

PDP 유동장 PIV계측

도 덕희* · 조 경래** · 송 주석** · 백 태실** · 편 용범*** · 정 우만****

PIV Measurement on the Flows of PDP(Plasma Display Panel)

Doh, D. H., Cho, G. R., Pyun Y. B., Song, J. S., Baek, T. S., Jung, W. M.

Key Words: PDP(Plasma Display Panel)(플라즈마 평면 표시기), PIV measurement(입자영상유속 계측), Inner Flows(내부 유동), Outer Flows(외부유동)

Abstract

Heat generated from the electronic parts in PDP is undesirable physical properties. To attain optimal arrangement of the electronic parts in PDP, thermal flows in PDP should be analyzed. PIV measurement has been made to quantify the characteristics of the inner flows and outer flows of an actual PDP. The quantity of heat flux from PDP has been estimated using the PIV results. Measurement system consists of Ar-ion laser, CCD camera and an image grabber installed on a host computer.

1. 서 론

PDP 내부에서 발생하는 열을 줄이거나 혹은 발생한 열을 내부에 축적되지 않도록 배출하는 일은 PDP의 수명 연장 혹은 성능향상에 있어서 매우 중요하다고 할 수 있다. PDP는 플라즈마 현상을 이용한 디스플레이므로 작동원리상 내부의 전자부품들로부터 많은 열을 발생한다. 특히 내부에 배치된 전자부품들의 발생열량이 각각 다르며 크기와 형상이 서로 다르기 때문에 이들로부터 발생되는 열에 의한 유동을 CFD나 기존의 계측방법(Hot wire, LDV 등)으로 정량화하기란 용이하지 않다. 최근, PIV계측기술⁽¹⁾⁽²⁾이 다점

에 있어서의 유동속도를 시간 연속적으로 계측할 수 있다는 장점으로부터 열·유체유동의 해석에 많이 이용되고 있다.

본 연구에서는 PIV계측기술을 이용하여 PDP 내부유동장 및 외부유동장의 유동특성을 조사하고자 한다. PDP의 후판(CB: cover-back)의 형상에 따라 PDP 내부의 온도의 상승이 달라지게 되는데 이는 PDP로부터 외기로 배출되는 시간당 열유량과 관계하고 있으므로 이 유동에 대한 PIV계측결과로부터 CB의 형상설계에 관한 검토를 하고자 한다. 또한, PDP 내부에서 발생하는 열을 외부로 배출시키기 위하여 내부에 팬이 설치되게 되는데 팬의 구동유무에 따른 유동의 특성에 대하여도 PIV계측으로부터 구하고자 한다.

특히, PDP는 크기가 크므로 PIV계측을 수행하기 위해서는 넓은 범위에 걸친 계측이 필요하게 되는데 본 연구에서 이를 위해서 광역의 계측이 가능한 PIV계측기법(Wide-Vision PIV)을 구축하였으므로 이에 대하여도 보고하고자 한다.

* 정회원. 한국해양대학교 기계·정보공학부
 ** 회원. 한국해양대학교 대학원
 *** 회원. TNTech. Co. Ltd.
 **** (주)삼성SDI

2. 광역 PIV(Wide-vision PIV)에 의한 PDP유동장 계측

2.1 카메라의 교정작업

기존의 PIV계측법은 CCD카메라를 한 대 이용하여 왔다. 그러나, 계측영역이 넓은 경우에는 유동장 전체에 걸친 속도장을 얻을 수가 없다. 도 등⁽³⁾은 이를 극복하기 위하여 CCD카메라를 3대 이용함으로써 유동장의 넓은 영역에 걸쳐서 고해상의 속도장을 얻어낼 수 있는 Wide-vision PIV계측법을 개발하였다. 본 연구에서는 PDP의 내부 및 외부 유동장에 대하여 고해상도로 넓은 영역을 계측하기 위하여 이들의 방법을 도입하였다. Fig. 1은 PDP유동장 전체를 계측하기 위한 시스템을 나타내고 있다. PDP의 전체 계측영역에 대하여 CCD카메라 한 대로는 영상을 담아 낼 수 없기 때문에 카메라 세 대로 PDP를 향하여 설치한다. 카메라의 교정작업은 유동장에서의 속도크기를 실제크기로 구하고, 카메라와 카메라간의 영상이 카메라렌즈의 특성 등으로 인하여 서로 관측부분이 다를 뿐만 아니라 겹치는 부분에서의 어긋나는 것을 보정하기 위하여 실시한다. 실제 속도의 크기는 Fig. 2와 같은 교정판의 크기와 영상에서의 상대적 길이를 계산함으로써 구해질 수 있다. 카메라간의 영상의 어긋남을 보정하여 합성하기 위하여 식 (1)로 표현되는 영상변환식을 이용하였다.

$$\begin{aligned} x &= \frac{a_{11}x_s + a_{12}y_s + a_{13}}{a_{31}x_s + a_{32}y_s + 1} \\ y &= \frac{a_{21}x_s + a_{22}y_s + a_{23}}{a_{31}x_s + a_{32}y_s + 1} \end{aligned} \quad (1)$$

단, x, y : 변환전의 영상의 좌표값
 x_s, y_s : 변환후의 영상의 좌표값

Fig. 3은 이 변환식에 의하여 Fig. 2가 재생 합성된 것을 나타내고 있다. 실제 유동장의 영상은 이 교정작업에서 얻어진 파라미터들, a_{ij} , 을 이용하여 교정

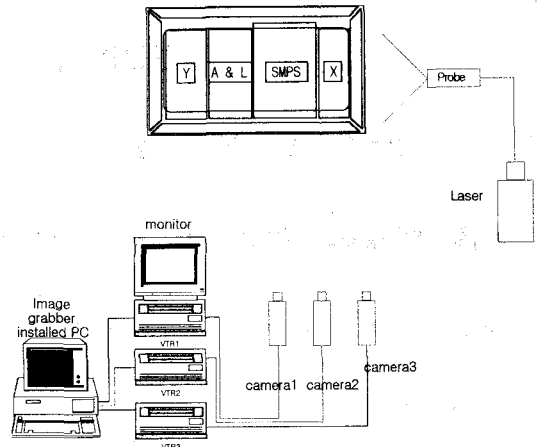
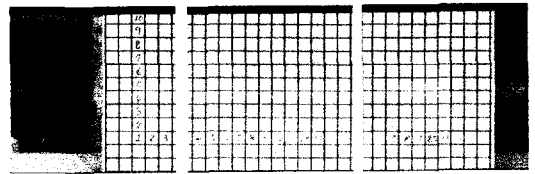


Fig. 1 Experimental setup for Wide-vision PIV.



(a) camera1 image (b) camera2 image (c) camera3 image
 Fig. 2 Calibrator's image viewed by each camera.

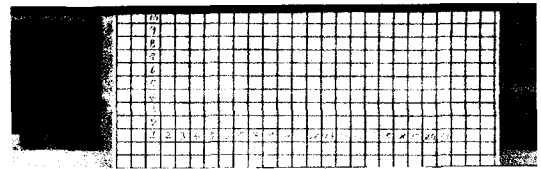


Fig. 3 Combined image for the calibrator.

이미지와 같이 동일하게 변환합성이 된다.

2.2 PDP 유동장의 속도장 계측

본 연구에서는 속도장을 얻기 위하여 PIV 알고리즘으로서 계조치상호상관법⁽²⁾⁽³⁾을 적용하였다. 식 (2)는 시각이 다른 2장의 영상(f 영상, g 영상)의 상관영역에 있어서의 계조치들의 상관계수를 나타낸다. 이 상관계수가 최대가 될 때의 g 영상의 종점을 속도벡터의 종점으로 간주하게 된다.

$$c_{fg} = \frac{\sum_{i=1}^n (f_i - \bar{f}_i)(g_i - \bar{g}_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (f_i - \bar{f}_i)^2 \sum_{i=1}^n (g_i - \bar{g}_i)^2}} \quad (2)$$

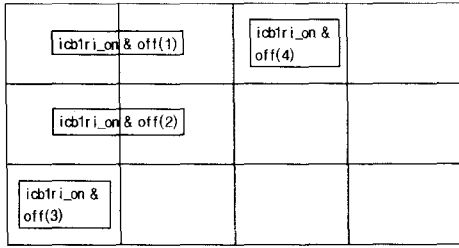


Fig. 4 Measurement regions for PDP inner flows.

여기서 f_i, g_i 는 상관영역내의 각 화소의 계조치를 의미하며 -는 연속화상에 대한 시간평균을 의미한다.

Fig. 4는 PDP(크기, 1 m x 0.8m) 내부유동장에 대하여 계측하기 위하여 설정한 계측영역을 나타내고 있다. 내부에 팬이 설치되어 있는데 팬의 구동유무에 따라 형성된 유동장에 대하여 계측하였다. 팬의 개수 및 배치에 관한 내용은 제품개발 업체의 이해관련 사항이므로 생략한다. Fig. 5는 PDP 상부유동장의 계측에 사용된 4종류의 후판형상을 나타낸다. 각 후판을 PDP에 부착하였을 때 발생하는 외부유동장의 평균속도를 정량적으로 계측함으로써 후판 형상에 따른 열유동의 배출정도를 검토하고자 하였다.

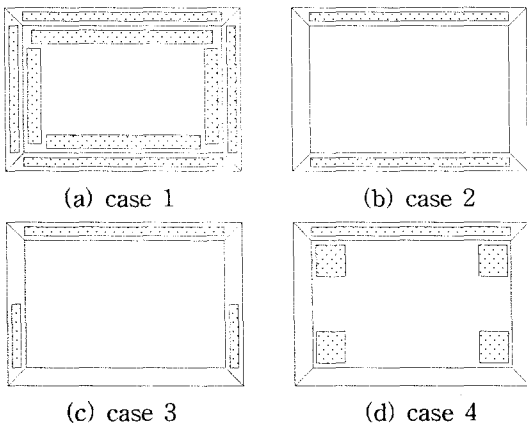


Fig. 5 Schematics of PDP cover-back shapes.

Fig. 6은 Fig. 5의 (a)의 경우에 있어서 내부의 팬이 구동되지 않은 상태(off상태)일 때의 PDP 상부측 유동에 대하여 본 연구에서 구축한 Wide-vision PIV계측법으로 계측한 결과를 나타

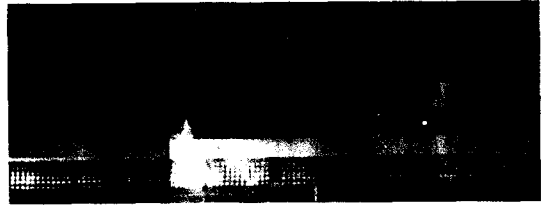


Fig. 6 (a) Raw combined image in the case 1 with fan off.

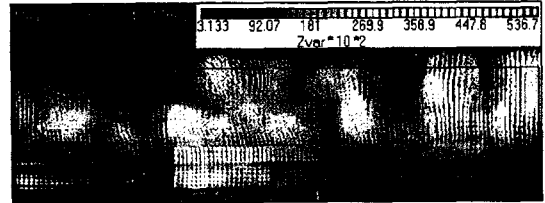


Fig. 6 (b) Mean velocity distribution obtained by Wide-vision PIV in the case 1 with fan off.

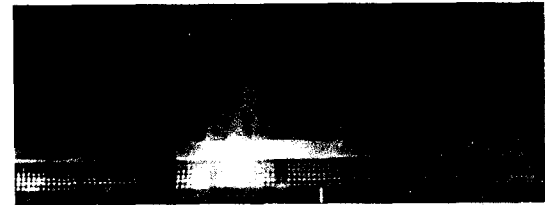


Fig. 7 (a) Raw combined image in the case 1 with fan on.

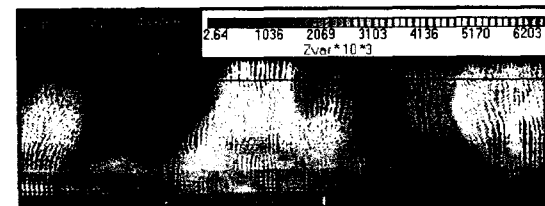


Fig. 7 (b) Mean velocity distribution obtained by Wide-vision PIV in the case 1 with fan on.

낸다. (a)는 어느 한 순간에 있어서의 원화상을 나타내고 (b)는 순간에서 얻어진 속도장에 대하여 180장분 시간평균한 평균속도벡터의 분포를 나타낸다. 이 때 원화상을 얻기 위해 이용된 유동의 가시화기법은 Smoke법이다.

Fig. 7(a) 및 (b)는 Fig. 5의 (a)의 경우에 있어서 내부의 팬이 구동된 상태의 원되지 않은 상태(off상태)에서의 원시영상과 평균속도벡터분포를 나타낸다. 여기서, PDP 상부유속의 분포를 측정 한 것은 주위 유체가 정체되어 있다고 가정하였

Table 1 Mean velocity of upper flows

Cases	Fan operation	Mean velocity [m/sec]
1	on	0.043
	off	0.048
2	on	-
	off	0.046
3	on	0.043
	off	0.045
4	on	-
	off	0.042

을 때(실제 실험에서 정제된 상태에서 실시함) PDP구동에 의하여 발생된 자연대류에 대한 정량적 평가를 실시함으로써 PDP 후판 형상에 열유동 배출특성을 조사함에 있다.

Table 1은 이와 같이 측정된 PDP상부측 평균속도벡터들의 면적평균속도의 크기를 각 경우에 대하여 정리한 것이다. PDP 내부의 팬이 구동되지 않을 때가 있을 때보다 평균속도가 높게 나타나 있음을 알 수 있다. 이는 Fig. 6과 Fig. 7에서도 잘 나타나 있듯이 팬이 구동되는 부분에는 유속이 빠르나 팬이 구동되지 않은 다른 부분에서는 거의 유동이 보이지 않음을 알 수 있다. 다시 말하면, 후판 내측에 설치된 팬의 구동에 의하여

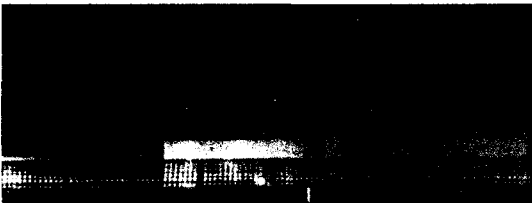


Fig. 8(a) Raw combined image in the case 4 with fan off.

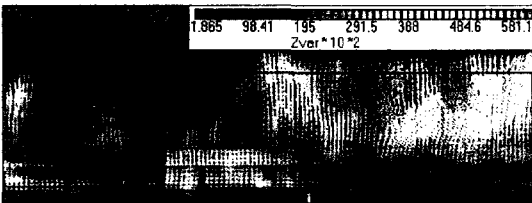


Fig. 8(b) Mean velocity distribution obtained by Wide-vision PIV in the case 4 with fan off.

오히려 배출되는 열유동의 양이 적어짐을 의미한다. 또한, Table 1에서 알 수 있듯이 Case 4의 경우 팬이 구동되지 않은 경우에 배출되는 열유동의 양이 가장 적음을 알 수 있다. Fig. 8은 이 경우에 있어서의 원시영상과 평균속도벡터분포를 나타내고 있다. PDP 구동부(SMPS)에서 발생하는 열에 의하여 상승하는 기류부를 제외하고는 유속이 매우 적음이 특징적으로 나타나 있다.

Table 2 Cases for inner flow measurement

Measuring region	Fan operation	Cases
1	on	A
	off	A'
2	on	B
	off	B'

Table 2는 Fig. 4에 나타나 있듯이 PDP 내부 유동장의 측정영역이 (1), (2)일 때, 실험한 경우를 나타내고 있다. Case A'인 경우는 Fig. 4의 측정영역이 (1)이면서 팬이 구동되지 않았을 경우를 의미한다.

Fig. 9(a)는 Case A'인 경우의 평균속도벡터분포를 나타내고 있다. Fig. 9(b)는 Case A인 경우의 평균속도벡터분포를 나타내고 있다. 이 그림으로부터 알 수 있듯이 이 영역에서는 팬이 구동 여부에 따라서 유동의 상태가 매우 다름을 알 수 있다. 팬이 구동이 되지 않을 경우는 속도값이 큰 영역이 넓게 분포되어 있음을 알 수 있는데 이와 같은 사실로부터 팬의 구동에 의하여 팬의 바로 주위를 제외한 나머지 주변의 내부 유동장이 오히려 방해받는 영역이 존재할 수 있음을 추정할 수 있다.

Fig. 10(a) 및 Fig. 10(b)는 Table 2의 Case B'와 Case B의 경우에서의 평균속도벡터분포를 나타내고 있다. 이 측정영역은 방열판 사이에 팬이 설치되어 있는 곳으로 팬의 구동되지 않을 경우에는 방열판으로부터 나오는 열유동에 의한 팬 주변의 유동에 상승기류가 골고루 분포되어 있는 반면에 팬이 구동되었을 때에는 하부측에 상승기류가 골고루 분포되어 있는 것으로 보아 팬이 설치되어 있는 곳의 가까운 곳을 제외하고는 다른 곳에는 팬에 의한 영향이 적음이 추정되었다.

4. 결 론

3대의 CCD카메라를 이용한 광역-PIV (Wide-vision PIV)계측법을 구축하여 이를 PDP 유동장의 계측에 성공적으로 수행하는 과정에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

PDP유동장은 후판과 팬의 구동 여부에 따라서 매우 다른 양상을 보이고 있음이 확인되었다.

PDP상부를 제외한 주변으로 발산되는 열유량이 일정하다고 가정하였을 때, PDP 상부로부터 나오는 열유동의 유량은 팬이 구동되지 않았을 때가 더 많음을 확인할 수 있었다. 이는 PDP후판 형상의 설계시 팬의 설치위치 및 유무여부에 따른 사항을 고려하여야 함을 의미한다.

PDP내부 유동장은 복잡한 형상의 전자부품들의 배치 등에 의하여 유동이 매우 복잡하게 되므로 팬이 설치된 위치를 제외한 다른 부위의 유동장은 팬에 의한 유동의 영향보다 열에 의한 유동이 더 강하게 작용되고 있음을 추론할 수 있었다. 또한, PDP내부에 설치된 단일 전자부품 주위의 유동에 대한 해석은 수치계산 등에 의한 방법으로 가능하나 복수 개 이상이 복잡하게 설치된 경우에 발생하는 열유동은 비정상성 및 강한 3차원성을 지니게 되어 이에 대한 정확한 해석은 용이하지 않다. 그러나, 최근의 고해상 PIV계측법, 3차원 PIV계측법, 3차원 PTV계측법 등이 실용화됨에 따라 보다 복잡한 열유동 해석이 가능해졌다.

후 기

PDP유동장의 PIV계측에 즈음하여 실제모델을 제공해 준 (주)삼성SDI에 감사를 드립니다.

참고문헌

- (1) Adrian R. J., 1991, "Particle-imaging techniques for experimental fluid mechanics", Ann. Rev. J. Fluid Mech., Vol.23, pp.261-304.
- (2) 도덕희, 1998, "PIV 계측기술", 기계저널, 제 38권 10호, pp.36-41.
- (3) D.H. Doh, B.S. Hyun, S.W. Choi, S.D. Hong, T.S. Baek, 1999, Panoramic-PIV system and its application to tandem oil fences, Proc. of 3th International Workshop on PIV, Santa Barbara, USA, Sep.16-18, pp. 613-618.

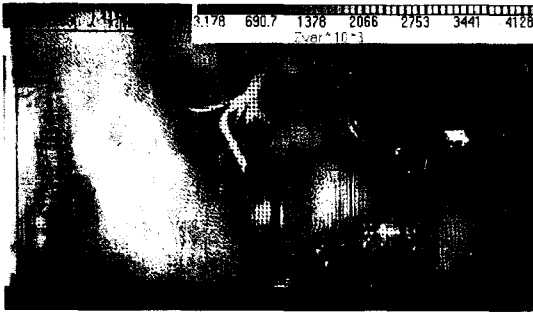


Fig. 9(a) Mean velocity vector distribution in the case of A'.



Fig. 9(b) Mean velocity vector distribution in the case of A.

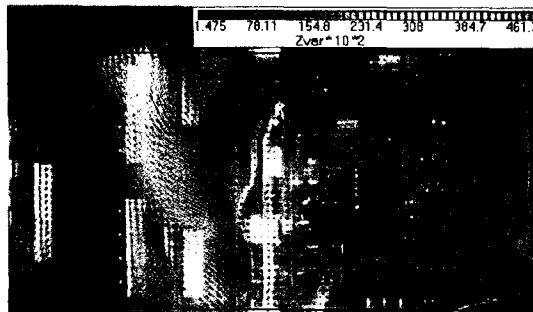


Fig. 10 Mean velocity vector distribution in the case of A.

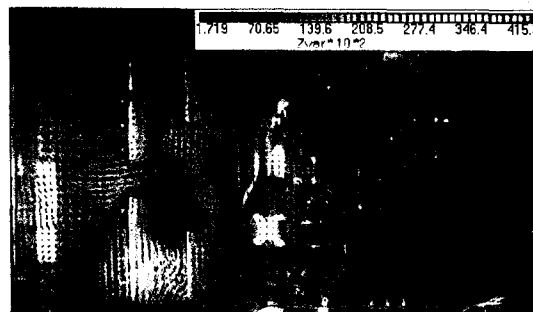


Fig. 9 Mean velocity vector distribution in the case of A.