

알루미늄 안전 접속 비틀림 초음파 용착 기술 사용

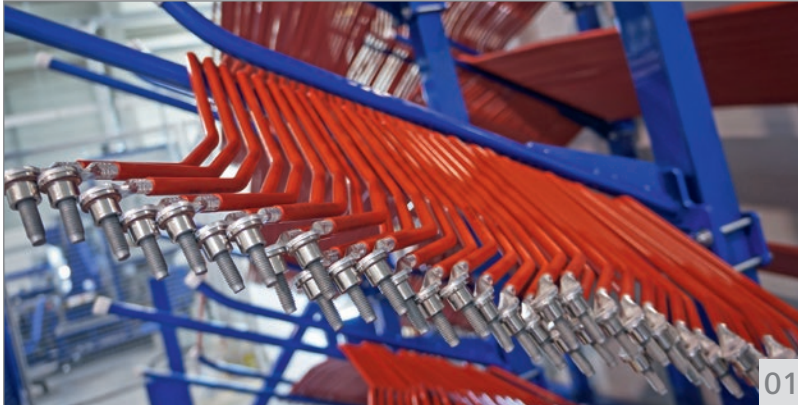
플라스틱 용착

금속 용착

절단

세척

스크리닝



01

Bronschhofen (CH), 02/2018

경량 구조는 자동차 산업의 주요 트렌드입니다. 알루미늄 사용을 통한 경량화 외에, 경량 구조 도입을 통해서도 상당한 비용 절감이 가능합니다. 그러나 설계자와 사용자가 점점 더 기존의 연결 기술을 위해 재료 품질을 타협하는 것을 용납하려 하지 않기 때문에 전통적인 용접 및 본딩 기술은 한계에 도달하고 있습니다. 특히 서로 다른 금속 간 연결의 경우 더욱 그렇습니다. 때문에 미래의 접합 기술로서 특히 경량 구조에서 마찰 용착으로도 알려져 있는 비틀림 초음파 용착 기술이 대세가 될 것입니다. 전형적인 응용 분야는 최신 자동차의 엔진 컴파트먼트에 전원을 공급하기 위한 일명 알루미늄 버스바를 생산하는 것입니다.

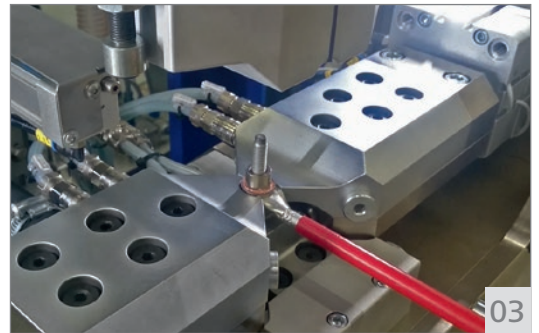
중량과 비용을 줄이기 위해 자동차의 에너지 분포가 점점 더 알루미늄 도체로 전환되고 있습니다. 균형잡힌 중량 분배를 위해 배터리가 차량의 뒤쪽에 위치할 경우 특히 비용 절감 효과가 큼니다. 하지만 이 경우 배터리가 비교적 먼 거리에서 엔진 컴파트먼트 내의 구성 요소에 연결되어야 합니다. 전통적인 케이블은 대부분 이것에 적합하지 않습니다. 이미 약 10년 전부터, 더 가볍고 조립하기 쉬운 알루미늄으로 만들어진 고정식 평면 도체로 전환되는 추세였습니다. 하지만 발전은 멈추지 않았습니다. 지금은 엔진 컴파트먼트의 배터리에 안전하게 전원을 공급하기 위해 알루미늄 원형 도체가 점점 더 많이 사용되고 있습니다. 여기에는 합당한 이유가 있습니다. 알루미늄 원형 도체는 만들기 쉬운데다, 아주 쉽게 구부러지기 때문에 다양한 차량 형태에 잘 맞춰 사용할 수 있습니다(그림 1).

형태가 불안정한 구리 케이블 대신 원형 알루미늄 버스바

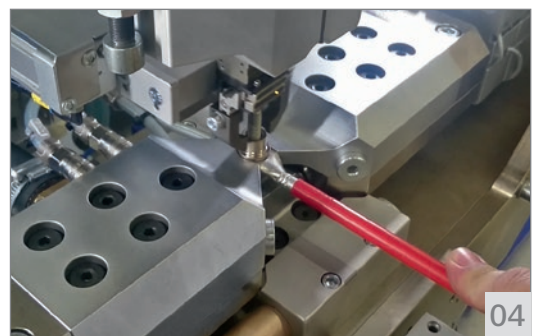
구리 케이블과 비교하여 알루미늄 버스바는 몇가지 장점을 가지고 있습니다. 단단한 알루미늄 도체는 입체적으로 성형이 가능하고, 무게는 구리로 만들어진 종래의 부품의 약 절반 정도입니다. 따라서 배터리 연결 부분에서만 수킬로그램의 절대적인 중량 감소를 달성할 수 있습니다. 직경 15.5 mm의 멀티 코어 구리 케이블과 비교할 때, 알루미늄 버스바는 동일한 전도성을 지니고 있으면서도 직경이 14 mm에 불과합니다. 이는 최신 자동차의 점점 더 부족해지는 공간을 감안한 것입니다.



02



03



04

01 조립된 차량용 알루미늄 도체

02 비틀림 초음파 기술로 용착된 연결 볼트

03/04 비틀림 초음파 용착 시스템.

픽 앤 플레이스(Pick-and-place) 방식으로 나사산 볼트가 공급되어 알루미늄 버스바와 연결된다.

원형 알루미늄 버스바는 열가소성 절연 소재로 감싸 제작되었으며, 각 차량 유형에 맞게 입체적으로 구부러져 있습니다. 이 단단한 버스바는 형태가 불안정한 케이블보다 훨씬 다루기 쉽습니다. 이는 자동차 제조업체에서 설치할 때 유리합니다. 몇가지 간단한 단계를 통해 구성 요소를 차량 바닥의 해당 클립에 연결할 수 있습니다.

엔진 컴파트먼트에서의 안전한 접속

엔진 컴파트먼트에서 확실하게 접속이 이루어지도록 하기 위해 버스바의 앞쪽 끝부분에 나사산이 있는 약 30 mm 길이의 연결 볼트(그림 2)가 알루미늄 위에 용착됩니다. 이전에는 이 볼트를 구리-니켈 슬리브에 눌러 끼웠습니다. 이 슬리브는 알루미늄과 더 잘 연결될 수 있습니다. 구리 접촉 소켓의 니켈 도금으로 알루미늄의 부식 위험 또한 신경 쓸 필요가 없습니다. 동시에 용착 강도가 구리-알루미늄 연결에 비해 훨씬 증가합니다. Telsonic에서 개발한 비틀림 초음파 용착법 Soniqtwist 덕분에 볼트와 알루미늄 버스바를 빠르고 안전하게 연결할 수 있습니다(그림 3, 4):

픽 앤 플레이스(pick and place) 방식으로 공급된 볼트가 매거진에서 꺼내어져, 용착 공정을 위해 sonotrode 아래의 버스바에 정확하게 배치됩니다. 반복 정확성을 높이고, 우수한 품질을 보장하기 위해 anvil은 수냉식으로 냉각됩니다. 용착 공정은 약 1 초 정도 소요됩니다. 이를 통해 알루미늄 버스바는 단시간 내에 대량으로 생산할 수 있습니다. 최근 생산량은 시스템 당 연간 70만개 이상입니다.

고강도 용착 접합

비틀림 초음파 용착 공정은 구리, 알루미늄, 니켈, 청동, 황동 및 기타 혼합 조합에 대한 오랫동안 알려진 선형 금속 용착 공정을 기반으로 합니다. 이러한 전통적인 초음파 용착 기술을 스위스 초음파 전문가들이 더욱 개발하고, 알루미늄 버스바의 생산에서 선구자적 역할을 해냈습니다.

초음파 용착에서는 음향적으로 설계된 공구가 고주파 진동을 전달합니다. 이러한 고주파의 기계적 진동을 통해 상단에 있는 피용착물이 진동하는 반면, 하부 피용착물은 카운터 툴(Anvil)에 의해 공진이 방해 받습니다. 이를 통해 재료의 경계, 즉 산화물층을 파괴시키고, 피용착물을 서로 용착시키는 열이 발생합니다. 이것을 확산 접합이라고도 합니다. 비틀림 공정에서, sonotrode가 이제 비틀림 발생기에 의해 여기되며, 결과적으로 고주파수에서 교대로 최대 40µm까지 좌우로 비틀립니다. 이 비틀림을 통해 매우 큰 힘과 출력이 용착 표면에 전달될 수 있으며, 더 두꺼운 공작물도 매우 강하게 결합될 수 있습니다. 용착점이 훨씬 더 강하게 압축되어, 종래의 초음파 용착보다 더욱 견고해졌습니다.

비틀림 초음파 용착 기술은 단시간에 높은 전기 전도성을 갖는 고강도 접합부를 생성할뿐만 아니라 접착제, 솔더 또는 다른 소모품과 같은 첨가물을 필요치 않기 때문에 환경 친화적입니다. 용착 공정이 적은 수의 매개 변수로 구성되어 있고, 모니터링하기 쉽기 때문에 이 공정은 확실하고 안전합니다. 10 kW의 출력을 가진 초음파 발생기는 20 kHz의 주파수로 작동합니다. 터치스크린으로 조작하는 메뉴 구동 소프트웨어와 명확한 구조가 효율적인 설치 및 작업을 가능하게 합니다. 품질 관리를 사전에 규정할 수 있어, 세팅 모드에서 모든 용착 결과에 대해 설정하는 품질 허용 오차 창 입력이 용이합니다. 용착 시간과 최대 출력은 상한값과 하한값을 설정할 수 있습니다. 이 값을 초과 혹은 미달하는 경우 경고 메시지가 발생합니다. 통계 평가, 자동 보정, 유지 보수작업을 위한 메인테넌스 메뉴, 기준 모드 및 초음파 테스트 모드가 기능을 보완합니다. 이러한 유연성으로 매우 다양한 차량 유형의 버스바에 볼트를 용착할 수 있습니다. 로트 크기 1까지의 개별 생산을 아무 문제 없이 수행할 수 있습니다.

by Thomas Hünig, Technical Director at Telsonic GmbH, Erlangen, and Ellen-Christine Reiff, Redaktionsbüro Stutensee