

# 대면 구조 유전체 장벽 방전 플라즈마의 X-Band 내 RCS 저감 효과

## Effects on RCS Reduction by Dielectric Barrier Discharge Plasma Generators Based on Face-to-Face Structures in X-Bands

오태주 · 조창석 · 안육현 · 김상인 · 육종관 · 이장재\* · 유신재\* ·  
임진우\*\* · 하정제\*\* · 배지훈\*\* · 유흥철\*\* · 이용식

Taejoo Oh · Changseok Cho · Wookhyun Ahn · Sangin Kim · Jong-Gwan Yook · Jangjae Lee\* ·  
Shinjae You\* · Jinwoo Yim\*\* · Jungje Ha\*\* · Gihun Bae\*\* · Heung Cheol You\*\* · Yongshik Lee

### 요 약

본 논문에서는 RCS 저감을 위한 대면 구조 유전체 장벽 방전(DBD: dielectric-barrier-discharge) 플라즈마 발생기를 제안한다. 두께가 0.254 mm 두께인 Ro4350b 기판 위, 아랫면에  $16 \times 0.5 \text{ cm}^2$  크기의 도체가 5 mm의 간격을 두고 서로 마주보고 있는 구조로 타겟에 부착시킴으로써 레이다 단면적(RCS)을 감소시킬 수 있다. 전극이 수직으로 놓일 수밖에 없는 평행판 커패시터 구조의 기존 발생기와 달리 제안한 발생기는 전극이 레이다 신호의 입사 방향과 평행하게 놓이므로 목표물의 RCS에 영향을 최소화하여 플라즈마의 효과를 극대화할 수 있다. 제안하는 대면 구조 발생기를 42층으로 적층한 뒤  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  크기의 구리 평판 목표물에 적용하여 X-band 내에서 최대 3.2 dB의 RCS 감소 효과가 있는 것을 실험적으로 검증하였다. 이를 통해 제안하는 플라즈마 발생기의 구조적인 장점과 더불어 RCS 저감 효과 측면에서도 그 우수한 성능을 확인하였다.

### Abstract

A dielectric barrier discharge (DBD) plasma generator with a face-to-face multilayer structure for radar cross section (RCS) reduction is designed. The generator includes two electrodes of  $16 \times 0.5 \text{ cm}^2$  size, facing each other. Because the electrodes are on the plane that is parallel to the direction of the incident wave, the effect of the generator on the RCS of the target is significantly reduced, particularly when compared to conventional parallel plate-type generators. This simplifies the design procedure for the DBD generator and maximizes the effect of the plasma on RCS reduction. For experimental verification, 42 layers of the proposed generator with a distance of 5 mm between the two electrodes are stacked to reduce the RCS of a  $20 \times 20 \text{ cm}^2$ -sized copper plate. Experimental results demonstrated a reduction of approximately 3.2 dB in the RCS in the X-band.

Key words: Dielectric-Barrier-Discharge, Multilayer, Plasma, Radar Cross Section, X-Band

「본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소가 지원하는 항공 피탐지 감소기술 특화연구실 사업의 일환으로 수행되었습니다.」

연세대학교 전기전자공학부(Department of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University)

\*충남대학교 물리학과(Department of Physics, Chungnam National University)

\*\*국방과학연구소(Agency for Defence Development)

· Manuscript received November 5, 2020 ; Revised November 23, 2020 ; Accepted November 25, 2020. (ID No. 20201105-095)

· Corresponding Author: Yong-Shik Lee (e-mail: yongshik.lee@yonsei.ac.kr)

## I. 서 론

현대 레이더 기술의 발전으로 항공기의 생존성은 떨어지고 있으며, 이를 보완하기 위해 항공기에 저피탐 기술을 적용하는 것은 필수가 되었다. 저피탐 기술 중에서 전자기적 스텔스 기술은 RCS(radar cross section)를 감소시키는 데에 초점을 두고 있다. RCS는 물체의 사이즈, 모양, 물질에 따라 달라지며 이에 따라 RCS 감소를 위해 구조적으로 설계하는 방법이 있다<sup>[1]</sup>. 다른 방법으로는 RAM, RAS를 사용하여 전자기파를 흡수하여 반사되는 전자기파를 감소하는 방법이 있다<sup>[2],[3]</sup>. 하지만 이러한 기술들은 비행기의 동역학적 구조에 영향을 미치며, 성능이 떨어지게 되며, 지속적인 유지보수에 천문학적 비용이 발생하게 된다.

최근에 주목받는 한 가지 기술은 플라즈마를 이용하여 RCS를 감소하는 방법이다<sup>[4]~[13]</sup>. 이는 손실이 큰 플라즈마 층을 이용하여 들어오는 레이더 신호를 흡수한다. 플라즈마의 경우, 크기나 무게에 대한 제약이 앞서 말한 기술들과 비교하여 자유로우며, 비행체에 단순한 플라즈마 발생기의 탈부착이 가능하여 유지보수에 유리하다. 플라즈마를 드루드 모델에 의해 플라즈마 주파수에 따라 특정한 유전율 값으로 모델링되며, 유전체로서 전자기파를 흡수하는 감쇄 효과 역시 확인되어 있다<sup>[4]~[9]</sup>. 플라즈마 발생기 중 가장 유명한 하나인 유전체 장벽 방전 플라즈마 발생기를 이용하여 플라즈마의 발생 영역에 따른 RCS 감소 효과와 주파수 이동이 확인된 연구가 있으며<sup>[10]</sup>, 다른 연구로 다층구조의 유전체 장벽 방전 플라즈마 발생기를 이용하여 플라즈마의 감쇄 특성을 확인하였다. 플라즈마를 발생하는 환경의 기체에 따라 전자밀도의 차이가 있으며, 기체에 따른 플라즈마의 감쇄 특성의 변화를 확인하였다<sup>[12]</sup>.

하지만 선행 연구의 플라즈마 발생기들은 대다수 평행판 커패시터 구조이기 때문에 전극의 레이더 신호에 노출되어 목표물의 RCS에 영향을 주게 된다. 많은 경우, 발생기 부착으로 인해서 목표물의 RCS는 증가하는 것이 일반적이고, 결국 플라즈마에 의한 RCS 감소 효과가 크지 않을 경우 전체적인 효과는 미미할 수밖에 없다. 또한 상대적으로 두꺼운 발생기 구조의 특성상 비행체에 적용하

기 어려울 수 있다는 문제점도 존재한다. 하여 비행체에 부착할 수 있도록 두께가 얇으면서 전극에 의해 RCS가 크게 변형되지 않는 발생기의 설계가 필요하다.본 논문에서는 모노 스테틱 RCS 저감을 위해 다층구조 유전체 장벽 플라즈마 발생기를 제안한다. 레이더 신호가 오는 방향에서 보면 대면 구조 플라즈마 발생기의 전극 면적은 매우 작으며, 그에 따라 발생기 유무에 따른 RCS 변화는 적을 것이다. 또한, PI필름을 유전체 장벽으로 사용하여 플라즈마 아킹방지와 플라즈마 발생기 두께를 줄일 수 있을 것이다. 본 연구에서는 제작된 유전체 장벽 방전 플라즈마 발생기를 이용하여 인가전압, 구동주파수에 따른 플라즈마를 확인하였으며, X-band에서의 RCS 측정 실험을 통하여  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  구리평판 기준으로 RCS 감소 효과를 분석하였다.

## II. 대면 구조 유전체 장벽 방전 플라즈마 발생기

본 논문에서 제안한 유전체 장벽 플라즈마 발생기의 전극 구조는 그림 1과 같다. 전극에 대한 영향을 최대한 줄이기 위하여 다층구조 유전체 장벽 방전 플라즈마 발생기를 채택하였으며, 두께가 0.254 mm 두께이고 유전율이 3.66인 Rogers 사의 RO4350B 기판에  $16 \times 0.5 \text{ cm}^2$  구리를 프린팅한 후, 이와 같은 전극 2개가 일정 간격을 두고 서로 마주 보게 하여 구성한다. 또한, 유전체 장벽 플라즈마 발생기이기 때문에 장벽 역할을 할 유전체로 0.06 mm 폴리이미드 필름을 실리콘 접착제를 이용하여 구리 전극 전체를 감싸도록 기판 전체에 부착하였다. 폴리이미드 필

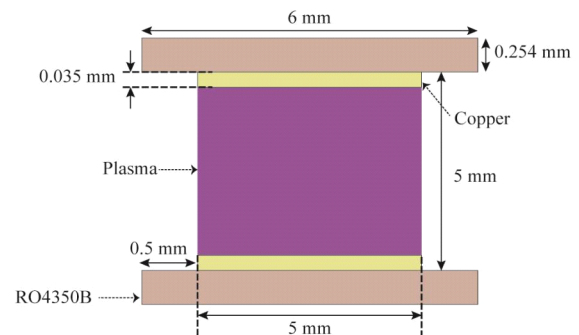


그림 1. 제안한 유전체 장벽 방전 구조 플라즈마 발생기  
Fig. 1. Proposed DBD plasma generator.

를 도포함으로써 플라즈마 방전의 안정성을 높이고, 유전체 장벽을 이용해 전자의 움직임을 조절하여 효율적으로 플라즈마가 방전되도록 설계하였다.

플라즈마는 두 전극 사이에 항복 전압 이상의 전압이 인가되면 발생한다. 플라즈마 발생기의 항복 전압은 파셴 법칙에 따라 결정된다<sup>[13],[14]</sup>.

$$V_b = \frac{B \times pd}{C + \ln(pd)} \quad (1)$$

식 (1)은 파셴 법칙에서 플라즈마의 항복 전압에 대한 식이다.  $V_b$ 는 항복 전압이며,  $p$ 는 플라즈마를 발생시키는 기압,  $d$ 는 전극 간의 간격,  $B$ ,  $C$ 는 플라즈마를 발생하는 환경의 기체에 따라 결정되는 상수로 대기 상태에서  $B=365 \text{ V} \cdot \text{cm} \cdot \text{Torr}^{-1}$ ,  $C=1.18$ 이다.

본 연구에서 플라즈마의 발생 기압은  $0.3 \text{ atm}$ 으로 일반적으로 항공기가 운항하는 고도인  $30,000 \text{ ft}$ 에서 기압이므로  $p=228 \text{ Torr}$ 로 설정하였고, 대면적 플라즈마의 효율적인 발생을 위하여  $d=5 \text{ mm}$ 으로 설계하였다. 식 (1)에 계산된 결과에 따르면 제작된 유전체 장벽 방전 플라즈마 발생기는 약  $10 \text{ kV}$  이상의 전압을 인가하였을 경우 플라즈마가 발생한다. 플라즈마 발생기에 더 강한 전압을 인가하면 플라즈마의 전자밀도가 증가함에 따라 플라즈마 주파수도 증가한다. 플라즈마를 드루드 모델에 적용할 경우 플라즈마 주파수가 증가할수록 플라즈마의 손실이 커지게 된다. 하여 발생기에 높은 전압을 인가하면 RCS 감소 효과가 증가한다. 플라즈마의 인가전압은 항복 전압인  $10 \text{ kV}$ 부터  $15 \text{ kV}$ 까지 확인하였고, 구동주파수는  $0.8 \text{ kHz}$ 부터  $2 \text{ kHz}$ 에서 플라즈마 발생 형태를 확인하였다.

그림 2(a)는 대면적 적용을 위해 제안한 대면 구조 발생기 적층 예를 보여준다. 전극은 전파와 수직으로 놓이고, 전파 입장에서 전극의 부피가 적기 때문에 발생기에 의한 RCS 변화를 최대한 줄일 수 있다.

설계된 전체 발생기의 크기는  $17.3 \times 17 \text{ cm}^2$ 이다. 발생기의 각 층 사이에 발생하는 플라즈마 부피는  $16 \times 0.5 \times 0.5 \text{ mm}^3$ 이며, 각 전극을 42개 적층하였다. 적층 시 두 개의 전극을 접착시키는 대신 하나의 기판 양면에 전극을 형성한 구조를 활용하였다. 이때 전극에  $0.1 \text{ } \phi$  크기의 비아 홀을 뚫어 금속 도금으로 두 전극을 연결한다. 구리의 모

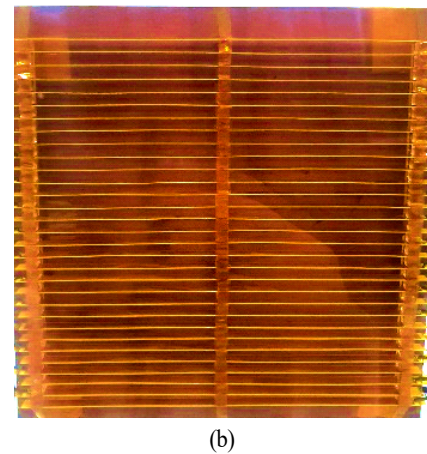
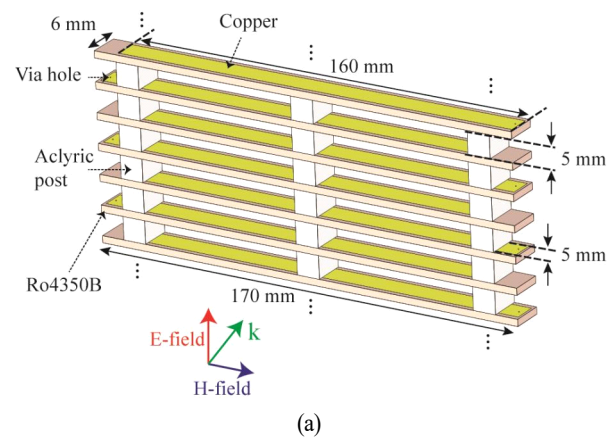


그림 2. (a) 대면적 적용을 위해 제안한 대면 구조 발생기 적층 예시, (b) 제작된 플라즈마 발생기

Fig. 2. (a) Example of proposed face-to-face structural generator stacking for large-scale application, (b) fabricated DBD plasma generator.

서리와 기판의 모서리 사이에는  $0.5 \text{ mm}$  정도 틈을 두어 전압 인가 시 발생하는 프린징 전기장에 의한 플라즈마 아킹 현상을 방지한다. 플라즈마를 발생시키려면 인접한 전극, 즉, 층마다 번갈아 가며 극성이 다른 전압을 인가해야 한다. 고전압이 발생기에 인가되는 곳은 전선과 납땜으로 인한 불연속 구간으로 전기장의 분포가 일정하지 않기 때문에 아킹이 발생할 수 있다. 이를 방지하기 위하여 전극을 비대칭하게 설계하여 인접한 층에 전극의 전압인가 부분에  $9.7 \text{ mm}$ 의 여유 공간을 추가하였다.

최종적으로, 제작된 플라즈마 발생기의 모습은 그림 2에 나와 있다. 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA) 아크릴

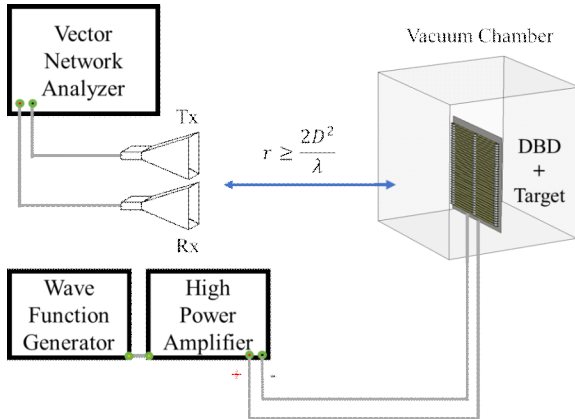


그림 3. 실험 환경  
Fig. 3. Experimental setup.

기둥을 사용하여 기판 사이의 간격을 5 mm로 유지하였다. 전체 플라즈마 발생기의 두께는 6 mm이다. 제작된 발생기의 모노 스테틱 RCS 측정을 위하여 발생기를 3 mm 간격을 두고, 20×20 cm<sup>2</sup> 크기의 구리평판 앞에 위치시켰다.

그림 3에 모노 스테틱 RCS 측정을 위한 실험 환경을 나타내었다. 제작된 발생기는 400×300×400 mm<sup>3</sup> 크기의 아크릴 진공 챔버 안에 위치시켰다. 인가 신호는 Keysight 사의 3350B 함수발생기를 Trek 사의 10/40A 고전압 증폭기와 연결하여 인가한다.

RCS 측정을 위해 Anritsu 사의 MS4640B 벡터 네트워크 분석기 X-band에서 15-18 dBi의 이득을 가지는 혼 안테나와 연결하였고, 안테나는 챔버와 파 필드 조건을 만족시키는 거리에 위치하였다.

측정된 신호는 벡터 네트워크 분석기 내에 타임 게이팅 기능을 사용하여 타겟으로부터 반사된 신호만을 선별적으로 선택하여 측정한 뒤 후처리 과정을 통하여 모노 스테틱 RCS를 계산한다.

### III. 실험 결과 및 분석

그림 4에는 바이어스 조건에 따른 플라즈마 발생 형태의 그림이다. 9.8 kV의 전압을 인가할 경우 플라즈마가 발생되기 시작하고, 10 kV로 인가전압을 증가할 경우 발생기 전체에 플라즈마가 발생하게 된다. 위에서 언급한

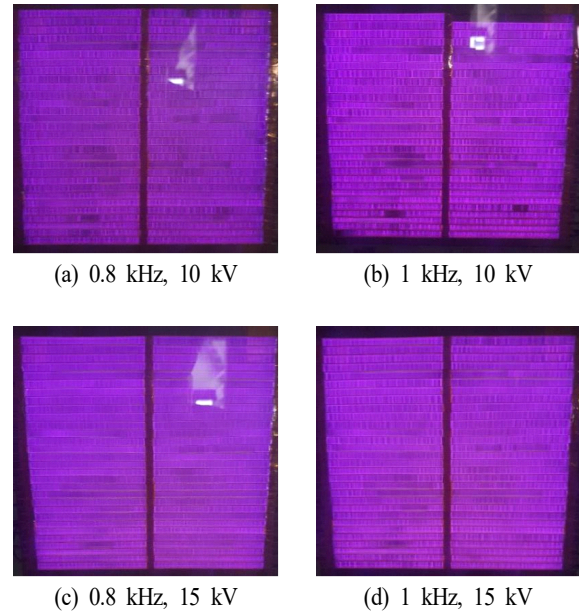


그림 4. 바이어스 조건에 따른 플라즈마 발생 상태  
Fig. 4. Generated plasma with respect to bias conditions.

조건 내에서 육안상으로 플라즈마 발생 형태를 확인하였을 때 인가 전압은 높을수록, 구동 주파수는 0.8 kHz 근처에서 플라즈마가 균일하게 발생한 것을 확인하였다. 하여 모노 스테틱 RCS는 구동주파수 0.8 kHz인 상태에서 측정하였다.

그림 5는 RCS 측정 시스템의 보정 (calibration) 결과로

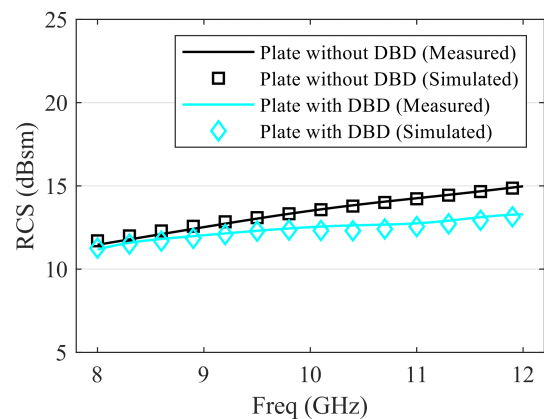


그림 5. 20×20 cm<sup>2</sup> 구리평판과 플라즈마 발생기(플라즈마 미발생 상태)의 RCS  
Fig. 5. RCS of 20×20 cm<sup>2</sup> copper plate and plasma generator (plasma-off state).

20×20 cm<sup>2</sup>의 구리평판과 플라즈마 발생기(off 상태)의 RCS 측정 결과이다. 실험 결과와 비교한 데이터는 상용 EM 시뮬레이션 도구인 CST의 RCS 시뮬레이션 결과로 두 결과를 비교하였을 경우, 실내 환경임에도 매우 유사하다는 것을 알 수 있다. 그림 5의 실험 결과에서 제안한 발생기 부착에 따른 20×20 cm<sup>2</sup> 크기의 구리 평판 목표물의 RCS는 오히려 1.7 dB 감소하였음을 알 수 있다. 이는 부착만으로 목표물의 RCS를 최대 14 dB까지 증가시킨 기존의 평행판 커패시터 구조의 플라즈마 발생기에 비해서<sup>[11]~[13]</sup> 그 영향이 크게 준 것이며, 특히 구리 평판의 RCS를 감소시킴으로써 플라즈마를 발생시킬 경우, 추가적인 RCS 감소 효과를 얻을 수 있으므로 그 효과를 극대화할 수 있을 것으로 예상된다.

주파수가 0.8 kHz인 구동 신호의 인가 전압에 따른 RCS 측정 결과를 그림 6(a)에 나타내었으며, 그림 6(b)에는 목표물과 목표물에 플라즈마를 발생시켰을 경우, RCS의 차이, 즉 발생기에 의한 효과와 플라즈마에 의한 효과를 합친 전체 RCS 차이를 나타내었다. 인가 전압을 10 kV에서 15 kV로 높일 경우에서 플라즈마에 의한 RCS 감소 효과가 더 증가하는 것을 알 수 있다. 10 kV 전압을 인가하면 X-band 내에서 최소 0.8 dB에서 최대 2.3 dB RCS 감소 효과가 있는데 반해, 15 kV 전압을 인가 시 X-band 내에서 최소 1.1 dB에서 최대 3.2 dB까지 RCS 감소 효과가 증가한다. 전압이 증가하면 발생된 전자밀도가 증가하며, 따라서 플라즈마 주파수  $\omega_p$ 도 증가하게 된다. 드루드 모델<sup>[4]</sup>을 기반으로 이를 분석하면 플라즈마의 탄젠트 손실도 증가하기 때문에 RCS 감소효과가 커질 것으로 예상되며, 이를 실험 결과를 통해서 확인이 가능하다.

제작한 발생기의 플라즈마 발생 실험 결과, 0.8 kHz에서부터 구동주파수가 높아질수록 플라즈마의 발생형태가 달라지며, 발생기 내에서 플라즈마가 부분적으로 발생하지 않는 지점을 확인하였다. 유전체 장벽 방전 특성상 전하가 유전체 장벽에 막혀 플라즈마가 발생하는 충분한 에너지가 모여야 하지만, 높은 주파수일수록 극성이 빨리 변해 방전되는 에너지까지 도달하지 못하여 밀도 있는 플라즈마 발생이 되지 않으며, 실험 결과 또한 동일한 경향성을 보인다.

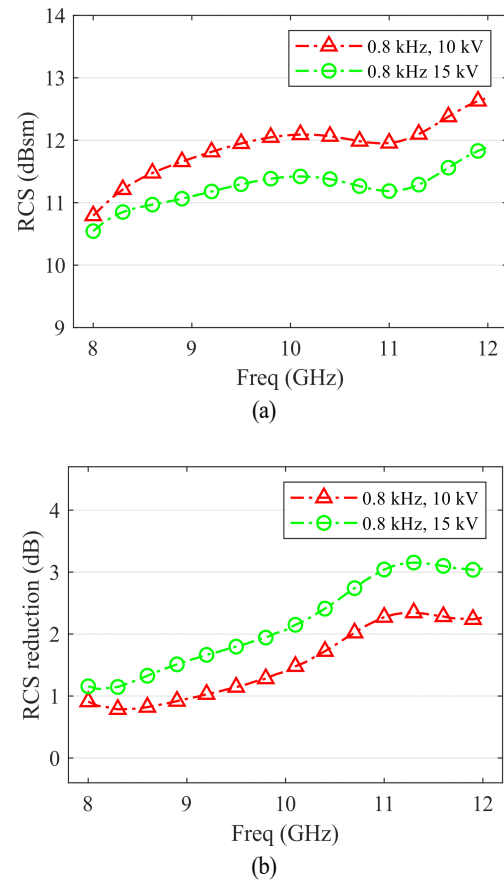


그림 6. 인가전압에 따른 (a) 플라즈마 발생 후 측정 RCS 및 (b) 발생기와 플라즈마에 의한 RCS 전체 감소 효과.

Fig. 6. (a) Measured RCS in plasma-on state, (b) Total RCS reduction due to DBD and plasma.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 RCS 저감용 대면 구조 유전체 장벽 방전 플라즈마 발생기를 제안하였다. 대면하는 전극에 폴리이미드 필름을 도포하여 플라즈마 방전의 안정성을 높이고, 유전체 장벽을 이용해 전자의 움직임을 조절하여 효율적으로 플라즈마가 방전되도록 설계하였다. 해당 구조는 전극이 전파의 입사 방향과 수직이기 때문에 전극에 의한 반사, 산란이 적다. 이는 발생기에 의한 RCS 변화를 최소화하므로 발생기 설계를 단순화할 수 있으며, 동시에 플라즈마의 RCS 감소 효과를 극대화할 수 있다. 제안한 발생기를 42개 층으로 적층하여 대면적에 적용 가능한



발생기를 제작하였다. X-band 내에서 모노스테틱 RCS를 측정하였을 때 비행체 운영 고도의 기압인 0.3 atm에서 최대 3.2 dB의 감소를 확인하였다. 대면 구조 플라즈마 발생기의 RCS 감소 효과를 실험적으로 검증한 것뿐만 아니라, 인가전압에 의한 플라즈마 상태 변화를 관찰하였다. 향후 RCS 감소량의 증가를 위해 발생기의 유전체 종류 변경이나 압력, 전극 간격, 플라즈마 발생기체 변화 등을 고려하여 플라즈마의 전자밀도를 높이는 후속 연구가 진행되어야 할 것이다.

### References

- [1] J. Pinto, J. C. G. Matthews, and G. C. Sarno, "Stealth technology for wind turbines," *IET Radar Sonar and Navigation*, vol. 4, no. 1, pp. 126-133, Feb. 2010.
- [2] Y. Hou, W. Liao, C. Tsai, and S. Chen, "Planar multilayer structure for broadband broad-angle RCS reduction," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 64, no. 5, pp. 1859-1866, May 2016.
- [3] I. G. Lee, S. H. Yoon, J. S. Lee, and I. P. Hong, "Design of wideband radar absorbing material with improved optical transmittance by using printed metal-mesh," *Electronics Letters*, vol. 52, no. 7, pp. 555-557, Apr. 2016.
- [4] Y. Kim, S. Kim, D. S. Kim, Y. S. Lee, and J. G. Yook, "Radar cross section reduction by planar array of dielectric barrier discharge plasma under atmospheric pressure," *The Journal of Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science*, vol. 28, no. 8, pp. 646-652, Aug. 2017.
- [5] W. Swarner, L. Peters, "Radar cross sections of dielectric or plasma coated conducting spheres and circular cylinders," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 11, no. 5, pp. 558-569, Sep. 1963.
- [6] B. Chaudhury, S. Chaturvedi, "Comparison of wave propagation studies in plasmas using three-dimensional finite-difference time-domain and ray-tracing methods," *Physics of Plasmas*, vol. 13, no. 12, p. 123302, 2006.
- [7] Y. Kim, I. Y. Oh, I. Jung, Y. Hong, and J. G. Yook, "Time dependent interaction between electromagnetic wave and dielectric barrier discharge plasma using fluid model," *The Journal of Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science*, vol. 25, no. 8, pp. 857-863, Aug. 2014.
- [8] A. V. Likhanskii, M. N. Shneider, D. F. Opaitis, R. B. Miles, and S. O. Macheret, "Numerical modeling of DBD plasma actuators and the induced air flow," in *38th AIAA Pasmadynamics and Lasers Conference in Conjunction with the 16th International Conference on MHD Energy Conversion*, Miami, FL, Jun. 2007, pp. 1060-1072.
- [9] A. Srivastava, G. Prasad, P. K. Atrey, and V. Kumar, "Attenuation of microwaves propagating through parallel-plate helium glow discharge at atmospheric pressure," *Journal of Applied Physics*, vol. 103, no. 3, p. 033302, 2008.
- [10] J. H. Lee, J. Kim, Y. Kim, S. Kim, D. S. Kim, and Y. Lee, et al., "Attenuation effects of plasma on Ka-band wave propagation in various gas and pressure environments," *Journal of Electromagnetic Engineering and Science*, vol. 18, no. 1, pp. 63-69, Jan. 2018.
- [11] K. Payne, K. Xu, J. H. Choi, and J. K. Lee, "Electrically tunable microwave absorber based on discrete plasma-shells," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 67, no. 10, pp. 6523-6531, Oct. 2019.
- [12] L. W. Cross, J. Almalkawi, and V. K. Devabhaktuni, "Development of large-area switchable plasma device for X-band applications," *IEEE Transactions on Plasma Science*, vol. 41, no. 4, pp. 948-954, Apr. 2013.
- [13] J. Ha, W. Shin, J. H. Lee, Y. Kim, D. Kim, and Y. Lee, et al., "Effect of plasma area on frequency of monostatic radar cross section reduction," *Journal of Electromagnetic Engineering and Science*, vol. 17, no. 3, pp. 153-158, Jul. 2017.
- [14] A. Schutze, J. Y. Jeong, S. E. Babayan, J. Park, G. S. Selwyn, and R. F. Hicks, "The atmospheric-pressure plasma jet: A review and comparison to other plasma sources," *IEEE Transactions on Plasma Science*, vol. 26, no. 6, pp. 1685-1694, Dec. 1988.

오 태 주 [연세대학교/석사과정]

<https://orcid.org/0000-0003-3847-5557>



2020년 2월: 광운대학교 전자융합공학과 (공학사)  
2020년 3월~현재: 연세대학교 전기전자 공학과 석사 과정  
[주 관심분야] RCS 해석, RF System

김 상 인 [연세대학교/석·박사 통합과정]

<https://orcid.org/0000-0003-0009-5022>



2015년 2월: 연세대학교 전기전자공학과 (공학사)  
2015년 3월~현재: 연세대학교 전기전자 공학과 석·박사 통합과정  
[주 관심분야] 드론 탐지, 전자파 차폐, 생체신호 측정 센서, HEMP, RCS 해석, RF System

조 창 석 [연세대학교/석·박사 통합과정]

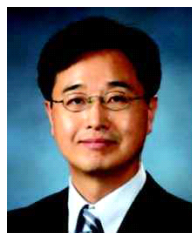
<https://orcid.org/0000-0002-9616-8072>



2020년 2월: 연세대학교 전기전자공학과 (공학사)  
2020년 3월~현재: 연세대학교 전기전자 공학과 석·박사 통합과정  
[주 관심분야] 플라즈마, RCS 해석

육 종 관 [연세대학교/교수]

<https://orcid.org/0000-0001-6711-289X>



1999년 3월~2000년 2월: 광주과학기술원 조교수(공학박사)  
2000년 3월~현재: 연세대학교 전기전자 공학과 교수  
2012년~2013년: IEEE Distinguished Lecturer (EMC Society)  
[주 관심분야] 수치해석, 마이크로파 구조 해석 및 설계, EMI/EMC, HEMP, RF, 바이오/가스 센서 등

안 욱 현 [연세대학교/석·박사 통합과정]

<https://orcid.org/0000-0001-8728-9713>



2018년 2월: 한국항공대학교 전자 및 항공 전자공학과 (공학사)  
2018년 2월~현재: 연세대학교 전기전자 공학과 석·박사 통합과정  
[주 관심분야] 수치해석, 플라즈마, FDTD, RCS 해석

이 장 재 [충남대학교/석·박사 통합과정]

<https://orcid.org/0000-0002-0298-5638>



2015년 2월: 충남대학교 물리학과 (이학사)  
2015년 2월~현재: 충남대학교 물리학과 석박사통합과정  
[주 관심분야] 플라즈마 시뮬레이션, 플라즈마 소스 개발

유 신 재 [충남대학교/부교수]

<https://orcid.org/0000-0002-8306-7643>



2000년 2월: 충남대학교 물리학과 (이학사)  
2005년 8월: 한국과학기술원 물리학과 (이학박사)  
2006년 8월: 한국과학기술원 물리학과 (Postdoctoral Fellow)  
2007년 6월: POSTECH 전기공학부 (Postdoctoral Fellow)

2014년 8월: KRISS 선임연구원

2018년 8월: 충남대학교 조교수

2018년 9월~현재: 충남대학교 부교수

[주 관심분야] 플라즈마 소스 개발, 플라즈마 진단 및 시뮬레이션, 반도체 공정, 플라즈마 공정 이상 감지

배 지 훈 [국방과학연구소/선임연구원]

<https://orcid.org/0000-0003-1093-2656>



2010년 1월: Purdue University Aeronautical and Astronautical Engineering(공학사)  
2012년 5월: Purdue University Aeronautical and Astronautical Engineering(공학석사)  
2012년 10월~현재: 국방과학연구소 선임연구원  
[주 관심분야] 저피탐 비행체, 스텔스(RCS)

임 진 우 [국방과학연구소/선임연구원]

<https://orcid.org/0000-0002-0356-8502>



2004년 2월: 홍익대학교 기계공학과(공학사)  
2012년 2월: 서울대학교 항공공학과(공학박사)  
2012년 4월~현재: 국방과학연구소 선임연구원  
[주 관심분야] 저피탐 비행체, 공기역학, 스텔스(RCS, IR)

유 흥 철 [국방과학연구소/수석연구원]

<https://orcid.org/0000-0003-3327-9944>



1988년 2월: 한국항공대학교 항공기계공학과(공학사)  
1990년 2월: 한국항공대학교 항공공학과(공학석사)  
1990년 3월~현재: 국방과학연구소 수석연구원  
[주 관심분야] 저피탐 비행체, 공기역학, 스텔스

하 정 제 [국방과학연구소/선임연구원]

<https://orcid.org/0000-0001-8831-0633>



2009년 2월: 연세대학교 전기전자공학부(공학사)  
2011년 2월: 연세대학교 전기전자공학과(공학석사)  
2017년 2월: 연세대학교 전기전자공학과(공학박사)  
2017년 8월~현재: 국방과학연구소 선임연구원

연구원

[주 관심분야] 저피탐 비행체, 스텔스(RCS)

이 용 식 [연세대학교/교수]

<https://orcid.org/0000-0003-2623-3569>



1998년 2월: 연세대학교 전파공학과 (공학사)  
2004년 4월: 미국 University of Michigan (공학박사)  
2004년 10월: Purdue University, Postdoctoral Research Associate  
2005년 7월: EMAG Technologies, Inc., Senior Research Engineering

2005년 9월~현재: 연세대학교 전기전자공학과 정교수  
[주 관심분야] 초고주파 회로, Antenna, WPT