한국동력기계공학회지 제13권 제4호 pp.56~61 2009년 8월

외부공기 유입관을 이용한 컴퓨터 냉각시스템의 효율향상에 관한 연구
A Primary Study on the Enhancement of Efficiency in the Computer Cooling System using Entrance Tube of Outer Air

김순호 · 김문환
S. H. Kim and M. H. Kim

(접수일 : 2009년 5월 6일, 수정일 : 2009년 7월 17일, 채택확정 : 2009년 8월 3일)

Key Words : Computer Cooling System(컴퓨터냉각시스템), Enhancement of Efficiency(효율향상), Heat Sink(방열판), Entrance Tube of Outer Air(외부공기유입관)

Abstract : In recent years, since the continuing increase in the capacity in personal computer such as the optimal performance, high quality and high resolution image, the computer system's components produce large amounts of heat during operation. This study analyzes and investigates the ability and efficiency of a cooling system inside a computer by means of central processing unit (CPU) and power supply cooling fan. This research was conducted to enhancement of efficiency of the cooling system inside the computer by making a structure which produces different air pressures in an air inflow tube. Consequently, when temperatures of the CPU and room inside computer were compared with a general personal computer, temperatures of the tested CPU, the room and the heat sink were as low as 5oC, 2.5oC and 7oC respectively. In addition to, revolution per minute (RPM) was shown as low as 250 after 1 hour operation. This research explored the possibility of enhancing the effective cooling of high-performance computer systems.

1. 서 론

현대인들의 실생활에서 컴퓨터 사용은 불가분의 관계에 있다. 특히, 최근 정보기술(IT)의 급속한 발달과 신장을 통하여 컴퓨터 사용인구는 급증하고 있는 실정이다. 그러나, 컴퓨터를 가동시킬 때 컴퓨터의 각종 부품은 많은 열이 발생되며, 또한 컴퓨터의 고 사양화 및 그래픽 등의 사용률 증가로 CPU 및 기타 부품들의 부하가 급증하여 그 발열이 지속적으로 증가되고 있는 실정이다. 그리고, 모니터, CD-ROM, 하드, 랜카드, 메인보드, 사운드카드 등에서도 열이 발생되어 컴퓨터 전체의 내부발생량은 매우 크다고 볼 수 있다. 이와 같은 컴퓨터 내부열 발생의 주 원리는 전류가 흐를 때 자연적으로 열이 발생되는 것과 마찬가지로 반도체에서도 전류가 흐르면 자체 저항으로 인하여 열이 발생[1-4] 되는 것으로 해석할 수 있으며, 이러한 컴퓨터내의 발생열 대부분은 주 연산장치인 CPU에서 발생되고 있는 바, 특히, CPU가 작동하고 있을 때는 100도가 넘는 뜨거운 열이 발생되는 것으로 파악되고 있다. 이러한 컴퓨터 내부 발생열을 제거하기 위한 일반적인 방식으로는, 컴퓨터 내부공기를 이용하는 공냉식, 수냉식 및 히터 파이프식 등[5,6]을 들 수 있다. 그러나, 이러한 방식들은 순수한 컴퓨터 내부공기 순환방식들로서, 컴퓨터 본체 내부 공기의 온도가 평균 40℃를 상회하고 있어 컴퓨터 냉각 능력에 한계가 있을 수 밖에 없다고 판단된다. 또한, 이러한 발열을 제거하기 위한 수단으로 다수의 냉각팬을 장착하는 경우가 있지만, 이는 소비전력의 급증 및 소음으로 인한 피해가 예상된다. 이에 국내외에서는 컴퓨터 본체 외부공기를 이용하는 방식의 연구[7,8]가 지속적으로 진행되고 있는 바, 이들의 주된 방식은 Fig. 1에서 나타내었듯이 단순한 일자형관을 이용, 25℃인 상온의 외부공기를 강제 유입시켜 컴퓨터 CPU 냉각시스템의 능력을 향상시킨 후, 그 공기를 컴퓨터

김순호(책임저자) : 신라대학교 자동차기계공학과
E-mail : skim@silla.ac.kr, Tel : 051-999-5623
김문환 :신라대학교 자동차기계공학과

케이스 외부 환기팬을 이용하여 컴퓨터 외부로 내보내는 외부공기 순환방식으로 이루어져 있다.

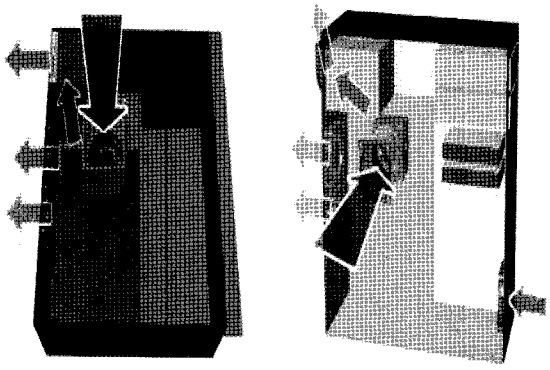


Fig. 1 The principle diagram about inflow and outflow of outer air for the existing method

이러한 기존의 외부공기를 이용하는 방식을 적용한 냉각시스템의 사양과 온도 실험조건을 Table 1과 Table 2에 각각 나타내었다. 특히, Table 2는 CPU 온도와 케이스 내부의 온도를 측정한 것으로서, 온도 측정 오차값을 최소화하기 위하여 후면부에 슬롯 브래킷으로 온도센서 케이블만 넣어 공기저항을 최소화 한 다음 CPU와 방열판 사이 및 케이스 내부에 2개의 온도센서를 장착하였으며, 사용한 소프트웨어는 CPU에 부하를 거는 "CPU Stability Test 6.0"을 사용했다. 사용된 냉각팬 수는 파워 서플라이의 냉각팬 1개, 케이스 전면부 흡기면 및 후면부 배기면에 각 1개(80mm 팬)씩, 그리고, CPU 냉각팬 1개 등 모두 4개의 냉각팬을 장착하여 시험하였다. 그러나, 이러한 기존의 외부공기 이용식의 경우는 CPU와 방열판 사이에 온도센서를 장착하여 실험함으로써, CPU 자체온도 측정이라기보다는 CPU 표면과 방열판 사이의 온도 측정방식으로 해석될 수 있는 소지가 있으며, 또한, 모두 4개의 냉각팬을 사용함으로써 비경제적일 뿐만 아니라, 환경적 문제점도 야기될 수 있다. 그리고, 현재 컴퓨터 시스템의 CPU 냉각팬은 CPU 온도변화에 대해 그 회전수(RPM)가 자동 조정되는 점을 고려할 때, Table 2에서의 회전수 결과는, 냉각팬 속도를 고정한 상태에서 측정한 결과로 볼 수 있어 그 측정값이 유동적일 수 있다는 문제점이 지적되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 이러한 문제점들을 최소화하면서 컴퓨터 냉각시스템의 효율을 향상하기 위한 방안으로, 외부공기를 이용하되 외부공기의 통로가 되는 공기 유입관을 압력차가 생성되게 한 구조[8]를 채택하고, CPU 냉각팬 및 파워 서플라이 냉각팬 등 2개만을 이용한 상태에서 기존의 외부공기 이용식의 경우와 비교시험을 행함으로써 컴퓨터 냉각시스템의 효율향상에 대하여 조사해 보고자 한다.

Table 1 Summary of system specifications using outer air for the existing method

Items	Specifications
CPU	Intel Presscut 3.2E GHz
Memory	OCZ DDR500 PC4000 1GB(512×2)
Main Board	GB GA-81PE1000 Pro2
Graphic Card	MSI Geforce FX 5950 Ultra 256MB
HDD	Western Digital PATA 120GB (Buffer 8MB)
Power Supply	Hiroichi Power OP 525W
CD-ROM	Sam Sung 52배속 CD-ROM

Table 2 System temperatures using outer air for the existing method

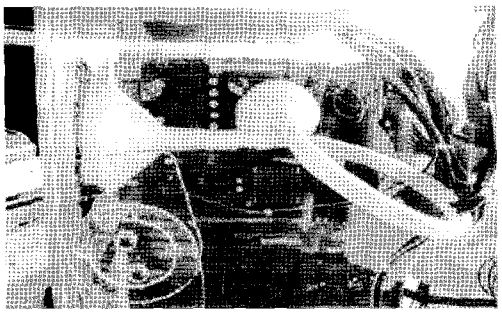
Time(min)	In case of existing method		
	Temperatureof CPU(℃)	Temperature of Internal Case(℃)	RPM
Preheat 10	41	29	2909
11	50	30	2961
16	56	31	3184
21	57	32	3245
31	57	34	3309
41	58	35	3375
51	58	35	3375
61	58	35	3375

2. 실험장치 및 방법

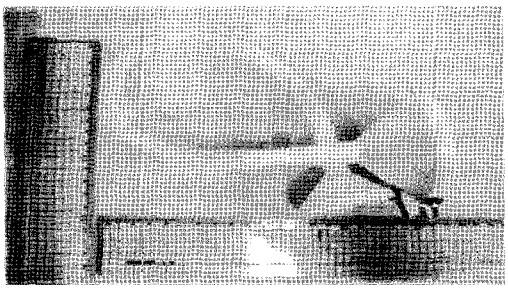
2.1 실험장치

본 연구에서는 Fig. 2에서와 같은 실험장치를 구성하여 시험하였다. 즉, Fig. 2(a)는 컴퓨터 냉각시스템의 실험장치 전체의 구조를 나타낸 것으로서, 외부공기를 이용하되 그 통로가 되는 공기 유입관을 Fig. 2(b)에서와 같이 압력차가 생성되도록 장착하였으며, 냉각에 사용되는 팬은 CPU 자체 냉각팬 및 파워 서플라이 냉각팬 등 2개만을 장착하여 실험장치를 구성하였다. 또한, 공기 유출관의 입구 구조는 Fig. 2(d)에서와 같은 세 종류 중에서 구조 C를 선택하여 압력차가 잘 이루어지게 하였다. 그리고, Fig. 2(e)는 외부공기 흐름에 대한 개략도를 나타낸 것으로서, 일반적으로 식(1)과 (2)에서와 같이 단면적이 다른 관내의 유체흐름은 항상 전압(total

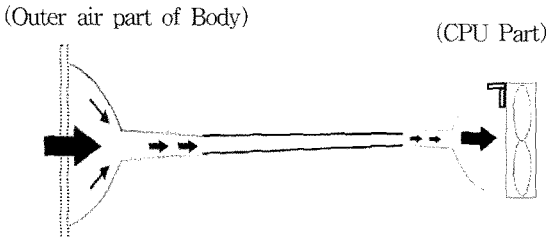
pressure)은 정압(static pressure)과 동압(dynamic pressure)의 합이며, 그 값은 일정하다.



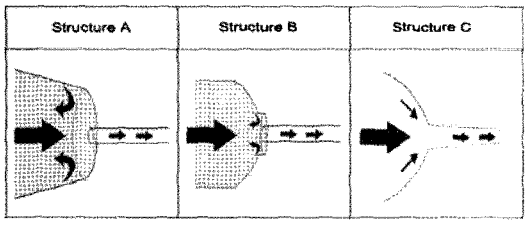
(a) Total set of computer cooling system



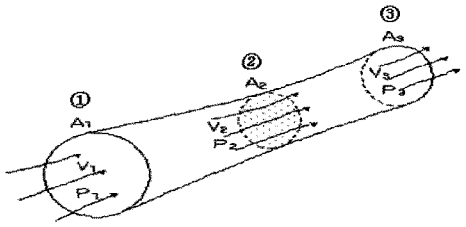
(b) Detail diagram of air inflow tube



(c) Flow diagram of cooling system



(d) Entrance structure in air inflow tube



(e) Flow diagram of outer air

Fig. 2 Structure diagram of computer cooling system

$$P_T = P_s + P_d = const \quad (1)$$

(P_T : 전압, P_s : 정압, P_d : 동압)

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho_1 V_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho_2 V_2^2 = const \quad (2)$$

따라서, Fig. 2(e)에서 정압 P_{S1}, P_{S2}, P_{S3}의 측정결과는 $P_{S1} > P_{S3} > P_{S2}$ 와 같았다. 즉, 단면적이 클수록 압력은 작았다. 아울러, 위 식에서 밀도의 영향을 고려하지 않을 경우, Fig. 2 (e)의 ②에서 압력이 감소하면 속도가 증가해야 하며, ③의 위치에서는 압력이 다시 올라가고 속도는 감소해야 할 것이다. 이와 같이 본 실험에서는 단면적이 다른 관(벤츄리관 등)을 흐르는 공기는 속도가 증가하면 압력이 감소하고, 속도가 감소하면 압력이 증가하는 베르누이의 원리[9-11]를 이용하였다.

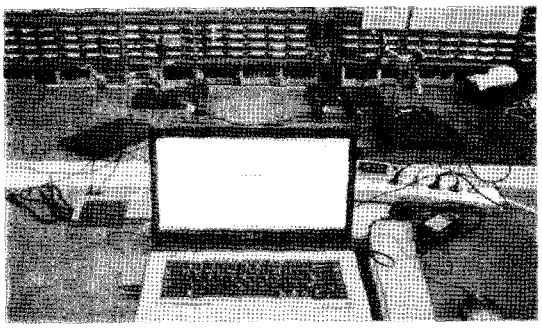


Fig. 3 Systematic diagram of MBL

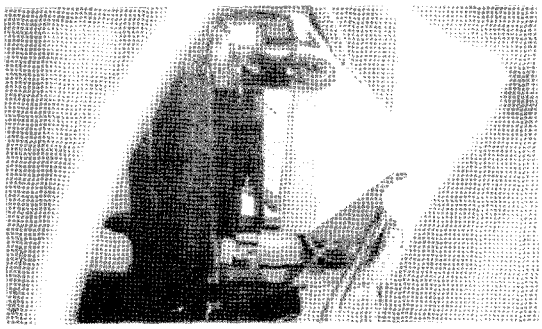


Fig. 4 Preventive equipment of modulation phenomena

2.2 실험방법

2.2.1 공기유입관 설정과 제작

우선적으로 Fig. 2(b)의 공기 유입관 입구 구조는 Fig. 2(d)의 구조 C를 선택하여 압력차가 잘 이루어지게 하였을 뿐만 아니라, 유체의 흐름에 방해성분을 최소화하기 위해 노력하였으며, 그 직경은 일반적인 냉각팬의 직경에 적합한 외기쪽 80Φ, CPU쪽 60Φ로 정하였다. 또한, Fig. 2(b)의 공기 유입관의

중간 연결소재는 내열성 및 내한성이 우수(+250℃~-80℃)하며, 탄성과 내압성 및 내후성이 우수한 반영구적 실리콘 호스를 선정하였다. 그리고 이러한 실리콘 호스의 적합한 길이 및 직경의 채택을 위해서 먼저실리콘 호스 직경을 16φ, 12φ, 10φ, 8φ별로 50cm로부터 길이를 1 cm 단위로 짧게 하면서, 각각의 길이마다 측정한 온도를 평균한 결과 가장 작은 온도편차를 보였던 42cm, 10φ로 선정하였으며, 시험기간 내내 온도측정에 더욱더 정확성을 기하기 위하여 Fig. 3의 MBL(Microcomputer Based Laboratory)을 이용하였다. 그리고, 본 실험에서는 CPU 냉각팬 부착면의 맥놀이 현상으로 인한 소음과 유체흐름의 방해성분을 차단하기 위하여 Fig. 4에서와 같이 CPU 냉각팬과 공기 유입관 사이에 일정길이의 고정핀을 부착하였다.

2.2.2 공기유입관 온도 측정

공기 유입관 선정을 위한 모의 온도 측정 실험으로는, 실제 사양인 CPU팬을 사용하여 Fig. 2(c)처럼 CPU부를 표시하였으며, 그 실험 온도를 고온으로 유지하기 위하여 전열제품을 이용하여 CPU부를 가열하였다. 그리고, 온도변화에 대한 편차가 거의 없는 범위에서 CPU부 냉각팬에 전원을 공급, 구동함으로써 실험하였다. 아울러, 외부공기 온도는 25℃를 유지하였으며, 외기부와 CPU부 사이에 열원 교란현상이 발생되지 않게 단열 처리한 후, CPU부와 외기부에 대하여 PT 센서를 활용한 MBL 온도를 측정하였다. 총 측정시간은 CPU부의 온도 강하가 발생되지 않는 시간단위인 15분 간격으로 하였으며, 측정방법은 실리콘 호스 각 직경별 길이 편차를 1cm로 교체하며, 각각의 규격에 대해 1초 단위로 20회 측정하여 그 평균값을 취하였다. 아울러, 매회 측정시 환기를 시켜 CPU부 온도를 외기부와 동일하게 낮추고 적정 온도가 되었을 때를 확인하여 재측정하였다.

3.실험 결과 및 고찰

3.1 CPU, 내부온도 및 회전수 측정

본 실험에 사용된 컴퓨터 사양은, Table 1 의 기존 외부공기 이용 시스템과 동일한 것을 채택하였고, Fig. 2(a)의 실험 장치를 이용하여 CPU 자체와 내부온도 측정 및 CPU 냉각팬의 회전수를 측정하였다. 특히, 측정의 정확성을 기하기 위하여 Fig. 5와 같은 Speed Fan 프로그램을 이용하였다. 이 프로그램은 PRIME 95로 CPU를 100%로 구동한 전후의 상태에서 CPU 온도 변화와 사용률을 실시간으로 확인할 수 있고, CPU 온도 변화에 따른 CPU 팬의 회전수까지 측정 가능한 프로그램이다.

또한, CPU 발열을 지속적으로 하기 위하여 Prime 95 소프트웨어를 CPU에 이용하였으며, 실내온도는 최초 25℃로 유지하여 시험하였다. 이렇게 측정한 CPU 온도와 CPU 냉각팬의 회전수 변화에 대한 결과를 Fig. 6에 나타내었다. 즉, 실험 시작과 동시에 컴퓨터 부팅 후 Speed Fan과 Windows 작업관리자로 10분간 예열(CPU부하율 약 2%)한 후, Prime 95 S/W로 부하율 100%상태의 부하를 걸어 기존의 실험방법에 사용된 시간 배분을 적용하여 1시간 측정 후, 약 1시간 정도 컴퓨터 케이스를 떼어내어 자연 냉각 시킨 후 반복하여 측정하였으며, 이것을 총 15회 측정하여 그 평균값으로 나타낸 결과이다. 즉, Fig. 6의 결과에서 알 수 있듯이 본 실험의 경우가 기존의 외부공기 이용식의 경우에 비해 CPU 자체 온도인 경우는 약 5℃, 내부온도인 경우는 약 2.5℃ 정도 낮게 나타났음을 알 수 있다.

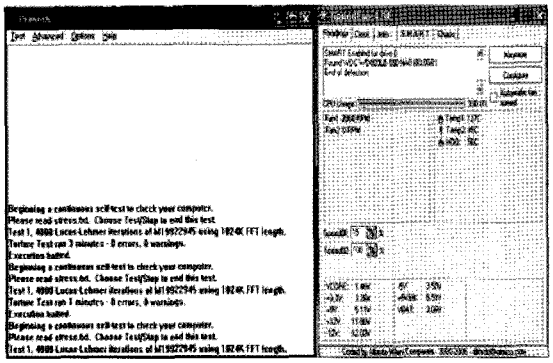


Fig. 5 Program for measuring temperature (Speed fan program)

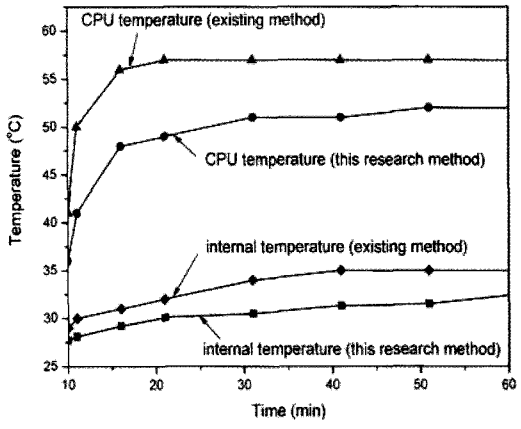


Fig. 6 Measured values of CPU & internal temperature

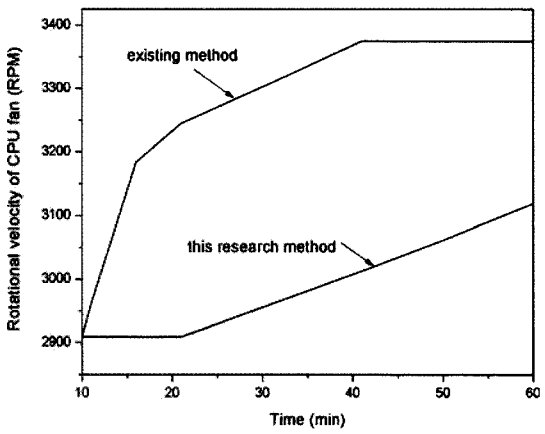


Fig. 7 Measured values of RPM

이와 같은 결과는, 본 실험의 경우 공기유입관 장치를 새로 개발, 장착함으로써, 유입되는 내부공기의 압력차에 의한 유속의 증가에 기인한 것으로 사료되어지며, 따라서, 본 실험의 경우가 기존의 경우에 비해 컴퓨터 시스템의 냉각효율 향상에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

또한, Fig. 7의 CPU 냉각팬의 회전수 변화 실험에서도 실험 초기에는 미소한 차이가 나타났으나, 1시간 경과후의 결과는 본 실험의 경우가 기존의 경우에 비해 회전수가 약 250정도 작게 나타났다. 이는 팬 속도가 고정된 상태의 기존 외부공기 이용식의 실험 방식에 비하여 본 실험에서의 경우가 내부열 발생의 억제효과가 나타나기 때문인 것으로 판단된다.

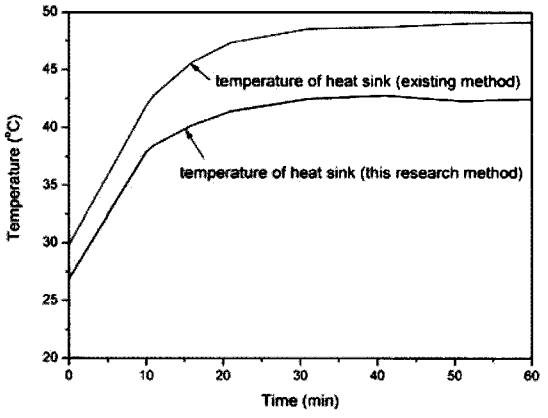


Fig. 8 Measured values of CPU heat sink temperature

3.2 CPU 방열판 온도측정시험

Fig. 8은 기존 외부공기 이용식의 컴퓨터 사양과 동일한 조건으로 하여 CPU 팬과 전원공급 장치의 배출 냉각팬만을 장착한 상태에서의 CPU 방열판 온도 측정을 비교한 결과이다. 본 실험의 경우가 기존의 경우에 비하여 약 7℃ 정도 CPU 방열판 온도가 낮게 나타났다. 이러한 결과로부터 CPU 팬과 전원 공급 장치의 배출 냉각팬만을 이용한 최소 냉각팬 사용의 본 실험의 경우가 기존의 경우에 비하여 CPU 냉각 방열판의 온도를 감소시킬 수 있는 가능성이 있다고 판단되어졌다.

4. 결 론

현대인들의 필수품이 되어 버린 컴퓨터는 사양의 고급화, 각종 비주얼 활동의 증가 및 고속화 사용 등으로 컴퓨터 내부기기에 발열이 생성되고 있는 바, 이러한 냉각시스템의 효율 향상 방안의 일환으로 외부공기를 이용하되, 그 통로가 되는 공기 유입관을 압력차가 생성되게 한 구조를 채택하고 CPU 냉각팬및 파워 서플라이의 냉각팬 등 2개 만을 이용한 상태에서 컴퓨터 냉각시스템의 효율향상에 대하여 시험해 본 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) CPU 자체의 온도 차이는 기존의 경우에 비하여 약 5℃, 내부온도 차이는 약 2.5℃ 정도 낮게 나타났다.

2) 회전수측정시험 결과에서도 실험 초기에는 미소한 차이가 나타났으나, 1시간 경과후의 결과는 회전수가 약 250정도 작게 나타났다.

3) CPU 팬과 전원공급 장치 배출 냉각팬 만을 장착한 상태에서 CPU방열판의 온도측정을 한 결과에서도 기존의 경우에 비하여, 약 7℃정도 낮게 나타났다.

상기와 같은 결과로 보아, 본 연구를 위한 실험장치의 경우가 기존의 외부공기 이용식의 경우에 비하여, 컴퓨터 냉각시스템의 효율향상에 기여할 수 있을 것으로 사료되었다.

참 고 문 헌

1. Park, J, H., 2003, "Computer Simulation on the Correlations between the Microwave Quality factor and the Pores inside the Dielectrics", Journal of the Korean Institute of Electrical and Electronic Material Engineers, Vol. 16, No. 4, p. 311.
2. Lee, H. et al., 2007, "A Study on the Flow

Characteristics of Desktop Personal Computer by In · Out Fan", The Korean Society of Marine Engineering, Vol. 31, No. 6.

3. Park, W. C. et al., 2000, "Basic of Computer", Sangneung Publisher.
4. Oh, B. J. and Lee, I. S., 2008, "Basic of Information Technology", Woongbo Publisher.
5. Won, S. J., 2003, "Freezing Engineering", Bosunggak.
6. Oh, H. K., 1991, "Handbook of Freezing Technology", Hanmi Publisher.
7. Park, J. H., Jung, D. H. and Chung, J. T., 2006, "Dynamic Analysis of a Pipe Conveying Fluid by using Finite Element Method", The Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Proceeding of Spring Conference Vol. 20, p. 6.
8. Sankha S. Sarkar, S. Ghosh and A. K. Sood., 2006, "Response time measurement in flow induced signal generation on semiconductors", Whole text.
9. Hewitt, P. G., 2004, "Bernoulli's Principle Understanding Bernoulli's principle as it applies to aerodynamic lift", National Science Teachers Association, Vol. 71, No. 7, pp. 51~55.
10. Davis, S. Gray et al., 2008, "An end effector based on the Bernoulli principle for handling sliced fruit and vegetables", Robotics and computer integrated manufacturing, Vol. 24, No. 2, pp. 249~257.
11. Stromberg, L., 2007, "Formations of Matter, Light and Sound Described with Bernoulli's Principle", Aip Conference Proceeding, Vol. 907, No. A, pp. 53~58.