



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년01월31일
(11) 등록번호 10-1824234
(24) 등록일자 2018년01월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/67 (2006.01) *F24C 15/24* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7024467
(22) 출원일자(국제) 2011년02월18일
 심사청구일자 2016년02월17일
(85) 번역문제출일자 2012년09월19일
(65) 공개번호 10-2012-0137367
(43) 공개일자 2012년12월20일
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/025391
(87) 국제공개번호 WO 2011/103391
 국제공개일자 2011년08월25일
(30) 우선권주장
 12/708,648 2010년02월19일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

WO2006107013 A1*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 15 항

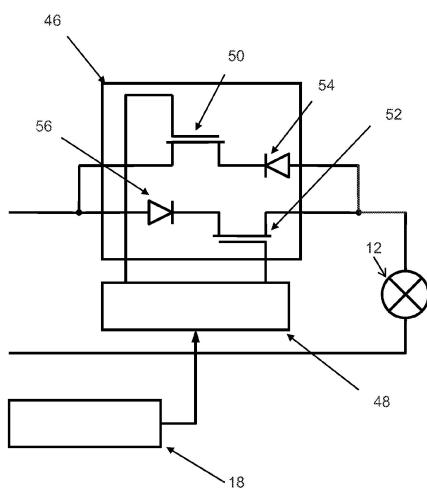
심사관 : 김정진

(54) 발명의 명칭 고효율 고정확도 히터 드라이버

(57) 요 약

2 개의 트랜지스터들과 2 개의 다이오드들을 포함하는 램프 드라이버 회로를 가진 급속 열처리 챔버가 개시된다. 급속 열처리 챔버는, 복수 개의 할로겐 램프들, 램프 드라이버, 웨이퍼 온도를 측정하는 온도 센서, 및 온도 센서와 램프 드라이버에 연결된 온도 제어기를 포함하고, 온도 제어기는 필요 온도와 웨이퍼 온도의 합수들인 제어 신호들을 램프 드라이버에 제공한다. 램프 드라이버는, 복수 개의 할로겐 램프들에 공급되는 전력의 역률이 0.9 내지 1의 범위 내에 있도록, 제어 신호들에 의해 제어되는 2 개의 트랜지스터들을 포함한다.

대 표 도 - 도4



(56) 선행기술조사문현

KR1020010050917 A*

JP03027408 A

US20030029859 A1

EP1091622 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문현

명세서

청구범위

청구항 1

웨이퍼를 프로세싱하는 금속 열처리 챔버로서,

복수 개의 램프들;

AC 전력 소스를 포함한 전력 소스;

제 1 다이오드와 제 1 트랜지스터의 직렬 연결부 및 제 2 다이오드와 제 2 트랜지스터의 직렬 연결부의 병렬 연결부를 포함하는 램프 드라이버 – 상기 램프 드라이버는 AC 전력의 소스에 연결되고 그리고 상기 복수 개의 램프들에 전력을 공급하기 위해 상기 복수 개의 램프들에 연결됨 – ;

상기 웨이퍼의 온도를 측정하는 온도 센서; 및

상기 온도 센서, 및 상기 램프 드라이버 내의 상기 제 1 트랜지스터 및 상기 제 2 트랜지스터에 연결된 온도 제어기 – 상기 온도 제어기는 상기 제 1 트랜지스터에 제 1 제어 신호를 제공하고 그리고 상기 제 2 트랜지스터에 제 2 제어 신호를 제공하며, 상기 제 1 제어 신호와 상기 제 2 제어 신호는 상기 웨이퍼에 대해 미리결정된 온도 및 웨이퍼 온도의 함수임 –

를 포함하고,

상기 제 1 제어 신호는 AC 전력의 절반 주기당 복수 회 상기 제 1 트랜지스터를 턴 온 그리고 턴 오프하고, 그리고 상기 제 2 제어 신호는 상기 AC 전력의 절반 주기당 복수 회 상기 제 2 트랜지스터를 턴 온 그리고 턴 오프하는,

웨이퍼를 프로세싱하는 금속 열처리 챔버.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 트랜지스터는 상기 제 2 트랜지스터가 턴 오프된 동안 턴 온되는,

웨이퍼를 프로세싱하는 금속 열처리 챔버.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 트랜지스터는 상기 제 2 트랜지스터가 턴 온된 동안 턴 오프되는,

웨이퍼를 프로세싱하는 금속 열처리 챔버.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 온도 제어기는 상기 AC 전력의 펄스 버전들로서 상기 제 1 제어 신호와 상기 제 2 제어 신호를 형성하는,

웨이퍼를 프로세싱하는 금속 열처리 챔버.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 복수 개의 램프들에 공급되는 전력의 역률(power factor)은 0.9 내지 1인,

웨이퍼를 프로세싱하는 금속 열처리 챔버.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 트랜지스터와 상기 제 2 트랜지스터는 MOSFET 트랜지스터들, 양극성 트랜지스터들 및 절연 게이트 양극성 트랜지스터들로 구성된 그룹으로부터 선택되는,

웨이퍼를 프로세싱하는 급속 열처리 챔버.

청구항 7

웨이퍼를 프로세싱하는 급속 열처리 챔버를 제어하는 방법으로서,

상기 웨이퍼의 온도를 감지하는 단계;

상기 웨이퍼에 대해 요구되는 온도를 미리결정하는 단계;

온도 제어기가 상기 웨이퍼의 온도와 상기 미리결정된 온도에 따라 제 1 제어 신호와 제 2 제어 신호를 발생시키는 단계;

상기 제 1 제어 신호가 상기 온도 제어기에 공급되는 AC 전력의 절반 주기당 복수 회 제 1 스위치를 턴 온 그리고 턴 오프하는 단계;

상기 제 2 제어 신호가 상기 온도 제어기에 공급되는 AC 전력의 절반 주기당 복수 회 제 2 스위치를 턴 온 그리고 턴 오프하는 단계; 및

상기 제 1 스위치 및 상기 제 2 스위치가 복수 개의 램프들에 전력을 공급하는 단계

를 포함하고,

상기 제 1 스위치와 상기 제 2 스위치는 병렬로 연결되고, 상기 제 1 스위치는 제 1 다이오드와 제 1 트랜지스터의 직렬 연결부를 포함하고, 상기 제 2 스위치는 제 2 다이오드와 제 2 트랜지스터의 직렬 연결부를 포함하는,

웨이퍼를 프로세싱하는 급속 열처리 챔버를 제어하는 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 스위치와 상기 제 2 스위치는 상이한 시간들에 턴 온되는,

웨이퍼를 프로세싱하는 급속 열처리 챔버를 제어하는 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 온도 제어기는 상기 AC 전력의 펄스 버전들로서 상기 제 1 제어 신호와 상기 제 2 제어 신호를 형성하는,

웨이퍼를 프로세싱하는 급속 열처리 챔버를 제어하는 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 복수 개의 램프들에 공급되는 전력의 역률은 0.9 내지 1인,

웨이퍼를 프로세싱하는 급속 열처리 챔버를 제어하는 방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 제 1 트랜지스터와 상기 제 2 트랜지스터는 MOSFET 트랜지스터들, 양극성 트랜지스터들 및 절연 게이트 양

극성 트랜지스터들로 구성된 그룹으로부터 선택되는,
웨이퍼를 프로세싱하는 급속 열처리 챔버를 제어하는 방법.

청구항 12

웨이퍼를 프로세싱하고, AC 전력이 공급되는 급속 열처리 챔버로서,

복수 개의 램프들;

제 1 다이오드 및 제 1 트랜지스터의 직렬 연결부와 제 2 다이오드 및 제 2 트랜지스터의 직렬 연결부의 병렬 연결부를 포함하며, 상기 복수 개의 램프들에 전력을 공급하기 위해 상기 복수 개의 램프들과 AC 전력의 소스에 연결된 램프 드라이버;

웨이퍼 온도를 측정하는 온도 센서; 및

상기 온도 센서와 상기 램프 드라이버에 연결된 온도 제어기 – 상기 온도 제어기는 상기 웨이퍼에 대해 미리 결정된 온도 및 상기 웨이퍼 온도의 함수로서 제 1 제어 신호를 상기 제 1 트랜지스터에 제공하고, 그리고 상기 미리 결정된 온도 및 상기 웨이퍼 온도의 함수로서 제 2 제어 신호를 상기 제 2 트랜지스터에 제공함 –

를 포함하고,

상기 제 1 트랜지스터는 상기 제 2 트랜지스터와 상이한 시간들에 턴 온되는,

급속 열처리 챔버.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 트랜지스터 및 상기 제 2 트랜지스터는 MOSFET들, 양극성 트랜지스터들 및 절연 게이트 양극성 트랜지스터들로 구성된 그룹으로부터 선택되는,

급속 열처리 챔버.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 트랜지스터 및 상기 제 2 트랜지스터는 공급되는 AC 전압의 절반 기간당 2회 또는 그 초과 회수로 턴 온 그리고 턴 오프되는,

급속 열처리 챔버.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 복수 개의 램프들에 공급되는 전력의 역률은 0.9 내지 1인,

급속 열처리 챔버.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 웨이퍼들을 프로세싱할 때 더 효율적인 동작을 제공하기 위해 급속 열처리 챔버에서 사용될 수 있는 히터 드라이버에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 급속 열처리(RTP) 챔버들은, 램프들에 의해 발생되는 열의 양을 제어하기 위해, 반도체 웨이퍼들을 프로세싱할 때 램프들에 인가되는 전력을 제어할 필요가 있다. 현재의 RTP 챔버들은 램프 드라이버 회로를 이용하고, 상기 램프 드라이버 회로는 웨이퍼 프로세싱을 제어하기 위해 램프에 인가되는 전력을 제어하기 위한 위상각 제어된

실리콘 제어 정류기(SCR:silicon controlled rectifier)를 포함한다. 이들 SCR 기반 램프 드라이버 회로들은 웨이퍼 프로세싱의 효율을 제한하는 수많은 단점들 때문에 곤란을 겪고 있다. SCR 기반 접근법의 하나의 일련의 단점은 회로의 역률(power factor)이 낮다는 것이다. 이는, 낮은 전력 레벨들에서 특히 그러하며, 여기서 역률은 50% 미만일 수 있다. 이는, 반도체 프로세싱 에너지를 비효율적으로 만든다.

[0003] 부가하여, SCR 기반 램프 드라이버 회로는 전압이 제로 크로스하는 지점들 부근에서 턴 온될 수 없다. 그 이유는 SCR이 턴 온되기 위해 최소 전압을 요구하기 때문이다. 따라서, 제어된 출력 전류의 최소 값은 임계치를 갖는다. 이는, 또한 프로세싱 비효율성들에 기여한다.

[0004] 다른 문제점은, SCR의 특성 때문에, SCR이 기간당 2회씩만 스위치 온 그리고 스위치 오프될 수 있다는 것이다. 그 이유는 디바이스를 통한 전류가 제로일 때에만 SCR이 스위치 오프되기 때문이다. 램프 드라이버 회로에 대한 더 정확한 제어가 달성될 수 있다면, 고속 온도 프로세싱이 개선될 것이다.

[0005] 따라서, RTP 챔버들에서 SCR 기반 램프 드라이버 회로들과 연관된 이를 단점들을 고려하여, 신규하고 그리고 개선된 램프 드라이버 회로들이 요구된다.

발명의 내용

[0006] 본 발명의 일 양상은 웨이퍼를 프로세싱하는 급속 열처리 챔버를 제공한다. 급속 열처리 챔버에는 AC 전력이 공급되고, 그리고 급속 열처리 챔버는 복수 개의 할로겐 램프들, 램프 드라이버, 웨이퍼 온도를 측정하는 온도 센서, 및 상기 온도 센서와 상기 램프 드라이버에 연결된 온도 제어기를 포함할 수 있고, 상기 온도 제어기는 원하는 온도 및 웨이퍼 온도의 함수로서 제어 신호를 제 1 트랜지스터의 제어 입력부 및 제 2 트랜지스터의 제어 입력부에 제공한다. 램프 드라이버는, 제 2 트랜지스터의 제 1 단자에 연결된 캐소드를 가진 제 2 다이오드와 병렬로 제 1 트랜지스터의 제 1 단자에 연결된 캐소드를 가진 제 1 다이오드를 포함하며, 여기서 제 2 트랜지스터의 제 2 단자와 제 1 다이오드의 애노드는 복수 개의 할로겐 램프들 중 하나 또는 그 초파의 램프들에 연결되고, 그리고 제 1 트랜지스터의 제 2 단자와 제 2 다이오드의 애노드는 AC 파워 서플라이에 연결된다.

[0007] 본 발명의 다른 양상에 따라, 웨이퍼를 프로세싱하는 급속 열처리 챔버는 복수 개의 할로겐 램프들, 제 1 스위치 및 제 2 스위치를 갖는 AC 전력 소스를 포함한 전력 소스 – 상기 전력 소스는 복수 개의 할로겐 램프들에 전력을 공급하기 위해 상기 복수 개의 할로겐 램프들에 연결됨 –, 웨이퍼의 온도를 측정하는 온도 센서, 및 상기 온도 센서와 전력 소스 내의 제 1 스위치 및 제 2 스위치에 연결된 온도 제어기를 포함하며, 온도 제어기는 제 1 제어 신호를 제 1 스위치에 제공하고 그리고 제 2 제어 신호를 제 2 스위치에 제공하며, 상기 제 1 제어 신호 및 상기 제 2 제어 신호는 원하는 온도 및 웨이퍼 온도의 함수이다. 제 1 제어 신호는 AC 전력의 절반 주기당 복수 회 제 1 스위치를 턴 온 그리고 턴 오프하고, 그리고 제 2 제어 신호는 AC 전력의 절반 주기당 복수 회 제 2 스위치를 턴 온 그리고 턴 오프한다.

[0008] 본 발명의 다른 양상에 따라, 제 1 스위치는 제 2 스위치가 턴 오프된 동안 턴 온된다. 또한, 제 1 스위치는 제 2 스위치가 턴 온된 동안 턴 오프된다.

[0009] 본 발명의 다른 양상에 따라, 온도 제어기는 AC 전력의 펄스 버전들로서 제 1 제어 신호와 제 2 제어 신호를 형성한다.

[0010] 본 발명의 다른 양상에 따라, 복수 개의 할로겐 램프들에 공급되는 전력의 역률은 약 1이다. 일반적으로, 역률은 0.9 내지 1이다.

[0011] 본 발명의 다른 양상에 따라, 제 1 스위치와 제 2 스위치는 트랜지스터들이다. 트랜지스터들은 MOSFET 트랜지스터들, 양극성 트랜지스터들 또는 절연 게이트 양극성 트랜지스터들일 수 있다.

[0012] 본 발명의 다른 양상에 따라, 웨이퍼를 프로세싱하는 급속 열처리 챔버를 제어하는 방법이 제공된다. 상기 방법은 웨이퍼의 온도를 감지하는 단계, 원하는 온도를 결정하는 단계, 온도 제어기가 웨이퍼의 온도 및 원하는 온도에 따라 제 1 제어 신호 및 제 2 제어 신호를 발생시키는 단계, 온도 제어기에 공급되는 AC 전력의 절반 주기당 복수 회 제 1 제어 신호가 제 1 스위치를 턴 온 그리고 턴 오프하는 단계, 온도 제어기에 공급되는 AC 전력의 절반 주기당 복수 회 제 2 제어 신호가 제 2 스위치를 턴 온 그리고 턴 오프하는 단계, 및 제 1 스위치 및 제 2 스위치가 복수 개의 할로겐 램프들에 전력을 공급하는 단계를 포함한다.

[0013] 본 발명의 다른 양상에 따라, 제 1 스위치와 제 2 스위치는 상이한 시간들에 턴 온된다. 제 1 스위치는 제 2 스위치가 턴 오프된 동안 턴 온되고, 그리고 제 1 스위치는 제 2 스위치가 턴 온된 동안 턴 오프된다.

- [0014] 본 발명의 다른 양상에 따라, 온도 제어기는 AC 전력의 펄스 버전들로서 제 1 제어 신호와 제 2 제어 신호를 형성한다.
- [0015] 본 발명의 다른 양상에 따라, 복수 개의 할로겐 램프들에 공급되는 전력의 역률은 약 1이다.
- [0016] 앞서와 같이, 제 1 스위치와 제 2 스위치는 트랜지스터들일 수 있다. 트랜지스터들은 MOSFET 트랜지스터들, 양극성 트랜지스터들 및 절연 게이트 양극성 트랜지스터들로 구성된 그룹으로부터 선택될 수 있다.
- [0017] 본 발명의 다른 양상에 따라, 웨이퍼를 프로세싱하는 급속 열처리 챔버 — 상기 급속 열처리 챔버에는 AC 전력이 공급됨 — 는 복수 개의 할로겐 램프들, 제 1 다이오드 및 제 1 트랜지스터와 제 2 다이오드 및 제 2 트랜지스터의 병렬 연결부를 포함하며 복수 개의 할로겐 램프들에 전력을 공급하기 위해 복수 개의 할로겐 램프들 및 AC 전력의 소스에 연결된 램프 드라이버, 웨이퍼 온도를 측정하는 온도 센서, 및 상기 온도 센서와 상기 램프 드라이버에 연결된 온도 제어기를 포함하고, 온도 제어기는 원하는 온도 및 웨이퍼 온도의 함수로서 제 1 제어 신호를 제 1 트랜지스터에 제공하고 그리고 원하는 온도 및 웨이퍼 온도의 함수로서 제 2 제어 신호를 제 2 트랜지스터에 제공한다. 제 1 트랜지스터는 제 2 트랜지스터와 상이한 시간들에 터 온된다.
- [0018] 트랜지스터들은 모두 MOSFET들일 수 있거나, 모두 양극성 트랜지스터들일 수 있거나, 또는 모두 절연 게이트 양극성 트랜지스터들일 수 있다. 앞서와 같이, 제 1 트랜지스터 및 제 2 트랜지스터는 공급되는 AC 전압의 절반 기간당 2회 또는 그 초과 회수로 터 온 그리고 터 오프될 수 있다. 복수 개의 할로겐 램프들에 공급되는 전력의 역률은 0.9 내지 1이다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 할로겐 램프들, 램프 드라이버들, 웨이퍼 온도 제어기, 온도 센서 및 온도 제어기를 가진 급속 열처리 챔버를 도시하고 있다.
- 도 2는 본 발명의 일 양상에 따른 램프 드라이버를 도시하고 있다.
- 도 3은 본 발명의 양상에 따라 드라이버 출력 전압과 전력 소스로부터의 전압을 도시하고 있다.
- 도 4는 본 발명의 양상에 따른 드라이버 회로를 도시하고 있다.
- 도 5는 본 발명의 양상에 따른 본 발명의 회로와 연관된 파형들을 도시하고 있다.
- 도 6은 본 발명의 일 양상에 따른 본 발명의 동작을 도시하고 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 도 1은 급속 열처리(RTP) 챔버(10)를 도시하고 있다. RTP 챔버(10)는 할로겐 램프들(12)의 여러 그룹들, 여러 램프 드라이버들(14), 및 프로세싱되고 있는 웨이퍼(16)를 포함한다. 램프 드라이버들(14)은 할로겐 램프들(12)에 연결되며, 그리고 할로겐 램프들(12)에 공급되는 전력을 제어한다. 할로겐 램프들(12)은 웨이퍼(16)에 열을 제공하여, 웨이퍼(16)가 알려진 방식들로 프로세싱되도록 허용한다.
- [0021] 웨이퍼 온도 제어기(18)는 온도 센서(20)에 연결된 입력부와 램프 드라이버들(14)에 연결된 출력부를 갖는다. 온도 센서(20)는 본 발명의 일 양상에 따른 비접촉식 온도 센서이며, 그리고 상기 온도 센서(20)는 웨이퍼(16)의 온도를 측정한다. 온도 센서(20)로부터 온도 제어기(18)로 온도가 제공된다. 또한, 웨이퍼(16)에 대해 요구된 온도가 온도 제어기(18)에 제공된다. 할로겐 램프들(12)을 제어하기 위해, 온도 제어기(18)는 측정 온도 및 요구 온도에 기초한 제어 신호를 램프 드라이버들(14)로 전송한다. 램프 드라이버들(14)은, 웨이퍼(16)를 가열하기 위해 적외선 방사를 발생시키는 할로겐 램프(12)들에서 필요한 램프 전력을 유지시킨다.
- [0022] 하나의 종래 기술의 램프 드라이버(14)가 도 2에 도시되어 있다. 램프 드라이버(14)는 전력 소스(30)에 연결된다. 전력 소스(30)는 전력 분배선일 수 있다. 램프 드라이버(14)는 전력 제어 엘리먼트로 구성된다. 종래 기술에서, 예컨대, SCR 제어기(36)를 갖는 양극성 실리콘 제어 정류기(SCR)(34)가 제공된다. 처음에, SCR은 전류를 전도하지 않는다. 제어기(18)로부터의 외부 명령에 기초하여, SCR 제어기(36)는 SCR(34)을 터 온 그리고 터 오프하여, 전류가 램프(12)를 통해 흐르도록 한다. SCR(34)이 전도를 중지하고, 그리고 SCR(34)에 제공되는 제어 신호의 극성이 역전될 때, 램프(12)는 터 오프된다.
- [0023] 도 3은 전력 소스(30)로부터의 전압(40)을 좌측에 도시하고 있다. SCR(34)이 사용될 때, SCR(34)로부터의 드라이버 출력 전압(42)이 우측에 도시되어 있다. 흥미롭게도, SCR(34)은 통상적으로 전력 소스(30)의 AC 절반 주

기당 1회 턴 온 그리고 턴 오프된다.

[0024] 도 4는 본 발명의 일 양상에 따른 램프 드라이버를 도시하고 있다. 램프 드라이버는 전자 스위치(46)와 제어기(48)를 갖는다. 본 발명의 일 양상에 따른 전자 스위치(46)는 제 1 트랜지스터(50), 제 2 트랜지스터(52), 제 1 다이오드(54) 및 제 2 다이오드(56)를 포함한다. 도 4에 도시된 바와 같이, 제 1 다이오드(54)는 제 1 트랜지스터(50)의 제 1 단자에 연결된 캐소드를 갖는다. 제 2 다이오드(56)는 제 2 트랜지스터(52)의 제 1 단자에 연결된 캐소드를 갖는다. 제 1 트랜지스터(50)와 제 1 다이오드(54)의 직렬 연결부는 제 2 트랜지스터(52)와 제 2 다이오드(56)의 직렬 연결부에 병렬로 연결된다.

[0025] 제 1 다이오드(54)의 애노드와 제 2 트랜지스터(52)의 제 2 단자는 복수 개의 할로겐 램프들(12) 중 하나 또는 그 초과의 램프들에 연결된다. 제 2 다이오드(56)의 애노드와 제 1 트랜지스터(50)의 제 2 단자는 AC 파워 서플라이에 연결된다.

[0026] 트랜지스터들(50 및 52)은 대부분의 유형들의 트랜지스터들로 구현될 수 있다. 예컨대, 트랜지스터들(50 및 52)은 본 발명의 일 양상에 따라 MOSFET 트랜지스터들로 구현될 수 있다. 또한, 트랜지스터들(50 및 52)은 본 발명의 다른 양상들에 따라 양극성 트랜지스터들로 구현될 수 있다. 추가로, 트랜지스터들(50 및 52)은 절연 게이트 양극성 트랜지스터(IGBT)들로 구현될 수 있다. 도 4에서, 트랜지스터들(50 및 52)은 MOSFET 트랜지스터들로서 도시되어 있다. 다이오드(56)와 트랜지스터(52)는 입력 사인파의 포지티브 부분 동안에 전도한다. 다이오드(54)와 트랜지스터(50)는 입력 사인파의 네거티브 부분 동안에 전도한다.

[0027] 도 4를 참조하면, 제어기(48)는 온도 제어기(18)로부터 명령들을 수신한다. 온도 제어기(18)는 온도 센서(20)로부터의 감지된 온도뿐만 아니라 원하는 온도를 수신한다. 제어기(48)는 감지 온도와 원하는 온도를 분석하고, 그리고 제어 신호들을 트랜지스터들(50 및 52)의 제어 입력부에 대해 발행하며, 상기 제어 신호들은, 원하는 온도가 유지되도록, 램프(12)를 양단에 원하는 전압을 유지하기 위해 트랜지스터들(50 및 52)을 턴 온 그리고 턴 오프한다.

[0028] 도 5에 도시된 바와 같이, 제어기(48)는 입력 AC 전압의 절반 기간당 다수 회 트랜지스터들(50 및 52)을 턴 온 그리고 턴 오프할 수 있다. 상기 제어기(48)는, 이를, 입력 전압(60)의 사인파 형태를 펄스 전압(62)으로 초핑(chopping)함으로써 성취한다. 따라서, 온도 제어기(18)는, 입력 AC 전압 서플라이의 기간당 2회 또는 그 초과의 회수로 트랜지스터들(50 및 52)을 턴 온 그리고 턴 오프함으로써, 입력 AC 전압의 기간 동안 램프(12) 양단의 전압을 정밀하게 조절할 수 있다.

[0029] 도 6은 본 발명의 양상에 따른 2개의 드라이버 회로들(90 및 92)을 포함한 램프 히터 회로를 도시하고 있다. 드라이버 회로들(90 및 92) 각각은 하나 또는 그 초과의 램프들의 그룹을 제어한다. 본 발명의 다른 양상에 따라, AC 전압의 기간 동안 전도성 위상을 확산시키기 위해, 제어기(94)는 드라이버(90)의 스위칭 위상을 스테거링(staggering)한다. 50% 드리 투기 동안의 출력 전압들(96 및 98)이 도시되어 있다. 저항들 또는 램프들과 같은 능동 부하의 경우, 입력 전류들(99 및 100)은 출력 전압들(96 및 98)과 동일한 형태를 갖는다. 입력 히터 전류(27)는 다수의 드라이버들의 출력 전류들의 중첩(superposition)이다. 따라서, 입력 전류는 다수의 드라이버들의 출력 전류들의 중첩이다. 주어진 예에 대하여, 입력 전류의 결과적인 형태는 사인곡선이다. 히터 입력 전압(26)과 입력 전류(27)는 서로 간에 위상 시프트를 갖지 않으며, 그리고 역률은 약 1이다.

[0030] 본 발명의 램프 드라이버는, 실리콘 제어 정류기들을 사용한 이전의 램프 회로들보다 더 신속하게 제어될 수 있다. 그 이유는 트랜지스터들이, 느린 응답 시간을 가진 SCR의 트랜지스터보다 훨씬 더 신속하게 턴 온 그리고 턴 오프될 수 있기 때문이다. 따라서, 본 발명을 이용하여, 할로겐 램프들(12)의 훨씬 더 정확한 제어가 가능하다.

[0031] 또한, 웨이퍼를 프로세싱하는 급속 열처리 챔버를 제어하는 방법이 제공된다. 급속 열처리 챔버에는 AC 전력이 공급되며, 그리고 이미 설명된 바와 같이, 급속 열처리 챔버는 복수 개의 할로겐 램프들을 갖고, 상기 복수 개의 할로겐 램프들의 전력 출력은 램프 드라이버들에 의해 제어된다. 설명된 바와 같이, 램프 드라이버는 제 2 트랜지스터의 제 1 단자에 연결된 캐소드를 가진 제 2 다이오드와 병렬로 제 1 트랜지스터의 제 1 단자에 연결된 캐소드를 가진 제 1 다이오드를 포함하며, 여기서 제 2 트랜지스터의 제 2 단자와 제 1 다이오드의 애노드는 복수 개의 할로겐 램프들 중 하나 또는 그 초과의 램프들에 연결되고, 그리고 제 1 트랜지스터의 제 2 단자와 제 2 다이오드의 애노드는 AC 파워 서플라이에 연결된다.

[0032] 본 발명의 일 양상에 따른 프로세스는, 온도 센서를 이용하여 웨이퍼의 온도를 감지하는 단계, 감지된 웨이퍼 온도와 요구된 온도를 온도 제어기로 전송하는 단계, 제 1 트랜지스터와 제 2 트랜지스터를 턴 온 그리고 턴 오

프하기 위해 제 1 트랜지스터의 제어 입력부와 제 2 트랜지스터의 제어 입력부로 전송되는 제어 신호를 온도 제어기가 발생시키는 단계, 및 방출되는 열을 제어하기 위해 신호를 복수 개의 할로겐 램프들에 공급하는 단계를 포함한다.

[0033] 램프 드라이버들 각각의 내에 있는 제 1 트랜지스터 및 제 2 트랜지스터가 둘 다 MOSFET인 경우에, 제 1 트랜지스터 및 제 2 트랜지스터의 제어 입력부는 MOSFET 게이트이다. 양극성 트랜지스터들이 사용되는 경우에, 제 1 트랜지스터 및 제 2 트랜지스터의 제어 입력부는 베이스 단자이다.

[0034] 본 발명의 다른 양상에 따라, 온도 제어기는, 제 1 트랜지스터 및 제 2 트랜지스터에 대한 제어 신호들을 생성하기 위해 공급되는 AC 전압을 초평하며, 상기 제어 신호들은 공급되는 AC 전압의 절반 기간당 2회 또는 그 초과 회수로 제 1 트랜지스터 및 제 2 트랜지스터를 턴 온 그리고 턴 오프한다.

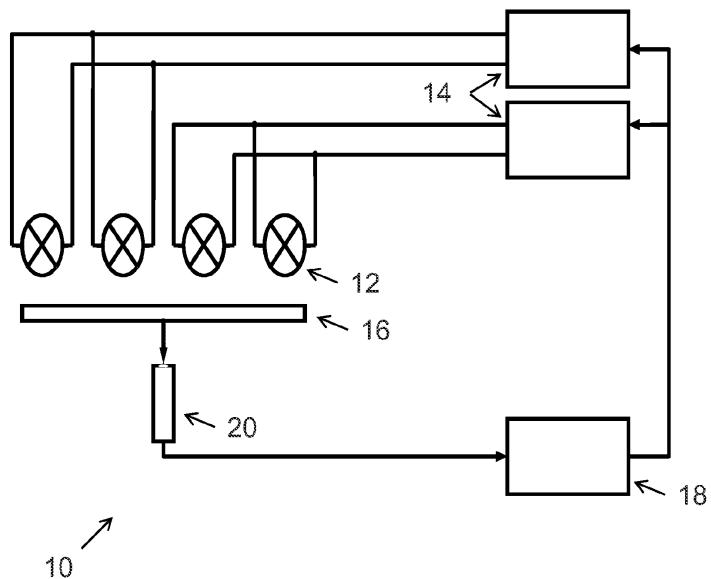
[0035] 본 발명들의 드라이버 회로는 3개의 이득들을 제공한다: 상기 드라이버 회로는, 출력 전압의 설정 시간을 더 빠르게 허용하여, 프로세스 온도 제어의 더 우수한 동적 정확도를 허용한다. 본 발명의 실시예들에 따른 드라이버는 최대로 달성 가능한 속도를 갖는데, 그 이유는 상기 드라이버가 개루프 모드에서 동작하기 때문이다. 개루프 모드는 내부 폐루프에 관련된 모든 부정적인 효과들: 설정 시간을 증가시키는 것 및 오버슈팅(overshooting)을 제거한다. 드라이버의 정적 에러는 외부 웨이퍼 온도제어 폐루프에 의해 보상된다.

[0036] 상기 본 발명들의 드라이버 회로는 또한 저온에서의 프로세스 온도 제어의 증가된 정확도를 허용한다: 위상각 제어 방법을 이용하는 흔히 사용되는 SCR 기반 드라이버와 달리, 이러한 드라이버는, 모든 실용적인 목적들 위하여, 최소 출력 전압을 갖지 않는 반면, 종래 기술의 SCR 기반 드라이버들의 최소 제어 가능한 출력 전압은 5%이다. 부가하여, 본 발명의 실시예들의 드라이버는 저출력 전압에서의 더 우수한 정확도를 갖는다. 따라서, 본 신규한 드라이버는 더 우수한 역률을 갖고 그리고 그러므로 중간 전력 내지 저전력의 범위에서 더 낮은 에너지 비용을 갖는다. 이는 유리한데, 그 이유는 급속 열처리 프로세싱 동안의 평균 전력이 27%-35%의 범위 내에 있기 때문이다. SCR 드라이버들을 이용한 종래의 급속 열처리 시스템들의 통상적인 역률은 0.4이다. 본 신규한 드라이버는 임의의 제어된 전력 레벨에서 0.9보다 더 우수한 역률을 갖는다. 대부분의 경우들에서, 역률은 거의 1이다.

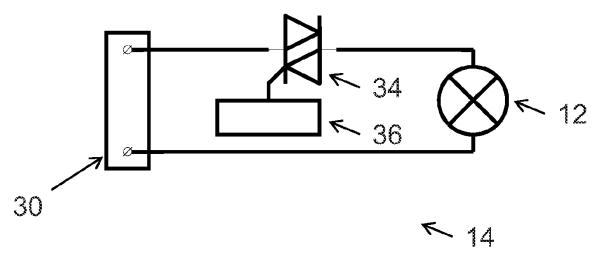
[0037] 본 발명의 기본적인 신규한 특징들이 본 발명의 바람직한 실시예들에 적용된 바와 같이 도시되었고, 설명되었고 그리고 지적되었으나, 본 발명의 사상으로부터 벗어남 없이, 도시된 디바이스의 형태 및 세부사항들 그리고 도시된 디바이스의 동작에 있어서 다양한 생략들 및 치환들 및 변경들이 기술 분야의 당업자들에 의해 이루어질 수 있다는 것이 이해될 것이다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구항들의 범위에 의해 표시된 대로만 제한되는 것으로 의도된다.

도면

도면1

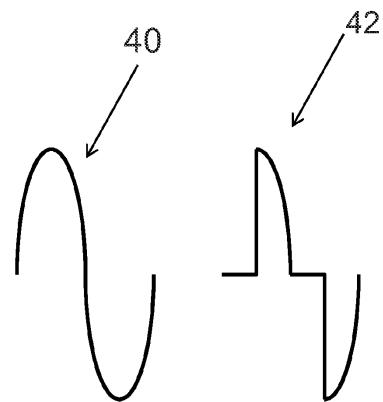


도면2

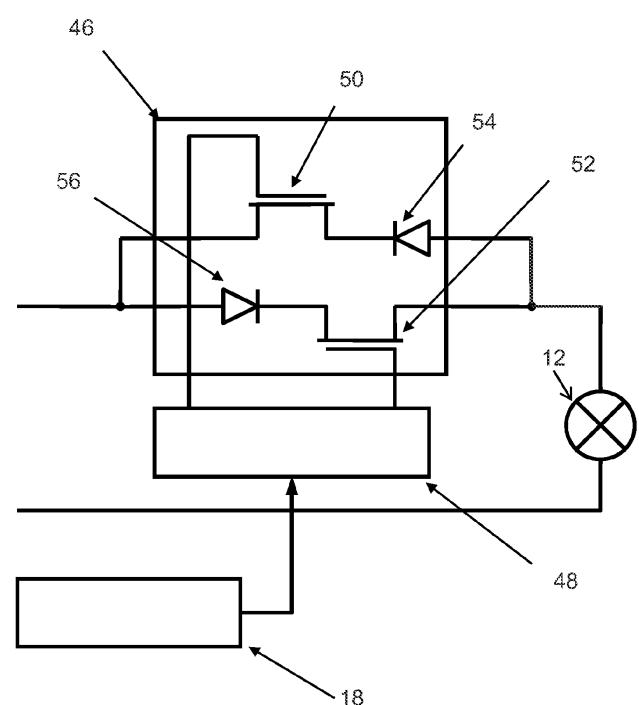


종래 기술

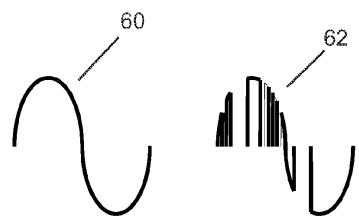
도면3



도면4



도면5



도면6

