



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년05월28일
(11) 등록번호 10-0831816
(24) 등록일자 2008년05월16일

(51) Int. Cl.

H02K 1/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0011977

(22) 출원일자 2007년02월06일

심사청구일자 2007년02월06일

(56) 선행기술조사문헌

KR100613488 B1

KR100635640 B1

KR100690682 B1

전체 청구항 수 : 총 1 항

(73) 특허권자

창원대학교 산학협력단

경남 창원시 사림동 9 창원대학교내

(72) 발명자

홍정표

경남 창원시 성주동 일신대동프리빌리지1차
103-304

(74) 대리인

이민영

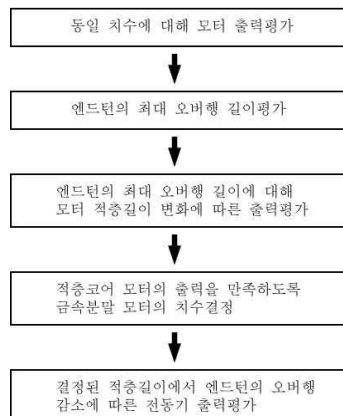
심사관 : 김교홍

(54) 공작기계 구동용 금속분말 스핀들모터

(57) 요약

공작기계 구동용 고속 스핀들모터에 관한 것으로, 보다 상세하게는 상기 스핀들모터는 적층길이 71[mm]에 엔드턴의 오버행(Overhang) 5.5[mm]로 설계되고 내부의 성형코어는 금속분말의 재질로 구성된 것이 특징인 공작기계 구동용 금속분말 스핀들 모터에 관한 것이다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

공작기계 구동용 고속 스피들모터에 있어서,

상기 스피들모터는 적층길이 71[mm]에 엔드턴의 오버행(Overhang) 5.5[mm]로 설계되고 내부의 성형코어는 금속 분말의 재질로 구성된 것이 특징인 공작기계 구동용 금속분말 스피들모터.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <8> 최근 정보화 사회의 급속한 확대와 디지털신호의 사용 급증추세에 따라 핵심 구동원으로 자리 잡은 모터는 전기·전자산업뿐 아니라 기계산업 전반에 걸친 전자화를 배경으로 응용분야의 점진적인 확대가 일어나고 있다.
- <9> 이로 인한 모터의 다기능화, 지능화 개발에 따른 제어성능의 향상에 대한 요구증대로 소형 고속, 고효율화로 되어가고 있으며, 이에 대한 기술개발 수요가 증가하고 있다.
- <10> 특히, 첨단산업의 하나로서 정보화기기 등의 발달은 초고속 구동의 필요와 더불어 고 정밀도의 부가 가치가 높은 고가의 모터에 대한 필요를 요구하게 되었고, 세트제품의 고효율, 저 소비전력화, 소형고용·박형화 개발로 OA분야에서 고속구동용 모터의 기술수요 또한 증가함에 따라 그 수용가 계속 확대될 것으로 예상된다.
- <11> 그래서 기술적 경쟁력을 갖추는 것과, 고속, 고정밀 모터 개발에 대한 기술확보가 매우 중요하게 되었다.
- <12> 그러나 이러한 소형 고속, 고효율 모터의 설계는 모터의 철손, 열등의 손실증가로 인하여 설계에 많은 어려움이 따르게 될 뿐만 아니라 그 사용목적 및 취부되는 제품에 따라 요구되는 다양한 형상을 충족시키는데 어려움을 준다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <13> 따라서, 다양한 수요를 만족시키기 위해서는 모터의 자기회로의 역할을 담당하는 자성재료의 선택과 자성재료의 특성을 고려한 효율적인 자기회로의 구성이 중요하다.
- <14> 금속분말은 상대적으로 낮은 투자율을 가지나 모터의 형상의 자유도가 크고 높은 치수정밀도를 가질 뿐만 아니라 고주파에서 상대적으로 낮은 철손을 갖는다.
- <15> 그리고 기존 적층코어에 비해 다양한 형상의 분할 코어가 가능하며, 집적 권선기술에 의해 고점적률을 가짐으로 인해서 전체 코일양의 감소 및 전체적인 체적 당 토크에서도 강점이 있다.
- <16> 이러한 점에 의해 금속분말은 모터의 소형화 및 고속화에 적합한 이점을 가지고 있다.
- <17> 이는 소형모터뿐만 아니라 현재 고속 회전(1000 rpm이상)을 요구하는 산업용 동력분야에서도 모터의 증속기어를 이용하여 고속회전을 얻을 때 발생하는 기어의 소음, 중량뿐만 아니라 고 효율화에 있어 큰 단점을 해결하는데도 사용되어 질 수 있다.
- <18> 따라서, 금속분말 성형코어를 이용하면 고효율의 소형 경량, 저소음, 높은 신뢰성을 얻을 수 있고 뿐만 아니라 고속 대용량화의 정보장치 및 응용기기의 중요기술로도 이용될 수 있을 것이다.
- <19> 이는 금속분말을 이용한 고효율, 고효율 모터 개발기술에 있어 기반기술확보의 중요성으로 대두되고 있다.
- <20> 이러한 관점에서 볼 때 본 과제에서 추진하고자 하는 바는 고주파수에서 기존의 구조강판보다 상대적으로 낮은 철손을 가는 부드러운 자성을 띤 금속분말 소결을 이용하고, 코일압축기술을 사용함으로써 소형·고출력 특성을 갖는 BLDC모터의 설계기술을 개발하는 것이다.
- <21> 이러한 금속분말 성형코어를 이용한 모터의 기술개발은 모터의 동일체적에 대하여 고효율화, 고 효율화를 바탕으로 향후의 모터의 소형화 및 고속화, 고효율화에서도 중요 핵심 기반기술로서 사용될 것이다.

발명의 구성 및 작용

- <22> 공작기계 구동용 고속 스핀들모터에 관한 것으로, 보다 상세하게는 상기 스핀들모터는 적층길이 71[mm]에 엔드턴의 오버행(Overhang) 5.5[mm]로 설계되고 내부의 성형코어는 금속분말의 재질로 구성된 것이 특징인 공작기계 구동용 금속분말 스핀들 모터에 관한 것이다.
- <23> 상기와 같은 조건과 구성을 가진 본 발명을 첨부한 도면에 의해 상세히 설명하면 다음과 같다.
- <24> 도 1은 금속분말과 적층 규소강판의 구조를 나타낸 개요도로서, 도 1의 개요도에서처럼 금속분말(Metal Powder)은 각각이 고립되어 절연되어 있어서 SMC(Soft Magnetic Composite)로 불리며 절연 코팅된 분말의 형태로 규소강판에 비해 비투자율이 현저히 낮다는 것이 큰 특징이다.
- <25> 도 2는 금속분말과 규소강판의 B-H특성을 나타낸 그래프이고, 도 3은 금속분말과 규소강판의 투자율 특성을 나타낸 그래프이며, 도 4는 주파수에 따른 금속분말의 철손비교를 나타낸 그래프이다.
- <26> 도 2, 3, 4의 그래프에서 알 수 있듯이 금속분말 성형코어는 포화 자속밀도, 비투자율은 일반 강판보다 낮지만, 운전 주파수가 높아질수록 철손은 규소강판의 적층 코어에 비해 낮아진다.
- <27> 한편, 도 4 주파수에 따른 금속분말의 철손비교를 나타낸 그래프에 나타난 바와 같이 운전 주파수가 낮은 영역에서는 철손이 일반 규소강판보다 현저히 높으므로 저속 전동기에는 그의 적용에 있어서 전동기의 효율과 금속분말의 성형코어 전동기의 장점인 제작성 및 소형 경량화 등을 고려하여야 한다.
- <28> 도 5는 금속분말 성형모터의 치수 결정과정을 나타낸 순서도로서, 동일 치수에 대해 전동기 출력평가하는 1단계와, 엔드턴의 최대 오버행(Overhang) 길이가 평가하는 2단계와, 엔드턴의 최대 오버행(Overhang) 길이에 대해 전동기 적층길이 변화에 따른 출력평가하는 3단계 및, 적층코어 전동기의 출력을 만족하도록 금속분말 성형코어 전동기의 치수를 결정하는 4단계와, 결정된 적층길이에서 엔드턴의 오버행(Overhang) 감소에 따른 모터의 출력평가하는 5단계의 과정에 의해 금속분말 성형모터의 치수를 결정할 수 있다.
- <29> 상술한 도 5의 5단계 과정으로부터 적층길이 및 엔드턴의 오버행(Overhang) 변화에 따른 모터 출력변화를 검토하였으며, 금속분말 성형코어 모터의 출력평가는 3차원 등가자기회로망법(3D Equivalent Magnetic Circuit Network, 3D-EMCN)을 사용하였다.
- <30> 도 6은 엔드턴 오버행(Overhang)이 없는 경우의 해석모델을 나타낸 도면이고, 도 7은 엔드턴 오버행(Overhang)이 있는 경우의 해석모델을 나타낸 도면이다.
- <31> 도 6과 도 7은 3D-EMCN을 이용한 해석모델을 나타낸 것으로, 적층길이 및 엔드턴의 오버행(Overhang) 변화에 따른 모터 출력을 평가하기 위해 2차원 유한요소해석과 3D-EMCN을 이용하였으며, 3D-EMCN은 엔드턴의 오버행(Overhang)을 고려하기 위해 사용하였다.
- <32> 표 1은 금속분말 성형코어 모터의 1차 특성 해석결과를 나타낸 표로서, 전원사양이 바뀌기 전 입력전압 220[V]에 대한 3D-EMCN에 의한 금속분말 성형모터의 특성해석결과를 나타낸 표이다.
- <33> <표 1> 금속분말 성형코어 모터의 1차 특성 해석 결과

적층길이[mm]	엔드턴 오버행[mm]	발생토크[kgf.cm]	비고
2	0	10.80	적층코어 재질: S18
72	0	8.70	금속분말 재질: SMC
72	7	9.78	금속분말 재질: SMC
74	7	10.02	금속분말 재질: SMC
76	7	10.26	금속분말 재질: SMC
78	7	10.51	금속분말 재질: SMC
	6	10.41	금속분말 재질: SMC
	5	10.29	금속분말 재질: SMC
	4	10.16	금속분말 재질: SMC
80	7	10.76	금속분말 재질: SMC
82	7	11.00	금속분말 재질: SMC
	6	10.90	금속분말 재질: SMC
	5	10.79	금속분말 재질: SMC
	4	10.65	금속분말 재질: SMC

84	7	11.26	금속분말 재질: SMC
----	---	-------	--------------

<35> 표 2는 최종설계 모델의 적층길이 변화에 따른 2D-FEA 해석결과를 나타낸 표이며, 표 3은 최종설계 모델의 적층길이 및 엔드턴 오버행(Overhang)변화에 따른 3D-EMCN 해석결과를 나타낸 표이다.

<36> <표 2> 최종설계 모델의 적층길이 변화에 따른 2D-FEA 해석결과

<37>

구 분 적층길이	S 18	SMC	비 고
69 [mm]	10.05 [kgf.cm]	8.64 [kgf.cm]	오버행 없음
75 [mm]	-	9.40 [kgf.cm]	오버행 없음
79 [mm]	-	9.90 [kgf.cm]	오버행 없음

<38> <표 3>

<39>

구 분 적층길이	S 18	SMC	비 고
69 [mm]	9.88 [kgf.cm]	9.11 [kgf.cm]	오버행 없음
69+9*2 [mm]	-	10.89 [kgf.cm]	오버행 : 9 [mm]
79+9*2 [mm]	-	12.36 [kgf.cm]	오버행 : 9 [mm]

<40> 상기한 표 2와 표 3은 동일한 해석조건 내에서 S 18과 SMC 재질에 따른 특성결과를 비교한 것으로, 표 2는 2차원 유한요소해석(2D Finite Element Analysis, 2D-FEA)을 이용하여 전동기 적층길이에 따른 해석결과를 나타낸 것이며, 표 4는 3D-EMCN을 이용하여 전동기의 적층길이에 따른 해석결과를 나타내고 있다.

<41> 적층길이는 69[mm]에서 79[mm]까지 변화시켰으며 엔드턴은 9[mm]로 하였다.

<42> 금속분말 성형코어 모터의 토크를 만족하기 위해서는 적층길이 69[mm]에서 엔드턴이 양쪽으로 9[mm]씩, 즉 18[mm] 증가하여야 함을 볼 수 있다.

<43> 그러나 엔드턴이 증가할수록 회전자도 같이 증가하여야 하므로 영구자석의 적층길이 또한 증가하게 된다.

<44> 토크를 만족하면서 영구자석의 체적을 줄이기 위해 엔드턴의 오버행과 적층길이를 조정하여 재설계를 수행하였다.

<45> 재설계 과정은 엔드턴의 오버행(Overhang) 길이를 감소시키고 그에 따른 감소분만큼 코어의 적층길이를 조절하는 과정을 반복하였다.

<46> 따라서, 상기 과정의 반복결과 표 4 금속분말 성형모터의 최종설계 결과에 나타난 것처럼 금속분말 성형모터의 적층길이 71[mm]에 엔드턴의 오버행(Overhang) 5.5[mm]로 그 결과를 알 수 있다.

<47> <표 4> 금속분말 성형모터의 최종설계 결과

<48>

구 분 적층길이	S 18	SMC	비 고
71 [mm]	10.05 [kgf.cm] (적층길이 69 [mm])	10.34 [kgf.cm]	오버행 : 5.5 [mm]

발명의 효과

<49> 상술한 바와 같이 금속분말타입의 공작기계 구동용 스핀들모터는 규소강판을 압연하는 기존 전동기와 달리 분할 코어를 조립하는 방식으로 제작되어 전동기 형상이 자유롭고 치수정밀도가 매우 높다는 이점이 있다.

<50> 그리고 집적 권선기술을 접목해 점적률을 크게 높일 수 있으며, 제작공정을 단순화하고 고점적률을 실현할 수 있어 모터의 소형화와 고효율화가 가능하다.

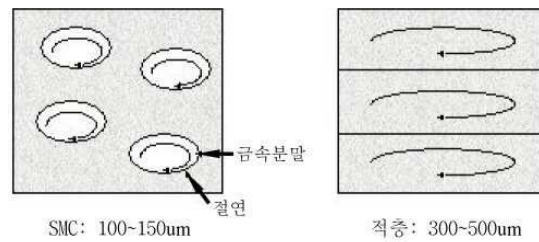
<51> 또한, 전동기에 증속 기어를 탑재할 경우 고속 회전시 발생하는 기어의 소음과 중량을 획기적으로 줄일 수 있어 1만rpm 이상의 고속회전을 요구하는 산업용 동력 분야에도 사용이 가능하며, 더욱이 금속분말소재질의 모터는 기존 모터와는 달리 재활용이 손쉬워 폐 모터를 매립하거나 용해하기 위한 비용을 절감할 수 있는 환경 친화적 제품이다.

도면의 간단한 설명

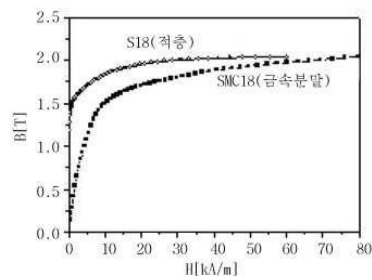
- <1> 도 1은 금속분말과 적층 규소강판의 구조를 나타낸 개요도.
- <2> 도 2는 금속분말과 규소강판의 B-H특성을 나타낸 그래프.
- <3> 도 3은 금속분말과 규소강판의 투자율 특성을 나타낸 그래프.
- <4> 도 4는 주파수에 따른 금속분말의 철손비교를 나타낸 그래프.
- <5> 도 5는 금속분말 성형모터의 치수 결정과정을 나타낸 순서도.
- <6> 도 6은 엔드턴 오버행(Overhang)이 없는 경우의 해석모델을 나타낸 도면.
- <7> 도 7은 엔드턴 오버행(Overhang)이 있는 경우의 해석모델을 나타낸 도면.

도면

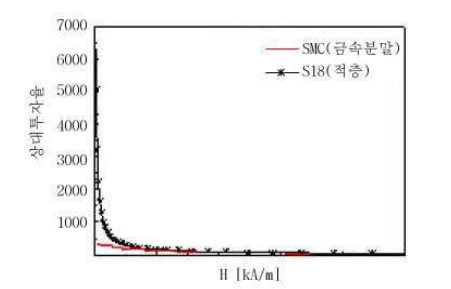
도면1



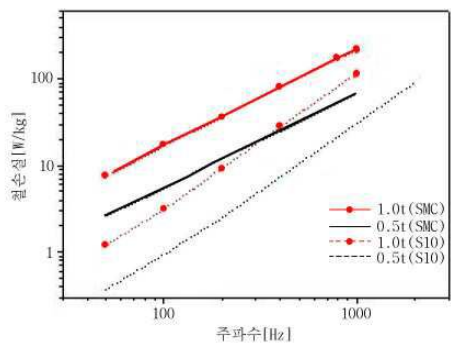
도면2



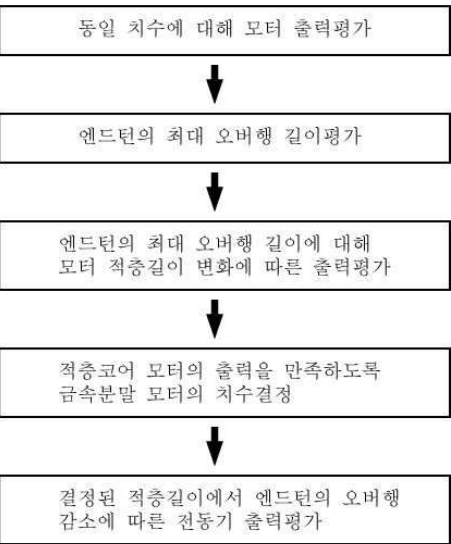
도면3



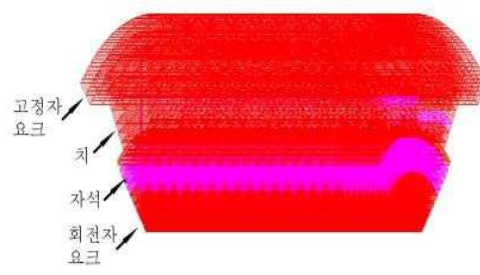
도면4



도면5



도면6



도면7

