

연구계획요구서(RFP)

과제명 : 내구성 증대 보호코팅(DLC)의 물성평가 및 시험절차 표준화 연구

1. 연구의 개요

가. 연구의 정의

- 민수 및 군사용으로 폭 넓게 사용되는 기계적 물성강화 및 광학적 물성 성능 향상 목적 등으로 사용되는 내구성 증대 보호코팅인 다이아몬드 카본(DLC, Diamond-like Carbon) 코팅의 물성을 평가하고 시험절차를 표준화 하는 연구

나. 연구의 중요성 및 필요성

- 저탄소 친환경 DLC(Diamond-like Carbon) 코팅은 높은 기계적 경도, 낮은 마찰계면 특성, 높은 광학적 투과성 및 우수한 화학적 불활성을 지닌 다이아몬드와 같은 우수특성을 보유한 코팅방법임
- DLC는 위와 같은 특성으로 드릴, 엔드밀 등 가공용 공구로부터 엔진 부품류, 면도날, 컴퓨터 하드디스크 표면 등의 내구성 강화목적 보호코팅으로써 사용되고 있으며, 심장밸브, 임플란트, 힙 조인트와 같은 생체보철물 등의 생체 적합성 적합재료로도 사용되고 있고, 또한 K21보병전투장갑차 열영상 조준기와 같은 군사용 적외선 장비 광학창 보호재료로도 사용되고 있으나 물성 등에 대한 KS 산업표준 및 KDS 국방규격으로 존재하지 않음.
- KS 및 KDS 규격이 존재하지 않음에 따라 소재 성적서에 의한 공인시험이 제한되고 정부기관 시험 및 품질보증 시험항목에서 제외되어 업체 자체 기준에 의한 품질관리가 이뤄지고 있어 이의 인증 및 관리체제 확립을 위하여 연구가 필요함.
- 학문적 기술개발 및 연구는 지속적으로 실시되었으나 물성 및 성능을 평가하기 위한 시험절차 등 기술 표준화에 대한 연구는 미 실시 되어 점진적으로 성장되는 경제시장 규모를 고려 시 기술 표준화에 기초한 세계시장을 선도하기 위하여 표준화 연구가 시급한 실정임
- 폭 넓은 민수 및 군사용 분야에 적용되는 저탄소 신 성장분야의 산업기술임에도 불구하고 이에 관련된 국내외 내구성 증대 보호코팅 핵심소재인 DLC 코팅의 물성을 평가하는 성능평가 절차와 이의 품질을 검증하는 시험절차 표준화가 전혀 존재하지 않아 이에 대한 표준화 연구가 필요함.

다. 연구 최종 목표

- DLC 코팅의 물성/환경/성능 평가기준 및 시험절차 표준화

2. 연구 현황 및 전망

가. 국내

- 1970년대부터 DLC에 대한 제조공정과 박막특성 향상 연구를 추진해왔으며, DLC코팅에 대한 연구는 업체 및 학교, 연구기관에서 다방면으로 활발하게 연구가 진행되고 있으나, 성능 및 시험절차에 대한 표준화 연구는 미비한 편이고, 코팅 물성기준은 구매자의 요구 및 제작업체의 자체적인 기준으로 기업마다 다르게 적용 중임.
- 코팅기술에 대해 소수의 중소기업 규모 수준으로 장비 수입 및 코팅 서비스를 제공하고 있음.

나. 국외

- 세계적으로 DLC를 연구하는 기관들은 미국과 유럽의 대학 연구소를 중심으로 이뤄지고 있으나 미국의 경우에는 록히드마틴과 같은 방산업체와 군 연구소에서 그 연구가 진행되고 있음
- 글로벌 DLC 시장 연구보고서는 아래와 같은 미국 및 유럽의 업체들이 선도적으로 국외 관련기술을 주도하고 있는 업체로써 분석하였으며 아시아 지역에서는 일본의 Nippon ITF Inc.를 선진 기술 보유기관으로 제시하였음

다. 국내의 연구수준 비교 및 협력 가능성

- 건식환경 하에서의 DLC 마찰상수 및 마모율에 대한 시험방법만 국제적으로 표준화가 이뤄졌으며 DLC의 물성을 평가하기 위한 시험절차 등에 대한 표준화가 KS 및 KDS의 규격으로 존재하지 않음.
- 내마모성 및 고성능 자동차 부품에 대한 자동차 부문의 DLC 코팅에 대한 수요증가, 생체 적합성, 부식방지 및 잔해 방지 성형 장치에 대한 의료 부문의 DLC 수요증가, 적외선 성능을 향상하기 위한 광학 창 보호재료로써의 항공 우주 부문의 DLC 수요증가, 환경문제에 대한 인식증가로 민과 군의 협력을 통한 DLC 코팅 표준화 연구를 촉진할 것으로 분석하고 있음.

3. 연구계획

가. 연구 목표

- DLC 코팅의 물성/환경/성능 평가기준 및 시험절차 표준화

나. 연구 내용

구분	연구내용
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> - 국내·외 DLC 코팅 관련 표준 조사 및 분석 - 전문가 협의체 구성을 통한 연구과제 표준화 추진전략 수립 * DLC 코팅 시험평가 표준화 적용분야 선정(항공, 육상, 해상 등 장비 사용환경 고려) * DLC 코팅 평가항목(물성/환경/성능) 선정 및 분석기법 등
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> - DLC(PVD, CVD) 코팅의 물성평가 및 분석 - DLC(PVD, CVD) 코팅의 물성평가 절차/기준 수립 - 전문가 협의체를 통한 의견수렴(공청회 등)
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> - DLC(PVD, CVD) 코팅의 환경/성능평가 및 분석 - DLC(PVD, CVD) 코팅의 환경/성능평가 절차/기준 수립 - 전문가 협의체를 통한 의견수렴(공청회 등)
4차년도	<ul style="list-style-type: none"> - DLC 코팅의 물성/환경/성능 평가기준 및 시험절차 표준(안) 도출 - 전문가 의견수렴을 통한 연구결과 타당성 검토 * 연구성과 발표회, 이해관계자 공청회 등 - 표준화에 따른 경제적 효과 분석 - 표준제정 심의 제안, 참석(발표 등) 및 후속조치

다. 총연구비 최대 지원규모 : '22년 2.5억원 이내(총 정부출연금 10.5억원 이내)

라. 최장 연구기간 : 37개월 이내(1차년도 : 7개월, 2차년도 : 6개월, 3~4차년도 : 각 12개월)

4. 적용 및 파급효과

가. 적용분야

- 민수
 - 내연기관/자동차 산업, 전자제품, 의료산업(인공관절, 치아 등) 등
- 군수
 - 야간투시경, 고글 등의 적외선 감시장비 또는 광학창 보호코팅 목적 DLC 코팅 평가기준 및 관련 시험절차 표준 적용

나. 파급효과

- 기술적 측면
 - 표준을 기본으로 한 확장성 연구 및 기술개발을 가능하게 함으로써 세계시장을 선도하기 위한 기초 능력 보유
 - 성능평가의 표준화를 통하여 품질수명 보장 및 기준의 명확화 가능
- 경제적 측면
 - 공인기관 시험인증 및 시험결과 보증(품질보증) 가능
 - 표준화로 첨단소재 기술의 국산화 가능(수입 불필요)

5. 연구 결과 제시물 및 평가항목

가. 연구결과 보고서 및 표준(안)

- 최종 보고서
 - 국내·외 DLC 코팅 관련 규격/표준 조사보고서
 - DLC 코팅의 물성평가 분석보고서
 - DLC 코팅의 환경/성능평가 분석보고서
 - 표준화에 따른 경제적 효과 분석보고서 등
- DLC 코팅의 물성/환경/성능 평가기준, 시험절차 표준(안) 및 심의제안서(발표자료 포함)

나. 평가항목

- 연구 수행방법 및 과정의 타당성
- 최종 목표의 달성도
- 연구결과의 활용성(민·군 분야에서의 이용 가능성) 등

6. 참여 요건

가. 추진 체계 요건

- 주관연구개발기관 : 민·군기술협력사업 촉진법 제7조제2항 및 동법 시행령 제14조제2항 각 호에 해당하는 기관 또는 단체
- 공동 및 위탁연구개발기관 : 제한 없음 (기업참여의 경우 참여필요성 및 역할 제시)
- 기업분담율 : 국가연구개발혁신법 시행령 제19조

나. 연구책임자의 자격 및 과제 신청요건

- 연구책임자의 자격 : 관련분야의 연구 경험이 풍부한 중견 연구자를 책임자로 선임하여

연구의 최종목표를 달성할 수 있도록 계획, 업무프로세스 정립, 원활한 추진 및 조정과 과제관리를 수행할 수 있어야 함.

- 과제 신청요건 : 주관연구개발기관은 제안한 연구개발 목표를 충분히 달성할 수 있는 연구팀을 구성하여야 하며, 필요시 컨소시엄을 구성할 수 있음.

7. 참고문헌

- J.J. Cassaing, A.A.Deom, A.M.Bouveret, Daniel Balageas, IR Materials Rain Damage Prediction and Test Results, SPIE's 1989 Technical Symposium on Aerospace Sensing(1989.3)
- A.A.Deom, Daniel Balageas, G. Gardette, Rain Erosion and Induced Optical Damages of Infrared Material-Charaterization by Unique Curves, 7th International Conference on Erosion by Liquid and Solid Impact(1987.9)
- Daniel C. Harris, Materials for Infrared Windows and Domes: Properties and Performance, Technology & Engineering(1999)
- 엄현석, 박진석, 박성래, 김규현, DLC 박막코팅에 의한 IR Window의 적외선 투과율 향상에 관한 연구, 대한전기학회(1998)
- A Gharibyan 1, D Hayrapetyan, Zh Panosyan, Ye Yengibaryan, Preparation of wide range refractive index diamond-like carbon films by means of plasma-enhanced chemical vapor deposition, Appl Opt.,(2011.11)
- 다이아몬드 코팅시장(연구개발 특구진흥재단, 2019.9)
- DLC 코팅 열열상창의 시험평가 방안 연구, 김대운, 김종성, 김성화, 제어로봇시스템 학회(2011)
- 군사학적 응용을 위한 금속첨가 다이아몬드 카본 상 박막의 구조 및 물성변화 연구, 최현웅, 서울대학교(2008)
- DLC 제조 공정의 역사와 응용, 박장식, 한국과학기술정보연구원