

Product Introduction

製品紹介

コンパクト自動旋光計 SEPA-500

村田 駿介

Shunsuke MURATA



〔開発に携わったメンバー〕

左上

伊串 達夫

後列左から

米澤 依介, 右近 寿一郎, 西條 豊, 伊東 俊哉

中列左から

井田 美彦, 夏目 好隆, 藤原 真悟, 平井 千恵,

石井 勇氣

前列左から

島 充子, 大西 智行, 村田 駿介, 山中 孝之,

東川 喜昭

はじめに

旋光計は、医薬品、製糖、食品分野で使用される糖類、アミノ酸、ビタミン、アルカロイド、ホルモンなど光学活性物質の濃度や純度の高精度測定に欠かすことができない分析計である。

堀場製作所では、1992年に最初の旋光計SEPA-200を発売して以来、多くのお客様の声に触れる機会を頂いている。SEPA-500(図1)は、この経験と新しい技術・ノウハウを融合させて、「高精度な測定」を「簡単」に「短時間」で実行させるというコンセプトで開発された。

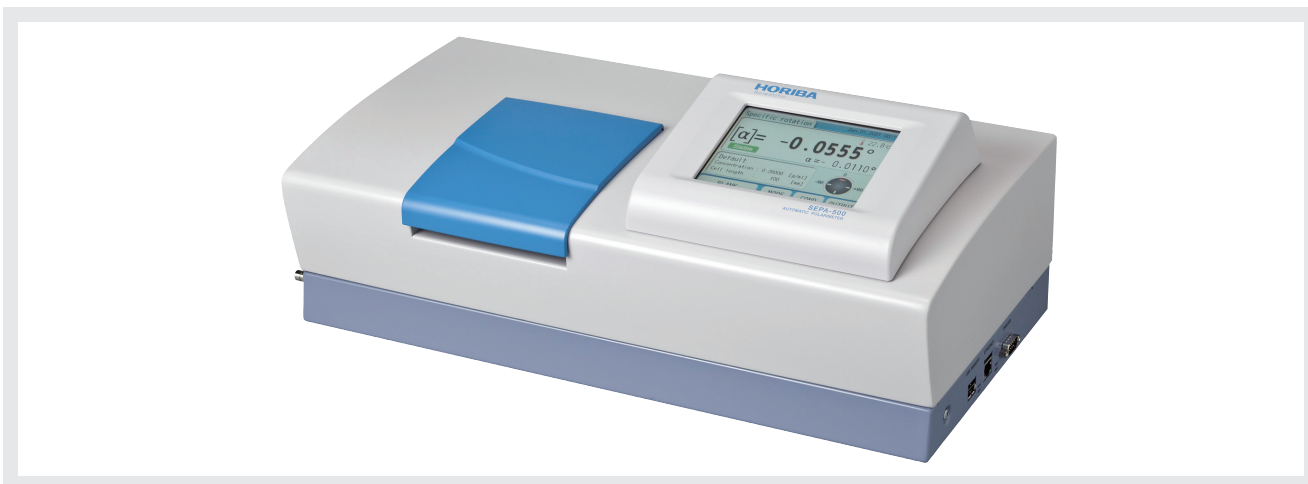


図1 SEPA-500写真

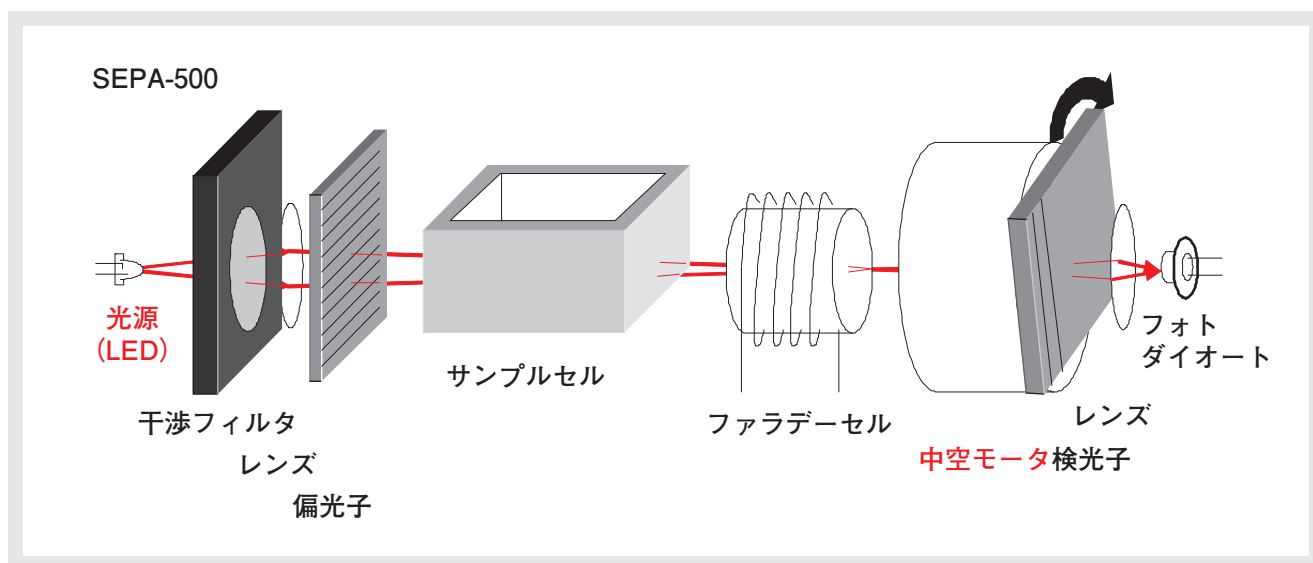


図2 SEPA-500光学系

測定原理

旋光とは、光学活性物質の入った溶液を直線偏光が通過するときに、濃度と物質の特性に応じて偏光面が回転する現象をいう。糖類やアミノ酸などは、一般的に光学活性なので、旋光度を測定することで濃度や純度が分かるため、品質管理の指標とすることができる。そのため、旋光計は製薬や食品業界において、品質検査や工程管理の分野などに役立てられる。SEPA-500で用いている光学系の概略を図2に示す。

まず、特定の波長の光束を偏光板により直線偏光とし、サンプルセル内の試料を透過させる。

試料が光学活性を持つ場合、偏光方向は試料の光学活性の強さ、濃度、セルの光路長に応じて回転する。サンプルセルを透過した光は、変調用ファラデーセルと検光子を順に通過する。検出器側の偏光板を検光子とよび、モータなどの回転機構により、通過させる偏光方向の角度を制御できるようにする。検光子を通過した光は、フォトダイオードにより光強度に応じた電気信号に変換される。

検光子の回転角度は、検出される光の強度が最小となるように常に自動で調整されている。すなわち、検光子の透過軸は、サンプルセルを通過して回転した直線偏光に対して常に直交する角度となるように自動制御される。試料の旋光度は、サンプルセル内に試料がある場合と無い場合(通常旋光性のない液をセル内に充填する)の検光子の角度の差として得られる。

ファラデーセルは、分極を起こす透過性物質と、それを取り巻くファラデーコイルから構成されている。ファラデー

コイルに電流を流して磁場を発生させると、内部を通過する直線偏光の偏光面が回転していく、いわゆるファラデー効果が生じる。このファラデーセルを用いることで、偏光面振動方式による光学零位法を採用して、分解能の向上と偏光面の回転方向の検出を行っている。

高速応答と高分解能測定

測定精度と応答速度は、検光子の制御機構に大きく依存する。堀場製作所では前機種種のSEPA-300まで、検光子を取り付けて回転させる機構として、ステッピングモータとウォームギアを用いて、 $5/10000^\circ$ の分解能を得ていた。SEPA-500では新たに中空モータを採用した。中空モータは中央にシャフトやモータ本体が存在しないので、検光子を中央に取り付けて、モータ中央の空洞に光束を通すことができる。これにより、これまで使われていたカップリングやウォームギアといった、周辺部品に起因する角度誤差を除去することができた。さらに、電気系の制御の一部をデジタル化することで、安定位置ではバックラッシュを最小限に抑えて、スムーズに動作させるなど状況に応じた最適制御ができるようになった。これらによって、これまで最大 $5^\circ/s$ であった回転速度を最大 $60^\circ/s$ と従来比12倍、角度分解能を従来比5倍にあたる $1/10000^\circ$ の世界最高クラスを実現することができた。高速応答や高分解能という特徴は、特に大きな旋光角を示す試料を測定する場合に有用であるだけでなく、フローセルを用いた連続モニタリングのような薬液を常に監視するアプリケーションにおいても効果を発揮する(図3)。

Product Introduction 製品紹介 コンパクト自動旋光計 SEPA-500

仕様	
光源	LED
偏光子	ダイクローム
測定波長	589 nm (D線相当)
検出器	フォトダイオード
最大使用セル長	100 mm
測定角度範囲	±90°
測定精度	±0.002° (>1°)、±0.2% (≤1°)
測定再現性	±0.002°
最小表示角度	0.0001°
最高応答速度	60°/秒
測定方式	対称角振動方式光学零位法
温度測定点	セルホルダ／セル内
測定温度範囲	0～99.9℃
表示	カラーLCD 5.7インチ
入力方式	タッチパネル
測定項目	旋光角、比旋光角、国際糖度、濃度、純糖率
データ処理	連続自動測定、統計(平均値、標準偏差)処理
データ保存	外部プリンタ印刷(オプション)、外部USBメモリ
外部接続	Ethernet
外形寸法	490(W)×250(D)×200(H) mm
質量	13 kg

図3 SEPA-500の仕様

光源メンテナンスフリー

SEPA-500では光源にLEDを採用した。LEDの発光波長はNaランプと比べて広い半値幅を持つが、後段の干渉フィルタにより、中心波長589 nm半値幅2.5 nmの光を得ている。前機種までは、およそ1000時間の寿命を持つNaランプを使用してきたが、SEPA-500では2万時間以上の寿命を持つLEDを採用した。通常の使用で10年以上交換の必要がなく実用上メンテナンスフリーといつてよい。

小型化・軽量化

本装置の開発では性能向上だけでなく、小型化も実現した。光学系では、先に述べたとおり光源を従来のNaランプからLEDに、検光子の制御は周辺機構を伴うウォームギアから中空モータにそれぞれ変更したが、それ以外に特筆する点として、シンプルな光学系があげられる。中空モータをベースにして左右からはさみこむ形で光学素子を取り付けており、これまで光学部品を支持するため

に用いていた光学ベンチを不要とし、光学軸の安定性を維持しながら小型化・軽量化を達成した。以上のようにLEDの採用、中空モータの採用、そして光学系の見直しにより、前機種であるSEPA-300の外寸565(W)×445(D)×270(H) mm質量35 kgに対して、SEPA-500では490(W)×250(D)×200(H) mm質量13 kgと、設置面積・質量ともに半分以下とすることができ、場所を取らない旋光度計測を実現した。

操作性の工夫

使いやすさの向上のため、カラー液晶ディスプレイ(図4)を採用した。また入力にディスプレイ上を直接操作するタッチパネル方式を採用し、直感的に操作できるようにした。基本画面では、測定結果の表示内容を、旋光角、比旋光角、国際糖度、濃度、純糖率からワンタッチで切り替えることができる。また条件設定画面では10個までの条件をメモリに記憶させておくことが可能となっている。測定値の出力は、オプションのプリンタによる印刷のほか、USBメモリへの保存も可能で、それによってPCで読み出すことも可能である。

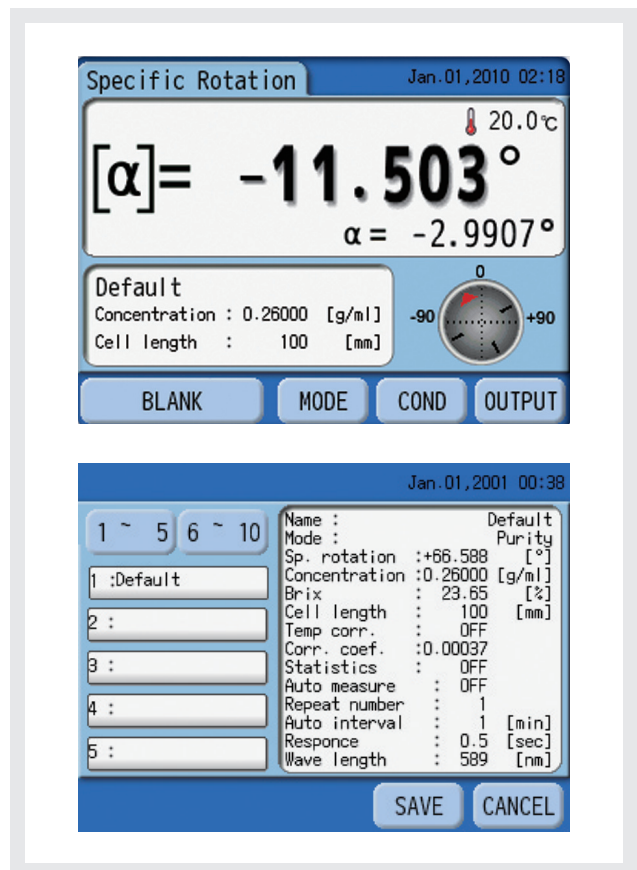


図4 基本画面と条件設定画面

ペルチェ式温調セルユニット

試料の旋光度は温度により変化するため、旋光度測定では温度管理が重要である。従来機では、恒温槽を装置に接続して循環水を用いて試料セルを温調していた。SEPA-500では、冷却部を試料室内部に取り付けることができるペルチェ式温調セルユニットをオプションで用意されている(図5)。これにより恒温槽の設置場所や循環水の漏れを心配しなくて良い旋光度測定ができるようになった。

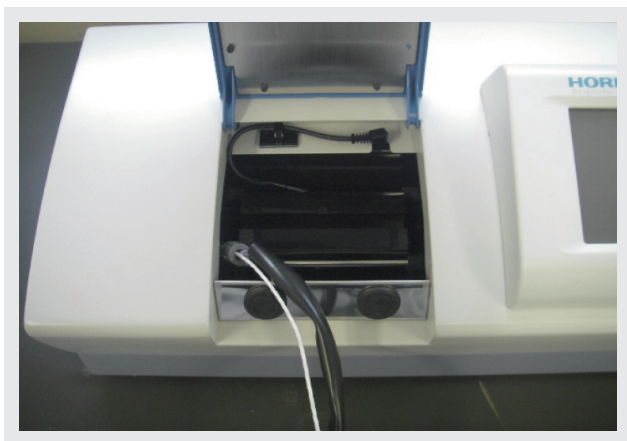


図5 ペルチェ温調ユニットを取り付けた試料室

おわりに

SEPA-500では、中空モータとLED光源を採用することで、高速応答・高分解能、メンテナンスフリーを達成することができた。また、タッチパネル方式のディスプレイを採用し使いやすさを追求した。さらにオプションとして、ペルチェ式温調セルユニットが用意され、これまで悩みの種であった水漏れの心配を解消することができた。SEPA-500は高精度な測定を早く簡単に行える、小型化・軽量化の装置であり、多くのお客様に喜んでいただけるものと考えている。