

국제특허분류에 의한 정삼투막 기술의 현황과 전망

임은정 · 김성현[†] · 김상곤

고려대학교 화공생명공학과
136-709 서울시 성북구 안암동 5가 1
(2012년 5월 28일 접수, 2012년 7월 24일 채택)

Analysis of Forward Osmosis Membrane Technology Using International Patent Classification

Eun Jung Im, Sung Hyun Kim[†] and Sang Gon Kim

Department of Chemical and Biological Engineering, Korea University, 1 Anam-dong 5, Seongbuk-gu, Seoul 136-709, Korea
(Received 28 May 2012; accepted 24 July 2012)

요 약

연구개발은 더욱 다양한 형태를 보이고, 결과물도 급격한 증가 추세에 있으며 기술경쟁은 점차 심화되고 있다. 본 연구는 빠르게 변하고 있는 연구개발의 향상을 위한 필요성과 연구생산성 도출을 위한 대안을 제시하는데 목적이 있다. 이를 위해 특허와 논문분석이라는 두 가지 기법을 활용하여 정삼투막 기술 분석을 하였다. 지금까지 출원된 기술에 대한 객관적이고 광범위한 정보를 포함하고 있는 특허데이터를 정량적으로 분석하여 정삼투막에 대한 기술적 예측에 필요한 특허분석 방법을 제안한다. 1990~2011년 동안의 한국, 미국, 일본, 중국 및 유럽에서 출원된 특허에 대하여 출원국별, 출원인별, 연도별, 세부기술 분야로 분류하여 비교함으로써 기술개발 현황을 분석하였다.

Abstract – Research and development is entering on more complicated aspect gradually and tends to increase sharply in a quantitative manner. Technology competition is getting higher. This study intends to raise recognition of a necessity of productivity in a rapidly-changing research and development field and to suggest alternatives for improving its research productivity. For it, the research productivity was analyzed by utilizing two processes of patent and paper analysis. In this paper, we propose a patent analysis method for technology forecasting of the Forward Osmosis Membrane using objective patent data. The application status of patents showed a tendency to increase slightly. The current of FOM technology development in such countries as Korea, USA, Japan, China and EU was analyzed by classifying the patents for 1990 through 2011 according to registration country, assignee, calendar year and technology area.

Key words: Forward Osmosis Membrane (FOM), International Patent Classification (IPC), Patents-Map (PM)

1. 서 론

고유가 등 원자재 값 상승으로 산업분야의 성장과 수익, 안정성 지표가 모두 악화되고 있다. 이에 에너지 수급문제를 해결하기 위한 방안으로 저소비 고효율의 대체에너지 연구가 각 분야에서 활발히 진행되고 있다.

특히 정삼투막 분야는 선도형 기술로 국가 경쟁력 강화에 큰 역할을 할 것이며, 역삼투막 보다 효과적인 대체공정의 역할을 할 것으로 예상된다[1]. 삼투현상은 서로 다른 화학적 포텐셜(chemical potential)을 갖는 용액과 반투과성 막이 존재할 때, 반투과성 막을 통해 높은 화학적 포텐셜을 갖는 용액이 그보다 낮은 쪽으로 이동하는 현상을 말한다[2,3].

본 논문에서는 다양한 분야에서 진행되고 있는 삼투현상을 이용한 기술의 정량, 정성분석을 통하여 기술발전가능성과 산업측면에

서의 효율성을 재고하고자 한다. 특히 수자원 확보 분야의 정삼투 공정 은 외부동력이 존재하지 않기 때문에 강제적인 물의 이동이 어렵고 구동력을 제공하는 유도용액에 대한 연구가 수행되어왔다[4-7]. 정삼투법 공정은 투과수 측의 염농도를 해수의 염 농도보다 높여, 외부 압력 없이도 담수화가 가능하다. 이론적인 회수율은 80% 이상이고, 막 오염 측면에서나 에너지 효율 측면에서 장점이 기대되는 공정이기 때문에 향후 많은 연구가 요구되는 분야이다[8].

정삼투법을 이용한 정삼투막 관련 연구동향 파악을 위하여 특허출원과 논문발표 등의 연구결과 데이터를 분석하여 정삼투막 분야의 연구방향을 모색하고자 한다. 미국, 일본, 유럽과 최근 급성장하고 있는 중국특허를 국내 특허와 비교 분석함으로써 국내 정삼투막 기술현황도 제시하였다.

특허정보에는 최신기술에 관한 구체적인 내용이 기재되어 있고 다양한 분야의 기술정보획득이 가능하며 특허정보의 양식이 표준화되어 있기 때문에 정보적인 가치가 뛰어나고 활용이 용이한 것으로 평가되고 있다. 또한 대부분의 국가에서 조기공개제도를 가지고 있

[†]To whom correspondence should be addressed.
E-mail: kimsh@korea.ac.kr

어 기술수준과 기술개발의 방향을 조기에 파악할 수 있다. 주기적인 공보로 발행되기 때문에 정보의 수집이나 조사가 용이하고 데이터베이스의 구축이 잘되어 있어서 이용이 편리하다[9].

2. 연구 방법

2-1. 기술원리

담수화 기술 분야에 적용되어 연구가 진행되어 온 역삼투 방식은 에너지 소모가 많고 회수율이 절반 정도로 효율성이 낮은 단점이 있다. 최근 들어 역삼투 공정을 대체할 기술로 낮은 에너지를 사용하는 정삼투막 공정이 부각되고 있다. 정삼투 공정은 유도용질을 분리막 반대쪽에 주입하여 삼투현상으로 해수 내의 물이 고농도 용액 쪽으로 투과되는 현상을 이용하는 담수화 방식이다. 역삼투 공정와 고압펌프를 이용한 압력 발생과 달리 삼투현상을 이용하기 때문에 공정에 필요한 에너지 소모를 최소화할 수 있다[10].

2-2. 특허분석 기법

특허는 발명의 내용을 일반공중에게 공개하는 것을 조건으로 일정한 독점적 권리를 부여하고 법적으로 보호하는 것이다. 발명의 신규성과 진보성, 그리고 산업상 이용 가능성이 있어야만 특허등록을 받을 수 있다. 출원한 기술의 도면과 기술 설명으로 이루어지며, 출원번호, 공개번호, 등록번호 등 해당특허를 표시하는 번호와 출원, 공개, 등록날짜 등 시간을 나타내는 숫자가 포함되어 있다. 유사 특허는 현재 기술의 발전정도를 이해할 수 있는 중요한 정보로 이용되고 있다[11].

국가(Country), 출원번호(Application Number), 출원인(Applicant), 발명자(Inventor), 국제특허분류(IPC; International Patent Classification), 우선권번호(Priority Number) 등에 따른 통계분석자료를 이용하여 특정기술의 발전정도를 한 눈에 파악할 수 있다. 국가별, 연도별 분야별 건수분석을 통한 양적인 측면의 분석지표와 질적인 수준을 측정하는 인용관계 지표로 구분할 수 있다. 특허분석지표에는 특허건수, 특허인용지수, 기술영향력지수(CII: Current Impact Index), 기술력지수(TS: Technology Strength), 과학기술연계지수(SL: Science Linkage) 등이 있다.

특허맵(Patents-Map) 검색대상은 한국(KR; Republic of Korea), 미국(US; United States of America), 일본(JP; Japan), 중국(CN; China), 유럽(EP; European Patent)에서 출원된 특허기술이다. 획득된 특허기술을 추출하여 연도별, 기술별, 출원인별 정량분석과 세부기술의 특성과 발전정도를 측정하기 위하여 정성분석을 실시하였다.

일본, 중국, 유럽특허는 영문요약부분의 기술설명을 중심으로 검색되었다. 미국특허는 등록(Granted)될 때만 공개(Applications)되는 미국등록특허 제도를 운영하다가 2001년 3월 이후에는 특허가 등록되기 전, 출원인의 의사에 따라 일정 기간의 경과 후 공개 가능한 출원 공개 제도를 시행하고 있어, 본 논문에서는 미국등록특허와 공개특허를 모두 분석 대상에 포함하였다. 일본특허는 공개특허 외에 해외에서 또는 PCT로 출원되어 일본에서 공개된 일본공표특허와 일본을 지정국으로 하고, 일본에서 PCT 출원을 하여 공개된 특허가 있으나 데이터의 중복과 검색의 어려움으로 일본 출원특허만을 포함시켰다. 유럽특허는 EP-A (Applications)와 EP-B (Granted)로 구분된다. 유럽특허조약에 의해 1977년부터 시행되었으며 특허출원부터 심사까지 유럽특허청에서 통일되게 관리되고 있다. EP 출원

Table 1. Search area of patent on KR, US, JP and CN

Country	Informer	Search area
KR		Abstract, Claim 1
US		Front page, Exemplary Claim
JP	WIPS	PAJ (Patent Abstract of Japan)
CN		Abstract
EP		Front page, Claim 1

후 심사를 받고 등록되면, 출원 시에 지정한 유럽연합 국가 및 기타 국가에서 심사를 받지 않고 특허를 받을 정도로 신뢰도가 높은 기술이라 할 수 있다. 유럽특허 중 공고기호 A1로 표시된 공개특허만 분석대상으로 하였다.

그리고 국제특허자료센터(INPADOC; International Patent Documentation Center)에 의해서 제공되는 60여개 국가 및 특허기관에서 허용되는 특허도 국가별 국제출원 분포를 파악하기 위하여 분석대상으로 하였다.

정삼투막 관련 특허 분석 자료는 한국(<http://search.wips.co.kr/>), 일본(<http://www.jpogo.jp/>), 중국(<http://search.wips.co.kr/>), 미국 등록, 공개특허(<http://www.uspto.gov/>), 유럽(<http://www.epo.org/>)의 검색사이트와 특허 DB 정보를 활용하여 관련 특허를 다운로드 받아 필터링한 자료를 정량화하였다. 정삼투막관련 연구분야는 해수 담수화와 폐수처리 등의 수처리분야와 전자기기분야 등 다양한 분야에 적용되고 있다. 본 논문에서는 정삼투막의 원리를 이용한 다양한 분야의 기술 중 정삼투막을 활용하여 출원한 특허를 검색 대상으로 하였다. 정삼투막과 유사한 원리를 이용한 특허라도 정삼투막(Forward Osmosis Membrane)이라는 용어를 사용하지 않은 특허는 제외되었다. Forward Osmosis Membrane란 용어가 인접하지 않은 기술은 일부 포함하였다. 각국의 특허검색범위는 Table 1과 같다.

분석대상 기간으로는 1990년부터 2011년까지의 출원, 등록된 특허를 검색 대상으로 하였다. 특허 출원 후 1년 6개월 이후에 공개되는 특허제도 방식으로 인하여 2009년 이후에는 미공개 특허가 존재하므로 데이터 신뢰기간은 2008년까지라고 볼 수 있다[12,13]. 양적인 통계를 의미하는 정량분석과 각 특허가 갖는 기술적인 내용을 의미하는 정성분석으로 나누어 분석하였으며, 정량분석 방법은 특허를 출원연도별, 국가별, 기술별 및 출원인별로 분류하여 각 부문별 특허건수 및 증가율 등으로 구분하여 분석을 수행하였다. 정성분석 방법으로는 연구 분야에 대한 기술의 흐름을 파악하고, 핵심 특허는 별도로 심층적인 권리분석을 수행하여 권리범위 현황 파악 및 이를 통해 공백기술을 도출하거나 기술흐름도 파악으로 현황분석 방법 등을 이용하였다[14-16]. 그리고 특허활동지수(Activity Index: AI)는 상대적 집중도를 살펴보기 위한 지표로서, 그 값이 1보다 큰 경우에는 상대적 특허활동이 활발함을 나타내며 구하는 방법은 아래 식과 같다.

$$AI_{ij} = \frac{N_{ij} / \sum_{j=1} N_{ij}}{\sum_{i=1} N_{ij} / \sum_{i=1, j=1} N_{ij}}$$

2-3. 특허기술 분류

선진국에서는 이전부터 많은 관심을 가지고 전략적으로 특허를 활용하여 왔지만, 우리나라의 경우 1990년대부터 특허의 중요성이

Table 2. Section of International Patent Classification

IPC	Item
A	Human necessities
B	Performing Operations Transporting
C	Chemistry, Metallurgy
D	Textiles, Paper
E	Fixed constructions
F	Mechanical engineering Lighting, Heating, Weapons, Blasting
G	Physics
H	Electricity

대기업을 중심으로 인식되어 20년간 지속적인 성장이 이루어졌다. 또한 2000년 이후 국가차원에서 기술이전, 사업화 촉진계획을 수립하여 기술이전, 사업화 기반확충 등에 역점을 두기 시작하면서 대학 및 연구소의 기술을 활용하기 위한 정책이 시행되고 있다[10,17-19].

정삼투막의 원리를 이용한 연구 분야는 크게 수처리, 전자기기 등의 여러분야로 분류된다. IPC(국제특허분류)에 대한 분야별 기술설명을 Table 2로 나타내었다.

IPC는 국제적으로 통일된 특허문헌의 분류체계로 특허문헌에 대해 국제적으로 통일된 분류를 하고 검색을 할 수 있도록 1954년 유럽조약의 규정에 의해 만들어 졌다. 이후 1971년 Strasbourg 조약이 체결되어 IPC를 이용하여 외국특허문헌의 원활한 이용과 검색이 가능하게 되었다. 특허기술분야의 동향조사와 권리분석조사를 위한 기준자료로 활용되고 있다.

IPC의 구성은 기술전체를 8개의 섹션(Section)으로 나누어 알파벳 A~H로 표시하고 있다. A섹션은 생활필수품, B는 처리조작, 운수, C섹션은 화학, 야금 D는 섬유, 지류, E는 고정구조물, F섹션은 기계공학, 조명, 가열, 무기, 폭발, G섹션은 물리학, H는 전기분야의 특허를 의미한다. 정삼투막 기술을 정량분석을 한 후, 이를 제조 기술과 시스템으로 분류(Table 3)하고 대체에너지 분야 중 최근 연구가 시작단계에 있는 해양염분차 이용기술 중 발전기술인 RED(역전기투석; reverse electrodialysis)과 PRO(압력지연삼투: pressure retarded osmosis)기술, 해양담수, 고농축 기술인 CDI(축전식 탈염 기술; Capacitive Deionization), MD(막 증발법; Membrane Distillation)으로 분류하여 정성분석 하였다. 기술별 IPC를 분류하면 습식법에 의한 고체와 고체의 분리기술분야인 B01D와 물, 폐수, 하수 또는 슬러지의 처리(물질에서 화학적인 변화에 영향을 줌으로써 무해하거나 덜 유해한 해로운 화학물질을 만들기 위한 처리) 기술분야인 C02F로 분류된다.

특히 염분농도 차를 이용하여 전기를 생산하는 기술인 농도차(염분차, 염도차) 발전은 불규칙한 풍력과 낮에만 가동되는 태양에너지 등의 에너지원과 비교할 때 언제라도 발전이 가능하다는 장점이 있다. 풍력, 파력, 양열 에너지와 달리 삼투압 발전소의 장점은 어떠한 기상조건에서도 전력생산이 가능하다는 것이다. 염분차 발전기술을 이용한 PRO, RED 기법을 A-1으로, 해수담수, 고농축기술인

CDI, MD 기술을 A-2로 분류하여 특허활동지수 기법으로 기술별 상대적 특허활동분석을 하였다.

3. 거시적 동향 분석

3-1. 주요국가의 특허동향

정삼투막 특허분석 결과, 주요 국가별 특허건수는 Table 4와 같다. 국가별 특허분포를 보면 미국(공개, 등록)이 가장 많은 출원을 하고 있으며 중국이 그 다음으로 다수의 특허를 출원하였다. 유럽은 다른 국가에 비하여 상대적으로 적은 출원건수를 나타내고 있다.

유럽특허(EP)는 지역특허제도로 근접한 지역 내의 국가끼리 조약을 체결하여 가입한 국가끼리 인정해 주는 제도로 출원 시 중요한 특허에 대하여 유럽지역 출원을 목적으로 하고 있다. 비교적 중요한 특허만 출원하기 때문에 유럽 특허는 기술적 가치가 높다[14].

미국등록특허는 1990년 중반에 특허출원이 시작되어 2000년 중반까지 한 두건씩 출원되다가 2005년부터 증가하는 추세를 보이고 있다. 이에 비해 미국등록특허는 2000년 중반부터 2011년까지 지속적으로 출원되고 있음을 알 수 있다. 한국은 2009년부터 2011년 최근까지 급격히 증가하는 경향을 보이고 있다. 중국은 2000년 중반과 후반에 출원건수가 급증하는 분포를 보이고 있다. 일본은 2000년 중반부터 증가추세를 나타내고 있다.

각국의 공개(한국, 일본, 유럽) 및 등록(미국) 특허의 누적건수는 2009년에 와서야 비로소 전체 누적건수의 50%를 넘고 있다. 이는 2000년 후반에 정삼투막 관련 연구가 적극적으로 이루어지고 있음을 알 수 있다. 이는 낮은 회수율과 에너지 효율이 크지 않은 역삼투 방식의 해수담수화 기술의 대체 기술로 에너지 소모를 최소화할 수 있는 정삼투 방식에 관심도가 높아지고 있기 때문인 것으로 파악된다. 그리고 Table 5는 기술A-1과 A-2의 분포도를 나타내고 있다.

Table 4. Trend of the applied patents by the countries

Year	US(G)	US(A)	JP	CN
1995	1		2	
1996				
1997			1	
1998	1			1
1999	2			
2000	1			
2001	1			
2002	1			
2003				1
2004				1
2005	4	4		5
2006	1	2		3
2007	2	4		2
2008	2	3		
2009	1	10	1	4
2010		8	3	6
2011		7		

Table 3. Classification of technology

Technology	Classification(IPC)
	Manufacturing(B01D)
FOM	System(C02F)
	Application

Table 5. The number of the applied patent according to each technology

Technology	KR	US(G)	JP	CN
A-1	2	10	0	4
A-2	8	23	7	20

3-2. 포트폴리오로 본 FOM

포트폴리오 기본 모델은 유효 데이터를 일정한 시간 간격으로 출원연도별 분포를 고려하여 5년으로 나누어 출원건수와 출원인수 변화의 상관관계를 통해 기술의 위치를 분석하는 방법으로 화살표의 진행 방향은 시간의 흐름을 나타낸다. 발전기(Development), 성숙기(Maturity), 퇴조기(Recession), 부활기(Resurrection)의 모양을 비

교하여 기술위치를 판단하게 된다. 발전기는 출원인 수와 특허출원건수가 모두 증가하는 단계로서 이는 시장선점을 위해 기술개발에 참여하는 기업수가 점차 증가하며 각 기업의 기술개발활동이 활발하게 이루어지는 것을 의미하고, 성숙기는 기술개발이 포화된 상태, 퇴조기는 기술개발에 참여하는 기업수와 기술개발활동이 점차 감소하는 것을 뜻하고, 부활기는 새로운 기술의 등장으로 기술개발이 다시 활발해지면서 특허출원수가 증가함을 의미한다. 포트폴리오 분석은 거시적인 출원 추세를 보기위한 분석이다[14].

전체 특허를 기준으로 포트폴리오를 도시한 결과 미국, 중국, 일본은 출원인 수와 특허출원건수가 모두 증가하는 발전기에서 성숙기로 접어드는 단계로 정삼투막 분야의 연구가 더욱 활발히 진행될 것으로 예상된다(Fig. 1). 정삼투막 기술의 위치는 출원건수도 증가하고 출원인수도 증가하는 발전기에 있음을 알 수 있다. 관련 기술에 대한 출원이 지속적으로 발생하게 될 것으로 판단되며, 다양한 유도용질을 이용함으로써 에너지 소모를 최소화할 수 있는 정삼투막 관련 기술개발이 활발하게 진행될 것으로 예측된다.

3-3. 국가별 주요특허 분석

Table 6은 국가별 주요 출원인을 나타낸 것이다. 주요출원인의 특허가 한국은 전체의 30%, 미국은 40%를 조금 상회하는 것으로 나타났다. 이는 주요출원인을 중심으로 특허출원이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

국내 정삼투막 기술은 웅진케미칼과 한국기계연구원 그리고 현대 등의 대기업을 중심으로 2000년 중반이후 활발한 연구가 진행되고 있다. 웅진(주)은 수처리 분야에 정삼투막을 적용한 연구인 정삼투 현상을 이용한 저에너지형(Low energy system) 수처리 시스템과 유도용액 저장백을 이용한 하이드레이션백(Hydration bag), 해수담수용 정삼투막(Forward Osmosis Membrane) 제조 방법, 고유량(High flux) 정삼투 분리막 제조방법에 관한 특허를 출원하였다. 기계연구원은 수처리분야의 염도차를 이용한 삼투발전(Electricity generation) 방법에 관한 연구를 2010년에 출원하였으며, 한국건설기술연구원에서는 정삼투와 역삼투 조합형 막분리(membrane combining forward osmosis using NaCl solution with reverse osmosis)를 이용한 하폐수 고도처리 장치와 에너지 절감형 이중 삼투 장치 등 하수처리와 담수화관련 연구가 진행되었다.

중국의 담수기술은 반침투막법 67%와 증류법 27% 정도로 차지하고 있다. 기술적으로 반침투막법이 경제적이며 에너지 소모도 증류법에 비해 작기 때문에 더 많은 특허가 출원될 것으로 본다. 미국의 주요 출원인은 NV (Board of Regents of the Nevada System of Higher Education), Hydration Technologies Inc., ALZA Corporation 등

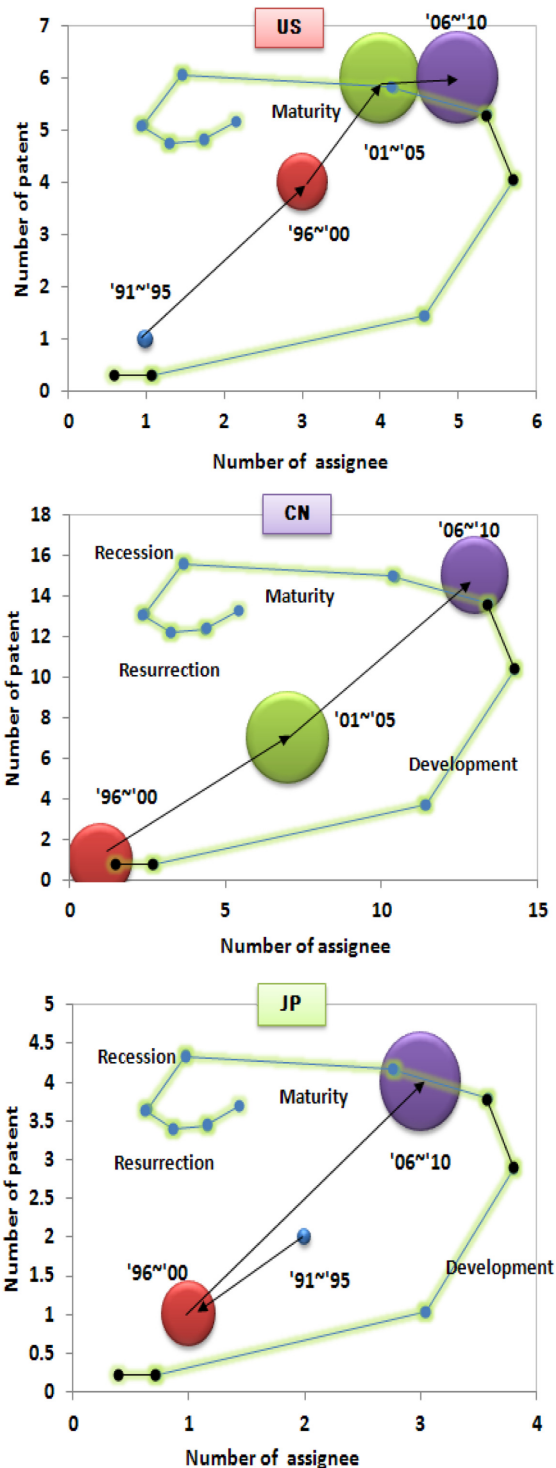


Fig. 1. Portfolio of detailed upgrading technologies (patent analysis spans based on the year of application: 1990-1995, 1996-2000, 2001-2005, 2006-2011).

Table 6. Main Applicant of the Forward Osmosis Membrane

Country	Applicant	Patent
KR	Woongjin	4
	KICT	2
	KIMM	2
	NV	3
US	Hydration Tech. Inc.	2
	ALZA Corp.	2
JP	FUJIFILM Corp.	4
	SASAKURA Eng.	2
CN	ALZA Corp.	3

Table 7. Main patents by each countries

Pub. No.	Title	Inventor	Nation
2009-0008424	Capacitive deionization device, Method for capacitively deionizing, and Desalination apparatus, Wastewater treatment apparatus using the same	KIST	KR
2010-0067714	Apparatus and methods for electricity generation and water desalination	Kimm	KR
2008-0005521	Membrane module apparatus for membrane distillation and membrane distillation with high efficiency using the same	KRICT	KR
2003-0067423	Separator Membrane for Capacitive Deionization of Waste Water or Saltwater, and Method for Deionization of Waste Water or Saltwater By Using the Separator Membrane	Posco	KR
1990-036629	Treatment of raw water by reverse osmosis membrane module	Nitto Denko Corp	JP
1995-124018	Water Purifier	Kiyuno KK	JP
1997-132999	Reverse-osmosis membrane water purifier	Water Dock	JP
9176193	Semi-permeable membrane	Statkraft Development AS	EP
2002-317468	Forward osmosis pressurized device and process for generating potable water	Hydration Technologies Inc.	US
4743570	Solventremovalby a forward osmosis process	Surrey Aquatechnology Limited	EP
2005-293407	Vacuum enhanced direct contact membrane distillation	Board of Regents of the Nevada System of Higher Education	US
2007-865897	Method and apparatus for producing potable water from seawater using forward osmosis	Secretary of the Navy	US
2008-338990	Systems and methods for forward osmosis fluid purification using cloud point extraction	NRGTEK, Inc.	US
2009-026627	Spiral type seawater desalination apparatus	Mitsubishi Heavy Ind Ltd	JP
200980132251	Forward osmosis separation processes	Univ Yale	CN
201010525498	Device for desalting forward osmosis seawater	SOA	CN
201010600223	Chemical cleaning and chemical repairing method and system for waste reverse osmosis membrane	Sichuan University	CN

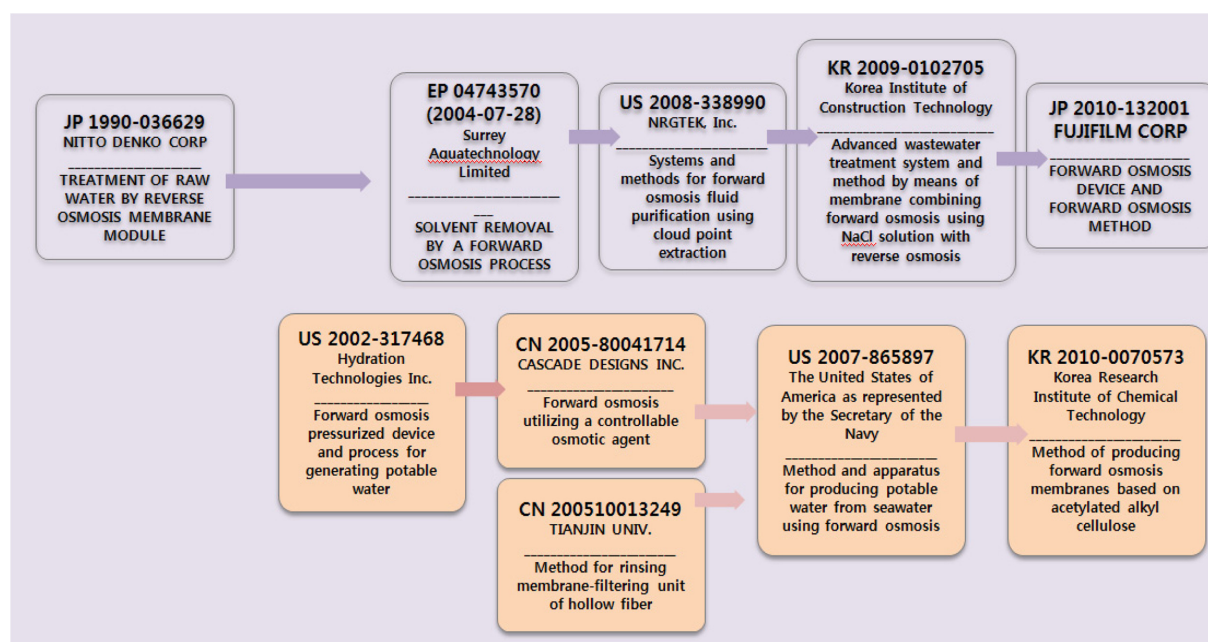


Fig. 2. Analysis of technology flow (Forward Osmosis Membrane).

으로 수처리분야와 전기전자 등 다양한 분야에서 정삼투막 연구를 수행하고 있다. 해수담수화 분야에 도입하여 파일럿 규모로 진행되고 있다[17]. 국내 출원특허도 보유한 예일대학은 역삼투막의 지지층 구조를 변화시킨 TFC (Thin Film Composite) 막 연구로 ICP를 최소화하는 방안을 모색하고 있다. FOM 분야의 주요 특허와 기술 흐름도는 Table 7과 Fig. 2,3과 같다.

3-4. IPC 기술 분야 분석

기술을 분류별로 분류한 코드인 IPC를 검토하여 지적재산권의 보호 가능성, 기술정보 수집과 관련분야의 경쟁력 확보가 가능하다. 정삼투막 기술에 대하여 IPC 2012-01 판의 분류기준에 적용하여 기술을 분석한 결과 IPC를 분류하면 습식법에 의한 고체와 고체의 분리기술분야인 B01D와 물, 폐수, 하수 또는 슬러지의 처리 기술분야

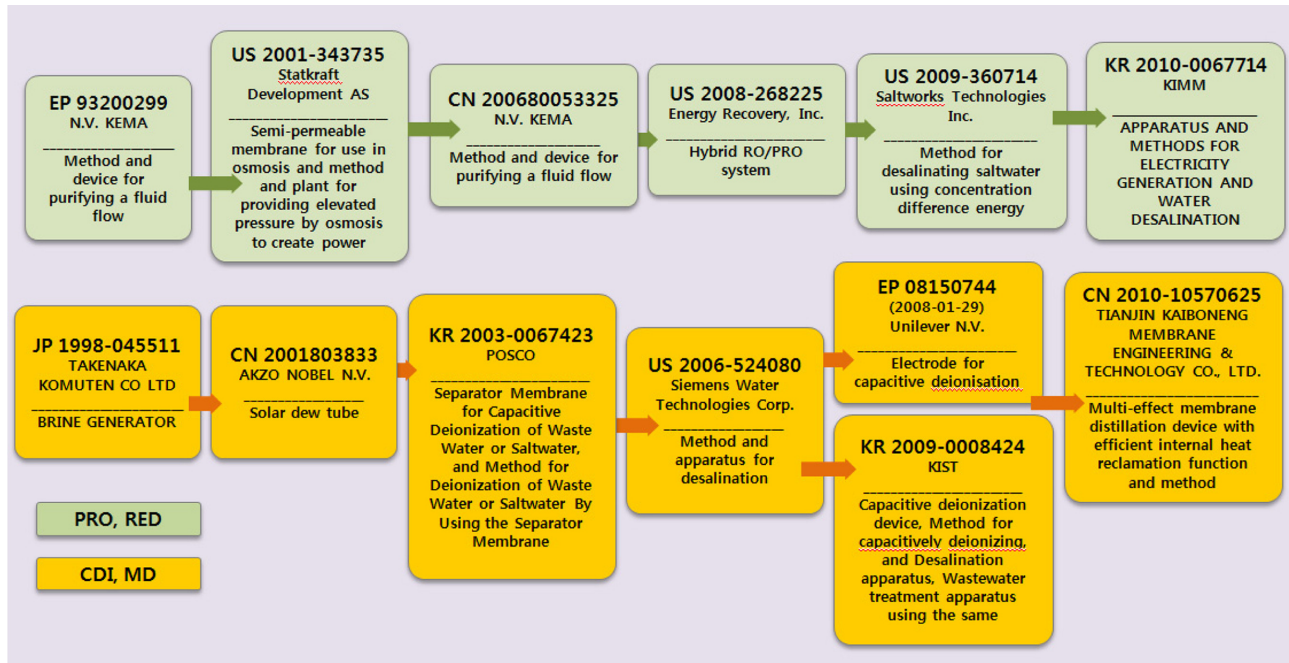


Fig. 3. Analysis of technology flow (A-1: PRO, RED, A-2: CDI, MD).

인 C02F로 분류된다(Fig. 4). 나라별 주요 IPC 분석 결과, B01D관련 특허는 전체 78%에 해당하고, C02F는 22%를 차지하고 있다. 나라별 기술경향을 보면, 한국과 일본은 물, 폐수, 하수 또는 슬러지 처리기술분야인 C02F 분야와 습식법에 의한 고체와 고체의 분리기술분야인 B01D 기술분야가 비슷한 비중으로 연구되고 있으며, 미국과 중국은 B01D 분야의 연구가 대부분이다.

국내 특허출원 기술은 삼투에 의한분야(C02F-001/44)와 재료에 의해 특징지어지는 분리공정 또는 장치를 위한 반투막, 이를 위해 특별히 적합한 생산공정 분야(B01D-071/00) 그리고 변성 셀룰로오스(B01D-071/10), 반투막을 이용한 분리공정(B01D-061/00), 역삼투, 초과여과(B01D-061/02), 유공섬유 모듈(B01D-063/02), 지지체가 있는 막, 막지지체(B01D-069/10) 분야의 특허가 출원되고 있다.

미국은 분리기술 분야 중 가장 많은 특허출원을 한 반투막을 이용한 분리공정분야(B01D-061/00)와 용제추출(B01D-011/00), 반투막을 이용한 분리공정 또는 장치에 일반적으로 사용되는 부속품 또는 보조조작(B01D-065/00)과 관련된 기술의 특허출원이 대부분이다. 일본은 막의 청소 또는 살균관련 기술(B01D-065/02), 반투막을 이용한 분리공정으로 투석이나 삼투 또는 한외여과 특별히 만들어진 관련 장치(B01D-061/00), 한외여과, 미량여과(B01D-061/14), 삼투관련 기술분야(C02F-001/44), 생물학적 처리와 관련된 기술(C02F-009/14) 등이 출원되고 있다. 중국도 반투막을 이용한 분리공정(B01D-061/00) 기술과 투석, 삼투 또는 역삼투에 의한 기술(C02F-001/44, C02F-001/44)이 출원되고 있다.

3-5. 연구동향 심층분석

상대적 집중도를 살펴보기 위한 지표로서, 그 값이 1보다 큰 경우에는 상대적 특허활동이 활발함을 나타내는 특허활동지수(Activity Index: AI)는 Fig. 5와 같다. 염분차 발전기술을 이용한

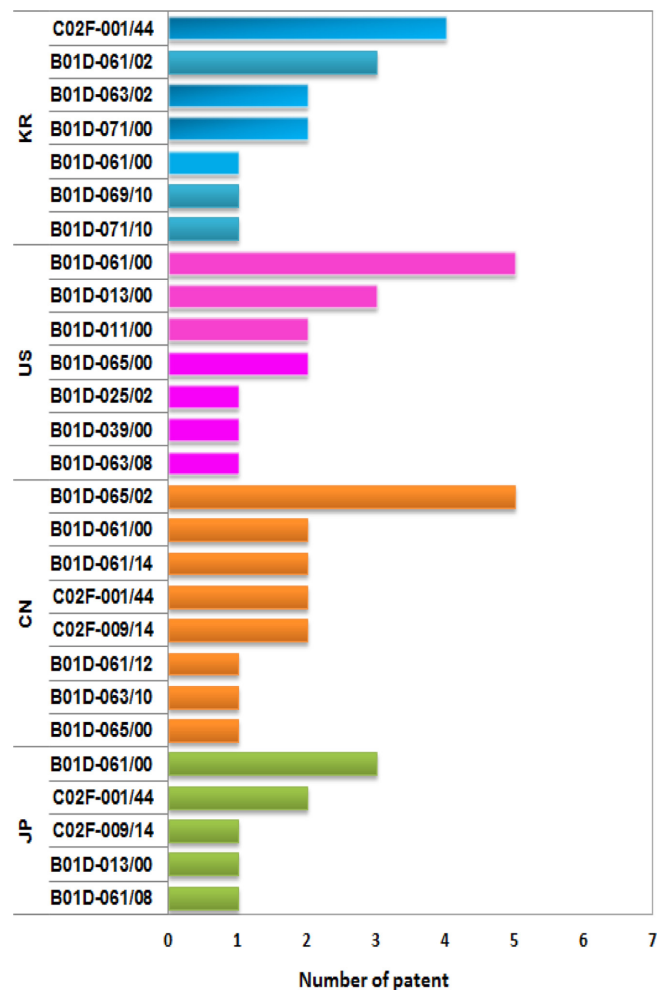


Fig. 4. The number of patent applications by IPC.

Table 8. The patent and paper for ROM

Year	Paper	Patent
1990	0	0
1991	0	0
1992	0	0
1993	0	0
1994	2	0
1995	1	2
1996	3	0
1997	0	1
1998	0	0
1999	3	1
2000	2	0
2001	3	1
2002	1	0
2003	2	1
2004	2	0
2005	2	2
2006	2	0
2007	4	2
2008	3	2
2009	6	1
2010	15	1
2011	16	2

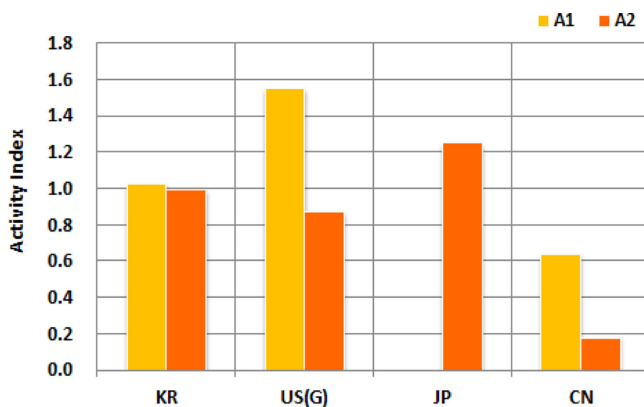


Fig. 5. AI(Activity indexes) for different countries.

PRO, RED의 기술 A-1과 해수담수, 고농축기술인 CDI, MD 기술 A-2의 특허활동지수 분석 결과, 미국은 A1, A2 기술 모두에서 특허활동이 활발히 진행 중이며, 일본은 A-2 기술에서 높은 특허활동을 나타내고 있다.

국내외 연구동향분석은 한국교육학술정보원(KERIS)과 국가과학기술정보(NDSL) 검색사이트에서 정삼투막과 관련된 연구 결과물을 키워드를 이용하여 데이터를 추출하였다(Table 8). 정삼투 공정을 이용한 수처리분야 기술은 이미 30년 전부터 언급되었으나, 역삼투 공정으로 연구가 이루어짐으로서 정삼투분야의 연구는 활발하게 진행되지 않았다. 그러나 최근 수자원의 필요성과 저에너지 기술에 대한 관심이 높아지면서, 역삼투 공정보다 적은 에너지를 소모하는 정삼투공정 분야가 대한 관심이 높아지고 있다. 특히

2000년 후반 논문과 특허출원이 급증하고 있음을 알 수 있다.

4. 결 론

2000년 후반 특허출원이 급증하고 있는 정삼투막(Forward Osmosis Membrane) 기술의 연구 동향을 분석한 결과는 다음과 같다.

(1) 국가별 출원건수를 보면 미국이 선도하고 있으며, 중국과 한국이 뒤따르고 있다.

(2) 염분차 발전기술을 이용한 PRO, RED 기법은 미국이 한국과 중국에 비해 상대적으로 출원비중이 크고, 해수담수와 고농축기술인 CDI, MD 기술 분야는 중국에서 활발히 연구 중이다.

(3) 누적건수를 도시화한 결과, 2009년에 전체 누적건수의 50%를 초과하고 있다.

(4) 정삼투막 기술의 위치는 출원건수와 출원인수 모두 증가하는 발전기에 있다.

(5) 주요출원인의 특허가 한국은 전체의 30%, 미국은 40%를 상회하는 것으로 나타났다.

(6) IPC를 분류하면 습식법에 의한 고체와 고체의 분리기술분야인 B01D와 물, 폐수, 하수 또는 슬러지의 처리기술분야인 C02F로 분류된다.

(7) 주요 IPC 분석 결과, B01D 관련 특허는 전체 78%에 해당하고, C02F는 22%를 차지하고 있다.

(8) 에너지 소모를 최소화할 수 있는 정삼투막 관련 기술개발이 활발하게 진행될 것으로 예측된다.

감 사

본 연구는 국토해양부 플랜트기술고도화사업의 연구비지원(#12 해수담수 B02-06)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- Boo, C. H., Hong, S. K. and Lee, S. Y., "Investigation of Flux Decline Behaviors and Fouling Layer Characteristics in Forward and Reverse Osmosis," *Korean Society on Water Environment*, 41-42(2009).
- Jeong, B. R., Kim, J. H., Kim, B. S., Park, Y. I., Song, D. H. and Kim, I. C., "Effect of Support Membrane Property on Performance of Forward Osmosis Membrane," *Membrane Journal*, **20**(3), 235-240(2010).
- Jeffrey, R. and Robert, L., "A Novel Ammonia-carbon Dioxide Forward (Direct) Osmosis Desalination Process," *Desalination* 174(2005).
- Cai, B., Zhou, Y. and Gao, C., "Modified Performance of Cellulose Triacetate Hollow Fiber Membrane," *Desalination*, **146**, 331(2002).
- Mohammed, F. and Ahamed, A., "Degradation Study of Cellulose Triacetate Hollow Fine-fiber SWRO Membranes," *Desalination*, **123**, 165(1999).
- Ji, H. and Shichang, W., "Influence of Quench Medium on the Structure and Gas Permeation Properties of Cellulose Acetate Membranes," *JAPS*, **68**, 1269(1998).
- Sohn, J. S. and Yang, J. S., "The Research on Activation Plan for

- Seawater Desalination Plant Application in Korea," *J. KSWW*, **23**(2), (2009).
8. Hong, S. K., "Membrane Technology for Advanced Drinking Water Treatment," *Journal of Membranes*, 133-134(2011).
 9. Han, S. W., Lee, D. W. and Jeong, M. I., "The Technological Competitiveness Analysis of Architectural Greenery System by Patent Mapping," *Journal of KIAEBS*, **3**(4), 178-183(2009).
 10. Hong, S. K., Lee, S. H., Kim, J. H. and Ju, Y. G., "Evolution of RO Process for Green Future," *Prospect. Ind. Chem.*, **14**(6), (2011).
 11. Jun, S. H., "An Efficient Text Mining for Patent Information Analysis," *Proceedings of KIIS Fall Conference*, **21**(1), 100-105 (2011).
 12. Son, W. K., Kim, T. I., Han, H. J. and Kang, K. S., "The Study of Capacitive Deionization Technology by the Analysis of Patents and Papers," *Korean Chem. Eng. Res.(HWAHAK KONGHAK)*, **49**(6), 697-703(2011).
 13. Yoon, S. M., Park, K. Y., Kim, J. Y., Han, J. Y., Kim, T. I., Kang, K. S., Bae, W. S. and Rhee, Y. W., "Technology Trend of Oil Treatment for Produced Water by the Patent Analysis," *Korean Chem. Eng. Res.(HWAHAK KONGHAK)*, **49**(6), 681-687(2011).
 14. Im, E. J. and Kim, S. H., "Patents Review on the Desalination Technology Using Reverse Osmosis Membrane," *J. of the Korea Society For Environmental Analysis*, **14**(3), 172-178(2011).
 15. Cho, Y. H., "Analysis of Patent Application Related Mechanical Engineering Field in 2000s," *Transactions of the KSME*, **11**, (2010).
 16. Park, H. W. and Kim, K. I., "Analysis of Research Trends and Technological Position of PMP Using Patent Information," *J. of the Korea Contents Society*, **7**(9), (2007).
 17. Lee, E. S., Lee, S. Y., Yang, J. H., Lee, T. S. and Hong, S. K., "CharActerization Of Reverse Osmosis Membranes By dynamic hysteresis," *Korean Society of Water Quality*(2009).
 18. Chang, Y. K., Lee, E. G. and Kang, S. H., "A Study on the Characteristics of Ion Separation by Nanofiltration," *Korean Chem. Eng. Res.(HWAHAK KONGHAK)*, **37**(5), 713-718(1999).
 19. Shi, S., Cho, S. H., Lee, Y. H., Yun, S. H., Woo, J. J. and Moon, S. H., "Desalination of Fish Meat Extract by Electrodialysis and Characterization of Membrane Fouling," *Korean J. Chem. Eng.*, **28**(2), 575-582(2011).