

工業爐混氨燃燒技術專利調查與迴避

目 錄

1	檢索背景	1
1.1	混氨燃燒技術	1
1.2	全球政策與市場推動	2
2	專利檢索	2
2.1	檢索範圍與目的	2
2.2.1	中外爐之我國專利	3
2.2.2	三菱重工(MIH)及石川島(IHI)之我國專利	4
2.3	IP5 及 WIPO 申請概況	5
2.4	全球技術趨勢	6
2.4.1	全球技術趨勢——非固體燃料混氨與純氨燃燒設備 ...	7
2.4.2	中外爐專利	8
2.4.3	JFE 混氨技術專利	8
2.5	專利迴避建議	9
2.6	專利布局建議	9
3	結語	10

1 檢索背景

在工業領域，尤其是鋼鐵、水泥和化工等高溫且高耗能的重工業，減碳的實現主要依賴於電力化、燃燒後的碳捕集、利用與封存(CCUS)技術，以及從燃料源頭轉向無碳氫基燃料。在這些重工業中，高溫加熱設備的減碳挑戰尤為顯著。儘管低溫加熱設備可通過電力化來轉移碳排放，但目前尚未有可行的電力化技術適用於高溫加熱系統，因此開發無碳氫基燃料的燃燒技術變得至關重要。

1.1 混氫燃燒技術

氫能作為一種無碳氫基燃料，因其在能源儲存和燃燒中的潛力而受到廣泛關注。氫的燃燒過程不會直接產生二氧化碳，這使得氫成為替代化石燃料的重要候選者之一。儘管如此，氫燃燒技術的發展仍面臨著一些技術挑戰，其中最主要的是氫燃燒的火焰速度慢、燃燒不穩定以及容易產生高濃度的氮氧化物(NO_x)。

氫燃燒的火焰速度較低，導致了燃燒過程中的穩定性差，燃燒器可能無法維持穩定燃燒。此外，氫中含有大量的氫原子，在燃燒過程中容易生成 NO_x ，這對環境有害必須低於管制標準。為了推動氫能應作為燃料，亟需能夠穩定、高效燃燒氫氣的技術，因此混氫燃燒技術應運而生。

混氫燃燒技術通常涉及將氫與其他燃料混合，以改善燃燒穩定性並降低 NO_x 排放。這種技術可以利用其他燃料的高燃燒速度和穩定性，來補償氫燃燒的缺點，從而實現更高效的燃燒過程。特別是在發電廠和工業鍋爐中，混氫燃燒技術提供了一種現實可行的解決方案，既能減少碳排放，又不需要對現有設備進行大規模改造。此外，由於氫在常溫常壓下具有相對較高的能量密度，並且易於液化儲存，使得它成為一種極具潛力的燃料選擇。現有的氫製造技術，如哈柏法，已經廣泛應用並持續改進，能夠高效地生產氫，滿足大規模工業需求。隨著綠氫技術的發展，利用可再生能源進行氫的生產，可以實現生命周期零碳排放，進一步降低氫燃燒技術的碳足跡。

隨著全球對清潔能源需求的增長，日本、歐洲等地區已經展開了多項混氫燃燒技術的實驗和應用。例如，日本在燃煤電廠中進行了氫煤混燒的實驗，以降低燃煤過程中的碳排放。同時，歐洲的研究機構也在探索氫氣在燃氣渦輪中的應用，以進一步推動能源系統的脫碳。

儘管混氫燃燒技術仍處於發展階段，但其潛力不容忽視。未來，隨著技術的進步和成本的降低，混氫燃燒技術有望在更廣泛的能源應用中發揮重要作用。通過結合氫和其他燃料的優勢，混氫技術不僅能促進能源的可持續利用，還能顯著降低工業和能源部門的碳排放，為全球碳中和目標提供重要地支持。

1.2 全球政策與市場推動

在全球範圍內，氫能技術的發展得到了政策層面的強力支持。歐洲、北美和亞洲的主要經濟體紛紛提出相關政策和戰略，以加速推動氫燃燒技術的研發與應用。例如，歐盟的《歐洲氣候中和的氫戰略》(A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe)指出，要在未來幾十年內大力發展氫能技術，並將氫能作為氫能的重要補充載體。日本的《氫能基本戰略》則規劃了氫能技術的長期發展路徑，並投入大量資金進行技術創新。

在市場層面，隨著全球對清潔能源需求的日益增加，氫燃燒技術市場預計將迎來快速增長。據市場研究機構預測，到 2030 年，全球氫能市場規模有望達到 2000 億美元，氫能市場也將隨著氫能市場的擴展而增長。在此背景下，各大能源企業、設備製造商和技術供應商紛紛加速佈局氫能燃燒技術，試圖在這一新興市場中搶佔先機。

2 專利檢索

2.1 檢索範圍與目的

本此專利檢索分析啟發自 T72 謝煒東研究員提出的業界能專計畫「工業爐混氫/混氫燃燒技術開發與示範應用」，該計畫有三個分項計畫「A 分項：混氫燃燒技術開發與示範應用、B 分項：混氫燃燒技術開發與示範應用、C 分項：噴氫 / 氫燃燒技術開發與示範應用」。分項中的混氫燃燒技術於場內已具有相當經驗，因焦爐氣成分(為 50-60%的 H₂ 及約 25%的 CH₄)含氫量高，且已廣泛用於廠內加熱設備。因此，本案檢索主要著重於新開發之領域「混氫燃燒技術於工業爐的應用」，以期能對開發混氫燃燒技術提供技術參考，也預先了解並評估國內相關技術專利布局，有利於後續成果的自由應用與智財布局。

2.2 我國專利檢索

中華民國專利檢索利用資料庫 GPSS(僅選擇本國公開與公告)，檢索式：
(氫[-20, 20]燃燒 OR 氫[-20, 20]燃料)@AB NOT (製造 OR 抑制 OR 去除 OR 除去 OR 處理裝置)@TI

由於氫可能被視為污染物或是作為 NO_x 空汙處理的還原劑，故限定關鍵字「氫」需鄰近於關鍵字「燃燒」或「燃料」，並且去除氫的製造、抑制空汙等相關專利。再者，人工排除氫作為內燃機(internal combustion engine)、氣渦輪機(gas turbine engine 或 combustion turbine engine)燃料之專利。

檢索結果經人工判讀共計 8 筆(見表 1)，中外爐、三菱重工(MHI)、石川島(IHI)，皆為日本廠商，中外爐布局燃燒設備；MHI 及 IHI 布局鍋爐與其中的燃

燒器。以下依據申請人應用領域，分為「中外爐」以及「三菱重工與石川島」。

表 1，中華民國混氨燃燒專利

公開/公告號	申請日	專利名稱	應用領域	申請人
I843342	22/12/19	氨燃燒噴燃器、鍋爐及鍋爐的運轉方法	鍋爐	三菱重工
202338263	22/12/19	氨燃燒噴燃器及鍋爐	鍋爐	
202334583	22/12/23	噴燃器及具備此之鍋爐以及噴燃器的運作方法	鍋爐	
I850917	22/12/22	噴燃器及具備此之鍋爐以及噴燃器的運作方法	鍋爐	
I841955	22/04/26	氨燃料燃燒裝置	工業爐	中外爐
I839719	22/04/26	燃燒裝置	工業爐	
I833206	22/04/26	氨燃料燃燒裝置	工業爐	
I788122	21/12/01	燃燒裝置及鍋爐	鍋爐	石川島

2.2.1 中外爐之我國專利

中外爐於 2022 年開始於我國布局混氨燃燒相關技術，已公開於有 3 件專利，皆與燃料供給技術有關，其技術重點如表 2。

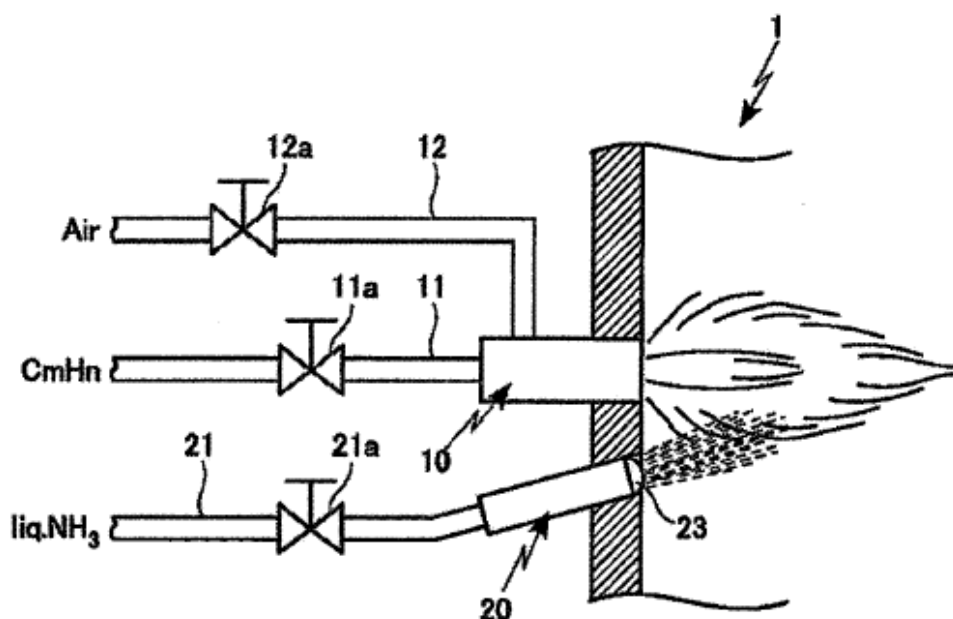
表 2，中外爐於中華民國之混氨燃燒專利

公開/公告號	專利名稱	技術特點
I841955	氨燃料燃燒裝置	煙系燃料噴向氨燃料之火焰，使氨燃燒更完全且降低 NO _x
I839719	燃燒裝置	液氨直接噴向煙燃料火焰，無需氣化設備，並且氨燃燒發熱低不易產生 NO _x
I833206	氨燃料燃燒裝置	利用觸媒裂解氨，並依據尾氣的 NO _x 濃度及/或爐內溫度調整氨裂解氣(H ₂ 、N ₂)與氨氣混合比例，使得燃燒穩定、減少 NO _x 排放

中外爐的專利 I839719 界定一種燃燒裝置，其中具有以煙作為燃料的燃燒器，並將液氨直接噴向燃燒中的煙焰，藉此達到減少 CO₂ 排放，以及因氨的發熱量低而降低 NO_x 之產生，且直接噴出液氨可省去汽化設備而降低設置成本以及設備小型化。專利 I839719 之技術可能為在改造燃燒設備時的簡易手段之一。由於專利 I839719 可視為在原有的燃燒設備中新增液氨燃料噴嘴，直接將液態氨燃料噴向原有的燃燒器火焰，替代部分原先使用的燃料。原有的燃燒器不須替換，僅須額外配置氨燃料的供應設備且無需汽化裝置，因此能夠藉由改造既有設備導入。特別是，對於具有選擇性觸媒還原脫硝(SCR)或選擇性非觸媒還原脫硝(SNCR)的燃燒設備而言，則可以更便利的使用 SCR 與 SNCR 原有的氨供應

設備進行改造。

圖 1，I839719 技術圖式



另外，其他兩份專利經判讀後非關乎改造現有設備，但其技術主要處理氨燃燒技術的主要問題「易熄火」及「尾氣高 NO_x」。專利 I841955 為「燃燒設備中氨裂解氣與氨氣比例調控」，界定一種利用氨裂解器產生氫氣並將其燃燒的燃燒設備，並依據燃燒溫度與 NO_x 濃度調控混燒燃料之比例，但未界定特定溫度、濃度、燃料比例之關係。專利 I833206 是上述第一個專利(I839719)的相反，採行先燃燒氨並向氨焰噴煙燃料。

綜觀中外爐布局中華民國之專利，這三筆專利皆不局限於特定的燃燒器結構設計，而是著重於氨與其他燃料的供應，主張燃料供應的模式或架構而非具體結構細節，使得專利能夠主張的範圍較廣。

2.2.2 三菱重工(MIH)與石川島(IHI)之我國專利

MIH 及 IHI 的氨燃燒技術專利申請始於 2021 年，皆為應用於鍋爐的燃燒器。

MIH 具有純氨燃燒器設計(I843342、202338263A)及煤粉與氨混燒之燃燒器設計(I850917、202334583A)，混燒燃燒器具有單燒煤粉、單燒氨、混燒之工作模式。另外，MIH 的這兩案之申請專利範圍皆有提到「將上述燃燒器與其他單燒煤粉燃燒器同時應用於鍋爐系統中」。因此，對於整個鍋爐系統來說，能夠實現混氨運作；並且是以鍋爐系統考量燃燒減碳，而不是單一燃燒器。這也側面地顯示出目前混氨燃燒還處於技術發展中，相關控制技術尚不成熟，而同時使用不同類型燃燒器能夠避免直接跨入單燒氨的不確定性風險中，當混氨燃燒不如預期時便可讓鍋爐系統退回原先純燒煤粉的狀態，減少混氨運作不佳帶來的風險。

IHI 之專利(I788122)為煤粉與氨混燒之燃燒器設計，其藉由調整助燃空氣之流量降低燃燒器頭部溫度，減少燃燒器氮化進而增加使用壽命。此專利申請時主張的日本優先權日為 2021 年 2 月 19 日，且在我國未布局其他氨燃燒技術之專利。在混燒氨之主要問題還未有成熟的解決方案時，就提出解決燃燒器壽命問題，因此推測此案可能極具策略性。

表 3，MIH 與 IHI 於中華民國之混氨燃燒專利

公開/告號	專利名稱	技術特點
MIH		
I843342	氨燃燒噴燃器、鍋爐及鍋爐的運轉方法	單燒噴燃器，其中部分氨燃料與空氣預混，部分純氨直接燃燒，藉由噴燃器結構設計控制燃燒區域之空燃比
I850917	噴燃器及具備此之鍋爐以及噴燃器的運作方法	混燒噴燃器，為了實現單燒氨/煤及混燒，具有多種空氣供應管，部分元件在不同燃燒模式下執行不同功能
202338263	氨燃燒噴燃器及鍋爐	混燒噴燃器，藉由可伸縮或彎折之機構調整空氣流速分布
IHI		
202334583	噴燃器及具備此之鍋爐以及噴燃器的運作方法	混燒噴燃器，由於混燒，燃燒速率改變，需要保炎器維持煤粉持續

2.3 IP5 及 WIPO 申請概況

全球五大智慧財產權局(IP5)，由歐洲專利局 (EPO)、美國專利及商標局 (USPTO)、日本特許廳 (JPO)、韓國知識產權局 (KIPO)、以及中國國家知識產權局 (CNIPA)，負責全球約 85%的專利申請量，涵蓋全球主要生產國與消費區域。利用 [Google Patent 檢索](#) IP5 及 WIPO 並人工篩選共計 159 筆相關專利申請案(合併專利家族，即 1 個專利家族僅計 1 次)。前 10 大申請人(見表 4)為日本與中國企業。

表 4，前 10 大申請人清單

排名	專利權人	專利件數	技術分類
1	中外爐	15	加熱爐設備
2	烟台龙源电力技术股份有限公司	11	發電鍋爐
3	华中科技大学	9	發電鍋爐
4	西安交通大学	8	發電鍋爐
4	IHI	8	發電鍋爐
4	佛山仙湖实验室	8	陶瓷燒製
7	西安热工研究院有限公司	7	發電鍋爐

7	三菱重工	7	發電鍋爐
9	佛山市德力泰科技有限公司	6	陶瓷燒製
9	佛山欧神诺陶瓷有限公司	6	陶瓷燒製
總計	81 件，占整體約 50%		

前 10 大申請人中，除 IHI(石川島)外，其餘申請人皆為 2020 後提出申請。整體而言，在 159 筆檢索結果中絕大部分申請案為 2020 後提出(圖 2，2020 年後有明顯提升趨勢)。此外，由前 10 大申請人可見，其產業具有相當集中之趨勢，主要集中於電力(煙台龍源電力技術、三菱重工、IHI、西安熱工研究院)，陶瓷建材(佛山仙湖實驗室、德力泰科技、歐神諾陶瓷)次之，由此可見電力業的減碳壓力需要藉由包含氨燃料的相關技術，並且中國與日本在政策推動下將氨燃燒技術視為重要手段。

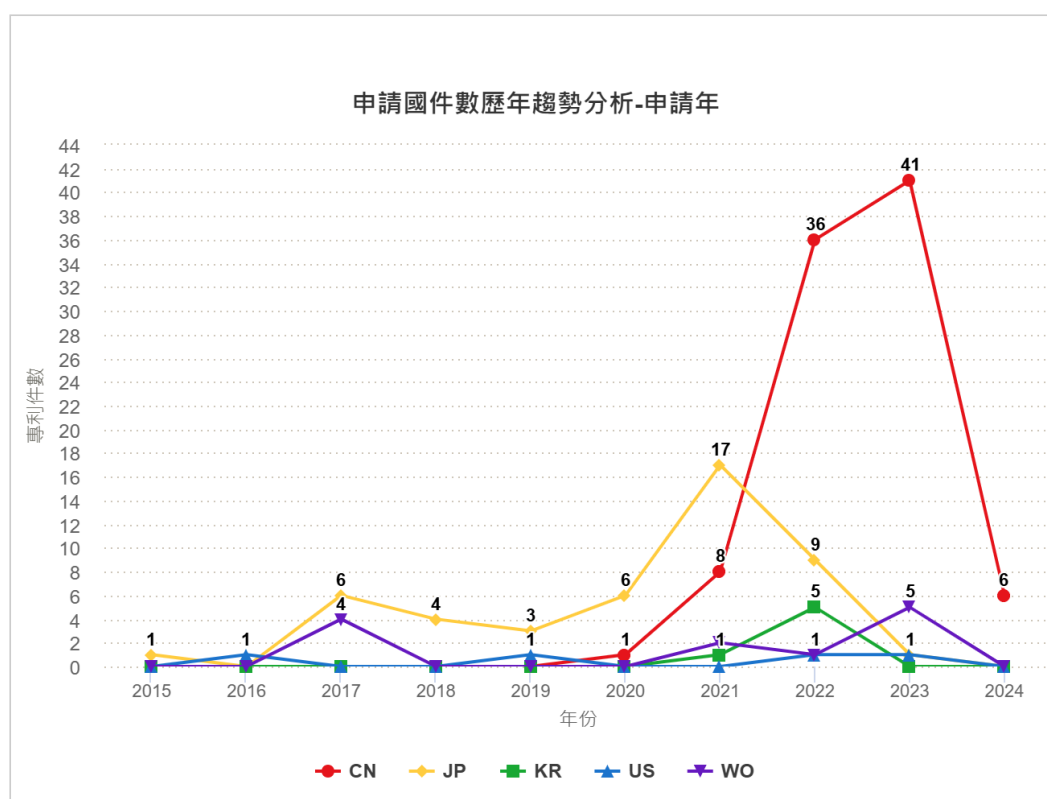


圖 2，歷年申請趨勢

2.4 全球技術趨勢

全球專利案件中，燃燒設備主要有三大類「固體燃料混氨」、「其他燃料混氨」、「純氨作為燃料」(見表 5)。「固體燃料混氨」燃燒設備中所使用的固體燃料主要為「煤粉」，由於煤粉為現有燃煤發電設備中鍋爐常用的燃料，此類專利主要與投入電業的申請人相關。

「其他燃料混氨」燃燒器中可見到氫氣、碳氫化合物，碳氫化合物中以天然氣為大宗。其餘案件關於「催化劑」、「陶瓷窯爐」(中國大陸申請人)、「燒

結」(日本申請人)等相關專利。

表 5，燃燒設備燃料類型

燃料類型	固體燃混氮	其他燃料混氮	純氮作為燃料
數量	78	31	32
混用燃料	煤粉	碳氫化合物(以 NG 為主)、氮	無

2.4.1 全球技術趨勢——非固體燃料混氮與純氮燃燒設備

除與固體混燃的燃燒設備之外，混燒與純氮燃燒設備共有 63 件，其中 38 件主要技術特點在於燃燒器之結構，其技術方面基本上皆具有「旋流裝置」與「多級燃燒」。「旋流裝置」用於增加擾動而增進混合，主要有「鰭片式」及「空氣噴管佈置」兩類，「空氣噴管佈置」相較於「鰭片式」可以較容易布置於火焰的特定位置處，但「鰭片式」結構相對簡單。「多級燃燒」利用不同燃燒狀態(貧燃燃燒、富燃燃燒)組合，使得燃燒穩定與降低 NO_x 生成。

「氮裂解」，藉由氮裂解器產生更高可燃性的氮氣，混入氮或純氮燃燒，使得燃燒後 NO_x 濃度低。

「多孔介質燃燒技術」，有效避免回火與脫火現象並且煙氣中的 NO_x 少。此外，「多孔介質燃燒技術」可能需要利用化石燃料於燃燒開始前提升溫度，以達到適當的工作溫度區間。

表 6，燃燒器技術與主要對應功效

	旋流裝置	多級燃燒	貧燃燃燒	富燃燃燒	富氧燃燒	多孔介質	MILD	等離子體輔助	氮裂解	電場輔助	多點點火
增加混和	○									○	
穩定燃燒		○	○		○	○	○		○		○
燃盡燃料		○			○		○	○	○		○
降低 No _x		○		○		○	○	○	○	○	○

其餘燃燒器技術有：MILD(Moderate or Intense Low-oxygen Dilution combustion; 又稱為溫和燃燒或低氧燃燒)、等離子體輔助燃燒、「具包籠外罩，富油致高溫底氧下氮裂解」、「高頻電場促進混合，利用尾氣溫差發電」、「多點點火，並依據火焰離子(NO)調整燃燒」等技術，但使用此等技術的專利僅一或兩件。

2.4.2 中外爐專利

中外爐為日本知名燃燒器與加熱設備供應商，與中鋼的交流相當密切，因此針對中外爐的專利進一步分析。中外爐的日本專利進行查詢和分析，計 15 筆，並調查除日本以外的專利布局，中外爐的國際專利布局狀況如表 7 所示，日本專利中有 3 筆專利進行國外專利申請，且僅在亞洲，並且亞洲各地的三件剛好皆為相同的三個專利家族(技術內容詳見 2.2.1 點)。

表 7. 中外爐混氮燃燒技術專利國際布局狀況

布局國/地區	JP	TW	CN	KR	US	EP
專利件數	15	3	3	3	0	0

2020 年後中外爐開始申請混氮燃燒技術專利，燃燒器相關技術具有：多級燃燒、氮裂解(主要產生氫氮混氣)、易燃焰噴向氮焰、氮噴向易燃焰、氮預熱、點火器與擋風板配置、旋流燃燒；加熱爐相關技術主要為蓄熱式設備與後燃器之組合。雖然技術繁多，中外爐專利申的技術相當平均；並且相比其他申請人主要偏重燃燒器的結構設計，中外爐申請氮中無論是燃燒器還是加熱爐之專利，其內容多為原則性的設計框架且專利標的皆為物品，未見具體燃燒調控方法。

表 8. 中外日本專利技術領域

類型	混合氣供應	噴嘴/燃燒器	加熱爐	助燃燃燒
件數	5	4	3	3

2.4.3 JFE 混氮技術專利

本次檢索中有兩件來自鋼廠 JFE 的混氮專利(見表 9)，皆為將鋼廠特有的狀況與混氮相聯結。JP7529105B1，針對煙氣從鋼板加熱爐的進出口處逸散，若混燒氮導致 NO_x 過高將會直接排出，無法對煙氣進行處理。JP2024070491A，針對副產氣(如焦爐氣)混氮，氮將可能形成沉澱物碳酸銨及碳酸氫銨，不易於管道內清除。此兩件專利透露 JFE 可能有計畫地將氮燃燒技術應用於整個鋼廠，尤其是「氮混合燃料供給方法及裝置」(JP2024070491A)為大規模應用相關技術。

表 9. JFE 的混氮專利

公告/公開號	名稱	技術特點
JP7529105B1 Filed on 2022/11/11	鋼材加熱爐的操作 方法及鋼材加熱爐	鋼板加熱爐進出口設置用煤之燃燒器，中間部分設置混氮燃燒器，使 NO _x 排放降低
JP2024070491A Filed on	氮混合燃料供給方 法及裝置	將鋼廠之副產氣體進行處理，再混入氮，以免氮與特定成分反應產生沉澱

2.5 專利迴避建議

由檢索結果可見，有關以氨作為燃料之燃燒技術，在台灣尚未有積極申請專利之情況。擁有發電鍋爐專利的 MIH、IHI 可能是出於與台電簽訂 MOU 而在我國布局專利，兩申請人分別預計於[林口\(MIH 技術合作\)](#)、[大林\(IHI 技術合作\)](#)發電廠發展混氨燃燒發電。

雖然未有積極布局，但中外爐的專利卻涵蓋較廣之範圍，且在中韓布局相同的三件專利，可見此三件專利與其發展或保護的核心技術相關。以燃燒設備改造的角度而言，專利 I839719 之技術「液氨直接噴向煙燃料火焰」，有機會應用於現有退火爐(如鐘罩式退火爐)燃燒設備之改造，無論後續較佳的液氨噴灑調控、液氨與煙燃料比例調控，皆有可能落入其範圍。

對此，在專利迴避上，若預計開發之技術屬「預混合」(燃燒前混合)及/或「噴入非液態氨」，則不會遭「直噴式」的「液氨直接噴向煙燃料火焰」之技術涵蓋。然而，若「液氨直接噴向煙燃料火焰」為關鍵技術不可避免，則須申請與其相關的較佳實施方式，甚至布局相應外國專利(如提出日本專利申請)，使得實際利用該技術時落入我方所申請的較佳實施方式，由此可形成專利交叉授權之機會，或是作為採購設備/技術時的談判籌碼。

2.6 專利布局建議

台灣專利中，未有廣泛的混/純氨燃燒設備專利布局，且約一半之布局與發電鍋爐之燃燒器相關。而全球檢索結果中，以燃燒器結構為主要技術重點且使用技術手段紛雜，可視為未有穩定可靠之氨燃燒技術，因此尋找尾氣低 NO_x 且穩定燃燒的燃燒器結構尚有機會。再者，MILD 與等離子體輔助燃燒等較新穎的燃燒技術還未大量應用於氨燃燒設備中，投入此類技術布局將有更多機會。

借鑑 JFE 的鋼材加熱爐專利(JP7529105B1)，該專利利用鋼板加熱爐中排成一列的燃燒器並分別使用不同燃料種類使尾氣中具有較少 NO_x，因此考慮降低 NO_x 時，可針對欲改造的加熱爐形式，改進各別燃燒器的布置及/或燃料種類作為專利的主題。又或者是如 JFE 之 JP2024070491A，以全廠的角度

3 結語

氨作為一種無碳燃料，其在減少碳排放中的潛力廣受關注。然而，氨燃燒面臨燃燒速度慢、燃燒不穩定以及高 NO_x 排放等技術挑戰。混氨燃燒技術可能為較可行的解決方案，通過將氨與其他燃料混合，提升燃燒穩定並降低排放，該技術已經在不同的工業領域發展。

全球專利佈局顯示，主要經濟體如日本和中國在混氨燃燒技術方面投入了大量資源，尤其是在發電鍋爐和工業加熱設備上展開了廣泛的專利佈局。日本的中外爐在此領域專利數量佔據領先地位。與此同時，台灣在混氨燃燒技術上的專利佈局尚處於初期階段，這為我們提供了進一步發展與專利佈局的機會。

總結來說，混氨燃燒技術的未來發展潛力巨大，隨著技術瓶頸逐步被克服，氨能將成為全球能源轉型的重要組成部分。透過積極的專利佈局與技術研發，為碳中和的實現提供有力的支撐。