

고효율 전동력기기로서의 BLDC 모터의 역할 및 필요성

정태욱 <경남대학교 전기공학과 교수> · 강명호 <경남 테크노파크 정밀기기센터장>

1 서론

1.1 세계는 지금 녹색 전쟁

기후변화와 자원위기가 현실적인 위협으로 등장하면서 에너지와 환경문제는 국가경제의 미래를 결정하는 주요변수로 부각되고 있다.

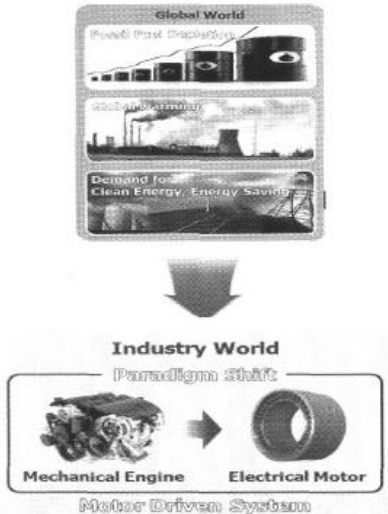


그림 1. 환경변화와 산업계의 전장화

지구 온난화와 화석에너지 고갈로 인한 청정화 고 효율화의 요구가 증대되고 있으며, 이에 부응하기 위

한 노력의 일환으로 종래 기계적인 방식의 구동 방식에서 모터를 이용한 전기 구동 방식으로 전환되는 추세에 있다.

일본, EU, 미국 등 선진국은 녹색시장 선도전략에 국력을 집중하고 있으며, 우리정부는 저탄소 녹색성장을 새로운 국가비전으로 제시하였다.

녹색기술은 환경보호와 경제성장 선순환의 전략적 구심점으로 저탄소 녹색성장에 기여함으로써 지속가능한 경제발전의 주요 성장 동력원으로 부상하였다.



그림 2. 총소비전력에 모터가 소비하는 비중

기후변화협약으로 촉발된 고효율과 청정화의 중심에는 전기에너지의 사용과 변환장치인 모터가 자리 잡고 있으며, 그 중요성은 날이 갈수록 크게 부각되고 있다. 모터가 발전되는 전기에너지의 대표적인 소비 원으로 차지하고 있다.

1.2 고효율 모터 필요성

화석연료를 대체할 에너지 자원에 대한 관심이 확대되면서, 이에 비해 상대적으로 덜 주목받으면서도 단기적인 면에 있어서는 보다 적게 화석연료를 사용케함으로써 오염 속도를 줄이려는 움직임이 존재 또한 화석연료를 대체하는 새로운 에너지원으로 먼저 시급하게 다룰수 있는 방안은 에너지효율을 높임으로써, 보다 적게 화석연료를 사용하고, 이산화탄소 배출을 줄이는 것, 즉 "Energy saving"의 기본원리이다.

이러한 Energy Saving의 여지가 가장 큰 부문이 가정과 상업용 부문이다. 보다 높은 효율의 가전 제품들과 산업용 기기들의 사용으로 현재 사용되는 제품들의 최대 1/4 수준으로 에너지 소비를 줄일 수 있게 될 것이다. 그 중심에 있는 것이 모터가 있다.

모터는 전기에너지를 기계적 운동에너지로 변환시키는 장치로 전력소비의 70%를 차지하는 제품인 동시에 모듈형태의 부품이다.

모터의 효율을 1% 높일 경우 한 해 이산화탄소 123만톤 발생 억제(나무 49억 그루 상당, 산림청 탄소계산기)와 원유도입 4,155억원 절감 효과(한전전력통계, 2009.12.)를 나타낸다.

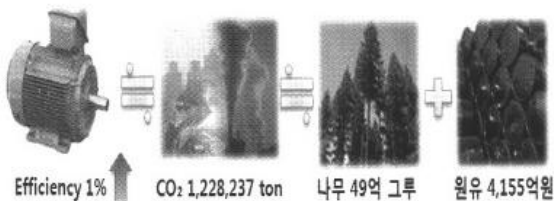


그림 3. 모터효율 1% 향상될 경우의 효과 예시

에너지 절약 및 에너지 수요를 절감하는 대안이 부각됨에 따라 에너지 사용의 효율화는 단기적으로는 더 높은 성과를 얻을 수 있다.

신재생에너지보다 Energy Saving의 시대, 모터가 주역으로 녹색성장은 새로운 에너지원을 개발해서뿐만 아니라, 기존의 에너지 사용 효율을 높임으로써도 달성가능하고 현실에서도 가장 실현가능성이 높다.

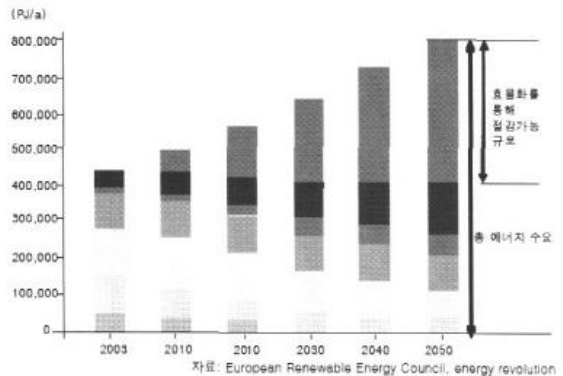


그림 4. 효율화로 가능한 에너지 절감 수요

에너지효율화의 가장 큰 줄기인 가정 및 산업용 부문에서의 에너지효율을 높이는 방안의 핵심에는 모터가 위치함. 이러한 에너지효율화만으로도 2050년 소요된다.

2. BLDC 모터

2.1 BLDC 모터의 부활

모터는 우리가 생활하는 거의 모든 곳의 전기와 관련된 기기들에 깊숙이 파고들어 가장 흔한 냉장고, 세탁기, 식기세척기의 가전기기에서부터 자판기, 유축기, 정수기, 동전제수기, 음식물 처리기 등의 생활주변기기, 의료용 안마기, 골프연습기, 러닝머신, 약탕기 등의 의료용 및 운동용 기기 뿐만 아니라, 복사기, 프린터 등의 OA 기기와 반도체 LCD 생산라인,

ATM기기 등의 산업용 기기까지 전기를 사용, 움직이는 운동에너지를 생산해야 하는 거의 모든 전기 기기에 장착이 되어 있다.

사용되는 용도에 따라 상당히 다양한 모터들이 존재하지만, 모터를 구분하는 가장 일반적인 구분은 회전을 회전시키는 전류가 교류(AC)이나 직류(DC) 이냐에 따라 교류모터와 직류모터로 구분된다.

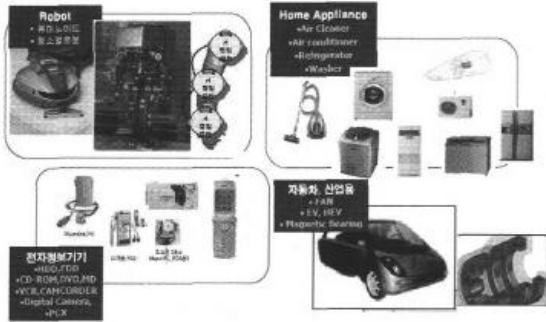


그림 5. 모터 적용 분야

BLDC 모터는 DC 모터의 브러시와 정류자 등의 기계적인 접촉자를 트랜지스터와 같은 반도체를 이용한 스위칭(switcing)회로로 바꾼 형태의 모터이다.

가전 제품으로 채택의 걸림돌이었던 Brush를 제거함으로써, BLDC 모터는 DC모터의 효율성과 AC 모터의 정속성을 모두 갖추게 되었고, 이로 인해 가전 제품들, 냉장고, 세탁기, 식기세척기 등에 본격 사용되게 되었다.

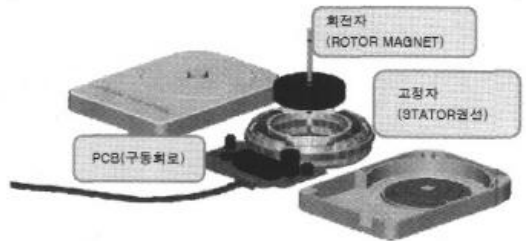


그림 6. BLDC 모터의 구조

AC모터는 우리가 일상생활에서 사용하는 일반 전기를 이용하는 대부분의 가전 및 산업용품에 사용되었으나, 가전제품의 경우에는 에너지효율화에 맞춰 점차 DC모터로 교체되어가고 있다. 그러나 고토크, 고속 제어의 용이성으로 인해 산업용 부문에서는 여전히 AC모터의 활용이 높은 상황이다.

자동화, 로봇 및 메카트로닉스, 에너지, 가전, 국방, 건설 등 사용되지 않는 분야를 찾기가 어려운 모터는 기반성 요소제품이며, 미래제품에서는 새로운 성능의 모터가 요구된다.

앞서 언급했던 것처럼 가전 및 산업용에서의 높은 전력사용률로 인해 모터에서의 고효율화는 지속적으로 진행되어 왔다. 그러나 정속성에서 상대적으로 AC모터에 뒤지는 DC모터의 한계로 인해 고효율화 진척은 일부 더딘 면이 있었고, 이를 해결한 것이 본격적인 고효율모터의 시작이라 할 수 있는 BLDC 개발, 즉 Brush를 제거한 모터이다.

많은 제품, 사업 분야에서 유도기 및 직류기 사용을 BLDC모터로 대체하고 있으며, BLDC 모터의 수요가 급격히 증가하는 추세이다.

표 1. DC모터와 BLDC 모터의 차이

항 목	일반 DC 모터	BLDC 모터
기본 구조	회전전자자형	회전계자형
회전자 위치 감출	브러시의 기계적인 위치	위치 감출 소자 및 Logic 회로
정류 방식	브러시와 정류자 접촉에 의한 기계적인 스위칭	반도체 소자를 이용한 전자 스위칭
역회전 방식	단자전압의 극성 변경	스위칭 순서의 변경
특 징	대용량 및 제어성 우수 경기적인 보수 필요 전기 기계적인 잡음 브러시/정류자 사용으로 고속운전 불가 외형이 크고 구조 복잡	장기간 사용 가능 보수 불필요 전기 기계적인 잡음 없음 고속운전 가능 소형화 박형화가 가능

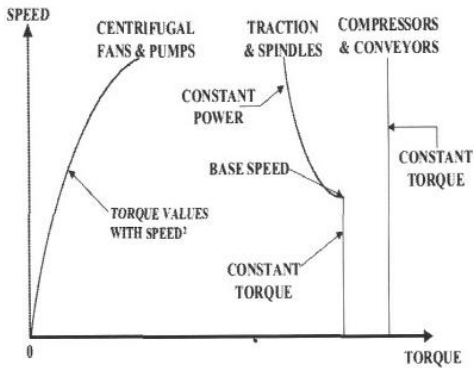
2.2 BLDC 모터 장점 및 특징

BLDC 모터의 장점은 일반 DC 모터의 최대 단점인 브러시와 정류자가 없기 때문에 정기적인 보수가 필요 없어 신뢰성이 높고 수명이 길고, 일정속도 및 가변속 제어 등 제어성이 우수하다.

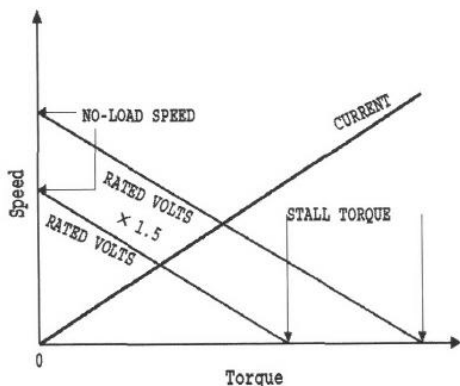
또한 브러시 전압강하나 마찰손실이 없어 고효율 특성을 얻을 수 있고 전기적 자기적 잡음이나 기계적 소음이 적다.

BLDC 모터는 일반적으로 요구되는 가장 중요한 3가지 요건 만족 1) 저소음 2) 소형 및 경량화 3) 고 응답 및 분해능력 모두 해당이 되기 때문이다. 즉 AC 모터의 저소음과 소형, 경량화와 DC모터의 고응답 및 분해 능력을 보유하고 있다.

그리고 BLDC 모터의 발전배경은 반도체 부품의 발전을 바탕으로 한 전력 전자기술의 발전과 자성재료의 향상에 기인한 진보적인 자기회로 설계 기술과 더불어 발전한 결과이다.



(a) 각종 부하에 대한 대표적인 속도/토크 특성



(b) 영구자석 직류전동기 속도/토크 특성

그림 7. BLDC 모터의 동작특성 속도/토크 곡선

BLDC 모터의 구조적인 특징으로는 다극으로 착자되어 만들어진 계자가 회전하는 회전 계자형이라는 점이며, 동작에 있어 가장 큰 특징은 DC 모터와 같이 속도/토크 특성이 선형적으로 감소한다.

2.3 BLDC 모터 동작원리

BLDC 모터 구동은 항상 두상에만 전류가 여자되는 전기각 120° 통전방식으로 역기전력은 보통 구형파 또는 사다리꼴 형태를 취하게 되며 이러한 역기전력 파형을 얻기 위하여 권선은 집중권으로 시행한다.

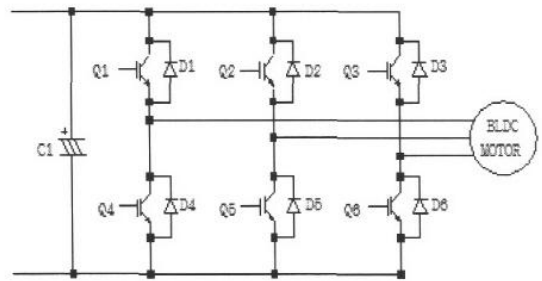


그림 8. BLDC 모터의 인버터 주회로

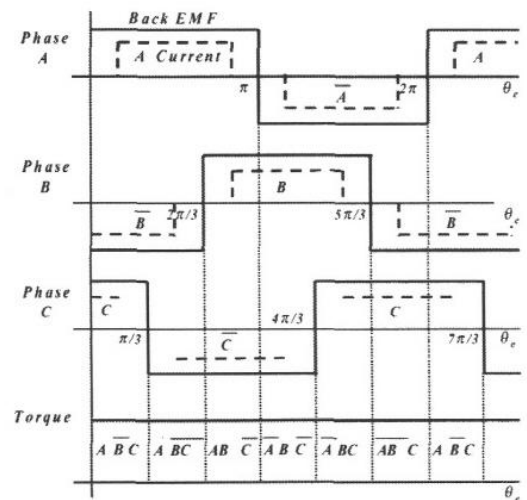


그림 9. 구형파 구동방식에서 역기전력과 전류 파형 및 발생 토크와의 관계

각 상의 역기전력이 120° 이상의 구간동안 일정한 크기를 가지고 나타나며, 전류가 이상적으로 120° 구간에서 구형파로 인가된다.

각 상의 힘은(역기전력×전류)로 나타나서 일정한 토크를 나타내게 된다. 이러한 각 상의 토크가 서로 합성되면 모터의 회전자가 어느 위치에 있던 지간에 일정한 토크가 발생한다.

3. 모터산업

3.1 모터사업의 현황 및 전망

2008년 조사된 일본 가전분야에서 사용되어지는 모터의 종류별 시장규모를 보면, 일반 DC모터의 채택율이 72.1%를 차지할 정도로 압도적이며, BLDC 모터는 6.5%에 그치고 있다. 물론 전세계적으로는 아직도 AC모터가 80% 이상을 차지하고 있으나, BLDC모터의 정속성과 고효율성을 바탕으로 가전시장에서의 성장 가능성은 매우 높다.

정부는 2008년부터 고효율전동기 생산, 판매, 수입 의무화를 위한 삼상유도전동기, 즉 범용AC모터분야에서 시행해 왔었고, 2010년 1월 1일부터는 0.75kW 즉, 1마력 이상의 모든 모터로 그 적용범위가 확대, 시행하였다. 대부분의 모터는 효율 82.5%를 충족시키지 못 할 경우 신규판매가 금지된다.

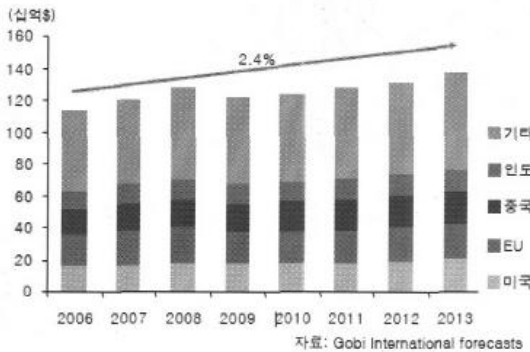


그림 10. 전세계의 AC/DC 모터 판매 추이

국내뿐 아니라 미국의 경우에도 2011년부터 프리미엄급 전동기에 대한 의무화를 추진하고 있고, 유럽연합의 경우에도 2011년부터 고효율전동기 의무화와 2015년부터는 7.5kW 이상급의 삼상유도전동기에 대한 프리미엄전동기로의 전환까지도 의무화할 예정이다.

xEV에 대한 관심이 점차 커지고 있음에 따라 내연기관의 역할을 모터가 대체하게 되며, 기존 유압장치로 작동하던 장치들이 전장화되면서 모터의 고기능 제어 기술이 더욱더 중요시될 것이며, 미래 xEV시장에서는 모터가 배터리와 더불어 자동차의 핵심부품이 될 것으로 사료된다.

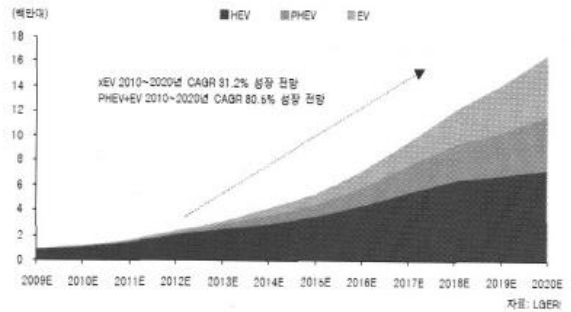


그림 11. xEV 시장규모 전망

현재 일반 내연기관 자동차의 전장품 비중은 30% 내외 정도이나 미래 xEV 시장에서는 그 비중이 70% 수준으로 증가될 것으로 전망되고 있다. 특히 관련기술을 선취특하기 위한 업체들의 경쟁은 한층 더 치열해질 것으로 사료된다.

3.2 국내 모터사업을 선도하기 위한 대표적 사례

국내 모터산업 구조 선진화, 즉 주문형에서 양산 표준형 시장구조 형성과 정부주도의 자본투입, 기술공급에 의한 모터산업 민간역량 제고와 더불어 권역보유자원의 공동 활용을 통한 모터산업 글로벌경쟁

거점화를 위해 동남광역경제권에서 선도적으로 사업을 수행하고 있다.



그림 12. 동남광역경제권의 모터관련 산·학·연 형성

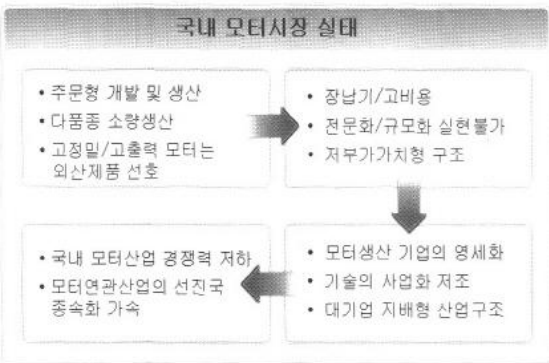


그림 13. 국내 모터 시장의 실태

동남광역경제권(부산광역시, 울산광역시, 경상남도)의 각각의 기관과 기업들이 협력하여 BLDC 모터 표준화 및 표준모델 보급 사업을 우수한 성과로 성공적으로 수행하고 있다.

이 사업은 현재 국내 모터사업 대한 부족한 역량을 심각하게 인식하여 국내 시장 뿐만 아니라 전세계적으로 국내 모터 기술을 향상시키고 경쟁성을 갖추기 위해 동남권의 기관과 기업들이 실질적으로 접근하여 사업을 진행하고 있다.

각 기관의 모터 전문가와 기업 연구 인력이 참여한

기술위원회에서 협의에 외경을 기준으로 대표적인 표준모델 선정하였다.

- 모터의 용량을 모델 구분의 1차 기준으로 작업
- 시장주도, 대량수요, 선도기업 및 국내기업 제품을 중심으로 모델선정
- 국내 기술수준, 기업역량, 부품·소재 조달 및 협력 방안을 반영
- 시험평가, 성능 및 신뢰성 인증 장비 및 절차에 대한 국내능력 확인

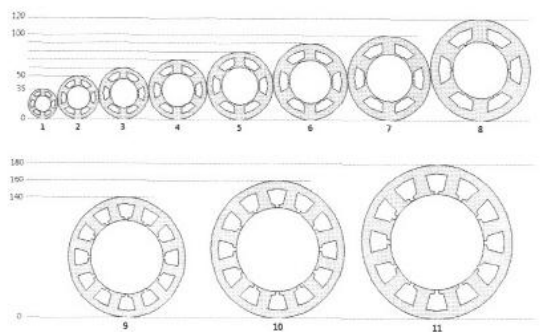


그림 14. 표준 Stator의 직경별 분류

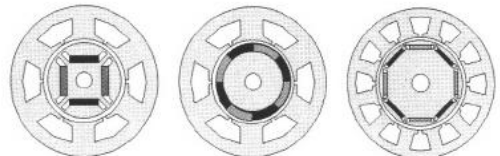


그림 15. 표준 슬롯 수와 극 수 관계별 분류

BLDC 모터의 표준화를 통한 표준 모델을 이용하여 분야별, Grade별 모터의 상품화 및 사업화를 위한 산업 저변의 확대를 위하여 친 수요기업형 표준화 BLDC모터의 개발·양산이 선행에 노력을 기울이고 있다.

4. 결 론

앞으로 국가경쟁력을 대표하게 되는 환경과 에너지

효율화를 위해 일반 내연기관에서 궁극적으로 고효율 기기인 BLDC 모터로 대체될 것이며, 관련 기술 선취득이 중요하다.

Energy Saving, 현재 사용하는 에너지의 소비량을 최소화시킴으로써 화석연료의 고갈 시기와 환경오염을 줄이는 효율화 정책은 결국, 가전 및 산업제품에 사용되는 모터의 고효율화를 통한 에너지 손실 최소화화, 엔진과 유압으로 대표되는 자동차 구동시스템의 모터화, 일명 X by Wire로의 진화라는 모티비가 될 것이다.

미국과 EU는 2011년부터 기존 모터들 보다 높아진 효율의 모터사용을 더욱 강력히 강제화할 계획이며, 모터시장의 자생적인 성장성을 넘어선 고효율 BLDC 모터 시장의 더욱 더 본격화된 성장이 도래할 것으로 사료된다.

◇ 저 자 소 개 ◇



정태욱(鄭泰旭)

1970년 5월 16일생. 1993년 부산대학교 전기공학 졸업. 1995년 동 대학원 전기공학 졸업(석사). 1999년 동 대학원 전기공학 졸업(박사). 1996~2006년 LG전자 DAC연구소 책임연구원. 2006~2007년 한국생산기술연구원 선임 연구원. 2007년~현재 경남대학교 전기공학과 조교수, 본 학회 편수위원.

Tel : (055)249-2628

E-mail : tujung@kyungnam.ac.kr



강명호(姜明鎬)

1958년 9월 27일생. 1977년 부산대학교 기계공학 졸업. 1984~1999년 대우중공업(주) 항공사업본부 차장. 1999~2005년 한국항공우주산업(주) 부장. 2005~2009년 경남테크노파크 거점로봇센터 센터장. 2009년~현재 경남테크노파크 정밀기기센터 센터장.

Tel : 055-329-8011

Email : gahngmh@gntp.or.kr