기술특집

고화질 PDP의 최근 동향과 전망

김 동 현, 이 호 준(부산대학교 전자전기통신공학부)

Ⅰ. 서 론

현재 전세계적인 디지털 위성방송 시대를 앞두고 internet으로 대표되는 디지털 네트워크의 인프라 구축산업이 빠르게 발달해가고 있으며, 그에 따라 디지털 기술에 기반을 둔 정보화 사회가 실현되어 가고 있다. 이에 PDP는 기존의 CRT나 LCD와는 달리 디지털 신호에 의해 밝기 조절 등이 가능한 디지털 디스플레이 디바이스로서 디지털 위성방송시대를 이끌어갈 선두주자로서 주목받고 있으며, 현재에는 이를 현실화시키기 위하여 PDP의 고화질, 고선명화에 목표를 둔 많은 연구들이 활발히 진행되고 있다.

특히, PDP가 디스플레이 소자로서 시장 경쟁력을 갖추기 위해서는 무엇보다도 표시 성능이 다른 디바이스에 비해 뛰어나야 할 것이다. 디스플레이 디바이스의 표시성능으로서 제일 우선시되는 것은 결국 아름다운 화상을 구현하는 것이다. "아름다운 화상"이란 말에는 많은 객관적, 주관적 평가 요소가 있지만, 결국 고화질의 밝고 선명한 화상을 의미하는 말일 것이다.

화질을 평가하는 기준으로는 휘도, 색온도, Contrast ratio 및 의사윤곽의 정도 등을 들 수 있다. 따라서 본 글에서는 이러한 평가 기준들에 대해 고화질 달성을 위한 PDP의 현재까지의 주된 연구 결과와 향후 전망에 대해 서술하고자 한다.

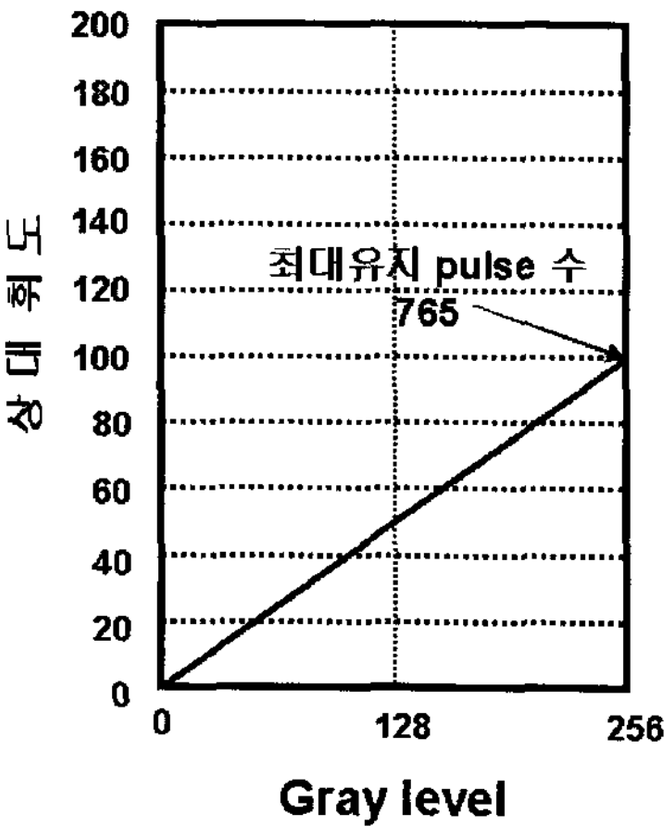
Ⅱ. 고화질 PDP의 최근동향

1. 고 peak 휘도화 기술

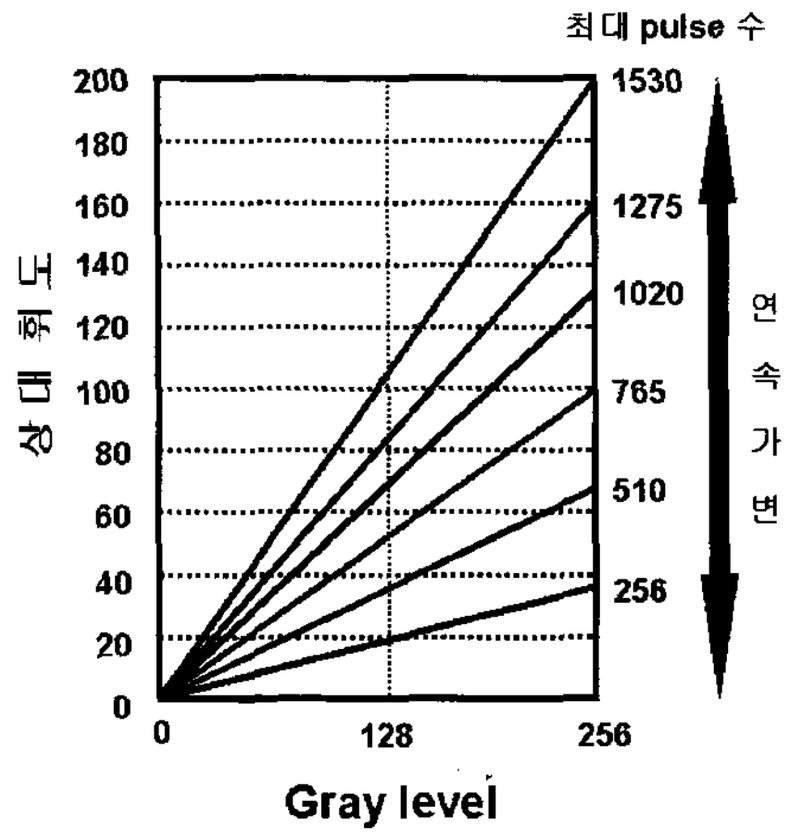
최근에는 지금까지 CRT에서 punch 기능이라고 하는 기술을 PDP에 적용함으로써 정상 동작에서 얻을 수 없는 극히 높은 휘도를 화면 일부에 실현시킬 수 있게 되었다. 이 기술로써 어두운 화면상에 diamond 반지가 찬란하게 빛을 발하게 할 수 있다. Panasonic에서는 AI라 부르는 PDP punch 기능을 개발하고 있다.[1]

PDP의 peak 휘도가 CRT에 비해 떨어지는 원인은, 발광효율의 차이가 큰 원인이지만 PDP의 gray level 표시법에도 기인하고 있다. 즉 입력영상신호의 표시 휘도는 pulse 수를 증가하면 비례적으로 증가하지만, 일단 어느 주파수 이상되면 휘도는 포화해 버린다. 이 때문에 PDP의 화상은 평탄한 밝기를 나타낸다는 인상을 주게 된다.

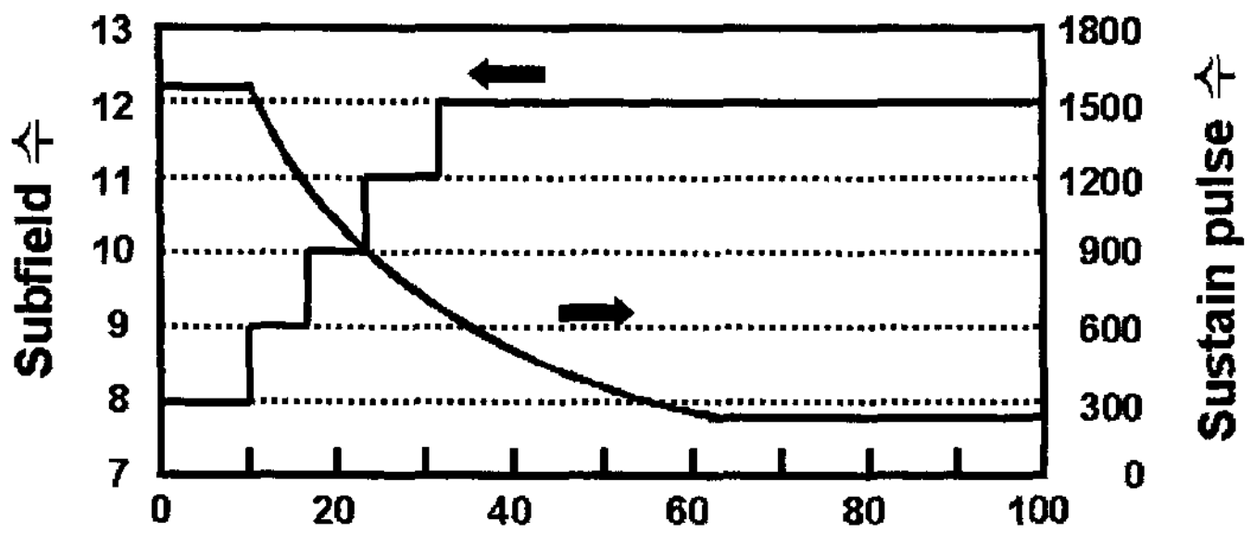
이상과 같은 문제를 해결하기 위해, 적응성 휘도강화기술(Adaptive Brightness Intensifier, Plasma AI)이 개발되었다. 이 방법은 화상의 특성에 따라서 subfield 수와 pulse 수를 dynamic하게 변화시키는 신호처리 구동기술이다. 이 방법의 개발에 의해 낮은 휘도 부분의 gray level을 해치지 않고 평균휘도를 내리고 peak 휘도를 올리므로 소비전력을 별도로 공급하지 않으면서 peak 휘도를 종래에 비해 40% 이상 향상시킬 수 있게 되었다. 〈그림 1〉은 이 방식의 peak 휘도 제어법을 종래 방식과 비교한 것이다.



(a) 종래의 휘도 제어



(b) AI의 휘도 제어

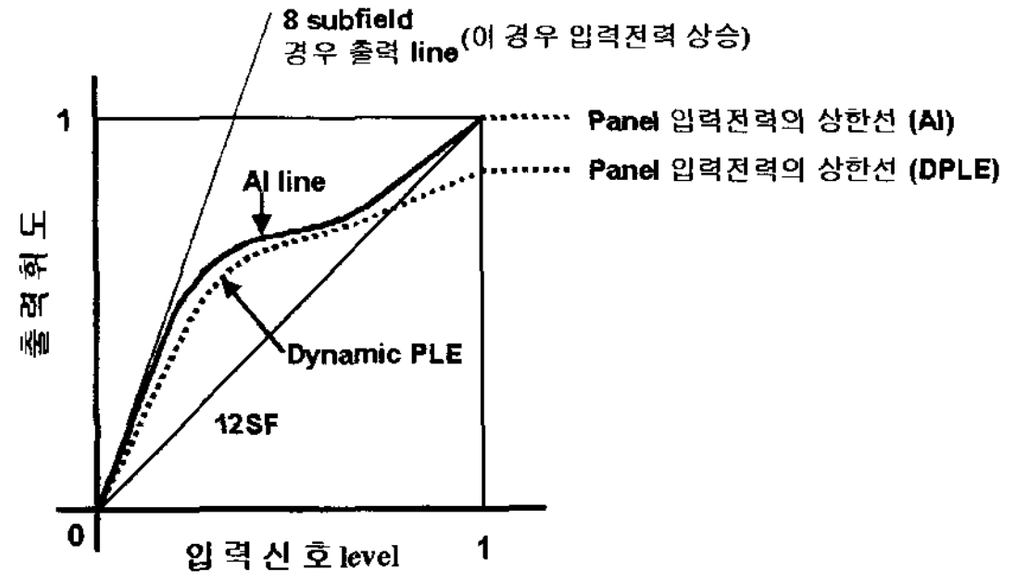


(c) subfield 수와 유지 pulse 수의 상관관계

〈그림 1〉 종래 ADS 방식과 AI 방식에서 gray level과 상대휘도 비교

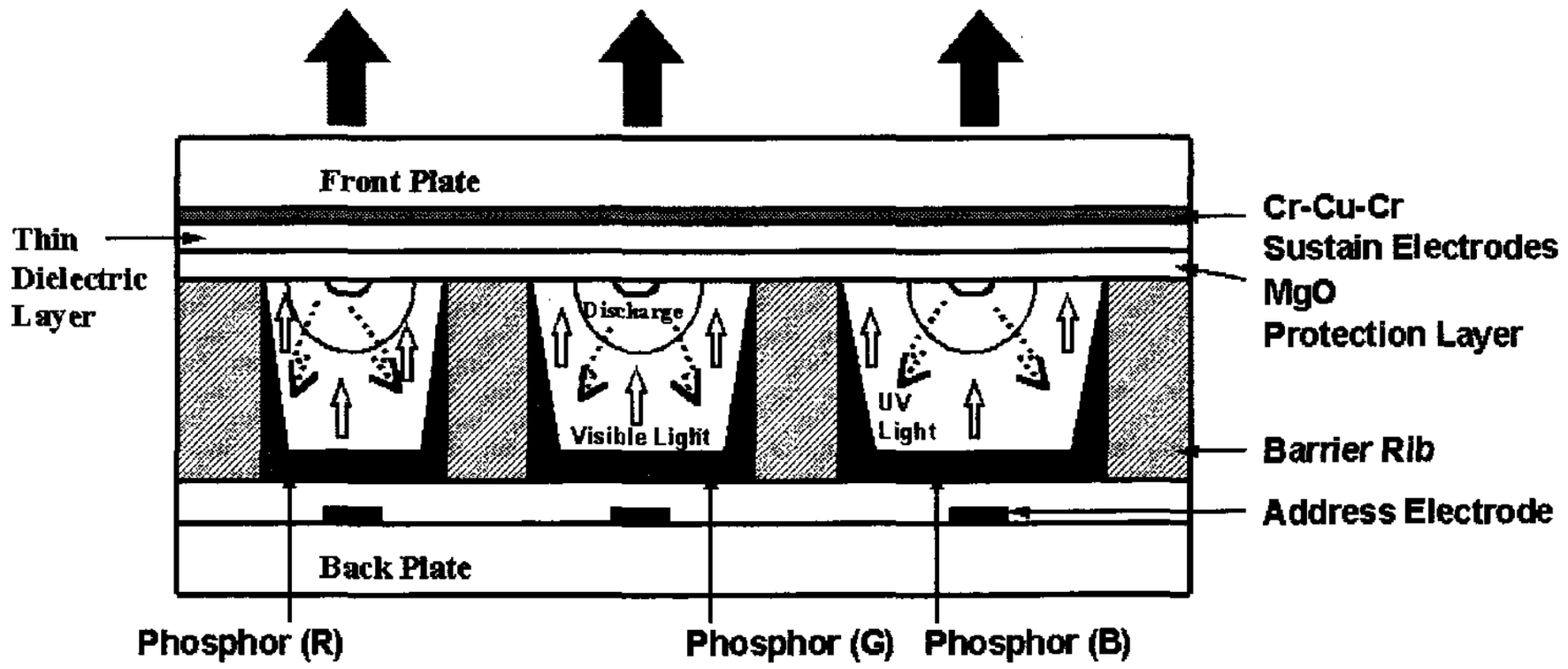
AI 방식에서는 의사윤곽이 현저히 낮은 Low average signal level에서는 subfield 수를 8에 가깝게 한다. 이 경우 발광 duty ratio는 증가한다. 그러므로 sustain pulse 수가 증가하여 평균휘도는 상승하며 그 결과 화상을 강조할 수 있다. 한편, 심각한 의사윤곽을 발생시킬 수 있는 high average signal level에서는 subfield 수를 12로 증가시키게 된다. 이 경우 발광 duty ratio가 감소하게 되어 평균휘도가 상대적으로 저하하게 되지만, peak 전력은 억제하게 된다. 그러므로 이 방법은 전력을 증가시키지 않고 peak 휘도를 향상시킬 수 있다.

그 외 NEC에서는 Dynamic PLE(peak luminance enhancement) 기술을 개발하고 있다.[2] 이 방법은 종래 PLE 기술을 개선하여



〈그림 2〉 DPLE 및 AI 방식의 입력 신호에 따른 출력 휘도 특성

PLE 제어 step 15를 2배로 증가시켜 30으로 함으로써 종래 평균휘도 250 cd/m^{2}에서 400 cd/m^{2}의 휘도까지 얻을 수 있게 되었다. 이 방법도 낮은 ASL에서는 평균휘도를 올리고, 높은 ASL에



〈그림 3〉 색온도 향상을 위한 비대칭 셀 구조

서는 평균휘도를 저하시켜 peak 소비전력을 억제시키고 있다. 그 특성을 〈그림 2〉에 나타내었다.

2. 색온도 향상 기술

종래 PDP가 휘도와 색온도를 둘다 향상시키기 어려웠던 것은 Blue 형광체의 발광효율이 낮은 것이 원인이었다. 휘도가 낮은 Blue에 대해 White Balance를 취할 필요가 있기 때문에 Green 및 Red의 신호 level을 감소시켜 왔다.

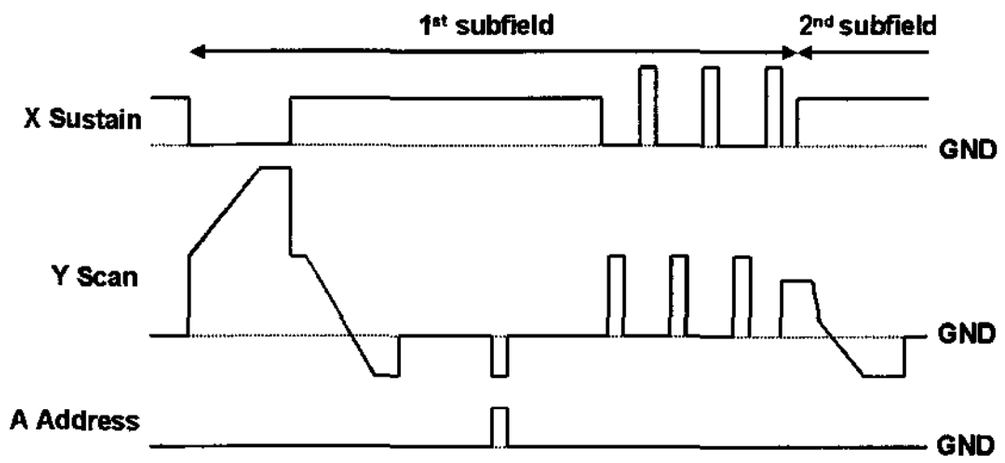
그러나 〈그림 3〉에서와 같은 비대칭 cell 구조에서는 RGB 각 cell의 발광감도 Balance를 취할 수 있게 되어 최대 pulse로서 구동할 때 백색의 색온도를 10000 K 이상 높일 수 있게 되었다.[3] 즉, 종래에는 격벽간격을 RGB 모두 100, 100, 100으로 했을 경우 휘도 100%인 때 색온도는 8500 K이였다. 그러나, R, G, B 폭을 각각 90, 100, 110으로 했을 경우 휘도 100%에서 색온도 11000 K를 달성할 수 있게 되었다.

3. 고 contrast화 기술

선명한 화상을 구현하기 위해서는 흑백의 대비를 나타내는 contrast ratio를 향상시킬 필요가 있다. 이를 위해서는 패널의 배경광을 줄이거나 방전셀의 발광을 증가시켜야 하며, 주변의 반사광 또한 감소시켜야만 한다. 이와 같은 조건을 만족시키기 위해 현재에는 하판 격벽 상층부를 Black化하거나 Black Stripe 삽입, ND Filter 부착 또는 panel 표면판 glass를 흑색화(이것은 Black color의 floating 방지도 가능) 하는 등의 기술이 채택되어 왔다. 그러나 이러한 셀 구조 및 형상의 변화에 비해 구동 기술의 변화로 인해 현재 암실 기준 약 3000 : 1 정도의 높은 contrast ratio를 달성할 수 있게 되었다.

ADS 구동 방식 중 reset 즉, 초기화 기간에 ramp 파형을 도입하여 약방전을 유도하여 초기화를 행함으로써 배경광을 줄일 수 있게 되었다. 〈그림 4〉는 Matsushita사에서 제시한 contrast 3000 : 1의 파형의 예이다.[4,5] 이 파형의 경우 예전에 약 8~12개 정도로 구성된 subfield마다 전 셀의 초기화하던 방식을 탈피하여 1 sub frame 중 1번째 subfield에서만 전 셀을 초기화하고 나머지 subfield에서는 유지방전이 있었던 셀만 초기화 함으로써 높은 contrast를 달성할 수 있었다.

특히 앞서 논한 바와 같이 색온도 향상을 위해 제시되었던 비대칭 cell 구조에서는 cell 형상 차



〈그림 4〉 High contrast ratio를 달성한 구동파형의 예

이에 의해 방전특성의 차이가 현저해 이것이 큰 문제로 제기되었다. R, G, B 각 cell에서 방전개시전압 등이 서로 다르다는 것은, 특히 Writing 동작(Address 동작)에서 큰 문제로 된다. 어느 cell에 있어서도 확실한 Address 방전을 발생시키기 위해서 Addressing 전압을 종래 구조에서 보다 높게 설정해야 했으며, 그 결과 driver cost도 상승하게 되었다. 그러나, 초기화에 Ramp 전압 파형을 도입함으로써, 이 문제의 해결이 가능하게 되었다. Ramp 전압 파형으로 초기화 (Reset)하면, 각 cell의 방전개시전압에 상응하는 벽전압을 형성할 수 있다.

따라서, cell 폭의 차이에 의한 방전특성 차이에 관계없이 panel 내의 불균일성에 기인하는 방전전압의 편차도 흡수할 수 있게 되어 색온도 향상과 contrast ratio 향상의 두 마리 토기를 쫓을 수 있게 되었다.

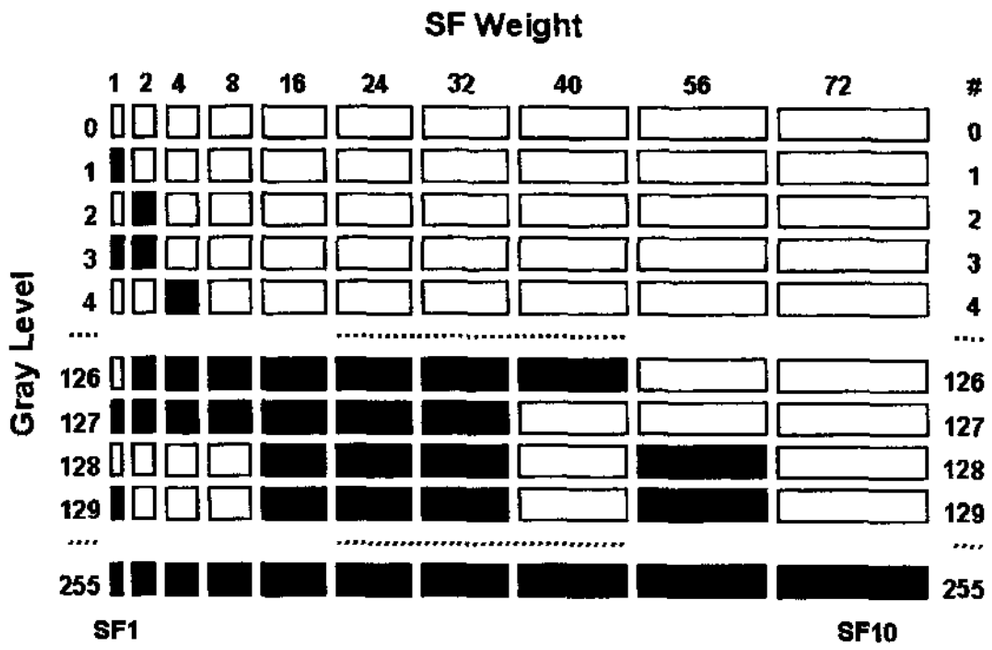
4. 동화상 화질 개선 기술

PDP와 같이 subfield법으로서 256 gray를 표현하는 구동방식에서는 관측자의 시점이 이동하는 경우 표시장치가 나타내고자 하는 화상이 왜곡되어 보이는 현상이 발생한다. 이는 발광되는 빛의 적분방향과 사람이 실제 인식하는 빛의 적분방향이 불일치하여 나타나는 것으로 알려져 있다. 따라서 고화질 화상을 구현하기 위하여 동화상의 의사윤곽을 최소화하기 위한 연구가 활발히 진행되어 왔으며, 현재에는 거의 해결단계에 있다고 할 수 있다.

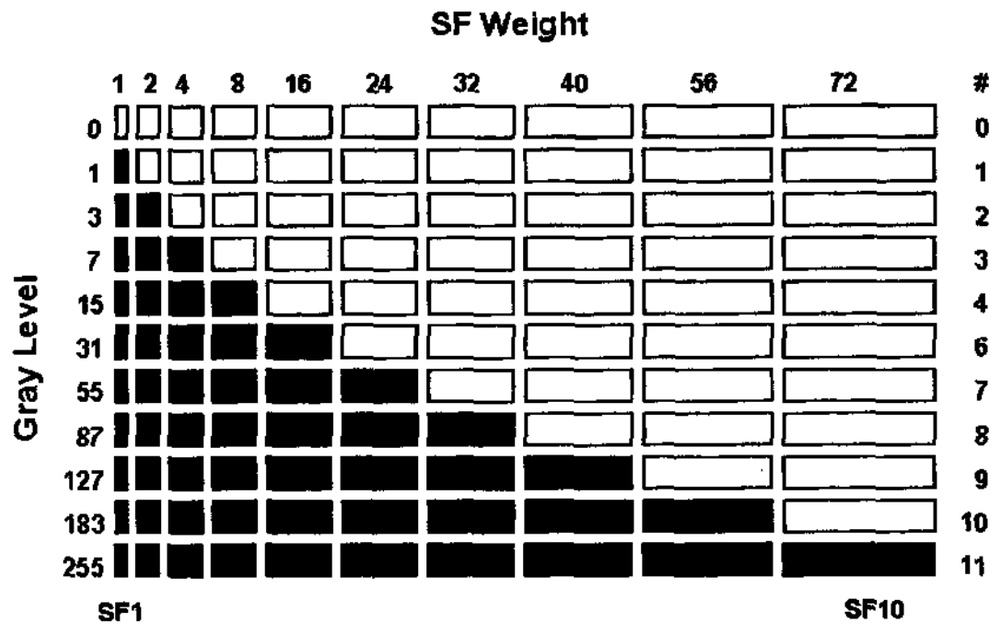
지금까지 제안되어 온 의사윤곽 해결방안은 다음과 같다.

1. 발광 패턴의 시간적, 공간적 불균일성을 최소화하는 방법으로서
   (a) Field 내 발광기간을 단축하는 방법
   (b) Subfield 배열을 최적화하여 field 내에서 발광을 분산하는 방법
   (c) Subfield bit를 분할하는 방법
2. False Contour가 눈에 현져하지 않도록 분산시키는 방법으로서
   (a) 오차확산법을 이용해서 혼란을 분산시키는 방법
   (b) Bit 표시가 긴 것을 이용하여 혼란을 시·공간 3차원적으로 분산시키는 방법 (128+64→48×4로 할 경우 4개의 48 level이 있는 것을 이용하여 위치나 field 내 이동 등으로 3차원적으로 분산시킨다.)
3. 원래화상과 표시화상의 발광강도를 같도록 하는 방법으로서
   (a) Positive 혹은 Negative의 등화 pulse를 인가하는 방법(계조혼란은 미리 예측이 가능하므로 어두우면 원신호에 보정용 발광으로 보강하는 등)
   (b) 화상의 움직임에 따라서 weight를 실은 등화 pulse를 인가하는 방법(화상 이동 속도와 방향에 대응하여 보정을 행하면 화질은 더욱 개선됨)

등이 있다. 이 중 가장 대표적인 의사 윤곽 해결법으로는 subfield bit를 분할하여 subfield 수를 증가시키는 방법이라 할 수 있다. 그러나 subfield 수가 늘어날수록 address 기간이 증가하고 상대적으로 sustain 구간이 줄어듦으로써 휘도 저하를 초래하게 된다. 그러므로 subfield 수를 최소화하여 적절히 배치하면서 의사 윤곽을 최소화하고자 하는 방법들이 모색되었다. 그 중의 한 예가 〈그림 5(b)〉와 같은 방법이라 할 수 있다. 〈그림 5(a)〉는 기존의 subfield bit를 분할하여 10개의 subfield로서 256 gray를 구현한 예이다. 이 경우 gray scale에 따른 시간적으로 비선형적인 발광에 의해 의사윤곽을 만들게 된다. 그러나, 〈그림 5(b)〉의 경우는 gray scale을 줄이면서 선형적인 subfield sequence를 구현함으로써 의사윤곽을 줄인것으로 보고되고 있으며, 이 때 gray scale의 부족분을 메꾸기 위해서 오차확산 기술이 이용된 것으로 알려져 있다.[6]



(a) Traditional gray-scale weighting algorithm



(b) Linearly weighted subfield sequence

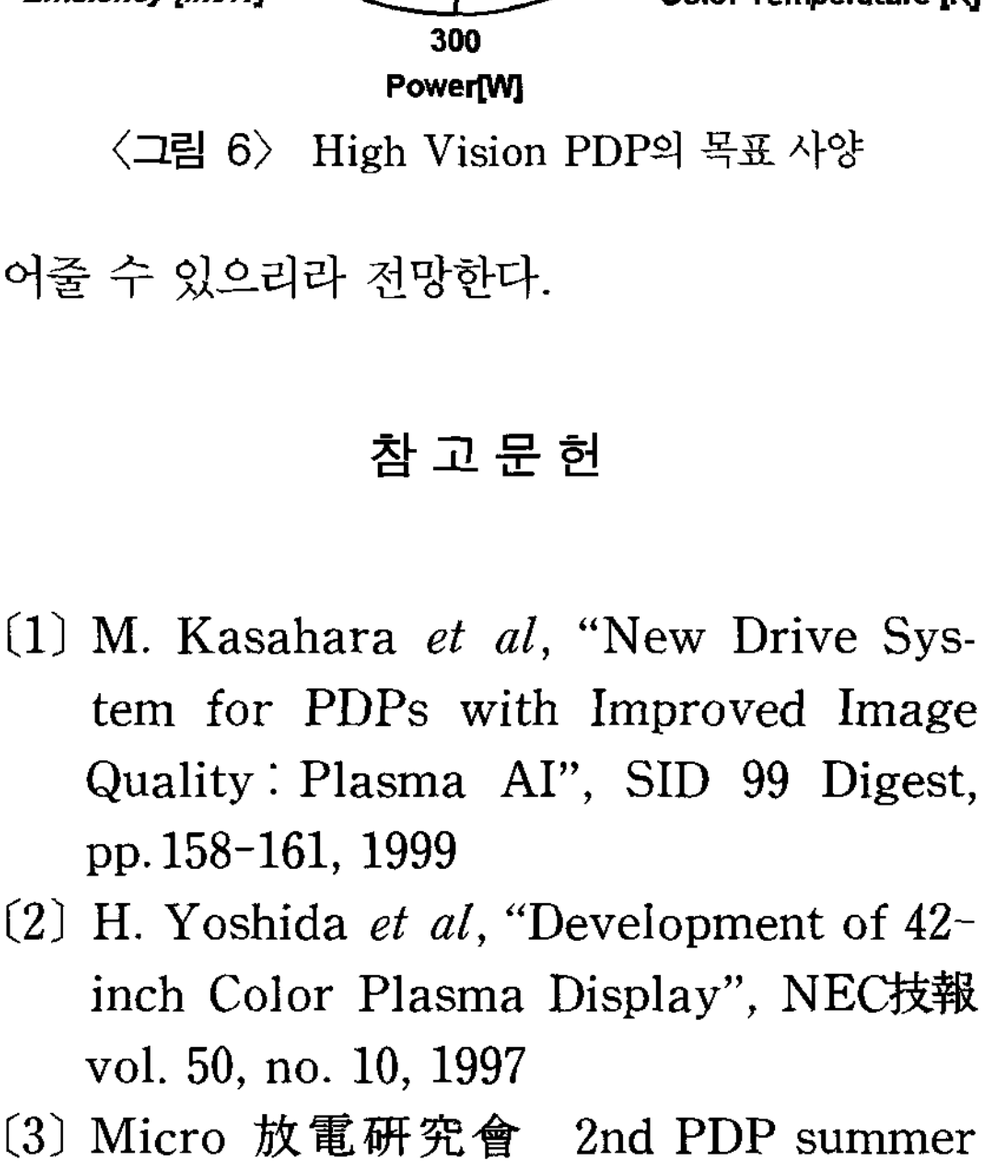
〈그림 5〉 의사윤곽 감소를 위한 subfield sequence의 예

Ⅲ. 향후 전망

PDP의 화질은 초기 개발 단계에 비해 비약적인 성장을 거두어 현재 차세대 HDTV급 대화면 디스플레이 소자의 대표 주자로서 큰 가능성을 비치고 있다. 또한, 현재 HDTV급으로 개발된 60-inch PDP에 대한 대중의 반응은 매우 긍정적으로 화질의 측면에서는 현재의 기술단계가 소비자들이 요구하는 필요수준까지 거의 다달았음을 암시해 주고 있다.

그러나, 실제로 PDP가 대형 디스플레이 소자로서 CRT HDTV나 Projection TV와의 경쟁에서 시장 경쟁력을 갖추기 위해서는 현재보다 한 단계 더 개선된 화질과 함께 고효율, 저가격화 등의 목표를 달성해야만 할 것이다.

〈그림 6〉은 High vision TV급으로서 요구되는 PDP 화질 및 그 외 목표 사양을 나타내고 있다. 앞서 언급하였듯이 ramp 파형과 비대칭 셀의 도입으로 인해 화질의 지표가 되는 color purity와 암실 contrast ratio는 어느 정도 목표치에 다다랐음을 알 수 있지만, 명실 contrast나 brightness는 목표치에 조금 못 미치는 단계에 있다. 그러나, 현재 국내외적으로 많은 투자와 함께 연구개발이 활발히 진행되고 있기 때문에 곧 목표치를 달성할 수 있을 뿐만 아니라, 그 결과로 인해 PDP가 국내 산업에 있어서 반도체나 LCD를 이어 또 하나의 황금알을 낳는 거위가 되어줄 수 있으리라 전망한다.



〈그림 6〉 High Vision PDP의 목표 사양

참 고 문 헌

〔1〕 M. Kasahara *et al*, "New Drive System for PDPs with Improved Image Quality : Plasma AI", SID 99 Digest, pp.158-161, 1999

〔2〕 H. Yoshida *et al*, "Development of 42-inch Color Plasma Display", NEC技報 vol. 50, no. 10, 1997

〔3〕 Micro 放電研究會 2nd PDP summer school Text, Japan, 2000

〔4〕 모리시타 요이찌(Matsushita 전기), "교류

형 플라즈마 디스플레이 패널의 구동방법" 대한민국특허청 출원번호 10-2000-0002875

〔5〕 플라즈마기술센터, "플라즈마 디스플레이(PDP) 기술 교육 자료집, 2001

〔6〕 I. Kawahara *et al*, "Dynamic Gray-scale Control to Reduce Notion-Picture Disturbance for High-Resolution PDPs", SID 99 Digest, pp.166-169, 1999