



모터의 성능 분석부터 품질 검사까지

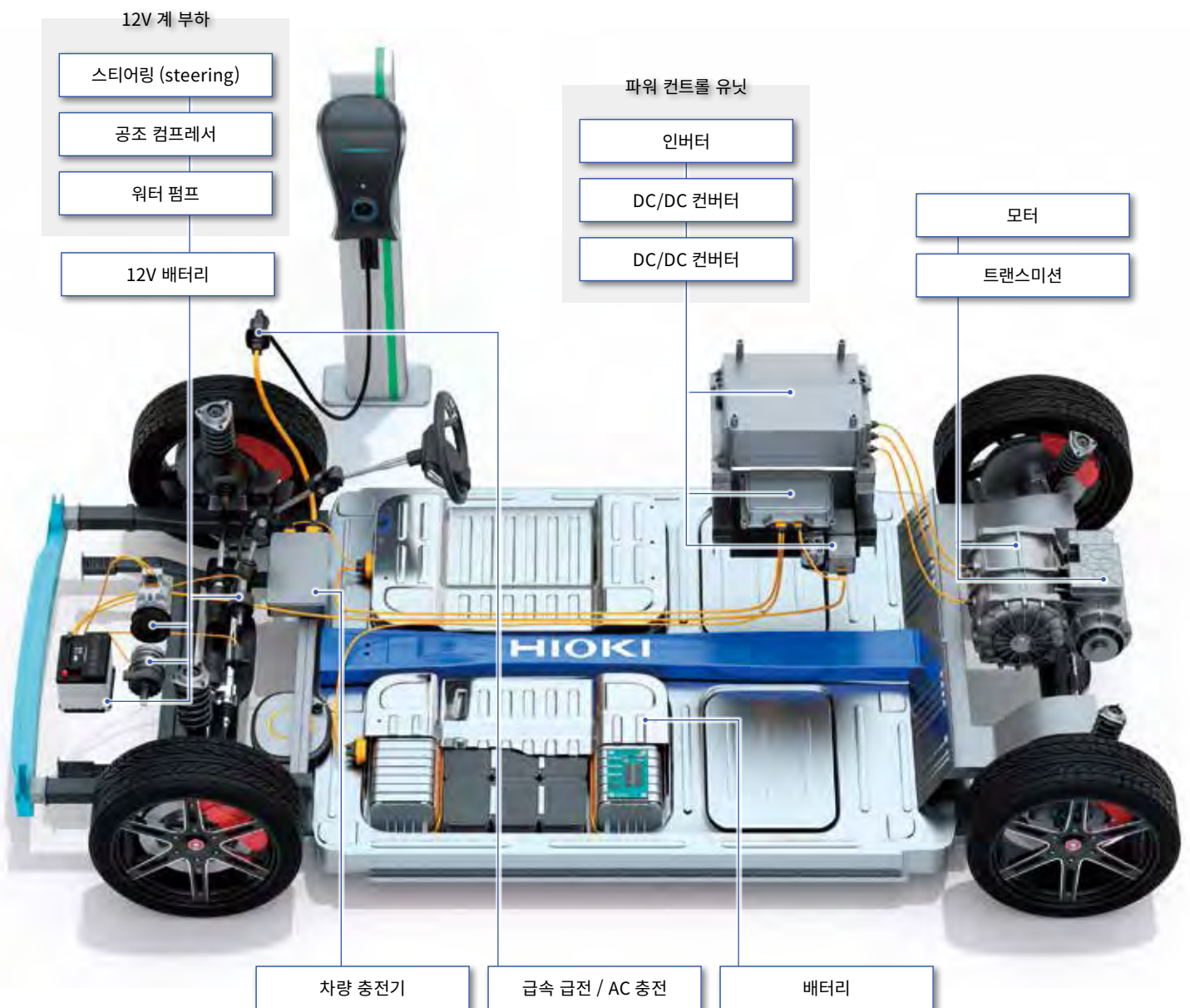
계측 솔루션 소개

모터의 성능, 품질 향상 고정밀도 계측 솔루션

HIOKI 에서 제공하는 다양한 계측 솔루션은

모터의 성능 분석부터 품질 검사까지 여러 부문에 적용할 수 있습니다 .

고정밀도 계측기술을 통한 현상파악과 분석으로 모터의 성능 , 품질 향상을 지원합니다 .

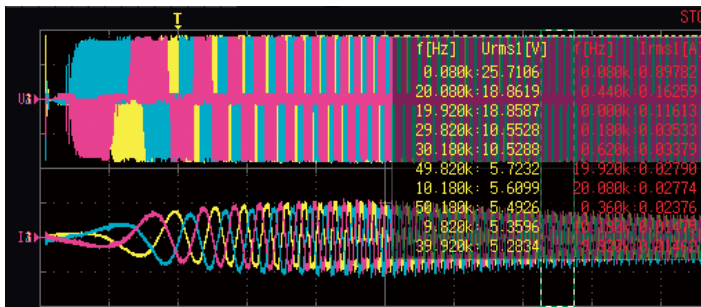
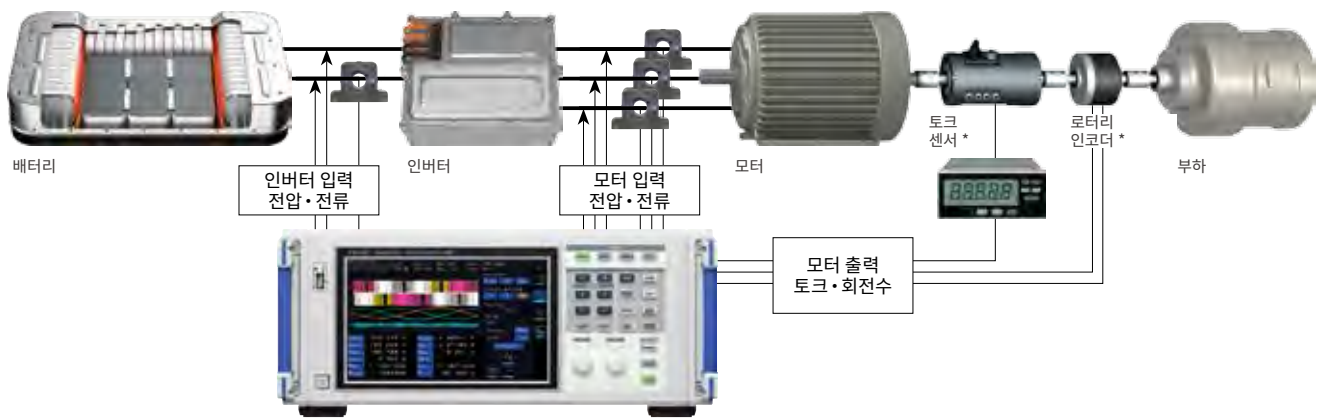
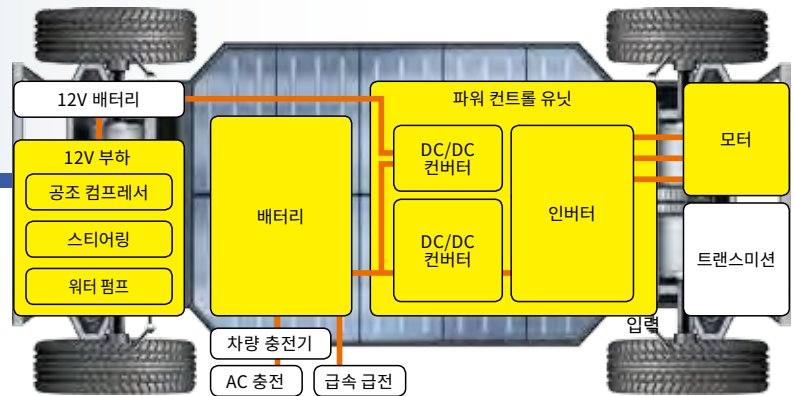


설계 / 개발	인버터 모터 효율 평가 · 손실 평가	P.4
인버터 입출력의 전력과 모터 출력을 동시에 측정해 인버터 / 모터 / 시스템 전체의 효율과 손실을 정확하고 우수한 재현성으로 평가할 수 있습니다.		
설계 / 개발	PMSM 모터 파라미터 동정	P.5
실가동 상태에서 측정한 모터 파라미터를 설계 윗단계에서 이용함으로써 더욱 정확한 모터 제어를 실현할 수 있습니다.		
설계 / 개발	모터의 온도 측정	P.6
모터 프레임이나 권선에 열전대를 부착해 온도의 변화를 기록합니다. 측정환경과의 온도차를 실시간으로 파형 표시하고 기록하는 것도 가능합니다.		
설계 / 개발	동적 모터 특성 측정	P.7
모터 시동부터 정지까지 인버터 출력 전압·전류, 토크, 회전수를 기록합니다. 파형 연산을 사용해 인버터 출력 전력, 모터 파워, 모터 효율을 산출할 수 있습니다.		
설계 / 개발	모터 토크 진동 측정	P.8
토크, 진동을 측정해 모터 동작 중 거동을 해석합니다. FFT 연산을 통해 주파수 해석을 실시해 공진현상 등 예상하지 못했던 주파수 성분을 발견할 수 있습니다.		
설계 / 개발	리졸버 (resolver) 회전각 측정	P.9
리졸버 모터의 여자신호와 출력신호를 기록해 파형연산기능으로 회전각을 산출합니다. 리졸버 회전각과 그 외 신호 간의 관계를 해석함으로써 모터 제어 시퀀스를 검증할 수 있습니다.		
생산 / 검사	모터 권선의 레이어 쇼트 시험	P.10
모터 권선의 절연 고장 (레이어 쇼트), 열화를 검출합니다. 응답파형을 수치화함으로써 기존보다 고정밀도로 양불판정을 할 수 있습니다.		
생산 / 검사	모터 권선의 유지보수	P.11
임펄스 시험을 실시함으로써 모터 권선의 유지보수와 경향 관리에도 활용할 수 있습니다.		
생산 / 검사	모터 · 권선의 절연저항측정 · 내압시험	P.12
절연저항시험, 내압시험을 실시합니다. 출하검사로써 절연상태를 검사함으로써 높은 안전성을 유지할 수 있습니다.		
생산 / 검사	권선 저항 측정	P.13
권선의 저항을 고정밀도로 측정할 수 있습니다. 권선의 저항을 측정함으로써 단선 유무를 알아볼 수 있습니다. 고정밀도 저항계를 사용해 측정하면 선재의 두께나 권수가 잘못되지 않았는지도 판별할 수 있습니다.		
생산 / 검사	모터 코일의 인덕턴스 측정	P.14
권선의 인덕턴스를 측정합니다. 상 간의 밸런스, 모터의 동작 성능, 회전의 기복, 구동 드라이버와 모터의 정합성 등을 확인할 수 있습니다.		
생산 / 검사	모터의 용접저항측정	P.15
평각선 스테이터 (stator) 의 용접 품질 (용접 결함) 을 고분해능, 고정확도 직류저항계로 검사합니다.		

설계 / 개발

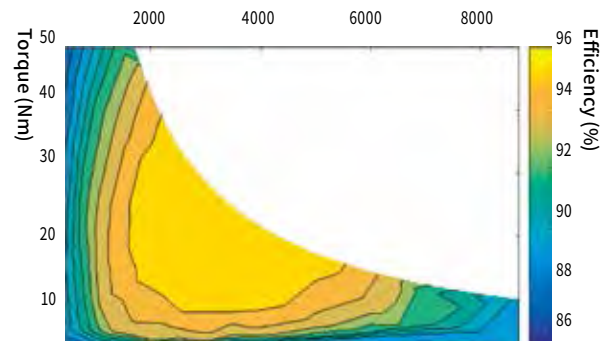
인버터 모터 효율 평가 · 손실 평가

인버터 입출력의 전력과 모터 출력을 동시에 측정해
인버터 / 모터 / 시스템 전체의 효율과 손실을
정확하고도 우수한 재현성으로 평가할 수 있습니다.



모터 시동 시의 파형 해석

모터 시동 시의 순간파형을 확실하게 포착해 해석합니다.



효율 · 손실맵

측정 데이터를 사용해 MATLAB®로 작성

※MathWorks 사의 등록상표입니다.

사용기기



파워 아날라이저
PW6001



AC/DC 커런트 센서
CT6875, CT6876

파워 아날라이저 PW6001

- 1 대로 6ch, 2 대 연결해 최대 12ch 전력 측정
- 전력 기본 정확도 $\pm 0.05\%$
- 오실로스코프가 필요 없는 파형 해석, 모터 해석 전용 트리거

커런트 센서 CT6875, CT6876

- AC/DC 500A, DC ~ 2MHz (CT6875)
- AC/DC 1000A, DC ~ 1.5MHz (CT6876)
- 기본 정확도 $\pm 0.048\%$

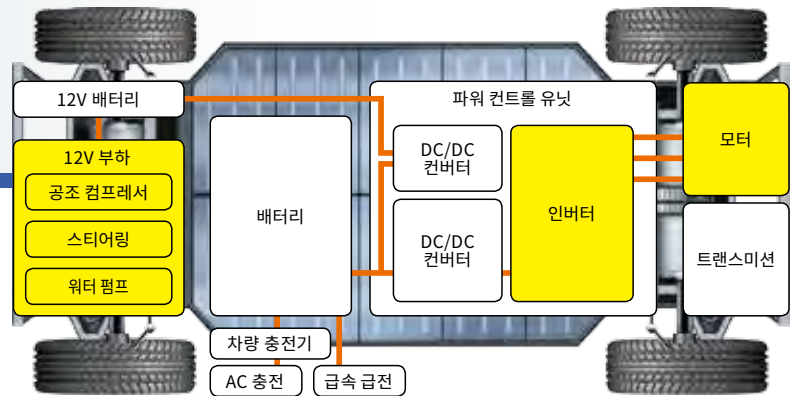
* 토크센서, 로터리 인코더는 별도로 준비해 주십시오.

설계 / 개발

PMSM 모터 파라미터 동정

실가동 상태에서 측정한 모터 파라미터를 설계 윗단계에서 이용함으로써 더욱 정확한 모터 제어를 실현할 수 있습니다.

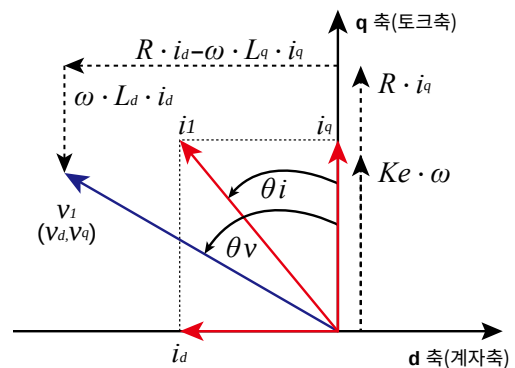
PMSM이란
영구 자석 동기 전동기 (Permanent Magnet Synchronous Motor)
삼상 교류 모터의 일종으로 에너지 손실이 적고 소비전력을 대폭 줄일 수 있는 모터로써 최근 주목받고 있습니다.



고도의 모터 제어를 실현

고도의 모터 제어를 실현하기 위해서는 기존에 정수로 취급하던 d 축 /q 축 인덕턴스 L_d, L_q 를, 전류 의존성을 지닌 변수라는 점까지 고려해서 제어하는 것이 중요합니다. PW6001은 모터 동작 상태의 전압·전류의 d 축 /q 축 벡터 해석이 가능합니다. 또한 이들을 이용해 L_d, L_q 를 실시간으로 연산해 표시할 수 있기 때문에 모터 파라미터의 전류 포화 특성을 측정할 수가 있습니다.

$$L_d = \frac{v_q - K_e \cdot \omega - R \cdot i_q}{\omega \cdot i_d} \quad L_q = \frac{R \cdot i_d - v_d}{\omega \cdot i_q}$$



사용기기



파워 아날라이저
PW6001



AC/DC 커런트 센서
CT6875, CT6876

파워 아날라이저 PW6001

- 벡터 제어 해석에 필요한 전기각 측정기능을 탑재
- d 축과 q 축을 기준으로 한 전압·전류 벡터 표시가 가능
- 모터 파라미터 측정에 유효한 사용자 정의 연산기능을 탑재

커런트 센서 CT6875, CT6876

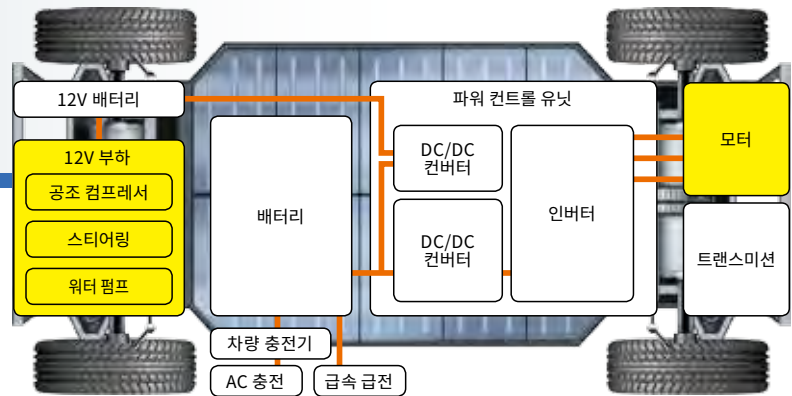
- AC/DC 500A, DC ~ 2MHz (CT6875)
- AC/DC 1000A, DC ~ 1.5MHz (CT6876)
- 기본 정확도 $\pm 0.048\%$

* 토크센서, 로터리 인코더는 별도로 준비해 주십시오.

설계 / 개발

모터의 온도 측정

모터 프레임이나 권선에 열전대를 부착해 온도의 변화를 기록합니다.
측정환경과의 온도차를 실시간으로 파형 표시하고 기록하는 것도 가능합니다.



용도에 맞춰
4 대까지 장착 가능

전압 : 1ms ~
온도 : 10ms ~
왜곡 : 1ms ~
샘플링 : 10ms ~
저항 : 10ms ~



U8550



환경 온도

LR8450



권선 온도



파형 · 수치 · 코멘트를 한 화면에 표시

파형과 수치를 동시에 표시할 수 있고 입력한 코멘트도 함께 표시 가능하기 때문에 기록 데이터를 명확하게 식별할 수 있습니다.

환경 온도와 권선 온도의 온도차를 기록

파형연산기능으로 연산식을 설정함으로써 측정한 온도의 온도차를 함께 기록할 수 있습니다.

사용기기



메모리 하이로거
LR8450



전압·온도 유닛
U8550

LR8450

본체 장착식 각종 유닛을 연결할 수 있습니다.
온도뿐만 아니라 1ms 샘플링으로 전압 측정 및 왜곡 측정도 가능합니다.

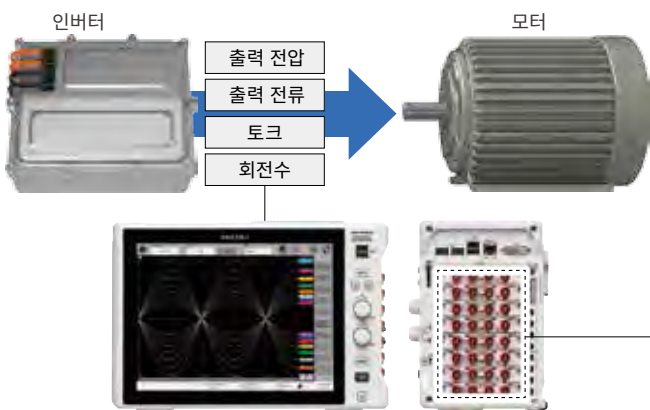
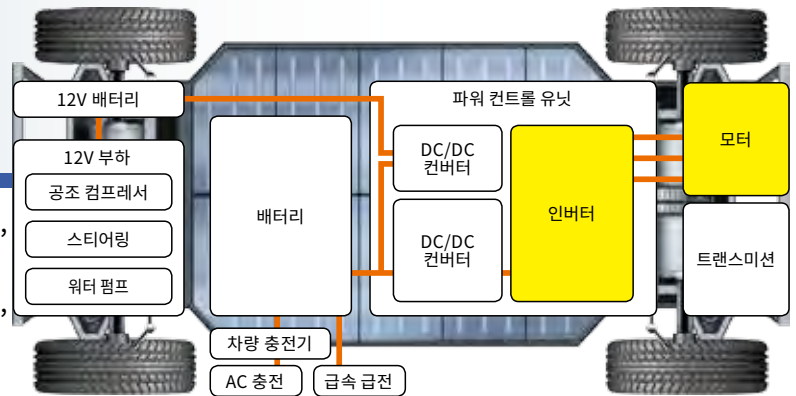
LR8450-01 (무선 LAN 탑재 모델)

LR8530 무선 전압·온도 유닛 등 무선타입 유닛을 사용할 수 있어
본체와 유닛 간의 무선화가 가능합니다.

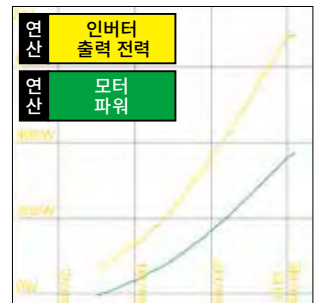
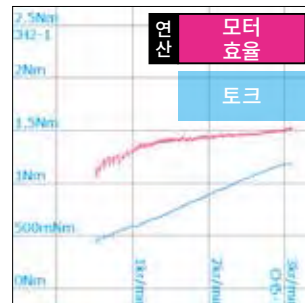
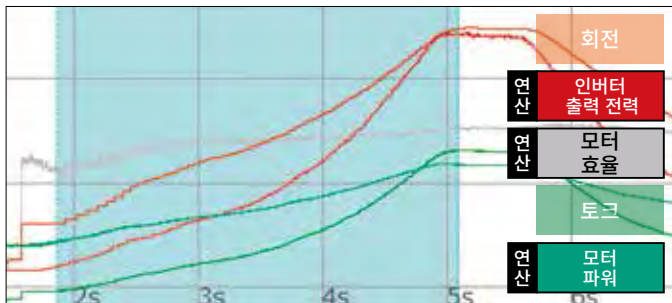
설계 / 개발

동적 모터 특성 측정

모터 시동부터 정지까지 인버터의 출력 전압·전류, 토크, 회전수를 기록합니다.
파형 연산을 사용해 인버터 출력 전력, 모터 파워, 모터 효율을 산출할 수 있습니다.



출력 전압		출력 전류	
U8978	9322	U8977	CT6841-05
토크		회전수	
U8969	토크 센서 *1	8970	L9197



파형 연산으로 인버터 출력 전력 · 모터 파워 · 모터 효율을 산출

고속 파형 연산으로 측정 후에 모터 파워, 모터 효율, 인버터 출력 전력을 구하고 X-Y 표시기능을 사용해 표시합니다.
유닛을 통한 입력신호뿐만 아니라, 파형 연산 결과에 대해서도 X-Y 표시할 수 있어 폭넓게 해석할 수 있습니다.
또한 모터의 시동부터 정지까지의 변동파형에 대해 임의의 부분을 선택하면서 X-Y 표시할 수 있어 지정부분의 X-Y 해석을 실시할 수 있습니다.

사용기기



MR6000/6000-01



U8978



U8977



8970



U8969



9322



CT6841-05



L9197

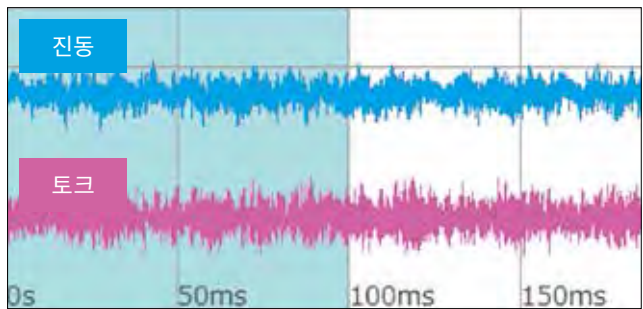
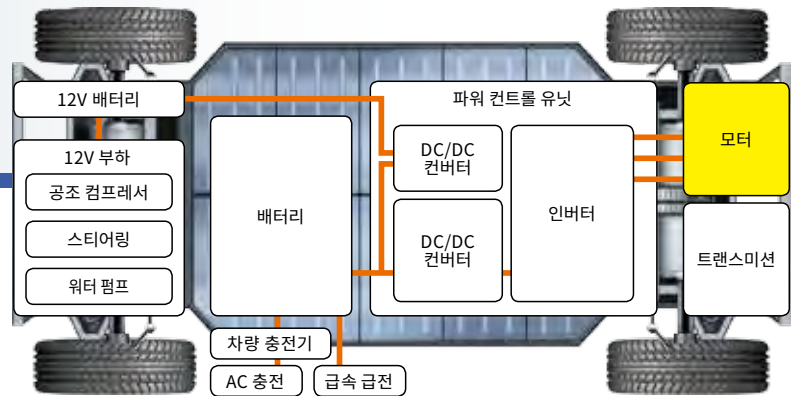
- 메모리 하이코더 MR6000/MR6000-01
- 4ch 아날로그 유닛 U8978
- 차동 프로브 9322
- 3ch 전류 유닛 U8977
- AC/DC 커런트 프로브 CT6841-05
- 주파수 유닛 8970
- 접속코드 L9197
- 스트레인 유닛 U8969
- 토크센서 *1

*1 토크센서 (스트레인 게이지식 변환기)
(센서에 대해서는 센서 제조사에 문의해 주십시오)

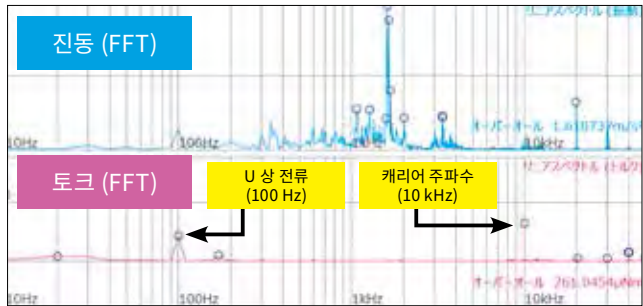
설계 / 개발

모터 토크 진동 측정

토크, 진동을 측정해 모터 동작 중 거동을 해석합니다. FFT 연산을 통해 주파수 해석을 실시함으로써 공진현상 등 예상하지 못했던 주파수 성분을 발견할 수 있습니다.



토크 · 진동을 기록



FFT 연산으로 주파수 해석

MR6000/MR6000-01의 FFT 연산기능으로 토크와 진동신호의 주파수 해석을 실시합니다. MR6000/MR6000-01의 FFT 연산은 1회 측정으로 동시에 8현상에 대해 해석을 실시할 수 있습니다. 서로 다른 채널에 입력된 신호를 각각 FFT 해석함으로써 동일 시각에 발생한 채널별 주파수 성분을 분석할 수 있습니다.

사용기기



MR6000/MR6000-01



U8969

U8979

- 메모리 하이코더 MR6000 /MR6000-01
- 스트레인 유닛 U8969
- 토크 센서 *1
- charge 유닛 U8979
- 가속도 센서 *2

토크 센서 (스트레인 게이지식 변환기)를 스트레인 유닛 U8969에 연결해 토크를 측정합니다. 모터 장착 새시에 고정된 가속도 센서를 charge 유닛 U8979에 연결하고 새시에 전해지는 진동을 측정합니다.

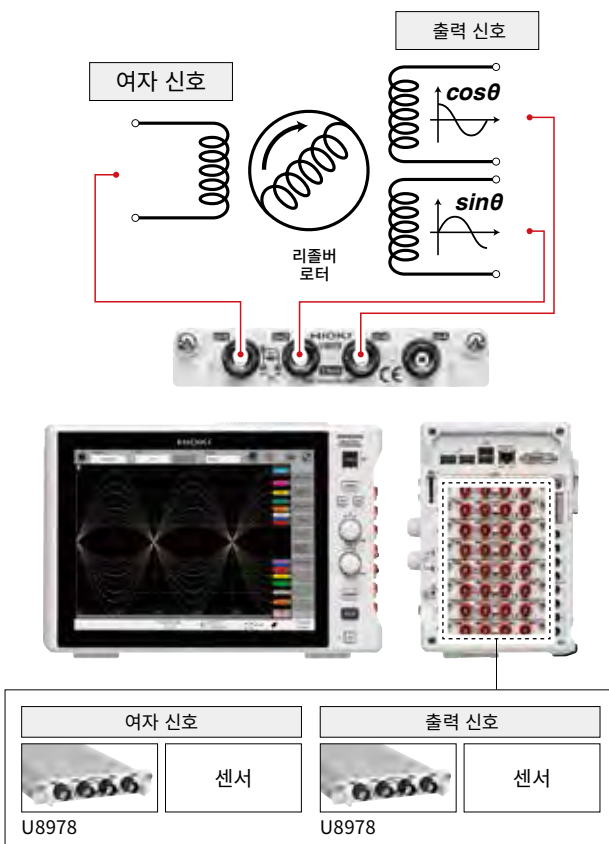
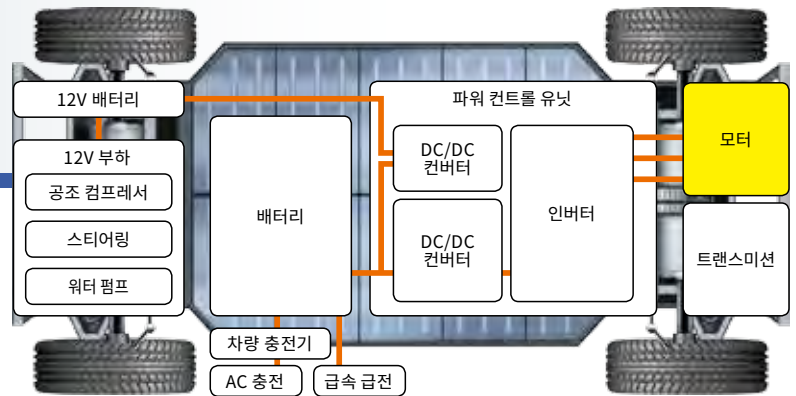
*1 토크 센서 (스트레인 게이지식 변환기) (센서에 대해서는 센서 제조사에 문의해 주십시오)

*2 프리앰프 내장형·전하 출력형 (센서에 대해서는 센서 제조사에 문의해 주십시오)

설계 / 개발

리졸버 (resolver) 회전각 측정

모터의 정확한 각도위치를 측정하기 위한 센서로 리졸버가 사용됩니다. 장시간에 걸쳐 까다로운 조건에서 동작이 가능하다는 점에서 산업용 모터, 서버, 전기자동차 등 혹독한 환경에서 사용되고 있습니다.
향속거리의 신장이 요구되는 EV에서는 모터 제어의 에너지 효율 향상이 필요하여 정밀하게 모터를 제어해야 합니다.



파형 연산에 의한 리졸버 회전각의 산출

리졸버의 여자 신호 및 출력 신호를 4ch 아날로그 유닛 U8978에 입력합니다. 기존제품에서는 2 유닛이 필요했던 구성도 1 유닛으로 구현할 수 있어 그 밖에 온도나 각종 제어신호, 토크, 전류 신호도 동시에 측정할 수 있습니다. 파형연산기능을 사용해 리졸버 회전각을 구합니다. 리졸버 회전각과 기타 신호 간의 관계를 해석함으로써 모터 제어 시퀀스를 조정합니다.

사용기기



MR6000/MR6000-01



U8978

- 메모리 하이코더 MR6000 /MR6000-01
- 4ch 아날로그 유닛 U8978

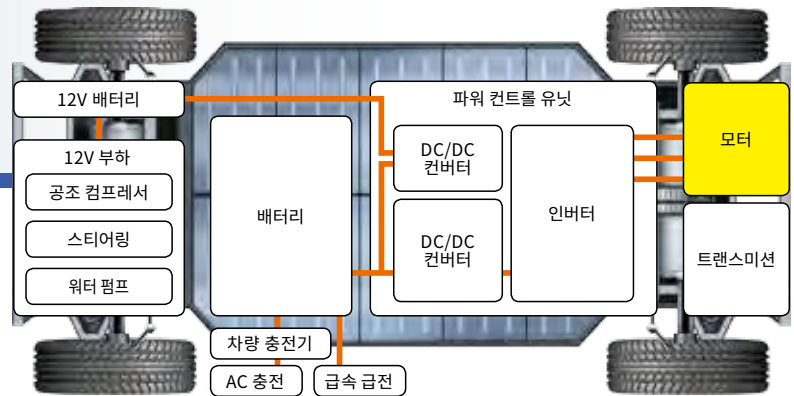
4ch 아날로그 유닛 U8978을 이용해 1개의 슬롯만 가지고 리졸버의 여자 신호, 출력 신호($\sin\theta$, $\cos\theta$)를 측정할 수 있습니다. 또한 MR6000/MR6000-01의 고속파형 연산기능을 이용해 회전각을 표시할 수 있습니다.

생산 / 검사

모터 권선의
레이어 쇼트 시험

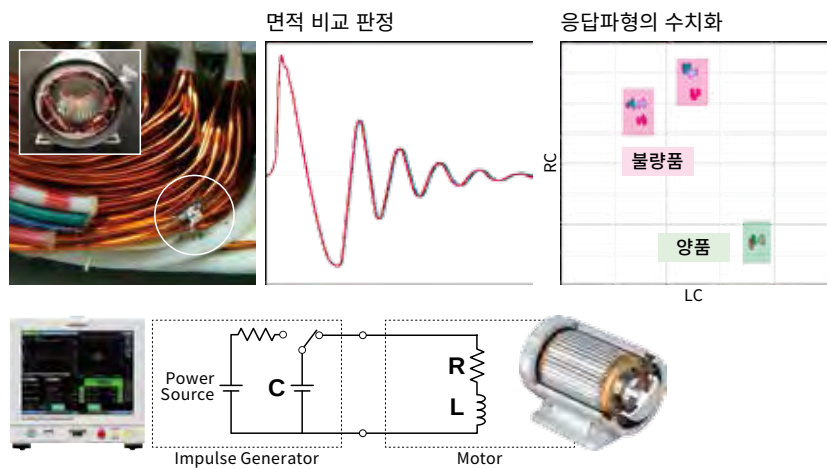
모터 권선의 절연 고장 (레이어 쇼트), 열화를
검출합니다.

응답파형을 수치화함으로써 기존보다 고정밀도로
양불판정을 할 수 있습니다.

응답파형에 나타나지 않는
미세한 변화를 포착

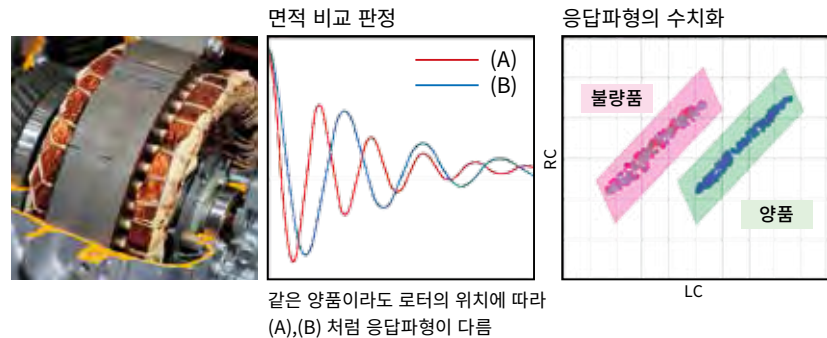
응답파형을 수치화함으로써
기존의 면적 비교 판정 (AREA, DIFF AREA) 보다
응답파형에 나타나지 않는 미세한 불량을
검출할 수 있습니다.

1 턴 쇼트와 같은 미세한 불량은
양품의 응답파형과의 차이가 작기 때문에
면적 비교 판정으로는 어렵습니다.

로터를 장착한 상태에서도
검사 가능

로터의 위치에 따른 응답파형의 변화도
수치화 할 수 있습니다.
양품 영역, 불량품 영역을 설정하여
양불판정이 가능합니다.

기존의 면적 비교 판정은 로터의 위치에 따라
응답파형이 변해버리기 때문에
모터의 양불판정을 할 수 없습니다.



같은 양품이라도 로터의 위치에 따라
(A),(B) 처럼 응답파형이 다름

사용기기



임펄스 권선 시험기
ST4030A



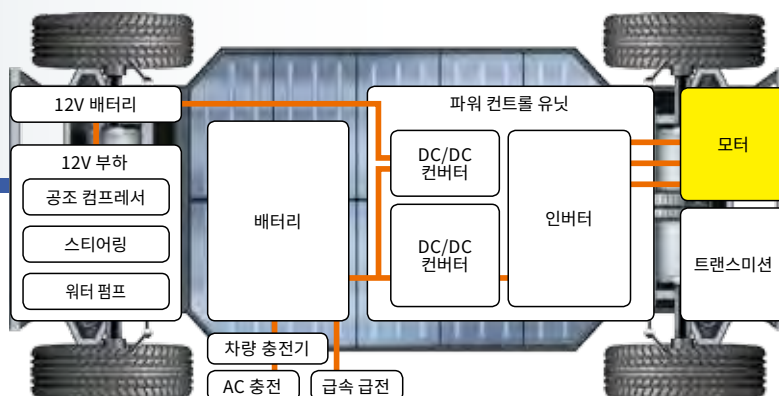
방전검출기능
ST9000

- 고정밀도로 파형을 검출 : 200 MHz, 12 bit
- 응답파형을 수치화 (TOENEC CORPORATION 사 특허 사용)
- 노이즈에 묻힌 방전을 검출 (옴션)

생산 / 검사

모터 권선의 유지보수

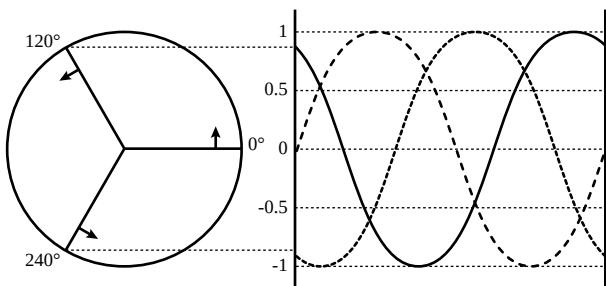
임펄스 시험을 실시함으로써
모터 권선의 유지보수와 경향 관리에도
활용할 수 있습니다.



양품이 없더라도 절연 불량 / 열화를 확인 가능

일반적으로 정상적인 3 상모터라면 각 상 (U, V, W) 의 밸런스가 맞습니다.
따라서 U-V, V-W, W-U 의 각 상 간에 임펄스 전압을 인가하여 얻게되는
응답파형은 거의 동일합니다.

1 개의 상 간에서 얻어진 응답파형을 양품이라 가정하고
다른 상 간에서 얻어지는 응답파형과 비교함으로써
절연 고장 / 열화의 판단이 가능합니다.



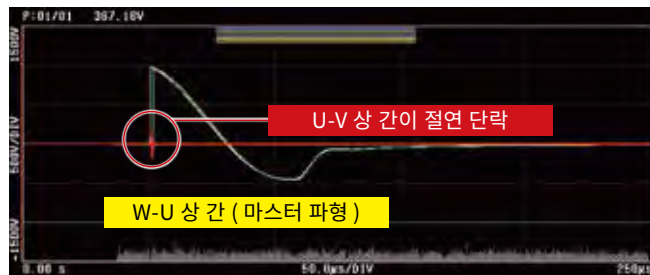
정상적인 3 상모터
각 상 (U, V, W) 의 밸런스가 맞음



양품의 응답파형



절연 열화의 응답파형 예



절연 단락 (쇼트) 의 응답파형 예

사용기기



임펄스 권선 시험기
ST4030A



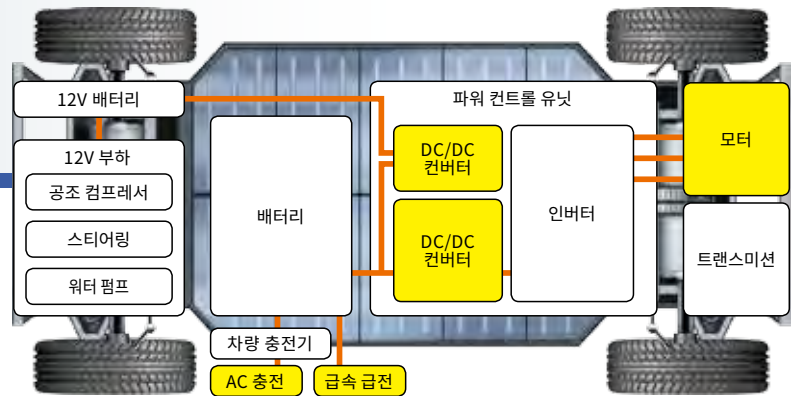
방전검출기능
ST9000

- 고정밀도로 파형을 검출 : 200 MHz, 12 bit
- 응답파형을 수치화 (TOENEC CORPORATION사 특허 사용)
- 노이즈에 묻힌 방전을 검출 (음선)

생산 / 검사

모터 · 권선의 절연저항측정 · 내압시험

절연저항시험, 내압시험을 실시합니다.
출하검사로 절연상태를 검사함으로써
높은 안전성을 유지할 수 있습니다.



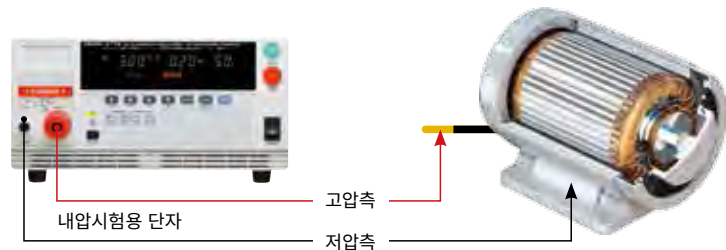
제품의 출하검사로 절연저항 · 내압을 측정

절연 열화의 발생은 감전과 누전의 위험으로 이어집니다.
제품의 안전성을 확보하기 위해 출하 검사 시에 절연상태를
검사합니다.

절연 열화 발생

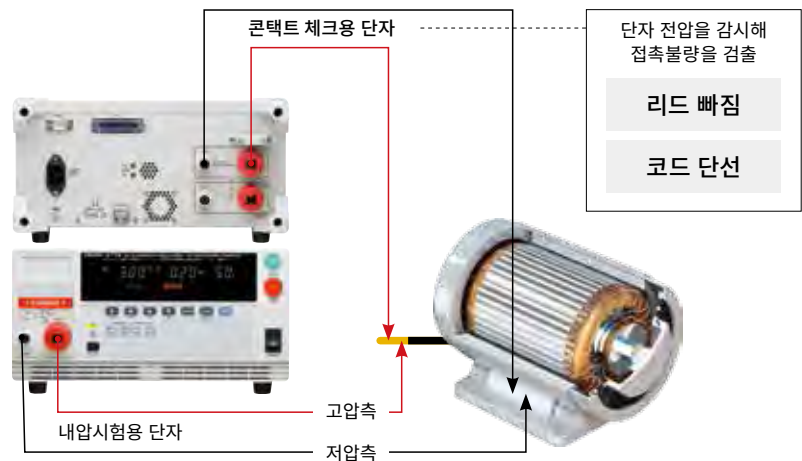
감전의 위험

누전의 위험



콘택트 체크로 확실하게 검사

프로브의 접촉불량과 케이블 내부 단선에 의해
검사대상에 올바르게 콘택트하지 못하는 경우가
있습니다. 그 경우, 불량품이라 하더라도 잘못
양품이라 판정할 우려가 있습니다.
확실한 검사로 콘택트 체크가 효과적입니다.



사용기기



AC 자동 절연 내압 시험기
3174



절연저항시험기
ST5520

측정값에 영향을 주지 않고 상시 콘택트 체크가 가능

3174 AC 자동 절연 내압 시험기

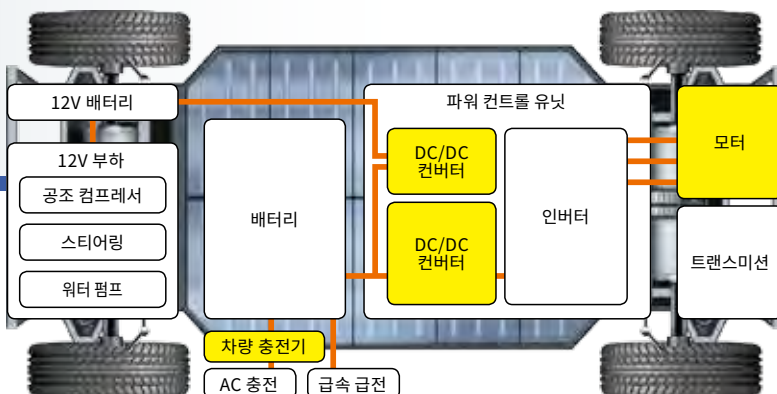
- AC 내압 시험 AC 0.2 ~ 5kV/20mA
- 절연저항시험 DC500 또는 1000V/0.5M ~ 2000MΩ

ST5520 절연저항시험기

- DC25 ~ 1000V/0.002M ~ 9990MΩ

권선 저항 측정

권선의 저항을 고정밀도로 측정할 수 있습니다.
권선의 저항을 측정함으로써 단선 유무를
알아볼 수 있습니다.
고정밀도 저항계를 사용해 측정하면
선재의 두께나 권수가 잘못되지 않았는지도
판별할 수 있습니다.



저항 측정으로 권선의 품질 검사

모터를 효율적으로 동작시키기 위해서는 모터에 대전류를 흘려보내야 합니다.
대전류를 흘려보내기 위해 권선은 두꺼워지고 저저항일 것이 요구됩니다.

저항값으로 알 수 있는 사항

선재 두께가 틀렸는지 여부

권수가 틀렸는지 여부

권선의 단락



모터의 권선



트랜스의 권선



코일의 권선

저항 측정에서 요구되는 성능

저항계를 사용하면 저저항화 되어가는 권선 저항을 정확하게 측정할 수 있습니다.

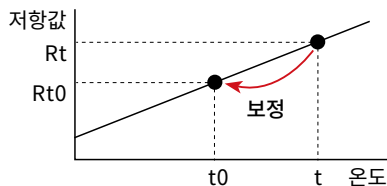
요구 성능

저저항 측정

특히 저저항화 되어가는 대형 권선에서는
 $10\mu\Omega$ 대에서 관리가 필요합니다.

환경 온도 보정

선재의 저항값은 온도에 따라 변동하기 때문에
온도 보정을 실시할 필요가 있습니다.



사용기기



저항계
RM3545



멀티플렉서 유닛
Z3003



저항계
RM3548

RM3545

- 최소 분해능 $0.01\mu\Omega$ 의 고정밀도 저항계
- RM3545-02 는 멀티플렉서 내장 가능
여러 포인트의 저항을 효율적으로 측정

RM3548

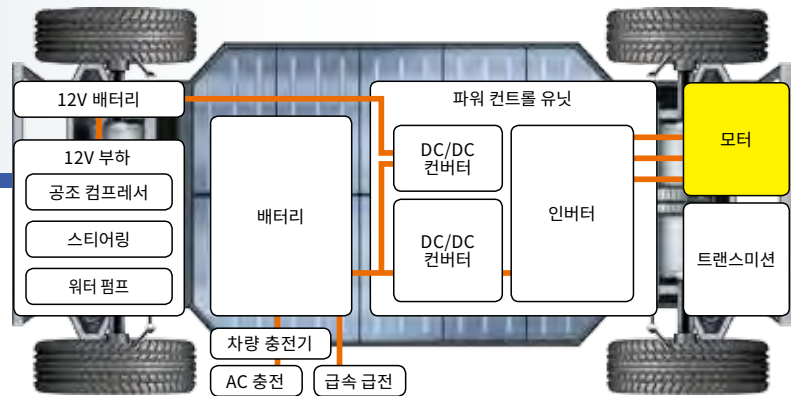
- 모터, 트랜스의 온도 상승 시험에 편리한
온도보정기능과 인터벌 측정
- 대형 모터, 대형 트랜스 측정에 적합한 휴대형

생산 / 검사

모터 코일의
인덕턴스 측정

권선의 인덕턴스를 측정합니다.

상 간의 밸런스, 모터의 동작 성능, 회전의 기복,
구동 드라이버와 모터의 정합성 등을 확인할 수
있습니다.



■ 권선의 인덕턴스로 모터 성능을 검사

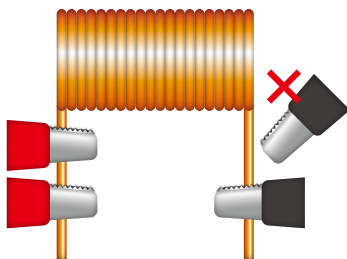
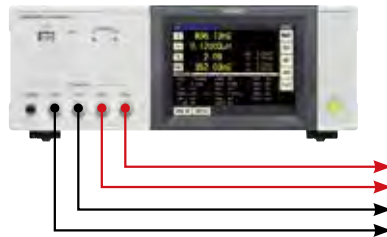
인덕턴스로 알 수 있는 사항

상 간의 밸런스

모터의 동작 성능

회전의 기복

구동 드라이버와 모터의 정합성



콘택트 체크

오측정을 방지해 확실하게 검사



케이블 길이 4m

측정 케이블 최장 4m 까지 정확도 보증
모터용 대형 장치에 대응



Labview 드라이버 지원

다른 계측기와 연계

사용기기

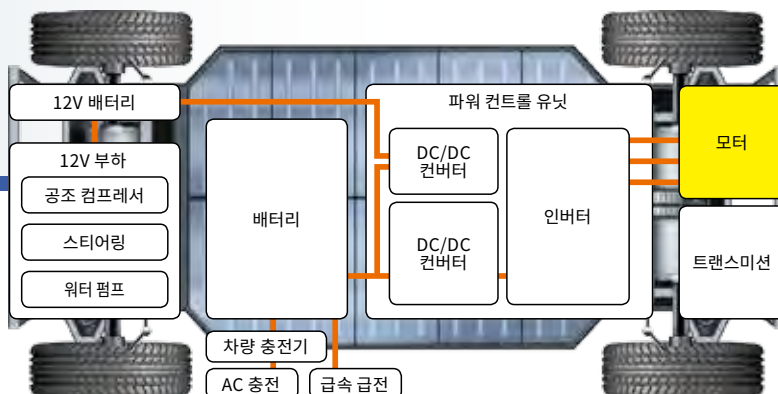


LCR 미터
IM3536

- 4Hz 부터 8MHz 의 넓은 주파수 범위로 측정
- 판정기능으로 권선 인덕턴스 값을 관리

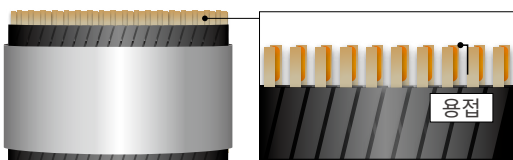
모터의 용접 저항 측정

평각선 스테이터의 용접 품질 (용접 결함) 을
고분해능, 고정확도 직류저항계로 검사합니다.



평각선 스테이터 (stator) 란 ?

스테이터 코어에 가공한 평각 구리선을 장착해 같은 상의 평각선끼리를 로봇으로 용접해 접합합니다.
용접 상태가 허술하면 용입 (penetration) 부족, 균열, 핀 홀이 생겨 잠재적 불량이 발생합니다.



평각선 스테이터



접합 상태



양호한 용접



결함이 있는 용접

직류저항측정에 의한 용접 품질 검사

용접부 양쪽에 각각 전압 검출용 프로브를 세워서
각 용접부의 저항을 검사합니다.
멀티플렉서 유닛 Z3003 을 사용하면
다점 저저항 검사설비를 간단히 구성할 수 있습니다.

저항계 RM3545 는 12mΩ 이하의 저항을
0.01 μΩ 분해능으로 측정할 수 있습니다.
평각선과 같은 μΩ 급 용접저항도
고정확도로 검사할 수 있습니다.

※ 온도의 영향을 억제하려면
RM3545 의 온도보정기능을 사용해 주십시오.



사용기기



저항계
RM3545-02



멀티플렉서 유닛
Z3003

세계 최고 수준의 정확도와 분해능

- 10 μΩ 측정 시의 최고 정확도 약 ±0.1 μΩ
- 최소 분해능 0.01 μΩ
- 온도보정기능으로 온도에 따른 저항값 변화를 보정 가능

HIOKI

히오키코리아 주식회사

www.hiokikorea.com

대표메일 info-kr@hioki.co.jp

Note: Company names and Product names appearing in this catalog are trademarks or registered trademarks of various companies.

서울사무소 서울특별시 강남구 역삼동 707-34 한신인터밸리 24 동관 1705 호

TEL 02-2183-8847 FAX 02-2183-3360

대전사무소 대전광역시 유성구 테크노 2 로 187, 314 호 (용산동, 미건테크노월드 2 차)

TEL 042-936-1281 FAX 042-936-1284

부산사무소 부산광역시 동구 중앙대로 240 현대해상 부산사옥 5 층

TEL 051-464-8847 FAX 051-462-3360

수리센터 직통번호 : 042-936-1283