철강·금속제조

모재 맞춤 열변형 저감 레이저 클래딩 기술

소 속 재단법인 포항산업과학연구원 연구자 김용찬

기술 개요

- 모재의 재질 특성에 따라 레이저 빔의 패턴 경로, 주행 속도 및 간격을 선택적으로 조절하여 모재 표면에 코팅층을 형성함으로써 클래딩 공정 중 및 후에 발생하는 열변형을 최소화하는 레이저 클래딩 가공 장치와 방법
- 별도의 장시간 냉각 대기나 빈번한 모재 재배치 없이 우수한 품질의 코팅층을 형성하고, 후공정 없이도 모재의 치수 안정성을 확보

기존 기술 대비 차별성

기존 기술	본 기술
국부 고열로 인한 잔류응력과 코팅 후 뒤틀림 변형은 금형·정밀 부품에서 치수 오차와 균열로 이어짐	모재의 형상·두께·재질·열적 특성에 따라 사전 설정된 복수의 패턴 중 선택해 열이 고르게 분산되도록 경로 배치
직선 일방향 또는 직교 교차 패스만 사용해 한 방향으로 열적 수축이 편향	주행 속도·패스 간 간격을 사전 매핑 테이블에서 불러와, 사람 개입 없이 프로그램된 패턴과 조건대로 정밀 실행
추가적인 후속 냉각이나 복잡한 지그가 필요하고, 응력완화 열처리·재가공 등 후공정이 뒤따름	다층 시 층별로 패턴을 교차 적용해 응력 축적을 줄이고, 장시간 냉각 대기나 모재 재배치 없이 치수 안정성 확보

기술 특장점

잔류응력·열변형 저감	◆ 패턴 경로를 통해 열이 고르게 분산되고, 재질 특성에 맞춘 속도·간격 제어로 국부과열을 방지해 코팅 후 뒤틀림이나 균열 발생이 현저히 감소
품질 균일도·접합 신뢰성	◆ 열변형이 억제되어 코팅층이 균일한 두께와 조직으로 형성되고, 모재와의 계면 결합 불량이나 박리 현상이 감소
다양한 재질·형상 대응	◆ 소재별 열적 특성·물성에 따라 파라미터를 조정하므로 강철·알루미늄·구리 합금 등 열전도도·열팽창 계수가 다른 재료에도 최적화된 클래딩 제공

기술 개념도



* 특허명세서 기반 AI생성 이미지

철강·금속제조

모재 맞춤 열변형 저감 레이저 클래딩 기술

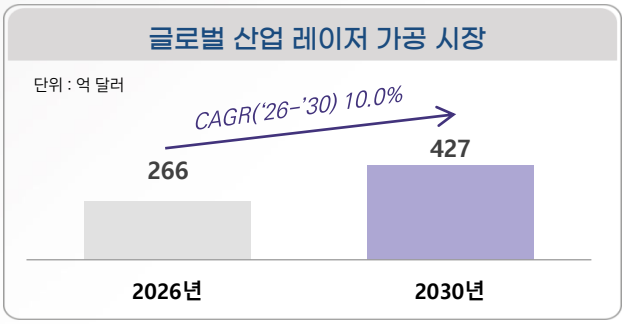
소 속 재단법인 포항산업과학연구원 연구자 김용찬

응용 분야

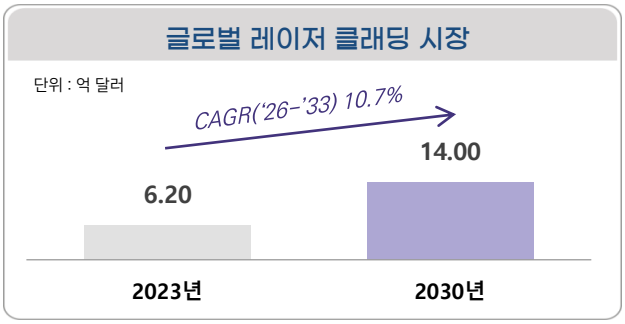
- **(금형·다이 표면 보강)** 코팅에 따른 금형의 변형을 최소화 및 치수 정밀도 유지 통해 금형 수명 연장과 생산성 향상
- **(항공우주·자동차 부품)** 경량 합금에 내마모층을 형성 시 열변형에 의한 뒤틀림 현상 등의 불량을 사전에 방지하여 바로 사용 가능한 부품을 생산
- **(산업설비)** 발전 플랜트·해양 구조물 등에서 마모된 부위 부분보수가 가능하며, 패턴을 적용한 공정을 이용하여 열변형을 억제해 추가 기계가공·응력완화 열처리 공정을 생략

시장 전망 •산업동향

- **(산업 동향)** 자동차·항공 경량화와 부품 수리·재제조 수요가 늘며, 열변형을 줄이는 레이저 클래딩·DED 기반 표면 강화·보수 기술의 채택이 확대되는 추세
- **(시장 전망)** 글로벌 산업 레이저 가공 시장은 2026년 266억 달러에서 2030년까지 매년 10%씩 성장하여 427억 달러에 이를 것으로 전망되며, 글로벌 레이저 클래딩 시장은 2026년 6.2억 달러에서 2033년 약 14억 달러로 연평균 10.7% 성장 전망



* 출처 : Grand View Research (2024)



* 출처 : Grand View Research (2025)

구분	기업군	사업 분야	사업분야별 동향
1	대기업	발전·플랜트 설비, 금속 적층제조(AM)	◆ 설계·제조·후처리·품질검사까지 금속 AM 전주기 기술을 확보하고, 가스터빈 연소기 부품의 적층제조 양산을 준비하며 공동연구를 추진함('24)
2	중견	산업용 레이저가공·응용 장비	◆ 레이저 마커·드릴러 등 국내 산업용 레이저 장비 대표기업으로 레이저 마커 국내 점유율 95%를 확보했고, 레이저 응용분야 확대로 2024년 매출 3,209억원을 기록함
3	중소	레이저 클래딩 기술을 적용한 제품 표면특성 향상	◆ 금속 분말을 레이저로 녹여 표면에 코팅하는 기술을 적용하여 표면처리를 통한 강도 및 내식성, 수명 향상 효과를 확인하였으며, 공정 중 열변형에 의한 뒤틀림 현상을 크게 감소시킬 수 있었음.

기술 성숙도 (TRL)



IP 정보

구분	특허번호	특허명	현재상태
1	10-2025-0133448	레이저 클래드 가공 장치 및 방법	출원