

특별연재

現代를 變化시킨 20대發明·發見〈6〉

휴지통에서 나온

眞 空 管

레오나드 S. 라이히

전등의 기묘한 변종인 드 포레스트 (Lee de Forest, 1873~1961)의 진공관은 라디오와 TV에 대한 '공중파'의 길을 열었다.

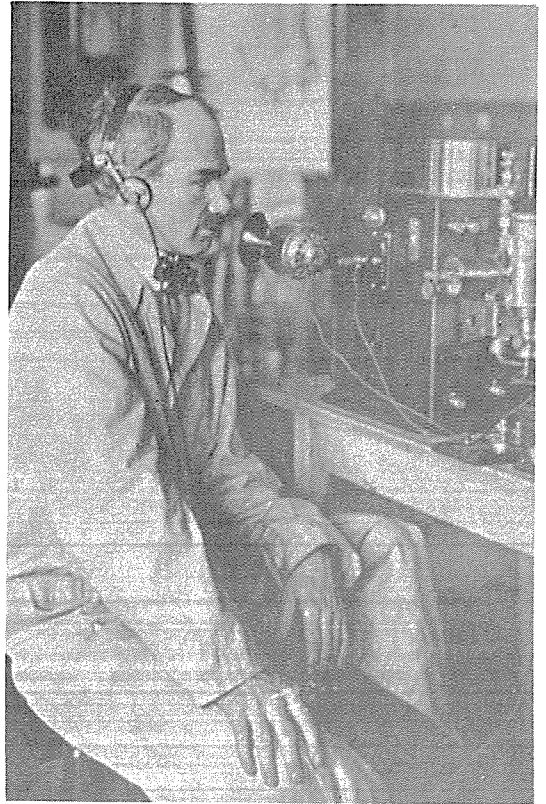
20세기말에 갑자기 성장한 전자기술은 초기의 기술에 기초를 두고 있으나 오늘날 실리콘칩과 마이크로컴퓨터등 후대의 기술이 우리에게 미치는 영향만큼이나 당시에 큰 영향을 주었다. 미국 발명가인 드 포레스트가 1906년 개발한 3극관은 뜻나기 라디오기술을 전환시켜 현대 전자시대의 막을 올렸다.

시작은 토머스 에디슨(Thomas Edison, 1847~1931)¹⁾으로부터 비롯되었다. 1883년 그는 새로운 백열전등을 개량하는 일을 하면서 전류가 전등의 탄소 필라멘트와 양전하된 금속판 사이의 진공 속을 흐른다는 것을 알게 되었다. 그러나 이 현상에서 대단한 상업성을 예견하지 못하고 이것은 "에디슨 효과"²⁾라는 이름을 붙인채 그대로 지나쳐 버렸다. '에디슨 효과'의 실용성을 처음으로 알게 된 것은 영국의 물리학자 플레밍(John Ambrose Fleming, 1849~1945)³⁾이었다. 1904년 마르코니(Guglielmo Marchese

Marconi, 1874~1937)⁴⁾의 영국 무선전신회사의 자문인 플레밍은 무선전신수신기용의 우수한 검파기의 재료를 모색하고 있었다. 검파기는 음성, TV영상 또는 모르스 부호의 점과 선등 고주파의 전자파가 운반하는 정보를 이용할 수 있는 형태로 전환한다. 그런데 플레밍시대의 무선전신기는 작은 방연석이나 황철광조각에 가느다란 와이어를 살짝 얹은 광석검파기를 사용한 것은 몇개 없었으며 이런 상태는 1900년경까지도 마찬가지였다. 진공관검파기가 개량된 1915년경 까지 이 반도체장치는 최초의 고체전자부품이었다. 그러나 거의 모든 전신수신기는 쇠가루를 넣은 유리관인 '코히러(coherer: 초기 검파기)'의 일종'를 사용했다. 이 튜브를 통과하는 고주파의 전진펄스는 쇠가루가 함께 엉겨붙게 만들되 점의 경우는 짧은 시간을, 또한 선의 경우는 좀 더 긴시간 엉겨 붙는다. 이리하여 전기의 전도로 음성장치가 작동하면서 소리를 낸

다. 그러나 이 ‘코히러’는 작동이 느리고 감도가 좋지 못했다. 쇠가루가 고집스럽게 뭉친대로 풀리지 않아 튜브를 정기적으로 툭툭 두드리는 자동진동판으로 떼어내야 했다.

이 무렵 플레밍은 일찌기 런던의 에디슨 스완 전등회사에서 ‘에디슨 효과’에 대한 자문일을 하던 때를 회상했다. 플레밍은 『다행히도 이 특별한 종류의 전등 속에서 해결책을 발견했다』고 서술하고 있다. 그는 양전하를 가진 판회로에 ‘에디슨 효과’의 등을 연결하면 등은 필라멘트로부터 판으로 전기를 통과시키지만 그 반대방향으로는 전기가 통하지 않는다는 사실을 알게 되었다. 바꿔 말해서 이것은 하나의 검파기였던 것이다. 그는 최초의 이 2개소자의 진공 관



차 례

〈1900 - 1919〉

- 〈1〉 플라스틱이 바꾼 세계
- 〈2〉 IQ 테스트와 함정
- 〈3〉 아인슈타인의 멋진해
- 〈4〉 혈액형발견이 구제한 숫한 인명
- 〈5〉 수의 재판
- 〈6〉 휴지통에서 나온 진공관
- 〈7〉 식량증산의 길을 튼 잡종옥수수
- 〈8〉 진공소제기에서 揚力を 얻은 현대 항공술

〈1920 - 1939〉

- 〈9〉 醫學의 第2革命을 가져온 抗生劑
- 〈10〉 人類의 뿌리를 밝힌 太陽의 어린이 頭蓋骨
- 〈11〉 核融合과 두개의 날
- 〈12〉 밝혀진 宇宙開闢의 수수께끼
- 〈13〉 短命의 DDT와 環境運動
- 〈14〉 20世紀의 얼굴, TV가 나오기 까지

〈1940 ~ 1959〉

- 〈15〉 人口의 均衡을 잡은 避妊藥
- 〈16〉 나치스의 暗號풀기로 출발한 컴퓨터
- 〈17〉 精神疾患을 구제한 클로르프로마진
- 〈18〉 20世紀 産業의 쌀, 半導體
- 〈19〉 2重나사선이 펼친 新世界
- 〈20〉 레이저가 연 光産業

드 포레스트는 필라멘트와 금속판사이의 지그재그형으로 구부린 한 가닥의 와이어를 넣었다. 이것은 그리드(격자)라고 하는데 필라멘트, 격자, 그리고 금속판을 갖춘 이 튜브는 최초의 진정한 3극관이었다.

인 2극관의 특허를 획득했다.

미국의 발명가인 드 포레스트는 예일대학교에서 물리학의 박사학위를 받은 이래 라디오의 발명과 그 상용화로 큰 재산을 모으려고 했다. 그의 발명 스타일은 아이디어를 얻기 위해 과학문헌을 훑어 이것을 연구실에서 실험해 본 뒤 그 완전한 잠재성을 짜내기 위해 일일이 집적거리는 에디슨식의 실험관습을 많이 닮았다. 또 에디슨과 같이 그도 발명품과 자신을 모두 선전하는데 뛰어난 재주를 가졌다. 1902년에서 1906년 사이에 그는 30건 이상의 무선전신 특허를 받았다. 마지막으로 얻은 특허중에는 감도를 늘리기 위해 ‘오디온(Audion)’이라고 이름을 붙

인 플레밍의 2극관에다 별도로 배터리를 붙인 것이 포함되어 있다. 1906년 말게 드 포레스트가 「빈약한 전류」를 탐지, 강화하거나 증폭할 수 있다고 주장한 ‘오디온’은 하나의 필라멘트와 하나가 아닌 두 개의 금속판을 갖고 있는데 그중의 하나는 안테나에 연결되어 있었다. 이 두번째판이 어떤 일을 한 것인지는 분명하지 않다. 실상은 이 튜브가 전혀 증폭할 수 없었던 것으로 생각된다. 그러나 몇달 뒤 드 포레스트는 필라멘트와 금속판사이의 지그재그형으로 구부린 한 가닥의 와이어를 넣었다. 이것은 그리드⁶⁾(격자)라고 하는데 필라멘트, 격자, 그리고 금속판을 갖춘 이 튜브는 최초의 진정한 3극관이었다. 이 격자는 튜브를 통하는 전기의 흐름을 조정하는 문의 구실을 했다. 이 격자로 들어간 전기신호에 자그마한 변화가 있어도 판에서 측정된 전기변화는 훨씬 커질 수 있었다. 적어도 이론상으로는 이 튜브가 약한 신호를 증폭할 수 있었다.

1907년에서 1912년 사이에 드 포레스트는 조합 라디오 시스템을 설계하여 이것을 라디오 팬들과 군관계에 팔려고 했다. 그는 또 장거리 통신에서 미국전신전화회사(AT & T)와 경쟁하기 위해 회사도 설립했다. 그의 라디오 세트는 음성 신호를 송수신할 수는 있었으나 신뢰성을 보증할 만큼은 증폭할 수 없었기 때문에 이 3극관을 검파기로 사용했다. 그는 3극관이 계속 제대로 작동하지 않는 이유를 규명하지 못했으나 이것을 완성할 재원도 욕망도 없었다. 당시 ‘오디온’의 평가는 보잘것 없어서 드 포레스트는 그의 라디오회사의 주식을 팔았다고 해서 사기사건으로 기소 되기까지 했다. 검사는 이 회사의 주요한 자산은 「‘오디온’이라고 부르는 백열등과 비슷한 이상한 장치같은 것인데 이 장치는 가치가 없다는 것이 밝혀졌다」고 지적했다.

1912년 중반께 드 포레스트와 모든 연구자들은 3극관의 동작을 제어하는 방법을 만들었다. 이들은 증폭량을 줄인뒤 대신 여러개의 튜브를 연결하여 이 낮아진 증폭량을 만회함으로써 각



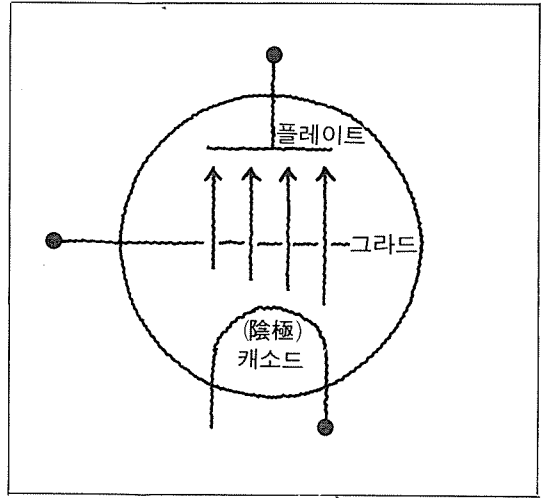
1890년 그의 뉴저지 실험실에서 실험중인 토머스 에디슨. 1883년 그는 새로운 백열전등을 개량하는 일을 하면서 전류가 전등의 탄소 필라멘트와 양전하된 금속판 사이의 진공 속을 흐른다는 것을 알게 되었다. 그러나 이 현상에서 대단한 상업성을 예견하지 못하고 이것을 ‘에디슨 효과’라는 이름을 붙인채 그대로 지나쳐 버렸다.

튜브의 출력을 이웃한 다음 튜브로 입력하여 다중효과를 시현했다. 작동하는 증폭기를 발견하여 기쁨에 넘친 드 포레스트는 이것을 가지고 AT & T와 접근했다. 이 전화회사는 장거리 전화신호를 증폭하는 방법을 찾으려고 그 전해에 전자증폭기 개발에 집중하기 위한 특별공학 부서를 발족시켰으나 아무런 성공도 거두지 못하고 있었다. 1912년 10월 드 포레스트가 AT&T에게 그의 3극관을 시범해 보였을 때 간부인 물리학자 아놀드(Harold D. Arnold), 쥘에트(Frank Jewett), 그리고 콜피츠(Edwin Colpitts) 등은 드 포레스트의 3극관이야말로 바로 그들이 찾고 있던 증폭기의 원리라는 것을 알게 되었다. AT&T는 그 권리를 사들였다.

AT&T는 아놀드 영도하에 3극관의 원리, 응용, 제작방법을 정복하기 위해 총력을 기울이기 시작했다. 아놀드는 기체와 진공을 통한 전기의 일반적인 전도현상을 생각해 보기 위해 그 장치에서 한발자국 뒤로 물러났다. 그는 당시의 일반의 과학적인 의견과는 달리 전류가 진공 속을 흐를 수 있다고 가정했다. 아놀드를 비롯한 25명의 연구자와 조수들은 2년 남짓한 세월에 걸쳐 드 포레스트의 나약하고 휘청거리는 ‘오디

온'을 강력하고 훌륭하게 작동하는 증폭기로 바꿔 놓았다. 이들은 심지어 가열된 필라멘트에서 증발되는 기체의 마지막 찌꺼기를 포착하기 위해 금속제 '게터' (전구 진공관내의 잔류가스를 흡수시키는 물질)까지 설치하면서 튜브속에 될 수 있는 한 가장 높은 수준의 진공을 만들어 냈다. 개량된 이 '오디온'으로 미국 동서해안간의 전화서비스를 할 수 있게 되었다. 이 튜브는 증폭외에도 공중파가 혼돈되는 것을 막는데 가장 기본적인 조건이 되는 정확하고 제어할 수 있는 방송주파수를 발생시킬 수 있게 되었다.

AT&T는 이 연구를 비밀에 붙여 두려고 했으나 증폭기의 존재가 알려지자 전자물리학 분야를 캐고 들어가면 상업적으로 성공할 수 있는 열쇠를 제공한다는 생각이 널리 번져 나갔다. 모든 기업들과 몇몇 개인들도 이 분야에 뛰어들어 제 나름으로 큰 진전을 이룩했고 진공관 전자과학은 1912년 후 20년간 꽃을 활짝 피웠다. 미국 연방정부는 제 1 차 세계대전중 군사용의 이용을 위해 특허의 제약을 풀었으며 제네럴 일렉트릭사, AT&T사와 그밖의 여러 다른 기업들은 군용 라디오를 개발했다. 제네럴일렉트릭사는 전쟁후 마르코니사의 미국사업부를 인계하여 미국라디오회사(RCA)를 설립했으며 웨스팅하우스사와 함께 1920년대 중 RCA를 통해



3극진공관, 전자는 음극에서 양극으로 흘러가며 그 중간에 그리드가 있다. 그리드 전압으로 전자의 흐름을 제어하고 검파, 증폭한다.

라디오 교신기를 팔았다.

그러나 상업방송시대가 도래한다는 것을 내다 본 기업은 한두개가 아니었다. 웨스팅하우스사는 1920년 취미가들과 라디오 아마추어들에 대한 라디오판매고를 올리기 위한 단순한 목적에서 첫번째 방송인 KDKA국을 설립했다. 이에 대한 일반의 즉각적인 반응은 대단한 것이어서 라디오 업계를 깜짝 놀라게 했으며 이들은 재

마르코니가 사용한 전신기 세트. 코힐러를 사용한 수신기와 호이트스톤 형의 자동인자장치로 되어 있다. 코힐러의 검파작용은 코힐러 속에 넣은 니켈 가루의 연쇄에서 발생한다.



빠르게 대응했다. 1922년말까지 30개의 라디오 방송국이 생겼고 1924년까지는 5백개가 넘어섰다. 라디오는 여러 사람들을 광고앞에 처음으로 노출시켰고 뉴스, 스포츠, 정치, 오락 그리고 날씨등과 접근하는 방편을 제공했다. 범국민적인 문화의 형성과 지방문화의 풍식이라는 현상이 극적으로 가속화되었다.

1920년대에는 수많은 개인과 기업이 새로운 종류의 송신기와 수신기 그리고 여기에 전기를 공급하고 제어하는데 필요한 특수 다극관을 설계했다. 진공관 증폭기로 최초의 유성영화가 등장하게 되었으며 에디슨의 축음기를 하이파이로 바꿔 놓았다. 제 2 차 대전말까지 진공관은

TV는 물론 레이더, 컴퓨터개발에 없어서는 안 되는 존재가 되었다.

1950년대 중반에 트랜지스터가 진공관과 대치되기 시작했을 무렵 진공관의 종류는 1만 8천 가지를 넘어섰다.

심지어는 칩의 시대인 오늘날에도 TV와 레이더의 디스플레이에서 진공관의 능력을 능가할 수 있는 것은 없다. 이 밖에도 진공관은 의학용 X선을 발생시키고 마이크로파로 음식을 요리하며, 위성에 신호를 송신한다. 이상한 전등으로 출발한 기술로서는 꽤 훌륭한 발전을 이룩한 셈이다.

玄源福 訳 <과학저널리스트>

(註)

1) 에디슨(Thomas Alva Edison, 1847~1931) : 미국 발명가. Ohio주 Milan태생. 1861~68년 철도전신수로 근무중 자동 중계기를 발명하였고, Boston의 Western Union 전신국 등에서 전신기사 재직 중에 투표기록기를, 1871년 인자전신기를, 1872년 2중전신기를 발명하고 이어 4중 및 6중 전신기를 완성했다. 또 A. G. Bell이 발명한 전화에서 암시를 얻어 탄소송화기, 확성기를 완성했다. 1876년 축음기 발명에 착수하여 처음에는 납판의 연구를한 뒤 평원판을 고안했다. 1878년 미온계기를 안출했다. 1879년 백열전등을 완성하고, 1881년 중앙발전소에 의한 배전시스템을 완성하여 전력시대의 막을 열었다. 1883년 에디슨 효과를 발견하고, 1893년 영화를 발명했으며, 1896년 X선 투시장치를 개발하고, 1900년 알카리 축전지를 발명했으며, 1912년에는 축음기와 무성영화를 결합한 키네토폰을 소개하여 토키의 선구가 되었다. 1916년 해군고문을 지낸 뒤 말년에는 고무대용 식물연구를 했다.

2) 에디슨 효과(Edison effect) : 진공관 속에 필라멘트와 플레이트(양극)를 넣었을 때 양극 쪽이 필라멘트보다 전위가 높을 경우에 플레이트에서 필라멘트로 전류가 흐르는 현상.

3) 플레밍(John Ambrose Fleming, 1849~1945) : 영국 전기공학자. Lancaster태생. London대학, Cambridge대학에서 배우고 1881년 London에 신설된 Edison Electric Light Company의 기사가 되었

고 뒤에 London대학 전기공학교수(1885~1926). 처음으로 J. Dewar와 함께 전온에서의 전자현상 연구를 추진했으나 후에 무선전신연구도 하여 1899년 이래 Marconi 무선회사 고문으로서 실제 기술계에서 활약했으며 1904년 2극진공관을 발명했다. 플레밍의 법칙으로도 알려져 있다.

4) 마르코니(Guglielmo Marchese Marconi, 1874~1937) : 이탈리아의 전기공학자. Bologna태생으로 Livorno에서 교육을 받고 A. Righi의 지도를 받았다. 1895년 H. R. Hertz의 전자파를 이용한 전신장치를 발명, 처음으로 수직안테나를 사용하여 실험을 시도했다 다음해 이것을 들고 영국으로 건너가서 영국정부의 특허를 얻고 1899년 영국해협을 사이에 둔 전선통신에 성공했다. 이 통신 방법은 1900년 영국해군에 채택되었다. 1901년 대서양을 사이에 둔 통신에 성공하고, 1902년 광석검파기를 발명했으며, 1907년 원판방전기를 발명했다. 같은 해 유럽과 미국간의 통신사무를 개시했다. 1909년 노벨 물리학상을 받았으며 1918년 이탈리아 원로원 의원으로 추대되었다.

5) 검파기(wave detector) : 무선전신 및 전화의 수신장치 속에 있으며 고주파교류를 정류(整流 : 교류전류를 직류로 바꾸는 것)하는 장치.

6) 그리드(grid) : 3극진공관의 음극과 양극사이에 있으며 전자의 흐름을 조절하는 장치. 보통 격자모양으로 되어 있다.