

Agilent 9500 ICP-QQQ를 이용한 고순도 티타늄 분석

첨단 산업에 사용되는 티타늄 소재의 순도 및 성능 보장



저자

Rentaro Yamashita
Agilent Technologies, Inc.

소개

고순도 티타늄의 중요성과 ICP-QQQ의 역할

고순도 티타늄(Ti)은 반도체 제조 및 항공우주 공학과 같은 첨단 산업에서 매우 중요한 소재입니다. 반도체 분야에서 Ti은 박막 증착용 스퍼터링 타겟으로 널리 사용되는데, 이 경우 불순물이 미량이라도 있으면 박막의 균일성, 전기적 특성 및 소자 신뢰성에 부정적인 영향을 미칠 수 있습니다. 항공우주 분야에서 Ti은 높은 강중비와 내식성으로 평가받아 엔진 부품 및 구조용 부품에 이상적인 재료입니다. 하지만 불순물이 존재하면 기계적 무결성을 손상시키고, 특히 극한의 조건에서 작동할 때 부품의 장기적인 성능을 저하시킬 수 있습니다.

이처럼 까다로운 환경에서 Ti의 신뢰성과 기능성을 보장하려면 원료에 함유된 미량 불순물을 정확하게 정량화해야 합니다. QQQ(Triple quadrupole) 유도 결합 플라즈마 질량 분석법(ICP-QQQ)은 스펙트럼 간섭을 강력하게 억제하고 초저 검출 한계(DL)를 제공하여 고체 시료에서 1mg/kg(ppm) 이하의 불순물을 정확하게 측정할 수 있게 해줍니다. 이러한 수준의 감도는 고순도 Ti의 품질 관리(QC)에 특히 중요하며 XRF, ICP-OES, GD-MS와 같은 기존 기술은 감도와 검출 한계(DL)가 부족합니다.

반응성 셀 가스를 사용하여 탁월한 간섭 감소 효과를 얻기 위해 Agilent ICP-QQQ 기기에는 2개의 단위 질량(1u) 사중극자 질량 필터인 Q1과 Q2가 포함되어 있습니다.¹ Q1은 충돌/반응 셀(CRC) 앞에 위치하여 셀 가스와 반응할 이온을 선별합니다. Q2는 셀을 빠져나온 이온이 검출기로 전달되기 전에 이들을 필터링합니다. 이 탠덤 질량 분석기(MS/MS)의 작동 방식은 CRC 내 반응 화학을 타의 추종을 불허할 정도로 정밀하게 제어할 수 있게 해주며 다원자 이온, 2가 전하 이온(M²⁺), 동중 원소 및 피크 중첩 간섭을 포함한 강한 스펙트럼 간섭을 처리하는 데 매우 유용합니다.

듀얼 셀 시스템(DCS) CRC를 탑재하고 옵션 사양인 m-렌즈가 장착된 신제품인 Agilent 9500 QQQ ICP-MS를 사용하면 Ti 매트릭스 시료를 확실하게 분석하고 장시간의 측정 작업에서도 재료의 순도를 검증할 수 있습니다. m-렌즈는 장시간 작동 중에 인터페이스 구성 요소에 침착될 수 있는 쉽게 이온화되는 원소로 인한 백그라운드 신호를 최소화하도록 최적화된 기하학적 구조로 설계되었습니다. 이 기능은 기기가 고출력의 매트릭스 내성 플라즈마 조건을 유지하면서 ppt 수준의 불순물 분석에 필수적인 초저 백그라운드 등가 농도(BEC)를 실현할 수 있도록 합니다. 적절한 셀 가스를 사용하여 DCS를 작동시키면 나트륨(Na), 마그네슘(Mg), 구리(Cu), 아연(Zn)과 같은 원소에 영향을 미치는 Ti 기반 물질(Ti²⁺ 및 TiO⁺)로 인한 스펙트럼 간섭을 효과적으로 제어할 수 있습니다. m-렌즈와 함께 이러한 접근 방식을 통해 미량 원소 불순물을 정확하게 측정할 수 있으므로 엄격한 산업 표준을 준수할 수 있습니다. m-렌즈는 백그라운드 신호를 최소화하고 견고한 플라즈마 조건에서 ppt 수준의 불순물 분석을 가능하게 하는 데 효과적이며, 이는 ICP-QQQ를 사용한 고매트릭스 응용 분야에서도 입증되었습니다.^{2,3} 간섭 제어 외에도 9500 ICP-QQQ 시스템의 견고성과 재현성은 연구 및 생산 환경 모두에서 일반 분석에 매우 적합합니다. 이러한 기능은 초청정 티타늄에 의존하는 첨단 기술 분야의 지속적인 발전을 뒷받침합니다.

본 연구에서는 고순도 Ti 분말로 제조한 200ppm Ti 용액을 첨단 소재 분석에서 흔히 접하는 시료를 대표하도록 사용했습니다. 고농도 Ti 매트릭스에서 Na, Mg, Cu, Zn을 포함한 미량 불순물을 정량화하는 9500 ICP-QQQ의 성능을 첨가-회수율 실험 및 장기 안정성 테스트를 통해 평가했습니다.

실험

기기

옵션 사양인 m-렌즈와 Agilent I-AS 자동 시료 주입기가 장착된 Agilent 9500 ICP-QQQ는 Agilent OpenLab ICP-MS 소프트웨어 버전 1.1을 사용하여 완벽하게 제어했습니다. 극미량 금속 분석을 위해 설계된 시료 주입 시스템은 I-AS 프로브가 장착된 MicroFlow PFA 네블라이저(자세 흡입 모드로 작동), 온도 조절식 석영 스프레이 챔버, 내경 2.5mm 주입기가 있는 석영 토치로 구성되었습니다. m-렌즈에는 구리 받침대가 있는 백금 팁 샘플러 콘과 니켈 받침대가 있는 백금 팁 스커머 콘이 사용되었습니다.

튜닝 과정을 단순화하기 위해 두 가지 셀 조건만 적용했습니다. H₂ 및 H₂가 혼합된 NH₃, H₂ 및 NH₃ 가스를 셀에 도입하면 선택적인 이온-분자 반응을 통해 아르곤(Ar) 및 Ti 기반 간섭 물질을 제거할 수 있습니다. 보조 가스는 무가스 모드에서 CeO/Ce 비율이 약 0.8%가 되도록 조정했으며, 기타 플라즈마 및 렌즈 파라미터는 낮은 백그라운드 수준과 높은 안정성을 위해 최적화되었습니다 (표 1).

표 1. Agilent 9500 ICP-QQQ 작동 파라미터.

파라미터	H ₂	NH ₃ + H ₂
스캔 모드	MS/MS	
RF 전력(W)	1600	
Nebulizer Gas(L/분)	0.7	
보조 가스(L/분)	0.5	
Extract 1(V)	0	
Extract 2(V)	-40	
쿨절(V)	1	-15
H ₂ 가스 유량(mL/분)	5	2
NH ₃ 가스 유량*(mL/분)	0	8(80%)
셀 바이어스(V)	-10	-20
KED(V)	-2	-7

*10% NH₃와 90% He가 균형을 이룸.

시약

시료는 일본 FUJIFILM Wako Pure Chemical에서 구입한 고순도 티타늄 분말(99.99%, < 100 메쉬)로 구성되었습니다. 시료 분해 및 용액 제조에는 일본 Tama Chemicals의 Tamapure-AA-10 등급 질산(HNO₃), 염산(HCl) 및 불산(HF)을 사용했습니다.

다음과 같은 다원소 표준물질을 사용하여 검량 표준물질 및 첨가 용액을 제조했습니다. XSTC-7, XSTC-8 및 XSTC-331(SPEX CertiPrep LLC, USA). Mg, 철(Fe) 및 이트륨(Y)의 단일 원소 표준물질(Kanto Chemical, Japan)도 사용되었습니다. 인듐(In) (Kanto Chemical, Japan)을 내부 표준물질(ISTD)로 사용했습니다.

시료 전처리

Ti 시료는 ASTM E2371-21a 지침에 따라 분해시켰습니다. 2단계부터 5단계까지는 흠 후드 안에서 수행했습니다.

1. Ti 분말(1g)을 100mL PFA 병에 칭량하였습니다.
2. 15% HCl 용액 40mL를 추가하여 넣었습니다.
3. Mg와 Fe를 제외한 모든 분석물질은 각각 1µg, Mg는 15µg, Fe는 25µg를 추가하여 넣었습니다.
4. 38% HF 2mL와 30% HNO₃ 3mL를 추가하고, 혼합물을 핫플레이트에서 120°C로 15분간 가열했습니다.
5. 용액을 15분 동안 실온으로 식혔습니다.
6. 이 용액을 초순수로 100g까지 희석하여 1% Ti 분해 용액을 제조했습니다.
7. 1% Ti 용액을 1% HNO₃로 50배 희석하여 200ppm Ti 용액을 제조하고, In을 추가하여 2µg/kg(ppb) 농도를 얻었습니다.
8. 200ppm Ti 용액을 9500 ICP-QQQ에 주입했습니다.

절차 블랭크(Ti 매트릭스 없음)도 준비되었습니다.

검량

9500 ICP-QQQ는 고순도 시료 분석에서 일반적으로 사용하는 표준물질 첨가 분석법(MSA)을 사용해 검량했습니다. 절차 블랭크(Ti 매트릭스 없음)와 Ti 분해 용액(200ppm Ti 용액)을 첨가하여 검량선을 생성했습니다. 절차 블랭크의 경우, 모든 원소를 0, 50, 100ng/kg(ppt) 농도로 첨가했습니다. 측정값의 변동성을 평가하기 위해 동일한 블랭크 용액을 사용하여 5회 연속 측정을 수행하여 블랭크를 측정했습니다($n = 5$). Ti 분해 용액의 경우, Mg와 Fe를 제외한 모든 원소는 0, 200, 400ppt 농도로 첨가했고, Mg와 Fe는 0, 3, 6ppb 농도로 첨가했습니다.

시료

본 연구를 위해 세 가지 유형의 Ti 시료를 준비했습니다.

- **Ti 매트릭스 시료:** 어떠한 원소도 첨가하지 않은 200ppm Ti 용액.
- **시료 A:** Mg와 Fe를 제외한 모든 표적 분석물질을 첨가한 200ppm Ti 용액. 분석물질은 시료 준비 절차의 3단계에서 첨가했습니다.
- **시료 B:** Mg 및 Fe만 첨가한 200ppm Ti 용액. Mg와 Fe는 시료 준비 절차의 3단계에서 첨가되었습니다.

검량선은 200ppm Ti 분해 용액에 표준 용액을 첨가하여 준비했습니다. 분해 전에 시료 A와 B에 분석물질을 첨가했습니다. 이 방식을 통해 시료 A와 B에 대한 첨가 회수율을 확인할 수 있으며, 이를 통해 정량 정확도와 분해 과정 중 발생할 수 있는 원소 손실 가능성을 명확하게 평가할 수 있습니다. 시료 A와 B는 첨가 회수율과 재현성을 평가하기 위해 10회씩 측정했습니다. QC 시료는 표준 용액을 200ppt 농도로 Ti 매트릭스 시료에 첨가하여 제조했습니다. 이 QC 시료는 시료 A와 B를 각각 5회 측정할 때마다 한 번씩 측정했습니다.

결과 및 토의

티타늄 기반 간섭

Ti는 다섯 가지 안정 동위원소를 가지고 있으며, 각 동위원소는 자연적인 존재비(%)가 다릅니다. ⁴⁶Ti(8.25%), ⁴⁷Ti(7.44%), ⁴⁸Ti(73.72%), ⁴⁹Ti(5.41%) 및 ⁵⁰Ti(5.81%). 표 2에서 볼 수 있듯이 200ppm Ti 시료에서는 여러 원소가 Ti 기반 간섭의 영향을 받습니다.

표 2. 200ppm Ti 매트릭스 시료에서 나타나는 이온 간섭의 예.

동위원소	이온 간섭
²³ Na	⁴⁶ Ti ²⁺
²⁴ Mg, ²⁵ Mg	⁴⁸ Ti ²⁺ , ⁵⁰ Ti ²⁺
⁵¹ V	⁴⁸ TiHHH ⁺ , ⁴⁹ TiHH ⁺ , ⁵⁰ TiH ⁺
⁶³ Cu, ⁶⁵ Cu	⁴⁶ Ti ¹⁷ O ⁺ , ⁴⁷ Ti ¹⁶ O ⁺ , ⁴⁷ Ti ¹⁸ O ⁺ , ⁴⁸ Ti ¹⁷ O ⁺ , ⁴⁹ Ti ¹⁶ O ⁺
⁶⁴ Zn, ⁶⁶ Zn, ⁶⁸ Zn	⁴⁶ Ti ¹⁸ O ⁺ , ⁴⁷ Ti ¹⁷ O ⁺ , ⁴⁸ Ti ¹⁶ O ⁺ , ⁴⁸ Ti ¹⁸ O ⁺ , ⁴⁹ Ti ¹⁷ O ⁺ , ⁵⁰ Ti ¹⁶ O ⁺ , ⁵⁰ Ti ¹⁸ O ⁺

Cu와 Zn에 대한 다양한 TiO 간섭으로 인해 발생하는 백그라운드 농도를 줄이기 위해 9500 ICP-QQQ는 NH₃ + H₂ 가스를 사용하는 반응성 셀 모드로 작동되었습니다. 동일한 제어된 반응 화학 조건을 사용하여 Na 및 Mg에 대한 Ti²⁺ 간섭과 바나듐(V)에 대한 Ti-수소화물 중첩을 제거했습니다.

본 연구에 사용된 Ti 분말에서 비교적 높은 농도의 Mg(8ppm)가 검출되었습니다(표 3). ⁴⁸Ti²⁺가 ²⁴Mg에, ⁵⁰Ti²⁺가 ²⁵Mg에 미치는 스펙트럼 간섭이 효과적으로 제거되었는지 확인하기 위해 세 가지 Mg 동위원소를 측정했습니다. ²⁶Mg는 Ti²⁺ 간섭이 없으므로 데이터 확인을 위한 검증 이온으로 사용했습니다. 200ppm Ti 매트릭스 시료에서 ²⁴Mg, ²⁵Mg 및 ²⁶Mg의 BEC는 각각 1.60ppb, 1.64ppb, 1.60ppb로 측정되었습니다. 세 동위원소 간의 높은 일치도는 Mg가 Ti 분말에 본래 존재하며 9500 ICP-QQQ 분석법을 통해 Ti²⁺ 간섭이 성공적으로 제거되었음을 확인시켜 줍니다.

그림 1의 Cu에 대한 두 개의 표준 첨가 검량선에서 볼 수 있듯이, 질량 이동 분석법은 질량 측정기에 비해 BEC를 20ppt(125ppt에서 104ppt로) 감소시켰습니다. 이는 Cu⁺가 TiO⁺보다 셀 가스와 더 쉽게 반응하여 m/z 97에서 Cu(NH₃)₂⁺로 측정될 수 있음을 시사합니다. 그림 1의 Zn에 대한 두 개의 검량선은 질량 68에서의 TiO가 질량 64 및 66에서의 TiO보다 상대적으로 적기 때문에 질량 측정에서도 ⁶⁸Zn이 충분히 낮은 BEC(14ppt)를 나타냈음을 보여줍니다.

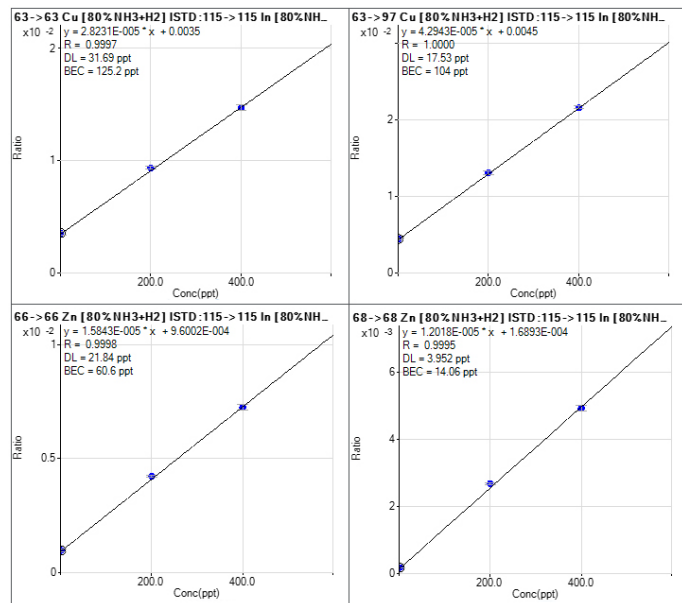


그림 1. Cu 및 Zn에 대한 검량선. 상단: 질량 측정 및 질량 이동 측정에서 얻은 Cu의 BEC는 각각 125ppt 및 104ppt였습니다. 하단: ⁶⁶Zn과 ⁶⁸Zn의 BEC는 각각 60.6ppt와 14.1ppt였습니다.

고순도 티타늄 내 불순물 금속의 정량 분석

표 3은 200ppm 고순도 Ti 용액에 포함된 25개 원소의 정량 분석 결과를 나타냅니다. Ti 매트릭스의 BEC에서 절차 블랭크의 BEC를 빼서, 모든 원소의 기여도를 합산한 결과 총 금속 농도는 31ppm으로 계산되었습니다. 주요 금속 불순물의 총 농도는 0.01% 미만으로 확인되었으며, 이는 해당 재료의 명시된 순도 (> 99.99%)와 일치합니다.

간단히 하기 위해 모든 원소는 H₂ 또는 NH₃ + H₂ 모드를 사용하여 분석했습니다. 데이터 수집 중, 두 가지 측정 모드가 자동으로 전환되어 신속하고 자동화된 분석이 가능했습니다. 99.999%와 같이 순도가 높은 Ti 시료 분석에 더 높은 감도가 요구되는 경우, 셀 가스 유량에 대한 추가적인 최적화가 필요할 수 있습니다. 예를 들어, NH₃ 유량을 줄이면 일부 분석물질의 감도가 향상되고 검출 한계가 낮아질 수 있습니다. 본 연구에서 사용된 조건은 Cu와 Zn에 대한 TiO 간섭을 줄이도록 최적화되었습니다.

분해된 티타늄 시료에서 첨가 회수율

이 분석법의 정확도를 평가하기 위해 분해 전에 Ti 분말을 첨가했습니다. 각 분석물질의 첨가량은 원래 Ti 시료 1g당 1μg(1ppm)이었으며, Mg와 Fe는 농도가 높아 각각 15μg(15ppm)과 25μg(25ppm)으로 첨가했습니다. 200ppm Ti 분해 용액을 5000배 희석하여 9500 ICP-QQQ에 주입했으므로, Mg(3000ppt)와 Fe(5000ppt)를 제외한 모든 원소의 실제 정량 농도는 200ppt였습니다. 표 4는 첨가 회수 결과를 보여줍니다. 모든 원소의 회수율이 ±10% 이내였으며, 상대 표준 편차(RSD) 값은 대부분 1-3% 사이였고 모두 5% 미만이었습니다.

장기 안정성

그림 2는 200ppm Ti 용액을 약 3시간 측정하는 동안 ISTD의 안정성을 보여줍니다. In 신호는 지속적으로 90-120% 범위 내에 머물렀습니다.

그림 3은 분석 과정 동안 6회 측정된 QC 시료의 회수율을 보여줍니다. 대부분의 원소는 ±10% 이내의 오차 범위 내에서 회수되었고, 모든 원소는 ±20% 이내의 오차 범위 내에서 회수되었습니다.

이번 결과는 9500 ICP-QQQ가 수 시간 동안 Ti 매트릭스 시료를 연속적으로 측정하기에 적합한 안정성, 견고성 및 매트릭스 내성을 갖추고 있음을 확인시켜 줍니다.

표 3. MSA를 이용하여 Ti 분해 용액(200ppm Ti 매트릭스)과 절차 블랭크(Ti 매트릭스 없음) 모두에 대한 검량선을 얻었습니다. 블랭크 시료의 경우($n = 5$), DL은 표준편차의 3배로 정의되었습니다. BEC는 블랭크 시료의 평균 신호 강도를 검량선의 기울기로 나누어 계산했습니다. 원래 Ti 시료의 불순물 금속 농도는 해당 Ti 매트릭스의 BEC에서 절차 블랭크의 BEC를 빼고 그 결과를 원래 Ti 분말의 농도로 변환하여 계산했습니다.

분석물질	Q1	Q2	튜닝	Ti 매트릭스 없음		Ti 매트릭스		원료 Ti 분말 내 불순물 금속 농도 (ppb)
				DL(ppt)	BEC(ppt)	DL(ppt)	BEC(ppt)	
B	11	11	H ₂	1.92	2.83	6.32	12.7	49.4
Na	23	23	NH ₃ + H ₂	2.03	3.25	7.52	91.4	441
Mg	24	24	NH ₃ + H ₂	0.66	< DL	42.8	1600	8000
Al	27	27	NH ₃ + H ₂	0.52	< DL	5.14	57.1	286
K	39	39	NH ₃ + H ₂	2.30	4.33	2.34	6.26	9.7
Ca	40	40	H ₂	0.62	1.52	1.36	48.9	237
V	51	51	NH ₃ + H ₂	0.23	< DL	2.39	3.44	17.2
Cr	52	52	NH ₃ + H ₂	0.65	1.33	7.64	100	493
Mn	55	55	NH ₃ + H ₂	0.25	0.29	3.07	38.2	190
Fe	56	56	H ₂	0.69	2.43	100	4050	20200
Co	59	59	NH ₃ + H ₂	ND	ND	0.67	0.84	4.2
Ni	60	60	NH ₃ + H ₂	0.84	< DL	18.6	90	450
Cu	63	97	NH ₃ + H ₂	2.35	2.4	8.22	110	538
Zn	68	68	NH ₃ + H ₂	1.48	5	8.94	18.3	66.5
Y	89	89	H ₂	0.03	< DL	0.09	< DL	< DL
Zr	90	90	H ₂	0.09	< DL	0.22	1.24	6.2
Nb	93	93	H ₂	0.06	< DL	0.16	0.57	2.8
Mo	95	95	H ₂	ND	ND	2.30	3.76	18.8
Ru	101	101	H ₂	ND	ND	0.17	< DL	< DL
Pd	105	105	NH ₃ + H ₂	0.14	< DL	0.11	< DL	< DL
Sn	118	118	H ₂	0.24	< DL	0.80	3.37	16.9
Hf	178	178	H ₂	ND	ND	0.09	< DL	< DL
Ta	181	181	H ₂	0.02	< DL	0.27	1.19	6.0
W	182	182	H ₂	0.06	< DL	0.14	0.52	2.6
Bi	209	209	H ₂	0.05	< DL	0.55	0.90	4.5

ND: 불검출

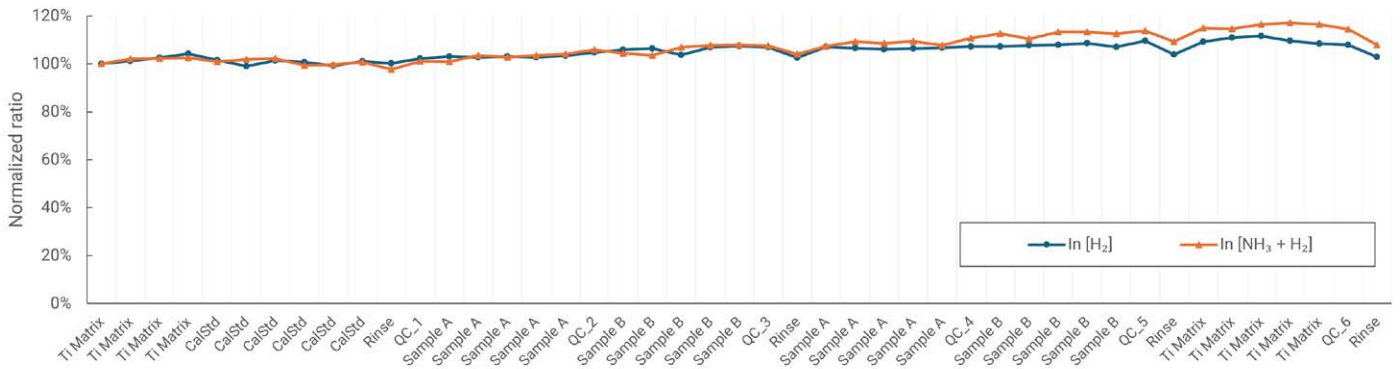


그림 2. Ti 분해 용액의 검량 블랭크 시료에 대한 In ISTD 신호의 보정된 비율. 총 42개의 Ti 매트릭스 시료를 약 3시간에 걸쳐 측정했습니다.

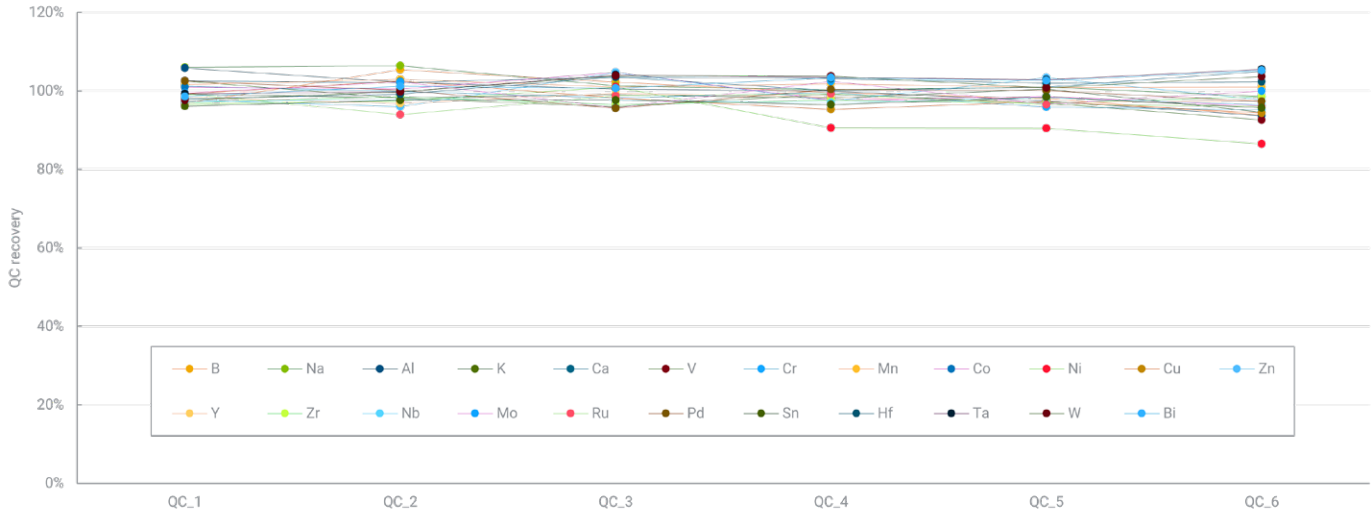


그림 3. 200ppt로 첨가된 QC 시료의 회수율. QC 시료는 Ti이 첨가된 분해 용액을 5회 측정할 때마다 도입되었으며, 6회 정량 분석되었습니다. Mg와 Fe는 BEC가 높아 회수율을 계산하지 않았습니다.

표 4. 시료 A와 B의 첨가 회수율. RSD는 첨가된 시료에 대한 10회 반복 분석의 정량적 측정값 변동으로부터 계산되었습니다.

분석물질	200ppm Ti (ppt)에서 첨가 농도	회수율(%)	RSD(%)
B	200	102	3.6
Na	200	95	2.0
Mg	3000	103	2.5
Al	200	100	2.1
K	200	99	0.9
Ca	200	99	2.1
V	200	96	1.9
Cr	200	92	2.2
Mn	200	103	1.4
Fe	5000	103	1.7
Co	200	98	2.0
Ni	200	105	1.5
Cu	200	97	2.9
Zn	200	95	4.0
Y	200	98	1.1
Zr	200	97	1.3
Nb	200	97	1.0
Mo	200	98	1.9
Ru	200	97	1.8
Pd	200	99	1.9
Sn	200	98	1.8
Hf	200	100	2.2
Ta	200	101	1.3
W	200	101	1.8
Bi	200	102	2.1

결론

본 연구는 고순도 티타늄 내 불순물 금속의 극미량 분석에서 m-렌즈가 장착된 Agilent 9500 ICP-QQQ의 효과를 입증하였습니다. 최적화된 반응 가스 조건과 질량 이동 기법을 적용함으로써 Ti^{2+} 및 TiO^+ 와 같은 Ti 기반 종으로 인한 스펙트럼 간섭을 성공적으로 완화하여 Mg, Cu 및 Zn과 같은 원소를 정확하게 정량화할 수 있었습니다.

이 분석법은 희석하지 않은 Ti 분해 용액에 대해 sub-ppm 범위의 정량 한계를 달성했으며 장기간의 측정 기간 동안 안정적인 ISTD 신호를 유지했습니다. 첨가 회수율 테스트 결과 높은 정확도와 재현성이 확인되었으며, 대부분의 원소에서 $\pm 10\%$ 이내의 회수율과 3% 미만의 RSD를 보였습니다.

이러한 결과는 9500 ICP-QQQ가 고순도 Ti의 품질 관리를 위한 견고하고 신뢰할 수 있는 도구로서, 불순물 수준을 엄격하게 제어해야 하는 반도체 및 항공우주 산업 분야의 중요한 응용 분야를 뒷받침한다는 사실을 뒷받침합니다.

참고 자료

1. Sugiyama, N., Nakano, K. Reaction data for 70 elements using O_2 , NH_3 and H_2 with the Agilent 8800 Triple Quadrupole ICP-MS, 애질런트 발행물, [5991-4585EN](#)
2. Sugiyama, N. Analysis of Ultratrace Impurities in High Purity Copper using the Agilent 8900 ICP-QQQ, 애질런트 발행물, [5994-0383EN](#)
3. Ying, Y. ICP-QQQ를 사용한 높은 실리콘 매트릭스 시료의 초극미량 불순물 분석, 애질런트 발행물, [5994-2890KO](#)

이 응용 연구에 사용된 제품

애질런트 제품

제품 유형	설명	부품 번호
시료 주입 시스템	9500 ICP-MS quartz torch, 2.5 mm id for aqueous samples	M5150-67011
	9500 ICP-MS quartz connector tube, straight	M5150-67014
	9500 ICP-MS quartz spray chamber with straight exit port	M5150-67017
	MicroFlow PFA nebulizer with I-AS probe, self-aspirates at 200 µL/min	G3139-65102
인터페이스	ICP-MS sampler cone for 9500 ICP-MS, Pt tip with Cu base	M5150-67002
	Skimmer cone, Pt tip with Ni base for m-lens	G8400-67073
	Extraction-Omega lens assembly, m-lens, brass base	M5150-67023
튜브 키트	Easy-fit peristaltic pump tubing, beige thermoplastic, yellow/blue, 1.52 mm id for drain	5005-0022
용기 키트	Waste container kit, includes a 10 L waste can, S60 StaySafe cap, fittings, and acid vapor filter	5005-0437

www.agilent.com/chem/9500icpqqq

DE-012974

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2026
2026년 4월 8일, 한국에서 발행
5994-9024KO

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

 **Agilent**
Trusted Answers