

고정저항의 선택기준

조호연 · 권기태 · 김성식 (호서대학교 조명연구소)

1 서론

본 해설에서는, 가장 기본적인 부품인 고정저항을 선택할 때 필요한 선택기준인 11개의 파라미터를 설명하려고 한다. 고정저항의 목적은 전기저항 값을 얻는 것이지만, 단순히 회로도에 나타낸 것과 같은 저항 값의 제품을 사는 것이 전부는 아니다. 본문에서는 저항의 성능을 나타내는 파라미터를, 저항 값을 포함하여 11개로 정리하였다.

선택의 요인은 11개로 많지만, 회로에서 무시할 수 없는 영향이 있는 것을 명확하게 이해하고 생략하는 것과 그냥 무시하는 것과는 결정적인 차이가 있는 것을 알아야 한다.

2. 본론(고정 저항의 성능을 나타내는 11가지 파라미터)

2.1 저항값의 정밀도

2.1.1 저항값의 범위

표 1과 같이, 저항의 품종마다 대표적인 저항 값의 범위가 다르다. 표 1에서 보는 것과 같이 10[Ω]~1[MΩ]의 범위를 커버하는 품종이 많은 것을 알 수 있다. 이 범위는, 보통 반도체와 조합했을 때, 정밀도, 안정도 등과의 밸런스가 뛰어난 저항값 범위이기도 하다.

물론 회로에 따라서는 이 범위 이외의 저항값도 필요하다. 그러나 선택의 범위는 줄어들어 0.1[Ω]미만이나 100[MΩ]이상의 대역에서는, 다른 특성을 희생하고서라도 특정의 품종을 사용하지 않을 수 없게 된다.

표 1. 품종에 따른 저항값의 범위

	10m	100m	1	10	100	1k	10k	100k	1M	10M	100M	1G	10G
인수하기 쉬운 저항값 범위													
카본저항(탄소 피막 저항)													
슬리드 저항													
후막형 금속 피막 저항													
박막형 금속 피막 저항													
저저항형 금속 피막													
고저항형 금속 피막 저항													
저저항형 권선 저항													
권선 저항													
법랑 저항													
시멘트 저항(권선형)													
시멘트 저항(산화 금속 피막형)													
산화 금속 피막 저항													
메탈-클래드 저항													
전력용 금속박 저항													
금속박 저항													
금속판 저항													
글라스 저항													

2.1.2 저항값 스텝(E계열)

대부분 저항의 저항값 라인업은, 자르기 좋은 정수 치로 갖추어 지고 있는 것이 아니라, 4.7[kΩ]과 같이 어중간한 숫자로 되어 있다. 이것은 표 2에 나타난 것과 같이 등비수열에 근거하는 [E계열]을 사용하고 있

기 때문이다.

저항값에는 E3, E6, E12, E24, E96의 계열이 있고 잘 사용되는 E계열수가 큰 만큼, 세밀한 저항값 까지 갖추어져 있는 것을 나타내고 있다. 또 E3계열은 E6계열로, E6계열은 E12계열로, E12계열은 E24계열로 각각 내포되지만, 유효숫자 3개의 E96 계열은 독립한 계열이다.

일반적으로 높은 E계열수를 지원하는 품종은 오차 허용도나 온도계수오차가 뛰어난 경향이 있다. 그러나 반대로 낮은 E계열 품종이라고 해서 좋지 않은 것은 아니다.

물론 그 품종이 지원하고 있지 않은 저항값은 특주 취급이 되어, 극단적으로 입수하기 어려워진다. 이러한 경우에는 특주 저항의 발주서를 쓰기 전에, 회로설계 쪽을 입수 용이한 저항값에 맞추어 변경 할 수 있는가를 재검토 하는 것이 바람직하다.

표 2. 각 E계열의 수치

E3		E6		E12		E24		E96					
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	1.78	3.16	5.62				
				1.2	1.1	1.02	1.82	3.24	5.76				
					1.3	1.05	1.87	3.32	5.90				
				1.5	1.5	1.07	1.91	3.40	6.04				
					1.6	1.10	1.96	3.48	6.19				
					1.8	1.13	2.00	3.57	6.34				
					2.0	1.15	2.05	3.65	6.49				
				2.2	2.2	1.18	2.10	3.74	6.65				
					2.4	1.21	2.15	3.83	6.81				
					2.7	1.24	2.21	3.92	6.98				
					3.0	1.27	2.26	4.02	7.15				
				3.3	3.3	1.30	2.32	4.12	7.32				
					3.6	1.33	2.37	4.22	7.50				
					3.9	1.37	2.43	4.32	7.68				
					4.3	1.40	2.49	4.42	7.87				
				4.7	4.7	1.43	2.55	4.53	8.06				
					5.1	1.47	2.61	4.64	8.25				
					5.6	1.50	2.67	4.75	8.45				
					6.2	1.54	2.74	4.87	8.66				
				6.8	6.8	1.58	2.80	4.99	8.87				
					8.8	1.62	2.87	5.11	9.09				
					7.5	1.65	2.94	5.23	9.31				
					8.2	1.69	3.01	5.36	9.53				
					9.1	1.74	3.09	5.49	9.76				
10	10	10	10	10	10								

2.1.3 오차범위

오차범위는 표시된 저항값(공칭치)과 실제의 값과의 어긋남의 최악 보증값을 [%]단위로 표시한 것이

다. 예를 들어 공칭저항값10[kΩ] 오차범위±1[%]의 저항은, 지정의 조건으로 측정된 전체제품이 9.9~10.1[kΩ]의 속에 들어있는 것이다.

비교적 대형의 저항에서는 오차범위 값이 직접 인쇄되지만, 보통은 약호나 컬러·코드를 사용한다.

실제의 저항의 저항값은 사용하는 환경(특히 온도)이나 시간에 따라 변화하기에, 오차범위는 환경 조건을 일정하게 하는 것이 규정되어 있다. 또 오차범위는 반고정저항 등과 조합시켜 비교적 간단하게 보정할 수 있다. 따라서 오차범위는 정밀도를 나타내는 파라미터의 1가지 밖에 지나지 않는다.

동일한 오차범위라도, 회로에의하여 영향도가 다르다. 예를 들어 ±5[%]의 오차범위에의하여 표시용 LED의 밝기가 5[%정]도 변화하여도, 관측자는 이것을 인식하지 못한다.

또한 다른 부품의 오차범위와의 균형 잡힌 설계가 중요하다. 예를 들면, 시정수 회로에 오차범위가 ±20[%]인 콘덴서와 ±1[%]의 저항을 사용하는 것은 언밸런스한 설계이다. 또 시정수오차를 개선한다고 오차범위가 작은 저항을 선정하는 것도 문제이다.

2.1.4 저항온도계수(T.C.R)

어떤 저항이라도, 온도변화에 의하여 저항값이 변화 한다. 이 변화의 비율이 저항온도계수이다. 표 3과 같이 온도계수는 저항체의 종류에 따라 크게 다르고, 또 동일한 종류의 저항이라도 저항값에 따라서 온도계수가 다르다. 온도계수의 표현 방법은 그 크기와 변화의 방법에 따라서 다르다.

저항온도계수는 일반적으로 「±200(ppm/°C)이하」로 표현한다. 1(ppm)은 100만분의 1을 나타내므로 위의 경우는 1(°C)의 온도변화에 1만분의 2, 즉 ±0.02[%]이내의 저항값 변동을 나타낸다. 가령, 이 저항의 동작온도를 25±55(°C)라 하면, ±0.02 × ±55=±1.1[%]의 저항값 변동을 나타낸다.

2.3 이상저항과의 차이

2.3.1 기생 인덕턴스와 기생 용량

현실의 저항에서는, 그림 1과 같이 본래의 저항분외에 인덕턴스와 컨덕터 기생성분으로 나타 낼 수 있다.

코일과 동일한 구조의 코일저항은 큰 기생 인덕턴스를 갖는 전형적인 예로, 비교적 낮은 주파수로부터 장애가 일어나는 것이 있다. 또 VHF대 이상의 고주파로는, 구절형의 저항체나 리드 선에 의한 작은 인덕턴스조차 문제가 된다.

고저항값의 회로에서는 근소한 기생용량과의 곱으로, 의외의 낮은 주파수로부터 발진이나 진폭 특성의 틀어지는 특성이 나쁜 것이 있다. 또 주파수가 높아질수록 기생용량에 의한 신호가 감소, 부정합, 발진 등을 무시 할 수 없게 된다.

이러한 기생 성분은 저항의 구조에 의존한다. 그러나 저항의 카탈로그에서는 구조에 대해서 기술하고 있지 않고, 또 내부의 구조를 알기 어려운 저항도 있기 때문에 주의가 필요한 파라미터이다.

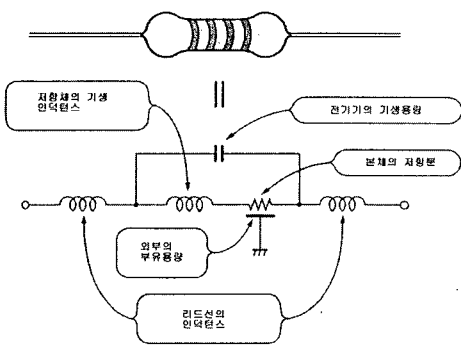


그림 1. 저항의 기생 파라미터

2.3.2 노이즈

노이즈에는 여러 가지 원인이 있지만, 그중에 어떤 부품을 사용해도 해결하지 못하는 이론적인 잡음이 있다. 저항의 이론잡음 중 가장 대표적인 것은 그림 2

의 열잡음이다.

그러나 여기서 말한 노이즈는 저항 고유의 잡음분에 관한 것이다. 일반적인 품종에는 카탈로그에 잡음의 규정이 없는 것이 대부분이지만, 이것은 저항체의 미로적인 구조에 관계가 있다. 그림 3의 결정입계라는 불연속 접촉면이 많을수록 좋지 않다.

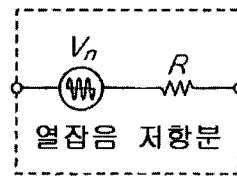


그림 2. 열잡음

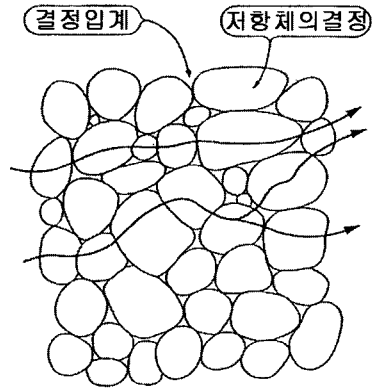


그림 3. 결정입계

2.4 그 밖의 요인

2.4.1 크 기

실체에 기판이나 장치를 만들 때, 저항의 크기는 중요한 요인이 된다. 그림 4는 각종 저항의 크기를 비교한 것이다. 현재는 장치의 경량화, 고밀도화에 따라, 저항이 소형화 되어 종래의 1/8(W)와 같은 사이즈의 1/4(W)형 저항이나, 각종의 소형 칩 저항 등이 등장해 왔다. 그러나 열량의 물리 법칙이 변한 것은 아니다. 소형화에 의한 온도상승이나 패턴으로부터의

방열에 있어 한층 더 주의가 필요하다.

저항의 소형화는 짧은 패턴을 가짐과 동시에, 주파수특성이나 노이즈 내성을 향상시키는 경우도 있다.

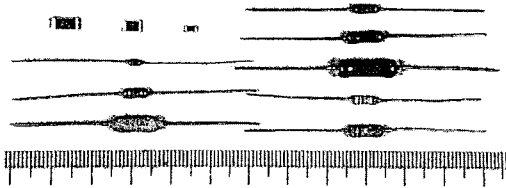


그림 4. 각종저항의 크기를 비교

2.4.2 가격과 입수성

마지막으로 저항 선택요인인 가격과 입수성은 큰 부분을 차지하고 있는 항목임에 틀림없다.

저항의 가격은 1개당 몇원에서 몇십만원 이상까지 차이가 나고, 게다가 가격과 성능은 선형적인 관계는 아니다. 최근에는 고정밀도고속피막저항의 가격이 내려가고 있고, 회로구성의 사고방식도 상당히 변화했다. 그러나 훌륭한 저항이라도 입수가 어렵거나 납품이 몇 개월씩 걸리는 것은 의미가 없다.

일반적으로 유통량이 많은 제품에는 그 나름의 메리트가 있는 것으로, 이러한 부품을 자신의 회로에 능숙하게 취하는 것은, 바로 그 설계자 외에는 불가능한 일이기도 하다.

◇ 저 자 소 개 ◇



조호연(趙浩衍)

1979년 12월 4일생. 2005년 호서대학교 전기공학과 졸업. 2005년 동 대학원 조명공학전공 입학. 현 동 대학원 석사과정 재학 중.



권기태(權起泰)

1978년 12월 10일생. 2005년 호서대학교 전기공학과 졸업. 2005년 동 대학원 조명공학전공 입학. 현 동 대학원 석사과정 재학 중.



김성식(金星植)

1979년 11월 17일생. 2005년 호서대학교 전기공학과 졸업. 2005년 동 대학원 조명공학전공 입학. 현 동 대학원 석사과정 재학 중.