

송풍기용 단상 SRM의 구동특성

김봉철, 안진우
경성대

Driving Characteristics of Single Phase Switched Reluctance Motor for Fan Application

B.C. Kim and J.W. Ahn
Kyung Sung 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 by a new starting algorithm with one hall sensor and a parting magnet. The proposed single phase SRM 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 가변속운전등의 장점을 가진 전동기구로서 여러 산업분야 및 가전분야에 그 적용범위를 넓혀 가고 있다. 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 소자수의 감소를 위한 한 방식이 단상 SRM이다. 단상 SRM은 회전자의 위치에 따라 기동토크가 발생하지 않는 영역이 존재한다. 따라서 회전자의 정지위치에 따라 초기 기동시 회전방향이 결정된다.

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

2. 단상 SRM의 동작원리와 구동 드라이버

2.1 단상 SRM의 전동력 발생

SRM은 릴럭턴스 토크를 동력화한 전동기로, 릴럭턴스 토크를 극대화를 위해서는 고정자와 회전자의 자극이 모두 돌극형인 2중 돌극형(salient-pole type) 구조이며, 여자권선은 고정자 자극에만 집중권으로 하는 단순한 전자계구조로서도 효과적인 전동력을 발생시킬 수 있다. 동력변환용 SRM의 고정자와 회전자의 극수 조합은 현재까지의 연구결과 6/4, 8/6, 12/8 극의 조합이 가장 실용성이 큰 것으로 입증되고 있다[2]. 그러나 이 경우 인버터의 소자 수의 증가로 경제적인 면에서 불리하다. 이러한 스위칭 소자수의 감소를 위한 한 방식이 단상 SRM이다. 그림 1은 고정자와 회전자가 각각 6극으로 구성되는 단상 SRM 및 시스템을 나타내고 있다.

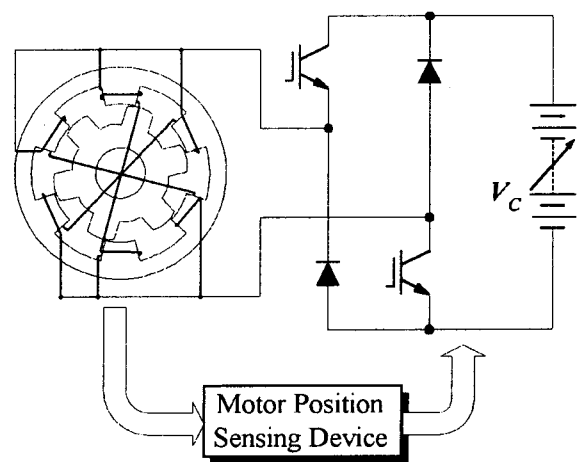


그림 1 단상 SRM의 개략도
Fig. 1 Schematic diagram of single-phase SRM

그림 1에서 보는 바와 같이 단상 SRM은 고정자의 각 권선이 병렬조합으로 구성된다. 또한 적용

소자는 비대칭 인버터를 기준으로 아랫단과 윗단 각 1개씩의 소자와 다이오드가 소요된다.

본 연구에서는 환풍기용으로 한 방향으로 회전방향을 결정하기 위해 정지마그네트를 채용하였으며 그 위치는 그림 2에서와 같이 인덕턴스가 증가하기 시작한 점으로부터 4°의 변위를 가지고 있다.

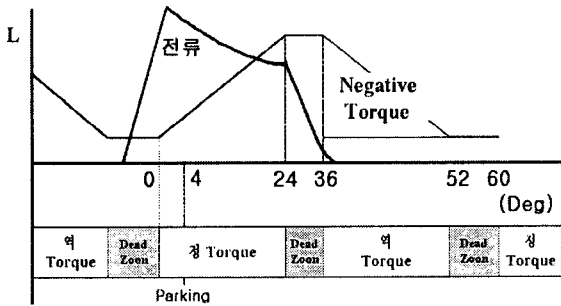


그림 2 단상 SRM의 운전특성
Fig. 2 Operation characteristics of single-phase SRM

2.2 단상 SRM의 설계와 구동

진공 청소기용 단상 정류자 전동기를 대체하기 위한 SRM의 설계 재원은 표1과 같다. 단상 SRM의 설계는 기존의 제품에 장착할 수 있도록 공간을 고려하여 설계하였다.

표 1 단상 SRM의 제원

Table 1 Specification of the prototype single-phase SRM

극 수	고정자 6극, 회전자 6극
정격 전압	220 [V]
정격 속도	20000 [rpm]
정격 출력	1.2 [kW]
전동기 외경	96 [mm]
전동기 길이	34 [mm]

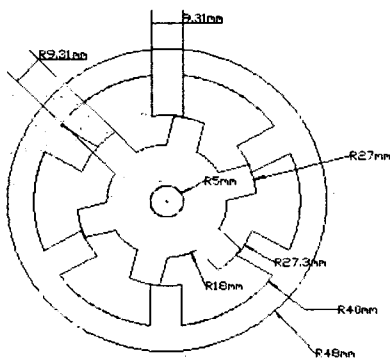


그림 3 단상 SRM의 설계치수
Fig. 3 Design dimension of single-phase SRM

그림 3은 기존의 220[V], 1.2[kW]급의 진공청소기용 단상 정류자 전동기를 대체하기 위해 설계된 6/6극 단상 SRM의 설계 치수를 나타내고 있다.

그림 4와 그림 5는 설계에 따라 시뮬레이션된 상 전류와 토크, 이에 따른 전류-자속 곡선을 나타내고 있다 설계에 사용된 단상 SRM의 구동을 위한 도통각은 30도로 정하였다.

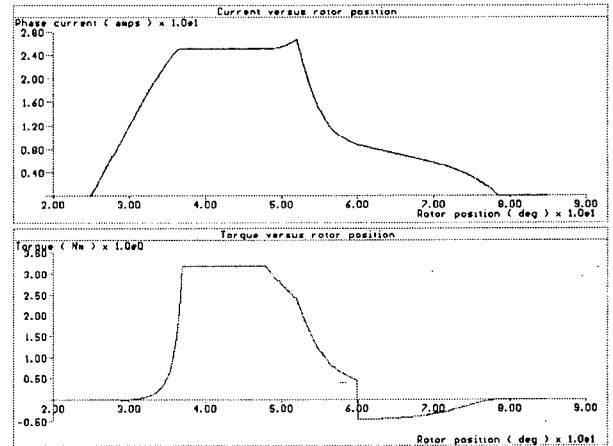


그림 4 설계에 따른 전류·토크 파형
Fig. 4 Current and torque according to motor

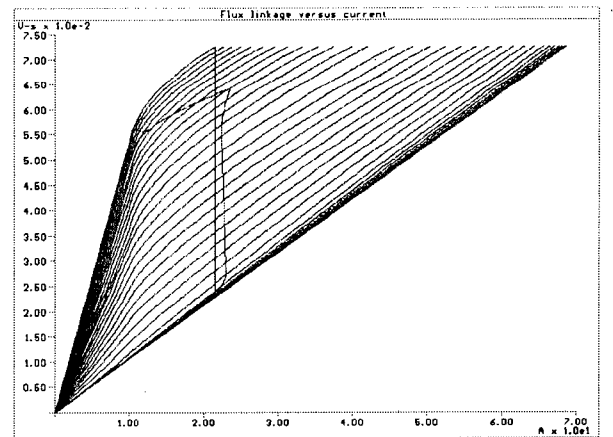


그림 5 설계에 따른 전류-자속 곡선
Fig. 5 Current-Flux curve according to motor design

2.3 구동 시스템

단상 SRM은 전동기의 구조상 기동 토크가 발생하지 않는 부분을 가지고 있으며 초기 정지 위치에 의해서 정역이 결정되므로 한 방향으로 기동시키기 위해서는 초기 기동점을 고정시키고 기동 위치에 회전자를 위치시키기 위한 정지 마그네트가 필요하다.

그림 6은 단상 SRM을 기동하기 위한 엔코더부의 구조를 나타내고 있다. 단상 SRM의 엔코더부는 회전자의 축에 장착된 위치검출에 사용하기 위

한 12극의 마그네트와 위치 검출을 위한 홀센서 그리고, 12극 마그네트를 이용하여 기동 위치를 정해 주기 위한 정지 마그네트로 구성되어진다.

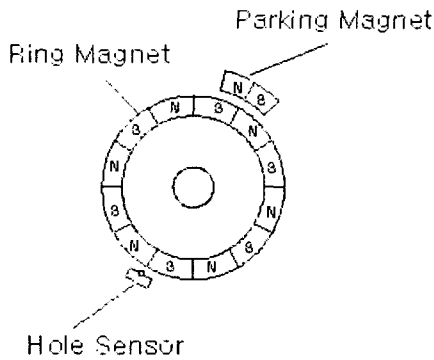


그림 6 엔코더부
Fig. 6 Encoder assembly

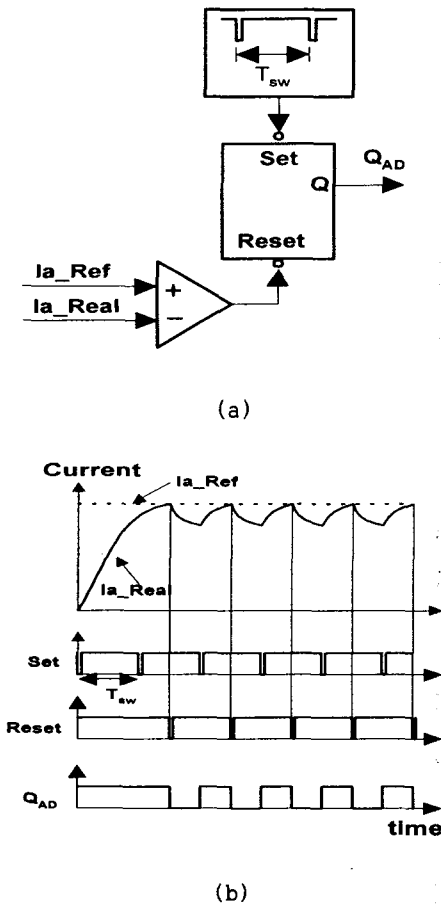


그림 7 전류제어기와 동작파형
(a) 전류제어기 (b) 제어에 의한 전류 파형
Fig. 7. Current controller and operation waveform
(a) current controller (b) operation waveform

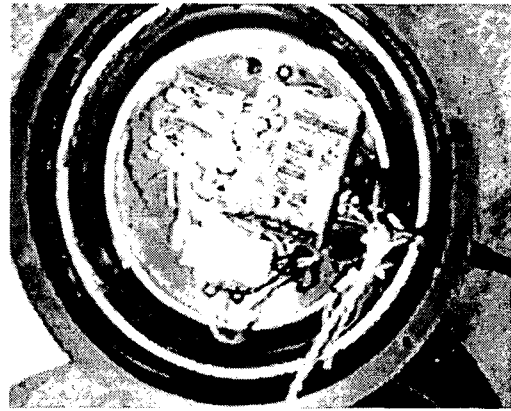
그림 7은 전동기의 soft start를 위한 전류제어기를 나타낸 것이다.

전동기 구동에 있어 저속영역에서 일반적으로 전

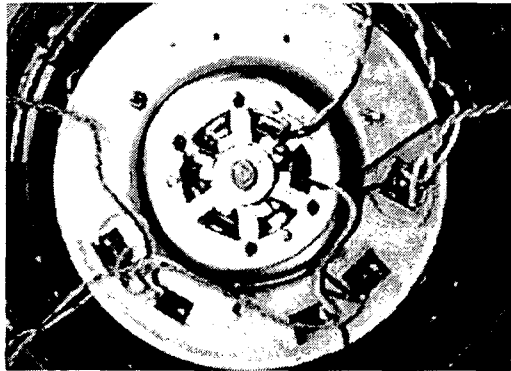
류제어 모드로 동작시킨다. 이를 위해서는 전류제어기가 필수적이며, 전류제어기는 피크전류 제어방식을 제안하였다. 전류제어기는 비교기와 플립플롭으로 구성되어 있다. 스위칭 주기마다 플립플롭의 셀단자를 인에이블시켜 스위치를 온하게하여 실제전류는 증가하게되고, 비교기에서 전류지령치와 실제전류를 비교하여 실제전류가 지령치 전류보다 크게되면 리셀단자를 인에이블시켜 스위치를 오프하여 전류는 감소하게 된다.

3. 실험 및 고찰

그림 8은 실제 장착된 단상 SRM 및 구동 시스템을 보이고 있다. 장착된 외함은 기존의 산업용 진공 청소기를 사용하였고 전원 및 전동기는 기존 단상 정류자 전동기를 대체할 수 있도록 배치하였다.

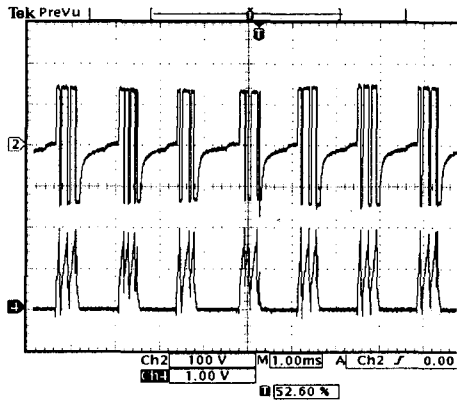


(a)

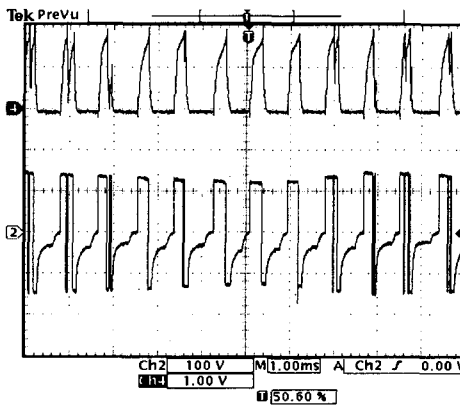


(b)

그림 8 장착된 진공청소기 구동 시스템
(a) 컨트롤러부 (b) 단상 SRM
Fig. 8 Driving system equipped in a vacuum clearer
(a) controller (b) prototype single-phase SRM



(a)



(b)

그림 9 동작 특성

- (a) 정상상태 직전의 상전류(하단)와 dc링크값(상단)
- (b) 정상상태의 상전류(상단)와 dc링크값(하단)

Fig. 9 Operating characteristics

- (a) phase current(lower) and dc-link(upper) before steady state
- (b) phase current(upper) and dc-link(lower) at steady state

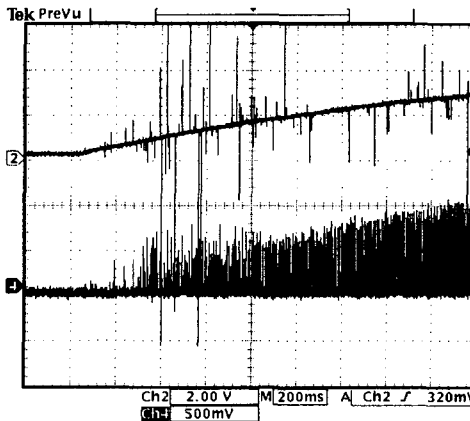


그림 10 기동시 상전류파형

Fig. 10 Current at starting

그림 9는 단상 SRM의 기동시 소프트 스타팅을 위한 과도상태와 정상상태에서의 운전에 따른 전류와 전압 파형을 나타내고 있다. 전류 비교기에서의 동작이 원활히 이루어짐을 알 수 있다.

그림 10은 기동시 운전 지령치와 그에 따른 상전류의 파형을 보여주고 있다. 저가형 단상 SRM에서 운전 명령에 대하여 응답이 잘 이루어짐을 알 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 부가적인 능동 회로 없이 SRM 구동회로를 1단 방식으로 구성하여 기존의 송풍기용 단상 정류자 전동기를 대체하고 기존제품에 맞는 시스템을 개발하고 그 성능을 확인하였다.

단상 SRM은 회전자의 위치에 따라 기동토크가 발생하지 않는 영역이 존재한다. 이를 개선하기 위하여 정지마그네트와 구동을 위한 위치센서용 홀센서를 1개만 사용함으로써 전체 시스템의 저가화를 지향하였고, 단상 SRM의 실험에 의한 구동 특성과 실용화 가능성을 보였다.

이 연구는 과학재단 목적기초연구(No. R01-2001-00300-0) 지원에 의해 수행되었음

참 고 문 헌

- [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 스위치 릴럭턴스 전동기 개발" 통산산업부 시행 공업기반기술 개발 사업 기술개발 보고서. pp. 1-203, 1997.