

# 레이저에 의한 精密加工 技術

레이저가 발명된 지 20여년이 지났다. 발명 당초에는 레이저의 특징을 이용하여 넓은 분야에서 응용의 가능성이 있는 것으로 지적되고 있었다. 그러나 실제적인 응용이나 실용화에는 종래의 기술과의 갭이 너무나도 크기 때문에 막대한 자금을 필요로 하게 되며 상당한 시간도 요하므로 「돈을 먹는 害虫」, 「방탕아」 등의 말로 불리기도 했으나 그 후 레이저 周邊技術의 進展, 레이저 發振器의 高効率化, 高信賴化가 실현되므로써 현실적으로 종래의 방법과 비교하여 경제적이거나 효율적으로도 충분한 메리트가 있을 것으로 확실시되어 현재에 이르러서는 加工, 通信, 計測, 醫療, 情報處理, 디스플레이 등의 분야에서 실용화가 진행되고 있다.

## 1. 레이저의 특징

이들의 응용·실용화는 레이저광이 지니고 있는 특징이다. 單色性(매우 좁은 스펙트럼), 可干涉性(位相이 갖추어져 있으므로 두 개의 波가 겹치게 되면 縞가 된다) 指光線 또는 集束性(광을 가늘게 샤프한 빔으로 하여 먼 곳으로 날리거나 光을 한 點으로 모은다.)를 이용한 것이다. 이와 같은 특징을 레이저의 發振原理부터 간단히 소개한다.

### (1) 勵起

레이저 發振의 主役이 되는 原子 또는 分子에 에너지를 부여하여 勵起 상태로 한다. 방법으로 는 다음 세 가지가 있다.

#### ① 放電에 의한 勵起(가스 레이저)

#### ② 光에 의한 勵起(固體 레이저)

#### ③ 電流에 의한 勵起(半導體 레이저)

### (2) 誘導放出

勵起된 原子, 分子가 特定 波長의 光을 받으면 동시에 元狀態로 돌아가고 동시에 받은 光과 꼭 같은 波長(單色性)의 빛을 낸다.

### (3) 增幅

빛을 받아 같은 波長의 빛이 나오는 現象에서 빛의 波가 완전히 겹쳐져(可干涉性), 더욱이 나 빛의 強度를 증가해 간다.

### (4) 레이저 發振

빛이 증폭된 것만으로는 아직 發振까지는 이르지 못한다. 레이저 物質의 兩端에 反射鏡을 平行으로 놓고 빛을 반복 反射케 하는 光共振器를 만든다. 그리고 레이저 物質을 勵起하여 증폭되어 光共振器 내의 손실을 이겨낼 수 있을 만한 증폭에 이르면 레이저光이 發振한다.

레이저光은 出力側 反射鏡으로부터 平面波로 出射하므로 平行빔으로써 進行된다. 이와 같은 平行빔을 렌즈로 조이면 매우 작은 스포트에 集光된다(集束性). 이와 같은 레이저光의 성질이 加工 등의 넓은 용도에 이용되고 있다.

表 1은 가스 레이저, 固體레이저, 半導體 레이저의 대표적인 응용의 概略의인 것을 나타낸 것이다. 이와 같은 응용 가운데서 微細加工을 달성함과 동시에 部品の 精度를 높여 高信賴性을 확보하는 유력한 新技術인 레이저 加工에 대해 밝히기로 한다.

## 2. 레이저 加工의 특징

레이저 가공은 레이저광을 被加工物에 照射, 吸收케 하여 加工을 한다는 뜻에서 熱加工에 속한다. 특징은 다음과 같다.

① 레이저광은 集光性에 뛰어나므로 렌즈系를 이용하여 集光하면 發振波長의 수배 정도의 스폿徑으로 조일 수가 있다. 따라서 局部 加熱 加工이므로 周圍에의 熱 영향이 적다.

② Q 스위치技術에 의해  $10^{-7} \sim 10^{-8}$  秒 정도의 짧은 시간의 피크值가 높은 펄스發振을 이용하여 被加工物을 短시간에 氣化온도까지 加熱할 수 있다.

③ 非接續加工을 위해 被加工物에 대해 찌그러지게 하는 일이 없이 加工할 수 있으며, 自動化·省力化도 용이하다.

④ 大氣 중에서의 加工이 가능한 외에 분위기를 자유롭게 선택할 수 있다.

⑤ 加工을 드라이한 상태로 할 수 있으므로 깨끗한 加工을 할 수 있으며 公害 설비를 최소화 할

도로 할 수 있다.

### 3. 加工에 적합한 레이저의 종류와 선택

熱加工인 레이저 加工을 메카니즘의 측면에서 본다면 레이저광의 集光 상태 및 에너지 密度에 따라 加熱, 溶融, 氣化로 大別된다. 이 熱 加工이 어느 상태에서 행해지는가를 判別하는데 따라 사용하는 레이저의 종류, 發振 상태 등이 선택된다.

加熱, 溶融, 氣化 등의 加工 상태를 실현 시키기 위해서는 高出力 레이저 發振器가 필요함과 동시에 레이저 發振器의 신뢰도가 높아 操作, 保守가 간단해야 한다는 것이 필수조건이다. 이와 같은 조건을 갖춘 온라인으로 이용되고 있는 레이저로는 Nd : YAG 레이저, CO<sub>2</sub> 레이저나 Ar 레이저가 있다.

이들의 레이저는 勵起 상태에 따라 連續勵起

表 1 레이저의 種類와 應用

種 類	主波長[ $\mu$ ]	特 徵	出力레벨	應 用 例
개 스 레 이 저	He - Ne 레이저	<ul style="list-style-type: none"> <li>安定한 連續出力</li> <li>우수한 可干涉性</li> <li>取扱이 簡單</li> <li>小出力</li> </ul>	0.1 ~ 50mW	<ul style="list-style-type: none"> <li>測量</li> <li>精密測長</li> <li>平面度測定</li> <li>레이저 팩시밀리</li> <li>레이저 프린터</li> <li>디스 플레이</li> </ul>
	Ar 이온레이저	<ul style="list-style-type: none"> <li>安定한 連續出力</li> <li>比較的大出力</li> <li>우수한 可干涉性</li> </ul>	0.1 ~ 20W	<ul style="list-style-type: none"> <li>物性用光源</li> <li>加工</li> <li>醫用</li> <li>디스플레이</li> <li>레이저 팩시밀리 프린터</li> </ul>
	레이저	<ul style="list-style-type: none"> <li>赤外線</li> <li>高能率</li> <li>高出力</li> <li>Q 스위치發振可</li> </ul>	1W ~ 10k W	<ul style="list-style-type: none"> <li>加工</li> <li>醫用</li> <li>分析用光源</li> </ul>
고 체 레 이 저	Nd : YAG 레이저	<ul style="list-style-type: none"> <li>高出力</li> <li>連續出力</li> <li>高週波返 Q 스위치</li> </ul>	1W ~ 1 k W	<ul style="list-style-type: none"> <li>加工</li> <li>醫用</li> <li>測量</li> <li>레이저 레이다</li> <li>物性研究</li> </ul>
	글라스 레이저	<ul style="list-style-type: none"> <li>高에너지 펄스</li> <li>大出力 Q 스위치 펄스</li> </ul>	~ 1,000J	<ul style="list-style-type: none"> <li>加工</li> <li>核融合</li> </ul>
	루 비 레이저	<ul style="list-style-type: none"> <li>高에너지 펄스</li> <li>大出力 Q 스위치 펄스</li> </ul>	0.1 ~ 100 J	<ul style="list-style-type: none"> <li>加工</li> <li>測距</li> <li>物性研究</li> </ul>
半 導 體 레 이 저	0.9	<ul style="list-style-type: none"> <li>小形</li> <li>高能率</li> </ul>	數 m W	<ul style="list-style-type: none"> <li>通信</li> <li>레이저 디스크</li> <li>情報處理</li> </ul>

와 펄스勵起로 大別되어 發振 상태에 따라 連續勵起레이저는 連續發振과 Q 스위치 펄스發振으로 나뉘어진다. 또는 노말發振(Nd:YAG 레이저) 및 Q 스위치發振으로 區分된다. 이들의 레이저發振 상태에 대응하여 실용화되어 있는 加工의 종류, 메카니즘을 表2에 나타냈다.

表2 레이저發振상태에 대응하는 실제적인 加工 종류와 加工 상태

勵起의方法	레이저發振상태	加工의種類	加工의메카니즘
連續勵起	連續發振	아닐링	加熱
	高速繰返의 Q 스위치發振	멤납付	溶融
		溶接 溶斷	
펄스勵起	펄스發振	트림	氣化
	노말發振	스크라이빙	
	Q 스위치發振	마킹	
		드릴링	
		리베어링	

레이저의 선택을 加工 상태에서 결정하는 외에도 被加工物의 材質도 加味할 필요가 있다. 그것은 레이저 加工은 被加工物에 레이저光을 吸收시켜 加工하는 熱加工이기 때문이다. 被加工物의 材質의 吸收係數는 레이저의 發振 波長에 따라 선택되는 레이저發振器는 달라지게 된다. 일반적으로 電子部品の 여러 가지 加工에는 發振波長 1.06 μm의 Nd:YAG 레이저가 알미나 세라믹, 글라스 등에는 10.06 μm의 CO<sub>2</sub> 레이저가 이용된다. 表3은 이들 레이저의 主性能과 특징 및 應用의 例를 나타낸 것이다.

#### 4. 레이저 加工에 필요한 技術

레이저 加工의 特徵를 살려서 加工을 高速度, 高精度로 할 수 있게 하기 위해 레이저發振器에 요구되는 基本的인 技術은,

- ① 레이저 出力의 高出力化
- ② 레이저 出力의 高速 펄스化
- ③ 레이저 出力의 ON, OFF 制御
- ④ 레이저 光의 集光
- ⑤ 레이저光과 被加工物의 位置 맞추기 및 이동 등이 있다.

高出력에 있어서는 말할 것도 없이 高效率의 여유있는 레이저 出力을 加工에 이용하면 레이

저 加工은 安定되어 生産性이 향상되어 경제적으로도 기여하게 된다. 高速펄스化는 많은 레이저 加工이 주위에 熱 영향을 적게 하고 生産성을 높이기 위해 필요한 技術이다.

表3 電子部品加工用 레이저의 종류와 性能

	Nd:YAG 레이저	CO <sub>2</sub> 레이저	Ar 레이저
波長	1.06 μm	10.6 μm	0.4880 μm 0.5145 μm
發振 형태와 出力	連續勵起 連續發振 12W (TEL ○○ 모드) 40W (멀티모드) Q스위치發振 (尖頭值) 25k W (TEM ○○ 모드) 200k W (멀티 모드) ..... 펄스勵起 노오멀 發振 平均出力 400W 最大에너지 30J / 펄스 되풀이 200 pps.	連續勵起 連續發振 數W ~ 數百W  펄스變調, 펄스發振 尖頭值  1k W (200Hz)  TEA形 펄스發振 10MW (10Hz)	連續勵起 連續發振 數W ~ 40W
	特徵	發振형태가 多樣 發振效率, 發振出力이 높다. 裝置가 小形	發振效率이 높다 發振波長이 길고 알미늄基板의 吸收가 좋다.
應用 例	트림 마킹 리베어링 스크라이빙 溶接 멤납付 아닐링 패턴 마스크 제너레이터	스크라이빙 (알미늄基板) 溶接 멤납付 마킹	아닐링 패턴마스크 제너레이터 리베어링

이 高速 펄스化의 一般的인 Q 스위칭 技術은 勵起에너지를 레이저 媒質 내의 反轉分布로서 蓄積하여 레이저共振器의 Q 値를 高速으로 스위칭하여 순식간에 發振케 하여 尖頭出力이 높은 幅이 좁은 펄스出力을 얻는 방법이다. 連續勵起의 Nd:YAG 레이저로는 超音波 光變調器를 이용하는 例가 많다. 그 이유는

- ① 單發에서부터 數 10KHz 까지 스위칭 속도를 일정하게 하여 任意로 바꿀 수 있다.

②動作시간이 짧아 高精度로 制御된다.

③레이저 共振器 중에 光變調器를 삽입하여 도 레이저 出力은 低下하지 않는다.

CO<sub>2</sub> 레이저의 펄스화는 캐소드에 直列로 접속한 電流制御回路에 의해 放電電流를 On, Off 하는 方法이 채용되고 있다. 이 方法은 高電壓을 On, Off 하는 것보다 반복되는 것을 높일 수 있기 때문이다. 레이저 出力의 On, Off 制御는 레이저 出力의 遮斷과 Q스위치 펄스의 1펄스까지 制御할 수 있는 것이 필요하다. 기본적으로는 光서터지만 요구되는 속도에 따라 메카서터, 光學的인 날개와 과녁서터를 선택한다. 메카서터 驅動源으로 구성되어 應答시간은 數 100ms로 간단하다. 高速 서터에는 超音波 Q스위치를 이용하는 경우가 많다. 이때에는 펄스 발생과 On, Off가 동시에 작동, 應答시간은 10μs 이하에서 가능하다.

레이저 光으로 실제로 加工을 행할 경우 레이저 光을 그대로 被加工物에 照射하는 일의 없으며 렌즈나 反射鏡을 이용한 加工光學系에 의해 레이저 光을 작은 스포트로 集光하여 파워 密度를 올려 被加工物에 照射하는 일이다. 지금 波長  $\lambda$ , 빔 웨스트  $\omega_1$ 의 레이저 光이 焦点거리  $f$ 의 렌즈를 통과하면 통과 후의 빔 웨스트  $\omega_2$ 는 다음 式으로 近似된다.

$$\omega_2 = f \theta_1 = \frac{f \lambda}{\pi \omega_1}$$

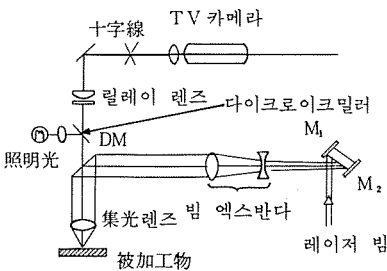


圖 1 加工光學系의 構成 (레이저光固定形)

여기에는  $Q_1$  포어필드의 넓어지는 角이다. 앞의 式에서 알 수 있듯이 集光 스포트徑은 集光 렌즈를 통과하기 전의 빔 웨스트徑에 逆比例한다. 그래서 集光 스포트徑을 작게 하기 위해 通常 望遠鏡으로 擴大하여 레이저 光을 일단 平行光으로 한 다음 對物렌즈로 조이게 된다.

실제에 있어서는 加工光學系는 이상의 기능 외에 被加工物을 擴大 觀察하는 기능과 레이저 光과 加工點의 照準 기능도 보유할 필요가 있다. 다음은 실용화되고 있는 표준적인 加工光學系의 구성을 나타내고 있다. 圖 1은 레이저光 固定形 光學系, 圖 2는 레이저 光을 스캔하는 光學系, 圖 3은 集光렌즈를 이동하여 레이저 光을 스캔하는 光學系를 나타낸 것이다.

이 밖에 레이저 光을 유도하는 수단으로 通信用 光파이버技術을 이용한 파이버光學系도 실용화되어 복잡한 形狀에의 레이저 光의 도입, 로봇과 組합한 레이저 光의 移動, 레이저 光을 複數로 分割하여 동시에 數個所의 加工을 가능케 하고 있다.

位置를 맞추는 기술은 레이저 光을 被加工物의 所定位置에 高精度로 高速으로 位置를 맞추는 것으로 加工하면서 定速으로 이동하는 것은 레이저 加工의 周邊 기술로써 중요하다. 位置를 맞추는 方法으로는 被加工物을 이동시키거나 레이저 光을 이동시킨다. 또는 두 가지 方法을 합친 方法도 있어 목적, 능력에 따라 선택된다.

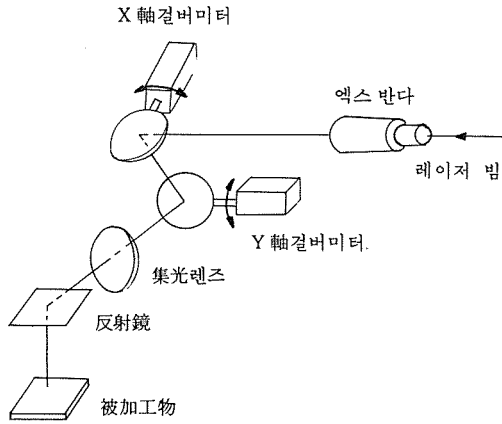


圖 2 加工光學系의 構成 (레이저光스캔形)

被加工物을 이동시키는 일반적인 方法은 台를 포함한 X-Y 테이블을 모터 등으로 이동케 하는 것이며 모터로는 펄스 모터가 制御 方法, 가격, 구성이 간단하므로 흔히 이용된다. 이 방식의 결점으로는 평균 속도가 느린 것과 角度 회전에 따르는 振動이 被加工物에 전달되어 加工

상태에 차질이 발생하기 쉽다. 이 밖에도 制御는 복잡하지만 펄스 모터의 欠點을 제거하여 高速處理가 가능한 DC모터 驅動, 리니어 모터 驅動 등이 있다.

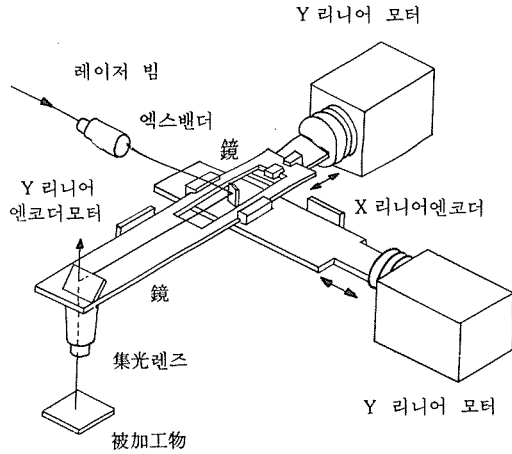


圖 3 加工光學系의 構成(集光렌즈移動形)

被加工物을 固定시켜 레이저光을 이동하는 방법으로는 앞서도 말한 加工光學系의 圖 2 및 圖 3과 같이 두개의 反射鏡을 X-Y 테이블에 고정시켜 이동하는 형태나 걸버미터形의 스캐너를 사용하는 형태가 있다. 레이저 加工에 필요한 기술은 이 밖에도 컴퓨터技術, 최근 유행되는 로봇技術, 側定技術 또는 加工 소프트웨어 技術이 중요하다.

### 5. 應用 例

각종 업계에서 이용되고 있는 레이저 加工은 自動化·省力化和 함께 高速, 高精度 加工이 가능하며 코스트 파워먼스에서 충분한 生産성이 있는 응용 분야가 늘어 가고 있다. 다음은 그 가운데서 응용의 구체적인 예를 소개한다.

#### (1) 트리밍

컴퓨터 등 각종 기기에 사용되는 電子回路 部品은 小形, 高集積化, 高精度化 등의 고성능화와 저가격화를 追求한 결과 HIC化가 進度 되었다. 또한 抵抗 네트워크, Array, 칩抵抗 등도 小形化가 진전되고 있다. 이들 部品은 보통 세라믹基板上에 蒸着 또는 스크린印刷에 의해 회

로가 形成되고 있어 HIC의 경우에는 다시 半導體素子나 콘덴서 등을 搭載한 모듈 回路가 作成된다. 그러나 厚膜HIC의 抵抗值精度는 印刷만으로는  $\pm 20\%$  정도가 限度이며 트리밍에 의해 所要 精度로 완성시킬 필요가 있다. 또한 개개의 素子가 所要 精度 내에서도 각 素子가 散在해 있으므로 回路 統合 性能을 트리밍하는 것도 요구된다. 이 트리밍 工程은 종래에는 산도라스法이었으나 최근에는 레이저에 의한 방법이 主流를 이루고 있다. 이 工程에서는 抵抗值 또는 回路特性을 測定하면서 레이저光에 의해 回路素子의 일부를 氣化시켜 目的值를 합치는 것이 目的이다.

圖 4에 레이저 트리머의 기본적인 구성을 나타냈다. 超音波 Q스위치付 Nd:YAG레이저, 빔포지셔너, 파츠 핸들러, 프로브 및 測定器, 制御用 컴퓨터로 구성되어 있다.

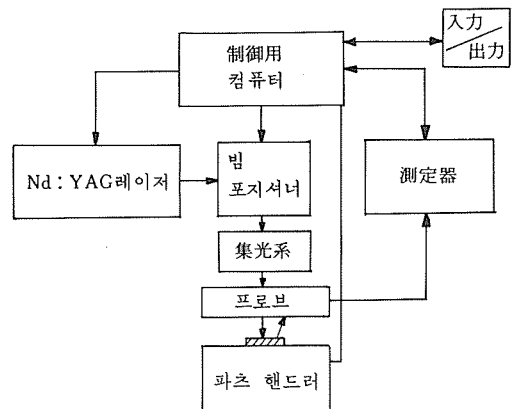


圖 4 레이저 트리머의 構成

레이저 트리머에는 超音波 Q스위치付 Nd:YAG레이저를 加工用 光源으로 사용하고 있다.

Q스위치에 의해 尖頭出力 數KW의 펄스幅이 좁은 펄스發振이 0.1~30KHZ의 反復으로 얻어진다. 또한 On, Off 制御는 電氣的으로 가능하므로 高精度의 트리밍이 될 수 있다.

加工用 光學系는 被加工物에 測定用 프로브를 固定시킨 상태로 트리밍한다. 그러므로 트리밍하는 도중에 被加工物의 이동이 곤란하므로 圖 2, 圖 3과 같은 레이저光을 이동시키는 加工光學系를 이용한다. 圖 2의 걸버미터形은 直交하는 2개組의 反射밀러를 이용하여 XY의 方向走査

를 행하는 방법으로 레이저光의 高速移動이 가능한 反面, 長集點렌즈를 이용하므로 集光徑에 限界가 있다. 이 방식은 厚膜用 트리밍에 널리 이용되고 있다. 圖3의 리니어 모터 또는 DC모터 驅動的 XX테이블形은 高精度로 位置 맞추기가 된다. 短焦點렌즈를 사용할 수 있으므로 焦光徑을 작게 할 수 있으므로 高密度, 微細 패턴으로 형성되는 薄膜트리밍에 사용되고 있다.

파츠핸드러는 被加工物을 이동케 하거나 反復 패턴의 試料를 스텝 앤트리 피드 동작을 하게 하는 것이며 통상 X-Y테이블이 이용된다. 驅動源에는 펄스 모터, DC모터, 리니어 모터 등이 있다. 처리 능력을 높이기 위해 被加工物을 多數固定하는 트레이식 載物台도 이용된다. 이 밖에 턴테이블, 로더·아로더 등이 이용되는 自動化·省力化가 기도되고 있다.

被加工物로부터 測定信號를 꺼내어 내는 것이 프로브이며 抵抗值, DC電壓, AC電壓, 周波數 등의 電氣 特性을 측정하는 측정기에 접속된다. 이 측정기로부터의 信號에 따라 레이저光의 On, Off를 制御하여 高速의 트리밍을 하게 된다.

制御用, 演算用 컴퓨터로는 각종의 마이크로 컴퓨터나 미니 컴퓨터가 이용되고 있다. 素子の 트리밍과 같은 單기능으로 고속성을 요구할 경우에는 對話 형식으로 데이터를 入力할 수 있는 턴키 프로그램이 機能트리밍과 같이 수요자에 따라 트리밍 방법이 달라질 경우에는 프로그

램이 가능한 트리밍 專用 言語가 이용된다.

최근 레이저 트리머의 傾向은 생산성 향상을 실현하기 위해 레이저 出力이 큰 發振器, 고속 파츠 핸드러의 채용이 늘어나고 있어 더욱 省力化를 가능케 하는 自動오토로더의 도입이 進전되고 있다.

## (2) 리베어링

LSI나 超LSI와 같은 半導體素子の 高密度化가 進전됨에 따라 素子 제조에 이용되는 포토 마스크의 良否가 素子の 제품의 비율에 있어 중요한 要因이 되고 있어 결함이 없는 마스크를 만들려는 노력이 경주되고 있다. 그러나 전혀 결함이 없이 만들기란 極히 어려운 일이며 마스크의 修正 기술은 마스크 제조의 표준공정으로 安着하고 있다.

포토 마스크에 발생하는 결함에는 핀홀과 같은 欠損 결함과 黑點이 남는 殘留결함의 두 가지가 있으나 결손 결함의 수정은 현재에는 사진 기술에 의해 수정되고 있으며 레이저光에 의한 수정은 後者의 殘留결함의 수정에 적용되고 있다. 레이저光에 의한 결함수정은 결함부의 金屬을 증발시켜서 주위에 熱 影響을 주지 않고 수정된다.

圖5에 레이저 마스크 리베어의 기본적인 구성을 나타냈다. 마스크 수정기를 구성하는 데 중요한 요소는 첫째로 작업자의 안전을 확보하는 것이다. 특히 현미경으로 관찰하면서 하는

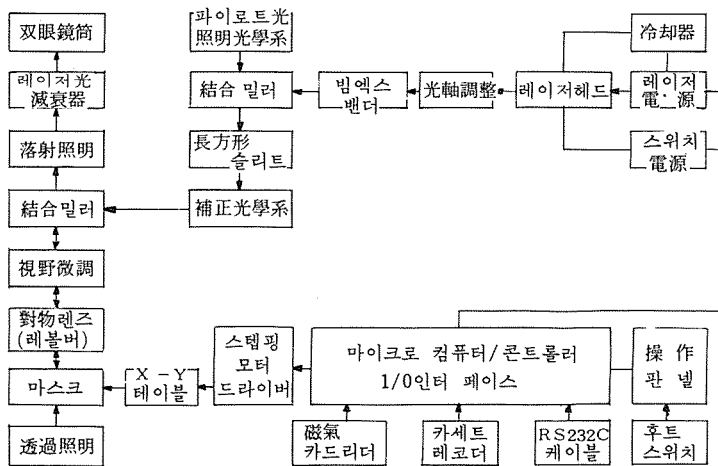


圖5 레이저 마스크 리베어의 構成

작업이므로 눈의 보호하는 충분한 대책이 필요하다. 둘째로 레이저照射시에 基板 글라스에 손상을 주지 않도록 한다. 셋째로는 수정작업을 효율적으로 추진하기 위한 대책이다.

레이저 마스크 리베어에는 펄스勵起形의 포켈Q스위치 Nd:YAG레이저광이 이용된다. Nd:YAG레이저光 (1.06 $\mu$ m)은 글라스에 있어서는 透過領域의 波長이며 Q스위치 펄스化에 따라 펄스幅은 약 25nS이므로 周圍에의 熱 영향 등은 전혀 없다.

加工光學系는 圖 6의 구성을 기본으로 하고 있어 작업자는 마스크 패턴과 파이로트像을 현미경으로 보면서 슬릿形狀(XYQ)를 조정하여 결합부와 슬릿像을 맞추어 결합 사이즈, 2~60 $\mu$ m의 크기의 短形 및 正方形를 레이저光을 照射하여 수정한다.

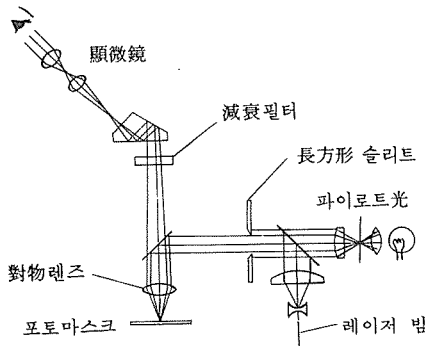


圖 6 포토마스크 修正加工用 光學系의 基本構成

시스템 制御部는 마스크 리베어의 XY 테이블, 레이저, 판넬 등의 制御와 자동검사기와의 結合 制御를 한다. 자동검사기와의 결합은 磁氣카드 등의 카세트 인터페이스와 RS232 인터페이스가 있어 자동검사기의 데이터가 入力이 가능하다.

이상과 같은 구성의 레이저 마스크 리베어裝置는 마스크 이외에도 半導體 웨이퍼 上的의 配線 加工, 팩시밀리用 서멀헤드와 같은 微細 패턴의 修正加工에도 채용되고있다. 최근에는 더욱 微小加工에 대한 강력한 요청으로 서브미크론 수정기도 개발되어 실용화되고 있다.

### (3) 마킹

電子部品이나 棧構部品에 관리번호, 제조번호,

型명 등의 刻字에 레이저에 의한 마킹이 이용되고 있다. 레이저 마킹은 마킹 프로세스의 자동화가 용이하고 시리즈 번호와 같은 개개의 번호를 바꾸는 印字가 가능하다. 非接續 加工으로 파손되기 쉬운 것이나 복잡한 形狀에도 가능하며 고속, 고정도로 균일한 印字가 가능하다는 것이 장점이다.

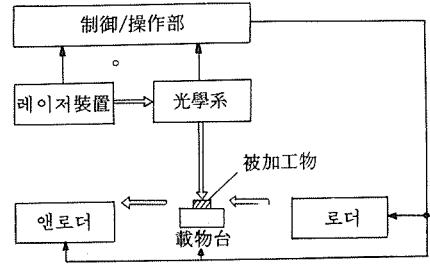


圖 7 레이저 마커의 구성

圖 7은 일반적인 레이저 마커의 구성을 나타낸 것으로 레이저發振器, 加工光學系, 載物台, 로더·엔로더 등의 파츠 핸드러 및 이들을 컨트롤하는 制御部와 조작용으로 구성되어 있다. 마킹용의 레이저 장치로는 大出力의 單一 펄스를 이용하는 Nd:YAG레이저 및 CO<sub>2</sub>레이저를 이용할 경우에는 擴大 빔 가운데에 마스크를 삽입하여 마킹을 행하는 것으로 동일 내용의 마킹을 대량으로 할 경우에 효율적이다.

레이저 트레밍에 사용되는 Q스위치 Nd:YAG 레이저와 결번미터形의 光學系를 이용하여 高速 마킹이나 高級 文字의 작성에 이용되고 있다.

한편 소형의 펄스勵起形의 Nd:YAG 레이저는 半導體 웨이퍼 上的의 珪板의 判定을 위한 마킹이며 簡易形 포지셔너와의 구성에 의한 시스템에 의해 웨이퍼의 관리번호의 마킹에 사용되고 있다. 레이저 마킹은 종래의 印刷, 彫刻 등에 의해 할 수 있었던 작업을 자동화, 即應性, 文字品質의 향상과 균일화 등 상품가치를 높여 자동화를 추진하는 수단으로 주목되어 도입이 진전되어가고 있는 新技術이다.

### (4) 溶接, 땀납

소형 정밀기구 부품이나 전자부품의 소형화에

따라 이들 생산공정 중에서도 微小부품을 스포트 용접 또는 시임 용접의 기회가 늘어나고 있다. 그 수단으로 종래에는 抵抗용접, 冷間壓着,

表 4 레이저加工의 특징과 加工例

레이저加工의 특징	實際의加工上에 나타난 특징	加工例
(1) 非接속 加工이다	變形이 적다 (無變形도 포함)	簿物의 溶接(例: 活字벨트의 시임용접) 글라스, 세라믹스가 가까이 있을 경우의 시임용접. 抵抗용접 대신으로 레이저마킹 마이ক্র론 裏面의 素子電極 용접 時計文字판의 文字, 숫자 용접 베어링의 각종 용접 사마름 코발트의 구멍뚫기
	加工바로미터가 작기때문에 自動化가 용이  좁은 장소에서 加工	레이저 밸런서 接着劑대신(例: 磁氣 헤드의 라미네이션) 抵抗용접대신(例: TV브라운관 電子銃) 레이저 트리머 鋼板의 용접 進行波管의 電極붙이기
(2) 파워 密度가 높다	短時間加工	레이저 마스크 리베어(마스크 加工) 異種金屬의 용접 큰것에 微小한 것을 용접
	微小하게 集光된다	레이저 땀납 레이저 아널링 微小구멍뚫기, 용접
(3) 加工能力이 크다.	처리능력 이 크다	레이저 트리머 時計의 軸受用 루비의 구멍뚫기 레이저 스크라이버

땀납봉합 등의 방법이 이용되어 왔으나 최근에는 레이저光에 의한 용접을 채용하는 쪽으로 기울고 있다. 이것은 종래의 방법의 결점인 被加工物이 變形되고 용접 電極이 마모와 압력에 의해 變化하기 때문에 용접 조건의 변화 등 용접기의 자동화가 어렵다는 결점을 해결할 수 있기 때문이다.

레이저 용접에 이용되는 레이저는 시임 용접의 경우에는 連續勵起형 Nd:YAG 레이저로 出力 200~400W 정도의 것이 이용되고 있다. 또한 스포트용접의 경우에는 勵起형의 大出力, 小出力의 Nd:YAG 레이저가 이용되고 있다. 최근에는 레이저 光源은 하나로 光通信用 파이버技術을 이용하여 同時多點용접이 보급되고 있다. 이 同時多點용접은 溶接點마다 被加工物을 이동할 필요가 없으므로 이동테이블棧構를 간소화시켜 自動棧의 가격을 크게 低減시켰다. 후렉시블한 파이버로 레이저光을 加工點에 유도하기 위해 立體的으로 복잡한 곳도 加工할 수 있게 되었다. 동시에 多點용접이 가능하므로 變形이나 찌그러지는 일이 최소한도로 하는 한편 생산성도 향상시키는 등의 이점이 있다. 이 파이버技術을 이용하여 連續發振레이저와 최근 유행되고 있는 로봇트를 驅使하여 파이버를 마음대로 이동하여 微小 부분의 땀납이 부착된 기계가 개발되어 주목을 끌고 있다.

이상과 같이 레이저光을 이용한 대표적인 實用例를 간단히 소개하였으나 이 밖에도 Si 웨이퍼, 알미나 세라믹의 切斷, Si 웨이퍼의 아널링 등 많은 분야에서 레이저加工은 실용화되고 있다. 表 4에 레이저加工의 특징과 레이저加工장치 도입의 要因의 일부를 나타냈다.

