

訪問日 2014年8月19日

東京大学 大学院工学系研究科 電気系工学専攻 種村 拓夫 准教授

研究題名：透明導電性酸化物を用いた超小型光変調器の創製

東京大学・種村拓夫先生を訪ねて

外壁に「内田ゴシック」の名残りをとどめて、昨年改築したばかりの本郷キャンパス工学部3号館に種村先生を訪ねました。ここには昨年駒場から移転したばかりで、東大の構内の複数個所に研究室があるとのことでした。

先生の研究は一言で言うと“光”の集積回路をつくる研究とのことでした。大きく3つのテーマを進めています。1つ目の「光集積スイッチ・スキャニング回路」は、比較的長く研究しており、光の経路を高速に切り替える大きさが数mm角程度のスイッチです。無線通信で使われているフェーズアレイアンテナを光の波長に応用したもので、光の波面を高速に制御することで、光の出射方向をナノ秒レベルで高速に切り替えます。光を光のまま切り替える光ルーターへの応用を目指しております。消費電力は2桁以上低下することが期待されますが、光通信でのクロストーク特性、偏光依存性などの厳しい要求特性に挑戦しています。実用化へはまづ、発熱が大きな課題となっているデータセンターへの採用を期待したいとのことでした。

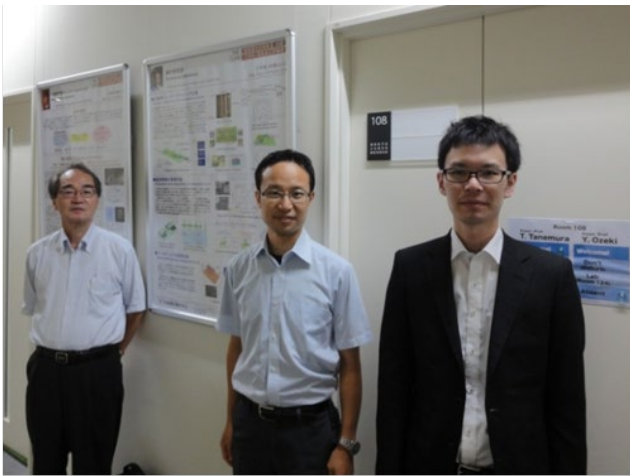
2つ目は「偏波制御光集積回路」です。光には電界が縦に向いている状態と横に向いている2つの状態がありますが、今までの集積回路はそれを一つの偏光状態に適用されるような素子を作っていました。そこで先生は、その向きを素子の内部で制御、向きを回転させるなど、動的に変化させる素子を目指しています。この技術は現在企業に注目されつつあるとのことでした。従来、光通信では一つの偏光状態しか使っていませんでしたが、近年、両方の偏光状態を使って容量を2倍にする偏波多重方式が使われ始めています。それ現在は複屈折レンズを使う、波長板など大きな空間光学系を使って多重にしていますが、小さなチップ内で偏波状態を自在に制御したいというニーズが高まっているとのことでした。現在は、決まった偏光状態への変換を行う位相を少しずつ変えていく固定式偏光変換器ですがに加え、電界により動的に所望の偏光状態を作る素子にも取り組んでいます。偏波多重は縦・横の2次元情報伝送ですが、最近注目されているのは、縦とか横とか、その中間とか偏光状態に情報を載せて伝送する新しい変調方式で注目を集めており、そのようなシステムへの応用が期待されそれにはこの素子が不可欠になるとのことでした。この技術を着想したのは5年前、実験に成功したのは2年前だそうで、現在売込み中の技術とのことでした。

3つ目は昨年の後半から始めて、助成テーマとも関係する「ナノメトリック光集積回路」で、もう少しスパンの長い研究です。LSI内部のデータ転送に、消費電力や遅延の問題から将来光が用いられると言われております。CPUとレーザを隣同士に集積する場合、伝送距離は μm レベル以下となります。そこで μm 以下のレーザや変調器、従来の1/1000以下の素子を作ろうというものです。そこで問題は光の回折限界であり、光の波長以下に光を閉じ込めることができないことです。それを打破する唯一の方法は、今までの誘電体とか半導体ではなく、金属とかITOなどの透明導電性酸化物(TCO)を使うことで、光をnmオーダーの領域に閉じ込めることで非常に小さな変調器を作れるとのことでした。金属は損失が大きく自由度がありませんが、TCOは大きな自由度を持ち、電界の有無によりキャリア(電子)密度が大きく変化し、光の屈折率を大きく変化させる特性があります。電界のON/OFFにより出射光強度が大きく変化し、長さ μm レベルの超小型光変調器になります。透明導電体としてITOはよく知られていますが、変調器としての特性は未知で、ITOをはじめ各種のTCO材料を調べてい

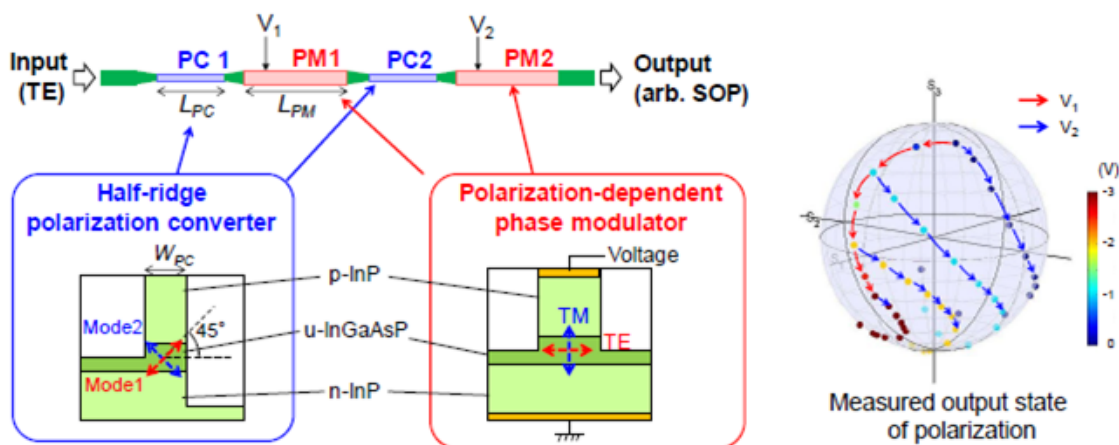
きたいとのこと。当日はまだ未発表とのことですが、実用化に適した新しい導波路構造、それを使った数値計算によるモード解析結果、ITO膜のキャリア濃度が成膜条件により異なることなど説明いただきました。

先生は机上の空論ではなく試作してみて原理を実証、実用化レベルを確認しながら、新しい課題を見出すという研究手法で、実用化への展開を図っています。

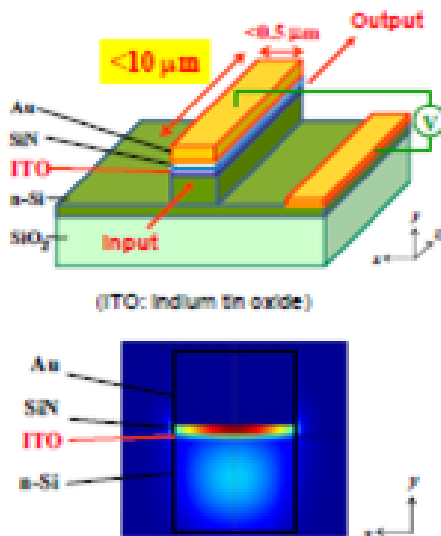
(2014年8月19日訪問、技術参与・飯塚)



研究内容を紹介するポスターの前で
;中央が種村先生



Proposal and demonstration of monolithic InP polarization modulator



Plasmonic optical modulator
using metal and ITO