

국내외 수소저장기술 특허 분석을 통한 기술개발 동향

김정운¹ · 김태욱^{1†} · 류재웅¹ · 장기석²

¹한수원중앙연구원, ²R&D 특허센터

Technology Trend of Hydrogen Storage by the Patent Analysis

JUNGWUN KIM¹, TEAWOOK KIM^{1†}, JAEWOONG RYU¹, KISEOK JANG²

¹KHNP Central Research Institute, 70,132-gil Yuseong-daero, Yuseong-gu, Daejeon, 305-343, Korea

²16th FI, KIPS Center 647-9 Yeoksam-dong Kangnam-gu, Seoul, 135-080, Korea

Abstract >> The hydrogen storage is one of the key technologies to achieve the successful hydrogen economy and a chain to connect hydrogen production to its utilization. In this paper, characteristics and strong candidates of hydrogen storage technologies were analyzed from the objective information of patents. Also, the hydrogen storage technology trends and gaps were assessed using statistical or qualitative analysis. In this study the patents applied in Korea, Japan, US and EU from 10 or 20 years ago to 2011 were analyzed. The result of patent analysis could be used for developing or searching for promising technology of the hydrogen storage.

Key words : Hydrogen storage(수소저장), Technology trend(기술동향), Patent analysis(특허분석), Activity index(특허활동지수)

1. 서 론

현재 미래의 에너지로서 본격적으로 전개될 수소 에너지 시대를 정확히 예측하기는 쉽지 않다. 하지만 화석연료의 고갈, 개도국의 산업화 속도 및 지구 온난화에 따라 차세대 핵심 에너지원으로 수소에너지는 인류의 관심이 더할 것이다.

현재 수소에너지는 기술별 실용화 가능성에 대한 탐색단계를 넘어서고 있으나 저장 기술은 수소에너지 활용을 위한 목표를 설정하고 이를 달성하기 위한 다방면의 우수 기술 후보군에 대한 장단점을 파악하는 단계라고 할 수 있다. 수소 저장기술은 수소의 제조 및 이용을 연결하는 기술로, 효율적인 에너

지 체계를 구축하고 상용화 하는데 대용량 수소 생산과 연계된 저장 기술은 물론 핵심 우수 기술 분야에 대한 집중적인 개발이 필요하다.

따라서 수소에너지의 실용화를 위한 전제 조건인 수소 저장기술 동향을 파악하기 위하여 우리나라, 미국, 일본 등 주요국가의 기술동향을 특허를 통하여 분석하였다¹⁾.

2. 분석 범위 및 기술별 분류

2.1 분석범위

특허분석은 수소 저장기술 분야에서 1991년부터 2011년 2월까지 출원된 한국, 일본, 미국 및 유럽특허를 대상으로 하였다. 한국, 미국 및 유럽특허는 특허청에 출원 또는 등록된 최근 20년간의 특허를, 일

[†]Corresponding author : taewook@khnp.co.kr

[접수일 : 2012.1.27 수정일 : 2012.3.16 게재확정일 : 2012.4.27]

Table 1 Analysis scopes by type of technology

section	mark	sub-section	mark
metal hydride	A	rare metal	A1
		transition	A2
		Mg	A3
		alanate	A4
		Ti	A5
		Li	A6
		Ni	A7
		alkali	A8
		alkaline earth	A9
adsorption	B	carbon nano	BA
		graphite, graphene	BB
		zeolite	BC
		MOF	BD
		charcoal	BE
		organic & inorganic structure	BF
chemical	C	borane	CA
		other	CB
pressure	D		D
liquid	E		E
system	F		F
other	G		G

본특허는 최근 10년간 출원된 특허를 분석하였다.

조사된 특허는 총 4,733건 이었으며, 이중 유효한 특허 894건을 선정하여 세부 분석하였다²⁾.

2.2 기술별 분류

기술 분류는 Table 1과 같이 7개로 분류하였고 이중 3개의 분류에 대하여 다시 세부 기술별로 분류를 하였다.

3. 특허 동향 분석

3.1 연도별 동향

국가별 유효특허의 분포율을 Fig. 1에 나타내었다. 수소 저장기술은 일본이 전체 출원의 43%를 차지

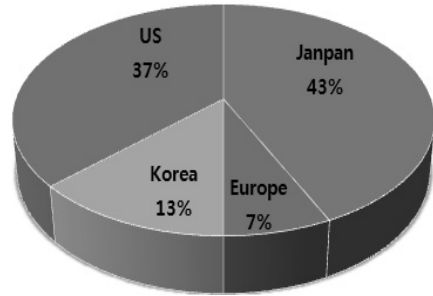


Fig. 1 The ratios of patents applied to each country

하고 있어, 전체 출원된 특허 중 차지하는 비중이 가장 높으며, 그 뒤로 미국 37%, 한국 13% 및 유럽 7%의 순으로 나타났다.

주요국의 수소 저장기술 관련 특허는 2000년대 중반 잠시 정체 기미를 보였으나, 다시 출원이 증가하여, 전체적으로는 특허출원이 증가하는 추세를 보이고 있다. 미국의 경우, 1990년대 이후부터 관련 기술에 대한 연구가 꾸준히 진행되고 있고 있는 추세였다. 일본의 경우, 2000년 초중반까지 출원이 활발하였으나, 2000년 중후반 이후로 출원이 다소 감소하는 경향을 보였다. 우리나라의 경우 1990년대 이후 출원이 꾸준히 증가하고 있으며 특히, 2000년대에 접어든 이후에 출원 건수가 크게 증가하는 경향을 보였다.

3.2 기술별 동향

Fig. 2와 같이 수소 저장기술별 특허는 금속수소

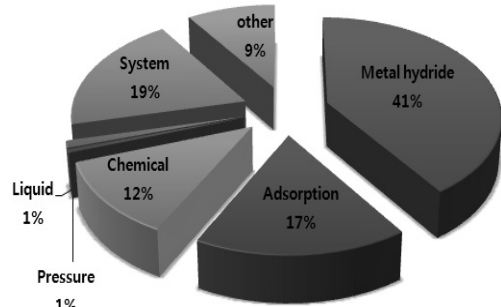


Fig. 2 The patent trends of hydrogen storage technologies

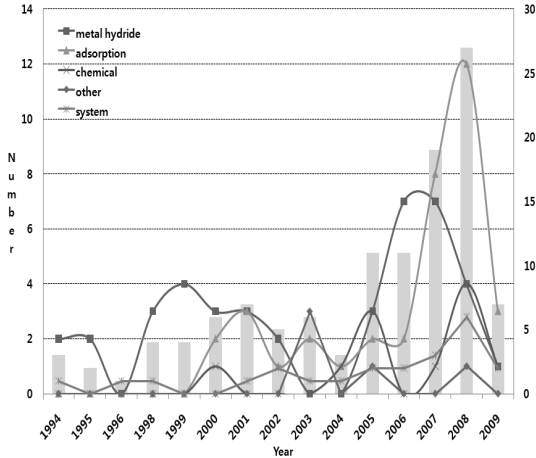


Fig. 3 The patent trends of hydrogen storage technology in Korea

화물 저장기술이 전체 출원의 41%를 차지하고 있어 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, 그 뒤로 시스템 19%, 흡착 17%, 화합물 12%의 순으로 나타났다.

금속수소화물 저장기술관련 특허의 경우 2000년 이후 활발한 출원활동을 보이고 있다.

시스템 관련기술 및 화합물 저장기술의 경우 금속 수소화물 저장기술에 비하여 상대적으로 출원비율이 낮기는 하나, 2000년대 이후 출원 건수가 꾸준히 늘어나는 것으로 볼 때, 시스템 관련기술 및 화합물 저장기술에 대한 연구가 최근 들어 활발한 것으로 분석되었다.

3.3 국가별 특허 동향

3.3.1 한국의 특허 동향

Fig. 3은 1990년대 이후 한국의 특허등록 추이를 나타내었다. 곡선은 각 기술별 추이이고 막대그래프는 연도별 전체 건수이다. 그림에서 최근년도의 등록 건수는 적게 나타나는데 그 이유는 출원 후 등록이 이루어지기까지 시간이 소요되기 때문이다.

한국은 다른 국가의 특허 출원의 동향을 검토하고 우수 기술 후보군에 대한 기술 개발에 역점을 두어 1994년 금속수소화물 저장기술 분야의 특허 출원이

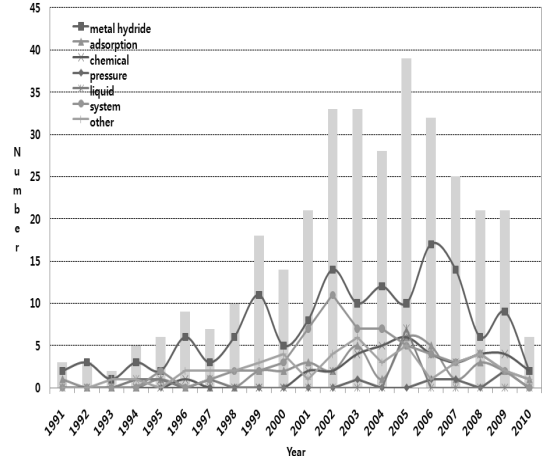


Fig. 4 The patent trends of hydrogen storage technology in US

증가하면서 수소 저장기술 분야의 연구개발에 중점을 둔 것으로 분석되었다. 1990년대부터 금속수소화물 저장기술의 특허활동은 꾸준히 증가추세를 보이고 있으며, 2000년대에 접어들면서부터는 흡착분야의 특허활동도 활발하게 나타났다.

3.3.2 미국의 특허 동향

Fig. 4는 1990년대 이후 미국은 특허등록 추이를 나타내었다. 2000년대 이후 특허등록이 증가하다가 2005년을 정점으로 하향 추이를 보이고 있다. 이는 미국의 국외 정세 및 경제 불안의 영향으로 보인다.

기술 분야별로는 금속수소화물 분야가 타 기술 분야에 비하여 많은 부분을 차지하고 있다. 금속수소화물 저장기술은 전체 특허등록 건수의 43%를 차지하여 가장 많은 등록이 이루어졌으며, 다음으로 시스템 관련 기술 18%, 화합물저장 기술 11% 순으로 분석되었다.

3.3.3 일본의 특허 동향

Fig. 5는 일본의 기술별 특허 동향을 나타내었다. 금속수소화물 저장기술이 62%로 가장 많은 특허 등록 건수를 보였고 2004년에서 2006년까지 특히 시스템관련 기술 개발이 두드러진 것이 특징이다.

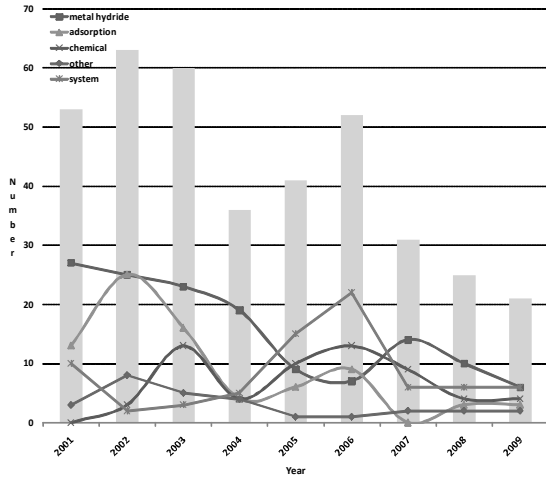


Fig. 5 The patent trends of hydrogen storage technology in Japan

개별 기술에 대한 저장 효율을 시스템측면에서 개선하여 수소저장 및 방출 특성에 대한 연구를 강화한 시기라고 판단된다.

화합물 저장기술 분야도 지속적인 특허활동을 보이고 있다. 전체적으로 일본의 경우 2000년대 초반에 가장 활발한 특허활동을 보이다가 최근까지 다소 감소하는 경향을 나타내었다.

3.3.4 유럽의 특허 동향

Fig. 6은 유럽의 기술별 특허 동향을 나타내었다.

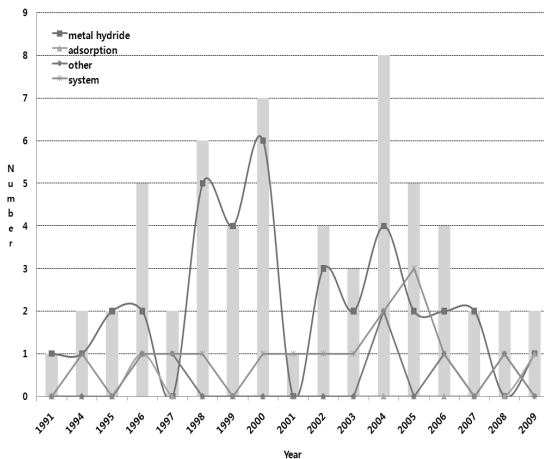


Fig. 6 The patent trends of hydrogen storage technology in EU

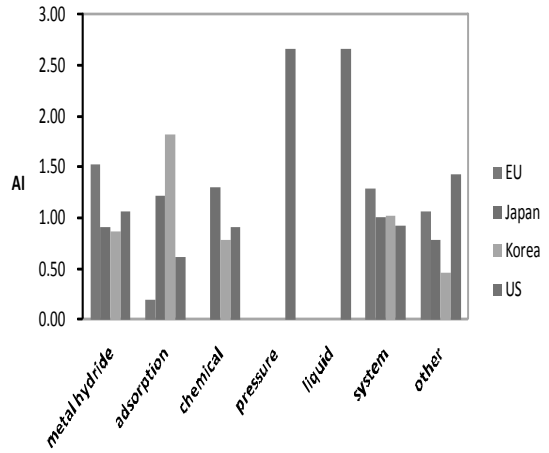


Fig. 7 AI (Activity Index) of each country

유럽은 전체적으로 다른 국가에 비하여 특허 출원 건수가 많지 않은 것으로 분석되었다. 하지만 이중 금속수소화물 저장기술에 대한 특허활동이 가장 활발한 것으로 분석되었다. 이런 배경에는 독일, 프랑스를 중심으로 전통적인 압축저장이나 액화저장을 위한 용기 및 시스템 개발에 역점을 두어 시장성에 좀 더 관심을 두고 있다고 볼 수 있다. 또한 최근 독일은 파이프라인을 이용한 수소 수송 인프라 구축에 대해 전략적 로드맵을 수립하고 적극적으로 수소 경제시대를 준비하고 있다.

전반적으로 1990년대에 활발한 특허활동이 이루어졌고 2000년대 후반 이후부터는 그 등락건수가 미미하다 최근 다시 증가하는 경향을 보이고 있다.

3.4 국가별 특허활동 및 핵심분야 분석

국가 간의 특허 활동을 정량적으로 분석하기 위해 분석기간 동안 특허활동지수(AI; activity index)를 산정하여 비교하였다. AI지수는 아래와 같이 나타낸다.

$$AI = \frac{\text{해당기술분야특정국가출원건수}}{\text{해당기술분야전체출원건수}} \div \frac{\text{특정국가전체출원건수}}{\text{전체출원건수}}$$

Fig. 7은 각 국가별로 AI지수를 기술별로 나타내

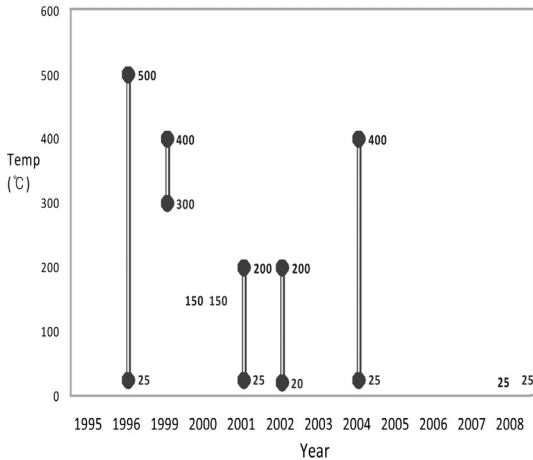


Fig. 8 Trends of absorption temperature of the metal hydride

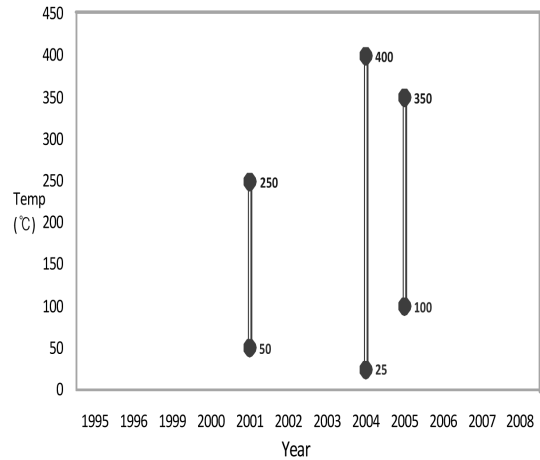


Fig. 10 Trends of desorption temperature of the metal hydride

었다. 각국마다 기술별로 상이한 특징을 볼 수 있다.

한국과 일본은 흡착 저장기술 분야에서 높은 지표를 보여주고 있다. 특히 한국의 경우 흡착 저장기술 분야의 AI지수 1.8를 넘기며 특히 활동력이 우수한 것으로 분석되었다. 유럽 및 미국의 경우, 금속수소화물 수소저장기술 분야에 대한 특허 활동이 활발한 것으로 분석되었다. 가압과 액화 저장 기술 분야에서는 미국의 특허활동지수가 높게 나타났으며 유럽의 경우는 시스템관련 특허 활동지수가 상대적으로 높게 나타났다.

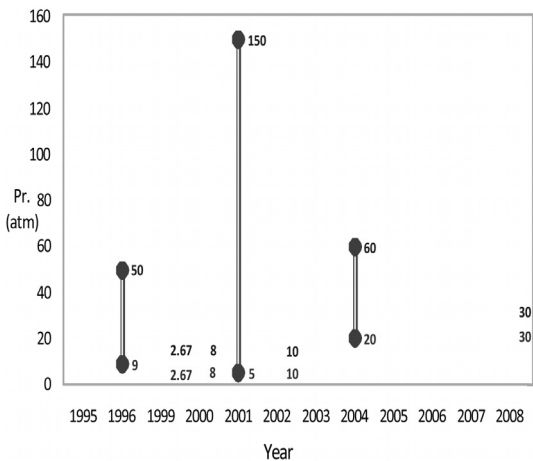


Fig. 9 Trends of absorption pressure of the metal hydride

4. 기술 물성 변화 추이

특허의 경과정보 및 법적상태 등을 고려하여 미래의 연구개발 대상기술과의 기술적 연관성 등을 종합적으로 고려하여 50개의 중요 특허를 선정하여 세부 기술별 물성 향상 정도, 장벽 특허 현황 등을 전반적으로 검토하였다. Fig. 8은 특허별 수소저장 기술의 수착온도 추이를 보여준다.

1900년대 중반의 장범위 온도 구간이 단계를 거치면서 상온에서 400°C까지 변화된 것을 볼 수 있다.

금속수소화물 수소저장기술에 있어서의 수착온도 범위는 1996년도에 최소 25°C 내지 최대 500°C의 범위로 형성되었으며, 이후 수착온도의 최소값의 변화는 거의 없이 수착온도의 최대값이 점차 낮아지다가 2004년에는 다시 400°C로 형성되었다.

Fig. 9는 금속수소화물 수소저장기술의 특허 내용 중의 적용된 수착압력 추이를 보여준다.

금속수소화물 수소저장기술에 있어서의 수착압력 범위는 1996년도에 최소 9 내지 최대 50 atm의 범위로 형성되었으며, 이후 2001년도에 최대값이 150 atm으로 증가하였다가 2004년도에 20 내지 60 atm의 범위로 관련 특허 활동이 진행되었다.

Fig. 10은 금속수소화물 수소저장기술에 있어서의 방출온도 범위를 나타내었다. 2001년도에는 최소 50°C

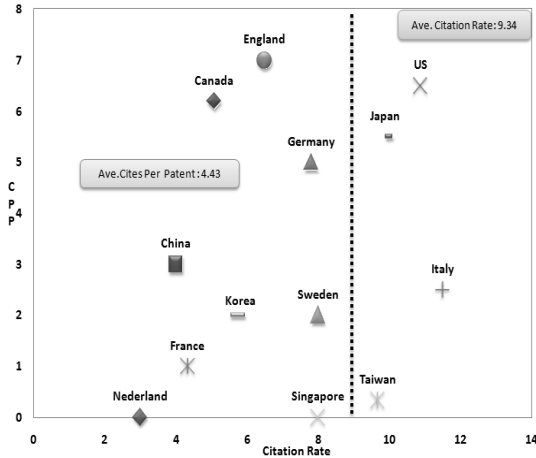


Fig. 11 Citation ratio of patents applied to US

내지 최대 250°C의 범위에서 형성 되었으며, 이후 2004년도에는 25°C 내지 400°C, 2005년도에 100°C 내지 350°C의 온도 범위로 관련 특허 활동이 진행되었다.

5. 기술 영향력 및 시장성 분석

Fig. 11은 우리나라의 수소저장 기술의 수준을 상대적으로 분석하기 위하여 미국에 출원한 국적별 특허를 근거로 특허의 인용비(citation rate) 및 피인용

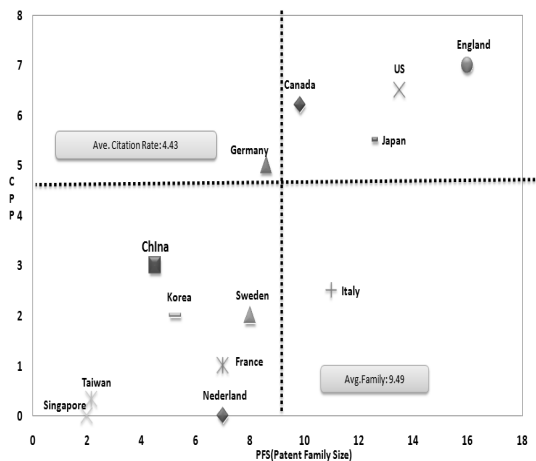


Fig. 12 Patent family size and cites per patent

비(CPP)를 비교하였다.

특허 1건당 인용특허가 많다는 것은 해당 기술 발명시 기존 특허를 참고하여 개량시키는 정도라고 볼 수 있으며, 피인용 특허가 많다는 것은 후행특허들이 특허출원 시 많이 인용한다는 의미로, 특허의 기술력 및 중요도가 높음을 의미한다. 미국 및 일본은 특허 1건당 인용비 및 피인용비가 양적, 질적으로 우수한 특허를 다수 보유하고 있는 것으로 파악되었다. 우리나라의 경우는 스웨덴과 프랑스의 중간 수준으로 나타났다.

Fig. 12는 수소 저장기술의 특허 피인용의 비율(cites per patent)과 패밀리특허(patent family size)에 대해 나타내었다. 이 분석은 연구주체의 특허가 질적 수준 또는 시장 확보를 위한 노력 정도를 나타낸 것이다.

점선을 중심으로 오른쪽 위 방향으로 갈수록 특허의 시장성이 크고 영향력이 높은 중요한 기술을 보유하고 있는 국가일 가능성이 높으며, 왼쪽 아랫방향으로 갈수록 시장성 및 기술 중요도가 낮은 특허를 보유한 국가일 가능성이 높다^{3,4)}.

6. 특허 분석 평가

수소저장 분야의 기술 분야별 특허 점유율과 연구 집중도를 나타내었다. 한국의 특허 점유율을 살펴보면, 전이금속계, 티타늄계, 탄소나노, MOF, 활성탄 수소 저장 기술 분야 및 시스템 관련 기술 분야의 점유율이 높은 것으로 나타났다.

국외의 주요 연구 분야를 살펴보면 희토류계, 마그네슘계, 티타늄계, 알칼리금속계 및 알칼리토금속계와 같은 금속수소화합물 수소저장기술이 41%를 점유했다. 탄소나노튜브, 제올라이트 및 활성탄 흡착 수소저장기술이 17%를 점유했으며 보론 화합물 수소저장기술이 12% 점유한 것으로 나타났다. 나머지는 가압저장기술 및 액화저장기술 순으로 연구 집중도가 높은 것으로 분석되었다. 이들 분야는 상용화 단계까지 시스템 구성, 인프라 구축 및 수요처에 대한 특성에 따라 활용범위가 달라 질 수 있을 것이다^{5,6)}.

7. 결 론

국내의 최근 특허 분석을 통하여 국내의 수소저장 기술에 대한 국가별 및 기술별 수소저장 기술 개발 동향을 전반적으로 파악 할 수 있었다. 현재 실용화 되어 사용 중인 가압 및 액체 수소저장기술은 시스템 개선 측면에서 경제성과 활용성을 확대하는데 주안점을 두고 있는 것으로 나타났다. 반면에 그 외 저장기술은 저장용량의 재현성, 저장재료 개발 및 차량용 신기술 개발에 역점을 두고 다양한 물리적 변수와 조건을 전제하에 개발이 진행되고 있다.

현 시점에서 수소 저장 분야 특허에 대해 분석한 결과는 마그네슘계 수소 저장 기술 및 시스템 관련 특허 점유율이 높으며, 기술분류별 전체특허에 대한 한국의 특허 점유율을 살펴보면, 전이금속계, 티타늄계, 탄소나노, MOF, 활성탄 수소 저장 기술 분야 및 시스템 관련 기술 분야의 점유율이 높은 것으로 나타났다. 이러한 저장기술에는 실용화하는데 많은 장벽이 있으며 개념적인 저장체로만 인식되는 기술도 있다.

종합적으로 볼 때 기술별 특허 출원 동향을 파악함으로써 유망기술의 기술개발 진척 및 연구 방향을 알 수 있었다. 또한 수소저장 기술의 지식재산권에 대한 선점을 위한 결과 활용보다도 향후 국가 에너지 자원의 장기적 발전 전략과 차세대 에너지로서 기술개발 방향을 제시함으로써 수소에너지 분야의 연구에 활용 될 수 있을 것이다.

후 기

특허 분석을 통해 국내의 수소저장 기술의 전반적인 최근 동향을 파악할 수 있었다.

이러한 결과는 수소저장기술 개발의 방향을 되짚어보는 선택과 집중에 대한 정보로서 활용될 것으로 기대하며 이 논문이 작성되는데 도움을 주신 분께 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 김봉진, 단국대학교, “수소에너지 기술경제성 및 타당성 분석”, 2011, pp. 78-108.
2. 노순영, 이영우, 강경석, 최장진, 김종욱, “수소저장 기술특성 및 특허분석에 의한 기술 동향”, 한국수소 및 신에너지학회 Vol. 19, No. 1, 2008, pp. 90-100.
3. 김종원 외, “수소에너지”, 도서출판 아진, 2005, pp. 35-56.
4. 존 O.M. 보크리스 외, 수소 에너지의 경제와 기술, 겸지사, 2005, pp. 197-347.
5. 박택규, “수소에너지의 경제와 기술”, 겸지사, 2005, pp. 104-114.
6. 김원대, “수소경제”, Jinhan M, 2005, pp. 30-31.