



應用奈米科技股份有限公司
APPLIED NANO TECHNOLOGY SCIENCE, INC.

磁流體軸封

技術簡介



發行版本：V0.80

版權所有 © 2021 All Rights Reserved.



TRUTH

GOODNESS

BEAUTY

軸封概述

「軸封」是一個相對較為口語的用詞，來源是從英文「Rotary Feedthrough」所翻譯轉化而來。其中 **Feedthrough** 一詞，在製程設備領域中，常被用來指稱穿透製程腔體的部件；維持製程腔體的狀態、並且讓物件穿過腔體壁面，即是 **Feedthrough** 的功能，也因為大部分的製程腔體是真空環境，故此處也有人用 **Vacuum Feedthrough** 做通稱。常見的類型如 **Power Feedthrough**、或這邊指的 **Rotary Feedthrough**。

Rotary Feedthrough，顧名思義，即是將軸心的旋轉運動，穿過製程腔體壁面、並且維持腔體密封性之機構，中文名稱則稱呼為「旋轉軸密封件」，之後再進而簡化稱為「軸封」。常見的軸封機構，除了使用 **O-ring**、唇封、油封，以及本文的主角「磁流體」軸封。

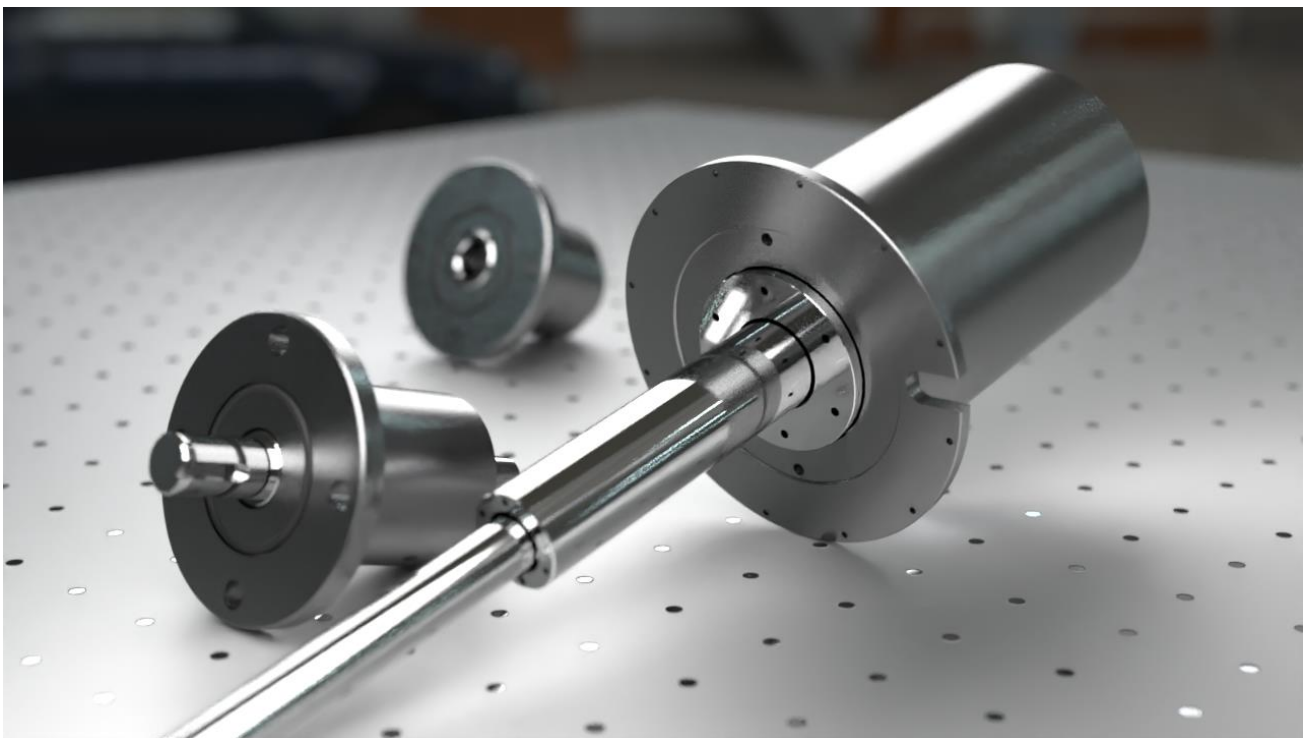


圖 1：磁流體軸封。

磁流體軸封是利用磁流體之特性，搭配特殊的磁路設計，使其在軸心表面形成如「液體 O-ring」之密封機構，藉此滿足軸心旋轉與腔體密封之需求。相較於其他類型之旋轉密封件，磁流體軸封具有低摩擦力、低粉塵、高密封性、高穩定性之特性，特別適合用於高科技產業之真空製程設備。透過磁流體軸封，使用者能夠將外部馬達的旋轉，傳遞至腔體內部，用以驅動各式機構動作或機械手臂。

密封原理

磁流體 (FerroFluid) 係指一種特殊的液體材料，此液體具有導磁之特性，能夠被磁鐵所吸引。配合此特性，我們在軸心外側裝置導磁環與磁鐵，藉此使磁流體在軸心表面形成多圈之環形結構，如圖 2 所示。如此透過軸承固定、靜態密封與動態密封的組合，達成此一高性能之旋轉軸密封件。在典型設計中，一道磁流體密封圈大約可以阻隔 0.05~0.1 大氣壓之壓力差，隨著密封圈數累加，最終達成滿足真空腔體之密封能力。

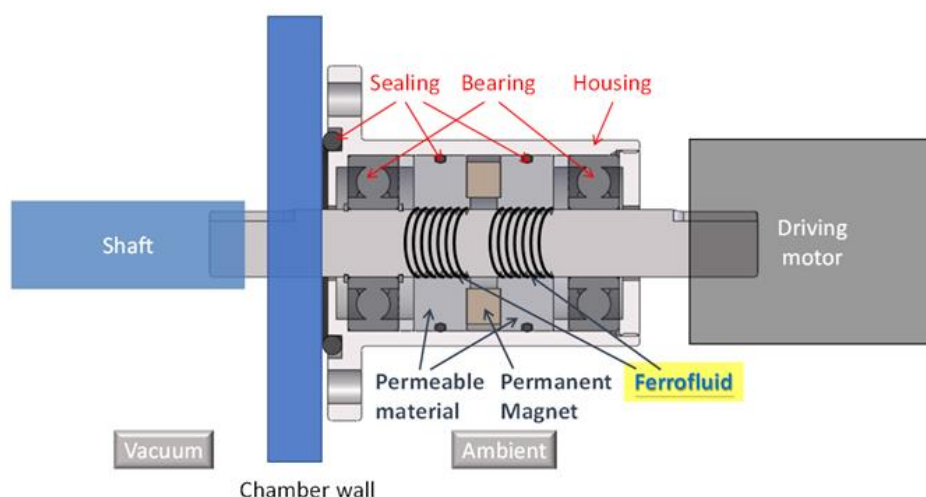


圖 2：磁流體軸封結構示意圖。

相對於機械式的旋轉密封件，如 O 型環或唇封件，磁流體密封不會因為摩擦而產生額外的粉塵、發熱等現象，亦沒有因摩擦力而導致額外的馬達功耗，故此密封技術被廣泛的應用在製程要求較高的高科技產業。

然而，磁流體密封的特殊性，使其對於使用環境條件更為敏感，諸如腔體溫度、製程氣體種類等。此時須仰賴機構工程設計，來克服此些條件，如加裝水冷機構等措施。也因此特性，磁流體軸封在實務上，往往是一個高度客製化的部件，會隨著設備的使用模式而做微調修改，進而達成最佳的設備運行。

軸封型態分類

根據設計型態的差異，磁流體軸封可以簡單分為以下四種類型：

實心軸類型：

顧名思義，此類磁流體軸封，其中心的軸體是整根的實心軸。此型態屬於最基本的軸封設計，被廣泛的使用在各種腔體的動力傳輸；除此之外，此種類型軸封雖屬基本，但也會因為應用的需求（如尺寸變化、轉速高低），而對軸心有著不同的加工要求，是個會具有多種變化可能性的軸封類型。



圖 3：實心軸磁流體軸封外型。

中空軸類型：

相較於實心軸設計，此種類型之軸心，是採用一中空圓筒式的設計，其中可以穿過其他所需的機構，如工作流體管路等；部份較大軸徑之實心軸軸封，為了降低軸心的重量，有時也會將其改為中空軸之設計類型。中空軸類型軸封，在使用上有更多的機能性，常見於製程設備的功能性部位、或製程機械手臂之旋轉關節。然而較大的軸徑，使此類軸封的設計困難度亦相對提高。



圖 4：中空軸磁流體軸封外型。

馬達整合類型：

在磁流體軸封客製化設計的過程中，有時會配合設備的作動需求，進而將軸封與其他機電元件整合在一起，其中最常見的整合對象即是馬達，故此類型以此做代稱。這類整合型磁流體軸封，除了機構上的整合設計之外，同時必須兼顧電路走線規劃、機電控制、與避免磁場干擾。此類軸封往往具有較大的體積，是相對大型的設備部件。

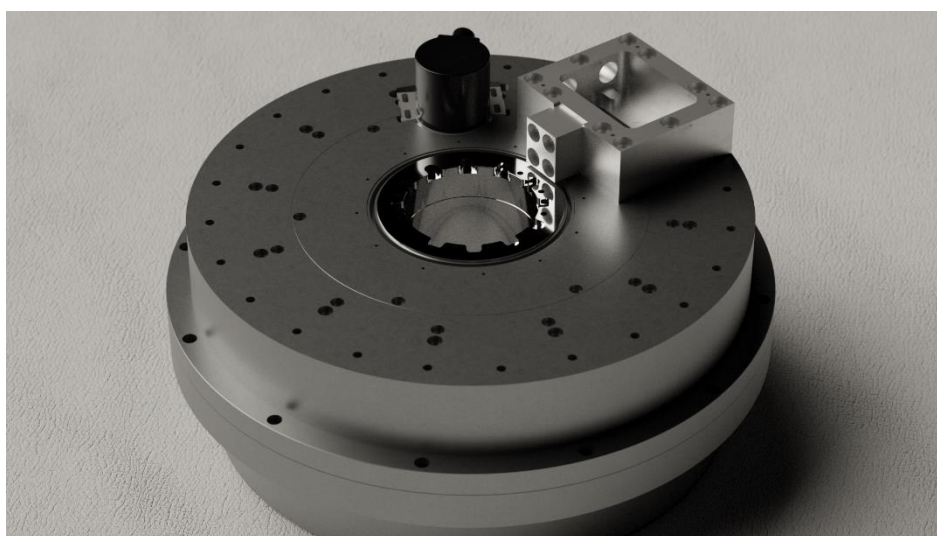


圖 5：馬達整合型磁流體軸封。

多段類型：

此類型可視為中空軸類型的進階版，軸心由多段/多層的結構組成，並具備多組密封部件，藉此達成同一軸心有多個旋轉自由度的設計。此類型軸封的多層結構，因為需要控制各個密封間隙大小、與機構設計之組合公差，故此軸封在設計、加工、組裝皆有極高的難度，通常也會是設備中的關鍵核心部件。

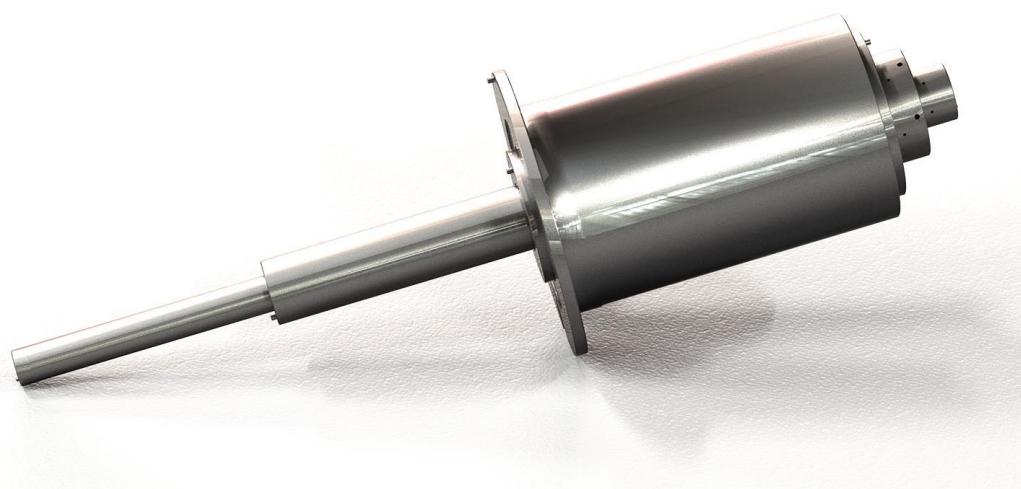


圖 6：多段型磁流體軸封。



參考資料

[1] <https://ja.wikipedia.org/wiki/真空フィードスルー>

Terms of Use

應用奈米科技股份有限公司 (以下簡稱應用奈米科技) 對此文件內所有內容，包含但不限於文字、圖形、表格等資訊，持有最終解釋權力。此文件內容有所更新異動時，應用奈米科技將不會主動告知；請用戶自行確認持有的產品與文件版本之適配性。

應用奈米科技將秉持善良企業人之責任，盡力維護此文件之完整性。若對此文件之內容有任何疑問，可透過以下方式進行聯繫。

地址：30743 新竹縣芎林鄉文華街 306 號

電話：03-5921999

傳真：03-5927599

服務信箱：info@ants-inc.com.tw

應用奈米科技股份有限公司

APPLIED NANO TECHNOLOGY SCIENCE, INC.

No. 306, Wenhua St., Qionglin Township,
Hsinchu County 30743, Taiwan

| 30743 新竹縣芎林鄉文華街306號 (台灣)
TEL : 03-5921999 FAX : 03-5927599

| 0511 江苏省镇江市润洲民营开发区润兴路70号(南京)
TEL : +86 159-5284-8715