

수분 밀폐형 컴퓨터시스템(MPC) 개발
- MPC의 성능평가 -
Development of the Moisture Protected Computer
- Efficiency Test of the MPC -

김진현*, 김태욱**, 성광기***

Jin-Hyun Kim*, Tae-Wook Kim**, Kwang-Kee Sung***

<Abstract>

The MPC(Moisture Protected Computer) system is completely unique. It was recently invented in Korea and it is a technological break-through in the field of computer systems. It will be instrumental in the development of a complete moisture air-tight capability and will work well in field environments. The MPC includes the following:

1) An enclosed design. 2) Moisture proof computer enclosure joints. 3) System dust protection & an impact buffing system. 4) A normal temperature maintenance system when the temperature inside the computer is low. 5) The ability to generate heat and a radiate system inside the computer 6) An automatic power input sensing controller device. 7) A safety device in case of mis-operation. 8) A proper admission procedure for various tests. Because of the above, and as a result of temperature property experiments, there aren't any operational problems. The result of this treatise could provide very important data for verification of cases involving: using strong materials to protect against explosions, searching for ways to make the size and weight small, and for making repairs easier. As a result, it could achieve price and function competitiveness in advanced countries such as the USA and in Europe.

Keywords : MPC, Moisture Protect Computer, Industrial Computer

1. 서 론

최근 산업의 다양화에 따라 특수한 작업환경

조건에서 이용 가능한 컴퓨터가 요구되고 있다.
특수한 환경조건이란 냉온, 가온, 화학, 방수,
진동, 충격 등의 환경을 말하며 시스템의 무인

* 교신저자, 정회원, 상주대학교 기계공학과 교수
E-mail : jinhyun@sangju.ac.kr
** 상주대학교 기계공학과
*** (주) 여의시스템

* Corresponding Author, Prof., Dept. of Mechanical Engineering
Sangju N. Univ.
** Dept. of Mechanical Engineering Sangju N. University
*** Y.Y. System Co. Ltd.,

화와 정밀한 정보를 계측하고 제어하며 자료의 신속한 통신과 정확한 처리를 할 필요가 있다. 특히 특수한 컴퓨터가 이용되는 컴퓨터 시스템은 일반적인 상온에서 벗어나 고온, 저온, 과습, 진동, 조도의 변화와 분진 등의 상태에서 안전하게 동작되도록 설계, 제작되어야 한다. 이러한 악조건을 극복할 수 있는 MPC 시스템의 개발은 컴퓨터의 기본적인 동작을 모두 만족시키고 외부의 환경 조건으로부터 보호 될 수 있도록 새롭게 설계되어야 할 뿐만 아니라 높은 신뢰성과 안정성도 동시에 요구되고 있다.

따라서 이러한 요구를 충족시킬 수 있는 설계를 위해 기계설계 기술과 공기의 유동, 열의 이동과 분산의 유체역학적 기술, 진동과 소음, 전자파 검사와 밀폐 기술 등이 동시에 반영되는 종합적인 연구 개발이 필요하다. 그러나 개발단계에서는 내습성, 진동, 충격, 열 이동과 열 분산 등 여러 가지 문제점을 충분히 검증할 필요가 있다.

본 연구에서는 MPC 컴퓨터 시스템의 작동 중 발생하는 열을 밀폐구조에서 효과적으로 외부 케이스를 통해 전도 및 발산시키고 또한 내부의 제한된 공간에서 최소한의 팬을 사용하여 효과적으로 그 열을 분산하는 등 밀폐실험과 기타 여러 가지 성능시험을 통하여 성능뿐만 아니라 실용적인 면에서 경쟁력을 갖춘 MPC를 개발하고자 한다.

2. 실험 장치 및 방법

2.1 실험 장치

1) 실험 항목 및 계측 사양

설계의 타당성과 안정성을 검증하기 위해서 다음과 같이 (1) 방수 실험, (2) 잠금장치 실험, (3) 진동 및 충격 실험, (4) 정전기(ESD) 내압 실험, (5) 내부 온도 변화 실험, (6) 입력 전압 자동 인식 실험 등의 실험을 통하여 데이터를 수집 및 분석을 하였다.

MPC 성능시험의 종류는 고온 실험, 저온 실험, 진동 실험, 정전기(ESD) 내압 실험, DC 저전압 실험, AC 입력 실험, 온도 계측 실험 등이 있으며 성능 실험을 목적으로 사용한 실험 장치와 계측장비로 Table 1과 같다.

Table 1. Main experimental factors and measurement specifications

실험 항목	모델명	규격 및 사양
고온 실험	S-HTG01	입력 전원 : 220VAC, 온도 범위 : 20 ~ 80℃
저온 실험	S-LTG01	입력 전원 : 220VAC, 온도 범위 : 0 ~ -30℃
진동 실험	DHV-6000	입력 전원 : 100~380VAC, 주파수 : 5 ~ 80Hz Amplitude : 0 ~ 4mm
정전기(ESD) 내압 실험	ESS-2002	입력 전원 : 220VAC, 출력 전압 : 0~ 30KV
DC 저전압 실험	ED-330	입력 전원 : 220VAC, 출력 전압 : 0~ 30VDC/3A
AC 전압 실험	슬라이더스	입력 전원 : 220VAC, 출력 전압 : 0 ~ 300AC
온도 계측 실험		온도 센서 : K-Type 열전대

본 실험에 사용된 실험 장치들은 가능한 국제규격에 적합한 제품을 사용하였고, 온도 계측 실험장치 등은 필요에 따라서 자체 제작하여 사용 하였다. 또한 온도 sensor는 실험의 편리성에 중점을 두어 K-type thermocouple을 사용하였으며, 실험 데이터를 효과적으로 분석할 수 있게 Visual Basic으로 프로그램 하여 사용 하였다.

2) 상온 유지 장치

Fig. 1은 온도 상승을 위해서 설치된 루브 히터를 나타내고 있다. 검은 선으로 표시된 부분이 저온시 발생하는 이슬을 방지하기 위해 가운을 할 수 있는 상온 유지 장치이다. 상온 유지 장치로써 135W 발열 용량을 가진 루브 히터를 LCD panel 앞뒤로 부착 하였다. Fig. 2의 검은선으로 표시된 부분도 저온시 가운을 할 때, 외기온도와 온도차로 인하여 이슬이 발생하므로 상온이 되면 발생하는 이슬을 제거하기 위해서 LCD panel 전면 가장자리에 부착한 20W 용량의 루브 히터이다. System 내부의 온도는 상승시간을 조절함으로써 어느 정도 해결이 가능하지만 외기 온도와 항상 접하고 있는 LCD panel은 상승온도만으로는 이슬이 발생하는 현상을 없앨 수가 없었다. 따라서 별도의 보조 히터를 LCD panel 전면에 부착하여 이슬을 방지하였다. 또한 전체 케이스가 가능하면 적고 가볍게 하기 위해 히터의 무게와 부피를 최소화하여야 한다. 히터 중 실리콘 루브 히터는 두께를 얇게 할 수가 있고 넓은 면적에 고른 가

열을 할 수 있으며 발열 용량에 비해서 무게를 줄일 수가 있다. 뿐만 아니라 히터의 작동 전압은 교류전압을 사용하며 85~260V에서 정상적으로 작동하여야 한다. 히터에 공급되는 전원은 별도의 전원장치 없이 사용하기 위해서 교류전원을 공급받아서 사용하였다. MPC를 사용하는 국가와 지역에 따라서 110, 120, 220, 240V 등 다양한 입력 전압은 온도 조절기에 별도의 전원 감지 센서를 부착하여 사용전원의 전압을 감지하도록 하였다. AC150V를 중간점으로 하여 2개조의 히터에 150V이상일 때는 직렬 회로를 구성하고 150V 이하일 때는 병렬로 전원을 자동으로 공급되게 구성하였다.



Fig. 1 The rubber heater for automation heating.



Fig. 2 LCD panel with rubber heater for anti-moisture.

3) 온도 계측 시스템

본 실험에 사용한 온도 계측 시스템은 Fig. 3과 같다. Table 2는 온도 계측에 사용한 컴퓨터 시스템의 사양을 나타내고 있고 온도 계측용 프로그램은 윈도우2000 환경에서 Visual Basic 6.0을 사용하여 프로그램 하였다.



Fig. 3. Computer system for temperature measurement.

Table 2. Specifications of the temperature measurement system

항 목	내 용
CPU	Intel Pentium-III 850MHz
RAM	256 MByte SDRAM
HDD	80GB
VIDEO Board	RIVA TNT 64 Pro
온도 계측 Board	AXIOM사, AX-5232
온도 Sensor	K-Type Thermocouple
기타	CD-ROM, Mouse
OS	윈도우 2000
Language	Visual Basic 6.0

Fig. 4는 온도 계측 Sensor가 연결된 terminal board와 온도 계측용 A/D converter Board를 나타내고 있다. 온도 sensor는 K-type 열전대를 사용하였고 MPC 내부에 2개 지점과 외부 온도를 측정하기 위한 1개 지점으로 총 3개 지점을 계측하였다.

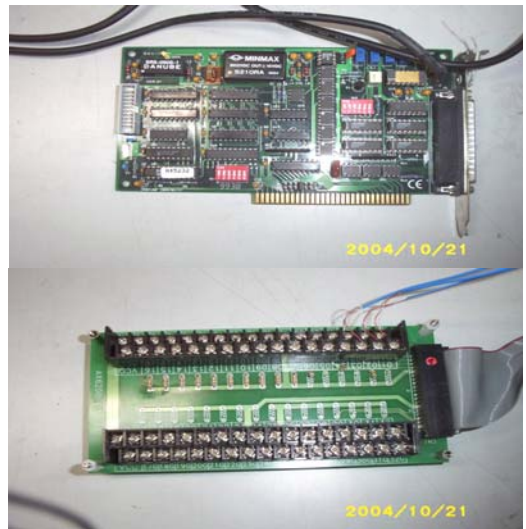


Fig. 4. The A/D converter board and terminal board for temperature measurement.

2.2 실험 방법

1) 상온 유지 시스템

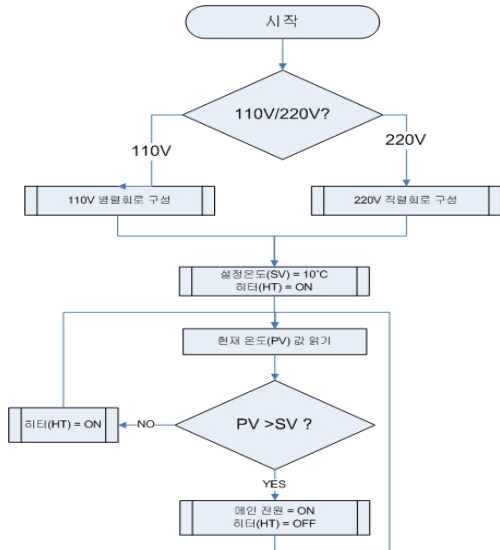


Fig. 5. Flow chart for the temperature control.

Fig. 5는 MPC 시스템의 상온 유지를 위한 처리 순서를 나타내고 있다. 사용자가 전원 스위치를 작동하면 보조 전원이 작동되고 보조 전원에 연결된 온도조절기가 작동을 하게 된다. 온도조절기는 온도 센서를 통하여 현재의 온도 값을 읽은 후 현재 온도 값이 설정온도 보다 낮을 때에는 히터를 작동한다. 설정온도는 영상 10°C로 정했으며 이것은 해외 관련 제품의 통상적 기준치이다. 또한 온도센서의 위치가 모든 부품의 온도 상승이 10°C 라는 것을 보장할 수는 없으나 적어도 모든 부품들이 0°C 이상이라는 조건을 충족할 것으로 판단하였다. 히터에 의해서 설정온도에 도달하면 히터를 끄고 컴퓨터 및 TFT LCD등을 작동시키기 위하여 주 전원을 작동 시킨다. 온도조절기는 일단 한번 주 전원을 작동시킨 후에는 일시적으로 온도가 설정치보다 낮아지면 주 전원을 계속해서 유지시키며 히터만 작동시켜 설정온도 이상을 유지시키도록 프로그램 하였다. 그러나 실제 실험에서는 설정치 이상 온도 상승 후에 다시 온도가 낮아져 히터를 켜야 하는 경우는 발생하지는 않았다. 컴퓨터와 주변기기의 작동시에 발생하

는 발열만으로도 충분히 온도가 상승할 수 있었다. 히터 선정 시에 기본적으로 온도를 영하 30°C에서 영상 10°C까지 40°를 상승시키는 소요 시간은 20~30분으로 설계하였다. 동작면에서는 소요시간을 가능한 단축하는 것이 좋으며 소요시간을 짧게 설정하였을 때 예상되는 문제점으로는 온도센서 위치의 온도값 보다 밀도가 높은 system의 부품들이 상대적으로 온도상승이 느리기 때문에 실제적으로 주전원을 작동시켰을 때, 정상적으로 동작되지 않거나 부품의 수명이 짧아지는 부작용이 있을 것으로 예상된다. 더욱이 급작스런 온도상승에 따른 주위 공기의 온도와 전자/전기 부품의 기온차에 의해서 부품에 포화 습기차로 인한 이슬이 생기는 문제도 예상할 수 있다. 따라서 소요 시간을 20~30분으로 설정하기 위해서는 히터의 용량결정 실험에 의해 조절해야 한다.

3. 결과 및 고찰

3.1 내부 온도 변화

일반적인 산업용에서 사용하는 CPU보드, TFT LCD panel, 전원 장치 등은 통상적으로 동작 온도는 영상 이상에서만 안정적으로 작동한다. 그러나 특수한 목적에 사용하는 장치들은 저온에서도 작동되어야 하므로 개발 과정에 있어서 경제적인 측면과 기술적인 측면이 고려되어야 한다.

MPC를 모든 온도 조건에서 작동할 수 있게 제작하는 것이 가장 바람직하지만 이것은 현실적으로 매우 어렵다. 따라서 저온에서 작동이 가능한 장치와 상온에서만 작동이 되는 장치를 혼용해서 사용하도록 하는 것이 현실적 방법으로 판단된다. 이 경우에 저온에서 작동 가능한 장치와 히터를 적절하게 사용하여 원하는 상온까지 온도를 상승시킨 후에 작동하게 할 필요가 있다. 이것은 사용자가 저온상태에서 기동을 하더라도 필요한 상온까지 가온 장치를 이용하여 온도를 상승시킨 후에 적정온도 이상이 되었을 때, 자동적으로 시스템에 전원을 공급해야 한다.

Table 3은 MPC의 작동 온도에 영향을 받는 주요 부분의 동작 온도 범위를 나타내고 있다. Fig. 6은 저온 실험에서 초기 온도를 영하 30°C에서 MPC를 기동한 온도 변화를 나타내고 있다.

Table 3. Operation temperatures of the MPC maintain devices.

번호	항 목	작동 온도(℃)
1	CPU BOARD	0 ~ 60
2	메인 전원 장치	0 ~ 60
3	TFT LCD PANEL	0 ~ 55
4	온도 조절기	-40 ~ 70
5	보조 전원 장치	-30 ~ 70

3.2 MPC 내부 온도 변화

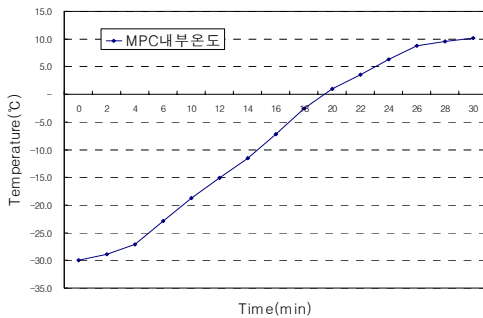


Fig. 6. Variation of the internal temp. in the MPC.

초기에는 분당 0.8℃로 느리게 온도가 상승하였으나 이것은 MPC 전체의 온도가 초기에 냉각되어 있기 때문이다. 또한 순환 fan이 열의 분산으로 인하여 온도 상승이 적은 것으로 보여진다. 일단 온도가 상승하면 약 6℃까지는 분당 2℃로 온도가 상승하는 것을 알 수가 있었다. 또한 MPC 외부의 온도와 MPC 내부의 온도가 크게 차이가 나는 영상 6℃ 이상부터는 분당 약 0.5~1℃로 느리게 상승하는 것을 보여주고 있다. 이것은 MPC 내부에서 발생하는 열량이 일정한데 비해서 외부로 점점 많은 열량이 방열되기 때문으로 판단된다. 하지만 MPC 외부의 온도와 40℃ 이상 편차가 발생함에도 불구하고 전혀 문제가 안될 만큼 충분한 열량이 발생하는 것으로 보여 가온 시스템의 설계와 동작은 적절한 것으로 판단되었다.

3.3 외기온에 따른 MPC 내부 온도 변화

온도 계측 지점은 열이 많이 나는 지점과 평균적인 온도로 예상되는 2개 지점을 계측하여 평균값을 데이터로 이용하였다. 한 지점은

MPC의 가장 가운데 지점으로 예상되는 main board 바로 위로 설정하였고 다른 한곳은 전원부의 방열판 윗부분을 계측하였다. 두 지점의 온도 편차는 약 2℃ 정도로 전원부의 부분이 높게 나타났지만 MPC의 동작에는 문제가 없었다.

Fig. 7은 MPC 외기 온도 변화에 따라서 MPC 내부의 온도가 어떻게 변화하는지 25℃와 50℃를 외기 온도 조건으로 하여 비교 실험을 하였다. 그림에서와 같이 외기 온도가 높을수록 온도 변화 폭은 줄고 온도의 변화가 더 이상 늘지 않는 열 평형지점도 더 빠르게 도달하는 것을 알 수가 있다.

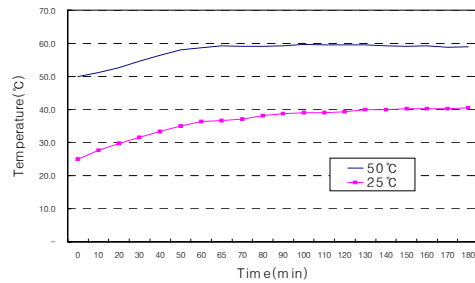


Fig. 7. Variation of the internal temp. in the MPC at varied external temperature.

또한 외기 온도가 50℃일 때 MPC 내부온도가 60℃까지 상승하는 것을 알 수가 있다. 따라서 MPC의 각 부품들이 60℃까지 동작을 하는 부품품이라도 MPC사용 온도를 외기 온도 50℃까지로 한계로 설정하는 것이 MPC를 안정적으로 사용할 수 있을 것으로 예상 할 수가 있었다.

3.4 MPC 외부 및 내부 온도 편차

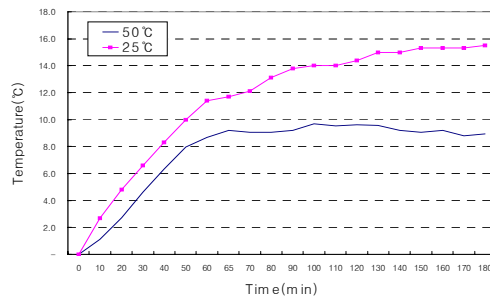


Fig. 8. Varied deviation of the internal temp. in the MPC at varied external temperature.

Fig. 8은 MPC 외기 온도 변화에 따라서 MPC 내부의 온도가 어느 정도 편차를 가지고 열 평형이 이루어지는가를 외기 온도를 25℃와 50℃ 조건으로 하여 비교 실험을 하였다. 외기 온도가 50℃이고 외기 온도와 MPC내부 온도가 기동 후 약 2시간이 되었을 때 약 15℃의 편차가 발생하였다. 그러나 열평형이 이루어져 더 이상 변화폭이 커지지 않는 것을 알 수가 있다. 2가지의 실험을 종합 분석을 해보면 외기온도가 낮아수록 MPC 내부온도와 외기온도의 편차는 커지고 또한 세시에서 방열에 의한 열평형 시간이 커지는 것으로 알 수가 있다. 추가적인 실험에서는 MPC 외부 온도를 약 60℃로 했을 때, MPC의 작동에는 직접적인 문제가 없이 잘 작동하여 방열 부분에 대한 기본적인 설계에서는 적절하게 설계가 된 것으로 보인다.

3.5 입력 전압 자동 인식

입력 전압이 85~260VAC를 슬라이더스를 이용하여 변화시켰다. 전원부는 제품사양에 맞게 정확하게 작동하였으며, 입력 전압 자동 인식 실험은 경제성을 고려해서 자체 제작한 회로에 대해서만 실험을 하였다. 측정점은 루브히터 양단의 입력단과 제어보드 출력단을 각각 디지털 멀티미터를 이용하여 계측하였다. 슬라이더스 전압은 80VAC부터 시작하여 점차 상승시켰다. 80VAC에서 약 150VAC까지는 제어회로 출력단은 Low 신호로 유지가 되었고 루브 히터의 전압은 입력교류전압과 같은 값으로 상승을 하였다. 150VAC 지점에서 제어회로 출력단의 signal은 Low 신호에서 High 신호로 변환이 되었고 2개조의 루브 히터의 전압은 각각 입력 전압이 절반씩 나누어서 입력이 되었다. 또한 제어회로의 출력단을 강제로 Low 신호로 유지를 한 상태에서 슬라이더스의 전원을 220VAC까지 상승을 시켰다. 루브 히터의 온도에 따른 바이메탈의 동작은 적절하게 이루어졌다. 이와 같이 입력전압 자동인식 부분의 회로도 적절하게 설계가 되었고 안정적으로 작동하는 것이 실험으로 검증이 되었다.

3.6 내진동성 결과

Table 4는 진동 실험 조건을 나타내고 있으며 내진동 실험은 프로그램 작동 실험과 기동 실험으로 각각 분리하여 실험을 하였다. Fig. 9

는 진동 실험을 하는 장면을 나타내고 있다. 내진동성 시험은 MPC가 일반 컴퓨터와는 달리 원유의 pumping시 유압에 의한 기계적인 진동에 매우 심하기 때문에 시스템 전체가 진동에 대하여 안전하게 제작되지 않으면 사용할 수가 없다. 따라서 시스템의 세시에 대한 진동과 내부의 board가 안전하게 내진성을 가지도록 설계, 제작되어야 한다. 진동과 충격으로부터 세시부분을 보호하기 위해서 진동, 충격 흡수용 방진 cell을 이용하여 제작하였다. 진동실험의 조건은 국제 규격인 IEC60068-2-6의 기준에 준하여 실험 조건을 설정하였고, 안정성을 고려하여 프로그램 작동 상태에서 1시간 진동 실험을 하였다. 진동실험 조건에서 MPC의 기동실험을 10회 하였다.

Table 4. Condition of the experimental vibration.

실험 조건	항 목	내 용	평가 조건
프로그램 작동 실험	Direction	Vetical & Transverse axis	Program 정상 동작시 합격
	Parameter	2~13Hz , 1 mm, 5~40Hz, 1.5G	
	Time	1 Hour pre axis	
	Test Program	BurninTest V3.0 Pro	
기동 실험	Direction	Vetical & Transverse axis	10회 정상 기동시 합격
	Parameter	2~13Hz , 1 mm, 5~40Hz, 1.5G	
	Times	10 Times	



Fig. 9. Photo of the experimental vibration.

실험 결과 프로그램 작동 실험과 기동 실험 모두 정상적으로 작동을 하여 내진동에 대한 설계와 제작이 시방에 맞게 적절하게 잘되었다고 평가되었다.

3.7 방수 실험 결과

유전과 같은 특수 환경에서 사용하는 컴퓨터의 현장조건은 불규칙하게 원유 방울이 날라서 컴퓨터에 튀거나 바닷물과 같은 과습으로 인한

컴퓨터의 동작 조건에 매우 열악한 상태에서 작동되기 때문에 방수의 시험에서는 이보다 훨씬 악조건 속에서 실험을 실시하였다. Fig. 10은 NEMA4X/IP66에서 규정하는 방수 실험 조건이고, Fig. 11은 자체적으로 강화된 자체 방수실험 장면을 나타내고 있다.

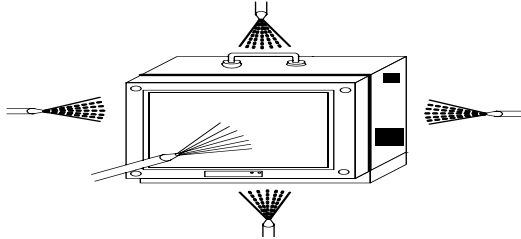


Fig. 10. Experiment of anti-moisture.(IP-66)



Fig. 11. Experiment of protected moisture in water tank.

방수실험은 모든 방향에서 일정압력으로 각 방향마다 3분 이상 뿌려 동작실험을 하는 것이 NEMA 또는 IP 규격이지만 강화된 자체 실험에서도 직접 물속 1.5 m에 두고 12시간동안 방수 상태를 실험하여 물이 침투하는지를 실험하였는데 세시의 방수 가스켓이 2중으로 설계, 제작된 관계로 수분의 침투가 전혀 생기지 않았다. 이는 NEMA4X, IP66 이상의 규격에 해당하는 등급이다. 방수 실험 결과 MPC 내부에 수분 침투가 전혀 없었으며 방수에 대한 설계와 제작이 시방에 맞게 적절하게 잘되었다고 평가되었다.

3.8 정전기(ESD) 내압 시험 결과

Fig. 12는 정전기 내압 실험하고 있는 모습이다. 실험 조건은 국제 규격인 IEC61000-4-2에 따라 정전기 발생 장치를 직접 MPC에 접촉 실험은 4KV를 사용하였고, 비접촉 실험은 8KV를 사용하였다. 평균 10cm 간격으로 MPC외부 전체를 각 지점 당 10회씩 정전기를 발생시켜

MPC가 작동이 정지되거나 화면이 깜박이는 현상이 없어야 합격으로 판정한다. 본 실험에서는 정전기 방지용 가스켓과 완전 방수가 되는 밀폐 구조가 되어서 실험 결과 작동에 아무런 문제가 발생하지 않고 잘 작동이 되어 정전기(ESD) 내압에 대한 설계 및 제작이 적절하게 설계된 것으로 판단되었다.



Fig. 12. Experiment of the electronic static discharge.(ESD)

4. 결론

본 연구는 MPC 시스템을 특수한 환경과 작업조건에서 작동할 수 있도록 하고 다양한 전압 조건과 환경에서도 자동으로 동작되도록 개발하고자 하였다. 또한 LCD panel의 외기 온도로 인해 발생하는 이슬 제거 기능과 가열 기능, 발열 기능을 동작하는데 있어서 각종 성능의 계측은 국제적 규격에 따라 분석하였으며 보다 향상된 기능을 구현함으로써 우수한 MPC를 개발하고자 하였다.

그 기능을 크게 요약하면 다음과 같다.

1. 저온에서 상온까지 다양한 온도 범위에서 정상적 동작을 하도록 하였다.
2. 온도 상승 시에 기온차로 인한 LCD panel에 이슬이 발생하지 않도록 적절한 시간을 두고 온도를 상승시키며 이슬이 발생 할 수 있는 부분에 보조 가온부를 두어 이슬 발생시에 신속하게 제거하게 하였다.
3. 각종 제어 장치의 오동작을 최대한 방지 할 수 있도록 다양한 안전장치를 두었다.
4. 시스템 내부에 발생한 가온부의 열을 효과적으로 확산될 수 있도록 설치한 fan의 기능은 적절하였다.
5. 고온 상태에서는 발생한 열을 신속하게 세시에 전달 되도록 하고 단위 시간당 많은 열이 외부로 빠져나갈 수 있도록 케이스의 표면적을 크게 설계하였다. 또한 외기 온도와 컴퓨

터 내부 온도차를 측정하여 MPC(Moisture Protected Computer System)의 성능을 개선하는데 반영하고자 하였다.

이상의 장치들을 조합하여 성능시험 관한 각종 실험을 한 결과 동작상에 어떤 문제도 발생하지 않았다. 그러나 향후 보다 견고한 재료의 사용과 그 무게와 크기를 줄일 수 있는 방법, 그리고 유지 보수를 보다 용이하게 하는 등 일부 보완 과정이 필요한 것으로 사료되었다. 또한 본 연구의 실험결과가 성능 향상을 검증하는데 필요한 중요한 자료가 될 것으로 추정되며, 그 결과 유럽, 미국 등 선진국에서도 성능과 실용성 면에서 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- 1) 동역 메카트로닉스 연구소, “PC를 이용한 계측 제어 시스템”, 영진 출판사, 1992
- 2) 김진현 편저, “기계계측 제어공학”, 국립상주대학교 출판부, 1998.
- 3) 이이표, 김병세 공저, “Microsoft Visual Basic Bible 6.0”,삼양출판사,2002
- 4) 김기채, 김동일, 명노훈, 박동철, 니영훈 공저, “전자과환경공학”, 대영사, 2001
- 5) 황규섭 편저, “센서활용기술”, 기전연구소, 1985
- 6) 강춘적부 저, 정혜선 역,“노이즈방지와 대책“, 성안당, 1997
- 7) 이병식 편저, “디지털 회로설계의 KNOW HOW”, 도서출판 세운, 1998
- 8) 산업안전보건법 제33조 “방폭구조전기 기계. 기구 성능검정 규격”, 1992
- 9) www.axiomtek.com.tw 온도 계측용 Board
- 10) www.dolch.com 특수용 컴퓨터 생산업체 (U.S.A.)
- 11) www.cdynamic.com 특수용 컴퓨터 생산업체 (U.S.A.)
- 12) www.litemax.com LCD Panel, Inverter 참고
- 13) www.NEME.org 방진 방수에 관한 국제 규격
- 14) www.dy-heater.com 실리콘 루브 히터
- 15) www.3mdynapro.co.kr NFI Touch Screen

(2007년 1월 11일 접수, 2007년 5월 23일 채택)