



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월23일
(11) 등록번호 10-2218854
(24) 등록일자 2021년02월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22F 7/00 (2006.01) B22F 3/10 (2006.01)
B22F 3/11 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B22F 7/002 (2013.01)
B22F 3/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0162152
(22) 출원일자 2016년11월30일
심사청구일자 2018년09월10일
(65) 공개번호 10-2018-0062170
(43) 공개일자 2018년06월08일
(56) 선행기술조사문헌
JP06287608 A*
JP2005290494 A*
JP2009102701 A*
KR100395036 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 엘지화학
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
(72) 발명자
유동우
대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학기술연구원
이진규
대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학기술연구원
김소진
대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학기술연구원
(74) 대리인
특허법인다나

전체 청구항 수 : 총 16 항

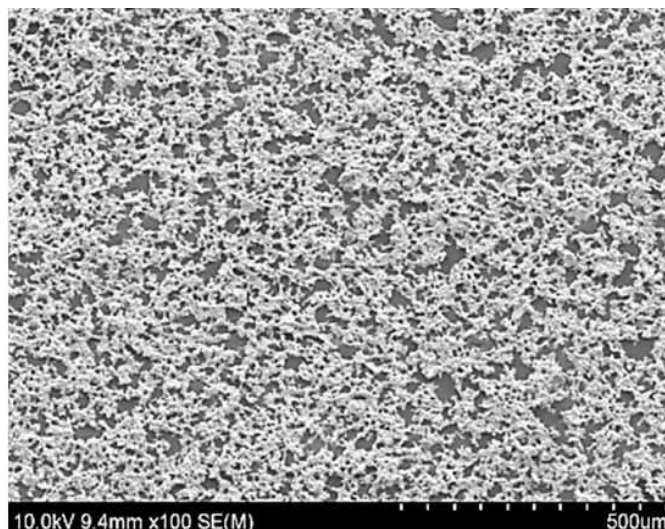
심사관 : 정현진

(54) 발명의 명칭 **금속폼의 제조 방법**

(57) 요약

본 출원은 금속폼의 제조 방법을 제공한다. 본 출원에서는, 균일하게 형성된 기공을 포함하고, 목적하는 기공도를 가지면서, 기계적 특성이 우수한 금속폼을 형성할 수 있는 금속폼의 제조 방법과 상기와 같은 특성을 가지는 금속폼을 제공할 수 있다. 또한, 본 출원에서는 얇은 두께의 필름 또는 시트 형태이면서도 상기 언급한 물성이 확보되는 금속폼을 빠른 공정 시간 내에 형성할 수 있는 방법 및 그러한 금속폼을 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B22F 3/11 (2013.01)

B22F 2202/05 (2013.01)

B22F 2202/06 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

상대 투자율이 90 이상인 전도성 금속 또는 상기 전도성 금속을 포함하는 합금을 가지는 금속 성분, 분산제 및 바인더를 포함하는 슬러리를 코팅하여 그린 구조체를 형성하는 단계; 및 상기 그린 구조체를 소결하는 단계를 포함하고,

상기 소결되는 그린 구조체의 금속 성분은 분말 형태이며,

상기 소결은, 100kHz 내지 1,000kHz 범위 내의 주파수로 전류를 인가하여 형성한 전자기장을 상기 구조체에 인가하여 수행하고,

상기 분산제는 알코올인 금속폼의 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 전도성 금속은 철, 니켈 및 코발트로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나인 금속폼의 제조 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 금속 성분은, 전도성 금속을 중량을 기준으로 50 중량% 이상 포함하는 금속폼의 제조 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 전도성 금속은 평균 입경이 1 내지 100 μ m의 범위 내에 있는 금속폼의 제조 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 슬러리 내의 금속 성분이 비율이 10 내지 70 중량%인 금속폼의 제조 방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1 항에 있어서, 바인더는 알킬 셀룰로오스, 폴리알킬렌 카보네이트 또는 폴리비닐알코올 화합물인 금속폼의 제조 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 슬러리는, 금속 성분 100 중량부 대비 5 내지 500 중량부의 바인더를 포함하는 금속폼의 제조 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 슬러리는, 바인더 100 중량부 대비 100 내지 2,000 중량부의 분산제를 포함하는 금속폼의 제조 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 슬러리는 용매를 추가로 포함하는 금속폼의 제조 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서, 필름 또는 시트 형태의 금속폼의 제조 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 필름 또는 시트의 두께가 2,000 μ m 이하인 금속폼의 제조 방법.

청구항 13

삭제

청구항 14

제 1 항에 있어서, 전자기장은, 100A 내지 1,000A 범위 내의 전류를 인가하여 형성하는 금속폼의 제조 방법.

청구항 15

삭제

청구항 16

제 1 항에 있어서, 전자기장은 1분 내지 10 시간의 범위 내의 시간 동안 인가하는 금속폼의 제조 방법.

청구항 17

제 1 항에 있어서, 그린 구조체의 소결은 상기 구조체에 외부의 열원을 추가로 인가하여 수행하는 금속폼의 제조 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서, 열원의 온도는 100 $^{\circ}$ C 내지 1200 $^{\circ}$ C 범위 내인 금속폼의 제조 방법.

청구항 19

제 1 항에 있어서, 전자기장은 30분 내지 10 시간의 범위 내의 시간 동안 인가하는 금속폼의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 금속폼의 제조 방법 및 금속폼에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 금속폼(metal foam)은 경량성, 에너지 흡수성, 단열성, 내화성 또는 친환경 등의 다양하고 유용한 특성을 구비함으로써, 경량 구조물, 수송 기계, 건축 자재 또는 에너지 흡수 장치 등을 포함하는 다양한 분야에 적용될 수 있다. 또한, 금속폼은, 높은 비표면적을 가질 뿐만 아니라 액체, 기체 등의 유체 또는 전자의 흐름을 보다 향상시킬 수 있으므로, 열 교환 장치용 기관, 촉매, 센서, 액츄에이터, 2차 전지, 연료전지, 가스 확산층(GDL: gas diffusion layer) 또는 미세유체 흐름 제어기(microfluidic flow controller) 등에 적용되어 유용하게 사용될 수도 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 출원은, 균일하게 형성된 기공을 포함하고, 목적하는 기공도를 가지면서도 기계적 강도가 우수한 금속폼을 제조할 수 있는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0004] 본 출원에서 용어 금속폼 또는 금속 골격은, 2종 이상의 금속을 주성분으로 포함하는 다공성 구조체를 의미한다. 상기에서 금속을 주성분으로 한다는 것은, 금속폼 또는 금속 골격의 전체 중량을 기준으로 금속의 비율이 55 중량% 이상, 60 중량% 이상, 65 중량% 이상, 70 중량% 이상, 75 중량% 이상, 80 중량% 이상, 85 중량% 이상, 90 중량% 이상 또는 95 중량% 이상인 경우를 의미한다. 상기 주성분으로 포함되는 금속의 비율의 상

한은 특별히 제한되지 않으며, 예를 들면, 100 중량%일 수 있다.

- [0005] 용어 다공성은, 기공도(porosity)가 적어도 30% 이상, 40% 이상, 50% 이상, 60% 이상, 70% 이상, 75% 이상 또는 80% 이상인 경우를 의미할 수 있다. 상기 기공도의 상한은 특별히 제한되지 않으며, 예를 들면, 약 100% 미만, 약 99% 이하 또는 약 98% 이하 정도일 수 있다. 상기에서 기공도는 금속폼 등의 밀도를 계산하여 공지의 방식으로 산출할 수 있다.
- [0006] 본 출원의 금속폼의 제조 방법은, 금속을 가지는 금속 성분을 포함하는 그린 구조체를 소결하는 단계를 포함할 수 있다. 본 출원에서 용어 그린 구조체는, 상기 소결 등과 같이 금속폼을 형성하기 위해 수행되는 공정을 거치기 전의 구조체, 즉 금속폼이 생성되기 전의 구조체를 의미한다. 또한, 상기 그린 구조체는, 다공성 그린 구조체라고 호칭되더라도 반드시 그 자체로 다공성일 필요는 없으며, 최종적으로 다공성의 금속 구조체인 금속폼을 형성할 수 있는 것이라면, 편의상 다공성 그린 구조체라고 호칭될 수 있다.
- [0007] 본 출원에서 상기 그린 구조체는, 금속 성분, 분산제 및 바인더를 적어도 포함하는 슬러리를 사용하여 형성할 수 있다.
- [0008] 일 예시에서 상기 금속 성분은, 적절한 상대 투자율과 전도도를 가지는 금속을 적어도 포함할 수 있다. 이러한 금속의 적용은, 본 출원의 하나의 예시에 따라서 상기 소결로서 후술하는 유도 가열 방식이 적용될 경우에 해당 방식에 따른 소결이 원활하게 수행되도록 할 수 있다.
- [0009] 예를 들면, 상기 금속으로는, 상대 투자율이 90 이상인 금속이 사용될 수 있다. 상기에서 상대 투자율(μ_r)은, 해당 물질의 투자율(μ)과 진공속의 투자율(μ_0)의 비율(μ/μ_0)이다. 본 출원에서 사용하는 상기 금속은 상대 투자율이 95 이상, 100 이상, 110 이상, 120 이상, 130 이상, 140 이상, 150 이상, 160 이상, 170 이상, 180 이상, 190 이상, 200 이상, 210 이상, 220 이상, 230 이상, 240 이상, 250 이상, 260 이상, 270 이상, 280 이상, 290 이상, 300 이상, 310 이상, 320 이상, 330 이상, 340 이상, 350 이상, 360 이상, 370 이상, 380 이상, 390 이상, 400 이상, 410 이상, 420 이상, 430 이상, 440 이상, 450 이상, 460 이상, 470 이상, 480 이상, 490 이상, 500 이상, 510 이상, 520 이상, 530 이상, 540 이상, 550 이상, 560 이상, 570 이상, 580 이상 또는 590 이상일 수 있다. 상기 상대 투자율은 그 수치가 높을 수록 후술하는 유도 가열을 위한 전자기장의 인가 시에 보다 높은 열을 발생하게 되므로 그 상한은 특별히 제한되지 않는다. 일 예시에서 상기 상대 투자율의 상한은 예를 들면, 약 300,000 이하일 수 있다.
- [0010] 상기 금속은 전도성 금속일 수 있다. 본 출원에서 용어 전도성 금속은 20℃에서의 전도도가 약 8 MS/m 이상, 9 MS/m 이상, 10 MS/m 이상, 11 MS/m 이상, 12 MS/m 이상, 13 MS/m 이상 또는 14.5 MS/m 이상인 금속 또는 그러한 합금을 의미할 수 있다. 상기 전도도의 상한은 특별히 제한되지 않으며, 예를 들면, 약 30 MS/m 이하, 25 MS/m 이하 또는 20 MS/m 이하일 수 있다.
- [0011] 본 출원에서 상기와 같은 상대 투자율과 전도도를 가지는 금속은 단순하게 전도성 자성 금속으로도 호칭될 수 있다.
- [0012] 상기 전도성 자성 금속을 적용함으로써, 후술하는 유도 가열 공정이 진행될 경우에 소결을 보다 효과적으로 진행할 수 있다. 이와 같은 금속으로는 니켈, 철 또는 코발트 등이 예시될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0013] 금속 성분은, 필요한 경우에 상기 전도성 자성 금속과 함께 상기 금속과는 다른 제 2 금속을 포함할 수 있다. 이러한 경우에는, 금속폼이 금속 합금으로 형성될 수 있다. 상기 제 2 금속으로는 상기 언급한 전도성 자성 금속과 같은 범위의 상대 투자율 및/또는 전도도를 가지는 금속이 사용될 수도 있고, 그러한 범위 외의 상대 투자율 및/또는 전도도를 가지는 금속이 사용될 수 있다. 또한, 제 2 금속은 1종이 포함될 수도 있고, 2종 이상이 포함될 수도 있다. 이러한 제 2 금속의 종류는 적용되는 전도성 자성 금속과 다른 종류인 한 특별히 제한되지 않으며, 예를 들면, 구리, 인, 몰리브덴, 아연, 망간, 크롬, 인듐, 주석, 은, 백금, 금, 알루미늄 또는 마그네슘 등에서 전도성 자성 금속과 다른 금속 1종 이상이 적용될 수 있지만, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0014] 금속 성분 내에서 상기 전도성 자성 금속의 비율은 특별히 제한되지 않는다. 예를 들어, 상기 비율은, 후술하는 유도 가열 공법의 적용 시에 적절한 줄열을 발생시킬 수 있도록 비율이 조절될 수 있다. 예를 들면, 상기 금속 성분은 상기 전도성 자성 금속을 전체 금속 성분의 중량을 기준으로 30 중량% 이상 포함할 수 있다. 다른 예시에서 상기 금속 성분 내의 상기 전도성 자성 금속의 비율은, 약 35 중량% 이상, 약 40 중량% 이상, 약 45 중량% 이상, 약 50 중량% 이상, 약 55 중량% 이상, 60 중량% 이상, 65 중량% 이상, 70 중량% 이상, 75 중량%

이상, 80 중량% 이상, 85 중량% 이상 또는 90 중량% 이상일 수 있다. 상기 전도성 자성 금속 비율의 상한은 특별히 제한되지 않으며, 예를 들면, 약 100 중량% 미만 또는 95 중량% 이하일 수 있다. 그러나, 상기 비율은 예시적인 비율이다. 예를 들어, 전자기장의 인가에 의한 유도 가열에 의해 발생하는 열은, 가해주는 전자기장의 세기, 금속의 전기 전도도와 저항 등에 따라 조절이 가능하기 때문에, 상기 비율은 구체적인 조건에 따라서 변경될 수 있다.

[0015] 그런 구조체를 형성하는 금속 성분은 분말(powder) 형태일 수 있다. 예를 들면, 상기 금속 성분 내의 금속들은, 평균 입경이 약 0.1 μ m 내지 약 200 μ m의 범위 내에 있을 수 있다. 상기 평균 입경은 다른 예시에서 약 0.5 μ m 이상, 약 1 μ m 이상, 약 2 μ m 이상, 약 3 μ m 이상, 약 4 μ m 이상, 약 5 μ m 이상, 약 6 μ m 이상, 약 7 μ m 이상 또는 약 8 μ m 이상일 수 있다. 상기 평균 입경은 다른 예시에서 약 150 μ m 이하, 100 μ m 이하, 90 μ m 이하, 80 μ m 이하, 70 μ m 이하, 60 μ m 이하, 50 μ m 이하, 40 μ m 이하, 30 μ m 이하 또는 20 μ m 이하일 수 있다. 금속 성분 내의 금속으로서는 서로 평균 입경이 상이한 것을 적용할 수도 있다. 상기 평균 입경은, 목적하는 금속품의 형태, 예를 들면, 금속품의 두께나 기공도 등을 고려하여 적절한 범위를 선택할 수 있고, 이는 특별히 제한되지 않는다.

[0016] 상기 그런 구조체는 상기 금속을 포함하는 금속 성분과 함께 분산제와 바인더를 포함하는 슬러리를 사용하여 형성할 수 있다.

[0017] 상기와 같은 슬러리 내에서 금속 성분의 비율은 특별히 제한되지 않고, 목적하는 점도나 공정 효율 등을 고려하여 선택될 수 있다. 일 예시에서 슬러리 내에서의 금속 성분의 비율은 중량을 기준으로 10 내지 70 % 정도일 수 있지만, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0018] 상기에서 분산제로는, 예를 들면, 알코올이 적용될 수 있다. 알코올로는, 메탄올, 에탄올, 프로판올, 펜탄올, 옥타놀, 에틸렌글리콜, 프로필렌글리콜, 펜탄올, 2-메톡시에탄올, 2-에톡시에탄올, 2-부톡시에탄올, 글리세롤, 텍사놀(texanol) 또는 테르피네올(terpineol) 등과 같은 탄소수 1 내지 20의 1가 알코올 또는 에틸렌글리콜, 프로필렌글리콜, 헥산디올, 옥탄디올 또는 펜탄디올 등과 같은 탄소수 1 내지 20의 2가 알코올 또는 그 이상의 다가 알코올 등이 사용될 수 있으나, 그 종류가 상기에 제한되는 것은 아니다.

[0019] 슬러리는 바인더를 추가로 포함할 수 있다. 이러한 바인더의 종류는 특별히 제한되지 않으며, 슬러리의 제조시에 적용된 금속 성분이나 분산제 등의 종류에 따라 적절하게 선택할 수 있다. 예를 들면, 상기 바인더로는, 메틸 셀룰로오스 또는 에틸 셀룰로오스 등의 탄소수 1 내지 8의 알킬기를 가지는 알킬 셀룰로오스, 폴리프로필렌 카보네이트 또는 폴리에틸렌 카보네이트 등의 탄소수 1 내지 8의 알킬렌 단위를 가지는 폴리알킬렌 카보네이트 또는 폴리비닐알코올 또는 폴리비닐아세테이트 등의 폴리비닐알코올계 바인더 등이 예시될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0020] 상기와 같은 슬러리 내에서 각 성분의 비율은 특별히 제한되지 않는다. 이러한 비율은 슬러리를 사용한 공정시에 코팅성이나 성형성 등의 공정 효율을 고려하여 조절될 수 있다.

[0021] 예를 들면, 슬러리 내에서 바인더는 전술한 금속 성분 100 중량부 대비 약 5 내지 500 중량부의 비율로 포함될 수 있다. 상기 비율은 다른 예시에서 약 10 중량부 이상, 약 20 중량부 이상, 약 30 중량부 이상, 약 40 중량부 이상, 약 50 중량부 이상, 약 60 중량부 이상, 약 70 중량부 이상, 약 80 중량부 이상, 약 90 중량부 이상, 약 100 중량부 이상, 약 110 중량부 이상, 약 120 중량부 이상, 약 130 중량부 이상, 약 140 중량부 이상, 약 150 중량부 이상, 약 200 중량부 이상 또는 약 250 중량부 이상일 수 있고, 약 450 중량부 이하, 약 400 중량부 이하 또는 약 350 중량부 이하일 수 있다.

[0022] 또한, 슬러리 내에서 분산제는, 상기 바인더 100 중량부 대비 약 500 내지 2,000 중량부의 비율로 포함될 수 있다. 상기 비율은 다른 예시에서 약 200 중량부 이상, 약 300 중량부 이상, 약 400 중량부 이상, 약 500 중량부 이상, 약 550 중량부 이상, 약 600 중량부 이상 또는 약 650 중량부 이상일 수 있고, 약 1,800 중량부 이하, 약 1,600 중량부 이하, 약 1,400 중량부 이하, 약 1,200 중량부 이하 또는 약 1,000 중량부 이하일 수 있다.

[0023] 본 명세서에서 단위 중량부는 특별히 달리 규정하지 않는 한, 각 성분간의 중량의 비율을 의미한다.

[0024] 슬러리는 필요하다면, 용매를 추가로 포함할 수 있다. 용매로는 슬러리의 성분, 예를 들면, 상기 금속 성분이나 바인더 등의 용해성을 고려하여 적절한 용매가 사용될 수 있다. 예를 들면, 용매로는, 유전 상수가 약 10 내지 120의 범위 내에 있는 것을 사용할 수 있다. 상기 유전 상수는 다른 예시에서 약 20 이상, 약 30 이상, 약 40 이상, 약 50 이상, 약 60 이상 또는 약 70 이상이거나, 약 110 이하, 약 100 이하 또는 약 90 이하일 수 있다. 이러한 용매로는, 물이나 에탄올, 부탄올 또는 메탄올 등의 탄소수 1 내지 8의 알코올, DMSO(dimethyl sulfoxide), DMF(dimethyl formamide) 또는 NMP(N-methylpyrrolidinone) 등이 예시될 수 있지만, 이에 제한되

는 것은 아니다.

- [0025] 용매가 적용될 경우에 상기는 상기 바인더 100 중량부 대비 약 50 내지 400 중량부의 비율로 슬러리 내에 존재할 수 있지만, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0026] 슬러리는 상기 언급한 성분 외에 추가적으로 필요한 공지의 첨가제를 포함할 수도 있다.
- [0027] 상기와 같은 슬러리를 사용하여 상기 그린 구조체를 형성하는 방식은 특별히 제한되지 않는다. 금속품의 제조 분야에서는 그린 구조체를 형성하기 위한 다양한 방식이 공지되어 있고, 본 출원에서는 이와 같은 방식이 모두 적용될 수 있다. 예를 들면, 상기 그린 구조체는, 적정한 틀(template)에 상기 슬러리를 유지하거나, 혹은 슬러리를 적정한 방식으로 코팅하여 상기 그린 구조체를 형성할 수 있다.
- [0028] 이와 같은 그린 구조체의 형태는 목적하는 금속품에 따라 정해지는 것으로 특별히 제한되지 않는다. 하나의 예시에서 상기 그린 구조체는, 필름 또는 시트 형태일 수 있다. 예를 들면, 상기 구조체가 필름 또는 시트 형태일 때에 그 두께는 2,000 μm 이하, 1,500 μm 이하, 1,000 μm 이하, 900 μm 이하, 800 μm 이하, 700 μm 이하, 600 μm 이하, 500 μm 이하, 400 μm 이하, 300 μm 이하, 200 μm 이하, 150 μm 이하, 약 100 μm 이하, 약 90 μm 이하, 약 80 μm 이하, 약 70 μm 이하, 약 60 μm 이하 또는 약 55 μm 이하일 수 있다. 금속품은, 다공성인 구조적 특징상 일반적으로 브리틀한 특성을 가지고, 따라서 필름 또는 시트 형태, 특히 얇은 두께의 필름 또는 시트 형태로 제작이 어렵고, 제작하게 되어도 쉽게 부스러지는 문제가 있다. 그렇지만, 본 출원의 방식에 의해서는, 얇은 두께이면서도, 내부에 균일하게 기공이 형성되고, 기계적 특성이 우수한 금속품의 형성이 가능하다.
- [0029] 상기에서 구조체의 두께의 하한은 특별히 제한되지 않는다. 예를 들면, 상기 필름 또는 시트 형태의 구조체의 두께는 약 5 μm 이상, 10 μm 이상 또는 약 15 μm 이상일 수 있다.
- [0030] 상기와 같은 방식으로 형성된 그린 구조체를 소결하여 금속품을 제조할 수 있다. 이러한 경우에 상기 금속품을 제조하기 위한 소결을 수행하는 방식은 특별히 제한되지 않으며, 공지의 소결법을 적용할 수 있다. 즉, 적절한 방식으로 상기 그린 구조체에 적정한 양의 열을 인가하는 방식으로 상기 소결을 진행할 수 있다.
- [0031] 상기 기존의 공지 방식과는 다른 방식으로, 본 출원에서는 상기 소결을 유도 가열 방식으로 수행할 수 있다. 즉, 전술한 바와 같이 금속 성분이 소정 투자율과 전도도의 전도성 자성 금속을 포함하기 때문에, 유도 가열 방식이 적용될 수 있다. 이러한 방식에 의해서 균일하게 형성된 기공을 포함하면서, 기계적 특성이 우수하며, 기공도도 목적하는 수준으로 조절된 금속품의 제조가 보다 원활하게 될 수 있다.
- [0032] 상기에서 유도 가열은, 전자기장이 인가되면 특정 금속에서 열이 발생하는 현상이다. 예를 들어, 적절한 전도성과 투자율을 가지는 금속에 전자기장을 인가하면, 금속에 와전류(eddy currents)가 발생하고, 금속의 저항에 의해 줄열(Joule heating)이 발생한다. 본 출원에서는 이러한 현상을 통한 소결 공정을 수행할 수 있다. 본 출원에서는 이와 같은 방식을 적용하여 금속품의 소결을 단시간 내에 수행할 수 있어서 공정성을 확보하고, 동시에 기공도가 높은 박막 형태이면서도 기계적 강도가 우수한 금속품을 제조할 수 있다.
- [0033] 따라서, 상기 소결 공정은, 상기 그린 구조체에 전자기장을 인가하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 전자기장의 인가에 의해 상기 금속 성분의 전도성 자성 금속에서 유도 가열 현상에 의해서 줄열이 발생하고, 이에 의해 구조체는 소결될 수 있다. 이 때 전자기장을 인가하는 조건은 그린 구조체 내의 전도성 자성 금속의 종류 및 비율 등에 따라서 결정되는 것으로 특별히 제한되지 않는다. 예를 들면, 상기 유도 가열은, 코일 등의 형태로 형성된 유도 가열기를 사용하여 진행할 수 있다. 또한, 유도 가열은, 예를 들면, 100A 내지 1,000A 정도의 전류를 인가하여 수행할 수 있다. 상기 가해지는 전류의 크기는 다른 예시에서, 900A 이하, 800 A 이하, 700 A 이하, 600 A 이하, 500 A 이하 또는 400 A 이하일 수 있다. 상기 전류의 크기는 다른 예시에서 약 150 A 이상, 약 200 A 이상 또는 약 250 A 이상일 수 있다.
- [0034] 유도 가열은, 예를 들면, 약 100kHz 내지 1,000kHz의 주파수로 수행할 수 있다. 상기 주파수는, 다른 예시에서, 900 kHz 이하, 800 kHz 이하, 700 kHz 이하, 600 kHz 이하, 500 kHz 이하 또는 450 kHz 이하일 수 있다. 상기 주파수는, 다른 예시에서 약 150 kHz 이상, 약 200 kHz 이상 또는 약 250 kHz 이상일 수 있다.
- [0035] 상기 유도 가열을 위한 전자기장의 인가는 예를 들면, 약 1분 내지 10시간의 범위 내에서 수행할 수 있다. 상기 인가 시간은 다른 예시에서 약 10분 이상, 약 20 분 이상 또는 약 30 분 이상일 수 있다. 상기 인가 시간은, 다른 예시에서, 약 9시간 이하, 약 8 시간 이하, 약 7 시간 이하, 약 6 시간 이하, 약 5 시간 이하, 약 4 시간 이하, 약 3 시간 이하, 약 2 시간 이하, 약 1 시간 이하 또는 약 30분 이하일 수 있다.
- [0036] 상기 언급한 유도 가열 조건, 예를 들면, 인가 전류, 주파수 및 인가 시간 등은 전술한 바와 같이 전도성 자성

금속의 종류 및 비율 등을 고려하여 변경될 수 있다.

- [0037] 상기 그린 구조체의 소결은, 상기 언급한 유도 가열에 의해서만 수행하거나, 필요한 경우에 상기 유도 가열, 즉 전자기장의 인가와 함께 적절한 열을 인가하면서 수행할 수도 있다.
- [0038] 예를 들면, 상기 소결은, 상기 전자기장의 인가와 함께 또는 단독으로 그린 구조체에 외부의 열원을 인가하여 수행할 수도 있다.
- [0039] 이러한 경우에 열원의 온도는 100℃ 내지 1200℃ 범위 내일 수 있다.
- [0040] 본 출원은 또한, 금속폼에 대한 것이다. 상기 금속폼은 전술한 방법에 의해 제조된 것일 수 있다. 이러한 금속폼은, 예를 들면, 전술한 전도성 자성 금속을 적어도 포함할 수 있다. 금속폼은 상기 전도성 자성 금속을 중량을 기준으로 30 중량% 이상, 35 중량% 이상, 40 중량% 이상, 45 중량% 이상 또는 50 중량% 이상 포함할 수 있다. 다른 예시에서 상기 금속폼 내의 전도성 자성 금속의 비율은, 약 55 중량% 이상, 60 중량% 이상, 65 중량% 이상, 70 중량% 이상, 75 중량% 이상, 80 중량% 이상, 85 중량% 이상 또는 90 중량% 이상일 수 있다. 상기 전도성 자성 금속의 비율의 상한은 특별히 제한되지 않으며, 예를 들면, 약 100 중량% 미만 또는 95 중량% 이하일 수 있다.
- [0041] 상기 금속폼은, 기공도(porosity)가 약 40% 내지 99%의 범위 내일 수 있다. 언급한 바와 같이, 본 출원의 방법에 의하면, 균일하게 형성된 기공을 포함하면서, 기공도와 기계적 강도를 조절할 수 있다. 상기 기공도는, 50% 이상, 60% 이상, 70% 이상, 75% 이상 또는 80% 이상이거나, 95% 이하 또는 90% 이하일 수 있다.
- [0042] 상기 금속폼은 박막의 필름 또는 시트 형태로도 존재할 수 있다. 하나의 예시에서 금속폼은 필름 또는 시트 형태일 수 있다. 이러한 필름 또는 시트 형태의 금속폼은, 두께가 2,000 μm 이하, 1,500 μm 이하, 1,000 μm 이하, 900 μm 이하, 800 μm 이하, 700 μm 이하, 600 μm 이하, 500 μm 이하, 400 μm 이하, 300 μm 이하, 200 μm 이하, 150 μm 이하, 약 100 μm 이하, 약 90 μm 이하, 약 80 μm 이하, 약 70 μm 이하, 약 60 μm 이하 또는 약 55 μm 이하일 수 있다. 예를 들면, 상기 필름 또는 시트 형태의 금속폼의 두께는 약 10 μm 이상, 약 20 μm 이상, 약 30 μm 이상, 약 40 μm 이상, 약 50 μm 이상, 약 100 μm 이상, 약 150 μm 이상, 약 200 μm 이상, 약 250 μm 이상, 약 300 μm 이상, 약 350 μm 이상, 약 400 μm 이상, 약 450 μm 이상 또는 약 500 μm 이상일 수 있다.
- [0043] 상기 금속폼은, 우수한 기계적 강도를 가지고, 예를 들면, 인장 강도가 2.5 MPa 이상, 3 MPa 이상, 3.5 MPa 이상, 4 MPa 이상, 4.5 MPa 이상 또는 5 MPa 이상일 수 있다. 또한, 상기 인장 강도는, 약 10 MPa 이상, 약 9 MPa 이상, 약 8 MPa 이상, 약 7 MPa 이상 또는 약 6 MPa 이하일 수 있다. 이와 같은 인장 강도는 예를 들면, 상온에서 KS B 5521에 의해 측정할 수 있다.
- [0044] 이와 같은 금속폼은, 다공성의 금속 구조체가 필요한 다양한 용도에서 활용될 수 있다. 특히, 본 출원의 방식에 따르면, 전술한 바와 같이 목적하는 수준의 기공도를 가지면서도 기계적 강도가 우수한 얇은 필름 또는 시트 형태의 금속폼의 제조가 가능하여, 기존 대비 금속폼의 용도를 확대할 수 있다.

발명의 효과

- [0045] 본 출원에서는, 균일하게 형성된 기공을 포함하고, 목적하는 기공도를 가지면서, 기계적 특성이 우수한 금속폼을 형성할 수 있는 금속폼의 제조 방법과 상기와 같은 특성을 가지는 금속폼을 제공할 수 있다. 또한, 본 출원에서는 얇은 두께의 필름 또는 시트 형태이면서도 상기 언급한 물성이 확보되는 금속폼을 형성할 수 있는 방법 및 그러한 금속폼을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0046] 도 1 및 2는, 실시예에서 형성된 금속폼에 대한 SEM 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

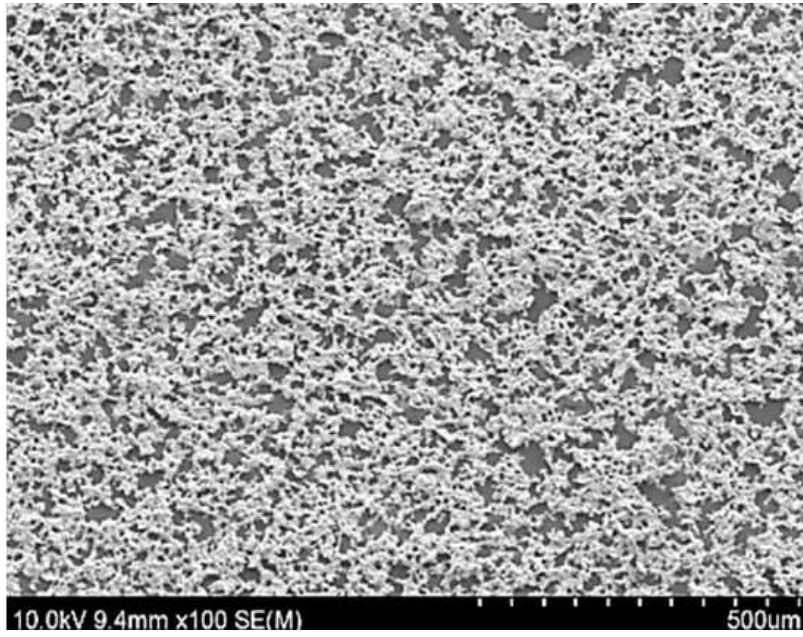
- [0047] 이하 실시예 및 비교예를 통하여 본 출원을 구체적으로 설명하지만, 본 출원의 범위가 하기 실시예에 제한되는 것은 아니다.
- [0049] 실시예 1.
- [0050] 20℃에서의 전도도가 약 14.5 MS/m이고, 상대 투자율이 약 600 정도이며, 평균 입경이 약 10 내지 20 μm 정도인 니켈(Ni)을 금속 성분으로 사용하였다. 분산제로서, 에틸렌글리콜(EG), 바인더로서 에틸셀룰로오스(EC) 및 용

매인 메틸렌클로라이드(MC)가 7:1:2의 중량 비율(EG:EC:MC)로 혼합된 혼합물에 상기 니켈을 상기 바인더와 니켈이 약 1:3의 중량 비율(Ni:EC)이 되도록 혼합하여 슬러리를 제조하였다. 상기 슬러리를 필름 형태로 코팅하여 그린 구조체를 형성하였다. 이어서 상기 그린 구조체를 약 120℃의 온도에서 60분 정도 건조 처리하였다. 그 후 환원 분위기 조성을 위해 수소/아르곤 가스로 피징하면서 코일 형태의 유도 가열기로 전자기장을 상기 그린 구조체에 인가하였다. 전자기장은 약 350 A의 전류를 약 380 kHz의 주파수로 인가하여 형성하였으며, 전자기장은 약 3분 동안 인가하였다. 전자기장의 인가 후에 소결된 그린 구조체를 세척하여 필름 형태의 두께 약 20 μ m 수준의 시트를 제조하였다. 상기 제조된 시트의 기공도는 약 61% 수준이었고, 인장 강도는 약 5.5 MPa 정도였다. 도 1은 실시예 1에서 제조된 시트에 대한 SEM 사진이다.

- [0052] 실시예 2.
- [0053] 분산제로서 에틸렌글리콜 대신 헥산올(Hexanol)을 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 하여 약 15 μ m 수준의 시트를 제조하였다. 상기 제조된 시트의 기공도는 약 52% 수준이었고, 인장 강도는 약 6.7 MPa정도였다.
- [0055] 실시예 3.
- [0056] 분산제로서 에틸렌글리콜 대신 1,6-헥산디올(1,6-hexanediol)을 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 하여 약 25 μ m 수준의 시트를 제조하였다. 상기 제조된 시트의 기공도는 약 70% 수준이었고, 인장 강도는 약 4.5 MPa정도였다.
- [0058] 실시예 4.
- [0059] 분산제로서 에틸렌글리콜 대신 텍사놀(Texanol)을 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 하여 약 30 μ m 수준의 시트를 제조하였다. 상기 제조된 시트의 기공도는 약 75% 수준이었고, 인장 강도는 약 4.5MPa정도였다.
- [0061] 실시예 5.
- [0062] 분산제로서 에틸렌글리콜 대신 텍사놀(Texanol)을 사용하고, 용매를 사용하지 않고, 상기 텍사놀과 바인더인 에틸셀룰로오스(EC)를 약 9:1의 중량 비율(Texanol:EC)로 혼합한 혼합물에 니켈을 상기 바인더와 니켈이 약 1:3의 중량 비율(Ni:EC)이 되도록 혼합하여 제조한 슬러리를 사용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 하여 약 30 μ m 수준의 시트를 제조하였다. 상기 제조된 시트의 기공도는 약 77% 수준이었고, 인장 강도는 약 4.2 MPa정도였다. 도 2는 실시예 5에서 제조된 시트의 SEM 사진이다.
- [0064] 실시예 6.
- [0065] 분산제로서 에틸렌글리콜 대신 프로필렌글리콜(Propylene glycol)을 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 하여 약 30 μ m 수준의 시트를 제조하였다.
- [0067] 비교예 1.
- [0068] 분산제를 사용하지 않고, 바인더인 에틸 셀룰로오스(EC)와 용매인 메틸렌클로라이드(MC)가 15:85의 중량 비율(EC:MC)로 혼합한 혼합물에 니켈을 상기 바인더와 니켈이 약 1:3의 중량 비율(Ni:EC)이 되도록 혼합하여 제조한 슬러리를 사용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 하여 시트를 제조하였다. 제조된 시트는 매우 브리틀(brittle)하여 쉽게 부스러져서 인장 강도를 측정할 수 없었다.

도면

도면1



도면2

