

절삭공구용 초경합금의 제조를 위한 진공 탈지 소결로의 개발

Development of the Vacuum Dewaxing & Sintering Furnace for Producing the Tungsten Carbide Tool

* #이재우

* #JAE WOO LEE(e@doowon.ac.kr)

¹두원공과대학 기계과

Key words : Vacuum, Dewaxing, Sintering, Furnace, Tungsten Carbide

1. 서론

본 개발은 초경합금의 소결을 위한 진공 탈지 소결로의 개발에 관한 것이다. 초경합금의 제조 시에 원료 분말의 계량을 행한 후에 볼밀링이 행해지며, 볼밀링은 원료 분말의 분쇄와 균일한 혼합을 목적으로 한다. 볼밀링 시에는 분쇄에 의하여 새롭게 형성되는 표면의 화학적인 안정화를 위하여, 또한 균일한 혼합이 가능하도록 유기 용제를 넣고, 성형 시의 성형한 윤활 효과를 위하여 파라핀 왁스를 유기 용제와 함께 넣는다. 볼밀링된 후의 슬러리 상태의 원료 분말은 진공 건조를 거쳐서 프레스를 사용한 성형이 행해진다. 파라핀 왁스가 윤활 효과에 의하여 치밀하고 결함 없는 성형체가 얻어지며, 볼밀링 후의 건조와 성형 후에도 파라핀 왁스는 잔류된다. 그 후 진공 소결이 행해지는데, 이 때 파라핀 왁스는 증발하며, 이 증발된 가스는 진공 펌프에 들어가서 진공 펌프의 고장을 일으키고, 또한 소결시에 피가열체에서 증발된 파라핀왁스의 가스는 내화물이나 히터에서 응고된다. 재차 이 소결로의 사용 시에, 내화물이나 히터에 붙어 있는 파라핀 왁스는 가열에 의하여 다시 기화하여 피소결체를 오염시킨다든지, 또는 진공 펌프에 유입되어 진공 펌프를 오염시키게 된다. 따라서, 본 연구에서는 진공 펌프의 오염과 초경 합금의 품질을 향상시키기 위하여, 일본 시마즈맥템사의 탈지 소결 시스템을 적용하여, 그 성능 특성을 검토하였다.

2. 시험 방법

그림 1에 본 진공탈지소결로의 구성을 보인다. 타이트박스(2)는 그래파이트 상자로서, 본체(2a)와 문(2b)로 구성되며, 그 문(2b)가 진공탈지소결로(1)의 문(1b)에 설치한 실린더(1d)에 의하여 본체(2a)에 대하여 열리고 닫히도록 되어 있다. 배기계(3)은, 로안 공간(S1)과 통하는 주 배기계(3a)와 타이트박스 안의 공간(S2)에 통하는 내부 배기계(3b)로 이루어진다. 주 배기계(3a)는, 진공탈지소결로 안의 공간(S1)을 밸브(3c)를 거쳐서 미케니컬 부스터 펌프(3d) 및 오일 로터리 펌프(3e)에 직렬로 접속하도록 되어 있다. 내부 배기계(3b)는, 타이트박스 상자 안의 공간(S2)을 탈지 트랩 본체(6) 및 밸브(3f)를 거쳐서 오일 로터리 펌프(3e)의 유입구에 병렬로 접속되어 있다. 가스 공급계(4)는, 가스로서 N₂를 충전한 가스 공급원(4a)와 밸브(4b)를 구비하고, 이 가스 공급원(4a)로부터의 N₂ 가스를 진공탈지소결로(1)을 관통하여 진공탈지 소결로 안의 공간(S1)에 도입하도록 되어 있다.

액화 탈지장치(5)는, 왁스의 증기를 가열 냉각하는 것에 의하여 액화하는 트랩 본체(6)과 그 트랩 본체(6)의 상류 압력을 측정하는 압력계(7)과, 그 압력계(7)로부터의 검출 신호(7a)에 연동하여 트랩 본체(6)을 온도 제어하는 조절계(8)로 이루어진다. 또한, 트랩 본체(6)는, 축방향으로 이어지고 한쪽 단에 유입구(6a)를 가지며, 다른쪽 단에 유출구(6b)를 가진 몸통(6c)와, 이 몸통(6c) 안에 축단부로부터 삽입되어 축방향으로 일정 간격마다 원판형의 냉각핀(6d)를 장착한 냉각 파이프(6e)와, 냉각핀(6d)와 몸통(6c)와의 사이의 좁은 공간으로 형성되는 노즐부(6f)와, 몸통(6c)의 외주에 감긴 히터(6g)와, 냉각 파이프(6e)를 따라서 냉각핀(6d)에 걸친 히터(6h)로 이루어진다. 본 개발 진공 탈지 소결로의 작동은 다음과 같다.

1. 타이트 박스(2)내에 왁스를 함유하는 초경합금이 들어 있으며, 진공탈지로(1)의 문(1b)와 타이트박스(2)의 문(2b)을 닫는다.
2. 주 배기계(3a)를 작동시켜서 진공탈지로(1) 안을 진공 배기한다. 타이트박스(2)에는 본체(2a)와 문(2b)의 간격에 통기성이 있기 때문에, 로(1) 안의 공간(S1)을 배기하면 타이트박스 안의 공간(S2)도 배기된다.
3. 공간(S1, S2)가 진공으로 치환되면, 문(2b)를 닫고서 밸브(3c)를 닫고, 밸브(3f)를 열어서 배기계(3b) 만을 작동시킨다. 또한 이것과 동시에 히터(1c)를 작동하고, 밸브(4b)를 열고서 가스 도입경로(4)로부터 로안의 공간(S1)에 N₂ 가스를 도입한다. 이것에 의하여 가스는 일단 로안의 공간(S1)에 도입되고, 그 후에 타이트박스(2)의 작은 간격을 통하여 타이트박스 안의 공간(S2)에 유입되고, 더욱이 배기계(3b)로 빨려져서 로(1) 밖으로 배출되는 흐름을 형성한다.
4. 한편 타이트 박스 안의 공간(S2)에서는, 초경합금이 히터(1c)에 의하여 가열되어서 서서히 승온되고, 이것에 반하여 왁스가 적절한 속도로 증발하기 시작한다. 그리고 이 증기가 N₂ 가스와 함께 배기계(3b)로 유출되고, 다음단의 탈지 트랩본체(6)으로 유입한다.
5. 탈지트랩본체(6)의 내부는 냉각핀(6d)와 몸통(6c)와의 사이에 뚫린 좁은 유로가 지그재그로 형성되어 있으며, 또한 냉각핀(6d)이 냉각 파이프(6e)에 의하여 냉각되어 있기 때문에, 증기가 냉각핀(6d)에 접촉하여 냉각됨과 동시에, 냉각핀(6d)과 몸통(6c)와의 사이에 형성된 좁은 노즐부(6f)를 통과하는 때에 단열 팽창에 의하여 스스로 냉각하는 효과도 있다.
6. 왁스가 진공하에서 효과적으로 응축하고, 각부의 냉각핀(6d)이나 몸통(6c)의 내벽 등에 부착하여, 이어서 각 노즐부(6f)가 폐쇄되어 통로가 작아짐과 동시에, 차압계(9)의 압력이 높아진다. 그 때문에 차압계(9)의 압력을 측정하여 그 측정된 압력값이 미리 조절계(8)에 설정된 소정 압력값 이상이 되면, 조절계(8)는 차압계(9)의 압력을 소정 압력값 이하로 복귀시키도록, ON 출력으로 되는 출력신호(8a)를 히터(6g, 6h)에 대하여 출력하여 제어한다. 그림 2에 그 때의 조절계(8) 내에서 압력값의 변화와 제어 출력과의 관계를 나타낸다. 미리 조절계(8)에 차압계(9)의 압력이 각 소정 시간마다 대응시킨 소정 압력값으로 되도록 설정하여 두고, 차압계(9)의 측정 압력값이 소정 압력 이상이 된 때에 출력 신호(8a)로서 ON 출력을 내도록 한다.
7. 이어서 히터(6g, 6h)가 조절계(8)로 제어되어서 ON 상태로 되면, 몸통(6c)의 내벽 및 각 노즐부(6f) 근처가 가열되어서 승온되고, 냉각핀(6d)나 몸통(6c)의 내벽 등에 부착되어 있는 왁스는 용융되어 간다. 또한, 이 히터(6g, 6h)는 차압계(9)에 의하여 측정된 측정 압력값이 미리 조절계(8)에 설정된 소정 압력값으로 복귀될 때 까지 ON 출력이 지속된다. 다시 말하자면, 이 히터(6g, 6h)는, 각 노즐부(6f)가 막힘이 없는 상태로 되기 까지 왁스를 액화하도록 가열을 지속한다. 그 결과 각 노즐부(6f)가 막힘이 없는 상태로 되면, 차압계(9)는 압력 상승이 없어져서 소정의 압력값으로 복귀하기 때문에, 조절계(8)의 출력 신호(8a)는 OFF 출력으로 되어서, 그 조절계(8)의 출력 신호(8a)에 연동하여 히터(6g, 6h)도 출력이 OFF 상태로 된다.
8. 이와 같이 하여 액화된 왁스는 경사되도록 놓인 몸통(6c)81

아래로 낙하한 후에 그기에 붙어 있는 왁스통(6k)에 흘러 들어가고, 왁스통(6k) 안에 고화되어서 회수하게 된다.
 9. 한편 로(1) 안에서는 히터(1c)에 의해 가열 온도가 더욱 상승하여 수백도로 되면 왁스의 증발이 대략 완료된다. 그리고 그 후에 밸브(4b)를 닫고서, 가스의 공급을 정지하고, 실린더(1d)에 의하여 타이트박스의 문(2b)를 열고서 주 배기계(3a)로부터 배기하면서 히터(1c)의 온도를 올리다가, 1500℃ 정도로 유지하여 소결처리를 실시한다. Table 1은 사용 기간(누적 일수)에 따른 단열재 오염도(%)와 진공 오일 오염도(%)를 나타낸다.

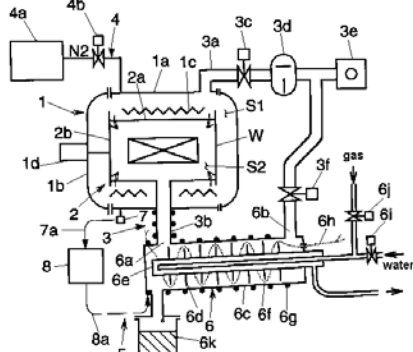


Fig. 1 Schematic view of vacuum dewaxing & sintering furnace

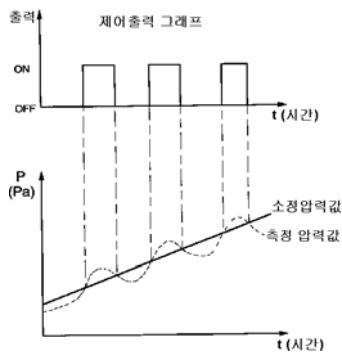


Fig. 2 Output signal from measured pressure

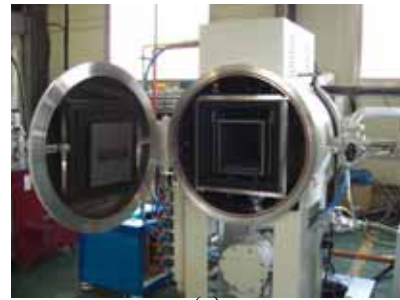
3. 실험 결과 및 고찰



(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 3 Photographs of the vacuum dewaxing & sintering furnace developed

Table 1 Contamination of the graphite material and vacuum pump oil due to the vapor containing the organic matter

사용 기간 (누적일수)	단열재 오염도(%) (오염에 따른 수명 상태를 100%로 함) <검사방법 : 외관검사>	진공 오일 오염도(%) (오염에 따른 수명 상태 를 100%로 함) <검사방법 : 색깔 및 필터에 의한 이물질 검사>
10	5	5
20	8	9
30 (1개월)	15	15
40	18	18
50	22	22
60 (2개월)	25	28
70	32	36
80	36	39
90 (3개월)	39	43
100	41	48
110	43	59
120 (4개월)	48	68
130	50	81
140	53	90
150 (5개월)	55	100
160	58	-
170	60	-
180 (6개월)	62	-
190	65	-
200	70	-
210 (7개월)	77	-
220	85	-
230	88	-
240 (8개월)	93	-
250	100	-

4. 결론

본 개발에 의하여, 절삭 공구의 제조를 위한, 초경합금의 진공 탈지 및 소결 시에, 그래파이트 단열재와 진공 펌프의 오염이 방지 되어, 단열재 및 진공 오일의 교체 주기가 현저히 길어진다.