

단상 SRM의 설계 및 구동특성

손익진, 이상훈, 홍정표 **, 박성준 *, 안진우
 경성대학교, 동명대 *, 부산대학교 **

Design and driving characteristics of Single Phase Switchde Reluctance Motor

Ick-Jin Son, Sang-Hun Lee, Jung-Pyo Hong **, Sung-Jun Park *, Jin-Woo Ahn,
 KyungSung Univ., Dongmyung College *, Pusan Nat'l. Univ. **

Abstract - This paper proposes a new driving scheme for single-phase SRM. The driving scheme is very simple and inexpensive. By use of this scheme, simple power devices based on low switching losses enable to high efficiency SRM drive. Starting, one of the main problem in single-phase SRM is overcome using a parking magnet. This drive system has a high efficiency and robust drive characteristics compared to that of a universal motor.

1. 서 론

스위치드 릴럭턴스 전동기(Switched Reluctance Motor, SRM)는 전자기적인 구조가 간단하고 견고하며, 고효율, 고토오크/관성비, 넓은 범위의 가변속운전 등의 장점을 가진 전동기구조로서 여러 산업분야 및 가전 분야에 그 적용범위를 넓혀 가고 있다[1~3].

SRM의 고정자와 회전자의 극수 조합은 현재까지의 연구결과 6/4, 8/6, 12/8 극의 조합이 가장 실용성이 큰 것으로 입증되고 있다. 그러나 이 경우 스위칭 수의 증가로 경제적인 면에서 불리하다. 이러한 스위칭 소자 수의 감소를 위한 한 방식이 단상 SRM이다. 단상 SRM은 회전자의 위치에 따라 기동토크가 발생하지 않는 영역이 존재한다. 따라서 초기 기동위치에 따라 정방향과 역방향의 결정된다.

본 논문에서는 이러한 특성을 가진 단상 SRM의 실험에 의한 구동 특성과 저가화를 통한 실용화 가능성을 입증 하고자 한다.

2. 단상SRM의 구동원리와 설계

2.1 단상 SRM의 구동원리

그림 1에서 보는 바와 같이 단상 SRM은 특정위치에서 기동토크가 발생되지 않는 영역이 존재하므로 초기 기동위치를 설정하기 위한 정지용 자석(parking magnet)이 필요하다.

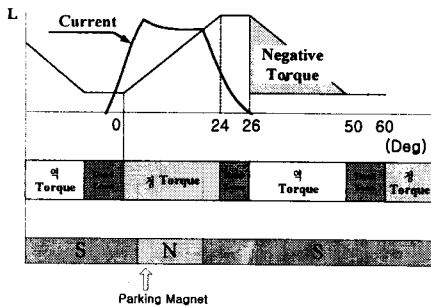


그림 1 단상 SRM의 운전 특성
 Fig. 1 Operation characteristics of single-phase SRM

그림 1에서와 같이 인덕턴스가 증가하기 시작한 점으로부터 4° 변위에 파킹마그네트를 채용하여 회전자가 정지시에 항상 정토크 영역에서 기동 할 수 있도록 하였다.

2.2 단상 SRM의 설계와 구동

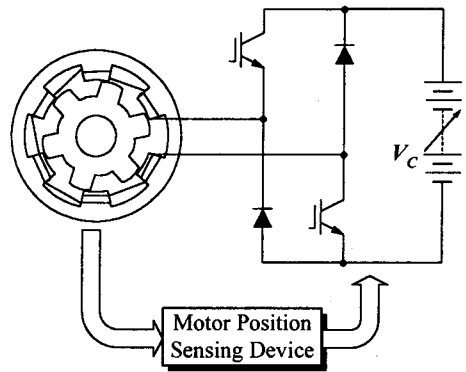


그림 2 단상 SRM의 개략도
 Fig. 2 Schematic diagram of single-phase SRM

그림 2는 고정자와 회전자가 각각 6극으로 구성되는 단상 SRM 및 시스템의 개략도를 나타낸다. 그림에서 보는 바와 같이 단상 SRM은 고정자의 각 권선이 직렬 조합으로 구성된다. 또한 적용 소자는 비대칭 인버터를 기준으로 아랫단과 윗단에 각1개씩의 소자와 다이오드가 소요된다.

실험에 사용된 단상 SRM의 설계 및 제원은 표1과 같이 정격전압 110[V]에 10000[rpm]으로 설계되었고, 정격 전류는 5[A]정도가 되게 하였다.

표 1 단상 SRM의 제원
 Table 1 Specification of the prototype single-phase SRM

극 수	고정자 6극, 회전자 6극
정격 전압	110 [V]
정격 속도	10000 [rpm]
정격 출력	600 [W]
전동기 외경	96 [mm]
전동기 길이	34 [mm]

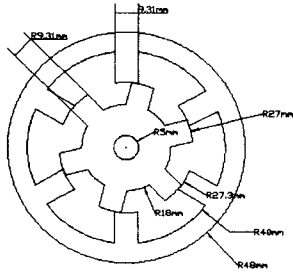


그림 3 단상 SRM의 설계치수
Fig. 3 Design dimension of single-phase SRM

그림 3은 설계된 6/6극 단상 SRM의 설계 치수를 나타내고 있다.

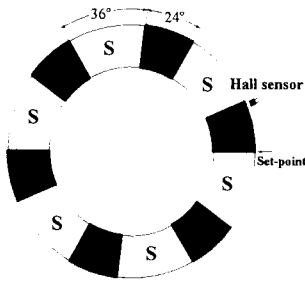


그림 4 단상 SRM용 엔코더
Fig. 4 Encoder of single phase SRM

그림 4는 단상 6/6 SRM의 회전자 위치를 검출하기 위한 자기 엔코더를 나타내고 있다. 자극은 6/6 SRM의 한 상에 해당되는 60° 주기를 갖게 설계하고 N극의 변위는 초기 기동시 스위칭 신호의 안정화를 위하여 확실한 정토크 발생영역으로 결정하였다.

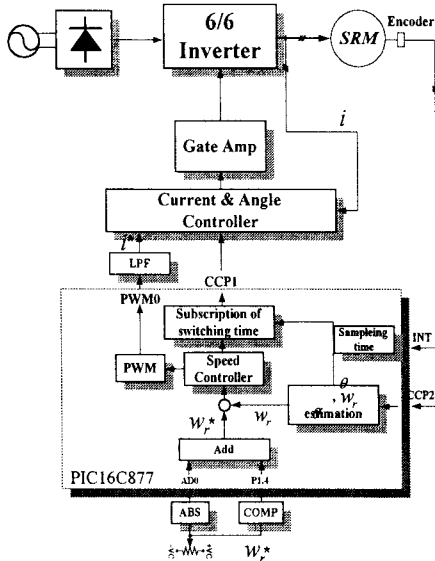
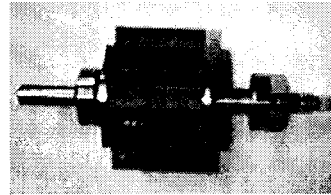


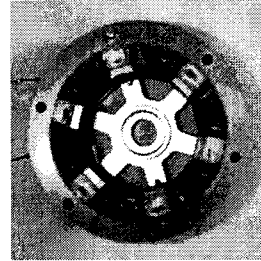
그림 5 제어기의 블록도
Fig. 5 Block diagram of the controller

그림 5는 상스위치를 제어하기 위한 제어기의 블록도이다. 제어 및 상태를 표시하기 위해서 제어기는 PIC16C877을 사용하였다. 우선 기동을 위해서는 속도 제어부에서 인코더의 상 신호를 받아 바로 CCP1 출력으로 한다. 이때 속도 제어부의 PWM제어는 소프트웨어로 한다. 이 때 속도 제어부의 PWM제어는 소프트웨어로 한다. 이때 속도 제어부의 PWM제어는 소프트웨어로 한다. 이때 속도 제어부의 PWM제어는 소프트웨어로 한다.

속도지령치는 외부의 가변저항으로부터 절대치 회로와 비교기의 출력을 AD와 IO 포트의 조합에 의한 11 Bit 정보로 얻게된다. 실제속도는 CCP2에 연결된 인코더의 상 신호의 폭으로부터 구한다. 속도제어부는 지령속도와 실제속도의 차에 의해 스위칭 온각 변위를 제어하게 된다[4].



(a)



(b)

그림 6 단상 SRM의 회전자와 고정자
(a) 회전자 (b) 고정자

Fig. 6 Rotor and stator of single phase SRM
(a) Rotor (b) Stator

그림 6은 실험에 사용된 단상 SRM의 회전자와 고정자를 보여준다. 회전자와 고정자의 극수는 6극으로 하였고 고정자의 권선은 직렬로 연결하였다.

3. 실험 및 고찰

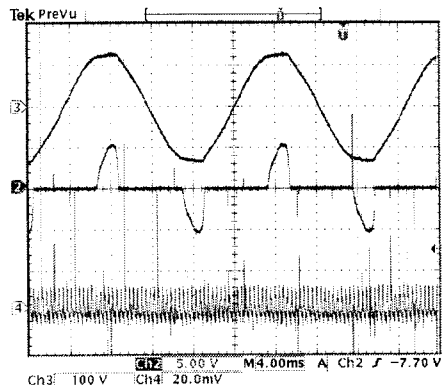


그림 7 비대칭 인버터 구동시 입력전압 및 전류
Fig. 7 Input voltage & current general inverter

그림 7은 비대칭 인버터로 구동시 단상 SRM의 입력 전압과 전류 파형을 보여주고 있다.

그림 8은 단상 SRM의 기동시 소프트 스타팅을 위한 과도상태와 정상상태에서의 운전에 따른 전류와 전압 파형을 나타내고 있으며, 파형으로부터 전류 비교기에서의 지령치 전류에 따른 상전류 파형이 원활히 이루어짐을 알 수 있다.

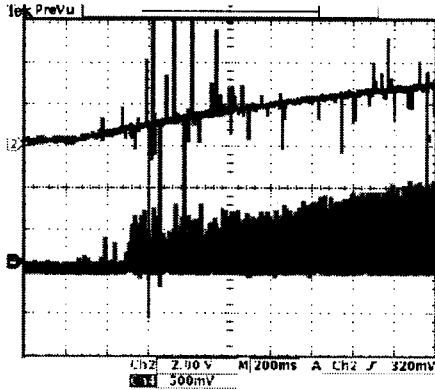
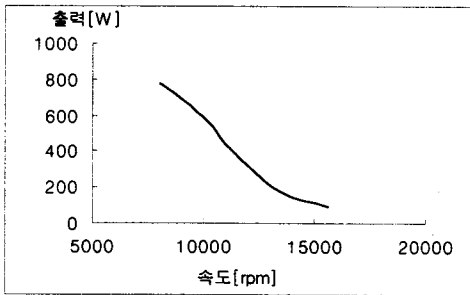
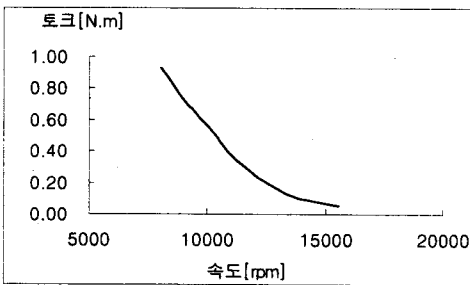


그림 8 기동시 상전류 파형
(CH2 : 지령치 전류, CH4 : 상전류)
Fig. 8 Current at starting
(CH2 : Commands current, CH4 : Phase current)

그림 9는 설계된 SRM의 속도에 대한 출력 및 토크 특성을 나타내고 있다.



(a)



(b)

그림 9 출력 및 토크 특성
(a)출력특성 (b)토크 특성
Fig. 9 Output power and torque characteristics
(a)output power characteristic
(b)torque characteristic

4. 결론

단상 SRM은 회전자의 위치에 따라 기동토크가 발생하지 않는 영역이 존재한다. 본 연구에서는 부가적인 능동 회로 없이 SRM 구동회로를 1단 방식으로 구성하였고 정지마그네트와 구동을 위한 위치센서용 홀 센서를 1개만 사용함으로써 전체 시스템의 저가화를 지향하였고, 단상 SRM의 실험에 의한 구동 특성과 실용화 가능성을 입증 하였다.

참고 문헌

- (1)Euxibie E and Thenaisie P : "A switched reluctance drive for pallet truck applications". Intelligent Motion, Proceedings, pp.88-100, June 1990.
- (2)Lawrenson PJ et al : "Variable-speed switched reluctance motors", Proceedings IEE. Vol.127. Pt.B. pp.253-265,
- (3)Byrne, JV et al : "A high-performance variable reluctance motor drive : a new brushless servo." Motorcon proceedings. pp.147-160, 1985.
- (4)안진우 : "1.5kW급 스위치드 릴럭턴스 전동기 개발" 통산 산업부 시행 공업기반기술 개발 사업 기술개발 보고서. pp.1-203, 1997.