

Suspension Plasma Spray

열역학적 해석

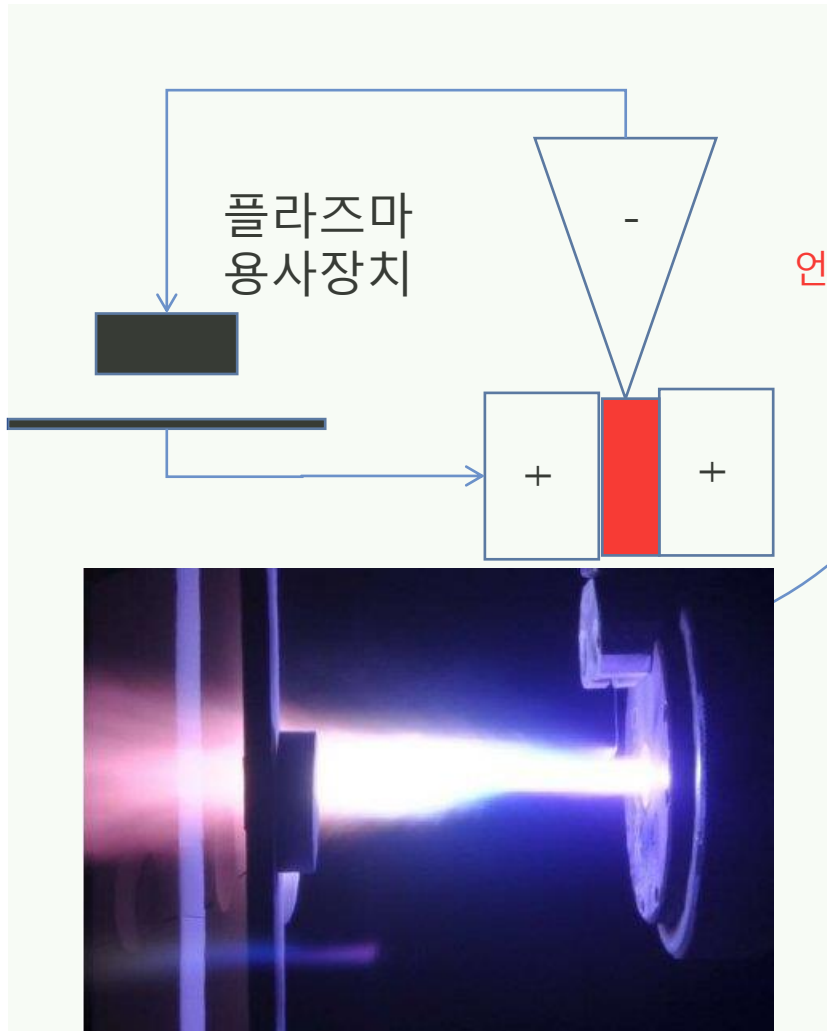
23.10.20

연구이사 김영기



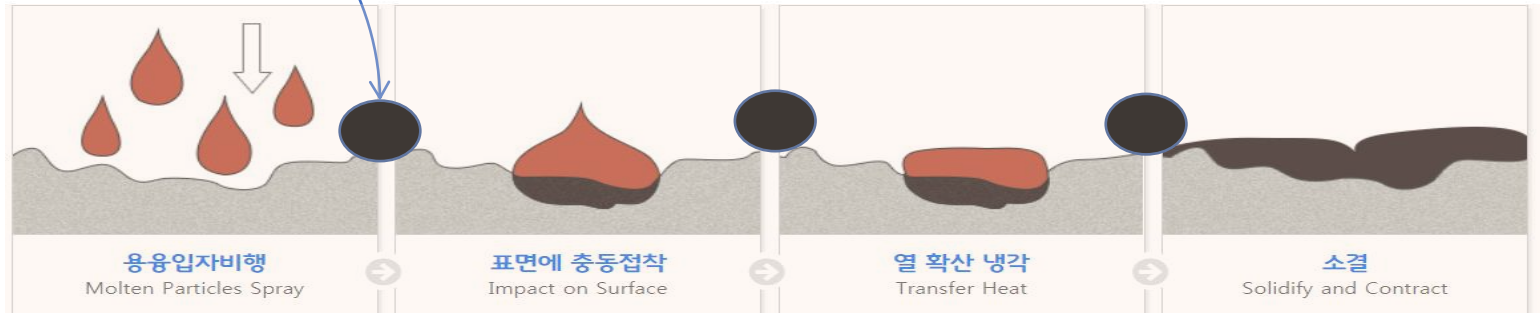
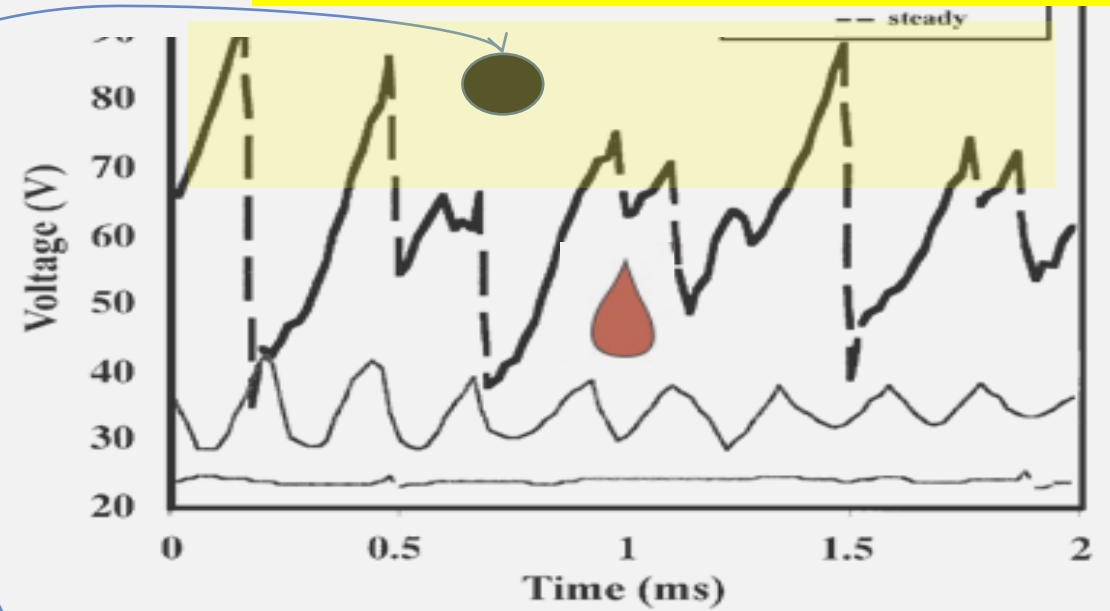
Green Resource Co., Ltd.

가. 플라즈마 용사란



전압변이로 언멜트 구간이 생김

언멜팅파우더



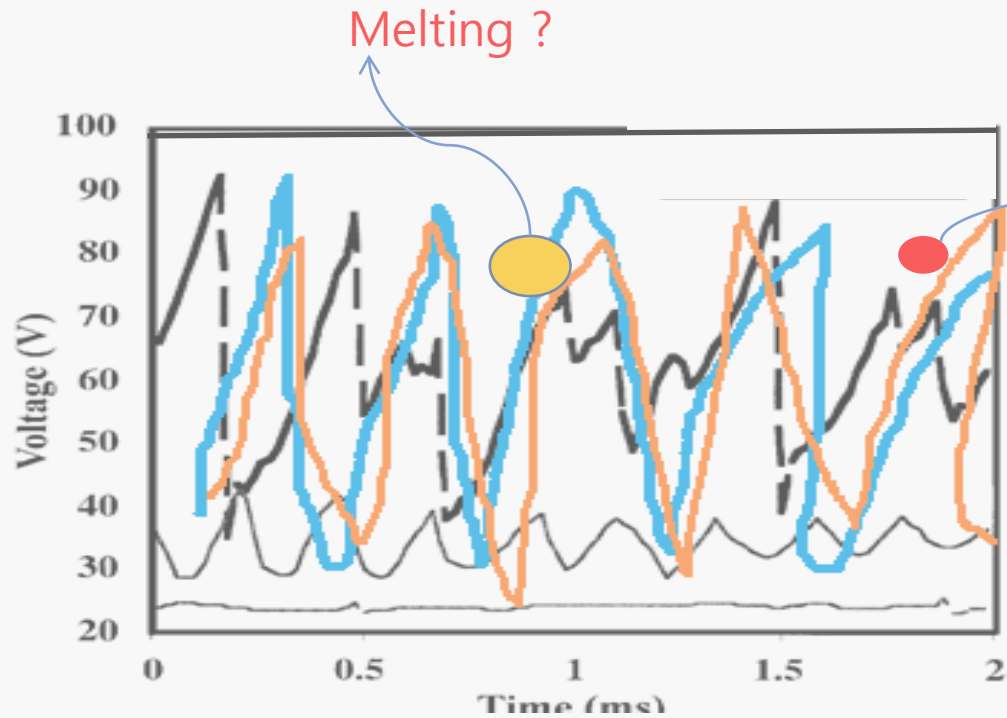
용사과정

1. 플라즈마용사는 고융점 재료 코팅 장점.
2. KHz단위로 발생하는 아크 전압변이로 인한 언멜팅(Unmelting)현상.

나. 현업 기술

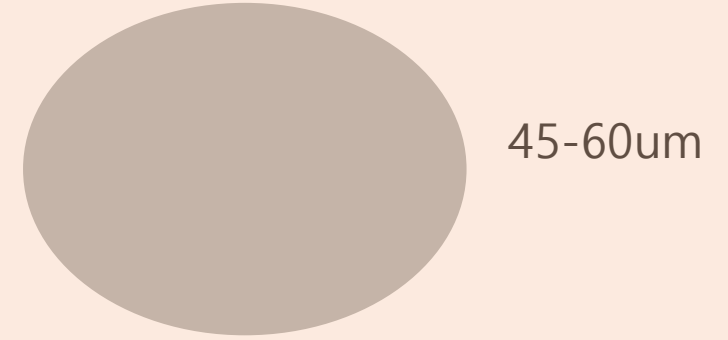
1. 다전극 사용

다전극에 의한 아크변이 유발로 안정화



각 전극별 전압변이

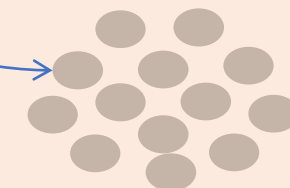
2. 입자 미세화에 의한 멜팅



45-60um



15-30um



1-10 um

입자 미세화에 따른 비표면적 증대로
낮은 엔탈피(Enthalpy)하에서도 용융

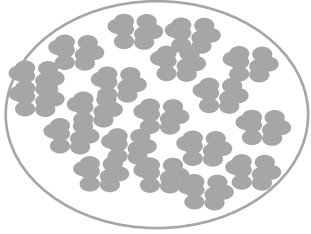
참조2. US Patent 2011 0237421A1 Sep. 29, 2011

METHOD AND SYSTEM FOR PRODUCING COATINGS FROM LIQUID FEEDSTOCK USING AXIAL FEED

참조3. KR 10-2018-0106879 가부시키가이샤 후지미인코퍼레이티드 "용사용 슬러리"

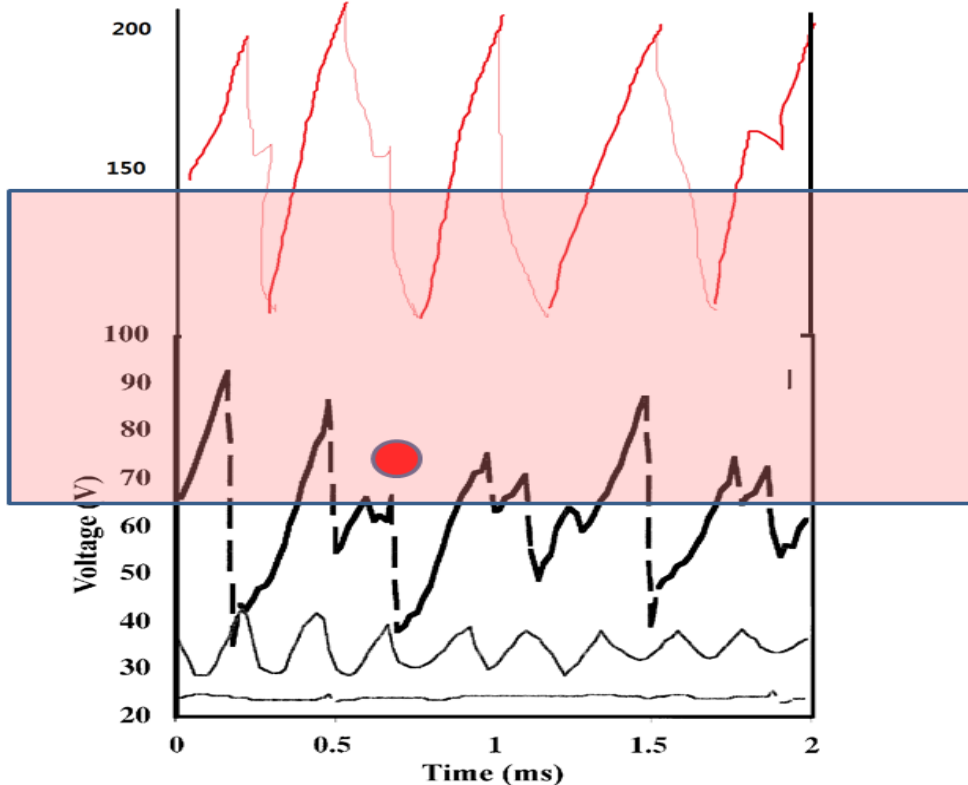
다. 발명기술

KHz단위 전압변이에 의한 미용용 분말 해결



미세분말 기술환경의 변화

나노급($0.1\mu\text{m}$ 이하) 입도 분말사용으로 획기적인 비표면적 확대 및 저엔탈피 용융 환경이 조성



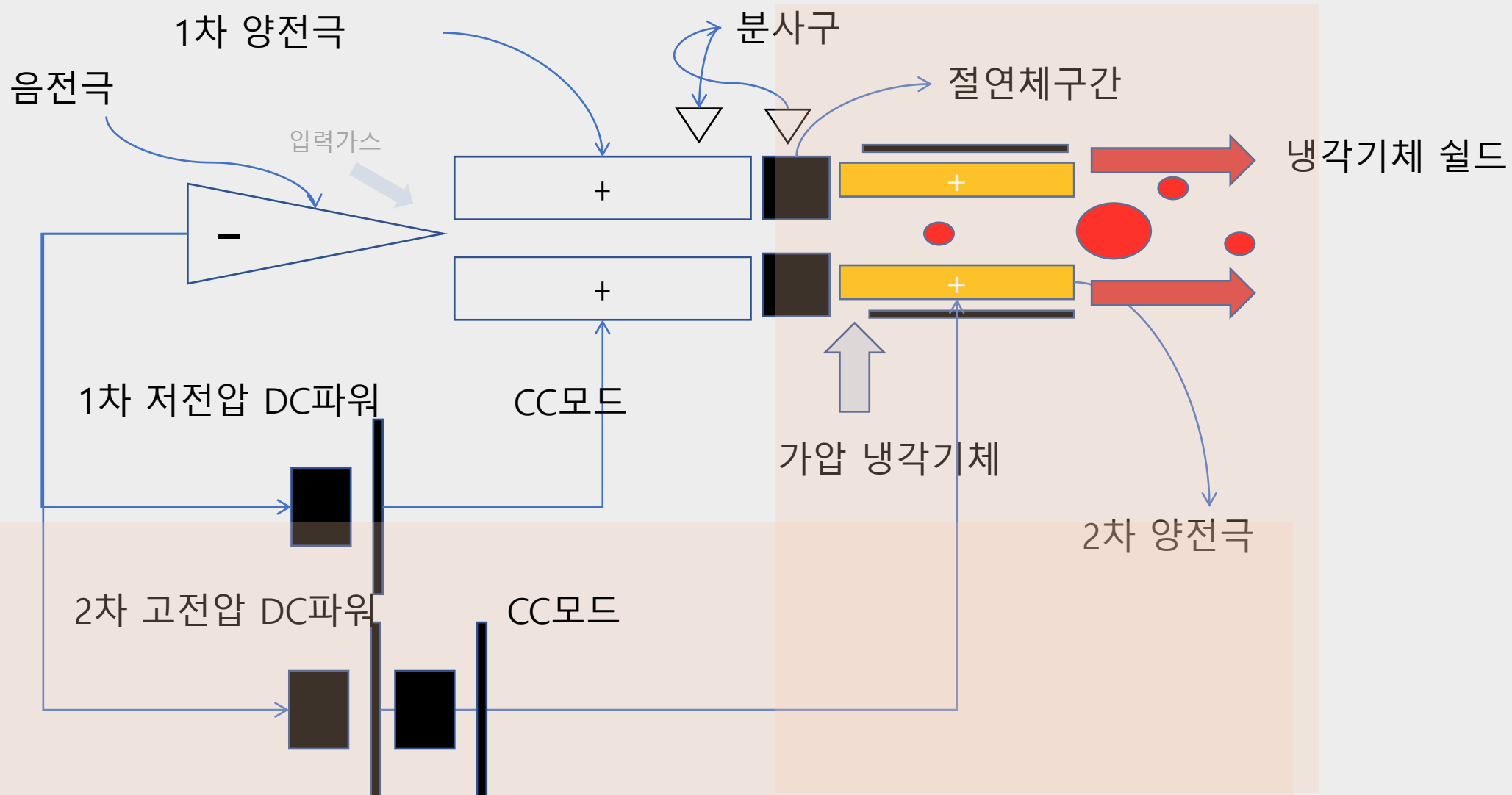
1. 음극으로부터 서로 다른 거리의 양전극을 배치함으로써, 2차 양전극은 고전압 변이가 생성되어 미세입자의 멜팅찬스 증대.(2차전압은 1차전압의 2배이상 전압생성)

2. 2차 양전극에서 배출되는 냉각가스가 플라즈마 제트를 쉴드함으로써 미세입자의 이탈 운동을 제약하고 코팅 용착률(70%이상) 증대

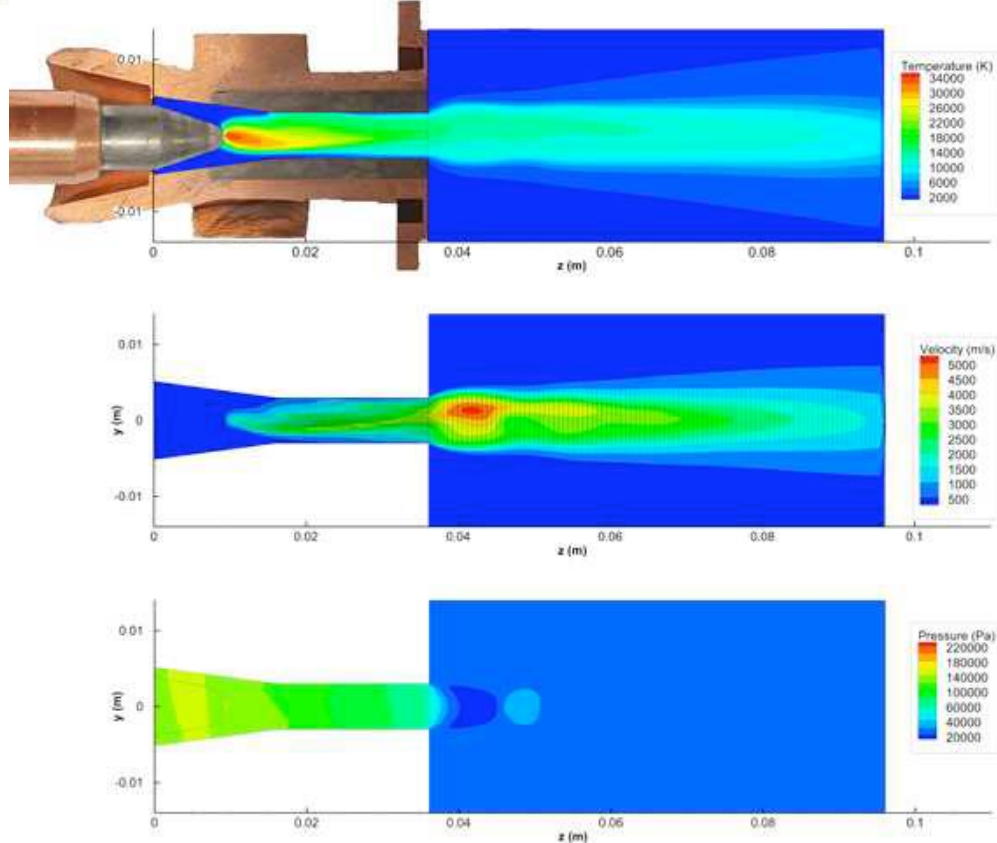
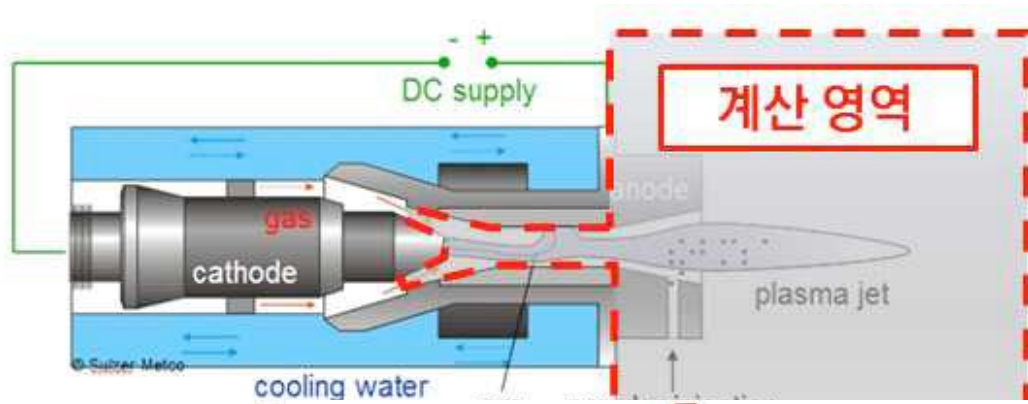
3. 최종으로 $1\sim 10\mu\text{m}$ 이하 멜팅 입자가 충돌하여 치밀한 막 생성 (기공률 99%이상)

2차 양전극에 의해 생성되는 전압변이와 멜팅구역 확장

라. 발명기술의 개념도



마. 단전극 열플라즈마 토치 화염의 계산영역



복잡한 물리적현상 (고온플라즈마 + 난류유체유동 특성)

① 작동기제

- 2-3종류의 혼합기체 (Ar-H₂, Ar-He, Ar-He-H₂)
- 유량 및 swirl 조건

② 외기 영역

- 난류 유동 (Turbulence mode)
- 켈빈-헬름홀츠 불안정성 (Kelvin-Helmholtz instability)

③ 토치 내부 영역

- 입자 집적
- 이온 불안정성
- 전자기장 고려 (Lorentz force, Joule heating)

DC 플라즈마 토치 개략도

바. 확장된 계산영역 및 향후과제

확장된 계산영역 및 응용

