



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202200892 A

(43)公開日：中華民國 111 (2022) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：110121228

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 06 月 10 日

(51)Int. Cl.：

*F01D15/10 (2006.01)**F02C7/04 (2006.01)**H02K7/18 (2006.01)**H02K9/22 (2006.01)*

(30)優先權：2020/06/22

美國

16/908,726

(71)申請人：美商佳麗雷歐科技股份有限公司 (美國) GALILEO TECHNOLOGIES CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：迪歐坎葡 歐斯伐多 DEL CAMPO, OSVALDO (AR)

(74)代理人：吳冠賜；蘇建太；林志鴻

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：33 共 94 頁

(54)名稱

微型渦輪及其製造方法

(57)摘要

一種微型渦輪，包括渦輪、壓縮機和在單軸上操作的發電機。該微型渦輪被設計成將組件分為三個子組件：微型渦輪發動機子組件、渦輪空氣吸入殼體子組件以及壓縮機空氣供應和電子子組件。該配置使得能夠實現高效的組裝、維護和修理，因為可以以高水平診斷操作部件，並且可以快速更換子組件以優化正常運行時間。該微型渦輪發動機子組件包括一體式的陶瓷壓縮機和渦輪組件以及安裝在單個單元中的發電機，該單個單元可滑動地插入渦輪空氣吸入殼體子組件的內部。該壓縮機空氣供應和電子子組件被組裝到渦輪空氣吸入殼體子組件的相應端部。該微型渦輪產生壓縮空氣、加熱空氣和電力。

A microturbine comprising a turbine, a compressor, and an electric generator operating on a single shaft. The microturbine is designed segmenting the assembly into three subassemblies: a micro turbine engine subassembly, a turbine air sourcing housing subassembly, and a compressor air supply and electronics subassembly. The configuration enables efficient assembly, maintenance and repairs, as the operational components can be diagnosed at a high level and the subassembly can be exchanged quickly to optimize uptime. The micro turbine engine subassembly includes an integrated ceramic compressor and turbine assembly and a generator installed in a single unit that is slideably inserted within an interior of the turbine air sourcing housing subassembly. The compressor air supply and electronics subassembly is assembled to a respective end of the turbine air sourcing housing subassembly. The microturbine creates compressed air, heated air, and electrical power.

指定代表圖：

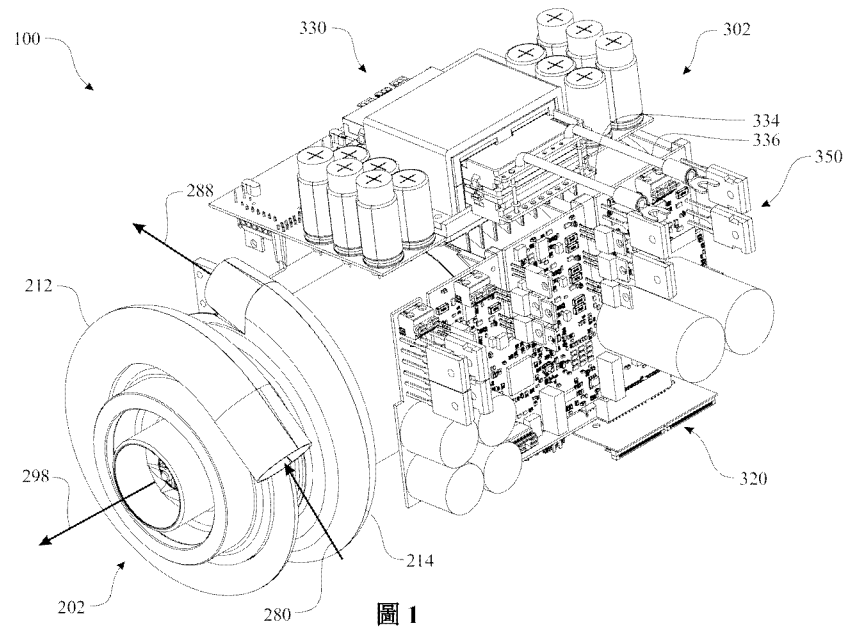


圖 1

- 符號簡單說明：
- 100:微型渦輪組件
 - 202:微型渦輪空氣吸入殼體子組件
 - 212:渦輪進氣渦旋
 - 214:壓縮機排氣渦旋
 - 280:壓縮機空氣供應
 - 288:壓縮機排氣
 - 298:渦輪排氣
 - 302:壓縮機空氣供應和電子子組件
 - 320:數字信號處理器
 - 330:平面變壓器
 - 334:正功率輸出導體
 - 336:接地功率輸出導體
 - 350:控制器組件



202200892

【發明摘要】

【中文發明名稱】 微型渦輪及其製造方法

【英文發明名稱】 MICROTURBINE AND METHOD OF MANUFACTURE

【中文】

一種微型渦輪，包括渦輪、壓縮機和在單軸上操作的發電機。該微型渦輪被設計成將組件分為三個子組件：微型渦輪發動機子組件、渦輪空氣吸入殼體子組件以及壓縮機空氣供應和電子子組件。該配置使得能夠實現高效的組裝、維護和修理，因為可以以高水平診斷操作部件，並且可以快速更換子組件以優化正常運行時間。該微型渦輪發動機子組件包括一體式的陶瓷壓縮機和渦輪組件以及安裝在單個單元中的發電機，該單個單元可滑動地插入渦輪空氣吸入殼體子組件的內部。該壓縮機空氣供應和電子子組件被組裝到渦輪空氣吸入殼體子組件的相應端部。該微型渦輪產生壓縮空氣、加熱空氣和電力。

【英文】

A microturbine comprising a turbine, a compressor, and an electric generator operating on a single shaft. The microturbine is designed segmenting the assembly into three subassemblies: a micro turbine engine subassembly, a turbine air sourcing housing subassembly, and a compressor air supply and electronics subassembly. The configuration enables efficient assembly, maintenance and repairs, as the operational components can be diagnosed at a high level and the subassembly can be exchanged quickly to optimize uptime. The micro turbine engine subassembly includes an integrated ceramic compressor

and turbine assembly and a generator installed in a single unit that is slideably inserted within an interior of the turbine air sourcing housing subassembly. The compressor air supply and electronics subassembly is assembled to a respective end of the turbine air sourcing housing subassembly. The microturbine creates compressed air, heated air, and electrical power.

【指定代表圖】圖1

【代表圖之符號簡單說明】

100	微型渦輪組件
202	微型渦輪空氣吸入殼體子組件
212	渦輪進氣渦旋
214	壓縮機排氣渦旋
280	壓縮機空氣供應
288	壓縮機排氣
298	渦輪排氣
302	壓縮機空氣供應和電子子組件
320	數字信號處理器
330	平面變壓器
334	正功率輸出導體
336	接地功率輸出導體
350	控制器組件

【發明說明書】

【中文發明名稱】 微型渦輪及其製造方法

【英文發明名稱】 MICROTURBINE AND METHOD OF MANUFACTURE

【技術領域】

【0001】 本發明總體上涉及能量生成系統。更具體地，本發明涉及具有改進組裝方法的設計的微型能量熱電聯產系統，其中微型能量熱電聯產系統可用於多種應用，包括住宅環境以補充或替代常規公用事業電力供應系統，此外，還可用作能源供應網絡的一部分。更具體地，本發明被稱為分布式能量熱電聯產方法，利用該分布式能量熱電聯產方法可以發電並加熱水和空氣。相同的模塊可以適用於我們在諸如汽車、無人機等電動車輛、能量組或任何其他應用中使用。

【先前技術】

【0002】 微型渦輪發動機用於驅動發電機或使發電機旋轉。希望這些發電系統保持最長的正常運行時間。這些發電系統的可靠性至關重要，因為發電系統的應用需要恆定的電力輸出。當發電系統需要維修或修理時，停機時間需要最小化。當前的微型渦輪發動機設計對於組裝、拆卸、維修、修理和/或重新組裝是複雜和乏味的。複雜性進一步影響組件的修理過程，因為組裝過程和拆卸過程影響發電系統停機時間的持久。

【0003】 微型渦輪發動機的一個關鍵元件是軸和相關的葉片組件。每個微型渦輪發動機包括組裝到發動機軸的壓縮機葉片組件和渦輪葉片組件。葉片組件中的每一個都很複雜，並且需要在極端操作條件下保持可靠性，包括溫度、

速度（每分鐘轉數（RPM））、壓力等。極端的操作條件會給葉片帶來巨大的應力和應變，因此葉片的質量對於在操作期間保持葉片所需的可靠性至關重要。

【0004】 熱電聯產是一種從同一能源同時生成熱能和電能的高效方式。用通常會在發電過程中浪費的熱量代替化石燃料燃燒所達到的效率可以是常規發電的三倍甚至四倍。一般而言，熱電聯產系統適用於從單一能量生成電和熱。這種熱電聯產系統可以回收發電操作期間發動機或渦輪生成的排氣熱或冷卻水的廢熱，使熱電聯產系統的能效比其他系統提高70%至80%。

【0005】 憑藉這樣的優勢，熱電聯產系統最近已經作為建築物的電力和熱供應源而突出。特別地，熱電聯產系統展現出高效的能源利用，回收的廢熱主要用於加熱/冷卻密閉空間和加熱水。儘管熱電聯產已經使用了近一個世紀，但在1980年代中期，相對較低的天然氣價格使其成為具有廣泛吸引力的新發電替代方案。事實上，燃氣熱電聯產是1980年代北美常規發電廠構建下降的主要原因。在1980年代末和1990年代初的大部分時間裡，熱電聯產占北美新建的所有發電廠容量的很大一部分。

【0006】 熱電聯產設備可以使用天然氣以外的燃料燃燒。取決於當地的供應情況，有一些使用木材、農業廢棄物、泥炭苔蘚和各種其他燃料進行操作的裝置。

【0007】 熱電聯產的環境影響不僅源於其固有的效率，還源於其分散的特性。由於將熱量輸送到任何距離是不切實際的，因此熱電聯產設備必須定位成實體上靠近其供熱用戶。這一事實產生了许多對環境有利的後果：電力往往在靠近電力消費者的地方生成，從而顯著減少傳輸損耗、雜散電流和對配電設備的需求。與簡單循環發電廠相比，熱電聯產發電廠的建造規模往往更小，並且

由更小且更本地化的公司擁有和運營。作為一般規則，它們也建在更靠近人口稠密地區的地方，這使它們符合更高的環境標準。在北歐，以及北美越來越多地方，熱電聯產是區域供熱和製冷系統的核心。區域供熱與熱電聯產相結合，比公共傳輸以外的任何其他技術都具有減少人類溫室氣體排放的潛力。

【0008】 要瞭解熱電聯產，有必要知道大多數常規發電是基於燃燒燃料來產生蒸汽。蒸汽的壓力在本質上低效的過程中實際轉動渦輪並生成功率。由於物理學的基本原理，原始燃料的不超過三分之一的能量可以被轉換為生成電力的蒸汽壓力。相比之下，熱電聯產利用從發電渦輪排出的通常呈相對低溫蒸汽形式的多餘熱量。這種蒸汽適用於廣泛的供暖應用，並且有效地取代了碳基燃料的燃燒，以及它們對環境的所有影響。

【0009】 現今，現有發電技術包括以相對低的效率發電的大型蒸汽渦輪。大型蒸汽渦輪通常會排放不合需要的副產品，諸如硫氧化物、一氧化二氮、灰燼和汞。此外，這些大型蒸汽渦輪會釋放大量熱量，這些熱量通常會釋放到湖泊中而經常破壞環境。

【0010】 最近，已經發現以天然氣為燃料的較小規模的渦輪，諸如微型渦輪，該渦輪可以以更高的效率進行操作。在操作期間，微型渦輪的污染程度與大型蒸汽渦輪的污染程度不同，不會排放諸如二氧化碳和水等元素，而僅排放極少量的氮氧化物。此外，從微型渦輪操作中回收的熱量可用於加熱水。

【0011】 世界上許多地方都缺乏電力基礎設施。安裝輸配電線路將產品交付給消費者的成本非常高，尤其是在第三世界國家。此外，許多國家的電力基礎設施陳舊且過度工作，從而導致“斷電”和“停電”。因此，需要一種能夠在獨立系統中產生能量或可以集成到現有系統中的能量生成系統。

【0012】 儘管市場上有多種熱電聯產系統，但所有這些系統都涉及一項重要投資，這使得房主用戶或便攜式應用程序無法使用該技術。另外，升級這些類型的系統成本非常高，因為尚不可能將多個渦輪安裝在一起以提供更大的需求或將一組渦輪互連以平衡確定區域內的發電量。

【0013】 由於現有發電技術的設計，組裝、維護和修理成本過高。當前提供的發電技術在製造、維護和修理方面複雜且昂貴。

【0014】 因此，即使以上引用的現有技術中的技術解決了市場的一些能量生成需求，仍然需要一種新的改進的和經濟的微型能量熱電聯產系統。期望提供一種被設計成易於組裝、維護和修理的發電技術。還期望提供一種可擴展的發電技術。

【發明內容】

【0015】 本發明涉及一種微型渦輪組件，該微型渦輪組件可獨立於常規公用電力供應系統使用或者可以被一體化到常規供電系統中以補充該系統或作為網絡的一部分而為能量供應做出貢獻。

【0016】 在一方面，微型渦輪組件包括渦輪發動機。

【0017】 在第二方面，渦輪發動機包括固定到發動機軸的渦輪葉片組件。

【0018】 在另一方面，渦輪葉片組件包括一系列陶瓷葉片。

【0019】 在另一方面，渦輪葉片組件包括一系列陶瓷葉片，其中使用三維陶瓷打印過程來製造渦輪葉片組件。

【0020】 在又一方面，通過任何合適的陶瓷3D打印過程完成3D打印過程。以下是合適的陶瓷3D打印過程的一個示例：

【0021】 某些3D打印陶瓷可以使用特殊的超細氧化鋁二氧化矽陶瓷粉末作為燃料。為了創建陶瓷打印品，使用了工業級打印技術。從底部開始，一次構建一層3D陶瓷模型。在打印機滾動機構基礎地鋪上一層非常薄的陶瓷粉末後，打印頭將有機粘合劑放置在指定位置。重複此過程，直到完全打印3D設計。

【0022】 與‘普通’陶瓷一樣，現在必須‘烘烤’模型，因此模型在超細粉末中沐浴後，將其放入乾燥爐中以強化材料。然而，在這個過程之後，模型仍然是易碎的，之後它所處的狀態被稱為‘生狀態’。

【0023】 乾燥後，多餘的粉末會從模型中去除，現在可以在烤箱中燒製以真正獲得一些強度。在這點上，塗上預釉塗層，乾燥後再次燒製。最後一步涉及再一次上釉和燒製，使得模型獲得具有多種可能顏色的光滑且有光澤的塗層。

【0024】 在另一方面，渦輪葉片組件包括一系列金屬葉片。

【0025】 在另一方面，渦輪葉片組件包括一系列金屬葉片，其中使用三維金屬打印過程來製造渦輪葉片組件。

【0026】 在又一方面，通過任何合適的金屬3D打印過程完成3D打印過程。以下是合適的金屬3D打印過程的一個示例：

【0027】 3D金屬打印過程是一種多層增材方法，就如同其他形式的3D打印，需要將設計在水平面上非常精細地切片，然後才能開始構建。3D金屬打印機從計算機接收指令，指示激光在一大桶金屬粉末上描繪出什麼形狀。然後激光施以脈衝並加熱粉末，隨後產生固體形式的物體。這就是金屬3D打印的開始。

【0028】 布置好這種初始基礎後，3D金屬打印過程將再次開始，添加每一層，層的厚度通常不超過0.1毫米。這種非常漸進的增材過程使金屬3D打印機能夠使用激光產生的熱量將粉末形成固體形狀，從而製造出最終產品。該過程被

稱為直接金屬激光燒結（DMLS）或選擇性激光熔化（SLM），具體取決於使用的熱量以及粉末是完全熔化還是僅加熱到足以融合在一起。

【0029】 可以採用額外的後處理來改善最終產品的晶粒結構。

【0030】 在另一方面，渦輪葉片組件包括一系列金屬葉片，其中使用三維打印過程來製造渦輪葉片組件。

【0031】 在又一方面，渦輪發動機包括固定到發動機軸的第一部分的渦輪葉片組件。

【0032】 在又一方面，渦輪發動機包括固定到發動機軸的第一端的渦輪葉片組件。

【0033】 在又一方面，微型渦輪組件包括壓縮機。

【0034】 在又一方面，渦輪發動機包括固定到發動機軸的壓縮機葉片組件。

【0035】 在又一方面，渦輪發動機包括設置在發動機軸上的壓縮機葉片組件。

【0036】 在另一方面，壓縮機葉片組件包括一系列陶瓷葉片。

【0037】 在另一方面，壓縮機葉片組件包括一系列陶瓷葉片，其中使用三維陶瓷打印過程來製造壓縮機葉片組件。

【0038】 在另一方面，壓縮機葉片組件包括一系列金屬葉片。

【0039】 在另一方面，壓縮機葉片組件包括一系列金屬葉片，其中使用三維金屬打印過程來製造壓縮機葉片組件。

【0040】 在又一方面，渦輪發動機包括設置在發動機軸的第二部分處的壓縮機葉片組件。

【0041】 在又一方面，渦輪發動機包括固定到發動機軸的第二部分的渦輪葉片組件，其中在發動機軸的第一部分與發動機軸的第二部分之間設置間隙。

【0042】 在又一方面，渦輪發動機包括固定到發動機軸的第三部分的磁性轉子。

【0043】 在又一方面，渦輪發動機包括設置在發動機軸的第三部分處的磁性轉子。

【0044】 在又一方面，渦輪發動機包括位於磁性轉子與發動機軸之間的磁性轉子軸。

【0045】 在又一方面，渦輪發動機包括設置在發動機軸的第三部分處的磁性轉子，其中在發動機軸的第二部分與發動機軸的第三部分之間設置間隙。

【0046】 在又一方面，發動機軸的第二部分位於發動機軸的第一部分與發動機軸的第三部分之間。

【0047】 在又一方面，推力軸承一體地形成為發動機軸的部件。

【0048】 在又一方面，推力軸承被組裝到發動機軸。

【0049】 在又一方面，推力軸承包括第一軸向面向表面和第二軸向面向表面。

【0050】 在又一方面，推力軸承包括第一軸向表面和第二軸向表面，其中第一軸向面向表面和第二軸向面向表面中的至少一個是平面的，其中該平面大體上垂直於發動機軸的旋轉軸線。

【0051】 在又一方面，推力軸承包括第一軸向表面和第二軸向表面，其中第一軸向面向表面和第二軸向面向表面中的每一個是平面的，其中該平面大體上垂直於發動機軸的旋轉軸線。

【0052】 在又一方面，推力軸承位於發動機軸的第二端，其中軸的第一端和軸的第二端彼此相對。

【0053】 在又一方面，推力軸承固定到發動機軸的第四部分。

【0054】 又一方面，推力軸承設置在發動機軸的第四部分，其中在發動機軸的第三部分與發動機軸的第四部分之間設置間隙。

【0055】 在又一方面，發動機軸的第三部分位於發動機軸的第二部分與發動機軸的第四部分之間。

【0056】 在又一方面，通過加熱渦輪葉片組件和/或冷卻發動機軸、將渦輪葉片組件滑動到發動機軸上，然後冷卻整個組件，將渦輪葉片組件組裝到發動機軸。

【0057】 在又一方面，通過加熱壓縮機葉片組件和/或冷卻發動機軸、將壓縮機葉片組件滑動到發動機軸上，然後冷卻整個組件，將壓縮機葉片組件組裝到發動機軸。

【0058】 在又一方面，發動機軸還包括沿發動機軸的旋轉軸線在中心延伸的中心孔。渦輪葉片組件包括關於渦輪葉片組件的旋轉軸線同心的截錐體形表面，其中截錐體或錐形表面與延伸穿過渦輪葉片組件的中心孔相鄰。軸包括具有與渦輪葉片組件的截錐體或錐形表面基本相同的角度或形狀的截錐體或錐形表面。渦輪葉片組件的截錐體或錐形表面被可滑動地組裝到發動機軸的截錐體或錐形表面上。端蓋可用於將渦輪葉片組件保持在發動機軸上。端蓋施加保持力，使渦輪葉片組件的截錐體或錐形表面與發動機軸的截錐體或錐形表面彼此抵靠。端蓋可以被組裝到相鄰的杆上，該杆插入到形成在發動機軸中的孔中或

插入到發動機軸的遠端上。當包括在內時，相鄰的杆可以通過組件鎖定螺栓固定在發動機軸的孔內。

【0059】 在又一方面，鄰接杆可以被形成為包括沿鄰接杆的圓周的細長中心部分形成的凹部。插入端被形成為具有周邊形狀，該插入端與限定在發動機軸中形成的孔的表面可滑動地接合。渦輪端被形成為具有周邊形狀，該渦輪端與限定穿過渦輪葉片組件形成的孔的表面可滑動地接合。凹部在插入端的周邊形狀與渦輪端的周邊形狀之間延伸。

【0060】 在又一方面，鄰接杆包括通孔，其中組件鎖定螺栓被插入通過鄰接杆的通孔。

【0061】 在又一方面，渦輪葉片組件包括多個葉片，其中多個葉片中的至少一個葉片包括穿過其中的內部射線端口。

【0062】 在又一方面，渦輪葉片組件包括多個葉片，其中多個葉片中的兩個或更多個葉片中的每一個包括穿過其中的內部射線端口。

【0063】 在又一方面，渦輪葉片組件包括多個葉片，其中多個葉片中的每個葉片包括穿過其中的內部射線端口。

【0064】 在又一方面，穿過渦輪葉片組件的多個葉片中的相應葉片的內部射線端口具有靠近葉片組件的具有較寬直徑的端部的入口開口，以及靠近葉片組件的具有較窄直徑的端部的出口開口，其中入口開口的尺寸大於出口開口的尺寸。

【0065】 在又一方面，穿過渦輪葉片組件的多個葉片中的相應葉片的內部射線端口具有靠近葉片組件的具有較寬直徑的端部的入口開口，以及靠近葉片

組件的具有較窄直徑的端部的出口開口，其中內部射線端口的橫截面尺寸隨著內部射線端口從入口開口延伸到出口開口而逐漸減小。

【0066】 在又一方面，穿過渦輪葉片組件的多個葉片中的相應葉片的內部射線端口具有靠近葉片組件的具有較寬直徑的端部的入口開口，以及靠近葉片組件的具有較窄直徑的端部的出口開口，其中入口開口的中心位於出口開口的中心的徑向外側。

【0067】 在又一方面，微型渦輪組件包括三個不同的子組件。

【0068】 鑒於組件布置，微型渦輪組件包括三個不同的子組件，該子組件包括：微型渦輪發動機子組件、微型渦輪空氣吸入殼體子組件以及壓縮機空氣供應和電子子組件。

【0069】 在第二方面，微型渦輪發動機子組件包括發動機軸組件、壓縮機護罩和磁性繞組定子。

【0070】 在另一方面，微型渦輪發動機子組件包括發動機軸組件、壓縮機護罩、磁性繞組定子和發動機殼體。

【0071】 在又一方面，微型渦輪發動機子組件包括發動機軸組件、燃燒室、渦輪間隔件、壓縮機護罩和磁性繞組定子。

【0072】 在又一方面，微型渦輪發動機子組件包括發動機軸組件、燃燒室、渦輪間隔件、壓縮機護罩、磁性繞組定子和發動機殼體。

【0073】 在又一方面，微型渦輪發動機子組件包括發動機軸組件、燃燒室、渦輪間隔件、壓縮機護罩、第一推力軸承背板、第二推力軸承背板和磁性繞組定子。

【0074】 在又一方面，微型渦輪發動機子組件包括發動機軸組件、燃燒室、渦輪間隔件、壓縮機護罩、第一推力軸承背板、第二推力軸承背板、磁性繞組定子和發動機殼體。

【0075】 在又一方面，微型渦輪發動機子組件包括發動機軸組件、燃燒室、渦輪間隔件、壓縮機護罩、第一推力軸承背板、第二推力軸承背板、磁性繞組定子、電機定子間隔件和散熱器主體。

【0076】 在又一方面，微型渦輪發動機子組件包括發動機軸組件、燃燒室、渦輪間隔件、壓縮機護罩、第一推力軸承背板、第二推力軸承背板、磁性繞組定子、電機定子間隔件、散熱器主體和發動機殼體。

【0077】 在又一方面，微型渦輪空氣吸入殼體子組件包括壓縮機排氣渦旋和發動機殼體。

【0078】 在又一方面，微型渦輪空氣吸入殼體子組件包括渦輪進氣渦旋、壓縮機排氣渦旋和發動機殼體。

【0079】 在又一方面，微型渦輪空氣吸入殼體子組件包括壓縮機排氣渦旋、徑向渦輪護罩和發動機殼體。

【0080】 在又一方面，微型渦輪空氣吸入殼體子組件包括渦輪進氣渦旋、壓縮機排氣渦旋、徑向渦輪護罩和發動機殼體。

【0081】 在又一方面，壓縮機空氣供應和電子子組件包括壓縮機空氣供應殼體。

【0082】 在又一方面，壓縮機空氣供應和電子子組件包括在壓縮機空氣供應和電子子組件的組件端固定到壓縮機空氣供應殼體的壓縮機空氣供應殼體組

件接口構件。壓縮機空氣供應殼體組件氣流通道被形成為穿過壓縮機空氣供應殼體組件接口構件。

【0083】 在又一方面，壓縮機空氣供應和電子子組件包括平面變壓器和壓縮機空氣供應殼體。

【0084】 在又一方面，壓縮機空氣供應和電子子組件包括多電平逆變器、平面變壓器和壓縮機空氣供應殼體。

【0085】 在又一方面，壓縮機空氣供應和電子子組件包括多電平逆變器、功率輸出電纜、平面變壓器和壓縮機空氣供應殼體。

【0086】 在又一方面，壓縮機空氣供應和電子子組件包括數字信號處理器、多電平逆變器、功率輸出電纜、平面變壓器和壓縮機空氣供應殼體。

【0087】 在又一方面，通過將微型渦輪發動機子組件插入到微型渦輪空氣吸入殼體子組件中，並且將壓縮機空氣供應和電子子組件組裝到微型渦輪空氣吸入殼體子組件來組裝微型渦輪組件。

【0088】 在又一方面，通過在微型渦輪空氣吸入殼體子組件的組裝端朝向微型渦輪空氣吸入殼體子組件的徑向渦輪護罩將微型渦輪發動機子組件插入到微型渦輪空氣吸入殼體子組件中，並且將壓縮機空氣供應和電子子組件組裝到微型渦輪空氣吸入殼體子組件的組裝端來組裝微型渦輪組件。

【0089】 在又一方面，通過將壓縮機空氣供應和電子子組件的壓縮機空氣供應殼體組件接口構件組裝到微型渦輪空氣吸入殼體子組件的發動機殼體的組裝端來組裝微型渦輪組件。

【0090】 在又一方面，多個微型渦輪組件可以彼此聯網形成矩陣以共同提供單個電輸出。

【0091】 在又一方面，多個微型渦輪組件可以彼此聯網形成矩陣以通過將多個微型渦輪組件插入到具有多個微型渦輪組件插座的外殼中來共同提供單個電輸出。

【0092】 在又一方面，具有多個微型渦輪組件插座的外殼還包括燃料供應歧管，其中燃料供應歧管被配置成將燃料從燃料源傳輸到多個微型渦輪組件插座的每個微型渦輪組件插座。

【0093】 在又一方面，燃料供應歧管包括在燃料供應歧管的遠端處的燃料供應聯接器或連接器，以及位於多個微型渦輪組件插座的每個微型渦輪組件插座內的燃料輸送端口。

【0094】 在又一方面，具有多個微型渦輪組件插座的外殼還包括排氣收集歧管，其中排氣收集歧管被配置成將排氣從多個微型渦輪組件插座的每個微型渦輪組件插座傳送到排氣口。

【0095】 在又一方面，排氣收集歧管包括在排氣收集歧管的遠端處的排氣排放聯接器或連接器，以及位於多個微型渦輪組件插座的每個微型渦輪組件插座內的排氣接收端口。

【0096】 在又一方面，具有多個微型渦輪組件插座的外殼還包括電力收集線束，其中電力收集線束被配置成將由位於多個微型渦輪組件插座的每個相應微型渦輪組件插座內的每個微型渦輪組件生成的電力傳送到一系列用於連接到電動設備的系統電輸出端子。

【0097】 在又一方面，排氣收集歧管包括在排氣收集歧管的遠端處的排氣排放聯接器或連接器，以及位於多個微型渦輪組件插座的每個微型渦輪組件插座內的排氣接收端口。

【0098】在又一方面，發電組可以被一體化到車輛中。

【0099】在又一方面，發電組可以被一體化到陸地車輛中。

【0100】在又一方面，發電組可以被一體化到陸地車輛中，其中陸地車輛是汽車、賽車、卡車、摩托車、自行車、高爾夫球車、推車、拖拉機、農用車輛、工程車輛、前裝載機、軍用車輛、起重機等。

【0101】在又一方面，包括一個或多個微型渦輪組件插座的發電組可以被一體化到草坪設備中，該草坪設備包括割草機、吹葉機、修邊機、修剪機等；其他低馬力驅動設備，包括：高壓清洗機、戶外照明等。

【0102】本發明涉及一種微型能量熱電聯產系統，該微型能量熱電聯產系統可獨立於常規公用電力供應系統使用或者可以被一體化到常規供電系統中以補充該系統或作為網絡的一部分而為能量供應做出貢獻。

【0103】在本發明的另一種形式中，微型能量熱電聯產方法包括將燃燒室產生的能量轉換為機械能並將渦輪產生的機械能轉換為電能的步驟。

【0104】本發明的重要方面是一種微型能量熱電聯產系統，該微型能量熱電聯產系統被設計為使用便攜式和模塊化單元產生1至5 kWh，更具體地1至3 kWh，並且更具體地3 kWh。

【0105】本發明的目的是提供一種能夠同時高效加熱自來水並加熱空氣的微型能量熱電聯產系統。

【0106】在本發明的另一方面，發電機可以是在微型能量熱電聯產系統操作期間產生交流電的發電機。微型能量熱電聯產系統的燃料可以是天然氣、柴油、汽油和液化石油氣（LPG）等。

【0107】 根據本發明的另一方面，微型能量熱電聯產系統還包括在微型/納米渦輪下游的輸送來自微型/納米渦輪的高溫排氣的排氣通道，以及接收高溫排氣以供熱傳遞的熱交換器。用於將自來水轉換為熱水的水供暖系統可以被聯接到用於釋放較低溫排氣的熱交換排氣管。系統被模塊化且是便攜式的，並且能夠以高達85%以上的效率同時發電、生成熱水和熱空氣。

【0108】 在本發明的又一方面，微型能量熱電聯產系統可以包括用於將本發明系統聯接到房屋供暖系統的另一個熱交換器。

【0109】 在本發明的又一方面，微型能量熱電聯產系統可以按比例放大以形成一組互連的微型/納米渦輪，這些微型/納米渦輪可用於為同一用戶提供更多能量或平衡住宅區中一組房屋的能量需求。

【0110】 在本發明的另一方面，微型能量熱電聯產系統可以是便攜式的或者可以兼容以與多個能源系統一體化以向配電系統提供功率，並且還可以被配置成一體化到供暖系統、冷卻系統中和/或水供暖系統中。

【0111】 本發明的另一方面提供一種微型能量熱電聯產系統，該微型能量熱電聯產系統創造了一種能源，該能源產生高效清潔的電能，產生供暖用的熱量，產生熱水，不產生污染或振動，並且多年來不需要任何維護。

【0112】 本發明的另一方面包括智能、模塊化且便攜式的微型能量熱電聯產系統，該微型能量熱電聯產系統可以通過互聯網遠程管理。

【0113】 本發明的另一方面還包括具有3 kWh、110/220V AC、12/24 VDC輸出的微型能量熱電聯產系統，該微型能量熱電聯產系統使用不同的燃料，包括天然氣、柴油、汽油和LPG。

【0114】 本發明的另一方面包括發電，每小時產生700升熱水和熱空氣而為建築物供暖的微型能量熱電聯產系統。

【0115】 綜上所述，本發明涉及一種微型能量熱電聯產方法，包括以下步驟：

(a) 用於將燃料轉換為機械能的至少一組微型/納米渦輪，以及用於將微型/納米渦輪產生的機械能轉換為1至5千瓦時範圍內的電能的發電機；還包括在微型/納米渦輪下游的輸送來自微型/納米渦輪的高溫排氣的排氣通道；以及

(b) 從排氣通道接收高溫排氣以進行熱傳遞的至少一個熱交換器；熱交換器可用於加熱房屋的水和/或空氣；水供暖系統可以聯接到熱交換器，用於將自來水轉換為熱水和/或將冷供暖空氣轉換為熱空氣。便攜式微型/納米渦輪組可以通過同時使多個單元互連和/或使不同用戶的不同單元互連以平衡這些用戶的能量需求來按比例放大。

【0116】 此外，本發明涉及一種微型能量熱電聯產系統，該微型能量熱電聯產系統至少包括微型/納米渦輪組和發電機組；在微型/納米渦輪下游的輸送來自微型/納米渦輪的高溫排氣的排氣通道；以及從排氣通道接收高溫排氣以進行熱傳遞的至少一個熱交換器。

【0117】 本發明還涉及一種微型分布式能量熱電聯產方法，包括以下步驟：

- (a) 將燃料供應器連接到微型/納米渦輪，
- (b) 將微型/納米渦輪連接到微型發電機；
- (c) 將微型發電機連接到設施的電網。
- (d) 將熱交換器設備連接到微型/納米渦輪下游的排氣通道，以及
- (e) 將房屋的供暖系統連接到熱交換設備。

【0118】 本發明的這些和其他方面、特徵和優點將從附圖和隨後的優選實施例的詳細描述中變得更加顯而易見。

【圖式簡單說明】

【0119】

本發明的優選實施例將在下文結合所提供的附圖進行描述以說明而非限制本發明，其中相同的標號表示相同的元件，並且其中：

圖1呈現了根據本發明的示例性微型/納米渦輪驅動的能量生成系統的正第一側等距視圖；

圖2呈現了最初在圖1中介紹的示例性微型/納米渦輪驅動的能量生成系統的正第一側等距視圖；

圖3呈現了最初在圖1中介紹的示例性微型/納米渦輪驅動的能量生成系統的正視圖；

圖4呈現了最初在圖1中介紹的示例性微型/納米渦輪驅動的能量生成系統的截面分解組件側視圖，該圖呈現了三個不同的子組件；

圖5呈現了最初在圖1中介紹的示例性微型/納米渦輪驅動的能量生成系統的示例性微型渦輪空氣吸入殼體子組件的截面側視圖；

圖6呈現了最初在圖1中介紹的示例性微型/納米渦輪驅動的能量生成系統的示例性微型渦輪發動機子組件的截面側視圖；

圖7呈現了最初在圖1中介紹的示例性微型渦輪發動機子組件的分解側視等距視圖，該圖呈現了三個不同的子組件；

圖8呈現了最初在圖1中介紹的示例性微型/納米渦輪驅動的能量生成系統的示例性壓縮機空氣供應和電子子組件的截面側視圖。；

圖9呈現了最初在圖1中介紹的示例性微型/納米渦輪驅動的能量生成系統的截面組件側視圖，該圖不包括電子部件的剖切，

圖10呈現了最初在圖1中介紹的示例性微型/納米渦輪驅動的能量生成系統的截面組件側視圖，該圖包括電子部件的剖切，

圖11呈現了第一示例性發動機軸組件的側後等距視圖，其中第一示例性發動機軸組件包括陶瓷部件；

圖12呈現了最初在圖11中介紹的第一示例性發動機軸組件的側視圖；

圖13呈現了最初在圖11中介紹的第一示例性發動機軸組件的截面側視圖；

圖14呈現了第二示例性發動機軸組件的側後等距視圖，其中第二示例性發動機軸組件包括陶瓷部件；

圖15呈現了最初在圖14中介紹的第二示例性發動機軸組件的側視圖；

圖16呈現了最初在圖14中介紹的第二示例性發動機軸組件的截面側視圖；

圖17呈現了示例性示意圖，示出了用於將機械運動轉換為電力輸出的示例性過程；

圖18呈現了根據本發明的示例性微型/納米渦輪驅動的能量生成系統的前側透視圖；

圖19呈現了最初在圖18中介紹的微型/納米渦輪驅動的能量生成系統的側視圖；

圖20呈現了最初在圖18中介紹的微型/納米渦輪驅動的能量生成系統の後視圖；

圖21呈現了最初在圖18中介紹的微型/納米渦輪驅動的能量生成系統的俯視平面圖；

圖22呈現了最初在圖18中介紹的微型/納米渦輪驅動的能量生成系統的前視圖；

圖23呈現了與安裝在家庭應用中的水處理系統和空氣供暖系統相結合的微型/納米渦輪驅動的能量生成系統的等距視圖，通過該系統使用微型/納米渦輪的排氣加熱自來水和/或空氣；

圖24呈現了最初在圖18中介紹的微型/納米渦輪驅動的能量生成系統的等距視圖，該圖介紹了微型/納米渦輪的功能部件；

圖25呈現了最初在圖23中介紹的水處理系統的等距視圖，該圖介紹了水處理系統的功能組件；

圖26呈現了最初在圖23中介紹的空氣供暖系統的等距視圖，該圖介紹了空氣供暖系統的功能部件；

圖27呈現了操作示意圖，表示根據最初在圖23中介紹的能量生成系統的布置結合水處理系統和空氣供暖系統的微型/納米渦輪能量生成系統；

圖28呈現了連接到電網的能量生成系統的示意圖，如果特定應用需要，則不同的能量生成系統可以通過獲取能量與電網相互作用，或者如果應用不需要能量，則可以向電網提供能量；

圖29呈現了示例性功率組的等距前視圖，該示例性功率組包括一系列微型渦輪組件插座；

圖30呈現了最初在圖29中介紹的示例性功率組的放大等距前視圖，該圖說明瞭從該系列微型渦輪組件插座中的一個微型渦輪組件插座插入或移除微型渦輪組件；

圖31呈現了最初在圖29中介紹的示例性功率組的俯視截面圖，沿著圖30的截面線31--31截取該截面，該圖說明瞭從該系列微型渦輪組件插座中的一個微型渦輪組件插座插入或移除微型渦輪組件以及它們之間的連接性；

圖32呈現了適於接收至少一個微型渦輪組件的示例性陸地車輛的前等距視圖，其中該至少一個微型渦輪組件被布置為向陸地車輛提供電力；以及

圖33呈現了適於接收至少一個微型渦輪組件的示例性飛行器的後側等距視圖，其中該至少一個微型渦輪組件被布置為向飛行器提供電力。

【實施方式】

【0120】 本文公開了本發明的詳細實施例。將理解，所公開的實施例僅僅是本發明的示例，這些實施例可以以各種替代的形式具體實施。附圖不一定按比例繪製，並且一些特徵可能被誇大或最小化以示出特定實施例、特徵或元件的細節。本文公開的具體結構和功能細節、尺寸或形狀不是限制性的，而是用作為申請專利範圍的基礎並且用於教示本領域普通技術人員所描述和要求保護的本發明實施例的特徵。下面的具體實施方式本質上僅是示例性的，並不旨在限制所描述的實施例或所描述的實施例的應用和使用。如本文所使用，“示例性”或“說明性”意指“用作示例、實例或說明”。本文描述為“示例性”或“說明性”的任何實現方式不一定被解釋為優選於或優於其他實現方式。以下描述的所有實現方式均是為了使本領域技術人員能夠做出或使用本發明的實施

例而提供的示例性實現方式，並不意欲限制本發明的範圍，本發明的範圍由申請專利範圍所限定。出於本文描述的目的，術語“上”、“下”、“左”、“後”、“右”、“前”、“垂直”、“水平”及其派生詞應與本發明有關，如圖1中所取向。此外，並非意欲受前述技術領域、技術背景、發明內容或以下具體實施方式中呈現的任何明示或暗示的理論的約束。還應當理解，在附圖中示出以及在以下說明書中描述的具體設備和過程僅僅是所附申請專利範圍中限定的本發明構思的示例性實施例。因此，除非申請專利範圍另有明確說明，否則與本文公開的實施例相關的特定尺寸和其他物理特性不應被認為是限制性的。

【0121】此外，並非意欲受前述技術領域、技術背景、發明內容或以下具體實施方式中呈現的任何明示或暗示的理論的約束。還應當理解，在附圖中示出以及在以下說明書中描述的具體設備僅僅是所附申請專利範圍中限定的本發明構思的示例性實施例。因此，除非申請專利範圍另有明確說明，否則與本文公開的實施例相關的特定尺寸和其他物理特性不應被認為是限制性的。

【0122】本發明可被稱為微型渦輪組件100，如圖1至圖16中所示。在圖1所示的微型渦輪組件100的第一等距視圖中，在圖2所示的微型渦輪組件100的第二等距視圖，以及圖3所示的微型渦輪組件100的前視圖中呈現微型渦輪組件100的細節。。在圖4至圖10中呈現提供附加細節的分解組裝圖和橫截面圖。

【0123】示例性微型渦輪組件100包括設計成優化組裝微型渦輪組件100、維護微型渦輪組件100和修理微型渦輪組件100的過程的元件。這是通過將微型渦輪組件100設計為包括三（3）個子組件來實現的：微型渦輪發動機子組件102、微型渦輪空氣吸入殼體子組件202以及壓縮機空氣供應和電子子組件302，如圖4

中最佳所示。該組件設計配置能夠實現快速組裝和快速拆卸，用於製造、維護和修理，其中主要功能部件被提供為單個子組件或微型渦輪發動機子組件102。微型渦輪發動機子組件102可以被移除並替換為不同的子組件，從而實現最長的正常運行時間，同時在不中斷微型渦輪組件100的操作的情況下單獨維修被移除的微型渦輪發動機子組件102。這通過將大部分功能部件和磨損部件包括在可滑動地插入到微型渦輪空氣吸入殼體子組件202中的筒或單個子組件內來實現。

【0124】 微型渦輪發動機子組件102的設計使微型渦輪空氣吸入殼體子組件202的配合特徵對齊。例如，微型渦輪發動機子組件102的壓縮機空氣供應通道126（由壓縮機護罩120和壓縮機側箱箔122限定）與由微型渦輪空氣吸入殼體子組件202的壓縮機排氣渦旋214限定的壓縮機排氣渦旋內表面215對齊並提供氣密封，如圖9和圖10中所示。一系列微型渦輪發動機子組件密封件182可以位於密封發動機殼體內表面211的元件的凹槽中。示例性圖示中密封發動機殼體內表面211的元件包括渦輪間隔件110、壓縮機護罩120、散熱器主體160和推力箔系統支架146。微型渦輪發動機子組件密封件182可以是任何合適的形式和任何合適的材料。一個示例性微型渦輪發動機子組件密封件182是由能夠承受高溫的材料製成的O形環。類似地，陶瓷渦輪420被定位成與微型渦輪空氣吸入殼體子組件202的徑向渦輪護罩220對齊。

【0125】 微型渦輪發動機子組件102將幾個不同的功能元件一體化到單個子組件中。主要部件包括一體化的陶瓷壓縮機和渦輪組件400，包括陶瓷渦輪420和金屬壓縮機430，每一個都被固定到陶瓷渦輪和壓縮機軸410並與該陶瓷渦輪和壓縮機軸同時旋轉；發電機，該發電機包括至少一個磁性繞組定子150和彼此徑向對齊的至少一個磁性轉子450；壓縮機空氣供應通道126，該壓縮機空氣供應通

道由壓縮機護罩120和壓縮機側箱箔122限定；以及軸向軸保持裝置，其中陶瓷渦輪和壓縮機軸410的間隔件推力軸承陶瓷一體化軸440通過推力箔軸承140軸向保持。微型渦輪發動機子組件102可另外包括位於陶瓷渦輪和壓縮機軸410的外表面與微型渦輪發動機子組件102內的固定元件之間的滑動軸承或滾子軸承。陶瓷渦輪和壓縮機軸410首選地由陶瓷材料製成。陶瓷渦輪和壓縮機軸410的陶瓷材料的使用提供了微型渦輪組件100在高轉速下工作所需的剛性和低重量。此外，用於陶瓷渦輪和壓縮機軸410的陶瓷材料使內部熱傳遞最小化。

【0126】 更詳細地，軸向軸保持裝置採用被包封在第一背板推力軸承142與第二背板推力軸承144之間的推力箔軸承140。第一背板推力軸承142和第二背板推力軸承144中的每一個均從推力箔軸承140的內表面徑向向內延伸，其中接觸間隔件推力軸承陶瓷一體化軸440的陶瓷間隔件推力軸承第一軸向面向表面442（圖圖11至圖13）的第一背板推力軸承142的表面在第一軸向方向上保持一體化的陶瓷壓縮機和渦輪組件400，並且接觸間隔件推力軸承陶瓷一體化軸440的陶瓷間隔件推力軸承的第二軸向面向表面444（圖11至圖13）的第二背板推力軸承144的表面在第二軸向方向上保持一體化的陶瓷壓縮機和渦輪組件400，其中第一軸向方向和第二軸向方向彼此相反。

【0127】 在圖11至圖13中詳述一體化的陶瓷壓縮機和渦輪組件400。一體化的陶瓷壓縮機和渦輪組件400包括陶瓷渦輪420和組裝到陶瓷渦輪和壓縮機軸410的金屬壓縮機430，其中渦輪和壓縮機葉片組件軸向間隙439在陶瓷渦輪420與金屬壓縮機430的面向表面之間延伸。陶瓷渦輪420包括軸向基座陶瓷渦輪基座421。陶瓷渦輪基座421軸向延伸而包圍陶瓷渦輪和壓縮機軸410。包括在安裝端處的渦輪葉片組件錐形孔428的孔427被形成為沿軸向方向延伸穿過陶瓷渦輪基

座421，如圖13中所示。陶瓷渦輪基座421被形成為具有凹形拱形外表面，其中凹形拱形外表面的第一軸向端位於靠近陶瓷渦輪葉片組件間隙424處，而凹形拱形外表面的第二軸向端位於靠近陶瓷渦輪420的遠端處。陶瓷渦輪葉片組件間隙或凸緣424可以被形成在陶瓷渦輪420的面向表面處。類似地，金屬壓縮機葉片間隙或凸緣434可以被形成在金屬壓縮機430的面向表面處。

【0128】 至少兩個渦輪葉片組件內部射線端口426被形成為延伸穿過陶瓷渦輪基座421；至少兩個渦輪葉片組件內部射線端口426中的每一個均沿陶瓷渦輪420的軸向方向定向，延伸穿過陶瓷渦輪葉片組件間隙424並繼續穿過陶瓷渦輪基座421的遠端，其中陶瓷渦輪基座421的安裝端與陶瓷渦輪基座421的遠端位於彼此相對的端部。渦輪葉片組件內部射線端口426被成形為在陶瓷渦輪葉片組件間隙424的暴露表面處具有第一橫截面形狀並且在陶瓷渦輪基座421的遠端處具有第二橫截面形狀，其中與第二橫截面形狀的橫截面積相比，第一橫截面形狀具有更大的橫截面積。渦輪葉片組件內部射線端口426被設計成減小陶瓷渦輪420的總重量，從而增加旋轉速度同時減小旋轉陶瓷渦輪420所需的扭矩。

【0129】 渦輪葉片組件錐形孔428的尺寸和形狀與陶瓷渦輪和壓縮機軸錐形端418緊密接合，該錐形端被形成在陶瓷渦輪和壓縮機軸410的相應端部。陶瓷渦輪和壓縮機軸孔412被形成為從陶瓷渦輪和壓縮機軸410的相應端部延伸到陶瓷渦輪和壓縮機軸410中。陶瓷渦輪鄰接杆460被插入到陶瓷渦輪和壓縮機軸孔412中並使用陶瓷渦輪和壓縮機軸組件鎖定元件464進行固定。陶瓷渦輪和壓縮機軸組件鎖定元件464可以是銷、螺栓、偏壓鎖止球等形式。陶瓷渦輪和壓縮機軸組件鎖定元件464被設計成將陶瓷渦輪鄰接杆460軸向地保持在陶瓷渦輪和壓縮機軸孔412內。陶瓷渦輪和壓縮機軸組件鎖定元件464可以被設計成相對於陶瓷渦

輪和壓縮機軸410額外地旋轉地保持陶瓷渦輪鄰接杆460。陶瓷渦輪鄰接杆460的遠端的尺寸和形狀與陶瓷渦輪基座421的渦輪葉片組件圓柱形孔427緊密接合。可以任選地在陶瓷渦輪鄰接杆460的安裝端與陶瓷渦輪鄰接杆460的遠端之間沿著陶瓷渦輪鄰接杆460的軸向部分形成凹部，以減輕重量並限制陶瓷渦輪鄰接杆460與陶瓷渦輪和壓縮機軸孔412之間的接合長度以易於組裝。

【0130】 陶瓷渦輪420包括多個陶瓷渦輪葉片422。陶瓷渦輪葉片422中的每一個具有圍繞徑向軸線彎曲的拱形形狀。陶瓷渦輪葉片422中的每一個具有圍繞軸向軸線彎曲的第二較不明顯的拱形部件。每個陶瓷渦輪葉片422的遠離陶瓷渦輪葉片組件間隙424的邊緣在旋轉方向上引導每個陶瓷渦輪葉片422的靠近陶瓷渦輪葉片組件間隙424的邊緣。每個陶瓷渦輪葉片422的靠近陶瓷渦輪葉片組件間隙424的邊緣與陶瓷渦輪葉片組件間隙424鄰接並相鄰。

【0131】 陶瓷渦輪420可以使用任何合適的製造工藝由任何合適的陶瓷材料製造。陶瓷渦輪420經受燃燒室內燃燒產生的極端高溫、極端溫度範圍、高旋轉力、高徑向力或向心力、高切向力等。一個示例性材料是陶瓷。陶瓷能夠承受較寬的溫度範圍和突然的溫度變化。陶瓷還能夠承受由燃燒室內燃燒產生的高旋轉力、高徑向力或向心力、高切向力等。還應理解，渦輪420可由適合於100#的操作條件的其他材料製成，包括不鏽鋼，或合適材料的任何組合，諸如陶瓷和不鏽鋼。

【0132】 陶瓷渦輪420通過陶瓷渦輪軸組件端蓋462保持在陶瓷渦輪鄰接杆460以及陶瓷渦輪和壓縮機軸410上。陶瓷渦輪軸組件端蓋462可以使用任何合適的固定配置被組裝到陶瓷渦輪鄰接杆460的遠端。這可以包括螺紋接口；粘合劑；結合劑；材料過渡，諸如焊接；壓配合、過盈配合等。可以通過冷卻陶瓷渦輪

和壓縮機軸410和/或陶瓷渦輪鄰接杆460（收縮陶瓷渦輪和壓縮機軸410和/或陶瓷渦輪鄰接杆460）並升高陶瓷渦輪420的溫度（擴展陶瓷渦輪420）來組裝壓縮配合或過盈配合，使孔427能夠滑動到陶瓷渦輪鄰接杆460的相應端上。當陶瓷渦輪420、陶瓷渦輪和壓縮機軸410和/或陶瓷渦輪鄰接杆460的溫度相等時，孔427與陶瓷渦輪鄰接杆460的相應端部之間的界面創建了堅固的機械接頭。可以使用相同的過程將陶瓷渦輪軸組件端蓋462組裝到陶瓷渦輪鄰接杆460的相應端部上。

【0133】 間隔件推力軸承陶瓷一體化軸440被形成在陶瓷渦輪和壓縮機軸410的遠端。在示例性實施例中，間隔件推力軸承陶瓷一體化軸440被整體形成在陶瓷渦輪和壓縮機軸410的與陶瓷渦輪420相對的端部處。間隔件推力軸承陶瓷一體化軸440從陶瓷渦輪和壓縮機軸410的總直徑徑向向外延伸，從而創建了凸緣。間隔件推力軸承陶瓷一體化軸440包括在外表面或遠表面上的陶瓷間隔件推力軸承第一軸向面向表面442和在內表面或前表面上的陶瓷間隔件推力軸承第二軸向面向表面444。陶瓷間隔件推力軸承第一軸向面向表面442和陶瓷間隔件推力軸承第二軸向面向表面444中的每一個的尺寸和形狀將分別與第一背板推力軸承142和第二背板推力軸承144接合。間隔件推力軸承陶瓷一體化軸440首選地由SAE 4140鉻鋁合金鋼製成。

【0134】 磁性轉子450在金屬壓縮機430與間隔件推力軸承陶瓷一體化軸440之間的位置處被組裝到陶瓷渦輪和壓縮機軸410的外表面。轉子渦輪軸452可以被安裝在磁性轉子450與陶瓷渦輪和壓縮機軸410的外表面之間。當一體化的陶瓷壓縮機和渦輪組件400被組裝到微型渦輪發動機子組件102中時，磁性轉子450將沿陶瓷渦輪和壓縮機軸410軸向定位以與磁性繞組定子150對齊，如圖6中所示。磁性轉子450首選地由SAE 1010碳鋼或等效材料製成。轉子渦輪軸452首選地

由陶瓷材料製成。轉子渦輪軸452的陶瓷材料的使用提供了微型渦輪組件100以高旋轉速度工作所需的剛性和低重量。此外，轉子渦輪軸452的陶瓷材料使內部熱傳遞最小化。

【0135】 金屬壓縮機430類似於陶瓷渦輪420。金屬壓縮機430包括金屬壓縮機基座431，該金屬壓縮機基座包括軸向穿過其中的金屬壓縮機葉片圓柱形孔437。金屬壓縮機基座431被成形為在金屬壓縮機430的渦輪端具有較大的直徑並且在金屬壓縮機430的進氣或供應端具有較小的直徑。金屬壓縮機葉片間隙434被形成在金屬壓縮機430的最寬直徑端。多個金屬壓縮機較大葉片432從金屬壓縮機基座431的外表面向外延伸。類似地，多個金屬壓縮機較小葉片433從金屬壓縮機基座431的外表面向外延伸。金屬壓縮機較大葉片432和金屬壓縮機較小葉片433在空間上交替布置。金屬壓縮機較大葉片432中的每一個被成形為具有扭曲葉片形狀，其中金屬壓縮機較大葉片432的靠近金屬壓縮機較大葉片432的進氣側或供應側的部分是彎曲的，其中曲率中心位於葉片432的尾部旋轉側，並且金屬壓縮機較大葉片432的壓縮空氣輸送側是彎曲的，其中曲率中心位於葉片432的前部旋轉相對側上。金屬壓縮機較小葉片433中的每一個被成形為與金屬壓縮機較大葉片432相同，但長度更小。可選地，與金屬壓縮機較大葉片432相比，金屬壓縮機較小葉片433中的每一個也可以在徑向尺寸或高度上更小。金屬壓縮機較大葉片432和金屬壓縮機較小葉片433中的每一個優選地鄰接金屬壓縮機葉片間隙434的表面並且向後或朝向金屬壓縮機基座431的較小直徑側延伸。金屬壓縮機較大葉片432中的每一個可以在大體上朝向、靠近或抵靠金屬壓縮機基座431的較小直徑端的邊緣的位置終止。

【0136】 微型渦輪發動機子組件102的元件可以被設計為安裝在一體化的陶瓷壓縮機和渦輪組件400周圍。微型渦輪發動機子組件102的元件可具有大於間隔件推力軸承陶瓷一體化軸440的外徑的內徑，其中間隔件推力軸承陶瓷一體化軸440可以被插入穿過相應元件的孔。相反，具有小於間隔件推力軸承陶瓷一體化軸440的外徑的內徑的元件通常被設計為具有圍繞一體化的陶瓷壓縮機和渦輪組件400組裝的兩個（或更多個）部分。在圖7所示的示例性分解組裝圖中示出這方面的示例。

【0137】 微型渦輪發動機子組件102還包括渦輪間隔件110。渦輪間隔件110首選地由不鏽鋼製成。渦輪間隔件110位於陶瓷渦輪420的較大直徑側。由渦輪間隔件110的內表面限定燃燒室112。可以以點火器（未示出）啟動燃燒室112內的燃料燃燒的方式將其一體化到渦輪間隔件110中。

【0138】 壓縮機側箱箔122和推力側箱箔154被組裝成包圍陶瓷渦輪和壓縮機軸410的相應部分。壓縮機護罩120、壓縮機側箱箔122和推力側箱箔154均首選地由SAE 4140鉻鉬合金鋼製成。諸如陶瓷軸軸承170之類的軸承可以被安裝在壓縮機側箱箔122與陶瓷渦輪和壓縮機軸410的相對表面之間，並且類似地，諸如陶瓷軸軸承170可以被安裝在推力側箱箔154與陶瓷渦輪和壓縮機軸410的相對表面之間。軸承首選地能夠支持升高的溫度以及通常在每分鐘40,000轉到120,000轉（RPM）之間的高轉速。電機定子間隔件152結合壓縮機側箱箔122和推力側箱箔154的組件一起組裝。隨後組裝電機定子間隔件152和散熱器主體160，從而封裝推力側箱箔154。壓縮機護罩120以避免損壞金屬壓縮機430的方式被仔細地組裝到子組件。渦輪間隔件110和/或散熱器主體160或諸如套筒殼體之類的其他元件的特徵可用於將壓縮機護罩120保持在微型渦輪發動機子組件102內的所需對齊

處。壓縮機護罩120的設計包括中空部分124，優選地由一系列肋部加強以減輕護罩120的重量。壓縮機護罩120的內表面限定了壓縮機空氣供應通道126的一側。

【0139】 第一背板推力軸承142、第二背板推力軸承144、推力箔軸承140和箔推力軸承145可以被組裝在間隔件推力軸承陶瓷一體化軸440的周圍。推力軸承組件由推力箔系統支架146支撐。第一背板推力軸承142、第二背板推力軸承144、推力箔軸承140和箔推力軸承145的組合將一體化的陶瓷壓縮機和渦輪組件400軸向地保持在微型渦輪發動機子組件102內的適當位置。組裝其他結構元件以完成微型渦輪發動機子組件102的組裝過程。電機系統鎖180可以被組裝到徑向渦輪護罩220以將渦輪電機部件保持在發動機殼體210內。

【0140】 在圖5中呈現微型渦輪空氣吸入殼體子組件202的細節。微型渦輪空氣吸入殼體子組件202為微型渦輪發動機子組件102提供外殼和接口元件。發動機殼體210為微型渦輪發動機子組件102提供外殼，並為微型渦輪空氣吸入殼體子組件202的元件提供結構支撐。安裝微型渦輪發動機子組件102，抵靠發動機殼體210的發動機殼體內表面211就位。提供渦輪進氣導管內表面213的渦輪進氣渦旋212在與用於向渦輪420輸送空氣供應的一系列氣流通道對齊的位置處被組裝到發動機殼體210。類似地，提供壓縮機排氣渦旋內表面215的壓縮機排氣渦旋214在與用於接收來自壓縮機430的排氣的一系列氣流通道對齊的位置處被組裝到發動機殼體210。徑向渦輪護罩220在發動機殼體210的渦輪端處被組裝在發動機殼體210的內部。來自渦輪420的排氣通過由徑向渦輪護罩220的徑向渦輪護罩內表面221限定的端口排放出。如果合適，諸如變壓器電容器337之類的電氣部件可以被組裝到發動機殼體210。諸如微型渦輪空氣吸入殼體子組件到壓縮機空氣供應和電子子組件安裝接口218之類的附加特徵可以被一體化（如圖所示）或被組裝

到（如建議的）發動機殼體210，其中這些特徵進一步支持微型渦輪發動機子組件102和壓縮機空氣供應和電子子組件302被組裝到微型渦輪空氣吸入殼體子組件202。渦輪渦旋和壓縮機渦旋軸向間隙239在渦輪進氣渦旋212與壓縮機排氣渦旋214的面向邊緣之間延伸。發動機殼體210優選地由AISI 304不鏽鋼製成。徑向渦輪護罩220優選地由Inconel 800HT製成。

【0141】 提供壓縮機空氣供應和電子子組件302以提供對吸入空氣的過濾並為系統的各種電氣元件提供支持。由於壓縮機空氣供應和電子子組件302在操作期間保持在較低溫度，所以將更多溫度敏感部件組裝到壓縮機空氣供應和電子子組件302是有利的。壓縮機空氣供應和電子子組件302包括壓縮機空氣供應殼體310。壓縮機空氣供應殼體310提供外表面和內表面311。壓縮機空氣供應殼體組件接口構件314被組裝到壓縮機空氣供應殼體310的組件端。壓縮機空氣供應殼體組件接口構件314有助於壓縮機空氣供應和電子子組件302與微型渦輪空氣吸入殼體子組件202之間的組裝。壓縮機空氣供應殼體組件氣流通道319被設置為穿過壓縮機空氣供應殼體組件接口構件314，使氣流能夠穿過壓縮機空氣供應殼體310並進入微型渦輪發動機子組件102。在示例性微型渦輪組件100中，數字信號處理器320、平面變壓器330、多電平逆變器340和控制器組件350（圖1）被組裝到壓縮機空氣供應殼體310的外部。電力由發電機（150、450）生成並傳遞到平面變壓器330。然後通過平面變壓器330將所吸入的電力轉換成可用的形式。平面變壓器330通過諸如正功率輸出導體334和接地功率輸出導體336之類的功率導體將轉換後的可用功率輸送到期望的功率接收器。

【0142】 在圖9和圖10中示出微型渦輪組件100的操作。燃燒室112與通過微型渦輪空氣吸入殼體子組件202的渦輪進氣渦旋212的渦輪進氣導管内表面213供

應的氣流流體連通。由渦輪進氣渦旋212經由微型渦輪空氣吸入殼體子組件202的渦輪進氣導管內表面213向陶瓷渦輪420提供氣流（圖9和圖10中所示的渦輪290的空氣供應）。吸入的氣流與燃料以期望的混合物結合並在諸如燃燒室112之類的燃燒室中燃燒。燃燒過程提高了排氣的溫度，從而使混合物膨脹。由於膨脹的混合物受到一定體積的限制，因此膨脹的空氣以高速逸出。逸出的空氣穿過陶瓷渦輪420，從而驅動陶瓷渦輪420，因此圍繞發動機軸旋轉軸線419（圖12和圖13）旋轉。陶瓷渦輪420的旋轉使陶瓷渦輪和壓縮機軸410旋轉，從而使金屬壓縮機430和磁性轉子450旋轉。金屬壓縮機430的旋轉驅動壓縮過程。磁性轉子450的旋轉生成電力。來自渦輪的渦輪排氣298通過形成在徑向渦輪護罩內表面221內的隧道排出。

【0143】 通過微型渦輪發動機子組件102的元件向壓縮機提供氣流（圖9和圖10中所示的壓縮機280的空氣供應）。這包括穿過推力箔系統支架146的氣流通道，該氣流通道通向散熱器主體160。散熱器主體160首選地由5051鋁製成。散熱器主體160包括多個散熱器主體氣流通道162（在圖7中示出），該多個散熱器主體氣流通道將空氣饋送到壓縮機空氣供應通道126。流過散熱器主體160的空氣被磁性繞組定子150生成的熱量加熱。相反，空氣經由散熱器主體160冷卻磁性繞組定子150。壓縮機空氣供應通道126限定在壓縮機護罩120與壓縮機側箱箔122的面向表面之間。壓縮機空氣供應通道126將氣流輸送到金屬壓縮機430的較小直徑端。通過壓縮機空氣供應通道126的直徑變化和金屬壓縮機430的旋轉而壓縮氣流。吸入的空氣的壓縮提高了空氣的溫度並排出熱空氣288。壓縮、加熱的空氣288通過微型渦輪空氣吸入殼體子組件202的壓縮機排氣渦旋214的壓縮機排氣渦旋內表面215輸送到期望的目的地。在一種配置中，壓縮空氣可被引導至渦輪的

進氣口。在另一種配置中，加熱的空氣可用於煮沸水。應當理解，加熱空氣可用於任何合適的應用。

【0144】 陶瓷渦輪和壓縮機軸410的旋轉使磁性轉子450圍繞發動機軸旋轉軸線419旋轉。旋轉運動導致磁性轉子450穿過固定的磁性繞組定子150。在常見配置中，微型渦輪發動機子組件102將包括圍繞陶瓷渦輪和壓縮機軸410的圓周空間布置的多個磁性轉子450。類似地，微型渦輪發動機子組件102包括圍繞發動機軸旋轉軸線419空間布置的多個磁性繞組定子150。磁性繞組定子150中的每一個由電機定子間隔件152支撐。這種轉變作為發電機操作以生成電力。電機定子間隔件152優選地由SAE 4140鉻鉬合金鋼製成。

【0145】 在圖17所示的發電示意圖600中提供了平面變壓器330的細節。電力源自於發電機610（100中的150、450）。所吸入的原始電力最初通過初級整流器612進行處理。整流後的功率存儲在初級濾波電容器614中並通過功率因數校正（PFC）616進行處理。然後將電力提供給全橋618以經由變壓器620無線傳遞到次級整流器622。次級整流器622可以經由次級濾波電容器624將功率分割成不同的狀態。然後通過相應的一系列輸出全橋626處理電力，從而產生正弦波功率輸出628。然後可以將正弦波功率輸出628提供給所需的電力接收器，諸如線路功率。發電示意圖600是發電示意圖600的一個示例性配置。應當理解，可以利用任何電力處理電路來提供期望的電輸出。

【0146】 上述示例性實施例包括一體化的陶瓷壓縮機和渦輪組件400。一體化的陶瓷壓縮機和渦輪組件400是一個示例性一體化的壓縮機和渦輪組件。第二示例性壓縮機和渦輪組件被標識為金屬渦輪和壓縮機軸組件500，如圖14、圖15和圖16中所示。金屬渦輪和壓縮機軸組件500和一體化的陶瓷壓縮機和渦輪組件

400包括許多類似的元件。金屬渦輪和壓縮機軸組件500和一體化的陶瓷壓縮機和渦輪組件400的相同元件的編號相同，其中金屬渦輪和壓縮機軸組件500的元件前面帶有數字“5”。在示例性圖示中，金屬渦輪和壓縮機軸組件500包括金屬渦輪葉片組件520，該金屬渦輪葉片組件具有用於組裝到金屬渦輪和壓縮機軸510的外表面的圓柱形孔527。金屬渦輪葉片組件520和金屬壓縮機葉片組件530可製造為整體組件。金屬渦輪葉片組件520和金屬壓縮機葉片組件530可以使用任何合適的組裝技術被組裝到金屬渦輪和壓縮機軸510上，包括上面針對一體化的陶瓷壓縮機和渦輪組件400描述的那些技術。將渦輪間隔件110插入在金屬渦輪葉片組件520與金屬壓縮機葉片組件530之間使金屬渦輪葉片組件520和金屬壓縮機葉片組件530保持為適當的軸向對準。金屬渦輪葉片組件520和金屬壓縮機葉片組件530優選地由金屬製成。金屬渦輪葉片組件520和金屬壓縮機葉片組件530可以通過任何合適的製造工藝進行製造，以提供能夠承受與寬溫度範圍和突然的溫度變化相關的應力和應變以及能夠承受受到由燃燒室內燃燒產生的高旋轉力、高徑向力或向心力、高切向力等的部件。

【0147】 本發明涉及示例性微型能量熱電聯產系統700，如圖18至圖22和圖24中所示。

【0148】 微型能量熱電聯產系統700優選地具有實現便攜性的尺寸和設計，易於在各地點之間運輸。它的總體尺寸緊湊，重量輕，並且可以包括把手770，這對於該目的特別有用。微型/納米渦輪722的尺寸優選地被設計成使得它可以是便攜式的並且具有在每小時1至5千瓦的範圍內並且更優選地在2至4千瓦時的範圍內的輸出。此外，微型/納米渦輪722可以被配置成具有至少70%的效率，更優選地至少80%，並且更通常地，在80%至86%的範圍內。

【0149】 本微型能量熱電聯產系統700與其他能量系統和需要能量的系統兼容，如下所述。

【0150】 氣態熱能從燃燒室750提供給微型/納米渦輪722，該微型/納米渦輪將所提供的氣態熱能轉換為機械能。渦輪722使微型發電機724旋轉。微型發電機724的旋轉運動將該機械能轉換成生成的電力輸出732。創建的所生成的電力輸出732可以被提供給家庭或房屋的電網、一組房屋的電網、建築物、企業、一組企業、混合動力汽車、船、戶外應用，或任何其他電力消耗實體。

【0151】 微型能量熱電聯產系統700包括能量生成系統殼體702。能量生成系統殼體702優選地由擠壓的中空材料原料的一部分製成，諸如鋁。各種特徵被機械加工到擠壓原料的部分中。這可以包括一系列特徵以接收部件安裝硬件703，諸如螺栓、螺釘、鉚釘、支架等，以將操作部件組裝到能量生成系統殼體702。另一個特徵可以包括用於組裝一系列能量生成系統支腳709的一系列特徵。每個能量生成系統支腳709優選地由柔軟材料製成，諸如橡膠，其中提供了柔軟性以吸收在微型能量熱電聯產系統700操作期間生成的振動。該系列的能量生成系統支腳709可以被單獨組裝到能量生成系統殼體702或被組裝到支撐支架，其中該支撐支架然後被組裝到能量生成系統殼體702。優選地，該系列能量生成系統支腳709被直接或間接地組裝到能量生成系統殼體702的下部或底面板、前端蓋704的下部或底部和/或後端蓋706的下部或底部。可替代地，支腳709可以被一體地形成在前端蓋704和後端蓋706中。

【0152】 優選地包括通風格柵705的前端蓋704被固定到能量生成系統殼體702的前端。前端蓋704被固定到能量生成系統殼體702的前端。前端蓋704和後端蓋706中的每一個優選地被可滑動地組裝到能量生成系統殼體702的外表面。然後

前端蓋704和後端蓋706可以通過任何合適的方法被固定到能量生成系統殼體702，諸如粘合劑、一個或多個機械緊固件、機械干涉等。優選地，前端蓋704和後端蓋706中的至少一個被可移除地組裝到能量生成系統殼體702。前端蓋704和後端蓋706中的至少一個從能量生成系統殼體702的可移除性使得能夠接達操作部件以進行維修和/或修理。

【0153】 把手770或把手組件770被組裝到能量生成系統殼體702（如圖所示）、前端蓋704和/或後端蓋706。優選地，可從能量生成系統殼體702移除把手770。這便於接達加熱空氣排氣端口707。

【0154】 能量生成系統殼體702可以被修改以引入加熱空氣排氣端口707。加熱空氣排氣端口707優選地被形成為穿過能量生成系統殼體702的上面板，因為加熱空氣排氣端口707被設計成傳遞熱量，並且隨著熱量自然上升，最佳位置將沿能量生成系統殼體702的上面板。排氣傳遞元件708可以被組裝到能量生成系統殼體702的上面板，從而為加熱氣體通過排氣傳遞元件708到達另一個單元提供管道。排氣傳遞元件708可以是可移除的以容納把手770。

【0155】 在圖24中呈現的等距示意圖和圖27所示的示意圖中示出微型能量熱電聯產系統700的操作部件。操作部件包括壓縮機720、微型/納米渦輪722、微型發電機724、熱交換器740和燃燒室750。可以包括逆變器中央處理單元（CPU）730和有線或無線通信電路731以提供對所生成電力的電氣管理，以及單獨受關注的通信鏈路以向支持系統、維修人員、第三方或任何其他所需的接收方提供信息。

【0156】 微型/納米渦輪722驅動系統。微型/納米渦輪722通過渦輪軸726被旋轉地聯接到壓縮機720。微型發電機724通過發電機軸727被旋轉地聯接到壓縮

機720和/或微型/納米渦輪722。渦輪軸726和發電機軸727可以是連續軸、分離軸、通過萬向節聯接的分離軸段等。齒輪、傳動裝置或任何其他旋轉轉換元件（未示出）可以被一體化在三個旋轉元件720、722、724中的任何兩個或每一個之間，以修改旋轉速度、扭矩或適應任何其他設計元件。將根據任何已知的合適的操作部件支撐設計來提供對這些元件中的每一個的支撐，包括支架、軸承、襯套、機械緊固件、可調節特徵等。沒有提供壓縮機720、微型/納米渦輪722和微型發電機724的具體細節，因為它們不構成本發明的一部分。市場上可購得的任何合適的壓縮機720、任何合適的微型/納米渦輪722和任何合適的微型發電機724可用於微型能量熱電聯產系統700。

【0157】 燃料供應729被提供給燃燒室750，在該燃燒室中燃料用於生成旋轉力，從而引起微型/納米渦輪722的旋轉運動。燃料729可以是天然氣、柴油、汽油、液化石油氣（LPG）等。微型/納米渦輪722的旋轉運動驅動壓縮機720的旋轉。微型/納米渦輪722的旋轉運動還驅動微型發電機724的旋轉。由壓縮機720提供的壓縮空氣然後被暴露於熱交換器740的熱交換器（冷側）742，從而冷卻壓縮空氣。冷卻的壓縮空氣被傳遞到燃燒室750。冷凍壓縮空氣與燃料729的結合使用提高了用於驅動微型/納米渦輪722的燃燒過程的效率。從渦輪排放出的加熱空氣被導向熱交換器740的熱交換器（熱側）744。

【0158】 壓縮機720、微型/納米渦輪722和微型發電機724之間的布置可以被修改以適合系統的工程師和/或設計者。

【0159】 微型發電機724通常可以包括旋轉轉子和定子。轉子可以是被可旋轉地定位在定子內的永磁體並且在微型/納米渦輪722的操作期間相對於定子旋轉。機械能可以從微型/納米渦輪722被傳遞到發電機軸727到轉子上，使得發電

機軸727、微型/納米渦輪722和微型發電機724的轉子以一定的速度同步旋轉，例如，高達700,000 RPM或更高。

【0160】 微型發電機724的旋轉運動生成電力輸出。電力輸出可以作為生成的電力輸出732直接轉送到電力線或在作為生成的電力輸出732輸出之前穿過生成的電力輸出732。反向電力可用於操作有線或無線通信電路731。有線或無線通信電路731提供通信鏈路，該通信鏈路能夠將與微型能量熱電聯產系統700相關的數據傳送到第三方、監控計算機、維修人員等。數據可以包括操作數據，諸如電力輸出732、燃料消耗729、微型/納米渦輪722、壓縮機720和/或微型發電機724的轉速、操作溫度、任何振動、潤滑狀態等。有線通信電路731可以根據任何合適的有線通信協議進行操作，包括通用串行總線（USB）、串行通信、並行通信、以太網等。無線通信電路731可以根據任何合適的無線通信協議進行操作，包括Wi-Fi、藍牙、Zigbee、任何射頻（RF）、近場通信（NFC）、射頻識別（RFID）等。

【0161】 生成的電力輸出732可以立即使用、存儲以備後用，或輸送到網絡以在網絡內進行分配，諸如電力公司電網。所生成的電力輸出732的存儲可以由電池或任何其他合適的存儲介質提供。

【0162】 通過到納米渦輪760的輸入空氣將空氣提供到微型能量熱電聯產系統700中。輸入空氣通過前端蓋704的通風格柵705進入到納米渦輪760。來自微型/納米渦輪722的熱輸出氣體被饋送到熱交換器740的熱交換器（冷側）742，隨後被轉送到加熱空氣排氣端口707以排出熱排氣（燃燒器）762。來自微型/納米渦輪722的熱輸出氣體被導向熱交換器740的熱交換器（熱側）744並用於從熱交換器740的熱交換器（冷側）742吸取熱量。

【0163】 該系統的第一可選元件是水處理系統800。在圖25中呈現的等距示意圖和圖27的示意圖中示出水處理系統800的操作部件。水處理系統800和微型能量熱電聯產系統700包括許多相似的元件。相同的元件以類似的方式編號，其中水處理系統800和微型能量熱電聯產系統700的相同元件的編號相同，除了水處理系統800的元件的參考字符前加數字“2”之外。水處理系統800的殼體類似於微型能量熱電聯產系統700的殼體。熱排氣（燃燒器）762通過排氣傳遞元件708從微型能量熱電聯產系統700傳遞到水處理系統800。熱排氣（燃燒器）762被導向位於能量生成系統殼體802內部的熱交換器840的熱交換器（熱側）842。水871由熱水器或鍋爐870供應到熱交換器840。熱水器或鍋爐870轉變為冷凝器872。冷凝器872穿過熱交換器840的熱交換器（冷側）844。隨著水871穿過熱水器或鍋爐870，並繼續進入冷凝器872，水處理系統800的輸出是飲用水873。由於來自熱排氣（燃燒器）762的熱量只有一部分被熱交換器840吸收，因此殘留的加熱氣體作為熱排氣862穿過水處理系統800的排氣傳遞元件808。

【0164】 可以修改水處理系統800以向水系統提供加熱空氣。例如，水系統可以向內部或外部熱水器或水鍋爐870提供熱空氣。然後可以將水轉送到單獨的冷凝器以產生飲用水873。熱水器將連接到來自熱交換器的廢熱導管，類似於供暖系統970的加熱管道976（如圖23中所示）。

【0165】 微型能量熱電聯產系統700可以另外用於支持空氣供暖系統。該系統的另一個可選元件是空氣供暖系統900。在圖26中呈現的等距示意圖和圖27所示的示意圖中示出空氣供暖系統900的操作部件。空氣供暖系統900和微型能量熱電聯產系統700包括許多類似的元件。相同的元件以類似的方式編號，其中空氣供暖系統900和微型能量熱電聯產系統700的相同元件的編號相同，除了空氣供

暖系統900的元件的參考字符前加數字“3”之外。空氣供暖系統900的殼體類似於空氣供暖系統900的殼體。熱排氣（燃燒器）762或熱排氣862通過相應的排氣傳遞元件708或排氣傳遞元件808從微型能量熱電聯產系統700或水處理系統800傳遞到空氣供暖系統900。熱排氣（燃燒器）762、862被導向位於能量生成系統殼體902內部的熱交換器940的熱交換器（熱側）942。輸入空氣960被導向熱交換器940。隨著到熱交換器960的輸入空氣穿過熱交換器940，空氣的溫度升高。空氣作為輸出空氣（熱側）964排放出。到熱交換器960的輸入空氣轉換為輸出空氣（熱側）964，該輸出空氣可以包含在穿過熱交換器940的管道（未示出）內。相反，熱排氣（燃燒器）762、862穿過和/或繞過熱交換器，其中殘留的加熱空氣作為熱排氣962通過排氣傳遞元件808排放出。

【0166】 供暖系統970可以使用廢熱來為位置或建築物提供廢熱和/或輸出熱978。供暖系統970可以連接到微型能量熱電聯產系統700的排放端口以接收輸出空氣（熱側）764（根據描述理解的配置，但未示出），或連接到空氣供暖系統900的排放端口以通過加熱管道976接收輸出空氣（熱側）964，如圖23中所示。供暖系統970將從微型/納米渦輪722或水處理系統800下游的排氣通道接收高溫排氣762、862以用於熱傳遞。以此方式，微型能量熱電聯產系統可以幫助滿足位置或建築物的供暖需求。

【0167】 如示例性實施例中所示，輸出空氣（熱側）964流向熱交換器972。空氣由風扇裝置974吸入供暖系統970並且穿過熱交換器972。當空氣穿過熱交換器972時，空氣被加熱。空氣還可以與輸出空氣（熱側）964結合以進一步增加作為排氣和/或輸出熱量978排放的空氣的整體溫度。

【0168】 圖28是連接到電網1200的微型能量熱電聯產系統700的示意圖。

【0169】如圖28中所示，本發明的微型能量熱電聯產系統700可以通過電力線1210附接到配電盤控制器和儀錶7220。配電盤控制器和儀錶協助將電力分配到建築物或位置。通常，來自微型能量熱電聯產系統700的即時負載遵循標準家用電箱的控制器。本發明的納米渦輪微型能量熱電聯產系統700很容易與電箱控制器的所有標準配置兼容。

【0170】該系統還可以通過控制中心1700使用傳輸控制協議/互聯網協議（TCP/IP）網絡1000來控制。因此，如果需要，微型能量熱電聯產系統700可以從電網1200獲取能量，或者如果本地系統的消耗低於其產生的能量，則向電網1200提供能量。本發明系統的主要特徵包括其通過為同一用戶連接多個單元來擴大規模的能力，或者多個單元可以互連而作為用於平衡特定用戶組的能源需求的電網。

【0171】如上所述，納米渦輪微型能量熱電聯產系統700可以被一體化到房屋中，以補充或替代現有的能量系統。應該注意，能量系統可以被一體化到所有類型和尺寸的建築物和結構以及需要能量的位置。應當理解，系統700可以包括更少的部件和系統，或者可以包括額外的部件或系統。

【0172】能量系統700可以將供暖系統、冷卻系統、水供暖系統和電氣系統中的任何一個或多個一體化到移動和便攜式單元中。從以上描述可以理解，能量系統700由不同類型的燃料供電。使用納米/微型能量熱電聯產系統700，能量系統可以滿足位置、建築物或結構的電需求、供暖需求、冷卻需求和/或熱水需求和/或飲用水需求。它還可以用於混合動力汽車、划船動力、戶外應用和家用應用。

【0173】 家庭能量系統700可以提供單個位置、結構或建築物（諸如房屋）的至少一部分（如果不是全部）電力需求。能量系統700在接線盒或配電盤控制器和儀錶處與電網1200一體化以在一個位置分配電力負載。能量系統或電網1200可以是主要系統，而另一個系統用作輔助或支持系統。當能量系統產生比需要更多的電力時，電力負載可以被存儲在存儲設備中，諸如某種類型的電池，或者返回到電網1200。在未連接到電力公司的系統中，如位於遠程位置的系統裝置，多餘的電力負載可以通過本地電網1200被輸送到特定位置。可替代地，如果多餘電力負載返回到電網1200，則具有多餘電力的房屋可以指定特定房屋或位置以通過電力公司的電網接收電力負載。這種電力負載的共享允許兩個位置以低於從電力公司購買的成本來交換電力負載。

【0174】 本發明系統具有多種應用，包括但不限於：

【0175】 （a）電動車輛的混合動力

【0176】 （b）國內電力和熱力生產

【0177】 （c）智能電網

【0178】 （d）划船動力和供熱

【0179】 （e）戶外應用

【0180】 圖29至圖33中呈現了幾種應用的示例。微型渦輪組件100的輸出是可縮放的。為了適應可縮放性，在配置中標識為微型渦輪組件1310的多個微型渦輪組件100被安裝到發電組1300中，如圖29至圖31中呈現的圖示所示。每個微型渦輪組件1310包括1312，其中微型渦輪組件外殼1312包封微型渦輪組件100。把手1314可以被一體化到微型渦輪組件殼體1312中。把手1314可以包括將微型渦輪組件1310固定在微型渦輪組件插座1331內並使微型渦輪組件1310與微型渦輪組

件插座1331脫離的特徵。在示例性實施例中，當把手1314被定向在向下位置時，把手1314將微型渦輪組件1310固定在微型渦輪組件插座1331內，並且當把手1314被定向在升高位置時，把手1314從微型渦輪組件插座1331釋放微型渦輪組件1310。微型渦輪組件1310可以包括信息顯示器1316以向用戶或操作員傳達操作狀態。微型渦輪組件1310可以包括插入對準特徵1319以確保連接元件1320、1322、1324與發電組1300的相應配合連接元件1360、1362、1364正確對齊並連接。

【0181】 發電組1300可以以發電組殼體1330的形式提供。發電組殼體1330包括：發電組殼體前面板1332；一對發電組殼體側面板1334，每個發電組殼體側面板1334分別從發電組殼體前面板1332的左右邊緣向後延伸；發電組殼體底面板1336，該發電組殼體底面板從發電組殼體前面板1332的下邊緣向後延伸，沿左發電組殼體側面板1334和右發電組殼體側面板1334中每一個的每個下邊緣延伸；發電組殼體頂面板1338，該發電組殼體頂面板從發電組殼體前面板1332的上邊緣向後延伸，沿左發電組殼體側面板1334和右發電組殼體側面板1334中每一個的每個上邊緣延伸；以及發電組殼體後面板1339，該發電組殼體後面板沿左發電組殼體側面板1334、右發電組殼體側面板1334、發電組殼體底面板1336和發電組殼體頂面板1338中每一個的後邊緣延伸。面板1332、1334、1336、1338、1339共同形成外殼。

【0182】 發電組1300包括多個微型渦輪組件插座1331。發電組殼體1330優選地被設計為具有可從發電組殼體前面板1332接達的微型渦輪組件插座1331中的每一個。更具體地，每個微型渦輪組件插座1331被布置在微型渦輪組件1310可通過發電組殼體前面板1332被插入和移除之處。多個微型渦輪組件插座1331優選地被布置成具有成排的一系列微型渦輪組件插座1331，具有成列的一系列微

型渦輪組件插座1331，具有成多排的一系列微型渦輪組件插座1331，具有成多列的一系列微型渦輪組件插座1331，或具有成多排的一系列微型渦輪組件插座1331，排的布置也形成多列一系列微型渦輪組件插座1331。

【0183】 通風口1340、1342可以被包括在發電組殼體1330中以幫助向每個微型渦輪組件1310提供空氣和從每個微型渦輪組件1310去除排氣。在示例性實施例中，多電平逆變器340向每個微型渦輪組件1310提供空氣並且排氣口1342從每個微型渦輪組件1310去除排氣。

【0184】 在圖31所示的截面圖中呈現了發電組1300的操作布置。如上所述，連接元件1320、1322、1324被配置成與發電組1300的相應配合連接元件1360、1362、1364接合。發電組1300包括燃料供應歧管1350、排氣收集歧管1352和電力收集線束1354。燃料供應歧管1350包括位於吸入端的燃料源連接器1370和一系列燃料輸送端口1360；每個燃料輸送端口1360被定位成與微型渦輪組件1310的相應燃料入口端口1320接合和聯接，以向每個操作的微型渦輪組件1310提供燃料。排氣收集歧管1352包括位於輸送端的排氣排放連接器1372和一系列排氣接收端口1362；每個排氣接收端口1362被定位成與微型渦輪組件1310的相應排氣排放端口1322接合和聯接，以收集來自操作的微型渦輪組件1310的排氣。電力收集線束1354包括在輸送端的系統電輸出端子1374的集合和一系列電力接收端子1364；其中電力接收端子1364的集合被定位成與微型渦輪組件1310的電輸出端子1324的相應集合接合和聯接，以收集從操作的微型渦輪組件1310生成的電力。期望每個連接件被設計成在將微型渦輪組件1310插入到微型渦輪組件插座1331的過程期間接合並且在從微型渦輪組件插座1331移除微型渦輪組件1310的過程期間脫離。

【0185】 發電組殼體1330和相應的操作支持部件燃料供應歧管1350、排氣收集歧管1352和電力收集線束1354可適於支持實現方式，如在圖32和圖33中所示的示例性實現方式中所呈現。

【0186】 在圖32中示出示例性電動機動車輛1400。示例性電動機動車輛1400包括被一體化到電源艙1410中的電源陣列殼體1430。電源艙1410由陶瓷渦輪和壓縮機軸孔412保護並可由其接達。示例性電源陣列殼體1430包括以排和列布置的六（6）個微型渦輪組件插座1431，每個微型渦輪組件插座1431包含微型渦輪組件1310。燃料供應歧管1350將連接到燃料箱。排氣收集歧管1352將被一體化到電動機動車輛1400的排氣系統中。電力收集線束1354將被一體化到電動機動車輛1400的電氣系統中。電動機動車輛1400僅是示例性的，其中電動機動車輛1400代表任何電動或混合動力車輛。示例可以包括：汽車、賽車、卡車、摩托車、自行車、高爾夫球車、手推車、拖拉機、農用車輛、工程車輛、前置裝載機、軍用車輛、起重機等。相同的概念可以應用於水上船隻，包括游船、賽艇、機動輔助帆船、游艇、貨船、軍艦、水下船隻、游輪、小船等。

【0187】 在圖33中示出示例性電動飛行器1500。示例性電動飛行器1500是垂直起降（VTOL）飛行器，該飛行器可以垂直懸停、起飛和著陸而設計為空中出租車。電動飛行器1500僅是示例性的，其中電動飛行器1500代表任何電動或混合動力飛行器。雖然示例性電動飛行器1500以垂直起降（VTOL）飛行器的形式示出，但應理解，電動飛行器1500可以是任何電動或混合動力飛行器，包括飛機、無人機、直升機等。

【0188】 電動飛行器1500包括飛行器機身1510。升力和推進是經由由飛行器推進電機組件1512提供動力的飛行器提升葉片1514提供的。每個飛行器推進電

機組件支撐臂1518由從飛行器機身1510懸臂伸出的飛行器推進電機組件支撐臂1518支撐。一對飛行器起落架1516從飛行器機身1510的底部向下延伸。示例性飛行器起落架1516是滑橇的形式。應當理解，飛行器起落架1516可以是輪子、浮體或任何其他合適形式的固定或可收起構型的起落架。

【0189】 示例性電動飛行器1500包括被一體化到飛行器機身1510中的電源陣列殼體1530。示例性電源陣列殼體1530包括成單排布置的三（3）個微型渦輪組件插座1531，每個微型渦輪組件插座1531包含微型渦輪組件1310。燃料供應歧管1350將連接到燃料箱。排氣收集歧管1352將被一體化到電動飛行器1500的排氣系統中。電力收集線束1354將被一體化到電動飛行器1500的電氣系統中。

【0190】 應當理解，附圖中所示和上述的實施例僅用於說明目的，並不旨在限制本發明的範圍，本發明的範圍由申請專利範圍限定，申請專利範圍遵循根據專利法的原則進行解釋，包括等效論。

【符號說明】

【0191】

100	微型渦輪組件
102	微型渦輪發動機子組件
110	渦輪間隔件
112	燃燒室
120	壓縮機護罩
122	壓縮機側箱箔
124	中空部分

126	壓縮機空氣供應通道
140	推力箔軸承
142	第一背板推力軸承
144	第二背板推力軸承
145	箔推力軸承
146	推力箔系統支架
150	磁性繞組定子
152	電機定子間隔件
154	推力側箱箔
160	散熱器主體
162	散熱器主體氣流通道
170	陶瓷軸軸承
180	電機系統鎖
182	微型渦輪發動機子組件密封件
202	微型渦輪空氣吸入殼體子組件
210	發動機殼體
211	發動機殼體內表面
212	渦輪進氣渦旋
213	渦輪進氣導管內表面
214	壓縮機排氣渦旋
215	壓縮機排氣渦旋內表面

218	微型渦輪空氣吸入殼體子組件到壓縮機空氣供應和電子子組件安裝接口
220	徑向渦輪護罩
221	徑向渦輪護罩內表面
239	渦輪渦旋和壓縮機渦旋軸向間隙
280	壓縮機空氣供應
288	壓縮機排氣
290	渦輪空氣供應
298	渦輪排氣
302	壓縮機空氣供應和電子子組件
310	壓縮機空氣供應殼體
311	壓縮機空氣供應殼體內表面
314	壓縮機空氣供應殼體組件接口構件
319	壓縮機空氣供應殼體組件氣流通道
320	數字信號處理器
330	平面變壓器
332	變壓器
334	正功率輸出導體
336	接地功率輸出導體
337	變壓器電容
338	變壓器電容
340	多電平逆變器

350	控制器組件
400	一體化的陶瓷壓縮機和渦輪組件
410	陶瓷渦輪和壓縮機軸
412	陶瓷渦輪和壓縮機軸孔
418	陶瓷渦輪和壓縮機軸錐形端
419	發動機軸旋轉軸
420	陶瓷渦輪
421	陶瓷渦輪基座
422	陶瓷渦輪葉片
424	陶瓷渦輪葉片組件間隙
426	渦輪葉片組件內部射線端口
427	渦輪葉片組件圓柱孔
428	渦輪葉片組件圓錐孔
430	金屬壓縮機
431	金屬壓縮機基座
432	金屬壓縮機較大葉片
433	金屬壓縮機較小葉片
434	金屬壓縮機葉片間隙
437	金屬壓縮機葉片圓柱孔
439	渦輪和壓縮機葉片組件軸向間隙
440	間隔件推力軸承陶瓷一體化軸
442	陶瓷間隔件推力軸承第一軸向面向表面

444	陶瓷間隔件推力軸承第二軸向面向表面
450	磁性轉子
452	轉子渦輪軸
460	陶瓷渦輪鄰接杆
462	陶瓷渦輪軸組件端蓋
464	陶瓷渦輪和壓縮機軸組件鎖定元件
500	金屬渦輪和壓縮機軸組件
510	金屬渦輪和壓縮機軸
519	軸旋轉軸線
520	金屬渦輪葉片組件
522	金屬渦輪葉片
524	金屬渦輪葉片組件凸緣
527	金屬渦輪葉片組件圓柱孔
530	金屬壓縮機葉片組件
532	金屬壓縮機葉片
534	金屬壓縮機葉片組件間隙
539	渦輪和壓縮機葉片組件軸向間隙
540	金屬間隔件推力軸承金屬一體化軸
542	金屬間隔件推力軸承第一軸向面向表面
544	金屬間隔件推力軸承第二軸向面向表面
550	磁性轉子
600	發電示意圖

610	發電機
612	初級整流器
614	初級濾波電容器
616	功率因數校正（PFC）
618	全橋
620	變壓器
622	次級整流器
624	次級濾波電容器
626	輸出全橋
628	正弦波功率輸出
700	微型能量熱電聯產系統
702	能量生成系統殼體
703	部件安裝硬件
704	前端蓋
705	通風格柵
706	後端蓋
707	加熱空氣排氣端口
708	排氣傳遞元件
709	能量生成系統支腳
720	壓縮機
722	微型/納米渦輪
724	微型發電機

726	渦輪軸
727	發電機軸
729	燃料供應
730	逆變中央處理器（CPU）
731	有線或無線通信電路
732	生成的電力輸出
740	熱交換器
742	熱交換器（冷側）
744	熱交換器（熱側）
750	燃燒室
760	到納米渦輪的輸入空氣
762	熱排氣（燃燒室）
764	輸出空氣（熱側）
770	把手
800	水處理系統
802	能量生成系統殼體
803	部件安裝硬件
804	前端蓋
805	通風格柵
806	後端蓋
807	加熱空氣排氣端口
808	排氣傳遞元件

809	能量生成系統支腳
840	熱交換器
842	熱交換器（熱側）
844	熱交換器（冷側）
860	到納米渦輪的輸入空氣
862	熱排氣
864	輸出空氣（熱側）
870	熱水器或鍋爐
871	水
872	冷凝器
873	飲用水
900	空氣供暖系統
902	能量生成系統殼體
903	部件安裝硬件
904	前端蓋
905	通風格柵
906	後端蓋
907	加熱空氣排氣端口
908	排氣傳遞元件
909	能量生成系統支腳
940	熱交換器
942	熱交換器（熱側）

944	熱交換器（冷側）
960	到熱交換器的輸入空氣
962	熱排氣
964	輸出空氣（熱側）
970	供暖系統
972	熱交換器
974	風扇裝置
976	加熱管道
978	排氣和/或輸出熱量
1000	傳輸控制協議/互聯網協議（TCP/IP）網絡
1100	控制中心
1200	電網
1210	線
1220	交換機控制器和儀錶
1300	發電組
1310	微型渦輪組件
1312	微型渦輪組件殼體
1314	把手
1316	信息顯示器
1319	插入對準特徵
1320	燃料入口端口
1322	排氣排放端口

1324	電輸出端子
1330	發電組殼體
1331	微型渦輪組件插座
1332	發電組殼體前面板
1334	發電組殼體側面板
1336	發電組殼體底面板
1338	發電組殼體頂面板
1339	發電組殼體後面板
1340	進氣口
1342	排氣口
1350	燃料供應歧管
1352	排氣收集歧管
1354	電力採集線束
1360	燃料輸送端口
1362	排氣接收端口
1364	電力接收端子
1370	燃料源連接器
1372	排氣排放連接器
1374	系統電輸出端子
1400	電動機動車輛
1410	電源艙
1412	電源艙罩

1430	電源陣列殼體
1431	微型渦輪組件插座
1500	電動飛行器
1510	飛行器機身
1512	飛行器推進電機組件
1514	飛行器提升葉片
1516	飛行器起落架
1518	飛行器推進電機組件支撐臂
1530	電源陣列殼體
1531	微型渦輪組件插座

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種微型渦輪組件（100），包括：

微型渦輪發動機子組件（102），所述微型渦輪發動機子組件包括：

發動機軸組件（400、500）、壓縮機護罩（120），以及發電機的磁性繞組定子（150）部分；

微型渦輪空氣吸入殼體子組件（202），所述微型渦輪空氣吸入殼體子組件包括：

發動機殼體（210）以及渦輪進氣渦旋（212）和壓縮機排氣渦旋（214）中的至少一個；以及

壓縮機空氣供應和電子子組件（302），所述壓縮機空氣供應和電子子組件包括：

壓縮機空氣供應殼體（310），

數字信號處理器（320），所述數字信號處理器被組裝到所述壓縮機空氣供應殼體（310），

平面變壓器（330），所述平面變壓器被組裝到所述壓縮機空氣供應殼體（310），以及

多電平逆變器（340），所述多電平逆變器被組裝到所述壓縮機空氣供應殼體（310）；

其中所述微型渦輪發動機子組件（102）被設計為緊湊的子組件，所述微型渦輪發動機子組件的直徑和形狀使得能夠可滑動地插入到所述微型渦輪空氣吸入殼體子組件（202）的內部（211）中，

其中所述微型渦輪發動機子組件（102）被插入到所述微型渦輪空氣吸入殼體子組件（202）的所述內部（211）中，當被組裝時，所述壓縮機護罩（120）與所述壓縮機排氣渦旋（214）流體連通，

其中所述壓縮機空氣供應和電子子組件（302）被組裝到所述微型渦輪空氣吸入殼體子組件（102）的壓縮機空氣供應端。

【請求項2】 根據請求項1所述的微型渦輪組件（100），其中所述數字信號處理器（320）被組裝到所述壓縮機空氣供應殼體（310）的外表面，

其中所述平面變壓器（330）被組裝到所述壓縮機空氣供應殼體（310）的所述外表面，並且

其中所述多電平逆變器（340）被組裝到所述壓縮機空氣供應殼體（310）的所述外表面。

【請求項3】 根據請求項1所述的微型渦輪組件（100），其中所述微型渦輪空氣吸入殼體子組件（202）包括所述發動機殼體（110）、所述渦輪進氣渦旋（212）和所述壓縮機排氣渦旋（214）。

【請求項4】 根據請求項1所述的微型渦輪組件（100），所述發動機軸組件（400、500）還包括：

渦輪和壓縮機軸（410、510）；

渦輪（420、520），所述渦輪被組裝到所述渦輪和壓縮機軸（410、510）；

壓縮機（430、530），所述壓縮機被組裝到所述渦輪和壓縮機軸（410、510）；

以及

發電機的磁性轉子（450、550）部分，所述磁性轉子部分被組裝到所述渦輪和壓縮機軸（410、510）。

【請求項5】 根據請求項5所述的微型渦輪組件（100），其中所述渦輪（420、520）由陶瓷材料製成。

【請求項6】 根據請求項5所述的微型渦輪組件（100），其中所述渦輪（420、520）由金屬材料製成。

【請求項7】 根據請求項1所述的微型渦輪組件（100），所述發動機軸組件（400、500）還包括：

渦輪和壓縮機軸（410、510）；

渦輪（420、520），所述渦輪被組裝到所述渦輪和壓縮機軸（410、510）；

壓縮機（430、530），所述壓縮機被組裝到所述渦輪和壓縮機軸（410、510）；

發電機的磁性轉子（450、550）部分，所述磁性轉子部分被組裝到所述渦輪和壓縮機軸（410、510），以及

間隔件推力軸承（440、540），所述間隔件推力軸承包括第一軸向面向表面（442、542）和軸承第二軸向面向表面（444、544），所述第一軸向面向表面（442、542）和所述第二軸向面向表面（444、544）面向相反的方向。

【請求項8】 根據請求項7所述的微型渦輪組件（100），所述微型渦輪發動機子組件（102）還包括：

渦輪間隔件（110），所述渦輪間隔件位於所述渦輪（420、520）與所述壓縮機（430、530）之間。

【請求項9】 根據請求項7所述的微型渦輪組件（100），所述微型渦輪發動機子組件（102）還包括：

推力箔軸承（140），所述推力箔軸承被組裝成與所述間隔件推力軸承（440、540）軸向對齊，

第一背板推力軸承（142），所述第一背板推力軸承被組裝成與所述間隔件推力軸承（440、540）的間隔件推力軸承第一軸向面向表面（442）接觸，以及

第二背板推力軸承（144），所述第二背板推力軸承被組裝成與所述間隔件推力軸承（440、540）的間隔件推力軸承第二軸向面向表面（444）接觸。

【請求項10】 根據請求項7所述的微型渦輪組件（100），所述微型渦輪發動機子組件（102）還包括：

散熱器主體（160），所述散熱器主體被組裝成與所述磁性繞組定子（150）軸向對齊。

【請求項11】 一種組裝微型渦輪組件（100）的方法，所述方法包括以下步驟：

組裝微型渦輪發動機子組件（102），所述微型渦輪發動機子組件（102）包括：

發動機軸組件（400、500），

壓縮機護罩（120），以及

磁性繞組定子（150）；

組裝微型渦輪空氣吸入殼體子組件（202），所述微型渦輪空氣吸入殼體子組件（202）包括：

發動機殼體（210），以及

渦輪進氣渦旋（212）和壓縮機排氣渦旋（214）中的至少一個；

組裝壓縮機空氣供應和電子子組件（302），所述壓縮機空氣供應和電子子組件包括：

壓縮機空氣供應殼體（310），

數字信號處理器（320），所述數字信號處理器被組裝到所述壓縮機空氣供應殼體，

平面變壓器（330），所述平面變壓器被組裝到所述壓縮機空氣供應殼體，以及

多電平逆變器（340），所述多電平逆變器被組裝到所述壓縮機空氣供應殼體；

將所述微型渦輪發動機子組件（102）插入到所述微型渦輪空氣吸入殼體子組件（202）內部中；以及

將所述壓縮機空氣供應和電子子組件（302）組裝到所述發動機殼體（210）的壓縮機氣流進氣側。

【請求項12】 根據請求項11所述的組裝微型渦輪組件（100）的方法，組裝所述壓縮機空氣供應和電子子組件（302）的所述步驟通過包括以下步驟來完成：

將所述數字信號處理器（320）組裝到所述壓縮機空氣供應殼體（310）的外表面，以及

將所述平面變壓器（330）組裝到所述壓縮機空氣供應殼體（310）的所述外表面，以及

將所述多電平逆變器（340）組裝到所述壓縮機空氣供應殼體（310）的所述外表面。

【請求項13】 根據請求項11所述的組裝微型渦輪組件（100）的方法，組裝所述微型渦輪空氣吸入殼體子組件（202）的所述步驟包括將所述渦輪進氣渦旋（212）和所述壓縮機排氣渦旋（214）中的至少一個組裝到所述發動機殼體（210）的外表面的步驟。

【請求項14】 根據請求項11所述的組裝微型渦輪組件（100）的方法，組裝所述微型渦輪空氣吸入殼體子組件（202）的所述步驟包括將所述渦輪進氣渦旋（212）和所述壓縮機排氣渦旋（214）中的每一個組裝到所述發動機殼體（210）的外表面的步驟。

【請求項15】 根據請求項11所述的組裝微型渦輪組件（100）的方法，還包括組裝所述發動機軸組件（400、500）的步驟，所述方法還包括以下步驟：

將發電機的磁性轉子（450、550）部分組裝到所述渦輪和壓縮機軸（410、510）；

將壓縮機（430、530）組裝到所述渦輪和壓縮機軸（410、510）；以及

將渦輪（420、520）組裝到所述渦輪和壓縮機軸（410、510）。

【請求項16】 根據請求項15所述的組裝微型渦輪組件（100）的方法，所述方法還包括以下步驟：

在所述渦輪和壓縮機軸（410、510）的與包括所述渦輪（420、520）的端部相對的端部處設置間隔件推力軸承（440、540），

其中所述間隔件推力軸承（440、540）包括第一軸向面向表面（442、542）和軸承第二軸向面向表面（444、544），所述第一軸向面向表面（442、542）和所述第二軸向面向表面（444、544）面向相反的方向。

【請求項17】 根據請求項16所述的組裝微型渦輪組件（100）的方法，組裝微型渦輪發動機子組件（102）的所述步驟還包括以下步驟：

將推力箔軸承（140）定位成與所述間隔件推力軸承（440、540）軸向對齊，

將第一背板推力軸承（142）定位成與所述間隔件推力軸承（440、540）的間隔件推力軸承第一軸向面向表面（442）接觸，以及

將第二背板推力軸承（144）定位成與所述間隔件推力軸承（440、540）的間隔件推力軸承第二軸向面向表面（444）接觸。

【請求項18】 根據請求項15所述的組裝微型渦輪組件（100）的方法，所述方法還包括以下步驟：

將渦輪間隔件（110）定位於所述渦輪（420、520）與所述壓縮機（430、530）之間。

【請求項19】 根據請求項15所述的組裝微型渦輪組件（100）的方法，其中所述渦輪（420、520）由陶瓷材料和金屬材料中的至少一種材料製成。

【請求項20】 根據請求項11所述的組裝微型渦輪組件（100）的方法，還包括以下步驟：

將散熱器主體（160）定位成與所述磁性繞組定子（150）軸向對齊。

【發明圖式】

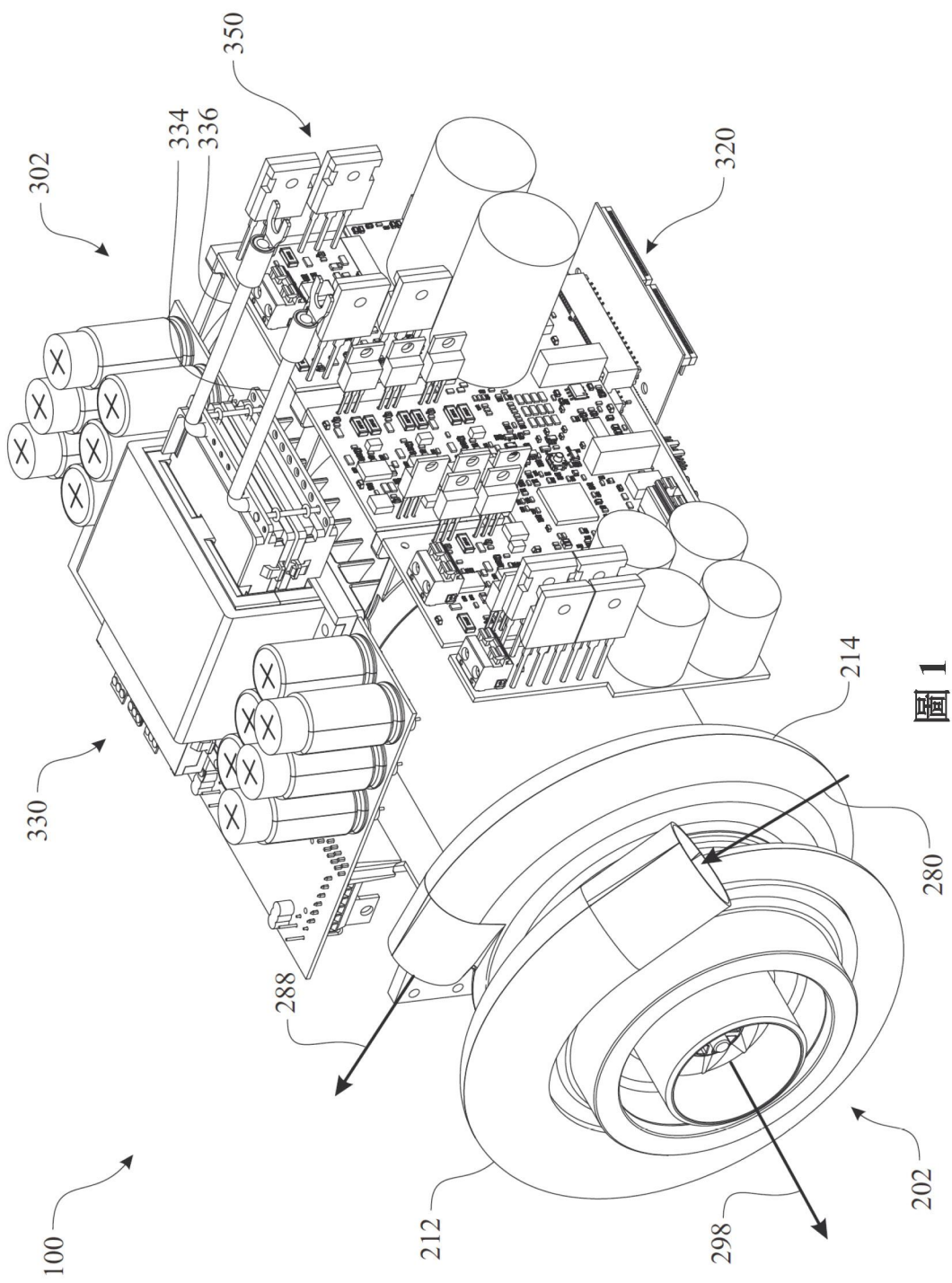


圖 1

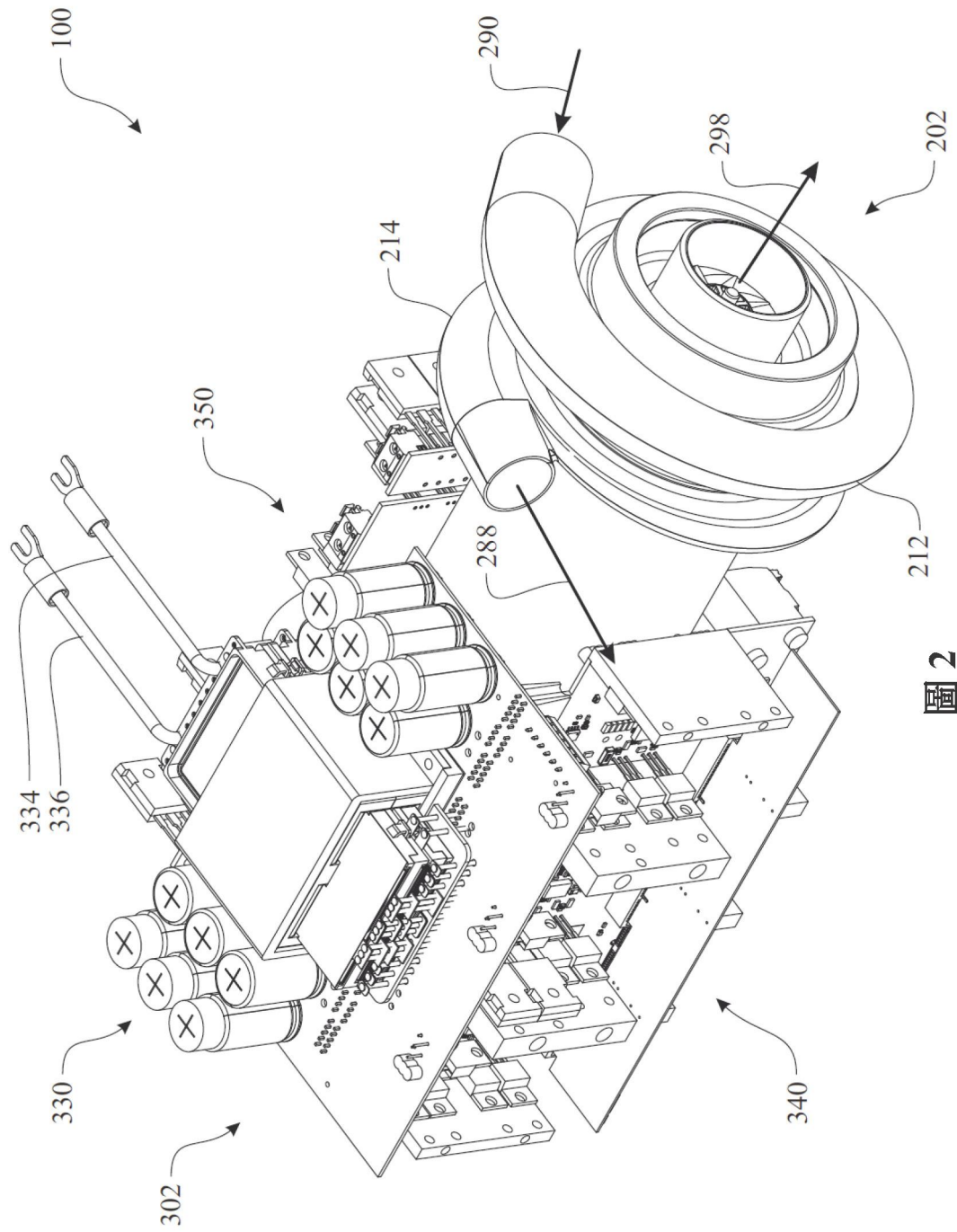


圖 2

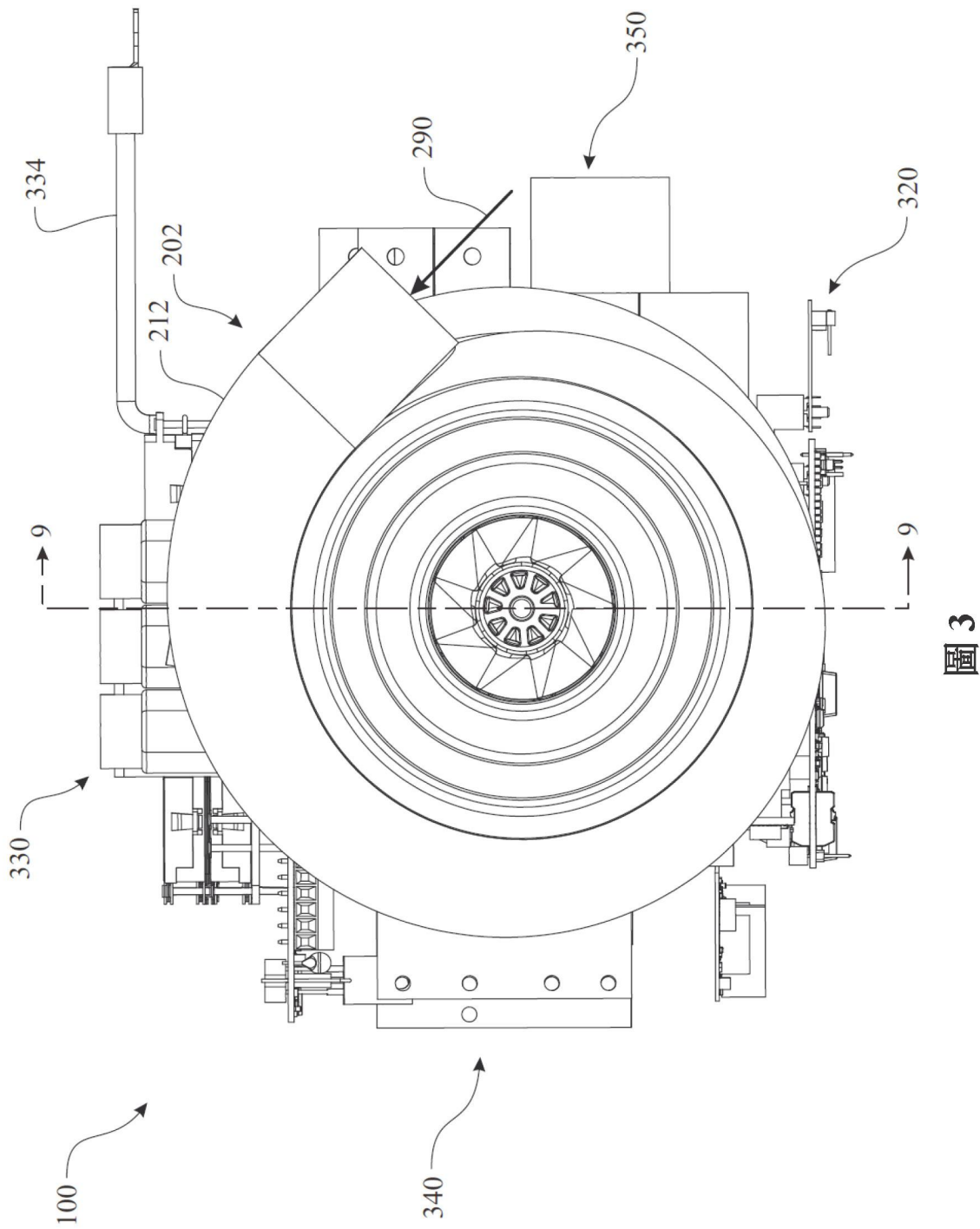


圖 3

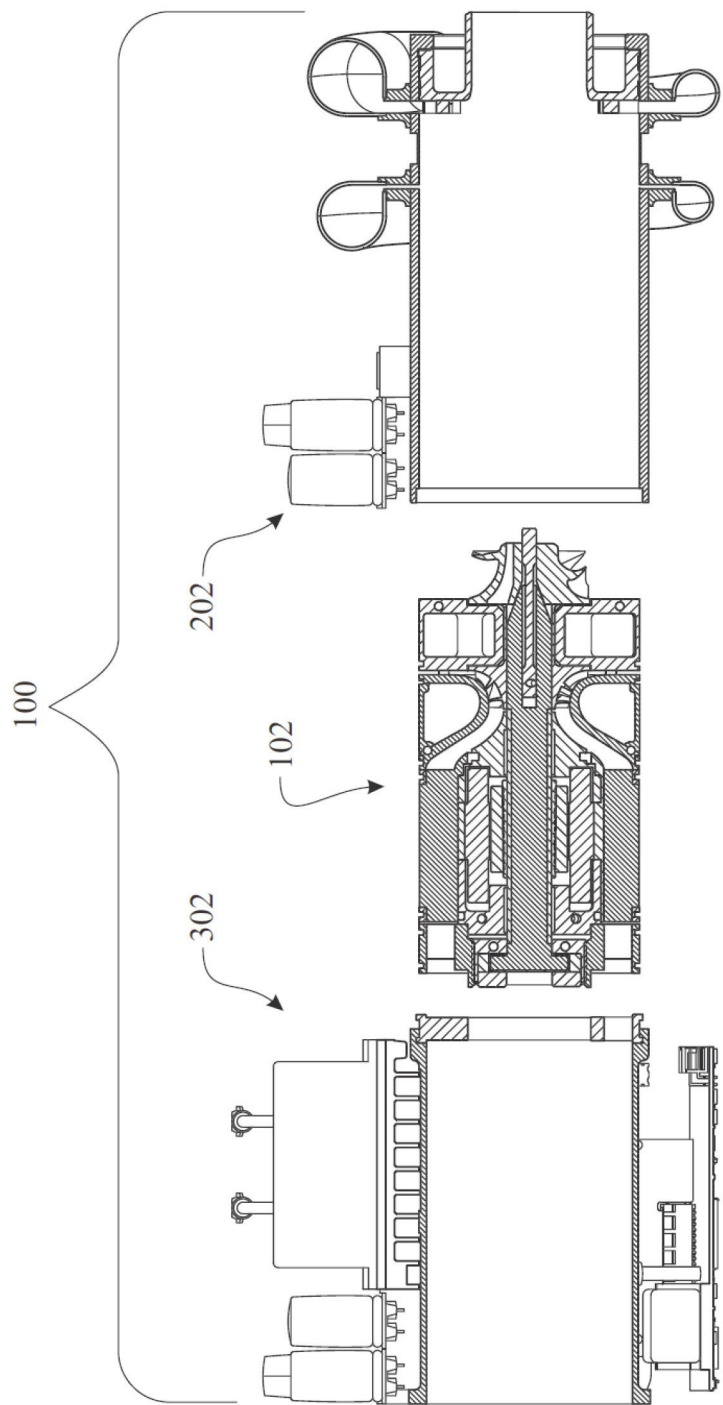


圖 4

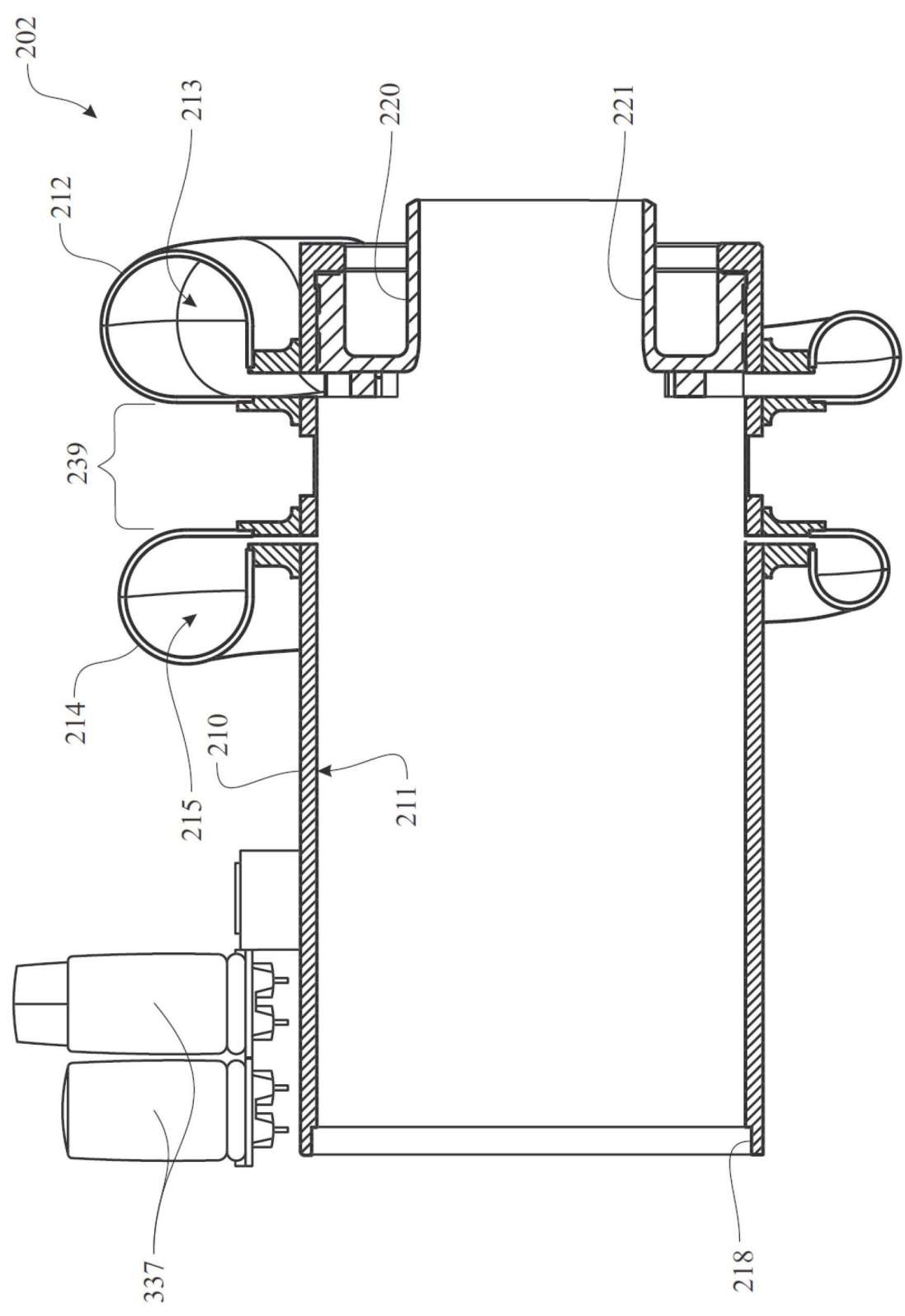


圖 5

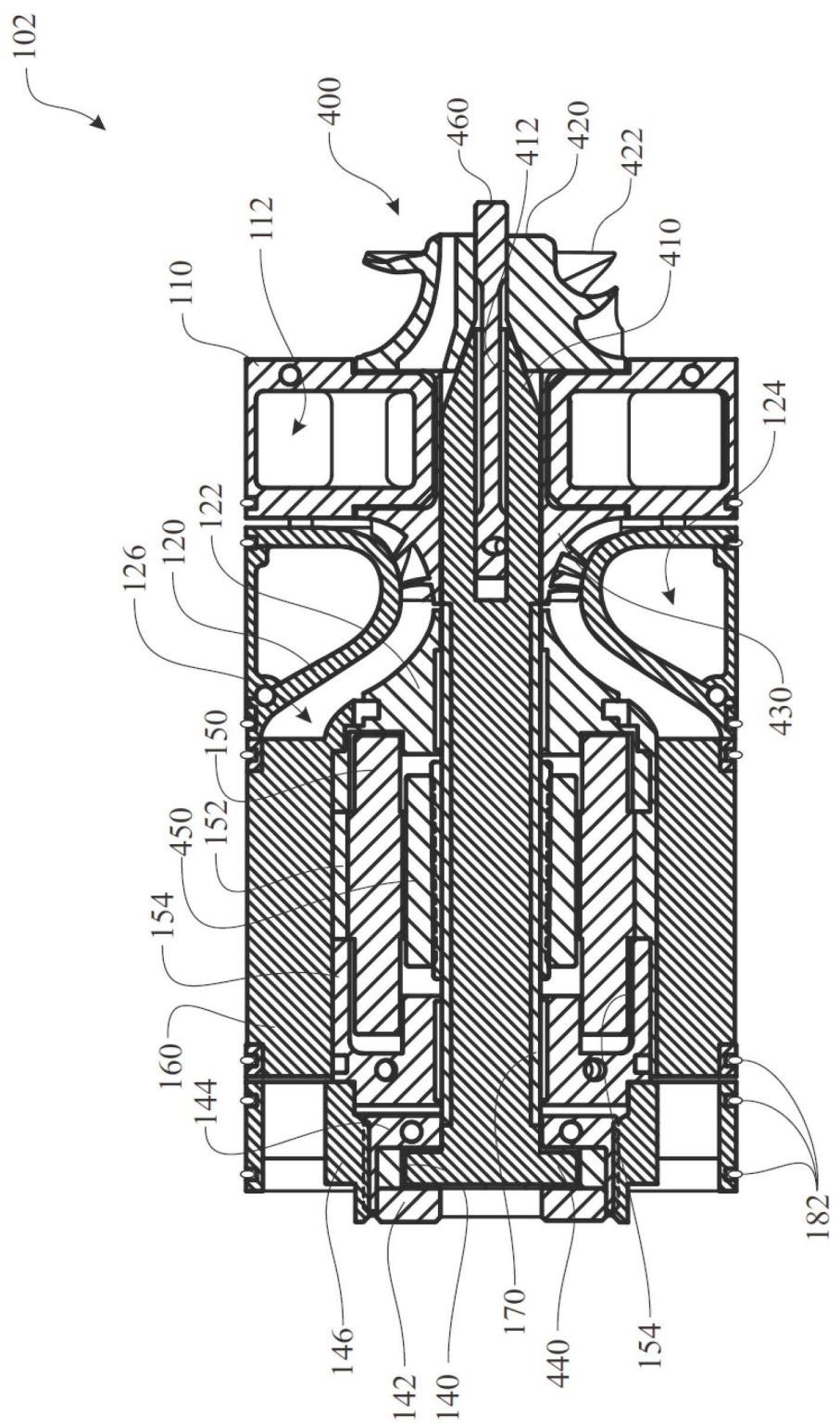


圖 6

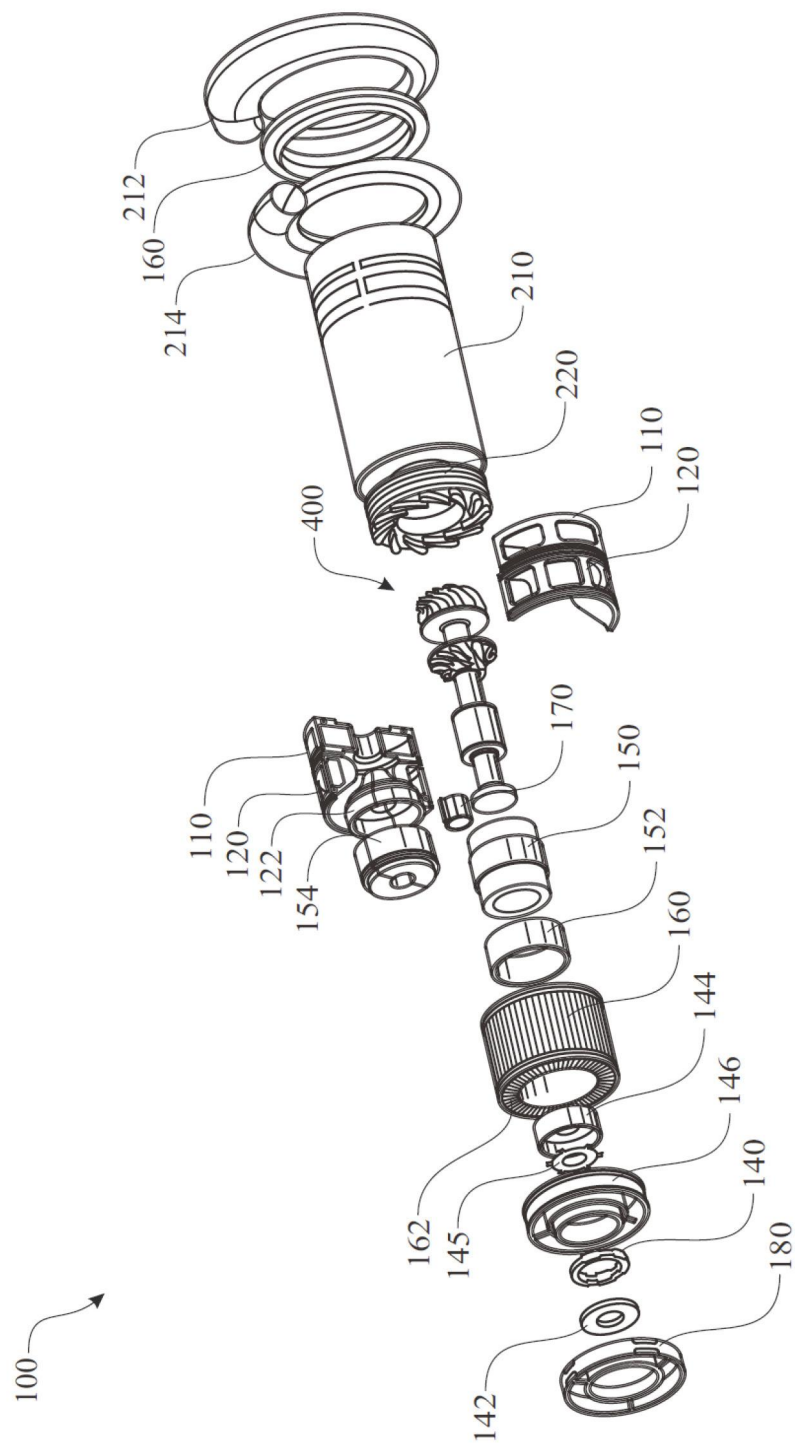


圖 7

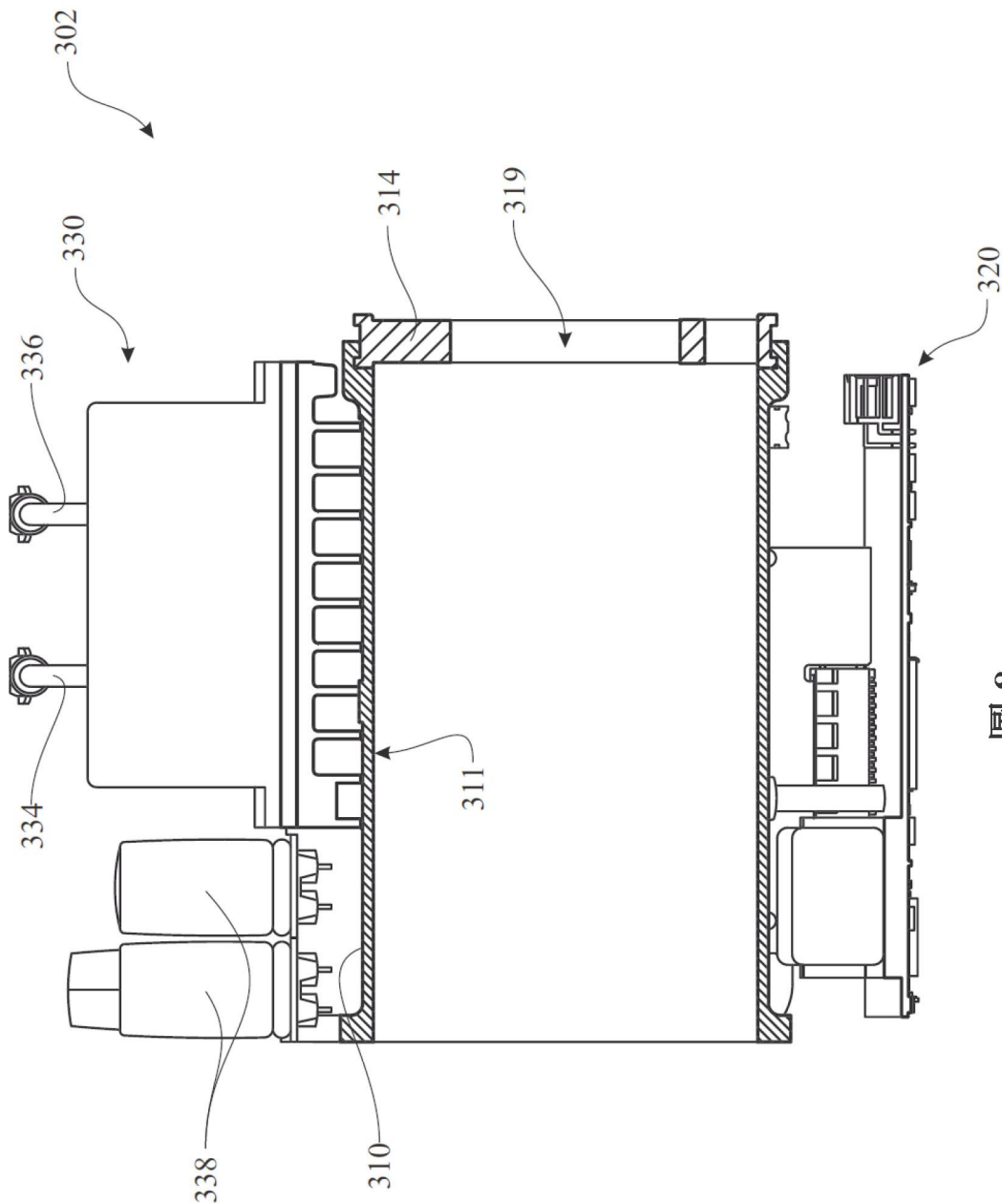


圖 8

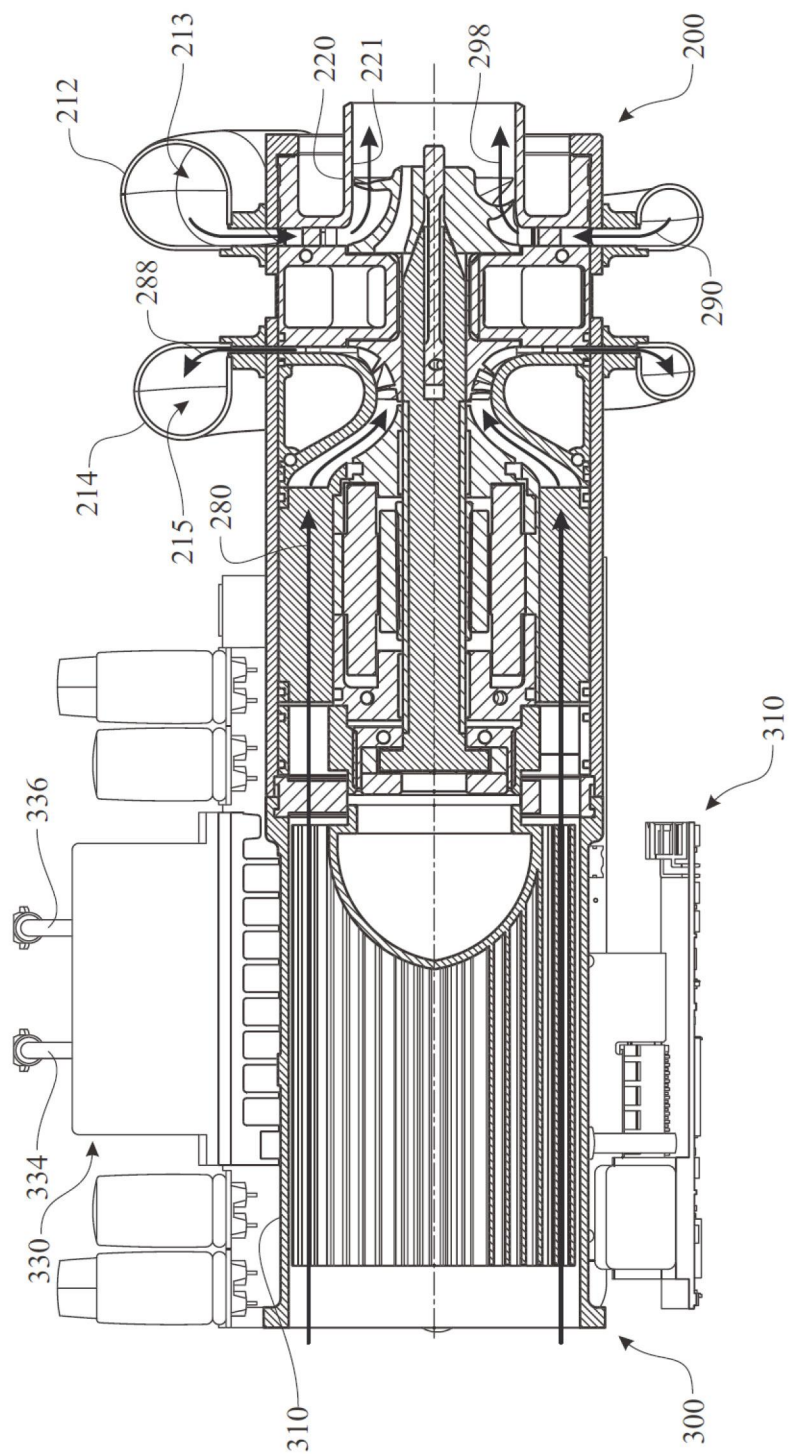


圖 9

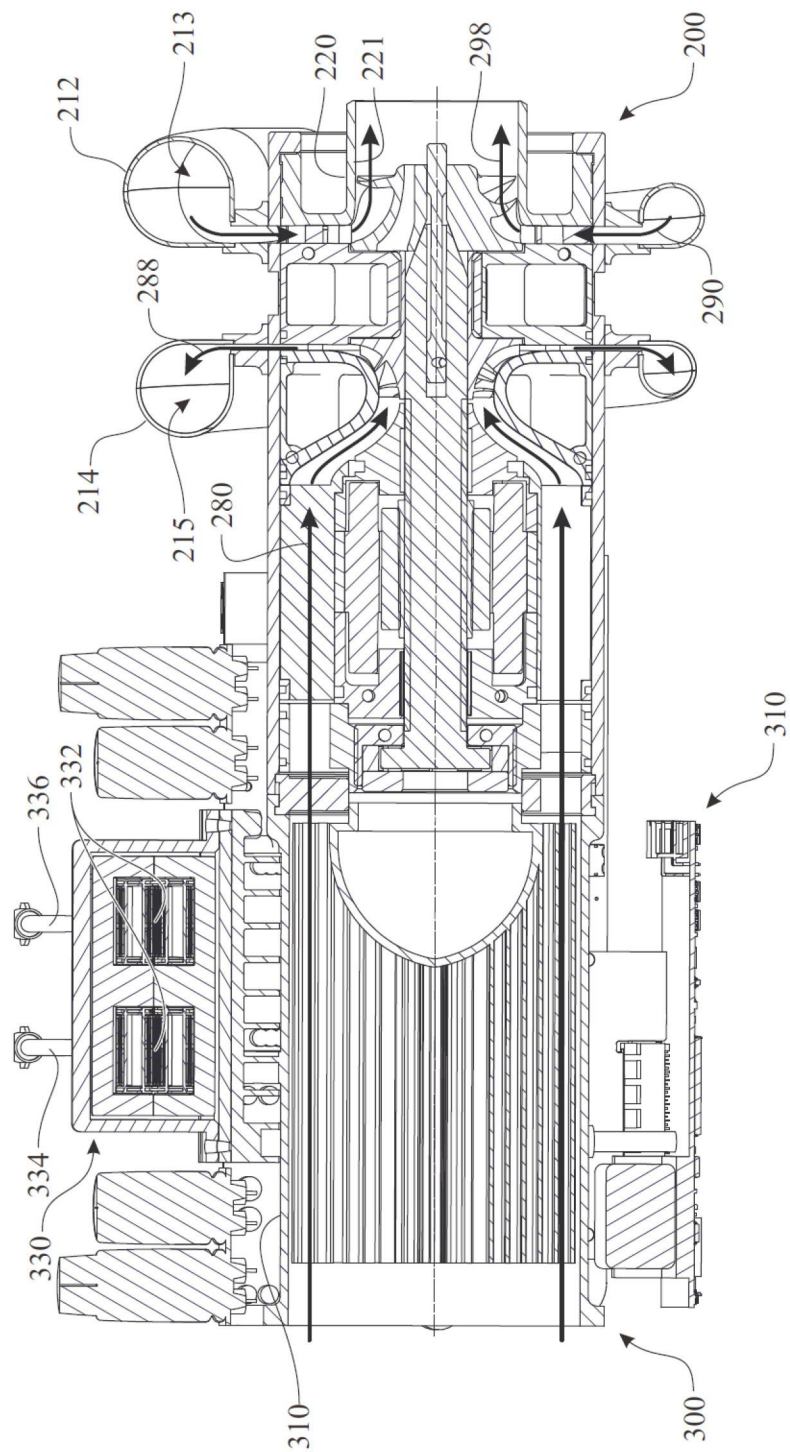


圖 10

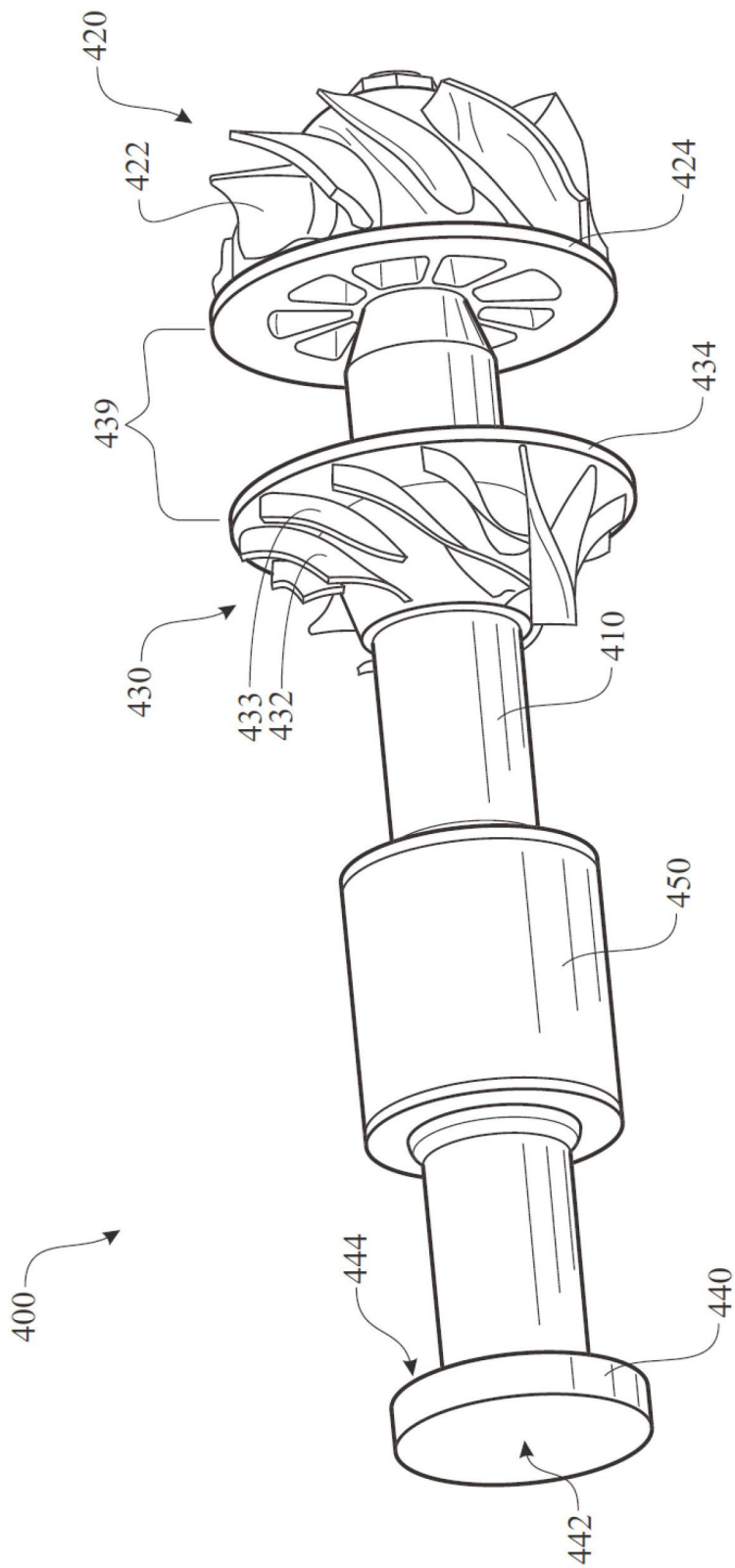


圖 11

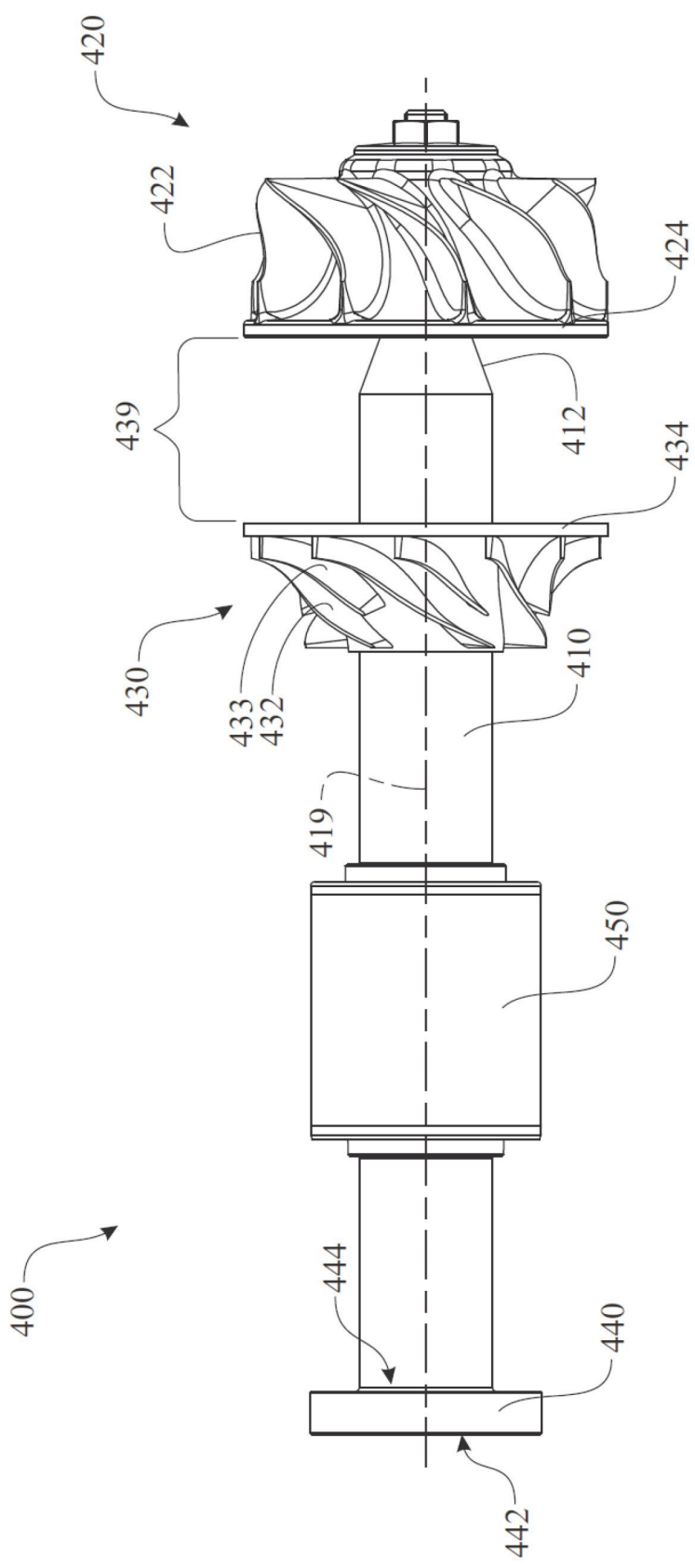


圖 12

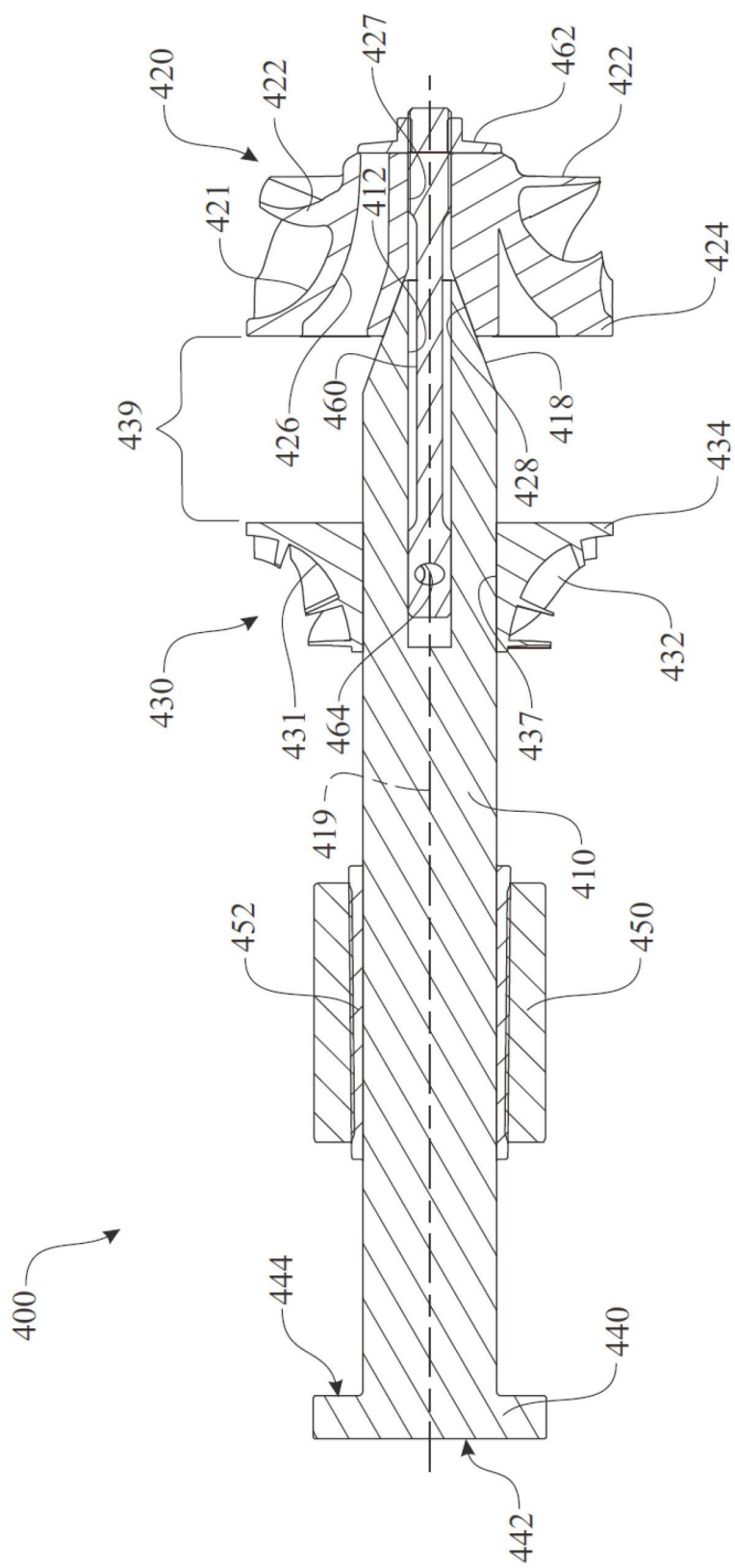


圖 13

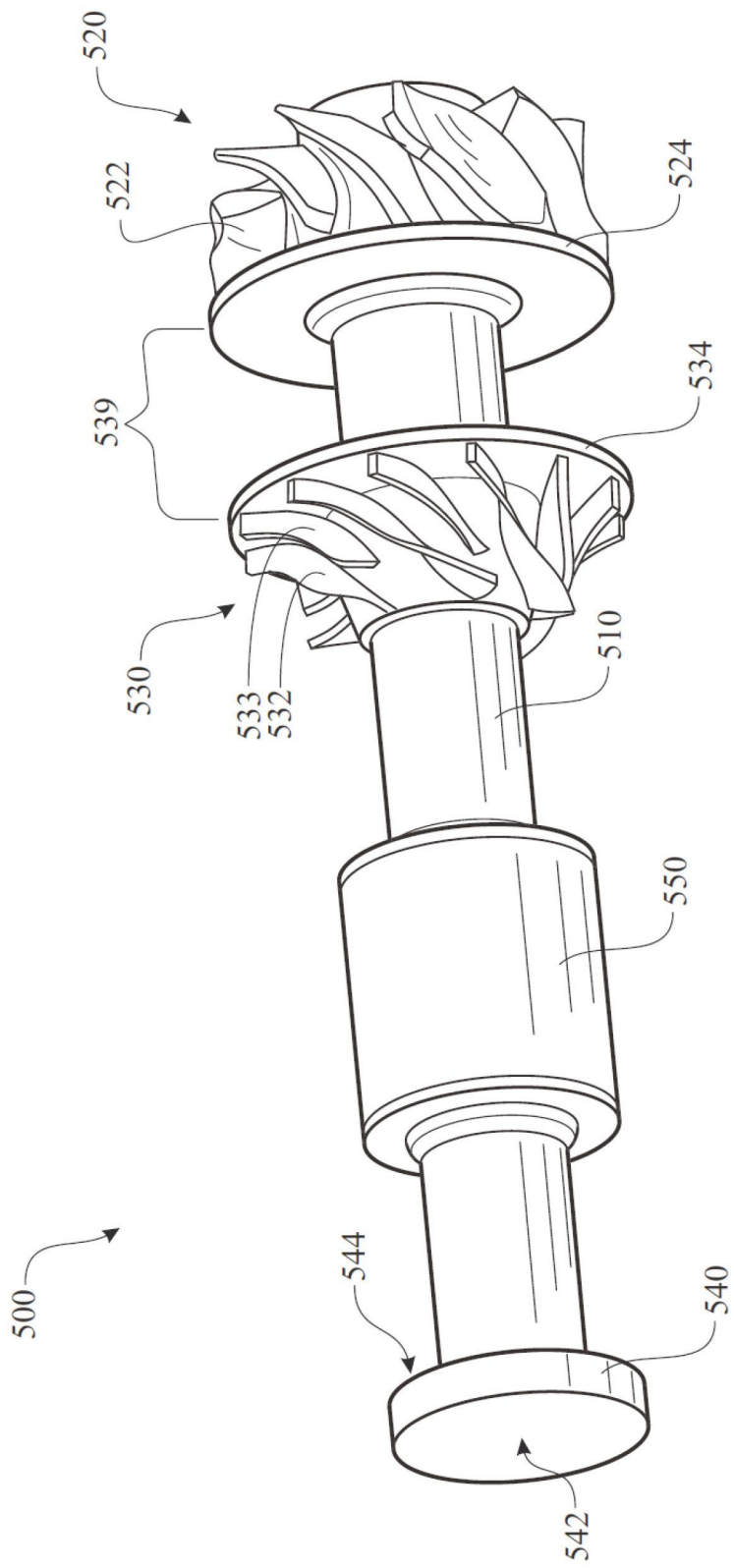


圖 14

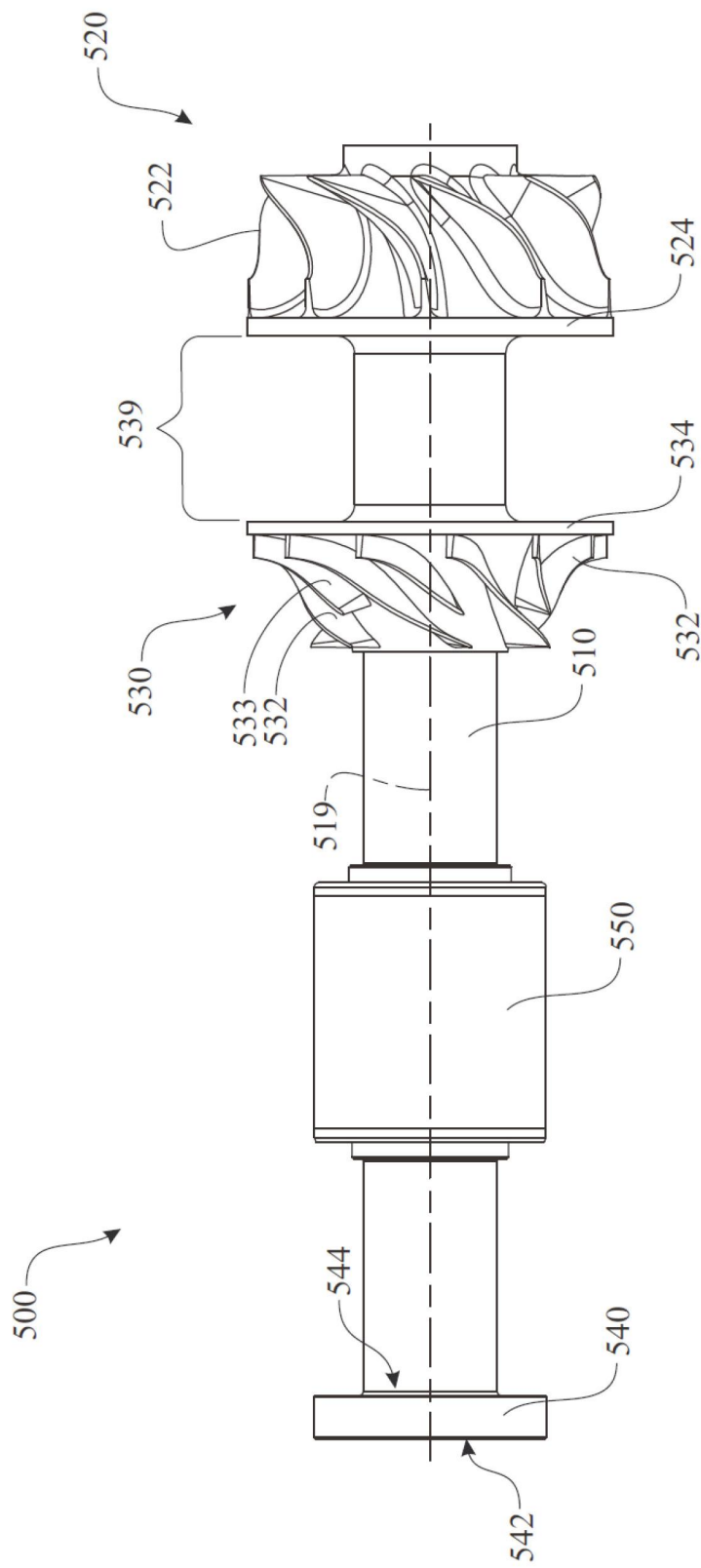


圖 15

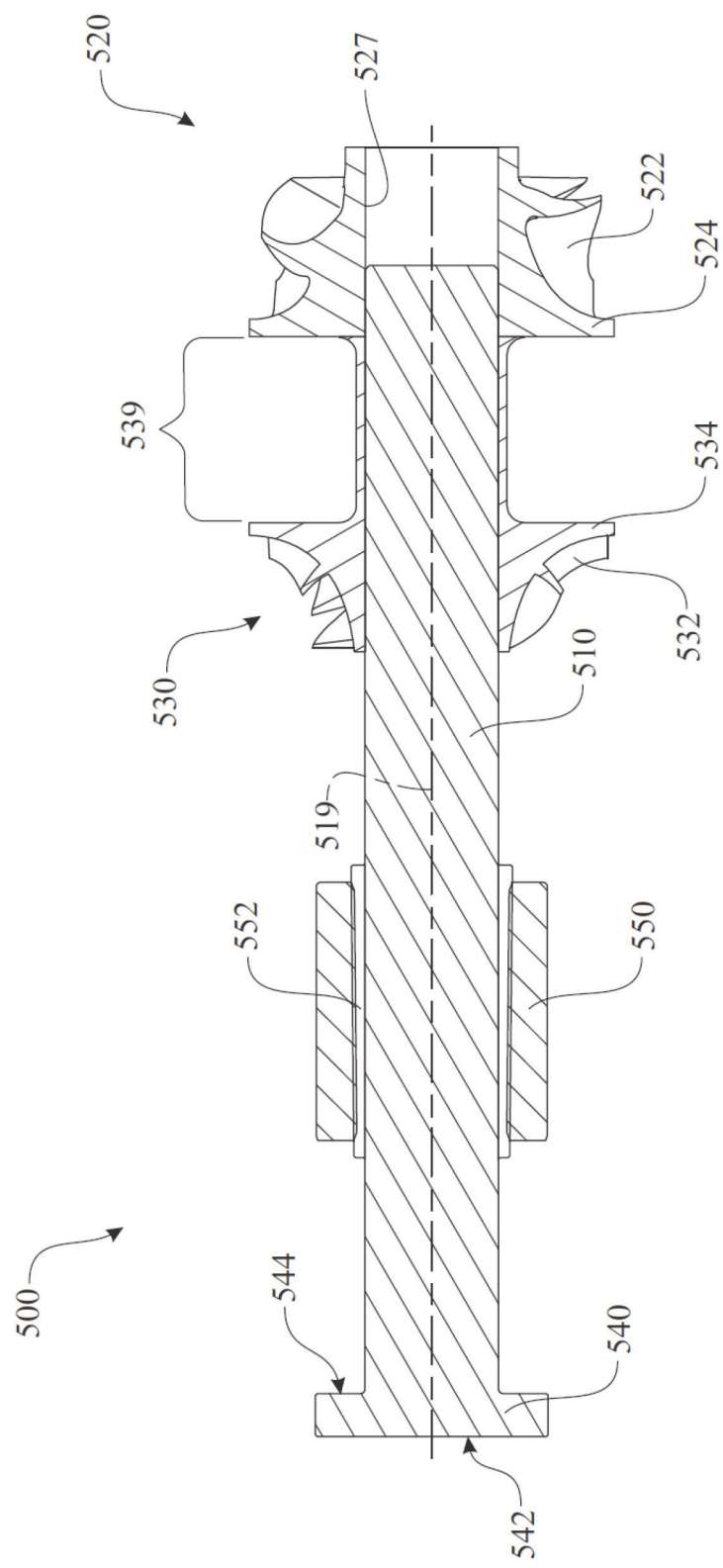


圖 16

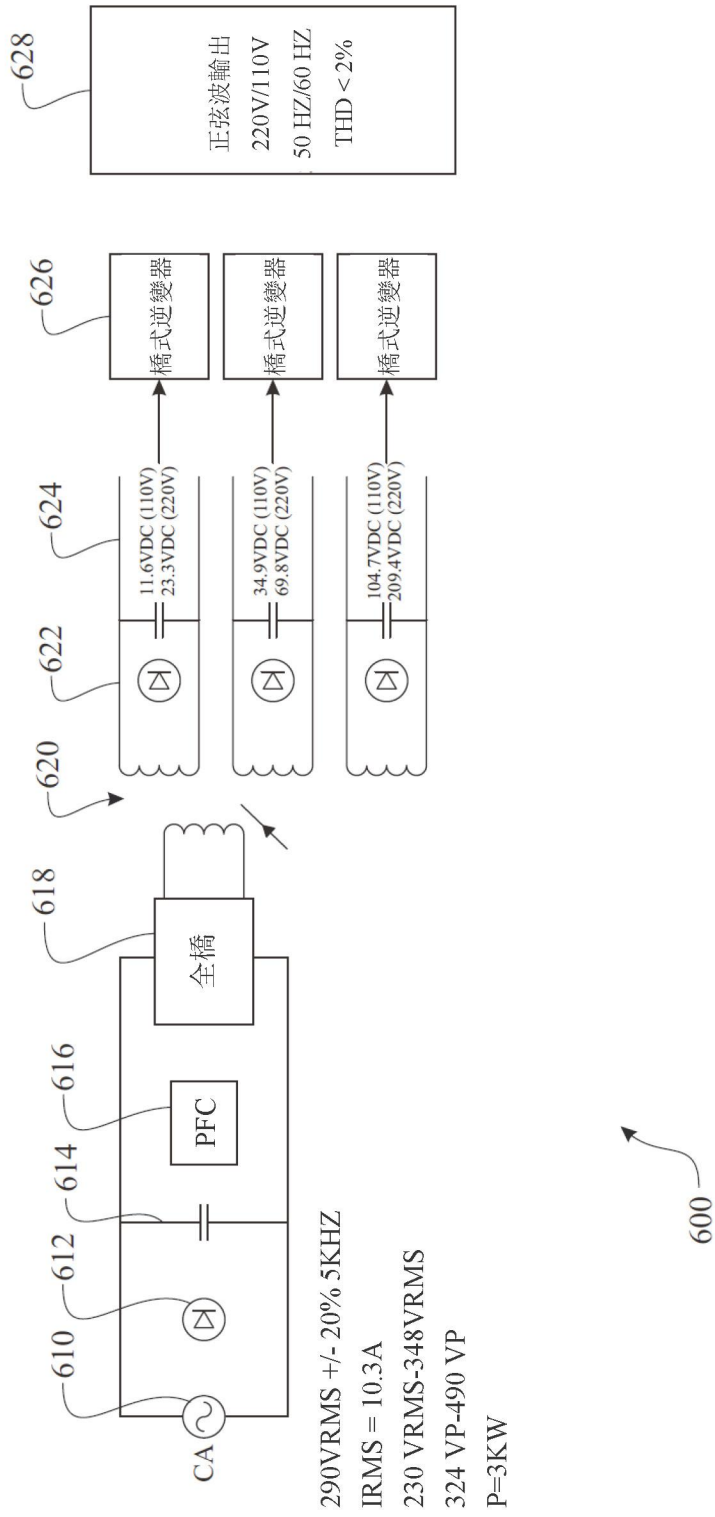


圖 17

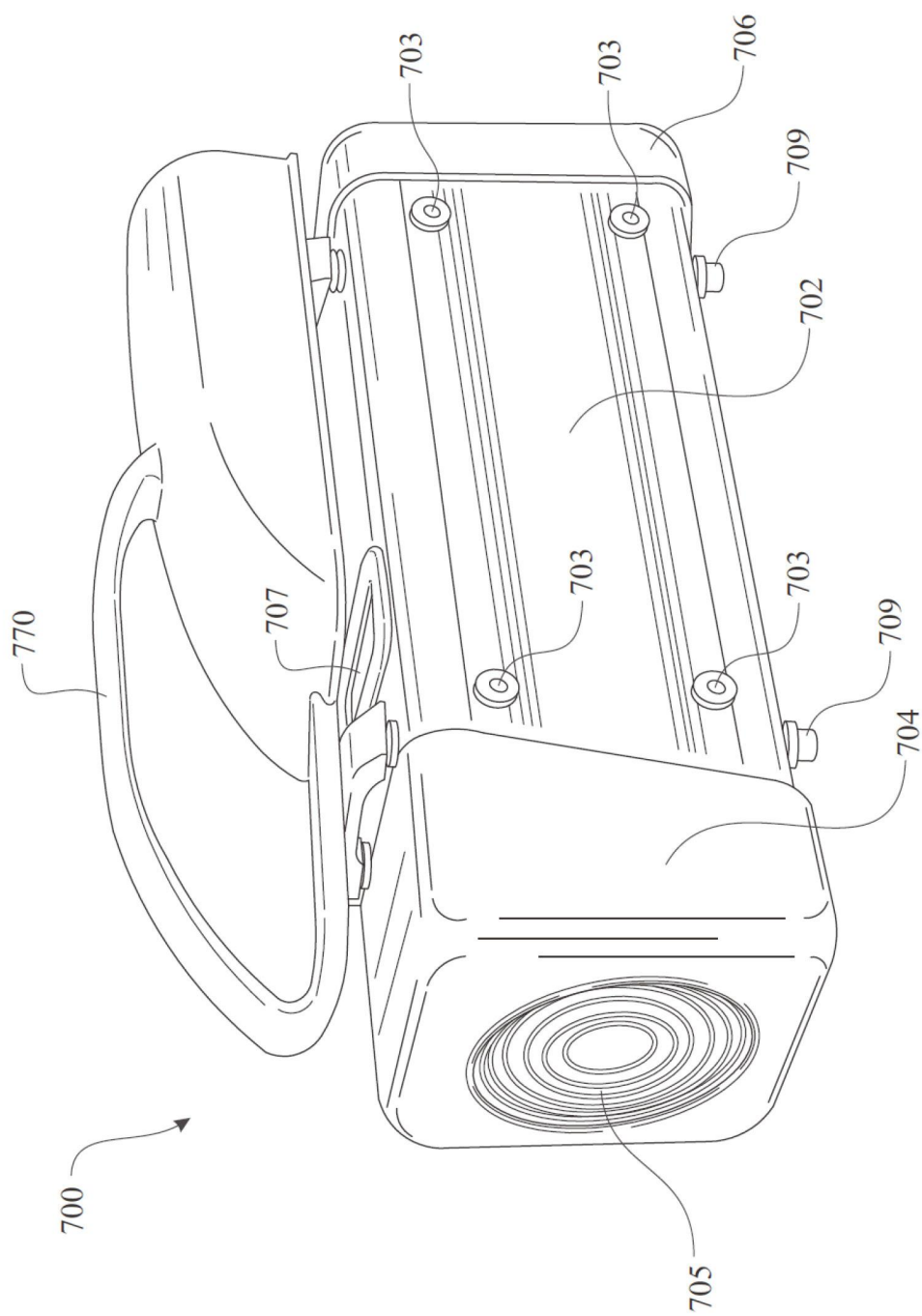


圖 18

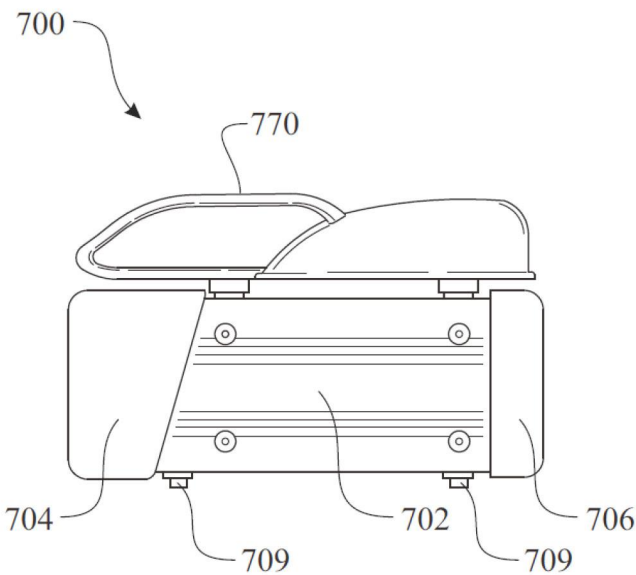


圖 19

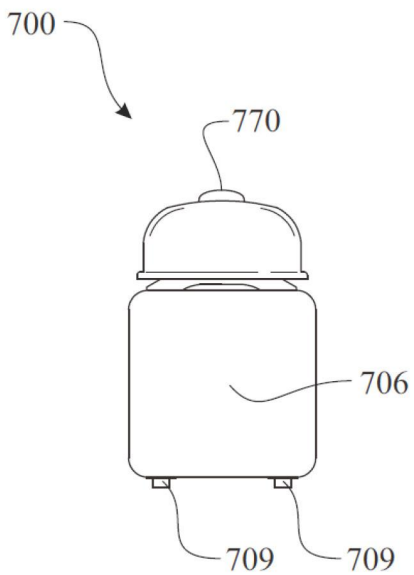


圖 20

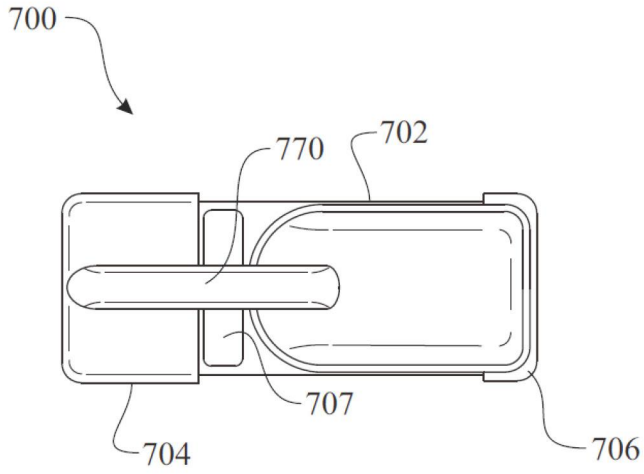


圖 21

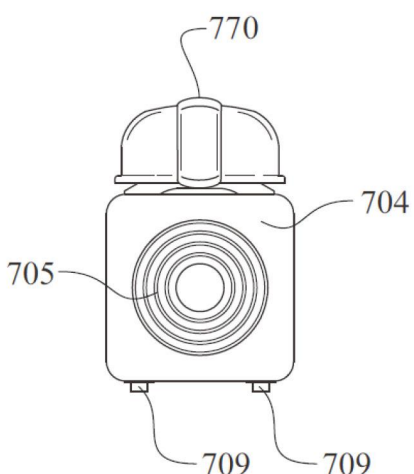


圖 22

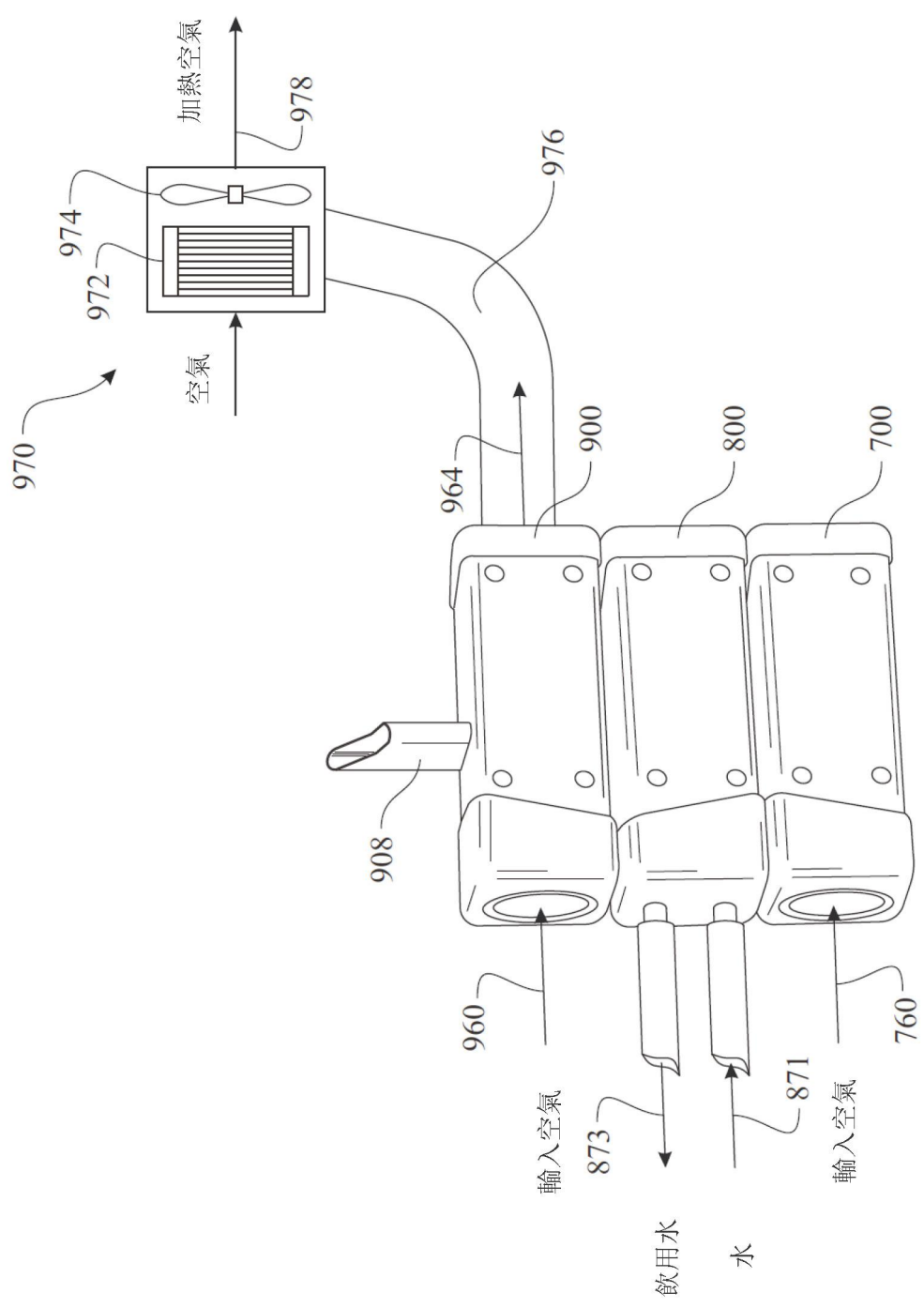


圖 23

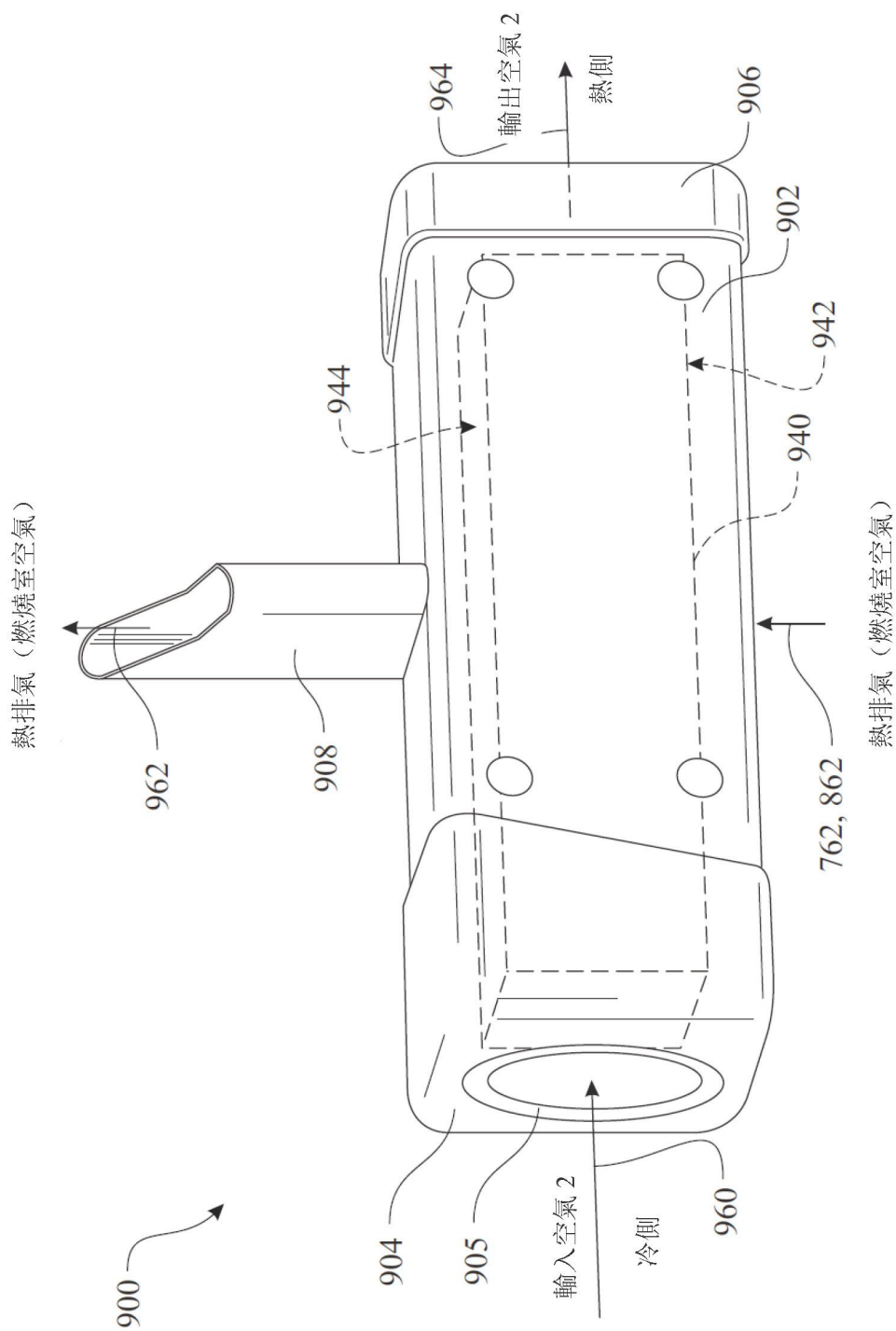


圖 24

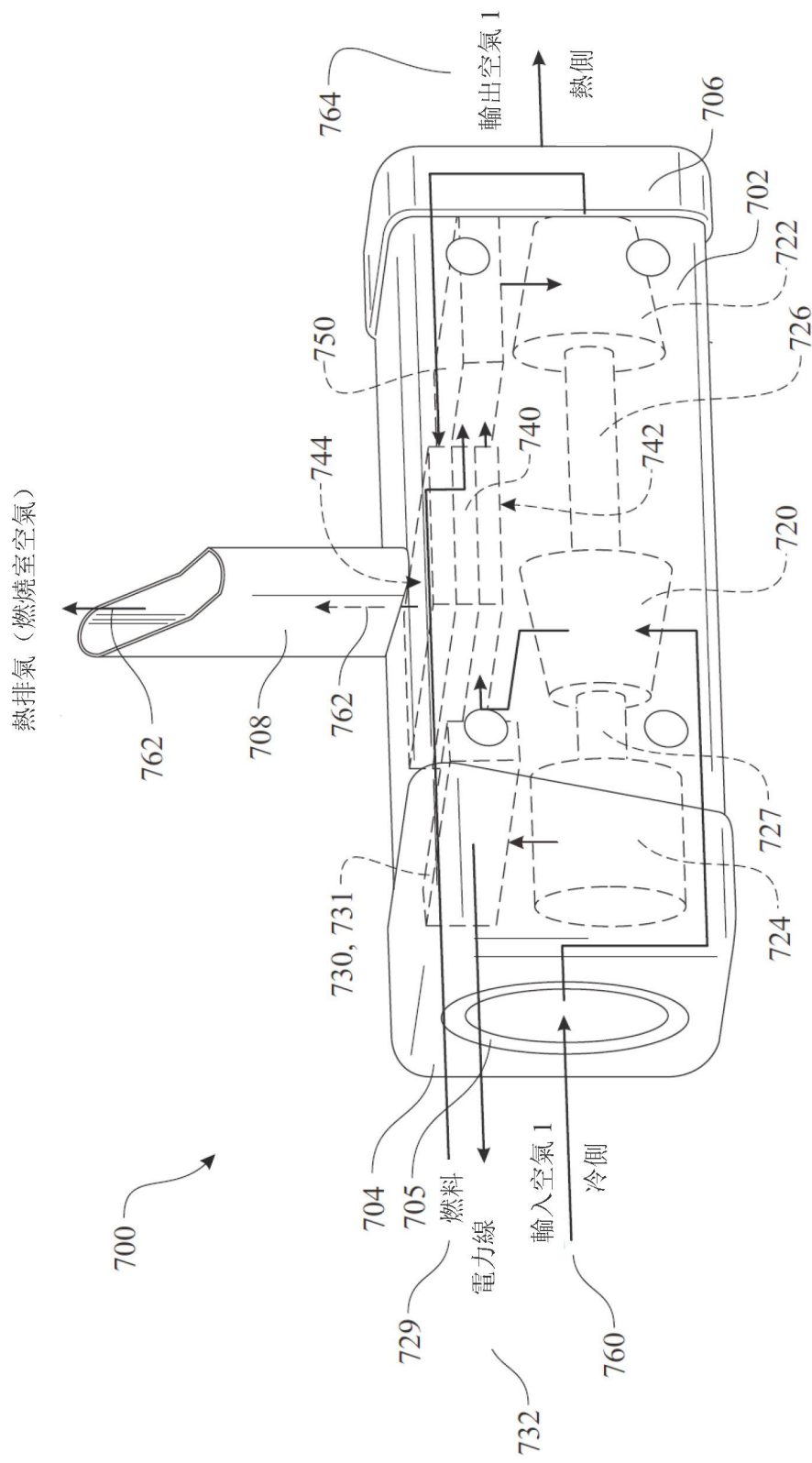


圖 25

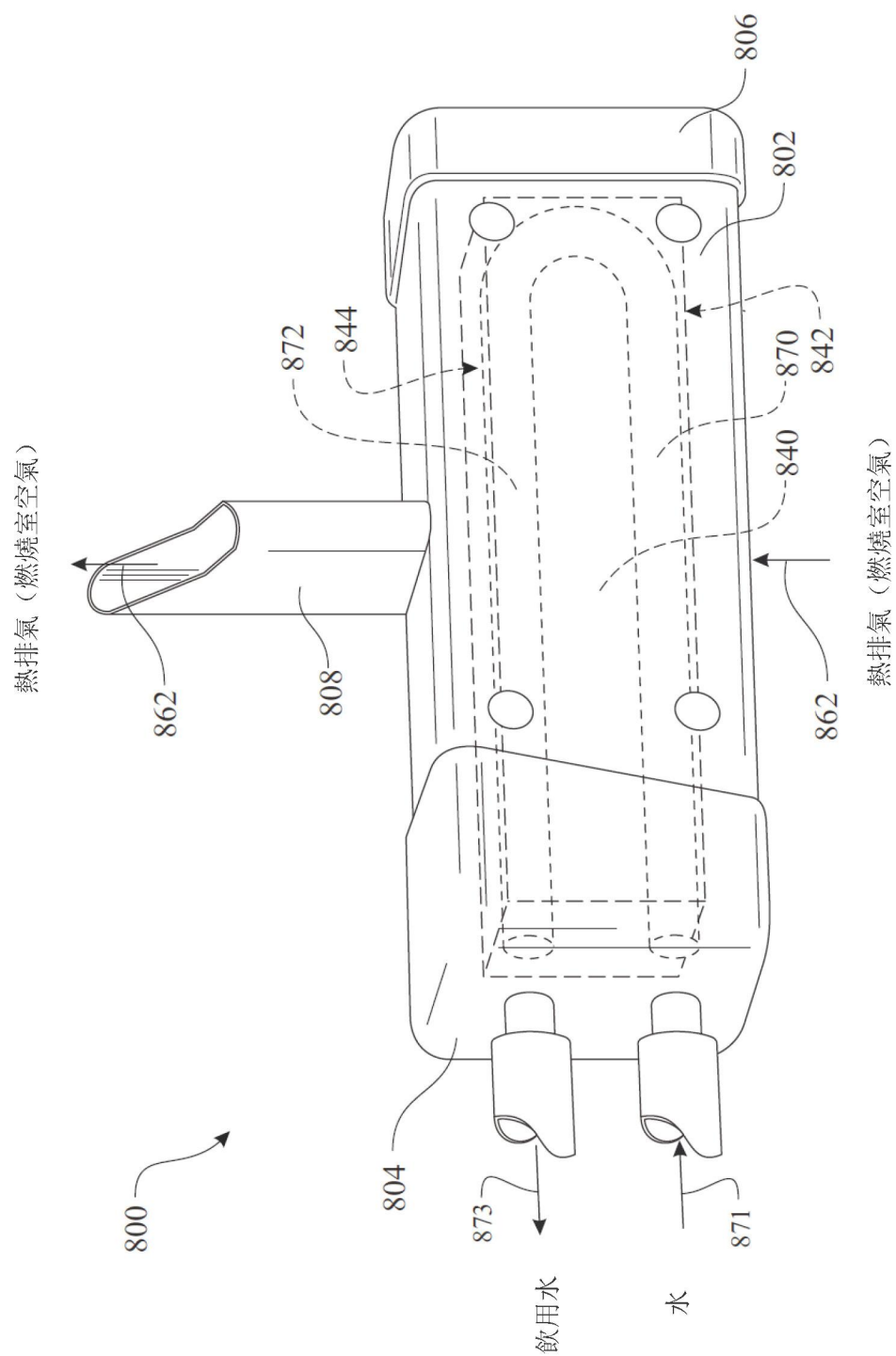


圖 26

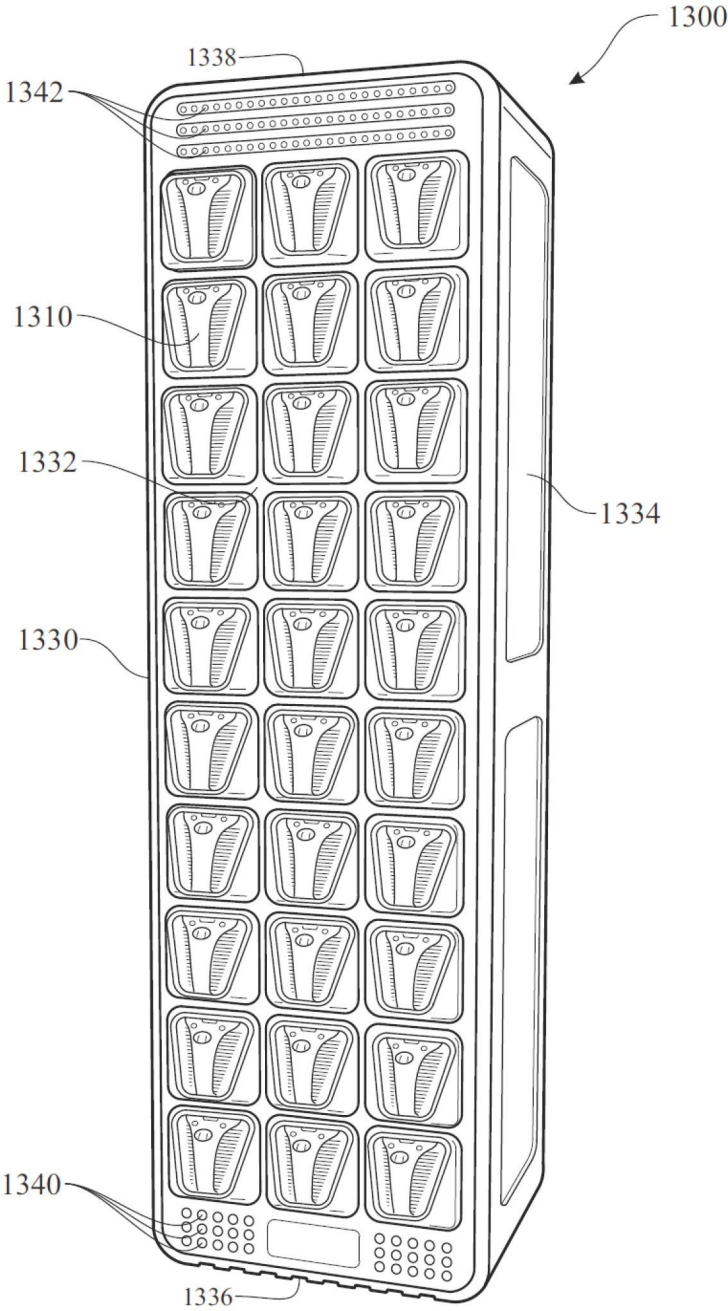


圖 29

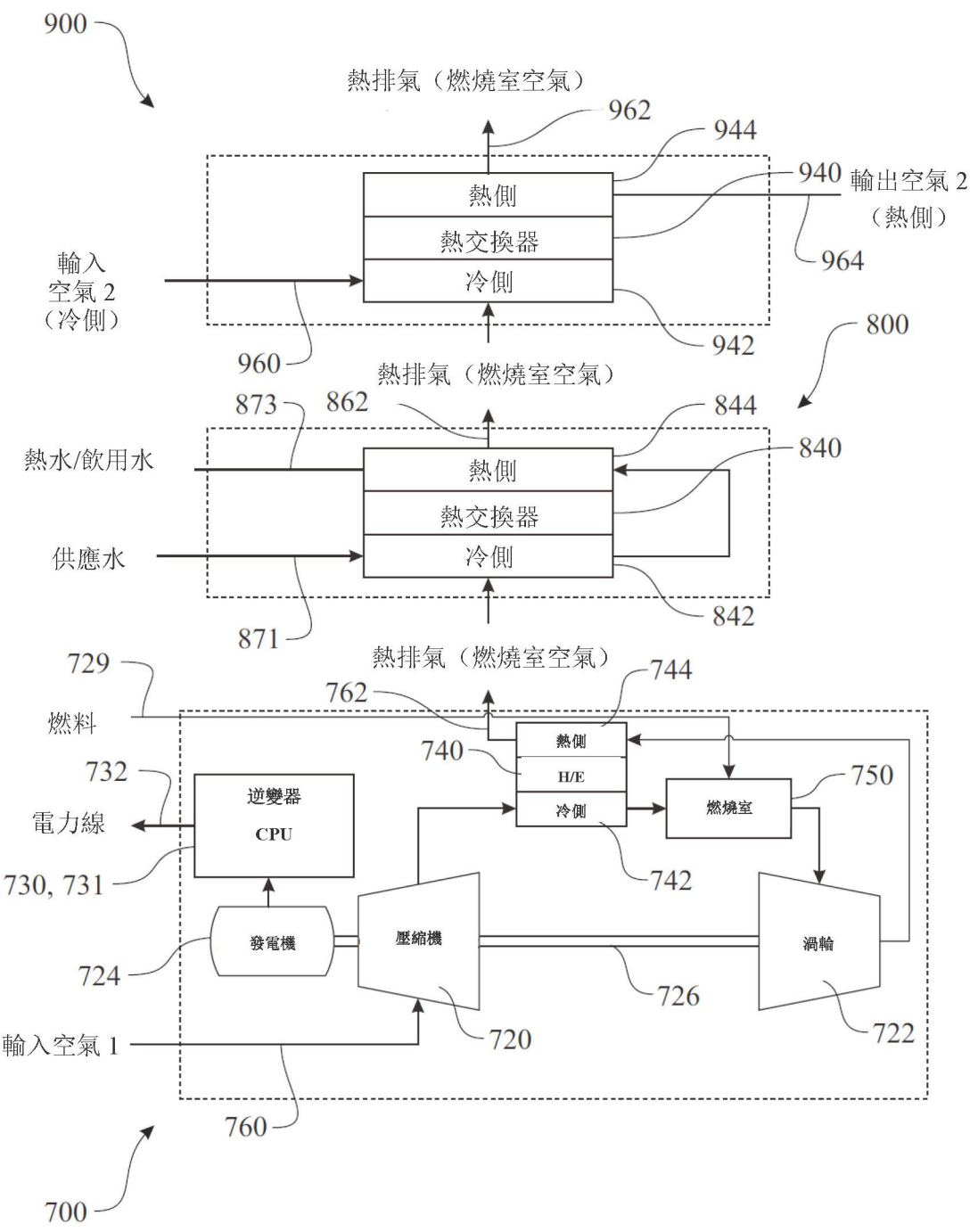


圖 27

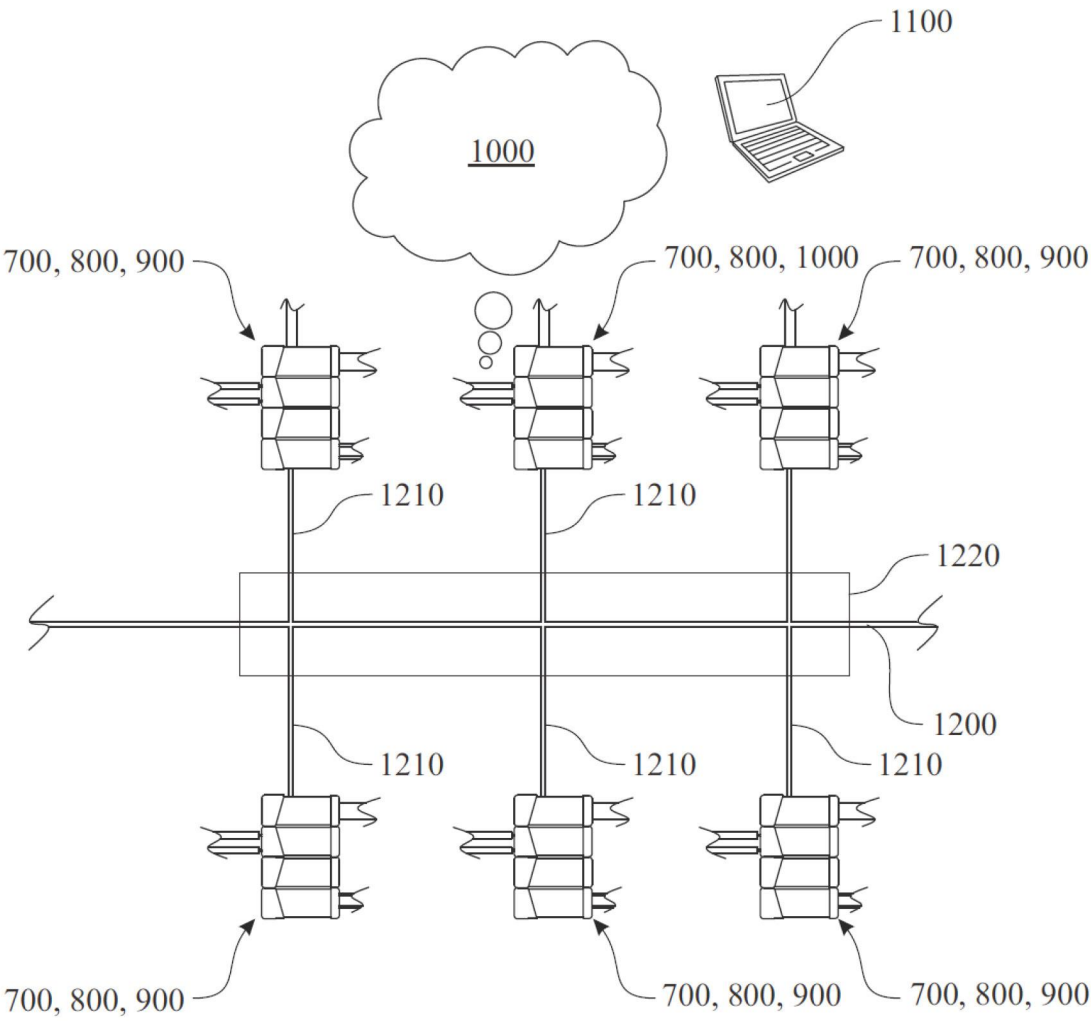


圖 28

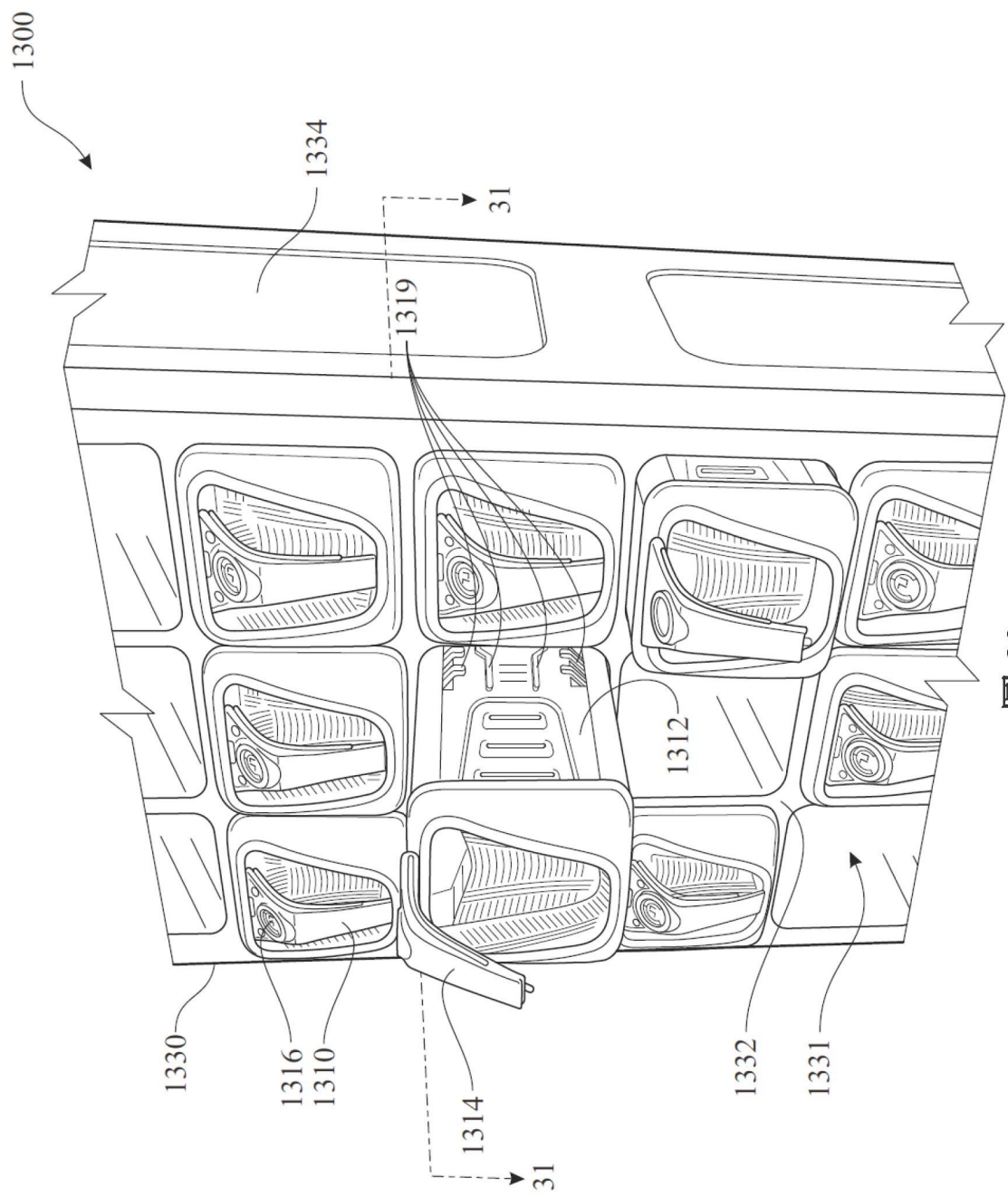


圖 30

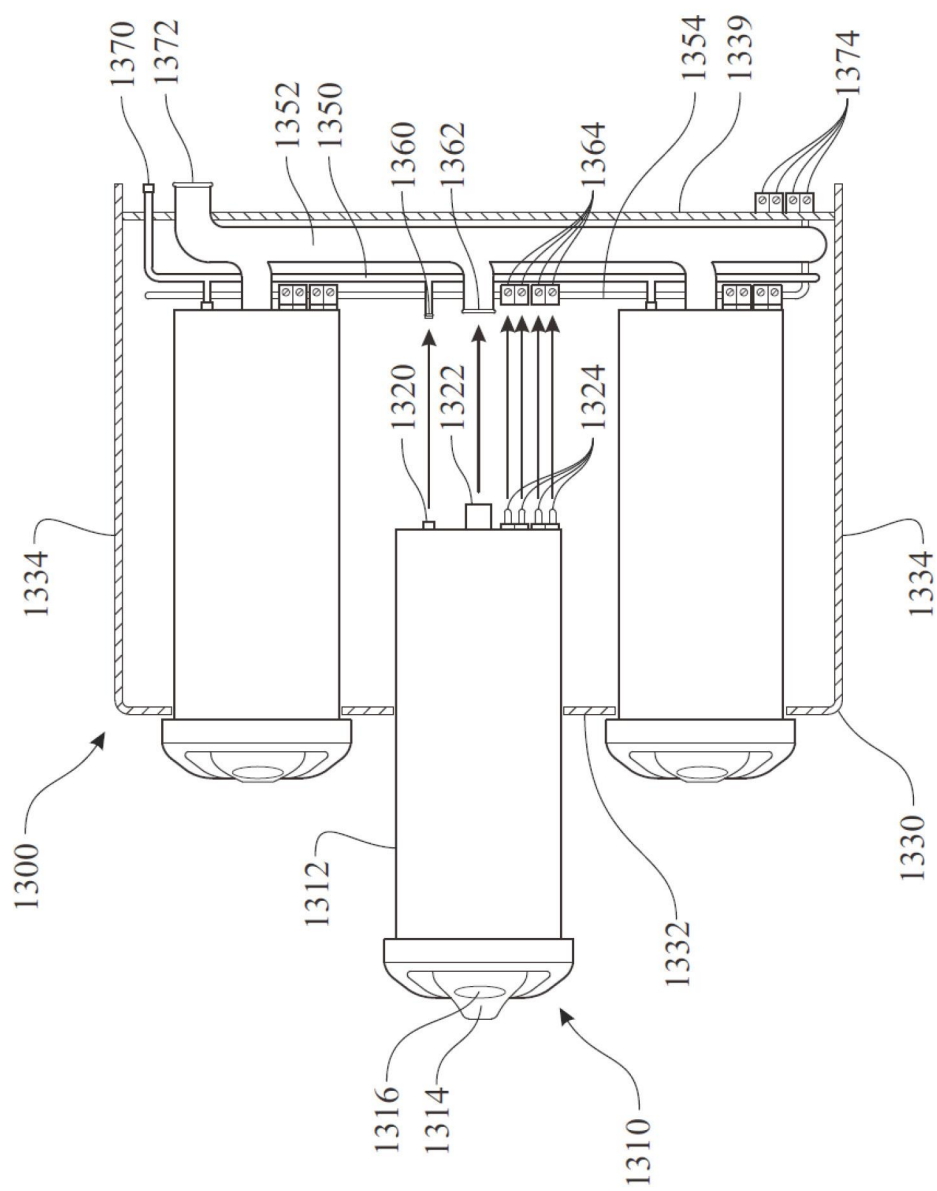


圖 31

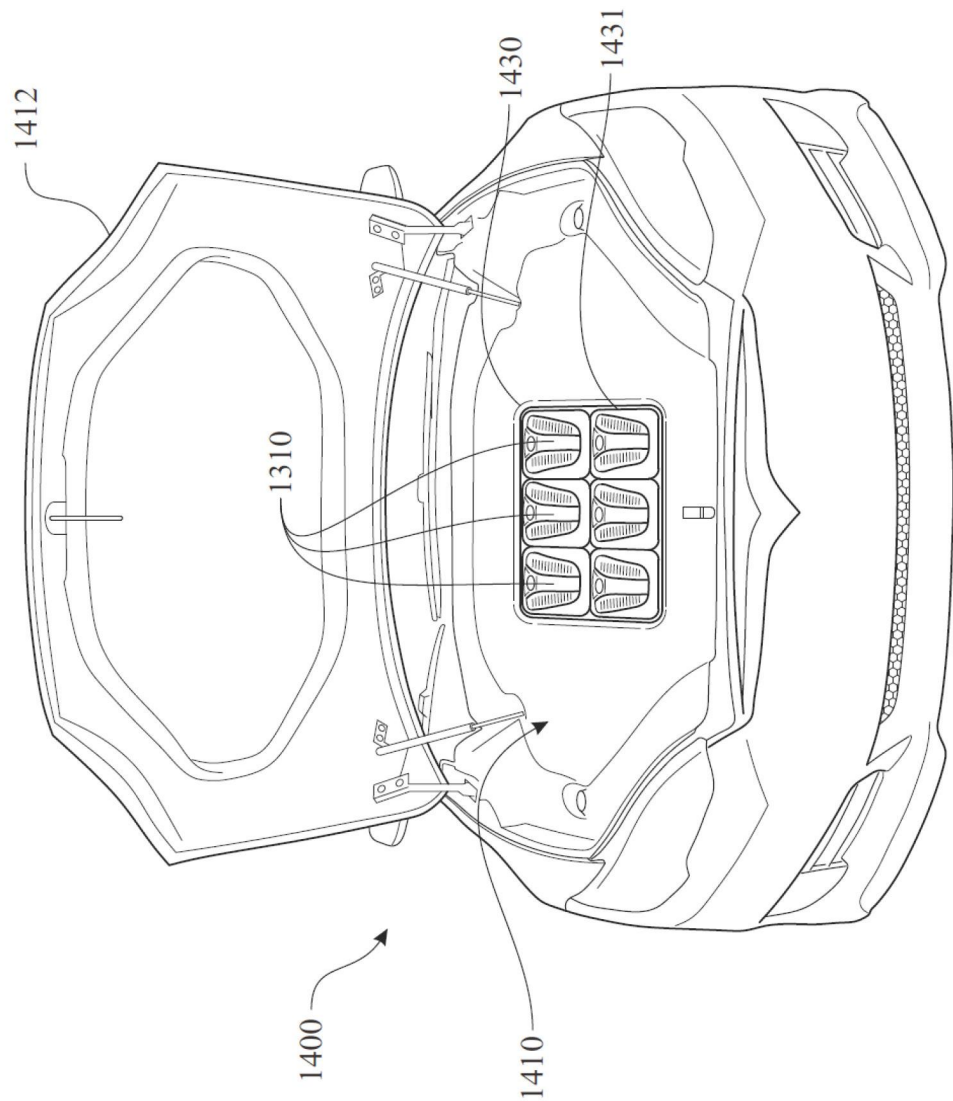


圖 32

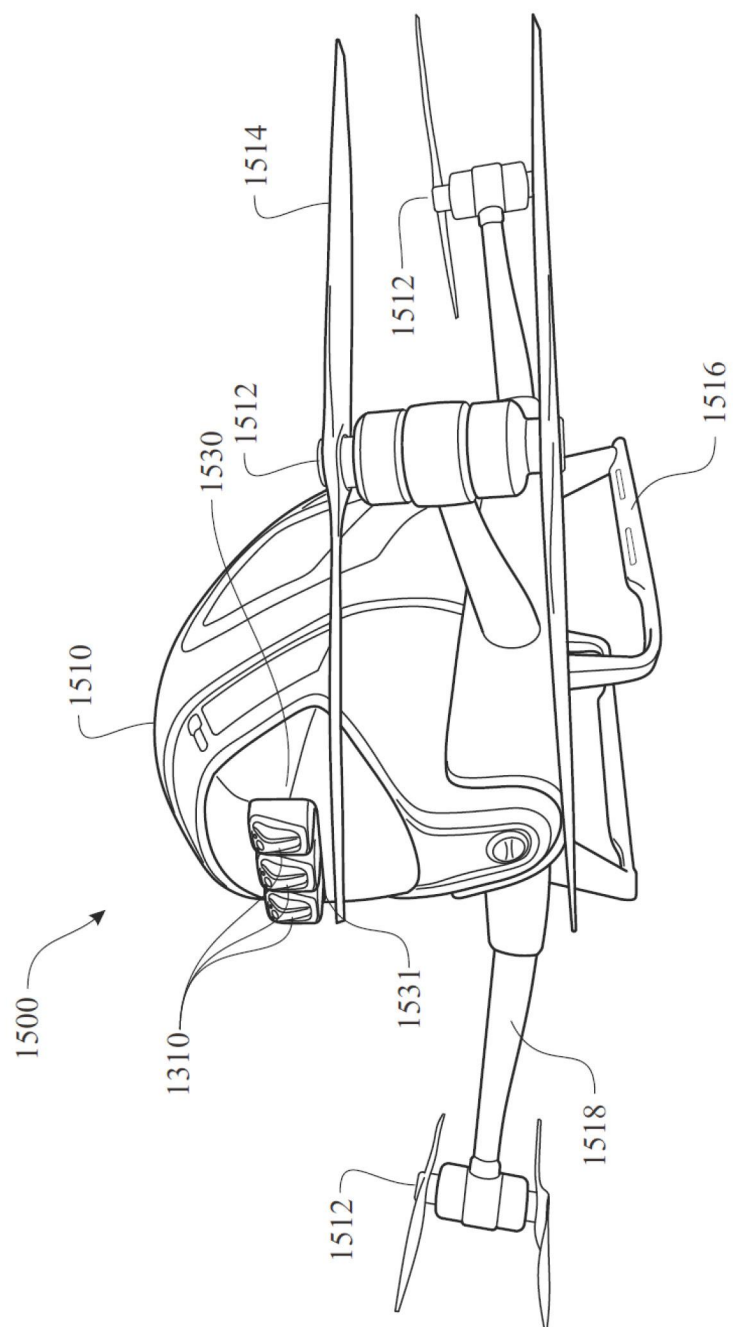


圖 33