

氏名	Ragip Ispir
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第 1972号
学位授与の日付	平成11年9月30日
学位授与の要件	自然科学研究科 知能開発科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	Spatial Power Combining and Beam Steering Using One- and Two-Dimensional Coupled Active Antenna Arrays (1次元および2次元能動アンテナアレーを用いた空間電力合成とビーム操作)
論文審査委員	教授 野木茂次 教授 加川幸雄 教授 古賀隆治

### 学位論文内容の要旨

Power combining of many active devices using coupled active antenna arrays and radiation beam steering without phase shifters is presented.

In Chapter 1, historical development of spatial power combining and beam steering is reviewed. The basic knowledge related to the framework of the thesis is presented.

In Chapter 2, equations that describe the dynamics of a generally coupled oscillator arrays are derived. Several types of transmission-line-coupling networks to establish mutual coupling between the nearest neighbor oscillators even at small element spacing are developed. To compensate the undesired effect of radiative coupling on the array performance, resistive stubs to the end elements are added. Free-running frequency distributions to accomplish beam steering in one- and two-dimensional arrays are derived. Transient and steady state numerical analyses of the coupled oscillator arrays are carried out. It is graphically illustrated how a progressive phase shift is established by detuning the frequencies of end oscillators equally, but in opposite directions in a nearest neighbor coupled linear oscillator array. Power combining and beam scanning experiments on 1x2, 1x4, 2x2 and 3x3 patch antenna arrays with Gunn diodes as the active devices are presented.

In Chapter 3, unilaterally coupled oscillator arrays are investigated. Adjacent oscillators are unilaterally coupled through one of the two paths, which differ from each other in length, and each contains an amplifier. Changing the frequency difference between the first oscillator and the others scans the beam. It is shown that by turning on only one of the amplifiers, one can change the coupling angle to increase the range of controllable phase shift. As the active device for both oscillators and amplifiers, MESFETs are used. Each oscillator is coupled to a patch antenna via a round aperture on the ground plane. The theory is verified by several coupling configurations in 1x2 and 1x3 experimental arrays.

In Chapter 4, a novel unilateral coupling scheme is developed for two-dimensional arrays to reduce the number of elements the frequency of which should be detuned to control uniform phase shifts along both axes of the array. Oscillators are coupled unilaterally in a comb-line arrangement. Uniform phase shifts along both directions of the array can be established and controlled by detuning the frequencies of only the backbone oscillators. The result of a 2x2 experimental confirmed the theory.

Finally, in Chapter 5, conclusions of the thesis are given. Status and future directions of the spatial power combining and electronic beam scanning techniques are also discussed. Unlike mutually coupled linear oscillator arrays, the uniform phase shift controlled by changing the frequency of only the first oscillator in unilaterally coupled linear oscillator arrays.

## 論文審査結果の要旨

高速大容量・多チャンネルの移動体通信や高度道路交通システムなどの実現に向けて、高出力で放射ビーム操作可能な小形ミリ波源の開発が課題となっている。このための有力な方法の一つとして考えられているのが、小形アンテナに能動素子を一体化して配置した構造で、発振器として動作する能動アンテナのアレーを構成して、各能動素子の出力の空間合成とフェーズドアレー動作を行わせる方法である。

本論文は、隣接する能動アンテナ間をマイクロストリップ線路で結合した1次元および2次元アレーにおいて、アレー全体を同期させ、出力合成と能動アンテナの自励発振周波数制御によるフェーズドアレー動作を行わせる場合に、特に放射ビーム操作範囲の拡大のための結合、回路構成および制御方式を論じ、提案と動作解析・実験を行ったものである。まず第一に、能動アンテナ間を線路で相互結合したアレーにおいて、ビーム操作範囲の拡大のためにアンテナ間距離を短くすると、アンテナ間の不要な放射電磁波結合が増加すると共に、アレー端部とこれ以外のアンテナの間でこの結合の影響の不均一性が大きくなるが、結合線路に抵抗スタブを設けることにより、これらを打消して広範囲のビーム操作ができることを示した。第二に、能動アンテナ間を、増幅回路をもち長さの異なる2つの線路を並列に用いて、単方向に結合し、対となる増幅回路の一方のみに電源電圧を加え、増幅回路の活性状態を切り換えることにより、ビーム操作範囲をほぼ倍増させる方式を提案し、実験でも確認することができた。第三に、2次元能動アンテナアレーのフェーズドアレー動作のための、新しい単方向結合と単純化した周波数制御の方式を提案し、ビームの2次元操作に成功した。

以上のように、本論文は能動アンテナアレーに関する新しい提案と実験的成功により、マイクロ波・ミリ波工学分野での学術的意義をもつと共に、優れた実用的価値をもつものと考えられるので、博士（工学）の学位論文に値すると判断できる。