

<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2018.18.2.73>

JIIBC 2018-2-9

## 2중 유전체층 사이의 완전도체띠 격자구조에 의한 TM 산란에 관한 연구

### A Study on TM Scattering by a Conductive Strip Grating Between a Double Dielectric Layer

윤의중\*

Uei-Joong Yoon\*

**요약** 본 논문에서는 2중 유전체층 사이의 완전도체띠 격자구조에 의한 TM(transverse magnetic) 산란 문제는 전자파 수치해석 방법으로 알려진 PMM(point matching method)를 이용하여 해석하였다. 경계조건들은 미지의 계수를 구하기 위하여 이용하였고, 산란 전자계는 Floquet 모드 함수의 급수로 전개하였고, 도체띠의 해석을 위해 완전도체 경계조건을 적용하였다. 최소값을 가지는 변곡점들의 대부분의 반사전력은 입사각 이외의 다른 방향으로 산란된다. 전반적으로, 자유공간상에서의 반사 및 투과전력을 제외하고는 2중 유전체층의 비유전율이 증가할수록 반사전력은 증가하였고, 투과전력은 상대적으로 각각 감소하였다. 본 논문의 제안된 구조에 대한 수치결과들은 기존 논문의 수치해석 결과들과 비교하여 매우 잘 일치하였다.

**Abstract** In this paper, TM(transverse magnetic) scattering problems by a conductive strip grating between a double dielectric layer are analyzed by applying the PMM(point matching method) known as a numerical method of electromagnetic field. The boundary conditions are applied to obtain the unknown field coefficients, the scattered electromagnetic fields are expanded in a series of Floquet mode functions, and the conductive boundary condition is applied to analysis of the conductive strip. The most normalized reflected powers of the sharp variations in minimum values are scattered in direction of the other angles except incident angle. Generally, in the case of numerical analysis except for reflection and transmission power in free space, as the dielectric constants of the double dielectric layer increases, the reflected power increases and the transmitted power decreases relatively, respectively. The numerical results for the presented structure of this paper having a grounded double dielectric layer are shown in good agreement compared to those of the existing papers.

**Key Words** : TE scattering, Conductive boundary condition, double dielectric layer.

## I. 서론

유전체 판상의 스트립 회절격자(strip grating)에 의한 산란문제는 광학, 필터, 레이더, 안테나 및 전자기학의 이

론 및 응용분야에서 중요시 되었고, 광학에서는 이러한 구조들은 전송회절격자로 널리 이용되어 왔으며, reflector antenna systems, wave polarizers, artificial dielectrics, side lobe suppression angular filter 등 반사

\*중신회원, 가천대학교 의용생체공학과  
접수일자 : 2017년 12월 26일, 수정완료 : 2018년 2월 24일  
게재확정일자 : 2018년 4월 6일

Received: 26 December, 2017 / Revised: 24 February, 2018

Accepted: 6 April, 2018

\*Corresponding Author: [ujyoon@gachon.ac.kr](mailto:ujyoon@gachon.ac.kr)

Dept. of Biomedical Engineering, Gachon University, Korea

나 투과 현상을 취급하기 위해서 여러 연구자들에 의해서 많은 관심을 가져왔다<sup>[1]-[10]</sup>. 격자구조에 도체띠(conductive strip)를 사용한 기본 문제로서 Richmond<sup>[2]</sup>는 자유공간상에서 스트립에 유도되는 미지의 유도전류를 FGMM(fourier galerkin moment method)을 이용하여 수치해석하였고, Mittra<sup>[3]</sup>는 자유공간상에서 저항띠를 가진 경우는 파수영역에서 SGMM(spectral galerkin moment method)을 적용하여 수치해석하였으며, Kalhor<sup>[4]</sup>는 반사를 유리하도록 유전체 접지층 위에 도체띠를 가지는 경우에 대해 PMM(point matching method)을 이용하여 수치 계산하였다. 또한 주기적인 유전체층 문제에 대해 전자기파의 산란 문제에 대해 근사화 이론을 이용하여 해석하였고<sup>[5]</sup>, 주기적인 유전체 층을 사용한 안테나용 주파수 선택 반사기를 설계한 바 있다<sup>[6]</sup>.

TE(transverse electric, H-polarized)산란 문제를 취급함에 있어, 접지 유전체층 위의 저항띠에 유도되는 전류밀도를 sine 함수와 cosine 함수로 나누어 홀수 항과 짝수 항으로 구분해서 수치해석하였고<sup>[7]</sup>, 2중 유전체층 사이의 완전도체띠 격자구조에 의한 TE산란 문제를 취급하였다<sup>[8]</sup>. TM(transverse magnetic, E-polarized)산란 문제에 대해서는 2개의 유전체층 위의 완전도체띠의 경우, FGMM을 이용하여 급속한 수렴해에 대한 문제를 취급하였으며<sup>[9]</sup>, 2중 유전체층 사이의 완전도체띠 격자구조에 대해 TM 산란 문제를 취급하였다<sup>[10]</sup>.

본 논문에서는 TM 산란 문제의 경우, 2중 유전체층 사이에 매우 얇은 완전도체띠가 주기적으로 배열되어 있을 때 PMM을 이용하여 정규화된 기하광학적 반사전력과 투과전력을 계산하고, 수치계산의 검증하기 위하여 기존 논문의 수치계산 결과와 비교하여 본 논문의 타당성을 입증하는 것이 본 논문의 목적이다.

## II. 문제 구조의 전자계 수식전개

문제의 구조는 그림 1과 같이 TM 평면파가 가장자리에 나란하게  $\phi$ 의 각도로 비스듬히 입사하고, 2중 유전체층 사이에 완전도체띠가  $y$  방향으로 무한하게 배열되어 있다. 완전도체띠의 격자는  $x-y$  평면상에 위치하고 있으며,  $x$  방향으로 주기적으로 배열되어 있다. 그림 1에서 스트립 주기(strip spacing)  $s$ , 스트립 폭  $w$ , 영역 1과 2의 비유전율(relative permittivity) 및 두께는  $\epsilon_{r1}$ ,  $\epsilon_{r2}$

[F/m] 및  $t_1$ ,  $t_2$ 이며, 단위는 파장 $[\lambda]$ 이다.

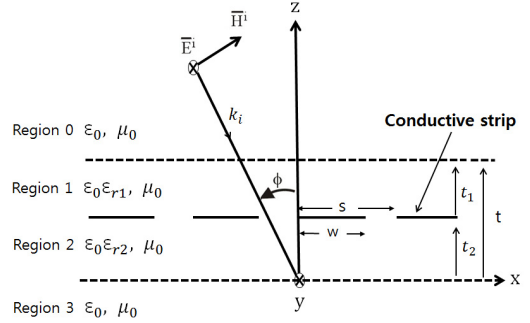


그림 1. 문제의 구조에 입사하는 TM 평면파  
Fig. 1. Geometry of the problem and incident TM plane wave

그림 1과 같은 구조에 대하여 자유공간 영역 0에 입사하는 전계  $\vec{E}^i$  및 자계  $\vec{H}^i$ 는 다음과 같이 쓸 수 있다<sup>[4]</sup>.

$$\vec{E}^i = \hat{a}_y E_0 e^{-j\beta_0 x} e^{j\gamma_0 z} \quad (1)$$

$$\vec{H}^i = \hat{a}_x \frac{E_0 \gamma_0}{\omega \mu_0} e^{-j\beta_0 x} e^{j\gamma_0 z} + \hat{a}_z \frac{E_0 \beta_0}{\omega \mu_0} e^{-j\beta_0 x} e^{j\gamma_0 z} \quad (2)$$

식 (1)과 (2)에서  $\hat{a}_x$ ,  $\hat{a}_y$  및  $\hat{a}_z$ 는  $x$ ,  $y$  및  $z$  방향의 단위벡터이며, 매질의 전파상수  $k_0 = \omega \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$ ,  $\mu_0$ 와  $\epsilon_0$ 는 자유공간의 투자율 및 유전율,  $\beta_0 = k_0 \sin \phi$ ,  $\gamma_0 = k_0 \cos \phi$ 이며,  $E_0$ 는 입사 자계의 진폭으로서 1로 정규화 하였으며, 편의상 수식전개시 생략하기로 한다.

영역 0에서 산란 전계  $\vec{E}^s$  및 자계  $\vec{H}^s$  및 는 다음과 같은 평면파(plane wave)의 합으로 표시할 수 있다<sup>[4]</sup>.

$$\vec{E}^s = \hat{a}_y \sum_{n=-N}^N A_n e^{-j\beta_n x} e^{-j\gamma_n(z-t)} \quad (3)$$

$$\vec{H}^s = -\hat{a}_x \sum_{n=-N}^N \frac{A_n \gamma_n}{\omega \mu_0} e^{-j\beta_n x} e^{-j\gamma_n(z-t)} + \hat{a}_z \sum_{n=-N}^N \frac{A_n \beta_n}{\omega \mu_0} e^{-j\beta_n x} e^{-j\gamma_n(z-t)} \quad (4)$$

식 (3)과 식 (4)에서  $A_n$ 는 구해야 할 미지의 계수이며,

$\beta_n = \beta_0 + 2\pi n/s$ ,  $\gamma_n$ 는 2가지 모드인 전파모드(propagation mode)와 감쇠모드(evanescent mode)로 표시할 수 있다<sup>[4][10]</sup>.

$$\gamma_n = \begin{cases} \sqrt{k_0^2 - \beta_n^2}, & k_0^2 > \beta_n^2 \\ -j\sqrt{\beta_n^2 - k_0^2}, & k_0^2 < \beta_n^2 \end{cases} \quad (5)$$

영역 1( $t_2 \leq z \leq t$ )과 영역 2( $0 \leq z \leq t_2$ )에서 접선성분의 전계  $\overline{E}_i^t$  및 자계  $\overline{H}_i^t$  및 는 다음과 같이 무한급수의 합으로 표현할 수 있다<sup>[10]</sup>.

$$\overline{E}_i^t = \hat{a}_y \sum_{n=-N}^N [B_{ni} e^{-j\beta_n x} e^{-j\eta_{ni} z} + C_{ni} e^{-j\beta_n x} e^{j\eta_{ni} z}] \quad (6)$$

$$\overline{H}_i^t = -\hat{a}_x \sum_{n=-N}^N \frac{\eta_{ni}}{\omega\mu_0} \{B_{ni} e^{-j\eta_{ni} z} - C_{ni} e^{j\eta_{ni} z}\} e^{-j\beta_n x} \quad (7)$$

여기서  $B_{ni}$ 와  $C_{ni}$ 는 구해야 할 미지의 계수,  $i$ 는 영역 1과 2를 의미하며,  $\eta_{ni}$ 는 다음과 같이 2가지 모드로 구분하여 표시할 수 있다<sup>[10]</sup>.

$$\eta_{ni} = \begin{cases} \sqrt{k_i^2 - \beta_n^2}, & k_i^2 \geq \beta_n^2 \\ -j\sqrt{\beta_n^2 - k_i^2}, & k_i^2 < \beta_n^2 \end{cases} \quad (8)$$

식 (8)에서  $k_i = \omega\sqrt{\mu_0\epsilon_{ri}} = k_0\sqrt{\epsilon_{ri}}$ ,  $\epsilon_{ri}$ 는 영역 1과 2의 비유전율[F/m]이며, 자유 공간상의 영역 3에서 투과하는 접선성분의 전계  $\overline{E}_3^t$  및 자계  $\overline{H}_3^t$ 는 다음과 같이 무한급수의 합으로 표현할 수 있다.

$$\overline{E}_3^t = \hat{a}_y \sum_n T_n e^{-j\beta_n x} e^{j\eta_n z} \quad (9)$$

$$\overline{H}_3^t = \hat{a}_x \sum_n \frac{T_n}{\omega\mu_0} \gamma_n e^{-j\beta_n x} e^{j\eta_n z} \quad (10)$$

식 (9)와 (10)에서  $T_n$ 은 투과계수이며, 지금까지 사용된 미지의 계수를 구하기 위해 경계조건을 적용한다. 또한

영역 2와 3의 경계면인  $z=0$ 에서 전계와 자계는 연속이어야 한다. 그리고 경계면  $z=t$ 인 영역 0과 영역 1에서 접선성분의 전계는 연속이어야 하므로 식 (1), 식 (3) 및 식 (6)을 이용하여 정리하고, 경계면  $z=t$ 에서 영역 0과 영역 1의 접선성분의 자계 성분도 연속이어야 하므로 식 (2), 식 (4) 및 식 (6)을 이용하여 정리하면  $B_{n1}$ 를  $A_n$ 의 항으로 표시할 수 있다.

$$B_{n1} = p_{n1}A_n + e^{j\eta_n t} (p_{n2}\delta_n) \quad (11)$$

$$p_{n1} = 0.5(1 + \gamma_n/\eta_{n1})e^{j\eta_{n1}t_1} \quad (12)$$

$$p_{n2} = 0.5(1 - \gamma_0/\eta_{n1})e^{j\eta_{n1}t_1} \quad (13)$$

그리고 경계면  $z=t_2$ 에서 영역 1과 영역 2의 접선성분의 전체 전계 및 자계는 연속이어야 하므로, 전계 및 자계에 대한 연속정리를 이용하여 정리하면 슬롯(slot)에서 만족하는  $A_n$ 에 관한 식을 얻는다.

$$\sum_{n=-N}^N A_n p_{n7} e^{-j\beta_n x} = -e^{-j\beta_0 x} e^{j\eta_0 t} (\delta_n p_{n8}) \quad (14)$$

,  $w < x \leq s$

$$p_{n3} = \frac{\eta_{n2} + \gamma_n}{\eta_{n2} - \gamma_n} \quad (15)$$

$$p_{n4} = \frac{e^{-j\eta_{n2}t_2} - p_{n3} e^{j\eta_{n2}t_2}}{e^{-j\eta_{n2}t_2} + p_{n3} e^{j\eta_{n2}t_2}} \quad (16)$$

$$p_{n5} = \eta_{n2} p_{n4} - \eta_{n1} \quad (17)$$

$$p_{n6} = \eta_{n2} p_{n4} + \eta_{n1} \quad (18)$$

$$p_{n7} = p_{n2}(p_{n5} - p_{n6}e^{-j2\eta_{n1}t_1}) + p_{n6}e^{-j\eta_{n1}t_1} \quad (19)$$

$$p_{n8} = p_{n3}(p_{n5} - p_{n6}e^{-j2\eta_{n1}t_1}) + p_{n6}e^{-j\eta_{n1}t_1} \quad (20)$$

식 (14)에서  $\delta_n$ 은  $n=0$ 일때는 1이고,  $n \neq 0$ 일때는 0인 Kronecker delta 함수를 의미한다. 또한 경계면  $z=t_2$ 인

완전도체띠에서 전계는 사라져야 하므로 완전도체 경계 조건(conductive boundary condition)을 식 (6)에 적용하면 도체띠(strip) 구간에서 만족하는  $A_n$  에 관한 식을 얻을 수 있다.

$$\sum_{n=-N}^N A_n p_{n9} e^{-j\beta_n x} = -e^{-j\beta_0 x} e^{j\gamma_0 t} (\delta_n p_{n10}) \quad (21)$$

$$, 0 \leq x \leq w$$

$$p_{n9} = p_{n2}(1 - e^{-j2\eta_{n1}t_1}) + e^{-j\eta_{n1}t_1} \quad (22)$$

$$p_{n10} = p_{n3}(1 - e^{-j2\eta_{n1}t_1}) + e^{-j\eta_{n1}t_1} \quad (23)$$

식 (14)와 식 (21)은 한 주기 구간  $0 \leq x \leq s$  에서 만족하는 식이다. 영역 2와 3에서 전자계의 연속정리를 이용하면 투과계수  $T_n$ 을  $A_n$ 의 항으로 표현할 수 있으며,  $A_n$ 를 알면 투과계수  $T_n$ 를 계산할 수 있다.

$$T_n = \frac{2\eta_{n2}}{\eta_{n2} - \gamma_n} \cdot \frac{A_n p_{n9} + e^{j\gamma_0 t} (\delta_n p_{n10})}{e^{-j\eta_{n2}t_2} + p_{n3} e^{j\eta_{n2}t_2}} \quad (24)$$

### III. 수치계산 결과 및 검토

식 (14)와 식 (21)에 대해서 Dirac delta 함수와의 내적(inner product)을 수행하고, 정방행렬을 역변환하여 기하광학적 정규화된 반사전력을 계산할 수 있으며, 반사전력이 계산되면 식 (24)에 대입하여 투과전력을 계산할 수 있다. 그리고 식 (14)와 식 (21)을 해결하기 위하여 행렬의 크기  $n = [-N:N]$ ,  $N = 100$ 을 사용하였으며, 식 (21)을 이용하여 정방행렬의 역변환을 수행하고  $n = 0$ 인 기하광학적 정규화된 반사전력  $|A_0|^2$  및 식 (24)를 이용하여 기하광학적 정규화된 투과전력  $|T_0|^2$ 을 계산할 수 있다. 또한 영역 1과 2의 비유전율  $\epsilon_{r1}$  및  $\epsilon_{r2}$ [F/m] 및 도체띠의 폭(w), 주기(s) 및 유전체층의 두께  $t_1$  및  $t_2$ 의 단위는 파장[ $\lambda$ ]으로 편의상 단위는 생략하였다.

그림 2와 3은 수직입사시, 격자상수 격자상수 s와 스트립 폭 w의 비  $w/s = 0.2$ ,  $t_1 = t_2 = 0.05$  및 스트립 하단의 비유전율  $\epsilon_{r2} = 1$  일 때, 격자주기 s(strip

spacing)에 대한 스트립 상단의 비유전율  $\epsilon_{r1}$ 에 따른 반사 및 투과전력을 계산하였다. 전반적으로 자유공간상의 경우( $\epsilon_{r1} = 1$ ,  $\epsilon_{r2} = 1$ )를 제외하고는  $s = 1$  이하에서는 비유전율  $\epsilon_{r1}$ 의 값이 증가할수록 반사전력은 감소하였으며, 투과전력은 상대적으로 증가하였다. 또한 범례의 표시된 기호인 “●”는 자유공간 상에서 동일한 격자상수를 사용했을 때 기존 논문의 수치계산 결과와 일치하여 본 논문의 수치계산의 타당성을 검증하였다<sup>[9]</sup>. 또한 격자주기  $s = 1$  부근에서 급변하는 반사 및 투과전력이 발생하였는데, 이는 전파모드에서 감쇠모드로 또는 감쇠모드에서 전파모드로 전환될 때 발생하는 것으로 ‘Wood’s anomaly’라고 언급한 바 있다<sup>[4]</sup>.

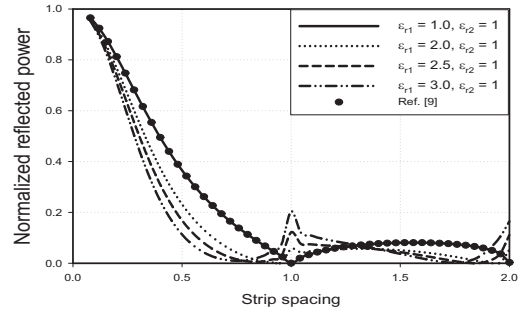


그림 2. 수직입사시 주기와 비유전율에 대한 반사전력

Fig. 2. Reflected power for strip spacing and relative permittivity at normal incidence

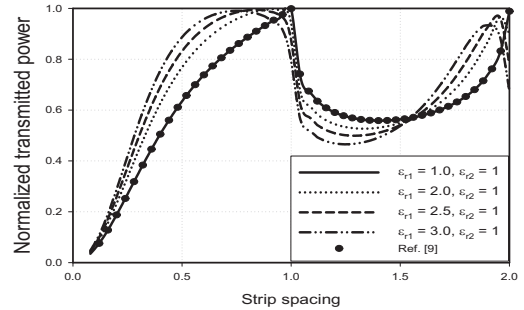


그림 3. 수직입사시 주기와 비유전율에 대한 투과전력

Fig. 3. Transmitted power for strip spacing and relative permittivity at normal incidence

그림 4와 5는 입사각이 30도, 그림 6과 7은 입사각이 60도일 때의 반사전력 및 투과전력을 각각 계산하였으며, 격자 상수는 그림 2와 동일한 경우로 수치해석하였다. 이 때 입사각이 30도일 때는 급변점이 2개, 입사각이 60도일

때는 급변점이 3개가 발생하였으며, 이러한 반사전력의 급변점들은 그림 2에서 언급하였으며, 자유공간상에서 기존 논문과 수치해석 결과가 일치하였다.

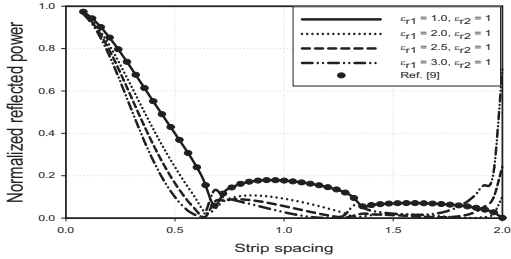


그림 4. 입사각 30도일 때 스트립 주기와 비유전율에 대한 반사전력  
 Fig. 4. Reflected power for strip spacing and relative permittivity when incident angle is 30 degrees

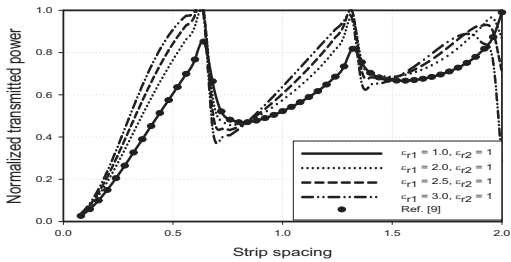


그림 5. 입사각 30도일 때 스트립 주기와 비유전율에 대한 투과전력  
 Fig. 5. Transmitted power for strip spacing and relative permittivity when incident angle is 30 degrees

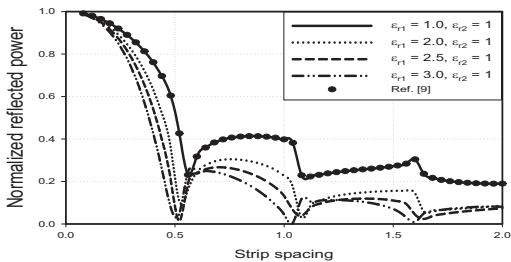


그림 6. 입사각 60도일 때 스트립 주기와 비유전율에 대한 반사전력  
 Fig. 6. Reflected power for strip spacing and relative permittivity when incident angle is 60 degrees

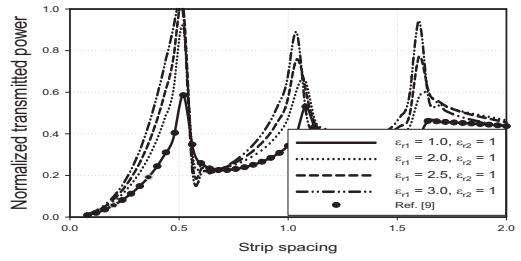


그림 7. 입사각 60도일 때 스트립 주기와 비유전율에 대한 투과전력  
 Fig. 7. Transmitted power for strip spacing and relative permittivity when incident angle is 60 degrees

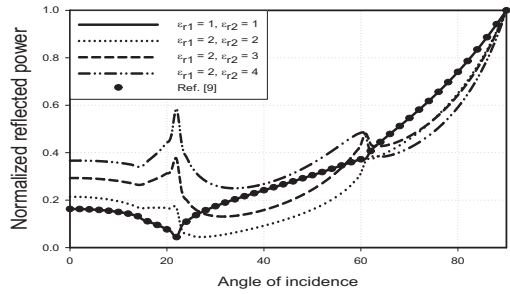


그림 8. 입사각 및 비유전율에 따른 반사전력  
 Fig. 8. Reflected power for relative permittivity and incident angle

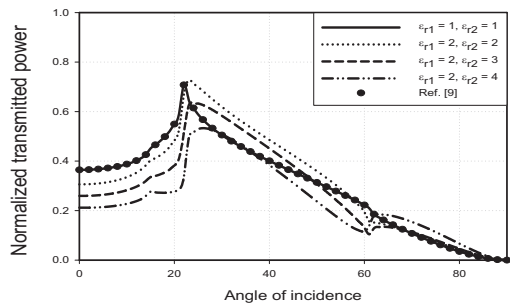


그림 9. 입사각 및 비유전율에 따른 투과전력  
 Fig. 9. Transmitted power for relative permittivity and incident angle

그림 8과 9는 격자상수  $s = 1.2$ ,  $w = 0.6$ ,  $h = 0.3$ ,  $t_1 = t_2 = 0.05$ , 영역 1과 2의 비유전율  $\epsilon_{r1}$  및  $\epsilon_{r2}$  및 입사각에 따른 반사전력 및 투과전력을 계산하였다. 입사각이 90도인 경우, 반사전력은 1, 투과전력은 0의 값을 가지므로 수치해석의 타당성이 검증되었으며, 표시 “●”는 기존 논문의 계산결과로 일치하였다<sup>[9]</sup>. 전반적으로 60도

이하의 입사각에서는 자유공간상의 경우를 제외하면 비유전율  $\epsilon_{r1}$  및  $\epsilon_{r2}$ 의 값들이 증가할수록 반사전력이 증가하였고 상대적으로 투과전력은 감소하였다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 TM 산란 문제의 경우, 2중 유전체층 사이에 매우 얇은 완전도체띠가 주기적으로 배열되어 있을 때 수치해석 방법인 PMM을 이용하여 정규화된 기하광학적 반사전력 및 투과전력을 구하는 것이 본 논문의 목적이며, 자유공간상에서 기존 논문의 수치계산 결과와 비교하여 본 논문의 타당성을 검증하였다.

전반적으로 2중 유전체층의 비유전율의 값들이 증가할수록 반사전력은 증가하였고, 투과전력은 감소하였으며, 특정한 입사각에서는 급변점들이 발생하고 있는데 급변하는 반사전력들은 공진현상에 기인한 것으로 반사각 이외의 다른 방향으로 산란된다.

앞으로 본 논문을 기반으로 하여 FGMM을 이용하여 수치해석이 가능할 것으로 기대되어 지속적인 연구가 필요하다.

#### References

- [1] M. Ando and K. Takei, "Reflection and Transmission Coefficient of a Thin Strip Grating for Antenna Application," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. AP-35, No. 4, pp. 367-371, Mar. 1987.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/TAP.1987.1144112>
- [2] J. H. Richmond, "On the Edge Mode in the Theory of TM Scattering by a Strip or Strip Grating," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. AP-28, pp. 883-887, Sept. 1980.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/TAP.1980.1142427>
- [3] R. C. Hall and R. Mittra, "Scattering from a Periodic Array of Resistive Strips," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. AP-33, pp. 1009-1011, Sept. 1985.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/TAP.1985.1143706>
- [4] H. A. Kalthor, "Electromagnetic Scattering by a Dielectric Slab Loaded with a Periodic Array of Strips Over a Grounded Plane," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. AP-36, No. 1, pp. 147-151, Jan. 1988.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/8.1088>
- [5] M. N. Kim and G. S. Chae, "Analysis of Scattering of Electromagnetic Wave in Dielectric Periodic Media," *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society(JKAIS)*, Vol. 5, No. 5, pp. 385-388, 2004.
- [6] K. C. Ho, "Design of Frequency-Selective Reflector for Large Reflecting Antennas using a Periodic Dielectric Layer," *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication(IIBC)*, Vol. 10, No. 1, pp. 33-38, 2010.
- [7] Y. S. Choi and S. I. Yang, "Analysis of the Electromagnetic Scattering of Resistive Strip Grating with Uniform Resistivity on a Grounded Dielectric Layer. - H-Polarization case," *Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol. 31, No. 3A, pp. 321-327, Mar. 2006.
- [8] U. J. Yoon, "A study on TE Scattering by a Conductive Strip Grating Between a Double Dielectric Layer," *Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication(IIBC)*, Vol. 17, No. 2, pp. 83-88, 2017. - ok  
DOI: <http://doi.org/10.7236/IIBC.2017.17.2.83>
- [9] U. J. Yoon, "Fast Convergent Solution of TM Scattering by Conducting Strip Grating on Two Dielectric Layers," *Journal of Korea Navigation Institute*, Vol. 18, No. 1, pp. 78-83, Feb. 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.12673/jkoni.2014.18.1.78>
- [10] U. J. Yoon, "TM Scattering by a Conductive Strip Grating between a Dielectric Layer," *Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication(IIBC) 2017 Conference*, Vol. 15, No. 1, pp. 373-374, 2017.

저자 소개

윤 의 중(중신회원)



- 1993년 : 숭실대학교 대학원 전자공학과 공학박사
  - 1997년 6월 ~ 1997년 8월 : Bemidji State University in Minnesota (USA), 미국방문연수
  - 2006년 3월 ~ 2012년 2월 : 가천대학교 의용생체공학과 학과장
  - 2008년 7월 ~ 2012년 1월 : 가천대학교 학생처장
  - 2006년 3월 ~ 현재 : 가천대학교 의용생체공학과 교수
- <주관심분야 : 전자파산란 수치해석, 마이크로파 회로 설계, 생체모니터링 시스템, Android Application 개발 등>