



(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 201225491 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：100130563

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 08 月 25 日

(51)Int. Cl. : **H02K9/19 (2006.01)**

(30)優先權：2010/08/25 美國 12/868,712

2010/12/01 美國 12/958,321

(71)申請人：淨濤科技有限公司 (美國) CLEAN WAVE TECHNOLOGIES, INC. (US)

美國

(72)發明人：葛瑞嘉 魯道夫 GARRIGA, RUDOLPH (US)；庫比 麥可 KUBIC, MICHAEL (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：46 項 圖式數：8 共 77 頁

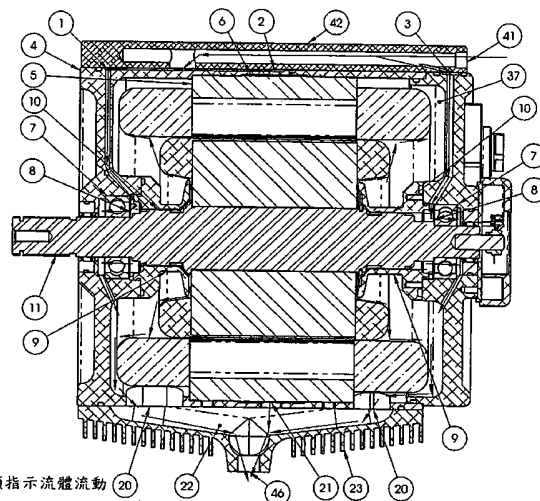
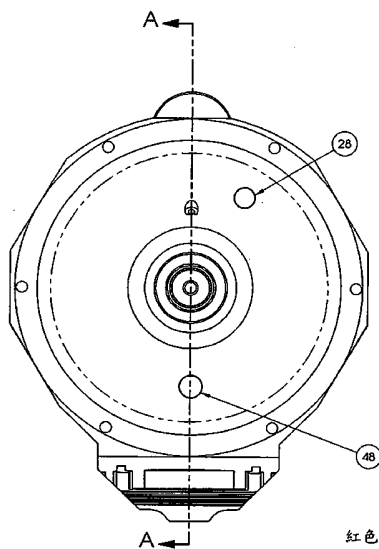
(54)名稱

用於電機機械之流體冷卻的系統及方法

SYSTEMS AND METHODS FOR FLUID COOLING OF ELECTRIC MACHINES

(57)摘要

本發明提供利用一增強流體注入系統冷卻及潤滑高功率密度電機機械之系統及方法。多個流體流動通道可設置在該電機機械內，其可包含定子與機械外殼之間之一定子流體流動路徑。該定子流體流動路徑可包括允許一流體直接接觸該定子及轉子之一或多個通道。一種用於冷卻該電機機械之方法可包含引導一流體流過該定子與該外殼之間之一或多個通道，其可提供將來自該定子及該轉子之熱轉移至該流體之機會，藉此冷卻該定子及該轉子。



紅色箭頭指示流體流動

- 1：位置
- 2：位置
- 3：位置
- 4：外殼
- 5：定子總成
- 6：位置/空腔
- 7：軸承/軸承總成
- 8：位置
- 9：注入器噴嘴
- 10：位置/間隙/轉子流體流動路徑
- 11：機械軸/軸/可旋轉軸
- 20：排氣通道
- 21：排氣通道
- 22：集氣箱
- 23：冷卻鰭片

28：壓力均衡器件

37：內部空腔

41：入口埠

42：流體分配歧管

46：出口埠

48：流體位準器件



(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 201225491 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：100130563

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 08 月 25 日

(51)Int. Cl. : **H02K9/19 (2006.01)**

(30)優先權：2010/08/25 美國 12/868,712

2010/12/01 美國 12/958,321

(71)申請人：淨濤科技有限公司 (美國) CLEAN WAVE TECHNOLOGIES, INC. (US)

美國

(72)發明人：葛瑞嘉 魯道夫 GARRIGA, RUDOLPH (US)；庫比 麥可 KUBIC, MICHAEL (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：46 項 圖式數：8 共 77 頁

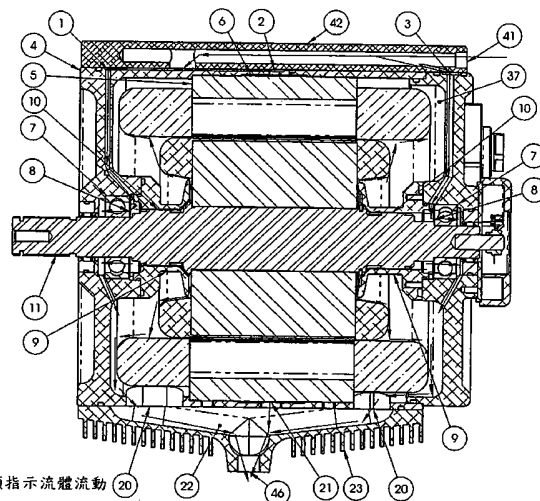
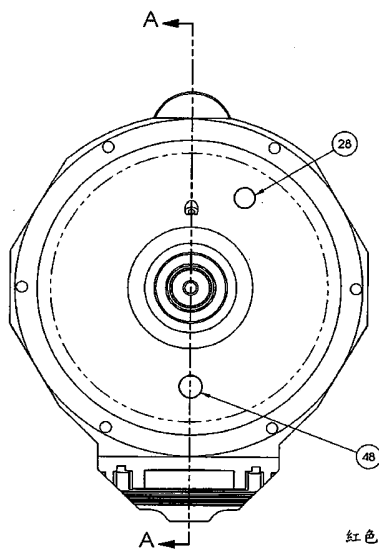
(54)名稱

用於電機機械之流體冷卻的系統及方法

SYSTEMS AND METHODS FOR FLUID COOLING OF ELECTRIC MACHINES

(57)摘要

本發明提供利用一增強流體注入系統冷卻及潤滑高功率密度電機機械之系統及方法。多個流體流動通道可設置在該電機機械內，其可包含定子與機械外殼之間之一定子流體流動路徑。該定子流體流動路徑可包括允許一流體直接接觸該定子及轉子之一或多個通道。一種用於冷卻該電機機械之方法可包含引導一流體流過該定子與該外殼之間之一或多個通道，其可提供將來自該定子及該轉子之熱轉移至該流體之機會，藉此冷卻該定子及該轉子。



紅色箭頭指示流體流動

- 1：位置
- 2：位置
- 3：位置
- 4：外殼
- 5：定子總成
- 6：位置/空腔
- 7：軸承/軸承總成
- 8：位置
- 9：注入器噴嘴
- 10：位置/間隙/轉子流體流動路徑
- 11：機械軸/軸/可旋轉軸
- 20：排氣通道
- 21：排氣通道
- 22：集氣箱
- 23：冷卻鰭片

## 六、發明說明：

本申請案主張2010年8月25日申請之案號12/868,712及2010年12月1日申請之案號12/958,321(其係2010年8月25日申請之案號12/868,712之部分接續申請案)之優先權，該等案之全文以引用方式併入本文中。

### 【先前技術】

電機機械材料由於內部組件之過熱具有功率限制。在習知系統中，通常經由外部冷卻來冷卻電機機械。舉例而言，散熱片可設置在一電機機械之外表面上以有助於冷卻。在一些實例中，流體可流過一電機機械之一外部機殼或該機械之一外表面。例如，參見美國專利案號7,550,882；美國專利案號5,939,808；美國專利案號5,670,838；及美國專利案號4,700,092，該等案之全文以引用方式併入本文中。在一些例子中，流體可設置在一電機機械內以有助於冷卻，但可包含在該機械內。例如，參見美國專利案號4,644,202；及美國專利案號7,352,090，該等案之全文以引用方式併入本文中。

利用內部組件之改良的冷卻及潤滑，相比於傳統機械設計，可能設計在一更小且更輕封裝中產生高功率之一電機機械。該改良的冷卻及潤滑有利於增加該機械之操作電流及速度，其可直接轉變成較高扭矩、較高功率及相應地較高功率密度。

因此，存在對於改良的電機機械系統及方法之一需要，其可利用可在內部流過一電機機械之流體用於冷卻及潤

滑。

### 【發明內容】

本發明提供利用一增強流體注入系統冷卻及潤滑高功率密度電機機械之系統及方法。本文描述的本發明之各種態樣可應用於下文闡述的特定應用之任一者或用於其他類型的電機機械。本發明可用作為一獨立系統或方法或作為一整合系統(諸如一載具)之部分。應瞭解，本發明之不同態樣可單獨地、集合地或彼此組合來理解。

本發明之一態樣可係關於一種電機機械，其包括：一轉子，其固定於一可旋轉軸且由一或多個軸承支撐；一定子，其相對於該可旋轉轉子及可旋轉軸為固定，該轉子與該定子之間具有一間隙；一外殼，其包圍該機械之全部或部分；及一流體分配歧管，其具有至少一入口及通向與至少一出口流體連通之該機械內之複數個流體流動通道之複數個分配開口。在一些實施例中，該複數個流體流動通道可包含該定子與該外殼之間之一定子流體流動路徑、朝向該轉子及定子沿該可旋轉軸之一轉子流體流動路徑及接觸至少一軸承之一軸承流體流動路徑。一定子流體流動路徑可包括可允許一流體直接接觸該定子之一外表面之一或多個流體流動通道。一或多個凹槽或其他表面特徵件可形成該定子之一外表面與該外殼之一內表面之間之通道。在一些實施例中，一或多個流體流動通道可與一集氣箱流體連通，該集氣箱與至少一出口流體連通。該集氣箱可經組態使得離開該等流體流動通道之流體在通過該出口離開該電

機機械之前可收集在該集氣箱內。在一些實施例中，該集氣箱可作用為一熱交換器，藉此提供冷卻該集氣箱內之流體之一機會。

本發明之另一態樣可提供一種電機機械，其包括：一轉子，其固定於一可旋轉軸且由一或多個軸承支撐；一定子，其相對於該可旋轉轉子及可旋轉軸為固定，該轉子與該定子之間具有一間隙；及通向一流體注入器噴嘴之至少一流體流動通道，其可引導流體沿該可旋轉軸朝向該轉子及定子。在一些實施例中，該流體注入器噴嘴及/或該可旋轉軸可包含可併入有助於該流體之流動及分配之離心泵之特徵件。該電機機械亦可包含通向一接面之一流體流動通道，其中該流體流動通道可分岔以接觸一軸承且亦接觸該轉子。此外，該電機機械可包含該軸承與通向該轉子之流體流動路徑之間之一計量器件，其中該計量器件經組態以判定流至該軸承之流體及流至該轉子之流體之相對量。在一些實施例中，可移除、取代及/或調整該計量器件，使得該機械在不具有一計量器件之情況下可操作，可用不同組態之不同計量器件取代該計量器件，或可調整該計量器件，藉此改變流至該軸承之流體及流至該轉子之流體之相對量。或者，在其他實施例中，該流體流動路徑在該軸承與該轉子之間可不分岔，取而代之的是，首先可引導該流體接觸該軸承、流過該軸承，隨後流動以接觸該轉子。

根據本發明之另一態樣可提供一種用於冷卻一電機機械之方法。該方法可包含：提供固定於一可旋轉軸之一轉

子；提供相對於該可旋轉轉子及可旋轉軸為固定之一定子，該轉子與該定子之間具有一間隙；及提供包圍該機械之全部或部分之一外殼。該方法亦包含引導一流體流過該定子與該外殼之間之一或多個通道，其可提供該定子及該轉子與該流體直接接觸且將熱自該定子及該轉子轉移至該流體之機會，藉此冷卻該定子及該轉子。

本發明之一額外態樣可係關於一種用於冷卻一電機機械之系統。該系統可包含與一泵流體連通之一電機機械及與該電機機械及該泵流體連通之一熱交換器。該電機機械可具有：一流體密封機殼，其具有至少一入口及至少一出口；一或多個流體流動通道，其等與一入口及一出口流體連通；及一壓力均衡器件，其可維持該機械內之壓力在一預定範圍內。在一些實施例中，該機械亦可包含用以判定該機械內之流體位準之一器件。此外，結合該流體密封機殼，一些實施例可利用導電材料以包括圍繞一電機機械之可旋轉軸之接觸密封劑，其可抵消由可存在於電機機械中之同極通量路徑產生的循環電流之負效應。

結合以下描述及隨附圖式將進一步瞭解並理解本發明之其他目標及優點。雖然以下描述可含有描述本發明之特定實施例之特定細節，但此不應解釋為對本發明之範圍之限制而應解釋為較佳實施例之一例證。對於本發明之每一態樣，熟習此項技術者所熟知的許多變化型式可能如本文所建議。在不背離本發明之精神情況下可在本發明之範圍內做出多種改變及修改。

### 併入引用參考

此說明書中提到的所有公開案、專利及專利申請案均以全文引用的方式併入，其引用程度就如同將每一個別公開案、專利或專利申請案特定且個別地以全文引用的方式併入。

### 【實施方式】

隨附申請專利範圍中特定闡述本發明之新穎特徵。參考闡述利用本發明之原理之說明性實施例之以下詳細描述及隨附圖式將獲得本發明之特徵及優點之一更好理解。

雖然本文已展示且描述本發明之較佳實施例，但熟習此項技術者應瞭解此等實施例僅係以實例的方式提供。在不背離本發明之情況下熟習此項技術者將想起數種變化型式、改變及替代。應瞭解在實踐本發明中可使用本文描述的對本發明之實施例之各種更改。

#### I. 流體注入系統說明

圖1展示根據本發明之一實施例之一電機機械。在本發明之一些實施例中，該電機機械可係一電動機，諸如一三相AC感應電動機。或者，該電機機械可係任何種類的電動機、發電機或可需要一些電連接及機械連接形式之任何種類的機械。

該電機機械亦可係可流體冷卻或在其內部可具有任何種類流體之任何機械。在一些實施例中，該機械可具有用於冷卻及/或潤滑之流體。該電機機械內之該流體可係流動的或可係實質上靜止的。在一些實施例中，該電機機械內

之該流體可循環流過該電機機械且可來自該電機機械外部之一源。在一些實施例中，該機械可係流體密封或部分流體密封。

該電機機械可用在一系統中。舉例而言，該電機機械可用在一載具中，諸如一汽車、摩托車、卡車、貨車、公共汽車或其他類型的載客、商業或工業載具；火車或其他類型的鐵路載具；船隻、飛機或任何其他類型的載具；或任何其他類型的商業或工業機械或設備。併入根據本發明之一實施例之該流體注入系統之該電機機械可特定用於圍阻、受控或嚴酷環境下之應用，其中該機械之外部或內部之局部冷卻不可能，及/或可需要一密封機械機殼。

該電機機械可以高電流位準及高旋轉速度進行操作且可產生比相同大小及重量之習知電動機更高的功率。該流體注入系統可藉由允許直接冷卻內部熱源以及潤滑高速度軸承而使此功率密度成為可能。

圖1A展示根據本發明之一實施例之具有流體流動之一電機機械之一概要示意圖。來自一外部源之一流體可進入一電機機械。該流體可經由一或多個入口進入該機械。來自該電機機械之流體可離開該電機機械。該流體可經由一或多個出口離開該機械。在一些實施例中，該流體可自一流體源提供且可離開該機械，使得不斷使用新流體來補充該電機機械內之該流體。在其他實施例中，流體可循環，使得離開該電機機械之該流體之至少一些或全部循環進入相同電機機械。因此，一流體注入系統可應用於該電機機

械。

在一些實施例中，新流體可繼續進入該電機機械及/或舊流體可繼續離開該電機機械。在其他實施例中，該流體可間歇或分批供應至該電機機械中使得可增加新流體及/或移除舊流體，接著一段時間之後，可增加更多新流體及/或移除舊流體。新流體可以與舊流體移除的速率實質上相同的速率增加，或可以不同且變化的速率增加新流體及/或移除舊流體。可分別以期望速率增加新流體及/或移除舊流體以提供冷卻及/或潤滑之一期望度。在一些例子中，可期望增加流體流動之速率以增加該電機機械之冷卻及/或潤滑，或期望降低流體流動之速率以降低該電機機械之冷卻及潤滑。

在其他實施例中，該流體可包含在該電機機械內且可在該電機機械內循環。在一些實施例中，該流體可包含在該電機機械之特定部分內，而在其他部分中，該流體可在該電機機械之各個部分之間自由流動。可使用該技術中已知的用於各種流體冷卻電機機械之任何組件、特徵件、特性或步驟。例如，參見美國專利公開案第2006/0066159號；美國專利公開案第2004/0113500號；美國專利第5,181,837號；美國專利第5,997,261號；美國專利第6,355,995號；美國專利第5,578,879號，其等之全文以引用方式併入本文中。

冷卻及/或潤滑流體可係該技術中已知的任何流體。一流體可包含一液態或氣態流體。在一些實施例中，該冷卻

及/或潤滑流體可係：一氣體，諸如空氣；或一液體，諸如水、石油或一種類型的液體介電流體；或任何此等流體之一蒸氣或霧；或任何其他類型的流體。可使用該技術中已知的任何類型的冷卻劑及/或潤滑劑。例如，可使用一傳輸流體，諸如自動傳輸流體(ATF)。可根據期望熱、電、化學或流動性質選擇一流體。舉例而言，該流體可具有落在一期望範圍內之一特定熱量，或可係具有高於一期望值之一電阻率之非導電流體，或可係對包括該電機機械之元件化學惰性或反應之一流體，或可係具有一高黏度或一低黏度之一流體。

在一些實施例中，流體之一組合可設置在該電機機械內。舉例而言，一冷卻及/或潤滑流體可係設置在亦含有一氣態流體之一機械內之一液體。在一些實施例中，該電機機械可完全由一液態流體充滿，可部分用一液態流體充滿，或可具有在其中流動之液態流體之低位準。

供應至該電機機械之流體可經加壓或不經加壓。在一些例子中，可藉由一正壓力源(諸如一泵或壓縮機)加壓該流體。該正壓力源可在該電機機械外部(例如，在該電機機械之入口側)，或可係該電機機械之部分。在其他實施例中，可藉由一負壓力源(諸如真空)加壓該流體。該負壓力源可在該電機機械外部(例如，在該電機機械之出口側)，或可係該電機機械之部分。在一些例子中，該壓力源可係該電機機械之構成部分且可有助於該機械內之流體流動。可產生有助於流體流動之任何壓力差。在其他實施例中，

其他力(諸如重力或移動該機械內之部件引起的力)可有助於流體流動。

該電機機械之全部或部分可由一外殼包圍。該機械外殼可包含用於包含、支撐及/或保護目的或任何其他類似功能之包圍該電機機械之全部或部分之任何結構或組件。一結構或組件可作用為一機械外殼或可包括一機械外殼之部分，且另外可執行其他不相關功能。該外殼可包圍一機械總成之全部或部分，或可包圍該機械之個別組件之任一者(諸如一定子或轉子)之全部或部分。包圍該機械之一或多個個別組件之全部或部分之一或多個個別結構或組件可分開作用為機械外殼，且亦可集中包括一機械外殼。熟習此項技術者將瞭解在不背離本文提供的描述之情況下亦可由其他術語引用本文所指之該機械外殼，包含機械殼、框架、機殼或其他類似術語。該機械外殼(如本文所稱)係集體地包含可對於該電機機械或該電機機械之個別組件之任一者執行圍組、支撐及/或保護功能或任何其他類似功能之任何及全部個別結構及/或組件(例如，機械端蓋)。在一些實施例中，該機械外殼之全部或部分可流體密封。

該電機機械可使用高功率電連接。可靠高功率連接需要具有可接受電流密度之低電阻電接觸。銅DC功率連接之典型最大電流密度可係 $2.2 \times 10^6$  A/m<sup>2</sup>之級數。此在高於40°C之周圍溫度下通常可限制連接之溫度上升在30°C以下。例如，參見ANSI C37.20C-1974、IEEE標準27-1974。在銅三相AC功率連接中， $7 \times 10^6$  A/m<sup>2</sup>之最大峰值電流密度

傳統上已可靠地用在電機機械中。在本發明之一些實施例中，流體冷卻可引進至一或多個連接器表面，其可增強連接可靠性且使其可能超過 $7 \times 10^6$  A/m<sup>2</sup>之值。

圖1展示供應一流體至一電機機械內之各種通道之本發明之一實施例。該流體可經加壓或不經加壓。該流體可通過一流體分配歧管42之一入口埠41進入該機械且可分配於位置1、2及3處之通道。此等通道可引導該流體至位置8處之一或多個軸承7、至位置10處包圍一機械軸11之一或多個注入器噴嘴9，且至位置6處在一外殼4與一定子總成5之間之一或多個空腔中。因此，該歧管可將流體分別分配至一軸承流體流動路徑、一轉子流體流動路徑及一定子流體流動路徑。

在一些實施例中，位置1、2及3處之該等通道可定向在該機械之頂部附近，或在其他實施例中，此等通道可定向在該機械之底部附近或可定向在該機械之任一側上之任何地方。在一些例子中，位置1、2及3處之該等通道各自可定向在實質上相同側上或圍繞該機械之類似位置中，而在其他例子中，該等通道各自可個別定向在圍繞該機械之任何位置處。在其他實施例中，任何數目個通道可定位在圍繞該機械之任何位置處。

進入位置1、2及3處之該等通道之該流體可分岔成該機械內之多個路徑。一路徑可引導該流體之一些流過該等軸承7，其可潤滑且冷卻該等軸承(即，一軸承流體流動路徑)，且可分岔以亦引導一些流體流過朝向該轉子及定子

之該注入器噴嘴9與該機械軸11之間之隙隙10，此處該流體可冷卻該轉子及定子(即，一轉子流體流動路徑)。已分岔流過一軸承流體流動路徑及一轉子流體流動路徑之該流體可分別藉由流過該機械外殼4之主要內部空腔37至一排氣通道20且至一集氣箱22中而完成每一路徑。注意在該機械之每一端部處之兩個位置1、3處可重複此等路徑。因此，在一些實施例中，兩個或兩個以上軸承流體流動路徑及兩個或兩個以上轉子流體流動路徑可設置在該機械內。

另一路徑可引導該流體在位置6處之該外殼4與該定子疊片5之外表面之間圍繞及/或沿該定子總成5流動，此處該流體可冷卻該定子且亦可自該定子流出以冷卻該轉子(即，一定子流體流動路徑)。因此，在一些實施例中，相同流體可流過一定子流體流動路徑以接觸且冷卻該定子及該轉子。在一些實施例中，可圓周或周邊圍繞該定子總成引導該流體。或者或另外可沿該定子總成之長度引導該流體。在一些例子中，可圓周或周邊圍繞該定子總成及/或沿該定子總成之長度以任何期望角度引導該流體。該外殼4之內表面可具有位置6處之一或多個圓周或周邊凹槽，其可形成該定子總成5之該外表面與該外殼4之該內表面之間之一或多個空腔。該流體可流過此等空腔之一或多者以冷卻該定子5，接著在一些實施例中，該流體可通過一或多個排氣通道21流至一集氣箱22中。或者或另外，該外殼4之該內表面及/或該定子總成5之該外表面可具有一或多個凹槽或其他表面特徵件，其等在該定子總成之該外表面與

該外殼之該內表面之間可沿該定子總成之長度形成一或多個通道。該流體可流過此等通道之一或多者以冷卻該定子5，接著在一些實施例中，該流體在該定子疊片之邊緣處可離開此等通道之一或多者。該流體接著可流動以接觸且冷卻該定子端匝及該轉子端環，且接著可通過該機械外殼之該主要內部空腔37流至一或多個排氣通道20且流至該集氣箱22中。在一些實施例中，一定子流體流動路徑可設置在該機械內。或者，在其他實施例中，可設置兩個或兩個以上定子流體流動路徑。

在一些實施例中，已流過一定子流體流動路徑之流體、已流過一轉子流體流動路徑之流體及已流過一軸承流體流動路徑之流體可全部一起收集在該集氣箱22中，此處該流體可通過一出口埠46離開該機械。較佳地，相同流體可用於該機械內之該等流體流動路徑之全部。在其他實施例中，不同流體或其等之組合可用於不同流體流動路徑。

#### A. 流體分配歧管

如先前描述，圖1展示一入口埠41及一流體分配歧管42，流體通過該入口埠41及該流體分配歧管42可進入根據本發明之一實施例之一電機機械。在一些實施例中，該入口埠可定向在該電機機械之一側上。在其他實施例中，該入口埠可定向來自該電機機械之頂部或該電機機械之底部。在一些例子中，該入口埠可經定向使得該流體水平流至該流體分配歧管。或者，該入口埠可經垂直定向，或以一角度定向，該角度可包含(但不限於)一10度角、15度

角、30度角、45度角、60度角、75度角或80度角。在一些例子中，可設置一個、兩個、三個或更多個入口埠，其中每一入口埠可具有如所描述之任何組態、位置或定向。每一入口埠可連接至相同流體分配歧管或者可連接至不同歧管，該等歧管彼此可流體連通或不流體連通。每一入口埠可接受相同流體或一不同類型的流體。一入口埠可設置在使用或不使用一歧管之該電機機械之外殼之任何部分上。在一些實施例中，該歧管可設置為該電機機械之該外殼之一部分及/或包含在該外殼內。在其他實施例中，該歧管可設置為一分開部件且附接至該電機機械之該外殼。仍在其他實施例中，該歧管可經設置使得該歧管之一部分設置為附接至該機械之一分開部件且該歧管之另一部分設置為該機械之一部分及/或包含在該機械內。

圖1B展示用於根據本發明之一實施例之一電機機械之一流體分配歧管之一概要示意圖。如所展示，流體可自一或多個入口進入該歧管。該流體分配歧管可具有一或多個分配開口，該等開口可通向該機械內之一或多個流體流動通道。在一實例中，三個分配開口及/或流體流動通道可設置為I、IIA及IIB。在其他實施例中，可設置任何數目個分配開口及/或流體流動通道，其可包含一個、兩個、三個、四個、五個、六個、七個、八個、九個或十個或更多個分配開口及/或流體流動通道。

在一些例子中，可設置相同數目個分配開口及/或流體流動通道。或者，可設置不同數目個分配開口及/或流體

流動通道。舉例而言，多個流體流動通道可自一單一分配開口或自其他流體流動通道分流。

該流體分配歧管可具有任何形狀或定向。在一些例子中，該歧管可具有一加長或平坦形狀。舉例而言，該歧管可具有一平坦圓形、正方形、矩形、三角形、六邊形、八邊形或任何其他形狀。在一些例子中，可水平定向該歧管，使得一最小尺寸在一垂直方向上延伸。或者，可垂直定向該歧管，使得一最小尺寸在一水平方向上延伸。在其他實施例中，可以一角度定向該歧管。

該等分配開口可定位在沿該歧管之任何地方。舉例而言，該等分配開口可定位在該歧管之一底面上。此可使能重力有助於造成流體流過該等開口。在其他實施例中，該等分配開口可定位在該歧管之一側或頂部上。

圖1展示在本發明之一實施例中，流體可通過一流體分配歧管42之一入口埠41進入該機械且可分配至位置1、2及3處之通道。該等流體流動通道可由溝道、封閉空間、非封閉空間、平坦空間、管道、管子或任何其他形狀或組態形成。如先前闡述，可設置任何數目個流體流動通道用於一電機機械。

圖1C展示可設置在一電機機械內之流體流動路徑之一實例圖。一第一流體流動路徑I可係一定子流體流動路徑。該定子流體流動路徑可設置在該電機機械之一外殼與一定子總成之間。在一實施例中，可設置一個定子流體流動路徑。或者，多個定子流體流動路徑可設置在該電機機械

內。在一些實施例中，一定子流體流動路徑可造成流體在一實質上圓柱電機機械之一實質上彎曲表面上圍繞該機械之可旋轉軸流動。舉例而言，若一圓柱形狀機械設置在其在側面，使得該可旋轉轉子之可旋轉軸與該機械之軸平行於地面，則流體可自該圓柱機械上方流動且圍繞該圓柱體之彎曲表面向下流動，使得該流體圍繞該定子總成實質上圓周流動。在其他實施例中，該電機機械不需要係實質上圓柱形，如此，該定子流體流動路徑或者可造成流體圍繞任何形狀表面或多個表面流動，使得流體可圍繞任何形狀定子之周圍流動。或者或另外，在其他實施例中，該流體可在圍繞該定子之任何方向或多個方向上流動。在一些實施例中，一定子流體流動路徑可造成流體沿一電機機械之長度(與該機械之可旋轉軸實質上平行)在該定子之表面上流動。舉例而言，流體可自該定子總成之中心附近之一通道流動且可沿該定子之長度向外流動，使得該流體與該可旋轉轉子之可旋轉軸及該電機機械之軸實質上平行流動。在其他實施例中，該定子流體流動路徑可造成流體沿或圍繞該定子總成以任何角度或方向流動。舉例而言，該流體可相對於該可旋轉軸以大約5度、大約10度、大約15度、大約20度、大約30度、大約45度、大約60度、大約75度或大約90度流動。

亦如圖1C中展示，額外流體流動路徑可設置在該電機機械內。舉例而言，可設置一轉子流體流動路徑IIA、IIB及一軸承流體流動路徑IIIA、IIIB。可設置一轉子流體流動

路徑，其可引導流體接觸一轉子及一定子總成。可設置一軸承流體流動路徑，其可造成流體接觸一軸承總成。在一些實施例中，可設置一個、兩個或更多轉子流體流動路徑及/或軸承流體流動路徑。在一些實施例中，可設置兩個轉子流體流動路徑及兩個軸承流體流動路徑，包含在一電機機械之相對側上之每一者之一。舉例而言，可沿一實質上圓柱電機機械之實質上平坦端部設置其等。或者，可圍繞一電機機械設置任何數目個轉子流體流動路徑及軸承流體流動路徑。舉例而言，若一電機機械具有一圓形橫截面形狀，則可圍繞該電機機械之圓周之多個點設置多個轉子流體流動路徑及多個軸承流體流動路徑。在一些實施例中，一轉子流體流動路徑及一軸承流體流動路徑可起始於相同流體流動通道 IIA+IIIA、IIB+IIIB 且可分流為一分開轉子流體流動路徑 IIA、IIB 及一分開軸承流體流動路徑 IIIA、IIIB。

在本發明之替代實施例中，諸如圖 1D 中之流體流動路徑之實例圖所展示，該轉子流體流動路徑 IIA、IIB 及該軸承流體流動路徑 IIIA、IIIB 不需要共用相同起始流體流動通道。取而代之的是，該轉子流體流動路徑 IIA、IIB 及該軸承流體流動路徑 IIIA、IIIB 可具有來自該歧管之分開個別分配開口，該等開口通向分開個別流體流動通道。

在其他替代實施例中，諸如圖 1E 中之流體流動路徑之實例圖所展示，該轉子流體流動路徑 IIA、IIB 及該軸承流體流動路徑 IIIA、IIIB 可起始於相同流體流動通道 IIA+IIIA、

IIB+IIIB且不可分流為一分開轉子流體流動路徑IIA、IIB及一分開軸承流體流動路徑IIIA、IIIB。取而代之的是，一單一流體流動通道IIA+IIIA、IIB+IIIB可引導流體連續流過一軸承流體流動路徑IIIA、IIIB且接著循序流過一轉子流體流動路徑IIA、IIB。

在一些實施例中，一定子流體流動路徑可與一轉子流體流動路徑及/或一軸承流體流動路徑共用或不共用一流體流動通道之任何部分。根據一實施例，一電機機械可具有五個流體流動路徑：一個定子流體流動路徑、兩個轉子流體流動路徑及兩個軸承流體流動路徑。

該電機機械可包含一或多個流體分配歧管。每一歧管可具有一類似組態或變化組態。在一些例子中，每一歧管可提供分配開口至該等流體流動路徑之每一者。或者，各種歧管可提供分配開口至不同流體流動路徑。

#### B. 定子流體流動路徑

在一些實施例中，流體可流過一定子流體流動路徑。圖1展示根據本發明之一實施例可使流體在一電機機械外殼4與一定子總成5之間流動之一冷卻流體路徑。該流體可進入位置2處之一或多個流體流動通道且可流過由該外殼4之內表面上之一圓周或周邊凹槽形成之一或多個空腔6。或者或另外，流體可沿由該外殼4之該內表面及/或該定子總成5之該外表面上之凹槽或其他特徵件形成之定子之長度流過一或多個通道。因此，在一些實施例中，流體可在任何方向或多個方向上圍繞該定子之圓周或周邊流過一或多

個通道及/或沿該定子之長度流過一或多個通道。在一些例子中，流體在該定子疊片之邊緣處可沿該定子之長度離開該等通道之一或多者，允許流體在該定子端匝上流動及/或流過其且流至該轉子端環上。因此，該定子流體流動路徑可包括一或多個流體流動通道，該等通道可允許流體直接接觸該定子總成5之該外表面、該定子端匝及該轉子端環。熟習此項技術者將瞭解在不背離本文描述的發明之情況下，本文所指之該定子疊片、定子端匝及轉子端環可包含任何類型電機機械中之任何其他類似結構或組件。

冷卻流體與該等定子疊片、定子端匝及轉子端環之間之直接接觸可增強自該定子及轉子熱源至該冷卻流體之熱轉移。可由該機械機殼之一密封構件使能此流體流動路徑。因此，在一些實施例中，用於該電機機械之一外殼可流體密封，或與該冷卻流體接觸之該外殼之部分可流體密封，然而，在一些實施例中該機械不需要流體密封。

在一些實施例中，進入位置2處之該流體流動通道之該流體可圍繞該定子總成5之整個圓周或周邊流過該空腔6，接著可通過一排氣通道21離開該空腔且流至一集氣箱22中，其中該流體可通過一流體出口埠46離開該機械。在其他實施例中，進入位置2處之該流體流動通道之該流體可圍繞該定子總成5之圓周或周邊之部分流過該空腔6。或者或另外，進入位置2處之該流體流動通道之該流體可沿該定子總成5之長度流過一或多個通道，接著在一些實施例中，該流體在該等定子疊片之邊緣處可離開該等通道之一

或多者。離開該等定子疊片之邊緣處之一或多個通道之該流體接著可流動以接觸該等定子端匝及該等轉子端環，且接著可通過該機械外殼之該主要內部空腔37流至一排氣通道20且流至該集氣箱22中，此處該流體可通過一流體出口埠46離開該機械。在一些實施例中，該流體可接觸該機械之一個端部處或該機械之兩個端部處之一或多個位置中之一定子端匝及/或轉子端環。

圖7展示根據本發明之一實施例之一電機機械之一分解圖。提供一定子總成5之一透視圖。流體可圍繞及/或沿所展示之彎曲區域沿該定子總成5之外表面流動。在其他實施例中，該定子總成之該外表面不需要係彎曲的，如此，流體可圍繞及/或沿任何形狀的定子表面或多個定子表面流動。在一些實施例中，該流體可圍繞該定子總成5之整個圓周向下流動，且在一些例子中，可由定位在該定子下方之一集氣箱22收集該流體。在其他實施例中，該流體可圍繞該定子總成5之圓周之部分流動。在一些實施例中，該流體可沿該定子總成5之長度流動且可在自該定子之中心向外之一方向上朝向該定子之一或多個邊緣流動。在其他實施例中，該流體可自該定子之一邊緣朝向該中心及/或自定子之一邊緣至該定子之另一邊緣沿該定子之長度流動。在一些例子中，在朝向該定子之邊緣之一通道中流動之流體在該等定子疊片之邊緣處可離開該通道且流至該機械之該主要內部空腔中。在該等定子疊片之邊緣處離開該通道之後，該流體另外可流動以接觸該等定子端匝且可繼

續流動圍繞及/或流過該等定子端匝以接觸該等轉子端環。該流體接著可向下流過該機械外殼之該主要內部空腔，且在一些例子中，可由定位在該定子及轉子下方之一集氣箱22收集該流體。

在一些實施例中，該流體可限定於該定子5與一外殼4之間之一特定區域。在一些情況中，流體流動可限定在空腔、溝道、腔室、區域或任何其他流體限定結構內。可設置一個或多個限定流體流動通道。在其他實施例中，該流體可在該定子與該外殼之間之空間中之任何地方自由流動。在一些實施例中，該流體在該定子與該外殼之間之任何空間或空間組合中可在任何方向或多個方向上流動。該流體可在一寬廣區域上自由流動及/或可限制於一或多個特定路徑。在一些實施例中，可在造成該流體在一個方向或多個方向上流動之一路徑中引導該流體。此外，一流體流動路徑可在任何點及任何時間改變該流體流動之方向。在一些實施例中，該流體可沿一連續路徑流動或可分流為不同路徑。零個、一個、兩個或更多個路徑可自零個、一個、兩個或更多點分流。流體可沿一單一界定路徑流動及/或可沿多個平行路徑流動。多個流體流動路徑可彼此平行或不平行。

一或多個特徵件可設置在該外殼之內表面及/或該定子總成之外表面上，其等可形成經組態以引導該定子與該外殼之間之流體流動之一或多個通道。另外或或者，此等一或多個特徵件可增加該定子之該外表面及/或該外殼之該

內表面之暴露表面積，其可有助於任一或兩個表面與該流體之間之熱轉移。在一些實施例中，該外殼之該內表面可包含一或多個凹槽、溝道、隆起、突出、鰭片、凸塊、凹口、圖案、紋理表面或任何其他表面特徵件。在一些例子中，此等特徵件可在該定子總成之該外表面與該外殼之該內表面之間形成經組態以引導圍繞或沿該定子表面之流體流動之一或多個通道。另外或或者，此等特徵件可增加該外殼之暴露內表面積，其可增加與該流體接觸之一或多個流體流動通道之表面積之量。有利地，此可允許該流體與該外殼表面之間之一更大程度熱轉移。或者，在其他實施例中，該外殼之該內表面可係光滑或實質上光滑的。在一些實施例中，該定子總成之該外表面可包含一或多個凹槽、溝道、隆起、突出、鰭片、凸塊、凹口、圖案、紋理表面或任何其他表面特徵件。在一些例子中，此等特徵件可在該定子總成之該外表面與該外殼之該內表面之間形成經組態以引導圍繞或沿該定子表面之流體流動之一或多個通道。另外或或者，此等特徵件可增加該定子之暴露表面積，其可增加與該流體接觸之一或多個流體流動通道之表面積之量。有利地，此可允許該定子表面與該流體之間之一更大程度熱轉移。或者，在其他實施例中，該定子表面可係光滑或實質上光滑的。

在一些例子中，流體可沿該定子流體流動路徑之全部或部分向下流動，且可由重力驅動或幫助流體流動。在其他例子中，可使用泵、壓縮機或其他機構以主動迫使該流體

以一期望方式流過該定子流體流動路徑之全部或部分。此受力流體流動可允許該流體在圍繞及/或沿該定子流體流動路徑之任何方向上行進，其可包含允許該流體向上、向下、側邊或以任何角度行進。因此，該流體由於以下之一或多者可流過該定子流體流動路徑：重力、該流體流動路徑之開始處或沿該流體流動路徑之一些點處之正壓力、該流體流動路徑之終點處或沿該流體流動路徑之一些點處之負壓力、或可在該電機機械外部或係該電機機械之一構成部分之一或多個移動部件或其他機構。

### C. 轉子流體流動路徑

此章節描述用於冷卻可旋轉轉子(或其他類型電機機械中之類似動態組件，諸如一電樞)及固定的定子總成之一流體流動路徑之實施例。

圖3提供一電機機械之一剖面之一放大細節且展示根據本發明之一實施例之一轉子流體流動路徑。該流體可自一流體通道1流至一流體注入器噴嘴9附近之一空腔45中、流過該注入器噴嘴9與一機械軸11之間之一間隙10，接著流出該注入器噴嘴9與一轉子35之表面之間之一垂直間隙16。相鄰於該轉子35之該表面之該注入器噴嘴9之端部處之一較大直徑特徵件可造成流體由於該可旋轉轉子35之地心引力而增加該流體離開該間隙16之速度。因此，形成相鄰於該轉子之該表面之垂直元件之該注入器噴嘴之部分亦可作用為一離心泵抽圓盤34。

一旦該流體自該間隙16噴出，該流體可衝擊表面17處之

該轉子之端環15且可冷卻該端環15。該轉子端環15可代表用於具有一籠型轉子之一感應機械中之轉子棒、一線繞轉子型機械中之端匝、一永久磁鐵型機械中之轉子之端部結構或任何類型的電機機械中之任何類似結構之短路環。

該等轉子端環15(尤其線繞或籠型機械上)可由一高導電材料製成。在一些實施例中，該等端環亦可由一高導熱材料製成。此等導熱材料之一些實例可包含(但不限於)金屬(諸如銅、鋁、黃銅、銀、金、鐵、鋼、鉛)、金剛石、碳或任何合金、混合物或其等之組合。利用流體流動冷卻該等端環15可造成來自該轉子中心之熱藉由熱傳導移除至較低溫度端環及流體。在一些實施例中，可係導電或非導電之導熱材料或器件(諸如熱管)可增加至該轉子總成且可與轉子結構及/或端環熱連通以改良熱轉移。

一旦該流體藉由地心引力自該端環15噴出，該流體可朝向該等定子端匝18自旋，此處額外可發生冷卻。該等定子端匝可係一定子總成5之繞組之端部，其可由一高導電及導熱材料構成，因此可將來自該定子5中心之熱有效傳導至該流體。在一些實施例中，該定子總成之該等繞組可由銅、鋁或任何其他高導電材料形成。在某些例子中，定子總成之繞組亦可由高導熱性材料所製成。在一些類型電機機械中，該定子總成除了繞組之外可含有永久磁鐵，諸如電刷式通用電動機。在一些實施例中，可係導電或非導電之導熱材料或器件(諸如熱管)可增加至該定子總成且可與定子結構及/或端匝熱連通以改良熱轉移。

如圖1中展示，一旦該流體衝擊該定子端匝18，該流體由於重力作用遠離該等端匝流至該機械外殼4之該主要內部空腔37之一排氣通道20。該機械外殼或與該冷卻流體接觸之該外殼之部分可係流體密封的，其可使能該流體在不自該外殼洩漏情況下流動，然而，在一些實施例中該機械不需要流體密封。自該排氣通道20，該流體可流至一集氣箱22且通過一流體出口埠46離開該機械。

一或多個轉子流體流動路徑可設置在一電機機械內。舉例而言，如圖1C中展示，可設置兩個類似流體流動路徑IIA+IIIA及IIB+IIIB。此等兩個類似流體流動路徑可設置在一電機機械之相對端部處。在其他實施例中，可存在任何數目個轉子流體流動路徑且其等可具有該電機機械內之任何位置。

如圖3中展示，該流體可自一流體流動通道1流至一空腔45。該空腔可係一接面，在該接面處該流體之一些可分流為一轉子流體流動路徑且該流體之一些可分流為一軸承流體流動路徑。該空腔可形成具有分流為任何數目個流體流動路徑之任何數目個組態之一接面。或者，該空腔不需要形成一接面，但可引導該流體之全部沿一特定路徑流動。

該流體可自該空腔45沿一注入器噴嘴9與一機械軸11之間之一通道及該轉子35之一表面流動。該流體可沿該轉子流體流動路徑10之一第一部分在一實質上水平方向上流動且可沿該轉子流體流動路徑16之一第二部分在一實質上垂直方向上流動。在其他實施例中，此等流體流動通道可具

有任何定向，其等有角度(例如，5度、15度、30度、45度、60度、75度、85度)或水平或垂直。該等流體流動路徑區段亦可係實質上筆直或可彎折或彎曲。在一些例子中，該流體流動路徑10之該第一部分可透過有角度或彎曲之一中間區段過渡至該流體流動路徑16之該第二部分。在其他例子中，該流體流動路徑之該第一部分可在不具有中間區段情況下直接過渡至該流體流動路徑之該第二部分。在其他實施例中，該流體流動路徑之該第一部分及第二部分可合併為一個通道。

該流體可需要或不需要壓力以沿該注入器噴嘴與機械軸之間之一流體流動通道流動。該壓力可由一正壓力源(諸如一泵)、一負壓力源(諸如真空)或任何其他壓力差產生器造成。壓力可由一外部源或該機械之構成部分之一源造成。在一些例子中，重力可造成或有助於該壓力。

在一些實施例中，該注入器噴嘴9與該機械軸11或該轉子35之表面之間之間隙可改變。舉例而言，在一些例子中，該注入器噴嘴與該轉子之表面之間之間隙可大於該注入器噴嘴與機械軸之間之間隙，反之亦然。在一些例子中，該等間隙可係0.5至1.0毫米之級數，然而，可根據流體流動及壓力要求、流體類型及/或該機械之大小相應改變該等間隙之大小。

離開該流體流動通道16之該流體可衝擊該轉子端環15。在一些實施例中，該轉子端環可傾斜或可具有任何其他形狀。該轉子端環如期望可水平或可有角度或彎曲。下文將

更詳細闡述此。如先前描述，該流體可視情況衝擊該等定子端匝18且流動遠離該等端匝。或者，該流體可衝擊設置在該定子及該轉子附近之區域中之任何其他表面。該流體由於重力作用可向下流至一排氣通道20。該流體可流下該定子及該轉子附近或構成部分之任何表面。在一些實施例中，在可有助於引導該流體向下及/或流至一期望位置之表面之任一者上可存在溝道或表面特徵件。或者，該等表面可實質上光滑。

如圖3中展示，可定位在一轉子流體流動路徑附近之其他組件可包含用於該電機機械之一外殼4。該空腔45可定位在一軸承7附近，該軸承可藉由一軸承外座圈31及一軸承內座圈32固持在合適位置。下文將進一步詳細闡述此。此外，可設置一軸密封件13。

#### D. 軸承流體流動路徑

根據本發明之一實施例亦可提供一軸承流體流動路徑。至軸承之流體路徑可允許流體流過該等軸承用於潤滑及冷卻。此可有利於較高操作速度、較長連續操作、較高機械耐久性及可靠性及較長機械壽命。增加的操作速度可係自一電機機械產生較高功率且實現較高功率密度之一關鍵使能者。

圖2A提供根據本發明之一實施例之該軸承流體流動路徑及軸承總成之放大視圖。該流體可進入一軸承7之一側上之一空腔45中，接著可流過一計量器件29，流過該軸承總成中之間隙，且流至該軸承與一軸密封件13之間之該軸承

7之另一側上之一空腔12。

該軸承7可由一外座圈31及一內座圈32支撐，其可包括一軸承總成。該流體可在該軸承與該等座圈之一或多者之間流動。或者，該流體之一些或全部可圍繞該軸承流動而不在該軸承與該等座圈之間流動。

圖2繪示一排水通道14可允許該流體離開該空腔12且流出至該機械外殼4之該主要內部空腔中。圖1展示該流體可如何通過該機械外殼4之該主要內部空腔37流至一排氣通道20。自該排氣通道20，可引導該流體至一集氣箱22，此處該流體可通過一流體出口埠46離開該機械。該機械外殼或與該冷卻流體接觸之該外殼之部分可流體密封，其可使能該流體在不自該外殼洩漏情況下流動，然而，在一些實施例中該機械可不需要流體密封。

如圖8中展示，一接觸密封件13可圍繞一電機機械之一軸11設置且可阻止該流體通過該可旋轉軸11與一機械外殼4之間之介面離開該機械。在一些實施例中，該軸密封件13可由導電材料組成，其可完成該轉子35與該定子5之間之一電路徑。在傳統機械中，軸承需要與該機械外殼及該轉子電絕緣以阻止電流43循環流過該等軸承7(其可造成由於電腐蝕之過早軸承損壞)。藉由使用一導電密封件13，該等電流43可流過該導電密封件13而不流過該等軸承7，其可用以阻止過早軸承損壞。軸密封件13可設置在該可旋轉軸11之一個或兩個端部或在該軸延伸穿過該機械外殼4之任何位置處。因此，一或多個軸密封件可導電，然而，

在一些實施例中該等軸密封件不需要導電。下文將更詳細闡述該等導電密封件。

一或多個軸承流體流動路徑可設置在一電機機械內。舉例而言，在一些實施例中，兩個軸承流體流動路徑可設置在一電機機械之相對端部處。在一些例子中，該等軸承流體流動路徑可自設置在一電機機械內之一或多個流體通道分流。舉例而言，如圖1C中展示，可設置兩個類似流體流動路徑IIA+IIIA及IIB+IIIB。此等兩個類似流體流動路徑可設置在一電機機械之相對端部處。該等軸承流體流動路徑IIIA、IIIB可自此等兩個流體流動路徑分流。在其他實施例中，任何數個軸承流體流動路徑可自每一流體流動路徑分流，或該等軸承流體流動路徑IIIA、IIIB可不需要自另一流體流動路徑分流，但可直接連接至一流體分配歧管，諸如圖1D中展示。在其他實施例中，可存在任何數目個軸承流體流動路徑且其等可具有該電機機械內之任何位置。

### 1. 分岔用於軸承潤滑及冷卻之流體流動之方法

圖2A展示根據本發明之一實施例之一軸承流體流動路徑之放大視圖。在流體注入系統之一軸承流體流動路徑中，可引導該流體至一空腔45中，此處該流體可在一軸承7與一流體注入器噴嘴9之間分岔。因此，該空腔45可形成一接面，此處該流體可在兩個或兩個以上方向上分岔。在一些實施例中，該流體流動可分岔為一軸承流體流動路徑，其可引導該流體之一些穿過一軸承7以潤滑且冷卻該軸

承，且至一轉子流體流動路徑中，其亦可引導該流體之一些穿過一注入器噴嘴9與一機械軸11之間之一間隙10朝向該轉子及該定子。

在一些實施例中，該注入器噴嘴9可需要或不需要用於使該流體注入系統合適工作之流體壓力，但可期望調整或計量至該軸承7之流體流動之相對量對穿過通向該轉子及定子之路徑之流體流動之量。可藉由使用鎖定在該注入器噴嘴9與該軸承總成之間之一流體流動計量器件29來實現此，該軸承總成可包括一或多個軸承7、一軸承內座圈32及一軸承外座圈31。該軸承總成7、31、32及計量器件29可由該注入器噴嘴9固定，該注入器噴嘴9可用以鎖定該計量器件29且將其固定在合適位置，以及將該軸承總成7、31、32夾持在合適位置。由於軸承總成材料與外殼材料之間之熱膨脹性質之差，當該機械外殼4溫度增加時，將該軸承總成夾持在合適位置可避免該軸承總成移位或自旋。

上文提到的該等組件之任一者可由任何期望性質的材料形成。舉例而言，該等軸承可係比一些其他類型軸承相對較低成本製造之鋼軸承。雖然鋼較佳用於滾動元件軸承，但亦可使用其他金屬、塑膠、玻璃及/或陶瓷或其等之任何組合。該外殼可由(但不限於)鋁、鋼、鐵、銅、黃銅、銀、金、鉛或任何其他金屬或其他材料(諸如塑膠、玻璃、陶瓷)或任何合金、混合物或其等之組合形成。

對於該外殼4使用一高導熱材料(諸如鋁)可產生與可由(舉例而言)鋼形成之該軸承7、該軸承內座圈32及/或該軸

承外座圈31之材料不匹配之一熱膨脹。該軸承總成7、31、32坐落在其中之外殼孔徑30之大小可比該軸承總成更快擴張且溫度增加，其可允許該軸承總成7、31、32在該外殼4中移位或自旋。由於此效應，可期望將該軸承總成7、31、32夾持在合適位置。可利用該注入器噴嘴9實現此，該注入器噴嘴9除了其之流體分配功能之外亦可充當一軸承夾具，消除對於用以執行每一功能之額外硬體之需要。

為控制穿過該軸承7之流體流量，可緊靠一軸承外座圈31夾持該計量器件29。在一實施例中，該計量器件29與該軸承內座圈32之間之一小間隙33可用於管理穿過該軸承7之流體流動速率，以便維持流體壓力至該注入器噴嘴9中，且提供足夠流體以潤滑且冷卻該軸承7。

在一些實施例中，該計量器件29可具有孔眼、溝道或通道或可由穿孔、有孔、可滲透或半滲透材料構成，其可使能流體自該計量器件之一側穿過該計量器件流至另一側。在此等情形中，可提供或不提供一間隙33用於該計量器件29。或者，該計量器件29可係固體且其中可不具有孔眼、溝道或通道。該計量器件29可由針對可流過其之流體為不可滲透、半滲透或可滲透之一材料形成。在一些實施例中，該計量器件可係一板或可具有任何其他形狀或組態。

在一些實施例中，該計量器件29可移除、可替換及/或可調節，使得可在不具有一計量器件情況下操作該機械，可用不同大小及/或組態之不同計量器件替換該計量器

件，或可調節該計量器件，藉此改變流至該軸承7之流體及流至該注入器噴嘴9之流體之相對量。因此，使用該計量器件29可允許可交換器件，每一器件具有一不同大小或組態之流體通道以匹配期望流體流動速率或容納不同類型流體之使用。

舉例而言，小間隙33或孔眼可用於氣態流體，且大間隙33或孔眼可用於較高黏度液體。亦可調節該計量器件之大小及/或組態以判定流至該軸承7之流體及流至該注入器噴嘴9之流體之相對量。舉例而言，若期望相對更多流體流至該軸承流體流動路徑中，則可調節該計量器件之大小或組態使得該間隙33或該等孔眼之大小可增加，其可允許更多流體流過該計量器件至該軸承流體流動路徑中。

在一些實施例中，可調節一計量器件29。舉例而言，可調節該計量器件之大小，其可改變一間隙33之大小。或者，穿過該計量器件之孔眼、溝道或路徑之數目或大小可改變。可提供一或多個閥門。可提供可容納不同流體及/或流動速率之其他可調節特徵件。

該計量器件29可具有一實質上垂直組態。在其他實施例中，該計量器件可有角度。該計量器件可呈一所要的角度量以便允許一所要流量或比例之流體可流至該軸承流體流動路徑中。

有利地，使用一計量器件29可允許相同電機機械使用不同類型的流體。可交換該等計量器件及/或可控制可調節特徵件以容納不同流體，但不需要對該電機機械做出其他

變化。此可與傳統電機機械設計對比，其可需要完全不同組態及/或可需要完全被替換，以容納不同類型的流體。

## 2. 用於軸承潤滑/冷卻及轉子冷卻之流體流動之替代方法

在本發明之另一實施例中，可提供用於一軸承流體流動路徑及一轉子流體流動路徑之流體流動之一替代方法，作為先前描述方法之對比。如圖1E中展示，該轉子流體流動路徑IIA、IIB及該軸承流體流動路徑IIIA、IIIB可起始於相同流體流動通道IIA+IIIA、IIB+IIIB且可不分流為一分開轉子流體流動路徑IIA、IIB及一分開軸承流體流動路徑IIIA、IIIB。取代其，一單一流體流動通道IIA+IIIA、IIB+IIIB可引導流體連續流過一軸承流體流動路徑IIIA、IIIB且接著循序流過一轉子流體流動路徑IIA、IIB。此方法介紹一特有流體流動路徑，其可允許流體流過一或多個軸承用於潤滑及冷卻，接著可隨後允許流體流過一轉子流體流動路徑用於冷卻一轉子及一定子總成。此方法可特定應用於使用較大軸承時，但其可視情況使用任何大小的軸承。

圖2展示根據本發明之一實施例之一軸承流體流動路徑之一實例。在一替代實施例中，流體首先可注入定位在12處之一空腔中，而不注入定位在45處之一空腔中，如圖2A中展示。流體首先可經由連接至一流體分配歧管之一或多個流體流動通道流至定位在12處之一空腔中。該流體流動通道在到達該空腔12之前亦可分流為或不分流為一轉子流

體流動路徑。在較佳實施例中，該流體流動通道不獨立地分流為一轉子流體流動路徑。在此方法中可消除或不消除一排氣通道14及/或計量器件29。若消除該排氣通道，則來自該軸承流體流動路徑之流體可全部被引導穿過該軸承7。

流體流動之此方法可類似於先前描述的方法，除了一流體通道1在該軸承與該軸密封件之相同側上可進入定位在12處之該空腔之外，也可消除該排氣通道14。流體可自定位在12處之該空腔流過一軸承7且流至定位在45處之該空腔中。該流體接著可繼續穿過一注入器噴嘴9與一機械軸11之間之一間隙10，接著流出穿過該注入器噴嘴9與一轉子35之表面之間之一垂直間隙16，如圖3中展示，以接觸如先前描述之一轉子端環15及定子端匝18。因此，利用用於軸承潤滑/冷卻及轉子冷卻之流體流動之此替代方法，該流體流動路徑在該軸承7與注入器噴嘴9之間可不分岔，取代其，該流體可連續流動直接穿過該軸承7且接著流至該注入器噴嘴9與機械軸11之間之該間隙10中。

在此替代方法中，流體可流過一軸承流體流動路徑，且接著循序流過一轉子流體流動路徑。此可使能循序冷卻及/或潤滑該軸承及該轉子，而不是如先前方法中提供的並行。因此，在所描述的該等實施例或變化型式之任一者中，一特定流體首先可接觸一或多個軸承，流過該或該等軸承，接著流過一轉子流體流動路徑。此可與流體流動路徑可分流之方法對比，使得流體可並行流過一軸承流體流

動路徑及一轉子流體流動路徑，分開流體接觸該軸承及該轉子。

## II. 來自注入器噴嘴之流體之離心泵抽

圖3展示根據本發明之一實施例之一轉子流體流動路徑。可相鄰於一轉子35之一表面設置一離心泵抽圓盤34。該離心泵抽圓盤可由一注入器噴嘴9整體形成。或者，該離心泵抽圓盤可與該注入器噴嘴分開。該離心泵抽圓盤及該轉子可形成一間隙16，該間隙16可係該轉子流體流動路徑之部分。

對於該流體注入系統之該轉子流體流動路徑，在該注入器噴嘴9之輸出端使用一較大直徑平行離心泵抽圓盤34(其相對於該可旋轉轉子35可係固定的)可造成該流體在一徑向方向上流過該圓盤34與該轉子35之表面之間之該間隙16且可增加流體速度。當該流體速度增加時，該流體之壓力可下降，且該圓盤34可充當一離心泵以有助於該流體之流動及分配。有利地，此方法可併入離心泵作為該機械設計之一構成部分，在本發明之一些實施例中其可增加或增強該機械內之流體流動，及/或可消除或減小對於外部流體泵抽之需要。

從柏努利(Bernoulli)方程：

$$P + 1/2\rho V^2 + \rho gh = K, \text{ 其中}$$

P係壓力，

$\rho$ 係密度，

V係流體速度，

$g$ 係重力，

$h$ 係高度變化，

$K$ 係常數。

假設恆定溫度，該流體速度 $V$ 由於該轉子之旋轉動作而增加，因此造成該流體壓力 $P$ 降低。此壓力下降可允許該注入器噴嘴作用為一離心泵。

增加該離心泵抽圓盤34之大小可增加泵抽效應。在該圓盤34上使用一實質上光滑表面可減小該機械上之阻力損失。若需要較大泵抽效應，則在該旋轉離心泵抽圓盤34之表面上附加輪葉由於流體速度之額外變化可增加泵抽壓力，但需要來自該機械之更多功率用以操作。此外，如圖5中繪示，可藉由在該機械軸11上提供特徵件(諸如輪葉36)實現額外離心泵抽力。此等輪葉可在該軸11與該流體注入器噴嘴9之間之一間隙10之區域中，如圖3中繪示。此等輪葉36可作用以泵抽穿過該間隙10之流體。該等輪葉可有角度以有助於在一期望方向上引導該流體。舉例而言，該等輪葉可有角度使得流體朝向該電機機械之中心流動(即，穿過一第一間隙10且接著過渡至一第二間隙16)。或者，可提供凹槽、隆起、溝道或任何其他表面特徵件以有助於引導該流體且影響該泵抽壓力。

該離心泵抽圓盤34可由提供期望機械及/或表面性質以有助於泵抽效應之任何材料形成。如先前提到，可期望該離心泵抽圓盤之表面實質上光滑。在一些其他實施例中，該離心泵抽圓盤可具有一紋理表面或其他表面特徵件(諸

如溝道、隆起、凹槽)或可影響穿過相鄰於該圓盤之該間隙16之流體流量之輪葉。相鄰於該轉子35之表面之圓盤表面可經垂直定向或可具有可以一期望方式引導該流體之一些角度。

因為可不總是需要額外流體流動，所以利用離心泵抽增強流體流動之此方法可自動使能最需要額外冷卻時增加流體流量。當該機械之旋轉速度增加時，該機械之功率亦可增加，因此，該機械之熱損失亦可增加。整體離心泵抽方法可成比例增加相對於該機械之旋轉速度之流體流動之速率，其可同時增加高功率操作時該冷卻系統之熱轉移速率。因此，當對於該機械內之熱轉移之需要增加時，可利用該離心泵抽方法提供增加的流體流動及熱轉移。

### III. 增強轉子端環上之流體流動及熱轉移之方法

在傳統機械中，通常用鰭片製成電機機械之轉子端環以使空氣在機械外殼中循環且增加對流熱轉移。

在一流體諸如冷卻機械中，熱轉移機構可利用至注入流體之傳導及/或對流。如圖3中展示，該注入流體可離開一間隙16，噴在一轉子端環15之內直徑上，且在該端環上及周圍流動以噴在定子端匝18上。

該轉子端環15可設置在距一流體注入器噴嘴9(及/或離心泵抽圓盤34)與一轉子35之表面之間之該間隙16之開口之一期望距離處。舉例而言，可相應調節該間隙16之該開口與該轉子端環15之間之距離以提供一期望流體流動量及/或控制流體流動之方向。此外，在一些實施例中，該流體

注入器噴嘴9及/或離心泵抽圓盤34可經組態及/或包含特徵件使得以一期望方式引導離開該間隙16之流體朝向該轉子端環15。

為增強該轉子端環上之熱轉移及流體流動，該轉子端環可包含一或多個特徵件，該等特徵件可增加暴露於已離開該間隙16之該流體之表面積及/或可有助於引導該流體在該轉子之表面上流動且接著藉由離心力朝向該定子。在一些實施例中，該轉子端環表面可實質上平坦或可包含一傾斜特徵件17。在該端環15之內直徑上附加一傾斜特徵件17可增加暴露於該冷卻流體之表面積。在一些實施例中，該轉子端環表面可實質上光滑或可包含表面特徵件(諸如溝道、隆起、突出、輪葉、凹槽)或任何其他特徵件，該等特徵件可增加暴露於該流體之該轉子端環之表面積及/或可增強在該等端環上及周圍之流體流動。該等特徵件可以一方式對準使得可促進沿該轉子端環15之長度之流體流動以朝向該等定子端匝18噴射該流體。

一傾斜特徵件17亦可由於離心力之方向增加流體流動之速率，因此，可增加自該轉子端環15至該流體之熱轉移之速率。因為該離心力將具有一軸向速度分量，所以在該端環之內直徑上附加該傾斜特徵件17可增強該流體流動。此特徵件可減小流體薄膜厚度且可增加橫跨該端環之表面之流體速度，因此增加熱轉移速率，同時最小化該機械中之繞組損失。

期望傾斜度可係任何角度N，其中N係相對於水平線之0

與90之間之一數字。舉例而言，該傾斜特徵件可係大約1度、2度、3度、5度、7度、10度、12度、15度、20度、25度、30度、35度、40度、45度、50度、60度、70度或大約80度或更大或更小。

在一些例子中，傾斜表面可實質上光滑。或者，可併入任何數目個額外表面特徵件，該等特徵件可進一步增加暴露於該流體之表面積，可進一步增強該轉子之表面上之流體流動速率，及/或可有助於引導該轉子端環上之流體流動朝向該定子。

#### IV. 用導電密封件密封機械軸

圖8展示一電機機械之導電軸密封件以及可存在於由一AC換流器驅動之電機機械中之同極磁通路徑。此等磁通路徑可在一轉子35、一定子5及一外殼4之間產生循環電流43。若該轉子不與該定子及/或該外殼電絕緣，則此等電流可流過該等機械軸承7，尤其若該等軸承係金屬或導電的。

在一些實施例中，該等軸承可係金屬滾動元件軸承(諸如滾珠或滾柱軸承，且該等電流43可流過該等軸承之滾動接觸件。此等滾動接觸件可係小表面積接觸件(諸如點或線接觸件)，其中高電流密度可發生且電弧可在該等軸承座圈31、32上產生凹坑。

當該等滾珠或滾柱以高速滾動時，該等軸承與該等軸承座圈之間之滾動接觸件可係間歇接觸件。此等間歇接觸件結合該高電流密度可造成該軸承每次旋轉時多次發生電弧

且最終可造成該等軸承總成材料之表面上之破壞性凹坑。該軸承總成之表面上之凹坑可導致軸承失效且可實質上縮短該等機械軸承之壽命。

對於此問題之傳統解決方案包含使用特定電絕緣軸承，諸如具有陶瓷滾動元件之軸承或該機械軸11、內軸承座圈32或外軸承座圈31上之電絕緣體。此等解決方案可係昂貴的及/或不可靠的。

根據本發明之一實施例，具有一內部流體注入系統之機械可要求關於該機械軸11之一密封方法以阻止自該機械之流體洩漏。可藉由使用一接觸密封件13實現此，該接觸密封件13可阻止流體在該機械軸11與該外殼4之間之介面處離開該機械。在一些實施例中，該接觸密封件可接觸該外殼及/或該機械軸。若該接觸密封件13由一導電材料製成，則該密封件亦提供該機械軸11與該外殼4之間之一電連接。

此新穎密封方法可提供用於使電流流過該等導電軸密封件13之一替代路徑，因此可介紹對於循環電流43問題之一解決方案。該密封件13可具有比該等軸承更大的表面積接觸，因此，該循環電流43大多數可流過該密封件13。因此，當該等軸承與該等軸承座圈間歇接觸時，在該等軸承與該等座圈之間可不發生電弧，因為該密封件可提供用於該循環電流43之一替代路徑。

在一些實施例中，可選擇用於該接觸密封件之材料使得其具有一高導電率。在一些實施例中，該接觸密封件可由

比經選擇用於該軸承及/或該等軸承座圈之材料具有更大導電率之一材料形成。舉例而言，若一接觸密封件13具有一第一導電率E1，且一軸承7具有一第二導電率E2，則E1可大於E2。因此，該循環電流43較佳可流過該接觸密封件13而不流過該軸承7。然而，在一些實施例中，對於較佳流過該接觸密封件而不流過該軸承之該循環電流，E1可不需要大於E2，因為該密封件可具有相對於該軸承之表面積接觸件(其可實質上係一點或線接觸件)之更大的表面積接觸件。該密封件之較大表面積接觸件可造成該密封件之有效導電率大於在一電機機械中操作之該軸承及/或軸承座圈之有效導電率。

可用於該接觸密封件之材料之一些實例可包含(但不限於)鋁、銅、黃銅、鎳、鈦、石墨、碳、銀、金、鐵、鋼或任何合金、混合物或其等之組合。該接觸密封件可經電鍍、金屬包覆或包含各種材料(包含基本金屬)之層或組件。該接觸密封件可由任何塑膠或彈性體(諸如聚四氟乙烯)形成且可用導電材料填充或部分填充。該接觸密封件可形成自(或可包含)一基本金屬、任何其他導電材料或其等之任何組合。

藉由使用一導電接觸密封件13，可阻止或減小循環電流43橫跨該軸承7流動且可允許使用更多具有成本效益的習知金屬軸承，而不會發生由於電弧在該等軸承座圈31、32上發生之凹坑引起之過早軸承失效之問題。因此，藉由提供可用於阻止流體自該外殼洩漏之一密封件，且藉由使用

用於此密封件之一導電材料，習知具有成本效益的金屬軸承可可靠地用在一電機機械中。

#### V. 作為熱交換器之集氣箱

圖1提供根據本發明之一實施例之一電機機械之一實例。該電機機械可包含一流體注入系統且可提供該機械內之各種流體流動路徑。該流體可用於冷卻及/或潤滑該電機機械。可透過來自該機械之熱源之熱轉移增加流體溫度，之後該流體可收集在該機械之基座處，此處該流體可被泵抽出至一外部遠端熱交換器，諸如圖4中展示。

如圖1中展示，該電機機械內之流體可向下流動且收集在一集氣箱22中。因為可存在收集在該集氣箱22中之一流體體積，且在該流體離開該機械之前亦可存在一些時間延遲，所以在此位置處可存在移除來自該流體之熱之一機會。因此，該集氣箱亦可作用為一整合局部熱交換器。

圖1展示根據本發明之一實施例之一電機機械之一集氣箱22。可藉由將冷卻鰭片23應用於該集氣箱22實現熱移除，其可在該流體離開該箱之前提供對該流體之額外冷卻。在一些實施例中，一或多個外部散熱片亦可應用於該集氣箱之外表面。或者，構成該集氣箱之冷卻鰭片及/或其他特徵件可造成該集氣箱之外部作用為一散熱片。該等冷卻鰭片及/或散熱片可具有可增加該集氣箱之該外表面上之表面積及/或增強自該集氣箱之熱轉移之任何組態。該等冷卻鰭片及/或散熱片可由具有高導熱率之一材料形成。

在一些實施例中，熱可自該等冷卻鰭片及/或散熱片被動消散。在其他實施例中，一器件(諸如一風扇)可用於吹動該等冷卻鰭片及/或散熱片之表面上之一氣體以有助於主動冷卻。在其他實施例中，另一流體可在該等冷卻鰭片及/或散熱片之表面上流動，在該集氣箱之任何外表面上流動，或流過該集氣箱之任何部分，無論此流體具有一氣態或液態形式。在一風扇、泵、壓縮機或產生一壓力差之任何其他器件或任何其他主動冷卻機構幫助下，該另一流體可主動通過該等冷卻表面。該另一流體可經穿隧作為一局部熱交換器之部分及/或作為另一遠端熱轉移系統之部分。取決於流體類型，該集氣箱可用作為一氣體至氣體熱交換器、液體至氣體熱交換器、氣體至液體熱交換器、液體至液體熱交換器或任何其他類型或組態的熱交換器。

根據本發明之一些實施例，該集氣箱可具有一出口埠46，如圖1中展示。在其他實施例中，可設置多個出口埠。或者，可不設置出口埠且該流體可在該電機機械內再循環。該集氣箱可經塑形以朝向一或多個出口傾倒該流體。舉例而言，該箱之底面可傾斜以允許流體朝向該出口排出。該流體在重力、壓力差、離心力或任何其他力驅動下可離開該出口。

因為該集氣箱22可作用以收集一冷卻流體體積(明確言之，若使用一液體冷卻劑)，所以在該流體進入該箱22之時間與該流體離開該箱22之時間之間可存在一時間延遲。在一些例子中，該箱可充當一流體儲集器，使得一流體體

積在離開該箱之前可收集在該箱內。可調節該系統中之流體位準使得一流體體積可持續離開或收集在該箱內。流體可以任何速率進入該箱且可以任何速率離開該箱，使得流體可以實質上相同或不同速率進入且離開該箱。在一些例子中，流體可連續離開該箱，而在其他例子中，流體可收集在該箱內達一段時間且接著以各種速率或間隔離開。因此，可收集在該集氣箱內之該流體在離開該集氣箱之前可冷卻。

在一些實施例中，該流體可收集在該集氣箱內之時間在流體泵抽出至該熱轉移系統之其餘部分之前可用於預冷卻該流體，諸如圖4中展示。圖4展示可包含與一再循環泵25流體連通之一集氣箱之一電機機械24。預冷卻該集氣箱內之該流體可有利減小用於一電機機械之一流體循環系統中之一再循環泵之操作溫度要求。在其他實施例中，該流體可自該電機機械移除且不需要再循環。仍在其他實施例中，該流體可在該電機機械內再循環且不需要自該機械移除。

## VI. 整個流體循環系統

圖4展示根據本發明之一實施例可用於使流體循環流過一電機機械24之系統之一概要示意圖。一電機機械24可經設置使得其與一泵25流體連通。該泵可與一單向止回閥19流體連通，該單向止回閥19可與一過濾器26流體連通，該過濾器26可與一熱交換器27流體連通。該熱交換器27可與該電機機械24流體連通以完成流體流動迴路。或者，該泵

可與一單向止回閥19流體連通，該單向止回閥19可與一熱交換器27流體連通，該熱交換器27可與一過濾器26流體連通。該過濾器26可與該電機機械24流體連通以完成流體流動迴路。在其他替代實施例中，該流體循環系統之組件可以任何次序配置在該流體流動迴路中。此外，該等組件之複數個可包含在該迴路中，及/或該等組件之一或多者可自該迴路消除。

根據如圖4中展示之一實施例，一流體可通過一入口進入一電機機械24且通過一出口離開該電機機械24。已離開該電機機械之該流體可通過一泵25，該泵25可驅動流體流動。該流體可通過一單向止回閥19，該單向止回閥19可允許流體僅在一個方向上流過該器件且可阻止流體在相反方向上流動且流回至該電機機械中。該流體在通過一熱交換器27之前可通過一過濾器26。該熱交換器27較佳可轉移來自該流體之熱，使得該流體在離開該熱交換器時處於較低溫度。自該熱交換器27，該流體可進入該電機機械24之入口。因此，藉由一再循環泵驅動，該流體可在該系統內再循環。該流體可用於冷卻及/或潤滑該電機機械且在該電機機械中時可被加熱。可經由一外部熱交換器在該電機機械外部冷卻該流體，因此可在該流體重新進入該電機機械之前冷卻該流體。

該泵25可係該技術中已知的任何類型泵，其可造成一期望量流體以一期望速率循環流過該系統或可包括任何其他期望特性。舉例而言，該泵可係一離心、隔膜、齒輪、輪

葉、葉片、撓性管線、注入、活塞、漸進式空腔泵、蠕動或多葉泵或任何其他類型或組態的泵。此外，該泵可經定位遠離該機械、附接至該機械或包含在該機械內。該泵可係與該電機機械分開或構成該電機機械之一器件且可由與該機械分開或與該機械相同之任何源供能，及/或該泵可取得來自該機械之功率。

該外部熱交換器27可係一液體至液體、氣體至氣體或液體至氣體熱交換器或該技術中已知的任何其他類型的熱交換器。舉例而言，一流體可進入該熱交換器且可轉移熱至另一流體。該另一流體可係一氣體或一液體。一熱交換器可具有該技術中已知的任何形式或組態。在一些例子中，一熱交換器可具有一板型組態。或者，一熱交換器可具有一殼及管類型組態。

該熱交換器之目的可係提取來自該機械冷卻流體之熱，以便最終將該熱轉移至周圍空氣或其他流體。移除來自該機械冷卻流體之熱可提供較低機械操作溫度，因此可改良機械可靠性。此外，該機械之較低操作溫度可引起該等定子及轉子導電材料之較低電阻值。此可有效減小該機械中之電阻損失，其可轉化成改良的機械效率。

A. 再循環泵迴路，具有作為熱膨脹腔室、氣室及流體儲集器之機械外殼

圖4展示在本發明之一實施例中，一再循環泵25可轉移來自一電機機械24之流體出口之流體、穿過一止回閥19、穿過一過濾器26、穿過一熱交換器27，接著至該電機機

械24之流體入口。該再循環泵可驅動該系統內之流體流動。在一些例子中，可控制該再循環泵以改變流體流動速度。舉例而言，可藉由控制該再循環泵來增加、降低或維持流體流動速度。因此，可基於可受控再循環泵改變及/或維持流體流動速度。流體流動速度可影響提供至該電機機械之熱轉移之速率。在此再循環熱轉移迴路中，如圖1展示之該機械外殼4可充當用於再循環流體之一熱膨脹腔室、氣室及/或儲集器。

圖1展示根據本發明之一實施例之一電機機械。含有流體之電機機械通常可組態為一流體循環系統中之一開放迴路(對大氣開放)或一閉合迴路(對大氣閉合)。閉合迴路機械組態通常可需要一分開膨脹腔室以阻止由於循環流體之熱膨脹引起的自該系統之流體洩漏。

根據本發明之一實施例之一部分流體填充機械可允許該機械外殼4作用為一熱膨脹腔室且該機械外殼4之該主要內部空腔37充當一氣室，增加一或多個壓力均衡特徵件至該機械。該等壓力均衡特徵件可包含壓力均衡器件28，如下文更詳細描述。此方法可允許使用一閉合迴路流體循環系統，而不需要外部膨脹腔室或流體儲集器。當自該機械外殼4內壓力增加或降低時，使用一壓力均衡器件可允許該機械及流體循環系統內之壓力均衡，因此可有助於阻止自該系統之流體洩漏。

當該系統溫度上升時，該機械內之該流體溫度可增加且膨脹，造成該機械內之壓力增加。為均衡該機械內之壓

力，該機械外殼可包含一壓力均衡器件28，諸如一閥門、活塞、燒結金屬孔或可膨脹囊袋。該壓力均衡器件可允許該機械外殼作用為一熱膨脹腔室及氣室，當該機械內之該流體之溫度變化時，其均衡該流體密封機械內之壓力。壓力均衡可保持該機械外殼內之壓力在一預定範圍內。在一些實施例中，該預定範圍可係小於或等於及/或大於或等於一或多個臨限壓力之任何壓力。在一些例子中，一臨限壓力可係一周圍壓力。因此，一壓力均衡器件28可設置在該電機機械24上以允許壓力均衡，同時仍維持該流體密封機殼之完整性。較佳地，一或多個壓力均衡器件可定位在合適有利於此壓力均衡之該機械外殼上之任何地方。

根據本發明之一實施例之一部分流體填充機械可允許該機械外殼作用為該流體儲集器。在一些實施例中，該電機機械可具有一或多個流體位準器件48，該等流體位準器件48可允許一使用者或檢驗員判定該機械外殼內部之流體位準。該流體位準器件可係任何類型的實體、機械、電、電子、光學、氣動、超聲波或射頻器件或其等之任何組合或該技術中已知的或稍後發展的任何其他類型或組態的感測、測量或指示器件，使得該器件可提供關於該機械內之流體位準之回饋至該使用者或檢驗員。

在一些實施例中，該電機機械可具有一或多個透明窗，該等透明窗可提供關於該機械內之流體位準之視覺回饋。該窗可使能一使用者或檢驗員看到該電機機械內且判定內部的流體位準。該窗可由一透明材料形成且仍可允許該電

機機械外殼維持一流體密封機殼。該窗可係任何形狀或大小且可使能一使用者或檢驗員判定該機械內之流體位準或流體位準之範圍。一或多個窗可放置在與判定該機械外殼內之期望流體位準一致之一位置處之該電機機械之一或多個側面上。一或多個窗亦可放置在該集氣箱上或附近以看到該集氣箱內之流體位準，該集氣箱亦可作用為該流體儲集器之部分。

### B. 流體密封機殼

圖6展示根據本發明之一實施例之一流體密封機械機殼。為實施該流體注入系統，一機械外殼4可係一密封機殼，其中該等外殼特徵件密封在所有接點及接面處以阻止自該機械之內部流體之洩漏。一流體密封構建之使用通常可不需要用於習知機械，但可係用於流體注入機械設計之一重要特徵件。

密封件可引入在一可移除端蓋38與外殼4之間、用於功率接觸件之介電絕緣體39與該端蓋38之間、功率接觸件40與該等介電絕緣體39之間及一旋轉機械軸11與該端蓋38及外殼4之間。

用於流體注入器噴嘴9之安裝硬體可經存取且自該機械之外部安裝，因此密封件亦可實施在該等注入器噴嘴與機械外殼4及端蓋38之間之位置47處，以禁止流體流至該注入器噴嘴安裝硬體位置且以阻止通過硬體介面之流體洩漏。該流體注入器安裝硬體可自該機械之外部安裝以阻止在一緊固件鬆動情況下對該機械內之旋轉組件之損害。在

此設計實施例中，若一緊固件脫離，則其可一直在該機械之外部上，遠離該等內部旋轉組件。

該密封外殼4可容納內部流體由於溫度變化之熱膨脹。壓力均衡之一方法可用於阻止該機械內部之壓力由於流體熱膨脹變得過度。密封外殼設計可併入一壓力均衡器件28，該壓力均衡器件28可允許壓力均衡且可阻止由於增加的壓力自該機械之流體洩漏。較低壓力可對該軸密封件13要求較低且可允許使用一成本有效、較低密封壓力、標準軸密封件。

為簡化至該流體流動迴路之介面，該密封外殼可特徵化一流體分配歧管42及集氣箱22，如圖1中展示，其中可實現至該機械之一單一流體入口41及自該機械之一單一流體出口46。或者，可設置任何數目個流體入口或出口。該歧管42可允許具有一內部氣室之一單一流體入口連接，其可分配流體至該機械內之一或多個流體流動通道。類似地，該集氣箱22可用於收集通過排氣通道20及21離開該機械內之該等流體流動通道之流體。在流體通過一單一出口埠46離開該機械之前，該集氣箱22可提供該箱內之一流體體積之收集。

從前述應瞭解雖然已繪示且描述特定實施，但可對其等做出各種修改且本文考慮該等修改。本發明並不意欲受說明書中提供的特定實例限制。雖然已參考前面提到的說明書描述本發明，但本文之較佳實施例之描述及繪示並不意味著限制意義。此外，應瞭解本發明之所有態樣並不限制

於取決於各種條件及改變之本文闡述的特定描繪、組態或相關部分。熟習此項技術者將瞭解本發明之實施例之形式及細節之各種修改。因此應考慮到本發明亦涵蓋任何此等修改、變化型式及等效物。

**【圖式簡單說明】**

圖1展示根據本發明之一實施例之一電機機械。

圖1A展示根據本發明之一實施例具有流體流動之一電機機械之一概要示意圖。

圖1B展示用於根據本發明之一實施例之一電機機械之一流體分配歧管之一概要示意圖。

圖1C展示可設置在一電機機械內之流體流動路徑之一實例圖。

圖1D展示可設置在一電機機械內之流體流動路徑之一替代實例圖。

圖1E展示可設置在一電機機械內之流體流動路徑之一替代實例圖。

圖2展示根據本發明之一實施例之一軸承流體流動路徑。

圖2A展示根據本發明之一實施例之一軸承流體流動路徑及軸承總成之放大圖。

圖3展示根據本發明之一實施例之一轉子流體流動路徑。

圖4展示可用於使流體循環流過一電機機械之一系統之一概要示意圖。

圖5展示根據本發明之一實施例之一機械軸。

圖6展示根據本發明之一實施例之一流體密封機械機殼。

圖7展示根據本發明之一實施例之一電機機械之一分解圖。

圖8展示一電機機械之導電軸密封件以及同極磁通路徑之一概要示意圖。

**【主要元件符號說明】**

1	位置
2	位置
3	位置
4	外殼
5	定子總成
6	位置/空腔
7	軸承/軸承總成
8	位置
9	注入器噴嘴
10	位置/間隙/轉子流體流動路徑
11	機械軸/軸/可旋轉軸
12	空腔
13	軸密封件/導電密封件
14	排水通道
15	轉子端環/端環
16	間隙/轉子流體流動路徑

17	表面/傾斜特徵件
18	定子端匝
19	單向止回閥/止回閥
20	排氣通道
21	排氣通道
22	集氣箱
23	冷卻鰭片
24	電機機械
25	再循環泵
26	過濾器
27	熱交換器
28	壓力均衡器件
29	計量器件
30	外殼孔徑
31	軸承外座圈/外座圈/軸承總成
32	軸承內座圈/內座圈/軸承總成
33	間隙
34	離心泵抽圓盤
35	轉子
36	輪葉
37	內部空腔
38	端蓋
39	介電絕緣體
40	功率接觸件

41	入口埠
42	流體分配歧管
43	循環電流
45	空腔
46	出口埠
48	流體位準器件
I	第一流體流動路徑
IIA	轉子流體流動路徑
IIB	轉子流體流動路徑
IIIA	軸承流體流動路徑
IIIB	軸承流體流動路徑

# 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：100130563

※申請日：100.8.25

※IPC 分類：H02K 9/19 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

用於電機機械之流體冷卻的系統及方法

SYSTEMS AND METHODS FOR FLUID COOLING OF ELECTRIC MACHINES

## 二、中文發明摘要：

本發明提供利用一增強流體注入系統冷卻及潤滑高功率密度電機機械之系統及方法。多個流體流動通道可設置在該電機機械內，其可包含定子與機械外殼之間之一定子流體流動路徑。該定子流體流動路徑可包括允許一流體直接接觸該定子及轉子之一或多個通道。一種用於冷卻該電機機械之方法可包含引導一流體流過該定子與該外殼之間之一或多個通道，其可提供將來自該定子及該轉子之熱轉移至該流體之機會，藉此冷卻該定子及該轉子。

### 三、英文發明摘要：

The invention provides systems and methods for cooling and lubrication of high power density electric machines with an enhanced fluid injection system. Multiple fluid flow passages may be provided within the electric machine, which may include a stator fluid flow pathway between the stator and the machine housing. The stator fluid flow pathway may comprise one or more passages which may allow a fluid to directly contact the stator and the rotor. A method for cooling the electric machine may include directing a fluid to flow through one or more passages between the stator and the housing, which may provide the opportunity to transfer heat from the stator and the rotor to the fluid, thereby cooling the stator and the rotor.

## 七、申請專利範圍：

1. 一種電機機械，其包括：

一轉子，其固定於一可旋轉軸且由一或多個軸承支撐；

一定子，其相對於該可旋轉轉子及可旋轉軸為固定，該轉子與該定子之間具有一間隙；

一外殼，其包圍該機械之全部或部分；及

該機械內之複數個流體流動通道，其中該等流體流動通道包含：

一或多個定子流體流動路徑，其在該定子與該外殼之間；

一或多個轉子流體流動路徑，其沿該可旋轉軸朝向該轉子及該定子；及

一或多個軸承流體流動路徑，其接觸至少一軸承。

2. 如請求項1之電機機械，其中一定子流體流動路徑包括該外殼之內表面上之一圓周或周邊凹槽，其中該凹槽形成該定子之一外表面與該外殼之一內表面之間之一空腔。

3. 如請求項2之電機機械，其中引導一流體圓周地或周邊地圍繞該定子流過該定子之該外表面與該外殼之該內表面之間之該空腔。

4. 如請求項3之電機機械，其中該流體直接接觸該定子之該外表面。

5. 如請求項1之電機機械，其中一轉子流體流動路徑包括

一流體注入器噴嘴，其中該注入器噴嘴包圍該可旋轉軸且形成該注入器噴嘴與該軸之間之一間隙。

6. 如請求項5之電機機械，其中引導一流體沿該可旋轉軸流過該注入器噴嘴與該軸之間之該間隙朝向該轉子。
7. 如請求項6之電機機械，其中該流體通過該注入器噴嘴與該轉子之一表面之間之一間隙離開該注入器噴嘴。
8. 如請求項7之電機機械，其中引導離開該注入器噴嘴之該流體在該轉子之表面上流動，接著在該轉子之一端環上及周圍流動，接著藉由離心力流向該定子。
9. 如請求項1之電機機械，其中至少一流體流動通道通向一接面，其中該流體流動通道分岔成用以接觸一軸承之一軸承流體流動路徑及用以接觸該轉子之一轉子流體流動路徑。
10. 如請求項9之電機機械，其進一步包括該軸承流體流動路徑與該轉子流體流動路徑之間之一計量器件，其中該計量器件經組態以判定流動以接觸該軸承之流體及流動以接觸該轉子之流體之相對量。
11. 如請求項1之電機機械，其中該外殼之全部或部分被流體密封，使得流體除了在經指定的入口埠及出口埠處之外無法進入或離開該機械。
12. 一種用於冷卻及潤滑一電機機械之方法，其包括：
  - 提供一轉子，該轉子固定於一可旋轉軸；
  - 提供一定子，該定子相對於該可旋轉轉子及可旋轉軸為固定，且該轉子與該定子之間具有一間隙；

提供一外殼，該外殼包圍該機械之全部或部分；及  
在該機械內提供複數個流體流動通道，其中該等流體  
流動通道包含：

一或多個定子流體流動路徑，其在該定子與該外殼  
之間；

一或多個轉子流體流動路徑，其沿該可旋轉軸朝向  
該轉子及該定子；及

一或多個軸承流體流動路徑，其接觸至少一軸承。

13. 如請求項12之方法，其中一定子流體流動路徑包括在該外殼之內表面上提供一圓周或周邊凹槽，其中該凹槽形成該定子之一外表面與該外殼之一內表面之間之一空腔。
14. 如請求項13之方法，其進一步包括使一流體圓周地或周邊地圍繞該定子流過該定子之該外表面與該外殼之該內表面之間之該空腔。
15. 如請求項14之方法，其中該流體直接接觸該定子之該外表面且允許熱自該定子轉移至該流體，藉此冷卻該定子。
16. 如請求項12之方法，其中一轉子流體流動路徑包括提供一流體注入器噴嘴，其中該注入器噴嘴包圍該可旋轉軸且形成該注入器噴嘴與該軸之間之一間隙。
17. 如請求項16之方法，其進一步包括使一流體沿該可旋轉軸流過該注入器噴嘴與該軸之間之該間隙而朝向該轉子。

18. 如請求項17之方法，其中該流體通過該注入器噴嘴與該轉子之一表面之間之一間隙離開該注入器噴嘴。
19. 如請求項18之方法，其中離開該注入器噴嘴之該流體在該轉子之表面上流動，接著在該轉子之一端環上及周圍流動，接著藉由離心力流向該定子。
20. 如請求項19之方法，其中該流體直接接觸該轉子之該表面、該轉子之該端環及該定子且允許熱自該轉子轉移至該流體且自該定子轉移至該流體，藉此冷卻該轉子及該定子。
21. 如請求項12之方法，其中至少一流體流動通道包括提供一接面，其中該流體流動通道分岔成用以接觸一軸承之一軸承流體流動路徑及用以接觸該轉子之一轉子流體流動路徑。
22. 如請求項21之方法，其進一步包括使一流體流過該軸承流體流動路徑，其中該流體直接接觸該軸承且流過該軸承。
23. 如請求項22之方法，其中該流體提供對於該軸承之潤滑且允許熱自該軸承轉移至該流體，藉此冷卻該軸承。
24. 如請求項12之方法，其中該外殼之全部或部分被流體密封，使得流體除了在經指定的入口埠及出口埠處之外無法進入或離開該機械。
25. 一種電機機械，其包括：  
一轉子，其固定於一可旋轉軸且由一或多個軸承支撐；

一定子，其相對於該可旋轉轉子及可旋轉軸為固定，該轉子與該定子之間具有一間隙；

一外殼，其包圍該機械之全部或部分；及

該定子與該外殼之間之一或多個定子流體流動路徑，其中該定子流體流動路徑包括允許一流體直接接觸該定子之一外表面之一或多個流體流動通道。

26. 如請求項25之電機機械，其中該定子流體流動路徑包括該外殼之內表面上之一或多個圓周或周邊凹槽，其中該等一或多個凹槽形成該定子之一外表面與該外殼之一內表面之間之一或多個空腔。
27. 如請求項26之電機機械，其中引導一流體圓周地或周邊地圍繞該定子流過該定子之該外表面與該外殼之該內表面之間之該等一或多個空腔。
28. 如請求項27之電機機械，其中該流體直接接觸該定子之該外表面。
29. 如請求項25之電機機械，其中該定子流體流動路徑包括該外殼之該內表面或該定子之該外表面上之一或多個凹槽或其他表面特徵件，其中該等一或多個凹槽或其他表面特徵件在該定子之一外表面與該外殼之一內表面之間沿該定子之長度形成一或多個通道。
30. 如請求項29之電機機械，其中引導一流體沿該定子之長度流過該定子之該外表面與該外殼之該內表面之間之該等一或多個通道。
31. 如請求項30之電機機械，其中該流體直接接觸該定子之

該外表面。

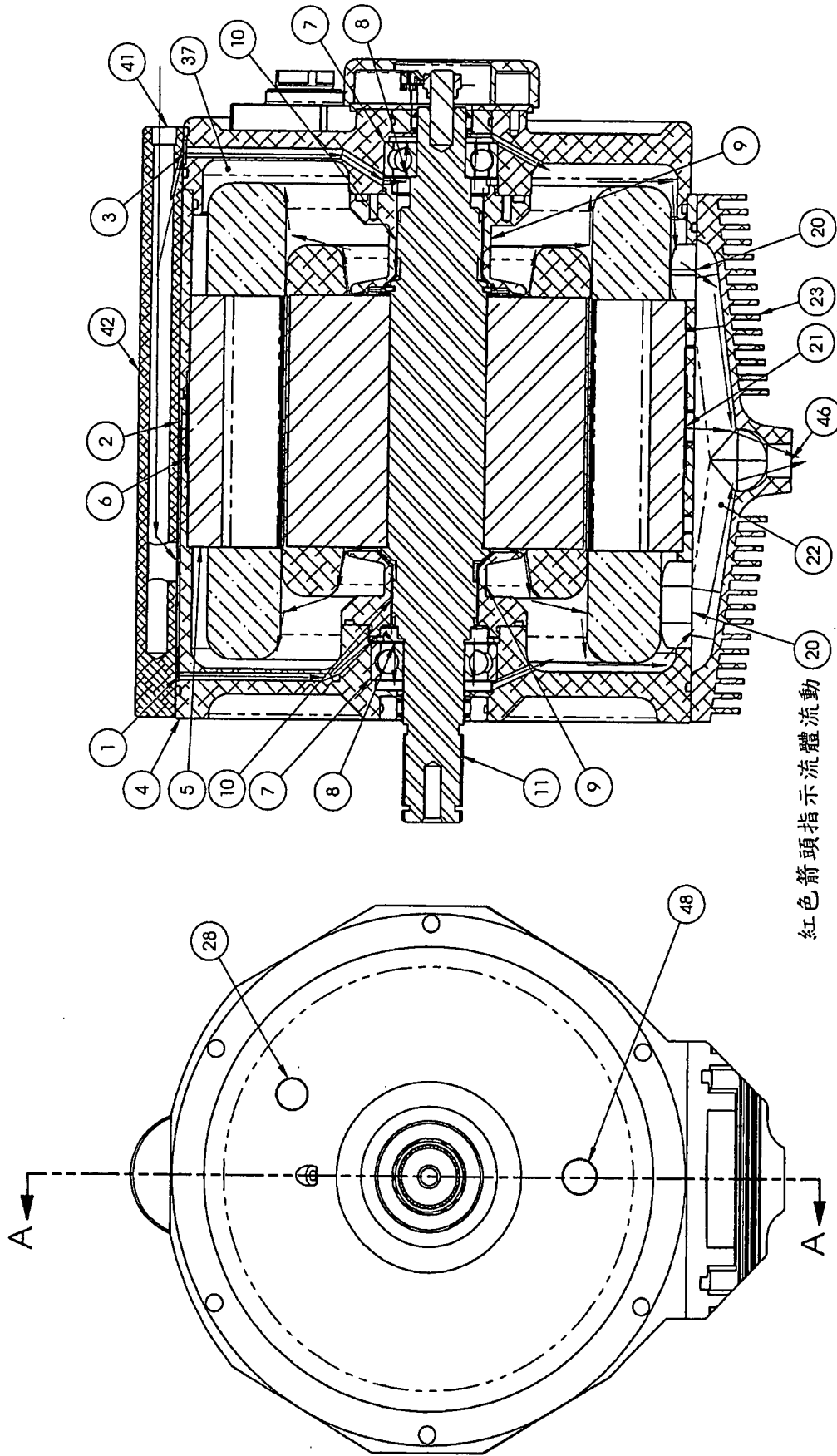
32. 如請求項30之電機機械，其中該等一或多個通道允許該流體離開該定子之邊緣處之通道。
33. 如請求項32之電機機械，其中離開該定子之邊緣處之該等一或多個通道之該流體直接接觸該轉子之一外表面。
34. 如請求項25之電機機械，其中該定子之該外表表面包含引導流體圍繞或沿該定子表面流動或增加該等一或多個流體流動通道之表面積之一或多個特徵件。
35. 如請求項25之電機機械，其中該外殼之該內表面包含引導流體圍繞或沿該定子表面流動或增加該等一或多個流體流動通道之表面積之一或多個特徵件。
36. 如請求項25之電機機械，其中該外殼之全部或部分被流體密封，使得流體在除了經指定的入口埠及出口埠之外無法進入或離開該機械。
37. 一種用於冷卻一電機機械之方法，其包括：
  - 提供一轉子，該轉子固定於一可旋轉軸；
  - 提供一定子，該定子相對於該可旋轉轉子及可旋轉軸為固定，該轉子與該定子之間具有一間隙；
  - 提供一外殼，該外殼包圍該機械之全部或部分；
  - 提供該定子與該外殼之間之一或多個定子流體流動路徑，其中該定子流體流動路徑包括允許一流體直接接觸該定子之一或多個流體流動通道；及
  - 使一流體在該定子與該外殼之間之一或多個通道中流動，使得該流體直接接觸該定子且允許熱自該定子轉移

至該流體，藉此冷卻該定子。

38. 如請求項37之方法，其中該定子流體流動路徑包括在該外殼之該內表面上提供一或多個圓周或周邊凹槽，其中該等一或多個凹槽形成該定子之一外表面與該外殼之一內表面之間之一或多個空腔。
39. 如請求項38之方法，其進一步包括使一流體圓周地或周邊地圍繞該定子流過該定子之該外表面與該外殼之該內表面之間之該等一或多個空腔。
40. 如請求項37之方法，其中一定子流體流動路徑包括在該外殼之該內表面或該定子之外表面上提供一或多個凹槽或其他表面特徵件，其中該等一或多個凹槽或其他表面特徵件在該定子之一外表面與該外殼之一內表面之間沿該定子之長度形成一或多個通道。
41. 如請求項40之方法，其進一步包括使一流體沿該定子之長度流過該定子之該外表面與該外殼之該內表面之間之該等一或多個通道。
42. 如請求項41之方法，其中該等一或多個通道允許該流體離開該定子之邊緣處之通道。
43. 如請求項42之方法，其中離開該定子之邊緣處之該等一或多個通道之該流體直接接觸該轉子之一外表面。
44. 如請求項37之方法，其進一步包括提供該定子之該外表面上之一或多個特徵件，其中該等一或多個特徵件引導流體圍繞或沿該定子表面流動或增加該等一或多個流體流動通道之表面積。

45. 如請求項37之方法，其進一步包括提供該外殼之該內表面上之一或多個特徵件，其中該等一或多個特徵件引導流體圍繞或沿該定子表面流動或增加該等一或多個流體流動通道之表面積。
46. 如請求項37之方法，其中該外殼之全部或部分被流體密封，使得流體在除了經指定的入口埠及出口埠之外無法進入或離開該機械。

八、圖式：



紅色箭頭指示流體流動

圖 1

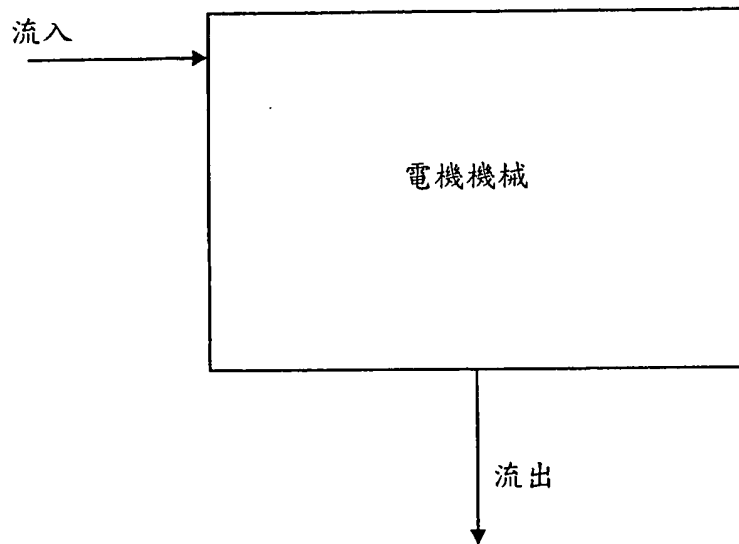


圖 1A

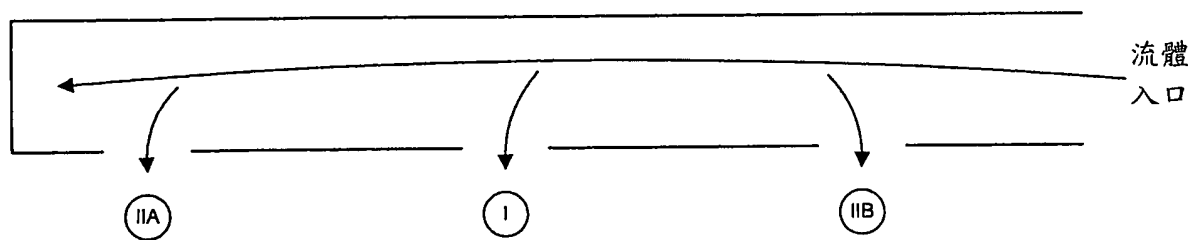


圖 1B

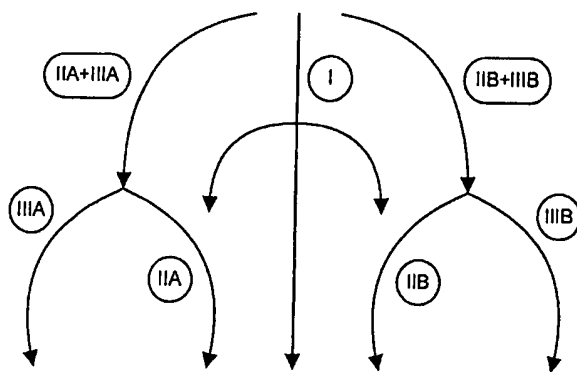


圖 1C

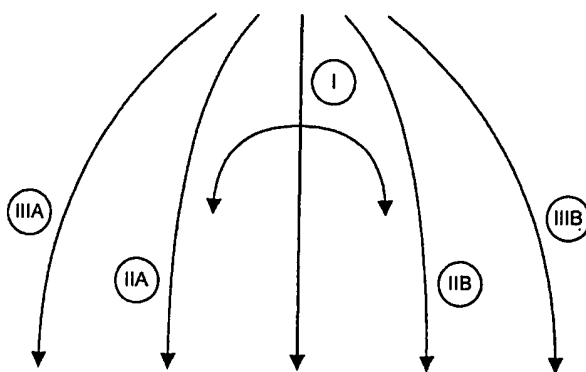


圖 1D

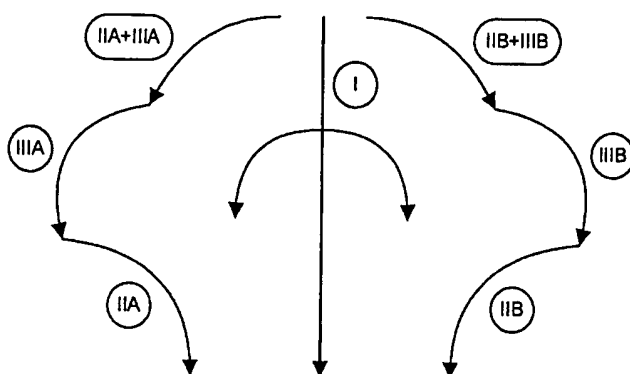


圖 1E

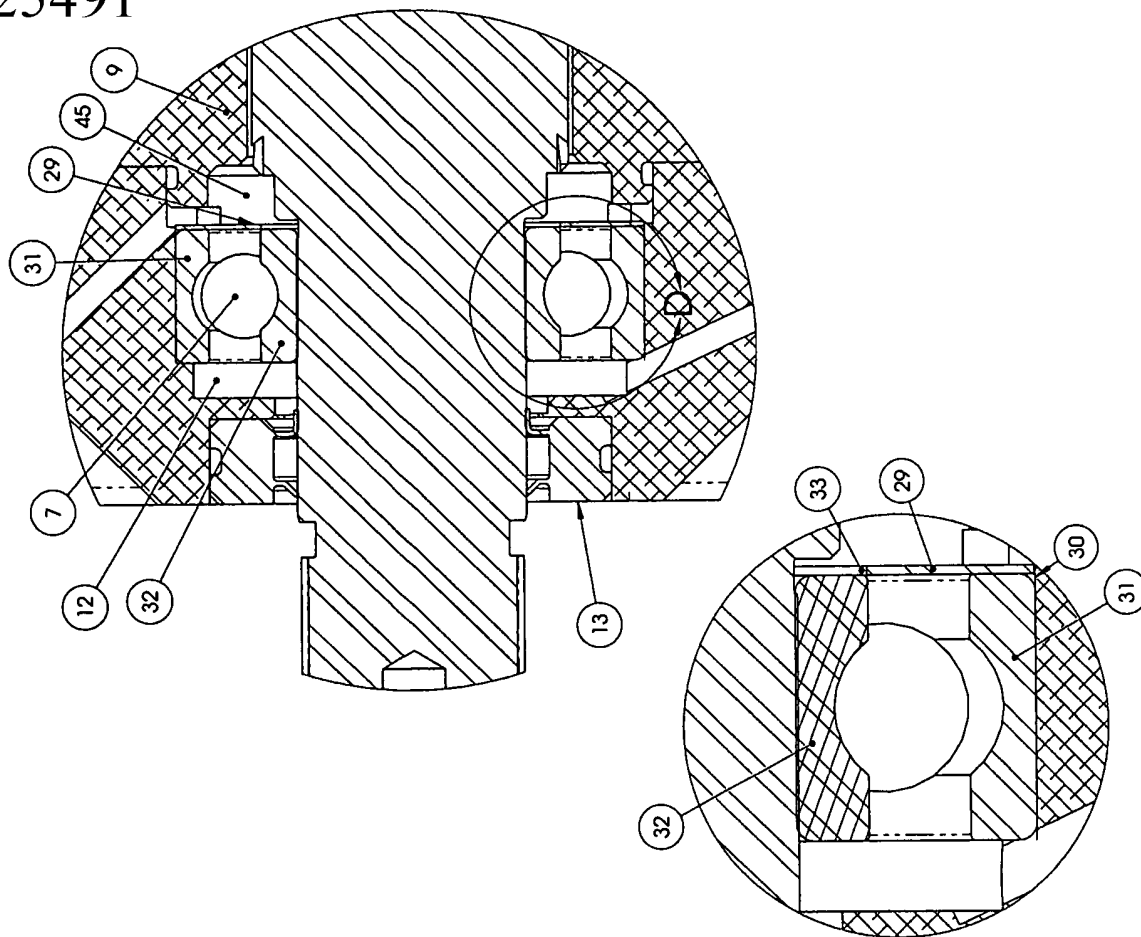


圖 2A

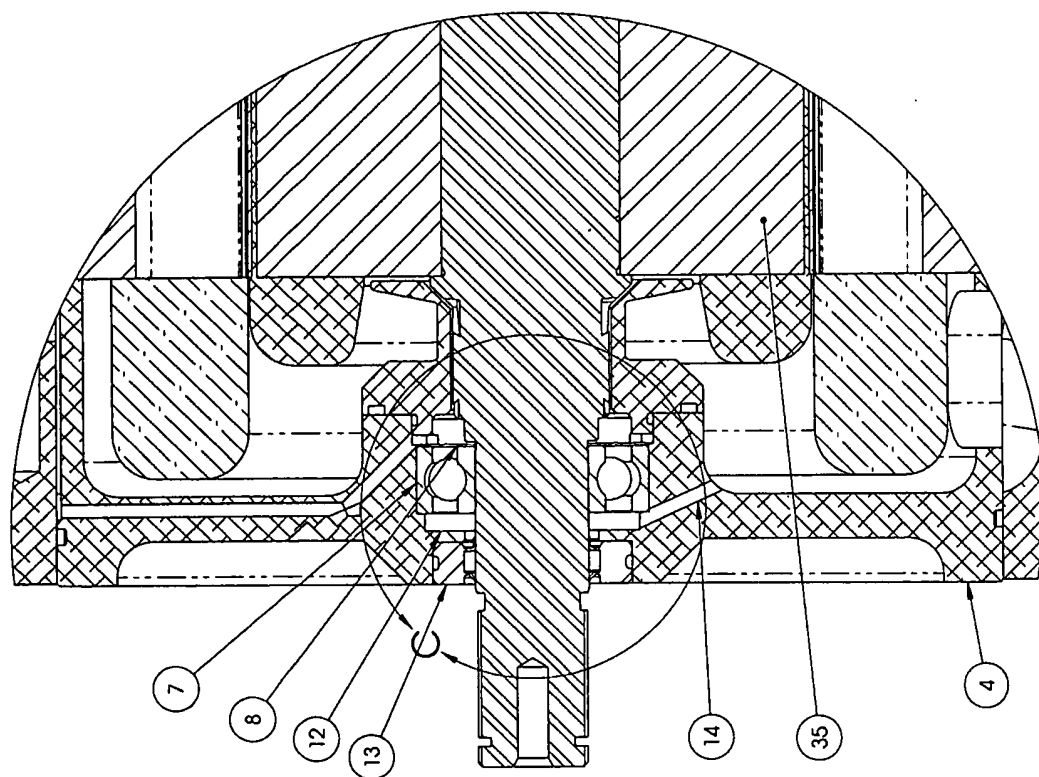


圖 2

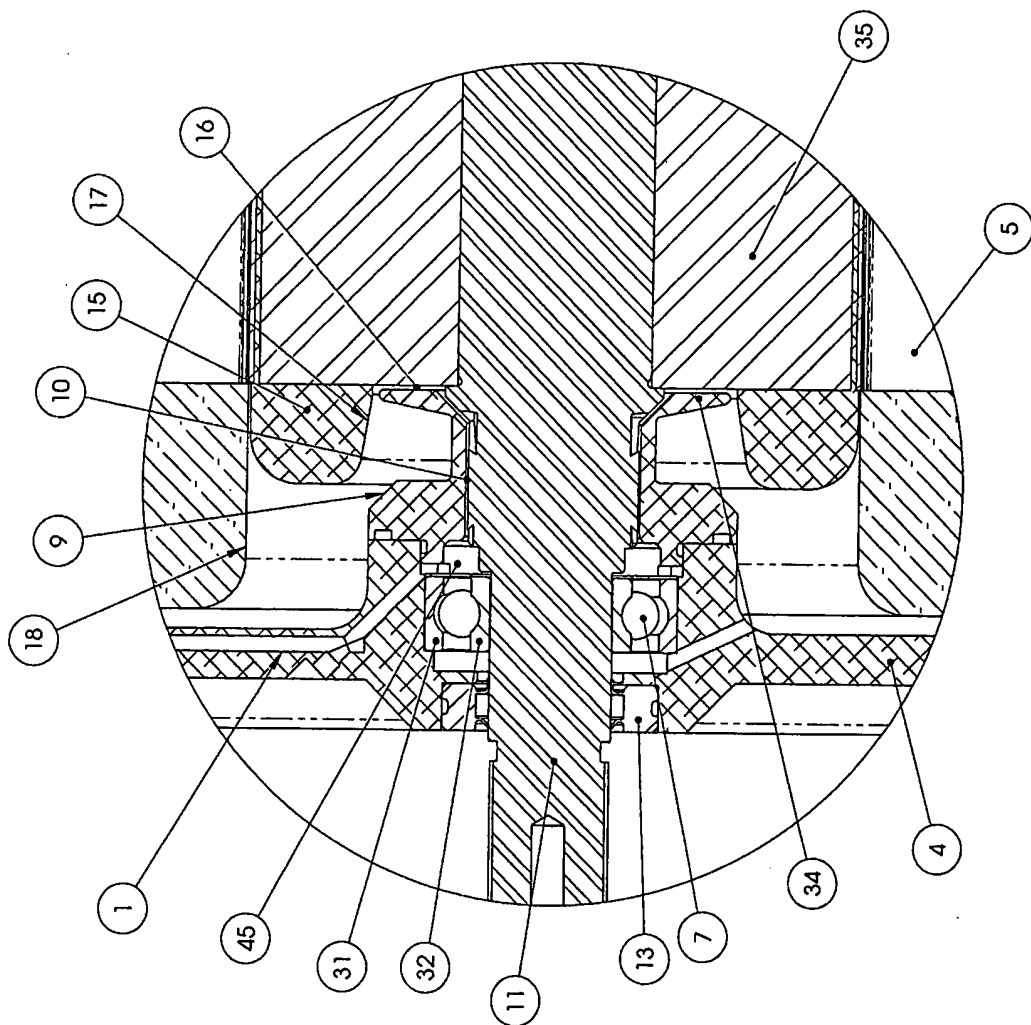


圖 3

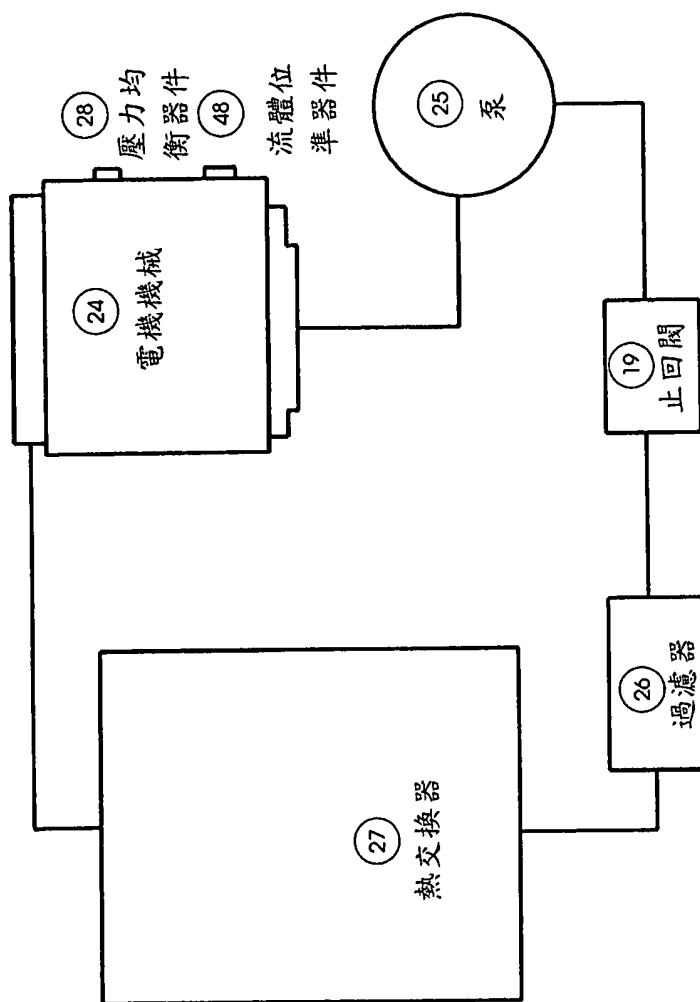


圖 4

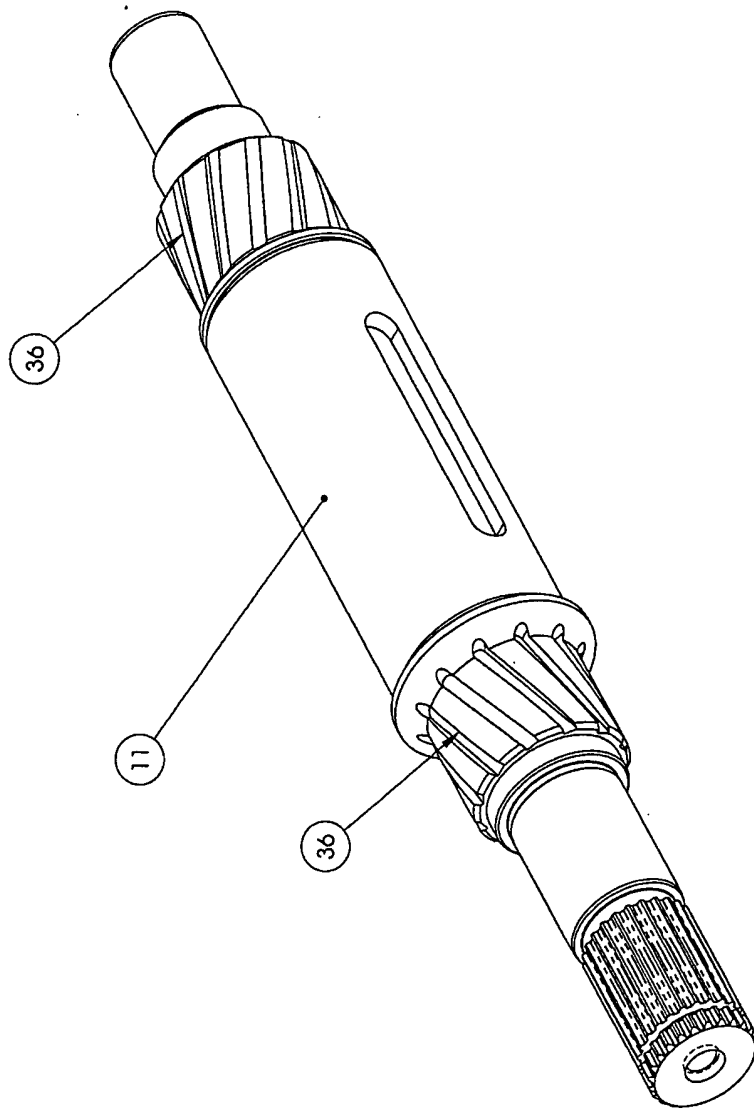
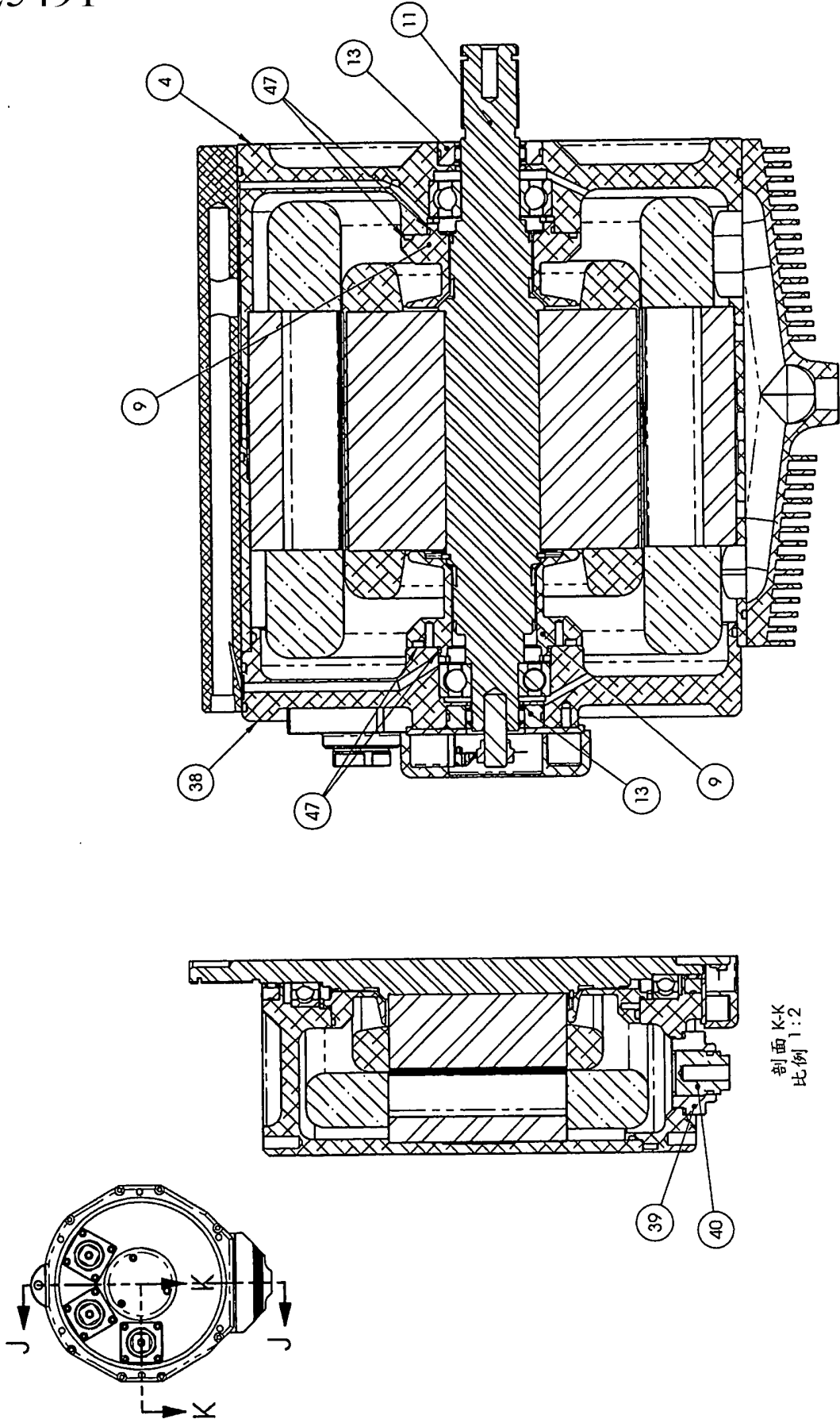


圖 5



剖面 J-J

圖 6

剖面 K-K  
比例 1:2

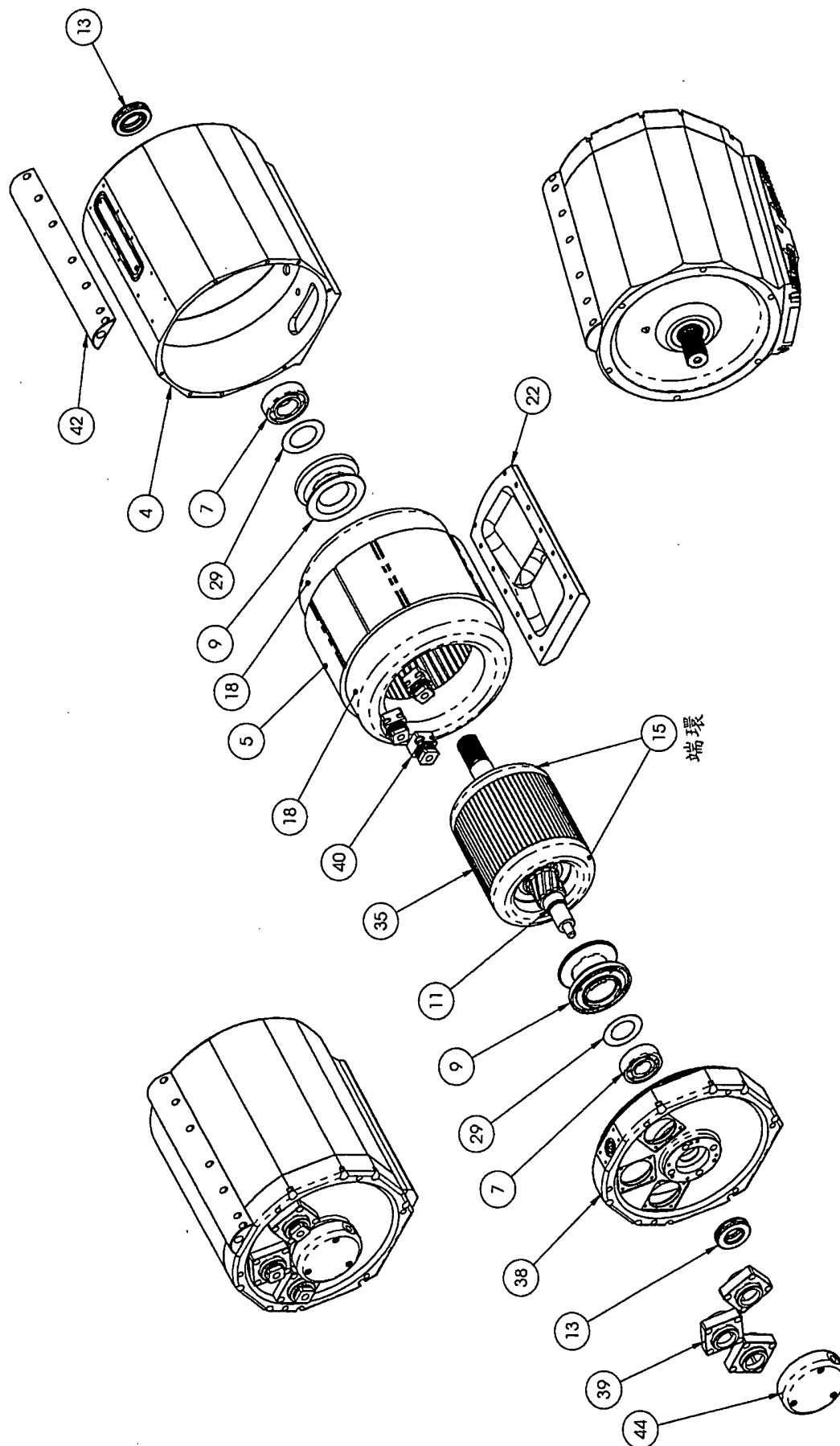
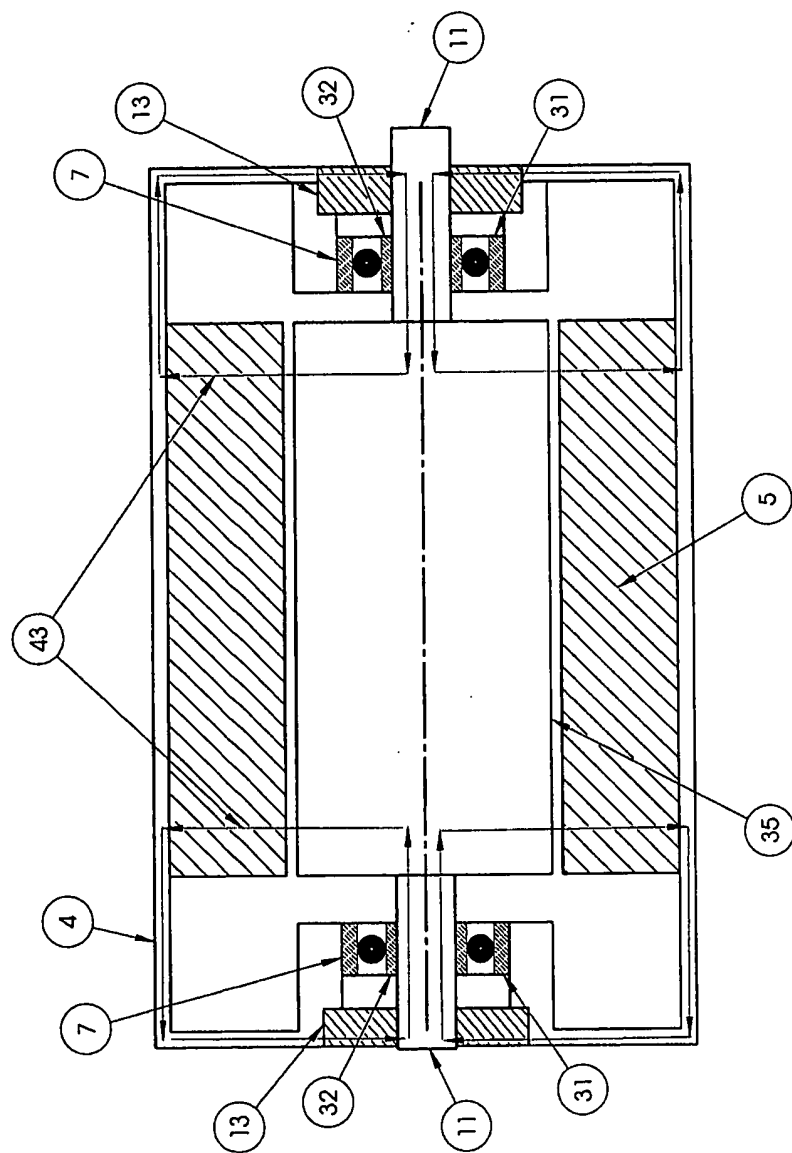


圖 7



箭頭指示同極磁通  
路徑

圖 8

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1	位置
2	位置
3	位置
4	外殼
5	定子總成
6	位置/空腔
7	軸承/軸承總成
8	位置
9	注入器噴嘴
10	位置/間隙/轉子流體流動路徑
11	機械軸/軸/可旋轉軸
20	排氣通道
21	排氣通道
22	集氣箱
23	冷卻鰭片
28	壓力均衡器件
37	內部空腔
41	入口埠
42	流體分配歧管
46	出口埠
48	流體位準器件

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)