

テラヘルツビジネスセミナーに見る THzアプリケーションの展望

井上憲人

2020年12月9日に、「第12回テラヘルツビジネスセミナー」(主催:テラヘルツテクノロジーフォーラム、テラヘルツシステム応用推進協議会、All about Photonics 事務局)が東京ビッグサイトで開催された。

Beyond 5G、6Gが THz技術の大きな焦点

テラヘルツビジネスセミナーのプログラムは以下の通り。本稿では、各セッションの概要を簡単に紹介する。

1. テラヘルツ応用の概観と展望
2. Beyond 5G (6G)ではどのような技術の実現が期待されているのか? ~テラヘルツ無線の可能性~
3. テラヘルツ通信の長距離化とその応用
4. 300GHz帯 CMOS トランシーバと6Gに向けた超高速無線通信の展望
5. 【アドバンテスト】産業利用に向けたテラヘルツ解析システムと事例紹介
6. テラヘルツ光による水中光音響波の発生~水中の物質を非接触で観測・操作する技術を目指して~
7. パッシブTHz近接場顕微技術による熱のナノスケール検出
8. 【理研】テラヘルツウォークスルーボディースキャナーの開発

セッションの1~4までは、主に次世代ワイヤレス、Beyond 5G (6G)が取り上げられた。

セッション1

最初のセッションは、THzアプリケーションを網羅的に取り上げているが、大部分は「超高速無線通信」に焦点が当てられている。ただし、内容は

「Beyond 5G/6G世界動向」、「日本政府の動向」(ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業)、「国内通信会社(NTT)の動向」など、いずれもウェブ検索で内容を知ることができる。

この他、THz波を利用した「生体分子制御」。これは生体タンパク質(高分子):アクチンに焦点を当てた内容で、さらに「高強度テラヘルツ波照射の応用可能性」として、「可能性」について説明した内容だった。

セッション2

「Beyond 5G (6G)ではどのような技術の実現が期待されているのか?」も国内外の研究開発動向の紹介、総務省の「Beyond 5G/6Gロードマップ」の紹介、「テクノロジービジョン」、「電波のサイバーフィジカルシステム」、「コンパクトRxモジュール」の紹介などだった。

開発されたモジュールでは、Txモジュール、Mod/PA集積モジュール、コンパクトRxモジュールが簡単に紹介された。Rxモジュールは、2016年に富士通、NICT、NTTがIEEE IMS 2016に発表した内容を汲んでいる。

NICTは、2020年9月に、独自の超伝導ホットエレクトロンポロメタミキサ(HEBM)構造、「高感度・広IF帯域ヘテロダイン受信機」を発表しているが、すでにニュースリリースが発

表されているためか、こちらには言及がなかったようである。

これ以外は、国内外のプロジェクト、共同研究などが紹介された。

セッション3

「テラヘルツ通信の長距離化とその応用」は、無線ニーズの現状分析「無線へのニーズの増大と有線との融合の必要性」、「ファイバ無線技術」に加えて、「THz伝送システム」が紹介された。

THz伝送システムでは、基本的な技術検討と日欧提携研究の取り組みについての説明があった。

セッション4

これは広島大、NICT、パナソニックが、2017 International Solid-State Circuits Conference(ISSCC)で発表した「シリコンCMOS集積回路を用いて300GHz帯単一チャネル、伝送速度105Gb/s、THz送信機の開発成功」をさらに進めて、「毎秒80ギガビットのデータ伝送を可能にするシリコンCMOS集積回路を用いた300ギガヘルツ帯ワンチップトランシーバの開発に成功」とした最新の研究成果を紹介したものである(International Solid-State Circuits Conference (ISSCC) 2019)。

同大のニュースリリースは、「シリコンCMOS集積回路により300GHz帯を用いて80Gb/sのデータ伝送を可能にするワンチップトランシーバの開発に世界で初めて成功した。従来に比べデータ伝送速度を大幅に向上させると共に、実用化に必須の「ワンチップ

化」を達成したことで、300GHz帯無線通信の実用化がより近付いた」と研究成果を報告している。

この研究成果のインパクトについては、「量産性に優れたシリコンCMOS集積回路による300GHz帯を用いることにより、情報通信ネットワークなどのインフラに使用される光ファイバに匹敵するTbpsの通信能力を一般ユーザーが利用可能なほど安価に実現できる可能性があることが示された」としている。

これに加えて、無線通信実験、「テラヘルツ通信の課題と展望」、「準リアルタイム月面モニタ」などが紹介された。(図1)

セッション5

アドバンテストの「テラヘルツ解析システム」の紹介。テラヘルツ分光システム、テラヘルツ光サンプリング解析システム、それらの測定器を利用した評価例が示された。

セッション6

セッションのタイトルは、「テラヘルツ光による水中光音響波の発生」でこれは、量子科学技術研究開発機構(OST)、関西光化学研究所(KPSI)による研究成果を発表したものである。

THz光と水の相互作用を利用することで考えられるアプリケーションの1つとして、「生体細胞内に存在するアクチン繊維を、細胞死を招かずに切断」が挙げられている。さらなる展開として、「光音響波の伝播距離を伸ばして操作性をさらに向上させるとともに、タンパク質や生細胞に対するテラヘルツ光誘起衝撃波の照射影響を精査することで、テラヘルツ光の新たな活用法として、水中環境下で細胞やDNA、高分子材料等を非接触かつ高い精度を保持して操作するといった、生命科学や材料開発

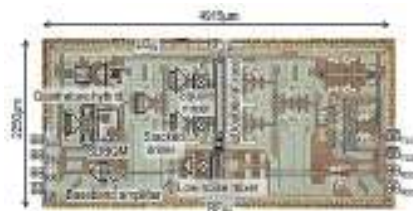


図1 開発したトランシーバ集積回路のシリコンチップ写真。(提供:広島大ニュースリリース)

等への応用が期待される」とOSTニュースリリースでは紹介されている。(図2)

光と音響波の相互作用の利用は、スタンフォード大でも研究されており、こちらでは空中ライダシステムで、数百mから数千mの水中探査、マッピングをアプリケーションに挙げている。いわゆる空中ソナーシステムである(IEEE Access)。

OSTもスタンフォード大も光と音、それぞれの世界の優位性を利用して点では、アイデアは同じと考えてよさそうだ。水中音響波の発生に関して、セミナーでOSTは、「レーザパルス光の照射」、「吸収による瞬時的・局所的エネルギー蓄積」、「熱弾性効果による音響波発生(音速伝送、圧力1MPa以下)」と説明している。

メカニズムは、スタンフォード大の説明でもほとんど同じで、照射したレーザが水面で吸収され、超音波が発生する。これが水中を伝搬し、物体に当たって反射され、水面に戻ってくる。これをトランスデューサで受信し、ソ

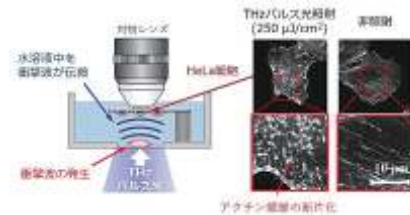


図2 水溶液表面で吸収されたTHzパルス光が衝撃波を発生させ、細胞内のタンパク質重合体(アクチン繊維)を断片化する。(提供:OST)

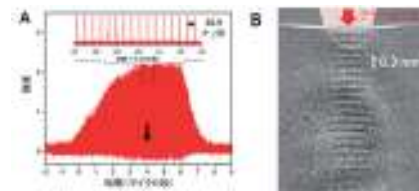


図3 テラヘルツパルス列と光音響列のシャドウグラフ像。(提供:OST)

フトウエアで解析する。

スタンフォード大は、THz光には言及していないが、ほぼ同等のアイデアがTHzでも、それ以外のレーザ光(論文では555nm)でも利用できることを示している。(図3)

セッション7

これは、「2019年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論」で紹介された「パッシブTHz近接場分光計測の実現に向けた分光機構の実装」をさらに押し広げ、詳細に解説した。2019年の研究発表では、「外部光源を用いないパッシブ型SNOMの開発を行っている・超高感度検出器(Charge-Sensitive Infrared Phototransistor:CSIP)、共焦点顕微光学系、AFM機構を組み合わせることにより、波長14.5μmにおいて空間分解能20nmの近接場イメージングを可能にした」と説明している。

今回のセッションでは、研究成果の応用展開に加えて、「相変化メモリ結晶相の測定」、「低温THz-SNOMの設計・構築」などが紹介された。

セッション8

フラウンホーファー研究所の成果も交えながら、ボディスキャナーのプロトタイプが紹介された。

以上、「テラヘルツビジネスセミナー」の各セッションを簡単に紹介した。