



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년09월07일
(11) 등록번호 10-0980750
(24) 등록일자 2010년09월01일

(51) Int. Cl.

B24C 1/04 (2006.01) B24C 5/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0058849

(22) 출원일자 2009년06월30일

심사청구일자 2009년06월30일

(56) 선행기술조사문헌

JP17153124 A*

JP2005140762 A

JP2003089060 A

JP2004299005 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

인천대학교 산학협력단

인천광역시 연수구 송도동 12-1, 11, 12번지

(72) 발명자

박동삼

인천광역시 남구 숙골길 인천대학교 167

신운수

인천광역시 남동구 고잔동 744 남동공단 125블럭
5롯데 에스에이테크

(74) 대리인

김태원

전체 청구항 수 : 총 1 항

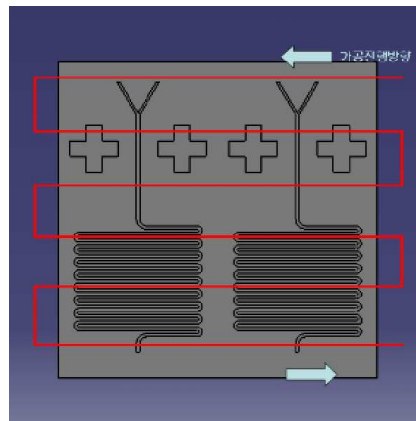
심사관 : 이현동

(54) 파우더 블라스팅을 이용한 난삭재의 미세 패턴 가공

(57) 요약

본 발명은 파우더 블라스팅에 관한 것으로, 종래의 분사가공이 주조나 단조품 등의 스케일 제거, 버(burr) 제거, 세정이나 표면 다듬질 등 비교적 거친 1차 가공에 사용되어 왔기 때문에, 정밀도 향상에 대한 개념은 거의 없었다. 그러나 난삭재의 미세 가공을 목적으로 하는 분사가공에 있어서는 가공량의 시간적 변화가 직접적으로 가공 품질이나 가공능률에 영향을 미치게 되는 문제점이 있었는데, 본 발명은 이러한 문제점을 극복하고자 정밀도의 개념을 도입한 분사가공법인 파우더 블라스팅(Powder blasting)기법에 관한 것이다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

파우더 블라스팅(Powder blasting)을 이용한 난삭재의 미세 패턴 가공에 있어서,
 라미네이팅(laminating)처리, 노광(Exposure)처리, 현상(Developing)처리로 이루어지는 마스크공정과
 기계적 에칭 가공법인 고속의 공기나 가스에 의해 가속된 수 μm 내지 수십 μm 의 미립 분사재 등이 0.1 내지 0.5 MPa의 고속 밀도로 시편에 충돌되면서 미세가공을 하는 파우더 블라스팅 공정,
 세척공정을 포함하는 파우더 블라스팅을 이용한 난삭재의 미세패턴 가공에 있어서,
 상기 파우더 블라스팅 공정은 노즐의 가공방향이 '르'자 방향의 경로를 지나면서 가공되어 Y축 방향이 피치에 따라 중첩 가공되고, 상기 노즐이 세로 방향 X방향 경로를 지날 때만 가공되도록 설정한 것을 특징으로 하는 파우더 블라스팅을 이용한 난삭재의 미세 패턴 가공.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 파우더 블라스팅에 관한 것으로, 특히 미세 패턴의 제작에 있어서, 대량 생산의 기반을 갖추기 위한 방법으로서 스탬프를 설계, 제작하는 파우더 블라스팅을 이용한 난삭재의 미세 패턴 가공에 관한 것이다. 여기서 난삭재는 사용목적, 가공할 재료의 기계적, 화학적 성질 및 가공 방법, 가공에 사용되는 공구 등에 의해 결정되는 가공이 어려운 재료를 말한다.

배경 기술

[0002] 지금까지의 분사가공은 주조나 단조품 등의 스케일 제거, 버 제거, 세정이나 표면 다듬질 등 비교적 거친 1차 가공에 사용되어 왔기 때문에 정밀도 향상에 대한 개념은 거의 없었다. 그러나 미세 가공을 목적으로 하는 분사가공에 있어서는, 가공량의 시간적 변화가 직접적으로 가공 품질이나 가공 능률에 영향을 미치게 된다. 이러한 문제점을 극복하고자 정밀도의 개념을 도입한 분사가공법이 파우더 블라스팅 기법이다. 상기 파우더 블라스팅은 화학적 에칭 가공법과, 기계적 에칭 가공법으로 나눌 수 있는데, 상기 화학적 에칭방법으로는 리소그래피 방법, MEMS 가공방법 등이 있고, 상기 기계적 에칭 가공법은 널리 사용되는 가공법은 아니지만, 지속적으로 연구되고 있다. 이하 본원에서 기술된 파우더 블라스팅은 기계적 에칭 가공방법을 말한다.

[0003] 상기 기계적 에칭 가공방법인 파우더 블라스팅(이하에서는 파우더 블라스팅이라 함)에 의한 가공법은 고속의 공기나 가스에 의하여 가속된 수 μm 내지 수십 μm 의 미립 분사재 등이 0.1 내지 0.5 MPa 고속, 고밀도로 시편에 충돌되면서 미세 가공을 하는 것으로, 기본적으로는 기계적 에칭에 의한 가공법으로 피삭재(가공할 때의 소재, 워크피스를 말함)가 마스크 필름으로 덮여 있는 상태에서 노즐의 전후 혹은 좌우 주사에 의하여 가공이 이루어지게 된다.

[0004] 이때 가공 조건 변수로는 분사 압력, 이송 속도, 분사재(파우더 블라스팅 장비에 사용되는 분말가루 형태의 재료를 말함)의 재질과 크기, 분당 분사량, 주사횟수, 노즐과 피삭재의 거리 등이 있으며 가공의 정밀도와 가공 능률향상을 위해 적절한 조건을 선택해야 한다. 이 가공법은 각각의 미립 분사재의 충돌에 의한 미세 가공의 집적된 형태이기 때문에, 칩핑이나 크랙이 적어 정밀 미세 가공에 적합한 가공법이다.

[0005] 상기 파우더 블라스팅은 랜덤 가공이지만 특정한 패턴을 갖는 형상 가공이 필요할 경우 가공물에 마스크를 입히는데 이러한 과정을 마스크공정이라하고, 상기 마스크공정은 크게 라미네이팅(laminating), 노광(exposure),

및 현상(developing)의 3공정으로 구성된다. 이때 마스크 공정의 정밀도는 파우더 블라스팅 가공시 재료의 패턴 정밀도에 상당한 영향을 주는 것으로 알려져 있다.

[0006] 상기 파우더 블라스팅 가공에 이용되는 분사재로는 인조 및 천연 광물질 입자, 식물성 입자, 합성 수지 입자, 금속입자가 있다. 그 중 인조 및 천연 광물질 입자가 가장 많이 사용되어 지는데, 가공에 이용되는 분사재의 정도에 따라서는 경질 입자와 연질 입자로 나누어지며, 분사재의 모양에 따라서는 세각상입자, 둔각다각상입자, 구상입자로 분류된다.

[0007] 이 중에서 경질 분사재가 가장 넓게 이용되며 탄화규소, 용융 알루미늄, 일본산 규석 등은 세각상 입자이며, 미국 알칸사스의 노바큐라이트는 둔각다각상 입자이다. 상기 파우더 블라스팅 가공에 이용되는 분사재의 일반적인 요구사항으로는 기계적 강도가 큰 충격에 대해 용이하게 파쇄되지 않으며, 연삭력을 주체로 하는 입자가 날카로운 각이 있어야하고, 둥근 형상이면서 물 및 수용성 약품 및 기체에 대해서 안정성이 있어야 할 뿐 아니라 입도가 고르고, 값이 싸야한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0008] 본 발명의 과제는 미세패턴의 제작에 있어 대량생산의 기반을 갖추기 위한 방법으로 미세패턴이 결합하는 난삭재의 스탬프를 설계, 제작하는 것이다.

[0009] 즉, 미세 패턴을 가공하기 위한 종래의 기계적인 가공 방법으로는, 급격한 소성변형이 일어나 불안정한 상태가 되어 단열전단이 발생하는데 이것은 피삭재의 열확산률(파우더 블라스팅의 가공방법이 아닌 일반적으로 공작기계를 이용한 기계적인 가공방법은 소재 위에 공구가 회전하면서 가공하는 방법이기 때문에 열이 발생하는데 이때 발생하는 열을 말함)이 낮아 국부적인 온도 상승으로 단열전단이 발생하기 때문이다.

[0010] 더구나, 난삭재 가공시 기계적인 성질 및 절삭계의 강성에 의해 진동이 발생하여 정밀가공에 문제점이 발생하고, 절삭온도가 매우 높고 공구마모가 급격히 진행되어 극히 낮은 절삭속도를 제외하고는 절삭에 어려움이 있다.

[0011] 또한, 본 발명의 상기 파우더 블라스팅을 이용한 가공법은 각각의 미립 분사재의 충돌에 의한 미세가공의 집적된 형태이므로 칩핑이나 크랙이적어 정밀미세 가공에 적합한 가공법으로서, 난삭재의 일반적인 기계 가공법이 아닌 파우더 블라스팅을 이용한 난삭재의 미세 패턴 가공법이다.

과제 해결수단

[0012] 상기 과제를 해결하기 위해 지금까지의 분사가공은 주조나 단조품 등의 스케일제거, 버제거, 세정이나 표면 다듬질 등, 비교적 거친 1차 가공에 사용되어 왔기 때문에 정밀가공이라는 개념은 거의 없었다. 그러나 미세 가공을 하는 목적으로는 많은 가공량과 크기가 큰 재료의 가공이 필요치 않아 파우더 블라스팅을 이용할 수 있게 되었다. 파우더 블라스팅은 랜덤 가공이지만 특정한 패턴을 갖는 형상 가공이 필요할 경우 가공물에 마스크를 입히는데 이 과정을 마스크 공정이라 불린다.

[0013] 상기 마스크 공정 후 파우더 블라스팅 공정을 거치면 일반적인 기계가공보다 더욱 정밀한 가공 결과를 갖게 되어 기계적으로 대량생산이 가능하게 되는 장점이 있다.

[0014] 이에 따라서 본 발명의 파우더 블라스팅을 이용한 난삭재의 미세패턴 가공은라미네이팅 처리, 노광 처리, 현상 처리로 구성되는 마스크 공정과 파우더 블라스팅 공정, 세척공정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 본 발명의 파우더 블라스팅 공정은 고속의 공기나 가스에 의해 가속된 수 μm 내지 수십 μm 의 미립 분사재들이 0.1 내지 0.5MPa의 고속 고밀도로 시편에 충돌되면서 미세 가공을 하는 공정인 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 본 발명의 파우더 블라스팅 공정의 가공 조건은 가공의 정밀도와 가공능률향상을 위해 분사압력, 이송속도, 분사재의 재질과 크기, 분당 분사량, 주사횟수, 노즐과 피삭재의 거리를 변수로 하여 조절하는 것을 특징으로 한다.

효 과

[0017] 본 발명의 가공 방법인 파우더 블라스팅을 이용한 미세패턴 가공 방법은 기존의 MEMS 기술에 기반한 반도체, 전

자, 나노 등의 정밀 제조기술, 대량 생산기술 및 IT,BT,NT 등 융합기술 개발에도 효과적으로 이용할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0018] 이하 도면을 참조로 본 발명에 대해 상세히 설명하기로 한다.

[0019] 도 1a는 평가 패턴을 위해 시편 위의 마스크링 작업을 나타내는 도면으로서, 가공 소재의 가공성을 평가하기 위해서 평가하고자 하는 패턴을 시편 위에서 마스크링(masking)작업을 하였다. 마스크(mask)는 도 1a에서 나타난 바와 같이 시편 가운데를 기준으로 좌측에는 폭 200 μ m & 300 μ m의 Y 형태와 꾸불꾸불한(Serpentine) 형상이 양각으로 우측에는 빗살무늬와 비슷한 형상이 음각으로 패턴 되어 있다. 상기 마스크링(masking) 패턴(pattern)의 형상 정밀도는 현미경이 장착된 비전 시스템(vision system) 이용하여 측정하였다. 도 1b는 마이크로 스코프 비전 시스템(MVS)을 이용해 촬영한 패턴을 나타내는 도면으로서, 측정 결과 좌측의 큰 패턴의 경우 최대 5 μ m 이내의 오차를 보였으나 우측의 미세한 패턴의 경우 최대 10 μ m정도의 오차를 보였다.

[0020] 도 2는 상판 스탬프의 가공 진행 방향을 설명하기 위한 도면으로서, 상판 스탬프(Stamp)의 패턴 가공 방향은 도 2와 같이 “ㄷ”자 형태의 경로를 지나면서 가공하기 때문에 Y축 방향이 피치(pitch)에 따라 중첩되어 가공되게 된다. 따라서 Y축 방향이 피치(pitch)를 적절하게 설정하는 것이 중요한데, 이에 대해선 지금까지 선행 연구되었던 자료와 노즐 직경을 고려하여 이를 토대로 Y 축 방향 피치를 2.5mm로 설정하였다.

[0021] 또한, 분사 방향이 세로 방향으로 꺾일 때 Y축 노즐 속도(nozzle speed)를 빠르게 하여도 분사재가 과도하게 중첩되는 현상을 막기 위하여 가공 경로를 시편의 크기에 비해 충분히 크게 하여 노즐이 X 방향(가로 방향)의 경로를 지날 때만 가공되도록 설정하였다.

[0022] 또한, 도 3은 하판 스탬프의 패턴 가공방향을 나타내는 도면으로서, 하판 스탬프(Stamp)의 패턴 가공 방향은 가공 효율을 높이고 의도하지 않은 부분이 가공되는 것을 방지하고자 도 3과 같이 ①, ②번의 경우 Y축 방향이 피치(pitch;)를 1mm로 변경하여 가공 부분의 대부분이 중첩되도록 설정하였으며, ③번의 경우는 Y축 방향이 피치(pitch)를 2.5mm로 하여 가공하였다.

도 4는 패턴 주위에 테이핑을 하여 분사재를 나타내는 도면으로서, 도 4에 도시된 바와 같이 패턴 주위에 테이핑을 하여 분사재가 패턴에 집중되도록 하였다. 실제 가공시 전면 분사에 비해 가공시간이 약 30% 정도 단축되었으며, 테이핑에 의해 분사재가 패턴에 집중적으로 분사되어 이루어진 결과라고 생각된다.

[0023] 다음에 상기 패턴 가공형상을 분석해 보기로 한다.

[0024] 삭제

[0025] 상기 상판 스탬프의 양각 형상의 경우 가공하는 분사면적이 넓고 패턴의 크기가 커서 음각의 믹서 패턴보다 가공하기가 쉽다. 표 1에서와 같이 양각의 패턴보다 음각의 패턴에 비중을 두고 가공 실험 및 각종 분석 작업을 수행하였고, 이를 표 2에 나타내었으며 세부 절에서는 분사재의 종류를 기준으로 나누어서 기술하였다.

[0026] Table 1-1 Experimental condition

Stamp	Abrasive	Press (MPa)	Feed (mm/sec)	Scanning times
upper	WA#800	0.25	50	40
bottom		0.25	50	40
upper	WA#1200	0.25	50	80
bottom		0.25	50	80
upper	WA#2000	0.25	50	100
		0.25	30	60
		0.25	50	200
		0.25	30	150
		0.25	20	120
		0.25	10	100

[0027]

Table 1-2 Experimental result

Stamp	Abrasive	Press (MPa)	Feed (mm/sec)	Scanning times	Depth of cut(μm)	Dimensional error (μm)
upper	WA#800	0.25	50(10)	40	11~12	9~16
bottom		0.25	50(11)	40	8~10	80~90
upper	WA#1200	0.25	50(6)	80	16~18	5~9
bottom		0.25	50(5)	80	16~18	40~50
upper	WA#2000	0.25	50(9)	100	18~20	1~2
		0.25	30(8)	60	16~18	6~9
bottom		0.25	50(3)	200	19~20	1
		0.25	30(7)	150	19~21	35~50
		0.25	20(3.1,7,8)	120	19~21	30~40
		0.25	10(4)	100	15~17	20~30

한편, 가공 후 시편 표면에 붙어 있는 미세먼지나 파티클을 제거하기 위해서 초음파 세척기를 사용하여 10분간 세척하였으며 전체적인 형상의 미세 측정을 위하여 비접촉식 3차원 형상 측정기(WYKO NT-100 과 MVS(Microscope Vision System)를 사용하였으며 형상 분석을 위한 프로그램으로 WYKO Vision 32와 MVS-1000 을 사용하였다.

측정 결과는 도 2 내지 도 4에 보여지는 바와 같이 각각의 패턴들이 1 내지 2μm 정도의 오차가 있는 것으로 측정되었다. 하지만, 실제 패턴이 수백 μm 패턴 사이즈라는 것을 고려할 때 충분히 무시할 수 있을 정도의 작은 오차이며, 따라서 미세 정밀 가공에 적합하다고 생각된다.

산업이용 가능성

본 발명의 파우더 블라스팅을 이용한 미세패턴 가공법은 금속재료, 기계/전자부품 소재기술과 정밀생산기계 분야에 이용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1a는 평가 패턴을 위해 시편 위의 마스킹 작업 완료된 시편을 나타내는 도면, 도 1b는 마이크로 스코프 비전 시스템(MVS)을 이용해 촬영한 시편의 마스킹 상태를 나타내는 도면이다.

도 2는 상판 스탬프의 가공 진행 방향을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 하판 스탬프의 패턴 가공방향을 나타내는 도면이다.

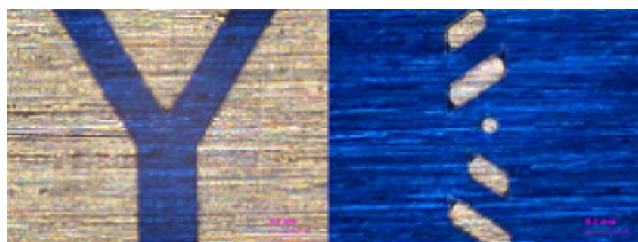
도 4는 패턴 주위에 테이핑을 하여 분사재를 더욱 중첩시키기 위한 것으로 마이크로 스코프 비전 시스템(MVS)를 이용해 촬영한 시편의 상태이다.

도면

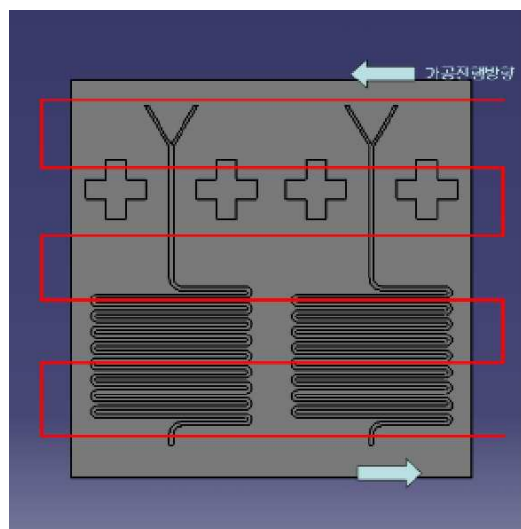
도면1a



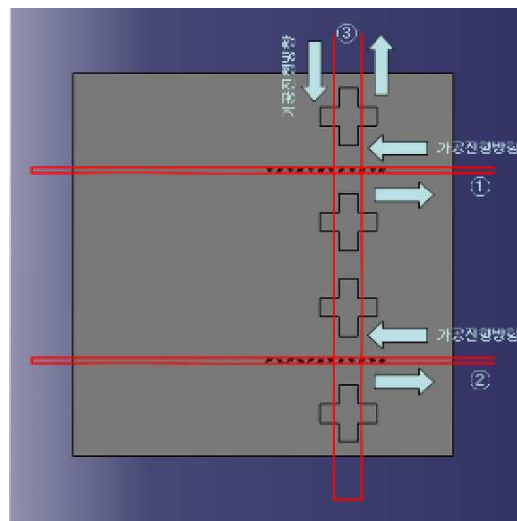
도면1b



도면2



도면3



도면4

