

자화 벡터 분포를 고려한 CPM의 3차원 자계 분포 해석 및 설계

論 文

51B-10-1

Analysis of 3-Dimensional Magnetic Field Distribution in CPM Considering Magnetization Vector Distribution and Design of CPM

李喆圭* · 權丙一** · 朴勝燦*** · 禹炅一§

(Chul-Kyu Lee · Byung-Il Kwon · Seung-Chan Park · Kyung-Il Woo)

Abstract - This paper is about the analysis of 3-dimensional magnetic field distribution in CPM(Convergence Purity Magnet) considering magnetization vector and the optimum design of CPM. The magnetization vector of CPM is obtained using 2-dimensional magnetization FEA(Finite Element Analysis) coupled with Priesach model. Using this magnetization vector of CPM, we analysed the 2-dimensional and 3-dimensional magnetostatic field of CPM and know that these analysis results are not equal. From experimental result, we know that the 3-dimensional analysis is accurate because the magnetic field distribution in CPM cannot be considered correctly by 2-dimensional analysis because of the shape of CPM. Finally, the optimum designing of CPM which control accurately the electron beam deflection in CRT(Cathode Ray Tube) was possible using 3-dimensional magnetic field analysis result.

Key Words : CPM, electron beam deflection, Lorentz force equation, magnetization vector distribution, 3-dimensional magnetostatic analysis

1. 서 론

컬러 TV, 컴퓨터 모니터 등의 음극선관(Cathode Ray Tube: CRT)에는, 전자총으로부터 스크린에 주사되는 전자빔의 운동을 미세 조절하여 화질을 선명하게 해주는, 링 형태의 영구자석인 CPM(Convergence Purity Magnet)이 사용되고 있다. CPM의 종류는 2극, 4극, 6극 CPM이 있으며, CRT에 3종류의 CPM이 각각 한 쌍씩 6개가 조합되어 전자총의 입구에 위치한다. 각 마그네트에서 발생하는 자계에 의해 마그네트 내측을 지나는 전자빔은 힘을 받아 운동방향이 미세 조절된다[1]. 이러한 역할을 하는 CPM은 이제까지는 시행착오법에 의해 설계가 이루어졌으나 제조원가의 절감 및 생산성 향상을 위하여 전자빔 운동 해석을 통한 최적설계의 필요성이 제기되었다.

전자빔의 운동해석을 위해서는 우선 CPM에 의해 발생하는 자계 분포를 정확히 구하여야한다. 그러나 본 논문에서 해석하려는 CPM은 링 형태로서, 그 형태로 인하여 기존의 2차원 유한요소해석으로 자계분포를 구하는 것이 정확하지 않을 수 있으며 3차원 유한요소해석이 필요하다. 그러나, CPM의 2차원 유한요소 해석의 부정확성과 3차원 유한요소 해석 결과에 대해 쓰여진 자료는 없는 실정이다.

따라서, 본 논문에서는 자화 벡터 분포를 고려한 CPM의

3차원 자계 분포 해석과 설계를 함에 있어, 우선 CPM의 2차원 정자계 유한요소해석과 3차원 정자계 유한요소해석을 하고 실험결과와 비교를 통하여 2차원 해석을 통해 구한 CPM의 자계 분포 오차를 설명한다. 그리고 3차원 해석을 통해 얻은 CPM의 자계 분포의 정확성을 실험결과와 비교하여 검증한 후 3차원 해석을 통해 구한 자계 분포를 사용하여 전자빔의 운동을 해석한다. 각 해석에서 사용한 CPM의 착자량과 착자 방향을 나타내는 자화벡터 분포는 자성재료의 히스테리시스 현상 및 비선형 특성을 나타내는 프라이자흐 모델과 유한요소 착자해석을 통하여 구한바 있다[2-4]. 프라이자흐 모델은 자성체가 가지고 있는 히스테리시스 현상과 비선형성을 표현할 수 있는 방법으로 가장 안정적이고 정확하다고 평가 받고 있는 모델이다[5-9].

전자빔의 운동의 계산에서는 3차원 정자계 유한요소해석을 통해 구한 CPM의 자계 분포와 로렌츠 힘의 법칙을 이용한다. 그리고 이 힘을 이용하여 전자빔이 스크린에 도달할 때의 위치변화량을 계산하며, 이를 응용하여 CPM의 최적설계 방안을 제시하고자 한다.

2. CPM의 2차원과 3차원 정자계 해석

2.1 해석모델

해석하고자하는 CPM의 형상은 그림1의 (a)와 같다. 그림 1의 (a)는 손잡이가 달린 링 형태의 CPM이 2극, 4극, 6극 종류대로 각각 두 개씩 쌍을 이루어 CRT부품에 조립되어 있는 모습이다. 손잡이 부분도 같은 자성재료로서 미약하게 착자가 이루어지지만, 착자과정 해석 결과로부터 무시가능한 양이

* 正 會 員 : 漢陽大 電子電氣制御計測工學科 博士課程

** 正 會 員 : 漢陽大 電氣工學科 教授 · 工博

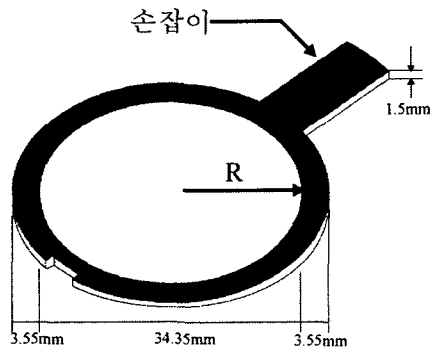
*** 正 會 員 : 東洋大 시스템制御工學部 專任講師 · 工博

§ 正 會 員 : 釜慶大 電氣制御計測工學部 專任講師 · 工博

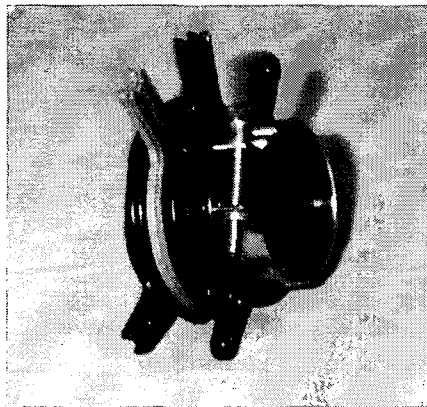
接受日字 : 2001年 11月 9日

最終完了 : 2002年 7月 20日

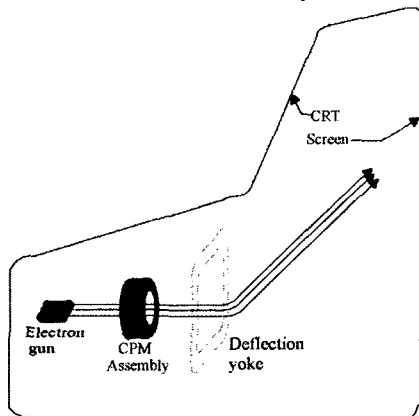
됨을 알 수 있어 3차원 자계 해석에서는 이 영역을 무시한다. 그림1 (b)와 같이 조립된 CPM은 그림1 (c)와 같이 전자총의 앞에 위치하여 2극 CPM은 그 안을 통과하는 R(적색), G(녹색), B(청색)의 각 전자빔을 같은 방향으로 편향시키며, 4극, 6극 CPM은 R전자빔과 B전자빔에 작용하여 4극 CPM은 서로 반대방향으로 편향시키며, 6극 CPM은 서로 같은 방향으로 편향시키는 역할을 한다. 따라서, 세 극의 CPM을 이용하여 R, G, B전자빔이 스크린에 한 점에 모이게 함으로써 화질을 미세하게 조절한다[12]. 그림 2는 4극 CPM과 착자 요오크를 나타낸다.



(a) CPM의 형상



(b) CPM Assembly



(c) CRT내의 CPM

그림 1 CPM의 형상 및 CRT내의 위치
Fig. 1 The shape of CPM and it's location in CRT

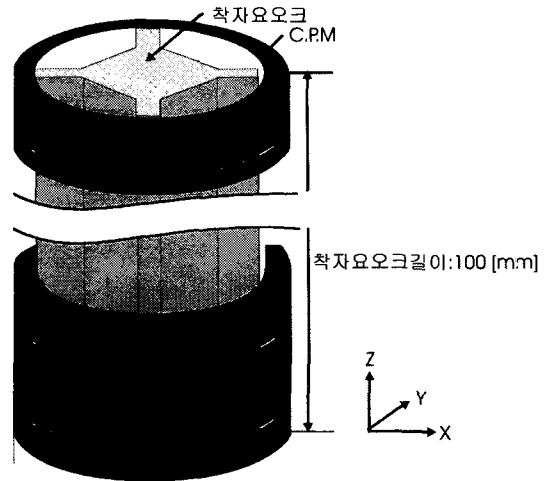


그림 2 4극 CPM 및 착자 요오크

Fig. 2 4-pole CPM and it's magnetizing yoke

2.2 자화벡터 분포를 고려한 CPM의 2차원과 3차원 정자계 해석 비교

CPM의 유한요소 착자 해석으로부터 얻은 4극 CPM의 1상한의 자화 벡터분포는 그림 3과 같다. 본 논문에서 해석한 4극 CPM의 크기는 그림1과 같이 폭 3.55mm, 두께 1.5mm인 모델이다. 그림 3과 같이 x, y 성분만의 CPM 내부의 자화 벡터 분포가 발생하는 것은 그림 2와 같이 CPM이 위치한 착자 요오크의 길이가 상당히 길기 때문에 각 극에서 나오는 자속이 z방향으로는 거의 흐르지 않고 x, y 평면에 평행하게 흐르기 때문이다.

착자된 CPM에 의한 자계 분포 해석은 2차원 해석으로는 정확히 해석할 수 없다. 왜냐하면, 착자 중에는 착자 요오크가 길기 때문에 z축 성분의 자화 벡터가 발생하지 않아 2차원 해석이 가능하나, 착자 후의 CPM만에 의한 자계는 CPM의 높이가 작기 때문에 상대편 극으로 향하는 z축 방향의 자계가 발생하는 입체적 자계 분포가 되기 때문이다.

따라서, 착자 후 CPM에 의한 정확한 정자계 해석은 2차원 유한요소 착자해석으로부터 얻은 그림 3과 같은 자화 벡터 분포를 3차원 모델에 할당함으로써 해석할 수 있다. 자화 벡터 분포를 3차원 모델에 할당하는 방법은 그림 4와 같은 3차원 CPM모델을 작은 영역으로 분할하여 각각의 분할영역에 해당하는 자화값을 할당해 주는 것이다. 이와 같이 자화 벡터량이 할당된 CPM의 3차원 모델을 정자계 유한요소해석을 함으로써 그림 5와 같이 CPM에 의한 자계 분포를 구할 수 있다.

그림 6, 7, 8은 각각 그림 3과 같은 4극 CPM 내부의 자화 벡터량을 이용하여 얻은 CPM의 2차원 유한요소 정자계 해석과 3차원 정자계 해석, 그리고 가우스 미터로 얻은 CPM 중심으로부터 7.5mm 떨어진 지점들의 자속밀도 분포를 나타낸다. 착자된 CPM의 3차원 정자계 해석 결과가 실험값과 잘 일치함을 알 수 있다. 그림에서 CPM 중심으로부터 7.5mm 떨어진 지점들의 자속밀도 분포를 나타낸 이유는 이곳이 전

자침이 지나가는 곳이기 때문이다. 그림 9는 극 단면에서의 자속의 방향을 나타낸다. 그림 9로부터 링 형태의 CPM의 3차원 정자계 해석을 통해 극 부분에서 자속의 경로가 x축, y축 방향뿐만 아니라 z축 방향으로도 존재함을 알 수 있다. 따라서 2차원 정자계 해석 시 CPM의 중심에서 7.5mm 떨어진 지점들의 자속 밀도가 실험값 보다 훨씬 크게 나오는 원인은 z축 방향으로 빠져나가는 자속을 고려하지 못하고 이 자속들이 모두 x, y평면에 평행하게 흐른다고 해석되기 때문이라는 것을 알 수 있다.

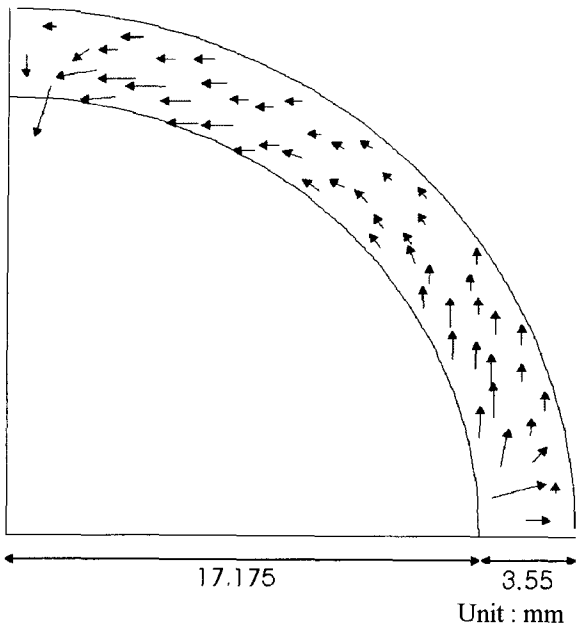


그림 3 CPM의 자화벡터의 분포
Fig. 3 Magnetization vector distribution of CPM

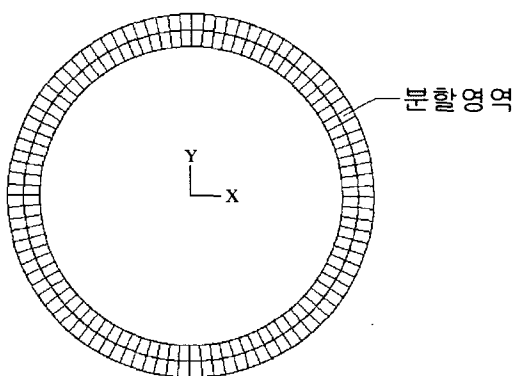


그림 4 3차원 모델에 자화벡터량을 할당하기 위한 CPM 내부 영역의 분할
Fig. 4 Divided CPM regions to assign magnetization vectors to 3-dimensional model

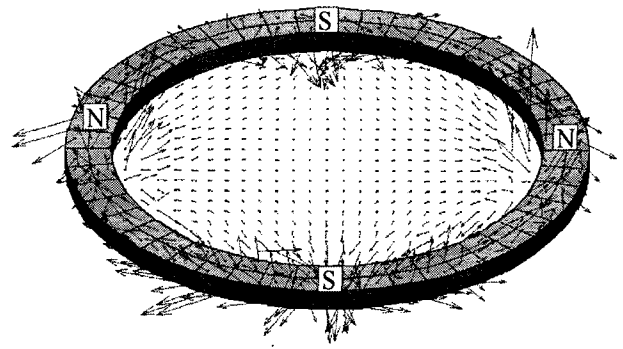


그림 5 4극 CPM의 자속밀도 벡터도
Fig. 5 Magnetic flux density vector distribution of 4-pole CPM

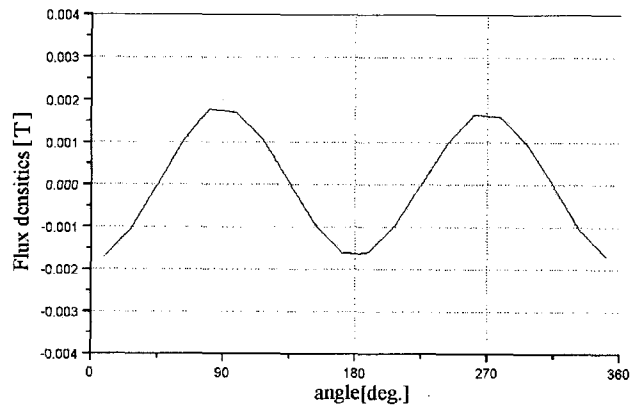


그림 6 CPM의 중심으로부터 7.5mm 떨어진 지점의 자속 밀도 분포(2차원 해석치)
Fig. 6 Flux density distribution at 7.5[mm] distance point from CPM center(2-dimensional FEA result)

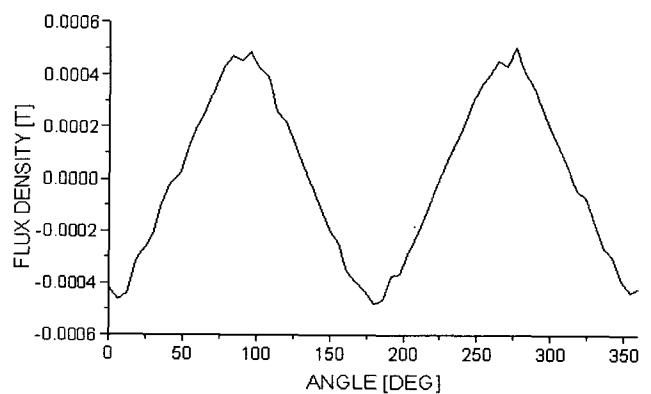


그림 7 CPM의 중심으로부터 7.5mm 떨어진 지점의 자속 밀도 분포(3차원 해석치)
Fig. 7 Flux distribution at 7.5[mm] distance point from CPM center(3-dimensional FEA result)

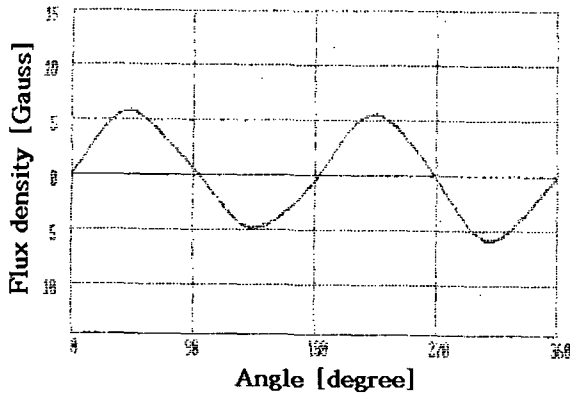


그림 8 CPM의 중심으로부터 7.5mm 떨어진 지점의 자속밀도 분포(실험치)
 Fig. 8 Flux distribution at 7.5[mm] distance point from CPM center(experimental result)

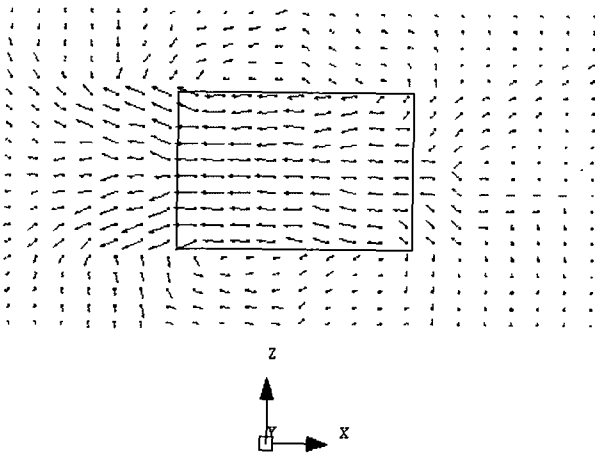


그림 9 N극 부분 단면에서의 자속방향
 Fig. 9 Magnetic flux distribution of N-pole cross section

3. CPM 설계

3.1 전자빔의 운동해석

4극 CPM에 의한 자계 분포를 3차원 정자계 해석으로부터 정확히 구할 수 있었고, 이를 이용하여 전자빔이 지나가는 부분의 자속밀도를 계산하여 CRT내부에서 전자빔이 CPM에 의해 스크린에 도달할 때까지의 위치변화를 해석할 수 있다 [13]. 그림10은 전자빔이 전자총으로부터 주사되어 4극 CPM에 의해 위치가 변화하여 스크린에 도달하는 것을 보여주며 4극 CPM에 의해 발생하는 자계의 방향을 간단히 나타내었다. 전자빔이 스크린으로 주사되는 방향을 양의 z축으로 하여 스크린 평면은 x, y평면으로 나타내어지며, 전자빔의 위치변화가 x축 방향 위치변화와 y축 방향 위치변화로 나타내어짐

을 알 수 있다. 여기서 W는 전자총에서 주사된 전자빔이 CPM에 의해 발생하는 자계 분포에 의하여 영향을 받는 길이이며 L은 CPM에 의해 발생하는 자계 분포 영역을 지나 스크린까지 도달할 때까지의 거리를 나타낸다.

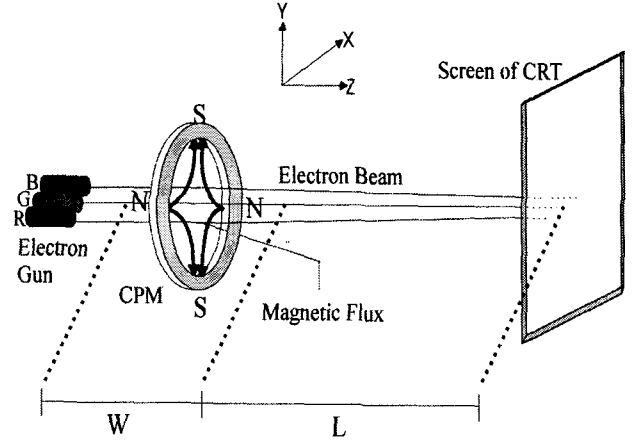


그림 10 전자빔의 운동해석
 Fig. 10 The analysis of electron beam location in screen

전자빔의 운동해석은 로렌츠의 힘의 법칙을 이용하여 해석하였으며 그림10과 같이 전자빔이 전자총에 주사되어 CPM에 의해 발생하는 자계의 영향을 받아 스크린에 도달할 때까지 생기는 위치변화를 계산한다. 위치변화 계산식은 x축 방향과 y축 방향에 대하여 각각 식(1), (2)와 같다[10].

$$dx_0 = dx_1 + dx_2 = -\frac{Q}{mv} B_y w \left(\frac{w}{2} + L \right) \quad (1)$$

여기서, Q : 전자빔의 전하량

m : 전자의 질량

v : 전자빔의 속도

B_y : CPM에 의한 자속밀도의 Y축성분

w : 전자빔의 이동경로에서 CPM에 의한 자계의 영향을 받는 길이

dx_1 : CPM 자계 분포영역에서의 X축 방향 위치변화

dx_2 : CPM 자계 분포영역에서 스크린에 도달할 때까지의 X축 방향 위치변화

L : CPM 자계 분포영역에서 스크린까지의 거리
 dx_0 : CPM에 의한 전자빔의 총 X축 방향 위치변화

$$dy_0 = dy_1 + dy_2 = \frac{Q}{mv} B_x w \left(\frac{w}{2} + L \right) \quad (2)$$

여기서, dy_1 : CPM 자계 분포영역에서의 Y축 방향 위치변화

dy_2 : CPM 자계 분포영역에서 스크린에 도달할 때까지의 Y축 방향 위치변화

dy_0 : CPM에 의한 전자빔의 총 Y축 방향 위치 변화
 B_x : CPM에 의한 자속밀도의 X축성분

위 식들에서 v 는 에너지보존의 법칙에 의해 전자총에 인가되는 전압 V 를 사용하여 식(3)과 같이 계산된다[11].

$$\frac{1}{2}mv^2 = eV$$

$$v = \sqrt{\frac{2eV}{m}} = 5.94 \times 10^5 \times \sqrt{V} \quad (3)$$

여기서, e : 전자의 전하량

V : 전자총에 인가되는 전압

위 식들을 이용하여 전자빔이 CPM의 영향을 받아 스크린에 도달 할 때까지의 x축 방향 위치변화 dx_0 와 y축 방향 위치변화 dy_0 를 구한다. 전자빔의 속도가 빛의 속도에 가까워지면 상대질량을 사용해야 하지만 본 논문에서의 전자빔의 속도는 0에서 약 $9.39 \times 10^7 [m/s]$ 사이의 값으로 상대질량을 고려하지 않아도 거의 오차가 발생하지 않았다.

그림11은 CPM의 크기와 극의 위치, 그리고 이를 통과하는 전자빔의 위치를 각각 R, G, B로 나타내었다. 그림12는 4극 CPM에 의해 발생하는 자계 분포로서 CPM의 중심평면에서 반경 10mm이내의 자계의 방향 및 분포를 나타내어 전자빔이 지나는 부분 반경 7.5mm 부근의 자계 분포를 살펴볼 수 있다. 전자빔의 운동은 그림11과 같이 4극 CPM의 극과 전자빔이 위치할 때와 CPM을 시계방향으로 45도 회전했을 경우의 두 경우를 해석하고 실험과 비교하였다.

그림13(a)는 R, G, B 전자빔이 그림11과 같이 4극 CPM 내를 통과할 경우 스크린에 도달할 때까지의 위치변화에 대하여 해석값과 실험값을 나타낸다. 전자빔은 전자총으로부터 주사되어 CPM에 의해 발생한 자계 분포 영역을 통과하고 이때 로렌츠 힘의 법칙에 따라 R 전자빔은 오른쪽 방향의 자계의 영향으로 위로, B 전자빔은 왼쪽방향의 자계의 영향으로 아래로 편향된다. G 전자빔의 위치변화가 거의 없는 것은 자계가 거의 없는 CPM의 중심을 지나기 때문에 힘을 받지 않기 때문이다. 그림13(b)는 그림11과 같은 4극 CPM을 시계방향으로 45도 회전했을 때 전자빔이 스크린에 도달할 때까지의 전자빔의 위치변화에 대하여 해석값과 실험값을 나타낸다. 이 때 전자빔의 편향방향은 4극 CPM을 시계방향으로 45도 회전하여 R 전자빔, B 전자빔 위치에서의 자계의 방향이 변화되어 R 전자빔은 아래방향의 자계의 영향으로 오른쪽으로, B 전자빔은 위 방향의 자계의 영향으로 왼쪽으로 편향된다.

그림13의 (a),(b)로부터 전자빔 운동 해석값이 실험값과 잘 일치하여 본 논문에서 사용한 해석방법이 타당함을 알 수 있으며, 해석값과 실험값의 위치변화량에 오차가 있는 것은 다음과 같은 이유가 원인이라 사료된다.

- 2차원 착자 해석에서 같은 요소내의 자화벡터는 일정하다고 가정
- 3차원 정자계 해석에서 각 영역에 자화벡터를 할당할 때의 오차

· 식(1)과 (2)에서 CPM에 의한 자속밀도에 대하여 평균자속 밀도 사용

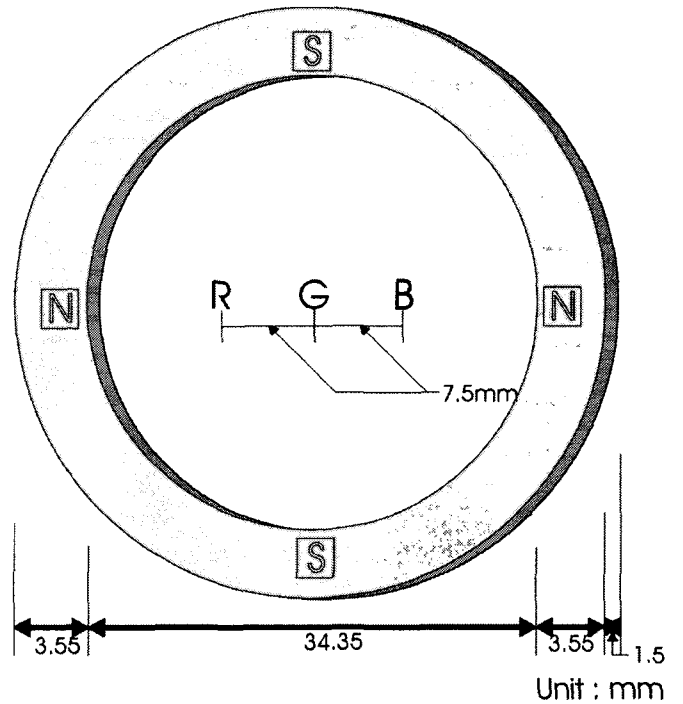


그림 11 4극 CPM의 규격과 전자빔의 위치
 Fig. 11 The dimension of 4-pole CPM and the location of electron beam

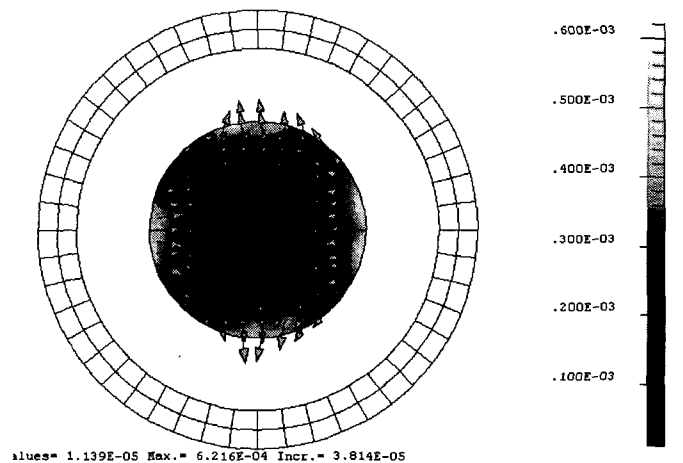
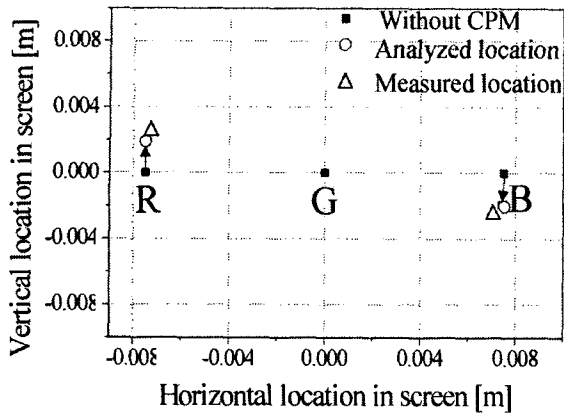
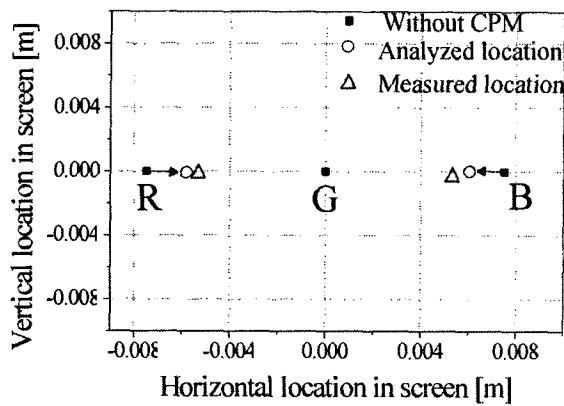


그림 12 CPM중심에서 반경 10mm 이내의 자속의 방향
 Fig. 12 Magnetic flux density vector distribution within 10[mm] distance region from CPM center



(a) 전자빔이 그림15와 같이 4극 CPM을 통과할 때의 전자빔의 위치변화



(b) 전자빔이 그림15에서 45도 시계방향으로 회전한 4극 CPM을 통과할 때의 전자빔의 위치변화

그림 13 4극 CPM에 의한 전자빔의 운동해석
Fig. 13 The change of electron beam location when electron beam reached at screen

3.2 CPM의 설계 방법

CPM에 의한 전자빔의 운동해석을 이용하여 CPM의 최적 설계 방법을 고찰하였다. CPM의 설계에서 중요한 것은 CPM의 역할에는 변화없이 CPM을 제조하는 자성재료의 양을 되도록 적게 하는 것이다.

CPM이 발생하는 자속이 크면 전자빔의 위치변화량도 커지고 그 크기는 착자기 제원과 착자 요오크가 같을 때 CPM의 두께 및 폭과 관련된다. CPM의 두께 및 폭이 증가할수록 기자력 및 자속이 증가하므로 전자빔이 지나는 부분의 자속의 양도 비례해서 증가되기 때문이다. 따라서 본 논문에서는 CPM의 최적설계에 대하여 두께와 폭에 관련하여 연구하였다. CPM은 CRT내에 조립될 때 조립될 수 있는 공간의 제한이 있기 때문에 CPM의 크기에도 제한이 있게 된다. 실제 제조되고 있는 CPM의 규격은 두께가 2mm까지이고 폭은 5mm

까지이다. 따라서, CPM해석에서 실제 CPM의 규격을 고려하여 두께 1~2mm, 폭 3~5mm인 경우에 대하여 해석하였다. 두께의 변화에 따른 전자빔의 위치변화량을 해석할 때의 폭은 그림1(a)와 같이 실제모델의 폭 3.55mm로 고정하여 해석하였으며, 폭의 변화에 따른 전자빔의 위치변화량을 해석할 때의 두께는 그림1(a)와 같이 두께 1.5mm로 고정하여 해석하였다. 표1과 그림14는 2극 CPM의 두께변화에 따른 전자빔의 위치변화량을 나타내며 표2와 그림15는 폭 변화에 따른 전자빔의 위치변화량을 나타낸다. 전자빔의 위치변화량은 R, G, B 전자빔이 서로 거의 비슷하여 대표적으로 R 전자빔에 대하여 해석한 값이다.

표 1 CPM의 두께 변화에 따른 전자빔의 위치변화량

Table 1 The electron beam deflection variation with the height of 2-pole CPM

단계	CPM두께 [mm] (CPM부피 [mm])	부피차 [mm]	전자빔의 위치변화 [mm]	위치변화차 [mm]	비고
1단계	1 (422.6)	-	6.6	-	폭은 원폭고 모델의 3.55mm로 정 부피차 및 위치변화는 바로 전 단계에서 해석한 모델과 차이임
2단계	1.2 (507.1)	84.5	8.1	1.5	
3단계	1.4 (591.6)	"	9.4	1.3	
4단계	1.6 (676.1)	"	10.8	1.4	
5단계	1.8 (760.1)	"	12.2	1.4	
6단계	2.0 (845.2)	"	13.5	1.3	

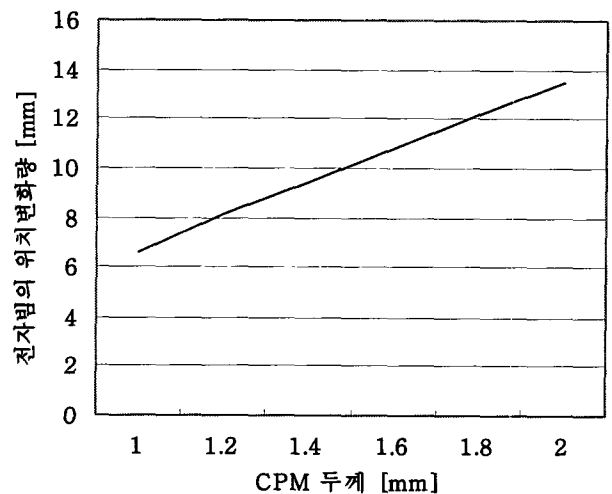


그림 14 2극 CPM의 두께변화에 따른 전자빔의 위치변화량
Fig. 14 Electron beam deflection variation with height of 2-pole CPM

표 2 2극 CPM의 폭에 따른 전자빔의 위치변화량
Table 2 The electron beam deflection variation with the width of 2-pole CPM

단계	폭(mm) (부피 [mm ³])	부피차 [mm ³]	전자빔의 위치변화 [mm]	위치변화차 [mm]	비고
1단계	3 (528.0)	-	8.7	-	두께는 원 모델의 두께 1.5mm로 고정 부피차 및 위치변화차는 바로 전 단계에서 해석한 모델과의 차이임
2단계	3.4 (604.8)	76.8	9.8	1.1	
3단계	3.8 (683.1)	78.3	10.6	0.8	
4단계	4.2 (762.9)	79.8	11.3	0.7	
5단계	4.6 (844.3)	81.4	11.9	0.6	
6단계	5 (927.1)	82.8	12.4	0.5	

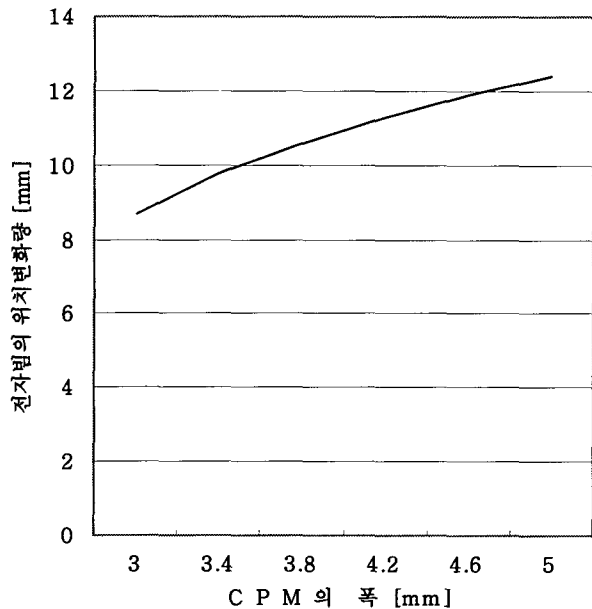


그림 15 2극 CPM의 폭 변화에 따른 전자빔의 위치변화량
Fig. 15 Electron beam deflection variation with the width of 2-pole CPM

위 결과로부터 CPM의 유사한 부피 변화에 대하여 두께 증가 시가 폭 증가 시보다 더 전자빔의 위치변화량을 증가하는데 효과적임을 알 수 있다. 그러므로 CPM의 설계 시 폭보다 두께를 파라미터로 하여 설계하는 것이 자성재료의 양을 절약하여 효과적으로 설계할 수 있는 방법이 됨을 알 수 있다. 다음은 폭 증가 시보다 두께 증가 시 더 적은 양의 자성재료의 양으로 동일한 전자빔의 위치변화를 나타내는 설계의 예이다. 그림 16은 폭과 두께를 동시에 변화시킬 때의 전자빔의 위치변화량을 살펴보기 위하여 나타낸 그래프이다. 그

림 16을 이용하여 똑같은 전자빔의 운동변화량을 나타내는 여러 가지의 CPM의 규격을 찾을 수 있으며 이중에 CPM의 부피를 최소로 하는 최적의 두께와 폭을 결정할 수 있다.

예로써 전자빔의 위치변화량이 10mm인 CPM을 설계하였다. 우선 그림 16에서 전자빔의 위치변화량 10mm를 나타내는 여러 가지 규격들을 찾는다. 그 방법은 간단하게 전자빔 위치변화량 10mm를 나타내는 x축과 나란한 직선에 해당하는 CPM의 두께와 폭을 그래프 상에서 구하면 된다. 직선 이외의 영역의 CPM의 규격은 전자빔의 위치변화량이 두께 및 폭에 거의 비례 관계에 있으므로 도시된 직선에서 보간하여 구하면 된다. 샘플링 개념으로 그림에서 도시된 직선과 전자빔의 위치변화량 10mm선과의 교점에서의 CPM의 규격과 부피를 계산해 보도록 하겠다. CPM의 부피를 계산하는 식은 식 (4)와 같다.

$$V_{CPM} = (\text{윗면의 면적} S) \times (\text{두께} t) = \pi \{ (17.175 + x)^2 - 17.175^2 \} \times t \quad (4)$$

여기서, x 는 CPM의 폭(mm)

각 교점에서의 CPM의 규격과 부피를 계산한 결과는 표3과 같다.

표 3에서 보는 바와 같이 전자빔의 운동 10mm를 나타내는 CPM의 규격 중 두께가 가장 큰 경우가 CPM의 부피는 가장 적음을 알 수 있다. 그러므로, 전자빔의 위치 10mm를 변화시키는 CPM의 모델 중 두께가 가장 크고 폭이 가장 작은 모델이 부피가 가장 작음을 알 수 있다. 즉, 두께가 가장 크고 폭이 가장 작은 모델이 자성재료의 양이 가장 적게 들어 최적의 모델이 됨을 알 수 있다. 그러나, CPM의 두께와 폭은 앞에서 설명했듯이 제조환경상 제한이 있으므로 그 제한 안에서 최적의 모델을 찾아야 한다.

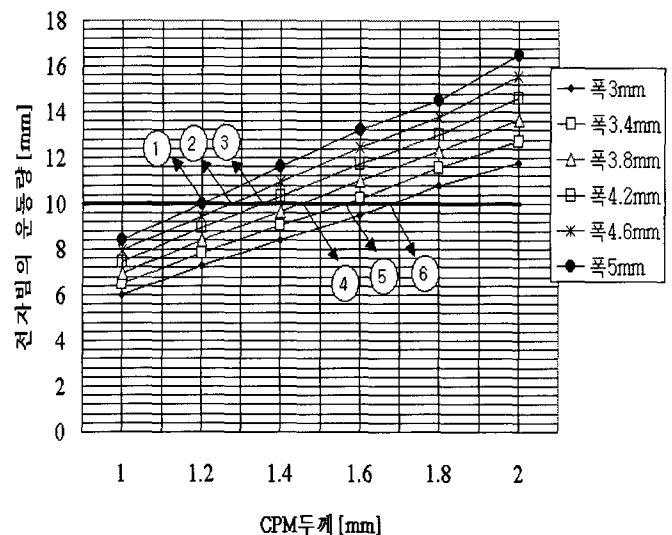


그림 16 2극 CPM의 두께와 폭 변화에 따른 전자빔의 위치변화량
Fig. 16 Electron beam deflection variation with the height and the width of 2-pole CPM

표 3 전자빔 위치변화량 10mm를 나타내는 CPM규격
 Table 3 The CPM dimension showing electron beam deflection 10mm

구분	CPM규격		CPM의 부피 [mm ³]	비고
	폭[mm]	두께[mm]		
점①의 경우	5	1.2	741.7	CPM의 내경 17.175m m
점②의 경우	4.6	1.27	714.8	
점③의 경우	4.2	1.35	686.6	
점④의 경우	3.8	1.45	660.3	
점⑤의 경우	3.4	1.55	624.9	
점⑥의 경우	3	1.67	587.8	

4. 결 론

본 논문에서는 CRT 모니터 전자빔 각도 조절용 CPM의 2차원 유한요소 착자 해석으로부터 얻은 CPM 내부의 자화 벡터분포를 사용하여 그 자화 벡터분포를 2차원과 3차원 유한요소 정자계 해석모델에 할당함으로써 전자빔이 지나는 부분의 자계 분포를 해석하였다.

해석결과로부터 2차원 정자계 해석 시에 전자빔이 지나는 근방의 자속 밀도 값이 실험치와 큰 오차를 보였으며, 그 원인은 2차원 해석에서는 입체적으로 발생하는 자속을 해석하지 못하고 평면적으로 흐르는 자속만 해석할 수 있기 때문이었다. 3차원 해석을 통해 입체적으로 발생하는 자속을 고려하여 해석함으로써 전자빔이 지나는 부분의 자계 분포를 정확히 구할 수 있었으며, 이것을 이용하여 CPM에 의한 전자빔의 운동해석도 가능할 수 있었다.

전자빔의 운동해석에서는 자계 영역을 통과하는 전하에 발생하는 힘을 설명하는 로렌츠 힘의 법칙을 이용하여, CPM으로부터 발생한 자계 분포 영역에 의해 그 속을 통과하는 전자빔에 발생하는 힘을 계산하였다. 그리고 이 힘을 이용하여 전자빔이 CPM에 의해 발생한 자계 분포 영역을 통과하여 스크린에 도달할 때까지의 위치변화량을 해석, 실험결과와 비교함으로써 운동해석 방법의 타당성을 입증하였고 이를 응용하여 CPM의 효과적인 설계방안도 고찰할 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] William H.Hayt,Jr, "Engineering electromagnetics", 5th edition, pp. 266, McGraw-Hill Book Company, 1989.
 [2] 윤태호, 권병일, 박승찬, 김태영, 이종배 "유한요소법을 이용한 CPM용 착자요오크의 과도 자계 해석", 대한전기학회 춘계합동학술대회, 40회, pp. 81-85, 1999.
 [3] 윤태호, "프라이자흐모델과 유한요소법을 이용한 Convergence Purity Magnet의 착자특성 해석", 석사학위논문, 한양대학교, 1999.
 [4] 윤태호, 권병일, 박승찬, 우경일, "프라이자흐 모델과 유한요소법을 이용한 CPM의 착자특성해석", 대한전기학회논문지, 제49권 제11호, pp. 729-736, 2000.
 [5] I.D.Mayergoz, "Hysteresis models from the Mathematical and Control Theory Points of view", J. Appl. Phys. Vol, 57, No. 1, pp. 3803-3805, April 1985.
 [6] Khoshi Okumura and Akira Kishma, "Digital simulation of Hysteretic Characteristics and its Applications", IEE Japan Transactions Part B, Vol.103, No. 7, pp. 451-458, July, 1983.
 [7] F.Ossrt, "Comparison between Various Hysteresis Models and Experimental data", IEEE Trans. on magn, Vol. 26, No. 5, pp. 2837-2839, September 1990.
 [8] Goerhy Kadar and Edward Della Torre, "Determination of the Bilinear Product Priesach Function", J. appl. phys., Vol68(3), No. 15, pp. 3001-3003, April. 1988.
 [9] D. L. Atherton, J. A. Szpunar, "A New Approach to Priesach Diagrams", IEEE Trans. on Magnetics, Vol. 22, No. 5, pp. 526-528, 1986.
 [10] David K.cheng, "Field and Wave Electromagnetics", 2nd edition, pp. 81, Ad dison-Wesley Publishing Company, 1989.
 [11] 국상훈 역, "電氣計測基礎", 동일출판사, pp. 66-70, 1995
 [12] 차서욱, 칼러 텔레비의 기초, 가남사, 1990
 [13] 이철규, 권병일, 박승찬, 윤태호 "자화벡터분포를 고려한 CPM(Convergence Prity Magnet)의 3차원 자계분포해석", 대한전기학회 추계부문학술대회, pp. 241-243, 2000.

저 자 소 개



이 철 규(李 喆 圭)

1973년 1월 4일 생. 1995년 한양대학교 전기공학과 졸업. 1999년~2001년 한양대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2001년~현재 동 대학원 전자전기제어계측공학과 박사과정
Tel : 031-409-1277, Fax : 031-409-1277
E-mail : lck6348@ihanyang.ac.kr



권 병 일(權 丙 一)

1956년 2월 1일 생. 1981년 한양대 전기공학과 졸업. 1983년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1989년 일본 동경대 대학원 졸업(공학박). 1990년 도시바(주) 시스템 소프트웨어 연구소 연구원. 1991년 한국 기계 연구소 자기 부상 열차 사업단 선임연구원. 2001년

University of Wisconsin-Madison 객원교수, 1991년~현재 한양 대학교 전자 컴퓨터 공학부 교수.

Tel : 031-400-5165, Fax : 031-406-5073

E-mail : bikwon@mail.hanyang.ac.kr



박 승 찬(朴 勝 燦)

1968년 3월 24일 생. 1990년 한양대 전기공학과 졸업. 1992년 한양대 대학원 전기공학과 졸업(석사), 1996년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 1996년~2000년 한양대학교 공학기술연구소 선임 연구원. 2000년~현재 동양대학교 시스템 제어 공학부 전임강사.

Tel : 054-630-1106

E-mail : scpark@phenix.dyu.ac.kr



우 경 일(禹 甯 一)

1969년 9월 6일 생. 1995년 한양대 전기공학과 졸업. 1997년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2001년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 2001년 수원대 전기공학과 초빙교수. 2002년~현재 부경대 전기제어계측공학부 전임강사

Tel : 051-620-1427, Fax : 051-620-1425

E-mail : cogging@pknu.ac.kr