

公告本

發明專利說明書

(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；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：096148344

※ 申請日期：96.12.18

※IPC 分類：C21B7/00(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於豎爐的旋轉裝料裝置/

A ROTARY CHARGING DEVICE FOR A SHAFT FURNACE

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

保爾伍斯股份有限公司/ PAUL WURTH S. A.

代表人：(中文/英文)

1. 哥茲 紀塞克/ GOETZ GIESECKE

2. 埃米爾 洛納爾迪/ Emile LONARDI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

盧森堡阿爾薩斯大街 32 號 L-1122 號

32, rue d' Alsace, L-1122 Luxembourg

國 籍：(中文/英文) 盧森堡/ Luxembourg

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 埃米爾 布雷登/ Emile BREDEN

2. 利昂內爾 豪斯埃默爾/ Lionel HAUSEMER

3. 埃米爾 洛納爾迪/ Emile LONARDI

4. 居伊 蒂倫/ Guy THILLEN

國 籍：(中文/英文)

1. 盧森堡/ Luxembourg

2. 盧森堡/ Luxembourg

3. 盧森堡/ Luxembourg

4. 盧森堡/ Luxembourg

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：

1. 歐盟、西元 2006 年 12 月 18 日、EP 06126393.5

☐ 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：

用於豎爐的旋轉裝料裝置通常包括用於將爐料分配到豎爐中的裝料表面上的旋轉分配裝置。可旋轉結構支撐旋轉分配裝置並且固定支撐物可旋轉地支撐可旋轉結構。根據本發明，裝料裝置配備有感應耦合裝置，感應耦合裝置包括固定於固定支撐物的固定感應器和固定於可旋轉結構的旋轉感應器。固定感應器和旋轉感應器被徑向間隙分隔開並且構成了旋轉變壓器，旋轉變壓器利用通過徑向間隙的磁耦合能夠實現從固定支撐物到可旋轉結構的無接觸電能傳輸以給設置在可旋轉結構上並且連接於所述旋轉感應器的電負載供電。

六、英文發明摘要：

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：

A 軸

B 軸

10 旋轉裝料裝置

12 分配斜道

14 安裝件

16 可旋轉結構

17 支撐平臺

18 外殼

20 滾柱軸承

22 頂端凸緣

23 管狀件

24 頂板

26 送料槽

28 冷卻回路

30 感應耦合裝置

32 徑向間隙

34 固定感應器

36 旋轉感應器

38 固定磁芯裝置

40 旋轉磁芯裝置

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】

本發明通常涉及用於豎爐（諸如冶金鼓風爐）的旋轉裝料裝置。更具體地，本發明涉及實現從裝料裝置的固定部件到可旋轉部件的電能轉移。

【先前技術】

目前，許多冶金鼓風爐都配備有用於將爐料（charge material）送入爐中的旋轉裝料裝置。BELL LESS TOP 型裝料裝置為應用尤為廣泛的實例。這樣的旋轉裝料裝置典型地包括安裝在可旋轉支撐物上的可變化的傾斜斜道。在大多數目前使用的這種類型的裝料裝置中，斜道傾斜度的變化通過高度發展的傳動齒輪機構實現，此齒輪機構被構造成用來將機械功從固定部件傳遞到旋轉部件，以改變斜道傾斜度。

在 EP 0 863 215 中提出通過佈置在用於支撐斜道的旋轉部件上的電動機驅動斜道。這種解決方法消除了對於用於改變斜道傾斜度的高度發展的機械傳動裝置的需要。然而確實需要用於將電能從固定部件傳輸到可旋轉部件的裝置（means），以便於給可旋轉斜道支撐物上的電動機提供能量。相信根據 EP 0 863 215 的解決方法因其不完善而沒有廣泛使用，因為這種電能傳輸既涉及到

承受苛刻鼓風爐環境下的可靠性，還涉及到用於實現電能傳輸的裝置的低養護要求。

滑動環 (slip ring) 裝置 (其一般可在發電機和電動機中發現) 代表了用於實現將電能傳輸到可旋轉部件上並從可旋轉部件中輸出的廣為人知且普遍的裝置。滑動環允許將實際上任何瓦數的電能傳輸到旋轉部件。它們的主要缺點是滑動環要求頻繁的養護 (例如進行清潔)，並且由於磨損的原因還經常要求部件的更換。應該理解滑動環的磨損在豎爐 (諸如鼓風爐) 的灰塵和高溫環境中更為明顯。

【發明內容】

本發明的目的是提供易於養護並且可靠的裝置，用於實現將電能從豎爐的旋轉裝料裝置中的固定部件傳輸到可旋轉部件。

為了實現此目的，本發明提出了申請專利範圍第 1 項之用於豎爐的旋轉裝料裝置，以及申請專利範圍第 16 項之用於改善此裝料裝置的方法。

用於豎爐的旋轉裝料裝置典型地包括旋轉分配裝置 (distribution mean)，其用於將爐料分配到豎爐中的裝料表面上。可旋轉結構支撐旋轉分配裝置。可旋轉結構又由固定支撐物以允許該結構旋轉的方式支撐。

根據本發明，旋轉裝料裝置包括電感耦合裝置。此電感耦合裝置包括固定地安裝於固定支撐物的固定感應器和固定地安裝於可旋轉結構的旋轉感應器。固定感應器和旋轉感應器被徑向間隙（gap）隔開。它們被構造成用於借助在徑向方向上通過間隙而耦合的共用磁場實現從固定支撐物到可旋轉結構的無接觸的電能傳輸。因此，感應器構成旋轉變壓器。因此，耦合裝置提供易於養護且可靠的裝置，用於給佈置在所述旋轉結構上並連接於旋轉感應器的電負載供電。

由於它的無接觸設計，旋轉變壓器型感應耦合裝置不會遭受由於摩擦而帶來的磨損，並因此實際上是無需養護的。應該理解，適用於豎爐裝料裝置的已知圓形滑動環裝置（arrangement）由於所需的用於爐料（配料）的中心通道的原因會有相當大的直徑，由此它的磨損會更加明顯。這個問題利用根據本發明的能量傳輸裝置被消除了。儘管鐵心（interferric）間隙可能造成能量傳輸效率的輕微減少（特別是當與滑動環裝置比較時），但是這個微小的缺點被可靠性和易於養護性的顯著提高而大大彌補了。

與軸向相對的感應器（如用於例如單一傳輸裝置（例如，VCR 中）等弱電流裝置的已知旋轉變壓器中的感應器）相反，本發明提出在徑向方向（就是說，關於旋轉軸與感應器的極面徑向相對）上設置鐵心間隙。在設置在豎爐上的裝料裝置的具體實例中，已

經發現可旋轉結構的運動容差範圍通常在垂直方向中要大於徑向方向。因此，感應器的徑向相對關係使得鐵心間隙最小。

對於增大的電感應，固定感應器優選地包括固定磁芯裝置並且旋轉感應器優選地包括旋轉磁芯裝置。術語裝置用來闡明各個芯體不必是整片芯體，這在後面將變的顯而易見。

在本發明的實施例中，徑向間隙將固定磁芯裝置的至少一個（一般是兩個或三個）磁極面與旋轉磁芯裝置的至少一個（一般是兩個或三個）磁極面分隔開，以使固定磁極面和旋轉磁極面以徑向相對的關係設置。儘管理論上與其它感應器上的單極相對的一個感應器上的單極對於實現功能來說是足夠的，優選地還是要限定出磁通量的返回路徑。在一個直接的實施例中，徑向間隙基本是垂直的，由此實際上在相對的面上不可能有任何爐灰沉積物。任何灰塵或其它潛在的沉積物可下落穿過間隙而不會影響能量耦合裝置的功能。

在要求進出（例如用於養護目的）的部件以另外的方式被感應耦合裝置阻塞的情況下，就提出這樣一個設計，其中固定感應器和/或旋轉感應器在旋轉方向上是不連續的。在這種不連續（也就是不是完整的圓形）結構的情況下，固定感應器和旋轉感應器優選地被構造成使得在可旋轉結構旋轉的過程中用於固定感應器和旋轉感應器之間磁耦合的整個耦合表面是恆定的。對於這種關

於不連續感應器的恆定耦合的必要但非充分的條件是固定感應器和旋轉感應器中的至少一個具有相對於可旋轉結構的旋轉軸旋轉對稱的幾何形狀。在離開進入口時實現恆定耦合的一個可能性是這樣一個實施例，其中固定感應器在它的周邊中具有至少一個開口 (aperture) 並且旋轉感應器包括至少一對分離區段 (sector)。因此，兩者都是不連續的。在這個實施例中，孔具有弧度 β 並且每對分離區段均被佈置成使這對雙區段之間的弧度 δ 是 β 的除數或者使 β 是 δ 的除數。

優選地，固定感應器和旋轉感應器各自的每個芯線圈具有範圍在 $50 \leq n \leq 500$ 中的線匝數目 n ，優選地為 $100 \leq n \leq 200$ 。

正如技術人員所理解的，感應耦合裝置允許電負載（例如冷卻回路泵的電動機，該電動機可操作地連接於分配斜道，其用以改變分配斜道的傾斜角度或用於使分配斜道關於它的縱軸旋轉）、或設置在可旋轉結構上的任何大瓦數（例如 ≥ 500 W）的其它電負載的可靠且易於養護的供電。對於控制和/或測量信號的傳輸不需要使用感應耦合裝置。替代地，可以在可旋轉結構上設置無線電發射機、接收機或收發機以利用耦合裝置從裝載電源接收這種信號和/或將這種信號發送給裝載電源。

本發明不限於應用於 BELL LESS TOP 型裝料裝置。本發明與其它類型的旋轉裝料裝置結合使用也是有益的。將會進一步理解

到通過所描述的感應耦合裝置改進了裝料裝置特別適合用於配備到鼓風爐上。技術人員還應該理解所公開的耦合裝置能夠方便地進行改型翻新以作為對現有裝料裝置的改進，而無需裝料裝置的顯著結構變化。

【實施方式】

在圖 1 中，參考標號 10 通常指旋轉裝料裝置。旋轉裝料裝置 10 典型地將安裝在豎爐（未示出，特別是用於生產生鐵的鼓風爐）的爐喉上。這個裝料裝置 10 包括用來將爐料分配到爐膛的裝料表面上的旋轉分配裝置。作為旋轉分配裝置的部件，圖 1 示出了可樞轉的分配斜道 12，其利用鴨嘴形的安裝件 14 連接至可旋轉結構 16。可旋轉結構 16 具有支撐形成軸 B 的軸的下部支撐平臺 17（見圖 4），從而，分配斜道 12 懸吊在軸 B 上。

如圖 1 中所見，旋轉裝料裝置 10 還具有被構想成外殼 18 的固定支撐物。可旋轉結構 16 借助於大直徑的滾柱軸承 20 被可旋轉地支撐在外殼 18 中。滾柱軸承 20 的外軸承圈（race）固定到可旋轉結構 16 的頂端凸緣 22 上，而滾柱軸承 20 的內軸承圈固定到固定外殼 18 的頂板 24 上。滾柱軸承 20 被構造成使得可旋轉結構 16 和隨其的分配斜道 12 可繞著基本上垂直的軸 A 旋轉，軸 A 通常與爐的中心軸一致。送料槽 26 位於軸 A 的中心上並且限定了穿過頂端凸緣 22 並穿過管狀件 23 的通道，管狀元件 23 將頂端凸

緣 22 連接至可旋轉結構 16 的支撐平臺 17。爐料（諸如礦和焦炭）可以通過送料槽 26 送到分配斜道 12 上。具有圖 1 中所示冷卻蛇管的冷卻回路 28 被設置在可旋轉結構 16 上以保護具體暴露在爐熱中的部件。

根據由 PAUL WURTH S.A. Luexmbourg 研發出的 BELL LESS TOP 原理，裝料裝置 10 通過使分配斜道 12 繞軸 A 旋轉以及通過改變分配斜道 12 繞軸 B 的樞轉角度實現爐料的分配。軸 B 通常與軸 A 垂直。用於使分配斜道 12 旋轉和樞轉的機構的更多已知細節在圖中未示出，並且在這裡沒有進一步地描述。例如在美國專利 No.3'880'302 中給出了對於這些細節的更詳細的描述。為了便於理解，主要應該注意旋轉裝料裝置 10 包括能夠相對於它的固定支撐物旋轉的可旋轉結構 16，固定支撐物在圖 1 中對應於外殼 18。

本領域的技術人員應理解，電力在可旋轉結構（特別是如果是可靠的且易於養護的話）上的可用性不僅對於各種已知裝置是有益的，而且還對創新的裝置有益。如下為示例性裝置：

根據 EP0 863 215 或 US6, 481, 946 的裝料裝置，其具有用以改變安裝在可旋轉結構上的分配斜道的樞轉角度的致動器並且因此要求電力可用在可旋轉結構上；

一個或多個冷卻液泵，例如用於如圖 1 所示的受壓迴圈冷卻

回路 28 或用於由 DE 33 42 572 中所知的斜道懸吊軸的冷卻回路，
和/或用於由 US 5, 252, 063 中所知的斜道 12 自身的冷卻回路；

由 EP 1 453 983 中可知的具有可繞斜道縱軸旋轉的分配斜道
的裝料裝置；

自動潤滑裝置；

任何其它一個（或多個）致動器和/或一個（或多個）感測器，
其可有益地設在裝料裝置的旋轉部件上。

理所當然地，致動器或感測器的測量或控制信號具有較低的
瓦數（幾 mW 或幾 W）並因此能夠簡單地通過無線電通信（例如
使用合適的標準無線電設備）傳輸。相對地，用於許多裝置的電
力供應具有相當大的瓦數（對於電動機來說通常在 1kW 和以上的
範圍中），因此要求適合的裝置來實現從裝料裝置 10 的固定部分
到旋轉部分的電能傳輸。

在圖 1 中，參考標號 30 表示感應耦合裝置的第一實施例，其
以截面圖示意性地示出，此裝置用來實現這種電能傳輸。感應耦
合裝置 30 能夠利用穿過徑向間隙 32 的磁耦合實現從固定支撐物
18 到可旋轉結構 16 的無接觸電能傳輸。

感應耦合裝置 30 包括固定於固定支撐物（即，圖 1 中的外

殼 18) 的固定感應器 34，和固定於可旋轉結構 16 的旋轉感應器 16。在裝料裝置 10 的操作過程中，固定感應器 34 與外殼 18 一起保持不動，而旋轉感應器 36 與可旋轉結構 16 一起旋轉。雖然在圖 1 中沒有示出，但是應該理解固定感應器 34 通過電源線電纜連線至固定回路，而旋轉感應器 36 電纜連線至設置在可旋轉結構 16 上的回路，以給電負載供電，所述電負載諸如用於斜道 12 的鉸鏈吊掛式發動機 (pivoting motor)，和/或用於冷卻回路 28 的泵，和/或設置在可旋轉結構 16 上的任何其它所需電力裝置。如圖 1 中的截面圖所示，固定感應器 34 包括固定磁芯裝置 38 和纏繞在磁芯裝置 38 一部分上的繞組。類似地，旋轉感應器 36 包括旋轉磁芯裝置 40 和纏繞在磁芯裝置 40 一部分上的繞組。

在圖 1 的實施例中，耦合裝置 30 設置在送料槽 26 與管狀件 23 之間。由於這種設置，兩個磁芯裝置 38、40 均能夠圍繞軸 A 佈置成連續的（就是完全圓周的）直徑相對較小的環（整圓周結構）。固定和旋轉磁芯裝置 38、40 各自的極面被徑向間隙 32 分隔開，該間隙在每個磁芯裝置 38、40 的磁極面之間形成基本垂直的鐵心氣間隙。此間隙在垂直截面中還可能是輕微傾斜的並且對於每個極面來說不需要處在直線中。然而要求小的徑向間隙 32 以使旋轉感應器 36 相對於固定感應器 34 能夠自由旋轉。

由於此徑向間隙 32，磁芯裝置 38、40 極面的徑向相對關係尤

其還提供如下優點：

在可旋轉結構 16 相對於外殼 18 典型地出現微小垂直位移(例如由於軸承 20 的磨損或由於爐壓力的變化)的情況下的可靠操作；

磁芯裝置 38、40 極面上的可能灰塵沉積物以及隨後的阻塞和磨損的避免或至少減少；

(對於具有大軸向線圈長度的大尺寸感應器 34、36)：相對於軸 A 在徑向方向上的空間節約。

圖 2 更詳細地示出了感應耦合裝置 30 的實施例。感應耦合裝置 30 被設計成使用單相交流電 (AC)。固定磁芯裝置 38 和旋轉磁芯裝置 40，各自包括基本為 U 形的或是 C 形的磁芯。磁芯裝置 38、40 由鐵磁材料 (例如鐵素體) 或具有例如約為 7000 的高相對磁導係數 μ_r (在小於 0.1mT 磁通量密度下) 的合金 (例如鐵-矽) 製成。還可使用獲得 40000 或者甚至 100000 的非常高相對磁導系數值的 PERMALLOY 合金。高磁導係數使得可以限制磁場並因此增加每個感應器 34、36 的感應性。固定和旋轉感應器 34、36 分別包括圓柱形線圈繞組 44、46，每個線圈繞組都纏繞在相應磁芯裝置 38、40 的垂直部分上，由此可實現相對於軸 A 在徑向方向上的空間節約。

在旋轉方向上 (就是說在垂直於圖 2 平面的平面中)，使用完

整圓形線圈結構中的單電纜套筒開口（如圖 1 實施例中可使用的）可使得繞組 44、46 基本繞軸 A 環繞整個周界。然而，為了實現每單位線圈長度的高繞組數量比（ N/I ，其中 N ：線匝的數量， I ：繞組的線圈長度）並且由此增加感應性，一般優選的是，給定的線圈繞組僅覆蓋各個磁芯裝置 38、40（或是其子部件）的弧長的一部分。例如這可通過磁芯裝置 38、40 中適當位置處的徑向電纜套筒開口而實現，從而用來限定繞組的弧長。在後一種情況中，每個磁芯裝置 38、40 均具有多個這種繞組區段。所有繞組區段優選地具有相同的繞組數（ N ）。它們與其它繞組區段優選串聯地分別連接至交流電源或負載上。

在每個感應器 34、36 中磁通量的方向（如圖 2 中的箭頭所示）是獨立於旋轉感應器 36 的旋轉位置的。換言之，固定磁芯 38 的上極面 48 保持與旋轉磁芯 40 的上極面對，同時相應下極面 48'、50' 也是一樣的。此外，感應耦合裝置 30 被構造成使得穿過每個感應器 34、36 的磁通量密度在旋轉感應器 36 的旋轉過程中基本保持恒定。這就是說，電能的傳輸基本上獨立於固定感應器 34 與旋轉感應器 36 之間的相對旋轉位置。當然，例如由於磁芯裝置 38、40 中的電纜套筒開口而帶來的可以忽略的變化除外。在徑向間隙 32 中，磁通量還基本是徑向的，如圖 2 中的箭頭所示。

其中有用的偽磁傳導元件（缺乏繞組）可以插在磁芯裝置 38、

40 周界中的特定位置處，以便於通過使雜散場效應 (stray field effect) 最小化而在旋轉方向中保持均勻的磁通量密度。因為徑向的內部磁芯裝置 (例如圖 1 中的固定磁芯裝置 38 或圖 4-9 中的旋轉磁芯裝置) 會具有稍小的直徑，因此感應耦合裝置 30 被設計成使具有最小磁通量橫截面的磁芯不會飽和。

感應耦合裝置類似於具有固定線圈繞組 44 和旋轉繞組 46 的 (磁芯型) 變壓器那樣操作，固定線圈繞組 44 和旋轉繞組 46 分別起主要和次要作用。因此，在旋轉繞組 46 的抽頭 (tap) 上可使用的電壓取決於繞組比和磁通量密度。然而在感應耦合裝置 30 中，電壓通常獨立於可旋轉結構 16 的旋轉位置。因為電壓傳輸不是感應耦合裝置 30 的基本目的，所以 (固定線匝與旋轉線匝的) 繞組比可以等於 1，正如在一對一變壓器中一樣。由於上極面與下極面 48、50；48'、50' 之間存在徑向鐵心空氣間隙 32，因此感應耦合裝置 30 的傳輸效率小於具有連續磁芯的傳統變壓器的傳輸效率。該空氣間隙 32 的寬度較小，通常在十分之幾毫米或幾個毫米之間 (例如 0.5-5 mm)。鐵心寬度取決於結合考慮了相關因素 (諸如熱膨脹和軸承 20 的間隙) 的可靠允許旋轉感應器 36 的自由旋轉的最小值。

圖 2 還示意性地示出了待設置在可旋轉結構 16 上的負載 (電機 M)。能夠依靠感應耦合裝置 30 為任何類型的負載供電。還應該

理解耦合裝置 30 不僅在可旋轉結構 16 以不同速度旋轉的過程中提供恆定的電力傳輸，而且在裝料裝置 10 停頓的時候也可以提供恆定的電力傳輸。

圖 3 示出了替換的感應耦合裝置 130，其被設計成傳統地用於高功率裝置的對稱三相系統。在圖 3 的實施例中，耦合裝置 130 包括固定和旋轉磁芯裝置 138、140，固定和旋轉磁芯裝置 138、140 均具有基本為 E 形的垂直截面，每個均具有三個磁極面。固定和旋轉感應器 134、136 分別包括一套三個的線圈 144.1、144.2、144.3；146.1、146.2、146.3，一套中的每個線圈均在 120° 周相移動下操作，用於傳輸對稱三相交流電。固定線圈 144.1、144.2、144.3 分別纏繞在固定磁芯裝置 138 的三個水準分支的每個上，而旋轉線圈 146.1、146.2、146.3 分別纏繞在旋轉磁芯裝置 140 的相對水準分支上。此感應耦合裝置 130 的其它方面與上述和隨後所述的方面類似。

圖 4 到圖 9 示出了配備有裝料裝置 10 的感應耦合裝置的又一實施例 230。在下文中不再重複描述圖 4 到圖 9 的裝料裝置 10 的那些細節，它們與在圖 1 中描述的那些細節相對應。

圖 4 到圖 9 的感應耦合裝置 230 佈置在固定外殼 18 的下部，這在圖 8 中可見。與之前描述的耦合裝置類似，感應耦合裝置 230 包括具有磁芯裝置 238 的固定感應器 234 和具有磁芯裝置 240 的

旋轉感應器 236。當與圖 1 中的實施例相比時，磁芯裝置 238、240 和它們的線圈繞組的尺寸被制定為用於傳輸較高瓦數的電能。因為耦合裝置 230 在外殼 18 的下部中，所以旋轉感應器 236 被直接支撐在平臺 17 上，而固定感應器 234 固定於外殼 18 的壁。如圖 5、圖 7 和圖 9 所示，相對於軸 A，固定線圈裝置 238 在外側面上而旋轉磁芯裝置 240 被佈置在內側面上。儘管沒有詳細地顯示，磁芯裝置 238、240 都具有各自的線圈繞組。

在圖 5、圖 7 和圖 9 中可見，固定和旋轉感應器 234、236 和它們各自的固定和旋轉磁芯裝置 238、240 在可旋轉結構 16 的旋轉方向上都是不連續的（不連續的圓周結構）。固定感應器 234 包括兩個區段 234.1、234.2，而旋轉感應器 236 包括四個區段 236.1、236.2、236.3 和 236.4 組成。區段 234.1、234.2；236.1、236.2、236.3 和 236.4 相對於軸 A 旋轉地對稱佈置。僅僅是固定和旋轉磁芯裝置 238、240 的相對面需要以高精度進行機加工以便獲得圓形水準區段。還應該注意，在平面圖中，徑向間隙 32 是圓形的並且中心在軸 A 上。

如在圖 5、圖 7 和圖 9 中進一步可見的，磁芯裝置 238、240 的周界中的各個孔容許接近可旋轉結構 16 上的內部部件（例如為了進行養護維修），而無需拆卸感應耦合裝置 230。例如，不僅向分配斜道 12 的支撐和驅動機構的兩個半部（這兩個半部用參考標

號 52、54 示意性地示出) 提供通道，而且還向冷卻回路 28 或例如它的冷卻泵 (未示出) 提供通道。在例如圖 5 的旋轉結構中，可通過外殼 18 中的通道門 56、58 到達佈置在支撐平臺 17 上的支撐和驅動機構的兩個半部 52、54。在例如圖 7 的旋轉結構中，可旋轉結構相對於圖 5 順時針旋轉 90° 以使得能夠到達其它部件，例如在圖 6 的左手側所見的冷卻回路 28 的部件。圖 9 示出了可旋轉結構 16 的中間旋轉位置。由於結構的限制還可使用沿圓周斷開的耦合裝置 230。

磁芯裝置 238、240 中基本為 U 形的部件的垂直部分的高度容納大量線圈繞組 (未示出) 用以實現強的電感應，這是因為電感應隨著繞組數量的平方增加。圖 4-9 的裝置適合於高功率應用，例如要求 $>10\text{ kW}$ 電力供應的負載。

在圖 4、圖 6 和圖 8 的垂直截面圖中可見，在給定的旋轉週期中，固定磁芯裝置 238 的給定極面部分並不是一直與旋轉磁芯裝置 240 的相應極面部分相對。通過與圖 5、圖 7 和圖 9 的比較中可以明白，用於通過徑向間隙 32 的磁耦合的整個耦合面積在旋轉感應器 236 的旋轉過程中保持恒定，就是說，此耦合面積不依賴於旋轉感應器 236 相對於固定感應器 234 的旋轉位置。在這種背景下，術語耦合表面被定義為：在此表面上固定磁芯裝置 238 的極面 (見圖 2 中的 48、50；48'、50') 與旋轉磁芯裝置 240 的極面

徑向相對的表面，並且反之亦然，就是說通過此表面面積能夠獲得有效的磁耦合的表面面積。因此，在圖 4-9 的實施例中，整個耦合面積是由區段 234.1、234.2、234.3；236.1、236.2、236.3 和 236.4 的相對部分（在圖 5、圖 7 和圖 9 用陰影示出）的弧度給出的這些分離面積分別乘以相應極面（見圖 2 中的 48、50；48'、50'）的總和垂直高度的合計。

由於整個耦合面積獨立於旋轉位置保持恒定，因此耦合磁通量以及因此被傳輸到可旋轉結構 16 的電能也是獨立於可旋轉結構 16 的旋轉位置的，與根據圖 4-9 的固定和旋轉感應器 234、236 的不連續結構無關。在感應耦合裝置 230 具有合適直徑的情況下，則利用圖 4-9 的耦合裝置 230 的不連續結構能夠實現與（例如根據圖 1 的）小直徑連續結構程度類似的磁耦合。

圖 10 及圖 11 顯示了配備有裝料裝置 10 的感應耦合裝置的又一實施例 330。耦合裝置 330 具有不連續的結構。下面僅描述與前述實施例不同的方面。

在圖 10 中可見，感應耦合裝置 330 佈置在外殼 18 的中間高度處。這個位置能夠減小裝置直徑以及因此降低材料成本、能夠接近滾柱軸承 20 以使所要求的間隙 32 的寬度容差更小，並且還能夠減少在爐灰和爐熱中的暴露。與耦合裝置 230 相反，在旋轉方向上只有感應耦合裝置 330 的旋轉感應器 336 是不連續的，而

固定感應器 334 被構造成繞軸 A 的完整圓環。耦合裝置 330 的直徑相較於圖 4-9 的耦合裝置的直徑略微減小。如圖 11 所見，旋轉感應器 336 包括兩個獨立的圓弧形區段 336.1、336.2。區段 336.1、336.2 僅由支撐和驅動機構的兩個相對半部 52、54 位置處的開口分隔開。不連續旋轉感應器 336 符合裝料裝置 10 的結構性空間限制並且更便於接近支撐和驅動機構 52、54。從圖 11 中顯而易見，由於整個耦合面積相當大（相對部分用陰影示出），感應耦合裝置 330 允許相較於之前實施例的甚至是更高瓦數的無接觸電能傳輸。應該理解示意性示出的耦合裝置 230、330 的具體電設計可能與圖 2、圖 3、或者是技術人員很容易能考慮到的任何其它合適的電設計相對應。與圖 4、圖 6 和圖 8 中的元件 238 相似，圖 10 及圖 11 中的元件 338 是指固定感應器 334 的磁芯裝置 238。

圖 12 示出了耦合裝置又一實施例 430，其可以認為是圖 4-9 中所示實施例的變體。與上述後一個實施例相反，耦合裝置 430 具有構造成以軸 A 為中心的整圓環形式的固定感應器 434。為了實現用於養護目的的可接近性，固定感應器 434 具有可移動區段 434.1、434.3。例如可移動區段 434.1、434.3 可安裝在鉸鏈上以使其相對於固定安裝的區段 434.2、434.4 是可轉動的，如圖 16 中所示的。當要求例如進入支撐和驅動機構部件 52、54 時，鉸鏈連接的區段部分 434.1、434.2 被移入圖 16 中所示的停放位置。在操作過程中，可移動區段 434.1 和 434.3 被定位成（見圖 16 中

的斷開線)與固定區段 434.2、434.4 一起形成整個圓環。因為磁芯裝置 438、440 中的磁通量方向垂直於旋轉方向，所以磁芯裝置在可移動區段 434.1、434.3 和固定區段 434.2、434.4 之間介面處的中斷就不是緊要的。與圖 5、圖 7 和圖 9 中的元件 236.1、236.2、236.3 和 236.4 相似，圖 12 中的元件 436.1、436.2、436.3 和 436.4 是指旋轉感應器的區段。

因為用於豎爐的旋轉裝料裝置的旋轉速度相對較低（例如每分鐘幾轉），需要採用特殊的措施以利用不連續感應器實現恆定的電能傳輸。因此，在下文中將參照圖 13 到圖 19 描述感應耦合裝置的有關於可能的不連續圓周結構的更多細節。首先，應注意圖 13 到圖 19 的每一個均示出了不連續感應耦合裝置的一個例子，這些不連續感應耦合裝置能夠實現恆定的電能傳輸而無需考慮可旋轉結構 16 的旋轉。這些實例既不是詳盡的也不是限制性的。

圖 13 示意性地示出了在圓周上中斷的幾何結構，就是圖 4 到圖 9 中所示的不連續圓形耦合裝置 230。如圖 1 中所見，固定感應器 234 的兩個區段 234.1、234.2 以及旋轉感應器 236 的四個區段 236.1、236.2、236.3 和 236.4 均繞軸 A 旋轉對稱佈置。固定感應器 234 具有 m 倍 (m -fold) 的旋轉對稱（還叫做“ m 級的離散旋轉對稱”），其中 $m=2$ （也就是 $2\pi/m=\pi$ 或 180° 旋轉的對稱），而旋轉感應器 236 具有 n 倍的旋轉對稱，其中 $n=4$ （也就是 $2\pi/n=\pi/2$ 或 90° 旋轉的對稱）。固定區段 234.1、234.2 各自的弧度 α 是相同

的並且近似等於 $\pi/2$ 或 90° 。固定區段 234.1、234.2 之間的兩個開口也具有近似為 $\pi/2$ 或 90° 的相同的弧度 β 。區段 236.1、236.2、236.3 和 236.4 的弧度 γ 所需電磁耦合與入口空間（例如用於維修）之間的折衷值。 γ 的值自身對於實現恆定的感應耦合不是關鍵的。在具有給定的半徑和對稱等級的情況下，弧度 α 、 β 、 γ 分別確定開口、固定區段 234.1 和 234.2 以及固定區段 236.1、236.2、236.3 和 236.4 的弧長，由此除此以外就能夠確定整個耦合面積了。

為了減少隨後的描述，會使用“共軛區段”的表達方式來表示滿足以下條件的給定旋轉區段：它們是在圓周上最接近的對，其中在一個區段的共軛區段導致耦合減小的同時該一個區段導致耦合的增加，反之亦然。在圖 13 的耦合裝置 230 中，區段對（236.1、236.2）和區段對（236.3、236.4）均是共軛區段對。兩個共軛區段（例如 236.1 和 236.2）中心之間的弧度 δ 選擇為開口（或多個開口）的弧度 β 的函數。在耦合裝置 230 中， δ 是 β 的除數，就是 $\beta = k\delta$ ，其中 k 是非負整數。如圖 13 中可見， $k=1$ 或者 δ 近似等於 $\pi/2$ 或 90° 。此外，兩個共軛區段，例如（236.1、236.2）和（236.3、236.4），應該具有相同的弧度 γ 並且相對於由它們的雙區段確定的平面對稱佈置以確定 δ 。因此保證了整個耦合面積獨立於旋轉感應器 234 的旋轉位置。事實上上述情況確保當在給定區段（比如 234.2）處的耦合面積由於旋轉

減小或增加時，在它的共軛區段（比如 234.1）處的耦合面積同時減小或增加同樣的量。

圖 14 示出了根據圖 4-9 和 13 中的實施例的變體的耦合裝置 530，其中旋轉感應器 536 僅包括一對共軛旋轉區段 536.1 和 536.2。如圖 14 中可見，旋轉感應器 536 不需要繞軸 A 旋轉對稱（假定 1 倍對稱不是對稱）。在特定結構中，固定感應器 534 或旋轉感應器 536 中的任一個具有旋轉對稱就足夠了，也如圖 15 所示。與圖 5、圖 7、圖 9 和圖 13 中的元件 234.1、234.2 相似，圖 14 中的元件 534.1、534.2 是指固定感應器 534 的區段。

圖 15 示出了具有單對旋轉區段 636.1 和 636.2 並且僅有一個固定區段 634.1 的耦合裝置的又一實例 630。在圖 15 的耦合裝置 630 中，旋轉感應器 636 具有 2 倍旋轉對稱（也就是 π 或 180° 的對稱）而固定感應器 634 不是旋轉對稱的（ $m=1$ ）。在圖 15 的耦合裝置 630 中， δ 是 β 的除數（反之亦然），就是 $\beta=k\delta$ ，其中 $k=1$ 。

圖 16 示出了耦合裝置 730，其中固定感應器 734 是 4 倍旋轉對稱的（ $m=4$ ），而旋轉感應器 736 不是旋轉對稱的（ $n=1$ ）。固定和旋轉感應器 734、736 分別具有四個區段，734.1、734.2、734.3 和 734.4 以及 736.1、736.2、736.3 和 736.4。在耦合裝置 730 中， $\alpha=\beta=\gamma=\pi/4$ 並且因此 $\beta=k\delta$ ，其中 $k=1$ 。另外，旋轉區段 736.1、736.2、736.3 和 736.4 的弧度 γ 可能增加或減小而不影響電磁耦合

獨立於旋轉這個事實。然而在每對共軛區段（736.1、736.2）和（736.3、736.4）中，兩個區段的弧度 γ （就是弧長）應該是相等的並滿足 $\gamma \leq \beta$ 。

圖 17 示出了耦合裝置的又一替換實施例 830，其中固定感應器 834 是 3 倍旋轉對稱的（ $m=3$ ，就是 120° 的旋轉對稱），而旋轉感應器 836 是 4 倍旋轉對稱的（ $n=4$ ）。固定感應器 834 包括三個分離的區段 834.1、834.2 和 834.3，而旋轉感應器 836 包括四個獨立的旋轉區段 836.1、836.2、836.3 和 836.4。區段繞軸 A 旋轉對稱佈置。在耦合裝置 830 中， $\alpha = \beta = 2\pi/3$ 而 $\delta = \pi$ 。應注意耦合裝置 830 中的共軛旋轉區段是徑向相對的那些區段，即，區段（836.1、836.3）和（836.2、836.4）是分別共軛的。因此在圖 17 的實施例中， β 是 δ 的除數（並非反之亦然！），即， $\delta = k\beta$ ，其中 $k=3$ 。事實上，在這個特定實施例中， $\delta \geq \beta$ 而在前面的實施例中 $\delta \leq \beta$ 。

圖 18 示出了耦合裝置 930，它是圖 17 的實施例的變體，其中它在旋轉感應器 936 中僅具有一對共軛區段 936.1、936.2。從圖 17 和 18 的比較中可以看出，所用的共軛對的實際數量不是確定的只要仍然滿足旋轉獨立耦合的條件即可。例如，可以向圖 17 的耦合裝置 830 添加又一共軛對（未示出），這通過在不影響旋轉獨立性的情況下將兩個徑向相對的區段以 45° 插在區段對（836.1、836.2）與（836.3、836.4）之間來實現。與圖 17 中的元件 834.1、834.2

和 834.3 相似，圖 18 中的元件 934.1、934.2 和 934.4 是指固定感應器的區段。

圖 19 示出了耦合裝置的又一實施例 1030。在這個耦合裝置中，旋轉感應器 1036 具有與圖 13 中的旋轉感應器相同的結構，就是說它包括四個分離的區段 1036.1、1036.2、1036.3 和 1036.4（其中 $\delta = \pi/4$ ），並且繞其旋轉軸 A 以 4 倍的方式旋轉對稱佈置（ $n=4$ ）。另一方面，固定感應器 1034 形成在弧度 $\alpha = 3\pi/4$ 的一片中並因此不是旋轉對稱的（ $m=1$ ）。由於存在弧度 $\beta = \pi/4$ 的開口，因此固定感應器 1034 是不連續的。如前面的實施例中一樣，在旋轉感應器 1036 的旋轉過程中，利用通過徑向間隙 32 的磁耦合從固定感應器 1034 到旋轉感應器 1036 的電能傳輸也基本上保持恆定。

從上面對耦合裝置的可能幾何佈置的描述中可以理解，許多具有不連續磁芯裝置的不同結構的感應器都是可能的，它們都使得整個耦合面積在旋轉感應器的旋轉過程中保持恆定。因此利用通過徑向間隙 32 的磁耦合的電能傳輸獨立於支撐旋轉感應器的可旋轉結構 16 的旋轉位置（除了在區段邊緣處發生的小變化）。

現在轉而參考圖 20 所示的感應耦合裝置的等效電路圖，將詳細描述一些電力設計方面的考慮。在圖 20 中（使用相位符號）：

U1：施加到固定感應器的電壓；

R_1 ：固定感應器的繞組電阻；

X_1 ：固定感應器的漏電抗 (leakage reactance)；

$U'_2 = n_{tr}^2 \cdot U_2$ ：參照固定感應器的旋轉感應器的電壓；

$R'_2 = n_{tr}^2 \cdot R_2$ ：參照固定感應器的旋轉感應器的繞組電阻；

$X'_2 = n_{tr}^2 \cdot X_2$ ：參照固定感應器的旋轉感應器的漏電抗；

X_{mu} = 磁化互電抗；

$Z'_{mot} = R'_{mot} + jX'_{mot}$ ：參照固定感應器的負載（例如電機）阻抗；

$R'_{mot} = n_{tr}^2 \cdot R_{mot}$ ：參照固定感應器的負載電阻；

$X'_{mot} = n_{tr}^2 \cdot X_{mot}$ ：參照固定感應器的負載電抗；

其中 n_{tr} 是固定線匝與旋轉線匝的繞組比。

如將會理解的，感應耦合裝置基本上類似於旋轉變壓器的感應耦合裝置。因此， X_{mu} 對於感應耦合裝置的設計是非常重要的參數。事實上：

$$X_{mu} = 2\pi \cdot f \cdot \frac{n_1^2}{R_{core} + R_{gap}} \quad (1)$$

其中 f 是交流頻率， n_1 是固定感應器繞組的線匝數量，並且 R_{core} 、 R_{gap} 分別是磁芯磁阻和徑向間隙 32 的磁阻。因為磁芯材料的磁導係數比徑向間隙 32 的磁導係數大幾千倍，所以在等式 (1) 中 R_{core} 相對於 R_{gap} 是可忽略的。因為徑向間隙 32 的磁阻是直接與間隙 32

的寬度（也就是徑向延伸）成比例的，所以這個寬度應該最小化以保證高的互電抗 X_{mu} 。除了要使 X_{mu} 盡可能地大，還要使 R_1 、 R_2 和 X_1 、 X_2 盡可能地小，這是用於優化感應耦合效率的度量。

利用圖 20 的等效電路圖，能夠利用如下公式基於有效的能量比計算感應耦合裝置的有效效率：

$$\eta = \frac{R'_{mot}}{R'_{mot} + R'_2 + R_1 \cdot \left(\frac{R'^2_2 + jX'^2_2 + jX_{mu} + R'_{mot} + jX'_{mot}}{jX_{mu}} \right)^2} \quad (2)$$

基於被載荷消耗的有效能量比的視在效率（apparent efficiency）與原始側消耗的視在能量（有效的＋無功的）的比也是相對度量參數。它由如下公式計算：

$$\eta_s = \frac{R'_{mot} \cdot \bar{I}_2^2}{\bar{U}_1 \cdot \bar{I}_1} \quad (3)$$

其中 $\bar{U}_1$ 和 $\bar{I}_1$ 分別是固定/旋轉側的視在（有效的＋無功的）電壓和電流。

對於 1 mm 的徑向間隙寬度，已發現鐵-矽磁芯是優選的，1 mm² 橫截面的繞組銅線載荷為 1 kW，每個繞組的線匝數量在 110 < $n_{1,2}$ < 160 的範圍內。應該注意 η 和 η_s 對於給定設計通常不能都是優化的， η_s 一般在高於 η 的較高線匝數下具有最大值。因此，選擇能夠獲得最大 η 的最小線匝數量，使阻抗性的熱損失最少。因為電抗是 AC 頻率的函數，所以應該理解 (2) 是 AC 頻率的函

數，在該 AC 頻率下為固定感應器供電。已經發現在上述示例設計中， η 和 η_s 迅速增加到 150 Hz。超過了這個值， η 依然增加但是它的增加幅度降低了，而 η_s 可能在較高的頻率下顯著下降。為了最小化無功損失（ X_{mu} ，磁芯損失），頻率應該在 $100 \text{ Hz} < f < 200 \text{ Hz}$ 的折衷範圍中。對於固定感應器繞組和旋轉感應器繞組兩者的線匝數 $n_{1,2}=125$ 和頻率 $f=150 \text{ Hz}$ 的情況，以下的值針對不同寬度的鐵心徑向間隙 32 可以用數位確定：

e[mm]	0.5	1	2	5
η	69.7	61.3	44.8	17.6
η_s	46.7	35.6	22.6	9.2

如將會被理解的，徑向間隙 32 的鐵心寬度 e 通常會在 $0 \text{ mm} < e < 2 \text{ mm}$ 的範圍中。在使用較大繞組線的橫截面、使用較高磁導係數的磁芯材料（例如 PERMALLOY）、能夠實現較小的鐵心寬度 e 和/或技術人員可容易地理解的多種其它度量的代價下，能夠獲得高於 70% 的有效效率值。如將會被理解的，能夠在需要的地方與感應耦合裝置結合使用任何補充部件。耦合裝置可以輔以能量存儲裝置和整流器或者輔以電源控制器。應該理解不要求用超出文中公開的機電設計的電力裝置實現對佈置在可旋轉結構 16 上的負載提供基本恒定的電能供應。

儘管感應耦合裝置在理論上可用於組合的信號和能量傳輸，但是認為使用無線電設備進行信號傳輸是優選的。因此，可在可旋轉結構 16 上設置無線電發射器、接收器或收發器以從連接於旋轉感應器的負載處接收控制和/或測量信號和/或將其傳輸到負載處。負載和無線電設備均可通過耦合裝置供能。

最後，應該理解，之前描述的具有感應耦合裝置的改進的豎爐裝料裝置可接收設置在可旋轉結構上的任何類型的電負載。由於耦合裝置的高功率電容，具有高於 500 W 的額定電力消耗的一個或多個負載能夠方便地並可靠地在裝料裝置的旋轉部件上操作，而無需考慮操作條件。由於它的無接觸設計，感應耦合裝置不會遭受磨損並且因此實質上不需要養護，儘管豎爐的操作條件很惡劣。

【圖式簡單說明】

從下面參照附圖對本發明的幾個非限制性實施例的詳細描述中，本發明進一步的細節和優點中將變得顯而易見，其中：

圖 1 是用於豎爐的旋轉裝料裝置中的感應耦合裝置的第一實施例的垂直截面圖；

圖 2 是根據本發明的感應耦合裝置中的感應器和芯裝置的基本變體的垂直截面圖；

圖 3 是根據本發明的感應耦合裝置中的感應器和芯裝置的三相變體的垂直截面圖；

圖 4、圖 6、圖 8 分別是沿著圖 5、圖 7、圖 9 的示意性平面圖的線 IV—IV，VI—VI 和 VIII—VIII 的垂直截面圖，示出了感應耦合裝置的另一實施例，圖 4 與圖 5、圖 6 與圖 7、圖 8 與圖 9 分別顯示了不同的旋轉位置；

圖 10 是沿著圖 11 的示意性平面圖的線 X—X 的垂直截面圖，示出了旋轉裝料裝置中的感應耦合裝置的又一實施例；

圖 12 是旋轉裝料裝置中的感應耦合裝置又一實施例的平面圖；

圖 13 到圖 19 是示出了感應耦合裝置的可能幾何結構以及其它變體的示意性平面圖；

圖 20 是根據本發明的感應耦合裝置的等效電路圖。

在所有這些圖中，使用相同的參考標號或具有增加了百位的參考標號來指示相同的或相應的元件。

【主要元件符號說明】

A 軸

B 軸

- 10 旋轉裝料裝置
- 12 分配斜道
- 130 耦合裝置
- 134 固定感應器
- 136 旋轉感應器
- 138 固定磁芯裝置
- 14 安裝件
- 140 旋轉磁芯裝置
 - 144.1 線圈
 - 144.2 線圈
 - 144.3 線圈
- 146.1 旋轉線圈
- 146.2 旋轉線圈
- 146.3 旋轉線圈
- 16 可旋轉結構
- 17 支撐平臺
- 18 外殼
- 20 滾柱軸承
- 22 頂端凸緣
- 23 管狀件
- 230 感應耦合裝置
 - 234.1 區段
 - 234.2 區段

236.1 區段
 236.2 區段
 236.3 區段
 236.4 區段
 238 磁芯裝置
 24 頂板
 240 磁芯裝置
 26 送料槽
 28 冷卻回路
 30 感應耦合裝置
 32 徑向間隙
 330 耦合裝置
 334 固定感應器
 336 旋轉感應器
 336.1 圓弧形區段
 336.2 圓弧形區段
 338 磁芯裝置
 34 固定感應器
 36 旋轉感應器
 38 固定磁芯裝置
 40 旋轉磁芯裝置
 430 耦合裝置
 434.1 可移動區段

434.2 固定區段

434.3 可移動區段

434.4 固定區段

436.1 區段

436.2 區段

436.3 區段

436.4 區段

44 圓柱形線圈繞組

46 圓柱形線圈繞組

48 上極面

48' 下極面

50 上極面

50' 下極面

52、54 支撐和驅動機構

530 耦合裝置

534.1 區段

534.2 區段

536.1 共軛旋轉區段

536.2 共軛旋轉區段

56 通道門

58 通道門

630 耦合裝置

634.1 固定區段

636.1 旋轉區段

636.2 旋轉區段

730 耦合裝置

734.1 區段

734.2 區段

734.3 區段

734.4 區段

736.1 區段

736.2 區段

736.3 區段

736.4 區段

830 耦合裝置

834.1 區段

834.2 區段

834.3 區段

836.1 旋轉區段

836.2 旋轉區段

836.3 旋轉區段

836.4 旋轉區段

930 耦合裝置

934.1 區段

934.2 區段

934.4 區段

936.1 共軌區段

936.2 共軌區段

1034 固定感應器

1036.1 區段

1036.2 區段

1036.3 區段

1036.4 區段

十、申請專利範圍：

1. 一種用於豎爐的旋轉裝料裝置，包括：

旋轉分配裝置，用於將爐料分配到所述豎爐中的裝料表面上；

可旋轉結構，其支撐所述旋轉分配裝置；和

固定支撐物，其可旋轉地支撐所述可旋轉結構；

其特徵在於，感應耦合裝置包括：

固定感應器，固定於所述固定支撐物，以及

旋轉感應器，固定於所述可旋轉結構，

其中，所述固定感應器和所述旋轉感應器被徑向間隙分隔開並且構成旋轉變壓器，所述旋轉變壓器利用通過所述徑向間隙的磁耦合能夠實現無接觸電能傳輸以給連接於所述旋轉感應器的電負載供電。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的裝料裝置，其中，所述固定感應器包括固定磁芯裝置並且所述旋轉感應器包括旋轉磁芯裝置。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述的裝料裝置，其中，所述徑向間隙將所述固定磁芯裝置的至少一個磁極面與所述旋轉磁芯裝置的至少一個磁極面分隔開，以使所述固定磁極面和所述旋轉磁極面以徑向相對的關係佈置。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述的裝料裝置，其中，所述徑向間隙基本是豎直的。
5. 如申請專利範圍第 2 項所述的裝料裝置，其中，所述固定感應器和/或所述旋轉感應器在旋轉方向上是不連續的。
6. 如申請專利範圍第 5 項所述的裝料裝置，其中，所述固定感應器和所述旋轉感應器被構造成使得在所述可旋轉結構的旋轉過程中用於所述固定感應器與所述旋轉感應器之間的磁耦合的整個耦合面積是恒定的。
7. 如申請專利範圍第 6 項所述的裝料裝置，其中，所述固定感應器和所述旋轉感應器中的至少一個具有相對於所述可旋轉結構的軸旋轉對稱的幾何形狀。
8. 如申請專利範圍第 7 項所述的裝料裝置，其中，所述固定感應器在其圓周中具有至少一個開口，因此所述固定感應器是不連續的，所述開口具有弧度 β ，並且其中，所述旋轉感應器包括至少一對分離區段，所述分離區段被佈置成使一對雙區段之間的弧度 δ 是 β 的除數或者使 β 是 δ 的除數。
9. 如申請專利範圍第 1 項到第 8 項中任一項所述的裝料裝置，其中，所述固定感應器和所述旋轉感應器分別包括至少一個

感應器繞組，每個繞組具有範圍在 $50 \leq n \leq 500$ 的線匝數量 n 。

10. 如申請專利範圍第 1 項到第 8 項中任一項所述的裝料裝置，進一步包括形成所述旋轉分配裝置的一部分的分配斜道和操作性地連接於所述分配斜道以改變所述分配斜道的傾斜角度的電機，其中，所述電機作為負載連接於所述旋轉感應器通過所述感應耦合裝置被供電。
11. 如申請專利範圍第 1 項到第 8 項中任一項所述的裝料裝置，進一步包括形成所述旋轉分配裝置的一部分的分配斜道和操作性地連接於所述分配斜道以使所述分配斜道繞其縱軸旋轉的電機，其中，所述電機作為負載連接於所述旋轉感應器以通過所述感應耦合裝置被供電。
12. 如申請專利範圍第 1 項到第 8 項中任一項所述的裝料裝置，進一步包括冷卻回路，所述冷卻回路具有設置在所述可旋轉結構上的泵，其中，所述泵作為負載連接於所述旋轉感應器以通過所述感應耦合裝置被供電。
13. 如申請專利範圍第 1 項到第 8 項中任一項所述的裝料裝置，進一步包括設置在所述可旋轉結構上的電負載，其中，所述負載具有 $\geq 500 \text{ W}$ 的額定電力消耗並且所述負載連接於所述旋轉感應器以通過所述感應耦合裝置被供電。

[修正日期: 民國 102 年 7 月 29 日]

14. 如申請專利範圍第 13 項所述的裝料裝置，進一步包括設置在所述可旋轉結構上的無線電發射器、接收器或收發器，用以從所述負載處接收控制和/或測量信號和/或將其發射到所述負載處。
15. 一種鼓風爐，包括根據前面申請專利範圍第 1 項到第 14 項中任一項所述的裝料裝置。
16. 一種用來改進用於豎爐的旋轉裝料裝置的方法，所述裝料裝置包括：
旋轉分配裝置，用於將爐料分配到所述豎爐中的裝料表面上；
可旋轉結構，其支撐所述旋轉分配裝置；和
固定支撐物，其可旋轉地支撐所述可旋轉結構；
其特徵在於：
提供感應耦合裝置，其包括固定感應器和旋轉感應器，
將所述固定感應器固定於所述固定支撐物，以及
將所述旋轉感應器固定於所述可旋轉結構，
以使所述固定感應器和所述旋轉感應器被徑向間隙分隔開並且構成旋轉變壓器，所述旋轉變壓器利用通過所述徑向間隙的磁耦合能夠實現從所述固定支撐物到所述可旋轉結構的無接觸電能傳輸以給連接於所述旋轉感應器的電負載供電。

十一、圖式：

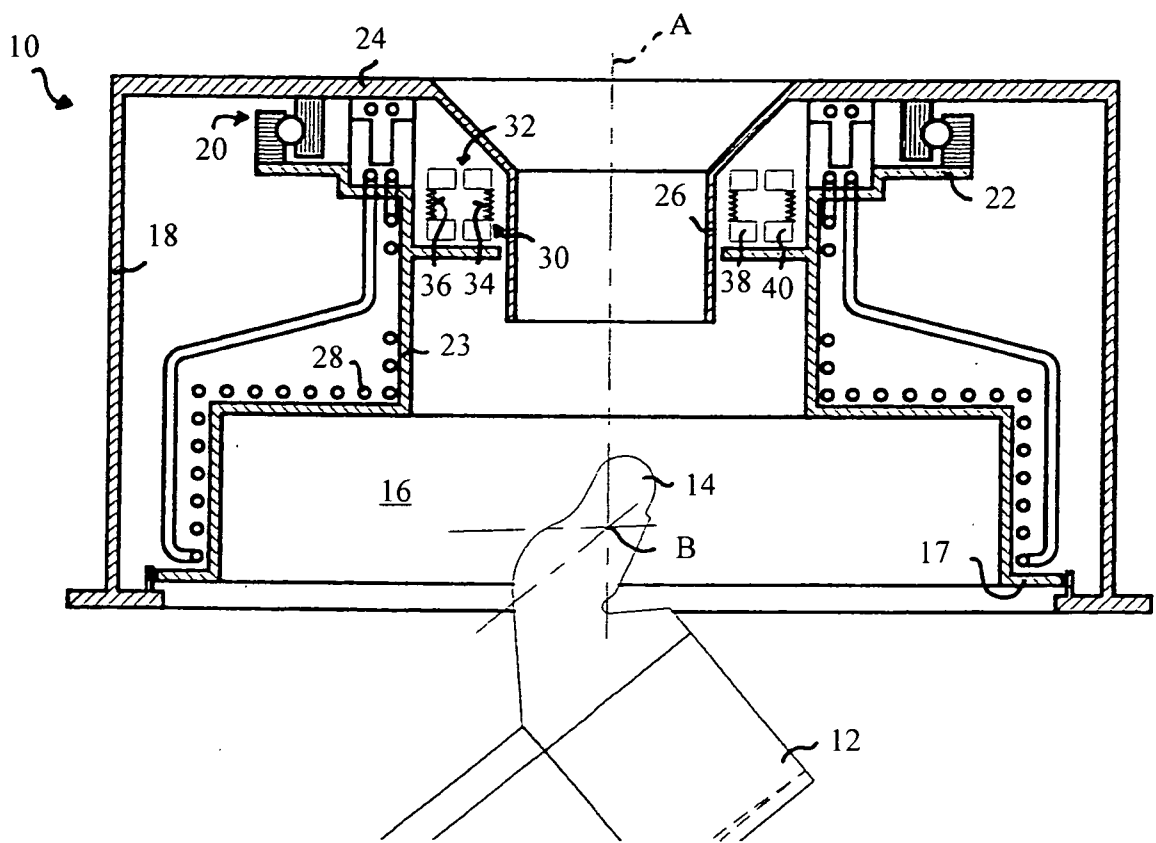


圖 1

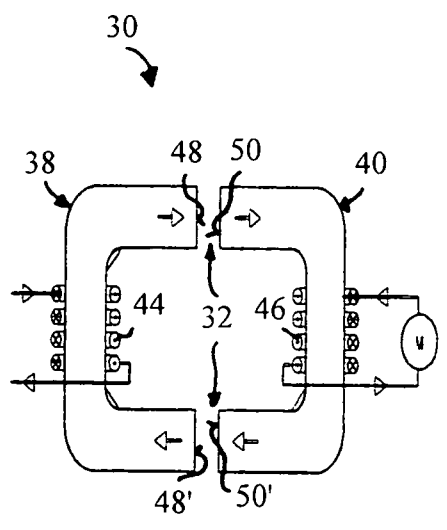


圖 2

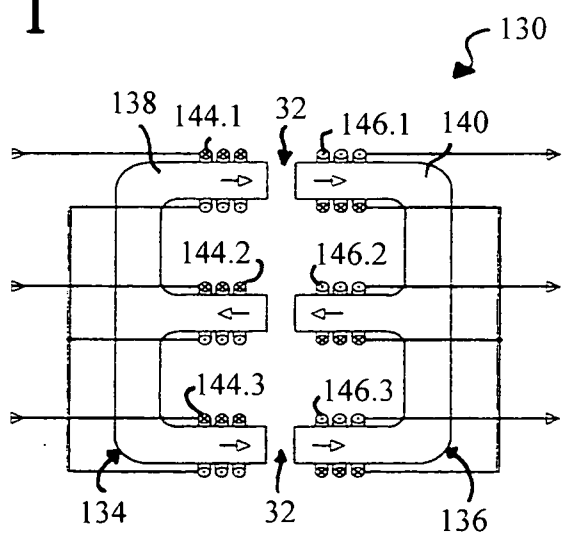


圖 3

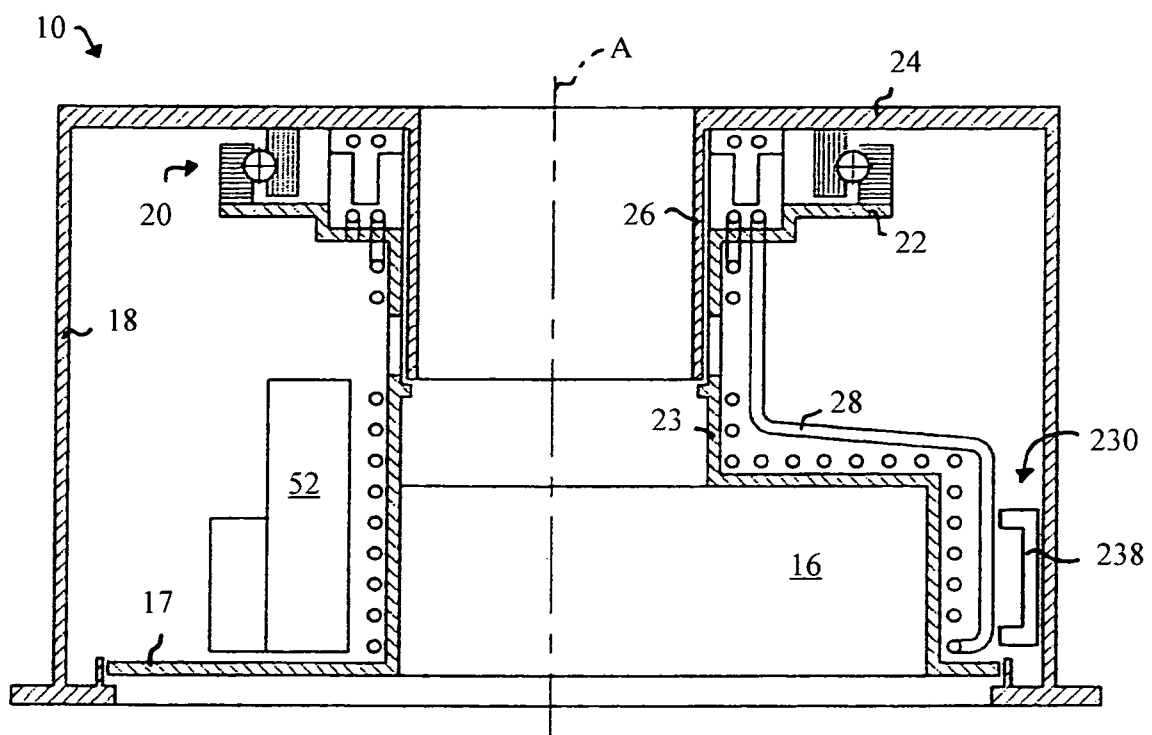


圖 4

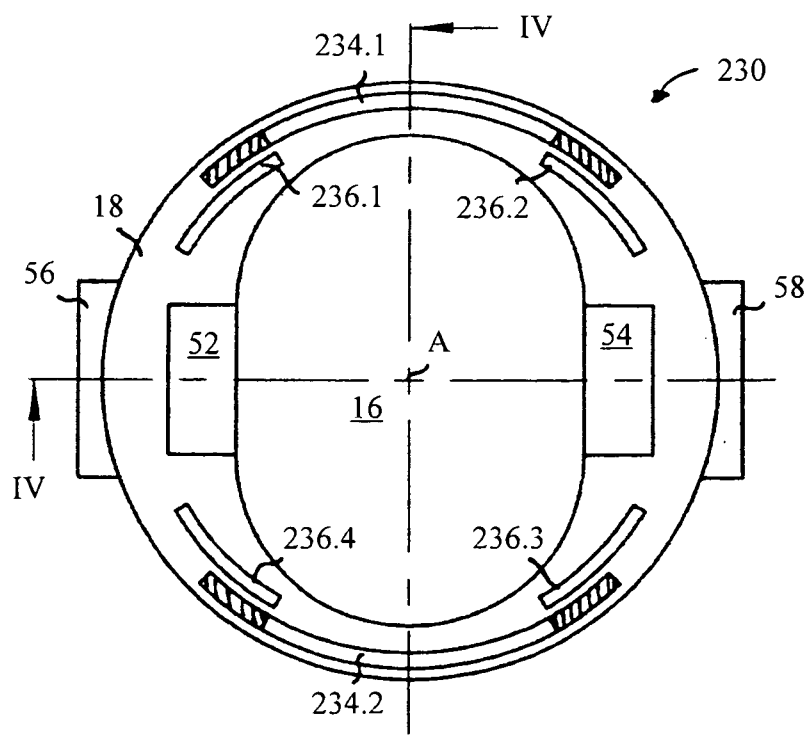


圖 5

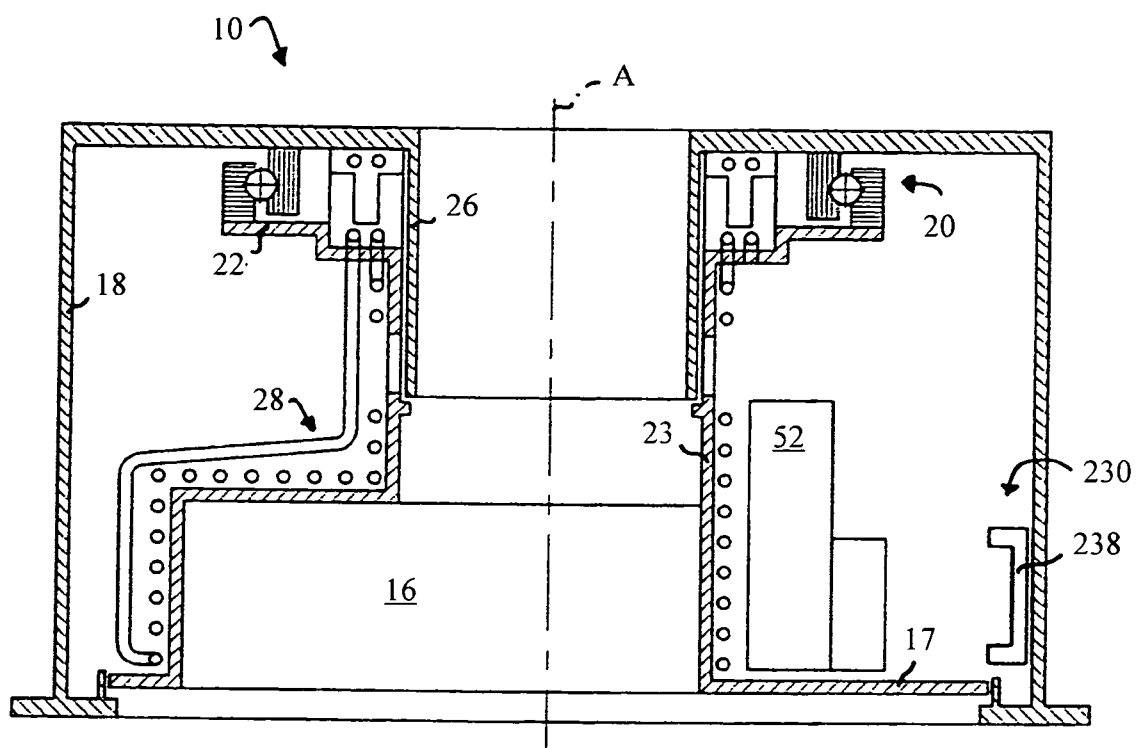


圖 6

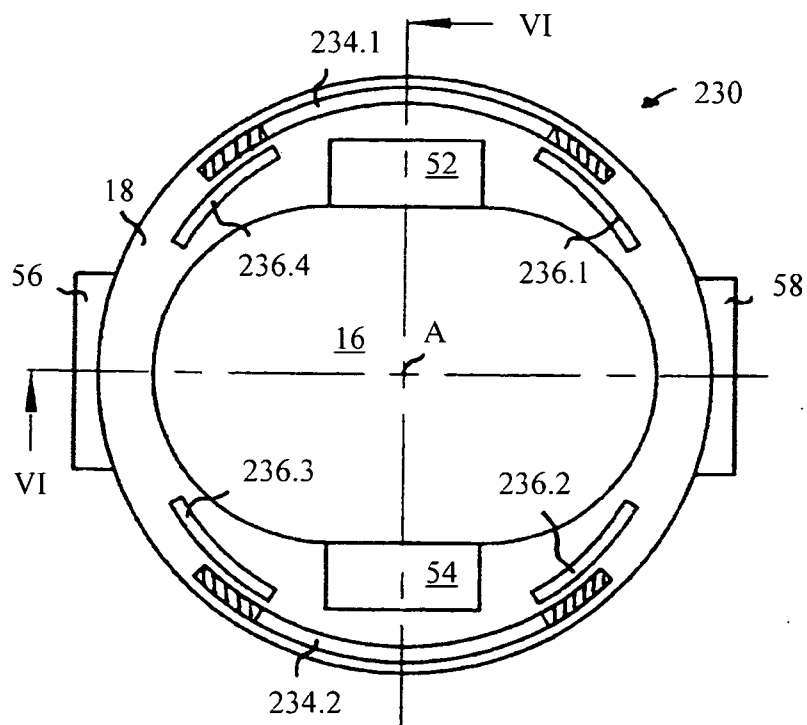


圖 7

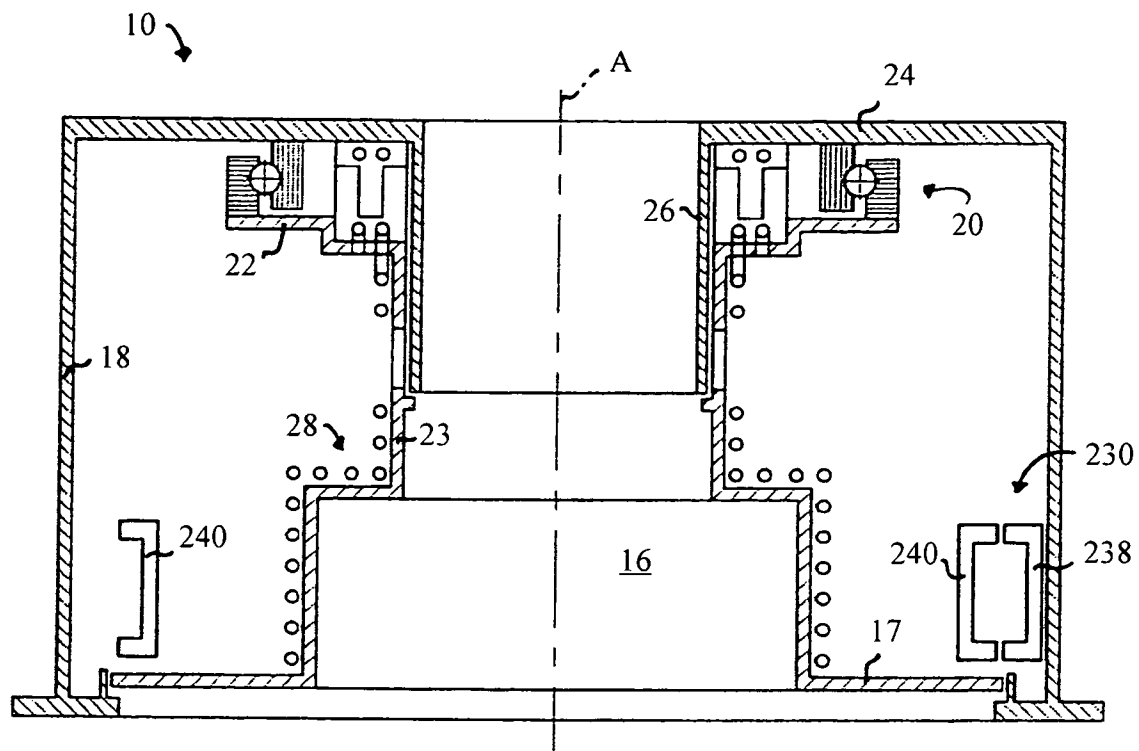


圖 8

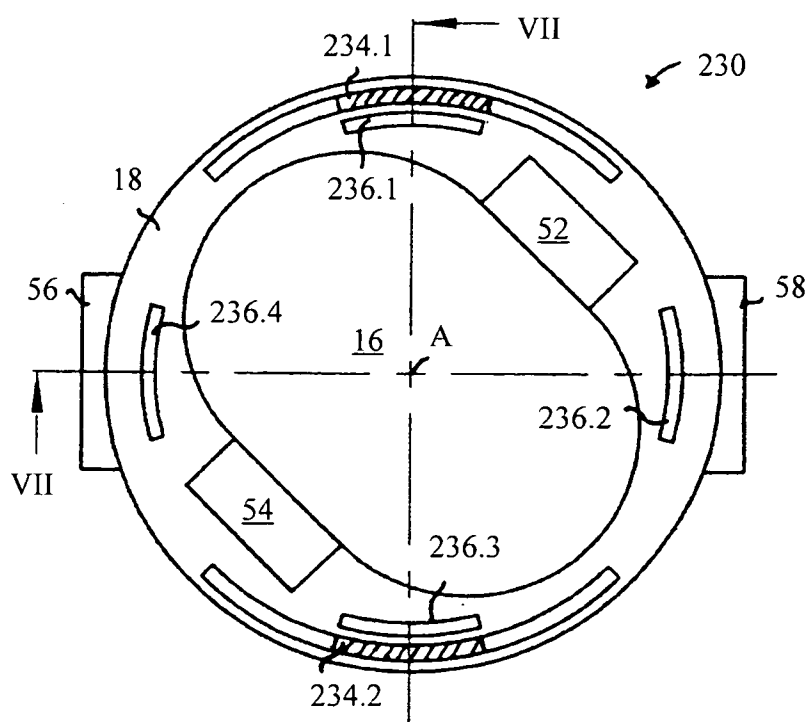


圖 9

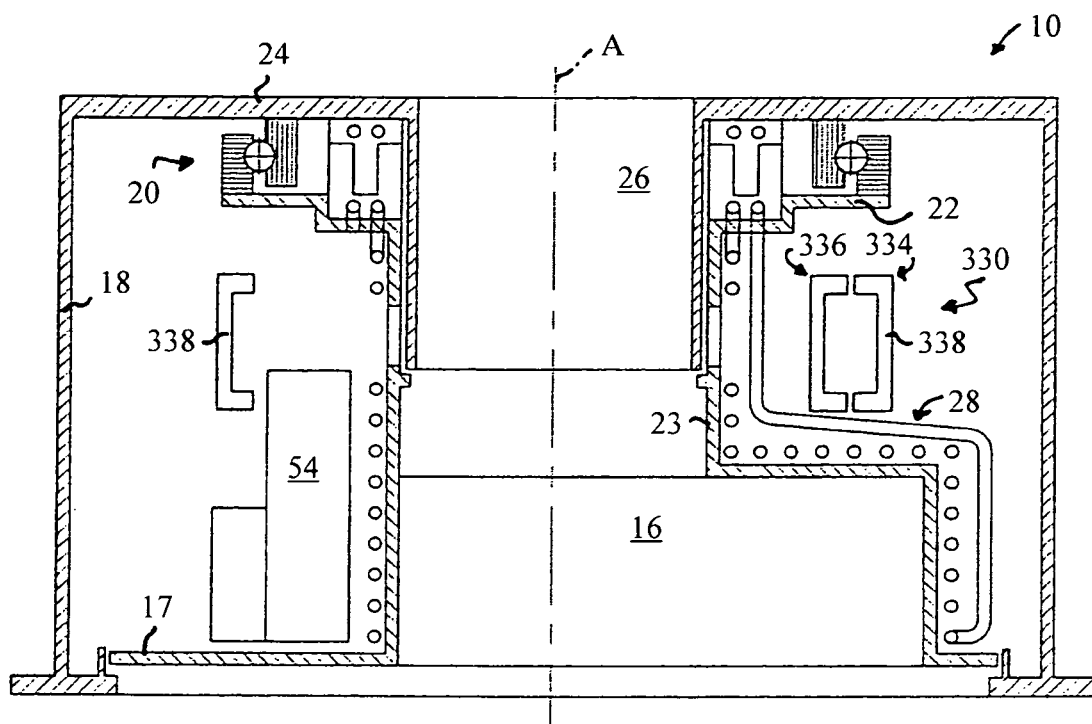


圖 10

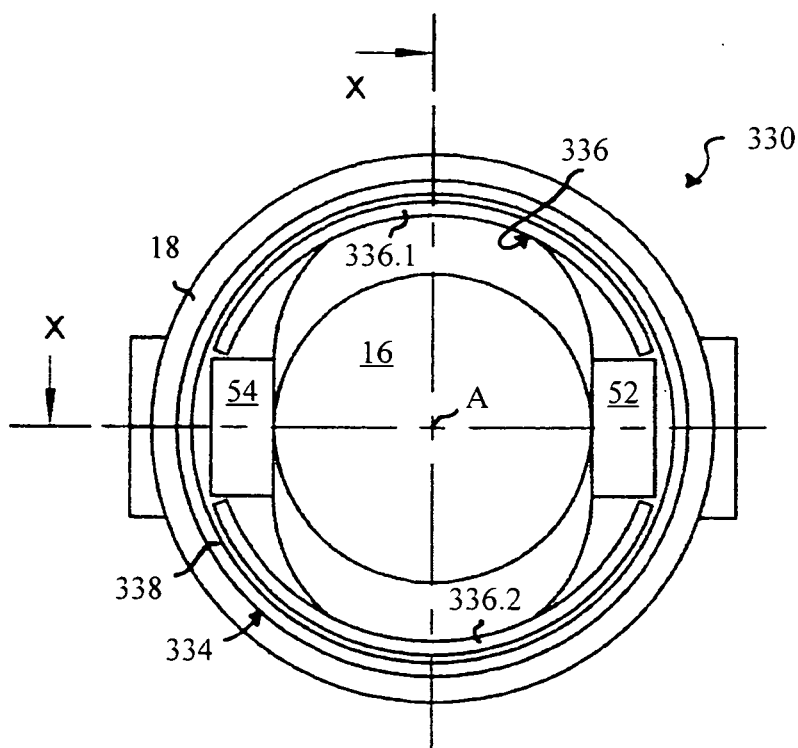


圖 11

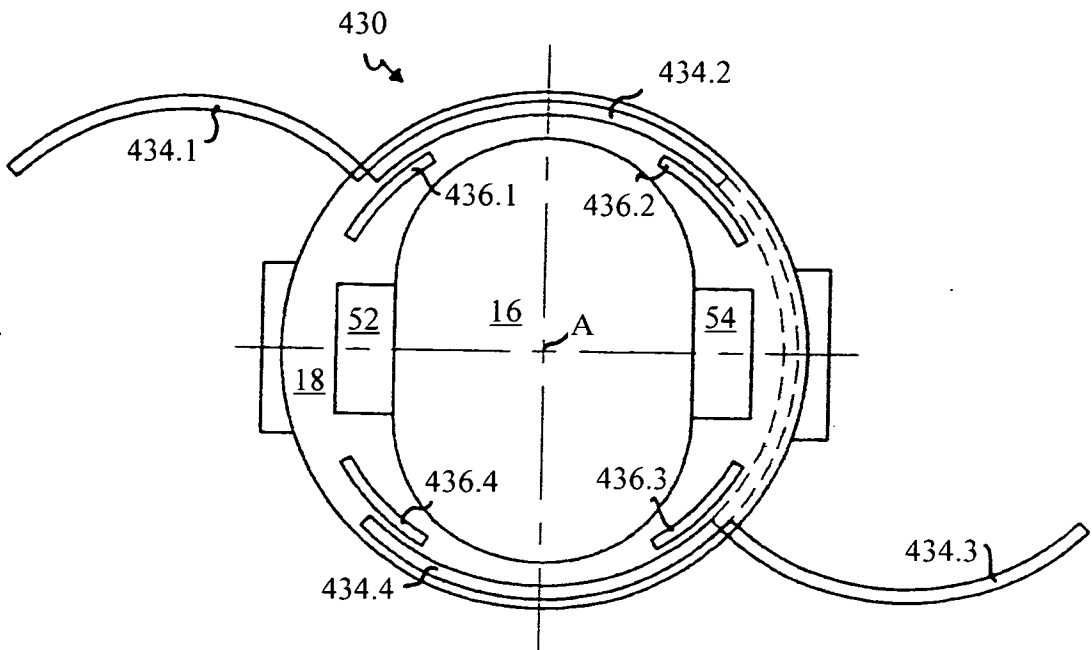


圖 12

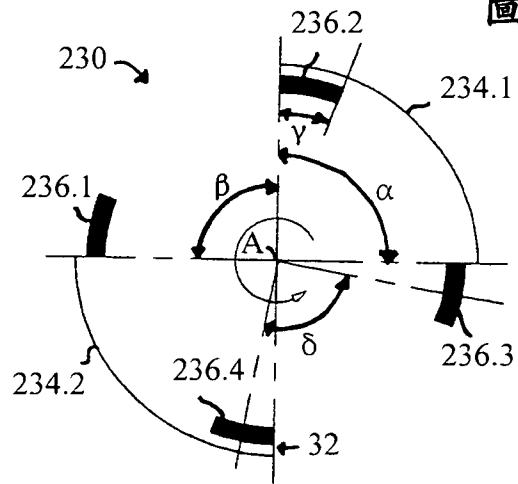


圖 13

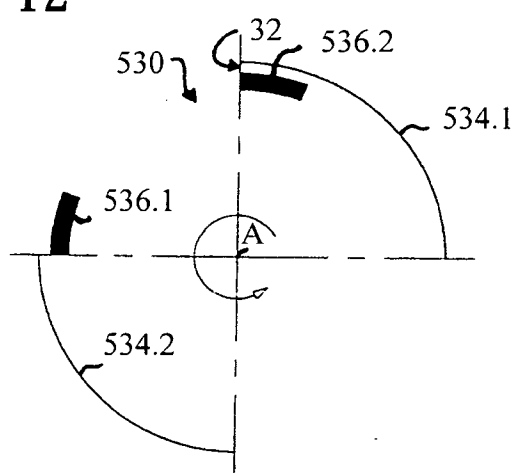


圖 14

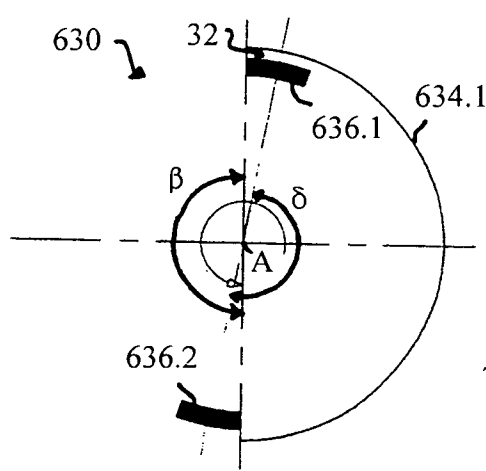


圖 15

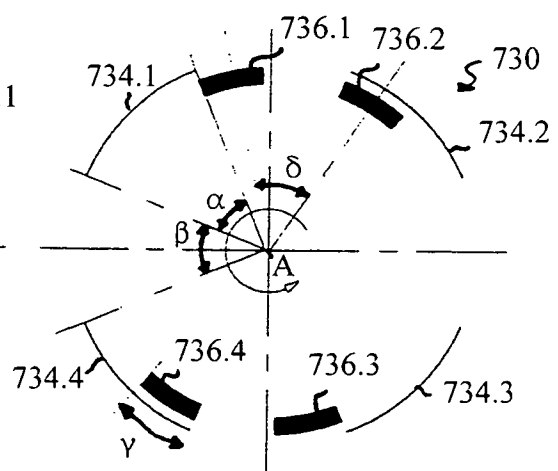


圖 16

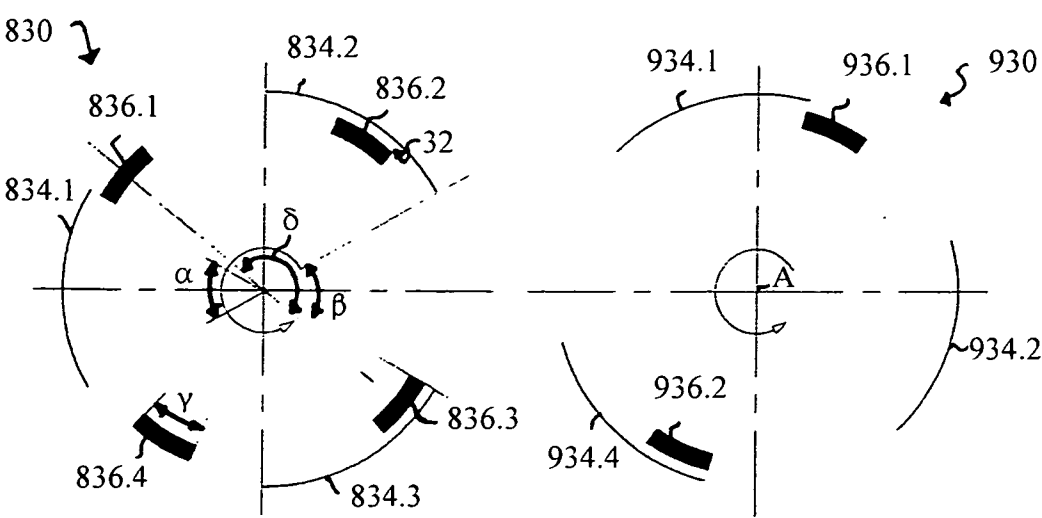


圖 17

圖 18

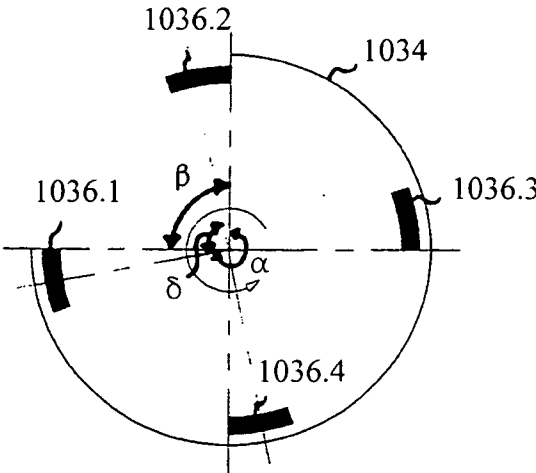


圖 19

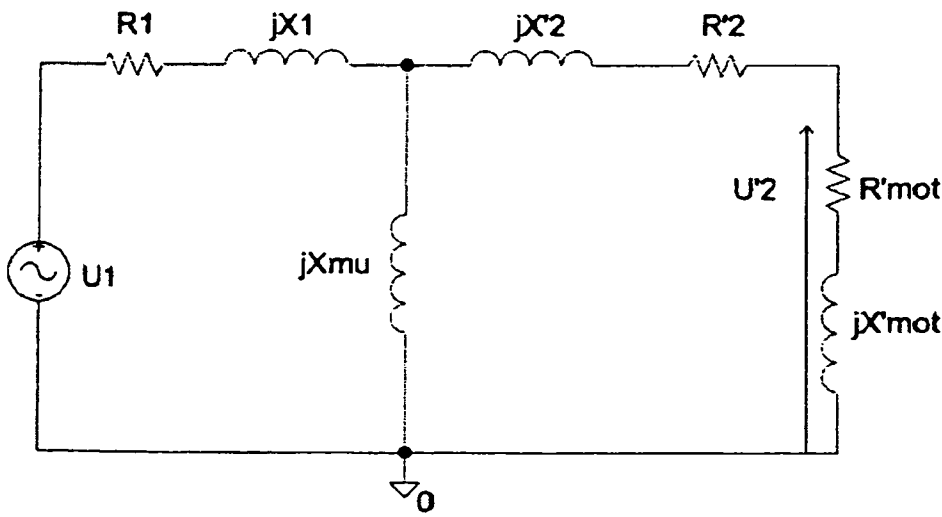


圖 20