

마그네틱스 KOOL M μ [®] E-코어

개요

Kool M μ [®] 분말코어는 철합금 분말로 제조되었으며, 철합금 분말은 고온에서 손실이 적습니다. Kool M μ E-코어는 분산 공극이 있어서 교환 안정기의 유도기, 플라이백 변성기 및 역률 보정 유도기에 이상적으로 적합합니다. Kool M μ 는 10,500 가우스 포화수준으로 간격 페라이트 E-코어로 얻을 수 있는 것보다 더 큰 에너지 저장능력을 갖게 되며, 그 결과 코어의 크기도 더 작게 됩니다. Kool M μ E-코어는 간격 페라이트 E-코어에 비해 가격경쟁력이 우수하며, 그 분산 공극을 통해 페라이트와 관련된 갭 손실 문제를 해결하였습니다. Kool M μ E-코어는 분말철 E-코어에 비해 손실이 현저하게 낮고 열 특성이 실질적으로 더 우수합니다.

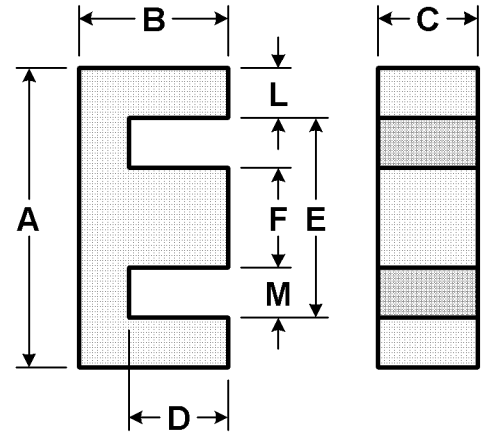


그림 1

표 1

부품 번호.		A	B	C	D (min)	E (min)	F	L (nom)	M (min)
00K1207E (EF 12.6)	in (mm)	0.500±.010 (12.7)	0.252±.004 (6.4)	0.140±.006 (3.6)	0.178 (4.4)	0.350 (8.9)	0.140±.005 (3.6)	0.070 (1.8)	0.104 (2.6)
00K1808E (EI-187)	in (mm)	0.760±.012 (19.3)	0.319±.007 (8.1)	0.188±.006 (4.8)	0.218 (5.5)	0.548 (13.9)	0.188±.005 (4.8)	0.094 (2.4)	0.183 (4.6)
00K2510E (E-2425)	in (mm)	1.000±.015 (25.4)	0.375±.007 (9.5)	0.250±.004 (6.5)	0.245 (6.2)	0.740 (18.8)	0.250±.005 (6.2)	0.125 (3.2)	0.246 (6.3)
00K3007-E (DIN 30/7)	in (mm)	1.185±.018 (30.1)	0.591±.009 (15)	0.278±.006 (7.1)	0.376 (9.7)	0.768 (19.5)	0.274±.008 (6.9)	0.201 (5.1)	0.254 (6.5)
00K3515E (EI-375)	in (mm)	1.360±.020 (34.5)	0.557±.009 (14.1)	0.368±.007 (9.4)	0.378 (9.6)	0.995 (25.3)	0.367±.008 (9.3)	0.175 (4.4)	0.310 (7.9)
00K4017E (EE 42/11)	in (mm)	1.687±.025 (42.8)	0.830±.013 (21.1)	0.424±.010 (10.8)	0.587 (15)	1.195 (30.4)	0.468±.010 (11.9)	0.234 (5.9)	0.365 (9.3)
00K4020E (DIN 42/15)	in (mm)	1.687±.025 (42.8)	0.830±.013 (21.1)	0.608±.010 (15.4)	0.587 (15)	1.195 (30.4)	0.468±.010 (11.9)	0.234 (5.9)	0.365 (9.3)
00K4022E (DIN 42/20)	in (mm)	1.687±.025 (42.8)	0.830±.013 (21.1)	0.788±.010 (20)	0.587 (15)	1.195 (30.4)	0.468±.010 (11.9)	0.234 (5.6)	0.365 (9.3)
00K4317E (EI-21)	in (mm)	1.609±.024 (40.9)	0.650±.011 (16.5)	0.493±.007 (12.5)	0.409 (10.4)	1.115 (28.3)	0.493±.008 (12.5)	0.238 (6)	0.310 (7.9)
00K5528E (DIN 55/21)	in (mm)	2.16±.032 (54.9)	1.085±.016 (27.6)	0.812±.015 (20.6)	0.729 (18.5)	1.476 (37.5)	0.660±.015 (16.8)	0.330 (8.4)	0.405 (10.3)
00K5530E (DIN 55/25)	in (mm)	2.16±.032 (54.9)	1.085±.016 (27.6)	0.969±.015 (24.6)	0.729 (18.5)	1.476 (37.5)	0.660±.015 (16.8)	0.330 (8.4)	0.405 (10.3)
00K6527E (Metric E65)	in (mm)	2.563±.050 (65.1)	1.279±.150 (32.5)	1.063±.016 (27)	0.874 (22.2)	1.740 (44.2)	0.775±.012 (19.7)	0.394 (10)	0.476 (12.1)
00K7228E (F11)	in (mm)	2.850±.043 (72.4)	1.100±.020 (27.9)	0.750±.015 (19.1)	.699 (17.8)	2.072 (52.6)	0.750±.015 (19.1)	0.375 (9.5)	0.665 (16.9)
00K8020E (Metric E80)	in (mm)	3.150±.047 (80)	1.500±.025 (38.1)	0.780±.015 (19.8)	1.103 (28.1)	2.334 (59.3)	0.780±.015 (19.8)	0.390 (9.9)	0.780 (19.8)

재료 및 DC 바이어스

Kool M μ E-코어는 4 가지의 투자율 26 μ , 40 μ , 60 μ , 및 90 μ 에서 사용할 수 있습니다. 아래의 표는 각 코어의 자기 데이터를 나타낸 것입니다. 교환 안정기의 유도기 재료에서 가장 중요한 매개변수는 DC 바이어스 하에서 인덕턴스 또는 투자율을 제공하는 능력입니다. 그림 2는 DC 바이어스의 기능으로서 투자율 감소를 보여주는 것입니다. Kool M μ 의 분산 공극은 연성 인덕턴스 대 DC 바이어스 곡선을 생성합니다. 대부분의 응용 제품에 있어서, 이러한 스윙 인덕턴스는 바람직한 것이며 이는 효율을 개선하고 광범한 동작 범위를 수용하기 때문입니다. 연성 인덕턴스 대 DC 바이어스 곡선에서 전류 요건을 고정하면 과부하 발생 시 추가적인 보호를 제공합니다. 그림 2는 고전류에서 나타나는 DC 바이어스의 특성을 나타내기 위하여 세미로그 스케일로 그린 것입니다.

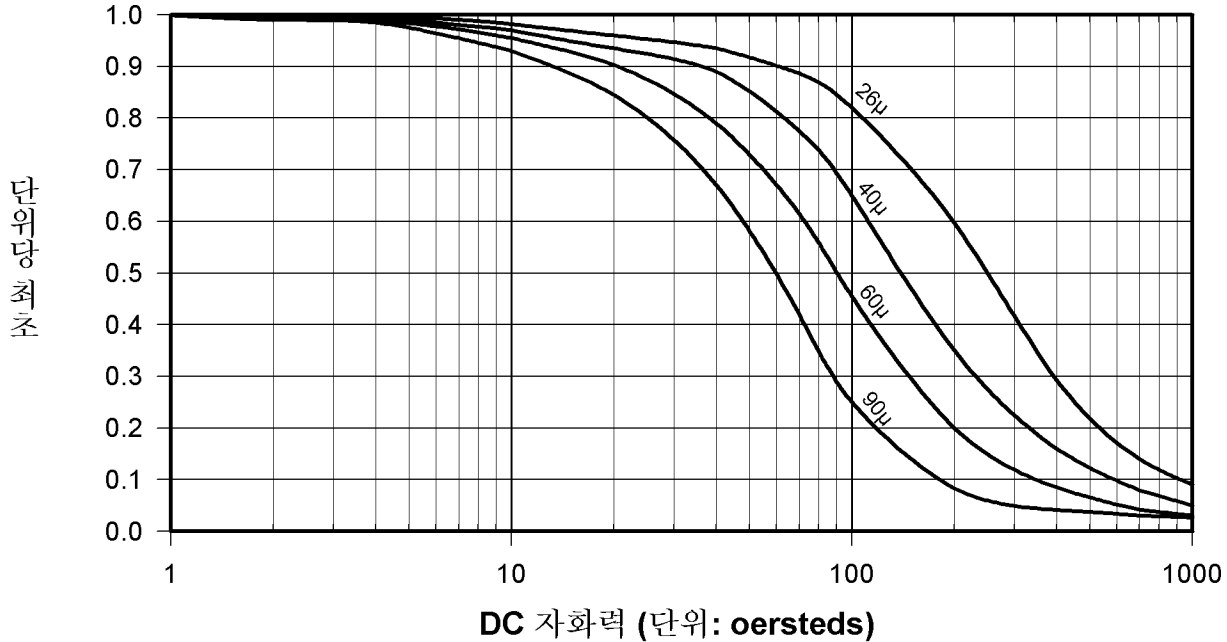


그림 2

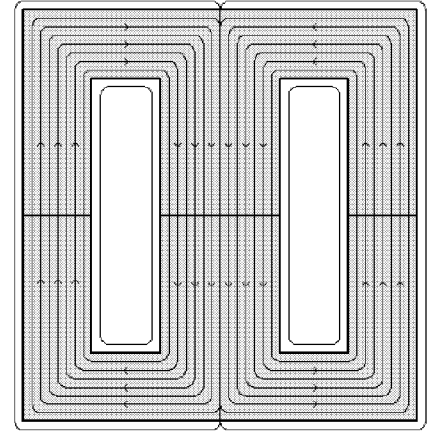
표 2

부품 번호	A _L mH/1000 회전 ±8%				경로 길이 l _e (cm)	단면적 A _e (cm ²)	부피 V _e (cm ³)
	26 μ	40 μ	60 μ	90 μ			
00K1207E***	-	-	-	-	2.96	0.13	0.385
00K1808E***	26	35	48	69	4.01	0.228	0.914
00K2510E***	39	52	70	100	4.85	0.385	1.87
00K3007E***	33	46	71	92	6.56	0.601	3.94
00K3515E***	56	75	102	146	6.94	0.84	5.83
00K4017E***	56	76	105	151	9.84	1.28	12.6
00K4020E***	80	108	150	217	9.84	1.83	18
00K4022E***	104	140	194	281	9.84	2.37	23.3
00K4317E***	88	119	163	234	7.75	1.52	11.8
00K5528E***	116	157	219	NA	12.3	3.5	43.1
00K5530E***	138	187	261	NA	12.3	4.17	51.4
00K6527E***	162	-	-	NA	14.7	5.4	79.4
00K7228E***	130	-	-	NA	13.7	3.68	50.3
00K8020E***	103	145	190	NA	18.5	3.89	72.1

부품 번호에서 ***로 표시된 부분에 투자율 코드를 추가합니다. 예를 들어, 60 μ 의 경우 완전한 부품 번호는 00K1808E060 이 됩니다.

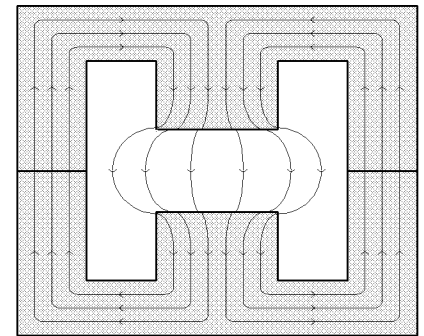
간격 페라이트와의 비교

고급 페라이트 코어의 손실은 Kool M μ 코어의 손실보다 낮지만 페라이트의 경우, 흔히 고전류에서 포화를 방지하기 위해서 저유효 투자율을 필요로 합니다. 페라이트는 높은 초기 투자율로 인해, 저유효 투자율을 얻기 위해서 상대적으로 큰 공극이 필요합니다. 이처럼 공극이 크면 갭 손실이 초래되며, 이는 재료 손실 곡선들을 비교할 때 흔히 간과되는 복잡한 문제입니다. 간단히 말하면, 갭 손실은 공극 주위에 테를 이루는 자속으로 인해 손실을 급격하게 증가시킬 수 있습니다(그림 3). 그렇게 테를 이루는 자속은 전선에 과도한 와상전류를 발생시키면서 구리 권선을 가로지릅니다.



Kool M μ

자속 수용량이 페라이트의 2 배 이상인 Kool M μ 는 DC 바이어스의 특성이 훨씬 좋습니다(그림 4). 전형적인 50%의 롤-오프(roll-off)에서, 이는 코어의 크기를 35% 감소시킬 수 있으며 Kool M μ 의 연성 포화를 이용하는, 보다 견고한 설계를 가능케 합니다. 자속 수용량 차이는 고온에서 더욱 현저하게 나타나며, 이는 온도가 높아지면서 페라이트의 자속 수용량은 감소하는 반면 Kool M μ 의 자속 수용량은 상대적으로 일정하게 유지되기 때문입니다.

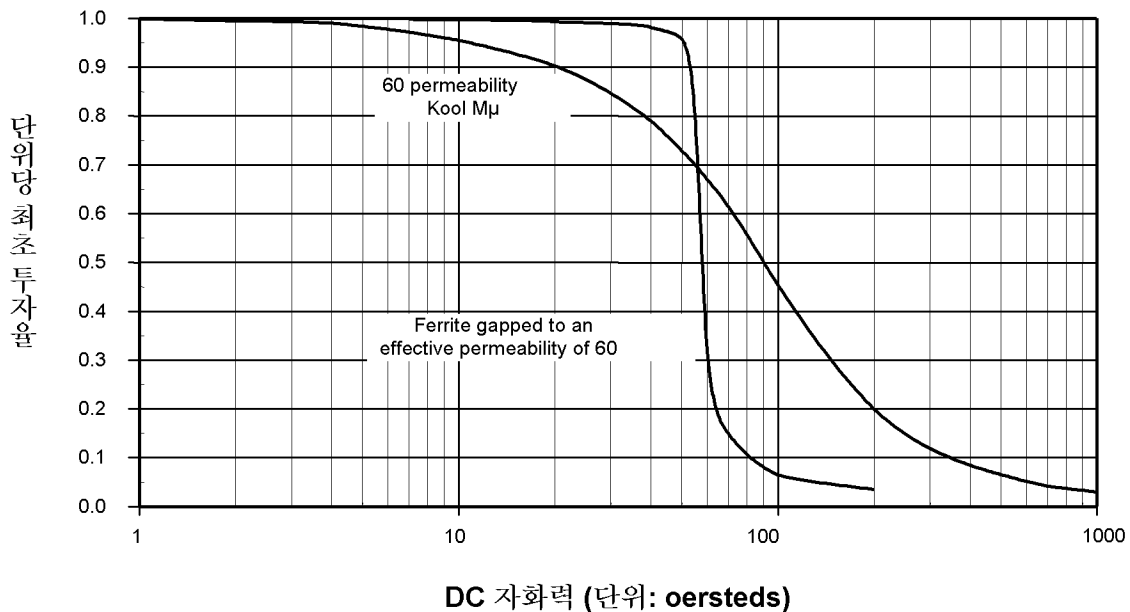


간격 페라이트

간격 페라이트 코어도 Kool M μ E-코어보다 좋은 점이 있습니다.

Kool M μ 는 인덕턴스에 대한 공차가 $\pm 8\%$ 이지만, 간격 페라이트는 통상적으로 $\pm 3\%$ 에 불과합니다. 간격 페라이트는 크기와 형태 면에서 선택의 폭이 훨씬 넓습니다. 또한, 페라이트 물질은 더 높은 간격 유효 투자율을 가질 수 있기 때문에, 피드 포워드 변압기 및 저편향 유도기와 같이 상대적으로 바이어스가 낮은 응용 제품에 매우 적합합니다.

그림 3



분말철과의 비교

Kool M μ 이 분말철보다 나은 주된 장점은 그림 5에 나타난 것처럼 코어 손실이 낮다는 것입니다. 또한, Kool M μ , (알루미늄, 규소, 철 화합물)는 분말철(순수 철화합물)과 비교했을 때, 유사한 DC 바이어스 특성을 제공합니다. 그림 6 참조. DC 바이어스에 저항하는 것 이외에, 교환 안정기의 유도기에서는 일반적으로 10 kHz에서 300kHz 사이에서 약간의 AC 전류가 나타납니다. 이 AC 전류는 고주파 자기장을 생성하며, 이 자기장은 코어의 손실을 유발하며 코어의 온도를 높입니다. Kool M μ 의 경우 이러한 효과가 감소되기 때문에, 유도기의 효율이 더 높아지고 더 낮은 온도에서 동작합니다. 더욱이, Kool M μ 는 자기변형이 제로에 가까우며 분말철이나 페라이트 또는 실리콘철 층판이 20Hz에서 20kHz 범위에서 작동될 때 발생하는 청각소음이 없습니다.

전형적인 코어 손실
100 KHZ

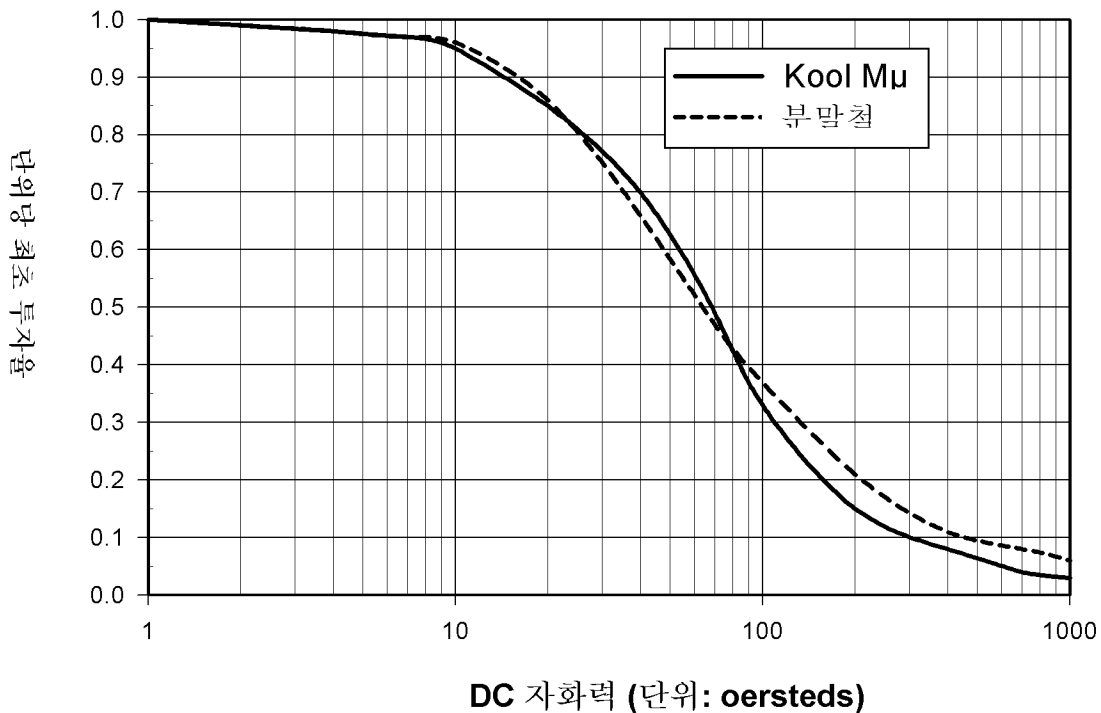
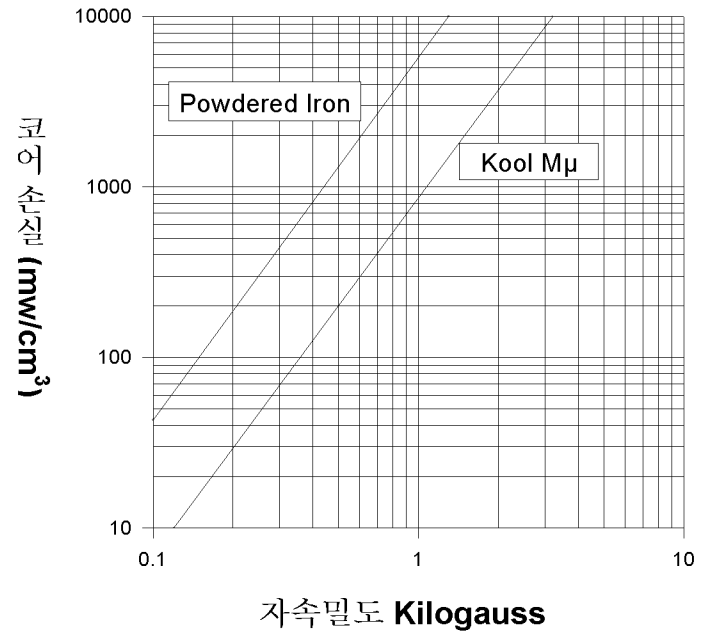


그림 6

온도에 따른 성능

Kool M μ 는, 대략 500°C 정도의 큐리온도와 -65°C 에서 최고 +200°C 까지의 연속작동 범위에서, 온도에 따른 성능이 매우 우수합니다. 분말철과는 달리, Kool M μ 제조에는 유기 점결제를 사용하지 않습니다. 그러므로, Kool M μ 는 분말철 코어에서 나타나는 열적 노화의 우려가 없습니다. Kool M μ 는 또한 온도에 따른 인덕턴스가 상대적으로 안정적입니다. 그림 7 참조. 일부 페라이트 물질과는 달리, Kool M μ 는 온도에 따라 손실이 증가하지 않습니다. 더욱이, Kool M μ 는 페라이트의 DC 바이어스 처리 능력을 낮추는 특성인, 고온에서의 현저한 포화자속밀도 감소 현상이 없습니다.

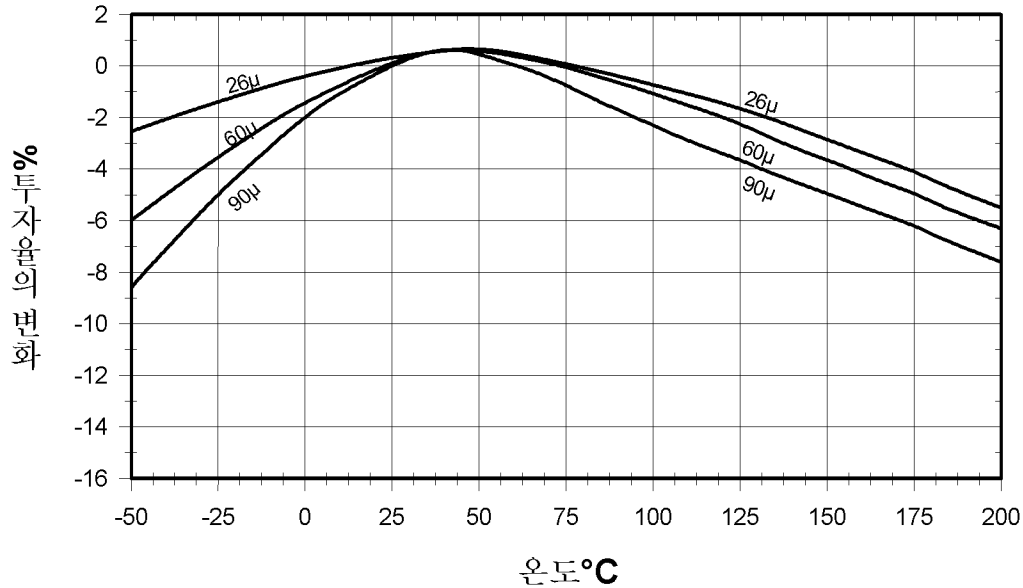


그림 7

누설 자속

누설 자속은 자기장의 일부가 코어구조 내에 포함되지 않을 때 발생합니다. 모든 변압기와 유도기는 일정량의 누설 자속이 있지만, 투자율이 낮은 물질은 투자율이 높은 물질보다 누설 자속이 더 높게 나타납니다. 투자율이 높은 페라이트는 포화를 방지하기 위해서 일반적으로 간격이 벌어져 있습니다. 보통은 단일 갭이 사용됩니다. 그로 인해, 이 구조 속의 누설 자속은 단일 공극 주위에 집중됩니다. Kool M μ 와 같이 투자율이 낮은 물질은 분산 공극을 가지고 있기 때문에 누설 자속은 코어 구조 주위에 분산됩니다.

누설 자속은 효과적인 영역을 증가시키고 자기코어의 효과적인 경로 길이를 감소시킵니다. 결과적으로 다음 방정식을 통해, 투자율이 낮은 코어에서는 측정된 인덕턴스가 계산된 인덕턴스보다 항상 높게 나타난다는 것을 알 수 있습니다.

$$L = .4 \pi \mu N^2 A_e 10^{-8} / l_e$$

여기서:

L = 인덕턴스(단위: Henry)

μ = 코어 투자율

N = 회전수

A_e = 유효 단면적(단위: cm²)

l_e = 코어 자기경로 길이(단위: cm)

코어의 치수도 누설 자속에 영향을 미칩니다. E-코어의 경우, 권선의 길이가 더 긴 코어는 권선이 짧은 코어보다 누설이 적게 발생합니다. 또한, 권선이 큰 코어가 권선이 작은 코어 보다 누설이 많이 발생합니다.

외부 누설 자장

코어의 형태는 외부 누설 자장에 영향을 미칩니다. 대부분의 코어가 권선을 둘러싸는 E-코어 형태는, 환형 형태의 코어보다 외부 누설 자장이 더 크게 나타납니다. Kool M μ E-코어를 사용할 때는 E-코어 형태의 외부 누설 자장을 고려해야 합니다. 금속성 브래킷을 Kool M μ E-코어에 사용하면 누설 자속이 브래킷에 집중되고 총 손실이 증가하므로 금속성 브래킷을 사용하여 Kool M μ E-코어를 조립해서는 안 됩니다. 회로판을 설계할 때에도 누설 자장을 고려해야 합니다. 표유 자계에 민감한 부품들은, 간격 페라이트로부터 이격된 것과 유사하게, Kool M μ E-코어로부터 이격되어야 합니다. 보다 자세한 정보는 마그네틱스 어플리케이션 엔지니어링 그룹(Magnetics Applications Engineering group)에 문의하셔서 "Kool M μ E-코어에 대한 누설 자속 고려 사항 (Leakage Flux Considerations on Kool M μ E-Cores)"에 관한 백서의 복사본을 요청하시기 바랍니다.

하드웨어

하드웨어는 대부분 크기의 Kool M μ E-코어에서 사용이 가능합니다. 표 3 참조. 플레인(plain), 또는 언핀드 (unpinned) 보빈도 또한 대부분의 크기에 사용할 수 있습니다. 자세한 내용은 마그네틱스 분말 코어 설계 매뉴얼(Magnetics Powder Core Design Manual), 5.5 페이지를 참조하시기 바랍니다. 마그네틱스사의 코어는 여러 업체의 표준 보빈에 적합한 표준 산업 규격의 제품입니다. 해당 표면을 접합하고 코어 세트의 둘레에 테이프를 감아 코어 부품들을 조립할 수 있습니다.

표 3

코어 번호	보빈 번호	핀 번호	권선 영역(in ²)	권선 영역(cm ²)	회전 당 길이(ft)	회전 당 길이(cm)
00K1808E (EI-187)	PCB180881	8	0.049	0.316	0.133	4.05
00K2510E (E-2425)	PCB2510T1	10	0.063	0.406	0.178	5.42
00K3007E (DIN 30/7)	PCB3007T1	10	0.129	0.833	0.180	5.48
00K3515E (EI-375)	PCB3515L1	12	0.147	0.948	0.241	7.34
00K4020E (DIN 42/15)	PCB4020L1	12	0.300	1.94	0.300	9.14
00K4022E (DIN 42/20)	PCB4022L1	12	0.300	1.94	0.335	10.21
00K4317E (EI-21)	PCB4317L1	12	0.156	1.01	0.281	8.56
00K5528E (DIN 55/21)	PCB5528WA	20	0.468	3.02	0.352	10.73
00K5530E (DIN 55/25)	PCB5530FA	14	0.448	2.89	0.439	13.38
00K7228E (F11)	00B722801	-	0.632	4.08	0.49	14.94
00K8020E (Metric E80)	00B802001	-	1.25	8.06	0.542	16.52

확장

향후, Kool M μ E-코어의 크기는 보다 다양해 질 것입니다. 적용이 가능 한 용도가 있다면 코어와 함께 하드웨어가 제공될 것입니다. 추가적으로, U 자 형태의 코어와 블록들도 제공될 것입니다(일부 크기는 현재도 사용이 가능합니다). 미래의 신제품 발표에 대비하여 마그네틱스의 어플리케이션 엔지니어링(Applications Engineering) 부서와 계속 접촉하시거나 본사의 웹사이트를 방문해 주시면 감사하겠습니다.

코어 선택 절차

설계를 적용하기 위해서는 2 가지 매개변수만은 반드시 알아야 합니다: 그것은 DC 바이어스와 함께 요구되는 인덕턴스 및 DC 전류입니다. 코어의 크기와 회전 수를 결정하기 위해서 다음의 절차에 따릅니다.

1. LI^2 를 계산합니다. 여기서:

$L =$ DC 바이어스와 함께 요구되는 인덕턴스(mH)

$I =$ DC 전류(A)

2. LI^2 값을 코어 선택 도표에서 찾습니다(8 페이지). 대각선 투자율 선 위의 첫 번째 코어 크기(작은 크기의 코어는 하단에, 큰 코어는 상단에 있습니다)와의 교차점까지 이 좌표를 따라갑니다. 이 지점은 사용할 수 있는 가장 작은 코어의 크기를 의미합니다.

3. 투자율 선은 사용할 수 있는 표준 코어 투자율로 나누어집니다. 표시된 투자율을 선택함으로써 사용할 수 있는 가장 작은 코어를 산출할 수 있습니다. 낮거나 높은 투자율을 사용할 수 있지만, 결과적인 코어의 크기는 보다 클 것입니다.

4. 이제 인덕턴스, 코어의 크기 및 투자율을 아는 상태에서 다음 절차에 따라 회전수를 계산합니다.

a) 코어 데이터 시트에서 코어의 공칭 인덕턴스(A_L , 단위: mH / 1000 회전)를 찾습니다. 가장 좋지 않은 음의 허용 오차(-8%)를 사용하여 공칭 인덕턴스의 최소값을 결정합니다. 이를 통해 필요한 인덕턴스(mH)를 얻기 위해 필요한 회전수를 계산합니다. 이때, 방정식 $N = (L \times 10^6 / A_L)^{1/2}$ 를 사용합니다.

b) $H = 0.4\pi NI / l_e$ (l_e 의 단위=cm)를 사용하여 바이어스(단위: oersteds)를 계산합니다.

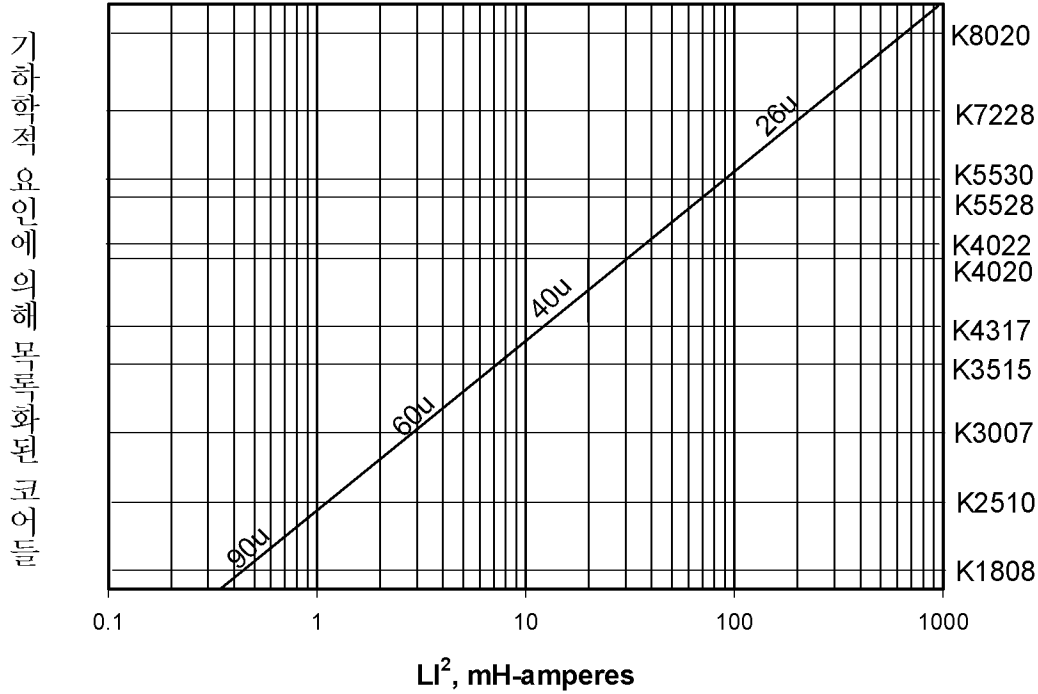
c) 투자율 대 DC 바이어스 곡선으로부터 미리 계산한 바이어스 수준에 대한 최초 투자율(mpu)의 단위 당 롤-오프(Roll-off)를 결정합니다.

d) 최초 투자율(mpu)의 단위 당 수치로 초기 회전수(4a 단계로부터 나온 값.)를 나누어서 회전수를 증가시킵니다. 이를 통해 필요한 수치에 근접한 인덕턴스를 구할 수 있습니다. 특정한 인덕턴스가 필요할 때는, 회전수를 최종적으로 조정해야 할 경우도 있습니다.

5. 도선 일람표를 사용하여 정확한 도선의 규격을 선택합니다. 듀티 사이클이 100%이하이면 보다 작은 크기의 도선과 낮은 권선계수가 허용되지만 크기가 더 작은 코어는 허용되지 않습니다.

6. 선택된 코어는 특정 DC 전류로 편향될 때 필요한 값과 같거나 큰 인덕턴스를 갖게 됩니다. 결과적인 권선계수의 값은 50%에서 80% 사이가 됩니다.

코어 선택 도표



위의 도표를 이용하여 DC 바이어스 적용을 위한 최적의 투자율과 가장 작은 코어를 신속하게 알 수 있습니다. 본 도표는 DC 바이어스에서 20%를 넘지 않는 투자율과 50에서 80% 사이인 보빈의 전형적인 권선계수, 그리고 DC 전류에 비해 상대적으로 작은 AC 전류를 기초로 한 것입니다. 또한 선택된 코어의 크기와 투자율의 최소 인덕턴스 허용오차를 기반으로 한 것이기도 합니다.

플라이백 유도기와 같이 DC 전류보다 상대적으로 큰 AC 전류에 사용하기 위한 코어를 선택할 때는, 위의 도표에 나타난 것 보다 한 치수 큰 코어를 선택합니다. 이는 코어 손실을 유발하는 AC 전류의 동작 자속 밀도를 감소시키는데 도움이 됩니다.

MAGNETICS
 P.O Box 11422
 Pittsburgh, PA 15238
 팩스 412-696-0333
 전화 412-696-1300
1-800-245-3984
 웹사이트: www.mag-inc.com
 이메일: magnetics@spang.com