

공학석사학위논문

풍력발전산업의 기술분석 및
기술로드맵 수립



2013년 8월

부경대학교 일반대학원

기술경영협동과정

정학남

공 학 석 사 학 위 논 문

풍력발전산업의 기술분석 및
기술로드맵 수립



2013년 8월

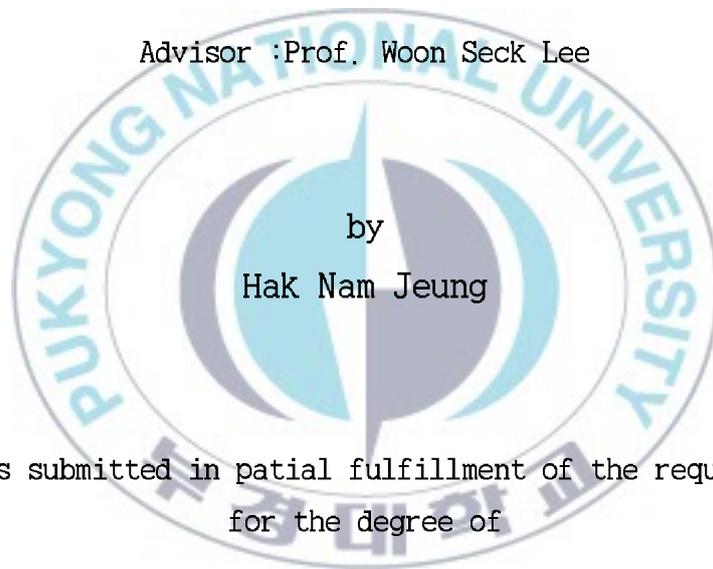
부 경 대 학 교 일 반 대 학 원

기 술 경 영 협 동 과 정

정 학 남

Analysis of Technology and Establishment of Technology Roadmap for the Wind Power Industry

Advisor : Prof. Woon Seck Lee



by
Hak Nam Jeung

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements
for the degree of

Master of Engineering

in Department of Management of Technology, The Graduate School,

Pukyong National University

August 2013

정학남의 공학석사 학위논문을 인준함.

2013년 8월



주 심 경영학박사 이 운 식 (인)

위 원 경영학박사 김 병 수 (인)

위 원 공학박사 주 철 민 (인)

풍력발전산업의 기술분석 및 기술로드맵 수립

정 학 남

부경대학교 대학원 기술경영협동과정

요 약

풍력발전산업은 화석연료의 부족과 지구온난화 방지의 일환인 온실가스 감축수단으로 신재생에너지 의무할당제도(RPS)에 대응하기 위한 가장 중요한 에너지원이다. 본 논문에서는 풍력발전산업의 전략기술을 유관산업의 기술 수준과 더불어 단기간 내 세계 선두권 진입이 가능한 기술임을 정의하고 풍력발전산업 전반에 대한 기술분석과 특허분석을 통해 전략특허를 도출하고 기술발전 로드맵을 제시한다. 특허 13,804건의 분석을 통해 분쟁관련특허, 핵심특허, 미래핵심특허, 경쟁사특허를 기술분류 체계에 따라 부유식 풍력발전설비에 관한 특허 4,664건을 재분류하여 전략특허를 도출하였다. 풍력발전에 관한 특허는 2002년 전후로 출원이 급격히 증가하고 있으며, 제어분야, 블레이드분야, 기계분야순으로 출원이 증가하고 있음을 알 수 있었다.

신성장동력 일자리 창출의 신 패러다임으로써 한국 풍력발전산업의 미래 가능성을 고찰하고 치열한 기술경쟁에서 최선의 기술발전 경로를 선택할 수 있는 정보 제공으로써 본 논문의 연구결과는 활용가치가 매우 높을 것으로 사료된다.

주제어: 풍력발전, 부유식 풍력발전설비, 특허분석, 기술발전 로드맵

Analysis of Technology and Establishment of Technology Roadmap for the Wind Power Industry

정 학 남

부경대학교 대학원 기술경영협동과정

Abstract

Wind power is considered as one of the most important energy sources for preparing the inevitable absence of fossil fuels and reflecting the renewable energy obligations for a quota system (RPS) to reduce greenhouse gases causing a global warming. In this thesis, we define the wind power industry as a major strategic technology of getting into the top technology level of the world leading companies in a short period of time and propose a road map for the advancement of technology through technical and patent analysis of the wind power industry. First, through the analysis of 13,804 patents, we establish a system of classification. Using this system, we re-classify the patents into the following categories: key core technology, future core patents, competitors patents to a floating wind power plant as the 4,664 patents which related to a floating wind power industry. The number of patents related to the wind power industry has rapidly increased after around 2002 and this result affects order amounts in the control field, the machinery field, and for blade.

Based on the thesis, we are able to demonstrate our expectations for future growth opportunities in the Korean wind power industry. In addition, we expect that it is beneficial for job creation in terms of meeting the needs of this growth engine and finding the best ways to develop technology in this fiercely competitive technological race.

Keywords : wind power, a floating wind power plant, patent analysis, and technology development roadmap

목 차

I. 서론	1
II. 풍력발전산업 현황과 분석	2
2.1 풍력발전산업의 현황	2
2.1.1 유관사업의 정의	2
2.1.2 육·해상풍력의 비교	4
2.1.3 설비량과 시장점유율	4
2.2 풍력발전산업의 동향	6
2.2.1 국내 풍력발전산업의 동향	6
2.2.2 국외 풍력발전산업의 동향	7
2.2.3 국내·외 풍력발전산업의 비교	9
2.2.4 풍력발전기 부품의 원가구조	11
2.2.5 풍력발전기의 발전방식	11
III. 풍력발전산업의 필요성	12
3.1 풍력발전산업의 시장성장성	12
3.2 풍력발전산업의 성장잠재성	13
3.3 국가별 풍력발전 동향분석	15
3.3.1 North America	18
3.3.2 유럽(독일, 스페인, 영국, 덴마크, 프랑스)	18
3.3.3 아시아(중국, 인도, 일본)	19
3.4 미래의 세계 풍력발전 전망	21
3.5 풍력발전산업의 기술개발 추세	22
3.5.1 대형화	22
3.5.2 하중저감	22
3.5.3 해상풍력	23
IV. 특허분석과 추진전략	24
4.1 특허분쟁 현황	24
4.2 특허분석 목적	25
4.3 특허분석 절차	25
4.4 업체별 시계열 분석	27
4.5 출원인 분석	28
4.6 주요특허분석과 시계열 분석	29
4.7 출원인별 주요특허의 출원건수	30

4.8 기술분야별 주요특허 출원건수	30
4.9 주요기술의 기술분류	31
4.10 핵심기술의 분석 및 대응	33
V. 전략특허의 도출	38
5.1 SWOT 분석	44
5.2 기술로드맵(Technology Roadmap-TR) 수립	45
VI. 결론	47

<표 차례>

[표 1] 해상풍력과 육상풍력의 비교	4
[표 2] 세계10대 풍력발전기 공급업체의 시장점유율	5
[표 3] 풍력산업의 가치사슬 및 주요업체 현황	6
[표 4] 풍력발전기 제조제품 포트폴리오	8
[표 5] 핵심기술 국내수준	10
[표 6] 기술분야별 주요특허 출원건수	31
[표 7] 핵심특허의 분류기준	32
[표 8] 핵심기술별의 분석 검토대응	34
[표 9] 전략특허 도출	42

<그림 차례>

[그림 1] 풍력터빈구조	2
[그림 2] 풍력발전산업과 연관산업	3
[그림 3] 국가별 풍력발전설비량(2012년말)	4
[그림 4] 풍력발전기의 원가구조	11
[그림 5] 구동방식에 따른 풍력발전기의 비교	12
[그림 6] 해상 풍력발전기 수심별 시공기술	13
[그림 7] 해상풍력로드맵 단계적 추진방안	14
[그림 8] 세계 풍력발전 생산능력 추이	15
[그림 9] 2012년 Top10 국가별 풍력발전 생산율[MW]	16
[그림 10] 2012년 해상 풍력발전 국가별 생산율[MW]	17
[그림 11] 세계 지역별 성장속도	21
[그림 12] 2020년 풍력발전기 설치규모	21
[그림 13] Top 5 해상풍력국가[MW]	24
[그림 14] 국가별 특허의 발체	27

[그림 15] 업체별 시계열분석	28
[그림 16] 출원인 분석	28
[그림 17] 주요특허에 대한 기술분류	29
[그림 18] 업체별 기술분류별 상관분석	30
[그림 19] 기술분야별 주요특허 출원건수	31
[그림 20] 주요기술별 세부분류	33
[그림 21] SWOT 분석.	45
[그림 22] 기술발전 로드맵	46



I. 서론

풍력산업의 개념은 공기를 기계적 에너지로 변환시키고 이로부터 전기를 얻는 기술을 말한다. 즉, 풍력발전의 원리는 공기 역학에 의해 날개가 돌아가면서 발생하는 운동에너지를 발전기를 통해 전기에너지로 변환시키는 것으로 무공해 바람을 이용한 친환경에너지 산업으로 가장 빠르게 성장할 수 있는 모멘텀을 가진 산업이다.

풍력산업의 특징은 무한정의 바람을 이용한 고갈되지 않는 친환경 자원으로 산악지형의 효율적 이용과 해상을 이용한 대규모의 풍력발전단지 조성으로 기존의 전력단가와 충분히 경쟁력을 갖출 수 있는 친환경 재생에너지 산업이다. 기후변화에 대한 적극적 대응과 온실가스 감축수단으로써의 신재생 에너지중 가장 경제성이 있는 에너지원으로 전 세계적으로 설치 용량이 급격히 증가할 것으로 예상되며 새로운 사업분야의 영역을 넓히는 시너지 효과와 함께 확대보급 필요성이 부각되고 있다.

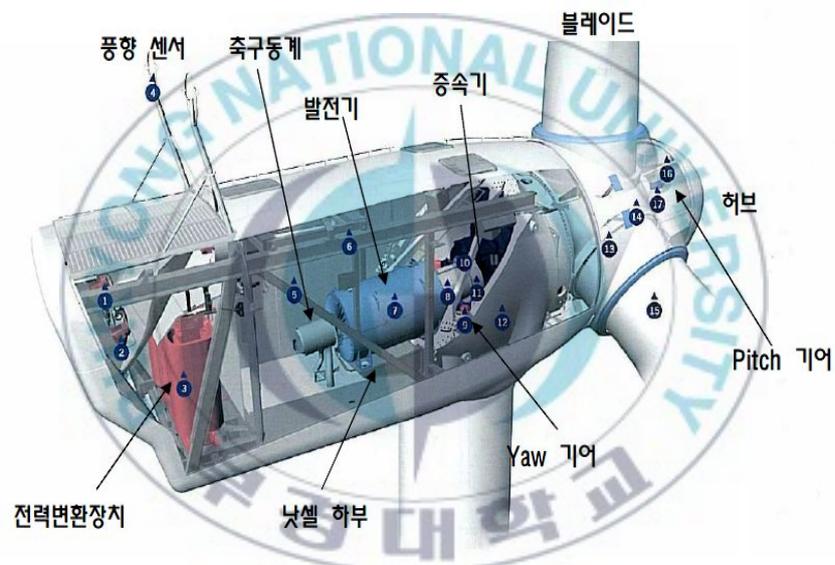
풍력산업의 필요성을 제시하기 위해 국가별 풍력발전 중·장기 동향을 고찰하고 국내·외 업체의 풍력발전 산업의 현황을 살펴 세계 제1위의 조선산업 인프라와 연계한 최상의 기술발전 경로개발을 제시하고자 한다.

해상풍력발전사업은 대형화로 가격 경쟁력을 확보하고, 가변속 운전기술의 적용으로 효율 및 내구력이 향상되어 5~6MW급의 상업화와 대형화 추세가 진행되고 있으며 대형 풍력시스템의 개발에 따라 블레이드 무게와 하중을 경감하기 위한 하중저감 기술개발이 추세이다. 해상풍력발전은 육상 풍력발전에 비해 초기투자 비용이 2배로 운전·제어·정비 비용에 대한 혁신적인 설치방안과 사후유지관리 기술개발이 필요하며 고르지 못한 풍속과 대형화의 한계 극복을 위한 연구개발이 진행이 되고 있다.

본 논문에서는 풍력발전산업의 기술전략 수립을 위해 한국, 미국, 유럽, 일본의 공개특허들을 추출하고 중복제거를 통해 최종 모집단을 정의하여 Wind Turbine과 관련된 국내외 중요 특허 현황에 대한 세부분석에 따라 국가별·업체별 특허에 대한 기술 경쟁 우위 확보를 위한 회피설계, 대응 전략, 신규아이디어를 도출한다.

또한 최종 모집단 특허들을 대상으로 대분류로는 분쟁관련특허, 미래핵

심특허, 기업핵심특허를 분류하고, 중분류로는 블레이드분야, 제어분야, 기계분야, 타워분야, 전기분야로 나누어 세부 기술 분류를 실시하여 2015년까지의 풍력발전산업에 대한 유관사업과의 기술발전 전략을 제시한다. 기술 낙후 분야에 대한 빠른 기술추격 방안제시와 인력육성, R&D투자에 대한 기술로드맵을 제시하여 중기 기술발전 로드맵 수립에 따라 국가 또는 대기업에 의해 풍력발전 산업분야가 새로운 성장 동력을 창출할 수 있는 기회가 될 수 있는 발전전략을 제시하고자 한다. [그림 1]은 풍력터빈에 대한 일반적인 구조를 보여준다.



[그림 1] 풍력터빈구조

II. 풍력발전산업 현황과 분석

2.1 풍력발전산업의 현황

2.1.1 유관사업의 정의

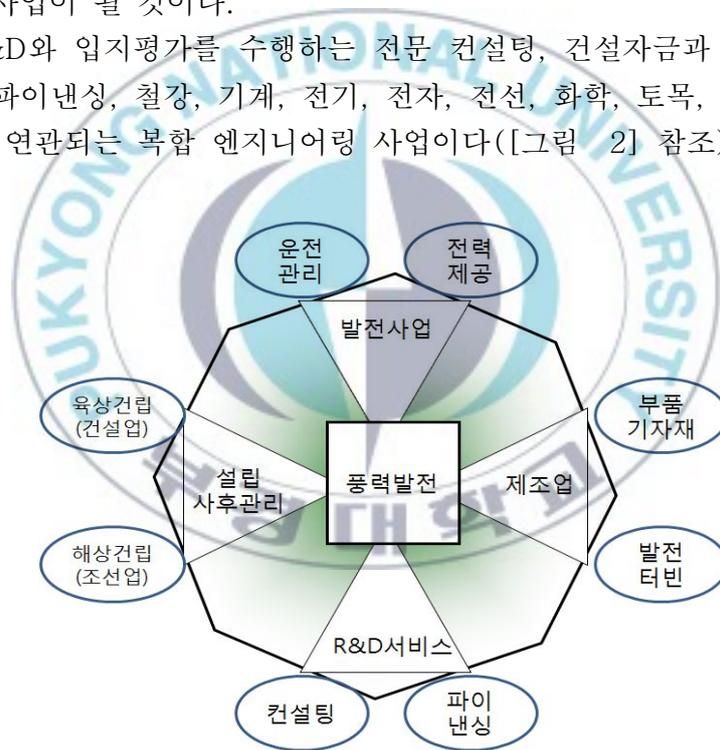
풍력발전산업은 기존 전력 거래시장과 밀접한 관계가 있으며 FIT¹⁾ 또

는 RPS²⁾제도와 관련이 있는 정부정책 산업이다.

풍력발전산업과 연관되는 사업을 살펴보면 발전사업과 관련하여 감시진단, 운전·유지기술과 전력을 소비자에게 제공하기까지 전력계통 운용기술, 발전소 운영기술이 있으며 제조업과 관련하여 풍력발전시스템의 주요 부품인 블레이드, 기어박스, 타워, 증속기, 베어링, 발전기, 인버터 등을 생산하는 부품업체와 가장 핵심이 되는 풍력터빈을 제작하는 업체가 있다.

설계 및 설치시공과 유지보수 등 사후관리와 관련하여 육상풍력에서는 건설업이 해상풍력사업에서는 조선업이 연관이 깊은 사업으로 이는 기존장비와 인프라를 활용시 저투자, 고효율적인 시너지가 발생하여 세계적인 경쟁력있는 사업이 될 것이다.

또한 R&D와 입지평가를 수행하는 전문 컨설팅, 건설자금과 운영자금과 관계되는 파이낸싱, 철강, 기계, 전기, 전자, 전선, 화학, 토목, IT 등 다양한 사업과 연관되는 복합 엔지니어링 사업이다([그림 2] 참조).



[그림 2] 풍력발전산업과 연관산업

- 1) 발전차액지원(FIT, Feed-in Tariff) 제도는 신재생에너지로 발전한 단가와 법으로 정한 기준가격과의 차액을 지원하는 발전비용 보조제도
- 2) 신재생에너지공급의무화(RPS, Renewable Portfolio Standard) 제도는 의무대상인 발전사업자로 하여금 일정비율 이상을 신재생에너지로 공급하도록 의무화하는 설비용량 할당제도

2.1.2 육·해상풍력의 비교

입지제한, 대형화 추세에 따라 해상풍력은 더욱 확대될 것으로 전망되며 육상풍력에 비해 풍력자원이 우수하고 대단지화에 유리하나, 기반 공사 및 해저케이בל로 인해 2배의 초기 투자비용이 요구된다.

높은 풍속 및 공간적 특성으로 해상풍력은 육상풍력에 비해 단지 규모의 크기에 있어 자유롭고 건설효율과 발전효율이 좋으나 해상에서부터의 전력망 연계공사와 건설시 지주대 기반공사 등에 따라 건설비용이 높을 수 있고 해수 부식 및 접근성으로 인해 사후유지와 관련한 운전·정비 비용이 육상발전에 비해 높을 수 있기에 해상풍력의 투자에 앞서 대안이 검토되어야 할 것이다([표 1] 참조).

[표 1] 해상풍력과 육상풍력의 비교

구분	해상풍력	육상풍력
풍속	8~12m/s	4~8m/s
단지규모	300MW	15MW
발전효율	40%	29%
초기투자비용	1,230~1,900\$/kW	850~1,350\$/kW

자료 : GWEC

2.1.3 설비량과 시장점유율

2012년 국가별 누적 풍력발전 설비량을 보면 중국, 미국, 독일, 스페인, 인도 등 5개국이 세계 누적 풍력발전설비의 3/4(207.6GW)을 차지하며 10대 설비국 중 유럽이 6개국을 차지하고, 중국 비중이 1/4(75.3GW), 한국 비중은 0.17%(0.48GW)이다 ([그림 3] 참조).

(단위 : MW, %)

순위	국가	설비용량	비중	순위	국가	설비용량	비중
1	China	75'324,0	27%	7	Italy	8'144,0	3%
2	USA	59'882,0	21%	8	France	7'473,4	3%
3	Germany	31'308,0	11%	9	Canada	6'201,0	2%
4	Spain	22'796,0	8%	10	Portugal	4'525,0	2%
5	India	18'321,0	6%	30	Korea	482,6	0%
6	United Kingdom	8'445,0	3%	-	Etc	135,275	14%
자료 : WWEC World Wind Energy Report 2012						282,275.3	100%

[그림 3] 국가별 풍력발전 설비량(2012년말)

GBI Research(2012)의 업체별 시장점유율을 살펴보면 세계10대 풍력 발전기 공급업체가 세계시장의 78.8%를 점유하며 Vestas Wind Systems(덴마크) 12.7%, Sinovel Wind Group Company(중국) 9%, Xinjiang Goldwind Science & Technology Company(중국) 8.7%, Gamesa(스페인) 8%, Enercon(독일) 7.8%, GE Wind Energy(미국) 7.7%, Suzlon Energy(인도) 7.6%, Guodian United Power(중국) 7.4%, Siemens Wind Power(독일) 6.3%, Ming Yang(중국) 3.6%를 공급하고 있다.

중국의 Goldwind와 Sinovel 등은 2002년부터 유럽의 기술을 도입하여 풍력발전기 생산을 시작으로 정부지원과 거대 내수시장, 중남미·아프리카 등의 신흥시장개척을 바탕으로 세계 2, 3위의 생산업체로 업계 순위를 변화시켰다.

유럽업체들은 우수한 기술력을 바탕으로 세계 10위권 내에 4개 업체가 포함되어 있고 중국업체 또한 4개 업체가 급성장하였는데 향후 각국의 풍력시장 진입 확대로 시장점유율 변화는 심화될 것으로 예상된다 ([표 2] 참조)

[표 2] 세계10대 풍력발전기 공급업체의 시장점유율

(단위 : %)

2011년 점유율			2012년 점유율		
순위	제조사	점유율	순위	제조사	점유율
1	Vestas	12.9%	1	Vestas(덴)	12.7%
2	Enercon	8.8%	2	Sinovel(중)	9.0%
3	Goldwind	7.6%	3	Goldwind(중)	8.7%
4	Siemens	7.6%	4	Gamesa(스)	8.0%
5	Suzlon	7.6%	5	Enercon(독)	7.8%
6	GE Wind	7.4%	6	GE Wind(미)	7.7%
7	Sinovel	7.2%	7	Suzlon(인)	7.6%
8	Guodian	7.0%	8	Guodian(중)	7.4%
9	Gamesa	6.4%	9	Siemens(독)	6.3%
10	Ming Yang	2.9%	10	MingYang(중)	3.6%
	기타	24.6%		기타	21.2%
	계	100.0%		계	100.0%

자료 : GBI Research

2.2 풍력발전산업의 동향

2.2.1 국내 풍력발전산업의 동향

2002년 이후 유니슨, 효성 및 두산중공업 등은 정부과제 수행을 통한 독자적인 개발로 풍력발전기 제조에 착수했으며, 2008년 이후 대형 조선사는 조선업 업황부진에 따른 사업다각화의 일환으로 기술도입 및 인수합병을 통해 풍력발전기 시장에 진입하였다. 2012년부터 도입된 RPS로 풍력발전시스템은 대형화를 통해 가격 경쟁력을 확보하고, 가변속 운전기술의 적용으로 효율 및 내구력이 향상되어 그 동안 축적된 기술을 토대로 대형 해상풍력발전 설비를 개발하기 시작했다. 현대중공업은 2012년까지 1.65MW~5.5MW 터빈 및 타워, 메인프레임, 블레이드 등을 생산하며 년 1.2GW 생산능력을 갖추었고 삼성중공업은 2009년 국내 최초 2.5MW급 풍력발전터빈을 해외수출을 하였으며 2020년 세계 Top3에 진입을 목표로 2014년까지 6~7MW 제품 출시를 목표로 개발 중이다. 대우조선해양은 자회사 DeWind를 통해 2020년 세계3위권의 설비업체로 도약을 준비 중이며, 두산중공업은 2009년 3MW 풍력터빈을 개발하여 제주도에 성공적으로 설치하여 국제인증 획득하였다. 효성중공업은 2MW 자체 모델을 가지고 국내 최초로 국제인증을 획득하여 핵심부품을 생산 중이며 5MW급 해상용 풍력터빈 모델 라인업 구축하여 2018년 세계10대 풍력발전 설비업체로 진입을 준비 중이다. 부품제조업체들도 타워, 블레이드, 샤프트, 발전기, 기어박스, 나셀, 콘트롤시스템, 케이블 등에 대해 기술개발을 진행 중이며 그 외 STX중공업, 한진산업, 유니슨, DMS 등이 풍력산업에 참여하고 있다 ([표 3] 참조).

[표 3] 풍력산업의 가치사슬 및 주요업체 현황

구분	대우조선	두산중	삼성중	유니슨	현대중	효성중	DMS	STX
단위용량	7MW	3MW	7MW	5MW	5.5MW	5MW	5MW	7MW
제작	'12.09	'11.08	-	'13.03	'12.10	'12.11	'13.06	'13.06
육상인증	'13.08	'12.11	'14.03	'13.12	'13.12	'14.03	'14.06	'14.03
해상설치	'14.01	'13.08	'14.06	'14.06	'14.03	'14.05	'15.09	'14.06

자료 : 지경부 2010.11 해상풍력로드맵

2.2.2 국외 풍력발전산업의 동향

2012년 국외풍력발전 산업은 중국, 미국, 독일, 스페인, 인도 등이 풍력 발전 설비를 신설하여 성장을 견인하였으며, 업체로는 Vestas Wind(덴마크), Sinovel Wind(중국), Goldwind(중국), Gamesa(스페인), Enercon(독일)가 주요 기업이다.

Vestas Wind Systems는 2004년 세계 3위 업체인 NEG Micon사를 인수하여 시장 점유율을 크게 확대하였으며 주요 시장인 중국, 미국, 인도, 스페인, 독일, 프랑스, 영국 등을 중심으로 6대륙 66개국에 터빈을 설치 4만 3천개 이상의 터빈이 전력을 생산 중이다. 2010년 유럽 직원 3,000명 감원을 하였지만, 콜로라도 브링턴에서 나셀 제조 공장과 푸에블로에는 세계 최대의 타워 공장을, 윈저에는 블레이드 제조공장을 건설하여 4,000명의 인원을 충원하여 풍력발전산업을 견인하고 있다. Sinovel Wind의 경우 2011년 세계 7위에서 2012년 세계 2위로 성장했으며 시장점유율을 7.2%에서 9.0%로 끌어 올렸고 5MW급 터빈을 개발하여 세계 1위 풍력 기업으로 진입하려 하고 있다

Goldwind의 경우, 세계 3위 풍력터빈 제조사로 자체 기술을 보유하고 있고 풍력단지 개발, 건설, 유지보수 등 풍력 관련 토털 솔루션을 제공하고 있으며 내수중심으로 5,800개 이상의 풍력발전기를 설치하였고, 2008년 독일 Vensys사를 인수하여 현재 2.5-3MW급 터빈 생산중이며, 2.5MW급 터빈을 2011년 초부터 양산에 돌입하여 세계 1위 풍력기업 진입을 목표로 해외시장 공략도 가속화하고 있다. 또한, 2008년 쿠바시장을 개척한 데 이어, 지난 2009년 금융 위기로 자금난에 빠진 미네소타 주 풍력농장 지분의 70%를 확보하면서 미국 시장 진출에도 성공하였다.

Gamesa사의 경우, 스페인 시장 1위 전문업체로 주요 시장은 스페인과 미국이며, 스페인 25곳, 미국 4곳, 중국 4곳의 생산거점을 보유하고 중국 시장에 적극 진출하여 2010년에는 1억6천만 위안(265억원)을 들여 풍력발전 장비 제조 기지인 지린성 바이청(白城)에 2MW급 풍력 발전 터빈 'G8X'를 연간 250개 생산할 수 있는 공장을 착공했다. 2011년 4월에 최근 아시아 시장에서의 입지를 강화하기 위해 싱가포르에 첨단소재 연구소를 개관하였으며, 전 세계 판매량의 38%를 아시아 시장이 차지하고 있다.

독일의 Enercon는 인도에 처음으로 풍력발전 터빈 공장을 건설할 계획이고 2013년부터 제품 생산을 시작으로 연간 최대 500MW의 터빈을 만들어낼 예정이다. GE Wind는 2001년 Enron을 인수하여 풍력발전 업체로 도약하였으며 중국 현지 발전장비업체인 하얼빈전기와 합작으로 중국시장 확대를 도모하고 2011년에는 프랑스 발전장비 업체 컨버팀³⁾을 인수해 재생에너지 사업을 강화하였다. 기타 유럽 선진 풍력터빈 제조업은 5~7MW급 모델의 실증을 완료한 후 유럽 해상풍력단지에 설치 중이며, 미국 GE사와 Clipper사는 10MW 이상 초대형 제품의 개념설계를 진행 중이다 ([표 4] 참조).

[표 4] 풍력발전기 제조제품 포트폴리오

(단위:MW, ★상업용, ☆개발용)

제조사	1.3~1.6	1.8~2.0	2.0~2.5	2.5~3.6	4.0~5.0	6.0~7.0
Vestas	★	★		★		☆
GE Energy	★		★		☆	
Enercon		★	★			★
Siemens			★	★		☆
Alstom			★		★	☆
Gamesa		★				
REpower		★			★	
BARD					★	☆
Suzlon	★		★			
Sinovel		★			☆	
Goldwind			★	☆		

자료 : European Wind Energy Association, 2012. 5월

아시아의 대표적 기업인 일본의 미쯔비시 중공업(MHI)은 영국의 개발 엔지니어링 기업인 Artemis사(Artemis Intelligent Power, Ltd.)와의 M&A를 통해 독창적인 유압 드라이브 기술을 제품에 도입하였고, 2010년 10월부터 미국 아칸소주 포트스미스에 풍차 나셀 공장의 건설하여 생산 능력은 연간 약 60만KW이다. 2011년 3월 미쯔비시중공업은 미국의 대형

3) 컨버팀은 원유 및 가스 생산에 사용되는 전기 모터 등을 제조하는 업체로, 지난해 총 15억 달러의 매출을 기록

발전 Developer AES Wind Generation의 그룹 회사인 Mountain View Power Partners IV사로부터 대형 풍력발전설비 49기(총 발전출력 4만 9,000KW)를 수주하였다.

최근 일본은 지진으로 인한 원전 사고로 정부의 에너지 정책수정이 불가피하며 일본 정부는 오는 2030년까지 적어도 14기의 원전 신설과 증설을 목표로 내걸었지만 원전 사고 이후 에너지 기본계획을 재검토 중으로 에너지 정책은 원전 위주에서 풍력, 태양광, 수력 등 자연 에너지 중심으로 전환될 것으로 예상된다.

2.2.3 국내·외 풍력발전산업의 비교

중요 부품에 있어 국내 기술을 살펴보면 설계, 해석기술은 블레이드 개발에 필수요소로 노하우 축적이 다소 부족한 상태이며 인증요구조건의 핵심기술로 시험평가 기술인 정적시험, 피로시험을 수행할 시험설비가 전무한 실정이지만 제조와 관련한 기술 분야는 선진국 수준에 근접해 있다.

중속기는 발전량 대형화에 비해 작게 만드는 방향으로 기술개발 중으로 국외 선진기술 대비 설계기술 및 시험기술이 다소 미흡하나, 소재 및 가공 기술은 세계수준이다. 발전기는 가변속, 대용량화에 따라 다극형 저속 동기발전기 등으로 기술발전 중이며 구동장치기술은 성능, 수명, 안정성, 신뢰성이 선진국과 대등한 수준으로 풍력터빈 시스템의 부품 중에서 가장 앞서 있는 분야이다.

전력변환장치는 대용량 가변속운전 동기발전기용 인버터⁴⁾의 국내기술은 국외대비 약 90% 수준이고, 축 구동계는 제품의 단조 및 가공기술은 세계 최고수준이며 타워기술은 진동에 대한 내구성, 안정성이 필요한데 이에 대한 설계·제작 기술은 세계 최고수준이다.

선진국에서는 5~7MW급 풍력발전시스템이 상용화되었으나 국내는 개발 중에 있어 선진국 대비 기술수준에서 해상 풍력발전기 운영·관리 기술과 해상 토목 기초, 전력선 연계 기술은 세계수준에 근접한 수준인데 핵심기술별 기술수준은 [표 5]와 같다.

4) 전동기를 속도제어하는 장치로 직류전압을 교류전압으로 만드는 역할

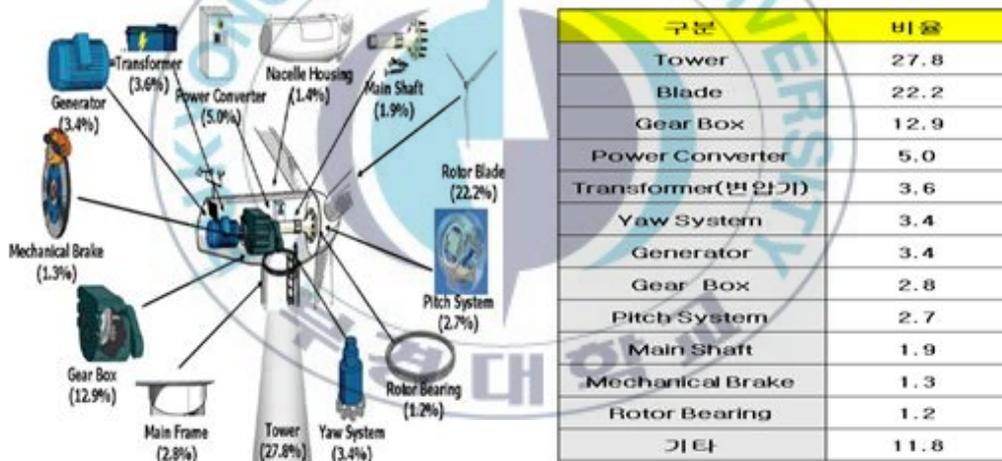
[표 5] 핵심기술 국내수준

핵심기술내용		국외현황	국내개발현황	수준
풍력터빈 주요 기술	개념설계 및 통합기술	6~7MW급상용화 10MW개발	3MW이내상용화 7MW개발	80%
	시스템 하중해석기술	평가항목 맞은 S/W개발	기술자립가능	90%이 상
	제어시스템 기술	제어 H/W 알고리즘 최적화	기술자립가능	90%이 상
	블레이드 및 제조기술	직경 120m 개발	시험평가기술 미흡 제조 관련분야 세계수준	90%
	피치/요 베어링 기술	5MW~용량개발	제작 및 수출가능	90%
	중속기.발전기 기술	5MW~용량개발	시험평가기술 미흡 소재가공기술 세계수준	90%
	전력변화장치 기술	6~7MW급 실용화	동기발전기용 인버터 6~7MW급 제작가능	95%
	구동장치기술	실용화	축.구동계 세계수준 주축베어링 다소부진	95%
	타워기술	120m타워설치	설계/제작기술은 세계최고 진동.회전 안전성 개선필요	100%
	해상용기초기 술	부유구조 연구중	해상구조물 설계가능	90%
	주물기술	6~7MW급 주물가능	제작 및 수출가능	90%
	변압기기술	해상풍력 변압기 개발	제작 및 수출가능	90%
	시험평가기술	요소별 시험 가능	시험인프라 부족	70%
	인증(표준)기 술	인증제도 보편화	일부 인증제도 취득	80%
시스템 감시진단기술	S/W개발 및 실용화	감시시스템 적용단계	90%	

2.2.4 풍력발전기 부품의 원가구조

국내 보급 및 운용실적(Track Record) 부족으로 시장 점유율은 미미하며, 국내 대형 조선사의 선박 및 플랜트 설계·생산 역량과 자본력을 이용하여 풍력발전사업 확대를 적극적으로 모색하고, 화력·원자력 설비의 대체 에너지로 육성할 전망으로 풍력터빈의 원가구조를 살펴보면 Tower, Blade, Gear Box가 약 63%를 차지하고 그 이외의 부품별 원가구조는 [그림 4]와 같다.

풍력터빈의 가격은 1백만유로/MW이며 1MW급 발전기 1대가 1년간 2GWh의 전력을 생산하는데 이는 6백톤~1천톤의 석탄 대체, 아황산가스(SO₂) 2.6톤, 질소산화물(NO_x) 1.3톤, 이산화탄소(CO₂) 1,700톤, 부유분진 연간 약0.07DML 공해물질 배출을 억제하는 효과가 있다.



[그림 4] 풍력발전기의 원가구조

2.2.5 풍력발전기의 발전방식

풍력발전 용량은 1980년 50KW에서 2005년 5,000KW로 100배 증가했고 현재 풍력시장은 증속운전 유도발전방식과 직결구동 동기발전방식으로 양분되어 있으며 국외업체는 Vestas, GE, Gamesa, Siemens, 국내에

는 효성 및 한진산업이 증속운전 유도발전 방식(간접구동)을 선택하여 제작 중이다. 반면 직결구동 동기발전 방식(직접구동)은 국외업체로 독일 Enercon, 국내업체는 유니슨과 두산중공업이 제작 중이다([그림 5] 참조).

형식	개념도	특성
간접 구동 (Geared Type)		<ul style="list-style-type: none"> • 저속으로 회전하는 블레이드의 입력동력을 고속으로 증속하여 발전기에 전달하는 방식 - 중대형 풍력터빈의 80% 차지 - 기어의 운동에 의한 동력전달 손실과 내구성 감소 및 소음 발생
직접 구동 (Gearless Type)		<ul style="list-style-type: none"> • 증속기가 없이 블레이드 회전축이 발전기에 직접 연결되는 방식 - 이용률이 높고 유지보수 비용과 소음이 낮음 - 발전기 크기와 무게가 증가하고 가격이 높음

[그림 5] 구동방식에 따른 풍력발전기의 비교

III. 풍력발전산업의 필요성

3.1 풍력발전산업의 시장성장성

기업은 영업마진이 높고 경쟁이 낮은 대형제품시장을 선점하기 위해 연구개발 투자를 확대하는 추세이며 국가차원의 에너지안보 확보, 기후변화협약 대응, 녹색경제 구축을 위해 시장을 확대할 계획으로 2016년까지 1GW규모의 해상풍력 실증단지를 조성할 계획이다.

해상 풍력발전설비의 대형화 추세는 세계 최고수준의 조선, 플랜트 및 건설 산업의 인프라를 활용하여 치밀한 R&D연구개발에 의한 상업화 및 수출전략화 정책을 추진한다면 단기간에 선진 풍력발전 기술에 추격할 수 있을 것으로 판단하고 있으며, 가동 중인 해상풍력단지의 평균수심은 30m 이내의 가까운 바다에 쇠기둥을 박고 그 위에 발전기를 설치하는 모노파일 방식과, 설치수심 50m 까지의 Tripod 및 Jacket 방식이 확산되는 추세이며, 바다에 떠온 부유물에 풍력발전기를 올려 놓는 방식으로 수심에 관계없이 설치가 가능한 Floating이 있다([그림 6] 참조).

Gravity	Monopile	Tripod/Jacket	Floating
자중과 해저면 마찰력에 의해 위치 유지	항타된 강관에 의해 상부 구조물 지지	Tripod 또는 Jacket식 철제 구조물에 의해 상부 구조물 지지	부양성 구조물 및 계류선을 이용하여 상부 구조물 지지
설치수심 6~8m	설치수심 25~30m	설치수심 30~50m	설치수심 40~900m

자료 : National Renewable Energy Laboratory, 2010.3월

[그림 6] 해상 풍력발전기 수심별 시공기술

유럽 선진사는 풍질과 풍량이 우수하고 민원 발생이 적은 심해 단지를 개발하기 위해 부유식 기술을 육성 중으로 상업용 단지 적용 시기는 2015년 전후로 예상된다. 해상 풍력발전단지의 조성은 기존 발전소와는 달리 단계별로 준공이 가능하여 국가 전력수요에 탄력적 대응이 용이하며 고용 효과도 높은 산업으로 미래의 해상풍력산업은 다른 에너지원에 비해 낮은 발전단가와 효율적인 CO2 감축이 가능하여 급성장할 것으로 전망된다.

3.2 풍력발전산업의 성장잠재성

국내 풍력발전산업의 현황과 전망은 신재생에너지에 대한 국제적인 추세와 기술적 완성도 및 경제성을 감안하면 해상 풍력발전이 단기적인 해결책이라는 공감대가 확산되고 있다. 풍력발전 산업은 정밀한 설계기술과 높은 신뢰성을 확보해야 하는 고도의 기술 집약산업으로 바람의 고유 특성인 간헐성, 제한성, 임의성을 극복할 수 있는 연구개발과 전력계통망과의 접속 및 송전기술이 매우 중요한 기술로 시스템 부품간의 상호작용으로 항공산업과 같은 정밀한 설계기술과 많은 엔지니어링이 필요한 기술로써 해상 풍력발전은 7.48명/MW의 고용을 창출하고 풍력발전의 건설, 제조, 부품, 유지관리 등의 연계산업에서 1MW당 15명의 고용 창출이 가능하다. 우리의 경우 현재까지 해상에 풍력단지가 설치된 예는 없으나 서해안에

2.5GW 용량의 대단위 해상풍력단지를 조성하는 것을 골자로 해상 풍력으로 드맵이 2010년 11월 1일 발표된 바 있다.

해상풍력로드맵은 실증, 시범 및 대규모 개발로 나뉘며 이 중 1단계인 2013년까지 계획된 실증연구는 100MW 규모의 단지를 조성하여 발전단지 운영사는 단지 기술 확보 및 단지조성에 관련된 다양한 경험을 축적할 수 있게 했다.

2단계인 2016년까지 계획된 시범사업에서는 900MW 규모의 단지가 조성될 것이며, 이 때 운영기술 확보 및 상업적 가능성 검증을 통해 해상풍력 강국으로 거듭날 수 있는 기회가 될 것이다. 마지막 3단계인 2017년부터 대규모 개발단계에서는 1.5GW 규모의 대규모 해상풍력단지를 조성하는 단계에서의 목표는 한국형 풍력발전기에 의한 세계 해상풍력시장을 선점하여 제2 수출산업으로 거듭나는 기회가 마련 될 것이다 ([그림 7] 참조).



자료 : 지경부 2010.11 해상풍력로드맵

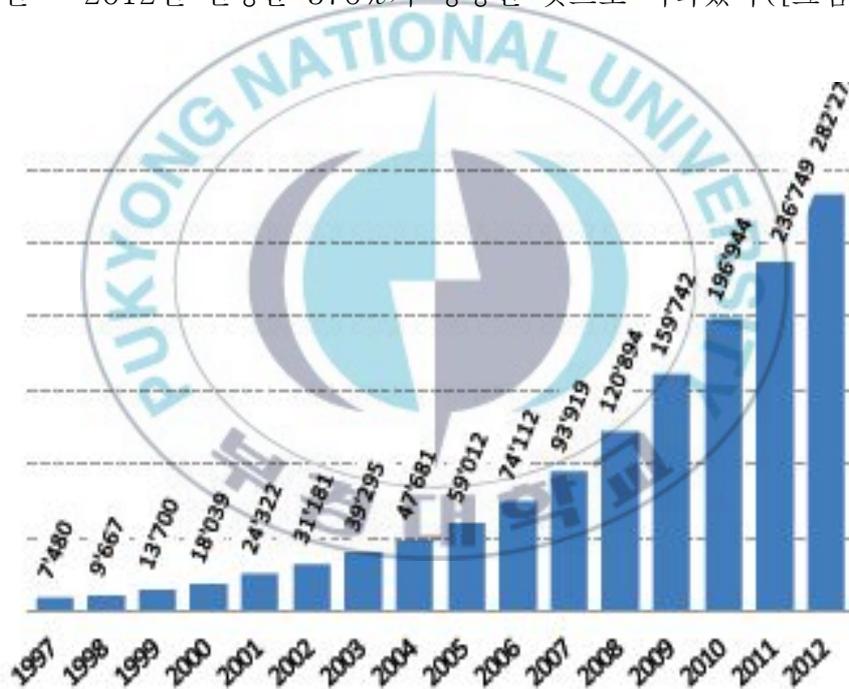
[그림 7] 해상풍력로드맵 단계적 추진방안

정부는 1차 국가에너지 기본계획(2008~2030년)을 통해 신재생에너지 보급비율 확보라는 국가적인 큰 틀을 제시하였고 RPS(Renewable Portfolio Standard: 신재생에너지 할당제) 시행을 확정하였다. 또한, 단계적으로 확보 가능한 해상풍력에 대한 개발의지도 공표하였지만 해상풍력으로

드맵에서 발표한 2.5GW만으로는 신재생에너지에 대한 국가적인 목표를 만족할 수 없는 사항으로 국가가 제시한 큰 틀 안에서 각각의 신재생에너지가 기여할 바를 세부적으로 그려야 할 때이다.

3.3 국가별 풍력발전 동향분석

WWEA⁵⁾(2012)보고서에 따르면 2012년 세계 풍력발전 시장의 생산능력은 282,275MW로 2011년 236,749MW 대비 19.2% 성장했으며 2005년 59,012MW 기준으로 2005년 ~ 2008년 연평균 47% 성장하였고 2009년 ~ 2012년 연평균 370%가 성장한 것으로 나타났다([그림 8] 참조).



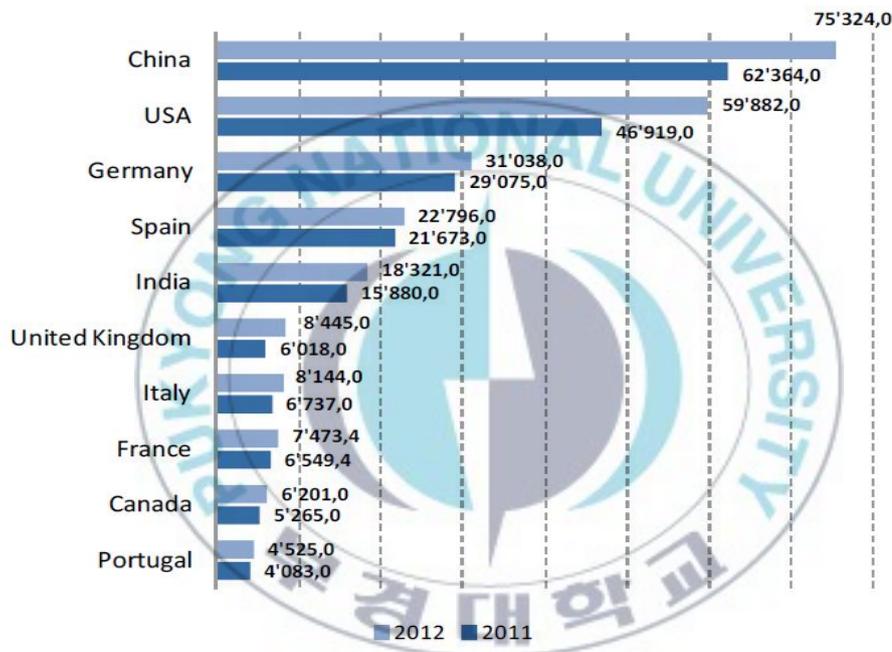
[그림 8] 세계 풍력발전 생산능력 추이

2000년대 초에는 풍력시장의 선두지역인 EU의 풍력 발전설치가 세계 설치 용량의 70~80% 수준이었으나 2012년 성장세를 이끈 나라들은 중국, 미국, 독일, 스페인, 인도 등으로 5개국의 총설비 규모는 207GW로 총

5) World Wind Energy Association

생산량 대비 약 73%를 차지하며 중국과 미국 두나라의 설치 규모가 135GW로 총 생산량 대비 약 48% 인 것으로 나타났다.

2012년 WWEA 가입 회원국 100개국 중 한국의 생산량은 30위에 해당하며 2011년 406MW에서 2012년 482MW로 18.8% 성장하였다. 2012년 한해에 신규 생산설비를 이끈 나라는 미국 12,999MW과 중국 12,960MW 순이며 루마니아, 파키스탄, 에콰도르 등이 전년대비 높은 신규 생산설비를 투입한 것으로 나타났다([그림 9] 참조).



자료 : World Wind Energy Report 2012

[그림 9] 2012년 Top10 국가별 풍력발전 생산율[MW]

2012년 해상 풍력 시장점유율 순위는 영국, 덴마크, 차이나 순으로 지난 몇 년 동안 매우 불안정한 성장을 하였으나 2012년 해상풍력발전 생산량은 총 5,426 MW로 2011년 3,522MW 대비 1,903 MW가 추가 설치되어 54%가 성장한 것으로 나타났다.

2011년 420MW, 2010년 1,147MW 비해 2012년 해상 풍력의 성장률은 매우 높은 것으로 이는 육지의 평균 성장률 이상의 성장률이다. 총 풍

력 용량 대비 2011년 1.5%에서 2012년 1.9%로 상승하였으며 해상풍력 설치 국가는 13개국으로 아직 성장이 미약하여 시초단계에 있으며 유럽과 아시아 국가로 구성된다([그림 10] 참조).

Position 2012	Country	Total Offshore Capacity 2012 [MW]	Added Capacity 2012 [MW]	Total Offshore Capacity 2011 [MW]	Total Offshore Capacity 2010 [MW]	Total Offshore Capacity 2009 [MW]
1	United Kingdom	2'947,9	1'423,3	1'524,6	1'341,0	688,0
2	Denmark	921,0	63,4	857,6	854,0	663,6
4	China	389,6	167,3	222,3	123,0	23,0
6	Belgium	379,5	184,5	195,0	195,0	30,0
5	Germany	280,3	65,0	215,3	107,0	72,0
3	Netherlands	249,0	0,0	249,0	249,0	247,0
7	Sweden	164,0	0,0	164,0	164,0	164,0
8	Finland	30,0	0,0	30,0	30,0	30,0
9	Japan	25,3	0,1	25,2	2,0	1,0
10	Ireland	25,2	0,2	25,0	25,0	25,0
11	Spain	10,0	0,0	10,0	10,0	10,0
12	Norway	2,3	0,0	2,3	2,3	2,3
13	Portugal	2,0	0,0	2,0	0,0	0,0
Total		5'426,1	1'903,8	3'522,3	3'102,3	1'955,9

자료 : World Wind Energy Report 2012

[그림 10] 2012년 해상 풍력발전 국가별 생산율[MW]

중국 업체들은 주요부품의 기술력 부족으로 해외진출에는 한계가 있을 전망이지만, 기술부족에 대한 문제해결책으로 M&A를 통해 돌파구를 찾으려 하고 있으며 자국산 풍력발전기 설치를 적극 유도하여 실적을 쌓아가고 있어 크게 성장이 예상된다. 각국마다 정부가 역할을 확대하면서 고용회복, 산업정책강화, 금융규제 등에 보다 적극적으로 나설 전망이다. 이러한 흐름을 바탕으로 선진국들은 제조업의 부활을, 신흥국들은 미래 산업의 육성을 강조하면서 국가 및 글로벌 제조기업간 층위 없는 경쟁이 지속되고 있어 해상풍력 발전은 2015년을 전후하여 크게 성장해 나갈 것이다.

신흥국의 소득 증가와 정보 격차 축소에 따른 소비 동조화 현상에 따라 전력수요의 증가, 요소 비용 상승에 따른 생산기지의 탈 중국화, 고용 창출을 위한 선진국의 제조공장 재유치, 기후변화의 Global Major Trend에

따라 풍력을 포함한 재생에너지에 대한 국가별 지원 정책은 향후 큰 변화가 지속될 것으로 예상되기에 세계 3대 지역의 풍력발전 시장에 대해 살펴보면 다음과 같다.

3.3.1 North America

2012년 미국은 풍력발전부문의 신규 설비증설이 약 13GW로 세계 1위를 기록하였고 총 풍력발전 보유 설비량이 약 60GW로 중국에 이어 세계 2위이며 2025년까지 전체 전력의 25%를 풍력발전으로 충당하기 위한 계획을 수립하였다. 캐나다는 1995년 첫 번째 대형 풍력발전기를 National Resources Canada의 지원을 통해 온타리오에 설치를 시작으로 연방정부의 지원하에 풍력발전 시장의 성장을 도모하고 있으며, 퀘벡(Quebec)주가 캐나다 풍력발전 산업의 주도적인 역할을 수행하고 있다.

2012년 캐나다의 풍력발전은 6.2GW로 세계 9위의 풍력발전 설비 보유하고 있고 소형과 중대형 풍력발전 시스템의 설계, 개발, 실증기술의 발전을 위하여 노력하고 있다. 이를 위한 연방정부와 각 지방정부의 풍력발전 사업 지원 계획을 수립하여 2025년까지 전체 전력의 20%를 풍력발전으로 충당하기 위한 계획 수립을 통해 약 20.5GW의 풍력발전설비를 보유할 것으로 전망된다.

3.3.2 유럽(독일, 스페인, 영국, 덴마크, 프랑스)

34개 유럽 국가의 풍력설비는 2012년 107GW로 2008년 이후 평균 13%의 성장율을 보이고 있으며 전년대비 신규 설비증설은 미국 및 중국과 같은 약 13GW를 설치되었다. 국가별로는 독일이 31GW로 세계 3위의 풍력발전 설비를 보유하고 신재생에너지로 완전히 바꾸는 정책으로 가고 있어 성공여부에 많은 국가들이 관심을 가지고 있다. 2030년에는 총 전력의 31%에 해당하는 65GW를(육상35GW, 해상30GW) 풍력발전으로 생산할 것을 계획하고 Repowering⁶⁾을 통해 풍력단지의 고효율화를 도모하고 본격적인 해상풍력에 대한 연구를 진행중에 있다.

6) 적은면적에서 보다 많은 용량을 생산하는 복구작업.

스페인 22.8GW로 세계 4위의 풍력발전 설비를 보유하고 있고 스페인의 풍력발전은 왕립 법령하의 가격지원 및 국내 터빈 제작으로 국영회사가 시장을 주도하고 자국 풍력업체인 Gamesa, Ecotecnica사가 공동으로 대형 풍력발전시스템을 개발 중에 있다. 2020년까지 전체 전력의 20%를 풍력발전으로 충당하기 위한 계획을 수립하여 약 39.6GW의 풍력발전설비를 보유할 것으로 전망된다. 영국의 풍력발전은 2012년기준 8.4GW로 세계 6위의 풍력발전 설비를 보유하고 있으며 이중 해상풍력발전이 약 2.9GW로 해상풍력 발전에 가장 앞서 있는 나라이다. 2020년에는 육상 8.8%, 해상 9.4%, 전체 전기 생산량의 18.2%를 보급 목표로 하고 있다.

프랑스는 전기의 78%를 원자력에서 조달하기 때문에 독일, 스페인, 덴마크등 인근 유럽 국가들에 비해 풍력 에너지산업에 늦게 착수하였지만 2012년에는 약 7.5GW로 세계 8위 생산국이다. 프랑스 정부는 2020년까지 재생에너지로 대체한다는 지침에 따라 친환경에너지원인 풍력발전산업을 미래성장 동력산업으로 선정, 개발할 의지를 표명하여 2020년까지 풍력발전설비 규모를 25GW로 확립한다는 목표를 설정하고 해상풍력발전에서 그 해답을 찾고 있다. 덴마크는 2012년 신규로 4.1GW의 풍력설비가 설치된 성숙된 시장으로 전체 전력의 19.9%를 충당하였고 덴마크 정부는 2020년까지 신재생에너지 비중을 30%까지 끌어올리는 것을 목표로 세웠으며, 노후 된 육상 풍력발전기를 교체하는 Repowering과 해상 풍력단지 개발을 적극적으로 지원하고 있다. 덴마크 국적인 Vestas Wind Systems사의 전 세계 풍력발전산업 분야의 시장 점유율이 2006년 24.6%에서 2007년 21%, 2008년 19%로 지속적으로 떨어져 위기의식을 가지고 있다.

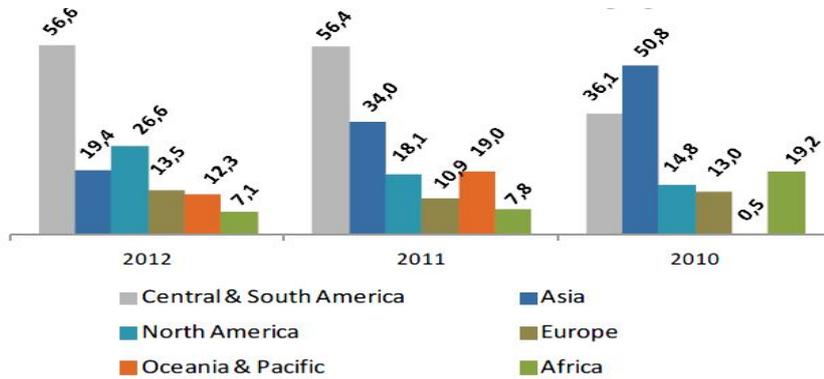
3.3.3 아시아(중국, 인도, 일본)

아시아의 신규설비 증설은 2011년 21.2GW, 2012년 16.2GW를 신설하였으며 세계 총 풍력 발전량 중 35.4%(100GW)를 차지하고 2009년 67%, 2010년 51%, 2011년 34%, 2012년 19.4%의 높은 성장률을 보였다. 중국, 인도, 일본, 한국, 터키, 파키스탄 6개국이 풍력터빈을 설치중이며 중국이 75%, 인도가 18% 그 외 나라가 3%미만의 점유율을 보였다.

중국은 환경보호, 에너지 절약과 화력발전에 대한 과도한 의존도를 낮추기 위한 대체에너지 개발이 정부차원에서 적극적으로 추진되면서 2005년부터 풍력발전설비 설치규모가 5년 연속 매년 두 배가량 증가하였으며, 2015년 100GW 풍력용량을 목표로 수 년 동안 안정적인 성장을 하였으며 또한 수출을 통하여 세계 풍력시장에 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다.

중국은 블레이드, 기어박스, 발전기의 국산화율이 높으나 베어링과 변류기의 주요 기술은 독자개발보다는 라이선스 도입에 의존해 제품을 개발하고 수 MW급 수준의 대형 풍력발전시스템 개발 및 대형 풍력단지 조성에 대한 R&D 연구를 추진 중이다. 인도의 풍력 발전산업 계획은 1984년부터 시작되었으며, 국가적인 사업계획은 풍력자원 평가활동, 시범 프로젝트 추진, 관련 산업의 참여 그리고 풍력발전기의 제조, 설치, 운영 및 정비와 이에 대한 정책지원 등을 포함하여 육성 중에 있으며, 전 국토에 걸쳐서 풍황에 관한 한 좋은 잠재력을 갖고 있어 2012년 2,441MW의 신규증설로 총 18.3GW 설비용량을 가졌다.

세계 총 생산량의 5위 생산국으로 인도 정부는 전체 전력의 10%를 재생에너지자원으로 충당하고 있으며 더 나아 장차 50%선까지 재생에너지 자원으로부터 전력을 얻을 것을 계획하고 있다. 일본은 국가 주도 및 민간 협력에 의해 풍력발전이 활발히 진행되고 있으며, 특히 대학 등에서 소형 풍력 및 수직축 발전기와 관련된 연구를 활발하게 진행하고 있다. 선진 중공업의 강점을 살린 중소기업 중심의 탄탄한 기술 인프라를 구축하고 2012년 일본의 풍력발전 설비용량은 2.6GW로 세계 13위를 차지하고 있다. 원자력 사고 후 신재생 에너지 방향을 바꾸고 있으나 일본의 풍력 발전은 투자·생산 열기가 갈수록 위축되고 있는데 태풍이나 번개 등의 기상 악조건 등이 애로사항으로 지적되고 있으며, 날씨에 따라 발전량의 변동이 심하다는 문제 때문에 전력회사가 풍력발전에서 생산된 전기 구매에 소극적이어서 사실상 풍력 발전 건설을 전력회사가 제한하는 상황이 발생하고 있다. 풍력발전설비를 건축구조물로 지정하여 관련 규정(Japanese building code)을 충족해야 하는 관청의 긴 허가가 장애물이 되고 있다. 2010년~2012년간 지역별 성장속도는 보면 [그림 11]과 같다.

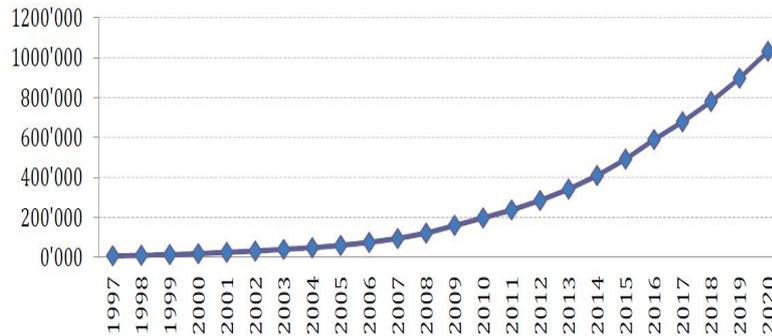


자료 : World Wind Energy Report 2012

[그림 11] 세계 지역별 성장속도

3.4 미래의 세계 풍력발전 전망

장기적인 관점에서 봤을 때 풍력발전 시장은 매력적이며, 미국의 서브프라임과 유럽의 재정위기에서도 풍력발전 설비의 신설은 차질 없이 진행되고 있음을 알 수 있었고 기술발전으로 점차 경제성이 개선되고 있어 고유가 시대의 풍력발전산업은 매우 우호적인 상황에서 자국의 신재생에너지 산업 육성의 일환으로 육상 및 해상풍력에 대한 정책 지원이 확대하고 있다. WWEA 미래 성장 보고서에 따르면 2015년에는 풍력발전기 설치 규모를 500GW로 예상하고 있으며 2020년에는 1,000GW로 예측하고 있어 금액으로는 약 100조원 이상의 시장규모가 될 것이다 ([그림 12] 참조).



자료 : World Wind Energy Report 2012

[그림 12] 2020년 풍력발전기 설치규모

글로벌 기업의 사업전략은 기업이 보유한 기술역량과 사업구조에 따라 다양한 방식으로 풍력발전사업을 추진 중으로 자국형 브랜드를 개발할 수 있는 시스템 설계기술을 우선 확보한 후, 핵심인 풍력터빈 제작 중심 사업과 단지조성, 인허가, 사후 유지관리까지 일괄공급(Turnkey)하는 방식으로써, 발전기 등의 핵심 구성품에 대해서는 내부 제조역량을 확보하기 위한 수직계열화를 강화하고 있으며 부품은 자체개발 또는 아웃소싱 전략 채택을 고려하고 있다. 중공업에 강점을 가진 우리 기업의 경우 블레이드 등 관련 부품이 선박과 비슷하여 조선업의 기존 설계인력과 R&D인력 활용하고 대형선박 건조에 사용되는 대형 중장비와 해양플랜트 기술 및 관련 제조업의 인프라를 활용할 경우 빠른 시일 내 선진 풍력기술에 대한 기술추격이 가능하므로 정부의 지원하에 조선업 중심의 종합 토털 솔루션 업체의 육성방안을 제안한다.

3.5 풍력발전산업의 기술개발 추세

3.5.1 대형화

풍력발전시스템의 대형화를 통해 가격 경쟁력을 확보하고, 가변속 운전 기술의 적용으로 효율 및 내구력이 향상되어 현재 상업화 된 대형 풍력발전설비는 5~6MW급으로써, 추가적인 대형화는 기술적면과 경제적면을 고려한 시장경쟁력 확보가 불확실하고 풍력발전설비의 대형화에 따른 단위 발전기당 가격 상승으로 고도의 엔지니어링 기술이 요구되고 있다.

3.5.2 하중저감

풍력발전기 대형화를 위해서는 하중 저감화를 위한 기반기술의 개발이 필요한데 풍력발전 시스템에 가해지는 공력 하중 감소는 로터 블레이드로부터 발생하여 축-베어링-증속기-발전기에 이르는 축 구동계의 하중에 영향을 미치며, 타워 구조의 재료비 절감을 비롯한 전체 시스템 비용저감 효과를 발생시킨다. 국내의 경우, 국가 지원에 의해 개발된 풍력발전기의

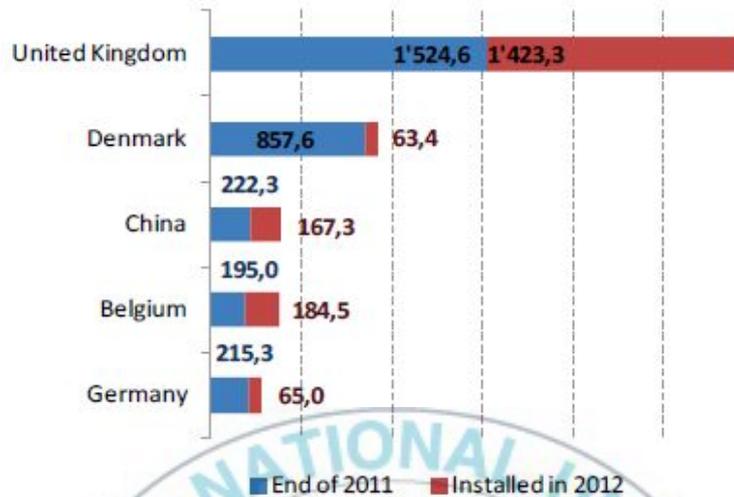
대부분이 유럽 블레이드 업체에 설계를 의뢰하고 그 결과물로 생성된 제작 도면을 이용해 국내 업체에서 제작하는 형태로 진행되고 있다.

기초설계와 기본설계분야에 대한 기업의 기술확보가 미흡하여 블레이드 설계기술 확보에 있어 한국에너지기술연구원은 저풍속형 풍력 발전 블레이드 기술 개발과 기본사업 과제를 통해 블레이드 익형 및 3차원 공력 구조 설계를 위한 관련 특허 및 원천기술을 확보 중에 있다. 국외의 풍력발전시스템 관련 특허동향 분석결과, 1999년 이전까지는 블레이드의 효율증가 기술이 핵심 연구개발 대상이었으나 2000년 이후에는 대형화 시스템 개발을 위한 하중저감 기술이 주 관심 대상이며 특히 해상풍력발전의 확대에 따른 5MW이상 대형 풍력시스템 개발에 따라 블레이드 무게와 공력 하중을 경감하기 위한 노력이 증가하고 있다. 유럽은 Risoe(풍력발전연구소)-DTU(Delhi Technological University)-Vestas 등의 기관 및 기업체를 중심으로 Trailing edge flap을 풍력발전 블레이드에 적용하기 위한 기초연구를 수행 중에 있으며, 미국은 NREL(신재생에너지연구소)을 중심으로 Trailing edge morphing 기술 및 microtap 등을 적용한 하중저감 기술 개발 중에 있다.

3.5.3 해상풍력

육상에서의 풍력발전 단지 입지제한, 대형화 추세에 따라 해상풍력 발전 시스템은 더욱 확대될 것으로 전망되고 있으며, 육상풍력에 비해 풍력자원이 우수하고 대단지화에 유리하나, 기반 공사 및 해저케이블로 인해 2배의 초기 투자비용이 요구된다.

높은 풍속 및 공간적 특성으로 해상풍력은 육상풍력에 비해 20배의 단지규모 건설 및 1.4배의 높은 발전효율이 가능하며 해상풍력단지 건설비용은 풍력발전시스템 51%, 전력망 연계공사 18%, 지주대 기반공사 16% 등으로 구성되어, 해수 부식 및 접근성으로 인해 운전·정비 비용이 육상발전에 비해 높다. 세계 해상풍력시장의 동향을 살펴보면 매년 30%이상의 고성장을 하고 있으며 5대 해상풍력 국가는 영국, 덴마크, 차이나, 벨기에, 독일 순이다 ([그림 13]참조).



자료 : World Wind Energy Report 2012

[그림 13] Top 5 해상풍력국가(MW)

2011년 세계 해상풍력 시장 설치량 중 Siemens사와 Vestas사의 비중이 75%에 달하고 있으며 2014년 이후 후발업체들의 시장진입 확대로 업체간 경쟁이 본격화될 전망이지만 육상풍력 보다 높은 기술적 난이도 및 track record 미확보가 진입에 걸림돌이 되고 있다.

IV. 특허분석과 추진전략

4.1 특허분쟁 현황

한국시장과 일본시장의 경우, 대형 수평축 풍력발전시스템분야에서는 특허 분쟁이 발생되지 않은 것으로 파악되었으며, 한국의 경우에는 수직축 풍력발전시스템분야에서 2건의 소극적 권리범위 확인심판이 청구된 바 있다. 미국시장의 경우, 대형 수평축 풍력발전시스템분야에서는 Gamesa, GE Wind, Enercon 등의 주요 시스템 제작업체들이 분쟁의 당사자가 된 것으로 조사되며, 특히 2002년 파산상태인 Enron Corp의 풍력발전 분야

를 인수함으로써 풍력발전 시장에 진입한 GE Wind는 현재 미국시장점유율 1위를 차지하고 있다. 경쟁업체들의 자국시장으로의 진입을 저지하는 주요한 방법으로 특허권 침해주장 및 소송을 활용하는 것으로 조사된다.

유럽시장의 경우, 대형 수평축 풍력발전시스템분야에서는 Enercon, Vestas Wind Systems, NEG Micon(Vestas Wind Systems로 M&A) 등의 주요 시스템 제작업체들이 분쟁의 당사자가 된 것으로 조사되는데, 특히 독일풍력발전시스템 시장 점유율 1위를 차지하고 있는 업체인 Enercon은 유럽시장에서의 경쟁업체인 Vestas Wind Systems를 상대로 Enercon 소유의 복수 특허권 침해를 이유로 유럽(England, Scotland, Ireland, Netherland) 및 캐나다 법원에 특허권 침해 소송을 제기하였으나 양사간의 합의가 도출됨으로써 유럽 및 캐나다 법원에서 진행되었던 소송은 더 이상 진행되지 않을 것으로 조사된다 (2008년 11월 Vestas Wind Systems 보도자료 인용).

4.2 특허분석 목적

풍력발전 분야는 최근 화석연료에 대한 대체에너지로 부각되며 고성장세를 지속하는 산업으로, 기술의 발전으로 풍력에 의한 발전단가의 하락, 온실가스 감축을 의무화한 교토의정서의 공식 발효(2005년 2월)로 성장이 가속되는 분야이다.

2012년 기준으로 국내 풍력발전 누적규모는 482MW이며 이는 전체 전력수요량의 약 0.2%에 해당하는 수준에 불과한 실정이지만 2015년 기점으로 큰 폭의 성장이 될 것으로 판단된다.

따라서 본 논문에서는 수평축 풍력발전 시스템 분야에 관한 특허 동향과 핵심특허에 대한 정성 분석을 통해 특정 업체의 기술개발 방향 및 아이디어 도출뿐만 아니라 분쟁관련 핵심특허들에 대한 침해여부, 회피설계 가능성을 검토하는 것을 목적으로 한다.

4.3 특허분석 절차

분석범위는 미국, 일본, EP, WO, 한국 등 주요 국가의 특허에 대해서

조사하여 각 국가별로 주요출원인과 키워드를 구분하여 검색한다. 검색대상 DB는 웹스를 이용하며, 검색결과는 아래와 같다.

한국예시>출원인한정

((**풍력***).KEY. AND (**삼성중공업*** or **현대중공업*** or **두산중공업*** or **효성중공업*** or **유니슨*** or **미츠비시** or **지멘스** or **리파워** or **가메사** or **베스타스** or **아레바** or **에너콘** or **멀티브라이드** or (**제너럴 and 일렉트릭***) or **엘엠** or **우벤** or **엔론** or **존드** or **수즐론** or **노르텍스**).AP.)

한국예시>키워드한정

(((((**풍력*** and (**발전*** or **터빈*** or **플랜트***)) not (**차량** or **소형** or **양기동** or **지붕형** or **풍차** or **수압** or **수력** or **굴뚝형** or **건물** or **비행선** or **아파트** or **부상형** or **가정용** or **터널형** or **물레** or **공중** or **파력** or **다층식** or **실내** or **환풍구** or **도로형** or **교량** or **살수** or **사보니우스** or **자동차*** or **선풍기*** or **태양*** or **조력***)) not ((**수직***).ti.) not ((**삼성중공업*** or **현대중공업*** or **두산중공업*** or **효성중공업*** or **유니슨*** or **미츠비시** or **지멘스** or **리파워** or **가메사** or **베스타스** or **아레바** or **에너콘** or **멀티브라이드** or (**제너럴 and 일렉트릭***) or **엘엠** or **우벤** or **엔론** or **존드** or **수즐론** or **노르텍스**).AP.)))

위와 같이 검색한 특허에 대해 특허의 발췌는 다음과 같이 노이즈 제거를 실시하고 국가별 핵심특허를 분류하여 미국특허 3758건을 1차 검색하고 노이즈를 제거하여 대분류기술건수 1,507건과 핵심특허 214건 발췌하였으며, EP특허 1813건을 1차 검색하여 노이즈제거 후 대분류 기술건수 1,280건과 핵심특허 181건 발췌하였고, WO특허 2225건을 1차 검색하여 노이즈제거 후 대분류 기술건수 726건과 핵심특허 98건을 발췌하였다.

일본 특허 1918건을 1차 검색하고 노이즈제거를 통해 대분류 기술 987건, 핵심특허 80건을 발췌하였으며 국내특허 772건을 1차 검색하여 노이즈제거 후 대분류 기술 164건, 핵심특허 34건을 발췌하였다([그림 14] 참조).

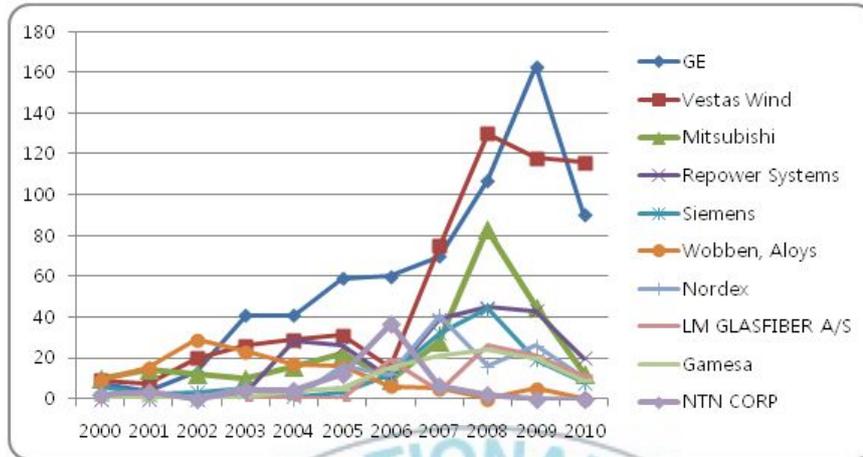


[그림 14] 국가별 특허의 발체

4.4 업체별 시계열 분석

1974년부터 1989년까지는 10건 미만으로 출원되었고 1990년대 들어서는 특허출원건수가 10여건 이상에서 100건 미만으로 계속적으로 조금씩 증가하다가 2000년대 들어서면서 증가폭이 더욱 커지고 있다. 특히 2004년대 후반에는 더욱 증가폭이 커지고 있어 2008, 2009년도에는 한 해 700여건 출원되고 있음을 알 수 있었고, 2010년과 2011년에 출원건수가 감소하는 것은, 특허출원은 출원일로부터 1년6개월 만에 공개되므로, 2010년 이후 건은 아직 미공개 되어 조사되지 못한 것이 많기 때문이다.

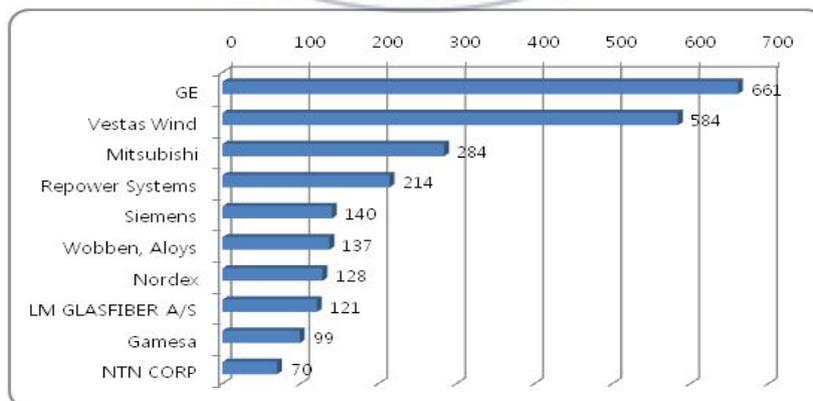
국가별 시계열 분석을 살펴보면, 대부분의 국가에서 출원건수가 증가하고 있으나, 일본의 경우 2004년을 기점으로 특허 출원건수가 매년 감소하고 있는 데 상위 10위 내에 있는 출원인에 대한 시계열 분석을 보면 일본 기업은 NTN의 특허건수가 2006년 기점으로 점점 줄어들고 있는 것이 주목할 특징이다. 한편, 우벤 알로이즈 특허도 2000년대 초반에 비해 특허건수가 점점 줄어들고 있음을 알 수 있다. 반면 GE나 Repower 시스템즈, LM GLASFIBER 특허는 계속적으로 증가하고 있다 ([그림 15] 참조).



[그림 15] 업체별 시계열분석

4.5 출원인 분석

전체 출원건에서 출원건수가 가장 많은 상위 10개 출원기업을 살펴보면 GE가 661건으로 가장 많고 Vestas와 Mitsubishi, Repower 순으로 나타나고 있다. 미국기업은 GE, 일본기업은 Mitsubishi와 NTN 이며 나머지 기업은 모두 유럽기업으로 나타나고 있다. 따라서 풍력발전 기술은 유럽기업이 많은 점유율을 차지하고 있는 것으로 파악된다([그림 16] 참조).

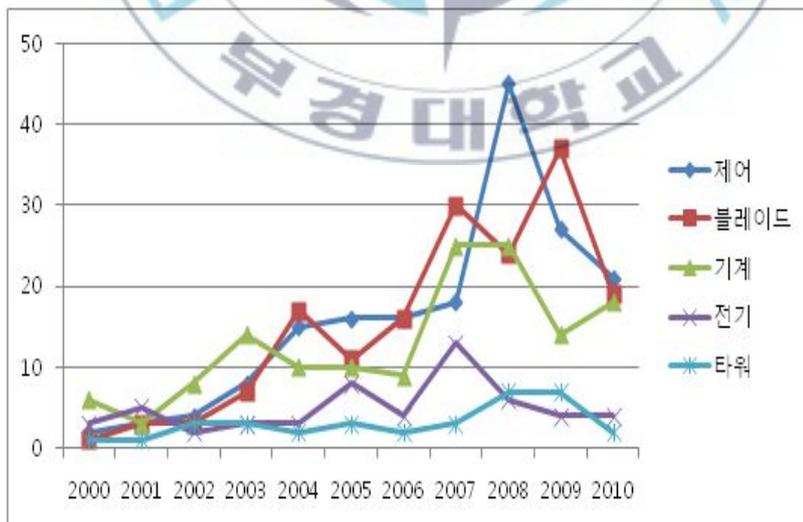


[그림 16] 출원인 분석

위 출원인 점유율 분석을 보면 상위 10개 기업이 전체 풍력발전 출원건의 절반 이상을 점유하고 있어 상위 10개 기업이 풍력발전 기술을 선도하고 있음을 알 수 있다.

4.6 주요특허분석과 시계열 분석

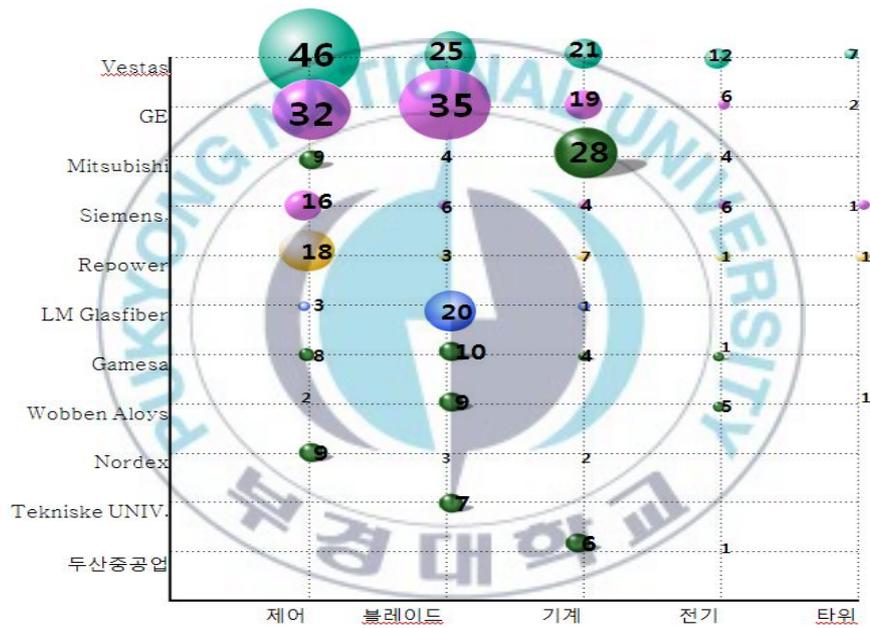
주요 특허분석으로 핵심특허(P), 분쟁관련특허(T), 미래핵심특허(F) 607건에 대한 출원인 분석에서는 Vestas, GE, Mitsubishi, Siemens 순으로 나타난다. 전체 출원특허에서는 NTN 이 70건으로 출원빈도 10위에 있었으나 주요특허에서는 2건으로 매우 적은 특허가 분석되었다. 반면 전체 출원특허에는 상위권에 포함되어 있지 않았던(20위권 전후) Danmark Tekniske 대학과 두산중공업이 7건으로 공동 10위에 있으며 기술 분류를 통해 분석해 보면 제어 184건, 블레이드 179건으로 출원건수가 가장 많고 다음으로는 기계 152건, 전기 58건, 타워 34건 순으로 나타나고 있다. 풍력 발전 전체에 대한 세부기술 흐름이라고는 단정하기 어렵지만, 각 기술 분류 별로 2000년대 후반으로 가면서 모두 조금씩 증가하고 있고 특히 제어, 블레이드 분야 기술이 많이 증가하는 것으로 파악된다([그림 17] 참조).



[그림 17] 주요특허에 대한 기술분류

4.7 출원인별 주요특허의 출원건수

상위 11개 출원인과 기술의 상관관계를 보면, Vestas와 Siemens, Repower, GE, Nordex는 상대적으로 제어(C) 기술에 더욱 집중하는 것으로 보이고, Mitsubishi와 두산중공업은 기계분야에 더욱 연구를 집중하는 것으로 파악된다. 한편, GE와 LM Glasfiber, Gamesa, Wobben Alouys, Danmark Tekniske는 블레이드 기술에 더욱 강세를 보이고 있는 것으로 보인다 ([그림 18] 참조).



[그림 18] 업체별 기술분류별 상관분석

4.8 기술분야별 주요특허 출원건수

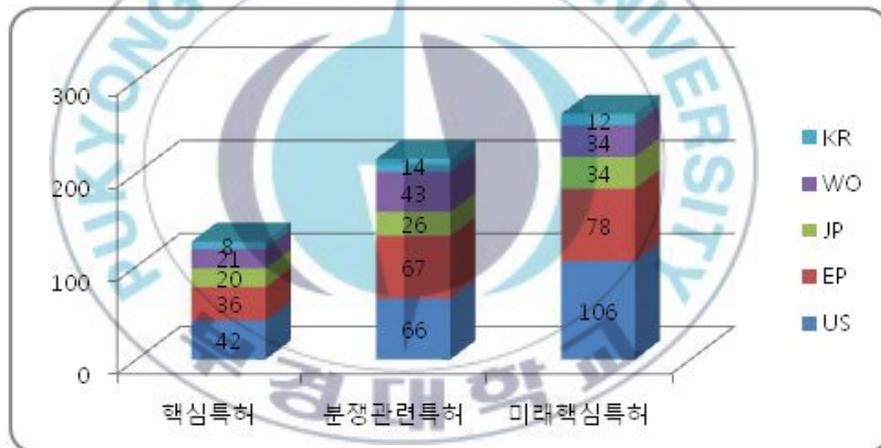
각 중요도 등급 중 정성분석 대상에 속하는 분쟁관련 특허는 제어분야가 가장 많고 다음으로 블레이드, 기계 순으로 나타나고 있으며 특정업체가 설계중인 기술 중 제어분야와 블레이드분야 기술이 이미 출원된 특허와 유사하여 회피설계나 무효화, 권리관계를 검토하여야 할 것이 많은 것으로

파악된다.

반면, 미래핵심특허는 블레이드, 기계, 제어 순으로 나타나고 있다. 이는 앞으로 실시가능성이 높은 기술로 이들 특허들에 대해 더욱 세부적인 검토를 하여야 할 것이다([그림 19] 및 [표 6] 참조).

[표 6] 기술분야별 주요특허 출원건수

구분	미래핵심특허	분쟁관련특허	핵심특허
제어	60	70	54
블레이드	89	66	24
기계	72	41	39
전기	35	19	4
타워	8	20	6



[그림 19] 기술분야별 주요특허 출원건수

4.9 주요기술의 기술분류

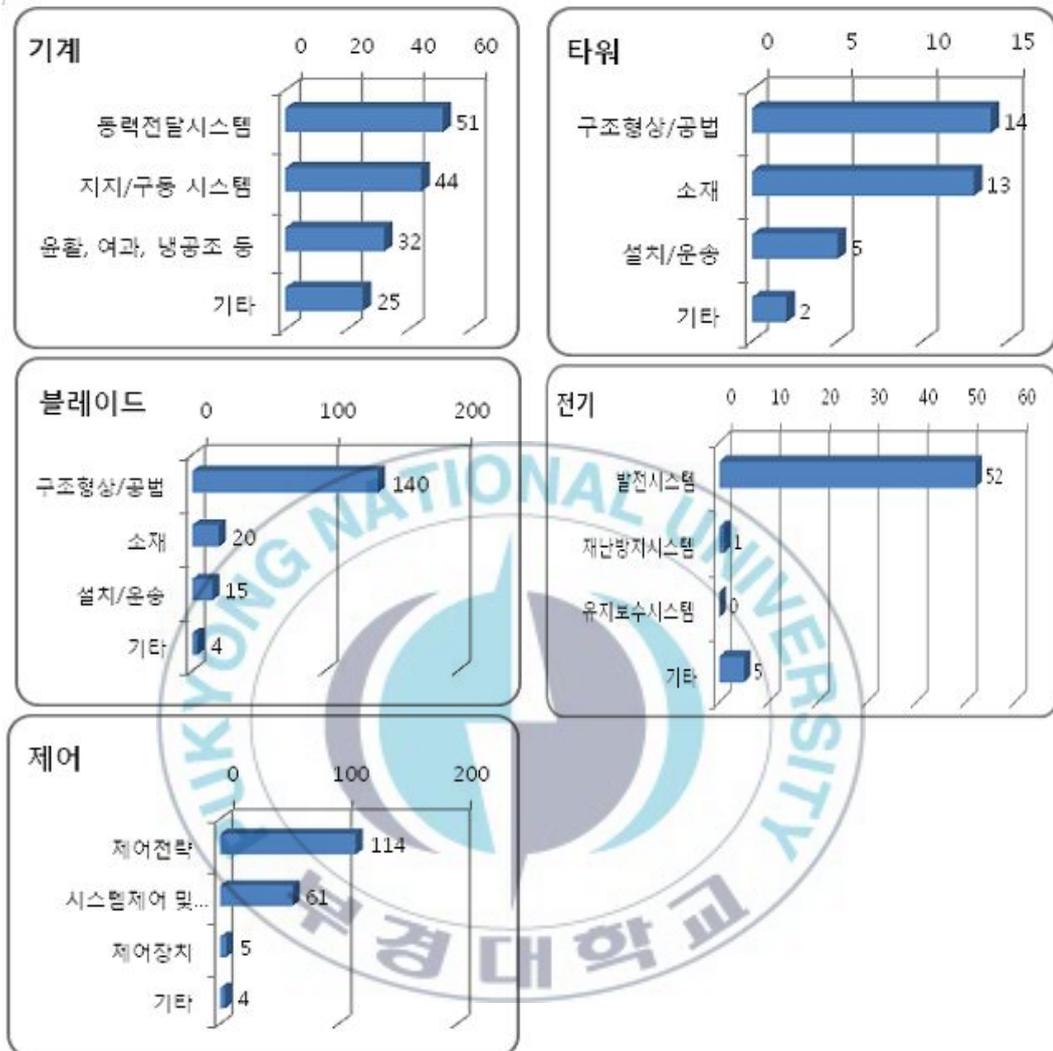
주요국가 1차 검색결과 13,804건에서 노이즈 제거를 통해 대분류를 시행한 결과, 4664건이 도출되어 핵심특허를 P(실시기술관련 핵심특허), T(분쟁관련특허), F(미래핵심특허), B(주요경쟁사&Vendor특허), C(기타참고특허)로 분류 하였으며 분류기준을 [표 7]과 같이 기준을 마련하였다.

[표 7] 핵심특허의 분류기준

명칭	기호	분류 기준	비고
핵심특허	P	당사 실시 기술 관련 특허 중심	기술성, 시장성, 경제성 모두 高
분쟁 관련 특허	T	당사 개발 기술 관련 특허 중심	
미래 핵심 특허	F	미래에 실시가능성 높은 핵심 특허 중심	기술성, 시장성, 경제성 중 둘 高
주요경쟁사 & Vendor 특허	B	현재 미실시 중인 주요 경쟁사 특허(P,T,F제외)	기술성, 시장성, 경제성 중 하나 高
기타 참고 특허	C	실시가능성이 낮거나 단순 참고 특허	기술성低, 시장성低, 경제성低

제어분야의 중분류에는 제어전략, 시스템제어, 제어장치, 기타로 나누어 분류하였으며 전기분야의 중분류에는 발전시스템, 재난방지시스템, 유지보수시스템과 기타로 나누었고, 기계분야에는 동력전달시스템, 지지/구동시스템, 윤활·여과·냉공조와 기타로 분류하였다.

Tower 및 하부구조물에는 구조형상/공법, 소재, 설치/운송과 기타로 분류하고, 블레이드는 구조형상/공법과 소재, 설치/운송, 기타로 중분류하여 각 소분류를 두어 분류하였다. 각 주요기술에 대한 세부기술로 분류한 결과, 블레이드 분야는 구조형상/공법에 관한 특허가 월등히 많이 나타나고 있으며 제어분야는 제어전략과 시스템제어 및 최적화를 위한 컨트롤 관련 특허가 대부분인 것으로 파악된다. 기계분야는 동력전달시스템, 지지/구동시스템, 윤활/여과/냉공조 등에서 대체로 골고루 특허가 출원된 것으로 보이며 타워분야는 구조형상/공법, 소재 관련하여 많이 나타나고 있으며, 전기분야는 발전시스템 분야가 재난방지시스템, 유지보수시스템 관련 특허보다 월등히 많이 출원되어 해당 기술에 대한 연구가 많이 이루어지고 있음을 추측할 수 있다 ([그림 20] 참조).



[그림 20] 주요기술별 세부분류

4.10 핵심기술의 분석 및 대응

기계 분야, 블레이드 분야, 타워 분야, 전기 분야, 제어 분야에 대한 핵심기술 도출을 위한 주요 특허의 출원번호와 등록번호, 출원인, 발명의 명칭 특허를 기술코드에 의해 분류하여 무효성여부, 비침해, 심사경과 모니터링 필요성, 회피설계가가능성 여부 타진, 특허대응을 위한 무효자료 사전

구비 필요성 등을 [표 8]과 같이 기준을 마련하여 분류하였다.

[표 8] 핵심기술별의 분석 검토대응

가. 기계 분야,

	출원번호	등록번호 (공개번호: A)	우선 권 번호	출원인	발명의 명칭	기술 코드	검토대응
1	KR2006-0034157	KR0752510		유니슨	단일 메인베어링을 갖는 풍력 발전기 (Wind energy converter with single main bearing)	MB	무효가능성 높음
2	KR2007-0107226	KR0948788		삼성중공업	부유식 멀티 풍력터빈 (Floating wind-turbine)	MD	비침해
3	JP2008-0193948	JP2010-0031722;A		MITSUBISHI HEAVY	풍력 발전 장치	MC	심사경과 모니터링
4	EP2008-0163228	EP2009-2034181;A	US2007-850104	General Electric	Ventilation arrangement	MC	심사경과 모니터링
5	KR2008-0086032	KR1021333		두산중공업	풍력터빈의 나셀 냉각 시스템 (Nacelle Cooling System of Wind Turbine)	MC	회피설계 가능
6	EP2008-0865259	EP2010-2242925;A	DK2007018501 US2007-015737	Vestas Wind Systems	A DRIVE TRAIN FOR A WIND TURBINE	MA	심사경과 모니터링
7	KR2009-0006173	KR1007702		삼성중공업	풍력발전기의 나셀 구조체 (Nacelle structure of wind generator)	MB	무효자료 구비필요

나. 블레이드 분야

no	출원번호	등록번호 (공개번호:A)	우선권 번호	출원인	발명의명칭	기술 코드	검토대응
1	EP05002177	EP2005-1561947A	JP2004-029234	Fuji Jukogyo Kabushiki Kaisha	Wind turbine blade transportable in sections	BA	비침해
2	EP98940069	EP1019631	DK9800378	LM GLASFIBER A/S	Windmill rotor and wind blades therefor	BA	이의신청 심판중
3	EP070171	EP2008-1	DE200	Nordex	Rotor blade and	BA	비침해

	74	923567A	653712	Energy GmbH	wind turbine		
4	EP08736730	EP2010-2169217A	ES2007000535	Gamesa Innovation & technology, S.L.	WIND GENERATOR BLADE	BA	비침해
5	US2008-0199816	US2009-0116962A	ES200702442	GAMESA INNOVATION & TECHNOLOGY, S.L.	SENSORISED BLADE JOINT	BA	심사경과 모니터링
6	US2006-0086212	US7966726	DKPA200501841	LM GLASFIBER A/S	Levelling of Root Bushings on Blades for Wind Turbines	BA	회피설계 가능
7	US2007-0299055	US2009-0263250A	DE102006022272.5	REPOWER SYSTEMS AG	ROTOR BLADE ATTACHMENT	BA	심사경과 모니터링
8	EP08749944	EP2153059	WOPCT/EP07/54223	Vestas Wind Systems A/S	A WIND TURBINE BLADE	BA	회피설계 가능
9	WO2005-0000833	WO2006-0069581A	DKPA200402014	LM GLASFIBER A/S	METHOD OF PRODUCING A FIBRE REINFORCED JOINT AND FIBRE REINFORCED JOINT OBTAINED THEREBY	BA	비침해
10	WO2006-0000505	WO2007-0048408A	DKPA200501302	LM GLASFIBER A/S	A LAYER OF MATERIAL FOR UPTAKE OF EXCESS ADHESIVE	BB	회피설계 가능

다. 타워 분야

No	출원번호	등록번호 (공개번호:A)	우선권번호	출원인	발명의명칭	기술코드	검토대응
1	JP2002-0164182	JP2004-0011210:A		FUJIPSCO R P	풍력 발전 시설용주탑	TA	적용가능 기술
2	US2007-0881665	US7765766	ES200602204	INNEO21	Assembly structure and procedure for concrete towers used in wind turbines	TC	회피설계 가능
3	US2003-0549807	US7802412		Vestas	Method of constructing large towers for wind turbines	TA	회피설계 가능
4	WO2008-0079207	WO2009-0048955:A	US2007-978691	WILLIS JEFF	TOWER STRUCTURE AND METHOD OF ASSEMBLING	TA	회피설계 가능

				REY			
5	WO2010-0050009	WO2010-0083837:A	D K P A 2 0 0 9 00086 U S2009-2 05723	VEST AS	A GRIPPING APPARATUS FOR HANDLING AND/OR SERVICING COMPONENTS OF A WIND TURBINE, AND A METHOD AND A WIND TURBINE TOWER THEREFORE	TC	회피설계 가능

라. 전기 분야

No	출원번호	등록번호 (공개번호:A)	우선권 번호	출원인	발명의명칭	기술 코드	검토대응
1	EP2001-0983474	EP1337755	DE200056424 DE200116011	Wobben Aloys	WIND ENERGY TURBINE	E	이의신청진 행중
2	EP2007-0117813	EP2008-1921309:A	FI20065700	ABB Oy	Method and arrangement in wind power plant	EA	침해가능성 높음(미국불 복심판중)
3	EP2010-0165858	EP2011-2270331:A	DK200970046	Vestas Wind Systems A/S	Wind turbine with control means to manage power during grid faults	EA	심사진행 모니터링
4	JP1999-0305714	JP2001-0190096:A		mitsubishi HI HEAVY IND LTD	풍력 발전 장치	EA	비침해
5	JP2001-0353544	JP2003-0158895:A		mitsubishi HI HEAVY IND LTD	풍력 발전 장치의 제어 방법	EA	적용가능 기술
6	KR2010-7003145	KR2010-0049064:A		엘엘에스 일렉트로 시스템 엘엘씨	풍력 터빈 피치 컨트롤 시스템용 전력망 손실 라이드 스루를 하는 방법 및 장치)	ED	심사과정 모니터링
7	US2007-0896152	US7709972		Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.	Wind turbine system for satisfying low-voltage ride through requirement	EA	비침해
8	US2003-0609268	US6856039		General Electric Company	Variable speed wind turbine generator	EA	회피설계 가능
9	US2004-0842059	US6847128		General Electric Company	Variable speed wind turbine generator	EA	침해가능 성높음(일본 불복심판진 행중)

바. 제어 분야

No	출원 번호	등록번호	우선권 번호	출원인	발명의명칭	기술 코드	검토대응

1	EP20 04-07 04812	EP2005- 1590567 :A	US2003- 350452	General Electric Company	WIND TURBINE GENERATOR WITH A LOW VOLTAGE RIDE THROUGH CONTROLLER AND A METHOD FOR CONTROLLING WIND TURBINE COMPONENTS	CB	심사과정 모니터링
2	EP20 05-01 01832	EP2005- 1544458 :A	DE19973 1918	Wobben, Aloys	Blade pitch angle control for wind turbine	CA	심사과정 모니터링 (패밀리 특허어의 신청중)
3	EP20 07-07 37403	EP2008- 1990539 :A	JP2006- 052394	Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.	WIND POWER GENERATION SYSTEM, AND CONTROL METHOD THEREFOR	CA	심사경과 모니터링
4	JP200 3-058 8085	JP41165 73			풍력 터빈, 액압계, 추기계, 및 적어도 2개의 풍력 터빈 날 개를 제어하는 방법	CC	회피설계 가능
5	KR20 00-70 01343	KR06672 32	US1997- 907513	제너럴 일렉트릭 컴파니	가변 속도 풍력 터빈 발 전기 (VARIABLE SPEED WIND TURBINE GENERATOR)	CA	회피설계 가능
6	KR20 09-00 82032	KR2011- 0024149 :A		현대중공업 주식회사	풍력발전기의 개별 블레 이드 피치 제어 방법 및 제 어 시스템	CA	심사과정 모니터링
7	US20 04-08 30626	US70383 30		RWE Piller GmbH	Protection for wind power station	CB	참고기술 (DSME설 계 확정 안됨)
8	US20 08-02 59703	US2009- 0115191 :A	D E 1 0 2 0 0 7 0 5 2 863.0	REPOWER SYSTEMS AG	METHOD FOR THE OPERATION OF A WIND ENERGY PLANT	CA	비침해 (방법 상 이 하 계 구성)
9	US20 09-03 69317	US2009- 0246019 :A	GB20080 005647 GB20080 020161		WIND TURBINE MONITORING	CA	비침해 (벤더 구 매)
100	US20 10-08 61444	US79440 70	D K P A 2 0 0 9 00954	VESTAS WIND SYSTEMS A/S	YAW SYSTEM FOR A NACELLE OF A WIND TURBINE AND WIND TURBINE	CB	회피설계 가능
11	US20	US2011-	ES20090	GAMESA	WIND TURBINE CONTROL	CA	심사과정

	10-08 69091	0049885 :A	1821	INNOVATI ON & TECHNOL OGY,	METHODS AND SYSTEMS		모니터링
12	PCT/ GB08 /5089 2	WO09/0 56869A	GB20070 021618	INSENSYS	PLACEMENT OF STRAIN SENSORS IN WIND TURBINE BLADE	C	비침해 (벤더 구매) E P 에서 권리없음

V. 전략특허의 도출

특허분석을 바탕으로 전략특허에 대한 아이디어를 도출한 결과를 간략하게 살펴보면 1) Yaw disk 소음저감 방법에 대한 문제점은 정상 시 유압 브레이크 작동압력 150bar로 yaw system 동작시 유압브레이크 압력 30bar 초과로 yaw disk pad 마모, 소음, 열이 발생하는데 이에 대한 해결방안은 환형 yaw disk pad 내에 패드 간격의 30~50% 정도의 opening을 배치하여 opening의 형상 직경방향으로 2개 이상, 환형을 따라 복수개 배치 할 경우 마모, 소음, 열이 저감하는 효과가 있으며 또한 주기적인 유지 보수의 필요성 저감하므로 opening의 다양한 형상으로 배치를 고려할 필요성이 있다.

2) 풍력발전설비의 유지보수시스템 개선 장치에 대한 문제점은 나셀 내부 정비용 부품을 상부 크레인에 의해 리프팅할 때 기상 악화시 부품을 담은 리프팅 box의 동요가 심해 충돌위험 있어 해결방안으로 리프팅 box를 조정하는 지상측 장력 조절장치인 부가장력조절장치의 구성 및 기능을 구체화 할 경우 기상 악화 시에도 안정적인 리프팅 box의 제어가 가능하므로 장력조절장치의 구체화할 필요성이 있다.

3) 극한 풍속 제어 방법에 문제점은 고 풍속(V_{out})이 발생 시 풍력 터빈의 운전을 중지함으로써 전력 생산 감소가 되므로 해결방안은 고 풍속(V_{con})이 발생하는 경우 회전속도, 출력량을 줄이고, 풍향 편차값을 늘리도록 제어할 경우 고풍속시 발생 가능한 전력손실 감소가 되므로 각 인자에 대한 제어 알고리즘이 필요하다.

4) LVRT(Low Voltage ride through) 제어 방법에 대한 문제점은 계통고장 발생시 터빈 중지로 인해 전력 생산 감소 및 추가 계통 고장 여파 발생함으로 해결방안으로 계통고장 발생 LVRT 규정하에서 풍력터빈운전 유지-일시적 상승하는 발전기 회전속도를 터빈 환경에 따라 줄이거나 유지- LVRT 적용시 상위 제어기에서 풍력 터빈의 고장 신호를 발생시키지 않도록 제어함으로써 풍력터빈 단지의 전력 생산 중단으로 인한 전력 생산 감소를 방지하고 추가 계통 고장 방지가 가능하여 각 인자에 대한 제어 알고리즘이 필요하다.

5) Yaw 운전 제어 방법에 대한 문제점은 풍향과 나셀의 방향의 차이값에 따라 나셀이 바람을 따라 한 방향으로 지속적으로 이동시 yaw turn error 발생-반대 방향으로 풀어주어야 하므로 터빈 중지 시 전력 생산 감소가 발생하므로 터빈이 운전 중인 경우를 제외하고 풍향 방향으로 나셀을 풀어주도록 최적화 환경조건에서 운전-풍향편차 제어함으로써 yaw turn errors에 의한 전력손실감소, 터빈 이용률 증가, AEP 증가하므로 관련 인자를 더 고려해 보고 제어알고리즘 작성이 요망된다.

6) 피치 베어링 강화 구조에 대한 문제점은 블레이드와 허브 루트부의 경우 대형 블레이드에 의해 루트부 하중 증가로 피치 베어링에 미치는 하중 영향 크기에 따라 종래 이중 지지 구조의 피치 베어링을 구축함으로써 대형 블레이드의 피치 베어링 내구성의 증가가 되도록 관련 도면 추가 반영 필요하다.

7) 베어링 칼라부 이중 볼트 체결에 대한 문제점은 베어링 칼라부의 일방향 고정구조로 인해 벤딩 모멘트에 의해 볼트 파손 가능성 높음에 따라 베어링 칼라부에 일방향 지지체와 연직하고 벤딩모멘트의 반대 방향으로 고정 구성할 경우 힘과 연결하는 고정 부재의 추가로 하중 분배 효과 높아 파손을 방지할 수 있어 구조도면에 반영이 필요하다.

8) 해상풍력발전기 하부구조물 ladder cover에 대한 문제점은 파도에 의해서 해상풍력발전기 하부 구조물의 사다리에 해초 발생하여 작업자가 위험하거나 사용이 불가능할 수도 있음에 따라 해결방안으로 하부 구조물 측 사다리에 해초의 접근을 막는 커버 구조물 추가-버튼, 리모컨, 손잡이 등 활용할 경우 작업자의 위험을 감소시킬수 있다. 이는 해초방지구조물이 일반적인 기술에 해당한다.

9) 블레이드 루트 연결부의 구조적 안정성을 위한 썬기형 볼트에 대한 문제점은 블레이드 루트 연결부의 T-bolt는 블레이드 루트 부분 복합재 섬유를 파괴하고 시간이 지나면 볼트가 풀려서 안전성이 떨어지므로 매립형(embedded) bolt에 비해서 견디는 힘이 작고 구조적으로도 약함에 따라 해결방안은 블레이드 루트+블레이드 볼트+크로스 볼트+볼트 웨지로 구성된 썬기형 매립형 볼트로 설치할 경우 주요 효과는 블레이드 루트 부분 연결시 구조적 안정성 높아져 적은 수의 볼트로 지지력 높을 수 있다. 이는 특허성이 다소 떨어지나, 적용부분 및 구성 구체화를 통해 적용한다.

10) 계통 저전압 보상을 위한 풍력발전 장치에 대한 문제점은 LVRT 상황시 발생하는 에너지를 저항을 통해 반응속도가 느리고 발열로 인해 내부 온도가 올라간다 이에 대한 해결방안은 LVRT 상황시 에너지를 저장하며 controller로 전원을 공급할 수 있는 super capacitor 설치시 주요효과는 나셀 내부온도 상승 방지 LVRT 상황발생시 신속한 대처 가능하고, controller에 필요한 전원 공급 가능하다.

11) 계통 저전압 보상을 위한 제어 방법의 문제점은 LVRT 상황시 발생하는 에너지의 저항으로 반응속도가 느리고 발열로 인해 내부 온도가 올라간다. 해결방안은 LVRT 상황시 에너지를 저장하며 controller로 전원을 공급할 수 있는 super capacitor의 구성에 의한 작동 알고리즘 분석시 신속한 대처 가능, controller에 필요한 전원 공급 가능하다.

12) 가변 Chord length 장치의 문제점은 저풍속시 낮은 토크 발생, Chord 길이가 길어짐에 따른 운송의 어려움이 있는데 이에 대한 해결방안은 블레이드의 trailing edge에서 코드 길이방향을 따라 이동이 가능한 연장부재 및 연장부재를 구동하기 위한 구동장치 설치시 주요효과는 저풍속시에도 고토크를 얻고 고풍속시에는 낮은 하중을 받을 수 있으며, 운송이 용이해진다. 이동하는 접촉부분에서 난류발생 등을 방지하기 위한 구조 필요하다.

13) 변압기 충전전류 방전 장치에 대한 문제점은 변압기 유지 보수시 변압기에 충전되어 있는 전류를 접지봉을 이용하여 방전할 경우 작업 시간이 오래 걸림에 따라 해결방안은 컨트롤러에 의해 작동하는 스위치를 이용하여 변압기에 충전된 전류를 방전하는 장치 부착시 주요효과는 변압기 충전 전류에 대한 방전 작업을 용이하게 수행할 수 있으나 컨트롤러 작동에

대한 구체적 설명 필요하다.

14) 피치 모터 전류를 통한 Ice detection에 대한 문제점은 Ice 검출을 위한 별도의 Ice detection system을 설치하여 사용하고 있어 해결방안은 피치 모터에 공급되는 전류를 측정하여 Ice 존재 여부 확인하는 방법으로 주요효과는 ice detection system의 구매 설치 비용 절감하고 피치 모터 전류 사이의 불균형 검출하는 경우와 피치 모터 전류의 변화를 검출하는 경우에 대한 구체적인 적용예에 대한 설명 필요하다.

15) 저풍속 효율 극대화 제어에 대한 문제점은 저풍속 영역에서는 피치 각을 고정하여 발전하므로 효율이 낮음에 따라 해결방안은 저풍속 영역에서 TRS에 따라 C_p 가 최대가 되는 피치각으로 변화시켜 발전하는 방법을 적용시 주요효과는 저풍속에서도 발전효율을 높일 수 있다. 이는 look up table에 대한 구체적인 설명 필요하다.

16) 요 시스템에 대한 문제점은 요 시스템에서 다수의 모터를 대응하는 다수의 컨트롤러로 개별 제어하는 선행기술에서는 비용 및 공간 사용에 있어서 문제가 있음에 따라 해결방안은 적어도 2개의 모터를 제어하는 컨트롤러가 적어도 2개 구비되는 요 시스템 설치시 주요효과는 선행기술에 비해 비용을 절감할 수 있으며 공간을 절약할 수 있다. 이는 하나의 컨트롤러에 문제가 발생했을 때 나머지 컨트롤러가 다른 모터도 제어할 수 있도록 구성한 예도 추가필요하다.

17) 로터 잠금 장치 제어 방법에 대한 문제점은 기존에는 블레이드 기각과 제동장치를 이용하여 작업하게 되므로 작업시간이 오래 걸림에 따라 해결방안은 로터 잠금장치 홀의 위치를 기억하고 제동장치와 전력변환장치를 이용해 로터를 회전시켜서 잠금장치와 로터 홀의 위치를 맞추는 장치를 적용시 주요효과는 유지보수에 필요한 시간을 줄일 수 있다.

18) 중공축을 이용한 풍력발전기에 대한 문제점은 종래에 사용하는 중실축은 무게가 무겁고 홀의 가공 및 내부 불물의 제거가 어려움에 따라 해결방안은 파이프 포징을 이용하여 제작된 풍력 발전기의 메인 샤프트용 중공축 설치시 주요효과는 무게를 감소시킬 수 있으며 내부의 불순물을 쉽게 제거할 수 있다.

19) 검사를 위한 통로를 구비한 중공형 메인 샤프트를 갖춘 대형풍력발전기에 대한 문제점은 유지보수를 위해 나셀에서 블레이드쪽으로 접근하기

위한 통로가 없어 외부로 접근하므로 위험성 높음에 따라 해결방안은 대형 풍력발전기의 경우 중공형 메인샤프트로 구성되면 샤프트 측면에 유지보수용 접근 통로 구성 가능하여 주요효과는 메인샤프트 내부로 안전하게 접근 가능하므로 유지보수의 안정성 높다.

이와 같이 전략특허를 도출을 위한 문제점과 해결방안을 제시하였는데 [표 9]와 같이 전략특허를 정리할 수 있다.

[표 9] 전략특허 도출

순서	전략도출	문제점	해결책	효과
1	Yaw disk 소음 저감	150bar로 yaw system 동작시 마모, 소음 및 열 발생	패드 간격의 0~50% 정도의 opening을 배치	마모, 소음 및 열 저감
2	유지보수시스 템 개선장치	기상 악화시 리프팅 box 충돌위험	장력 조절장치 부가장력조절장치의 구성 및 기능 구체화	기상 악화 시에도 안정적인 리프팅 box의 제어
3	극한 풍속 제어 방법	고 풍속(V _{out})이 발생시 풍력 터빈의 운전을 중지	회전속도, 출력량을 줄이고, 풍향 편차값을 늘리도록 제어	고풍속시 발생 가능한 전력손실 감소 대처
4	LVRT(Low Voltage ride through) 제어 방법	계통고장발생시 전력 생산 감소 및 추가 계통 고장 여파 발생	일시적 상승하는 발전기 회전속도를 터빈 환경에 따라 줄이거나유지	전력 생산 감소 및 추가 계통 고장 방지가능
5	Yaw 운전 제어 방법	yaw turn error 발생	풍향 방향으로 나셀을 풀어주도록 최적화	전력손실감소, 터빈 이용률 증가
6	피치 베어링 강화 구조	대형 블레이드에 의해 루트부 하중 증가	이중 지지 구조의 피치 베어링	대형 블레이드의 피치 베어링 내구성의 증가
7	베어링 칼라부 이중 볼트 체결	벤딩 모멘트에 의해 볼트 파손	베어링 칼라부에 일방향 지지체와 연직	하중분배 효과로 파손 방지

8	해상풍력발전기 하부구조물 ladder cover	하부 구조물의 사다리에 해초 발생	해초의 접근을 막는 커버 구조물 추가	작업자의 위험 감소
9	블레이드 루트 연결부의 구조적 안정성	볼트가 풀려서 안전성이 떨어짐	썰기형 매립형 볼트 설치	적은 수의 볼트로 지지력 높을 수 있음
10	계통 저전압 보상을 위한 풍력발전 장치	LVRT 상황시 발생하는 에너지를 저항	super capacitor 설치	나셀 내부온도 상승 방지
11	계통 저전압 보상을 위한 제어 방법	반응속도가 느리고 발열로 인해 내부 온도가 올라간다	super capacitor의 구성에 의한 작동 알고리즘 분석	신속한 대처 가능, controller에 필요한 전원 공급 가능
12	가변 Chord length 장치	저풍속시 낮은 토크 발생	연장부재 및 연장부재를 구동하기 위한 구동장치 설치	저풍속시에도 고토크를 얻고 고풍속시에는 낮은 하중
13	변압기 충전전류 방전 장치	접지봉을 이용하여 방전할 경우 작업 시간이 오래 걸림	전류를 방전하는 장치 부착	변압기 충전 전류에 대한 방전 작업을 용이
14	피치 모터 전류를 통한 Ice detection	Ice 검출	피치 모터에 공급되는 전류를 측정하여 Ice 존재 여부 확인	피치 모터 전류 사이의 불균형 검출
15	저풍속 효율 극대화 제어	피치각을 고정하여 발정하므로 효율이 낮음	Cp가 최대가 되는 피치각으로 변화시켜 발전	저풍속에서도 발전효율을 높임
16	요 시스템	다수의 모터를 대응하는 다수의 컨트롤러	2개 구비되는 요 시스템 설치	비용을 절감할 수 있으며 공간을 절약
17	로터 잠금 장치 제어 방법	블레이드 기각과 제동장치를 이용	로터 홀의 위치를 맞추는 장치를 적용	유지보수에 필요한 시간을 줄임
18	중공축을	중실축은 무게가	파이프 포징을	무게를

	이용한 풍력발전기	무겁고 홀의 가공 및 내부 불물의 제거가 어려움	이용하여 제작된 풍력 발전기의 메인 샤프트용 중공축 설치	감소시킬 수 있으며 내부의 불순물을 쉽게 제거
19	검사를 위한 통로를 구비한 중공형 메인 샤프트	블레이드 외부접근으로 위험	중공형 메인샤프트로 구성되면 샤프트 측면에 유지보수용 접근 통로 구성 가능	메인샤프트 내부로 안전하게 접근 가능

5.1 SWOT 분석

해양 풍력발전산업의 강점요인(S)과 약점요인(W)은 국내역량요인에서 도출하고 기회요인(O), 위협요인(T)은 국외환경요인에서 도출하여 다음과 같은 대응전략이 도출되었다. 강점요인(S)은 시장성에 있어 국내 부유식 풍력시스템 설치 가능한 해상 지역이 풍부하고 RPS 달성을 위해 해상풍력 시스템으로 도약이 필요하며 기술에 있어 다수 산업체의 해상풍력 시스템 설계 및 제작 경험과 국내 조선업체의 뛰어난 부유체 설계 및 제작 경험이 풍부하다는 것을 도출하였다.

기회요인(O)은 시장성에 있어 현재 개발 중인 시스템으로 다수 업체가 실증 단계에 있고 기술에 있어 발전, 부유 시스템에 따른 경제성 분석이 미흡한 상황이며 표준에 있어서는 표준화가 되지 않은 상태로 빠른 기술개발을 통해 표준화 기준 선점 가능성을 기회요인으로 도출하였다.

위협요인(T)은 시장성에 있어 고정식 해상풍력시장에 비해 높은 단가로 인한 낮은 시장 점유율 가능성과 기술에 있어 유럽 업체의 선형 연구를 통한 시장 선점 및 가격 경쟁력 우위 확보가 불가능하고 표준에 있어 유럽에서 활발히 연구개발 중에 있는 유럽 중심의 표준화를 통한 시장 방어 장벽 가능성을 위협요인으로 도출하였다. 약점요인(W)은 시장성에 있어 시스템의 예상 건설 위치의 전력 계통연계 라인이 현재 미설치 되어 있고 기술에 있어 해상 풍력발전 시스템의 설치 경험이 미흡하고 부유식 풍력시스템 해석 및 설계 경험 미흡하며 표준에 있어 풍력 시스템 표준의 해외 의존이 높다는 것을 약점요인으로 도출하였다. SWOT 분석내용을 요약

하면 [그림 21]과 같다.

<p>S-O 전략(확장전략) 시장의 기회를 활용하기 위해 강점을 적극 활용하는 전략</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내 해양에서의 적극적인 시험과 실증을 통한 빠른 상용화 달성 및 해외 시장 진출 - 국내 조선 업체의 뛰어난 기술과 경험을 이용한 부유 시스템 개발 	<p>W-O 전략 약점을 극복하거나 제거함으로써 시장의 기회를 활용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 해상풍력단지 건설관련 주관 기관 및 발전 회사와의 긴밀한 협력 - 해외 풍력 관련 엔지니어링 업체와의 협력을 통한 빠른 풍력 시스템 개발로 표준화 기술 선점
<p>S-T 전략 시장의 위협을 회피하기 위해 강점을 사용하는 전략</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내 중공업/조선업체의 생산 시스템을 활용한 경제성 확보 - 국내 부유체 설계 및 제작 경험을 기반으로 한 부유 시스템 표준화 기준 선점 	<p>W-T 전략 (구축 전략) 시장의 위협을 회피하고 약점을 최소화하거나 없애는 전략</p> <ul style="list-style-type: none"> - 해외 풍력 관련 엔지니어링 업체와의 공동 연구를 통한 기술 개발 - 충분한 사전 준비 및 조사를 통한 시장 진입

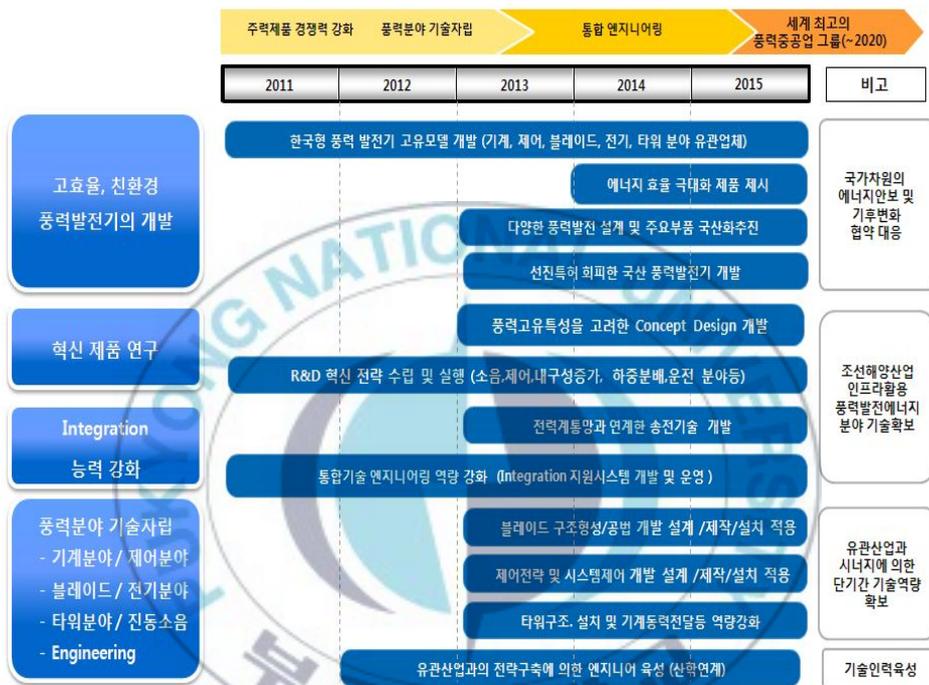
[그림 21] SWOT 분석.

5.2 기술로드맵(Technology Roadmap-TR) 수립

2020년 해양풍력강국으로의 최고 경쟁력 확보를 위해 조선해양산업 등의 유관산업의 인프라를 활용하여 한국 고유의 Concept Design 풍력발전기의 개발을 목표로 사업성공을 극대화하는 관점으로 2015년까지의 풍력발전산업의 자립을 위한 기술발전 전략을 목표로 한 중기 기술로드맵(Technology Roadmap-TR) 제시한다([그림 22] 참조).

선진 풍력발전기 특허기술에 대한 정량적인 분석을 통해 국가별, 업체별 기술수준을 고찰하여 핵심특허를 도출하고 국가에너지안보 및 기후변화협약에 대응한 에너지효율 극대화 6~7MW급 해상용 풍력발전 시스템 개발을 목표하였다. 정부주도에 의해 일괄성있는 연구개발로 빠른 기술추격을 전제로 세계가 인정하는 유관산업의 시너지를 십분 발휘하여 기술 낙후분

야인 블레이드분야에서 구조형상이나 공법에 대한 출원, 제어분야에서 토크제어나 피치제어와 같은 제어전략 출원, 타워분야에서 구조형상과 공법 및 소재개발에 대한 출원, 전기분야에서 가변속터빈과 같은 발전시스템에 대한 출원, 기계분야에서 동력전달이나 지지구동 시스템에 대한 출원분야의 기술추격은 가능한 것으로 판단된다.



[그림 22] 기술발전 로드맵

정부주도에 의해 실증단지의 조성에 의한 동력발전단지의 설계·시공·발전·사후유지까지의 Integration 운영지원시스템 시험 개발이 가능하며 해상풍력의 특성을 고려한 고유의 Concept Design 개발을 정부, 기업, 대학간 컨소시엄을 구성하여 핵심제품 연구개발을 빠른 시일내 가능할 수 있도록 해야 한다.

중기 기술로드맵에 의해 제2의 기술수출 동력발전 사업을 위한 초석을 마련하기 위해서는 정부주도형 또는 대기업에 의한 실증단지 조성뿐만 아니라 혁신제품·핵심부품 개발과 관련한 각종 인허가, 자금지원, 세금혜택, 국제인증획득 경로제시 등 법적제반 여건을 마련하여 유관산업이 조기 상

업화에 동참할 수 있도록 사업리스크 부담을 경감할 수 있는 여건을 마련하여야 한다.

부품업체부터 제조업체까지 일괄 생산체계의 Supply Chain을 구축하도록 유도하여 Total Solution Service제공이 가능한 경쟁력을 확보할 수 있도록 해야만 한다. 2015년까지 기술 자립기반을 위한 시행을 실천하면 지금까지 기업의 실적과 경험을 밑바탕으로 한국형 원자력과 같은 한국형 풍력발전기 고유모델에 의한 2020년도 풍력발전산업을 제2의 수출산업으로 육성이 가능하리라 판단된다.

VI. 결론

풍력산업의 특징은 무한정의 바람을 이용한 고갈되지 않는 친환경 자원으로 해상풍력 발전은 기술적 타당성과 경제성을 이유로 앞으로 성장 잠재력이 매우 높은 신 재생에너지원이다. 친환경 재생에너지원으로 기후변화에 대한 적극적 대응과 온실가스 감축수단으로써의 신재생에너지 중 가장 경제성이 있는 에너지원이며 고용효과도 높은 산업이다.

해상풍력발전은 기술적 완성도 및 경제성을 감안하여 해상 풍력발전이 단기적인 해결책이라는 공감대가 확산되고 있으며 육상 평균 성장률 이상의 성장률을 보이고 있으며 전 세계적으로 설치 용량이 급격히 증가할 예정이다.

출원인 중 Vestas, Siemens, Repower, Nordex에서 상대적으로 제어 관련 분야의 출원이 많았으며, GE, LM, Gamesa, Wobben에서는 블레이드 분야에 대한 연구가 많이 이루어지는 것을 알 수 있었다. Mitsubishi와 두산중공업이 기계분야에 대한 출원이 많은 것에 비해 국내 특허 점유율은 많이 떨어지는 것으로 파악되었다.

또한 2000년 전후로 출원이 급격히 증가하여 중요 특허의 출원빈도가 많은 GE, Vestas, Mitsubishi와 급부상 중인 Sinovel과 Goldwind가 향후 우리나라 기업들과의 경쟁상대가 될 것으로 예상된다.

기술 경쟁 우위 확보를 위해 국가별, 업체특허에 세부 기술분류로 블레이드분야, 제어분야, 기계분야, 타워분야, 전기분야의 전략특허 607건과 분쟁관련특허 214건, 핵심특허 142건, 미래핵심특허 291건, 경쟁사특허

756건을 분류하여 회피설계, 대응전략, 신규아이디어를 도출함으로써 기술 낙후 분야에 대한 빠른 기술추격이 가능함을 분석하였다.

이러한 분석을 토대로 우선 개발해야 할 제품과 확보해야 할 기술을 설정하여 2020년까지의 중장기 목표지향적인 사업 성공을 극대화하기 위한 기술로드맵(Technology Roadmap)을 제시하였다.

향후 급변하는 풍력발전산업의 기술환경에 대응해 기술적 우월위치를 선점하고 2020년 해양풍력강국 최고 경쟁력확보를 위해서는 조선해양산업 등의 유관산업의 인프라를 활용하여 풍력발전산업분야의 기술을 자립하고 해양풍력발전산업이 신 성장동력 일자리 창출의 신 패러다임을 제시하였다.

본 논문의 연구결과는 해양 풍력발전산업의 미래 가능성을 고찰하고 치열한 기술경쟁에서 최선의 기술개발 경로를 선택할 수 있는 정보를 제공하는 데 활용가치가 매우 높을 것으로 사료된다.



<참고문헌>

1. 강정화(2011) “2011년 풍력시장 전망 및 주요기업 동향” , 수출입은행 해외경제연구소 산업투자조사실, 30p
2. 강정화(2012), “2012년 풍력산업동향 및 전망” , 한국수출입은행 해외경제연구소 산업투자조사실, 46p
3. 김정범, 송민규(2011), “최근 풍력산업의 수급 전망 및 시사점” , KDB산업은행 조사분석부, 20p
4. 손충렬(2011), “해상용초대형풍력발전시스템개발” , 지식경제부, 107p
5. 이수갑, 신현경외 7명 (2010), “미래형 부유식 풍력시스템 개발” , 한국에너지기술평가원, 66p
6. 이준신(2011), “국내해상풍력발전현황 및 방향성분석” , 한국전력 녹색성장연구소 풍력분과, 40p
7. 이남철. 한상근, 김나리(2010), “수자원, 풍력자원, 태양광자원 활용과 녹색직업” , KRIVET 한국직업능력개발원 연구보고서, 30p
8. 홍석원, 홍기용(2008), “해상풍력발전기술의 현황과 전망” , 한국해양연구원 해양시스템안전연구소, 37p
9. 국내 풍력발전산업의 전망과 경쟁력 분석, 하나금융경영연구소, 2009.5.30.
10. 신·재생에너지 RD&D 전략, 에너지관리공단, 2003.
11. 풍력시장 전망 및 주요기업 동향, 한국수출입은행, 2010.12.
12. 풍력산업 현황과 개선과제, 전국 경제인 연합회, 2009.5.
13. 풍력 에너지의 시장 기술 보고서, 중소기업청 중소기업진흥공단, 2009.10.
14. WWEA(2012), "2012 Annual Report", The World Wind Energy Association, 22p
15. <http://www.kipris.or.kr>

감 사 의 글

직장인으로써 기술기획 업무에 종사하면서 기술경영분야의 학문적 역량이 부족함을 항상 느끼고 있던 중 본 학문의 배움의 기회를 주시고 직장생활을 병행해야 하는 어려움을 십분 이해 해주신 저의 직장상사이신 배재류이사님과 본 논문의 작성에 큰 힘이 되어 주신 지도교사 이운식 교수님께 무한한 감사의 인사를 드립니다.

논문심사를 맡으시어 부족한 논문의 체계적인 정립을 조언해 주신 김병수교수님과 주철민교수님께 이 글을 빌어 감사의 인사를 드리며, 학업 습득을 위해 열정적인 지도와 가르침을 주신 부경대학교 일반대학원 기술경영협동과정의 모든 교수진에게 감사의 인사를 드립니다.

1기 동기 모임의 주축이 된 금주회와 정신적 구심점 역할을 한 산악회, 끊임없는 학업에 대한 역정의 정점을 찍었던 Hybrid Study Group은 저가 힘들 때 언제나 큰 힘이 되어 주었고, 모든 모임에서 굳은 일을 도맡아 하신 총무님과 보이지 않은 조교님의 도움은 저가 본 과정을 훌륭하게 끝마칠 수 있게 해 준 힘이 되었기에 감사의 인사를 드립니다.

끝으로 힘든 과정을 옆에서 말없이 힘이 되어준 아내와 아들들 그리고 어머니 그리고 본 논문의 자료 제공에 힘이 되어 주신 직장동료들에게 고맙다는 말을 전하며 배우고 익힌 본 학문을 업무에 적용 될 수 있도록 끊임없는 노력을 경주 할 것을 약속드리면서 진심으로 후의를 베풀어 주신 모든 분들에게 이 논문을 바칩니다. 감사합니다. 사랑합니다.

2013년 8월 정학남