



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0115140
(43) 공개일자 2013년10월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 9/00 (2006.01) *C22F 1/08* (2006.01)
H05K 1/09 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-0037696
 (22) 출원일자 2013년04월05일
 심사청구일자 2013년04월05일
 (30) 우선권주장 JP-P-2012-089363 2012년04월10일 일본(JP)

(71) 출원인
제이엑스 닛코 닛세키 킨조쿠 가부시키가이샤
 일본국 도쿄도 치요다쿠 오테마치 2초메 6반 3고
 (72) 발명자
나카무로 가이치로
 일본 가나가와켄 고자군 사무카와마치 구라미 3반
 치 제이엑스 닛코 닛세키 킨조쿠 가부시키가이샤
 구라미고쥬 나이
 (74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 **압연 동박, 구리 피복 적층판, 플렉시블 프린트 배선판 및 그 제조 방법**

(57) 요약

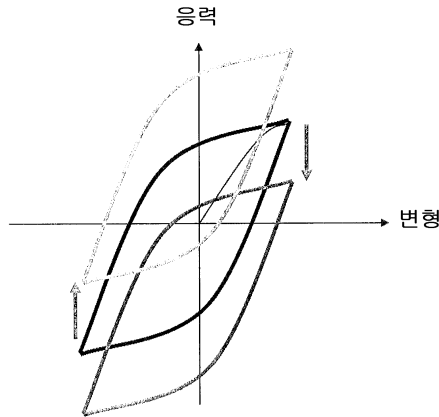
(과제)

굴곡에 대해 더욱 고도의 내구성을 갖는, 압연 동박, 구리 피복 적층판, 플렉시블 프린트 배선판 (FPC) 을 제공 하는 것.

(해결 수단)

굴곡 중의 응력 완화가 저감된, 간헐 굴곡 내성 동박.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

굴곡 중의 응력 완화가 저감된 간헐 굴곡 내성 동박.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

25 ℃ 에서 0.2 % 의 변형에 대해, 다음 식 I :

$$(T_0 - T_5) / T_0 \leq 25 (\%) \text{ (식 I)}$$

(단, T_0 은 초기 응력, T_5 는 5 시간 후의 응력을 나타낸다)

의 조건을 만족하는 간헐 굴곡 내성 동박.

청구항 3

압연 평행 단면에서 보아, 관찰 단면적 1000 μm^2 당의 결정립계의 길이가 200 μm 이하인 간헐 굴곡 내성 동박.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

압연 평행 단면에서 보아, 관찰 단면적 1000 μm^2 당의 결정립계의 길이가 200 μm 이하인 간헐 굴곡 내성 동박.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

60 ~ 105 GPa 의 범위의 영률을 갖는 간헐 굴곡 내성 동박.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

동박이 구리 및 불가피 불순물을 함유하여 이루어지는 동박인 간헐 굴곡 내성 동박.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

동박이 구리 및 불가피 불순물을 함유하고, 추가로,

Ag, Sn, In, Ti, Zn, Zr, Fe, P, Ni, Si, Te, Cr, Nb, B 및 V 로 이루어지는 군에서 선택된 1 이상의 원소를 합계로 20 ~ 500 질량 ppm 함유하여 이루어지는 동박인 간헐 굴곡 내성 동박.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

동박이 무산소 구리 또는 터프 피치 구리로 이루어지는 동박인 간헐 굴곡 내성 동박.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

동박이 무산소 구리 또는 터프 피치 구리에, 추가로,

Ag, Sn, In, Ti, Zn, Zr, Fe, P, Ni, Si, Te, Cr, Nb, B 및 V 로 이루어지는 군에서 선택된 1 이상의 원소를 합계로 20 ~ 500 질량 ppm 첨가하여 이루어지는 동박인 간헐 굴곡 내성 동박.

청구항 10

제 1 항에 있어서,
동박이 압연 동박인 간헐 굴곡 내성 동박.

청구항 11

제 1 항에 있어서,
동박이 가공도 96 % 이상으로 압연되어 이루어지는 압연 동박인 간헐 굴곡 내성 동박.

청구항 12

제 1 항에 있어서,
플렉시블 프린트 배선판 중에 적층된 간헐 굴곡 내성 동박.

청구항 13

160 ~ 400 °C 에서 1 초간 ~ 1 시간의 가열 처리 후에, 제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 기재된 간헐 굴곡 내성 동박이 되는 동박.

청구항 14

200 °C 에서 30 분간의 가열 처리, 또는 350 °C 에서 1 초간의 가열 처리 후에, 제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 기재된 간헐 굴곡 내성 동박이 되는 동박.

청구항 15

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 기재된 간헐 굴곡 내성 동박이 적층되어 이루어지는 플렉시블 프린트 배선판.

청구항 16

구리의 잉곳을 주조하는 공정,
구리의 잉곳을 열간 압연하는 공정,
열간 압연된 구리의 잉곳에, 냉간 압연과 어닐링을 1 회 이상 실시하는 공정,
마무리 두께로 하기 위한 마지막 냉간 압연을, 총 가공도 (최종 압연 가공도) 를 96 % 이상으로 하여 실시하는 공정을 포함하는, 압연 동박의 제조 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,
열간 압연된 구리의 잉곳에, 냉간 압연과 어닐링을 1 회 이상 실시하는 공정에 있어서,
마지막에 실시하는 어닐링이 5 °C/초 이상 40 °C/초 이하의 승온 속도로 실시되는 제조 방법.

청구항 18

제 16 항에 있어서,
열간 압연된 구리의 잉곳에, 냉간 압연과 어닐링을 1 회 이상 실시하는 공정에 있어서,
마지막에 실시하는 어닐링 직전에 실시하는 냉간 압연이, 60 % ~ 90 % 의 가공도 (총 가공도) 로 실시되는 제조 방법.

청구항 19

제 16 항에 있어서,

구리의 잉곳이, 구리 및 불가피 불순물을 함유하여 이루어지는 구리의 잉곳인 제조 방법.

청구항 20

제 16 항에 있어서,

구리의 잉곳이, 구리 및 불가피 불순물을 함유하고, 추가로,

Ag, Sn, In, Ti, Zn, Zr, Fe, P, Ni, Si, Te, Cr, Nb, B 및 V 로 이루어지는 군에서 선택된 1 이상의 원소를 합계로 20 ~ 500 질량 ppm 함유하여 이루어지는 구리의 잉곳인 제조 방법.

청구항 21

제 16 항에 있어서,

구리의 잉곳이, 무산소 구리 또는 터프 피치 구리로 이루어지는 구리의 잉곳인 제조 방법.

청구항 22

제 16 항에 있어서,

구리의 잉곳이, 무산소 구리 또는 터프 피치 구리에, 추가로,

Ag, Sn, In, Ti, Zn, Zr, Fe, P, Ni, Si, Te, Cr, Nb, B 및 V 로 이루어지는 군에서 선택된 1 이상의 원소를 합계로 20 ~ 500 질량 ppm 첨가하여 이루어지는 구리의 잉곳인 제조 방법.

청구항 23

제 16 항 내지 제 22 항 중 어느 한 항에 기재된 제조 방법에 의해 제조된 압연 동박을, 160 ~ 400 °C 에서 1 초간 ~ 1 시간 가열 처리하는 공정을 포함하는 간헐 굴곡 내성 동박의 제조 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 압연 동박, 구리 피복 적층판, 플렉시블 프린트 배선판 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 전자 기기는, 통상 복수의 전자 기관으로 구성되어 있고, 이들 전자 기관끼리를 전기적으로 접속하는 플렉시블 프린트 배선판 (이하 FPC 라고 기재하는 경우가 있다) 이 전자 기관 사이에 형성되어 있다. 플렉시블 프린트 배선판은, 통상, 절연 기관과, 그 기관 표면에 형성된 구리제의 배선을 구비하고 있다. 전자 기관끼리를 접속하는 플렉시블 프린트 배선판에는, 양호한 굴곡성 등이 요구된다.

[0003] 특히 최근에는, 절첩 (折疊) 부분, 회전 부분, 혹은 슬라이드 인출 부분 등의 가동부를 구비한, 휴대전화, 디지털 카메라, 비디오 카메라 등의 소형 전자 기기가 보급되고, 점점 소형화, 박형화, 고밀도화됨으로써, 가동 부분에 사용되는 플렉시블 프린트 배선판에 요구되는 굴곡성은, 더욱 고도인 것이 되어 왔다.

[0004] 이와 같은 플렉시블 프린트 배선판에 요구되는 특성으로는, MIT 굴곡성으로 대표되는 양호한 절곡성, 및, IPC 굴곡성으로 대표되는 고사이클 굴곡성이 있고, 종래, 이와 같은 특성을 구비한 동박이나 구리-수지 기관 적층체가 개발되고 있다 (특허문헌 1 ~ 2).

[0005] 예를 들어, 슬라이딩 굴곡 시험 (IPC) 에 있어서는, 시험 장치를 사용하여, 굴곡 횟수가 10 만회 이상에도 견딘다는, 대략 현실적으로는 있을 수 없는 굴곡 횟수에 견디는 플렉시블 프린트 배선판이 제품화되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2010-100887호

(특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 2009-111203호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 그런데, 슬라이딩 굴곡 시험 (IPC) 에 있어서 대략 현실적으로는 있을 수 없는 굴곡 횟수 (예를 들어 10 만회) 에 견디는 플렉시블 프린트 배선판을 사용한 소형 전자 기기, 예를 들어 절첩형 휴대전화나 슬라이드식 휴대전화라고 하더라도, 현실의 제품에 있어서는, 플렉시블 프린트 배선판이 파단된다는 고장이 없어지지 않는 것이다.
 방대한 굴곡 횟수에 견딜 수 있는 FPC 를 사용해도 여전히, 현실의 제품에서 이와 같은 고장이 발생하는 원인으로서, 고밀도화에 의한 부품의 접촉, 다른 부품에 의한 FPC 의 개재, 날카로워진 부품의 선단에 의한 균열, 설계 외의 발열이나 화학 반응에 의한 절연체의 열화 등, 무수한 원인이 검토되고, 대책이 이루어져 왔다.
- [0008] 본 발명자는, 현실의 제품에 있어서, 플렉시블 프린트 배선판이 파단된다는 고장이 없어지지 않는다는 것을 근거로 하여, 이들 고장의 원인을 달리 구하는 것이 아니라, FPC 의 동박 그 자체의 개량에 의해, 이것을 해결할 수 있는 것은 아닐까 생각하여, 연구 개발을 진행시키는 것으로 하였다.
- [0009] 따라서, 본 발명의 목적은, 현실의 제품에 있어서 FPC 에 사용한 경우에, 굴곡에 대하여 더욱 고도의 내구성을 갖는, 압연 동박, 구리 피복 적층판, 플렉시블 프린트 배선판 (FPC) 을 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 이와 같은 상황에 있어서, 본 발명자는, 슬라이딩 굴곡 시험 (IPC) 에 있어서 대략 현실적으로는 있을 수 없는 굴곡 횟수 (예를 들어 10 만회) 에 견디는 플렉시블 프린트 배선판이, 현실의 제품 (예를 들어, 절첩형 휴대전화나 슬라이드식 휴대전화) 에 있어서, 실제로는, 파단되는 고장이 일어나는 것을 숙고하여, 그럼에도 또한, FPC 의 새로운 개량에 의해, 이들의 파단을 피할 수 있는 것은 아닌지 생각하여, 예의 연구를 실시해 왔다.
- [0011] 그리고, 현재, 표준적인 시험 방법이 되어 있는 슬라이딩 굴곡 시험 (IPC) 이, 현실의 제품의 사용 환경을 반영하고 있지 않는 것은 아닌가라는 발상을 얻어, 굴곡 시험에 있어서의 굴곡 횟수 (단위 시간당) 를 오히려 줄이고, 여러 가지의 실험적 검토를 실시한 결과, 놀랄만하게, 간헐적으로 굴곡을 부여함으로써 파단이 생기기 쉬워진다는 현상을 알아내었다.
- [0012] 또한, 본 발명자는, 이 예상 외의 현상이, 동박의 응력 완화 현상에 의해 발생하는 것, 박형화를 추구한 FPC 의 동박이었기에, 대략 이론적인 가능성에 불과하다고 생각되는 응력 완화 현상이, 현실의 제품의 파단에, 큰 영향을 주고 있던 것, 동박의 제조에 있어서, 응력 완화가 발생하지 않는 연구를 함으로써, 현실의 제품이 조우하는 조건하에서의 굴곡에 대한 내성이, 크게 향상되는 것을 알아내어, 본 발명에 도달하였다.
- [0013] 즉, 본 발명에 의하면, FPC 의 동박의 응력 완화를 감소시키는 조건을 만족하도록, 동박 및 FPC 를 제조함으로써, 간헐적인 굴곡에 대한 내구성을 향상시키고, 현실의 제품이 조우하는 조건하에서의 FPC 의 파단을 저감시킬 수 있다. 따라서, 응력 완화를 감소시켜, 간헐적 굴곡 내성을 향상시킨 FPC 및 동박은, 그 구체적인 응력 완화의 감소 수단에 상관없이, 본 발명의 범위 내에 있다.
- [0014] 따라서, 본 발명은, 다음 (1) ~ 에 있다.
- [0015] (1) 굴곡 중의 응력 완화가 저감된 간헐 굴곡 내성 동박.
- [0016] (2) 25 ℃ 에서 0.2 % 의 변형에 대해, 다음 식 I :
- [0017] $(T_0 - T_5) / T_0 \leq 25 (\%)$ (식 I)
- [0018] (단, T_0 은 초기 응력, T_5 는 5 시간 후의 응력을 나타낸다)
- [0019] 의 조건을 만족하는, (1) 에 기재된 간헐 굴곡 내성 동박.
- [0020] (3) 압연 평행 단면에서 보아, 관찰 단면적 1000 μm^2 당의 결정립계의 길이가 200 μm 이하인 간헐 굴곡 내성 동박.
- [0021] (4) 압연 평행 단면에서 보아, 관찰 단면적 1000 μm^2 당의 결정립계의 길이가 200 μm 이하인, (1) 또는 (2) 에

기재된 간헐 굴곡 내성 동박.

- [0022] (5) 60 ~ 105 GPa 의 범위의 영률을 갖는, (1) ~ (4) 중 어느 하나에 기재된 간헐 굴곡 내성 동박.
- [0023] (6) 동박이 구리 및 불가피 불순물을 함유하여 이루어지는 동박인, (1) ~ (5) 중 어느 하나에 기재된 간헐 굴곡 내성 동박.
- [0024] (7) 동박이 구리 및 불가피 불순물을 함유하고, 추가로,
- [0025] Ag, Sn, In, Ti, Zn, Zr, Fe, P, Ni, Si, Te, Cr, Nb, B 및 V 로 이루어지는 군에서 선택된 1 이상의 원소를 합계로 20 ~ 500 질량 ppm 함유하여 이루어지는 동박인, (1) ~ (5) 중 어느 하나에 기재된 간헐 굴곡 내성 동박.
- [0026] (8) 동박이 무산소 구리 또는 터프 피치 구리로 이루어지는 동박인, (1) ~ (5) 중 어느 하나에 기재된 간헐 굴곡 내성 동박.
- [0027] (9) 동박이 무산소 구리 또는 터프 피치 구리에, 추가로,
- [0028] Ag, Sn, In, Ti, Zn, Zr, Fe, P, Ni, Si, Te, Cr, Nb, B 및 V 로 이루어지는 군에서 선택된 1 이상의 원소를 합계로 20 ~ 500 질량 ppm 첨가하여 이루어지는 동박인, (1) ~ (5) 중 어느 하나에 기재된 간헐 굴곡 내성 동박.
- [0029] (10) 동박이 압연 동박인, (1) ~ (9) 중 어느 하나에 기재된 간헐 굴곡 내성 동박.
- [0030] (11) 동박이 가공도 96 % 이상에서 압연되어 이루어지는 압연 동박인, (1) ~ (10) 중 어느 하나에 기재된 간헐 굴곡 내성 동박.
- [0031] (12) 동박이 플렉시블 프린트 배선관용의 동박인, (1) ~ (11) 중 어느 하나에 기재된 간헐 굴곡 내성 동박.
- [0032] (13) 플렉시블 프린트 배선관 중에 적층된, (1) ~ (11) 중 어느 하나에 기재된 간헐 굴곡 내성 동박.
- [0033] (14) 동박이 구리 피복 적층관용의 동박인, (1) ~ (11) 중 어느 하나에 기재된 간헐 굴곡 내성 동박.
- [0034] (15) 구리 피복 적층관 중에 적층된, (1) ~ (11) 중 어느 하나에 기재된 간헐 굴곡 내성 동박.
- [0035] 또한, 본 발명은, 다음 (21) ~ 에도 있다.
- [0036] (21) 160 ~ 400 °C 에서 1 초간 ~ 1 시간의 가열 처리 후에, (1) ~ (14) 중 어느 하나에 기재된 간헐 굴곡 내성 동박이 되는 동박.
- [0037] (22) 200 °C 에서 30 분간의 가열 처리, 또는 350 °C 에서 1 초간의 가열 처리 후에, (1) ~ (14) 중 어느 하나에 기재된 간헐 굴곡 내성 동박이 되는 동박.
- [0038] (23) (1) ~ (10), (11), (12) 중 어느 하나에 기재된 간헐 굴곡 내성 동박이 적층되어 이루어지는 플렉시블 프린트 배선관.
- [0039] (24) (1) ~ (10), (13), (14) 중 어느 하나에 기재된 간헐 굴곡 내성 동박이 적층되어 이루어지는 구리 피복 적층관.
- [0040] 또한, 본 발명은, 다음 (31) ~ 에도 있다.
- [0041] (31) 구리의 잉곳을 주조하는 공정,
- [0042] 구리의 잉곳을, 열간 압연하는 공정,
- [0043] 열간 압연된 구리의 잉곳에, 냉간 압연과 어닐링을, 1 회 이상 실시하는 공정,
- [0044] 마무리 두께로 하기 위한 마지막 냉간 압연을 실시하는 공정을 포함하는, 압연 동박의 제조 방법.
- [0045] (32) 마무리 두께로 하기 위한 마지막 냉간 압연을 실시하는 공정에 있어서,
- [0046] 마무리 두께로 하기 위한 마지막 냉간 압연에 있어서의 총 가공도 (최종 압연 가공도) 를 96 % 이상으로 하는, (31) 에 기재된 제조 방법.
- [0047] (33) 열간 압연된 구리의 잉곳에, 냉간 압연과 어닐링을 1 회 이상 실시하는 공정에 있어서,

- [0048] 마지막에 실시하는 어닐링이, 5 ℃/초 이상 40 ℃/초 이하의 승온 속도로 실시되는, (31) ~ (32) 중 어느 하나에 기재된 제조 방법.
- [0049] (34) 열간 압연된 구리의 잉곳에, 냉간 압연과 어닐링을, 1 회 이상 실시하는 공정에 있어서,
- [0050] 마지막에 실시하는 어닐링 직전에 실시하는 냉간 압연이, 60 % ~ 90 % 의 가공도 (총 가공도) 로 실시되는, (31) ~ (33) 중 어느 하나에 기재된 제조 방법.
- [0051] (35) 구리의 잉곳이, 구리 및 불가피 불순물을 함유하여 이루어지는 구리의 잉곳인, (31) ~ (34) 중 어느 하나에 기재된 제조 방법.
- [0052] (36) 구리의 잉곳이, 구리 및 불가피 불순물을 함유하고, 추가로,
- [0053] Ag, Sn, In, Ti, Zn, Zr, Fe, P, Ni, Si, Te, Cr, Nb, B 및 V 로 이루어지는 군에서 선택된 1 이상의 원소를 합계로 20 ~ 500 질량 ppm 함유하여 이루어지는 구리의 잉곳인, (31) ~ (35) 중 어느 하나에 기재된 제조 방법.
- [0054] (37) 구리의 잉곳이, 무산소 구리 또는 터프 피치 구리로 이루어지는 구리의 잉곳인, (31) ~ (34) 중 어느 하나에 기재된 제조 방법.
- [0055] (38) 구리의 잉곳이, 무산소 구리 또는 터프 피치 구리에, 추가로,
- [0056] Ag, Sn, In, Ti, Zn, Zr, Fe, P, Ni, Si, Te, Cr, Nb, B 및 V 로 이루어지는 군에서 선택된 1 이상의 원소를 합계로 20 ~ 500 질량 ppm 첨가하여 이루어지는 구리의 잉곳인, (31) ~ (34), (37) 중 어느 하나에 기재된 제조 방법.
- [0057] 또한, 본 발명은, 다음 (41) ~ 에도 있다.
- [0058] (41) (31) ~ (36) 중 어느 하나의 제조 방법에 의해 제조된 압연 동박을, 160 ~ 400 ℃ 에서 1 초간 ~ 1 시간, 가열 처리하는 공정을 포함하는, 간헐 굴곡 내성 동박의 제조 방법.
- [0059] (42) (31) ~ (36) 중 어느 하나의 제조 방법에 의해 제조된 압연 동박을, 기체 수지와 적층하는 공정,
- [0060] 기체 수지와 적층된 압연 동박을, 160 ~ 400 ℃ 에서 1 초간 ~ 1 시간, 가열 처리하는 공정을 포함하는, 간헐 굴곡 내성 플렉시블 프린트 배선판의 제조 방법.
- [0061] (43) (31) ~ (36) 중 어느 하나의 제조 방법에 의해 제조된 압연 동박을, 기체 수지와 적층하는 공정,
- [0062] 기체 수지와 적층된 압연 동박을, 160 ~ 400 ℃ 에서 1 초간 ~ 1 시간, 가열 처리하는 공정을 포함하는, 구리 피복 적층판의 제조 방법.
- [0063] 또한, 본 발명은, 다음 (51) ~ 에도 있다.
- [0064] (51) (31) ~ (36) 중 어느 하나의 제조 방법에 의해 제조된 압연 동박.
- [0065] (52) (41) 의 제조 방법에 의해 제조된 간헐 굴곡 내성 동박.
- [0066] (53) (42) 의 제조 방법에 의해 제조된 간헐 굴곡 내성 플렉시블 프린트 배선판.
- [0067] (54) (43) 의 제조 방법에 의해 제조된 구리 피복 적층판.

발명의 효과

- [0068] 본 발명에 의하면, 간헐 굴곡 내성 동박을 얻을 수 있고, 현실의 제품에 있어서 FPC 에 사용한 경우에, 굴곡에 대하여 더욱 고도의 내구성을 갖는, 압연 동박, 구리 피복 적층판, 플렉시블 프린트 배선판 (FPC) 을 얻을 수 있다. 본 발명에 의한 간헐 굴곡 내성 동박을 구비한 플렉시블 프린트 배선판 (FPC) 을 사용한 전자 기기는, 그 가동부가 되는 FPC 가, 현실의 제품에 있어서의 사용 상황을 반영한 굴곡 내성을 구비하고 있기 때문에, 연속적인 굴곡에 대한 내성만이 고려되고 있던 종래의 제품과 비교하여, 내구성, 신뢰성이 우수한 것이 되어 있다.

도면의 간단한 설명

- [0069] 도 1 은 동박의 굽힘의 내면과 외면의 상태를 나타내는 설명도이다.

도 2 는 히스테리시스 루프의 어긋남을 설명하는 설명도이다.

도 3 은 결정립계의 관찰을 위한 압연 평행 단면의 전자현미경 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0070] 이하에, 바람직한 실시양태를 들어, 본 발명을 상세하게 설명한다.
- [0071] 상기 서술한 바와 같이, 종래, 동박의 굴곡성 평가는 연속된 굴곡 운동으로 실시되고 있었다. 그러나, 본 발명자는, 연속적인 굴곡에 비해 간헐적인 굴곡에서는, 적은 굴곡 횟수로 동박이 파단되는 경우가 있는 것을 알아내었다. 그리고, 이 파단 수명의 변화가, 동박의 응력 완화 현상에서 기인되는 것을 알아내어, 본 발명에 도달한 것이다.
- [0072] 본 발명자의 검토에 의하면, 동박을 반복 굴곡하면, 동박 표면에는 인장 응력과 압축 응력이 교대로 작용한다. 연속된 굴곡이면, 몇번 굴곡을 반복해도, 작용하는 인장/압축 응력은 동일한 정도이다. 이 상태에서 실시되고 있던 굴곡 시험이, 종래에 실시되고 있던 굴곡 시험이다. 그러나, 간헐적인 굴곡의 경우에는, 굴곡과 굴곡 사이에 응력 완화가 일어나, 히스테리시스 루프가 저응력측으로 어긋나기 때문에, 굴곡을 재개했을 때 히스테리시스 루프가 원래와 어긋나, 결과적으로 응력 진폭이 커진다. 이것이, 간헐적인 굴곡에서 연속적인 굴곡보다 단수명이 되는 원인이라는 결론에 본 발명자는 도달하였다.
- [0073] 이 현상을 설명하는 설명도를 도 1 에 나타낸다. 도 1 은, 동박의 굽힘의 내측과 외측을 상징하고, 외면(외측 표면)과 내면(내측 표면)으로 나눈 경우에, 외면이 인장 상태가 되어 있는 것, 내면이 압축 상태가 되어 있는 것을 나타내는 설명도이다. 도시되어 있는 바와 같이, 외면은 인장 상태에 있기 때문에, 이 상태가 유지되면, 이윽고 이 인장 상태에서의 응력 완화가 발생하고, 그 결과, 외면에 관해서는 히스테리시스 루프가 압축측으로 어긋난 상태가 된다. 한편, 도시되어 있는 바와 같이, 내면은 압축 상태가 되어 있기 때문에, 이 상태가 유지되면, 이윽고 이 압축 상태에서의 응력 완화가 발생하고, 그 결과, 내면에 관해서는, 히스테리시스 루프가 인장측으로 어긋난 상태가 된다.
- [0074] 이와 같은 히스테리시스 루프의 어긋남을 설명하는 설명도를, 도 2 에 나타낸다. 도 2 의 가로축은 변형, 세로축은 응력을 나타낸다. 도 2 에서는, 상부, 중앙부, 하부의 3 개의 히스테리시스 루프가 나타나 있다. 중앙부의 히스테리시스 루프는, 굴곡을 연속적으로 실시한 경우의 히스테리시스 루프이다. 응력 완화에 의한 어긋남이 생기지 않으면, 본래, 히스테리시스 루프는 이 중앙부의 루프로서 위치한다. 종래부터 실시되고 있는 연속적인 굴곡 시험에서는, 말하자면 이 히스테리시스 루프를 따라, 예를 들어 10 만회의 굴곡 시험을 실시하고 있었다. 그래서, FPC 의 현실의 소형 전자 기기에서의 사용이, 이와 같은 히스테리시스 루프를 따라 실시된다면, FPC 는 모두 예를 들어 10 만회 초과의 굴곡에 견디, 메이커 각 사가 기대한 바와 같은 내구성능을 나타냈을 것이다.
- [0075] 도 2 의 상부의 히스테리시스 루프는, 동박을 굴곡시켜 시간의 경과와 함께 응력 완화가 발생한 후에 확인되는, 동박의 내면측이 응력 완화에 의해 어긋난 후의 히스테리시스 루프이다. 도 2 의 하부의 히스테리시스 루프는, 동박을 굴곡시켜 시간의 경과와 함께 응력 완화가 발생한 후에 확인되는, 동박의 외면측이 응력 완화에 의해 어긋난 후의 히스테리시스 루프이다. 이와 같이, 동박을 굴곡시켜 유지하고, 시간의 경과와 함께 응력 완화가 발생한 경우에는, 동일한 하나의 동박의, 외면측과 내면측에서, 이와 같이 상이한 히스테리시스 루프를 갖는 것이 된다.
- [0076] 또한 이 후에, 동박을 반대측으로 굴곡시켜, 즉, 조금 전의 외측을 이번에는 내측이 되도록, 조금 전의 내측을 이번에는 외측이 되도록 굴곡시킨 경우에는, 도 2 의 상부의 히스테리시스 루프로부터 하부의 히스테리시스 루프에, 동시에, 하부의 히스테리시스 루프로부터 상부의 히스테리시스 루프에, 각각의 히스테리시스 루프를 초과한 큰 진폭을 동박의 양면에 주게 된다. 또한 그 후, 다시 동박을 반대측으로 굴곡시켜 유지하면, 다시 각각의 히스테리시스 루프를 초과한 큰 진폭을 동박의 양면에 주게 되고, 결국, 이와 같이 간헐적인 굴곡을 계속하면, 양면에 교대로 응력 완화가 발생하여 응력, 왜곡 진폭이 증대된다. 도 2 의 화살표는, 이와 같은 히스테리시스 루프의 어긋남(진폭)이 발생하는 것을 나타내고 있다. 이와 같이 간헐적인 굴곡을 계속하면, 중앙부의 히스테리시스 루프만을 순환하도록, 연속적인 굴곡을 실시한 경우보다, 과혹한 왜곡을 동박에 주게 되어, 그 결과, 연속적인 굴곡이면 견딜 수 있었을 굴곡 횟수에 만족하지 못하고, 동박이 파손하게 된다.
- [0077] 그래서, 이와 같은 파손을 피하기 위해서는, 동박의 응력 완화 특성을 개선하면 된다는 아이디어에, 본 발명자는 도달하였다. 따라서, 본 발명은, 응력 완화를 감소시키거나, 혹은 응력 완화가 발생하는 것을 방지함으

로써, 동박의 간헐적인 굴곡성을 향상시키는 것, 또한 그에 따라 간헐적인 굴곡성이 향상된 동박 (FPC 중의 동박을 포함한다) 에 있다. 본 명세서에서는, 동박의 간헐적인 굴곡성을 향상시키기 위한 구체적인 실시양태를 들어, 본 발명을 설명하지만, 본 발명은, 이와 같이 하여 예시한 구체적인 실시양태에 한정되는 것은 아니다.

[0078] 또한, 본 발명자는, 이와 같은 파손을 피하기 위해, 동박의 영률을 저감시킴으로써, 변형량에 대한 응력 변화를 작게 할 수 있다는 아이디어에 도달하였다. 이것에 의해, 만일 응력 완화가 일어났을 경우에도, 응력, 왜곡 진폭의 증대를 억제할 수 있다. 따라서, 본 발명은, 동박의 영률을 저감시킴으로써 동박의 간헐적인 굴곡성을 향상시키는 것, 또한 그에 따라 간헐적인 굴곡성이 향상된 동박 (FPC 중의 동박을 포함하는) 에도 있다. 이 점에 있어서도, 본 명세서에서는, 동박의 간헐적인 굴곡성을 향상시키기 위한 구체적인 실시양태를 들어, 본 발명을 설명하지만, 본 발명은, 이와 같이 하여 예시한 구체적인 실시양태에 한정되는 것은 아니다.

[0079] [응력 완화]

[0080] 응력 완화란, 일정한 온도, 일정한 왜곡의 조건하에서, 금속에 부하된 응력이, 시간과 함께 감소해 가는 현상을 말한다.

[0081] 응력 완화는, 미시적으로는, 재료 중의 전위의 이동에 의해 일어나는 현상이다. 이와 같은 전위의 이동은, 결정립계에 있어서 발생하기 쉽다. 그래서, 본 발명자는, 응력 완화의 감소를 실현하는 수단으로서, 동박의 결정립계의 길이를 감소시키는 것을 실시하고, 이것에 의해, 간헐적인 굴곡에 대한 내성을 향상시키는 것을 실현하였다.

[0082] [입계 길이]

[0083] 결정립계의 길이 (입계 길이) 는, 예를 들어, 200 °C 에서 30 분간 어닐링 후의 동박을 CP (Cross section polisher) 를 사용하여 압연 평행 단면을 내고, EBSD (Electron Back Scattering Diffraction 닛폰 전자 주식회사 제조 JXA8500F) 를 사용하여, 스텝 폭 0.5 μm, 가속 전압 15 kV, WD 23 mm, 전류 5×10⁻⁸ A 에서 관찰 범위 1000 μm² 의 결정 방위를 측정하고, 인접하는 측정점과의 결정 방위 차이가 15 도 이상 있는 경우를 결정립계로 간주하고, 관찰 범위에 포함되는 결정립계 길이를 측정하여, 구할 수 있다.

[0084] 바람직한 실시양태에 있어서, 압연 평행 단면에서 보아 관찰 단면적 1000 μm² 당의 결정립계의 길이가, 예를 들어 200 μm 이하, 바람직하게는 100 μm 이하, 더욱 바람직하게는 90 μm 이하, 더욱 바람직하게는 70 μm 이하, 더욱 바람직하게는 50 μm 이하로 할 수 있다. 응력 완화의 감소의 관점에서는, 결정립계의 길이는 작을수록 바람직하다. 한편, 바람직한 실시양태에 있어서, 결정립계의 길이는, 예를 들어, 0.1 μm 이상, 예를 들어, 1.0 μm 이상, 예를 들어, 5.0 μm 이상으로 할 수 있다. 동박의 강도의 관점에서는, 결정립계의 길이는 이 이상의 값인 것이 바람직하다.

[0085] 결정립계의 길이를 나타내기 위해, 관찰한 압연 평행 단면의 전자현미경 사진의 일례를, 도 3 으로서 나타낸다. 도 3 에는, 위, 중간, 아래 3 개의 단면 사진이, 가로 길이의 사진으로서 나타나 있다. 도 3 위의 단면 사진에는, 결정립계를 거의 확인할 수 없다. 결정립계가 거의 확인되지 않는 이 샘플편은, 양호한 간헐 굴곡 내성을 나타내었다 (OK). 또한, 동박은 매우 얇기 때문에, 전자현미경 사진을 얻기 위해서 동박에 지지체를 대어 관찰하고 있고, 위의 단면 사진의 최상부의 검은 부분은 그 지지체와 동박의 간극이며, 그 바로 아래의 흰 부분은 지지체이다. 도 3 아래의 단면 사진에서는, 다수의 결정립계를 확인할 수 있다. 다수의 결정립계를 확인할 수 있는 이 샘플편은, 간헐 굴곡 내성이 열등한 것이었다 (NG). 도 3중간의 단면 사진에서는, 중간 정도의 결정립계를 확인할 수 있다. 이 샘플편은, 간헐 굴곡 내성에서는, 상기 아래의 단면 사진의 샘플보다는 우수한 것이었지만, 상기 위의 단면 사진의 샘플보다는 열등한 것이 되어 있었다.

[0086] [응력 완화율]

[0087] 응력 완화율은, 예를 들어, 200 °C 에서 30 분간 어닐링 후의 동박을, 프리시전 커터를 사용하여 폭 12.7 mm 의 단축상으로 잘라, 인장 시험기 (주식회사 시마즈 제작소 제조 AGS-X) 를 사용하여, 척간 거리 50 mm 로 고정하고, 척간 거리를 50.1 mm 까지 잡아늘려 응력의 변화를 25 °C 에서 측정하여, t 시간 후에 얻어진 응력 T_t 와 초기 (0 시간 후) 의 응력 T₀ 의 차분을, 초기의 응력 T₀ 로 나눈 것 {(T₀-T_t)/T₀} 을, t 시간 후의 응력 완화율 (%) 로서 구할 수 있다.

[0088] 바람직한 실시양태에 있어서, 본 발명에 관한 간헐 굴곡 내성 동박의 응력 완화율 (%) 은, t=5 시간으로 했을

경우에, 25 ℃ 에서 0.2 % 의 변형에 대해, 다음 식 I :

[0089] $(T_0 - T_5) / T_0 \leq 25 (\%)$ (식 I)

[0090] (단, T_0 은 초기 응력, T_5 는 5 시간 후의 응력을 나타낸다)

[0091] 의 조건을 만족하는 것으로 할 수 있고, 더욱 바람직하게는, 다음 식 II :

[0092] $(T_0 - T_5) / T_0 \leq 20 (\%)$ (식 II)

[0093] 의 조건을 만족하는 것으로 할 수 있다. 더욱 바람직하게는, $(T_0 - T_5) / T_0$ 의 값을, 19 % 이하로 할 수 있다.

[0094] [영률]

[0095] 영률은, 예를 들어, 공진식 측정기 (닛폰 테크노 플러스 주식회사 제조 TE-RT) 를 사용하여 측정할 수 있다. 본 발명의 바람직한 실시양태에 있어서, 간헐 굴곡 내성 동박의 영률은, 예를 들어, 60 ~ 105 GPa, 바람직하게는 70 ~ 105 GPa, 더욱 바람직하게는 70 ~ 100 GPa, 더욱 바람직하게는 70 ~ 90 GPa, 더욱 바람직하게는 75 ~ 85 GPa 의 범위로 할 수 있다.

[0096] [조성]

[0097] 본 발명의 동박의 조성은, 응력 완화를 감소시킬 수 있는 조성이면, 사용할 수 있다. 예를 들어, 구리 및 불가피 불순물을 함유하는 순구리를 사용할 수 있다. 바람직한 실시양태에 있어서, 동박의 조성으로서, JIS-H3100 의 합금 번호 C1100 으로 규격하는 터프 피치 구리 또는 JIS-H3100 의 합금 번호 C1020 으로 규격하는 무산소 구리를 조성으로 할 수 있다. 이와 같은 순구리에 가까운 조성으로 하면, 동박의 도전율이 저하되지 않고, FPC 나 COF 에 적합하다. 통상, 압연 동박에 함유되는 산소 농도는, 터프 피치 구리의 경우에는 0.01 ~ 0.05 질량%, 무산소 구리의 경우에는 0.001 질량% 이하이다. 또, 무산소 구리로서 JIS-H3510 의 합금 번호 C1011 으로 규격하는 무산소 구리를 사용할 수도 있다.

[0098] 바람직한 실시양태에 있어서, 동박의 조성으로는, 상기 순구리에 가까운 조성에 대해, 추가로 Ag 및 Sn 의 군에서 선택되는 1 종 이상을 합계 500 질량 ppm 이하 함유해도 된다. 단 Sn 의 함유량은 300 ppm 이하인 것이 바람직하다. 압연 동박에 대한 Ag 또는 Sn 의 합계 첨가량이 500 질량 ppm 을 초과하면, 도전율이 저하됨과 함께 재결정 온도가 상승하고, 최종 어닐링에 있어서 재결정립의 성장이 억제되어, 입계 길이가 길어지는 경우가 있다. Ag 와 Sn 의 합계 첨가량의 하한은 특별히 규정하지 않지만, 통상, 합계 20 질량 ppm 이상이다.

[0099] 바람직한 실시양태에 있어서, 상기 순구리에 가까운 조성의 구리에, 예를 들어 상기 터프 피치 구리 또는 상기 무산소 구리에, Ag, Sn, In, Ti, Zn, Zr, Fe, P, Ni, Si, Te, Cr, Nb, B 및 V 의 군에서 선택되는 1 종 이상의 원소를 합계로 20 ~ 500 질량 ppm 함유시켜도 된다.

[0100] 또한, 상기 순구리에 가까운 조성의 구리에, Ag, Sn, In, Ti, Zn, Zr, Fe, P, Ni, Si, Te, Cr, Nb, B 및 V 의 군에서 선택되는 1 종 이상의 원소를 합계로 500 질량 ppm 이상 첨가하고, 예를 들어 600 ℃ 이상의 고온에서 30 분 이상의 열처리를 가함으로써 재결정립을 성장시켜, 응력 완화 특성을 개선할 수도 있다. 그러나, 이 공정에서는, 구리 피복 적층판을 제조하기 위해서 재결정 후의 연질 동박과 수지를 적층해야 하는 점에서 유리하지 않다.

[0101] [동박의 제조]

[0102] 본 발명에 관한 동박 (간헐 굴곡 내성 동박) 의 제조는, 상기 서술한 바와 같이, 응력 완화가 저감된 동박으로서 제조할 수 있는 방법이면, 특별히 제한 없이 실시할 수 있다. 바람직한 실시양태에 있어서, 예를 들어, 상기 서술한 조성의 구리 (구리 합금) 를 사용하여, 구리의 잉곳을 주조하는 공정, 구리의 잉곳을 열간 압연하는 공정, 열간 압연된 구리의 잉곳에 냉간 압연과 어닐링을 1 회 이상 실시하는 공정, 마무리 두께로 하기 위한 마지막 냉간 압연을 실시하는 공정을 포함하는 제조 방법에 의해 압연 동박을 제조하고, 이 압연 동박에 대해, 160 ~ 400 ℃ 에서 1 초간 ~ 1 시간 가열 처리하는 공정을 실시함으로써, 간헐 굴곡 내성 동박으로서 제조할 수 있다. 또 상기 160 ~ 400 ℃ 에서 1 초간 ~ 1 시간의 가열 처리는, 동박과 수지층을 접합하는 구리 피복 적층판의 제조 공정에서의 열처리를 거듭해도 된다.

[0103] 이 열간 압연된 구리의 잉곳에 냉간 압연과 어닐링을 1 회 이상 실시하는 공정에서는, 냉간 압연과 어닐링을 적절히 반복하여, 원하는 두께로 할 수 있다. 바람직한 실시양태에 있어서, 이 어닐링 중, 마지막에 실시하는

어닐링, 즉, 마무리 두께로 하기 위한 마지막 냉간 압연을 실시하는 공정 직전에 실시되는 어닐링은, 승온 속도가 5 °C/초 이상 40 °C/초 이하로 하는 것이 바람직하다. 승온 속도가 5 °C/초 이하인 경우, 결정립의 조대화가 일어나, 재결정 조직이 불균일해진다. 한편, 40 °C/초 이상인 경우, 미세한 재결정립이 각각 성장하기 때문에, 재결정 조직이 불균일해진다.

[0104] 바람직한 실시양태에 있어서, 상기 마지막에 실시하는 어닐링 직전에 실시하는 압연에 있어서, 가공도 (총 가공도) 를, 예를 들어 90 % 이하, 바람직하게는 89 % 이하, 더욱 바람직하게는 88 % 이하로 할 수 있고, 예를 들어 60 % 이상, 바람직하게는 65 % 이상, 더욱 바람직하게는 67 % 이상으로 할 수 있다. 이와 같은 범위로 함으로써, 당해 어닐링 공정 후에 균일한 재결정 조직이 생겨, 최종 압연 공정에 있어서 적절한 압연 조직을 만들 수 있다. 마지막에 실시하는 어닐링 직전에 실시하는 압연 공정의 총 가공도가 90 % 를 초과하면, 과도하게 집합 조직이 발달하여, 어닐링 공정 후의 결정립이 조대화되기 쉽다.

[0105] 바람직한 실시양태에 있어서, 마무리 두께로 하기 위한 마지막 냉간 압연을 실시하는 공정에서는, 이 마지막 냉간 압연에 있어서의 총 가공도 (최종 압연 가공도) 를, 96 % 이상, 바람직하게는 97 % 이상, 더욱 바람직하게는 97.5 % 이상으로 할 수 있다.

[0106] 또한, 본 발명에 있어서의 각각의 압연 공정에 있어서는, 하나의 압연 공정이, 압연 롤에 재료를 복수 회 통과시켜 (복수 회의 패스에 의해) 실시되어도 되는 것은, 당업자가 이해하는 것이다. 그래서, 본원 명세서에 있어서는, 어느 압연 공정의 가공도란, 이와 같은 복수 회의 패스에 의해 압연 공정이 실시되는 경우에, 복수 회의 패스에 의해 실현되는 종합적인 가공도를 의미하는 것이고, 그 압연 공정에 포함되어 있는 어느 1 회의 패스의 가공도 (1 패스 가공도) 를 의미하는 것이 아닌 것을 명확하게 하기 위해서, 어느 압연 공정의 가공도를, 총 가공도로 기재하는 경우가 있다.

[0107] 바람직한 실시양태에 있어서, 압연 동박에 대해, 160 ~ 400 °C 에서 1 초간 ~ 1 시간 가열 처리하는 공정은, 예를 들어 200 ~ 400 °C 에서 1 초간 ~ 30 분간, 예를 들어 200 °C 에서 30 분간, 예를 들어 350 °C 에서 1 초간의 가열 처리로하여 실시할 수 있다. 또한, 가열 시간은 1 초간보다 짧은, 예를 들어 0.1 초간 ~ 1 초간이어도 된다. 이 가열 처리에 의해, 상기 마지막 냉간 압연을 받은 압연 동박이, 응력 완화가 저감된, 본 발명에 관한 간헐 굴곡 내성 동박이 된다. 이 가열 처리는, 압연 동박에 대한 독립된 공정으로서 실시해도 되는데, 예를 들어, 구리 피복 적층판을 제조하기 위해서 수지를 적층하기 때문에, 필름상의 수지를 열압착할 때, 이 가열 처리 조건이 되도록 가열 처리해도 되고, 혹은, 예를 들어, 구리 피복 적층판을 제조하기 위해서 수지를 적층하기 때문에, 수지 재료를 도공하여 열경화시켜 필름층을 형성시킬 때, 이 가열 처리 조건이 되도록 가열 처리해도 된다.

[0108] [플렉시블 프린트 배선판]

[0109] 본 발명의 동박 (간헐 굴곡 내성 동박) 은, 상기와 같이 우수한 간헐 굴곡 내성을 갖는 것으로, 플렉시블 프린트 배선판의 도전성 배선 부분으로서, 바람직하게 사용할 수 있는 것이다. 따라서, 본 발명은, 상기 동박을 적층하여 구비한, 플렉시블 프린트 배선판에도 있다.

[0110] 플렉시블 프린트 배선판은, 일반적으로, 도전성의 배선이, 절연성의 수지에 적층되어 이루어지고, 플렉시블하며 굴곡성을 갖는다. 배선은, 필요에 따라 접착층을 개재하여, 절연성의 기재의 수지층에 적층된다. 본 발명에 관한 동박은, 어떠한 적층 양태에 있어서도, 우수한 간헐 굴곡 내성을 나타내는 것이므로, 본 발명의 플렉시블 프린트 배선판은, 본 발명에 관한 동박을 적층하여 구비한 것이면, 여러 가지의 구체적인 양태를 취할 수 있다. 바람직한 실시양태에 있어서, 예를 들어, 필름상의 수지층에 본 발명의 동박을 접착한 것이어도 되고, 본 발명의 동박에 수지 재료를 도공하여 필름상으로 성막한 것이어도 된다. 수지층에는, 플렉시블 프린트 배선판에 사용 가능한 수지를, 특별히 제한 없이 사용할 수 있다. 바람직한 실시양태에 있어서, 예를 들어, 폴리이미드 수지를 사용할 수 있다.

[0111] 본 발명의 플렉시블 프린트 배선판은, 예를 들어, 다음과 같이 제조할 수 있다. 압연 동박의 편면에, 폴리아미산을 주체로 하는 폴리이미드 전구체를 도포하여, 건조, 및 경화를 실시하고, 폴리이미드 수지층과 동박층의 구리 피복 적층판으로 가공하여, 포토리소그래피에 의해 소정의 회로를 형성하고, 추가로 동박층에 의한 배선층의 면에 폴리이미드 필름을 접착하여, 플렉시블 프린트 배선판으로 할 수 있다. 상기 구리 피복 적층판에 있어서, 동박의 층이 간헐 굴곡 내성 동박이 되어 있으면 되고, 그러기 위해서는, 상기 압연 동박으로서, 폴리이미드 수지층의 형성을 위한 가열 처리에 의해, 예를 들어 200 °C 30 분의 가열 처리를 받아, 본 발명에 관한 간헐 굴곡 내성 동박이 되는 동박을 사용하면 된다. 또, 예를 들어, 압연 동박의 편면에, 폴리이미드 필

를 접착하여, 폴리이미드 수지층과 동박층의 구리 피복 적층판으로 가공하고, 후의 포토리소그래피 이후의 순서를 실시하여, 플렉시블 프린트 배선판으로 해도 된다. 이 경우에도, 상기 구리 피복 적층판에 있어서, 동박의 층이 간헐 굴곡 내성 동박이 되어 있으면 되고, 그러기 위해서는, 상기 압연 동박으로서, 폴리이미드 필름의 접착을 위한 가열 처리에 의해, 예를 들어 200 °C 30 분의 가열 처리를 받아, 본 발명에 관한 간헐 굴곡 내성 동박이 되는 동박을 사용하면 된다.

[0112] 본 발명에 의한 간헐 굴곡 내성 동박 및 이것을 사용한 플렉시블 프린트 배선판은, 휴대전화나 노트 PC, 카메라의 경통부의 배선 부재, HDD 등의 전자 기기의 가동부나, 자동 가공기나 로봇 아암 등의 산업용 기계에도 바람직하게 사용할 수 있다.

[0113] 실시예

[0114] 이하에 본 발명의 실시예를 비교예와 함께 나타내는데, 이들 실시예는 본 발명 및 그 이점을 보다 잘 이해하기 위해서 제공하는 것으로, 발명이 한정되는 것을 의도하는 것은 아니다.

[0115] [동박의 제조]

[0116] 무산소 구리 (JIS 합금 번호 C1020) (OFC : Oxygen-Free Copper) 또는 터프 피치 구리 (JIS 합금 번호 C1100) (TPC : Tough-Pitch Copper) 를 용해하고, 필요에 따라 표 1 에 나타내는 원소를 첨가하여 주조하고, 두께 200 mm, 폭 600 mm 의 잉곳을 제작하였다. 잉곳을 두께 10 mm 까지 열간 압연 후에, 냉간 압연과 어닐링을 적절히 반복하고, 마무리 두께로 하기 위한 마지막 냉간 압연에 있어서의 가공도 (최종 압연 가공도) 를, 각각 표 1 에 기재된 바와 같이 하여, 압연 동박을 제조하였다. 이 때의 최종 압연 가공도, 및 박 두께는, 각각 표 1 에 기재된 바와 같다.

[0117] 또, 최종 냉간 압연 직전의 어닐링 공정 직전에 실시하는 압연 공정의 총 가공도 및, 최종 냉간 압연 직전의 어닐링 공정에 있어서의 승온 속도를 표 1 과 같이 하였다. 또한, 승온 속도의 「○」는 승온 속도가 5 °C/초 이상 40 °C/초 이하인 것을 의미한다. 또, 비교예 7 의 「×」는 40 °C/초를 초과한 승온 속도로 어닐링한 것을 의미한다.

[0118] [평가]

[0119] 얻어진 압연 동박에 대해, 200 °C 에서 30 분간 어닐링을 실시한 후, 혹은, 평가용 FPC 를 작성하여, 후술하는 영률, 입계 길이, 응력 완화율, 굴곡성 (연속 굴곡, 간헐 굴곡) 의 평가에 제공하였다. 얻어진 결과는, 표 1 및 표 2 에 정리하였다. 단 실시예 2 및 비교예 2 에 대해서는, 풀 온도를 350 °C 로 조정하여 라미네이트 가공기를 폴리이미드 및 커버레이를 적층하지 않고 통박함으로써 어닐링하고, 후술하는 평가용 FPC 를 제작하는 경우의 열처리와 동일하게 열처리를 실시하였다. 이 때의 열처리 시간은 1 초간으로 하였다.

[0120] [영률]

[0121] 영률은 공진식 측정기 (닛폰 테크노 플러스 주식회사 제조 TE-RT) 를 사용하여 측정하였다.

[0122] [입계 길이]

[0123] 상기 조건 (200 °C 또는 350 °C) 으로 어닐링 후의 동박을 CP (Cross section polisher) 를 사용하여 압연 평행 단면을 내고, EBSD (Electron Back Scattering Diffraction 닛폰 전자 주식회사 제조 JXA8500F) 를 사용하여, 스텝 폭 0.5 μm, 가속 전압 15 kV, WD 23 mm, 전류 5×10^{-8} A 에서 관찰 범위 1000 μm² 의 결정 방위를 측정하였다. 인접하는 측정점과의 결정 방위 차이가 15 도 이상 있는 경우를 결정립계로 간주하고, 관찰 범위에 포함되는 결정립계 길이를 측정하였다.

[0124] [응력 완화율]

[0125] 얻어진 압연 동박을 프리시전 커터를 사용하여 폭 12.7 mm 의 단책상 (短冊狀) 으로 잘라, 상기 조건 (200 °C 또는 350 °C) 으로 어닐링하고, 인장 시험기 (주식회사 시마즈 제작소 제조 AGS-X) 를 사용하여, 척간 거리 50 mm 로 고정하였다. 그 후, 척간 거리를 50.1 mm 까지 잡아늘여 (0.2 % 변형에 상당한다) 하중의 변화를 25 °C 에서 측정하였다. t 시간 후에 얻어진 응력 T_t 와 초기 (0 시간 후) 의 응력 T_0 의 차분을, 초기의 응력 T_0 으로 나눈 것 $\{(T_0 - T_t) / T_0\}$ 을, 응력 완화율 (%) 로서 얻었다. t=5 시간인 경우의 응력 완화율 (%) 을 표 2 에 나타낸다.

[0126] [굴곡성 평가]

[0127] 압연 가공에 의해 얻어진 동박을 폴리이미드 필름 (닛칸 공업 주식회사 제조 니카 플렉스 : 폴리이미드 두께 12.5 μm, 접착제 두께 15 μm) 과 열압착 (200 °C, 30 분) 하여, 구리 피복 적층판을 얻었다. 얻어진 구리 피복 적층판을 에칭하고, 회로폭 100 μm 의 FPC 로 한 후, 커버레이 (닛칸 공업 주식회사 제조 니카 플렉스 : 폴리이미드 두께 12.5 μm, 접착제 두께 15 μm) 를 회로면에 열압착 (200 °C, 30 분) 하여, 평가용 FPC 를 제작하였다. 단 실시예 2 및 비교예 2 에 대해서는, 압연 가공에 의해 얻어진 동박을 상기 폴리이미드 필름과, 롤 온도 350 °C 로 조정된 라미네이트 가공기를 사용하여 구리 피복 적층판을 제작하고, 상기와 동일한 수법으로 FPC 로 한 후, 상기 커버레이를 롤 온도 350 °C 로 조정된 라미네이트 가공기를 사용하여 회로면에 압착하고, 평가용 FPC 를 제작하였다. 또한, 이 때의 가열 시간은 합계 1 초간이었다.

[0128] 굴곡 시험은 슬라이딩 속도 매분 120 회로 하고, 실온 환경에서 실시하였다. 굴곡시에 동박에 가해지는 왜곡을 일정하게 하기 위해, 굽힘 반경은, 동박 두께가 18 μm 인 경우에는 1.5 mm, 12 μm 인 경우에는 1.0 mm, 9 μm 인 경우에는 0.75 mm 로 하여, 각각 파단까지의 횟수로 평가하였다. 시료에 통전하여, 도통 차단에 의해 파단을 검출하였다. 연속 굴곡에서는, 파단 횟수가 10 만회 미만이면 ×, 10 만회 이상 30 만회 미만이면 ○, 30 만회 이상인 것을 ◎ 로 하였다. 또 간헐 굴곡에서는, 5 시간 간격으로 연속 1000 회의 굴곡을 실시하고, 파단 횟수가 5만회 미만이면 ×, 5 만회 이상 10 만회 미만이면 ○, 10 만회 이상이면 ◎ 로 하였다.

표 1

	조성	박 두께 μ m	어닐링 공정 직전의 냉간 압연 가공도	승온 속도 °C/초	최종 압연 가공도 %
실시예 1	OFC	18	67	○	99
실시예 2	TPC	12	67	○	99.5
실시예 3	Ag180ppm+TPC	18	88	○	97.5
실시예 4	Ag180ppm+TPC	12	67	○	99.5
실시예 5	Ag180ppm+TPC	9	67	○	99
실시예 6	Ag450ppm+TPC	12	67	○	99.5
실시예 7	Ag150ppm+OFC	12	88	○	99.5
실시예 8	Sn100ppm+OFC	12	88	○	99.5
실시예 9	In250ppm+OFC	12	67	○	99.5
실시예 10	Ti50ppm+OFC	12	75	○	99.5
비교예 1	OFC	18	67	○	88
비교예 2	TPC	12	80	○	88
비교예 3	Ag180ppm+TPC	12	88	○	88
비교예 4	Sn1200ppm+OFC	12	88	○	99.5
비교예 5	전해 동박 (ED)	12	-	-	-
비교예 6	TPC	12	93	○	99
비교예 7	TPC	12	80	×	99

[0129]

표 2

	열처리 후의 특징				
	영률 GPa	입계 길이 $\mu\text{m}/1000\mu\text{m}^2$	응력 완화율%	연속 굴곡	간헐 굴곡
실시예 1	105	150	19	○	○
실시예 2	105	180	18	○	○
실시예 3	75	10	15	◎	◎
실시예 4	75	60	17	◎	◎
실시예 5	75	15	15	◎	◎
실시예 6	105	190	19	○	○
실시예 7	80	110	17	◎	◎
실시예 8	85	50	16	◎	◎
실시예 9	75	10	15	◎	◎
실시예 10	80	150	18	◎	◎
비교예 1	110	380	27	◎	×
비교예 2	110	420	30	◎	×
비교예 3	110	220	21	◎	×
비교예 4	120	650	35	×	×
비교예 5	120	380	24	○	×
비교예 6	110	420	30	○	×
비교예 7	110	420	30	○	×

[0130]

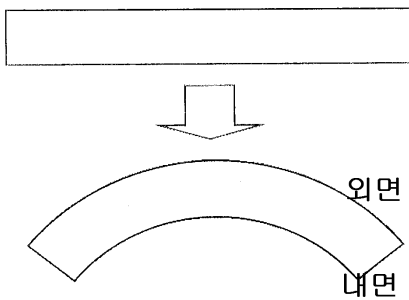
산업상 이용가능성

[0131]

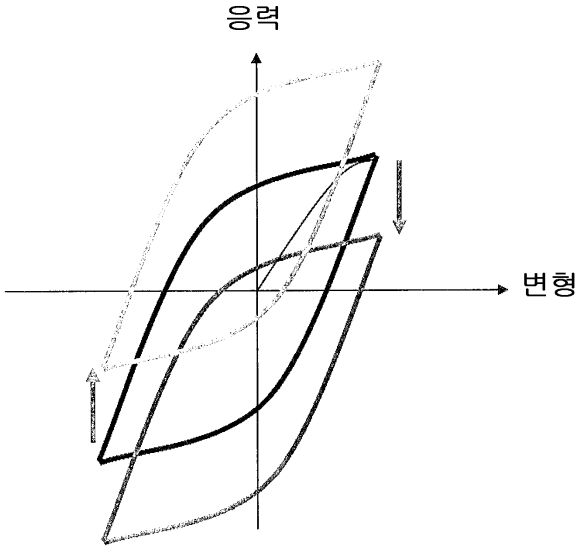
본 발명에 의하면, 간헐 굴곡 내성 동박을 얻을 수 있고, 현실의 제품에 있어서 FPC 에 사용한 경우에, 굴곡에 대해 더욱 고도의 내구성을 갖는, 압연 동박, 구리 피복 적층판, 플렉시블 프린트 배선판 (FPC) 을 얻을 수 있다. 본 발명에 의한 간헐 굴곡 내성 동박을 구비한 플렉시블 프린트 배선판 (FPC) 을 사용한 전자 기기는, 그 가동부가 되는 FPC 가, 현실의 제품에 있어서의 사용 상황을 반영한 굴곡 내성을 구비하고 있기 때문에, 연속적인 굴곡에 대한 내성만이 고려되고 있던 종래의 제품과 비교하여, 내구성, 신뢰성이 우수한 것이 되어 있다. 본 발명은 산업상 유용한 발명이다.

도면

도면1



도면2



도면3

