

Agilent 8860B Gas Chromatograph

문제 해결



공지

매뉴얼 부품 번호

G2790-91024

판

초판 May 2026

저작권

© Agilent Technologies, Inc. 2026

미국 및 국제 저작권법의 적용을 받는 Agilent Technologies, Inc.의 사전 동의 및 서면 동의 없이 이 설명서의 어떤 부분도 어떤 형태나 수단 (전자 저장 및 검색 또는 외국어로의 번역 포함) 으로도 복제할 수 없습니다.

Agilent Technologies, Inc.
2850 Centerville Road
Wilmington, DE 19808-1610 USA
www.agilent.com

安捷伦科技（上海）有限公司
上海市浦东新区外高桥保税区
英伦路 412 号
联系电话：（800） 820 3278

보증

이 문서에 포함된 자료는 '있는 그대로' 제공되며, 이후 버전에서 통지 없이 변경될 수 있습니다. 나아가 해당 법이 허용하는 최대한의 범위 내에서, Agilent는 판매성 및 특정 목적의 부합성에 대한 묵시적 보증을 포함하나 이에 국한되지 않고 이 설명서 및 여기에 포함된 모든 정보에 관하여 명시적 또는 묵시적인 모든 보증을 부인합니다. Agilent는 이 문서 또는 여기에 포함된 정보의 제공, 사용 또는 수행과 관련한 오류나 부수적 또는 결과적 손해에 대해 책임지지 않습니다. Agilent와 사용자가 이러한 조건과 상충되는 이 문서의 자료에 적용되는 보증 조건으로 별도의 서면 계약을 한 경우에는 별도의 계약에 있는 보증 조건이 적용됩니다.

기술 라이선스

이 문서에 설명된 하드웨어 및/또는 소프트웨어는 라이선스 하에 제공되며, 해당 라이선스 조건에 따라서만 사용 또는 복제할 수 있습니다.

권리 제한 고지

미국 정부 제한적 권리 고지. 연방 정부에 부여된 소프트웨어 및 기술 데이터 권리에는 최종 사용자 고객에게 일반적으로 제공되는 권리만 포함됩니다. Agilent는 FAR 12.211(기술 데이터) 및 12.212(컴퓨터 소프트웨어)에 따라, 국방부의 경우 DFARS 252.227-7015(기술 데이터 - 상업용 품목) 및 DFARS 227.7202-3(상업용 컴퓨터 소프트웨어 또는 컴퓨터 소프트웨어 문서에 대한 권리)에 의거하여 소프트웨어 및 기술 데이터에 대해 일반 상업용 라이선스를 제공합니다.

안전 공지

주의

주의 공지는 위험을 나타냅니다. 이것은 제대로 실시 또는 준수하지 않을 경우 제품이 손상되거나 중요한 데이터가 손실될 수 있는 작동 절차, 관행 등에 대한 주의를 당부합니다. 주의 공지에 표시된 조건을 완전히 숙지하고 준수하기 전에는 다음 단계로 진행하지 마십시오.

경고

경고 공지는 위험을 나타냅니다. 이것은 제대로 실시 또는 준수하지 않을 경우 작업자 부상 또는 사망을 초래할 수 있는 절차, 관행 등에 대한 주의를 당부합니다. 표시된 상태를 완전히 이해하고 충족할 때까지 경고 공지를 무시하고 진행하지 마십시오.

차례

1	개념 및 일반 작업	7
	개념	8
	이 설명서를 활용한 문제 해결 방법	8
	GC 진단 기능 사용하기	8
	항상 최신 상태를 유지해야 하는 구성 가능한 항목	9
	주입구 및 검출기 구성	9
	컬럼 구성	9
	자동 액체 샘플러 구성	9
	가스 구성	9
	런 로그 및 시스템 로그 보기	10
	Run Log(런 로그)	10
	System Log(시스템 로그)	10
	추세 분석	11
	EMF 추세 플롯	11
	데이터 시스템 기능 선택	12
	Agilent 지원팀에 문의할 때 제공해야 할 정보	13
2	ALS 및 검출기 증상	14
	플러저 오류	15
	절차	15
	7693A/7650A 인젝터 타워의 정렬 표시등이 켜져 있음	16
	주입 시 시린지 니들이 주입구 내부에서 휘어짐	17
	FID 누설 전류 테스트 실패	18
	가능한 원인	18
	절차	18
	NPD 누설 전류 테스트 실패	19
	FID 베이스라인 테스트 실패	20
	FID 점화 실패	21
	점화 시퀀스 중 FID 점화 장치가 발광하지 않음	22
	FID 컬렉터 및 점화 플러그의 부식	23
	FPD+가 점화되지 않음	24
	NPD 오프셋 조정 프로세스 실패	25
	NPD 비드가 점화되지 않음	26
	FPD+ 온도가 준비되지 않음	27
	(결함 있는) 장치 종료	28
3	크로마토그래피 증상	29
	머무름 시간의 재현성이 없음	31
	피크 면적의 재현성이 없음	32
	오염 또는 캐리오버	33
	원인 규명	33
	주입구와 검출기의 모든 조합을 확인하여 가능한 원인 점검	33
	예상보다 큰 피크	35
	피크 표시 안 됨/피크 없음	36
	오븐 온도 프로그램 중 베이스라인 상승	37
	낮은 피크 분해능	38
	피크 테일링	39
	NPD 피크 테일링	40

끓는점 또는 분자량에 따른 피크 편향 심화	41
검출기 유형에 상관없이 스플릿 모드로 작동하는 모든 주입구	41
검출기 유형에 상관없이 스플릿리스 모드로 작동하는 모든 주입구	41
주입구에서의 시료 분해/피크 소실	42
피크 프론틱	43
검출기 노이즈(베이스라인 흔들림, 드리프트, 스파이크 포함)	44
베이스라인 노이즈	44
베이스라인 흔들림 및 드리프트	45
베이스라인 스파이킹	46
ECD(전자 포획 검출기) 노이즈 및 감도	48
디스플레이 신호 평가	48
민감도	49
오염(높은 베이스라인)	50
낮은 피크 면적 또는 높이(저감도)	51
FID의 저감도 문제 해결	52
런 도중 FID 불꽃이 꺼지고 재점화 시도	53
20pA를 초과하는 FID 베이스라인 출력	54
FID 베이스라인 출력이 최대치(~8백만)로 고정	55
런 도중 FPD+ 불꽃이 꺼지고 재점화 시도	56
FPD+ 퀀칭/재현성	57
FPD+ 출력이 너무 높거나 너무 낮음	58
FPD+의 낮은 피크 면적	59
FPD+ 반 높이에서의 큰 피크 폭	60
FPD+ 베이스라인 출력 높음: 20pA	61
FPD+ 크로마토그래피 출력에 클리핑된 피크가 나타남	62
NPD 용매 퀀칭	63
NPD 반응 저하	64
NPD 베이스라인 출력: 8백만 초과	65
NPD 오프셋 조정 프로세스가 제대로 작동하지 않음	66
NPD 선택성 저하	67
TCD에서 관찰되는 음의 피크	68
피크 뒤에 감쇠되는 정현파 노이즈가 나타나는 TCD 베이스라인(링잉 베이스라인)	69
TCD 피크 테일에서 음의 딥 발생	70

4 GC 준비 안 됨 증상 71

GC가 준비 안 됨 상태에서 전환되지 않음	72
흐름이 준비 안 됨 상태에서 전환되지 않음	73
오븐 온도가 전혀 내려가지 않음/매우 천천히 내려감	74
오븐이 전혀 가열되지 않음	75
온도가 준비 안 됨 상태에서 전환되지 않음	76
유량 또는 압력을 설정할 수 없음	77
가스가 조정된 값이나 설정치 압력 또는 유량에 도달하지 않음	78
가스가 조정된 값, 압력 또는 유량 설정치를 초과함	79
주입구 압력 또는 유량 변동	80
스플릿 주입구에서 설정치만큼 낮은 압력을 유지할 수 없음	81
측정된 컬럼 유량이 표시된 유량과 일치하지 않음	82
FID 점화 실패	83
주입 시퀀스 중 FID 점화 장치가 발광하지 않음	84
FID 또는 NPD로 측정한 수소 및 보충 가스 유량이 설정치보다 훨씬 낮음	85
NPD 오프셋 조정 프로세스 실패	86
FPD+가 점화되지 않음	87

	밸브 준비 안 됨	88
	가스 샘플링 밸브	88
5	종료 증상	89
	컬럼 정지	90
	수소 차단	91
	주입 및 보조 가스 흐름에 사용되는 수소	91
	수소 센서	91
	열 차단	93
6	전자기기 문제 해결: GC 전원 켜기 및 통신 증상	94
	GC가 켜지지 않음	95
	PC가 GC와 통신할 수 없음	96
7	누설 여부 확인	97
	누설 점검 팁	98
	GC 누설 점검	99
	외부 누설 여부 점검	100
	캐필러리 유량 피팅의 누설	103
	주입구 누설 점검 수행	104
	압력 감소 누설 테스트 수행	105
	브라우저 UI에서 주입구 압력 감소 테스트 수행	105
	스플릿/스플릿리스 주입구의 누설 여부를 수동으로 점검	107
	조정된 값 또는 압력 설정치에 도달할 수 없음	107
	저감도 또는 재현성 저하	107
	스플릿/스플릿리스 주입구의 누설 해결	109
	퍼지/충전 주입구의 압력 감소 누설 테스트를 수행할 경우	110
	퍼지 충전 주입구의 누설 해결	111
	충전 컬럼 주입구의 누설 여부를 수동으로 점검	112
	충전 컬럼 주입구의 누설 해결	113
	충전 컬럼 주입구의 누설 해결	114
	냉각 온컬럼 주입구의 누설 해결	115
8	문제 해결 작업	116
	컬럼 유량 측정	117
	FID, TCD, ECD 및 FPD+ 컬럼 유량 측정	117
	NPD 컬럼 유량 측정	118
	스플릿 배출구 또는 셉텀 퍼지 유량 측정	120
	검출기 유량 측정	121
	FID, TCD, ECD 및 FPD+ 유량 측정	121
	NPD 유량 측정	122
	GC 자체 테스트 수행	124
	스플릿 배출구 라인의 역압 점검 또는 모니터링	125
	스플릿 배출구 막힘 테스트 실행	126
	FID 점화 오프셋 조정	127
	FID 불꽃이 점화되었는지 확인	128
	점화 시퀀스 중 FID 점화 장치 기능 확인	129
	FID 누설 전류 측정	130
	FID 베이스라인 출력 측정	131
	FID 노이즈의 원인 규명	132
	NPD 누설 전류 측정	133

FID 제트에 막힘이 있는지 확인	134
NPD 제트에 막힘이 있는지 확인	135
NPD 비드가 점화되었는지 확인	136
FPD+ 불꽃이 점화되었는지 확인	137
FPD+ 점화 오프셋 조정	138
가스 정제기 교체 시기	139
장치의 준비 상태 무시	140

1

개념 및 일반 작업

개념

항상 최신 상태를 유지해야 하는 구성 가능한 항목

런 로그 및 시스템 로그 보기

추세 분석

데이터 시스템 기능 선택

Agilent 지원팀에 문의할 때 제공해야 할 정보

개념

이 설명서는 GC 하드웨어 또는 크로마토그래피 출력과 관련된 오류, GC 준비 안 됨 메시지 및 기타 일반적인 문제 발생 시 나타나는 증상과 그에 따라 수행해야 할 작업을 목록으로 제공합니다.

각 섹션에서는 문제에 대해 설명하고 가능한 원인들을 제시하여 문제 해결에 참조할 수 있도록 합니다. 이러한 목록은 새로운 메서드 개발에 활용하도록 고안된 것이 아닙니다. 메서드가 정상적으로 작동한다는 가정 하에 문제 해결을 진행하십시오.

이 설명서에는 일반적인 문제 해결 작업과 Agilent에 서비스를 요청하기 전에 필요한 정보도 포함되어 있습니다.

이 설명서를 활용한 문제 해결 방법

문제 해결을 위한 일반적인 접근 방법으로 다음 단계를 따르십시오.

1. 문제의 증상을 관찰합니다.
2. 목차 또는 **Search**(검색) 툴을 활용하여 이 설명서에서 해당 증상에 관해 찾아봅니다. 증상의 가능한 원인 목록을 살펴봅니다.
3. 증상이 해결될 때까지 가능한 원인을 하나씩 확인해 보거나 목록을 좁혀나가는 방식으로 테스트를 수행합니다.

GC 진단 기능 사용하기

브라우저 UI에는 현재 온도, 유량, 유사한 데이터를 표시하는 홈 화면 이 포함되며, 문제 해결에 유용한 출력 신호 또는 기타 신호의 플롯도 제공됩니다.

또한 다음 기능을 이용할 수 있습니다.

- GC가 감지한 문제를 보려면 Diagnostics(진단)로 이동합니다. 일부 문제의 경우, GC에서 자동으로 문제를 해결할 수 있습니다.
- GC는 **Diagnostics(진단) > Diagnostic Tests(진단 테스트)**에서 사용할 수 있는 다양한 자동 진단 테스트도 제공합니다.
- Diagnostics(진단) 탭에서 사용할 수 있는 System Health Report(시스템 상태 보고서)에는 모든 GC 구성 요소의 현재 상태가 나열되며, Agilent에 지원을 문의할 때 필요한 정보(기기 펌웨어 버전, 일련번호 등)도 포함되어 있습니다. 또한 이 보고서에서 최근 자기 진단 결과도 볼 수 있습니다.
- **Logs(로그)**로 이동하여 **Run Log(런 로그)** 및 **System Log(시스템 로그)**를 확인합니다.

항상 최신 상태를 유지해야 하는 구성 가능한 항목

GC의 일부 구성 가능한 항목은 항상 최신 상태를 유지해야 합니다. 유지하지 않을 경우 감도 저하, 크로마토그래피 오류, 잠재적인 안전 문제를 초래할 수 있습니다.

주입구 및 검출기 구성

한 메서드에서 다른 메서드로 변경할 때는 주입구와 검출기 소모성 부품도 함께 교체해야 하는지 여부를 반드시 고려하십시오. 적절한 소모성 부품을 설치하지 않으면 예기치 않은 결과가 발생할 수 있습니다.

라이너: 적절한 라이너 유형은 분석에 따라 GC 주입 모드(예: 스플릿 모드 또는 스플릿리스 모드) 및 분석 종류에 따라 달라집니다.

FPD+ 필터: FPD+ 필터가 정상적으로 작동하려면 가스 유량을 다르게 설정해야 합니다. 설치된 FPD+ 필터(인 또는 유황)에 따라 유량을 설정하고 올바른 필터가 설치되었는지 확인합니다.

컬럼 구성

컬럼이 잘리거나 변경될 때마다 GC의 컬럼 구성을 업데이트하십시오. 또한 데이터 시스템이 올바른 컬럼 유형, 길이, ID, 필름 두께가 반영하는지 확인하십시오. GC는 이 정보를 바탕으로 유량을 계산합니다. 컬럼을 변경한 후 GC를 업데이트하지 않으면 유량 오류, 분할 비율 변경 또는 오류, 머무름 시간 변경, 피크 이동이 발생할 수 있습니다.

자동 액체 샘플러 구성

ALS(자동 액체 샘플러) 구성을 최신 상태로 유지하여 정상적인 작동을 보장하십시오. 최신 상태로 유지해야 하는 ALS 항목에는 설치된 시린지 크기, 용매 및 폐액 수거 용기 사용량이 포함됩니다.

가스 구성

주의

수소로 작업할 때는 항상 GC를 적절히 구성하십시오. 수소는 빠르게 누설되며, 공기 중이나 GC 오븐 내부에 과도하게 방출될 경우 안전상의 문제가 발생할 수 있습니다.

가스 유형이 변경될 때마다 GC를 재구성하십시오. GC에 구성된 gas와 실제로 배관되는 gas가 다를 경우, 유량이 올바르게 계산되지 않습니다.

구성 요소에 구성된 가스 유형을 확인하려면 **Settings(설정) > Configuration(구성)**으로 이동한 다음, 원하는 구성 요소(예: 주입구 또는 검출기)를 선택하십시오.

런 로그 및 시스템 로그 보기

GC는 내부 이벤트 로그를 유지 관리합니다. 문제가 발생했을 때 다음 로그를 활용하여 해결할 수 있으며, 특히 메시지가 디스플레이에 더 이상 표시되지 않을 때 유용합니다.

로그를 확인하려면 **Logs**(로그)로 이동하여 **Run Log**(런 로그) 또는 **System Log**(시스템 로그)를 선택하십시오.

Run Log(런 로그)

각 런마다 런 로그에는 계획된 메서드와의 편차가 기록됩니다. 이 로그는 각 런이 시작될 때마다 덮어쓰기 됩니다. 런 로그 정보는 GLP(우수 실험실 관리 기준) 준수를 위해 사용할 수 있으며 Agilent 데이터 시스템에 업로드할 수 있습니다.

System Log(시스템 로그)

시스템 로그에는 GC 작동 중 발생하는 종료, 경고, 오류 및 GC 상태 변경(런 시작, 런 정지 등)과 같은 이벤트가 기록됩니다. 시스템 로그에는 시스템 시작, 펌웨어 업데이트, 시퀀스에 대한 항목이 포함됩니다.

추세 분석

GC에는 추세 분석 기능이 포함되어 있어 일정 기간 동안 기기 상태와 성능에 대한 다양한 세부 정보를 시각화할 수 있습니다. 추세 분석은 다음 작업에 수행할 수 있습니다.

- EMF(초기 유지보수 피드백) 재설정 기록

EMF 재설정 플롯은 기기에서 최근 EMF 재설정이 수행된 시점과 카운터 값을 보여줍니다.

EMF 추세 플롯

GC는 정기적인 유지보수와 관련된 성능 추세를 더 쉽게 파악할 수 있도록 EMF 재설정 데이터를 자동으로 플로팅합니다. 또한 카운터 값, 날짜, 시간을 포함하여 모든 카운터 재설정을 기록합니다. EMF 카운터와 자동 유지보수 작업을 사용하는 경우 이 과정은 자동으로 수행됩니다. 자동 유지보수 작업을 사용하지 않는 경우 GC는 모든 수동 카운터 재설정을 기록합니다.

추세를 검색하려면 EMF 항목의 카운터 세부 정보를 확인하십시오. **Maintenance**(유지보수)로 이동하여 구성 요소 유형(주입구, 검출기 등)을 선택한 다음, 카운터를 선택하여 세부 정보를 표시합니다.

EMF 추세 플롯에는 다음 제어 항목이 있습니다.

- **User Reset**(사용자 재설정): 수동 카운터 재설정을 전환하도록 선택합니다.
- **Maintenance Reset**(유지보수 재설정): 자동 유지보수 절차를 사용할 때 자동으로 수행되는 카운터 재설정을 전환하도록 선택합니다.
- **Service Due**(유지보수 필요): 플롯에서 Service Due(유지보수 필요) 한도를 표시하거나 숨기도록 선택합니다.
- **Service Warning**(유지보수 필요 알림): 플롯에서 Service Warning(유지보수 필요 알림) 한도를 표시하거나 숨기도록 선택합니다.

Service Due(유지보수 필요) 또는 Service Warning(유지보수 필요 알림) 한도에 대한 변경 사항은 다음 카운터 재설정 시까지 반영되지 않습니다.

데이터 시스템 기능 선택

데이터 시스템을 통해 제어하는 경우, 특정 고급 GC 기능을 제한하여 GC 터치스크린 또는 브라우저 인터페이스에서 해당 기능을 더 이상 사용할 수 없도록 설정할 수 있습니다. 이러한 변경 사항은 데이터 시스템이 현재 GC를 제어하는지 여부와 상관없이 적용됩니다.

데이터 시스템을 통해 기능을 비활성화할 경우 브라우저 인터페이스는 해당 탭 또는 제어 항목을 회색으로 표시하고 작은 잠금 아이콘  을 표시하여 비활성화 상태를 나타냅니다.

표 1에는 브라우저 인터페이스에 적용 가능한 변경 사항이 요약되어 있습니다. 각 기능은 서로 개별적으로 활성화/비활성화할 수 있습니다.

표 1. 적용 가능한 기능 변경 사항

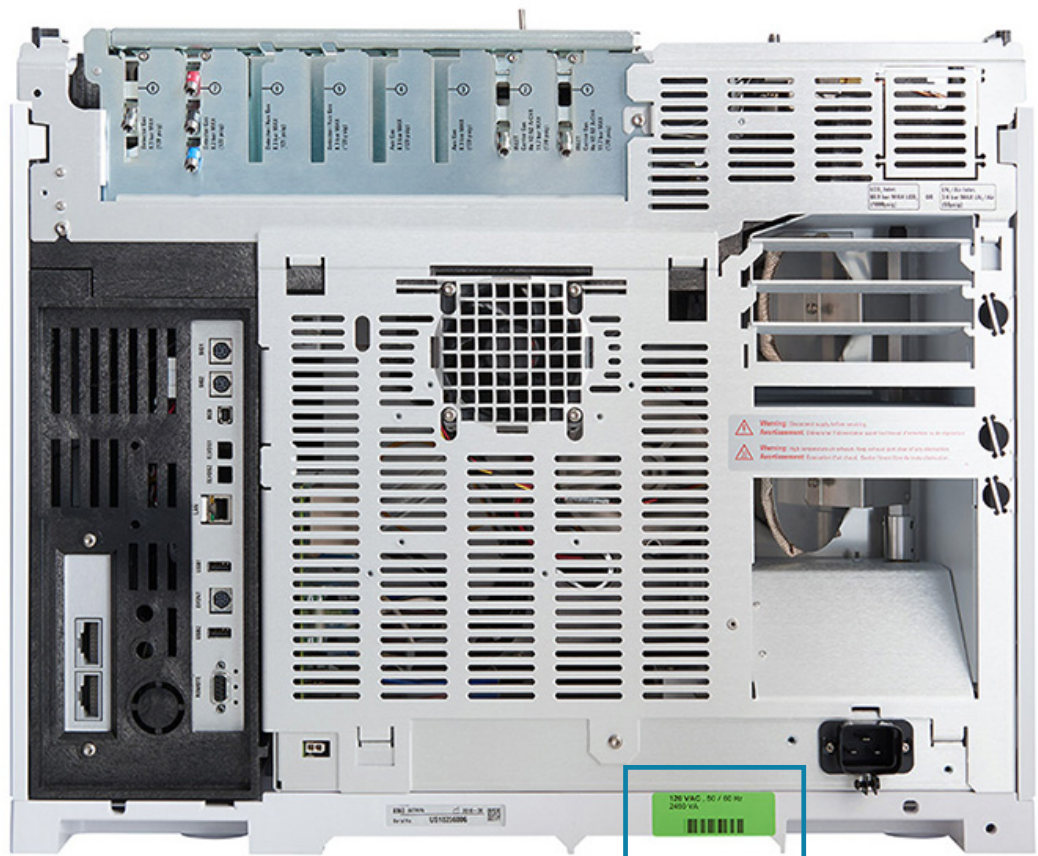
기능	기능을 활성화할 경우 브라우저 인터페이스의 변경 사항	기능을 활성화할 경우 GC 터치스크린의 변경 사항
시작	브라우저 인터페이스는 시퀀스를 시작할 수 없습니다.	Start(시작) 버튼은 수동 주입할 경우에만 작동합니다.
실시간 크로마토그램	실시간 플롯을 사용할 수 없습니다. Home(홈) 탭의 Plot(플롯) 버튼은 회색으로 비활성화되어 작은 잠금 아이콘이 표시됩니다.	실시간 플롯을 사용할 수 없습니다. Home(홈) 탭의 Plot(플롯) 버튼은 회색으로 비활성화되어 작은 잠금 아이콘이 표시됩니다.
날짜 및 시간 변경	시스템 설정을 실행해도 GC 날짜 및 시간을 편집할 수 있는 대화 상자가 표시되지 않습니다. 데이터 시스템에서 GC 날짜와 시간을 설정합니다.	시스템 설정을 실행해도 GC 날짜 및 시간을 편집할 수 있는 대화 상자가 표시되지 않습니다. 데이터 시스템에서 GC 날짜와 시간을 설정합니다.
GC 문제 해결 검증	문제 해결, 유지보수 또는 진단 자동 작업을 실행할 때 GC는 모든 검증 런 단계를 건너뛸 것입니다. 예를 들어 GC는 블랭크 런 또는 점검 런을 요청하지 않습니다.	문제 해결, 유지보수 또는 진단 자동 작업을 실행할 때 GC는 모든 검증 런 단계를 건너뛸 것입니다. 예를 들어 GC는 블랭크 런 또는 점검 런을 요청하지 않습니다.
피크 평가	피크 평가는 완전히 비활성화됩니다. 기존 데이터는 유지되지만, 피크 평가를 사용하는 메서드는 새로운 피크 평가 데이터를 생성하거나 분석하지 않습니다. 기존 피크 평가 데이터는 보기 또는 분석이 불가능합니다. (피크 평가 기능을 다시 활성화하면 기존 데이터에 다시 접근할 수 있습니다.)	해당되지 않습니다.
시퀀스 메뉴	브라우저 시퀀스 탭이 회색으로 표시되고 비활성화됩니다. 기존 브라우저 인터페이스 시퀀스는 유지되지만 로드, 편집, 보기 또는 실행은 수행할 수 없습니다.	해당되지 않습니다.
기기 내 모든 크로마토그래피 데이터 삭제	변경 사항 없습니다. (기기 내 크로마토그래피 데이터는 터치스크린에서만 삭제할 수 있습니다.)	해당되지 않습니다.

Agilent 지원팀에 문의할 때 제공해야 할 정보

가능한 경우 브라우저 UI를 사용하여 시스템 상태 보고서를 생성하십시오. 이 보고서에는 아래에 나열된 대부분의 정보가 포함되어 있습니다.

Agilent에 서비스를 요청하기 전에 다음 정보를 준비하십시오.

- 증상
- 문제 설명
- 오류 발생 당시 설치되어 있던 하드웨어 및 파라미터/구성(예: 시료, 공급 가스 유형, 가스 유량, 설치된 검출기/주입구 등)
- 표시되는 모든 메시지
- 실행한 문제 해결 테스트 결과
- 기기 세부 정보. 다음 정보를 수집하십시오.
 - GC 일련번호: GC 하단 오른쪽 모서리에서 확인할 수 있습니다.
 - GC 펌웨어 버전: **Settings(설정) > About(정보)**에서 찾을 수 있습니다.
 - GC 전원 구성: GC 후면 하단에 있는 스티커에 표기되어 있습니다.



서비스/지원 연락처가 필요한 경우, Agilent 웹사이트(www.agilent.com)를 참조하십시오.

2

ALS 및 검출기 증상

플러저 오류

7693A/7650A 인젝터 타워의 정렬 표시등이 켜져 있음

주입 시 시린지 니들이 주입구 내부에서 휘어짐

FID 누설 전류 테스트 실패

NPD 누설 전류 테스트 실패

FID 베이스라인 테스트 실패

FID 점화 실패

점화 시퀀스 중 FID 점화 장치가 발광하지 않음

FID 컬렉터 및 점화 플러그의 부식

FPD+가 점화되지 않음

NPD 오프셋 조정 프로세스 실패

NPD 비드가 점화되지 않음

FPD+ 온도가 준비되지 않음

(결함 있는) 장치 종료

플런저 오류

ALS가 전방 또는 후방 플런저 오류를 보고하는 경우 다음 원인을 확인하십시오.

- 시린지 플런저가 뻣뻣한 상태이거나 플런저 캐리어에 제대로 연결되어 있지 않습니다.
- 플런저 솔레노이드가 걸려 있습니다.
- 플런저 캐리어 인코더가 작동하지 않습니다.
- 자동 인젝터 플런저 캐리어가 움직이지 않습니다.
- 시료 잔류물 또는 마모로 인해 플런저가 원활하게 움직이지 않습니다. 새로운 시린지를 설치하고 설치하기 전에 용매로 시린지를 프라이밍하십시오.

절차

1. 시린지를 제거하고 플런저가 뻣뻣하거나 걸려 있는지 확인합니다.
2. 필요 시 시린지를 교체합니다. 해당하는 경우 7693A 또는 7650A 설명서를 참조하십시오.
3. 시료 점도를 점도 파라미터와 비교합니다.
4. 필요한 경우 점도 파라미터를 재설정합니다.
5. 시퀀스를 다시 시작합니다.
6. 오류가 또 발생하면 Agilent 서비스를 받으십시오.

7693A/7650A 인젝터 타워의 정렬 표시등이 켜져 있음

정렬 모드 표시등이 켜져 있는 경우, 먼저 터렛이 올바르게 설치되었는지 확인하십시오. 그런 다음 7693A 자동 액체 샘플러 설치, 작동 및 유지보수 설명서 또는 7650A 자동 액체 샘플러 설치, 작동 및 유지보수 설명서에 안내된 대로 정렬 절차를 수행하십시오.

주입 시 시린지 니들이 주입구 내부에서 휘어짐

주의

인젝터 문제를 해결하는 중에는 시린지 니들에 손대지 마십시오. 니들은 날카로우며 위험한 화학 물질이 묻어 있을 수 있습니다.

자세한 내용은 ALS 설명서를 참조하십시오.

- GC 셉텀 너트가 너무 꽉 조여져 있지 않은지 확인합니다.
- 시린지가 시린지 캐리지에 올바르게 장착되었는지 확인합니다.
- 니들 지지대와 가이드가 깨끗한지 확인합니다. 잔류물이나 셉텀 침전물을 제거합니다. 필요할 경우 새로운 니들 지지대를 설치합니다.
- 냉각 온컬럼 주입구를 사용하는 경우 시린지에 적합한 인서트가 설치되었는지 확인합니다.
- 올바른 시린지를 사용하고 있는지 확인합니다. 시린지 배열과 니들의 총 길이는 약 126.5mm여야 합니다.
- 시료 바이알 치수가 사양을 충족하는지 확인합니다.
- 크림프 캡이 올바르게 설치되었는지 확인합니다. 샘플러 설명서를 참조하십시오.

FID 누설 전류 테스트 실패

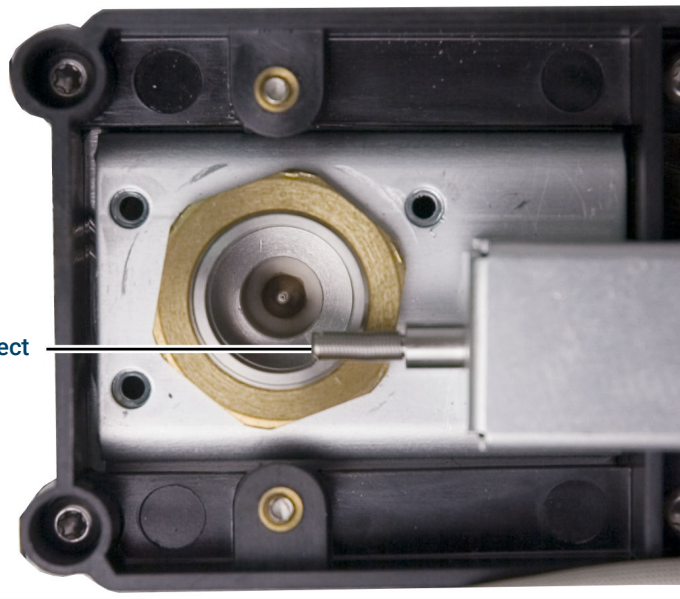
가능한 원인

누설 전류 테스트 실패는 일반적으로 조립 오류, 오염 또는 부품 손상을 나타냅니다.

절차

1. FID 유지보수를 방금 마친 경우, 검출기 문제를 진단하기 전에 먼저 검출기가 제대로 재조립되었는지 확인합니다.
2. 오염된 PTFE(FID)를 교체합니다.
3. 연결부 스프링이 손상되거나 구부러지거나 더러워지지 않았는지 확인합니다. 연결부 스프링은 컬렉터 바닥에 닿아 있어야 합니다.

FID interconnect
spring



NPD 누설 전류 테스트 실패

누설 전류 테스트 실패는 일반적으로 조립 오류, 오염 또는 부품 손상을 나타냅니다.

NPD 유지보수를 방금 마친 경우, 검출기 문제를 진단하기 전에 먼저 검출기가 제대로 재조립되었는지 확인합니다.

1. 세라믹 절연체를 교체합니다. 다시 테스트합니다.
2. 비드를 끄고 출력(누설 전류)을 확인합니다.
3. 비드를 제거하여 안전한 곳에 보관합니다.
4. 뚜껑을 고정하고 있는 3개의 나사를 제거하여 뚜껑을 분리합니다.
5. 연결부 스프링을 점검합니다. 연결부 스프링이 손상되거나 구부러지지 않거나 더러워지지 않았는지 확인합니다. 연결부 스프링은 컬렉터 바닥에 닿아 있어야 합니다.
6. 연결부 스프링이 손상되거나 더러워지지 않았는데도 검출기 출력 신호가 계속 높은 경우, Agilent에 서비스를 요청하십시오.

FID 베이스라인 테스트 실패

FID 유지보수를 방금 마친 경우, 검출기 문제를 진단하기 전에 먼저 검출기가 제대로 재조립되었는지 확인합니다.

FID가 베이스라인 테스트에 실패할 경우:

- 가스의 순도와 품질을 확인합니다.
- 더럽거나 수명이 다한 화학적 트랩을 교체합니다.
- 검출기를 베이크 아웃합니다.

FID 점화 실패

- 전화 오프셋이 2.0pA 이하인지 확인합니다.
- 점화될 만큼 FID 온도가 높은지 확인합니다(150°C 이상). Agilent는 300°C 이상을 권장합니다.
- 점화 시퀀스 중 FID 점화 장치가 발광하는지 확인합니다(점화 시퀀스 중 **FID 점화 장치 기능 확인** 참조).
- FID 유량 모듈에 공급 압력을 높여 봅니다. 이렇게 하면 설정치를 변경하지 않고도 불꽃을 더 쉽게 점화할 수 있습니다.
- 수소 유량을 늘리고 점화가 발생할 때까지 보충 가스 유량을 줄이거나 차단한 다음, 점화되면 메서드에 따른 값으로 낮춥니다. 실험을 통해 최적의 값을 찾으십시오.
수소 유량을 늘리고 보충 가스 유량을 줄이면 FID가 더 쉽게 점화됩니다. 이렇게 변경한 조건에서도 점화가 된다면 원인은 제트의 부분적 막힘, 취약한 점화 장치 또는 컬럼 피팅 부분의 누설이 될 수 있습니다.
- 제트가 완전히 또는 부분적으로 막혔는지 확인합니다. (**FID 제트에 막힘이 있는지 확인** 내용을 참조하십시오.)
- FID 유량을 측정합니다. 실제 유량은 설정치의 $\pm 10\%$ 범위 내에 있어야 합니다. 수소와 공기의 비율은 점화에 큰 영향을 미칩니다. 유량 설정이 최적화되지 않으면 불꽃이 점화되지 않을 수 있습니다. (**검출기 유량 측정** 내용을 참조하십시오.)
- 불꽃이 계속 점화되지 않으면 시스템에 대량 누설이 있을 수 있습니다. 대량 누설이 발생하면 측정된 유량과 실제 유량이 달라짐으로써 이상적이지 않은 점화 조건을 유발합니다. 전체 시스템, 특히 FID의 컬럼 피팅 부분에 누설이 있는지 철저히 점검하십시오. (**누설 여부 확인**의 내용을 참조하십시오.)
- 컬럼 유량을 확인합니다. (**컬럼 유량 측정**의 내용을 참조하십시오.) 수소 유량은 컬럼 유량과 보충 가스 유량의 합보다 커야 합니다.
- FID 컬럼 피팅에서 누설 여부를 확인하십시오.
- 점화될 만큼 FID 온도가 높은지 확인합니다(150°C 이상).
- 분석 결과에서 허용하는 경우 헬륨 대신 질소를 보충 가스로 사용합니다.

점화 시퀀스 중 FID 점화 장치가 발광하지 않음

주의

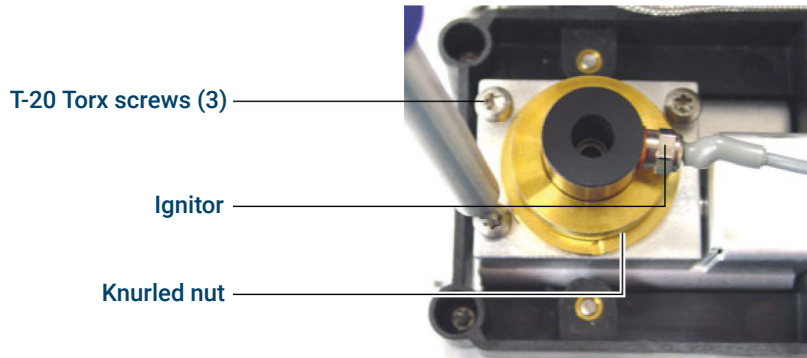
이 작업을 수행하는 동안 FID 굴뚝에 신체 부위가 닿지 않도록 안전한 거리를 유지하십시오. 수소를 사용할 경우, FID 불꽃은 보이지 않습니다.

1. 검출기 상단 덮개를 제거합니다.
2. FID 불꽃을 **켜**니다.
3. FID 굴뚝을 통해 점화 장치 플러그를 관찰합니다. 점화 시퀀스 중에 작은 구멍이 발광해야 합니다.

테스트가 실패할 경우 다음 원인을 확인하십시오.

- 점화 장치에 문제가 있을 수도 있으므로 점화 장치를 교체합니다.
- 검출기 온도는 150°C 이하로 설정됩니다. Agilent는 FID를 300°C 이하에서 작동할 것을 권장합니다.
- 점화 장치가 접지에 제대로 연결되지 않았습니다.
 - 점화 장치는 FID 캐슬 어셈블리에 나사로 단단히 고정해야 합니다.
 - 컬렉터 어셈블리를 고정하는 3개의 T-20 Torx 나사를 단단히 조여야 합니다.
 - FID 캐슬 어셈블리를 고정하는 황동 로켓 너트를 단단히 조여야 합니다.

이러한 부품이 부식되거나 산화된 경우 FID 유지보수를 수행하십시오.



FID 컬렉터 및 점화 플러그의 부식

Agilent는 FID의 유지보수 작업 중 컬렉터 및 점화 플러그의 부식 여부를 점검할 것을 권장합니다.

FID 연소 과정에서 응축이 발생합니다. 이 응축 현상은 염소계 용매 또는 시료와 결합하여 부식과 감도 저하를 유발합니다.

부식을 예방하려면 검출기 온도를 300°C 이상으로 유지하십시오.

FPD+가 점화되지 않음

- 점화될 만큼 FPD+ 온도가 높은지 확인합니다(150°C 이상).
- FPD+ 유량을 확인하고 설치된 FPD+ 필터 유형과 일치하는지 확인합니다. 수소와 공기의 비율은 점화에 큰 영향을 미칩니다. 유량 설정이 최적화되지 않으면 불꽃이 점화되지 않을 수 있습니다.
- 실제 검출기 유량을 측정합니다.
- FPD+ 점화 장치가 작동하는지 점검합니다.
- 점화 시퀀스 중 공기 유량을 표시하십시오. 점화를 시도하는 동안 공기 유량은 400mL/분으로 설정되어 야 합니다. 이 조건을 충족하지 않으면 공기 공급 압력이 부족합니다.
- **점화 오프셋** 값을 확인합니다. 일반적인 **점화 오프셋** 값은 2.0입니다. 0이면 자동 점화가 해제됩니다. 값이 너무 크면 소프트웨어가 불꽃이 켜져 있는 것을 인식하지 못하고 검출기를 종료합니다.
- 그래도 불꽃이 켜지지 않는다면 시스템에 대량 누설이 있을 수 있습니다. 이로 인해 측정된 유량이 실제 유량과 달라져 이상적이지 않은 점화 조건을 유발합니다. 전체 시스템을 대상으로 누설이 있는지 철저히 검사하십시오. (**누설 여부 확인**의 내용을 참조하십시오.)
- FPD+ 유량 모듈에 공급 압력을 높여 봅니다. 이렇게 하면 설정치를 변경하지 않고도 불꽃을 더 쉽게 점화할 수 있습니다.
- 특정 작동 조건에서 배출구 튜브를 제거하면 불꽃을 더 쉽게 점화할 수 있습니다. 불꽃을 켜 후 배출구 튜브를 다시 장착하십시오.
- 커플링과 케이블 연결부, 글로우 플러그와 커플링 연결부, 글로우 플러그의 조임 상태를 점검합니다.

NPD 오프셋 조정 프로세스 실패

- 제트를 점검하여 막힌 부분이 있는지 확인합니다.
- 실제 검출기 유량을 측정합니다. 수소 또는 보충 유량이 0이거나 표시된 유량보다 훨씬 낮을 경우, 제트가 막혔을 가능성이 있습니다.
- 비드 상태를 확인합니다. 필요 시 교체합니다.
- 유량 설정이 올바른지 확인합니다.
- 그럼에도 계속 프로세스가 실패한다면 시스템에 대량 누설이 있을 수 있습니다. 이러한 경우, 측정된 유량과 실제 유량이 달라집니다. 전체 시스템, 특히 검출기 플래쉬라인이 전체 시스템을 대상으로 누설이 있는지 검사하십시오. (누설 여부 확인의 내용을 참조하십시오.)

NPD 비드가 점화되지 않음

- 유량 설정이 올바르게 적절한지 확인합니다.
- 그럼에도 계속 프로세스가 실패한다면 시스템에 대량 누설이 있을 수 있습니다. 이러한 경우, 측정된 유량과 실제 유량이 달라집니다. 전체 시스템, 특히 검출기 컬럼/어댑터 피팅을 철저히 누출 검사해 보았습니다. (누설 여부 확인의 내용을 참조하십시오.)
- 오류 메시지를 확인합니다. **Diagnostics**(진단)를 누르고 GC 로그를 확인합니다. 비드 전류를 읽을 수도 있습니다.
- 비드 상태를 확인합니다.
- 제트를 점검하여 막힌 부분이 있는지 확인합니다. (**NPD 제트에 막힘이 있는지 확인**의 내용을 참조하십시오.)
- 실제 검출기 유량을 측정합니다. (**검출기 유량 측정**의 내용을 참조하십시오.) 수소 또는 보충 유량이 0이거나 표시된 유량보다 훨씬 낮을 경우, 제트가 막혔을 가능성이 있습니다.

FPD+ 온도가 준비되지 않음

FPD+ 방출 블록 온도가 준비되지 않을 경우:

- 오븐 온도를 확인합니다. 오븐 온도가 장시간 높은 상태로 유지될 경우(325°C 이상), 방출 블록 온도를 최고값(165°C)으로 설정하십시오.
- 이송 라인 온도를 확인합니다. 이송 라인이 매우 높은 온도(약 400°C)로 설정된 경우, 방출 블록 온도를 최소 150°C로 설정하십시오.

(결함 있는) 장치 종료

기본적으로 GC는 구성된 모든 장치(주입구, 검출기, 밸브 박스 히터, 밸브, 오븐 히터, EPC 또는 EPR 모듈 등)의 상태를 모니터링하며, 모든 장치가 설정치에 도달하면 준비 상태가 됩니다. GC가 이러한 장치 중 하나에서 문제를 감지하면 GC는 준비 상태가 되지 않거나, 자체 보호 또는 안전 위험을 방지하기 위해 종료 상태로 전환될 수 있습니다. 그러나 장치의 준비 상태가 런 시작을 방해하지 않도록 하고 싶을 수 있습니다. 중요한 예로는 주입구 또는 검출기 히터가 결함이 있는 경우가 있습니다. 일반적으로 이러한 결함이 발생하면 GC가 준비 상태가 되지 않고 런을 시작하지 못합니다. 그러나 GC가 이 문제를 무시하도록 설정하여 장치가 수리될 때까지 다른 주입구 또는 검출기를 계속 사용할 수 있습니다.

모든 장치를 무시할 수 있는 것은 아닙니다. 주입구, 검출기, EPE 또는 EPR 모듈 또는 오븐의 준비 상태는 무시할 수 있습니다. 다른 장치 및 구성 요소의 준비 상태는 무시할 수 없습니다. 예를 들어, 스위칭 밸브 또는 자동 액체 샘플러와 같은 주입 장치가 이에 해당됩니다.

장치의 상태 무시:

1. 필요에 따라 장치의 히터와 가스 흐름을 차단합니다. (안전상의 위험을 초래하지 않도록 유의하십시오.)
2. **Settings(설정) > Configuration(구성)**으로 이동한 다음, 해당 구성 요소를 선택하고 **Readiness(준비 상태)**를 비활성화합니다. 데이터 시스템 메서드 편집기에서도 동일한 작업을 수행할 수 있습니다.

장치가 수리될 때까지 GC를 사용할 수 있습니다.

경고

설정치에 도달하는지 여부를 신경 쓰지 않는 이상, 사용 중인 장치의 준비 상태를 무시하지 마십시오.

장치를 수리한 후에는 반드시 준비 상태를 다시 활성화하십시오. 그렇지 않으면 이 장치를 분석에 사용하더라도 장치 상태(온도, 유량, 압력 등)는 계속 무시됩니다.

3

크로마토그래피 증상

머무름 시간의 재현성이 없음
피크 면적의 재현성이 없음
오염 또는 캐리오버
예상보다 큰 피크
피크 표시 안 됨/피크 없음
오븐 온도 프로그램 중 베이스라인 상승
낮은 피크 분해능
피크 테일링
끓는점 또는 분자량에 따른 피크 편향 심화
주입구에서의 시료 분해/피크 소실
피크 프론틱
검출기 노이즈(베이스라인 흔들림, 드리프트, 스파이크 포함)
ECD(전자 포획 검출기) 노이즈 및 감도
낮은 피크 면적 또는 높이(저감도)
런 도중 FID 불꽃이 꺼지고 재점화 시도
20pA를 초과하는 FID 베이스라인 출력
FID 베이스라인 출력이 최대치(~8백만)로 고정
런 도중 FPD+ 불꽃이 꺼지고 재점화 시도
FPD+ 퀀칭/재현성
FPD+ 출력이 너무 높거나 너무 낮음
FPD+의 낮은 피크 면적
FPD+ 반 높이에서의 큰 피크 폭
FPD+ 베이스라인 출력 높음: 20pA
FPD+ 크로마토그래피 출력에 클리핑된 피크가 나타남
NPD 용매 퀀칭
NPD 반응 저하
NPD 베이스라인 출력: 8백만 초과

크로마토그래피 증상
크로마토그래피 증상

NPD 오프셋 조정 프로세스가 제대로 작동하지 않음

NPD 선택성 저하

TCD에서 관찰되는 음의 피크

피크 뒤에 감쇠되는 정현파 노이즈가 나타나는 **TCD** 베이스라인(링잉 베이스라인)

TCD 피크 테일에서 음의 딥 발생

머무름 시간의 재현성이 없음

- 샘플을 교체합니다.
- 주입구, 라이너(해당하는 경우), 컬럼 연결부의 누설 여부를 확인합니다. [누설 여부 확인](#)의 내용을 참조하십시오.
 - [주입구 누설 점검 수행](#)
 - [압력 감소 누설 테스트 수행](#)
- 충분한 운반 가스 공급 압력을 확인합니다. GC에 공급되는 압력은 최종 오븐 온도에서 요구하는 최대 주입구 압력보다 40kPa(10psi) 이상 높아야 합니다.
- 확실한 표준 시료를 반복하여 분석하면서 문제를 확인합니다.
- 사용 중인 라이너 유형이 주입하는 시료에 적합한지 확인합니다.
- 이번이 처음 런인지 고려해 봅니다. (GC가 안정화되었습니까?)
- FID 또는 NPD를 사용할 때 머무름 시간이 늘어나거나 드리프트가 발생하면 제트 노즐의 오염 여부를 확인하거나 제트 노즐을 교체합니다.

피크 면적의 재현성이 없음

ALS 시린지 작동을 확인합니다. (샘플러 사용자 설명서의 문제 해결 섹션을 참조하십시오.)

- 시린지를 교체합니다.
- 주입구, 라이너(해당하는 경우), 컬럼 연결부의 누설 여부를 확인합니다. (누설 여부 확인의 내용을 참조하십시오.)
- 바이알의 시료 레벨을 확인합니다.
- 확실한 표준 시료를 반복하여 분석하면서 문제를 확인합니다.
- 이번이 처음 런인지 고려해 봅니다. (GC가 안정화되었습니까?)

스플릿 모드의 스플릿/스플릿리스 주입구일 경우 다음을 확인합니다.

- 비정상적인 스플릿 배출구 막힘. 스플릿 배출구 막힘 테스트 실행의 내용을 참조하십시오.
- 스플릿/스플릿리스 주입구의 소량 누설 문제를 해결하려면 스플릿/스플릿리스 주입구의 누설 여부를 수동으로 점검의 내용을 참조하십시오.

오염 또는 캐리오버

출력에 오염 물질 또는 예기치 않은 피크가 나타나는 경우 다음을 수행하십시오.

원인 규명

1. 새로운 순수한 용매를 사용하여 용매 블랭크 런을 수행합니다. 오염이 사라지면 시료 또는 용매와 관련된 문제가 있는 것입니다.
2. 블랭크 런을 수행합니다(인젝터에서 시린지 제거 및 런 시작). 오염이 사라지면 시린지에 문제가 있는 것입니다.
3. 검출기에서 컬럼을 제거하고 검출기 피팅을 캡으로 막습니다. 또 다른 블랭크 런을 수행하십시오. 오염이 사라지면 문제는 주입구 또는 컬럼에 있는 것입니다. 오염이 계속되면 문제는 검출기에 있는 것입니다.

주입구와 검출기의 모든 조합을 확인하여 가능한 원인 점검

주입구, 샘플러, 시료, 가스 공급

- 셉텀 유형과 설치를 확인합니다. 바이알 셉텀이 시료와 반응하여 녹을 수 있습니다. 사용하는 용매에 바이알 셉텀이 충분히 내성이 있는지 확인하십시오. 또한 바이알 셉텀이 평평한지 확인하십시오. 바이알 셉텀이 평평하지 않으면 니들 주입 시 코어링이 발생하여 셉텀 입자가 시료 안으로 떨어져 오염과 고스트 피크를 유발할 수 있습니다.
- 주입구 전체 유지보수를 수행합니다. 모든 소모성 부품을 교체하고 주입구를 베이크 아웃하십시오.
- 이전 런에서 오염된 시료가 있는지 확인합니다. 시료를 주입하지 않고 블랭크 런을 여러 번 수행하면서 고스트 피크가 사라지거나 줄어드는지 확인하십시오.
- 셉텀 퍼지 유량을 확인합니다. 너무 낮으면 셉텀에 오염 물질이 쌓였거나 퍼지 라인에 응축수가 막혔을 수 있습니다. COC 주입구의 경우 셉텀 퍼지 유량을 최소 15mL/분으로 설정하십시오. 유량을 측정하십시오. [스플릿 배출구 또는 셉텀 퍼지 유량 측정](#)의 내용을 참조하십시오.
- 모든 가스 트랩 표시기와 날짜를 확인합니다.
- 가스 순도를 확인합니다. 짧은 간격으로 런을 여러 번 반복하여 수행한 후, 다시 긴 간격으로 몇 번 더 수행합니다. 긴 간격으로 수행한 런에서 오염 피크가 더 크다면 오염된 가스를 사용했을 가능성이 큼니다. 오염 물질이 컬럼과 라이너에 침착될 시간이 더 길기 때문입니다.
- 공급 튜빙 및 피팅 오염 여부를 확인합니다.
- 주입구에 오염이 있을 가능성이 있는 경우 베이크 아웃 절차를 수행합니다.
- 주입구의 작동을 확인합니다. 주입구를 청소하고 오염된 주입구 부품을 교체합니다.
- ALS 세척병의 용매 높이를 확인합니다.
- 필요 시 ALS 시린지를 교체합니다.
- 시료 주입량을 확인합니다. ALS가 주입구에 시료를 충분히 주입하고 있는지 확인하십시오. 용매 증기량 계산기를 사용하여 주입해야 할 시료의 양을 결정하십시오.
- 코스트 피크는 때때로 오염된 샘플 바이알로 인해 발생합니다. 새 바이알 또는 깨끗한 바이알을 사용하여 고스트 피크가 사라지는지 확인하십시오.
- 일부 시료는 열이나 자외선으로 인해 변질될 수 있습니다. 시료 안정성을 확인하십시오.

컬럼, 메서드

- 컬럼 유지보수를 수행합니다. 오염 물질을 베이크 아웃하고 주입구 근처의 오염된 컬럼 부분을 제거한 후 필요에 따라 컬럼을 역방향으로 연결하여 베이크 아웃합니다.
- 컬럼이 오염된 것으로 의심될 경우 베이크 아웃 절차를 수행합니다.
- 주입할 시료에 대해 오븐 프로그램의 온도와 시간이 충분한지 확인합니다. 인접한 시료 피크보다 폭이 넓은 고스트 피크는 이전 런에서 비롯된 것일 수 있습니다.
- 컬럼을 점검하여 오염 여부를 확인합니다. 잔류물이 포함된 고분자량 시료는 시린지, 주입구 라이너 또는 컬럼의 처음 몇 인치를 오염시킬 수 있습니다.

검출기, 검출기 가스 공급

- 모든 가스 트랩 표시기와 날짜를 확인합니다.
- 가스 순도를 확인합니다. 짧은 간격으로 런을 여러 번 반복하여 수행한 후, 다시 긴 간격으로 몇 번 더 수행합니다. 긴 간격으로 수행한 런에서 오염 피크가 더 크다면 오염된 가스를 사용했을 가능성이 큼니다. 오염 물질이 컬럼과 라이너에 침착될 시간이 더 길기 때문입니다.
- 공급 튜빙 및 피팅 오염 여부를 확인합니다.
- 검출기가 오염된 것으로 의심될 경우 베이크 아웃 절차를 수행합니다.
- 검출기의 작동을 확인합니다. 오염된 검출기 부품을 교체하십시오.

예상보다 큰 피크

- 구성된 각 컬럼 치수를 실제 컬럼 치수와 비교합니다. (항상 최신 상태를 유지해야 하는 구성 가능한 항목의 내용을 참조하십시오.)
- 자동 샘플러 주입량을 확인합니다. 일반 주입 모드에서는 샘플러가 빠른 주입을 사용하여 대표적인 양의 시료를 공급합니다. 주입을 빠르게 하면 니들 내 시료 분획을 최소화할 수 있습니다. 수동 주입 또는 느린 자동 주입 장치를 사용한 크로마토그램은 휘발성 물질이 고분자량 물질보다 니들에서 더 빨리 증발하기 때문에 저분자량 물질의 농도가 고분자량 물질에 비해 상대적으로 높게 나타납니다.
- 바이알 캡을 확인합니다. 바이알 캡이 헐거우면 시료에서 가벼운 물질이 일부 손실될 수 있습니다. 캡을 제대로 장착했다면 쉽게 돌아가지 않아야 합니다.
- 구성된 시린지 크기를 확인합니다. 일부 시린지 크기는 용량의 절반으로 명시되어 있습니다. 시린지 최대 용량이 배럴 상단이 아닌 배럴 중간 높이에 표시된 경우, 시린지 크기를 구성할 때 표시된 용량의 **2배**를 입력하십시오.

피크 표시 안 됨/피크 없음

- 자동 샘플러를 사용하는 경우:
 - 바이알에 시료가 있는지 확인합니다.
 - ALS 플런저 캐리지가 시린지 플런저에 제대로 고정되었는지 확인합니다.
 - 시린지가 올바르게 장착되었으며 시료가 제대로 빨려 들어가는지 확인합니다.
 - 터렛이 올바르게 장착되었으며 시퀀스가 잘못된 바이알에서 주입되지 않았는지 확인합니다.
 - 시료가 시린지 안에 제대로 빨려 들어가는지 확인합니다.
- 사용 중인 검출기가 신호에 할당되었는지 확인합니다.
- 컬럼이 올바르게 설치되었는지 여부를 확인합니다.
- 컬럼이 막히지 않았는지 확인합니다. **컬럼 유량 측정**의 내용을 참조하십시오.
- 누설 여부를 확인합니다. (**누설 여부 확인**의 내용을 참조하십시오.)
- 유량 설정을 확인한 후 실제 검출기 유량을 측정합니다. (**검출기 유량 측정**의 내용을 참조하십시오.)
- 일부 시료는 열이나 자외선으로 인해 변질될 수 있습니다. 샘플 안정성을 확인합니다.
- 바이알 내 시료 높이를 확인합니다.
- 시료의 점성이 높은 경우 다음을 시도합니다.
 - 점도 지연 시간을 늘리십시오.
 - 적절한 저점도 용매에 시료를 희석하십시오.
 - 타워 팬을 끄십시오.

문제가 검출기와 관련된 경우, **표 2**의 내용을 참조하십시오.

표 2. 검출기 문제 해결

검출기	해결책
FID, FPD+	• 전위계가 켜져 있는지 확인하십시오. • 불꽃이 아직 켜져 있는지 확인하십시오.
TCD	• 필라멘트가 켜져 있는지 확인하십시오. • 기준 가스가 0으로 설정되지 않았는지 확인하십시오. (필라멘트는 기준 가스 유량이 0일 때 작동하지 않습니다.)
NPD, ECD	• 전위계가 켜져 있는지 확인하십시오.

오븐 온도 프로그램 중 베이스라인 상승

- 블리드 여부를 점검합니다.
- 운반 가스 공급 장치에서 누설/산소 여부를 확인합니다. 산소는 결합상 캐필러리 컬럼을 손상시킬 수 있습니다.
- 가스 공급 장치의 산소 트랩 표시기 또는 날짜를 확인하십시오.
- 시료 없이 베이스라인을 평가할 수 있는 용매 블랭크 런을 수행합니다.
- '주입 없는' 블랭크 런(인젝터에서 시린지 제거 및 런 시작)을 수행하여 용매 없이 기본값을 평가합니다.
- 오염 여부를 확인합니다. (오염 또는 캐리오버의 내용을 참조하십시오.)
- 컬럼의 필름 두께가 블리드에 미치는 영향을 고려합니다. 더 얇은 필름을 가진 컬럼을 사용해 보십시오.
- 컬럼 피팅에서 누설 여부를 확인합니다. (누설 여부 확인의 내용을 참조하십시오.)
- 컬럼 보상 프로파일을 준비하여 사용합니다.

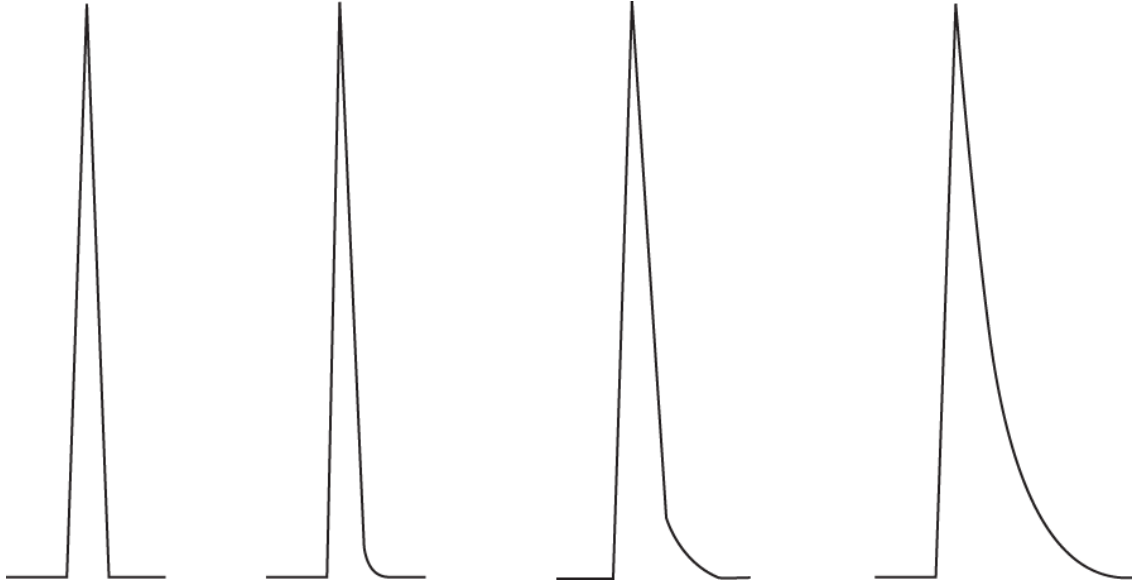
낮은 피크 분해능

- 컬럼 유량을 최적의 선형 속도로 설정합니다.
- 주입구에 소모성 부품(예: 라이너)을 설치하고 비활성 상태로 사용합니다.
- 컬럼 유지보수를 수행합니다. 오염 물질을 베이킹 아웃하고 주입구 근처의 오염된 컬럼 부분을 제거한 후 필요에 따라 컬럼을 역방향으로 연결하여 베이킹 아웃합니다.
- 양 끝에서 컬럼 설치 여부를 확인합니다.
- 분해능이 더 높은 컬럼을 선택합니다.

피크 테일링

아래 그림은 피크 테일링의 예를 보여줍니다. 피크 테일링 문제를 해결할 때는 다음 사항을 고려하십시오.

- 어떤 피크에서 테일링이 발생합니까?
- 테일링이 발생하는 피크는 활성 화합물입니까, 모든 화합물에서 나타납니까? 아니면 일반적인 경향성이 있습니까(예: 초기 용출 성분 또는 후기 용출 성분)?



- 컬럼에 심각한 오염이 있는지 확인합니다.
 - 캐필러리 컬럼을 사용하는 경우 컬럼 앞부분을 1/2~1m 정도 잘라내십시오.
 - 결합상 및 가교 결합 고정상의 경우 용매로 컬럼을 가볍게 씻어내십시오.
 - 주입구 오염 여부를 확인합니다. 테일링은 화합물의 머무름 시간이 길어질수록 심해지기도 합니다. 주입구를 청소하고 오염된 주입구 부품을 교체하십시오. ([Agilent 8860B Gas Chromatograph](#)의 내용을 참조하십시오.)
- 컬럼 고정상(활성 컬럼)을 고려합니다. 이는 활성 화합물에만 영향을 미칩니다. 활성 컬럼은 일반적으로 머무름 시간이 길어짐에 따라 테일링 현상이 발생합니다.
- 컬럼을 절단합니다.
 - 컬럼 앞부분을 1m 정도 잘라내십시오.
 - 컬럼을 교체하십시오.
- 컬럼이 올바르게 절단되고 설치되었는지 확인합니다.
 - 컬럼을 다시 절단하고 주입구에 다시 설치한 후 폐를 교체하십시오. 검증된 툴을 사용하여 단면을 깔끔하게 수직으로 자르십시오.
 - 설치 후 누설이 없는지 확인하십시오. 컬럼 피팅에 누설이 있을 경우, 초기에 용출되는 피크에 테일링이 더 많이 발생합니다. ([누설 여부 확인](#)의 내용을 참조하십시오.)
- 사용 중인 어댑터, 라이너, 주입구 씰의 유형을 고려합니다. 이 중 하나 또는 모두가 오염되었거나 활성 상태일 수 있습니다.
 - 비활성화된 새 라이너를 사용하십시오. 이는 활성 화합물에만 영향을 미칩니다.
 - 주입구 씰을 청소하거나 교체하십시오.
- 설치된 경우 어댑터 및 라이너를 점검하여 고체 입자가 있는지 확인합니다. 고체 입자가 보이면 청소하거나 교체하십시오.

- 캐필러리 스플릿리스 주입의 경우, 용매와 컬럼 간의 호환성을 고려합니다.
 - 다른 용매를 사용하십시오. 이는 초기에 용출되는 피크 또는 용매 전단에 가장 인접한 피크에서 테일링 현상이 더 많이 발생하는 경우에 도움이 됩니다.
 - 3~5m의 리텐션 갭을 사용하십시오.
- 주입 기술이 적절한지 확인합니다. 이는 일반적으로 플런저에 불규칙적인 압박이 가해지거나 시린지 니들에 시료 잔류물이 있을 때 발생합니다.
- 주입구 온도를 확인합니다.
 - 온도가 너무 높으면 일반적으로 초기에 용출되는 성분의 테일링 현상이 더 심해집니다. 주입구 온도를 50°C 낮추십시오.
 - 온도가 너무 낮으면 일반적으로 머무름 시간이 길어질수록 테일링 현상이 더 심해집니다. 주입구 온도를 50°C 높이십시오.
- 시스템 내 사부피를 확인합니다. 양 끝에서 올바른 컬럼 설치 여부를 확인하십시오.
 - 머무름 시간에 따라 피크 테일링이 감소한다면 이송 라인 연결부, 용융 실리카 유니온 등의 사부피를 줄이십시오.
 - 검출기 또는 주입구에 컬럼을 너무 높게 설치하면 사부피가 형성될 수 있습니다.
- 이송 라인에 콜드 스팟이 있는지 확인합니다. 콜드 스팟은 일반적으로 머무름 시간이 길어질수록 증가하는 테일링 현상을 유발합니다.

NPD 피크 테일링

NPD의 경우 다음을 수행하십시오.

- 런을 수행하려는 시료에 적합한 비드를 사용하고 있는지 확인합니다. 인을 분석하는 경우 블랙 비드를 설치하십시오. 화이트 비드를 사용하여 인을 분석할 경우 피크 테일링 현상을 유발할 수 있습니다.
- 올바른 제트가 설치되었는지 확인합니다. 확장된 제트를 사용하십시오.
- 세라믹 절연체를 교체합니다.

끓는점 또는 분자량에 따른 피크 편향 심화

끓는점 또는 분자량에 따른 피크 편향이 심해지는 문제(주입구 편향)가 발생한 경우 다음을 수행하십시오.

- 주입구의 오염 여부를 확인합니다. 필요 시 라이너를 청소하고 교체합니다. 주입구의 모든 소모성 부품을 교체하십시오. [Agilent 8860B Gas Chromatograph](#)의 내용을 참조하십시오.
- 주입구 온도를 조절합니다.
- 알려진 메서드를 기준으로 표준을 실행하여 예상 성능을 확인합니다.

검출기 유형에 상관없이 스플릿 모드로 작동하는 모든 주입구

- 라이너 유형을 확인합니다. 시료가 완전히 기화되도록 스플릿 분석에 최적화된 라이너, 즉 유리섬 또는 표면적을 넓혀주는 충전재가 포함된 라이너를 사용하십시오.
- 주입구 온도를 높이고 단열 컵이 설치되었고, 단열재가 포함되어 있는지 확인합니다.
- 컬럼 절단 및 주입구에 설치된 상태를 확인합니다.

검출기 유형에 상관없이 스플릿리스 모드로 작동하는 모든 주입구

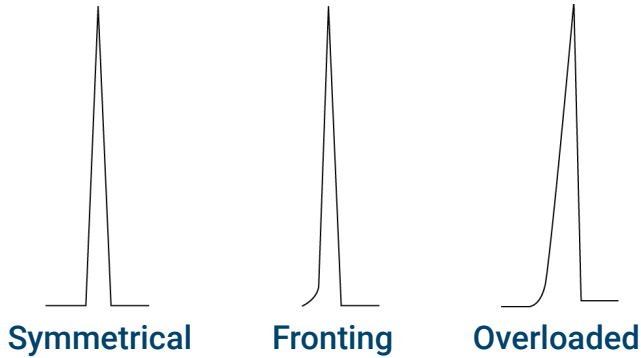
- 주입구의 누설 여부를 확인합니다. (누설 여부 확인의 내용을 참조하십시오.)
- 라이너 유형을 확인합니다. 스플릿리스 분석에 최적화된 라이너(비활성화, 대용량)를 사용하십시오.
- 오븐의 초기 온도가 용매의 끓는점보다 낮은지 확인합니다.
- 컬럼 절단 및 주입구에 설치된 상태를 확인합니다.
- 용매 증기량이 라이너 용량을 초과하지 않는지 확인합니다.
- 적절한 퍼지 지연 시간을 확인합니다. (라이너 용량/컬럼 유량)

주입구에서의 시료 분해/피크 소실

- 주입구 온도를 낮춥니다.
- 운반 가스에 공기 또는 물이 있는지 확인하고, 가스 순도와 트랩 작동 상태를 점검합니다.
- 라이너가 분석하려는 시료에 적합한지 확인합니다.
- 주입구 전체 유지보수를 수행합니다. 모든 소모성 부품을 교체하고 주입구를 베이크 아웃하십시오.
- 라이너를 사용하는 경우 비활성화된 라이너를 설치합니다.
- 셉텀, 라이너, 컬럼 피팅에서 누설 여부를 확인합니다. (누설 여부 확인의 내용을 참조하십시오.)
- Agilent Direct Connect 라이너를 설치합니다.
- 펄스 압력 메서드를 사용하여 시료를 컬럼으로 더 빠르게 이송합니다.
- 주입구를 베이크 아웃합니다.
- 주입구를 청소합니다.

피크 프론틱

아래 그림은 피크의 3가지 유형인 대칭, 프론틱, 과부하의 예시를 보여줍니다.



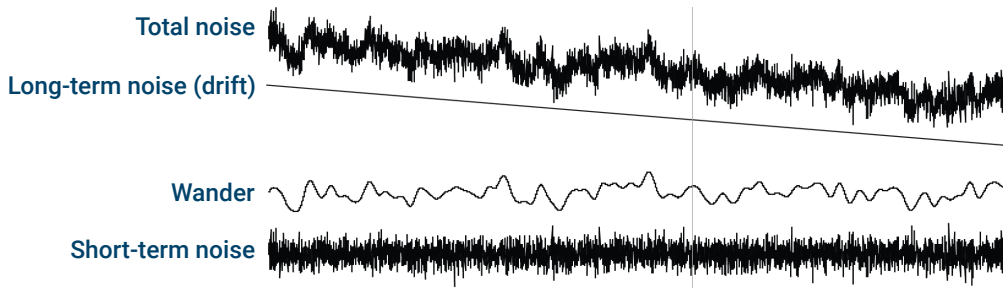
피크 프론틱 현상이나 과부하가 발생할 경우 다음을 시도하십시오.

- 주입량이 적절한지 확인합니다. 컬럼 과부하는 피크 프론틱의 가장 흔한 원인입니다.
 - 주입량을 줄이거나 시료를 희석하거나 분할 비율을 높이십시오.
 - 컬럼 또는 필름 두께를 변경하십시오.
- 컬럼이 올바르게 설치되었는지 확인합니다. 올바르게 않은 경우, 주입구에 컬럼을 다시 설치합니다.
- 적절한 주입 기술이 사용되고 있는지 점검합니다. 이는 일반적으로 플런저에 불규칙적인 압박이 가해지거나 시린지 니들에 시료 잔류물이 있을 때 발생합니다.
- 캐필러리 스플릿리스 주입을 사용할 경우 주입 용매에서 화합물의 용해도를 고려합니다.
 - 용매를 변경하십시오.
 - 리텐션 갭을 사용하십시오.
- 시료 용매의 순도를 확인합니다. 극성이나 끓는점 차이가 큰 용매의 경우, 혼합 시료 용매가 피크 프론틱을 유발할 수 있습니다. 시료 용매를 변경하십시오.

검출기 노이즈(베이스라인 흔들림, 드리프트, 스파이크 포함)

노이즈는 컬럼을 연결하고 운반 가스를 공급한 상태에서 '정상' 작동 조건 하에 측정해야 합니다. 예를 들어, FID 전위계의 노이즈 또는 드리프트(불꽃 꺼짐)는 주요 노이즈원이 측정에 포함되지 않기 때문에 실제 검출기의 성능을 제대로 나타내지 못합니다. 일반적으로 노이즈는 고주파 성분(전자적 기원)과 저주파 성분(흔들림 및 드리프트라고 함)을 포함합니다.

흔들림은 방향이 무작위이지만 단기 전자 노이즈보다 주파수가 낮습니다. 장기 노이즈(드리프트)는 흔들림과 전자 노이즈(아래 참조)에 비해 긴 시간 동안 신호가 단조적으로 변화하는 현상입니다. '짧다', '길다'와 같은 용어는 크로마토그래피 피크의 폭에 따라 상대적입니다. 일반적으로 노이즈는 피크 높이 절반에서의 폭의 약 10배(또는 가우시안 피크의 경우 면적/높이 비율의 10배)에 해당하는 시간 동안 측정해야 합니다. 더 긴 시간 동안 측정하면 노이즈가 과대평가될 수 있고, 더 짧은 시간 동안 측정하면 노이즈가 과소평가될 수 있습니다.



베이스라인 노이즈

노이즈가 심한 베이스라인 또는 출력이 높은 검출기는 누설, 오염 또는 전기적 문제를 나타낼 수 있습니다. 모든 검출기에는 어느 정도의 노이즈가 불가피하게 발생하지만, 감식율을 높이면 이러한 노이즈를 가릴 수 있습니다. 노이즈는 검출기의 유용한 감도를 제한하므로 최소화해야 합니다.

- 모든 검출기에서 컬럼 피팅의 누설 여부를 확인합니다. (누설 여부 확인의 내용을 참조하십시오.)
- FID에 대해서는 **FID 노이즈의 원인 규명**의 내용을 참조하십시오.
- TCD의 경우 데이터 수집 속도를 5Hz 이하인지 확인합니다.

이전에 깨끗했던 베이스라인에서 갑자기 노이즈가 나타나면 다음을 수행하십시오.

- 시스템에 최근 적용된 변경 사항을 고려합니다.
- 주입구를 베이킹 아웃합니다.
베이킹 아웃을 통해 셉텀 블리드 및 기타 오염 물질을 줄일 수 있습니다. 새로운 셉텀을 사용하면 저분자량 물질의 블리드로 인해 노이즈를 유발할 수 있습니다. 주입구 온도를 낮췄을 때 노이즈가 감소한다면, 이것이 원인일 가능성이 높습니다. 고품질의 셉텀만 사용하고 오염되지 않도록 보관하십시오.
- 운반 및 검출 가스의 순도를 확인합니다. 최근에 탱크를 교체한 경우, 이전 탱크를 아직 사용할 수 있고 가스가 남아 있다면 이전 탱크를 사용했을 때 노이즈가 줄어드는지 확인해 보십시오.
하지만 새로운 가스가 너무 심하게 오염되어 트랩을 포화 상태로 만들 경우, 트랩을 교체하거나 재생하지 않는다면 이전 탱크로 확인해도 노이즈가 개선되지 않을 수 있습니다. 이 문제는 질소 운반 가스를 사용할 때 가장 많이 나타납니다. 신뢰할 수 있는 가스 공급업체와 거래하십시오.
- TCD의 경우 GC에서 주변 공기의 압력 변동이 있는지 확인합니다. 팬이나 에어컨에서 나오는 공기 흐름이 GC를 가로질러 불게 되면 검출기에서 배출되는 가스에 영향을 줄 수 있습니다. 일반적으로 검출기는

잘 보호되어 있으므로 이는 가능성이 될 수 있지만 노이즈 원인으로 흔하지는 않습니다. 공기 흐름 원천을 차단하거나 검출기 배출구를 차단하면 이 문제를 식별할 수 있습니다. TCD 배출구 제한기(G1532-60070)를 설치하십시오.

- 검출기 또는 신호 경로의 연결이 느슨하면 노이즈가 발생합니다.
- 최근 유지보수 후 제대로 재조립이 이루어졌는지 확인하십시오.
- 검출기를 오염 여부를 점검합니다.

노이즈가 점차 증가하여 허용할 수 없는 수준까지 도달하는 경우 다음의 가능한 원인을 확인하십시오.

- 검출기를 베이크 아웃합니다.
- 검출기를 오염 여부를 점검합니다. 필요시 부품을 교체하십시오.
- 컬럼과 주입구의 오염 여부를 점검합니다.
- FID 또는 NPD 제트의 오염 여부를 점검합니다.
 - **FID 제트에 막힘이 있는지 확인**
 - **NPD 제트에 막힘이 있는지 확인**
- FPD+ PMT(광전자 증배관)가 올바르게 설치되었는지 확인합니다. 올바르게 설치하지 않으면 빛샘 현상이 발생하면서 결국 노이즈가 생길 수밖에 없습니다.

FID는 검출기 내부에 침전물이 서서히 축적되기 쉽습니다. 심한 경우에는 노이즈 수준이 증가하면서 스파이킹이 발생합니다.

연소가 잘되지 않는 용매(주로 염화물 및 방향족 화합물)를 사용할 경우 탄소(검은색) 침전물이 발생할 수 있습니다. 따라서 이러한 용매는 가급적 사용하지 마십시오. 부득이하게 사용해야 할 경우에는 검출기를 정기적으로 청소해야 합니다.

이산화규소(흰색)는 실리콘 컬럼에서 불리딩된 물질이 불꽃에서 연소될 때 생성됩니다. 이러한 현상을 최소화하려면 컬럼 로드를 낮게 유지하고 내열 온도가 높은 고정상을 선택하며 사용 전 컬럼을 철저히 컨디셔닝하고 분석 시 최대한 낮은 오븐 온도를 사용하십시오.

어떤 종류의 침전물이든 제거할 때는 검출기를 분해하고 작은 브러시로 문질러 닦으십시오. 용매(거의 모든 것이 가능함)를 활용하면 입자를 수월하게 씻어낼 수 있습니다. Agilent는 오염된 컬렉터 및 절연체 부품을 교체할 것을 권장합니다.

노이즈에 기여할 수 있는 기타 요인:

- 컬럼을 검출기 내부에 과도하게 높게 설치한 경우
- 오븐 온도가 컬럼의 최대 권장 온도를 초과한 경우

베이스라인 흔들림 및 드리프트

유량이나 온도 설정을 변경할 때 베이스라인 흔들림 또는 드리프트가 발생할 수 있습니다. 시스템이 런을 시작하기 전에 새로운 조건에서 안정화되지 않은 경우, 베이스라인에 어느 정도 변화가 발생할 수 있습니다. 다음 사례는 작동 조건이 마지막으로 변경된 이후 충분한 안정화 시간이 경과했다는 가정 하에 진행됩니다.

베이스라인 흔들림이 발생하는 경우, 특히 셉텀과 컬럼에서 누설이 없는지 확인하십시오. (**누설 여부 확인**의 내용을 참조하십시오.) 컬럼의 검출기 쪽에서 누설이 발생하면 런 간에 머무름 시간은 안정적이지만 감도는 저하됩니다. 주입구 쪽에서 누설이 발생하면 감도는 저하되고 머무름 시간이 증가합니다.

오븐 온도 프로그램이 충분한지도 고려하십시오.

크로마토그래피 증상

검출기 노이즈(베이스라인 흔들림, 드리프트, 스파이크 포함)

베이스라인 드리프트는 온도 프로그래밍 중에 가장 자주 관찰됩니다. 베이스라인 드리프트를 교정하려면 다음을 수행하십시오.

- 컬럼 보상이 사용되고 프로파일이 최신인지 확인하십시오. (이는 블리드 보상을 위한 것입니다.)
- 컬럼을 컨디셔닝했는지 확인합니다.
- 작동 온도에서 컬럼 블리드가 있는지 확인합니다.
- 데이터 시스템에서 해당 컬럼에 할당된 신호 모드를 확인합니다.
- 컬럼 보상 프로파일을 확인합니다. 너무 적을 수도 있고(상향 드리프트) 너무 많을 수도 있습니다(하향 드리프트).
이러한 드리프트 원인은 철저한 컬럼 컨디셔닝을 통해 최소화할 수 있습니다. 낮은 온도에서 작동하면 드리프트는 줄어들지만, 분석 시간이 길어집니다. 크로마토그래피적으로 동등하면서 상한 온도가 더 높은 컬럼을 사용해 볼 수도 있습니다.

베이스라인 스파이킹

베이스라인 출력에 나타나는 스파이킹에는 주기적 스파이킹과 무작위 스파이킹의 2가지 유형이 있습니다. 스파이킹은 일반적으로 디스플레이에서는 확인할 수 없으며, 플롯 또는 온라인 추적 화면에서만 확인할 수 있습니다.

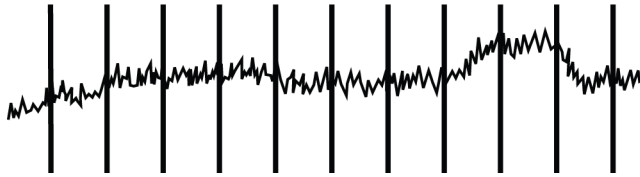


그림 1. 주기적 스파이킹

주기적 스파이킹이 발생하는 원인은 다음과 같습니다.

- 전기 모터
- 건물 난방/냉각 시스템
- 실험실 내 기타 전자적 간섭

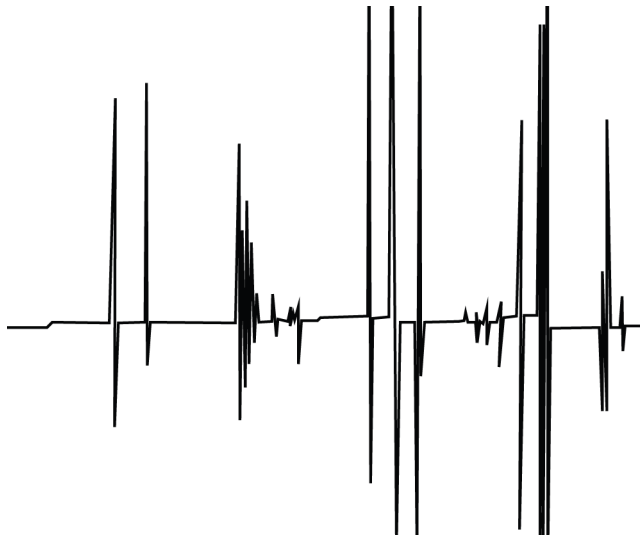


그림 2. 무작위 스파이킹

크로마토그래피 증상

검출기 노이즈(베이스라인 흔들림, 드리프트, 스파이크 포함)

스파이크는 일반적으로 갑작스럽고 큰 상향 변동으로 나타나는 고립된 베이스라인 교란입니다. 노이즈가 수반되는 경우 노이즈 문제를 먼저 해결하십시오. 노이즈가 제거되면 스파이킹 현상도 함께 사라질 수 있습니다.

- 오염된 검출기가 있는지 확인합니다. 심하게 오염된 FID에서는 탄소 또는 이산화규소 입자가 떨어져 나와 검출 영역으로 유입될 수 있습니다.
- 충전 컬럼의 경우 충전 컬럼 출구가 유리솜으로 제대로 밀봉되었는지 확인합니다. 제대로 밀봉하지 않을 경우 충전재 입자가 검출기 내부로 날아갈 수 있습니다. 충전 컬럼 출구의 유리솜 마개가 누락되었거나 결함이 있는 경우, 이러한 현상이 나타날 수 있습니다. 스파이킹은 모든 검출기에서 발생할 수 있지만, 제트의 구경이 좁은 불꽃 검출기에서 특히 자주 발생합니다.
- 충전 컬럼의 설치 상태를 확인합니다. 제트 하단 또는 이송 튜브의 끝이 컬럼 내부에 지나치게 삽입되었을 수 있습니다. 이 경우 유리솜 마개에 닿으면 스파이킹 현상이 일어납니다.
- 올바른 제트를 사용했는지 확인합니다.
- 검출기 온도가 너무 낮지 않은지 확인합니다.

ECD(전자 포획 검출기) 노이즈 및 감도

경고

열처리 이외의 검출기 분해 및/또는 청소 절차는 방사성 물질 취급에 대해 적절한 교육을 받고 면허를 취득한 담당자만 수행해야 합니다. 이러한 다른 절차 중 미량의 방사성 ^{63}Ni 이 제거되어 방사선에 노출되는 위험이 발생할 수 있습니다.

주의

방사성 물질로 인한 주변 영역의 잠재적인 유해 오염을 방지하기 위해 검출기 배기구는 항상 흡 후드에 연결하거나 현지 규정에 따라 배기되어야 합니다.

ECD와 관련된 성능 문제에는 감도 저하(실제 또는 인지된 감도 저하), 높은 신호 배경, 노이즈가 심한 베이스라인, 주입되는 시료의 특성을 나타내지 않는 크로마토그래피 피크 또는 험프가 포함되지만 이에 국한되지 않습니다.

문제가 GC의 전면 키패드에서 읽은 신호 출력 증가를 수반하지 않는다면, 먼저 크로마토그래피 시스템의 다른 부품들을 점검한 후에 검출기에 문제가 있는지 의심해야 합니다.

광범위하게 문제 해결을 시작하기 전에 먼저 문제의 본질을 고려하십시오.

1. 운반 가스 또는 검출기 가스 변경, 주입구 또는 컬럼 유지보수 수행, 컬럼 교체와 같이 최근 시스템에 변경 사항이 있었다면 오염 또는 누설이 발생했을 가능성을 조사하십시오.
2. 문제가 만성적이었고 현재 분석에 영향을 줄 정도로 심각해졌다면 오염, 컬럼 열화 또는 궁극적으로는 불량한 ECD 셀을 의심해야 합니다.

다음 내용도 참조하십시오.

디스플레이 신호 평가

민감도

디스플레이 신호 평가

첫 번째 고려 사항은 GC가 유틸 상태일 때의 신호 값입니다. '유틸' 신호 수준은 운반 가스와 검출기 가스의 유형과 품질, 유량과 응용 분야에 따라 달라집니다. 상황에 따라 다를 수 있지만 일반적으로 다음 값이 적용됩니다(표 3). 그림 3은 일반적인 ECD 라이프 사이클 단계를 보여줍니다.

표 3. ECD 신호 평가

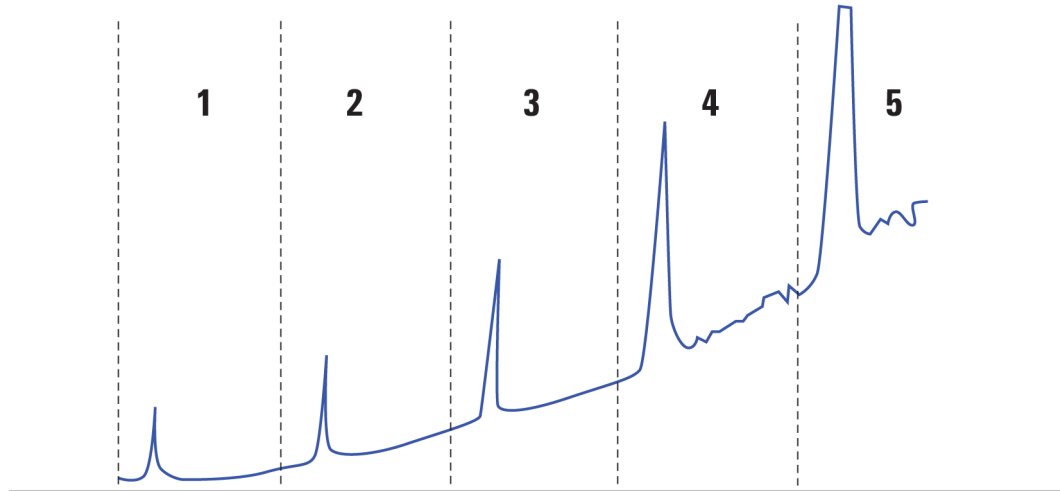
ECD 신호	비고
< 200	ECD가 '정상 상태'입니다.
200~400	약간 높은 편이지만 현재로서는 걱정할 필요가 없습니다. 신호는 여전히 '양호' 범위에 있습니다.
400~1000	시스템에 가스, 컬럼 또는 시료에 의한 오염 징후가 나타납니다. 오븐 온도가 상승함에 따라 신호도 증가한다면, 컬럼에 문제가 있을 수 있습니다.
1000~2000	더 심각한 오염이 의심되면 문제 해결 지침을 따르십시오.
> 2000	다음 절차를 수행해도 개선되지 않을 경우, ECD 셀에 문제가 있을 수 있습니다.

참고

특히 시스템이 차가운 상태에서 시작하고 고감도 작동을 보장하려는 경우, ECD 베이스라인이 완전히 안정화되기까지 24시간이 걸릴 수 있습니다. 가장 정확한 결과를 얻으려면 주파수 테스트를 실시하기 전에 검출기를 최대한 오랫동안 정상 작동 조건에서 작동시켜야 합니다(최소 2시간에서 최대 24시간).

사용하지 않는 주입구에 주입할 경우 누설량이 적은 셉텀을 사용해야 합니다. 새 셉텀을 사용하기 전에 주입구에서 1~5mL/분의 운반 가스 유량으로 몇 시간 동안 컨디셔닝하십시오.

일반적인 ECD 라이프 사이클 단계:



1단계: 신규 셀

기본 신호 = 100Hz. 셀이 Agilent S/N(신호 대 노이즈) 표준을 충족합니다.

2단계: 6개월~1년

기본 신호 = 180Hz. 응답이 증가합니다.

3단계: 1~2년

기본 신호 = 350Hz. 응답이 더 증가하면서 노이즈는 증가하고 S/N은 낮아집니다.

4단계: 2~4년

기본 신호 = 500Hz 이상. 베이스라인에 노이즈가 생기고 음의 피크가 발생합니다. 열 세정이 필요합니다.

5단계: 4~10년

기본 신호 = 1000Hz 이상. 응답이 크게 증가합니다. 노이즈가 심하고 셀이 오염되었습니다. 셀을 교체해야 합니다.

그림 3. 일반적인 ECD 라이프 사이클

민감도

ECD가 '양호'한 범위에 있고 감도에 이상이 있는 경우, 문제는 주입구 또는 쿨럼에 있을 가능성이 높습니다. 다음과 같은 문제들을 고려하십시오.

1. 스플릿 및 스플릿리스 모드를 사용하는 주입구의 경우 모드가 변경되지 않았는지와 스플릿 밸브가 제대로 작동하는지 확인합니다. 다른 모든 메서드 파라미터를 동일하게 유지한 상태에서 스플릿 주입과

스플릿리스 주입을 수행하여 응답에 해당하는 변화가 있는지 확인하면 됩니다. 스플릿 모드를 사용하는 경우 유량계를 사용하여 스플릿 유량을 확인하십시오.

2. 모든 유량을 확인하십시오. 'FID, TCD, ECD 및 FPD+ 유량 측정'을 참조하십시오.
3. 주입구 유지보수를 끝까지 수행했는지 확인합니다. 여기에는 컬럼 전달과 재설치도 포함됩니다.
4. 주입 장치가 정상적으로 작동하는지 확인합니다. 샘플링 밸브를 사용하는 메서드의 경우, 밸브를 통해 주입했던 것과 비슷한 농도로 시린지를 이용하여 직접 주입하십시오. 밸브에 문제가 없는지 확인하여 배제하십시오.
5. 보충 가스 어댑터의 혼합 라이너를 점검합니다. 작은 흑연 조각이나 시료 오염 물질로 인해 감도가 저하될 수 있습니다.

오염(높은 베이스라인)

ECD 사용 기간에 비해 베이스라인이 높은 경우 다음 사항을 확인하십시오.

- 다른 모든 가능한 원인을 확인하여 배제합니다. 위에 설명된 [민감도](#)의 내용을 참조하십시오. 또한 운반 및 검출기 가스 공급, 공급 가스 트랩, 컬럼을 점검하십시오.
- 보충 가스 어댑터의 혼합 라이너를 점검합니다. 작은 흑연 조각으로도 결과에 영향을 줄 수 있습니다.
- 검출기 베이스라인이 500Hz보다 높을 경우, 검출기 사용 기간에 관계없이 검출기를 베이크 아웃합니다. 1~2일 동안 작동시킵니다.

낮은 피크 면적 또는 높이(저감도)

- 스플릿 모드에서 주입구를 사용하는 경우 스플릿 비율을 확인합니다.
- 누설 여부를 확인합니다. (누설 여부 확인의 내용을 참조하십시오.) 스플릿/스플릿리스 주입구의 소량 누설 문제를 해결하려면 다음 스플릿/스플릿리스 주입구의 누설 여부를 수동으로 점검의 내용을 참조하십시오.
- 주입구의 오염 여부를 확인합니다. (오염 또는 캐리오버의 내용을 참조하십시오.)
- 각 컬럼을 점검하여 양쪽 끝이 적절히 절단 및 설치되었는지 확인합니다.
- 컬럼 유형이 올바른지 확인합니다.
- 컬럼 유지보수를 수행합니다. 오염 물질을 베이크 아웃하고 주입구 근처의 오염된 컬럼 부분을 제거한 후 필요에 따라 컬럼을 역방향으로 연결하여 베이크 아웃합니다.
- 라이너 유형이 시료에 적합한지 확인합니다.
- 검출기 유량 설정이 올바른지 확인합니다.
실제 검출기 유량을 측정합니다. 실제 유량이 GC 디스플레이에 표시된 값과 일치하지 않으면 오염이나 막힘(예: 제트 막힘)이 있는지 확인합니다. 다음을 확인하십시오.
 - 검출기 유량 측정
 - FID 제트에 막힘이 있는지 확인
 - NPD 제트에 막힘이 있는지 확인
- 공급 가스의 순도를 확인합니다.
- 모든 트랩 지표와 날짜를 확인합니다.
- 메서드 파라미터가 올바른지 확인합니다.
- 일부 시료는 열이나 자외선으로 인해 변질될 수 있습니다. 샘플 안정성을 확인합니다.
- 구성된 시린지 크기를 확인합니다. 일부 시린지 크기는 용량의 절반으로 명시되어 있습니다. 시린지 최대 용량이 배럴 상단이 아닌 배럴 중간 높이에 표시된 경우, 시린지 크기를 구성할 때 표시된 용량의 2배를 입력하십시오.
- 피크 면적 또는 높이가 급격히 감소한 것이 아니라 베이스라인 상승으로 인해 점진적으로 감소한 경우, 검출기 오염 여부를 확인하십시오. 검출기를 베이크 아웃합니다.

FID를 사용하는 경우:

- 올바른 제트가 설치되었는지 확인합니다.
- 오염된 제트를 확인합니다.
- 오염된 검출기 부품을 확인합니다.
 - FID 제트에 막힘이 있는지 확인

ECD를 사용하는 경우:

- 용융 실리카 혼합 라이너를 교체합니다.
- 컬럼을 교체하고 다시 설치합니다.

NPD를 사용하는 경우:

- 검출기의 오염 여부를 확인합니다.
- 세라믹 절연체를 교체합니다.

- 비드를 교체합니다.

FPD+를 사용하는 경우:

- 올바른 컬럼을 설치했는지 확인합니다.
- 올바른 필터가 설치되었는지와 깨끗한지 확인합니다.
- 유량을 확인합니다.
- 보충 가스 유형을 확인합니다.

FID의 저감도 문제 해결

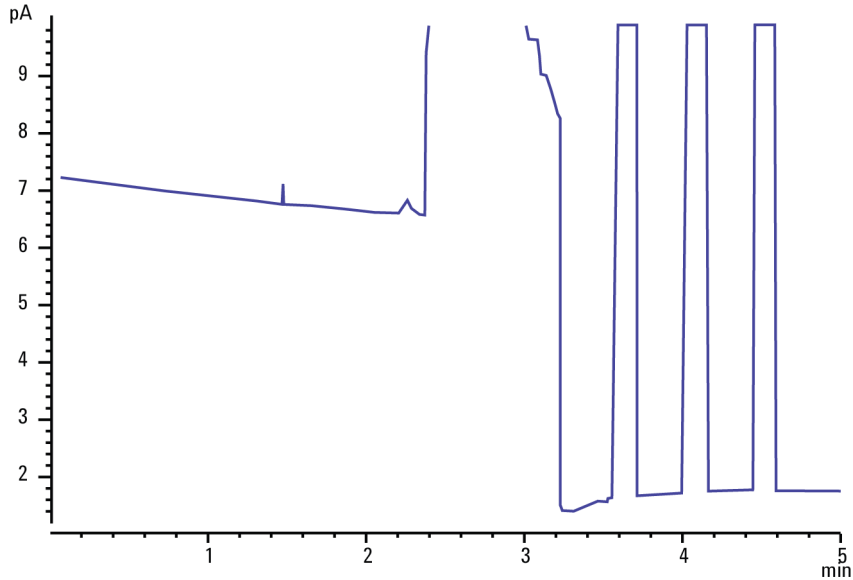
FID를 정상적으로 사용하다 보면 컬렉터, 절연체, 제트 등에 침전물이 생길 수 있습니다. 오염 물질이 최대한 쌓이지 않도록 Agilent는 검출기를 300°C 이상에서 사용할 것을 권장합니다. 그러나 정상적인 사용 환경에서도 제트 내부에 침전물(일반적으로 컬럼 블리드로 인한 흰색 실리카 또는 검은색 탄소성 그을음)이 발생합니다. 이러한 침전물은 감도를 저하시키고 크로마토그래피 노이즈와 스파이크를 유발합니다. 제트는 주기적으로 청소하거나 교체해야 합니다. 다음 절차는 발생 빈도를 기준으로 감도 저하의 원인을 확인합니다.

노이즈, 흔들림 또는 드리프트와 관련된 감도 저하의 경우, **검출기 노이즈(베이스라인 흔들림, 드리프트, 스파이크 포함)**의 내용도 참조하십시오.

1. 검출기 유량 설정을 확인합니다.
일반적인 규칙은 수소와 (컬럼 + 보충 가스)의 유량 비율이 1:1이어야 한다는 것입니다.
2. 실제 검출기 유량을 측정합니다. **검출기 유량 측정**의 내용을 참조하십시오. 실제 수소, 보충 가스, 캐필러리 컬럼 유량이 디스플레이에 표시된 값보다 낮으면 제트가 막히고 있는 것입니다. **FID 제트에 막힘이 있는지 확인**의 내용을 참조하십시오. 제트를 교체합니다.
3. 해당 컬럼이 올바르게 설치되었는지 확인합니다. 다시 설치하십시오. 컬럼이 끝까지 제대로 설치되었는지 확인하고 컬럼 내경이 100µm보다 클 경우 1~2mm 정도 빼내십시오.
4. 스플릿 비율과 스플릿리스 퍼지 지연 시간 등의 배출 절차를 제어하는 주입구 파라미터를 확인합니다. 시료가 실수로 배출되지 않도록 유의하십시오.
5. 주입구 유지보수를 수행하고(소모성 부품 모두 교체) 완료 후에 주입구 압력을 테스트합니다. 유지보수 설명서 및 **누설 여부 확인**의 내용을 참조하십시오.
6. 전체 FID 유지보수를 수행합니다. FID를 분해하고 모든 부품을 청소하거나 교체하십시오.

런 도중 FID 불꽃이 꺼지고 재점화 시도

다음은 큰 용매 피크로 인해 불꽃이 꺼지는 현상이 나타나는 크로마토그램 예시입니다.



화염이 꺼지면 GC는 불꽃을 다시 점화하려고 세 번 시도합니다. GC는 불꽃이 꺼졌는지 여부와 관계없이 검출기 출력이 **점화 오프셋** 설정치 아래로 떨어질 때마다 재점화를 시도합니다. (매우 깨끗한 시스템에서는 기준 출력이 2pA 미만일 수 있습니다.)

런 도중 FID 불꽃이 꺼지면 다음을 수행하십시오.

- 방향족 용매 피크 또는 물로 인해 불꽃이 꺼졌는지 확인합니다.
- 제트가 막혔는지 확인합니다.
- 가스 유량 설정이 올바른지 확인합니다. **점화 오프셋**이 적절하게 설정되었는지 확인하십시오.

FID가 불꽃을 재점화하려고 시도하지만 이미 점화된 경우 다음을 수행하십시오.

- FID **점화 오프셋** 설정이 해당 런에 적합한지 확인합니다(일반적으로 2.0pA 이상).
- 방향족 피크 또는 물로 인해 불꽃이 꺼졌는지 확인합니다.
- 제트가 부분적으로 막혔는지 확인합니다. 검출기에서 실제 수소, 공기 및 보충 유량을 측정합니다. (**검출기 유량 측정**의 내용을 참조하십시오.) 필요에 따라 제트를 교체하십시오.
- 검출기 컬럼 피팅에서 누설 여부를 확인합니다. (**누설 여부 확인**의 내용을 참조하십시오.)

20pA를 초과하는 FID 베이스라인 출력

- 운반 및 검출기 가스 공급원의 순도를 확인합니다. Agilent GC, GC/MS, ALS 사이트 준비 안내서를 참조하십시오.
- 컬럼의 컬럼 브리드 여부를 점검합니다. 오븐 온도를 실온으로 낮추십시오. 검출기 출력이 현저히 떨어지면, 컬럼이 오염되었거나 블리딩되었거나 운반 가스가 오염되었을 가능성이 있습니다. 오븐을 식힌 상태에서 컬럼 흐름을 차단하고 검출기 출력을 확인하여 컬럼 블리드가 있는지 확인하십시오.
- 가스 공급 트랩 표시기/날짜를 확인하고 트랩이 포화되지 않았는지 확인합니다.
- 최근 유지보수 후 검출기가 올바르게 재조립되었는지 확인합니다.
- 검출기를 오염 여부를 점검합니다. 검출기를 베이킹 아웃하십시오.
- FID 누설 전류가 2.0pA 미만인지 확인합니다. (**FID 누설 전류 측정**의 내용을 참조하십시오.)

FID 베이스라인 출력이 최대치(~8백만)로 고정

FID 출력이 매우 높은 값(최대 800만 카운트)에 고정된 것처럼 보이는 경우, 컬렉터 단락 여부를 확인하십시오.

1. 인터커넥트 스프링이 휘었는지 확인합니다. 컬렉터 어셈블리를 제거하고 스프링을 시각적으로 점검합니다.
2. 컬렉터 어셈블리를 분해하고 부품이 녹슬었는지 육안으로 확인합니다. 필요시 부품을 교체하십시오. 이 문제를 방지하려면 검출기를 300°C 이상에서 작동하십시오.
3. 주입 또는 방향족 계열 또는 염화계 용매로 인해 검출기 내 탄화가 발생했는지 확인합니다. 이 문제를 방지하려면 검출기를 300°C 이상에서 작동하십시오. 컬렉터를 다시 조립하고 설치한 후 공기 및 수소 유량을 더 높게 설정하여 검출기를 작동합니다. (공기는 450mL/분, 수소는 35mL/분여야 합니다.)

런 도중 FPD+ 불꽃이 꺼지고 재점화 시도

런 도중 불꽃이 꺼지면 다음을 수행하십시오.

- GC 시스템, 특히 검출기 컬럼 피팅의 누출 여부를 확인합니다. (누설 여부 확인의 내용을 참조하십시오.)
- FPD+: 이송 라인 온도가 200°C 이상으로 설정되었는지 확인합니다.
- 배출구 튜브에 맺힌 응축수가 검출기로 다시 떨어지지 않도록 유의합니다. 유연한 플라스틱 배출구 튜브는 검출기에서 컨테이너로 처지지 않고 설치해야 응축수가 제대로 배출될 수 있습니다. 튜브의 열린 끝부분이 컨테이너 안의 물에 잠기지 않도록 유의하십시오.

FPD+ 불꽃이 꺼졌다가 재점화되는 경우 다음 절차를 수행하십시오.

- **점화 오프셋** 설정이 일반 베이스라인보다 낮은지 확인합니다.
- 누설 여부를 확인합니다. (누설 여부 확인의 내용을 참조하십시오.)
- 유량 설정을 확인한 후 실제 검출기 유량을 측정합니다. (검출기 유량 측정의 내용을 참조하십시오.)
- 특정 환경 조건으로 인해 GC에서 인위적으로 낮은 신호를 유발하여 화염이 꺼진 것으로 잘못 표시될 수 있습니다. 이로 인해 런이 중단되고 GC는 이미 켜져 있는 불꽃을 다시 점화하려고 시도합니다. 이러한 조건으로는 다음이 포함되지만 이에 국한되지는 않습니다.
 - 강한 전자기장
 - 큰 주변 온도 변화
 - 큰 대기압 변화

불꽃이 제대로 점화되었는지 확인하려면 출구 튜브에 차갑고 반짝이는 표면(거울 또는 렌치 등)을 대보면 됩니다. 표면에 응축수가 맺히면 불꽃이 켜져 있는 것입니다.

점화 오프셋을 2.0으로 재설정하십시오.

FPD+ 퀀칭/재현성

탄화수소 퀀칭은 황 화학종과 동시에 탄화수소 피크에서 발생하는 고농도의 이산화탄소가 불꽃 내에 존재할 때 발생합니다. 황 화학종이 방출하는 빛의 일부는 일부 CO₂ 화학종에 의해 흡수됩니다.

자기 퀀칭은 이중 원자 화학종의 농도가 높을 때 발생합니다. 일부 다른 바닥 상태(비활성 상태) 화학종이 방출된 광자를 다시 흡수하여 PMT에 도달하지 못하게 합니다.

탄화수소 퀀칭 해결:

- 이 컬럼은 황 또는 인을 포함하는 화합물뿐만 아니라, 이를 포함하지 않지만 빛을 흡수할 수 있는 화합물 까지도 제대로 분리할 수 있어야 합니다.
- 탄화수소 피크가 황 또는 인 피크와 분리되도록 크로마토그래피 분리를 최적화합니다.
 1. 먼저 FID에서 분석을 실행하여 모든 피크를 확인하십시오(FPD+는 탄화수소 무시).
 2. FPD+에서 분석을 실행하십시오.
 3. 관심 피크가 나머지 피크들과 분리되도록 메서드를 수정하십시오.

FPD+ 출력이 너무 높거나 너무 낮음

- 올바른 필터가 사용되고 있는지 확인합니다. 항 최적화 유량에 인 필터를 사용하거나 인 최적화 유량에 항 필터를 사용해서는 안 됩니다.
- 검출기 내 설치된 컬럼의 위치를 확인합니다.
- 가스 순도를 확인합니다.
- 사용 중인 필터에 대해 유량이 최적화되었는지 확인합니다. FPD+ 출력을 모니터링하십시오. 다음 표는 검출기에 설치된 필터와 실제 사용 중인 가스 유량이 일치하지 않을 때 검출기 출력의 예를 보여줍니다.

가스 유량 최적화	항 필터 사용 시	인 필터 사용 시
항	30~50	10~12(낮음)
인	240~250(높음)	30~50

설치된 필터와 특정 가스 유량 간의 불일치 외에도 불꽃이 켜진 상태에서 FPD+ 신호 출력을 점검하십시오.

- 출력이 0.5~3.0이면 불꽃이 켜져 있는지 확인합니다.
- 출력이 0이면 전위계가 꺼져 있는지 또는 신호 케이블이 분리되었는지 확인합니다.
- 출력이 30 미만이면 불꽃 위치가 잘못되었을 수 있습니다. 검출기 유량, 컬럼 유량, 컬럼 위치를 확인하십시오. 다음을 확인하십시오.
- 컬럼 유량 측정
- 검출기 유량 측정

FPD+의 낮은 피크 면적

- 유량 설정을 확인한 후 실제 검출기 유량을 측정합니다. ([검출기 유량 측정](#)의 내용을 참조하십시오.)
- 주입구 전체 유지보수를 수행합니다. 모든 소모성 부품을 교체하고 주입구를 베이크 아웃하십시오.
- 컬럼 유지보수를 수행합니다. 오염 물질을 베이크 아웃하고 주입구 근처의 오염된 컬럼 부분을 제거한 후 필요에 따라 컬럼을 역방향으로 연결하여 베이크 아웃합니다.
- 컬럼이 올바르게 설치되었는지 확인합니다.
- 필터 유형(황 또는 인)을 고려합니다.
- 시스템의 누설 여부를 확인합니다. ([누설 여부 확인](#)의 내용을 참조하십시오.)
- 메서드 설정이 적절한지 확인합니다.
- 유량을 확인합니다.
- 보충 가스 유형을 확인합니다.

FPD+ 반 높이에서의 큰 피크 폭

FPD+가 피크 높이의 절반에서 비정상적으로 넓은 피크를 생성하는 경우 다음을 수행하십시오.

- 실제 주입량을 확인하고 필요 시 줄입니다.
- 라이너가 시료와 반응하지 않는지 확인합니다.

FPD+ 베이스라인 출력 높음: 20pA

- 공급 가스의 순도를 확인합니다.
- 모든 트랩 지표와 날짜를 확인합니다.
- 검출기의 오염 여부를 확인합니다.
- PMT(광전자 증배관)의 빛샘 여부를 확인하고 느슨한 경우 PMT를 조입니다.
- 주입구 전체 유지보수를 수행합니다. 모든 소모성 부품을 교체하고 주입구를 베이크 아웃하십시오.
- 컬럼 유지보수를 수행합니다. 필요에 따라 오염 물질을 베이크 아웃하십시오.

FPD+ 크로마토그래피 출력에 클리핑된 피크가 나타남

동적 범위의 상한에 가까운 응용 분야(특히 황 분석 시)에서 수행하는 경우, 기기 감도를 낮춰야 할 수도 있습니다. 1000-1437 황 필터를 필터 부품 번호 19256-80000으로 교체하십시오. 그런 다음 검출기 가스 유량을 인 점검 메서드에서 사용하는 값으로 설정하십시오. 이렇게 하면 베이스라인이 상승하지만, 신호 대 노이즈 비율이 어느 정도 저하됩니다.

두 가지 해결 방법 모두 수소 사용에는 문제가 없습니다. 그러나 다음 경고 사항을 유의하시기 바랍니다.

주의

수소 가스는 가연성이 있으며 폭발할 수 있습니다. 연결이 완료될 때까지 수소 가스 공급원을 반드시 차단하십시오. 또한 기기를 작동하거나 유지보수하기 전에 연결부, 배관, 밸브의 누설 여부를 테스트하십시오.

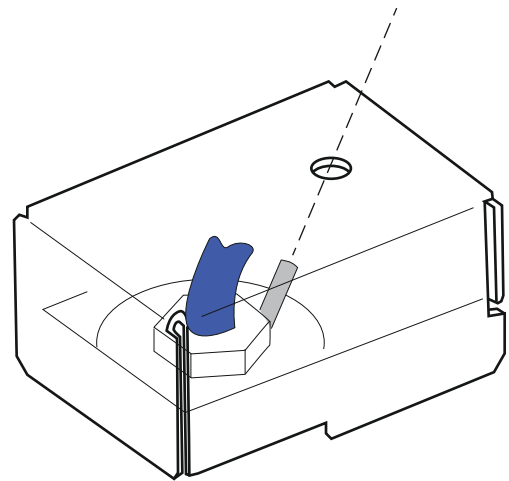
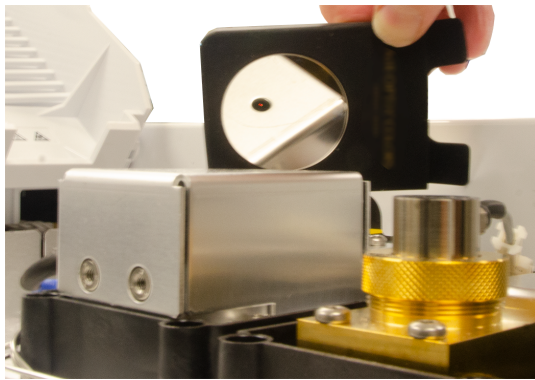
NPD 용매 퀀칭

용매 피크 후에도 베이스라인이 회복되지 않을 경우 다음을 시도하십시오.

- 용매 피크 부근에서 수소를 차단하거나 차단 해제합니다.
- 보충 가스로 질소를 사용합니다.
- 총 컬럼 유량과 보충 가스를 10mL/분 미만으로 설정합니다.
- 공기 유량을 10mL/분 높입니다.
- 검출기 온도를 325°C로 높입니다.

NPD 반응 저하

- 주입구 전체 유지보수를 수행합니다. 모든 소모성 부품을 교체하고 주입구를 베이킹 아웃하십시오.
- 컬럼 유지보수를 수행합니다. 필요에 따라 오염 물질을 베이킹 아웃하십시오. 올바른 컬럼을 설치했는지 확인합니다.
- 용매 농도가 높아 수소/공기 플라즈마가 소화되었습니다. 보충 가스 유량을 5mL/분으로 공급합니다.
- 외부 공급원에서 수소가 공급되고 있는지 확인합니다. 키보드에서 유량과 압력이 켜져 있는지 확인합니다. 수소 유량은 1.0~5.5mL/분 사이여야 합니다. 검출기에서 실제 가스 유량을 측정하십시오. ([검출기 유량 측정](#)의 내용을 참조하십시오.)
- 제트가 부분적으로 막혔는지 확인합니다. [FID 제트에 막힘이 있는지 확인](#)의 내용을 참조하십시오.
- 비드가 활성화되었는지 확인합니다. 검출기 뚜껑의 배기구를 통해 거울을 사용하여 비드가 주황색으로 발광하는지 확인하십시오. 비드가 발광하지 않으면 검출기의 기준 신호를 확인하십시오. 비드를 끄고 기준 수준을 설정한 후 비드를 다시 켜고 출력이 갑자기 급증하는지 확인합니다. 급증한다면 점화된 것입니다. 비드에 4V 전원이 공급되고 있음에도 점화되지 않는다면(**Settings(설정) > Service Mode(서비스 모드) > Detectors(검출기) > Signal(신호)**에서 확인 가능), 비드가 손상되었을 수 있습니다. 비드를 교체합니다.



- Bloss 비드를 점화합니다.

주의

검출기에서 방출되는 빛은 화상을 입을 정도로 뜨겁습니다. 비드가 발광하는지 확인할 때는 보안경이나 거울과 같은 적절한 보호 장비를 사용하십시오.

- 절연체/컬렉터를 교체합니다.
- 액체상 오염 여부를 확인합니다(극성 물질).

NPD 베이스라인 출력: 8백만 초과

- 컬렉터는 검출기 하우징에 단락되어 있습니다. 컬렉터와 절연체를 분해한 후 다시 설치하십시오.

NPD 오프셋 조정 프로세스가 제대로 작동하지 않음

- 제트를 점검하여 막힌 부분이 있는지 확인합니다. (NPD 제트에 막힘이 있는지 확인의 내용을 참조하십시오.)
- 실제 검출기 유량을 측정합니다. (검출기 유량 측정의 내용을 참조하십시오.) 수소 또는 보충 유량이 0이거나 표시된 유량보다 훨씬 낮을 경우, 제트가 막혔을 가능성이 있습니다.
- 비드 상태를 확인합니다. 필요 시 교체합니다.
- 유량 설정이 올바른지 확인합니다.
- 그럼에도 계속 프로세스가 실패한다면 시스템에 대량 누설이 있을 수 있습니다. 이러한 경우, 측정된 유량과 실제 유량이 달라집니다. 전체 시스템, 특히 검출기 플래쉬라인이 전체 시스템을 대상으로 누설이 있는지 검사하십시오. (누설 여부 확인의 내용을 참조하십시오.)

NPD 선택성 저하

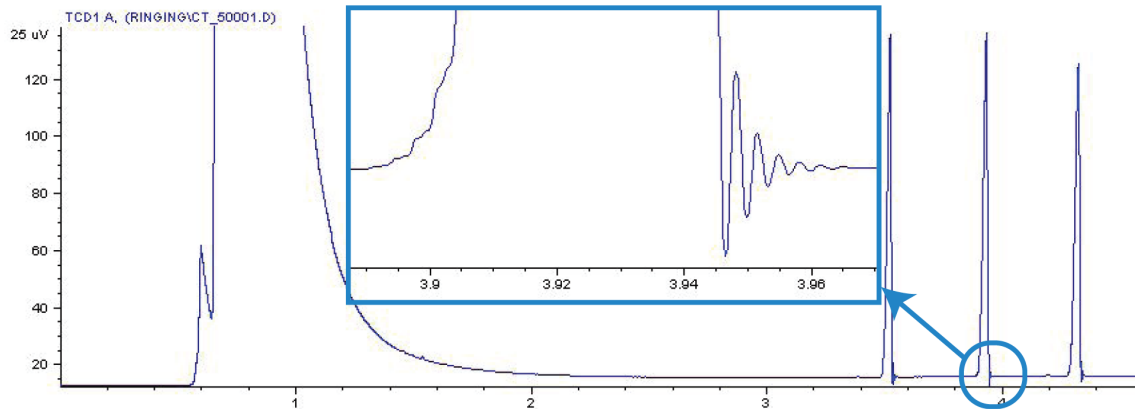
(질소 또는 인에 비해 탄화수소 반응이 높습니다.)

- 수소 유량이 올바른지 확인합니다(3mL/분 미만).
- 비드를 점검합니다. 결함이 있거나 소모되었을 수 있습니다.
- 컬렉터와 절연체를 교체합니다.

TCD에서 관찰되는 음의 피크

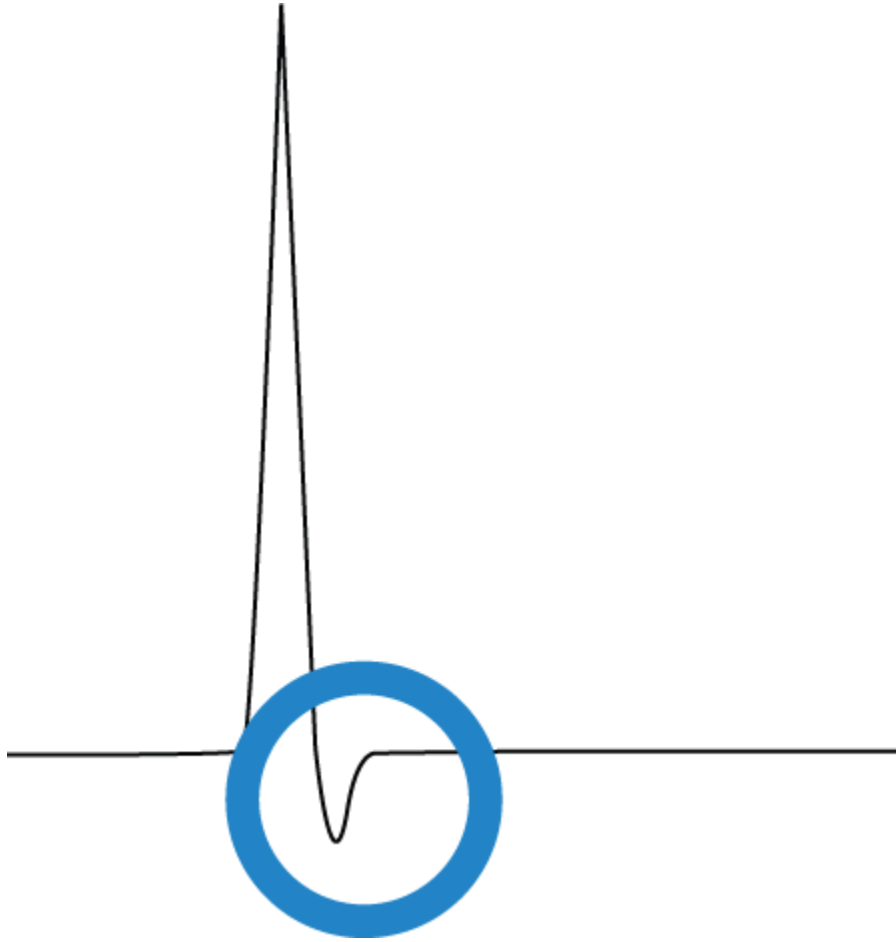
- 올바른 가스 유형이 사용되고 있는지 확인합니다.
- 시스템, 특히 검출기 컬럼 피팅의 누설 여부를 확인합니다. (누설 여부 확인의 내용을 참조하십시오.)
- 운반 가스 대비 분석물의 열전도도를 고려합니다.
- 분석물에 대한 감도를 고려합니다.
- 유량 설정을 확인한 후 실제 검출기 유량을 측정합니다. (검출기 유량 측정의 내용을 참조하십시오.)

피크 뒤에 감쇠되는 정현파 노이즈가 나타나는 TCD 베이스라인(링잉 베이스라인)



데이터 시스템에서 데이터 속도를 잘못 선택했습니다. TCD의 경우 데이터 속도는 5Hz 이하여야 합니다.

TCD 피크 테일에서 음의 딥 발생



- 검출기 컬럼 어댑터 피팅에서 누출 여부를 확인합니다. (누설 여부 확인의 내용을 참조하십시오.)
- 검출기를 패시베이션 처리 필라멘트로 업그레이드합니다.

4

GC 준비 안 됨 증상

GC가 준비 안 됨 상태에서 전환되지 않음

흐름이 준비 안 됨 상태에서 전환되지 않음

오븐 온도가 전혀 내려가지 않음/매우 천천히 내려감

오븐이 전혀 가열되지 않음

온도가 준비 안 됨 상태에서 전환되지 않음

유량 또는 압력을 설정할 수 없음

가스가 조정된 값이나 설정치 압력 또는 유량에 도달하지 않음

가스가 조정된 값, 압력 또는 유량 설정치를 초과함

주입구 압력 또는 유량 변동

스플릿 주입구에서 설정치만큼 낮은 압력을 유지할 수 없음

측정된 컬럼 유량이 표시된 유량과 일치하지 않음

FID 점화 실패

주입 시퀀스 중 **FID** 점화 장치가 발광하지 않음

FID 또는 **NPD**로 측정한 수소 및 보충 가스 유량이 설정치보다 훨씬 낮음

NPD 오프셋 조정 프로세스 실패

FPD+가 점화되지 않음

밸브 준비 안 됨

이 섹션에서는 GC가 켜져 있지만 분석을 수행할 수 없을 때 발생하는 오류 및 증상을 다룹니다. 이는 'Not Ready' 경고, 오류 메시지 또는 기타 증상으로 나타납니다.

GC가 준비 안 됨 상태에서 전환되지 않음

일반적으로 GC는 유량과 온도가 설정치에 도달하면 준비 완료 상태가 됩니다. 오랜 시간이 지나도 GC가 준비 완료 상태로 전환되지 않는 경우:

- 상태/제어 트레이 또는 **메서드** 아래의 구성 요소를 선택하여 준비되지 않은 설정치 또는 조건을 확인합니다.
 - 샘플러 문제를 확인합니다.
 - 데이터 시스템 문제를 확인합니다.
 - 스플릿리스 모드 또는 가스 절약 모드에서 수동 주입을 수행하는 경우, 을 선택하여 주입에 필요한 주입구를 준비해야 할 수 있습니다. 예를 들어 이렇게 하십시오.
 - 스플릿리스 주입 전 주입구 퍼지 밸브의 상태 전환
 - 펄스 주입 준비
 - 가스 절약 모드 해제
- 에 대한 자세한 내용은 Agilent 8860 GC 사용 설명서를 참조하십시오.

흐름이 준비 안 됨 상태에서 전환되지 않음

가스 흐름이 계속 준비 안 됨 상태에 머물러 있는 경우 다음을 확인하십시오.

- 공급 가스의 공급 압력이 충분한지 확인합니다.
- Aux EPC 모듈에 설치된 제한기를 확인합니다(해당하는 경우).
- 구성된 가스 유형을 확인합니다. 구성된 가스 유형은 GC에 실제로 연결된 가스와 일치해야 합니다.
- 가스 공급 배관과 GC의 누설 여부를 확인합니다. (누설 여부 확인의 내용을 참조하십시오.)

오븐 온도가 전혀 내려가지 않음/매우 천천히 내려감

오븐이 식지 않거나 매우 천천히 식는 경우:

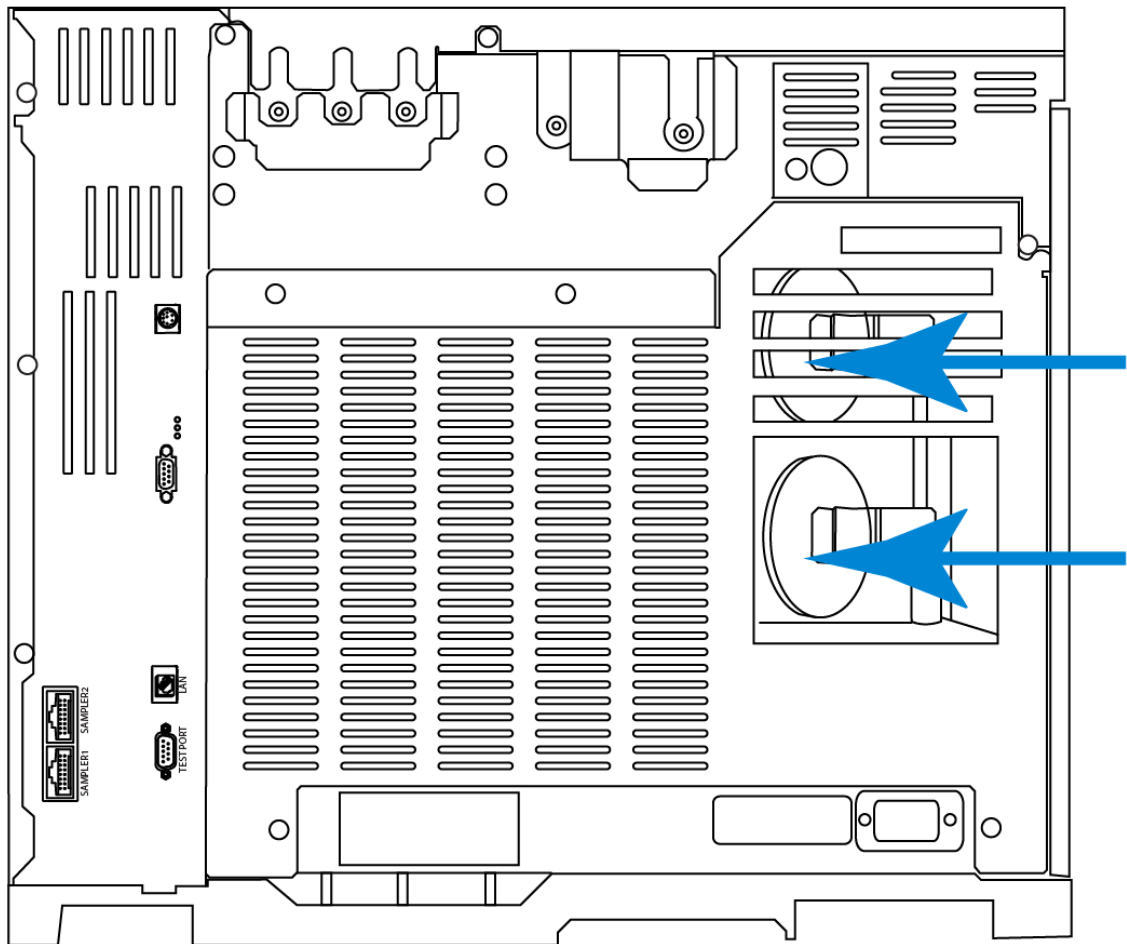
주의

GC 후면에서 나오는 배기 가스는 매우 뜨겁습니다. 배기구에서 손과 얼굴을 가까이 대지 마십시오.

- 오븐 플래퍼의 작동 여부를 확인합니다.

1. 오븐 온도를 20도 이상 낮추십시오.
2. GC 후면의 오븐 플랩이 **열려 있는지** 확인하십시오. 팬이 작동하는지 소리를 들어 확인하십시오. 아래 그림은 2개의 오븐 플랩 위치를 보여줍니다.

플랩이 원활하게 작동하지 않을 경우, Agilent에 문의하여 서비스를 요청하십시오.



오븐이 전혀 가열되지 않음

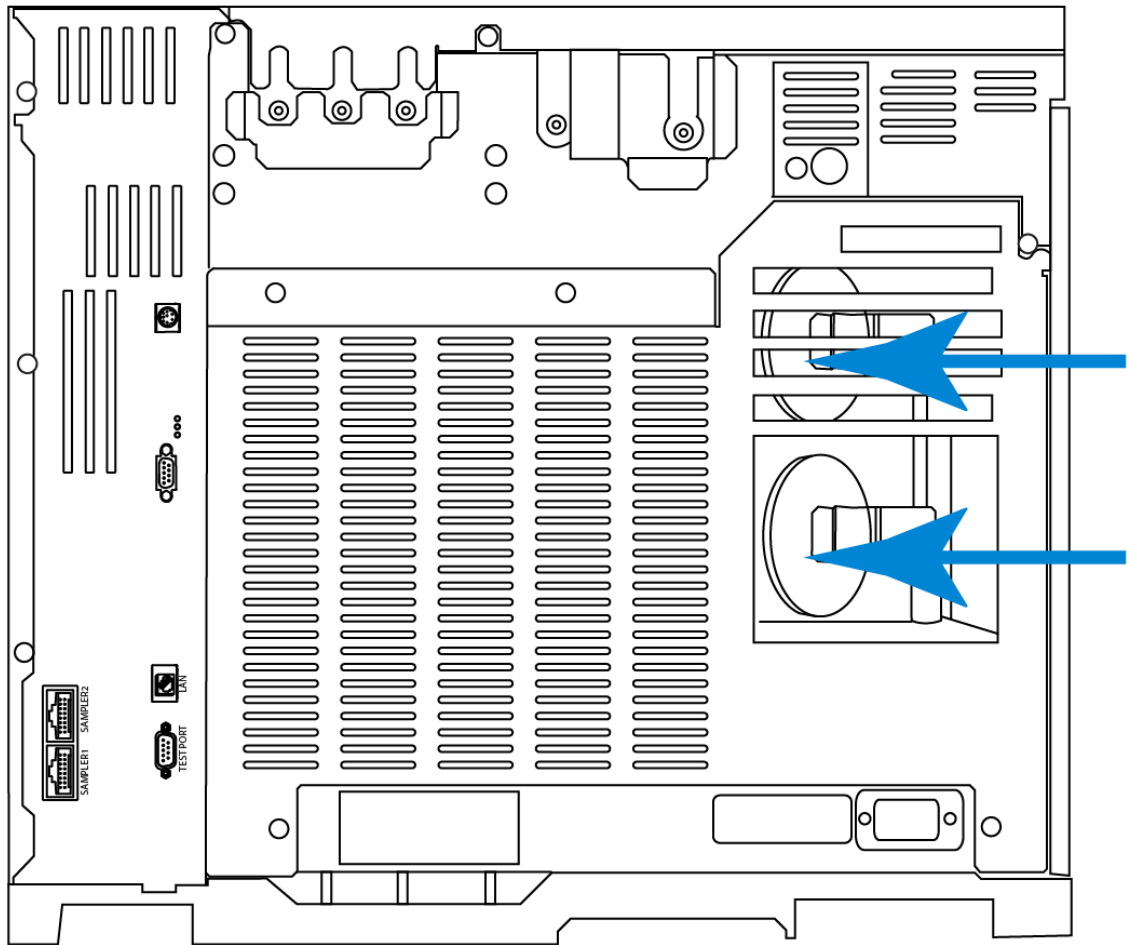
주의

- Diagnostics(진단)를 선택하여 Agilent에 보고할 오류를 확인합니다.

GC 후면에서 나오는 배기 가스는 매우 뜨겁습니다. 배기구에서 손과 얼굴을 가까이 대지 마십시오.

- GC 전원을 껐다 켭니다.
- 오븐 플래퍼의 작동 여부를 확인합니다.
 1. 오븐 온도를 20도 이상 높이십시오.
 2. GC 후면의 오븐 플랩이 **닫혀 있는지** 확인하십시오. 아래 그림은 2개의 오븐 플랩 위치를 보여줍니다.

플랩이 열린 상태로 고정되어 있는 경우 또는 플랩이 닫혀 있음에도 오븐이 계속 가열되지 않는 경우, Agilent에 문의하십시오.



온도가 준비 안 됨 상태에서 전환되지 않음

준비 완료로 간주하려면 온도가 설정치 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 범위 내에서 30초 동안 유지되어야 합니다. 온도가 계속 준비 상태로 전환되지 않으면 다음을 수행하십시오.

- 주입구 또는 검출기에 절연 컵이 누락되었는지 확인합니다.
- 오븐과 주입구 또는 검출기 사이의 온도 차이가 매우 큰지 확인합니다.
- 주입구 또는 검출기 주변의 단열재가 누락되었는지 확인합니다.

유량 또는 압력을 설정할 수 없음

스플릿/스플릿리스 주입구를 사용하여 유량 또는 압력을 설정할 수 없는 경우 다음을 수행하십시오.

- 컬럼 모드를 확인합니다.
- 캐필러리 컬럼이 올바른 주입구에 연결되어 있는지 확인합니다.
- 구성된 컬럼 치수를 확인합니다.
- 흐름이 켜져 있는지 확인합니다.

가스가 조정된 값이나 설정치 압력 또는 유량에 도달하지 않음

주입구가 압력 설정치 또는 조정된 값에 도달하지 못하면 주입구 유형에 따라 정해진 시간 후에 차단됩니다.(EPR이 장착된 주입구는 감박이는 별표를 통해 준비 안 됨 상태를 표시합니다.) 다음 작업을 수행하십시오.

- 가스 공급 압력이 충분한지 확인합니다. 공급 압력은 목표 설정치보다 10psi 이상 높아야 합니다.
- 누설 여부를 확인합니다. (누설 여부 확인의 내용을 참조하십시오.) 시스템 어딘가에 대량 누설이 있을 수 있습니다. 전자식 누출 검출기를 사용하여 누설 영역을 찾은 후 문제를 해결합니다. 컬럼을 확인하는 것도 잊지 마십시오. 컬럼이 파손되면 매우 심각한 누설이 발생합니다.
- 가스 절약 모드를 사용하는 경우, 런 도중 사용하는 최고의 컬럼 헤드 압력을 유지할 수 있을 만큼 가스 절약 모드의 유량이 높은지 확인합니다.
- 잘못 설치된 컬럼이 있는지 확인합니다.
- 주입구 또는 검출기 압력 센서에 결함이 있는지 확인합니다.

스플릿/스플릿리스 주입구를 사용하는 경우:

- 스플릿 비율을 확인합니다. 스플릿 유량을 높입니다.

가스가 조정된 값, 압력 또는 유량 설정치를 초과함

가스가 조정된 값, 압력 또는 유량 설정치를 초과하면 다음을 수행하십시오.

스플릿/스플릿리스 주입구를 사용하는 경우:

- 스플릿 비율을 줄입니다.
- 스플릿 배출구 필터를 교체합니다.
- 라이너를 사용하는 경우 올바른 라이너가 선택되었는지 확인합니다.
- GC에서 사용 가능한 최소 설정값보다 SS 주입구의 메서드 압력 설정이 높은지 확인합니다.
- 스플릿/스플릿리스 주입구의 금속 씰이 오염되었는지 확인합니다.

FID 또는 NPD를 사용하는 경우:

- 제트가 막혔는지 확인합니다. **FID 제트에 막힘이 있는지 확인** 또는 **NPD 제트에 막힘이 있는지 확인**의 내용을 참조하십시오.

밸브:

- 정렬되지 않은 로터가 있는지 확인합니다. 필요한 경우 로터를 정렬하십시오.

주입구 압력 또는 유량 변동

주입구 압력이 변동하면 런 도중 유량과 머무름 시간도 변동이 생깁니다. 다음 작업을 수행하십시오.

- 가스 정제기 또는 가스 발생기가 정격 용량 또는 근접한 용량으로 작동하고 있는지 확인합니다.
- 공급 가스의 공급 압력이 충분한지 확인합니다.
- 공급 압력 레귤레이터가 정상적으로 작동하는지 확인합니다. 공급 튜빙 길이가 긴 시스템의 경우 GC 근처에 단계 감압 레귤레이터가 필요할 수 있습니다. 또한 가스 발생기로 인한 변동을 완화하도록 추가 레귤레이터를 사용하십시오.
- 누설 여부를 확인합니다. (누설 여부 확인의 내용을 참조하십시오.) 시스템 어딘가에 대량 누설이 있을 수 있습니다. 전자식 누출 검출기를 사용하여 누설 영역을 찾은 후 문제를 해결합니다. 컬럼을 확인하는 것도 잊지 마십시오. 컬럼이 파손되면 매우 심각한 누설이 발생합니다.
- 주입구 라이너 또는 스플릿 배출구 트랩에서 큰 막힘이 있는지 확인합니다.
- 올바른 라이너를 설치했는지 확인합니다. 일부 라이너는 설계 또는 밀폐 포장으로 인해 큰 압력 강하가 발생합니다.
- 런 도중 실내 온도가 급격하게 변하는지 확인합니다. 실험실 온도 문제를 해결하거나 더 적합한 위치로 기기를 옮기십시오.
- Auto Flow Zero(자동 유량 영점 조정) 기능이 On(켜짐)으로 되어 있는지 확인합니다.

GC 준비 안 됨 증상

스플릿 주입구에서 설정치만큼 낮은 압력을 유지할 수 없음

스플릿 주입구에서 설정치만큼 낮은 압력을 유지할 수 없음

GC가 설정치만큼 낮은 압력을 유지할 수 없는 경우 다음 사항을 확인하십시오.

- 스플릿 분석을 위해 설계된 라이너를 사용해 봅니다.
- 메서드 압력 파라미터(또는 유량 설정에 따른 결과 압력)가 운반 가스 유형에 비해 너무 낮습니다.
- 라이너가 막혔는지 확인합니다.
- 스플릿 배출구 라인의 오염 여부를 확인합니다. 필요한 경우 Agilent 서비스 팀에 문의하여 교체합니다.
- 스플릿/스플릿리스 주입구의 경우 골드 씰을 교체합니다.

측정된 컬럼 유량이 표시된 유량과 일치하지 않음

실제 컬럼 유량이 GC에 표시된 계산 유량과 10% 이내로 일치하지 않을 경우 다음을 수행하십시오.

- 측정된 유량이 25°C 및 1기압으로 교정되었는지 확인합니다.
- (절단 후) 실제 컬럼 길이를 포함하여 올바른 컬럼 치수가 정확하게 구성되었는지 확인합니다.
- 스플릿/스플릿리스 커플링 캐필러리 주입구와 내경 0.58~0.75mm의 짧은(<15 m) WCOT 컬럼이 사용되고 있습니다. 총 유량 컨트롤러가 높은 유량으로 설정되어 있어 주입구에 압력이 발생하고, 이로 인해 설정 압력이 영점이어도 컬럼 흐름이 발생합니다. (이러한 경우, 설정치가 영점이더라도 디스플레이에 실제 압력이 표시될 수 있습니다.) 짧은 530~750mm 컬럼의 경우 전체 유량을 최대한 낮게 유지합니다 (예: 20~30mL/분). 저항이 더 높고 더 긴 컬럼을 설치하십시오(예: 15~30m).
- 스플릿 배출구 라인 또는 트랩이 부분적으로 막혀 실제 주입구 압력이 설정 압력보다 높아질 수 있습니다. 스플릿 배출구 라인에 막힘이 있는지 확인합니다.
- Auto Flow Zero(자동 유량 영점 조정)가 켜져 있는지 확인합니다. 해당되는 경우 유량 모듈의 유량 및 압력 센서를 영점으로 설정하십시오. 이 방법으로 문제가 해결되지 않으면 유량 모듈을 교체하십시오.

FID 점화 실패

- 전화 오프셋이 2.0pA 이하인지 확인합니다.
- 점화될 만큼 FID 온도가 높은지 확인합니다(150°C 이상). Agilent는 300°C 이상을 권장합니다.
- 점화 시퀀스 중 FID 점화기가 발광하는지 확인합니다. ([점화 시퀀스 중 FID 점화 장치 기능 확인](#)의 내용을 참조하십시오.)
- FID 유량 모듈에 공급 압력을 높여 봅니다. 이렇게 하면 설정치를 변경하지 않고도 불꽃을 더 쉽게 점화할 수 있습니다.
- 수소 유량을 늘리고 점화가 발생할 때까지 보충 가스 유량을 줄이거나 차단한 다음, 점화되면 메서드에 따른 값으로 낮춥니다. 실험을 통해 최적의 값을 찾으십시오.
수소 유량을 늘리고 보충 가스 유량을 줄이면 FID가 더 쉽게 점화됩니다. 이렇게 변경한 조건에서도 점화가 된다면 원인은 제트의 부분적 막힘, 취약한 점화 장치 또는 컬럼 피팅 부분의 누설이 될 수 있습니다.
- 제트가 완전히 또는 부분적으로 막혔는지 확인합니다. ([FID 제트에 막힘이 있는지 확인](#)의 내용을 참조하십시오.)
- FID 유량을 측정합니다. 실제 유량은 설정치의 $\pm 10\%$ 범위 내에 있어야 합니다. 수소와 공기의 비율은 점화에 큰 영향을 미칩니다. 유량 설정이 최적화되지 않으면 불꽃이 점화되지 않을 수 있습니다. ([검출기 유량 측정](#)의 내용을 참조하십시오.)
- 불꽃이 계속 점화되지 않으면 시스템에 대량 누설이 있을 수 있습니다. 대량 누설이 발생하면 측정된 유량과 실제 유량이 달라짐으로써 이상적이지 않은 점화 조건을 유발합니다. 전체 시스템, 특히 FID의 컬럼 피팅 부분에 누설이 있는지 철저히 점검하십시오. ([누설 여부 확인](#)의 내용을 참조하십시오.)
- 컬럼 유량을 확인합니다. ([컬럼 유량 측정](#)의 내용을 참조하십시오.) 수소 유량은 컬럼 유량과 보충 가스 유량의 합보다 커야 합니다.
- FID 컬럼 피팅에서 누설 여부를 확인하십시오.
- 점화될 만큼 FID 온도가 높은지 확인합니다(150°C 이상).
- 분석 결과에서 허용하는 경우 헬륨 대신 질소를 보충 가스로 사용합니다.

주입 시퀀스 중 FID 점화 장치가 발광하지 않음

주의

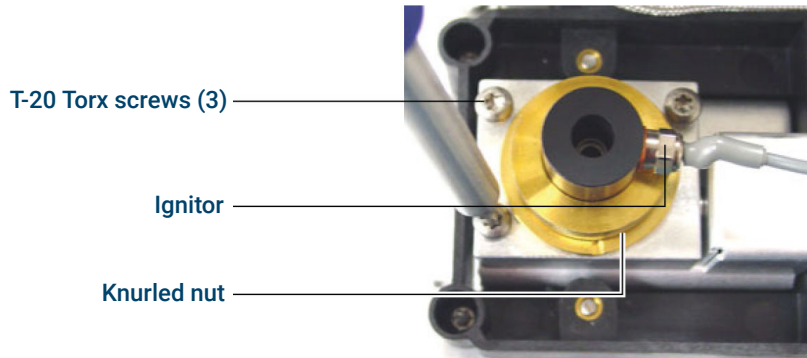
이 작업을 수행하는 동안 FID 굴뚝에 신체 부위가 닿지 않도록 안전한 거리를 유지하십시오. 수소를 사용할 경우, FID 불꽃은 보이지 않습니다.

1. 검출기 상단 덮개를 제거합니다.
2. FID 불꽃을 켭니다.
3. FID 굴뚝을 통해 점화 장치 플러그를 관찰합니다. 점화 시퀀스 중에 작은 구멍이 발광해야 합니다.

테스트가 실패할 경우 다음 원인을 확인하십시오.

- 점화 장치에 문제가 있을 수도 있으므로 점화 장치를 교체합니다.
- 검출기 온도는 150°C 이하로 설정됩니다. Agilent는 FID를 300°C 이하에서 작동할 것을 권장합니다.
- 점화 장치가 접지에 제대로 연결되지 않았습니다.
 - 점화 장치는 FID 캐슬 어셈블리에 나사로 단단히 고정해야 합니다.
 - 컬렉터 어셈블리를 고정하는 3개의 T-20 Torx 나사를 단단히 조여야 합니다.
 - FID 캐슬 어셈블리를 고정하는 황동 로켓 너트를 단단히 조여야 합니다.

이러한 부품이 부식되거나 산화된 경우 FID 유지보수를 수행하십시오.



FID 또는 NPD로 측정한 수소 및 보충 가스 유량이 설정치보다 훨씬 낮음

- 제트가 막혔거나 부분적으로 막혔는지 확인합니다. 제트가 막히면 역압이 발생합니다. 유량 모듈은 압력 제어를 사용하므로 증가된 역압은 적절한 유량을 시뮬레이션합니다. 실제 유량은 감소하지만, GC는 계속 작동합니다. 다음 내용을 참조하십시오.
 - **FID 제트에 막힘이 있는지 확인**
 - **NPD 제트에 막힘이 있는지 확인**
- 검출기 바닥 부분의 컬럼 피팅에 누설이 있는지 확인합니다.
- FID 또는 NPD 제트를 교체합니다.

NPD 오프셋 조정 프로세스 실패

- 제트를 점검하여 막힌 부분이 있는지 확인합니다. (NPD 제트에 막힘이 있는지 확인의 내용을 참조하십시오.)
- 실제 검출기 유량을 측정합니다. (검출기 유량 측정의 내용을 참조하십시오.) 수소 또는 보충 유량이 0이거나 표시된 유량보다 훨씬 낮을 경우, 제트가 막혔을 가능성이 있습니다.
- 비드 상태를 확인합니다. 필요 시 교체합니다.
- 유량 설정이 올바른지 확인합니다.
- 그럼에도 계속 프로세스가 실패한다면 시스템에 대량 누설이 있을 수 있습니다. 이러한 경우, 측정된 유량과 실제 유량이 달라집니다. 전체 시스템, 특히 검출기 플래쉬라인이 전체 시스템을 대상으로 누설이 있는지 검사하십시오. (누설 여부 확인의 내용을 참조하십시오.)

FPD+가 점화되지 않음

- 점화될 만큼 FPD+ 온도가 높은지 확인합니다(150°C 이상).
- FPD+ 유량을 확인하고 설치된 FPD+ 필터 유형과 일치하는지 확인합니다. 수소와 공기의 비율은 점화에 큰 영향을 미칩니다. 유량 설정이 최적화되지 않으면 불꽃이 점화되지 않을 수 있습니다.
- 실제 검출기 유량을 측정합니다.
- FPD+ 점화 장치가 작동하는지 점검합니다.
- 점화 시퀀스 중 공기 유량을 표시하십시오. 점화를 시도하는 동안 공기 유량은 400mL/분으로 설정되어 야 합니다. 이 조건을 충족하지 않으면 공기 공급 압력이 부족합니다.
- 점화 오프셋 값을 확인합니다. 일반적인 **점화 오프셋** 값은 2.0입니다. 0이면 자동 점화가 해제됩니다. 값이 너무 크면 소프트웨어가 불꽃이 켜져 있는 것을 인식하지 못하고 검출기를 종료합니다.
- 그래도 불꽃이 켜지지 않는다면 시스템에 대량 누설이 있을 수 있습니다. 이로 인해 측정된 유량이 실제 유량과 달라져 이상적이지 않은 점화 조건을 유발합니다. 전체 시스템을 대상으로 누설이 있는지 철저히 검사하십시오. (**누설 여부 확인**의 내용을 참조하십시오.)
- FPD+ 유량 모듈에 공급 압력을 높여 봅니다. 이렇게 하면 설정치를 변경하지 않고도 불꽃을 더 쉽게 점화할 수 있습니다.
- 특정 작동 조건에서 배출구 튜브를 제거하면 불꽃을 더 쉽게 점화할 수 있습니다. 불꽃을 켜 후 배출구 튜브를 다시 장착하십시오.
- 커플링과 케이블 연결부, 글로우 플러그와 커플링 연결부, 글로우 플러그의 조임 상태를 점검합니다.

밸브 준비 안 됨

문제 해결은 밸브 유형에 따라 달라집니다.

가스 샘플링 밸브

일반적으로 GC는 주입 시간이나 시료 로딩 시간이 경과하지 않으면 준비 안 됨 상태가 됩니다. 지정된 시료 로딩 또는 주입 시간이 경과하면 준비가 완료됩니다.

5

종료 증상

컬럼 정지

수소 차단

열 차단

컬럼 정지

GC는 주입구 가스 및 보조 가스 흐름을 모니터링합니다. 운반 가스(보조 유량 모듈 또는 공압 제어 모듈 포함)가 유량 또는 압력 설정치에 도달할 수 없을 경우, GC는 누설이 발생했다고 판단합니다. 25초 후 경고음이 울리며, 이후 간격을 두고 계속 경고음이 울립니다. 약 5분 후 GC는 안전한 상태를 만들기 위해 구성 요소를 차단합니다. GC:

- **Front inlet pressure shutdown**(전면 주입구 압력 차단)을 표시합니다.
- 컬럼 손상을 방지하기 위해 기기가 자동으로 꺼집니다.
- 오븐 후면의 오븐 플랩을 반쯤 열립니다.
- 컬럼에 대한 모든 흐름이 차단됩니다. 화면에서 확인해보면 관련 파라미터가 **Off**(끄기) 상태로 표시됩니다. 예를 들어, 스플릿/스플릿리스 주입구의 컬럼 유량이 차단됩니다.
- 다른 모든 히터를 끕니다. 화면에서 확인해보면 관련 온도 파라미터가 **Off**(끄기) 상태로 표시됩니다.
- 차단된 구역을 해제하려는 시도는 오류 메시지가 표시되며 실패합니다.
- TCD 필라멘트를 끕니다.
- FID 또는 FPD+ 점화 장치를 끄고 공기 및 연료 가스 흐름을 차단합니다.
- NPD 비드, 공기 및 연료 가스 흐름을 끕니다.

이 상태에서 복구하려면 다음을 수행하십시오.

1. 종료 원인을 해결합니다. 운반 가스 공급원을 확인합니다. GC는 런 도중 사용되는 최고 압력보다 70kPa(10psi) 높은 공급 가스 압력을 필요로 합니다.
 - 주입구 근처 컬럼이 손상되었는지 확인합니다.
 - 누설 여부를 확인합니다.
 - 주입구 셉텀을 교체합니다.
 - 주입구 O-링을 교체합니다.
 - 공급 압력을 확인합니다.
2. **Diagnostics**(진단) > **Warnings and Errors**(경고 및 오류)를 선택합니다.
3. 알림을 선택합니다. **Setpoint Action**(설정치 동작)을 선택하십시오. 알림을 해제하고 차단 구역을 포함한 모든 구역을 켜려면 **Keep Shutdown Zone On**(모든 차단 구역 사용)을 선택합니다. 알림을 해제하고 차단 구역을 제외한 모든 구역을 켜려면 **Turn Shutdown Zone Off**(차단 구역 제외)를 선택합니다.

수소 차단

수소 가스는 일부 검출기의 운반 가스 또는 연료 가스로 사용될 수 있습니다. 수소는 공기와 섞이면 폭발성 혼합물을 형성할 수 있습니다.

주입 및 보조 가스 흐름에 사용되는 수소

GC는 주입구 가스 및 보조 가스 흐름을 모니터링합니다. 흐름이 유량 또는 압력 설정치에 도달할 수 없고 해당 흐름이 수소를 사용하도록 구성된 경우, GC는 누설이 발생했다고 판단합니다. 25초 후 경고음이 울리며, 이후 간격을 두고 계속 경고음이 울립니다. 약 5분 후 GC는 안전한 상태를 만들기 위해 구성 요소를 차단합니다. GC:

- **Pneumatic Shutdown**(공압 차단)을 표시합니다.
- 주입구의 캐리어 공급 밸브를 닫고 압력 및 유량 제어 장치를 모두 닫고 끕니다.
- 스플릿/스플릿리스 주입구의 스플릿 배출구 밸브를 엽니다.
- 오븐 히터와 팬을 끄고 오븐 플랩을 엽니다.
- 모든 히터(밸브 박스 히터 및 이송 라인 히터와 같은 보조 히터 제어 장치에 연결된 장치 포함)를 끕니다.
- TCD 필라멘트와 변조를 끕니다.
- FID 또는 FPD+ 점화 장치를 끄고 공기 및 연료 가스 흐름을 차단합니다.
- NPD 비드, 공기 및 연료 가스 흐름을 끕니다.
- 경보음을 울립니다(GC가 들을 수 있는 알람으로 설정된 경우).
- 공압 모듈(주입구 EPC, Aux EPC, PCM, PSD, 충돌 셀) 사용을 비활성화합니다.

주의

GC는 검출기 가스 흐름의 누설을 감지할 수 없습니다. 이러한 이유로 인해 FID, NPD, 수소를 사용하는 기타 모든 검출기의 컬럼 피팅은 항상 컬럼에 연결되거나 캡 또는 마개가 설치되어 있어야 하며, 수소 흐름은 GC가 이를 인식할 수 있도록 구성되어야 합니다.

수소 차단 상태에서 복구:

1. 종료 원인을 해결합니다.
 - 주입구 셉텀을 교체합니다. 유지보수 설명서를 참조하십시오.
 - 주입구 O-링을 교체합니다. 유지보수 설명서를 참조하십시오.
 - 컬럼이 손상되었는지 확인합니다.
 - 공급 압력을 확인합니다.
 - 시스템의 누설 여부를 확인합니다. [누설 점검 팁](#)의 내용을 참조하십시오.
2. **Diagnostics(진단) > Warnings and Errors(경고 및 오류)**를 선택합니다.
3. 알림을 선택합니다. **Setpoint Action(설정치 동작)**을 선택하십시오. 알림을 해제하고 차단 구역을 포함한 모든 구역을 켜려면 **Keep Shutdown Zone On(모든 차단 구역 사용)**을 선택합니다. 알림을 해제하고 차단 구역을 제외한 모든 구역을 켜려면 **Turn Shutdown Zone Off(차단 구역 제외)**를 선택합니다.

수소 센서

옵션형 수소 센서를 장착한 경우, 센서는 오븐 내부의 자유 수소 수준을 모니터링하며 오븐 내 수소 수준이 1%에 도달하기 전에 모든 수소 가스 흐름을 차단합니다.

수소 센서로 인해 발생한 수소 차단 상태에서 복구:

1. GC 전원을 껐다가 켭니다(재부팅). 이렇게 하면 들을 수 있는 알림과 시스템 종료 상태도 해제됩니다. 시동 시 GC는 오븐 플랩을 열고 팬을 작동시켜 GC 오븐 내에 농축된 수소를 제거합니다.
2. 수소 누설 원인을 해결합니다.
 - 컬럼이 손상되었는지 확인하십시오.
 - GC의 내장 진단 테스트를 사용하여 다른 유로 누설 여부를 확인하십시오.
 - 다른 가능한 수소 공급원에서 오븐 내부로 수소를 누설하지 않는지 확인하십시오.
 - 검출기와 컬럼의 연결 상태를 확인하십시오.
3. 수소 누설 원인을 해결한 후 원래의 유량을 복원하십시오.

극히 드물지만 헬륨(수소가 아닌)을 운반 가스로 사용하더라도 G6598A 수소 센서에 의해 수소 차단이 발생할 수도 있습니다. 이러한 경우 위에서 설명한 대로 차단 상태에서 복구하고 GC의 내장 진단 테스트 또는 휴대용 누설 검출기를 사용하여 유로의 누설 여부를 확인하십시오.

열 차단

열적 결함은 오븐 또는 다른 가열 구역이 허용 가능한 온도 범위를 벗어났음을 의미합니다(최소 온도보다 낮거나 최대 온도보다 높음). 이 오류를 일으킬 수 있는 원인은 여러 가지입니다.

- 기기의 전원 공급 문제
- 구역 제어 전자 장치의 오작동
- 단락된 온도 센서
- 단락된 히터

이 상태에서 복구하려면 다음을 수행하십시오.

1. 종료 원인을 해결합니다.
 - 단열재 누락 여부를 확인합니다.
2. 대부분의 열 차단은 열 구역을 끄면 해제할 수 있습니다.

6

전자기기 문제 해결: GC 전원 켜기 및 통신 증상

GC가 켜지지 않음

PC가 GC와 통신할 수 없음

GC가 켜지지 않음

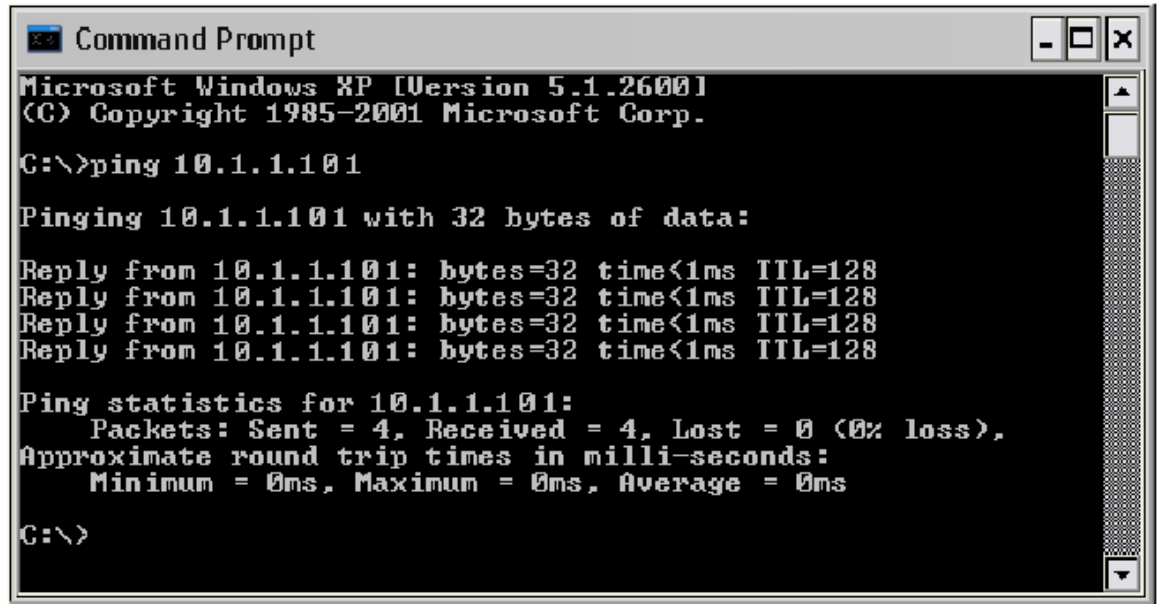
GC가 켜지지 않는 경우:

- 전원 코드를 점검합니다.
- 건물의 전력을 점검합니다.
- 문제가 GC에 있다면 GC 전원을 끕니다. 30초 후 GC 전원을 켭니다.

PC가 GC와 통신할 수 없음

- ping 테스트 실행

MS-DOS의 ping 명령어는 TCP/IP 연결을 통한 통신을 확인합니다. 이 명령어를 사용하려면 명령 프롬프트 창을 여십시오. ping 뒤에 IP 주소를 입력하십시오. 예를 들어 IP 주소가 10.1.1.101인 경우 ping 10.1.1.101이라고 입력합니다. (클라이언트/서버 데이터 시스템을 사용하는 경우, 제어 대상 PC가 GC에 대한 일반 LAN 액세스를 차단하므로 컨트롤러 PC에서 ping 명령을 실행하십시오.) LAN 통신이 정상적으로 작동하면 성공적인 응답이 표시됩니다. 예를 들면 다음과 같습니다.



```

Microsoft Windows XP [Version 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\>ping 10.1.1.101

Pinging 10.1.1.101 with 32 bytes of data:

Reply from 10.1.1.101: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.1.1.101: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.1.1.101: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.1.1.101: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 10.1.1.101:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>
  
```

ping 테스트가 성공하면 소프트웨어 구성을 확인하십시오.

ping 테스트가 실패하면 다음을 수행하십시오.

- LAN 케이블링을 확인합니다.
- IP 주소, 서브넷 마스크, 게이트웨이 주소를 확인합니다.
- 모든 네트워크 장치(허브, 스위치 등)가 켜져 있고 올바르게 연결되어 작동 중인지 확인합니다.
- PC의 LAN 카드에 결함이 있는지 확인합니다.

7

누설 여부 확인

누설 점검 팁

GC 누설 점검

외부 누설 여부 점검

캐필러리 유량 피팅의 누설

주입구 누설 점검 수행

압력 감소 누설 테스트 수행

스플릿/스플릿리스 주입구의 누설 여부를 수동으로 점검

퍼지/충전 주입구의 압력 감소 누설 테스트를 수행할 경우

퍼지 충전 주입구의 누설 해결

충전 컬럼 주입구의 누설 여부를 수동으로 점검

충전 컬럼 주입구의 누설 해결

냉각 온컬럼 주입구의 누설 해결

누설 점검 팁

누설 점검 시 시스템을 두 부분(외부 누설 지점과 GC 누설 지점)으로 나누어 고려하십시오.

- **외부 누설 지점**에는 가스 실린더(또는 가스 정계기), 레귤레이터 및 해당 피팅, 공급 차단 밸브, GC 공급 피팅의 연결부가 해당됩니다.
- **GC 누설 지점**에는 주입구, 검출기, 컬럼 연결부, 밸브 연결부, 유량 모듈과 주입구/검출기 사이의 연결부가 해당됩니다.

주의

수소(H₂)는 가연성이며 밀폐된 공간(예: 유량계)에서 공기와 혼합될 경우 폭발 위험이 있습니다. 필요에 따라 불활성 가스로 유량계를 퍼지하십시오. 가스는 항상 개별적으로 측정하십시오. 불꽃/비드의 자동 점화를 방지하기 위해 항상 검출기를 꺼야 합니다.

주의

유해한 시료 가스가 존재할 수 있습니다.

1. 다음을 준비합니다.
 - 가스 유형을 감지할 수 있는 전자식 누출 검출기
 - 스웨즈락 및 컬럼 피팅을 조일 때 사용하는 7/16인치, 9/16인치, 1/4인치 렌치
2. 최근 수행한 유지보수와 관련된 모든 잠재적인 누설 지점을 점검합니다.
3. 열 순환을 겪는 GC 피팅 및 연결부를 점검하십시오. 열 순환으로 일부 피팅 유형이 쉽게 헐거워지는 경향이 있습니다. 전자식 누출 검출기로 피팅의 누설 여부를 확인합니다.
 - 먼저 새로 연결된 부분부터 확인하십시오.
 - 트랩이나 공급 실린더를 교체한 후 가스 공급 라인의 연결부를 확인하십시오.

GC 누설 점검

다음 연결부의 누설 여부를 확인합니다.

- 주입구 셉텀, 셉텀 헤드, 라이너, 스플릿 배출구 트랩, 스플릿 배출구 트랩 라인, 퍼지 배출구 피팅
- 주입구, 검출기, 밸브, 분배기, 유니온에 연결되는 컬럼
- 유량 모듈에서 주입구, 검출기, 밸브까지의 피팅
- 컬럼 어댑터

먼저 GC에 내장된 누설 테스트 기능을 사용하여 주입구 컬럼 피팅, 셉텀, 라이너, 스플릿 배출구 트랩 라인 등에 누설이 있는지 확인하십시오. [주입구 누설 점검 수행](#)의 내용을 참조하십시오. 이 테스트를 통해 발견된 누설 문제를 모두 해결하십시오. 이후에도 GC에 계속 누설 증상이 나타나는 경우 누설이 발생할만한 다른 지점을 확인합니다.

Agilent 기기 유틸리티를 사용하는 경우 선택한 주입구 유형에 대해 원격으로 주입구 누설 점검을 실행할 수도 있습니다.

주입구 누설 테스트를 통과했지만, 주입구에서 계속 누설이 의심되는 경우, 대부분의 주입구에 대해 Instrument Utilities 소프트웨어를 사용하여 압력 감소 테스트를 수행할 수 있습니다. (모든 주입구에 대해 수동 압력 감소 테스트를 수행할 수도 있습니다.) 주입구 압력 감소 테스트를 통과하는 모든 주입구는 누설이 없다고 간주할 수 있습니다.

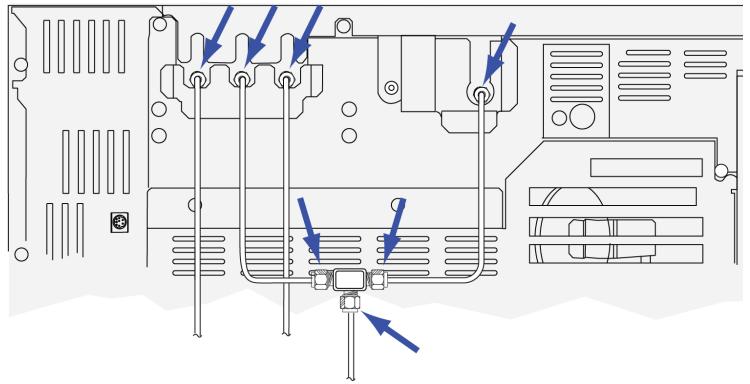
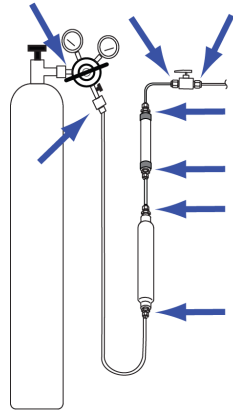
- [압력 감소 누설 테스트 수행](#)

전자식 누출 검출기로 컬럼 연결부 및 튜빙 연결부를 점검합니다. 다음 내용도 참조하십시오.

- [스플릿/스플릿리스 주입구의 누설 여부를 수동으로 점검](#)
- [캐필러리 유량 피팅의 누설](#)

외부 누설 여부 점검

다음 연결부의 누설 여부를 확인합니다.



누설 여부 확인

외부 누설 여부 점검

- 가스 공급 벌크헤드 피팅
- 가스 실린더 피팅
- 레귤레이터 피팅
- 트랩
- 차단 밸브
- T형 피팅

압력 강하 테스트를 수행하십시오.

1. GC를 끄십시오.
2. 레귤레이터 압력을 415kPa(60psi)로 설정합니다.
3. 레귤레이터 압력 조정 노브를 반시계 방향으로 끝까지 돌려 밸브를 닫습니다.
4. 10분 동안 기다립니다. 외부 연결부에 7kPa(1psi) 이상의 압력 손실이 있으면 누설이 발생한 것입니다.

캐필러리 유량 피팅의 누설

캐필러리 유량 피팅의 경우, 누설이 있다면 일반적으로 피팅이 과도하게 조여진 것입니다. 피팅이 명백히 헐거운 상태가 아니라면 더 이상 조이지 마십시오. 대신 연결부를 제거하고 컬럼 끝부분을 다듬은 후에 다시 설치하십시오.

또한 플레이트와 연결부를 점검하여 컬럼 끝부분이 손상되었는지도 확인하십시오.

주입구 누설 점검 수행

GC에는 모든 주입구에 대한 실시간 누설 테스트 기능이 내장되어 있습니다. 이 점검은 주입구 유지보수 도중과 이후에 주입구 누설을 찾는 데 가장 유용합니다. 전체 주입구 압력 테스트만큼 철저하거나 민감하지는 않지만, 일반적으로 컬럼을 설치하고 구성된 상태에서 수행되며 주입구가 상대적으로 누설이 없다는 점을 신속하게 보장할 수 있습니다. Agilent는 주입구 유지보수 전후로 점검을 실시할 것을 권장하며, 피팅을 조일 때 주입구 누설 여부를 확인할 수 있습니다. 이 테스트는 모든 응용 분야에 적합하지만, 일부 응용 분야에서는 더 강력한 누설 테스트를 수행해야 할 수도 있습니다.

주입구 누설 점검을 수행하면 다음 위치에서의 누설을 확인할 수 있습니다.

- 주입구 컬럼 피팅
- 골드 씰(해당하는 경우)
- 스플릿 배출구 트랩 하우징(해당하는 경우)
- 셉텀 너트 및 셉텀(해당하는 경우)
- 인서트 용접부 너트/셉텀 헤드 어셈블리(해당하는 경우)

다음 단계를 따라 테스트를 실행합니다.

1. **Diagnostics(진단) > Diagnostic Tests(진단 테스트) > Inlets(주입구)**를 선택하고, 원하는 주입구를 선택한 다음, **Leak & Restriction Test(누설 및 막힘 테스트)**를 선택합니다.

2. **Start Test(테스트 시작)**를 선택합니다.

참고

누설이 없는 주입구에서 유지보수 전에 테스트를 수행했다면, 유지보수 후의 누설 테스트 결과는 유지보수 전과 거의 동일해야 합니다.

3. 테스트에 계속 실패하는 경우:
4. 셉텀을
 - 교체하십시오.
 - 주입구에 컬럼을 설치하십시오.
 - 라이너와 라이너 O-링을 교체하십시오.
 - 스플릿 배출구 트랩을 열고 O-링이 제대로 고정되었는지 확인하십시오. 필요 시 스플릿 배출구 트랩을 교체하십시오.

테스트에 통과했지만, 공기 주입구에서 계속 누설이 의심되는 경우 압력 감소 누설 테스트를 수행하십시오. 다음 내용을 참조하십시오.

- [압력 감소 누설 테스트 수행](#)
- [퍼지/충전 주입구의 압력 감소 누설 테스트를 수행할 경우](#)

압력 감소 누설 테스트 수행

주입구 누설 및 막힘 테스트를 사용하여 주입구에 누설이 있는지 확인하십시오. 소프트웨어를 열고 GC를 선택한 후 주입구에 대한 테스트를 실행하십시오. [주입구 누설 점검 수행 및 스플릿 배출구 막힘 테스트 실행](#)의 내용을 참조하십시오.

테스트에 실패할 경우:

- 컬럼 연결부와 셉텀 퍼지 캡이 막혔는지 확인하십시오.
- 셉텀 헤드를 확인하십시오. 필요 시 조이십시오.
- 필요 시 셉텀을 교체하십시오.
- 누설이 발생하는 경우 라이너를 점검하고 다시 설치하십시오.
- 필요 시 스플릿 배출구 트랩을 조이거나 새 카트리지와 O-링을 설치하십시오.
- 주입구의 스플릿 배출구 파이프 연결부를 조이십시오.

브라우저 UI에서 주입구 압력 감소 테스트 수행

압력 감소 테스트는 주입구 유량 모듈에서부터 컬럼 피팅까지의 누설 여부를 점검합니다.

유지보수를 수행한 후 먼저 외부에서 접근 가능한 부분에 누설이 있는지 확인하십시오. [외부 누설 여부 점검](#)의 내용을 참조하십시오.

누설이 발생했음을 확인하면 먼저 외부에서 접근 가능한 주입구 피팅, 특히 최근 유지보수를 수행한 연결부(셉텀 너트, 컬럼 어댑터, 컬럼 연결부 등)를 먼저 확인하십시오.

이 테스트를 통해 찾을 수 있는/찾을 수 없는 누설 유형은 다음과 같습니다.

테스트를 통해 찾을 수 있는 누설 위치	테스트를 통해 찾을 수 없는 누설 위치
셉텀	컬럼 피팅
셉텀 너트	유량 모듈로 연결되는 가스 공급 벌크헤드 피팅
라이너 O-링 씬	주입구로 연결되는 이송 라인의 튜빙 및 연결부
골드 씬/와셔 및 리듀싱 너트	EPC 또는 EPR 모듈 내부 누설
주입구 본체	
유량 매니폴드 스플릿 배출구 밸브	
스플릿 배출구 튜브 및 트랩	
셉텀 퍼지 튜빙	
주입구 유량 모듈과 주입구 본체 사이의 튜빙 내부 씬	

이 테스트를 수행하려면 아래와 같은 재료가 필요합니다.

- 무공 폐물
- 1/4인치 렌치
- 내열 장갑(주입구가 뜨거울 경우)

누설 여부 확인

압력 감소 누설 테스트 수행

- 컬럼 너트
 - 새 셉텀
 - O-링
 - ECD/TCD 검출기 플러그(부품 번호 5060-9055)
1. **Diagnostics**(진단) > **Diagnostic Tests**(진단 테스트) > **Inlets**(주입구)를 선택합니다.
 2. **Pressure Decay Test**(압력 감소 테스트)를 선택합니다.
 3. **Start Test**(테스트 시작)를 선택합니다.
 4. 브라우저 UI에 표시되는 안내를 따릅니다.
 5. 주입구가 테스트에 통과하면 GC를 작동 상태로 복구합니다.
 - 원천 압력을 복원하십시오.
 - 모든 캡/플러그를 제거하십시오.
 - 컬럼을 다시 설치하십시오.
 - 올바른 컬럼 구성으로 복원하십시오.
 - 작동 메서드를 로드하십시오.

스플릿/스플릿리스 주입구의 누설 여부를 수동으로 점검

이 섹션에서는 스플릿/스플릿리스 주입구의 누설 여부를 점검하여 해결하는 절차를 설명합니다. 주입구 증상에 따라 아래 절차를 따르십시오.

조정된 값 또는 압력 설정치에 도달할 수 없음

스플릿/스플릿리스 주입구가 조정된 값 또는 압력 설정치에 도달하지 못하면 GC는 '준비 안 됨' 상태가 됩니다. (EPR이 장착된 주입구는 깜박이는 별표를 통해 준비 안 됨 상태를 표시합니다.) 터치스크린 상단의 상태 표시등과 터치스크린의 상태 트레이 표시등이 주황색으로 표시됩니다. 주입구의 압력 조절 및 제어가 불가능할 경우 GC는 약 5.5분 후에 종료됩니다.

최근에 유지보수 작업을 수행한 경우 먼저 취급했던 피팅/부품에 누설이 있는지 확인하십시오.

1. GC에 공급되는 가스 압력이 충분한지 확인하고 가스 공급원에 누설이 없는지 확인합니다([외부 누설 여부 점검](#) 참조). 주입구는 해당 메서드에서 사용되는 최고 압력보다 70kPa(10psi) 높아야 합니다.
 - 주입구 압력 0~100psi에 대해 최대 120psi
 - 주입구 압력 0~150psi에 대해 최대 170psi
2. 총 유량 설정을 확인합니다. 총 유량은 전체 런 동안 주입구 압력을 유지할 수 있을 만큼 높아야 합니다. 대구경 컬럼은 유량이 더 높아야 합니다. 일반적으로 50mL/분이면 충분합니다. 총 유량을 늘리려면 다음을 수행하십시오.
 - 스플릿 모드인 경우 스플릿 비율을 높입니다.
 - 스플릿리스 모드인 경우 퍼지 유량을 높입니다.
3. 주입구 누설 검사를 수행합니다. [주입구 누설 점검 수행](#)의 내용을 참조하십시오. 총 유량을 통해 누설 규모를 가늠할 수 있습니다. 피팅을 점검하거나 조이는 동안 총 유량을 모니터링하십시오.
 - 셉텀 너트
 - 컬럼
 - 스플릿 배출구 트랩/O-링
 - 라이너/O-링
 - 골드 씰
 - 주입구 본체로의 스플릿 배출구 라인 연결
 - 유량 매니폴드의 유량 차단 피팅

또는 전자식 누설 검출기를 사용하여 이러한 피팅/연결부를 점검하십시오.
이러한 점검으로 문제가 해결되지 않으면 Agilent에 문의하여 서비스를 요청하십시오.

저감도 또는 재현성 저하

스플릿/스플릿리스 주입구의 소량 누설로 인해 저감도 또는 재현성 저하가 발생할 수 있습니다. 아래와 같이 소량 누설 부위를 확인하고 차단하십시오.

최근에 유지보수 작업을 수행한 경우 먼저 취급했던 피팅/부품에 누설이 있는지 확인하십시오.

1. 주입구 압력 감소 테스트를 수행합니다. [압력 감소 누설 테스트 수행](#)의 내용을 참조하십시오. 테스트에 통과하면 주입구에 누설이 없는 것으로 간주하고 저감도 또는 재현성 저하가 발생할만한 다른 원인을 점검하십시오.

누설 여부 확인

스플릿/스플릿리스 주입구의 누설 여부를 수동으로 점검

2. 압력 감소 테스트에 실패할 경우, 주입구 누설 점검을 수행합니다. **주입구 누설 점검 수행**의 내용을 참조하십시오. 피팅을 점검하거나 조이는 동안 총 유량을 모니터링하십시오.
 - 셉텀 너트
 - 컬럼
 - 스플릿 배출구 트랩
 - 라이너/O-링
 - 골드 씰
 - 주입구 본체로의 스플릿 배출구 라인 연결
 - 유량 매니폴드의 유량 차단 피팅
3. 주입구(준비 런) 누설 점검으로 문제를 해결하지 못했다면 누설량이 너무 적어 해당 검사로는 감지할 수 없는 경우일 수도 있습니다. 전자식 누설 검출기를 사용하여 피팅/연결부를 점검하십시오.

이러한 점검으로 문제가 해결되지 않으면 Agilent에 문의하여 서비스를 요청하십시오.

스플릿/스플릿리스 주입구의 누설 해결

주입구가 압력 감소 테스트에 통과하지 못한 경우 다음 사항을 확인하십시오.

- 테스트에 사용된 캡/플러그를 점검하여 각각 올바르게 설치되고 단단히 조여졌는지 확인합니다.
- 유지보수 후 누설 테스트를 수행한 경우 유지보수 중 취급했던 부품이 제대로 설치되었는지 확인합니다.
- 셉텀 너트의 조임 상태를 확인합니다.
- 셉텀을 확인합니다. 오래되었거나 손상된 경우 교체하십시오.
- 인서트 어셈블리 설치를 확인합니다.
- 라이너와 라이너 O-링을 확인합니다.
- 골드 씰을 변경한 경우 올바르게 설치되었는지 확인합니다.
- 테스트 동안 주입구 온도를 일정하게 유지합니다.

퍼지/충전 주입구의 압력 감소 누설 테스트를 수행할 경우

주입구 압력 감소 테스트 기능을 사용하여 퍼지/충전 주입구에 누설이 있는지 확인하십시오.

테스트에 실패할 경우:

- 셉텀 너트/Merlin 캡을 조이십시오.
- 셉텀 또는 Merlin Microseal을 교체하십시오.
- 상부 인서트 용접부를 조이십시오. 라이너를 교체하십시오.
- O-링을 교체하고 컬럼 어댑터 연결부를 조이십시오. 필요 시 다시 설치하십시오.
- 컬럼 피팅과 셉텀 퍼지 캡에 막힘이 있는지 확인하십시오.

퍼지 충전 주입구의 누설 해결

1. 주입구가 누설 테스트에 실패할 경우 다음 사항을 점검하십시오.
 - 테스트에 사용된 캡/플러그를 점검하여 각각 올바르게 설치되고 단단히 조여졌는지 확인합니다.
 - 유지보수 후 누설 테스트를 수행한 경우 유지보수 중 취급했던 부품이 제대로 설치되었는지 확인합니다.
 - 셉텀 너트의 조임 상태를 확인합니다.
 - 셉텀을 확인합니다. 오래되었거나 손상된 경우 교체하십시오.
 - 상단 인서트 용접부가 단단히 설치되었는지 확인합니다.
 - O-링을 교체합니다.
 - 유리 인서트도 확인합니다.
 - 어댑터의 페룰 씰을 교체합니다.
 - 테스트 동안 주입구 온도를 일정하게 유지합니다.
2. 위 방법으로 문제를 해결하지 못할 경우, Agilent에 문의하여 서비스를 요청하십시오.

충전 컬럼 주입구의 누설 여부를 수동으로 점검

이 방법으로 주입구 유량 모듈에서 컬럼 피팅까지의 누설 여부를 점검합니다.

유지보수를 수행한 후 먼저 외부에서 접근 가능한 부분에 누설이 있는지 확인하십시오. '외부 누설 여부 점검'의 내용을 참조하십시오.

누설이 발생했음을 확인하면 먼저 외부에서 접근 가능한 주입구 피팅. 특히 최근 유지보수를 수행한 연결부(셉텀 너트, 컬럼 어댑터, 컬럼 연결부 등)를 먼저 확인하십시오.

아래에 설명된 누설 테스트를 수행하려면 컬럼을 제거하고 주입구 컬럼 피팅을 막아야 합니다. 이 테스트를 통해 찾을 수 있는/찾을 수 없는 누설 유형은 다음과 같습니다.

테스트를 통해 찾을 수 있는 누설 위치	테스트를 통해 찾을 수 없는 누설 위치
셉텀	컬럼 피팅
셉텀 너트	
어댑터 및 페룰	
주입구 본체	
상단 인서트 용접부	
주입구 유량 모듈과 주입구 본체 사이의 튜빙	
내부 셀	

주의

이 누설 테스트는 수소와 같은 가연성 운반 가스에는 적합하지 않습니다.

- 다음을 준비합니다.
 - 9/16인치 렌치
 - 7/16인치 렌치
 - 내열 장갑(주입구가 뜨거울 경우)
 - 1/8인치 및 1/4인치 스웨즈락 캡
- 주입구 및 오븐 온도를 35°C로 설정합니다.
- 설치된 경우 해당 컬럼을 제거합니다.
- 기존 셉텀을 제거하고 새 셉텀으로 교체합니다.
- O-링을 점검한 후에 딱딱하고 부서지기 쉬운 상태거나 균열이 있는 경우 교체합니다.
- 어댑터 페룰의 품질이 확실하지 않으면 교체합니다.
- 소프트웨어 키패드의 2/+ 및 8/- 키를 사용하여 컬럼 유량을 5mL/분으로 조정합니다.
- 컬럼 피팅을 연결합니다.
 - 1/8인치 충전 컬럼 어댑터가 설치된 경우, 1/8인치 스웨즈락 캡(5180-4121)을 사용합니다.
 - 1/4인치 충전 컬럼 어댑터가 설치된 경우, 1/4인치 스웨즈락 캡(5180-4120)을 사용합니다.
- 컬럼 피팅을 막으면 가스가 빠져나갈 수 있는 경로가 없어지므로 표시되는 컬럼 유량이 0.0mL/분 또는 0.1mL/분 미만으로 떨어져야 합니다.
- 주입구의 실제 유량을 보려면 Status(상태)를 두 번 클릭합니다.
- 표시된 컬럼 유량이 0.1mL/분보다 높거나 조정된 값에 도달하면 누설이 발생한 것입니다. 그렇지 않으면 시스템에 누설이 없는 것입니다.
- 주입구가 테스트에 통과하면 GC를 작동 상태로 복구합니다.

누설 여부 확인

충전 컬럼 주입구의 누설 여부를 수동으로 점검

13. 모든 캡/플러그를 제거하십시오.
14. 컬럼을 다시 설치하십시오.
15. 올바른 컬럼 구성으로 복원하십시오.
16. 작동 메서드를 로드하십시오.

충전 컬럼 주입구의 누설 해결

주입구가 누설 테스트에 실패할 경우 다음 사항을 점검하십시오.

- 테스트에 사용된 캡/플러그를 점검하여 각각 올바르게 설치되고 단단히 조여졌는지 확인합니다.
- 유지보수 후 누설 테스트를 수행한 경우 유지보수 중 취급했던 부품이 제대로 설치되었는지 확인합니다.
- 셉텀 너트의 조임 상태를 확인합니다.
- 셉텀을 확인합니다. 오래되었거나 손상된 경우 교체하십시오.
- 상단 인서트 용접부가 단단히 설치되었는지 확인합니다.
- O-링을 교체합니다.
- 유리 인서트도 확인합니다.
- 어댑터의 페룰 씰을 교체합니다.
- 테스트 동안 주입구 온도를 일정하게 유지합니다.

위 방법으로 문제를 해결하지 못할 경우, Agilent에 문의하여 서비스를 요청하십시오.

충전 컬럼 주입구의 누설 해결

주입구가 압력 감소 테스트에 통과하지 못한 경우 다음 사항을 확인하십시오.

- 테스트에 사용된 캡/플러그를 점검하여 각각 올바르게 설치되고 단단히 조여졌는지 확인합니다.
- 유지보수 후 누설 테스트를 수행한 경우 유지보수 중 취급했던 부품이 제대로 설치되었는지 확인합니다.
- 셉텀 너트 또는 냉각탑 어셈블리의 조임 상태를 확인합니다.
- 셉텀을 확인합니다. 오래되었거나 손상된 경우 교체하십시오.
- 테스트 동안 주입구 온도를 일정하게 유지합니다.

위 방법으로 문제를 해결하지 못할 경우, Agilent에 문의하여 서비스를 요청하십시오.

냉각 온컬럼 주입구의 누설 해결

주입구가 압력 감소 테스트에 통과하지 못한 경우 다음 사항을 확인하십시오.

- 테스트에 사용된 캡/플러그를 점검하여 각각 올바르게 설치되고 단단히 조여졌는지 확인합니다.
- 유지보수 후 누설 테스트를 수행한 경우 유지보수 중 취급했던 부품이 제대로 설치되었는지 확인합니다.
- 셉텀 너트 또는 냉각탑 어셈블리의 조임 상태를 확인합니다.
- 셉텀을 확인합니다. 오래되었거나 손상된 경우 교체하십시오.
- 테스트 동안 주입구 온도를 일정하게 유지합니다.

위 방법으로 문제를 해결하지 못할 경우, Agilent에 문의하여 서비스를 요청하십시오.

8

문제 해결 작업

컬럼 유량 측정

스플릿 배출구 또는 셉텀 퍼지 유량 측정

검출기 유량 측정

GC 자체 테스트 수행

스플릿 배출구 라인의 역압 점검 또는 모니터링

스플릿 배출구 막힘 테스트 실행

FID 점화 오프셋 조정

FID 불꽃이 점화되었는지 확인

점화 시퀀스 중 **FID** 점화 장치 기능 확인

FID 누설 전류 측정

FID 베이스라인 출력 측정

FID 노이즈의 원인 규명

NPD 누설 전류 측정

FID 제트에 막힘이 있는지 확인

NPD 제트에 막힘이 있는지 확인

NPD 비드가 점화되었는지 확인

FPD+ 불꽃이 점화되었는지 확인

FPD+ 점화 오프셋 조정

가스 정제기 교체 시기

장치의 준비 상태 무시

컬럼 유량 측정

FID, TCD, ECD 및 FPD+ 컬럼 유량 측정

다음 절차는 FID, TCD, ECD 또는 FPD+를 사용하여 컬럼 유량을 측정하는 방법입니다.

주의

수소(H_2)는 가연성이며 밀폐된 공간(예: 유량계)에서 공기와 혼합될 경우 폭발 위험이 있습니다. 필요에 따라 불활성 가스로 유량계를 퍼지하십시오. 가스는 항상 개별적으로 측정하십시오. 불꽃/비드의 자동 점화를 방지하기 위해 항상 검출기를 꺼야 합니다.

주의

주의하십시오! 검출기는 화상을 입을 정도로 뜨거울 수 있습니다. 감지기가 뜨거운 경우 손에 화상을 입을 수 있으므로 내열 장갑을 착용하십시오.

1. 다음을 준비합니다.
 - 적절한 유량계 어댑터 튜브(GC 배송 키트 포함)
 - 관심 있는 가스 및 유량에 맞춰 교정된 전자식 유량계
2. 검출기를 끕니다.
3. 검출기 흐름을 차단합니다.
4. 검출기 배기구에 적절한 어댑터를 연결합니다.

참고

유량계 튜브 직경은 모델에 따라 다르므로 필요에 따라 어댑터를 유량계 튜브에 맞게 수정하십시오.

1/8인치 고무 어댑터 튜브는 ECD 또는 TCD 배기구에 직접 연결됩니다.



FID에는 별도의 어댑터(19301-60660)가 제공됩니다. 어댑터를 검출기 배기구에 최대한 깊숙이 삽입합니다. 어댑터 O-링을 검출기 배기구에 밀어 넣을 때 저항이 느껴질 것입니다. 삽입할 때는 어댑터를 비틀면서 밀어 넣어 제대로 밀봉되도록 하십시오.



FPD+의 경우 FPD+ 배기구에서 플라스틱 튜브를 제거하고 유량계를 FPD+ 배기 튜브에 직접 연결하십시오. 필요할 경우 검출기 배기구와 유량계 튜브 사이에 1/4인치 튜브 어댑터를 사용하십시오.



5. 유량계를 유량계 어댑터에 연결하여 유량을 측정합니다.

NPD 컬럼 유량 측정

1. 다음을 준비합니다.
 - NPD 유량계 어댑터 튜(G1534-60640)



- 유량 측정 인서트(19301-60660)
 - 관심 있는 가스 및 유량에 맞춰 교정된 전자식 유량계
2. 비드를 끕니다.
 3. NPD를 100°C로 냉각합니다.

주의

주의하십시오! 검출기는 화상을 입을 정도로 뜨거울 수 있습니다. 감지기가 뜨거운 경우 손에 화상을 입을 수 있으므로 내열 장갑을 착용하십시오.

4. 비드를 제거하고 재설치할 때까지 주의하여 보관합니다.
5. NPD 유량계 어댑터 튜를 NPD 컬렉터에 삽입합니다.
6. 유량 측정 인서를 NPD 유량계 어댑터 튜에 부착합니다.



7. 유량 측정 인서트 위에 유량계 튜브를 끼우고 유량 측정을 시작합니다.

스플릿 배출구 또는 셉텀 퍼지 유량 측정

GC는 25°C 및 1기압에서 교정된 유량을 표시합니다. 유량계 결과를 적절히 수정하십시오.

주의

수소(H_2)는 가연성이며 밀폐된 공간(예: 유량계)에서 공기와 혼합될 경우 폭발 위험이 있습니다. 필요에 따라 불활성 가스로 유량계를 퍼지하십시오. 가스는 항상 개별적으로 측정하십시오. 불꽃/비드의 자동 점화를 방지하기 위해 항상 검출기를 꺼야 합니다.

셉텀 퍼지 및 스플릿 배출구 흐름은 GC 후면 상단의 공압 모듈을 통해 배출됩니다. 아래 그림을 참조하십시오.

스플릿 배출구 또는 셉텀 퍼지 유량을 측정하려면 유량계를 적절한 튜브에 연결하십시오. 후면 주입구 배기구에 접근하려면 GC 공압 덮개를 제거하십시오.

- 스플릿 배출구에는 1/8인치 스웨즈락 나사산 피팅이 있습니다. 배출구에는 1/8인치 스웨즈락 나사산 피팅을 사용합니다. 아래 그림과 같이 1/8인치 튜브 어댑터를 만들어 1/8인치 나사산 피팅을 1/8인치 튜브로 변환하십시오. 이렇게 하면 고무 유량계 튜브가 나사산 부분에서 누설이 발생하여 유량이 잘못된 값으로 측정되지 않도록 방지할 수 있습니다.



- 셉텀 퍼지용 튜브는 1/8인치입니다. 표시된 빨간 고무 어댑터를 사용하여 유량을 측정하십시오.

검출기 유량 측정

불꽃을 사용하는 검출기 등의 검출기는 유량을 정확하게 측정해야 정상적으로 작동합니다. 유량이 잘못 측정되는 원인은 다음과 같습니다.

- 공급 라인의 막힘(모든 검출기). 이로 인해 GC 디스플레이에 '준비 안 됨' 메시지가 표시됩니다.
- 누설되는 컬럼 또는 컬럼 어댑터 피팅(모든 검출기).
- 막힌 제트(FID, NPD).
- 버너 챔버, 창 씰 또는 점화 장치 씰의 누설(FPD+).
- 영점 조정이 필요한 압력 센서.
- 정상적으로 작동하지 않는 EPC 또는 EPR 밸브.

문제 원인을 규명하려면 한 채널의 가스 유량을 실제 유량과 비교하십시오.

FID, TCD, ECD 및 FPD+ 유량 측정

주의

수소(H_2)는 가연성이며 밀폐된 공간(예: 유량계)에서 공기와 혼합될 경우 폭발 위험이 있습니다. 필요에 따라 불활성 가스로 유량계를 퍼지하십시오. 가스는 항상 개별적으로 측정하십시오. 불꽃/비드의 자동 점화를 방지하기 위해 항상 검출기를 꺼야 합니다.

1. 다음을 준비합니다.
 - 적절한 유량계 어댑터 튜브(GC 배송 키트 포함)
 - 관심 있는 가스 및 유량에 맞춰 교정된 전자식 유량계
2. 오븐 온도를 실온($35^{\circ}C$)으로 설정합니다.
3. 컬럼 흐름과 압력을 차단합니다.
4. 모든 검출기 가스를 차단합니다.
5. 적절한 경우 FID 불꽃, FPD+ 불꽃 또는 TCD 필라멘트를 끕니다.
6. 검출기를 냉각합니다.
7. 검출기 배기구에 적절한 어댑터를 연결합니다.

경고

컬럼이 손상되지 않도록 방지하려면 오븐을 끄기 전에 컬럼 흐름을 차단하십시오.

참고

유량계 튜브 직경은 모델에 따라 다르므로 필요에 따라 어댑터를 유량계 튜브에 맞게 수정하십시오.

고무 어댑터 튜브는 ECD 또는 TCD 배기구에 직접 연결됩니다.



FID에는 별도의 어댑터(19301-60660)가 제공됩니다. 어댑터를 검출기 배기구에 최대한 깊숙이 삽입합니다. 어댑터 O-링을 검출기 배기구에 밀어 넣을 때 저항이 느껴질 것입니다. 삽입할 때는 어댑터를 비틀면서 밀어 넣어 제대로 밀봉되도록 하십시오.



FPD+의 경우 FPD+ 배기구에서 플라스틱 튜브를 제거하고 유량계를 FPD+ 배기 튜브에 직접 연결하십시오. 필요할 경우 검출기 배기구와 유량계 튜브 사이에 1/4인치 튜브 어댑터를 사용하십시오.



8. 유량계를 유량계 어댑터에 연결합니다.
9. 각 가스의 실제 유량을 하나씩 측정합니다.

NPD 유량 측정

1. 다음을 준비합니다.
 - NPD 유량계 어댑터 튜(G1534-60640)



- 유량 측정 인서트(19301-60660)
 - 관심 있는 가스 및 유량에 맞춰 교정된 전자식 유량계
2. 비드를 끕니다.
 3. NPD를 100°C로 냉각합니다.

주의

주의하십시오! 검출기는 화상을 입을 정도로 뜨거울 수 있습니다. 감지기가 뜨거운 경우 손에 화상을 입을 수 있으므로 내열 장갑을 착용하십시오.

4. 비드를 제거하고 재설치할 때까지 주의하여 보관합니다.
5. NPD 유량계 어댑터 튜를 NPD 컬렉터에 삽입합니다.
6. 유량 측정 인서를 NPD 유량계 어댑터 튜에 부착합니다.



7. 유량 측정 인서트 위에 유량계 튜브를 끼우고 유량 측정을 시작합니다.

GC 자체 테스트 수행

1. GC를 끕니다.
2. 1분 동안 기다린 후 GC를 다시 켭니다. 메인 GC 상태 화면이 나타나면 GC가 자체 테스트를 통과한 것입니다.

스플릿 배출구 라인의 역압 점검 또는 모니터링

Agilent는 스플릿/스플릿리스 주입구의 스플릿 배출구 트랩 및 라인에서 역압을 측정하는 내장 테스트를 제공합니다. 이 테스트는 사용자가 선택한 특정 유량에서 스플릿 배출구 유로에 발생하는 압력을 측정합니다. 이 유량은 사용 중인 메서드의 **스플릿 유량** 설정치일 수도 있고 Agilent에서 '일반적인' 값을 비교하기 위해 사용하는 기본값인 400mL/분일 수도 있습니다.

깨끗한 시스템에서 테스트를 실행하면 스플릿 배출구 라인에서 예상되는 역압의 베이스라인을 설정할 수 있습니다. 그런 다음 주기적으로 테스트를 다시 실행하여 크로마토그래피에 영향을 미치기 전에 트랩을 교체해야 하는지 여부를 판단할 수 있습니다.

테스트로 측정되는 압력은 다음에 따라 달라집니다.

- 설치된 라이너
- 사용된 유량

따라서 실제 측정값은 각각의 설정 및 GC 간에 따라 달라질 수 있습니다.

테스트를 통해 다음을 확인할 수 있습니다.

- 라이너 막힘
- 골드 씰 오염
- 스플릿 배출구 라인 내의 막힘(예: 스플릿 배출구 라인 및 트랩 내의 응축된 시료 오염)

이 테스트를 수행하면 설치된 하드웨어의 적합성 여부를 측정할 수도 있습니다. 메서드 설정치와 하드웨어를 사용하여 테스트를 실행하십시오. 측정된 테스트 압력이 원하는 컬럼 헤드 압력에 가까우면, 스플릿 배출구 라인이 조금만 막혀도 GC가 준비 안 됨 상태가 될 수 있음을 의미합니다. 다른 라이너를 설치하거나 방법을 조정하는 것이 좋을 수 있습니다. (스플릿리스 라이너의 경우 먼저 라이너를 다시 설치해 보십시오. 스플릿리스 라이너는 스플릿 라이너보다 더 큰 역압을 발생시키므로 헤드 압력이 낮은 조건에서는 라이너 방향이 조금만 달라도 결과가 달라질 수 있습니다.

스플릿 배출구 막힘 테스트 실행

이 테스트를 수행하려면 다음과 같은 재료가 필요할 수 있습니다.

- 무공 페룰(5020-8294) 및 컬럼 너트(5181-8130) 또는 캐필러리 컬럼 블랭킹 너트(5020-8294)
- 1/4인치 렌치
- 내열 장갑(주입구가 뜨거울 경우)

브라우저 UI:

1. **Diagnostics**(진단) > **Diagnostic Tests**(진단 테스트) > **Inlets**(주입구)를 선택합니다.
2. **Split Vent Restriction Test**(스플릿 배출구 막힘 테스트)를 선택합니다.
3. 브라우저 사용자 인터페이스에 표시되는 안내를 따르십시오.

FID 점화 오프셋 조정

FID 점화 오프셋 조정:

1. **Method**(메서드) > **Configuration**(구성) > **Modules**(모듈)을 선택합니다.
2. 점화 시 **Lit offset**(점화 오프셋) 값은 2.0pA 미만이거나, 정상적인 FID 출력보다 낮아야 합니다.
3. 변경 사항을 저장하려면 **Apply**(적용)를 선택합니다.

FID 불꽃이 점화되었는지 확인

FID 불꽃이 점화되었는지 확인하려면 컬렉터 배기구 위에 거울이나 다른 반사 표면을 대십시오. 지속적인 응축이 발생하면 불꽃이 켜진 것입니다.

일반적으로 FID 출력은 점화되었을 때 5.0~20.0pA이며, 점화되지 않았을 때는 2.0pA 미만입니다.

불꽃이 켜지지 않으면 다음을 수행하십시오.

- 검출기 온도가 150°C 이상인지 확인하십시오. Agilent는 FID를 300°C 이상에서 작동할 것을 권장합니다.
- 정확한 검출기 유량을 확인합니다.
- 제트에 오염이 있는지 점검합니다.
- 제트가 올바르게 설치되었는지 확인합니다.
- 컬럼 연결부의 누설 여부를 확인합니다.

점화 시퀀스 중 FID 점화 장치 기능 확인

주의

이 작업을 수행하는 동안 FID 굴뚝에 신체 부위가 닿지 않도록 안전한 거리를 유지하십시오. 수소를 사용할 경우, FID 불꽃은 보이지 않습니다.

1. 검출기 상단 덮개를 제거합니다.
2. FID 불꽃을 **켜**니다.
3. FID 굴뚝을 통해 점화 장치 플러그를 관찰합니다. 점화 시퀀스 중에 작은 구멍이 발광해야 합니다.

FID 누설 전류 측정

1. 분석 메서드를 로드합니다.
 - 점화에 필요한 유량이 적절한지 확인합니다.
 - 검출기를 작동 온도 또는 300°C까지 가열합니다.
2. FID 불꽃을 끕니다.
3. FID 전위계가 켜져 있는지 확인합니다.
4. **Method**(메서드) > **Detectors**(검출기)를 선택한 다음, **Detector Specifics**(검출기 세부 정보)가 보일 때까지 스크롤합니다.
5. 출력이 안정적이며 1.0pA 미만인지 확인합니다.
출력이 불안정하거나 1.0pA를 초과하는 경우 GC를 끄고 상부 FID 부품의 적절한 조립 여부와 오염 여부를 확인하십시오. 오염이 검출기 내에 국한되어 있다면, FID를 베이킹 아웃하십시오.
6. 불꽃을 켭니다.

FID 베이스라인 출력 측정

1. 컬럼을 설치한 후 점검 메서드를 로드합니다.
2. 오븐 온도를 35°C로 설정합니다.
3. **Method**(메서드) > **Detectors**(검출기)를 선택한 다음, **Detector Specifics**(검출기 세부 정보)가 보일 때까지 스크롤합니다.
4. 불꽃이 점화되고 GC가 준비되면 출력이 안정적이고 20pA 미만인지 확인합니다(이 과정은 다소 시간이 소요될 수 있음).
5. 출력이 안정적이지 않거나 20pA를 초과하는 경우 시스템 또는 가스가 오염되었을 수 있습니다. 오염이 검출기에만 국한되는 경우, FID를 베이크 아웃하십시오.

FID 노이즈의 원인 규명

FID 노이즈는 기계적, 전기적, 화학적 요인에 의해 발생합니다. FID 노이즈는 주관적인 파라미터일 수 있습니다. FID 베이스라인 노이즈는 특정 검출기의 과거 기록이나 실험실 내 다른 검출기와의 비교를 통해 인지도됩니다. 노이즈를 정확히 진단하려면 문서화된 조건 하에서 알려진 표준과 검출기 노이즈를 비교하여 평가해야 합니다. **검출기 노이즈(베이스라인 흔들림, 드리프트, 스파이크 포함)**에서 노이즈에 대한 자세한 정보를 확인하십시오.

검출기 문제를 해결하기 전에 Agilent 데이터 시스템을 사용하여 노이즈 테스트를 수행하십시오. 검출기가 노이즈 테스트에 실패할 경우 아래와 같이 원인을 진단하십시오.

FID 노이즈의 원인 규명:

1. 노이즈 테스트에 실패할 경우, 컬럼을 제거하고 FID를 막은 후 다시 점화하여 H₂/공기 혼합물과 보충 검출기 가스만으로 검출기 노이즈를 다시 평가합니다. 통과하면 컬럼/운반 가스가 오염되었을 수 있습니다.
2. 컬럼이 설치되지 않은 상태에서 노이즈 테스트에 실패한 경우, H₂와 공기만 사용하여 노이즈 테스트를 다시 실시하고 보충 유량을 'Off'(끄기)로 설정합니다. 통과하면 보충 가스가 오염되었을 수 있습니다.
3. 누설 테스트에 실패할 경우, 컬렉터 및 PTFE 절연체, 스프링이 있는 상호 연결부 또는 전체 FID 전위계 어셈블리를 교체하거나 청소합니다.
4. 누설 전류 테스트가 정상이라면 특히 검출기의 기준 전류가 점화 시 20pA를 초과하는 경우 제트 또는 H₂나 공기 검출기 가스 공급원(가스, 튜브, 트랩)이 오염되었을 가능성이 있음을 의심해야 합니다.

NPD 누설 전류 측정

1. 분석 메서드를 로드합니다.
2. **NPD Adjust Offset**(NPD 오프셋 조정)을 **Off**(끄기)로 설정하고 비드를 끕니다.
 - NPD를 작동 온도로 유지합니다.
 - 흐름을 켜거나 끕니다.
3. **Method**(메서드) > **Detectors**(검출기)를 선택한 다음, **Detector Specifics**(검출기 세부 정보)가 보일 때까지 스크롤합니다.
4. 출력(누설 전류)이 안정적이며 1.0pA 미만인지 확인합니다.
5. 출력은 천천히 0.0pA로 떨어지며, 수십분의 1 피코암페어에서 안정화되어야 합니다. 현재 값이 2.0pA를 초과하면 문제가 있음을 나타냅니다.

FID 제트에 막힘이 있는지 확인

FID 점화 문제의 가장 흔한 원인은 제트가 막히거나 부분적으로 막히는 것입니다. 제트가 완전히 막히지 않았음에도 불꽃이 계속 점화되는 경우, 피크 머무름 시간이 길어지는 것이 이차적 증상으로 나타날 것입니다. 제트 막힘 현상은 두꺼운 필름/높은 블리드 또는 충전 컬럼 및 고온 환경에서 가장 흔하게 발생합니다. 컬럼 오븐은 컬럼의 온도 한계 내에서 작동시키는 것이 가장 좋으며, GC 메서드에 설정된 최대 오븐 온도보다 20°C 이상 더 높은 온도에서 FID를 작동시키는 것이 좋습니다. FID 제트가 막히고 있다면, 실제 H₂, 보충 가스, 캐필러리 운반 가스 유량은 GC가 표시하는 값보다 낮아집니다.

FID 제트가 막혔는지 확인하려면 다음을 수행하십시오.

1. 컬럼을 FID에 설치한 상태로 둡니다. 이미 제거한 경우 오븐 내 검출기 컬럼 피팅을 막습니다. (설치된 컬럼을 그대로 두면 컬럼이 제트 내에서 너무 높게 설치되어 오리피스를 막는지 여부를 확인할 수 있습니다.)
2. 보충 흐름을 'Off'(끄기)로 설정합니다. GC 디스플레이에서 실제 보충 유량이 0.0mL/분으로 표시되는지 확인하십시오.
3. 수소 유량을 분당 75mL/분으로 설정합니다. (필요에 따라 이 유량 설정을 위해 H₂ 공급 압력을 높이십시오.)
4. 보충 유량의 '실제' 값을 모니터링합니다.
보충 유량이 1.0mL/분을 초과하는 값으로 표시되면, 제트가 막혔거나 부분적으로 막힌 것입니다. 이로 인해 H₂ 채널의 압력이 보충 채널(EPC 또는 EPR 모듈)로 역류하여 보충 채널에 잘못된 유량 값이 표시됩니다.

또는 노즐을 하우징에서 분리하여 광원에 비춰보십시오. 제트 구멍에 오염 물질이 있는지 확인하십시오. 막혀 있다면 제트를 교체하십시오.

NPD 제트에 막힘이 있는지 확인

검출기 EPC 모듈은 고정된 제한 조건에 대해 교정된 가스 압력을 유지함으로써 유량을 제어합니다. 제트가 막혀 있으면 유량을 정확하게 측정할 수 없게 됩니다.

NPD 제트가 막혀 있는지 확인하려면 실제 수소 및 보충 흐름을 측정하십시오. (**NPD 유량 측정**의 내용을 참조하십시오.) 유량이 표시된 값보다 낮으면 제트를 교체하십시오.

NPD 비드가 점화되었는지 확인

주의

배기 가스가 뜨겁습니다! 검출기 배기 가스는 화상을 입을 만큼 뜨겁습니다.

비드가 점화되었는지 확인하려면 검출기 뚜껑의 배출구를 통해 비드가 주황색으로 발광하는지 확인하십시오.

NPD 출력은 오프셋 조정 프로세스의 일부로 운영자가 선택하며 일반적으로 5.0~50.0pA 사이입니다.

FPD+ 불꽃이 점화되었는지 확인

FPD+ 불꽃이 점화되었는지 확인하려면 다음을 수행하십시오.

1. 검출기 배기구에서 고무 드립 튜브를 제거합니다.
2. 알루미늄 배기구 튜브 근처에 거울 또는 반짝이는 표면을 대십시오. 지속적인 응축이 발생하면 불꽃이 켜진 것입니다.

FPD+ 점화 오프셋 조정

FPD+ **점화 오프셋**을 조정하려면 다음을 수행하십시오.

1. **Method**(메서드) > **Configuration**(구성) > **Modules**(모듈)을 선택합니다.
2. 점화 시 점화 오프셋은 정상적인 FPD+ 출력보다 2.0pA 미만이어야 합니다.
3. 변경 사항을 저장하려면 **Apply**(적용)를 선택합니다.

가스 정제기 교체 시기

Agilent는 GC 시스템에 불순물이 유입되어 오염되거나 컬럼이 손상되는 것을 방지하기 위해 가스 라인에 정제 트랩을 사용할 것을 강력히 권장합니다. 일부 트랩은 산소, 수분 또는 탄화수소 중 하나를 제거하기 위한 단일 용도이며, 복합 트랩은 이러한 오염 물질을 모두 제거합니다.

트랩 교체 시기를 알 수 있는 가장 좋은 방법은 표시 기능이 있는 트랩을 사용하는 것입니다. 이 트랩은 고용량 트랩 뒤에 설치해야 합니다. Agilent는 오염에 따라 색상이 변하는 투명한 유리관으로 된 Gas Clean Filter 시스템과 같은 유리 표시형 트랩을 사용할 것을 권장합니다. 이러한 색상 변화를 통해 분석가는 트랩을 교체할 시기를 알 수 있습니다.

표시형 트랩을 사용하지 않는 경우, 교체 주기는 제조업체의 권장 사항을 따르는 것이 가장 좋습니다. 일반적으로 제조업체는 각 트랩으로 정제할 수 있는 가스 실린더의 수를 명시합니다. 원하는 경우 대략적인 계산을 통해 트랩 교체 시기를 추정할 수 있습니다. 예를 들어, 순도 99.995%의 헬륨을 함유한 표준 'K' 크기 실린더(7,800L)가 있다고 가정해 보겠습니다. 최악의 상황으로 남은 0.005%가 모두 산소라고 가정할 경우 실린더 안에는 O_2 가 약 39mL, 즉 56mg 정도 남아 있을 것입니다. 예를 들어, Agilent의 OT3 산소 트랩은 600mg의 O_2 를 포집할 수 있습니다. 따라서 OT3 트랩을 실린더 10개를 사용하면 교체해야 합니다. 이는 대략적인 추정치일 뿐이며, 트랩은 너무 늦게보다는 일찍 교체하는 것이 현명합니다.

장치의 준비 상태 무시

기본적으로 GC는 구성된 모든 장치(주입구, 검출기, 밸브 박스 히터, 밸브, 오븐 히터, EPC 또는 EPR 모듈 등)의 상태를 모니터링하며, 모든 장치가 설정치에 도달하면 준비 상태가 됩니다. GC가 이러한 장치 중 하나에서 문제를 감지하면 GC는 준비 상태가 되지 않거나, 자체 보호 또는 안전 위험을 방지하기 위해 종료 상태로 전환될 수 있습니다. 그러나 장치의 준비 상태가 런 시작을 방해하지 않도록 하고 싶을 수 있습니다. 중요한 예로는 주입구 또는 검출기 히터가 결함이 있는 경우가 있습니다. 일반적으로 이러한 결함이 발생하면 GC가 준비 상태가 되지 않고 런을 시작하지 못합니다. 그러나 GC가 이 문제를 무시하도록 설정하여 장치가 수리될 때까지 다른 주입구 또는 검출기를 계속 사용할 수 있습니다.

모든 장치를 무시할 수 있는 것은 아닙니다. 주입구, 검출기, EPC/EPR 모듈 또는 오븐의 준비 상태는 무시해도 됩니다. 다른 장치 및 구성 요소의 준비 상태는 무시할 수 없습니다. 예를 들어, 스위칭 밸브 또는 자동 액체 샘플러와 같은 주입 장치가 이에 해당됩니다.

장치의 상태 무시:

1. 필요에 따라 장치의 히터와 가스 흐름을 차단합니다. (안전상의 위험을 초래하지 않도록 유의하십시오.)
2. **Settings(설정) > Configuration(구성)**을 선택한 다음, 요소를 선택합니다.
3. **Readiness(준비 상태)** 필드에서 **Enable(사용)** 확인란의 선택을 해제합니다.

장치가 수리될 때까지 GC를 사용할 수 있습니다.

경고

설정치에 도달하는지 여부를 신경 쓰지 않는 이상, 사용 중인 장치의 준비 상태를 무시하지 마십시오.

고장난 장치를 수리한 후에는 반드시 **Ignore Ready = False(준비 완료 상태 무시 = False)**로 복구하십시오. 그렇지 않으면 이 장치를 분석에 사용하더라도 장치 상태(온도, 유량, 압력 등)는 계속 무시됩니다.

기기 준비 상태를 고려하려면 **Ignore Ready(준비 완료 상태 무시)**를 **False**로 설정하십시오.

www.agilent.com

© Agilent Technologies, Inc. 2026

G2790-91024

2026년 5월
미국에서 인쇄

