

UTILITY 설비

— 목 차 —

1. 초순수제조장치와 배관
2. 각종 가스배관
3. 배관시공법

럭키엔지니어링(주)
(설비사업부)
대리민동석

1. 순수제조장치와 배관

1.1 순수제조장치

그림 1.1에 IC제조공장에 설치되는 대표적인 초순수제조장치의 Block Flow Sheet를 나타낸다. 전체는 1차 순수제조장치와 2차 순수제조장치(Sub-system)로 구성되어 있다. 1차 순수제조장치는 통상 공장의 UTILITY CENTER에서 전공장의 필요수량을 일괄처리하고, 대개 $17 \times 10^6 \Omega \cdot cm$ 이상의 비저항의 물을 만든다. 이 물은 각공장동에 분할되어 보내지고, 클린룸내에는 이 근방에 2차 순수제조장치를 두고 필요량을 필요정도로 정제한다. 1차 순수제조장치는 플랜트계내를 청정하게 보존하기 위하여 역침투장치를 사용하고 이 역침투장치를 확실하게 작동되어지기 위하여 다시 전처리 장치를 설치한다. 2차순수제조장치는 반도체의 미세한 가공을 행하는 장소의 근방에 설치되므로 소음과 진동을 방지할 수 있도록 고려하여야 한다. 아래에는 각 요소기술의 요점에 대하여 기술한다.

1.1.1 전처리장치

역침투장치를 확실하게 작동하기 위해서 응집, 침강은 부상분리장치(浮上分離裝置), 모래여과장치 등을 이용하여 SDI(Silt Density Index) 4이하의 물로 만든다. 비교적 양질의 물에 대해서는 응집과 여과를 Microflock여과를 사용하여 효과를 향상시킨다. SDI는 물속의 미립자 양을 간접적으로 나타내는 지표로, 본래의 물처럼 미립자의

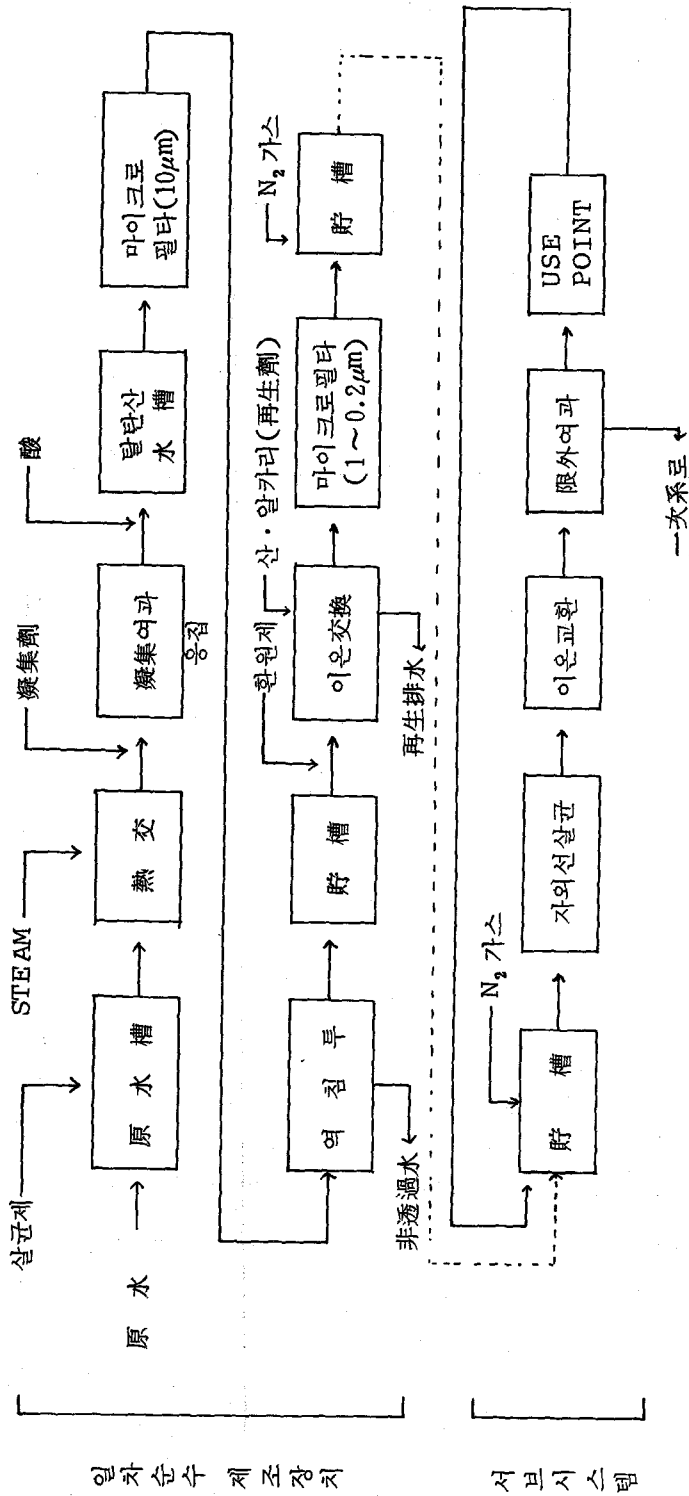


그림 1.1 전자공업에서 초순수제조장치의 BLOCK FLOW SHEET

수가 많지않을 경우에 사용한다. 측정 방법은 직경 47 mm에 간격이 0.45 μm인 종이를 설치하여 2.1 kg / cm² (30psi) 압력으로 물을 통과시킨다. 최초의 일정량 (통상 250 ml) 을 여과하는데 요하는 시간을 t_i (초) 계속하여 T분 동안(통상 15분) 여과시켜, 최초와 동일량을 여과하는데 요하는 시간을 t_f (초), 다음식에서 SDI를 구할 수 있다.

$$SDI = \left(1 - \frac{t_i}{t_f}\right) \times \frac{100}{T}$$

1.1.2 역투과 (RO) 장치

RO장치는 10⁻⁹ m 정도의 가는 구멍을 가진 박막 (Reverse Osmosis Membrane) 을 사용하여 20 ~ 30 kg / cm²의 가압상태에서 물을 투과하여 처리하는 정제장치이고 아래의 효과를 기대할 수 있다.

1) 본래의 물에서 이 물질의 침입을 방지하고, 초순수제조장치의 내를 청정하게 보존한다.

2) 이런 탈염 능력을 생기게하고, 이온 교환수지의 부하를 감소시키고 고순도물의 채취를 용이하게 한다.

투과되는 물 1 m³당 1~2Kwh의 전력이 필요하고, 효과는 높다. 역투과장치의 운전에 중요한것은 장치내의 오염을 방지하고, 물의 유로를 열지않는 일이다. 여기서 급수는 pH 5~6에 제어하고 CaCO₃ 석출·침전을 방지 또 SiO₂ 농도가 높은 처음의 물에 대해서는 물의 온도를 높이고 투과되는 물의 회수율을

적게 하고, 비투과 물중에 SiO₂ 농도가 용해도를 초과하지 않도록 하여야 한다.

1.1.3 초정밀여과 (UF), 정밀여과 (MF)

초정밀여과 (Ultra Filtration) 은 10⁻⁸ m 정도, 정밀여과 (Micro Filtration) 은 10⁻⁷ m 정도의 가는 구멍을 갖고 있는 Film을 이용하여 미립자의 여과를 행하는 기술이다. UF는 RO와 동시에 급수의 전량을 여과하여 일부 비투과 물에 대해 불순물을 SYSTEM밖으로 갖고 나오는데 비해 MF는 전량을 여과하여 미립자가 여과막위에 정지·축적된다. 따라서 여과 엘리먼트를 정기적으로 교환하여야 한다. RO에 비하여 비교적 저압으로 운전되고 UF, MF는 탈염능력이 없다.

1.1.4 이온교환장치

일차순수 제조장치계의 이온교환장치는 다량의 이온을 흡착하기 위하여 1일 1회 정도의 능력회복조작 (재생) 을 행한다. 양이온 교환수지와 음이온 교환수지를 별도 탱크를 사용하는 다상식 (多床式) 과 양수지를 하나의 탱크내에 혼합하여 사용하는 혼상식 (混床式) 이 있다. 전자는 재생용 화학약품의 사용량이 적은데 비해 후자는 처리수의 순도가 높은 특징이 있다. 이와같은 것을 중시하여 사용하고, 병용하기도 한다.

초순수의 USE POINT에 사용되는 2차순수제조장치계의 이온교환수지는 POLISHER라 부르고 일차순수중에 약간 남아있는 이온을 흡착 제거한다. 중요한 라인은 SYSTEM내에서 재생하고 수명을 좋게하기 위해 별도의 재생할 수있

는 이온교환수지를 들 수 있다.

1.1.5 살균, 제염 (除染)

자의선으로 정기적인 살균과 과산화수소로 정기적 크리닝을 한다. 미생물의 증식을 조장하는 물체의 정체·체류를 방지하고 또는 휴일의 운전정지를 피하는 것이 좋다. 저장탱크류는 N_2 가스로 봉한다.

1.1.6 기타 부대설비

초순수제조설비에는 응집제, 조제 (助劑), 산화제, 환원제, 산, 알카리, 압축가스, 증기 등의 축조, 용해조, 계량조, 주입펌프와 각종 자동밸브가 있고 또한 압력, 온도, pH, 유량 등의 측정기와 센서가 있어 서로 관련하여 동작하고 있다. 이러한 부대설비는 신뢰성이 있는 것을 사용하는 것은 당연하고 Back up system에도 고려하는 것이 좋다.

1.1.7 재료, 가공

초순수는 물질을 용해하고, 물질내에 침투하는 힘이 크므로, 접촉되는 구조재의 성질에는 확실한 조사, 테스트를 하여 선정하여야 한다. 일반적으로 사용하는 재료는, 스텐레스강, 경질염화비닐, 각종 FRP, 경질고무라이닝이된 것, PTFE등 이런 고가인 재료의 사용도 검토되어야 한다.

1.1.8 관리

우수한 계획의 플랜트에서도 관리소홀로 오염이 진행될 수 있다. 특히 생균은 빠르게 증식되므로 주의하여 관리하여야 한다. 후로마린 과산화수소 또는 온수를 사용하여 정기적인 살균을 하여야 한다.

이상과 같이 초순수제조장치의 개략을 서술하였다. 현재 초순수의 수질을 요구하는 예를 표 1.1에 나타낸다. 이런 수치는 IC집적도의 증대에 따라 매우 엄격하고, 고정도를 요구하고 있다.

1.2 순수의 배관

1.2.1 초순수배관에서의 박테리아 대책

초순수제조장치에서 생산되어지는 물은 정제되지않고 직접 사용되기를 바란다. 물이 정제된다면 박테리아의 증식이 초래되어 장애를 일으킨다.

박테리아의 대책에 대해 일반적으로 실시되는 방법은 배관내를 정기적으로 세정하는 것이다. 세정의 방법은 다음과 같다.

1) 과산화수소, 후로마린, 차아염소산나트륨, 아유산 (亞硫酸) 수소나트륨 등의 약품에 의한 방법

2) 더운물에 의한 방법

전자의 약품에 세정을 행한 라인의 배관과 밸브류는 플러스체크를 사용하여 사용후의 약품이 흘러나오는데 시간을 요하고, 또한 약품의 폐기처리도 필요하다. 후자는 더운물에 의한 세정배관 밸브의 재료는 PVDF가 용이하다. 세정후 수질의 회복, 입상의 빠르고, 매일 간단히 실시할 수 있는 잇점이 있다. 물의 정체를 방지하고 박테리아의 증식을 예방하기 위한 클린룸내의 배관예를 그림 1.2에 나타낸다. 실선은 급수배관을 나타내고, 일점쇄선은 배수라인을 나타낸다. 급수배관의 말단에는

표 1.1 전자공업용 초순수의 수질기 (案)

항 목 \ 제 안 기 관	ASTM	SEMI (1987)
전기저항 [$M\Omega \cdot cm$] (25 °C에서)	18	17
미립자수 (max)	SIZE지정없이 2500 개 / ℓ	SIZE지정없이 1000 개 / ℓ
생 균 (max)	10 colony/ ml	6 colony/ ml
SiO ₂ (max) [ppb]	10	5
TOC (max) [ppb]	100	50
칼 슴 (max) [ppb]	1	0.3
나 트 른 (max) [ppb]	1	0.2
구 리 (max) [ppb]	0.5	0.1
아 연 (max) [ppb]	0.5	0.1
염화물이온 (max) [ppb]	0.8	0.2
TDS (max) [ppb]	300	300

* SEMI : Semiconductor Equipment and Machine Institute

급수배관의 압력을 나타내기 위하여 Back Pressure Regulator(BPR)을 설치하고 남은 순수는 BPR을 통하여 급수탱크로 흐르게 한다. 분기지관 마다 소가지관내를 통하여 각번호의 Use point에 급수된다. 예를 들면 ①과 ②를 동시에 사용하지 않을 때는 분기지관 전체에, 또는 ①이나 ②를 사용하지 않을 때는 소가지관 내에 흐름의 정체가 발생된다. 이를 방지하기 위하여 일부 실시되고 있는

방법으로는 그림 중의 점선부분으로 순수를 반송한다. Use Point의 직전에 반송할 수 있는 분지관을 설치하여 항상 순수의 유동을 하게 하여야 한다. 또한 연결을 위한 목적으로 적합한 밸브를 쓰는 것이 좋다. 여기서 중요한 것은 배관중에 증설용의 지관 취출을 위한 노즐과 샘플을 위한 노즐과 게이트밸브들은 부착하지 않는다. 지관의 지름에 4배를 넘는 길이가 되도록 체류 (dead-leg)가 생긴다는

견해가 있다.

Burnett는 배관중의 유속은 모관(母管) 중에서 2.4~2.7m/s, 분지관 중에서 0.9~1.5m/s, Use point 직전에서는 0.6m/s가 적당하다.

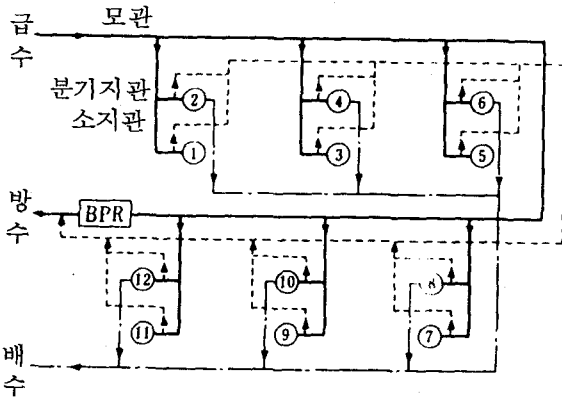
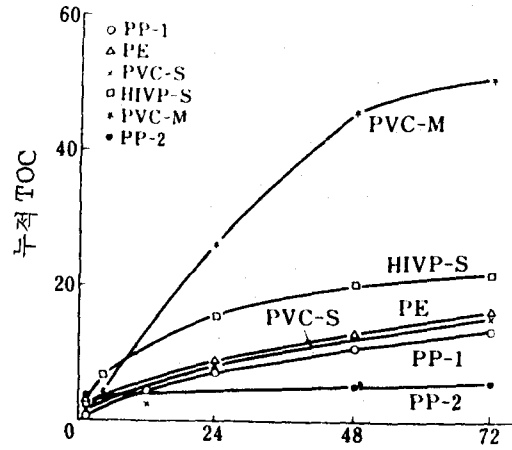


그림 1.2 Clean Room 초순수 배관예

1.2.2 배관에서의 제물질의 용출과 대책

초순수는 물질을 용해하는 힘이 매우 크다. 최근에는 초순수에 사용하는 파이프의 재료는 물의 용도와 관련하여 신중히 검토되지 않으면 안된다. 재료의 선정은 그림 1.2에 나타내고 있는 것 같이 배관방법이 복잡하여 당연히 코스트에 영향을 준다.

그림 1.3에는 플러스 체크배관에서의 유기성 물질의 용출테스트의 일예를 나타낸다. 실험은 미리 제조된 초순수를 각종재료로 구성된 배관루프중을 3일간 순환하여 용출되는 유기성 물질을 전유기체 탄소의 누적량을 구하는 방법으로 실시하였다.



1.3 배관재료에서의 TOC 용출

TOC의 측정은 ASTRO사의 1800 또는 1850 이다. 또한 동시에 행한 무기이온 분석의 결과 각종의 물질이 상당량 용출되는 것을 알 수 있다.

2. 각종 가스 배관

2.1 특수 가스 배관

각종 고압가스와 압축공기등의 소위 특수가스류는, 배관에 의한 중앙에서 공급하는 방식과 개별 펌베에 의한 공급 방식이 있다. 중앙 공급방식은 다음 점에서 우수하다.

1) 고압가스, 가연성 또는 지연성(支燃性) 가스의 건물내 보유량은 개별 펌베에 비하여 작고 안전성이 높다.

2) 사용도중 펌베의 교환하는 위험성이 없고 방재감시의 집중화가 될수 있다.

3) 사용중 가스가 공급이 안된다든지, 압력변화가 적고 능률이 좋다.

4) 펌베를 교환하는데 중량물 운반의 부담이 없다.

이런 점에서 중앙배관 방식은 우수한 특색을 갖는 반면 몇가지 다른점도 있다. 그것은 봄베가 사용장소에서 멀어 감시가 어렵고, 봄베 교환시에 다루는 것이 멀리서 일어나기 쉽다. 또한 중앙식은 가스에 불순물이 혼합될 가능성이 크므로, 초고순도 가스가 요구되는 경우는 배관 재료선정과 배관시공 방법에 대해 다음에 서술하는 것 같이 주의를 요한다.

특수가스 배관의 종류, 사용량, 사용압력, 동시사용을 등은 생산의 프로세스와 연구내용에 따라 다르므로 설계시에는 사용자와 협의가 필요하다.

중앙방식은 일반적으로 Manifold 부분과 배관으로의 Outlet부분으로 나눌 수 있다. Manifold부분은 보안상 독립한 장소(Manifold실)에 설치하고 화기나 기타 위험물과 격리시키고 봄베의 출입이 편리하고 안전한 장소를 선정하고, 통풍 환기에 심분 고려해야 한다. 또한 수소 등 가연성 가스에 대해서는 역화방지(逆火防止) 장치, 가스누설시 감지 경보기, 단말

표 1.2 고압가스의 용기내부의 상태에 따른 분류

압축가스	산소, 수소, 질소, 알곤, 헬륨
액화가스	암모니아, 프로판, 부탄, 염소
용해가스	아세틸렌
저온액화 가스	액화공기, 액화산소, 액화질소 액화알곤, 액화천연가스, 액화헬륨

밸브 개폐표시 등의 방재, 안전대책이 필요하다. 고압가스는 이런 용기내부의 상태에 따라 표 1.2에 나타낸것 같이 분류할 수 있다. 또한 고압가스의 성질에 따라 표 1.3에 나타낸것같이 분류할 수 있다. 압축공기, 감압공기(진공) 등도 특수가스에 준하여 취급하는 것이 보통이다.

표 1.3 고압가스의 성질에 따른 분류

가연성 가스	수소, 아세틸렌, LPG
지연성 가스	산소
독성 가스	염소, 암모니아, 이산화질소
부식성 가스	암모니아
불활성 가스	질소, 알곤, 헬륨, 탄산가스

2.2 공업용 특수가스 배관

반도체 프로세스용 가스는 질소, 수소, 산소, 알곤등 분위기용(동력용), 건조용, 보안용, 산화방지용 뿐 아니라 희석가스로도 사용된다. 비교적 대량으로 사용되는 것과 모노시란이 대표적인 재료용 특수가스로 알려져 있다.

전자의 바란스 가스는 베이스 가스라고 칭하고 공업적으로는 일반공업용 가스로 넓게 취급하고 있다. 배관의 방식으로는 중앙방식으로 또한 공장현막에서 공급되는 경우가 많고 후자는 CVD용, 에칭용으로 개별 프로세스장치에 직접 봄베로 공급되고 가연성, 독성의 성질을 갖는것이 많고 이런 것은 특수가스라고 구분된다.

1) 질소가스

IC, LSI의 제조공정중 금속 실리콘의 가공공정에서 장치의 Purge용, 웨이퍼 건조용 산화방지를 위한 분위기용 또는 보안용, 가스의 회석용 또한 각종 가스의 진공용으로 대량 사용된다.

2) 산소가스

반도체의 절연용 산화막, 퍼라이트 산화물조성, 자기테이프용 산화물등에 사용되고 Purge 용으로도 사용된다.

3) 알곤

전자공업에는 정류기, 다이오드, 트랜지스터 등의 가공, 그리고 고순도 실리콘금속제조공정에 사용되고, IC제조에서는 캐리어 가스로도 사용된다. 기타 반도체의 산화방지, 회석용으로도 필요하다.

4) 수소가스

정류기, 트랜지스터, 다이오드, IC, LSI 등의 반도체 기판의 실리콘, 게르마늄의 환원 용에 다량으로 사용된다.

바란스가스의 산소, 수소, 알곤은 각반도체 제조장치의 가스소비량을 합하여 사용량이 파악되어야 한다. 질소는 분위기용, 퍼지용 혹은 보안용으로 사용되고 있으므로 안전상 장치의 필요량보다 많이 목적으로 보유할 필요가 있다고 생각한다. 공기용의 압축기 정지시 Back up 용으로도 사용되는 경우가 많아, 공장 전체적으로 종합적인 검토를 하여 사용량을 산출하여야 한다. 기타 고압가스는 법규제가 있

고, 고압가스 취급법의 정의가 있어 상용의 온도에서는 35°C 로 10 kg/cm^2 이상의 압축가스 또한 2 kg/cm^2 이상의 액화가스는 법의 적용을 받게 된다. 따라서 바란스가스 공급설비는 법의 규제에 따라야 한다.

반도체 프로세스가스의 많은 요구순도를 요구하므로 주의를 요한다. 특히 고순도의 경우는 촉매작용, 화학반응, 흡착작용, 금속격자 투과의 프로세스에의 정제장치를 설치하여 불순물을 제거한다.

반도체 프로세스용 가스는 일반적으로 다음과 같이 구분된다.

1) 초고순도배관

불순물이 토탈 1ppm이하의 것을 압송하는 배관(단, particle, fiber의 총량, 수분은 제외)

2) 고순도배관

불순물이 토탈 5 ppm이하의 것을 압송하는 배관

3) 청정도배관

불순물이 토탈 10ppm이하의 것을 압송하는 배관

반도체 공장에서의 고압가스의 용도와 요구순도의 예를 표1.4에 나타내고 표1.5에는 시판되고 있는 재료용 특수가스의 제작업체별로 나타낸다. 가스의 순도는 원료가스와 정제장치의 정도이외에 배관에서 오염되어 지는데, 배관과 밸브의 재질, 세정방법, 용접방법 등이 명확하게 필요하다. 특히 밸브에서의 발진과 Purge부족에서 오염이 일어날 수 있다.

표 1.4 반도체공장에서의 특수가스의 용도와 요구순도 (예)

	바란스가스 동력퍼지용가스	순도 (%)	DUST (개/ℓ)	봄베특수가스	순도 (%)	DUST (개/ℓ)
산 화	O ₂ , N ₂ , H ₂	99.99999	3~4개이하	HCl	99.999	3~4개이하
확 산	O ₂ , N ₂ , Ar	99.99999	"	PH ₃ , B ₂ H ₆	99.999	"
이온 打込	N ₂	99.999	"	PH ₃ , BF ₃ , A ₅ H ₃	99.999	"
CVD	O ₂ , N ₂ , He	99.99999	"	SiH ₄ , PH ₃ SiH ₂ Cl ₂ , C ₂ F ₆ NH ₃	99.99	"
에 칭	O ₂ , N ₂	99.999	"	CF ₄ , C ₃ F ₈ , CHF ₃	99.99	"
전 반	N ₂ , Dry Air		"			"

2.3 의료용 특수가스 배관

병원에는 의료용의 특수가스를 진료실, 수술실, 병실에 중앙배관 방식으로 설비하는 것이 통례이다. 배관과 outlet 부분은 특수가스 종별로 확실히 식별되어 잘못사용시 위험을 방지하여야 한다. 각 가스의 종별로 적당한 압력, 유량을 유지시켜야 하며, 항상 공급이 단절 되지 않도록한 구조이어야 한다. 인명의 안전을 심분 고려한 장치이지 않으면 안된다. 또한 배관계통에는 Shut-off 밸브를 설치하여 긴급수리할 때의 영향이 각부에 확산되지 않도록 하여야 한다.

의료에 필요한 특수가스로는 다음과 같은 것이 있다.

- 1) 산소 : 생체조직내의 가스 교환을 돕는다.
- 2) 소기 (笑氣) 가스 (N₂O) : 마취용
- 3) 질소 : 흉외과, 정형외과에서의 기기

의 동력원

4) 액화산화에틸렌 : 의료용기기류의 소독, 감균용

이외에 흡입요법에 이용되는 탄산가스와 산소, 헬륨과 산소, N₂O와 산소 등의 혼합가스가 있고, 검체 검사기기등의 분석·실험등에 사용되는 가스로는 수소, 아세틸렌, 헬륨, 알곤, 탄산가스 등이 있다.

특수가스의 공급압력, 용도, 배관재료를 표 1.6 에, 산소, N₂O, 질소, 가압공기, 흡인의 소비량을 표 1.7 에 나타낸다.

2.4 의학·생물계 연구소에서의 실험연구용 특수가스배관

실험실은 다종다용의 특수가스가 사용된다. 따라서 사용빈도가 많은 특수가스는 봄베실이나 중앙방식으로 공급되고, 실험실에 존재하는 봄베수도 최소한으로 하고 실험자가 편리하도록 하여야 한다.

표 1.5 시판되는 특수가스의 제작업체별 순도일람표

가스名	A 社	B 社	C 社	D 社	E 社	F 社	備 考
NH ₂	99.998%以上	99.999%以上	99.995%以上	*3 99.995%以上	99.999%以上	99.998%以上	*1 Fe 50ppb(w)
AsH ₃	99.998 "	99.995 "	99.998 "	99.999 "	99.999 "	99.995 "	C 6.5ppb
BCl ₃	99.9 "	"	"	99.999 "	"	99.9 "	B 0.3ppb
BF ₃	99.5 "	"	"	99.7 "	"	99.5 "	P 0.3ppb
CO ₂	99.99 "	"	99.99 "	"	"	99.5 "	As 0.5ppb
CF ₄	99.7 "	"	99.99 "	99.5 "	"	99.99 "	S 0.5ppb
B ₂ H ₆	98 "	"	"	"	(99.999) ? "	98 "	*2 N ₂ 12ppm以下
SiH ₂ Cl ₂	50 Ω · cm "	"	"	"	99 "	*4	O ₂ 3 "
(CH ₃ CH ₂) ₂ Te	99.99 "	*1	50~100Ω · cm "	"	99 "	"	CO ₂ 10 "
GeH ₄	99.9 "	"	"	"	(99.999) ? "	"	CO 5 "
HCl	99.9 "	99.99 "	99.995 "	*2 99.995 "	99.99 "	99.9 "	CH ₄ 5 "
H ₂ Se	98 "	"	"	"	(99.999) ? "	"	H ₂ O 5 "
N ₂ O	99.99 "	99.995 "	99.9 "	"	99.99 "	99.99 "	*3 O ₂ 5ppm以下
PH ₃	99.99 "	99.995 "	99.997 "	99.999 "	99.999 "	99.999 "	N ₂ 10 "
PF ₅	99 "	"	"	"	(99.999) ? "	"	CH ₄ 5 "
SiH ₄	99.99 (>100Ω · cm) "	> 100Ω · cm "	>200Ω · cm "	> 100Ω · cm "	(99.999) ? "	>100Ω · cm "	H ₂ O 10 "
SiF ₄	99.6 "	"	99.6 "	99.5 "	"	99.6 "	*4 S, H ₂ Cl, S · HCl ₃
Cl ₂	"	"	"	99.999 "	"	"	<2.5%
As ₂ Cl ₃	"	"	"	99.999 "	"	"	S · Cl ₄ <0.5%
PCL ₃	"	"	"	99.999 "	"	"	Fe <50 ppb
				99.999 "	"	"	C <6.5ppb
				99.999 "	"	"	B <0.3ppb
				99.999 "	"	"	P <0.3ppb
				99.999 "	"	"	As <0.5ppb
				99.999 "	"	"	S <0.5ppb

표 1.6 특수가스의 공급 압력·용도·배관재료

가스의 종류	Outlet에서의 공급압력	용도	배관재료
산소(O ₂)	3.5 ~ 5.0 kgf / cm ²	흡입	스텐레스강관
笑氣(N ₂ O)	3.5 ~ 5.0 kgf / cm ²	마취	"
질소(N ₂)	6.0 ~ 11.0 kgf / cm ²	수술기	강관
가압공기	3.5 ~ 7.0 kgf / cm ²	치료기	강관 또는 배관용탄소강강관(백)
흡인(吸引)	350 ~ 500 mm Hg	치료	"

표 1.7 산소, N₂O, 질소, 가압공기, 흡인의 소비량(ℓ/min)

실명	산소	N ₂ O	질소	가압공기	흡인
외래치료실	5~6	2	-	20	10~30
일반병실	3~4	-	-	-	10
수술실	8~10	6	30	20	45~60
ICU	10~15	-	-	15	30
일반중병실	8~10	-	-	20	30
분만실	5~6	3	-	-	45
미숙아실	3~4	-	-	-	-

주) 단위: Outlet 1개당 ℓ/min (단, 수술실은 수술대 1대당)

실험실에 배관의 수가 되는 것은 다음과 같다.

- 1) 수소: 환원반응용, 분석용
- 2) 산소: 산화반응, 유리제공
- 3) 질소, 불활성 기체: 분석용, 유기금속 등의 공기 불안정 물질의 취급, 고순도의 물 건 건조용
- 4) 압축공기: 유리제공, 측정 또는 실험 용, 분석용
- 5) 진공: 건조, 시료 피펫 채취

이런 곳에서 사용되는 특수가스는 다음의 것이 있고 볼베유입으로 이용되는 것이 많다.

- 1) 아세틸렌: 금속이온의 분석용
- 2) 탄산가스: 세균배양, 화학분석용
- 3) 헬륨: 초저온실험, 기밀시험
- 4) 알곤: 화학분석용

3. 배관시공법

3.1 각종 가스배관 재료

반도체 프로세스용 초고순도 가스에 대해서

는 정제장치의 상류측에는 동이나 동합금을 사용하는데 지장이 없고 정제장치의 하류측은 부식성 또는 이물질이 부착되지 않는 크리닝한 SUS 304 나 316 계의 스텐레스관을 사용한다. 다시 말하면 정제기 아래의 고순도 배관에서는 관내 평활도가 좋고 광휘소둔관(光揮蕩鈍管)을 사용하는 일이 많다. 배관의 연결은 누설되지 않는 용접구조 32A 이상은 맞대기 용접, 25 A 이하는 끼워넣기 용접한다. 그리고 배관말단의 조작반에서 장치로의 접속배관은 10 mm 이하의 소구경은 食込연결 방식이 일반적이다.

고순도가스의 배관 재료와 연결재료는 표 1.8에 나타낸다. 기타 각종 가스배관 재료로는 강관, 동관, 스텐레스관 등을 사용하고 스텐레스관이 주류를 이루고 있다. 일반 고순도를 요구하는 배관에서는 인탈산동 Seam less 관, 또는 배관용 스텐레스강관이 있는데 전자는 시공성이 후자에 비하여 좋고 견고성은 후자가 우수하다. 공사비로는 전자가 저렴하다. 순도가 요구되지 않는 배관, 압축공기, 진공에 대해서는 압력을 고려한 압력배관용 탄소강관을 사용하고 배관용 탄소강관도 사용되고 시공성을 고려할 경우에는 인탈산강관도 사용된다. 아세틸렌가스는 동과 접촉되어서 폭발성 화합물 아세틸라이드를 만들므로 이것과 접촉되는 부분(기기, 장치, 배관재)은 동 또는 동합금을 사용하지 않는다. 고압가스 연결법으로는 동합유량 62% 이하의 동합금의 사용으로 인식되고 있고 황동재는 동의 함유량을

십분조사할 필요가 있다.

산소가스에 대한 강관의 사용은 유속이 매우 빠르게 하면 안전성이 문제가 되므로 바람직하지 않다. 그리고 0°C 이하에서 배관도 강관의 사용은 바람직하지 않다.

초고순도가스에 대해서는 정제장치의 상류측에서 동 또는 동합금을 사용하여 지장이 없고 정제장치의 하류측은 관내면을 400 번 연마를 한 스텐레스관이 바람직하다.

연결구, 밸브류도 앞에 말한 배관재료에 준하여 선정한다. 또한 바킹, 가스켓 등은 가스의 성질을 이해하여 선정한다. 예를들면 LP 가스는 천연고무가 팽창되므로 사용될 수 없다. 일반적으로 연결할때는 실테프의 사용이 많고 초고순도가스 배관에는 실테프와 실테의 사용을 금한다. 왜냐하면 실테프는 연결시에 파손되고 관의 중간에서 떨어짐이 커서 Particle의 발생원이 된다. 또한 시공시 배관의 오염이 되고 순도에 대해 미세한 영향을 주므로 주의를 요한다. 밸브류의 형은 일반적으로 스톱밸브가 있고, 확실한 차단을 위해 사용되는 밸브로는 볼 밸브를 사용하는 경우가 있다. 예로서 가연성가스, 지연성가스 그리고 고가인 헬륨가스 등이 있다. 또한 가스 사용기기의 직전에 사용되는 밸브는 볼 밸브가 있다. 기타 감압변, 압력계, 가스취출구 등의 배관부속품에는 여러 종류의 형식이 있는데 사용하는 장소를 고려하여 선정한다.

3.2 시공상의 주의

각종 가스배관의 시공하는데 주의할 사항은

표 1.8 최고순도가스의 배관재료에 따른 연결재료

	精製裝置의 上流側	最小패턴寸法 2 ~ 4 μm (16BIT)	最小패턴寸法 2 ~ 4 μm (64 BIT)	最小패턴寸法 0.8 ~ 1.5 μm (256BIT)	最小패턴寸法 ~ 1.0 μm (1MBIT)
配管材料	銅, 銅合金管 SGP STPG SUS 304 SUS 316	SUS 304 SUS 316 (銅 또는 銅 合金管)	SUS 304 L SUS 316 L 內面研磨管	SUS 304 L SUS 316 L 內面研磨管 Seamless管	SUS 316 L 內面鏡面仕上 Seamless管
繼手材料	B _s BM B _s BF NB _s B BC, SS, SF, SC, SBV, SB, SM, SUS, SCS	SUS 304 SUS 316 SCS 13 (B _s BM) (B _s BF) (NB _s B) (BC)	SUS 304 L SUS 316 L SCS 13	SUS 304 SUS 316	SUS 316 L

주) () 내 재질은 원칙적으로 사용되지 않음.

다음과 같다.

1) 배관의 시공에서 설치시 설비의 기계와 배관류와의 관련을 상세히 검토하여 위치를 정확히 결정한다. 지지기구의 취부와 배관용 스리브의 매립을 확실하게 하고 특히 스리브는 실내의 기밀성에 영향을 주므로 정확하게 설치되어야 한다.

2) 실내배관에서 천정, 바닥, 벽등을 관통할 때에는 좌금(座金)을 취부하고 벽속에 매립관은 보호관으로 양생한다.

3) 배관의 시공을 일시 중지할 경우에는 그 배관내에 이물질이 들어가지 않도록 하고 양생한다.

4) 배관을 꺾을 경우에는 해로움이 생기므

로 극단에서 적은 반경으로 꺾어 통기를 감소시키지 않아야 한다.

5) 벽면내에서의 분지는 원칙적으로 피한다.

6) 관의 지지간격은 배관의 중량에 대해 고려가 되어야 하고, 동시에 내진을 고려하여 고정지지한다. 또한 Pit나 파이프 서포트내의 수직배관은 횡진이 없도록 지지한다.

7) 노출배관은 유지류의 접촉이 되는 Pit내, 고온고습장소, 전선과 교차되는 장소에 설치하지 않는다.

8) 배관 또는 연결구류는 내외에 기름, 그리스, 기타산화물의 접촉은 금하여야 하고 도구류도 오염방지한다. 만일 배관이 오염되었을 경우 탄산소다(11ℓ의 물에 4.5kg을 섞음)의 열탕으로 세정한다.

9) 배관은 전기의 접지로 사용하지 않는다.

10) 배관은 다른 배관의 지지가 되지 않도록 한다.

배관을 접합할때 특히 주의를 하여야 할 것은 다음과 같다.

1) 관을 사용하는 단면은 변형이 없이 관축심에 대해서 직각으로 절단하고 그부분은 평활하여야 한다.

2) 관은 접합하기전에 그 내용을 점검하여 이물질이 없는지를 확인하고 절단부분은 티끌을 심분제거하고 접합한다.

3) 동배관의 접합은 끼워넣기 접합을 하고 은, 동 또는 인동 용접(용점 500℃이상)

으로 완전히 접합한다. 또한 용제는 티끌이 없는 것을 사용한다. 그리고 취외의 필요없는 밸브 그 기타 부분은 후레아 연결 또는 후렌지 연결한다. 완성후의 접속부의 내부에는 조그마한 잔유물도 없이 하여야 한다.

4) 스텐레스관의 접합은 맞대기 용접하는 경우가 많고, V형 가공은 기계가공으로하고, 유지류가 부착되는 일이 많으므로 가공후 용제로 세척하든지, 무진포로 깨끗이 세정할 필요가 있다.

3.3 배관재의 청정도 유지의 방법

배관내 청정도를 유지하기 위해서 다음과 같은 방법이 행해진다. 배관시공 하기전에 처리방법, 그리고 현장반입전, 공장 등에서 배관을 하는 경우는 아래의 순서로 처리한다.

(단, 스텐레스강 강관, 동관의 경우)

- 1) 산세척(중화, 물세척을 포함)
- 2) 기름제거(사업화탄소 또는 토리쿨에칠렌으로)
- 3) Purge로 건조(질소가스로 후레싱)
- 4) 밀폐(관내로 불순물 혼입 방지하기 위함, 양끝을 비닐캡을 씌운다)

이상의 내용으로 탄소강관의 경우는 1)을 행하지 않는다. 또한 배관 수량이 적지 않을 경우는 전기의 처리를 공장에서 행하고, 시공현장에서 행하는 경우도 있으며, 품질관리에 주의를 요한다.

배관시공중의 처리는 하기와 같다.

스텐레스강 강관의 경우 용접작업중의 화염으로 인한 관내의 산화와 불순물의 혼입을 방

지하기 위해 극저압으로 소량의 질소가스를 흐르게 하여 용접작업을 한다. 반도체 제조등에서는 불순물을 피하기 위해서 질소가스 대신 알콘가스로 한다. 작업의 종료시는 관내의 불순물의 혼입을 방지하기 위해서 양단을 씰용테프로 밀봉한다. 탄소강관의 경우에 순도를 요하지 않는 배관은 질소를 흐르게 하고 작업을 하지는 않는다.

연결구, 밸브류에서도 배관에 준해서 상기의 처리를 행한다.

3.4 배관의 설치 SPACE

클린룸에서 유틸리의 배관의 설치 스페이스에 대해서는 계획단계에서 Industrial Space나 Service복도 등의 전용 Space를 설계하여야 하고, 사고방지를 위해서 실내에 입실되지 않고 외부에서 쉽게 관리할 수 있도록 하여야 한다.

3.5 배관의 검사·시험

1) 각종 가스배관의 검사

배관 종료후는 다음의 검사로 한다. i) 내압시험 ii) 기밀시험 iii) 순도 검사

① 내압시험

고압가스 bombe 집합장치에는 사용가스에 대한 소정의 내압시험압 (통상 사용압 1.5배)으로 시험시간은 10~20분간으로 이상을 체크한다. 이런것은 시공장소에서 행하고 시험 성적서를 제출한다.

② 기밀시험

고압 bombe 집합 장치에는 사용가스에 대해서 소정의 내압시험압 (통상 사용압의 1.1배)으로 시험시간은 30분~2시간 동안 한다. 고압부의 시험은 제작소에서 행하고, 시험성적서를 제출하기도 하고, 발포성 수용액으로 누수검사를 한다.

③ 순도검사

순도의 지정이 있는 가스에는 기밀시험 완료후 순도검사를 하는데, 말단에서 완전히 후대성을 하고 노점계로 수분의 측정을 한다. 지정순도에 대한 노점온도 이하를 합격으로 한다. 다시 말하면 산소를 제외한 각종 가스에서는 산소 분석계를 사용하여 배관말단에서 정제장치 출구 (ppm)의 1.25배 이하를 합격으로 한다.

순도검사후의 이물혼입 또는 순도유지를 위하여 관내에 1 kg / cm²의 압력으로 N₂ 가스 (고순도를 요하는 가스에서는 알콘가스)를 봉입시킨다.

= 참 고 문 헌 =

1. 日本空氣清淨協會 :

Clean Room Handbook