

오늘날의 RF 플라즈마 챔버 설계자들과 사용자들은 다수의 문제를 안고 있습니다. 피처 크기가 작아지고 피막 적층(stack)이 복잡해짐에 따라 현대 시스템에 대한 요구가 계속하여 증가하고 있습니다. 이 이외에도, 상존하는 생산성 향상, 사이클 시간 단축, 단일 챔버 내에서 다수의 매우 상이한 공정 최적화에 대한 요구 등 해결해야 할 문제들이 존재합니다. 이러한 요구사항들을 충족시키기 위해, 오늘날의 시스템은 안정된 조건에서 정확하고 반복 가능해야 할뿐만 아니라 과도 현상과 빠르게 변하는 공정 과정에서 정확성과 반복성을 유지해야 합니다. 시스템은 다양한 공정 조건과 빠르게 변하는 공정 화학 반응에 적응하는데 매우 유연하고 특히나 민첩해야 합니다.

이러한 다양한 요구들은 공정 챔버에서 플라즈마 형성을 주도하는 RF 전원 전달 및 제어 시스템에 엄청난 압력을 가하고 있습니다. 이러한 과제들을 해결하기 위해, 전원 전달 시스템은 정확하고 반복 가능해야 하며 매우 다양하고 역동적으로 변동하는 플라즈마 부하에 제어된 전원을 공급할 수 있어야 합니다.

전원 전달의 공정 기술 문제

피처 크기가 축소됨에 따라 발생한 부산물 중 하나는 점차 복잡해지는 피막 적층(stack)과 마스크 구조입니다. 특히나 중요한 레벨에서는 단순한 증착, 패턴, 에칭 공정 플로가 더 이상 적합하지 않습니다. 한 예로, 오늘날의 에칭 공정은 복수 합성물과 도핑 프로파일로 구성된 1차 레이어를 정확하게 에칭하는 동시에 반사 억제 코팅, 하드 마스크, 캡 레이어, 스톱 레이어를 공정 레시피에 종종 고려해야 합니다. 일부의 경우, 하나의 중요한 장치 레벨을 패턴화하고 에칭하는데 8개 이상의 레이어가 사용됩니다[1]. 이 이외에도, 여러 레이어의 에칭에 필요한 상이한 화학 반응, 가장 소수의 개별 웨이퍼 사이클을 사용하여 복잡한 적층을 형성해야 할 필요성 증가 등 다수의 해결해야 할 문제들이 존재합니다[2].

이제 플라즈마 공정 챔버가 다른 주파수에서 작동하는 복수의 전원 공급 전극을 가지고 있는 것은 흔한 일입니다. 밀도, 이온 에너지, 이온 전류, 중성 밀도와 같은 플라즈마 특성의 조작은 전원이 플라즈마에 결합된 방식에 따라 다르기에 이 공정에 대한 전원 전달과 제어가 더욱 더 중요해지고 있습니다. 플라즈마 특성을 관리하는 또 다른 새로운 방법은 펄스 변조 전원을 이용하는 것입니다. 펄스는 플라즈마 행동을 변경할 수 있는 흥미로운 가능성을 제공하나, 부하 임피던스 조건이 변화하는 상황에서 펄스 전원 레귤레이션 유지 등과 같은 전원 전달 및 제어 시스템에 일부 심각한 문제를 제기합니다. 이러한 문제들로 인해 전통적인 정합 회로를 이용하여 액티브 임피던스 정합을 실행하는 것이 사실상 불가능합니다.

고종횡비 구조로의 추세 또한 전원 전달에 또 다른 복잡성을 야기합니다. 이의 극단적인 예로는 DT(딥 트랜치) 에칭, HARC(고종횡비 접촉), TSV(관통 전극) 상호 접속 형성에 사용되는 일부 공정 등이 있습니다. IC 양산에 사용되는 고종횡비 구조는 MEMS 공정의 구조와 유사해지고 있으며, 종종 반복적인 현장(in-situ) 에칭/증착 시퀀스를 필요로 하기에 빠르게 전환하는 공정 화학 반응 사이클 동안 추가 전원 제어, 전달 문제를 야기합니다.

마지막으로, 장비 이용의 경제성을 실현하기 위해 보다 적은 챔버에 더욱 많은 공정 단계를 통합하고 있습니다. 광범위한 작동 범위, 유연한 레시피 제어에 대한 필요로 인해 다양한 플라즈마 조건에 잘 적응하고 이에 맞게 구성할 수 있는 전원 전달 시스템에 대한 수요가 높아지고 있습니다. 공정 간접비의 절감 또한 자본 활용에 중요합니다[3]. 유연성 이외에, 단단계 공정 과정에서의 고속 레귤레이션, 동조가 단계 내 안정화와 관련된 간접비를 최소화하여 톨 이용율을 높이는데 중요한 역할을 수행할 수 있습니다.

고급 전원 전달 시스템, 도전 칩면

RF 플라즈마 챔버의 전원 전달은 두 가지 중요한 하위 시스템, 즉 1) 플라즈마에 전달되는 RF 전원의 생성 및 정확한 제어를 책임지는 RF 전원 발전기, 2) 상이한 플라즈마 부하를 발전기가 필수 전원을 전달할 수 있는 임피던스 범위로 전환하도록 돕는 임피던스 정합 회로의 효과적인 통합을 통해 이루어집니다. 가장 광범위한 작동 범위를 유지하는 한편 정확하고 반복 가능한 전원을 플라즈마에 공급하기 위해 이 두 가지 하위 시스템이 함께 기능해야 합니다.

오늘날의 공정 문제를 해결하기 위해, RF 전원 전달 시스템은 다음 기능을 제공해야 합니다.

- 모든 부하 조건으로의 정확한 전원 레귤레이션을 위한 매우 정확한 전원 측정 및 전달
- 상이한 공정 화학 반응에 관한 공정 유연성과 성능을 제공하기 위해 광범위한 임피던스 범위에서 작동
- 다단계 레시피와 주기적으로 변동이 심한 공정에서 경험하게 되는 임피던스 변동을 정확하게 추적하고 보상하는 고급 플라즈마 임피던스 측정
- 신속한 과도 현상 또는 복수 공정 사이클을 특징으로 하는 점차 복잡해지는 공정에 절대적 전원 전달을 보장해 주는 매우 민첩한 동조
- 간접비를 최소화하고 이그니션과 동조 일관성을 극대화하는 신속한 이그니션 및 안정
- 펄스 변조, 펄스 동기화, 차세대 구조의 성능 강화를 위한 위상 정합 등 고급 기능

최근까지 이러한 피치는 어떠한 RF 전원 시스템에서도 제공되지 않았습니다. Navigator® 디지털 정합 회로와 함께 통합된 새로운 Advanced Energy® Paramount™ RF 전원 전달 시스템은 이러한 모든 기능을 하나의 솔루션으로 제공하는 첫 번째 상업 제품입니다. 정확하고 다양한 동조 기능을 제공하는 Navigator 디지털 정합 회로와 고속 주파수 가변 동조, 펄스 변조와 함께 매우 정확한 출력 레귤레이션을 제공하는 Paramount 전원 전달 시스템의 통합은 차세대 공정 아키텍처의 수요를 충족시켜 주는 탁월한 성능을 제공합니다.

통합된 Paramount/Navigator 시스템의 성능 피치와 기능은 선형, 플라즈마 부하로 실행한 일련의 테스트를 통해 입증되었습니다. 선형 부하 테스트는 비-50Ω 임피던스 조건을 조성하는 요소들을 역 정합하도록 연결한 때에 고정 부하를 사용하여 실행했습니다. 플라즈마 테스트는 ICP와 CCP 전극을 겸비한 반도체형 플라즈마 리액터에서 실행했습니다.

50Ω, 비-50Ω 부하로의 Paramount 전원 전달 시스템의 전원 정확성은 표 1에 요약되어 있습니다. 저전원 레벨에서 0.25 W로, 전달된 전원 정확성은 매우 정확합니다. 이 기능은 정적 비-50Ω 상황으로 공급되는 전원을 정확히 조정할 수 있을 뿐만 아니라, 다수의 공정, 임피던스 과도 현상을 통해 정확하게 전원을 조정하고 심지어 공정 전환 과정에서도 정확하게 전원을 제어하고 전달할 수 있습니다.

표 1. Paramount™ 전원 전달 시스템의 전원 정확성

50Ω으로	±0.25 W 또는 설정 포인트의 1% 중 큰 값
3:1 VSWR로	±2 W 또는 설정 포인트의 2% 중 큰 값
레귤레이션	5 - 3,000 W

작동 조건이 증착 또는 에칭되는 피막 적층에 맞게 지속적으로 조정됨에 따라, 다단계 플라즈마 공정 레시피에서 과도 현상은 흔히 발생합니다. 이러한 과도 현상을 통해, 전원 전달 시스템은 안정된 공정을 유지하기 위해 부하 임피던스 변동에 대응해야 합니다. 가스 유량 믹스에서의 약간의 변화가 전원 공급장치가 경험하는 임피던스를 크게 변동시킬 수 있습니다. 그림 1은 가스 A 와 B의 1:1 혼합이 가스 A 100%로, 그 후 가스 B 100%로 전환될 때 결과하는 부하 임피던스 변동을 보여줍니다. 이 행위를 역동적으로 표시하기 위해, 플라즈마 부하는 정합 회로 동조 시스템을 끄기 전 이그니션에서 50Ω으로 동조했습니다. 그 후 가스 유량을 원래 상태로 되돌린 후 RF 발전기가 경험한 임피던스에 대한 영향을 발전기의 측정 시스템으로 측정하여 Smith® 차트(그림 1a)에 표시했습니다. VSWR의 임시 변동은 그림 1b에 표시되어 있습니다.

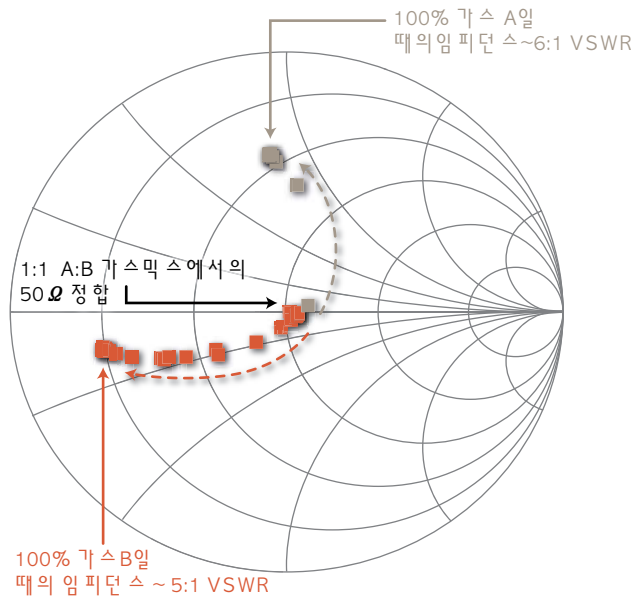


그림 1에서는 부하 전원 레귤레이션을 이용하여 플라즈마로의 전원 전달을 유지했습니다. 이 작동 모드는 플라즈마 임피던스가 변동하는 동안 전원 전달을 유지하는 가장 신속한 방법을 나타냅니다. 그러나 부하 전원 레귤레이션은 필요한 전원 또는 공정이 초래한 임피던스 변동에 의해 제한될 수 있습니다. 이 경우, 반사 전원을 최소화하기 위해 이러한 변동을 보상해야 합니다. 임피던스 변동에 대한 보상은 일반적으로 가변 정합회로로 처리합니다. 그림 2는 Navigator 정합회로가 항상 약 50Ω 정합을 유지하기 위해 공정 전환을 통해 적극적으로 재동조할 때 캡처한 임피던스 데이터 기록을 보여줍니다. 여기서 VSWR을 1.5:1 이하로 유지하여 가스 유량의 변화를 통해 공정에 전원을 효율적으로 전달할 수 있습니다.

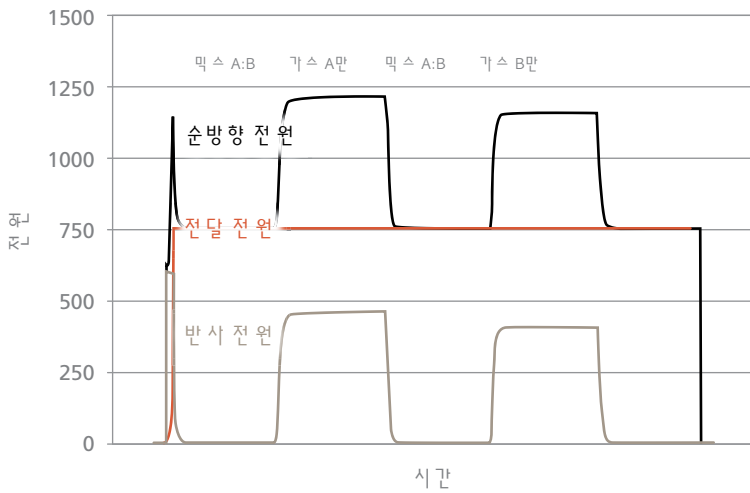
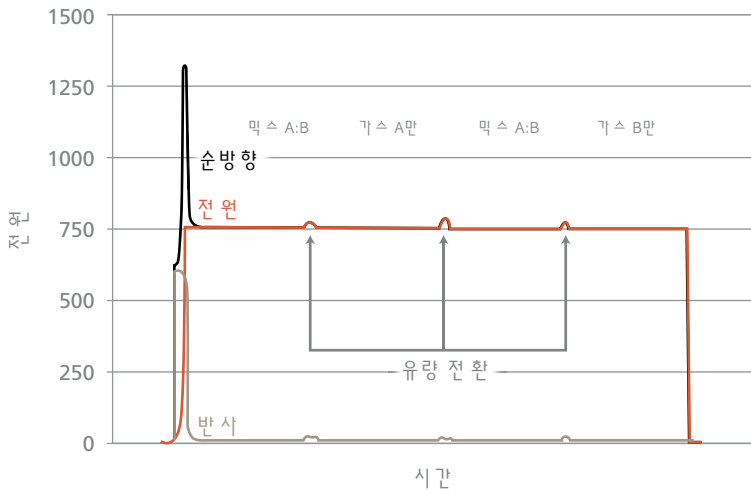
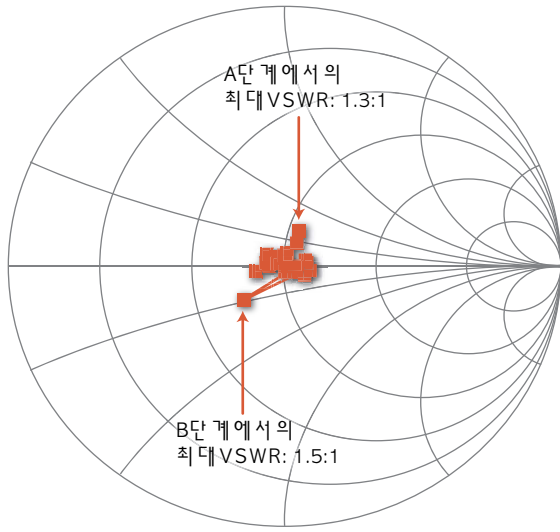
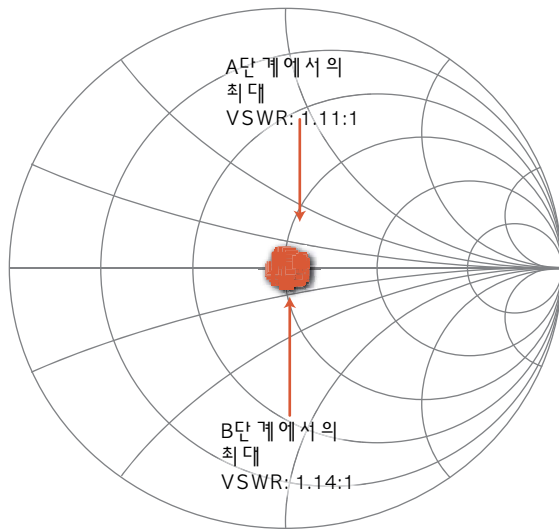


그림 1. 고정 정합 조건에서 ICP 플라즈마의 RF 전원 공급장치가 경험한 가스 유량에 의한 임피던스 변동



가변 정합 회로는 그림 2에서와 같이 반사 전원을 최소화하는 매우 유연한 방법을 제공합니다. 그러나 가변 정합 회로는 동조 과정에서 커패시터 값을 기계적으로 조정해야 하기에 상대적으로 속도가 느립니다. 임피던스 변동이 큰 경우, Navigator 정합은 저반사 전원으로 동조하는데 매우 효과적입니다. 공정 전환이 빠르거나 주기적으로 변동이 심한 경우, 가변 정합 회로는 기계적으로 작동하는 동조 커패시터의 느린 응답으로 인해 적절한 정합을 유지하는 것이 어려울 수 있습니다. 대규모 임피던스 변동으로의 신속한 정합이 필요한 경우, 대안 방법이 필요합니다. Paramount 전원 전달 시스템의 소인 주파수 동조 피쳐는 신속한 공정 과도 현상과 사이클을 보상해 주는 매우 신속한 임피던스 정합을 제공합니다. 그림 3은 상기 설명한 두 가지 가스 공정 사이클의 소인 주파수 동조 동안의 Smith 차트(그림 3a) 임피던스 값과 전원 전달 데이터 기록(그림 3b)을 보여줍니다.

그림 2. 공정 전환 동안 Navigator® 디지털 정합 회로의 적극적인 재동조를 통해 반사 전원과 VSWR을 감축하고 전원 전달 효율을 개선할 수 있습니다.



신속한 주파수 동조는 부하 전원 레귤레이션에 사용할 수 있는 범위를 크게 확대하여, 광범위하면서 매우 민첩한 작동 영역을 제공할 수 있습니다. 그러나 임피던스 변동이 매우 큰 경우, 가변 정합 회로가 필요할 것입니다(표 2 참조). 각 요소의 올바른 구현은 가장 광범위한 작동 범위와 더불어 최고의 민첩함을 제공합니다.



그림 3. 가스 유량 전환 동안 Paramount™ 전원 전달 시스템 소인 주파수 동조는 공정 과도 현상을 통해 매우 신속한 동조를 제공하여 반사 전원과 VSWR을 최소화하고 전원 전달 효율을 보장합니다.

표 2. 전원 전달/임피던스 정합 옵션 비교

옵션	장점	단점
전달 전원 레귤레이션	50 및 비-50Ω 부하로의 매우 신속하고 정확한 전원 전달	필요한 전원 또는 부하 임피던스 변동에 따라 제한된 범위
자동 동조의 가변 정합	가장 광범위한 임피던스 정합 범위 제공. 정합 달성에 소요되는 시간을 최소화하기 위한 조정 가능 사전 설정	정합의 비교적 느린 기계적 소자는 주기적으로 변동이 매우 심한 공정에서 마모되기 쉬움
주파수 가변 동조	부하 레귤레이션을 위한 매우 신속하고 광범위한 임피던스 범위	작동 범위는 가변 정합보다 작음
가변 정합과 통합된 주파수 가변 동조를 제공하는 부하 전원 레귤레이션	가장 광범위한 작동 범위, 가장 신속한 성능	없음

소인 주파수 동조는 정확한 임피던스 측정 시스템을 주파수 가변 RF 전원 공급장치의 제어 시스템에 통합하여 구현할 수 있습니다. Paramount 시스템의 임피던스 측정은 다양한 부하 범위에서 매우 정확합니다(그림 4). 매우 신속하고 초-정확한 임피던스 측정은 최적의 동조 주파수를 빠르게 구현시켜 줍니다. 거의 즉각적인 이그니션을 위해 매우 신속한 동조가 필요하거나 공정 변경이 주기적으로 매우 심하거나 매우 신속한 플라즈마 화학 반응 사이클링이 필요한 경우, 소인 주파수 동조가 이네이블 기술일 수 있습니다.

신속한 주파수 동조는 부하 전원 레귤레이션에 사용할 수 있는 범위를 크게 확대하여, 광범위하면서 매우 민첩한 작동 영역을 제공할 수 있습니다. 그러나 임피던스 변동이 매우 큰 경우, 가변 정합 회로가 필요할 것입니다(표 2 참조). 각 요소의 올바른 구현은 가장 광범위한 작동 범위와 더불어 최고의 민첩함을 제공합니다.

표 2. 전원 전달/임피던스 정합 옵션 비교

옵션	장점	단점
전달 전원 레귤레이션	50 및 비-50Ω 부하로의 매우 신속하고 정확한 전원 전달	필요한 전원 또는 부하 임피던스 변동에 따라 제한된 범위
자동 동조의 가변 정합	가장 광범위한 임피던스 정합 범위 제공, 정합 달성에 소요되는 시간을 최소화하기 위한 조정 가능 사전 설정	정합의 비교적 느린 기계적 소자는 주기적으로 변동이 매우 심한 공정에서 마모되기 쉬움
주파수 가변 동조	부하 레귤레이션을 위한 매우 신속하고 광범위한 임피던스 범위	작동 범위는 가변 정합보다 작음
가변 정합과 통합된 주파수 가변 동조를 제공하는 부하 전원 레귤레이션	가장 광범위한 작동 범위, 가장 신속한 성능	없음

소인 주파수 동조는 정확한 임피던스 측정 시스템을 주파수 가변 RF 전원 공급장치의 제어 시스템에 통합하여 구현할 수 있습니다. Paramount 시스템의 임피던스 측정은 다양한 부하 범위에서 매우 정확합니다(그림 4). 매우 신속하고 초-정확한 임피던스 측정은 최적의 동조 주파수를 빠르게 구현시켜 줍니다. 거의 즉각적인 이그니션을 위해 매우 신속한 동조가 필요하거나 공정 변경이 주기적으로 매우 심하거나 매우 신속한 플라즈마 화학 반응 사이클링이 필요한 경우, 소인 주파수 동조가 이네이블 기술일 수 있습니다.

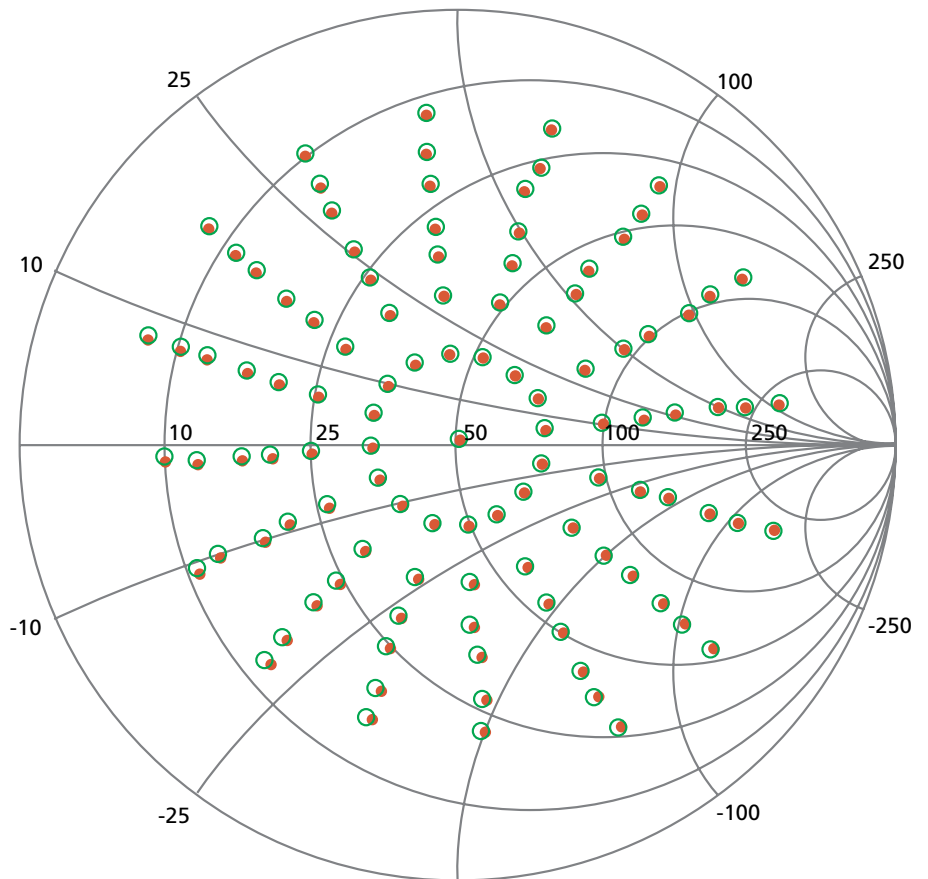


그림 4. Paramount™ RF 전원 전달 시스템의 온 보드 임피던스 측정 - 회로 분석기의 정확성에 근접(초록 원: 회로 분석기; 빨강 점: Paramount™ RF 전원 전달 시스템)

Paramount 시스템의 소인 주파수 동조 알고리즘 속도는 매우 신속한 임피던스 사이클에 가장 잘 표시됩니다. 진공 압력 변화, 가스 유량 단계가 임피던스 변동의 가장 일반적인 원인입니다. 비교적 느린 확산률로 인해, 이 전환은 Paramount 시스템에 내장된 주파수 동조 알고리즘 속도에 비해 느릴 수 있습니다. 동조 기능의 속도를 보다 명확히 표시하기 위해, 전원 사이클링으로 인한 보다 빠른 임피던스 변동을 사용했습니다. 그림 5는 Paramount 시스템의 신속한 임피던스 단계와 주파수 동조 응답의 예를 보여줍니다.

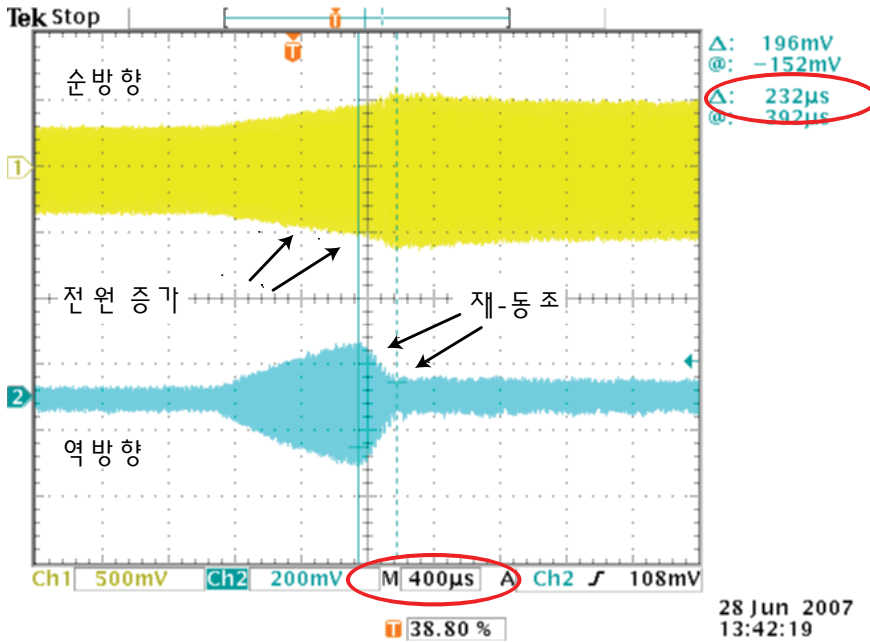


그림 5. 공칭에서 5x 공칭으로 전원 높임; 주파수 기반 재동조를 완료하는데 250 밀리세컨드 이하 소요; 정합 회로를 이용하는 동일 재동조에는 약 몇 백밀리세컨드 필요

고정 공정 조건에서 전원을 높이고 낮춤으로써 매우 신속한 임피던스 변동이 발생합니다. 그림 5의 역전류 검출관 그래프에서, 플라즈마의 전원 변동과 응답은 약 800 마이크로초 사이에 발생합니다. 범위 그래프에서, 전원의 증가는 순방향 전원의 상승으로 표시됩니다. 역방향 전원의 증가는 플라즈마 임피던스의 변동으로 표시됩니다. 재동조가 시작되면, 주파수 동조 루프는 약 232마이크로초 내에 사용자 정의 한도로 반사 전원을 감속시킵니다. 가변 정합 회로에서 실행한 유사한 테스트는 유사한 재동조를 달성하는데 수 백밀리세컨드를 필요로 했습니다.

이그니션에서 동조에 필요한 오버헤드 타임은 Navigator 정합 회로의 캐패시터 사전 설정을 이용하여 단축할 수 있습니다. 그림 6a는 캐패시터 위치에 사전 설정을 정의하지 않은 경우에 일반적인 이그니션 임피던스 궤도를 보여줍니다. 그림 6b는 올바르게 선택한 사전 설정이 보다 빠른 이그니션을 제공할 때의 개선된 궤도를 보여줍니다. 이 예에서 사전 설정을 선택한 경우 적절한 동조를 점화하여 이에 도달하는데 소요된 시간이 약 2.7초에서 약 1초로 단축되었습니다. 시간을 추가로 단축해야 하는 경우, Paramount 주파수 동조 기능을 사용하여 이그니션 시간을 크게 단축할 수 있습니다. Paramount 전원 전달 시스템의 신속한 주파수 소인 기능을 사용하는 경우, 이그니션과 동조를 50밀리세컨드 이내에 완료할 수 있습니다(그림 6c).

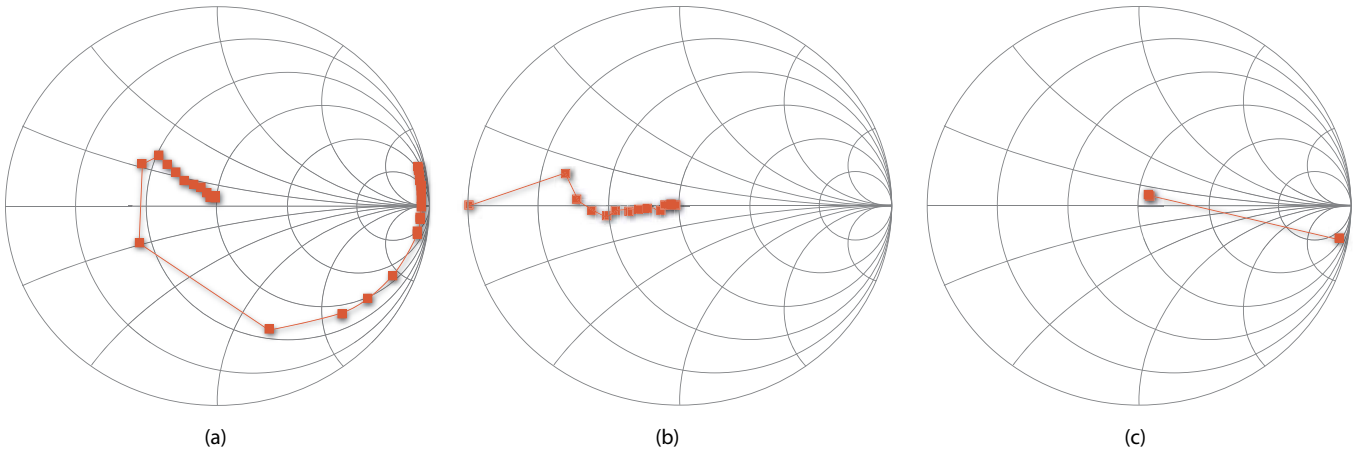


그림 6. (a) 정합 커패시터 사전 설정을 사용하지 않은 플라즈마 이그니션의 등조 궤도 (약 2.7초의 등조 시간) (b) 이그니션과 등조 시간을 단축하기 위해 커패시터 사전 설정을 사용한 플라즈마 이그니션의 등조 궤도 (약 1초의 등조 시간으로 단축) (c) 매우 신속한 이그니션과 등조를 위해 Paramount™ 주파수 기반 등조 및 고정 정합 위치를 사용한 플라즈마 이그니션의 등조 궤도 (약 0.01초의 등조 시간)

신속한 재등조 기능은 빠르고 빈번한 공정 사이클이 필요할 때 가장 유용할 수 있습니다. 신속한 사이클링 공정(약 1초)동안 정확하고 중단 없는 전원 전달이 필요한 경우, 가변 정합 회로를 이용하는 전통적인 정합은 효과적인 정합과 전원 레귤레이션을 유지하는데 부적합할 수 있습니다. 그림 7은 매 2초마다 각각의 다른 가스 유량들 간을 사이클하는 공정의 임피던스 결과를 보여줍니다(그림 7a). 그림 7b는 전환을 통한 재등조에 가변 정합을 이용할 때 경험하는 임피던스 궤도 이탈을 보여줍니다. 비록 각 사이클이 정합에 도달했는지라도, 정합 회로의 기계 응답에서의 지연으로 인해 다양한 부정합과 반사 전원이 각 전환 기간 동안 기록되었습니다. 그림 7c는 Paramount 전원 전달 시스템의 보다 신속한 주파수 기반 등조 기능으로 인해 임피던스 궤도 이탈이 크게 줄었음을 보여줍니다. Paramount 소인 알고리즘의 응답 속도는 가스 A에서 가스 B로 전환하는 동안 임피던스를 정확히 추적할 수 있을 만큼 빨라 전원 공급장치가 경험하는 등조 또는 반사 전원에서의 대규모 이탈을 방지할 수 있습니다.

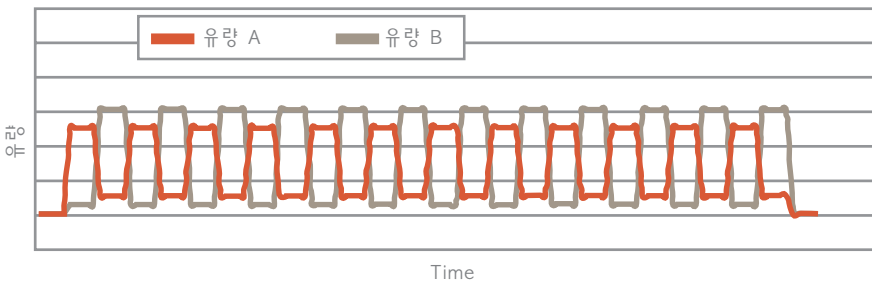


그림 7a. 전원 전달 시스템이 경험한 가스 유량 사이클에 의해 유도된 반복적인 임피던스 변동

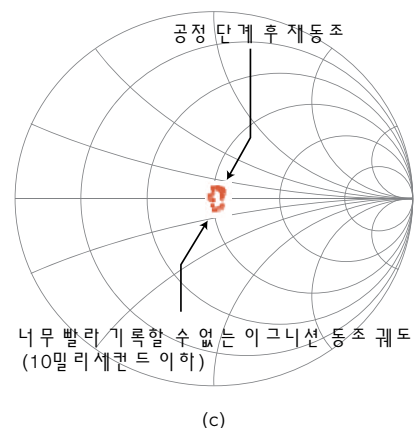
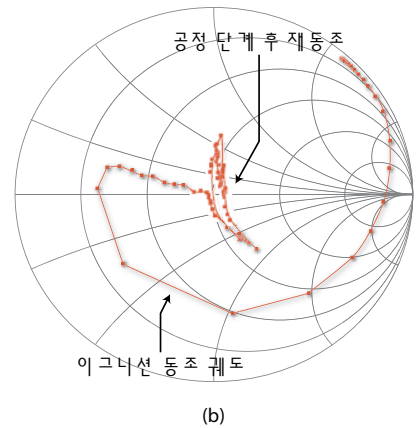
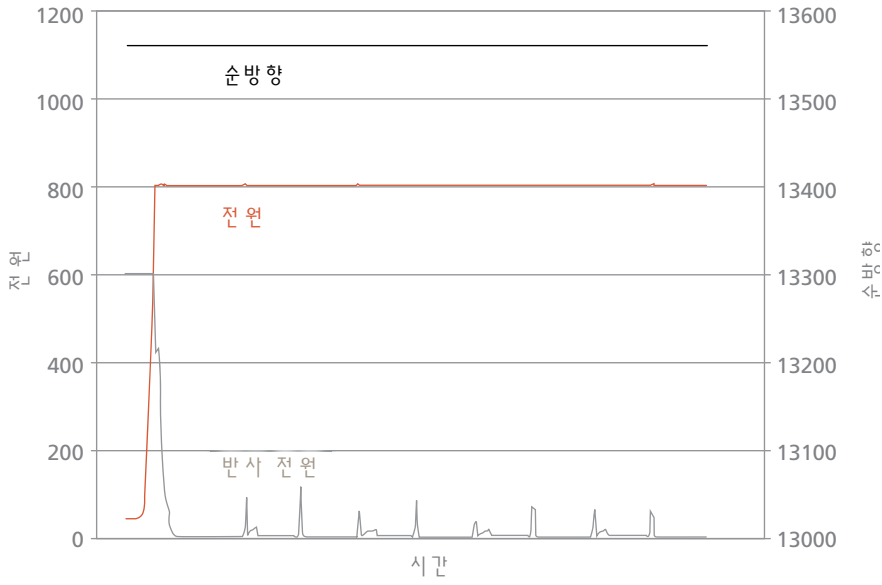
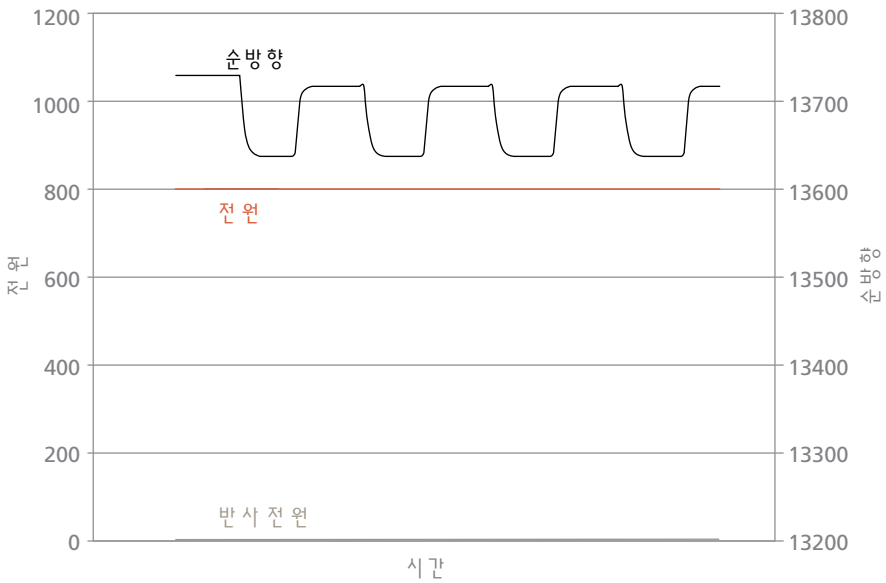


그림 b, c. ICP 플라즈마에서 신속한 사이클링 가스 유량 전환으로 인한 임피던스 변동, (b) 가변 정합 회로를 이용할 때 상당한 임피던스 궤도 이탈을 경험했으며 (c) Paramount™ 주파수 기반 등조는 훨씬 적은 임피던스 차이를 결과합니다.



(d)



(e)

그림 7d, e. (d) 고정 주파수와 가변 정합 회로 동조, (e) 고정 정합 회로 위치를 갖는 주파수 가변 동조의 순방향 전역과 반사 전역의 데이터 기록. Paramount™ 주파수 가변 동조는 가변 정합 회로에 비해 신속한 이그니션, 감소된 궤도 이탈 회수와 정도를 제공합니다.

전원, 압력, 유량을 통한 플라즈마 행동 조정 이외에, 추가로 조정해야 할 필요성이 증대함에 따라 펄스 변조 RF 전원에 대한 관심이 커져왔습니다. 펄스는 리액티브 소자의 이온화와 전해를 실행하는 짧은 펄스이나 시간 평균 저전원에서 피크 전원을 전달할 수 있게 해줍니다. 그러나 펄스는 정합 시스템이 펄스 간 임피던스 변동을 탐지하고 이를 보상하려 시도함에 따라 가변 정합 회로에 바람직하지 못한 문제를 야기할 수 있습니다. 기계적으로 작동하는 가변 정합은 너무 느려 펄스하는 동안 플라즈마 임피던스를 효과적으로 재동조할 수 없기에 불안정한 행동을 초래합니다.

Paramount 전원 전달 시스템의 고속 주파수 동조 기능과 신속한 임피던스 측정은 이러한 문제를 해결하고 심지어 RF 전원을 펄스하는 동안에도 실시간으로 역동적인 동조를 실행할 수 있게 해줍니다. 그림 8은 플라즈마 이그니션 동안 주파수 동조 펄스의 역전류 검출관 그래프를 보여줍니다.

Paramount™ 전원 전달 시스템의 고속 주파수 동조 기능과 신속한 임피던스 측정은 심지어 RF 전원을 펄스하는 동안에도 실시간으로 역동적인 동조를 실행할 수 있게 해줍니다.

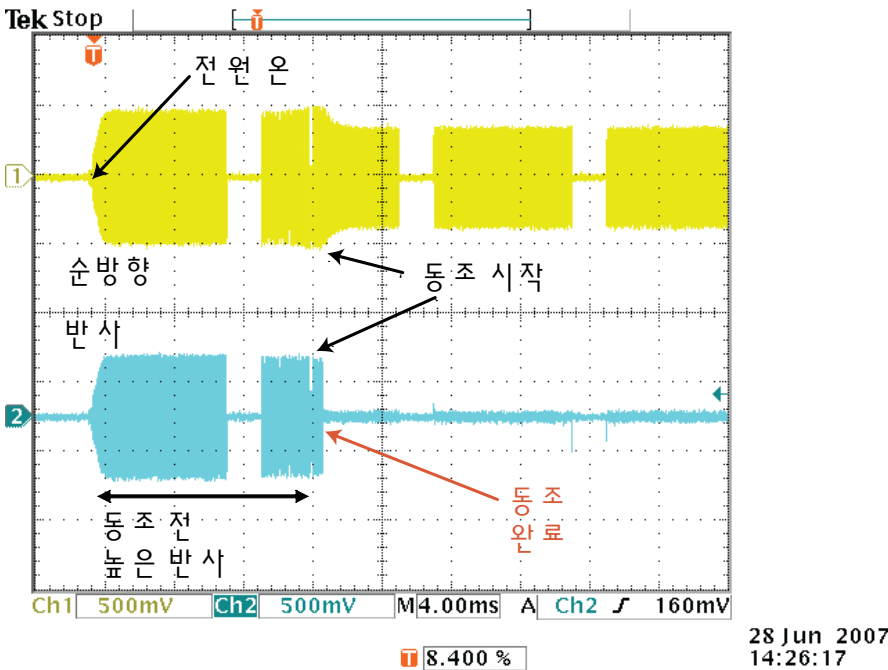


그림 8. 플라즈마 이그니션 동안 펄스와 동시에 주파수 가변 동조. 80% 충격 계수에서의 시작 주파수: 13.56 MHz; 동조 주파수: 13.81 MHz; 펄스 주파수: 100 Hz; 시간 척도: 분할 당 4밀리세컨드

처음 전원을 켜면, 높은 반사 전원이 역전류 검출관 그래프에 기록됩니다. 2차 100 Hz 펄스 동안, 주파수 동조 알고리즘이 시작되고 반사 전원이 감소합니다. 2차 펄스가 반쯤 (시작 후 1밀리세컨드 이하) 진행된 후, 반사 전원이 사용자가 정의한 설정 포인트로 줄어 들고 동조 공정이 완료됩니다. 이 예에서 시작 주파수는 13.56 MHz이고, 동조는 전원을 전달한 후 약 15밀리세컨드 후에 13.81 MHz에서 완료되었습니다.

논의

플라즈마 기반 박막 공정의 복잡한 피막 적층과 엄격한 표준은 오늘날의 RF 전원 전달 제품에 전례 없는 압력을 가하고 있습니다. 다양한 플라즈마 임피던스, 각기 상이한 화학 반응, 현장 가스 사이클링, RF 전원 펄스(가능한 경우)를 특징으로 하는 다단계 공정에서 엄격한 공정 제어를 유지해야 할 필요성으로 인해 고도의 이네블링 전원 전달 기술이 요구되고 있습니다. 유연하고 다양한 피처를 제공하는 구성이 성능 최적화의 관건입니다. 대규모 임피던스 변동이 예상되는 경우, 가변 정합이 필요합니다. 그러나 속도와 민첩성이 중요한 경우, 추가 동조 기능이 필요합니다. 이 경우, 기계적 정합을 사전 설정 가능 고정 정합으로 이용하고 보완용이지만 신속한 정합, 조정 방법을 채택할 수 있습니다.

신속한 전환을 통한 일관된 전원 결합을 달성하려는 경우, 비-50Ω 정합으로의 부하 조정된 전원이 전원 전달을 위한 가장 신속한 옵션을 제공합니다. 그러나 공정에 필요한 전원에 따라, 이 접근방법은 고전력을 필요로 하는 공정 또는 대규모 임피던스 변동을 경험하는 공정용으로만 제한될 수 있습니다. 소인 주파수 동조는 부하 조정 전원의 범위를 확대하는 보완 기술입니다. 올바르게 구현하는 경우, 신속한 동조 루프는 대규모 임피던스 변동이 존재하는 경우에도 신속한 전환 공정에 전원을 전달하는데 전원 레귤레이션만큼 신속하고 민첩할 수 있습니다.

부하 전원 레귤레이션, 소인 주파수 동조, 구성 가능 정합 회로 플랫폼의 통합은 시스템 설계자와 공정 엔지니어들에게 가장 유연하고 유능한 전원 전달 솔루션을 제공합니다. 이러한 통합 솔루션은 가장 까다로운 동적 공정 처리에 필요한 민첩성, 성능, 신뢰성을 제공하는 한편 광범위한 임피던스 범위에 걸쳐 정확한 RF 동조를 제공합니다.

소인 주파수 동조는 또한 펄스하는 동안 RF 정합을 실행할 수 있는 혜택을 제공합니다. 펄스 변조는 전형적인 정합 회로와 RF 전원 공급장치에 심각한 문제를 제기하나, Paramount 시스템에 내장된 정확한 전원 및 임피던스 측정, 신속한 주파수 응답은 광범위한 펄스 주파수와 의무 주기에서 전원을 조정하고 적극적으로 동조할 수 있게 해줍니다.

결론

고 VSWR에서 매우 정확하게 Navigator 디지털 정합 회로가 제공하는 광범위한 동조 범위, 구성력과 Paramount RF 전원 전달 시스템의 빠른 주파수 동조 알고리즘을 결합할 수 있는 능력은 가장 까다로운 차세대 공정을 충족시킬 수 있는 독특한 역량을 제공합니다. 결합된 제품의 상호 보완적 기능은 탁월한 유연성, 정확성을 제공하여 플라즈마 공정 정확성과 성능을 위한 새로운 영역을 개척합니다.

부하 전원 레귤레이션, 소인 주파수 동조, 구성 가능 정합 회로 플랫폼의 통합은 시스템 설계자와 공정 엔지니어들에게 가장 유연하고 유능한 전원 전달 솔루션을 제공합니다.

참고 문헌

- [1] P. Singer, "Etch faces new challenges at 45 and 32 nm," *Semiconductor International* (2007년 2월).
- [2] Richard A. Gottscho, Judy K. LaCara, James V. Tietz, "A viable solution: in situ processing for etch," *Solid State Technology* (2003년 3월).
- [3] Y. Karzhavin, "Improving the etch process as part of an overall plan to increase fab productivity," *Micro* (2001년 5월).

Paramount RF 전원 전달 시스템에 관한 자세한 정보는 다음에서 조회할 수 있습니다.
www.advanced-energy.co.kr/kr/Paramount.html

AE의 전원 시스템 포트폴리오는 다음에서 조회할 수 있습니다.
www.advanced-energy.co.kr/kr/Power_Systems.html

AE의 제품 포트폴리오는 다음에서 조회할 수 있습니다.
www.advanced-energy.co.kr/kr/Products.html

스펙은 통지 없이 변경될 수 있습니다.



어드밴스드 에너지 대한민국 경기도 성남시 중원구 상대원동 513-14 시콕스 타워 701호 462-806
전화: +82.31.777.9191 · 팩스: +82.31.777.9195 · support@aei.com · www.advanced-energy.co.kr
전세계 연락처 정보는 www.advanced-energy.co.kr을 참조하십시오.

© Advanced Energy Industries, Inc. 2008
All rights reserved. Printed in U.S.A.
KOR-PARAMOUNT-210-01 0M 1/08