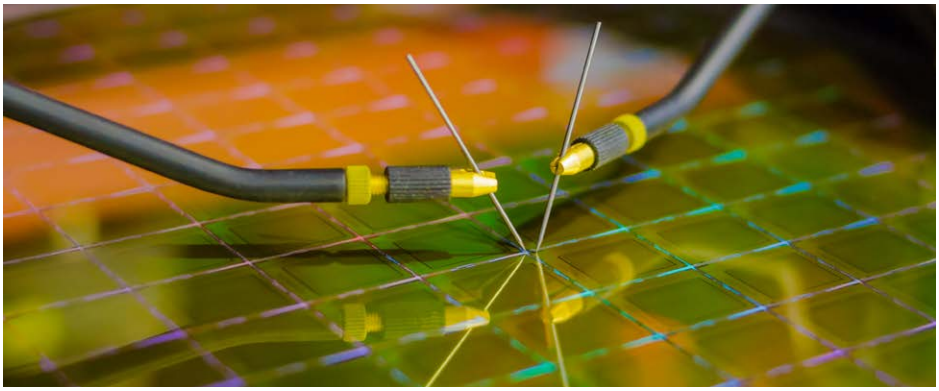
응용 자료
반도체

GED(가스 교환 장치)-ICP-MS를 사용한 반도체용 특수 가스 내 금속 불순물 분석

GED를 갖춘 ICP-QQQ와 금속 표준물질 에어로졸 생성 기능을 이용해 HF와 Cl_2 가스 내 금속 및 나노입자 총량을 측정



저자

Koshi Suzuki, Kohei Nishiguchi, Katsu Kawabata, IAS Inc, Hino, Tokyo, Japan

Michiko Yamanaka, Agilent Technologies, Inc., Hachioji, Tokyo, Japan

서론

반도체 장치는 오늘날 전자 제품에 매우 널리 사용되기 때문에 현대인의 생활에서 필수적인 존재가 되었습니다. 집적 회로(CI)의 설계 및 생산에 관련된 기술은 더 높은 집적 밀도, 더 낮은 에너지 소모, 더 빠른 속도, 더 작은 크기를 갖춘 칩에 대한 업계 요구를 충족시키기 위해 계속해서 발전 중입니다. IC의 설계가 발전하면서 구조는 더욱 복잡해졌으며, 라인 너비는 좁아지고, 생산 단계는 늘어났습니다. 반도체 산업에 사용되는 화학물질의 품질 관리는 칩 디자인 발전과 발맞춰 가야 합니다.

IC 생성 과정에는 여러 고순도 특수 가스가 사용됩니다. 예를 들어 플루오르화 수소(HF)는 실리콘 웨이퍼의 식각 및 세척에 사용되며, 염소(Cl_2)는 플라즈마가 알루미늄 및 기타 금속 층에 식각을 하는 데 사용됩니다. 가스 내 불순물의 존재는 최종 장치의 수율 또는 성능에 문제를 야기할 수 있기 때문에 이와 같은 가스의 분석은 중요합니다.

ICP-MS와 같은 고감도 분석 기법이 IC 공정에 사용되는 화학물질 내 극미량 금속 오염물질(용해된 원소 및 불용성 나노입자) 검출에 주로 사용됩니다(*1*). 일반적으로 가스 내 금속 불순물에는 단일 원소 입자 또는 여러 원소가 포함된 화합물(미립자 또는 기체)이 포함됩니다. 그러나 이러한 가스는 적은 양으로도 ICP-MS의 아르곤(Ar) 플라즈마를 소멸시키므로 ICP-MS로 직접 분석하기가 어렵습니다. 또한 입자 정량에 사용할 수 있는 금속성 가스 표준물질은 없습니다.

ICP-MS용 IAS 가스 교환 장치(GED) 주입 시스템은 공기 내 미립자 물질에 대한 검증된 분석 기술입니다(*2–4*). 이 기술의 원리는 그림 1에 나타나 있습니다. 금속 입자를 포함한 시료 가스는 멤브레인 외부의 Ar 스윕 가스 흐름 내로 유입됩니다. Ar 스윕 가스 흐름이 시료 가스 유속보다 훨씬 빠르기 때문에 시료 가스는 거의 완전히 Ar 가스로 교체됩니다(>99.99%). 입자는 멤브레인을 통과할 수 없으므로, 중앙 Ar 가스 흐름 내의 GED를 빠져나간 후 분석을 위해 ICP-MS의 플라즈마로 유입됩니다. 입자가 분석될 때, 시료 가스 라인 튜브 내 시료 가스 흐름의 유속이 중요합니다. 작은 입자의 경우 브라운 운동, 보다 큰 입자의 경우 중력으로 인한 입자 소실을 최소화하기 위하여 최적화가 되어야 합니다(*5*).

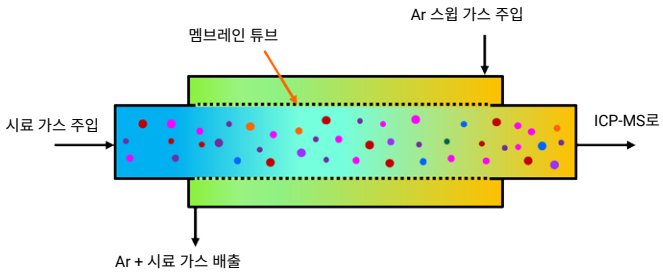


그림 1. IAS 가스 교환 장치의 원리. IAS의 권한으로 인용.

입자 분석을 위해 단일 나노입자(sp) 분석 모드가 사용됩니다. 보다 짧은 머무름 시간(Dwell time)을 사용해 spICP-MS는 백그라운드 노이즈 위의 작은 입자 신호를 쉽게 구별할 수 있습니다(*6, 7*). 그러나 가스가 GED 멤브레인에 의해 Ar 가스로 교체되므로 GED는 기체 불순물 분석에 사용될 수 없습니다. ICP-MS로의 기체 시료 직접 주입은 멤브레인 없는 GED와 소프트웨어에 의해 설정된 스펙트럼 데이터 분석 모드를 사용해 가능합니다. GED 소프트웨어는 두 분석(스펙트럼 및 단일 나노입자)을 모두 자동으로 수행할 수 있습니다.

HCl, HF, Cl_2, 및 NH_3와 같이 중요하지만 부식성이 있는 가스를 위해 전해폴리싱 스테인리스 스틸 셀로 둘러싸인 새로운 GED가 개발되었습니다. 이 셀은 2개의 IAS GED 모델에 사용되었습니다. 하나는 6개의 가스 주입구 라인을 갖춘 GED_SEMI이고, 다른 하나는 1개의 가스 주입구 라인을 갖춘 GED_LAB입니다.

IAS 금속 표준 에어로졸 생성(MSAG) 유닛 또한 GED-ICP-MS를 이용한 가스 정량 분석에 필요합니다(그림 2). MSAG는 수 µL/min의 수용성 원소 표준 용액을 0.3L/min의 Ar 가스 유속으로 작동되는 특별 설계 nebulizer에 주입합니다. 시스템은 모든 표준 용액을 ICP-MS의 플라즈마에 주입합니다. 따라서 플라즈마로 유입되는 표준 용액의 절대량은 MSAG 소프트웨어에 의해 수학적으로 계산될 수 있습니다. 그 후 ag/count(10^{-18} g/count) 단위로 표현되는 감도 계수는 ICP-MS 신호의 강도로부터 계산됩니다. 신호가 ICP-MS의 TRA(Transient Time Resolution Analysis) 모드에서 측정될 때, 한 입자의 무게는 검출된 입자의 직경과 관련된 감도 계수로부터 얻을 수 있습니다. 입자의 농도는 검출된 입자 총량(무게)과 분석 과정에서 플라즈마로 주입된 총 시료 가스의 양으로부터 계산할 수 있습니다. MSAG 소프트웨어로 처리한 데이터는 자동으로 GED 소프트웨어로 보내져 최종 결과로 보고됩니다.

이 연구에서는 HF 및 Cl_2 가스의 분석을 위해 Agilent 8900 Triple Quadrupole ICP-MS(ICP-QQQ)와 GED_LAB를 통합하였습니다. IAS는 ICP-MS MassHunter에 대한 애질런트 소프트웨어 개발자 키트(SDK)를 사용해, GED 소프트웨어에서 GED-MSAG-ICP-MS 워크플로를 완전히 통제할 수 있는 소프트웨어를 개발했습니다.

실험

시약 및 시료

ICP-MS 검량을 위해 10ppm의 다원소 표준용액(XSTC-622B, SPEX CertiPrep, NJ, USA)으로부터 10ppb 표준용액을 0.5% HNO_3에서 전처리하였습니다. 0.5% HNO_3의 산 블랭크 및 표준물질 희석액을 TAMAPURE AA-100 HNO_3(Tama Chemicals Co., Ltd., Kanagawa, Japan)를 사용해 전처리했습니다. 탈이온수(DIW)는 Puric ω(Organo Corp., Tokyo, Japan)를 사용해 생성하였습니다. 모든 화학물질은 ISO Class 5 클린룸에서 전처리하였습니다. 시료 가스, 가스 압력 조절기, 입자 필터는 일본의 가스 회사에서 구입하였습니다.

기기

GED-MSAG-ICP-MS 기법의 개요도는 그림 2에 나타나 있습니다. 시스템의 시료 가스 라인에는 필터가 삽입되었습니다. 입자가 시료 가스로부터 나왔는지 확인하기 위해 필터를 장착/미장착한 GED 멤브레인을 사용해 분석을 수행했습니다. 시료 가스 내 기체 불순물 분석을 위해 소량의 시료 가스를 멤브레인을 우회하여 희석제 Ar 가스를 통해 ICP-MS의 플라즈마로 주입했습니다.

검량과 정량을 위해 MSAG는 2개의 시린지에서 3µL/min으로 일정량의 용액을 주입했습니다. 이 방법은 건조 플라즈마에 수용성 표준용액을 첨가함으로써 야기되는 매트릭스 효과를 방지합니다. 산 블랭크 및 다원소 표준 용액을 MSAG의 각 시린지로부터 주입하였습니다. 검량선은 산 블랭크와 표준 용액의 비를 변경함으로써 준비하였습니다.

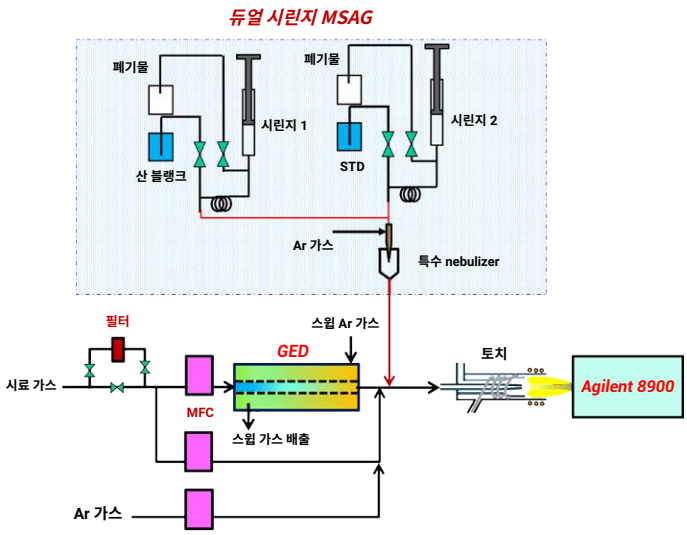


그림 2. Agilent 8900 ICP-QQQ와 GED-MSAG 시스템의 결합 구성도. IAS의 권한으로 인용.

반도체 등급 HF 및 Cl_2 가스 분석에 사용된 GED 작동 조건은 표 1에 나와 있습니다.

표 1. IAS GED_LAB 작동 파라미터.

파라미터	값	
	HF	Cl_2
입자 분석을 위한 시료 가스 흐름(mL/min)	1000	400
스윕 Ar 가스 유속(mL/min)	6,000	4,000
스윕 가스 배출구 압력(kPa)	9.8	9.8
MSAG nebulizer Ar 가스 유속(mL/min)	300	300
MSAG 10ppb 표준 용액 유속(µL/min)	1	1
Ar 보충 가스 유속(mL/min)	450	300
직접 분석을 위한 시료 가스 유속(mL/min)	5	1
직접 분석을 위한 Ar 희석제 가스 유속(mL/min)	1,130	1,230

8900 반도체 구성 ICP-QQQ는 표준 구성으로 설정되었으며, HF 내성 PFA 비활성 토치, 2.5mm Pt 주입기 및 Pt 샘플링 콘을 갖추었습니다. 표준 s-렌즈에는 옵션인 m-렌즈(부품 번호 G3666- 67500) 및 m-렌즈(부품 번호 G3666-67501)용 옵션인 백금 팁, 니켈 기반 스키머 콘으로 교체되었습니다. 알칼리 금속의 보다 낮은 검출 한계를 성취하기 위해 m-렌즈를 사용하였습니다.

단일 멀티튠 수집을 사용해 서로 다른 셀 가스 모드로 분석물질을 측정하기 위해 GED 소프트웨어로 ICP-QQQ 분석법을 설정하였습니다. 이 분석에서는 no gas 모드, 암모니아 반응 모드(NH_3와 He 셀 가스의 혼합물 사용), 산소 반응 모드를 사용하여 on-mass 및 mass-shift 측정을 조합하여 간섭을 제거했습니다. 데이터 획득 과정에서 셀 가스와 측정 모드가 자동으로 전환되어 각 분석물질에 가장 적합한 모드를 사용하여 빠르고 자동화된 분석을 이루었습니다. 모든 가스 모드에서 동일한 플라즈마 조건이 사용되었습니다. 기기 수집 및 운영 파라미터는 표 2에 나와 있습니다. MSAG로부터 10ppb 표준 용액의 1µL/min Ar 가스를 주입하여 8900 ICP-QQQ의 기본 튜닝을 수행한 후, 각 시료 가스의 최적화를 수행했습니다. 0.5% HNO_3 블랭크 용액은 2µL/min의 유속을 사용했습니다.

분석 시간을 최소화하기 위해 모든 원소에 대해 스펙트럼 수집 모드를 사용한 표준 첨가(MSA) 분석법으로 검량선을 생성했습니다. 입자 분석을 수행할 때는, 1ms의 머무름 시간(Dwell time)의 단일 나노입자 수집 모드 및 동일 파라미터를 사용했습니다.

표 2. Agilent 8900 ICP-QQQ 작동 파라미터.

파라미터	값		
	가스 미사용	NH_3/He	O_2
스캔 모드	MS/MS		
샘플링 깊이(mm)	15		
RF 전력(W)	1,200		
셀 가스 유속	-	NH_3 35% He 1mL/min	25%

결과 및 토의

플루오르화 수소(HF)

입자 분석

그림 3은 1ms 머무름 시간(Dwell time)의 단일 나노입자 수집 모드를 사용하여 얻은 HF 입자 분석 결과를 보여줍니다. 수평 축은 데이터 수집 시간을, 수직 축은 ICP-MS 신호 강도를 1ms 단위로 나타내고 있습니다. 이온 강도는 원본 입자의 표적 원소 질량에 비례하며, 입자가 원형임을 가정할 때 입자 크기를 파악할 수 있도록 합니다.

그림 3의 데이터는 여과되지 않은 HF 내에 Fe, Ni, Cr, Mn, Na, K, Ca, Sn, W와 같은 서로 다른 크기의 원소 입자가 존재함을 보여주며, 여과 처리된 HF 가스 속에는 훨씬 적은 양의 Fe 입자가 포함되어 있음이 드러납니다. 이 결과는 대부분의 입자가 GED를 통과하였으며, ICP-MS에 의해 검출되었음을 명백히 보여줍니다. 상대적으로 몇몇의 작은 크기 입자인 Cu, Zn, Al, Sb, Ti 등은 백그라운드 노이즈 위에서 검출되었습니다.

단일 나노입자 수집 모드의 짧은 머무름 시간(1ms)은 각 데이터 지점에서 낮은 백그라운드 카운트를 보장합니다. 단일 나노입자 수집 모드는 그림 3에 나타난 바와 같이 여러 다른 원소의 작은 크기 입자를 쉽게 측정하였습니다.

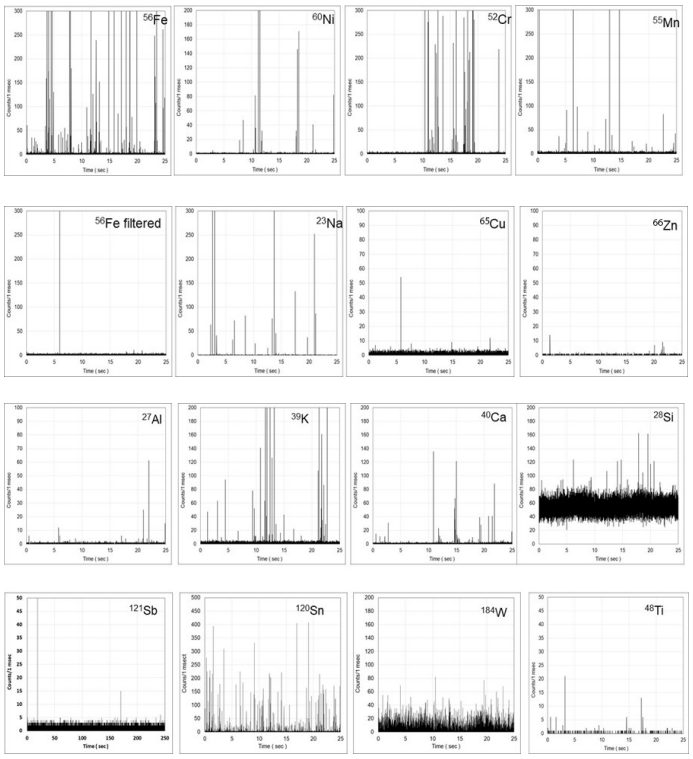


그림 3. GED-ICP-MS의 spICP-MS 모드를 사용한 HF 가스 내 원소의 체류 신호.

Si, Sb, W는 많은 작은 크기 입자 또는 기체 불순물의 존재로 인해 높은 연속 백그라운드를 보여주었습니다.

기체 불순물 분석

기체 불순물을 조사하기 위해 HF 가스를 5mL/min의 유속으로 Ar 희석 가스와 함께 ICP-MS에 직접 주입하였습니다. 그림 4는 밤새 그대로 둔 가스 실린더의 HF 내 일부 원소의 강도 경향을 보여줍니다. B, Ge, Sr, Sn, Sb는 가스 실린더 밸브 개봉 후 ICP-MS로 분석하였습니다. 초기에 Sb, Sn, Ge, B의 신호는 증가하였다가 5분 이내에 급격하게 떨어진 후, 다시 다음 5분간 완만하게 하강하였습니다. 이 결과는 분석 전에 HF 가스 실린더 내의 기체상과 액체상 평형을 기다리는 것이 가장 모범적인 수행임을 보여줍니다. Sb와 Sn의 신호 스파이크가 11분 후에 검출되었으며, 이는 HF 가스 실린더 내 HF 용액이 끓어올라 발생한 것일 수 있습니다.

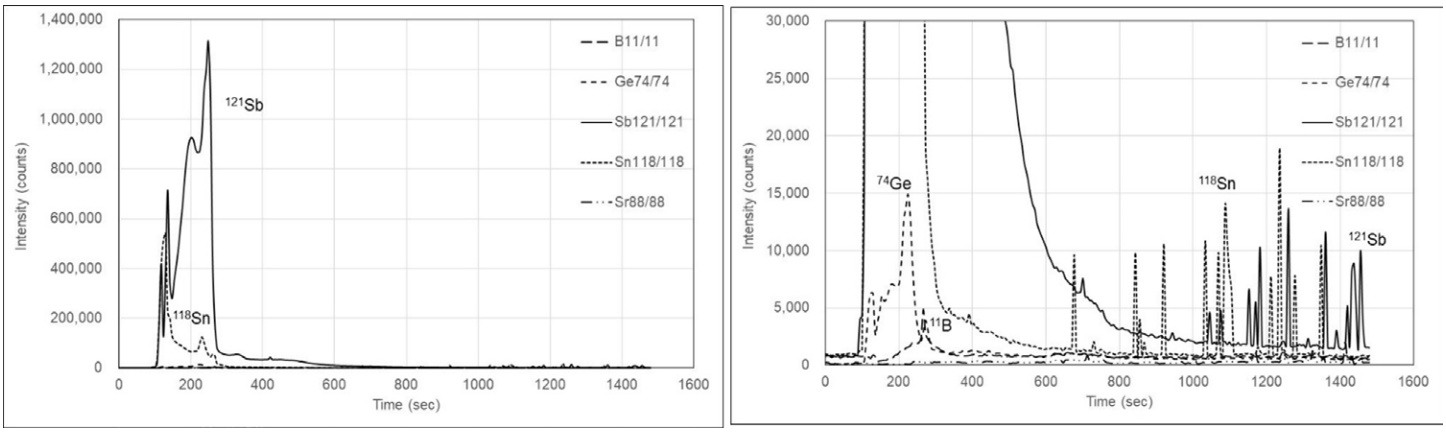


그림 4. 밸브 개봉 후 HF 가스 내 원소 경향(Y축에서 다른 강도 규모를 사용한 동일 데이터가 보임).

스펙트럼 수집 모드를 사용한 HF 직접 분석을 위해 질량당 1초의 통합 시간이 사용되었습니다. Ar 가스 블랭크 및 HF 가스 시료의 감도 계수(소프트웨어로 계산)가 표 3에 나타나 있습니다. B, P, Cu, Ge, W와 같은 일부 원소는 HF 가스 내에서 Ar 가스 블랭크보다 높은 신호를 보였으며, 이는 휘발성 플루오르화 화합물로 인한 것일 가능성이 큽니다. HF 가스의 감도 계수는 HF 매트릭스로 인해 대부분의 원소에 대해 Ar 가스보다 살짝 높았습니다. B와 P 백그라운드 카운트가 다른 원소보다 높았기 때문에, MSAG 표준 용액 내에서 이들 원소의 농도가 보다 높아야 감도 계수의 정확성이 개선될 수 있습니다.

HF 내 기체 상태의 금속 및 입자 불순물

HF 가스 내 기체 상태의 금속 및 입자 불순물 요약 내용이 표 3에 나타나 있습니다. 이미 언급했듯이 직접 가스 분석은 1초의 통합 시간으로 스펙트럼 수집 모드를 사용하며, 단일 나노입자 수집 모드는 25초의 측정 시간으로 TRA 모드를 사용합니다. 모든 데이터는 GED 소프트웨어로 감도 계수와 주입된 HF 가스 무게를 사용해 자동 계산됩니다(2개 분석법 각각의 유속 및 통합 시간을 바탕으로).

Mg, Al, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Ge, Ba의 입자는 GED-spICP-MS를 사용해 검출되었으며, 직접 가스 분석법으로는 원소가 검출되지 않았습니다. GED-spICP-MS 농도 데이터는 ng/kg으로 보고되었습니다. 이 단위는 스펙트럼 모드(µg/kg)를 사용해 보고된 데이터보다 1,000배 낮은 단위인데, 이는 GED-spICP-MS가 직접 가스 분석법보다 시료 가스에 대해 훨씬 빠른 유속을 사용하기 때문입니다.

표 3. 직접 가스 ICP-MS 분석의 스펙트럼 수집 모드를 사용해 얻은 기체 불순물 및 GED-ICP-MS의 단일 입자 분석 모드를 사용해 얻은 입자를 보여주는 데이터 HF 가스 분석 결과 요약.

분석물질	Q1 질량	Q3 질량	기체 불순물					입자	
			통합 시간 (초)	Ar 가스		HF 가스		HF 가스	
				감도 계수 (ag/count)	Conc (µg/kg)	감도 계수 (ag/count)	Conc (µg/kg)	통합 시간 (초)	Conc (ng/kg)
Li	7	7	1	19	< 0.002	15	0.003	N.D.	25	N.D.
B	11	11	1	14	2	88	99	97	25	N.D.
Na	23	23	1	10	0.09	11	2	1	25	0.02
Mg	24	24	1	16	< 0.003	16	< 0.002	N.D.	25	0.006
Al	27	27	1	29	< 0.01	31	< 0.01	N.D.	25	0.008
P	31	47	1	93	0.6	12	124	123	25	N.D.
K	39	39	1	7	0.1	7	0.1	N.D.	25	0.03
Ca	40	40	1	24	< 0.06	26	< 0.06	N.D.	25	0.03
Ti	48	64	1	28	< 0.005	29	0.1	0.1	25	0.007
V	51	51	1	23	< 0.003	24	0.008	0.005	25	N.D.
Cr	52	52	1	23	< 0.007	27	0.023	0.02	25	0.1
Mn	55	55	1	14	0.012	16	0.007	N.D.	25	0.1
Fe	56	56	1	17	0.01	20	0.03	0.02	25	0.8
Co	59	59	1	20	< 0.004	23	< 0.004	N.D.	25	0.002
Ni	60	60	1	92	<0.07	106	<0.07	N.D.	25	0.1
Cu	65	65	1	12	0.006	15	0.3	0.3	25	0.02
Zn	66	66	1	137	<0.08	177	< 0.04	N.D.	25	0.009
Ga	69	69	1	18	< 0.003	23	0.009	0.006	25	N.D.
Ge	74	90	1	38	0.02	40	0.2	0.2	25	0.03
As	75	91	1	167	0.2	172	418	418	25	N.D.
Se	80	96	1	2,012	< 0.3	2,198	0.8	0.5	25	N.D.
Sr	88	88	1	10	< 0.003	11	< 0.003	N.D.	25	N.D.
Zr	90	90	1	17	< 0.002	21	< 0.002	N.D.	25	N.D.
Mo	98	98	1	48	< 0.01	57	0.05	0.04	25	N.D.
Ag	107	107	1	22	< 0.003	26	< 0.007	N.D.	25	N.D.
Cd	111	111	1	26	< 0.002	29	0.02	0.02	25	N.D.
Sn	118	118	1	32	< 0.009	39	0.03	0.02	25	1
Sb	121	121	1	37	0.02	43	0.05	0.03	25	0.5
Ba	138	138	1	11	< 0.002	11	< 0.001	N.D.	25	0.002
W	184	184	1	31	< 0.008	29	0.04	0.03	25	0.09
Pb	208	208	1	17	< 0.004	16	< 0.003	N.D.	25	N.D.

염소(Cl_2)

그림 5는 GED-ICP-MS의 spICP-MS 모드에서 필터 장착/미장착 상태를 모두 사용해 얻은 Cl_2 가스 입자 분석 결과를 보여줍니다. 필터 미장착 시 높은 수준의 Ca, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu 입자가 검출되었으며, 아마도 휘발성 염화 화합물로 인해 야기되었을 가능성이 높은 P, Ge, As, Sn, Sb의 연속 백그라운드가 나타났습니다.

Ba, W, Bi에 대해서는 낮은 카운트가 관찰되었습니다. 그러나 필터 미장착 시 단일 카운트 신호의 빈도는 필터 장착 시보다 높았으며, 이는 Ba, W, Bi가 휘발성 염화물을 형성하지 않기 때문에 아마도 작은 입자로 인한 것으로 보입니다.

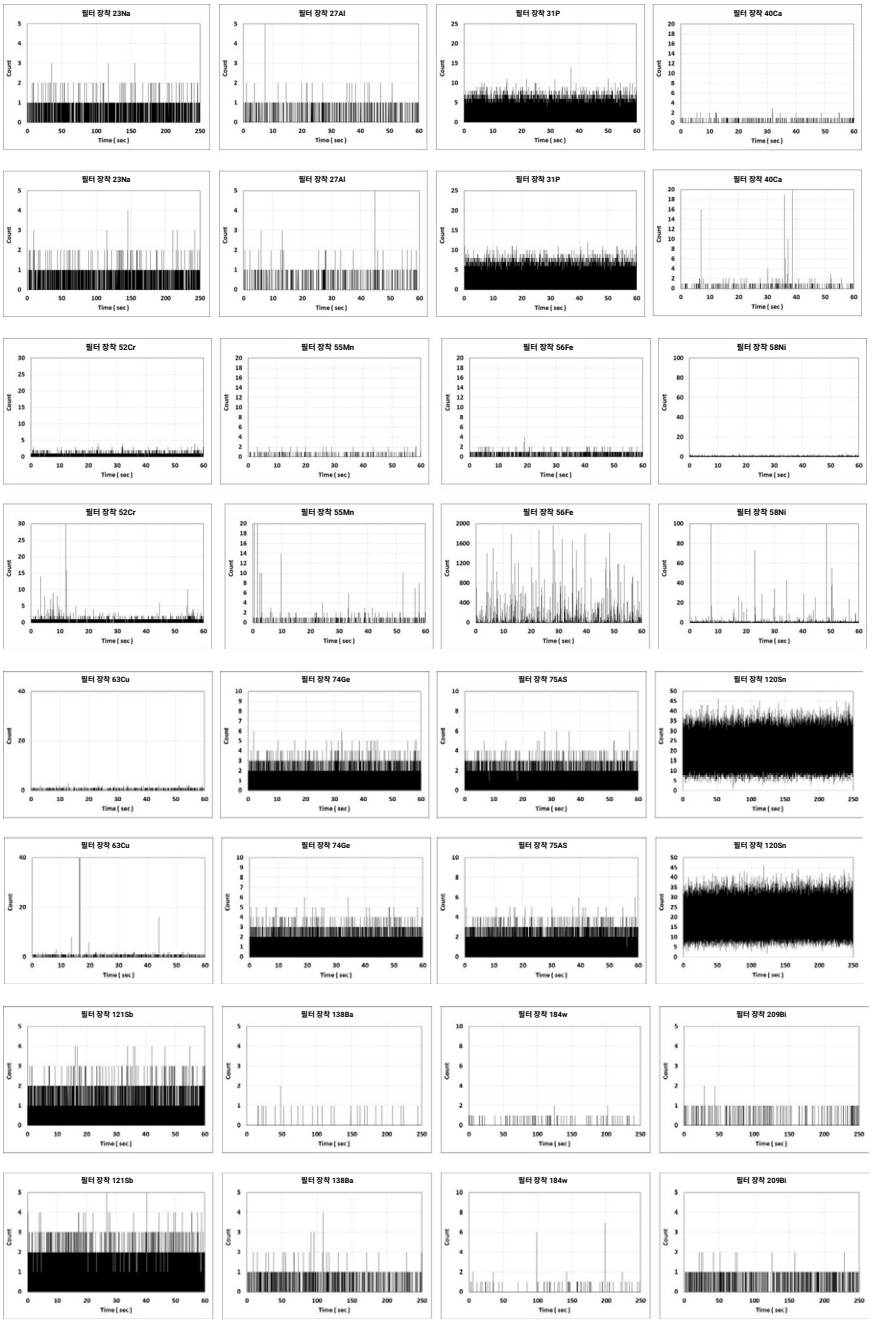


그림 5. GED-ICP-MS의 spICP-MS 모드에서 필터 장착/미장착 시 얻은 Cl_2 가스 내 원소의 체류 신호.

Cl_2 가스 내 기체 상태의 금속 및 입자 불순물 요약 내용이 표 4에 나타나 있습니다. 직접 가스 분석은 휘발성 염화 화합물을 형성하는 상대적으로 높은 농도의 P, Fe, Cu, Ge, As, Sn, Sb를 보여주었습니다. GED-spICP-MS 분석은 훨씬 낮은 농도에서 일부 입자 불순물을 검출하였습니다.

표 4. 직접 가스 ICP-MS 분석의 스펙트럼 수집 모드를 사용해 얻은 기체 불순물 및 GED-ICP-MS의 단일 입자 분석 모드를 사용해 얻은 입자를 보여주는 데이터 Cl_2 가스 분석 결과 요약.

분석물질	Q1 질량	Q3 질량	기체 불순물						입자	
			통합 시간 (초)	Ar 가스		Cl_2 가스		블랭크 보정 Conc (µg/kg)	Cl_2 가스	
				감도 계수 (ag/count)	Conc (ng/kg)	감도 계수 (ag/count)	Conc (ng/kg)		통합 시간 (초)	Conc (ng/kg)
Li	7	7	0.45	60	0.000	47	0.002	0.003	250	N.D.
Na	23	23	0.45	22	< 0.003	18	0.01	0.009	250	0.001
Mg	24	24	0.45	37	0.000	36	0.000	N.D.	250	N.D.
Al	27	27	0.45	32	0.008	44	0.01	0.002	60	N.D.
P	31	47	0.45	363	161	431	941	780	60	N.D.
K	39	39	0.45	18	0.02	24	0.02	N.D.	60	N.D.
Ca	40	40	0.45	22	0.007	26	0.003	N.D.	60	0.001
Ti	48	64	0.45	28	< 0.002	31	0.000	N.D.	60	N.D.
V	51	51	0.45	25	0.000	41	0.1	0.1	60	N.D.
Cr	52	52	0.45	20	0.5	36	1	0.8	60	0.002
Mn	55	55	0.45	12	< 0.002	26	< 0.001	N.D.	60	0.004
Fe	56	56	0.45	15	0.02	33	21	21	60	2.3
Ni	58	58	0.45	34	0.05	71	0.2	0.2	60	0.036
Co	59	59	0.45	16	< 0.001	18	0.000	N.D.	60	N.D.
Cu	63	63	0.45	36	0.02	86	3	3	60	0.006
Zn	66	66	0.45	92	0.000	310	0.3	0.3	60	N.D.
Ga	69	69	0.45	17	0.000	35	0.03	0.03	60	N.D.
Ge	74	74	0.45	21	0.02	70	3	3	60	N.D.
As	75	91	0.45	271	< 0.1	791	43	43	60	N.D.
Sr	88	88	0.45	11	< 0.001	12	0.000	N.D.	60	N.D.
Zr	90	106	0.45	20	< 0.005	22	0.000	N.D.	60	N.D.
Mo	98	98	0.45	55	< 0.007	82	< 0.05	N.D.	60	N.D.
Ag	107	107	0.45	23	< 0.003	26	0.000	N.D.	60	N.D.
Cd	111	111	0.45	32	< 0.004	35	0.000	N.D.	250	N.D.
Sn	120	120	0.45	35	1	38	60	59	250	0.21
Sb	121	121	0.45	37	0.07	43	2	2	60	0.24
Ba	138	138	0.45	13	< 0.001	14	< 0.001	N.D.	250	0.002
W	184	184	0.45	32	< 0.004	29	0.000	N.D.	250	N.D.
Pb	208	208	0.45	18	< 0.002	17	0.000	N.D.	60	N.D.

결론

반도체 산업에서 사용되는 가스 속 기체 상태 금속 불순물 및 입자 분석을 위해 GED-MSAG-ICP-MS를 사용하였습니다. 특수 가스 속 금속 불순물의 총량을 측정하는 것은 IC가 점점 더 작아지고, 빨라지고, 에너지 효율적이 되어가면서 더 중요한 작업이 되고 있습니다.

HF와 Cl_2 같은 부식성 가스를 다루기 위해 GED에 전해폴리싱 스테인리스 스틸 셀로 둘러싸인 멤브레인을 장착하였습니다. 듀얼 시린지 MSAG를 사용하여 제어된 농도의 산 블랭크 용액과 다원소 표준 용액을 주입하여 MSA로 Agilent 8900 ICP-QQQ를 자동 검량하였습니다.

높은 감도, 낮은 백그라운드, MS/MS를 사용한 효과적인 간섭 통제 덕분에 8900 ICP-QQQ는 낮은 농도의 용해된 기체 오염물 원소 및 가스 내 나노입자를 모두 모니터링할 수 있습니다.

GED-MSAG-ICP-MS 기법을 통해 8900 ICP-QQQ를 단일 입자 (sp)-ICP-MS 모드에서 1초의 머무름 시간으로 작동하여, HF 및 Cl_2 가스 내 여러 금속 입자를 검출하였습니다. GED 멤브레인 내에서 소실된 기체 상태 금속 불순물 분석을 위해 HF와 Cl_2는 GED 없이 직접 Ar 희석제 가스를 통해 ICP-QQQ의 플라즈마로 주입되었습니다. 스펙트럼 수집 모드에서 얻은 데이터와 결과는 가스에서 검출된 다양한 기체 상태 금속 불순물을 보여줍니다.

GED-MSAG-ICP-MS 기법은 또한 NH_3, CO_2, HCl, NF_3, SiH_2Cl_2, SF_6 등 반도체 산업계의 다른 특수 가스 테스트를 위해서도 사용될 수 있습니다.

참고 문헌

1. Measuring Inorganic Impurities in Semiconductor Manufacturing, Agilent publication, 5991-9495EN
2. Kohei Nishiguchi et al., Real-time multielement monitoring of airborne particulate matter using ICP-MS instrument equipped with gas converter apparatus, *J. Anal. At. Spectrom.*, **2008**, 23, 1125–1129
3. Robert Kovacs et al., Development of direct atmospheric sampling for laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry, *J. Anal. At. Spectrom.*, **2010**, 25, 142-147
4. Yoshinari Suzuki et al., Real-time monitoring and determination of Pb in a single airborne nanoparticle, *J. Anal. At. Spectrom.*, **2010**, 25, 947-949
5. S.-L. von der Weiden et al., Particle loss calculator – a new software tool for the assessment of the performance of aerosol inlet systems, *Atoms. Meas. Tech. Discuss.*, 2, **2009**, 1099–1141
6. Yoshinori Shimamura, Donna Hsu, and Michiko Yamanaka, Multielement Nanoparticle Analysis of Semiconductor Process Chemicals Using spICP-QQQ, Agilent publication, 5994-0987EN
7. Donna Hsu, Yoshinori Shimamura, Brian Liao, Michiko Yamanaka, Chun-Hua Chen, Chiu-Hun Su, and Ching Heng Hsu, Analysis of Nanoparticles in Organic Reagents by Agilent 8900 ICP-QQQ in spICP-MS Mode, Agilent publication, 5994-1306EN

경고 화학적 위험

이 방법은 사용과 관련된 안전 문제에 대해서는 설명하고 있지 않습니다. 모든 적합한 개인 보호 장구를 착용하고 적절한 안전 절차를 따르는 것은 분석 작업자 개인의 책임입니다.

www.agilent.com/chem/8900icp-qqq

DE34987855

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2022

2022년 10월 25일 한국에서 인쇄
5994-5321KO

한국애질런트테크놀로지스㈜
대한민국 서울특별시 서초구 강남대로 369,
A+ 에셋타워 9층, 06621
전화: 82-80-004-5090 (고객지원센터)
팩스: 82-2-3452-2451
이메일: korea-inquiry_lsca@agilent.com

Agilent