

令和 6 年 9 月 28 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H00236

研究課題名（和文）非平面フェーズドアレイによる有指向無線の開拓

研究課題名（英文）Flexible Phased Array for Directional Wireless Communication

研究代表者

岡田 健一（Kenichi, Okada）

東京工業大学・工学院・教授

研究者番号：70361772

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 40,090,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題は、従来、平面上に配置されていたミリ波帯フェーズドアレイアンテナを、非平面上にも配置可能とするためのものである。アレイ状に配置したアンテナ素子間の結合を計測し、各アンテナの位置推定および位相補償によるビーム形成を行う手法を明かにすることを目的とする。実際に、高精度な位相・振幅制御によるビームフォーミングと、アンテナ間結合の自律計測が可能なCMOS集積回路ICを作成し、提案手法の有効性の検討を行った。折り曲ったフェーズドアレイアンテナにおいても、提案手法を用いることで10dBの等価等方放射電力の改善を達成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ミリ波を用いる無線通信は第五世代移動通信(5G)で商用利用が始まったばかりの技術であり、6G等の将来の技術へ向けて一層の技術革新が必要であるが、本研究成果が実用化されれば、従来は平面上にしか形成できなかったフェーズドアレイ無線機が、非平面上にも形成することが可能となる。自動車の車体や、航空機、人工衛星や、衣類のように随時形状が変化する面においても、ミリ波フェーズドアレイによる超高速無線通信が可能となる。

研究成果の概要（英文）：This project aims to enable millimeter-wave band phased-array antennas, which are conventionally placed on planar surfaces, to be placed on non-planar surfaces as well. The objective is to reveal a method for estimating the position of each antenna on a non-planar surface and realize a compensation of beam pattern. A CMOS integrated circuit that enables beamforming with high-precision phase and amplitude control and measurement of the coupling between antennas is fabricated, and the effectiveness of the proposed method is evaluated. Even for a bent phased-array antenna, an improvement of 10 dB in EIRP is achieved by using the proposed method.

研究分野：集積回路

キーワード：フェーズドアレイアンテナ 無線通信 CMOS集積回路

### 1. 研究開始当初の背景

社会インフラとして無線通信技術の重要性が益々増大している。スマートフォンやタブレット等で用いられる移動通信や Wi-Fi 等のモバイル向け無線技術にあわせ、今後、屋内外でのセンサ端末、自動車、自転車、建機、農機、ドローン、超小型低軌道衛星、高高度疑似衛星(HAPS)等が新たに無線機器としての重要性を増すことが予想される。無線通信トラフィックは年率 1.4 倍増の状況が長らく続いており、20 年で 900 倍以上の通信量の増加が予測されている。シャノンの定理で知られるように、通信速度の向上のためには、広い周波数帯域の利用が必須であるが、現在主として用いられているマイクロ波帯は、様々な無線通信システムで利用されており、これ以上の広い周波数帯域を確保することは不可能である。将来の無線インフラネットワークに要求される通信量を支えるためには、現状のマイクロ波だけでは足りず、より高い周波数帯であるミリ波(30-300GHz)の利用が必須である。

### 2. 研究の目的

ミリ波帯無線通信技術の幅広い民生機器への搭載を考えると、安価で大量生産が可能な CMOS 集積回路による実装が必須であるが、送信電力がそれほど増やせないことや受信機の雑音を考えると、フェーズドアレイ方式の利用が必要である。多数のアンテナを用いるフェーズドアレイ技術を用いることで、通信距離を大幅に延ばすことができる。例えば、5G で用いられる 28GHz 帯において、送受信それぞれ 256 素子のフェーズドアレイ構成にすると、400m の距離で 64QAM による 5Gbps 以上の通信が可能である。このように、ミリ波を実用的に利用するためにはフェーズドアレイ技術が必要不可欠である。

従来のアレイアンテナは平面上に配置され、また通信可能距離は送受アンテナ数の 1.5 乗倍となるため、長距離伝送のためには比較的大きな面積が必要となる。ミリ波の利用の上で、大面積のアレイアンテナを平面上に配置しなければならないのは非常に大きな制約条件であり、例えば、スマートフォンでは 4 素子ないし 8 素子での非常に小さなアレイアンテナの搭載にとどまっている。非平面へのアレイアンテナ配置が可能となれば、曲がるスマートフォンや、車の屋根やドア面へ制約なく配置できるようになり、小型の航空機やドローン、膜面展開型の超小型衛星において、ミリ波による超高速無線通信が実現できる。本研究の目的は、そのような非平面上へのフェーズドアレイアンテナの形成を可能とする手法を明らかとすることである。

### 3. 研究の方法

本研究課題は、従来、平面上に配置されていたミリ波帯フェーズドアレイアンテナを、非平面上にも配置可能とするためのものである。アレイ状に配置したアンテナ素子間の結合を計測し、各アンテナの位置推定を行う。(1)フェーズドアレイを制御するための高周波 CMOS 集積回路を実装し、(2)アンテナ素子間結合(位相および振幅)を自律的に計測するための方法と、(3)計測した情報から非平面形状推定を行う方法、(4)非平面上のフェーズドアレイから精密にビーム生成を行う方法を明らかにする。衣類のように随時形状が変化する面においても、ミリ波フェーズドアレイによる超高速無線通信を可能とする。

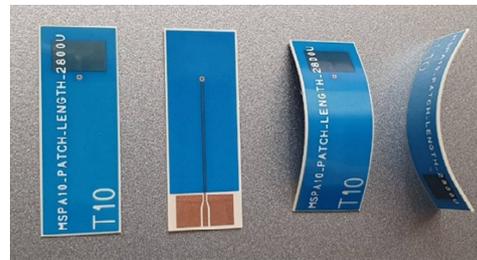
#### 4. 研究成果

(1) 通常の平面に配置されたフェーズドアレイを駆動するためには、位相のみの制御が行われる。必要な位相分解能は5度程度である。非平面アレイでのビームフォーミングには、0.5度の位相分解能が必要となり、また、0.1dB程度の振幅調整機構も必要となる。本研究課題では、高精度な位相・振幅制御によるビームフォーミング手法を考案し、アンテナ間結合の自律計測が可能なCMOS集積回路ICにより、提案手法の有効性を確認した。折り曲ったフェーズドアレイアンテナにおいても、提案手法を用いることで10dBの等価等方放射電力の改善を達成した。

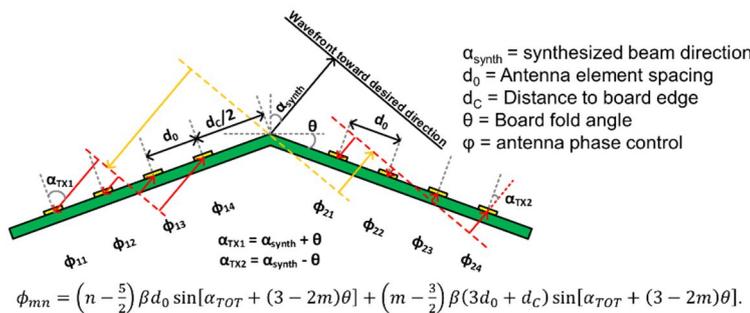
(2) アンテナ面が変形した場合でも所望方向にビームを向けるためには、まずは個々のアンテナの位置や傾きを特定する必要がある。その後電氣的な補償を行うが、15dB程度のサイドローブ抑圧を得るためには1度の位相精度が必要となる。二周波数を混合する方法による高精度自律計測技術を確立した。

(3) アンテナ面の変形によりアンテナ間の信号結合が変化することを利用して、アンテナ間の相対的な位置や傾きを推定する。アンテナ面の形状変形に対して適応的にビーム制御を行う際には、高速な形状推定が必要であり、全信号経路間の結合を計測することが困難である。結合量計測の並列化にあわせて、限定的な経路間での結合量のみを用いて形状推定を行う軽量かつ高速なアルゴリズムについて検討を行った。

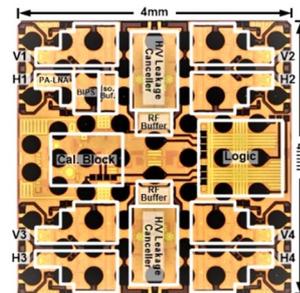
(4) 本研究の成果展開として、非平面フェーズドアレイアンテナを用いた衛星向けアンテナ技術について、衛星搭載に向けた実証機の制作に向けて検討を行い、課題点の抽出を行った。



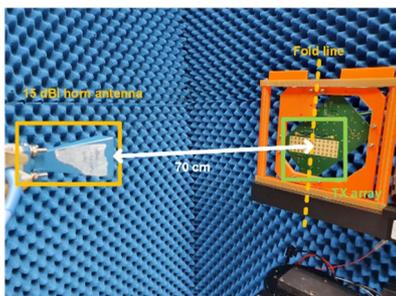
図：折り曲がるアンテナ



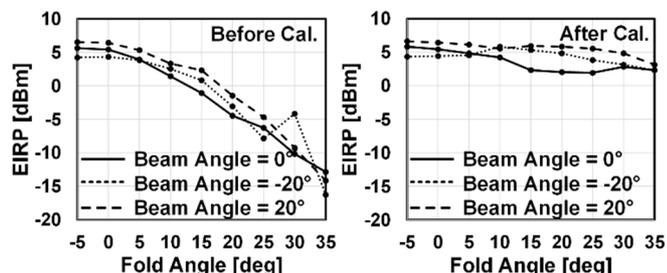
図：曲がった位置にある2平面からの位相補正方法



図：CMOS集積回路



図：位相補償実験



図：位相補償による等価等方放射電力の改善

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Li Zheng, Chen Zixin, Wang Qiaoyu, Liu Junqing, Pang Jian, Shirane Atsushi, Okada Kenichi	4. 巻 20
2. 論文標題 A 41-GHz 19.4-dBm Psat CMOS Doherty power amplifier for 5G NR applications	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEICE Electronics Express	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/elex.20.20220558	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 You Dongwon, Xi Fu, Herdian Hans, Wang Xiaolin, Narukiyo Yasuto, Fadila Ashbir Aviat, Lee Hojun, Ide Michihiro, Kato Sena, Li Zheng, Wang Yun, Awaji Daisuke, Pang Jian, Sakamoto Hiraku, Okada Kenichi, Shirane Atsushi	4. 巻 33
2. 論文標題 A Ka-Band 64-Element Deployable Active Phased-Array TX on a Flexible Hetero Segmented Liquid Crystal Polymer for Small Satellites	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEEE Microwave and Wireless Technology Letters	6. 最初と最後の頁 903 ~ 906
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LMWT.2023.3264810	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 YAMAZAKI Yudai, ALVIN Joshua, PANG Jian, SHIRANE Atsushi, OKADA Kenichi	4. 巻 E106.C
2. 論文標題 A 28GHz High-Accuracy Phase and Amplitude Detection Circuit for Dual-Polarized Phased-Array Calibration	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Electronics	6. 最初と最後の頁 149 ~ 156
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transele.2022ECP5016	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 You Dongwon, Wang Xiaolin, Herdian Hans, Fu Xi, Lee Hojun, Ide Michihiro, Gomez Carrel Da, Li Zheng, Mayeda Jill, Awaji Daisuke, Pang Jian, Sakamoto Hiraku, Okada Kenichi, Shirane Atsushi	4. 巻 11
2. 論文標題 A Ka-Band Deployable Active Phased Array Transmitter Fabricated on 4-Layer Liquid Crystal Polymer Substrate for Small-Satellite Mount	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 69522 ~ 69535
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2023.3291814	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamazaki Yudai, Sakamaki Jun, Pang Jian, Alvin Joshua, Li Zheng, You Dongwon, Mayeda Jill, Shirane Atsushi, Okada Kenichi	4. 巻 58
2. 論文標題 A 37-43.5-GHz Phase and Amplitude Detection Circuit With 0.049° and 0.036-dB Accuracy for 5G Phased-Array Calibration Using Transformer-Based Injection-Enhanced ILFD	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEEE Journal of Solid-State Circuits	6. 最初と最後の頁 2851 ~ 2860
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JSSC.2023.3272829	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Fu Xi, You Dongwon, Wang Xiaolin, Wang Yun, Mayeda Carolyn Jill, Gao Yuan, Ide Michihiro, Zhang Yuncheng, Sakamaki Jun, Fadila Ashibir Aviat, Li Zheng, Sudo Jumpei, Higaki Makoto, Inoue Soichiro, Eishima Takashi, Tomura Takashi, Pang Jian, Sakai Hiroyuki, Okada Kenichi, Shirane Atsushi	4. 巻 58
2. 論文標題 A Low-Power 256-Element Ka-Band CMOS Phased-Array Receiver With On-Chip Distributed Radiation Sensors for Small Satellite Constellations	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEEE Journal of Solid-State Circuits	6. 最初と最後の頁 3380 ~ 3395
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JSSC.2023.3312535	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Fu Xi, You Dongwon, Wang Yun, Wang Xiaolin, Fadila Ashibir Aviat, Liu Chenxin, Kato Sena, Wang Chun, Li Zheng, Pang Jian, Shirane Atsushi, Okada Kenichi	4. 巻 59
2. 論文標題 A Low-Power Radiation-Hardened Ka-Band CMOS Phased-Array Receiver for Small Satellite Constellation	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 IEEE Journal of Solid-State Circuits	6. 最初と最後の頁 349 ~ 363
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JSSC.2023.3308562	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 FU Xi, WANG Yun, WANG Xiaolin, GU Xiaofan, LUO Xueting, LI Zheng, PANG Jian, SHIRANE Atsushi, OKADA Kenichi	4. 巻 E105.C
2. 論文標題 An 8.5-dB Insertion Loss and 0.8° RMS Phase Error Ka-Band CMOS Hybrid Phase Shifter Featuring Nonuniform Matching for Satellite Communication	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Electronics	6. 最初と最後の頁 552 ~ 560
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transele.2021CTP0002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Zhang Yi, Pang Jian, Li Zheng, Tang Minzhe, Liao Yijing, Fadila Ashbir Aviat, Shirane Atsushi, Okada Kenichi	4. 巻 57
2. 論文標題 A Power-Efficient CMOS Multi-Band Phased-Array Receiver Covering 24-71-GHz Utilizing Harmonic-Selection Technique With 36-dB Inter-Band Blocker Tolerance for 5G NR	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Journal of Solid-State Circuits	6. 最初と最後の頁 3617 ~ 3630
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JSSC.2022.3214118	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Li Zheng, Pang Jian, Zhang Yi, Yamazaki Yudai, Wang Qiaoyu, Luo Peng, Chen Weichu, Liao Yijing, Tang Minzhe, Wang Yun, Fu Xi, You Dongwon, Oshima Naoki, Hori Shinichi, Park Jeehoon, Kunihiro Kazuaki, Shirane Atsushi, Okada Kenichi	4. 巻 58
2. 論文標題 A 39-GHz CMOS Bidirectional Doherty Phased- Array Beamformer Using Shared-LUT DPD With Inter-Element Mismatch Compensation Technique for 5G Base Station	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEEE Journal of Solid-State Circuits	6. 最初と最後の頁 901 ~ 914
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JSSC.2022.3232137	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 PANG Jian, LUO Xueting, LI Zheng, SHIRANE Atsushi, OKADA Kenichi	4. 巻 E105.C
2. 論文標題 A Compact and High-Resolution CMOS Switch-Type Phase Shifter Achieving 0.4-dB RMS Gain Error for 5G n260 Band	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Electronics	6. 最初と最後の頁 102 ~ 109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transele.2021ECP5002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Wang Yun, You Dongwon, Fu Xi, Nakamura Takeshi, Fadila Ashbir Aviat, Someya Teruki, Kawaguchi Atsuhiko, Qiu Junjun, Pang Jian, Yanagisawa Kiyoshi, Liu Bangan, Zhang Yuncheng, Zhang Haosheng, Wu Rui, Masaki Shunichiro, Yamazaki Daisuke, Shirane Atsushi, Okada Kenichi	4. 巻 57
2. 論文標題 A Ka-Band SATCOM Transceiver in 65-nm CMOS With High-Linearity TX and Dual-Channel Wide-Dynamic-Range RX for Terrestrial Terminal	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Journal of Solid-State Circuits	6. 最初と最後の頁 356 ~ 370
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JSSC.2021.3096190	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 FU Xi, WANG Yun, LI Zheng, SHIRANE Atsushi, OKADA Kenichi	4. 巻 E104-C
2. 論文標題 A CMOS SPDT RF Switch with 68 dB Isolation and 1.0 dB Loss Feathering Switched Resonance Network for MIMO Applications	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Electronics	6. 最初と最後の頁 280 ~ 288
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transele.2020CDP0004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Pang Jian et. al	4. 巻 56
2. 論文標題 A CMOS Dual-Polarized Phased-Array Beamformer Utilizing Cross-Polarization Leakage Cancellation for 5G MIMO Systems	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Journal of Solid-State Circuits	6. 最初と最後の頁 1310 ~ 1326
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JSSC.2020.3045258	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Pang Jian, et. al.	4. 巻 55
2. 論文標題 A 28-GHz CMOS Phased-Array Beamformer Utilizing Neutralized Bi-Directional Technique Supporting Dual-Polarized MIMO for 5G NR	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Journal of Solid-State Circuits	6. 最初と最後の頁 2371 ~ 2386
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JSSC.2020.2995039	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計34件 (うち招待講演 13件 / うち国際学会 34件)

1. 発表者名 Zheng Li, et.al
2. 発表標題 A 39-GHz CMOS Bi-Directional Doherty Phased-Array Beamformer Using Shared-LUT DPD with Inter-Element Mismatch Compensation Technique for 5G Base-Station
3. 学会等名 IEEE Symposium on VLSI Circuits (VLSI Circuits (国際学会))
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kenichi Okada
2. 発表標題 mmWave RF Frontend Designs over 100GHz for 6G Wireless Communication
3. 学会等名 IEEE MTT-S International Microwave Symposium (IMS) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Dongwon You, et. al.
2. 発表標題 A Ka-Band Dual Circularly Polarized CMOS Transmitter with Adaptive Scan Impedance Tuner and Active XPD Calibration Technique for Satellite Terminal
3. 学会等名 IEEE Radio Frequency Integrated Circuits Symposium (RFIC) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Xiaolin Wang, Dongwon You, Xi Fu, Hojun Lee, Zheng Li, Daisuke Awaji, Jian Pang, Atsushi Shirane, Hiraku Sakamoto, and Kenichi Okada
2. 発表標題 A Flexible Implementation of Ka-band Active Phased Array for Satellite Communication
3. 学会等名 IEEE MTT-S International Microwave Symposium (IMS) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Atsushi Shirane, et.al
2. 発表標題 Interdisciplinary Development of Spaceborne Phased-Array Transceiver on Deployable Membrane Structures
3. 学会等名 Small Satellite Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kenichi Okada
2. 発表標題 Bi-Directional Doherty Phased-Array Transceiver for 5G and Beyond
3. 学会等名 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT)Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kenichi Okada
2. 発表標題 Millimeter-Wave/THz CMOS Phased-Array Transceiver for 5G and Beyond
3. 学会等名 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yudai Yamazaki, Jian Pang, Atsushi Shirane, and Kenichi Okada
2. 発表標題 A 1.8-67GHz Divide-by-4 ILFD Using Area-Efficient Transformer-Based Injection-Enhancing Technique
3. 学会等名 IEEE European Solid-State Circuits Conference (ESSCIRC) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Minzhe Tang, Yi Zhang, Jian Pang, Atsushi Shirane, and Kenichi Okada
2. 発表標題 A 28GHz Area-Efficient CMOS Vector-Summing Phase Shifter Utilizing Phase-Inverting Type-I Poly-Phase Filter for 5G New Radio
3. 学会等名 IEEE European Solid-State Circuits Conference (ESSCIRC) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kenichi Okada
2. 発表標題 Millimeter-Wave/THz CMOS Phased-Array Transceiver for 5G and Beyond
3. 学会等名 IEEE MTT-S European Microwave Conference (EuMC) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kenichi Okada
2. 発表標題 Maximizing Energy Efficiency in sub-THz Radio Communication and Prospective toward 6G
3. 学会等名 IEEE BiCMOS and Compound Semiconductor Integrated Circuits and Technology Symposium (BCICTS) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yudai Yamazaki, Jun Sakamaki, Jian Pang, Joshua Alvin, Zheng Li, Atsushi Shirane, and Kenichi Okada
2. 発表標題 A 37-39GHz Phase and Amplitude Detection Circuit with 0.060 degree and 0.043dB RMS Errors for the Calibration of 5G NR Phased-Array Beamforming
3. 学会等名 IEEE Asian Solid-State Circuits Conference (A-SSCC) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Xi Fu et.al
2. 発表標題 A 2.95mW/element Ka-band CMOS Phased-Array Receiver Utilizing On-Chip Distributed Radiation Sensors in Low Earth Orbit Small Satellite Constellation
3. 学会等名 IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Dongwon You et.al
2. 発表標題 A Small-Satellite-Mounted 256-Element Ka-Band CMOS Phased-Array Transmitter Achieving 63.8dBm EIRP Under 26.6W Power Consumption Using Single/Dual Circular Polarization Active Coupler
3. 学会等名 IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kenichi Okada,
2. 発表標題 Millimeter-wave/THz Phased-Array Transceiver for Beyond 5G
3. 学会等名 IEEE International Wireless Symposium (IWS) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Atsushi Shirane, Takashi Tomura, Hiraku Sakamoto, and Kenichi Okada
2. 発表標題 Ultra-lightweight Deployable Antenna Membrane Technology for Future Non-terrestrial 6G Network and Earth Observation
3. 学会等名 Small Satellite Conference, (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Dongwon You, et. al.
2. 発表標題 A Ka-Band 16-Element Deployable Active Phased Array Transmitter for Satellite Communication
3. 学会等名 IEEE MTT-S International Microwave Symposium (IMS) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jian Pan, et. al.
2. 発表標題 A Fast-Beam-Switching 28-GHz Phased-Array Transceiver Supporting Cross-Polarization Leakage Self-Cancellation
3. 学会等名 IEEE Symposium on VLSI Circuits (VLSI Circuits) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kenichi Okada
2. 発表標題 Ultra-Low-Power DTC-Based Fractional-N Digital PLL Techniques
3. 学会等名 IEEE International Conference on ASIC (ASICON), Tutorial (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kenichi Okada
2. 発表標題 CMOS THz Phased-Array Transceivers for Beyond 5G
3. 学会等名 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kenichi Okada
2. 発表標題 Millimeter-wave/THz Phased-Array Transceiver for Beyond 5
3. 学会等名 IEEE European Solid-State Circuits Conference (ESSCIRC) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yi Zhang, Jian Pang, Zheng Li Atsushi Shirane, and Kenichi Okada
2. 発表標題 A 28GHz Bi-direction Transceiver with Temperature Compensation
3. 学会等名 IEEE International Conference on Integrated Circuits, Technologies and Applications (ICTA) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yudai Yamazaki, Joshua Alvin, Jian Pang, Atsushi Shirane, and Kenichi Okada,
2. 発表標題 A 39GHz Divide-by-8 LC-Ring ILFD Designed for 5G New Radio n260 Band
3. 学会等名 IEEE International Conference on Integrated Circuits, Technologies and Applications (ICTA) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kenichi Okada
2. 発表標題 Millimeter-Wave/THz CMOS Phased-Array Transceiver for 5G and Beyond
3. 学会等名 IEEE International Workshop on Electromagnetics (iWEM) Keynote (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Xi Fu, et.al
2. 発表標題 A 3.4mW/element Radiation-Hardened Ka-Band CMOS Phased-Array Receiver Utilizing Magnetic-Tuning Phase Shifter for Small Satellite Constellation
3. 学会等名 IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Jian Pang, Yi Zhang, Li Zheng, Minzhe Tang, Yijing Liao, Ashbir Aviat Fadila, Atsushi Shirane, and Kenichi Okada
2. 発表標題 A Power-Efficient 24-71GHz CMOS Phased-Array Receiver Utilizing Harmonic-Selection Technique Supporting 36-dB Inter-Band Blocker Rejection for 5G NR
3. 学会等名 IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kenichi Okada
2. 発表標題 THz CMOS Phased-Array Transceiver for 6G
3. 学会等名 International Symposium on Future Trends of Terahertz Semiconductor Technologies (TST) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kenichi Okada
2. 発表標題 Millimeter-Wave CMOS Phased-Array Transceiver for 5G and Beyond
3. 学会等名 KIEES Winter Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yi Zhang, Jian Pang, Kiyoshi Yanagizawa, Atsushi Shirane, and Kenichi Okada
2. 発表標題 28GHz Phase Shifter with Temperature Compensation for 5G NR Phased-array Transceiver
3. 学会等名 IEEE/ACM Asia South Pacific Design Automation Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Joshua Alvin, Jian Pang, Atsushi Shirane, and Kenichi Okada
2. 発表標題 A High-Accuracy Phase and Amplitude Detection Circuit for Calibration of 28GHz Phased Array Beamformer System
3. 学会等名 IEEE/ACM Asia South Pacific Design Automation Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kenichi Okada
2. 発表標題 Millimeter-Wave CMOS Phased-Array Transceiver for 5G and Beyond
3. 学会等名 IEEE International Electron Devices Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Atsushi Shirane, Yun Wang, and Kenichi Okada
2. 発表標題 A CMOS Ka-Band Wireless Transceiver for Future Non-Terrestrial 6G Networks
3. 学会等名 IEEE International Conference on Solid-State and Integrated Circuit Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Dongwon You, Awaji Daisuke, Atsushi Shirane, Hiraku Sakamoto, and Kenichi Okada
2. 発表標題 A Flexible Antenna for Ka-Band Active Phased Array SATCOM Transceiver
3. 学会等名 IEEE Asia-Pacific Microwave Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Jian Pang, Xueting Luo, Zheng Li, Atsushi Shirane, and Kenichi Okada
2. 発表標題 A Compact 37-40GHz CMOS Switch-Type Phase Shifter with Fine-Tuning Stage Achieving 0.4-dB RMS Gain Error
3. 学会等名 IEEE International Conference on Integrated Circuits, Technologies and Applications (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	戸村 崇 (Tomura Takashi)  (10803992)	東京工業大学・工学院・助教  (12608)	
研究分担者	坂本 啓 (Sakamoto Hiraku)  (40516001)	東京工業大学・工学院・教授  (12608)	
研究分担者	白根 篤史 (Shirane Atsushi)  (40825254)	東京工業大学・科学技術創成研究院・准教授  (12608)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------