

[KTN 波長掃引光源]

光照射の工夫で波長掃引光源の安定化を実現 半導体製造や掘削工事などに活用広がる

NTT 研究所は、印加する電圧によって光の屈折率を変える性質を持つ「タンタル酸ニオブ酸カリウム (KTN)」という結晶の研究を長年続けており、世界最先端の技術を培っている。NTT デバイスイノベーションセンタは、KTN 結晶を使った高速かつ安定動作する波長掃引光源（波長が時間的に変化する光源）の開発に成功した。同光源は、半導体製造や掘削工事など幅広い領域での活用が始まりつつある。KTN 波長掃引光源の研究開発と、その展開について紹介する。

高速だが安定性に課題があった KTN 結晶の電気光学効果

タンタル酸ニオブ酸カリウムの結晶 (KTN 結晶) は、電圧によって光の屈折率を変える電気光学効果が大きいことで長年研究者の注目を集めていた。NTT は、KTN 結晶を産業利用可能なサイズに安定成長させる技術を世界に先駆けて開発し、それを基に KTN 結晶に関する様々な研究開発を進めている。

NTT デバイスイノベーションセンタ（以下、DIC）は 2013 年に、NTT アドバンステクノロジーと浜松ホトニクスと共同で KTN 結晶を使

った波長掃引光源（波長が時間的に変化する光源）を開発した。機械可動を必要としない KTN 波長掃引光源は、従来の光源に比べて高速動作が可能という利点がある。

しかし KTN 結晶の電気光学効果には、時間的な特性が一定しないという課題があった。具体的には、利用し始めた初期段階と、数時間継続的に動作させた後に特性がバラつく問題があったのである。特性が一定しなけれ



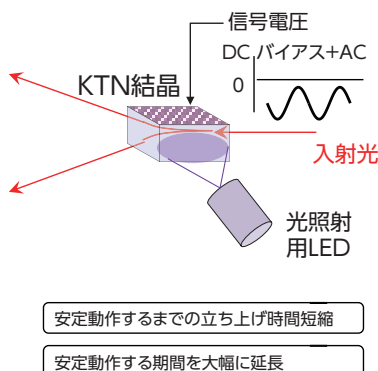
NTT デバイスイノベーションセンタ
ライフアシストプロジェクト

[左から] 主任研究員 坂本 尊氏、研究員 辰己 詔子氏
プロジェクトマネージャ 小泉 弘氏

ば測定精度に影響が出るため実用化しづらいという声を受け、DIC では KTN 結晶の動作安定化に向けた研究開発を開始した。「KTN 結晶に光を照射すると、結晶内部の電子の移動がスムーズになって動作が安定するのではないか」という仮説は以前からあり、それを実証する取り組みを始めた。」（ライフアシストプロジェクト 主任研究員 坂本 尊氏）

研究の結果、同仮説は正しく、LED からの光を KTN 結晶に照射することで動作を安定化できることを 2015 年度までに実証できた（図 1）。「KTN 結晶に青色の光を照射することで、1 ～ 2 分で安定動作可能になり、さらにその安定動作が 3000 時間以上継続することを確認できました。」（坂本氏）

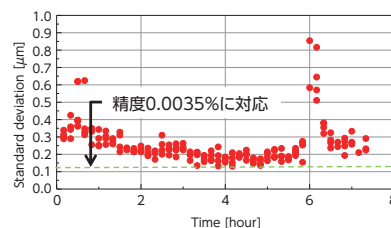
光照射によって KTN の動作安定化を実現



安定動作するまでの立ち上げ時間短縮

安定動作する期間を大幅に延長

光照射をしていない光源を用いた標準偏差の時間依存性



光照射をした光源を用いた標準偏差の時間依存性

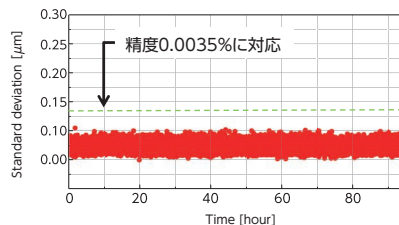


図 1 KTN 結晶への光照射によって動作安定化を実現

半導体製造や掘削工事向けの光源として活用が始まる

長時間の安定動作が可能になったことで、KTN 波長掃引光源の応用先は拡大した。

NTTとNTTアドバンステクノロジー、浜松ホトニクスは、半導体基板の厚さ計測用に同光源を活用することを考案し、2017年4月から光源装置のサンプル出荷を開始した。

KTN 波長掃引光源を使った厚み計測システムの利点は、やはりその高速性にある（図2）。「高速な測定が可能になることで、所望の厚みになるまで半導体基板を削る装置などを実現できます。これはKTN 波長掃引光源の大きな強みです。」（坂本氏）

また、下水道工事などの掘削工事での活用も始まっているという。「人が内部に入れないサイズのトンネルを掘る際の課題の一つが、掘削機の位置を正確に測定するのが難しいことです。特に屈曲部があるトンネルの場合は、掘削機までの距離と掘削機の角度を正確に測定できなければなりません。KTN 波長掃引光源を使うと、こうした測定を高精度かつ高速に実現できます。」（ライフアシストプロジェクト研究員 辰己 詔子氏）

アイレック技建とNTTアドバンステクノロジーが2017年2月に開発した、地下管路向けの位置測定システムの概要を図3に挙げた。同システムでは、複数の計測ユニットを利用することで、最大400mの距離を誤差±4cm以下で計測できる。また、角度計測も可能で、屈曲部を

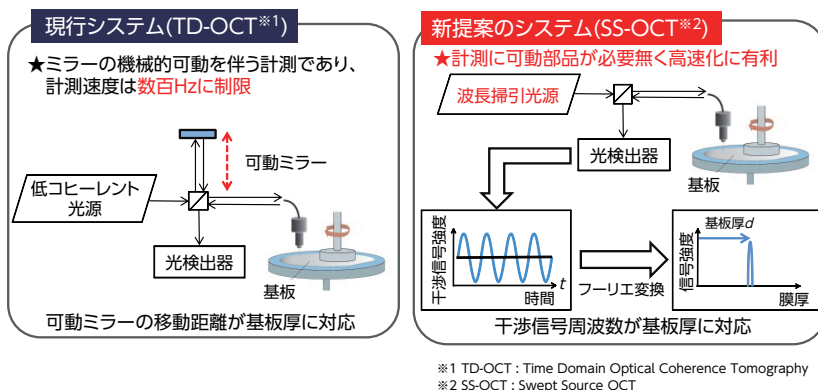


図2 半導体基板の厚さを高速に計測可能な光源を開発

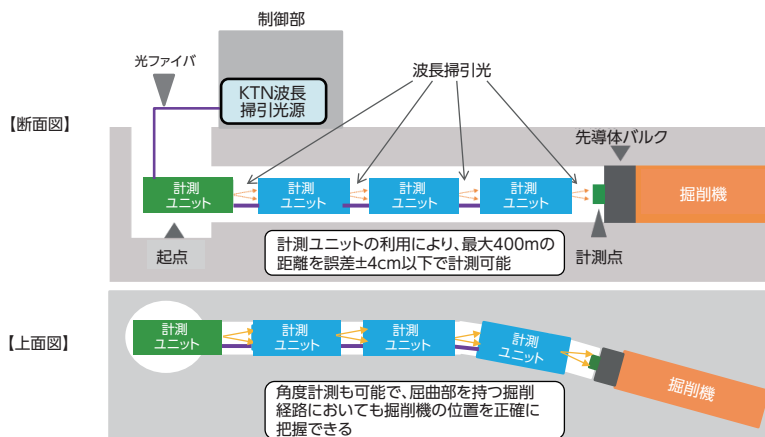


図3 高速・高精度位置計測システムの光源としても活用が始まる

持つ掘削経路においても掘削機の位置を正確に把握できる。

位置決めの手順書を提供してコラボレーションを促進

これらの実用化の広がりに伴って、新しい課題も出て来た。光源が正しく動作するよう組み立てるには、光源を構成する部品の位置決め（アライメント調整）を厳密に行う必要があるが、経験が無い場合はそれが非常に難しいのである。そのため、研究所ではうまく動作するが、コラボレーション相手側では動作しない状況がしばしば発生した。「そ

こでアライメント調整の方法を手順書にまとめて提供するようにしました。研究開発フェーズから実用開発フェーズにスムーズに移行させるための欠かせない作業でした。」（坂本氏）

DICでは、今後さらにコラボレーションを拡大し、KTN 波長掃引光源の適用分野拡大に取り組む。「今回、KTN 結晶の長時間の動作安定化を実現できました。そうした能力向上によって、新しいジャンルに適用できる可能性が広がっています。幅広い視野で新領域開拓に取り組んでいきます。」（辰己氏）