

# PCR 반응을 위한 Peltier의 발열 특성 연구 Study on Thermal Characteristics of Peltier Material for PCR Applications

\*김한혁<sup>1</sup>, 고인덕<sup>2</sup>, 김상혁<sup>3</sup>, 강대진<sup>4</sup>, 강병훈<sup>5</sup>

\*H. H. Kim<sup>1</sup>, I. D. Koh<sup>2</sup>, S. H. Kim<sup>3</sup>, D. J. Kang<sup>4</sup>, #B. H. Kang<sup>5</sup> (kangb@kpu.ac.kr)

<sup>1</sup>한국산업기술대학교 기계시스템설계, <sup>2</sup>전남대학교 화학공학과, <sup>3</sup>전남대학교 기계시스템공학부,

<sup>4</sup>한국산업기술대학교 메카트로닉스공학과, <sup>5</sup>한국산업기술대학교 기계설계공학과

Key words : PCR application, Epoxy, Peltier material, Thermo-electric effect

## 1. 서론

최근 MEMS 분야에서 개발된 기술들이 그 응용분야를 통신, 광학, 디스플레이 등의 분야로 넓히고 있으며 또한 새로이 생물학, 화학, 의학 관련 분야 등으로도 넓히고 있다. [1] DNA chip은 이러한 산업 분야에서 주목을 받는 가장 대표적인 미세 시스템이다. 또한 종합효소연쇄반응(PCR: Polymerase chain reaction)과 시료의 세척, DNA 시퀀싱 등 유전자 분석에 사용되는 일련의 과정들을 자동으로 구현할 수 있는 소자들의 개발도 활발하게 진행되고 있다. [2] 이중 종합효소연쇄반응은 정확한 온도 제어가 필수적이며, 본 연구에서는 필요한 온도 조절을 위하여 Peltier 소자를 이용하여 원하는 온도를 생성하고자 한다. Peltier 소자는 두개의 서로 다른 금속도선 양끝을 연결하여 폐회로를 구성하고 양단에 두 접점 사이에 전위차를 입력하면 양단에 온도차가 발생한다. 이러한 열전현상은 양단간의 온도차를 이용하여 기전력을 얻어내는 제베크 효과, 기전력을 이용하여 냉각과 가열을 하는 펠티에효과로 구분 할 수 있다.

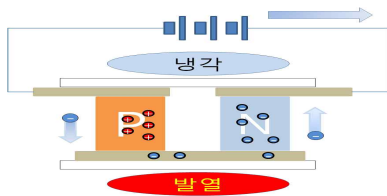


Fig.1 Peltier effect

## 2. 열 측정 실험

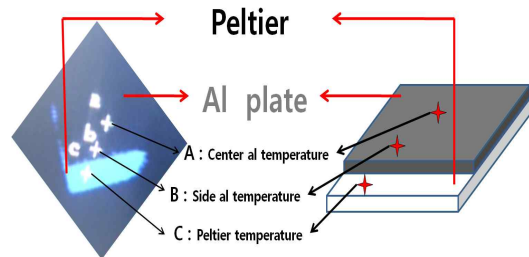
Fig.2는 Peltier 발열실험의 구성도를 그린 것이다. Peltier 소자에 epoxy를 이용하여 3, 6, 8mm의

두께로 Al(Aluminum) 시편을 결합한 후에 적외선 열화상 카메라를 이용하여 Peltier와 Al 시편의 온도 변화를 측정하였다. 여기서 Al 시편의 평면크기는 Peltier 소자의 70% 단면적을 가지도록 제작하였다.

Table.1 Properties of peltier material

Peltier (mm)	DIMENSIONS (mm)			Umax (V)	Imax (I)
	L	M	H		
40	10	10	4	0.85	5
10	40	40	4	6	40

Fig.2 Experiment setup



## 3. 실험결과

먼저 40x40mm 크기의 Peltier소자를 이용하여 두께가 다른 Al 시편의 가열실험을 수행하였다. PCR에 필요온도인 95도까지 도달하는 시간은 3mm의 Al 시편인 경우 280초, 6mm의 Al 시편인 경우 334초, 8mm의 Al 시편인 경우 554초의 평균 발열시간을 보였다(Fig.3). 또한 목표온도 달성 후, Al 시편과 Peltier소자와의 온도 차이는 각각 10.2도, 12도, 14도로 측정 되었다. 10x10mm 크기의 Peltier 소자인 경우, 95까지 온도상승시간이 Al 시편의 두께별로 각각 414초, 514초의 평균 발열시간을 보였다(Fig.4). 목표온도 달성 후에는 21.7도, 29.3도의 온도 차이를 보였다.

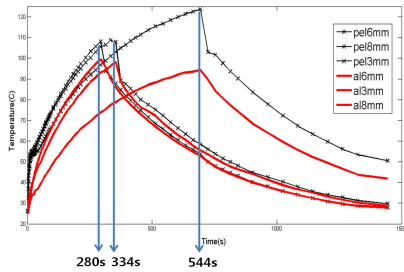


Fig.3 Test of 40x40mm peltier with 3,6,8mm Al Plate

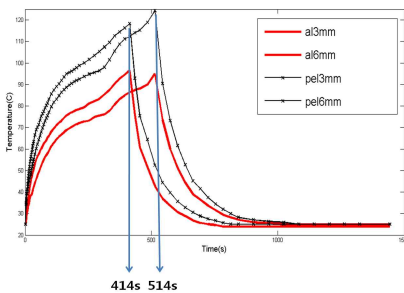


Fig.4 Test of 10x10mm peltier with 3,6mm Al Plate

4. FEM 열 해석

Al 시편과 Peltier 소자를 접합할 때 사용한 Epoxy 층을 모델링하기 위하여 위의 Fig. 3에서 얻은 실험 결과와 비교하며 FEM 열 해석을 Fig.5 와같이 수행하였다.

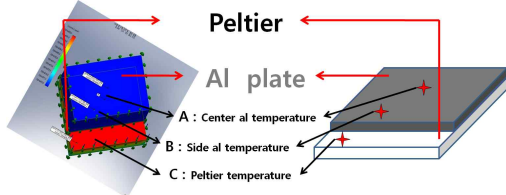


Fig.5 FEM thermal simulation

이를 통하여 Table.2와 같이 Epoxy 층의 모델링 파라미터를 구하였다.

Table.2 Suggested Epoxy properties with FEM

Epoxy			
속성	설명	값	단위
EX	탄성계수	6.90E+10	N/m <sup>2</sup>
NUXY	포아송비	0.33	NA
DENS	질량밀도	2700	kg/m <sup>3</sup>
ALPX	열팽창률	2.40E-05	/Kelvin
KX	열전도율	0.2	W/(m.K)
C	비열	9.00E+02	J/(kg.K)

제안된 Epoxy 파라미터의 타당성을 검증하기 위하여, Fig.4에서 얻은 실험데이터와 이에 상응하는 FEM 해석 결과를 Fig.6에서 비교하였다. 비교결과 3mm와 6mm의 Al 시편인 경우 실험값과 FEM 해석 값의 차이는 각각 8.5도, 6.2도로 측정되었다.

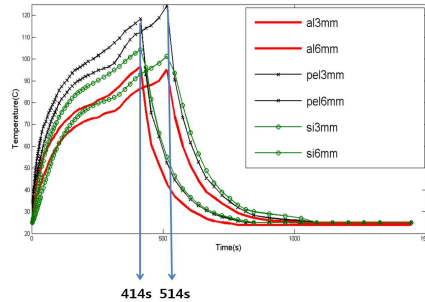


Fig.6 Comparison 10x10mm peltier with 3,6mm Al Plate

5. 결론

본 논문에서는 Peltier 소자의 발열특성을 열 측정 실험과 열FEM 해석을 통하여 연구하였다. Peltier 소자와 Epoxy 층 그리고 Al 시편의 발열 전달 과정을 실험을 통하여 얻어낸 값과 해석 틀을 사용한 값을 비교하여 Epoxy 층의 물 성치를 모델링하였다.

후기

본 논문은 2010년도 한국연구재단의 지원을 받아 지역연구과제 (No. 2010-0016964)로 수행된 연구 결과이며 이에 감사합니다.

참고문헌

1. T; Hiber, W; jakoby, B “Fast thermo-pneumatic actuation of a thin PDMS membrane using a micro Peltier-element for micro fluidic applications” ELEKTROTHCHNIK UND INFORMATIONS TECHNIK, Vol. 126 No.1-2 [2009]
2. 김남혁, “The development of the lab on a chip with the bubble jet type micro pump for PCR process with using the MEMS Technology” 강원대학교 학위논문 2004년 2월
3. Suz-kai Hsjung, Chun-Hong Lee, Jr-Lung Lin and Gwo-Bin Lee. “Active micro-mixers utilizing moving wall structures activated pneumatically by buried side chamber” J. Micromech. Microeng. 17 (2007) 129-138