



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I531704 B

(45) 公告日：中華民國 105 (2016) 年 05 月 01 日

(21) 申請案號：098141967

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 12 月 08 日

(51) Int. Cl. : E04C2/32 (2006.01)

B21D13/04 (2006.01)

(30) 優先權：2008/12/12 美國

12/314,555

(71) 申請人：M I C 工業公司(美國) M.I.C. INDUSTRIES, INC. (US)

美國

(72) 發明人：安德森 陶德 E ANDERSON, TODD E. (US)；莫雷洛 法蘭德克 MORELLO, FREDERICK (US)

(74) 代理人：陳長文

(56) 參考文獻：

TW M292429

TW M328329

TW M341565

審查人員：孫玉珊

申請專利範圍項數：48 項 圖式數：31 共 105 頁

(54) 名稱

凹彎建物用板片、建物結構、板片凹彎系統及製造凹彎建物用板片之方法

CURVED BUILDING PANEL, BUILDING STRUCTURE, PANEL CURVING SYSTEM AND METHODS FOR MAKING CURVED BUILDING PANELS

(57) 摘要

本發明提供一種由板材形成之建物用板片，該建物用板片沿其長度朝一縱向方向延伸且包括一截面上凹彎中心部分、一對自該凹彎中心部分延伸之側部分及一對自該等側部分延伸之連接部分。該凹彎中心部分包括複數個朝該縱向方向延伸之片段。該板片朝該縱向方向凹彎而不具有橫向波紋。一特定片段可具有大於另一片段之深度之一深度以適應該縱向凹彎。一種用於縱向凹彎該板片之系統，其包括：第一及第二凹彎總成，其等之每一者包括多個經配置以在該板片經過時接觸該板片之輥；一定位機構，其用於改變該第一與第二凹彎總成之間的一相對旋轉定向；一驅動系統，其用於縱向移動該板片；及一控制系統，其用於控制該定位機構。

A building panel formed from sheet material extends in a longitudinal direction along its length and includes a curved center portion in cross section, a pair of side portions extending from the curved center portion, and a pair of connecting portions extending from the side portions. The curved center portion includes a plurality segments extending in the longitudinal direction. The panel is curved in the longitudinal direction without having transverse corrugations. A particular segment may have a depth greater than that of another segment to accommodate the longitudinal curve. A system for longitudinally curving the panel includes first and second curving assemblies, each of which includes multiple rollers arranged to contact the panel as it passes along, a positioning mechanism for changing a relative rotational orientation between the first and second curving assemblies, a drive system for moving the panel longitudinally, and a control system for controlling the positioning mechanism.

指定代表圖：

符號簡單說明：
(無元件符號說明)

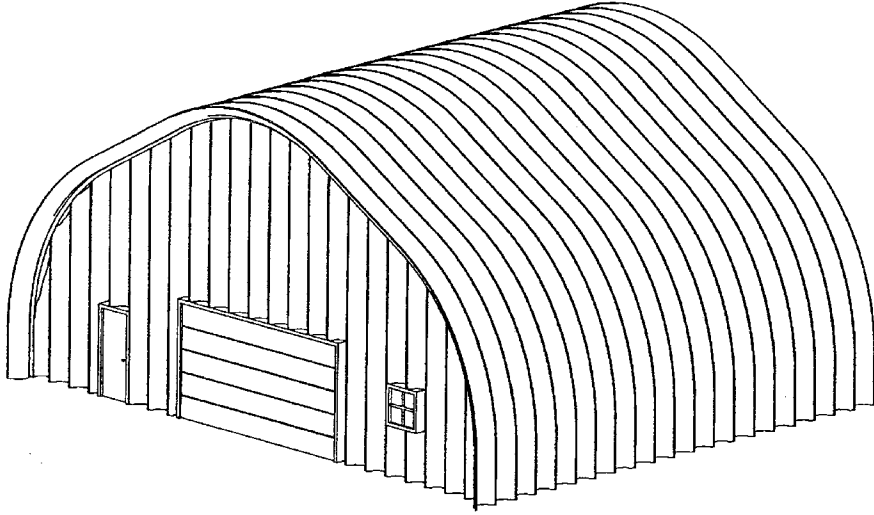


圖 5

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)

※申請案號：98141967

※申請日：98.12.8

※IPC 分類：E04C 2/32 (2006.01)

B21D (3/04 (2006.01))

一、發明名稱：(中文/英文)

凹彎建物用板片、建物結構、板片凹彎系統及製造凹彎建物用板片之方法

CURVED BUILDING PANEL, BUILDING STRUCTURE, PANEL
CURVING SYSTEM AND METHODS FOR MAKING CURVED
BUILDING PANELS

二、中文發明摘要：

本發明提供一種由板材形成之建物用板片，該建物用板片沿其長度朝一縱向方向延伸且包括一截面上凹彎中心部分、一對自該凹彎中心部分延伸之側部分及一對自該等側部分延伸之連接部分。該凹彎中心部分包括複數個朝該縱向方向延伸之片段。該板片朝該縱向方向凹彎而不具有橫向波紋。一特定片段可具有大於另一片段之深度之一深度以適應該縱向凹彎。一種用於縱向凹彎該板片之系統，其包括：第一及第二凹彎總成，其等之每一者包括多個經配置以在該板片經過時接觸該板片之輥；一定位機構，其用於改變該第一與第二凹彎總成之間的一相對旋轉定向；一驅動系統，其用於縱向移動該板片；及一控制系統，其用於控制該定位機構。

三、英文發明摘要：

A building panel formed from sheet material extends in a longitudinal direction along its length and includes a curved center portion in cross section, a pair of side portions extending from the curved center portion, and a pair of connecting portions extending from the side portions. The curved center portion includes a plurality segments extending in the longitudinal direction. The panel is curved in the longitudinal direction without having transverse corrugations. A particular segment may have a depth greater than that of another segment to accommodate the longitudinal curve. A system for longitudinally curving the panel includes first and second curving assemblies, each of which includes multiple rollers arranged to contact the panel as it passes along, a positioning mechanism for changing a relative rotational orientation between the first and second curving assemblies, a drive system for moving the panel longitudinally, and a control system for controlling the positioning mechanism.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(5)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(無元件符號說明)

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於由板材製成之凹彎建物用板片、使用此等凹彎建物用板片製成之建物結構及一種用於製作凹彎建物用板片之板片凹彎系統。

本申請案主張基於2008年12月12日提出申請之第12/314,555號美國專利申請案之優先權，該美國專利申請案之全部內容以引用方式併入本文中。

【先前技術】

此項技術中已知用於形成由板材(例如鍍鋅金屬鋼板)製成之非平面建物用板片之習用方法。可並排附接此等建物用板片以形成利用建物用板片本身之強度之自支撐建物結構。亦即，此等建物用板片可呈現一適於提供足以經受施加負載(例如，雪、風等)之強度之慣性矩從而使建物結構內之支撐樑或柱成為不必要的。

可通常藉由賦予建物用板片橫向波紋來朝縱向方向(沿板片之長度)凹彎此等建物用板片(即，其中波紋大致朝一與縱向橫切之方向定向)。此等橫向波紋致使建物用板片之帶波紋部分之長度相對於建物用板片之不帶波紋部分沿板片朝縱向方向收縮，從而致使建物用板片沿其長度形成為一拱形形狀。然後可並排附接此等拱形建物用板片以產生一建物結構。

本發明者已發覺，在一建物用板片中形成橫向波紋可使

一建物用板片顯著變弱。另外，波紋可導致保護塗層(例如建物用板片之帶波紋部分中之塗漆)之不必要的損失且可在審美上毀損一平滑外觀。本發明者亦已發覺，嘗試在建物用板片中形成一縱向凹彎而不賦予橫向波紋通常會導致(或需要)建物用板片之一些區域中之屈曲且此等縱向凹彎區域亦可顯著降低建物用板片之強度。

【發明內容】

根據一個態樣，闡述一種由板材形成之建物用板片。該建物用板片沿其長度朝一縱向方向延伸且在一垂直於該縱向方向之平面中具有一截面上形狀，該建物用板片包含一截面上凹彎中心部分、一對在截面上自該凹彎中心部分延伸之側部分及一對在截面上自該等側部分延伸之連接部分。該凹彎中心部分包括複數個在截面上包含多個向外延伸片段及多個向內延伸片段之片段，該複數個片段朝該縱向方向延伸。該建物用板片沿其長度朝該縱向方向凹彎而不具有其內部之橫向波紋，且該複數個片段中之一特定片段具有一大於另一片段之深度之深度以適應該建物用板片中之該縱向凹彎。

根據另一實例性態樣，闡述一種包含複數個連接在一起之此等建物用板片之建物結構，其中一個建物用板片之該等連接部分中之該一者連接至一毗鄰建物用板片之該等連接部分中之一者以形成該建物結構。

根據另一實例性態樣，闡述一種用於凹彎一建物用板片

之機器。該建物用板片係由板材製成，沿其長度朝一縱向方向延伸且在一垂直於該縱向方向之平面中具有一截面上形狀。該建物用板片包括一截面上凹彎中心部分、一對在截面上自該凹彎中心部分延伸之側部分及一對在截面上自該等側部分延伸之連接部分，該凹彎中心部分包括複數個在截面上包含多個向外延伸片段及多個向內延伸片段之片段，該複數個片段朝該縱向方向延伸。該系統包含一第一凹彎總成及一第二凹彎總成，該第二凹彎總成經定位毗鄰於該第一凹彎總成。該第一凹彎總成包括一第一框架及由該第一框架支撐之多個第一輓，該多個第一輓配置於第一預定位置處以在該建物用板片朝該縱向方向沿該多個第一輓傳遞時接觸該建物用板片。該第二凹彎總成包括一第二框架及由該第二框架支撐之多個第二輓，該多個第二輓配置於第二預定位置處以在該建物用板片朝該縱向方向沿該多個第二輓傳遞時接觸該建物用板片。該系統包括：一定位機構，其允許改變該第一凹彎總成與該第二凹彎總成之間的一相對旋轉定向；一驅動系統，其用於沿該多個第一輓及該多個第二輓縱向移動該建物用板片；及一控制系統，其用於控制該定位機構以在該建物用板片沿該多個第一輓及該第二輓縱向移動時控制該第一凹彎總成與該第二凹彎總成之間的該相對旋轉定向從而在該建物用板片中形成一縱向凹彎。該系統經組態以在該建物用板片中形成縱向凹彎而不賦予該建物用板片橫向波紋。該多個第一輓及

多個第二輓經配置以引起該建物用板片之該複數個片段中一特定片段之一深度之一增加以適應該建物用板片中之該縱向凹彎之形成。

根據另一態樣，闡述一種使用一板片凹彎系統來凹彎一建物用板片之方法。該建物用板片係由板材製成且沿其長度朝一縱向方向延伸並在一垂直於該縱向方向之平面中具有一截面上形狀。該建物用板片包括一截面上凹彎中心部分、一對在截面上自該凹彎中心部分延伸之側部分及一對在截面上自該等側部分延伸之連接部分，該凹彎中心部分包括複數個在截面上包含多個向外延伸片段及多個向內延伸片段之片段，該複數個片段朝該縱向方向延伸，該板片凹彎系統包含一第一凹彎總成及一第二凹彎總成。該方法包含：在該第一凹彎總成處接收該建物用板片並使該建物用板片與該第一凹彎總成之多個第一輓啮合；朝該第二凹彎總成平移該建物用板片並在該建物用板片之一第一部分與該第二凹彎總成之多個第二輓啮合的同時使該建物用板片之一第二部分與該第一凹彎總成啮合；並藉由一控制系統來控制一定位機構以致使該第一凹彎總成與該第二凹彎總成在該建物用板片沿該第一凹彎總成及該第二凹彎總成縱向移動的同時相對於彼此呈一旋轉定向從而在該建物用板片中形成一縱向凹彎而不賦予該建物用板片橫向波紋，其中該多個第一輓及多個第二輓經配置以引起該建物用板片之該複數個片段中之一特定片段之一深度之一增加以適應該建物用板片中之該縱向凹彎之形成。

根據另一實例性態樣，闡述一種用於凹彎一由板材製成之建物用板片之系統。該系統包含：一支撐結構、一由該支撐結構支撐之捲盤固持器，其用於固持一板材捲盤；一板片形成設備，其由該支撐結構支撐且定位於接近該捲盤固持器之處，該板片形成設備經組態以由該板材形成一縱向平直建物以便具有一所期望之截面形狀；及一板片凹彎設備，其由該支撐結構支撐且定位於接近該板片形成設備之處以自該板片形成設備接收該平直建物用板片，該板片凹彎設備經組態以沿該建物用板片之長度賦予該建物用板片一縱向凹彎，其中該捲盤固持器經垂直定向以使該捲盤固持器之一旋轉軸線平行於一垂直方向，其中該板片形成設備經垂直定向以直接自該板材捲盤接收呈一垂直平面定向之板材，且其中該板片凹彎設備經垂直定向以直接自該板片形成設備接收該平直建物用板片。

【實施方式】

一如本文中所述沿其長度具有一縱向凹彎之實例性建物用板片可藉由凹彎一最初係平直之建物用板片(即，其沿其長度不具有一縱向凹彎)製作而成。圖1圖解闡釋一根據本發明之一個態樣可沿一縱向方向L凹彎以形成一實例性凹彎建物用板片10a之實例性平直建物用板片10。如本文中所述，縱向凹彎建物用板片10a可藉由一包括既對該建物用板片施加一扭矩亦強行使縱向延伸片段變形以改變該建物用板片之截面形狀之製程來形成。就其包括藉由適當輓強行使縱向延伸片段變形來說，該製程可出於方便起見

而在本文中稱作「主動」方法。建物用板片10係由板材(如(例如), 厚度範圍從約0.035英吋到約0.080英吋不等之結構金屬鋼板)形成。建物用板片10亦可由其他板材(例如其他類型之鋼、鋁鋅、鍍鋁鋅、鋁或適合於構造之其他建物材料)形成。建物用板片10之厚度通常可端視所使用板材之類型範圍從約0.035英吋到約0.080英吋($\pm 10\%$)不等。當然, 建物用板片10亦可使用其他厚度及使用其他板狀建物材料來形成但以該等板材擁有合適之強度、韌性、可加工性等之工程性質為條件。

建物用板片10及10a沿其長度朝一縱向方向延伸。對於平直建物用板片10, 縱向方向L平行於建物用板片之長度。建物用板片10a沿其長度凹彎, 但在此情況下該縱向方向在建物用板片10a上之任一特定位置處與建物用板片10a之沿長度方向凹彎相切。建物用板片10a沿該縱向方向凹彎而不具有其內部之橫向波紋。

平直建物用板片10及凹彎建物用板片10a在一垂直於縱向方向L之平面中具有一截面上凹彎形狀。建物用板片10a之一端處之一實例性平面P及縱向方向L圖解闡釋於圖1中。於圖1之圖解中, 平直建物用板片10具有一線性長度C2。然而, 由板片10而得來之縱向凹彎建物用板片10a具有與其之一上部分處之一線性長度C2相比較更短之其一下部分處之線性長度C1, 此乃因C1處之底部分因縱向凹彎而有效地縮短。換言之, 建物用板片10之線性長度未在連接部分32及34之區處朝該縱向方向縮短。術語上部及下

部僅出於方便起見而與圖1中所圖解闡釋之定向結合使用而決非旨在為限制性的。

圖2顯示在縱向凹彎之前平直建物用板片10之一實例性截面形狀。如圖2中所圖解闡釋，建物用板片10包括一凹彎中心部分30、一對在截面上自凹彎中心部分30延伸之側部分36及38、及一對在截面上分別自側部分36及38延伸之連接部分32及34。凹彎中心部分30之整體外形由凹彎虛線C圖解闡釋。連接部分32可包括一如圖2中所圖解闡釋之鉤邊部分32a，但通常對於連接部分32可使用任何合適之組態。同樣地，連接部分34可包括一摺邊部分34a，鉤邊部分32a及摺邊部分34a在形狀上係互補的以將建物用板片連結至毗鄰建物用板片。然而，對於連接部分34可使用任何允許將連接部分34連結至連接部分32之合適之互補形狀。

如圖2中所示，建物用板片10亦包括複數個片段12、14、16、18、20、22、24、26及28。此等片段沿建物用板片10之長度朝縱向方向L延伸。此等片段亦可稱作縱向變形、縱向肋、加勁肋及諸如此類，且用來加強建物用板片10以防止在負載下屈曲及彎折。於此實例中，片段22、24、26及28在截面上向外延伸，且片段12、14、16、18及20在截面上向內延伸。出於參考目的，本文使用之「向內」係指更靠近於一建物用板片之截面之一幾何中心，且「向外」係指更遠離一建物用板片之截面之幾何中心。如圖2中所示，毗鄰片段朝相反方向延伸(例如，片段12向內延伸而毗鄰片段22向外延伸)。於圖2之實例中，一給定片

段相對於該等毗鄰片段之深度係一深度 d 。該平直建物用板片之該等片段之深度可完全相同，如圖2之實例中所圖解闡釋，抑或該等片段之深度可彼此不同。

圖2中所圖解闡釋之實例性平直建物用板片10包括五個向內延伸片段(12、14、16、18、20)及四個向外片段(22、24、26、28)，但亦可使用其他數量之向外延伸片段及向內延伸片段。舉例而言，向外延伸片段之數量可大於或小於向內延伸片段之數量。可端視建物用板片中所期望之截面形狀使用各種大小及數量組合之片段。

圖3顯示在一縱向凹彎製程(闡述於本文中別處)之後建物用板片10a在截面上(例如，在圖1中所示之平面P上)之截面形狀。平直建物用板片10之截面形狀(即，在縱向凹彎製程之前)出於例示目的而在圖3中顯示為一虛線輪廓。如圖3中所圖解闡釋，類似於平直建物用板片10，建物用板片10a包括一凹彎中心部分30、一對在截面上自凹彎中心部分30延伸之側部分36及38、及一對在截面上分別自側部分36及38延伸之連接部分32及34。凹彎中心部分30之整體外形由凹彎虛線C圖解闡釋。該凹彎中心部分可具有一半圓形形狀或其他拱形形狀。然而，由於該凹彎製程，該等片段之截面輪廓經歷變化。縱向凹彎建物用板片10a包括向內延伸片段12a、14a、16a、18a及20a、以及向外延伸片段22a、24a、26a及28a。如圖3中所圖解闡釋，因縱向凹彎，故縱向凹彎建物用板片10a之一特定片段將經歷一大於另一片段之深度變化之深度變化。於圖3之實例中，

例如，片段16a之深度在截面上向內變化一量 Δd_1 ，且鄰近片段14a之深度向內變化一量 Δd_2 ，其中 Δd_1 大於 Δd_2 。同樣地，片段12a之深度向內變化一量 Δd_3 ，其中 Δd_2 小於 Δd_3 。片段16a定位於凹彎中心部分30中間且具有圖3之實例中所圖解闡釋之片段中之任何一者之最大深度變化。

於此實例中，由於平直建物用板片10擁有如圖2中所示之均勻深度d之片段，因此凹彎建物用板片10a之各個片段在縱向凹彎之後將具有不同之整體深度。基於上述各個片段之深度變化，片段16a將相對於其他片段之深度具有一更大之距其最外部邊緣之深度。特定而言，如圖3之實例中所示，片段16a之深度在截面上自其最外部邊緣向內延伸一距離d1，且鄰近片段14a自其最外部邊緣向內延伸一距離d2，其中距離d1大於距離d2。同樣地，片段12a自其最外部邊緣向內延伸一距離d3，且距離d2大於距離d3。定位於凹彎中心部分30中間之片段16a具有圖3之實例中所圖解闡釋之片段之最大深度d1。根據上文之解釋，應瞭解，為了達成一根據本發明片段皆具有大致相同深度之縱向凹彎建物用板片，將需要從一具有不均勻片段深度之平直建物用板片開始(例如，將需要一具有靠近其中間之較淺片段及靠近其邊緣之較深片段之平直建物用板片)。例如，藉由根據本文中所提供之資訊來進行有限試誤測試，對此一平直建物用板片之適當起始片段深度之識別在熟習此項技術者知識範圍之內。

如本文中別處所更詳細闡述，當圖2中以截面形式圖解

104年9月5日修(更)正替換頁

闡釋之平直建物用板片10縱向凹彎成圖3中以截面形式圖解闡釋之建物用板片10a時，各個片段之深度變化以適應縱向凹彎之形成。相對於深度變化 Δd_2 更大之深度變化 Δd_1 藉由下述方式來適應建物用板片10a中之該縱向凹彎之形成：結合與建物用板片10a上呈現較小沿長度方向縮短之其他位置相比較在縱向凹彎期間位於彼位置處之建物用板片10a之一沿長度方向縮短以允許板材累積至片段16a中。同樣地，相對於深度變化 Δd_3 之更大深度變化 Δd_2 亦藉由下述方式來適應建物用板片10a中之該縱向凹彎之形成：結合與建物用板片10a上呈現較小沿長度方向縮短之其他位置相比較在縱向凹彎期間位於彼位置處之建物用板片10a之一沿長度方向縮短以允許板材累積至片段14a中。靠近片段16a之建物用板片10a之沿長度方向縮短由與連接部分32及34之(上部)區處之建物用板片10a之更長長度C2相比較彼(下部)位置處之建物用板片之相對更短之長度C1圖解闡釋，如圖1中所示。如上文所提到，出現線性長度C1與C2之間的差，此乃因縱向凹彎建物用板片10a係由一具有一類似截面形狀及一均勻長度之平直建物用板片10而得來。於本文中所述之縱向凹彎製程中，各個片段之深度變化以適應建物用板片10a中之該縱向凹彎而無需賦予建物用板片10a橫向波紋。對應於更小曲率半徑之更大縱向凹彎度伴隨著片段深度之更大變化。位於因縱向凹彎而引起之板片之相對更大線性縮短之區域處之片段呈現相對大的深度變化。

P13~14
P15~16

本發明者已使用厚度約為 0.060 英吋 ($\pm 10\%$) 之金屬鋼板來製作具有一小到 25 英尺或大到無限 (即，一縱向平直板片) 之曲率半徑之例如圖 1 及 3 中所圖解闡釋之縱向凹彎建物用板片。咸信縱向凹彎建物用板片可如本文中所述由具有一處於約 0.035 至約 0.080 英吋範圍內之厚度之金屬鋼板製成具有小到 20 英尺也許略微更小之曲率半徑。

不擁有橫向波紋之圖 1 及 2 中所圖解闡釋之類型之縱向凹彎建物用板片可具有相對於包括橫向波紋之縱向凹彎建物用板片之各種優點。首先，一根據本發明之建物用板片可顯著強於一具橫向波紋之建物用板片，此乃因波紋可使此等建物用板片變弱。實際上，本發明者所進行之實驗性測試已展示一由 0.060 英吋厚鋼板製成且具有一 25 英尺之曲率半徑之例如圖 1 及 2 中所圖解闡釋之建物用板片與一具有相同半徑且由相同鋼厚度製成之具橫向波紋之習用建物用板片相比較具有一超過 200% 之強度增加。該強度增加允許製造具大得多的無支撐跨度寬度之建物。舉例而言，基於所觀察到之強度增強，使用厚度約為 0.060 英吋之金屬鋼板，咸信可製造一包含一具有一範圍從 110 英尺至 155 英尺不等之寬度之自支撐跨度之建物結構，而使用相同厚度之金屬鋼板由具有橫向波紋之縱向凹彎建物用板片製成之習用建物結構將僅限於一具有一 100 英尺之寬度之自支撐最大跨度。當然，亦可使用其他厚度之金屬鋼板，以可能促成甚至更大的自支撐跨度，且上述實例呈現僅用於比較目的。另外，根據本發明沒有建物用板片中之橫向波紋避

免通常出現在具橫向波紋之建物用板片中之塗層(例如塗漆)龜裂。根據本發明之建物用板片亦具有一與具橫向波紋之建物用板片相比較更流線化且更美觀之外表。

諸如圖1及2中所圖解闡釋及本文中所述之建物用板片可用於藉由將一個建物用板片10之一連接部分32連接至一毗鄰建物用板片10之一連接部分34來構造各種形狀之實例性建物結構。圖4顯示以鉤邊部分32a及摺邊部分34a連結之兩個建物用板片10之一實例性接合。如為熟習此項技術者所知，此等接合可藉由使用此項技術中習知之接縫裝置進行連續接縫來牢固地形成。於圖4之實例中，鉤邊32a壓接於摺邊34a上方以提供一緊固接縫。亦可使用其他組態來連結板片，例如不同類型之接縫、接頭、扣件或卡合式接頭，其中任何一者皆可與根據本發明之建物用板片一起使用。

圖5至7圖解闡釋可使用本文中所述之建物用板片來製造之實例性建物形狀，其等之實例圖解闡釋於圖1及2中。此等實例性建物形狀包括：山牆式建物，其等之一實例顯示於圖5中；圓形式建物，其等之一實例顯示於圖6中；及雙半徑(或兩半徑)式建物，其等之一實例顯示於圖7之實例中。於圖5至7之實例性建物中，使用縱向凹彎建物用板片來形成屋頂區片段，且使用平直板片來構造平坦端牆區片段。亦可使用具有各種半徑之縱向凹彎部分之建物用板片與具有平直部分之建物用板片之組合來製作其他形狀，例如一端高於另一端之「單坡屋頂」建物及其他變化形式。

現將闡述一種用於製造本文中所述之類型之建物用板片之實例性板片凹彎系統，其中該板片凹彎系統凹彎一建物用板片以具有一縱向凹彎而不賦予其橫向波紋。

一種實例性板片形成與凹彎系統50圖解闡釋於圖8A及8B(分別為左側視圖及右側視圖)中。系統50包括一支撐結構52，該支撐結構在此實例中顯示為一可拖曳在一卡車後面以便可容易將系統50輸送至一施工現場。一用於支撐板材(例如，金屬鋼板)捲盤56之捲盤固持器54(拆捲機)由支撐結構52支撐。捲盤固持器54允許捲盤56以一平行於垂直方向Z之軸線A為中心旋轉以便可將板材饋送至板片形成設備60中。捲盤固持器54可包括任一適於防止不受控制拆開捲盤56之機構(例如，一推斥捲盤56之一徑向表面之情輪)。應瞭解，捲盤固持器54可放置於任一適於自捲盤56饋送板材之所期望位置中，且其位置並不侷限於圖8A及圖8B中所圖解闡釋之位置。亦提供一電源58(例如，一柴油引擎)以為系統50之各種功能供電。亦提供一用於控制系統50之運作之控制系統62，例如一基於微處理器的控制器64(例如，如個人電腦之電腦)及一人機介面66(例如一觸敏顯示屏)。

一板片形成設備60亦由支撐結構52支撐，其包括多個板片形成總成60a至60h，該多個板片形成總成經組態以產生一沿其長度呈平直且具有一所期望截面形狀之建物用板片。系統50亦包括一板片凹彎設備400，該板片凹彎設備包括多個用於賦予建物用板片縱向凹彎之凹彎總成324、

326及328。於某些實施例中，亦可使用如圖9中所示具多個凹彎總成102、104、106及第四總成107之板片凹彎設備100。系統50亦包括多個調平千斤頂70及多個裝備儲存格室80。

圖8C及8D以更大放大率圖解闡釋板片形成設備60之部分。每一板片形成部分60a至60h皆包括複數個由一各別框架支撐之輓，其中每一連續板片形成總成60a至60h之輓皆經組態以遞增地賦予正形成之縱向平直建物用板片額外形狀。特定而言，例如，板片形成設備60包含經組態以產生一具有一截面形狀(例如圖3中以截面形式圖解闡釋之建物用板片10之截面形狀)之平直建物用板片之輓。板片形成設備60之板片形成總成60a至60h可由液壓馬達(例如，由電源58供電之)驅動且可藉由一使用為熟習此項技術者所知之方法及設計之可程式化邏輯控制器來加以控制。用於組態並驅動板片形成總成60a至60h之輓以達成建物用板片之所期望截面形狀之方法在熟習此項技術者知識範圍之內。

板片凹彎設備400包括複數個凹彎總成324、326及328。在一控制系統(例如，一手動控制系統或一基於微處理器的可程式化邏輯控制器)之控制下，板片凹彎總成324、326及328經組態以接收如(例如)圖3中所圖解闡釋之平直建物用板片10。板片凹彎設備400隨後賦予彼建物用板片一縱向凹彎並輸出一如(例如)圖1及2中所圖解闡釋之縱向凹彎建物用板片10a。

於圖 8A 及 8B 之實例中，板片凹彎設備 400 及板片形成設備 60 經組態以對準成可將一正由板片形成設備 60 形成之平直建物用板片 10 直接饋送至板片凹彎設備 400 中以賦予縱向凹彎從而形成建物用板片 10a。一剪切設備(未顯示)可放置於板片凹彎設備 400 之出口處以按一所期望長度來剪切建物用板片 10a。剪切設備之組態及控制為熟習此項技術者所知。板片形成、板片凹彎及剪切功能皆可藉由控制系統 62 來加以控制。

於圖 8A 及 8B 中所示之實例性組態中，圖 1 中所示之板片 10 及 10a 之方向 K 與圖 8A 中所圖解闡釋之垂直方向 Z 對準。此亦顯示於以更大放大率圖解闡釋板片形成設備 60 之圖 8C 及 8D 中。因此，於此實例性組態中，捲盤固持器 54、板片形成總成 60a 至 60h 以及凹彎總成 324、326 及 328 皆垂直定向，以便自平直建物用板片 10 最初由板片形成設備 60 形成之時間至縱向凹彎建物用板片 10a 退出板片凹彎設備 400 之時間，建物用板片 10 及 10a 之方向 K 與垂直方向 Z 對準。就不必自一位於一個位置處之板片形成設備移除一平直建物用板片 10 並隨後將其輸送至一位於另一位置處之板片凹彎設備以供縱向凹彎來說，此一組態促成一「一步」製程。

儘管在圖 8A 及 8B 中所圖解闡釋之實例中，捲盤固持器 54、板片形成設備 60 及板片凹彎設備 400 皆圖解闡釋為垂直定向，但並非必須對於此等設備使用一共同垂直定向。舉例而言，板片形成設備 60 與一合適之捲盤固持器可水平定向，即，相對於圖 8A 及 8B 中所示之定向呈 90 度角。該

水平捲盤固持器可位於接近水平定向板片形成設備60之處，例如共同位於一共同支撐結構(例如，活動拖車平臺)上以便可將來自該捲盤之板材饋送至該板片形成設備中。然後，於一「兩步」製程中，於一第一步驟中，可產生一縱向平直建物用板片10並將其自板片形成設備60移除，且然後，於一第二步驟中，可將平直建物用板片10輸送至並饋送至一位於一不同支撐結構上之垂直定向板片凹彎設備。

若板片形成設備60及板片凹彎設備400提供於單獨支撐結構(例如單獨後拖式拖車或其他平臺)上，則一剪切設備可放置於板片形成設備60之出口處，即，毗鄰板片形成總成60h之處，以按所期望長度剪切自該板片形成設備退出之平直建物用板片10。然後，可移動個別平直建物用板片10(例如，用手或藉助一例如一起重機之機器)並將其饋送至位於一單獨平臺上且由一單獨電源供電之板片凹彎設備400，舉例而言。

本發明者已認識到，將板片凹彎設備400、板片形成設備60及捲盤固持器54配置全部呈一例如圖8A及8B中所圖解闡釋之垂直定向，尤其共同位於一共同支撐結構上之方便性並不侷限於此等圖式中所圖解闡釋之特定實例性設備400、60及54。本發明者已認識到，此一「垂直」配置之協同作用可適用於習知板片形成設備及板片凹彎設備以製作新的且特別方便的板片凹彎系統。舉例而言，此一系統可利用一例如第2003/0000156號美國專利申請公開案

(「Building Panel and Panel Crimping Machine」)中所述之板片壓接機來代替板片凹彎設備400並利用一合適之板片形成設備來代替板片形成設備60。端視所期望建物用板片之截面形狀及縱向凹彎，對適用於此一組合垂直定向系統之板片形成設備、板片凹彎設備及捲盤固持器之選擇在熟習此項技術者知識範圍之內。

現將闡述該板片凹彎設備之實例性實施例。就該板片凹彎設備之某些輓本身經定位以強行使建物用板片之某些片段變形並增加建物用板片之某些片段之深度以促進建物用板片之縱向凹彎來說，第一實例性實施例可視為與一主動變形方法有關。就某些輓定位具有其之間隙以適應當該縱向凹彎形成於該建物用板片中時該建物用板片之板材累積來說，第二實例性實施例可視為與一被動變形方法有關。

圖9圖解闡釋一根據一實例性實施例之實例性板片凹彎設備100。如圖9中所示，板片凹彎設備100包括位於機器100之一入口側處之一第一凹彎總成102、經定位毗鄰於第一凹彎總成102之一第二凹彎總成104及經定位毗鄰於第二凹彎總成104之一第三凹彎總成106。一用於致動各個輓之位移且用於進一步導引建物用板片10a之第四總成107位於機器100之一出口側處且經定位毗鄰於第三凹彎總成106。可添加額外凹彎總成以提供對具達成更小曲率半徑之潛在益處之凹彎製程之甚至更大控制。一進入導引器108定位於板片凹彎設備100之一入口側及毗鄰第一凹彎總成102之

處且將一由建物用材料板製成之平直建物用板片導引至板片凹彎設備100中。如上文所提到，導引至板片凹彎設備100中之平直建物用板片在一垂直於該縱向方向之平面中具有一截面上形狀，其包括一凹彎中心部分30、一對自該凹彎中心部分延伸之側部分36及38、及一對自該等側部分延伸之連接部分32及34，且該板片凹彎設備經組態以接受具有此一截面形狀之建物用板片。

如圖9中所示，凹彎總成102、104、106及107各自包括一框架115。凹彎總成102、104及106之框架115包括一對板116及將任一給定凹彎總成102、104及106之板116連結在一起之各種橫向構件117。於此實例中，第四總成107之框架115包括一支撐其各種組件之單個板116。板116及橫向構件117可由0.75英吋厚鋼或其他強材料製成，舉例而言。板116為欲安裝之總成102、104、106及107之各種組件提供一結構並提供一剛性框架。對於第一凹彎總成102，框架115可視為一「第一」框架，其中僅出於方便起見而使用「第一」作為一標記以對應於「第一」總成102。已發現圖9中所示之框架115之實例性組態係有利的，但一適用於板片凹彎設備100之框架並不侷限於任一特定組態。

如圖10中所示，第一凹彎總成102亦包括由框架115支撐之多個輥132、134、135、136、138、140及142(例如，多個出於方便起見而使用「第一」作為一標記之「第一」輥)。熟習此項技術者應瞭解，可使用諸多硬體變化形式

及支撐構件來支撐該多個輓132、134、135、136、138、140及142且可使用支撐構件、軸、軸承等之任一合適組合。圖10亦圖解闡釋一其中輓138、140及142由一呈一D形環之形式之支撐構件118支撐之實例，該支撐構件可由(例如)0.75英吋厚鋼或其他強材料製成。該多個輓132、134、135、136、138、140及142配置於預定位置(例如，使用「第一」作為一方便標記之「第一」預定位置)處以在該建物用板片朝該縱向方向沿該多個輓132、134、135、136、138、140及142傳遞時接觸該建物用板片。第二凹彎總成104及第三凹彎總成同樣地包括框架115及由該等框架支撐之多個輓，其中凹彎總成104及106之該多個輓配置於預定位置處以在該建物用板片朝該縱向方向沿該多個第二輓傳遞時接觸該建物用板片。該多個輓132、134、135、136、138、140及142之實例性相對位置更詳細地顯示於將在下文中更詳盡闡述之圖11中。

板片凹彎設備100亦包括一允許改變第一凹彎總成102與第二凹彎總成104之間的一相對旋轉定向之定位機構。該定位機構可包含若干組件。參照圖9、12及13圖解闡釋一實例，其中圖12顯示自一右後角度看去凹彎總成102之一三維圖，且其中圖13顯示自左後角度看去毗鄰凹彎總成104之一三維圖。如圖9、12及13中所圖解闡釋之此實例中所示，該定位機構可包括毗鄰凹彎總成102、104、106及107之間的可旋轉連接以允許其相對於彼此樞轉。此等可旋轉連接可由插入式與承插式樞軸塊(例如圖13中所示且

附接至凹彎總成102之板116之插入式樞軸塊158及圖12中所示且附接至對置板116之承插式樞軸塊149)提供。樞軸銷可放置穿過插入式與承插式樞軸塊158及149以連接插入式與承插式樞軸塊158與149從而允許凹彎總成102及104樞轉。此等插入式與承插式樞轉總成同樣地可用於以可旋轉方式將第二凹彎總成104連接至第三凹彎總成106並以可旋轉方式將第三凹彎總成106連接至第四凹彎總成107。

例如此實例中所圖解闡釋之定位機構亦可包括一致動器110(例如，一液壓缸致動器)，該致動器經由附接至板116之連接塊120來連接毗鄰凹彎總成，如圖9中所示。三個此類致動器110顯示於圖9中。應瞭解，致動器110並不侷限於一液壓缸致動器，且對於此實例中之致動器110可使用任一合適之致動器，例如一旋轉致動器(例如，螺桿驅動)或其他致動器。致動器110及插入式與承插式樞軸塊158及149經組態以允許凹彎總成102、104、106及107相對於彼此呈所期望角度移動，從而允許控制毗鄰凹彎總成之間的相對旋轉定向。

如在此實例中之定位機構亦可包括附接於凹彎總成104、106及107之框架115之基座處之滾珠傳送機構112，如圖9中所圖解闡釋。滾珠傳送機構112允許平滑地且容易地移動凹彎總成104、106及107，儘管此等總成很重。於此實例中，凹彎總成102將經由角托架119剛性地附接至一支撐平臺，如圖9中所示。

應瞭解，該定位機構並不侷限於上文所述及圖9中所圖

解闡釋之利用連接毗鄰凹彎總成之插入式與承插式樞軸塊及致動器來提供改變並控制毗鄰凹彎總成之間的相對旋轉定向之能力之實例。可使用任一其他合適類型之精確定位機構來改變並控制毗鄰凹彎總成之間的相對旋轉定向。舉例而言，每一凹彎總成可安裝於其自帶電腦控制、平移/旋轉平臺上，其自帶電腦控制、平移/旋轉平臺具有適於連續監視凹彎總成102、104、106及107之位置及定向並提供對其之控制適之感測器。可使用任一使用所感測位置及定向作為回饋之合適回饋控制系統來控制凹彎總成102、104、106及107之移動，包括合適之伺服機構，以在所期望之時刻達成所期望之相對旋轉定向。

板片凹彎設備100亦包括一用於沿凹彎總成102、104及106之該多個輓132、134、135、136、138、140及142縱向移動建物用板片之驅動系統。於此實例中，如圖9中所示，馬達114(例如，如所圖解闡釋之液壓馬達或電馬達)可位於凹彎總成102、104及106中之每一者處以驅動致使一些或所有輓132、134、135、136、138、140及142轉動之齒輪系。舉例而言，圖13顯示馬達114耦合一向齒輪216且經由一軸向鏈輪211提供旋轉運動之第一齒輪214。一自鏈輪211至鏈輪212之鏈條經由一連接至鏈輪213之軸向上部與下部萬向接頭210提供旋轉運動。旋轉運動自萬向接頭210耦合至一上部驅動鏈輪208並耦合至萬向接頭200。萬向接頭200向齒輪202及204提供旋轉運動。啮合齒輪202之齒輪204提供用於驅動該機構內之各個輓中之各個反向旋

轉輓之反向運動。舉例而言，參照圖 9 及 11，上部與下部鏈輪 203 驅動上部與下部輓 138 及 142。上部與下部鏈輪 208 驅動上部與下部輓 135，且上部與下部鏈輪 201 驅動上部與下部輓 132 及 134、鏈輪 213 驅動中間輓 136。針對每一將連接鏈輪 201、208 及 213 連接至其各別輓驅動鏈輪之鏈條提供一緊鏈器 206 以在凹彎時該等輓位移期間維持鏈條張力。

板片凹彎設備 100 由一包括一基於微處理器的控制器 64(例如，如個人電腦之電腦)及一人機介面(例如一觸敏顯示屏 66)之控制系統 62(參見圖 8B)控制，該控制系統用於控制致動器 110(或更一般地說，用於控制一定位機構)以在該建物用板片沿凹彎總成 102、104 及 106 之該多個輓 132、134、135、136、138、140 及 142 縱向移動時控制第一凹彎總成 102 與第二凹彎總成 104 之間的相對旋轉定向及第二凹彎總成 104 與第三凹彎總成 106 之間的相對旋轉定向從而在該建物用板片中形成一縱向凹彎。可使用一不太精密之控制系統，例如使用者操縱手動控制，但咸信一接收感測器回饋之基於微處理器之控制器係有利的。就此而言，合適之感測器(例如線性及/或旋轉編碼器)可適當定位於總成 102、104 及 106 中之一者或多者處以監視所加工建物用板片 10 之長度。旋轉感測器可經適當放置(例如，於插入式與承插式樞軸塊 158 及 149 處)以監視毗鄰凹彎總成之間的相對旋轉定向。另一選擇係，可使用例如放置於致動器 110 處或附近之線性感測器來監視其中線性位移變化可與

毗鄰凹彎總成之間的一旋轉量相關之毗鄰凹彎總成之間的指定點之間的線性距離變化。來自此等不同感測器之資訊可回饋至控制系統62中以連續監視並調整板片凹彎設備100及整體系統50之作用。關於該控制系統之額外細節將闡述於本文中別處。

圖9至13中所示之板片凹彎設備100經組態以在建物用板片10中形成縱向凹彎而不賦予建物用板片10橫向波紋。此由在凹彎總成102、104及106中或板片凹彎設備100中別處沒有任何壓接刀鋒而明白。就此而言，凹彎總成102、104及106之該多個輓132、134、135、136、138、140及142經配置以引起該建物用板片之該複數個片段中之一特定片段之一深度之一增加以適應建物用板片10a中之該縱向凹彎之形成。一實例圖解闡釋於顯示板片凹彎總成102、104及106之該多個輓132、134、135、136、138、140及142以及一在截面上與此等輓啮合之平直建物用板片10之圖11中。圖11中所示之建物用板片10包括一凹彎中心部分(未標記)、側部分36及38、連接部分32及34、以及片段12、14、16、18、20、22、24、26及28。

該等凹彎建物用板片及板片凹彎總成可具有任何適合於一所期望應用之尺寸。於實例性實施例中，該等板片可為(例如)24"寬及10-1/2"深。用於縱向凹彎具有此等尺寸之板片之實例性板片凹彎總成可為大約60"高、30"深及24"長。此等實例性板片凹彎總成之樞轉總成之間的距離可為大約32"。此等板片凹彎總成之約計重量將各自為大

約 3200 磅。

於圖 11 之實例性輓組態中，凹彎總成 102、104 及 106 之該多個輓包含由框架 115，且特定而言由支撐構件 118 經由合適之硬體支撐之內部輓 138、140 及 142、及由框架 115 經由合適之硬體支撐之外部輓 132、134、135 及 136。如所圖解闡釋，外部輓 132、134、135 及 136 經定位以接觸建物用板片 10 在截面上之一外側，且內部輓 138、140 及 142 經定位以接觸建物用板片 10 在截面上之一內側。包括一組內部輓及一組外部輓之其他實例性組態顯示於本文中別處所闡述之圖 25 及 26 中。

於圖 11 之實例性輓組態中，一特定輓經定位以在該建物用板片沿該多個第二輓移動時接觸該建物用板片之一特定片段從而增加該特定片段之一深度。如圖 11 之實例中所示，一特定輓 136 經組態以接觸建物用板片 10 之特定片段 16 從而增加特定片段 16 之一深度以適應該建物用板片中之該縱向凹彎之形成。此藉由比較對應於圖 11 中所示之片段 16 之實線與虛線（其中實線代表平直、未變形建物用板片 10 之截面，而虛線則代表因由輓 136 所造成之變形而引起之片段 16 之一深度變化）而明白。同樣地，上部與下部輓 135 經組態以接觸建物用板片 10 從而增加特定變形 14 及 18 之一深度以適應該建物用板片中之該縱向凹彎之形成。

於圖 11 之實例性輓組態中，一特定輓（例如，中間輓 136）經定位毗鄰於兩個對置輓 140 以在一變形賦予條件下將特定中間輓 136 之一接觸表面部分（接觸該建物用板片之

輓之一表面部分)置於該兩個對置輓140之接觸表面部分之間。特定輓136之接觸表面部分之一最外部點可朝該兩個對置輓140之旋轉軸線位移一距離S1。此距離S1對應於在該凹彎製程之一給定階片段對應片段16之一深度變化。同樣地，上部與下部輓135之最外部接觸表面可朝上部輓138及140與下部輓138及140之旋轉軸線位移一距離S2。此距離S2分別對應於對應片段14及18之深度之一變化。就輓136經組態以賦予建物用板片10較由上部與下部輓135所賦予之變形更大之變形來說，距離S1被控制為大於距離S2。上部輓132及134以一共同軸線為中心旋轉且可共同位移。當位移時，下部輓134使片段20之深度增加一量S3，而上部輓132受到壓縮(例如，利用一氨基鉀酸酯接觸表面)以增強對建物用板片10之牽引。下部輓132及134可分別以相同方式位移，從而經歷壓縮以提供牽引並促成經歷位移S3。

中間片段16之距離S1被控制為大於毗鄰片段14及18之距離S2，此乃因建物用板片10在靠近片段16之建物用板片10a之截面中間部分處更大程度地縱向凹彎且有效地使其線性長度在其中建物用板片10a具有更大縱向曲率之區中更大程度地縮短，最大縱向曲率量出現在靠近縱向片段16之建物用板片10a中間。建物用板片10之線性長度未在連接部分32及34之區處朝該縱向方向縮短。然而，針對更靠近建物用板片10a中間之片段16a出現該建物用板片之更線性縮短。此顯示於圖1中，例如，其中縱向凹彎建物用板片10a之長度C2大致相同於對應平直建物用板片10之長

度，但縱向凹彎建物用板片 10a 之長度 $C1$ 小於 $C2$ ，此乃因靠近該建物用板片中間之區最大程度地凹彎。與靠近該建物用板片中間之此更大縱向凹彎相關聯之建物用板片 10a 之更大線性壓縮需要該中間區中之板材之一對應更大位移以適應該縱向凹彎之形成。因此，當建物用板片 10a 凹彎時，因縱向線性收縮而被位移之「過量」板材必須被吸收於某處，且被位移板材累積並被吸收於該等向內延伸片段中。

舉例而言，參照圖 11，片段 16 因其定位於最大線性收縮之區中而最大程度地變形。片段 14 及 18 因其定位於相對不太線性收縮之區處而變形小一點。因與縱向凹彎相關聯之建物用板片 10 之線性收縮而被位移之板材被吸納於如先前所提到亦可視為加勁肋之縱向延伸片段中。此製程以一其中建物用板片 10a 由多個凹彎總成 102、104 及 106 之多個輓支撐以形成縱向凹彎而無屈曲且無需橫向波紋之高度受控方式進行。最終結果係一沿一縱向方向凹彎之平滑建物用板片，其具有已在該建物用板片之更大沿長度方向收縮之區中經歷更大深度變化之片段。

重新參照圖 11，上部與下部輓 132 可包括一氨基鉀酸酯接觸表面以提供夾鉗建物用板片 10 並將其驅動經過凹彎總成 102、104 及 106 所需之牽引。同樣地，上部與下部輓 142 可包括一可具有一用於牽引之氨基鉀酸酯接觸表面之區片段 144 及一具一鋼接觸表面之區片段 146。就此而言，上部與下部輓 132 及上部與下部輓 142 可視為驅動輓。其餘輓

134、135、136、138及140可由鋼形成且可經鍍鉻以耐受在外部使用期間經歷之氣象條件。

現將結合圖9至13之實例來闡述板片凹彎總成102、104及106之該多個輓132、134、135、136、138、140及142之運作。如圖11中所示，內部輓138及內部輓140給外部輓132、134、135及136提供一相反的力。輓138、140及142由支撐構件118(例如，D形環)支撐，該支撐構件由板145支撐，如圖13中所圖解闡釋。當建物用板片10處於凹彎總成(例如，102)中之適當位置時，外部輓132、134、135及136由一凸輪機構(闡述於下文中)有效地朝內部輓138、140及142位移以增加一給定片段(例如，片段16)之深度。如圖11中所示，中間輓136位移多於毗鄰下部與下部輓135以便建物用板片10a中間之片段16將具有最小深度增加，且在一些實例中可係最深片段。中間輓136及對置輓140亦防止該板片在縱向凹彎製程期間側向移位。

參照圖11至13，輓132、144、135及136之定位係經由一系列凸輪及推送機構來提供。圖12中針對凹彎總成104所示之凸輪150及凸輪隨動件152朝建物用板片10推送輓135以結合調整毗鄰凹彎總成(102、104、106)之相對旋轉定向來提供促進縱向凹彎之變形。凸輪150安裝至圖12中之一在一軸154及軸承156上橫向滑動之板148。如圖13中所示，板148經由鏈節232及安裝托架231連接至一毗鄰凹彎總成。凸輪150利用由附接至圖13中所示之毗鄰凹彎總成102之鏈節232提供之板148之運動來迫使凸輪隨動件152將

該等輓推送到位。當凹彎總成102及104相對於彼此旋轉(使用圖9中所示之致動器110)時，附接至凹彎總成102(圖13)之鏈節232將推送板148，板148隨後向凸輪150及凸輪隨動件152提供運動，從而將輓132、134、135及136推送到位。當毗鄰凹彎總成之間的旋轉角度在致動器110之運作下而增加時，賦予建物用板片10a之縱向曲率度亦增加，且凸輪150及凸輪隨動件152向輓132、134、135及136提供相應更大之力及位移從而增加片段12、14、16、18及20之變形量。凸輪150經精確加工以提供一適合於建物用板片10a之對應曲率半徑之變形。

用於致動輓136之凸輪機構結合凹彎總成106及第四總成107進一步圖解闡釋於圖14及15中。於此等圖解中，凸輪150安裝至由軸154支撐之板256。當致動器224縮回且開始相對於凹彎總成106旋轉第四總成107時，經由安裝托架239附接至第四總成107之鏈節236對板256施加力且板256朝輓136平移。凸輪板256之此平移迫使凸輪隨動件152沿凸輪表面之加工輪廓而行。凸輪輪廓取決於 $\Delta d1$ 、站臺之間的相對角度與所期望半徑(例如，參見下表1)之間的關係。凸輪隨動件152含有一以一固定至輓支撐臂總成170之軸為中心旋轉之輓軸承。與輓支撐臂總成170之凸輪隨動件152對置之端不得以安裝架171為中心旋轉。當板256朝輓136平移時，凸輪隨動件152沿該凸輪輪廓而行並迫使輓支撐臂總成170以安裝架171為中心旋轉從而致使輓136朝該板片移動一距離 $S1$ 並使該板片變形達一量 $\Delta d1$ 。

片段之合適深度及寬度取決於所使用板材之類型及厚度以及對於該建物用板片所期望之縱向凹彎量(例如，曲率半徑)。藉由使用對上文提到的參數之各種選擇來對測試板片進行有限而直接的製備，對此等參數之確定在熟習此項技術者知識範圍之內。作為一非限制性實例，對於一由0.060英吋厚金屬鋼板製成之具有一10.5英吋之整體深度之24英吋寬製成板片，本發明者已發現下表1中所圖解闡釋之變形深度適合取決於曲率半徑：

半徑(英尺)	$\Delta d1$ (英吋)	$\Delta d2$ (英吋)	$\Delta d3$ (英吋)
315	0.015	0.013	0.007
157	0.031	0.025	0.013
78	0.060	0.050	0.026
52	0.087	0.072	0.039
39	0.113	0.095	0.052
31	0.138	0.116	0.064
26	0.163	0.137	0.076
22	0.187	0.157	0.088
19	0.210	0.177	0.100
17	0.233	0.197	0.112
15	0.257	0.217	0.125
14	0.279	0.236	0.136
13	0.302	0.255	0.148
12	0.324	0.274	0.162
11	0.347	0.293	0.170
10	0.370	0.312	0.182

表 1

當然，實際變形深度可因板材厚度、屈服強度、硬度及曲率半徑而異，且本發明並非旨在侷限於形成於建物用板片10a中之片段之任一特定深度或組態範圍。

已發現從簡化及成本效益觀點出發使用如上所述之凸輪

150及凸輪隨動件152係有利的，但亦可使用其他方法來提供並控制對輓132、134、135及136之定位。舉例而言，可使用微處理器控制致動器及/或伺服機構來將輓132、134、135及136移動至其適當位置中。另外，可利用針對每一個別輓132、134、135及136使用單獨的機構來將每一輓132、134、135及136精確地移動至一位置中以提供對於獲得所需曲率最佳之片段之變形。

現將參照圖16至19來闡述用於縱向凹彎一建物用板片之該多個凹彎總成102、104、106及107之一整體運作。圖16至19顯示一用於賦予一建物用板片10一縱向凹彎之實例性序列之一俯視圖。圖16顯示在出現建物用板片之任何凹彎之前之板片凹彎設備100。將一平直建物用板片10插入至板片凹彎設備100之進入導引器108中。提供一感測器172以量測該建物用板片之線性平移，並在毗鄰凹彎總成之間提供感測器174以量測一個凹彎總成相對於一毗鄰凹彎總成之旋轉(或量測一可與旋轉相關之平移)。就此而言，可使用任何適用於量測旋轉及/或平移之電及/或光感測器，其等之實例闡述於下文中。馬達114及關聯驅動機構、以及驅動輓132及142經由所有三個凹彎總成102、104及106將建物用板片10移動到位而不首先賦予建物用板片10任何縱向凹彎。在此階段，不存在毗鄰凹彎總成102、104與106之間的相對旋轉，且凸輪150及凸輪隨動件152因此不賦予輓132、134、135及136一變形力。一旦將建物用板片10插入至凹彎總成102、104及106中，則控制系統62可自

動地開始朝該縱向方向平移建物用板片10並開始該凹彎製程。

如圖17中所示，在建物用板片10縱向平移的同時，控制系統62致使致動器220使凹彎總成104相對於凹彎總成102旋轉一角度 θ_1 。凹彎總成102固定於適當位置。凹彎總成106及107與凹彎總成104一道旋轉。可使用一感測器174(例如，任一適用於量測旋轉(例如，在毗鄰凹彎總成之間的一旋轉點處)及/或平移(例如，在致動器220處以量測其位移)之光或電位置感測器)以利用回饋至控制系統62中之自此等感測器輸出之電信號來精確控制每一凹彎總成102、104、106及107之位置。舉例而言，對於感測器174可使用一習用旋轉感測器，例如由Positek(www.positek.com)製造之P502感測器。一實例性市售平移感測器係由SICK-STEGMANN(www.sick.com)製造之DGS25光學增量編碼器。

如圖17中所示，建物用板片之區240此刻在由凹彎總成102及104之該多個輓132、134、136、138、140及142且因由凹彎總成102之輓132、134、135及136所引起之額外變形而施加至該建物用板片之扭矩影響下開始凹彎。隨著該建物用板片移動穿過板片凹彎設備100而賦予該縱向凹彎而無需橫向波紋且不造成屈曲。當凹彎總成104首先相對於凹彎總成102旋轉時，鏈節232移動板252，且板252驅動如前所述之凸輪150及凸輪隨動件152從而迫使輓132、134、135及136嚙合該板片並賦予該建物用板片之現有片

段一變形位移。

接下來，如圖 18 中所示，在該建物用板片縱向平移的同時且當首先凹彎部分 240 抵達凹彎總成 106 時，控制系統 62 致使致動器 222 使凹彎總成 106 相對於凹彎總成 104 旋轉一大於 θ_1 之角度 θ_2 。當凹彎總成 106 首先相對於凹彎總成 104 旋轉時，鏈節 234 推斥板 254。凸輪板 254 驅動如前所述之凸輪 150 及凸輪隨動件 152 以致使凹彎總成 104 之輥 132、134、135 及 136 嚙合該建物用板片並賦予該建物用板片之現有縱向肋額外變形位移及力。該建物用板片之區 242 在由凹彎總成 104 及 106 之該多個輥 132、134、136、138、140 及 142 且因由凹彎總成 104 之輥 132、134、135 及 136 所引起之額外變形而施加至該建物用板片之扭矩影響下凹彎一額外量。 θ_1 及 θ_2 之約計角度範圍可從 0° 到 30° 不等，舉例而言。根據一非限制性實例，對於一由 0.060 厚金屬鋼板製成之 24 英寸寬板片。 θ_1 可介乎於 0° 與 15° 之間，且 θ_2 可介乎於 0° 與 30° 之間。

接下來，如圖 19 中所示，在該建物用板片縱向平移的同時且在額外凹彎部分 242 抵達凹彎總成 107 時，控制系統 62 致使致動器 224 使第四總成 107 相對於凹彎總成 106 旋轉該角度 θ_2 。當凹彎總成 107 首先相對於凹彎總成 106 旋轉時，鏈節 236 推斥板 256。板 256 驅動如前所述之凸輪 150 及凸輪隨動件 152 以致使凹彎總成 106 之輥 132、134、135 及 136 嚙合該建物用板片。由於凹彎總成之旋轉角度相同於凹彎總成 106 之旋轉角度，因此輥 132、134、135 及 136 不對凹彎

總成106之建物用板片施加額外變形力。凹彎總成之該多個輓132、134、135、136、138及140只是繼續固持該建物用板片並在該建物用板片移動時導引該建物用板片。該建物用板片之區244呈現相同於圖18之區242處所呈現之曲率。凹彎總成107用來導引並輸出縱向凹彎建物用板片。

如上所述之縱向凹彎製程將以此方式繼續以根據需要來製作凹彎建物用板片10a。一為熟習此項技術者所知之類型之合適剪切裝置(未顯示)可定位於第四總成107附近以按對於一給定建物項目所期望之長度來剪切建物用板片10a，且該剪切裝置亦可由控制系統62控制。一感測器172(例如，一合適之光或電感測器)可用於一個或多個位置處以對該建物用板片之平移距離進行線性距離量測(例如，在板片凹彎系統100之輸入處或在某一其他位置處)，且此等量測可饋送至控制系統62以便控制系統62可控制該剪切製程以達成所期望長度之縱向凹彎建物用板片10a並達成具有多個半徑之建物用板片，若期望那樣的話。

如圖19中所示，來自凹彎總成107之建物用板片之一端部分238係平直的，此乃因存在必須首先插入至板片凹彎設備100中以起始該凹彎製程之建物用板片之一最小長度(參見圖16)。與凹彎部分連續連接之此等平直部分往往對於提供例如圖5及7中所示之山牆式建物或雙半徑(兩半徑)式建物之平直牆壁區片段係合意的。可使用完全凹彎建物用板片10a來製作例如圖6中所示之拱形式建物之凹彎部分。可視需要在建物項目中廢棄或利用平直區片段238。

現將闡述一根據本發明之板片凹彎設備之另一實例性實施例。既然就該板片凹彎設備包括強行使建物用板片之各個片段變形之輓來說上文所述之實例性板片凹彎設備100可視為與一「主動」變形方法有關，那麼就某些輓定位具有其之間的間隙以適應當在建物用板片中形成縱向凹彎時建物用板片之板材累積而不是藉由輓來強行使縱向延伸片段變形來說現在所述之實例性實施例可視為與一「被動」變形方法有關。然而，應瞭解，鑒於本文中之教示內容，不必將該「主動」方法及該「被動」方法視為互斥的，且關於此等凹彎方法之變化形式可包含該兩種方法之態樣。

在闡述利用一被動凹彎方法之板片凹彎設備之前在圖20及21中提供對一平直建物用板片及一對應縱向凹彎建物用板片之說明。圖20圖解闡釋一可沿一縱向方向L凹彎以形成一實例性凹彎建物用板片10b之實例性平直建物用板片10。圖20中所示之建物用板片10類似於圖1中所示之建物用板片10。如本文中將闡述，圖20中所示之建物用板片10b與圖1中所示之建物用板片10a相比較在一些與縱向延伸片段之截面形狀有關之方面不同。在其他方面(例如板材之類型及厚度、製成建物用板片之寬度及曲率半徑)，先前關於圖1之建物用板片10及10a之說明適用於圖20中所示之建物用板片10及10b。特定而言，建物用板片10b之一上部分之長度C2大於建物用板片10b之一下部分之長度C1，因為出於本文中先前所述之理由建物用板片10b在該下部分處縮短。

圖21顯示在下文所述之一縱向凹彎製程之前建物用板片10b在截面上(例如,在圖20中所示之平面P上)之截面形狀。平直建物用板片10之截面形狀(即,在該縱向凹彎製程之前)出於例示目的而在圖21中顯示為一虛線輪廓。如圖21中所圖解闡釋,類似於平直建物用板片10,建物用板片10b包括一凹彎中心部分30、一對在截面上自凹彎中心部分30延伸之側部分36及38、及一對在截面上分別自側部分36及38延伸之連接部分32及34。凹彎中心部分30之總體外形由凹彎虛線C圖解闡釋。該凹彎中心部分可具有一半圓形形狀或其他拱形形狀。然而,由於該凹彎製程,該等片段之截面輪廓經歷變化。縱向凹彎建物用板片10b包括向內延伸片段12b、14b、16b、18b及20b、以及向外延伸片段22b、24b、26b及28b。如圖21中所圖解闡釋,因縱向凹彎,故縱向凹彎建物用板片10b之一特定片段將已經歷一大於另一片段之深度變化之深度變化。於圖21之實例中,例如,片段16b之深度在截面上向內變化一量 $\Delta d1$,而鄰近片段14b之深度向內變化一量 $\Delta d2$,其中 $\Delta d1$ 大於 $\Delta d2$ 。同樣地,片段12b之深度向內變化一量 $\Delta d3$,其中 $\Delta d2$ 小於 $\Delta d3$ 。片段16b定位於凹彎中心部分30中間且具有圖21之實例中所圖解闡釋之該等片段中之任一片段之最大深度變化。

於此實例中,由於平直建物用板片10擁有均勻深度 d (參見圖2)之片段,因此在縱向凹彎之後凹彎建物用板片10b之各個片段將具有不同之整體深度。基於上述各個片段之

深度變化，片段16b將具有一相對於其他片段之深度之距其最外部邊緣之更大深度。特定而言，如圖21之實例中所示，片段16b之深度在截面上自其最外部邊緣向內延伸一距離 d_1 ，而鄰近片段24b及26b自其最外部邊緣向外延伸一距離 d_4 ，其中距離 d_1 大於距離 d_4 。同樣地，片段14b及18b自其最外部邊緣向內延伸一距離 d_2 ，且距離 d_4 大於距離 d_2 。同樣地，片段22b及28b自其最外部邊緣向外延伸一距離 d_5 ，且距離 d_2 大於距離 d_5 。而片段12b及20b自其最外部邊緣向內延伸一距離 d_3 ，且距離 d_5 大於距離 d_3 。定位於凹彎中心部分30中間之片段16b具有圖21之實例中所圖解闡釋之片段之最大深度 d_1 。根據下文解釋，應瞭解，為了達成一根據本發明片段皆具有大致相同深度之縱向凹彎建物用板片，將需要以一具有不均勻片段深度之平直建物用板片開始(例如，將需要一具靠近其中間之較淺片段及靠近其邊緣之較深片段之平直建物用板片)。例如，藉由根據本文中所提供之資訊來進行有限試誤測試，對此一平直建物用板片之適當起始片段深度之識別在熟習此項技術者知識範圍之內。

如本文中別處更詳細闡述，當平直建物用板片10縱向凹彎成圖21中以截面形式圖解闡釋之建物用板片10b時，各個片段之深度變化以適應該縱向凹彎之形成。相對於深度變化 Δd_4 更大之深度變化 Δd_1 藉由下述方式來適應建物用板片10b之該縱向凹彎之形成：結合與建物用板片10b上呈現較小沿長度縮短之其他位置相比較在縱向凹彎期間位於彼

位置處之建物用板片10b之一沿長度方向縮短以允許板材累積至片段16b中。同樣地，相對於深度變化 Δd_2 更大之深度變化 Δd_4 亦藉由下述方式來適應建物用板片10b中之該縱向凹彎之形成：結合與建物用板片10b上呈現較小沿長度縮短之其他位置相比較在縱向凹彎期間位於彼位置處之建物用板片10b之一沿長度方向縮短以允許板材累積至片段24b及26b中。同樣地，相對於深度變化 Δd_5 更大之深度變化 Δd_2 亦藉由下述方式來適應建物用板片10b中之該縱向凹彎之形成：結合與建物用板片10b上呈現較小沿長度縮短之其他位置相比較在縱向凹彎期間位於彼位置處之建物用板片10b之一沿長度方向縮短以允許板材累積至片段14b及18b中。且相對於深度變化 Δd_3 更大之深度變化 Δd_5 亦藉由下述方式來適應建物用板片10b中之該縱向凹彎之形成：結合與建物用板片10b上呈現較小沿長度縮短之其他位置相比較在縱向凹彎期間位於彼位置處之建物用板片10b之一沿長度方向縮短以允許板材累積至片段22b及28b中。靠近片段16b之建物用板片10b之沿長度方向縮短由與連接部分32及34之該等(上部)區處之建物用板片之更長長度C2相比較彼(下部)位置處之建物用板片10a之相對更短長度C1圖解闡釋，如圖20中所示。如上文所提到，出現線性長度C1與C2之間的差，此乃因縱向凹彎建物用板片10b係由一具有一類似截面形狀及一均勻長度之平直建物用板片10而得來。於本文中所述之縱向凹彎製程中，各個片段之深度變化以適應建物用板片10b中之該縱向凹彎而無需賦予

建物用板片10b橫向波紋。對應於更小曲率半徑之更大縱向凹彎度伴隨著片段深度之更大變化。位於因縱向凹彎而引起之板片之相對更大線性縮短之區域處之片段呈現相對更大的深度變化。現將闡述一採用一被動方法來產生圖21中所圖解闡釋之板片之實例性凹彎設備。

圖22圖解闡釋一根據另一實例性實施例之實例性板片凹彎機400之一側視圖。類似於板片凹彎機100，板片凹彎機400包含第一、第二及第三凹彎總成324、326及328，其等中之每一者皆包含一框架415及由框架415支撐之多個輓，其中該多個輓配置於預定位置處以在該建物用板片朝一縱向方向沿該多個輓傳遞時接觸該建物用板片。圖23顯示凹彎總成324之左側透視圖，且圖24顯示凹彎總成326之一右側透視圖。圖25及26顯示接觸一建物用板片10之多個輓260、261、262、263、264、266、267、268、272、274及276之實例性組態。該多個輓包括接觸建物用板片10之一外側之外部輓260、261、262、263、264、266及268、以及接觸建物用板片10之一內側之內部輓267、272、274及276。圖22顯示包含圖26中所示之互補輓502、504及506之互補輓區片段288，該等互補輓區片段定位於凹彎總成324、326及328處以進一步支撐建物用板片10。

板片凹彎設備400在結構上與先前所述之板片凹彎設備100有許多類似之處，只是板片凹彎設備400擁有一不同之輓組態且不使用一凸輪/凸輪隨動件機構來迫使某些輓進入建物用板片從而增加一特定片段之深度罷了。已發現在

板片凹彎設備400中使用三個板片凹彎總成係有利的，但若需要亦可使用多於三個板片凹彎總成。如圖22中所示，一進入導引器290經定位毗鄰於第一凹彎總成324。

板片凹彎設400亦包括一允許改變第一凹彎總成324與第二凹彎總成326之間的一相對旋轉定向之定位機構。舉例而言，該定位機構可包括毗鄰凹彎總成之間的一旋轉連接，例如圖22中所圖解闡釋之插入式與承插式樞軸塊256與258及樞軸銷286。樞軸銷286連接插入式與承插式樞軸塊256與258且允許改變並控制毗鄰凹彎總成之相對旋轉定向。該定位機構亦可包括一致動器282(例如，液壓致動器、旋轉致動器或其他致動機構)以致使一個凹彎總成(例如，326)相對於一毗鄰凹彎總成(例如，324)旋轉。該定位機構亦可包括提供幾乎無摩擦移動以促進凹彎總成326及328之定位之滾珠傳送機構248。

板片凹彎設備400亦包括一用於沿凹彎總成324、326及328之該多個輓縱向移動建物用板片之驅動系統。舉例而言，該驅動系統可包括位於每一凹彎總成處以驅動一致使輓轉動之齒輪系之液壓馬達250。一第一減速器252將為齒輪系254提供最終速度及功率。齒輪系254將為凹彎機之輓提供旋轉運動。側板246用於安裝所有驅動及機械組件。為了獲得足以縱向平移建物用板片10之牽引，在輓260及267上提供一氨基鉀酸酯塗層。此將提供足以將建物用板片驅動經過板片凹彎設備400之力。應瞭解，可使用不同於氨基鉀酸酯塗層之方法來增強此等輓上之摩擦，例如，

舉例而言，可利用其他塗層、金屬處理、加工表面等等來提供附加摩擦。

板片凹彎設備400可由控制系統62(先前所述之)控制，控制系統62用於控制該定位機構以在建物用板片10沿該多個輥260、261、262、263、264、266、267、268、272、274及276縱向移動時控制第一凹彎總成324與第二凹彎總成326之間的相對旋轉定向從而在該建物用板片中形成一縱向凹彎。板片凹彎設備400經組態以在建物用板片10中形成縱向凹彎而不賦予建物用板片橫向波紋。第一及第二凹彎總成324、326之該多個輥260、261、262、263、264、266、267、268、272、274及276經配置以允許建物用板片10之該複數個片段中之一特定片段之一深度之一增加以適應當一扭矩由毗鄰凹彎總成施加至建物用板片10b時該建物用板片中之該縱向凹彎之形成。

該等凹彎建物用板片及板片凹彎總成可具有任何適合於一所期望應用之尺寸，且此種參數將取決於期望之縱向凹彎建物用板片之特定大小及形狀。於實例性實施例中，該等板片可為(例如)24"寬及10-1/2"深。用於縱向凹彎具有此等尺寸之板片之實例性板片凹彎總成可為大約60"高、30"深及16"長。此等實例性板片凹彎總成之樞轉總成之間的距離可為大約24"。此等板片凹彎總成之約計重量將各自為大約2000磅。

不同於板片凹彎設備100，板片凹彎設備400不利用一其本身將一額外變形迫入建物用板片10之一現有片段之輥。

而是，該多個輓260、261、262、263、264、266、267、268、272、274及276經組態以在與建物用板片之現有片段對準之位置處包括各種間隙。扭矩隨著在建物用板片縱向移動時在毗鄰凹彎總成324、326與328之間強加一相對旋轉定向而經由該多個輓施加至建物用板片10。凹彎總成之間的此扭矩及相對旋轉結合該多個輓260、261、262、263、264、266、268、272、274及276之導向作用致使板材隨著建物用板片10凹彎而位移(而在更大縱向曲率之區中線性收縮，如前所述)。此位移板材趨於移動至設計於該多個輓260、261、262、263、264、266、267、268、272、274及276之各者之間の間隙中。現將參照圖25及26來對此進行更詳盡闡述。

圖25顯示存在於凹彎總成324、326及328中之多個輓260、261、262、263、264、266、267、268、272、274及276之一實例性組態之一截面圖。根據一個實例性態樣，一特定輓264經定位毗鄰於上部對置輓276與下部對置輓276。輓264經組態以壓緊片段16之側以允許片段16之中心部分朝該等對置輓276變形，從而增加其深度。此外，該特定輓264經定位毗鄰於對置輓276以便該特定輓264之一接觸表面部分及該對置輓276之一接觸表面部分在一接觸區處接觸建物用板片10之對置側，其中在毗鄰該接觸區之該特定輓264與該對置輓276之對置表面之間存在一間隙。

亦在圖25中以截面形式顯示一在賦予其一縱向凹彎之前的平直建物用板片10。建物用板片10旨在由板片凹彎機

400變換成一例如圖25及26中所圖解闡釋之縱向凹彎建物用板片10b。設想，舉例而言，當建物用板片沿凹彎總成324及326之該多個輓260、261、262、263、264、266、267、268、272、274及276縱向移動時使凹彎總成326相對於凹彎總成324(其係固定的)旋轉。當建物用板片10開始縱向凹彎時，輓264與輓276之間的間隙300將係其中片段16(圖2)將因吸收位移板材而進一步變形從而形成片段16b之區域。輓264具有一幫助將片段16引導至間隙300中之稍凸起形狀。安裝至支撐構件242(例如，D形環)之輓276將幫助支撐並提供片段16b之最終形狀。在片段16進一步變形以吸收位移板材之後，其將類似圖21中所示之片段16b。毗鄰片段14及18同樣因吸收位移板材而隨同縱向凹彎進一步變形從而在建物用板片10b中形成片段14b及18b。

如先前所提到，中間片段16b之深度變化 $\Delta d1$ 大於縱向凹彎建物用板片10b之毗鄰片段24b及26b之深度變化 $\Delta d4$ 。此乃因建物用板片10b在靠近變形16b之建物用板片10b之中間部分處更大程度地縱向凹彎且有效地使其線性長度在其中建物用板片10b具有更大縱向曲率之區中更大程度地縮短，最大縱向曲率量出現在靠近片段16b之建物用板片10b中間。當建物用板片10b凹彎時，因縱向線性收縮而被位移之「過量」板材必須被吸收於某處，且被位移之板材累積且被吸收於該等片段中。由於片段24b及26b位於與片段16b相比較建物用板片10b之較小線性收縮點處，因此片段

24b及26b由於該凹彎製程而在變形程度及深度上不及片段16b。

如圖25中所示，該多個輥經組態以在各個輥之間具有與上述不同位置處之預期板片變形量一致之大小及形狀之間隙。特定而言，允許片段16變形至輥264與276之間隙300中以最終形成片段16b。間隙300所適應之片段之形狀取決於輥276之形狀。如上文所提到，輥264具有一幫助將位移板材引導至間隙300中之稍凸起形狀。間隙300係圖25中所示之最大間隙。上部與下部間隙308略小於間隙300，此乃因出於上述原因而在那裏預期較小之板材位移。允許圖2中所示之片段24及26變形至間隙308中以最終形成圖21之片段24b及26b。輥276具有幫助將位移板材引導至間隙308中之小凸起部分。間隙308所適應之片段之形狀取決於輥264及268之形狀。

上部與下部間隙302略小於間隙308，此乃因在那裏預期較小之板材位移。允許片段14及18變形至間隙302以最終形成片段14b及18b。輥268具有幫助將位移板材引導至間隙302中之小凸起部分。間隙302所適應之片段之形狀取決於輥274及276之形狀。上部與下部間隙304略小於間隙302。允許片段22及28變形至上部與下部間隙304中以最終形成片段22b及28b。輥274具有一幫助將位移板材引導至間隙304中之小凸起部分。間隙304所適應之片段之形狀取決於輥266之形狀。最後，上部與下部間隙306略小於間隙304。允許片段12及20變形至上部與下部間隙306中以形成

片段12b及20b。輓262具有一幫助將位移板材引導至間隙306中之小凸起部分。間隙306所適應之片段之形狀取決於輓272及274之形狀。

除上述該多個輓260、261、262、263、264、266、267、268、272、274及276以外，互補輓可定位於毗鄰凹彎總成324、326與328之間。圖26顯示相對於該多個輓260、261、262、263、264、266、268、272、274及276定位之互補輓502、504、506。輓502、504、506可位於凹彎總成324、326與328之間，且可由一由框架415支撐之支撐構件242(例如，D形環)支撐，如圖23中所示。互補輓502、504、506用來支撐建物用板片10b並維持片段14b、16b、18b、24b及26b之最終形式。在沒有此等互補輓502、504、506之情況下，建物用板片10b可趨於屈曲或連續形成於主輓264、268、276之間的無支撐區域中。此縱向凹彎在審美及結構上係不合需要的。

現將參照圖27至29來闡述包含多個凹彎總成324、326及328以縱向凹彎一建物用板片之板片凹彎總成400之一整體運作。圖27至29顯示一用於賦予一建物用板片10一縱向凹彎之實例性序列之一俯視圖。圖27顯示在出現建物用板片之任何凹彎之前的板片凹彎機400。將一平直建物用板片10插入至板片凹彎機400之進入導引器290中。馬達250及關聯驅動機構、以及驅動輓260、261、262、263、270及272經由所有三個凹彎總成324、326及328將建物用板片10移動到位而不首先賦予建物用板片10任何縱向凹彎。一旦

將建物用板片10插入至凹彎總成324、326及328中，則控制系統62可自動地開始縱向平移建物用板片10並開始該凹彎製程。

如圖28中所示，在建物用板片10縱向平移的同時，控制系統62致使致動器282使凹彎總成326相對於凹彎總成324旋轉一角度 θ_1 。凹彎總成324固定於適當位置。凹彎總成328隨凹彎總成326一道旋轉。可使用一例如本文中先前所述之感測器(例如，任一適用於量測旋轉及/或平移之光或電位置變送器)來精確量測每一凹彎總成324、326及328之位置。如圖28中所示，建物用板片10之位置296此刻在由凹彎總成324及326之該多個輓260、261、262、263、264、266、267、268、272、274及276施加至建物用板片10之扭矩影響下開始凹彎。隨著建物用板片10移動穿過板片凹彎機400而賦予該縱向凹彎而無需橫向波紋且不造成屈曲。當出現凹彎時，建物用板片10之片段將進一步變形，因為位移板材趨於移動至間隙300、302、304、306及308中，如前所述。

接下來，如圖29中所示，在建物用板片10縱向平移的同時且當首先凹彎部分296抵達凹彎總成328時，控制系統62致使致動器282使凹彎總成328相對於凹彎總成326旋轉一大於 θ_1 之角度 θ_2 。建物用板片之區298在由凹彎總成328及326之該多個輓260、261、262、263、264、266、267、268、272、274及276施加至該建物用板片之扭矩影響下而凹彎一額外量。 θ_2 及 θ_1 之範圍類似於先前所述之範圍。

上述縱向凹彎製程將以此方式繼續以製作如所期望一般長之凹彎建物用板片10。一為熟習此項技術者所知之合適剪切裝置(未顯示)可定位於凹彎總成328附近以按針對一給定建物項目所期望之長度來剪切建物用板片10，且該剪切裝置亦可由控制系統62控制。一例如先前所述之感測器可用於一個或多個位置處以對所形成之建物用板片10b進行長度量測，且此等量測可饋送至控制系統62以便控制系統62可控制該剪切製程從而達成所期望長度之建物用板片10b並達成具有多個半徑之建物用板片，若期望這樣的話。

、如圖29中所示，來自凹彎總成328之建物用板片之一部分238係平直的，此乃因存在必須首先插入至板片凹彎設備400中以起始該凹彎製程之建物用板片10之一最小長度，如圖27中所示。與凹彎部分連續連接之此等平直部分往往對於提供例如圖5及7中所示之山牆式建物或雙半徑(兩半徑)式建物之平直牆壁區片段係合意的。可使用完全凹彎建物用板片10a來製作例如圖6中所示之拱形式建物之凹彎部分。可視需要在建物項目中廢棄或利用平直區片段238。

如上所述，可使用板片凹彎設備100之主動變形方法及板片凹彎設備400之被動變形方法二者來賦予建物用板片縱向凹彎而無屈曲且無需橫向波紋。因此，鑒於上文說明，根據一實例性態樣，一種使用一板片凹彎設備來凹彎一建物用板片之方法可包含各種步驟，包括在第一凹彎總

成處接收該建物用板片並使該建物用板片與第一凹彎總成之多個第一輓啮合，該建物用板片沿其長度包括複數個朝該建物用板片之一縱向方向延伸之縱向變形，該建物用板片在一垂直於該縱向方向之平面中具有一截面上形狀，該建物用板片在截面上包括一凹彎中心部分、一對自該凹彎中心部分延伸之側部分及一對自該等側部分延伸之連接部分。該方法亦包括：朝第二凹彎總成平移該建物用板片並在該建物用板片之一第二部分與第一凹彎總成啮合的同時使該建物用板片之一第一部分與第二凹彎總成之多個第二輓啮合；並藉由一控制系統來控制一定位機構以致使第一凹彎總成及第二凹彎總成在該建物用板片沿第一凹彎總成及第二凹彎總成縱向移動的同時相對於彼此呈一旋轉定向從而在該建物用板片中形成一縱向凹彎而不賦予該建物用板片橫向波紋。於該方法中，該多個第一輓及多個第二輓經配置以引起該建物用板片之該複數個縱向變形中之一特定縱向變形之一深度之一增加以適應該建物用板片中之該縱向凹彎之形成。

圖30圖解闡釋一例如圖8A之控制系統62之實例性控制系統600，其可相對於一根據一實例性態樣之板片凹彎系統之其他態樣使用。於實例性實施例中，該控制系統係一閉環回饋系統，其經組態以連續監視並調整當該建物用板片沿該等凹彎總成之該多個輓縱向移動時該等凹彎總成之間的相對旋轉定向從而如上所述在該建物用板片中形成一縱向凹彎。該控制系統通常由一具有各種組件介面之基於微

處理器之中央處理單元(CPU) 602(例如，一 Windows 作業系統電腦)管理。可使用一不太精密的控制系統(例如使用者操縱手動控制)，但感信一能夠接收感測器回饋之基於微處理器之控制器係較佳的。該 CPU 執行儲存於一記憶體 604 中之程式指令，該記憶體可包括一電腦可讀媒體，例如一磁碟或其他磁性記憶體、一光碟(例如 DVD)或其他光學記憶體、RAM、ROM、或任何其他合適之記憶體(例如快閃記憶體、記憶卡等)。

使用者經由可在本文中統稱為人機介面之輸入/輸出(I/O)裝置來與該 CPU 互動。此等 I/O 裝置可包括(例如)一觸摸螢幕顯示介面 604、一鍵盤 606 及一滑鼠 608。CPU 602 亦連接至一 CPU 電源 610。

CPU 602 經由一匯流排(例如一串列周邊介面(SPI)匯流排)附接至一介面板 616。介面板 616 包括用於向一板片凹彎系統之各個其他態樣發送輸出並自一板片凹彎系統之各個其他態樣接收輸入之周邊介面組件，例如類比-數位及數位-類比轉換器。介面板 616 可係(例如)一由 CPU 602 驅動之簡單 I/O 控制器或一與包括其自帶的板上 CPU 及記憶體之 CPU 602 通信之獨立微處理器。介面板 616 與一組例如下文結合圖 31 所述之控制按鈕 612 通信以接收各種輸入。另外，介面板 616 與控制圖 8A 之電源 58(例如，一柴油引擎)之引擎控制介面 614 通信。介面板 616 驅動一閥組 618，例如一組螺線管。閥組 618 控制圖 22 之致動器 282(例如，液壓致動器、旋轉致動器或其他致動機構)及用於沿該等凹

彎總成之該多個輓縱向移動該建物用板片之驅動系統(顯示為板片驅動馬達632)。如前所述，致動器282控制該等板片凹彎總成之相對角度。出於例示目的，致動器282在圖30中顯示為指代根據某些實施例之四個板片凹彎總成之間的相對角度之站臺1至2角度620、站臺2至3角度622及站臺3至4角度624。

該等板片凹彎總成之間的相對角度由位置感測器626、628、630(例如)藉由量測該等致動器中之每一者之位置來監視。該等位置感測器可係任何能夠向該介面板提供一指示該致動器之位置之電信號之合適組件，如(例如)任何合適之類比位置變送器或數位光學編碼器。位置感測器626、628、630之輸出回饋至介面板616。例如當板片量測編碼器634向介面板616發送一指示所加工板片之長度之信號時，板片驅動馬達632提供用於將該建物用板片平移穿過該等凹彎總成之扭矩。

圖31圖解闡釋根據一實例性態樣之控制系統之一實例性操作者介面控制臺700。觸摸螢幕702包括一用於輸入資料之彈出式數字小鍵盤704及一用於指定各種功能之例如各種軟按鈕之選擇部分706，如(例如)用於輸入所期望建物用板片長度之PANEL LENGTH及用於輸入所期望建物用板片曲率半徑之PANEL RADIUS。實例性操作者介面控制臺700亦包括一用於啟用或停止電源58之鍵控點火開關708、一用於開始該板片凹彎製程之起動按鈕710、一用於停止該板片凹彎製程之停止按鈕712、一用於起動電源58之引

擎起動按鈕716及一用於在緊急情況下迅速停止該板片凹彎製程及電源58之緊急停止按鈕714。

儘管已根據實例性實施例闡述了本發明，但熟習此項技術者應瞭解，可在不背離申請專利範圍中所列舉之本發明之範疇的前提下對本發明作各種修改。

【圖式簡單說明】

閱讀上文說明、隨附申請專利範圍及附圖，可對本發明之此等或其他特徵、態樣及優點獲得更好理解。

圖1圖解闡釋一根據一實例性態樣在沿其長度接收一縱向凹彎之前及之後具一具有複數個片段之凹彎中心部分之實例性建物用板片；

圖2圖解闡釋一根據一實例性態樣在縱向凹彎之前沿其長度呈平直之建物用板片之實例性截面形狀；

圖3圖解闡釋一根據一實例性態樣沿其長度具有一縱向凹彎之實例性建物用板片之實例性截面形狀；

圖4圖解闡釋一根據一實例性態樣用於形成一建物結構之兩個實例性建物用板片之間的實例性連接；

圖5圖解闡釋一根據一實例性態樣可使用本文中所述之建物用板片形成之實例性山牆式建物；

圖6圖解闡釋一根據一實例性態樣可使用本文中所述之建物用板片形成之實例性圓形(或拱形)式建物；

圖7圖解闡釋一根據一實例性態樣可使用本文中所述之建物用板片形成之實例性雙半徑(或兩半徑)式建物；

圖8A圖解闡釋一根據一實例性態樣之實例性板片凹彎系

統之一左側視圖；

圖 8B 圖解闡釋圖 8A 中所示之實例性板片凹彎系統之一右側視圖；

圖 8C 圖解闡釋圖 8A 之實例性板片凹彎系統之一板片形成部分之一放大視圖；

圖 8D 圖解闡釋圖 8A 之實例性板片凹彎系統之另一板片形成部分之一放大視圖；

圖 9 圖解闡釋一根據一實例性態樣之實例性板片凹彎設備；

圖 10 圖解闡釋根據一實例性態樣之圖 9 中所示之板片凹彎設備之一實例性凹彎總成；

圖 11 圖解闡釋根據一實例性態樣之圖 10 之實例性凹彎總成之多個輓之一實例性組態；

圖 12 圖解闡釋自一右後角度看去圖 10 之實例性凹彎總成之一三維等軸測視圖；

圖 13 圖解闡釋自一左後角度看去一類似於圖 10 中所示之毗鄰實例性凹彎總成之一三維等軸測視圖；

圖 14 圖解闡釋在沒有毗鄰凹彎總成之間的旋轉之情況下一實例性凹彎總成之一部分；

圖 15 圖解闡釋在具有毗鄰凹彎總成之間的旋轉之情況下一實例性凹彎總成之一部分；

圖 16 圖解闡釋根據一實例性態樣在具有一插入於其內部之縱向平直板片之情況下圖 9 之實例性板片凹彎機之一俯視圖；

圖 17 圖解闡釋在具有插入之建物用板片之情況下及在具有第一與第二板片凹彎總成之間的相對旋轉以促進建物用板片之縱向凹彎之情況下圖 9 之實例性板片凹彎機之另一俯視圖；

圖 18 圖解闡釋在具有插入之建物用板片及第二與第三板片凹彎總成之間的相對旋轉之情況下圖 9 之實例性板片凹彎機之另一俯視圖；

圖 19 係在具有插入之建物用板片及第三與第四凹彎總成之間的相對旋轉之情況下圖 9 之實例性板片凹彎機之另一俯視圖；

圖 20 圖解闡釋根據一實例性態樣在沿其長度接收一縱向凹彎之前及之後具一具有複數個片段之凹彎中心部分之另一實例性建物用板片；

圖 21 圖解闡釋一根據一實例性態樣沿其長度具有一縱向凹彎之實例性建物用板片之實例性截面形狀；

圖 22 圖解闡釋根據另一態樣之另一實例性板片凹彎機之側視圖；

圖 23 圖解闡釋圖 22 之板片凹彎機之一實例性板片凹彎總成之一三維等軸測視圖；

圖 24 圖解闡釋圖 23 之實例性板片凹彎總成之另一三維等軸測視圖；

圖 25 圖解闡釋圖 23 之實例性板片凹彎總成之多個輓之一實例性組態；

圖 26 圖解闡釋圖 23 之實例性板片凹彎總成之多個輓外加

互補鞣；

圖 27 圖解闡釋根據一實例性態樣在具有一插入於其內部之縱向平直板片之情況下圖 22 之實例性板片凹彎機之一俯視圖；

圖 28 圖解闡釋在具有插入之建物用板片之情況下及在具有第一與第二板片凹彎總成之間的相對旋轉以促進建物用板片之縱向凹彎之情況下圖 22 之實例性板片凹彎機之另一俯視圖；

圖 29 圖解闡釋在具有插入之建物用板片及第二與第三板片凹彎總成之間的相對旋轉之情況下圖 22 之實例性板片凹彎機之另一俯視圖；

圖 30 圖解闡釋一根據一實例性態樣相對於一板片凹彎系統之其他態樣之實例性控制系統；及

圖 31 圖解闡釋一根據一實例性態樣之控制系統之實例性操作者介面控制臺。

【主要元件符號說明】

10	平直板片
10a	凹彎建物用板片
10b	凹彎建物用板片
12	片段
12a	片段
12b	向內延伸片段
14	片段
14a	鄰近片段

14b	向內延伸片段
16	片段
16a	片段
16b	向內延伸片段
18	片段
18a	向內延伸片段
18b	向內延伸片段
20	片段
20a	向內延伸片段
20b	向內延伸片段
22	向外片段
22a	向外延伸片段
22b	向外延伸片段
24	向外片段
24a	向外延伸片段
24b	向外延伸片段
26	向外片段
26a	向外延伸片段
26b	向外延伸片段
28	向外片段
28a	向外延伸片段
28b	向外延伸片段
30	凹彎中心部分
32	連接部分

32a	鉤邊部分
34	連接部分
34a	摺邊部分
36	側部分
38	側部分
50	板片形成與凹彎系統
52	支撐結構
54	捲盤固持器
56	板材(例如, 金屬鋼板)捲盤
58	電源
60	板片形成設備
60a	板片形成總成
60b	板片形成總成
60c	板片形成總成
60d	板片形成總成
60e	板片形成總成
60f	板片形成總成
60g	板片形成總成
60h	板片形成總成
62	控制系統
64	基於微處理器的控制器
66	人機介面
70	調平用千斤頂
80	裝備儲存格室

100	板片凹彎設備
102	凹彎總成
104	凹彎總成
106	凹彎總成
107	第四總成
108	進入導引器
110	致動器
112	滾珠傳送機構
114	馬達
115	框架
116	板
117	橫向構件
118	支撐構件
119	角托架
120	連接塊
132	上部與下部輥
134	輥
135	輥
136	輥
138	上部與下部輥
140	輥
142	上部與下部輥
144	輥、區片段
145	輥

- 146 輓、區片段
- 148 板
- 149 承插式樞軸塊
- 150 凸輪
- 152 凸輪隨動件
- 154 軸
- 156 軸承
- 158 插入式樞軸塊
- 170 輓支撐臂總成
- 171 安裝架
- 172 感測器
- 174 感測器
- 200 萬向接頭
- 201 上部與下部鏈輪
- 202 齒輪
- 203 上部與下部鏈輪
- 204 齒輪
- 206 緊鏈器
- 208 上部與下部鏈輪
- 210 軸向上部與下部萬向接頭
- 211 軸向鏈輪
- 212 鏈輪
- 213 鏈輪
- 214 第一齒輪

216	齒輪
220	致動器
222	致動器
224	致動器
231	安裝托架
232	鏈節
234	鏈節
236	鏈節
238	端部分
239	安裝托架
240	區
242	區、額外凹彎部分
244	區
246	側板
248	滾珠傳送機構
250	液壓馬達
252	第一減速器
254	凸輪板
256	插入式樞軸塊、凸輪板
258	承插式樞軸塊
260	輥
261	輥
262	輥
263	輥

264	輓
266	輓
267	輓
268	輓
272	輓
274	輓
276	輓
282	致動器
286	樞軸銷
288	互補輓區片段
290	進入導引器
296	位置
298	區
300	間隙
302	上部與下部間隙
304	上部與下部間隙
306	上部與下部間隙
308	上部與下部間隙
324	第一凹彎總成
326	第二凹彎總成
328	凹彎總成
400	板片凹彎設備
415	框架
502	互補輓

504	互補輓
506	互補輓
600	控制系統
602	中央處理單元(CPU)
604	記憶體
606	鍵盤
608	滑鼠
610	CPU電源
612	控制按鈕
614	引擎控制介面
616	介面板
618	閥組
620	角度
622	角度
624	角度
626	位置感測器
628	位置感測器
630	位置感測器
632	板片驅動馬達
634	板片量測編碼器
700	操作者介面控制臺
702	觸摸螢幕
704	彈出式數字小鍵盤
706	選擇部分

708	鍵控點火開關
710	起動按鈕
712	停止按鈕
714	緊急停止按鈕
716	引擎起動按鈕

七、申請專利範圍：

1. 一種用於凹彎一建物用板片之系統，該建物用板片係由 P1~9 板材製成，該建物用板片沿其長度朝一縱向方向延伸且在垂直於該縱向方向之一平面中具有一截面上形狀，該建物用板片包括一截面上凹彎中心部分、一對在截面上自該凹彎中心部分延伸之側部分及一對在截面上自該等側部分延伸之連接部分，該凹彎中心部分包括複數個在截面上包含多個向外延伸片段及多個向內延伸片段之片段，該複數個片段朝該縱向方向延伸，該系統包含：

一第一凹彎總成及一第二凹彎總成，該第二凹彎總成經定位毗鄰於該第一凹彎總成，

該第一凹彎總成包括一第一框架及由該第一框架支撐之多個第一輓，該多個第一輓配置於第一預定位置處以在該建物用板片朝該縱向方向經過該多個第一輓時接觸該建物用板片，

該第二凹彎總成包括一第二框架及由該第二框架支撐之多個第二輓，該多個第二輓配置於第二預定位置處以在該建物用板片朝該縱向方向經過該多個第二輓時接觸該建物用板片；

一定位機構，其允許改變該第一凹彎總成與該第二凹彎總成之間的一相對旋轉定向；

一驅動系統，其用於沿該多個第一輓及該多個第二輓縱向移動該建物用板片；及

一控制系統，其用於控制該定位機構以在該建物用板

片沿該多個第一輓及該多個第二輓縱向移動時控制該第一凹彎總成與該第二凹彎總成之間的該相對旋轉定向，以藉此在該建物用板片中形成一縱向凹彎，

該系統經組態以在該建物用板片中形成該縱向凹彎而不賦予該建物用板片橫向波紋，

該多個第一輓及多個第二輓經配置以引起該建物用板片之該複數個片段中一特定片段之一深度之一增加以適應該建物用板片中之該縱向凹彎之該形成。

2. 如請求項1之系統，其中：

該第一凹彎總成之該多個第一輓包含由該第一框架支撐之內部第一輓及由該第一框架支撐之外部第一輓，該等外部第一輓經定位以接觸該建物用板片之一外側且該等內部第一輓經定位以接觸該建物用板片之一內側；且

該第二凹彎總成之該多個第二輓包含由該第一框架支撐之內部第二輓及由該第一框架支撐之外部第二輓，該等外部第二輓經定位以接觸該建物用板片之該外側且該等內部第二輓經定位以接觸該建物用板片之該內側。

3. 如請求項1之系統，其進一步包含：

一第三凹彎總成，其經定位毗鄰於該第二凹彎總成，該第三凹彎總成包括一第三框架及由該第三框架支撐之多個第三輓，該多個第三輓配置於第三預定位位置處以在該建物用板片朝該縱向方向經過該多個第三輓時接觸該建物用板片；及

另一定位機構，其允許改變該第二凹彎總成與該第三

凹彎總成之間的一相對旋轉定向。

4. 如請求項1之系統，其中該多個第二輓中之一特定輓經定位以在該建物用板片沿該多個第二輓移動時接觸該建物用板片之該特定片段以增加該特定片段之該深度。
5. 如請求項1之系統，其中該多個第二輓中之一特定輓經定位毗鄰於該多個第二輓中之兩個對置輓，以在一變形賦予條件下使得該特定輓之一接觸表面部分安置於該兩個對置輓之接觸表面部分之間，該特定輓之該接觸表面部分之一最外部點可朝向該兩個對置輓之旋轉軸線位移一距離S。
6. 如請求項1之系統，其中該多個第二輓中之一特定輓經定位毗鄰於該多個第二輓中的一個或多個對置輓且經組態以撞擊該特定片段之一側以允許該特定片段之該側朝向該特定片段之中心變形，藉此增加該特定片段之該深度。
7. 如請求項1之系統，其中該多個第二輓中之一特定輓經定位毗鄰於該多個第二輓中之一對置輓，以使得該特定輓之一接觸表面部分及該對置輓之一接觸表面部分在一接觸區處接觸該建物用板片之對置側，且其中在毗鄰於該接觸區之該特定輓與該對置輓之對置表面之間存在一間隙。
8. 如請求項1之系統，其包含由一支撐構件支撐之多個互補輓，該支撐構件由該第二框架支撐，該等互補輓定位於該第一框架與該第二框架之間以在該建物用板片沿該

第一凹彎總成及第二凹彎總成朝該縱向方向移動時支撐該建物用板片。

9. 如請求項1之系統，其進一步包含經定位毗鄰於該第一凹彎總成之一板片形成設備，該板片形成設備包含多個彼此毗鄰定位之形成總成，

該板片形成設備經組態以使該板材之一平板形成為具有該截面形狀但不具有該縱向凹彎之該建物用板片，

該板片形成設備與該第一凹彎總成對準以將該平直建物用板片饋送至該第一凹彎總成及該第二凹彎總成，使得該第一凹彎總成及該第二凹彎總成可賦予該縱向凹彎。

10. 如請求項9之系統，其中該板片形成設備、該第一凹彎總成及第二凹彎總成朝垂直於該縱向方向之一垂直方向定向，該垂直方向平行於穿過自該建物用板片之該等側部分延伸之該對連接部分之一方向。

11. 如請求項10之系統，其包含用於將板材自一板材捲盤饋送至該板片形成設備之一捲盤固持器，其中該捲盤固持器之一旋轉軸線朝該垂直方向定向。

12. 如請求項11之系統，其中該板片形成設備、該第一凹彎總成、該第二凹彎總成及該捲盤固持器係由一共同支撐結構支撐。

13. 如請求項1之系統，其中該板材包含金屬板，其具有一介於約0.040英吋與約0.060英吋之間的厚度。

14. 如請求項12之系統，其中該支撐結構經組態為一可動平

台。

15. 一種由板材形成之建物用板片，該建物用板片沿其長度朝一縱向方向延伸且在垂直於該縱向方向之一平面中具有一截面上形狀，該建物用板片包含：

一截面上凹彎中心部分；

一對在截面上自該凹彎中心部分延伸之側部分；及

一對在截面上自該等側部分延伸之連接部分，

該凹彎中心部分包括複數個在截面上包含多個向外延伸片段及多個向內延伸片段之片段，該複數個片段朝該縱向方向延伸，

該建物用板片沿其長度朝該縱向方向凹彎而其中不具有橫向波紋，

該複數個片段中之一特定片段，其具有大於該複數個片段之其他片段之深度之一深度以適應該建物用板片中該縱向凹彎。

16. 如請求項 15 之建物用板片，其中該建物用材料板包含金屬板，其具有一介於約 0.040 英吋與約 0.060 英吋之間的厚度。
17. 如請求項 15 之建物用板片，其中該特定片段定位於該凹彎中心部分中間。
18. 如請求項 15 之建物用板片，其中該等連接部分中之一者包含一鉤邊部分且該等連接部分中之另一者包含一摺邊部分，該鉤邊部分及該摺邊部分在形狀上係互補的以將該建物用板片連結至毗鄰建物用板片。

19. 一種包含複數個互連建物用板片之建物結構，每一建物用板片由板材形成，每一建物用板片沿其長度朝一縱向方向延伸且在垂直於該縱向方向之一平面中具有一截面上形狀，每一建物用板片包含：

一截面上凹彎中心部分；

一對在截面上自該凹彎中心部分延伸之側部分；及

一對在截面上自該等側部分延伸之連接部分，

該凹彎中心部分包括複數個在截面上包含多個向外延伸片段及多個向內延伸片段之片段，該複數個片段朝該縱向方向延伸，

該建物用板片沿其長度朝該縱向方向凹彎而其中不具有橫向波紋，

該複數個片段中之一特定片段，其具有大於該複數個片段之其他片段之深度之一深度以適應該建物用板片中該縱向凹彎，

其中一個建物用板片之該等連接部分中之一者係連接至一毗鄰建物用板片之該等連接部分中之一者。

20. 如請求項19之建物結構，其中該建物用材料板包含金屬板，其具有一介於約0.040英吋與約0.060英吋之間的厚度。

21. 如請求項19之建物結構，其中該特定片段定位於該凹彎中心部分中間。

22. 如請求項19之建物結構，其中該板材包含厚度約為0.060英吋之金屬鋼板，該建物結構包含具有介於自110英尺

至155英尺範圍之一寬度之一自支撐跨度。

23. 一種使用一板片凹彎系統來凹彎一建物用板片之方法，該建物用板片係由板材製成，該建物用板片沿其長度朝一縱向方向延伸且在垂直於該縱向方向之一平面中具有一截面上形狀，該建物用板片包括一截面上凹彎中心部分、一對在截面上自該凹彎中心部分延伸之側部分及一對在截面上自該等側部分延伸之連接部分，該凹彎中心部分包括複數個在截面上包含多個向外延伸片段及多個向內延伸片段之片段，該複數個片段朝該縱向方向延伸，該板片凹彎系統包含一第一凹彎總成及一第二凹彎總成，該方法包含：

在該第一凹彎總成處接收該建物用板片並使該建物用板片與該第一凹彎總成之多個第一輓啮合；

朝向該第二凹彎總成平移該建物用板片並在該建物用板片之一第二部分與該第一凹彎總成啮合時使該建物用板片之一第一部分與該第二凹彎總成之多個第二輓啮合；及

藉由一控制系統來控制一定位機構以致使該第一凹彎總成及該第二凹彎總成在該建物用板片沿該第一凹彎總成及該第二凹彎總成縱向移動時相對於彼此呈一旋轉定向，以藉此在該建物用板片中形成一縱向凹彎而不賦予該建物用板片橫向波紋，

其中該多個第一輓及多個第二輓經配置以致使該建物用板片之該複數個片段中一特定片段之一深度之一增

加，以適應該建物用板片中之該縱向凹彎之該形成。

24. 如請求項23之方法，其中該建物用材料板包含金屬板，其具有一介於約0.040英吋與約0.060英吋之間的厚度。
25. 一種用於凹彎由板材製成之一建物用板片之系統，該系統包含：

一捲盤固持器，其用於固持一板材捲盤；

一板片形成設備，其用於接收來自該捲盤固定器之板材，該板片形成設備經組態以形成一以由該板材形成之具有一所期望截面形狀之建物用板片；

一板片凹彎設備，其經組態以沿該建物用板片之長度賦予該建物用板片一縱向凹彎，該板片凹彎設備包含一第一組凹彎輥及一第二凹彎輥；

一定位機構，其允許改變介於該第一組凹彎輥與該第二組凹彎輥之間之一相對位置；及

一控制系統，其用於控制該定位機構，如此以當建物用板片縱向移動從而賦予該建物用板片縱向凹彎時，控制介於該第一組凹彎輥與該第二組凹彎輥之間之該相對位置；

其中該捲盤固持器經垂直定向以使得該捲盤固持器之一旋轉軸線平行於一垂直方向，

其中該板片形成設備經垂直定向以直接自該板材捲盤接收呈一垂直平面定向之板材並將該建物用板片形成一垂直定向，且

其中該板片凹彎設備經垂直定向以凹彎在該垂直方向定向之該建物用板片。

26. 如請求項25之系統，該系統經組態以在該建物用板片中形成一縱向凹彎而不賦予該建物用板片橫向波紋。
27. 如請求項25之系統，其中該板片凹彎設備包含；
 - 一第一凹彎總成，其包含該第一組凹彎輓；及
 - 一第二凹彎總成，其包含該第二組凹彎輓。
28. 如請求項27之系統，其中該定位機構允許改變介於該第一凹彎總成及該第二凹彎總成之間之一相對旋轉定向。
29. 如請求項28之系統，其中該控制系統經組態以控制用於改變該相對旋轉定向之定位機構。
30. 如請求項27之系統，該第一凹彎輓及該第二凹彎輓經配置以引起該建物用板片之該複數個片段中之一特定片段之一深度之一增加以適應建物用板片中之該縱向凹彎之形成。
31. 如請求項27之系統，其中該板片形成設備、該板片凹彎設備、該定位機構及該捲盤固持器係由一共同支撐結構支撐。
32. 如請求項31之系統，其中該支撐結構經組態為一可動平台。
33. 如請求項25之系統，其中該板材包含金屬板，其具有一介於約0.040英吋與約0.060英吋之間的厚度。
34. 一種用於凹彎由板材製成之一建物用板片之系統，其包含：

- 一 第一凹彎總成，其包括一第一框架及多個由該第一框架支撐之第一輓，該等多個第一輓配置於第一預定位置；
- 一 第二凹彎總成，其包括一第二框架及多個由該第二框架支撐之第二輓，該等多個第二輓配置於第二預定位置；
- 一定位機構，其允許改變介於該第一凹彎總成及該第二凹彎總成之間之一相對旋轉定向；
- 一驅動系統，其用於沿該等多個第一輓及該等多個第二輓縱向移動該建物用板片；及
- 一控制系統，其用於控制該定位機構，以便當建物用板片沿該第一及該第二凹彎總成縱向移動時，控制介於該第一凹彎總成及該第二凹彎總成之間之該相對旋轉定向，從而在該建物用板片中形成一縱向凹彎。
35. 如請求項34之系統，該系統經組態以在該建物用板片中形成該縱向凹彎而不賦予建物用板片橫向波紋。
36. 如請求項34之系統，其中該建物用板片包含一複數個在該縱向方向沿該建物用板片之一長度延伸之片段，該等多個第一輓及多個第二輓經配置以引起該建物用板片之該複數個片段中之一特定片段之一深度之一增加以適應建物用板片中之該縱向凹彎之形成。
37. 如請求項34之系統，其中該建物用材料板包含金屬板，其具有一介於約0.040英吋與約0.060英吋之間的厚度。
38. 如請求項34之系統，包含

一第三凹彎總成，其經定位毗鄰於該第二凹彎總成，該第三凹彎總成包括一第三框架及多個由該第三框架支撐之第三輓，該等第三輓配置於第三預定位置；及

其他定位機構，其允許改變介於該第二凹彎總成及該第三凹彎總成之間之一相對旋轉定向。

39. 如請求項38之系統，其中該控制系統經組態以控制該其他定位機構，以便控制介於該第二凹彎總成及該第三凹彎總成之間之該相對旋轉定向。

40. 如請求項34之系統，進一步包含經定位毗鄰於該第一凹彎總成之一板片形成設備，該板片形成設備經組態以將該板材提供一期望截面形狀。

41. 如請求項40之系統，其中該板片形成設備、該第一凹彎總成及該第二凹彎總成朝一垂直方向定向。

42. 如請求項41之系統，其包含用於將板材自一板材捲盤饋送至該板片形成設備之一捲盤固持器，其中該捲盤固持器之一旋轉軸線朝該垂直方向定向。

43. 如請求項39之系統，其中該板片形成設備、該第一凹彎總成、該第二凹彎總成及該捲盤固持器係由一共同支撐結構支撐。

44. 如請求項43之系統，其中該支撐結構經組態為一可動平台。

45. 一種使用一板片凹彎系統來凹彎一建物用板片之方法，該方法包括：

在一板片凹彎系統之一第一凹彎總成處接收板材之一

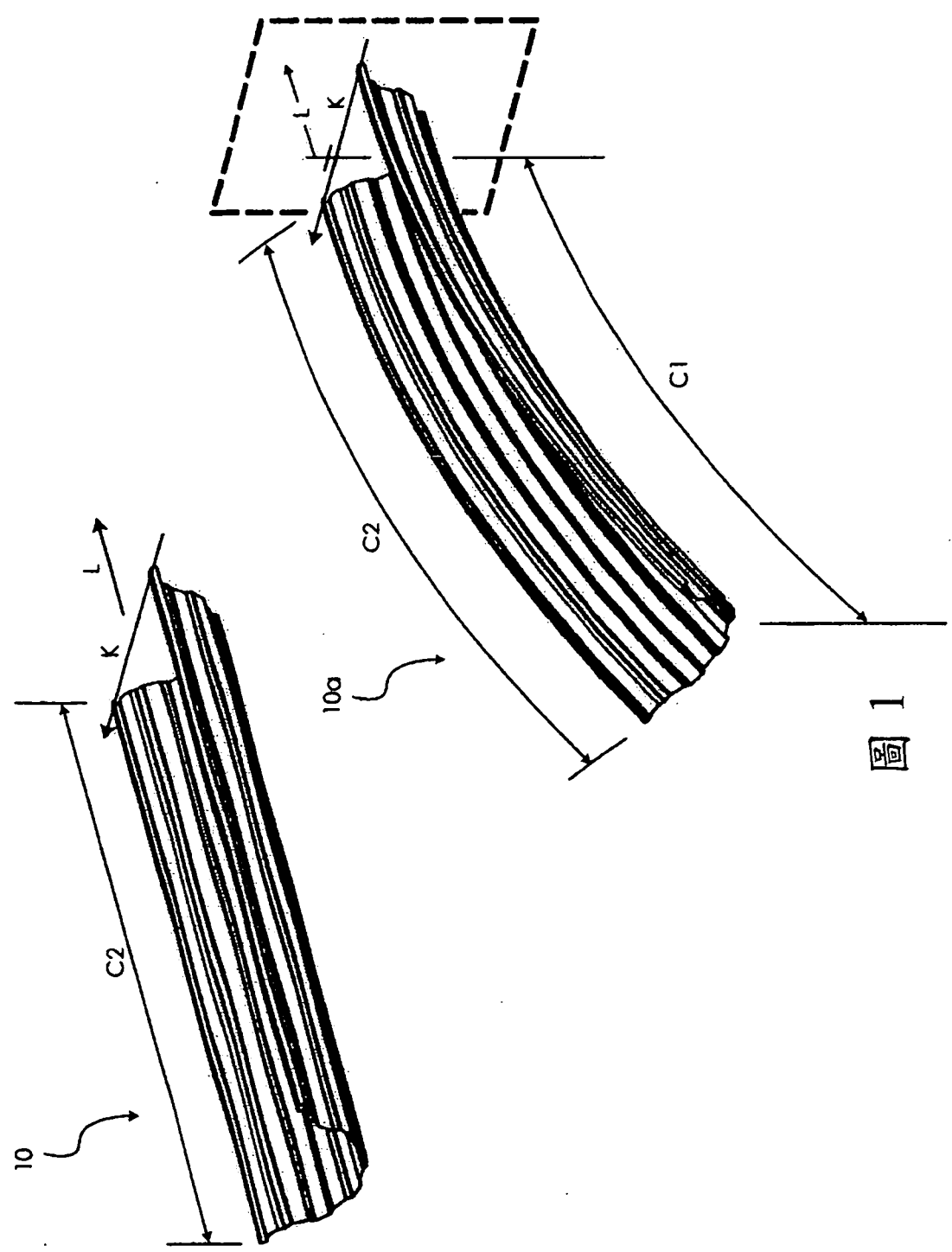
建物用板片並使該建物用板片與該第一凹彎總成之多個第一輓啮合；

朝向一第二凹彎總成縱向移動該建物用板片並在該建物用板片之一第二部分與該第一凹彎總成啮合時，使該建物用板片之一第一部分與該第二凹彎總成之多個第二輓啮合；及

藉由一控制系統來控制一定位機構以致使該第一凹彎總成及該第二凹彎總成在該建物用板片沿該第一凹彎總成及該第二凹彎總成縱向移動時，相對於彼此呈一旋轉定向，以藉此在該建物用板片中形成一縱向凹彎。

46. 如請求項45之方法，其中在該建物用板片中形成之該縱向彎曲係被完成而不賦予該建物用板片橫向波紋。
47. 如請求項45之方法，其中該建物用板片包含複數個在該縱向方向沿該建物用板片之一長度延伸之片段，其中該等多個第一輓及多個第二輓經配置以引起該建物用板片之該複數個片段中之一特定片段之一深度之一增加以適應建物用板片中之該縱向凹彎之形成。
48. 如請求項45之方法，其中該板材包含金屬板，其具有一介於約0.040英吋與約0.060英吋之間的厚度。

八、圖式：



10年9月5日修(東)正替換頁

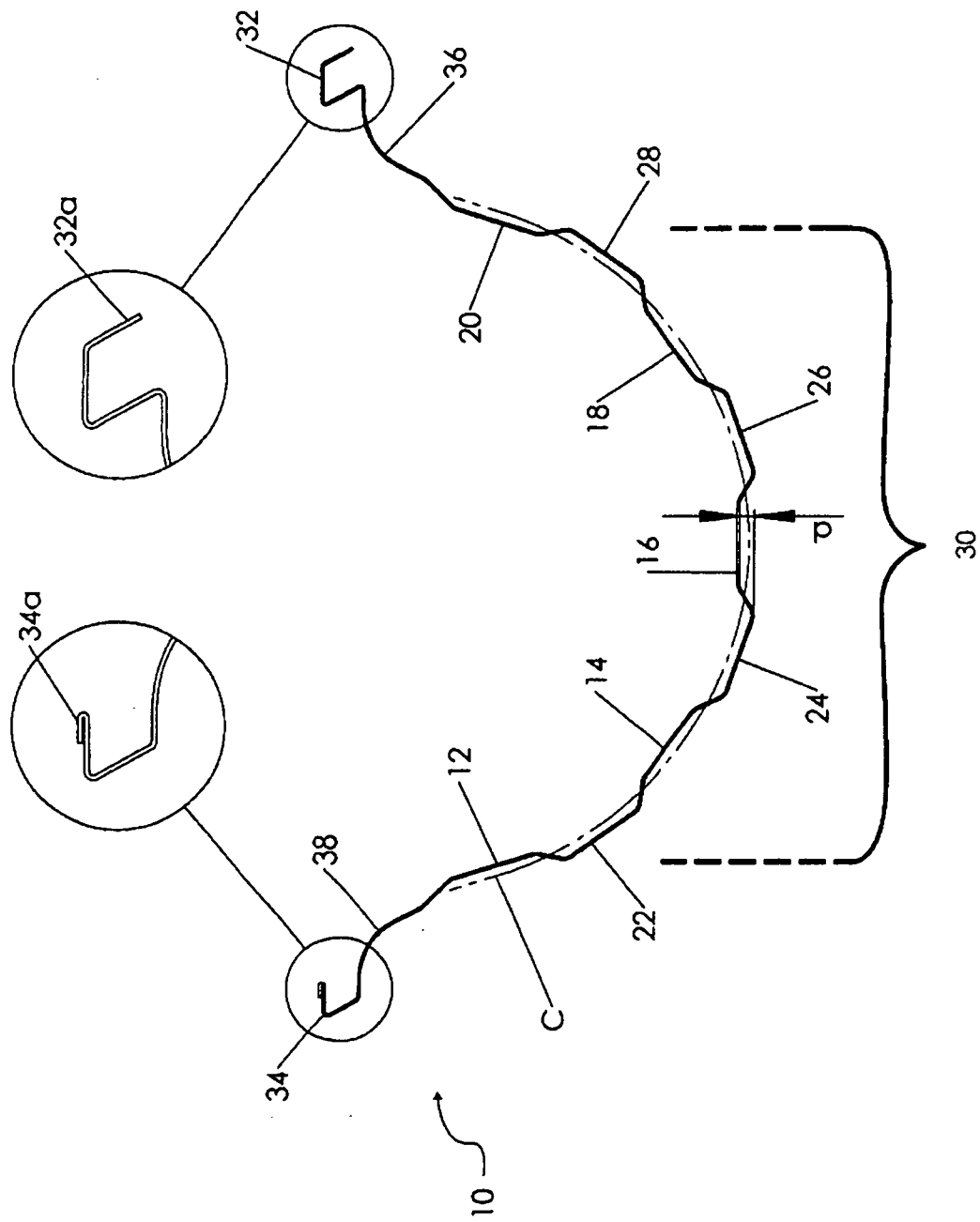


圖 2

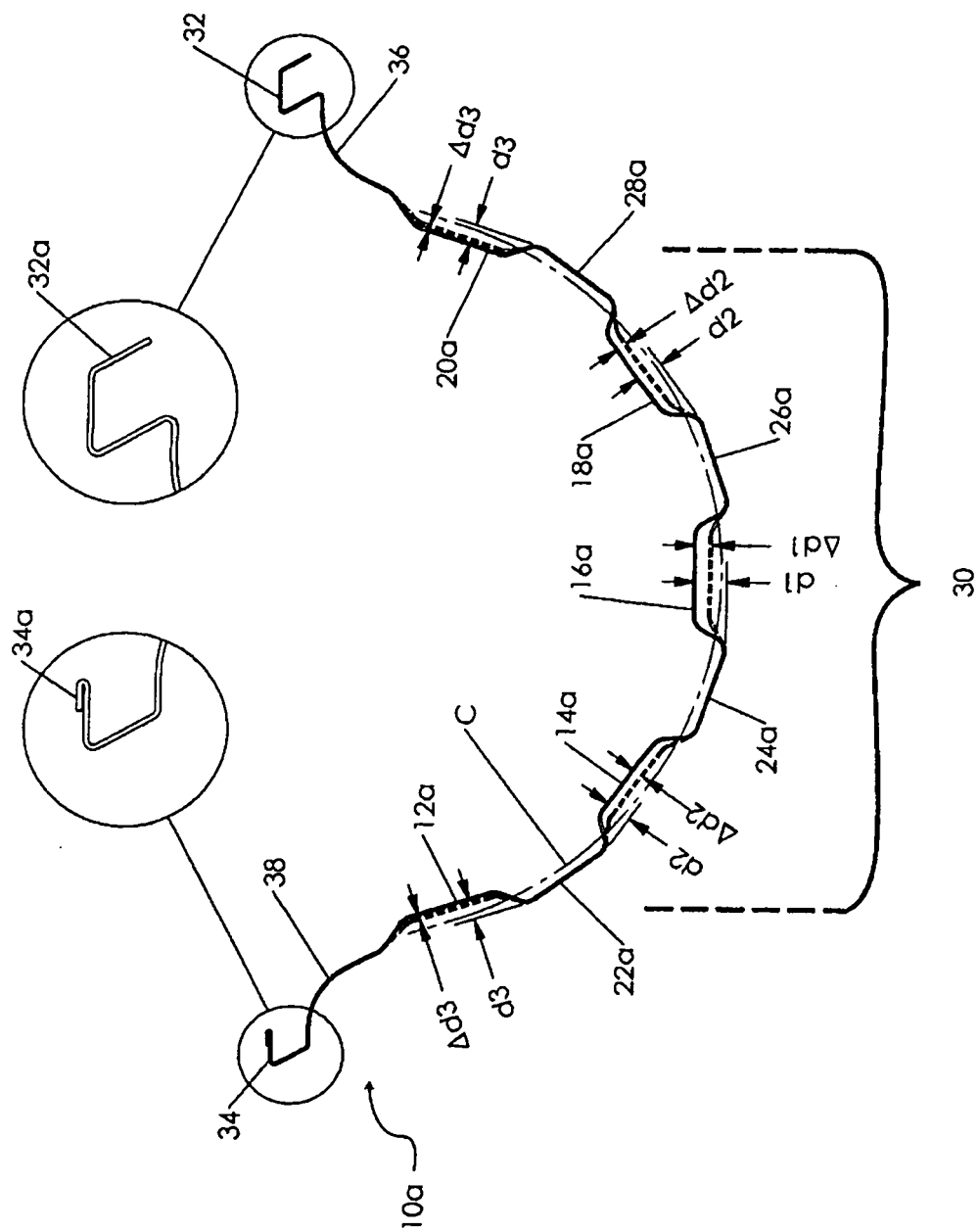


圖 3

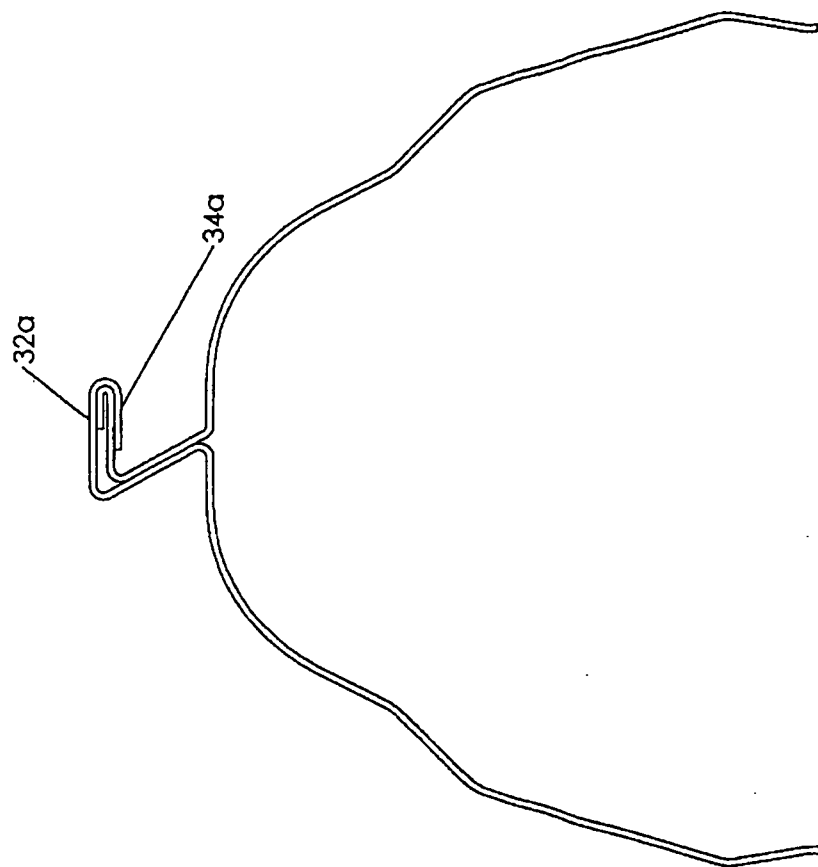


圖 4

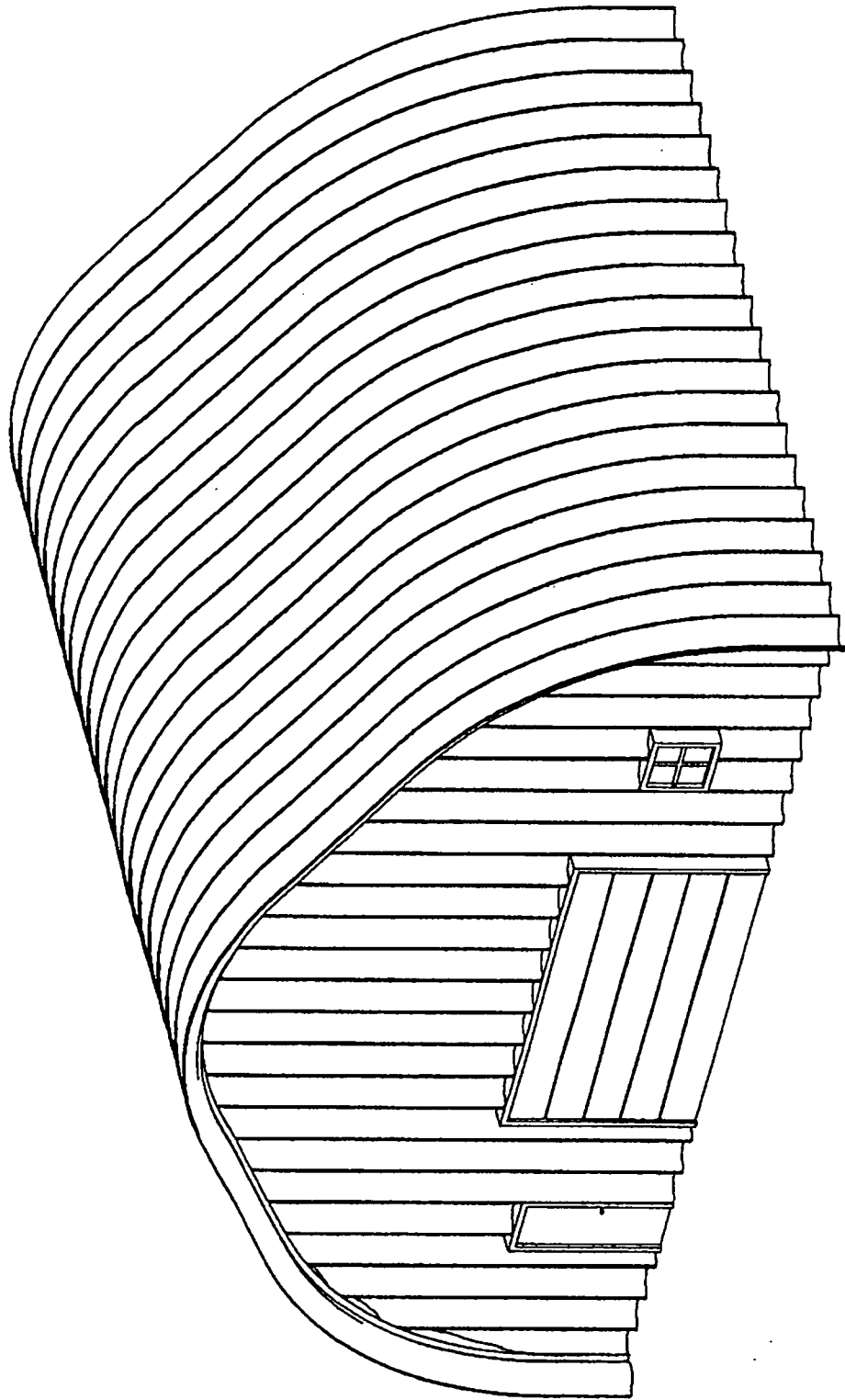


圖 5

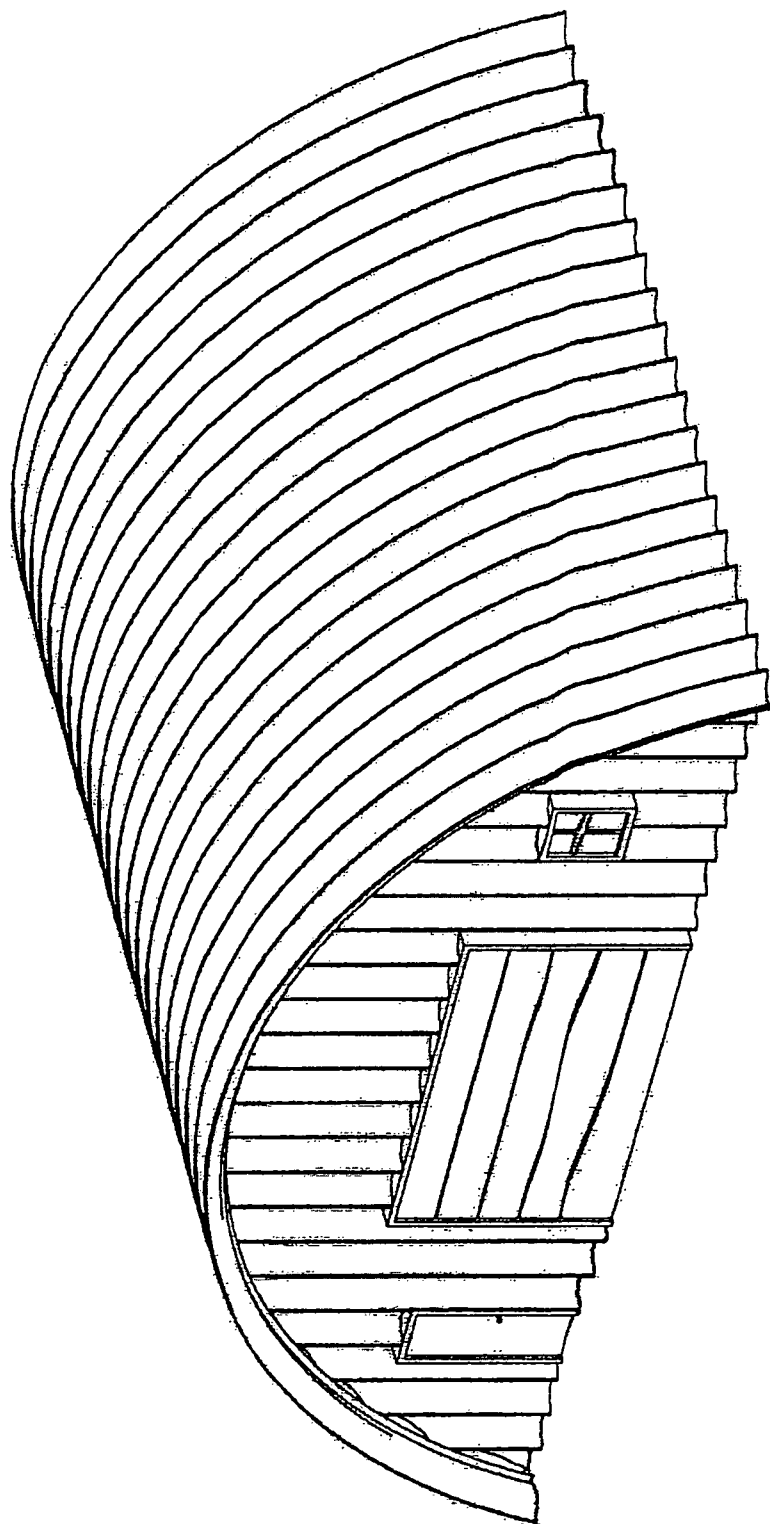


圖 6

104年9月5日修(慶)正替換頁

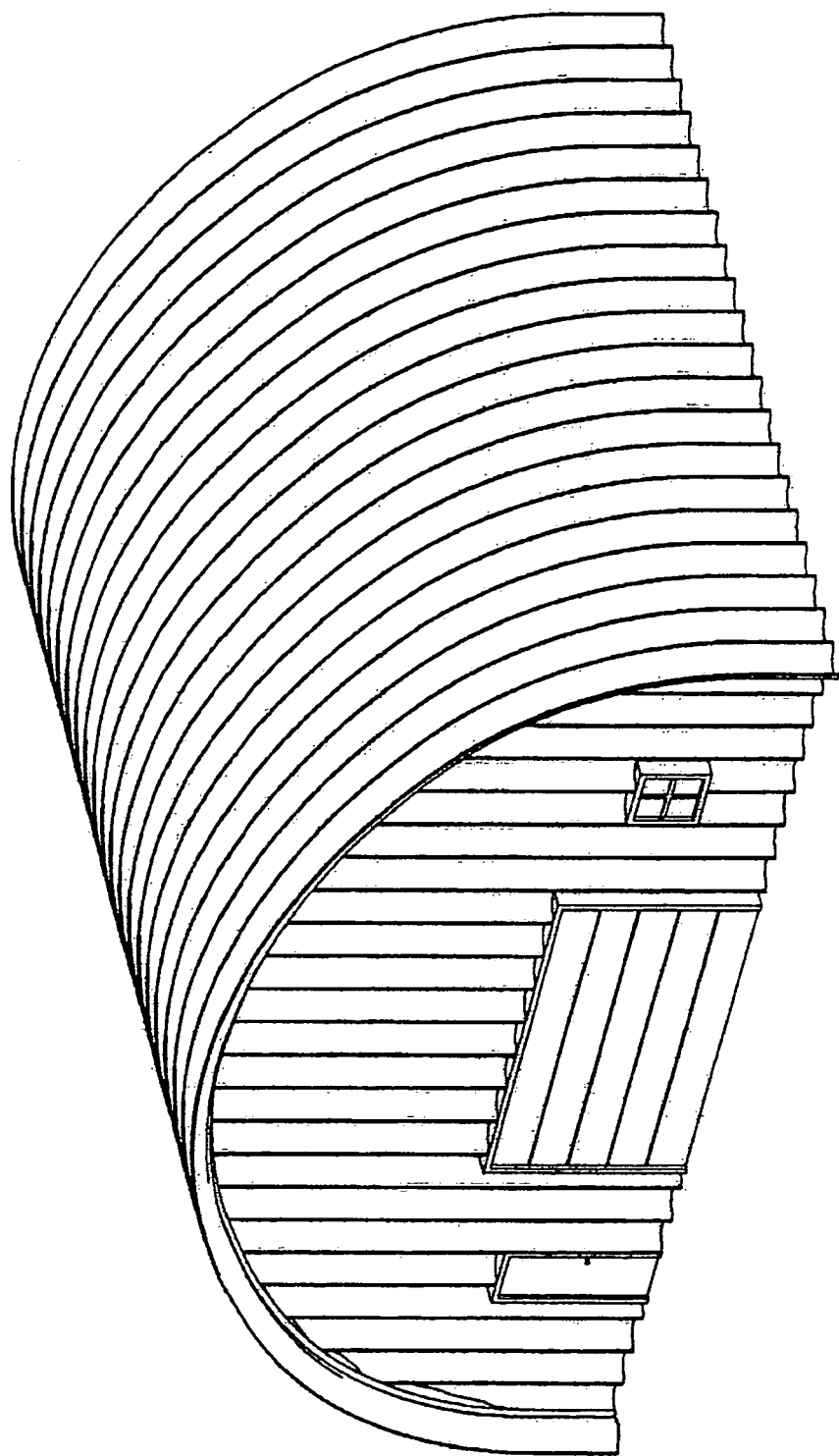


圖 7

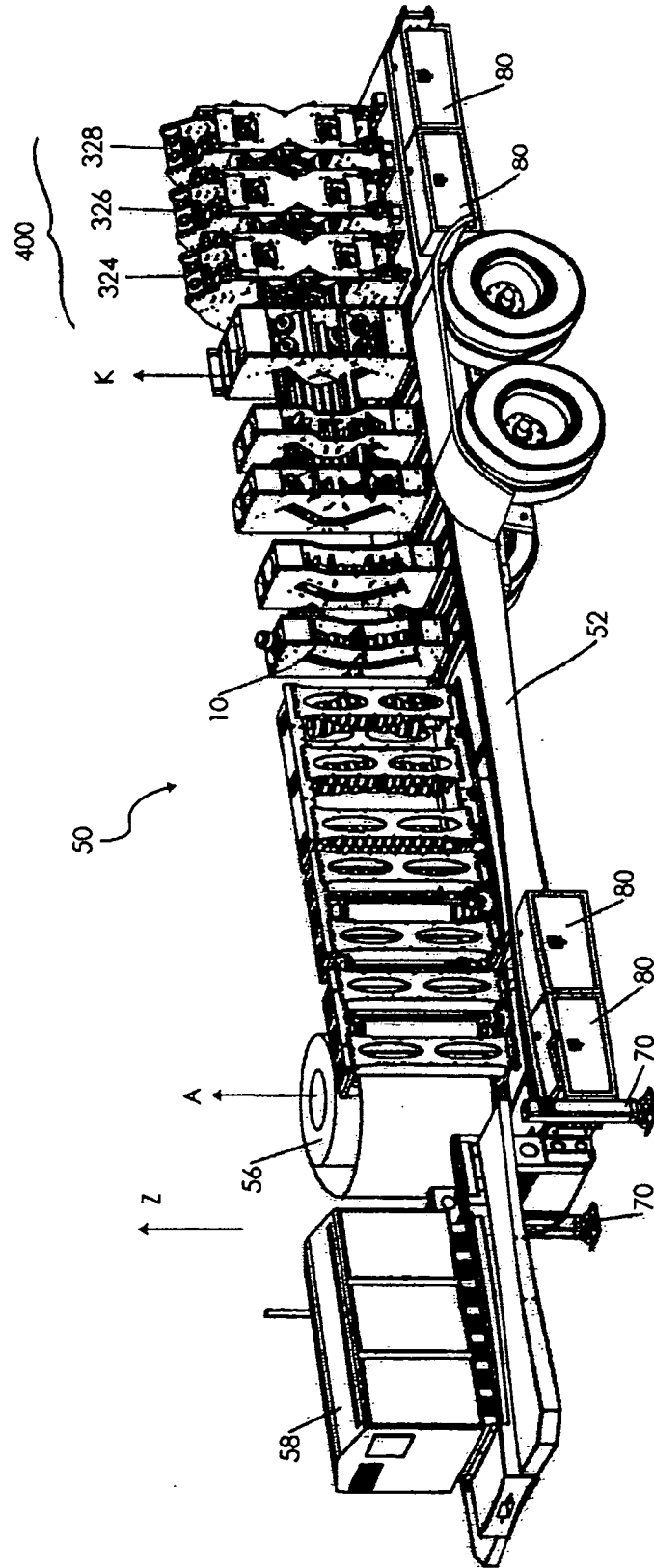


圖 8A

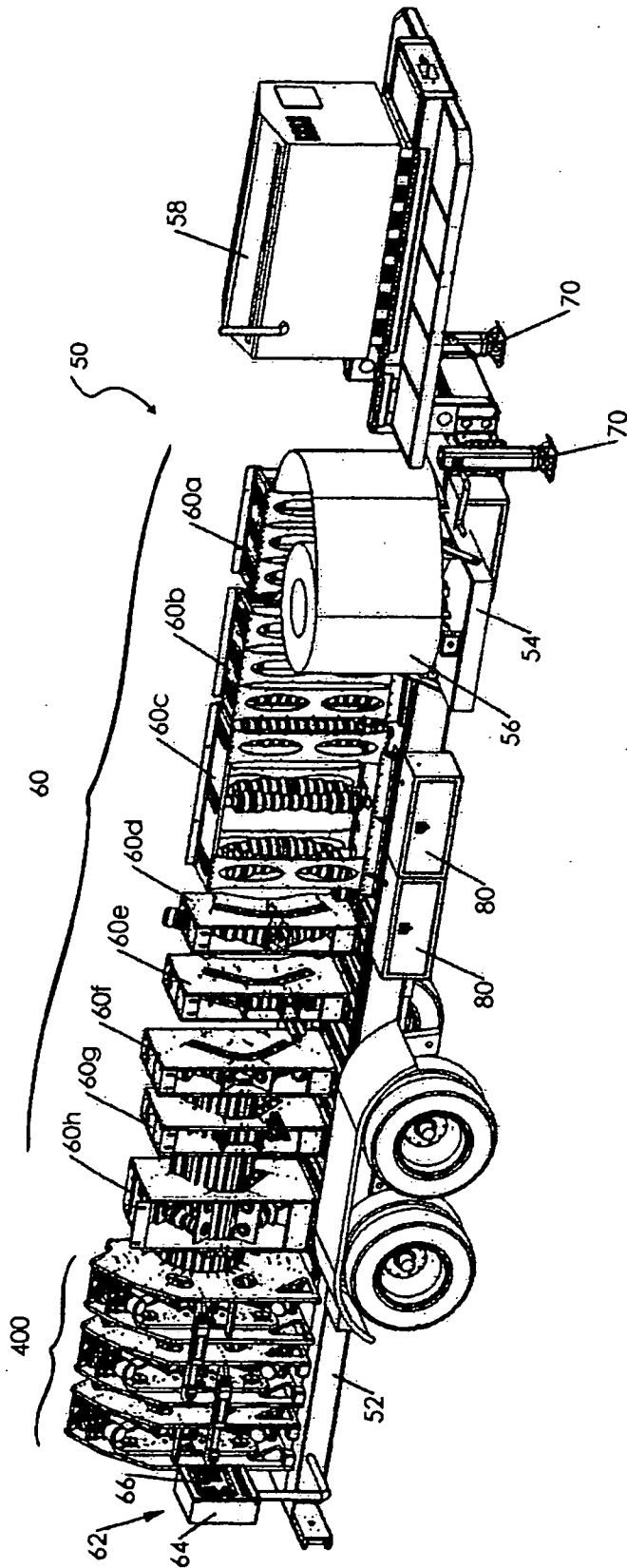


圖 8B

04年9月15日修(東)正替換頁

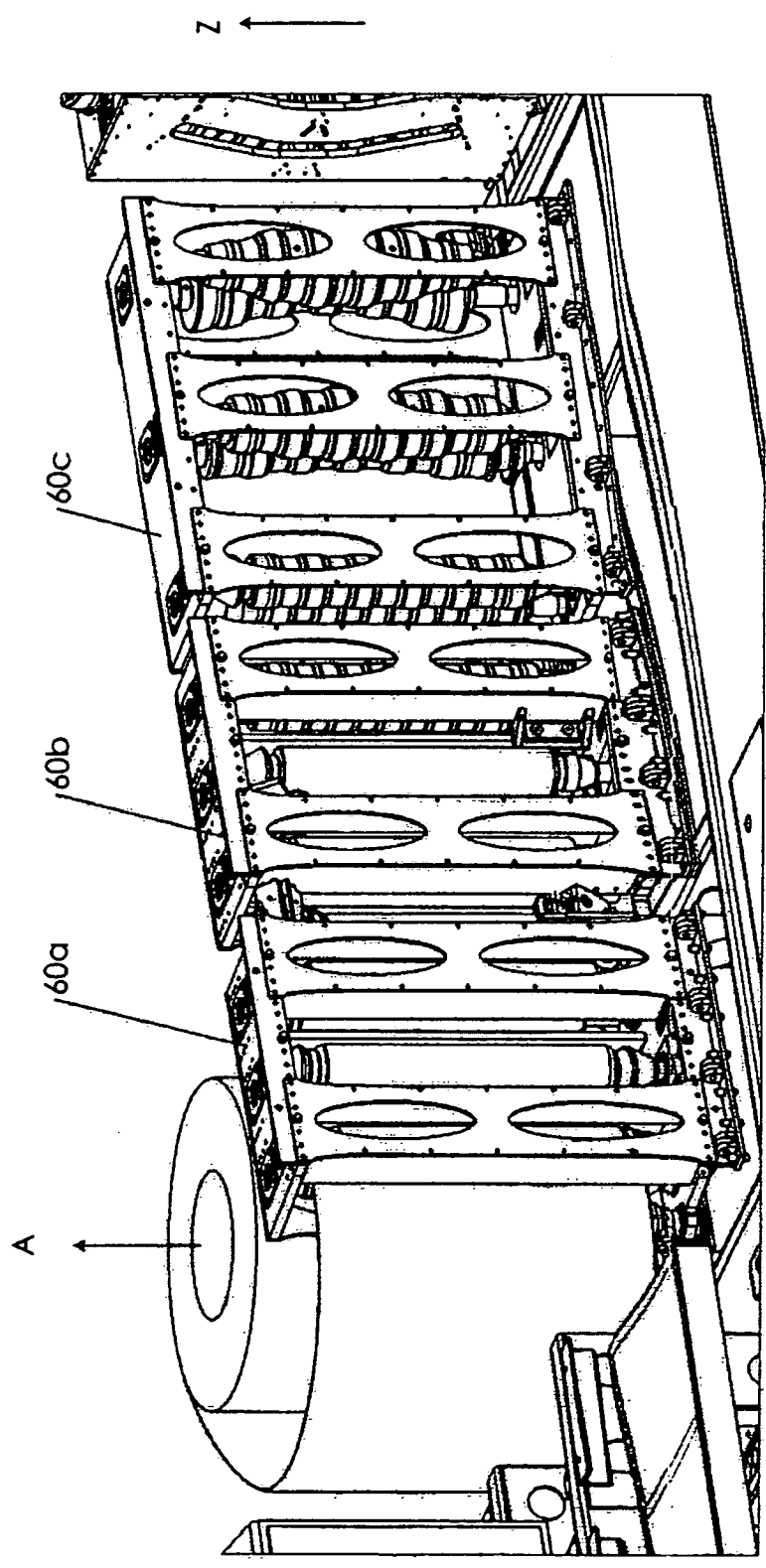


圖 8C

04年9月5日修(更)正替換頁

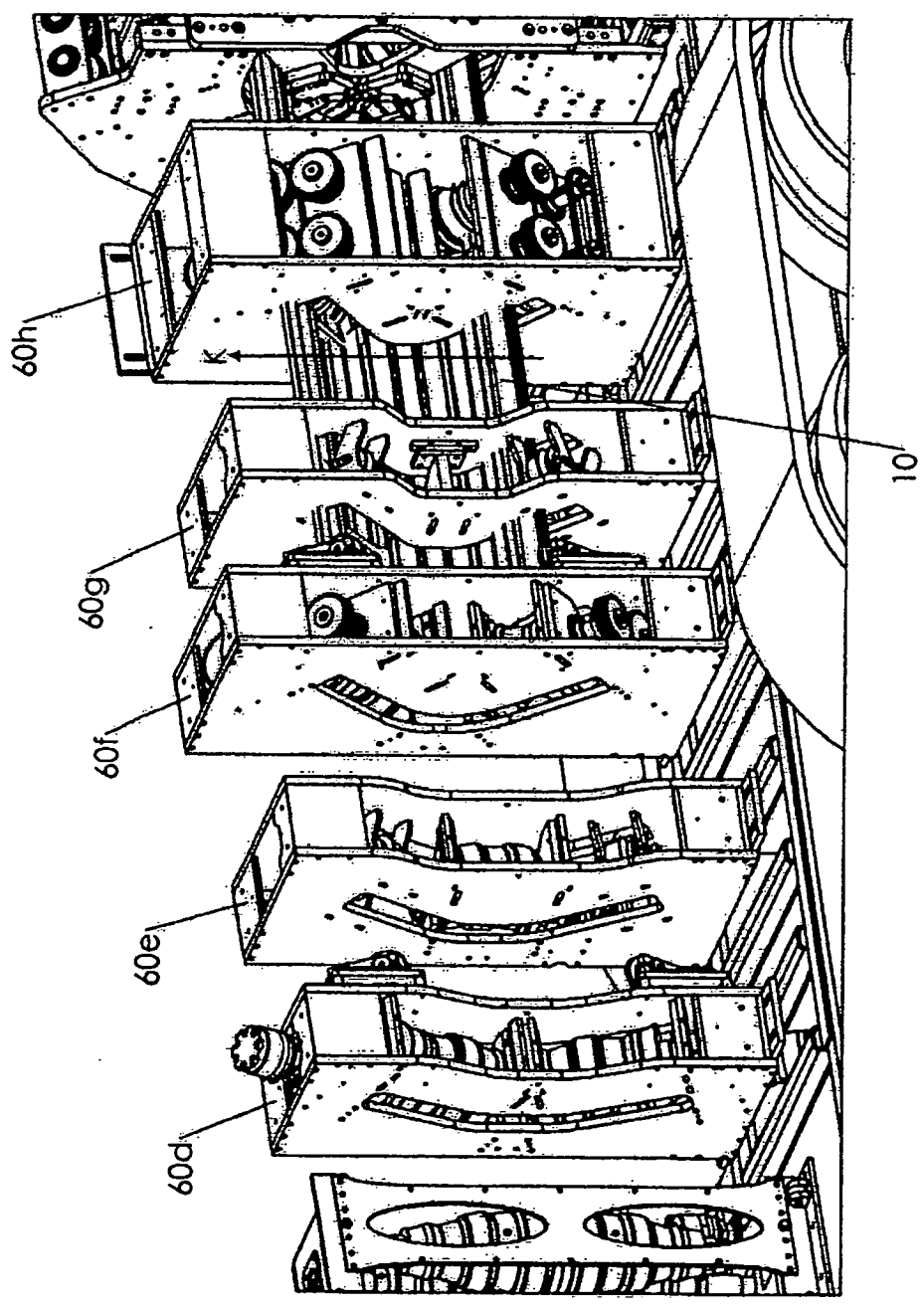


圖 8D

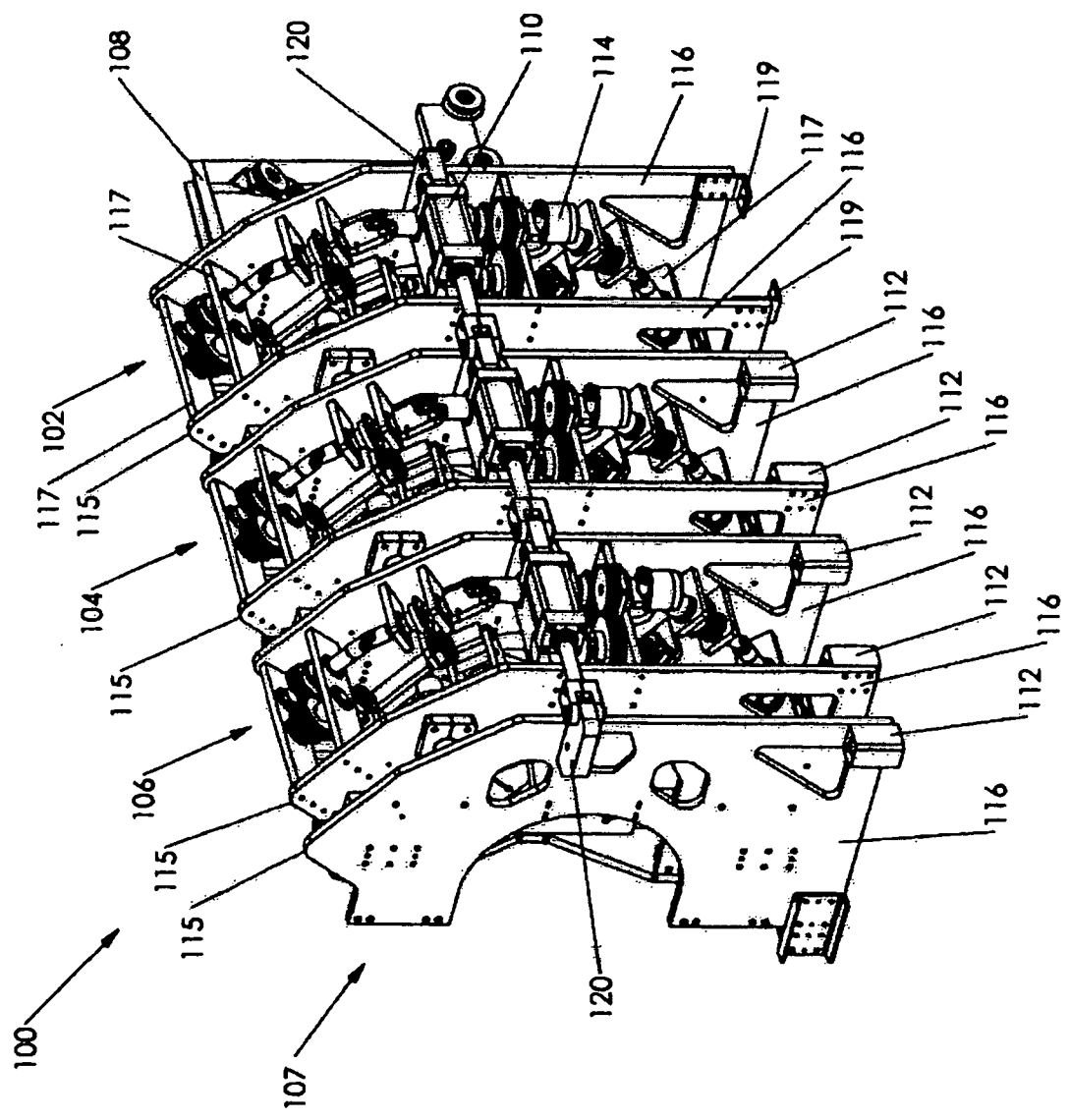


圖 9

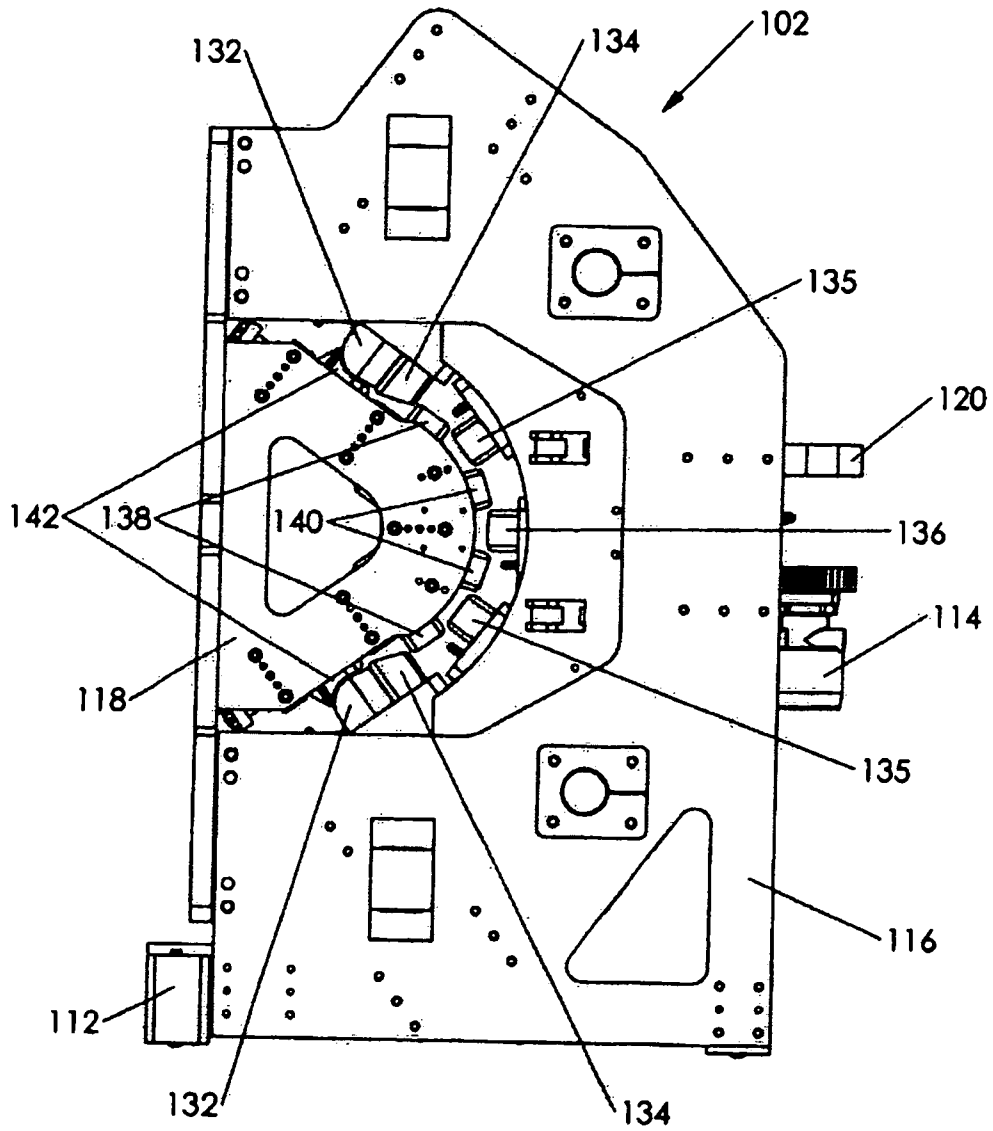


圖 10

104年9月5日修(東)正替換頁

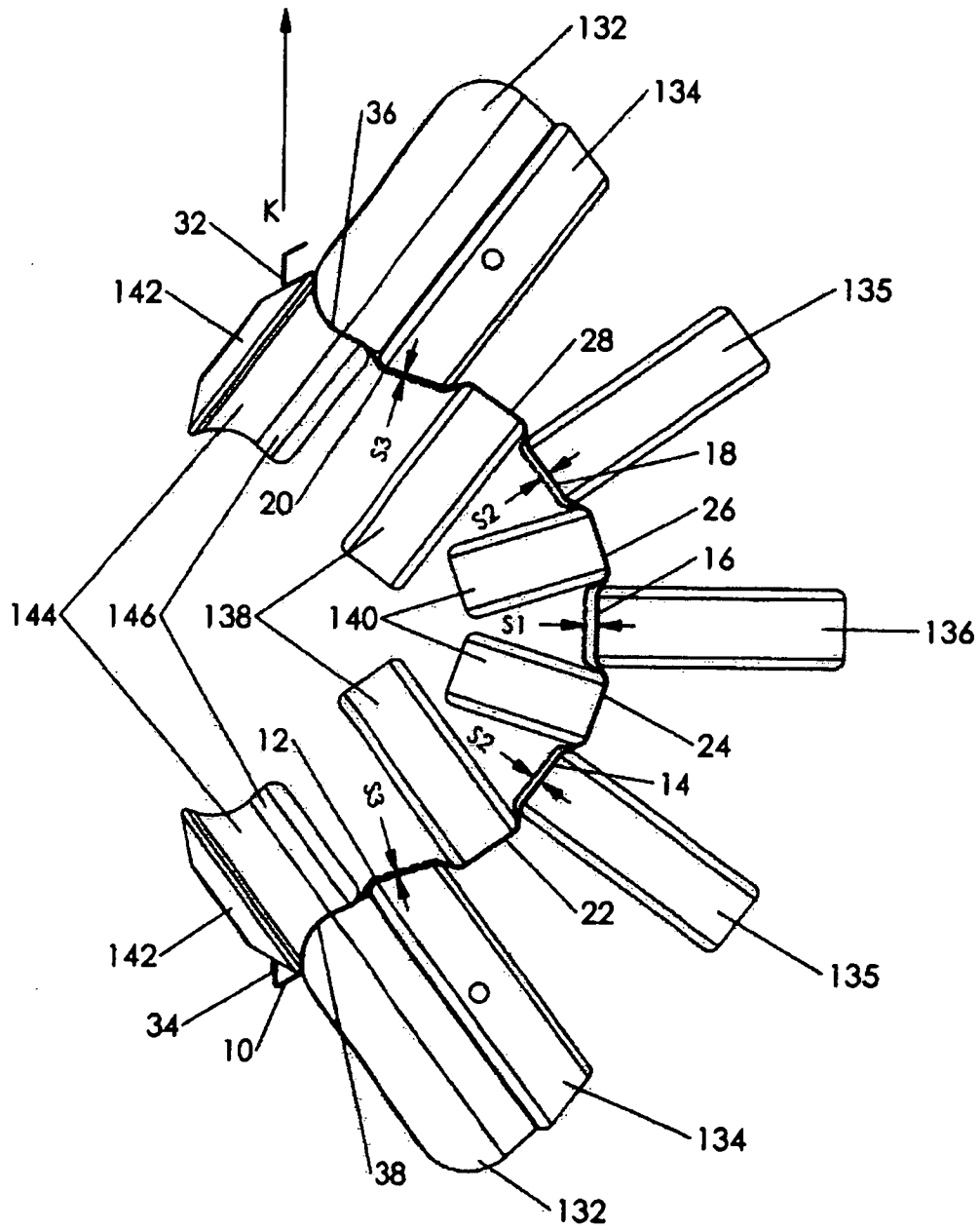


圖 11

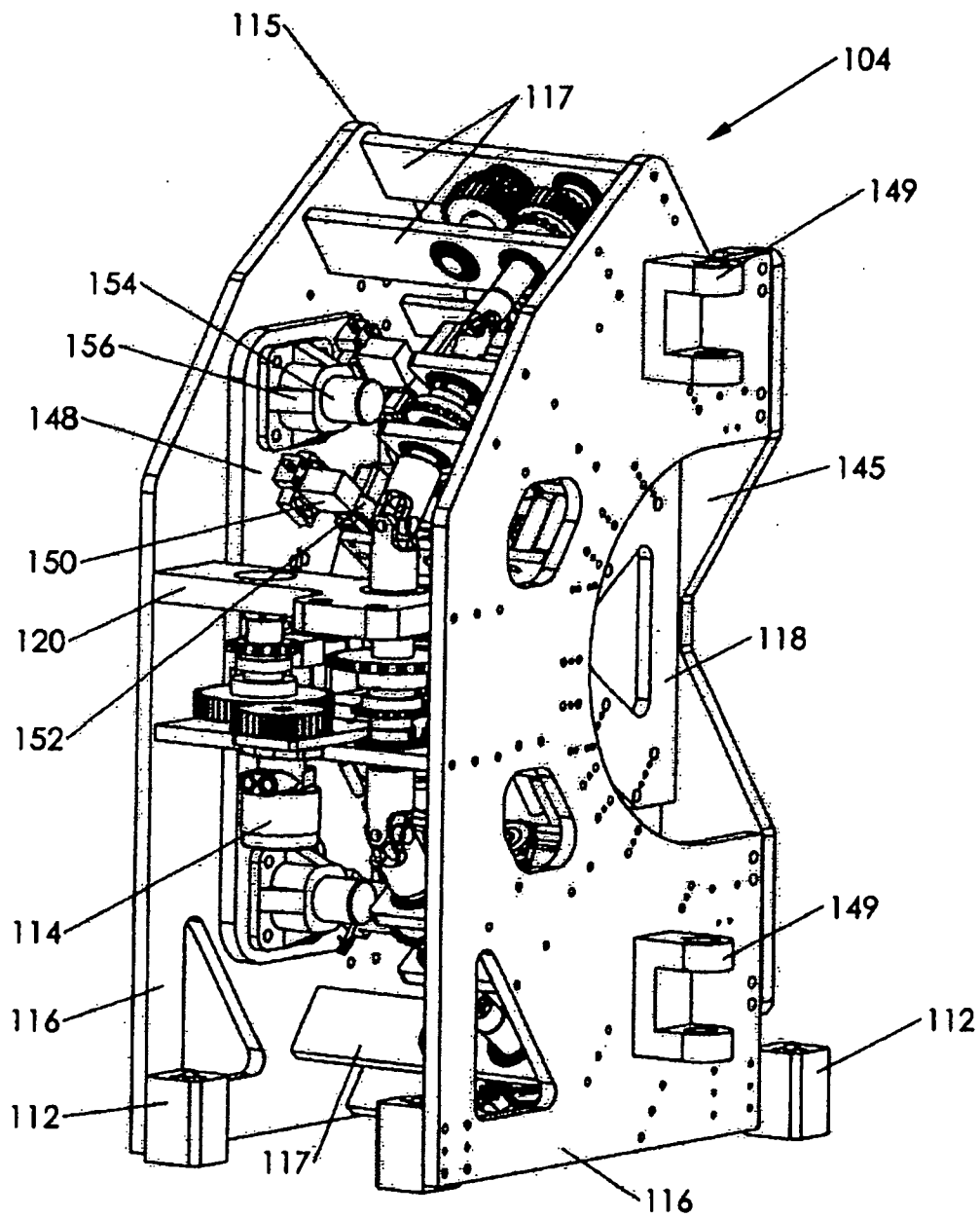


圖 12

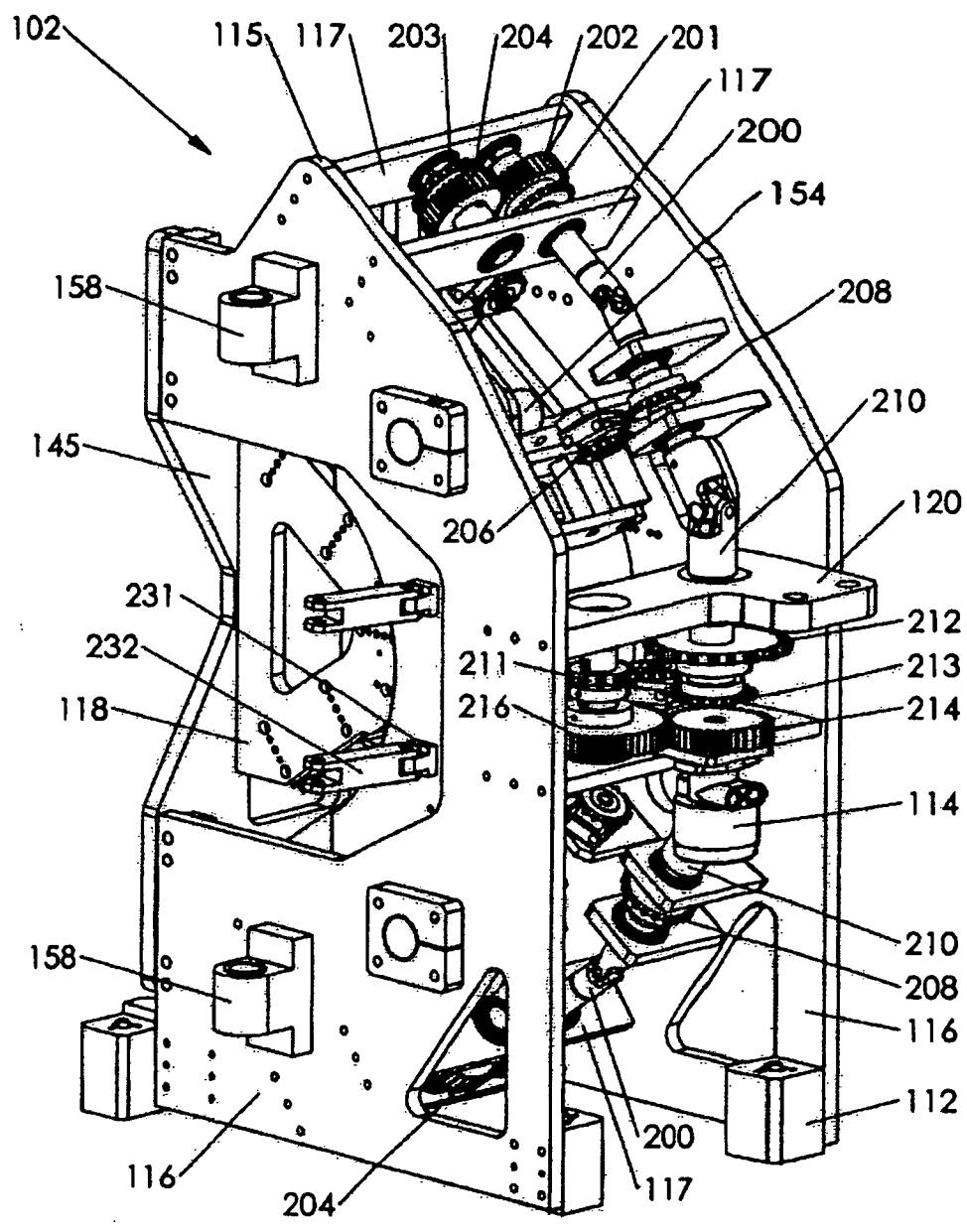


圖 13

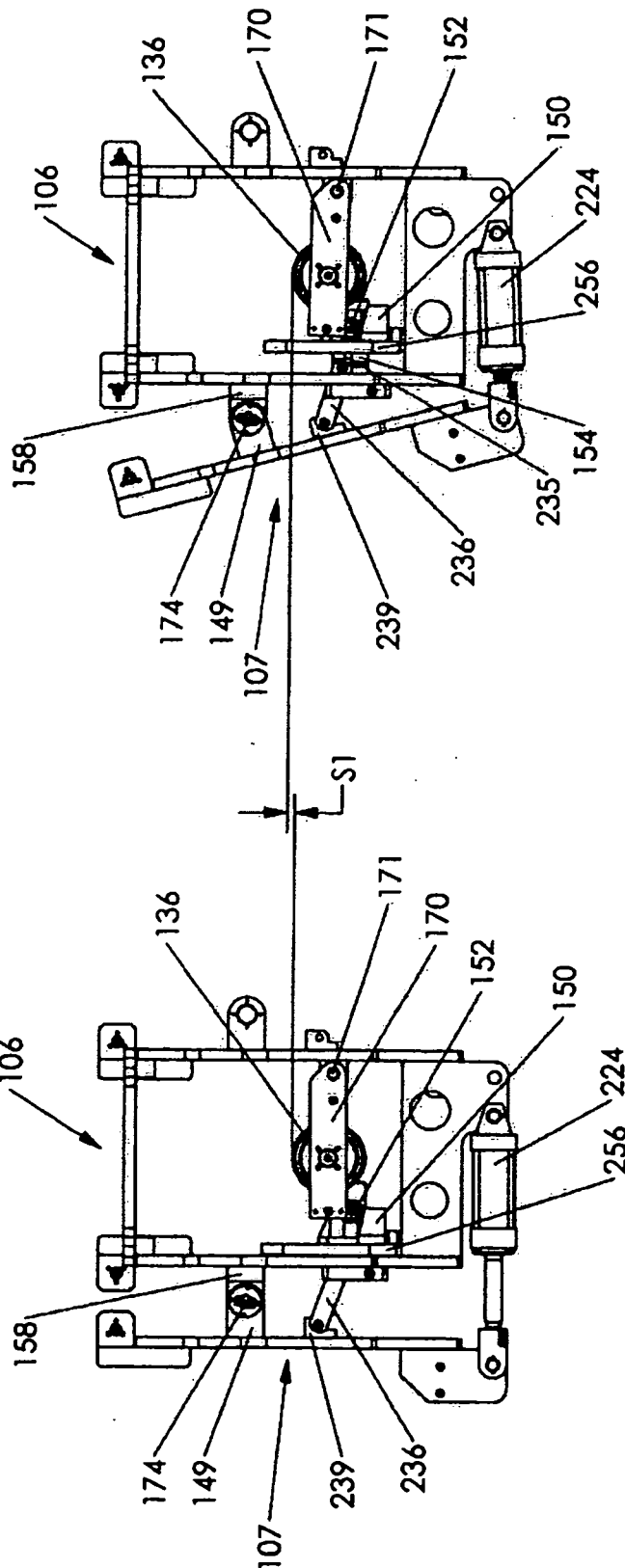


圖 15

圖 14

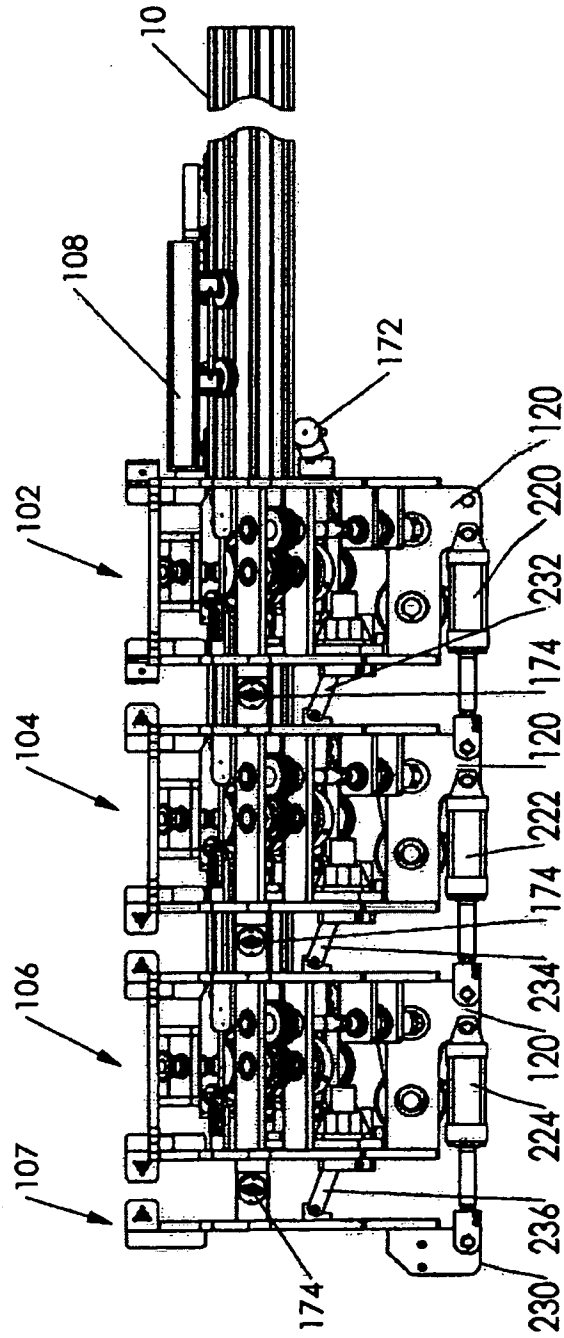


圖 16

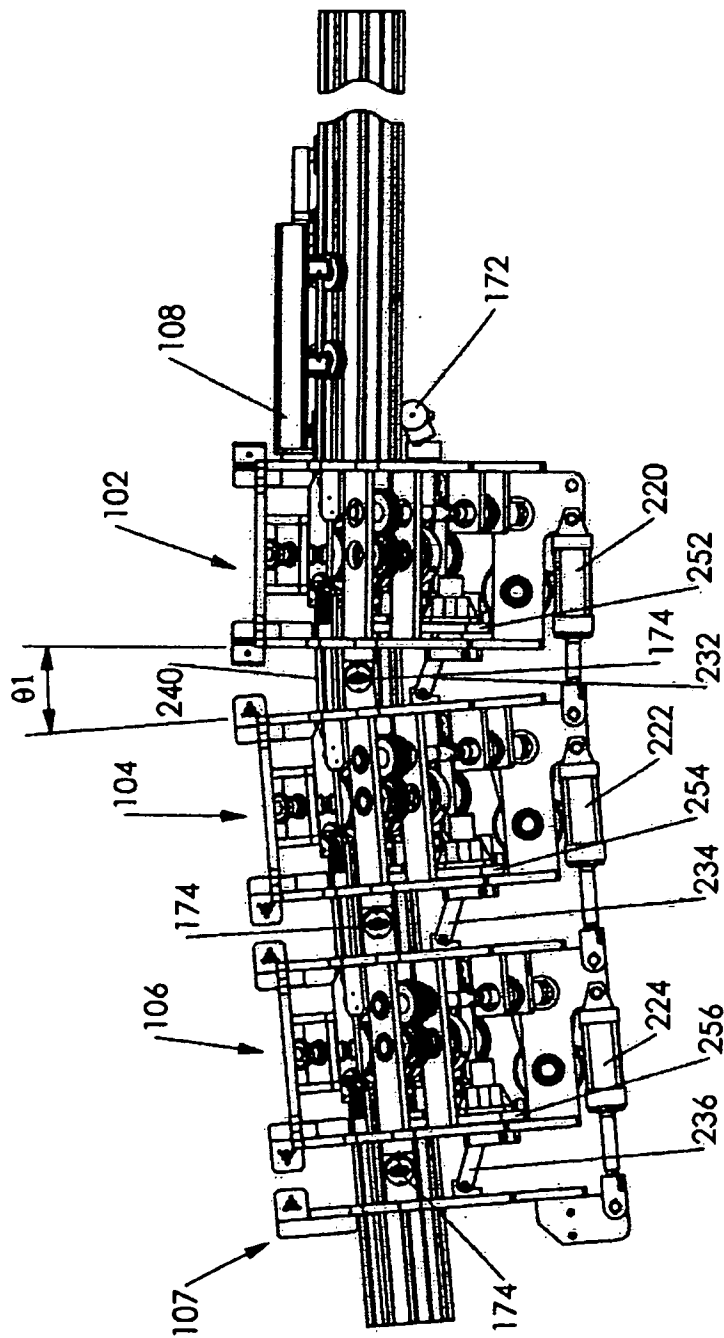


圖 17

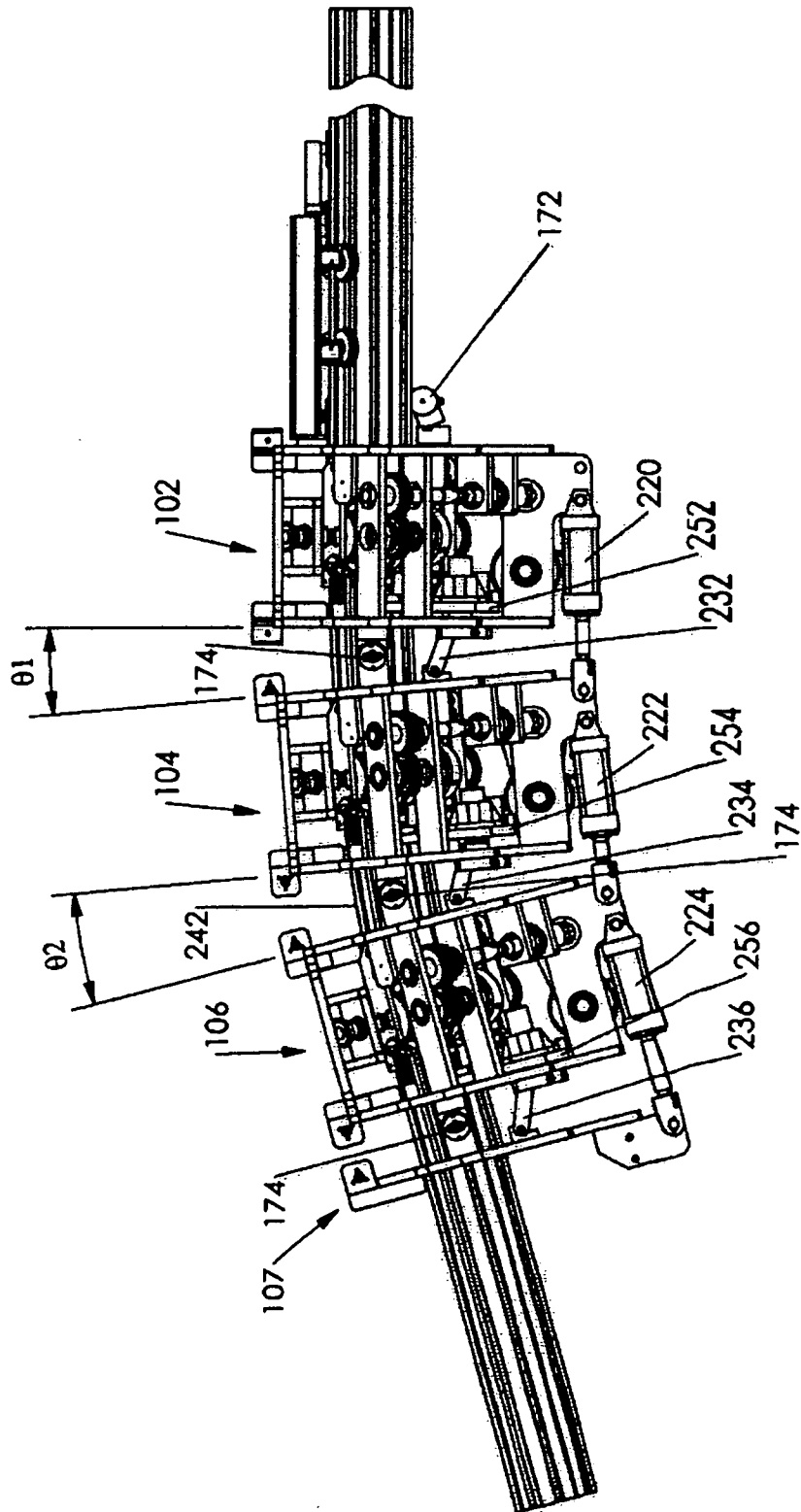


圖 18

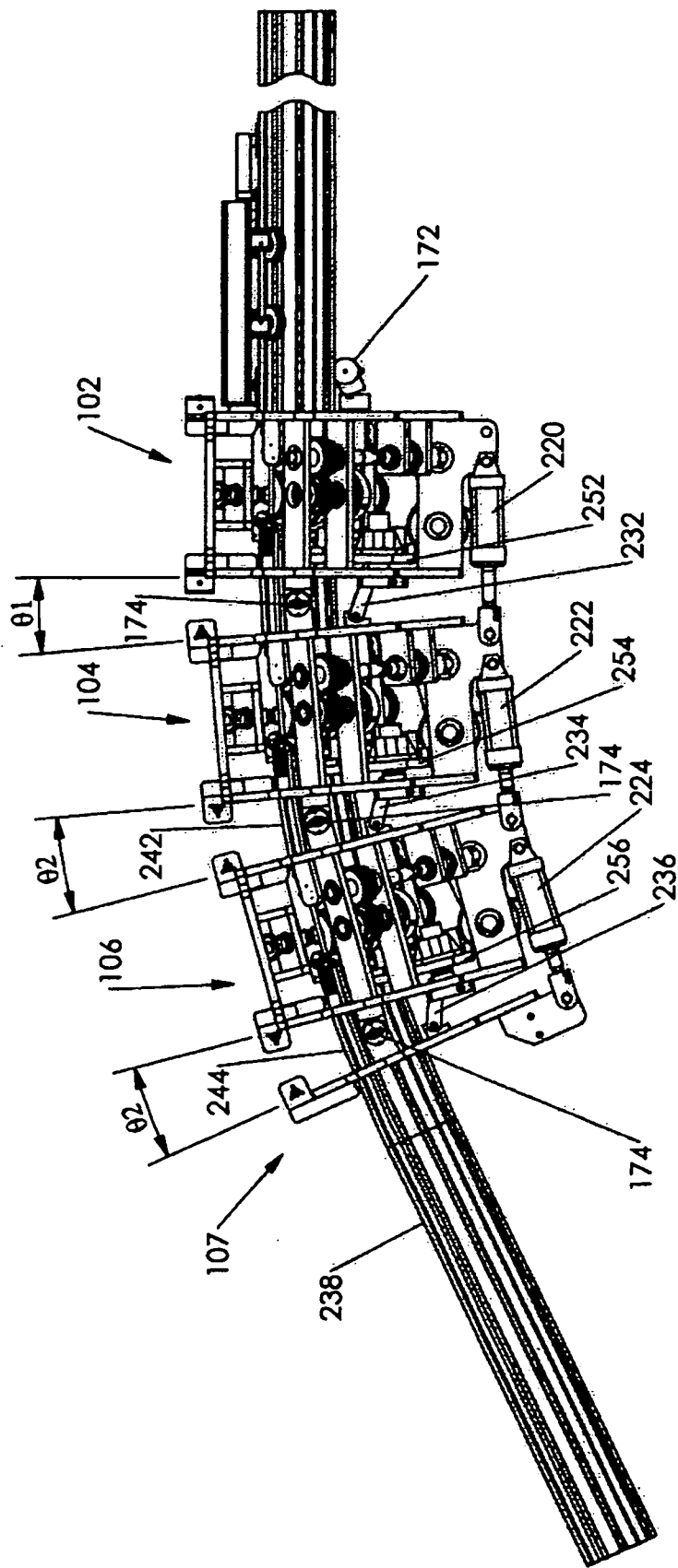


圖 19

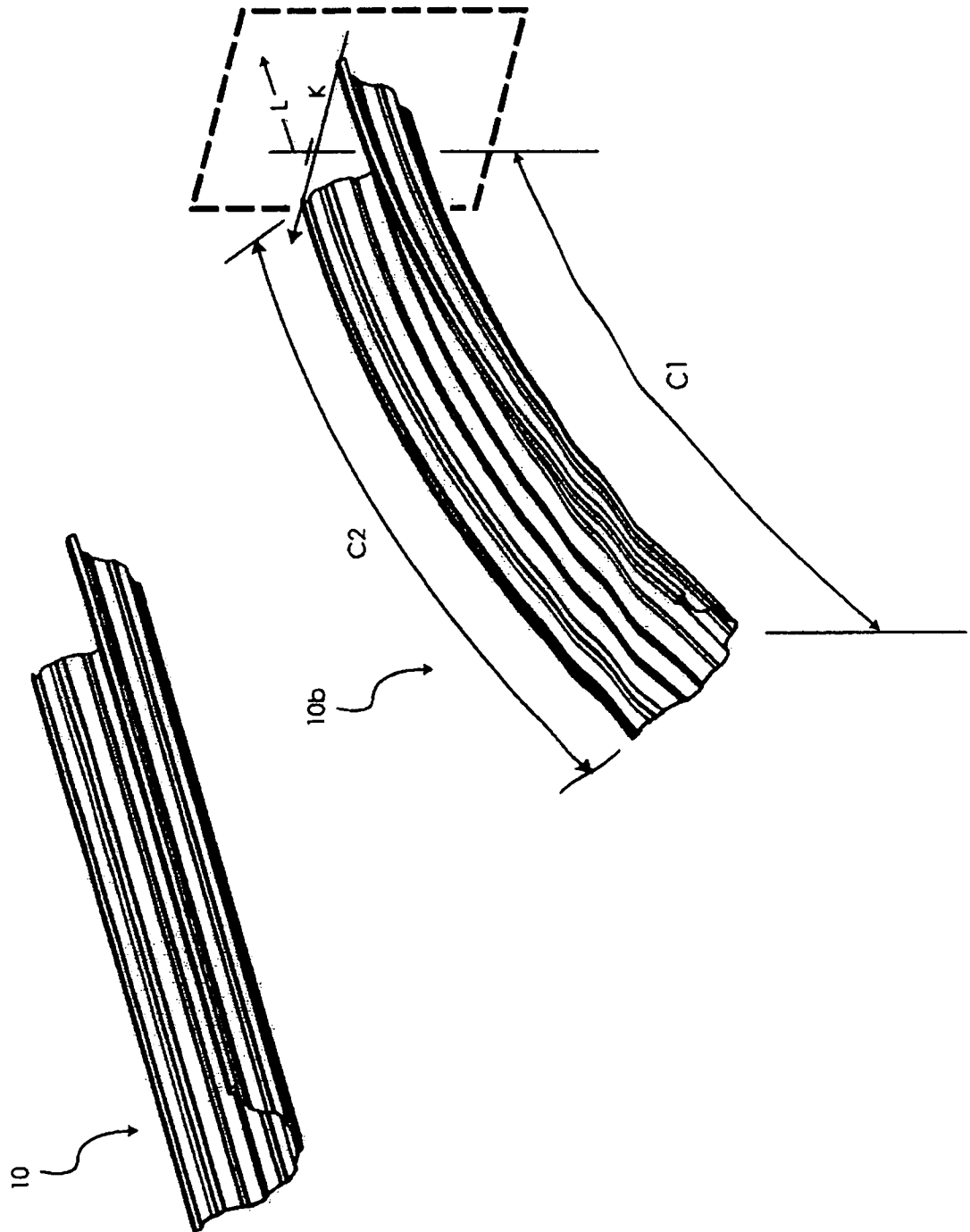


圖 20

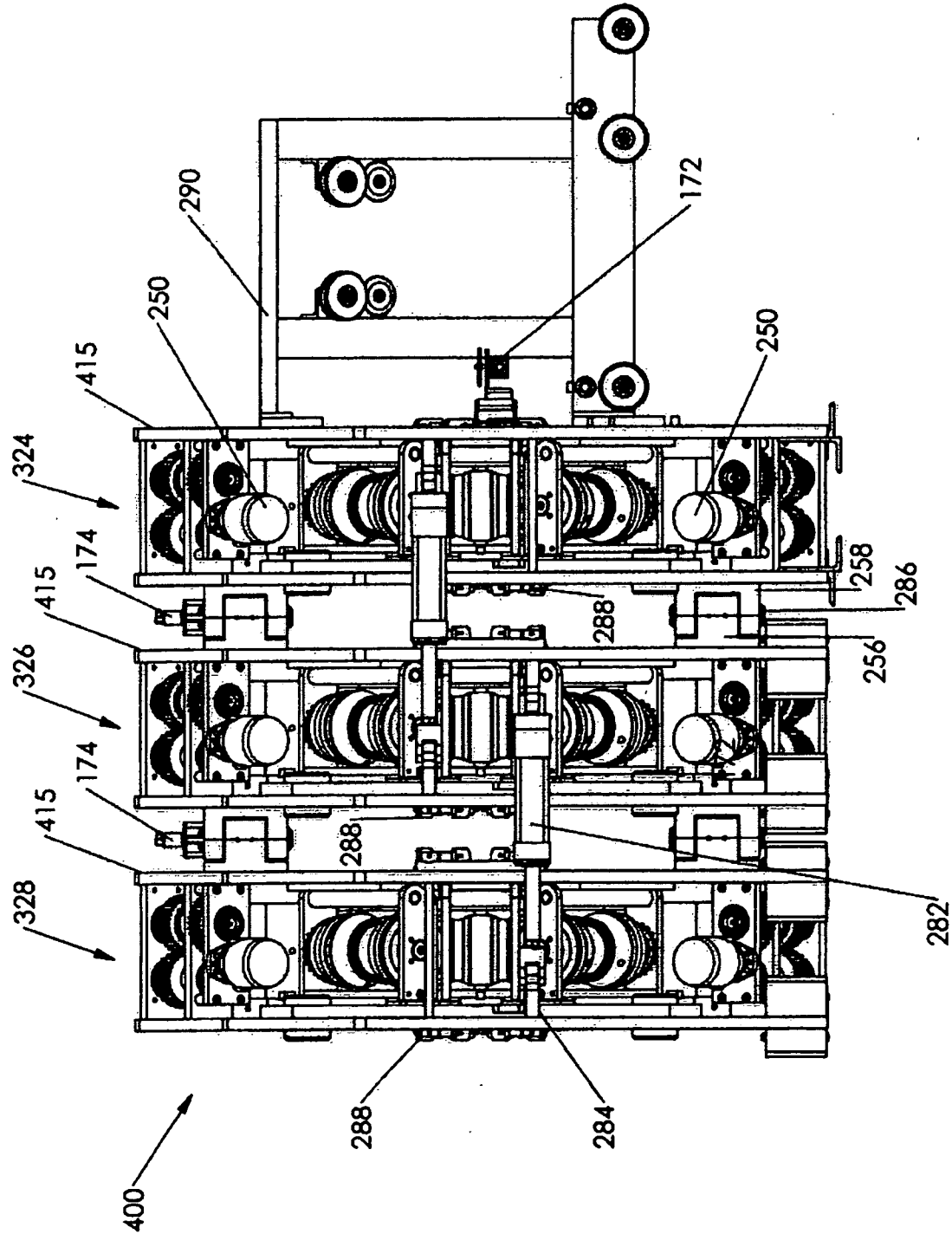


圖 22

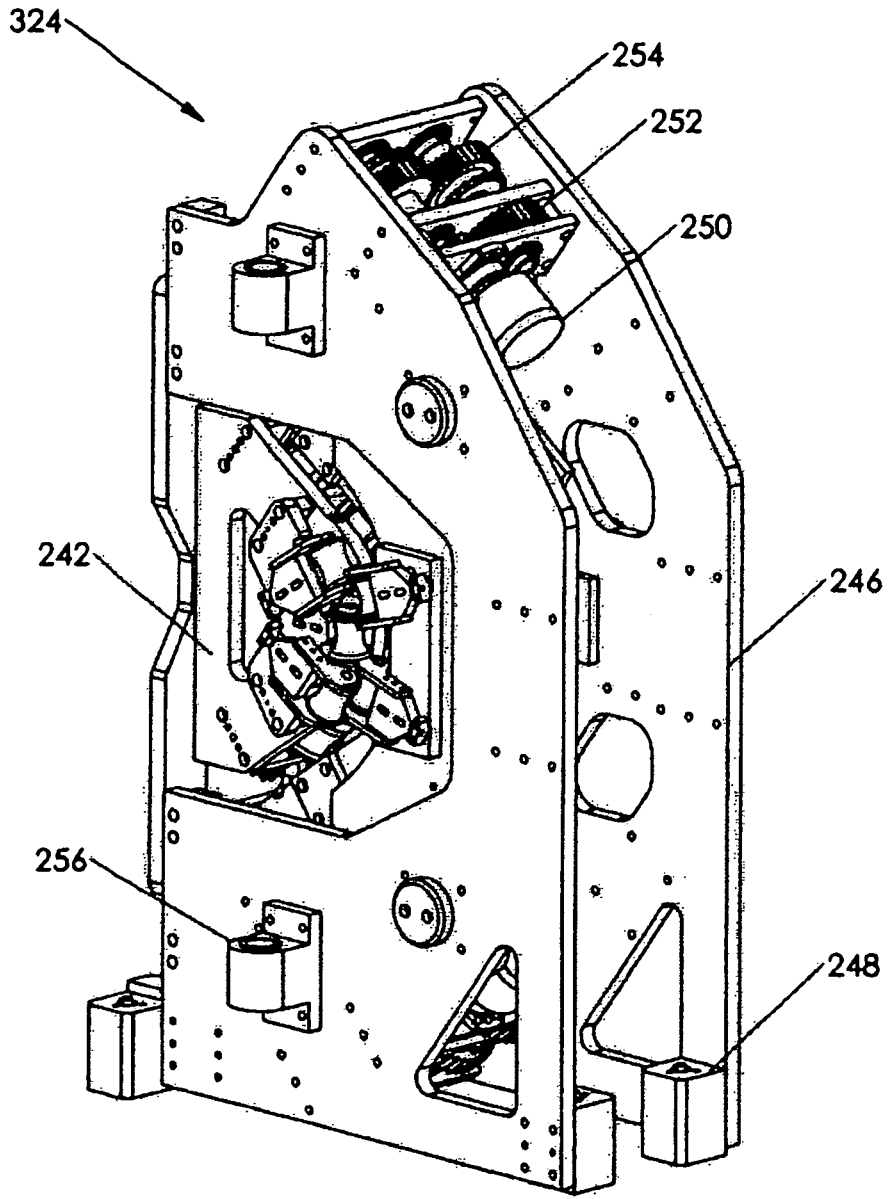


圖 23

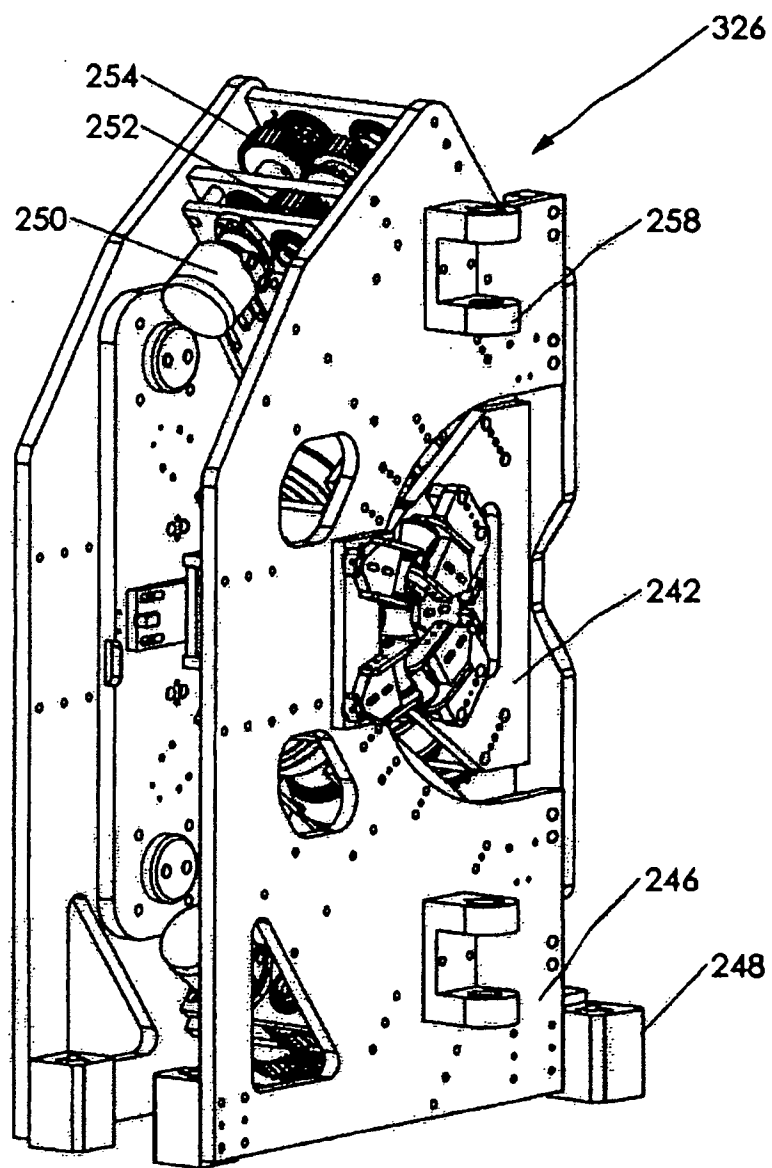


圖 24

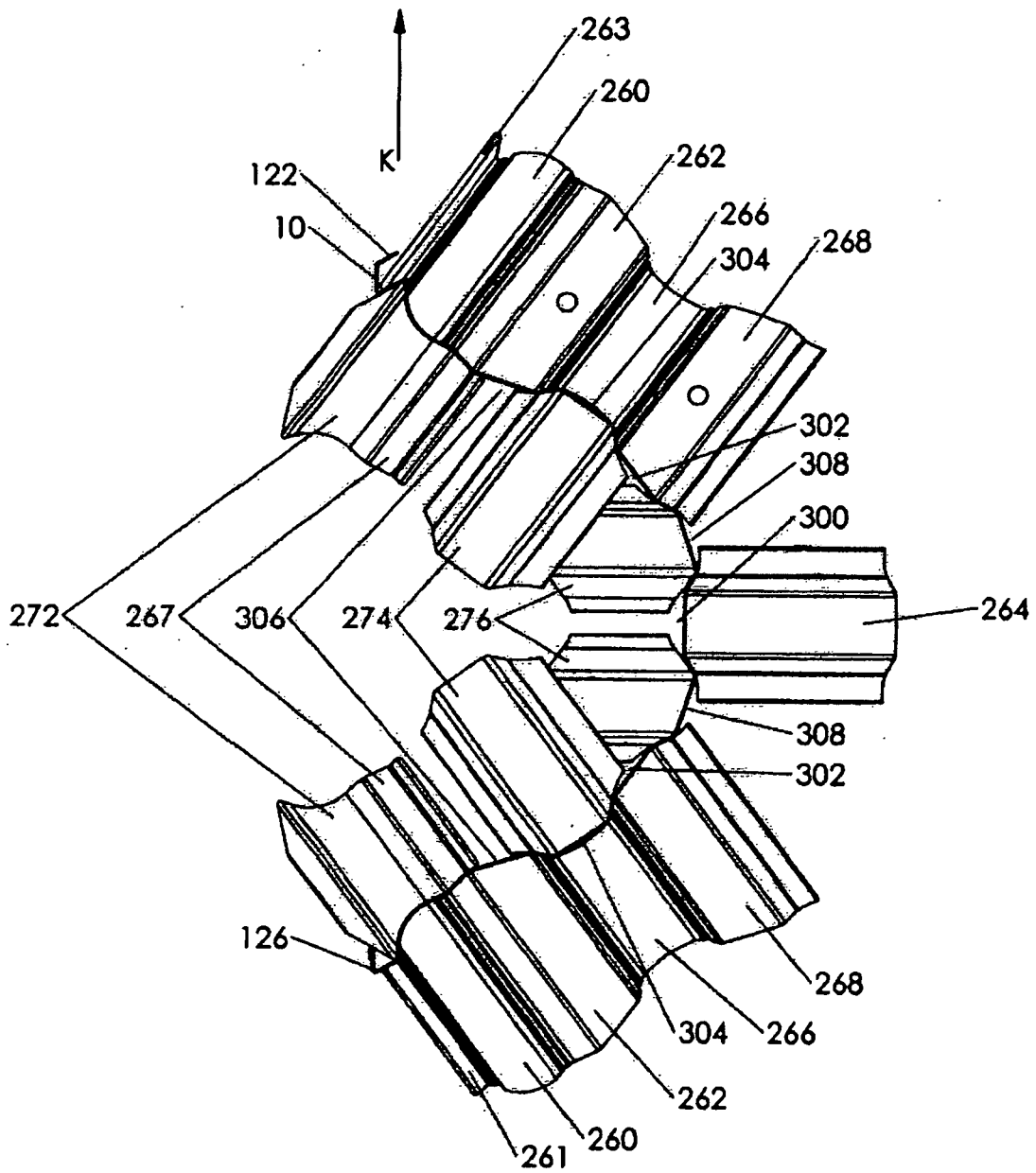


圖 25

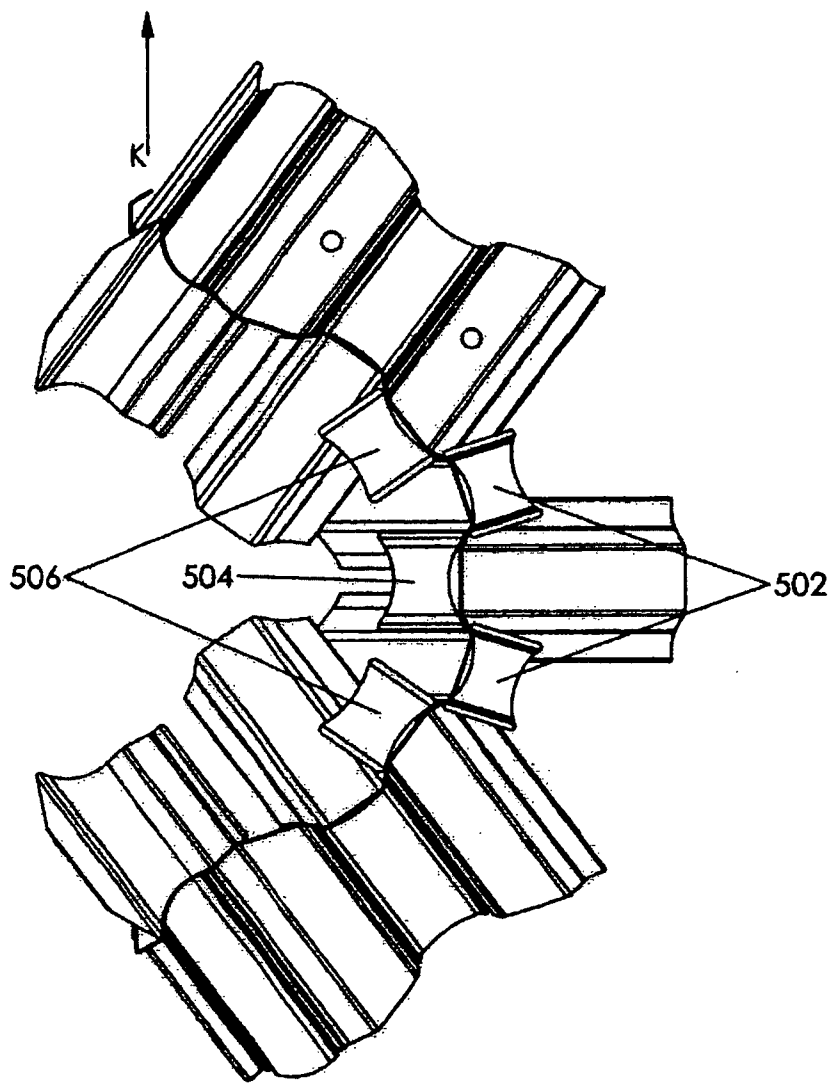


圖 26

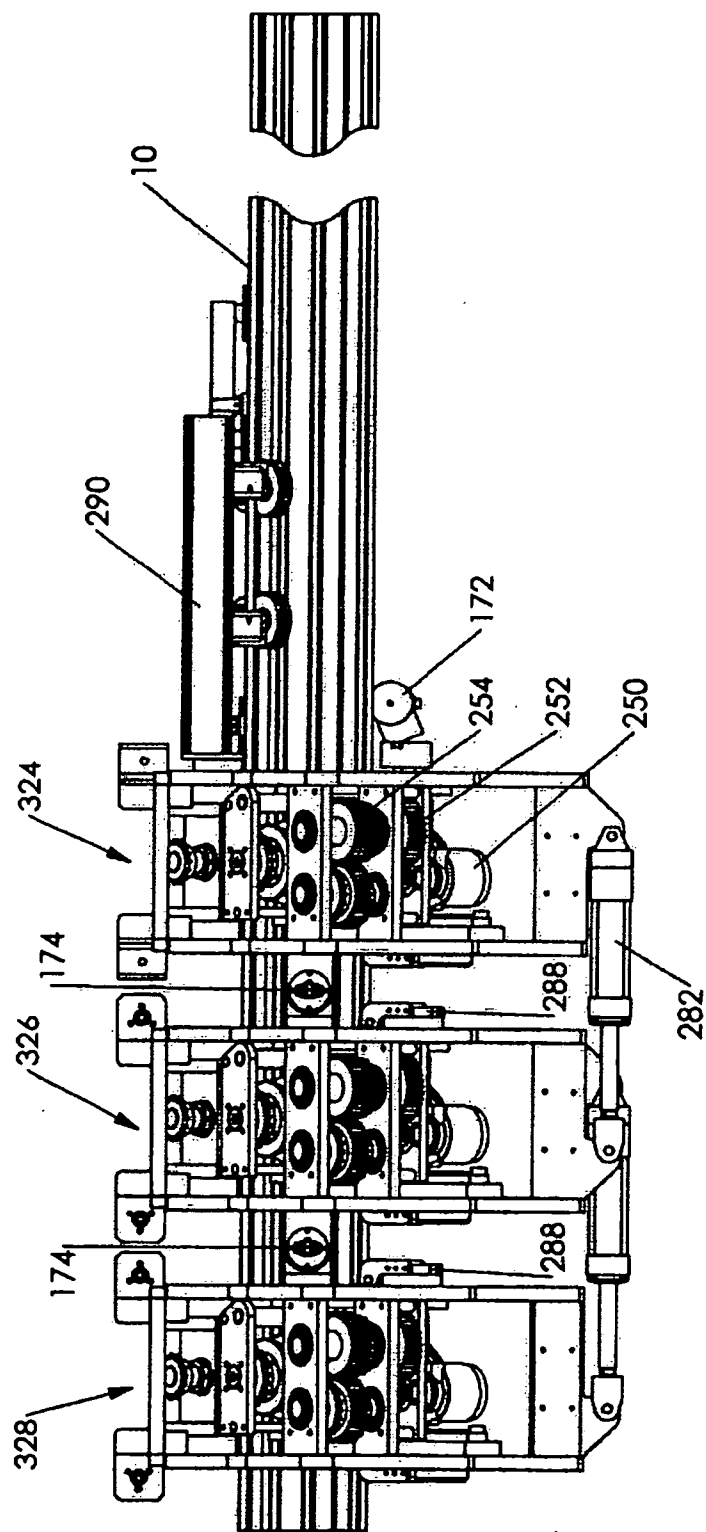


圖 27

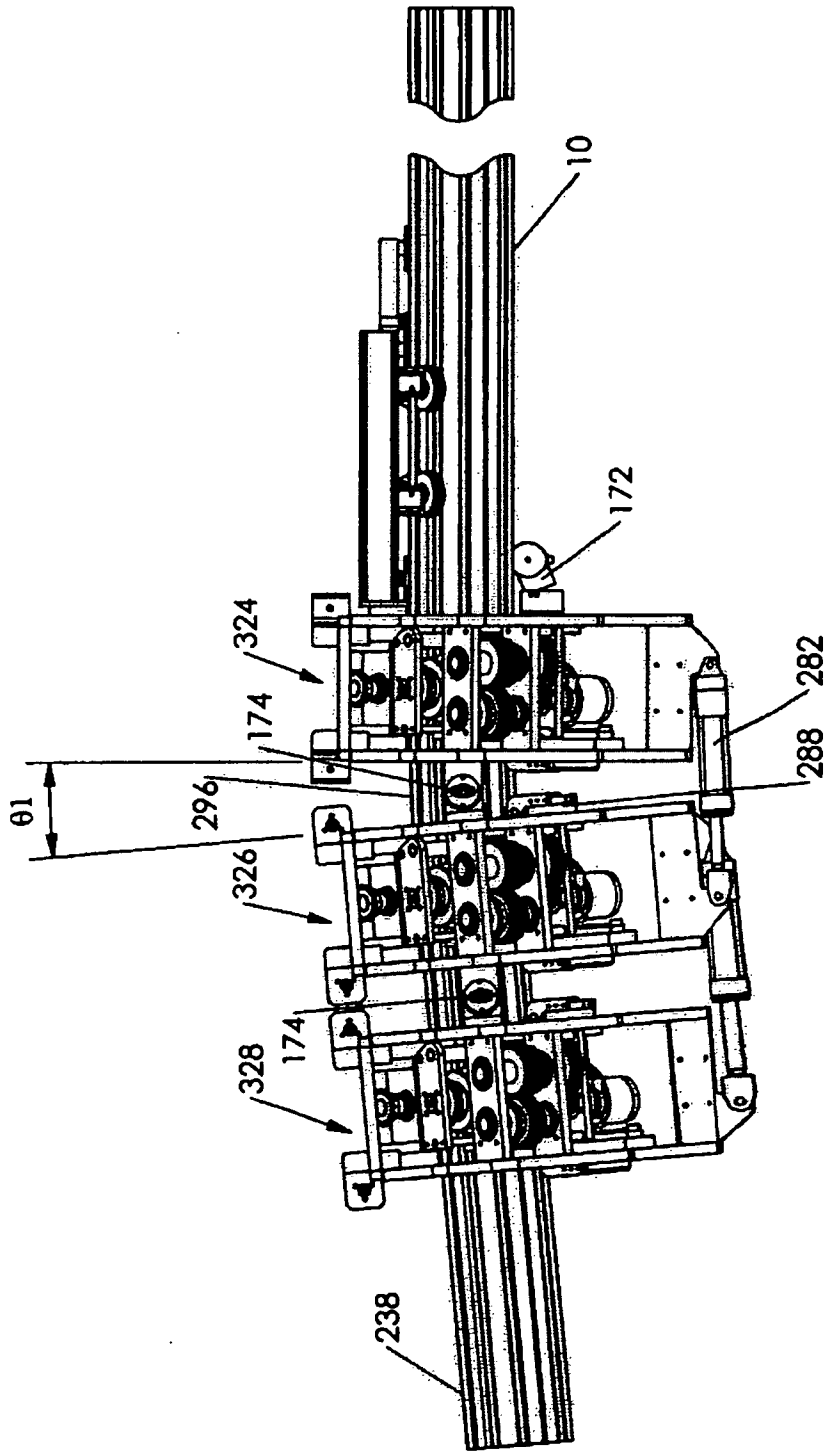


圖 28

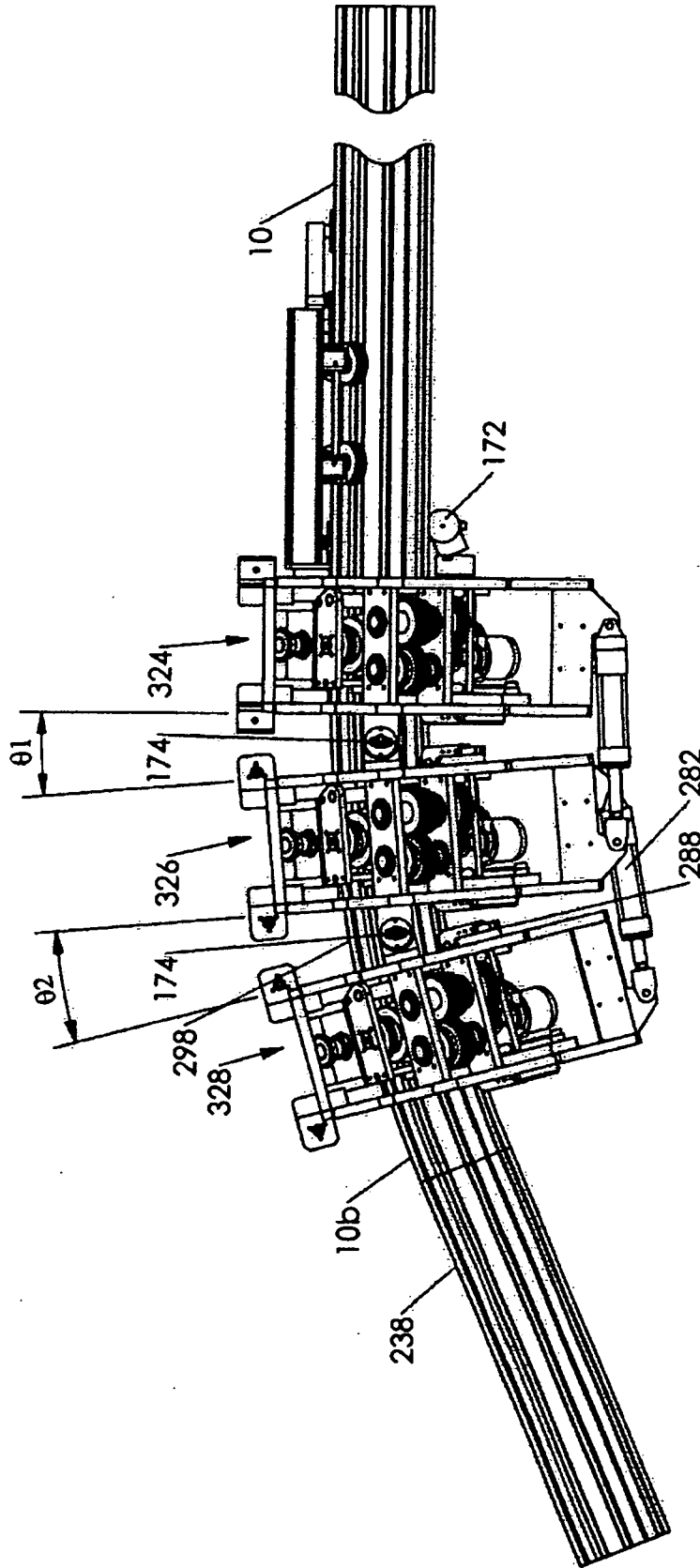


圖 29

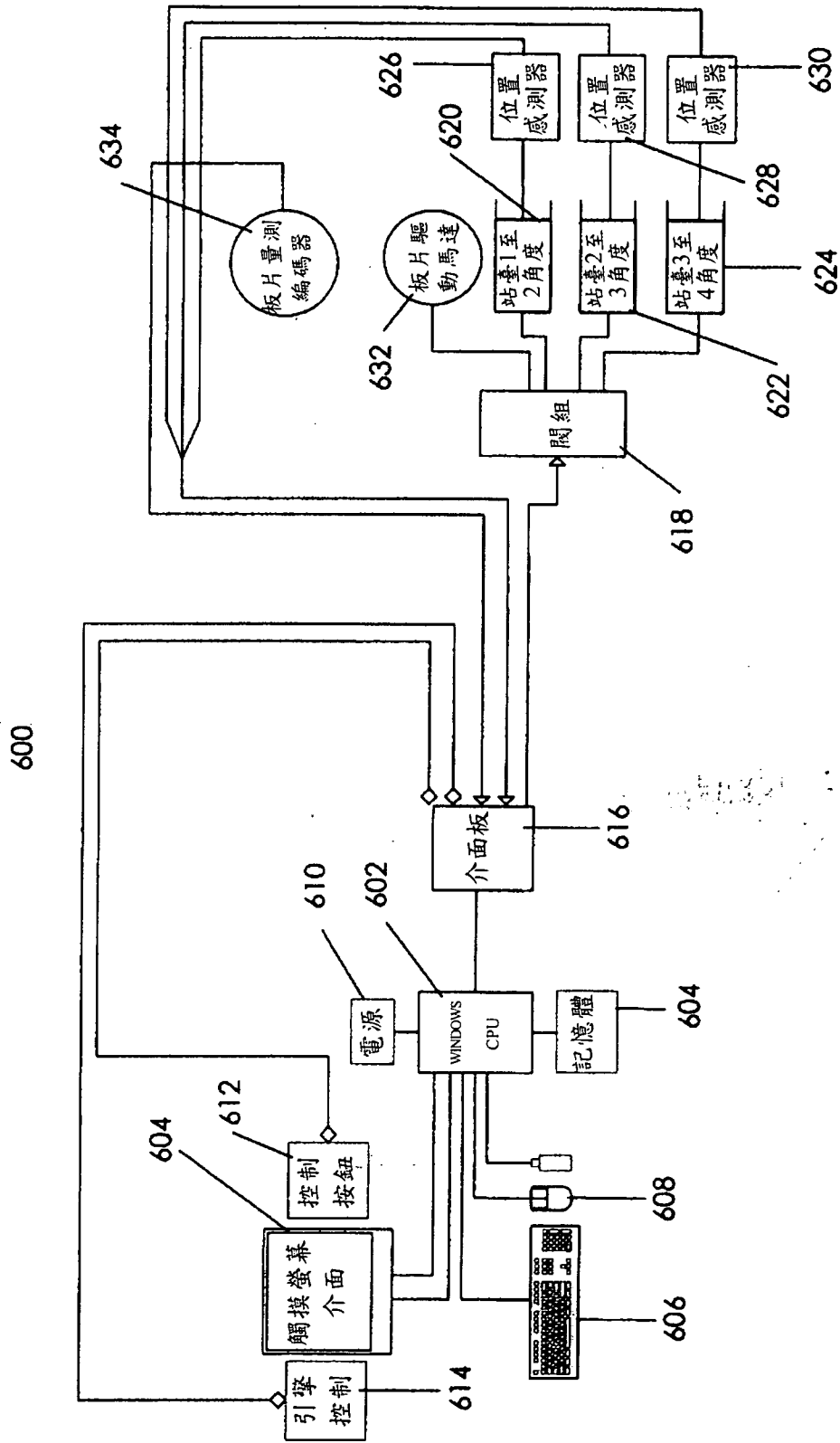


圖 30

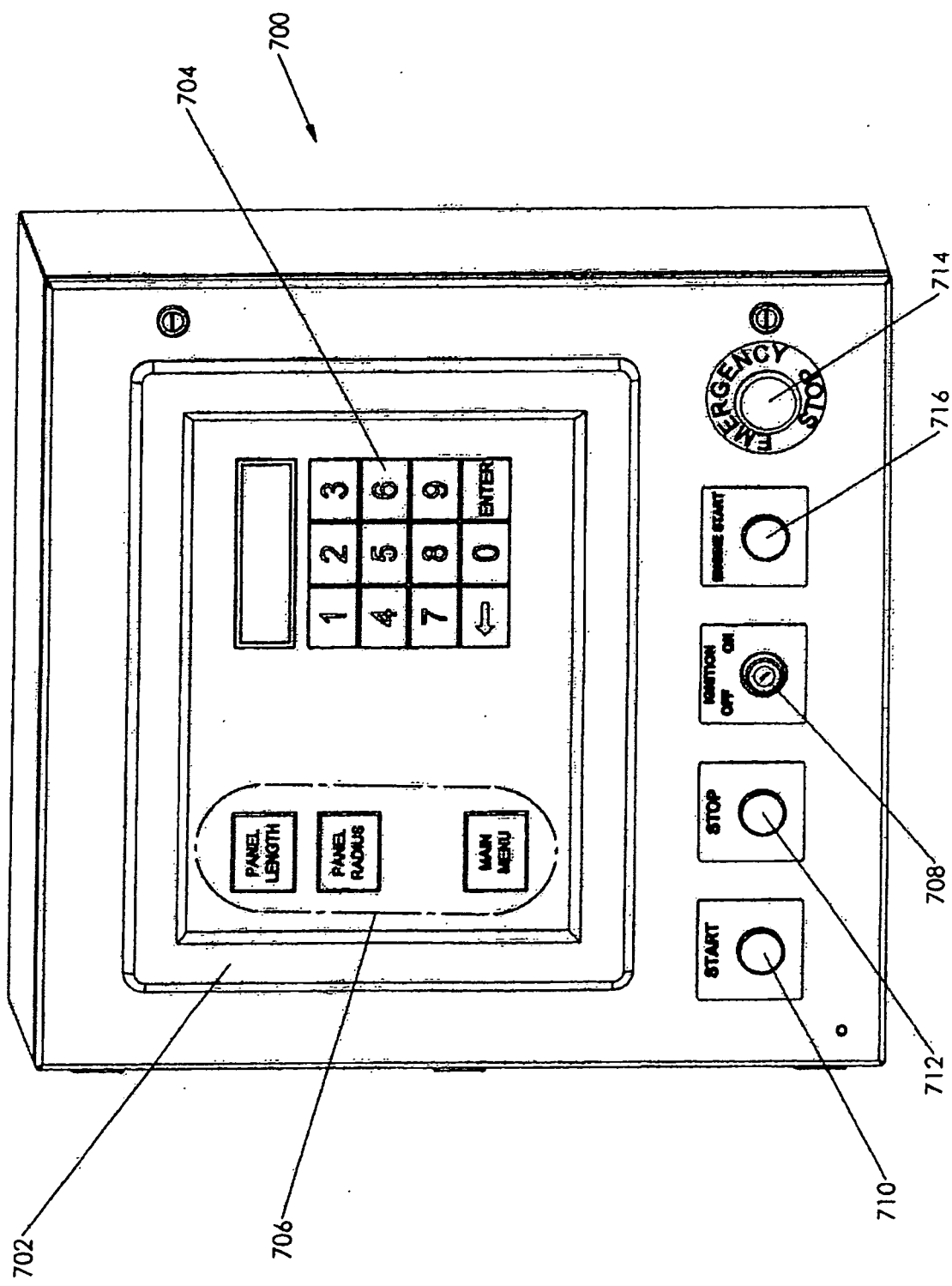


圖 31