



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0045180
(43) 공개일자 2025년04월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06V 10/764 (2022.01) G06V 10/422 (2022.01)
G06V 30/422 (2022.01)
(52) CPC특허분류
G06V 10/764 (2023.08)
G06V 10/422 (2023.08)
(21) 출원번호 10-2023-0128125
(22) 출원일자 2023년09월25일
심사청구일자 2023년09월25일

(71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한
국기술교육대학교내)
(72) 발명자
김병철
세종특별자치시 달빛로 211 범지기마을10단지
1012-101
(74) 대리인
특허법인(유한) 대아

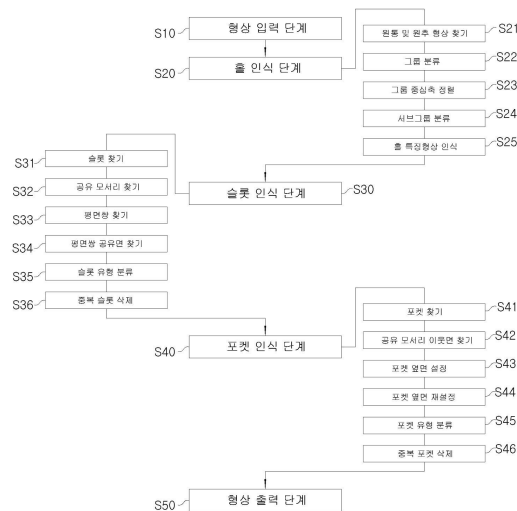
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 기계가공 특징형상 인식 방법

(57) 요약

본 발명은 경계표현법(B-rep)으로 표현된 3차원 CAD파일을 불러와 특징형상 인식 알고리즘에 정의된 규칙을 통해, 입력된 형상으로부터 홀과 슬롯 및 포켓을 인식한 후, 인식된 홀과 슬롯 및 포켓의 유형별 분류 결과를 출력하여 기계가공 특징형상을 인식하는 기계가공 특징형상 인식 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

G06V 30/422 (2022.01)

G06V 2201/06 (2022.01)

명세서

청구범위

청구항 1

단말기에 설치된 라이브러리를 통해 경계표현법(boundary representation, B-rep)으로 표현된 3차원 CAD파일을 불러오는 형상 입력 단계(S10);

라이브러리의 특징형상 인식 알고리즘에 정의된 규칙을 통해, 입력된 형상(1)에서 면이 중심축을 향하는 오목한 원통 형상과 오목한 원추 형상을 찾아 위치 관계에 따라 홀(10) 종류를 결정하는 홀 인식 단계(S20);

특징형상 인식 알고리즘에 정의된 규칙을 통해, 입력된 형상(1)에서 평면의 법선 방향으로 다른 형상이 존재하지 않고 이웃하는 두 개 이상의 평면을 가지는 모든 평면을 찾아 슬롯(20)으로 인식하며, 인식된 슬롯(20) 중 중복된 슬롯(20)을 삭제하는 슬롯 인식 단계(S30);

특징형상 인식 알고리즘에 정의된 규칙을 통해, 입력된 형상(1)에서 평면의 법선 방향으로 다른 형상이 존재하지 않고 이웃하는 평면 중 최소 하나 이상의 면과 오목한 모서리를 공유하는 모든 평면을 찾아 포켓(30)으로 인식하며, 인식된 포켓(30) 중 중복된 포켓(30)을 삭제하는 포켓 인식 단계(S40);

인식된 홀(10)과 슬롯(20) 및 포켓(30)의 유형별 분류 결과를 출력하는 특징형상 출력 단계(S50);

로 구성되는 것을 특징으로 하는 기계가공 특징형상 인식 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

홀 인식 단계(S20)에서는 축이 동일한 원통과 원추를 하나의 그룹으로 분류하고, 각 그룹의 원통과 원추를 중심축을 따라 정렬하며, 각 그룹 내의 서로 연결된 원통과 원추를 서브그룹으로 분류하되,

서브그룹 내의 원통과 원추 및 이들을 연결하는 공유면을 특징형상으로 인식하여, 서브그룹 내의 원통과 원추의 위치 관계에 따라 홀(10)의 종류를 결정하는 것을 특징으로 하는 기계가공 특징형상 인식 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

슬롯 인식 단계(S30)에서는

인식된 슬롯(20)의 각 평면 F_s 에 대하여, 평면 F_s 와 이웃하면서 공유 모서리가 오목한 평면을 찾고,

이웃하는 평면 중 서로 평행하게 대향하는 평면쌍을 찾으며,

평면 F_s 와 평면쌍의 두 평면이 공유하는 면 F_{s1} 및 면 F_{s2} 를 찾은 후,

평면 F_s 및 면 F_{s1} 의 공유 모서리와, 평면 F_s 및 면 F_{s2} 의 공유 모서리 유형을 확인함으로써, 슬롯(20)의 유형을 분류하는 것을 특징으로 하는 기계가공 특징형상 인식 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

슬롯 인식 단계(S30)에서,

인식된 슬롯(20)의 바닥면과 옆면 사이에 필렛(fillet)이나 모따기(chamfer)가 포함되면 포켓(30)으로 재분류하는 것을 특징으로 하는 기계가공 특징형상 인식 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

포켓 인식 단계(S40)에서,

인식된 포켓(30)의 각 평면 F_p 에 대하여, 평면 F_p 와 이웃하면서 공유 모서리가 오목한 평면 또는 원통 형상의 이웃면을 찾아 포켓(30)의 옆면으로 설정하며,

평면 F_p 는 바닥면으로 설정하는 것을 특징으로 하는 기계가공 특징형상 인식 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

특징형상 출력 단계(S50)에서 분류된 유형별 특징형상은 컴퓨터 이용 공정계획 수립(computer-aided process planning)에 이용되는 것을 특징으로 하는 기계가공 특징형상 인식 방법.

청구항 7

제2항에 있어서,

홀 인식 단계(S20)에서 홀(10) 종류의 결정 시, 원통과 원추가 같은 모서리 또는 같은 면을 공유하면 서로 연결된 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는 기계가공 특징형상 인식 방법.

청구항 8

제3항에 있어서,

슬롯 인식 단계(S30)에서 평면 F_s 는 슬롯(20)의 바닥면, 면 F_{s1} 및 면 F_{s2} 는 슬롯(20)의 옆면이 되되,

모든 공유 모서리가 오목하여 슬롯(20)의 양쪽 끝단이 모두 막혀있으면 닫힌 슬롯(closed slot)으로 인식하거나,

하나 이상의 공유 모서리가 볼록하여 슬롯(20)의 어느 한 쪽이라도 열려있으면 열린 슬롯(open slot)으로 인식하거나,

평면 F_s 와 오목한 모서리를 공유하는 면이 정접(tangent)하게 연결되는 원통이면 키웨이(keyway)로 인식하는 것을 특징으로 하는 기계가공 특징형상 인식 방법.

청구항 9

제3항에 있어서,

슬롯 인식 단계(S30)에서 인식된 슬롯(20) 중 중복된 슬롯(20) 삭제 시, 남은 슬롯(20)을 선택하는 우선 순위는,

평면 F_s 가 단말기 사용자가 설정한 선호 방향을 향하는 슬롯(20)을 우선 선택하며,

선호 방향이 동일한 슬롯(20)들 사이에서는 평면 F_s 의 닫힌 두 면간 거리가 긴 슬롯(20)을 우선 선택하는 것을 특징으로 하는 기계가공 특징형상 인식 방법.

청구항 10

제5항에 있어서,

포켓 인식 단계(S40)에서 인식된 포켓(30) 중 중복된 포켓(30) 삭제 시 남은 포켓(30)을 선택하는 우선 순위는,

평면 F_p 가 단말기 사용자가 설정한 선호 방향을 향하는 포켓(30)을 우선 선택하며,

선호 방향이 동일한 포켓(30)들 사이에서는 평면 F_p 의 면적이 큰 포켓(30)을 우선 선택하는 것을 특징으로 하는 기계가공 특징형상 인식 방법.

청구항 11

제5항에 있어서,

포켓 인식 단계(S40)에서는,

인식된 포켓(30)의 각 평면 F_p 에 이웃하는 모든 공유 모서리가 오목하여 평면 F_p 가 옆면에 둘러싸여 닫혀있으면 닫힌 포켓(closed pocket)으로 인식하거나,

인식된 포켓(30)의 각 평면 F_p 가 옆면에 둘러싸여 닫혀있지 않으면 열린 포켓(open pocket)으로 인식하는 것을 특징으로 하는 기계가공 특징형상 인식 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 컴퓨터 이용 공정계획 수립을 위한 기계가공 특징형상 인식 기술에 관한 것으로, 보다 상세하게는 경계표현법(B-rep)으로 표현된 3차원 CAD파일을 불러와 특징형상 인식 알고리즘에 정의된 규칙을 통해, 입력된 형상으로부터 홀과 슬롯 및 포켓을 인식한 후, 인식된 홀과 슬롯 및 포켓의 유형별 분류 결과를 출력하여 기계가공 특징형상을 인식하는 기계가공 특징형상 인식 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 특징형상(feature)은 형상에 공학적 의미를 더한 것으로, 일반적으로 CAD(Computer Aided Design) 분야에서 사용하는 개념이며, 도 1에서 도시하는 바와 같이 드릴링 특징형상은 원통 형상에 드릴 작업 및 드릴 작업에 필요한 파라미터들을 추가되어 형성된 개념이다.

[0003] 특징형상 인식(feature recognition)은 특징형상 정보가 없는 CAD모델로부터 특징형상을 인식하기 위한 것이며, 특히 기계가공 특징형상 인식(machining feature recognition)은 특징형상을 인식할 때 기계가공에 사용하는 특징형상들로 인식함으로써, 도 2에서 도시하는 바와 같이 형상이 주어지면, 주어진 형상으로부터 어떤 부분이 어떤 기계가공 특징형상에 해당하는지 찾아내는 기술이다.

[0004] 기계가공 특징형상 인식을 통해 주어진 형상에 사용된 기계가공의 종류 및 파라미터를 파악할 수 있으며, 인식된 기계가공 특징형상은 컴퓨터 이용 공정계획 수립(Computer-Aided Process Planning, CAPP)에 활용되어, 공정계획 수립 자동화를 통해 공정계획 수립 작업이 보다 빠르고 정확하게 수행될 수 있도록 한다.

[0005] 대표적인 기계가공 특징형상 인식방법으로는 그래프 기반(graph-based) 방법과, 볼륨 분해(volume decomposition) 방법 및 힌트 기반(hint-based) 방법이 있다.

[0006] 그래프 기반 방법은 형상과 특징형상의 면과 모서리 관계를 속성 그래프(attributed graph)로 표현하며, 그래프 안에서 특징형상에 해당하는 서브 그래프(sub-graph)를 검색하여 특징형상을 찾는 방법으로, 인식할 특징형상을 추가하기 쉽고 다양한 도메인에서 사용할 수 있는 장점을 가진다.

[0007] 그러나 그래프 기반 방법은 인식할 수 있는 특징형상의 위상(topology) 구조가 가변적이거나, 또는 특징형상들이 교차하는 경우 적용하기 어려우며, 다수의 그래프 검색 시 지수적으로 비례하여 시간이 소요되기 때문에 복잡한 형상의 기계가공 특징형상 인식에는 실질적으로 적용하기 어려운 단점이 있었다.

[0008] 또한, 볼륨 분해 방법은 형상을 작은 볼륨으로 분해한 다음, 이들을 다시 재조합한 볼륨을 특징형상으로 인식하는 방법으로, 볼륨 분해 방식에 따라 컨벡스 분해(convex decomposition)와 셀 기반 분해(cell-based decomposition)으로 나뉘어진다.

[0009] 컨벡스 분해는 원본 형상을 컨벡스헐(convex hull)과 델타볼륨(delta volume)으로 순차적으로 분해해나가는 방식이며, 셀 기반 분해는 원본 형상을 단순한 형상을 가진 셀(cell)로 분해하고 분해된 셀들을 큰 볼륨으로 재조합하는 방식이다.

[0010] 볼륨 분해 방법은 인식된 특징형상이 면이 아닌 볼륨(volume)으로 표현되어, 특징형상이 교차하는 경우에도 적용이 가능한 장점을 가지지만, 계산 시간이 오래 걸리기 때문에 복잡한 형상에 대한 기계가공 특징형상 인식에 적용하는 경우, 소요되는 시간 대비 합리적인 결과를 얻기 어려운 단점을 가진다.

- [0011] 힌트 기반 방법은 특징형상의 완전한 패턴을 찾는 대신, 특징형상 인식을 위한 최소한의 흔적(trace)에서 시작하여 주변 형상에 대한 기하추론 과정을 거쳐 특징형상을 찾으며, 특징형상간 교차되는 경우 일부 특징형상이 사라지기 때문에 존재하는 형상만으로는 특징형상을 온전하게 정의할 수 없기에, 흔적과 흔적 주변의 형상을 이용해 특징형상을 복원(geometric completion)함으로써 교차 특징형상 문제를 해결한다.
- [0012] 그러나 힌트 기반 방법은 흔적으로부터 검색을 시작하기 때문에 기계가공 특징형상 인식 속도가 느리며, 특징형상마다 개별적으로 인식 규칙을 정의할 필요가 있어 특징형상에 대한 인식 규칙을 정의하기 어려워, 인식할 특징형상을 확장하는데 어려움을 가진다.
- [0013] 이와 같은 문제를 해결하기 위하여, 최근에는 딥러닝을 이용한 방법이 연구되고 있으며, 딥러닝을 이용한 초기 연구들에서는 3차원 형상을 배열 구조의 모델로 근사화시킨 다음, 이를 인경 신경망(Artificial Neural Network)이나 합성곱 신경망(Convolution Neural Network)의 입력으로 사용하였으나, 근사화된 모델은 3차원 형상을 정확하게 표현할 수 없고, 형상이 가지는 기하학적 속성들이 근사화 후 손실되면서 위상구조를 정확하게 표현하기 어려운 단점을 가지고 있었다.
- [0014] 따라서 최근에는 3차원 형상을 근사화시키지 않고, 경계표현법(B-rep, boundary representation)을 그대로 딥러닝 모델에 적용하는 방법이 제안되고 있다.
- [0015] 이를 위해 대한민국 공개특허공보 제10-2022-0163584호(2022.12.12.공개)의 기계가공 특징형상 인식 방법에서는, 경계표현법의 구성요소인 면과 모서리를 면 인접 그래프(face adjacency graph)로 표현한 후, 그래프 신경망(Graph Neural Network)을 활용하여 특징형상을 인식하는 모델을 제안하고 있다.
- [0016] 그러나 위와 같은 기계가공 특징형상 인식 방법은 기존의 근사화된 모델에 비해 특징형상 인식에 높은 성능을 보였지만, 다수의 모델을 활용해야 할 필요가 있어 모델 구성이 복잡해지며, 학습에 사용하는 데이터에 의존적이기 때문에 학습되지 않은 복잡한 형상에 대하여 특징형상 인식률이 저하되는 문제가 있었다.
- [0017] 또한, 대한민국 등록특허공보 제10-2428774호(2022.07.29.등록)에서는 제안하는 부품 제조성 검증 방법은, 특징형상 인식 모듈을 통해 입력되고 사전에 정의된 제1 모델의 특징형상 기준이 되는 속성정보인 특징형상 기술자를 형성하며, 특징형상 인식 모듈을 통해 입력된 제2 모델의 인식형상 기준이 되는 속성정보인 특징형상 기술자를 형성한다.
- [0018] 특징형상 기술자는 입력된 모델의 각 면에 대하여 면의 형상 종류나 반지름 또는 모서리 길이 등 다양한 속성정보의 집합으로 이루어지며, 유사도 측정부를 통해 특징형상과 인식형상간 유사도를 측정하여 인식형상이 특징형상과 동일 종류의 형상인 것으로 판단되면 인식형상 기술자를 추출한 다음, 제조성 검증 모듈을 통해 검증 항목별로 분류하여 매핑함으로써, 부품 제조성을 검증하게 된다.
- [0019] 위의 부품 제조성 검증 방법에서, 사전에 정의된 특징형상과 후에 입력된 인식형상간 유사도를 측정하여 유사도가 높으면, 후에 입력된 인식형상이 높은 유사도를 가지는 사전 정의 특징형상에 해당하는 것으로 인식 또는 분류하게 된다.
- [0020] 특징형상과 인식형상은 입력된 모델의 각 면에 대하여 특징형상 기술자를 형성하게 되며, 이에 따라 특징형상과 인식형상으로부터 형성된 특징형상 기술자는 면의 형상 종류나 반지름 또는 모서리 길이와 같은 정보를 포함한다.
- [0021] 그러나 위의 부품 제조성 검증 방법에서 특징형상과 인식형상간 유사도 측정 시, 인식형상의 한 면이 사전 정의된 특징형상의 특정 면과 높은 유사도를 가지면, 인식형상의 면을 해당 특징형상으로 인식 또는 분류하게 되므로, 하나의 면 단위로 특징형상의 분류가 이루어지게 되는데, 면 단위의 특징형상 분류가 이루어지는 유사도 판단 측정 방식의 특성상 입력된 모델이 가지고 있는 다수의 특징형상을 동시에 인식하기 어려운 단점을 가지고 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0022] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2022-0163584호

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 제10-2428774호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0023] 본 발명에서는 기존의 그래프 기반 방법, 볼륨 분해 방법, 힌트 기반 방법, 또는 딥러닝 모델을 적용한 방법에 따른 기계가공 특징형상 인식 대비, 복잡한 형상에 대한 특징형상 인식을 저하를 방지하고, 특징형상 인식에 소요되는 시간을 감축하며, 다수의 특징형상을 동시에 인식할 수 있는 새로운 기계가공 특징형상 인식 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0024] 본 발명에 따른 기계가공 특징형상 인식 방법은, 단말기에 설치된 라이브러리를 통해 경계표현법(B-rep)으로 표현된 3차원 CAD파일을 불러오는 형상 입력 단계; 라이브러리의 특징형상 인식 알고리즘에 정의된 규칙을 통해, 입력된 형상에서 면이 중심축을 향하는 오목한 원통 형상과 오목한 원추 형상을 찾아 위치 관계에 따라 홀 종류를 결정하는 홀 인식 단계; 특징형상 인식 알고리즘에 정의된 규칙을 통해, 입력된 형상에서 평면의 법선 방향으로 다른 형상이 존재하지 않고 이웃하는 두 개 이상의 평면을 가지는 모든 평면을 찾아 슬롯으로 인식하며, 인식된 슬롯 중 중복된 슬롯을 삭제하는 슬롯 인식 단계; 특징형상 인식 알고리즘에 정의된 규칙을 통해, 입력된 형상에서 평면의 법선 방향으로 다른 형상이 존재하지 않고 이웃하는 평면 중 최소 하나 이상의 면과 오목한 모서리를 공유하는 모든 평면을 찾아 포켓으로 인식하며, 인식된 포켓 중 중복된 포켓을 삭제하는 포켓 인식 단계; 인식된 홀과 슬롯 및 포켓의 유형별 분류 결과를 출력하는 특징형상 출력 단계;로 구성된다.

[0025] 본 발명의 실시 예에 따르면 홀 인식 단계에서는 축이 동일한 원통과 원추를 하나의 그룹으로 분류하고, 각 그룹의 원통과 원추를 중심축을 따라 정렬하며, 각 그룹 내의 서로 연결된 원통과 원추를 서브그룹으로 분류하되, 서브그룹 내의 원통과 원추 및 이들을 연결하는 공유면을 특징형상으로 인식하여, 서브그룹 내의 원통과 원추의 위치 관계에 따라 홀의 종류를 결정한다.

[0026] 본 발명의 실시 예에 따르면 슬롯 인식 단계에서는 인식된 슬롯의 각 평면 F_s 에 대하여, 평면 F_s 와 이웃하면서 공유 모서리가 오목한 평면을 찾고, 이웃하는 평면 중 서로 평행하게 대향하는 평면쌍을 찾으며, 평면 F_s 와 평면쌍의 두 평면이 공유하는 면 F_{s1} 및 면 F_{s2} 를 찾은 후, 평면 F_s 및 면 F_{s1} 의 공유 모서리와, 평면 F_s 및 면 F_{s2} 의 공유 모서리 유형을 확인함으로써, 슬롯의 유형을 분류한다.

[0027] 본 발명의 실시 예에 따르면 슬롯 인식 단계에서, 인식된 슬롯의 바닥면과 옆면 사이에 필렛이나 모따기가 포함되어면 포켓으로 재분류한다.

[0028] 본 발명의 실시 예에 따르면 포켓 인식 단계에서, 인식된 포켓의 각 평면 F_p 에 대하여, 평면 F_p 와 이웃하면서 공유 모서리가 오목한 평면 또는 원통 형상의 이웃면을 찾아 포켓의 옆면으로 설정하며, 평면 F_p 는 바닥면으로 설정한다.

[0029] 본 발명의 실시 예에 따르면 특징형상 출력 단계에서 분류된 유형별 특징형상은 컴퓨터 이용 공정계획 수립에 이용된다.

[0030] 본 발명의 실시 예에 따르면 홀 인식 단계에서 홀 종류의 결정 시, 원통과 원추가 같은 모서리 또는 같은 면을 공유하면 서로 연결된 것으로 판단한다.

[0031] 본 발명의 실시 예에 따르면 슬롯 인식 단계에서 평면 F_s 는 슬롯의 바닥면, 면 F_{s1} 및 면 F_{s2} 는 슬롯의 옆면이 되며, 모든 공유 모서리가 오목하여 슬롯의 양쪽 끝단이 모두 막혀있으면 닫힌 슬롯으로 인식하거나, 하나 이상의 공유 모서리가 볼록하여 슬롯의 어느 한 쪽이라도 열려있으면 열린 슬롯으로 인식하거나, 평면 F_s 와 오목한 모서리를 공유하는 면이 정접하게 연결되는 원통이면 키웨이로 인식한다.

[0032] 본 발명의 실시 예에 따르면 슬롯 인식 단계에서 인식된 슬롯 중 중복된 슬롯 삭제 시, 남는 슬롯을 선택하는 우선 순위는, 평면 F_s 가 단말기 사용자가 설정한 선호 방향을 향하는 슬롯을 우선 선택하며, 선호 방향이 동일한

슬롯들 사이에서는 평면 F_S 의 닫힌 두 면간 거리가 긴 슬롯을 우선 선택한다.

[0033] 본 발명의 실시 예에 따르면 포켓 인식 단계에서 인식된 포켓 중 중복된 포켓 삭제 시 남는 포켓을 선택하는 우선 순위는, 평면 F_p 가 단말기 사용자가 설정한 선호 방향을 향하는 포켓을 우선 선택하며, 선호 방향이 동일한 포켓들 사이에서는 평면 F_p 의 면적이 큰 포켓을 우선 선택한다.

[0034] 본 발명의 실시 예에 따르면 포켓 인식 단계에서는, 인식된 포켓의 각 평면 F_p 에 이웃하는 모든 공유 모서리가 오목하여 평면 F_p 가 옆면에 둘러싸여 닫혀있으면 닫힌 포켓으로 인식하거나, 인식된 포켓의 각 평면 F_p 가 옆면에 둘러싸여 닫혀있지 않으면 열린 포켓으로 인식한다.

발명의 효과

[0035] 본 발명의 기계가공 특징형상 인식 방법에 따르면 기존의 기계가공 특징형상 인식 방식 대비 복잡한 형상에 대한 인식률을 향상시키고 복잡한 기계가공 특징형상 인식 처리 시간을 크게 절감할 수 있으며, 규칙 정의가 용이하고 확장성이 뛰어난 효과를 가진다.

[0036] 본 발명의 기계가공 특징형상 인식 방법에 따르면 정의된 규칙에 따라 동시에 다수의 특징형상을 인식 가능하도록 하여, 하나의 면 단위로 특징형상을 인식 및 분류하는 기존의 특징형상 인식 방식 대비, 기계가공 특징형상 인식 작업 효율을 크게 향상시킬 수 있는 효과를 가진다.

[0037] 본 발명의 기계가공 특징형상 인식 방법에 따르면 설계 형상의 가공 계획 수립 시, 기계가공 특징형상 인식을 통해 자동으로 기계가공 계획을 수립할 수 있도록 하여, 기계가공 수립 계획에 소요되는 시간을 단축할 수 있으며, 수립된 기계가공 계획으로부터 기계가공 중 발생하는 문제를 사전에 파악 가능하게 함으로써, 설계 계획에 소요되는 시간 및 비용을 절감할 수 있는 효과를 가진다.

[0038] 본 발명의 기계가공 특징형상 인식 방법은 온라인을 통한 기계가공 견적 요청 서비스와 접목하여, 견적받은 형상의 기계가공 특징형상 인식을 통해, 해당 형상을 가공하기 위해 적용해야 하는 기계가공 형태 및 가공 복잡도를 판단하는 과정을 자동화함으로써, 가공 견적을 제공하는데 소요되는 시간 및 노동력을 크게 절감할 수 있는 효과를 가진다.

도면의 간단한 설명

[0039] 도 1 및 도 2는 각각 기계가공 특징형상과, 기계가공 특징형상 인식 방식의 예시를 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명에 따른 기계가공 특징형상 인식 방법에서 특징형상 인식 과정의 흐름을 나타내는 도면이다.

도 4 내지 도 6은 기계가공 특징형상인 홀과 슬롯 및 포켓의 유형 예시를 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명에 따른 기계가공 특징형상인 홀에서, 공유면과 공유 모서리를 통한 연결 상태를 파악함으로써 홀을 분류하는 예시를 나타내는 도면이다.

도 8은 본 발명에 따른 기계가공 특징형상 인식 방법에서 홀의 유형별 분류를 나타내는 도면이다.

도 9는 본 발명에 따른 기계가공 특징형상 인식 방법에서 슬롯의 유형별 분류를 나타내는 도면이다.

도 10은 본 발명에 따른 기계가공 특징형상 인식 방법에서 포켓의 유형별 분류를 나타내는 도면이다.

도 11은 본 발명에 따른 기계가공 특징형상 인식 방법에서 중복된 슬롯의 삭제할 때 임의의 슬롯을 선택하는 예시를 나타내는 도면이다.

도 12 및 도 13은 주어진 예시 형상에서 본 발명의기계가공 특징형상 인식 방법에 따라 홀과 슬롯 및 포켓의 인식하는 방식을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0040] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 설명한다.

[0041] 본 발명에 따른 동작 및 작용을 이해하는 데 필요한 부분을 중심으로 상세히 설명한다.

- [0042] 본 발명의 실시 예를 설명하면서, 본 발명이 속하는 기술 분야에 익히 알려졌고 본 발명과 직접적으로 관련이 없는 기술 내용에 대해서는 설명을 생략한다.
- [0043] 이는 불필요한 설명을 생략함으로써 본 발명의 요지를 흐리지 않고 더욱 명확히 전달하기 위함이다.
- [0044] 또한, 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 동일한 명칭의 구성 요소에 대하여 도면에 따라 다른 참조부호를 부여할 수도 있으며, 서로 다른 도면임에도 동일한 참조부호를 부여할 수도 있다.
- [0045] 그러나 이와 같은 경우라 하더라도 해당 구성 요소가 실시 예에 따라 서로 다른 기능을 갖는다는 것을 의미하거나, 서로 다른 실시 예에서 동일한 기능을 갖는다는 것을 의미하는 것은 아니며, 각각의 구성 요소의 기능은 해당 실시 예에서의 각각의 구성 요소에 대한 설명에 기초하여 판단하여야 할 것이다.
- [0046] 또한, 본 명세서에서 사용되는 기술적 용어는 본 명세서에서 특별히 다른 의미로 정의되지 않는 한 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 일반적으로 이해되는 의미로 해석되어야 하며, 과도하게 포괄적인 의미로 해석되거나, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다.
- [0047] 또한, 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0048] 본 출원에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 여러 구성요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.
- [0050] 본 발명에 따른 기계가공 특징형상 인식 방법은 도 3에서 도시하는 바와 같이 형상(1) 입력 단계(S10)와, 홀 인식 단계(S20)와, 슬롯 인식 단계(S30)와, 포켓 인식 단계(S40) 및 특징형상 출력 단계(S50)로 구성되며, 저장 장치와 연산 장치 및 입출력 장치를 포함하는 단말기를 통해 기계가공 특징형상 인식이 이루어진다.
- [0051] 형상(1) 입력 단계(S10)에서는 입력 장치로부터 3차원 CAD파일을 단말기에 설치된 라이브러리를 통해 불러오며, 라이브러리는 경계표현법(boundary representation, B-rep)으로 표현된 3차원 CAD 모델의 형상(1)에서 기계가공 특징형상(machining feature)을 인식한다.
- [0052] 라이브러리는 OpenCASCADE와 같은 공개된 라이브러리를 이용하거나, 또는 Spatial InterOP와 같은 상업용 라이브러리를 이용할 수 있으며, 국제 표준 형식 3차원 CAD 파일인 STEP이나 IGES, 또는 기타 상업용 CAD 프로그램의 파일 형식에 포함된 B-rep 정보를 불러올 수 있으면 위와 다른 종류의 라이브러리도 적용 가능하다.
- [0053] 형상 입력 단계(S10)에서는 메쉬(mesh) 모델이나, 2차원 픽셀(pixel)을 3차원 공간에서 구현하여 정규 격자 단위의 값을 나타내는 체적요소(volume) 형태로 구현한 복셀(voxel) 모델 등은 사용할 수 없다.
- [0054] 이후 라이브러리에 포함된 특징형상 인식 알고리즘에 정의된 규칙을 통해, 형상 입력 단계(S10)에서 불러온 3차원 CAD파일의 형상(1)을 구성하는 특징형상을 인식하게 되며, 특징형상은 홀(hole,10)과, 슬롯(slot,20) 및 포켓(pocket,30)의 세 종류로 구분될 수 있다.
- [0055] 홀 인식 단계(S20)에서는 기계가공에서 드릴링(drilling) 작업을 통해 생성되는 형상인 홀(10)을 인식하며, 특징형상 인식 알고리즘에 설정된 기하학적 조건인 규칙을 만족하는 원통(cylinder)이나 원추(cone) 형상을 중심으로 홀(10)을 인식하게 된다.
- [0056] 특징형상 인식 알고리즘에 정의된 규칙은 형상 입력 단계(S10)에서 입력된 형상(1) 중, 면이 중심축을 향하는 오목한 원통 형상과 오목한 원추 형상을 찾아 홀(10)로 인식하며, 도 4에서 도시하는 바와 같이 원통 형상 및 원추 형상의 위치 관계에 따라 홀(10) 종류를 결정한다.
- [0057] 홀 인식 단계(S20)에서 특징형상 인식 알고리즘은, 형상(1)으로부터 모든 오목한 원통 형상과 오목한 원추 형상을 찾으며(S21), 오목한 원통과 오목한 원추 형상은 그 형상이 이루는 면이 중심축을 향하는 형상을 나타낸다.
- [0058] 오목한 원통 및 원추 형상을 찾는 과정이 완료되면, 동일한 중심축을 가지는 원통과 원추를 하나의 그룹(group)으로 묶어 분류하며(S22), 분류된 각 그룹에 대하여 그룹 안의 각 원통과 원추들을 원통 및 원추 그룹의 중심축을 따라 정렬한다(S23).
- [0059] 그룹 안의 각 원통과 원추들의 정렬이 완료되면, 각 그룹 내의 원통 및 원추들을 서로 연결된 것끼리 서브그룹(sub-group)으로 묶어 분류하며(S24), 원통 및 원추를 서브그룹으로 분류할 때, 도 7에서 도시하는 바와 같이

원통과 원추가 같은 모서리를 공유하거나, 또는 같은 면을 공유하면 서로 연결된 것으로 판단한다.

- [0060] 서브그룹 내의 원통과 원추의 위치 관계에 따라 홀(10)의 종류를 결정하며, 서브그룹 내의 원통과 원추 및 이들을 연결하는 공유면을 홀(10)의 특징형상으로 인식한다(S25).
- [0061] 이에 따라 분류된 홀(10) 종류의 예시는 도 8과 같다.
- [0063] 1) thru hole:
- [0064] 서브그룹 내에 하나의 원통 형상만 있으며, 원통의 윗 모서리 및 아랫 모서리가 볼록한 홀(10)
- [0065] 2) thru tapered hole:
- [0066] 서브그룹 내 하나의 원추 형상만 있으며, 원추의 윗 모서리 및 아랫 모서리가 볼록한 홀(10)
- [0067] 3) blind flat hole:
- [0068] 서브그룹 내 하나의 원통 형상만 있으며, 원통의 윗 모서리가 볼록하고 아랫 모서리가 오목하되, 아랫 모서리에 연결된 다른 면이 평면인 홀(10)
- [0069] 4) blind flat tapered hole:
- [0070] 서브그룹 내 하나의 원추 형상만 있으며, 원추의 윗 모서리가 볼록하고 아랫 모서리가 오목하되, 아랫 모서리에 연결된 다른 면이 평면인 홀(10)
- [0071] 5) blind tip tapered hole:
- [0072] 서브그룹 내 하나의 원추 형상만 있으며, 원추의 윗 모서리가 볼록하고 아랫 모서리가 오목하되, 아랫 모서리에 연결된 다른 면이 없는 홀(10)
- [0073] 6) counter-bored blind flat hole
- [0074] 서브그룹 내 두 개의 상하단 원통 형상을 가지되, 상단 원통의 윗 모서리가 볼록하고 아랫 모서리가 오목하며, 하단 원통의 윗 모서리가 볼록하고 아랫 모서리가 오목하여, 하단 원통의 아랫 모서리가 평면과 연결되는 홀(10)
- [0075] 7) counter-bored thru hole
- [0076] 서브그룹 내 두 개의 상하단 원통 형상을 가지되, 상단 원통의 윗 모서리가 볼록하고 아랫 모서리가 오목하며, 하단 원통의 윗 모서리 및 아랫 모서리가 볼록한 홀(10)
- [0077] 8) counter-sunk blind flat hole
- [0078] 서브그룹 내 상단 및 하단으로 각각 원추 형상과 원통 형상을 가지되, 상단 원추의 윗 모서리 및 아랫 모서리가 오목하며, 하단 원통의 아랫 모서리가 오목하여, 하단 원통의 아랫 모서리가 평면과 연결되는 홀(10)
- [0079] 9) counter-sunk thru hole
- [0080] 서브그룹 내 상단 및 하단으로 각각 원추 형상과 원통 형상을 가지되, 상단 원추의 윗 모서리 및 아랫 모서리가 볼록하며, 하단 원통의 아랫 모서리가 볼록한 홀(10)
- [0081] 10) blind tip hole:
- [0082] 서브그룹 내 상단 및 하단으로 각각 원통 형상과 원추 형상을 가지되, 상단 원통의 윗 모서리가 볼록하고 아랫 모서리가 오목하며, 하단 원추의 아랫 모서리에 연결된 다른 면이 없는 홀(10)
- [0083] 11) counter-drilled thru hole:
- [0084] 서브그룹 내 상단과 중단 및 하단으로 각각 원통 형상과 원추 형상 및 원통 형상을 가지되, 상단 원통의 윗 모서리가 볼록하고 하단 원통의 아랫 모서리가 볼록한 홀(10)
- [0085] 12) counter-drilled blind flat hole:
- [0086] 서브그룹 내 상단과 중단 및 하단으로 각각 원통 형상과 원추 형상 및 원통 형상을 가지되, 상단 원통의 윗 모

서리가 볼록하고 하단 원통의 아랫 모서리가 오목하며, 하단 원통의 아랫 모서리가 평면과 연결되는 홀(10)

[0087] 13) counter-sunk blind tip hole:

[0088] 서브그룹 내 상단과 중단 및 하단으로 각각 원추 형상과 원통 형상 및 원추 형상을 가지되, 상단 원추의 윗 모서리가 볼록하고 하단 원추의 아랫 모서리에 연결된 다른 면이 없는 홀(10)

[0089] 14) counter-bored blind tip hole:

[0090] 서브그룹 내 상단과 중단 및 하단으로 각각 원통 형상과 원통 형상 및 원추 형상을 가지되, 상단 원통의 윗 모서리가 볼록하고 하단 원추의 아랫 모서리에 연결된 다른 면이 없는 홀(10)

[0091] 15) counter-drilled blind tip hole:

[0092] 서브그룹 내 상단과 중상단과 중하단 및 하단으로 각각 원통 형상과 원추 형상과 원통 형상 및 원추 형상을 가지되, 상단 원통의 윗 모서리가 볼록하고, 하단 원추의 아랫 모서리에 연결된 다른 면이 없는 홀(10)

[0094] 슬롯 인식 단계(S30)에서는 기계가공에서 밀링(milling) 가공을 통해 직선 경로를 따라 이동하면서 절삭 가공되어 생성되는 형상인 슬롯(20)을 인식하며, 특징형상 인식 알고리즘에 설정된 기하학적 조건인 규칙을 만족하는 닫힌 슬롯(closed slot)이나 열린 슬롯(open slot) 또는 키웨이(keyway) 형상을 중심으로 슬롯(20)을 인식하게 된다.

[0095] 일반적으로 밀링 가공에 의해 형성된 슬롯(20) 끝단은 원통 형상을 이루게 되는데, 슬롯(20)의 끝단을 평면으로 모델링하는 경우도 있으므로, 슬롯(20) 끝단의 형태에는 원통 형상 뿐만 아니라 평면 형상이 포함되는 것으로 가정한다.

[0096] 밀링 가공 시 직선 경로를 이동하는 절삭툴에 의해 일정 깊이를 가지는 홈이 형성되며, 절삭툴의 절삭 깊이 및 절삭 폭에 의해 슬롯(20)의 바닥면과 양측 옆면이 형성되는데, 슬롯 인식 단계(S30)에서 특징형상 인식 알고리즘은 바닥면과 옆면 사이에는 필렛(fillet)이나 모따기(chamfer)가 없는 것으로 가정하고 형상(1)으로부터 슬롯(20)을 인식한다.

[0097] 특징형상 인식 알고리즘에 정의된 규칙은 입력된 형상(1)에서 평면의 법선 방향으로 다른 형상이 존재하지 않고 이웃하는 두 개 이상의 평면을 가지는 모든 평면을 찾아 슬롯(20)으로 인식하며(S31), 인식된 슬롯(20)의 각 평면 F_s 에 대하여 평면 F_s 와 이웃하면서 공유 모서리가 오목한 평면을 모두 찾는다(S32).

[0098] S32 단계에 따라 모든 평면을 찾는 작업이 완료되거나 또는 해당하는 평면이 없는 경우, 이웃하는 평면 중 서로 평행하게 대향하는 평면쌍을 찾으며(S33), 서로 평행하게 대향하는 평면쌍은 법선의 사이각이 180° 를 이루게 된다.

[0099] S33 단계에 따라 모든 평면쌍을 찾는 작업이 완료되거나 또는 해당하는 평면쌍이 없는 경우, 평면쌍에 대하여 평면 F_s 와 평면쌍의 두 평면이 공유하는 면 F_{s1} 및 면 F_{s2} 를 찾으며(S34), 평면 F_s 와 평면쌍의 두 평면이 공유하는 면의 개수가 2개가 아닌 경우 다른 면에 대하여 평면 F_s 와 평면쌍의 두 평면이 공유하는 면 F_{s1} 및 면 F_{s2} 를 찾는 작업을 진행한다.

[0100] 평면 F_s 및 면 F_{s1} 의 공유 모서리와, 평면 F_s 및 면 F_{s2} 의 공유 모서리 유형을 확인함으로써, 슬롯(20)의 유형을 분류하며(S35), 이에 따라 도 5 및 도 9에서 도시하는 바와 같이 슬롯(20)의 유형이 닫힌 슬롯(closed slot)이나 열린 슬롯(open slot) 또는 키웨이(keyway)로 분류된다.

[0101] 평면 F_s 는 슬롯(20)의 바닥면, 면 F_{s1} 및 면 F_{s2} 는 슬롯(20)의 옆면이 되어, S35 단계에서 모든 공유 모서리가 오목하여 슬롯(20)의 양쪽 끝단이 모두 막혀있으면 닫힌 슬롯으로 분류하고, 하나 이상의 공유 모서리가 볼록하여 슬롯(20)의 어느 한 쪽이라도 열려있으면 열린 슬롯으로 분류하며, 평면 F_s 와 오목한 모서리를 공유하는 면이 접(tangent)하게 연결되는 원통인 경우 키웨이로 분류된다.

[0102] 슬롯 인식 단계(S30)에서 S31 내지 S35 단계에 따라 인식 및 분류된 슬롯(20)은, 바닥면과 양측 옆면의 방향만 다른 동일 슬롯(20)이 중복될 수 있으므로, 중복된 슬롯(20)을 삭제하여 하나의 슬롯(20)만을 남기는 작업(S36)을 수행하여야 한다.

- [0103] 중복 인식된 슬롯(20)을 삭제하여 하나의 슬롯(20)만을 남기는 슬롯(20) 선택 우선 순위는, 도 11에서 도시하는 바와 같이 평면 F_s 가 단말기 사용자가 설정한 선호 방향을 향하는 슬롯(20)을 우선적으로 선택하여 나머지 슬롯(20)을 1차 삭제하며, 선호 방향이 동일한 중복 슬롯(20)들이 남은 경우 이들 사이에서는 평면 F_s 의 단한 두 면 간 거리가 긴 슬롯(20)을 우선하여 선택함으로써 나머지 슬롯(20)을 2차 삭제한다.
- [0104] 이때, 슬롯 인식 단계(S30)에서 인식된 슬롯(20)의 바닥면과 옆면 사이에 필렛(fillet)이나 모따기(chamfer)가 포함되는 경우, 필렛이나 모따기가 포함된 해당 슬롯(20)은 슬롯(20)이 아닌 포켓(30)으로 재분류하여, 분류 데이터를 포켓 인식 단계(S40)로 이전한다.
- [0105] 포켓 인식 단계(S40)에서는 기계가공에서 밀링(milling) 가공을 통해 면 표면 방향을 따라 이동하면서 절삭 가공되어 생성되는 형상인 포켓(30)을 인식하며, 도 6에서 도시하는 바와 같이 특정형상 인식 알고리즘에 설정된 기하학적 조건인 규칙을 만족하는 닫힌 포켓(closed pocket) 또는 열린 포켓(open pocket)으로 포켓(30)을 인식하게 된다.
- [0106] 일반적으로 밀링 가공을 통한 포켓(30) 형성 시, 포켓(30)의 바닥면과 옆면은 평면 형상을 이루게 되며, 바닥면과 옆면은 서로 수직을 이루게 되므로, 바닥면과 옆면은 오목한 모서리를 통해 바로 연결되거나, 또는 오목한 원통 형상을 통해 서로 연결될 수 있고, 바닥면과 옆면이 원통 형상을 통해 서로 연결되는 경우 원통 형상은 필렛으로 인식되어야 한다.
- [0107] 특정형상 인식 알고리즘에 정의된 규칙은 입력된 형상(1)에서 평면의 법선 방향으로 다른 형상이 존재하지 않고 이웃하는 두 개 이상의 평면 중 최소 하나 이상의 면과 오목한 모서리를 공유하는 모든 평면을 찾아 포켓(30)으로 인식하며(S41), 인식된 포켓(30)의 각 평면 F_p 에 대하여 평면 F_p 와 이웃하면서 공유 모서리가 오목한 이웃면을 모두 찾는다(S42).
- [0108] S42 단계에서 찾은 공유 모서리는 평면 형상 또는 원통 형상이어야 하며, 공유 모서리가 오목한 평면 또는 원통 형상의 이웃면을 포켓(30)의 옆면으로 설정하고(S43), 더 이상 찾을 수 있는 옆면이 없으면 다음 면에 대하여 공유 모서리가 오목한 이웃면을 찾아 포켓(30)의 옆면을 재설정하는 단계를 반복 수행한다(S44).
- [0109] 평면 F_p 는 포켓(30)의 바닥면이 되어, 평면 F_p 에 이웃하는 모든 공유 모서리가 오목하여 평면 F_p 가 옆면에 둘러싸여 닫혀있으면 닫힌 포켓(closed pocket)으로 인식하며, 또는 평면 F_p 가 옆면에 둘러싸여 닫혀있지 않으면 열린 포켓(open pocket)으로 인식한다(S45).
- [0110] 포켓 인식 단계(S40)에서 S41 내지 S45 단계에 따라 인식 및 분류된 포켓(30)은, 바닥면과 옆면의 방향만 다른 동일 포켓(30)이 중복될 수 있으므로, 중복된 포켓(30)을 삭제하여 하나의 포켓(30)만을 남기는 작업(S46)을 수행하여야 한다.
- [0111] 중복 인식된 포켓(30)을 삭제하여 하나의 포켓(30)만을 남기는 포켓(30) 선택 우선 순위는, 평면 F_p 가 단말기 사용자가 설정한 선호 방향을 향하는 포켓(30)을 우선적으로 선택하여 나머지 포켓(30)을 1차 삭제하며, 선호 방향이 동일한 중복 포켓(30)들이 남은 경우 이들 사이에서는 평면 F_p 의 면적이 큰 포켓(30)을 우선하여 선택함으로써 나머지 포켓(30)을 2차 삭제한다.
- [0112] 홀 인식 단계(S20) 내지 포켓 인식 단계(S40)를 거치면서 형상(1)을 구성하는 특정형상의 인식이 완료되면, 특정형상 출력 단계(S50)에서는 인식된 홀(10)과 슬롯(20) 및 포켓(30)의 각 면으로부터 해당 형상(1)을 가공하는데 필요한 기계가공 특정형상을 찾아 출력하며, 출력된 특정형상은 컴퓨터 이용 공정계획 수립(computer-aided process planning)에 이용될 수 있다.
- [0113] 특히, 특정형상 인식 알고리즘에 정의된 규칙을 통해, 도 12 및 도 13에서 도시하는 바와 같이 주요 기계가공 특정형상으로 지정된 홀(10)과 슬롯(20) 및 포켓(30)을 인식하도록 구성함으로써, 형상(1)을 가공하는데 필요한 기계가공의 종류 및 기계가공에 필요한 각종 파라미터를 추정할 수 있도록 한다.
- [0114] 이를 통해 기존의 기계가공 특정형상 인식 방식인 그래프 기반(graph-based) 방법 및 볼륨 분해(volume decomposition) 방법에 비해 복잡한 기계가공 특정형상 인식 처리 시간을 크게 절감할 수 있으며, 힌트 기반 방법에 비해 규칙 정의가 용이하고 확장성이 뛰어난 장점을 가진다.
- [0115] 또한, 그래프 합성곱 신경망(graph convolution network)와 같은 딥러닝 모델을 이용한 기계학습 기반 방법은 학습에 사용 가능한 데이터에 의존적이며, 복잡한 형상(1)에 대한 인식을 저하가 발생할 수 있는데 비하여, 본

발명의 기계가공 특징형상 인식 방법은 복잡한 형상(1)에 대한 높은 인식률을 가지게 된다.

[0116] 그리고, 본 발명의 홀 인식 단계(S20) 내지 포켓 인식 단계(S40)에서는 라이브러리의 특징형상 인식 알고리즘에 정의된 규칙에 따라 홀(10)과 슬롯(20) 및 포켓(30)을 인식하기 때문에, 입력된 형상(1)으로부터 동시에 다수의 특징형상을 인식 가능하도록 하며, 다수의 특징형상을 동시에 인식하면서 중복 인식된 슬롯(20) 또는 포켓(30)을 삭제하는 과정을 부가함으로써, 하나의 면 단위로 특징형상을 분류하는 기존의 기계가공 특징형상 인식 방식 대비, 기계가공 특징형상 인식 작업 효율을 향상시킬 수 있다.

[0117] 이를 통해 설계 형상(1)의 가공 계획을 세울 때, 설계 형상(1)의 기계가공 특징형상 인식을 통해 자동으로 기계가공 계획을 수립할 수 있도록 하여, 기계가공 수립 계획에 소요되는 시간을 단축할 수 있으며, 수립된 기계가공 계획으로부터 설계 형상(1)의 기계가공 중 발생하는 문제를 사전에 파악 가능하게 함으로써, 설계 계획에 소요되는 시간 및 비용을 절감할 수 있도록 한다.

[0118] 또한, 온라인을 통한 기계가공 견적 요청 서비스에 접속하여, 견적받은 형상(1)의 기계가공 특징형상 인식을 통해, 해당 형상(1)을 가공하기 위해 적용해야 하는 기계가공 형태 및 가공 복잡도를 판단하는 과정을 자동화함으로써, 가공 견적을 제공하는데 소요되는 시간 및 노동력을 크게 절감할 수 있도록 한다.

[0120] 상기 내용을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

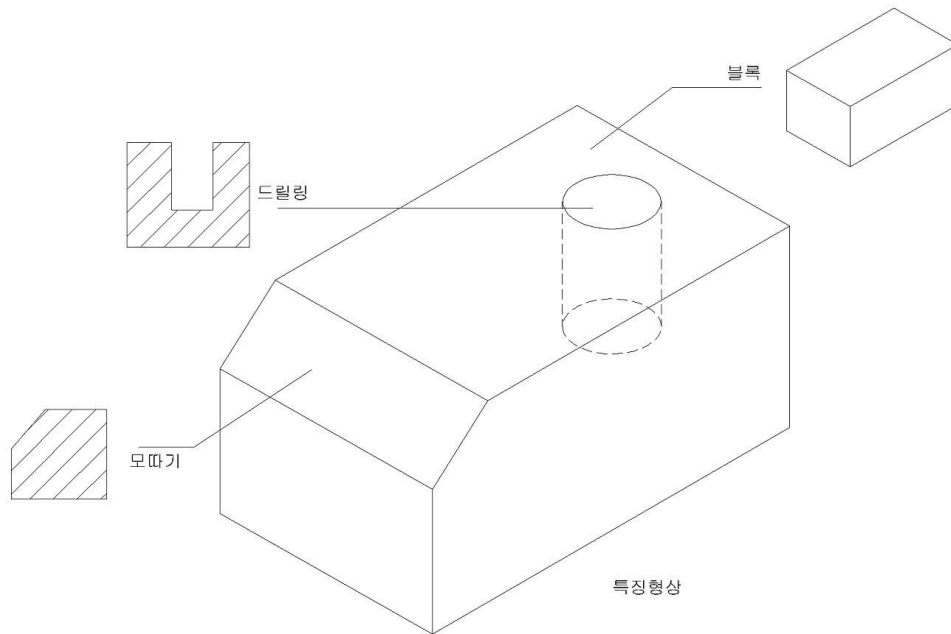
[0121] 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해되어야 하고, 상기 상세한 설명에서 기술된 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타나며, 특허 청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

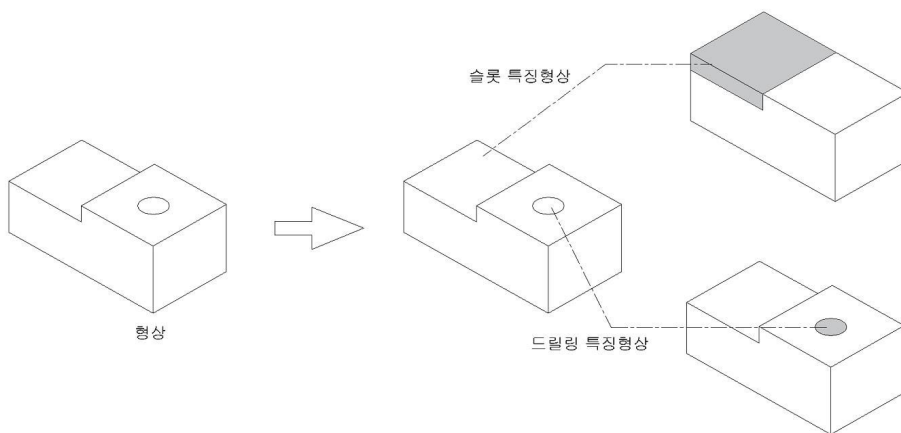
[0122] 1: 형상 10: 홀
20: 슬롯 30: 포켓

도면

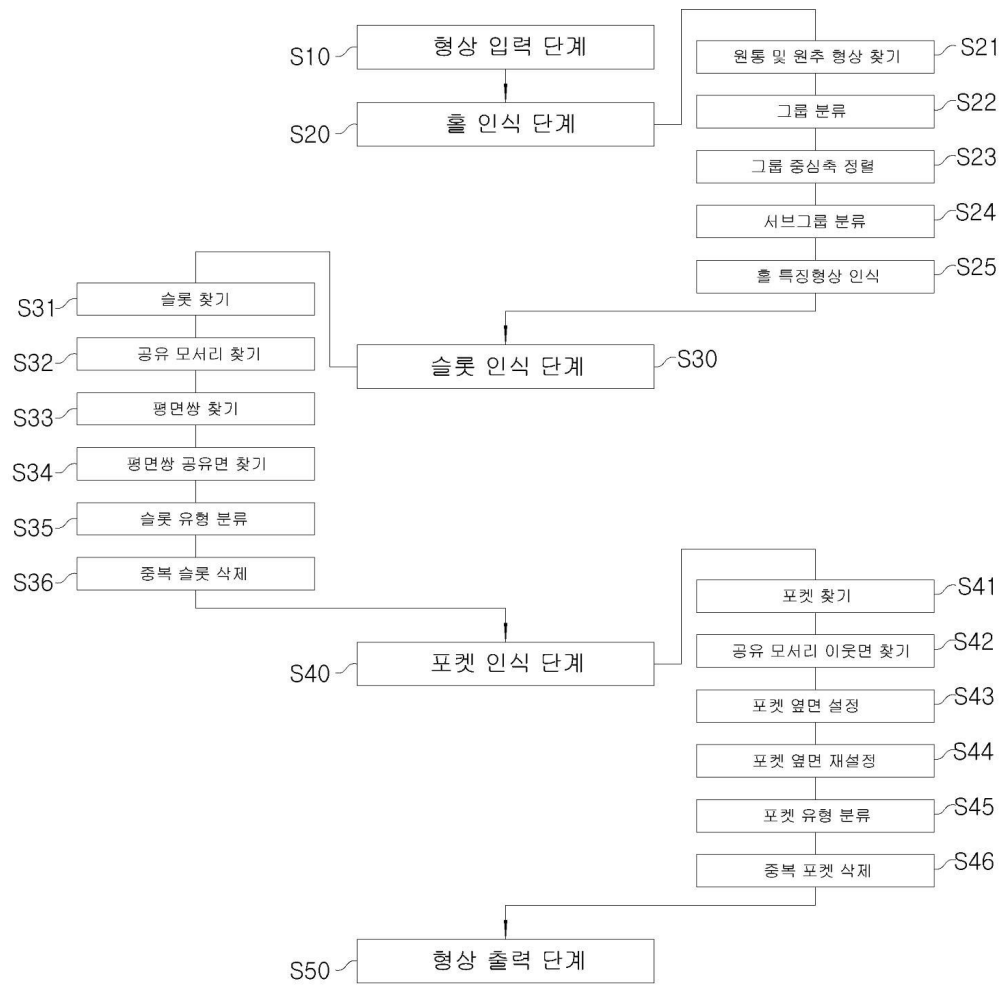
도면1



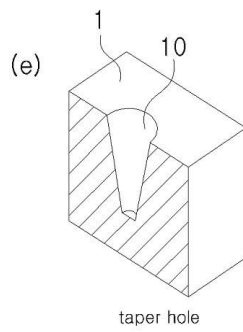
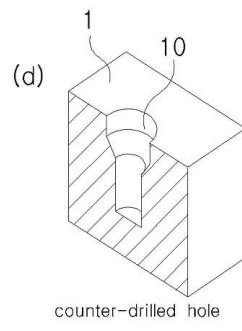
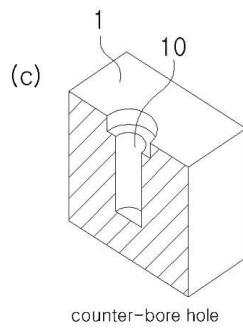
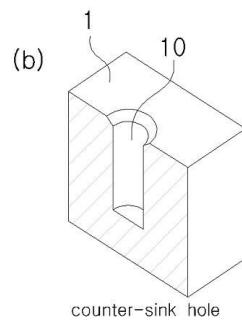
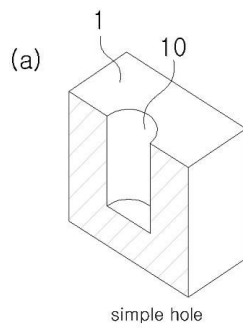
도면2



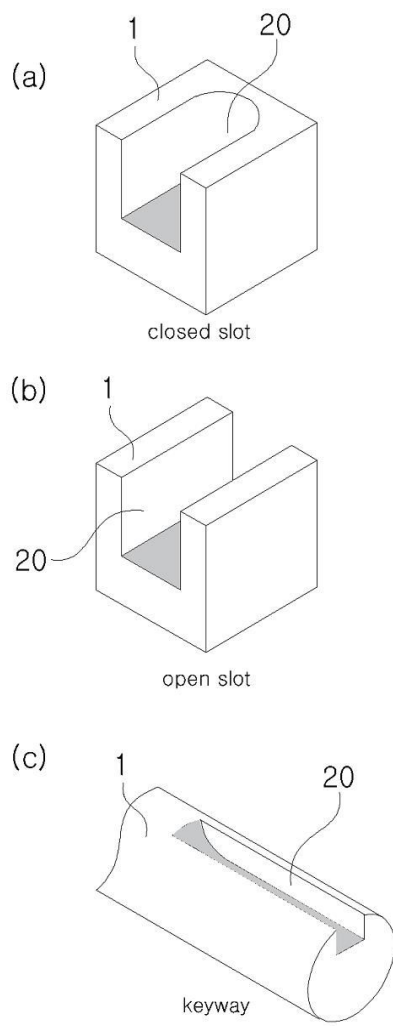
도면3



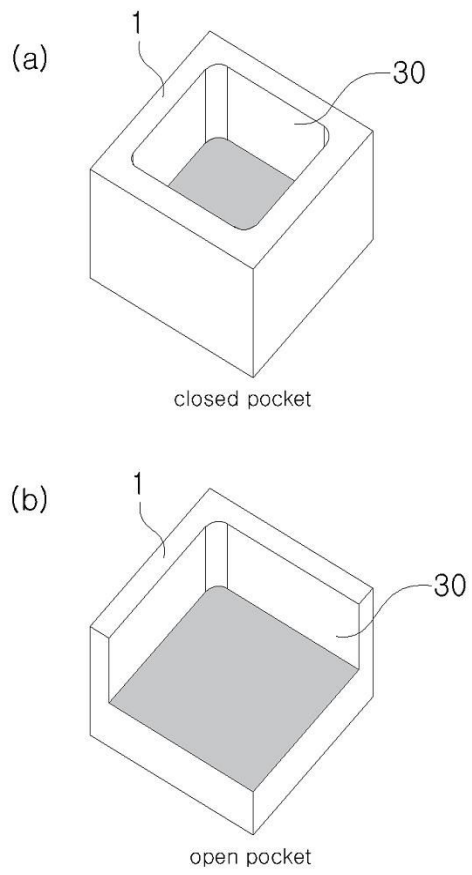
도면4



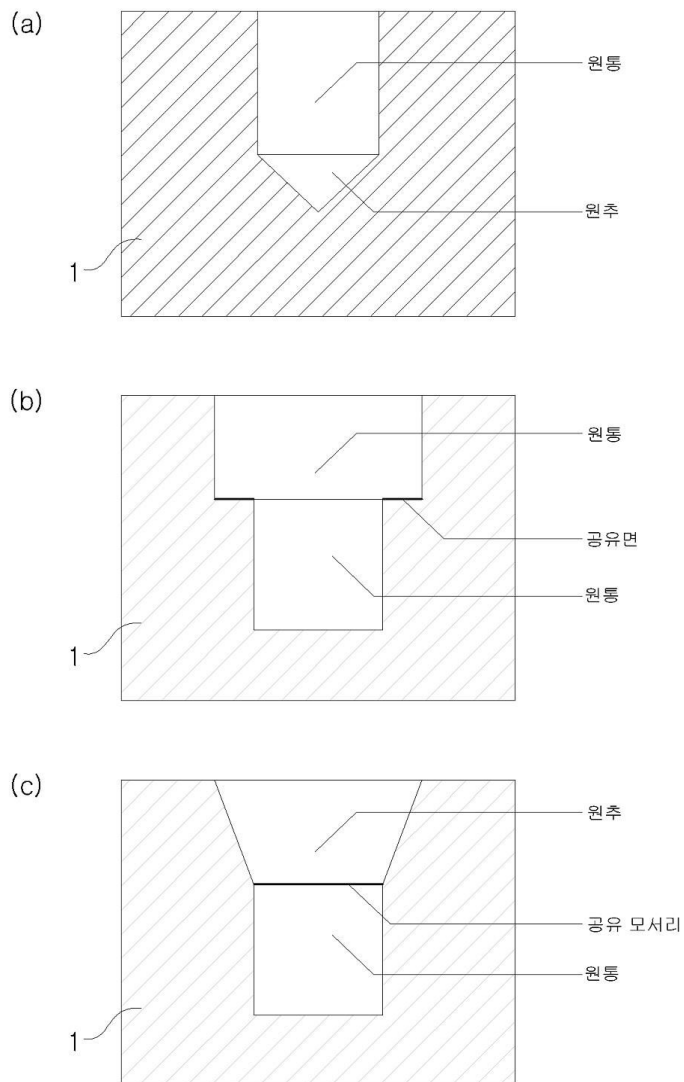
도면5



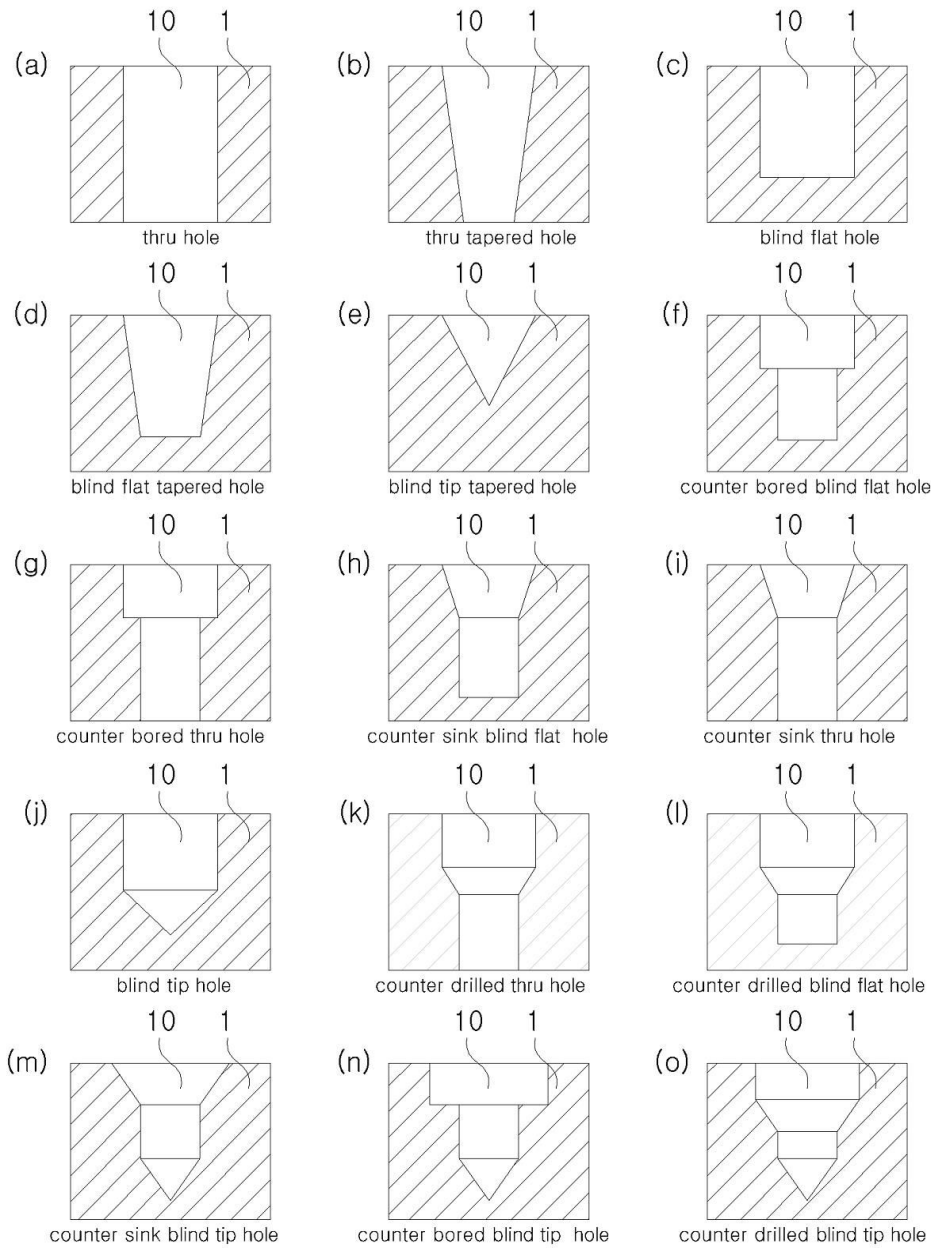
도면6



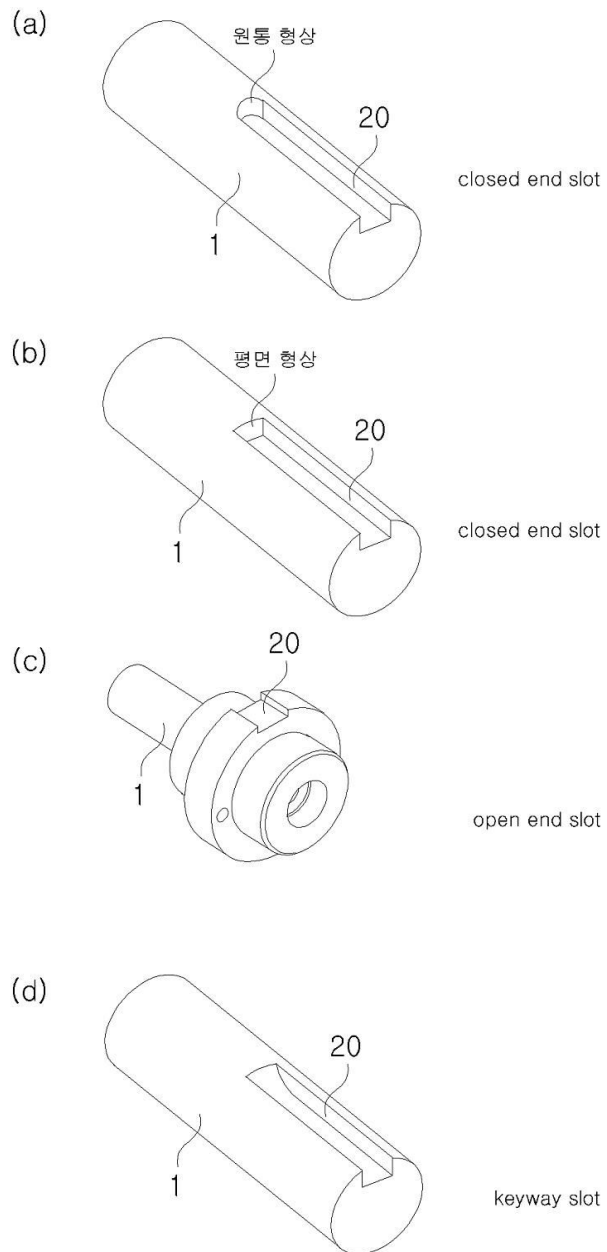
도면7



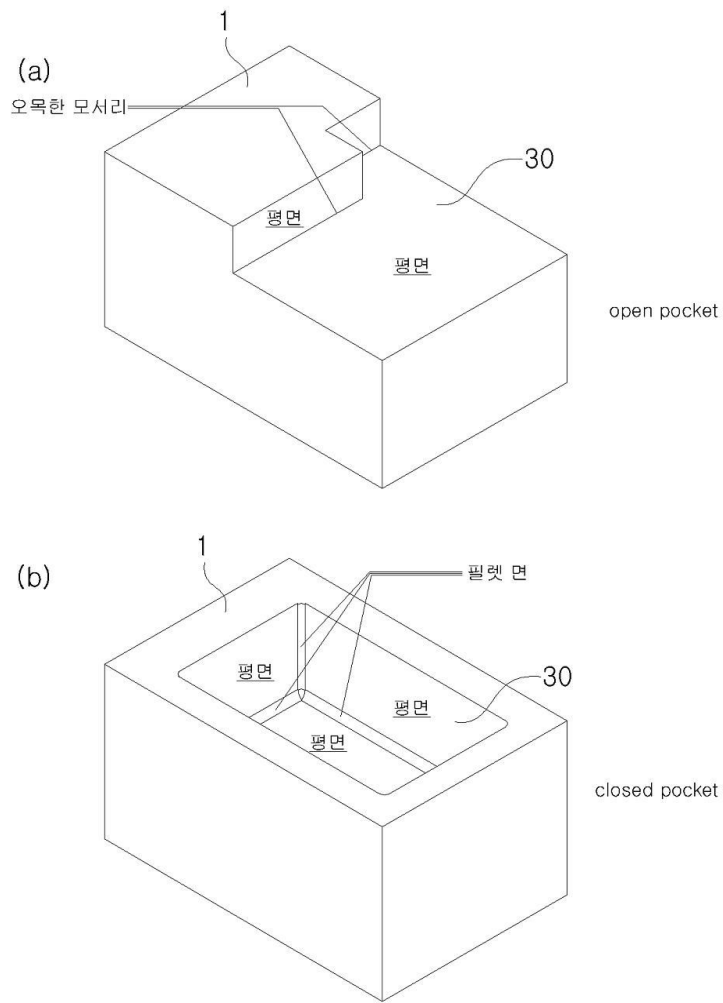
도면8



도면9

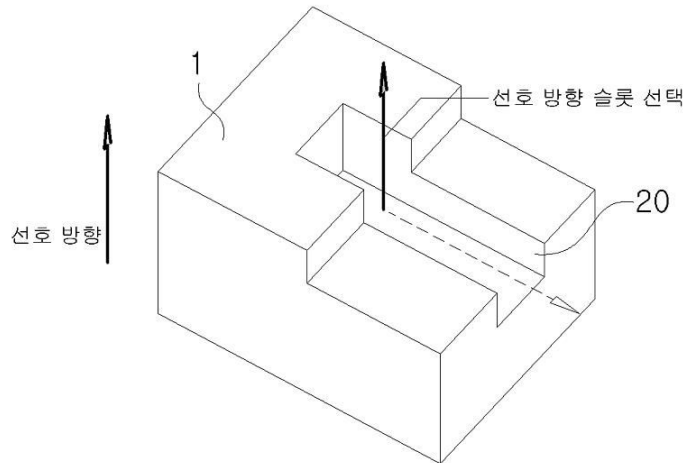


도면10

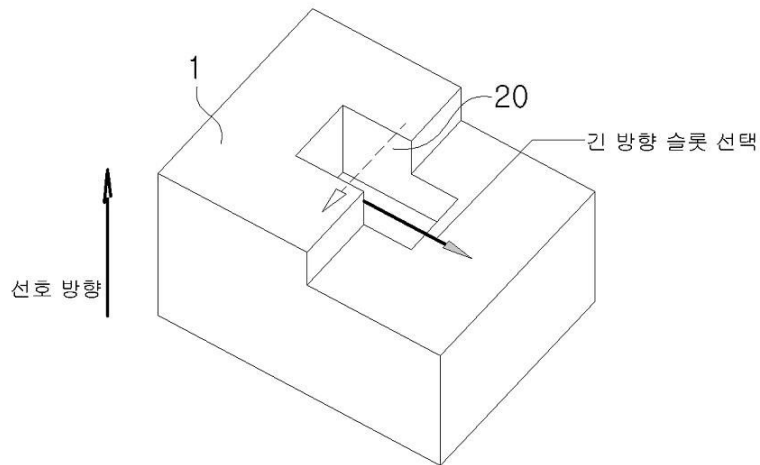


도면11

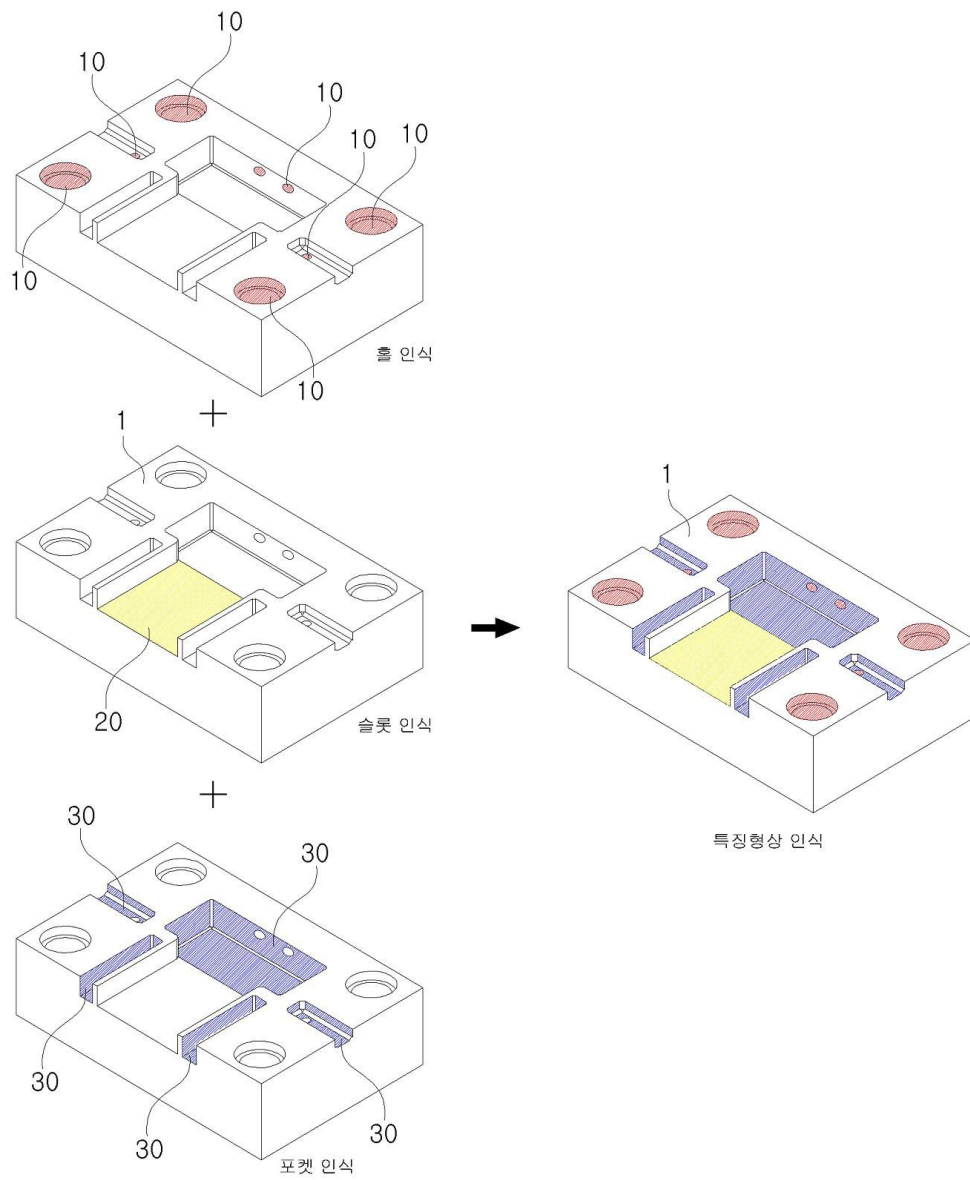
(a)



(b)



도면12



도면13

