

13_19-5 RF電源機器類の新たな開発挑戦

●2003 Vol.19 No.5

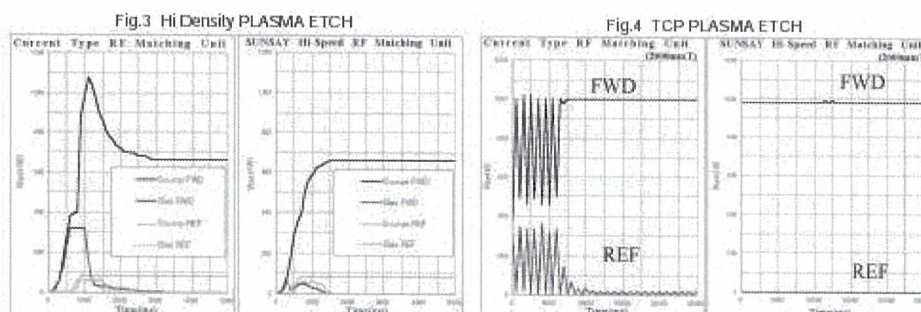
#13 RF電源機器類の新たな開発挑戦

＜デジタル回路技術とソフト処理技術を駆使しプロセスウインド拡大＞

三誠産業株式会社 杉本一弘

1. 会社概要

三誠産業株式会社は1984年に繊維事業の広島工場として設立、1995年に半導体部門を併営した。1998年に半導体関連機器の開発製造に一本化し今日にいたる。主製品はRF電源、RFマッチングボックス、ガスラジカル電源、プロセスチャンパーRFインターロックシステム、RF電力測定器等である。半導体最先端プロセスへの関連機器開発および製造を中心に企業展開を計っている。



2. 開発経緯

半導体装置を構成する高周波機器は、RF電源、RFマッチングボックス、RF測定器、RF電極から構成される。最近の高密度プロセスでは特に、

- 1) マッチング精度、
- 2) 高い安定性、
- 3) 精緻な再現性が求められる。特にRFマッチングボックスではさらに、
- 4) 高速制御、

5) 長寿命化が大きなポイントとなる。また、近年の半導体デバイスのプロセス技術が微細化、薄膜化、高精度・高速処理化するに伴いプラズマの高密度化が進み、高周波機器への機能負担も大幅に増大してきている。少量多品種生産ラインでは、諸プロセス条件の異なる製品を同一生産装置で製造することになり、こうした場合、既存の高周波機器はアナログ制御技術であるがため、上記5要素の課題に対応しきれないのが実情である。RF電源の発振周波数を変化させる方式も実用化されているが、周波数の狭い領域で微調整を行うためプロセスウインドが狭く、かつRF電源に過大な負担がかかり確実に故障率が上がってしまう。一方、半導体業界の熾烈なコスト改革、設備投資の絞込み、装置稼働率の限界挑戦、メンテナンス費用削減等の徹底した生産技術対応が今後ますます強く求められてくることは必定である。

こうした生産ラインにおける高周波機器の稼働実態と諸問題に対し、三誠産業は今までにないデジタル回路技術を導入し、マイコン技術とソフト処理システムを駆使した高周波機器類を開発製造し、半導体や液晶生産ラインで現場使用実績を急速にあげている。弊社開発の高周波機器類は、さまざまなプラズマ方式(容量結合方式、RIE方式、誘導結合方式、Hi-Density方式)に対応する。

その際、既存使用装置のハードウェア変更を最小限にし、固有ユーザープロセスを継承可能としている。その結果、従来の高周波機器類に比べ極めて高速・高精度なマッチング性能を実現し、かつプロセスウインドを広げることにより、最新プロセスへの立ち上げ対応は、最小限のコストと短時間を可能とした。生産効率面では格段の安定性と長寿命化を達成し、ランニングコスト/メンテナンスコストの大幅削減を実現した。

3. 比較と効果

前ページのFig.1～4に示すように、従来のCurrent Type RF Matching Unitによるプラズマイグニッション時やシャットダウン時プロセストラブル等を、弊社Sunsay Hi-Speed RF Matching Unit

(GENERICシリーズ)により解決し、故障率は3～30分の1に低減、プロセスウインドを10～200%大きく広げることが可能となった。

①アナログ制御ではDCモーターの電圧制御のため、機械的負荷によるマッチング不感帯が生じる。この現象はRF機器のマッチング性能、追従性能、繰り返し精度に強く影響し、プロセスウインドにも大きくかかわってくる要因となる。一方、デジタル制御では機械的精度の改善を目的にマイクロステッピング・モータードライブを採用し、分解能はDCモーターに比べ実に1,600倍を達成した。実験レベルでは、DSP、FTP、超高速MPUを用いることにより50,000倍の分解能を可能とした。ステッピングモーターの弱点である低速時のコッキング現象は、新たに8ビット励磁電流制御に改めることで正弦波に近い滑らかな動作を得た。これによりステッピングモーター1回転の分解能を1.8°から0.225°に高め、モーター停止時に発生した励磁動作振動を解決した。またモーターの脱調(スリップ)に関してはアブソリュートシステムで常時監視し、かつMPUでサーボ制御する事で繰り返し精度、安定性の向上を図った。

②アナログ制御では高周波位相と振幅の検出信号を増幅しDCモーターを直接駆動するため、電圧検出精度(温度特性や検出素子のセンサー個体差に左右される)が直接マッチング精度に大きく関わってくる。これによりプロセスウインドが大きくなればセンサー内部インピーダンスの影響で逆送等のトラブルを引き起こした。一方、デジタル制御では電圧検出信号を12ビットまたは16ビットの数値にデジタル変換し、MPUが現在値からデータベースを基にマッチング値を割り出し、マッチングに必要な移動量をブラシレス・モータードライブへ直接指令し動作させる。センサー検出部以外は全てデジタル制御を行ない、アナログ調整部を排除したことにより機差を非常に低く抑えることができた。また、センサー部等の信号について温度、インピーダンス、検出素子の出力特性等をデジタル複合補正することで、従来のアナログ制御に比べ約5～30倍の性能向上が達成された。

5. まとめ

半導体業界は極めて厳しい市場環境のもと、生き残りをかけたサバイバルビジネスを展開している。こうした中、最大のポイントはやはり技術力と開発の質であろう。生産面では、変化の激しいプロセスに対応する安定した信頼度の高い生産設備と周辺機器が必須であり、たとえ高周波機器といえども低コストで生産効率の高い品質が要求される。

弊社は顧客ニーズにマッチングした高周波機器の技術開発を積極的に進め、常に世界最高水準のマイコンデバイス技術を導入し、生産装置との融合化と生産ライン・システムとの一体化を果たすネットワーク技術構成に取り組む所存である。

株式会社オムニ研究所(吉見社長)のご指導を含め、最新プロセス技術に適合するシンプルかつタフネスで低コストのRF電源機器類を提供していきたい。

Fig.5 アナログ オープンループ制御 RF Matchingブロック図

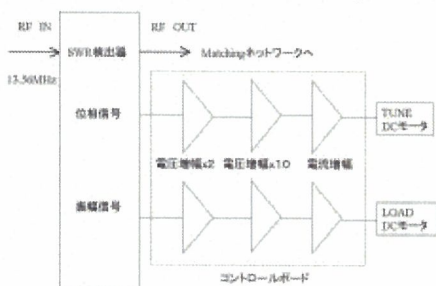
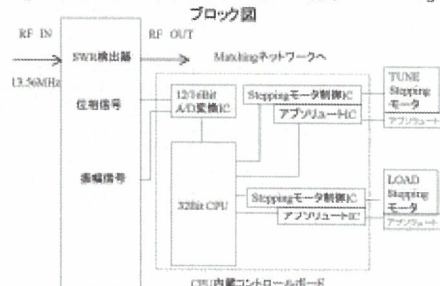


Fig.6 デジタル アブソリュートクローズドループ制御 RF Matching ブロック図



←BACK NEXT→