

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
シーズ育成タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: 卓越した電波干渉低減能力を有する新リッジ構造の樹脂製導波管アンテナの開発
プロジェクトリーダー 所属機関	: 三菱電機株式会社
研究責任者	: 小西 善彦（広島工業大学）

1. 研究開発の目的

気象防災／通信分野において情報提供の高速化や通信の大容量化が強く望まれており、高速にビームを電子的に制御できるフェーズドアレーアンテナが各分野で開発、使用されている。レーダ観測や通信を確実に精度良く行なうための高効率なアンテナ素子としては、低損失な導波管アンテナが最適である。しかし、従来のような金属加工の導波管アンテナでフェーズドアレーアンテナを構成する場合、電波干渉低減能力（サイドローブ特性）・重量・コストが実用化に向けて大きな課題となる。そこで、本研究開発では、卓越した電波干渉低減能力を有する新リッジ構造の導波管スロットアンテナの設計技術確立するとともに、樹脂成形技術の適用により軽量化・低コスト化の実現を目指す。

2. 研究開発の概要

本開発技術の最初のターゲットとして、大型で、最も厳しい電気性能が要求され、かつ構造上も多くの課題があると想定されるC帯二重偏波気象レーダを選定し、以下の二点を研究開発の到達点とした。

- ① 新リッジ構造の樹脂製導波管スロットアンテナの汎用的な設計・製造技術確立する。
- ② 新リッジ構造の樹脂製導波管スロットアンテナを用いたフルアレーアンテナを試作し、C帯気象レーダに要求される性能を満足することを実証する。

本開発では、樹脂成形とメッキを組み合わせた製造法の採用と、広島工業大学によるシーズ技術を発展させた「新リッジ構造」、新たに開発した「ボス・アイリス構造」により、高性能でありながら軽量・低コストの樹脂製導波管スロットアンテナを実現した。また、C帯二重偏波気象レーダ用のアンテナを試作し、その要求性能を満足することを実証した。また、容易に他の用途へも適用できるように、開発で得た知見を含めた標準設計書を作成した。

①成果

研究開発目標	達成度
① サイドローブレベル（電波干渉低減能力） 開口 3.2m×3.2m のC帯二重偏波フェーズドアレーアンテナにおいて、-30dB 以下	① 試作アンテナにおいて、方位方向のサイドローブレベルは、垂直偏波が-29～-27dB（周波数による）、水平偏波が-32dB となった。試作品評価後の追加実験により垂直偏波の悪化原因を究明し、対策を施すことで垂直偏波も-30dB 以下になる見込みを得た。また、仰角方向では垂直偏波・水平偏波ともに-40dB 以下となった。（達成度 100%）
② 交差偏波抑圧比（二重偏波観測性能）	② 垂直偏波・水平偏波ともに実測値で-40dB 以下

同上のアンテナにおいて、-35dB 以下(アンテナ正面) ③ ビーム幅 同上のアンテナにおいて、1.2° 以下(システム設計値) ④ 製造コスト 導波管スロットアンテナ1個あたり、8 千円以下 ⑤ 樹脂成形の加工精度(電気性能の実現性確保) 電気性能に影響する箇所で±0.3 mm 以下 ⑥ 耐用年数 屋外環境で 15 年以上(既設の気象レーダと同等) ⑦ めっき密着度 300 g/cm 以上 ⑧ 標準設計書の作成(他用途への展開)	を実現した。(達成度 100%) ③ システム設計によるアンテナ開口面の寸法、素子配列から得られるビーム幅の計算値通り、実測値で 1.1° を実現した。(達成度 100%) ④ サブアレーアンテナ試作時は1個あたり 48,000 円であったが、フルアレーアンテナ試作時には 11,000 円に低減した。製品化の際には量産効果でさらなる低減が期待できるほか、必要に応じてアンテナ全体でバジェットの配分を見直す。(達成度 95%) ⑤ 寸法と放射パターンにより、導波管内部構造のうち電気性能に影響する寸法パラメータを特定した。フルアレーアンテナ製造時には当該箇所です0.2 mm 以下の加工精度を実現した。(達成度 100%) ⑥ 15 年相当の温湿度サイクルの加速試験を実施し、電気性能がほとんど変化しないことを確認した。アンテナ表面に変色が見られたが、実装時にはフィドーム(*1)またはレドーム(*2)により雨滴から保護をするため問題ない。(達成度 100%) ⑦ 引張試験(ピール試験)によりメッキ密着度は 530 g/cm 以上であることを確認した。(達成度 100%) ⑧ 樹脂製導波管スロットアンテナの設計全体のフローを、今回新たに得られた知見を含め、標準設計書としてまとめた。他用途への展開に大いに役立つものである。(達成度 100%)
--	--

(*1) フィドーム: 電波を放射する部分を覆う膜

(*2) レドーム: アンテナ全体を保護するドーム

②今後の展開

本プログラムで開発した樹脂製導波管スロットアンテナは、高効率特性に加えて量産性に優れ、軽量、低コストで製造できる点で、多数の素子が必要になるフェーズドアレーアンテナとして活用する場合特にメリットが大きい。また、今後電波利用が高周波側に拡張していくのに伴い、導波管の低損失性の利点がより有効になる。まずはC帯二重偏波気象レーダに本アンテナを適用するとともに、航空、衛星、通信等の幅広い用途に適用していきたい。

3. 総合所見

概ね目標は達成し、次の研究開発フェーズに進むための成果が得られた。イノベーション創出が期待できる。

大学のシーズを基に実用化を進める中で、アレーアンテナの実装に必要な「ボス・アイリス構造」を加えつつ、樹脂製の特長を生かして特性を向上する「新リッジ構造」を考案し、特許で押さえることで競合優位性を確保している。気象レーダは市場が限られるが、異常気象による災害が続く中での高性能・低コスト化は、社会ニーズに応えるものである。気象レーダは実用化に時間がかかるので、作成した標準設計書を活用して、気象レーダ以外の民生市場向け製品への展開が求められる。