

放電으로 인한 化學反應과 그의 응용

李 德 出
(仁荷大 工大 教授)

■ 차 례 ■

- 1. 서론
- 2. 放電형식
- 3. 放電場內에서 活性化學種의 生成
- 4. 各種의 放電化學반응과 特異性
- 5. 放電化學의 應用域
- 6. 결론
 參考文獻

1 서론

氣相, 液相, 固相 혹은 이들 界面에서 放電現象이 일어나면 化學變化를 수반하는 것은 오래전 부터 알려진 사실이다. 落雷된 곳 부근에 초산의 냄새가 난다든가, 아-크放電에 의하여 空中질소의 포집 고정 시킨다든가, 코로나放電으로 인하여 주위에 오존이 생성되는 경우 등은 모두 放電에 의한 化學反應의 產物¹⁾이다.

化學反應은 에너지의 授受에 의하여 進行되며 授受되는 에너지에 의하여 熱化學反應, 光化學반응, 放射線化學반응 및 電氣化學반응(일명 放電化學반응)으로 정리 될 수 있다. 과거 放電中 특히 글로우放電을 이용하여 照明에 그리고 아-크放電을 이용하여 電熱部分에 이용하여 왔으나 최근 化學반응에서 큰 活性化에너지를 필요로 하는 반응에는 放電을 이용하여야만 가능하게 되므로서 放電化學반응에 관심이 매우 높게 되었다. 放電반응의 主過程은 放電現象에 수반되는 活性化學種(여기원자, 여기분자, 해리원자, 遊離基, 原子 혹은 分子 이온群)의 生成과 이들이 다른 化學種과의 충돌에 의하여 일어나는 반응이라 볼 수 있다.

低溫에서 氣體分子의 이온화를 시킬 수 있는 큰 에너지를 주는 수단으로는 자외선, X선, γ 선 및 粒子線을 제외하고는 어렵고 또한 大量으로 에너지를 반응계에 투입시키는 일 역시 어렵다.

放電으로 인한 化學反應을 연구하는 연구자의 입장은 두가지로 나눌 수 있다.

하나는 이들 反應現象을 현상론적으로 또는 그의 基礎過程의 解明에 중점을 두고 연구를 하는 입장과 이들 현상을 기초적, 응용적 또는 理學的, 工學的으로 이용하려는 입장이다.

기초적인 이용으로서는 放電으로 인하여 형성된 電離現象을 이용해서 電子, 이온, 勵起原子分子, 및 라디칼 등을 생성시키고 이들의 反應을 조사하든가 分光學的으로 연구를 하는 경우이며, 應用的인 이용으로서는 放射線照射에 의한 物質의 改質, 改良, 放電應用機器의 개발, 개량 電氣材料개발을 위한 最近의 放電化學的 접근등이 좋은 보기이다. 放電으로 인한 化學反應을 다른 方法(가령 高溫反應, 光化學反應, 放射線化學反應 등)에 의한 것 보다도 電離기체를 이용하므로써 反應에서 良好한 高反應收率을 얻을 수 있다는 특징을 가지고 있어 이에 대한 연구수행은 선진외국에서는 매우 높다.²⁻⁴⁾

2 放電형식

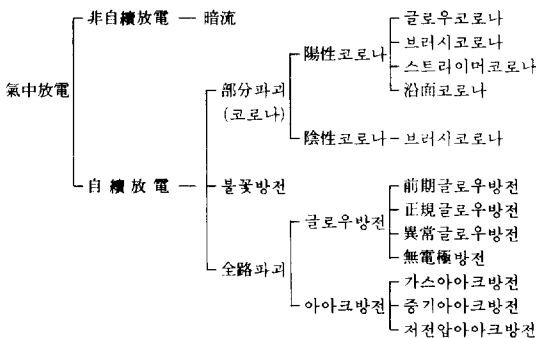
放電이란 기체의 절연파괴 현상이며 電氣에너지가 熱, 光, 壓力, 및 電磁波등으로 변환되는 과정이라 생각할 수 있다.

공기 중의 放電은 非自續放電과 자속방전으로 크게 분류할 수 있다. 非自續放電이라 함은 電離를

시키는 外部作用이 없으면 電極사이의 電流이 0으로 되는 범위의 放電을 말하며, 暗流는 非자속방전에 속한다. 自續放電이라 함은 電離를 시키는 외부작용에 의존하지 않고도 충돌전리작용에 의하여 電極 사이에 電流이 흐르게 되는 범위의 放電을 말하며, 자속방전은 다시 코로나放電(국부과피방전), 불꽃방전 및 全路破壞放電으로 세분할 수 있다. 電極사이에서 電界가 강한 국부만이 절연과피되어 發光하는 국부과피의 상태가 코로나放電이며, 전압을 올림에 따라 코로나방전으로부터 全路과피로 移行할 때의 단시간 내의 과도현상을 불꽃放電이라 한다. 全路破壞放電이라 함은 電極이 글로우(glow) 또는 電弧(Arc)로 완전히 단락되는 상태를 말하며, 따라서 全路과피방전에는 글로우방전(暈光放電)과 아-크방전(電弧放電)의 두 종류의 방전형식이 있다. 글로우放電은 비교적 저기압에서 전류가 적을때 나타나며, 아-크放電은 비교적 높은 기압에서 전류가 클때 나타난다. 그러나 글로우방전도 전류가 커지면 아-크방전으로 된다. 따라서 아-크 방전은 방전의 최종형식이라 할 수 있다. 코로나放電은 局部불꽃放電이라고도 하며, 이것은 다시 陽코로나放電과 陰코로나放電 또는 글로우코로나放電, 브리시코로나放電(芒光코로나放電) 및 스트리머 코로나放電으로 나누어진다. 陽코로나放電은 글로우코로나, 브리시코로나 및 스트리머코로나放電의 형식을 취하고, 陰코로나放電은 브리시코로나放電의 형식을 취하는 것이 보통이다. 공기중의 放電의 분류를 표1에 정리하여 둔다.

放電은 주위조건에 의하여 전혀 다른 양상을 보인다. 예를 들면 電極形狀이 平行平板의 경우와 針對 平板과 같이 비대칭 전극의 경우라든가 압력이 낮은 경우와 높은 경우 등 주위 조건에 따라 그 모양이 매우 다르다.

표 1. 공기 중의 방전의 종류



편의상 화학반응을 일으키는 입장에서부터 放電 형식을 크게 低溫放電과 高溫放電으로 大別된다. 이 경우의 온도는 放電가스의 그것이며 가령 低溫放電에는 코로나, 글로우 및 無聲放電등이 속하고 高溫放電에는 불꽃, 아-크 및 高周波放電등이 포함된다.

高溫에서는 放電에 의한 반응과정과 온도에 의한 반응과정이 병존하고 매우 복잡하다. 경우에 따라 이의 放電은 단지 系의 온도를 올리기 위한 수단에 지나지 않고 電熱反應化에 기여하게 된다. 그러므로 순수한 放電反應만이 主體로 되는 低溫放電쪽에 매우 주목이 집중되고 있다.

그리고 放電형식은 인가하는 電界가 直流인가 交流인가에 따라 차이가 발생되며 상용주파수인 교류 放電보다 특히 라디오波 및 마이크로波 放電은 放電帶域中으로부터 電極을 除去 하는 것이 可能하므로 電氣的으로 유도되는 化學反應의 연구에 매우 흥미있는 放電에 속한다. 放電中 高周波를 同調시키는 方法을 그림 1에 도시한다. 라디오波의 경우에는 誘導 또는 容量型的의 同調가 이용되지만 마이크로波의 경우 有效한 동조는 放電管을 導波管의 斷面에 직접 통하게 하므로써 달성 시킬 수 있다. 사용주파수는 라디오波로서는 $10^7 \sim 10^8$ Hz, 마이크로波로서는 $10^9 \sim 10^{12}$ Hz가 이용되나 가장 잘 이용

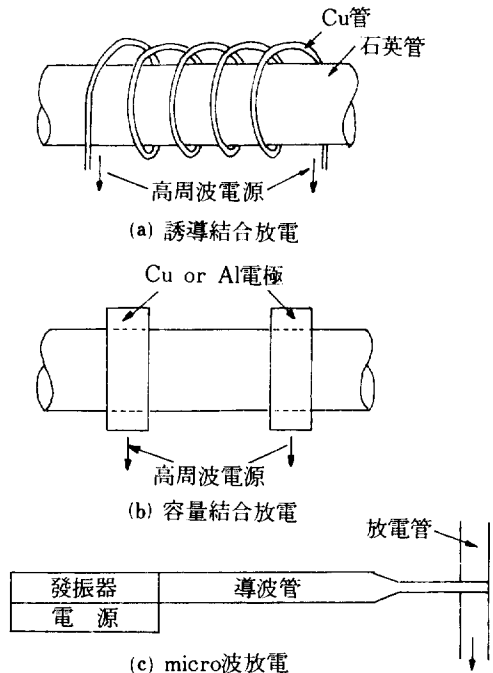


그림 1. 고주파방전 발생방식

되는 주파수는 라디오파에서는 13.56MHz 마이크로 파에서는 2450MHz이다.

3 放電場 내에서 活性化學種의 生成

고체물질을 極低溫에서 수천도의 高溫까지 가열 하면 일반적으로 고체, 액체, 상태를 거쳐 기체 상태로 되며 이를 다시 초고온 상태까지 가열하든가 혹은 原子가 고속으로 운동하고 있는 粒子和 충돌 하면 외곽의 電子가 튀어나오고 正으로 대전된 이온이 남으며 이현상을 이온화라 한다. 기체에 電界를 작용시키면 기체중의 自由電子가 가속되며 기체의 이온화는 여러가지 方法으로 이루어지며 현재 이용되고 있는 것에는 다음과 같은 것이 있다.

- (a) 電子충돌에 의한 이온화 (Ionization by electrons collision)
- (b) 正이온 또는 中性입자의 충돌에 의한 이온화 (Ionization by pos. ion or neutral atom collision)
- (c) 放射에 의한 이온화 (Ionization by radiation)
- (d) 第2種成分의 충돌에 의한 이온화 (Ionization by collision of second kind)
- (e) 累積이온화 (Cumulative ionization)
- (f) 高周波電場에 의한 이온화
- (g) 熱이온화 (Thermal ionization)
- (h) 化學이온화 (Chemical ionization)
- (i) 表面이온화 (Surface ionization)
- (j) 電子접촉이온화 (Ionization by electron attachment)

- 電界 + 電子 → 高에너지電子,
- 高에너지電子 + 分子 → 勵起分子,
- 勵起原子,
- 라디칼,
- 이온,
- 原子 + 라디칼 + 分子 → 反應生成物 + 반응열

그림 2. 電界인까지 에너지의 흐름

이들의 각각에 대한 상세한 기술은 전문서적으로 맡긴다. 일반적으로 기체에 電界를 작용시키면 그림 2에 도시한 바 같이 기체중의 自由電子가 가속되며, 그의 운동에너지가 크면 기체分子를 電離시켜 도전성의 電離기체로 된다. 참고로 분자의 解離와 원자의 이온화과정을 그림 3에 도시한다.

전리기체중에는 電子, 이온, 라디칼이나 여러가지 勵起種이 풍부하게 얻어진다. 이중 電子의 질량은 이온에 비하여 매우 적고 平均自由行程이 크기

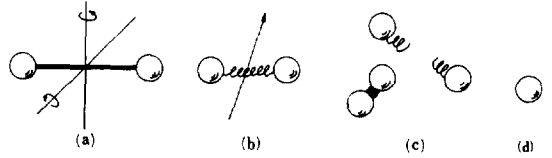
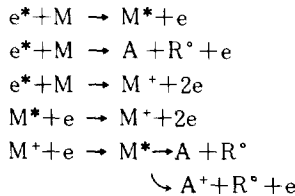


그림 3. 分子의 해리 및 원자의 이온화과정

때문에 分子와 충돌할 경우 電子가 탄성충돌일때는 에너지손실이 적으나 비탄성충돌에서는 거의 대부분의 에너지를 충돌당하는 分子에 주고만다. 이온의 경우는 이와는 반대로 된다. 그래서 電場 내에서 反應 개시분자에 에너지를 수여하는 역할은 대부분이 加速電子라고 볼 수 있다. 따라서 放電化學反應의 개시과정은 放電場의 가속전자에 의한 氣體分子의 충돌活性化이다.

電子에 의한 충돌활성화는 分子의 여기, 解離 및 이온화이다. 주된 것을 열거해 보면



여기서 e : 失速電子, e* : 加速電子, M* : 여기分子, A : 解離原子, R* : 遊離基, A* : 解離원자이온 M* : 분자이온

活性化과정은 分子種에 의하여 다르지만 각각의活性化에 대응하여 여기電壓, 解離電壓, 이온化電壓

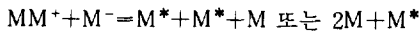
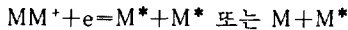
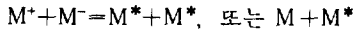
표 2. 각종기체의 여기전압 및 이온화전압

원자 또는 분자	제 1 여기 전압	이온화전압 (eV)	
		1	2
H	10.2	13.6	—
He	20.9	—	—
	19.8 (준안정)	24.6	54.1
N	6.3	14.5	29.6
Ne	16.58	21.6	40.9
O	9.1	13.6	35.2
Cl	—	12.9	23.7
F	—	7.8	16.5
Xe	8.39	12.1	21.2
CH ₄	—	13.1	—
CO	6.0	14.1	—
CO ₂	1.9	13.7	—
O ₂	—	12.2	—
Cl ₂	—	13.2	—
F ₂	—	17	—
H ₂	11.2	15.4	—

과 이에 電子에너지를 電壓(eV)로 표시한다. 약간의 예를⁶⁾ 표 2에 표시하여둔다.

分子가 高에너지의 電子와 충돌하면 여기 또는 이온화 함을 알 수 있고 여기分子는 여러가지 化學反應을 야기한다.

이온과 電子가 충돌하면 再結合이 일어나고 이온은 中性粒子로 된다. 이 이외에 正이온-負이온間, 이온-分子錯合體間의 再結合도 중요하다.



電子충돌에 의하여 生成된 여러 活性種은 分子過程 또는 인접分子와의 상호작용에 의하여 生成物을 만든다. 이들 과정은 活性粒子和 基低狀態分子 와의 사이에 에너지轉移(Energy transferring) 혹은 荷電轉移(Charge transferring)라 한다. 전리기체중에서 에너지의 흐름을 그림 4에 도시한다.

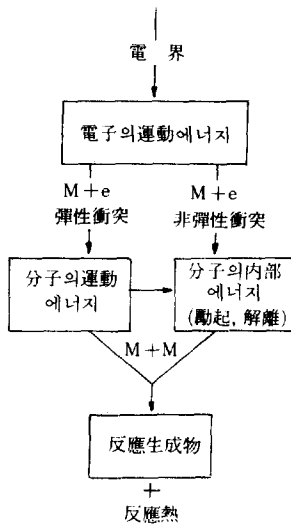


그림 4. 전리기체에서 에너지흐름

放電場內에서 放電現象을 지속하기 위하여 발생되는 이온濃度보다도 여기分子 혹은 解離原子, 遊離基 등의 농도가 많으리라는 것은 이온化 확율이 피-크로 되지 않고 오히려 여기 혹은 해리 과정이 능률 좋게 일어난다는 상태로 부터 예상된다. 이들의 活性입자와 다른 分子와의 충돌에서 反應이 일어난다는 것은 당연한 것이며 그 이후의 과정은 일반적인 化學反應과 동일하다. 그런데 현재 放電場에서 여러종류의 活性粒子的 生成濃도를 상세하게 아는 것은 단순한 경우를 제외하고는 어렵다. 活性粒子中 이온을 매체로 하는 반응개시도 무시할 수

없다. 이온이 극성分子에 부착하고 이온과 電子와의 再結合熱을 이용하여 反應을 시도한 이온團說⁷⁾ 등이 제안 되었으나 放電場內에서 不安定性 때문에 否定 되고있다. 現在는 放射線化學反應에서 관찰되는 이온반응機構가 오히려 기대되고 있다. 이 경우는 이온이 다른分子와 충돌해서 荷電을 轉移하는 것에 의하여 에너지를 주어서 反應을 개시하는 것이다.

그리고 放電場內에서 生成된 活性粒子 상호간, 電極, 器壁등의 충돌에 의해서도 여러가지 에너지狀態의 粒자를 生成되어지나 主過程으로 生成되는 것이 아니다.

4 各種의 放電化學反應과 特異性

放電으로 인한 化學反應은 電子가 가지고 있는 속도에너지를 출발점으로 한 것이며 이러한 점이 종래의 化學反應에 없는 新規性을 가지게 한다고 할 수 있다. 電離기체 空間에서 化學反應에 取出되어 이용되는 것은 그의 系중에서 풍부하게 축적된 中性의 라디칼種이나 勵起種이며 이들 이후의 성질은 일반의 化學反應의 과정과 크게 다를 바 없다.

氣體電離현상을 일으키는 주요한 方法을 간단히 정리하면

- (a) 放電에 의한 방법: 直流방전, 저주파 방전, 고주파방전, 마이크로파방전, 유도 방전
 - (b) 放射線에 의한 방법: 방사선同位體를 이용하는 경우, X線管을 이용하는 경우, 粒子가속기를 이용하는 경우
 - (c) 光에 의한 방법
 - (d) 레이저에 의한 방법
 - (e) 電界이온化
 - (f) 충격파에 의한 방법
 - (g) 연소에 의한 방법
- 등이 있으며 이들을 요약하여 그림 5에 도시한다.

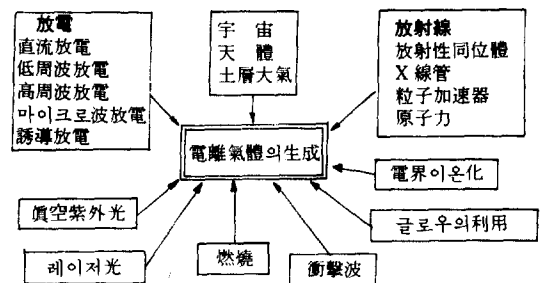
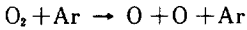


그림 5. 電離기체의 생성

電離기체내의 주된 반응活性種은 앞에서 기술한 바 같이 電子, 이온, 여기원자분자 및 라디칼이다. 따라서 反應속도론적으로는 이들의 상태(電荷, 質量, 에너지의 보유형태와 크기 및 구성元素)와 밀도(또는 농도)의 측정을 해야한다. 만약 電離기체의 상태변화가 시간적으로 또는 공간적으로 일정하지 않을 경우에는 狀態와 密度의 측정을 시간적으로 또는 공간적으로 분할해서 해야한다. 電離氣體內 반응과정의 관측방법은 전리기체를 만드는 방법과 관측하는 수단에 따라 분류된다. 電離기체중에서 化學反應이 일어나는 것을 반응형식으로 분류하여 본다.

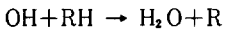
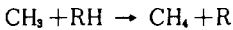
(a) 二原子分子의 熱解離

二原子分子에 제 3의 種이 충돌하는 경우에 解離 반응이 일어난다.



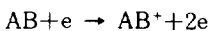
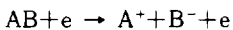
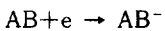
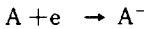
(b) 交換반응

高溫에서 2 종류의 分子, 遊離基등 사이에서 原子의 교환반응이 일어난다.



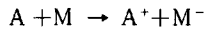
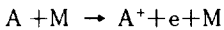
(c) 電子의 충돌에 의한 원자및 분자의 이온화

電子의 충돌에 의하여 分子 및 原子의 이온화가 일어난다.



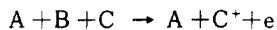
(d) 原子의 충돌에 의한 이온화

原子나 分子등이 原子의 충돌에 의하여 이온화한다.



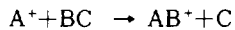
(e) 再結合的 이온化

2 종류이상의 分子나 原子들의 충돌에 의하여 이온화와 再結合이 동시에 일어난다.



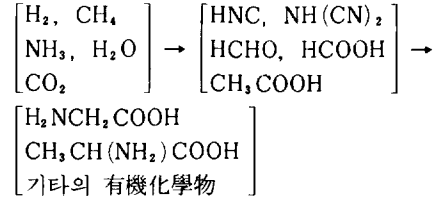
(f) 이온-分子間반응

이온과 分子가 충돌하여 반응하고 여러가지 새로운 種이 만들어진다.



이와 같이 많은 반응方式이 있다. 放電으로 인하여 氣體를 電離시키는 공간에서의 化學反應은 전리기체를 생성시키는 과정만이 다르지만 여러가지 특

징을 가지고 있다. 단순한 물질로 부터 촉매 없이 비교적 복잡한 生成物이 얻어진다는 것이며 그 예를 들면



왼쪽의 혼합물질로 부터 중간 그룹을 경과해서 얻어지는 生成物은 과거 大氣로 부터, 有機物이나 아미노酸이 合成된 과정의 설명^{*)}에 인용되었으나 電離기체공간중에서는 대부분의 물질이 라디칼 解離하는 것부터 解離 再結合의 반복으로 上記의 反應은 남득된다. 다음에 電離기체中에 생성된 種이 固體表面에서 어떠한 반응을 일으키는가는 Key^{*)}씨가 그림 6에 도시한 바같이 固體表面相互作用을 정리하였다. 電離기체 발생시 제어할 수 있는 몇가지 조건을 제시하고 이를 기초로 하여 전리기체 중의 전자밀도(n_e) 및 電子에너지 分布함수 $f(\epsilon)$ 가 결정되고, 규정된 상태하의 전리기체가 固體表面과 여하히 化學反應 하는가를 검토 하게된다. 이하 알기 쉬운 반응을 중심으로 하여 無機化合物과 有機化合物로 크게 나누어 보기를 적어둔다.

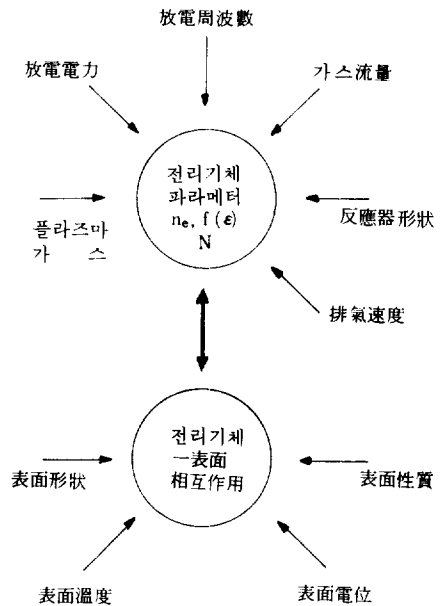
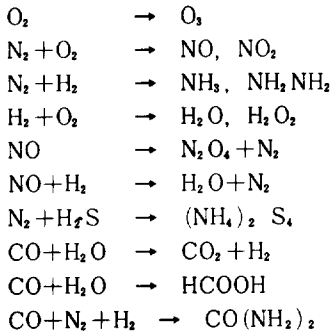


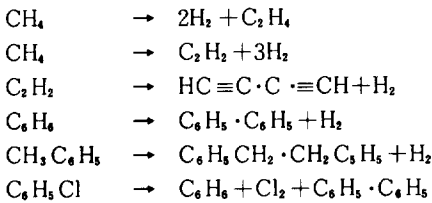
그림 6. 전리기체-표면상호작용의 개략도

(a) 無機化合物을 주도한 반응 예



이들은 주로 산화, 환원, 분해반응이지만 그중에는 付加반응이고 合成的으로 흥미 깊은 것도 있다. 물론 이들의 보기가 단순히 이대로 행하여지는 것이 아니고 이와 같은 것도 나온다는 것을 의미한다.

(b) 有機化合物을 주로 한 반응 예



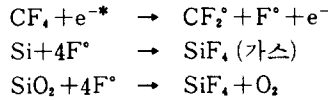
이 경우는 주로 二分子重合반응의 예를 들었으나 이들 반응 이외에 分解반응이 일어나는 것과 重合반응이 高次로 진행하는 것은 당연하며 이러한 種의 반응이 문제점이다. 이와 같이 放電으로 인하여 생성된 전리기체중에 여기상태로 있는 반응種을 이용하여 많은 형식의 化學반응이 일어나고 또한 特異性이 있음을 알 수 있으며 금후 그의 응용분야가 기대된다.

5 放電化學의 應用域

放電化學을 일반적으로 인식하기 시작한 것은 1970년대에서 부터이지만 1962년에 Gleit¹⁰⁾ 연구팀은 氣體放電으로 여기된 酸素를 탄소나 有機物에 접촉시키면 熱을 발생시키지 않고 CO₂와 H₂O로 산화분해 되고 만다는 주목할 실험을 하였다. 그 이후 有機시료前處理란 새로운 방법으로 보급¹¹⁾ 되고 이는 종래의 灰化法이나 게르탈 分解法과 같이 高溫에 의하여 成分의 휘발이나 부식성가스의 걱정도 없고 成分의 회수율이 좋으며 깨끗한 처리법으로 평가되면서 放電化學의 응용에 관심이 집중되기 시작하였다.

공업적 이용에 획기적 성공은 半導體집적회로의 제조분야이다. 初期의 단계에서는 실리콘 基板에

Hot resist (인푸렌系 感光樹脂, 回路페턴의 자외선 露光으로 重合 硬化한다)의 산소 플라즈마에 의하여 酸化제거에 이용되었으나 곧 프레온 전리기체중에 生成된 원자狀 불소를 사용하여 실리콘 基板의 에칭기술이 개발되므로써 집적회로를 完全히 dry process化가 정착되었다¹²⁾



이러한 새로운 dry 프로세스는 종래의 濕式法과 같이 불화水素酸이나 熱인酸의 처리液 혹은 특수한 有機溶劑등 공업폐기물, 환경위생의 면에서 귀찮은 존재를 제거하여 줄뿐아니라 제품의 내구성, 생산능률의 향상에 공헌이 크고 LSI, 超LSI에서는 回路 페턴의 폭이 1 μm이 요구되는 바 이와 같은 微細加工은 습식에칭法으로는 실현될 수 없다.

超薄膜 有機化合物을 생성시키는데 이용되며 이는 플라즈마重合法으로 알려지고 前報¹³⁾에 기술하여 두었기에 생략한다.

生體醫學用 재료 개발에도 이용되고 있다. 輸血이나 透析用 혈액 파이프에 이용되는 폴리塩化비닐은 疎水性이며 작업중 凝血이 문제이다. 凝血방지에 해파린의 그래프트가 시도¹⁴⁾되고 있다. 해파린은 血液中에도 少量 존재하는 糖類以構造인 스포르폰酸에스텔이지만 血管壁에 부착해서 강한 親水性으로 凝血을 방지한다. 그라프트에는 우선 高分子材料에 NH₃ 전리기체를 작용시키면 재료표면에 알킬라디칼, 전리기체중에 아미노 라디칼을 생기기 하

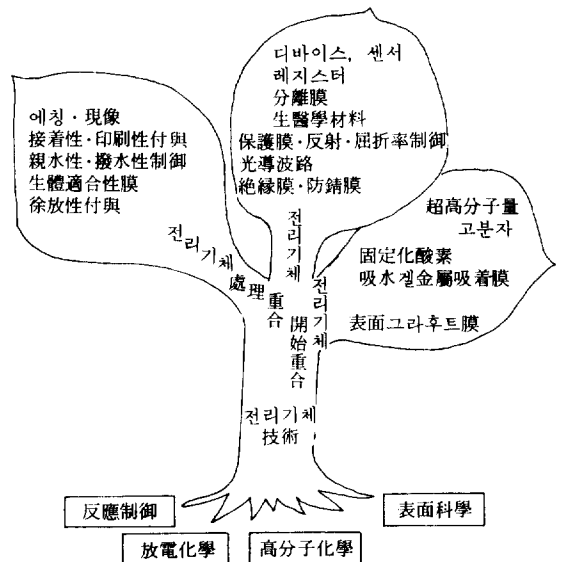


그림 7. 각종 응용분야

므로 재료표면에 아미노기를 도입할 수가 있다. 아미노기를 CH_3I 로 암모니움으로 하고 해파린나토리움을 작용시키면 이온交換에 의해서 해파린 그라후트가 완성된다. 이러한 방법으로 응결시간을 1.5~2배로 길게 할 수 있다는 보고가¹¹⁾ 있다.

光學材料의 表面코팅에도 여러가지 응용이 되고 있다. 불소 모노머의 플라즈마 重合膜은 고도로 疎水性이고, 또한 光의 투과성이 우수하다. 그리고 불소 모노머를 사용해서 赤外計測機器에 필요한 NaCl, CsI의 單結晶 窓材에 500Å 정도의 박막을 코팅하고, 거의 赤外吸收가 없고 상대습도90% 인 환경에 견딜 수 있는 防濕効果¹²⁾가 확인되었다.

합성섬유류에는 대전성을 감소시키거나 염료의 염색향상에 응용되고 있으며 합성수지의 接着性 향상에 크게 작용¹³⁾하고 있다. 이 이외도 많은 분야에 실용을 위한 연구가 활발히 수행되고 있는 실정이다. 일반적으로 이용되고 있는 분야를 정리하여 그림 7에 총괄하여 둔다.

6 결 론

지금까지 알려진 放電반응은 이외로 수가 많지만 이들을 정연하게 분리해본다는 것은 쉽지않다. 일반적으로 放電으로 인하여 化學반응은 물질에 電氣 에너지를 흡수시키면서 행하는 기술이고 電氣의 입력량을 化學的입력량으로 변환할때 복잡한 조작 파라미터를 섬세롭게 조절해야한다. 대부분의 반응을 보면 어떠한 放電형식으로 그의 반응물질을 방전처리 하고 혹은 그중에서 放電를 행하게 하고 生成物을 분석한 것이다. 반응의 단순화 혹은 生成物이 1次 혹은 副次的으로 이루어진 것인가에 대한 검토는 적고 어떤계를 방전 처리하면 이와 같이 되었다고 한 예에 지나지 않는다고 본다. 방전형식에 의한 차이, 放電조건 가령 전극의 성질, 구조 및 배치, 가스압력, 조성溫度, 流速 및 放電電流에 의해서도 물론 反應내용에 다소 차이가 있다고 생각된다. 특히 放電反應의 큰 결점은 소오의 素過程만을 일으키게 하는 에너지를 선택적으로 투입할 수 없는점 예를 들면 放電을 행하기 위하여 電子가 電界内에서 가속되어 分子를 이온화하는 경우 동시에 分子의 여기 解離도 일으키는 상태가 있음으로 分子의 解離 과정만을 단일로 일으키게 하는 것은 곤란하다. 따라서 反應의 단순화가 얻을 수 없다. 지금까지의 많은 연구경향을 보면 初期反應을 종료한

生成物이 放電場밖으로 나오는 속도가 늦기때문에 강렬한 放電場에 계속 놓이게 되어 복잡한 副次反應이 일어나고 있을 것이기에 최종生成物은 복잡한 것으로 되며 多岐한 反應過程을 해명하는 것을 어려운 것 같다. 그리고 대부분의 放電현상은 온도의 상승도 수반하고 있기에 化學反應도 온도의 영향 역시 받는다. 특히 아-크放電이나 高周波도-치放電과 같은 放電場에서는 放電反應이라기 보다 高溫反應의 성격이 크게 될 경우도 있음을 알아야한다.

이와 같이 放電으로 인한 化學反應에는 여러가지 고려해야할 사항이 많지만 放電의 기술을 용이하게 응용함으로써 반도체 제조분야를 위시하여 高分子 재료나 섬유공업등 여러분야에 이용되어 가고 있음으로 이분야에 활발한 연구가 요망된다고 하겠다. 이 원고에 대한 기초자료의 일부분은 한국과학재단의 후원임을 알리고 관계당국에 사의를 표한다.

參 考 文 獻

- 1) G. Glockler et al, "The electrochemistry of gases and other dielectrics", John wiley & sons, New York(1939)
- 2) S. Morita et al, J. A. Phys. 51, 3938(1980)
- 3) 前田 et al, 電氣化學 50, 523 (1982)
- 4) J. R. Hollahan, et al, "Techniques and applications of plasma chemistry", wiley- Interscience- N. Y. (1974)
- 5) J. 李, 高電壓工學(文運堂, 1980)
- 6) C. A. Meek et al, Electrical breakdown of gases (Clerenden press, oxford) 1953,
- 7) S. C. Lind, Trans. Am. Electrochem, soc, 47, 68, (1933)
- 8) S. L. Miller, J. Am. chem. soc, 99, 2351 (1955)
- 9) E. Key et al, Plasma chemistry III, Springer, Verlag Berlir, (1980)
- 10) C. E. Gleit et al, Amal, Chem, 34, 1454 (1962)
- 11) 李德出, "플라즈마 重合法에 의한 高分子박막 작성", 大韓電氣學會, 32, 2, 1983
- 12) R. D'Agostino, et al, Plasma, chem, plasma, process 1, 19 (1981)
- 13) J. R. Hollahan, et al, Applied optics 13, 1844 (1974)