

특허데이터 분석을 통한 천연가스 공급용 대규모 파이프라인을 위한 자립형 고효율 부식 방지 기술의 동향평가

이종원¹, 지상훈^{2*}

¹한국건설기술연구원 국민생활연구본부, ²한국건설기술연구원 국토보전연구본부

Trend Evaluation of Self-sustaining, High-efficiency Corrosion Control Technology for Large-scale Pipelines Delivering Natural Gas by Analyzing Patent Data

Jong-Won Lee¹, Sanghoon Ji^{2*}

¹Department of Living and Built Environment Research,
Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

²Department of Land, Water and Environment Research,
Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

요약 친환경 에너지원으로 고려되고 있는 천연가스의 수요가 증가하고 있고 이와 동시에 천연가스의 공급을 위한 대규모 파이프라인의 시장 규모 또한 지속적으로 증가하고 있다. 하지만, 이러한 대규모 파이프라인의 부식은 천연가스 운송의 효율성을 저하시킨다. 이에 본 연구는 천연가스 공급용 대규모 파이프라인을 위한 에너지 자립형 고효율 부식방지 기술에 대한 특허의 정량분석을 통해 관련 기술의 특허권 확보를 위한 전략을 수립하는데 목적을 두고 있다. 본 특허 기술동향 조사에서는, 2018년 6월까지 출원, 공개 및 등록된 한국, 미국, 일본 및 유럽 특허를 대상으로 분석하였으며, 전문가토의를 거쳐 기술분류체계 및 분류기준을 마련하였다. 천연가스 대규모 파이프라인의 부식방지를 위한 외부전원으로 연료전지를 이용하기 위해, 1) 파이프라인의 분기 구조와 설비 설계(감압기/압축기/열교환기) 그리고 2) 고압 천연가스의 감압/예열과 가압/냉각 기술을 구비하는 에너지 제어 시스템 및 방법으로 권리화를 시도해 볼 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract The demand for natural gas, which is considered an environmentally friendly energy source, is increasing, and at the same time, the market share of large pipelines for natural gas supply is increasing continuously. On the other hand, the corrosion of such large pipelines reduces the efficiency of natural gas transportation. Therefore, this study aims to establish a strategy for securing the patent rights of related technologies through quantitative analysis of patents on energy-independent high-efficiency corrosion prevention technology for large-scale pipelines for natural gas supply. In this patent technology trend study, Korean, US, Japanese, and European patents filed, published, and registered by June 2018 were analyzed, and a technical classification system and classification criteria were prepared through expert discussion. To use fuel cells as an external power source to prevent the corrosion of natural gas large-scale pipelines, it is believed that rights can be claimed using an energy control system and methods having 1) branch structures of pipeline and facility designs (decompressor/compressor/heat exchanger) and 2) decompression/preheating and pressurization/cooling technology of high pressure natural gas.

Keywords : Patent Data Analysis, Energy System Technology, Corrosion Control, Natural Gas, Pipeline

본 논문은 한국건설기술연구원 주요사업 연구과제로 수행되었음(20190129-001, 20190158-001).

*Corresponding Author : Sanghoon Ji(Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology)
email:sanghoonji@kict.re.kr

Received October 4, 2019

Revised November 12, 2019

Accepted December 6, 2019

Published December 31, 2019

1. 서론

배기가스 감축 등에 대한 정부 규제의 확대, 셰일가스 합성 천연가스의 개발, 산업 용도의 수요 증가 등으로 인해 천연가스의 시장규모는 2022년 4조 입방미터를 넘어 서고, 2023년까지 연평균 1.6% 성장할 것으로 예상되고 있다[1]. 국제적 천연가스 거래는 2017년 1.2 Tcm 규모이며 파이프라인 거래는 전체 거래의 약 70%를 차지하고 있다[2, 3]. 국제에너지기구는 2019년 6월 수소 동향 평가 보고서를 통해 친환경 수소공급 촉진을 위한 천연 가스 파이프라인 공급의 중요성을 명시하였고[4], 이와 동시에 천연가스 공급용 파이프라인의 시장 규모 또한 급증하고 있다. 천연가스는 수송 이슈로 인해 생산된 가스를 구매할 시장이나 파이프라인, 발전소 등의 인프라가 근거리에서 위치할 필요가 있다. 2010년 기준으로 전 세계에 걸쳐 아직 발견되지 않은 가스 매장량은 120 Tcm 으로 추산되며 이 중 약 85 Tcm 은 파이프라인이나 수로 처로부터 멀리 떨어져 있어서 경제성이 충분히 높은 천연가스의 생산이 어려운 한계 가스전에 매장되어 있는 것으로 예측된다. 이러한 지리적 한계로 인해 러시아와 알제리 등 일부 국가에서만 파이프 천연가스 사업이 이루어지고 있는 실정이다. 국내에서 주로 개발하고 있는 기술은 인프라 핵심기술 보다는 응용 요소기술이 주를 이루고 있고, 선박, 파이프라인 설치, 플랜트 기술과 더불어 정보통신, 모니터링, 배치, 관측, 설치, 전기전자제어 등에 강점을 가지고 있으며, 이러한 관련 기술들을 활용하여 '천연가스 공급용 대규모 파이프라인을 위한 에너지 자립형 고효율 부식방지 기술'의 개발에 있어서 우위를 점할 수 있을 것으로 예상된다.

본 특허기술동향조사는 '천연가스 공급용 대규모 파이프라인을 위한 에너지 자립형 고효율 부식방지 기술'에 대한 특허 정량분석을 통해 특허 데이터에 대한 객관적인 의미와 R&D 방향을 제시하며 나아가 지식재산권 확보 전략을 구축하는데 목적을 두고자 한다.

2. 본론

2.1 분석 범위

본 특허기술동향조사는 2018년 6월까지 출원 공개 및 등록된 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO) 및 유럽(EPO)의 특허를 대상으로 분석하였다. 본 조사는 WIPSON 검색 데이터베이스를 주요하게 사용하여 특허

검색을 실시하고, 해당기술에 대해 유럽 내 특정 국가에서 원천 및 선두 기술을 보유하고 있는 것으로 판단되는 경우, 유럽 내 해당 국가 특허청 검색을 실시하였다.

2.2 분석대상 특허 검색 데이터베이스 및 검색범위

2.2.1 기술분류체계 및 분류기준

본 특허기술동향조사에서는 기술경영, 기계/에너지 분야 등 다양한 관련 분야 전문 연구진들과의 논의를 거쳐 확정된 중분류 및 소분류 기술 체계를 마련하였다. 이를 기준으로 정량분석 및 지표분석을 실시하였으며, 선정된 기술범위는 Table 1과 같다.

첫 번째, 외부전원을 활용한 부식방지 기술(AAA)의 기술범위는 천연가스 파이프, 부식, 동력원을 핵심 키워드로 '다양한 종류의 동력원을 이용한 음극방식 부식방지 기술'로 한정되었다. 두 번째, 천연가스를 수소급 연료로 사용하는 연료전지 (이하 천연가스 연료전지)를 위한 연료공급 기술(AAB)의 기술범위는 고압 천연가스, 공급, 연료전지를 핵심 키워드로 '연료전지에 고압 천연가스를 공급하는 공급 기술'로 한정되었다. 세 번째, 고압천연가스의 감압을 위한 예열 기술(ABA)의 기술범위는 고압 천연가스, 분기, 예열을 핵심 키워드로 '고압의 천연가스를 감압하고 예열하는 기술'로 한정되었다. 압축기 스테이션

Table 1. Technology classification

Category	Division	Section	Definition
Development of energy independent, high efficiency corrosion control technology for large-scale pipelines delivering natural gas	Next-generation power technology for corrosion control (AA)	Corrosion control technology using external power systems (AAA)	Cathodic corrosion control technology using various kinds of power sources
		Fuel supply technology for fuel cells using natural gas (AAB)	Technology for supplying natural gas to fuel cells
	Energy control technology for transport of high pressure natural gas (AB)	Preheating technology for high pressure natural gas (ABA)	Technology to decompress and preheat high pressure natural gas
		Heat exchange technology for compressor station cooling (ABB)	Cooling of temperature elevated natural gas in compression units

Table 2. Patent selection results

Category	Division	Section	Core Data				
			KIPO	USPTO	JPO	EPO	Total
A	AA	AAA	66	43	77	4	270
		AAB	33	26	41	5	105
	Total		99	69	118	9	295
	AB	ABA	25	23	24	11	83
		ABB	25	37	18	12	92
	Total		50	60	42	23	175
Total			149	129	160	32	470

을 통해 가압되는 천연가스의 냉각을 위한 열교환 기술(ABB)의 기술범위는 천연가스 가압, 압축기 스테이션, 냉각을 핵심 키워드로 '압축 장치에서 승온된 유체를 냉각하는 기술'로 한정되었다.

2.2.2 유효특허 선별 기준 및 결과

본 특허기술동향조사의 각 기술분류별 특허검색을 위한 핵심 키워드는 예비타당성조사 대상 사업에서 제출한 기획내용을 기준으로 전담기관과의 논의를 거쳐 도출하였으며, 도출한 키워드를 조합하여 각 소분류 기술별 검색식을 작성하였다. 최종 검색식을 검색 데이터베이스에 적용하여 얻은 원본데이터의 건수는 한국 1,262건, 미국 1,736건, 일본 2,262건 및 유럽 622건으로 총 5,882건으로 검색되었다. 도출된 키워드와 검색식을 적용하여 얻은 원본데이터에서 본 특허기술동향조사의 대상이 되는 기술과 무관한 내용의 특허는 분석에서 제외하기 위해 노이즈 제거 및 중복 건 기준 설정을 위한 전문가 논의를 거쳤다. 이를 기준으로 Table 2 에서 보는 바와 같이 각 소분류별 국가별 유효특허를 추출하였으며 추출한 전체 검색결과에서 총 470건의 유효데이터를 대상으로 정량 분석을 진행하였다.

3. 연구결과 및 고찰

3.1 특허기술동향 분석

3.1.1 주요 국가별 연도별 출원동향

특허기술동향 분석은 특허기술 분야와 주요 출원인 분석, 세부기술별 분야로 나누어 분석하였다. Fig. 1에서 가로축은 출원연도를, 세로축은 출원건수를 나타낸다. 전체 검색결과에서 노이즈 및 중복 건을 제외한 총 470건의 전체 연도별 출원동향을 살펴보면, 출원건수가 점진적

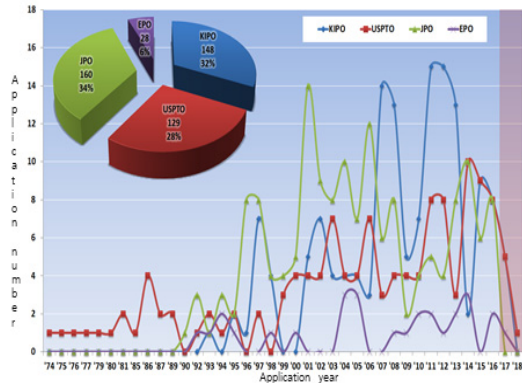


Fig. 1. Analysis of KIPO, USPTO, JPO and EPO data (years)

으로 증가하는 경향을 보이다가 2000년대 이후부터 출원건수가 급격히 증가하였다. 특히, 2000년대 중반 이후 미국 셰일 가스 생산의 급격한 증가는 천연가스 의 효율적 이송과 관련된 출원건수의 급격한 요인일 것으로 고려된다[5]. 2010년부터 2016년까지 꾸준히 다수의 출원이 이루어졌고 상대적으로 최근 연도(2017년)에는 적은 출원건수가 나타났다. 여기에서, 최근의 관련 특허출원건수의 감소는 세계 천연가스 수요의 증가 경향을 고려했을 때 기술 성숙도의 향상에 따른 것으로 고려된다[2]. 한국은 전체 출원의 약 32%를 차지하고 있으며 1990년대 말부터 출원건수가 증가하고, 2007년~2008년, 2011년~2013년에 출원건수가 증가함을 확인하였다. 미국은 전체 출원의 약 28%를 차지하고 있으며 2000년 이후 출원건수가 꾸준히 유지되는 경향을 보였다. 또한, 일본은 전체 출원의 약 34%를 차지하고 있으며 2000년대에 다수의 출원건수가 나타나며, 2010년대 이후에도 출원건수가 꾸준히 유지되었다. 유럽은 전체 출원의 약 6%를 차지하고 있으며 소수의 출원으로 유지되는 경향을 보였다.

3.1.2 특허기술 성장단계

Fig. 2 에서 보는 바와 같이 전체 출원 중 최근의 출원동향을 5개 구간으로 나누어 기술의 위치를 살펴보면, 출원건수가 지속적으로 증가하는 경향을 나타내고 있다. Fig. 2 에서 가로축은 출원인수를, 세로축은 출원건수를 나타낸다. 특히 2000년대에 들어서며 출원건수가 대폭 증가하는 경향을 나타냄으로써, 전체적으로 성장기에 해당하는 기술로 분석된다. 최근의 출원 동향을 5개 구간으로 나누어 기술의 위치를 살펴보면, 한국은 5구간(2012~2016)을 제외하고는 매 구간별 출원인수 및 출원건수가 지속적으로 증가하는 성장기에 해당됨을 알 수

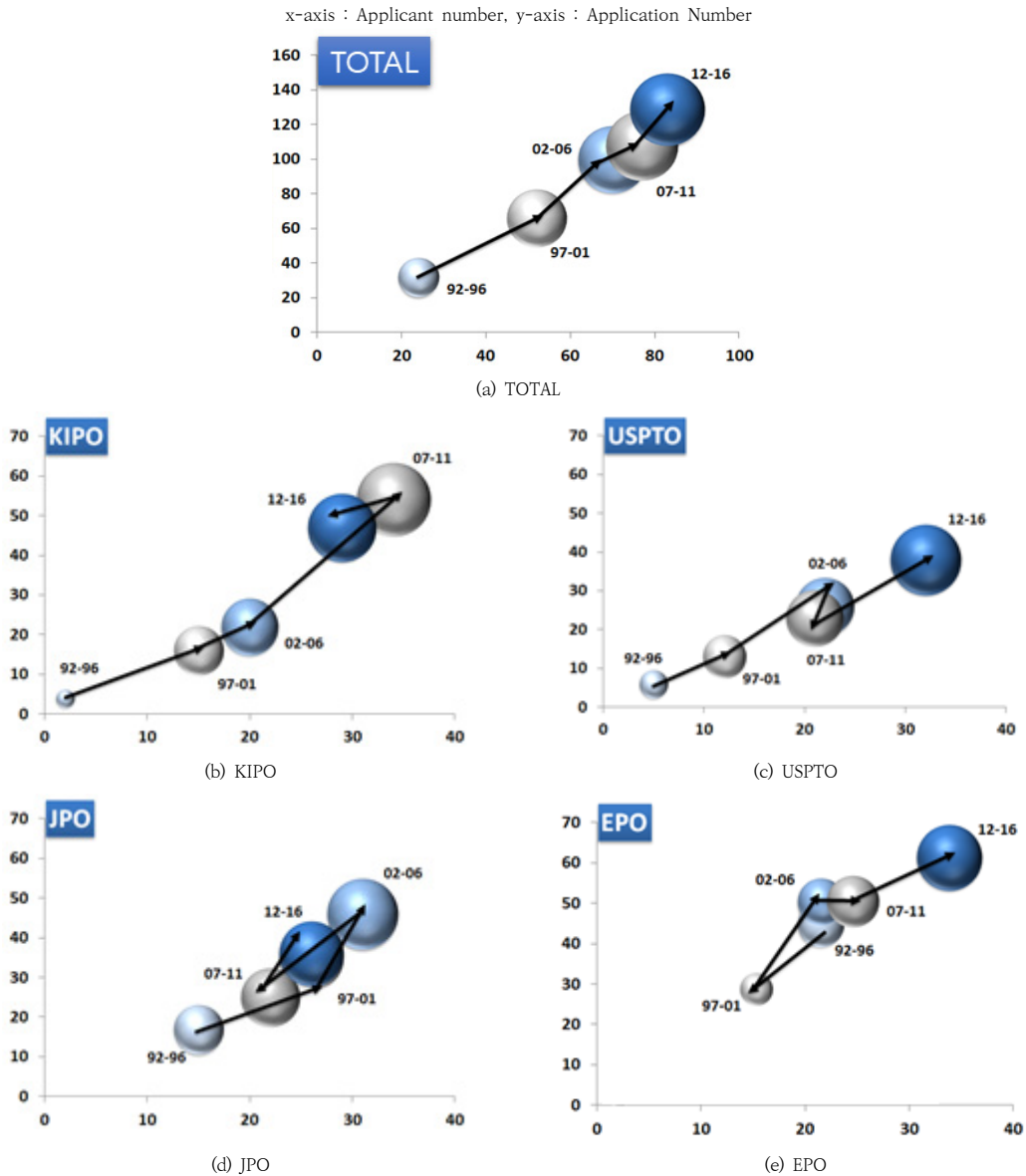


Fig. 2. Patent technology growth stage
(a) Total (b) KIPO (c) USPTO (d) JPO (e) EPO

있다. 미국은 4구간(2007년~2011년)에 출원인수 및 출원건수가 소폭 감소하였을 뿐 지속적인 성장기에 해당되며, 일본은 3구간(2002년~2006년)에 다수의 출원인수 및 출원건수가 나타난 후, 4구간(2007년~2011년)에 출원인수 및 출원건수가 감소하였다가 다시 증가하는 경향을 나타내며, 유럽은 출원인수 및 출원건수가 전체적으로 많지 않은 가운데, 지속적인 성장기에 해당되는 것으로 분석된다.

3.2 주요 출원인 분석

3.2.1 주요 출원인 현황

주요출원인 중 가장 많은 건수를 나타내고 있는 기업들을 추출한 결과, SHINKO ELECTRIC IND가 전체 다출원인 1위(10건)로 나타나고, NAKABO TEKKOSHO, FUJITSU, CARRIER, 두산중공업이 2위(8건)으로 나타나며, 그 뒤로, ARAMCO SERVICES, AIR LIQUIDE,

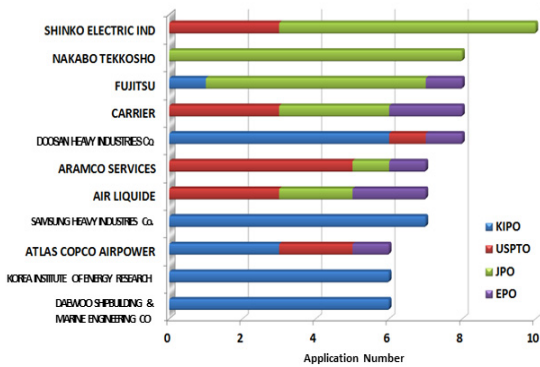


Fig. 3. Number of applications by major applicant country by major applicant

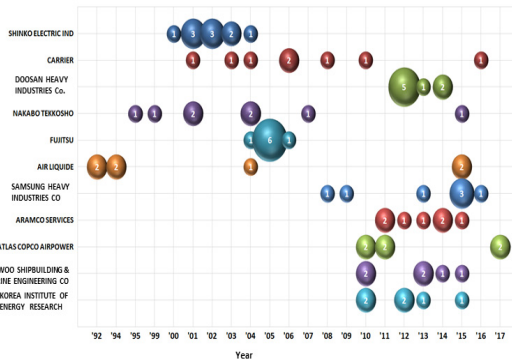


Fig. 4. Number of applications by major applicant (years)

삼성중공업, ATLAS COPCO AIRPOWER, 한국에너지기술연구원, 대우조선해양 순으로 나타났다. 주요출원인 Top10 은 독보적인 출원건수를 나타내는 기업은 없는 것으로 파악되며, 골고루 소량의 출원건수를 나타내는 것으로 분석되었다.

3.2.2 주요 출원인 출원동향

Fig. 3과 Fig. 4에서 보는 바와 같이 SHINKO ELECTRIC IND, FUJITSU와 같은 일본 기업은 2000년 대 중반까지 다수의 특허출원을 하다가 최근에는 관련 특허출원이 미미한 것으로 나타났다. 최근에는, 두산중공업, 삼성중공업, 대우조선해양과 같은 한국기업을 중심으로 특허출원 건수가 꾸준히 나타나고 있는 것으로 나타난다.

3.3 세부기술별 특허동향

전체 기술별 연도별 출원동향을 Fig. 5에서 살펴보면,

외부전원을 활용한 부식방지 기술(AAA) 관련 출원은 2001년, 2008년, 2011년에 최다 특허출원 건수를 나타내며, 1990년대 후반부터 꾸준한 출원 경향을 보였다. 천연가스 연료전지를 위한 연료공급 기술(AAB) 관련 출원의 경우, 1990년대 후반부터 꾸준한 출원 경향을 나타내며, 2006년에 최다 특허출원 건수를 나타낸다. 고압 천연가스의 감압을 위한 예열/열교환 기술(ABA) 관련 출원의 경우, 2007년에 최다 특허출원 건수를 나타내며, 소수의 특허출원 건수가 꾸준히 나타난다. 압축기 스테이션 냉각을 위한 열교환 기술(ABB) 관련 출원의 경우, 2011년에 최다 특허출원 건수를 나타내며, 소수의 특허출원 건수가 꾸준히 나타난다. Fig. 6에서 각 기술별 다출원인 현황을 살펴보면, 외부전원을 활용한 부식방지 기술(AAA) 관련 출원은 NAKABO TEKKOSHO사가, 천연가스 연료전지를 위한 연료공급 기술(AAB) 관련 출원은 SHINKO ELECTRIC IND사가, 고압 천연가스 감압

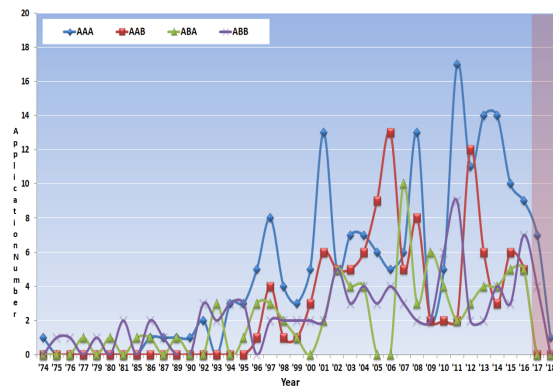


Fig. 5. Number of applications by category (years)

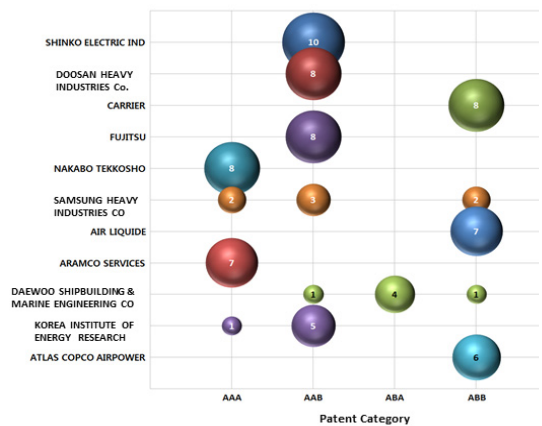


Fig. 6. Number of multi applications by major applicant

을 위한 예열/열교환 기술(ABA) 관련 출원은 한국가스공사, 대우조선해양이, 압축기 스테이션 냉각을 위한 열교환 기술(ABB) 관련 출원은 CARRIER사가 주도하는 것으로 나타난다.

3.4 세부기술별 개발방향 제시

본 연구에서는 천연가스 공급용 대규모 파이프라인의 부식방지에 이용되는 외부전원으로 연료전지를 활용하기 위한 관련 기술을 특허동향조사를 통해 살펴보았다. 세부 기술을 살펴보면 아래와 같다. 첫 번째, 외부전원을 활용한 부식방지 기술 분야에서는 외부전원으로 연료전지를 이용하는 기술 그리고 파이프라인을 통해 흐르는 천연가스를 바로 연료전지의 발전 연료로 사용하는 기술은 검색되지 않는다. 이와 관련하여, 연료전지를 외부전원으로 사용하면 높은 빈도로 기존에 사용되는 열기관에 비해 높은 연료-전기 변환 효율을 가지기 때문에 (최소 10% 이상) 상대적으로 낮은 운영비용을 보일 수 있을 것으로 기대된다[6]. 두 번째, 천연가스 연료전지를 위한 연료 공급에 있어서 천연가스 파이프라인 분기 구조 제작 기술에 관해서는 검색되지 않는다. 이와 관련하여, 천연가스를 연료로 이용하는 연료전지에 천연가스를 바로 공급하기 위한 방안으로 기존의 hot tapping 기술이 응용될 수 있을 것으로 기대된다[7]. 세 번째, 고압 천연가스 감압에 의한 냉각 방지를 위한 연료전지 기반 예열 기술에서는 파이프라인의 분기 구조, 열교환기의 구체적인 구성은 검색되지 않는다. 이와 관련하여, 연료전지의 폐열을 이용하여 감압 시 발생하는 냉각효과로부터 파이프라인 부품의 파괴를 막는 개념이 응용될 수 있을 것으로 보인다[8]. 네 번째, 압축기 스테이션을 통해 배출되는 가압 천연가스의 냉각을 위한 연료전지 기반 열교환 기술에서는 열교환기, 라디에이터 등의 구체적인 구조, 파이프라인의 분기 구조는 검색되지 않는다. 이와 관련하여, 가압 천연가스로부터 발생하는 열에너지를 연료전지 시스템의 시동/정지 사이클 성능을 향상시키기 위한 열로 사용할 경우 승압 천연가스의 열관리 비용을 줄일 수 있을 것으로 기대된다[9].

4. 결론

본 특허기술동향조사의 정량적 분석결과로부터 천연가스 공급용 대규모 파이프라인의 부식방지를 위한 외부전원으로 연료전지 시스템을 이용하기 위해 고압 천연가

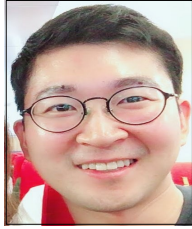
스 파이프라인의 분기 구조와 감압/압기/열교환 설비 설계를 통해 천연가스 감압/예열 그리고 가압/냉각 기술을 동시에 구비하는 고압 천연가스의 활용을 위한 에너지 제어 시스템 및 방법으로 출원하여 권리화를 시도해 볼 수 있을 것으로 판단된다.

References

- [1] Korea Petroleum Association Future Strategy Team, IEA midterm gas demand prospect-2018~2023, Technical Report, Korea Petroleum Association, pp.1-8.
- [2] IEA, Natural Gas Information 2018, Technical Report, pp.2-8.
- [3] S. R. Lee, N. J. No, Korea Energy Economics Institute, A Study on Strengthening Natural Gas Industry Competitiveness in Response to Structural Changes in the Global Natural Gas Market, Technical Report, pp.5-23.
- [4] IEA, The Future of Hydrogen 2019, Technical Report, pp.1-2.
- [5] Z Wang and A Krupnick, US Shale Gas Development 2013, Technical Report, pp.1-2.
- [6] G. Brunaccini, M. Ferraro, G. Squadrito, L. Di Giovanni, V. Antonucci, "SOFC's Anode Protection by Bias Current Application: First Experimental Results on a Short Stack", *Journal of the Korean Ceramic Society*, Vol.17, No.5, pp.716-722, Aug. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1002/fuce.201600213>
- [7] J. A. McElligott, J. Delanty, B. Delanty, "Use of Hot Taps for Gas Pipelines Can Be Expanded", *Oil and Gas Journal*, Vol.96, No.48, pp.66, Nov. 1998.
- [8] T. Lee, J. H. Choi, T. S. Park, K. B. Yoo, and Y. S. Yoo, "Development of kW Class SOFC Systems for Combined Heat and Power Units at KEPRI", *Journal of the Korean Ceramic Society*, Vol.45, No.12, pp.772-776, Oct. 2008. DOI: <https://doi.org/10.4191/kcers.2008.45.1.772>
- [9] R. Beith, Small and Micro Combined Heat and Power (CHP) Systems, p.560, Woodhead Publishing, 2011, pp.250-251.

이 종 원(Jong-Won Lee)

[정회원]



- 2012년 2월 : 한양대학교 공과대학 건축공학과 (공학사)
- 2014년 8월 : University of Southern California School of Public Policy, Urban Planning (도시계획석사)
- 2019년 2월 ~ 현재 : 한양대학교 공과대학원 건축공학과 (박사과정)
- 2016년 11월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 전임연구원

<관심분야>

기술경영정책, 건물에너지, 건축물 빅데이터, 건설정보관리

지 상 훈(Sanghoon Ji)

[정회원]



- 2007년 8월 : 서울과학기술대학교 자동차공학과 (공학사)
- 2015년 8월 : 서울대학교 지능형 융합시스템학과 (공학박사)
- 2015년 8월 ~ 2016년 12월 : 한국과학기술원 응용과학연구소 연수연구원
- 2017년 1월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 수석연구원

<관심분야>

연료전지 재료/시스템, 수소에너지 인프라