(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.[7]
H01L 21/82
H01S 3/09

(11) 공개번호 10-2004-0073958
(43) 공개일자 2004년08월21일

(21) 출원번호 10-2003-7010094
(22) 출원일자 2003년07월30일
번역문 제출일자 2003년07월30일
(86) 국제출원번호 PCT/US2002/040410
(87) 국제공개번호 WO 2003/052890
(86) 국제출원출원일자 2002년12월17일
(87) 국제공개일자 2003년06월26일

(30) 우선권주장 60/341,744 2001년12월17일 미국(US)

(71) 출원인 일렉트로 싸이언티픽 인더스트리이즈 인코포레이티드
미국, 오리건 97229, 포트랜드, 노스웨스트 싸이언스 파크 드라이브13900

(72) 발명자 선,윤롱
미국, 오레곤 97007, 비버튼, 사우스웨스트 원나인티포쓰 테라스 7679

스웬슨,에드워드제이.
미국, 오레곤 97225, 포틀랜드, 사우스웨스트 서밋 뷰 코트 970

해리스,리차드에스.
미국, 오레곤 97229, 포틀랜드, 노스웨스트 캔터우드 웨이 16155

(74) 대리인 문경진

심사청구 : 없음

(54) 적어도 2개의 레이저 펄스의 세트를 이용한 메모리 링크의처리

요약

레이저 펄스(52)의 세트(50)는 메모리 또는 다른 IC 칩내 전도성 링크(22)를 절단하는데 이용된다. 상기 세트(50)의 지속기간은 바람직하게 500ns보다 짧고; 상기 세트(50)내 각각의 레이저 펄스(52)의 펄스폭은 바람직하게 약 0.1ps 내지 30ns의 범위에 있다. 상기 세트(50)는 레이저 시스템(60)이 각각의 링크(22)에서 레이저 펄스(52)의 세트(50)를 점화할 때마다 멈추지 않고서 진행중에 링크 제거를 수행하기 위해 종래의 레이저 위치결정 시스템(62)에 의해 단일 '펄스'로서 취급될 수 있다. 종래의 IR 파장 또는 그 고조파가 이용될 수 있다.

대표도

도 11

명세서

기술분야

본 발명은 메모리 또는 다른 IC 링크의 레이저 처리에 관한 것으로, 특히 진행중에(on-the-fly) IC 링크를 절단하기 위해 적어도 2개의 레이저 펄스의 세트를 이용하는 방법 및 레이저 시스템에 관한 것이다.

배경기술

IC 디바이스 제조 공정에서 양품율(yield)은 종종 표면하층(subsurface layer) 또는 패턴의 배열 변경 또는 미립자 오염으로부터 발생되는 결함의 영향을 받는다. 도 1, 도 2a 및 2b는 메모리 셀(20)의 여분의 행(16) 및 열(18)과 같은 중복 회로 소자(14)의 다중 반복을 포함하도록 일반적으로 행 또는 열로 제조되는 IC 디바이스 또는 소재(work piece)(12)의 반복 전자회로(10)를 나타낸다. 도 1, 도 2a 및 2b를 참조하면, 회로(10)는 또한 예를 들어 결함있는 메모리 셀(20)을 단절하기 위해 제거될 수 있고, DRAM, SRAM 또는 내장형 메모리와 같은 메모리 디바이스에서 교환 중복 셀(26)을 대신할 수 있는 전기적 접촉부(24) 사이에 특정한 레이저 절단이능한 전도성 링크(22)를 포함하도록 설계된다. 또한 논리회로 제품, 게이트 어레이 또는 ASIC을 프로그래밍하기 위해 동일한 방법을 이용하여 링크를 절단한다.

링크(22)는 약 0.3 내지 2 미크론(㎛) 두께이고, 약 0.4 내지 2.5㎛의 종래의 링크폭(28), 링크 길이(30) 및 링크 구조(36)와 같은 인접한 회로 구조 또는 소자(34)로부터 약 2 내지 8㎛의 소자간(element-to-element) 피치(중심간 간격)(32)를 갖는 것으로 설계된다. 가장 일반적인 링크 물질이 폴리실리콘(polysilicon) 등의 혼합물이었지만, 메모리 제조자는 보다 최근에 알루미늄, 구리, 금, 니켈, 티타늄, 텅스텐, 플라티늄 뿐만 아니라 다른 금속, 금속 합금, 질화 티타늄 또는 질화 탄탈과 같은 질화 금속, 규화 텅스텐과 같은 규화 금속, 또는 다른 금속류 물질을 포함하며, 이에 제한되지는 않는, 더 전도적인 다양한 금속 링크 물질을 도입했다.

회로(10), 회로 소자(14) 또는 셀(20)은 결함에 대해 테스트되고, 결함 위치는 데이터베이스 또는 프로그램으로 매핑될 수 있다. 통상적인 1.047㎛ 또는 1.064㎛ 적외선(IR) 레이저 파장이 20년 넘게 사용되어 전도성 링크(22)를 폭발적으로 제거해왔다. 종래의 메모리 링크 처리 시스템은 각각의 링크(22)에서 약 4 내지 30나노초(ns)의 펄스폭을 갖는 레이저 출력의 단일 펄스에 중점을 둔다. 도 2a 및 도 2b는 규소 기판(42)위에 배치되고, 통상적으로 500 내지 10,000옹스트롬(Å) 두께를 갖는, (도 2a에 도시되었지만 도 2b에 도시되지 않은) 상부 패시베이션층(44) 및 하부 패시베이션층(46)을 포함한 패시베이션층 스택의 구성요소층 사이에 배치된 금속 링크(22) 또는 폴리실리콘으로 구성된 링크 구조(36)에 충돌하는 레이저 스폿(38)의 스폿 크기(면적 또는 직경)(40)를 나타내고 있다. 규소 기판(42)은 비교적 적은 비례적인 IR 방사량을 흡수하고, 이산화규소 또는 질화규 소와 같은 종래의 패시베이션층(44,46)은 IR 방사에 대해 비교적 투명하다. 링크(22)가 통상적으로 '진행중에(on-the-fly)' 처리되어, 빔 위치결정 시스템은 레이저 펄스가 링크(22)에서 점화될 때 움직임을 멈추지 않도록 하고, 이때 각각의 링크(22)는 단일 레이저 펄스에 의해 처리된다. 진행중의 처리는 초당 수만개의 링크(22)를 처리하는 것과 같이 매우 높은 링크 처리율을 촉진한다.

도 2c는 링크(22)가 종래 기술의 레이저 펄스에 의해 제거된 후의 도 2b의 링크 구조의 단편적인 측단면도이다. 금속 또는 비금속 링크(22)를 처리하기 위해 충분한 에너지를 유지하는 동안 기판(42)에 대한 손상을 막기 위해서, 선(Sun) 등의 미국특허 제5,265,114호 및 미국특허 제5,473,624호에서는 규소 웨이퍼상의 메모리 링크(22)를 처리하기 위해서 1.3㎛과 같이 더 긴 레이저 파장에서 9 내지 25ns의 단일 펄스를 이용하는 것을 제안했다. 1.3㎛ 레이저 파장에서, 링크 물질과 규소 기판(42) 사이의 흡수 차이는 통상적인 1㎛ 레이저 파장에서보다 훨씬 더 크다. 이러한 방법에 의해 제공된 훨씬 더 폭넓은 레이저 처리 윈도우 및 더 우수한 처리 품질은 매우 성공적으로 약 5년동안 해당 산업분야에서 사용되었다.

그러나 1.0㎛ 및 1.3㎛ 레이저 파장은 단점을 갖는다. 이러한 IR 레이저 빔(12)의 매우 전기적으로 전도성 있는 금속 링크(22)로의 결합 효율은 비교적 낮고; 링크 절단을 위한 IR 레이저 빔의 실제로 실현가능한 스폿 크기(40)는 비교적 크며, 링크폭(28), 접촉부(24) 사이의 링크 길이(30), 및 링크 피치(32)의 임계 크기를 제한한다. 이러한 종래의 레이저 링크 처리는 링크(22)의 가열, 용해 및 증발, 및 단일 레이저 펄스를 이용하여 상부 패시베이션층(44)을 폭발적으로 개방하 기 위한 기계적 응력 강화의 형성에 의존한다. 이러한 종래의 링크 처리 레이저 펄스는 절단된 링크를 포함하는 디바이스의 품질을 저하할 수 있는 큰 HAZ(heat affected zone)을 형성한다. 예를 들어, 링크가 비교적 두껍거나 또는 링크 물질이 적절한 양의 레이저 펄스 에너지를 흡수하기에 너무 반사적인 경우, 레이저 펄스당 더 많은 에너지가 사용되어야 한다. 레이저 펄스 에너지가 증가하면 IC 칩에 대한 손상 위험도 증가된다. 그러나, 두꺼운 링크상의 위험없는 범위내에서 레이저 펄스 에너지를 이용하면 종종 불완전한 링크 절단을 초래하게 된다.

선 등의 미국특허 제6,057,180호 및 스웬슨(Swenson) 등의 미국특허 제6,025,256호는 더 최근에 다른 물질 제거 매커니즘에 의해 상부 패시베이션을 '개방(open)'하고 더 작은 빔 스폿 크기의 이점을 갖는 링크를 절단 또는 노출하기 위해 자외선(UV) 레이저 출력을 이용하는 방법을 설명하고 있다. 그러나, 이러한 UV 레이저 펄스에 의한 링크 자체의 제거는 하부 패시베이션 및 규소 웨이퍼가 UV 레이저 펄스에 의해 손상되는 것을 방지하기 위해 하부 패시베이션 구조 및 물질의 신중한 고려를 수반한다.

머로우(Mourou) 등의 미국특허 제5,656,186호는 통상적으로 10ps보다 짧은 높은 반복율의 초고속 레이저 펄스에

의한 여러 파장에서의 일반적인 레이저 유도 파괴(breakdown) 및 제거(ablation) 방법을 개시하고, 회절 제한 스폿 크기보다 작은 기계 처리된(machined) 특징 크기의 형성을 설명하고 있다.

미야우치(Miyauchi) 등의 미국특허 제5,208,437호는 링크를 처리하기 위해 서브나노초 펄스폭의 단일 '가우스(Gaussian)'-형상 펄스를 이용하는 방법을 개시 하고 있다.

리거(Rieger) 등의 미국특허 제5,742,634호는 다이오드 펌핑을 이용하는 동시 Q-스위칭되고 모드-로킹된 네오디뮴(Nd) 레이저 디바이스를 개시하고 있다. 레이저는 100ns의 지속시간의 엔벨로프하에서 60 내지 300피코초(ps)의 지속시간을 각각 갖는 일련의 펄스를 방출한다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 목적은 IC 링크의 레이저 처리의 품질을 개선하기 위한 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 낮은 에너지의 레이저 펄스의 세트를 이용하여 링크를 처리하는 것이다.

본 발명의 추가 목적은 더 짧은 파장에서 낮은 에너지의 레이저 펄스의 세트를 이용하여 링크를 처리하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 진행중에 링크를 처리하기 위해 이러한 레이저 펄스의 세트를 이용하는 것이다.

본 발명은 종래의 링크 처리 시스템의 단일 레이저 펄스를 이용하는 대신, IC 링크를 절단하기 위해 적어도 2개의 레이저 펄스의 세트를 이용한다. 그러나 이러한 실시는 약 2의 인수만큼 처리율을 실제로 감소시키는 각각의 링크에서의 재위치결정 및 재점화의 절단된 중복 주사 패스 또는 긴 드웰(dwell) 시간을 수반하지 않는다. 세트의 지속기간은 바람직하게 1,000ns보다 짧은, 더 바람직하게는 500ns보다 짧은, 가장 바람직하게는 300ns보다 짧고 바람직하게는 5 내지 300ns의 범위에 있으며; 상기 세트내 각각의 레이저 펄스의 펄스폭은 통상적으로 0.1ps 내지 30ns, 더 바람직하게 약 25ps 내지 약 20ns 또는 30ns의 범위에 있다. 세트내 각각의 레이저 펄스는 규소 기판에 대한 손상 임계값 미만인 펄스당 에너지 또는 피크 전력을 갖는다. 세트내 레이저 펄스의 갯수는 마지막 펄스가 하부 패시베이션층 및 기판을 그대로 남겨두면서 링크 바닥(bottom)을 제거하도록 제어된다. 세트의 전체 지속기간이 1,000ns보다 짧기 때문에, 상기 세트는 통상적인 링크 절단 레이저 위치결정 시스템에 의해 단일 '펄스'인 것으로 간주된다. 세트내 각각의 펄스의 레이저 스폿은 링크폭을 포함하고, 각각의 펄스의 레이저 스폿 사이의 변위(displacement)는 통상적으로 ±0.05 내지 0.2㎛인, 통상적인 위치결정 시스템의 위치결정 정확도보다 작다. 따라서, 레이저 시스템은 여전히 진행중에 링크를 처리할 수 있다. 즉, 상기 위치결정 시스템은 레이저 시스템이 각각의 링크에서 레이저 펄스 세트를 점화할 때 움직임을 멈추지 않아야 한다.

본 발명의 추가적인 목적 및 이점은 첨부 도면을 참조하여 진행되는 다음의 바람직한 실시예의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 회로 셀의 여분의 행에서 프로그래밍가능한 링크의 중복 레이아웃을 나타내는 DRAM의 일부의 개략도.

도 2a는 종래 기술의 펄스 파라미터에 의해 특징화되는 레이저 펄스를 수신하는 종래의 큰 반도체 링크 구조의 단편적인 측단면도.

도 2b는 인접한 회로 구조와 함께, 도 2a의 레이저 펄스 및 링크 구조의 단 편적인 평면도.

도 2c는 상기 링크가 종래 기술의 레이저 펄스에 의해 제거된 후의 도 2b의 링크 구조의 단편적인 측단면도.

도 3은 본 발명에 따라 링크를 절단하는데 사용되는 일정한 진폭의 레이저 펄스의 예시적인 세트의 전력대 시간 그래프를 나타내는 도면.

도 4는 본 발명에 따라 링크를 절단하는데 사용되는 변조된 진폭의 레이저 펄스의 대안적인 예시적 세트의 전력대 시간 그래프를 나타내는 도면.

도 5는 본 발명의 방법을 실시하기 위해 레이저 처리 제어 시스템과 협력하는 워크 피이스 위치결정기를 포함하는 바람직한 녹색 레이저 시스템의 하나의 실시예의 부분적으로 개략적인 간략화된 도면.

도 6a는 링크를 절단하기 위한 종래의 레이저 시스템에 의해 방출되는 통상적인 단일 레이저 펄스의 전력대 시간 그래프를 나타내는 도면.

도 6b는 링크를 절단하기 위해 단계-제어된(step-controlled) Q-스위치를 이용하는 도 5의 레이저 시스템에 의해 방출된 레이저 펄스의 예시적인 세트의 전력대 시간 그래프를 나타내는 도면.

도 7은 단계-제어된 Q-스위치에 인가되는 예시적인 RF 신호의 전력대 시간 그래프를 나타내는 도면.

도 8은 도 7에 도시된 RF 신호를 이용하여 단계-제어된 Q-스위치를 통해 생성될 수 있는 예시적인 레이저 펄스의 전력대 시간 그래프를 나타내는 도면.

도 9는 본 발명을 구현하는데 이용될 수 있는 레이저 시스템의 대안적인 실 시예의 간략화된 개략도.

도 10a-10d는 도 9에 도시된 레이저 시스템의 절단된 광 경로를 따라 전파되는 예시적인 레이저 펄스의 각각의 전력대 시간 그래프를 나타내는 도면.

도 11은 본 발명을 구현하기 위해 2개 이상의 레이저를 이용하는 레이저 시스템의 대안적인 실시예의 간략화된 개략도.

도 12a-12c는 도 11에 도시된 레이저 시스템의 절단된 광 경로를 따라서 전파되는 예시적인 레이저 펄스의 각각의 전력대 시간 그래프를 나타내는 도면.

실시예

도 3, 4, 6b, 8, 10d 및 12c는 본 발명에 따라서 링크(22)를 절단하는데 사용되는 레이저 펄스(52a,52b $_1$,52b $_2$,52b $_3$,52c $_1$,52c $_2$,52d,52e){통상적으로 레이저 펄스(52)}의 예시적인 세트(50a,50b,50c,50d,50e){통상적으로 세트(50)}의 전력대 시간 그래프를 나타낸다. 각각의 세트(50)의 지속기간은 바람직하게 약 1000ns보다 짧고, 더 바람직하게 500ns보다 짧으며, 가장 바람직하게는 약 5ns 내지 300ns의 범위에 있다. 세트(50)는 통상적으로 0.1㎳보다 짧고, 위치결정 시스템(62)의 속도와 처리될 링크(22) 사이의 간격의 함수일 수 있는 프로그래밍가능한 지연 간격에 의해 시간-치환된다. 세트(50)내 각각의 레이저 펄스(52)의 펄스폭은 바람직하게 약 0.1ps 내지 약 30ns, 더 바람직하게 약 25ps 내지 30ns의 범위, 또는 약 100ps 내지 10ns 또는 5ns 내지 20ns와 같은 그 사이의 범위에 있다.

레이저 펄스(52)의 세트(50) 동안, 각각의 레이저 펄스(52)는 링크(22)를 완 전히 절단하거나 또는 하부 기판(42)을 손상시키기에 불충분한 열, 에너지 또는 피크 전력을 갖지만, 링크(22)의 일부 및/또는 임의의 상부 패시베이션층(38)을 제거한다. 약 150㎚ 내지 약 1320㎚의 바람직한 파장에서, 레이저 펄스(52)의 집중된 스폿 크기(40)의 바람직한 제거 파라미터는 약 0.005μJ와 약 1μJ 사이의 각각의 레이저 펄스의 레이저 에너지(그리고 중간 에너지는 0.01μJ와 약 0.5μJ 사이의 범위에 있다), 및 약 1㎐ 이상, 바람직하게 1㎑ 내지 40㎑ 또는 그 이상에서 0.01μJ와 약 2μJ 사이의 각각의 세트의 레이저 에너지를 포함한다. 집중된 레이저 스폿 직경은 바람직하게 링크폭(28), 링크 피치 크기(32), 링크 물질 및 다른 링크 구조 및 처리 고려사항에 따라서 링크(22)의 폭보다 50% 내지 100% 더 크다.

레이저 출력의 파장 및 링크 물질의 특징에 따라서, 링크(22)에 인가된 펄스(52)의 절단 깊이는, 하부 패시베이션층(46)을 비교적 그대로 남겨두고 기판(42)을 손상되지 않은 채로 남겨두면서 임의의 주어진 링크(22)의 바닥을 제거하도록 각각의 세트(50)내 각각의 펄스(52)의 에너지 및 레이저 펄스(52)의 갯수를 선택함으로써 정확하게 제어될 수 있다. 따라서, 심지어 거의 UV 범위의 레이저 파장이 사용되는 경우에도 규소 기판(42)에 대한 손상 위험이 상당히 제거된다.

레이저 펄스(52)의 세트(50)의 에너지 밀도 프로파일은 종래의 단일 링크-절단 레이저 펄스의 에너지 밀도 프로파일보다 더 잘 제어될 수 있다. 도 3을 참조하면, 각각의 레이저 펄스(52a)는 일관된 '플랫-탑(flat-top)' 에너지 밀도 프로파일을 펄스 세트(50a)에 제공하기 위해 동일한 에너지 밀도로 생성될 수 있다. 세트(50a)는 예를 들어 모드-로킹된 레이저에 이어서 전기 광학(E-O) 또는 음향-광학(A-O) 광 게이트 및 선택적인 증폭기를 이용하여 실현될 수 있다.

도 4를 참조하면, 펄스(52b)의 에너지 밀도가 변조되어, 펄스(52b)의 세트(50b)가 거의 종래의 링크 블로잉(blowing) 레이저 펄스의 에너지 밀도 프로파일과 같은 임의의 미리 결정된 형상을 가질 수 있도록 할 수 있다. 세트(50b)는 예

를 들어 도 5에 도시된 동시 Q-스위칭되고 CW 모드-로킹된 레이저 시스템(60)을 이용하여 실현될 수 있다. 도시되지 않은 다른 대안적인 세트(50)는 높은 에너지 밀도를 갖는 시작 펄스(52) 및 감소된 에너지 밀도를 갖는 트레일링(trailing) 펄스(52)를 갖는다. 세트(50)에서의 이러한 에너지 밀도 프로파일은 특히 민감한 워크 피이스에 대한 손상 위험없이 링크의 바닥을 제거하는데 유용하다. 순차 세트(50)는 특히 만일 다른 특징을 갖는 링크(22)가 처리되는 경우에 다른 피크 전력 및 에너지 밀도 프로파일을 가질 수 있다.

도 5는 본 발명에 따라 링크 절단을 실현하기 위해 바람직한 레이저 펄스(52)의 세트(50)를 생성하기 위해 Q-스위칭된/스위칭되거나 CW 모드-로킹된 레이저(64)를 포함하는 간략화된 레이저 시스템(60)의 바람직한 실시예를 나타낸다. 약 150㎚ 내지 약 2000㎚의 바람직한 레이저 파장은 1.3, 1.064 또는 1.047, 1.03-1.05, 0.75-0.85㎛, 또는 Nd:YAG, Nd:YLF, Nd:YVO_4, Yb:YAG 또는 Ti:샤파이어 레이저(64)로부터의 제 2, 제 3, 제 4 또는 제 5 고조파를 포함하지만 이에 제한되지는 않는다. 당업자는 다른 적당한 파장으로 방출하는 레이저가 파이버(fiber) 레이저를 포함한, 상업적으로 사용가능한 레이저이며, 사용될 수 있다는 것을 이해할 것 이다.

레이저 시스템(60)은 주파수 배증(doubling) 소자가 고조파 변환을 소거하기 위해 제거될 수 있기 때문에 여기서 단지 예로써 제 2 고조파(532㎚) Nd:YAG 레이저(64)로 모형화된다. Nd:YAG 또는 다른 고체 상태 레이저(64)는 바람직하게 레이저 다이오드(70), 또는 레이저 다이오드-펌핑된 고체 상태 레이저에 의해 펌핑되고, 그 방출(72)은 렌즈 구성요소(74)에 의해 레이저 공진기(82)로 집중된다. 레이저 공진기(82)는 바람직하게 짧은 흡수 길이를 갖는 레이전트(lasant)(84), 및 광축(90)을 따라 출력 결합 거울(78)과 집중/접이식 거울(76) 사이에 배치된 Q-스위치(86)를 바람직하게 포함한다. 애퍼처(100)는 또한 레이전트(84)와 출력 결합 거울(78) 사이에 배치될 수 있다. 출력 결합 거울(78)은 부분적으로 반사적이고 출력 결합기의 역할을 하지만 또한 또는 대안적으로 레이저(64)의 모드 로킹을 위해 반도체 포화가능한 흡수장치 거울 디바이스(도시되지 않음)로 광의 일부를 반사하는데 이용될 수 있다. 거울(78)은 광축(98)을 따라서 공진기 출력(96)을 전달한다.

고조파 변환 배증기(102)는 바람직하게 공진기(82) 외부에 배치되어, 레이저 빔 주파수를 제 2 고조파 레이저 출력(104)으로 변환된다. 고조파 변환이 이용되는 경우에 E-O 또는 A-O 디바이스와 같은 게이팅 디바이스(106)가 고조파 변환장치 앞에 배치되어 고조파 레이저 펄스 에너지를 게이팅하거나 또는 정밀하게 제어할 수 있다는 것을 당업자는 이해할 것이다.

당업자는 Nd:YAG(532㎚,355㎚,266㎚); Nd:YLF(524㎚,349㎚,262㎚)의 제 2, 제 3 또는 제 4 고조파 중 하나, 또는 Ti:사파이어(375-425㎚)의 제 2 고조파는 잘 알려진 적절한 고조파 변환 방법을 이용하여 특정 유형의 링크(22)를 적절하게 처리하는데 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 고조파 변환 처리는 V.G.드미트리히(V.G.Dmitriev) 등의 '비선형 광 결정의 핸드북(Handbook of Nonlinear Optical Crystals)'(Springer-Verlag, 뉴욕, 1991 ISBN 3-540-53547-0)의 138-141페이지에 기재되어 있다.

레이저 출력(104)은 (파장에 상관없이) 빔 경로(120)를 따라서 배치되는 다양한 종래의 광 구성요소(116,118)에 의해 조작될 수 있다. 구성요소(116,118)는 유용한 전파 특성을 갖는 빔을 생성하도록 레이저 출력(104)을 시준하기 위해 빔 확장기(expander) 또는 다른 레이저 광 구성요소를 포함할 수 있다. 하나 이상의 빔 반사 거울(122,124,126,128)은 선택적으로 이용되고, 원하는 레이저 파장에서 매우 반사적이지만 사용되지 않는 파장에서 매우 투과적이어서, 원하는 레이저 파장만이 링크 구조(36)에 도달할 것이다. 집속 렌즈(130)는 바람직하게 링크폭(28)보다 크고 상기 폭을 포함하며 바람직하게 직경이 2㎛보다 작거나 또는 파장에 따라서 더 작아지는 집속된 스폿 크기(40)를 생성하기 위해서 시준된 펄스된 레이저 시스템 출력(140)을 집속하는 F1, F2 또는 F3 단일 구성요소 또는 멀티 구성요소 렌즈 시스템을 이용한다.

바람직한 빔 위치결정 시스템(62)이 오버벡(Overbeck)의 미국특허 제4,532,402호에 상세하게 기재되어 있다. 빔 위치결정 시스템(62)은 바람직하게 적어도 2개의 플랫폼 또는 스테이지(스택되거나 또는 축-분할됨)를 제어하고, 레이저 시스템 출력(140)을 워크 피이스(12) 또는 IC 디바이스상의 원하는 레이저 링크(22)로 타겟하고 집속하기 위해 반사기(122,124,126,128)와 조화하여 기능하는 레이저 제어기(160)를 이용한다. 빔 위치결정 시스템(62)은 제공된 테스트 또는 설계 데이터에 기초하여 고유한 진행중 링크-절단 동작을 초래하기 위해서 워크 피이스(12)상의 링크(22) 사이의 신속한 움직임을 허용한다.

위치 데이터는 바람직하게 링크(22)를 제거하기 위해 레이저 시스템 출력(140)의 레이저 펄스(52)의 한 세트(50)를 이용하여 링크 구조(36)를 타겟하기 위해 집속된 레이저 스폿(38)을 워크 피이스(12)상에 전달한다. 레이저 시스템(60)은 바람직하게 임의의 링크(22)상에서 빔 위치결정 시스템(62)을 중단하지 않고서 레이저 펄스(52)의 단일 세트(50)를 이용하여 각각의 링크(22)를 진행중에 바람직하게 절단하고, 그래서 높은 처리율이 유지된다. 세트(50)는 약 1,000ns 미만이기 때문에, 각각의 세트(50)는 위치결정 시스템(62)의 주사 속도에 따라서 위치결정 시스템(62)에 의해 단일 펄스처럼 처리된다. 예를 들어, 만일 위치결정 시스템(62)이 초당 약 200㎜의 높은 속도를 갖는다면, 2개의 연속적인 레이저 스폿(38) 사이의 일반적인 변위는 세트(50)의 적절한 시간 간격동안 통상적으로 0.2㎛ 미만, 바람직하게 0.06㎛ 미만이 되고, 그래서 2개 이상의 연속적인 스폿(38)은 실질적으로 겹치고 각각의 스폿(38)은 링크폭(28)을 완전히 덮는다. 반복율의 제어에 추가로, 세트(50)내 펄스(52)의 시작 사이의 시간 오프셋은 통상적으로 1000ns보다 짧

고, 더 바람직하게 500ns보다 짧고, 가장 바람직하게 약 5ns와 300ns 사이에 있으며, 후술되는 바와 같이 Q-스위치 스테핑(stepping), 레이저 동기화 또는 광 경로 지연 방법을 제어함으로써 프로그래밍가능할 수 있다. 바람직한 세트(50)는 2 내지 50개 펄스(52), 더 바람직하게 2 내지 10개 펄스(52)를 포함한다.

레이저 제어기(160)에는 링크 구조(36)의 특징에 따라 레이저 펄스(52)의 요구되는 에너지 및 펄스폭, 펄스(52) 갯수, 및/또는 세트(50)의 형상 및 지속기간과 관련된 명령이 제공된다. 레이저 제어기(160)는 레이저 시스템(60)의 점화를 '방사 빔 위치 및 방출 조정 시스템'(Radiation Beam Position and Emission Coordination System)에 대한 커넥니(Konecny)의 미국특허 제5,453,594호에 기재된 바와 같은 플랫폼의 동작과 동기화하는 타이밍 데이터에 의해 영향을 받을 수 있다. 대안적으로, 당업자는 레이저 제어기(160)가 E-O 또는 A-O 디바이스(106)를 통해 레이저 에너지의 엑스트라캐비티(extracavity) 변조를 위해 사용될 수 있고/있거나 Q-스위치(86) 또는 게이팅 디바이스(106)를 제어하는 하나 이상의 부제어기(164)에 선택적으로 지시할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 빔 위치결정 시스템(62)은 본 출원의 양수인에게 양도된, 커틀러(Cutler) 등의 미국특허 제5,751,585호 또는 커틀러의 미국특허 제6,430,465 B2호에 기재된 빔 위치결정기 또는 개선사항을 대안적 또는 추가적으로 이용할 수 있다. 다른 고정된 헤드, 검류계와 같은 고속의 위치결정기 헤드, 압전기로 또는 음성 코일-제어된 거울, 또는 선형 모터 구동된 종래의 위치결정 시스템 또는 미국 오레곤주 포틀랜드의 일렉트로 사이언티픽 인더스트리즈 주식회사(ESI:Electro Scientific Industries, Inc.)에서 제조된 9300 또는 9000 모델 시리즈에서 사용된 시스템이 또한 사용될 수 있 다.

도 6a는 링크 블로잉을 위해 사용되는 종래의 레이저로부터의 통상적인 레이저 출력의 에너지 밀도 프로파일을 나타낸다. 도 6b는 단계-제어된 Q-스위치(86)를 구비하는 (모드-로킹되거나 되지 않은) 레이저 시스템(60)으로부터 방출되는 레이저 펄스($52c_1$,$52c_2$)의 세트(50c)의 에너지 밀도 프로파일을 나타낸다. 당업자는 Q-스위치가 대안적으로 1개 초과의 레이저 펄스(52)를 생성하기 위해 의도적으로 잘못 배열될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 세트(50c)는 다른 유형 및 두께의 링크 또는 패시베이션 물질을 갖는 링크 구조(36)의 링크(22)를 절단하는데 유리하게 이용될 수 있는 다양한 다른 에너지 밀도 프로파일 중 하나를 나타낸다. 세트(50c)의 형상은 대안적으로 E-O 또는 A-O 게이팅 디바이스로의 전압을 프로그래밍하거나 또는 편광자의 회전을 이용하고 변경함으로써 실현될 수 있다.

도 7은 단계-제어된 Q-스위치(86)에 인가된 예시적인 RF 신호(54)의 전력대 시간 그래프이다. 링크(22)를 처리하기 위해서 RF 신호를 전부 이용하거나 전혀 이용하지 않고 단일 레이저 펄스를 초래하는(통상적으로 RF 신호의 제거는 펄스가 생성되게 한다) 통상적인 레이저 Q-스위칭과 다르게, 단계-제어된 Q-스위칭은 전력대 시간 그래프인 도 8에 도시된 바와 같은 하나 이상의 순차 펄스($52c_3$,$52c_4$)를 신속하게 생성하기 위해 하나 이상의 중간의 RF 신호(54) 량을 이용한다. 도 7 및 도 8을 참조하면, RF 레벨(54a)은 레이저 펄스(52c)의 생성을 막기에 충분하다. RF 신호(54)가 레이저 펄스($52c_3$)의 생성을 허용하는 중간 RF 레벨(54b)로 감소된 후, RF 신호(54)는 레이저 펄스($52c_4$)의 생성을 허용하는 RF 레벨(54c)까지 제거된다. 단계-제어 Q-스위칭 방법은 레이저 펄스($52c_3$)가 주어진 단일의 단계화되지 않은 Q-스위칭된 레이저 펄스보다 낮은 피크-순간 전력(peak-instantaneous power)을 갖게 하고, 또한 주어진 단일의 단계화되지 않은 Q-스위칭된 레이저 펄스보다 낮은 피크-순간 전력을 갖는 추가적인 레이저 펄스(들)($52c_4$)의 생성을 허용한다. RF 레벨(54b)에서의 RF 신호(54)의 양 및 지속기간은 펄스($52c_3$,$52c_4$)의 피크-순간 전력 뿐만 아니라 각각의 세트(50)내 레이저 펄스(52) 사이의 시간 오프셋을 제어하는데 이용될 수 있다. 2개 초과의 레이저 펄스(52c)가 각각의 세트(50c)에서 생성될 수 있고, 레이저 펄스(52c)는 RF 신호(54)의 지속기간 및 단계의 갯수를 조정함으로써 셋트(50c)내에서, 또는 그 사이에서 동일하거나 동일하기 않은 진폭을 가질 수 있다.

도 9는 (CW-모드-로킹되거나 또는 되지 않은) Q-스위칭된 레이저(64)를 이용하고 예를 들어 빔 경로(120)로부터 분기되는 광 지연 경로(170)를 갖는 레이저 시스템(60a)의 대안적인 실시예의 간략화된 개략도이다. 광 지연 경로(170)는 바람직하게 빔 경로(120)를 따라 배치된 빔 스플리터(172)를 이용한다. 빔 스플리터(172)는 빔 경로(120)로부터 레이저광의 일부를 분할하고, 광의 일부가 빔 경로(120a)를 따라서 전파되게 하며, 빔의 일부가 광 지연 경로(170)를 따라서 반사 거울(174a,174b)로 전파되어, 선택적인 1/2파 플레이트(176)를 통과한 다음 결합기(178)로 전파되게 한다. 결합기(178)는 빔 스플리터(172)의 빔 경로(120) 다 운스트림을 따라서 배치되고, 빔 경로(120a)와 광 지연 경로(170)를 단일 빔 경로(120b)로 재결합한다. 당업자는 광 지연 경로(170)가 출력 결합 거울(78)과 광 구성요소(116) 사이와 같이, 레이저(64)와 링크 구조(36) 사이의 다양한 다른 위치에 배치될 수 있고, 다양한 간격만큼 이격된 다수의 거울(174)을 포함할 수 있다는 것을 이해할 것이다.

도 10a-10d는 도 9에 도시된 레이저 시스템(60a)의 광 경로(120,120a,120b,170)를 따라서 전파되는 예시적인 레이저 펄스(52d)의 각각의 전력대 시간 그래프를 나타낸다. 도 9 및 도 10a-10d를 참조하면, 도 10a는 빔 경로(120)를 따라서 전파되는 레이저 출력(96)의 전력대 시간 그래프를 나타낸다. 빔 스플리터(172)는 바람직하게 레이저 출력(96)을 동일한 도 10b의 레이저 펄스($52d_1$)와 도 10c의 레이저 펄스($52d_2$){일반적으로 레이저 펄스(52d)}로 분할하고, 상기 레이저 펄스들은 광 경로(120a) 및 광 지연 경로(170)를 따라서 개별적으로 전파된다. 선택적인 1/2파 플레이트(176)를 통과한 후, 레이저 펄스($52d_2$)는 결합기(178)를 통과하고, 여기서 상기 펄스는 광 경로(120b)를 따라서 전파되는 레이저 펄스($52d_1$)와 상기 결합기에서 재결합된다. 도 10d는 광 경로(120b)를 따라서 전파되는 레이저 펄스($52d_1$,$52d_2$)의 결과적인 전력대 시간 그래프를 나타낸다. 광 지연 경로(170)가 빔 경로(120a)보다 길기 때문에, 레이저 펄스($52d_2$)는 '$52d_1$'보다 늦은 시간에 빔 경로(120b)를 따라서 발생한다.

당업자는 펄스(52)의 상대적 전력이 빔 스플리터(172)에 의해 허용된 반사 및/또는 투과량을 조정함으로써 서로에 대해 조정될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 이러한 조정은 프로파일(50c)에 존재하거나 논의된 바와 같은 변조된 프로파일을 허용한다. 당업자는 광 지연 경로(170)의 길이가 각각의 펄스(52d)의 타이밍을 제어하기 위해 조정될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 또한, 서로 다른 길이 및/또는 종속적인 속성의 추가적인 지연 경로는 다양한 시간 간격 및 전력의 추가 펄스를 도입하는데 이용될 수 있다.

당업자는 하나 이상의 광 감쇠기가 레이저 출력 펄스의 피크-순간 전력을 추가 제어하기 위해 광 경로의 공통 부분 또는 광 경로의 하나 또는 양쪽의 별개의 부분을 따라서 배치될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 또한, 세트(50)내 다른 스폿 크기의 펄스(52)를 생성하는데 다른 광 경로가 이용될 수 있다.

도 11은 본 발명을 구현하기 위해 2개 이상의 레이저(64a,64b){일반적으로 레이저(64)}를 이용하는 레이저 시스템(60b)의 대안적인 실시예의 간략화된 개략도이고, 도 12a-12c는 도 11에 도시된 레이저 시스템(60b)의 광 경로(120c,120d,120e)를 따라서 전파되는 예시적인 레이저 펄스($52e_1$,$52e_2$){통상적으로 (52e)}의 각각의 전력대 시간 그래프를 나타낸다. 도 11 및 도 12a-12c를 참조하면, 레이저(64)는 바람직하게 해당 기술분야에서 이전에 논의되거나 잘 알려진 유형의 (바람직하게 CW 모드-로킹되지 않은) Q-스위칭된 레이저(64)이고, 동일한 유형이거나 또는 다른 유형일 수 있다. 당업자는 레이저(64)가 바람직하게 동일한 유형이고, 그 파라미터는 바람직하게 동일한 스폿 크기, 펄스 에너지 및 피크 전력을 생성하도록 제어될 수 있음을 이해할 것이다. 레이저(64)는 레이저 출력이 요구되거나 또는 프로그래밍가능한 시간 간격으로 절단되도록 동기화 전자장치(180)에 의해 트리거링될 수 있다. 바람직한 시간 간격은 약 5ns 내지 약 1,000ns를 포함한다.

레이저(64a)는 광 경로(120c)를 따라서 전파된 후 결합기(178)를 통과하는 레이저 펄스($52e_1$)를 방출하고, 레이저(64b)는 광 경로(120d)를 따라서 전파된 후 선택적인 1/2파 플레이트(176) 및 결합기(178)를 통과하는 레이저 펄스($52e_2$)를 방출하여, 양쪽 레이저 펄스($52e_1$,$52e_2$)가 광 경로(120e)를 따라서 전파되는데, 도 12c에 도시된 전력대 시간 프로파일을 갖는 레이저 펄스의 세트(50e)를 생성하기 위해 일시적으로 절단되도록 한다.

모든 실시예에 대해서, 바람직하게 각각의 세트(50)는 단일 링크(22)를 절단한다. 대부분의 응용에서, 각각의 세트(50)의 에너지 밀도 프로파일은 동일하다. 그러나, 워크 피이스(12)가 다른 유형(다른 물질 또는 다른 크기)의 링크(22)를 포함한다면, 다양한 에너지 밀도 프로파일(높이 및 길이 뿐만 아니라 형상)은 위치결정 시스템(62)이 워크 피이스(12)상에 주사함에 따라서 인가될 수 있다.

전술한 시점에서, 레이저 펄스(52)의 세트(50)를 이용한 링크 처리는 처리율을 희생하지 않고서 종래의 링크 처리보다 더 폭넓은 처리 윈도우 및 더 우수한 절단된 링크의 품질을 제공한다. 세트(50)내 펄스(52)의 범용성은 특정한 링크 특성 에 대해 더 우수한 맞춤 제작을 허용한다.

레이저 펄스 세트(50)내 각각의 레이저 펄스(52)가 더 작은 레이저 에너지를 갖기 때문에, 이웃하는 패시베이션 및 규소 기판(42)을 손상시킬 위험이 적어진다. 종래의 링크 블로잉 IR 레이저 파장에 추가로, IR보다 짧은 레이저 파장은 또한, 더 짧은 레이저 파장에서의 실리콘 웨이퍼의 흡수가 종래의 IR 파장에서보다 더 높더라도, 더 작은 레이저 빔 스폿 크기의 추가된 이점을 이용한 처리를 위해 사용될 수 있다. 따라서, 더 좁고 더 조밀한 링크의 처리가 용이하다. 이러한 더 우수한 링크 제거 해결방법은 링크(22)가 더 가깝게 함께 배치되도록 허용하여 회로 밀도를 증가시킨다. 링크 구조(36)가 종래의 크기를 가질 수 있을지라도, 링크폭(28)은 예를 들어 약 0.5㎛보다 작거나 또는 동일할 수 있다. 유사하게, 링크(22) 상부 또는 하부의 패시베이션층(44)은 낮은 k 물질과 같은, 통상적인 SiO_2 및 SiN 이외의 물질로 이루어질 수 있거나, 또는 펄스(52)의 세트(50)가 맞춤 제작될 수 있고, 패시베이션 구조에 대한 손상 위험이 적기 때문에 만일 바람직하다면 통상적인 높이 이외의 높이로 변경될 수 있다. 또한, 레이저 펄스(52)의 세트(50)를 이용해 처리된 링크(22) 사이의 중심간 피치(32)는 종래의 IR 레이저 빔-절단 펄스에 의해 블로잉된 링크(22) 사이의 피치(32)보다 실질적으로 작을 수 있다. 링크(22)는 예를 들어 다른 링크(22) 또는 인접한 회로 구조(34)로부터 2.0㎛ 또는 그 미만의 간격내에 있을 수 있다.

본 발명의 근원적인 원리에서 벗어나지 않고서 본 발명의 전술한 실시예의 세부사항에 대해 많은 변경이 이루어질 수 있다는 것이 당업자에게 명백할 것이다. 본 발명의 범주는 따라서 다음의 청구의 범위에 의해서만 결정되어야 한다.

산업상 이용 가능성

전술한 바와 같이, 본 발명은 메모리 또는 다른 IC 링크의 레이저 처리, 특히 진행중에 IC 링크를 절단하기 위해 적어도 2개의 레이저 펄스의 세트를 이용하는 방법 및 레이저 시스템에서 이용가능하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.
각각의 링크가 링크폭을 갖고, 기판상에 제조된 회로에서 전기적 전도성 접촉부의 각각의 쌍 사이에 배치된 집적회로 링크 또는 전기적 전도성 중복(redundant) 메모리를 절단하는 방법으로서,

상기 회로에서 하나 이상의 전기적 전도성 링크의 위치를 나타내는 빔 위치결정 데이터를 빔 위치결정기에 제공하는 단계로서, 상기 빔 위치결정기는 레이저 스폿 위치와 상기 기판 사이의 상대적 이동을 조정하는, 데이터 제공 단계;

제 1 레이저로부터 약 1,000ns보다 짧은 제 1 시간 간격동안 약 25ps와 30ns 사이의 펄스폭을 갖는 적어도 하나의 제 1 레이저 출력 펄스를 생성하는 단계로서, 상기 제 1 레이저 출력 펄스는 또한 상기 링크폭보다 큰 스폿 크기를 갖는 제 1 레이저 스폿을 갖는, 제 1 레이저 출력 펄스의 생성 단계;

상기 빔 위치결정 데이터에 따라서, 상기 제 1 레이저 스폿이 제 1 접촉부 사이의 제 1 전기적 전도성 링크의 제 1 위치에 충돌하도록 상기 제 1 레이저 출력 펄스를 전달하는(directing) 단계;

제 2 레이저로부터 상기 제 1 시간 간격동안 약 25ps와 30ns 사이의 펄스폭을 갖는 적어도 하나의 제 2 레이저 출력 펄스를 생성하는 단계로서, 상기 제 2 레이저 출력 펄스는 또한 상기 링크폭보다 큰 스폿 크기를 갖는 제 2 레이저 스폿을 갖는, 제 2 레이저 출력 펄스의 생성 단계;

상기 빔 위치결정 데이터에 따라서, 상기 제 1 및 제 2 레이저 스폿이 실질 적으로 겹치고 상기 제 1 및 제 2 레이저 출력 펄스가 상기 제 1 전기적 전도성 링크의 제거에 기여하도록 상기 제 2 레이저 스폿이 상기 제 1 전기적 전도성 링크의 제 1 위치에 충돌하도록 하기 위해 상기 제 2 레이저 출력 펄스를 전달하는 단계;

상기 제 1 레이저로부터 1,000ns보다 짧고 상기 제 1 시간 간격으로부터 시간-치환된(time-displaced) 제 2 시간 간격동안 약 25ps와 30ns 사이의 펄스폭을 갖는 적어도 하나의 제 3 레이저 출력 펄스를 생성하는 단계로서, 상기 제 3 레이저 출력 펄스는 또한 상기 링크폭보다 큰 스폿 크기를 갖는 제 3 레이저 스폿를 갖는, 제 3 레이저 출력 펄스의 생성 단계;

상기 빔 위치결정 데이터에 따라서, 상기 제 3 레이저 스폿이 상기 제 1 위치와 다른 제 2 접촉부 사이의 제 2 전기적 전도성 링크의 제 2 위치에 충돌하도록 상기 제 3 레이저 출력 펄스를 전달하는 단계;

상기 제 2 레이저로부터 상기 제 2 시간 간격동안 약 25ps와 30ns 사이의 펄스폭을 갖는 적어도 하나의 제 4 레이저 출력 펄스를 생성하는 단계로서, 상기 제 4 레이저 출력 펄스는 또한 상기 링크폭보다 큰 스폿 크기를 갖는 제 4 레이저 스폿을 갖는, 제 4 레이저 출력 펄스의 생성 단계; 및

상기 빔 위치결정 데이터에 따라서, 상기 제 3 및 제 4 레이저 스폿이 실질적으로 겹치고 상기 제 3 및 제 4 레이저 출력 펄스가 상기 제 2 전기적 전도성 링크의 제거에 기여하도록 상기 제 2 전기적 전도성 링크의 제 2 위치에 충돌하도록 하기 위해 상기 제 4 레이저 출력 펄스를 전달하는 단계를 포함하는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 2.
제 1항에 있어서, 상기 빔 위치결정기는 상기 전기적 전도성 링크가 진행중에(on-the-fly) 처리되도록 상기 레이저 스폿 위치와 상기 기판 사이의 실질적으로 연속적인 상대적 이동을 주는(imparting), 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 3.
제 2항에 있어서, 상기 전기적 전도성 링크는 각각의 링크 구조의 일부를 형성하고, 상기 링크 구조와 관련된 기판은 에너지 및 피크 전력 손상 임계값을 가지며, 각각의 상기 레이저 출력 펄스는 상기 각각의 에너지 및 피크 전력 손상 임계값보다 작은 에너지 및 피크 전력을 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 4.
제 1항에 있어서, 상기 전기적 전도성 링크는 각각의 링크 구조의 일부를 형성하고, 상기 링크 구조와 관련된 기판은 에너지 및 피크 전력 손상 임계값을 가지며, 각각의 상기 레이저 출력 펄스는 상기 각각의 에너지 및 피크 전력 손상 임계값보다 작은 에너지 및 피크 전력을 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 5.
제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 있어서, 각각의 레이저로부터의 상기 레이저 펄스는 상기 레이저 펄스가 처리하는 상기 전기적 전도성 링크의 상기 링크 폭을 완전히 포함하는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 6.

제 1항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 레이저로부터의 상기 레이저 출력 펄스는 실질적으로 공선상의 공통 부분(collinear common portion)을 공유하는 광 경로를 따라서 전파되는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 7.
제 1항에 있어서, 상기 레이저 출력 펄스는 약 5ns와 20ns 사이의 펄스폭을 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 8.
제 1항에 있어서, 상기 제 1과 제 2 시간 간격 사이의 지연 간격이 0.1㎳보다 짧도록 하는 반복율로 상기 레이저 출력 펄스를 생성하는 단계를 더 포함하는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 9.
제 1항에 있어서, 적어도 하나의 상기 전기적 전도성 링크는 상부 패시베이션층으로 덮히는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 10.
제 1항에 있어서, 적어도 하나의 상기 전기적 전도성 링크는 상부 패시베이션층으로 덮히지 않는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 11.
제 1항에 있어서, 적어도 하나의 상기 전기적 전도성 링크는 알루미늄, 크 롬, 구리, 폴리실리콘, 이규화물(disilicide), 금, 니켈, 크롬화 니켈(nickel chromide), 플래티늄, 폴리사이드, 질화 탄탈(tantalum nitride), 티타늄, 질화 티타늄(titanium nitride), 텅스텐 또는 규화 텅스텐(tungsten silicide)을 포함하는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 12.
제 1항에 있어서, 약 150㎚와 2000㎚ 사이의 파장에서 상기 레이저 출력 펄스를 생성하는 단계를 더 포함하는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 13.
제 1항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 레이저의 레이저 출력 펄스로부터의 상기 레이저 스폿의 스폿 크기는 동일한, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 14.
제 1항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 레이저의 레이저 출력 펄스로부터의 상기 레이저 스폿의 스폿 크기는 서로 다른, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 15.
제 1항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 시간 간격동안 상기 레이저 출력 펄스는 유사한 피크 전력 프로파일 및 유사한 에너지 밀도 프로파일을 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 16.
제 1항에 있어서, 상기 제 1 시간 간격동안 각각의 상기 레이저 출력 펄스는 거의 동일한 에너지 및 거의 동일한 피크 전력을 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 17.
제 1항에 있어서, 상기 제 1 시간 간격동안 적어도 2개의 상기 레이저 출력 펄스는 서로 다른 에너지 및 서로 다른 피크 전력을 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 18.
제 1항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 레이저 출력 펄스의 초기화 사이의 시간 오프셋은 프로그래밍가능한, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 19.
제 1항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 레이저 출력 펄스의 초기화 사이의 시간 오프셋은 약 5 내지 500ns내에 있는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 20.
제 1항에 있어서, 각각의 상기 레이저 출력 펄스는 약 0.005-1μJ의 레이저 에너지를 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 21.
각각의 링크가 링크폭을 갖고, 기판상에 제조된 회로에서 전기적 전도성 접촉부의 각각의 쌍 사이에 배치된 집적회로 링크 또는 전기적 전도성 중복 메모리를 절단하는 방법으로서,

상기 회로에서 하나 이상의 전기적 전도성 링크의 위치를 나타내는 빔 위치결정 데이터를 빔 위치결정기에 제공하는 단계로서, 상기 빔 위치결정기는 레이저 스폿 위치와 상기 기판 사이의 상대적 이동을 조정하는, 데이터 제공 단계;

레이저로부터 1,000ns보다 짧은 제 1 시간 간격동안 약 25ps와 30ns 사이의 펄스폭을 갖는 적어도 하나의 제 1 레이저 펄스를 생성하는 단계;

제 1 광 경로를 따라서 상기 제 1 레이저 펄스를 전파하는 단계;

제 1 레이저 출력 펄스가 상기 제 1 광 경로를 따라서 전파되고, 제 2 레이저 출력 펄스가 제 2 광 경로를 따라서 전파되도록 상기 제 1 레이저 펄스를 상기 제 1 및 제 2 레이저 출력 펄스로 분할하는 단계로서, 상기 제 1 및 제 2 레이저 출력 펄스는 또한 상기 링크폭보다 큰 스폿 크기를 갖는 각각의 제 1 및 제 2 레이저 스폿을 갖는, 분할 단계;

상기 빔 위치결정 데이터에 따라서, 상기 제 1 레이저 스폿이 상기 제 1 시간 간격동안 제 1 접촉부 사이의 제 1 전기적 전도성 링크의 제 1 위치에 충돌하도록 상기 제 1 레이저 출력 펄스를 전달하는 단계;

상기 제 1 및 제 2 레이저 스폿이 실질적으로 겹치고 상기 제 1 및 제 2 레이저 출력 펄스가 상기 제 1 전도성 링크의 제거에 기여하도록 상기 제 2 레이저 스폿이 상기 제 1 시간 간격동안 상기 제 1 전기적 전도성 링크의 제 1 위치에 충돌하도록 하기 위해 상기 제 2 레이저 출력 펄스를 전달하는 단계로서, 상기 제 2 광 경로는 상기 제 1 레이저 펄스가 상기 제 1 전기적 전도성 링크에 도달한 후 상 기 제 2 레이저 펄스가 상기 제 1 전기적 전도성 링크에 도달하도록 하는 특징을 갖는, 제 2 레이저 출력 펄스의 전달 단계;

상기 레이저로부터 1,000ns보다 짧은 제 2 시간 간격동안 약 25ps와 30ns 사이의 펄스폭을 갖는 적어도 하나의 제 2 레이저 펄스를 생성하는 단계;

상기 제 1 광 경로를 따라서 상기 제 2 레이저 펄스를 전파하는 단계;

제 3 레이저 출력 펄스가 상기 제 1 광 경로를 따라서 전파되고, 제 4 레이저 출력 펄스가 상기 제 2 광 경로를 따라서 전파되도록 상기 제 2 레이저 펄스를 상기 제 3 및 제 4 레이저 출력 펄스로 분할하는 단계로서, 상기 제 3 및 제 4 레이저 출력 펄스는 또한 상기 링크폭보다 큰 스폿 크기를 갖는 각각의 제 3 및 제 4 레이저 스폿을 갖는, 분할 단계;

상기 빔 위치결정 데이터에 따라서, 상기 제 3 레이저 스폿이 상기 제 2 시간 간격동안 제 2 접촉부 사이의 제 2 전기적 전도성 링크의 제 2 위치에 충돌하도록 상기 제 3 레이저 출력 펄스를 전달하는 단계; 및

상기 제 3 및 제 4 레이저 스폿이 실질적으로 겹치고 상기 제 3 및 제 4 레이저 출력 펄스가 상기 제 2 전기적 전도성 링크의 제거에 기여하도록 상기 제 2 시간 간격동안 상기 제 4 레이저 스폿이 상기 제 2 전기적 전도성 링크의 제 2 위치에 충돌하도록 하기 위해 상기 제 4 레이저 출력 펄스를 전달하는 단계로서, 상기 제 2 광 경로는 상기 제 3 레이저 펄스가 상기 전기적 전도성 링크에 도달한 후 상기 제 4 레이저 펄스가 상기 제 2 전도성 링크에 도달하게 하는 특징을 갖는, 제 4 레이저 출력 펄스의 전달 단계를 포함하는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 22.
제 21항에 있어서, 상기 빔 위치결정기는 상기 전기적 전도성 링크가 진행중에 처리되도록 상기 레이저 스폿 위치와 상기 기판 사이에서 실질적으로 연속적인 상대적 이동을 주는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 23.
제 22항에 있어서, 상기 전기적 전도성 링크는 각각의 링크 구조의 일부를 형성하고, 상기 링크 구조와 관련된 기판은 에너지 및 피크 전력 손상 임계값을 가지며, 각각의 상기 레이저 출력 펄스는 상기 각각의 에너지 및 피크 전력 손상 임계값보다 작은 에너지 및 피크 전력을 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 24.

제 21항에 있어서, 상기 전기적 전도성 링크는 각각의 링크 구조를 형성하고, 상기 링크 구조와 관련된 상기 기판은 에너지 및 피크 전력 손상 임계값을 가지며, 각각의 상기 레이저 출력 펄스는 상기 각각의 에너지 및 피크 전력 손상 임계값보다 작은 에너지 및 피크 전력을 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 25.
제 21항 내지 제 24항 중 어느 한 항에 있어서, 각각의 레이저로부터의 상기 레이저 펄스는 상기 레이저 펄스가 처리하는 상기 전기적 전도성 링크의 링크폭을 완전히 포함하는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 26.
제 25항에 있어서, 각각의 상기 레이저 출력 펄스는 약 0.005-1μJ의 레이저 에너지를 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 27.
제 21항에 있어서, 상기 레이저 출력 펄스는 약 5ns와 20ns 사이의 펄스폭을 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 28.
제 21항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 시간 간격 사이의 지연 간격이 0.1㎳보다 짧도록 하는 반복율로 상기 레이저 출력 펄스를 생성하는 단계를 더 포함하는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 29.
제 21항에 있어서, 적어도 하나의 상기 전기적 전도성 링크는 상부 패시베이션층으로 덮히는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 30.
제 21항에 있어서, 적어도 하나의 상기 전기적 전도성 링크는 상부 패시베이션층으로 덮히지 않는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 31.
제 21항에 있어서, 적어도 하나의 상기 전기적 전도성 링크는 알루미늄, 크 롬, 구리, 폴리실리콘, 이규화물, 금, 니켈, 크롬화 니켈, 플래티늄, 폴리사이드, 질화 탄탈, 티타늄, 질화 티타늄, 텅스텐 또는 규화 텅스텐을 포함하는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 32.
제 21항에 있어서, 약 150㎚와 2000㎚ 사이의 파장에서 상기 레이저 출력 펄스를 생성하는 단계를 더 포함하는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 33.
제 21항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 레이저의 상기 레이저 출력 펄스로부터의 레이저 스폿의 스폿 크기는 동일한, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 34.
제 21항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 레이저의 상기 레이저 출력 펄스로부터의 레이저 스폿의 스폿 크기는 서로 다른, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 35.
제 21항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 시간 간격동안 상기 레이저 출력 펄스는 유사한 피크 전력 프로파일 및 유사한 에너지 밀도 프로파일을 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 36.
제 21항에 있어서, 상기 제 1 시간 간격동안 각각의 상기 레이저 출력 펄스 는 거의 동일한 에너지 및 거의 동일한 피크 전력을 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 37.

제 21항에 있어서, 상기 제 1 시간 간격동안 적어도 2개의 상기 레이저 출력 펄스는 서로 다른 에너지 및 서로 다른 피크 전력을 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 38.
제 21항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 레이저 출력 펄스가 상기 제 1 위치에 도달할 때 그 사이의 시간 오프셋은 조정 가능한, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 39.
제 21항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 레이저 출력 펄스가 상기 제 1 위치에 도달할 때 그 사이의 시간 오프셋은 약 5 내지 500ns 내에 있는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 40.
제 21항에 있어서, 각각의 상기 레이저 출력 펄스는 약 0.005-1μJ의 레이저 에너지를 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 41.
각각의 링크가 링크폭을 갖고, 기판상에 제조된 회로에서 전기적 전도성 접촉부의 각각의 쌍 사이에 배치된 집적회로 링크 또는 전기적 전도성 중복 메모리를 절단하는 방법으로서,

상기 회로에서 하나 이상의 전기적 전도성 링크의 위치를 나타내는 빔 위치결정 데이터를 빔 위치결정기에 제공하는 단계로서, 상기 빔 위치결정기는 레이저 스폿 위치와 상기 기판 사이의 상대적 이동을 조정하는, 데이터 제공 단계;

레이저로부터 1,000ns보다 짧은 제 1 시간 간격동안 약 25ps와 30ns 사이의 펄스폭을 갖는 적어도 하나의 제 1 레이저 출력 펄스를 생성하기 위해서 Q-스위치로의 RF 신호를 높은 RF 레벨에서 중간 RF 레벨로 감소시키는 단계로서, 상기 제 1 레이저 출력 펄스는 또한 상기 링크폭보다 큰 스폿 크기를 갖는 제 1 레이저 스폿을 갖는, 감소 단계;

상기 빔 위치결정 데이터에 따라서, 상기 제 1 레이저 스폿이 제 1 접촉부 사이의 제 1 전기적 전도성 링크의 제 1 위치에 충돌하도록 상기 제 1 레이저 출력 펄스를 전달하는 단계;

상기 제 1 시간 간격동안 약 25ps와 30ns 사이의 펄스폭을 갖는 적어도 하나의 제 2 레이저 출력 펄스를 생성하기 위해서 Q-스위치로의 RF 신호를 중간 RF 레벨에서 더 작은 RF 레벨로 감소시키는 단계로서, 상기 제 2 레이저 출력 펄스는 또한 상기 링크폭보다 큰 스폿 크기를 갖는 제 2 레이저 스폿을 갖는, 감소 단계;

상기 제 1 및 제 2 레이저 스폿이 실질적으로 겹치고 상기 제 1 및 제 2 레이저 출력 펄스가 상기 제 1 전기적 전도성 링크의 제거에 기여하도록 상기 제 2 레이저 스폿이 상기 제 1 전기적 전도성 링크의 제 1 위치에 충돌하도록 하기 위해 상기 제 2 레이저 출력 펄스를 전달하는 단계;

상기 Q-스위치로의 상기 RF 신호를 상기 더 작은 RF 레벨에서 상기 높은 RF 레벨로 증가시키는 단계;

상기 레이저로부터 1,000ns보다 짧은 세트 폭 지속기간을 갖는 제 2 시간 간격동안 약 25ps와 30ns 사이의 펄스폭 지속기간을 갖는 적어도 하나의 제 3 레이저 출력 펄스를 생성하기 위해서 상기 Q-스위치로의 상기 RF 신호를 상기 높은 RF 레벨에서 상기 중간 RF 레벨로 감소시키는 단계로서, 상기 제 3 레이저 출력 펄스는 또한 상기 링크폭보다 큰 스폿 크기를 갖는 제 3 레이저 스폿을 갖는, 감소 단계;

상기 빔 위치결정 데이터에 따라서, 상기 제 3 레이저 스폿이 제 2 접촉부 사이의 제 2 전기적 전도성 링크의 제 2 위치에 충돌하도록 상기 제 3 레이저 출력 펄스를 전달하는 단계;

상기 제 2 시간 간격동안 약 25ps와 30ns 사이의 펄스폭 지속기간을 갖는 적어도 하나의 제 4 레이저 출력 펄스를 생성하기 위해서 상기 Q-스위치로의 상기 RF 신호를 상기 중간 RF 레벨에서 상기 더 작은 RF 레벨로 감소시키는 단계로서, 상기 제 4 레이저 출력 펄스는 또한 상기 링크폭보다 큰 스폿 크기를 갖는 제 4 레이저 스폿을 갖는, 감소 단계; 및

상기 제 3 및 제 4 레이저 스폿이 실질적으로 겹치고 상기 제 3 및 제 4 레이저 출력 펄스가 상기 제 2 전기적 전도성 링크의 제거에 기여하도록 상기 제 4 레이저 스폿이 상기 제 2 전기적 전도성 링크의 제 2 위치에 충돌하도록 하기 위해 상기 제 4 레이저 출력 펄스를 전달하는 단계를 포함하는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 42.

제 41항에 있어서, 상기 빔 위치결정기는 상기 전기적 전도성 링크가 진행중에 처리되도록 상기 레이저 스폿 위치와 상기 기판 사이에서 실질적으로 연속적인 상대적 이동을 주는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 43.
제 42항에 있어서, 상기 전기적 전도성 링크는 각각의 링크 구조의 일부를 형성하고, 상기 링크 구조와 관련된 기판은 에너지 및 피크 전력 손상 임계값을 가지며, 각각의 상기 레이저 출력 펄스는 상기 각각의 에너지 및 피크 전력 손상 임계값보다 작은 에너지 및 피크 전력을 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 44.
제 41항에 있어서, 상기 전기적 전도성 링크는 각각의 링크 구조의 일부를 형성하고, 상기 링크 구조와 관련된 기판은 에너지 및 피크 전력 손상 임계값을 가지며, 각각의 상기 레이저 출력 펄스는 상기 각각의 에너지 및 피크 전력 손상 임계값보다 작은 에너지 및 피크 전력을 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 45.
제 41항 내지 제 44항 중 어느 한 항에 있어서, 각각의 레이저로부터의 상기 레이저 펄스는 상기 레이저 펄스가 처리하는 상기 전기적 전도성 링크의 링크폭을 완전히 포함하는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 46.
제 45항에 있어서, 각각의 상기 레이저 출력 펄스는 약 0.005-1μJ의 레이저 에너지를 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 47.
제 41항에 있어서, 상기 레이저 출력 펄스는 약 5ns와 20ns 사이의 펄스폭을 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 48.
제 41항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 시간 간격 사이의 지연 간격이 0.1㎳보다 짧도록 하는 반복율로 상기 레이저 출력 펄스를 생성하는 단계를 더 포함하는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 49.
제 41항에 있어서, 적어도 하나의 상기 전기적 전도성 링크는 상부 패시베이션층으로 덮히는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 50.
제 41항에 있어서, 적어도 하나의 상기 전기적 전도성 링크는 상부 패시베이션층으로 덮히지 않는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 51.
제 41항에 있어서, 적어도 하나의 상기 전기적 전도성 링크는 알루미늄, 크롬, 구리, 폴리실리콘, 이규화물, 금, 니켈, 크롬화 니켈, 플래티늄, 폴리사이드, 질화 탄탈, 티타늄, 질화 티타늄, 텅스텐 또는 규화 텅스텐을 포함하는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 52.
제 41항에 있어서, 약 150㎚와 2000㎚ 사이의 파장에서 상기 레이저 출력 펄스를 생성하는 단계를 더 포함하는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 53.
제 45항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 시간 간격동안 상기 레이저 출력 펄스는 유사한 피크 전력 프로파일 및 유사한 에너지 밀도 프로파일을 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 54.
제 41항에 있어서, 상기 제 1 시간 간격동안 각각의 상기 레이저 출력 펄스는 거의 동일한 에너지 및 거의 동일한 피크 전력을 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 55.

제 41항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 시간 간격동안 상기 레이저 출력 펄스는 유사한 피크 전력 프로파일 및 유사한 에너지 밀도 프로파일을 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 56.
제 45항에 있어서, 상기 제 1 시간 간격동안 각각의 상기 레이저 출력 펄스는 거의 동일한 에너지 및 거의 동일한 피크 전력을 갖는, 집적회로 링크 또는 중 복 메모리의 절단 방법.

청구항 57.
제 41항에 있어서, 상기 제 1 시간 간격동안 적어도 2개의 상기 레이저 출력 펄스는 서로 다른 에너지 및 서로 다른 피크 전력을 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 58.
제 41항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 레이저 출력 펄스의 초기화 사이의 시간 오프셋은 프로그래밍가능한, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 59.
제 41항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 레이저 출력 펄스의 초기화 사이의 시간 오프셋은 약 5 내지 500ns 내에 있는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 60.
제 41항에 있어서, 각각의 상기 레이저 출력 펄스는 약 0.005-1μJ의 레이저 에너지를 갖는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

청구항 61.
각각의 링크가 링크폭을 갖고, 기판상에 제조된 회로에서 전기적 전도성 접촉부의 각각의 쌍 사이에 배치된 집적회로 링크 또는 전기적 전도성 중복 메모리를 절단하는 방법으로서,

상기 회로에서 하나 이상의 전기적 전도성 링크의 위치를 나타내는 빔 위치 결정 데이터를 빔 위치결정기에 제공하는 단계로서, 상기 빔 위치결정기는 레이저 스폿 위치와 상기 기판 사이의 상대적 이동을 조정하는, 데이터 제공 단계;

잘못 배열된(misaligned) Q-스위치를 구비하는 레이저로부터 1,000ns보다 짧은 제 1 시간 간격동안 약 25ps와 30ns 사이의 펄스폭을 갖는 적어도 제 1 및 제 2 레이저 출력 펄스를 생성하는 단계로서, 상기 제 1 및 제 2 레이저 출력 펄스는 또한 상기 링크폭보다 큰 스폿 크기를 갖는 각각의 제 1 및 제 2 레이저 스폿을 갖는, 생성 단계;

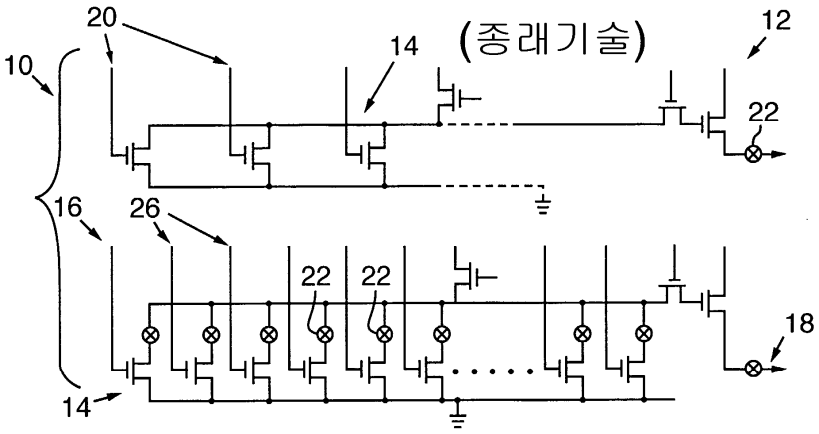
상기 빔 위치결정 데이터에 따라서, 상기 제 1 및 제 2 레이저 스폿이 실질적으로 겹치고 상기 제 1 및 제 2 레이저 출력 펄스가 상기 제 1 전기적 전도성 링크의 제거에 기여하도록 상기 제 1 및 제 2 레이저 스폿이 상기 제 1 시간 간격동안 제 1 접촉부 사이의 제 1 전기적 전도성 링크의 제 1 위치에 충돌하도록 하기 위해 상기 제 1 및 제 2 레이저 출력 펄스를 전달하는 단계;

상기 레이저로부터 1,000ns보다 짧은 제 2 시간 간격동안 약 25ps와 30ns 사이의 펄스폭을 갖는 적어도 제 3 및 제 4 레이저 출력 펄스를 생성하는 단계로서, 상기 제 3 및 제 4 레이저 출력 펄스는 또한 상기 링크폭보다 큰 스폿 크기를 갖는 각각의 제 3 및 제 4 레이저 스폿을 갖는, 생성 단계; 및

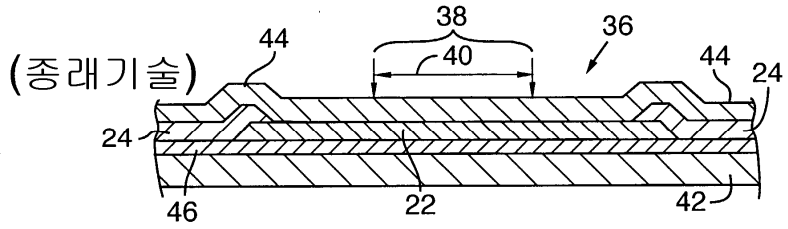
상기 빔 위치결정 데이터에 따라서, 상기 제 3 및 제 4 레이저 스폿이 실질적으로 겹치고 상기 제 3 및 제 4 레이저 출력 펄스가 상기 제 2 전기적 전도성 링크의 제거에 기여하도록 상기 제 3 및 제 4 레이저 스폿이 상기 제 2 시간 간격동안 제 2 접촉부 사이의 제 2 전기적 전도성 링크의 제 2 위치에 충돌하도록 하기 위해 상기 제 3 및 제 4 레이저 출력 펄스를 전달하는 단계를 포함하는, 집적회로 링크 또는 중복 메모리의 절단 방법.

도면

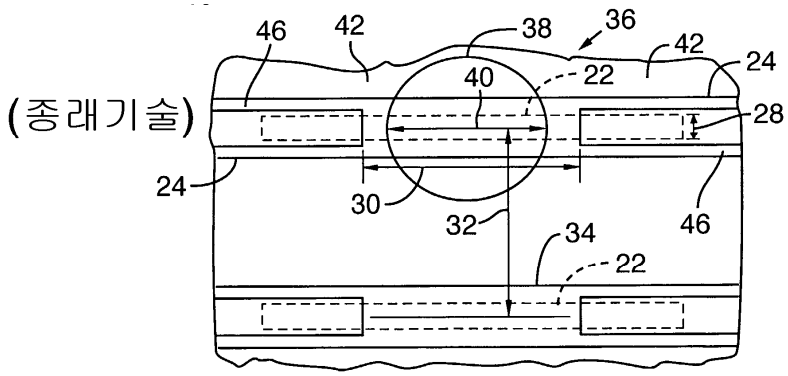
도면1



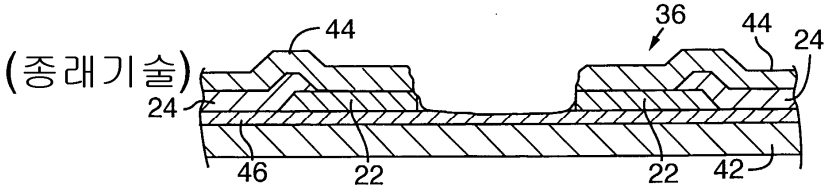
도면2a



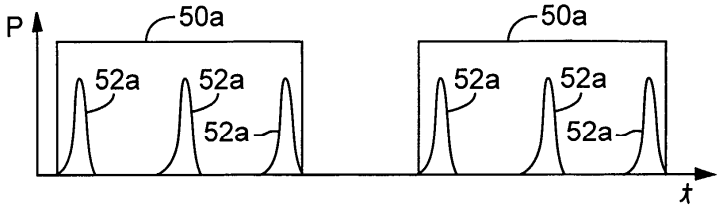
도면2b



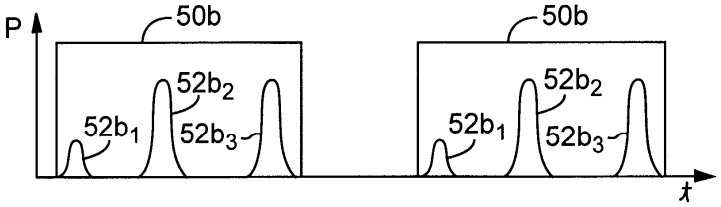
도면2c



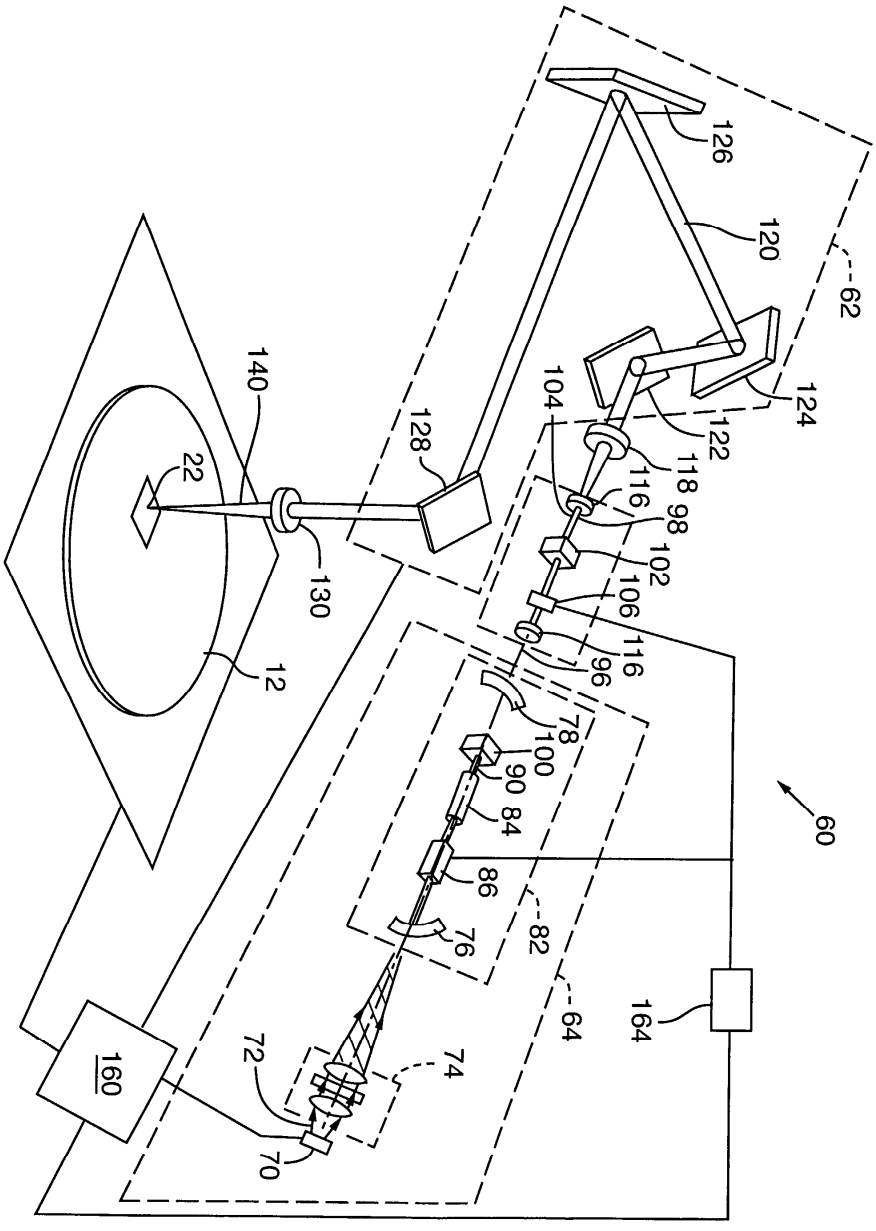
도면3



도면4


P
50b
50b
52b2
52b1
52b3
52b2
52b1
52b3
t

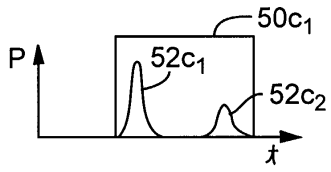
도면5


126
120
62
140
104
124
128
122
22
118
116
98
102
106
130
116
12
96
78
100
90
84
60
86
82
76
64
164
72
74
160
70

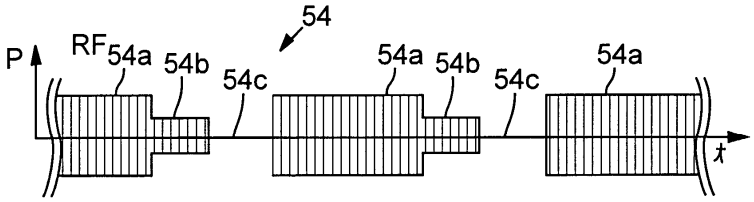
도면6a


P
38
t

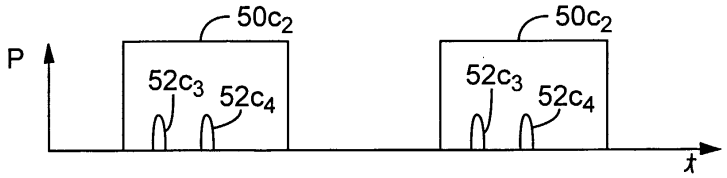
도면6b



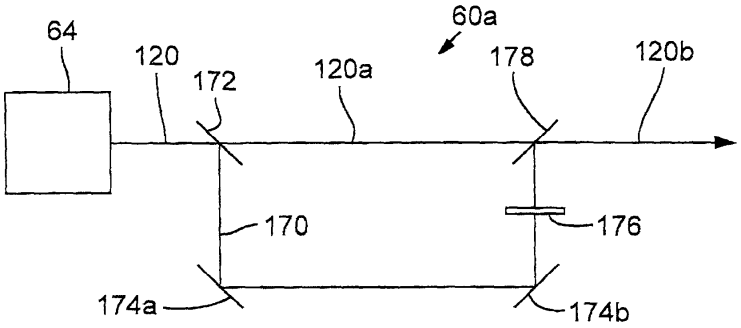
도면7



도면8



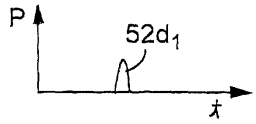
도면9



도면10a



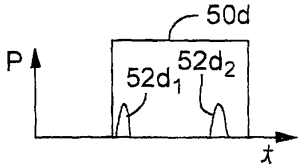
도면10b



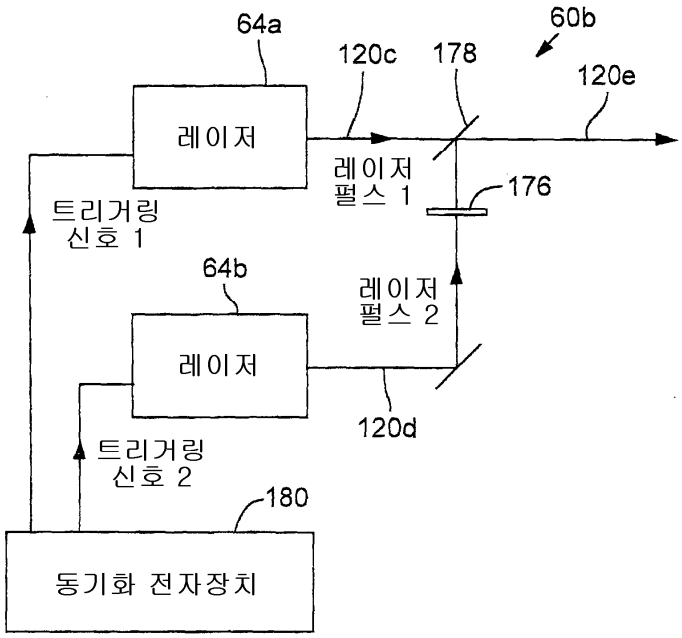
도면10c



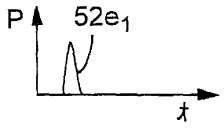
도면10d



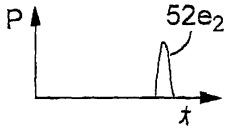
도면11



도면12a



도면12b



도면12c

