



전기 및 전자 제품의
유해 물질 이해
및 테스트를 위한
실용 가이드



목차

- 글로벌 시장 전반의 RoHS 규제 개요 3
- RoHS에 따른 제한 물질 7
 - 중금속 7
 - PBB/PBDE 8
 - 프탈레이트 9
- 추가 우려 물질 10
- 유해 물질 테스트를 위한 표준 분석법 11

- 유해 물질 테스트를 위한 애질런트 솔루션 14
 - 중금속 테스트 15
 - ICP-OES 15
 - AAS 16
 - ICP-MS 17
 - UV-Vis 18
 - 유기 화합물 테스트 19
 - GC/MS 20
 - 간소화된 프탈레이트 테스트 21
 - 애질런트의 엔드투엔드 RoHS 2 GC/MS 프탈레이트 스크리닝 솔루션
(중국에서만 제공) 21
 - LC, LC/MS, LC/MS/MS 22
 - FTIR 22
- 애질런트 기기 관련 주변 장치, 공급품 및 지원 23



글로벌 시장 전반의 RoHS 규제 개요

디지털화의 빠른 발전은 전 세계 전기 및 전자 장비 생산의 기하급수적 성장을 이끌었고, 그 결과 막대한 양의 전자 폐기물이 발생했습니다. 이러한 폐기물이 환경에 미치는 영향을 완화하기 위해, 유럽연합은 두 가지 주요 지침을 도입했습니다.

- **RoHS(유해 물질 제한 지침),**
전기 및 전자 장비에서 특정 독성 물질의 사용을 제한합니다.
- **WEEE(폐전기전자제품 처리 지침),**
수명 주기가 끝난 제품의 적절한 관리와 재활용을 규제합니다.



최초의 RoHS 지침(2002/95/EC)은 2003년 1월 유럽의회와 이사회에서 채택되었으며, 전자 장비에 사용되는 6가지 유해 물질을 제한했습니다. 이후 2005년과 2011년에 개정되었으며, 2013년 1월 3일에는 RoHS 2(Directive 2011/65/EU)가 시행되었습니다. 2015년 6월 4일에는 Directive(EU) 2015/863이 RoHS 2의 부록 II를 개정하여 4가지 프탈레이트 에스테르를 제한 물질 목록에 추가했습니다.

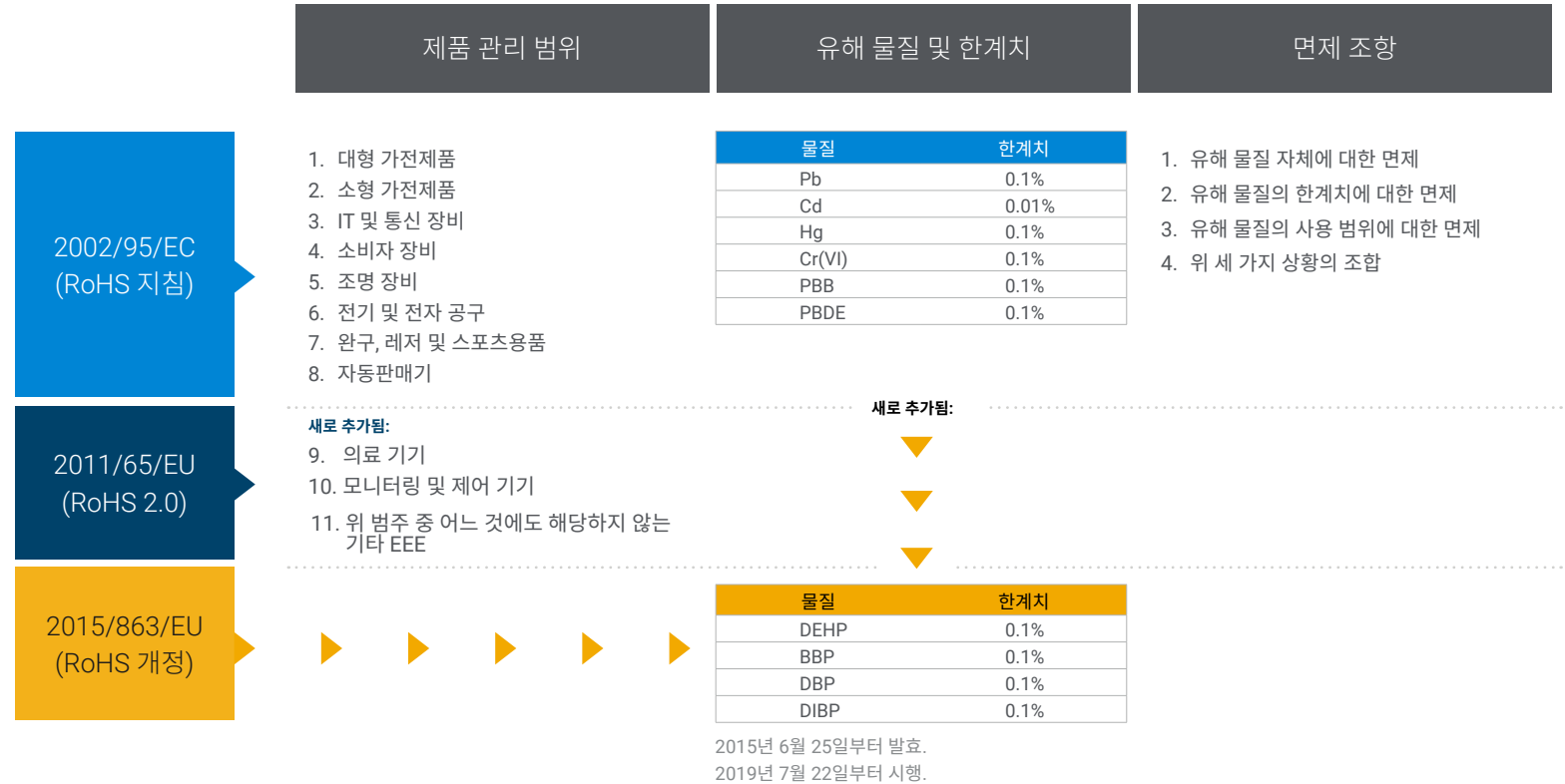


그림 1. EU RoHS의 발전 타임라인.

Pb: 납; Cd: 카드뮴; Hg: 수은; Cr(VI): 육가 크롬; PBB: 폴리브롬화 비페닐; PBDE: 폴리브롬화 디페닐 에테르; DEHP: 비스(2-에틸헥실) 프탈레이트; BBP: 부틸 벤질 프탈레이트; DBP: 디부틸 프탈레이트; DIBP: 디이소부틸 프탈레이트.

2025년 12월, 유럽연합 관보는 Directive(EU) 2025/2456을 공표함으로써 RoHS 2(2011/65/EU)를 개정하고 전기 및 전자 장비 내의 유해 물질 제어를 공식적으로 ECHA로 이관했습니다. 또한 제한 물질의 목록을 4년마다 의무적으로 검토하여 규제 표준이 최신 과학적 발견과 시장 발전에 맞춰 유지되도록 요구합니다.

EU 지침 외에도 많은 지역과 국가에서 자체적인 RoHS 규제를 도입했습니다. RoHS 규제 국가에 해당 전기 또는 전자 제품, 장비, 하위 구성품, 케이블, 구성품 또는 예비 부품을 직접 판매하거나, 해당 시장에 제품을 판매하는 리셀러, 유통업체 또는 통합업체에 제품을 공급하는 모든 회사는 RoHS 규제 준수를 보장해야 합니다.

중국의 RoHS 요건은 EU 지침의 물질 제한에 부합하는 2006년의 권장 표준인 "전자 정보 제품 오염 제한 관리 조치"에서 비롯되었습니다. 2016년에 이는 "전기 및 전자 제품의 유해 물질 제한 관리 조치"로 발전했습니다. 초기에 해당 규제는 6가지 물질을 대상으로 했습니다. 중국은 2025년 8월, 2027년에 발효될 의무적인 국가 RoHS 표준인 GB 26572-2025를 발표했습니다. 이 업데이트에서는 제한 유해 물질 목록을 6가지에서 10가지로 확대하고, 4가지 프탈레이트 에스테르를 추가합니다.

미국에는 전기 및 전자 장비 내의 유해 물질을 규제하는 연방 법률이 없지만, 많은 주에서 자체 규제를 제정했습니다.



지역/국가별 제한 물질

지역/국가	제한 물질									
	Pb	Cd	Hg	Cr(VI)	PBB	PBDE	DEHP	BBP	DBP	DIBP
EU	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
영국	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
미국(뉴저지, 위스콘신)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
미국(캘리포니아, 인디애나, 뉴욕)	●	●	●	●	●	●				
중국 본토	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
중국 대만	●	●	●	●	●	●				
대한민국	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
일본	●	●	●	●	●	●				
싱가포르	●	●	●	●	●	●				
태국	●	●	●	●	●	●				
인도	●	●	●	●	●	●				
방글라데시	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
브라질	●	●	●	●	●	●		● ¹	● ¹	● ¹
GCC ²	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
EAEU ³	●	●	●	●	●	●				

(1) 초안 작성 중; (2) GCC: 걸프 협력 회의; (3) EAEU: 유라시아 경제 연합.

표 1. 지역별 RoHS 또는 RoHS 유사 법규에 따라 제한되는 유해 물질.

	중국 RoHS 1	중국 RoHS 2											
RoHS 시행을 위한 중국 RoHS 규제/표준	<p>2006년 2월 28일 공표 ▶ 2007년 3월 1일 발효</p> <p>정보산업부 명령 제30호 - "전자 정보 제품 오염 제한 관리 조치"</p> <p>SJ/T 11363-2005 "전자 정보 제품의 특정 유해 물질 농도 한계치에 대한 요건"</p>	<p>2016년 1월 6일 공표 ▶ 2016년 7월 1일 발효</p> <p>정보산업부 명령 제32호 - "전기 및 전자 제품의 유해 물질 제한 관리 조치"</p> <p>2018년 3월 15일 공표 ▶ 2019년 3월 15일 발효</p> <p>산업정보기술부 고시 제15호[2018] - "유해 물질 제한 대상 전자 제품 목록(1차)"</p> <p>GB/T 26572-2011 "전기 및 전자 제품의 특정 유해 물질 농도 한계치에 대한 요건"</p> <p>2025년 8월 1일 공표 ▶ 2027년 8월 11일 발효</p> <p>GB/T 26572-2025 "전기 및 전자 제품의 특정 제한 물질 농도 한계치에 대한 요건"</p>											
제품 범위	<p>전자 정보 제품:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전자 레이더 제품 - 전자 통신 제품 - 컴퓨터 제품 - 소비자 전자 제품, 전자 측정 기기 제품 - 전자 부품 - 전자 응용 제품 - 전자 재료 - 관련 부속품 	<p>전기 및 전자 제품(10개 범주):</p> <ul style="list-style-type: none"> - 통신 장비 - 방송 및 텔레비전 장비 - 컴퓨터 및 기타 사무 장비 - 가전제품 및 전자 장비 - 전자 기기 및 계측기 - 산업용 전기 및 전자 장비 - 전동 공구 - 의료 전자 장비 및 장치 - 조명 제품 - 교육용 전자 제품 <p>예술 및 공예, 스포츠, 엔터테인먼트</p>	<p>12종:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 냉장고 - 에어컨 - 세탁기 - 전기온수기 - 프린터 - 복사기 - 팩스기 - 텔레비전 - 모니터 - 마이크로컴퓨터 - 이동 통신 단말기 - 전화기 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>유형</th> <th>적용 범위</th> <th>요구 사항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>"유해 물질 제한 대상 전기 및 전자 제품 목록(12종)"에 포함된 제품</td> <td>한계치 준수 의무 및 필수 라벨링</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>"유해 물질 제한 대상 전기 및 전자 제품 목록"에 포함되지 않은 제품*</td> <td>한계치 준수 권장 및 필수 라벨링</td> </tr> </tbody> </table>	유형	적용 범위	요구 사항	1	"유해 물질 제한 대상 전기 및 전자 제품 목록(12종)"에 포함된 제품	한계치 준수 의무 및 필수 라벨링	2	"유해 물질 제한 대상 전기 및 전자 제품 목록"에 포함되지 않은 제품*	한계치 준수 권장 및 필수 라벨링
유형	적용 범위	요구 사항											
1	"유해 물질 제한 대상 전기 및 전자 제품 목록(12종)"에 포함된 제품	한계치 준수 의무 및 필수 라벨링											
2	"유해 물질 제한 대상 전기 및 전자 제품 목록"에 포함되지 않은 제품*	한계치 준수 권장 및 필수 라벨링											
유해 물질 및 한계치	<p>Pb: 0.1%; Cd: 0.01%; Hg: 0.1%; Cr(VI): 0.1%; PBB: 0.1%; PBDE(decaBDE 제외): 0.1%</p>	<p>Pb: 0.1%; Cd: 0.01%; Hg: 0.1%; Cr(VI): 0.1%; PBB: 0.1%; PBDE: 0.1%</p> <p>새로 추가됨: DEHP: 0.1%; BBP: 0.1%; DBP: 0.1%; DIBP: 0.1%</p>											

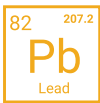
* 2025년 11월, 공업정보화부(MIT)는 "전기 및 전자 제품의 유해 물질 사용 제한 목록(2025)"과 "사용 제한 목록에서 제한 물질 적용 예외 목록(2025)"에 대한 공개 의견을 수렴 중입니다. 12가지의 제품 유형이 10가지 유형으로 통합되고, 23가지의 새로운 유형이 추가됩니다.

그림 2. 중국 RoHS의 발전 타임라인.

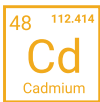
RoHS에 따른 제한 물질

중금속

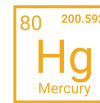
모든 RoHS 법규는 4가지 핵심 원소 물질인 납(Pb), 카드뮴(Cd), 수은(Hg), 육가 크롬(Cr(VI))을 정의합니다.



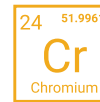
납(Pb): 납의 독성 효과는 잘 알려져 있습니다. 납은 한때 산업 공정에서 널리 사용되었지만, 더 안전한 대체 물질이 등장하면서 단계적으로 퇴출되고 있습니다. 현재도 땀납, 전자 부품, 인쇄 배선 기판(PWB), 오일 첨가제, 포장재, 플라스틱 안정제, 경화제, 염료, 안료, 배터리 재료에서 찾아볼 수 있습니다.



카드뮴(Cd): 니켈-카드뮴 배터리, 사진 재료, 표면 처리, 땀납, 페인트, 염료, 전자 세라믹, 유리 부품, 플라스틱 안정제에 널리 사용됩니다. 산화카드뮴(CdO)은 발암 물질로 알려져 있으며, 전립선암 및 신장암과 밀접하게 연관되어 있습니다.



수은(Hg): 납과 마찬가지로 수은 화합물은 독성이 매우 높습니다. 수은은 특정 전기 부품, 소형 배터리, 램프, 보존제, 촉매, 전극, 플라스틱, 안료에 여전히 사용되고 있습니다. 수은에 노출되면 심각한 위장관 자극, 신부전 및 사망을 유발할 수 있습니다. 유기 수은, 특히 메틸수은은 중추 신경계에 침투하여 행동 및 신경운동 장애를 유발합니다.



육가 크롬(Cr(VI)): 도금 용액, 합금, 방청제, 염료, 안료, 촉매, 무두질 공정에 사용됩니다. Cr(VI)는 Cr(III)보다 독성, 안정성, 환경으로의 유출성이 훨씬 높습니다. 호흡기 자극 물질이며, 인체 발암 물질로 알려져 있습니다.



PBB/PBDE

브롬화 난연제(BFR)는 소비자 제품 케이스, 회로 기판, 건축 자재, 가구 품, 단열재, 섬유에 널리 사용됩니다. BFR은 물질에 공유 결합되어 있지 않으므로, 환경으로 쉽게 침출될 수 있습니다. BFR은 테트라브로모비스페놀 A(TBBPA), 헥사브로모사이클로도데칸(HBCD), 폴리브롬화 비페닐(PBB), 폴리브롬화 디페닐 에테르(PBDE)의 4가지 주요 그룹으로 나뉩니다. 이 중 PBB와 PBDE는 거의 모든 RoHS 법규에서 규제되는 화합물입니다.

PCB와 유사한 폴리브롬화 비페닐(PBB)은 매우 안정적이고 환경에 잔류하며 먹이사슬에 생물 농축됩니다. PBDE 역시 중대한 건강 및 환경 위해와 관련되어 있습니다. 생산 산업에서 가장 널리 사용되는 유형의 PBDE에는 펜타-BDE(매트리스 및 가구용 폼 제품에 사용), 옥타-BDE(컴퓨터 및 사무기기용 하우징과 키보드에 사용), 데카-BDE(전기/전자 장비, 자동차 부품, 건축 자재 및 섬유에 사용)가 포함됩니다. PBB와 PBDE는 PCB와 마찬가지로 각각 209개의 동족체를 가지며, 이동성, 생체이용률, 독성 및 안정성 수준이 다양합니다. 높은 분자량과 끓는점으로 인해 검출과 측정이 특히 까다롭습니다.



프탈레이트

가소제는 유연성, 연성, 투명성, 가공성을 향상하기 위해 산업 생산에서 널리 사용되는 폴리머 첨가제입니다. 모든 유형 중에서, 프탈레이트는 우수한 성능과 잘 확립된 가공 기술로 인해 전체 가소제 생산의 약 80%를 차지하며 시장을 주도하고 있습니다.

가소제로 사용되는 프탈레이트는 일반적으로 프탈산과 1-15개 탄소 원자의 알코올로 형성된 에스테르입니다. 가장 흔한 것은 비스(2-에틸헥실) 프탈레이트(DEHP)와 같은 디옥틸 프탈레이트이며, 주로 전기 및 전자 응용 분야의 케이블 및 전선 절연용 PVC에 사용됩니다. 소량의 DEHP는 전자용 세라믹 또는 커패시터 내 전해질과 같이 폴리머 외의 용도에서도 나타날 수 있습니다. 부틸 벤질 프탈레이트(BBP)는 케이블, 소켓, 파이프, 충격 흡수 장치와 같은 PVC 구성품에서 다른 가소제와 함께 사용되는 경우가 많으며, 페인트와 접착제에서도 발견됩니다. 디부틸 프탈레이트(DBP)는 전자 제품에 사용되는 합성 가죽, 섬유 코팅, PVC 재료, 인쇄 잉크, 실란트 및 접착제에서 찾아볼 수 있습니다. 디이소부틸 프탈레이트(DIBP)는 PVC 가소제, DBP 대체물로 사용되며 셀룰로오스 수지, 비닐 수지, 니트릴 고무, 클로로프렌 고무에 사용됩니다.

프탈레이트는 플라스틱과 공유 결합을 형성하지 않으므로, 환경으로 쉽게 유출될 수 있습니다. 이러한 물질은 급성 독성은 낮지만, 고용량에서는 기형 유발, 돌연변이 유발, 발암 효과뿐만 아니라 중대한 내분비 교란을 일으킬 수 있습니다.

추가 우려 물질

전자 제품에는 EU REACH(화학물질의 등록, 평가, 승인, 제한) 및 POP(잔류성 유기 오염물질)에 따라 규제되는 기타 우려 물질이 포함될 수 있습니다. 이러한 물질은 첨가제로 사용되거나 원자재 생산 중 생성됩니다. 관련 제품의 재활용 또는 폐기 과정에서 특히 건강과 환경에 중대한 위해를 초래합니다.

2022년 5월, 유럽 위원회는 중쇄 염소화 파라핀(MCCP)과 테트라브로모비스페놀 A(TBBPA)를 RoHS 제한 물질 목록에 추가하는 방안을 제안했습니다. 그러나 해당 제안은 2024년 12월 EU RoHS 위원회에서 거부되었습니다.

MCCP는 탄소 사슬 길이가 C14-C17에 해당하는 염소화 탄화수소입니다. 난연 특성을 가진 가소제로 쓰이며, PVC, 유연 플라스틱, 고무, 코팅, 접착제, 실란트, 특히 전선 및 케이블에 일반적으로 사용됩니다. MCCP는 생식 독성 및 수생 독성 위험을 초래하며, 현재는 대체제가 존재합니다.

TBBPA는 인쇄 배선 기판(PWB)과 에폭시 수지 기반 실란트, 접착제 및 캡슐화에 사용되는 반응성 난연제입니다. 유럽연합은 TBBPA의 내분비 교란 가능성과 PBT(잔류성, 생물 축적성, 독성) 특성을 평가하고 있습니다.

MCCP와 TBBPA는 EU REACH에 따라 고위험성 우려 물질(SVHC)로 지정되었으며(MCCP는 2021년, TBBPA는 2023년), 농도가 0.1%를 초과할 경우 신고 및 규제 준수 의무가 발생합니다. MCCP는 최근 스톡홀름 협약에 따라 금지되었으며, 유럽연합 집행위원회는 MCCP를 EU POP 규제에 추가할 것을 제안했고, 2026년에 금지될 것으로 예상됩니다.

유해 물질 테스트를 위한 표준 분석법

IEC 62321 시리즈는 국제전기기술위원회(IEC) TC111에서 개발한 EU RoHS 테스트의 조화 표준 역할을 합니다. 대부분의 지역과 국가의 테스트 실험실은 RoHS 규제 준수 테스트를 위해 IEC 62321 표준 또는 동등한 분석법을 채택했습니다.

현재 RoHS에 따라 규제되고 있는 10가지 물질 외에도, IEC는 인체 건강과 환경에 잠재적 위해를 초래하는 더 광범위한 화학물질을 테스트하기 위한 표준을 적극적으로 개발하고 있습니다. 여기에는 다환 방향족 탄화수소(PAH), HBCD, 트리스(2-클로로에틸) 포스페이트(TCEP), 비스페놀 A(BPA), 단쇄 및 중쇄 염소화 파라핀(SCCP/MCCP), TBBPA가 포함됩니다.

표 2. RoHS에 따른 제한 물질 테스트를 위한 IEC 및 GB 표준.

분석물질	매트릭스	IEC 표준 번호	GB 표준 번호 (IEC 62321을 동등하게 채택함)	테스트 분석법
Pb, Cd, Cr	폴리머, 금속, 전자 제품	IEC 62321-5:2013	GB/T 39560.5-2021	AAS, AFS, ICP-OES, ICP-MS
Hg	폴리머, 금속, 전자 제품	IEC 62321-4:2013 +AMD1:2017 CSV	GB/T 39560.5-2021	AAS, AFS, ICP-OES, ICP-MS
Cr(VI)	금속	IEC 62321-7-1:2015	GB/T 39560.701-2020	비색법
	폴리머, 전자 제품	IEC 62321-7-2:2017	GB/T 39560.702-2021	비색법
Pb, Hg, Cd, 총 Cr, 총 Br	전기기술 제품	IEC 62321-3-1:2013	GB/T 39560.301-2020	스크리닝용: XRF
F, Br, Cl	폴리머, 전자 제품	IEC 62321-3-2:2020	GB/T 39560.302-2024	스크리닝용:C-IC
PBB/PBDE	폴리머	IEC 62321-6:2015	GB/T 39560.6-2020	GC/MS
PBB, PBDE, DEHP, BBP, DBP, DIBP	폴리머	IEC 62321-12:2023	GB/T 39560.12-2024	GC/MS
PBB, PBDE, DEHP, BBP, DBP, DIBP, DNOP, DINP, DIDP	폴리머	IEC 62321-3-3:2021	GB/T 39560.303-2024	Py/TD-GC/MS
DEHP, BBP, DBP, DIBP, DNOP, DINP, DIDP	폴리머	IEC 62321-8:2017	GB/T 39560.8-2021	GC/MS, Py/TD-GC/MS
DEHP, BBP, DBP, DIBP	폴리머	IEC 62321-3-4:2023	개발 중	스크리닝용: FTIR, HPLC-UV, TLC, TD-MS

IEC 표준에 이러한 물질이 포함된 것은 물질의 잔류성, 생물 축적성, 독성에 대한 전 세계적 우려가 커지고 있음을 반영합니다. 이러한 화학물질 중 상당수는 폴리머 내에 첨가제 또는 부산물로 존재하므로, 규제 준수 테스트 및 환경 안전성 평가와 관련이 있습니다. IEC는 이러한 물질을 다룸으로써 전 세계 규제 프레임워크와 업계 모범 사례를 지원하는 조화된 테스트 방법론을 제공하는 것을 목표로 합니다.

분석물질	매트릭스	IEC 표준 번호	테스트 분석법
PAH	폴리머, 전자 제품	IEC 62321-10:2020	GC/MS
HBCD	폴리머	IEC 62321-9:2021	GC/MS
TCEP	플라스틱	IEC 62321-11:2023	GC/MS, LC/MS
BPA	플라스틱	IEC 62321-13 ED1*	LC/DAD, LC/MS, LC/MS/MS
SCCP, MCCP	플라스틱	IEC 62321-14 ED1*	GC/NCI-MS
TBBPA	플라스틱	IEC 62321-15 ED1*	GC/MS, LC/MS

표 3. 전기 및 전자 제품 내 우려 물질 테스트를 위한 IEC 및 GB 표준.

* 개발 중

PAH: 다환 방향족 탄화수소; HBCD: 헥사브로모사이클로데칸; TCEP: 트리스(2-카복시에틸)포스핀 염산염; BPA: 비스페놀 A; SCCP: 단쇄 염소화 파라핀; MCCP: 중쇄 염소화 파라핀; TBBPA: 테트라브로모비스페놀 A.

유해 물질 테스트를 위한 애질런트 솔루션

애질런트는 신뢰할 수 있는 첨단 측정 솔루션을 제공해 온 수십 년의 전문성을 바탕으로, 실험실이 RoHS 규제 준수 요건을 확실하게 충족할 수 있도록 지원합니다. 유해 물질의 식별부터 정확한 테스트의 보장까지, 애질런트의 기술은 규제 준수를 달성하고 변화하는 규제에 미리 대응하는데 도움이 됩니다.



중금속 테스트

ICP-OES

유도 결합 플라즈마 광 방출 분광법(ICP-OES)은 전기 및 전자 제품의 중금속 테스트에 대한 IEC 62321 및 대부분의 기타 표준 요구 사항을 충족하기 위해 가장 널리 사용되는 기술입니다. ICP-OES는 빠르고 견고한 다원소 테스트 기능을 제공합니다. Agilent 5800 ICP-OES는 정밀하고 일관성 높은 결과를 제공함으로써, 중금속에 대한 엄격하고 신뢰할 수 있는 규제 준수 테스트에 대한 업계의 요구를 지원합니다.



5800 ICP-OES

IntelliQuant 스마트 소프트웨어

정확도에 영향을 줄 수 있는 스펙트럼 간섭을 식별하기 위한 전문가 수준의 지식을 제공하며, 긴 시간이 소요되는 재측정을 방지하기 위해 최적의 파장을 빠르게 선택할 수 있도록 권장 사항을 제공합니다.

조기 유지보수 피드백(EMF)

100개 이상의 센서를 사용하여 기기 상태를 모니터링 및 추적하며, 유지보수가 필요할 때 분석 작업자에게 경고를 제공하여 서비스 요청의 일반적인 원인을 해결하고 비용 및 시간 낭비를 줄입니다.

스마트 도구

Fitted Background Correction(FBC, 백그라운드 보정 기능), Fast Automated Curve-fitting Technique(FACT, 빠른 자동 곡선 피팅 기술), Inter Element Correction(IEC, 요소 간 보정) 및 기타 도구는 일상적인 시료 및 복잡한 시료 모두에 대해 분석법 개발을 간소화합니다.

네블라이저 경고

네블라이저를 지속적으로 모니터링하며, 누출이 있거나 세척이 필요할 때 알림을 제공하여 문제해결에 소요되는 시간과 비용의 낭비를 방지합니다.

수직형 양방향 관측(VDV)

관측 모드 간 유연성을 제공하며 간섭을 방지하고 감도와 선형 동적 측정 범위를 모두 향상시킵니다.

수직 방향 토치 설계

세척으로 인한 가동 중단 시간을 줄이고 필요한 교체 토치 수를 줄입니다.

고급 자유형 광학 설계

차지하는 공간이 작아 귀중한 벤치 공간을 절약하고 예열 및 퍼지 시간을 단축하며, 소유 비용을 줄여줍니다.

지능형 세척 기능

실험실에서 시료 측정의 효율성과 정확도를 모두 향상시킬 수 있습니다.

원자 흡수 분광기

원자 흡수 분광기(AAS)는 중금속 함량을 측정하는 또 다른 중요한 기기입니다. 높은 정확도와 속도, 저렴한 비용이 특징입니다. Agilent 240FS AA는 시료 처리량을 두 배로 늘리고 운영 비용을 크게 줄일 수 있는 Fast Sequential 원자 흡수 분광기이며, 다원소 제품군을 쉽게 처리할 수 있습니다:



240FS AA

- 1회의 흡입만으로 모든 원소의 농도를 측정하여 분석 시간을 단축
- 분석 중 지연 시간을 단축하고 시료 낭비를 줄여 시료 소모량이 감소됨
- 데이터 품질 저하 없이 시료당 10개의 원소를 2분 이내 측정하여 정확한 결과 생성
- 물리적 차이, 시료 전처리 오차, 또는 드리프트에 대한 온라인 내부 표준물질 보정으로 정밀도와 정확도 향상
- SpectrAA 포괄적 쿼트로 분석법 개발의 추측성 작업을 없애 분석 과정을 간소화
- Mark 7 원자화 시스템을 통해 불꽃 AA 성능을 튜닝하여 높은 감도 달성



ICP-MS

어떤 상황에서는 더 낮은 수준으로 존재하는 미량 원소 또는 더 유해한 원소를 모니터링해야 할 수 있습니다. 유도결합 플라즈마 질량 분석법(ICP-MS)은 탁월한 검출 한계, 매우 넓은 선형 범위, 빠른 속도, 강력한 간섭 제거 기능을 갖추어 RoHS 및 기타 규제의 요구 사항을 충족합니다. Agilent 7850 ICP-MS는 최대 25%의 고형물이 함유된 시료를 처리할 수 있는 ICP 질량 분석기로, 번거로운 희석 과정에 소요되는 시간을 줄여줍니다.



7850 ICP-MS

- 규제 및 일반 분석법을 위한 표준 작업 절차서와 완벽하게 개발된 분석법을 사용하면 몇 주간의 분석법 개발 및 문서화에 소요되는 시간을 절약할 수 있습니다.
- Ultra-high matrix introduction(UHMI, 초고매트릭스 도입)을 통해 최대 25%의 총 용존 고형물을 포함하는 시료를 희석 없이 직접 분석할 수 있으므로, 시료의 전처리 시간이 단축됩니다.
- 헬륨 충돌 셀 및 반 질량 보정은 데이터 품질을 저하시키고 비용이 많이 드는 시료 재측정의 필요성을 증가시킬 수 있는 번거로운 동중원소 및 2가 전하의 간섭을 제거합니다.
- 강력한 하드웨어 덕분에 매트릭스 일치 검량 표준물질 없이 고매트릭스 시료를 측정할 수 있습니다.
- IntelliQuant는 각 시료에 대한 완전한 원소 프로파일을 제공하여 비정상적인 시료 매트릭스를 쉽게 식별할 수 있도록 도와줍니다.
- Outlier Conditional Formatting(OCF, 이상치 조건부 강조 표시)은 지정된 범위를 벗어나거나 테스트 요구사항을 충족하지 못한 결과를 강조 표시하여 시간에 쫓기거나 경험이 부족한 ICP-MS 작업자의 데이터 검토 시간을 줄여 줍니다.
- Early Maintenance Feedback(EMF, 조기 유지보수 피드백)은 센서와 카운터를 사용하여 유지보수가 필요한 시기를 결정합니다. 신호등 색상으로 구분되는 알림은 유지보수 작업을 놓치지 않게 불필요하게 자주 수행하지도 않게 해줍니다.
- ICP Go는 브라우저 기반의 모바일 장치용 사용자 인터페이스(옵션)로, 일상적인 시료 배치의 설정과 제어를 단순화하여 이동 중인 ICP-MS 작업자에게 도움을 줍니다.
- ICP-MS 하드웨어, 소프트웨어, 소모품, 전문 서비스 및 문서가 포함된 분석법별 분석기 패키지를 사용하여 규제 분석법을 개발, 최적화, 확인 및 문서화하는 데 소요되는 시간을 몇 개월에서 몇 주로 단축하여 시료를 분석할 수 있도록 보장합니다.

UV-Vis

Cary 60 UV/Vis 분광 광도계는 크롬(VI) 분석에 널리 사용되며, 혁신성과 편의성을 결합하여 정확하며 신뢰할 수 있는 결과를 제공합니다.



Cary 60 UV/Vis

고급 광원

수명이 매우 긴 독특한 펄스형 제논 플래시 램프는 전체 UV-Vis 범위를 포괄하며, 2개의 기존 램프(중수소 및 텅스텐)를 대체하므로 유지보수가 간소화됩니다.

즉각적인 고에너지 출력

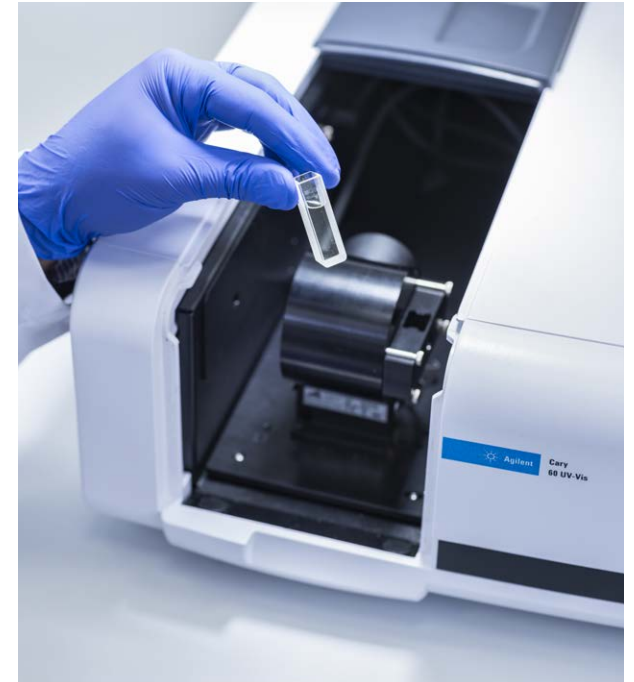
매번 안정적이고 정밀한 측정을 보장합니다.

개방형 설계

측정이 주변광의 영향을 받지 않으므로 시료 챔버를 열어 둔 상태로 유지할 수 있으며, 시약의 첨가와 부속품의 교체가 더 쉬워집니다.

광섬유의 유연성

독보적인 광섬유 기술을 통해 잦은 시료 교체가 필요 없으므로, 생산성과 효율성이 향상됩니다.



유기 화합물 테스트

애질런트는 유기 물질의 분석을 위한 완전한 솔루션을 제공합니다. 휘발성 또는 준휘발성 화합물에는 GC 및 GC/MS가 사용되며, 비휘발성 화합물에는 LC 및 LC/MS가 사용됩니다. 경우에 따라 확인 또는 스크리닝을 위해 질량 분석기가 필요합니다. 일부 기기(예: GC, LC, MS/MS)는 일상적인 분석용으로 설계되었으며, 다른 기기(예: TOF, Q-TOF)는 비표적 물질(미지 물질)을 식별하기 위해 설계되었습니다.



GC/MS

애질런트의 GC/MS 제품군은 PBB, PBDE, 프탈레이트, PAH, HBCD, TCEP, SCCP/MCCP, TBBPA, 기타 고위험 물질을 포함한 휘발성 및 준휘발성 유기 화합물을 검출하기 위해 널리 사용됩니다. 이 시스템은 강력한 정성 분석 성능은 물론, 정밀한 정량 분석을 위해 낮은 검출 한계를 갖추고 있습니다. 그중에서도, 애질런트 GC/MS는 RoHS 테스트를 위해 가장 널리 채택되고 있는 기술입니다.

- 1fg IDL에 달하는 낮은 검출 한계는 분석에 대한 신뢰도와 감도를 보여줍니다.
- 새로운 HydroInert 이온화원은 수소 운반 가스 응용 분야의 크로마토그래피 효율성을 향상시키며, H₂ 가스와 관련된 감도 손실 및 스펙트럼 이상을 최소화합니다.
- JetClean 자동 세척 이온화원은 수동 소스 세척의 필요성을 크게 줄이거나 완전히 없앱니다.
- 컬럼, 라이너, 주입구, 골드 씰, 폐물과 같은 비활성 유동 경로 제품은 질량 분석 워크플로를 개선하고 시료에 닿는 모든 표면의 불활성을 보장합니다.
- Cerno Bioscience MassWorks MS 캘리브레이션 기술은 5977C GC/MSD에서 높은 질량 정확도를 실현합니다.

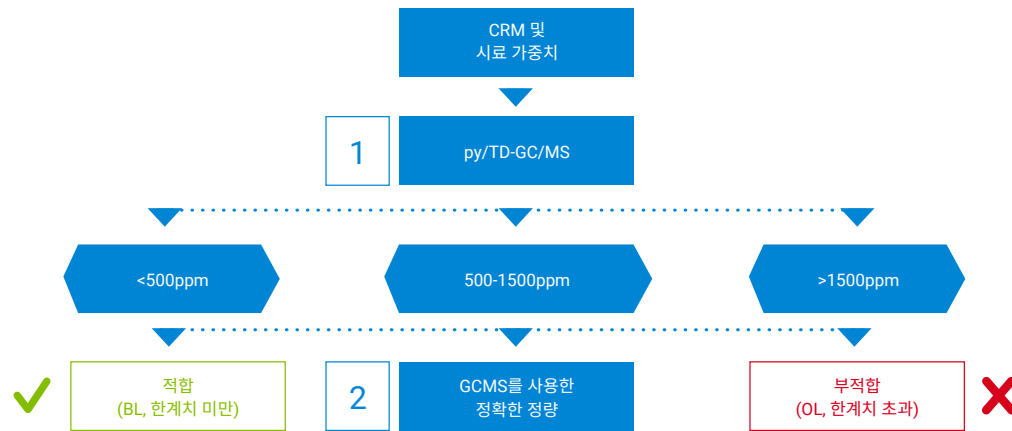


5977 GC/MSD

간소화된 프탈레이트 테스트

프탈레이트, PBB, PBDE에 대한 기존의 정량 테스트는 종종 복잡한 시료 전처리(예: Soxhlet 또는 마이크로파 추출)가 필요하며, 여기에는 긴 시간이 소요됩니다. IEC 62321은 py/TD-GC/MS를 사용한 반정량 스크리닝 분석법을 제공함으로써 시료 전처리의 필요성을 없애고, 규제 준수 테스트를 가속화했습니다.

열분해기/열 탈착 시스템(Py/TD)과 결합된 애질런트의 GC/MSD를 사용 시, 폴리머 시료를 Py/TD에 직접 도입하여 프탈레이트, PBB, PBDE, 또는 기타 표적 물질을 열적으로 추출할 수 있습니다. 추출된 분석물질은 이후 GC로 전달되어 컬럼을 통해 분리된 후, 질량 분석기에 의해 검출됩니다.



RoHS 2 GC/MS 프탈레이트 스크리닝 솔루션(중국에서만 제공)

신속, 간편, 정확

시간을 절약하고, 수작업을 줄여주며, 유지보수 부담을 최소화합니다.

규제 준수 및 유연성

IEC 62321 규격에 따른 열분해-GC/MS 기능과 함께, JetClean 모드가 옵션으로 포함되어 있으며, 이를 통해 안정적이고 정확한 결과를 제공합니다.

사용자 친화적인 인터페이스

전용 프탈레이트 스크리닝 워크플로를 제공하여 누구나 장비에 빠르게 적응할 수 있습니다.

원클릭 보고서 작성

사전 구축된 RoHS 2.0 프탈레이트 보고서 템플릿으로 문서화를 간소화합니다.

완벽한 지침

작동 영상과 매뉴얼을 통해 전처리부터 보고까지 모든 단계를 다룹니다.

턴키 서비스

원활한 구현에 필요한 모든 것이 제공됩니다.

LC, LC/MS, LC/MS/MS

고성능 액체 크로마토그래피(HPLC) 시스템은 IEC 62321-6:2015에 따라 데카브로모디페닐 에테르, 옥타브로모디페닐 에테르, 데카브로모비페닐, 옥타브로모비페닐의 산업용 난연제 혼합물에 대해, 또한 IEC 62321-3-4:2023에 따라 프탈레이트에 대해, 신속한 정성 또는 반정량 분석을 수행할 수 있습니다. 그 외에도, HPLC는 IEC 62321-13 ED1에 따라 BPA 정량 분석에 사용할 수 있습니다. Agilent 1260 Infinity III LC 시스템은 신뢰도 높은 성능과 견고성을 제공하며, 분석용 HPLC와 보급형 UHPLC 분석 모두를 위한 가장 폭넓은 모듈 선택지를 제공합니다.

액체 크로마토그래피/질량 분석법 (LC/MS) 기기는 HPLC 분리 성능을 질량 분석법의 감도 및 특이성과 함께 한 단계 더 끌어올립니다. IEC 62321 시리즈에 따르면 BPA의 정량 분석에는 LC/MSD(Single Quadrupole mass 질량 분석법) 또는 LC/MS/MS(Triple Quadrupole 질량 분석법)를 사용할 수 있으며, TCEP 및 TBBPA의 정량 분석에는 LC/MS/MS를 사용할 수 있습니다. 신뢰할 수 있는 애질런트 LC/MS 기기 제품군은 LC/MS 분석의 난제를 해결하는 다양한 기능과 성능을 제공합니다.



1260 Infinity III LC

InfinityLab Pro iQ장착 1260 Infinity III Prime LC 시스템

FTIR

IEC 62321-3-4:2023에 따르면 FTIR은 프탈레이트의 정량 분석을 위한 빠른 스크리닝 분석법 중 하나로 사용됩니다. 이 분석법은 신속하고, 운영 비용이 저렴하며, 화학적 시료 전처리가 필요하지 않습니다. Agilent 4300 핸드헬드 FTIR은 실험실 수준의 성능을 현장에서도 그대로 구현하여, 실험실 밖 다양한 외부 환경에서도 비파괴 방식의 휴대용 FTIR 분석을 가능하게 합니다. 가볍고 인체공학적인 설계로 사용이 간편한 이 견고한 핸드헬드 FTIR 솔루션은 기존 벤치탑 FTIR 장비에 버금가는 탁월한 감도와 유연성을 자랑합니다.



4300 핸드헬드 FTIR

애질런트 기기 관련 주변 장치, 공급품 및 지원

이제, 애질런트의 광범위한 장비 제품군과 함께 제공되는 고객 맞춤형 분석 솔루션을 통해, 안심하고 업무를 추진할 수 있습니다. 애질런트 테크놀로지스는 또한, 이러한 측정 도구를 귀하의 프로세스에 신속하게 구현하기 위한 세계적인 수준의 응용 분석 및 서비스 지원을 제공하며, 여기에는 다음이 포함됩니다.

소모품 및 공급품

- GC 소모품, 실험 기구, 부속품 [☞](#)
- HPLC 소모품, 실험 기구, 부속품 [☞](#)
- 분광기 소모품 [☞](#)
- 온라인 주문 솔루션 [☞](#)

소프트웨어 및 표준

- 소프트웨어 및 인포매틱스 [☞](#)

CrossLab 서비스 및 지원 [☞](#)

- 기기 유지보수, 수리 및 서비스
- 실험실 규제 준수
- 진화하는 실험실 지원
- CrossLab 학습 서비스





더 알아보기:

<https://www.agilent.com/ko-kr/solutions/materials-testing-research/semiconductors-electronics-testing>

온라인 구매:

www.agilent.com/chem/store

Agilent Community에서 기술적 질문에 대한 해답을
얻고 리소스에 액세스하세요.

community.agilent.com

미국 및 캐나다

1-800-227-9770

agilent_inquiries@agilent.com

유럽

info_agilent@agilent.com

아시아 태평양

inquiry_lsca@agilent.com

DE-013374

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2026
2026년 4월 20일, 한국에서 발행
5994-9076KO

한국에질런트테크놀로지스㈜
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

