



Title	逡倍型フェーズドアレイPLL発振器の移相特性
Author(s)	立花, 亮; 塩見, 英久; 岡村, 康行
Citation	電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集. 2008, 2008(エレクトロニクス(1)), p. S-74-S-74
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/51296">https://hdl.handle.net/11094/51296</a>
rights	Copyright©2008IEICE
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

逡倍型フェーズドアレイ PLL 発振器の移相特性  
Phase-shift Characteristic of Frequency Multiplying Phased Array using PLL Oscillator

立花 亮 Ryo Tachibana 塩見 英久 Hidehisa Shiomi 岡村 康行 Yasuyuki Okamura

大阪大学大学院基礎工学研究科 〒560-8531 大阪府豊中市待兼山町1-3  
E-mail: shiomi@ee.es.osaka-u.ac.jp

1. まえがき

近年電波応用機器の普及と高度化に伴い、フェーズドアレイアンテナの応用に関する研究が盛んになっており、太陽光発電衛星に搭載される超大規模送電アンテナの給電方法としても検討されている。特にマイクロ波半導体デバイス(PLL 発振器)を平面アンテナに直接集積させ、位相同期を行うことで、小型軽量化、また分配給電する際の電力損失抑制が可能となる。

本研究では PLL 発振器を各アンテナ素子に集積させる構造をとり残留位相誤差を位相差として利用することで、フェーズドアレイアンテナの簡素化に取り組み、さらに各 PLL 発振器の出力を周波数逡倍器で逡倍することで、逡倍前に対する移相量の増大を目的とした。

2. PLL 発振器

PLL 発振器の基準入力信号を式(1)、電圧制御発振器の出力を式(2)とすると、移相比較器の出力は式(3)と表せる。

$$\sqrt{2}A\sin\theta(t) \quad (1) \quad \sqrt{2}K_1\cos\theta'(t) \quad (2)$$

$$AK_1\{\sin\{\theta(t)-\theta'(t)\}+AK_1\sin\{\theta(t)+\theta'(t)\} \quad (3)$$

ここで電圧制御発振器の自励発振角周波数を  $\omega_0$ [rad/s]、角周波数変調感度を  $K_2$ [rad/s/V]と定めると発振角周波数は式(4)となる。

$$\frac{d\theta'(t)}{dt} = \omega_0 + K_2AK_1\sin\phi \quad (4)$$

このとき発振器と入力信号の周波数差  $\Delta\omega$  を式(5)とする参照信号を加えたとき、定常状態での移相誤差は式(6)となる。

$$d\theta_1/dt = \Delta\omega \quad (5) \quad \phi_e = \sin^{-1}\left(\frac{\Delta\omega}{K}\right) \quad (6)$$

つまり電圧制御発振器の自励発振角周波数を変化させることで、理論上は±90度の残留位相誤差を発生させることが可能である。本研究では電圧制御発振器の電源電圧を変化させることで残留位相誤差の制御を行い、フェーズドアレイアンテナの位相制御に適応した。

3. 試作実験

まず PLL 発振器を2つ試作し、所望の周波数で発振しているかを確認した。次に二つの PLL 発振器の出力をそれぞれ IQ 検波器に入力することで、PLL 発振器間の位相差測定実験を行った。また、それぞれの PLL 発振器出力と IQ 検波器入力の間逡倍器(2倍)を挿入することによる移相量の変化も合わせて測定した。逡倍器挿入時の実験系を図1に示す。

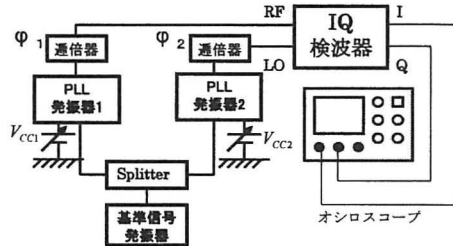


図1 位相差測定実験系(逡倍器挿入時)  
位相差  $\Phi = \phi_2 - \phi_1$

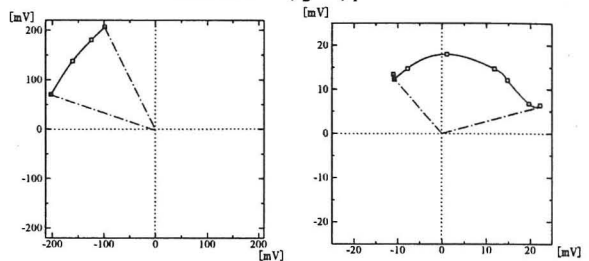


図2 位相差の制御結果

4. 実験結果

位相差の制御結果を図2に示す。図2の左図は低逡倍器を挿入していない状態(出力周波数 2.45[GHz])の測定結果で、右図は逡倍器を挿入したとき(出力周波数 4.9[GHz])の結果である。出力周波数が 2.45[GHz]のときの移相量が 45.6度であったのに対して、出力周波数が 4.9[GHz]のときの位相量は 115.6度と、2.5倍の位相量の増大が確認できた。

5. まとめ

2つの PLL 発振器の出力周波数を二倍に逡倍することで、逡倍する前の 2.5 倍の移相量が得られた。これをフェーズドアレイアンテナに用いることで、より広範囲のステアリング角が得られると考える。

参考文献

[1] 畑雅恭・古川計介 “PLL-IC の使い方”  
[2] 市川祐一・青木勝, “GHz 時代の高周波回路設計”  
[3] William C. Brown, “THE HISTORY OF WIRELESS POWER TRANSMISSION,” Solar Energy, Vol.56, No.1, pp.3-21, 1996