

정보통신기기용 입력장치 기술동향

유영기 | 이규복*

선문대학교, *전자부품연구원

요 약

본고에서는 최근 정보통신기기에 채용이 확대되고 있는 전자기유도 방식과 전기장 방식의 태블릿 원리를 이해하고, 원리를 통하여 예상되는 장단점 및 전망을 기술한다. 또한 전자기유도에 대한 간단한 이론 설명과 와콤사의 전자기유도 태블릿을 기술하고, HTC Flyer에 채용된 이스라엘의 엔트리그사의 전기장 방식의 태블릿을 설명하며, 최근 개발 중인 투명기판에 적용 가능한 터치 및 전자기유도 태블릿을 동시 구현 가능한 새로운 입력방식을 소개한다.

1. 서 론

정보통신기술이 발전함에 따라 가장 기본적인 입력장치인 키보드, 마우스를 비롯해 조이스틱, 태블릿(Tablet) 등과 같은 컴퓨터 주변기기 또한 발전을 하고 있으며, 그에 대한 어플리케이션도 함께 발전을 하고 있다. 2008년 5월에 열렸던 서울디지털포럼에서 Microsoft의 빌게이츠는 연설문에서 태블릿(Tablet)PC를 강조한 것처럼 태블릿은 우리생활에 가까이 접근해오고 있다.

태블릿이란 평판 또는 작고 납작한 판에 무선으로 연결된 전자펜 혹은 스타일러스(stylus)로 그 위에 그림을 그리면 컴퓨터 화면에 커서가 그에 대응하는 이미지를 그려내는 장치이며, 마우스와 같은 포인팅 장치의 일종으로써 그래픽 태블릿, 디지털 태블릿, 전자 태블릿 등으로 불리기도 한

다. 전자기유도현상을 일으키는 펜과 이 전자기 유도 현상에 의해 포인터의 위치를 감지하여 컴퓨터 등에 입력하는 태블릿으로 이루어지는 좌표 입력 장치는 그래픽 작업에서의 편리함 및 다양한 응용성에 의해, 맨-머신 인터페이스로서 각광받고 있다.

터치스크린은 스크린 위에 설치하여 센서가 스크린 표면에 손가락이나 펜 등을 이용하여 압력을 가하게 되면 센서가 반응하게 되어 위치를 추적하여 좌표를 알아내는 장치이다. 이러한 모바일기기의 입력장치인 터치스크린은 적외선 감지 방식(Infrared beam), 표면 초음파 전도 방식(Surface acoustic wave), 적분식 장력 측정 방식(Integral strain gauge), 피에조 효과 방식(Piezo electric), 압력식 저항막 방식(Resistive overlay)과 접촉식 정전용량방식(Capacitive overlay) 이외에 다양한 방식이 연구되어지고 있다. 그 중에서도 압력식 저항막 방식은 빠른 반응속도, 오차율이 적고(오차율 2%), 저비용으로 만들 수 있는 장점이 있지만 낮은 투과율과 내구성이 단점으로 지적되어 왔다. 적외선 감지 방식은 대형사이즈 유리로 제품을 만들 수 있다는 장점이 있지만 환경의 영향을 받을 수 있고, 모니터의 종류에 따라 정확도가 떨어지며, 비용이 비싸다는 단점이 있다. 표면 초음파 전도 방식은 대형사이즈 유리로 제품을 만들 수 있다는 장점이 있으나 반응속도가 느리고, 분해능이 낮으며, 센서의 오염과 액체에 약한 단점이 있다. 적분식 장력 측정 방식은 높은 투과율이 장점이지만 낮은 분해능, 느린 반응속도, 한정된 크기의 모니터에만 적용이 가능하다는 단점이 있다. 피에조 효과 방식은 높은 투과율이 장점이지만 정확도가 타 방식에 비해 현저하게 떨어지며, 장착이 매우 어렵

고 극히 일부분의 응용분야에서만 사용이 가능하다는 단점이 있다. 접촉식 정전용량 방식은 멀티터치, 높은 투과율과 내구성, 빠른 반응속도, 오차율이 매우 적다(오차율 1%)는 장점이 있으나 장갑이나 손톱, 펜에 의한 반응을 하지 않는다는 것과 정밀한 글쓰기 등의 입력이 어렵다는 단점을 갖고 있다. 이와 같이 다양한 터치스크린의 동작원리에 따라 각각의 장단점이 있다.

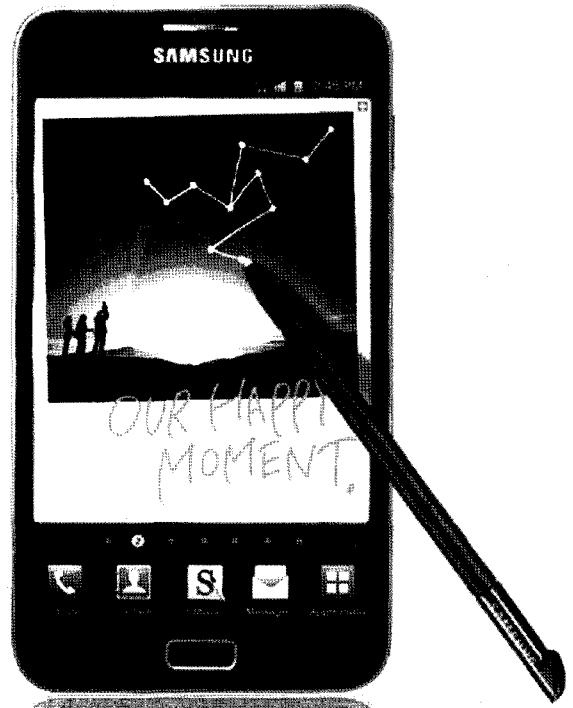
터치스크린의 공통적인 장점은 누구나 어떠한 훈련을 받지 않더라도 장치(컴퓨터, 휴대폰 등)를 사용할 수 있으며, 키보드와 마우스를 대신 할 수 있다는 것이다. 그러나 스크린의 표면이 오염되기 쉬워 나중에는 화면을 읽기가 어려워질 수 있다. 또한 방식에 따라 2군데 이상의 다중접촉이 발생될 경우 다중 접촉을 인식하지 못해 접촉점들의 중앙이나 접촉점 중 한 개의 접촉점 위치로 인식을 하는 경우가 발생하며, 가장 큰 단점은 커서를 움직이거나 클릭의 기능만 수행할 수 있다는 것이다.

이러한 터치스크린의 단점을 극복할 수 있는 대안으로 최근 태블릿에 대한 관심이 급증하고 있으며, 그 중에서도 전자기 유도방식(Electromagnetic induction)의 무선 태블릿은 펜을 이용하면서 다른 신체의 일부가 접촉하더라도 펜의 위치만을 추적할 수 있으며, 버튼이나 휠 등의 기능을 첨부하여 마우스의 기능뿐만 아니라 특수기능버튼을 추가하여 지우개, 펜의 색상변화 등의 기능까지 추가할 수 있다. 또한 압력센서를 이용해 실제 펜이나 연필을 사용하여 그리는 선의 질감까지 표현을 할 수 있다.



(그림 1) 태블릿 기능을 포함한 HTC사의 HTC Flyer

이러한 태블릿의 장점을 이용한 제품이 최근 출시되고 있는데, 아래의 (그림 1)은 전기장을 이용한 태블릿 시스템으로 대만의 HTC사는 이스라엘의 엔트리그(N-Trig)사의 태블릿 기능을 이용한 HTC Flyer라는 모델을 출시하였다.



(그림 2) 일본 와콤사의 전자기유도형 태블릿을 장착한 Galaxy Note

또한 국내 대기업에서도 위의 (그림 2)에서 보이는 바와 같은 Galaxy Note라는 모델을 일본 와콤(Wacom)사의 전자기유도형 태블릿을 채용, 유럽에 출시하여 높은 호응도를 보이고 있다.

이렇게 최근 다양한 제품을 위한 입력장치로서 터치스크린 기법이 널리 사용되고 있다. 여러 종류의 터치스크린 장치들에 대한 이용이 크게 증가하고 있는데, 이는 주로 웹패드(Web-Pad), 웹 태블릿(Web Tablet), PDA, 태블릿 퍼스널 컴퓨터(Tablet PC) 및 무선 플랫 스크린 디스플레이(wireless Flat Screen Display)의 출현 때문이다. 이러한 새로운 장치들은 통상 표준형 키보드, 마우스 또는 그와 유사한 입력장치들에는 연결되지 않는데, 이는 그러한 장치들은 이동성을 제한하는 것으로 간주되기 때문이다. 대신에 한 종류 또는

다른 종류의 터치 입력 기법을 사용하는 경향이 있다.

태블릿 PC와 같은 새로운 개념의 이동형 장치들 중의 몇몇은 강력한 컴퓨터 기능을 제공한다. 그러한 태블릿 PC와 같은 장치들은 전자펜 혹은 스타일러스에 기초한 입력장치를 사용하고 그리고 컴퓨팅 도구로서의 태블릿 PC의 이용은 스타일러스 입력장치의 능력에 크게 좌우된다. 이러한 입력장치들은 필기체 문자인식 및 최대한의 마우스 에뮬레이션(mouse emulation), 예를 들면 호버링(hovering), 오른쪽 클릭(right click) 등의 지원이 가능할 정도의 정확성을 갖는다. 이러한 새로운 이동형 장치들의 제조업자 또는 설계자들은 스타일러스 입력 시스템이 다양한 전자기적 기법들에 기초할 수 있고, 이것이 해상도, 빠른 업데이트 속도, 및 마우스 기능성의 견지에서 컴퓨터 장치에 대한 매우 높은 성능 요구사항을 만족시킬 수 있다고 결론을 얻었다고 한다.

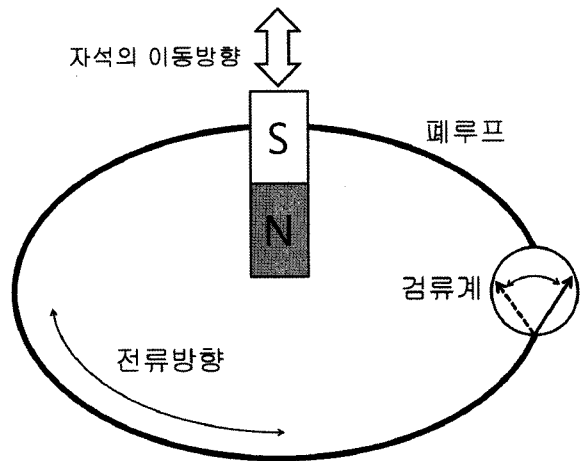
본고에서는 최근 채용이 확대되고 있는 전자기유도 방식과 전기장 방식의 태블릿 원리를 이해하고, 원리를 통하여 예상되는 장단점 및 전망을 기술하고자 한다. 이해를 돕기 위하여 우선 전자기유도에 대한 간단한 이론 설명과 와콤사의 전자기유도 태블릿을 기술하고, HTC Flyer에 채용된 이스라엘의 엔트리그사의 전기장 방식의 태블릿을 설명한다. 그리고 최근 개발 중인 투명기관에 적용 가능한 전자기유도 태블릿을 소개하고자한다.

II. 전자기유도 현상의 이해

1. 전자기유도 현상

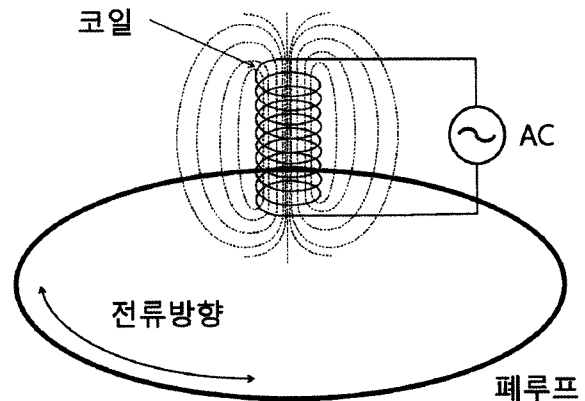
현재 시판중인 태블릿입력장치에 사용되는 기능을 이해하기 위해서는 전자기 유도현상을 알아야하다. (그림 3)은 그 현상을 설명하기 위한 간단한 예를 보였다.

위의 (그림 3)에서 보이는 것과 같이 페루프에 검류계를 연결하고 폐회로 주변에서 영구자석을 폐회로에 가까이 가져 갔다가 멀리 떼어 놓는 동작을 반복하게 되면 검류계의 지침이 진동하고, 영구자석의 움직임을 정지하면 검류계의 지침이 정지하는 것을 볼 수 있다. 따라서 자석이 폐회로에 접근하였다가 이격되는 동작을 반복하게 되면 폐회로에 전류가 흐르게 됨을 알 수 있다. 또한 자석이 움직이는 속도가 빠

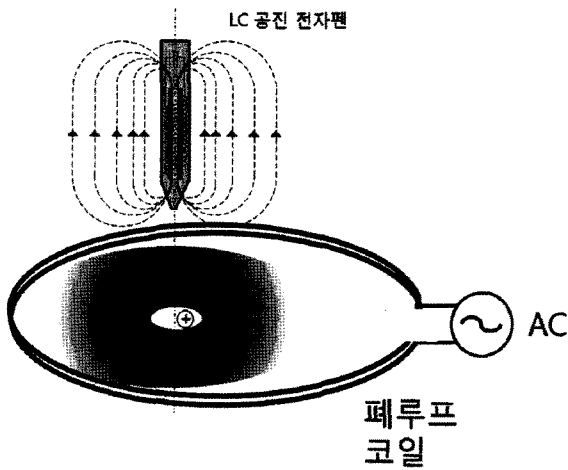


(그림 3) 영구자석을 이용한 전자기유도 현상

를수록 유도되는 전류가 커진다. 이러한 현상을 전자기 유도(Electromagnetic induction) 현상이라 한다. 아래 (그림 4)와 같이 코일과 교류를 이용하여 전자기유도 현상을 발생시킬 수도 있다. 교류신호에 연결된 코일에 전류가 흐르면 자기장이 코일 속에 형성되며, 이 회로에 흐르는 전류의 세기를 주기적으로 변화시키면 자기장도 시간에 따라 변하게 된다. 이 코일을 페루프에 가까이 가져가면 전류에 의해 형성된 자기장이 페루프를 관통하는 자속을 만든다. 이때 전류는 계속 변화하므로 자속도 계속 변하게 되어 영구자석을 움직이는 것과 동일한 효과를 얻을 수 있다.



(그림 4) 코일과 교류를 이용한 전자기유도 현상



(그림 5) 코일로 여기된 전자펜의 코일의 자기장의 방향과 세기

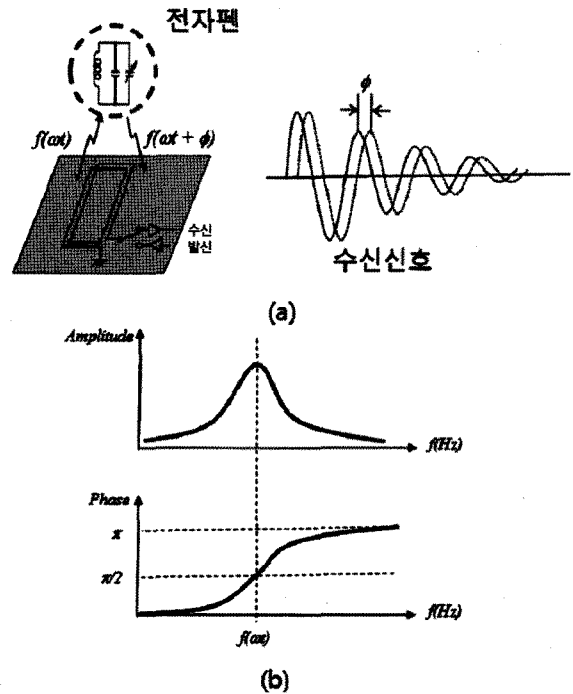
페라이트 코어에 코일을 이용하여 LC 공진이 내장된 전자펜을 제작하면, 위의 그림에서와 같이 전자펜의 공진 주파수로 교류를 코일에 전류를 흘리면, 전자펜은 유도전압이 발생하여 자기장이 발생한다. 그리고 플레밍의 오른손 법칙에 따라 자기장의 방향과 직교하는 기전력이 형성되며, 기전력의 극성은 그림과 같이 어느 한 시점에서 코일의 중심 부분은 (+)의 극성을 띠는다면, 그 주변은 모두 (-)의 극성을 띄게 된다. 그리고 (-)의 극성은 (+)의 극성의 영역을 중심으로 (+)극성의 중심축과 가까울수록 (-)극성의 세기가 강해지고, (+)극성의 중심축과 멀어질수록 (-)극성의 세기가 약해지는 현상을 보인다. 이러한 관계를 조합하여 기존의 전자기유도 태블릿을 구동하는 구성요소로서 작동하게 된다.

III. 와콤(WACOM)사의 전자기유도 태블릿

우선 원리를 설명하기 앞서 펜 내부에 필압 정보를 전달하는 과정은 다음과 같다. (그림 6)에서와 같이 전자펜 내의 공진 회로는 태블릿 내부에 있는 루프코일로 부터 전송되는 일정 펄스 파형을 수신한다 [1][2]. 전자펜은 이 수신 에너지를 전자기파의 형태로 다시 태블릿으로 역전송 하는데, 전자기파는 태블릿 상에 위치하는 전자펜에 의하여 가해진 압

력 정보를 포함하는 신호이다.

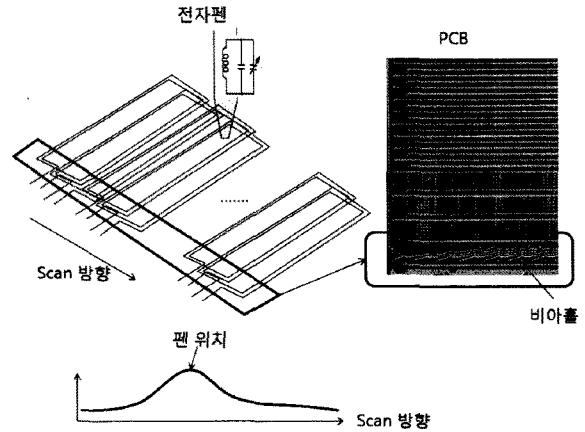
(그림 6(a))에서 전자펜은 페라이트 코어에 코일을 감은 인덕터 성분(L)과 고정값을 갖는 콘덴서 그리고 압력에 따라 콘덴서 용량이 변하는 필압센서가 병렬로 연결되어 있다면, 일정 개수의 펄스가 인가되어 루프코일을 여기시킨 후 수신 모드로 전환한다면, 전자펜의 공진 주파수로 역전송된 신호가 수신될 것이다. 만일 펜에 압력이 가해져 필압센서의 콘덴서 용량이 변한다면 펜의 공진 주파수가 변하여 필압이 없을 때의 신호에 대해서 일정 성분 지연된 신호가 수신되어 필압정보를 구할 수 있다. (그림 6(b))는 이 관계를 나타내고 있는데, 공진 주파수에서의 위상차가 90도이지만 공진 주파수가 달라진 상태에서의 신호가 인가될 경우 위상차가 발생하는 관계 그래프를 보여주고 있다. 필압센서의 정전 용량은 0g에서 500g의 범위 내에서 몇 페럿(F)에서 100pF로 정확하게 변함으로써 위상값으로 포인터 끝에 적용되는 필압을 검출한다고 한다.



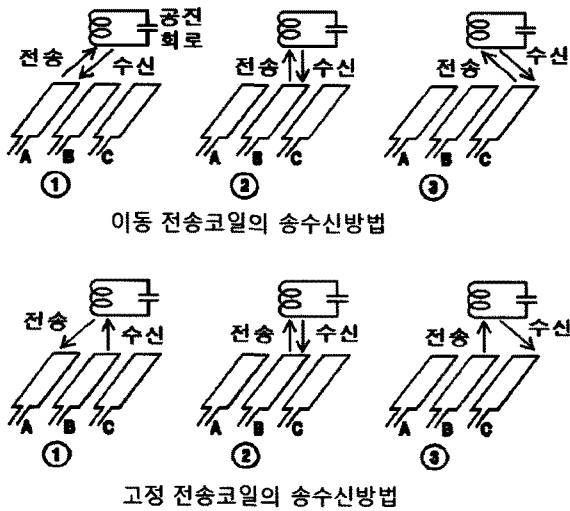
(그림 6) 전자펜에서 역전송된 신호(a)와 공진 신호 및 위상관계 신호 예(b)

이러한 구성을 확장하여 (그림 7)과 같이 태블릿 내에 루프코일을 일정 간격으로 겹쳐서 구성을 한다면, 아래 그림 (a)

와 같이 전송 코일의 이동 스캐닝과 고정 스캐닝으로 펜의 위치를 알 수 있다. 이동 스캐닝 방법은 전송과 수신을 실행하는 코일을 연속적으로 변경함으로써 실행하는 방법으로, 일정 시점에서는 전송과 수신을 실행하는 데에 같은 코일이 항상 사용된다. 이동 스캐닝방법은 코일과 전자펜사이의 거리 차를 이중으로 계산하기 때문에 좌표를 분석하는 데에 유리하다. 반면에 고정 전송 코일을 이용한 스캐닝(b)에서는 전자펜에 가장 가까운 코일은 항상 전송하고 수신 코일만을 스캔하여 수신신호의 파형 중에서 가장 큰 전압을 나타내는 위치를 소프트웨어를 이용하여 추출한다면 고정도의 위치 추출이 가능하다.



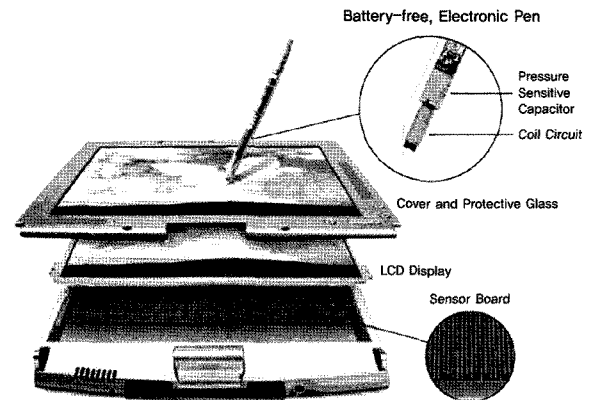
(그림 8) 와콤 PCB의 복잡한 패턴구조와 비아홀이 필요한 예



(그림 7) 전송코일의 송수신 방법

이러한 송수신방법을 실제 태블릿 내부에 구성한 예를 아래 그림에 보였다. (그림 8)에서 굵은 실선으로 확장된 부분은 루프코일들이 겹쳐져야하는 복잡한 부분으로써 실제 PCB 제작 시 많은 비아홀(via hole)과 복잡한 패턴 설계 기법이 요구되어진다.

앞의 설명에서 알 수 있듯이 와콤사의 태블릿 원리는 복잡한 비아홀과 루프형성을 필요로 하기 때문에 최근 소개되어지고 있는 인쇄전자기술을 사용할 수 없다. 이러한 이유로 PCB로 센서보드를 설계하며 디스플레이 뒷면에 (그림 9)와 같이 배치하여 태블릿 컴퓨터를 설계하게 된다.



(그림 9) 와콤 태블릿을 이용한 PC의 구성 예

IV. 엔트리그(N-Trig)사의 전기장방식 태블릿

일반적으로 사용되고 있는 전자펜은 불투명한 태블릿 위에서 이동하는 단점 때문에 평면 스크린 디스플레이와 투명한 전자기 디지털라이저 기술을 조합하려는 시도가 과거에 이루어졌다. 와콤(Wacom)의 미국특허 제6,005,555호는 두 개의 층으로 된 직교 전도성 루프들로 이루어진 디지털라이저를 디스플레이 뒷면에 구성하는 특허를 제시하였다. 그러나 이러한 위콤 시스템의 하나의 필수조건은 루프 내의 높은 전도성이다. 그래서 '와콤'의 기법은 동박의 PCB와 같은 표준

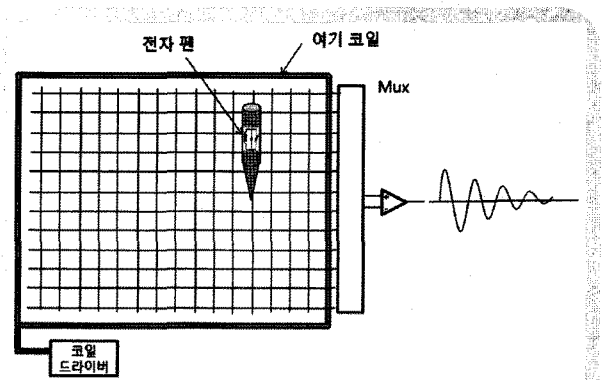
형의 금속으로 된 도체들로 이루어진 루프를 사용해야만 하고, ITO와 같은 투명 전도성 박편(transparent conductive foil)으로써는 이용될 수 없는데, 그 이유는 전도성 투명 라인의 저항이 매우 높기 때문이다.

전자펜에 충분한 에너지를 공급하여 활성화하기 위해서는 고저항 전도성 루프를 사용하는 것은 1 KV를 넘는 매우 높은 전압의 입력을 필요로 하는데, 이러한 해결방안은 비실용적인 것으로 볼 수 있다. 이러한 이유로 디스플레이 뒤편에 와콤의 비-투명성 센서를 배치하여 디스플레이 장치의 전자회로 기판과 FPD 백라이트 사이에 배치될 수 있다. 따라서 FPD 장치에 비-투명성 센서를 통합하는 것은 매우 복잡하고 비용이 많이 드는 과정이다. 그러한 장작기법은 전형적으로 해당 장치 내에서의 노이즈가 많은 부품들에 대한 차폐를 필요로 하게 된다. 비-투명성 센서보드가 디스플레이 장치 뒤편에 배치된다면, 전자펜이 가리키는 실제위치와 전자펜에서 발생한 전자기유도로 예측되는 센서보드사이의 필연적으로 상대적으로 멀리 이격되어 있게 된다. 센서로부터의 상대적으로 먼 거리 때문에 비-투명성 센서는 시차(parallax)가 문제가 되고, 이것은 스타일러스에 있어 부정확한 위치의 제공을 초래하게 된다. 여기서 위치를 잡는 것이 특히 부정확하게 되는데, 즉 말하자면 시차효과가 매우 커지게 되어, 이 때 전자펜은 디스플레이에 대하여 임의의 각도로 유지되어 필기체 문자인식과 같은 응용분야에서는 대부분 스크린에 대해 임의의 각도로 유지되는 전자펜 사용으로 오차가 발생하게 된다. 더욱이, 센서로부터의 상대적으로 먼 거리 때문에 후면에 장착된 센서의 경우에는 전자펜이 센서의 모서리에 근접하게 유지될 때 부정확한 위치인식이 발생하게 된다.

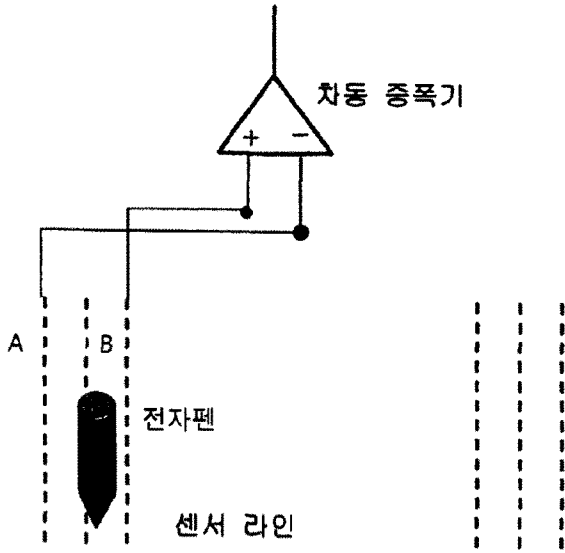
이러한 문제를 극복하고자, 커타(Kurta)의 미국특허 제 5,381,160호에 따르면, 전술한 전도체의 고저항성의 견지에서 일어나는 문제에 대한 해법, 즉 다시 말하자면, 고저항성에도 불구하고 그의 위치가 결정되어야 할 물리적 물체를 여기 시키는 방법이 기술되어 있다. 상기 해법은 단순히 그 자신의 배터리에 의해 전력이 내부적으로 공급되는 능동형 전자펜을 사용하는 것이다. 따라서 상기 전자펜은 외부적 여기(excitation)를 필요치 않는다. 그러나 배터리로 전력이 공급되는 능동형 스타일러스는 일반적으로 여러 가지의 이유로 만족스러운 해법으로는 간주되지 않는다. 예를 들면,

능동형 스타일러스는 연속적인 동기를 필요로 하고, 전자펜 동작제어가 힘들어 컴퓨터 장치 동작이 원활하지 않게 하는 문제가 있었다. 또한 그러한 능동형 전자펜(스타일러스)은 재충전을 필요로 하고 수동형보다 더 고가이다. 따라서 능동형 스타일러스는 현재 이동형 소비자 시장에 대해서는 수용되지 않고 있다. 미국 특허출원 제09/628,334호 '가마롱'의 특허출원은 분리된 여기 코일이 스크린 주위에 배치되어 있는 투명한 박판들에 기초한, 수동형 스타일러스를 위한 센서를 기술하고 있다. 그의 위치가 검출되고자 하는 스타일러스 또는 다른 물체는 공진 회로를 포함한다. 상기 공진 회로는 전기장을 발생하는 여기 코일에 의해 여기되고 그 전기장은 투명 박판들 상의 상대적으로 고저항성의 검출 전도체들에 의해 검출된다. 그러나 문제는 전기장에 근거한 검출은 전자 디스플레이 스크린의 표면상에서 수행되고 이 스크린 표면은 전자기적 활성화도의 견지에서 상대적으로 높은 노이즈 환경 하에 있게 된다는 점이다. 필연적으로 그러한 높은 노이즈 환경은 디지털이저의 해상도 레벨을 저하시키게 된다. 따라서 전술한 제한이 없는 투명 디지털이저에 기초한 스타일러스에 대한 필요성 내지는 그러한 스타일러스를 갖는 것이 요구되어지고 있다.

(그림 10)은 트리거링 펄스 [3], [4]가 센서라인을 에워싸고 있는 여기 코일에 인가되면, 전자펜은 L,C 공진 회로로 구성되어, 공진 주파수로 여기된 전자기장에 진동하여 여기 코일에 의해 트리거 된다. 이 공진 주파수에서 회로는 여기 펄스의 끝부분에서부터 지수함수적으로 감소하는 진동들을 발생시킨다. 이렇게 소멸하는 진동들은 전도체의 매트릭스 또는 그리드를 포함하는 센서장치에 의해 감지된다.



(그림 10) 엔트리그 태블릿 구조



(그림 11) 엔트리그 태블릿 측정 원리

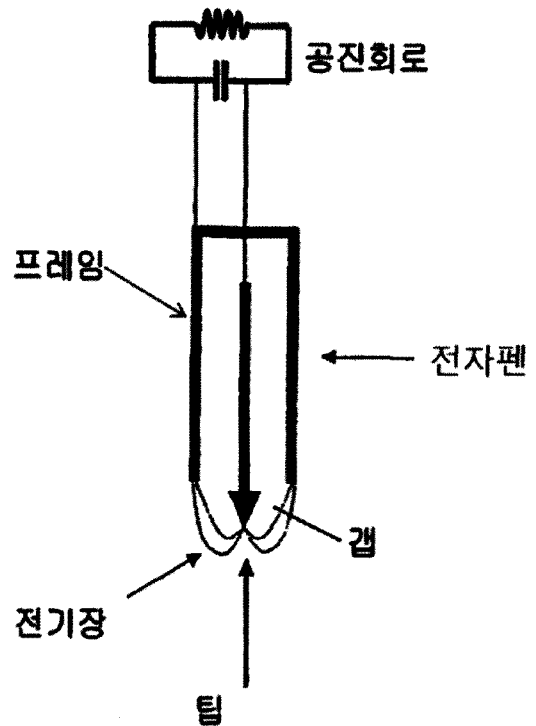
특허에 따르면 바람직한 실시예로 도전체는 1mm의 폭을 갖는 직선 라인이며, 균일하게 4mm 간격으로 이격되어 있다.

위의 (그림 11)은 차동증폭기에 그리드의 각각의 센서들이 연결된 구성을 나타낸다. 그리고 가깝지만 서로 바로 인접하지는 않게 배치되어 있는 두 개의 센서 라인들(A 및 B)이 선택된다. 그 다음 이들 둘 중의 하나는 차동증폭기의 양의 입력단에 연결되고, 다른 하나는 동일한 차동증폭기의 음의 입력단에 연결된다. 상기 증폭기는 따라서 두 개의 센서 라인 신호들 사이의 차이를 증폭한 것에 상당하는 출력 신호를 발생시키는 것이 가능하게 된다. 그의 두 개의 센서 라인들 중의 하나에 전자펜을 구비하는 증폭기는 상대적으로 높은 진폭의 출력을 생성할 것이다. 이렇게 차동형으로 구성하는 이유는 고유한 노이즈 감소에 있다. 만일 쌍으로 되어 있는 두 개의 라인들이 서로 상대적으로 가깝게 놓여있다면, 양쪽의 라인들은 모두 동일한 기생 노이즈와 기타 효과를 감지할 것이며, 그의 입력을 차감하도록 동작하는 차동증폭기는 따라서 그러한 어떤 입력도 제거할 것이다. 같은 증폭기에 연결되도록 선택되는 두 개의 입력 라인들은 서로 너무 가깝게 배치되지 않는 것이 좋고, 그렇지 않으면 전자펜 신호와 같은 실제의 입력 신호는 양쪽의 라인들에 의해 감지되어 차동증폭기에 의해 제거될 가능성이 있다. 디지털 프로세싱 유닛은 증폭기의 두 개의 입력들 중의 어느 것이 실제로 신호를 수신하였는지를 결정하기 위해 샘플링이

된 신호의 위상을 이용할 수 있다. 만일 상기 위상이 양의 값이라면, 스타일러스는 증폭기의 양의 입력단에 연결된 라인에 아마도 바로 다음에 놓여있고, 그 반대의 경우도 마찬가지이다.

이 방법은 수동형 전자펜, 즉 어떤 내부 전원도 없고 어떤 와이어 연결도 없는 전자펜을 이용한다. 따라서 전자펜을 활성화하기 위해서는 센서를 에워싸는 외부 여기 코일이 제공됨으로써 전자펜 공진 회로에 전압을 인가한다. 이러한 외부 여기의 장점은 그것이 전자펜의 동기를 디지털이저에 제공하여, 여기 펄스의 타이밍을 인지 할 수 있기 때문이다. 그러나 배터리를 사용하여 내부적으로 전력이 제공될 수도 있다.

수동형 전자펜에서 외부 여기 코일로부터의 에너지는 전자펜 내의 수신 코일에서 전류를 유기하게 된다. 외부 여기와 전자펜 간의 에너지 전이를 최대화하기 위해 수신 코일은 페라이트(ferrite) 코어를 포함한다. 전자펜은 공진회로와 팁으로 구성되는 프레임을 포함한다. 여기(excitation) 시에 공진회로는 그의 공진주파수에서 진동을 일으킨다. (그림



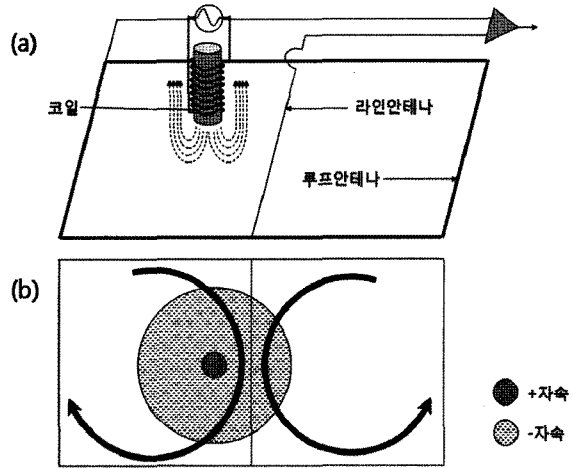
(그림 12) 엔트리그 태블릿 전자펜 구조

12)와 같이 공진회로의 한 전극은 도전성 물질로 이루어진 전자펜 팁에 전기적으로 연결되고, 공진회로의 나머지 단지는 도전성 물질로 이루어진 프레임에 전기적으로 연결된다. 시차(Parallax)를 피하고 가능한 한 최대의 정확도를 달성하기 위해서는 전자펜 팁에 가능한 한 가까운 위치에 있는 스타일러스로부터 위치 지시 응답 신호를 전송하는 것이 좋은데, 공진회로 진동에 동기화 된 전기장은 팁과 프레임 사이에 위치한 갭에 형성된다. 상기 갭과 결과적인 전기장의 기하학적인 크기는 상대적으로 작고 전기장 소스는 실질적으로 전기장 팁에 근접해 있다.

HTC Flyer를 구입한 사용자들의 의견은 전자펜 입력과 손가락 입력시 잦은 터치 오류 및 인식 오류가 발생하고, 에너지 효율을 고려하여 배터리를 포함한 전자펜 방식을 채용하였으며, 스크린 전면을 대상으로 대각선을 그릴 경우 측정된 라인의 측정 정밀도가 현저히 떨어지는 단점과 펜 사용을 위해 스크린에 접근하는 과정에서 인체가 먼저 접촉하여 매뉴가 변경되어 의도하지 않은 결과를 발생하는 문제점을 발견하였다고 한다.

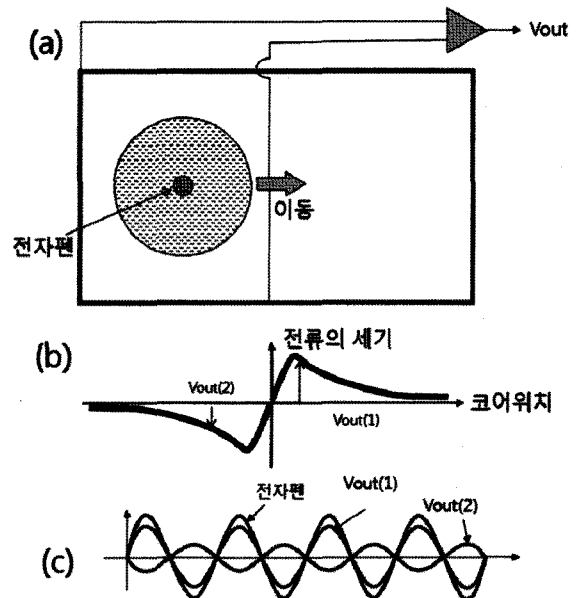
V. 개선된 전자기유도 태블릿 기술

앞에서 기술한 와콤사의 태블릿은 최근 급속한 기술 개발이 이루어지고 있는 투명전극이나 나노인쇄전자기술을 사용할 수 없는 단점을 가지고 있고, 전기장 방식의 엔트리그 태블릿 기술은 투명전극을 이용한 태블릿 기술을 적용할 수 있는 장점이 있지만, 앞에서 전술한 바와 같이 정전용량형 터치스크린 기술과 측정원리가 같기 때문에 인체 터치와 펜 터치의 인식오류와 측정 정밀도에 한계가 있는 것으로 보인다. 이러한 문제점을 극복하고자 국내 한 벤처기업에서는 두 가지 기술의 단점을 극복한 새로운 전자기유도 방식의 태블릿 기술을 개발하고 있다. 이 기술은 기존의 정전용량형 터치스크린과 전자기유도 태블릿 패턴을 융합하여 두 가지 장점을 모두 이용할 수 있으면서 기존 터치기술을 그대로 활용할 수 있다는 장점이 있다고 한다. 이 기술은 기존의 와콤의 루프안테나 방식이 아닌 고유한 특허 [5],[6],[7]의 차



(그림 13) 라인안테나 설치 시 전자기유도현상

동코일(Differential Coil)방식 [8]을 사용하는 것과 무전원 펜에 에너지를 공급하기 위해 엔트리그와 유사한 파워코일 방식을 채용하고 있다. 이 방식은 기존의 투명전극 뿐만 아니라 나노 임프린트(Nanoimprint lithography) 방식이나 그라비아오프셋(Gravure-Offse) 방식과 같은 인쇄전자기술과 불투명한 경우 스크린 프린트 방식도 이용할 수 있다고 한다. 우선 그 원리를 살펴보면 다음과 같다. 아래 (그림 13(a))와

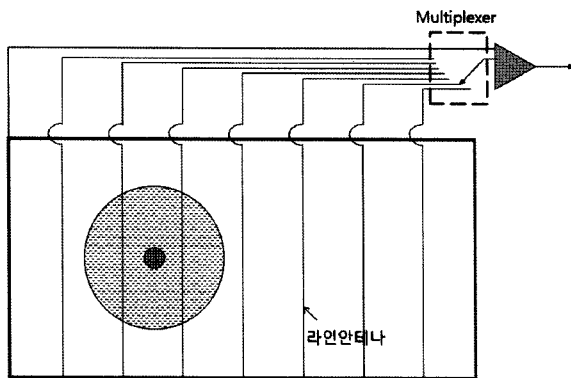


(그림 14) 라인안테나에 대해서 전자펜의 이동에 따른 출력 Vout의 크기와 위상 변화

같이 페루프의 정중앙에 선을 설치하고, 정중앙에 설치한 선을 라인안테나라 부르고 루프에 라인안테나가 설치된 것을 차동안테나 혹은 차동코일 구조라고 부른다. AC로 여기된 전자펜이 라인안테나에 대해서 놓인 위치에 따라 라인안테나에 흐르는 전류의 방향이 바뀌는 원리를 이용한 것이 특징이다.

(그림 14(a))와 같이 라인안테나가 설치된 루프안테나에서 코일의 위치를 루프안테나의 좌측에서 우측으로 이동하면 차동중폭기에서 출력을 측정하면 (그림 14(b))와 같이 전류의 세기와 위상이 변하여 나타난다. (그림 14(c))는 출력 전압 V_{out} 의 부호가 전자펜 인가된 교류전압에 대한 V_{out} 의 전압 크기와 위상과의 관계를 간단히 표현하였다.

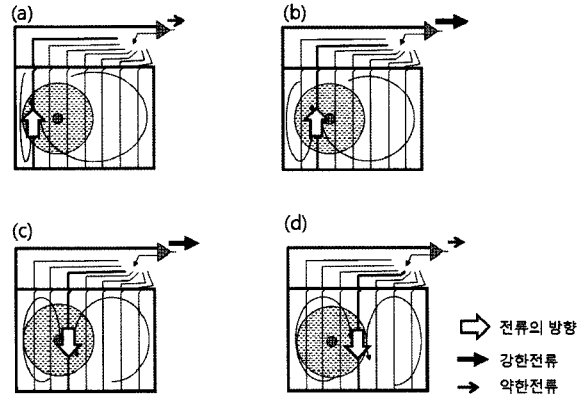
이러한 차동 코일의 원리를 확대하여, (그림 15)와 같이 다수의 라인안테나를 설치하고 MUX를 이용하여 각 라인안테나의 전류를 측정하면 펜의 위치를 정밀하게 측정 할 수 있게 된다.



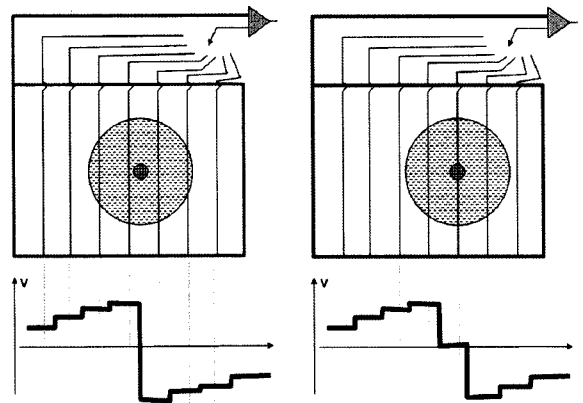
(그림 15) 다수의 라인안테나가 설치된 응용 예

(그림 15)와 같이 7개의 라인안테나가 설치된 루프코일에 전자펜의 위치를 고정시키고 라인안테나를 순차적으로 바꾸어가며 전류를 측정 하는 경우 위의 그림과 같이 펜에 대한 각 라인안테나의 상대적 위치에 따라 라인안테나에 흐르는 전류의 세기와 위상은 각각 다르게 나타난다. 이러한 원리를 이용하여 루프안테나 내에 존재하는 펜의 위치에 따른 출력은 (그림 16)과 같이 펜이 존재하는 곳은 출력전압이 0에 가

까운 값을 갖게 된다. 만일 전자펜이 라인안테나위에 존재한다면 그 해당 라인안테나의 출력이 0의 값을 보일 것이다.



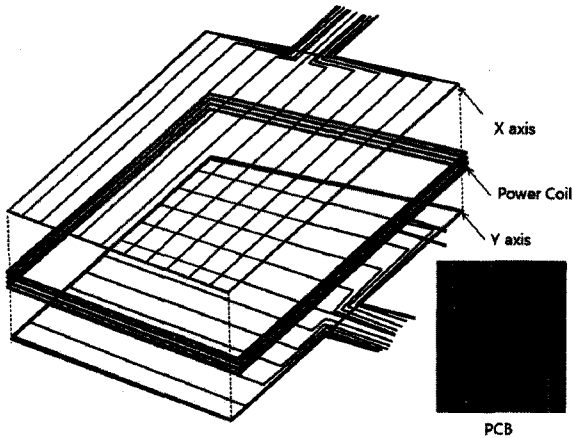
(그림 16) 라인안테나 스캔에 따른 전류의 변화



(그림 17) 펜의 위치와 각 라인안테나의 출력 예

(그림 18)은 실제 x, y축 방향으로 배열하여 2차원 상에서 전자펜의 위치를 측정하기 위한 패턴 구조이다. 이 구조는 간단한 패턴구조와 비아홀이 없어 간단히 제작이 가능하고, 라인안테나의 낮은 저항이 필요치 않기 때문에 저가의 스크린 프린팅기술이나 ITO 혹은 전자인쇄기술을 이용하여 대량생산이 가능한 장점을 갖는다. 예로 실제 제작된 PCB의 간단한 패턴을 보였다.

이러한 간단한 패턴구조로 인하여 기존의 정전용량형 터치스크린 위에 놓이더라도 이미 장착된 터치스크린의 동작



(그림 18) 실제 비아홀을 필요치 않는 2층의 태블릿 패턴 및 간단한 PCB 설계 시 예

에 방해가 되지 않으면서 동시에 태블릿기능을 동시에 수행할 수 있다는 장점을 갖으며, 초기 설계 시 태블릿 패턴과 정전용량형 터치스크린 패턴이 함께 설계가 가능하여 한 터치 센서에 터치와 태블릿 기능을 동시 제작 할 수 있다는 장점을 갖는다고 한다.

VI. 결론

본고에서는 전자기 유도방식의 태블릿과 전기장방식의 태블릿 원리와 각 방식의 장단점을 기술하였다. 최근의 정보통신기기용 입력장치는 더 세련된 입력방법과 다양한 기능을 직관적으로 지원하며, 손가락으로 입력하는 방식이외에 글쓰기, 그림그리기 등 사용에 제한점을 극복하려는 다양한 연구들이 시도되고 있다. 본고에 언급되지 못한 다양한 방법 중에는 힘을 측정하는 방식, 초음파를 이용하는 방식 등 다양한 물리량을 이용하고 있다. 하지만 기업에서 주로 요구하는 방식은 저전력, 저가, 간단한 구조이면서도 다양한 입력이 가능한 모바일 입력장치의 개발이 요구되어지고 있다.

참 고 문 헌

- [1] Tsuguya Yamanami et al., "Position Detecting Apparatus", US Patent, 5028745, 1991
- [2] Tsuguya Yamanami et al., "Position Detecting Apparatus", US Patent, 4878553, 1989
- [3] Avish Jacob Weiner, Haim Perski and Morag, "Physical Object Location Apparatus and Method and A Graphic Display Device using the Same", US Patent, 6690156B1, 2004
- [4] 모라그, 메이르, 페르스키, 하임, "투명 디지털타이저", 출원번호 10-2005-7003531, 2005
- [5] 조성환 외, "손가락과 공진회로를 구비한 포인터의 위치를 동시에 검출할 수 있는 태블릿", 대한민국 특허, 10-1027672-00-00, 2010
- [6] 조성환 외, "태블릿 시스템 및 그의 제어 방법", 대한민국 특허, 10-0984036-00-00, 2010
- [7] Azuma 외 2인, "좌표 입력 장치", 대한민국 특허, 10-0910348-00-01, 2009
- [8] 홍동구 외 2인, "전자기유도방식을 이용한 유선 태블릿의 좌표측정 알고리즘 연구", 한국인터넷방송통신.TV학회 논문지 제9권 제 4호, pp153-159, 2009

약 력



유 영 기

1987년 한양대학교 공학사
 1989년 한국과학기술원 공학석사
 1990년 한국과학기술원 공학박사
 1996년 ~ 현재 신문대학교 정보통신공학부 교수
 관심분야: 전자기유도형 태블릿 입력장치, 합기반 터치스크린, 마신 비전



이 규 복

1989년 인하대학교 공학사
 1992년 인하대학교 공학석사
 2001년 인하대학교 공학박사
 1992년 ~ 현재 전자부품연구원 융합통신부품연구센터 센터장
 관심분야: RF부품 및 RPI, 휴대단말, 플렉서블 전자