

真空自動可変コンデンサ（オートVC）用制御基板の開発

竹谷 修 Osamu Takeya
 錦織祐市 Yuichi Nishikiori
 川島幸二 Koji Kawashima
 谷水良行 Yoshiyuki Tanimizu

キーワード 真空コンデンサ, 半導体製造装置, EtherCAT, モーター一体形

概要



真空自動可変コンデンサ（オートVC）

真空可変コンデンサ（VVC）は、主に化学気相成長法（CVD）装置、エッチング装置などの半導体・液晶薄膜製造装置向けインピーダンス整合用として使用され、その中で、真空自動可変コンデンサ（オートVC）は、VVC・駆動用モータ・連結部を一体形として、付属の専用コントローラで静電容量を高精度（±0.5%）で指定できるモジュールである。2014年9月からオートVCの量産供給を装置メーカー・電源メーカーを中心に行っている。

アブソリュートエンコーダ機能搭載オートVCは、従来起動時に必要であった機械原点復帰動作が不要となり、より早く装置を始動できる。

EtherCAT対応オートVCは、従来の通信速度から大幅な高速化を実現し、自由度の高い接続ができる。

1 まえがき

真空可変コンデンサ（VVC）の静電容量は、本体中部にある軸を回転させて設定している。そのため、装置にVVCを組み込む場合は、回転軸駆動機構及び接続部の絶縁耐圧、機械強度などの構造設計が重要である。さらに、駆動機構を制御するための制御回路、制御装置とのインタフェース回路が必要となり、開発コストが高く、信頼性の高いシステムとすることが困難であった。

真空自動可変コンデンサ（オートVC）は、これらの重要な部分を一体化し、駆動機構と制御回路、外部とのインタフェースをモジュール化した。本稿では、新しく製品ラインアップに加わったアブソリュートエンコーダ機能を搭載したオートVCと、EtherCAT対応のオートVCを紹介する。

2 特長

2.1 オートVCの特長

モータとVVCの接続には、構造強度・耐電圧性能・アライメント精度・動作寿命など多くの要求を満たす必要があり、トラブルが多く発生する。そのため、開発には相応のコストと期間が必要となる。

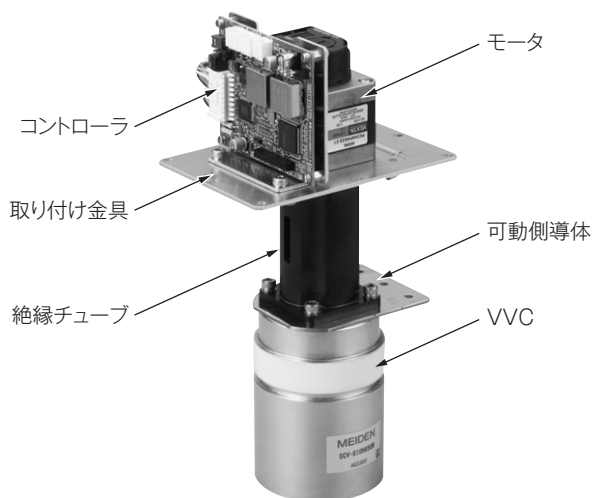
第1図にオートVCの構成を示す。VVCと静電容量の可変制御に必要なモータ・絶縁カップリング・専用コントローラから構成される。各部位は長年培ったトラブル対策がフィードバックされ、高い信頼性を実現している。また、静電容量を制御するための要素がモジュールとなっているため、複雑な構築作業を省き、簡単に導入できる。

さらに取り付け金具や可動側導体の形状を仕様に合わせてカスタマイズでき、お客様の幅広い要望を満たすことができる。

2.2 アブソリュートエンコーダ機能搭載オートVC

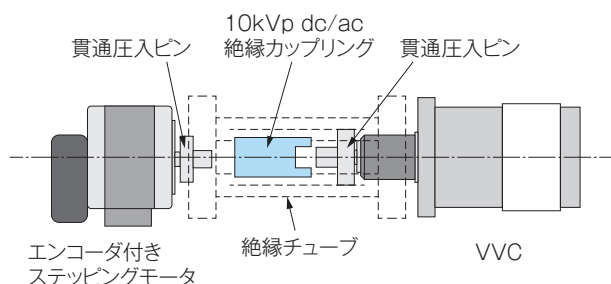
第2図にオートVCの構造を示す。駆動機構としてステッピングモータを使用している。ステッピングモータは入力パルスにしたがって回転するため、入力パルス数を制御することで、回転位置を制御できる。しかしながら、ステッピングモータの出力トルク以上のトルクが加わった場合、入力パルス数と回転位置の関係にずれが生じる脱調と呼ばれる現象が発生する。そのため、一般的には脱調を起こさず出力トルクに余裕のある大形モータを使用する。

一方、オートVCではロータリーエンコーダ付きのステッピングモータを採用している。ロータリーエンコーダによって回転位置を確認することで、脱調が発生した場合に回転位置を修正でき、出力トルクの少ない、小形で高効率なモータを使用することができる。



第1図 オートVCの構成

取り付け金具や可動側導体は、カスタマイズできる。



第2図 オートVCの構造

駆動機構にステッピングモータを使用している。

モータで回転位置を制御する場合、制御の原点となる位置（制御原点）を設定する必要がある。従来のオートVCでは、軸を機械原点まで回転させ、止まった位置を制御原点としていた。そのため、オートVC電源投入ごとに機械原点まで動作させるために、機械原点の誤差を許容する必要があるため、装置の始動シーケンスが複雑化するという問題があった。

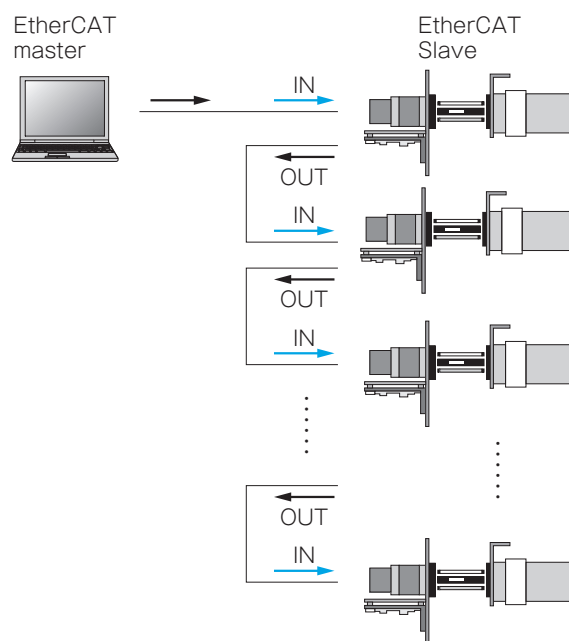
これらの問題を解決するため、今回新しくアブソリュートエンコーダ機能を搭載したオートVCをラインアップに追加した。

2.3 EtherCAT式オートVC

従来のオートVCでは通信インタフェースとしてシリアル通信（RS485）を採用し、通信速度を9600bps、最大接続台数を1回線最大16台としていた。

近年の半導体製造装置分野では、部品レベルでの通信インタフェースとして、Ethernetベースの高速通信回線が求められている。中でもEtherCATは、リアルタイム性に特長のあるフィールドネットワークで、急速に普及している。

今回、通信インタフェースとして、EtherCATに



第3図 EtherCATによるオートVCネットワークの構築

自由度の高いネットワークを容易に構築できる。



第 4 図 アブソリュートエンコーダ機能搭載オート VC

アブソリュートエンコーダ機能を搭載している。

対応したオート VC をラインアップに追加した。EtherCAT の採用によって、通信速度が 100Mbps となり大幅な高速化を実現した。1 回線当たりの最大接続台数は、EtherCAT 全デバイス最大接続台数となった。さらに、EtherCAT 規格に準拠した様々なデバイスを同一ネットワークに接続でき、従来と比較して飛躍的に高い自由度でネットワークを組むことができるようになった。第 3 図に EtherCAT によるオート VC ネットワークの構築を示す。

3 製品紹介

3.1 アブソリュートエンコーダ機能搭載オート VC 専用コントローラ

第 4 図にアブソリュートエンコーダ機能搭載オート VC を示す。アブソリュートエンコーダを採用することで、電源投入時に機械原点出し動作を行わずに、すぐにエンコーダから現在位置を取得できる。また、通信インターフェースは従来と同様に RS485 通信方式を使用しているため、従来品を扱っている開発者であれば容易に導入できる。

3.2 EtherCAT 対応オート VC 専用コントローラ

第 5 図に EtherCAT 対応オート VC を示す。



第 5 図 EtherCAT 対応オート VC

EtherCAT 通信に対応できる。

EtherCAT 機能を搭載し、EtherCAT Slave として動作して静電容量の設定に関する制御を EtherCAT 通信によって行う。

EtherCAT 通信ポートとは別に、シリアル通信 (RS485) による通信ポートを用意している。そのため、EtherCAT による環境を整備することが難しい開発現場などでも、シリアル通信を用いることで容易に動作を確認できる。また、EtherCAT 対応オート VC コントローラは、アブソリュートエンコーダ機能にも対応している。

4 むすび

オート VC の新しいラインアップとして、アブソリュートエンコーダ機能搭載オート VC と EtherCAT 対応オート VC を紹介した。現在、オート VC に対応した EtherCAT による高速通信を利用して、静電容量の変更時間を短縮し、設定値を高精度としたオート VC を開発中である。

今後は、更に付加価値を向上した製品の開発に取り組んでいく所存である。

最後に、今回の製品開発にあたり多大なご協力をいただいた関係者の皆様に深く感謝の意を表する次第である。

- ・Ethernetは、富士フイルムビジネスイノベーション(株)の登録商標である。
- ・EtherCATは、ドイツBeckhoff Automation GmbHの登録商標である。
- ・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



竹谷 修
Osamu Takeya
電子機器工場
真空コンデンサの設計・開発に従事



錦織 祐市
Yuichi Nishikiori
電子機器工場
真空コンデンサの設計・開発に従事



川島 幸二
Koji Kawashima
電子機器工場
真空コンデンサの設計・開発に従事



谷水 良行
Yoshiyuki Tanimizu
電子機器工場
真空コンデンサの設計・開発に従事
