

# 高電壓 工學과 靜電氣 工學

문재덕

경북 대학교 전기공학과 부교수

## 차례

- I. 序 論
- II. 高電壓工學과 靜電氣工學
- III. 가장 오래되고도 가장 새로운  
첨단학문 - 靜電氣工學
- IV. 靜電氣關連 主要研究課題의  
過去10年間の 研究推移
- V. 靜電氣關連學會誌 및  
雜誌一覽表
- VI. 靜電氣關連 有名研究機關
- VII. 結 論

## I. 序 論

科學과 技術은 각 專門分野 科學技術者들의 끊임없는 研究와 노력에 의해 새로운 發明과 發見이 이루어지며, 또 새로운 知見이 싹트고 쌓여서 다시 이들이 새로운 學問分野를 이룩하고 細分되어 發展해 나간다. 그러나 이들은 다시 서로 상관하여 綜合的 學問으로서 겹쳐서 새로운 科學(scientific new art)이나 高度의 技術(high advanced technology)을 成形 또는 창조해 나가기 때문에 이들 專門分野間的 이해 증대와 間隔을 좁히기 위한 노력과 복합적이고 광범위한 교육이 최근에 들어 더욱 필요한 단계에 와 있다고 볼 수 있다.

이와같은 見知에서 본고는 高電壓工學과 靜電氣工學의 關係를 뒤돌아 보며 나아가 未來에의 發展을 위한 기초를 摸索하고 또한 靜電氣工學의 最近 10年間の 研究課題動向과 靜電氣關連 專門誌 및 有名研究機關에 대해 간략히 소개함으로써 이 分野의 有關心 研究者들의 참고가 되고자 한다.

## II. 高電壓工學과 靜電氣工學

靜電氣現象과 高電壓現象은 대개 동시에 나타나고 또 相互密接하게 關連되어 있으나, 發生後의 양상을 엄밀하게 檢討해 보면 큰 差異를 찾아 볼 수 있다. 즉, 靜電氣工學은 帶電되어 있는 物體의 運動이 약간 있어도 이로 말미암은 磁氣作用이 靜電氣의 作用에 비해 無視되고, 帶電體의 集團運動은 또한 熱平衡의 取扱이 可能한 狀態의 電氣와 이의 應用工學이나, 高電壓工學의 경우는 높은 전압이 인가된 高電壓側 電極附近의 매질은 高電界의 영향을 받기 때문에 熱的不均衡이 생기게 되고 우주선등에 의해 生成된 偶存電子들의 가속충돌에 의한 電離作用이 매우 重要的 要因이 되어 이들에 의한 作用이 크게 取扱되는 學問이기 때문이다.

그러나 이 電離作用의 結果 새로이 生成된 이온등은 다시 靜電氣現象을 發生시키기 때문에 靜電氣現象과 高電壓現象은 相互 原因과 結果가 되나, 여하튼 이와같은 現象들을 研究考察하고 制御하여 다시 적극적으로 應用

하는 技術이 靜電氣工學이고 또 高電壓工學이라고 할 수 있다.

일반적으로 靜電氣라고 하면 공학계 사람들은 物理學의 電氣部門이나 電磁氣學의 序初에 나오는 靜電界와 이의 계산하는 정도의 것으로 이해하리라고 생각되어진다. 그러나 歷史적으로도 靜電氣와 高電壓現象은 人類가 나타나기 훨씬 이전부터 이 지구상에는 변개와 천동이 있었으며, 物質끼리의 接觸에 의해 發生된 靜電氣가 원인이 된 現象들은 現在 우리가 경험하고 있는 것과 같이 나타났을 것으로 간주된다. 따라서 靜電氣現象이나 雷放電의 歷史는 人類의 歷史보다 훨씬 길다고 간주된다.

그러나 실제 인류에 의한 靜電氣의 歷史는 BC6세기 그리스의 자연철학자 Thales가 자신의 장신구인 호박(琥珀, elektron)을 의복과 마찰시켜 電荷分離시킴으로써 조그만 나무조각이나 먼지등을 끌어 당기는 것을 發見하는 등 物理學의 한 對象으로 靜電氣를 이해하기 시작했고, 그리스語의 琥珀이 電氣(electricity)의 語源이 된것은 잘 알려진 사실이다.

즉 1646年 이탈리아의 醫師인 Brown에 의해 쓰여진 「Pseudo-doxia epidemica」에 처음으로 electricity라는 말이 사용되었다.

同書의 문장을 옮겨보면,  
 “……electricity, that is a power to attract straws or light bodies, and convert the needle freely placed……”,  
 “……but if gently warmed at the fire, and wiped with a dry cloth, they will better discover their electricities”  
 라고 記述되어 있다.

그러나 과학적학문으로서의 靜電氣現象研究는 저 有名한 英國의 에리자베드女왕의 待醫였던 William Gilbert가 1581년 電氣와 磁氣學에 관하여 구체적 연구를 수행하여 그 결과를 발표한 1600년의 「De Magnet」라는 저서와, Gilbert의 研究結果를 전혀 알지 못한채 研究를 행한 獨逸의 Magderburg의 市長이었던 自然科學者 Guelicke의 硫黃球起電機(magderburg schwefelkugel)의 發明이후라고 할 수 있다.

특히 Gillbert는 최초의 檢電氣(versorium)를 발명하여 寶石, glass등 여러종류의 절연체의 靜電氣現象을 밝혔다. 또 Guelicke의 유황구는 조그마한 조각들을 흡인, 부착, 反撥 및 中和와 再吸引했으나, 帶電량이 많아짐에 따라 쯤-쯤-하는 소리를 내면서 放電되는 것을 관

측할 수 있어서 當時의 사람들을 놀라게 했다.  
 이와같은 現象들을 과학적으로 고찰해 보면, 前者의 현상들은 靜電誘導, Coulomb力, 中和등의 靜電氣現象이고, 後者の 현상은 高電壓工學의 코로나放電이라고 볼 수 있다.

### Ⅲ. 가장 오래되고도 가장 새로운 첨단학문-靜電氣工學

前述한 바와 같이 靜電氣工學과 高電壓工學은 오래전부터 研究되어온 독립적이고 전통적인 학문으로서 體系化되어 있으나, 現在 電子工學의 半導體分野나 Computer工學등에 비해 研究者가 많지 않은 것이 사실이다. 따라서 본절에서는 가장 오래되고도 또 가장 새로운 첨단학문이라고도 할수 있는 靜電氣工學의 最近의 研究課題와 장래의 전망등을 간략히 소개하고자 한다.

사실 靜電氣現象은 Thales이후, Gilbert나 Guelicke등에 의해 16~17세기경에 일시적인 각광을 받아 世人과 學者들의 관심을 샀으나,<sup>1)</sup> 그 이후 工學의 成熟을 보지 못하고 Galvani<sup>2)</sup>와 Volta<sup>3)</sup>등에 의해 연구전개된 動電氣에 주역을 빼앗긴 채로 Faraday<sup>4)</sup>, Edison등에 의한 動電氣의 應用과 Marconi, Hertz, Bell등에 의해 개발된 電話및 通信分野의 크나 큰 발전의 그늘 아래 가려져 技術的 potential이 숨겨진 상태로 推移되어 왔다.

그러나, 19세기말의 Olive Rodg와 Frederick Cottrell에 의한 電氣集塵機<sup>5)</sup>의 發明은 靜電氣와 이의 應用에 새로운 큰 계기를 열게 되었다.이에 따라 靜電塗裝,<sup>6)</sup> 靜電植毛<sup>7), 8)</sup> 등의 발명과 진보는 서서히 시작되어서 二次大戰後에 Carson에 의해 電靜複寫機<sup>9)</sup>가 개발되어 사무와 교육은 물론 文化의 全面的 革新을 가져 오게 했으며, 靜電氣의 應用面에서는 새로운 轉機에 돌입하게 되었다.

즉 靜電粉體塗裝<sup>10)</sup>, ink jet printer<sup>11)</sup>, 靜電精紡<sup>12)</sup>, 靜電紡織<sup>13)</sup>, 靜電選別 및 分級<sup>14)</sup>, 나아가 靜電로켓트<sup>15)</sup> 등의 진보로 급발전되어, 最近에는 EHD發電<sup>16)</sup>이나 laser核融合을 위한 DT pellet injector의 研究<sup>17)</sup>등의 새로운 에너지 변환분야에의 첨단기술로서, 또 electret를 이용한 人工臟器등 bioengineering 分野,<sup>18)-22)</sup> 靜電氣에 의한 細胞의 選別, 融合, DNA의 操作,<sup>23)-30)</sup> 등은 대표적인 未來技術로서 靜電氣工學이 가장 근본적인 역할을 담당할수 있는 一例를 보여준다.

즉 지금부터의 未來技術은 材料, 生物, 機能素子の 어

는 것을 취해도 微視界에의 方向으로 진전하고 있으며, 細胞, DNA, 超微粒子, 電子와 같은 micro unit의 자유스러운 조작이나 기능제어가 기술혁신의 중심과제로 되기 때문이다.

따라서 바로 靜電氣工學이 새로운 기술에의 가장 적합한 한 학문으로 지금부터 큰 위력을 발휘하는 새로운 기술혁신에의 주역이 되리라고 판단된다.

#### IV. 靜電氣關連 主要研究課題의 過去10年間の 研究推移

##### IV-1. 研究分野의 分類

본 절에 사용된 記號 및 分類項目은 다음과 같다.

##### A. 靜電氣 基礎

- A-1. 電荷發生, 減衰 및 帶電現象 (固體, 粉體, 液體)
- A-2. 絶緣體의 電氣傳道, 熱刺激電流, electret.

- A-3. 靜電氣測定
- A-4. 放電現象, 高電界現象, 電界計算
- A-5. 表面, 界面電氣現象
- A-6. 氣象電氣現象
- A-7. 기타 靜電氣基礎

##### B. 靜電氣應用

- B-1. 이온發生器 및 관련기술
- B-2. 電氣集塵 및 관련기술
- B-3. 靜電塗裝(粒體, 液體), 靜電植毛
- B-4. 電子寫眞, 靜電印刷 및 관련기술
- B-5. 電子分離, 分級, 混合
- B-6. electret의 應用, EHD, 기타 靜電氣應用技術

##### C. 靜電氣障災害

- C-1. 障災害發生條件 및 防止技術 (流動帶電, 粉體, 固體의 輸送 등)
- C-2. 障災害發生條件 및 防止技術(半導體, 雜音 등)
- C-3. 障災害事例調查報告
- C-4. 障災害關連問題
- C-5. 기타 障災害관계

表 1. 日本 靜電氣學會 講演論文集

記號 \ 年	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
A-1	4	7	9	6	1	6	9	2	5	11
A-2	4	7	4	4	2	5	6	7	7	12
A-3	3	3	2	3	3	6	4	4	8	5
A-4	4	6	2	8	14	14	8	12	12	13
A-5	1	1	1	0	0	0	0	0	4	1
A-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A-7	2	3	4	4	1	3	3	4	6	0
小計	18	27	22	25	21	34	30	29	42	42
B-1	2	2	1	2	4	8	5	2	3	6
B-2	16	9	16	15	12	17	12	13	17	28
B-3	4	5	0	0	2	0	1	0	0	0
B-4	0	1	1	1	1	2	1	2	2	2
B-5	0	1	4	3	5	5	3	2	2	3
B-6	3	2	5	6	7	7	14	7	8	13
小計	25	20	27	27	31	39	36	26	32	52
C-1	8	2	3	6	12	6	4	7	8	10
C-2	1	0	0	0	1	3	1	3	7	5
C-3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
C-4	1	0	0	0	0	0	3	3	0	1
C-5	2	0	1	0	1	3	0	0	0	0
小計	12	3	4	6	14	12	8	13	15	16

表 2. Journal of Electrostatics

記號 \ 年	78	79	80	81	82	83	84	85
A-1	3	3	5	0	4	4	4	6
A-2	4	3	7	4	2	2	3	4
A-3	0	0	1	1	2	2	4	0
A-4	5	6	2	9	14	4	9	6
A-5	0	0	2	3	0	2	3	3
A-6	0	1	0	1	0	1	0	5
A-7	0	2	5	4	2	1	9	3
小計	12	15	22	22	24	16	32	27
B-1	0	0	0	1	0	1	0	1
B-2	0	0	4	0	0	3	0	7
B-3	1	0	0	1	2	1	0	4
B-4	2	1	0	0	1	1	2	0
B-5	0	0	1	0	1	0	0	0
B-6	3	2	3	0	0	2	3	4
小計	6	3	8	2	4	8	5	16
C-1	1	2	3	0	0	2	4	8
C-2	0	0	0	1	1	0	0	3
C-3	0	0	0	0	0	0	0	0
C-4	1	1	1	5	1	0	0	3
C-5	0	0	1	0	0	0	0	0
小計	2	3	5	6	2	2	4	14

IV - 2. 調査對象

아래의 두 논문집중에서 논문수를 조사하였다.(表1,2)

- (1) 日本靜電氣學會 講演論文集(1977년부터 1986년까지 10년간)
- (2) Journal of Electrostatics(1978년부터 1985년간의 8년간)

IV - 3. 集計結果

表1 및 2에 각각의 集計結果를 나타내었다. 表1에서 보는 바와 같이 日本에서는 A 및 B分野의 발표건수가 많으며, 또 거의 同一의 경향으로 推移되어 가고 있으며, 表2의 기타 外國에 비해 B分野의 비율이 매우 크다. 그러나 日本외의 나라에서는 A분야에 관한 연구발표 건수가 많다. C分野에 있어서는 C-1의 건수가 日本國內外를 막론하고 많으며, C-2의 연구수가 증가일로에 있음을 보여준다.

V. 靜電氣關連學會誌 및 雜誌 一覽表

V - 1. 日本誌

雜誌名	發行所
應用物理	應用物理學會
高分子	高分子學會
實務表面技術	金屬表面技術協會
靜電氣學會誌	靜電氣學會
纖維機械學會誌	纖維機械學會
大氣電氣研究	大氣電氣研究會
塗裝技術	理工出版社
粉碎	細川粉體工學研究所
粉體工學學會誌	粉體工學會
plastics	plastics協會編, 工業調查會
表面	表面談話會, colloid 懇話會
放射線	應用物理學會,放射線分科會

V - 2. 歐文誌

雜 誌 名	發 行 所
IEEE Transactions on Electrical Insulation	Institute of Electrical and Electronics Engineers (New York)
IEEE Transactions on Industry Applications	Institute of Electrical and Electronics Engineers (New York)
Journal of Air Pollution Control Association	APCA Pittsburgh
Journal of Applied Meteorology	Am Meteorol Soc. (Boston)
Journal of Applied Physics	American Institute of Physics
Japanese Journal of Applied Physics	Japan Society of Applied Physics
Journal of the Atmospheric Science	Am Meteorol Soc. (Boston)
Journal of Chemical Physics	American Institute of Physics (New York)
Journal of Electrostatics	Elsevier Science Publishers B. V.
Journal of Meteorological Society of Japan	Meteorological Society of Japan, c/o Japan Meteorological Agency
Journal of Physics D	American Institute of Physics
Journal of Physics E	American Institute of Physics
Journal of Polymer Science, Polymer Physics Edition	Wiley (New York)
Nato Advanced Study Institutes Series, Series E	Sijthoff and Noordhoff International Publishers B. V., POB 4, Alphen aanden Rijn, Neth
Nature	Macmillian (Basingstoke), London
Physica Status Solidi A: Applied Research	Academic (New York) of Academic (London)
Philosophical Magazine A	Taylor & Francis Ltd (London)
Polymer Journal	Society of Polymer Science, Japan
Textile Research Journal	Textile Research Institute, PO Box 625 Princeton, NJ 08540

VI. 靜電氣關連 有名研究機關

- 1) Applied Electrostatics Research Centre and Dept of Electrical Engineering, Faculty of Engineering Science, The Univ of Western Ontario, London, Ontario, N6A 5B9, Canada (profs I.I. Incelet, G.S. P Castle)
- 2) The Applied Electrostatics Group, Univ of Southampton, Southampton, SO9 5NH, UK. (prof. A. G.Bailey)
- 3) Dept of Electrical Engineering and Electronics, The Univ of Dundee, Dundee, Scotland, DDI 4HN,

UK (prof B. Makin)

- 4) Dept of Electrical Engineering, The Univ of Wollongong, Wollongong, New South Wales 2500, Australia (prof K. J. McLean)

Ⅶ. 結 論

이상과 같이 高電壓工學과 靜電氣工學의 關連으로부터 靜電氣工學의 과거와 앞으로의 研究動向과 未來技術, 關連잡지 및 연구기관을 소개했다.

앞으로 高電壓工學의 큰 발전과 아울러 이를 利用하는 靜電氣工學에의 큰 기대를 걸며, 참신한 idea를

가진 젊은 學者들의 이 分野에의 큰 참여와 分발을 빌어마지 않는다.

### 참 고 문 헌

- 1) 静電氣學會編: 静電氣バンドブック, (1981) オーム社, pp. 1~13.
- 2) Galvani: De viribus electritatis in montu musculari, Mutinae (1792).
- 3) Alessandro Volta: Letter to Sir Joseph Banks, President of Royal Society, London(March 20, 1800)
- 4) Michael Faraday: Faraday's Diary, I - VI, Bell and Sons Ltd, London (1832-1855) (1932).
- 5) H. J. White: Industrial Electrostatic Precipitation, Addison-Wesley Pub (1962).
- 6) 伊藤 孜, 齊藤 弘: 生産分野における静電粉體塗裝技術と今後の展望, 静電氣學會誌, Vol. 10, No. 6 (1986) pp. 446~450
- 7) 飯沼: 電氣植毛, 纖維技術研究社(1963)
- 8) 飯沼: フロック加工の實際, 高分子刊行會 (1979).
- 9) R. M. Shaffert: Electrophotography, Focal Press Ltd, London (1977).
- 10) 伊藤 孜: 粉體塗裝技術 (1977).
- 11) 一之瀬 進: 情報記録分野における静電氣技術と今後の展望, 静電氣學會誌, Vol. 10, No. 6 (1986), pp. 495~501.
- 12) Y. Miura, S. Kase: Study on the Electrostatic spinning, Text. Res. J., Vol. 50, No.1(1980),pp.17
- 13) A. Lazaridis: Recent developments in spinning, Text. World, Vol. 123, No. 10 (1973), pp. 40
- 14) 静電氣學會編: 静電氣バンドブック, (1981) オーム社, pp. 586~593.
- 15) P. E. Secker, M. R. Belmont: Journal of Physics D, Applied Physics 3, (1970), pp.216
- 16) 矢部 彰: EHD 技術の應用と今後の展望, 静電氣學會誌, Vol. 10, No. 6(1986), pp.465~469.
- 17) 増田閃一: 日本東京大學工學部紀要 A, 17(1979), pp. 30.
- 18) P. M. Murphy, et al: J. Macromol. Sci. Chem, A4(1970), pp. 561, J. Biomed. Mater. Res, 1(1971), pp. 59
- 19) 高松俊昭, 香山 聰, 深田榮一: 静電氣學會誌, 2, (1978), pp. 268.
- 20) 井上四郎: ibid, 4(1980), pp. 290.
- 21) T. Takamatsu, H Sasabe and K. Okada: Proc. 4th. Ann. Meet. Bioelectrical Repair and Growth Society, ed. E. Fukada, S. Inoue, T. Sakou, H. Takahashi and N. Tsuyama, pp. 159, Nishimura (1985).
- 22) 高松俊昭, 井上直史: 第五回日本バイオマテリアル學會發表論文集 pp. 13(1983).
- 23) 水野 彰: 細胞操作における電界應用技術の適用, 静電氣學會誌, Vol. 10, No. 6(1986), pp. 511~516
- 24) 民谷榮一, 中島良子, 輕部征夫: 日本農藝化學會 昭和61年度講演要旨集, (1986), pp. 282
- 25) I. Karube, E. Tamiya and H. Matsuoka: J. Biotechnol, 1(1984), pp. 197
- 26) H. Hashimoto, et al: Appl. Microbiol. Biotechnol, 21 (1985),pp. 336
- 27) M Form, et al: Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 82 (1985), pp.5824.
- 28) F. Toneguzzo, et al: Mol. Cell. Biol, 6(1986), pp. 703
- 29) H. Weber, et al: Curr. Genet, 4(1981), pp. 165
- 30) G. W. Bates, et al: Plant Physiol, 72 (1983), pp. 1110