

고순도 가스, 물 및 화학 이송 부속시스템의 성능검사

미크론단위 이하의 ULSI등을 위한 전자 동 통합 생산공정 개발의 필요성이 점점 증대되고 있다. 다양한 부속시스템으로 이루어진 이러한 방식은 제조자가 전 제조공정을 제어함으로써 궁극적으로 제조 수율 및 생산 신뢰성의 향상이 용이해진다.

토탈 슈퍼 클린룸 시스템(The total super cleanroom system) 은 10가지의 부속 시스템들로 이루어지는데 이들 대부분은 클린룸 및 부속설비 내부의 제조공정상 어려운 모든 문제점들을 정확하게 감시할 수 있는 상태까지 기술적으로 진보해왔다.

수많은 입자제어 및 공기조화기 부속장치에 있어서 오염물질이 어떻게 제어될 수 있는지 검토하였으며, 고순도 가스, 물 및 화학이송 부속시스템에 관해서 자세히 살펴보기로 한다.

1. 고순도 가스계통의 설계대상

극소 미크론(submicron) 기계의 생산 수율 및 신뢰성 향상을 위해서는 완전한 초정정 제조환경을 요한다. 가스 이송 장치에 있어서 이러한 오염은 가스주변을 비롯 습기 또는 입자가 전혀 포함되어서는 안된다. 새로이 신설된 가스 공급 장치의 사용지점 POU(point-of-use) 성능요구조건은 습도 \leq 1ppb, 기타 불순물 <0.1 ppb 설치 완료후 3일내 입자 0까지 유지는 가능하다.

한국공기청정 연구조합

자료실 제공

한편, 기계 크기가 점점 미세하게 됨에 따라, 경유 구멍(via holes)의 종횡비가 증가하게 되었다. 높은 종횡비의 경유구멍의 완벽한 타공 및 충전을 위해서는 프로세스 가스압이 가스분자의 평균 자유운동을 연장도록 줄어들어야 한다. 만일 진공 펌프 및 스크라바(scrubber) 용량이 실질적인 수준까지 유지된다면 가스 토출용량유속은 궁극적으로 가스압의 하락과 함께 줄어들 것이다. 유속이 줄어들므로써 외부누수 작용 및 내부표면의 가스방출이 매우 심각해진다.

만일 가스가 흡수율 1×10^{-8} torr/L/sec의 라인에서 10cc/min의 유속이 허용되면 비록 원료가스가 전혀 불순물을 포함하지 않았다 하더라도 pou에서의 불순물 침전은 10ppm 정도까지 도달된다.

만일 흡수율을 줄이기 위해서 외부 표면에서 방출량이 2×10^{-11} torr/L/sec의 외부 누수량에 비교할 수 있는 수준까지 억제된다면 단위면적(Q)당 가스 방출량은 아래 조건을 만족시킨다.

$$Q(\text{torr/L/sec/cm}^2) \times S(\text{cm}^2) < 2 \times 10^{-11} \\ (\text{torr/L/sec})$$

S는 반응챔버에 연결된 파이프 내벽의 전면적이다.

예를들면 보통 에칭기구 반응챔버의 내벽면적은 2m^2 이다. 그러므로 내부표면으로부터 분출되는 방출 가스치는 1×10^{-5} torr/L/sec/cm²에 지나지 않는다. 민첩한 시동과

최소의 가스 방출을 위한 가스이송장치를 설계하기 위해서는 초청정 가스이송장치를 위한 모든 요구조건들을 만족하여야 한다. 원료가스속에 있는 불순물은 최소로 유지되어야만한다. 원료가스가 공기분리기로부터 트럭의 탱크로 운반될 때, 또는 탱크로부터 액화가스저장탱크로 이송시 오염방지를 위한 제반 사항을 포함한 적절한 공급기술이 필요하다. 공급가스자체의 오염을 없애기 위해서는 공급장치의 각구성요소를 외부누수, 입자, dead zones, 가스방출 또는 부식으로 부터 보호되어야한다. 더구나, 공급가스와 접촉하는 모든구성요소들은 모든 플라스틱재료로부터 보호받아야만한다. 전기 세척이나 부동 표면처리를 받은 모든 금속성분의 사용은 위의 오염원으로부터 확실히 보호받을 수 있도록 도움을 준다. 예를들어, all-stainless-steel 필터의 가스방출 성질은 그림 1의 membrane filter로 비교된다. stainless 모델은 구부린면의 300°C에서 질소로 씻어낸다. 세척단계에서 사용된 유기 solvents와 같은 전유물이 그때 제거되었다. 이것은 결국 필터의 가스분출이 내부표면과 접촉하는 프로세서 가스를 오염시키지 못하도록 도와주는 가스방출 보호표면을 초래한다. 일정한 정화장치(purging system)과 프로세스 장비와 접촉하는 특정한 물질의 가스를 회색시키는 장치와 같은 이러한 설계 개념은 매우 중요하다.

고순도 가스, 물 및 화학 이송 부속시스템의 성능검사

미크론단위 이하의 ULSI등을 위한 전자 동 통합 생산공정 개발의 필요성이 점점 증대되고 있다. 다양한 부속시스템으로 이루어진 이러한 방식은 제조자가 전 제조공정을 제어함으로써 궁극적으로 제조 수율 및 생산 신뢰성의 향상이 용이해진다.

토탈 슈퍼 클린룸 시스템(The total super cleanroom system) 은 10가지의 부속 시스템들로 이루어지는데 이들 대부분은 클린룸 및 부속설비 내부의 제조공정상 어려운 모든 문제점들을 정확하게 감시할 수 있는 상태까지 기술적으로 진보해왔다.

수많은 입자제어 및 공기조화기 부속장치에 있어서 오염물질이 어떻게 제어될 수 있는지 검토하였으며, 고순도 가스, 물 및 화학이송 부속시스템에 관해서 자세히 살펴보기로 한다.

1. 고순도 가스계통의 설계대상

극소 미크론(submicron) 기계의 생산 수율 및 신뢰성 향상을 위해서는 완전한 초정정 제조환경을 요한다. 가스 이송 장치에 있어서 이러한 오염은 가스주변을 비롯 습기 또는 입자가 전혀 포함되어서는 안된다. 새로이 신설된 가스 공급 장치의 사용지점 POU(point-of-use) 성능요구조건은 습도 \leq 1ppb, 기타 불순물 $<0.1ppb$ 설치 완료후 3일내 입자 0까지 유지는 가능하다.

한국공기청정 연구조합

자료실 제공

한편, 기계 크기가 점점 미세하게 됨에 따라, 경유 구멍(via holes)의 종횡비가 증가하게 되었다. 높은 종횡비의 경유구멍의 완벽한 타공 및 충전을 위해서는 프로세스 가스압이 가스분자의 평균 자유운동을 연장도록 줄여져야 한다. 만일 진공 펌프 및 스크라바(scrubber) 용량이 실질적인 수준까지 유지된다면 가스 토출용량유속은 궁극적으로 가스압의 하락과 함께 줄어들 것이다. 유속이 줄어들므로써 외부누수 작용 및 내부표면의 가스방출이 매우 심각해진다.

만일 가스가 흡수율 1×10^{-8} torr/L/sec의 라인에서 10cc/min의 유속이 허용되면 비록 원료가스가 전혀 불순물을 포함하지 않았다 하더라도 pou에서의 불순물 침전은 10ppm 정도까지 도달된다.

만일 흡수율을 줄이기 위해서 외부 표면에서 방출량이 2×10^{-11} torr/L/sec의 외부 누수량에 비교할 수 있는 수준까지 억제된다면 단위면적(Q)당 가스 방출량은 아래 조건을 만족시킨다.

$$Q(\text{torr/L/sec/cm}^2) \times S(\text{cm}^2) < 2 \times 10^{-11} \\ (\text{torr/L/sec})$$

S는 반응챔버에 연결된 파이프 내벽의 전면적이다.

예를들면 보통 에칭기구 반응챔버의 내벽 면적은 2m^2 이다. 그러므로 내부표면으로부터 분출되는 방출 가스치는 1×10^{-5} torr/L/sec/cm²에 지나지 않는다. 민첩한 시동과

최소의 가스 방출을 위한 가스이송장치를 설계하기 위해서는 초청정 가스이송장치를 위한 모든 요구조건들을 만족하여야 한다. 원료가스속에 있는 불순물은 최소로 유지되어야만한다. 원료가스가 공기분리기로부터 트럭의 탱크로 운반될 때, 또는 탱크로부터 액화가스저장탱크로 이송시 오염방지를 위한 제반 사항을 포함한 적절한 공급기술이 필요하다. 공급가스자체의 오염을 없애기 위해서는 공급장치의 각구성요소를 외부누수, 입자, dead zones, 가스방출 또는 부식으로 부터 보호되어야한다. 더구나, 공급가스와 접촉하는 모든구성요소들은 모든 플라스틱재료로부터 보호받아야만한다. 전기 세척이나 부동 표면처리를 받은 모든 금속성분의 사용은 위의 오염원으로부터 확실히 보호받을 수 있도록 도움을 준다. 예를들어, all-stainless-steel 필터의 가스방출 성질은 그림 1의 membrane filter로 비교된다. stainless 모델은 구부린면의 300°C에서 질소로 씻어낸다. 세척단계에서 사용된 유기 solvents와 같은 전유물이 그때 제거되었다. 이것은 결국 필터의 가스분출이 내부표면과 접촉하는 프로세서 가스를 오염시키지 못하도록 도와주는 가스방출 보호표면을 초래한다. 일정한 정화장치(purging system)과 프로세스 장비와 접촉하는 특정한 물질의 가스를 희석시키는 장치와 같은 이러한 설계 개념은 매우 중요하다.

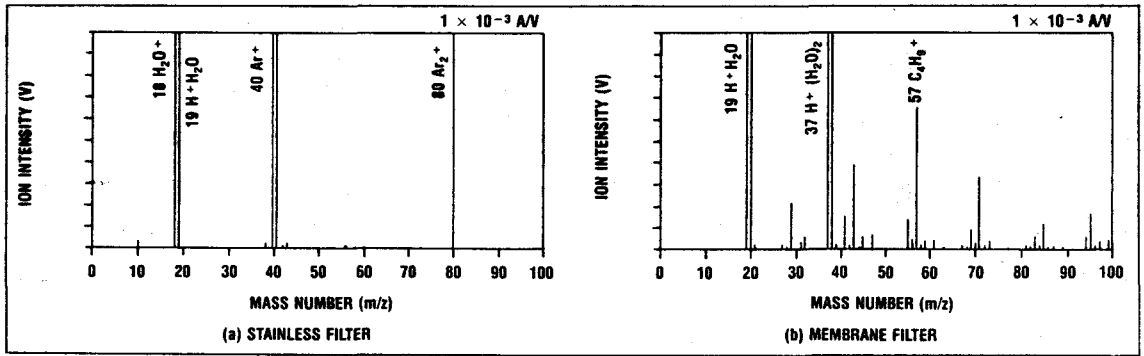


그림 1 : All-Stainless-steel과 막막 필터의 가스방출성

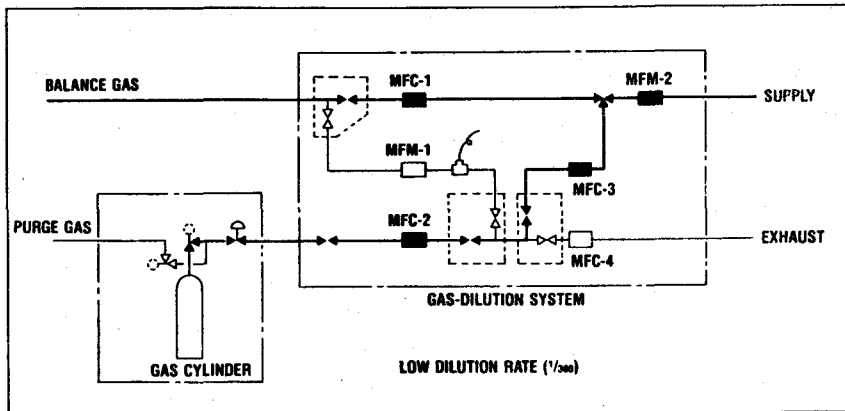


그림 2 : 특정물질 가스의 희석장치

부동인 상태의 내부표면의 전금속(all-metal)으로 이루어진 가스 이송장치는 비록 이 장치가 일시적으로 봉인되어져 있더라도 사실상 가스방출오염으로부터 보호받을 수 있다. 그러나 가스방출오염을 제거하기 위해, 가스 이송라인의 시발점을 이루는 극히 적은 양의 가스를 가진 trenk piping을 정확히는 것이 매우 바람직하다. 비록 실질적인

유속은 환경에 따라 변할수 있지만 유속은 이 장치의 권장 유속인 1/500과 1/1000 사이로 정해져야만 한다. 이 정유(purge flow)는 파이프내의 주변성분이 반대방향으로 확산시킬수도 있다. 이렇게 역 확산을 측정하기 위해서 파이프 말단에 일정한 유속을 유지할 수 있는 충분한 크기의 orifice가 있어야 한다. 그림 2는 특정한 물질의

가스를 희석시키도록 사용된 시스템 다이어그램(system diagram)이다. 현재의 기술은 고순도 질소, 아르곤 및 세자리수의 다이네믹한 범위를 가진 고속 반응의 mass-flow 제어장치의 고성능 희석장치용의 수소가스와 $5\text{kg/cm}^2\text{G}$ 의 압력하에서 2ppb로 급수를 할 수 있는 초청정 실린더 프로세스 장비 바로 근처에 있는 희석된 가스를 공급할 수 있는 능력은 실린더 교체의 횟수를 줄여준다. 그렇게 함으로써 주변가스오염으로부터 매우 효과적으로 방지해준다. 자동 butt welding 등과 같은 시공기술은 입자나 환경오염이 없는 성분의 가스이송라인을 만드는 것을 가능하게 한다.

1.1 시스템 설계

그림 3은 Tohoku 대학의 소형 슈퍼 클린룸(MSCR)에 설치된 초청정 가스이송장치를 나타낸다. 여기에는 질소, 아르곤, 산소 및 수소라인이 있다. 질소와 아르곤라인의 성분들은 부동의 내부표면과 가스와 접촉할 수 있는 어떠한 플라스틱 부품도 없는 전 금속(all-metal) 성분들이다. 이 장치를 설계할 때, 어떤 라인에 한 부분도 가스 침체 현상이 허용되어서는 안된다. 가스는 라인 내에서 일정하게 흐른다.

MSCR 가스라인은 일정한 정화 장치를 가진 단일 통로(single-path)배열로 이루어진다. 트렁크(Trunk) 배관은 클린룸의 내

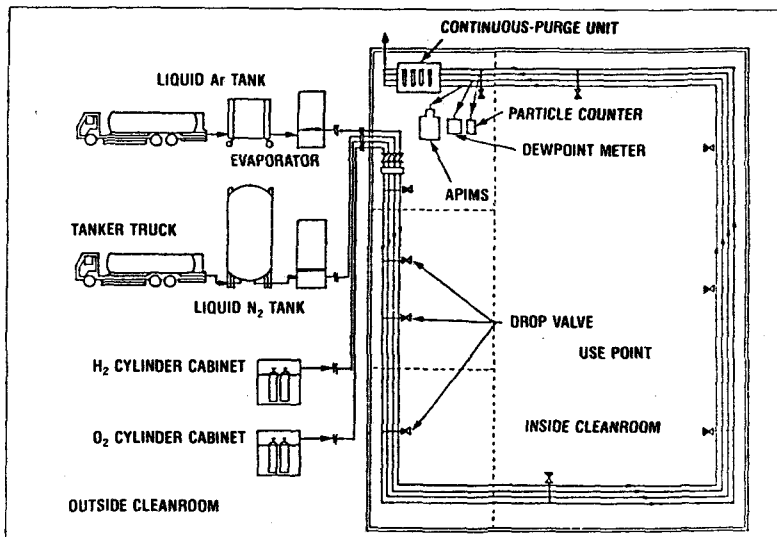


그림 3 : Tohoku MSCR에 설치된 초청정가스 이송장치

부를 에워싸도록 놓여져야하며 말단으로부터 일정하게 적은량의 가스를 방출하도록 한다. 트렁크 배관의 중간지점에 프로세스 장비와 배관이 연결 접촉하는 분기 밸브(branching valve)로 부터 연결되는 파이프는 프로세스 장비의 4군데에 가스를 공급하는 단일 통합 밸브에 연결된다. 일정한 정화 라인이 모든 프로세스 장비가 Shut down 될지라도 그 밸브와 프로세스 장비 인입구 사이의 라인은 적은 량의 가스로도 정화될 수 있도록 통합 밸브로부터 공급되어진다.

1.2 시스템 시공

만일 입자와 시스템기기 주변 오염이 시공단계에서 방지된다면 이시스템의 실질적인 시운전 시간이 매우 줄어들 것이다. 클린룸 배관은 입자가 제거되고 공조시스템이 작업환경(입자수, 온도, 습도)이 제어되는지를 확인한 후 설치되어져야 한다.

주변환경이 10억개/Cuft 보다 많은 라인의 비클린룸 부분의 시공은 작업환경이 가능한 엄격히 제어될 수 있는 준 밀폐지역에서 행하여 질 수 있다. 이러한 주의로 조직이 형성될 때 작업지역 그 자체에서의 청정도를 단순히 증가시킴으로써 개방된 배관 말단으로 유입되는 것을 막는다. 그림 4는 밖에서 시공하는 동안 사용된 실지 클린 부스의 사진을 나타낸다. 이 클린부스는 자동

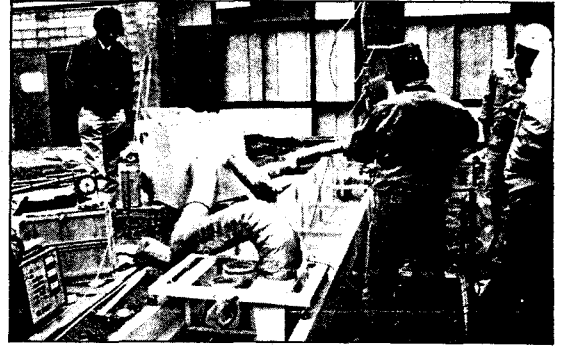


그림 4 : 야외 건설현장에서 사용하는 클린부스(Clean Booth)

butt welding 기술로 접합되는 배관 말단의 각 부분 주변 40cm² 공간을 보호한다.

고순도 공기가 HEPA 필터가 장착된 송풍기로 클린부스 공간으로 공급된다. 이러한 부스의 사용으로 외부작업장에서 class 100 또는 낮은 class를 유지하는데 도움을 준다.

가스유동과 직접적인 접촉을 하는 조립된 배관의 내부표면을 시공의 잔여 기간중에 대기에 노출시켜서는 절대 안된다. 그림 5는 일정한 정화와 용접도중이나 후에 배관의 선조립된 부분을 나타낸다. 이것은 대기 중의 습기가 배관내 확산과 내벽에 의하여 흡수되는 것으로 부터 보호한다.

도금 작업 중 고순도 아르곤(액화 아르곤을 기화함으로써 얻음)과 수소는 back-shielding 가스로 사용된다. 용접이 방해받을 때 수소의 첨가는 보류되고 정화는 아르곤만으로 계속된다. 각 배관말단은 cap으

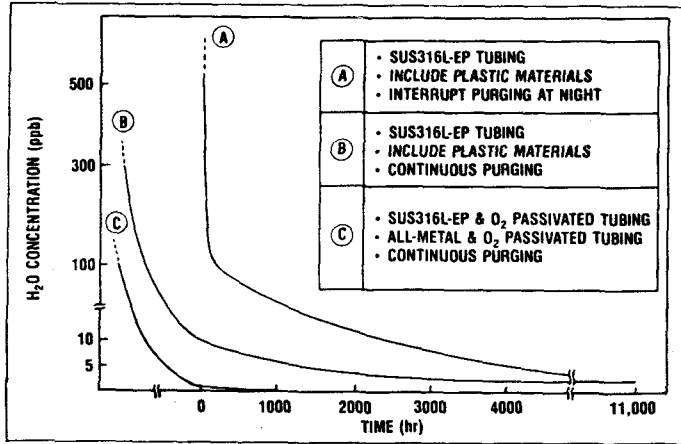


그림 8 : 고순도 가스라인의 시운전 특성의 차이점

서 초과시간 변화가 측정된다. 물농도의 변화는 1.5ppb에서 약 100시간이 지난후 끝나면 세정은 끝난다. 그림 8은 각 경우에 있어서 기구의 사양과 시공방법으로 고순도 가스라인의 시운전 특성의 차이점을 나타낸다. A곡선은 1986년 Tohoku 대학의 통신연구소의 슈퍼 클린룸에 설치된 고순도 가스라인의 시운전 특징을 나타낸다. B곡선은 반도체 생산공장에서의 라인을 나타낸다. 반면에 C곡선은 Tohoku의 MSCR에서의 초고순도(ultra-high-purity)라인이다.

만일 고순도 라인이 초청정도의 요구조건을 만족한다면 시공 직후 몇개/10억의 수준에 도달할 수 있다. 단지 클린룸 환경에 노출된 웨이퍼도 그 표면에 자연 산소성장으로부터 해를 입고 또다른 불순물을 흡수할 수도 있다.

ULSI 생산라인은 프로세스환경을 재빨리 정확하기 위하여 시운전 상태동안 많은량의 고순도 질소를 공급할 수 있어야 한다.

3. 초순수장치(ULTRA PURE-WATER SYSTEMS)

실리콘웨이퍼(Silicon wafer) 표면의 초세정 기술은 집적도가 증가함에 따라 점점더 중요해지고 있다.

비록 자연산소의 HF 에칭(etching)과 같은 이러한 건세정(dry-cleaning) 기술을 앞으로는 wet processing 보다 더 선호할 수 있다. 그러나 아직도 wet-processing 기술이 매우 중요하다.

집적레벨의 증가는 단위구성입자 크기의 축소를 의미하는데 이것은 궁극적으로 아주

미세한 입자로부터 심각한 오염 문제로 귀착된다. 웨이프와 접촉하는 초순수는 완벽한 수준까지 불순물이 제거되어야 한다. 자연산소 성장과 분해산소(D.O) 레벨의 관계가 초순수에 있어 최근에 밝혀졌으며 이것은 DO레벨의 감소가 자연산소 성장의 형성을 억제하는데 중요한 역할을 담당한다는 것을 입증한다.

한 예로서 그림 9는 변화하는 DO레벨의

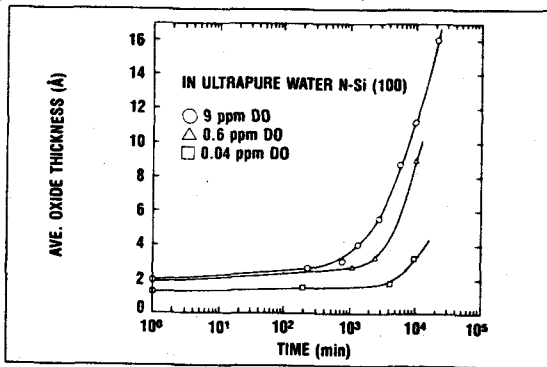


그림 9 : 실내온도 상태의 초순수에서의 HF로 세정된 물에 성장하는 자연산소 두께의 시간종속관계

룸 온도의 초순수에 이미 희석된 HF 세정 웨이프에 성장한 자연산소의 두께와 시간과의 관계를 나타낸다. 이 그림은 자연산소성장 장이 침전시간의 경과에 따라 진행되며 낮은 DO레벨에 의해 둔화된다는 것을 나타낸다. 그러나 액화한 가스가 진공 비산화에 의해 제거되는 Tohoku의 슈퍼클린룸의 초순수장치에서조차도 DO레벨은 40 ppb로 된다.

만일 열려있는 세정탱크가 사용된다면 이 정도의 수질도 즉시 대기로부터 산소를 흡수한다. 만일 이러한 상황이 일어나면 DO레벨은 0.6ppm까지 올라간다. 이것은 초순수를 가지고 세정하는 것이 0.6ppm의 DO레벨에 도달할 수 있다는 것을 의미한다. 극소한 ULSI의 제조에 있어 양질의 얇은 필름의 형성과 분자 수준에서 제어되는 이상적인 Interface에 도달하는 것이 매우 중요한 문제이다. 이러한 수행은 제조과정을 통하여 웨이프 표면에 자연산소성장의 완벽한 제어를 요구한다. 그러므로 초순도를 세정하는 것은 DO레벨을 낮추고 물이 대기로부터 산소를 흡수하지 못하게 하는 기술을 요한다. 이것은 MSCR에 설치된 두개의 상호독립된 초순수공급 라인의 경우와는 정반대이다. 하루 공급량이 6cm³인 각라인은 불순물 제거 및 DO제거 장치를 조합한 구조를 가진다. 더구나 이것은 RO박막, 이온교환 수지, V산화장치 및 UF박막(그림 10)으로 이루어져 있다.

표 II은 위의 두 시스템에서 나온 양질의 수질을 나타낸다.

표 III에 집계한 모든 불순물의 분석측정 장치는 사용된 기기에 의한 분석시험에서 볼 수 있는 가장 낮은 한계치에 근접한다. 그리고 결과적으로 이것은 현재의 분석기기가 매우 정밀한 것 까지 판정할 만큼 정확하지 않다.

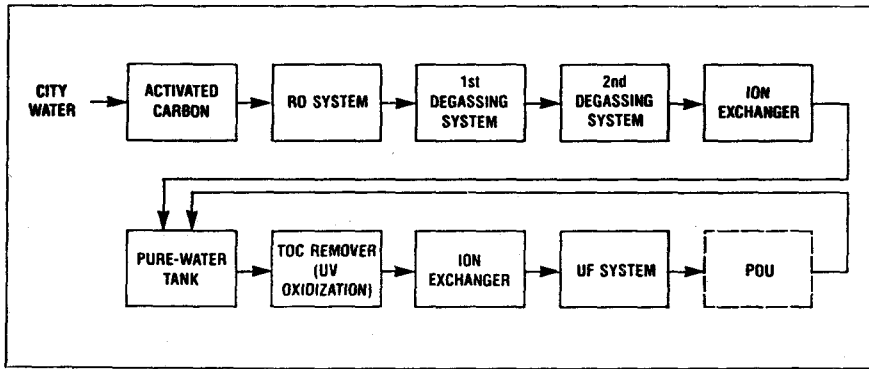


그림 10 : MSCR의 두가지 초순수장치의 수질

	Resistivity (M Ω ·cm)	TOC (μ g/L)	SiO ₂ (μ g/L)	DO (μ g/L)	Total Residue (μ g/L)	Particles/ml > 0.07 μ m
System 1	18.25	< 1	< 1	3-5	1	1-2
System 2	18.25	< 1	< 1	8-12	1	1-2

표 2 : MSCR의 초순수 장치의 수질

배관 및 밸브내의 dead Zone의 영향을 평가하기 위해서 in-line 및 동시사용 고정밀 분석기가 없어서는 안된다. 이것은 고순도 이송장치의 개발에 있어 APIMS가 중요한 역할을 한다는 것이 명확하다.

3.1 DO 제거 장치

진공 비산화법은 초순수에 있어 DO감소용 중 가장 광범위하게 이용되는 방법이다. 촉매 수지와 수소 가스 기포발생을 이용하는 2가지의 새로운 암모니아 감소 방법의 DO레벨을 매우 낮은 한계치로 변화시키는 수단으로 연구되고 있다.

박막 비산화법을 조합한 이 두 새로운 방법들은 MSCR에 최근 설치되었다. 결과는 표 III에서 볼 수 있다.

세가지의 DO제거방법과 이들의 기본성능의 개요는 다음과 같다. 박막 산화법은 가스를 흡수할 수 있는 박막을 사용하는데 이것은 산소에 의해 빠른 흡수를 하도록 한다.

DO는 박막을 통과하여 낮은 압력의 증기 상태로 되는 것을 허용함으로써 제거 된다. 그림 11은 증기 상태에서 변화하는 진공도에서의 DO 농도를 나타낸다. 비록, DO레벨이 재래식 진공산화법에 의해 얻은 결과보

Chemicals	Distributor	Particles/ml > 0.2 μm	Concentration (ppb)				
			Al	Cr	Cu	Fe	Ni
H ₂ O ₂ (31%)	A	589	0.1	< 0.04	< 0.01	0.3	< 0.02
	B	383	0.3	0.5	< 0.02	0.1	< 0.02
NH ₄ OH (28%)	A	282	< 0.1	0.02	< 0.01	0.06	< 0.01
	B	215	< 0.1	0.1	< 0.01	0.4	0.06
N ₂ SO ₄ (96%)	A	2440	1	< 1	< 1	< 1	< 2
	B	7900	1	< 1	< 1	< 1	< 2
63 BHF	A	319	—	< 0.01	< 0.03	0.5	< 0.03
	B	81	—	< 0.01	< 0.03	0.6	< 0.03
HCl (36%)	A	—	0.2	0.06	0.03	0.3	< 0.03
	B	—	4.7	0.03	< 0.03	5.3	0.03
HF (49%) (50%)	A	—	0.4	0.2	< 0.03	0.4	0.1
	B	—	0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1

표 3 : 일본의 화학물 제조업체의 불순물과 입자레벨비교

다 200~400 ppb 높다 할지라도 박막산화가 비교적 조그만 기구로 얻을 수 있고 효과적인 전처리가 될 수 있다. 촉매 수지를 이용한 암모니아 감소방법은 펠레디움의 촉매작용에 의해 암모니아와 DO가 반응하는 화학 공정을 운용하는데 이것은 음이온 교환 수지의 표면에 의해 운반된다.

수처리속의 DO 침전레벨은 반응시간과 펠레디움의 양이나 다른 요인들에 의해 좌우된다. 그림 12는 펠레디움 촉매에 의한 DO제거성능의 자료를 나타낸다. 1에서부터 5번 곡선은 펠레디움의 양이 6g/L(R)인 최고치로부터 성공적으로 감소 될 때의 잔여 DO레벨을 나타내지만 6번곡선에서 양이온 수지는 펠레디움을 전혀 운반하지 않는다는 것을 나타낸다. 현재, 암모니아는 박막 비산화기구를 통과하는 물에 첨가된다. 그리고

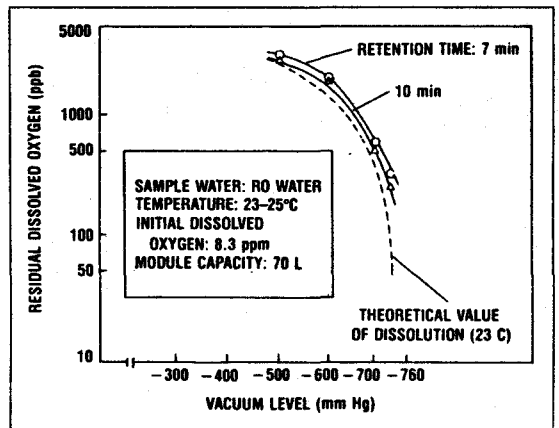


그림 11 : 증기상태의 변화하는 진공도에서의 DO농도

DO는 이 방법으로 3과 5 ppb 사이까지 감소한다.

질소 기포발생 방법은, 질소가스 및 초순수를 서로 역방향으로 접촉 시킴으로써 DO를 물리적으로 제거한다. 수처리에서의 잔여 DO레벨은 질소가스, 초순수, 비산화 탭

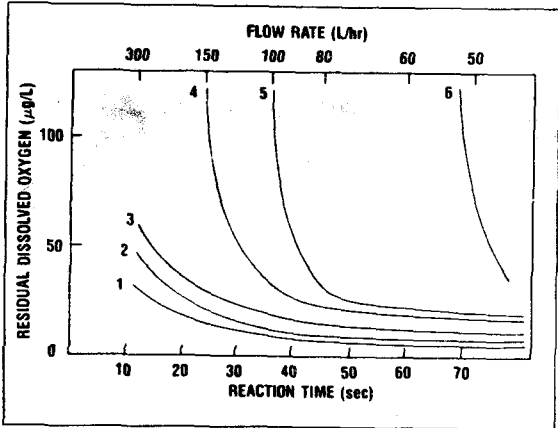


그림 12 : palladium 촉매수지에 의한 DO제거 성능

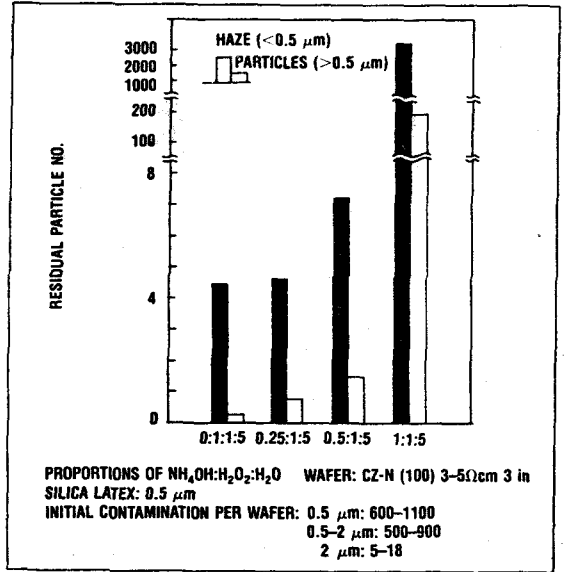


그림 14 : 서로 다른 암모니아 과산화물 비에서의 RCA 세정결과

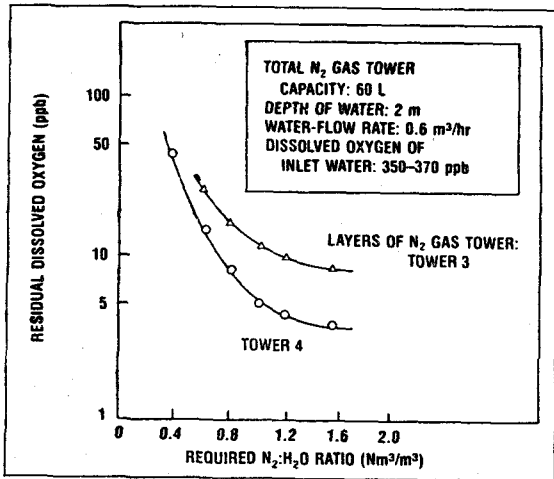


그림 13 : 다른 비산화탑에서의 gas와 액체비와 잔여 DO레벨과의 관계

의 수와 그외 요인 등에 의해 좌우된다. 그림 13은 비산화탑의 다른 수치에서의 가스 액비율과 잔여 DO 레벨의 관계를 나타낸다. 박막비산화에 의한 이 방법의 조합을 몇개/10억 정도로까지 DO레벨을 줄일 수 있다.

3.2 온수 소독

재래식 초순수 장치에서 소독은 과산화물로 얻어지는데 이것은 모든 과정이 완료된 후 장치로부터 과산화 수소를 방출하도록 하여야 한다. 프로세스에 영향을 줄 수 없을 정도로 과산화 수소를 방출하도록 하여야 한다. 프로세스에 영향을 줄 수 없을 정도로 과산화 수소 농도를 낮은 레벨로 감소시키기 위해 이 장치를 세정하는데 꽤 많은 시간이 소요된다. 온수 소독은 파이프내에서 물을 가열한다. PEEK 또는 PVDF 파이프가 사용되는데 결국 이것은 관리 시간에 엄청난 구체효과를 갖는다. 공장 시운전 직후 그리고 다시 2주간의 정상가동시킨 다음 3일간의 가동정지를 거친다음 고온 소

독을 이용 고순도 라인의 성능을 평가해 왔다. 시운전 직후 70시간 동안 불순물이 제거되는 동안 관리나 어떤 다른 환경에 의한 일시적 정지가 있더라도 예상보다 훨씬 빠르게 정상가동 상태로 돌아오는 사실을 확인했다.

시운전직후 첫 가동의 결과는 이송되는 시점과 시공도중에 추가된 오염물질이 있는 초순수 장치기구의 적절한 세정에 기인하는 것 같다.

시운전 성능은 이러한 결점을 제거함으로써 더욱더 향상 될 수 있다. 최근에 MSCR에 설치된 초순수장치를 예로들면 초순수 정제 기술은 계속해서 발전되고 있다. 그러므로 이것은 지금까지 밝혀진 어떠한 새로운 문제점들과 함께 앞에서 언급한 문제들을 해결하는데 중요하다.

4. 초순수 화학물

본질적으로 볼 때 화학물질은 초순수나 고순도 가스보다 더 불결하다.

일본에서 사용된 일반적인 반도체 화학물의 분석결과는 표 III에서 나타난다. 화학물과 관련된 오염의 대부분은 정제공장, 필터 세정, 콘테이너 세정, 용기제조환경 및 화학 첨가물로 부터 들어온 입자들에 기인할 수 있다.

오늘날 반도체 제조공장의 모든 요구조건

을 충족시키기 위해서는 프로세스 환경과 웨이프는 반드시 초청정 상태이어야 하며 프로세스의 모든 구성인자들은 완전히 제어하지 않으면 안된다. 화학물을 고려할 때 첫번째 원칙은 화학물속에 있는 입자, 음이온, 양이온과 중금속은 반드시 제어되어야 한다. 두번째 원칙은 웨이프 표면은 어떠한 불순물 분자도 흡수 또는 끌어당기지 않아야 한다.

그림 15는 서로다른 방법의 중금속 세정을 비교하였으며 그림 16은 hydrofluoric 산과 과산화 수소수로 세정한 후 서로다른 농도의 과산화 수소수의 웨이퍼에 응집한 입자수를 나타낸다.

과산화 수소수의 첨가는 재래식 방법보다 더욱더 효과적으로 세정하게 한다. 세번째

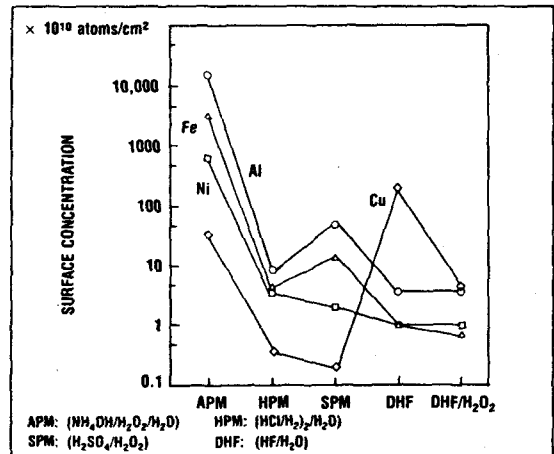


그림 15 : 서로 다른 방식중에서의 중금속 세정효과 비교치

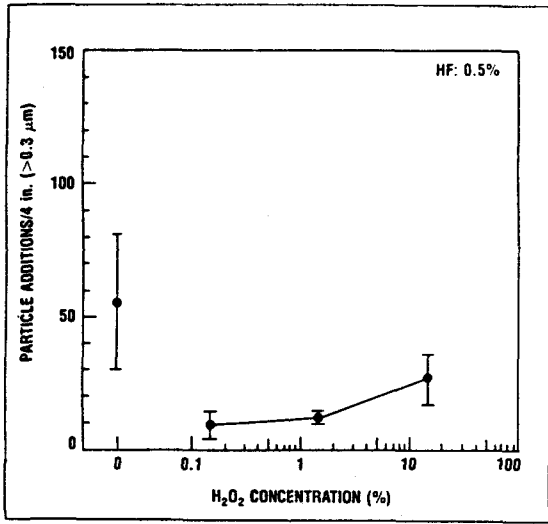


그림 16 : hydrofluoric 산과 수소 과산화물로 세정후 서로 다른 과산화물 농도의 웨이퍼에 응집한 입자수

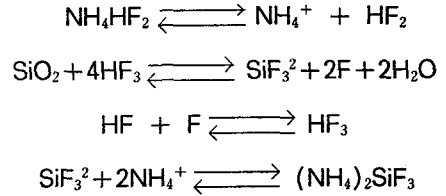
원칙의 예로써 다음과 같은 4가지 사항에 특별한 주의를 주어야 되는 wet etching을 고려해야 한다.

- 어떤 종류의 이온이 반응을 지배하는가?
- 이 반응의 산물은 무엇이며, 가용성인가?
- 웨이퍼상의 wetting 효과는?
- etching 용액은 안전한가?

etching 용액과 온도의 구성을 고려해 볼 때 이러한 점들을 반드시 생각해야 한다. 완화된 hydrofluoric 산 용액(hydrofluoric과 암모니아 fluoride)와 etching 비율의 구성 관계를 고려하면 암모니아 플ورا이드 농도가 매우 감소한다 하더라도 그 비율은 결코 변하지 않는다는 것을 알 수 있다.

이것은 재래식 BHF가 과도한 암모니아 플ورا이드 첨가를 했다는 것을 의미한다.

hydrofluoric 산과 실리콘 산화물 사이의 반응이 아래식으로 표현될 수 있다.



5. 결론

그림 17에서는 일반적인 웨이퍼 공정에 있어서의 금속 오염의 레벨을 나타낸다. 각 경우에 있어서, 오염의 근원은 공정상 거의 제어를 하지 않는 진공 상태에서 고에너지 이온 스퍼터링(ion sputtering)이 일어나는 반응 챔버의 벽에 기인할 수 있다. 분자 수준의 전 공정제어를 살펴보면 웨이퍼 표면과 접촉하는 가스, 초순수 및 wet chemicals로부터 발생하는 오염을 제어하기 위해 노력해왔다. 이 논문에서 밝힌 바와 같이, 초순수에서 DO를 포함하여 분자 수준에서의 프로세스 제어를 방해하는 인자들과 같은 오염물질을 가진 웨이퍼 표면의 오염을 제거하는데 성공했다. 거의 모든 문제점과 마주쳐 왔으며 현재 몇개/10억의 세계로 접어들고 있다. Submicron 이하의 ULSI의 전자동 통합 생산라인(a fully automated integrated production line)에 도달하도록 지금 노력해야만 한다. 가장 절실한 임무는 반응

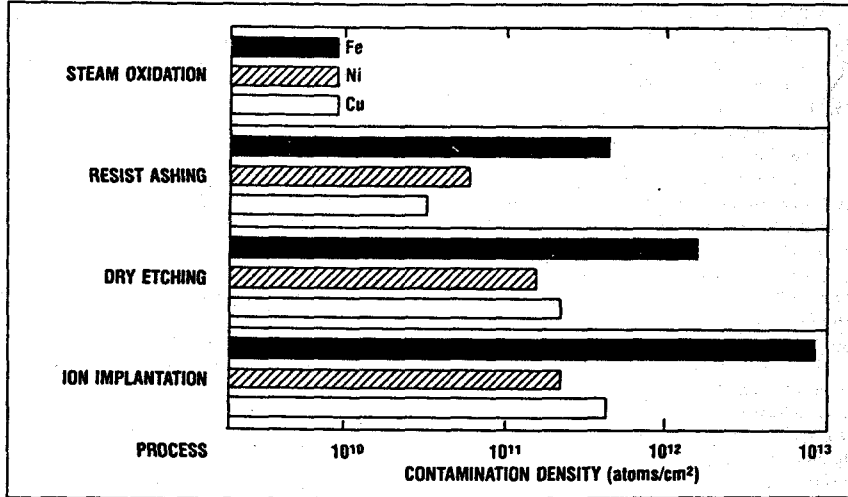


그림 17 : 일반적인 웨이퍼 공정에 있어서의 금속오염수준

챔버 외부로부터 웨이퍼 표면 위의 분자레벨에서의 반응공정을 완전히 제어할 수 있는 프로세스 장비를 개발하는 것이다.

결국, 반응을 지배하는 인자는 HF_2 이며 과도한 암모니아 플로라이드는 암모니아 실리콘 플로라이드($[\text{NH}_4\text{F}]_3\text{SiF}_3$)를 형성하기 위해 분리된다($\text{NH}_4\text{F} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{HF}$)

거의 포화상태인 산화필름위에 존재하는 이러한 암모니아 플로라이드는 etching을 방해하는 가장 큰 요소다.

그러므로 hydrofluoric 산과 암모니아 플로라이드의 농도는 엄격히 규제되어야 한다. 더군다나, 실리콘 웨이퍼상의 wetting 효과는 etching의 균일성과 표면 거칠기에 큰 영향을 준다. 물론 용액 그 자체가 저하된 상황이면 이상적인 etching은 있을 수 없다.

반도체급 화학물의 개발은 이때까지 화학품 제조업자들에게 맡겨져 왔다. 그들은 이러한 생산품의 쓰이는 용도와 방법에 관하여 어느정도의 지식이 부족한 경우가 많다.

결국 화학물질은 등급에 있어 가스나 초순수보다는 훨씬 낮다. 고순도레벨은 화학물 제조업자의 꾸준한 노력으로 도달 될 수 있다. 그러나 그들 제품의 모든 인자들이 ULSI수율에 반대 효과를 주는 것이 아니기 때문에 화학 제조업자들은 어떠한 인자가 문제가 있는지를 알아야만 한다.

- 참고 문헌 -

1. Ohmi T, Kasama Y, Sugiyama K, et al., "Super Cleanroom System - Part V: Controlling Wafer Surface Contamination in Air Conditioning, Particle Removal Subsystems," *Microcontamination*, 8(2):45-47, 68-72, 1990.

2. Sugiyama K, Ohmi T, et al., "Ultra Clean Gas Delivery Systems for Advanced Submicron ULSI Manufacturing," in *Extended Abstracts of 176th Meeting of the Electrochemical Society Meeting*, Hollywood, FL, Abstract No. 352, pp 510-511, 1989.
3. Sugiyama K, and Ohmi T, "Ultraclean Gas Delivery Systems—Part I: ULSI Fab Must Begin with Ultraclean Nitrogen System," *Microcontamination*, 6(11):49-54, 1988.
4. Mizogami S, Kunimoto Y, and Ohmi T, "Ultra Clean Gas Transport from Manufacturer to Users by Newly Developed Tank Lorries and Gas Storage Tanks," in *Proceedings of 9th International Symposium on Contamination Control*, Los Angeles, pp 352-359, 1988.
5. Kanno Y, and Ohmi T, "Ultraclean Gas Delivery Systems—Part II: Components Key to Developing Contamination Free Gas Supply," *Microcontamination*, 6(12):23-30, 56, 1988.
6. Sugiyama K, Ohmi T, Miki N, and Nakahara Y, "Outgas-Free, Corrosion-Free Metal Surface for ULSI Manufacturing," in *Extended Abstracts of 21st Conference on Solid State Devices and Materials*, Tokyo, pp 425-428, 1989.
7. Ohmi T, Okumura T, et al., "Outgas-Free, Corrosion-Resistant Surface Passivation of Stainless Steel for Advanced ULSI Processing Equipment," *Automated Integrated Circuits Manufacturing*, vol 89-2, Pennington, NJ, pp 99-106, 1989.
8. Sugiyama K, Ohmi T, Okumura T, and Nakahara F, "Electropolished, Moisture-Free Piping Surface Essential for Ultrapure Gas System," *Microcontamination*, 7(1):37-40, 60-65, 1989.
9. Sugiyama K, Nakahara F, and Ohmi T, "Ultraclean Gas Delivery Systems—Part IV: Designing a Gas Delivery System for Lower Submicron ULSI Processes," *Microcontamination*, 7(7):29-32, 96-102, 1989.
10. Berger H, Nakahara F, Ohmi T, et al., "High Purity Gas System and its Evaluation by APIMS," in *Proceedings of Microcontamination 89 Conference and Exposition*, Anaheim, CA, pp 65-79, 1989.
11. Mizuguchi Y, Sugiyama K, and Ohmi T, "Welding Technology for Passivated Tubing Systems," in *Proceedings of Microcontamination 89 Conference and Exposition*, Anaheim, CA, pp 57-64, 1989.
12. Ohmi T, and Shibata T, "Personnel Training for Cleanrooms: Cleanroom Management for a Ultra-High-Grade Super Cleanroom," in *Proceedings of 9th International Symposium on Contamination Control*, Los Angeles, pp 267-274, 1988.
13. Miki N, Kikuyama H, Maeno M, et al., "Selective Etching of Native Oxide by Dry Processing Using Ultra Clean Anhydrous Hydrogen Fluoride," in *Technical Digest of 1988 International Electron Devices Meeting*, San Francisco, pp 730-733, 1988.
14. Morita M, Hasegawa E, Ohmi T, et al., "Control Factor of Native Oxide Growth on Silicon in Air or Ultrapure Water," *Applied Physics Letters*, vol 55, no 6, August 1989.
15. Yabe K, Sato S, Okazaki M, and Martinola B, "Utilization of Catalytic Resin for Waste Water Treatment," *The Chemical Industry*, pp 530-535, July 1985.
16. Kikuyama H, Miki N, Takano J, and Ohmi T, "Ultra-High-Grade Chemicals—Part I: Developing Property-Controlled, High-Purity Buffered Hydrogen Fluorides for ULSI Processing," *Microcontamination*, 7(4):25-28, 50-51, 1989.
17. Shimono T, and Tsuji M, "Evaluation and Cleaning of Metal Contaminations," in *Proceedings of 1st Workshop on ULSI Ultra Clean Technology*, Tokyo, pp 49-72, 1989.

정보

政策자금 적극支援

商工部 中小기업 資金難 완화일환

상공부는 중소기업의 자금난을 완화시키기 위해 구조조정자금 등 주요정책자금에 대한 지원규모의 확대를 관련부처와 협의, 추진키로 했다.

24일 상공부는 이밖에도 중소기업의 담보부족을 보완 지원키 위한 신용보증규모를 2조원이상으로 확대하고 중소기업 전담은행을 통한 신용대출확대, 운전자금에 대한

제3차 담보취득제한조치의 완화, 상업어음에 대한 재활인비율(70%) 적용기간의 연장등을 강구키로 했다.

상공부는 또 이와는 별도로 걸프전쟁과 관련, 단기적으로 동지역 수출업체에 대해 무역금융 및 무역어음 상환기간을 현행 90일에서 1백35일로 연장하고 동자금의 연장기간 만료시 일반자금대출을 실시키로 했다.

상공부의 이같은 자금공급대책은 올해 중소기업에 대한 정책자금지원규모는 지난해 보다 약간 증가한 1조7천20억원에 달할 전망이다.