

미국55133-3427미네소타주세인트폴피.오.박스33427

(74) 대리인

주성민
김영

심사관 : 김상배

(54) 연삭 휘일

요약

원통형의 연마 연삭 휘일(10)은 연마면(18)이 외부 원형 밴드에 있는 원통형 연마 영역(12)을 갖는다. 연마 영역은 연마 입자층(26)을 포함한다. 연마 입자층(26)은 연삭 휘일의 회전축(23)에 대해 경사질 수 있거나 연삭 휘일과 연삭 휘일에 의해 연삭된 작업편의 홈 모양 흔적이 저감될 수 있도록 배열될 수 있다. 다르게는, 연마 영역은 각각 연마 입자층을 갖는 복수 개의 연마 세그먼트로부터 형성될 수 있다. 연마 입자층은 하나의 세그먼트로부터 다른 세그먼트로 회전축 방향으로 지그재그 배열될 수 있다. 이거은 또한 연삭 휘일과 작업편의 홈 모양 흔적을 저감시킬 수 있다.

대표도

도 3

색인어

연마 연삭 휘일, 연마면, 원통형 연마 영역, 연마 입자층, 연마 세그먼트

명세서

기술분야

본 발명은 일반적으로 연마 공구 또는 초연마 공구에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 연마면 또는 초연마면을 갖는 회전형 연삭 휘일에 관한 것이다.

배경기술

일정 유형의 작업편(예컨대, 플라스틱 및 유리 렌즈와, 돌과, 콘크리트와, 세라믹)은 연마 작업면, 특히 초연마 작업면을 갖는 휘일이나 디스크와 같은 연삭 공구를 사용하여 형성될 수 있다는 잇점이 있으며, 이 때 초연마면은 연마면이기도 하지 만 더 높은 연마도를 갖는다. 연삭 공구의 작업면은 휘일이나 디스크의 외주연 둘레의 연마 밴드로 이루어질 수 있다. 일반적으로 작업면은 접착제가 둘레에 도포된 그리고/또는 금속 매트릭스에 매립된 다이아몬드, 입방정 질화 붕소 또는 아산화 붕소와 같은 초경재 또는 연마재로 된 입자를 포함한다. 주로 이들 연마 입자는 작업편이 연삭 공구의 회전 작업면과 접촉 하게 될 때 작업편을 절삭하거나 연삭하도록 주로 작용한다.

연마재로 된 세그먼트들을 포함한 절삭 또는 연삭 휘일을 형성하는 것은 공지되어 있다. 연마 세그먼트들은 주형에 다이아몬드와 금속 분말과 같은 연마 입자 및/또는 다른 충전제나 접착제를 혼합하여 고온에서 혼합물로 가압 성형함으로써 형성될 수 있다. 그러나, 이런 방식으로 연마 세그먼트를 형성하게 되면 세그먼트 내에서 경질 입자 또는 연마 입자의 콘센트레이션(concentration)이 높은 영역과 연마 입자의 콘센트레이션이 낮은 영역을 발생시킬 수 있다. 또한, 연마면에서 연마 입자의 콘센트레이션은 휘일 마모율과 연삭 속도와 같은 휘일의 연삭 특성에 영향을 주게 된다. 이와 같이, 불균일하거나 무작위적으로 변화하는 연마 입자의 콘센트레이션은 불안정한 절삭 또는 연삭 성능의 원인이 될 수 있다. 또한, 이런 방식으로 연마 세그먼트를 형성하는 것은 비교적 많은 연마 입자가 사용되기 때문에 비교적 고가일 수 있다.

연마면에서 불균일하거나 무작위적으로 변화하는 연마 입자의 콘센트레이션에 관련된 문제점들을 줄이기 위해, 연마 입자의 콘센트레이션이 규칙적인 방식으로 변화하는 연마 세그먼트를 형성하는 것이 공지되어 있다. 예컨대, 접착재 영역에 의해 분리된 사실상 평행하고 편평한 연마 입자층을 갖는 연마 세그먼트가 형성될 수 있다. 이런 연마 입자층을 갖는 연마재는, 예컨대 1997년 4월 15일 공고되고 발명의 명칭이 "분말 예비 성형물 제조 방법 및 연마품"인 첼레신(Tselesin)의 미국 특허 제5,620,489호, 1991년 9월 17일 공고되고 발명의 명칭이 "복합 재료"인 첼레신의 미국 특허 제5,049,165호 및 1991년 7월 11일 공개되고 발명의 명칭이 "다이아몬드 톱형 블레이드(saw blade)"인 탄노 요시유키(Tanno Yoshiyuki)의 일본 공개 특허 공보 (평성)3-161278호(이하, "요시유키")에 개시되어 있다.

요시유키는 돌, 콘크리트 및/또는 방화재를 절삭하기 위한 톱형 블레이드를 개시하고 있다. 톱형 블레이드는 편평한 연마 입자층을 갖는 연마 세그먼트로부터 형성된다. 요시유키의 도3에서 도시된 바와 같이, 연마 입자층은 작업편에서의 절삭이 홈을 형성하도록 톱형 블레이드의 회전 방향으로 정렬된다. 이런 홈은 연마 입자의 평면들 사이의 접착재 영역이 연마 입자의 평면 영역보다 빨리 마모되기 때문에 형성된다.

그러나, 연삭 공구의 많은 적용에서, 마모 홈은 바람직하지 않거나 수용될 수 없다. 많은 경우에는, 작업편 상에서 매끄럽고 곡면으로 된 모서리를 형성할 수 있는 것이 특히 바람직하다. 예컨대, 펜슬(pencil) 휘일로 알려진 유형의 연삭 휘일은 일반적으로 유리의 날카로운 모서리를 제거하고 곡면 모서리에서 유리 깨짐의 원인이 될 수도 있는 크랙을 없애기 위해 유리 창틀의 모서리를 연마하는 데 사용된다. 곡면으로 된 모서리에 홈을 형성하는 것은 바람직하지 않을 수 있다.

이와 함께, 일반적으로 행해지는 연삭 휘일의 조립 방법을 개선하는 것이 요구된다. 통상적으로, 연삭 휘일의 조립은 지지판(들)에 연마재를 접합하기 위해 납땜(brazing)이나 소결 공정을 포함한다. 이들 공정은 많은 이유로 인해 기피되고 있다. 예컨대, (경량성으로 인해 선호되는 재료인) 알루미늄 지지판에 연마층을 납땜하는 것은 납땜 재료의 습윤성을 방해하는 지지판 표면 상의 산화 알루미늄의 존재로 인해 달성되기 어려울 수 있다. 소결은 일반적으로 긴 시간과 고온이 요구됨으로 인해 기피되고 있다. 또한, 소결과 납땜 모두 비금속성(예컨대, 중합성) 지지판에 대해서는 적용할 수 없다. 이런 단점들에 대한 관점에서, 연삭 휘일의 지지판(들)에 연마층을 접합하는 개선된 방법이 요구된다.

발명의 상세한 설명

본 발명에 따르면, 연삭 휘일은 규칙적인 연마 입자의 콘센트레이션을 갖는 연마면을 나타냄으로써 안정적인 연삭 결과를 낳게 되는 잇점이 있다. 그러나 또한, 휘일의 연마면은 작업편 상에 매끄러운 모서리를 생성할 수 있다. 많은 경우에, 작업편 상에 생성된 모서리도 곡면으로 될 수 있다.

본 발명은 회전축 둘레에서 회전 가능한 일반적인 원통형 연마 연삭 휘일을 포함한다. 외주연면 상에 연마면을 갖는 사실상 원통형의 연마재 영역은 복수개의 연마 입자층으로부터 형성된다. 각각의 연마 입자층은 원통형 연마재 영역의 적어도 원주 방향과 방사 방향으로 연장된다. 연마 입자층을 방사 방향으로 연장함으로써, 연마 입자층의 모서리가 휘일의 사용에 의해 마멸될 때, 새로운 모서리가 노출되는 잇점이 있다. 그러나, 형성된 또는 프로파일된(profiled) 모서리를 갖는 휘일이 사용될 때, 모서리가 마멸되면 재 프로파일되어야 한다.

본 발명의 일 태양은, 연마 입자층이 연삭 휘일의 회전축에 수직한 평면과 연마면의 완전 원주와의 교차부에 의해 한정된 임의의 원형 경로가 복수개의 연마 입자층 중 적어도 하나와 교차하도록 연마면 상에 배열되는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 다른 태양은 연마 입자층이 회전축과 0도와 180도를 제외한 그 사이의 각을 형성하도록 연삭 휘일의 회전축에 대해 경사진 것을 특징으로 할 수 있다. 이런 방식에서, 연삭 휘일이 360도 회전을 걸쳐 회전하면, 단일 연마 입자층의 노출된 모서리는 연마 입자층의 노출된 모서리의 폭보다 넓은 축방향 거리를 쓸고 지나가게 된다. 각각의 연마 입자층이 쓸고 지나가는 축방향 거리의 폭이 만나도록 또는 일부 겹치도록 연마 입자층이 회전축에 대해 경사지게 되면, 작업편의 표면 상의 홈 모양 흔적(grooving)은 저감될 수 있고 양호하게는 제거될 수 있다.

본 발명의 다른 태양은 연삭 휘일이 각각 연마 입자층을 포함하는 복수개의 연마 세그먼트로부터 형성되는 것을 특징으로 할 수 있다. 연마 입자층은 일 세그먼트에서 다른 세그먼트로 축방향으로 지그재그로 배치될 수 있다. 이런 방식에서, 연마 입자층의 노출된 모서리는 연마면의 축방향 두께보다 더 많은 부분을 쓸고 지나가게 된다. 이것은 또한 작업편 상에서 홈 모양 흔적을 저감시킬 수 있다. 일부 실시예에서는, 연마 입자가 층에 있지 않지만 무작위적으로 간격을 두고 배치된 세그먼트를 사용해서 홈 모양 흔적을 저감시키는 것이 가능할 수 있다.

본 발명의 다른 태양은 연삭 휘일이 적어도 하나의 지지판에 접촉식으로 접합된 금속 접합 연마재 층을 포함하는 것을 특징으로 한다. 여기에서 사용된 "연마재"는 표면 부착에 의해 고형 재료를 서로 유지하는 것이 가능한 중합성 유기재를 지칭한다. 여기에서 사용된 "금속 접합 연마재"란 금속 접합재를 통해 분포된 복수개의 연마 입자를 포함하는 연마재를 포함한다. 연마 입자는 금속 접합재에 걸쳐 무작위적으로 분포(즉, 불균일하게 또는 무작위적으로 변화하는 콘센트레이션)될 수 있거나 연마 입자의 콘센트레이션은 규칙적인 방법(즉, 금속 접합재 영역에 의해 분리된 사실상 평행하고 편평한 접촉제 입자층)으로 변화할 수 있다. 금속 접합 연마재 층은 단일한 덩어리 또는 하나 이상의 덩어리를 포함할 수 있다. 양호한 실시예에서, 복수개의 개별 금속 접합 연마 세그먼트는 두 개의 지지판 사이에 원주상으로 간격을 두고 배치되어 있으며 연마 세그먼트와 지지판 사이의 개재된 구조적 접착재에 의해 지지판에 접촉식으로 접합되어 있다.

도면의 간단한 설명

도1은 본 발명에 따른 경사 연마면을 갖는 연마 연삭 휘일의 사시도이다.

도2는 도1의 분리선 2-2를 따라 취한 도1에 도시된 연삭 휘일의 단면도이다.

도3은 연마 영역의 연마 입자층을 도시한 도1에 도시된 연삭 휘일의 정면도이다.

도4는 연삭 휘일의 연마면 상의 접합 영역 사이의 연마 입자층이 어떻게 연삭 휘일과 작업편에 홈 모양 흔적을 남기게 되는가를 도시한 작업편을 연삭하는 연마 연삭 휘일 단면의 부분 측면도이다.

도5a는 설명을 위해 확대된, 연마 입자와 연마 입자층을 도시한 도1에 도시된 연삭 휘일을 제조하는 데 사용될 수 있는 연마재 시트의 부분 정면도이다.

도5b는 설명을 위해 확대된, 연삭 휘일의 회전축에 대해 경사진 연마 입자층을 도시한 도1에 도시된 연삭 휘일의 부분 정면도이다.

도6은 도1에 도시된 연마 연삭 휘일을 형성할 수 있는 적층 블록의 사시도이다.

도7은 도1에 도시된 연삭 휘일의 연마 영역을 형성할 수 있는 적층 시트의 평면도이다.

도8은 도7에 도시된 적층 시트의 예에 대한 분해 정면도이다.

도9는 도7에 도시된 적층 시트를 제조하는 데 사용될 수 있는 다공재의 제1 실시예의 평면도이다.

도10은 도7에 도시된 적층 시트를 제조하는 데 사용될 수 있는 다공재의 제2 실시예의 평면도이다.

도11은 본 발명에 따른 연마 입자층을 갖는 연마 세그먼트를 포함하는 연마 연삭 휘일의 제2 실시예의 사시도이다.

도12는 도11의 분리선 12-12를 따라 취한 도11에 도시된 연삭 휘일의 단면도이다.

도13은 도12의 분리선 13-13을 따라 취한 도12에 도시된 연삭 휘일의 단면도이다.

도14는 도12의 분리선 14-14을 따라 취한 도12에 도시된 연삭 휘일의 단면도이다.

도15는 도12에서와 동일한 분리선을 따라 취한 것으로 본 발명에 따른 연삭 휘일의 다른 실시예의 상부 단면도이다.

도16은 도15의 분리선 16-16을 따라 취한 도15에 도시된 연삭 휘일의 단면도이다.

도17은 설명을 위해 확대된 연마 입자와 연마 입자층을 도시한 도11에 도시된 연삭 휘일의 정면도이다.

도18은 본 발명에 따른 적층된 연마 세그먼트를 포함하는 연마 연삭 휘일의 제3 실시예의 정면도이다.

도19는 도18의 분리선 19-19를 따라 취한 도18에 도시된 연삭 휘일의 단면도이다.

도20은 연마 입자층의 축방향 위치가 달라지는 연마면을 갖는 본 발명에 따른 연마 연삭 휘일의 다른 실시예의 정면도이다.

도21은 도20에 도시된 연삭 휘일을 제조하는 데 사용될 수 있는 이격자의 사시도이다.

도22는 연마 세그먼트로부터 형성된 연마면을 갖는 본 발명에 따른 연마 연삭 휘일의 다른 실시예의 정면도이다.

도23은 지지판에 접촉식으로 접합된 연마층을 갖는 본 발명에 따른 연마 연삭 휘일의 다른 실시예의 정면도이다.

도24는 지지판에 접촉식으로 접합된 복수개의 연마 세그먼트로부터 형성된 연마층을 갖는 본 발명에 따른 연마 연삭 휘일의 다른 실시예의 정면도이다.

도25a는 지지판에 접촉식으로 접합된 복수개의 연마 세그먼트로부터 형성된 연마층을 갖는 본 발명에 따른 연마 연삭 휘일의 다른 실시예의 정면도이다.

도25b는 도25a의 실시예의 분해도이다.

실시예

도1은 본 발명에 따른 연마 주연면을 갖는 절삭 또는 연삭 휘일(10)의 사시도이다. 휘일(10)은 사실상 원통형 형상이며 양호하게는 제1 지지판(14)과 제2 지지판(16) 사이에 개재된 연마 영역(12)을 포함한다. 연마 영역(12)의 외부 연마면(18)은 휘일(10)의 원주면(24)의 일부 둘레에서 연장된 사실상 원통형 밴드이다. 휘일(10)의 중심에는 휘일(10)을 완전 관통하는 보어(20)가 형성되어 있다. 보어(20)는 휘일(10)이 샤프트 둘레에서 휘일(10)을 회전시키기 위한 회전 샤프트(도시 안됨)에 장착될 수 있도록 한다. 따라서, 보어(20)를 관통해서 위치된 회전 샤프트는 휘일(10)의 회전축(23)을 따라 연장될 수 있다. 다르게는, 회전축은 판(14, 16)에 고정되고 종방향 정렬된 샤프트부에 의해 한정될 수 있다. 또한, 중심 샤프트(도시 안됨)를 갖는 사실상 원형의 장착판(도시 안됨)을 장착 구멍(9)을 거쳐 휘일에 부착함으로써 회전 샤프트에 휘일(10)을 부착할 수도 있다. 그러나 장착 구멍(9)이 필수적인 것은 아니다. 회전 샤프트 상에서 또는 회전 샤프트에 의해 휘일(10)을 회전시키므로써, 작업편은 작업편이 적절히 형성되어 연삭되거나 절삭될 수 있도록 연마면(18)에 의해 연마되기 위해 휘일(10)의 원주면(24)에 대해 유지될 수 있다.

지지판(14, 16)은 사실상 강성이며 양호하게는 철강(steel)으로 형성되지만, 청동, 알루미늄 또는 임의의 다른 적절한 강성 재료일 수 있다. 지지판(14, 16)은 소결되지 않거나 소결된 분말재료로부터 형성될 수 있다. 이들 판 중 적어도 하나는 연마 입자를 포함하지 않을 수 있거나, 연마 영역(12)보다 적은 콘센트레이션 및 또는 크기로 된 일부 연마 입자를 포함할 수 있다. 판(14, 16)은 양호하게는 디스크(10)의 회전축(23)에 수직인 외부면(14a, 16a)을 각각 갖는다. 판(14, 16)은 또한 내부면(14b, 16b)을 각각 갖는다. 휘일(10)의 정면도인 도3에 도시된 바와 같이, 내부면(14b, 16b)은 양호하게는 서로 사실상 평행하지만, 회전축(23)에 수직인 평면과 각도(θ)를 형성하도록 경사져 있다. 그러나, 후술하는 바와 같이, 평행하지 않은 연마 입자층 또는 평행하지는 않지만 임의의 인접 층의 외형을 따르는 층을 갖는 것도 또한 본 발명의 범위에 속한다. 내부면(14b, 16b)은 경사져 있기보다는 회전축(23)에 수직할 수도 있다.

연마 영역(12)은 양호하게는 사실상 서로 평행한 상부면(31)과 하부면(33)을 갖는 사실상 원통형이며 또한 양호하게는 회전축(23)에 대해 수직인 평면과 각도(θ)로 경사져 있다. 이런 방식에서, 연마 영역(12)은 휘일(10)의 회전축(23)에 수직인 평면에 대해 각도(θ)를 이루며 지지판(14, 16) 사이에서 지지될 수 있다. 판(14)의 상측면(14a)과 판(16)의 바닥면(16a)은 회전축(23)에 사실상 수직할 수 있으며, 표면(31, 33)은 표면(14a, 16a)에 대해 각도(θ)로 경사질 수 있다. 지지판(14, 16)은 선택 사항이다. 지지판(14, 16)없이 형성된 연삭 휘일의 회전을 용이하게 하기 위해, 회전 샤프트가 상부면과 하부면(31, 33)에 직접적으로 각각 고정될 수 있다.

도1의 선 2-2를 따라 취한 휘일(10)의 단면도인 도2에 도시된 바와 같이, 연마 영역(12)은 환형이고, 휘일(10)의 표면(24)으로부터 중심쪽으로 방사상 내향으로 연장된다. 이런 방식에서, 외부 연마면(18)이 사용에 의해 마멸될 때, 추가적인 연마면이 노출됨으로써, 휘일(10)의 사용 수명을 연장시킨다. 도2에 도시된 실시예에서, 연마 영역(12)은 원주면(24)과 보어(20) 사이의 전체 방사상 거리에 걸쳐 연장된다. 그러나, 연마 영역(12)은 표면(24)과 보어(20) 사이의 영역의 일부만을 통해서 방사상으로 연장될 수도 있다.

연마 영역(12)은 충전재 또는 접합재의 매트릭스에 부유된 것으로, 다음에 제한되는 것은 아니지만, 다이아몬드, 입방정 질화 붕소, 탄화 붕소, 아산화 붕소와 같은 초연마재를 포함하는 연마재나 경질 재료로 된 입자와, 탄화 실리콘, 탄화 텅스텐, 탄화 티탄, 붕화 크롬과 같은 다른 연마 입자를 함유한다. 도3에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따르면, 연마 입자는 연마 입자층(26) 사이에 접합재 영역(28)을 갖는 연마 영역(12)에서 사실상 평행하고 평행한 층(26)에 배열될 수 있다. 연마 입자층(26)은 휘일(10)의 방사 방향과 원주 방향으로 연장된 평면을 한정할 수 있다. 휘일(10)의 정면도인 도3에 도시된 바와 같이, 연마면(18)은 점선으로 나타낸 연마 입자층(26)을 가로질러 절삭하도록 형성될 수 있다. 이런 방식에서, 연마 입자층(26)의 모서리는 연마면(18)에서 노출될 수 있다. 또한, 접합재 영역(28)의 모서리는 표면(18)에서 노출된다.

표면(18)에서 층(26)의 모서리를 노출시키는 것은 공구(10)가 사용될 때 표면(18)의 형상, 마모 프로파일 또는 표면 형태에 영향을 준다. 이는 연마 입자층(26)보다 접합재 영역(28)이 더 급속히 마모되고 작업편을 비효율적으로 절삭하기 때문이다. 도4는 연마된 연삭 휘일(310)과 작업편(308)의 마모 프로파일에 대한 측면도이다. 휘일(310)은 지지판(314, 316) 사이에 개재될 수 있는 연마 영역(312)을 갖는다. 연마 영역(312)은 접합재 영역(328)에 의해 분리된 연마 입자층(326)을 포함한다. 층(326)의 모서리는 휘일(310)의 회전축(323)에 수직한 평면에 정렬되고, 층(326)의 각각의 모서리는 휘일(310)의 주연 둘레에서 연속으로 연장된다. 도시된 바와 같이, 휘일(310)을 사용해서 작업편(308)의 모서리를 연삭하게 되면 연마 영역(312)에 홈 모양 흔적을 초래할 수 있다. 연마 영역(312)의 홈의 하이 스폿(high spot)은 연마 입자층(326)의 모서리에서 발생하고 로우(low) 스폿은 접합재 영역(328)에 발생한다. 도시된 바와 같이, 이런 홈 모양 흔적은 연마 입자층(326)의 모서리가 주연 접합재 영역(328)보다 더 급속히 제거하기 때문에 연삭되는 작업편(308)의 표면에서 반영될 수 있다.

그러나, 배경 기술에서 언급된 바와 같이, 일반적으로는 작업면 상에 매끄러운 표면을 생성하는 것이 바람직하다. 예컨대, 자동차나 가구용 유리의 제조 시에는 유리의 모서리를 매끄럽고 결점이 비교적 없도록 연삭하기 위해 웬슬 휘일을 사용한다. 따라서, 작업편에서 홈 모양 흔적이거나 다른 표면 이상을 저감하기 위해서, 도3에 도시된 바와 같이, 연마 입자층(26)은 회전축(23)에 수직한 평면에 대해 각도(θ)로 경사질 수 있다. 각도(θ)는 양호하게는 0도와 180도를 제외한 그 사이의 각도이다. 연마 입자층(26)은 양호하게는, 휘일(10)의 회전축에 수직한 평면과 연마면(18)의 완전 원주의 교차부에 의해 한정된 임의의 경로(32)가 적어도 하나의 연마 입자층(26)을 가로지르거나 절삭하기에 충분하도록 경사져 있다. 따라서, 휘일(10)에 의해 연삭되는 작업편의 표면 전체는 사실상 동일한 속도로 연삭될 수 있으며, 접합재 또는 대안으로서 불균형적으로 큰 양의 연마 입자에 의해서만 연삭되는 표면 영역으로 인한 홈이나 다른 이상이 더 적게 형성된다.

임의의 경로(32)가 적어도 하나의 연마 입자층(26)을 가로지르도록 연마 영역(12)이 휘일(10)의 회전축에 수직한 평면에 경사지게 되는 최소 각도(θ_{min})는 연마 영역(12)을 형성하는 데 사용되는 입자의 크기와, 휘일(10)의 직경과, 연마 입자층(26) 사이의 접합재 영역(28)의 두께에 의존한다. 도5a 및 도5b는 휘일(10)을 형성할 수 있는 유형의 연마재의 개략적 부분 평면도이다. 두 개의 연마 입자(34, 36)는 각각 점선으로 나타낸 인접한 연마 입자층(26a, 26b) 내에 존재한다. 도5a는 θ_{min} 를 결정하기 위한 방법을 설명하기 위해 휘일(10)에서 경사지기 전 원통형 연마 영역(12)의 개략도이다. 입자(34, 36)는 휘일(10)의 직경을 가로질러 서로 정반대로 대향되어 있다. 따라서, 입자(34, 36)는 연마 영역(12)의 직경(D)과 동일하게 될 수 있는 거리만큼 서로 떨어져 있다. 연마 입자층(26a, 26b)은 서로 사이에 이격 거리(t)만큼 떨어져 있다. 연마 입자는 직경(d)을 갖는다. 따라서, 각도(θ_{min})는 다음 식에 의해 주어진다.

(수학식 1)

$$\theta_{min} = \arctan(d + t/D)$$

예컨대, 0.05 inch의 인접 입자층 사이의 이격 거리($t = 0.05 \text{ inch}$)와 0.01 inch의 연마 입자 직경($d = 0.01 \text{ inch}$)을 갖는 4 inch 직경 휘일($D = 4 \text{ inch}$)에 있어서, 각도(θ_{min})는 대략 0.86도이다. 도5b는 원통형 연마 영역(12)이 각도(θ_{min})에 걸쳐 경사지고 지지판(14, 16) 사이에 개재된 후 휘일(10)에 대한 개략도이다. 위 수학식은 일반적으로 경로(32)가 연마 입자층의 모서리를 확실하게 가로지를 수 있도록 하는 연마 영역(12)에서의 최소 경사각(θ_{min})을 제공하지만, 연마 영역(12)을 θ_{min} 보다 큰 각도(θ)로 경사지게 하는 것도 본 발명의 범위에 속한다. 또한, θ_{min} 로 주어진 것보다 작은 각도로 연마 영역(12)을 경사지게 할 수도 있지만, θ_{min} 보다 작은 이런 경사 각도(θ)가 사용되었다. 회전축(23)에 수직한 평면과 연마 영역(12)의 원주와의 교차부에 의해 한정된 경로(32)는 연마 입자층의 모서리와 교차하지 않을 수 있다.

각도(θ_{min})와 관련된 상기 설명은 연마 입자의 직경(d)이 연마 영역(12)에 걸쳐 사용되고 인접한 연마 입자층 사이의 이격 거리(t)가 연마 영역(12)에 걸쳐 사실상 동일하다고 가정한다. 그러나, 다른 직경의 연마 입자 및 인접한 연마 입자층 사이

의 다른 이격 거리를 사용하는 것도 본 발명의 범위에 속한다. 그럼에도 불구하고, 각도(θ)에 대한 상기 수학식은 인접한 연마 입자층 사이의 최대 이격 거리가 이격 거리(t)로 사용되더라도 사용 가능하다. 또한, 각도(θ)에 대한 상기 수학식은 또한 연마 영역에서 연마 입자층이 사실상 편평하고 서로에 대해 평행하더라도 적용된다.

도6은 휘일(10) 제조 방법의 일 실시예를 도시하고 있고 도7과 도8은 내부에 연마 입자층을 갖는 연마재의 적층 시트(51)를 도시한다. 이하에서는 연마재의 적층 시트(51)를 제조하는 방법에 대해 상세히 설명하기로 한다. 시트(51)는 양호하게는 휘일(10)의 조립 단계를 수행하기에 앞서 후술하는 바와 같이 형성될 수 있다. 도6에 도시된 바와 같이, 시트(51)는 제1 외측판(53)과 제2 외측판(55)으로 적층되어 직사각형 블록(56)을 형성한다. 블록(56)은 그 후 가압 소결될 수 있다. 일반적으로, 이런 소결 단계는 약 480 °C 내지 1600 °C 사이의 온도와 100 내지 550 kg/cm² 정도의 압력과 약 5분 내지 1시간의 체재 시간(dwell time)에서 수행된다. 블록(56)은 그 후 레이저, 워터 제트, EDM(전기 방전 기구), 플라즈마 전자-비임, 시저스(scissors), 블레이드, 다이 또는 다른 공지된 방법에 의해 점선으로 도시된 바와 같이 절단되어서 휘일(10)을 형성한다. 보어(20)는 블록(56)에서 휘일(10)을 절단한 전후에 동일하거나 다른 방법을 사용해서 점선으로 도시된 바와 같이 절단될 수 있다. 블록(56) 및/또는 시트(51)의 형상은 직사각형에 제한되지 않고, 내측 개구를 갖거나 갖지 않는, 곡면을 포함하는 임의의 형상일 수 있다.

휘일(10)은 설계에 의존해서 축방향으로 박형(thin) 또는 후형(thick)의 연마 영역(12)을 가질 수 있다. 연마 영역(12)은 금속 코어 또는 복합재 코어와 같은 코어 상에 장착될 수 있다. 코어는 다음에 제한되는 것은 아니지만 기계적 로깅과 인장/신축, 납땜, 용접, 접착, 소결 및 단조를 포함하는 임의의 유효 수단에 의해 연마 영역(12)에 합체될 수 있다.

시트(51)로부터 휘일(10)을 추출하기 위해서는, 3 내지 5의 자유도로 이동할 수 있는 것을 특징으로 하는 절삭 매체를 사용하여 기구를 절삭하는 것이 유리하다. 예컨대, 5의 자유도로 이동할 수 있는 노즐을 갖는 레이저 또는 워터 제트가 있다.

제1 및 제2 외측판(53, 55)은 각각 공지된 방법에 의해 철강, 알루미늄, 청동, 수지 또는 다른 사실상 강성의 재료로부터 형성될 수 있다. 판(53, 55)을 형성함에 있어서, 제1 판(53)의 내부면(53a)은 그 외부면(53b)에 대해 양호하게는 각도(θ)로 경사지며 제2 판(55)의 내부면(55a)은 그 외부면(55b)에 대해 양호하게는 각도(θ)로 경사져 있다.

다르게는, 환형 연마 영역은 제1 지지판(14)과 제2 지지판(16)을 소결하기에 앞서 연마재 시트로부터 절삭될 수 있다. 제1 지지판(14)과 제2 지지판(16)은 소결에 앞서 형성될 수도 있다. 그 후 환형 연마 영역에는 지지판(14, 16)이 적층되고 가압 소결되어 본 발명에 따르는 연삭 휘일을 형성한다.

본 발명에 따르는 경사 연마 영역을 갖는 연마 휘일을 형성하기 위한 제2의 다른 방법은 각각 평행한 내부면과 외부면을 갖는 상측판과 바닥판을 형성하는 단계를 포함한다. 그 후 시트(51)는 상측판과 바닥판 사이에 개재되어서 소결된다. 그 후 회전 샤프트 상에 연마 휘일을 장착하기 위한 보어가 상측판과 바닥판의 내부면과 외부면에 대해 90도가 아닌 각도로 형성될 수 있다. 선택 사항으로서 휘일은 장착되는 동안 드레싱(dressing)될 수 있다.

본 발명에 따르는 연마 휘일을 형성하기 위한 제3의 다른 방법은 연마 입자층이 연마 영역의 사실상 평행한 상측면 및 바닥면과 0도와 180도를 제외한 그 사이의 각도를 이루도록 시트(51)로부터 연마 영역을 형성하는 단계를 포함한다. 이런 연마 영역은 시트(51)의 상부 또는 하부면과 0도 내지 180도 사이의 각도를 이루는 절삭체들을 사용해서 시트(51)와 같은 시트로부터 연마 영역을 절삭함으로써 형성될 수 있다. 연마 영역은 양호하게는 각각 사실상 평행한 내부면과 외부면을 갖는 상부판과 하부판 사이에 개재될 수 있다. 양호하게는, 보어는 연마 영역의 상측면과 바닥면에 사실상 수직하게 지지판과 연마 영역을 거쳐 형성될 수 있다. 이런 방식에서, 보어를 관통해서 위치된 회전 샤프트로 인해 연마 휘일은 연마 휘일의 회전축에 수직한 평면에 대해 0도와 180도를 제외한 그 사이의 각도를 이루는 연마 입자층을 구비한 연마 영역을 갖게 된다.

임의의 상술한 방법을 사용해서 휘일(10)을 형성한 후, 연마면(18)은 도1에 도시된 바와 같이 휘일(10)의 잔여 외주연부(24)로부터 리세스되거나 만곡되도록 공지된 공정을 사용해서 드레싱될 수 있다. 특별한 적용예에서 요구될 수 있는 다른 형상의 연마면(18)을 갖도록 휘일(10)을 드레싱할 수도 있다. 이런 예들은 오목면, 볼록면 그리고 "반곡면"과 같은 복잡한 표면을 포함한다.

오목한, 볼록한 또는 다른 연마면(18)을 갖는 휘일(10)을 제조하는 다른 방법은 다양한 직경을 갖는 시트(51)로부터 다양한 링 또는 림(rim)을 추출해서 링을 적층하는 것에 의한 것이다. 오목 연마면을 갖는 휘일의 제조예로서, 변화하는 외경을 갖는 링이 시트(51)로부터 추출될 수 있다. 그 후 링은 최종 휘일이 소정의 오목한 형상을 갖도록 코어 상에 적층될 수 있다.

사실상 평행한 연마 입자층을 갖는 시트(51)의 제조 방법은 현재 본 발명의 양수인에게 양도된 1997년 6월 25일 출원된 발명의 명칭이 "초연마 절삭면"인 공동 계류 중인 미국 특허 출원 제08/882,434호에 충분히 개시되어 있다.

도7은 적층 시트(51)의 평면도이다. 도7의 실시예에서, 적층 시트(51)는 전방 모서리(37)와 측면 모서리(38)를 갖는 사각 형상이다. 그러나, 다른 형상의 적층 시트(51)도 또한 본 발명의 범위에 속한다. 시트(51)는 복수개의 두께층으로 제조된다. 각각의 두께층은 상호하게는 접합재층과 연마 입자층을 포함한다. 시트(51)의 각각의 두께층은 또한 다공재층 및/또는 연마 기판을 포함할 수 있다.

도8은 시트(51)를 제조할 때 사용될 수 있는 두께층의 적층물을 도시한 시트(51)의 전방 모서리(37)에 대한 분해 정면도이다. 도8의 실시예를 설명하기 위한 목적으로서, 시트(51)는 단지 세 개의 두께층(40, 42, 44)만으로 이루어진 것으로 되어 있다. 그러나, 시트(51)는 다른 수의 두께층으로 이루어질 수 있으며 상호하게는 2 내지 100 개의 층으로 이루어진다. 각각의 두께층(40, 42, 44)은 각각의 접합재층(50, 52, 54)과, 각각의 다공재 층(60, 62, 64)과, 연마 입자(90)를 포함할 각각의 연마 입자층(70, 72, 74)을 포함한다. 각각의 두께층(40, 42, 44)은 또한 각각 다공재 층(60, 62, 64)의 일 면에 위치한 연마층(80, 82, 84)을 각각 포함하며, 각각 압력 반응성 연마재를 포함하는 적어도 하나의 면을 갖는다. 연마층(80, 82, 84)의 연마면은 각각의 다공층(60, 62, 64)에 대해 위치된다. 이런 방식에서, 연마 입자층(70, 72, 74)의 연마 입자(90)가 각각의 다공층(60, 62, 64)의 개구에 대해 위치될 때, 연마 입자(90)는 연마 입자(90)가 다공층(60, 62, 64)의 개구에 보유 되도록 연마층(80, 82, 84)에 접촉된다. 상기 다공층은, 예컨대 메시형(mesh-type) 재료(예, 직물 및 부직물 메시재, 금속 및 비금속 메시재)와, 증기 증착된 재료와, 분말 또는 분말-섬유 재료와, 그린형 압분체로부터 선택될 수 있으며, 이들 모두는 재료에 걸쳐 분포된 다공 또는 개구를 포함한다. 또한, 다공층의 위치 또는 순서는 도시된 것과 다를 수 있다.

다공층은 연마 입자가 연마층에 의해 수납된 후 연마층에서 분리되거나 제거될 수 있다. 소결 공정에서 사용될 연마 입자를 보유하기 위한 연마 기판의 사용은 첼레신의 미국 특허 제5,380,390호와, 첼레신의 미국 특허 제5,620,489호와, 1996년 10월 9일 출원된 미국 특허 출원 제08/728,169호에 개시되어 있다.

두께층(40, 42, 44)은 상측 편치(84)와 바닥 편치(85)에 의해 서로 압축되어서 소결된 적층 시트(51)를 형성한다. 위에서 언급한 바와 같이, 본 발명에 적절한 소결 공정은 기술분야에서 공지되어 있으며, 예컨대 첼레신의 미국 특허 제5,620,489호에서 설명된다. 비록 도8에서는 각각의 두께층(40, 42, 44)에 대해 하나의 접합재층만을 도시하고 있으나, 각각의 두께층(40, 42, 44)에 대해 둘 이상의 접합층을 포함할 수도 있다.

상술한 제조 공정을 수행함에 있어서, 접합재층(50, 52, 54)을 구성하는 접합재는 연마 입자층(70, 72, 74)과 소결 가능한 임의의 재료일 수 있으며, 상호하게는, 연성의 용이 변형 가능한 가요성 재료(SEDF)이고, 제조 방법은 미국 특허 제 5,620,489호에 개시되어 있다. 이런 SEDF는 탄화 텅스텐 입자나 코발트 입자와 같은 분말 또는 접합재의 반죽이나 슬러리와, 러버 세멘트와 같은 세멘트 및 러버 세멘트 도료와 같은 도료를 포함하는 고착제 조성을 형성함으로써 형성될 수 있다. 연마 입자는 또한 반죽이나 슬러리에 포함될 수는 있으나 반드시 그런 것은 아니다. 기판은 반죽이나 슬러리로 부터 형성되며 고착제 상의 휘발성 성분을 증발시키기 위해 실온에서 또는 열을 사용해서 고화되어 경화된다. 접합재층(50, 52, 54)을 형성하기 위해 도5에 도시된 실시예에서 사용된 SEDF는 메틸에틸케톤과, 고착제로서 톨투엔, 폴리비닐 부티랄(butylal), 폴리에틸렌 글리콜 및 다이옥티프탈레이트와, 접합 매트릭스 재료로서 구리, 철, 니켈, 주석, 크롬, 붕소, 실리콘, 탄화 텅스텐, 티탄, 코발트 및 인의 혼합물을 포함할 수 있다. 어떤 용매는 도포후 건조되는 반면 나머지 유기물은 소결 후에 태워진다. 본 발명에서 사용될 수 있는 SEDF의 정확한 조성의 예는 다음의 예에서 설정되어 있다. 이런 SEDF의 조성을 위한 성분물은 다음과 같은 많은 공급자가 판매하고 있다. 이들 공급자는 미시간주 트로이의 술저 메토, 인크(Sulzer Metto, Inc.)와, 사우스 캐롤라이나주 마운트 플레잔트의 알-케미, 엘티디.(All-Chemie, Ltd.)와, 오하이오주 콜롬버스의 트랜스멧 코포레이션(Transmet Corp.)과, 캘리포니아주 스타콘의 발리멧 인크(Valimet, Inc.)와, 오하이오주 클리브랜드의 시에스엠 인터스트리츠(CSM Industries)와, 사우스 캐롤라이나주 세네카의 엔겔하드(Engelhard) 코포레이션과, 뉴저지주 이스트 루서포드의 쿨라이트 텅스텐(Kulite Tungsten) 코포레이션과, 오하이오주 셀론 밀즈의 신터로이, 인크(Sinterloy Inc.)와, 뉴저지주 클리프톤의 사이언티픽 얼로이(Scientific Alloy) 코포레이션과, 펜실베이니아주 브라인 모어의 켈말로이 컴패니(Chemalloy Company)와, 노스 캐롤라이나주 리서치 트라이앵글 파크의 에스시엠 메탈 프로덕츠(SCM Metal Products)와, 뉴저지주 카메돈의 예프.더블유. 윈터 & 코. 인크(F.W. Winter & Co. Inc.)와, 오하이오주 포웰의 지에스에프 케미컬즈 인크(GSF Chemicals, Inc.)와, 뉴욕주 오시닝의 아렘코(Aremco) 프로덕츠와, 플로리다주 케이프 코렐의 이글 얼로이(Eagle Alloy) 코포레이션과, 오하이오주 클리브랜드의 퓨전 인크(Fusion, Inc.)와, 펜실베이니아주 버윈의 굿펠로우(Goodfellow) 코포레이션과, 미시간주 매디슨 에이치티에스(Hts)의 월 콜모노이(Wall Colmony)와, 미시간주 트로이의 알로이 메탈즈 인크(Alloy Metals, Inc.)를 포함한다. 시트(36)를 형성하는 모든 접합층이 동일한 조성일 필요는 없으며, 하나 이상의 접합재층이 다른 조성을 가질 수도 있다.

다공재는 재료가 사실상 다공성(약 30 % 내지 99.5 %의 다공성)인 한 실질적으로 임의의 재료일 수 있으며 양호하게는 복수개의 규칙적으로 이격된 개구를 포함한다. 적절한 재료는 구리, 청동, 아연, 철강 또는 니켈 와이어 메시이거나 섬유 메시(예, 탄소 또는 그래파이트)와 같이 유기 또는 금속성 부직물 또는 직물 메시 재료이다. 본 발명에 사용하기에 특히 적절한 것은 스테인리스 강 메시와, 강망 재료와, 저온 용융 메시형 유기재이다. 도8에 도시된 실시예에서, 메시는 다공층(60, 62, 64)를 형성하기 위해서 제2 세트의 평행한 와이어와 수직하게 교차하는 제1 세트의 평행한 와이어로부터 형성된다. 본 발명에서 사용될 수 있는 스테인리스 강 와이어 메시의 정확한 치수는 아래의 예에서 개시되어 있다.

내부에 연마 입자(90)가 위치한 시트(51)의 단일 다공층(60)의 평면도인 도9에 도시된 바와 같이, 제1 세트의 평행한 와이어(61)는 시트(51)의 전방 모서리(37)에 평행하게 위치될 수 있고 제2 세트의 평행한 와이어(69)는 측면 모서리(38)에 평행하게 위치될 수 있다. 그러나, 도10에 도시된 바와 같이, 평행한 와이어(61, 69) 세트가 전방 모서리(37)와 측면 모서리(38)와 대략 45도의 각도를 이루도록 다공층과 각도를 이룰 수도 있다. 도10의 형상을 사용한 일부 층과 도9의 형상을 사용한 일부 층을 갖는 시트(51)를 형성할 수도 있다.

연마 입자(90)는 다이아몬드, 입방정 질화 붕소, 아산화 붕소, 탄화 붕소, 탄화 실리콘 및/또는 그 혼합물과 같은 초연마 입자를 포함한다. 양호하게는 다공재의 구멍에 끼워지도록 하는 직경과 형상을 갖는 다이아몬드가 연마 입자(90)로서 사용된다. 복수개의 입자가 다공재의 구멍에 끼워지기에 충분한 정도로 작은 다공재 및/또는 입자의 구멍의 구멍보다 조금 큰 연마 입자를 사용할 수도 있다.

연마층(80, 82, 84)은 압력 반응성 접착제를 갖는 가요성 기관과 같이 연마 입자를 적어도 일시적으로 유지하기 위해 충분히 끈끈한 성질을 갖는 재료로부터 형성될 수 있다. 접착성을 갖는 이런 기관은 기술분야에서 공지되어 있다. 접착제는 준비 중에 연마 입자를 유지할 수 있어야만 하며, 양호하게는 소결 단계 중에 분진이 없도록 연소되어야 한다. 사용 가능한 접착제의 예는 3M 컴패니(미네소타주 세인트 폴)에서 판매하고 있는 북 테이프 #895로서 공통적으로 지칭되는 압력 반응성 접착제이다.

본 발명의 다른 실시예가 도11 내지 도17에서 도시되어 있다. 도11 내지 도17에서 유사 요소는 유사 인용 번호로 매겨져 있다. 도11은 제1 지지판(114)과 제2 지지판(116)과 이들 사이에 개재된 연마 영역(112)을 갖는 연삭 휘일(110)을 도시하고 있다. 연삭 휘일(110)은 일반적으로 원통형이고 그 상측면과 바닥면을 관통하는 보어(120)를 갖는다. 휘일(110)과 같이, 휘일(110)은 보어(120)를 거쳐 회전 샤프트(도시 안됨) 상에 장착되어 회전축(123) 둘레에서 회전될 수 있다. 연마 영역(112)은 휘일(110)의 주연면(124) 둘레에서 연장된 사실상 원통형의 연마면(118)을 갖는다. 휘일(110)의 연마 영역(112)과는 달리, 연마 영역(112)의 상부면(131)과 하부면(133)은 휘일(110)의 회전축(123)에 사실상 수직한 평면과 사실상 정렬된 것으로 도시되어 있다.

연마 영역(112)은 도11에서 점선으로 표시된 사실상 편평하고 평행한 연마 입자층(126)을 가질 수 있는 연마 세그먼트(113)로 구성된다. 그러나, 평행하지 않은 층 또는 평행하지는 않을 수 있지만 임의의 인접한 층의 외형을 따르는 층을 갖는 것도 본 발명의 범위에 속한다. 연마 세그먼트(113)는 휘일(110)의 주연 둘레에 원주상으로 이격되며 제1 지지판(114)과 제2 지지판(116) 사이에서 지지된다. 복수개의 개별 연마 세그먼트(113)를 제공함으로써, 인접한 연마 세그먼트(113) 사이에 간극(119)이 존재할 수 있다는 잇점이 있다. 도11에 도시된 바와 같이, 간극(119)은 사실상 직사각형이며, 각각 상부면(131)과 하부면(133) 사이에서 그곳에 대해 90도 이외의 각도로 연장된다. 세그먼트(113)와 간극(119)은 작업편이 제1 세그먼트(113)와의 접촉에서 느슨해지기에 앞서 연삭 중에 작업편이 인접한 세그먼트(113)와 접촉하도록 배열되어야만 한다. 이것은 휘일(110)에 대해 작업편을 연삭함으로써 생성된 소음이나 "덜컹거림"을 저감시킬 수 있다는 잇점이 있다. 그러나, 간극(119)은 사실상 90도로 상부면(131)과 하부면(133) 사이에서 연장될 수도 있다.

도11의 라인 12-12를 따라 취한 휘일(110)의 단면도인 도12에 도시된 바와 같이, 휘일(110)은 방사상 분산 채널(117)을 갖는다. 각각 도12의 라인 13-13과 14-14를 따라 취한 휘일(110)의 단면도인 도13 및 도14에 도시된 바와 같이, 방사상 분산 채널(117)은 각각 지지판(114, 116)에서 절삭된 U 형상의 홈통 또는 채널(127, 129)로부터 형성된다. 방사상 분산 채널(117)은 양호하게는 원주상 분산 채널(125)쪽으로 방사상 외향하는 휘일(110)의 중심 근처의 원형 분산 채널(121)로부터 연장된다. 원형 채널(121)은 양호하게는 휘일(110)의 내측 원주상 모서리(111) 둘레에서 연장되도록 일반적으로 U 형상의 홈통(127, 129)으로부터 지지판(114, 116)에 형성된다. 원주상 분산 채널(125)은 연마 세그먼트(113)의 방사상 뒤로 또는 내부로 통과한다. 물과 같은 윤활제가 방사상 분산 채널(117)을 통과하도록 원형 분산 채널(121)쪽으로 그리고 원주상 분산 채널(125)쪽으로 압력을 받으며 공급될 수 있다. 그 후 윤활제는 연삭 중에 연마면(118)을 윤활시키기 위해 세그먼트(113) 사이의 간극(119)을 통과하도록 강제된다. 다르게는, 도11 및 도12에 도시된 바와 같이, 세그먼트(113)는 휘일(110)의 주연을 분산 채널(125)과 유체 연통하게 위치시키고 연삭 중에 연마면(118)에 윤활제를 전달할 수 있는 개구(130)를 포함할 수 있다. 개구(130)는 원형, 정사각형, 다각형 또는 다른 임의의 형상을 포함하는 다양한 형상일 수 있다.

각각의 개구(130)는 세그먼트(113)의 두께에 걸쳐 테이퍼질 수 있다. 휘일(110)은 간극(119)을 갖거나 갖지 않는 개구(130)를 포함할 수 있다. 개구(130)를 갖거나 갖지 않는 휘일(110)은 중심 물 공급 연삭기에 사용될 수 있다. 연삭 중 연삭면(118) 상에 윤활제를 사용하게 되면 휘일(110)의 유효 수명을 증가시킬 수 있고 작업편 마무리를 개선한다. 비록 도12에 도시된 실시예는 네 개의 방사상 분산 채널(117)을 포함하지만, 네 개 보다 적거나 많은 채널을 포함하는 것도 본 발명의 범위에 속한다.

분산 채널(121, 117, 125)은 각각 관(114, 116)의 내측면에 기계 가공되거나 다르게 형성된 일반적으로 U형상의 홈통(127, 129)으로부터 형성된다. 관(114, 116)이 서로의 상부 상에 장착될 때, 홈통(127, 129)은 채널(121, 117, 125)을 형성하도록 정렬된다.

도13에 도시된 바와 같이, 원형 분산 채널(121)에 윤활제를 공급하기 위해서 휘일(110)은 스핀들(190) 상에 장착된다. 스핀들(190)은 플랜지(191)와 종방향 분산 채널(193)과 횡방향 분산 채널(192)을 포함한다. 휘일(110)은 횡방향 분산 채널(192)이 원형 분산 채널(121)과 정렬되어 유체 연통되도록 플랜지(191) 상에 놓인다. 종방향 분산 채널(193)은 횡방향 분산 채널(192)을 가로질러 유체 연통된다. 종방향 채널(193)은 커플링(194)에서 스핀들(190)의 일 단부에서 개방된다. 커플링(194)은, 스핀들(190)이 스프아웃(spout, 195) 상에서 회전축(123) 둘레에서 회전할 수 있고 종방향 채널(193)이 스프아웃(195)의 내부 채널(196)과 밀봉되어 유체 연통될 수 있도록, 스핀들(190)이 물 공급 스프아웃(195)에 연결될 수 있도록 한다. 이런 밀봉 연결은 기술분야에서 공지되어 있다. 스핀들(190)은, 윤활제가 내부 채널(196)과 종방향 채널(193)을 통해서 횡방향 채널(192) 및 원형 분산 채널(121)로 공급될 수 있도록, 휘일(110)과 회전할 수 있다. 휘일(110)은 스핀들(190)에 대해 회전할 수도 있다. 스핀들(190)은 철강 또는 다른 강성 재료로 형성될 수 있고, 분산 채널(192, 193)이 드릴링 또는 다른 공지된 방법에 의해 관통 형성될 수 있다.

본 발명에 따른 연삭 휘일에서 분산 채널을 통해 액체 윤활제를 공급하는 다른 방법이 도15와 도16에 도시되어 있다. 도15는 도12에 도시된 연삭 휘일(110)의 단면도와 동일한 단면선을 따라 취한 본 발명에 따르는 연삭 휘일(410)의 평면도이다. 연삭 휘일(110)과 마찬가지로, 연삭 휘일(410)은 주연 둘레에 배열된 연마 세그먼트(413)와 연마 세그먼트(413)의 방사상 뒤로 또는 내부로 연장된 원주상 분산 채널(425)과 원주상 분산 채널(425)에 유체 연통하는 방사상 분산 채널(417)을 포함한다. 그러나, 연삭 휘일(410)은 휘일(410)의 상부면(431)을 따라 개방된 원형 분산 채널(421)을 포함한다. 도15의 단면선 16-16을 따라 취한 휘일(410)의 단면도인 도16에 도시된 바와 같이, 원형 분산 채널(421)은 방사상 분산 채널(417)과 유체 연통한다. 이와 같이, 액체 윤활제는 휘일(410)이 스핀들 또는 회전 샤프트(490)에 의해 회전하는 동안 정지 스프아웃(495)를 거쳐 원형 분산 채널(421)로 공급될 수 있고, 휘일(410)의 연삭면을 윤활시키기 위해 세그먼트(413)의 원주상 분산 채널(425)와 간극(419) 및/또는 개구(도시 안됨)를 통해서 분산 채널(417)로 공급될 수 있다. 휘일(410)은 휘일(110)과 사실상 동일한 방식으로 제조될 수 있다.

다시 휘일(110)을 보면, 위에서 언급된 바와 같이, 연마 영역(112)은 연마 입자층(126)을 갖는 연마 세그먼트(113)로부터 형성될 수 있다. 양호하게는, 층(126)은 사실상 편평하고 평행하지만, 반드시 그런 것은 아니다. 또한, 연마 입자층(126)은 회전축에 수직한 평면에 정렬될 수 있다. 설명을 위해 확대된 연마 입자(134)와 연마 입자층(126a, 126b, 126c)을 갖는 연삭 휘일(110)의 부분 정면도인 도17에 도시된 바와 같이, 연마 입자층(126a, 126b, 126c)은 사실상 회전축(123)에 수직한 평면에 도시되어 있다. 그러나, 완전하고 매끄러운 연마를 하기 위해, 연마 입자층(126a, 126b, 126c)은 하나의 세그먼트(113)와 다른 세그먼트(113) 사이에서 축방향(회전축(123)의 방향)으로 오프셋된다. 즉, 층(126)은 하나의 세그먼트(113)로부터 다른 세그먼트(113)까지 원주상에서 정렬되지 않는다. 그러나, 인접한 세그먼트 사이라기 그보다 예컨대 두 번째 또는 세 번째 마다의 세그먼트 사이에서 연마 입자층(126)을 축방향으로 이동시키는 것도 본 발명에 속한다. 단지 필요한 것은 연마 입자층(126)이 휘일(110)의 주연 둘레의 일부 세그먼트 또는 세그먼트들 내에서 축방향으로 이동되는 것이다.

연마 입자층(126)은 원주상으로 배열되지 않기 때문에, 층(126) 사이의 접합재(128) 영역도 원주상으로 배열되지 않는다. 따라서, 작업편이 연마면(118)에 대해 연삭될 때, 연삭되는 작업편의 표면의 일부 또는 부분들이 접합재 영역(128)에만 또는 연마 입자층(126)에만 접촉할 가능성은 저감되고 최소화될 수 있다. 이것은 홈이나 다른 표면 이상이 연삭되는 작업편의 표면 상에 형성될 가능성을 저감시키고 작업편 상에 매끄러운 표면의 형성을 용이하게 한다.

이하에서는 도17을 참조해서 휘일(110)에서 연마 입자 세그먼트(113)를 원주상으로 오정렬시키는 것이 어떻게 작업편 상에서 매끄러운 표면의 연삭을 용이하게 할 수 있는가에 대해 설명하기로 한다. 도17은 각각의 연마 입자층(126a, 126b, 126c)과 각각의 접합재 영역(128a, 128b, 128c)을 갖는 세 개의 세그먼트(113a, 113b, 113c)의 확대 개략 정면도이다. 개략적으로 도시된 도17에서, 연마 영역(112)의 축방향 높이(169)는 연마 입자층(126a, 126b, 126c)을 구성하는 연마 입자의 직경(168)(또는 연마 입자층의 두께)의 대략 여섯 배이다. 연마 입자층 사이의 이격 거리(167)는 직경(168)의 대략 두 배로 도시되어 있다.

세그먼트(113a)는 두 개의 연마 입자층(126a) 중 하나가 연마 영역(118)의 하부면(133)을 제공하도록 휘일(110)에 형성되어 위치된다. 접합재는 연마 영역(118)의 상부면(131)을 제공하고 상부면(131)에 최근접한 연마 입자층(126a)에 축방향으로 연장된다. 세그먼트(113b)는 두 개의 연마 입자층(126b) 중 하나가 연마 영역(118)의 하부면(133)으로부터 거리(179)만큼 이격되도록 휘일(110)에 형성되어 위치된다. 거리(179)는 양호하게는 연마 입자 직경(168)과 거의 동일하다. 접합재는 하부면(133)과 하부면(133)에 최근접한 연마 입자층(126b) 사이의 영역을 충전한다. 접합재는 상부면(131)과 상부면(131)에 최근접한 연마 입자층(126b) 사이의 영역도 충전한다. 세그먼트(113c)는 두 개의 연마 입자층(126c) 중 하나가 연마 영역(118)의 상부면(131)을 한정하도록 휘일(110)에 형성되어 위치된다. 접합재는 하부면(133)과 하부면(133)에 최근접한 연마 입자층(126c) 사이의 영역을 충전한다. 용이한 설명을 위해, 도17에 도시된 실시예에서 각각의 세그먼트(113a, 113b, 113c)는 각각의 단지 두 개의 연마 입자층(126a, 126b, 126c)만을 포함한다. 그러나, 세그먼트마다 둘 이상의 연마 입자층을 포함하는 것도 본 발명의 범위에 속한다. 또한, 각각의 연마 입자층의 두께 및/또는 사용된 연마 입자 직경은 세그먼트들 사이에서 그리고 세그먼트 내에서 변화될 수 있다.

도17에 도시된 바와 같이 연마 입자층(126a, 126b, 126c)을 지그재그로 배치함으로써, 회전축(123)에 수직한 평면과 연마 영역(118)의 완전 원주의 교차부에 의해 한정된 임의의 경로(32)가 적어도 하나의 연마 세그먼트(113)의 연마 입자층(126)을 가로지르게 된다. 이것은 휘일(110)이 회전됨에 따라 연마면(118)과 접촉하는 작업편의 사실상 모든 표면이 연마 입자층(126a, 126b, 126c)을 가로지르게 됨을 의미한다. 위에서 언급된 바와 같이, 이것은 작업편 상에 매끄러운모서리나 표면을 용이하게 형성하게 한다.

지그재그로 배치된 연마 입자층의 순서가 반드시 도시된 바와 같을 필요는 없다. 오직 중요한 것은 작업편의 매끄러운 연마를 달성하기 위해, 연마면(118)의 축방향 거리는 축방향 거리를 덮는 연마 입자의 적어도 한 층에 포함해야 한다는 것이다.

제조 편차로 인해, 연마 입자층(126)과 접합재 영역(128)의 두께에 대한 정밀 제어와 정렬이 어려울 수 있다. 따라서, 도17에 도시된 바와 같이 휘일(110)을 형성하는 것은 달성되기에 어려울 수 있다. 이와 같이, 연마 입자층(126a, 126b, 126c)은 세그먼트 사이에서의 일부 겹침을 보다 용이하게 하기 위해 더 두텁게 형성될 수 있다. 또한, 휘일(110)은 양호하게는 세 개 이상의 세그먼트로부터 형성되며 휘일(110)의 주연 둘레에 수용될 수 있는 많은 세그먼트로 형성될 수 있다. 이것은 휘일(110)의 한 번 회전시에 통과할 작업편에 대해 연마층(126)의 연마 모서리를 많이 발생시킨다.

세그먼트(113)는 도7의 점선으로 도시된 바와 같이 적층 시트(51)로부터 추출, 즉 절삭될 수 있다. 적층 시트(51)는 추출에 앞서 적어도 부분적으로 소결되어야 하고 양호하게는 완전히 소결되어야 한다. 제1 및 제2 지지판(114, 116)은 각각 고품이고 종래기술에서 공지된 바와 같이 철강, 수지 또는 다른 사실상의 강성 재료로부터 형성될 수 있다. 홈통(127, 129)은 도시된 바와 같이 각각 판(114, 116)에 가공되거나, 성형되거나 다르게 형성될 수 있다. 개구(121)는 드릴링이나 다른 공지 방법에 의해 판(114)에 형성될 수 있다. 그 후 세그먼트(113)는 판(114, 116) 사이에 적층되어 납땜되거나, 양호하게는 그와 함께 소결된다. 세그먼트(113)가 지지판(114, 116)과 함께 적층될 때, 지지판(114)의 홈통(127)은 도12, 도13 및 도14에 도시된 바와 같이 채널(117, 125)을 형성하도록 지지판(116)의 홈통(129)과 축방향 정렬된다. 세그먼트(113)는 또한 접착제, 납땜, 용접(레이저 용접 포함) 또는 다른 공지 수단에 의해 판(114, 116) 사이에 고정될 수 있다. 세그먼트(113)가 판(114, 116)과 함께 소결되면, 본 소결 공정은 상술한 바와 같은 소결 공정에 부가해서, 시트(113)가 절삭될 수 있는 시트(51)를 형성하는 데 사용될 수 있다. 보어(120)는 세그먼트(113)와 함께 판(114, 116)을 소결하기 전이나 후에 드릴링 또는 다른 공지된 공정에 의해 형성될 수 있다.

도17에 도시된 세그먼트(113a, 113b, 113c)와 같이 연마 입자층 사이에 서로 다른 거리를 갖는 세그먼트(113)를 형성하기 위해, 세그먼트들은 층(126)들 사이에 서로 다른 거리를 갖는 서로 다른 적층 시트로부터 절삭될 수 있다. 또한, 세그먼트(113a, 113c)와 같은 일부의 경우에, 세그먼트들은 휘일(110)에서 서로 사실상 동일하지만 뒤집어져 있다. 따라서, 동일한 시트로부터 이런 세그먼트를 형성하고 판(114, 116)과 함께 세그먼트를 최종 조립하기 전에 어느 하나를 또는 다른 것을 뒤집을 수도 있다.

시트(51)와 같은 그러나 연마 입자층 사이에 서로 다른 거리를 갖는 적층 시트를 형성하기 위해, 도8에 도시된 층(50, 52, 54)과 같은 접합재층의 더 많거나 적은 층이 시트(51)와 같은 시트를 형성하기 위해 소결하기에 앞서 연마 입자층 사이에 위치될 수 있다. 연마 입자층 사이에 소정 거리를 제공하는 데 요구되는 접합재층의 수는 경험적으로 결정될 수 있다.

연마 세그먼트(113)와 같이, 연마 입자층이 연삭 휘일(110)의 회전축에 수직한 평면과 0도 내지 180도 사이의 각도로 된 연마 세그먼트를 갖는 휘일(110)을 형성하는 것도 본 발명의 범위에 속한다. 중요한 것은, 연마면(118)이 회전축(123) 둘레에서 회전될 때 연마면이 임의의 소정 지점에서 모서리의 축방향 두께보다 더 큰 축방향 거리를 가로질러 연마 입자층(116)을 쓸고 지나게 될 것이라는 것이다.

세그먼트화 된 휘일(110)의 설계는 또한 배경 기술 부분에서 설명된 바와 같이 내부에 무작위적으로 분포된 연마 입자를 갖는 세그먼트(113)와 같은 연마 세그먼트로 형성될 수 있다. 비록 무작위적으로 분포된 입자를 갖는 세그먼트(113)와 같은 세그먼트는 연마 입자층을 갖는 세그먼트(113)의 잇점을 갖지 않을 수 있지만, 무작위적으로 분포된 입자를 갖는 세그먼트를 사용해서 휘일(110)과 같은 휘일을 형성한다는 것은 채널(117, 121, 125)과 같은 채널을 갖는 연삭 휘일을 사용해서 연삭을 하는 동안 여전히 액체 윤활제가 휘일의 연삭면에 분포되는 것을 허용할 수 있다.

도18은 본 발명의 다른 실시예를 도시한다. 도1과 도2의 요소들과 기능적으로 유사한 도18의 요소들은 200만큼 증가된 유사한 인용 부호에 의해 도시된다. 도18은 각각 상부 및 하부 지지판(214, 216) 사이에 적층된 연마 세그먼트(213a, 213b)를 갖는 휘일(210)을 도시한다. 연마 세그먼트(213a, 213b)를 적층함으로써, 축방향으로 두터운 휘일이 형성될 수 있다. 그러나, 이렇게 세그먼트(213a, 213b)를 적층하게 되면 그 사이에 홈(247)이 형성될 수도 있다. 홈(247)이 작업편에 용기된 립을 형성할 기회를 줄이기 위해, 세그먼트(213a, 213b)는 원주상으로 인접한 세그먼트 사이에서 좁은 세그먼트(213a)가 두터운 세그먼트(213b)와 번갈아 위치하는 상태로 적층될 수 있다. 이런 방식에서, 홈(247)은 연마면(218)의 원주 둘레에서 축방향으로 지그재그로 배열된다. 홈(247)을 축방향으로 지그재그로 배열함으로써, 휘일(210)의 전체 회전 동안 홈이 작업편과 접촉하게 될 가능성은 저감되어서, 작업편 표면 상에 용기된 립을 형성할 기회를 줄인다. 휘일(210)은 휘일(110)과 사실상 동일한 방법으로 제조될 수 있다.

도19는 도18의 분리선 19-19를 따라 취한 도18에 도시된 휘일(210)의 단면도이다. 도19는 연마 세그먼트(213a, 213b)를 수직 방향으로 적층하기 위한 하나의 가능한 형상을 도시하고 있다. 도시된 바와 같이, 연마 세그먼트(213a, 213b)는 서로 스플라인 결합되어 있다. 도시된 바와 같이 연마 세그먼트(213a, 213b)를 서로 스플라인 결합하게 되면 지지판(214, 216)에 세그먼트(213a, 213b)를 보다 확고히 부착하는 잇점을 갖게 된다. 또한, 연마 세그먼트(213a, 213b)는 임의의 다른 형상으로 서로 스플라인 결합될 수도 있다. 또한, 세그먼트(213a, 213b)는 다른 스플라인 결합없이도 버트-조인트(butt-joint)에서만 만날 수 있다.

도20은 본 발명에 따른 연삭 휘일의 다른 실시예의 정면도이다. 도20의 실시예에서, 휘일(510)은 양호하게는 제1 지지판(514)과 제2 지지판(516) 사이에 개재된 연마 영역(512)을 포함하지만, 반드시 이에 제한되는 것은 아니다. 연마 영역(512)은 연마 연삭 휘일(510)의 주연 둘레에서 연장된 사실상 원통형의 밴드일 수 있는 외부 연마면(518)을 포함한다. 휘일(510)은 회전축(523)을 갖는다.

휘일(10)의 연마 영역(12)과 마찬가지로, 연마 영역(512)은 점선으로 표시되고 접합재 영역(528)에 의해 둘러싸인 경질 또는 연마 입자층(526)으로 제조된다. 그러나, 연마 입자층(526)은 사실상 편평한 것은 아니며, 그보다는 연마면(518)을 따라 사인 곡선 형상으로 노출된 모서리를 갖는 형상일 수 있다. 이런 방식에서, 연마면(518)이 회전축(523) 둘레에서 회전될 때 연마면은 모서리 상에서 임의의 소정 지점에서 모서리의 축방향 두께보다 더 큰 축방향 거리를 가로질러 연마 입자층(526)의 모서리를 쓸고 지나게 된다. 또한, 회전축에 수직한 평면과 연마면의 교차부에 의해 한정된 적어도 하나의 경로가 적어도 세 개의 위치에서 적어도 하나의 연마 입자층을 가로지른다. 또한, 도20에 도시된 실시예에서, 두 개의 인접한 연마 입자층 사이의 축방향 거리는 휘일(510)의 주연 둘레에서 사실상 일정하게 남아 있을 수 있지만, 반드시 그런 것은 아니다.

또한, 임의의 제1 연마 입자층 모서리의 피크는 제1 연마 입자층 모서리에 인접한 그리고 그 위에 있는 다른 연마 입자층 모서리의 홈통과 축방향으로 같은 수준의 그리고 위의 지점까지 연장될 수 있다. 이런 방식에서, 휘일(510)의 회전축에 수직한 평면과 연마 영역(512)의 완전 원주의 교차부에 의해 한정된 임의의 경로는 적어도 하나의 연마 입자층(526)을 가로지르거나 가로질러 절삭하게 된다. 또한, 연마 입자층(526)은 톱니모양 파문 또는 불규칙한 매끄러운 파문과 같은 다른 형상을 형성하는 모서리를 가질 수도 있다.

도20에 도시된 바와 같이 파면 형상의 기복하는 연마 입자층(526)의 모서리를 갖는 휘일(510)을 형성하기 위해, 접합층(50 내지 54)과, 경질 또는 연마 입자층(70 내지 74)과, 원하는 경우, 다공재층(60 내지 64)과, 접촉재층(80 내지 84)인, 연마 영역(512)을 포함하는 층은 양호하게는 지지판(514, 516)과 함께 단일 소결 단계에서 적층되어 소결된다. 이런 소결 공정은 적층 시트(51)를 형성하는 데 사용되는 것과 사실상 동일한 소결 공정일 수 있지만, 지지판(514, 516)은 연마 영역(512)을 형성하는 층의 위와 아래에 각각 적층될 수 있다. 그러나, 지지판(514, 516)이 휘일(510)의 회전축(523)에 평행

한 평면에 대해 경사진 내부면을 가져야만 하는 것은 아니다. 또한, 기복을 형성하기 위해, 이격자(597)는 양호하게는 연마 영역(512)을 형성하는 층과 제1 지지부(514) 사이에서 그리고 연마 영역(512)을 형성하는 층과 제2 지지부(516) 사이에서 원주상으로 이격된다. 제1 지지판(514)에 인접한 이격자(597)의 위치는 제2 지지판(516)에 인접한 이격자(597)의 위치로부터 원주상에서 이동될 수 있다.

도21은 이격자(597)의 일 실시예의 사시도이다. 도시된 바와 같이, 이격자(597)는 양호하게는 전방면(597a)과 테이퍼된 꼬리부(597b)를 갖는 원뿔형 웨지이다. 도20에는 전방면(597a)만이 도시되어 있다. 이격자(597)는 강철, 알루미늄 또는 청동과 같은 사실상 임의의 강성 재료로 형성될 수 있다. 연마 영역(512)의 층은 각각 가요성을 갖기 때문에, 각각의 층은, 연마 영역(512)을 형성하는 재료의 층이 지지판(514, 516) 사이에서 이격자(597)와 함께 개재될 때 연마 입자층(526)을 포함한 연마 영역(512)을 형성하는 재료의 층 내에 사인 곡선 형상의 기복이 형성되도록 이격자(597)의 위 또는 아래를 매끄럽게 통과하게 형성될 수 있다. 직사각형, 프리즘 형상, 원통형 또는 반원통형과 같은 다른 형상의 이격자(597)를 형성할 수 있다. 소결 후에, 휘일(510)은 휘일(10)과 사실상 동일한 방법으로 회전 샤프트 상에 장착될 수 있다.

도22는 본 발명에 따른 연마 연삭 휘일의 다른 실시예의 정면도이다. 도22의 실시예에서, 휘일(610)은 양호하게는 제1 지지판(614)과 제2 지지판(616) 사이에 개재된 연마 영역(612)을 포함한다. 연마 영역(612)은 연마 연삭 휘일(610)의 주연 둘레에서 연장된 사실상 원통형 밴드일 수 있는 외부 연마면(618)을 포함한다.

휘일(510)의 연마 영역(512)과 마찬가지로, 연마 영역(612)은 점선으로 표시되고 접합재 영역(628)에 의해 둘러싸인 경질 또는 연마 입자층(526)으로 제조된다. 또한, 연마 입자층(626)의 모서리는 연마 입자층(526)의 모서리와 같이 사인 곡선 형상으로 기복되어서, 연마 입자층의 적어도 하나의 모서리가 회전축에 수직인 평면과 연마면의 교차부에 의해 한정된 적어도 하나의 경로에서 적어도 두 위치에서 교차한다. 그러나, 연마 영역(612)은 휘일(110)의 연마 세그먼트(113)와 같은 연마 영역(613)으로부터 형성된다. 각각의 세그먼트(613)는 사인 곡선 형상으로 만곡되거나 기복을 이루는 연마 입자층(626)을 갖는다. 또한, 휘일(510)과 같이, 임의의 제1 연마 입자층 모서리의 피크는 제1 연마 입자층 모서리에 인접하고 그 위에 있는 다른 연마 입자층 모서리의 홈통과 축방향으로 같은 수준의 그리고 위의 지점까지 연장될 수 있다. 따라서, 휘일(510)과 같이, 휘일(510)의 회전축에 수직인 평면과 연마 영역(512)의 완전 원주의 교차부에 의해 한정된 임의의 경로가 적어도 하나의 연마 입자층(526)을 교차하거나 가로질러 절삭하게 된다. 또한, 연마 입자층(626)은 톱니모양 파문 또는 불규칙한 매끄러운 파문과 같은 다른 형상을 형성하는 모서리를 가질 수 있다.

휘일(610)은, 세그먼트(613)가 절삭되는 시트(51)와 같은 적층 시트를 형성할 때 이격자(597)와 사실상 동일할 수 있는 이격자(697)는 적층 시트를 형성하는 층과 펀치(84)와 같은 상부 펀치 사이 그리고 적층 시트를 형성하는 층과 펀치(85)와 같은 바닥 펀치 사이에 위치되는 것을 제외하고, 휘일(110)과 사실상 동일한 방식으로 형성될 수 있다. 이격자(697)는 휘일(510)을 형성하는 데 사용되는 이격자와 같은 원형 형상으로 원주상으로 이격된다. 또한, 상부 펀치에 인접한 이격자(697)는 바닥 펀치에 인접한 이격자에 대해 원주상에서 이동된다. 그 후, 적층 시트를 형성하는 데 사용되는 층은 이격자와 함께 소결된다. 그 후 연마 세그먼트(613)는 도7에 도시된 바와 같이 최종 적층 시트로부터 절삭될 수 있다.

본 발명은 또한 연마층이 하나 이상의 지지판에 접촉식으로 접합된 연마 연삭 휘일을 제조하는 방법과 연마 연삭 휘일을 제공한다. 접촉식으로 접합된 연마 연삭 휘일의 다양한 실시예가 도23 내지 도25에서 도시되어 있다. 도23 내지 도25에 걸쳐 유사한 요소에 대해서는 유사한 인용 부호를 붙이기로 한다.

도23을 참조하면, 접촉식으로 접합된 연마 연삭 휘일의 제1 실시예가 도시된다. 연삭 휘일(710)은 (내부 주요면(714a)과 외부 주요면(714b)을 갖는) 제1 지지판(714)과, (내부 주요면(716a)과 외부 주요면(716b)을 갖는) 제2 지지판(716)과, (제1 주요면(712a)과 제2 주요면(712b)을 갖는) 금속 접합 연마재 층(712)과, 제1 연마층(715)과, 제2 연마층(717)을 포함한다. 금속 접합 연마재 층(712)은 한(즉, 연속적인) 덩어리의 금속 접합 연마재이며, 제1 연마층(715)과 제2 연마층(717) 사이에 개재된다. 제1 연마층(715)은 연마층(712)의 제1 주요면(712a)을 제1 지지판(714)의 내부 주요면(714a)에 접합한다. 마찬가지로, 제2 연마층(717)은 연마층(712)의 제2 주요면(712b)을 제2 지지판(716)의 내부 주요면(716a)에 접합한다. 연삭 휘일(710)은 일반적으로 원통형이고 상측면과 바닥면을 관통하는 보어(720)를 갖는다. 휘일(710)은 보어(720)를 거쳐 회전 샤프트(도시 안됨) 상에 장착되어 회전축(723) 둘레에서 회전될 수 있다. 중심 샤프트(도시 안됨)를 갖는 장착판(도시 안됨)을 장착 구멍(709)을 사용해서 휘일에 부착함으로써 회전 샤프트에 휘일(710)을 부착할 수도 있다. 그러나, 장착 구멍(709)은 필수적인 것이 아니다. 회전 샤프트 상에서 또는 회전 샤프트에 의해 휘일(710)을 회전시킴으로써, 작업편이 형성되거나 연삭되거나 절삭될 수 있도록 작업편이 휘일(710)의 연마면(718)에 대해 유지될 수 있다. 금속 접합 연마재 층(712)은 휘일(710)의 주연면 둘레에서 연장하는 사실상 원통형 연마면(718)을 갖는다. 연마면(718)은 임의의 소정 연삭 프로파일을 갖는다. 양호한 실시예에서, 연마면(718)의 연삭 프로파일은 연삭 휘일(710)이 작업면에 곡면으로 된 모서리를 형성할 수 있도록 오목한 형상이다. 금속 접합 연마재 층(712)은 본 명세서에서 설명된 바와 같이 규칙적인 연마 입자층(예, 편평층, 사인 곡선형 층)을 가질 수 있거나 금속 접합재에 걸쳐 무작위적으로 분포된 연마 입자를 가질

수 있다. 도23에는, 접합재에 걸쳐 무작위적으로 분포된 연마 입자(724)를 갖는 연마재 층(712)이 도시되어 있다. 연마 입자(724)는 다이아몬드, 입방정 질화 붕소, 아산화 붕소, 탄화 붕소, 탄화 실리콘 및 그 혼합물들과 같은 초연마 입자를 포함하는 비교적 경질의 물체로부터 형성될 수 있다.

도24를 참조하면, 본 발명의 접착식으로 접합된 연마 연삭 휘일의 제2 실시예가 도시되어 있다. 연삭 휘일(810)은 (내부 주요면(814a)과 외부 주요면(814b)을 갖는) 제1 지지판(814)과, (내부 주요면(816a)과 외부 주요면(816b)을 갖는) 제2 지지판(816)과, 금속 접합 연마재 층(812)과, 제1 연마층(815)과, 제2 연마층(817)을 포함한다. 휘일(710)과 마찬가지로, 휘일(810)은 보어(820)를 거쳐 회전 샤프트(도시 안됨) 상에 장착되어 회전축(823) 둘레에서 회전될 수 있다. 금속 접합 연마재 층(812)은 휘일(810)의 주연면 둘레에 원주상으로 이격된 복수개의 개별 금속 접합 연마 세그먼트(813)로 구성된다. 각각의 연마 세그먼트(813)는 제1 주요면(813a)과 제2 주요면(813b)을 갖는다. 금속 접합 연마 세그먼트(813)는 제1 연마층(815)과 제2 연마층(817) 사이에 개재된다. 제1 연마층(815)은 금속 접합 연마 세그먼트(813)의 제1 주요면(813a)을 제1 지지판(814)의 내부 주요면(814a)에 접합한다. 마찬가지로, 제2 연마층(817)은 금속 접합 연마 세그먼트(813)의 제2 주요면(813b)을 제2 지지판(816)의 내부 주요면(816b)에 접합한다. 금속 접합 연마 세그먼트(813)는 규칙적인 연마 입자층(예, 편평층, 사인 곡선형 층) 또는 무작위적으로 분포된 연마 입자(예컨대, 도23)를 가질 수 있다. 동일한 연삭 휘일에서 규칙적인 연마 입자층을 갖는 연마 세그먼트와 무작위적으로 분포된 연마 입자를 갖는 연마 세그먼트를 모두 포함하는 것도 본 발명의 범위에 속한다. 도24에는 사실상 평행하고 평행한 층(828)(도24에서 점선으로 표시)에서 접합재에 걸쳐 분포된 연마 입자(824)를 갖는 연마 세그먼트(813)가 도시되어 있다.

도25a 및 도25b를 참조하면, 본 발명의 접착식으로 접합된 연마 연삭 휘일의 제3 실시예가 도시되어 있다. 연삭 휘일(910)은 (내부 주요면(914a)과 외부 주요면(914b)을 갖는) 제1 지지판(914)과 (내부 주요면(916a)과 외부 주요면(916b)을 갖는) 제2 지지판(916)과 연마층(912)과 제1 접착제층(915)과 제2 접착제층(917)을 포함한다. 휘일(710)과 마찬가지로, 휘일(910)은 보어(920)와 선택 사항으로서의 장착 구멍(909)을 거쳐 회전 샤프트(도시 안됨) 상에 장착되어 회전축(823) 둘레에서 회전될 수 있다. 도25b에 도시된 바와 같이, 제1 지지판(914)은 축방향 연장면(930)을 포함한다. 제2 지지판(916)은 축방향 연장면(930) 위에서 제1 지지판(914)과 결합하는 내부 원형 개구(922)를 갖는다. 연마층(912)은 연삭 휘일(910)의 주연 둘레에서 원주상으로 이격된 복수개의 개별 금속 접합 연마 세그먼트(913)로 구성된다. 각각의 연마 세그먼트(913)는 제1 주요면(913a)과 제2 주요면(913b)을 갖는다. 금속 접합 연마 세그먼트(913)는 제1 접착제층(915)과 제2 접착제층(917) 사이에 개재된다. 제1 접착제층(915)은 금속 접합 연마 세그먼트(913)의 제1 주요면(913a)을 제1 지지판(914)의 내부 주요면(914a)에 접합한다. 마찬가지로, 제2 접착제층(917)은 금속 접합 연마 세그먼트(913)의 제2 주요면(913b)을 제2 지지판(916)의 내부 주요면(916b)에 접합한다. 선택 사항으로서, 제1 지지판(914)에 금속 접합 연마 세그먼트(913)를 더욱 접합시키기 위해 접착제가 축방향 표면(930)에 도포될 수 있다. 금속 접합 연마 세그먼트(913)는 규칙적인 연마 입자층(예, 사실상 평행하고 평행한 층 또는 사인 곡선형 층) 또는 무작위적으로 분포된 연마 입자를 가질 수 있다. 동일한 연삭 휘일에서 규칙적인 연마 입자층을 갖는 연마 세그먼트와 무작위적으로 분포된 연마 입자를 갖는 연마 세그먼트를 모두 포함하는 것도 본 발명의 범위에 속한다. 도25a 및 도25b에서, 접합재(926)에 걸쳐 무작위적으로 분포된 연마 입자(924)를 갖는 연마층(912)이 도시되어 있다.

지지판(들)에 연마층을 접합하기에 적절한 접착제는 연삭 휘일에 대한 통상의 사용 조건 하에서 지지판(들)에 연마층을 접합하기에 충분한 강도를 갖는 접착제들을 포함한다. 즉, 접착제는 연마 작업 중에 생성되는 힘에 대해 연마층을 유지해야만 한다. 기본적으로, 이것은 연삭 휘일의 축에 대한 연삭 휘일의 회전에 의해 생성되는 전단력(들)과 연마층 및 작업편 사이의 접촉에 의해 생성되는 전단력(들)을 포함한다.

접합제의 양호한 종류는 접합이 높은 전단 및 박피 강도를 갖는 두 개의 재료 사이에 접합을 형성할 수 있다는 점에 있어서 구조적 접합체로서 설명될 수 있다. 적절한 수 있는 접합제 유형의 종류는 1부 열경화성 접착제, 2부 열경화성 접착제(예, 2부 에폭시), 아크릴 수지, 우레탄, 압력 반응성 접착제, 고온 용융 접착제, 가습 경화 접착제 등을 적절하게 포함할 수 있다. 이런 접착제는 액체, 고체, 분말, 반죽, 필름으로서 제공될 수 있으며, 열적으로 경화되고 건조된 반응성 혼합물 동일 수 있다. 접착제는 금속 접합 연마재 층과 지지판(들) 사이의 전체 접촉 영역에 걸쳐 도포될 수 있거나 접촉 영역의 일부에만 도포될 수 있다. 지지판(들)에 금속 접합 연마재 층을 접합하기 위한 적절한 접착제의 선택은 연삭 휘일의 직경, 연마층 또는 연마 세그먼트의 질량, 접착제의 표면 면적, 연삭 휘일의 회전 속도에 의존할 수 있다. 예컨대, 연삭 휘일의 최대 회전 속도가 증가될 때, 접착성 접합의 강도는 연마층 상에서 작용하는 전단력(들)에 대응하도록 증가되어야 한다(예, 구심력). 마찬가지로, 연마층과 지지판 사이의 접합 면적이 감소되면, 접착성 접합의 강도는 증가된 단위 힘(들)에 대응하도록 증가되어야만 한다.

마찬가지로, 휘일의 직경 변화는 휘일을 서로 유지하기 위해 필요한 접착 강도의 변화를 필요로 한다. 예컨대, 0.110 lbs (0.05 kg)의 질량과 2 입방 인치의 접합 면적을 갖는 세그먼트를 갖는 6 inch(15.24 cm) 연삭 휘일에서, 약 3000 rmp에서는 약 42 psi의 접착 전단 응력이 요구되며 약 6000 rmp에서는 약 168 psi의 접착 전단 응력이 요구된다. 상술한 바와 동

일하게, 0.110 lbs(0.05 kg)의 질량과 2 입방 인치의 접합 면적을 갖는 세그먼트를 갖는 10 inch(25.4 cm) 연삭 휠일에서, 약 3000 rpm에서는 약 70 psi의 접착 전단 응력이 요구되며, 약 6000 rpm에서는 약 279 psi의 접착 전단 응력이 요구된다.

통상적으로, 요구되는 접착 전단 응력을 초과하는 것이, 양호하게는 사실상 초과하는 것이 바람직하다. 이를 위해서, 양호한 접착제는 종류는 접합이 고강도(예, 높은 전단 및 박피 강도)와 하중 지지 접착성 접합을 형성한다는 점에 있어서 구조적 접합체로서 설명될 수 있다. 적절한 접착제는 통상적으로 적어도 약 6.89 MPa(1000 psi)의 전단 강도와, 양호하게는 적어도 약 10.34 MPa(1500 psi)의 전단 강도와, 보다 양호하게는 적어도 약 13.79 MPa(2000 psi)의 전단 강도와, 가장 양호하게는 적어도 약 27.58 MPa(4000 psi)의 전단 강도를 제공한다.

특별히 적절한 유형의 접착제는 구조적 접합을 제공하도록 열 경화되는 열경화성 구조적 접착제이다. 상업상 판매되는 열경화성 구조적 접합제는 상표명 "스카치-웰드(SCOTCH-WELD)"로 판매되고 있으며 구조적 접합체 필름 에이에프(AF)-30(미네소타주 세인트 폴의 3M 컴패니에서 판매)로 확인되고 있다. 다른 적절한 구조적 접착제는 구조적 접합 테이프 9244(미네소타주 세인트 폴의 3M 컴패니에서 판매)로 확인된 아크릴릭 에폭시 접착제이다.

본 발명의 접착성으로 접합된 연마 연삭 휠일에 사용하기에 적절한 지지판은 임의의 적절한 사실상의 강성 재료로 제조될 수 있다. 양호하게는, 지지판은 금속, 예컨대 철강, 알루미늄, 청동, 수지 또는 티타늄으로부터 제조될 수 있다. 가장 양호하게는, 지지판은 연삭 휠일의 전체 중량을 저감시키기 위해 알루미늄으로 제조된다. 중합성 재료와 섬유 강화 중합성 재료로 제조된 지지판이 사용될 수도 있다. 선택된 접착제는 본 적용에 요구되는 강도 특성에 의존하면서도 접합된 표면 재료에 기초해서 선택된다. 강철 지지판에 접착 본체를 접합하는 데 사용되는 접착제는 알루미늄 지지판에 접합하기 위해 선택된 것과는 다를 수 있다.

지지판에 대한 금속 접합 연마 세그먼트의 접합은 접착성 접합을 형성하기에 앞서 지지판(들) 및/또는 금속 접합 연마재 층을 표면 처리함으로써 개선될 수 있다. 표면 처리 기술은, 예컨대 연마면 조건(예, 샌드 블라스팅), 용매 세척, 산 또는 염기 처리 및 화학적 프라이밍(priming)을 포함한다. 적절한 화학적 프라이머는 상표명 "프라이어 이시(EC) 1660(미네소타주 세인트 폴의 3M 컴패니에서 판매)로 판매되고 있다. 접합은 연마재를 경화시키는 동안 (평판 프레스를 사용해서) 연삭 휠일 조립체를 축방향으로 압축함으로써 개선될 수도 있다. 열경화성 접착제의 경우, 압축하면서 접착제를 경화시키기 위해 평판 프레스를 가열하는 것이 바람직할 수 있다.

예

제1 예:

본 발명에 따르는 연마 휠일을 형성하기 위해 다음의 공정이 사용되었다.

강판의 전체 치수가 0.150도의 하나의 측면 테이퍼를 갖고 25.4 cm × 25.4 cm × 0.476 cm 두께(10 inch × 10 inch × 3/16 inch 두께)이 되도록 두 개의 강판이 가공되었다. 이들 두 강판 사이에는(테이퍼된 측면이 내측과 대향측에 있음), 34개의 교호하는 금속 테이프층과 25.4 cm(10 inch) 공칭 정사각형들로 절삭된 패턴화된 다이아몬드 연마재가 정렬되었다.

금속 테이프층은 테이프가 조작 가능하도록 소량의 저온 땀납과 소수의 유기 고착제를 첨가한 상태에서 청동과 코발트가 1:1의 비율로 구성된다. 금속 테이프층을 제조하는 데 사용된 슬러리의 조성은 다음의 도표에 나타난 바와 같이 특정되었으며, 이들 값은 물체를 중량 %로 나타내고 있다.

38.28 -- 코발트

38.28 -- 청동

2.38 -- 니켈

0.195 -- 크롬

0.195 -- 인

17.74 -- 1.5/1 MEK/톨로엔

1.387 -- 폴리비닐 부티랄

0.527 -- 약 200의 분자량을 갖는 폴리에틸렌 글리콜

0.877 -- 다이옥티프탈레이트

0.132 -- 콘(corn) 오일

테이프는 건조시 면적 밀도가 대략 0.15 g/cm²(1 g/inch²)이 되도록 주조되었다.

다이아몬드 연마 입자층을 형성하기 위해, 상표명 "스카치(SCOTCH)"로 3M 컴패니(미네소타주 세인트 폴)에서 판매하고 있는 압력 반응성 접착제가 대략 107 μm 개구와 평방 인치당 165 개의 개구를 갖고 0.48 mm 직경 스테인리스 와이어로 제조된 개방형 메시 스크린의 일 측면 상에 위치되었다. 대략 170/200 메시의 다이아몬드 연마 입자가 20.32 cm(8 inch) 방사상 링 패턴의 스크린 개구 상으로 낙하해서 다이아몬드가 테이프에 접촉되었다. 이로 인해 다이아몬드 입자가 다수의 스크린 개구를 차지하는 결과가 되었다. 일단 다이아몬드의 방사상 패턴이 적용되면, 소형의 강철 쇼트(shot)가 모든 잔여 노출 면적에 충전되도록 사용되었다.

연마 입자로 충전된 스크린과 금속 분말의 가요성 시트는 박편형 복합재를 형성하도록 서로 적층되었다. 판들 사이에 금속 테이프와 연마층을 적층시킨 후, 그 부분들은 다음의 표에서와 같이 소결되었다.

표1

시간 (sec.)	온도 (°C)	압력 (kg/cm ²)
0	20	0
550	420	100
730	420	100
950	550	100
1030	550	100
1210	590	100
1240	590	100
1980	890	100
2400	890	100
2410	895	250
2520	895	250
2860	895	350
500	20	350

일단 최종 부분이 냉각된 후, 25.4 cm × 25.4 cm 판은 가공되어서 곡면 휘일 형상의 다이아몬드 연마 영역을 추출했다. 그 후 이 휘일은 최종 20.32 cm(8 inch) 직경으로 밸런스 처리되고 조정되고 드레싱된다.

비록 본 발명은 양호한 실시예를 참조해서 설명되었지만, 기술분야의 당업자들은 발명의 정신 및 범위에서 벗어나지 않은 형상과 세부 사항에 대한 변경이 이루어질 수 있음을 알 것이다.

제2 예:

본 발명에 따르는 연마 휘일을 형성하기 위해 다음의 공정이 사용되었다.

금속 테이프와 12.7 cm(5 inch) 공칭 정사각형들로 절삭된 패턴화된 다이아몬드 연마재로 된 55개의 교호층이 적층되어 정렬되었다. 그 후 이들 층은 그린형 구조를 생성하기 위해 냉연 압분 처리되어서 소결된다.

금속 테이프층은 테이프가 조작 가능하도록 소량의 저온 땀납과 소수의 유기 고착제를 첨가한 철/구리 다이아몬드 설정 분말로 구성된다. 금속 테이프층을 제조하는 데 사용된 슬러리의 조성은 다음의 도표에 나타난 바와 같이 특정되었으며, 이들 값은 물체를 중량 %로 나타내고 있다.

구리 33.7

철 27.5

니켈 7.87

주석 3.41

크롬 2.43

붕소 0.34

규화물 0.44

탄화 텅스텐 9.38

코발트 0.67

인 0.17

메틸에틸케톤 12.6

폴리비닐 부티랄 0.89

생티사이저(sacticizer) 160 0.62

(생티사이저 160은 몬타나주 세이트 루이스 소재 솔루션 인크(Solutia Inc.)에서 판매.)

이들 테이프는 건조시 면적 밀도가 대략 0.65 g/inch^2 이 되도록 주조되었다.

다이아몬드 연마 입자층을 형성하기 위해, 책 테이프 #845로 지정된 상표명 "스카치(SCOTCH)"인 접착 테이프를 3M 컴패니(미네소타주 세인트 폴)에서 판매하는 압력 반응성 접착제가 대략 $107 \mu\text{m}$ 개구와 평방 인치당 165 개의 개구를 갖고 0.48 mm 직경 스테인리스 와이어로 제조된 개방형 메시 스크린의 일 측면 상에 위치되었다. 대략 200/230 메시의 다이아몬드 연마 입자는 하나의 다이아몬드가 12.7 cm (5 inch) 정사각형 층으로 된 각각의 개구에 있도록 스크린 상으로 낙하되었다. 이로 인해 다이아몬드 입자가 다수의 스크린 개구를 차지하는 결과가 되었다.

연마 입자로 채워진 스크린과 가요성 금속 분말 시트는 박편형 복합재를 형성하도록 서로 적층되었다. 판들 사이에 금속 테이프와 연마층을 적층시킨 후, 그 부분들은 다음의 표에서와 같이 소결되었다.

표2

시 간 (sec.)	온 도 (°C)	압 력 (kg/cm ²)
0	20	0
550	420	100
730	420	100
950	550	100
1130	550	100
1210	590	100
1240	590	100
1750	880	200
2110	880	200
2430	1007	200
2790	1007	200
2970	870	250
3330	850	400

일단 최종 부분이 냉각된 후, 금속 접합 연마재는 연마 워터 제트 절삭 수단에 의해 원호 형상의 금속 접합 연마 세그먼트로 전환되었다.

그 후 이들 금속 접합 연마 세그먼트는 구조적 접착제를 사용해서 두 개의 알루미늄 지지판에 접합되었다. 접합을 위한 적절한 표면을 제공하기 위해 지지판과 세그먼트들이 세척되고 처리되었다. 알루미늄 지지판의 경우, 접합 표면은 MEK로 세척되고 산 에칭되고 프라이밍 처리되었다. 알루미늄 지지판을 산 에칭하는 것은 여러 단계로 이루어진다. 첫 단계에서, 지지판은 88 °C에서 10분간 알칼리수에 침지되었다. 알칼리수는 대략 9 내지 11 온스/갤론의 오아키테 164(뉴저지주 버클리 에이치지티의 오아키테 프로덕트 인크(Oakite Products, Inc.)에서 판매)로 제조되었다. 물을 사용해서 완전히 세정하고 난 후, 황산 혼합물에서 71 °C에서 10분간 산 에칭되었다. 물을 사용한 세정후, 지지판은 경사 래크(rack) 상에서 10분간 공기 건조되었고, 그 후 71 °C에서 또다시 10분간 오븐 건조되었다.

접합면 상으로 EC1660 프라이머(미네소타주 세인트 폴의 3M 컴패니에서 판매)의 박층을 부시 가공(bushing)함으로써 표면 프라이밍이 수행되었다. 프라이머는 제조사의 추천 조건에 따라 건조되었다.

금속 접합 연마 세그먼트의 경우, 접합면은 샌드 블라스트 처리되고, 메틸 에틸 케톤으로 용매 세척되고, 표면 프라이밍되었다. 샌드 블라스트 공정은 대략 60 psi의 압력에서 80 그릿(grit) 산화 알루미늄을 사용해서 수행되었다. 표면 프라이밍은 EC1660 프라이머의 박층을 부시 가공함으로써 수행되었다. 프라이머는 제조사의 추천 조건에 따라 건조되었다.

표면 준비가 완료된 후, (상표명 "AF30"로 미네소타주 세인트 폴의 3M 컴패니에서 판매되는) 10 밀리 구조적 접착제층이 지지판의 제1 접착면 상으로 위치되었다. 그 후 원호 형상의 금속 접합 연마 세그먼트가 연마면 상으로 위치되어 지지판의 중심 둘레에 원통형 연마 영역을 형성한다. 그 후 세그먼트는 동일한 유형의 제2 구조적 접착제층으로 덮혔다. 그 후 제2 알루미늄 지지판이 제2 구조적 접착제층 위에 위치됨으로써 연삭 휘일 조립체를 형성한다.(도25b 참조)

그 후 연삭 휘일 조립체는 연마 세그먼트와 지지판 사이의 접합을 형성하도록 열경화성 접착제를 경화시키기 위해 가열된 평판 프레스에 위치되었다. 그 후 휘일 조립체가 689 KPa의 일정한 압력 하에서 5.6 °C/분의 속도로 38 °C로부터 177 °C까지 가열되었다. 한 시간 동안 177 °C에서 유지한 후, 연삭 휘일 조립체는 동일하게 인가된 압력 하에서 실온으로 냉각되었다.

그 후 최종 연마 연삭 휘일은 최종적인 20.32 cm(8 inch) 직경으로 밸런스 처리되고 조정되고 드레싱된다.

비록 본 발명은 양호한 실시예를 참조해서 설명되었지만, 기술분야의 당업자들은 발명의 정신 및 범위에서 벗어나지 않는 형상과 세부 사항에 대한 변경이 이루어질 수 있음을 알 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

회전축을 중심으로 회전될 수 있는 연마 연삭 휠일이며,

연마 연삭 휠일의 회전축을 한정하기 위한 수단과,

제1 지지판과,

제2 지지판과,

상기 제1 지지판과 제2 지지판 사이에 개재되며 접촉제로 상기 제1 및 제2 지지판에 결합되며, 주연 밴드에서 원주상으로 연장된 연마면을 갖는 대체로 원통형의 연마재 영역을 포함하고 있으며,

상기 연마재는 복수개의 연마 입자층을 구비하고, 각각의 연마 입자층이 연마면의 원주의 적어도 일부를 따라서 연마면으로부터 회전축쪽으로 대체로 원통형의 연마재 영역의 방사상 방향으로 연장되며,

연마 연삭 휠일의 회전축에 수직인 평면과 연마면의 완전 원주와의 교차부에 의해 한정되는 임의의 원형 경로는 복수개의 연마 입자층의 적어도 하나를 교차하게 되는 연마 연삭 휠일.

청구항 2.

제1항에 있어서, 복수개의 연마 입자층은 서로에 대해 대체로 편평하고 평행한 연마 연삭 휠일.

청구항 3.

삭제

청구항 4.

삭제

청구항 5.

제1항에 있어서, 연마 입자층과 대체로 평행한 평면이 연마 연삭 휠일의 회전축과 0도와 180도를 제외한 그 사이의 각을 형성하는 연마 연삭 휠일.

청구항 6.

삭제

청구항 7.

삭제

청구항 8.

삭제

청구항 9.

삭제

청구항 10.
삭제

청구항 11.
삭제

청구항 12.
삭제

청구항 13.
삭제

청구항 14.
삭제

청구항 15.
삭제

청구항 16.
삭제

청구항 17.
삭제

청구항 18.
삭제

청구항 19.
삭제

청구항 20.
삭제

청구항 21.
삭제

청구항 22.
삭제

청구항 23.
삭제

청구항 24.
삭제

청구항 25.
삭제

청구항 26.
삭제

청구항 27.
삭제

청구항 28.
삭제

청구항 29.
삭제

청구항 30.
삭제

청구항 31.
삭제

청구항 32.
삭제

청구항 33.
삭제

청구항 34.
삭제

청구항 35.
삭제

청구항 36.
삭제

청구항 37.
삭제

청구항 38.
삭제

청구항 39.
삭제

청구항 40.
삭제

청구항 41.
삭제

청구항 42.
삭제

청구항 43.
삭제

청구항 44.
삭제

청구항 45.
삭제

청구항 46.
삭제

청구항 47.
삭제

청구항 48.
삭제

청구항 49.
삭제

청구항 50.
삭제

청구항 51.
삭제

청구항 52.
삭제

청구항 53.
삭제

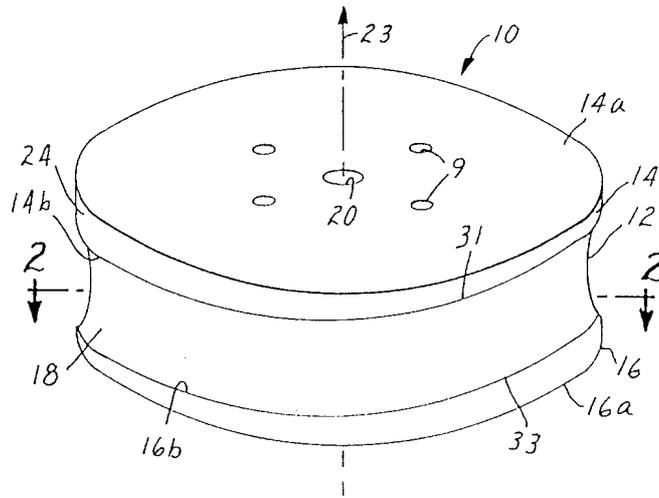
청구항 54.
삭제

청구항 55.
삭제

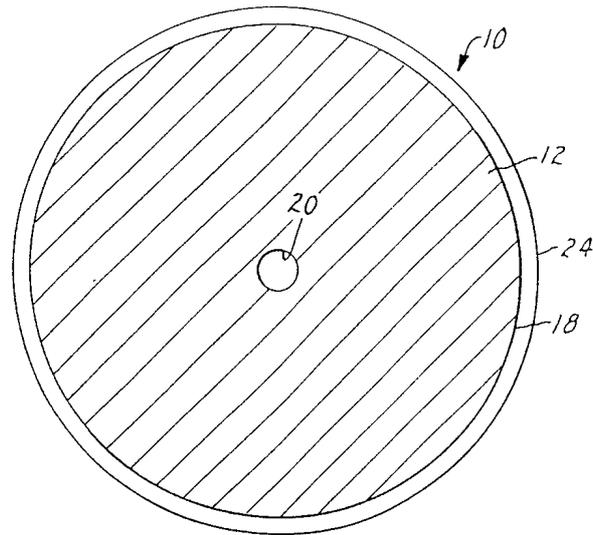
청구항 56.
삭제

도면

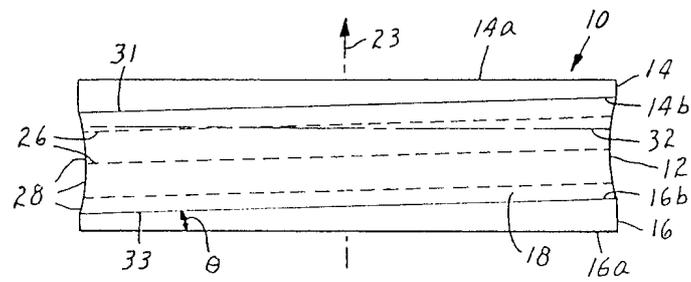
도면1



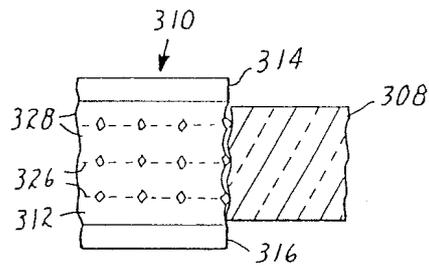
도면2



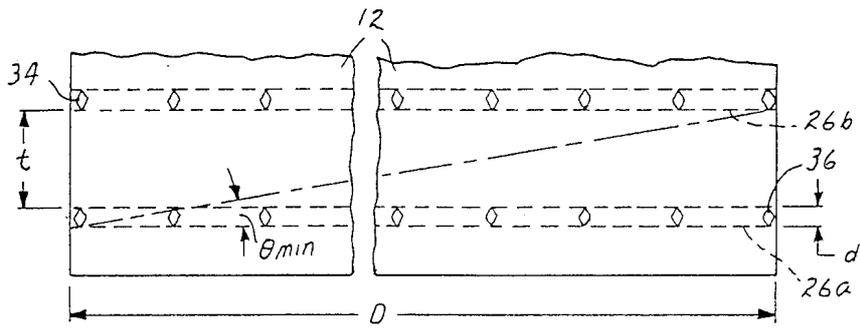
도면3



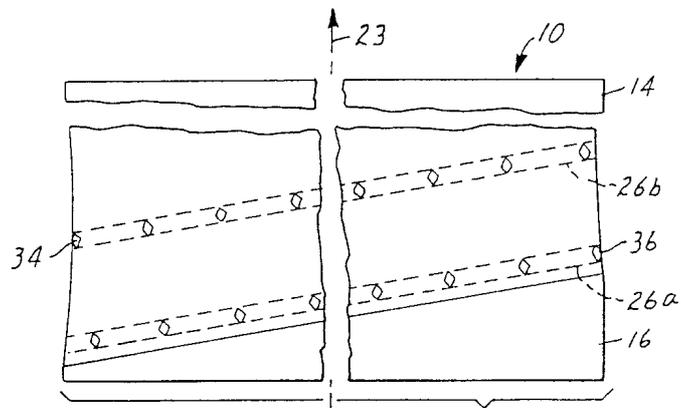
도면4



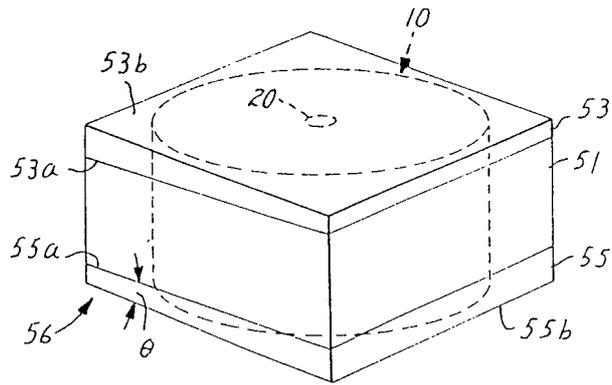
도면5a



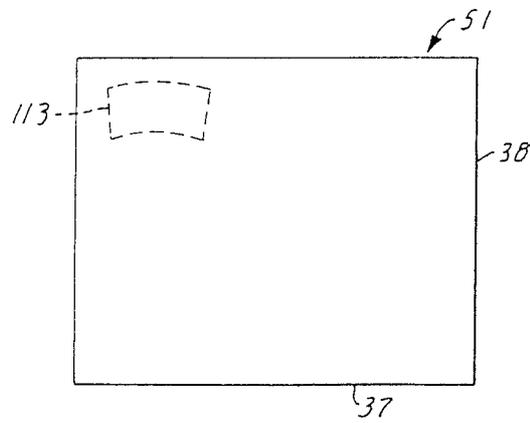
도면5b



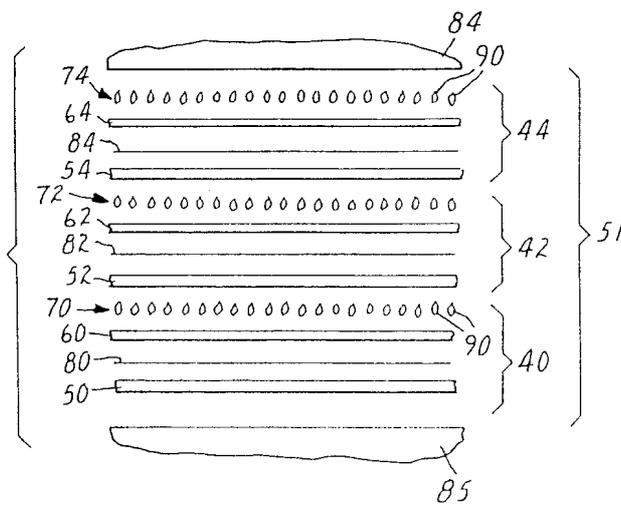
도면6



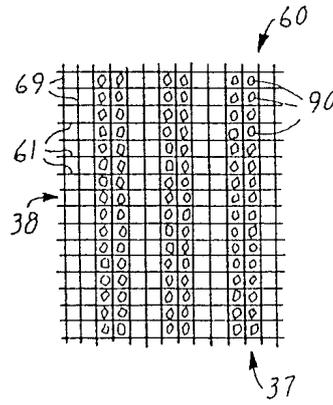
도면7



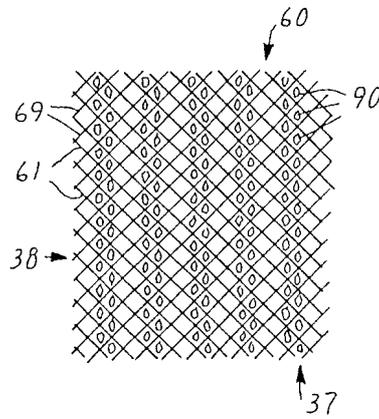
도면8



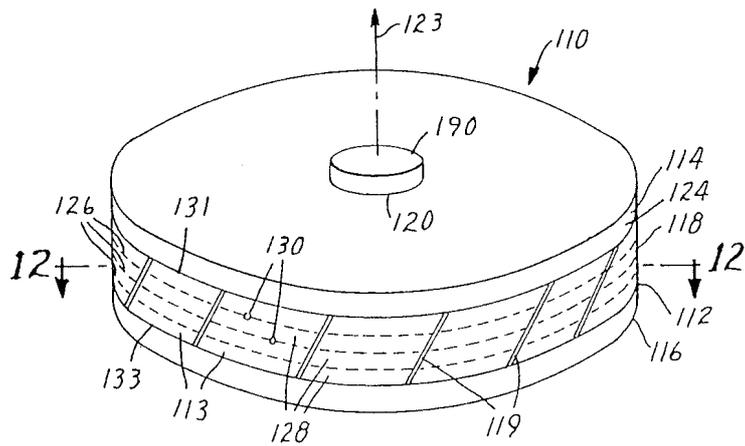
도면9



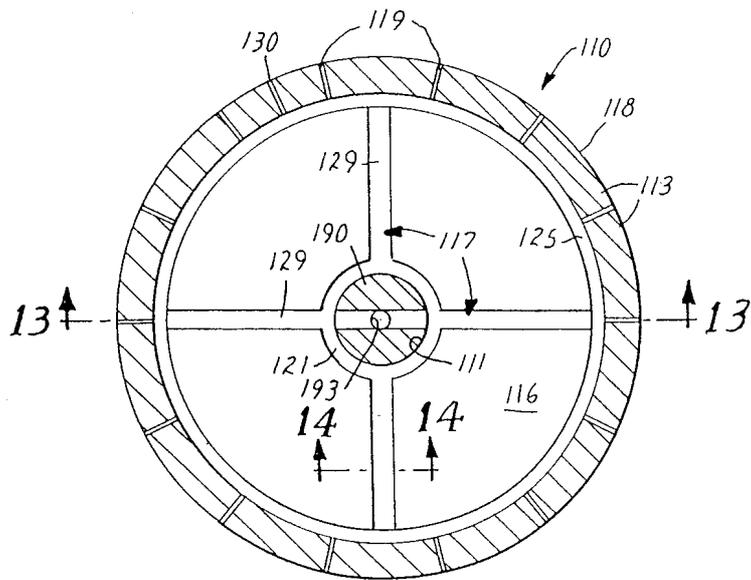
도면10



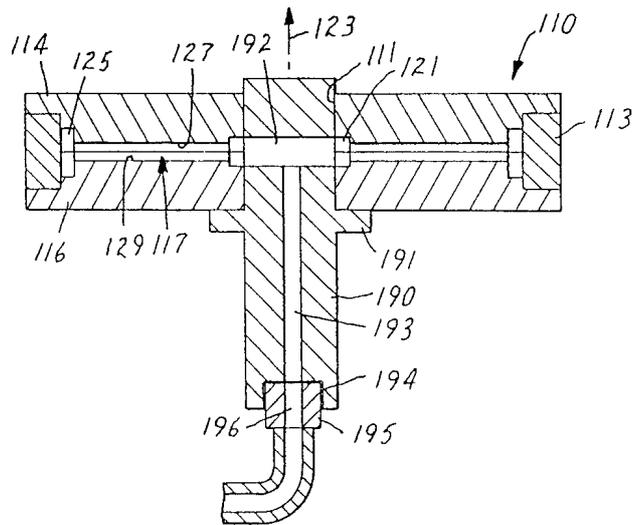
도면11



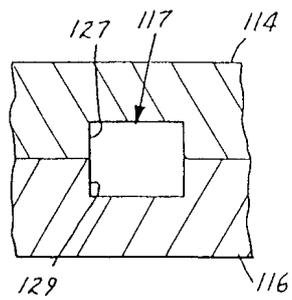
도면12



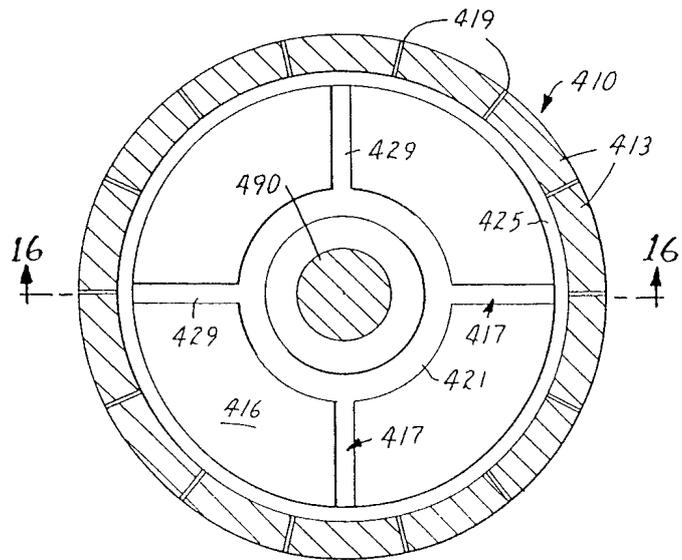
도면13



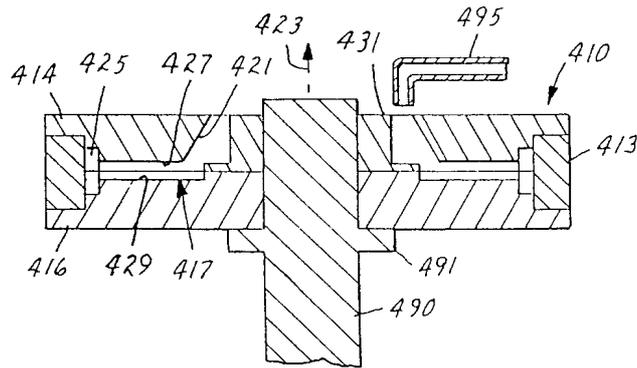
도면14



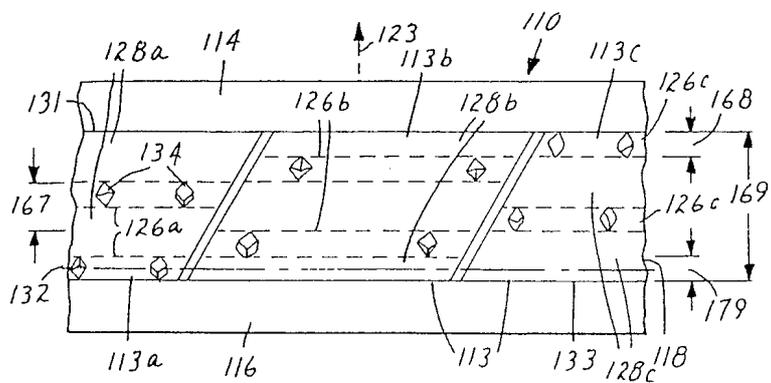
도면15



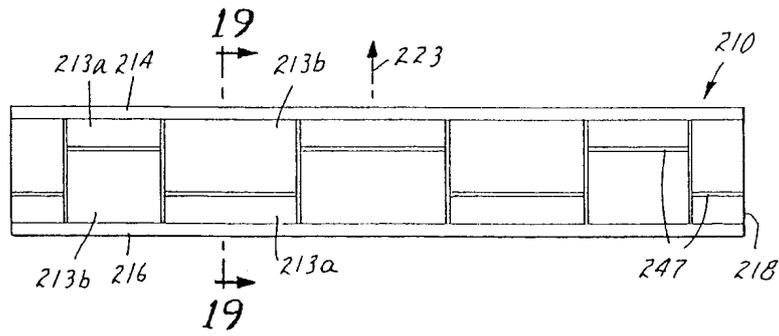
도면16



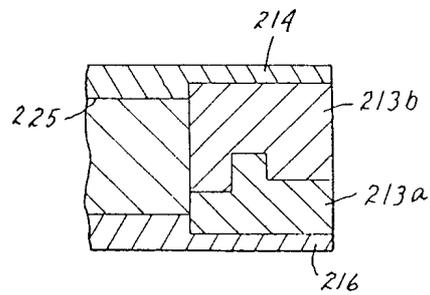
도면17



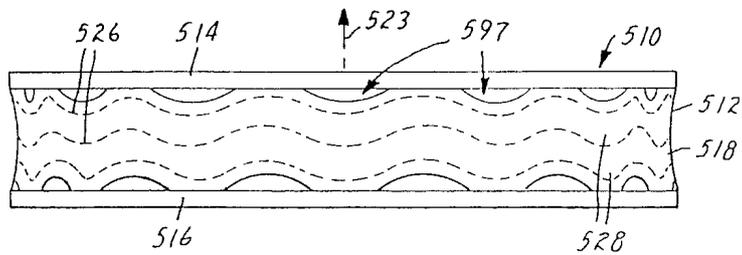
도면18



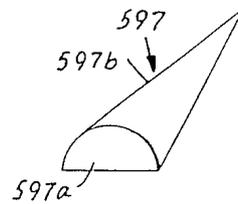
도면19



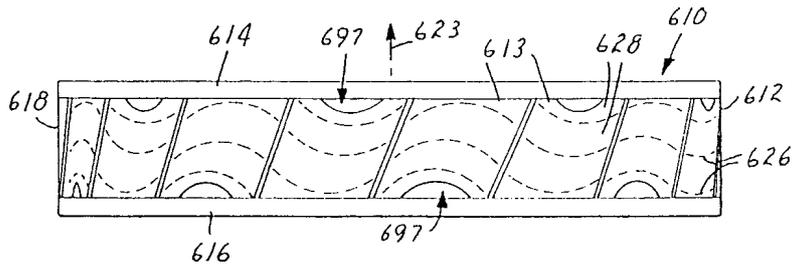
도면20



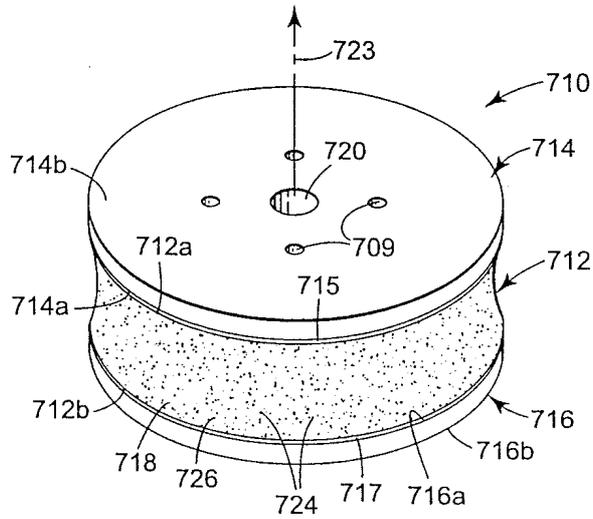
도면21



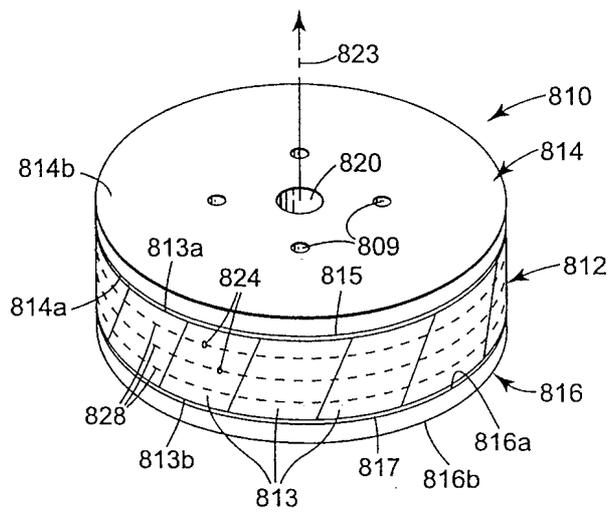
도면22



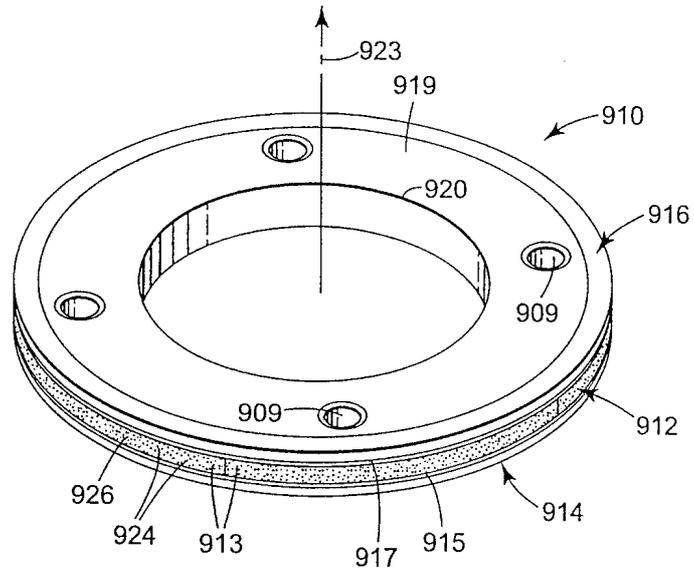
도면23



도면24



도면25a



도면25b

