



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0119188
(43) 공개일자 2010년11월09일

(51) Int. Cl.

H02K 3/02 (2006.01) H02K 15/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0038164

(22) 출원일자 2009년04월30일

심사청구일자 2009년04월30일

(71) 출원인

경상대학교산학협력단

경상남도 진주시 가좌동 900

(72) 발명자

허보영

경상남도 진주시 신안동 33-16 한주파크 1-1103

엄용수

부산광역시 해운대구 우1동 현대까멜리아 2310

김상열

경상남도 김해시 장유면 무계리 장유더샵 103-502

(74) 대리인

송윤호, 오세준, 권혁수

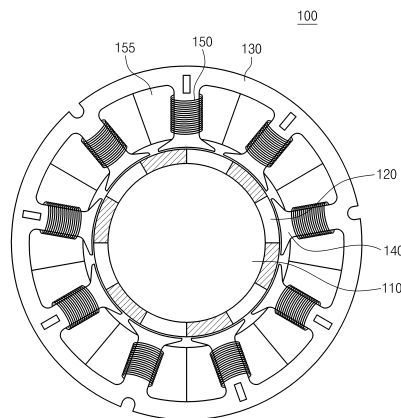
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 모터용 코일 및 이를 이용한 브러쉬리스 직류 모터

(57) 요약

모터용 코일 및 이를 이용한 브러쉬리스 직류 모터가 제공된다. 모터용 코일은 준결정 구조의 알루미늄을 포함한다.

대표도 - 도7



특허청구의 범위

청구항 1

고정자 또는 회전자에 권선되어 전원 인가시 자속을 발생하는 모터용 코일에 있어서,
상기 코일은 알루미늄을 포함하는 것을 특징으로 하는 모터용 코일.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
상기 알루미늄은 준결정 구조를 가지는 것을 특징으로 하는 모터용 코일.

청구항 3

청구항 1에 있어서,
상기 알루미늄은 실리콘을 0.5~5wt% 포함하는 모터용 코일.

청구항 4

회전자 철심;
상기 회전자 철심에 부착되는 복수 개의 영구 자석들;
상기 회전자 철심과 동심원을 이루며, 철심 자극을 포함하는 고정자 요크; 및
상기 철심 자극 사이의 슬롯에 권선되는 코일을 포함하되,
상기 코일은 알루미늄을 포함하는 것을 특징으로 하는 브러쉬리스(brushless) 직류 모터.

청구항 5

청구항 4에 있어서,
상기 알루미늄은 준결정 구조를 가지는 것을 특징으로 하는 브러쉬리스 직류 모터.

청구항 6

청구항 4에 있어서,
상기 알루미늄은 실리콘을 0.5~5wt% 포함하는 것을 특징으로 하는 브러쉬리스 직류 모터.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 모터용 코일 및 이를 이용한 브러쉬리스 직류 모터에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 알루미늄을 포함하는 모터용 코일 및 이를 이용한 브러쉬리스 직류 모터에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 현재, 모터는 수많은 생활용 기기에 하나의 부품으로써 매년 35억 개 이상이 생산되고 있다. 모터의 종류를 크게 분류하면 직류 모터, 교류 모터, (유도기, 동기기), 스텝 모터로 나눌 수 있다. 그리고, 소형기부터 대형기에 이르기까지 폭 넓게 제작되고 있지만, 일반 산업용, 가전기기, 로봇트, OA기기, FA기기, 자동차 등에 있어서 모터 이용의 대부분은 소형기(10W 이하)가 주류를 이루고 있다.

[0003] 일반적으로 모터의 구성은 크게 나누어 자기회로 구성을 위한 철심 및 영구자석, 전기회로 구성을 위한 동선으로 이루어져 있다. 자동차에 적용되는 모터의 수는 대략 100대를 넘고 있다. 운전자 및 탑승자의 편의시설에 대한 수요가 증가하고 있어 이로 인한 전기·전자 장치의 수요 또한 증가하리라 예상된다. 이러한 장치들의 증가

는 결국 자동차 등의 중량을 증가시키는 요인으로 작용하게 된다.

- [0004] 일반적으로 변압기나 모터에 있어서 동선이 차지하는 중량 비율은 그들 총 중량의 적게는 30%에서 많게는 50% 이상을 차지하고 있다. 또한, 모터의 폐기 처분시 철심으로부터 동선을 수작업하여 분리하거나 철심과 동을 용해하여 동과 철심을 분리하는 방법 등을 취하고 있어 시간적 또는 경제적 손실을 함께 가져오고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0005] 본 발명의 목적은 경량화와 경제성을 구현할 수 있는 모터용 코일 및 이를 이용한 브러쉬리스 직류 모터를 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- [0006] 본 발명의 실시예에 따르면, 고정자 또는 회전자에 권선되어 전원 인가시 자속을 발생하는 모터용 코일에 있어서, 상기 코일은 알루미늄을 포함한다.
- [0007] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 알루미늄으로 이루어진 코일은 준결정 구조를 가질 수 있다.
- [0008] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 알루미늄으로 이루어진 코일은 실리콘을 0.5~5wt% 포함할 수 있다.
- [0009] 본 발명의 실시예에 따른 브러쉬리스 직류 모터는 회전자 철심, 상기 회전자 철심에 부착되는 복수 개의 영구 자석들, 상기 회전자 철심과 동심원을 이루며, 철심 자극을 포함하는 고정자 요크 및 상기 철심 자극 사이의 슬롯에 권선되는 코일을 포함하되, 상기 코일은 알루미늄을 포함한다.
- [0010] 본 발명의 실시예에 따른 상기 알루미늄을 포함하는 코일은 준결정 구조를 가질 수 있다.
- [0011] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 코일을 구성하는 상기 알루미늄은 실리콘을 0.5~5wt% 포함할 수 있다.

효과

- [0012] 본 발명의 실시예에 따른 준결정 알루미늄선을 모터용 코일로 사용하는 경우, 자동차 등의 경량화에 의한 에너지 소비 절감 등의 경제적, 사회적 효과가 발생할 수 있을 것이다.
- [0013] 특히, 알루미늄선을 모터의 권선용으로서 이용될 경우 모터 전체(철심 포함)의 용해 후 그 분리 작업이 알루미늄과 철의 용점 차이가 커서동에 비해 용이하고, 별도의 분리작업을 하지 않더라도 철이 가지고 있는 고유의 특성에 그다지 영향을 미치지 않는다는 장점을 가지고 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0014] 이하에서는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명되어지는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 기술적 사상이 충분히 전달될 수 있도록 제공되는 것이다.
- [0015] 도면들에 있어서, 각각의 구성요소는 명확성을 기하기 위하여 과장되게 표현될 수 있다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호로 표시된 부분은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [0016] 한편, 설명의 간략함을 위해 아래에서는 본 발명의 기술적 사상이 적용될 수 있는 몇가지 실시예들을 예시적으로 설명하고, 다양한 변형된 실시예들에 대한 설명은 생략한다. 하지만, 이 분야에 종사하는 통상의 지식을 가진 자는, 상술한 설명 및 예시될 실시예들에 기초하여, 본 발명의 기술적 사상을 다양한 경우들에 대하여 변형하여 적용할 수 있을 것이다.
- [0017] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 준결정(準結晶) 알루미늄의 제조 조건을 설명하기 위한 그래프이다.
- [0018] 도 1에서, 종축은 주형 온도(mold temperature, ℃)이고, 횡축은 주조 속도(casting speed, mm/min)를 나타낸다. 준결정 알루미늄선은 주형 온도와 주조 속도를 제어하여 제조될 수 있다. 용탕으로부터 흘러나온 알루미늄

용강에 연속주조 공정을 수행한다. 주형의 가열온도는 액상선 온도보다 30~50℃ 정도 높게 제어하여 알루미늄 용강이 액상을 유지할 수 있다.

- [0019] 상기 연속주조 공정에서 액상의 알루미늄 용강을 급냉시킬 수 있다. 이러한 급냉 공정에 의하여, 액상의 알루미늄 용강은 원자배치가 무질서한 비결정 상태의 알루미늄선, 즉 준결정 알루미늄선으로 제조될 수 있다. 이러한 급냉 공정에서, 냉각수(cooling water)는 0.3~0.4 ℓ/min 로 공급될 수 있다.
- [0020] 도 1에 나타난 바와 같이, 순수한 알루미늄(X)은 표시된 주형 온도 및 주조 속도 범위 내에서 준결정 구조가 형성될 수 있다. 한편, 5wt%의 실리콘(Si)이 첨가된 알루미늄의 경우(Y)는, 표시된 주형 온도 및 주조 속도 범위 내에서 준결정 구조가 형성될 수 있다. 소정의 온도 범위 내에서 주조 속도가 감소하면 준결정 조직이 형성되지 않으면서 표면 거칠기(rough surface)가 증가하며, 주조 속도가 증가하면 준결정 조직이 형성되지 않으면서 줄모양(striation)이 증가하게 된다. 따라서, 알루미늄선이 준결정 구조인지 여부는 표면 거칠기와 줄모양으로 판단할 수 있다.
- [0021] 도 2는 준결정 알루미늄선(A)과 일반적인 알루미늄선(B)의 줄모양(striation)을 비교하기 위한 사진이다.
- [0022] 도 2를 참조하여, 준결정 알루미늄선(A)과 일반적인 알루미늄선(B)의 줄모양(striation)을 비교하면, 일반적인 알루미늄선(B)은 준결정 알루미늄선(A)보다 줄모양(striation)이 많은 것을 확인할 수 있다. 이러한 표면 관찰을 통하여, 알루미늄선의 준결정 조직을 확인할 수 있다.
- [0023] 도 3a는 준결정 알루미늄선의 표면 거칠기를 나타내는 도면이고, 도 3b는 일반적인 알루미늄선의 표면 거칠기를 나타내는 도면이다. 도 3a 및 3b에서, 종축은 마이크로미터(μm) 단위로 거칠기를 나타내며, 횡축은 일정한 구간에서의 거리를 나타낸다. 도 3a 및 3b를 참조하면, 준결정 알루미늄선(A)의 표면 거칠기가 일반적인 알루미늄선보다 거리에 따라 균일하게 나타나므로 양호함을 확인할 수 있다. 도 1에서 언급한 바와 같이, 준결정 조직이 형성되지 않으면 표면 거칠기가 증가하므로, 알루미늄선 시편의 표면을 관찰하여 준결정 조직을 확인할 수 있다.
- [0024] 도 4은 준결정 알루미늄 주조재의 표면 마크로 조직을 나타내는 확대 사진이다. 준결정 알루미늄 주조재를 제조하고 표면을 부식한 사진에서 표면 무늬가 형성되어 있음을 알 수 있다. 이러한 표면 무늬는 방향성을 가지므로, 준결정 알루미늄선의 전기전도도를 향상시킬 수 있다.
- [0025] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 준결정 알루미늄 극세선에 있어서, 열처리 시간(heat treatment time)에 따른 비저항(electrical resistivity)의 변화를 나타낸 그래프이다.
- [0026] 도 5를 참조하면, 준결정 알루미늄 주조재를 가공하여 8mm 직경으로 인발하고, 응력제거 열처리 공정을 진행하고, 비저항의 변화를 측정한 결과이다. 열처리 시간이 증가할수록 전기 비저항이 감소함을 알 수 있다. 따라서, 열처리 시간을 증가시켜 준결정 알루미늄 극세선의 전기전도도를 증가시킬 필요가 있다. 이는 준결정 알루미늄선은 구리선에 비하여 전기전도도가 작기 때문이다.
- [0027] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 준결정 알루미늄 극세선의 열처리 온도에 따른 연신율 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0028] 도 6을 참조하면, 1wt% 실리콘을 첨가한 알루미늄이 준결정 조직을 가질 경우, 열처리 온도가 높을 때 연신율이 증가하는 것을 알 수 있다. 따라서, 열처리 온도를 높여 준결정 알루미늄 극세선이 코일로 사용되는데 적합한 특성을 가지도록 할 수 있다. 즉, 준결정 알루미늄선이 슬롯 등에 권선될 때, 연신율이 큰 것이 바람직할 것이다.
- [0029] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 모터용 코일이 사용된 브러쉬리스 직류 모터를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0030] 도 7을 참조하면, 브러쉬리스 직류 모터(100)는 회전자 철심(110), 상기 회전자 철심(110)에 부착되는 복수 개의 영구 자석(120), 상기 회전자 철심(110)과 동심원을 이루며 철심 자극(140)을 포함하는 고정자 요크(130) 및 상기 철심 자극(140) 사이의 슬롯(155)에 권선되는 코일(150)을 포함한다.
- [0031] 상기 코일(150)은 알루미늄으로 이루어진다. 상기 알루미늄은 준결정 구조를 가질 수 있다. 또는, 상기 알루미늄으로 이루어진 코일(150)은 실리콘을 0.5~5wt%를 포함할 수 있다. 상기 코일(150)에 전원 인가시 자속이 발생하고, 회전자 철심(110)은 이에 의하여 회전할 수 있다. 상기 모터(100)는 자동차에 사용되어 자동차의 경량화와 재활용성을 향상시킬 수 있다.
- [0032] 도 7에 도시된 바와 같이, 상기 복수 개의 영구 자석(120)은 회전자 철심(110)의 원주에 12극의 영구 자석이 N

극과 S극이 교대로 배치될 수 있다. 또한, 상기 슬롯(155)은 9개일 수 있으며, 9개의 슬롯(155)에 권선된 3상 코일로 구성될 수 있다. 3상 코일에 인가된 전원은 합성 자속을 발생시키고, 합성 자속에 의해 회전 자계가 발생할 수 있다.

[0033] 상기 모터(100)의 코일이 알루미늄선으로 이루어지는 경우와 구리선으로 이루어지는 경우를 비교한다. 알루미늄의 비중은 약 2.7로서, 철의 비중 7.9과 구리(동)의 비중 8.9에 비교해 대략 1/3이고, 전도도는 동의 60%이다. 결국, 동과 같은 양의 전류를 흘리게 하려면 1.6배의 단면적이 필요로 하게 되나 비중이 동의 1/3이기 때문에 같은 중량이라면 2배의 전류를 흘릴 수가 있다.

[0034] 이러한 이유로 전기의 송전선, 특히 고전압의 송전선에서는 99% 알루미늄을 채용하고 있다. 그리고, 알루미늄은 다른 금속과 비교해 산화되기 어렵고, 용점이 낮은 이유로 사용된 알루미늄 제품을 녹여 간단히 재생할 수가 있다.

[0035] 게다가, 재생 알루미늄 지금(地金, base metal)을 만드는데 필요한 에너지는 신 알루미늄 지금을 만드는 경우와 비교해 불과 3%로 해결되어, 품질면에서도 신 지금과 거의 동일한 것을 제조할 수 있기 때문에 매우 경제적인 재료라고 할 수가 있다. 특히, 캔에서는, 빈 깡통을 회수해 재자원화라고 하는 리사이클 운동이 전국 각지에서 행해져 자원 절약 및 절전에 공헌하고 있고, 지구 환경보호, 쓰레기 감량화의 추진에도 큰 역할을 담당하고 있다. 또한, 전술한 것과 같이 알루미늄의 효율적인 리사이클링으로 인하여, 가까운 장래에 알루미늄선의 제조비용이 절감될 수 있다.

[0036] 알루미늄 선에 동과 같은 양의 전류를 흘리기 위하여 다음 식들로부터 1.6배의 단면적이 필요함을 알 수 있다. 먼저, 같은 양의 전류가 흐른다는 것은 저항이 같다고 볼 수 있으므로,

[0037]
$$R_{Al} = R_{Cu} \quad \text{-----}(1)$$

[0038]
$$\rho_{Al}(1/S_{Al}) = \rho_{Cu}(1/S_{Cu}) \quad \text{-----}(2)$$

[0039] 식 (1), (2)에서, 동의 단면적은 $S_{Cu}=1$, 알루미늄선 및 동선의 길이를 1로 두면 결국,

[0040]
$$0.0282(1/S_{Al}) = 20.0172 \quad \text{-----}(3)$$

[0041] 식 (3)이 되어 $S_{Al}=1.6$ 이 된다.

[0042] 그리고, 알루미늄선의 중량을 기존 동의 중량과 같이 하게 되면, 전도도는 $(8.9/2.7) \times 61 = 201(\%)$ 이 되어, 기존 동선보다 2배의 전류가 흐르게 된다. 또, 알루미늄과 동의 온도계수는 거의 같기 때문에 실제 모터의 온도 상승에 따른 저항값의 변화는 같다고 볼 수 있다.

표 1

[0043] 동(표준 연동) 및 알루미늄의 물리적 성질

	저항률 (20 ℃기준) (*10 ⁻⁶ [Ωm])	도전율 (20 ℃ 기준) (%)	온도 계수 (20 ℃ 기준)	비중	융점 (℃)	인장강도 [MPa]
Cu	0.0172	100	0.00393	8.9	1083	200
Al	0.0282	61.0	0.0039	2.7	660	80

[0044] 한편, 본 발명의 실시예에 따라 준결정 알루미늄선으로 제조한 브러쉬리스 직류 모터(BLDC), 직류모터(DC), 교류 모터(AC)의 효율을 측정한 특성 평가 결과는 다음 표 2와 같다.

표 2

[0045] 알루미늄 선 적용시 각각의 모터의 특성평가

항목	단위	BLDC (동선)	BLDC (Al선)	DC (동선)	DC (Al선)	AC (동선)	AC (Al선)
최대효율	%	70.5	67.1	85.3	87.1	68.1	61.3
최대출력	W	183.1	181.7	491	345	190	169
무부하속도	rpm	1828	1808	3174	3126	1770	1777
효율@최대출력	%	70.5	67.1				
속도@최대출력	rpm	1781	1768				
전류@최대출력	A	1.919	1.977				
토크@최대출력	kg.cm	10.01	10				
효율@21kgcm	%			60.5	48.7		
속도@21kgcm	rpm			2028	1578		
전류@21kgcm	A			8.06	7.77		
효율@1400rpm	%					59.4	53.6
토크@1400rpm	kg.cm					13.25	11.66
전류@1400rpm	A					2.79	2.72

표 3

[0046] 각 모터의 소음 측정 결과

Type	코일 Type	소음[dB]
BLDC	동선	56.3
	알루미늄선	59.1
DC	동선	58.7
	알루미늄선	53.4
AC	동선	65.4
	알루미늄선	66.7

[0047] 각 모터의 특성 분석결과, 모터에 동선을 권선한 경우와 비교할 때, 브러쉬리스 직류모터(BLDC)에 준결정 알루미늄선을 적용하는 경우가 가장 우수한 특성을 가진다. 브러쉬리스 직류모터는 동선을 권선을 경우와 준결정 알루미늄선을 적용하는 경우의 효율 및 출력이 거의 일치함을 알 수 있다.

[0048] 본 발명의 실시예에 따른 준결정 알루미늄선을 모터용 코일로 사용하는 경우, 자동차 등의 경량화, 재활용의 용이성, 경량화에 의한 에너지 소비 절감 등의 경제적, 사회적 효과가 발생할 수 있을 것이다.

[0049] 본 발명의 실시예에 따르면, 알루미늄선의 공정 제어를 통해, 준결정 알루미늄선의 제조 및 가공이 가능하며, 인발, 열처리를 통한 연신율, 강도, 전기 전도도 또는 용접성의 특성이 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0050] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 준결정(準結晶) 알루미늄의 제조 조건을 설명하기 위한 그래프이다.

[0051] 도 2는 준결정 알루미늄선(A)과 일반적인 알루미늄선(B)의 줄모양(striation)을 비교하기 위한 사진이다.

[0052] 도 3a는 준결정 알루미늄선의 표면 거칠기를 나타내는 도면이고, 도 3b는 일반적인 알루미늄선의 표면 거칠기를 나타내는 도면이다.

[0053] 도 4은 준결정 알루미늄 주조재의 표면 마크로 조직을 나타내는 사진이다.

[0054] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 준결정 알루미늄 극세선에 있어서, 열처리 시간(heat treatment time)에 따른 비저항(electrical resistivity)의 변화를 나타낸 그래프이다.

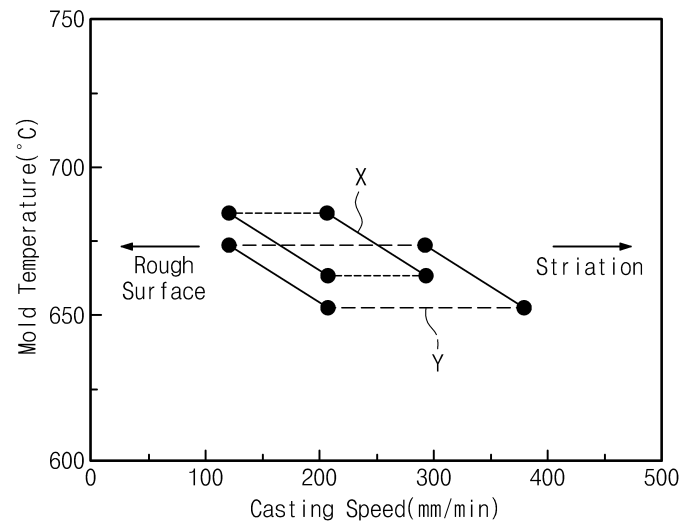
[0055] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 준결정 알루미늄 극세선의 열처리 온도에 따른 연신율 변화를 나타내는 그래프

이다.

[0056] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 모터용 코일이 사용된 브러쉬리스 직류 모터를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도면

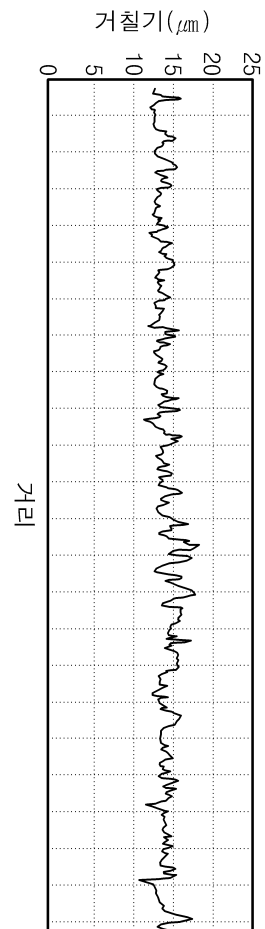
도면1



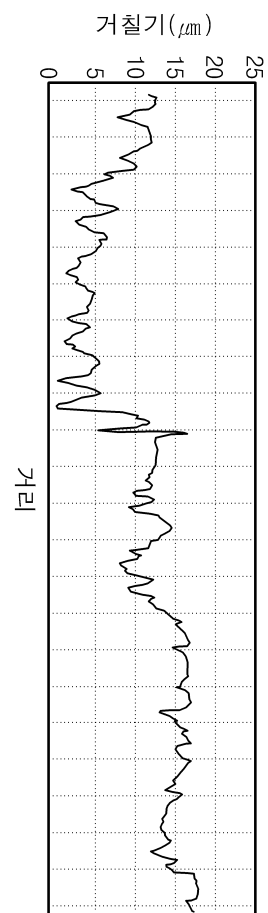
도면2



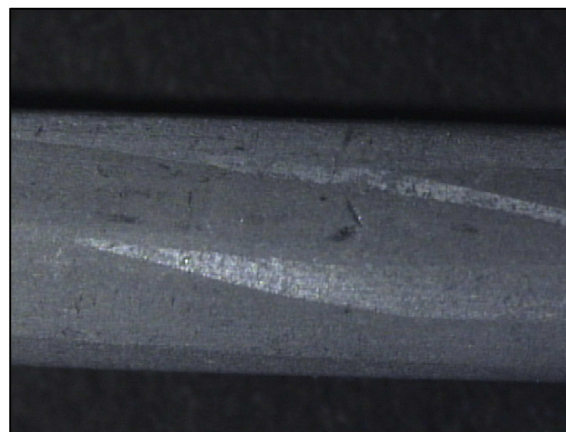
도면3a



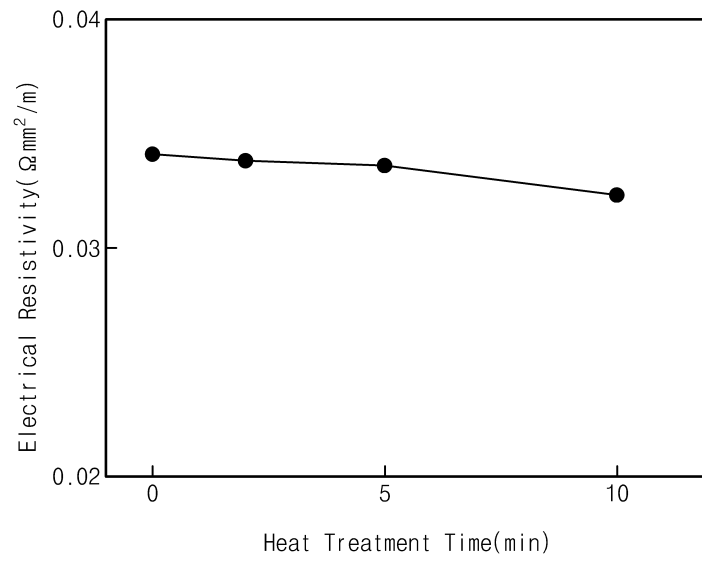
도면3b



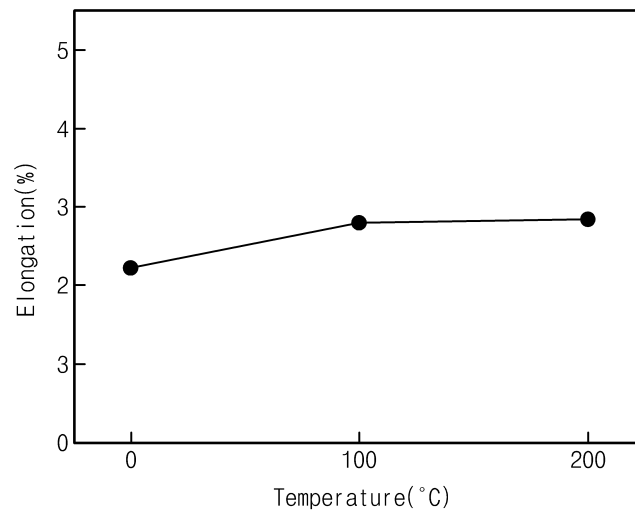
도면4



도면5



도면6



도면7

