

## Cicoil Flat Cable의 특징

대부분의 엔지니어들은 플랫케이블을 컴퓨터내부에 쓰는 싸구려 배선도구로 간주한다.

그러나 모든 플랫케이블이 그런 건 아니다.

공간효율성이 유일한 선택조건만이 아닌 플랫케이블 범주가 있다.

소위 말해서 압출성형한 실리콘케이블이라고 하는데 유연성,내구성,공간효율성의 극대화를 요구하는 모션컨트롤과 자동화에 특화되어 있다.

압출성형한 실리콘케이블은 특수한 압출성형과정의 방법에 의해서 실리콘외피상태로 감싼 와이어 도체의 집합체이다.

이런 케이블의 가장 전형적인 형태요소는 평평하게 배열된 도체의 평평한 단면이다.

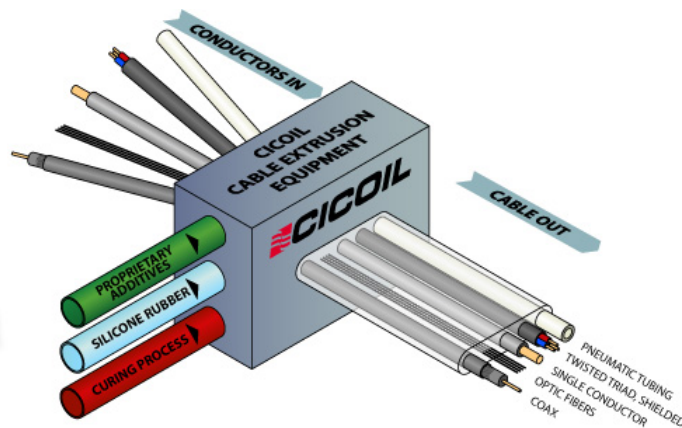
그러나 이런 케이블은 배선에 딱 끼어 맞추게 되어 있는 등, 특정 요구조건을 다루기 위하여 다른 형태로 압출성형될 수 있다.

압출성형케이블기술은 캘리포니아 발렌시아에 위치한 Cicoil Corporation의 독특한 기술이다.

실리콘외피로 도체를 싸는 기본적인 기술은 50년 넘게 사용되어 왔고 제트파이터기부터 산업용모션컨트롤장비까지 다양한 응용범위에서 발견할 수 있다.

최근의 발달단계는 아래 그림처럼 독점적인 압출성형과정의 사용을 통해서 연속 길이로 실리콘자켓케이블을 만드는 능력이다.

### Cicoil Extrusion Process



이 공정은 비용을 줄여주고 정밀함을 향상시키며 예전의 방식으로는 불가능했던 긴 길이의 케이블을 제조하는 것을 가능하게 했다.

예전 방식은 실리콘안의 와이어를 위해 금형을 떠야 했고 이틀씩이나 케이블을 손봐야 했다.

### 플랫케이블 vs. 원형케이블

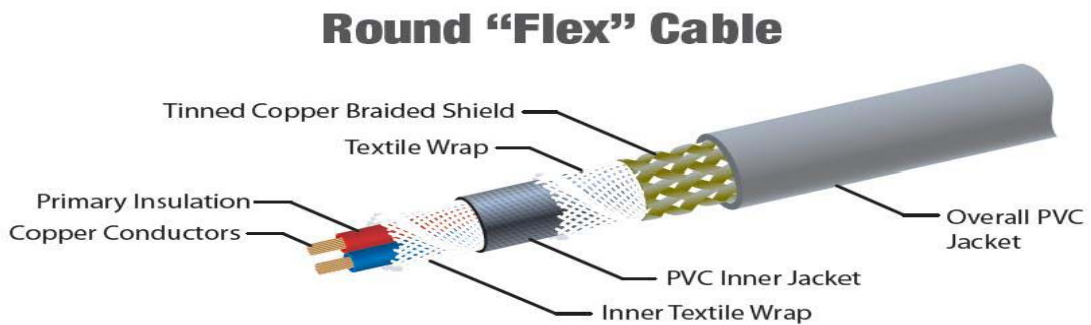
실리콘압축성형케이블을 전형적인 원형 로봇케이블과 대조해 보는 것은 또한 유용한 일이다. 일반적으로 원형케이블은 다른 소재를 여러 겹 싸서 그 겹에 싸여 있는 묶음(bundle)상태의

절연된 와이어로 특징지어진다. 묶음(bundle)은 일반적으로 케이블이 움직일 때 마찰열을 최소화하기 위하여 선택한 직물소재나 폴리머소재로 싸여져 있다.

그리고 PVC자켓이 이러한 겹(layer)를 싸고 있다.

섀드가 된 케이블에서는 마모에 대한 저항 때문에 선택된 낮은 마찰력을 가진 랩(wrap),편조선 그리고 PVC로 된 전체 자켓이나 다른 소재의 자켓으로 구성된 추가적인 겹(layer)이 더 있다.

이런 구조에 눈여겨보아야 할 포인트는 여러 겹의 절연체와 특수한 낮은 마찰력 소재의 사용에 있다. 이런 낮은 마찰력 소재는 계속되는 움직임 때문에 일어나는 마찰력을 줄이기 위해서 사용된다. (아래 그림 참조.)



비교하자면 실리콘플랫케이블이 절연소재를 좀더 효율적으로 사용할 수 있다.

낮은 마찰을 위한 테이프가 필요 없다. 왜냐하면 외부자켓을 형성하는 실리콘소재내에서 도체들이 고정되어 움직이지 않기 때문이다.(실리콘이 열경화성수지이기 때문이다.)

그리고 얇은 단면공간의 비행기안에서 구부러졌을 때 압축성형실리콘은 선천적으로 원형케이블보다 좀더 유연하다.

압축성형실리콘케이블의 평평한 형태는 원형케이블보다 열소실(열분산)을 더 쉽게 가져온다. 왜냐하면 주어진 볼륨에 대해서 좀더 표면적이 많기 때문이다.

좀더 넓은 표면적은 플랫케이블이 주어진 온도상승과 주어진 표면의 도체에 대해서 좀더 높은 전류수준을 가져온다.

실리콘플랫케이블구조에서의 도체 또한 일관되고 꾸준한 전기특성을 만들어 내는 고정된 기하구조를 가지고 있다.

압축성형된 실리콘내에서 도체들의 공간은 케이블이 움직일 때 결코 변하지 않는다.

따라서 케이블 임피던스, 인덕턴스, 커패시턴스, 타임딜레이, 크로스토크, 어테뉴이션(손실값)이 불변으로 있다. 마찬가지로 케이블내에서 모든 도체들은 같은 물리적이고 전기적 길이를 갖는다. 유전체크기가 불변으로 있다는 사실과 맞물려서 이 사실은 케이블내에서 신호사이의 signal skewing(신호왜곡)과 differential time delays(시간차이딜레이)가 최소로 존재한다는 것을 의미한다.

마지막으로, 플랫케이블은 선천적으로 고밀도 인터커넥트시스템을 형성할 수 있다. 플랫케

이블의 패킹밀도는 원형케이블의 그것보다 높다.

실리콘압축성형에서 뚜렷하게 도체들이 보여진다는 사실이 문제해결에 있어서 부호화, 검사, 투사회로를 간단하게 한다.

### 압축성형실리콘케이블 vs. 다른 플랫케이블

컴퓨터안에 쓰이는 플랫케이블 타입은 종종 리본케이블이라고 불린다.

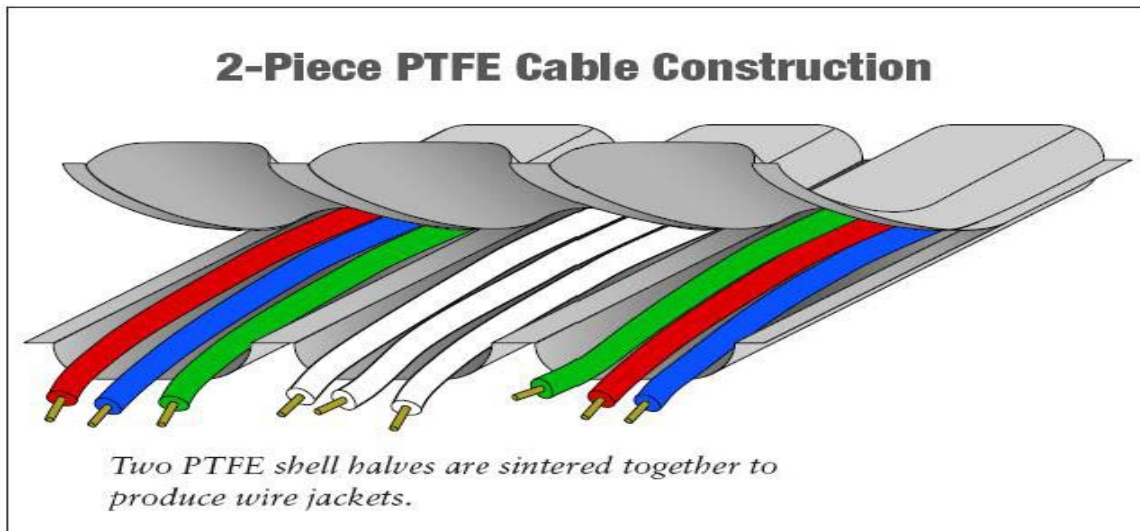
기하학적 구조가 스탠다드로 되어 있기 때문에 가격이 저렴하고 끝단 처리가 쉽다.

도체들이 스탠다드피치로(보통 1.27mm피치가 혼함.)레이아웃되어 있기 때문에 IDC커넥터를 쓰면 된다. 자켓소재는 보통 PVC이며 특별한 목적의 리본케이블이 있기도 하다.(고열이나 저온용 또는 로봇용.)

리본케이블의 한계는 반복적인 움직임에 위해서 설계되지 않았다는 데 있다. PVC자켓은 상대적으로 약하다. 보다 유연성을 나타내는 자켓소재가 있긴 하지만 기계적인 강함과 화학적 저항에 약한 경향이 있다. 게다가 리본케이블은 사용의 한계가 있는 AWG28짜리 도체 사이즈가 주로 존재한다. (다른 사이즈도 있지만 사용이 드물다.)

자켓소재로 쓰이는 또 다른 소재가 있는데 (e)PTFE(테프론)이다.

이 소재는 마찰력이 낮기로 유명하며 PTFE자켓을 가진 플랫케이블은 반복되는 움직임(flex life)에도 긴 수명을 요구하는 환경을 목표로 한다. PTFE플랫케이블이 가진 문제점 하나는 제조과정이 케이블의 잠재적인 취약점을 유발한다는 데 있다. 즉 PTFE케이블링은 샌드위치로 배열된도체사이를 PTFE재질의 두개의 껍데기 반을 소결시킴으로써 만들어진다.



이 두 개의 반쪽 껍데기에 의해 형성된 이음새가 반복되는 움직임 이후에 결국은 터지고 말게 만든다. 일단 터지고 나면 PTFE케이블은 복구할 수 없다. 그것은 반드시 교환해야 한다. 게다가 PTFE자켓안의 와이어들이 자켓 소재내에서 제자리에 딱 위치해 있지 않다. 와이어들이 처음 위치에서 놀아나거나 와이어 끝단 커넥터 작업에 의한 힘에 의해 제자리를 이탈하게 된다. 그러한 어려움을 해결하기 위해 케이블을 따라 일정한 위치내에 클램프를 도입한다. 그런데 클램프를 도입하는 것은 비용증가와 전체 설계의 무게를 증가시킨다.

리니어모션 어플리케이션에서는 예를 들어 이러한 단점들이 모터가 극복해야 할 높은 관성을 유발하고 시스템진동을 증가시키며 정착시간을 증가시킨다. 이 모든 것들이 시스템의 성능을 저하시킨다.

이와 대조적으로 압축성형실리콘케이블은 클램프시스템이 필요 없다. 왜냐하면 도체들이 실리콘에 딱 밀착되어 있어 놀아나질 않기 때문이다. 이런 실리콘으로 밀착시키는 것이 충격흡수의 역할을 하며 제공감폭의 기능을 하며 진동을 줄여준다. 더 나아가 심한 흔들림과 진동을 가지고 있는 어플리케이션에서 케이블의 수명을 늘려준다.

실리콘케이블이 칼이나 도구로 베어지거나 구멍이 날 때 스스로 회복하는 역할을 감당한다.

이러한 유연한 실리콘고무는 조그만 비연속성을 막아준다.

큰 구멍이나 베어짐은 RTV실리콘을 이용해서 복귀시킬 수 있다.

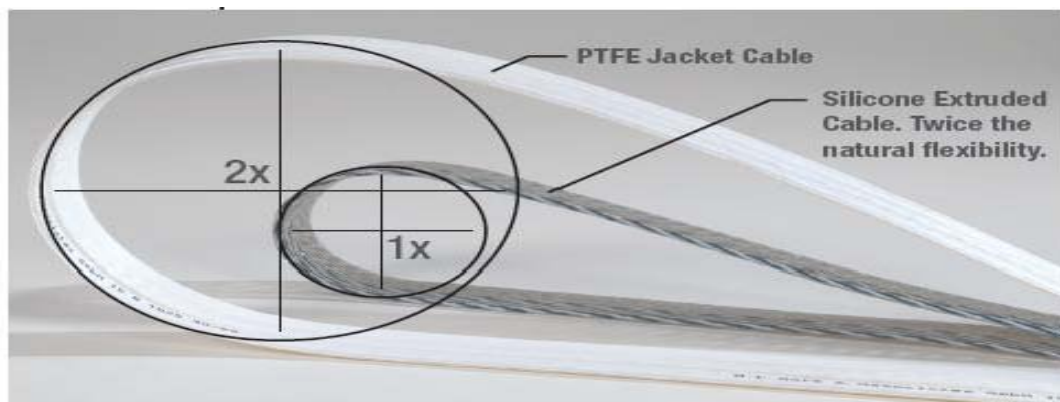
### 설계고려사항

반복되는 모션에 적합한 케이블을 결정하는 네 가지 조건이 있다.

허용굴곡반경, 계속되는 모션에서의 수명사이클, 공간제약, 환경적인 요소들이다.

다른 모든 케이블과 마찬가지로 우리의 실리콘케이블의 곡률 반경은 와이어 사이즈와 도체 유형에 달려 있다. 일반적으로 도체 단면적이 가늘수록 허용곡률반경은 더 작다.

그러나 PTFE플랫케이블은 같은 조건하에서(같은 도체조건)우리의 실리콘케이블보다 곡률반경이 두 배 이상이다.



따라서 PTFE플랫케이블이 맞지 않는 환경에서 우리의 실리콘케이블은 더 맞을 수 있다.

왜냐하면 좀더 컴팩트한 공간에 더 맞기 때문이다.

대부분의 산업용자동화장비는 오늘날 24시간 일주일을 돌고 종종 엄격한 모션을 로봇과 함께 매일 수천번씩 반복적으로 수행한다.

이런 환경은 기계의 움직이는 파트에 스트레스를 줄뿐만 아니라 전선에도 영향을 준다.

엔지니어들은 상당한 시간을 장비 사이즈 줄이는 데는 골몰하지만 케이블링이 적당한 사이즈를 가졌는지에 대해서는 생각을 거의 안 한다. 그 혼한 결과가 케이블링이 어플리케이션

의 까다로움을 다루지 못하고 그 결과 미숙한 실패를 자초한다.

사실, 산업조사에 따르면 와이어링과 케이블링이 자동화장비에서 50%이상 품질과 신뢰성에 영향을 미친다고 한다. 이런 이유들 때문에 케이블선정에 주의해야 한다.

스탠다드케이블링은 다시 설계를 해야 하기 때문에 이런 모션에서 오래 버티지 못한다.

플랫케이블은 이런 모션에서 최고의 선택이다. 와이어도체은 최고의 모션움직임을 제공하기 위하여 단독평면내에서 개별적인 모션을 수행할 수 있다.

움직임을 요하는 어플리케이션에 있어서 긴 시간 수명을 유지하기 위하여는 두 가지 고려사항이 있다. 바로 와이어 도체와 케이블자켓이다.

움직임아래서는 얇은 단면적의 와이어가 다층으로 연선화되어 있는 것이 가장 긴 수명을 가져온다. 예를 들어 스탠다드 28AWG은 전형적으로 36AWG 단면적와이어의 7가닥으로 되어 있다. 반면에 28AWG 모션용와이어는 40AWG가 19개를 이루고 있다. (아니면 좀더 가는 도체)그래서 손가락 크기의 기본 차이는 모션 움직임에서 좀더 냉간 가공이 될 된다.

최소한의 냉간 가공조건이 이런 와이어를 수 천만번의 모션 내에서 견딘다.

그리고 New England Wire Technologies사의 연선기술을 도입하고 있다.

좀더 얇은 연선을 쓰는 조건 말고 다른 조건은 케이블 자켓이다.(그리고 어떻게 자켓이 도체를 지탱하는지).PVC나 다른 열가소성수지는 모션에 너무 약하고 그래서 대부분의 모션케이블은 PTFE나 실리콘을 주요 케이블자켓으로 쓴다. PTFE와 실리콘러버는 둘다 수 천만번의 모션을 견딜 수 있다. 하지만 실리콘러버는 PTFE보다 선천적으로 유연하기 때문에 좀더 타이트한 곡률 환경에서 유리하다.

또 다른 실리콘의 장점은 실리콘안에서 와이어 도체가 딱 밀착되어 압착되어 진다. 반면에 PTFE은 느슨하게 도체를 감싸고 있다.느슨한 와이어는 서로서로 문지르다가 마찰과 냉간가공을 일으키고 와이어 생명을 단축시킨다.

PTFE케이블은 종종 그러한 현상을 잡기 위하여 길이마다 추가적인 클램프를 필요로 하며 이는 비용과 무게/관성(모터에 대해서)을 증가시킨다. 반대로 실리콘에 의하여 딱 밀착된 와이어는 그런 부작용이 없고 모션에 뛰어나다.

공간확보는 떠오르는 중요한 이슈이다.

보통 원형케이블이 공간을 더 많이 차지한다.

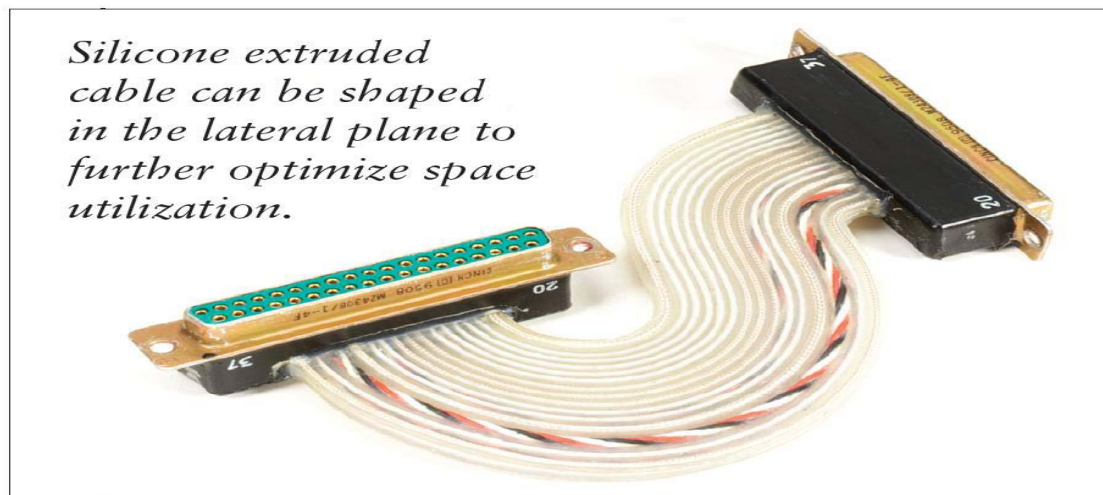




그럼처럼 플랫케이블은 선천적으로 공간활용에 뛰어나다.

그러나 모든 플랫케이블이 공간활용에 뛰어난 것은 아니다. 예를 들어 PTFE케이블은 변형에 한계가 있다. 이는 PTFE자켓으로 형성된 Pod또는 Shell공간에다가 와이어를 넣어야 하기 때문이다.하지만 실리콘은 원하는 형태와 길이를 조절할 수 있고 그 안의 도체를 실리콘이 딱 밀착하고 있기 때문에 정확한 수치를 유지할 수 있다.

그리고 “S”형태로 모양을 케이블링할 수 있다.이런 형태는 미사일이나 항공기안에서 효율적으로 공간을 쓸 수 있고 점점 산업용에서 요구도가 높아지고 있다.



Temperature index라는 것은 공기상에서 산소포화도가 20.9%일 때 어떤 소재가 불에 대해 지탱하는 온도를 말한다. 전형적인 실리콘러버는 약 250C temperature index를 가지며 우리의 실리콘러버는 -65C에서 +260C의 temperature index를 가진다.

즉 우리의 실리콘은 이 온도범위에서 유연성과 특성유지를 가지고 있다. 이는 보수적으로 잡은 것이고 많은 경우 -80C에서 +300C까지도 견디고 있다.(PTFE보다 저온와 고온에서 더 강하다.)

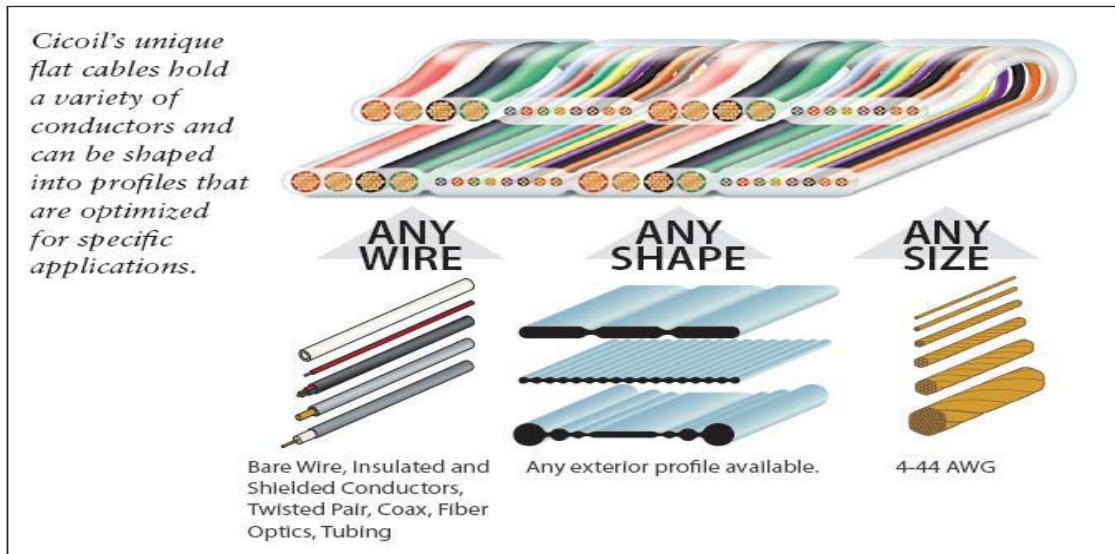
더군다나 우리의 실리콘러버는 열팽창에 대한 직선계수가 매우 낮다.(약 0.00018 in/in/F)

반면에 PTFE는 열팽창직선계수가 대략 4.7배 높다.(0.00085 in/in/F)

이 의미는 우리의 실리콘케이블이 넓은 온도범위에서 PTFE보다 협소한 공간에서 견디는 능력이 훨씬 뛰어나다는 것을 말한다. 굉장히 공간이 협소할 때 뛰어난 능력을 발휘할 수 있다.

아래는 Cicoil Cable의 다른 특징들이다.

1. 원하는 형태의 케이블모양을 만들 수 있다. (아래 그림 참조)
2. 여러 가지 다양한 선을 조합해서 복합케이블로 구성 가능하다. (아래 그림 참조)



3. Sliderite나 Gliderite코팅작업을 해서 테프론처럼 매끄러운 표면을 가질 수 있다.
4. UL과 CE 동시 인증을 가지고 있다.
5. 아래와 같이 기계적 강도가 유달리 뛰어나고, 내압, 방수,진공,절연,온도,난연, 화학물에 강하다.

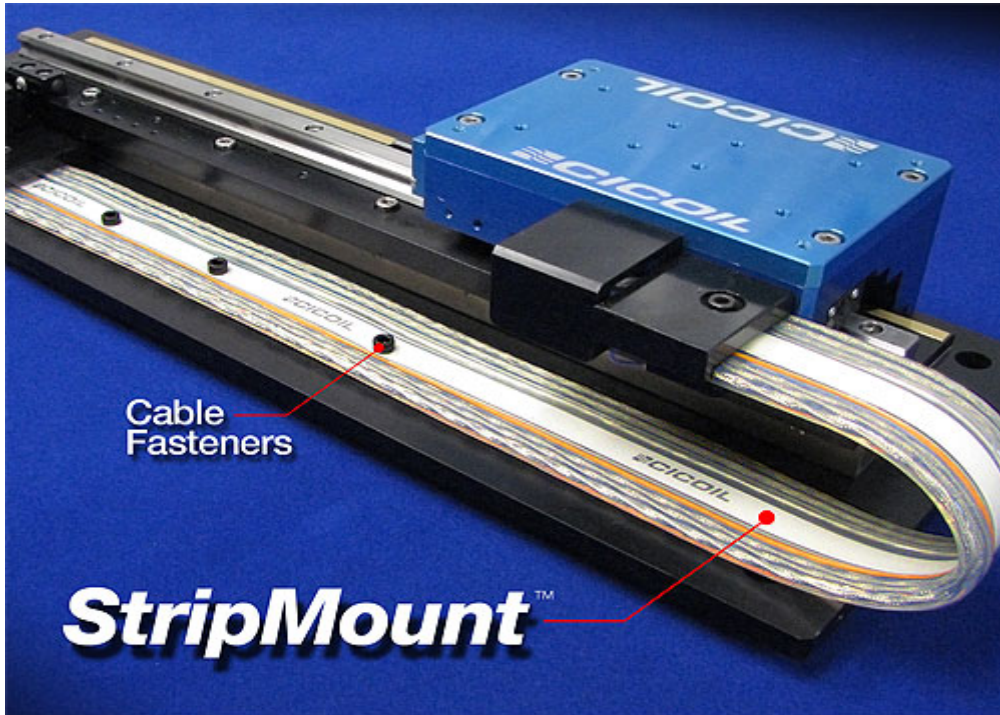
- **Electrical**
  - Insulation Resistance: 200 meg $\Omega$  @ 500Vdc
  - Dielectric Strength: 450 volts/mil (17.7K V/mm)
  - Dielectric Constant: 2.8 (nominal)
- **Environmental**
  - Temperature Rating: -65°C to 260°C
  - Moisture Rating: *Submersible*
  - Vacuum Rating:  $5 \times 10^{-5}$  torr (1)
  - Outgassing: 0.24 %TML, 0.02 %CVCM (2)
  - Radiation:  $10^7$  Roentgens (exposure)
  - Acid Resistance: *Good*
  - Ozone Resistance: *Outstanding*
  - Oil Resistance: *Good*
  - Flame Resistance: *Good*
  - Water/Steam Resistance: *Excellent (including salt and DIW)*
  - Alcohol Resistance: *Good*
  - Toxins: *Halogen-free*
- **Mechanical**

- Life Expectancy: *10,000,000 cycles, min. (3)*
- Minimum Bend Radius (Flexing): *10x cable thickness (Dimension 'A')*
- Durometer Rating: *Shore A, 65*
- Tensile Strength: *6.5 Mpa (psi)*
- Tear Strength: *18 kN/m*

6. 스탠다드제품은 단조장으로 공급가능하다. (50미터이상)
7. 체인을 쓰지 않아도 된다. (Self-support가 PTFE보다 신뢰성이 있다.)
8. 거의 모든 커넥터에 다 작업할 수 있다.
9. Camera link 모션용 케이블을 발달시켰다.



10. StripMount; Cable Fastener(원하는 곳에 쉽게 케이블을 고정시킬 수 있다.)







**NOAH Technologies**  
Custom Solutions Provider