探索超導材料之專利分析

葉咨甫

壹、前言

貳、超導效應與超導材料

參、檢索策略

一、目標

二、資料庫

三、檢索策略

肆、專利分析結果

一、探討常溫（高壓）超導材料專利

二、CPC Y10S 505/775 分類號專利分析

伍、結論

作者為專利檢索從業人員。
本文相關論述僅為一般研究探討，不代表本局及任職單位之意見。

摘要

超導技術作為現代物理學的重要成就，長期以來受到高度關注。實現常溫超導效應，一直是超導研究的「終極目標」。為了獲取常溫（常壓）超導材料專利，本文運用專利分析方法，回顧了當前超導材料技術的發展。結果發現:6件常溫（常壓）超導材料專利，以及30K以上高溫超導材料專利呈現先高峰後趨緩的趨勢，81%專利已過保護期，主要集中在美國、歐洲、日本和德國四個區域，日本企業居多。近五年（2019~2023年）的專利分析顯示超導材料在約瑟夫森效應元件中的應用具有廣闊前景。總體而言，通過專利分析可以有效掌握高溫超導技術的發展脈絡，為相關研究提供戰略指導。

關鍵字：高溫超導體、常溫超導材料、臨界溫度、專利分析、超導體材料、約瑟夫森效應

High-temperature Superconductors、Room Temperature Superconducting Materials、Critical Temperature、Patent Analysis、Superconducting Materials、Josephson Effect

壹、前言

超導技術作為現代物理學的重要成就之一，長期以來深受科學家們的高度重視。

1911 年，荷蘭物理學家 Kamerlingh Onnes 首次觀測到汞在極低溫下 4.2K（約 -269℃）呈現零電阻效應[1]，標誌著超導現象的發現。此後一個世紀以來，超導體材料和相關技術經歷了從低溫超導到高溫超導的重大發展。1986 年德國科學家 Georg Bednorzz 和瑞士科學家 Alex Muller 發現某些陶瓷金屬氧化物具有超導特性[2]，孕育了超導材料的新篇章；1987 年，釔鋇銅氧化物（YBCO）超導體的發現（93K, -180.2℃）使超導溫度突破液氮溫度 77K[3]，進一步提高了超導溫度，引發全球對高溫超導研究的熱潮（表 1 總結了超導技術的發展脈絡）。

時至今日，超導技術在醫療設備、能源輸送、電子計算等領域展現出巨大的應用潛力[4]。市場預測到 2030 年，超導材料市場規模將達到 116.2 億美元[5]。

目前，大多數文章僅從技術層面討論超導材料，很少結合專利資訊進行研判[6]。事實上，缺乏專利分析可能導致科學家誤入「專利陷阱」。

正確把握專利動態，可以幫助研究人員全面洞察技術發展方向，避免重複研究與專利糾紛，提高創新效率。為彌補文獻不足，本文運用專利分析方法，系統回顧高溫超導技術的發展現狀、專利布局概況和未來展望，為相關研究提供專利情報支持。

---

1 The Nobel Prize, *Heike Kamerlingh Onnes Facts*, The Nobel Prize in Physics 1913, https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1913/onnes/facts/ (last visited Aug. 13, 2023).

2 J. Georg Bednorz and K. Alex Müller., *Perovskite-type oxides—The new approach to high-Tc superconductivity*, 60 Rev. Mod. Phys. 585(1988).

3 M. K. Wu, J. R. Ashburn, and C. W. Chu et al. *Superconductivity at 93 K in a New Mixed Phase Y-Ba-Cu-O Compound System at Ambient Pressure,* 58 Phys. Rev. Lett. 9089 (1987).

4 潘毅，「常溫常壓超導體」為何科學界超重視？ NOWnews 今日新聞，https://www.nownews.com/news/6211600（最後瀏覽日：2023/08/13）。

5 *Superconducting Materials Market: A Strategic Outlook By 2030*, Reports Insights, https://www.globenewswire.com/en/news-release/2023/03/28/2635433/0/en/Superconducting-Materials-Market-A-Strategic-Outlook-By-2030.html#:~:text=New%20York%2C%20March%2028%2C%202023,USD%2011.62%20Billion%20in%202030 (last visited Aug. 30, 2023).

6 本文通過中文與英文關鍵字在特定資料庫中檢索，並未發現 2019~2023 年有關於超導體材料的專利分析或競爭研究。中國知網中檢索發現 7 篇關於超導體材料的專利分析研究，但發表期間為 1993-2018，一篇 2022 年發表的超導電纜專利技術分析，非本文討論的範圍。

表 1　超導體技術的發展歷程

年份	科學家	研究成果
1911 年	Heike Onnes	首次觀測到汞在 4.2K（-269℃）時電阻趨近零，呈超導現象[7]。
1933 年	Meissner & Ochsenfeld	發現麥斯納效應（The Meissner Effect），超導體完全排斥外磁場[8]。
1973 年	Gavaler, J. R.	發現鈮鍺合金（Nb_3Ge），超導臨界溫度（Tc）23.2K（-249.95℃）[9]。
1986 年	Georg Bednorzz & Alex Müller	發現鑭鋇銅氧化物（$La_{4.25}Ba_{0.75}Cu_5O_{15-x}$）陶瓷材料，Tc=35K（-238℃）。這意味著絕緣體的陶瓷材料在特定環境下有望成為超導新材料[10]。
1987 年	朱經武和吳茂昆	發現 $YBa_2Cu_3O_7$ 超導體，Tc=90K 超過液氮溫度 77K[11]。
1993 年	Schilling	發現汞鋇鈣銅氧（$HgBa_2Ca_2Cu_3O_{8+\delta}$）超導體，Tc=135K[12]。
2001 年	J. Nagamatsu	發現二硼化鎂（MgB_2），Tc=39K 刷新非銅氧化物超導記錄[13]。
2008 年	細野秀雄團隊	發現 FeAs 類鐵基超導體（超導 1111 系統）Tc 可達 26K-43K[14]。
2015 年	Max Planck	硫化氫（H_2S）材料在 Tc=203K（-70℃），150GPa 呈現超導[15]。

（續下頁）

7 吳添全，洪連輝，超導體的發展歷程（上）（下），科學 ONLINE，https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?s=%E8%B6%85%E5%B0%8E%E9%AB%94%E7%9A%84%E7%99%BC%E5%B1%95%E6%AD%B7%E7%A8%8B（最後瀏覽日：2023/08/13）。

8 Emma stein，為何熱衷常溫常壓超導體？人類將跨入無電力損耗的新時代，TechNews 科技新報，https://technews.tw/2023/07/31/room-temperature-superconductor/（最後瀏覽日：2023/08/13）。

9 吳添全，洪連輝，同註 7，頁 4。

10 吳添全，洪連輝，同註 7，頁 4。

11 Wu, Maw-Kuen, et al. *Superconductivity at 93 K in a new mixed-phase Y-Ba-Cu-O compound system at ambient pressure*, 58 Phys. Rev. Lett. 908, 908-10(1987).

12 吳添全，洪連輝，同註 7，頁 4。

13 吳添全，洪連輝，同註 7，頁 4。

14 維基百科，「超導體」，維基百科， https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E8%B6%85%E5%B0%8E%E9%AB%94&oldid=78286372（最後瀏覽日：2023/08/13）。

15 Emma stein，同註 8，頁 4。

年份	科學家	研究成果
2018 年	Hemley 團隊	十氧化鑭（LaH_{10}）於 250K-280K（-23℃），170-200GPa 超導[16]。
2020 年	Ranga Dias 團隊	稱發現碳硫化氫（C-S-H）超導體於 Tc=287K（15℃），267 GPa 為超導轟動全球，但因無法再現實驗，被《Nature》撤稿[17]。
2023 年	Ranga Dias 團隊	稱發現 20.5℃、1GPa 下由氫、氮氣體、鎦構成的新型「常溫、近常壓超導體」並申請專利[18]。
2023 年	張廣銘與王猛團隊	稱發現液氮溫區 80K（14GPa）鎳氧化物超導體（$La_3Ni_2O_7$）[19]。
2023 年	Sukbae Lee 團隊	稱 LK-99（改良鉛—磷灰石材料）在 127°C 常壓下呈超導狀。經過全球科學家驗證後，基本排除其作為史上首個常溫常壓超導體的希望[20]。

貳、超導效應與超導材料

超導效應（superconducting state）主要指特定材料在低溫下出現的兩大特性：零電阻和完全排斥外磁場。當溫度下降到臨界溫度（critical temperature, Tc）以下時[21]，超導材料的電阻驟降至零，並可完全排斥外加磁場，具有完美的反磁性。

根據 Tc 不同，超導材料可分為低溫超導材料（Tc 在 77K 以下）和高溫超導材料（Tc 在 77K 以上）。絕大多數超導材料僅在極低溫（攝氏零下 100 度）或超高壓（10 萬倍大氣壓）條件下才能發揮超導特性，這嚴重制約了超導技術的實際應用與推廣（圖 1 總結了當前各類超導材料的 Tc）。

16 Emma stein，同註 8，頁 4。

17 D. Garisto, *'A very disturbing picture': another retraction imminent for controversial physicist*, 620 Nature. 7972, 14-16(2023).

18 Robert F. Service, *Embattled physicist files patent for unprecedented ambient superconductor*, Science, https://www.science.org/content/article/embattled-physicist-files-patent-unprecedented-ambient-superconductor (last visited Dec. 22, 2023)

19 Hualei Sun, Mengwu Huo, Meng Wang et al., *Signatures of superconductivity near 80 K in a nickelate under high pressur*e, 621 Nature volume, 493–498 (2023).

20 數位時代，LK-99 不是超導體、沒戲唱了！《自然》期刊一篇文澆熄風波，到底哪邊出了錯？數位時代，https://www.bnext.com.tw/article/76421/nature-lk-99（最後瀏覽日：2023/08/29）。

21 讓物質轉為超導體的溫度。

「常溫常壓超導」（Room-Temperature Ambient-Pressure superconductor）材料指可在常溫（273K, 0°C）和常壓[22]（atmospheric pressure, atm）下實現超導效應的理想材料，是超導研究的「終極目標」。超導材料能在常溫下零耗電和完全抗磁，將架起能源傳輸無損失的橋樑，推動人類社會進入「無電阻」新時代。

近年來，隨著物質科學的進步，多個研究團隊聲稱在常溫超導方面取得重要進展，引發關注[23,24,25]。但這些研究結果存在爭議。迄今為止，主流觀點認為，常溫超導現象僅能在極低溫或巨大壓力下維持短暫時間[26]，未能實現真正意義上大規模的應用。也因此，當南韓科學家宣稱其發現世界上第一個常溫常壓超導材料時，引發全球科學界陷入瘋狂。

雖然目前實現常溫超導仍面臨材料和技術方面的挑戰，但我們對常溫（常壓）超導材料的專利研究仍充滿好奇。這些專利主要採用了哪些元素？Tc 能達到多少度？本文希望提供專利資訊給行業專家參考，幫助學者不斷推進高溫超導研究，使常溫（常壓）超導材料技術早日實現。

---

22 1 標準大氣壓 1 atm 相當於是 101.325 千帕斯卡（kPa）=1013.25 百帕（hPa）=101,325 帕（Pa）=1013.25 毫巴（mbar）=1.01325 巴（bar）=14.7 磅力每平方英寸（psi）。

23 S. Lee, J.-H. Kim & Y.-W. Kwon, *The First Room-Temperature Ambient-Pressure Superconductor*. arXiv, doi: 10.48550/arXiv.2307.12008. (2023).

24 S. Lee, J. Kim, H.-T. Kim, S. Im, S. An & K. H. Auh, *Superconductor Pb10−xCux(PO4)6O showing levitation at room temperature and atmospheric pressure and mechanism*. arXiv, doi: 10.48550/arXiv.2307.12037. (2023).

25 Taj Quantum, Above room temperature type II superconductor, US 11710584B2, https://patents.google.com/patent/US11710584B2/en?oq=US11710584B2 (last visited Aug. 13, 2023).

26 C. Jin & D. Ceperley, *Hopes raised for room-temperature superconductivity, but doubts remain*, 615 Nature. 7951, 221-222 (2023).

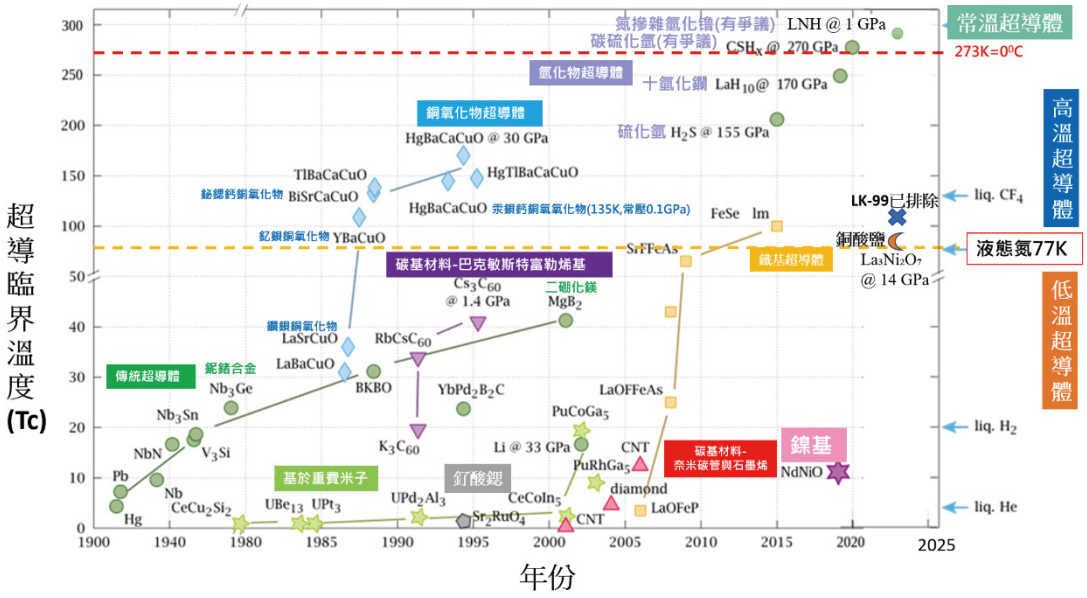

圖 1　各種超導材料的超導 Tc 概述 [27]

參、檢索策略

一、目標

首要目標是探尋近十年（2013-2023 年）與常溫（常壓）超導材料相關的專利。次要目標是配合專利分類號搜尋相近的目標。

二、資料庫

本文選擇了 Lens.org 作為主要檢索平臺。Lens.org 是一家國際機構，專注於學術文獻與專利分析。它具有權威性與全面性，受到比爾和梅琳達·蓋茨基金會、洛克菲勒基金會、Amazon、Wellcome 等知名企業的聯合贊助 [28]。此外，Lens.org 還是世界智慧財產權組織（World Intellectual Property Organization, WO）開源專利分析手冊第一版和第二版中首款推薦的商業專利分析檢索工具 [29]。

[27] O. Gingras, La supraconductivité non-conventionnelle du ruthénate de strontium : corrélations électroniques et couplage spin-orbite 57, Ph.D. diss., de l'Université de Montréal (2021), https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/handle/1866/26832 (last visited Aug. 13, 2023).

[28] Lens, *Which Institutions are Behind the Lens*, Lens, https://about.lens.org/which/ (last visited Sep. 2, 2023).

[29] WIPO, *The WIPO Manual on Open Source Patent Analytics (2nd edition)*, Chapter 9 The Lens (2022), https://wipo-analytics.github.io/manual/the-lens-1.html (last visited Sep. 2, 2023).

三、檢索策略

本文採用了兩種檢索策略：

（一）通過英文關鍵字檢索

使用 “superconduct*”, “material”, “critical temperature room K”, “critical temperature ambient K”, “critical temperature normal K” 等英文關鍵詞[30]，檢索近十年（2013-2023 年）的專利。共蒐集到 21 件包含常溫和常壓超導材料專利以及 30 件常溫超導材料的專利。經過手工篩選，最終將其合併為 6 個常溫（常壓）超導材料專利家族。

【優點】：數量不多，較宜人工閱讀，確實有發現相關專利。

【缺點】：通過關鍵字存在較多的雜訊，需要手動剃除，如果數量龐大時不易篩選；數量過少不宜圖表分析。

（二）通過 CPC 分類號檢索

使用現行國際具有共識的「合作專利分類號」（Cooperative Patent Classification, CPC）進行檢索，搜尋與高溫超導材料相關的 CPC 分類號，Y10S505/775 是「Tc 30K 以上高溫超導材料」（High Tc, above 30 K, superconducting material）的專屬分類。因此，本文選擇了 Y10S505/775 及其下 11 個分類作為檢索範圍，共發現了 2,849 件專利，請參考圖 2。

【優點】：提高檢索準確性，避免產生雜訊[31]，可圖表分析。

【缺點】：沒有與常溫（常壓）超導材料對應的專利分類，僅能搜尋近似的分類號進行檢索。

---

30 “superconduct*” AND “material” AND (“critical temperature room K”~10 OR “critical temperature ambient K”~10 OR “critical temperature normal K”~10 OR “Tc room K”~10 OR “Tc ambient K”~10 OR “Tc normal K”~10) AND (“ambient pressure”~10 OR “normal pressure”~10 OR “Atmospheric pressure”~10 OR “standard pressure”~10)

31 主要來自於專利背景中對超導技術的介紹以及製造工藝中出現有關於溫度或壓力等關鍵詞。

Y10S 505/00	超導技術：裝置、材料、工藝
Y10S 505/775	•高溫，30k以上，超導材料
Y10S 505/776	••含有稀土或鹼土金屬的過渡金屬氧化物
Y10S 505/777	•••鑭，例如 La 2 CuO 4
Y10S 505/778	••••鹼土，即Ca、Sr、Ba、Ra
Y10S 505/779	•••其他稀土，即Sc，Y，Ce，Pr，Nd，Pm，Sm，Eu，Gd，Tb，Dy，Ho，Er，Tm，Yb，Lu和鹼土，即Ca，Sr，Ba，Ra
Y10S 505/78	••••釔和鋇-，例如YBa2Cu307
Y10S 505/781	•••••貴金屬，即銀、金、鋨、銥、鉑、釕、銠、鈀或鉻、錳、鐵、鈷或鎳
Y10S 505/782	•••鉍-，例如 BiCaSrCuO
Y10S 505/783	•••鉈-，例如 Tl2CaBaCu308
Y10S 505/784	••鉍-，例如 BaKBiO
Y10S 505/785	••含有超導材料和多種非超導材料的組合物

圖 2　CPC Tc 30K 以上高溫超導材料分類號及分類內容
參考來源：歐洲專利局（EPO）

肆、專利分析結果

一、探討常溫（高壓）超導材料專利

本文通過英文關鍵字搜尋到一些與常溫（常壓）超導材料相關的專利。然而，這之中存在大量雜訊，超過半數專利並不符合我們預期的範圍。這些專利可能更加關注於合金材料的製程、存儲系統、光電探測器或醫學成像系統等應用[32]。經過仔細篩選，本文總結了 6 件常溫（常壓）超導材料相關的專利家族作為代表，詳見表 2。

[32] WO 2016/011303 A1, US 11142812 B2, US11142812 B2, US 2016/0017462 A1, EP 3170189 B1 多熱量錳鎳矽合金；US 8809685 B2 用於兩個超導體端部的超導連接裝置及其製造方法；WO 2013/164563 A1, 能量存儲裝置和能量存儲系統的操作方法；US 11464469 B2, EP 3519844 B1, WO 2018/095587 A1, US 2019/0274649 A1 包括磁體單元和輻射單元的醫學成像系統。US 11522115 B2, WO 2021/076177 A1 用於單光子和多光子檢測的阻抗匹配超導奈米線光電探測器；US 9601245 B2 磁電效應材料及其製造方法；WO 2019/109059 A1 具有強磁熱效應的鈣鈦礦錳氧化物及其用途；US 11662504 B2 包含相變材料的電可調超表面。

表 2　通過英文關鍵字檢索常溫（常壓）超導材料專利

序號	專利號	專利概述	備註
1	WO 2017/164978 A2; US 2019/0006573 A1; 東方 Plus 有限公司	**用於高溫超導體的方法和系統**。使用銪系和鑭系（稀土）金屬化合物以及早期過渡金屬化合物的方法，這些化合物在 151K（1atm 常壓）或更高溫度 Tc 為 273K 至 550K 下具有電超導特性。	家族 10，被引用 2，申請中
	US 2020/0299146 A1 東方 Plus 有限公司	**用於高溫超導體的方法和系統**。使用銪系和鑭系稀土金屬化合物以及早期過渡金屬化合物的方法，這些化合物在 151K、常溫（298K）或更高的 Tc 下具有電超導特性。	家族 1，被引用 2，申請中止
	CN 109075247 A 東方 Plus 有限公司	**用於高溫超導體的方法和系統**。	家族 10，被引用 3，申請中止
2	WO 2023/015041 A1 休斯頓大學系統（朱經武、鄧量子）	**在環境壓力下保持高壓誘導／增強的高溫超導和非超導相**。在常溫下施加的壓力在 0.1GPa 至 300GPa 的範圍內，對高溫超導體或常溫超導體進行壓力淬火，同時維持高溫超導體或常溫超導體中具有特定 Tc 的超導相或非超導相高溫超導體。高溫超導體包括 Cu 摻雜的 FeSe , 20K 與 160K 之間的 Tc，常溫超導體包括 HsS, LaHio 氫化物高於 160K 的 Tc。	家族 2，被引用 0，申請中
3	WO 2023/064019 A2 羅徹斯特大學	**高溫低壓超導體**。公開在高溫和低壓下超導材料。Tc> 250-290K。氮（N）和硼（B）摻雜（Lu, Yb ,Tm,）稀土金屬氫化物。	家族 2，被引用 0，申請中
4	US 11683997 B2; WO 2019/116103 A2 量子設計材料有限公司	**超導化合物及其製備方法**。金屬氧化物膜由（Rb_xLa_{1-x}）$_2CuO_4$. x 的組成。超導金屬氧化物膜可以具有大於 250K 或大於常溫的超導開始 Tc。	家族 7，被引用 0，保護中
5	US 11611031 B2; WO 2018/152210 A1 加州理工學院	**高溫超導材料**。銅酸鹽超導體超導材料及其製造方法。環境壓力下的最高超導轉變溫度 Tc 為 138K，本公開表明銅酸鹽中的 Tc 升高到常溫以上至約 400K。	家族 6，被引用 0，保護中

（續下頁）

序號	專利號	專利概述	備註
6	US 20200075832A1 萊比錫大學	**石墨超導體及其用途**。在高於 78K 的 Tc 和／或大於 1T 的臨界磁通密度（Bk）下具有超導特性。Tc >-195℃, Tc> -100℃, Tc>360K。	家族 3，被引用 2，申請中止
黃底是通過常溫（常壓）超導材料關鍵字搜尋，**紅底**是對常溫超導材料關鍵字搜尋，兩者範圍多有雷同			

本文檢索了近十年（2013-2023 年）與常溫（常壓）超導材料相關的專利，共發現 6 件相關專利，其中有 3 件來自於美國大學，1 件來自於德國大學，2 件來自於企業。

（一）東方 Plus 有限公司專利

東方 Plus 有限公司在 PCT、中國大陸、日本、美國、加拿大等國家布局了 10 件專利，宣稱鋼系和鑭系稀土金屬化合物在 1atm 常壓 151K 或更高溫度下具有超導特性。Tc 為 273K 至 550K，具有接近常溫（298K）或高於常溫的潛力。然而，除日本申請案以外，其他專利已撤回。

（二）休斯頓大學的朱經武團隊專利

2023 年休斯頓大學的朱經武團隊提出在常溫下對高溫超導體（HTS）或常溫超導體（RTS）進行壓力淬火的方法，可使 HTS 提高 Tc 至 20K-160K，RTS 大於 160K。該技術在 2022 年 8 月申請 PCT 和美國專利，尚未核准。

（三）羅徹斯特大學（University of Rochester）Ranga Dias 團隊專利

羅徹斯特大學 Ranga Dias 團隊宣稱發現 20.5℃（Tc> 250 -290K）、1GPa 下由氫、氮氣體、鎦構成的新型「常溫、近常壓超導體」並申請 PCT 專利，該專利包含 70 項 Claim，其中鑥（Lu）、鐿（Yb）、銩（Tm）和摻雜劑氮（N）和硼（B）是其核心保護的技術範圍，該專利於 2022 年 7 月提交，尚未核准。

（四）量子設計材料有限公司（Quantum Designed Materials Ltd）專利

量子設計材料有限公司由諾貝爾獎獲得者（Roger Kornberg & Roald Hoffmann）所領導，意外發現了一種超導化合物及其製備方法，由金屬氧化物膜由（Rb_xLa_{1-x}）$2CuO_4$. x 組成，Tc 至少 >200K 或常溫下為超導裝置。該專利家族有 7 項，在 PCT、美國、歐洲、臺灣都有申請專利，美國專利已核准。

（五）加州理工學院 Tahir-Kheli Jamil 專利

加州理工學院 Tahir-Kheli Jamil 申請關於銅酸鹽超導材料及其製造方法的專利。該專利通過精確控制摻雜劑的空間分離，將銅酸鹽從過往的 Tc139K 提高到常溫以上至約 400K。該專利目前在美國、中國大陸、歐盟、PCT 已申請專利，美國已經核准。

（六）萊比錫大學 Burchard Bernd 團隊專利

德國萊比錫大學 Burchard Bernd 團隊通過石墨烯膜或石墨烯層的堆疊順序，發明涉及一種用於電、磁或光學應用的部件。可以在超導區域中在常溫條件下操作，不損失能量。儘管 PCT 與德國專利仍在申請，然而，美國專利已於 2023 年 6 月 20 日中止申請，此舉對於該項技術的專利布局產生嚴重傷害。

通過上述的分析，我們發現三個重點：1、科學家嘗試通過不同的方法來完善常溫超導材料。現階段的專利權人主要來自美國的大學，這說明了技術仍處於早期階段，需要進一步研究。2、大部分的專利尚未取得授權，少部分專利在取得授權前已經中止或放棄，這些技術尚未經過審查也未取得實權。3、專利中有來自諾貝爾獎得主休斯頓大學的朱經武團隊和由諾貝爾獎獲得者領導的公司 Quantum Designed Materials，說明相關專利具有重要參考價值。

二、CPC Y10S 505/775 分類號專利分析

為了避免通過關鍵字搜尋所帶來的雜訊，以下是通過 CPC 中 Y10S505/775 是「Tc 30K 以上高溫超導材料」及其所屬 11 個子分類作為檢索範圍，共搜尋到 2,849 件專利。

（一）30K 以上高溫超導材料專利申請呈現先高峰後趨緩的趨勢

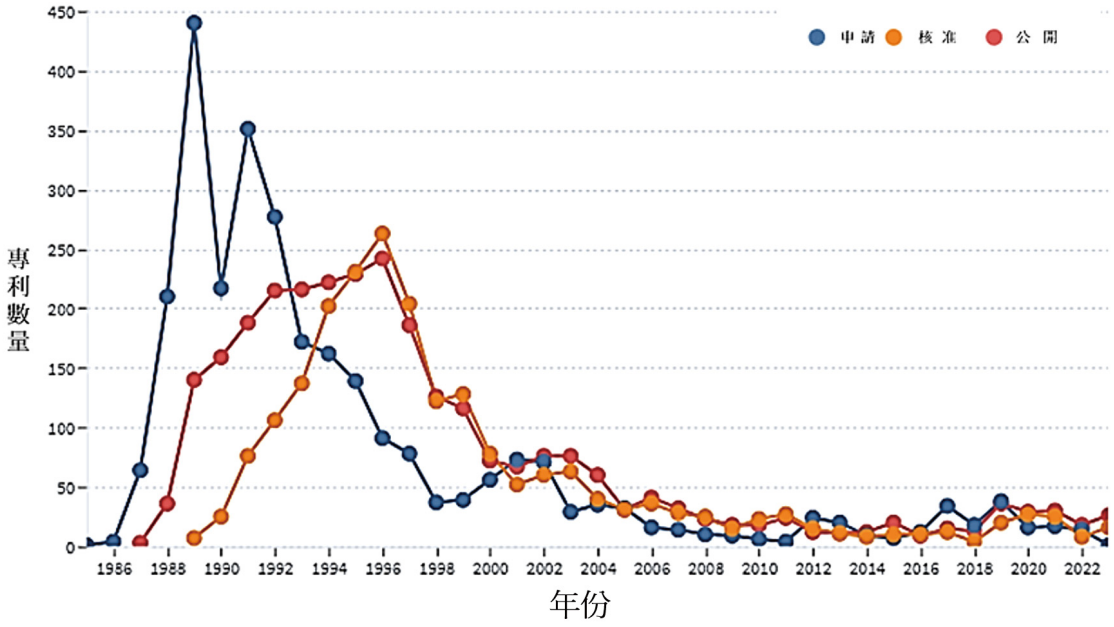

圖 3　高溫超導材料專利趨勢分布

根據圖 3 顯示 CPC Y10S505/775 有關 30K 以上高溫超導材料的專利申請在 1989 年達到近 450 件的高峰，1992 年申請量約 350 件，此後持續遞減，這與文獻記載的高溫超導技術發展歷史一致。

相關文獻指出，自 1986 年發現陶瓷高溫超導材料以來，超導技術引起了極大關注[33]。然而，超導研究並非一帆風順。1998-2000 年間，銅氧化物高溫超導技術陷入瓶頸，科學家對超導材料的探索陷入迷茫[34]。高溫超導材料專利申請呈現先高峰後趨緩的趨勢，反映出高溫超導材料技術的發展困境。

[33] Pradeep Haldar & Pier A. Abetti, *Superconductivity's First Century - IEEE Spectrum*, IEEE, 2011/2/28. https://spectrum.ieee.org/superconductivitys-first-century (last visited Aug. 13, 2023).

[34] 新華網，趙忠賢：五十年磨一劍 鑄就超導強國夢，中華人民共和國科學技術部，https://www.most.gov.cn/ztzl/gjkxjsjldh/jldh2016/jldh16mtjj/201701/t20170110_130363.html（最後瀏覽日：2023/08/13）。

（二）30K 以上高溫超導材料專利法律保護仍待提高

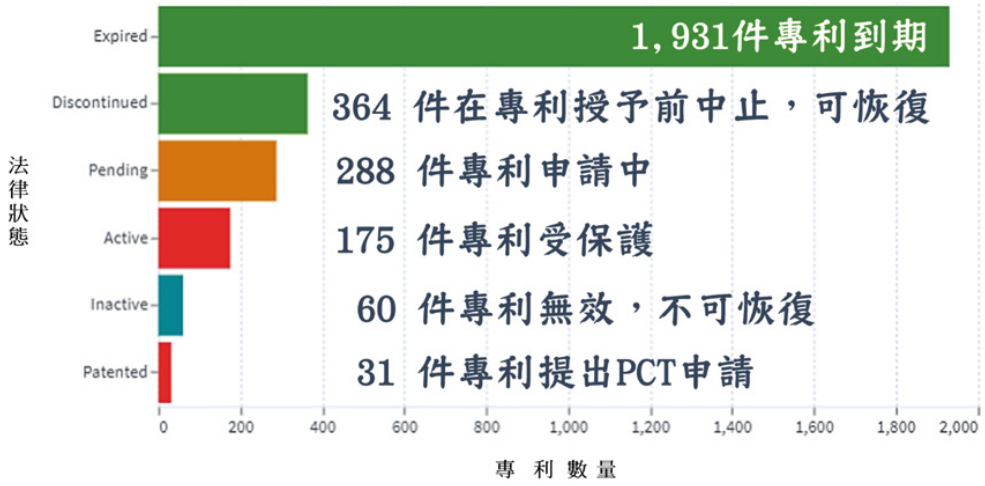

圖 4　高溫超導材料專利的法律狀態

通過對超導材料專利的法律狀態組成、有效及失效狀態進行分析，了解當前超導材料專利的法律狀態[35]。

根據圖 4 數據，截至 2023 年 9 月，30K 以上高溫超導材料專利總數為 2,849 件。其中，1,931 件專利已經到期，占該分類號專利總數的 68%。其次，約有 364 件在專利授權前中止（可恢復），占該類所有專利的 13%。288 件（10%）專利申請中，尚未取得核准。60 件（2%）無效專利。31 件專利提出 PCT 申請。整體而言，當前僅 175 件（6%）有效專利。

由此可見，當前高溫超導材料專利的法律保護較低。主要是超過專利保護期限，其次也表明專利權人可能缺乏持續的維護與開發意願，大多數專利（81%）不具法律保護，進入公共領域，為科學研究注入了新的養分。

[35] 資料庫將專利狀態分成以下幾類：有效（Active）、無效（Inactive）、申請中（Pending）、專利到期（Expired）、申請中止（Discontinued）、取得專利（Patented）、未知（Unknown）7 類。其中，取得專利（Patented）是指「如果區域性申請在至少一個州有效，或已獲得專利，但沒有足夠的資訊將其標記為有效。」系統將 PCT 專利歸類為 Patented，與 Active 法律狀態區別，詳細可參考 LENs, *Patent Legal Status Calculations*, https://support.lens.org/knowledge-base/patent-legal-status-calculations/ (last visited Nov. 20, 2023).

（三）30K 以上高溫超導材料專利布局在美國、歐洲、日本和德國

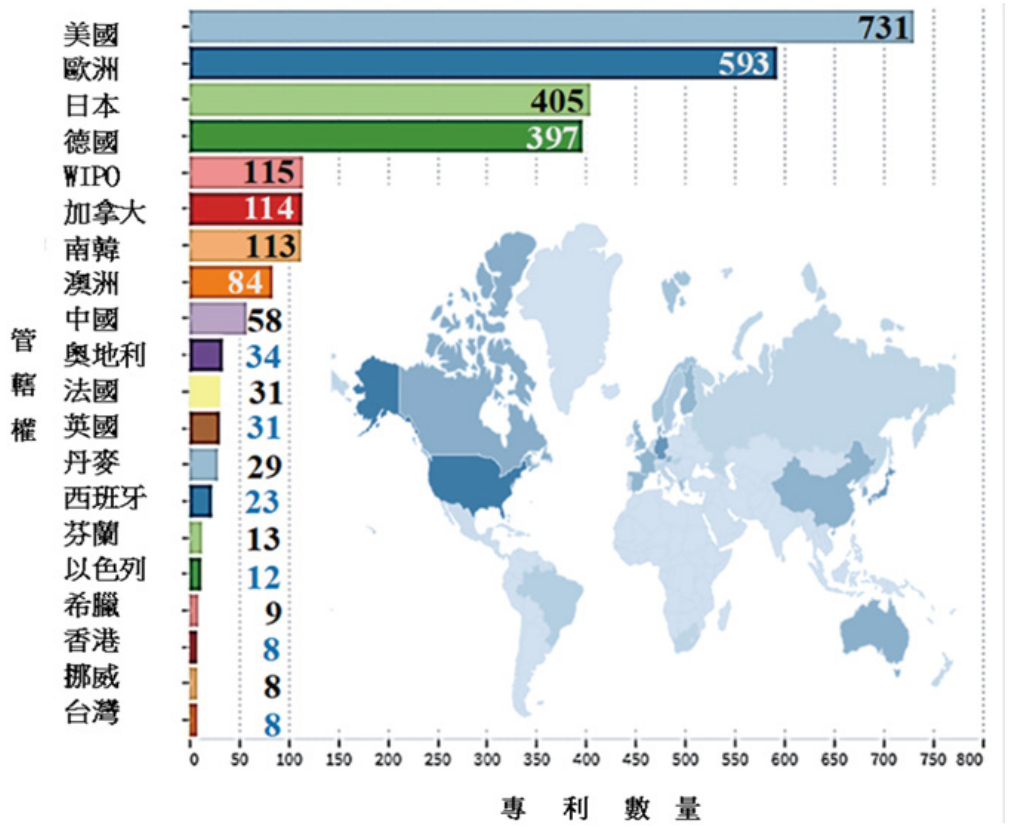

圖 5　30K 以上高溫超導材料在全球的專利布局概況

在地域分布上，圖 5 顯示相關專利主要集中在美國、歐洲、日本和德國四個地區，占總數的 75%。相比之下，加拿大、韓國、中國大陸、臺灣等地專利數量相對較少。

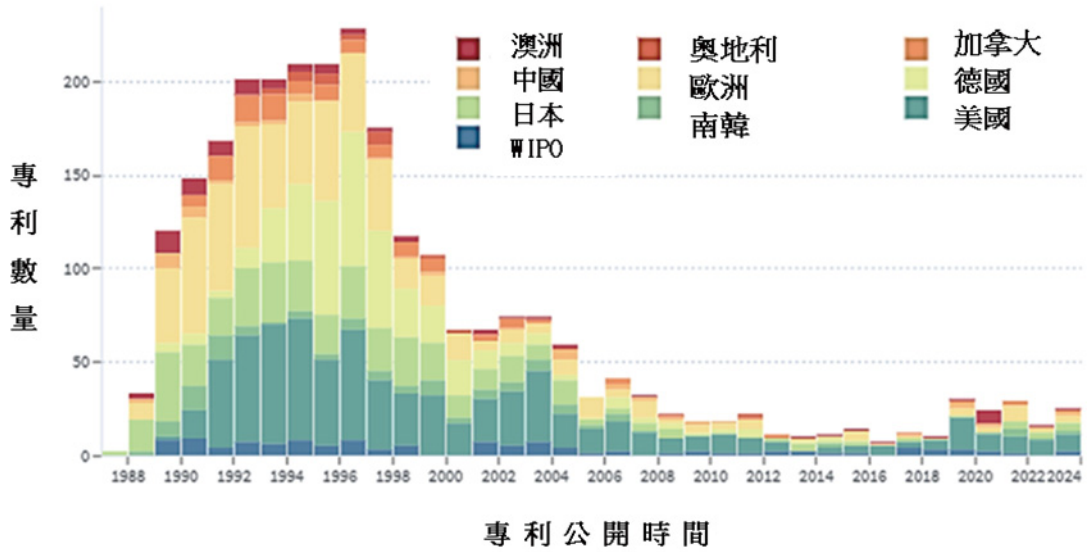

圖 6　30K 以上高溫超導材料在全球的專利布局時間趨勢

通過圖 6 專利趨勢可見，1990 年代之前，歐盟、德國與日本專利數量曾經領先，但 2000 年後開始急速下降。整體而言，美國每年都有少量且穩定的專利公開。

專利地域分布反映了各國在該領域的研發投入強度。當前高溫超導材料研發領域可能存在一些難以克服的挑戰，儘管 2019~2023 年的專利數量有些許增加，但可能尚未突破技術瓶頸。

（四）日本企業曾大量申請 30K 以上高溫超導材料專利

圖 7　30K 以上高溫超導材料專利權人排名

圖 7 關於 30K 以上高溫超導材料的專利排名，日本企業占據大部分席次，反映日本企業相當重視其研發成果的專利保護。

具體而言，圖 7 前 15 名專利權人中，日本企業有 9 席，美國 3 席，德國 2 席，加拿大 1 席。其中，日本住友電工（Sumitomo electric）以 303 件排名第一，日本國際超導技術（Int Superconductivity Tech）以 192 件排第二，德國赫斯特股份公司（Hoechst Ag）以 123 件排第三，後面是日本松下電器（Panasonic Industry Co., Ltd.）和日立有限公司（Hitachi LTD）。

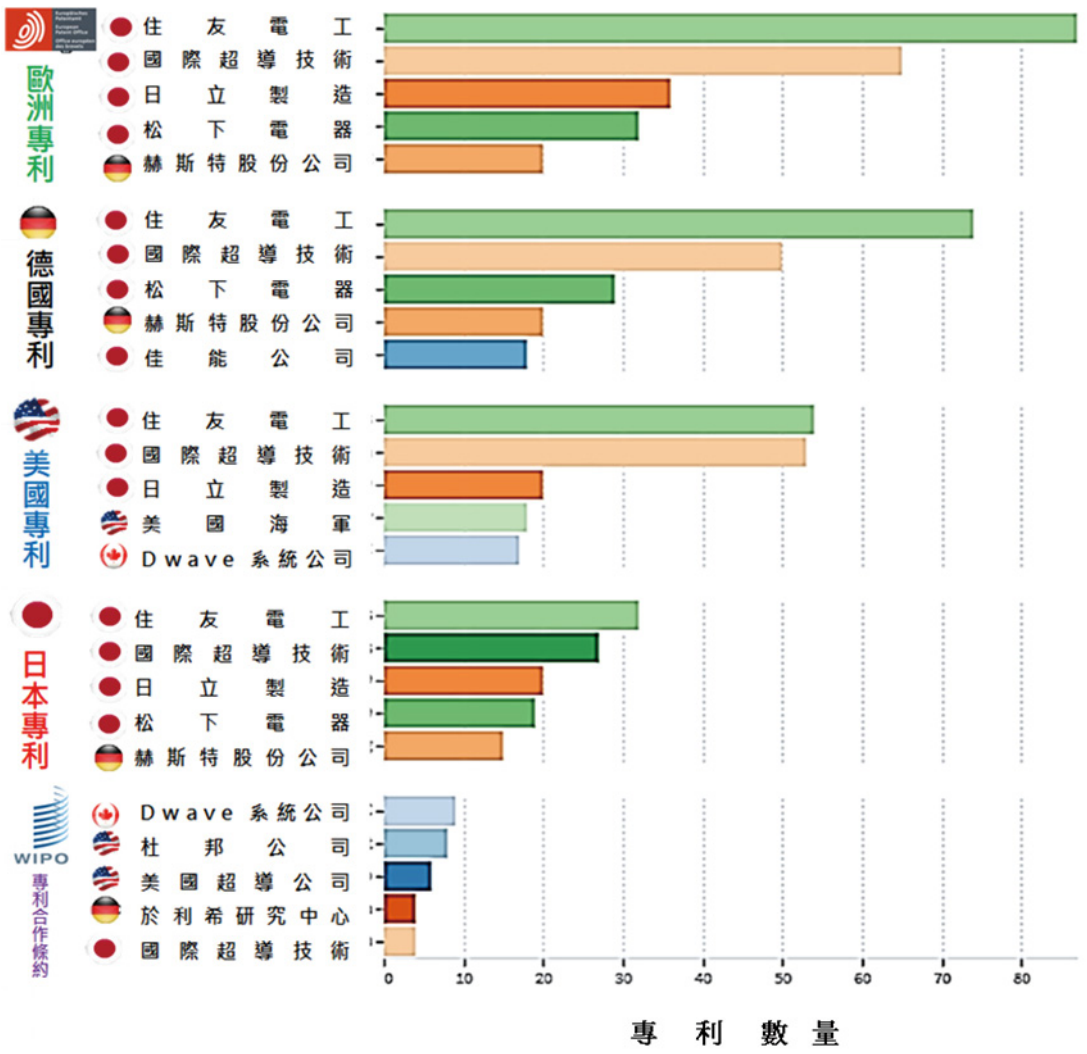

圖 8　30K 以上高溫超導材料核心專利地域區域專利權人排名

通過圖 8 專利地域布局發現日本企業不僅積極在日本申請專利，也非常重視美國、歐洲和德國等核心市場。基本上歐洲、德國、美國與日本的專利數量前三名都由日本企業承包，唯獨日本企業在 WO 申請的專利數量非常少，表現最突出的日本企業僅排在 WO 專利數量中第五位，暗示著日本企業傾向直接在主要市場申請專利，而非通過 PCT 途徑布局專利。

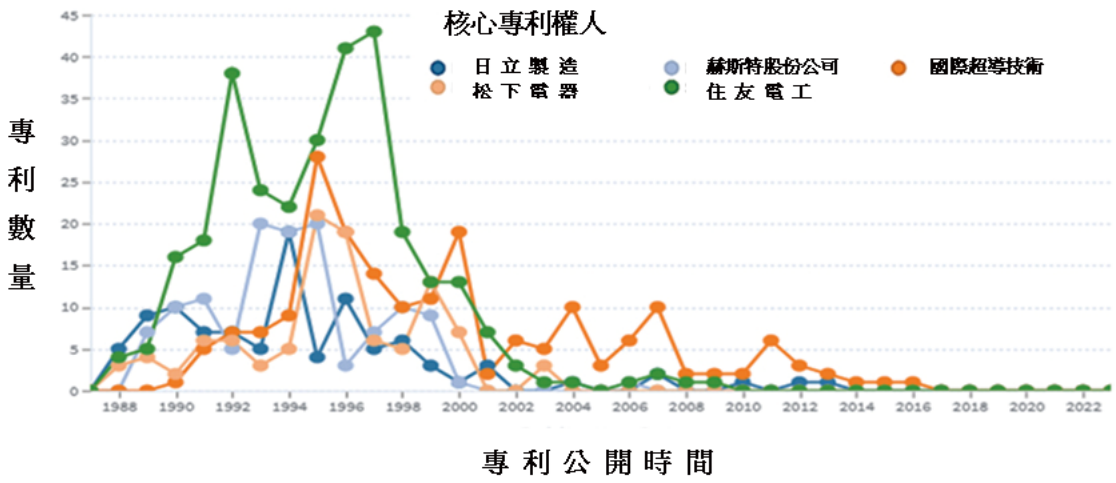

圖 9　30K 以上高溫超導材料核心專利權人專利公開趨勢

通過圖 9 時間軸分析發現，日本企業曾在 1990 年代大量布局超導技術並大力申請海外專利，為全球高溫超導材料研究做出貢獻，然而，大部分這些專利公開於 2000 年前，意味已失效。

（五）日本發明家是 30K 以上高溫超導材料主要發明人

表 3　30K 以上高溫超導材料專利權人排名

發明人公開數量排名

發明人	所屬單位	專利數量
Itozaki Hideo	住友電工	119件
Tanaka Shoji	國際超導技術公司	103件
Yamauchi Hisao	國際超導技術公司	82件
Tanaka Saburo	住友電工	77件
Adachi Seiji	超導傳感器技術公司	64件
Iiyama Michitomo	住友電工	55件
Akimitsu Jun	日本科學技術振興機構	46件
Matsuura Takashi	住友電工	42件
Tanabe Keiichi	超導傳感器技術公司	37件
Yazu Shuji	住友電工	36件

表 3 發明人分析揭示了超導專利的核心人物，追蹤發明人有助於洞察技術發展趨勢和引領未來研究方向。

在 30K 以上高溫超導材料專利中，表 3 公開數量最多的前十名發明家基本上都是日本國籍，其中，住友電工的絲崎秀雄（Itozaki Hideo）119 件專利位居首，國際超導技術公司的田中莊二（Tanaka Shoji）和山內久夫（Yamauchi Hisao）分別排名第二和第三。

圖 10　30K 以上高溫超導材料專利引用次數最多的發明家

此外，圖 10 顯示住友電工的飯山道智（Iiyama Michitomo）憑藉 4 件專利被引用 407 次，成為引用次數最多的發明家，其中一件與田中狀（Tanaka So）於 1991 年共同申請的 US 5430011A 專利被 American Superconductor, Hitachi, Rj Mears 和 Asm Ip Holding B.V. 等多家公司合計引用高達 364 次[36]，說明該專利的重要影響力。

[36] US 5430011 A, Crystal compensated superconducting thin film formed of oxide superconductor material, Cited by: 364.

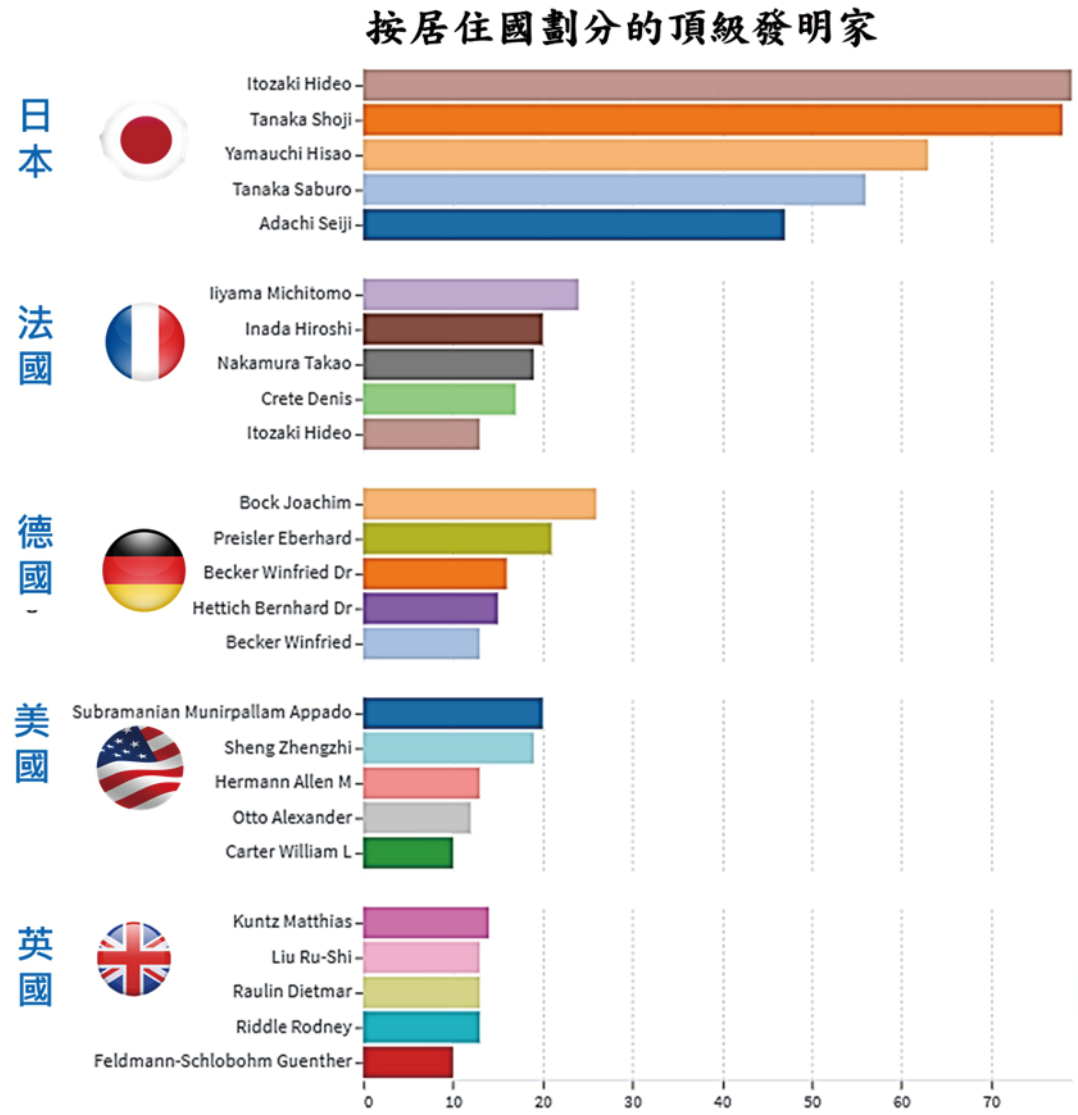

圖 11　30K 以上高溫超導材料專利和新發明人分析

從圖 11 各國發明人持有專利數量來看，日本發明家持有專利數量明顯高於法國、德國、美國和英國發明家持有專利數量，這反映出日本在 30K 以上高溫超導材料的專利數量處於領先地位。

綜上所述，日本發明家在該領域發揮了重要作用，引領超導材料技術發展方向。

（六）30K 以上高溫超導材料技術分析

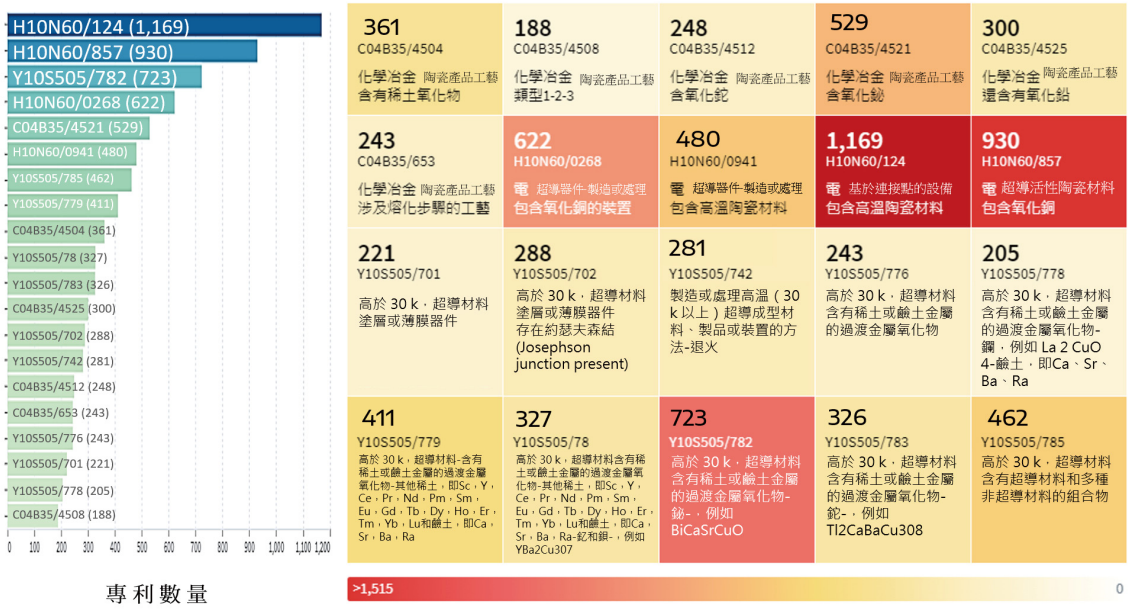

圖 12　30K 以上高溫超導材料技術分析

通過 CPC 區分專利的技術發展方向。圖 12 列出 CPC 排名較前的領域，包含：由高溫陶瓷材料組成的約瑟夫森效應元件[37]（Josephson-effect devices comprising high-Tc ceramic materials）H10N60/124（1,169 件）、含氧化銅的超導活性陶瓷材料（Superconducting active ceramic materials containing copper oxide）H10N60/857（930 件）和高於 30K，含有稀土或鹼土金屬的過渡金屬氧化物 - 鉍（High temperature, superconducting materials above 30K, transition metal oxides containing rare earth bismuth or alkaline earth metals）的超導材料 Y10S505/782（723 件）等。

37　“約瑟夫森效應描述了超電流在約瑟夫森結中的行為方式，約瑟夫森結是由兩個由薄電阻勢壘隔開的超導體組成的系統。”引用自 Magnetic Sensors and Actuators in Medicine, 2023. Science Direct, https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/josephson-effect (last visited Nov. 17, 2023).

前 20 的 CPC 分類主要涵蓋了 C04B35/00 陶瓷製品（Shaped ceramic products characterised by their composition），H10N60/00 超導材料（Superconducting devices），以及 Y10S505/00 超導裝置、材料、工藝（Superconductor technology: apparatus, material, process）等技術類別。這反映出超導材料專利主要圍繞高溫陶瓷材料、含有稀土或鹼土金屬的過渡金屬氧化物以及超導材料和多種非超導材料的組合物等方面。

總體來說，CPC 分析概括了超導材料專利的核心技術範疇，反映出陶瓷和稀土金屬氧化物材料是發展高溫超導的重要方向，這表明超導材料與約瑟夫森效應元件技術存在密切聯繫。

（七）30K 以上高溫超導材料核心專利分析

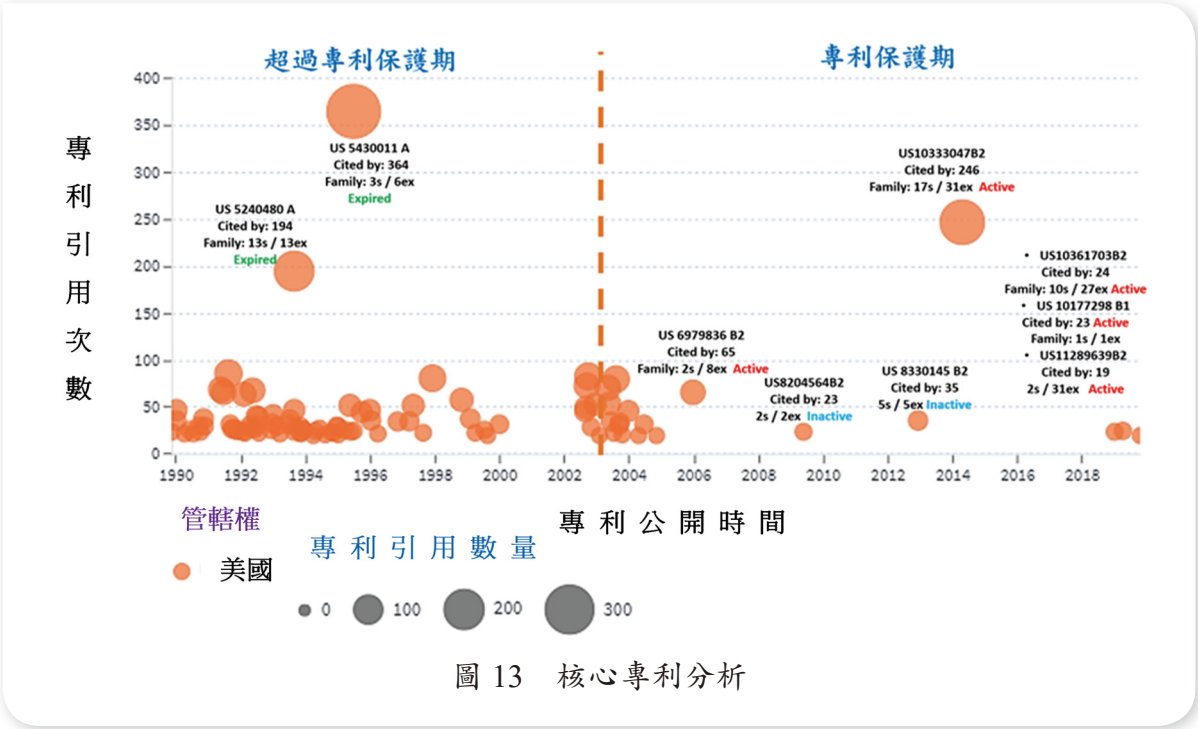

圖 13　核心專利分析

核心專利有幾個關鍵指標：首先，專利是否仍在法律保護期內。如圖 13 所示，超過 20 年保護期的專利已基本進入公有領域。因此，僅需要關注近 20 年內受保護的專利。

其次，引用次數和專利家族數量反映了專利的技術價值和影響力，是判別核心專利的關鍵指標。引用次數越高，表示該專利技術被廣泛認可和運用，具有較高的技術影響力。專利家族數越多，反映出專利權人對該專利的高度重視，願意在多國投入大量費用進行布局。

此外，專利權人是否持續維護專利也很重要。如圖 13 所示，部分（US 8330145 B2 以及 US 8204564B2）專利因未繳費已失效，可以初步排除為核心專利。

通過分析高溫超導專利的保護期、引用次數、專利家族數量以及專利權人是否持續維護，可以判斷出高溫超導核心專利。經過分析，本研究認為以下 5 件專利符合高溫超導核心專利的標準：US 10333047B2、US 11289639B2、US 6979836B2、US 10361703B2 和 US 10177298B1。

US 10333047B2 和 US 11289639B2 是由 Ambature Inc 提交名為「由極低電阻材料形成的電氣、機械、計算／和／或其他設備」（Electrical, Mechanical, Computing/ And/or Other Devices Formed of Extremely Low Resistance Materials）專利。描述由超低電阻材料構成的元件的電氣、機械、計算及其他裝置。極低電阻材料包括改性超低電阻材料、層狀超低電阻材料以及新型超低電阻材料等。US 10333047B2 強調這類材料可以在高溫（常溫）150-313K 或常壓下達到超低電阻率。例如提及鈣鈦礦超導材料系列。US 11289639B2 則具體指出 $Tl_2Ca_2Ba_2Cu_3O_{10}$（128K）等多種已知超導材料的應用[38]。

US 6979836 B2 由 Dwave Sys Inc 提交的「超導低電感量子位」（Superconducting low inductance qubit）使用環形耦合結構，用於量子位和超導開關，提高開關性能。提及 YBCO 等多種非常規超導材料[39]，但未指明溫度壓力參數。

[38] 超低電阻材料可以是 $Tl_2Ca_2Ba_2Cu_3O_{10}$ (128K)、BSCCO (100K)、$HgBa_2CuO_4$ (94K)、YBCO (90K)、鐵磷化物材料 (25-60K)、La_2CuO_4 (39K)、MgB_2 (39K)、$As_2Ba_{0.34}Fe_2K_{0.66}$ (38K)。

[39] 非常規超導材料中的任一種選自：$YBa_2Cu_3O_{7-x}$、$Bi_2Sr_2Ca_{n-1}Cu_nO_{2n+4}$、$Tl_2Ba_2CuO_{6+x}$、$HgBa_2CuO_4$、$Sr_2RuO_4$ 和 $CeIn_5$。

US 10361703B2，名為「超導邏輯電路」（Superconducting Logic Circuits）的專利，由 Psiquantum Corp 公司提出，專利描述由多個超導部件組成的超導邏輯電路，利用熱源來觸發超導轉變，包含多層超導材料薄膜，未指明具體材料和性能參數。

美國海軍部長代表提出的 US 10177298 B1「基於奈米線的超導電致伸縮元件」（Nanowire-based superconducting electrostrictive device）專利，使用光刻工藝從 $YBa_2Cu_3O_x$ 薄膜（$6.0 \leq x \leq 7.0$）建立奈米線，用於引起約瑟夫森結效應的組件和製造方法。專利表示提升約 100kV/m 電場強度，可以使 Tc 降低 15K，但未提明具體數值。

以上專利涵蓋了關鍵的低阻材料、裝置結構和電路應用，但多未具體註明溫度與壓力參數。

（八）近五年（2019~2023 年）30K 以上高溫超導材料專利分析

經統計近五年 2019 年 1 月 1 日至 2023 年 9 月共有 139 篇專利，屬於 30 個簡單家族[40]，通過對專利家族進行分析，可以發現以下趨勢：

- **該分類與約瑟夫森效應元件有高度相關**

  高溫陶瓷材料是約瑟夫森效應（Josephson effect）元件的重要研究方向。約瑟夫森效應是指，當兩個超導體通過一個很薄的絕緣層相連時，在絕緣層中會產生電流，兩個超導體之間有一條隧道，電子可以通過隧道在兩個超導體之間流動。

- **研究人員正在探索使用不同種類的高溫陶瓷材料來製造約瑟夫森效應元件**

  高溫超導材料在約瑟夫森效應元件的應用中具有很大潛力。如 YBCO 和 BSCCO。這些材料具有較高的 Tc，因此它們能夠在較高的溫度下實現超導性能，這對於許多在常溫的應用至關重要。美國專利

[40] 在同一專利家族中，所有成員以共同的專利申請為優先權，且具有相同專利發明內容。（參考經濟部智慧財產局的解釋）

號 US 11289639B2 提出了一種改性極低電阻膜材料的製造方法，該材料在 150K 到 313K 之間的溫度下，環境壓力或標準壓力下對電荷流表現出極低的電阻，為高溫超導材料在常溫下應用開啟了新的可能性。

- **研究人員正在開發新的約瑟夫森效應元件製造方法**

使用飛秒雷射加工、離子注入等方法可以提高約瑟夫森效應元件的性能和穩定性。

- **研究人員正在開發新的約瑟夫森效應元件應用**

約瑟夫森效應元件被用於製造高靈敏度磁傳感器、量子電腦等。約瑟夫森效應元件正在變得越來越小，這使得它們更適合在積體電路和其他小型元件中使用。

- **約瑟夫森效應元件具有廣泛的應用前景**

包括磁傳感器、量子計算、超導電路等。它可以用來製造各種超導元件，例如天線、量子計算、超導雷達、超導電路、永久超導裝置等。這些元件具有非常廣泛的應用前景，例如可以用來製造更快的電腦、更精密的儀器、更安全的交通等。

這些趨勢表明，高溫陶瓷材料在約瑟夫森效應元件領域的應用具有巨大的潛力。隨著技術的進步，高溫陶瓷材料將在更廣泛的領域得到應用，推動超導技術的發展。（表 4 近五年（2019~2023 年）30K 以上高溫超導材料專利家族）

表 4　近五年（2019~2023 年）30K 以上高溫超導材料專利家族

序號	專利號	專利概述	備註
1	GB 2566189 B	由高溫陶瓷材料組成的約瑟夫森效應元件。使用動感電感通過薄膜超導材料一系列約瑟夫森結來存儲能量。鋁或鈮形成的集成電路，超導材料可選自由 NbN、NbTiN、TiN 和粒狀鋁。	家族 20，被引用 0，保護中

（續下頁）

序號	專利號	專利概述	備註
2	US 11289639 B2	包含氧化銅的高溫陶瓷超導材料組成的約瑟夫森效應元件，含有超導材料的導電材料混合價氧化銅鈣鈦礦的超導材料族等材料。極低電阻材料在**高溫（高於 150K 至 313K 溫度，或高於 313K）高溫超導材料轉變溫度環境壓力或標準壓力**下表現出極低的電子電阻和／或極高的電子電導率。	家族 2，被引用 3，保護中
3	IL 277537 A	由高溫陶瓷材料組成的約瑟夫森效應元件。超導量子干涉裝置。高溫超導材料的轉變溫度高達 77K-138K。其中一種材料是轉變溫度為 90K 的 YBCO。	家族 15，被引用 0，申請中
4	AU 2013243054 C1	由高溫氧化銅的陶瓷材料組成的約瑟夫森效應元件製造或處理。約瑟夫森結。YBCO（具有鈣鈦礦結構）作為高溫超導功能層，$SrTiO_3$、$LaAlO_3$ 和 $NdGaO_3$ 用於阻擋層。	家族 15，被引用 0，未繳納年費終止
5	EP 3837724 A4	包含高溫陶瓷材料（例如 YBCO）的約瑟夫森效應元件的製造或處理。製造約瑟夫森結。	家族 12，被引用 0，申請中
6	EP 3791432 B1	包含高溫陶瓷材料的約瑟夫森效應元件的製造或處理。超導信號線，包括 YBCO 或 BSCCO 材料，可用於在（70K）提供超導互連。	家族 11，被引用 0，未繳納翻譯或支付費用在締約國失效
7	KR 20210130264 A	包含高溫陶瓷材料的約瑟夫森效應元件的製造或處理。NbN 薄膜適合作為超導材料的金屬氮化物的反應器。緩衝層有助於提高金屬氮化物的 Tc 的材料可以由氮化鋁（AlN）、氮化鉿（HfN）、氮化鎵（GaN）或氮化銦（InN）或者碳化矽形成。	家族 10，被引用 0，申請終止
8	US 10374611 B2	由高溫陶瓷材料組成的約瑟夫森效應元件。超導邏輯電路方法。超導材料薄膜。	家族 10，被引用 0，保護中

（續下頁）

序號	專利號	專利概述	備註
9	AU 2017238752 B2	包含高溫陶瓷材料的約瑟夫森效應元件的製造或處理。基於飛秒雷射的 $YBa_2Cu_3O_7$-x 超導薄膜微米和奈米收縮型結構的製造方法。超導材料包括 YBCO 薄膜。	家族 9，被引用 0，保護中
10	EP 3745481 B1	包含高溫陶瓷材料的約瑟夫森效應元件的製造或處理。由高溫陶瓷材料組成的永久超導裝置。超導互連的熱管理，耦合超導系統和非超導系統的互連件，冷端（約 4K），熱端（約 70K）。超導元件包括鈮，非超導金屬元素包括銅、銀、金或鈦。	家族 9，被引用 0，保護中
11	EP 3320357 B1	由高溫陶瓷材料組成的約瑟夫森效應元件。提供一種磁力計，其能夠以增加的靈敏度測量入射磁通量或絕對磁通量的變化。常見的溫度範圍 4.2-90K 中，$YBa_2Cu_3O_{7-x}$ 為優選。	家族 8，被引用 0，保護中
12	KR 20230014667A	包含高溫陶瓷材料的約瑟夫森效應元件的製造或處理。一種高溫超導量子位及其製造方法。根據本公開的約瑟夫森結由 BSCCO 形成的實施例可靠地提供 85K-96K 的 Tc。	家族 7，被引用 0，申請中
13	US 10510942 B2	包含高溫陶瓷材料的約瑟夫森效應元件的製造或處理。約瑟夫森結的製造方法。優選地，超導材料 YBaCuO, YBCO, NdBaCuO, NdBCO, DyBaCuO, DyBCO, ReBaCuO 能夠在 40K 至 80K 的溫度下運行。	家族 7，被引用 0，保護中
14	US 9279863 B2	由高溫陶瓷材料組成的約瑟夫森效應元件。檢測靈敏度為 100 fT/Hz 的高溫超導磁傳感器。	家族 7，被引用 7，保護中
15	US 10431729 B2	包含高溫陶瓷材料的約瑟夫森效應元件的製造或處理。利用各種鈣鈦礦材料 YBCO 或 LSGO 模板層實現垂直約瑟夫森結元件。	家族 6，被引用 1，保護中

（續下頁）

序號	專利號	專利概述	備註
16	EP 3459125 B1	由高溫陶瓷材料組成的約瑟夫森效應元件。材料是鋇、銅和釔的混合氧化物；鉍鐵氧體。	家族 5，被引用 0，保護中
17	US 10818833 B2	由高溫陶瓷材料組成的約瑟夫森效應元件。約瑟夫森結陣列由 YBCO 超導體形成。由自由 Nb、Pb、Al、MgB_2 和銅酸鹽組成的超導材料。	家族 4，被引用 0，保護中
18	US 20220052249 A1	包含高溫陶瓷材料的約瑟夫森效應元件的製造或處理。基於稀土銅氧化物的複合氧化物，例如高 T 超導體。多層結構，例如超晶格。氧化鋁封端鋁酸鑭 $XBa_2Cu_3O_{7-x}$（XBCO）製造約瑟夫森結（Tc=85K）。	家族 3，被引用 0，申請中
19	US 10847706 B2	由高溫陶瓷材料組成的約瑟夫森效應元件。第一超導體包含 NbN 並且第二超導體包含 W_xSi_{1-x}。	家族 2，被引用 0，保護中
20	US 11647673 B2	包含高溫陶瓷材料的約瑟夫森效應元件的製造或處理。由高溫陶瓷材料組成的永久超導裝置。一種天線，包括：基材；YBCO 的連續膜。	家族 2，被引用 0，保護中
21	US 20220223365 A1	高溫，30K 以上，超導材料，超導活性材料，石墨烯，含有砷、銻或鉍的無機組合物的熱電活性材料。通過將非磁性材料離子注入到狄拉克半金屬（DSM）中來引發狄拉克半金屬的永久相變的方法。	家族 2，被引用 0，申請中
22	US 11805708 B2	由高溫陶瓷材料組成的約瑟夫森效應元件。超導材料的導電材料為特徵的芯片載體。一種量子元件。超導材料可包含氮化鈮、鋁、銦、鉛、錫、鉍、鈀、鈦。	家族 2，被引用 0，保護中
23	FR 3131659 A1	由高溫陶瓷材料組成的約瑟夫森效應元件。傳感器；天線。具有約瑟夫森 S 結網絡的裝置，導電條由金、鋁、銅、鈀、上述元素的合金製成，以 Ta 製成 2N 或銅酸鹽，該或每個導電帶優選地連接以形成導電網格（Tc=40K）。	家族 2，被引用 0，申請中

（續下頁）

序號	專利號	專利概述	備註
24	JP 2023010310 A	由高溫陶瓷材料組成的約瑟夫森效應元件。永久超導裝置。量子元件。超導材料可以包含氮化鈮、鋁、銦、鉛、錫、鋏、鈀、鈦、鉭。氮化鉭或含有它們中至少一種的合金。	家族 2，被引用 0，申請中
25	WO 2023283313 A1	包含高溫陶瓷材料的約瑟夫森效應元件的製造或處理。超晶格。一種用 YBCO ／ PBCO ／ YBCO 三層製造約瑟夫森結的方法。	家族 2，被引用 0，公布
26	US 10290797 B1	包含高溫陶瓷材料的約瑟夫森效應元件的製造或處理，YBa_2CuO_x 薄膜。	家族 2，被引用 0，保護中
27	US 10847573 B1	包含高溫陶瓷材料的約瑟夫森效應元件的製造或處理。包含氧化銅的裝置的製造或處理。	家族 1，被引用 0，保護中
28	US 10700255 B1	由高溫陶瓷材料組成的約瑟夫森效應元件。包含氧化銅的陶瓷材料。低溫電路和／或傳感器必須與在常溫下運行的網絡進行通信。YBCO 薄膜／二極管的 Tc 可降低約 10 倍（從 93K 至 9.3 K）並保持工作狀態。	家族 1，被引用 0，保護中
29	US 10177298 B1	由高溫陶瓷材料組成的約瑟夫森效應元件。約瑟夫森結元件及其製造方法可以包括具有晶體學 a 軸和 b 軸的非孿生 $YBa_2Cu_3O_x$ 奈米線。100kV/m 的電場 E 強度可以降低大約 15K 的 Tc。	家族 1，**被引用 23**，保護中
30	US 10516248 B1	由高溫陶瓷材料組成的約瑟夫森效應元件的製造或處理。使用超導性的固體材料，例如配備約瑟夫森結。低溫電路和／或傳感器必須與在常溫下運行的網絡進行通信。YBCO 薄膜 77 K。	家族 1，被引用 0，保護中

本文列出了 2019~2023 年與 Y10S505/775「Tc 30K 以上高溫超導材料」及其 11 個子分類相關的 139 篇專利，並通過 30 個簡單家族的方式呈現：首先，我們發現 2019~2023 年的專利中有超過九成與約瑟夫森效應

元件高度相關，表明高溫超導材料在約瑟夫森效應元件領域具有廣泛的應用前景。其次，約瑟夫森效應元件是量子計算中重要的一環，當前研究人員正在探索使用不同種類的高溫超導材料來製造約瑟夫森效應元件。最後，在分析的 139 篇專利中，僅 US 11289639B2 提及常溫（常壓）超導材料及其轉變溫度，這說明單獨通過 CPC 也不易檢索出常溫（常壓）的專利資訊。

綜上所述，本研究結合關鍵字與 CPC 的專利檢索，彌補專利分析上的缺陷，完善數據的完整性和可靠性。通過上述的檢索策略，本文發現 6 項關於常溫（常壓）超導材料的專利家族。此外，本文還選取了 5 件表現突出的核心專利進行分析，並通過近五年（2019~2023 年）的 139 篇專利（30 個簡單家族）得出高溫超導材料與約瑟夫森效應元件之間的緊密關係。

本文為高溫超導材料在約瑟夫森效應元件領域的應用趨勢分析提供了新的視角，對常溫（常壓）超導材料及 Tc 30K 以上高溫超導材料進行了完整的分析和深入的探查，具有一定的學術價值和應用前景。

伍、結論

綜上所述，本文運用專利分析方法，對高溫超導技術的發展現狀進行了系統回顧。研究發現：

一、真正意義上的常溫超導效應尚未被大規模實現。

二、30K 以上高溫超導材料專利呈現先高峰後趨緩的趨勢，81% 的專利已經失效；美國、歐洲、日本和德國是重要的專利布局區域，日本企業居多。

三、高溫超導材料在約瑟夫森效應元件的應用前景廣闊。

儘管高溫超導技術還面臨諸多障礙，但可以預見，隨著材料和設備的進步，常溫超導的實現已呈現曙光。本文為超導技術研發提供了專利情報支撐，有助科學家全面把握技術發展方向。後續研究可持續跟蹤核心專利，以洞察前沿動向。