

# ワイヤレスパーソナルエリアネットワーク(WPAN)用 オンチップ円筒型誘電体共振器アンテナの 電磁界解析

## 概要

この例では、60GHzの円筒型誘電体共振器アンテナをシリコンのベース上に構築したアンテナのオンチップデザインについて、XFDTDのシミュレーションによる再現を行っています。このタイプのアンテナは、ユーザーのワークスペースのすぐ近くで通信を行うワイヤレス・パーソナル・エリア・ネットワーク (WPAN) などに使用することができます。このアンテナは、ピーク利得が約2.5dBi、帯域幅が2.5GHz以上で、ボアサイトから約±55度で正の利得を持っています。ここで紹介するアンテナのデザインは、学会論文[1]に基づいています。

## モデルとシミュレーション

このアンテナは、各種素子などが実装された基板上にオンチップ実装することを想定しているため、ここでは、 $1500\mu\text{m} \times 1500\mu\text{m} \times 250\mu\text{m}$ のシリコン（比誘電率11.9、導電率 $10\text{S/m}$ ）ベースの一部に取り付けてシミュレーションしています。シリコンベース上には $6.22\mu\text{m}$ の薄いSiO<sub>2</sub>（比誘電率4）層があり、さらにその上を $2\mu\text{m}$ のグラウンドプレーン（青色）が覆っています。

半径0.33mm、高さ0.3mm、比誘電率48の円筒形の共振器の給電は、グラウンドプレーンにある $50\Omega$ のCPWスロット（コプレーナ導波路）が使用されます。グラウンドプレーンとシリコンベースは、CPWスロットを囲むようにビアが設置されています。

このアンテナの形状は、図1の3次元ビューと図2の上面図で見ることができます。

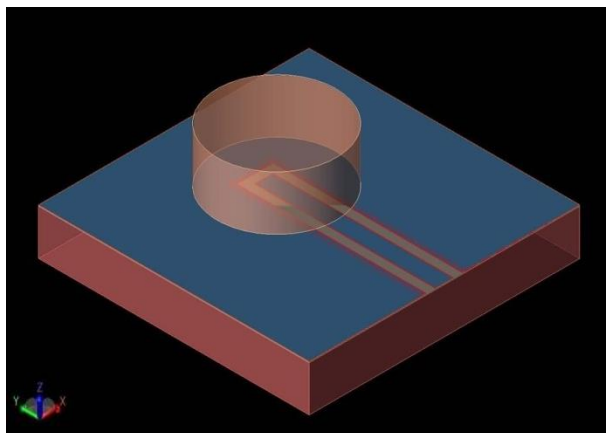


図1：解析対象の3次元ビュー  
 円筒形の共振器は、CPWスロットの上であり、下部にはシリコンベース層がある

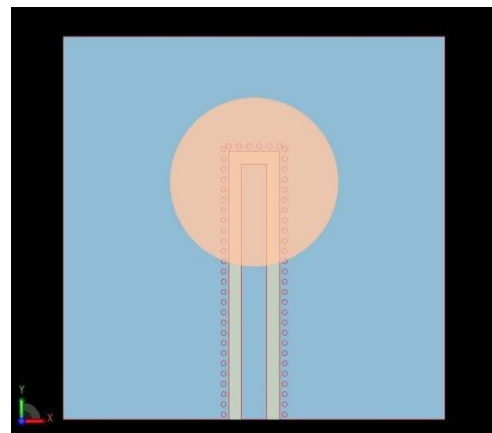


図2：アンテナの上面図  
 CPWスロットのあるグラウンド層をシリコンブロックに接地するための周囲のビアが見えている

シミュレーションの結果、リターンロスは60GHz付近で深いヌルを示し（図3）、-10dBの帯域幅は2.5GHz以上であることがわかりました。また、入力インピーダンスの周波数依存性を図4に示しますが、60GHzでは50Ωとよく整合しています。

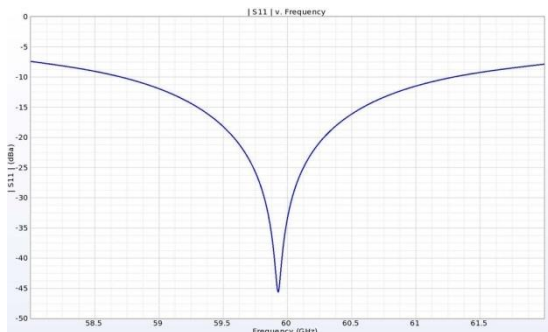


図3：アンテナのリターンロス  
2.5GHz以上の-10dB帯域幅を維持しながら、60GHz付近でリターンロスの深いヌルを示している

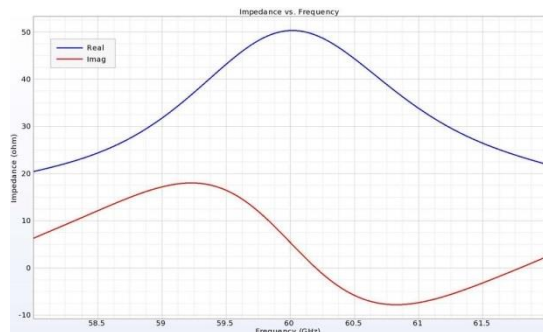


図4：アンテナの入力インピーダンス  
60GHzで50Ωによくマッチングしており、グラフの4GHzの表示範囲でスムーズな遷移を示している

アンテナの直上の点における利得（図5）は、60GHzで約2.5dBiのピーク利得を示し、4GHz以上の帯域幅で正の利得を持ちながら滑らかにロールオフしています。

このアンテナの放射効率とシステム効率（ミスマッチ損失を含まない／含む）は、60GHzで約60%のピークを示し（図6）、放射パターンは約110度の範囲で正の利得を持つほぼ球形です（図7）。YZ面とXZ面（垂直方向の2つのカット面）では、このアンテナはほぼ均一な同一偏波（主偏波）利得を持ち（図8と9）、交差偏波利得はかなり低くなっています。水平XY平面での放射パターンを図10に示します。

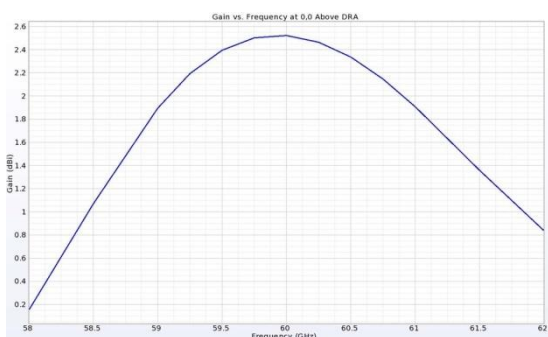


図5：アンテナの直上の点における利得  
60GHzで約2.5dBiのピークを示し、4GHzの範囲全体で正の利得を持ちながらスムーズにロールオフしている



図6：アンテナの放射効率とシステム効率  
金属製のアンテナに比べて損失が少ないため、60GHzで約60%と非常に良好

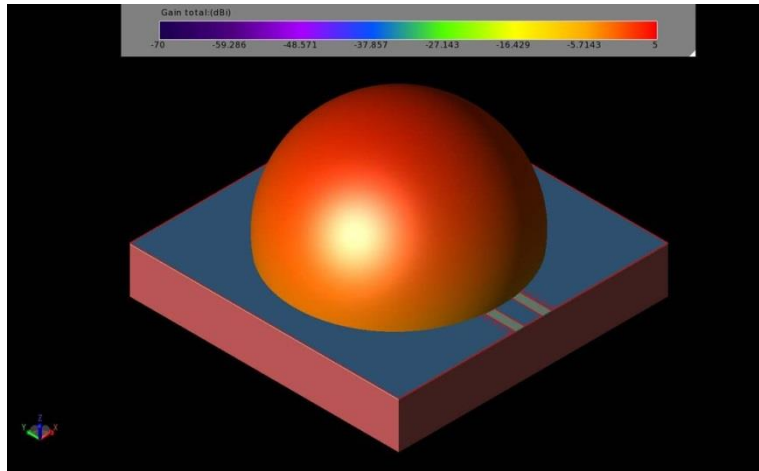


図7：60GHzにおける3次元放射パターン  
ほぼ球形の分布を示している、110度のビーム幅で正の利得

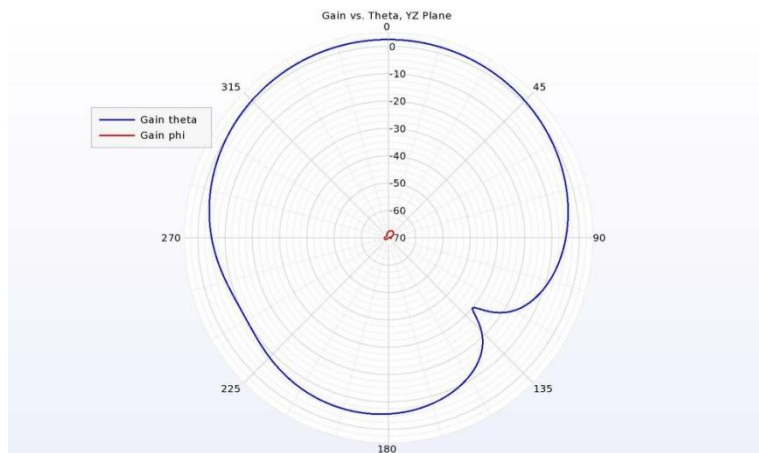


図8：アンテナパターンのYZ面（垂直方向のカット面）  
同一偏波（主偏波）の利得が交差偏波の利得よりもはるかに大きく、  
優れたアイソレーションを実現していることがわかる

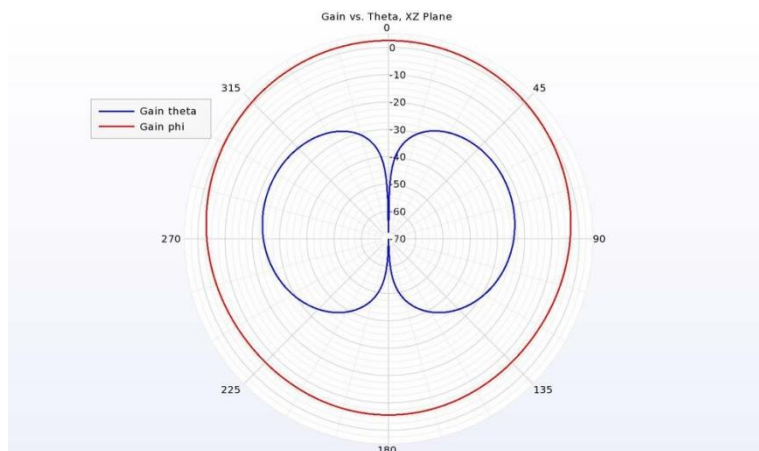


図9：アンテナパターンのXZ面（垂直方向のカット面）  
同一偏波（主偏波）の利得が交差偏波の利得よりも30dB近く高く、優  
れたアイソレーションを実現している

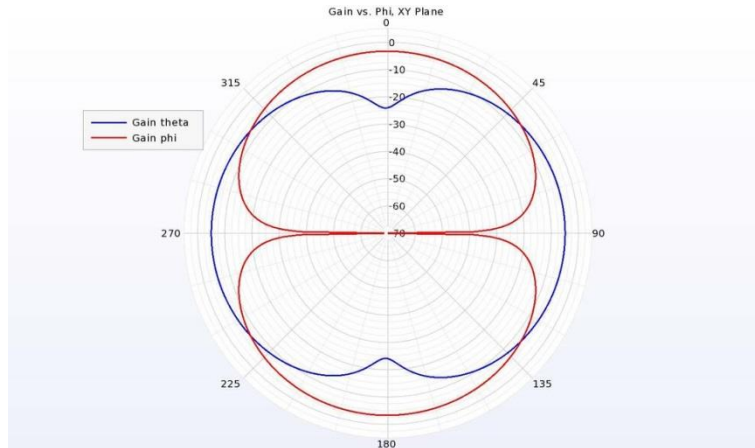


図10：水平XY面の利得パターン  
ピーク利得が-3dBiで減少しており、偏波が混在していることがわかる

## 結論

高誘電率の円筒型誘電体共振器を用いたこのアンテナは、金属製のアンテナに比べてはるかに低い損失で動作することができるため、高効率でありながら、利得とインピーダンスにおいて良好な広帯域性能を実現しています。

[1]

P. V. Bijumon, A. P. Freundorfer, M. Sayer and Y. M. M. Antar, "On-Chip Silicon Integrated Cylindrical Dielectric Resonator Antenna for Millimeter Wave Applications," 2007 International Symposium on Signals, Systems and Electronics, Montreal, QC, 2007, pp. 489-492, doi: 10.1109/ISSSE.2007.4294520.

[全ての事例はこちら](#)  
[お問合せ等はこちら（製品HP）](#)