

## 멀티버스 스위치 매트릭스를 사용한 많은 핀 수의 반도체 파라미터 테스트 가속화



## 서론

빠르게 변화하고 경쟁이 치열한 반도체 산업에서는 새롭고 혁신적인 제품의 시장 출시 기간이 매우 중요합니다. 그러나 공급업체의 브랜드 평판이 성패를 좌우하므로 제품의 모든 측면에 대한 장기적인 신뢰성을 보장하기 위해 장치 개발 단계에서 광범위한 테스트를 수행해야 하며, 이는 다양하고 까다로운 고객 환경에서 일관되게 작동해야 합니다.

신뢰성 검증은 시험 대상 반도체(DUT)를 온도, 습도 및 물리적 스트레스의 극한 환경에서 반복 테스트하는 긴 프로세스입니다. 목표는 DUT에 결함을 일으켜 결함 원인과 과정을 조사하고 문제를 해결하는 것입니다.

인가된 각 스트레스 주기 동안 또는 그 후에, 특정 구조가 요구되는 설계 기준을 DUT가 여전히 충족하는지 확인하기 위해 반도체 웨이퍼 또는 패키지 기판에 적용된 전용 테스트 구조의 전기적 테스트 및 특성 분석을 포함하는 일종의 파라미터 테스트를 일반적으로 거칩니다. 테스트는 일반적으로 소스/측정기기(SMU)에서 수행되며 간단한 저항 측정부터 일정한 범위의 전류 대 전압(IV) 또는 커패시턴스 대 전압(CV) 측정까지이며, 그림 1에 표시된 것처럼 일반적으로 켈빈 4-선 연결을 통해 시험기기-DUT 간 상호 연결 저항을 제거합니다.

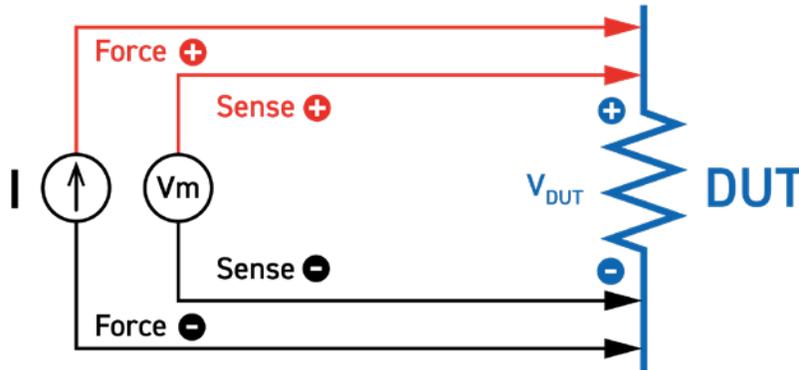


그림 1 - 켈빈 4-단자 저항 측정 구성

예를 들어, 최신 서버 CPU 패키지를 테스트할 때 DUT 핀의 총 수가 수백 개 또는 수천 개에 달할 수 있으므로 각 파라미터 테스트에 대해 DUT 핀 쌍에 걸쳐 SMU를 순차적으로 빠르고 안정적으로 연결하려면 핀 수가 많은 자동 스위칭 시스템이 필요하며 4-선식 측정의 경우 모든 핀에 2개의 개별적인 테스트 연결이 필요합니다.

IC 설계자들은 품질 저하 없이 신뢰성 테스트를 가속화하기 위해 끊임없이 노력하기 때문에, 파라미터 테스트 시스템은 많은 수의 DUT 핀에 대한 테스트 시간을 최소화하도록 설계되어야 합니다. 이 목표를 달성하는 비교적 간단한 방법 중 하나는 두 개의 SMU를 서로 다른 쌍의 DUT 핀에 병렬로 연결하고 동시에 파라미터 측정을 기록하여 전체 테스트 시간을 효과적으로 절반으로 줄이는 것입니다. 이러한 전략을 바탕으로 피커링은 최대 12개의 SMU를 동시에 DUT에 병렬로 연결하여 매우 빠른 4-선 파라미터 테스트에 특별히 최적화된 많은 핀 수를 갖춘 스위치 매트릭스 플랫폼을 생산하기 위해 반도체 선두 제조업체와 긴밀히 협력하였습니다.

## 피커링 모듈형 스위치 매트릭스 플랫폼

[65-221](#)은 그림 2와 같이 고밀도 확장 가능한 매트릭스 솔루션을 제공하도록 설계된 모듈형 스위칭 시스템입니다.



그림 2 - 6개의 플러그인 매트릭스 모듈이 장착된 65-221 LXI 모듈형 새시.

이 제품은 컴팩트한 2U 랙마운트 인클로저에 산업 표준 [LXI 호환 이더넷 제어 모듈형 새시\(65-200-002\)](#)로 구성되어 있습니다. 이 새시는 최대 6개의 플러그인 매트릭스 모듈을 수용할 수 있으며, 각 모듈은 피커링 정밀기기 등급 리드 릴레이를 사용하는 2개의 128x4 서브 매트릭스로 구성되어 긴 수명과 뛰어난 낮은 신호 스위칭 성능을 제공하며 최대 1A 및 150VDC의 신호 처리가 가능합니다. 사용자는 DUT 핀 수에 필요한 플러그인 모듈의 수를 지정하고 필요한 경우 모듈을 추가하여 현장에서 매트릭스 채널 수를 확장할 수 있습니다.

새시 백플레인에는 전원, 제어 신호 및 12개의 아날로그 버스를 플러그인 간에 분배하며, 각 버스는 그림 3과 같이 절연 릴레이를 통해 모든 플러그인의 128x4 서브 매트릭스의 Y-버스로 라우팅할 수 있는 4개의 레인으로 구성됩니다. 그 결과 플러그인은 하나의 1536x4 매트릭스부터 12개의 개별 128x4 매트릭스에 이르기까지 다양한 스위칭 구성을 매우 유연하게 구성할 수 있습니다.

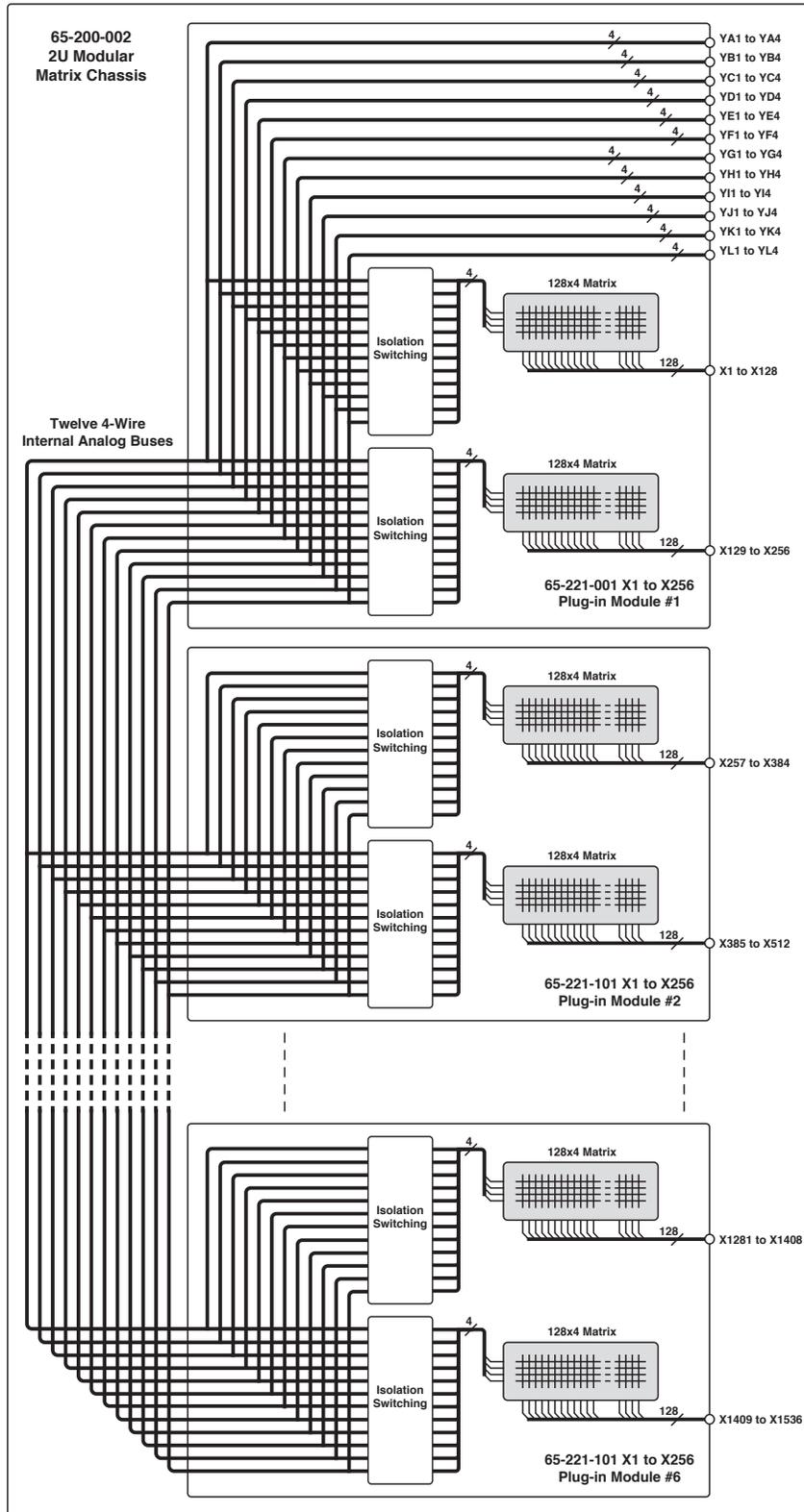


그림 3 - 65-221 개요 회로도

## 대규모 병렬 파라미터 테스트

12개의 4선 아날로그 버스는 최대 12개의 SMU를 동시에 사용하는 고도의 병렬 파라미터 테스트 어플리케이션을 가능하게 합니다. 각 SMU의 4선 연결은 아날로그 버스를 통해 6개의 플러그인 모듈에 걸쳐 있는 12개의 개별 128x4 서브 매트릭스의 Y-버스 라인으로 라우팅될 수 있으며, 따라서 모든 DUT 핀에 연결할 수 있습니다. 그림 4는 이에 대한 구체적인 예를 보여주며, 각 SMU는 개별 서브 매트릭스에 연결되고 인접한 DUT 핀 사이의 저항을 측정하는 데 사용됩니다.

12개의 SMU가 동시에 4선 파라미터 측정을 수행합니다. 그런 다음 각 서브 매트릭스의 X 연결이 다음 세트의 2개 DUT 핀으로 연결되며, 이 프로세스는 SMU당 최대 32회(128개의 서브 매트릭스 X 연결을 4로 나눈 값), 즉 6개 플러그인에서 총 384회의 저항 측정에 대해 반복됩니다.

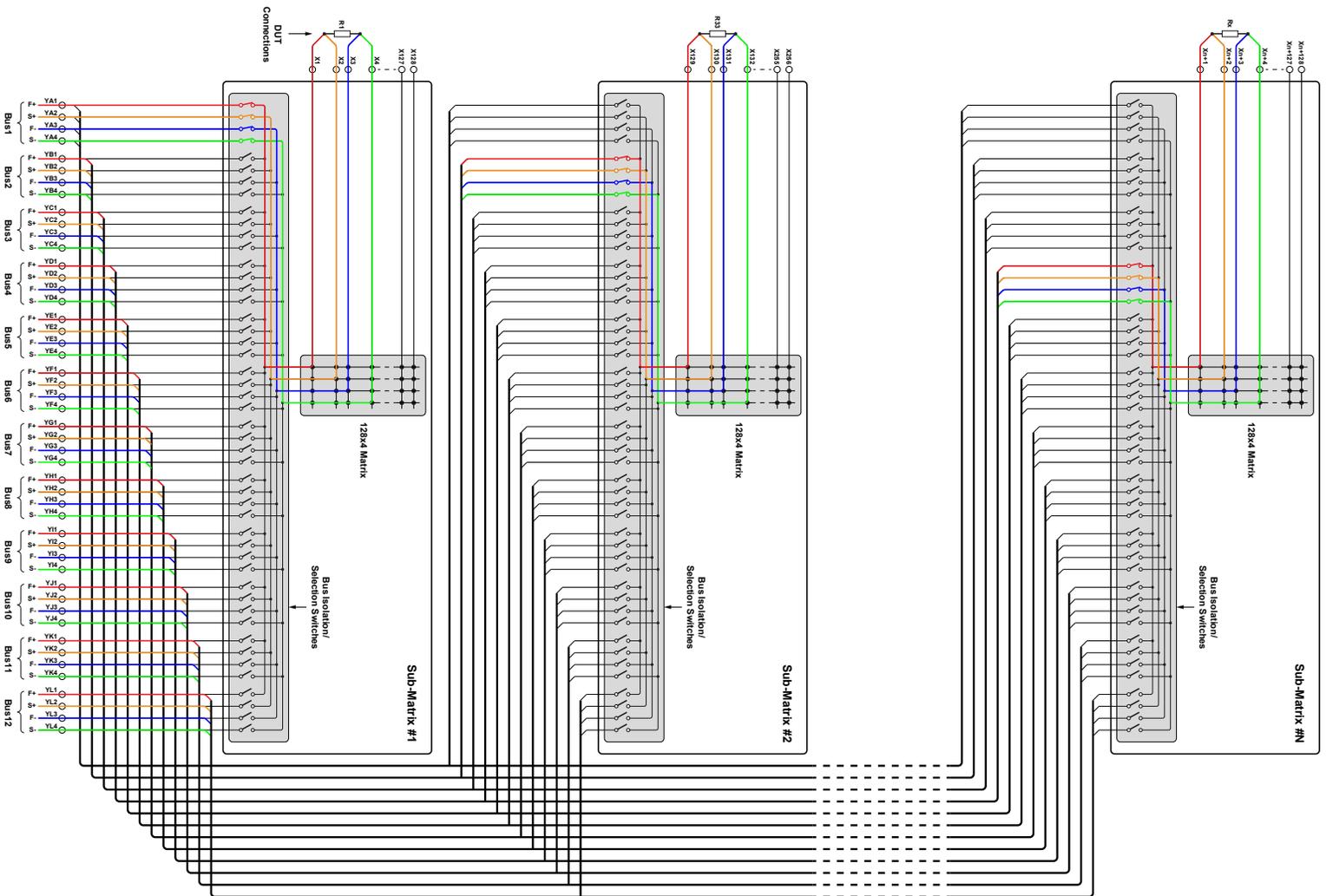


그림 4 - 65-221 병렬 파라미터 테스트를 위해 12개의 개별 128x4 행렬로 구성

## 스캔 목록 시퀀싱 및 트리거링

측정 반복 속도를 최적화하기 위해 [65-221 새시](#)에 스캔 목록 순차 실행 기능이 내장되어 있어서 모든 개별 측정에 대한 스위치 설정 순차를 새시 컨트롤러 펌웨어에 저장한 후 마스터 기기로 지정된 SMU 중 하나로부터 하드웨어 “준비” 트리거를 발생함으로써 스위칭이 순차적으로 실행됩니다. 필요한 스위치 설정이 완료되면 새시는 마스터 기기에 “준비” 트리거를 발생하고, 모든 SMU가 파라미터 측정을 수행하고 온보드 메모리에 기록하도록 요청합니다. SMU로부터 “측정 완료” 신호를 수신하면 마스터 기기는 매트릭스에 “준비” 트리거를 전송하고, 그러면 스캔 목록의 다음 스위치 설정이 작동하며 이 과정이 반복됩니다. 저장된 모든 SMU 측정값은 이후 분석될 수 있습니다.

스위치 상태 순차가 LXI 컨트롤러에 저장되므로 호스트 CPU와 이더넷 트래픽의 부담이 크게 줄어들어 전체 시스템 지연 시간이 줄어듭니다.

## 어플리케이션 유연성

DUT가 1536개 이상의 테스트 연결이 필요한 경우, 각 장치 사이에 12개의 4-선 버스를 데이지 체인 방식으로 연결하여 하나 혹은 그 이상의 65-221 매트릭스 시스템을 쉽게 추가할 수 있습니다. 피커링 Connect 사업부는 표준 또는 맞춤형 케이블 조립체를 제공하며 필요한 케이블을 제조할 수 있습니다. 복잡한 스위칭 시스템의 프로그래밍을 단순화하기 위해 피커링의 [Switch Path Manager](#) 자동 신호 라우팅 어플리케이션을 사용하면 필요한 여러 릴레이 작업을 CONNECT(SMU7\_HI, DUT\_274)와 같은 하나의 끝점-끝점 명령으로 해결할 수 있습니다.

어플리케이션에 적은 수의 SMU가 필요한 경우, 12개 대신 최대 6개까지의 SMU를 지원하는 저렴한 비용의 65-221 플러그인 버전이 존재합니다. 다양한 DUT 어플리케이션에 대응하기 위해 피커링은 Y축 신호 및 아날로그 버스 수가 다른 세 가지 버전의 매트릭스 플러그인, 즉 6 버스/8 신호(65-223) 폭, 3 버스/16 신호(65-225), 1 버스/32 신호(65-227)를 개발했으며 모두 65-221과 동일한 65-200-002 새시를 사용합니다.

## 유지 보수성

매트릭스에 장착된 피커링 리드 릴레이는 정상 작동 조건에서 매우 안정적인 성능을 발휘합니다. 하지만 기계 부품이기 때문에 기계적 내구성이 있으며 최대 작동 사양을 초과하는 신호가 인가되면 결함이 발생할 수 있습니다. 매트릭스는 파라미터 테스트 시스템의 핵심이므로 릴레이 결함으로 인한 가동 중단은 전체 신뢰성 테스트 프로그램에 심각한 영향을 미칠 수 있습니다. 65-221은 이러한 잠재적 문제를 해결하여 평균 무고장 시간(MTTR)을 최소화하도록 설계되었습니다. 플러그인 모듈의 각 128x4 서브 매트릭스는 그림 5와 같이 고신뢰성 소켓을 통해 플러그인에 연결되는 4개의 32x4 플러그온 매트릭스 모듈로 구성됩니다.

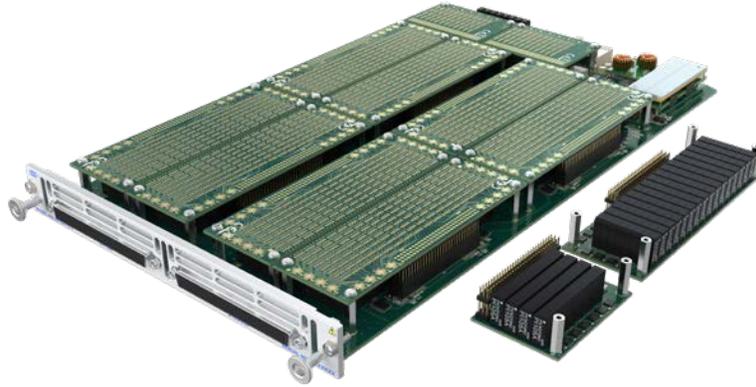


그림 5 - 쉽게 교체 가능한 플러그온 모듈을 보여주는 65-221 서버 매트릭스 플러그인.

아날로그 버스를 각 서버 매트릭스에 연결하는 절연 릴레이도 유사한 플러그온에 있습니다. 릴레이 결함이 의심되는 경우, 피커링은 결함이 있는 릴레이를 찾을 수 있는 두 가지 진단 테스트 툴을 제공합니다. 65-221에는 특정 플러그인 및 대부분의 경우 개별 플러그온 모듈까지 결함을 진단할 수 있는 통합 **BIRST (Built-In Relay Self-Test)** 툴이 있습니다. 예비 모듈을 보유하고 있다면 결함이 있는 모듈을 예비 모듈로 교체할 수 있습니다. 그런 다음 매트릭스를 재조립하고 다시 테스트하여 신속하게 테스트를 재개할 수 있습니다. 예정된 유지보수 기간 중 결함이 있는 플러그온을 새시에 다시 장착하고 피커링의 eBIRST 어플리케이션으로 테스트할 수 있습니다. 여기에는 각 플러그인 사이에 연결된 두 개의 외부 USB 제어 테스트 툴이 사용되며 모든 릴레이의 기능을 빠르고 정확하게 테스트합니다(그림 6 참조). 문제가 있는 릴레이는 모두 스루홀 방식으로 쉽게 제거하고 교체할 수 있으며, 모든 플러그인에는 예비 릴레이가 포함되어 있습니다. 수리가 완료된 플러그온은 다시 테스트한 후 예비 재고로 돌려보내기 때문에 나중에 다시 사용할 수 있습니다

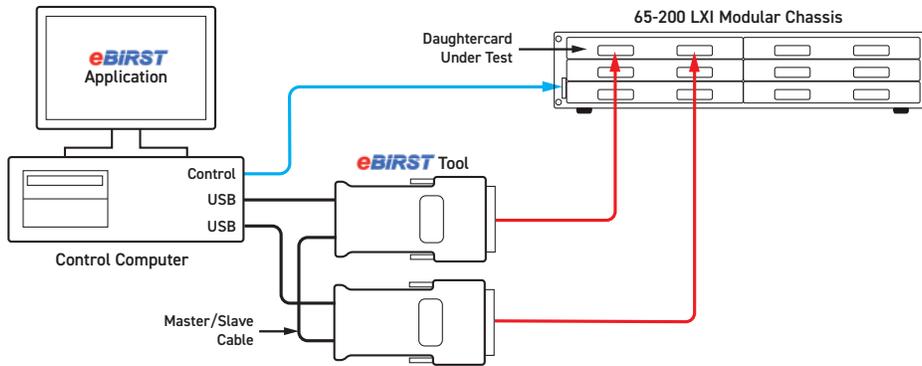


그림 6 - 65-221 LXI 스위치 유닛 테스트를 위한 eBIRST 진단 테스트 툴 시스템

## 요약

파라미터 테스트는 반도체 디바이스 신뢰성 테스트에 필수적이지만 핀 수가 많은 디바이스에서는 긴 절차가 될 수 있습니다. 반도체 제조업체가 신제품 설계의 출시 시간을 단축할 수 있도록 피커링은 대규모 병렬 파라미터 테스트를 용이하게 하고 디바이스 검증 주기 시간을 크게 단축할 수 있는 고속, 낮은 MTTR의 유연한 스위치 매트릭스 플랫폼을 개발했습니다.

기술 지원이 필요하신 경우, 전화, 웹사이트 방문 또는 이메일을 통해 당사에 문의주시기 바랍니다.

## 보증

피커링 인터페이스에서 제조한 모든 제품은 프로그램 가변 전원 공급 장치를 제외하고 원 구매자에게 배송된 날로부터 3년 동안 자재 및 제작기술의 결함에 대해 보증됩니다. 이 기간 내에 결함이 발견되는 모든 제품은 피커링 인터페이스의 재량에 따라 수리 또는 교체됩니다.

보증 기간 외에 서비스 및 수리를 받은 제품은 90일 동안 보증됩니다.

연장 보증 및 서비스도 이용할 수 있습니다. 필요하신 경우, 전화, 웹사이트 방문 또는 이메일을 통해 당사에 문의주시기 바랍니다.

## 환경정책

피커링 인터페이스는 ISO 14001과 유사한 환경 관리 시스템에 따라 운영됩니다.

피커링 인터페이스는 모든 관련 환경 법규를 준수하고 폐기물 및 환경 방출을 줄이기 위해 노력합니다. 피커링 인터페이스는 환경과 직원, 고객, 시민의 건강과 안전을 보호하는 방식으로 제품을 설계하고 운영하는 것을 목표로 합니다. 피커링 인터페이스는 안전하고 환경 친화적인 방식으로 생산, 유통, 사용, 재활용 또는 폐기할 수 있는 제품을 개발 및 제조하기 위해 노력합니다.

## 전 세계 기술 지원 및 제품 정보

### 피커링 인터페이스 영업본부

Stephenson Road, Clacton-on-Sea, CO15 4NL United Kingdom

Tel: +44 (0)1255-687900

e-mail: [sales@pickeringtest.com](mailto:sales@pickeringtest.com)

### 미국

Tel: +1 781 897 1710

e-mail: [ussales@pickeringtest.com](mailto:ussales@pickeringtest.com)

### 프랑스

Tel +33 9 72 58 77 00

e-mail: [frsales@pickeringtest.com](mailto:frsales@pickeringtest.com)

### 독일

Tel: +49 89 125 953 160

e-mail: [desales@pickeringtest.com](mailto:desales@pickeringtest.com)

### 스웨덴

Tel: +46 340-69 06 69

e-mail: [ndsales@pickeringtest.com](mailto:ndsales@pickeringtest.com)

### 체코

Tel: +420 558 987 613

e-mail: [desales@pickeringtest.com](mailto:desales@pickeringtest.com)

### 중국

Tel: +86 4008 799 765

e-mail: [chinasales@pickeringtest.com](mailto:chinasales@pickeringtest.com)

**© Copyright (2024) Pickering Interfaces.**

해당 자료의 모든 저작권은 피커링 인터페이스에게 있습니다.

이 출판물의 어떤 부분도 피커링 인터페이스 서면 허가 없이 어떤 형태나 수단으로도 복제, 전송, 전사, 번역 또는 저장할 수 없습니다.

본 문서에 포함된 기술적 세부 사항은 사전 통지 없이 변경될 수 있습니다.



FM38792