

컴퓨터 시뮬레이션을 통한 고 스위칭 감도를 갖는
반사형 자기광학 공간 광 변조기의 드라이브 라인 형상 설계

경상대학교 전자재료공학과, 박재혁*, 조재경
Gyeongsang National University, J. H. PARK*, J. K. CHO

1. 서론

공간 광 변조기는 2차원적인 화소 배열을 이용하여 빛을 공간적으로 변조하는 소자이다. 공간 광 변조기는 정보를 고속으로 병렬 처리할 수 있다는 장점 때문에 광 상관기, 광 컴퓨터, 프로젝션 TV, 빔 프로젝터, 홀로그래피 메모리의 핵심 소자로 지난 50년간 활발히 연구 개발되어왔다. 공간 광 변조기에는 여러 가지가 있으나 이중 자기광학 공간 광 변조기는 화소의 스위칭 속도가 빠르고, 견고하고, 내방사능성이 크고, 비휘발성이라는 장점이 있어 주로 우주 항공용의 MROC(Miniature Ruggedized Optica Correlator)[1, 2]등에 사용되어 왔다.

현재 사용되고 있는 자기광학 공간 광 변조기는 1990년대 초에 개발된 R-MOSLM (Reflective Magneto-Optic Spatial Light Modulator)으로 자기적으로 분리된 2차원적인 직사각형의 자기광학 화소 어레이 위에 격자상의 X, Y 금속막(드라이브 라인)을 입히고, 드라이브 라인에 전류를 흘려 발생하는 자기장을 이용하여 X, Y 드라이브 라인이 교차하는 위치에 있는 화소의 자화의 방향만을 반전시킴으로써 정보를 입력하고, 자기광학 효과를 이용하여 정보를 읽으며, 자기광학 효과의 비가역성을 이용한 반사형이다[3]. 이 소자는 한 변이 22 μm 인 화소와 2 μm 의 화소간 갭으로 이루어져 있으며, 화소의 자화 스위칭에 요구되는 드라이브 라인의 전류를 감소시키기 위하여 드라이브 라인의 폭을 화소 중앙에서 1.6 μm 으로 좁히고, 화소 중앙에 홈을 파서 드라이브 라인을 묻는 구조(Fig. 2 (a))를 가지고 있으나, 화소 스위칭을 위한 X, Y드라이브 라인 각각의 전류는 200mA, 70mA 정도로 높아, 자기광학 공간 광 변조기의 최대의 단점인 화소 스위칭 감도가 높다는 문제점을 해결하지는 못했다.

본 논문에서는 고 스위칭 감도를 갖는 자기광학 공간 광 변조기의 설계를 목적으로, 드라이브 라인 전류에 따른 자기장을 컴퓨터 시뮬레이션하여, 드라이브 라인의 최적 형상을 설계하고, 연자성 박막에 의해 드라이브 라인의 자기장을 증대시킴으로써, 기존의 드라이브 라인보다 화소 스위칭 감도가 3배 크고, 제조 공정이 단순한 반사형 자기광학 공간 광 변조기의 드라이브 라인의 형상을 제시한다

2. 설계한 드라이브 라인의 형상

본 연구에서 고안한 드라이브 라인은 Fig.1과 같이 X, Y 드라이브 라인 공히 화소의 중앙 부분에 해당하는 위치에 쉘기 모양의 만입을 가지고 있는 것이 특징이며, Y 도선막은 화소의 표면과 밀착되어 있고, 그 위에 절연막, X 도선막, 절연막, 최상층부에 연자성막이 적층된 구조를 가지고 있다.

컴퓨터 시뮬레이션은 유한요소법에 기반한 Ansoft사의 3D Maxwell Electromagnetic Field Simulator를 이용하여 수행하였다. 드라이브 라인의 재질은 Al으로, 연자성 층은 Fe로 가정하였다. 에너지 오차는 1.96%이었다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig.2 (a)에 기존의 X, Y 드라이브라인에 150mA, 50mA를 흘렸을 때, Fig.2 (b)에 본 연구의 X, Y 드라이브 라인에 40mA, 30mA를 흘렸을 때, Y 드라이브 라인 하단에서 0.1 μm 떨어진 평면에서 얻어지는 자기장의 수직성분 H_z 의 지도를 나타내었다. 그림에서 겹게 보이는 부분이 H_z 가 큰 부분으로 본 연구의 드라이브 라인은 기존의 것보

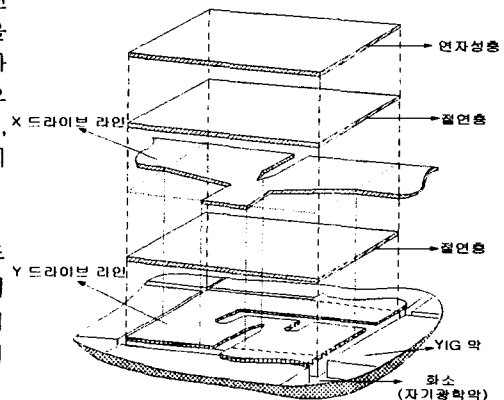


Fig. 1 Schematic of new drive lines on a pixel

다 약 3배 작은 전류로도 동일한 H_z 가 얻어짐을 알 수 있다. 또한 기존의 드라이브 라인은 그림과 같이 극성이 서로 다른 강한 수직 자기장이 인접한 두 위치에서 얻어지는 반면, 본 연구의 드라이브 라인은 하나의 극성을 갖는 강한 수직 자기장이 한 위치(X, Y 드라이브 라인의 만입이 교차하는 위치)에서만 얻어져 화소의 자화 반전을 효율적으로 달성할 수 있다는 장점이 있다.

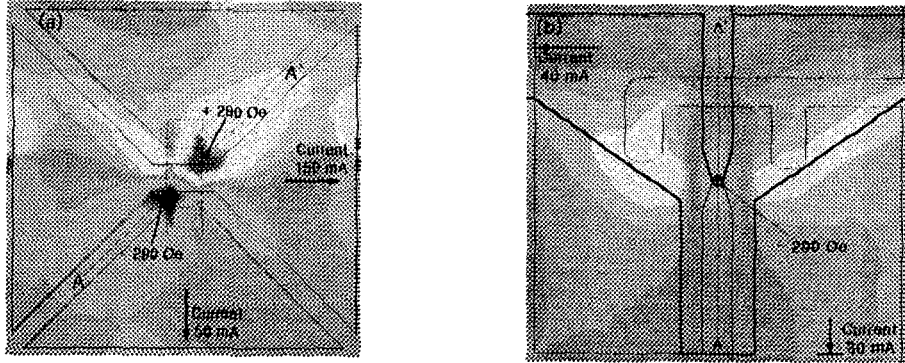


Fig.2 Maps of perpendicular magnetic field H_z for (a) conventional drive lines and (b) new drive lines

Fig.3은 Fig.2에 표시한 직선 A-A' 선상에서의 H_z 를 나타낸다. (a)는 기존의 드라이브 라인, (b)는 본 연구의 드라이브 라인, (c)는 본 연구의 드라이브 라인 위에 연자성막이 존재할 때를 나타내었다. 그림에서 보듯이, 기존의 드라이브 라인은 극성이 서로 다른 H_z 가 얻어 지는 반면, 본 연구의 드라이브 라인은 동일한 극성을 갖는 H_z 가 얻어 지며, 연자성막을 도입함으로써 H_z 가 약 40 Oe 증가하는 것을 알 수 있다.

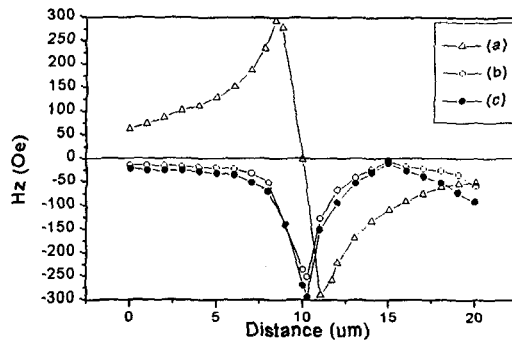


Fig. 3 Perpendicular magnetic field H_z across the line A-A' in Fig.2 for (a) conventional drive lines, (b) new drive lines, and (c) new drive lines with a soft magnetic layer

아울러, 본 연구에서는 Y 드라이브 라인이 가능한 넓은 영역의 화소의 표면을 덮고, Y 드라이브 라인에 의해서 덮여지지 않은 영역도 그 대부분을 X 드라이브 라인이 덮도록 설계하여, 반사광의 효율을 높였다.

4. 결론

자기광학 공간 광 변조기의 화소의 자화를 반전시키기 위하여 사용하는 드라이브 라인의 형상을 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 설계하고, 연자성막을 도입함으로써 화소 반전에 필요한 최소 전류를 기존의 드라이브 라인에 비해 약 3배 감소시킬 수 있었으며, 화소를 덮는 반사막(드라이브 라인)의 면적을 크게 하여 광 효율을 증가시키고, 제조 공정을 대폭 단순화시킬 수 있는 드라이브 라인의 형상을 제시했다.

5. 참고문헌

- [1] Ross, W.E. et.al., SPIE Proceeding, Vol.1959, 222-229 (1993)
- [2] David T.Carrot, Gary Malleley, SPIE Proceeding, Vol.3386, (1998)
- [3] J.Cho, S.Santhanam, T.Lee, K.Mountfield, and J.Lucas, J. Appl. Phys. 76(3), 1910 (1994).