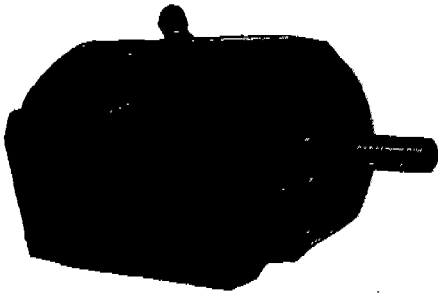


電動力設備의 에너지 節減技術



에너지 節減을 위한
交流電動機의 速度制御

사이리스터모터와 效果的인 使用方法

金 善 慶 譯

1. 사이리스터모터란

이전에는 '사이리스터모터'라는 명칭은 명확하게 定義되어 있지 않고 여기서 취급코자 하는 種類의 것을 지칭하는 경우가 많았으나, 사이리스터를 利用한 모든 交流可變速電動機를 표시하는 뜻으로 사용된 例도 있다. 그러나, 1978년 日本의 JEM 1370에서는 半導體電力變換裝置, 同期電動機 및 位置檢出器로 이루어지는 可變速電動機裝置를 '사이리스터裝置'라 定義하고 여기에 使用되는 電動機를 '사이리스터모터'라 지칭하고 있다.

따라서 정확하게는 '사이리스터모터'란 電動機만을 뜻하게 되나, 여기서는 편의상 電力變換裝置와 位置檢出器도 포함한 것을 '사이리스터모터'라 부르기로 한다.

사이리스터모터는 直流電動機와 같은 우수한 速度制御性能이 있으며 整流子 돌레의 거치적거리는 維持補修作業에서 해방되는 可變速電動機를 만드는 것을 目的으로 開發된 것이다. 즉 直流電動機 維持補修의 省力化와 耐環境性的

향상을 목적으로 한 것이라 할 수 있다.

그러나 개발된 결과로서는 電動機 本體는 종전의 同期電動機와 같은 것이었으므로 시설의 同期電動機에 電力變換裝置와 位相檢出器를 추가하여 쉽게 사이리스터모터로 개조할 수가 있게 됨으로써 에너지節約面에서도 사이리스터의 意義가 나타난 것이다.

사이리스터모터의 利點은 다음과 같다.

① 誘導電動機나 同期電動機에 비하여 起動電流가 적어, 起動을 위해서는 受電容量에 특별한 배려가 필요없다.

② 起動時 損失이 특별히 크지 않기 때문에 起動頻度, 回數에 제약을 받지 않는다.

③ 回生制動이 가능하므로 慣性이 큰 負荷에서도 단시간 정지가 可能하고 또 慣性에너지를 電源에 반환할 수 있다.

④ 브러시레스化되어 유지·보수가 간단하고 環境條件이 나쁜 장소에서도 사용할 수 있다.

⑤ 速度制御範圍가 넓고 定토크特性, 定出力特性 어느 負荷에도 적용된다.

2. 動作原理

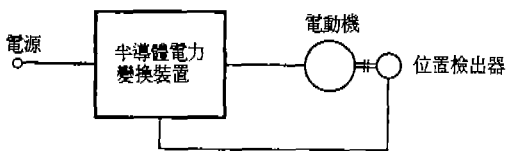
가. 基本的인 構成

사이리스터모터의 基本的인 구성을 그림 1에 표시한다.

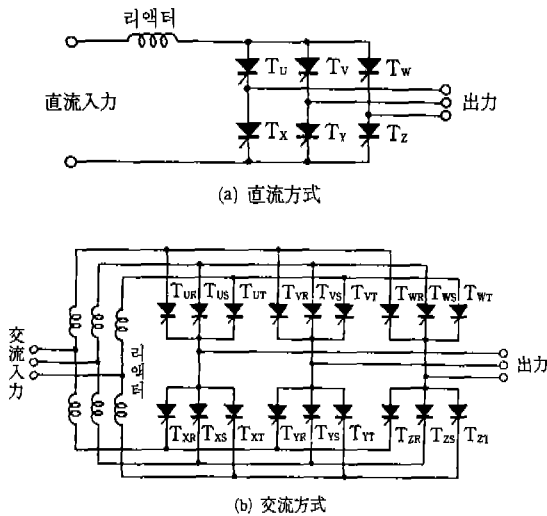
半導體電力變換裝置에는 극히 小出力인 것을 제외하고 대개의 경우 사이리스터가 사용된다. 그림 2에 표시하는 바와 같이 直流方式(인버터方式)과 交流方式(사이크로컨버터方式)으로 大別된다.

直流方式의 電力變換裝置는 直流를 可變周波數의 3相交流로 變換하는 3相브리지 인버터로 구성되어 있다. 電源은 直流이나 일반적으로는 交流를 可變電壓의 直流로 變換하는 사이리스터 順變換裝置가 쓰여지고 있다.

交流方式에서는 電源은 交流이고 이 交流를 사이크로컨버터로 可變電壓, 可變周波數의 交流



<그림 1> 사이리스터의 基本構成



<그림 2> 基本的인 電力變換裝置

로 變換하고 있다. 즉 直流方式에서의 인버터 작동과 사이리스터 順變換裝置의 작동이 一體化되어 있는 것이다. 그림 2(b)에 표시하는 回路에서는 電源이 3相交流이나 單相이라도 좋다. 電動機는 3相同期電動機이다.

位置檢出器(分配器라고도 한다)는 電力變換裝置를 制御하기 위해서 電動機의 固定子和 回轉子の 相對位置關係를 檢出하는 것으로 電動機에 설치되어 있다. 사이리스터모터는 位置檢出器를 이용하여 電力變換裝置를 制御하고 있는 점이 다른 方式의 交流可變速모터에 비하여 큰 특징이다.

나. 作動原理

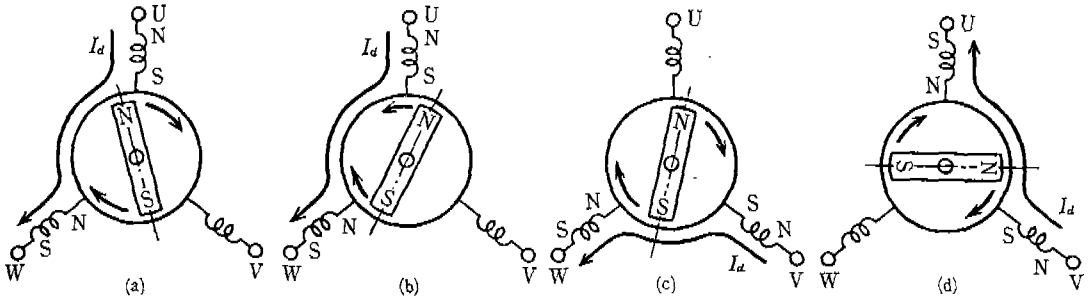
그림 3을 이용하여 사이리스터모터의 作動原理를 설명한다.

그림 3(a)에 표시하는 바와 같이 直流電流 I_d 가 스타접속된 固定子の 電機子捲線의 U相端子로 流入하여 W相端子에서 流出하였을 때, 電機子捲線이 그림중에 표시하는 極性에 磁界가 생긴다면 그림중에 표시하는 極性에 勵磁되어 있는 回轉子는 電機子捲線의 磁界와 작용하여 회살포 방향으로 토크가 생겨 回轉한다.

그러나 그림(b)에 표시하는 위치까지 回轉하면 回轉子の N극과 S극에 작용하는 토크가 正逆밸런스되어 回轉토크가 없으므로 로크된 상태가 된다.

그리하여 그림(b)의 위치까지 回轉하기 전에 그림(c)에 표시하는 바와 같이 電流 I_d 가 V相端子로 流入하여 W相端子에서 流出되도록 電流經路를 바꾸어 주면 그림(a)의 경우와 같은 방향으로 回轉토크가 생겨 回轉을 계속할 수 있다. 그러나 그림(d)에 표시하는 위치까지 回轉하면 그림(b)의 경우와 같이 로크되어 버리므로 그전에 그림(d)에 표시하는 바와 같이 電流經路를 바꾸어 준다.

이와 같이 回轉子가 電氣的인 位相角에서 60° (실제의 機械的인 角度에서는 電動機의 極數를 p 라 하면 $120^\circ/p$) 回轉할 때마다 電機子捲線에



<그림 3> 作動原理

흐르는 電流의 經路를 바꾸어줌으로써 電動機는 回轉을 계속할 수 있다.

電流經路를 바꾸는 것이 電力變換裝置이고 電流經路를 바꾸어야 할 위치를 檢出하여 電力變換裝置에 교체지령을 내는 것이 位置檢出器이다.

다. 電流의 導通順序

앞서 기술한 바와 같이 回轉을 계속시키기 위해서 電流經路를 바꾼 결과 그림 2의 記號를 붙여 표시한 각 사이리스터는 1例로 그림 4에서와 같은 순서로 導通하도록 指令된다.

그림 2와 그림 4에서 直流方式에서의 한 개의 사이리스터, 예를 들면 사이리스터 T_U 의 動作原理上的 작동이, 交流方式에서는 3개 1조의 사이리스터 T_{UR} , T_{US} , T_{UR} 에서 행해지는 것을 알 수 있다. 3개 1조의 사이리스터는 位置檢出器에서 導通指令를 받은 기간만큼 3개가 順次的으로 導通하여 交流電源에서 電動機에 일정 방향의 電流 즉 直流를 공급하고 있다.

交流方式에서 1조 3개의 사이리스터 導通期間의 분담은 그림 4(b), (c)에 표시하는 바와 같이 電源周波數와 出力周波數(電動機 周波數)와의 관계에 따라 변화한다.

라. 轉 流

導通하고 있는 사이리스터의 電流를 차단하고 동시에 다른 사이리스터를 導通시켜 電流의 經路를 교체하는 것을 '轉流'라 한다.

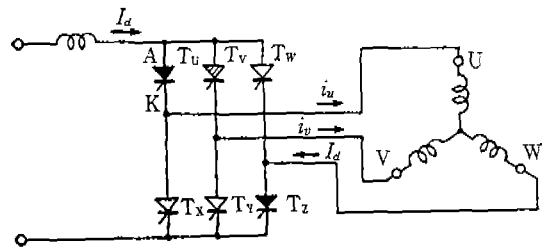
사이리스터를 導通시키려면 애노드와 캐소드 사이에 順方向의 電壓을 걸고 게이트信號를 가 하면 되나, 導通하고 있는 사이리스터를 차단하려면 게이트信號를 차단한 후 애노드와 캐소드의 사이에 逆電壓을 걸 필요가 있다.

사이리스터 電力變換裝置에서는 이 電流 때문에 逆電壓을 加하는 방법으로 인하여 特性, 코스트가 크게 좌우된다.

사이리스터모터의 경우는 電動機電壓 또는 電源電壓을 逆電壓으로 이용하여 轉流시킬 수 있으므로 특별한 轉流回路가 불필요한 것이 큰 특징이다.

(1) 轉流의 機構

그림 5를 이용하여 直流方式일 때의 轉流 기구를 설명한다. 이 그림에서 사이리스터 T_U 와 T_Z 가 導通하고 있는 상태에서는 사이리스터 T_U 의 캐소드 K의 電位는 電動機 U相端子의 電位와 같아져, 사이리스터의 電壓降下를 무시할 수 있다면 애노드 A의 電位는 캐소드 K와 同



<그림 5> 轉流時의 回路

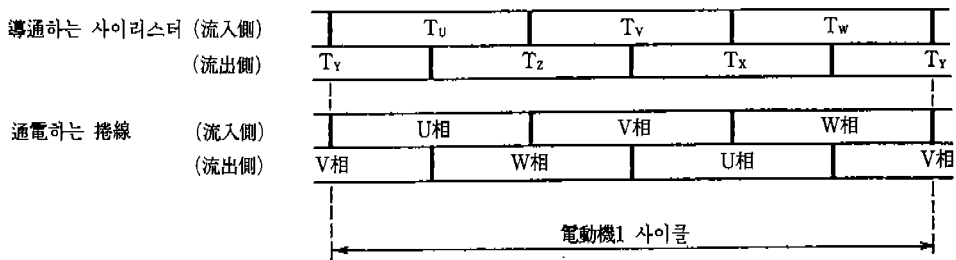
電位이다. 이 상태에서 位置檢出器에서의 信號에 의해 사이리스터 T_V 가 導通되면 사이리스터 T_U 의 애노드 A의 電位는 사이리스터 T_V 를 통하여 電動機의 V相端子의 電位와 같아진다(다만, 사이리스터 T_V 의 電壓降下는 무시하는 것으로 한다).

만약 V相端子의 電位가 U相端子의 電位보다 낮으면 사이리스터 T_U 는 逆電壓이 印加된 것이 되어 T_{UR} 에 흐르고 있던 電流는 감소되기 시작한다. 다만 사이리스터 T_U 에 逆電壓이 印加된다고 하여도 T_U 에 電流가 흐르고 있는 동안은

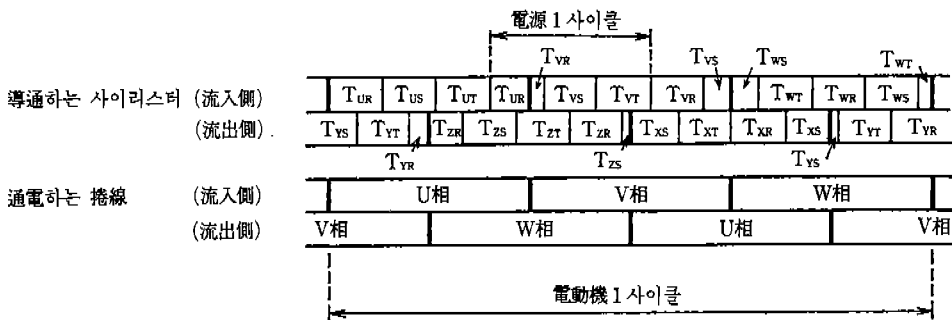
애노드와 캐소드는 거의 同電位이고 실제로 애노드電位쪽이 낮아지는 일은 없다. 이 상태에서는 電位的으로 短絡된 상태이다. 이 모양을 그림 6에 표시한다.

사이리스터 T_U 의 電流는 서서히 감소하고 반대로 사이리스터 T_V 의 電流가 증가하여 期間 U의 후에는 T_U 의 電流가 0이 되어 T_U 에 흐르고 있던 電流는 T_V 에의 移行을 完了한다. 이 기간 U를 '轉流중첩角'이라 한다.

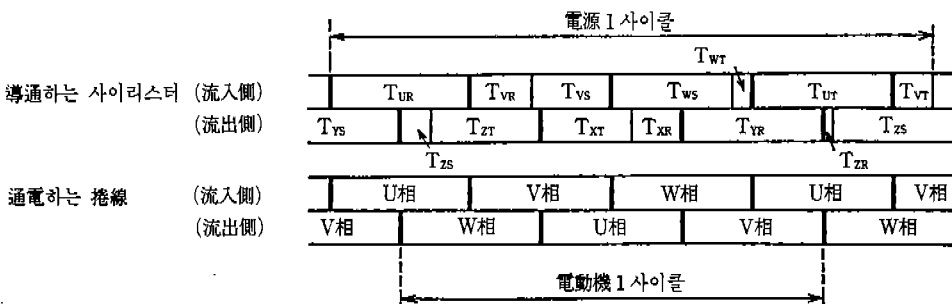
電流가 0이 된 후 계속해서 사이리스터에 逆電壓이 印加되어 있는 기간 γ 를 '轉流余裕角'이



(a) 直流方式

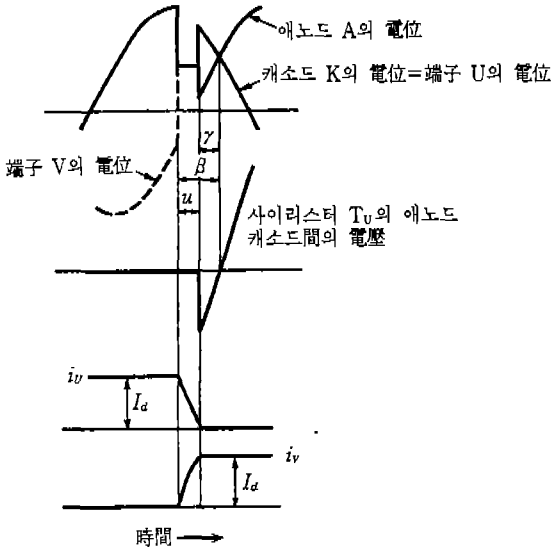


(b) 交流方式(出力周波數가 電源周波數보다 낮을 때)



(c) 交流方式(出力周波數가 電源周波數보다 높을 때)

<그림 4> 사이리스터의 導通順序



<그림 6> 轉流時의 電壓, 電流

라 한다. 사이리스터가 완전하게 電流遮斷能力을 회복하기 위해서는 어느 一定期間 이상의 轉流余裕角이 필요하다.

轉流가 개시된 시점에서부터 遮斷되는 사이리스터의 逆電壓이 0이 되기까지의 기간 β 를 '制御進角'이라 한다(그림 6 참조).

直流方式에 있어서의 轉流는 위에 설명한 바와 같이 항상 電動機電壓에 의해서 轉流가 행하여지나 그림 2에 표시하는 交流方式에서는 3개의 사이리스터로 구성되는 그룹간의 轉流는上記와 같은 機構로 電動機電壓을 이용하여 실시되고 그룹내 사이리스터간의 轉流는 電源電壓을 이용하여 실시된다.

(2) 電機子反作用에 의한 영향

사이리스터가 轉流할 때 필요한 轉流余裕角이 확보되도록 하려면 電動機電壓의 적당한 位相 시점에서 轉流를 개시하는 신호를 주어야 한다. 이 轉流信號는 位置檢出器에서 주어지게 되며 位置檢出器는 電動機電壓의 位相이 아니고 回轉子의 위치를 검출하고 있다. 回轉子의 위치와 端子電壓과의 관계는 電機子反作用의 영향

에 따라 電機子電流에 의하여 변화한다.

예를 들면 無負荷時에 $\beta=60^\circ$ 가 되는 回轉子位置에서 信號를 내도록 位置檢出器를 설정해 두면 定格負荷時에 β 는 50° 이하가 되어버린다.

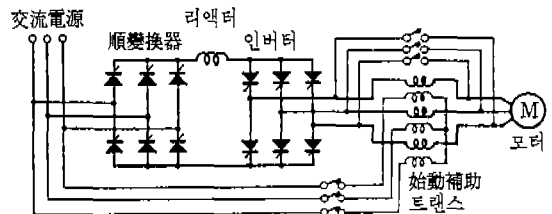
(3) 轉流失敗

上記와 같이 制御進角 β 는 電機子電流의 증가와 함께 감소하고 한편 轉流중첩角 u 는 電機子電流와 함께 증대하므로 轉流余裕角 $\gamma = \beta - u$ 는 電機子電流가 증가함과 아울러 작아져서 轉流에 필요한 최소한의 γ 보다 작아져서 轉流가 불가능하게 된다. 이를 '轉流失敗'라 한다. 예를 들면 그림 5에서 T_U 에서 T_V 에의 轉流가 실패하여 T_U 의 電流가 遮斷되지 않고 T_V 와 T_U 의 兩方에 電流가 계속 흐르는 상태에서 T_x 가 導通하면 直流電源은 T_U 와 T_x 를 통하여 短絡되어 더 이상 運轉을 계속할 수 없게 된다. 이 현상은 直流機에서의 플래시오버에 相當한다고 생각하여도 된다. 交流方式에 있어서도 마찬가지로 그룹간의 轉流가 失敗한 상태에서 다음 그룹이 導通하면 交流電源을 短結시키게 된다.

마. 起 動

起動時에는 電動機의 端子電壓은 0V이고 또 起動直後の 低速範圍에서는 電壓도 낮으므로 轉流에 필요한 電壓을 사이리스터에 공급할 수 없다.

直流方式에서는 그림 7에 표시하는 바와 같이 起動時만 인버터와 電動機사이에 變壓器 2



<그림 7> 始動補助 트랜스 방식

次捲線을 直列로 접속하여 商用電源에 접속된 1次捲線에서 交流를 중첩시켜 이 電壓으로 轉流시키는 방법이나 또는 轉流하는 시점에 同期시켜 인버터에 유입하는 電流를 일시적으로 遮斷하도록 直流電源을 制御하여 轉流를 돕는 방법이 이용되고 있다.

그러나 交流方式에서는 低速時에 그룹간의 轉流가 실패하여도 다음의 그룹이 導通하여 電源側을 短絡하는 상태가 되기전에 電源電壓에 의해서 轉流失敗가 회복되므로 直流方式과 같이 특별한 수단을 강구하지 않아도 충분한 起動能力이 얻어진다.

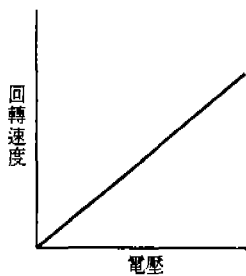
그림 2(b)에 표시하는 方式의 交流方式으로 電源이 3相인 경우에는 出力周波數가 電源周波數의 1/2까지, 單相의 경우에는 1/3까지 電源電壓에 의해서 電流失敗의 회복이 가능하다.

바. 速度制御

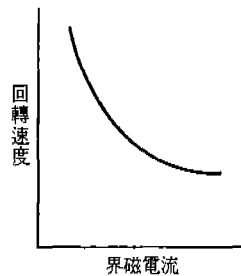
사이리스터모터는 原理적으로는 다음의 세 가지 방법에 의해서 回轉速度를 制御할 수 있다.

(1) 電壓制御

電力變換裝置의 出力電壓을 增減하면 그림 8(a)에 표시하는 바와 같이 回轉速度가 변한다. 예를 들면 電力變換裝置의 出力電壓을 증가시키면 電動機에 유입하는 電流가 증가하여 이 증가분이 加速토크를 일으켜 電動機는 가속된다.



(a) 電壓制御



(b) 界磁制御

直流方式의 사이리스터모터에서는 直流電源의 電壓을 制御함으로써 인버터의 出力電壓이 변화한다.

交流方式의 사이리스터모터에서는 電力變換裝置의 사이리스터를 位相制御함으로써 出力電壓이 변화하게 된다.

電壓制御로 變速되는 범위내에서는 定格토크는 一定하고 出力은 回轉速度에 비례한다.

(2) 界磁制御

그림 8(b)에 표시하는 바와 같이 直流電動機와 마찬가지로 界磁電流에 의해서 回轉速度를 制御할 수 있다.

예를 들면 界磁電流를 줄이면 電動機의 逆起電力이 低下하여 電源에서 유입하는 電流가 증대하므로 電動機가 가속하게 되는 것이다.

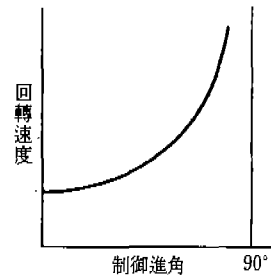
界磁制御로 變速되는 범위내에서는 電動機의 定格出力은 일정하고 토크는 回轉速度에 反比例하게 된다.

그러나 界磁電流를 감소시키면 電機子反作用이 증대하여 內部 임피던스도 커져, 電力變換裝置의 電流能力이 低下됨으로써 이를 보충하는 어떤 대책이 필요하다.

(3) 進角制御

制御進角 β 를 바꾸어 줌으로써 그림 8(c)에 표시하는 바와 같이 回轉速度를 바꿀 수 있다.

電動機의 逆起電力이 一定해도 制御進角에



<그림 8> 速度制御

의해서 電源側에 작용하는 有效逆起動力을 바꿀 수 있어 결국 界磁電流를 바꾸는 것과 같은 作用이 되어 回轉速度가 변화하게 된다. 이것은 直流電動機에서 브러시위치를 이동시킴으로써 回轉速度가 변화하는 것과 같은 原理이다.

進角制御일 경우는 界磁制御의 경우와 같이 轉流能力이 떨어지는 일은 없으나 界磁電流가 一定하므로 回轉速度의 上昇과 함께 電動機電壓이 上昇하여 電力變換裝置의 耐壓을 크게 할 필요가 있는 것과 出力토크의 脈動率이 커지는 것이 결점이다.

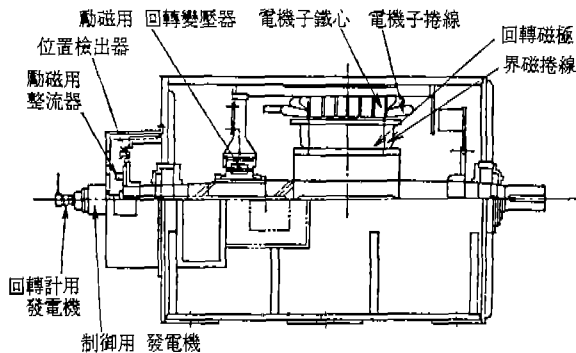
定出力特性的 速度制御를 할 때는 界磁制御와 進角制御를 併用할 경우도 있다.

사. 回生制動

사이리스터모터는 電力變換裝置를 位相制御함으로써 主回路를 교차하지 않고 回生制動을 걸어 다시 逆轉시킬 수 있다. 回生, 逆轉이 될 수 있도록 하여도 코스트는 거의 변하지 않는다.

3. 電動機의 구조

電動機는 回轉界磁形에서도 回轉電機子形에서도 상관없으나 유지·보수를 省力化하기 위해서 브러시리스화하는 경우에는 回轉界磁形이 쓰인다. 그림 9는 그 1例이며 브러시를 쓰지 않고 勵磁電流를 回轉子에 공급하기 위해서 回轉

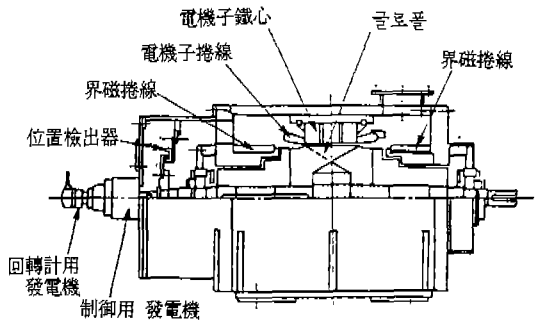


<그림 9> 브러시리스 回轉界磁形 電動機

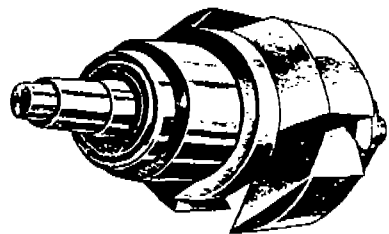
變壓器가 쓰인다. 回轉變壓器는 微少空隙을 개재시켜 固定子측과 回轉子측에 설치된 鐵心에 각기 捲線을 감아 固定子측에 가해진 交流電力이 變壓器作用에 의해서 回轉子측에 전달되는 것이다. 回轉子측에 전달된 交流는 역시 回轉子에 설치된 실리콘整流器에 의해 直流로 변환되어 界磁捲線에 공급된다.

中小形機에서는 본질적으로 브러시리스인 글로폴形 電動機가 사용되는 일이 많다. 그림 10은 글로폴形의 구조도로서 回轉子는 磁極鐵心뿐이고 界磁捲線은 固定子측에 설치되어 있다. 그림 11은 글로폴形 回轉子를 표시한다.

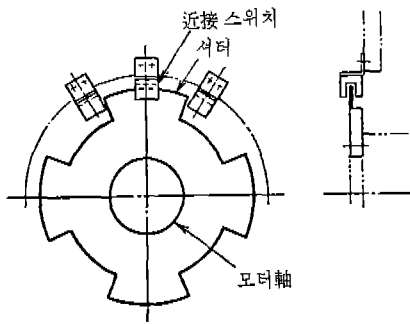
그림 12는 8極機일 경우의 位置檢出器의 1例를 표시한다. 서터 등으로 불리는 電動機軸에 설치된 圓板과 固定子측에 설치된 3개의 無接觸 近接 스위치로 구성되어 서터의 凹凸에 의한 近접 스위치의 信號가 ON-OFF된다. 近접 스위치 대신 램프와 포토트랜지스터를 사용한 것도 있다.



<그림 10> 글로폴形 電動機



<그림 11> 글로폴形 回轉子



<그림12> 位置檢出器

4. 改良된 사이리스터모터

전항까지 설명한 原理的인 구성의 사이리스터모터에서는 다음과 같은 결점이 있다.

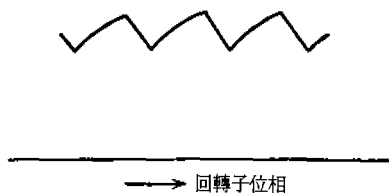
① 轉流限界

電機子反作用에 의하여 負荷電流의 증대와 함께 制御進角이 변화하여 轉流余裕角을 감소하기 위해서 轉流限界, 즉 出力限界가 존재한다. 이 轉流限界를 定格出力의 125% 정도가 되도록 하여도 電動機는 동상의 同期電動機보다 덩치를 크게 할 필요가 있다.

② 토크 脈動

電力變換裝置에서 공급되는 電流의 波形이 正弦波가 아니고 高調波成分을 많이 포함하고 있으므로 電動機內部에 발생하는 토크는 그림13에 표시하는 波形으로 電力變換裝置 出力周波數의 $6n$ ($n=$ 整數) 倍의 脈動토크를 포함하고 있다. 이 脈動토크 때문에 負荷機械側에 특별한 배려가 필요할 경우도 있다.

上記와 같은 결점을 보완하기 위해서 다음과 같은 수단이 취할 때가 있다.



<그림13> 토크 脈動

가. 補償捲線이 달린 電動機

直流電動機와 같이 負荷電流에 의해서 勵磁되는 補償捲線을 界磁鐵心에 붙여 電機子反作用을 소멸시켜 轉流限界의 증대를 피하는 것이다. 電動機의 구조는 일반적으로 回轉電機子形이 되어 브러시레스方式으로 하는 것은 곤란하므로 사이리스터모터의 利點은 얼마간 손상된다.

나. 制御進角 制御

位相檢出器에서의 信號를 기준으로 하여 電力變換裝置에 주어지는 轉流信號의 位相을 負荷電流에 따라 制御함으로써 電機子反作用, 轉流중첩角의 증대에도 불구하고 轉流余裕角을 확보하여 轉流限界를 증대시키고 있다.

다. 正弦波 사이크로컨버터

사이크로컨버터方式 電力變換裝置의 게이트信號 位相을 적당히 制御함으로써 電動機에 공급하는 電流의 波形을 正弦波에 가깝게 하여 脈動토크의 저감을 도모하고 있다. 電力變換裝置의 出力周波數가 낮을수록 正弦波에 가깝게 할 수 있고 반대로 周波數가 높아지면 回路構成이 복잡한데 비해서 효과가 적어진다.

5. 直流方式과 交流方式의 비교

交流方式에는 사이리스터回路의 구성에 여러 가지 방식이 있어 단순하게 直流方式과 비교하기는 곤란하다. 그림2에 표시하는 기본적인 回路에 대하여 兩方式을 비교하면 다음과 같다.

가. 사이리스터回路의 構成

直流方式에서 인버터裝置와 直流電源用 사이리스터 順變換裝置를 함께 생각하여도 交流方式의 사이리스터回路편이 사이리스터 個數, 암數 모두 많고 이 부분에 대해서는 直流方式편이 신뢰성이 높다고 할 수 있다.

直流方式일 경우, 인버터의 사이리스터에는 電動機電壓과 電源電壓과의 疊이 印加되므로 裝置를 高壓化하였을 때는 交流方式편이 다시

사이리스터數가 많아지는 경우가 있다. 電動機 電壓과 電源電壓이 겹치는 것을 피하기 위해서 사이리스터回路를 電動機의 1相마다로 분리하는 方式도 있으나 역시 사이리스터數는 많아진다.

나. 轉流特性

2.마.에서 설명한 바와 같이 交流方式은 電源電壓에서도 轉流가 되기 때문에 低速範圍에서는 直流方式보다 본질적으로는 轉流能力이 높다. 直流方式에서도 低速時의 轉流能力을 올리기 위해서 그 나뉠대로 수단이 강구되고 있어 결과적으로는 양자에 결정적인 차는 없으나 특별한 回路가 필요치 않은 分만큼 신뢰성면에서 交流方式편이 有利할 것이다.

다. 高調波對策

交流電源에 사이리스터裝置를 접속하였을 때 電流에 高調波分이 포함되므로 電源電壓波形에 일그러짐이 생긴다.

直流方式에서 直流電源에 사이리스터 順變換裝置를 사용하였을 경우 역시 電源에 일그러짐이 생기나 高調波의 次數에 맞춘 필터를 사용함으로써 비교적 쉽게 대책이 강구된다.

交流方式일 경우에는 電動機回轉速度에 따라 電源側에 발생하는 高調波의 次數가 변화하므로 대책이 直流方式보다 복잡하게 된다.

6. 사이리스터모터의 採擇에 있어서 유의할 점

사이리스터모터를 新設할 때 코스트를 고려하지 않는다면 필요한 여러 條件을 갖추어 製作이 되나 시설의 同機電動機를 사이리스터모터로 改造할 때는 制約條件이 많아지므로 그런 경우에 특히 주의할 점을 설명하기로 한다.

가. 電源條件

사이리스터모터를 運轉하였을 때 電源側에 어느 정도의 電壓 일그러짐이 생기고 그에 따라

어떠한 지장이 있는가를 검토하여야 한다. 電源側의 諸定數를 알고 있으면 계산이 되므로 메이커측에 문의하면 된다.

나. 出力限界

出力限界 즉 電力變換裝置의 轉流限界는 電動機의 諸定數에 의해서 정해지므로 既設電動機의 諸定數에서 필요로 하는 出力이 만족되는가를 메이커측에 검토시켜야 한다.

다. 機械系의 固有振動數

사이리스터모터에는 回轉速度에 비례한 周波數의 토크脈動이 있으므로 回轉軸의 ㄹ임진동도 포함하여 負荷機械側 각부의 固有振動數를 검토하여 토크脈動에 共振할 듯하면 機械側을 개조하든가 토크脈動이 적은 사이리스터모터를 사용하여야 한다.

라. 變速範圍

變速範圍의 下限이 낮아도 電動機를 他力通風形으로 개조할 필요가 생길 정도로 특히 코스트가 비싸질 요소는 없으나 上限을 얼마로 하느냐가 電力變換裝置의 코스트에 영향을 미치게 된다. 특히 블로어나 펌프 등의 2乘低減 토크負荷의 경우는 差가 많고 예를 들면 上限速度를 同期速度의 85%로 하면 電力變換裝置의 電流量은 100%速度까지 사용하는 경우의 73%로 되고 電壓容量도 내릴 수 있다. 또 6.나.에 기술한 出力限界의 제약이 해결될 때도 있다. 上限速度를 내렸을 때도 내리지 않았을 때와의 에너지節減 코스트差를 고려해서 결정해야 한다.

마. 電動機捲線의 질연

電動機의 電機捲線에는 사이리스터 轉流에 의한 서지電壓이 가하여지므로 시설한 電動機의 捲線이 이에 견딜 수 있는가를 검토하여야 한다. 低壓機일 경우에는 대체로 문제가 없으나 高壓機일 경우는 絶緣診斷을 해 보아야 한다.

☞ 다음 호에 계속