

# 特許情報를 이용한 高分子絶緣 高電壓 電力 케이블에서 水트리 抑制에 대한 調査 分析

구자윤\* · 김정태\*\* · 송성기\*\*\*

(\*한양대 공대 전기공학과 조교수, \*\*동 박사과정, \*\*\*동 석사과정)

## 1. 서 론

매년 전 세계적으로 400만건 이상의 방대한 과학 기술정보가 발생되고 이중 30% 이상을 특허가 차지한다. 따라서, 특허는 기술정보의 측면에서 매우 중요한 정보원(Information source)이라 할 수 있다. 특허정보는 구체적인 기술의 구현과정을 글로써 명문화시킨 것으로 자연법칙을 이용한 고도의 기술적인 사상을 담고 있고, 해결하고자 하는 과제가 들어 있으며, 그 해결을 위한 기술적 수단, 물체, 물질에 대한 사상이 포함되어 있다. 이러한 특허정보는 다음과 같은 특징을 갖고 있다: 통일된 기재 양식, 기술을 분류하는 기준설정, 전 기술분야 포함, 많은 정보의 양, 기술정보의 흐름을 따름 등.

또한, 특허는 산업재산권의 일종의 막대한 연구개발 투자의 결과로서 얻어지는 무형의 지적재산권으로 간주되며, 연구개발을 수행한 당사자에게는 일정 기간 동안 그 기술에 독점 배타적인 권리를 부여하고, 그 기술은 공개되어 산업발전에 도움을 주게 된다.

현재 세계에는 수백만건의 특허들이 등록되어 있으나, 국내에서는 이들을 세부적인 기술분야별로 구분하여 체계적인 방법을 통해 분석, 평가한 자료는 극히 소수에 불과하다. 이는 정보홍수 속에 정보의 기근 현상을 나타내는 것이다. 따라서, 현대 기술산

업에서 특허정보의 체계적인 분석은 연구개발만큼이나 중요한 분야로서 대두되고 있으며, 이를 통해 기술정보의 활용 및 연구개발에 상당한 도움을 줄 수 있다.

1985년부터 선진각국은 한국에 대한 통상압력과 더불어 자국 특허에 대한 보호를 강화하기 시작하였으며, 국내기업이 해외에 제품을 수출할 때에는 특허권으로 인하여 평균 5-8%의 로열티를 지불하고 있는 상황이다. 최근들어서는 UR의 지적재산권 협상에서 더욱 강력한 보호를 요구하고 있어 지적재산권 문제가 국내기업환경에 적지않은 영향을 미치고 있는 실정이다. 이러한 상황에도 불구하고, 현재 특허에 관련한 국내기업의 인식정도는 일부기업을 제외하고는 극히 미진한 상태이고 특히 특허정보의 효율적인 활용측면에 있어서는 거의 전무한 상태로 초기 단계에 불과하다. 이러한 관점에서 볼 때 특허에 대한 보다 효율적이고 조직적인 분석으로 선진외국의 특허기술을 분석할 수 있는 방법의 개발이 필수적이다.

한편, 전력공급의 신뢰도 측면에서 상당히 중요한 역할을 담당하고 있는 고전압 케이블 분야에 있어서도 선진국에서는 수천건의 특허를 보유하고 있다. 현재 전력계통상에 포설된 지중케이블은 과거에는 주로 OF(Oil Filled) 케이블을 설치하여 사용하였으나, OF 케이블은 손실이 비교적 크고 운전보수면에

서 많은 문제점을 안고 있고, 화재의 위험과 사고를 경험하게 되었다. 따라서, 약 30여년 전부터 점차적으로 고분자절연 고전압 케이블로 대체되어왔고, 신뢰성면에서 좋은 운전결과를 얻어왔다. 국내에서도 일본에서 전 자재를 수입하고 일본의 제조기술을 도입하여, 1970년대 말에 154kV급 XLPE 절연케이블을 생산하여 1983년부터 일부 한전계통에서 설치되어 쓰이고 있으며, 23kV급 XLPE 절연케이블은 1978년부터 한전계통에 주종을 이루기 시작하였다.

이 고분자절연 고전압 케이블은 여러가지 장점을 갖고 있으나 장기간 사용될 때 고분자 절연층에서 나타나는 절연열화로 인하여 케이블 사고가 일어나게 된다. 발생하는 사고중 대부분은 수트리(water tree)에 의해 유발되는데 [1], 선진국에서는 이 수트리 현상 억제 연구에 정진하여, 수트리 억제용 케이블의 개발은 상당한 수준에 이르러 특허기술도 상당수를 보유하고 있다. 그러나, 국내 관련기업에서는 전문인력의 부족과 장기적인 연구를 하여야 결과를 얻을 수 있는 이 분야의 어려움 때문에 초보적인 연구단계에서 벗어날 수 없는 것이 오늘의 실정이다.

따라서, 본 보고에서는, 중요한 기술정보인 특허에 나타나는 현재의 선진국 기술수준 및 기술개발 방향의 파악과 향후 국내업체가 나아가야할 연구개발방향에 도움을 주기 위하여, 현재 국내 케이블 제조업체에서 가장 문제시되고 있는 수트리 억제에 대한 선진국의 특허를 대상으로 특허 분석에 있어서 가장 효과적인 방법인 PM(Patent Map : 특허정보도) 기법을 이용하여, 특허를 입수, 분석, 고찰하고자 한다.

## 2. 특허정보 분석방법에 관련된 이론

### 2.1 PM(Patent Map : 특허정보도)의 정의

기술 및 제품에 관련된 특허정보를 수집, 분석, 평가하여 기술적 측면의 기술도표와 경쟁정보측면의 특허관리표, 권리적 측면의 특허청구범위도표를 종합화한 도표를 말하며 특허정보도라고도 한다. 이러한 PM의 작성 목적을 각 경우 별로 살펴보면 다음과 같다.

#### 특허정보를 통한 신기술 개발동향 파악

- 선발 메이커의 기술동향
- 기술개발의 진척 정도
- 어떤 기술이 주류를 이루는가
- 기술의 흐름은 어떠한가
- 향후 전개될 기술의 방향은 어떻게 예측되는가

#### 특허내용에 기재된 기술의 핵심포인트

- 그 기술이 포함하고 있는 아이디어
- 효율적인 연구개발 방향 설정

#### 기업 동향 파악

- 어떤 제품에 어떤 기업이 참여하고 있고, 기업별 기술 Share, 선발 메이커의 현황 파악에 이용

## 2.2 용어의 설명

IPC(International Patent Classification : 국제특허분류)는 1971년 국제특허분류에 관한 Strasbourg협정에 의하여 전 세계적으로 발생하는 특허를 기술분야별로 분류한 것을 말한다. 분류방법을 간단히 소개하면 전 지식체계를 8개의 섹션으로 나뉘서 표현하는데 A(생활 필수품), B(처리조작), C(화학·야금), D(섬유·지), E(고정구조물), F(기계 공학·조명·가열·무기·폭파), G(물리학), H(전기)이고, 각 섹션은 클래스로, 클래스는 서브클래스로, 각 서브클래스는 그룹으로, 그룹은 메인그룹 또는 서브그룹으로 세분화된다.



H 섹션은 전기, 01 클래스는 기본적인 전기소자, B 서브클래스는 케이블·도체·도전성에 대한 재료의 선택을 의미한다.

예3) IPC의 C08K 및 C08G

C 섹션은 화학·야금, 08 클래스는 유기고분자 화합물, 그 제조 또는 화학적 가공, 그에 나뉘는 조성물, K 서브클래스는 무기 또는 비고분자 유기물질의 배합성분, G 서브클래스는 화학반응에 의한 고분자 유기물질의 배합성분, S 서브클래스는 화학반응에 의한 고분자 화합물(불포화 탄소 결합이 관여하는 반응은 제외)

## 2.3 특허정보의 입수

최근들어 정보를 체계적으로 관리하는 데이터베이스(Data Base : DB) 기술의 발달으로 특허정보에 관련된 특허 DB는 상당수가 존재하고 있다. 여러 특허 DB중 미국의 'Dialog'는 세계 최대의 DB로서, 'Dialog'의 특허 정보에는 미국에 등록된 모든 특허가 하나도 빠짐없이 완벽하게 DB에 입력되어 있으므로, 특허정보에 관하여서는 신뢰성이 100%이다. 미국이 세계 경제시장의 가장 큰 지역임을 감안하여 볼 때, 세계각국들은 우수한 기술을 보호받고져 하는 경우 자국은 물론 미국에 반드시 특허등록을 하여두기 마련이다. 이러한 이유 때문에 미국에 등록된 특허는 세계적으로 인정된 기술이라고 보아도 과언이 아니다. 이러한 관점에서 본 보고에서는 'Dialog'의 특허 DB로부터 관련된 특허를 입수하였다.

### 3. 수트리 현상

#### 3.1 수트리의 형태와 특성

전력 케이블에서 발견되는 수트리는 두가지 종류로 구분되며, 이 두가지 모두 전계방향과 평행하게 성장한다:

-vented tree : 반도전체층에서 절연층쪽으로 성장됨.

-bow-tie tree : 절연층 내부의 임의의 위치에서 시작되며, 보통 대칭적인 모양을 갖음.

수트리가 연속적인 channel로 되어 있는지, microvoid가 균을 이루어 연속적으로 집중되어 있는지, 또는 화학적으로 변형된 고분자로 되어 있는지에 대해서는 아직 확실히 밝혀지지 않고 있다. 수트리가 성장된 부위에서, channel과 microvoid 구조가 모두 발견되었으며, 어떤 경우에는 이들 구조가 조합되어 발견되기도 하였다.[2]

수트리는 반투명하기 때문에 실제 운전된 케이블에서뿐만 아니라 실험실에서 열화시킨 케이블에서 광학적인 측정이 어렵다. 높은 온도조건에서 절연층을 건조시킬 경우에는 측정이 더욱 불가능해지지만, 어떤 경우에는 vented tree가 炭化되었거나, 자체적으로着色된 형태로 나타나 관측이 용이할 때도 있다.

Bow-tie tree와 vented tree는 성장형태가 서로 달라서 종종 구분된다. Bow-tie tree는 어떤 특정한 조건하에서는 매우 크게 발견되지만, 성장되는 크기가 빨리 포화되는 경향이 있으나[3], 반대로 vented tree는 열화초기단계에서는 작지만, 절연층을 가로지를 정도로 크기가 계속 커질 수 있다. 이러한 이유 때문에 일반적으로 vented tree가 가장 위험한 수트리로 간주되고 있다.

#### 3.2 수트리 현상의 일반적인 성질

수트리가 형성되면 절연층의 고유한 전기적 성질 즉, 교류전압, 직류전압과 임펄스전압에 대한 전기적 절연파괴 강도는 낮아지며[4,5], 유전손실(dielectric loss angle :  $\tan \delta$ ), 절연 저항과 유전율과 같은 특성은 대부분의 경우에 있어서 수트리의 존재로 인해 비교적 적게 영향 받는다.[5] 일반적으로 수트리가 성장된 케이블을 건조시키면 부분적 또는 거의 완전하게  $\tan \delta$ 와 절연파괴강도와 같은 전기적 성질이 회복될 수 있으나, 다시 적실때에는 회복된 성능을 잃게 된다. 한편, 수트리 성장시에 部分放電이 측정되지는 않으며, 수트리가 발생된 케이블에서 갑자기 부분방전이 개시되는 것은 수트리가 전기트리로 전환되었다는 것을 의미하는 것이다.

수트리는 절연층에 즉시 흡수될 수 있는 물이 존재하는 여건에서 성장될 수 있을 뿐 아니라, 상대습도가 비교적 낮은 여건에서 성장이 제한되기는 하지만 100% 보다 낮은 습도에서도 성장될 수 있다.[6] 물이나 수증기의 존재는 수트리의 성장에 필수적인 것으로 잘 알려져 있으나, 수분함량의 임계치는 설정되지 않고 있으며 이에 반해 상대 습도에 대한 임계치는 70% 정도로 나타난다. 제조과정이나 운전 중의 손상에 의한 물의 확산으로 인하여 도체에 물이 존재할 경우가 가장 유해한 상황이라는 사실에는 일반적으로 모든 전문가들이 동의하고 있다.

고전압 전력케이블의 사출된 절연층에 사용되는 모든 유기 물질에서 수트리 현상이 일어날 수 있다. Polyethylene(저밀도, 고밀도), XLPE, EPR, PVC와 그 밖의 절연물(즉, EVA, polypropylene, polystyrene, nylon, polycarbonate, epoxy 등)에서 수트리가 발견되었으며[4], 수트리 성장 형태와 절연 재료의 특성이 수트리에 미치는 영향은 물질마다

다르다. 대표적으로 XLPE 절연층에서 架橋副産物의 존재 수트트리성장을 감소시킨다고 보고되었다. [7, 8] 또한, 건식架橋된 XLPE는 steam架橋 XLPE 절연층에 비하여 수트리에 덜 민감하며, [7] filler를 사용하는 절연재료(filled material)는 filler를 사용하지 않는 절연재료보다 본질적으로 수트리에 저항성이 적다는 것이 입증 되었다. [8]

절연물내에 void나 불순물과 같은 불규칙함(irregularities)이 존재할 때에는 수트트리 발생이 훨씬 쉬워 지기는 하지만 [7, 8], 결합이나 이물질로부터 자연적으로 수트리가 성장하지는 않을 뿐더러 수트리 발생시킬만한 근거가 없는 곳에서도 발생할 수 있다. [2] 첨가제를 적절하게 사용하거나 고분자의 구조를 변화시키면 수트리의 발생을 지연시키거나 성장을 억제할 수 있지만, 현재 완전히 수트리를 제거시키는 것이 입증된 첨가제나 처리법은 없는 실정이다.

鹽溶液에 따른 수트트리 성장에 대해서는 상반된 결과가 많이 보고되고 있다. [9, 10] 일반적으로 鹽(salt)가 같은 첨가제가 물속에 존재할 때 수트리가 쉽게 발생되지만, pH(산성/알칼리성), 이온의 移動度, 이온의 強度(ion strength) 및 entropy와 수트리와의 상호 관련성이 아직 밝혀지지 않고 있다. 또한, 결과의 再現性(reproducibility)을 고려하는데 있어서, 高純度의 염용액을 특별히 조성하여 수트리연구에 사용하는 것은 보통 수도물이나 소금물(salt water)를 사용하는 것에 비해 커다란 잇점을 갖지 않는 것으로 보고되고 있다.

電界는 수트트리 발생과 진전에 필수적인 것이다. Vented tree는 길이와 밀도에 있어서 전계세기가 증가함에 따라 증가하지만 그 이유에 대해서는 아직 확인되지 않고 있으며, bow-tie tree에 대해서는 상반되는 결과들이 보고되고 있다. [9] 한편, 일반적으로 수트트리 성장은 인가전압의 주파수 증가에 따라 가속화되지만, 수 kHz의 주파수범위에서는 더 이상 가속화 효과가 나타나지 않는다고 알려져 있다. [11] 그러나, 어떠한 이유에 의하여 주파수 증가에 따라 수트리가 가속화 되는지는 정의되지 않고 있다.

온도가 증가되면 수트트리 성장이 가속화된다고 생각되나, 이런 관점과 반대되는 결과가 보고되고 있다. [6, 12] 수트트리성장에 미치는 온도의 고유한 효과는 물의 溶解度(water solubility) 및 擴散度(diffusivity)에 미치는 2차적 효과와 熱傾斜(thermal

gradient)의 존재로 인하여 직접 파악 되기는 힘들다. 일정한 온도가 결정적인 것인지 열 사이클(heat cycle)이 결정적인 것인지는 알려지지 않았다.

### 3.3 수트리 억제방법

수트리의 억제 방법으로는 고분자 절연층 자체의 수트리 억제효과를 고려하는 재료적인 측면과 케이블 제조과정에서의 淸淨度를 높이거나 케이블에 금속수분방지막(metallic water barrier)을 설치하는 방법을 사용하고 있다. 후자의 경우에는 케이블 설계 및 제조과정과 관련되어 케이블의 성능을 향상시키기 위한 방법으로서 수트리 현상에 대해서는 2차적인 효과이므로, 본절에서는 수트리 억제 방법의 재료적인 측면을 소개한다. 이러한 억제방법으로는 添加劑 및 充填劑를 고분자에 첨가시키는 방법과 有極性 polymer의 blending 및 copolymer를 만드는 polymer modification 방법이 있다.

수트리 억제에 대한 초기의 연구로는 DCP 架橋시에 부산물로 생기는 acetophenone이 수트리 억제에 효과가 있는 것으로 보고하고 있으며 [7, 8], 그 이후에 silane 架橋로 효과가 있다고 언급하고 있다. 첨가제나 충전제로는 無機質 充填劑(Surface treated clay)의 사용으로 억제효과를 보았다고 하였으며 [13], 전기화학적 열화 이론에 입각한 과산화수소 安定劑가 효과적인 것으로 보고하고 있다. [14, 15] 한편, polymer modification으로는 EVA(Ethylene-vinyl acetate)와 EEA(ethylene-ethyl acrylate) 등의 極性 고분자를 blend하여 수트리의 억제효과가 있는 것을 보고하였으며 [13, 16] ACAD(Aliphatic carboxylic acid derivative) 및 Polyethylene-glycol [17], polyether 등과의 modification으로 억제효과를 밝히고 있다.

이상과 같이 수트리 억제 방법을 언급하였으나, 효과의 mechanism에 대해서는 명확치 않다. 충전제는 수트리의 발생원이 되는 局部缺陷을 메우거나 局部電界를 완화시키는 작용이나, 또는 수트리를 형성하게 되는 물이 모이는 것을 방해하거나 물을 흡수하는 등의 작용을 하는 것이 아닌가 생각된다. 그러나, 이러한 첨가제는 대부분 有極性 재료이기 때문에 無極性인 PE에 첨가되면 정성적으로는 體積抵抗率을 저하시키고, tan  $\delta$ 를 증가시키는 역할을 하게

된다. 전기화학적 열화 이론에 입각한 과산화수소 안정제에 대해서는 다른 전기적 특성에 대한 영향이 아직 보고된 바가 없으며, 실제 케이블의 절연층으로서 갖춰야 하는 제반 실험을 거쳐야 할 것이다. 한편, polymer modification의 경우에는 PE내에 존재하는 親水性인 極性물질로 인하여 수트리 억제 효과가 있는 것이 아닌가 생각하고 있다. 이러한 수트리 억제방법들은 수트리에 한해 어느 정도의 효과를 나타내고는 있으나 아직까지 완전한 억제효과는 보고되지 않고 있으며, 기타 다른 전기적, 기계적 특성을 고려한 후 실제 수트리 억제 케이블의 제작으로 field test를 거쳐야 하는 등 많은 과정을 남기고 있다.

#### 4. 분석 결과 및 고찰

##### 4.1 수트리(water tree) 억제 기술 관련 특허의 검색 및 요약

본 보고의 특허 기술분석 대상인 수트리에 관련된 특허를 찾기 위하여 1970년에서 1990년까지 미국에 등록된 특허중 IPC 분류가 H01B, C08K 및 C08G인 특허를 중심으로 하였다. Keyword로는 "Cable", "Dielectric", "Water Tree", "Retadent", "High Voltage", "Insulation"을 선정하여 검색하였고, 그 결과로 34건의 특허를 찾을 수 있었으며 이 특허들을 요약하여 표1에 나타내었다. DB정보검색 문제점 중의 하나가 수십 내지 수백만건의 정보중에서 우리가 찾고자 하는 정보를 얼마만큼 정확하게 찾아내느냐 하는 것은 Keyword를 얼마만큼 정확하게 선정하느냐에 달려있고, 이 정보검색한 결과가 과연 얼마만큼 정확하느냐 하는 점에는 의문의 여지가 없지 않다. 그러나, 서두에도 언급하였던 것과 같이 'Dialog' DB의 특허정보 신뢰도는 완벽하게 100%라는 것은 확신할 수 있으며, 본 보고에서 선정한 Keyword는 수트리 억제 방법에 대한 특허를 찾기에 정확한 단어로 선정하였으므로 미국에 등록되어 있는 관련 특허의 대부분을 검색하였다고 생각된다.

표 1 수트리 억제 기술 특허에 대한 요약

특허번호	출 원 일	특 허 권 자	Water Tree 측정 방법	가속화 조건	첨 가 제
4042776	75/08/21	Furukawa (JP)	Real Cable : bowties존재여부측정	8K/180D	DCP
4144202	77/12/27	Union (US)	Ashcraft : vented의 WTGR 측정	5K/24H 8.5KHz	Silane + DCP
4212756	79/05/17	Uion (US)	Ashcraft : vented의 WTGR 측정	5K/24H 8.5KHz	Organo Silane
4263158	79/09/18	Uion (US)	Ashcraft : vented의 WTGR 측정	5K/24H 8.5KHz	Aldehyde + Amino Silane
4282333	80/01/23	Furukawa (JP)	Sheet : bowties의 숫자 측정	2K/48H 1KHz	Ethyl Isocyanate DCP
4299713	80/06/23	National (US)	Ashcraft : vented의 WTGR 측정	5K/22H 3KHz	Vinyltris Silane Dodecanol
4347288	80/10/02	Philips (US)	Ashcraft : needle에서 WT 관찰	12K	Copper Acetylac
4369331	80/12/22	Union (US)	Ashcraft : vented의 WTGR 측정	5K/24H	Organo

4370517	80/12/18	Hitachi	(JP)	Sheet : bowties의 숫자 측정	8,5KHz 3K/1000H 50KHz	Titanate Ester Group
4374224	81/09/14	Du Pont	(US)	Ashcraft : vented의 WTGR 측정	5K/28D 1KHz	Tetrahex- yl Promel- litate
4376180	81/09/30	Union	(US)	Ashcraft : vented의 WTGR 측정	5K/24H 1KHz	Amino Silane
4400429	82/06/30	National	(US)	Ashcraft : vented의 WTGR	5K/22H 3KHz	Vinyltris Silane
4440671	83/02/23	Union	(US)	Sheet : bowties의 비율측정	5K/72H 1KHz	Diphenyl Amine
4452937	82/11/05	Union	(US)	Ashcraft : vented의 WTGR 측정	5K/24H 8,5KHz	Chelate
4456655	82/09/28	Du Pont	(US)	Ashcraft : vented의 WTGR 측정	5K/24D 1KHz	Organic Carboxylic Ester
4458044	83/01/27	Siemens	(DE)	Sheet : WT의 상대적 숫자 측정	10K/103H 50Hz	Barbituric Acid Babital
4483954	84/02/01	National	(US)	Ashcraft : WT의 크기측정	5K/22H 3KHz	Silane Vinyltris
4499013	83/08/17	National	(US)	Ashcraft : WT의 크기측정	5K/22H 3KHz	Acetyphenyl Stearic
RE31874	83/11/02	Du Pont	(US)	Ashcraft : vented의 WTGR 측정	5K/128D 1KHz	Tetrahexyl Pyromel- litate
4514535	84/02/01	National	(US)	Ashcraft : WT의 크기측정	5K/22H 3KHz	Tris phos- phite
4514536	84/02/01	National	(US)	Ashcraft : WT의 크기측정	5K/22H 3KHz	Vinyltri- sfurfury- loxysilane
4535116	83/09/26	Philips	(US)	Ashcraft : WT의 길이측정	5K/24H 8KHz	Octyl- dodecanol
4536530	84/02/01	National	(US)	Ashcraft : WT의 크기측정	5K/22H 3KHz	Tris-pho- sphate
4548865	83/06/24	National	(US)	Ashcraft : WT의 크기측정	5K/22H	Vinyl-tri

					3KHz	Penyl Stearic Acid
4548865	85/01/11	National	(US)	Ashcraft : WT의 크기측정	5K/22H 3KHz	Vinyltri- furfuryl oxysilane
4574111	85/06/28	Siemens	(DE)	Sheet : WT의 숫자측정	10K/130H 50KHz	Al 화합물
4581290	84/12/12	Siemens	(DE)	Sheet : WT의 숫자측정	10K/130H 50Hz	Na3PO4 Na2HPO4 NaH2PO4
4623755	85/09/13	Siemens	(DE)	Sheet : WT의 숫자측정	10K/130H 50Hz	Aerosil
4626619	85/11/18	Furukawa	(JP)	Real Cable : bowties 존재 여부 측정	15K/30D	XLPE 절연
4778866	86/07/07	Mitsubish	(JP)	Ashcraft : needle의 WT 크기 측정	10K/50H 60Hz	DCP + Satonox
4795769	87/07/21	Siemens	(DE)	Sheet : WT의 존재 여부 측정	10K/130H 50Hz	Aerosil Silicic Acid
4812505	88/03/01	Union	(US)	Sheet : WT의 측정	5K	Copolymer 는 Carbon 함유
4859810	88/02/18	BP	(US)	Ashcraft : vented의 WTGR 측정	5K/72H 6KHz	Organo Orthobor- ate Ester
4876147	87/03/05	BASF	(DE)	Sheet : WT의 길이 측정	2.5K/80D	SBS SBH

#### 4.2 분석결과와 고찰

특허에 나타난 선진국의 수트리 억제기술 수준 파악 및 기술 동향 분석과 국내 관련업체의 연구개발 방향을 제시하기 위하여 앞서 언급된 표1의 특허를 보다 조직적이고 효율적으로 다음과 같이 분석하였다.

그림 1은 년도별 출원건수를 나타낸 것으로 79년을 기점으로 하여 수트리(water tree) 관련 특허출원이 증가하기 시작하였는데, 이것은 수트리에 관한 연구개발이 1979년이전부터 시작하였음을 의미하는

것이다.

한편, 86년도 이후로는 출원건수가 감소되는 경향을 보이는 것 같으나, 출원건수가 년도에 따라 3-5년 정도의 주기를 나타내는 것으로 보아 88년도 이후부터는 출원건수가 증가할 것으로 예상된다. 본 보고에서 출원년도가 88년까지인 것은 특허의 성질상 특허의 출원에서 등록까지는 평균 2-3년이 소요되므로 90년에 등록된 특허는 출원 년도가 87년 이후 정도가 되기 때문이다.

그림 2는 국가별 출원건수를 나타낸 것으로 미국이 64.7%로 절반이상을 차지하였다. 이러한 결과는

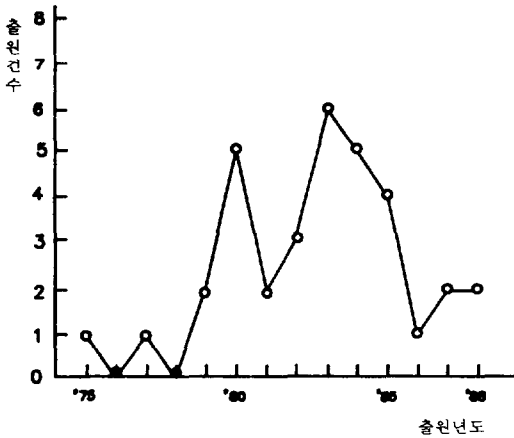


그림 1 년도별 출원건수

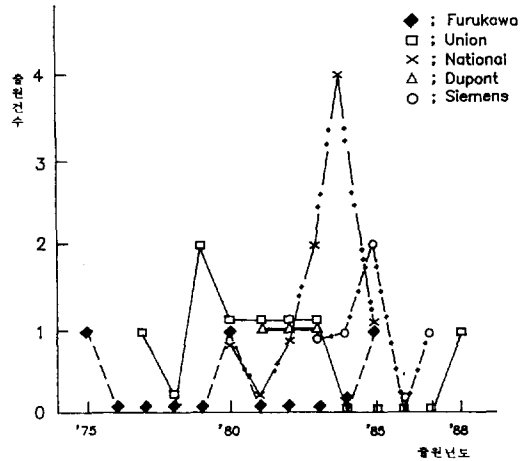


그림 3 회사별 출원건수

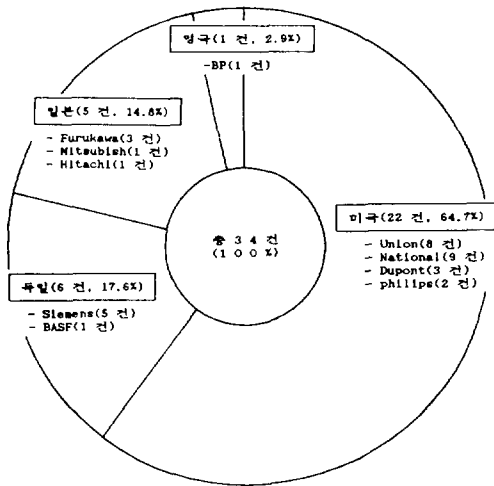


그림 2 국가별 출원건수

본 보고의 출원 대상국을 미국으로 한정하였기 때문이지만, 미국을 제외한 독일, 일본, 영국 등은 자국내에서 상당히 우수한 기술로 판단되는 특허만을 엄선하여 미국에 출원하였기 때문인 것으로 생각할 수 있다.

그림 3은 각국의 대표적인 회사들을 대상으로한 각 회사의 년도별 출원건수를 나타낸 것으로 수트리 관련 최초의 선발업체는 일본의 Furukawa임을 알 수 있다. 또한, 케이블 절연재료인 폴리에틸렌을 공급하는 업체인 미국의 Du Pont사는 83년이후로 특허출원이 없으므로 수트리 관련연구를 중지한 것으로 생각되며, Cable 제조업체인 Siemens 및

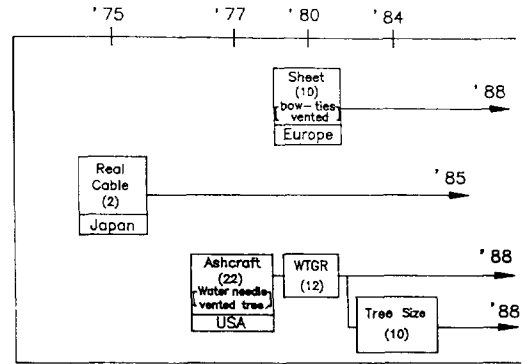


그림 4 년도별 수 트리 측정 방법

Furukawa와 절연재료 공급업체인 National Distillers & Chemical, Union Carbide 등은 지속적인 연구 활동이 이루어짐을 나타내고 있다.

그림 4는 특허에 나타난 수트리 측정방법을 나타낸 것으로, 77년부터 Ashcraft가 제시한 방법이 사용되었으며, 80년부터 주로 고분자 Sheet를 이용한 측정방법이 나타남을 알 수 있다. 유럽지역 국가들은 Sheet를 이용한 방법을 사용하여 실험하였고, 미국은 Ashcraft가 제안한 방법을 이용하였으며, 일본은 Real Cable 및 Sheet를 이용한 방법을 혼합하여 주로 사용하였으나 1985년 이후에는 Real Cable은 이용되고 있지 않은 것으로 나타났다. 이 분석에서 알 수 있는 바와 같이 수트리 측정 방법은 국가에 따라 다르며, 특허출원에 있어서는 특별히 정해진 시험규격이 없는 것으로 나타났다.



전압	3 KV 이하	3건
	5 KV	22건
	10 KV	7건
	10 KV 이하	2건
주파수	50 Hz, 60 Hz	7건
	1 KHz	6건
	3 KHz	9건
	8.5 KHz	5건
	기타	7건
시간	22 H - 24 H	16건
	25 H - 130 H	9건
	130 H 이상	19건

그림 5 수트리 성장 시험 조건

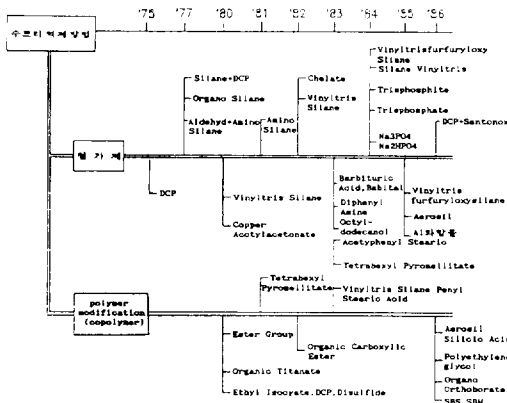


그림 6 수트리 억제 방법의 년도별 분류

그림 5는 시험에 사용된 조건을 도표화시킨 것으로 실제 케이블의 운전 조건보다는 수트리를 성장시키기 위한 가속화 실험을 수행한 것으로 나타났다. 이때 전압은 5KV를 주로 사용하였으며, 주파수는 50Hz, 60Hz, 3KHz, 8.5KHz를 사용하여 특별히 정해진 시험규격이 없는 것으로 나타났다. 또한, 전압 인가 시간은 1일 정도의 단시간 시험과 아울러 5일 이상의 장기 시험을 병행하고 있는 것을 알 수 있다.

그림 6은 수트리 억제제를 위한 방법으로서 첨가제

와 polymer modification으로 구별하여 년도별로 변천추이를 나타낸 것이다. 첨가제의 경우에 있어서 초기에는 DCP와 Silane 등 단순히 가교를 위한 첨가제를 사용하여 수트리 억제 효과를 얻은 반면, 80년대 이후에는 산화방지제를 위주로 하여 수트리 억제효과를 얻은 것으로 나타났다. 한편, polymer modification의 경우에는 80년대에 들어와서야 특허가 출원되기 시작하였고, 최근으로 올수록 출원건수가 늘어나는 추세이다. 따라서, 선진외국에서는 수트리 억제를 위한 방법으로 첨가제와 polymer modification을 병행하여 사용하고 있는 것을 알 수 있다. 이것은 연구 보고서나 연구문헌상에 나타나는 연구 결과[13-21]들과 일치하는 것으로, 선진외국의 경우 연구결과가 곧 특허로 이어지고 있다는 것을 알 수 있다.

지금까지 분석한 특허상에 나타나는 수트리 억제 기술에 대한 분석으로부터, 각 회사마다 고유한 수트리 성장 및 측정 방법을 통하여 수트리 억제방법에 대한 연구를 수행하고 있다는 것을 알 수 있었으며, 현재 이 분야에 대한 연구는 첨가제와 polymer modification을 병행하여 수행하고 있음을 알 수 있었다.

연구개발 및 제품설계시에 관련 기술분야의 기술적 검토는 초기 또는 중간단계에 이루어지고 있으며, 여기에 이용되는 자료로는 전문서적, 해당분야 전문잡지, 논문 및 관련제품을 주로 이용하고 있다. 그러나, 이 정보들은 연구 및 제품개발에 있어서 필요한 부분들을 제공해 주고는 있으나, 연구기술의 구체적인 구현방법 및 지적 소유권의 관점에서는 상당히 미흡하다. 이에 반하여, 특허는 기술자료로서의 역할을 훌륭히 수행함과 동시에 국가와 기업의 이익에 직접 기여할 수 있는 정보이다.

따라서, 이러한 국외 연구기술 및 연구 동향에 대한 조직적이며 효율적인 분석은 연구의 필요성을 느끼면서도 현실적으로 연구가 어려운 상태에 있는 국내 관련업체에게 연구개발의 방향을 제시할 수 있다는 점에서 필수적이라 할 수 있었으며, 선진 연구기술의 knowhow를 파악할 수 있는 일차적인 방법이라 할 수 있다. 또한, 선진국의 특허에 침해되지 않는 범위에서의 연구를 수행하는데 있어서도 필수불가결하다고 할 수 있겠다.

## 5. 결 론

본 보고에서는, 중요한 기술정보인 특허에 나타나는 현재의 선진국 기술수준 및 기술개발 방향의 파악과 향후 국내업체가 나아가야 할 연구개발 방향의 설정에 도움을 주기 위하여, 현재 국내 케이블 제조업체에서 가장 문제시 되고 있는 수트리 억제에 대한 선진국의 특허를 대상으로, PM(Patent Map : 특허정보도)기법을 이용하여 특허를 입수, 분석, 고찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

특허상에 나타나는 수트리 억제 기술에 대한 분석으로부터, 각 회사마다 고유한 수트리 성장 및 측정 방법을 통하여 수트리 억제방법에 대한 연구를 수행하고 있다는 것을 알 수 있었으며, 현재 이 분야에 대한 연구는 첨가제와 polymer modification을 병행하여 수행하고 있음을 알 수 있었다. 또한, 이러한 분석은 수트리 억제기술 뿐 아니라 타 기술분야에 적용할 경우 보다 조직적이고 효율적인 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

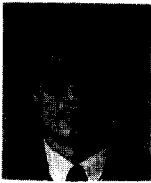
따라서, 이러한 국외 연구기술 및 연구 동향에 대한 분석은 국내관련업체에게 연구개발의 방향을 제시할 수 있다는 점에서 필수적이라 할 수 있겠으며, 선진 연구기술의 knowhow를 파악할 수 있는 일차적인 방법이라 할 수 있다. 또한, 선진국의 특허에 침해되지 않는 범위에서의 연구를 수행하는데 있어서도 필수불가결하다고 할 수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] M.T. Shaw and S.H. Shaw, "Water Treeing in Solid Dielectrics", IEEE Trans. on Elect. Insul., Vol. EI-19, pp. 419-452(1984)
- [2] Rose et al., "Microscopic Filure in Water Treeing and Fatigue as revealed by Transmission Electron Microscope", Jicable No. B4-6(1988)
- [3] H. Hemann, R. Patach, N. Saure and N. Wagnet, "Observation on Water treeing Especially at Interfaces of Polyolefine Cable Insulations", Int'l Conf. on Large, High Voltage Electr. Syst. CIGRE, Paper No. 15-06, 12 p.(1980)
- [4] A. Bulinski and R.J. Deneley, "The Voltage Break-down Characteristics of Miniature XLPE Cables Containing Water trees", IEEE Trans., EI-16, pp. 319-326(1981)
- [5] R.D. Naybour, "The Growth of Watertree in Dry

- and Steam Cured Polyethylene at 1.9MV/m 50Hz and their Influence on Cable Life in the Stress Range 15 to 4MV/m", 1982 Ann. Rep. CEIDP, pp. 620-628 (1982)
- [6] J. Sletbak and E. Ildstad, "The Effect of Service and Test Condition on Watertree Growth", (83WHO03-1) IEEE Trans. PAS-102, pp. 2069-2076(1983)
- [7] M.S. Mashikian, "Extuded Medium Voltage Cable Materials and Practice in USA, Europe and Japan", IEEE Int. Symp. El. Insul., Washington, June '86, pp. 13-22(1986)
- [8] A. Lombardi, P. Metra and A. Secco, "Investigation of the Behaviour of Extruded Insulation for Power Cable in Water", 1974 Ann. Rep. CEIDP, pp. 250-259 (1975)
- [9] Y. Yoshimura, F. Nota and K. Kikuchi, "Growth of Watertrees in Polyethylene and Silicon Rubber by Water-Electrodes", IEEE Trans., EI-12, pp. 411-416 (1977)
- [10] J.C. Filippini and C.T. Meyer, "Effect of Frequency on the Growth of Water Trees in Polyethylene", IEEE Trans., EI-17, pp. 554-559(1982)
- [11] S.L. Nunes and M.T. Shaw, "Water treeing in Polyethylene-A Review of Mechanisms", IEEE Trans., EI-15, pp. 437-450(1980)
- [12] D. Fredrich, W. Kalkner, "On the Examination of the Water Treeing Behaviour of XLPE Insulated Cables", 5th ISH Braunschweig, Aug. '87 no. 21. 04, (1987)
- [13] S. Nagasaki et al, "Development of New Water Tree Retardant XLPE Cables", IEEE Trans., PAS-103, No.3, pp. 536-541, (1984)
- [14] H.J. Henkel and N. Müller, J. Nordmann, W. Rogler, W. Rose, "Relations between the chemical structure and the effectivity of additives in inhibiting water trees", Proc. 2nd ICSD, pp. 267-274, (1986)
- [15] H.J. Henkel and N. Müller, "Additives for the Inhibition of Water Trees and Phenomenological Aspects of Water Treeing", CEIDP 1985, pp. 281-289, (1985)
- [16] 花井, 并木, 會田, 鹽野, "架橋 Polyethylene 絶縁 Cable の 水tree抑止對策", 昭和電線 電纜 Review, 34. 1, pp. 59-69, (1984)
- [17] K. Wathanabe, H. Yagyū, Y. Sekii and M. Marumo, "Development of New Water Tree Suppressive XLPE Cable", IEEE Summer Meeting 85SM, 307-4, (1985)

- [18] Y. Nitta, Y. Takahashi, Y. Kawasaki and Y. Suzuki, "Water Tree Resistive Polymer Blend", 電氣學會 第 14 回 絶縁材料 Symposium, II-6(昭56)
- [19] A.M.F.J. Van de Laar and NKF Kabel B.V., "Silane Crosslinked Power Cable : An Investigation of Cable Properties", Int. Conf. on Large High Voltage Electric Systems, 1982 Session. 21-02(1982)
- [20] P. Metra and A. Lombardi 'Discussion on the Behaviour of the Extruded Cables on Water', IEEE Conf. Mac. 1976 Underground TGD Conf. (76CH119-7-PWR), p. 346-352(1976) ; Discussion, IEEE Conf. Rec. Suppl., p. 231-234
- [21] P. Metra, B. Vecellio 'Tree Retardant and Tree Resistant Synthetic Insulation Medium Voltage Cables'-CIRED 1987 No. d. 07
- [22] 'Dialog 데이터 베이스 해설집', 한국 데이터 통신 주식회사, 1990
- [23] 송영식 외2인, '지적 소유권법', 육법사, 1991
- [24] '국제특허분류표(제5판)', 특허청, 1990
- [25] '특허정보관리 및 전략적 활용방안', 한국산업기술진흥협회, 1989
- [26] '일본의 특허전략과 관리', 한국산업기술진흥협회, 1987
- [27] '연구개발과 기술관리', 한국특허기술연구원, 1991
- [28] '미·일 지적소유권분쟁과 일본의 대응전략', 산업연구원, 1989
- [29] '경영전략과 특허', 한국발명특허협회, 1988
- [30] '국제산업재산권분쟁', 국제특허분쟁연구회, 1991



**구자윤(具滋允)**

1951년 2월 7일생. 1975년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1980년 프랑스 ENSEEISH대학원 졸업(석사). 1984년 프랑스 ENSEEISH대학원 졸업(공박). 1980~83년 프랑스 CNRS-LEMD연구원. 1983~84년 프랑스 EDF연구원. 1985~88년 한국과학기술원 계측소자연구실 선임연구원. 현재 한양대 공대 전기공학과 조교수.



**송성기(宋成奇)**

1962년 9월 15일생. 1989년 한양대 공대 전기공학과 졸업. 1992년 한양대 산업대학원 전기공학과 졸업예정. 현재 (주)삼보컴퓨터 기획관리부분 마케팅담당 특허과 근무



**김정태(金正泰)**

1960년 1월 1일생. 1982년 한양대 공대 전기공학과 졸업. 1983~84년 삼성전자 근무. 1987년 한양대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 한양대 대학원 전기공학과 박사과정