

반도체의 실용지식

4

역/대한전기기사협회 기술실

4. 다이리스터

다이리스터는 다이오드에 게이트 단자를 달고 이 게이트에 신호를 가함으로써 정류 기능을 제어할 수 있는 3단자 반도체 소자이다.

이 소자는 효율이 좋은 전력제어와 우수한 전력용 스위치 기능을 가지고 있다. 따라서 반도체 소자를 사용한 파워 엘렉트로닉스의 주류로서 다이리스터를 사용한 전력제어회로가 널리 사용되어, 작게는 가정용 전기기구의 전력제어로부터 크게는 제철소 등에서 사용되는 대형 전동기의 속도제어나 전력회로의 주파수 변환, 또한 직류 송전용의 다이리스터 밸브 등 많은 용도가 있다.

4. 1 다이리스터

다이리스터에는 많은 종류가 있다. 특히 역저지 3단자 다이리스터는 SCR이라고도 호칭되며 전력회로의 제어용 소자로서 많이 사용된다.

SCR는 미국 GE사의 상품명으로서, GE사에서 1957년 공업화에 성공하여 널리 보급한 반도체 소자이다.

다이리스터는 전력회로의 전력제어에 널리 사용되고 있다. 제어할 수 있는 전력도 대전력부터 소전력까지 그 용도가 넓고 많은 종류의 것이 제조되고 있다.

다이리스터의 정의는 “셋 이상의 접합을 가지며 OFF 상태 및 ON 상태의 안정된 상태를 가질 수 있고 OFF 상태에서 ON 상태로, 또 그 반대로 이행할 수 있는 반도체”라고 정의되고 있다.

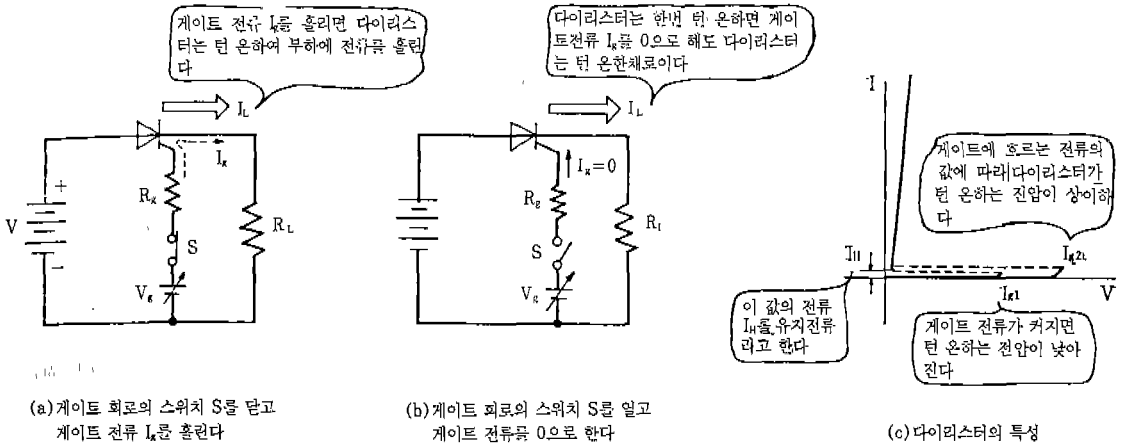
다이리스터는 기본적으로는 그 전기특성에 의해 분류되고 있다. 다이리스터의 종류를 들어보면 <표 4. 1>과 같은 것이 있다.

<표 4. 1> 다이리스터의 종류

명칭	구조	그림기호	비고
역저지3단자 다이리스터	<p>케소드 G K 게이트 A (에노드)</p>		게이트 신호에 의해 턴 온한다.
3극턴오프 다이리스터 (GTO 다이리스터)			게이트 신호에 의해 턴 온 및 턴 오프 할 수 있다.
3극쌍방향 다이리스터 (TRIAC)	<p>T₂(에노드) T₁ G (게이트, 에노드)</p>		어느 극성에 대해서도 정 또는 부의 게이트 신호로 트리거 한다.
2극쌍방향 다이리스터 (SSS)	<p>T₁ T₂</p>		브레이크 오버 전압 V _{BO} 보다 큰 전압을 인가하거나 상승이 빠른 전압(dv/dv)을 인가한다.

4. 2 다이리스터(역저지 3단자 다이리스터 : SCR)

역저지 3단자 다이리스터(이하 다이리스터라고 한다)는 다이오드에 게이트 단자를 달고 게이트 전류를 흘림으로써 정류기능을 제어할 수 있는 것으로, 작은 게이트 전류에 의해 큰 부하전류를 제어할 수 있다. 따라서 다이리스터는 전력제어회로에 사용하면 효율이 좋은 전력제어 및 대전력의 스위칭을



<그림 4. 1> 다이오드의 직류회로에 있어서의 동작

할 수가 있다.

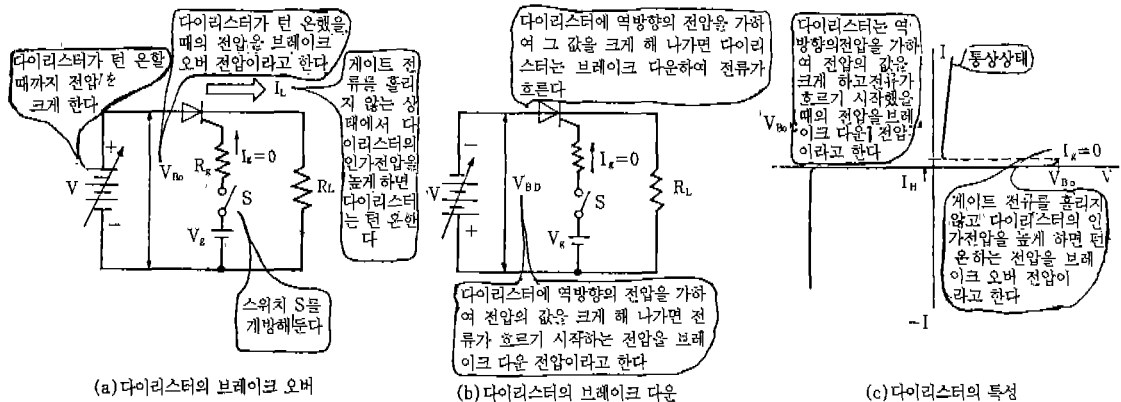
다이오드를 직류회로에 사용하는 경우에는 <그림 4. 1>과 같은 회로를 사용한다. 이 회로는 스위치 S를 닫으면 트리거용 전원 V_g 에 의해 게이트 전압이 다이오드의 게이트에 가해져 게이트 전류가 흐른다.

다이오드의 게이트에 게이트 전류가 흐르면 다이오드는 도통상태가 되어 전원전압 V에 의해 부하 R_L 에 전류를 흘린다. 다이오드가 게이트 전류에 의해 도통상태가 되는 것을 다이오드가 턴 온

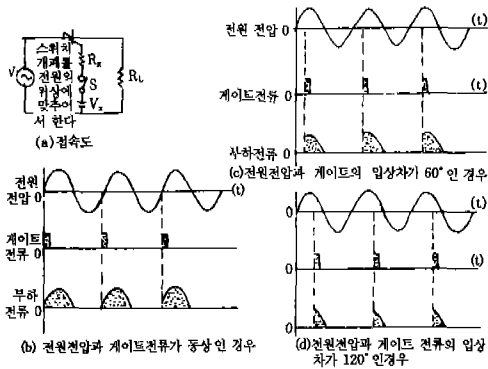
했다고 하고 있다.

그리고 게이트 회로를 개방하고 다이오드에 가하는 전압 V의 값을 증가시켜 가면 <그림 4. 2>와 같이 게이트 전류를 흘리지 않아도 다이오드는 턴온한다. 이 때의 다이오드에 가해진 전압 V를 브레이크 오버 전압 V_{Bo} 라고 한다.

따라서 다이오드를 도통상태로 하려면 게이트에 다이오드가 턴 온하는데 필요한 크기의 게이트 전류를 흘리거나 또는 다이오드가 브레이크 오버를 일으키는 이상의 전압 V_{Bo} 를 다이오드에 가하거나



<그림 4. 2> 다이오드의 직류회로에 있어서의 특성



<그림 4. 5> 다이리스터의 게이트 전류에 의한 위상제어

<그림 4. 6>과 같은 회로가 있다. 이 회로는 전류 용량이 작은 스위치 S를 사용해서 큰 값의 전류를 단속시킬 수가 있는 회로이다.

4.3 게이트 턴 오프 다이리스터(GTO 다이리스터)

게이트 턴 오프 다이리스터는 전술한 다이리스터의 자기유지 특성에 추가해서 내부구조를 특수 설계한 것이다.

GTO 다이리스터는 게이트에 턴 온과는 반대 방향의 전압을 가하여 GTO 다이리스터를 턴 오프시킬 수가 있다. 따라서 직류회로 등에서는 다이리스터를 턴 오프시키기 위한 회로가 불필요해지며 직류회로의 스위칭을 하는 데는 적합한 다이리스터이다.

GTO 다이리스터는 다이리스터를 턴 오프시키기 위해 <그림 4. 7>과 같이 게이트 회로에 턴 온시

와는 역방향으로 전류를 흘려 유지전류의 값을 그때의 부하전류의 값보다 커지도록 하여 다이리스터를 턴 오프시키고 있다.

따라서 GTO 다이리스터는 다이리스터에 비해서 구조가 복잡해지고 제작비도 많이 들어 고가이다. 그리고 게이트의 턴 오프 특성 이외는 다이리스터와 기본적으로는 동일한 특성을 표시한다. 그러나 턴 온시의 게이트 전류의 값, 유지전류의 값 및 도통상태의 순전압 값은 다이리스터에 비해 큰 값이 된다.

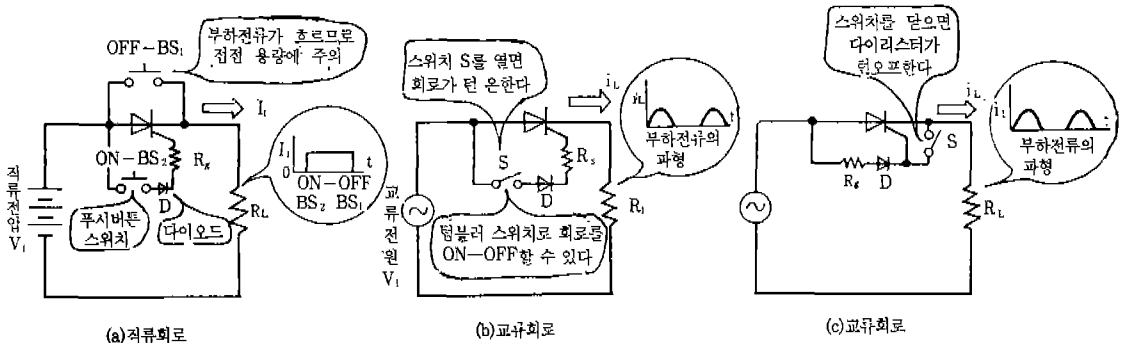
4. 4 3극 쌍방향 다이리스터(트라이악 : TRIAC)

트라이악은 교류회로의 전력을 제어하기 위해 많이 사용한다. 트라이악의 특성은 <그림 4. 8>에 표시하듯이 다이리스터를 2개 병렬로 접속한 경우의 동일한 특성을 표시한다.

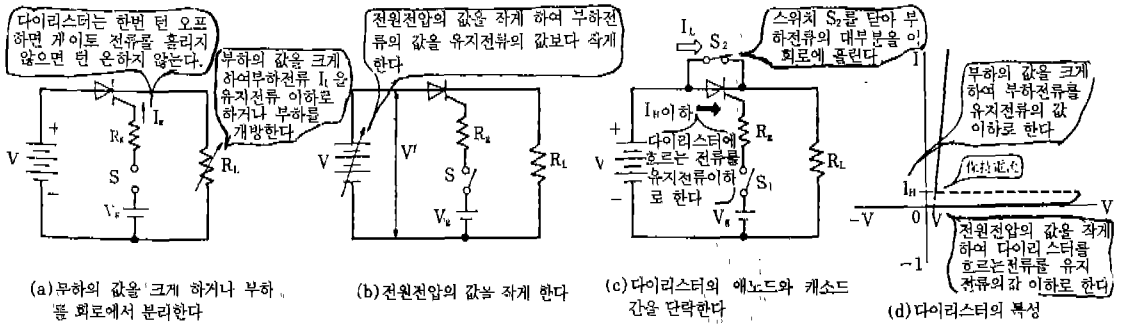
그러나 트라이악은 <그림 4. 8>의 (b)에 표시한 다이리스터 회로와는 달리 게이트는 하나밖에 없다. 트라이악은 이 1개의 게이트 전극에 의해 정부 또는 부의 전압을 가해도 되고, 트라이악 게이트에 게이트 전류를 흘린 트라이악은 턴 온하여 부하에 정·부 양과

의 부하전류를 흘릴 수가 있다.

이와 같이 트라이악은 쌍방향성 때문에 교류회로의 전력제어용 소자로서 많이 사용되고 있다.



<그림 4. 6> 다이리스터의 스위치 기본회로



<그림 4. 3> 다이리스터의 턴 오프 회로

한다.

그러나 다이리스터가 브레이크 오버를 일으킬 때까지 다이리스터에 가하는 전압의 값을 크게 하는 일은 없다. 따라서 다이리스터를 턴 온시키는 때는 게이트에 전압을 가하여 게이트 전류를 흘려 다이리스터를 턴 온시킨다.

다이리스터의 게이트 회로는 다이오드의 순방향 특성과 동일한 성질을 가지고 있기 때문에 게이트 회로에는 반드시 전류 제어용의 저항 R_g 를 게이트에 직렬로 접속하여 게이트에 과도한 전류를 흘리지 않도록 하여 사용한다.

직류회로에 있어서는 다이리스터를 한번 턴 온시키면 게이트 회로의 스위치 S를 열어 게이트 전류를 0으로 하더라도 다이리스터는 턴 온한 채로 부하에 전류를 계속 흘린다.

다이리스터를 턴 오프시키려면 <그림 4. 3>과 같이 동작하고 있는 다이리스터에 흐르고 있는 부하 전류의 값을 유지전류 이하로 하여야 한다.

부하전류를 유지전류 이하로 하려면 접속되어 있는 부하의 저항값을 크게 하거나 전원 전압 V의 값을 작게 하거나 또는 다이리스터의 애노드와 캐소드 단자간을 단락하여 다이리스터에 흐르는 전류를 유지전류 이하로 하면 다이리스터는 턴 오프한다.

또, <그림 4. 4>와 같이 전류가 교류전압인 경우에는 다이리스터가 턴 온하더라도 전원의 전압이 부의 반 사이클이 되면 다이리스터에는 역전압이 가

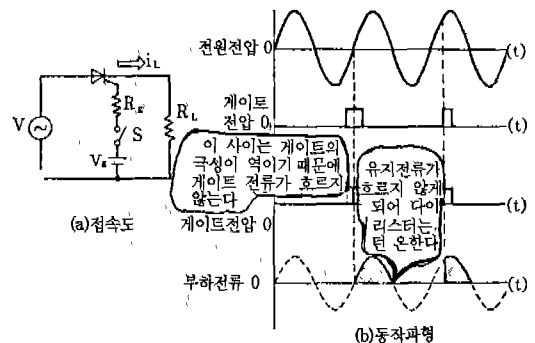
해져 다이리스터에는 유지전류가 흐르지 않게 되어 다이리스터는 턴 오프한다.

그러나 다음의 정의 반 사이클마다 다이리스터를 턴 온시키려면 재차 게이트에 전압을 가하여 게이트 전류를 흘리지 않으면 다이리스터는 턴 온하지 않는 다.

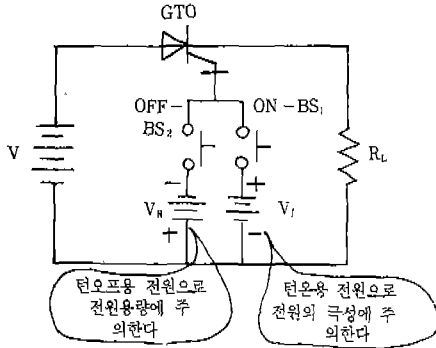
따라서 교류회로에 다이리스터를 사용하는 경우에는 <그림 4. 5>와 같이 정의 반 사이클마다 게이트 전압을 가하지 않으면 다이리스터를 제어할 수가 없다.

또 게이트에 가하는 전압의 위상을 바꿈으로써 부하에 흐르는 전류의 값을 조정할 수가 있다. 이와 같이 게이트 신호의 위상을 바꾸어 부하에 가해지는 전력을 제어하는 것을 위상제어라고 한다.

다이리스터를 사용한 기본적인 스위치 회로에는



<그림 4. 4> 다이리스터의 접속도와 동작과형



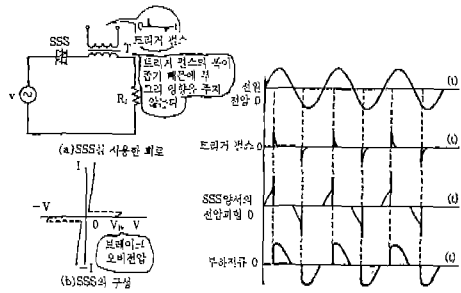
<그림 4.7> 게이트 턴 온 다이리스터 회로

4.5 실리콘·신메트리칼·스위치(2극 쌍방향성 2 단자 다이리스터 : SSS)

실리콘·신메트리칼·스위치(SSS)는 교류회로의 전력을 제어할 수 있는 2단자 반도체 소자이다.

이 특성은 <그림 4.9>와 같이 외부에서 브레이크 오버 전압 V_{BO} 보다 높은 펄스 전압을 SSS 양단에 가하면 SSS가 턴 온한다.

또 턴 오프시키려면 부하전류 I_L 을 유지전류 이하

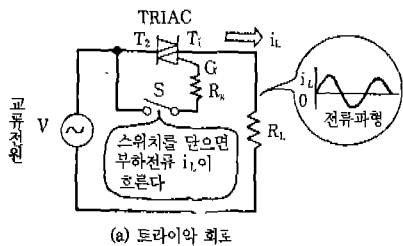


<그림 4-8> 2극 쌍방향성 2단자 다이리스터회로 (실리콘·신메트리칼·스위치 : SSS)

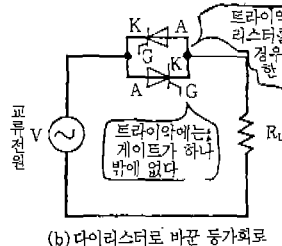
로 하면 SSS가 턴 오프한다. 따라서 교류회로에서는 트리저용 고전압 펄스를 가하지 않으면 다음의 반 사이클로 SSS가 자연히 턴 오프한다.

SSS를 사용한 가정용 전기기기로는 백열전등의 조광 등의 온도조절용으로 사용되고 있다.

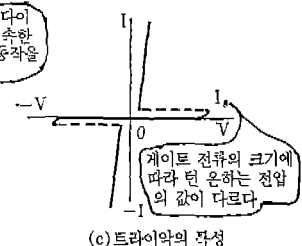
이 밖에 SSS의 브레이크 오버 특성을 이용해서 교류회로에 있어서의 서지전압 억제나 과전압 보호 용으로도 사용되고 있다. <다음호에 계속...>



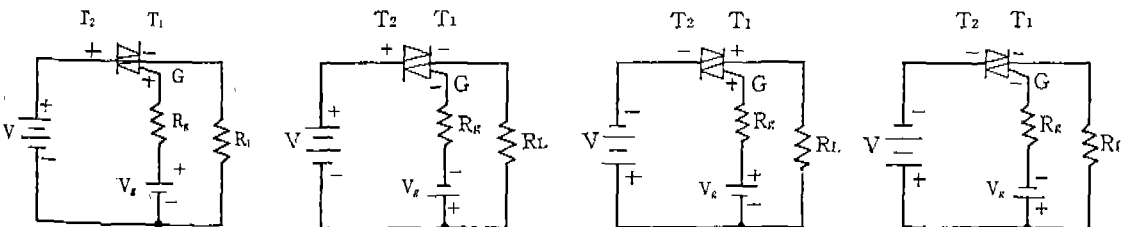
(a) 트라이악 회로



(b) 다이리스터 바꾼 동가회로



(c) 트라이악의 특성



(I) 일반적으로 많이 사용되는 회로

(II) 사용되는 경우도 있다

(III) 일반적으로 많이 사용되고 있다

(IV) 게이트 트리저 전류의 값이 커지기 때문에 사용되지 않는다

(d) 트라이악의 트리저 모드

<그림 4.8> 3극 쌍방향성 다이리스터회로 (트라이악 : TRIAC)