

# マイクロチャンネル中に注入した微小液滴の電解駆動により動作する 交叉導波路型光スイッチ

～ マイクロチャンネルの製作技術とスイッチング特性 ～

横浜国立大学大学院工学府 物理情報工学専攻 電気電子ネットワークコース 池本卓司様

我々は静電力によって微小液滴を駆動する，低消費電力化に適した光導波路型光スイッチを提案および実証した．本発表ではその中で特に，

- 1．本デバイス実現の為に新しく開発した，薄いカバー層を持つマイクロチャンネルの形成法
  - 2．本デバイスの駆動時に生じる，閾値電圧の発生原理
- について発表した．

このデバイスは，交叉導波路の交点でマイクロチャンネルが 30 度で交叉しており，そのマイクロチャンネル中に注入した微小マッチングオイル液滴をマクスウェルの応力によって駆動させることで動作する．液滴が導波路とマイクロチャンネルの交叉部にある時は，光はマイクロチャンネル中を直進してスルーポートに出力される．逆に空気が導波路とマイクロチャンネルの交叉部にある時には，光はマイクロチャンネルの側壁で全反射され，クロスポートに出力される．

本デバイス実現に必要な要素『薄いカバー層を持つマイクロチャンネル』を形成するために，リフトオフ技術とダマシンプロセスを組み合わせた新しい製作技術を開発した．この製作技術は，溝を形成した基板にリフトオフ技術を用いることで必要な溝部分にだけ犠牲層を選択的に形成し，その形成した犠牲層をポリッシングによって上面を平坦化して，その後犠牲層上にカバー層を成膜して，最後に犠牲層を取り除く．ポリッシングによって上面を平坦化することから，平らなカバー層を形成でき，かつ犠牲層を用いることからカバー層厚を薄く製作出来る．

本発表の後半では，本光スイッチの駆動時に生じる閾値電圧の発生原理を，液滴界面の力学理論を用いて解明した．そしてその理論から求めた特性が，実験値とよく一致することを確認した．液滴の電圧駆動時に生じる閾値電圧は，液滴を注入しているマイクロチャンネルの側壁荒れの最大角度に起因した，接触角履歴が原因であることを明らかにした．従って，マイクロチャンネルの側壁荒れの最大角度を低減すれば，接触角履歴は小さくなり，閾値電圧も低減されることが理論より示された．

動作電圧 250V において，消光比 33dB，切替時間 31ms の動作を得た．今後はマイクロチャンネルの側壁荒れを低減することで，より低駆動電圧で高速な光スイッチ動作が実現される．

ご挨拶：

「光エレクトロニクス研究会 学生優秀研究賞」を戴けることになりました，ありがとうございます．本発表の大きな 2 つのテーマであります，マイクロチャンネルの製作技術開発と液滴移動の閾値電圧の原因究明には博士課程の大半を費やし，大変苦勞の多い研究でした．その内容を発表する機会をいただいた上に，このように榮譽ある賞をいただき，博士課程で行ってきた研究をねぎらって頂いたような気が致します．この賞をいただいたことを励みにして，今後の社会人生活でも「諦めず正しく努力を続けていればいつか報われる」という気持ちを持ち続け，世のためになる正しいことの出来る技術者を目指していきたいと考えております．この度は本当にありがとうございました．