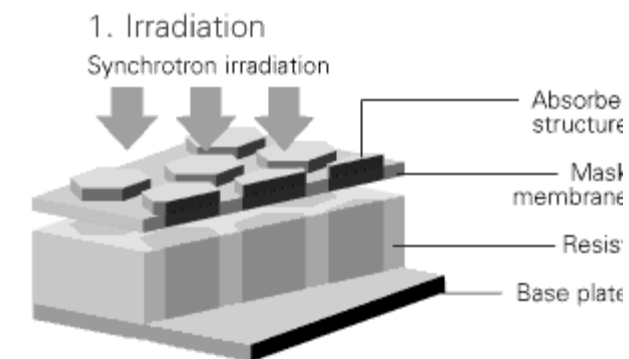




강의자료 (6-8-2016) *Lab. UPNS*

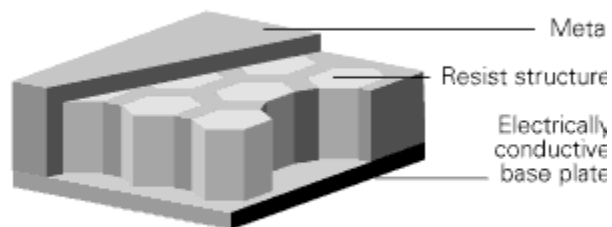
- LIGA프로세스는 반도체가공기술과는 달리 고종횡비의 3차원 미세형상을 만드는 가공기술로 식각 (lithography, 독일어로 Lithograpie), 도금 (electroforming, 독일어로 galvano-formung), 사출성형(molding, 독일어로 abformung)의 독일어 머리말에서 따온 것이다. 이 공정은 1982년 독일의 칼스루에 원자력연구소(KFK)에서 방사선 동위원소를 분리하기 위해 수백 μm 두께에 1 μm 이하의 정밀도를 갖는 초소형 노즐 제작을 위해 개발된 기술이다.



2. Development



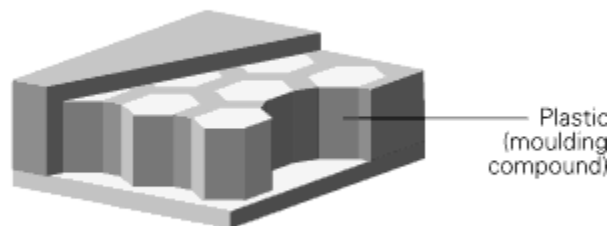
3. Electroforming



4. Mould insert



5. Mould filling



6. Mould release

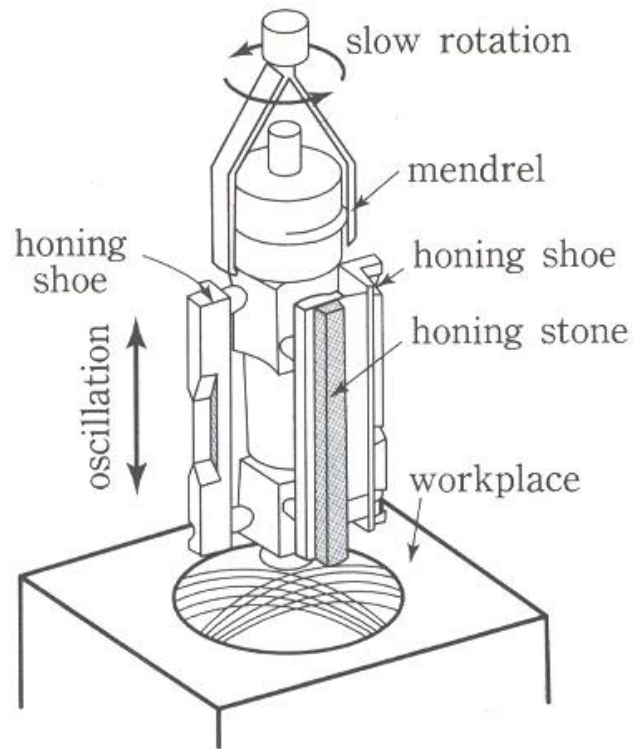


LIGA프로세스의 개념도

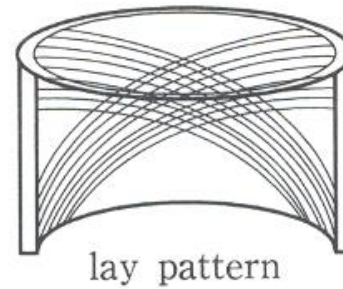
- 호닝 가공

- 호닝은 연마입자를 결합하여 만든 호닝스톤을 이용하여 저속으로 표면을 가공하는 공정을 말한다. 호닝기계는 원주상에 하나 또는 여러 개의 막대형 호닝스톤을 고정하여 공구로 사용한다. 호닝가공의 목적은 큰 재료제거율로 재료를 제거하는 목적으로 사용되는 경우도 있지만 일반적으로는 매우 작은 재료제거율로 가공하면서 치수의 정밀화 및 좋은 표면을 얻는 것이다.
- 그림 9-15와 같이 호닝작업에서는 호닝헤드에 회전운동과 왕복운동을 동시에 가함으로써 가공표면에 교차된 가공흔적(crosshatch lay pattern)이 남게 된다. 안지름가공에서 이 교차각은 제품의 마찰성능에 중요한 역할을 하게 된다. 연삭가공과는 달리 호닝가공은 매우 낮은 속도로 가공하므로 연삭가공시 수반되는 공작물의 온도상승이 거의 없고 따라서 공작물에 열손상도 주지 않게 된다

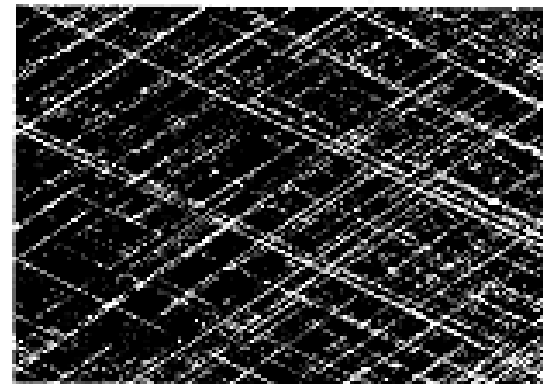
- 호닝가공은 재료를 제거하는 것 외에 특정한 기능을 갖는 표면을 가공한다든가 전가공공정에서 발생한 기하학적 형상오차를 교정하는 역할도 한다. 호닝가공된 표면은 다음과 같은 기능적 특성을 갖는다.
- ① 기하학적 정밀성 (원통도 오차, 직진도 오차, 형상오차 등 교정)
- ② 치수정밀도 확보
- ③ 특정한 표면특성 확보 (표면거칠기, 크로스 해치 교차각, 플래토 표면 확보 등)



(a)



(b)



(c)

그림 9-15 (a) 호닝헤드, (b) 크로스 해치 패턴, (c) 기공면의 현미경 사진

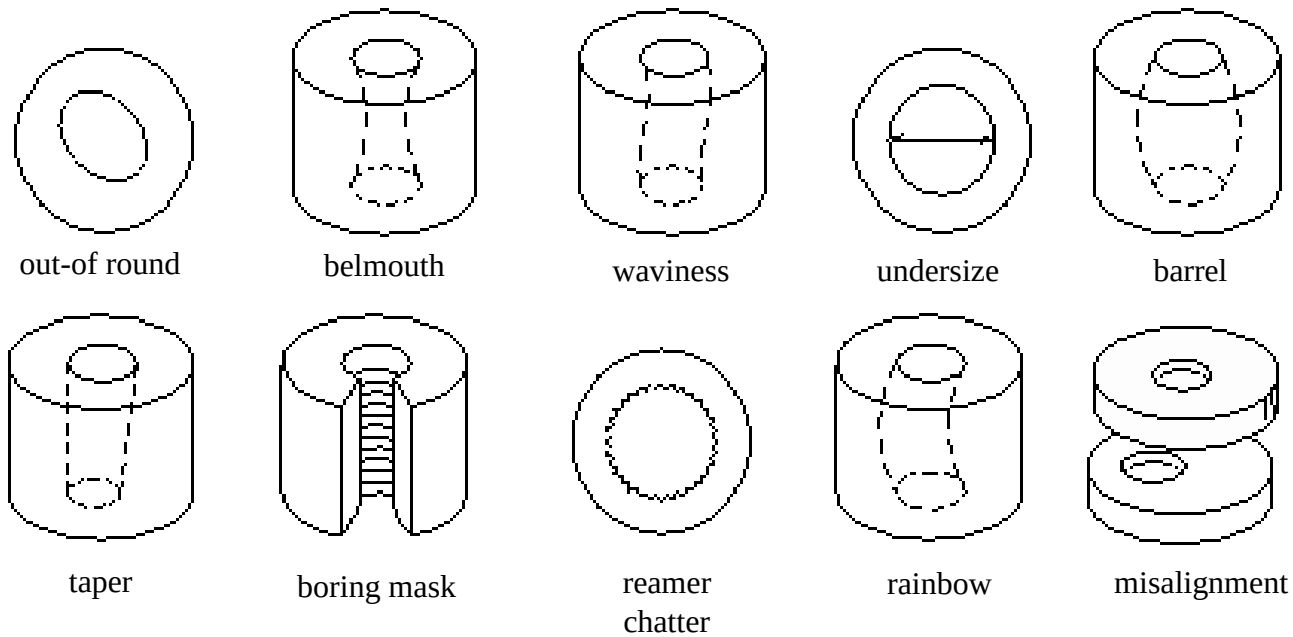


그림 9-16 호닝으로 교정될 수 있는 형상오차들

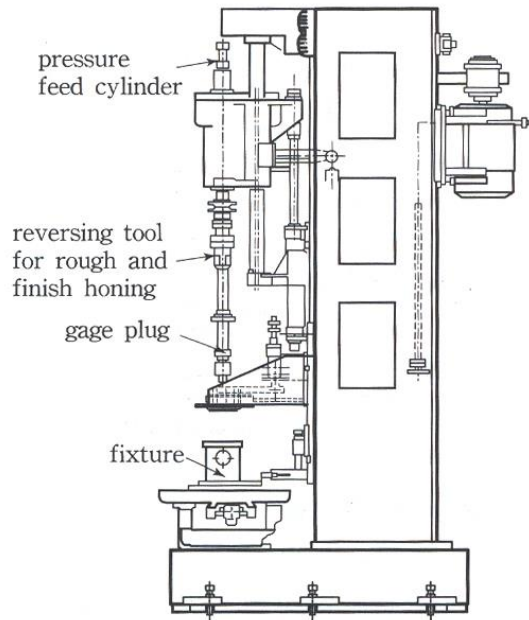


그림 9-17 수직형 호닝머신

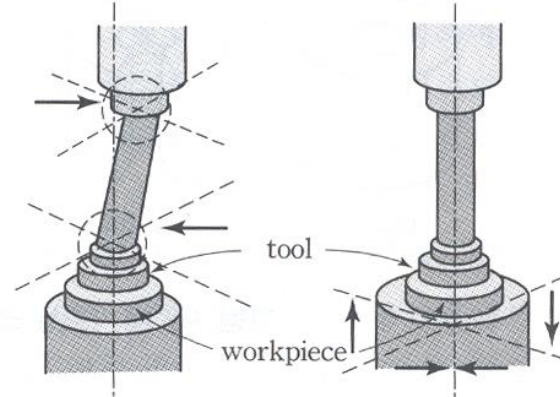


그림 9-18 공구 및 공작물의 유동장치

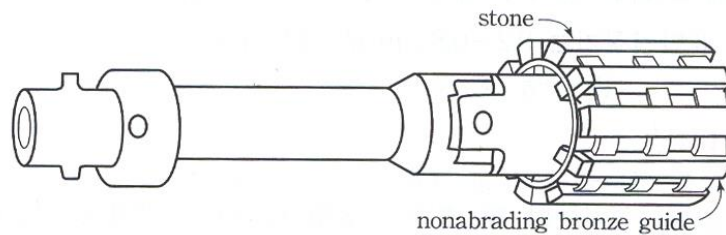


그림 9-19 자동차 엔진블록 호닝용 공구

- 호닝조건

• [1] 회전 속도

- 스피들의 회전속도는 공작물의 표면속도가 중요하기 때문에 공작물에 의하여 결정된다. 최적의 표면속도는 다음의 영향을 받는다.
- ① 공작물의 재질 : 주철이나 비철금속 같이 경도가 낮은 공작물은 비교적 높은 속도로 가공하고 경도가 높은 공작물은 상대적으로 낮은 속도로 가공한다.
- ② 가공 전 공작물 표면거칠기 : 공작물의 표면거칠기가 거칠어서 호닝작업중 호닝스톤을 프레싱하는 작용을 하는 경우 높은 속도로 가공할 수 있다.
- ③ 호닝스톤의 수량 및 폭 : 공작물 표면에 호닝스톤이 접촉하는 표면이 클수록 속도를 낮춘다.
- ④ 원하는 표면거칠기 : 비교적 높고 좋은 호닝속도에서 좋은 표면거칠기가 얻어진다.

[2] 왕복운동속도

- 왕복운동속도는 공작물의 길이 및 호닝스톤의 길이 등에 의하여 달라진다. 왕복운동속도는 회전속도와 함께 크로스해치각을 결정하기 때문에 원하는 크로스해치각에 따라 결정된다. 크로스해치각을 2α 라 하면 α 는 다음과 같이 결정된다

$$\tan \alpha = \frac{V_r}{V_p}$$

여기서 V_r 은 왕복운동속도, V_p 는 회전속도이다.

- 슈퍼 피니싱 가공

- 슈퍼 피니싱(super finishing)은 1935년 미국에서 발명된 가공법으로 미세한 스톤입자를 강도가 낮은 결합제로 보호 유지한 스톤을 공작물 표면에 압착하고 스톤과 공작물의 접촉면에 적당한 점도를 가진 기름을 다량으로 주입하면서 스톤 및 공작물에 소정의 운동을 가하여 금속 표면을 다듬질하는 가공법이다. 그림 9-20에 원통 외면을 슈퍼 피니싱하는 상태를 나타냈는데, 공작물은 회전하고 스톤은 공작물에 압착하여 공작물 축방향으로 진동을 시키면서 축방향으로 이송시킨다. 슈퍼 피니싱도 스톤입자의 절삭날에 의해서 만들어진 그물모양의 가공흔적이 공작물 표면을 덮지만, 스톤의 왕복운동 과정의 길이는 짧고 또한 운행중에 스톤에 미치는 절삭저항의 작용방향이 크게 변화한다.

- 즉, 절삭운동은 다방향 운동이고 숯돌의 운동은 진동운동이다. 그러므로 숯돌의 절삭날의 자생작용이 크고 극히 단시간에 비교적 평활한 면을 만들 수 있다. 원통 외면 외에 원통 내면, 원뿔면, 평면, 곡면 등에서도 이 가공법을 실시할 수 있다.

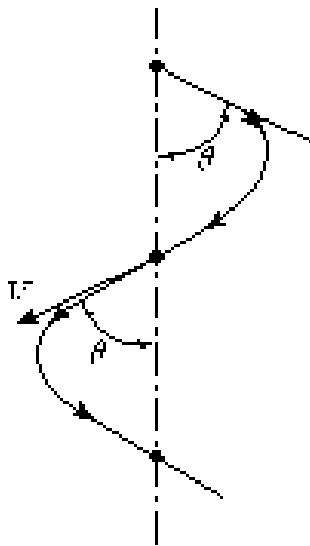


그림 9-21 연삭숯돌입자의 공작물
표면의 궤적

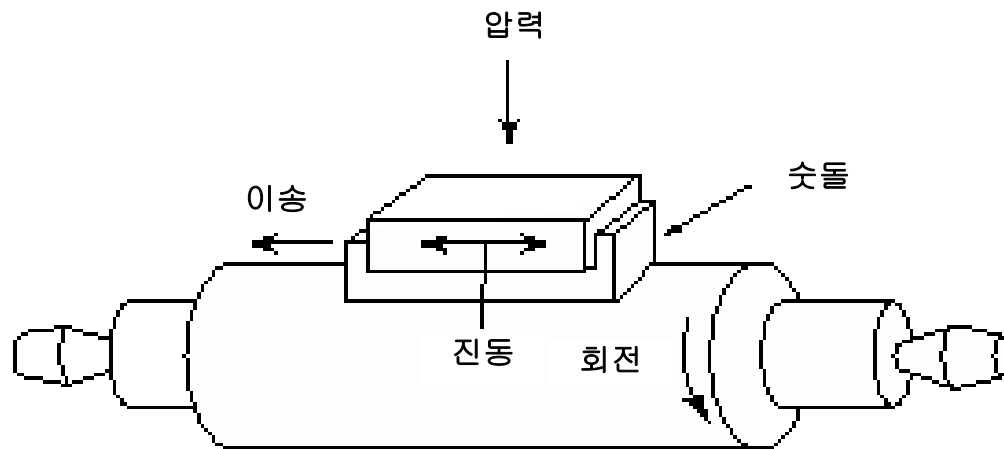


그림 9-20 원통 외면 슈퍼 피니싱

- 래핑가공

- 래핑(lapping)은 그림 9-22에 나타낸 것처럼 공작물과 랩(lap) 사이에 랩제(lapping power)를 넣어 상대운동을 시키고 공작물 표면에서 미량의 절삭칩을 제거하여 공작물의 치수정밀도를 높이고 다듬질면을 매끄럽게 하는 방법이다. 래핑은 공작액을 사용할 경우와 사용하지 않을 경우로 구분하여 습식법과 건식법으로 나누어진다. 래핑은 간단한 조작으로 정밀도가 높은 가공이 가능하여 표준자, 블록 게이지, 플러그 게이지, 틸새 게이지 등 각종 정밀가공에 사용되고 있다.

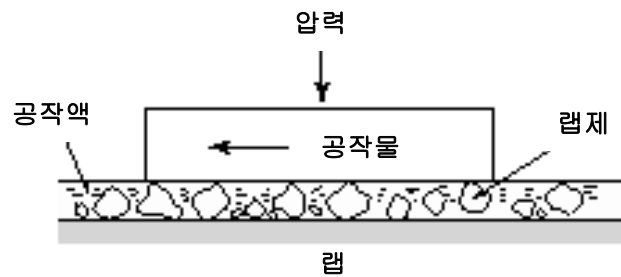


그림 9-22 래핑 방법

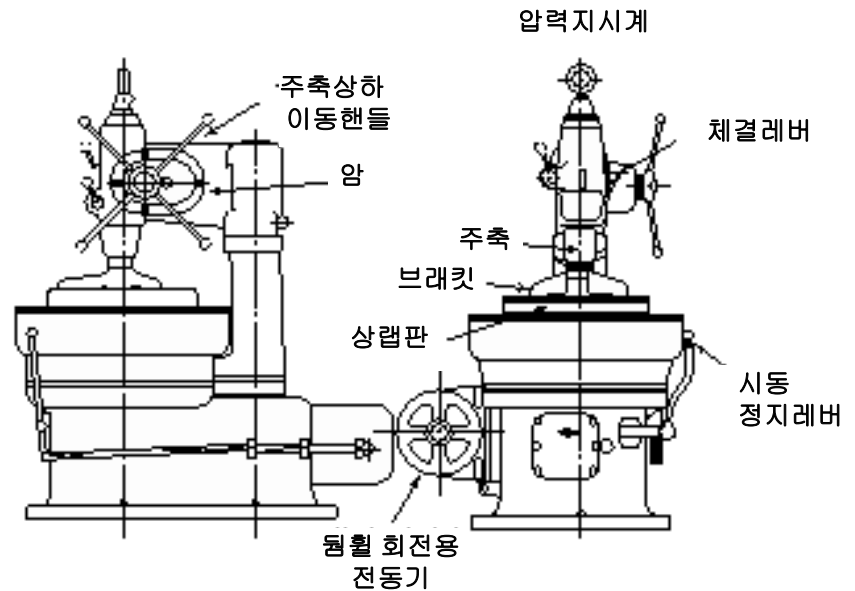


그림 9-23 직립식 래핑머신

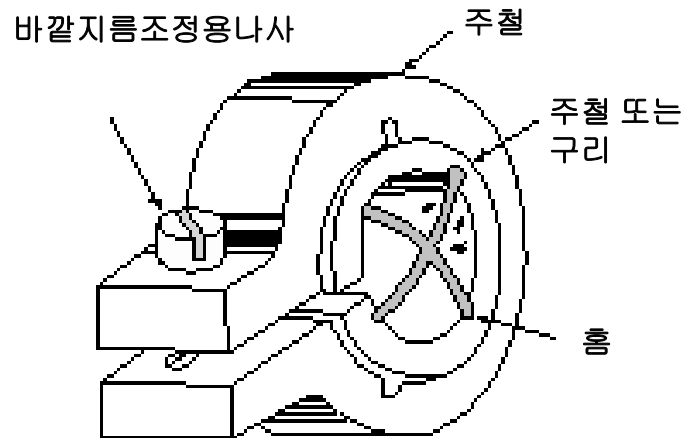


그림 9-24 원통바깥지름용 랩

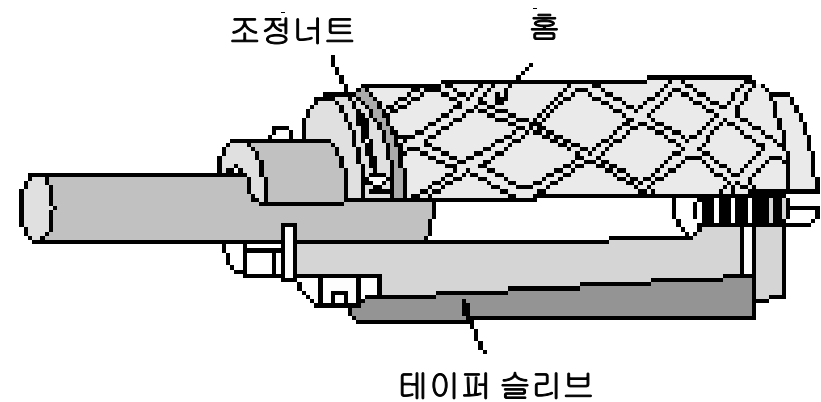


그림 9-25 안지름용 랩

- 초음파가공

- 초음파가공 (USM:ultrasonic machining)은 상하방향으로 초음파진동을 하는 공구와 공작물 사이에 스톨입자와 공작액을 넣고, 이 스톨입자날에 의해 공작물을 다듬질하는 것이다. 가공은 스톨입자가 높은 가속도하에서 공작물에 충돌하여 이루어진다. 이와 같은 초음파가공방법은 1930년대부터 실험되었으나 1950년경부터 주로 미국에서 실용화되기 시작하였고 이후 일본, 독일에서도 실용화하게 되었다

- 초음파가공장치는 그림 9-26과 같은 방식으로 초음파발생장치에서 발생한 고주파전류를 자기진동자에 넣어 기계적인 상하방향의 진동으로 변환하여 이 진동자의 진동을 익스포넨셜 혼(exponential hone)에 의해 진폭을 크게 하여 공구인 혼에 전하는 것이다. 자기진동자는 보통 니켈의 박판을 층상으로 겹쳐서 그림과 같이 자기적폐회로로 한 것이다. 익스포넨셜 혼은 진폭의 확대를 목적으로 하고 있으므로 축단면이 지수함수곡선을 이루고 있으며 연강, 황동, 모넬 메탈 등으로 만들어져 있다. 이 작용에 의해 진동자에서 10 이하의 진폭을 혼부에서는 40 ~ 50 정도로 확대하고 있다. 진동자부는 제손실에 의해 고열로 되므로 냉각수를 흐르게 하여 과열되는 것을 방지하고 있다. 진동자의 진동수는 20 ~ 30kHz/s 정도가 많이 사용된다.

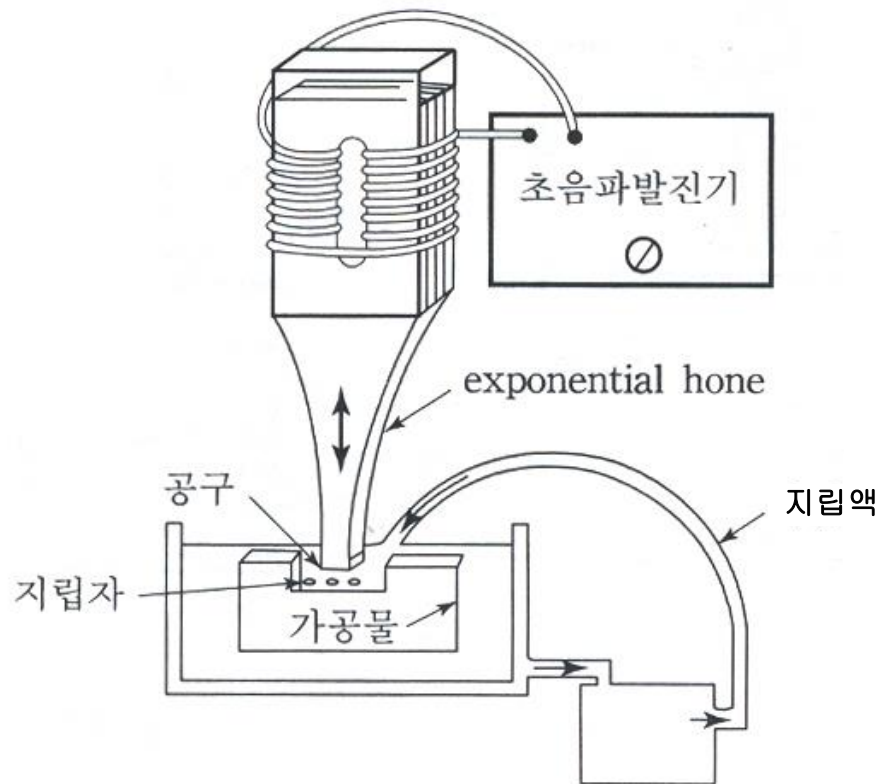


그림 9-26 초음파가공장치

- 슷돌입자로서는 알루미나, 탄화규소, 탄화붕소, 다이아몬드 등이 사용되며 그 입도는 공작물에 따라 다르지만 꽤 미세하고 #200 ~ #600 정도가 사용된다. 공작액으로는 물 또는 기름이 사용되지만 일반적으로 물이 사용되며, 기름으로는 점도가 작은 것이 더욱 능률이 높으므로 석유 등이 사용된다.
- 공작물의 재료는 경화강은 물론 초경합금 같은 경질재료, 자기, 루비, 사파이어 등 비금속재료를 가공할 수 있다. 이 가공법이 갖는 큰 장점은 방전가공과 마찬가지로 공구를 회전시킬 필요가 없으므로 그림 9-27과 같은 여러 가지 윤곽을 갖는 구멍을 가공할 수 있다는 것이다

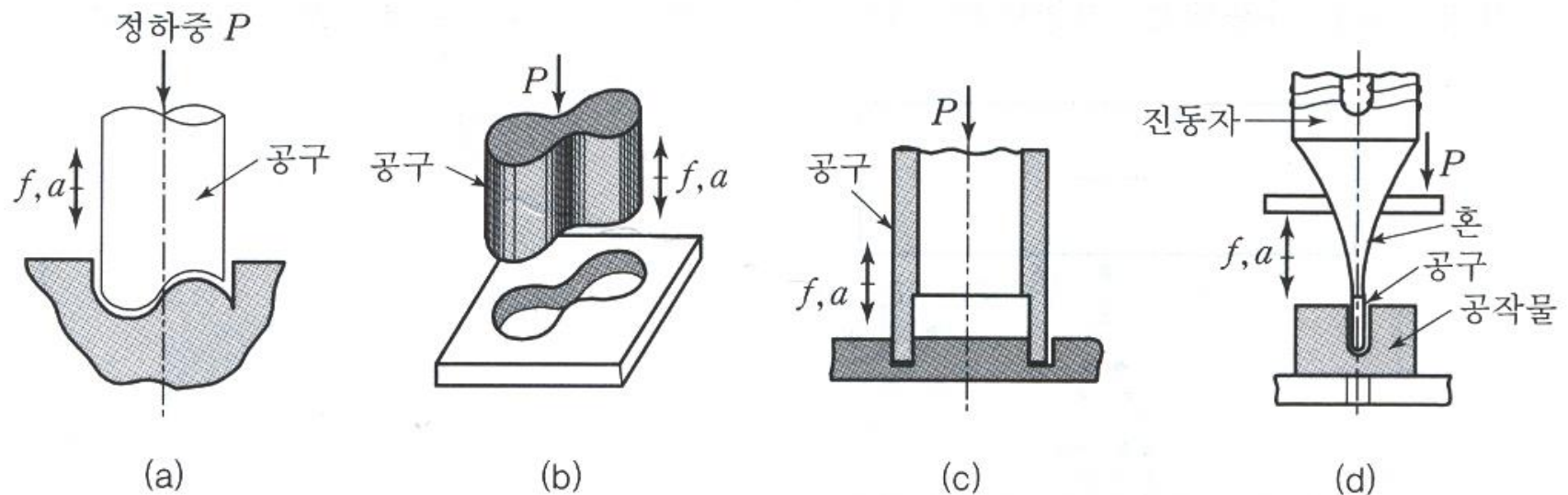


그림 9-27 초음파가공을 한 여러 가지 공작물 : (a) 형조각, (b) 비등경 구멍가공, (c) 형가공 (d) 미세구멍가공

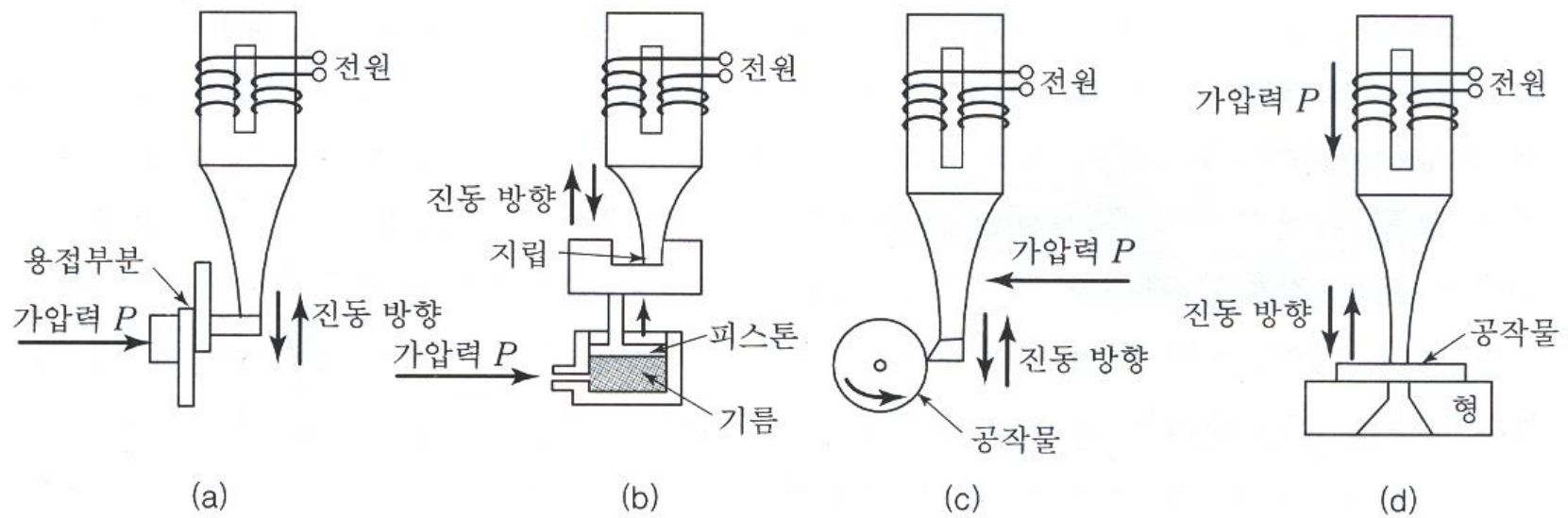


그림 9-28 초음파가공의 적용 예 : (a) 용접가공, (b) 파쇄가공, (c) 절삭·연삭가공, (d) 소성변형가공