(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
B23K 26/00

(45) 공고일자 2000년09월15일
(11) 등록번호 10-0265578
(24) 등록일자 2000년06월15일

(21) 출원번호 10-1998-0006149
(65) 공개번호 특1999-0029118
(22) 출원일자 1998년02월26일
(43) 공개일자 1999년04월26일
(30) 우선권주장 97-258206 1997년09월24일 일본(JP)

(73) 특허권자 미쓰비시덴키 가부시키가이샤 다니구찌 이찌로오; 기타오카 다카시
일본국 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2쵸메 2반 3고
(72) 발명자 유야마 다카유키
일본국 도쿄토 지요다쿠 마루노우치 2초메 2-3미쓰비시덴키가부시키가이샤 나이
가나오카 마사류
일본국 도쿄토 지요다쿠 마루노우치 2초메 2-3미쓰비시덴키가부시키가이샤 나이
(74) 대리인 박태경, 정우훈

심사관 : 최병길

(54) 레이저 가공방법

요약

프린트기판의 천공가공을 고품질이고, 생산성을 좋게 할 수 있도록 한다.

에폭시 수지나 유리클로스가 혼재한 유리에폭시 수지등 복합재료를 레이저 가공할 때, 고품질의 가공결과를 얻는데는 상호 작용시간을 짧게 하고, 펄스빔과 펄스빔의 조사간격에 어느 정도의 대기시간을 설치하여 재료를 냉각시킬 필요가 있으나, 생산성을 높이는데는 이 냉각 시간을 짧게 할 필요가 있다.

본 발명에서는 에리어내의 전 구멍에 소정의 발진주파수로 된 레이저 빔을 임의의 수의 펄스로 분할해서 조사하고, 소망하는 수의 펄스에 도달할 때까지 이 공정을 반복함으로써 상호 작용시간이 분할수에 따라 결정되어 냉각시간을 얻을 수 있는 동시에 1분할당의 펄스수를 복수펄스로 하였기에 에칭레이트가 높아지고, 전 구멍에 1펄스씩 조사하는 경우보다도 가공에 필요한 펄스수가 적어도 된다.

대표도

도10

명세서

도면의 간단한 설명

제1도는 「모드 A」의 가공방법을 설명하는 개념도.

제2도는 「모드 B」의 가공방법을 설명하는 개념도.

제3도는 「모드 A」로 가공한 경우의 가공구멍의 구멍 밑 상태를 표시하는 도면.

제4도는 「모드 A」로 가공한 경우의 가공구멍의 구멍표면 상태를 표시하는 도면.

제5도는 「모드 B」로 가공한 경우의 가공구멍의 구멍 밑의 상태를 표시하는 도면.

제6도는 「모드 B」로 가공한 경우의 가공구멍의 구멍표면 상태를 표시하는 도면.

제7도는 「모드 A」를 사용해서 발진주파수를 낮게 해서 가공한 경우의 결과를 표시하는 도면.

제8도는 「모드 B」를 사용해서 펄스의 에너지를 높게 하였을 때의 결과를 나타내는 도면.

제9도는 제8도에 표시된 영역[III]에서 동박이 손상되었을 때의 외관을 표시한 도면.

제10도는 실시의 형태 1에 관한 레이저 가공방법의 개념도.

제11도는 「모드 C」로 가공한 경우의 가공구멍의 구멍 밑의 상태를 표시하는 도면.

제12도는 「모드 C」로 가공한 경우의 가공구멍의 구멍표면상태를 표시하는 도면.

제13도는 「모드 A」와 「모드 B」와 「모드 C」에서의 열영향층의 량에 대해 표시한 도면.

제14도는 「모드 C」에서 펄스폭이나 피크출력을 변경시킴으로써 얻은 효과를 표시하는 도면.

제15도는 프린트기판에 대해 레이저 빔을 사용해서 바이어홀을 가공한 단면도.

제16도는 「모드 A」와 「모드 B」의 각 발진주파수에 대해 펄스수와 가공시간의 관계를 표시한 선도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

10 : 레이저 빔 12 : 1펄스 주사구멍

14 : 레이저 조사 예정위치 16 : N펄스 레이저 조사구멍

18 : n1펄스 레이저 조사구멍 20 : (n1+n2)펄스 레이저 조사구멍

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 레이저 가공방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 프린트기판에 대해 여러 개의 펄스의 레이저 빔을 사용해서 복수의 구멍을 가공하는 레이저 가공방법으로, 예를들어 프린트기판의 바이어홀이나 스루홀의 가공을 하는 레이저 가공방법에 관한 것이다.

근년 제품이나 부품을 제조하는 가공공정등에서 레이저 빔이 대단히 넓게 사용되고 있다.

이 레이저 빔은 진폭과 파장이 일치한 코히렌트(Conherent)한 특수한 빛으로 자연광과 같이 진폭과 파장이 혼재해 있는 인코히렌트인 빛과 구별된다.

종래의 레이저 가공방법의 하나로서 복수 펄스의 레이저 빔을 사용해서 복수의 구멍을 가공하는 경우는 각 구멍에 대해 미리 설정된 발진주파수에 따라 미리 설정된 수의 펄스를 조사하는 방법이 있다.

이하, 본 발명 중에서는 이 방식을 「모드 A」라 칭한다.

또 이것과는 별도의 레이저 가공방법으로서 갈바노스켄 미러를 사용하는 경우는 스켄에리어내에서의 모든 구멍에 1샷씩 레이저 빔의 펄스를 투입하고, 에리어내의 전체 구멍에 1샷씩 조사한 후 다시 최초의 구멍에서 재차 1샷씩 조사해서 설정수까지 이를 반복해서 실시하는 방법이 있다.

이하 본 명세서중에서는 이 방식을 「모드 B」라 칭한다.

그리고, 도 15에는 프린트기판에 대해 레이저 빔을 사용해서 바이어홀을 가공한 단면도가 표시되고, (a)는 프린트기판(50)의 절연층이 수지단체로 구성된 도면이고, (b)는 프린트기판(62)의 절연층이 무기질의 기재에 수지를 함침시킨 것으로 구성된 도면이다.

도면에서, 프린트기판(50) 또는 (62)는 코어회로기판(52)상에 접속용 랜드(54)가 배치되고, 그 위에 절연층이 되는 에폭시수지(56)나 유리클로스(66)가 혼재한 유리 에폭시수지(64)가 형성된 후 레이저 빔에 의해 레이저 가공된 바이어홀(58)이 형성되고, 전면에는 패턴도금(60)이 되어있다.

이와 같이 도 15(a), (b)에 표시된 프린트기판(50), (62)에 형성된 바이어홀(58)은 상술한 「모드 A」나 「모드 B」의 레이저 가공방법을 사용함으로써 형성할 수가 있다.

특히, 도 15(a)와 같이 절연층이 수지단체로 구성되어 있는 경우는 가공품질상에서는 「모드 A」나 「모드 B」나 차이가 없다.

이 때문에 가공시간이 단축되고 생산성의 면에서도 「모드 A」를 사용해서 발진주파수를 높게 해서 가공하는 것이 일반적으로 시행되고 있다.

여기서, 발진주파수를 높게 한다(고 주파수)라는 것은 발진 주파수를 여러개의 구멍의 위치결정에 요하는 시간의 역수로부터 구해지는 주파수이상으로 설정한다는 것이다.

이 보다도 낮은 주파수에서는 「모드 A」쪽이 「모드 B」보다도 생산성이 저하하게 된다.

그래서 이같은 가공시간의 사고방식을 갈바노미러를 예로 설명한다.

도 16에는 「모드 A」와 「모드 B」의 각 발진주파수에 대해 펄스수와 가공시간과의 관계를 표시한 선도가 표시되어 있다.

여기서는 발진주파수와 가공시간의 관계를 2.5m 초로 위치결정가능한 갈바노스켄에 대해 표시한 것이다.

이 갈바노스켄은 2.5m 초로 위치결정이 가능하므로 그 역수를 취하면 400Hz가 된다.

도 16에 표시된 바와같이 발진주파수를 400Hz로 하면 정확하게 갈바노스켄의 주파수(반복 사이클)과 일치하게 되므로 「모드 A」도 「모드 B」도 가공시간은 같게 된다.

발진주파수가 400Hz보다도 낮아질 때(도 16에서 200Hz일 때)는 「모드 A」쪽이 「모드 B」보다도 가공시간이 길어진다.

또, 역으로 발진주파수가 400Hz보다도 높아지는 경우(도 16에서 800Hz의 경우)는 「모드 A」쪽이 「모드 B」보다도 가공시간이 짧아진다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나, 이같은 종래의 레이저 가공방법에서는 도 15(b)에 표시된 바와같이 프린트기판의 절연층의 기재

로서 유리클로스나 세라믹스등의 무기질을 사용하고, 이를 수지에 함침시키고 있는 경우 「모드 A」와 「모드 B」와는 가공품질에 큰 차가 생기는 것을 알고 있다.

현재 탄산가스레이저를 사용해서 프린트기판에 구멍 뚫는 가공을 할 때 일반적으로 사용되는 갈바노스켄방식에서는 갈바노미러에 의한 레이저 빔의 이동 및 위치결정시간이 짧고 최고속도로 400Hz상당이 된다.

이 때문에 상술한 바와 같이 「모드 A」에서는 400Hz보다 높은 주파수에 설정하지 않으면 생산성면에서 메리트가 생기지 않는다.

그러나, 도 15(b)의 유리에폭시수지(64)등은 에폭시의 분해온도가 약 600K(327℃)인데 반해 유리전이 온도는 약 1100K(827℃)이다.

이와 같이 대단히 열적성질이 다른 재료의 경우는 레이저 빔의 발진주파수를 높게 하면 레이저와 재료의 상호작용시간이 길어져서 에폭시부분이 선택적으로 보다 많이 분해 제거된다.

이 때문에 가공한 구멍의 벽면에 유리섬유가 돌출한 상황이 되므로 그 표면에 패턴도금(60)을 잘 형성시킬 수가 없고, 가공품질이 열화되어 버린다는 지장을 초래하는 일이 있었다.

이에 대해 상술한 「모드 B」의 레이저 가공방법을 갈바노스켄방식과 조합시킨 경우에는 갈바노레이어내의 구멍수가 많을수록 같은 구멍에 반복조사되는 간격이 길어진다.

다시 말하면 그만큼 가공재료가 냉각되게 되므로 상호작용시간이 짧아져서 에폭시수지가 선택적으로 분해제거되는 현상이 일어나기 어렵게 되고, 양호한 가공품질을 얻을 수가 있다.

단, 「모드 B」로 가공하는 경우에 한 구멍당 여러 개 펄스를 투입하는 케이스에서는 한 구멍/1펄스로 가공 가능한 상황이외는 가공시간이 길어지므로, 생산성은 「모드 A」에 비해 현저하게 열화된다는 불편함이 있었다.

본 발명은 이러한 종래기술이 갖는 불편함에 비추어서 하게 된 것으로 프린트기판의 천공가공을 고품질이고, 생산성 좋게 할 수 있는 레이저 가공방법을 얻는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명에 관한 레이저 가공방법에 있어서는 프린트기판에 대해 여러 개의 펄스의 레이저 빔을 사용해서 복수의 구멍을 가공하는 레이저 가공방법에 상기 천공가공에 요하는 레이저 빔의 펄스수를 n분할(n은 2이상이 정수)하고, 이 분할된 첫 번째로부터 n번째까지의 각 분할펄스수의 레이저 빔을 공정별로 사용하며, 각 공정에서는 소정의 발진주파수에 의해 당해 공정에서의 펄스수의 레이저 빔을 각 구멍에 순차로 조사해서 전부의 구멍의 가공을 하고, 공정수만큼 구멍의 가공을 반복실시하는 것이다.

이에 의하면 프린트기판에 천공가공할 때에 필요한 레이저짐의 펄스수가 n분할되고, 그 분할된 각 펄스수의 레이저 빔이 각 공정에서 사용되며, 각 공정에서는 소정의 발진주파수에 의해 당해 공정의 펄스수의 레이저 빔을 각 구멍에 순차로 조사해서 전부의 구멍가공을 하고, 공정수만큼 구멍의 가공이 반복된다.

이와 같이「모드 A」와 동일하게 하나의 구멍에 여러 펄스의 레이저 빔이 투입되나 구멍을 가공할 때 필요한 레이저 빔의 펄스수가 투입되는 것이 아니고, 이들을 분할한 임의의 펄스수의 레이저 빔을 투입해서 하나의 공정이 종료된다.

다음에, 이같은 공정이 여러 번 반복되어 최종적으로 각 가공구멍에 필요한 레이저 빔의 펄스수가 투입되어 가공깊이까지 가공된다.

각 공정으로 분할된 레이저 빔의 임의의 펄스수는 가공대상의 재질, 판두께 및 요구 품질등으로 결정된다.

다음의 발명에 관한 레이저 가공방법에서는 상기 구멍을 가공하는 복수의 공정도중에서 상기 레이저 빔의 펄스폭이나 피크출력 또는 펄스폭 및 피크출력을 변경하도록 한 것이다.

이에 의하면 프린트기판의 구멍을 가공하는 복수공정도중에서 레이저 빔의 펄스폭과 피크출력의 어느 한쪽 또는 양쪽을 변화시킴으로서 레이저 빔과 가공대상이 되는 재료와의 상호작용시간과 에칭레이트가 적정하게 제어될 수 있게 되기 때문에 가공품질이 안정되는 동시에 생산성을 향상시킬 수가 있다.

이하, 본 발명에 관한 레이저 가공방법의 실시의 형태를 도면에 따라 상세하게 설명한다.

[실시의 형태 1]

우선, 이 실시의 형태 1에서는 상술한 레이저 가공방법인 「모드 A」나 「모드 B」를 사용해서 여러 가지 조건하에서 구멍가공을 한 경우의 가공시간 및 가공품질에 관한 구체적인 데이터를 설명한 후, 본 실시의 형태 1에 관한 레이저 가공방법에 대해 설명한다.

여기서는, 프린트기판 가공용 탄산가스레이저를 사용해서 갈바노스켄방식에 의해 레이저 빔을 스켄시켜서 프린트기판표면에 복수의 바이어홀을 형성하도록 한 것이다.

도 1에는 「모드 A」의 가공방법을 설명하는 개념도가 표시되고, 도 2에는 「모드 B」의 가공방법의 개념도가 표시되어 있다.

도 1 및 도 2에서는 하나의 가공구멍에 대해 조사되는 레이저 빔의 총 펄스수가 N펄스인 경우이다.

도 1에서 레이저 빔(10)을 복수(여기서는 9개소)의 레이저 조사 예정위치(14)에 조사해서 구멍가공을 하는 것으로 레이저 조사 예정위치(14)는 파선의 타원으로 표시되고, 1펄스분의 레이저 빔(10)이 조사된 1펄스 조사구멍(12)이 실선의 타원으로 표시되며, 레이저 조사 예정위치(14)에 총 펄스수인 N펄스의 레이

저 빔이 조사된 N펄스 레이저 조사구멍(16)을 흑색의 타원으로 표시하였다.

「모드 A」에 의한 레이저 가공방법은 도 1에 표시되는 바와같이 레이저 조사 예정위치(14)의 하나에 대해 레이저 빔(10)을 우선 1펄스분 조사한 후, 연속해서 N펄스를 조사한다(N펄스 레이저 조사구멍(16)이 하나생긴다).

다음의 레이저 조사 예정위치(14)에 레이저 빔의 조사위치를 이동시켜 N펄스의 레이저 빔을 조사한다(N펄스 레이저 조사구멍(16)이 2개 생긴다).

이와 같이 모든 레이저 조사 예정위치(14)에 대해 순차 N펄스의 레이저 빔을 조사함으로써 모든 조사위치가 N펄스 레이저 조사구멍(16)이 되고 레이저 가공이 종료된다.

도 2의 경우도 마찬가지로 레이저 빔(10)을 복수(여기서는 9개)의 레이저조사 예정위치(14)에 조사해서 구멍가공을 하는 것이다.

이 「모드 B」에 의한 레이저 가공방법은 도 2에 표시되는 바와같이 레이저 조사 예정위치(14)의 하나에 대해 레이저 빔(10)을 우선 1펄스분 조사해서 1펄스 조사구멍(12)으로 하고, 다음의 레이저 조사 예정위치(14)에 레이저 빔의 조사위치를 이동시켜서 1펄스분 조사해서 1펄스 조사구멍(12)으로 한다.

이를 모든 레이저 조사 예정위치(14)에 대해 순차 1펄스의 레이저 빔을 조사한 후, 다시 최초의 1펄스 조사구멍(12)으로 되돌아가고, 2펄스째의 레이저 빔을 각 가공구멍에 대해 조사하며, 이를 N회 반복함으로써 모든 조사위치(가공구멍)가 N펄스 레이저 조사구멍(16)이 되고, 레이저 가공이 종료된다.

다음에 「모드 A」 및 「모드 B」로 구멍가공을 한 경우의 가공시간을 계산한다.

여기서 가공구멍의 총수를 M으로 하고, 하나의 구멍당의 가공에서 요하는 펄스수를 N으로 하며, 갈바노의 능력으로서 에리어내에서 P구멍/초의 위치결정이 가능한 경우 「모드 A」방식에서 가공에 요하는 시간(At)은 설정된 발진주파수를 B로 하면 다음식(1)로 표시된다.

$$At = (1/p + (N-1)/B) \times M \quad (1)$$

또, 「모드 B」방식에서 가공에 요하는 시간(Bt)은 다음식 (2)로 표시된다.

$$Bt = M \times N/P \quad (2)$$

여기서, 가공대상인 절연층(도 15의 (55), (64) 참조)의 재질이 FR-4이고, 두께가 0.1㎜의 프린트기판에 961구멍(M=961)의 바이어홀을 형성하는 경우에서의 가공시간을 계산하기로 한다.

하나의 바이어홀을 형성하는데 필요한 펄스총수를 6(N=6)으로하고, 갈바노에 의해 400구멍/초(P=400)의 위치결정이 가능해지고, 발진주파수를 1000Hz로 한 경우, 상기 (1)식에 대입해서 계산한 「모드 A」의 가공시간(At)는,

$At = (1/400+(6-1)/1000) \times 961 = 7.2$초가 된다.

또, 「모드 B」의 가공시간은 상기 (2) 식에 대입하면,

$Bt = 961 \times 6/400 = 14.4$초가 된다.

이 결과, 「모드 B」는 「모드 A」에 비해 대략 2배의 가공시간을 필요로 하는 것을 알 수 있다.

다음에 실제의 프린트기판에 대해 구멍가공을 한때의 가공품질에 대해 설명한다.

여기서는, 프린트기판의 절연층의 재질이 FR-4이고, 기판의 두께가 0.1㎜이며, 외층동박의 두께가 12㎛인 위에 절연층을 적층한 기판에 바이어홀(Ø0.3㎜)를 형성한 것이다.

「모드 A」방식으로 가공한 경우의 가공구멍의 상태가 도 3 및 도 4에 표시되어 있다.

도 3에는 가공구멍의 구멍밑의 상태를 나타내는 도면이 표시되고, 도 4에는 가공구멍의 구멍표면상태를 나타내는 도면이 표시되며, 도 3 및 도 4의 (a)는 5펄스인 경우, (b)는 6펄스의 경우, (c)는 8펄스의 경우이다.

또, 도 3 및 도 4에서는 각각 하나의 가공구멍만이 표시되어 있으나, 실제로는 961개의 구멍이 가공된다(갈바노의 위치결정은 400구멍/초).

이때의 가공조건으로서는 1펄스당의 에너지가 15mJ, 펄스폭이 50μ초, 발진주파수는 1000Hz이다.

도 3(a)에 표시되는 바와 같이 5펄스에서는 구멍의 저부의 동박상에 제거되어 있지 않은 유리클로스가 존재하고 있는 것이 관찰된다.

그래서 레이저 빔의 펄스수를 증가해서 6펄스 또는 8펄스로 하면 이 유리클로스가 제거되는 것을 알 수 있다.

또, 도 4에 표시되는 구멍표면의 관찰결과에서는 구멍의 가장자리에 유리가 구상화해서 부착해 있고, 펄스수를 5→6→8로 증가시키면 표면의 에폭시층에 열영향이 발생해 있는 것을 알 수 있다.

이 경우의 가공시간은 약 7.2초(6펄스)로, 생산성은 양호하나 가공품질은 양호하지 못한 것을 알 수 있다.

다음에 「모드 B」방식으로 가공한 경우의 가공구멍의 상태가 도 5 및 도 6에 표시되어 있다.

이 경우도 프린트기판의 절연층의 재질이 FR-4이고, 기판의 두께가 0.1㎜이며, 외층동박의 두께가 12㎛의 상부에 절연층을 적층한 기판에 바이어홀을 형성한 것이다.

도 5에는 가공구멍의 구멍밑의 상태를 나타내는 도면이 표시되고, 도 6에는 가공구멍의 구멍표면의 상태

를 나타내는 도면이 표시되며, 도 5 및 도 6의(a)는 6펄스의 경우, (b)는 10펄스인 경우, (c)는 12펄스인 경우이다.

또, 도 5 및 도 6의 경우도 각각 하나의 가공구멍만 표시하고 있으나, 실제로는 961개의 구멍이 가공된다.

그리고, 그때의 가공조건은 1펄스당의 에너지가 15mJ, 펄스폭이 50μ초이다.

단, 가공구멍이 961개 있기 때문에 한 구멍당 펄스의 반복주파수는 약 0.4Hz이다.

도 5(a) 및 (b)에 표시된 바와 같이, 6, 10펄스에서는 구멍이 저부동박상에 제거되지 않은 유리 또는 수지의 덩어리가 존재해 있는 것이 관찰된다.

그래서, 동도(c)에 표시되는 바와 같이 레이저 빔의 펄스수를 증가해서 12펄스로 함으로서 이들을 제거할 수 있다는 것을 알 수 있다.

또, 도 6에 표시되는 구멍표면의 관찰결과에서는 구멍의 가장자리에 부착하는 유리의 구상화물은 적고, 펄스수를 증가해도 표면의 에폭시층에 열영향은 생겨있지 않은 것을 알 수 있다.

그러나, 이 경우는 가공시간은 961 × 12/400 = 약 28.8초가 되고, 가공품질은 양호하나 생산성(「모드 A」의 약 4배)이 나빠진다.

그래서 상술한 「모드 A」방식에 의한 가공품질을 향상시키기 위해 레이저와 재료의 상호 작용시간을 짧게 한다는 목적으로 발진주파수를 낮게해서 가공한 경우의 결과가 도 7에 표시되어 있다.

도 7에 표시되는 바와 같이 발진주파수를 100Hz, 500Hz, 200Hz, 20Hz로 했을 때의 가공품질(열영향)을 비교한 것이다.

또, 이 「모드 A」외 비교하기 위해 또「모드 B」의 데이터가 표시되어 있다.

도 7에서는 정량적인 데이터로 하기 위해 표면의 구멍가장자리로부터 열영향층까지의 최대거리를 표시하고 있다.

도 7에서 명백한 바와 같이 1000~200Hz까지 열영향층의 크기에는 거의 차가 없고, 20Hz근처에서 비로소 「모드 B」의 결과와 거의 같아진다.

그러나, 발진주파수 20Hz로 가공한 경우의 가공시간은 (1/400 + (6-1)/20 × 961 = 243초가 되므로, 「모드 B」보다도 생산성이 열화하게 된다.

다음에 「모드 B」방식에서 생산성을 향상시키기 위해 펄스의 에너지를 높였을 때의 결과가 도 8에 표시되어 있다.

여기서는 레이저 빔의 펄스의 에너지를 15mJ, 17.5mJ, 20mJ의 3단계로 변화시키고 있고, 도면의 종축은 펄스수가 표시되며, 횡축은 1펄스당 에너지를 표시하고 있다.

도 8중에는 3개의 영역(Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ)이 표시되어 있고, 영역 Ⅰ은 펄스수와 에너지의 양쪽이 부족해 있으므로 구멍저부에 수지가 남아있는 영역이며, 영역 Ⅱ는 펄스수와 에너지 모두 적정하고 양호한 품질의 가공효과가 얻어지는 영역이고, 영역 Ⅲ은 펄스수 에너지 모두 과다하고 외층동박에 손상이 생겨있는 영역이다(영역 Ⅲ에서의 동박으로의 손상의 외관을 표시한 것이 도 9이다).

상기한 도 8 및 도 9에 표시하는 바와 같이 1펄스당의 에너지를 높게 함으로써 동박상의 수지를 제거하는데 필요한 펄스수는 적어도 되나, 동박에 대한 손상이 생기기 쉬운 것을 알 수 있다.

이 경우에선 양호하다고 판단되는 조건으로는 17.5mJ의 10펄스이나 이 경우의 가공시간은 961 × 10/400 = 24초가 되고, 16mJ의 경우에 비해 생산성이 약간 향상되어 있다.

그래도 가공시간은 「모드 A」와 비교하면 약 3.3배가 된다.

이상 기술한 바와 같이 도 1에서 도 9에서 설명한 「모드 A」나 「모드 B」를 사용해서 여러 가지의 조건하에서 구멍가공을 한 경우의 가공시간 및 가공품질에 관한 구체적인 데이터를 검토한 결과 「모드 A」, 「모드 B」모두 품질 또는 생산성의 어느 한쪽이 결여되어 있는 것이 판명되었다.

다음에 본 실시의 형태 1에 관한 레이저 가공방법에 대해 상세하게 설명한다.

도 10에는 실시의 형태 1에 관한 레이저 가공방법의 개념도가 표시되어 있다.

도 10에서의 제 1 공정에서는 상술한 「모드 A」와 같이 n1펄스를 소정의 발진주파수에 따라 조사하도록 한다(도면 중의 사선의 타원으로 표시한 n1펄스 레이저 조사공(18)).

즉, 에리어내의 모든 구멍에 대해 n1펄스씩 발진주파수에 따라 순차 조사한다.

이것이 종료된 시점에서 제 2 공정으로 이행하고 다시 최초의 구멍으로부터 소정의 발진주파수에- 따라 에리어내의 모든 구멍에 대해 n2펄스식 순차조사한다(도면 중의 하프톤의 타원으로 푯한(n1 + n2)펄스 레이저 조사구멍(20)).

이와 같이 해서 최후의 공정까지 반복조사가 되고, 최후의 공정에서는 nn펄스씩 레이저 빔이 조사된다.

이때의 총 펄스수는 n1+n2+……+nn = N가 된다.

그리고, n은 N(총 펄스수)의 분할수를 표시하고 있다.

이와 같이 본 실시의 형태 1에서는 N펄스수를 n분할해서 각 공정마다 펄스수를 「모드 A」의 형식으로 조사하는 공정이 반복시행된다.

본 발명에서는 이 레이저 가공방법을 「모드 C」라고 칭하기로 한다.

또, 이 「모드 C」는 n분할된 「모드 A」의 집합체라고 볼 수가 있으므로 「모드 C」에서 n1, n2, ……, nn펄스씩 조사하는 공정을 각각 「모드 An1」, 「모드 An2」, ……, 「모드 Ann」라 칭하기로 한다.

이 실시의 형태 1에 관한 「모드 C」의 가공시간(Ct)은 다음식 (3)으로 표시할 수가 있다.

$$Ct = (n/P + N/B) \times M \qquad (3)$$

이 경우의 프린트기판의 절연층의 재질은 FR-4이고, 두께가 0.1㎜의 프린트기판에 대해 961구멍(M=961)의 바이어홀을 형성하는 경우이며, 바이어홀 한 구멍을 현성하는데 필요한 펄스수가 6(N = 6)이고, 갈바노로 400구멍/초(P = 400)의 위치결정이 가능해진다.

또, 이 경우의 발진주파수가 1000Hz이고, 6펄스를 2펄스식으로 3분할해서 레이저 가공을 하는 경우의 「모드 C」의 가공시간(Ct)은 상기 (3)식에 대입해서 계산하면, Ct = (3/400+6/1000) × 961 = 13초가 되고, 이 결과 「모드 A」의 약 1.8배, 「모드 B」의 약 0.9배가 된다.

도 11 및 도 12에는 도 3 및 도 4와 같인 조건의 프린트기판(절연층의 재료가 FR-4로 두께가 0.1㎜, 외층 동박의 두께가 12㎛인 상부에 절연층의 적층된 기판)에 대해 「모드 C」방식으로 레이저 가공을 했을 때의 가공구멍의 상태가 표시되어 있다.

또, 이 경우의 가공조건도 도 3 및 도 4의 경우와 같고, 1펄스당의 에너지가 15㎽, 펄스폭이 50μ초이다.

도 11 및 도 12의 (a)는 레이저 빔이 6펄스의 경우, (b)는 8펄스의 경우, (c)는 10펄스인 경우에 대해 표시되어 있다.

그리고, 본 실시의 형태 1에서의 「모드 C」의 각 공정에서 조사되는 펄스는 각각 2펄스씩으로 분할되어 있으므로, 6펄스인 경우는 3분할, 8펄스의 경우는 4분할, 10펄스의 경우는 5분할이 된다.

본 실시의 형태 1에서는 「모드 C」방식에 의해 레이저 가공을 행한 결과 도 11에 표시되는 바와 같이 가공구멍의 구멍밑의 상태를 관찰하면 동 도면(a)의 6펄스인 경우, 구멍의 밑부분의 동박상에 제거되지 않은 유리클로스가 잔존되어있으나, (b)의 8펄스나 (c)의 10펄스 경우에는 제거할 수가 있다.

또, 도 12에 표시된 바와 같이 가공구멍의 구멍표면의 상태를 관찰하면 어느 펄스수이라도 구멍의 가장자리에 부착하는 유리의 입상화물은 「모드 A」의 경우(도 4 참조)보다 적고 표면의 에폭시층의 열영향층도 적은 것을 알 수 있다.

그리고, 도 13은 도 5와 마찬가지로 열영향층의 량에 대해 표시한 것으로, 「모드 B」에는 뒤지나 「모드 A」와 비교하면 열영향층이 작게 되어 있다.

이는 「모드 C」방식의 가공품질이 「모드 A」와 「모드 B」의 중간상태라고 할 수 있다.

또, 가공시간(Ct)은 8펄스의 경우는 4분할로 되기 때문에 Ct = (4/400 + 8/1000) × 961 = 17.3초가 되고, 생산성은 「모드 A」의 2.4배,「모드 B」의 0.6배(「모드 B」 12펄스시)가 된다.

이는 「모든 C」방식의 가공시간이 「모드 A」와 「모드 B」의 중간상태라 할 수 있다.

이상 설명한 바와 같이 본 실시의 형태 1에 의하면 「모드 C」를 사용해서 레이저 가공을 함으로써 생산성에서는 「모드 A」와 「모드 B」의 대략 중간이 되고, 가공품질적으로는 「모드 B」에 가까운 양호한 가공결과를 얻을 수가 있다.

종래에는 「모드 A」나 「모드 B」로 레이저 가공을 하고 있었기 때문에 가공품질이나 생산성의 어느 한쪽으로 기울어져 있었으나, 본 실시의 형태 1에서는 가공품질과 생산성을 양립시킬 수가 있고, 양호한 레이저 가공을 할 수가 있다.

[실시의 형태 2]

다음 본 발명의 실시의 형태 2를 도 14에 따라서 설명한다.

우선, 상기 실시의 형태 1에서 「모드 B」의 고에너지화에서 설명한 바와 같이 1펄스당의 에너지의 최대치는 동박으로의 손상을 고려해서 결정된다.

이 고려해야 할 손상이라는 것은 동박의 두께와 랜드직경으로부터 구해지는 열용량과 가공하는 면의 동박의 표면상태에서 구해지는 레이저 광의 흡수율에 의해 결정된다.

그리고, 절연층으로서의 유리에폭시 수지를 레이저 가공하는 경우는 상술한 바와 같이 수지단체(예를들어, 에폭시)를 사용한 절연층을 가공하는 경우와 비교하면 고에너지가 필요해지고, 동박에 손상이 발생하기 쉬워진다.

또, 그때에 「모드 A」를 사용해서 레이저 가공을 하는 경우는 연속적으로 펄스가 조사되기 때문에 냉각효과가 낮고, 또 동박에 손상이 발생되기 쉬워진다.

그래서, 도 14에서는 「모드 C」에서 펄스폭이나 피크출력을 변경한 것으로 인한 효과가 표시되어 있다.

도 14에서는 4분할된 「모드 C」의 각 분할모드의 「모드 An1」~「모드 An4」중 「모드 An2」~「모드 An4」의 한 펄스당의 펄스폭, 피크출력을 「모드 An1」의 경우로 변경해 줌으로써(1펄스당의 에너지는 일정하다고 본다).

도 8과 같이 3개의 영역에 대한 결과가 표시되고 있다.

도 14에서 영역 Ⅰ은 구멍밑부분에 수지가 남아있는 영역이고, 영역 Ⅱ는 양호한 품질의 가공결과가 얻어지는 영역이다.

또, 영역 III은 외층동박에 손상이 생긴 것이나, 여기서는 도면중에 나타나있지 않다.

도 14에 표시된 바와 같이 「모드 An3」를 짧은 펄스, 고피크화함으로써 적은 분할수로 고품질의 가공이 가능한 것을 알 수 있다.

단, 짧은 펄스, 고피크화 할수록 가공점에서의 온도가 상승하기 때문에 동박의 손상이 발생하거나 프라즈마가 발생해서 제거능력이 저하하기 때문에 피가공물의 종류나 가공품질 상황에 따라 적당히 적정치를 선택할 필요가 있다.

이상 설명한 바와 같이 본 실시의 형태 2에 의하면 「모드 C」를 사용해서 레이저 가공할 때에 복수로 분할한 가공단계의 도중에서 1펄스당의 펄스폭이나 피크출력을 변경함으로써 레이저 빔과 피가공물의 재료와의 상호작용시간을 적당히 제어하는 것이 가능하기 때문에 가공품질의 안정과 생산성의 향상을 조절함으로써 양호한 레이저 가공을 할 수가 있다.

발명의 효과

이상 설명한 바와 같이 이 발명에 관한 레이저 가공방법에 의하면 프린트기판의 구멍 뚫기가공은 고품질이고, 생산성 좋게 시행할 수가 있다.

다음의 발명에 관한 레이저 가공방법에 의하면 레이저 빔과 가공대상의 재료와의 상호작용시간과 에칭 레이트를 적정하게 제어하는 것이 가능하게 되고, 가공품질의 안정과 함께 생산성을 향상시킬 수가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

프린트기판에 대해 복수펄스의 레이저 빔을 사용해서 여러 개의 구멍을 가공하는 레이저 가공방법에서,

상기 구멍의 가공에 요하는 레이저 빔의 펄수수를 n분할(n는 2이상의 정수)하고, 그 분할된 첫 번째로부터 n번째까지의 각 분할펄스수의 레이저 빔을 공정별로 사용하며, 각 공정에서는 소정의 발진주파수에 의해 당해 공정에서의 펄스수의 레이저 빔을 각 구멍에 순차 조사해서 전부의 구멍의 가공을 하고, 공정수분만큼 가공을 반복시행하는 것을 특징으로 하는 레이저 가공방법.

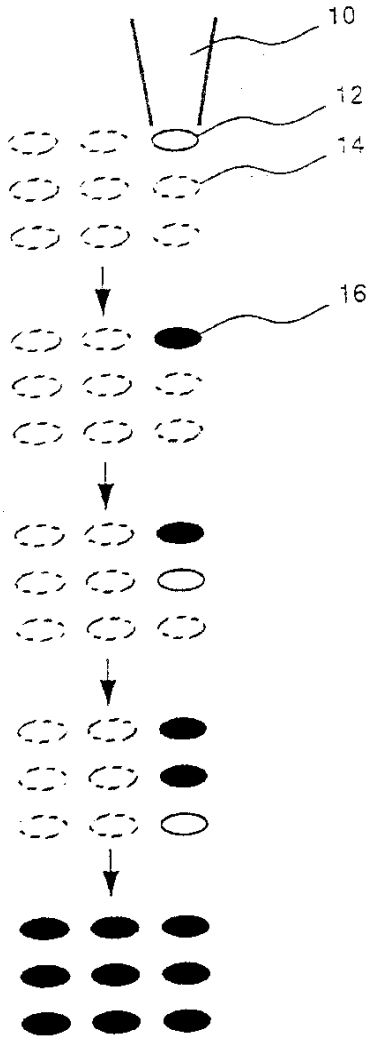
청구항 2

제 1 항에 있어서,

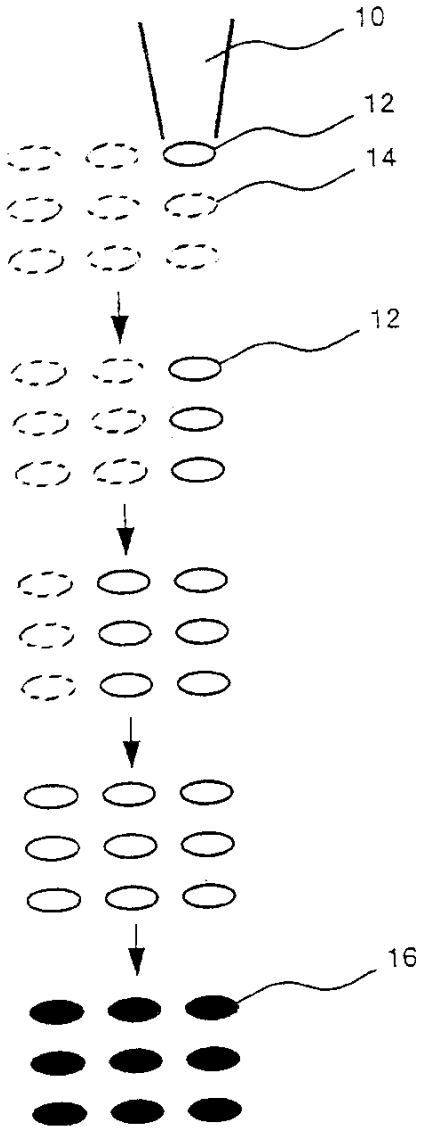
상기 구멍을 가공하는 복수의 공정의 도중에서 상기 레이저 빔의 펄스폭 또는 피크출력의 어느 한쪽 또는 양쪽을 변경하는 것을 특징으로 하는 레이저 가공방법.

도면

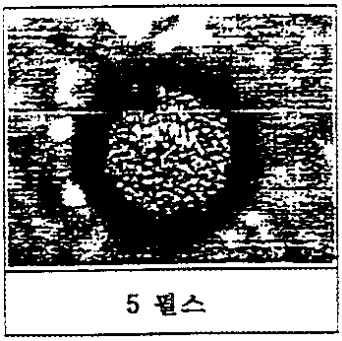
도면1



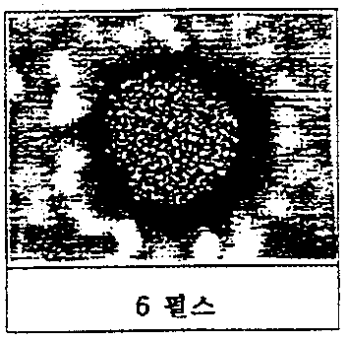
도면2



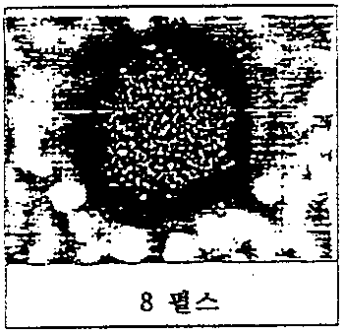
도면3a



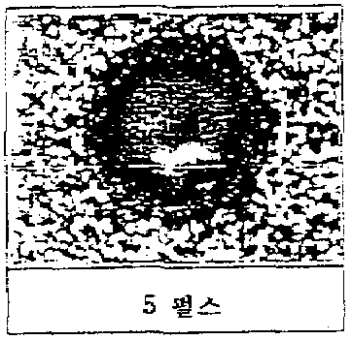
도면3b



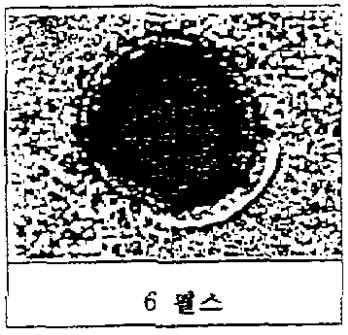
도면3c



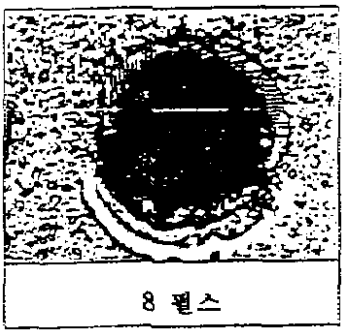
도면4a



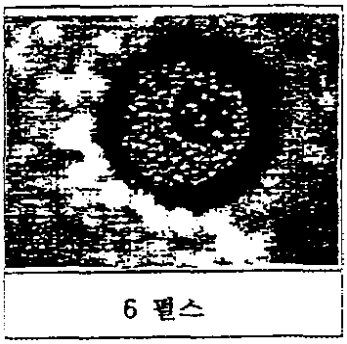
도면4b



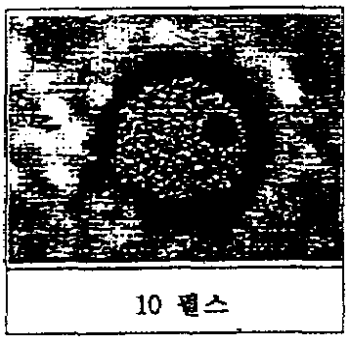
도면4c



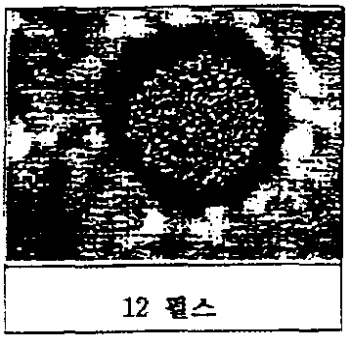
도면5a



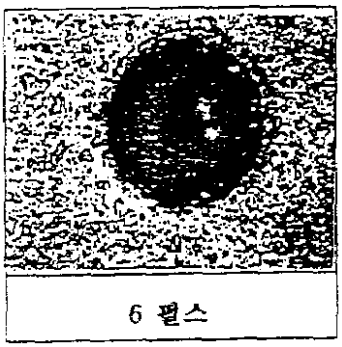
도면5b



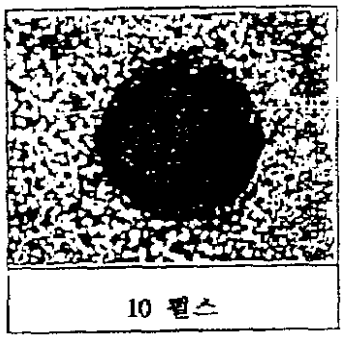
도면5c



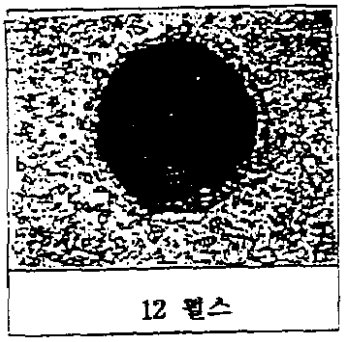
도면6a



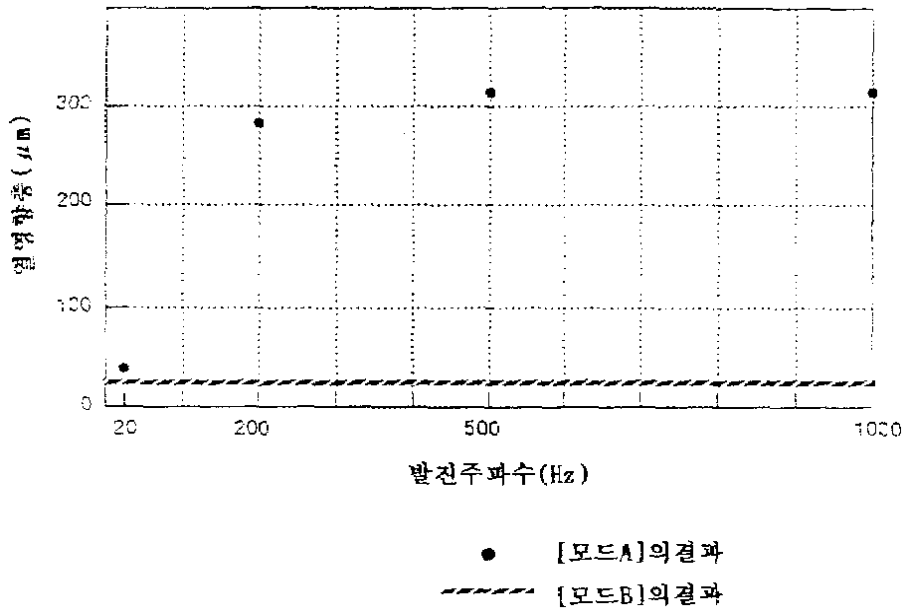
도면6b



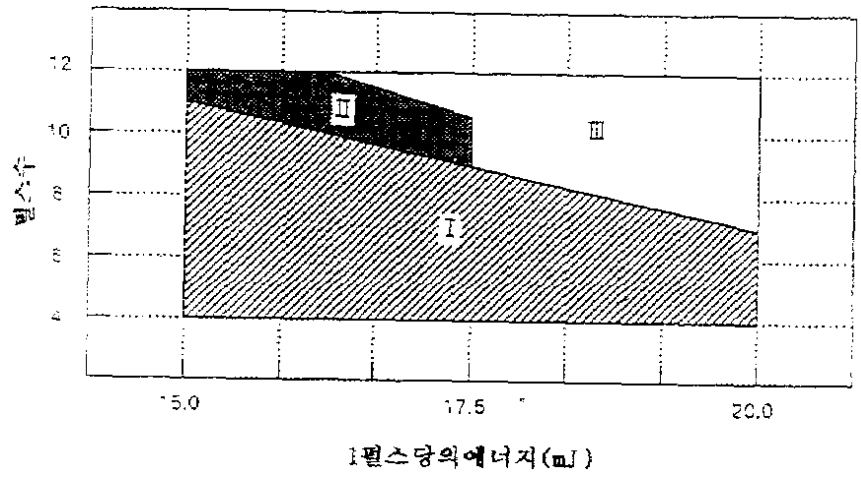
도면6c



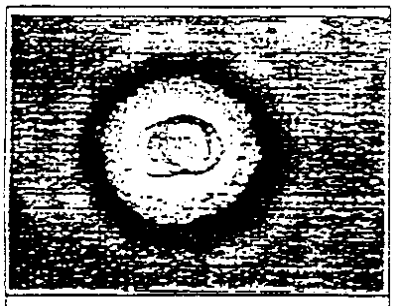
도면7



도면8

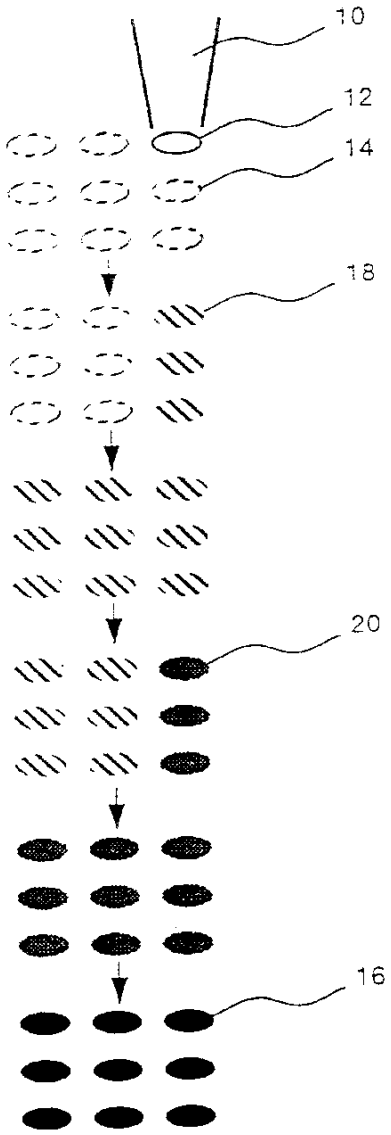


도면9

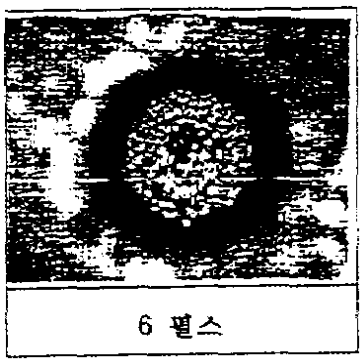


20mJ , 10 펄스

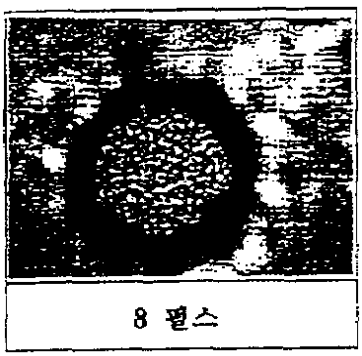
도면10



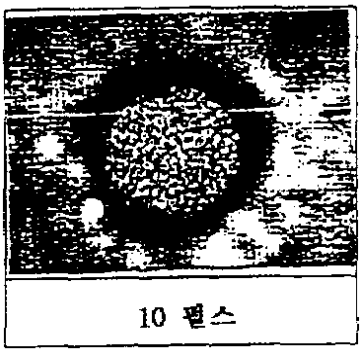
도면11a



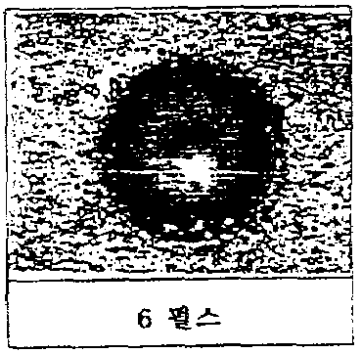
도면11b



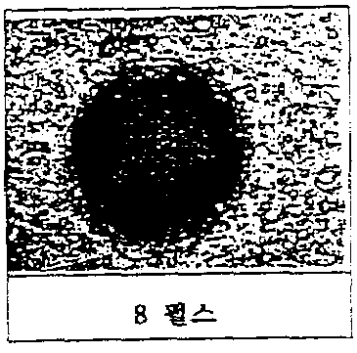
도면11c



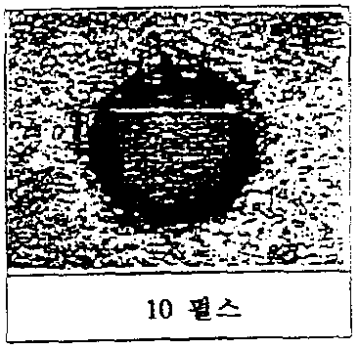
도면12a



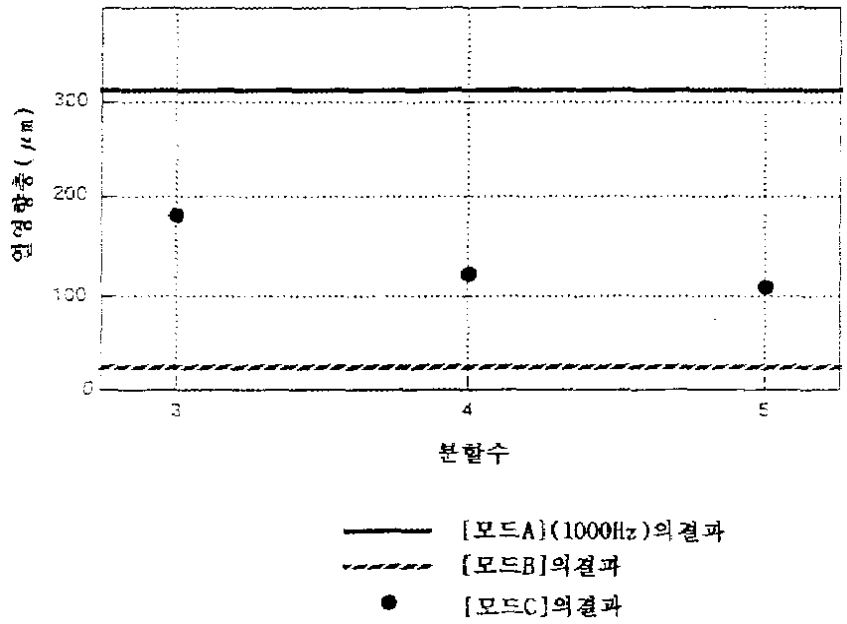
도면12b



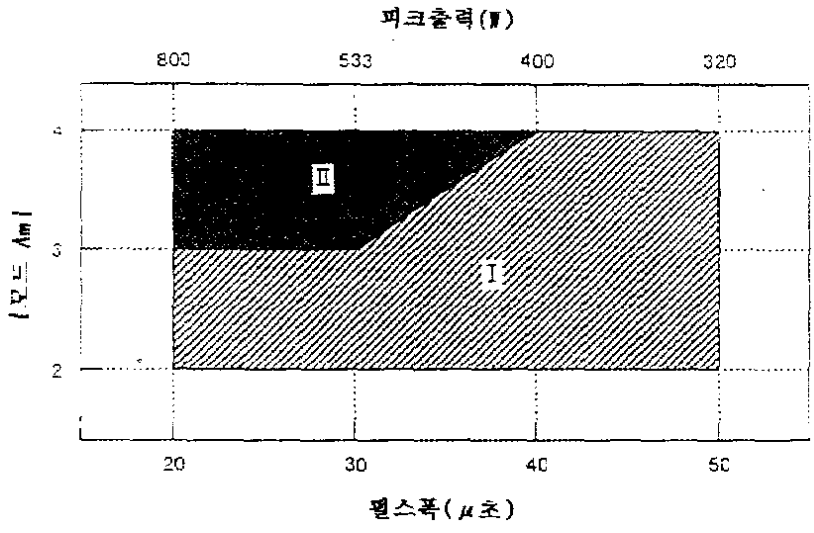
도면12c



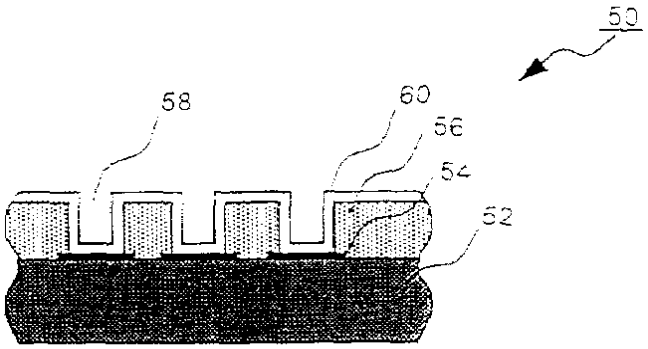
도면13



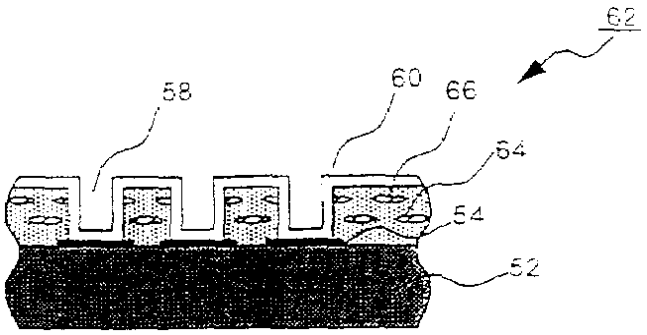
도면14



도면15a



도면15b



도면16

