

## PRP 제조를 위한 Spray Etching System 최적설계 program 개발

서민교\*, 정재학, 박진수, 소원섭, 윤문규  
 영남대학교 응용화학공학부  
 (mangyo@orgio.net\*)

## Spray Etching System optimum design program development for PRP manufacture

Minkyoo Seo\*, Jae Hak Jung, Jin Soo Park, Won Shoup So, Mun Kyu Yoon  
 School of Chemical Engineering & Technology, Yeungnam University  
 (mangyo@orgio.net\*)

**서론**

PDP는 Ne, Xe Gas로 채워진 방전공간에 고전압의 전기장을 형성하여 발생하는 Plasma 방전을 이용한 자발광 Display이다. 벽걸이 TV 및 Hi-vision 응용 기기로서의 적용 가능성이 매우 높으며 각종 정보, OA기기용 표시 장치로 응용 범위가 크게 확대될 것으로 기대되고 있다. PRP는 PDP(Plasma Display Panel)용 Rear Panel으로써 PDP의 화상정보를 표시하는데 중요한 역할을 하는 핵심 부품으로 PDP의 Front Panel과 합착하여 Plasma 방전공간을 형성해 준다. 또한 외부에서 공급되는 전기신호를 PRP에 마련되어 있는 Address 전극에 의해 광학신호로 변환하여 PRP의 내부 벽면에 마련된 형광체를 여기(Exciting)시켜서 PDP가 천연색의 화상정보를 제공하도록 해 주는 역할을 한다.

PRP의 구조는 대형 유리기판(Substrate) 위에 RGB의 Color를 선택적으로 발광시켜 주는 Address 전극을 형성하고, 그 위에 Pulse형의 전기신호를 효율적으로 전달하도록 유전층(반사율이 높은 백색)을 형성하며, Address 전극과 전극 사이에 RGB 방전공간을 구분 시켜 주는 격벽을 유전층 위에 설치하고, 그 내면에 형광체를 설치하는 구조로 되어 있다.

대형 유리기판(Substrate)에 형광체를 고정하기 위해 Photo Etching method을 사용하여 제작하는 방식에서 균일한 형광체 도포를 위한 격벽의 균일도가 좋게 하기 위해서 변수들의 최적 값을 찾는 데 보다 시간을 절약하고 차기의 제품에 대한 고려를 동시에 할 수 있도록 C프로그램언어로 공정을 simulation 하였고 유전알고리즘(Genetic Algorithm)을 이용하여 최적 파라미터를 찾는 과정을 수행하였다.

유전알고리즘(Genetic Algorithm)은 자연도태(natural selection)와 자연 유전학(natural genetics)의 역학에 기초를 둔 알고리즘으로 자연계의 적응과 진화를 인공적으로 모델링할 수 있도록 개발되어 주어진 설계의 설계변수를 찾아내기 적합하도록 만들어졌다. 이 유전 알고리즘은 여러 개의 피크를 가진 탐색공간(multimodal search space)에서 병렬탐색을 하기 때문에 지역 최적 설계변수 값들을 찾을 확률을 낮추어 줄 수 있다. 또한 최적해에 대한 발견속도를 증가시키고 복잡한 탐색공간에서 지역 최적해에서 벗어나는 것을 도와주기 때문에 효율적이고 강건한 검색 기법이며, 또한 본 연구와 같이 설계변수가 달라지더라도 개선이 용이하도록 만들어졌다.

### Modeling

본 연구에서 사용한 multi-nozzle 식각 장치의 액적 분포를 simulation하기 위해 먼저 단위노즐이 target 판과의 수직상태에서의 액적 분포 데이터를 얻기위해 물을 이용하여 노즐 끝 단부에서 target 판까지의 거리가 10cm, 15cm일때의 유량 분포를 측정하였고, 이 실험 유량 분포 data를 공정 simulation에 입력 data로 사용하였다. 다음 그림 1과 2에 각각의 유량분포를 나타내었다. 측정된 유량분포 data를 보면 실제의 data 보다 많이 잘려서 나와있는 것을 볼 수 있다. 이에 simulation에서 사용될 수 있도록 data의 가공이 필요하였다. 그림 1과 2의 좌측그래프는 측정된 data이며 그 data를 가지고 유량분포를 추정하여 가공한 data를 나타낸 그래프가 우측에 나타나있다. 선단거리가 10cm일 때 보다 선단거리가 15cm일 때의 유량 분포가 더 넓고 고르게 퍼져있음을 알 수 있다. 본 연구에서는 10cm에서 15cm까지 0.5cm 간격으로 유량 분포 data를 구하였다. 액적 분포에 영향을 미치는 공정변수들을 두 종류로 분류 할 수 있는데, 하나는 multi-nozzle 장치를 설계할 때 고려하여야 할 설계변수이고, 다른 하나는 장치설계를 끝낸 다음 조업과정에서 고려하여야할 조작변수이다. 설계변수는 파이프 간격( $P_p$ ), 노즐간격( $N_p$ ), 그리고 판과 노즐사이의 거리( $L$ )이고 조작 변수는 판의 이동속도( $v$ )와 요동각( $\theta$ ), 요동속도( $\omega$ )이다. Target 판에 액적이 분사되는 넓이의 폭이 7cm일 때와 13cm일 때를 같이 simulation 하여 두 가지 경우 모두 분사된 액적의 변이계수(표준편차/평균)를 계산하여 변이계수의 최소화하는 것을 찾아내는 것을 목적으로 하였다.

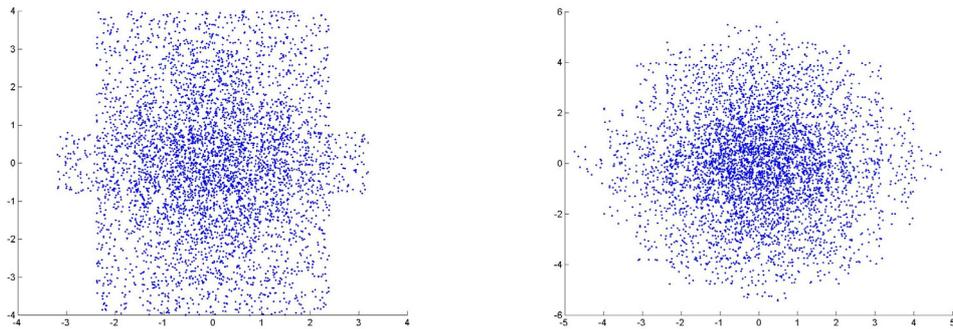


그림 1. 선단거리 100mm에서의 유량분포데이터의 원본(좌)과 수정본(우)

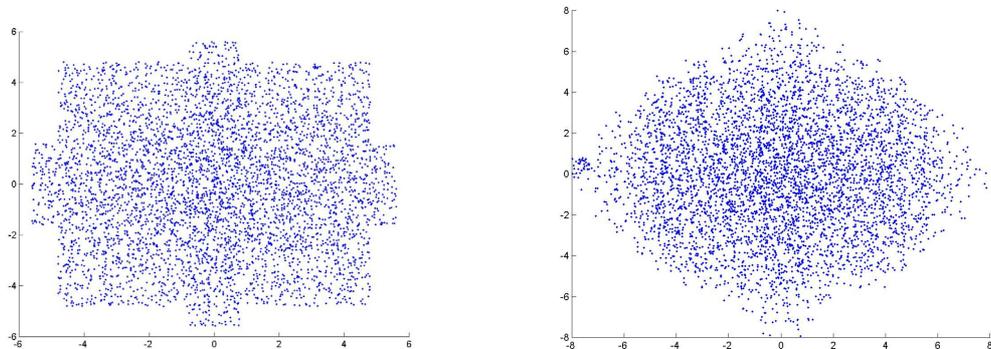


그림 2. 선단거리 150mm에서의 유량분포데이터의 원본(좌)과 수정본(우)

## Simulation

본 연구는 두가지의 simulation을 실시하였다. 첫째, 노즐이 박혀있는 파이프가 요동을 하면서 식각액을 분사하는 방식, 둘째, 노즐이 박혀있는 파이프가 수평으로 이동을 하면서 식각액을 분사하는 방식, 이 두 가지를 simulation 하여 어느 방식이 좀더 고른 분포를 보이는가를 비교하여 보았다. 노즐은 각각의 파이프에 5개씩 있으며 인접한 파이프의 노즐과는 zigzag 형태를 이룬다. 먼저 파이프가 요동을 하는 경우에는 앞서 열거한 설계 변수와 조작변수가 모두 simulation에 관여하게 된다. 그러나 파이프가 수평으로 이동하여 왕복운동을 하는 경우에는 조작변수 중 요동각( $\theta$ )과 요동속도( $\omega$ ) 대신 수평이동거리와 수평이동속도가 사용되었다.

다음 표 1에 파이프가 요동이 있는 경우와 수평이동을 하는 경우의 공정변수들의 범위를 나타내었다.

표 1. 파이프가 요동이 있는 경우(좌)와 수평이동 하는 경우(우)의 공정변수들의 범위

공정 변수	변화범위	공정 변수	변화범위
Pp[cm]	6~10	Pp[cm]	6~10
Np[cm]	12~20	Np[cm]	12~20
관이동속도[cm/min]	130~250	관이동속도[cm/min]	130~250
요동속도[RPM]	24~45	수평이동속도[회/min]	30~60
요동각[. ]	30~60	수평이동거리[cm]	2~6
선단거리[cm]	14~18	선단거리[cm]	14~18

## 결과

Simulation의 결과는 다음 표 2와 표 3에 나타내었다. 모든 범위의 simulation에서 파이프가 수평으로 이동한 경우보다 요동한 경우가 결과치의 척도인  $\sigma$ 값의 크기가 더 작게 나왔으며 파이프가 요동한 경우의 simulation의 경우 실제의 PRP 생산라인과 매우 흡사한 경향을 보여주어 프로그램 실행 결과를 신뢰 할 수 있다는 결론을 얻었다. 따라서 이 simulation 프로그램을 사용하였을 때 공정라인을 설계할 때 최적의 공정 및 설계 변수 값을 미리 계산 예측 할 수 있어 시간과 비용의 절약을 가져올 수 있다.

## 참고문헌

1. D. E. Goldberg, and Lingle, R. Alleles, loci, and the traveling sales man problem. Proc. Int. Conf. on Genetic Algorithm and their Application, p.154 (1985)
2. E. Goldberg, "Computer-Aided Pipeline Operation Using Genetic Algorithms and Rule Learning. PART I : Genetic Algorithms in Pipeline Optimization", Engineering with Computers, 3, 35 - 45(1987)
3. D. E. Goldberg, "Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning", Addison-Wesley Publishing Co. (1989)
4. K. A., De Jong, "Genetic Algorithm; a 10 year perspective", Proc. int. Conf. on Genetic Algorithm and their application, P.210, 1995
5. S. Prak, H. Cho, H. Lee and L. Jeon "Application of genetic algorithm to hybrid fuzzy inference engine", '92 KACC(Domestic) at Seoul 863 (1992)

6. Y.Kim, H. Kang and H. Jeon, "Planning a minimum time path for robot manipulator using genetic algorithm", '92 KACC(Domestic) at Seoul 698 (1992)

### 감사의 글

본 연구는 영남대학교 연구조교 지원에 의해 이루어진 것이며, 연구조교 지원을 해주신 영남대학교에 감사 드립니다.

표 2. 파이프가 요동을 하는 경우의 결과값

Pp	Np	관이동속도	선단거리	요동속도	요동각	$\sigma$
6	12	130	14.0	24	30	0.000041
6	12	190	14.0	50	30	0.000040
6	12	250	14.0	49	30	0.000041
7	14	130	14.5	43	31	0.000016
7	14	190	15.0	46	30	0.000018
7	14	250	14.5	39	31	0.000016
8	16	130	15.0	51	33	0.000015
8	16	190	15.5	38	30	0.000015
8	16	250	15.0	41	33	0.000015
9	18	130	17.5	49	32	0.000010
9	18	190	17.5	47	32	0.000010
9	18	250	17.5	47	32	0.000010
10	20	130	17.0	41	33	0.000007
10	20	190	18.0	43	34	0.000009
10	20	250	17.5	43	33	0.000011

표 3. 파이프가 수평이동을 하는 경우의 결과값

Pp	Np	관이동속도	선단거리	요동속도	요동각	$\sigma$
6	12	130	14.0	44	50	0.000238
6	12	190	14.0	33	20	0.000271
6	12	250	14.0	44	65	0.000218
7	14	130	14.0	38	41	0.000227
7	14	190	14.0	59	35	0.000252
7	14	250	16.5	38	27	0.000256
8	16	130	17.5	33	25	0.000225
8	16	190	17.5	48	20	0.000190
8	16	250	17.5	33	46	0.000177
9	18	130	16.5	30	20	0.000204
9	18	190	17.0	40	57	0.000207
9	18	250	16.0	58	45	0.000222
10	20	130	14.5	52	62	0.000163
10	20	190	15.5	38	52	0.000145
10	20	250	17.0	50	27	0.000145