

자동차 인포테인먼트를 위한 소비자 연계 강화



오늘날 자동차 구매자들이 집에서와 같이 쉽고 편리하게 차 안에서 기기를 연결하고 싶어함에 따라 자동차 OEM들은 이제 USB 연결성 제공 여부가 아니라 얼마나 많은 수의 포트를 제공할 것인가 하는 해결 과제를 안게 되었다. 모듈 및 자동차 전체에 적용되는 테스트 방법은 ISO 7637와 ISO 10605 등의 문서에 이미 수록되어 있다. 인포테인먼트(특히 헤드 유닛과 ADAS) 설계자들은 효과적인 USB 전원, 접지 및 데이터 라인 보호 솔루션을 필요로 한다.

글: 데레스 에세테(Deres Eshete) / 온세미컨덕터(ON Semiconductor)
www.onsemi.com

오늘날의 커넥티드 자동차들은 범용 직렬 버스(USB)를 고속 데이터 인터페이스로 사용한다. USB는 이미 이 소비자 공간에서 인기를 얻어 입증되었으며, 차 안에서 여러 가지 통신 및 인포테인먼트 장치를 사용하도록 할 것이다.

불과 수 년 전까지도 신형 차량의 싱글 USB 포트를 보고 감탄하던 자동차 구매자들이 이제는 최신 자동차에 얼마나 많은 포트가 장착되는지를 물어볼 정도로 차내 커넥티드 기능이 중요해지고 있다.

그러나 자동차의 전기 환경은 ESD(정전기 방전) 위험 측면에서 자동차가 아닌 경우들과 크게 다를 뿐 아니라 과도 현상이 나타날 가능성이 높다. 그뿐 아니라 12V 배터리 전압도 USB 데이터 라인에는 위험할 수 있다. 체감 품질 수준을 향상하고 RMA/리콜 건수를 축소하고 신호 무결성을 유지하는 등 장기적인 신뢰성을 확보하려면 차량의 USB 포트를 위험으로부터 효과적으로 보호해야 한다.

핵심은 연결성

업계 유수의 자동차 브랜드들은 매출을 확보하고 고객 충성도를 구축하는 새로운 특성을 형성하는 데 도움이 되도록 전자 부문 혁신에 더 많은 비중을 두는 추세이다. 이러한 흐름에 발맞춰 자동차도 오늘날 디지털 소비자 라이프스타일의 일부가 되고 있다. 오늘날의 자동차 구매자들은 스마트폰뿐 아니라 태블릿, MP3 플레이어, USB/SD 스토리지를 비롯한 여러 가지 장치를 차량에 넣어 차내 인포테인먼트 시스템과 연결해 이동 중에도 콘텐츠를 즐기고 서비스를 이용하려 한다. 이러한 요구에 부응하고 텔레메틱스, 차량 간 통신 및 첨단 운전자 보조 시스템(ADAS) 등의 최신 기능을 뒷받침하기 위해 이 기능을 위한 제어 장치가 단순한 카 오디오에서 정교한 컴퓨팅 플랫폼으로 발전하고 있으며 강력한 마이크로컨트롤러가 이러한 차세대 응용 분야를 이미 잘 충족시켜준다. 이러한 소자들은 정교한 멀티코어 처리, 오프

칩 메모리 인터페이스, CAN, MOST, 이더넷, 비디오 카메라 입력 단자 및 무선 연결 인터페이스, 그리고 USB2.0 및 USB3.0 포트를 포함한 풍부한 연결성을 구성한다. 하이엔드 마이크로컨트롤러는 여러 개의 HD 디스플레이 아웃풋 능력을 제공하는 한편 HDMI 연결 지원 기능도 더욱 확대할 것이다.

USB 연결성은 자동차 사용자가 장치 및 스토리지를 연결해 필요한 콘텐츠와 서비스를 보다 잘 이용하도록 하는데 있어 중요하다. 앞뒤 좌석의 탑승자뿐 아니라 운전자까지 다양한 목적으로 기기를 연결할 수 있도록 하기 위해서는 여러 개의 USB 포트가 필요하다.

차내 USB

만족스러운 USB 연결성을 제공하려면 USB 공급 전압 과전류 제어 및 각종 전기적 위험으로부터 모든 USB 데이터와 전원 연결 보호성을 고려해야 한다.

USB 전원 공급 연결(Vbus)은 HOST 컨트롤러 또는 외부 장치로부터 전력을 공급받을 수 있다. Vbus 전압 범위는 4.75V~5.25V이고 전류 범위는 500mA~2.1A인데 태블릿과 신형 모바일 기기일수록 많아지며 이는 개별 기기의 연속 및 급속 충전 요건에 따라 달라질 수 있다. 유력한 전기 위험 중에는 제조 및 조립 과정에서 발생하거나 차량 탑승자 또는 기타 차내 전기 회로에 의해 유발될 수 있는 ESD 및 과도 이벤트가 있다. 자동차와 연관된 ESD 및 과도 이벤트를 설명하는 주요 문서로는 ESD 테스트 방법을 수록한 ISO 10605(도로 차량 · 정전

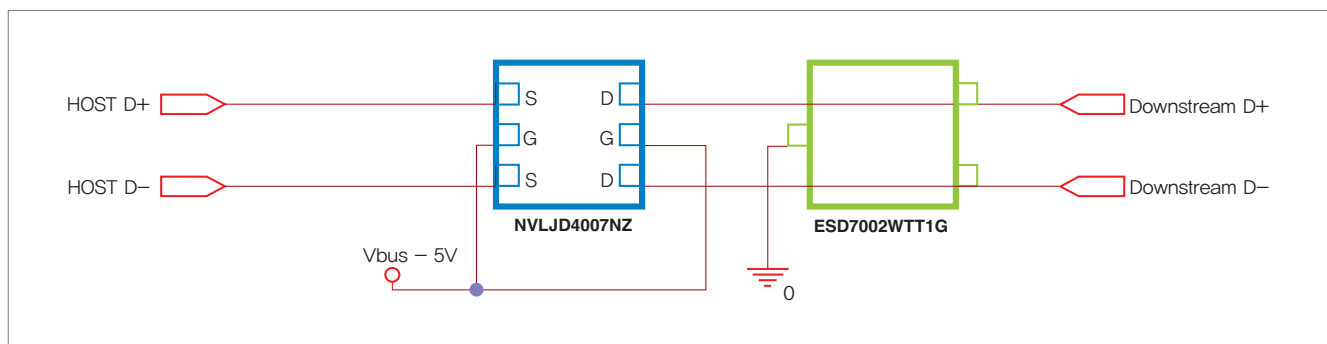
기 방전에 의한 전기 장애 테스트 방법)와 다른 차내 전자 기기에 의한 영향을 수록한 ISO 7637(도로 차량 - 전도 및 커플링에 의한 전기 장애)이 있다. ISO 10605는 다양한 ESD 신호 특성 레벨을 지정하면서 차량 고유의 요건까지 포함하는 IEC 61000-4-2 업계 표준을 기반으로 할뿐 아니라 OEM에 특화된 테스트 기기의 요건도 명시하고 있다. USB2.0 전속/고속(Full Speed/High Speed) 또는 다채널 USB3.0 슈퍼스피드(SuperSpeed) 인터페이스의 모든 데이터-신호 쌍을 비롯하여 Vbus 및 접지선은 배터리 단락(16V DC)과 접지 단락 오류로부터 보호되어야 한다.

적절한 보호 솔루션은 신호 감쇠를 최소화하기 위한 신호 라인의 낮은 용량 부하 등 잘 알려진 제약을 반드시 충족시켜야 할 뿐 아니라 낮은 클램프 전압으로 서지 및 과도 전류에도 신속히 대처해야 한다. 작은 패키지 사이즈는 PCB내의 공간을 최소화하고 힘을 최소화하여 추적 신호를 전달함으로써 신호 무결성을 유지하는 데 도움이 된다.

유연성을 갖춘 보호

그림 1과 같이 2단계 보호 솔루션을 구성할 수 있다. 이 솔루션은 배터리 단락 상태에서 살아남을 ESD 보호 다이오드 및 배터리 레벨 DC 신호가 보호 회로를 파손하지 못하도록 하는 듀얼 FET를 구성한다. E-퓨즈 IC를 활용하여 Vbus 연결부를 과도 전류 상황으로부터 보호한다. 이처럼 개별 구성요소를 활용하여 USB Vbus 및 고속 데이터 라인 보호에 최적화된 소자들을 선택할 수 있다.

그림 1. ESD7002 및 NVLJD4007 듀얼FET를 사용한 USB2.0 포트 데이터 라인의 개별 ESD 과도 및 배터리 단락 보호



ESD 보호디바이스는 IEC61000-4-2 레벨 4를 충족시키는 높은 ESD 보호 레벨로 설계되며 AEC-Q101 인증을 받았고 PPAP도 가능하다. 각 디바이스마다 두 개의 내부 다이오드가 한 쌍의 D+/D-를 보호하는데 통상 I/O-to-ground 정전 용량이 0.3pF(pF)로 낮은 편이다. 신호 무결성을 보존하기 위해 정전 용량이 긴밀하게 매치된다. 다이내믹 레지스턴스가 낮으면 클램프 전압이 매우 낮아질 수 있으며, 18V의 항복 전압으로 기기가 망가지지 않고 9V~16V 범위의 배터리 단락 상태를 견딜 수 있다.

듀얼 FET는 매우 낮은 on-상태 전압($R_{DS(ON)}$)으로 설계되며 내부 레이아웃 상 플로 스루(flow-through) 설계로 고속 신호 무결성을 유지할 수 있다. 임계 전압 1.0V는 USB 레벨 신호와 부합하는 낮은 게이트-드라이브 전압의 작동을 가능하게 한다.

Vbus 과전류 방지는 전자 퓨즈(eFuse)로 제공된다(그림 2에 나와 있는 NIS5135 참조). 이 3.6A/5V 소자는 과부하 또는 단락 상태에서 Vbus 라인이 과도한 전류를 소모하지 않도록 하는 동시에 연결된 USB 장치가 정상 상태로 계속 작동할 수 있도록 설계되었다. 또한

eFuse는 사전에 지정된 값으로 출력을 고정시킴으로써 전원에서 나오는 전압 스파이크로부터 USB 기기를 보호한다.

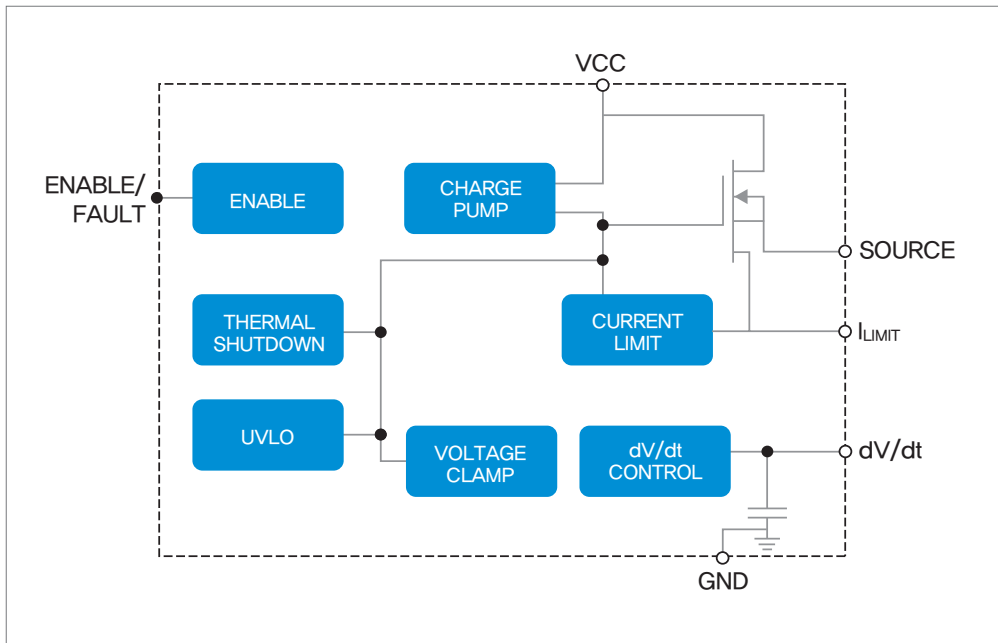
그림 1과 2의 회로망을 접목시키면 데이터 라인, Vbus 및 접지 연결을 포함한 완전한 USB 보호 솔루션이 제공되는데 자동차 배터리와 접지 단락 등의 하자가 방지된다. 개별 구성요소를 활용한 이 접근법은 여러 가지 기술적, 경제적 이점을 제공한다.

우선 배터리 단락 방지 기능을 옵션으로 선택하도록 유연하게 ESD 방지 실행 기능을 제공하므로 OEM은 최종 고객들의 제품 사용시에 요구되는 적절한 솔루션을 구성할 수 있다. 또한 엄선된 FET의 플로 스루(flow-through) 연결을 통해 자동차 인증 ESD 장치와 호환되는 레이아웃인 배터리 단락 방지의 추가 작업이 간소화되는 장점도 제공한다.

설계자는 최대한의 효과를 위해 ESD 보호디바이스를 커넥터와 가깝게 배치하는 한편, 가장 편리한 위치에 배터리 단락 방지 회로를 위치시킬 수 있다. 배터리 단락 연결을 제공하는 듀얼 NEFT는 USB2.0, HDMI 및 LVDS를 포함한 다양한 인터페이스에 사용하기 적합하다. 이

를 통해 설계가 재사용되므로 OEM들은 기존 시장 뿐 아니라 신규 시장까지 다양하게 저비용의 경쟁력을 지니게 된다.

그림 2. eFuse를 활용한 5V 인터페이스의 과전류 방지



성능 증거

USB2.0 통신 프로토콜을 활용한 아이 다이어그램(Eye Diagram) 신호 무결성 테스트로 테스트 및 검증을 실시한다. 전반적인 솔루션 성능을 파악하기 위한 가이드로 최소 "아이 다이어그램" 열림에 관한 USB 프로토콜 정의가 사용된다. 그림 3은 480Mbit/s에서 USB 2.0 신호를 사용하여 아이 다이어그램 신호 무결성 테스트

를 적용하기 위해 테스트한 그림 1 솔루션의 만족스러운 테스트 결과를 보여준다.

데이터 라인에 추가로 배터리 단락 및 접지 단락 테스트를 10분 간 적용한 후 데이터 라인에서 아이 다이어그램을 실행하였다. 50 오옴 프로브가 장착된 오실로스코프를 사용하여 관찰된 신호는 깨끗한 아이 다이어그램을 보여준다. 이 데이터 라인이 접지 연결되면 신호가 대폭 감소된다. 10분 후 단락을 제거하면 신호는 정상 아이 다이어그램으로 회복된다. 출력이 배터리(+16V)와 단락될 때 입력 라인은 Vcc(+5V) 파워 레벨을 유지한다. V-peak가 +5V를 넘는 입력 신호가 있을 경우 출력이 +16V로 단락되어도 이 레벨은 유지된다. 단락 상태를 제거하면 신호 패턴은 정상으로 돌아온다.

표 1. 테스트 결과 요약

TESTS	D+	D-
ESD IEC61000-4-2 +4kV contact	통과	통과
ESD IEC61000-4-2 -4kV contact	통과	통과
ESD IEC61000-4-2 +6kV contact	통과	통과
ESD IEC61000-4-2 -6kV contact	통과	통과
ESD IEC61000-4-2 +8kV contact	통과	통과
ESD IEC61000-4-2 -8kV contact	통과	통과
USB 2.0 Eye Diagram	통과	통과

결론

오늘날 자동차 구매자들이 집에서와 같이 쉽고 편리하게 차 안에서 기기를 연결하고 싶어함에 따라 자동차 OEM들은 이제 USB 연결성 제공 여부가 아니라 얼마나 많은 수의 포트를 제공할 것인가 하는 해결 과제를 안게 되었다.

모듈 및 자동차 전체에 적용되는 테스트 방법은 ISO 7637와 ISO 10605 등의 문서에 이미 수록되어 있다. 인포테인먼트(특히 헤드 유닛과 ADAS) 설계자들은 효과적인 USB 전원, 접지 및 데이터 라인 보호 솔루션을 필요로 한다. 개별 ESD 방지 다이오드, 단락 방지 FET 및 Vbus 과전류 방지 기능을 제공하는 eFuse는 이러한 요구에 필요한 성능을 제공하는 한편, 설계자들로 하여금 다양한 자동차 시장 부문 및 응용 분야에 가장 저비용의 보호 능력 솔루션을 유연하게 디자인하도록 한다. €

그림 3. 보호 회로망에 적용된 USB2.0 아이 다이어그램 테스트 결과

