



- (51) 국제특허분류:
H01L 31/042 (2014.01) H01L 31/18 (2006.01)
H01L 31/0224 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2013/009923
- (22) 국제출원일: 2013년 11월 5일 (05.11.2013)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2012-0124609 2012년 11월 6일 (06.11.2012) KR
- (71) 출원인: 한국에너지기술연구원 (KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH) [KR/KR]; 305-343 대전시 유성구 가정로 152, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 윤석구 (YOON, Suk Goo); 135-998 서울시 강남구 대치4동 916-56, Seoul (KR). 윤경훈 (YOON, Kyung Hoon); 305-340 대전시 유성구 도룡동 431-6 현대아파트 101-202, Daejeon (KR). 박정재 (PARK, Jung-Jae); 130-864 서울시 동대문구 제기동 1158-39 세종로 피스텔 901호, Seoul (KR). 김도연 (KIM, Do Yeon); 150-771 서울시 영등포구 당산동 5가 삼성래미안 아파트 4차 424동 1302호, Seoul (KR). 이종건 (LEE, Jong Gun); 130-864 서울시 동대문구 제기동 1153-16 휴먼플러스 604호, Seoul (KR). 광지혜 (GWAK, Jihye); 302-120 대전시 서구 둔산동 936번지 태산 시그마빌

710호, Daejeon (KR). 윤재호 (YUN, Jae Ho); 301-780 대전시 서구 둔산동 한마루아파트 3동 1003호, Daejeon (KR). 안세진 (AHN, SeJin); 305-768 대전시 유성구 노은동 열매마을아파트 1101-1206호, Daejeon (KR). 조아라 (CHO, Ara); 151-050 서울시 관악구 봉천5동 관악드림 타운아파트 110-802, Seoul (KR). 신기식 (SHIN, Kee Shik); 305-762 대전시 유성구 전민동 엑스포아파트 505-801, Daejeon (KR).

(74) 대리인: 특허법인다울 (DAWOOL PATENT AND LAW FIRM); 135-913 서울시 강남구 봉은사로 224 혜전빌딩 5층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

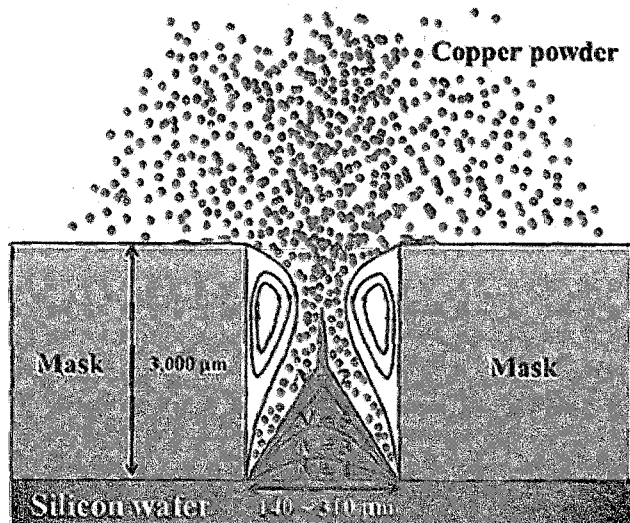
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: SOLAR CELL GRID ELECTRODE, METHOD FOR FORMING GRID ELECTRODE, AND DEVICE FOR FORMING SAME

(54) 발명의 명칭 : 태양전지용 그리드 전극, 그리드 전극 형성 방법 및 형성 장치

[Fig. 5]



(57) Abstract: The present invention relates to a method for forming a solar cell grid electrode and, more particularly, to a method for forming a grid electrode that is used as the front electrode of a solar cell. The present invention includes the steps of: preparing electrode material metallic powder; and spraying aerosol that contains the metallic powder into a slit which is formed in a mask. According to the present invention, the metallic powder that is contained in the aerosol forms the electrode which has a triangular cross-section using a vortex that is formed in the slit by the sprayed aerosol. The present invention has the triangular cross-section with an aspect ratio of at least 0.3 in thickness, and thus electrode resistance, according to the expansion in a cross-sectional area, can be lowered while a drop in efficiency caused by a grid electrode shadow can be minimized. Further, according to the present invention, inexpensive copper can be used in a process for forming the grid electrode, and additional processes or equipment are not required for copper powder sintering. Thus, the process for forming the grid electrode can be simplified and performed at lower costs.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, **공개:**

TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

본 발명은 태양전지용 그리드 전극을 형성하는 방법에 관한 것으로서, 태양전지의 전면전극으로 사용되는 그리드 전극을 형성하는 방법으로서, 전극재료 금속의 분말을 준비하는 단계; 상기 금속 분말을 포함하는 에어로졸을 마스크에 형성된 슬릿에 분사하는 단계를 포함하며, 상기 분사된 에어로졸이 상기 슬릿 내에 형성하는 와류에 의해서 상기 에어로졸에 포함된 금속 분말이 삼각형의 횡단면을 가지는 전극을 형성하는 것을 특징으로 한다. 본 발명은, 종횡비가 0.3 이상으로 두꺼우면서도 삼각형의 단면 형상을 갖기 때문에, 단면적의 확장에 따른 전극의 저항은 낮추면서 그리드 전극의 그림자에 의한 효율의 저하를 최소화 할 수 있는 효과가 있다. 또한, 본 발명은 그리드 전극의 형성과정에서 저렴한 구리를 사용할 수 있을 뿐만 아니라, 구리분말을 소결하기 위한 별도의 공정이나 장비를 필요로 하지 않으므로, 그리드 전극을 형성하는 공정이 간단하고 비용이 저렴한 효과가 있다.

명세서

발명의 명칭: 태양전지용 그리드 전극, 그리드 전극 형성 방법 및 형성 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 태양전지용 그리드 전극 및 그 형성 방법에 관한 것으로서, 더욱 자세하게는 전극 저항을 낮추고 폭을 좁힌 그리드 전극 및 그 형성 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 심각한 환경오염 문제와 화석 에너지 고갈로 차세대 청정에너지 개발에 대한 중요성이 증대되고 있다. 그 중에서도 태양전지는 태양 에너지를 직접 전기 에너지로 전환시키는 장치로서, 공해가 적고, 자원이 무한적이며 반영구적인 수명을 가지고 있어 미래 에너지 문제를 해결할 수 있는 에너지원으로 기대되고 있다.
- [3] 이러한 태양전지는 다양한 종류로 구성되는 광흡수층이 빛을 흡수하여 전기를 생산하며, 광흡수층의 양쪽에 금속 재질의 전극을 형성하여 광흡수층에서 생산된 전기를 외부로 전달한다.
- [4] 이때, 광흡수층으로 빛이 입사하는 반대쪽에 위치하는 후면전극은 금속을 태양전지 전체에 걸쳐 형성하여도 문제가 없지만, 광흡수층으로 빛이 입사되는 방향에 위치하는 금속재질의 전면전극은 빛이 투과할 수 없기 때문에 그물형태의 그리드 전극을 형성하는 것일 일반적이다. 최근, 전기가 통하는 투명한 박막인 ITO 등을 전면전극에 적용하려는 시도가 있으나, 효율이 나쁘기 때문에 금속 그리드 전극이 일반적으로 사용되고 있다.
- [5] 이러한 금속 그리드 전극은 태양전지의 표면에 복잡한 구조로 형성되기 때문에 스크린 프린팅 방법으로 형성되는 것이 일반적이다.
- [6] 한편, 태양전지에서 발생하는 여러 가지 전기적인 손실은 태양전지의 효율을 떨어뜨리며, 전극 자체가 가지는 저항에 의한 전극저항 손실은 그 중에 하나이다. 이러한 전극저항 손실을 줄이기 위해서는 전극의 단면적으로 넓혀서 전극의 직렬저항을 낮춰야한다.
- [7] 그러나 현재 일반적인 스크린프린팅 방법으로 제조된 그리드 전극은 페이스트 상태로 인쇄하기 때문에 전극의 두께를 높이기 어렵다. 따라서 스크린 프린팅 방법에서 단면적을 넓히기 위해서는 전극의 선폭을 크게 할 수 밖에 없으며, 그리드 전극의 선폭이 커지면 빛이 입사되는 면적이 줄기 때문에 태양전지의 효율이 감소한다.
- [8] 반대로, 태양전지의 선폭을 줄이고 두께를 높게 하여, 중형비가 높은 그리드 전극을 형성하는 경우에는 전극의 그림자에 따른 효율저하가 문제된다.
- [9] 도 8은 전면전극에 의해서 생기는 그림자의 영향을 나타내는 모식도이다.

- [10] 태양전지의 효율을 객관적으로 평가하기 위해서는 동일한 조건에서 효율을 측정하여야 하며, 현재 태양전지의 효율을 측정하는 기준 상태는 온도가 25°C이고 방사조도가 1000W/m²이며, 분광분포가 AM1.5인 경우이다. 이때, 분광분포의 단위인 AM(air mass)은 태양 에너지가 통과하는 대기권 등에 포함된 공기량을 말한다. 구체적으로 대기권 외에서는 태양 에너지가 통과하는 공기가 없으므로 AM0이고, 태양광이 수직하게 입사되는 경우가 AM1이며, AM1.5는 태양광이 수직하게 입사되는 경로의 1.5를 통과한 경우로 입사각이 약 41.8도인 경우이다. 이러한 기준 상태는 태양 빛이 태양전지에 수직하게 입사되지 않는 점을 반영한 것이다.
- [11] 따라서 도시된 것과 같이 전면전극의 선폭을 줄이고 높이를 높이는 경우에는 비스듬히 입사되는 태양 빛에 의해서 그림자(P)가 발생하며, 이는 광흡수층에 입사되는 빛이 줄어드는 것을 의미한다.
- [12] 이러한 문제를 해결하기 위하여 폭이 점점 좁아지는 전극인쇄층을 순차적으로 형성하는 기술이 개발되었다.(대한민국 등록특허 10-1089018) 그러나 페이스트를 이용한 스크린 프린팅 공정을 전제로 개발된 기술이기 때문에, 충분한 종횡비와 단면적을 얻을 수 없는 단점이 있다. 또한, 스크린 프린팅 공정을 3회에 걸쳐 수행하기 때문에 공정시간이 너무 길어지는 단점이다.
- [13] 나아가, 스크린 프린팅 공정 자체는 복잡한 기술이 아니어서 공정비용이 낮은 것으로 여겨지나, 스크린 프린팅에 사용되는 페이스트에 들어가는 물질은 은과 같은 고가의 재료이기 때문에, 전체적인 그리드 전극 형성 비용은 높은 편이다.
- [14] [선행기술문헌] 대한민국 등록특허 10-1089018

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [15] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서 높은 종횡비와 넓은 단면적을 가지면서 그림자에 따른 문제를 최소화한 태양전지용 그리드 전극 및 그 형성 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제 해결 수단

- [16] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 그리드 전극 형성방법은, 태양전지의 전면전극으로 사용되는 그리드 전극을 형성하는 방법으로서, 전극재료 금속의 분말을 준비하는 단계; 상기 금속 분말을 포함하는 에어로졸을 마스크에 형성된 슬릿에 분사하는 단계를 포함하며, 상기 분사된 에어로졸이 상기 슬릿 내에 형성하는 와류에 의해서 상기 에어로졸에 포함된 금속 분말이 삼각형의 횡단면을 가지는 전극을 형성하는 것을 특징으로 한다.
- [17] 본 발명의 발명자들은 에어로졸의 초음속 유동을 발생시키는 초음속 노즐을 이용하여, 무기물 박막 태양전지를 제조하는 장치를 개발하여 출원(대한민국 공개특허 제10-2012-00913939호)한 바가 있다. 본 발명의 발명자들은 초음속 유동하는 에어로졸을 좁은 슬릿에 분사하면, 슬릿 내에 형성되는 와류에 의해서,

에어로졸에 포함된 분말이 삼각형의 단면을 형성하며 증착되는 점을 확인하고, 이를 태양전지용 그리드 전극에 적용함으로써 동일한 폭에서 표면적이 더 넓어진 그리드 전극을 형성하는 방법을 발명하였다.

- [18] 에어로졸이 슬릿 내에서 와류를 발생시켜 삼각형의 횡단면을 가지는 전극을 형성하기 위해서는, 슬릿의 높이가 폭보다 큰 것이 바람직하다. 에어로졸을 고속으로 분사하기 위해서 에어로졸을 분사하는 에어로졸 분사기의 노즐은 수렴/확산(converge/diverge) 노즐일 수 있다.
- [19] 본 발명의 다른 형태에 의한 태양전지용 그리드 전극은 상기한 방법으로 제조된 것을 특징으로 한다.
- [20] 또한 본 발명의 태양전지용 그리드 전극은 구리와 같은 재질을 이용하여 횡단면이 삼각형인 것을 특징으로 하며 그리드 전극은 종횡비(두께/폭)가 0.3이상인 것이 바람직하다.
- [21] 본 발명의 또 다른 형태에 의한 그리드 전극 형성 장치는, 상기한 그리드 전극을 형성하는 방법에 사용되는 장치로서, 전극 재료인 금속분말을 공급하는 분말 공급부; 상기 금속분말과 혼합되어 에어로졸을 형성하는 가스를 공급하는 가스 공급부; 상기 에어로졸을 토출하는 노즐; 및 태양전지의 광흡수층에 밀착하여 설치되는 마스킹 장치를 포함하여 구성되며, 상기 마스킹 장치에는 상기 노즐에서 토출된 에어로졸이 분사되어 상기 광흡수층에 증착되는 슬릿이 형성된 것을 특징으로 한다.
- [22] 이때, 마스킹 장치는 상기 슬릿의 폭을 조절하는 조절수단을 더 포함하는 것이 좋으며, 구체적으로 위치가 고정된 고정체, 고정체와 평행하게 이격되어 슬릿을 형성하며 위치가 움직이는 이동체 및 이동체의 위치를 조절하는 조절부를 포함하여 구성되며, 이동체의 위치에 따라서 슬릿의 폭이 변하는 것을 특징으로 하는 구성일 수 있다.

발명의 효과

- [23] 상술한 바와 같이 구성된 본 발명은, 종횡비가 0.3 이상으로 두꺼우면서도 삼각형의 단면 형상을 갖기 때문에, 단면적의 확장에 따른 전극의 저항은 낮추면서 그리드 전극의 그림자에 의한 효율의 저하를 최소화 할 수 있는 효과가 있다.
- [24] 또한, 본 발명은 그리드 전극의 형성과정에서 저렴한 구리를 사용할 수 있을 뿐만 아니라, 구리분말을 소결하기 위한 별도의 공정이나 장비를 필요로 하지 않으므로, 그리드 전극을 형성하는 공정이 간단하고 비용이 저렴한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [25] 도 1은 본 실시예의 제조과정에서 사용된 마스킹 장치의 구조를 나타내는 사시도이다.
- [26] 도 2는 본 실시예의 제조과정에서 사용된 마스킹 장치의 구조를 나타내는 저면도이다.

- [27] 도 3은 본 실시예에서 사용된 마스크링 장치를 이용하여 형성된 그리드 전극을 나타내는 사진이다.
- [28] 도 4는 본 실시예에 따라 형성된 그리드 전극의 단면을 촬영한 주사전자현미경 사진이다.
- [29] 도 5는 본 실시예의 그리드 전극이 삼각형의 단면을 형성하는 원리를 나타낸 모식도이다.
- [30] 도 6은 본 실시예에 따라서 형성된 폭이 $150\mu\text{m}$ 인 그리드 전극의 단면을 촬영한 주사전자 현미경 사진이다.
- [31] 도 7은 본 실시예에 따라서 형성된 폭이 $300\mu\text{m}$ 인 그리드 전극의 단면을 촬영한 주사전자 현미경 사진이다.
- [32] 도 8은 전면전극에 의해서 생기는 그림자의 영향을 나타내는 모식도이다.
- [33] [부호의 설명]
- [34] 100: 고정체 200: 이동체 300: 조절부
- [35]

발명의 실시를 위한 형태

- [36] 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예를 상세히 설명한다.
- [37] 본 실시예의 태양전지용 그리드 전극의 형성방법은, 먼저 수 마이크로미터의 입도를 갖는 구리분말을 준비한다. 본 실시예는 금속을 페이스트 상태로 도포하는 것이 아니므로, 페이스트에 사용되는 은보다 상대적으로 저가인 구리를 사용할 수 있다.
- [38] 준비된 구리분말과 고압으로 압축된 이송가스가 혼합된 에어로졸을 노즐을 통하여 초음속으로 토출하는 초음속 에어로졸 분사기를 이용하여 그리드 전극을 형성한다.
- [39] 초음속 에어로졸 분사기에 사용되는 이송가스는 공기나 수소 또는 질소 등의 가스를 사용할 수 있고, 이송가스의 온도는 실온(room temperature)에서 500°C 까지의 범위에서 적용할 수 있으며, 입자 공급 유량은 $1\sim 20\text{L/min}$ 의 범위에서 조절할 수 있다.
- [40] 또한, 초음속 에어로졸 분사기의 초음속 노즐은 분출되는 에어로졸이 초음속 유동을 형성하도록 수렴/확산(converge/diverge) 형상 구조의 노즐을 이용한다. 이러한 수렴/확산 노즐은 초음속 제트기 등에서 사용되는 구조로서, 수렴 구간에서 압축가스를 가속시키고 확산 구간에서 적절한 압력을 유지시켜줌으로써 가속이 계속 진행되어 에어로졸이 초음속 유동을 이루며 토출된다. 그 결과, 초음속 노즐을 통해 토출된 에어로졸 속에 포함된 구리분말은 $200\sim 500\text{m/sec}$ 의 속도로 가속된다.
- [41] 초음속 노즐은 스틸이나 스테인리스 스틸 또는 텅스텐 카바이드 등의 재질로 제작할 수 있다. 특히 초음속 노즐을 텅스텐 카바이드로 제작하는 경우에 재질 자체의 내마모성과 내열성이 우수할 뿐만 아니라 가열된 이송가스와 대기와

- 같은 외부와의 열전달을 최소화시킴으로써 초음속 유동에 의한 에어로졸의 속도를 극대화 시킬 수 있다.
- [42] 본 실시예에서 구리분말을 고속으로 토출하여 그리드 전극을 형성하는 과정에서, $3,000\mu\text{m}$ 의 두께를 갖는 슬릿의 폭을 조절할 수 있는 마스크 장치 사용하였다.
- [43] 도 1은 본 실시예의 제조과정에서 사용된 마스크 장치의 구조를 나타내는 사시도이고, 도 2는 마스크 장치의 저면도이다.
- [44] 본 실시예에서 사용된 마스크 장치는 고정체(100)와 이동체(200) 및 조절부(300)로 구성된다.
- [45] 고정체(100)는 설치된 위치에 고정되어 움직이지 않으며, 위치가 움직이는 이동체(200)와의 사이에 평행하게 이격된 공간인 슬릿(S)이 형성된다.
- [46] 본 실시예는 고정체(100)에 사각형의 개구부를 형성하고, 이 개구부 내에 이동체(200)를 위치시켜, 고정체(100)의 개구부 일면과 이동체(200)의 사이에 만들어진 공간을 슬릿(S)으로 이용하였다. 이렇게 형성된 슬릿(S)에 초음속 노즐로부터 토출된 구리입자 포함 에어로졸을 고속으로 분출하여, 구리입자로 구성된 그리드 전극을 형성한다.
- [47] 조절부(300)는 이동체(200)의 위치를 조절하여 슬릿(S)의 폭을 조절하는 부분으로서, 조절부(300)의 마이크로미터를 작동하면 이동체(200)와 연결된 막대(310)가 움직이면서 슬릿(S)의 폭을 조절한다.
- [48] 이렇게 구성된 마스크 장치는 핑거바(finger bar)와 버스바(bus bar) 등 그리드 전극에 요구되는 폭에 따라서 슬릿(S)의 폭을 $50\sim 20000\mu\text{m}$ 범위에서 조절함으로써 다양한 폭의 전극을 형성할 수 있다.
- [49] 도 3은 본 실시예에서 사용된 마스크 장치를 이용하여 형성된 그리드 전극을 나타내는 사진이다.
- [50] 도시된 것과 같이, 본 실시예의 마스크 장치를 사용하여 $150\sim 1500\mu\text{m}$ 의 범위에서 다양한 폭의 그리드 전극을 형성할 수 있었다.
- [51] 본 실시예에서는 실리콘 기판 위에 슬릿의 폭이 설정된 마스크 장치를 위치시키고, 초음속 에어로졸 분사기를 통해서 슬릿에 구리분말을 포함한 에어로졸을 고속으로 여러 차례 분사하여, 실리콘 기판에 그리드 전극을 형성하였다.
- [52] 도 4는 본 실시예에 따라 형성된 그리드 전극의 단면을 촬영한 주사전자현미경 사진이다.
- [53] 사진에 나타난 것과 같이, 본 실시예에 따라 형성된 그리드 전극은 단면이 삼각형의 형상을 나타낸다. 또한, 확대된 사진을 살펴보면, 아랫부분은 토출 압력에 의해서 실리콘 기판에 단단히 접촉되었으며, 왼쪽 측면과 오른쪽 측면 모두에서 구리 분말들이 주변의 구리 분말과 합쳐진 안정한 구조를 형성하여 삼각형의 단면을 유지하고 있는 것을 확인할 수 있다.
- [54] 이와 같이, 본 실시예에 따라 형성된 그리드 전극은 2가지 측면에서 종래에

예상하지 못했던 효과를 나타낸다.

- [55] 1) 그리드 전극의 단면 모양을 성형하는 공정이나 성형을 위한 몰드를 사용하지 않고 삼각형의 단면 구조를 갖는 그리드 전극을 형성하였다.
- [56] 2) 그리드 전극을 구성하는 구리분말을 소결하는 공정이나 장비를 사용하지 않고도 구리분말이 서로 결합하여 안정한 구조의 그리드 전극을 형성하였다.
- [57] 먼저, 삼각형의 단면을 갖는 그리드 전극이 형성되는 원리를 설명한다.
- [58] 도 5는 본 실시예의 그리드 전극이 삼각형의 단면을 형성하는 원리를 나타낸 모식도이다.
- [59] 도시된 것과 같이, 마스크로 양 옆이 막힌 슬릿에 고속으로 구리 입자 포함 에어로졸을 분사하면, 슬릿의 내부로 들어갔던 기체가 슬릿을 빠져나오는 과정에서 와류현상(separation)이 발생한다. 이러한 와류는 슬릿의 상부로 갈수록 슬릿의 중심부를 향하는 폭이 넓어지고, 슬릿의 상부에 병목현상(bottle neck)과 유사한 공기의 막이 생기며 에어로졸의 유동을 방해한다. 이러한 결과, 구리분말들을 슬릿의 중심으로 쏠려 위치하게 되며, 에어로졸의 분사 횟수(N)가 증가할수록 그리드 전극의 가운데를 위주로 구리분말이 증착되어 삼각형의 단면을 형성한다.
- [60] 이와 같이 마스크 장치의 슬릿 내부에서 발생하는 와류의 효과를 얻기 위해서는 최소한 슬릿의 높이가 폭보다 커야 한다. 슬릿의 높이가 폭보다 작으면 슬릿 내부에 충분한 와류가 형성되지 못하여, 삼각형 모양의 단면을 갖는 그리드 전극을 형성할 수 없다.
- [61] 한편, 초음속 노즐을 통해서 토출된 에어로졸에 포함된 구리분말이 기관의 표면에 도달했을 때의 속도는 Alkhimov등에 의해 발표된 논문("The Features of Cold Spray Nozzle Design", Journal of Thermal Spray Technology, Volume 10(2) June 2001)에 제시된 다음의 수식을 통해서 이론적으로 계산할 수 있다.

[62]

$$V_p = \frac{a_e}{1 + 0.85 \sqrt{\frac{D}{x}} \sqrt{\frac{\rho_p a_e^2}{p_0}}}$$

- [63] 여기서 V_p 는 입자의 속도, a_e 는 노즐 출구에서의 음속($a_e = (rRT_e)^{1/2}$), D 는

구리 분말의 크기, x 는 노즐과 기관사이의 거리, ρ_p 는 구리 분말의 밀도, p_0 는 작동 유체 압력이다.

- [64] 이러한 수식을 통해 계산된 본 실시예에 따라서 초음속 노즐을 통해 토출된 에어로졸에 포함된 구리분말이 기관에 도달한 때의 속도(V_p)는 약 347 m/s이다.
- [65] 이러한 계산으로부터, 마스크 장치의 슬릿 내부에서 와류의 효과를 얻기

- 위해서는, 슬릿 내에서 구리분말의 속도가 250m/sec 이상이어야 하며, 이보다 속도가 낮으면 와류에 의한 효과가 발생하지 않을 것으로 여겨진다.
- [66] 도 6은 본 실시예에 따라서 형성된 폭이 150 μ m인 그리드 전극의 단면을 촬영한 주사전자 현미경 사진이다. (a)는 1회, (b)는 3회, (c)는 5회, (d)는 7회의 에어로졸 분사를 수행한 경우이다.
- [67] 도시된 것과 같이, 마스크 장치의 슬릿에 의해서 제한되기 때문에 그리드 전극의 하부 폭은 일정하지만, 에어로졸의 분사 횟수가 증가할수록 전극의 두께가 두꺼워지는 것을 알 수 있다. 측정된 종횡비(두께/폭)는 (a)가 0.3이고, (b)가 0.7이고, (c)가 0.8이며, (d)는 1.1이다.
- [68] 또한, 본 실시예에 따른 그리드 전극은 에어로졸 분사 횟수와 상관없이 삼각형의 단면을 갖는 것을 확인할 수 있다.
- [69] 도 7은 본 실시예에 따라서 형성된 폭이 300 μ m인 그리드 전극의 단면을 촬영한 주사전자 현미경 사진이다. (a)는 1회, (b)는 3회, (c)는 5회, (d)는 7회의 에어로졸 분사를 수행한 경우이다.
- [70] 폭이 150 μ m인 경우에 비하여 폭이 넓기 때문에 에어로졸 분사에 의해서 전극의 두께가 두꺼워지는 정도가 적지만, 분사 횟수가 증가할수록 두께가 두꺼워져서 종횡비가 높아진다. 측정된 종횡비(두께/폭)는 (a)가 0.32이고, (b)가 0.5이고, (c)가 0.63이며, (d)는 0.74이다.
- [71] 이상과 같이 본 실시예에 따라서 형성된 그리드 전극은, 종횡비가 0.3 이상으로 두꺼우면서도 삼각형의 단면 형상을 갖기 때문에, 단면적의 확장에 따른 전극의 저항은 낮추면서 그리드 전극의 그림자에 의한 효율의 저하를 최소화 할 수 있다.
- [72] 다음으로 구리의 소결공정을 거치지 않는 이유에 대해서 설명한다.
- [73] 구리의 녹는점은 1084.62°C이고, 본 실시예에서 따라서 초음속 노즐을 통해 분사된 에어로졸의 온도 범위는 RT~500°C이다. 그러나 고압으로 압축되어 고속으로 토출되는 에어로졸에 포함된 구리분말은 표면이 살짝 녹은 상태가 되며, 그리드 전극을 형성하는 과정에서 구리분말들이 고속으로 충돌하는 힘까지 더해지면서 구리분말들이 서로 안정적으로 결합된다. 따라서 본 실시예에서는 구리분말을 소결하기 위한 별도의 공정이나 장비를 필요로 하지 않는다.
- [74] 이렇게 구리분말의 표면이 살짝 녹아서 서로 결합하는 효과를 얻기 위해서는 구리분말이 300m/sec 이상의 속도로 충돌되어야 할 것으로 여겨지며, 이보다 낮은 속도에서는 구리분말이 안정적으로 결합하지 못할 것이다.
- [75] 이상 본 발명을 바람직한 실시예를 통하여 설명하였는데, 상술한 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과하며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 변화가 가능함은 이 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 보호범위는 특정 실시예가 아니라 특허청구범위에 기재된 사항에 의해 해석되어야 하며, 그와

동등한 범위 내에 있는 모든 기술적 사상도 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 태양전지의 전면전극으로 사용되는 그리드 전극을 형성하는 방법으로서,
전극재료 금속의 분말을 준비하는 단계;
상기 금속 분말을 포함하는 에어로졸을 마스크에 형성된 슬릿에 분사하는 단계를 포함하며,
상기 분사된 에어로졸이 상기 슬릿 내에 형성하는 와류에 의해서 상기 에어로졸에 포함된 금속 분말이 삼각형의 횡단면을 가지는 전극을 형성하는 것을 특징으로 하는 그리드 전극 형성방법.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 에어로졸을 분사하는 에어로졸 분사기의 노즐이 수렴/확산(converge/diverge) 노즐인 것을 특징으로 하는 그리드 전극 형성방법.
- [청구항 3] 청구항 1의 방법으로 형성된 것을 특징으로 하는 태양전지용 그리드 전극.
- [청구항 4] 태양전지의 전면전극으로 사용되는 그리드 전극으로서,
횡단면이 삼각형인 것을 특징으로 하는 태양전지용 그리드 전극.
- [청구항 5] 청구항 3 또는 청구항 4에 있어서,
상기 그리드 전극의 종횡비(두께/폭)가 0.3이상인 것을 특징으로 하는 태양전지용 그리드 전극.
- [청구항 6] 청구항 3 또는 청구항 4에 있어서,
상기 그리드 전극의 재질이 구리인 것을 특징으로 하는 태양전지용 그리드 전극.
- [청구항 7] 청구항 1의 방법으로 그리드 전극을 형성하는 방법에 사용되는 장치로서,
전극 재료인 금속분말을 공급하는 분말 공급부;
상기 금속분말과 혼합되어 에어로졸을 형성하는 가스를 공급하는 가스 공급부;
상기 에어로졸을 토출하는 노즐; 및
태양전지의 광흡수층에 밀착하여 설치되는 마스크킹 장치를 포함하여 구성되며,
상기 마스크킹 장치에는 상기 노즐에서 토출된 에어로졸이 분사되어 상기 광흡수층에 증착되는 슬릿이 형성된 것을 특징으로 하는 그리드 전극 형성 장치.
- [청구항 8] 청구항 7에 있어서,
상기 마스크킹 장치가, 상기 슬릿의 폭을 조절하는 조절수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 그리드 전극 형성 장치.

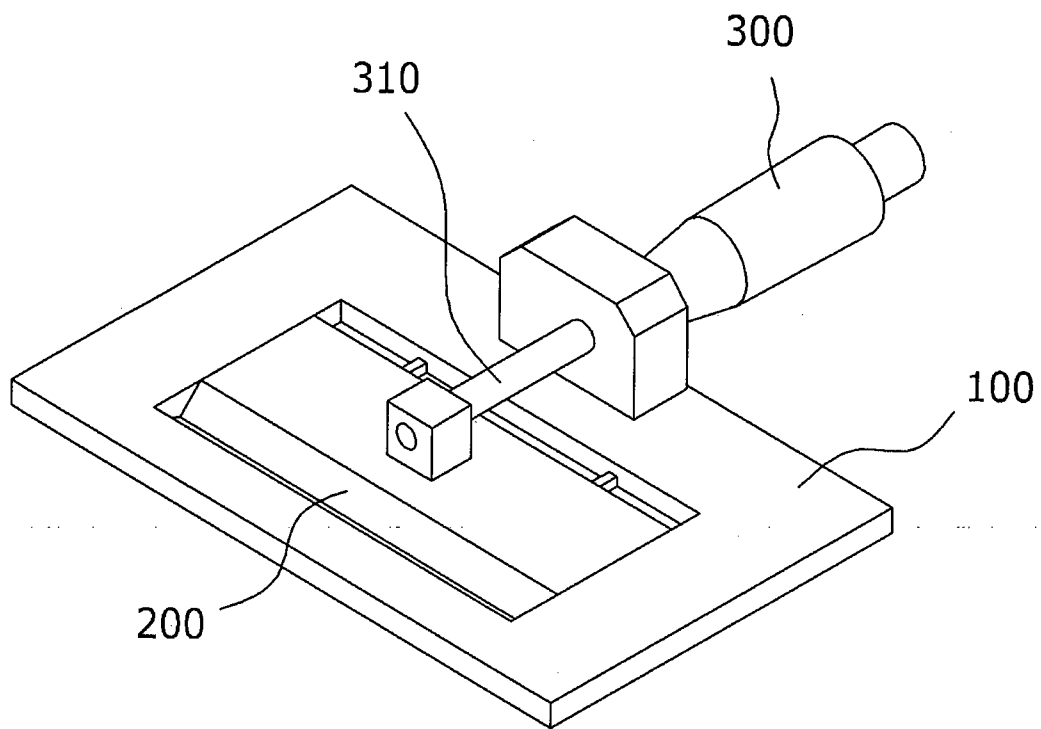
[청구항 9]

청구항 8에 있어서,
상기 마스크킹 장치가,
위치가 고정된 고정체;
상기 고정체와 평행하게 이격되어 슬릿을 형성하며, 위치가
움직이는 이동체;
상기 이동체의 위치를 조절하는 조절부를 포함하며,
상기 이동체의 위치에 따라서 상기 슬릿의 폭이 변하는 것을
특징으로 하는 그리드 전극 형성 장치.

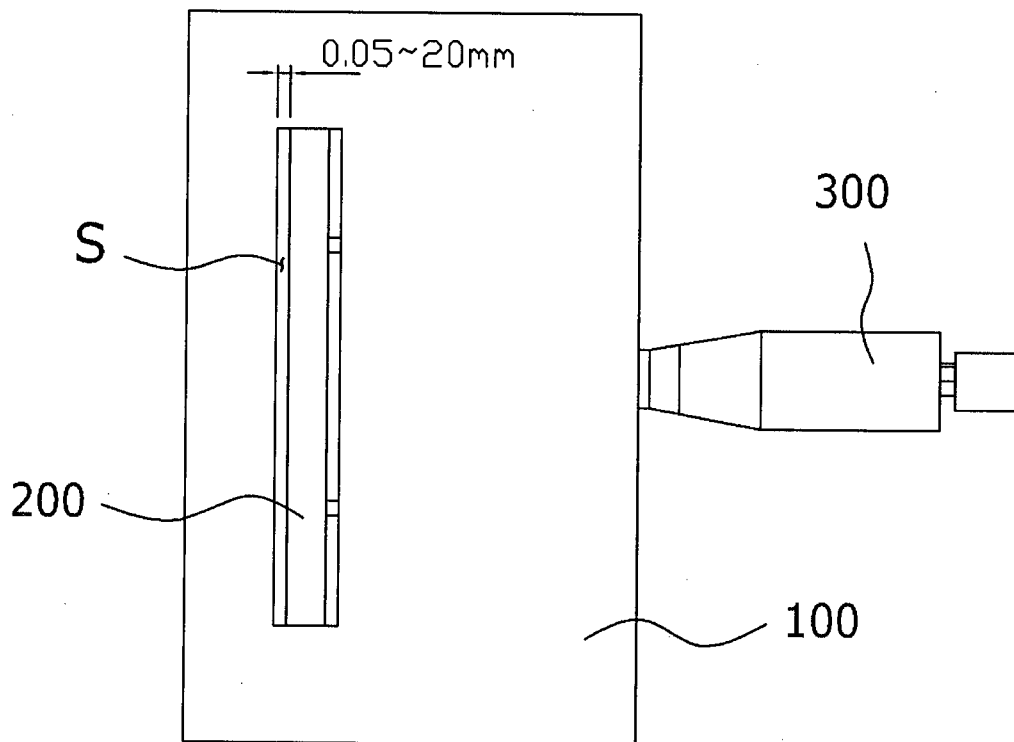
[청구항 10]

청구항 7에 있어서,
상기 노즐이 수렴/확산(converge/diverge) 노즐인 것을 특징으로
하는 그리드 전극 형성 장치.

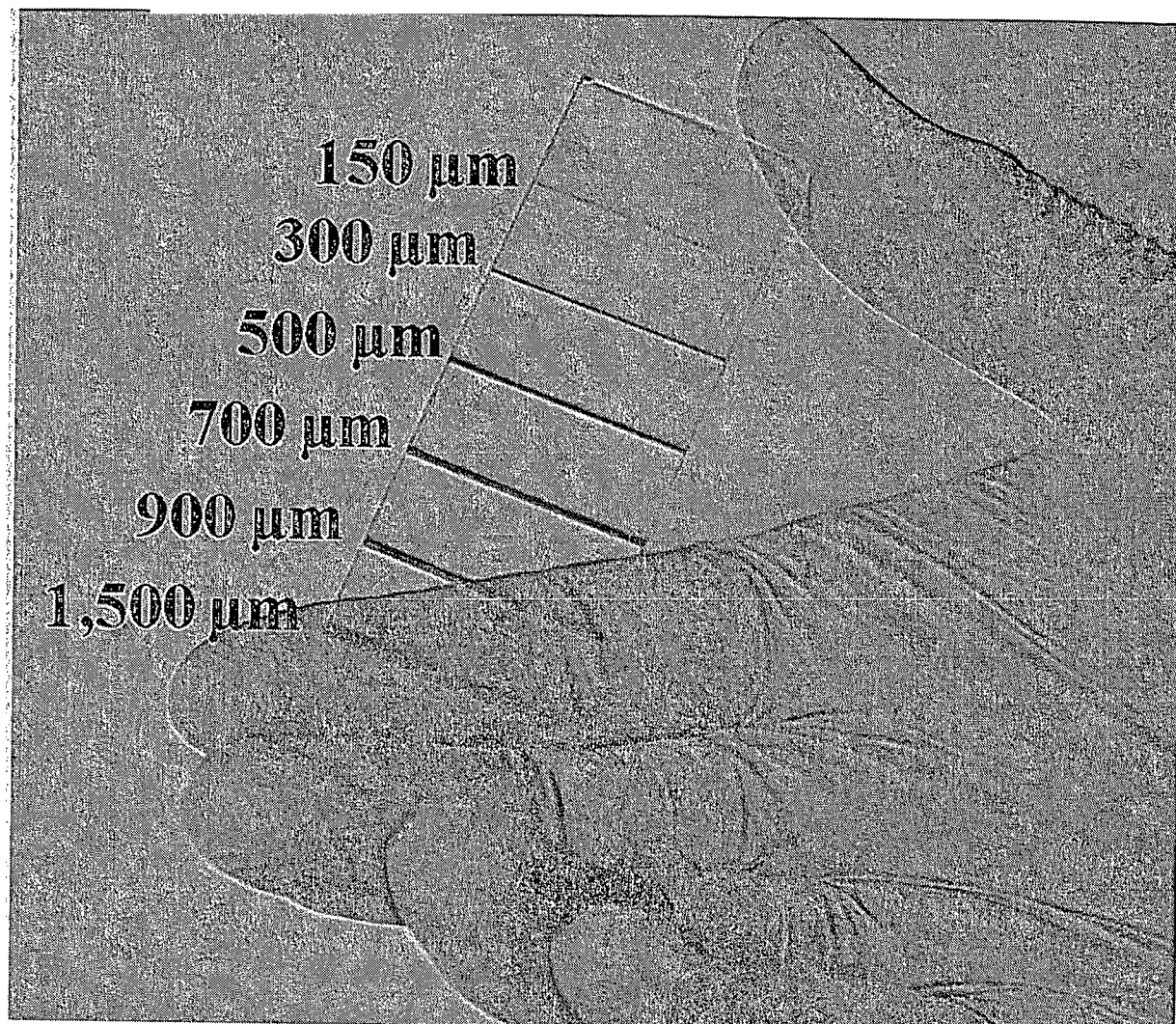
[Fig. 1]



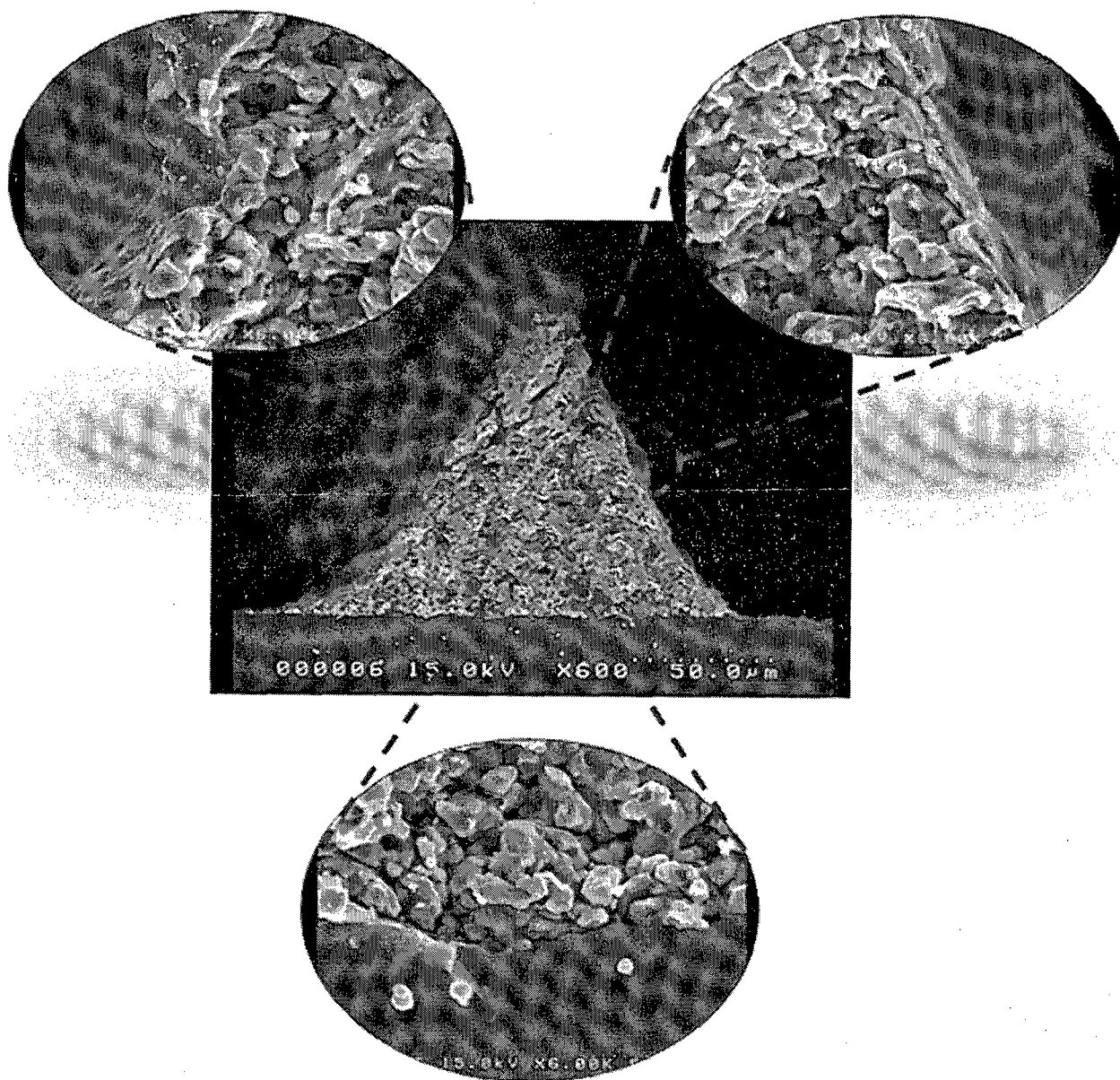
[Fig. 2]



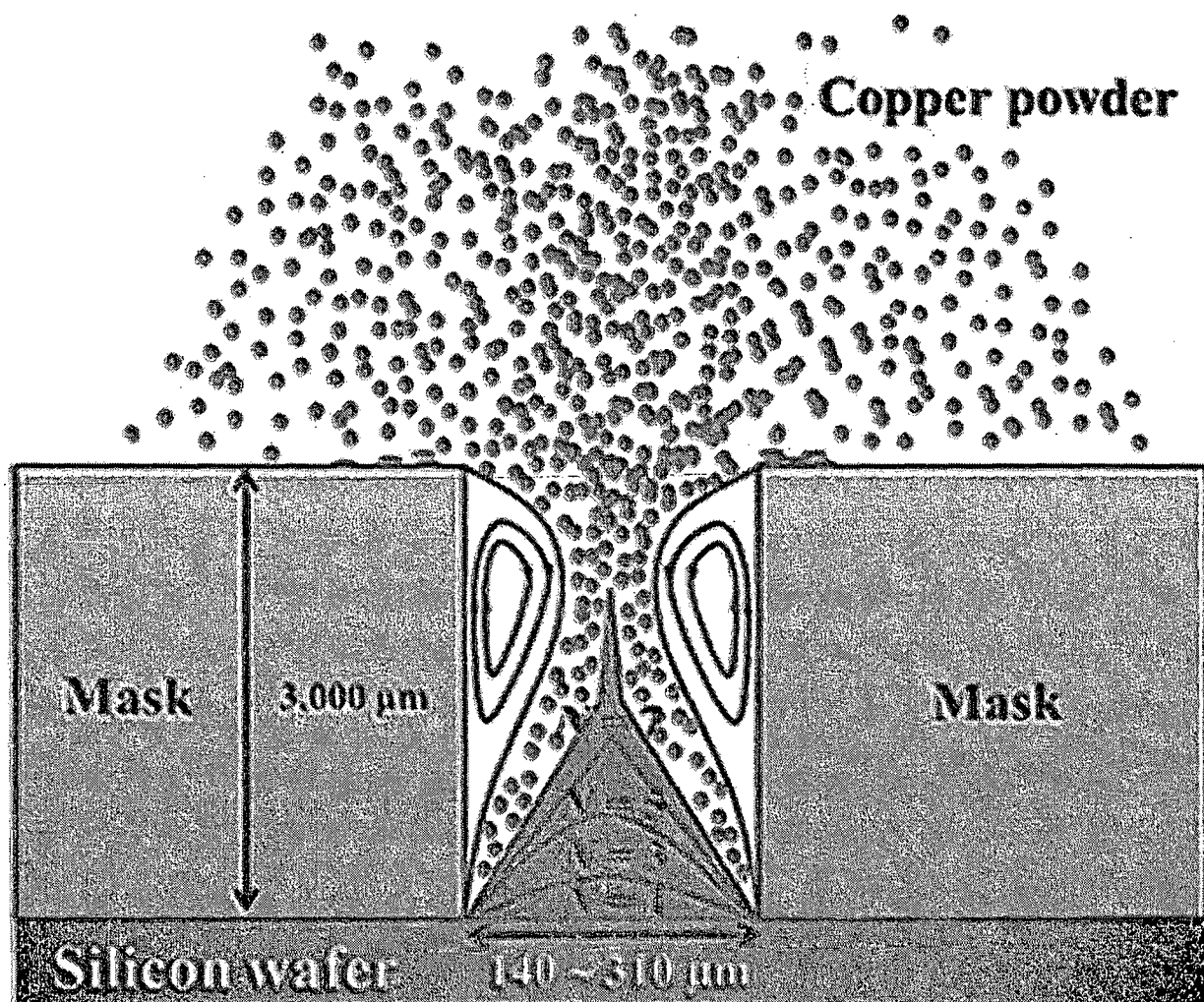
[Fig. 3]



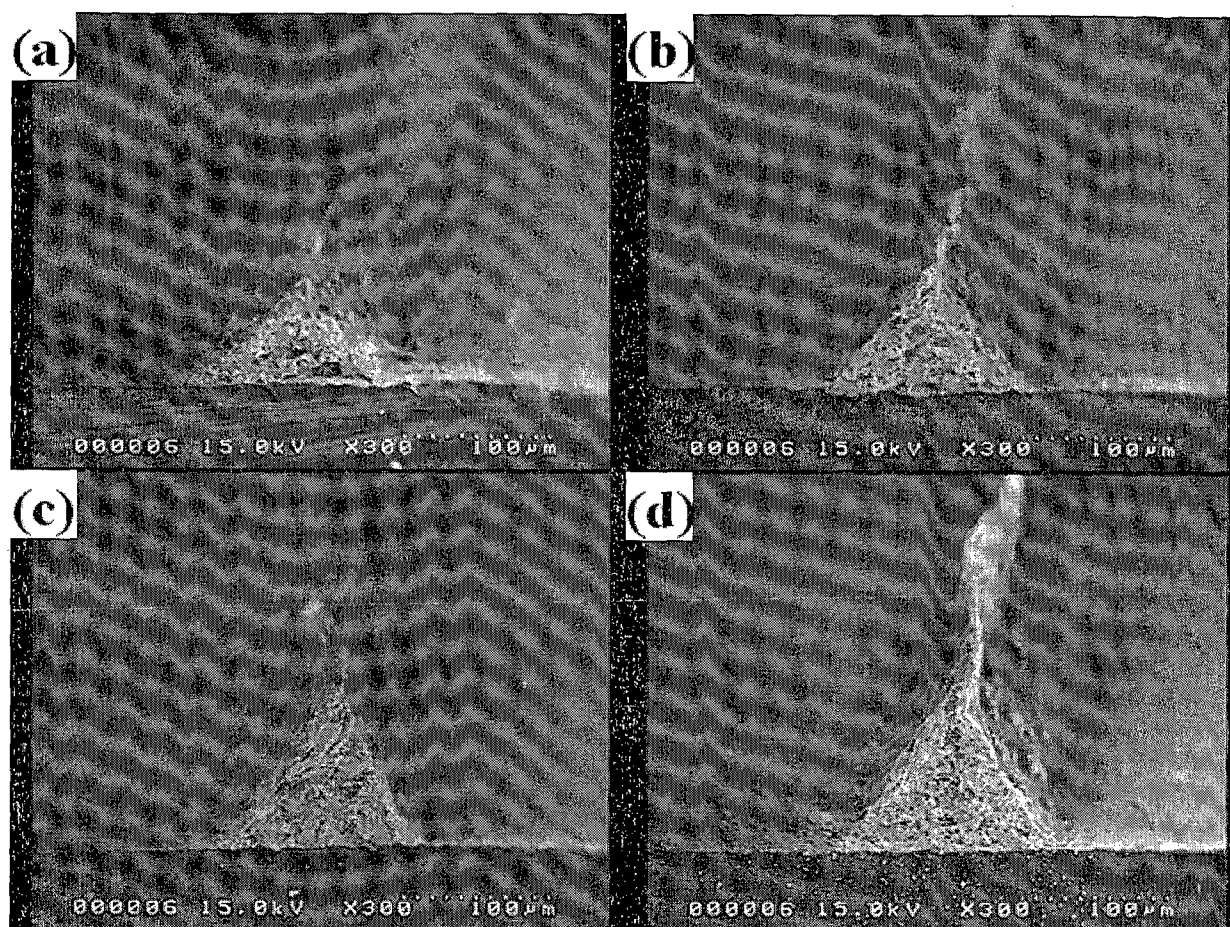
[Fig. 4]



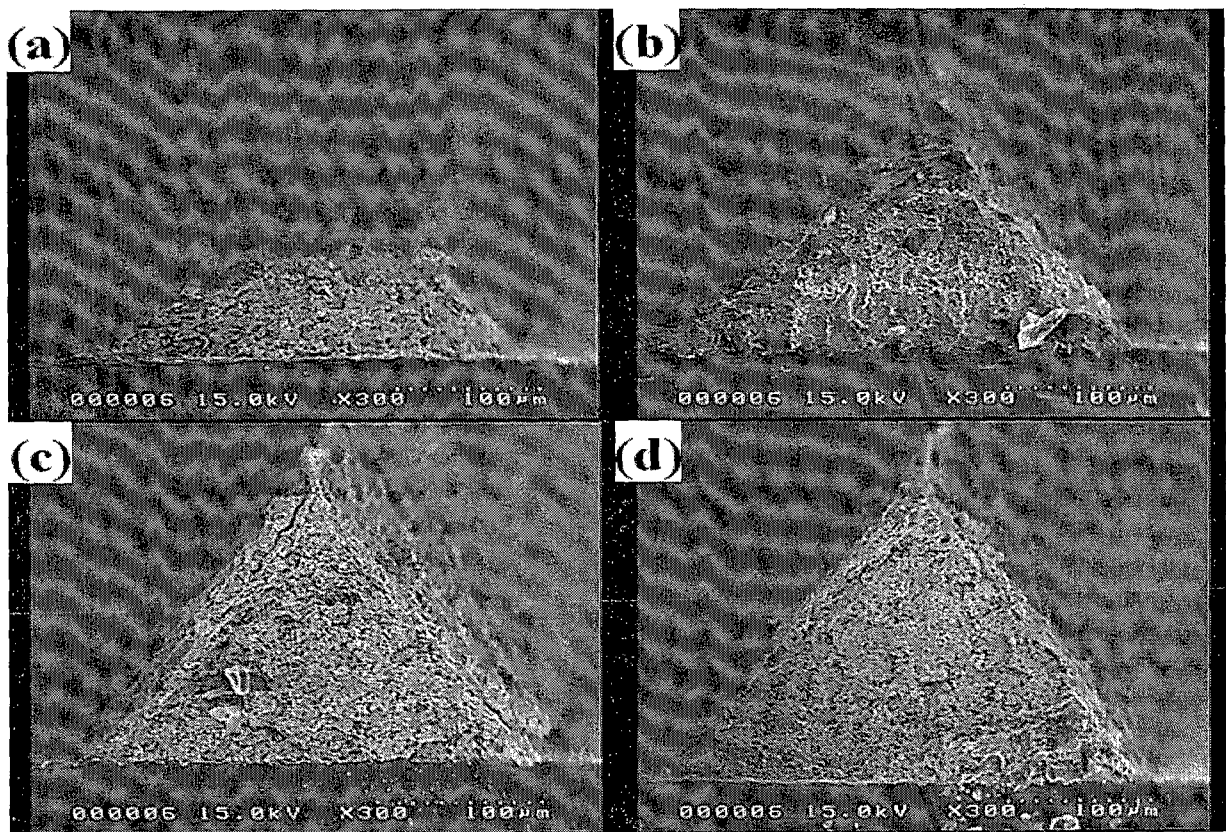
[Fig. 5]



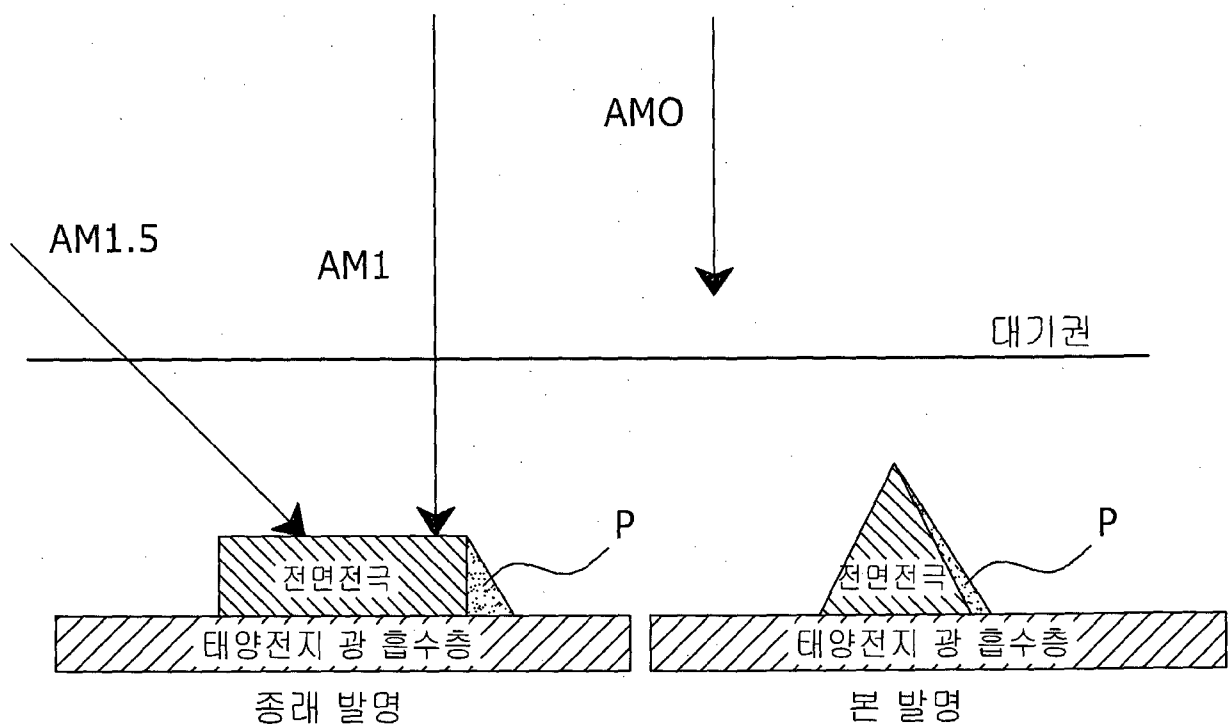
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2013/009923**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01L 31/042(2006.01)i, H01L 31/0224(2006.01)i, H01L 31/18(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L 31/042; H01L 31/04; H01L 31/18; H01L 31/0224

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: , ,

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2009-0035355 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 09 April 2009	3-6
A	See abstract; paragraphs 44, 63-66, claim 7 and figures 9a-9c	1-2,7-10
Y	KR 10-2003-0075784 A (SAMSUNG SDI CO., LTD.) 26 September 2003	3-6
A	See abstract; page 3; claims 1, 3 and figures 2a-2d	1-2,7-10
A	KR 10-2012-0091938 A (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 20 August 2012	1-10
	See abstract; paragraphs 25-37 and figure 3	
A	KR 10-2011-0077731 A (LG ELECTRONICS INC.) 07 July 2011	1-10
	See abstract; paragraph 32	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 FEBRUARY 2014 (27.02.2014)

Date of mailing of the international search report

27 FEBRUARY 2014 (27.02.2014)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2013/009923

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2009-0035355 A	09/04/2009	US 2010-0252094 A1 WO 2009-044996 A1	07/10/2010 09/04/2009
KR 10-2003-0075784 A	26/09/2003	NONE	
KR 10-2012-0091938 A	20/08/2012	NONE	
KR 10-2011-0077731 A	07/07/2011	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H01L 31/042(2006.01)i, H01L 31/0224(2006.01)i, H01L 31/18(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H01L 31/042; H01L 31/04; H01L 31/18; H01L 31/0224

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: , ,

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2009-0035355 A (한국전자통신연구원) 2009.04.09 요약; 단락 44,63-66, 청구항 7 및 도면 9a-9c 참조	3-6
A		1-2,7-10
Y	KR 10-2003-0075784 A (삼성에스디아이 주식회사) 2003.09.26 요약; 페이지 3; 청구항 1,3 및 도면 2a-2d 참조	3-6
A		1-2,7-10
A	KR 10-2012-0091938 A (고려대학교 산학협력단) 2012.08.20 요약; 단락 25-37 및 도면 3 참조	1-10
A	KR 10-2011-0077731 A (엘지전자 주식회사) 2011.07.07 요약; 단락 32 참조	1-10



추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.



대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2014년 02월 27일 (27.02.2014)

국제조사보고서 발송일

2014년 02월 27일 (27.02.2014)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

윤난영

전화번호 +82-42-481-8188



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2009-0035355 A	2009/04/09	US 2010-0252094 A1 WO 2009-044996 A1	2010/10/07 2009/04/09
KR 10-2003-0075784 A	2003/09/26	없음	
KR 10-2012-0091938 A	2012/08/20	없음	
KR 10-2011-0077731 A	2011/07/07	없음	