

복합 구동형 초슬림폰 설계 및 초슬림폰용 히트 스프레더 개발

최태훈¹ · 박훈재¹ · 김승수¹ · 이상목¹ · 김응주¹ · 김기현² · 나경환¹ · 조남선¹

Design of a Ultra-Slim Mobile Phone with Multi-hinges and Development of Heat-spreader for it

T.H. Choi, H.J. Park, S.S. Kim, S. Lee, E.Z. Kim, K.H. Kim, K.H. Na, and N.S. Cho

Abstract

According to the customers' demands, cellular phones are getting thinner and thinner in spite that their functions are getting more complex and flexible. Based on this trend, we are willing to propose new design of ultra slim cellular phone with multi-hinges which can provide thinner feature and wider active area than the current merchandised one. To make it come true, smaller and stronger mechanical parts would be necessary and more researches would be carried out in the near future. Moreover, the new frame of ultra slim cellular phone has the problem in heat propagation due to its thin feature and multi function. In this paper, slim heat-spreader would be proposed as a candidate to resolve the problem of heat transfer in the new cellular phone. To investigate the applicability of heat-spreader to cellular phones, prototypes were fabricated and verified.

Key Words : 슬림폰, 복합 힌지, 미세부품, 발열, 히트 스프레더

1. 서론

980년대 초반 최초의 휴대폰에서 현재까지 그 기능성과 성능면에서 괄목할 발전이 이루어졌으며, 미래의 휴대폰은 사용자의 편의성, 다기능성과 휴대성을 동시에 추구하는 방향으로 진화할 것으로 보인다.

휴대폰은 우수한 통신 품질과 더불어 사용자 편의성을 중심으로 많은 발전을 이루고 있으며, 특히 2000년대 들어 영상신호 송수신 및 무선인터넷, 스틸 카메라, 동영상 촬영, DMB 수신, 게임, 인터넷, E-commerce, M-commerce, Mobile-banking 기능 등을 포함하게 되었다. 향후 3, 4년간 특정 응용분야별로 단말기가 독립적으로 존재하면서 충분한 기술 축적 및 시장 검증 과정을 거쳐 궁극적으로는 All-in-One 단말기로 진화할 것으로 예상된다.

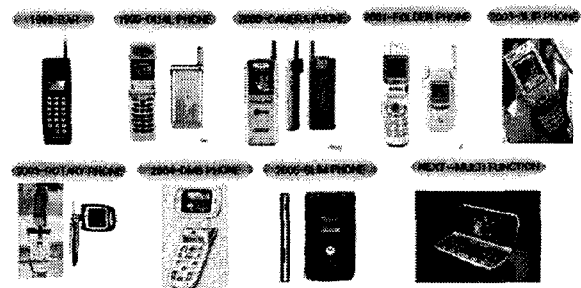


Fig. 1. Evolution of cellular phone in design.

휴대폰의 휴대성은 크기와 무게로 대변할 수 있는데, 초기의 휴대 단말기는 전파 송수신을 위해 228mm의 길이와 1.3kg의 무게로 제작되었다가 점점 크기와 무게를 줄이는 소형화 방향으로 발전해왔으며, 90년대 후반 흑백 휴대폰 시대 말기에 본격적인 경쟁이 시작되었다. 휴대폰 제조사

1. 한국생산기술연구원
2. ㈜테우스

들은 서로의 기술력을 입증하기 위해 하루가 멀다 하고 '가장 작은' 혹은 '가장 가벼운' 휴대폰을 내놓았으며, 88mm의 크기와 120g 내외의 무게로 발전했다. 그러나 이러한 소형화 및 경량화 경쟁은 2000년대 들어 컬러 액정과 벨소리가 도입되면서는 두께나 크기, 무게보다는 기능 중심으로 경쟁 구도가 바뀌었다. 2003년부터는 휴대폰 제조사들이 화소 경쟁을 벌이고 MP3가 기본으로 탑재되면서 휴대폰의 크기가 커졌다. 하지만 2004년 하반기 이후 또다시 소형화 경쟁에 돌입하게 되었다. 현재의 슬림화 경향은 사용자의 편의성 기능을 모두 포함한 상태에서 두께를 줄이는 방향으로 전개됨으로써 필연적으로 부품의 소형화, 정밀화 및 복합 기능화가 요구되고 있다.

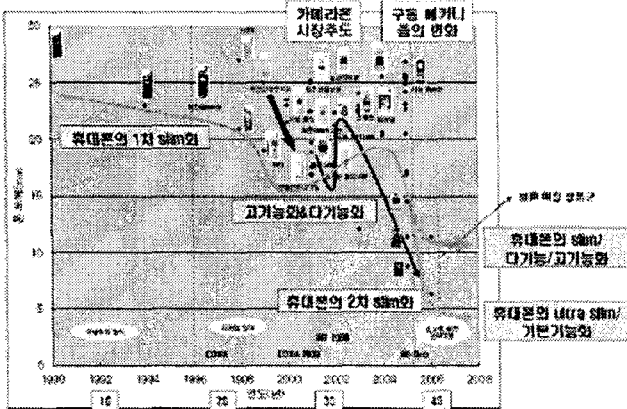


Fig. 2. Evolution of cellular phone in function[2].

2. 차세대 다기능 슬림폰 멀티힌지 모듈 개발

슬림한 두께의 폴더형 휴대폰의 단점은 폴더를 열때 너무 얇아 열림이 불편하다는 것과 복합 기능 구현시 가로보기, Qwerty Key 등의 기본적인 멀티미디어 기능 구현이 어렵다는 것이다. 이러한 단점들을 보완할 수 있는 새로운 구조의 개발이 필요한 실정이다. 현재는 폴더형과 혼합형(슬라이드, 스윙)이 시장을 주도하고 있으나 이들은 컴퓨팅 능력에서 부족한 면이 많고 와이드한 액정 화면을 구현하기 위해서는 제약이 많다. 공간을 최대한 활용하고, 실장되는 부품을 경량화 및 정밀화하여 휴대성과 컴퓨팅 능력을 극대화하기 위한 연구가 이루어지고 있다. 본 연구에서는 복합형(슬라이딩&폴딩 등) 휴대 단말기를 개발하여 이러한 기술 변화에 최적의 솔루션을 제시하고자 한다.

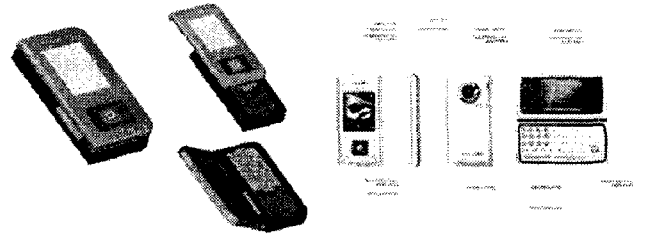


Fig. 3. Design concept of complex type(sliding & folding) cellular phone.

이러한 복합형 휴대 단말기는 기존 폴더형의 휴대 단말기의 단점(가로보기, Qwerty Key 등의 기본적인 멀티미디어 기능 구현이 어려움)과, 슬라이드형태의 휴대 단말기의 단점(슬라이딩 힌지의 실장 구조상 그 두께를 줄이는데 한계가 있음)을 극복할 수 있을 것으로 판단된다.

Fig. 4에서 볼 수 있듯이 슬라이드 폰 구조는 상측과 하측에 각각 부품을 고정시킨 후 조립하고, 스프링과 레일을 이용하여 상하로 움직이는 구조로서 상측과 하측 사이에 조립되는 슬라이딩 힌지 모듈이 꼭 필요하므로 신뢰성 측면(특히 내구성부분)에서 그 두께를 줄이는데 한계가 있다. 이러한 약점을 극복하기 위해 현재 적용되고 있는 재질(아연, 마그네슘 등) 보다 강도가 높은 금속 재질을 적용함으로써 두께를 줄이는 시도가 진행되고 있으나 후처리 비용의 증가로 인한 제품가격 상승이나 동작이 원활하지 못하다는 점 등에서 광범위한 적용이 되지 않고 있으며, 높은 강도의 금속이 적용되더라도 두께의 감소는 0.5mm 안팎으로 미미한 것으로 나타났다.

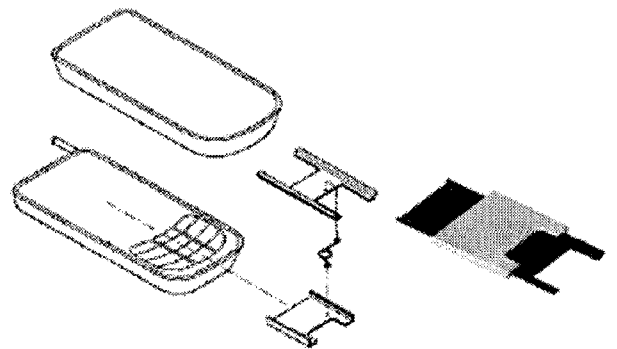


Fig. 4. The schematics of sliding hinge module assembly.

슬라이드 형태의 휴대폰에서의 슬림화의 필수 조건은 구동 힌지 모듈에 대한 새로운 개념의 도입이다. 본 연구에서는 Fig. 5의 개략도에서 볼 수 있듯이 구동 힌지 모듈을 판 형태가 아닌 슬림한 원통형태로 구성하고, 실장 역시 한쪽 측면의 여유 공간을 활용함으로써 구동 힌지가 휴대폰의 두께에 영향을 미치지 않게 하여 기존의 판 형태의 구동 힌지의 두께(3~4mm)를 줄여 슬라이드 형태 휴대폰의 근본적인 약점을 극복할 수 있었다. 이러한 복합 기능의 휴대 단말기는 구동(슬라이딩과 폴딩)에 필요한 공간의 중첩을 최소화하여 LCD와 QWERTY Key 등의 넓은 배치가 가능하다.

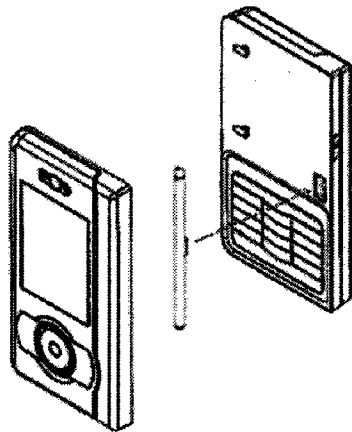


Fig. 5 Schematic view of cylindrical type sliding hinge module.

3. 초슬림폰용 히트 스프레더 개발

히트 스프레더는 일반적으로 열전달용으로 쓰이고 있는 원통형의 히트파이프의 진보된 부품으로서 평판형의 형상을 가지고 있다. 히트파이프는 밀폐된 용기내에 작동유체를 주입하고 진공으로 하면 낮은 온도에서도 증발하여 잠열에 의해 열을 전달하는 것으로 추가적인 에너지의 공급없이도 대량의 열을 빠르게 전송할 수 있는 첨단기술이다. 잠열에 의해 열을 수송하므로 열저항의 최소화로 적은 온도차로도 냉각효과를 극대화시킬 수 있는 장점이 있다. 히트 스프레더는 히트파이프의 작동원리를 보유하면서 노트북, 디스플레이 등 판형 전자 제품, 판형 열교환기 등에 효율적

로 적용할 수 있는 장점이 있으며, 본 연구에서는 고기능 슬림폰에 적용할 히트 스프레더를 개발하기 위한 초기 연구로서 시제품을 개발하였다.

3.1 히트 스프레더 제작

평판형 히트스프레더는 다음과 같은 과정을 거쳐 제작된다.

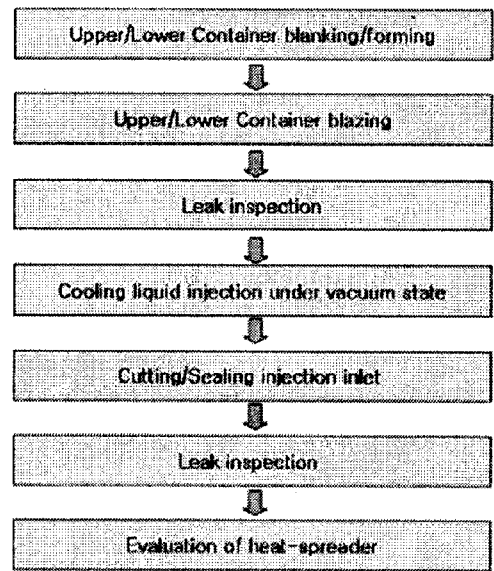


Fig. 6 Manufacturing procedure of heat-spreader.

히트스프레더의 제작을 위하여 copper plate를 일정한 크기로 절단 후 성형용 금형과 함께 냉간 등방압성형기에 넣고 고압으로 성형을 시행하여 상판, 하판container를 제작한다. 제작된 상판, 하판container는, 전기히터를 이용하여 450도 이상에서 가열하여 접합한다.

3.2 히트 스프레더 시제품 제작 및 평가

본 연구를 통하여 메쉬 삽입형 박판형 히트파이프-스프레더를 제작하여 성능시험을 수행하였다. 평판형 히트파이프-스프레더는 열수송량으로 성능을 나타낼 수 있으며, 제작된 히트파이프-스프레더는 Table 1의 사양에 맞게 제작하였다. Fig. 7은 제작된 시제품이다. Fig. 8은 성능비교를 위해서 동일크기의 알루미늄(상단맨위) 및 동판(중간)을 동일한 실험조건에서 성능시험하기 위하여 단열재 위에 배열하였다.

Table 1. Specification of prototype of heat-spreader.

Parameter	Specification
Material	
container	copper
mesh wick	copper
Total length	536mm
Width	40mm
Total thickness	1.8mm
upper plate thickness	0.3mm
Lower plate thickness	0.3mm
Inner space thickness	1.2mm
Inner space width	30mm
Mesh wick#(wire diameter)	#200
Mesh thickness	0.22mm
Working fluid	distilled water

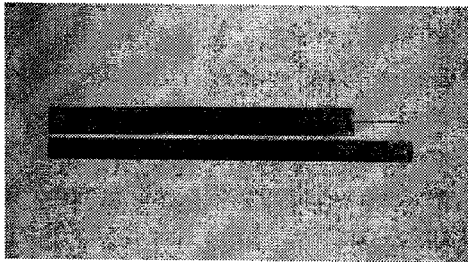


Fig. 7 Prototype of heat-spreader.

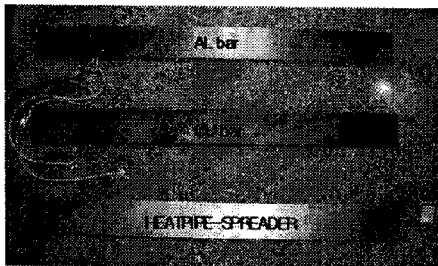


Fig. 8 Experiment for evaluation of heat-spreader with Al bar and Cu bar with the same external shape.

각각 Al bar, Cu bar 및 히트 스프레더의 좌측면으로부터 100mm 위치의 정중앙에 크기 15mm x 15mm, 발열용량 40W/cm²의 세라믹 히터를 부착하였으며 대기중에서 세라믹 히터에 전기를 부가하면서 FLIR Systems 사의 Thermal Cam 적외선열화상 카메라를 사용하여 온도변화를 측정하였다.

세라믹 히터에 40W의 전력을 부가한 후 각각 30초, 60초, 90초, 120초, 300초, 830초가 경과한

후의 열화상을 Fig. 9에 나타내었다. Fig. 9의 모든 열화상은 비교를 위하여 최저 온도 28도, 최고 온도 130도의 구간에서 표시하였다. 830sec는 시간에 따른 온도 분석을 통하여 정상상태에 돌입하는 시간이다.

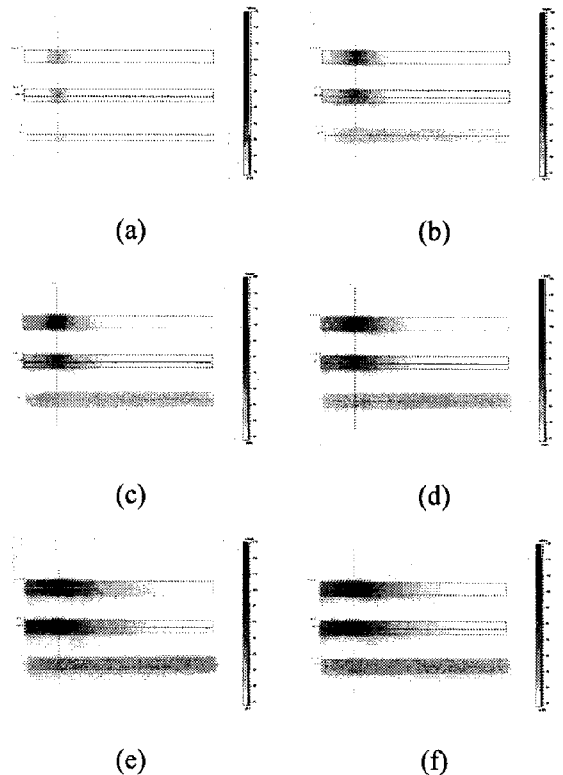


Fig. 9 Thermal distribution pictured at: (a)30sec; (b) 60sec; (c) 90sec; (d) 120sec; (e) 300sec; (f) 830sec.

Fig. 9에서 알 수 있는 것처럼 Al bar와 Cu bar의 경우에는 히터 접촉 부위의 온도가 집중적으로 높게 나타난다. 히트 스프레더의 경우에는 전반적으로 고른 온도 분포를 보이므로, 보다 열을 효율적으로 분산시키고 있음을 확인할 수 있다.

측정 시간이 흐름에 따라서 Al bar, Cu bar, 히트 스프레더의 최고온도를 Fig. 10에 나타내었다. 앞서 Fig. 9에서 확인된 바와 같이 Al bar, Cu bar, 히트 스프레더의 순으로 최고온도가 높은 분포를 보이고 있다. 정상상태에서 Al bar의 경우 최고온도는 128℃, Cu bar의 경우 최고온도는 114℃, 히트 스프레더는 72℃로 측정되었다. Al의 열전도계수는 237w/m·K, 동은 400w/m·K이므로, 열전도계수가 클수록 최고온도는 낮아짐을 확인할 수 있다.

4. 결론

미래의 휴대폰은 사용자의 편의성, 다기능성과 휴대성을 동시에 추구하는 방향으로 진화할 것으로 보인다. 휴대 단말기의 구조는 사용자의 휴대성을 위해 Slim 하고 감각적인 디자인이 가미된 형태로 발전하고 있다. 현재 휴대 단말기 시장은 폴더형과 혼합형(슬라이드, 스윙)이 주도하고 있으나 이들은 컴퓨팅 능력에서 부족한 면이 많고 넓은 액정 화면을 구현하기 어렵다. 공간 활용도를 높이고 실장되는 부품의 경량화 및 정밀화를 통하여 휴대성과 컴퓨팅 능력을 극대화하기 위한 연구의 일환으로 슬라이딩 & 폴딩 형 휴대 단말기 구조를 개발하였다.

본 연구에서는 구동 힌지 모듈을 판형태가 아닌 슬림한 원통형태로 구성하고, 실장 역시 한쪽 측면의 여유 공간을 활용함으로써 구동 힌지가 휴대폰의 두께에 영향을 미치지 않게 하였다. 이러한 복합 기능의 휴대 단말기는 구동(슬라이딩과 폴딩)에 필요한 공간의 중첩이 최소화 되어 LCD 와 QWERTY Key 등을 최대한 넓은 배치를 가능케 한다.

고기능에 따른 고전력이 요구되고 있는 차세대 휴대폰의 성능향상 및 수명연장을 위하여 평판형 히트 스프레더의 개발이 필연적으로 요구되고 있다. 히트 스프레더는 잠열에 의해 열을 수송하므로 열저항을 최소화하여 적은 온도차로도 냉각효과를 극대화 시킬 수 있다.

Heat-spreader 가 일반적인 Heat-sink 소재로 쓰이는 Al 이나 Cu 보다 월등한 열분산 효과를 거두는 것을 실험적으로 확인하였다. 고전력을 사용하는 휴대폰이나 노트북 부품은 특정 온도 이상으로 과열되면 사용자에게 불편함을 주고, 부품의 수명 및 신뢰성에 큰 타격을 주게 되므로, 열을 효과적으로 방출시킬 수 있는 Heat-spreader 의 초박형화 및 효율적 열전달을 위한 내부설계를 통한 문제 해결이 가능할 것으로 예측된다.

후기

본 연구는 산업자원부가 지원하고 있는 차세대 신기술 개발 사업과 신기술 실용화 기술 연구의 일환으로 수행중이며, 이에 관계자 여러분들께 감사의 말씀을 올립니다.

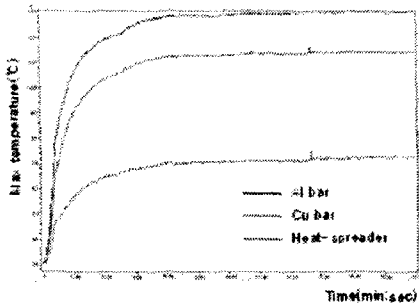


Fig. 10 Time-Max. Temperature distribution in Al bar, Cu bar, and heat-spreader.

열화상 측정 결과를 보다 세밀하게 분석하기 위하여, Fig. 11 과 같이 Al bar, Cu bar, 히트 스프레더의 장방향 중심선을 각각 Line1, Line2, Line3 로 나타내고 각각의 선에 관한 온도를 분석하였다.

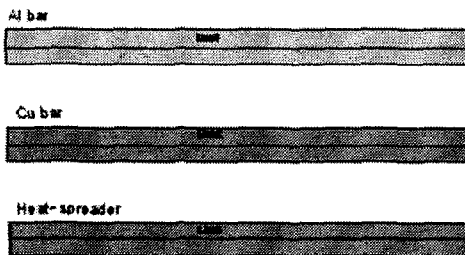


Fig. 11 Definition of Line1, Line2, and Line3.

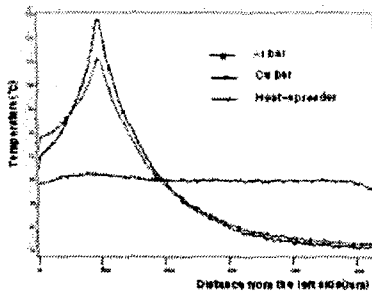


Fig. 12 Temperature distribution along Line1, Line2, and Line3.

Fig. 12 는 정상상태로 판단되는 830 초에서의 Line1(Al bar), Line2(Cu bar), Line3(히트 스프레더)를 따라 온도 분포를 나타내었다. Line1 에서의 최고 온도는 128°C, 최저온도는 28°C, Line2 에서의 최고 온도는 111°C, 최저온도는 33°C, Line3 에서의 최고 온도는 63°C, 최저온도는 56°C로 나타났다. 즉, 히트 스프레더의 온도 분포가 Al bar 나 Cu bar 에 비하여 매우 높은 온도 분포를 나타냄을 알 수 있으며, 이를 통하여 히트 스프레더의 열전도 계수가 매우 클 것임을 확인할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] KISTI, 2004, Technologies of cellular phone for next generation
- [2] www.momu.co.kr
- [3] T.W. Ku, S.M. Hwang, B.S. Kang, 2001, Milli-component forming of rectangular cup drawing, J. of Mater. Proc. Technol., Vol. 113, pp. 749~753
- [4] F. Kreith, Mark S. Bohn, 2002, Principles of Heat Transfer", 6th Edition, Thomson Learning