

컴퓨터 본체 구조의 열유동에 관한 개선 방안 검토

조재웅*, 한문식#

Plan Study of Improvement on Thermal Flow at Computer Main Frame

Jae-Ung Cho*, Moon-Sik Han#

(Received 11 October 2010; received in revised form 8 December 2010; accepted 3 January 2011)

ABSTRACT

This study is to analyze the internal flow at the inside of computer case which is commonly used. The inner configuration are modelled and simulation analysis is done by ANSYS-CFX. Dead volume is happened according to the positioning of VGA and HDD. The advanced model is suggested by removing this volume and making the smooth cooling flow. This model is formed with the constraint conditions same as the existing model. As compared with the existing model, flow configuration is different and the average temperature becomes lower through flow analysis about the advanced model.

Key Words : Internal Flow(내부유동), Dead Volume(유동이 없는 지역), Existing Model(기존 모델), Advanced Model(개선모델)

1. 서 론

20세기를 기점으로 하여 컴퓨터의 보급화가 급격히 증가함에 따라 기능적인 성능 향상에 관심이 되고 있다. 특히 CPU, VGA, RAM, HDD 등에서의 빠른 반응속도와 대용량화를 이루기 위하여 다양한 기술이 접목되어 왔지만 성능이 향상 할수록 각 부품에서의 고온현상에 의하여 컴퓨터 내부의 안전성 및 부품 수명이 저하되고 있다. 컴퓨터의 핵심인 중앙처리장치(CPU, Central Processing Unit)의 경우 Pentium4 시대에는 68~78℃의

열을 발생 하였지만, 현재 판매되는 Core 2 Due, Quad Core 에서는 90℃ 이상의 열이 발생 되고 있다. 또한 컴퓨터 내부는 수많은 전기회로로 구성되어 있기 때문에 이와 같은 고온현상이 지속된다면 회로 내 저항이 증가 되어 반응속도 역시 저하되며, 과열로 인한 화재 및 폭발 가능성이 높아진다. 그리고 PC 케이스는 배열된 칩이 조밀하게 설계되어 내부에 많은 열이 발생되어 효율적인 열 방출의 기술이 필요하다. 또한 PC 케이스의 설계 및 성능 향상을 위한 제반과정 중 유동장의 거동을 파악하는 일은 매우 중요하다^[1-4]. 따라서 VGA 및 HDD의 위치선정에 따라서 Dead Volume이 발생하는데, 이를 제거하고 원활한 냉각유동을 만들기 위하여 본 연구에서는 기존 모델과는 다른 개선 모델을 제안하였다. VGA 및 Cooler의 위치를 하단으로 조정만하여 그에 따른 모델링을 하여 동일한 구속조건으로 유동해석을 수

* 공주대학교 기계자동차공학부

교신저자 : 계명대학교 기계자동차공학과

E-mail : sheffhan@kum.ac.kr

행하여 달라진 유동과 평균온도 저하가 이루어진 것을 확인하였다. 시뮬레이션 분석을 통하여 컴퓨터 내부 유동을 해석함으로써 구조적 변경에 따른 시간적, 비용적인 낭비를 최소한으로 줄일 수 있다. 또한 공기의 유동을 Vector 및 Streamline으로 가시화 하였으며, 그에 따른 온도변화로 냉각효과를 검증할 수 있다. 본 연구에서 사용된 컴퓨터 내부의 모델링은 CATIA P3 V5 R18^[5]을 이용하여 설계하였으며, ANSYS 11.0^[6]을 이용하여 유동해석(CFX)을 하였다.

40332개와 184189개이며, 요소의 종류는 사면체 요소를 사용하였다.

2. 모델 및 해석

2.1 기존의 본체 구조

냉각 팬을 통한 컴퓨터 본체의 내부에서의 유동 해석을 수행하기 위하여 Fig. 1, 2와 같은 형태의 기존 모델을 사용한다. 모델 외관의 높이는 380mm, 너비는 177mm, 길이가 440mm이고 지름 100mm, 95mm인 케이스 입·출구 팬으로 구성되어 있다. 내부에는 Power Supply, HDD, CPU, VGA, RAM 및 지름 77mm, 50mm인 CPU, VGA카드 Cooler로 구성되어 있다. Fig. 2에서와 같이 VGA의 배치와 Cooler의 위치는 화살표와 같이 컴퓨터 본체에서 약간 상단에 위치하여 있다.

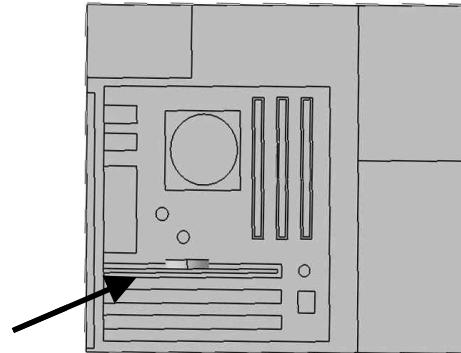


Fig. 2 Inside at existing model

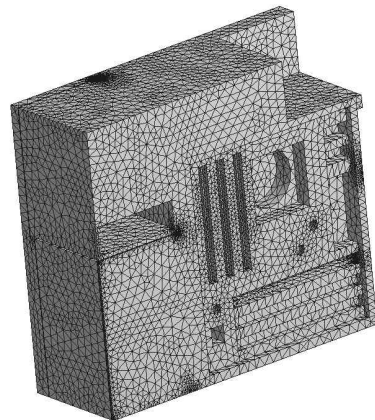


Fig. 3 Mesh of existing inside model

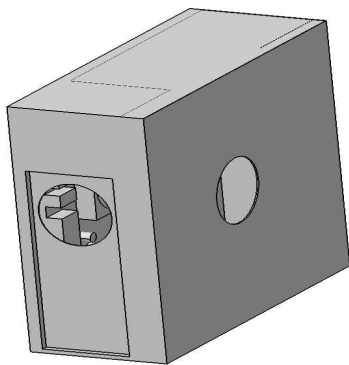


Fig. 1 Configuration of computer case as existing model

원활한 해석을 수행하기 위하여 ANSYS를 이용하여 유체영역을 Fig. 3과 같이 유한요소로 분할한다. 분할된 모델의 절점 및 요소의 수는 각각

2.2 구속조건

본 연구는 컴퓨터 케이스 내부 유동을 알아보기 위한 유동해석이므로 상기한 바와 같이 유체영역을 Mesh 작업하였다. 이에 대한 구속 조건을 주고 각 부품마다 발생하는 발열온도와 팬에 의한 유동을 가정하여 유동해석을 하였다. 이들의 물성치는 Table 1과 같다.

Table 1 Material property

Item	Inside of computer
Type	Air
Reference pressure	1atm
Density	1.185Kg/m ³
Gravity at X direction	0m/s ²
Gravity at Y direction	0m/s ²
Gravity at Z direction	-9.81m/s ²
Temperature	21℃

2.2.1 흡입 팬에 의한 유동

사용온도가 50℃~130℃ 및 정격용량이 16W, 3100rpm이고 공기 용량은 1m³/min인 고온용 팬을 사용하였다. 이러한 시중에서 사용되는 팬의 온도 및 속도에 맞추어서 흡입 팬에 의한 유동 조건을 정하였다. Fig. 4와 같이 화살표로서 팬의 위치를 선정하였으며, Boundary type은 Inlet으로 설정하였다. 그 외의 다른 구속조건은 Table 2와 같다.

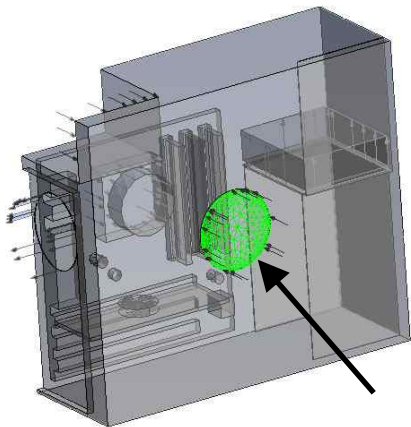


Fig. 4 Flow condition of intake fan

Table 2 Constraint conditions at intake fan

Item	Constraint condition
Flow regime	Subsonic
Heat transfer Static temperature	19℃
Normal speed	8m/s
Mass and momentum	Normal speed
Turbulence	Medium(Intensity=5%)

2.2.2 방출 팬에 의한 유동

방출 팬에 의한 유동을 설정하기 위하여 Fig. 5와 같이 화살표로서 팬의 위치를 선정하였으며, Boundary Type은 outlet으로 설정하였다. 그 외의 다른 구속조건은 Table 3과 같다.

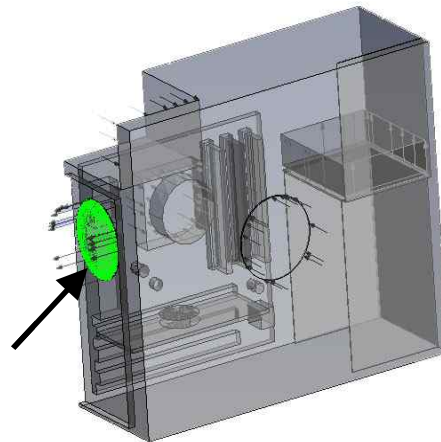


Fig. 5 Flow condition of outlet at discharge fan

Table 3 Constraint conditions at discharge fan

Item	Constraint condition
Flow regime	Subsonic
Heat transfer	Static temperature
Relative pressure	101325Pa

2.2.3 CPU Cooler에 의한 유동

CPU Cooler에 의한 유동을 설정하기 위하여 Fig. 6과 같이 화살표로서 Cooler의 위치를 선정하였으며, Boundary type은 outlet으로 설정하였다. 그 외의 다른 구속조건은 Table 4와 같다.

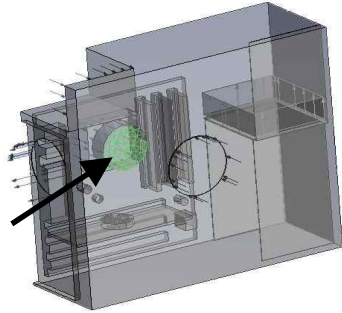


Fig. 6 Flow condition of outlet at CPU cooler

Table 4 Constraint conditions at CPU cooler

Item	Constraint condition
Flow regime	Subsonic
Normal speed	5m/s
Mass and momentum	Normal speed

2.2.4 CPU에 의한 발열

CPU에 의해 발생하는 열을 설정하기 위하여 Fig. 7과 같이 화살표로서 CPU의 위치를 선정 하였으며, Boundary type은 Wall로서 설정하였다. 그 외의 다른 구속조건은 Table 5와 같다.

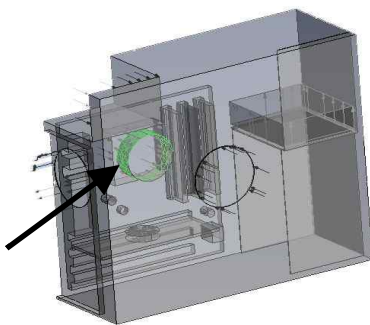


Fig. 7 Heating condition at CPU

Table 5 Constraint conditions at CPU

Item	Constraint condition
Fixed temperature	80℃
Heat transfer	Fixed temperature
Wall influence on flow	No slip

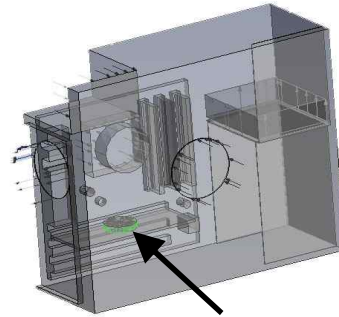


Fig. 8 Flow condition of inlet at VGA cooler

2.2.5 VGA Cooler에 의한 유동

VGA Cooler에 의한 유동을 설정하기 위하여 Fig. 8과 같이 화살표로서 팬의 위치를 선정하였으며, Boundary Type은 inlet로 설정하였다. 그 외의 다른 구속조건은 Table 6과 같다.

Table 6 Constraint conditions at VGA cooler

Item	Constraint condition
Flow regime	Subsonic
Heat transfer	90℃
Static temperature	
Normal speed	7m/s
Mass and momentum	Normal speed
Turbulence	Medium(Intensity=5%)

2.2.6 VGA에 의한 발열

VGA에 의해 발생하는 열을 설정하기 위하여 Fig. 9와 같이 화살표로서 VGA의 위치를 선정 하였으며, Boundary Type은 Wall로 설정하였다. 그 외의 다른 구속조건은 Table 7과 같다.

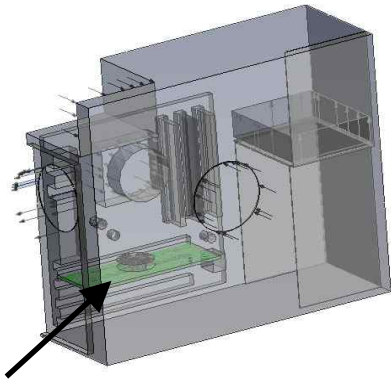


Fig. 9 Heating condition at VGA

Table 7 Constraint conditions at VGA

Item	Constraint condition
Fixed temperature	90 °C
Heat transfer	Fixed temperature
Wall influence on flow	No slip

2.2.7 HDD에 의한 유동

HDD에 의한 유동을 설정하기 위하여 Fig. 10과 같이 화살표로서 팬의 위치를 선정하였으며, Boundary Type은 Inlet으로 설정하였다. 그 외의 다른 구속조건은 Table 8과 같다.

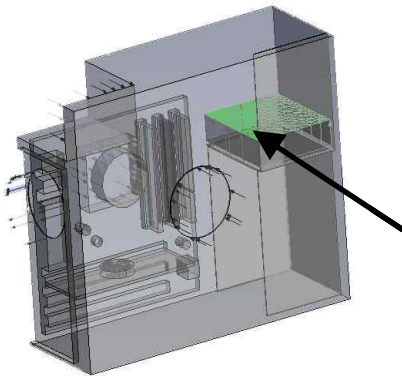


Fig. 10 Constraint condition of inlet at HDD

Table 8 Constraint conditions at HDD

Item	Constraint condition
Flow regime	Subsonic
Heat transfer Static temperature	60 °C
Normal speed	3m/s
Mass and momentum	Normal speed
Turbulence	Medium(Intensity=5%)

2.2.8 Power Supply에 의한 유동

Power Supply에 의한 유동을 설정하기 위하여 Fig. 11과 같이 화살표로서 팬의 위치를 선정하였으며, Boundary Type은 inlet으로 설정하였다. 그 외의 다른 구속조건은 Table 9와 같다.

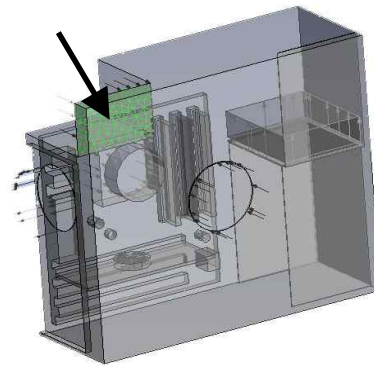


Fig. 11 Constraint condition of inlet at power supply

Table 9 Constraint conditions at power supply

Item	Constraint condition
Flow regime	Subsonic
Heat transfer Static temperature	60 °C
Normal speed	3m/s
Mass and momentum	Normal Speed
Turbulence	Medium(Intensity=5%)

2.3 해석결과

2.3.1 기존 본체 구조의 해석

외기는 흡입 팬에 의하여 공기가 흡입되어 각종 부품의 발열상태와 팬에 의한 추가 유동을 고려하여 해석하였다. 컴퓨터 내부의 온도 분포는 Fig. 12와 같다. 흡입된 외기는 우선적으로 CPU Cooler에 의하여 유동이 제어되었으며, 배출시에는 냉각되어 CPU의 구속조건인 90℃ 보다 낮은 온도로 배출되는 것을 확인 할 수 있었다. RAM의 경우 간격이 좁기 때문에 원활한 공랭이 되지 않을 것이라 추측할 수 있지만 입구와 근접한 위치에 배치되어 유동은 원활히 이루어지는 것을 확인하였다. 또한 흡입된 저온의 공기는 케이스 내부의 부품을 냉각하였고 증가된 고온의 공기는 상단으로 이동하여 방출 팬에 의해 고온의 공기를 배출되는 것으로 보아 냉각은 잘 되는 것으로 사료된다.

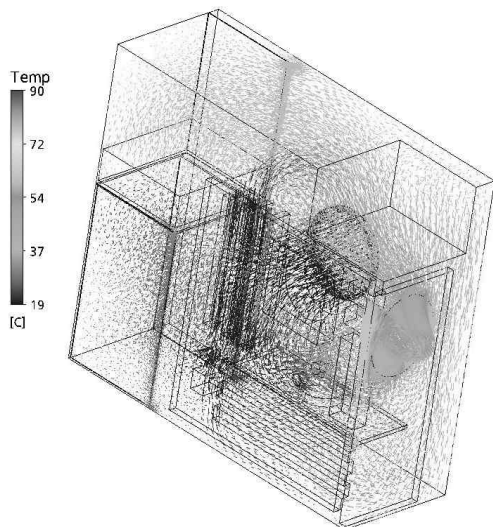


Fig. 12 Distribution of temperature at existing model

또한 컴퓨터 내부에서의 유동은 Fig. 13과 같다. 입·출구의 유동에 있어서 역류현상은 발생하지 않았으나 HDD 상단과 VGA 하단에는 유동이 원활이 이루어지지 않는 것을 볼 수 있다.

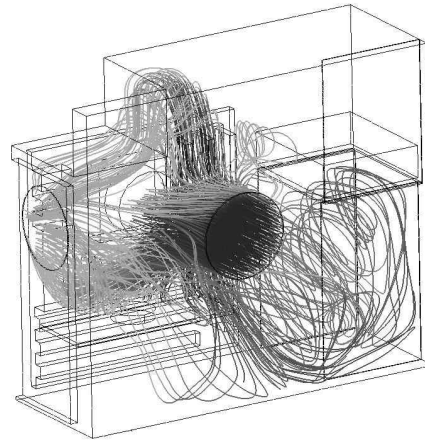


Fig. 13 Stream line of temperature at existing model

2.3.2 개선된 본체 구조의 해석

종래의 유사 연구 결과에서는 기존 모델의 해석만을 하여 HDD 상단과 VGA 하단에는 유동이 원활이 이루어지지 않는 것을 볼 수 있다. 이는 VGA의 배치와 Cooler의 위치가 부적절하기 때문이라 판단된다[1~2]. 따라서 개선모델은 Fig. 14와 같이 기존 모델을 기초로 하여 VGA의 위치를 화살표와 같이 하단으로 조정하였다. 또한 Cooler의 위치 역시 Dead volume이 생긴 부분인 하단으로 조정하고 기존 모델과 동일한 조건으로 해석하였다.

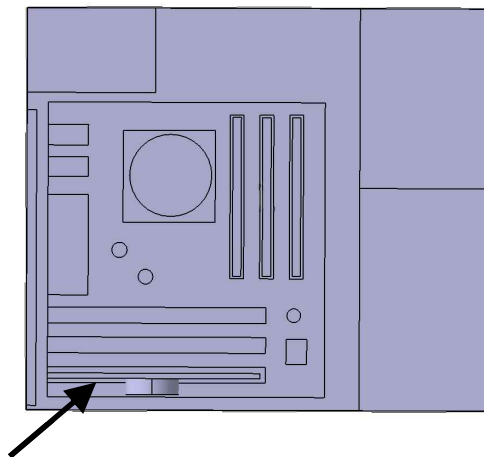


Fig. 14 Inside at advanced model

개선 모델의 경우에서의 온도분포 및 유동흐름은 Fig. 15, 16과 같다. Fig. 12, 13의 기존 모델과 비교해 보았을 때 Fig. 16에서와 같이 고온의 공기가 하단으로 이동한 것을 볼 수 있으며 전체적인 내부온도가 더 감소한 것을 확인 할 수 있다. 또한 Fig. 16에서도 볼 수 있는 바와 같이 내부 유동에서도 격판에 의해 발생하는 Dead volume 현상이 제거된 것을 보아 VGA와 Cooler의 위치 선정이 컴퓨터 내부의 유동에 더 효과적인 것으로 사료된다.

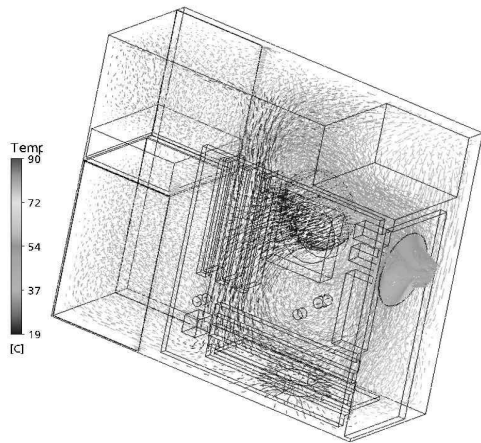


Fig. 15 Distribution of temperature at advanced model

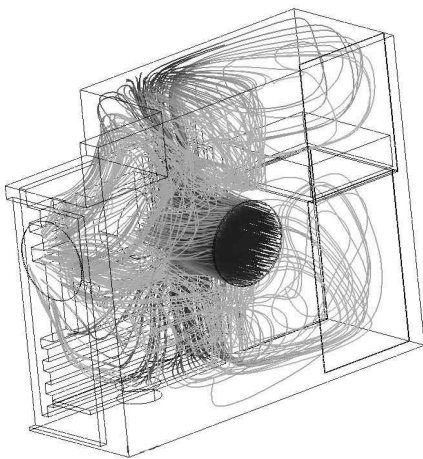


Fig. 16 Stream line of temperature at advanced model

다음은 기존 모델과 개선 모델에 대하여 XY

plane에 대하여 Z축 방향으로 -150, -100, 0, 100, 150mm 높이들인 5개의 위치에서의 단면에 대한 온도 분포를 각각 Fig. 17과 18에서 보았다.

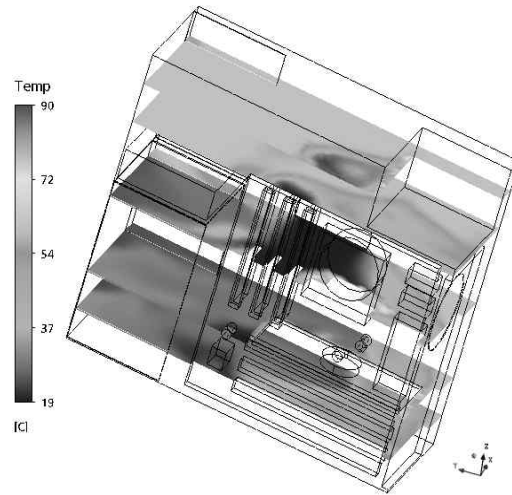


Fig. 17 Distribution of temperature at cross section of existing model

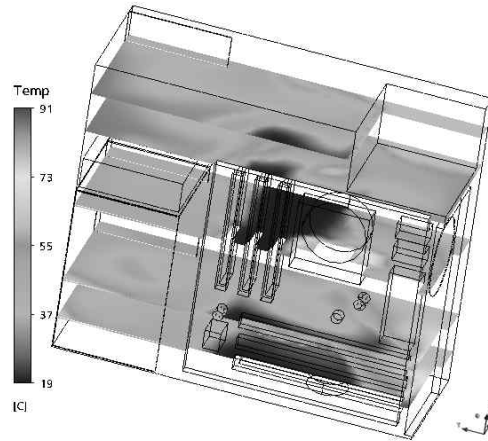


Fig. 18 Distribution of temperature at cross section of advanced model

개선 모델의 경우인 Fig. 18의 경우에, 아래의 공기가 Fig. 17의 경우인 기존 모델의 경우보다 더 데워져 있으나 상단에 위치하여 있는 출구 부분에서의

온도 분포를 보면 약 20℃나 더 낮아져 있어 유동이 원활히 일어나는 것을 볼 수 있다.

3. 결 론

본 연구에서는 컴퓨터 내부의 유동 흐름과 온도 분포를 알아보기 위해 유동해석을 수행하였으며, Dead volume을 최소화하는 개선모델의 해석 및 기존 모델의 해석 결과와 비교하여 다음과 같은 결과를 도출하였다.

1. 현재 판매되는 기존 모델에서의 컴퓨터 내부의 온도분포는 상단에는 고온층이 하단에는 저온층을 형성하는 것으로 나타났다.
2. 기존 모델의 경우에 있어서 고열원인 부품에는 Cooler를 설치하여 추가적인 유동을 형성하였으며, 이로 인하여 냉각효과를 극대화하는 것을 볼 수 있다. 하지만 부품들이 공기유동을 방해하는 장애물 역할을 하여 Dead volume이 발생한다.
3. 개선 모델의 경우, Dead volume이 생긴 부분에 Cooler를 설치하여 유동을 형성함에 따라 케이스 내부의 온도가 감소되는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Lee, H. N., Park, G. M. and Jung, H. B., "A Study on the Flow Characteristics in Computer Case by Crossflow Fan," Journal of The Korean Society of Marine Engineering, Vol. 32, No. 5, pp. 730-736, 2008.
2. Lee, H. N., Park, G. M. and Jung, H. B., "A Study on the Flow Characteristics of Desktop Persona Computer by In-Out Fan", Journal of The Korean Society of Marine Engineering, Vol. 31, No. 6, pp. 665-671, 2007.
3. Park, G. J., Park, S. H., Shin, D. J. and Chung, S. W., "Fluid Flow and Temperature Distribution around a Surface-Mounted Module Cooled by Forced Air Flow in a Portable Personal Computers", Proceeding of the KAMES 2002 Joint

- Symposium, pp. 1405-1412, 2002.
4. Park, S. H. and Shin, D. J. "Fluid Flow and Temperature Distribution Around a Surface-Mounted Module Cooled by Forced Air Flow in a Portable Personal Computers", Transactions of the KSME B, Vol. 28, No. 2, pp. 238-246, 2004.
5. dasol, "Creative Engineering Drawing CATIA V5", Yeamoonsa, 2008.
6. Koh, J. Y., "Ansys and Finite Elements Method", Sigmampress, 2009.