

백서

자동차 산업의 FMLB (First-Mate-Last-Break) 접지 접점

전자장치의 결함을 줄일 수 있는 기회



다운로드(무료):
www.zvei.org/first-mate-last-break



결함, 원인 및 해결
방법 목록



저작권

백서

자동차 산업의 FMLB(First-Mate-Last-Break) 접지 접점
전자장치의 결함을 줄일 수 있는 기회
결함, 원인 및 해결 방법 목록

-----○
발행인:

ZVEI – German Electrical and Electronic Manufacturers' Association e.V.
Electronic Components and Systems (ECS) Division
PCB and Electronic Systems (PCB ES) Division
Lyoner Straße 9, 60528 Frankfurt am Main, Germany
전화: +49 (0)69 6302 - 276
팩스: +49 (0)69 6302 - 407
전자 메일: zvei-be@zvei.org
www.zvei.org/ecs

다운로드(무료):

www.zvei.org/first-mate-last-break

ZVEI 연락처:

Dr. Stefan Gutschling
전자 메일: gutschling@zvei.org

기술 담당자:

워킹 그룹 회장
Christoph Thienel
Robert BOSCH GmbH
Engineering Integrated Circuits - Quality (AE/EIQ)
PO 1342, 72703 Reutlingen, Germany
전자 메일: Christoph.Thienel@de.bosch.com

사진:

Franz Binder GmbH & Co. Elektrische Bauelemente KG
FCI Automotive Deutschland GmbH
HARTING KGaA
Lumberg Holding GmbH & Co. KG
Robert BOSCH GmbH
Zollner Elektronik AG
ZVEI e.V.

레이아웃/표지 사진:

Patricia Lutz, ZVEI e.V.

편찬일:

2011년 7월

본 문서 내용의 정확성을 유지하기 위해 모든 노력을 기울였지만 이러한 내용과 관련된 어떠한 법적 책임도 지지 않습니다.

All rights reserved. ZVEI의 사전 서면 승인 없이 어떠한 형식 또는 방법(인쇄, 사진, 마이크로필름 또는 기타)으로 본 발행물 또는 번역물을 복제 또는 전송할 수 없습니다.

백서를 위한 실무 위원회 구성원:

Analog Devices GmbH
Automotive Lighting Reutlingen GmbH
Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. KG
Delphi Deutschland GmbH
FCI Automotive Deutschland GmbH
Franz Binder GmbH & Co. Elektrische Bauelemente KG
Freescale Semiconductor Deutschland GmbH
HARTING KGaA
Hella KGaA Hueck & Co.
Infineon Technologies AG
Intedis GmbH & Co. KG
Keller Consulting Engineering Services
LEONI AG
Robert BOSCH GmbH
STMicroelectronics Application GmbH
TE Connectivity (formerly Tyco Electronics AMP GmbH)
Valeo Group Expertise and Services
Vishay Semiconductor GmbH
Webasto AG
Yazaki Europe Limited
Zollner Elektronik AG

다음 기업도 백서 내용에 동의합니다.

Continental Automotive, Division Interior
KOSTAL Kontakt Systeme GmbH
NXP Semiconductors Germany GmbH

목차

용어 및 정의	4
머리말	5
1 핫 플러깅 설명	6
2 핫 플러깅으로 인해 발생하는 결함	8
3 해결된 커넥터 시스템	14
4 채택 시나리오	19
5 요약	20
6 부록: FMLB 개념을 적용한 커넥터 시스템 예	21

용어 및 정의

자동차 배선에 사용되는 용어 및 약어

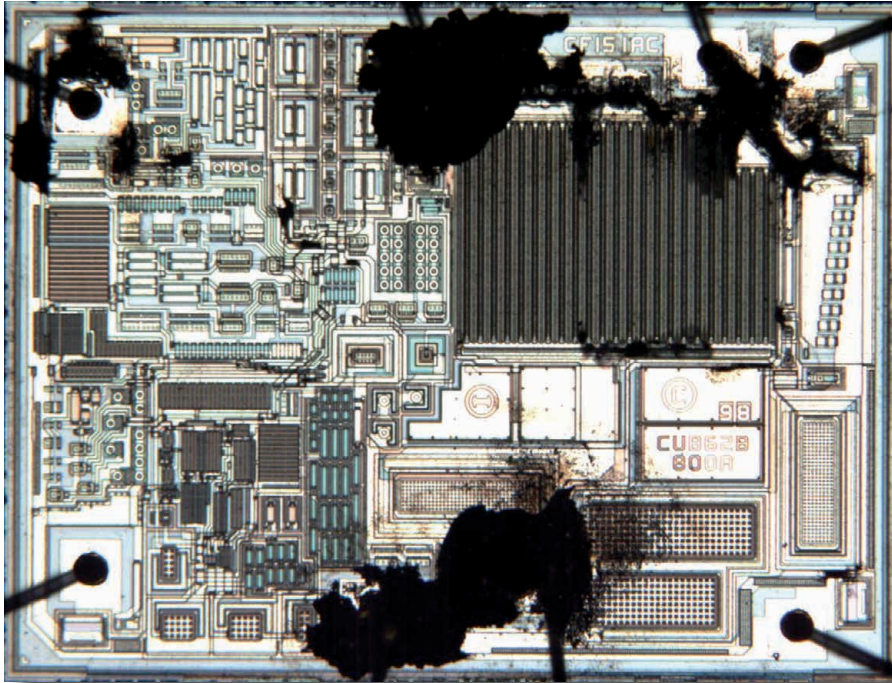
CAN 버스	차량에 장착된 전자 구성품간의 정보교환을 위한 통신선
FMLB	FMLB는 First-Mate-Last-Break의 약어이며 최초 연결된 지점이 마지막으로 분리되도록 설계된 접점을 의미합니다.
LIN 버스	차량에 장착된 전자 구성품간의 정보교환을 위한 통신선
터미널 15	점화 스위치를 켜 상태에서 터미널 30을 통해 공급되는 배터리 전압
터미널 30	배터리로부터의 영구적인 전압 공급
터미널 31	접지 지점(음극; 일반적으로 차체)
트랜시버	데이터 전송 및 수신을 위한 전자 회로

결함 분석에 사용되는 추가 약어:

ECU	전자 제어 장치 (Electronic Control Unit)
EOS	전기 과부하 (Electrical Overstress)
ESD	정전기 방전 (Electrostatic Discharge)
핫 플러깅	전압 공급 상태에서 연결 또는 분리

머리말

전압 공급 상태에서 전자 제어 장치(ECU) 커넥터를 연결/분리할 경우(핫 플러깅) 반도체가 전기 과부하(EOS)에 의해 손상될 수 있습니다.



핫 플러깅에 의해 손상된 반도체

Bosch가 수행한 조사 결과에 의하면, 자동차 ECU에서 이러한 반도체 결함 중 상당 부분은 FMLB 접점을 사용하여 방지할 수 있는 것으로 입증되었습니다.

FMLB는 First-Mate-Last-Break의 약어이며 최초 연결된 지점이 마지막으로 분리되도록 설계된 접점을 의미합니다.

본 백서의 목적은 "자동차 산업의 FMLB(First-Mate-Last-Break) 접점"이라는 주제를 가지고 FMLB 접점의 커넥터 설계 및 소개와 관련된 정보를 제공하는 것입니다.

여러 선도적인 공급업체(Tier 1 및 Tier 2)가 이 문제에 대해 개요 및 일반적인 해결 방안을 제공할 목적으로 전문적인 의견을 제시하고 있습니다.

추가적인 전자 보호 기능인 FMLB 접점의 채택은 자동차 산업에서 무결함 목표를 실현하는데 있어서 중요한 전제 조건입니다.

1 핫 플러깅 설명

핫 플러깅은 전압이 공급되는 상태에서 자동차 또는 구성품(예를 들어 도어 등)에 연결된 점점의 연결 및 분리를 의미합니다.

핫 플러깅은 고의적이거나 실수이거나 관계 없이 자동차 생산, 작동, 유지 보수 및 튜닝을 통해 **발생할 수 있는 상황**이며, 점화 스위치 온 및 오프 모두 적용됩니다.

구성품의 경우 핫 플러깅은 테스트, 제어 및 조정 상황에서 주로 발생합니다.

대표적인 예:

- 안테나 설치 및 테스트
- 운전석 클러스터 설치 및 테스트
- 애프터마켓 구성품 추가장착(예: 섀루프 또는 보조 히팅)
- 실험실 내에서의 엔진 작업
- 엔진 조립
- 전조등 조립 후 테스트
- 도어 설치 및 테스트

1.1 점화 스위치 온

자동차 제조 또는 수리 시 차량 전기 장치(Vehicle Electric System)에서 구성품을 추가하거나 제거합니다. **핫 플러깅**

1.2 점화 스위치 오프

일반적으로 점화 스위치를 끄면 전압이 차량 구성품에 공급되지 않기 때문에 전자장치 손상 없이 각 연결부를 연결 또는 분리할 수 있는 것으로 **오해**합니다.

그러나 차량 전기 장치(Vehicle Electric System)는 점화 스위치를 끄더라도 계속해서 많은 구성품에 전압을 공급합니다. 터미널 30에서 공급 받는 제어 장치는 점화 스위치 오프 상태에서도 전압 공급 상태입니다(대기 모드 포함).

예(일부 예)

- 대기 모드 상태의 에어백
- 커밍 훔(전조등 계속 점등)
- 전동식 창문
- 주차 브레이크 시스템
- 핸즈프리 자동차 키트
- 게이트웨이
- 실내 공기 환기장치
- 실내 제어 시스템
- 트렁크 KIT 메카니즘(미국; 내부에서 트렁크 개방 가능)
- 에어컨 및 냉각 팬 작동 제어
- 네비게이션 시스템
- 라디오
- 후방 미러(접이식)
- 보조 히팅
- ECU 기록된 오류 업데이트

핫 플러깅 설명

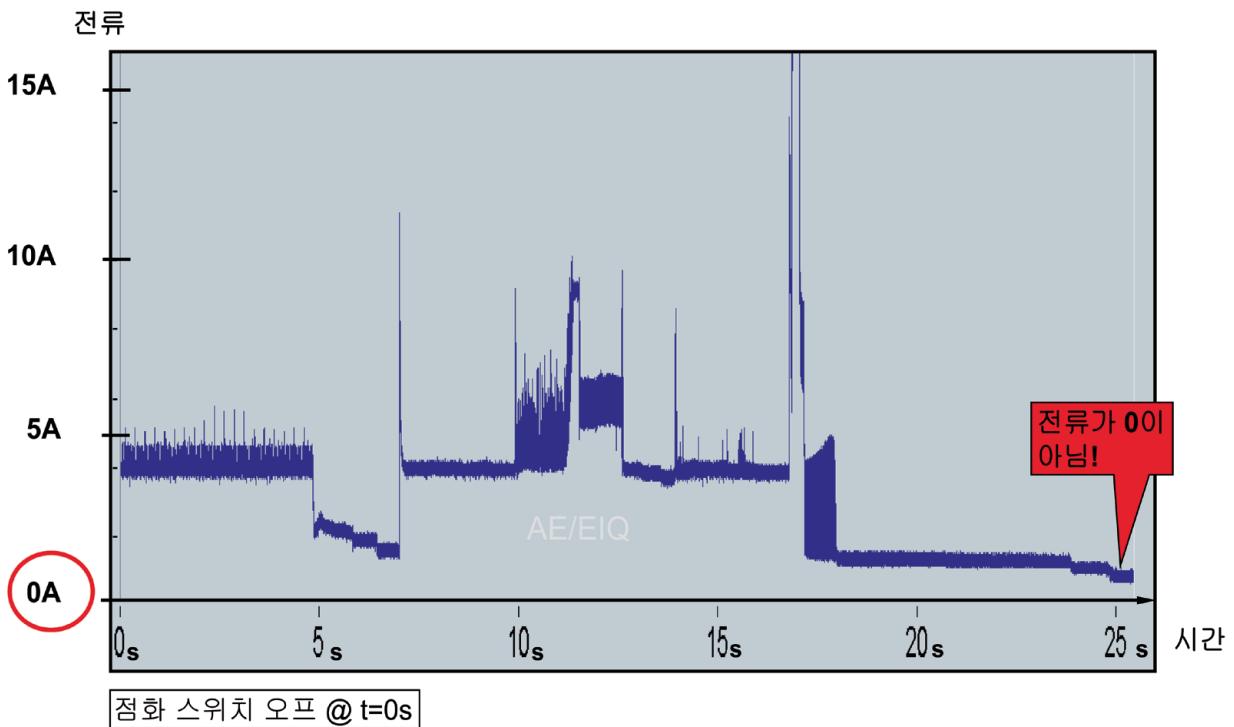
- 스로틀 밸브 테스트 수행
- 시계
- 스마트키 시스템

점화 스위치를 끈 후에도 고전류가 몇 분 동안 차량 전기 장치(Vehicle Electric System)를 통해 전달됩니다. 이 시간 동안 연결되거나 분리된 각 연결부로 인해 차량 전기 장치(Vehicle Electric System)에서 정의되지 않은 과도 전류가 발생할 수 있습니다. 이러한 과도 전류가 전자 구성품을 사전에 손상하거나 영구적으로 파괴할 수 있습니다.

핫 플러깅(자세한 내용은 섹션 2 "핫 플러깅으로 인해 발생하는 결함" 참조)

최신 자동차의 배터리 접지 케이블에서 측정되는 다음 전류 예가 이러한 상황을 설명합니다.

전류가 몇 분 동안 시스템을 통해 100mA부터 몇 암페어가 흐르며 순간 최고치는 더욱 높습니다.



차량 전기 장치(Vehicle Electric System)를 통한 전류 흐름은 점화 스위치를 끈 후에도 한참 동안 0에 도달하지 않습니다.

이것은 핫 플러깅이 자동차 내에서의 구조적인 현상임을 의미합니다.

2 핫 플러깅으로 인해 발생하는 결함

최신 자동차의 경우 많은 ECU가 서로 간에 데이터 버스를 통해 연결됩니다. 예를 들어 핫 플러깅의 경우 과도 전류가 연결부의 일부가 아닌 ECU에서 버스를 통해 전달되어 이러한 ECU를 손상시킵니다.

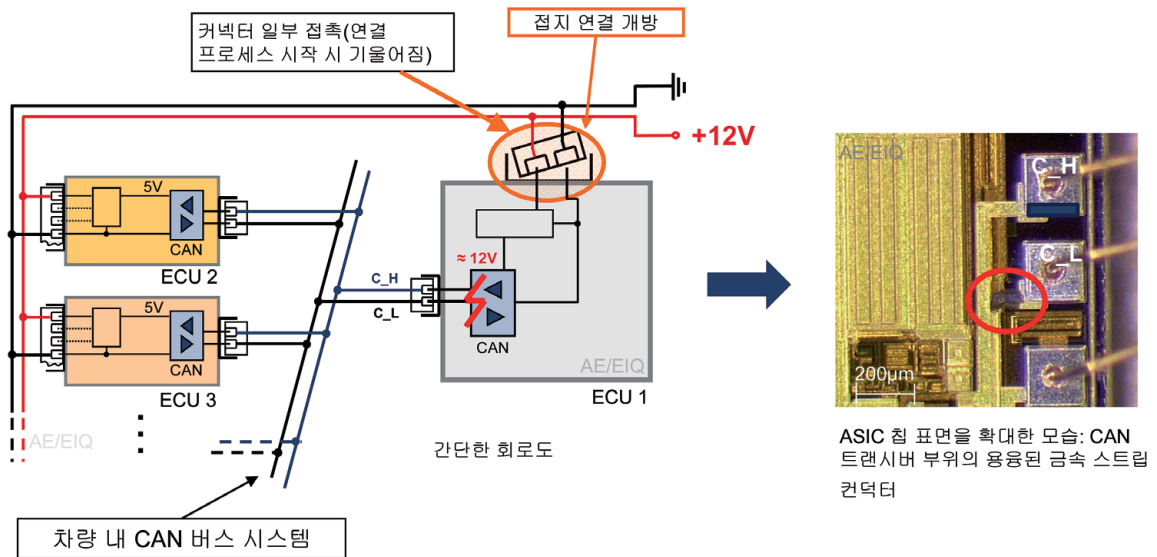
일반적으로 이러한 상호 작용은 손상된 장치의 실제 결함 원인에 대한 적절한 결함 분석과 식별을 방해합니다.

다음 실제 결함의 예는 유명한 기업에서 제공한 것입니다.

2.1 CAN 버스 예

기계적 측면에서 설명

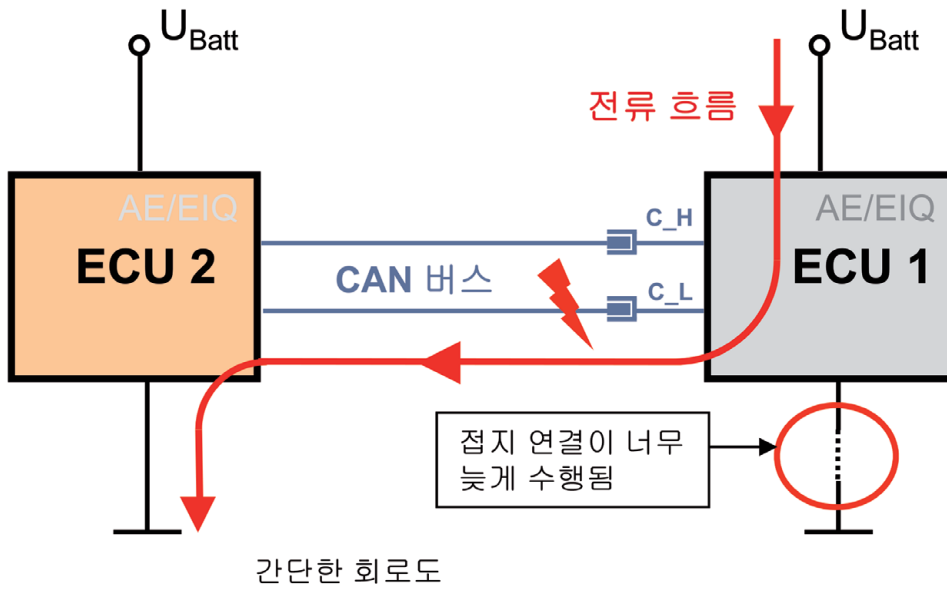
전압 공급 상태에서 장치를 연결할 때(핫 플러깅) 플러그를 약간 기울여 소켓 커넥터에 삽입할 경우 접지가 가장 나중에 연결될 수 있습니다. 잠시 동안 접지 연결이 끊기 때문에 과도 전류가 발생하여 반도체를 손상합니다.



ECU 2가 자동차에 설치되어 있고 ECU 1이 추가된 경우

핫 플러깅으로 인해 발생하는 결함

위에서 설명한 상황의 전기 회로도



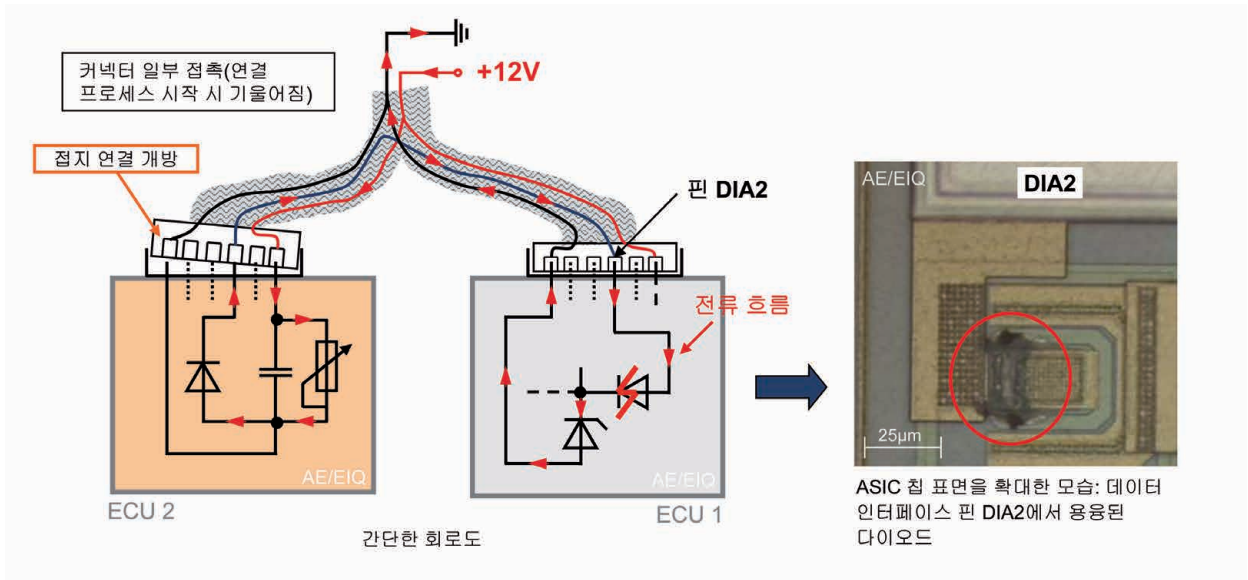
결함 메커니즘이 잠재적으로 통신 버스를 통해 연결된 모든 전자 구성품에 영향을 줄 수 있습니다.

관련 ECU가 서로 다른 공급 업체에 의해 공급되기 때문에 결함을 분석하기 매우 어렵습니다. ECU 2가 손상되지 않은 경우 ECU 1의 전기 과부하를 설명하기 어렵습니다.

2.2 진단 라인 예

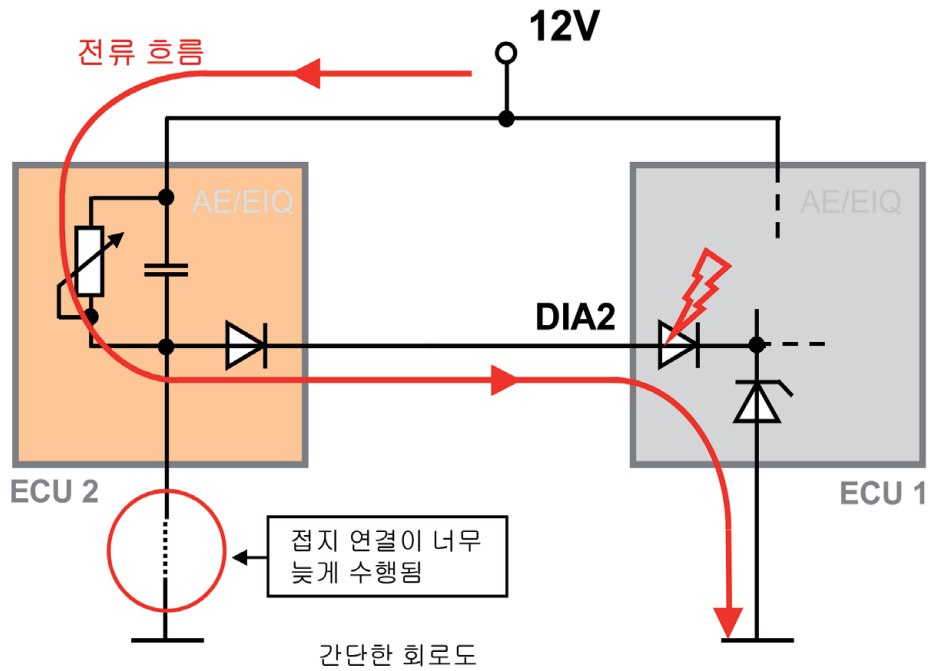
기계적 측면에서 설명

핫 플래킹 동안 접지 연결 개방으로 인해 ECU2를 연결하는 과정에서 ECU 1에 발생한 손상을 설명하는 그림.



ECU 1이 자동차에 설치되어 있고 ECU 2가 추가된 경우

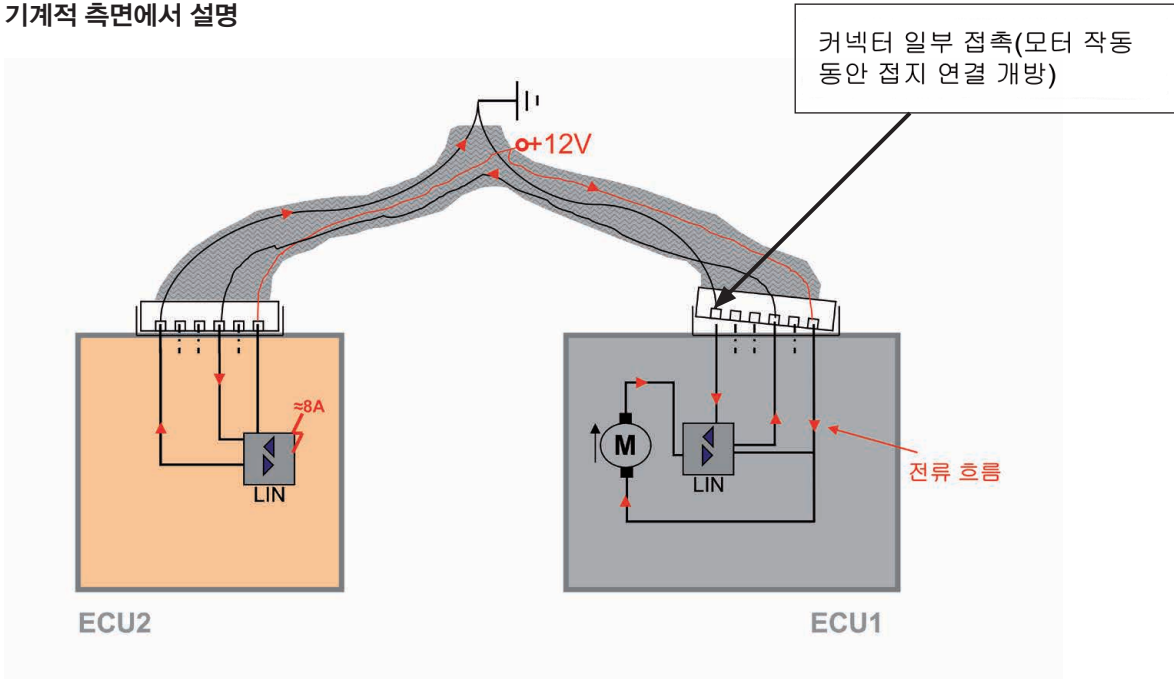
전기적 측면에서 설명



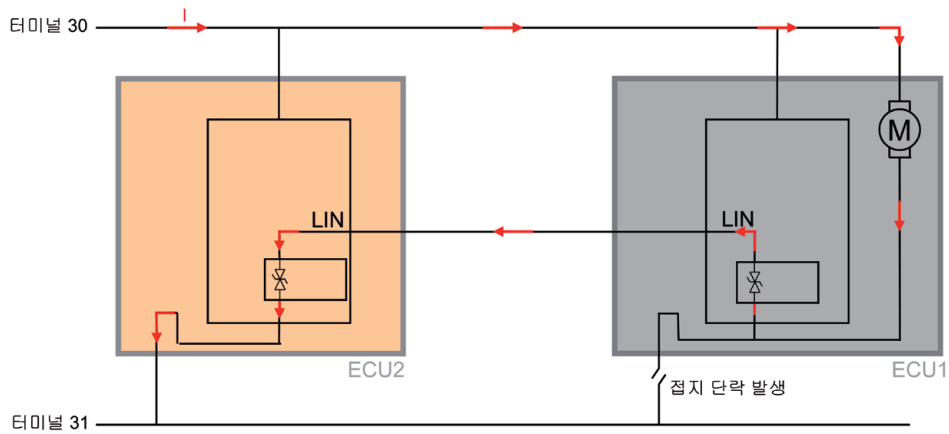
손상을 방지하려면 접지 연결이 적시에 수행되어야 합니다.

2.3 전동식 창문 예

기계적 측면에서 설명



전기적 측면에서 설명

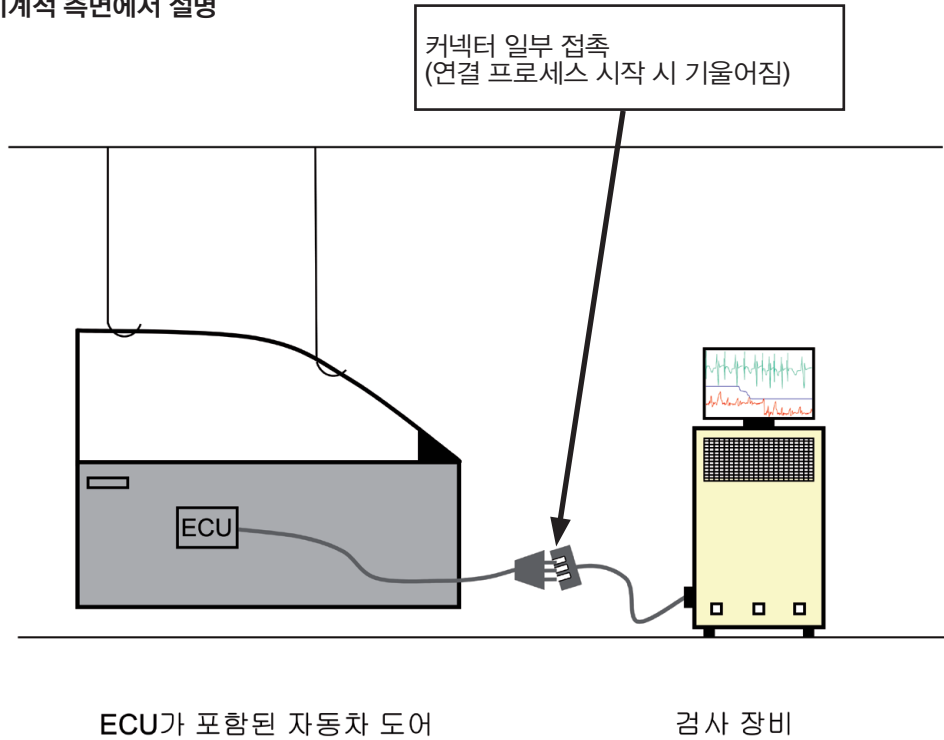


접지 케이블이 모터 작동 동안 단락됩니다(핫 플러깅). 결과적으로 상호 유도 전압으로 인해 ECU1 내의 전압이 높아지는 현상이 발생합니다.

이 접지 오프셋은 LIN 버스를 통해 ECU 2로 전송되며 이로 인해 반도체가 파손될 수 있습니다.

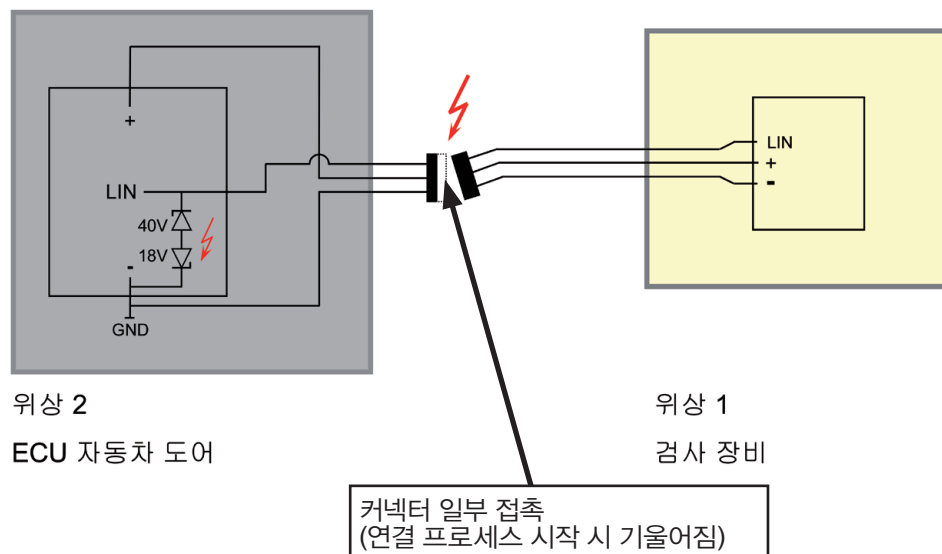
2.4 도어 어셈블리 예

기계적 측면에서 설명



자동차 도어 조립 및 테스트 동안 ECU의 반도체가 핫 플러깅 및 FMLB 접지 접점 누락으로 인해 파손될 수 있습니다.

전기적 측면에서 설명



이유는 도어 및 검사 장비 사이 접지 위상의 전압 차이 때문입니다. 서로 다른 접지 위상으로 인해 과도 전류가 도어 전자장치 및 검사 장비 사이에 흐릅니다.

이 예에서 접지 연결 이전에 LIN 연결이 수행된 경우 과도 전류가 LIN 트랜시버를 통해 흐릅니다. LIN 트랜시버를 통해 흐르는 전류가 LIN 트랜시버를 손상하거나 파손할 수 있습니다.

일반적으로 다음이 적용됩니다.

증가하는 통합 수준, 적은 패키지 공간 및 높은 성능 사양으로 인해 점차 작은 반도체 구조가 필요하게 되었으며 이로 인해 전기제품의 정격용량이 줄어들게 됩니다.

참고:

향상된 ESD 보호 기능이 EOS 손상을 방지하거나
줄이지 못합니다.

3 해결된 커넥터 시스템

3.1 1개 또는 여러 개의 커넥터에 대한 플러그 장/탈착 순서(전원, 신호)

3.1.1 자동차 전자 구성품 또는 배선 하네스측 단일 커넥터

연결하는 동안 접지 핀이 먼저 맞물려 있고 분리하는 동안 마지막으로 제거되어야 합니다 (First-Mate-Last-Break).

3.1.2 자동차 전자 구성품측 복수의 커넥터

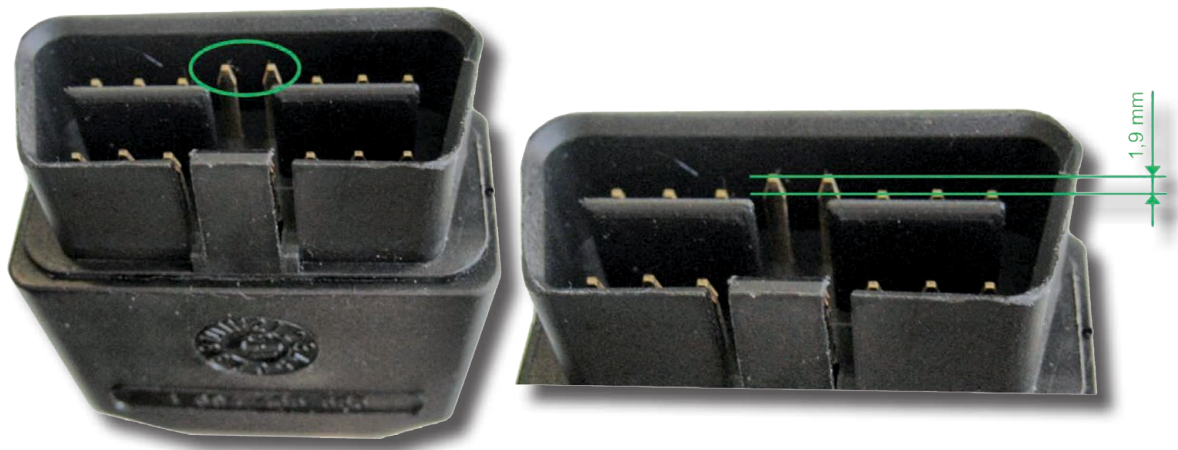
각 커넥터 및 각 연결 프로세스의 경우 데이터 라인보다 먼저 접지에 연결하여야 하며, 분리시 역순으로 해야 합니다.

3.2 자동차 생산, 작동, 유지 보수, 수리 및 튜닝에 사용되는 커넥터 시스템

3.2.1 온보드 진단 II (On Board Diagnostics - OBD-II)

OBD-II 커넥터는 점화 스위치 온 및 오프 상태에서 안전한 연결을 보장하기 위해 FMLB 접지 핀과 결합되기에 본보기가 됩니다. **핫 플러깅**을 위해 특별히 설계되었으며, 자동차 분야에서 표준화되고 일반적으로 구현되는 유일한 커넥터입니다.

자세한 내용은 ISO 15031-3을 참조하십시오.



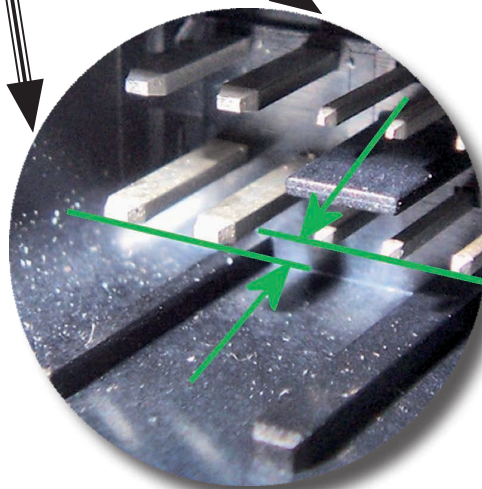
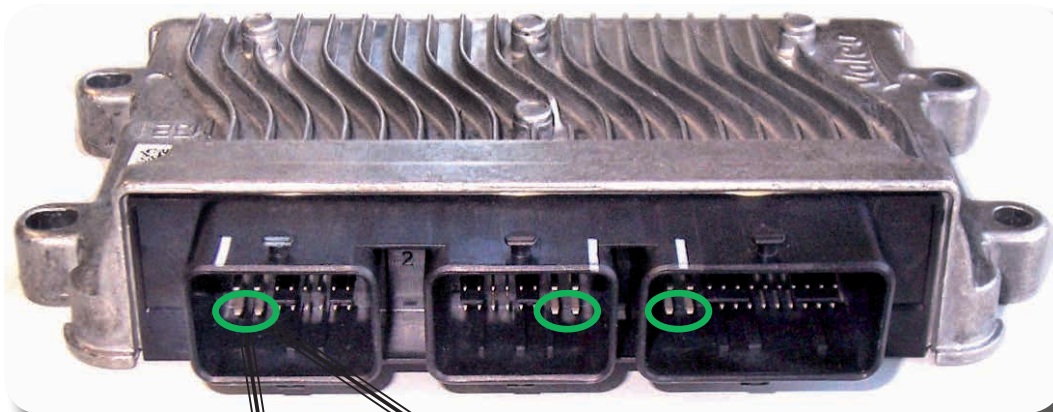
FMLB 접점을 가진 OBD-II 커넥터

3.2.2 자동차 분야의 기타 해결 방법

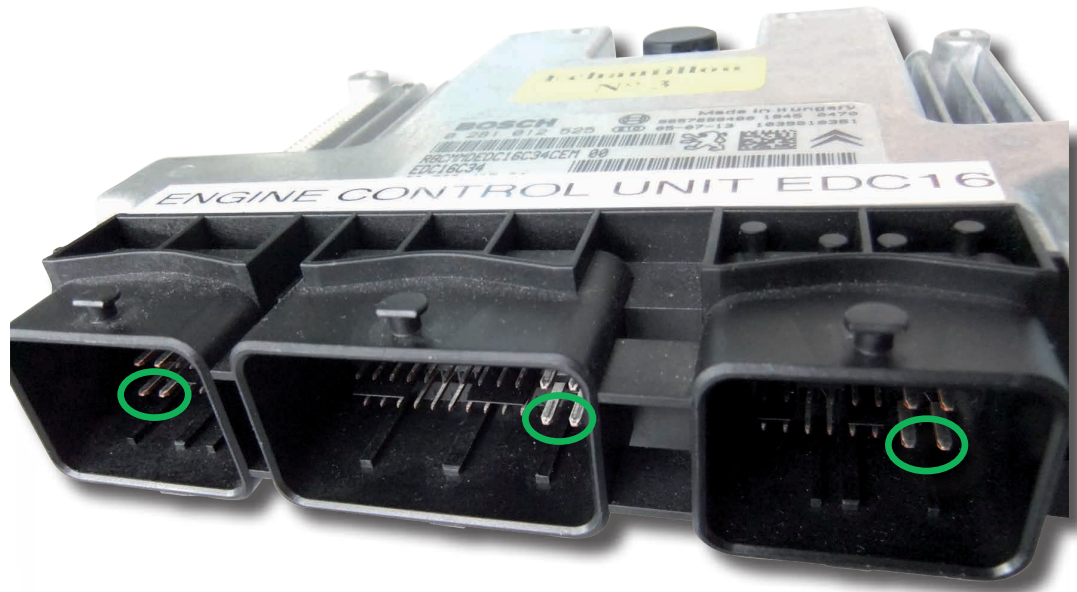
최신 자동차의 인포테인먼트 기능이 USB 인터페이스에 장착되어 서로 다른 핀 길이를 표준으로 제공하기 때문에 핫 플러깅에 적합합니다.

핫 플러깅을 방지하기 위해 전자 제어기에서 FMLB를 적용한 사례는 매우 드뭅니다.

다음은 몇 가지 예입니다.



FMLB 접점을 가진 Peugeot/Citroën용 Valeo 제어 장치 J34P



FMLB 접점을 가진 Peugeot/Citroën용 Bosch 제어 장치 EDC 16



Continental

Easy - U

A2C30907000

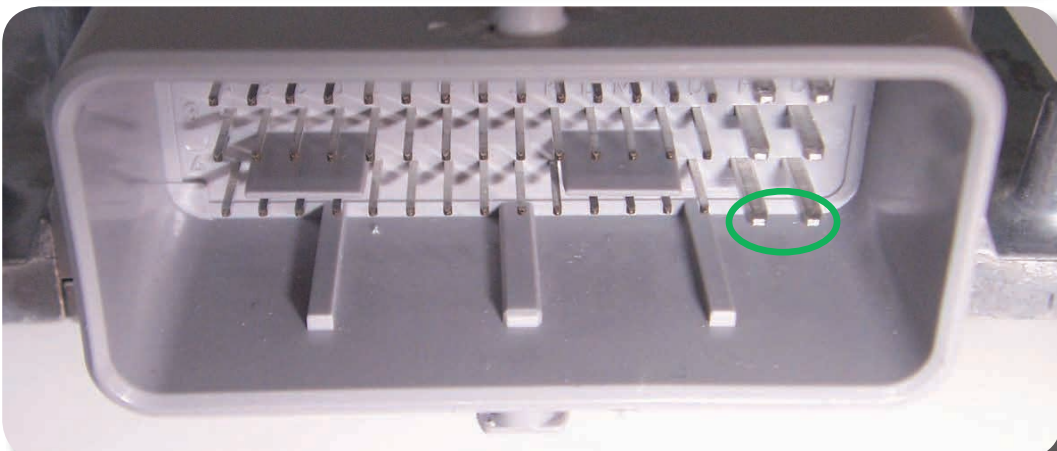
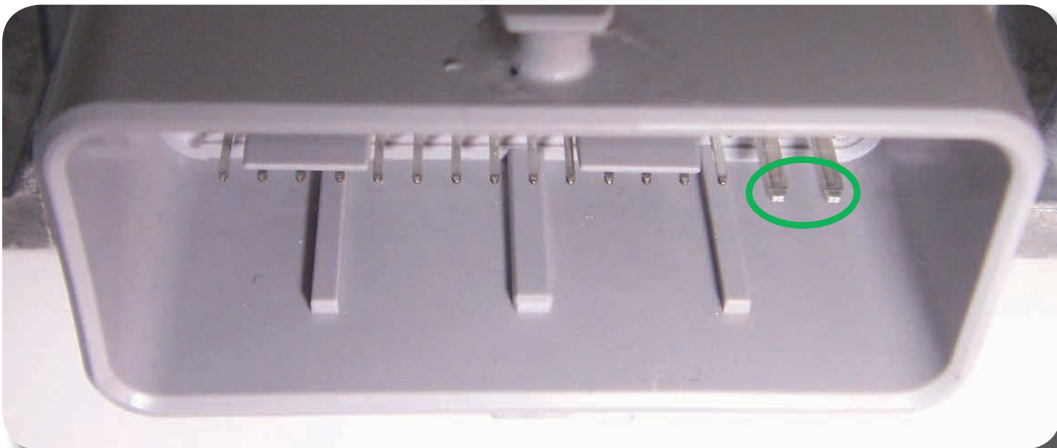
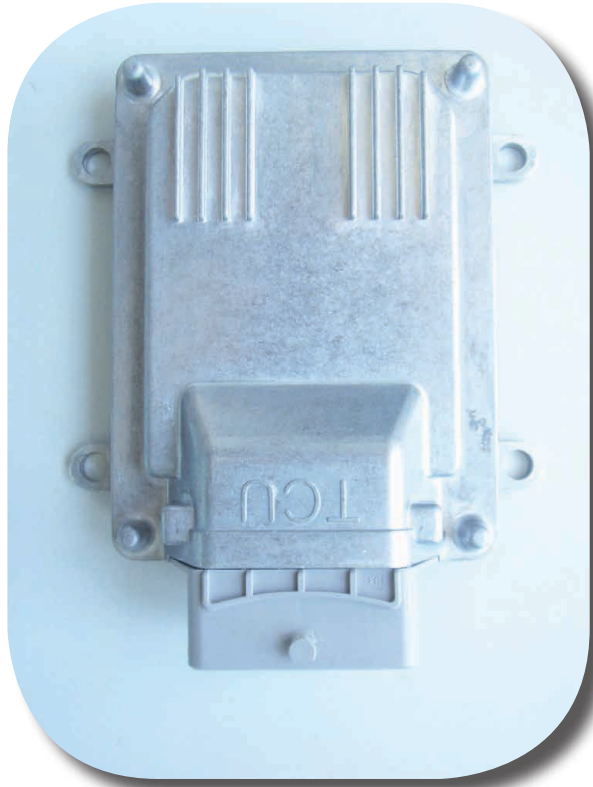
C 04.04.11/1 0164



3612000 - EG01A

Made in China

FMLB 접점을 가진 Continental 제어 장치



FMLB 접점을 가진 중국 공급업체 제어 장치

결론

이러한 긍정적인 예를 제외하고, 다른 모든 커넥터 시스템은 과도 전류가 흐를 수 있습니다. 이로 인해 본 백서에서 설명한 것처럼, 제어 장치 내 전자 구성품의 전기 과부하 및 손상이 발생할 수 있습니다.

추가적인 설명

모든 구성품간의 연결은 FMLB 접점에 의하여 보호되어야 합니다.

몇 가지 예(일부 예):

- 제어 장치 프로그래밍("플래싱")을 위한 검사 장비
- 외주 업체에서 모든 하위 프로세스 적용
- 인터페이스에 연결된 확장 케이블(예를 들어 검사 장비가 너무 멀리 떨어진 경우의 OBD-II)

기계적 측면에서의 고려 이외에 FMLB 접점에 대해 필요한 **전류 정격 용량**을 정의해야 합니다. 인입 부분은 잠시 동안만 충전됩니다. 따라서 낮은 전류 정격 용량으로도 충분할 수 있습니다.

제어 장치에 인입 연결부가 장착된 경우 보호 기능이 적용된다고 간주할 수 있습니다. 그러나 인입 연결부가 배선 하네스의 카운터 플러그에 장착된 경우 배선 하네스의 호환 가능한 플러그에 FMLB 접점이 없다면 제어 장치와 자동차는 더 이상 보호되지 않습니다.

FMLB 접점에 대한 대안으로 특정 환경 하에서 추가 보호 조치를 통해 제어 장치의 전자장치를 보호할 수도 있습니다.

그러나 이러한 대안도 다음과 같은 **다양한 단점**이 있습니다.

- 보호용 전기/전자 부품 비용
- 구성품을 위한 패키지 공간 필요
- 구성품을 위해 작동 전압 필요 또는 전압 강하 발생
- 구성품으로 인해 전체 신뢰성 감소
- 회로 성능 저하(예: CAN 버스)

보호 회로를 적용할 경우 파괴 펄스를 완전히 알 수 없기 때문에 이 방법도 보통은 세부적으로 지정할 수 없습니다.

보호 회로를 위해 상당한 시간과 노력이 투자됨에도 불구하고 높은 회로 결함 위험이 있습니다.

4 채택 시나리오

4.1 호환성

기본 개념은 기존의 제품을 변경하지 않는 것입니다. 자동차 제조업체는 FMLB 접점을 새 제품과 새 커넥터 연결에서 구현할 것을 요구 받습니다.

비용 문제로 인해 기존 시스템에 더 이상 적용할 필요가 없으며 FMLB 접점을 시작 단계부터 새로운 설계에 바로 포함할 수 있기 때문에 기술 및 비용 측면에서 최적의 해결 방법을 보장합니다.

4.2 자동차 배선 하네스 및 커넥터 시스템의 변경 사항에 대한 최근 토론

현재, 자동차 배선 하네스와 관련하여 일부 변경 사항에 대해 조사 중입니다. 이것은 FMLB 접점을 광범위한 분야에 채택하기 위한 최적의 시점입니다.

몇 가지 토론된 변경 사항의 예:

- 배선 하네스 생산 관련 자동화가 증가하고 있습니다.
- 케이블의 구리 단면적을 줄여 커넥터를 변경할 수 있습니다.
- 배선 하네스에 새로운 인터페이스를 생성하여 다른 자동차 또는 다른 제조업체의 구성품을 사용하고 통합할 수 있습니다.
- 일부 케이블을 알루미늄 재질로 교체.
- 플랫 케이블 사용
- 새 데이터 버스 시스템(이더넷) 채택
- 예를 들어 LED 전조등과 같은 신제품

4.3 비용 절감 잠재력

2011년의 예를 통해 커넥터에 FMLB 접점을 채택함으로써 구현할 수 있는 글로벌 비용 절감 잠재력에 대한 대략적인 추정치:

전 세계적으로 제조된 자동차	70백만
전 세계적으로 제조된 자동차 반도체(ASIC, 컨트롤러)	84억

FMLB 접점을 적용할 경우 결함률은 1ppm 감소하고 1회 결함에 대한 비용은 5,000유로이기 때문에 다음과 같은 비용 절감이 가능합니다.

방지된 결함(84억 개 반도체 중 1ppm)	8,400개
결함당 전체 비용	5,000유로
모든 결함에 대한 전체 비용	42,000,000유로
자동차 1대당 총 절감 비용(42백만 유로/70백만)	0.6유로/자동차

FMLB 개념을 적용한 이 새로운 커넥터 인터페이스를 표준화할 경우 추가 비용 절감 잠재력을 얻을 수 있습니다.

5 요약

많은 산업 분야에서, FMLB 접점은 오늘날 이미 안전한 연결 프로세스를 보장합니다.

이러한 접점은 신호 및 전원 라인을 연결하기 전에 접지 연결을 구성하기 때문에 사람과 전자장치를 안전하게 보호합니다.

이것은 자동차 산업에도 혜택을 줄 수 있는 장점입니다.

현재 반도체에서 발생하는 많은 EOS 결함의 상당 부분을 예방할 수 있습니다. 특히 대규모 사고 방지에 유용합니다.

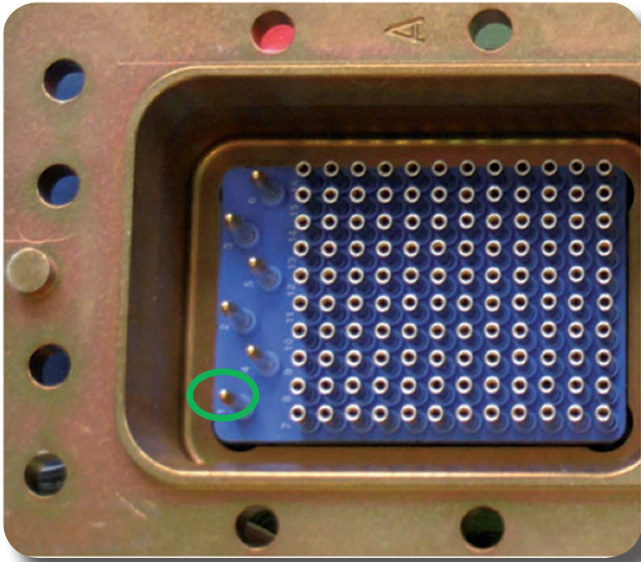
이 조치는 무결함 목표 실현에 상당히 기여할 것입니다.

커넥터 시스템의 관점에서 볼 때, 자동차 제조업체가 FMLB 접점 채택을 시작해야 합니다("탑 다운"). 관련 모든 당사자가 자체 예비 고려 사항을 수립해야 하며 이에 해당하는 특별한 일정표가 필요합니다.

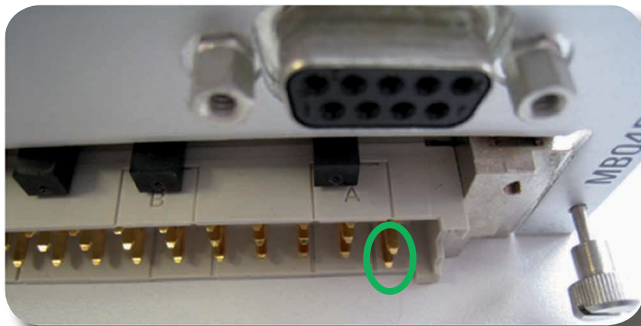
6 부록

FMLB 개념을 적용한 커넥터 시스템 예

6.1 항공



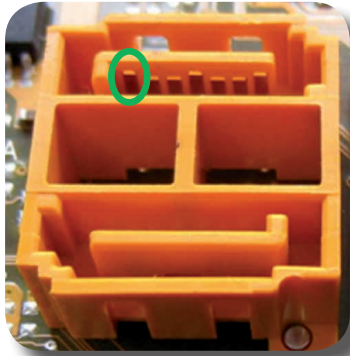
6.2 철도



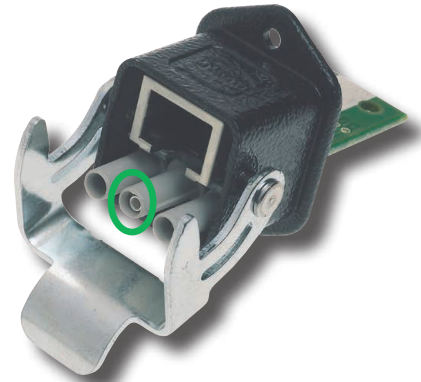
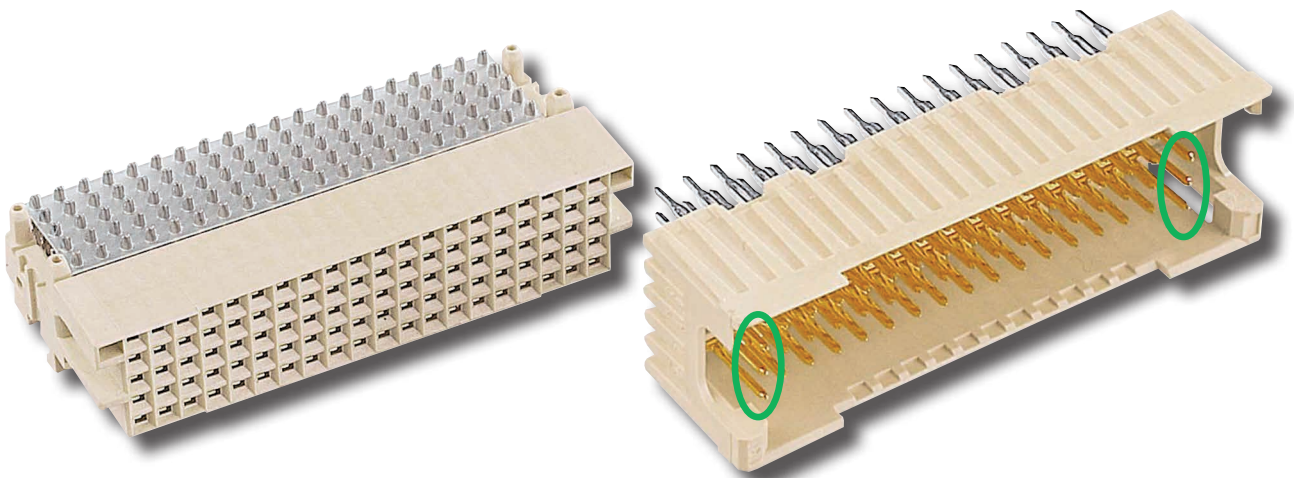
6.3 가정용 전력 공급



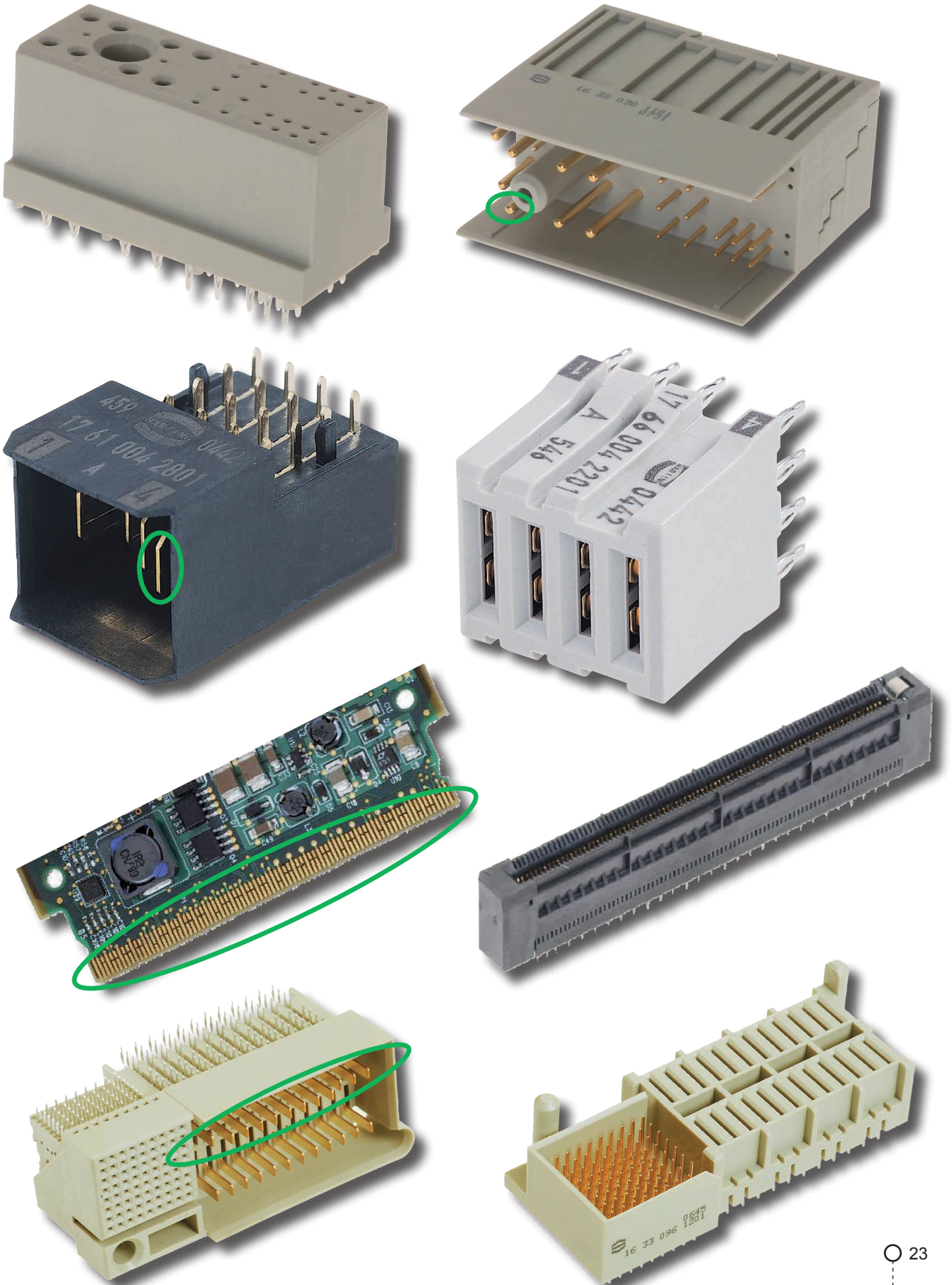
6.4 개인용 컴퓨터



6.5 전화 통신



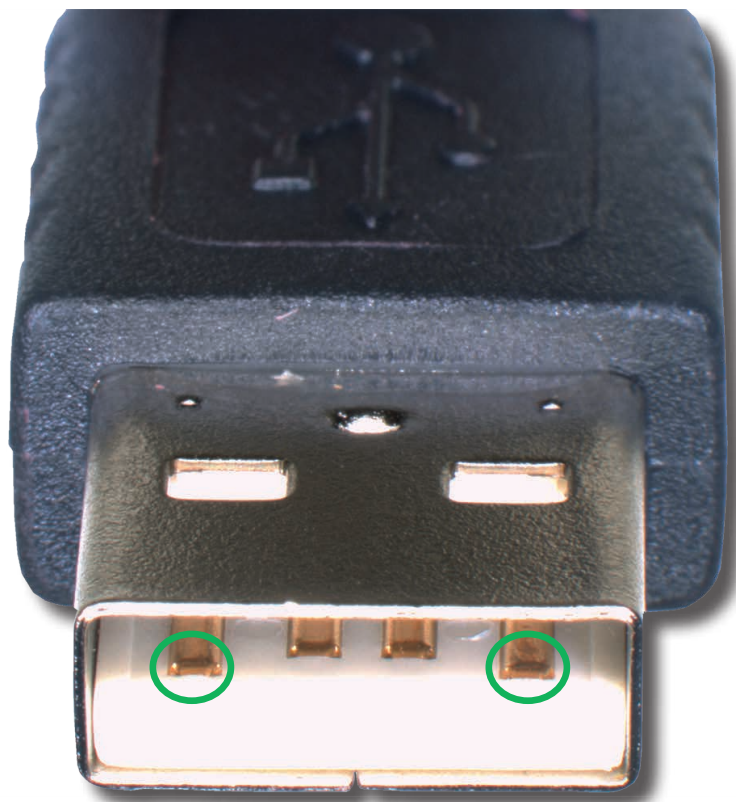
(6.5 전화 통신 계속)



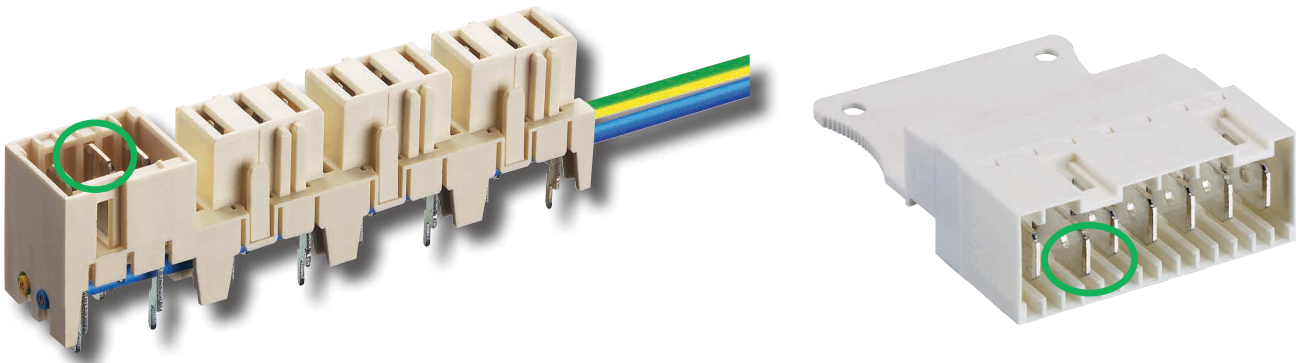
(6.5 전화 통신 계속)



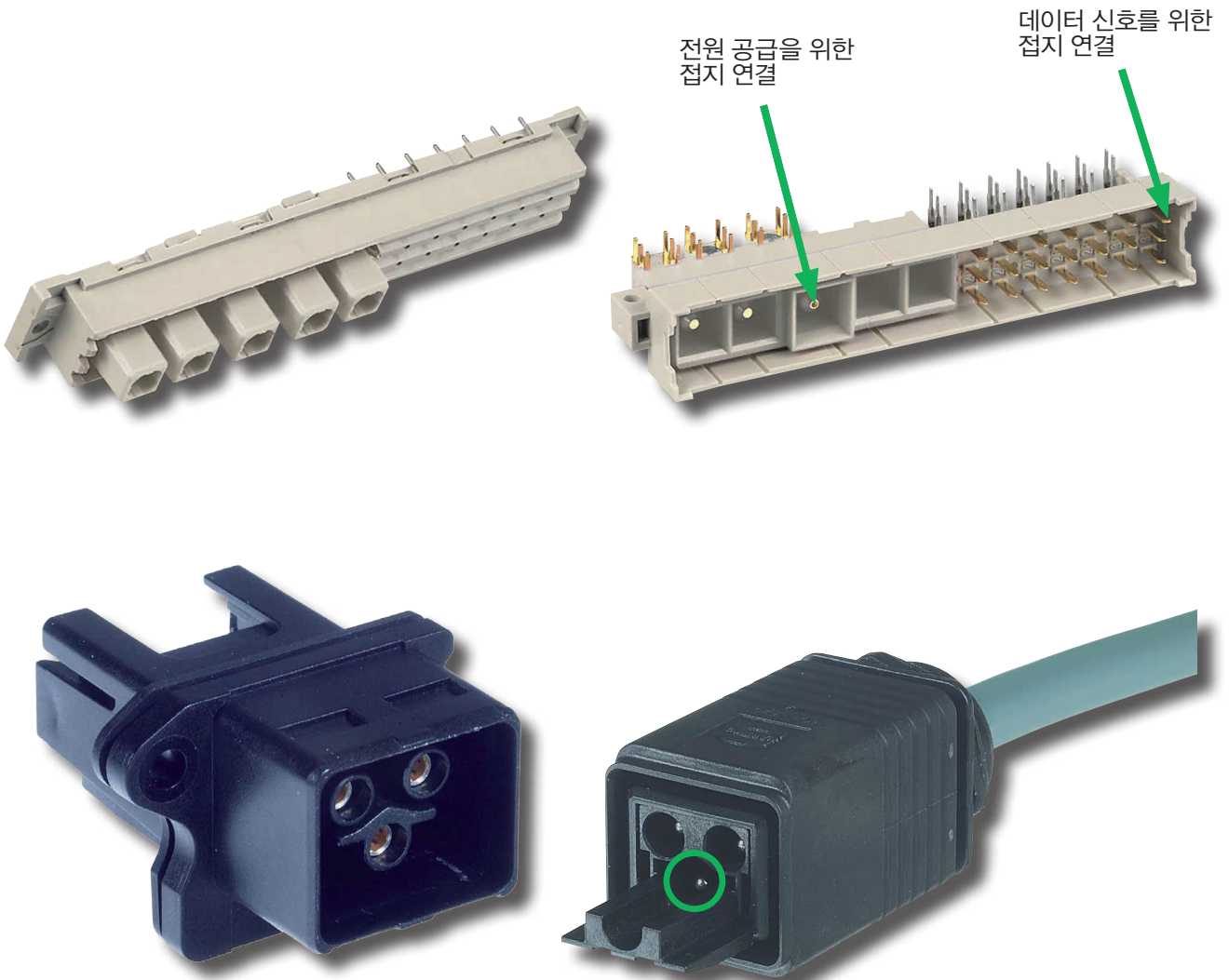
6.6 USB 2.0(Universal Serial Bus 2.0)



6.7 가전 제품



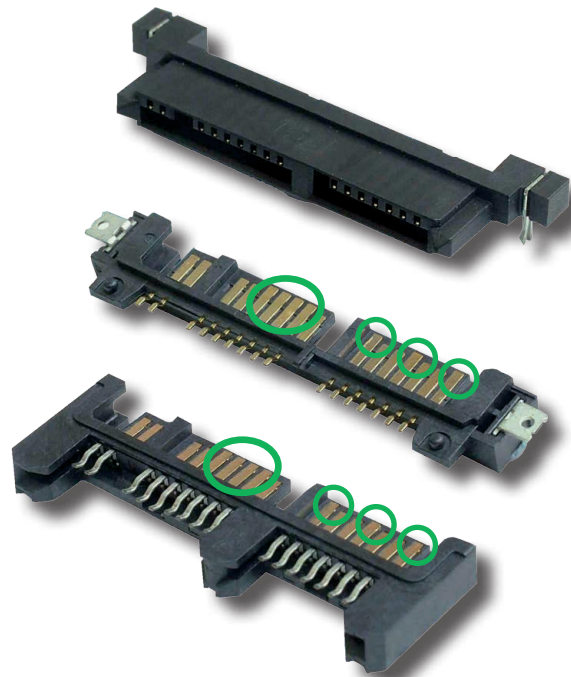
6.8 산업용 전력 공급



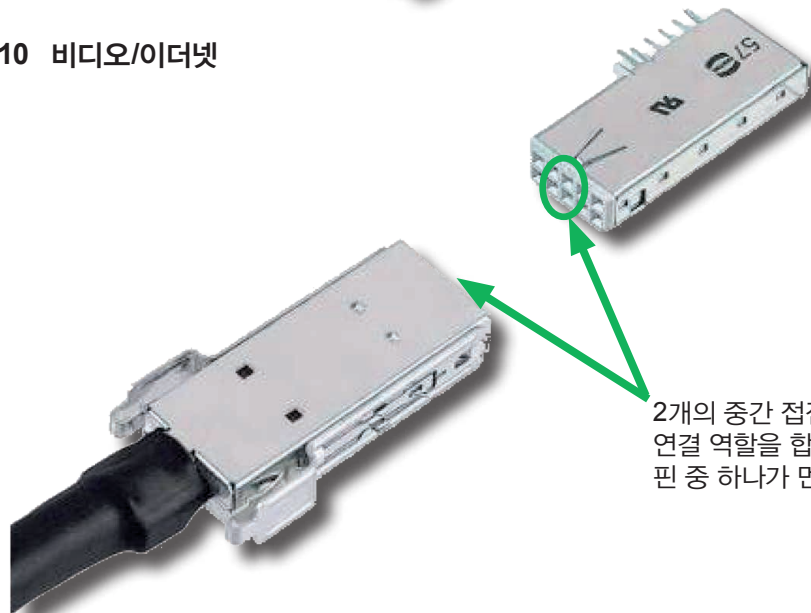
(6.8 산업용 전력 공급 계속)



6.9 데이터 및 소비자 응용 프로그램



6.10 비디오/이더넷



2개의 중간 접점이 이더넷의 접지 연결 역할을 합니다. 보이지 않는 핀 중 하나가 먼저 연결됩니다.



Die Elektroindustrie

ZVEI – German Electrical and Electronic Manufacturers' Association e.V.

Electronic Components and Systems (ECS) Division

PCB and Electronic Systems (PCB ES) Division

Lyoner Straße 9

60528 Frankfurt am Main, Germany

전화: +49 (0)69 6302 - 276

팩스: +49 (0)69 6302 - 407

전자 메일: zvei-be@zvei.org

www.zvei.org/ecs