

## 트라이볼로지 코팅 기술의 현황 및 개발 방향 Status of Tribology Coating Technology

김중국\*, 강용진, 김도현, 장영준

재료연구소 실용화 연구단 표면공정연구실 (E-mail: kjongk@kims.re.kr)

**초 록:** 트라이볼로지란? 상대운동을 하면서 서로 영향을 미치는 두면 및 이와 관련된 문제로 마찰, 마모, 윤활에 대한 것을 말한다. 트라이볼로지는 1960대에 조사 연구되기 시작하면서 학문적으로 많은 정리가 이루어졌고, 현재 현대사회에서 문제가 되고 있는 에너지 및 환경 문제를 해결할 수 있는 핵심 요소로 떠오르고 있다. 특히 4차 산업혁명시대를 맞이하여 많은 부분에서는 인공지능, 클라우드, 빅 데이터 및 로봇 등을 이야기하고 이에 대한 투자 및 개발을 이야기하고 있지만, 이 4차 산업을 뒷받침할, 강인한 제조업이 없으면 불가능한 혁명이라고 말 할 수 있다. 특히 트라이볼로지는 제조업의 무인 자동화 및 무인 로봇 등 이를 필요로 하는 산업 기기와 같은 전반적인 부품 및 소재의 마모를 감소시켜, 기계 장치의 신뢰성을 증가시킬 수 있다.

마찰은 두 물체 상호간의 열 발생을 억제 시키고, 마모는 물체의 표면 경도가 높으면 높을수록 마모량이 적어진다고 알려져 있다. 따라서 트라이볼로지와 관련한 표면 처리의 경우, 고온 환경에서의 사용성 증대 및 고경도화 그리고 저마찰을 위한 방향으로 개발 발전되어져 왔다.

트라이볼로지 코팅 중 내마모 코팅의 경우, 티타늄 원소를 기본으로 알루미늄(Al) 및 실리콘(Si)를 합금화하면서, 고경도화 및 내열성을 증대시키는 방향으로 발전되어 왔다. 그에 따라 표면경도의 경우, 4000 Hv, 내열성 1200°C 에 도달했다. 하지만 여전히 철계와의 마찰계수는 0.3 이상으로 이를 낮추는 방법이 요구되고 있다.

최근 트라이볼로지 코팅 중 카본을 함유한 비정질 다이아몬드상 카본 막 (Diamond like Carbon Film : DLC) 이나, Diamond 막의 수요 증가는 마찰을 낮추어 용착마모를 줄이려는 노력으로 볼 수 있다. 특히 수소를 포함하지 않는 고경도 탄소막인 ta-C(tetrahedral amorphous- Carbon)의 수요는 증대되고 있으며, 이에 대한 후막화 및 양산화 기술의 개발의 현재 issuu로 대두되고 있다.

본 고에서는 트라이볼로지 코팅에 대한 발전 현황 및 향후 연구 방향에 대하여 논하고자 한다.

Coating Performance	TiN	TiCN	ZrN	ZrCN	CrN	TiAlN	TiAlCN	AlTiN	AlCrN
Color	Gold	Blue/ Grey	Champagne	Various /Copper	Silver	Dark Grey/ Purple	Grey	Dark Blue/ Black	Grey
Hardness (HV)	2500-3000	2400-3200	2000-2700	2000-3000	1800-2800	2300-3000	2500-3200	2400-3100	2600-3100
Thickness (µm)	1-4	1-3	1-4	1-3	1-5	1-4	1-3	1-4	1-4
Max Service Temp (°C)	500	400	500	400	700	800	700	850	900
Friction Coefficient (vs 100Cr6)	0.5	0.3	0.5	0.35	0.5	0.55	0.4	0.55	0.5

그림 7 Ti계 합금 내마모코팅막의 물성

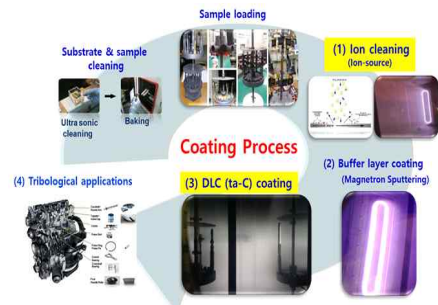


그림 8 트라이볼로지 코팅 공정

KEY WORD : 트라이볼로지 코팅 (Tribology coating) , TiX계 film, 비정질 카본 박막, ta-C

본 연구는 국가과학기술연구회에서 시행한 주요사업(PNK5200) 및 산업통상자원부 핵심소재원천기술개발사업(10050989)의 일환으로 수행되었습니다.