000
5	650,000	560,000	780,000	550,000	1,100,000

從表 7 之資料轉換於對數尺度，在該經轉換資料上實施統計分析。變異數分析顯示於不同劑量位準中顯示顯著差異 ($p = 0.01$)。然而，於複本中無顯著差異 ($p = 0.01$) 被觀察到 (對微生物分析之小樣本)。變異數分析結果顯示於以下表 8。

表 8

源	DF	SS	MS	F	P
劑量	3	50.7036	16.9012	1478.47	0
Rep	4	0.0239	0.006	0.52	0.719
劑量*Rep	12	0.0734	0.0061	0.53	0.886
錯誤	80	0.9145	0.0114		
總計	99	51.7154			

如此，結論為 e-射束處理造成在 *E. sakazakii* 存活力之一顯著降低。參考第 13 圖，繪出消滅率。從第 13 圖之該曲線 ($y = -0.591x + 7.683$)，其導出需要 1.69 kGy 以在 *E. sakazakii* 計數上影響對數之減少。

結論

結論為以上實驗決定性地證實 e-射束處理有益於脫脂奶粉中不活化乾燥 *E. sakazakii*。於大部分科學文獻中假定在一平均 *E. sakazakii* 污染嬰兒配方中具有約產品 36cells/10kg。假如一嬰兒配方在此位準遭受污染以 e-射束在劑量位準 3.4 kGy 被處理，將降低微生物載量至 0.36cells/10kg(使用目前微生物測試程序幾乎不可能偵測)。

使用以上之系統與方法可除去/修正各種食物污染，其包含某些造成成份之揮發性味道/氣味，能聚合之大型分子，與大部分細菌、孢子、菌類、黴菌、酵母與其它微生物。

當本發明已詳細描述與例示，各種不同替代方式與修正對業界技藝人士將變得顯明，而無需逸離本發明之精神與範疇。特別是，本發明不限於以放射線照射任何類型流質食品，本發明亦不限於任何特定放射能量類型。在此產生之全部專利，專利申請與出版品全部併入於此供作參考。

本發明請求 2005 年 2 月 10 日申請之美國暫時序號 60/651,796 優先權，其全部內容併入於此供作參考。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為依據本發明之一實施例一食品照射系統之示意圖。

第 2 圖為依據本發明之一放射腔之第一實施例之後立體圖。

第 3 圖為第 2 圖之放射腔之前立體圖。

第 4 圖為第 2 圖沿切線 IV-IV 之放射腔的截面圖。

第 5 圖為依據本發明之一放射腔之第二實施例之後立體圖。

第 6 圖為依據本發明之一實施例，從第 5 圖之放射腔除去半球形傳遞部分之後立體圖。

第 7 圖為第 5 圖之放射腔沿切線 VII-VII 的截面圖。

第 8 圖為依據本發明之一放射腔之第三實施例的截面圖。

第 9 圖為依據本發明之一實施例之流程圖，描繪以放射線照射粉末嬰兒處方之方法。

第 10 圖為一示意圖例示依據本發明之一實施例，一樣本容器與使用於一實驗中之劑量圖樣本之位置，以決定 e-射束放射在脫脂奶粉中 *E. sakazakii* 之效果。

第 11 圖為經吸收 / 實際劑量與在不同光波長之特定吸收之圖形比較。

第 12 圖描繪使用於計算在實驗中菌落形成單元數目之一標準板。

第 13 圖為一實驗數據圖形比較實際劑量位準與 *E. sakazakii*。

【主要元件符號說明】

10	源
15	供應管路
20	放射腔
20A	放射腔
20B	放射腔
20C	放射腔
21	第一壁
21A	第一壁
21B	第一壁
21C	第一壁
22	第二壁
22A	第二壁

22 B	第 二 壁
22 C	第 二 壁
23	產 品 流 量 腔
23 A	側 壁
24 A	側 壁
25	出 口 管 路
25 A	入 口 管 部 分
25 B	出 口 管 部 分
25 C	入 口 管 部 分
26 A	照 射 管 部 分
27 A	出 口 管 部 分
27 B	出 口 管 部 分
28 A	傳 遞 部 分
28 B	傳 遞 部 分
28 C	傳 遞 部 分
29	產 品 流 量 腔
29 A	產 品 流 量 腔
29 B	產 品 流 量 腔
29 C	產 品 流 量 腔
30	放 射 源
30 A	入 口
30 C	放 射 腔
31	放 射 能 量
31 A	出 口

31C	出口
32	內表面
32A	凸內表面
32B	凸內表面
32C	凸表面
33A	外表面
33C	凸內表面
34A	凹內表面
34B	凹內表面
34C	凹表面
35A	外表面
35B	外表面
35C	外表面
40	控制閥
50	真空泵
60	封裝器
70	CPU
80	放射感測器
80A	放射感測器
90	使用者界面
100	放射系統
110	外殼
900	提供包括一 e 射束源與一放射腔之放射系統，放射腔包括具有一大體上凸表面之第一壁，與具有一大

- 體上凹表面之第二壁，該凹表面對面於凸表面以形成一產品流腔於中間，第一壁對 e 射束為可傳遞的，放射源位於對面於凸表面之第一壁的一側上
- 910 致動放射系統，造成(1)粉末嬰兒配方從未處理粉末嬰兒配方儲存槽引出；且(2)e射束源被致動以在一設定功率位準與一設定能量位準產生 e 射束
- 920 將從儲存槽引出之未處理粉末嬰兒配方經由一入口導入放射腔，使得未處理粉末嬰兒配方接觸第一壁之凸表面
- 930 以一設定流率將粉末嬰兒配方流經放射腔之產品流量腔
- 940 曝露流經產品流量腔至 e 射束源產生之 e 射束之粉末嬰兒配方，e 射束藉穿過第一壁進入產品流量腔
- 950 在或接近第二壁量測 e 射束功率位準
- 960 鑒於設定流率，經量測 e 射束功率位準顯示粉末嬰兒配方正接受 e 射束之劑量，且該劑量是否位於或高於一想要的劑量？
- 970 調整流經放射腔之產品流量腔之粉末嬰兒配方得流率與/或調整 e 射束之功率位準，使得粉末嬰兒配方接受位於或高於一想要之 e 射束劑量
- 980 封裝該經處理之粉末嬰兒配方且繼續處理

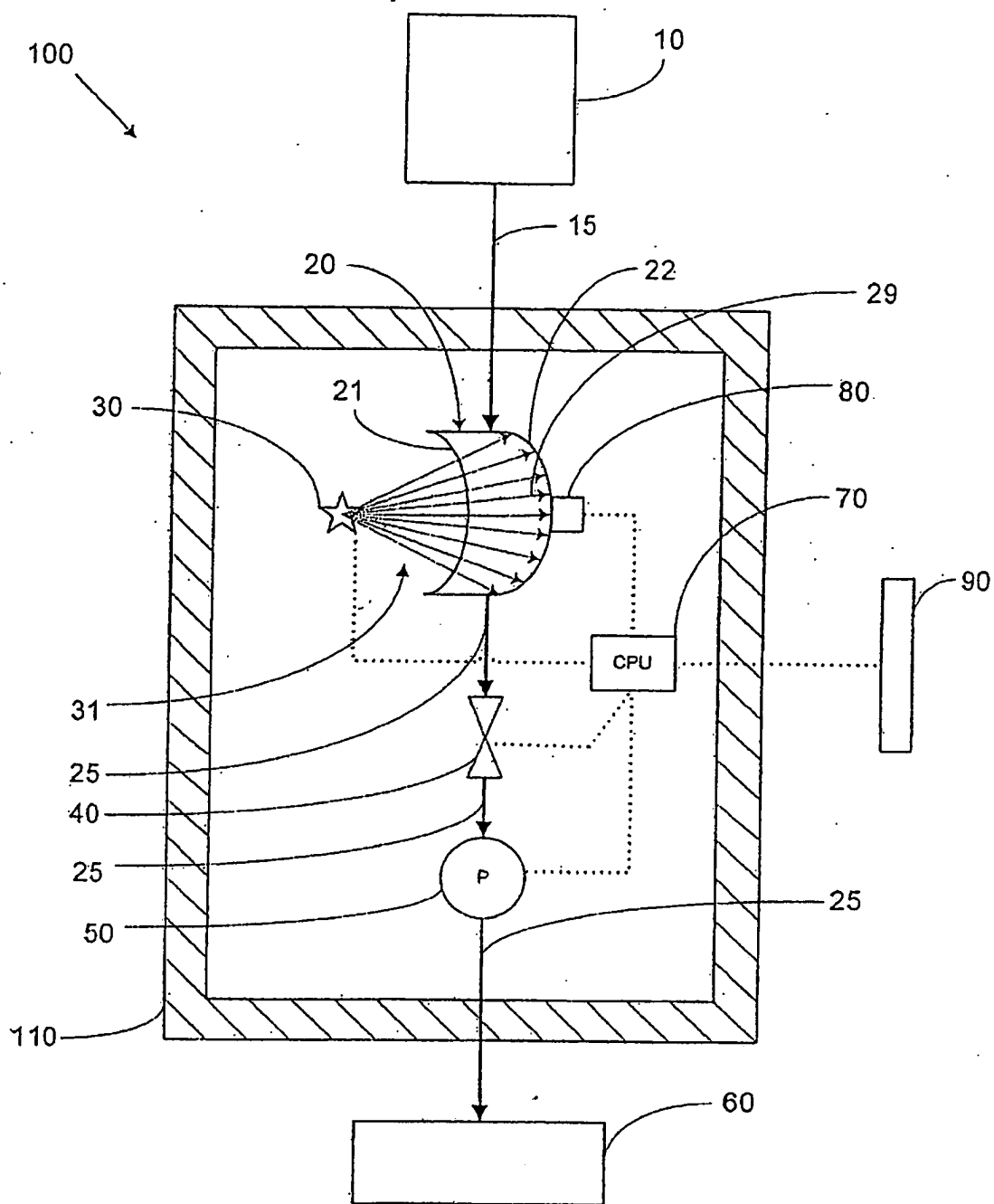
五、中文發明摘要：

一種放射流質食品之設備、系統與方法。本發明利用具有一凸表面之傳遞壁。一放射源位於對面於凸表面之該傳遞壁一側上，使得當放射源射出放射能量時，該放射能量穿過傳遞壁，藉以放射與該凸表面接觸流過之流質食品。

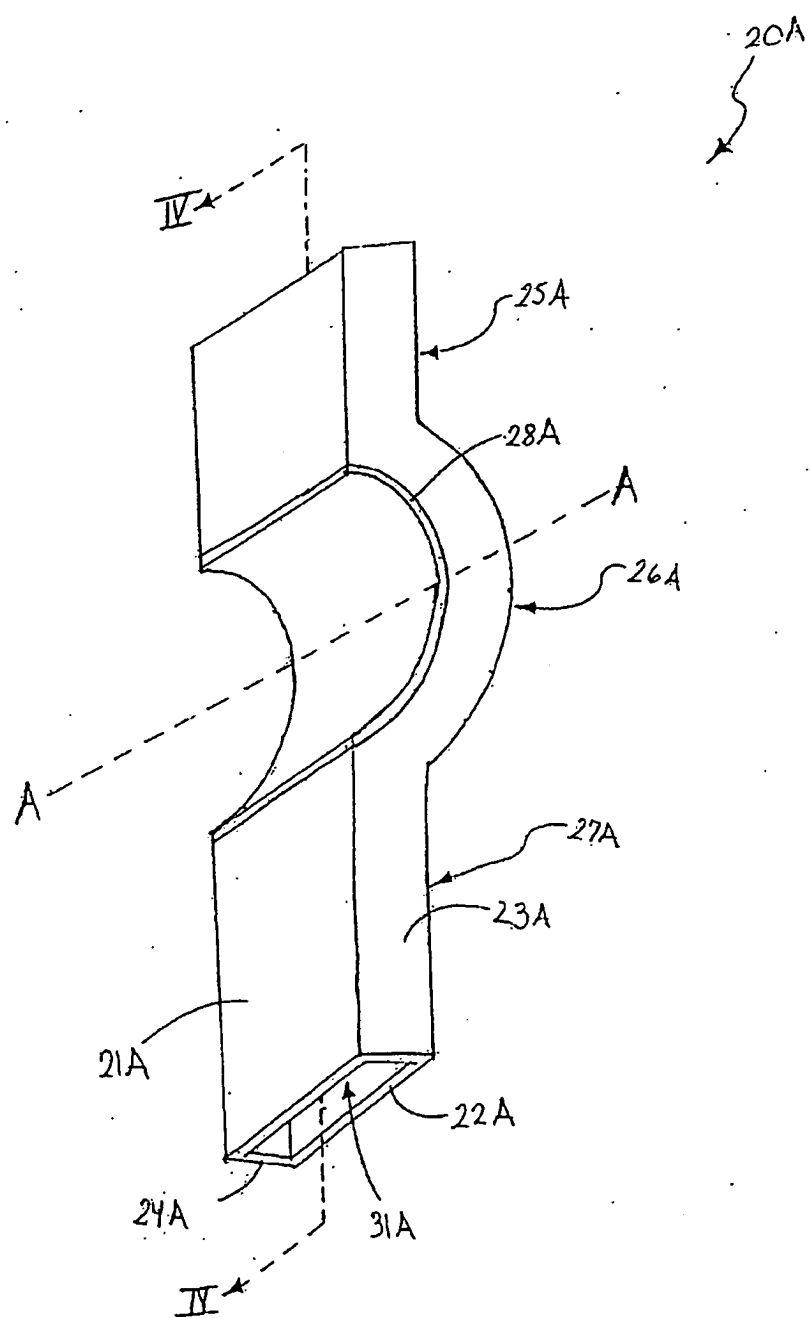
六、英文發明摘要：

An apparatus, system, and method of irradiating fluent food products. The present invention utilizes a transmissive wall having a convex surface. A source of radiation is positioned on a side of the transmissive wall that is opposite the convex surface so that when the radiation source is emitting radiation energy, the radiation energy passes through the transmissive wall, thereby irradiating fluent food product that is flowing in contact with the convex surface.

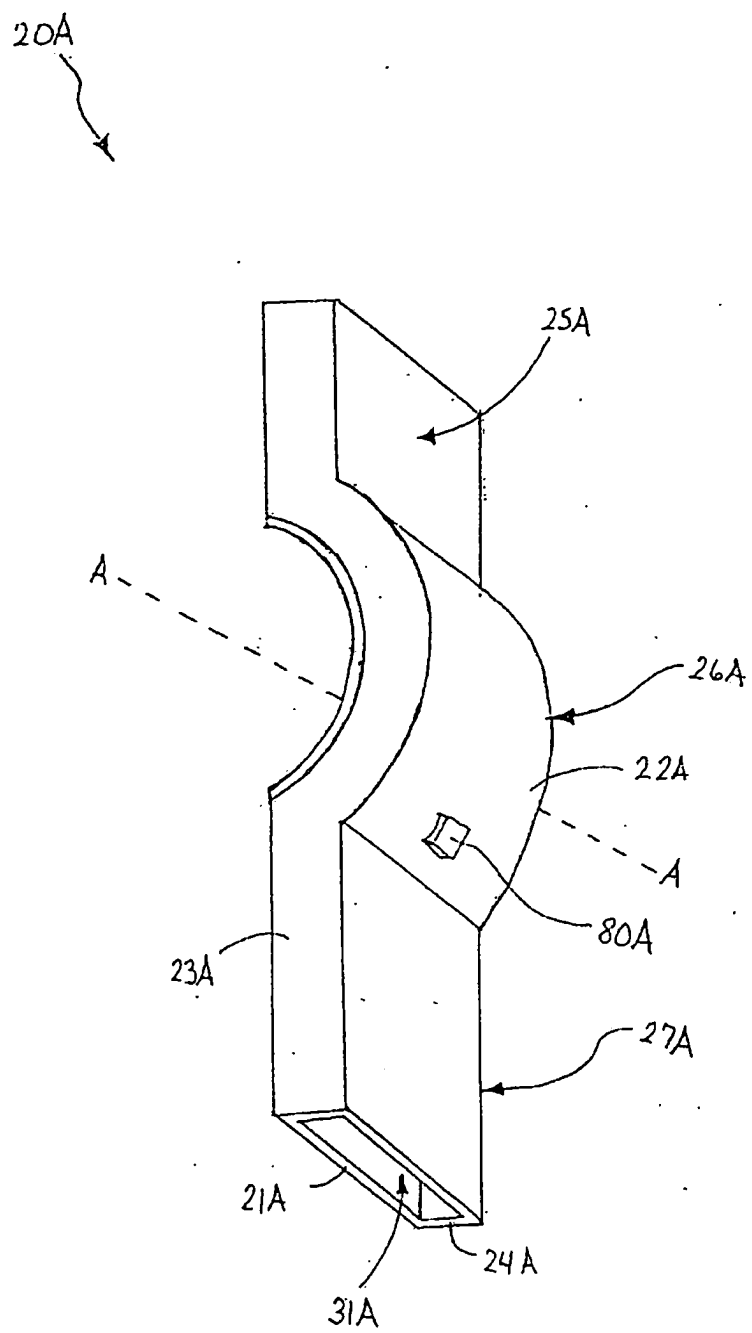
十一、圖式：



第 1 圖

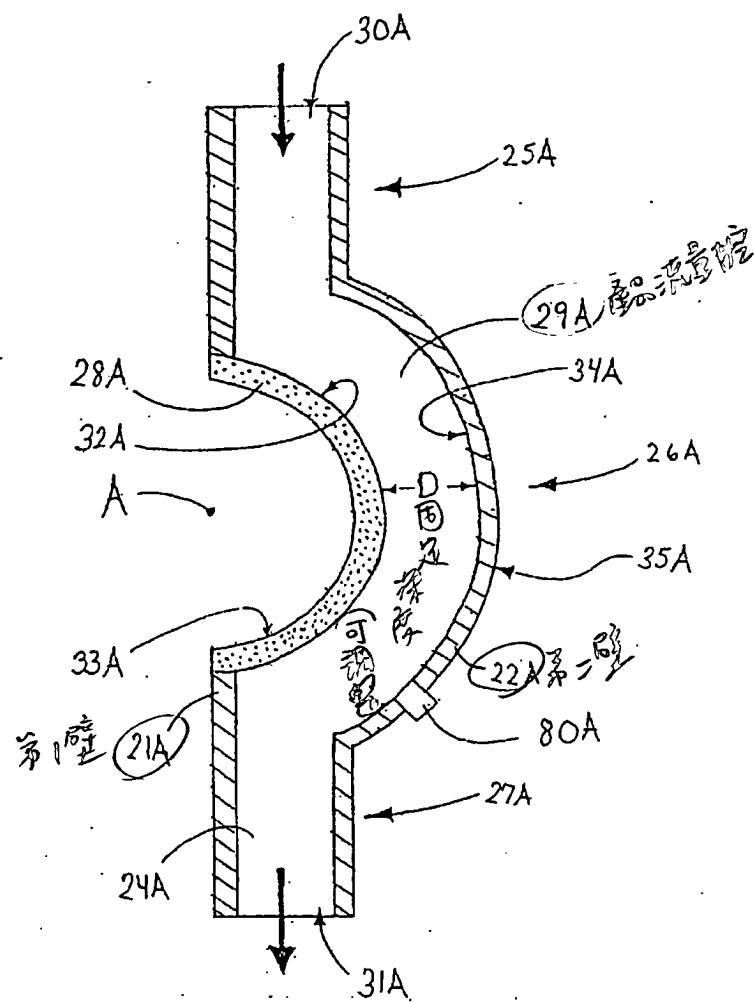


第 2 圖

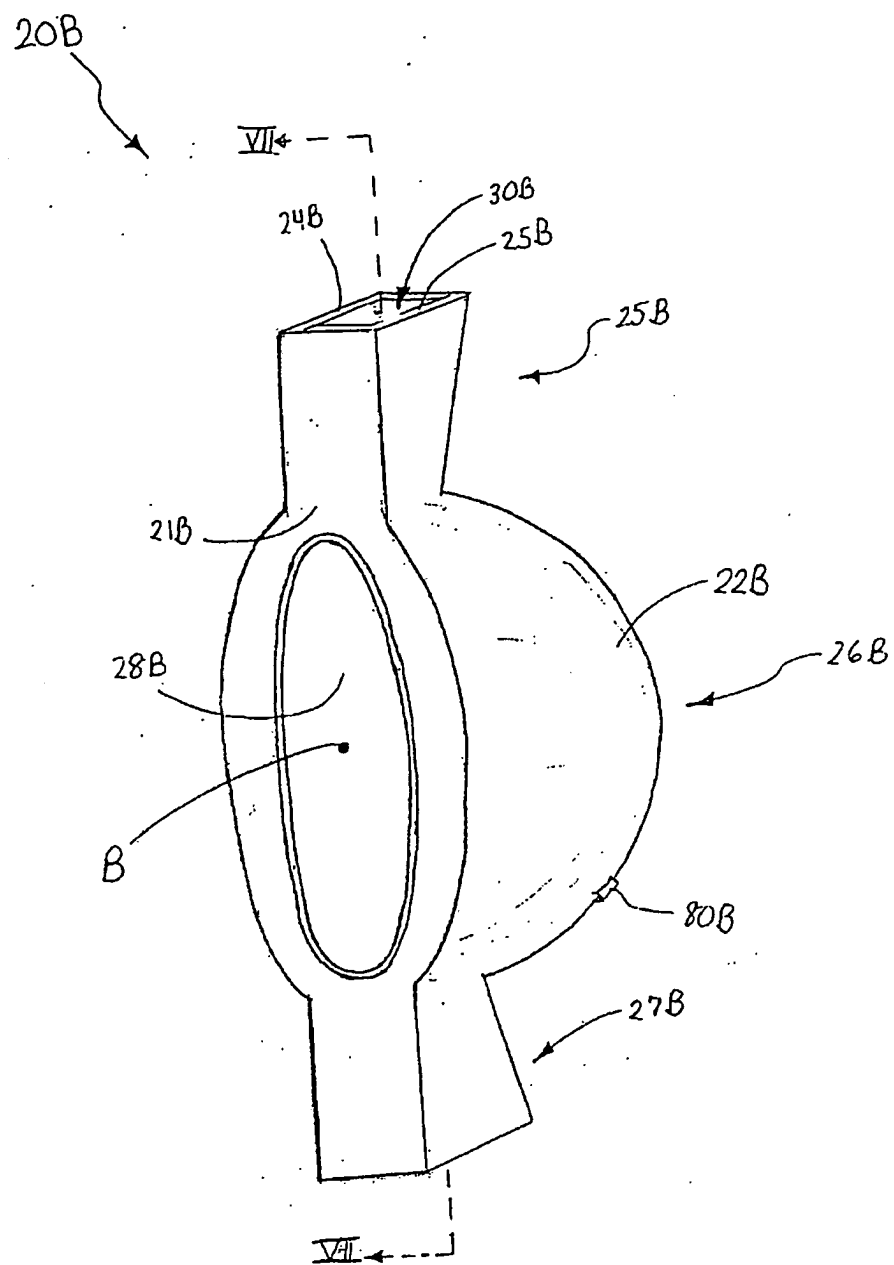


第 3 圖

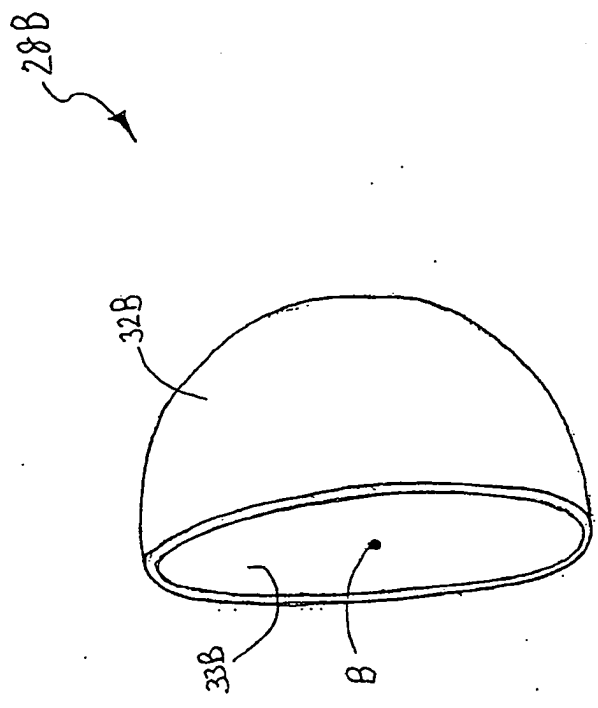
20A



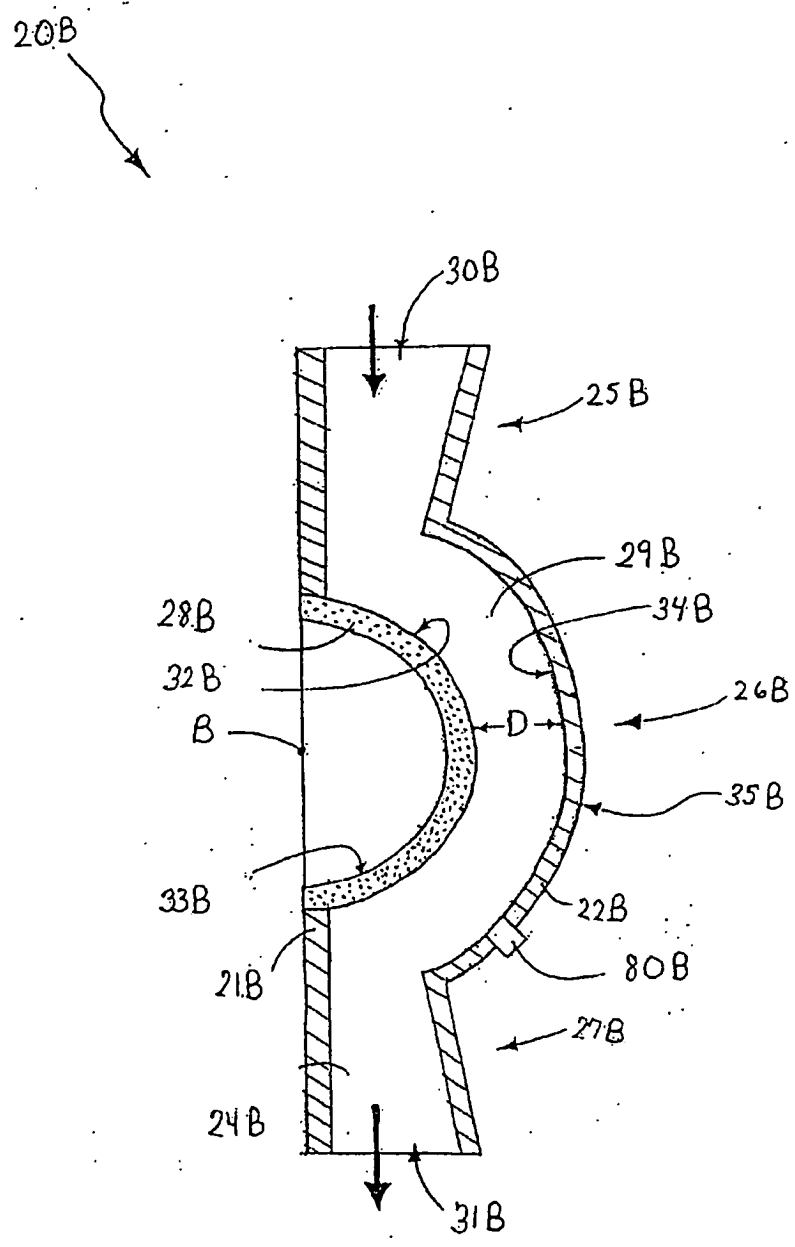
第 4 圖



第 5 圖

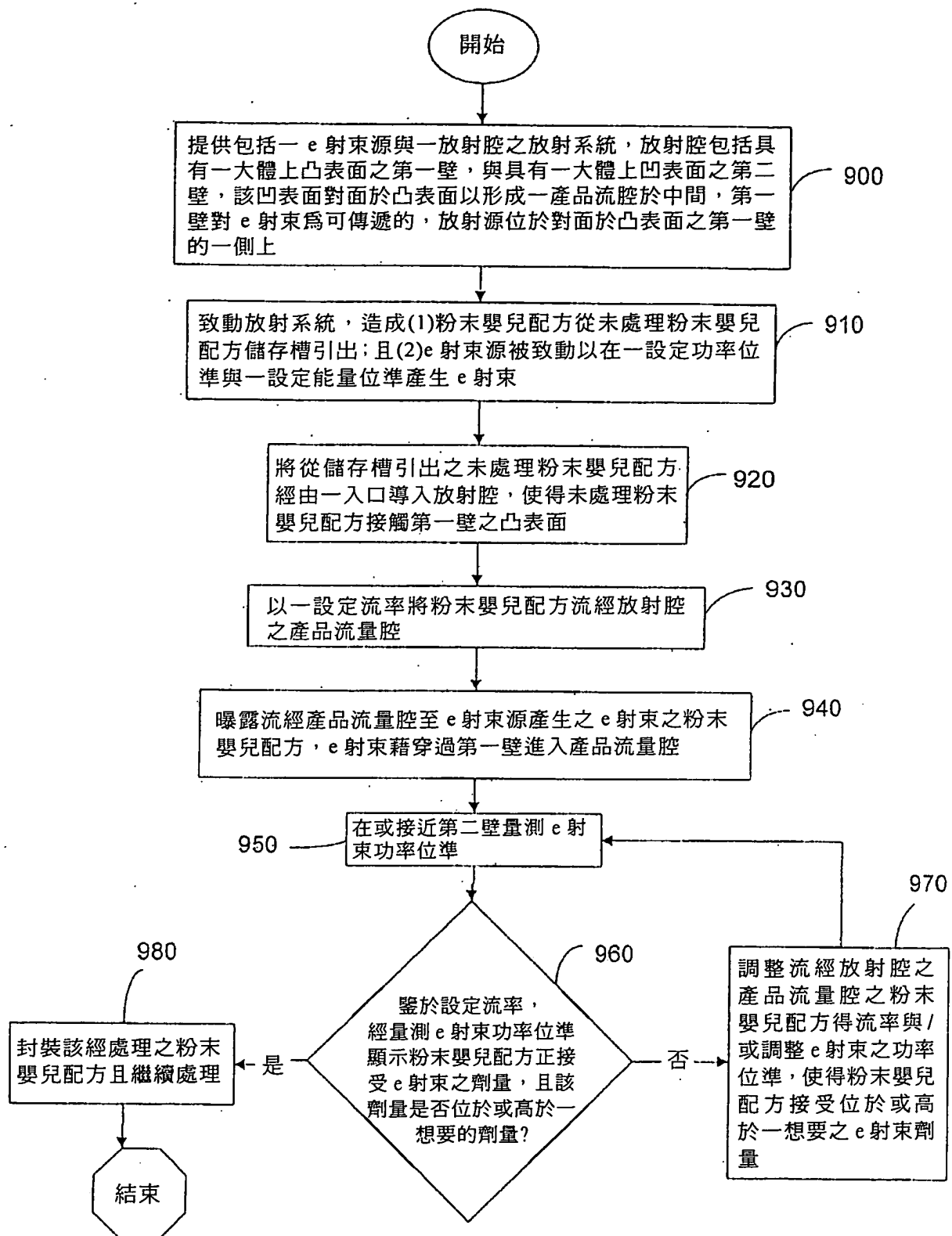


第 6 圖

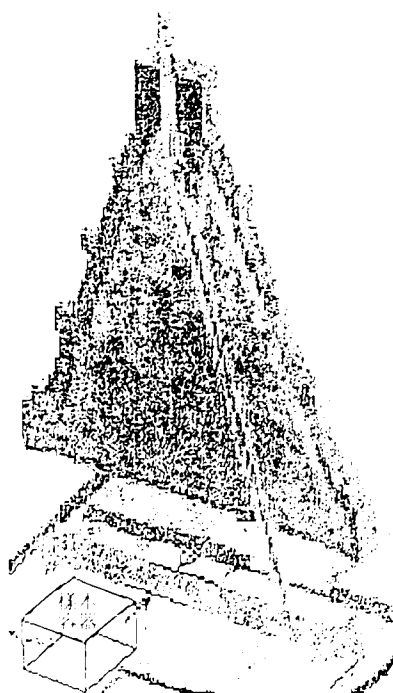
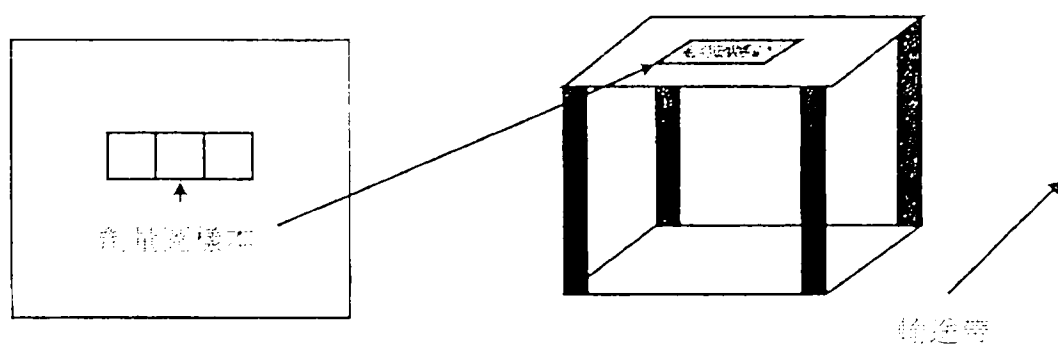


第 7 圖

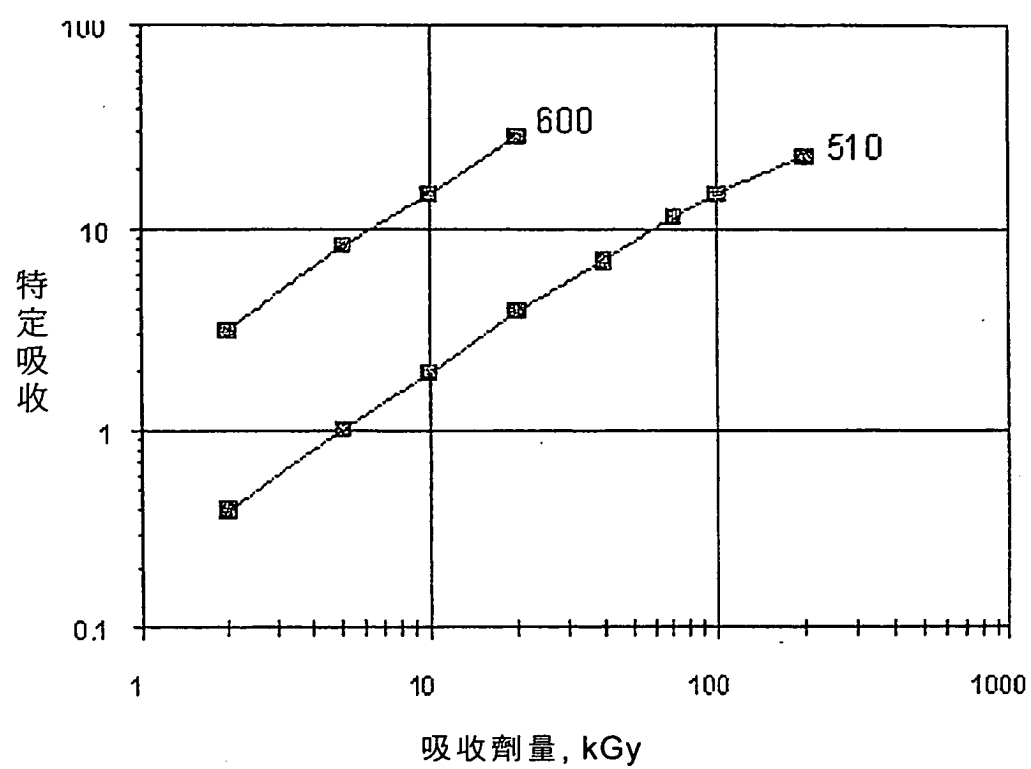




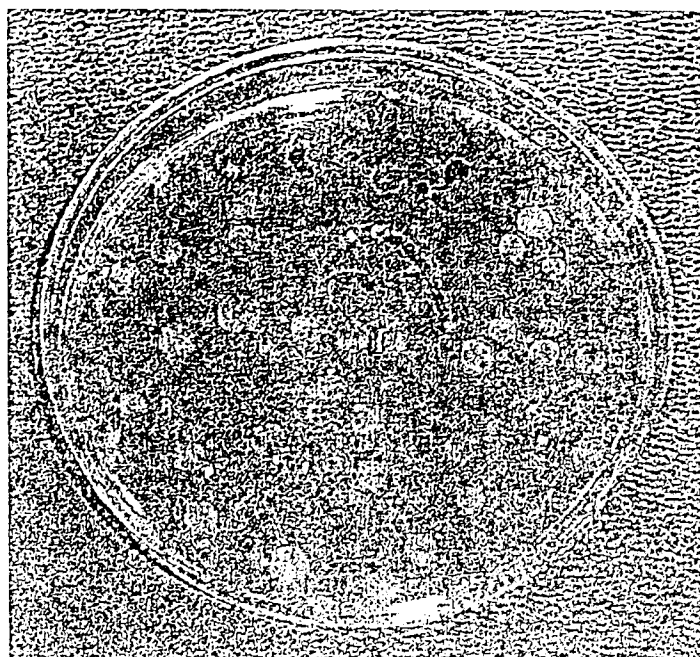
第 9 圖



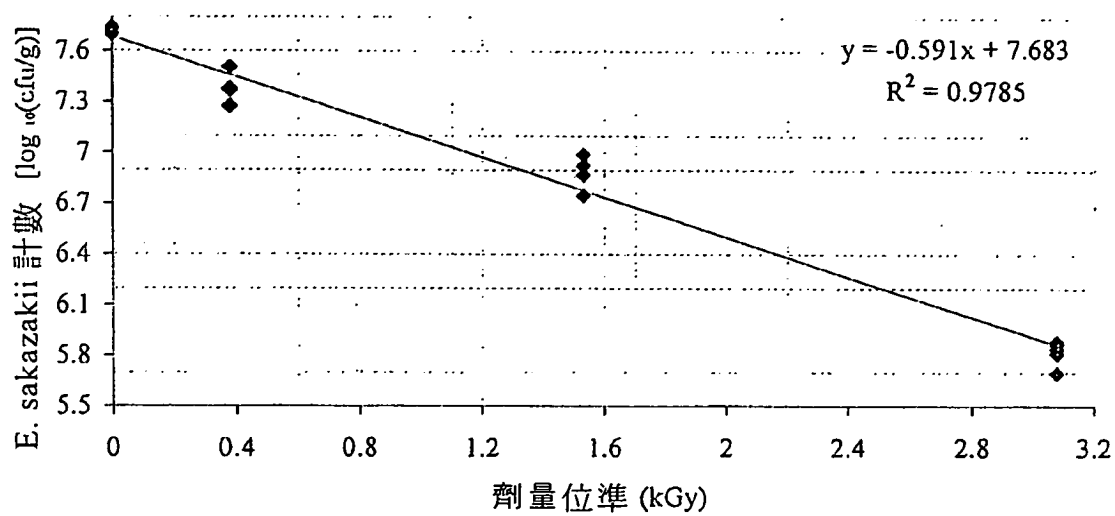
第 10 圖



第 11 圖



第 12 圖

脫脂奶粉中 E-射束對 *E. sakazakii* 之效果

第 13 圖

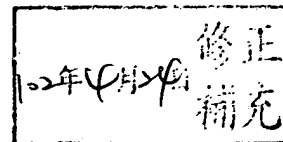
七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 1 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	源
15	供應管路
20	放射腔
21	第一壁
22	第二壁
25	出口管路
29	產品流量腔
30	輻射源
31	放射能量
40	控制閥
50	真空泵
60	封裝器
70	CPU
80	輻射感測器
90	使用者界面
100	放射系統
110	外殼

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：



發明專利說明書

中文說明書替換頁(102年4月)

(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：095104179

※ 申請日期：95.2.8

※IPC 分類：A23L 3/26 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於放射處理流質食品的設備及方法

APPARATUS AND METHOD FOR RADIATION PROCESSING OF
FLUENT FOOD PRODUCTS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

瑞士商耐斯泰克公司

NESTEC S.A.

代表人：(中文/英文)

寇聶里斯 舒勒

SCHÜLLER, CORNELIS

住居所或營業所地址：(中文/英文)

瑞士威維市雀巢街55號

AVENUE NESTLE 55, CH-1800 VEVEY, SWITZERLAND

國 籍：(中文/英文)

瑞士 SWITZERLAND

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1.雪卡帕特/PATEL, SHEKHAR

2.約瑟夫基利/KIELY, JOSEPH

第 095104179 號「用於放射處理流質食品的設備及方法」專利案

(2012 年 7 月 6 日修正)

十、申請專利範圍：

1. 一種用於放射處理流質食品之設備，包括：

一放射源；

一第一壁，其具有定義有一凸表面之一半圓形或半球形傳遞部分，該傳遞部分對由該放射源產生之放射能量係為可傳遞的；

一第二壁，其具有一表面對立於該第一壁之凸表面，以在中間形成一產品流量腔；

一入口，形成一通道進入該產品流量腔；以及

一出口，形成一通道離開該產品流量腔；

其中該第一壁係位於該放射源與該產品流量腔之間，使得當該放射源射出一放射能量時，該放射能量係通過該第一壁且進入該產品流量腔。

2. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中對立該第一壁之凸表面的第二壁表面為一凹表面。

3. 如申請專利範圍第 2 項之設備，該產品流量腔具有一大體上固定的深度。

4. 如申請專利範圍第 3 項之設備，其中該大體上固定的深度為約 3 吋(0.0762 米)或更少。

5. 如申請專利範圍第 3 項之設備，更包括一裝置以調整該產品流量腔之大體上固定的深度。

6. 如申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之設備，更包括一第

三壁，其與該第二壁形成一第二腔，該第二腔充滿有冷卻液體。

- 7.如申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之設備，更包括一可操作連接至該入口之流質食品源。
- 8.如申請專利範圍第 7 項之設備，其中該流質食品係選自由糊狀物、液體、粉末、粒狀材料、凝膠或半固體所組成之群組。
- 9.如申請專利範圍第 8 項之設備，其中該流質食品係為粉末嬰兒配方。
- 10.如申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之設備，更包括位於該產品流量腔之一感測器裝置，用於量測由該放射源射出之放射能量特性。
- 11.如申請專利範圍第 10 項之設備，其中該特性係選自由放射功率、放射劑量、放射強度與放射能量所組成之群組。
- 12.如申請專利範圍第 11 項之設備，其中該感測器裝置係嵌入於、固定至或位於或接近該第二壁之表面。
- 13.如申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之設備，其中該第一壁傳遞由該放射源產生之放射能量，而未在能量上產生顯著損失。
- 14.如申請專利範圍第 13 項之設備，其中該第一壁係由選自石英、玻璃、合成聚合物、積層、重金屬板與重金屬箔組成之群組之材料所構成。
- 15.如申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之設備，其中該第一壁係為半圓柱形，其具有一中心軸位於該產品流量腔外

部，該放射源係沿該中心軸設置。

16.如申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之設備，其中該第一壁係為半球形，其具有一中心點位於該產品流量腔之外部，該放射源係位於或接近該中心點。

17.如申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之設備，更包括用於控制通過該產品流量腔之流質食品流率之裝置。

18.如申請專利範圍第 17 項之設備，其中該流率控制裝置係可操作地耦合至該入口或出口。

19.如申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之設備，更包括用於使該流質食品流容易經由該入口與出口通過該產品流量腔之裝置。

20.如申請專利範圍第 19 項之設備，其中用於使該流質食品流容易通過之裝置包括一泵，係於該入口與出口間產生一壓力或真空差。

21.如申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之設備，其中該放射源係選自一電子射束源、一珈瑪射線源或一 x-射線源所組成之群組。

22.如申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之設備，其中該第二壁之表面為一凹表面，其通常與該凸表面同心。

23.如申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之設備，其中該第二壁大體上對由該放射源所產生之放射能量為不可傳遞的。

24.如申請專利範圍第 1 至 5 項中任一項之設備，更包括：

一經由擴張該第二壁與 / 或收縮該第一壁以調整該產品流量腔之深度之裝置；

一流質食品源，其係可操作地連接至該入口；一感測器裝置，用以量測該產品流量腔中之放射能量位準，該感測器裝置係嵌入於、固定至或位於或接近該第二壁之表面；

一用於該使流質食品流容易流經該產品流量腔之裝置；

一用於控制該流質食品流經該產品流量腔之流率之裝置；

其中該第二壁之表面為一凹表面，且該產品流量腔具有一大體上約 3 吋 (0.0762 米) 或更少之固定深度；

其中該第一壁係傳遞由該放射源產生之放射能量，而未在能量上有顯著損失；

其中該第一壁為一半球形，其具有位於產品流量腔外部之一中心點，該放射源係位於或接近該中心點；

其中該放射源為一電子射束源；

其中該入口係形成一垂直通道進入該產品流量腔之頂部；且其中該出口係形成一垂直通道離開該產品流量腔之底部；

其中該凹表面通常與該凸表面同心；

其中該放射源與該第一壁相隔一距離；且

其中該入口係定位以將該流質食品導入接觸該第一壁之凸表面的產品流量腔。

25. 一種放射處理流質食品之方法包括：

提供一設備包括一放射源，具有一第一壁，與具有一表面之第二壁，該第一壁具有定義有一凸表面之一半圓形或半球形傳遞部分，其中該第二壁之表面係對立於該第一壁

之凸表面，以形成一產品流量腔於其中間，其中該傳遞部分對該放射源射出之放射能量係為可傳遞的，且其中該第一壁位於該放射源與該產品流量腔之間；

將一流質食品經由通至該產品流量腔之一入口，導入該產品流量腔；

將該流質食品流經該產品流量腔；及

將該流質食品曝露至由該放射源射出之放射能量，該放射能量由該放射源射出，穿過該第一壁進入該產品流量腔，且接觸流經該產品流量腔之流質食品。

26.如申請專利範圍第 25 項之方法，其中將該流質食品以一速率流經該產品流量腔，致使該流質食品曝露於至少一想要的放射能量劑量。

27.如申請專利範圍第 25 或 26 項之方法：

其中該第二壁之表面為一凹表面，其通常與該凸表面同心；

其中該第一壁為一半球形，具有一中心點位於該產品流量腔外部，該放射源為位於或接近該中心點；

其中該放射源為一電子射束源，適合在約 10 MeV 最大能量操作；

其中該產品流量腔具有大體上約 3 吋(0.0762 米)或更少之固定深度；

其中該流體食品含有一種或多種生物汙染物或病菌，該流質食品以一速率流經該產品流量腔，致使該流質食品曝露於至少放射能量之一劑量，該劑量為足以有效減低一種

或多種生物污染物或病菌之位準；

其中該流質食品為嬰兒處方且為一種或多種生物污染物或病菌包括 *Enterobacter sakazakii*，所想要的放射能量劑量為不超過約 5.0 kGy。

28. 一種放射流質食品以減低一種或多種生物污染物或病菌之位準的方法，該方法係使用如申請專利範圍第 1 項之設備，該方法包括：

(a) 將具有一種或多種生物污染物或病菌之流質食品，以一預定流率流經一產品流量腔；

(b) 以一預定功率與一預定能量位準產生放射能量；

(c) 當該流質食品流經該產品流量腔時，將該流質食品曝露至放射能量所產生之一實際劑量 (D_A)，其中 D_A 為位於或高於一想要的劑量 (D_D)，其係足以有效地減低一種或多種生物污染物或病菌之位準；

其中當以預定流率流經該產品流量腔時，預定功率係選取使得放射能量之理論上劑量 (D_T) 傳遞至該流質食品，其中 D_T 等於 D_D 乘上一安全係數 (SF)；及

其中 SF 為小於約 3.0。

29. 一種放射流質食品之方法包括：

提供一設備包括一放射源，一第一壁，該第一壁具有定義有一凸表面之一半圓形或半球形傳遞部分，其中該傳遞部分對由該放射源射出之放射能量係為可傳遞的，且其中該放射源係位於對面於該凸表面之第一壁的一側上；

將一流質食品流至該第一壁之凸表面上；及

將該流質食品曝露至由該放射源射出之放射能量，該放射能量以放射源射出，穿過該第一壁，且接觸該流質食品。

30.一種以申請專利範圍第 25、28 或 29 項之方法處理之流質食品。