

$^{60}\text{Co}-\gamma$ 선조임에 의한 CMOS카메라의 암화상특성변화연구

하은경, 고병춘

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《우리는 과학기술분야에서 이룩한 성과에 만족하지 말고 나라의 과학기술을 새로운 높은 단계으로 발전시키기 위하여 적극 투쟁하여야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제11권 133페이지)

CMOS카메라는 CCD카메라에 비하여 소비전력이 훨씬 작고 그 구조와 동작이 비교적 간단하므로 점차 그 리용범위가 넓어지고있으며 그에 따라 이 카메라의 방사선조임특성에 대한 연구[1-3]도 활발히 진행되고있다.

본문에서는 방사선조임환경에서 리용되는 CMOS카메라들의 화질변화특성을 밝히기 위하여 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 선조임에 따르는 암화상의 특성변화에 대한 분석을 진행하였다.

1. γ 선조임 및 암화상분석방법

방사선조임시험에 리용한 CMOS카메라들의 기술적특성값들은 표와 같다.

표. CMOS카메라들의 기술적특성값

카메라	화소수	화소크기	특성길이
DOLBY	4 032×2 272	5.8×5.8 μm^2	0.18 μm^2
LEGRIA	960×240	7×7 μm^2	0.5 μm^2

방사선조임은 CMOS카메라들의 전원을 분리한 상태에서 방사능이 18.5·10¹²Bq 인 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 선원천(평균에너지 1.25MeV)에서 나오는 γ 량자들이 카메라를 투과하여 화상수감부에 수직입사하도록 진행하였다.

화질변화는 25°C의 온도에서 γ 선조임에 따르는 CMOS카메라 암화상에 형성된 열화소들의 세기분포와 평균밝기에 의하여 평가하였다.

전체 화소수가 N 개인 카메라 암화상의 평균밝기 V_{mD} 는 i 번째 화소의 신호세기가 V_{iD} 일 때 다음과 같이 정의된다.

$$V_{mD} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V_{iD}$$

일반적으로 화소의 신호세기는 흑색으로부터 백색까지의 빛들에 의하여 형성되는 출구신호로서 0~255의 용근수로 표시된다. 암화상의 평균밝기는 리상적인 경우에는 령이지만 실제적인 경우에는 온도와 불순물포획중심 등 여러가지 원인으로 형성된 전자들이 화소내부에 존재하므로 일정한 크기를 가지게 된다.

일정한 크기의 선량으로 조임받은 카메라들에서 얻은 암화상들의 열화소형성특성은 MATLAB R2015a의 화상처리함수들을 리용하여 평가하였다.

2. 암화상에서 γ 선조임에 의한 열화소형성특성

CMOS카메라의 화상수감부에서 매개 화소는 입사빛이 만드는 전자들에 의하여 해당하는 화상정보를 형성하는 빛2극소자와 화소의 선택 및 재설정에 리용되는 3극소자들 그리고 신호증폭요소들을 포함하고있는 독립적인 능동요소이다.

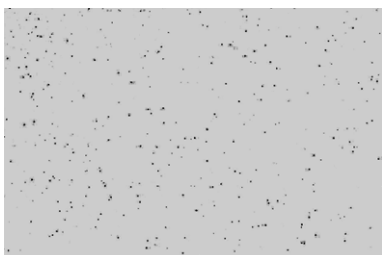


그림 1. 720Gy(Si)의 γ 선조임을 받은 CMOS카메라(DOLBY)에서 암화상의 흑백반전화상

720Gy(Si)의 γ 선조임을 받은 CMOS카메라(DOLBY)에서 암화상의 흑백반전화상은 그림 1과 같다.

그림 1에서와 같이 CMOS카메라의 암화상에는 γ 선조임에 의하여 여러가지 신호세기를 가지는 열화소들이 형성되면서 화질이 낮아지게 된다.

2종의 CMOS카메라 암화상들에 형성된 γ 선조임선량에 따르는 열화소들의 세기분포는 그림 2와 같다.

그림 2에서 I_p 는 화소세기이고 n 은 해당하는 세기를 가지는 화소수이다. 그림 2에서 보는바와 같이 CMOS카메라에서 γ 선조임선량이 증가함에 따라 열화소들의 신호세기분포는 오른쪽으로 이동하면서 봉우리의 높이는 낮아지고 너비는 더 넓어진다는것을 알수 있다. 또한 화상수감부 1개 화소의 기하학적크기가 클수록 열화소세기분포의 변화가 더 크게 나타난다는것도 알수 있다.

^{60}Co - γ 선조임을 받은 CMOS카메라들에서 화상수감부들의 흡수선량에 따르는 암화상의 평균밝기변화는 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는바와 같이 CMOS카메라 화상수감부에서 화소들의 기하학적크기가 클수록 γ 선조임선량에 따르는 암화상의 평균밝기가 더 빨리 증가한다는것을 알수 있다.

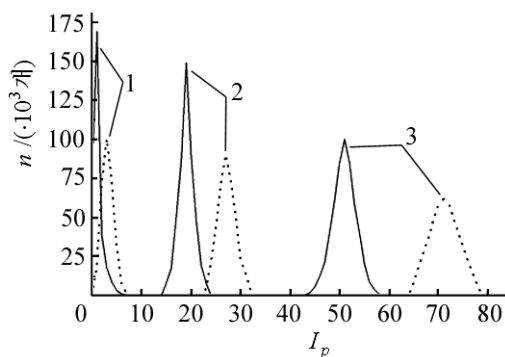


그림 2. 2종의 CMOS카메라 암화상들에 형성된 γ 선조임선량에 따르는 열화소들의 세기분포
실선-DOLBY, 점선-LEGRIA,
1-3은 Si에서 조임선량이 각각
0, 720, 1 440Gy인 경우

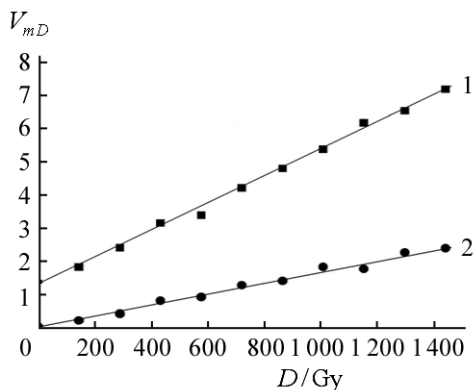


그림 3. ^{60}Co - γ 선조임을 받은 CMOS카메라들에서 화상수감부들의 흡수선량에 따르는 암화상의 평균밝기변화
1-LEGRIA, 2-DOLBY

^{60}Co - γ 선조임을 받은 CMOS카메라 암화상에서 열화소들의 형성은 구소반도체빛2극

소자 윗표면의 SiO_2 층속에 이온화효과에 의하여 만들어지는 양이온들의 작용으로 설명된다.[3] 이 양이온들은 빛2극소자의 pn이음속에 γ 선과 규소와의 호상작용으로 만들어진 콤프톤전자들을 끌롱끌힘에 의하여 포획하게 된다. γ 선조임선량의 증가에 따라 열화소수가 많아지는것은 이러한 양이온들이 더욱 많아지며 여기에 규소결정속에서 γ 선의 변위호상작용에 의하여 형성되는 결함복합체(A-중심과 E-중심, 쌍빈살창점 등)들의 효과도 첨부되기때문이다.

암화상의 평균밝기가 조임선량증가에 따라 증가하며 그 증가속도가 화소의 기하학적크기가 클수록 더 빨라지는것은 화소의 빛2극소자에서 산화물층과 Si- SiO_2 경계층의 양전하수가 더 많아지는것으로 설명된다.

맺 는 말

- 1) CMOS카메라 암화상들에서 γ 선조임선량에 따르는 열화소세기분포와 평균밝기의 변화특성을 고찰하였다.
- 2) γ 선조임에 의하여 나타나는 CMOS카메라 암화상의 화질변화물림새를 밝혔다.

참 고 문 헌

- [1] Wang Zujun et al.; IEEE Trans. Nucl. Sci., 62, 2, 527, 2015.
- [2] G. R. Hopkinson; IEEE Trans. Nucl. Sci., 47, 6, 248, 2000.
- [3] 黄美玲 等; 科学技术与工程, 7, 2, 249, 2007.

주체109(2020)년 12월 5일 원고접수

On the Dark Image Characteristics Changes of CMOS Camera by ^{60}Co γ -Ray Irradiation

Ha Un Gyong, Ko Pyong Chun

We considered the heat pixel intensity distribution and the change characteristics of the mean brightness in the dark image of CMOS camera according to γ -ray irradiation dose, and the image quality change mechanism of the dark image due to γ -ray irradiation in CMOS cameras.

Keywords: CMOS camera, γ -ray irradiation, dark image