

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷

B24D 11/00

B23K 1/00

B28D 1/02

(11) 공개번호

10-2005-0046802

(43) 공개일자

2005년05월18일

(21) 출원번호 10-2005-7004867

(22) 출원일자 2005년03월22일

번역문 제출일자 2005년03월22일

(86) 국제출원번호 PCT/US2003/031463

국제출원출원일자 2003년09월29일

(87) 국제공개번호

WO 2004/028746

국제공개일자

2004년04월08일

(30) 우선권주장 10/259,168 2002년09월27일 미국(US)

(71) 출원인 성 치엔 민
대만 타이페이 카운티 251 탄수이 총-쳉 로드 레인 32 4(72) 발명자 성 치엔 민
대만 타이페이 카운티 251 탄수이 총-쳉 로드 레인 32 4

(74) 대리인 강명구

심사청구 : 없음

(54) 브레이즈된 다이아몬드 공구 및 그 제조 방법**명세서****기술분야****우선권 정보**

본원은 2002년 9월 27일에 출원된 미국 특허 출원 10/259,168호에 대하여 우선권을 주장하며, 이는 여기에 참고문헌으로 첨부되어 있다.

기술분야

본원 발명은 일반적으로 매트릭스 지지 물질 또는 기질에 화학적으로 결합되고, 미리 결정된 패턴으로 배열되는 다이아몬드 입자를 가지는 공구에 관련한다. 따라서, 상기 본원 발명은 화학, 야금학, 및 재료 과학의 분야에 관계된다.

배경기술

연마 공구들은 재료의 절단, 드릴링, 소잉(sawing), 랩핑(lapping) 및 연마를 포함하는 수많은 용도에서 사용되어져 왔다. 다이아몬드는 현재 공지된 가장 단단한 연마 물질이기 때문에, 다른 단단한 재료를 자르고, 성형하고 또는 연마하기 위하여 연마재를 이용하는 톱, 드릴, 및 다른 기구들에 연마재로서 폭넓게 사용된다.

다른 공구들에서는 상업적으로 실질적인 내구성 및 실용적인 강도(hardness)가 결여된 용도에 다이아몬드 공구는 특히 필수 불가결하다. 예를 들면, 암석을 자르고, 드릴하고 톱질하는 석재 산업에서는, 다이아몬드 공구들이 컷팅 등을 경제적으로 만드는데 충분히 단단하고 내구성이 있는 유일한 공구이다. 만약 다이아몬드 공구가 사용되지 않는다면, 이러한 많은 산업들은 경제적으로 실행이 불가능할 것이다. 정밀 그라인딩 산업에서 역시, 뛰어난 마모 저항성 때문에 다이아몬드 공구들은, 실용적으로 충분히 마모를 견디는 동시에, 유일하게 요구되는 밀폐 오차(tight tolerances)를 발전시킬 수 있다.

다이아몬드 톱날과 같은 전형적인 초정밀연마 공구는 다이아몬드 입자들(예컨대, 40/50 미국 메쉬 톱 그릿)을 적절한 금속 지지 매트릭스 분말(예컨대, 1.5 μm 크기의 코발트 분말)과 혼합함으로써 제조된다. 상기 혼합물을 이후 적절한 형태(예컨대, 톱 단편)를 형성하기 위하여 몰드안에서 압축된다. 이후 공구의 이러한 "그린(green)" 형태는 바디(body) 안에 배열

된 복수의 연마 입자를 가지는 단일 바디를 형성하기 위하여 700-1200°C의 온도에서 소결에 의하여 경화된다. 결국, 상기 경화된 바디는 최종 제품을 형성하기 위하여 통근 텁날과 같은 공구 바디에 부착된다(예컨대, 전통적인 브레이징 또는 납땜에 의하여).

이들의 보급되는 용도에도 불구하고, 다이아몬드 공구들은 일반적으로 이들의 사용 수명에 불필요한 제한을 야기하는 몇 가지 중요한 제한을 갖고 있다. 예를 들어, 상기 연마 다이아몬드 또는 입방정 봉화 질소(CBN) 입자들은 이들을 제 위치에 유지시켜 주는 매트릭스에 균일하게 분포되지 않는다. 결과적으로, 상기 연마 입자들은 절단, 드릴링, 그라인딩, 연마 등을 위한 효율을 최대화하기 위하여 위치되지 않는다.

다이아몬드 또는 입방정 봉화 질소(CBN) 연마 입자간의 거리는 각각의 입자가 수행하게 될 작업 부하를 결정한다. 다이아몬드 또는 CBN 연마 입자들의 부적절한 간격은 전형적으로 상기 표면 또는 연마재 구조의 초기 파손을 초래한다. 그러므로 만약 다이아몬드/CBN 연마 입자들이 서로간에 너무 가깝다면, 상기 입자들 중의 일부는 남아들게 되고 절단 또는 그라인딩에 거의 또는 아무런 도움을 제공할 수 없게 된다. 또한, 과잉 입자들은 고가의 다이아몬드 및 입방정 봉화 질소로 인해 생산 비용을 추가한다. 더욱이, 이러한 비-작업성 다이아몬드 또는 CBN 입자들은 부스러기의 통로를 막을 수 있고, 이에 의하여 절단 효율을 감소시킨다. 그러므로 서로간에 너무 가깝게 배열된 연마 입자를 가지는 것은 공구의 사용 수명을 줄이는 반면, 비용을 추가한다.

한편, 만약 연마 입자들이 너무 멀리 떨어져 있으면, 각각의 입자에 대한 작업 부하(예컨대, 작업 피스에 의하여 발휘되는 충돌력)은 과다하게 된다. 성기게 분포된 다이아몬드 또는 CBN 연마 입자들은 분쇄되거나 입자들이 배열된 매트릭스로부터 이식하지어는 제거될 수도 있다. 상기 손상되거나 떨어져 나간 연마 입자들은 작업부하를 충분히 보조해 줄 수 없다. 그러므로 작업부하는 전존하는 연마 입자들에 이동된다. 각각의 연마 입자들의 파손은 곧 절단, 드릴, 그라인드 등에 공구를 비효율적으로 만드는 연쇄 반응을 일으킨다.

다른 용도에서는 상이한 크기의 다이아몬드(또는 입방정 봉화 질소) 연마 입자를 필요로 할 수도 있다. 예를 들어, 드릴링 및 소잉 용도는 최종 공구에 사용되는 커다란 크기(20 내지 60 U.S. 메쉬)의 다이아몬드 그릿을 요한다. 상기 공구의 금속 기질은 코발트, 니켈, 철, 구리, 청동, 이들의 합금, 및/또는 이들의 혼합물로부터 전형적으로 선택된다. 그라인딩 적용예에서, 작은 크기의 (60/400 U.S. 메쉬) 다이아몬드 그릿(또는 입방정 봉화 질소)는 금속(전형적으로 청동), 세라믹/유리(전형적으로 나트륨, 칼슘, 실리콘, 및 알루미늄의 산화물의 혼합물) 또는 합성수지(전형적으로 페놀성) 중 하나와 혼합된다.

종종 상기 공구는 다이아몬드 입자들을 유지하고 지지하는 금속 분말과 같은 매트릭스 지지 물질을 보유할 수도 있다. 그러나 다이아몬드 또는 입방정 봉화 질소는 매트릭스 분말보다 훨씬 더 크고(톱 단편을 만들기 위한 상기 실시예에서 300 배), 매트릭스 분말보다 훨씬 더 가볍기 때문에(톱 단편을 만들기 위한 밀도의 약 1/3), 상기 두 가지를 균일성을 달성하기 위하여 혼합하는 것은 매우 어렵다. 더욱이, 상기 혼합물이 통과할 때 또는 혼합물이 진동으로 편입될 때 조차, 다이아몬드 입자들은 몰드안으로 상기 혼합물을 주입하는 것과 같은 후속적인 처리에서 금속 분말로부터 여전히 분리되어 있을 수 있다. 상기 분포 문제는 다이아몬드가 금속 지지 매트릭스 안에서 혼합될 때 다이아몬드 공구를 만드는데 있어서 까다롭다.

공구안에 다이아몬드 그릿들을 위치시키는 많은 방법들과 관계된 또 다른 제한이 아직 존재한다. 많은 경우 금속 결합 다이아몬드 공구는 동일한 다이아몬드 공구의 상이한 부분에 배열되는 상이한 다이아몬드 그릿 크기 및/또는 상이한 다이아몬드 농도(concentration)을 필요로 한다. 예를 들어, 톱 단편들은 중앙에서보다 가장자리 또는 앞부분에서 더 빨리 마모되는 경향이 있다. 그러므로 더욱 높은 농도 및 더 작은 다이아몬드 그릿이 이러한 위치에서 비균일한 마모를 막고 따라서 톱 단편의 초기 파손을 막는 데 바람직하다. 이러한 보다 높은 농도/더 작은 크기의 단편들(즉, "샌드위치" 단편들)은 다이아몬드 입자들을 금속 분말과 함께 혼합함으로써 시작하는 것은 어렵다. 그러므로 다양한 다이아몬드 그릿 크기 및 농도 수준을 가지는 공지의 이점에도 불구하고, 이들의 실용적인 제조 방법의 결여로 인하여 이러한 배열은 좀처럼 사용되지 않는다.

많은 다이아몬드 공구들의 또 다른 결점은 상기 연마 입자들, 또는 "그릿들"은 절단, 드릴링, 연마 등을 바디의 사용 수명을 최대화 하는 데 공구 기질 또는 매트릭스 지지 물질에 불충분하게 부착된다는 것이다. 실제로, 대부분의 경우 다이아몬드 그릿들은 매트릭스 지지 물질에 단순히 기계적으로 묻혀있다. 결과적으로, 다이아몬드 그릿은 종종 조기에 떨어져 나가거나 뽑힌다. 더욱이, 상기 그릿은 작업 조건하에서 느슨하게 결합된 매트릭스로부터 부적절한 기계적 지지를 받을 수도 있다. 그러므로, 상기 다이아몬드 입자들은 연마가 적용되는 작업피스에 대하여 공구의 충돌에 의해 분쇄될 수도 있다.

전형적인 다이아몬드 공구에서, 의도한 용도(즉, 실제 절단, 드릴링, 연마 등을 하는 동안)에서 그릿의 약 1/10 미만이 실제로 소비된다고 주장되어 왔다. 잔류물은 공구의 사용 수명이 끝났을 때 남게 되거나, 불량한 부착 및 부적절한 지지로 인하여 사용하는 동안 뽑히거나 분쇄되거나 하여 소비된다. 이러한 다이아몬드의 손실의 대부분은 다이아몬드 입자들이 주변의 매트릭스에 적절하게 위치되고, 단단하게 부착될 수 있다면 피할 수 있다.

다이아몬드 그릿에 대한 기계적인 유지를 최대화하기 위하여, 다이아몬드 그릿은 일반적으로 기질 매트릭스 안에 깊이 묻어져야 한다. 결과적으로, 공구 표면 위에 있는 상기 다이아몬드 입자들의 돌출(protrusion)은 일반적으로 바람직하지 못하다. 낮은 그릿 돌출은 절단되는 물질을 분쇄하는 것에 대한 절단 높이를 제한한다. 결과적으로, 마찰은 절단 공구의 절단 속도 및 수명을 증가시키고 제한한다. 다이아몬드 그릿을 지지 매트릭스에 단단하게 고정시키기 위하여, 상기 매트릭스가 다이아몬드의 표면 주위에 카바이드를 형성하는 것이 매우 바람직하다. 이렇게 형성된 상기 화학적 결합은 전통적인 기계적 부착보다도 훨씬 더 강하다. 상기 카바이드는 다이아몬드를 전이 금속과 같은 적절한 카바이드 형성자(former)들과 반응시켜 형성될 수 있다. 전형적인 카바이드 형성 전이 금속은 다음과 같다: 티타늄(Ti), 바나듐(V), 크롬(Cr), 지르코늄(Zr), 몰리브덴(Mo), 및 텉스텐(W).

상기 카바이드의 형성은 카바이드 형성자가 다이아몬드 주위에 중착될 것 그리고 카바이드 형성자 및 다이아몬드가 카바이드를 형성하기 위하여 후속적으로 반응을 일으킬 것을 필요로 한다. 더욱이, 반응하지 않은 카바이드 형성자는 소결 또는 다른 수단에 의하여 또한 경화되어야만 한다. 이러한 모든 단계들은 고온에서의 처리를 요구한다. 그러나, 다이아몬드

는 약 1000°C를 초과하는 온도에 노출되었을 때 분해 될 수 있다. 상기 분해는 매트릭스 물질과의 반응 또는 결정 내부의 금속 개재물(inclusion) 주위에서 미세-균열의 발달 중 어느 하나에 기인한다. 이러한 개재물은 합성 다이아몬드의 형성에서 사용되는 트랩된(trapped) 촉매이다.

대부분의 카바이드 형성자는 내화성 금속이어서 약 1,200°C 온도 미만에서 경화되지 않을 수도 있다. 그러므로 내화성 카바이드 형성자들은 매트릭스 지지 물질의 주요 성분으로써 적절하지 않다.

그러나 망간(Mn), 철(Fe), 실리콘(Si), 및 알루미늄(Al)과 같이 녹는점이 낮은 몇몇 카바이드 형성자들이 있다. 그러나, 이러한 카바이드 형성자들은 매트릭스 지지 물질의 주요 성분으로서 사용되는 것을 불가능하게 하는 바람직하지 않은 다른 성질을 가지고 있을 수 있다. 예를 들어, 망간 및 철 모두는 고압(50Kb 미만)에서 다이아몬드 합성을 위한 촉매로 사용된다. 그러므로 이들은 저압에서 매트릭스 분말을 소결하는 동안 다이아몬드를 다시 흑연으로 촉진시킬 수 있다. 상기 역전환은 고온에서의 다이아몬드 분해의 주원인이다.

한편, 알루미늄은 낮은 녹는점(660°C)을 가지고 있어서, 상기 다이아몬드 입자들을 고정하기 위한 작업을 용이하게 만든다. 그러나 상기 알루미늄의 녹는점은 다이아몬드 그릿이 공격적으로(aggressively) 절단할 때 달성될 수 있다. 그러므로 절단 작업을 하는 동안 알루미늄은 너무 물러져서 다이아몬드 그릿을 지지할 수 없게 될 수도 있다. 더욱이 알루미늄은 다이아몬드와의 경계면에서 Al_4C_3 카바이드를 형성하는 경향이 있다. 이러한 카바이드는 냉각제에 노출되었을 때 쉽게 가수분해 되어서 분해 될 수도 있다. 그러므로 알루미늄은 전형적으로 매트릭스에서 다이아몬드를 결합하는 적절한 카바이드 형성자가 아니다.

고온의 소결을 피하기 위하여, 텅스텐과 같은 카바이드 형성자들은 코발트 또는 청동중의 하나로 주로 만들어진 매트릭스 내에서 중요하지 않은 성분으로서 종종 희석된다. 만약 있다면, 소결 공정 동안 형성된 액체상(phase) 중 소량이 존재한다. 다이아몬드 쪽으로 고체 매개물을 통해 카바이드 형성자가 확산되는 것은 매우 느린다. 결과적으로 다이아몬드 표면에서 카바이드의 형성을 무시해도 좋다. 그러므로 중요하지 않은 매트릭스 성분으로서 카바이드 형성자를 첨가함으로써, 다이아몬드 부착은 기껏해야 최저로 향상된다.

다이아몬드의 표면에서 카바이드의 형성을 확보하기 위하여, 상기 카바이드 형성자는 매트릭스 분말과 혼합되기 전에 다이아몬드에 코팅될 수 있다. 비록 카바이드 형성자가 매트릭스에서 중요하지 않은 구성요소라 하더라도, 카바이드 형성자는 바람직한 결합을 형성하기 위하여 이러한 방식으로 다이아몬드 주위에 놓축될 수 있다.

상기 다이아몬드의 코팅은 화학적으로 또는 물리적으로 처리될 수 있다. 화학적 코팅의 경우, 코팅된 금속은 화학적 반응에 의하여, 상대적으로 고온에서 일반적으로 형성된다. 예를 들어, 다이아몬드를 티타늄 또는 크롬과 같은 카바이드 형성자와 혼합함으로써 그리고 진공 또는 보호적 대기 하에서 상기 혼합물을 가열함으로써, 상기 카바이드 형성자의 박막을 다이아몬드 위에 증착할 수 있다. 증가하는 온도는 상기 코팅의 두께를 증가시킬 수 있다. 상기 금속의 이동을 보조하는 절철한 기체(예컨대, HCl 기체)의 첨가는 또한 증착율을 촉진할 수도 있다. 대안으로, 상기 코팅은 용융된 염에서 수행될 수도 있다.

소결 이외에, 함침(infiltration) 또한 다이아몬드 공구를 만드는 통상의 기술이다; 특히 큰(즉, U.S. 메쉬 30/40보다 더 큰) 다이아몬드 그릿을 함유하는 드릴 비트(bit) 및 다른 특수한 다이아몬드 공구들에 있어서 통상의 기술이다. 이러한 공구들에 가장 통상적으로 사용되는 함침제는 구리에 기초한 합금이다. 이러한 함침제는 유동하여 매트릭스 분말 내의 작은 공극들에 스며들어야만 한다. 고온에서의 다이아몬드 분해를 피하기 위하여, 상기 함침제의 녹는점은 낮아야 한다. 그러므로, 상기 함침제는 아연(Zn)과 같이 녹는점이 낮은 성분을 종종 함유한다. 상기 낮은 녹는점을 갖는 성분은 함침제의 녹는점을 낮추는 것 이외에도, 또한 점성을 감소시켜 상기 함침제가 쉽게 유동할 수 있게 한다. 그러나 대부분의 카바이드 형성자들이 함침제의 녹는점을 증가시키는 경향이 있기 때문에, 카바이드 형성자들은 대부분 함침제로부터 제외된다. 결과적으로, 이러한 함침제들은 다이아몬드의 결합을 향상시킬 수 없다.

다이아몬드 공구의 사용에 의존해 왔던 하나의 구체적인 공정은 화학적인 기계적 연마(CMP)이다. 이러한 공정은 세라믹, 실리콘, 유리, 석영 등의 웨이퍼를 연마하기 위한 반도체 및 컴퓨터 산업에서 표준이 되어 왔다. 일반적인 용어로, 연마되는 작업피스는 폴리우레탄 또는 다른 적절한 물질의 스파ニング 연마 패드에 마주보게 유지된다. 상기 패드의 상부는 통상적으로 패드의 회전 운동에 의하여 발휘된 원심력으로 인해 입자가 패드에서 떨어져 나가게 되는 것을 억제하기에 충분한 마찰력을 제공하는 작은 공극들 또는 섬유질과 같은 메커니즘에 의하여 연마입자 및 산의 슬러리를 유지한다. 그러므로 상기 패드의 상부를 가능 한한 가요성(flexible)으로 유지하는 것 및 상기 섬유질을 가능 한한 묻게 하는 것이 중요하며, 또는 새로운 연마입자들을 수용 할 수 있는 다량의 구멍과 공극들이 존재하는 것을 확보하는 것이 중요하다.

상기 패드의 상부를 유지하는 문제는 작업 피스, 연마 슬러리, 및 연마 디스크로부터 생긴 연마 부스러기의 축적에 의하여 발생된다. 이러한 축적은 상기 패드 상부의 "광택(glazing)" 또는 "경화(hardening)"의 원인이 되며, 그리고 패드의 전체적인 연마 수행을 현저하게 감소시킨다. 그러므로 다양한 기구들로 "빗질(combing)" 또는 "절단(cutting)"함으로써 패드의 상부를 재생시키고자 하는 시도들을 하여왔다. 이러한 공정은 CMP 패드를 "드레싱" 또는 "컨디셔닝(conditioning)"하는 것으로 알려지게 되었다. 패드 드레싱에 가장 폭넓게 사용되는 기구는 그에 부착된 다이아몬드 입자 또는 CBN입자들과 같이 복수의 초강력 결정질 입자들을 가진 디스크이다.

전통적인 방법에 의하여 만들어진 드레싱 디스크는 전통적인 방법에 의하여 만들어진 다른 초정밀연마 공구들과 몇 가지 문제점들을 공유한다. 그러나 이러한 문제들은 CMP 공정에 대하여 훨씬 더 큰 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 불량한 초정밀연마 그릿 보유(retention)은 작업 피스의 긁음(scratching) 또는 파손(ruining)을 초래할 수 있다. 밀집되거나 불균일하게 떨어져 있는 입자 그룹으로부터 생성되는 초정밀연마 그릿의 불균일한 작업 부하는 특정 패드 부위의 과잉드레싱 및 다른 부위의 부족한 드레싱을 일으키는 원인이 되고, 작업피스를 부적절하게 연마하는 결과를 가져온다. 더욱이 드레싱 디스크의 초정밀연마 입자들이 디스크의 기질 표면 위에 균등한 높이로 연장되지 않을 때, CMP 패드의 불균일한 드레싱은 더욱 전파될 것이다. 왜냐하면 드레싱의 많은 입자들은 패드에 접촉하지 않기 때문이다.

입자 보유 및 분포에 관한 상기 언급된 문제들 이외에, 상기 CMP 패드 드레싱 공정 그 자체는 수용할 수 없는 비제어된 초정밀연마 입자 배치를 만드는 추가적인 문제를 만든다. 예를 들어, CMP에 대한 드레싱 디스크의 하향 압축력을 패드를 드레서의 리딩 에지(leading edge)와 접촉하도록 패드를 내리누르며, 균일한 드레싱을 달성하기 위해 남아 있는 초정밀연마 입자들이 충분하게 상기 패드와 접촉하는 것을 억제한다.

브레이징 공정 동안의 상기 패드 드레서 작업 표면의 휨(warping)은 또한 종종 연마입자들의 제거를 일으킨다. 상기 브레이징 공정 동안 상기 패드 드레서는 상당한 고온에 노출되어야 한다. 이러한 극도의 열에 대한 노출은 상기 패드 드레서의 작업 표면을 휨게 하는 원인이 되고, 그리하여 상기 패드 드레서의 작업 표면의 매끄러움 및 평탄도(planarity)를 손상시킨다. 결과적으로, 작업 표면의 상기 브레이즈 부분은 높고 낮은 지점을 가지며 유통불통하게 될 것이다. 이러한 지점들은 상기 브레이즈를 조각조각 떨어지기 시작하게 하고, 작업 피스의 연마된 표면위에 미세-긁힘을 만들기 시작하게 하므로 바람직하지 않다.

그 결과, 다이아몬드 공구의 효율성, 사용 수명, 및 다른 적절한 작업성능 특징을 최대화하는 적절한 방법을 계속적으로 찾고 있다.

발명의 상세한 설명

<발명의 요약>

발명자는 상기 논의된 문제들을 충족시키는 다이아몬드 공구 제조 방법을 발달시키는 것이 유익하다는 것을 인식하여 왔다.

한 양태에서, 본원 발명은 개별적인 그릿 위치가 맞추어진 패턴을 가지는 다른 초정밀연마 공구 또는 금속 결합된 다이아몬드를 형성하는 방법을 제공함으로써 상기 설명된 문제들을 해결한다. 상기 다이아몬드 그릿의 분포는 제어되기 때문에, 균일한 마모를 포함하는 특정한 공구 마모 패턴의 원인이 되는 상세한 패턴으로 다이아몬드 그릿을 배열할 수 있다. 또한 각각의 초정밀연마 그릿은 더욱 완전히 이용되고, 예비분으로서의 여분의 초정밀연마 그릿도 필요 없다. 그러므로 금속 결합 다이아몬드 또는 다른 초정밀연마 공구의 제조 비용은 필요한 초정밀연마 입자들의 전체양을 감소시킴으로써 최소화할 수 있다.

본원 발명의 또 다른 양태에 따르면, 상기 공정은 기질을 제공하고, 이후 미리 결정된 패턴에 따라 상기 기질의 노출된 표면에 직접적으로 복수의 초정밀연마 입자들을 브레이징하고, 그리하여 브레이징 합금으로 상기 기질위의 제 위치에 다이아몬드 입자를 화학적으로 결합하는 단계를 수반한다.

본원 발명의 한 양태에서, 상기 브레이징 합금은 무정형의 브레이즈 합금 층, 분말, 또는 연속적인 롤링된 필름으로 제공될 수 있다. 상기 브레이징 합금은 티타늄, 바나듐, 크롬, 지르코늄, 몰리브덴, 텉스텐, 망간, 철, 실리콘, 알루미늄 및 이 원소들의 혼합물 또는 합금과 같은 지지 물질 및 초정밀연마 입자와 화학적으로 결합하게 될 원소를 함유하도록 선택된다. 본원 발명의 더욱 상세한 양태에서는, 상기 브레이징 합금은 상기 기질에 초정밀연마 입자를 부착하기 전 또는 부착한 후에 적용될 수 있다. 폭넓게 다양한 브레이징 합금을 다이아몬드 입자들을 기질에 결합하기 위하여 본원 발명과 연관하여 사용할 수 있다. 상기 브레이징 합금은 다이아몬드를 탄소로 역-전환시키는 것을 피하는 온도에서 상기 기질에 초정밀연마 입자들을 브레이즈 하여야 한다. 본원 발명의 더욱 상세한 양태에서는, 상기 브레이징은 약 1,100°C 미만의 온도에서 이루어진다.

브레이징 합금을 사용하여 다이아몬드 입자들을 기질에 결합하는 공정은 다양한 방법에 의하여 달성될 수 있다. 한 양태에서, 상기 다이아몬드 입자들이 기질의 표면위에 분포된 이후에 상기 브레이징 합금을 기질의 노출된 표면에 적용될 수 있다. 이후 상기 다이아몬드 입자를 상기 기질에 브레이즈(즉, 화학적으로 결합)하기에 충분한 온도로 상기 브레이징 합금을 가열한다. 다이아몬드 입자를 기질 이외에도 또는 기질보다는 매트릭스 지지 물질과 연결하는데 사용할 때, 이러한 동일한 원리를 적용한다. 또 다른 양태에서는, 상기 브레이징 합금을 상기 기질 또는 매트릭스 지지 물질의 노출된 표면위에 가장 먼저 배치할 수 있고, 이후 상기 다이아몬드 입자를 미리 결정된 패턴에 따라 브레이징 합금 위에 또는 브레이징 합금 안에 분포시킬 수 있다. 상기 기질 또는 매트릭스 지지 물질에 다이아몬드 입자의 화학적 결합을 달성하기에 충분한 온도로 가열하는 단계는 이후에 일어난다.

미리 결정된 패턴으로 매트릭스 지지 물질위에 상기 다이아몬드 입자들이 배열하는 것은 다양한 방법으로 달성할 수 있다. 그러나 한 양태에서, 이러한 공정은 원하는 패턴으로 된 복수의 개구를 가지는 형판을 사용하는 단계를 포함한다. 전형적으로, 다이아몬드 입자들이 부착될 표면위에 상기 형판을 배치하고, 다이아몬드 입자들로 상기 개구들을 채운다. 입자들이 개구를 채웠을 때, 입자들은 압력이 도입되거나 그렇지 않으면 유기적 바인더 또는 접착제를 사용하여 원하는 표면위의 제 위치에 유지된다. 다음으로, 상기 형판을 제거하고, 형성되는 공구의 필요에 따라 기질의 표면위에 상기 다이아몬드 입자들을 추가적으로 제어한다. 상기 형판으로 인해 상기 입자들은 각각 특정 위치에 적극적으로 심어지거나 위치되고, 상기 기질 또는 매트릭스 지지 물질위에 미리 결정된 패턴에 따라 유지된다. 더욱 상세한 양태에서, 그 위에 또는 그 안에 다이아몬드 입자들을 가지는 매트릭스 지지 물질 층 또는 복수의 기질은 미리 결정된 패턴에 따라 다이아몬드 또는 다른 초정밀연마 입자의 삼차원적 배열을 가지는 공구를 형성하기 위하여 이후에 서로 결합할 수 있다.

본원 발명의 또 다른 양태에서, 초정밀연마 입자는 이동판(transfer plate)에 또한 부착되고, 이후 상기 기질로 이동된다. 이러한 실시예의 한 양태에서, 이동판은 금속 또는 플라스틱으로 만들 수 있고, 가요성이 있거나 딱딱할 수 있다. 이동판에 초정밀연마 입자를 부착하는 단계는 이동판을 접착제 박막으로 코팅함으로써 촉진시킬 수 있다. 이후 형판이 원하는 미리 결정된 패턴으로 상기 이동판위에 초정밀연마 입자를 분포시키는데 사용된다. 한쪽 면 위에 부착된 초정밀연마 입자들을 가지는 이동판은 기질 또는 매트릭스 물질들에 마주하여 압착된다. 초정밀연마 입자들은 매트릭스 지지 물질의 표면위에 코팅된 접착제에 부착됨으로써 매트릭스 지지 층으로 이동된다. 공정을 쉽게 하기 위하여, 기질에 코팅된 접착제는 바람직하게는 상기 이동판에 코팅된 접착제 보다 더 강하게 초정밀연마 입자들을 부착한다.

다음으로, 그 위에 부착된 연마 입자들을 가지는 기질의 상부에 브레이징 합금 시트를 배치한다. 대안적으로, 부착된 초정밀연마재를 가지는 기질의 표면위에 브레이징 분말을 흘뿌릴 수 있다. 본원 발명의 대안적 양태에서, 브레이징 분말의 슬러리가 형성될 수 있고, 이후 그 위에 부착된 초정밀연마재를 가지는 기질 또는 매트릭스 지지 물질에, 예를 들어 분사, 패스팅(pasting)등에 의하여 적용된다.

이동판 방법의 한 변형에서, 이동막은 이후 최종 공구의 일부분이 되는 부정형의 브레이즈 시트가다. 복수의 초정밀연마재는 접착제를 사용하여 미리 결정된 패턴으로 무정형의 브레이즈 시트에 부착되거나, 또는 다른 방법으로 제위치에 유지될 수 있다. 이후 그 위에 부착된 초정밀연마재를 가지는 무정형의 브레이즈 시트를 기질위에 배치시킨다. 본원 발명의 이러한 실시예 중 보다 상세한 양태에서, 형판은 초정밀연마재가 기질에 부착될 때와 같은 유사한 방식으로 무정형의 브레이즈 시트위에 특정 패턴의 초정밀연마재를 생성하는데 사용된다. 형판의 개구는 각각의 개구 안에 하나의 초정밀연마 입자를 수용하도록 배열된다. 일단 모든 개구들을 초정밀연마 입자로 채우면, 과잉 입자들은 제거되고, 개구 안에 있는 연마 입자를 강철판과 같은 일반적으로 평평한 표면을 사용하여 무정형의 브레이즈 시트 안으로 묻기 위하여 압축한다. 대안적으로, 입자들을 브레이징 합금 시트 안으로 압축하는 것 보다는, 입자들을 아교 또는 다른 중합체 합성수지와 같은 접착제 또는 점착성 물질로 제 위치에 유지시킬 수 있다. 이후 형판을 제거하고, 예를 들어, 아크릴 아교와 같은 접착제로 연마 입자를 함유하는 브레이징 합금 시트를 기질위에 배치하거나 부착한다. 마지막으로, 전체 접합체(assembly)는 브레이징 공정을 완성하고, 기질 또는 매트릭스 지지 물질에 연마 입자들을 단단하게 고정하기 위하여 진공 용광로에서 브레이즈 한다. 본원 발명의 한 양태에서, 또한 연마입자들을 도입하기에 앞서 가요성 있는 브레이징 합금 시트를 기질 또는 매트릭스 지지 물질에 고정시킬 수 있다.

형판에 사용되는 개구들의 배열은, 특정 용도 동안 공구 작업성능을 최대화 하기 위해 결정된 배열들을 포함하는, 폭넓은 다양한 패턴으로 배열될 수 있다. 한 양태에서, 개구의 패턴 및 그로부터 생성된 다이아몬드 입자들의 미리 결정된 패턴은 균일한 격자일 수 있다. 또 다른 양태에서 초정밀연마 입자는 비균질 마모를 보상하기 위한 다양한 농도 패턴으로 배열될 수 있다. 그러므로 톱의 가장자리를 절단하기 위한 다이아몬드 분포는 덜 마모되도록 일반적으로 편입되는 중앙 부분에서 보다 리드 에지 및 측면에서 더 많은 다이아몬드 입자 분포를 가질 수도 있다. 또한, 상기 초정밀연마 입자들의 크기는 공구에 대한 특정 용도 및 마모 패턴에 맞게 만들어진 표면에 컷팅, 그라인딩 등을 제공하기 위하여 제어할 수 있다.

본원 발명의 또 다른 양태에서, 매트릭스 지지 물질은 단독으로 또는 본질적으로 무정형의 브레이징 합금 시트를 구성하는데에 사용될 수 있다. 이와 같이, 초정밀연마 입자를 브레이징 합금 시트 안에 분포시키거나 또는 심을 수 있다. 이후 초정밀연마재가 문힌 브레이징 합금 시트는 직접적으로 공구 기질 또는 매트릭스 지지 물질에 결합할 수 있다. 대안적으로, 초정밀연마 입자들은 적절한 바인더를 사용하여, 공구 기질 또는 매트릭스 지지 물질에 접착될 수 있다. 이후 브레이징 합금 시트를 기질 또는 매트릭스 지지 물질에 적용하고, 접합체는 브레이즈의 녹는점 이상에서 가열된다. 그러므로 용융된 브레이즈는 초정밀연마 입자 및 기질 또는 매트릭스 지지 물질들과 화학적으로 결합할 수 있다. 또 다른 대안적 실시예에서 초정밀연마 입자를 가지는 브레이징 합금 시트는 녹지 않은 금속의 박막으로 층을 이루고 있다.

또한 본원 발명의 또 다른 양태에 따라, 상기 매트릭스 지지 물질은 특정 성질을 증진하도록 디자인된 구성 요소를 함유할 수도 있다. 예를 들어, 마모 저항성을 증가시키기 위하여 텅스텐, 텅스텐 카바이드 및 실리콘카바이드와 같은 단단한 물질들을 첨가할 수 있다. 몰리브덴 황화물, 구리, 및 은과 같은 무른 물질들을 또한 고체 윤활제로서 첨가할 수 있다.

본원 발명의 더욱 상세한 양태에서, 브레이징 합금 및 연마 입자들의 접합체를 가열한 이후에, 덧층(overlay) 물질 층은 매끈한 작업 표면을 생성하기 위하여 상기 브레이징 합금의 작업 표면에 부착될 수 있다. 용융 상태 및 브레이징 합금 시트가 가열 공정동안 견디는 표면 장력 때문에, 최종적으로 형성된 작업 표면은 사용하는 동안 쉽게 조각조각 떨어지는 많은 톱니형 지점들을 함유하여 꽤 유통불통 할 수 있다. 이는 작업피스가 느슨한 미립자에 의하여 손상되는 미세한 연마 및 드레싱 용도 동안에 특히 문제된다. 상기 덧층 물질은 상기 연마 입자들의 연마 또는 드레싱 능력을 저해하지 않도록 미리 결정된 두께를 가진다. 또한 상기 덧층 물질은 일반적으로 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 또는 지르코늄 니켈 합금과 같은 많은 금속성 물질들 중 임의의 하나를 포함한다. 상기 덧층 물질은 몇 가지 방법에 의하여 적용될 수 있지만, 특정 양태에서는 전기 도금 또는 물리적 증기 증착(PVD) 공정 중 어느 하나에 의하여 적용될 수 있다.

본원 발명의 또 다른 양태에서, 광학적 항-부식 성 물질의 얇은 코팅은 상기 브레이징 공정을 수반하는 다이아몬드 공구에 또한 적용될 수 있다. 항-부식성 물질의 첨가는 상기 공구의 작업 표면을 효과적으로 "차단(seal)"한다. 이에 의하여 다양한 화학물질 및/또는 냉각제에 의한 화학적 공격으로부터 상기 연마 입자, 브레이징 합금, 및/또는 덧층 물질을 보호하는 것이 공구의 실제 사용에서 발견되었다. 상기 항-부식성 물질은 일반적으로 다이아몬드-같은 탄소, 또는 무정형의 다이아몬드와 같은 초정밀-연마 물질을 포함한다. 상기 덧층 물질과 유사하게, 항-부식성 층은 연마입자의 작업성능을 저해하지 않고 공구의 작업 표면을 효과적으로 차단하기 위하여, 미리 결정된 두께를 가질 수 있다.

그러나 본원 발명의 또 다른 중요한 양태는 공구의 표면위에 다양한 연마 입자들의 위치를 명확히 제어할 수 있는 성능이다. 그러므로, 예를 들어, 여러개의 시트 단편들은 열 및 압축 공정을 위한 공구 전구체를 형성하기 위해 조립된다(도 6A, 9 내지 도 12C 참조). 각각의 단편은 녹지 않은 금속 박막을 제공하고, 미리 결정된 패턴으로 층위에 초정밀연마 그릇들을 배열함으로써 조립된다. 미리 결정된 패턴에 따라 상기 금속 박막 위에 상기 다이아몬드 입자들을 배치한 후, 초정밀연마재 시트 층 단편을 형성하기 위하여 무정형의 브레이징 합금 시트를 초정밀연마 입자위에 배치한다. 상기 공정을 원하는 층의 개수가 형성될 때까지 반복될 수 있다. 이후 이러한 층들을 원하는 삼자원적 바디로 조립한다. 후속적으로 최종 제품을 형성하기 위하여 상기 다이아몬드 공구를 경화한다(예컨대, 소결 또는 합침에 의하여). 삼자원적 바디를 형성하기 위하여 실질적으로 이차원적 단편들을 조립함으로써, 공구 내의 상기 다이아몬드 그릇의 분포는 적극적으로 제어될 수 있다. 그러므로 동일한 공구의 상이한 부분에서의 다이아몬드 농도는 조정될 수 있다(도 6A 내지 도 9 참고). 다이아몬드 분포의 이러한 제어는 상기 공구의 마모 특성을 향상시키는데 매우 바람직하다. 예를 들어, 다이아몬드의 톱날면은 종종 중앙보다 더 빨리 마모되므로, 측면에 더 많은 다이아몬드 그릇을 첨가하는 것이 유익하다(도 6B 참고). 상기 층들은 균일한 분포 패턴 및 농도 또는 상이한 분포 패턴, 농도 및/또는 입자 크기 일 수 있다.

그 위에 초정밀연마재를 가지는 금속 매트릭스 층들을 삼자원적 바디로의 미리 결정된 패턴 및 농도로 조립함으로써, 본원 발명은 공구 바디 내에 바람직한 다이아몬드 분포 패턴을 제공할 뿐 아니라, 동일한 공구 바디의 상이한 일부분에서 가

능한 다이아몬드 농도의 조작을 위한 가요성을 제공한다. 그러므로 예를 들면, 다이아몬드 입자들을 다른 층보다 몇몇 층에서 더 빽빽한 농도로 배열할 수 있고, 더 많은 다이아몬드 농도를 가지는 층은 많은 선행 기술의 연마 공구에서 전형적인 비균일 마모 패턴을 억제하기 위한 방식으로 생성된 삼차원적 구조내에서 배열될 수 있다.

연마 입자의 디자인 또는 특정 패턴을 이용함으로써 연마 공구의 작업성능을 향상시키기 위한 중요한 또다른 실시예는 드레싱 용도에서이다. 상기 지적한 바와 같이, 형판의 사용은 미리 결정된 패턴에 따라 각각의 특정 지점에 연마 입자들이 위치 또는 배치되도록 한다. 한 양태에서, 이러한 패턴들은 CMP 패드의 다듬기(grooming)를 증진시키는 특정 공극 또는 배열이 존재하도록 설계 할 수 있다. 예를 들어, CMP 패드 드레서의 작업 표면은 드레서의 외부 또는 "리딩 에지" 주위만에서 보다는 내부 또는 중심 부분 아래에 CMP 패드의 상승을 촉진시키기 위하여 배열될 수 있다. 이러한 추가적인 상승은 상기 드레서가 패드를 더욱 효과적으로 절단 및 다듬을 수 있게 한다.

상기 형판의 사용은 기질위에 연마 입자들을 균일하게 일정 간격을 두도록 하는 성능을 또한 제공한다. 상기 설명한 형판의 사용을 통하여 각 연마 입자의 균일한 크기 및 균일한 간격을 확보할 수 있다. 더욱이, 형판에 부착된 균일한 크기의 연마 입자들과 관련하여, 균일한 표면을 갖는 시트 또는 컷아웃(cut out)의 브레이징 합금의 사용은 상기 연마 입자들 사이에 균일한 높이가 생성될 수 있게 한다.

다소 폭넓게, 본원 발명의 다양한 특징을 개요 잡아, 뒤에 설명될 발명의 상세한 설명을 더 잘 이해하고, 당해 기술 분야에 대한 본원 발명의 기여를 더 잘 이해해 보고자 하였다. 본원 발명의 다른 특징들은 다음에서 청구항을 수반하는 발명의 상세한 설명으로부터 더 명확해 지거나, 또는 발명의 실시예를 통하여 알 수 있을 것이다.

본원 발명의 추가적인 특징들 및 이점들은 본원 발명의 특징을 설명하는 실시예에 의하여, 수반되는 도면을 수반하는 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본원 발명의 실시예에 따라서 제조된 최종 공구 단편의 측면도이다;

도 2는 형판을 사용하는 초정밀연마 입자들의 배치를 보여주는 단편의 측면도이다;

도 3은 이동판을 사용하여 기질에 초정밀연마 입자들을 배치하는 방법을 보여주는 단편의 측면도이다;

도 4는 초정밀연마 입자들의 패턴을 형성하는 대안적 방법을 보여주는 단편의 측면도이다;

도 5는 상기 브레이즈 합금의 가능한 위치를 보여주는 전구체 단편의 측면도이다;

도 6A는 삼차원적 초정밀연마 구조재를 형성하기 위하여 서로 인접하여 배열된 복수의 선형 세로층에 의하여 형성된 초정밀연마 공구의 단편을 보여준다;

도 6B는 도 6A에서 도시한 공구 단편의 한 가지 전형적인 배열의 횡단면도를 보여주는데, 여기서 매트릭스 지지 물질 및 상대적으로 큰 초정밀연마 입자에 의하여 형성되는 층은 더 작은 그렁 및 더 높은 연마재 농도를 가지는 매트릭스 지지 물질의 두 층사이에 끼워져 있다;

도 7A는 삼차원적 초정밀연마 구조재를 형성하기 위하여 서로에게 부착되는 복수의 아치형 세로층에 의하여 형성된 초정밀연마 공구의 단편을 보여준다;

도 7B는 도 7A에 도시된 단편으로 사용될 수 있는 복수의 매트릭스 지지 물질층의 횡단면도를 보여준다;

도 8은 삼차원적 초정밀연마 구조재의 절단 단부인, 전단부에 배치된 연마 물질이 더 빽빽한 농도로 배열된 횡단층들을 가진 절단 공구 단편의 가능한 또다른 설계를 보여준다;

도 9는 삼차원적 초정밀연마 구조재는 수평층을 가지는 공구 표면 위쪽으로 점진적으로 더 빽빽한 연마재 분포를 가지고 록 형성되는 것을 특징으로 하는 단편의 또 다른 설계를 또한 보여준다;

도 10A 내지 10D는 층안에 제어된 초정밀연마재 분포를 가지는 층을 형성하기 위한 하나의 가능한 방법을 보여준다;

도 11A 내지 11C는 제어된 초정밀연마재 분포를 가지는 하나 이상의 층을 형성하는 변화 방법을 보여준다;

도 12A 내지 12C는 무정형의 브레이징 합금 시트를 사용하여 제어된 초정밀연마재 분포를 가지는 하나 이상의 층을 형성하는 또 다른 대안적 방법을 보여준다.

도 13은 삼차원적 초정밀연마재 패턴을 가지는 다수의 층으로부터 형성되는 경화된 공구 단편의 측면도를 보여준다.

<상세한 설명>

도면에서 설명된 대표적인 실시예를 참조할 것이며, 동일한 실시예를 설명하기 위하여 특정 언어가 여기에서 사용될 것이다. 그럼에도 불구하고 본원 발명의 범위의 제한은 의도되지 않았다는 것을 역시 이해하여야 할 것이다. 본원의 개시를

수득한 관련 기술분야의 임의의 당업자에게 자명한, 여기에서 설명된 본원 발명의 특징, 공정 단계 및 물질의 변경 및 추가적 변형, 그리고 여기서 설명된 바와 같은 발명의 원리의 추가적인 용도는 본원 발명의 범주 안으로 고려된다. 또한 여기에서 이용되는 용어는 특정 실시 예를 설명하기 위한 목적으로만 사용되며, 제한을 하고자 하는 것이 아님을 이해하여야 한다.

A. 정의

본원 발명을 설명하는데 있어서, 다음의 용어가 사용될 것이다.

단수형 "하나(a, an, 및 the)"는 문맥이 명확하게 달리 언급하지 않으면 복수의 지시대상을 포함한다. 그러므로 예를 들어, "하나의 매트릭스 물질"은 이러한 물질 하나 이상에 대한 언급을, "하나의 합금"은 이러한 합금 하나 이상에 대한 언급을 포함한다.

여기에서 사용되는 "실질적으로 없는" 이란 조성물내에 확인된 원소 또는 인자의 결여를 의미한다. 특히 "실질적으로 없는" 것으로 확인된 원소들은 조성물로부터 완전히 부재하거나 또는 조성물에 중대한 영향을 미치지 않기 위해 충분히 소량으로만 포함된다.

여기서 사용되는 "미리 결정된 패턴"은 공구의 구축에 앞서 확인되는 비-임의적인 패턴을 의미하며, 각각의 초정밀연마 입자를 다른 다이아몬드 입자들 및 공구 배열과 규정된 관계로 개별적으로 배치하거나 위치시키는 비-임의적 패턴을 의미한다. 예를 들어, "미리 결정된, 패턴으로 적극적으로 심는 입자들"은 특정의 비-임의적 및 미리-선택된 위치에 개별적인 입자들을 위치시키는 것을 의미한다. 또한 이러한 패턴들은 균일한 격자 패턴들에 제한되는 것이 아니라 의도된 용도에 기초하는 수많은 배열을 포함할 수 있다.

여기서 사용되는 "무정형의 브레이즈"는 비-결정질 구조를 가지는 균질의 브레이즈 조성물을 의미한다. 이러한 합금은 가열되었을 때 비합치적으로 녹는 공용상을 실질적으로 함유하지 않는다. 비록 정확한 합금 조성물이 확보하기 어렵다 하더라도, 여기서 사용되는 상기 무정형의 브레이징 합금은 협소한 온도 범위를 넘으면 실질적으로 합치 녹음 거동 (congruent melting behavior)을 보인다.

여기서 사용되는 "균일한 격자 패턴"은 모든 방향으로 서로 균일하게 간격을 둔 다이아몬드 입자들의 패턴을 의미한다.

여기서 사용되는 "불규칙적으로 모양지어진"이란 표준 기하학적 모양이 아닌 모양(예컨대 원형, 타원형, 사각형 등이 아닌 모양)을 의미한다.

여기서 사용되는 "매트릭스", "매트릭스 지지 물질", "매트릭스 지지층", 및 "매트릭스 물질"은 호환적으로 사용될 수 있으며, 결합되는 초정밀연마 입자에 소결되지 않은 미립자 물질을 의미한다. 특히, 미립자 물질의 소결 또는 경화는 초정밀연마 입자들이 미립자 물질에 화학적으로 결합하는 단계 동안 일어날 수 있다. 한 양태에서, 상기 초정밀연마 입자들은 매트릭스 표면에 결합되거나 고정될 수 있다. 또 다른 양태에서, 상기 초정밀연마 입자는 매트릭스에 고정되거나 이식될 수 있다. 또한 또 다른 양태에서, 상기 매트릭스 물질은 공구 바디의 모양을 취할 수 있다. 추가 양태에서, 상기 매트릭스 물질은 특정된 두께를 가지는 시트의 모양을 취할 수도 있다.

여기서 사용되는 "기질"은 고체 금속 물질을 의미한다. 많은 고체 금속 물질들은 금속 미립자의 소결 또는 경화 제품이 될 수 있지만, 여기서 사용되는 "기질"은 고체 케이로 또는 고체 형태로 소결되지 않거나 또는 경화되지 않는 분말형 또는 미립자 금속 물질을 포함하지 않는 것으로 이해된다.

여기서 사용되는 "합금"은 제 2의 물질을 가지는 금속의 고체 또는 액체 혼합물을 의미하는데, 상기 제 2의 물질은 금속의 성질을 향상시키거나 증진시키는 합금, 금속, 또는 탄소와 같은 비금속이 될 수 있다.

여기서 사용되는 "금속 브레이징 합금", "브레이징 합금", "브레이즈 합금", "브레이즈 물질" 및 "브레이즈"는 호환적으로 사용될 수 있으며, 초정밀연마 입자 및 매트릭스 지지 물질 또는 기질이 서로 실질적으로 결합하기 위하여 초정밀연마 입자, 및 매트릭스 지지 물질 또는 기질에 화학적으로 결합할 수 있는 금속 합금을 의미한다. 여기에서 개시된 특정 브레이즈 합금 성분 및 조성은 이와 관련하여 개시된 특정 실시 예에 제한되지 않으며, 여기에 개시된 본원 발명의 어떠한 실시 예에도 사용할 수 있다.

여기서 사용되는 "브레이징"은 브레이즈 물질 및 초정밀연마 입자의 탄소 원자사이의 화학적 결합의 생성을 의미하고자 한다. 또한 "화학 결합"은 기계적인 힘 또는 보다 약한 원자내 칙력이라기 보다는 카바이드 또는 보라이드(boride) 결합과 같은 공유 결합을 의미한다. 그러므로 "브레이징"은 초정밀연마 입자와 관련하여 사용될 때 진정한 화학적 결합이 형성되는 것이다. 그러나 "브레이징"이 금속 대 금속 결합과 관련하여 사용될 때, 이 용어는 야금학적인 결합의 더욱 전통적인 의미로 사용된다. 그러므로 초정밀연마재 단편을 공구 바디에 브레이징 하는 것은 카바이드 형성자의 존재를 필요로하지 않는다.

여기서 사용되는 "초정밀연마 입자" 및 "초정밀연마 그릿"은 호환적으로 사용될 수 있으며, 천연 또는 합성 다이아몬드, 초강력 결정질 또는 다결정질 물질, 또는 물질들의 혼합물을 말하며, 다이아몬드, 다결정질 다이아몬드(PCD), 입방정 봉화질소(CBN), 및 다결정질 입방정 봉화질소(PCBN)에 제한되지 않고 포함한다. 또한, "연마 입자", "그릿", "다이아몬드", "PCD", "CBN", 및 "PCBN"이란 용어는 호환적으로 사용될 수 있다.

상기 브레이징 공정과 관련하여 여기서 사용되는 "직접적으로"는 초정밀연마 입자 및 결합 매개체로서의 합금 또는 단일 브레이징 금속을 사용하는 확인된 물질 사이에 화학 결합의 형성을 확인하고자 하는 것이다.

여기서 사용되는 "전구체"는 초정밀연마 입자, 기질 또는 매트릭스 지지 물질, 및/또는 브레이즈 합금의 집합체를 말한다. 전구체는 브레이징 및/또는 소결 공정에 앞서는 "그린(green) 바디"와 같은 집합체를 나타낸다.

여기서 사용되는 "개구"는 의도된 용도에 따라서 미리 결정된 크기 및 모양을 가지는 형판 표면을 통과하는 구멍을 말한다. 예를 들어, 상기 개구 크기는 주어진 메쉬 크기의 복수의 초정밀연마 입자들을 수용하기 위하여 디자인될 수 있다. 그러나 종종 오직 하나의 초정밀연마 입자가 각각의 개구에 위하여 수용되도록 하기 위하여 상기 개구를 디자인하는 것이 바람직하다.

여기서 사용되는 "자형(euhedral)"은 자형적(idiomorphic), 또는 천연 결정학적 면을 함유하는 변하지 않는 천연의 모양을 가지는 것을 의미한다.

여기서 사용되는 "뾰족한 부분"은 귀퉁이, 융기, 가장자리, 오벨리스크 및 다른 돌출들에 제한되지 않고 포함하는, 결정을 수반하는 임의의 협소한 정점을 의미한다.

여기서 사용되는 "금속적"은 금속, 금속 합금, 또는 이들의 혼합물 중 임의의 유형을 의미하며, 특히 강철, 철 및 스테인리스 강철에 제한되지 않고 포함한다.

거리 및 크기에 관하여 여기서 사용되는 "균일한"은 전체 약 $75\mu\text{m}$ 미만으로 달라지는 단위를 말한다.

농도, 양, 및 다른 수치적 데이터는 범위의 형식으로 여기에서 나타낼 수 있다. 이러한 범위 형식은 단순히 편의 및 간결함을 위해 사용되는 것이며, 범위의 한계로 명백하게 언급된 수치 뿐 아니라, 마치 각각의 수치 및 종속 범위가 명확하게 언급된 것처럼 그 범위내에서 포함되는 개별적인 수치 또는 종속-범위 모두를 포함하는 것으로 유연하게 해석하여야 한다.

예를 들어, 약 1% w/w 내지 4.5% w/w 의 농도 범위는 1% w/w 내지 약 4.5% w/w로 명확하게 언급된 농도 함께 뿐 아니라, 2% w/w, 3% W/W, 4% w/w와 같은 개별적인 농도, 및 1% w/w 내지 3% w/w, 2% W/W 내지 4% w/w 등과 같은 종속 범위를 포함하는 것으로 해석하여야 한다. "약4.5% w/w 미만"과 같이, 상기-언급된 수치들과 범위를 모두 포함하는 것으로 해석되어야 하는, 하나의 수치로만 언급되는 범위에도 동일한 원리를 적용한다. 또한 이러한 해석은 설명하는 특징 또는 범위의 폭에 관계없이 적용하여야 한다.

B. 발명

이제 본원 발명의 다양한 구성 원소들이 수치적 지정으로 주어지며 본원 발명이 논의되는 도면을 참고할 것이다. 다음의 상세한 설명은 본원 발명의 대표적인 원리일 뿐이며, 첨부된 청구항을 좁히는 것으로 보아서는 안된다.

도 1을 참고하면, 복수의 초정밀연마 입자(20)가 미리 결정된 패턴에 따라 기질(102)의 노출된 표면에 브레이즈 되어 있다. 브레이즈 물질(25)은 상기 기질에 초정밀연마 입자를 브레이즈 또는 결합하는데 사용된다. 본원 발명을 유지한 채로, 원하는 결과를 얻기 위하여 다양한 방법을 사용할 수 있으며, 아래에서 더욱 상세하게 논의된다.

기질은 다양한 금속들과 같은 다양한 물질을 포함할 수 있다. 특정한 금속의 실시예는 코발트, 니켈, 철, 구리, 탄소, 및 이들의 합금 또는 혼합물(예컨대, 텅스텐 또는 이의 카바이드, 강철, 스페인리스 강철, 청동, 등)을 제한없이 포함한다. 본원 발명은 그라인딩, 연마, 절단, 드레싱을 위한 다양한 다이아몬드 공구 또는 작업피스로부터 물질을 제거하는데 사용되는 임의의 공구에 유용하다. 예를 들어, 톱은 원형 톱, 곧은 날, 쟁톱(gang saws), 왕복식 톱, 프레임 톱, 와이어 톱, 얇은-벽 절단 톱(thin-walled cutoff saw), 마름모꼴 바퀴, 및 사슬 톱을 제한하지 않고 포함할 수 있다. 또 다른 양태에서, 상기 다이아몬드 공구는 CMP 패드 컨디셔너(conditioner) 일 수 있다.

전형적으로, 상기 기질은 상기 초정밀연마 입자들이 고정되는 노출된 표면을 가지며, 실질적으로 평평하거나 윤곽이 있을 수 있고, 일부 드릴 비트 또는 원형 톱에서와 같이 다수의 면을 가질 수 있다. 그러나 본원 발명의 한 실시예에서, 초정밀연마 입자는 기질에 직접적으로 결합되며 보다는 매트릭스 지지 물질에 결합될 수 있다. 매트릭스 지지 물질은 공구 바디로서 기능하도록 충분히 배열되거나, 완성된 공구를 형성하기 위하여 기질에 주가적으로 연결될 수 있다.

또 다른 대안적인 실시예에서, 상기 연마 입자는 브레이징 공정 동안 움직임을 억제하기 위하여 이하에 설명된 바와 같이, 형판을 사용하면서, 아크릴 아교 또는 다른 접착제로 기질에 임시적으로 부착될 수도 있다. 대부분의 통상적인 접착제는 약 400°C를 초과하는 온도에서 증류될 것이며, 브레이즈 합금 또는 초정밀연마 입자들과는 화학적으로 반응하지 않는다.

본원 발명의 브레이징 합금은 얇은 시트, 분말, 또는 무정형 브레이즈 합금의 연속적 시트로 제공될 수 있다. 본원 발명에 따라서 브레이징 합금을 제공할 수 있는 방법은 많다. 예를 들어, 브레이징 합금 분말을 먼저 적절한 바인더(전형적으로 유기적 바인더) 및 바인더가 녹을 수 있는 용매와 혼합할 수 있다. 이후 슬러리 또는 적절한 점성을 가진 반죽(dough)을 형성하기 위하여 이러한 혼합물을 섞는다. 상기 분말이 상기 공정 동안 응집되는 것을 억제 하기 위하여, 적절한 슬윤제(예컨대, 맨헤이든유, 인산 에스테르)를 또한 첨가할 수 있다. 이후 상기 슬러리는 매트릭스 지지 물질 및/또는 초정밀연마 입자에 분사되거나 다른 방법으로 적용된다. 또 다른 실시예에서, 상기 슬러리를 플라스틱 테이프에 주입하여 블레이드(blade) 또는 레밸링 기구 밑에 밀어 넣을 수도 있다. 상기 블레이드와 테이프 사이의 틈을 조정함으로써, 상기 슬러리를 원하는 두께로 판에 주조할 수 있다. 상기 테이프 주조법은 분말형 물질로 얇은 시트를 만드는 잘 알려진 방법이며, 본원 방법 발명과도 잘 작업될 수 있다.

브레이징 합금은 또한 무정형의 브레이징 합금 시트로 제공될 수 있다. 무정형의 브레이징 합금 시트는 가요성 있거나 딱딱하며, 원하는 공구 윤곽에 기초하여 성형될 수 있다. 또한 이러한 브레이징 합금 시트는 공구의 표면 위에 상기 브레이즈가 균일하게 분포하는데 도움을 준다. 상기 브레이징 합금 시트는 분말이나 바인더를 함유하지 않으며, 오히려 단순한 균

질의 브레이즈 조성물이다. 무정형의 브레이징 합금은 가열되었을 때 비합치적으로 녹는 공용상을 실질적으로 함유하지 않기 때문에, 본원 발명에 사용하는 것이 유익한 것으로 알려져 왔다. 비록 정화한 합금 조성물을 확보하기는 어렵다 하더라도, 본원 발명에서 사용되는 상기 무정형의 브레이징 합금은 상대적으로 협소한 온도 범위에 걸쳐 실질적으로 합치 녹음 거동을 보여야 한다. 그러므로 브레이징 공정의 가열 부분 동안, 상기 합금은 실질적인 양으로 [즉, 유리화(vitrification)를 통하여] 날알 또는 결정질 상을 형성하지 않는다. 또한 상기 무정형의 브레이즈 합금의 녹음 거동은 무정형의 합금 형태에서는 존재하지 않는, 합금 물질의 입자 사이의 공극들의 감소 또는 제거를 필요로하는 소결과는 구별된다. 그러나 본질적으로 무정형의 브레이즈는 보다 저속의 냉각 공정을 통하여 결정화되는 동안 비-균질 상(phase)을 형성할 수 있다. 일반적으로, 무정형의 합금은 조성물 내에서 국소적 결정화 및 국소적 변화를 피하기 위하여 상기 액체를 고체로 빠르게 식힘으로써 형성된다. 특히 여기서 언급된 각 공정에서는, 상기 브레이징 합금은 원하는 공구 단편 모양에 일치하는 시트, 필름 또는 그밖의 편 칭된 (punched out) 층 중의 하나로 존재할 수 있다.

대안적으로, 분말형 브레이징 합금은 변형 가능한 케이스를 형성하기 위하여 적절한 바인더 및 용매와 혼합할 수 있다. 상기 케이스는 슬릿 구멍을 가지는 틀을 통하여 이후 압출 성형될 수 있다. 구멍안의 틀은 압출 성형되는 판의 두께를 결정한다. 대안적으로, 상기 물질은 또한 적당한 두께를 가지는 시트를 형성하기 위하여 제어 가능한 틀을 가지는 두개의 롤러 사이에서 밀 수 있다. 또 다른 양태에서, 상기 브레이즈 분말은 이하에서 더욱 완전하게 설명하는 바와 같이, 다이아몬드 입자 및 기질위에 직접적으로 뿐만 아니라 있다.

후속적인 처리(예컨대, 공구 기질을 휘는 단계)를 위하여 유연한 시트를 만드는 것이 바람직하다. 그러므로 원하는 특성을 제공하기 위하여 적절한 유기적 가소제를 첨가할 수 있다.

한 양태에서, 상기 브레이징 합금은 아연, 납, 및 주석이 실질적으로 없을 수 있다. 본원 발명과 사용하기에 적절한, 상업적으로 입수할 수 있는 분말형 브레이즈 합금의 하나는 미시간주 Madison Heights의 Wall Colmonoy Company사가 제조한 상표명 NICROBRAZ LM (7 wt% 크롬, 3.1 wt% 봉소, 4.5 wt% 실리콘, 3.0 wt% 철, 최고 0.06 wt%의 탄소, 및 잔여 니켈)으로 알려져 있는 합금이다. 다른 절절한 합금은 크롬, 망간, 티타늄, 및 실리콘을 함유하는 니켈, 알루미늄 및 구리 합금을 포함한다. 한 양태에서, 상기 브레이징 합금은 크롬을 포함할 수 있다. 또 다른 양태에서, 상기 브레이징 합금은 구리와 망간 혼합물을 포함할 수 있다. 추가적인 양태에서, 크롬, 망간, 및 실리콘의 양은 적어도 약 5 중량%이다. 또 다른 양태에서, 상기 합금은 구리와 실리콘의 혼합물을 포함할 수 있다. 또한 또 다른 양태에서, 상기 합금은 알루미늄과 실리콘의 혼합물을 포함할 수 있다. 추가적인 양태에서, 상기 합금은 니켈과 실리콘의 혼합물을 포함할 수 있다. 또 다른 양태에서, 상기 합금은 구리와 티타늄의 혼합물을 포함할 수 있다.

바람직하게는, 상기 다이아몬드 브레이즈는 크롬, 망간, 실리콘, 티타늄, 및 알루미늄, 그리고 이들의 합금 및 혼합물로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 카바이드 형성 구조재의 적어도 3 중량%를 함유한다. 또한, 상기 다이아몬드 브레이즈는 브레이징 공정동안 다이아몬드에 손상을 피하기 위하여 1,100°C 미만의 액상온도를 가져야만 한다. 충분히 낮은 온도에서 녹는 상업적으로 입수 가능한 무정형의 브레이징 합금 시트 중 하나는 NICKROBRAZ LM 조성물을 가지는 Honeywell에 의하여 제조된 무정형의 브레이징 합금 박편(foil)(MBF)이다. 이러한 박편 시트들은 두께가 약 0.001"이며, 전형적으로 약 1,010°C 내지 1,013°C에서 녹는다.

한 양태에서, 상기 브레이징 공정은 전형적으로 약 10^{-5} torr인 진공대기, 또는 불활성 대기[예컨대, 아르곤(Ar) 또는 질소(N_2)], 또는 환원 대기[예컨대, 수소(H_2)]와 같은 제어된 대기에서 수행할 수 있다. 이러한 대기는 매트릭스 지지 물질로의 브레이징 합금의 함침률 증가시킬 수 있으며, 그리하여 다이아몬드-브레이즈 및 매트릭스-브레이즈 결합을 증진시킨다.

이제 도 2를 참조하면, 기질(102)이 선택되고, 형판(110)은 기질의 상부위에 놓여진다. 상기 형판(110)은 하나의 초정밀 연마 입자보다는 그지만 두개의 연마 입자들 보다는 작은 개구(114)를 함유하며, 이에 의하여 하나의 연마재 입자가 각각의 특정 지점에 배열되도록 한다. 상기 형판의 두께는 바람직하게는 연마 입자의 평균 높이의 1/3 내지 2/3 사이이다. 그러나 원하는 지점에 연마 입자들을 자리잡게 하기 위한 적절한 배치를 할 수 있다면 다른 두께가 사용될 수 있다. 몇몇 양태에서, 상기 형판의 두께는 연마 입자들의 높이의 2배까지 가능하다. 접착제는 브레이징 공정 동안 초정밀연마 입자들을 제 위치에 유지하기 위하여 기질의 품면에 적용된다.

상기 형판(110)이 적절하게 위치된 후, 연마 입자(20)의 층은 각각의 개구(114)가 연마입자를 수용하게 하기 위하여 이 후 상기 형판위에 분산된다. 상기 형판에 있는 개구 안으로 떨어지지 않는 입자들은 자루 브러쉬로 형판을 쓸어내면서 기질을 기울이거나 또는 다른 유사한 몇가지 방법에 의하여 제거된다. 선택적으로, 이후 강철판과 같은 일반적으로 평평한 표면을 형판의 개구안에 남는 초정밀연마 입자위에 놓을 수 있다. 상기 평평한 표면은 입자들을 자리잡게 하기 위하여 초정밀연마 입자들을 누른다. 상기 놀린 입자들은 기질위에 초정밀연마 입자들을 배치하기에 앞서, 상기 기질의 노출된 표면에 적용되는 접착제 층(보이지 않음), 또는 브레이이즈 층(보이지 않음), 또는 기질 안으로 약한 기계적 인각(impression)에 의하여 단단하게 부착된다. 이후 상기 형판(110)은 제거되어 상기 초정밀연마 입자(20)가 형판의 미리 결정된 패턴에 따라 상기 기질(102) 위의 제 위치에 남는다.

도 3에서 도시한 바와 같이, 대안적으로, 상기 기질은 얇은 접착제 필름(보이지 않음)을 사용하여 초정밀연마 입자(20)가 한쪽 면에 부착되는 이동판(106)이 될 수 있다. 선택적으로, 초정밀연마 입자의 특정 패턴을 달성하기 위해 형판(110)을 사용하는 것에 관하여 상기 설명된 바와 동일한 방법이 입자 배치에 영향을 주는데에도 사용될 수 있다. 그 위에 부착된 초정밀연마 입자(20)를 가지는 이동판(106)은 이후 기질(102)을 마주하여 놀린다. 상기 이동판은 금속 또는 플라스틱으로

만들 수 있으나, 투명한 플라스틱 이동판을 사용의 용이성을 증가시키고, 공정의 관리를 촉진시킨다. 입자를 상기 이동판에 부착하는 것은 접착제와 같은 임의의 부착 수단을 사용하여 달성될 수 있다. 초정밀연마 입자를 기질(102)로 이동하도록 촉진하기 위하여, 상기 이동판에 대해서보다 기질(102)에 더 강하게 입자들(20)을 부착하는 부착제 층을 사용할 수 있다. 이후 상기 이동판을 제거하고, 공구 전구체를 형성하기 위하여 브레이즈를 첨가하는 단계 및 최종 제품을 제조하기 위하여 가열하는 단계와 같은 처리를 수행할 수 있다. 그러므로 상기 연마 입자는 형판에 의해 지시되는 패턴으로 상기 기질로 이동한다.

또다른 대안적인 실시예에서, 상기 이동판(106)은 무정형의 브레이징 합금 시트가 될 수 있다. 상기한 바와 유사한 공정으로, 초정밀연마 입자(20)은 기질에 부착된다. 우선, 개구(114)를 가지는 형판(110)이 도 4에 도시된 바와 같이 브레이징 합금 시트(106)위에 배치한다. 본원 발명의 한 양태에서, 상기한 바와 같이 시트는 연속적인 무정형의 브레이징 합금 시트 또는 필름이 될 수 있다. 형판의 사용은 원하는 패턴의 개구를 가지는 형판을 디자인함으로써 특정 지점에 각각의 연마 입자의 제어된 배치를 가능하게 한다.

상기 형판(110)을 브레이징 합금 시트 위에 배치한 후, 개구(114)는 연마 입자들(20)로 채워진다. 상기 개구들은 미리 결정된 크기를 가지고 있어서, 단 하나의 연마입자만이 각 개구에 맞게 된다. 연마 입자 또는 그럿의 어떠한 크기라도 수용가능하지만, 발명의 한 양태에서, 입자 크기는 직경 약 100 내지 350 μm 가 될 수 있다. 비록 다양한 개구의 크기 및 모양은 개구당 입자 하나의 접근으로 제한하지만, 본원 발명의 개구들은 상기 초정밀연마 입자들을 매우 촘촘하게 배치하도록 디자인될 수 있다. 그러므로, 평균 100 μm 의 입자 크기에 대하여 개구는 직경 약 150 μm 로 디자인될 수 있다.

본원 발명의 또다른 양태에서, 상기 형판에 있는 개구의 크기는 균일한 범위이내의 크기를 가지는 연마 입자 패턴을 얻기 위하여 주문하여 만들수도 있다. CMP 패드 드레싱의 한 특정 실시예에서, 상기 형판의 개구는 50 μm 이하의 편차를 가지는 크기 범위 이내에 있는 그럿만을 선택하기에 충분하다. 각 연마 입자의 작업부하가 균일하게 분포되기 때문에, 이러한 그럿 크기의 균일성은 CMP 패드 드레싱의 균일성에 기여한다. 차례로, 균일한 작업부하 분포는 개별적인 연마 입자들에 대한 스트레스를 감소시키며, CMP 패드 드레서의 유효 수명을 연장시킨다. 다양한 초정밀연마 공구에서, 상기 형판은 폭넓은 다양한 배열을 취할 수 있다. 상기 패턴은 더 큰 입자가 먼저 적용되고 더 작은 입자들의 적용가 수반되는 경우 및 동일한 공구에서 다른 크기의 초정밀연마 입자를 수용하기 위하여 다양한 크기의 개구를 포함하는 경우 뿐 아니라, 다양한 배열도 포함할 수 있다.

상기 형판의 개구가 초정밀연마 입자들로 채워진 후, 과잉의 연마 입자가 제거되고, 선택적으로, 평평한 표면이 연마 입자에 적용된다. 상기 평평한 표면은 극히 강하고, 단단한 물질이어서, 연마 입자를 브레이징 합금 시트 또는 필름(106)쪽으로 내리 누를 수 있어야 한다. 이러한 물질들은 전형적으로 강철, 철, 이들의 합금 등을 제한없이 포함한다.

상기 형판을 제거한 후, 연마 입자를 브레이징 합금 시트 안으로 단단하게 눌러주기 위해 상기 평평한 표면은 다시 사용될 수 있다. 평평한 표면이 바람직하지만, 일부의 연마 입자들이 다른 연마 입자들 보다 최종 공구로부터 바깥쪽으로 연장되는 것이 바람직할 때는 당업자는 예외를 인정할 수도 있다. 이러한 상황에서는, 윤곽을 따르는 또는 다른 방식으로 모양지어진 표면이 일부의 연마 입자들을 다른 입자들보다 브레이징 합금 시트로 더 깊게 자리잡도록 하기 위해 사용될 수 있다. 상기 연마 입자는 그리하여 미리 결정된 높이로 기질로부터 연장되어 나갈 수 있다.

초정밀연마 입자를 브레이징 합금안으로 눌러주기 위하여 상기한 방법이 많은 용도에 바람직하지만, 연마 입자들이 브레이징 합금 시트로부터 바깥쪽으로 연장되도록 하는 것이 바람직한 경우가 있다. 예를 들어, 몇몇 공구는 단 하나의 연마재 층 만을 가질 수 있다. 이는 형판(110)을 제 위치에 남겨두고 평평한 표면을 사용하여 초정밀연마 입자를 누르고, 형판이 일단 제거되면 상기 입자를 브레이징 합금안으로 추가적으로 누르지 않음으로써 간단하게 달성될 수 있다.

대안적으로, 도 3 내지 도 5에서, 초정밀연마 입자(20)의 직경 또는 횡단면 두께 미만의 브레이징 합금 시트 또는 필름이 형성될 수 있다. 합금 시트(106) 안으로 상기 입자들을 누를 때, 시트의 두께는 입자들을 브레이징 합금 시트로부터 돌출된다. 상기 시트는 이후 상기 논의된 방식으로 매트릭스 지지 물질에 적용된다.

본원 발명의 미리 결정된 패턴을 생성하는데 있어서, 상기 형판의 개구 간격은 비-임의적이라 해도 균일할 필요는 없다. 오히려 간격의 편차는, 무정형의 브레이징 합금 시트의 다양한 부분에 상이한 농도를 촉진하기 위하여 다양한 지역에 상이한 농도를 촉진하기 위하여 제공될 수 있다. 또한, 개구의 크기 및 다이아몬드 입자가 개구안에 배열되는 순서를 제어함으로써, 상이한 크기의 입자를 가진 단일층을 제공할 수 있다.

본원 발명의 더욱 상세한 양태에서, 초정밀연마 입자의 높이는 CMP 패드 드레서 작업 성능에 있어 중요할 수 있다. 균일한 입자높이는 형판(110)의 두께에 의하여 결정될 수 있으며, 바람직한 실시예에서, 각각의 연마 입자는 입자 높이의 50 μm 이내로 연장될 수 있을 것이다. 이와 같이, 각각의 연마 입자는 CMP 패드 위에서 실질적으로 동일한 깊이로 다듬을 수 있다. 그러나 특정 용도에서는 그럿높이가 균일하게 되는 것이 바람직하지 않을 수 있음을 알아야 한다. 이와 같이, 당해 기술분야의 당업자는, 그러한 설계를 제공하기 위하여 이와 같이 형판을 배열하는 것과, 입자들을 누르는데 사용되는 표면에 의하여 다양한 높이의 그럿 패턴이 제공된다는 것을 알게 될 것이다.

도 1 내지 12C에서 도시하는 바와 같이, 연마 입자(20)는 다양한 모양을 가지고 있다. 본원 발명의 범주는 자형(euhedral), 또는 자연스러운 모양의 입자를 포함하여 임의적 모양의 연마 입자를 포함한다. 그러나 한 실시예에서는, 상기 연마 입자는 기질로부터 멀어지는 방향으로 연장되는 뾰족한 점으로 미리 결정된 모양을 가진다.

대안적인 실시예에서, 브레이징 합금 시트 안으로 상기 연마 입자를 누르는 것 보다, 브레이징 합금 시트의 표면위에 접착제를 배열함으로써 형판으로 결정된 위치에 연마 입자들을 고정할 수 있다. 이러한 방식으로, 상기 입자들은 형판이 제거되었을 때 및 가열 공정동안 제 위치에 고정되어 남는다.

초정밀연마 입자의 패턴화된 분포에 관하여 무정형의 브레이징 합금 시트(106)을 사용하는 것이 논의되었지만, 매트릭스 지지 물질위에 다이아몬드 입자의 임의적 분포에도 동일하게 적용될 수 있다. 그러므로, 상기 초정밀연마 입자는 형판의 사용 또는 그밖의 다른 미리 결정된 패턴의 생성 없이 상기 브레이징 합금 시트 또는 매트릭스 지지 물질위에 분포될 수 있다. 형판의 사용과 관련하여 상기 설명된 바와 같은 유사한 방법과 배열을 이용할 수 있다.

초정밀연마 입자가 적어도 부분적으로 브레이징 합금 시트안에 묻히거나, 합금 시트에 부착된 후에, 상기 시트는 도 5에 서 도시한 바와 같이 기질(102)에 부착된다. 대안적으로, 몇몇 실시예에서는, 브레이징 합금 시트가 먼저 기질에 부착되고, 상기 연마 입자는 여기서 설명한 형판 공정을 사용하여 브레이징 합금 시트에 후속적으로 침가될 수 있다. 또 다른 대안적인 실시예에서는, 부착된 초정밀연마 입자를 가지는 브레이징 합금 시트는 도 3에서 도시한 바와 같이 초정밀연마 입자가 합금 시트과 기질 사이에 있도록 제어되는 방식으로 기질의 노출된 표면에 적용된다.

본원 발명의 여러가지 실시예에서 사용되는 상기 브레이징 합금은 기술분야에 공지된 임의의 브레이징 물질이 될 수 있으나, 한 양태에서는, 적어도 약 2 중량%의 크롬 함량을 가지는 니켈 합금이 될 수 있다. 이러한 조성의 브레이징 합금은 거의 복합적으로 및 그 자체로 매우 단단하며, 슬러리를 함유하는 연마재와 같은 다양한 용도에서 사용되는 용액으로부터의 화학적 공격에 대하여 영향을 덜 받을 수 있다. 이러한 실시예에서, 추가적인 향-부식성 층 또는 덧층 물질은 선택적이다.

상기 연마입자가 브레이징 합금 시트 내부 또는 시트위에 단단하게 유지되기 때문에, 브레이징 공정 동안 액체 브레이징 합금의 표면 장력을 입자의 밀집을 일으키기에는 불충분하다. 또한 브레이즈 농화(thickening)는 훨씬 적은 정도 및 거의 없는 정도로 발생하며, "마운드(mound)"는 형성되지 않는다. 오히려, 상기 브레이즈(25)는 도 1에 도시한 바와 같이, 추가적인 구조적 지지를 제공하는, 브레이즈와 입자간의 화학적 결합의 습윤작용으로 인하여, 각 연마 입자 사이에 약간 오목한 표면을 형성한다. 한 실시예에서, 브레이징 물질의 외부 또는 작업 표면 위에 각 연마입자가 적어도 약 10 내지 90% 돌출되도록 무정형의 브레이징 합금 시트(106)의 두께를 미리 결정한다. 또 다른 양태에서, 덧층 물질을 사용할 때, 덧층 물질의 외부 또는 작업 표면 위에 각 연마 입자의 적어도 약 10 내지 90%가 돌출하도록 상기 연마 입자를 선택하거나 배치한다.

연마입자를 브레이징 합금에 묻거나 부착하는 특정 방법 이외에도, 당업자는 연마 입자를 기질에 고정하고, 이후 브레이즈를 그 위에 배치하는 것과 같은 적절한 대안적 과정을 인식할 수 있을 것이다. 이러한 경우, 상기 입자들은 상기 언급된 형판법을 사용하여 기질위에 위치되고, 아교 또는 다른 적절한 바인더에 의해 제 위치에 유지될 수 있다. 대안적으로, 이후 분말형 브레이즈 물질은 연마 입자 주위의 기질에 배치되거나 뿐만 아니라, 브레이즈 물질이 초정밀연마 입자와 화학적 결합을 형성하고, 기질에 결합하도록 하기 위하여 가열된다.

일단 초정밀연마 공구 전구체를 형성하기 위하여 상기 초정밀연마 입자 및 브레이징 합금을 기질 또는 매트릭스 지지 물질위에 배치하면, 매트릭스 지지 물질에 초정밀연마재를 브레이즈 하기 위하여 상기 전구체를 가열한다. 브레이징 합금의 선택은 중요하며, 내구성 및 강도와 같은 최종 공구의 성질에 직접적으로 영향을 미친다. 비록 많은 유형의 브레이징 합금을 상업적으로 이용할 수 있지만, 본원 발명과 관련하여 유용한 브레이징 합금은 제한되어 있다. 상기 브레이징 합금은 상기 논의된 바와 같이, 티타늄, 바나듐, 크롬, 지르코늄, 몰리브덴, 텉스텐, 망간, 철, 실리콘, 알루미늄, 및 이들의 혼합물 또는 합금과 같은 카바이드 형성자를 함유하여야 한다.

특히 중요한 것은 크롬, 망간, 실리콘 또는 이들의 혼합물이며, 본원 발명에 효율적임이 증명되었다. 상기 카바이드 형성자는 브레이징 합금의 약 2 내지 50 중량%로 브레이징 합금에 존재할 수 있다. 이러한 브레이즈의 예가 Wall Colmonoy Company(미국)가 제조하는 970-1000°C의 녹는점을 가지는 NICROBRAZ LM (Ni-Cr-B-Si-Fe) 및 Degussa(독일)가 제조하는, 970-990°C의 녹는점을 가지는 21/80 (CU-MN-NI)이다. 다른 가능한 브레이즈는 다음을 포함한다: 약 880°C의 녹는점을 가지는 공용적 조성물에 가까운(약 25 wt% Mn) Cu-Mn 합금; 약 970°C의 녹는점을 가지는 공용적 조성물에 가까운(약 50 wt% Si) Ni-Si 합금; 약 810°C의 녹는점을 가지는 공용적 조성물에 가까운(약 30 wt% Si) Cu-Si 합금; 약 600°C의 녹는점을 가지는 공용적 조성물에 가까운(약 15 wt% Si) Al-Si 합금.

상기 언급된 다이아몬드 브레이즈들의 예는 폭넓은 범주의 기계적 성질 및 힘 또는 소결 온도[액상선 온도(liquidus temperature)를 넘어 일반적으로 약 50°C]에 걸쳐있다. 이러한 다양한 브레이즈 합금은 또한 브레이징 온도 및 기계적 성질의 추가적인 조정에 사용할 수 있다. 다이아몬드 브레이즈의 선택은 대부분의 의도된 용도에 달려있다. 일반적으로, 화강암, 콘크리트, 또는 아스팔트의 소임과 같은 더욱 힘든 용도는 더 고온의 브레이징을 견딜 수 있는 더 강한 다이아몬드 그립을 필요로 한다. 더 고온에서 녹는 브레이즈는, 일반적으로 더욱 마모 저항적이다. 한편, 석회암 또는 대리석의 소임과 같이 노력을 덜 요하는 용도는 더 낮은 강도의 다이아몬드의 다이아몬드 그립을 필요로 한다. 이러한 다이아몬드는 고온에서 쉽게 분해되므로, 더 저온에서 브레이즈 되어야 한다. 이러한 유형의 브레이즈는 전형적으로 마모 저항성이 덜하다.

브레이징 물질은 연마 입자를 완전히 씌우지 않게 하기 위하여 최소량으로 유지되어야 한다. 이러한 문제는 전형적인 브레이징 물질이 기계적으로 매우 약하다는 사실에 의해 복잡해진다. 이러한 기계적인 약점은 연마 입자와 브레이징 물질 사이에 생성된 화학결합의 강도를 상쇄한다. 실제로 제거가 발생했을 때, 연마 입자와 브레이징 물질 사이의 화학적 결합은 종종 브레이징 물질 자체가 이탈되는 연마 입자와 함께 떨어져 나갈 만큼 강하다. 또한 브레이징 물질은 연마 슬러리에 의한 화학적 공격을 매우 받기 쉽다. 이는 이미 기계적으로 약한 브레이징 물질을 더욱 약화시키기 때문에 연마 입자의 이탈에 기여한다.

선행 기술의 브레이즈는 아연, 납 및 주석과 같은 브레이즈 물질의 유동을 촉진시키기 위해 디자인되는 금속을 전형적으로 포함하지만, 이러한 물질들은 실제로 브레이징 공정을 손상시킬 수 있다. 선행 기술 물질은 일반적으로 더욱 휘발성이 있으며, 힘에 사용되는 진공 또는 비활성 대기를 오염시키는 경향이 있다. 매우 소량의 휘발성 금속은 브레이징을 현저하게 방해하지는 않겠지만, 약 1 또는 2 중량%를 넘는 양은 적절한 힘을 저해할 수 있다. 여기서 사용되는 바와 같이, 실질적으로 휘발성 금속이 없음, 또는 실질적으로 아연 등의 금속이 없음은 힘 및 브레이징에 심각한 지장을 주지 않기 위하여 휘발성 있는 금속이 충분히 소량으로 존재하는 상황을 나타내는데 사용된다.

상기 초정밀연마 입자의 브레이징 동안 공구 바디가 상기 모양을 유지할 수 있게 하기 위하여 브레이징 온도는 기질의 녹는점보다 더 낮게 유지되어야만 한다. 더욱이, 상기 브레이징 온도는 또한 다이아몬드 분해를 일으키지 않을 만큼 충분해 낮아야 하는데, 전형적으로 약 1,100°C 미만이다. 합침을 수반하는 실시예에서, 브레이즈 합금의 액상선 온도를 초과하는, 전형적으로 50°C의 온도가 필요하다. 브레이징 온도를 제어하는 것 이외에도, 브레이즈가 다이아몬드 또는 기질과 과잉적으로 반응하지 않게 하기 위하여 브레이징 시간 또한 짧게 유지되어야 한다. 다이아몬드와 과잉반응한 경우, 다이아몬드도 분해될 수 있다. 기질과 과잉반응한 경우, 기질 표면과의 합금은 다이아몬드 브레이즈의 녹는점을 상승시킬 수 있다. 결과적으로, 상기 다이아몬드 브레이즈는 점진적으로 고체화되고 결국에는 유동하는 것(flowing)을 멈출 수 있다. 또한 입자가 긁은 브레이즈 분말은 더 긴 가열시간 및 더 높은 가열온도를 필요로 할 것이다.

브레이징 합금의 선택에서 추가적으로 고려할 것은 브레이징 합금은 또한 초정밀연마 입자를 습윤시켜야 하며, 초정밀연마재와 화학적으로 결합하여야 한다는 것이다. 그러므로 도 1에서 볼 수 있는 바와 같이, 브레이징 합금(25)가 초정밀연마 입자와 결합함에 따라 상기 합금은 초정밀연마재의 측면에 스며든다. 이러한 습윤 작용은 강한 카바이드 결합 뿐 아니라 입자에 대한 향상된 기계적인 지지를 포함하여 여러가지 이유로 유익하다. 전형적으로 적절한 용매 합금이 함유된 카바이드 형성자는 이러한 요구를 충족시킨다. 그러나 다양한 카바이드 형성자들은 브레이징 대기에 의하여 불리하게 충돌될 수 있다.

브레이징을 위한 대기 환경은 또한 더 뛰어난 작업 수행을 제공하기 위하여 제어될 수 있다. 예를 들어, 브레이즈 물질이 티타늄과 같은 강한 산소 또는 질소 어트랙터(attractor)를 함유하고 있다면, 고도의 진공(최고 10^{-6} torr) 또는 -60°C 미만의 이슬점이 브레이징 공정 동안 유지되어야 한다. 이러한 제한은 종종 다이아몬드가 결합된 공구를 제조하는데 불필요한 비용을 추가시킨다. 소량의 산소의 존재는 카바이드 형성자를 산화시키며, 다이아몬드와의 카바이드 결합의 형성을 억제한다. 한편, 브레이즈 물질이 크롬 및 망간과 같은 덜 민감한 게터(getter)를 함유하고 있다면, 더 저도의 진공(최소 10^{-5} torr) 또는 주소 대기가 브레이징에 적합할 수 있다. 그러나 카바이드 형성자의 반응성이 코발트 또는 니켈과의 반응과 같아 너무 낮으면, 최소한의 카바이드 결합이 다이아몬드 입자와 형성될 것이다. 그러므로 다이아몬드와 결합하는 능력과 산화시키는 경향 사이에서 카바이드 형성자의 선택에 있어 절충이 존재한다.

브레이징 후, 제조된 부분(예컨대, 톱 단편)은 완성된 치수로 다듬어진다(예컨대, 그라인딩에 의하여), 이후 다듬어진 부분은 완성제품을 만들기 위하여 공구바디(예컨대, 원형 강철날) 위에 설치(예컨대, 전통적인 브레이징에 의하여) 될 수 있다.

논의한 바와 같이, 본원 발명은 다이아몬드 공구의 매트릭스 지지 물질을 습윤시키는 다이아몬드 브레이즈를 사용한다. 대부분의 다이아몬드 브레이즈는 통상적인 매트릭스 지지 물질을 코발트, 니켈, 철, 구리 또는 청동의 주요 성분으로 쉽게 습윤시켜, 브레이징이 매끄럽게 진행될 수 있다. 도 1을 다시 참조하면, 전형적으로 본원 발명에 따라 제조된 최종적인 다이아몬드 공구는 크롬과 같은 브레이즈 합금 성분과의 카바이드 결합을 가지는 다이아몬드 입자(20), 및 기질(102)과의 기계적인 브레이징 및 부분적인 합금을 모두 포함하는 다양한 공용상을 함유하는 브레이즈(25)를 포함한다.

브레이징 합금을 사용하여 다이아몬드 입자를 매트릭스 물질에 결합하는 것은 설명된 방법을 사용하는 브레이징 이외에도, 브레이징 합금의 분말 형태를 매트릭스 물질의 분말 형태와 혼합함으로써 달성될 수 있다. 이후 유기적 바인더가 첨가되고, 상기 매트릭스 지지물질 및 브레이징 합금이 설명한 바와 같이 시트 또는 층으로 형성된다. 이후 다이아몬드 입자는 형판을 사용하여 미리 결정된 패턴으로 위치되거나 자리잡음으로써 분포된다. 이후 시트는 원하는 공구 모양들로 각인되거나(stamp) 또는 프레스되며, 이것은 매트릭스의 금속입자와 함께 소결시키는 이외에, 브레이징 합금을 사용하여 매트릭스 지지 물질에 다이아몬드 입자를 결합시키기에도 충분한 온도로 가열된다. 이러한 공정은 일반적으로 공구에 앞서서-경고된 많은 위험을 초래하지 않는 저온을 사용하여 달성될 수 있다.

다이아몬드 공구(예컨대, 톱 단편) 제조에 가장 폭넓게 사용되는 매트릭스 분말은 코발트 분말이다. 전통적인 다이아몬드 공구 제조를 위한 코발트 분말의 표준 크기는 $2\mu\text{m}$ 미만이다. 지난 세기동안, 다이아몬드 공구 제조자들은 더욱더 고운 매트릭스 분말을 요구하여 왔다. 그러므로 상업적 공급자(예컨대, 유로텅스텐 컴퍼니)들은 초미세($1\mu\text{m}$) 및 이식하지어 초-초미세(1 마이크론 미만) 분말의 제조를 향하여 이동하여 왔다. 이러한 경향과 함께 소결온도는 계속적으로 낮아지고 있다. 더 낮은 소결 온도는 다이아몬드의 분해를 감소시킬 뿐 아니라; 제조 비용 또한 감소시킨다. 예를 들어, 분말 소비는 더 낮다. 더욱이, 흑연 몰드의 산화손실 또한 최소화된다.

그러나 본원 발명의 한 실시예에는 매트릭스 분말의 공극을 채우기 위하여 다이아몬드 브레이즈를 사용한다. 그러므로 긁은-크기의 분말, 즉, 400 미국 메쉬 또는 34 마이크론 이상의 분말이 선호된다. 더욱이, 전통적인 방법은 소결을 빠르게 진행시키기 위하여 가능한 한 높은 밀도를 필요로 하나, 본원 발명에서는 다이아몬드 브레이즈가 쉽게 유동하도록 하는 더 낮은 팩킹 밀도를 가진 전구체를 사용하는 것이 선호된다. 실제로 종종 전구체 바디의 다공도는 불규칙적으로 모양지어진 매트릭스 입자를 사용함으로써 의도적으로 증가시킬 수 있다. 이러한 선호는 팩킹 밀도를 증가시키기 위하여 입자가 가능한 한 구형일 것을 필요로 한다는 전통적인 지식과는 또한 정반대이다.

거친 매트릭스 분말의 사용은 또 다른 이점을 가지고 있다. 예를 들면, 거친 분말은 다른 조성물과 더 잘 혼합할 수 있다. 그러므로 다이아몬드 그릇은 매트릭스에 더욱 균일하게 분포할 수 있다. 더욱이, 거친 분말은 더 작은 표면적을 가지며, 그리하여 합침에 대해 더 낮은 마찰력을 가진다. 그러므로 몰드에서 더 용이하게 흐를 수 있다. 물론, 거친 매트릭스 분말은 또한 훨씬 저렴하여, 제조 비용을 감소시킬 수 있다.

본원 발명은 다이아몬드 그릇을 제 위치에 유지하기 위하여 단순하게 망상조직으로서 매트릭스를 이용함을 일아두는 것이 중요하다. 그러므로 매트릭스는 분말로 만들어질 필요는 없다. 예를 들어, 매트릭스 바디는 PCD 바디의 다이아몬드 그릇을 함유하는 구멍을 가진 강철 피스로 만들어 질 수 있다. 더욱이, 초정밀연마재 함유 단편들은 브레이징에 앞서 다양한 기질 모양을 수용하도록 용이하게 형성될 수 있다.

본원 발명의 또 다른 대안적 실시예에서, 삼차원적 공구는 그 안에 미리 결정된 다이아몬드 그릇 패턴을 가지면서 형성된다. 삼차원적 바디를 형성하기 위하여 실질적으로 이차원적 단편들을 조립함으로써, 공구 내의 다이아몬드 그릇의 분포를

명확하게 제어할 수 있다. 그러므로 동일한 공구의 상이한 부분에서의 다이아몬드 농도는 제어될 수 있다(도 6A 내지 도 9 참조). 다이아몬드의 이러한 제어은 공구의 마모 특성을 양향시키는데 매우 바람직하다. 예를 들어, 다이아몬드 텁날의 측면은 중앙 부분보다 종종 더 빨리 마모되므로, 측면에 다이아몬드 그릿을 더 첨가하는 것이 편리하다.(도 6B 참조).

도 6A를 참조하면, 복수의 층인 14, 16, 및 18에 의하여 형성된 공구 단편(일반적으로 10)의 투시도가 도시되어 있다. 각각의 층 14, 16, 및 18은 다이아몬드 입자(어두운 원 20)로 편입된 매트릭스 지지 물질에 의하여 형성되며, 다이아몬드 입자 및 매트릭스 지지 물질에 화학적으로 결합하도록 선택된 브레이즈로 합침되어지는데, 이러한 결합은 상기 입자들을 매트릭스 지지 물질안에 단단하게 유지시킨다. 바람직하게는, 상기 다이아몬드 입자(20)는 매트릭스 지지 물질- 다이아몬드 혼합물의 50%을 구성하며, 더욱 바람직하게는 40% 미만을 구성한다. 다이아몬드 입자의 양을 최소한으로 유지하는 것은 제품의 사용 수명을 최고로 활용하는 반면, 비용을 최소화 하도록 도와준다. 도 6A 내지 도 9는 매트릭스 지지 물질의 불연속층을 도시하지만, 최종 소결된 공구 단편은 특정의 삼차원적 패턴으로 분포된 초정밀연마 입자들을 가지는 본질적으로 연속적인 금속 매트릭스이다. 그러므로 상기 층은 그 안에 초정밀연마 입자들을 가지는 본질적으로 한결같이 일원적(unitary)인 매트릭스를 형성하기 위하여 결합한다. 이러한 연속 결합된 매트릭스는 최종 다층적 공구의 강도 및 내구성을 향상시킨다.

여기에 첨부된 미국 특허 6,159,286호에서 논의된 바와 같이, 복수의 얇은 시트 내에 단편(10)을 형성하는 것은 주목할 만하게 향상된 다이아몬드 입자(20)의 분포에 대한 제어를 제공한다. 각각의 층 안에서 다이아몬드 입자(20)의 분포를 제어하고, 이후 층들을 결합함으로써, 다이아몬드 입자의 분포가 각각의 차원(dimension)에서 제어되도록 삼차원적 단편을 형성할 수 있다. 이는, 차례로, 상기 단편과 유사한 용도에 특히 순응할 수 있는 단편의 형성을 가능하게 하며, 연마, 컷팅, 그라인딩 등을 위한 단편이 된다. 단편(10) 내부에 있는 초정밀연마 입자의 분포 및 농도를 맞추어 만듦으로써, 실제 작업 조건하에서 공구의 작업 수행을 더 정확하게 제어한다.

실시예에서, 다이아몬드 텁날을 암석(예컨대, 화강암)의 절단에 사용할 때, 상기 다이아몬드 텁 단편의 양쪽 측면은 중앙 부분 보다 더 많은 물질을 절단한다. 불균일한 마모의 결과로, 텁 단편의 횡단면은 양쪽 면 상부에 중앙이 부풀어오른 모양의 볼록한 면이 된다. 이러한 형상은 전형적으로 텁날의 절단율을 늦춘다. 더욱이, 들출된 프로필은 또한 절단 홈(cut slot)에서 샷길로 텁날이 벗나가도록 하는 원인이 된다. 직선의 절단 궤도를 유지하기 위하여, 더 많은 다이아몬드 또는 초정밀연마 그릿으로 편입된 층들을 가지고 상기 단편의 양쪽 측면을 보강한 "샌드위치 다이아몬드 단편"을 만드는 것이 종종 바람직하다. 이러한 "샌드위치 단편"은 전통적인 수단으로 다이아몬드 그릿을 금속 분말과 혼합함으로써 제조하기는 어려우나, 본원 발명의 방법으로 용이하게 달성될 수 있다: 우선 금속 매트릭스 층에 바람직한 패턴 및 농도로 다이아몬드 그릿들을 심고, 이후 샌드위치된 단편을 형성하기 위하여 미리 결정된 패턴 및 농도로 편입된 다이아몬드 그릿과 금속 매트릭스 층들을 함께 조립한다.

본원 발명은 매트릭스 지지 물질을, 다이아몬드 입자 및 매트릭스 지지 물질에 화학적으로 결합하도록 선택되는 브레이즈로 합침시킴으로써 상기 기술을 더욱 향상시킨다. 그러므로 도 6A에서 도시된 다이아몬드 입자들의 배치가 선행 기술을 뛰어넘는 혁신한 향상이기는 하지만, 단편(10)의 사용 수명의 추가적인 증가는 다이아몬드 입자들의 기계적인 보유력에 단순히 의존하기 보다는, 화학결합을 형성하는 브레이즈를 이용함으로써 얻을 수 있다.

또한 상이한 크기의 다이아몬드 입자들의 선택적 배치는 상기 단편의 측면에 대한 초기 마모에 저항하기 위하여 형성되는 컷팅 단편을 형성하는데 사용될 수 있으며, 이에 의하여 컷팅 단편의 사용 수명이 연장된다. 특히 도 6B를 참조하면, 도 6A의 컷팅 단편(10)의 횡단면도가 도시되어 있다. 선행 기술의 컷팅 단편과 달리, 상기 컷팅 단편(10)은 각각 14, 16 및 18의 세 가지 층으로 형성된다. 중앙층(16)은 제 1의 크기(예컨대 40/50 메쉬) 및 제 1의 농도인 복수의 초정밀연마 입자(20a)를 가진다. 대조적으로 외부층(14 및 18)은 제 1의 크기보다 더 작은 제 2의 크기(예컨대, 50/60 메쉬) 및 중앙층(16)에 존재하는 농도보다 더 큰 제 2의 농도를 가지는 복수의 초정밀연마 입자(20b)를 가진다. 더 작고, 더 빽빽하게 분포된 초정밀연마 입자(20b)는 콘크리트, 암석, 아스팔트 등을 통하여 절단할 때, 외부층(14 및 18)에 마모에 대한 더 큰 저항성을 제공한다. 외부층(14 및 18)은 마모에 대하여 더욱 저항성을 띠므로, 상기 컷팅 단편(10)은 전통적으로 컷팅 요소에 일어났던 바와 같이 불록한 외부 표면의 형성을 방해한다. 더욱 평면적인 컷팅 표면을 유지함으로써, 컷팅 단편은 직선의 컷팅 궤도를 유지할 수 있어, 사용수명을 더 길게 하면서 더욱 효율적으로 절단할 수 있다. 더욱이, 텁의 측면에 더 작은 그릿을 사용함으로써, 절단 표면의 말단부는 더 매끄러워지며, 작업피스의 칩핑(chipping)을 피할 수 있다.

더욱이, 사용수명의 추가적인 증가는 크롬, 망간, 실리콘, 티타늄, 및/또는 알루미늄, 또는 이들의 합금 또는 혼합물로부터 형성된 브레이즈로 매트릭스 지지 물질을 합침시킴으로써 얻는다. 이러한 브레이즈는 폭넓고 다양한 양으로 사용될 수 있지만, 다이아몬드 브레이즈의 크롬, 망간, 실리콘, 티타늄, 또는 알루미늄 또는 합금 또는 혼합물이 적어도 브레이즈의 3 중량% (더욱 바람직하게는 5 중량%)를 구성하는 것이 바람직함이 밝혀졌다. 상기 브레이즈는 매트릭스 지지 물질 내의 공극을 채우며, 전형적으로 철, 코발트, 니켈 또는 이들의 합금 또는 혼합물을 포함하는 그룹으로부터 선택된 분말이다.

안에 배열된 다이아몬드 또는 몇몇 다른 초정밀연마 입자를 가지는 다수의 매트릭스 층의 사용에 대한 또 다른 이점은 상기 층들이 컷팅, 드릴링, 그라인딩 등의 단편을 위한 바람직한 다른 모양으로 용이하게 형성된다는 점이다. 예를 들어, 도 7A는 구조재의 매트릭스 물질 안에 다이아몬드를 유지하기 위하여 브레이즈를 합침시킨 삼차원적 초정밀연마 구조재를 형성하기 위해 서로 부착된 복수의 아치형 매트릭스 지지 물질 세로층에 의하여 형성된 초정밀연마 공구 단편(30)의 투시도를 도시한다. 상기 단편(30)은 각각이 아치형인 제 1, 제 2, 제 3의 층(34, 36 및 38)으로부터 형성된다. 상기 세층이 함께 결합될 때, 아치형 단편(30)이 생성된다. 물론 이러한 단편은 선형이 아닌 컷팅 공구 및 비선형 초정밀연마 단편이 바람직한 다른 유형의 공구에 사용될 수 있다. 34, 36 및 38의 층들은 처음에 서로 독립적으로 형성되기 때문에, 이 층들은 원하는 모양으로 변형하기가 훨씬 용이하며, 층안에 배열된 브레이즈된 다이아몬드 입자(20)가 미리 결정된 위치에 유지되는 동안에도 원하는 모양으로 변형할 수 있다.

각각의 층은 복수의 초정밀연마 입자(20), 전형적으로 다이아몬드 또는 입방정 봉화질소로 편입되어 있다. 각각의 층은 상대적으로 금속 매트릭스의 얇은 시트이기 때문에(즉, 통상적으로 상기 금속 매트릭스는 기껏해야 입자 직경의 두배 두께가 될 것이다), 금속 매트릭스 층에 있는 초정밀연마 입자들의 배치에 대한 뛰어난 제어가 용이하게 달성될 수 있다. 논의한 바와 같이, 현 기술분야에서 연마 공구내의 초정밀연마재의 임의적인 배치는 종종 초정밀연마 입자들의 비효율적인 사

용을 초래한다. 본원 발명은 초정밀연마재의 분포를 제어함으로써, 간격이 너무 좁거나 넓어지는 것을 억제하는 균일한 분포 또는 제어된 분포를 가능하게 하여, 단편의 상이한 부분은 전통적인 마모 패턴을 억제하기 위하여 맞추어진 상이한 크기 및 놓도를 갖게 된다.

이제 도 7B를 참조하면, 상기 단편(30)의 복수의 층(34, 36 및 38)의 횡단면도가 도시되어 있다. 물론 다이아몬드 입자의 배열이 도 6A 또는 도 7A에서 도시한 단편으로 사용될 수 있다. 도 6B의 실시예와는 달리, 상기 층들은 각각 동일한 크기 및 놓도의 다이아몬드 입자(20)가 제공된다. 그러나 간격이 실질적으로-균일하기 때문에, 초정밀연마 입자들 사이에 너무 넓은 간격이나 좁은 간격은 없으며, 단편(30)은 임의적으로 간격지워진 입자들을 가지는 선행 기술의 단편보다 보다 균일하게 마모된다. 보다 균일한 마모는 단편(30)의 초기 과정을 억제하며, 그리하여 최소한으로 사용되는 초정밀연마재의 양은 유지되는 반면, 공구의 수명은 연장된다. 더욱이, 다이아몬드 입자 및 매트릭스에 결합하는 브레이즈는 각각의 층을 더욱 강화시키고, 다이아몬드 입자들의 손실을 억제한다.

도 8은 본원 발명의 지시에 따라 만들어진 단편(50)의 또 다른 가능한 실시예를 도시한다. 다이아몬드 단편 내의 층상 구조는 또한 횡단적으로 또는 수평적으로 조립될 수 있으며, 도 8에서 도시한 바와 같이, 상기 브레이즈는 모든 층 또는 선택 층에 적용될 수 있다. 그러므로 도 8의 상기 단편(50)은 복수의 횡단층(54)로부터 형성될 수 있다. 제 1의 복수층(즉, 첫 번째 네개의 층들)(56)에는 매트릭스 지지 물질에 결합하기 위하여 브레이즈되는 제 1의 다이아몬드 입자(20)의 놓도가 제공된다. 제 2의 복수층(즉, 남은 아홉개의 층)(58)에는 매트릭스 지지 물질에 결합하기 위하여 또한 브레이즈되는, 제 1의 놓도보다는 적은 제 2의 다이아몬드 입자의 놓도가 제공된다.

많은 컷팅 공구들은, 절단될 표면에 접촉 되었을 때 대부분의 충돌력을 수용하며 컷팅의 대부분을 수행하는 리드 에지가 구비되도록 컷팅 단편(50)이 배열된다. 예를 들면, 원형톱날은 통상적으로 복수의 톱니 또는 단편을 가지며, 각각의 톱니는 컷팅력을 취하는 리딩 에지를 가진다. 상기 리딩 에지는 컷팅의 중요한 부분을 수행하기 때문에, 회전적으로 톱니의 후방 부분보다는 마모되기가 훨씬 더 쉽다. 그러나 선행 기술에 따라서 톱니가 형성되었을 때, 상기 톱니는 종종 그위에 배열되는 상대적으로 견실한 연마재를 가진다. 시간이 지남에 따라 상기 리딩 에지는 상당히 마모되지만, 다이아몬드 입자로 코팅된 그밖의 다른 부분들은 최소한의 마모에 도입된다. 결국 상당량이 각 톱니의 다른 부분에 남는 반면, 리딩 에지에서 연마재는 마모되어 없어진다. 그러므로 초정밀연마재의 상당량은 톱날이 폐기되었을 때 버려질 것이다. 도 8의 실시예는 이러한 문제들을 극복하기 위하여 특히 배열된 것이다. 상기 층들(56 및 58)은 회전식으로 말단부분(58)에 보다는 리딩 에지(56) 근처에 더 큰 백분율의 다이아몬드 입자(20)를 배치함으로써 컷팅 단편(50)을 가로지르는 실질적으로 균일한 마모를 제공하기 위하여 배열된다. 그러므로 리딩 에지가 사용 수명의 끝에 도달될 때까지, 컷팅 단편(50)의 잔여 부분 또한 마모되어 없어진다. 이러한 초정밀연마 입자(20)의 제어된 분포는 값비싼 물질의 사용을 감소시키며, 작업수행을 손상하지 않고 컷팅 단편(50)의 제조 가격을 낮춘다. 또한 더욱 균일한 마모를 제공함으로써, 상기 컷팅 단편(50)은 그 사용 수명이 끝나기 바로 전까지 대부분의 컷팅 속도를 종종 유지할 수 있을 것이다. 또한 층(56 및 58)에 상기 다이아몬드 입자(20)를 브레이징 하는 것은 공구 수명을 더욱 연장시킨다.

도 9는 삼차원적 초정밀연마 구조재가 수평적 층으로 공구의 위쪽 표면을 향하도록 점진적으로 더 빽빽한 연마재 분포를 가지도록 형성되는 단편의 또 다른 설계를 도시한다. 도 8의 실시예와 같이, 다이아몬드 입자의 불필요한 소비를 감소시킴으로써 연마 공구의 비용을 내립과 동시에, 상기 다이아몬드 입자(20)의 제어된 분포는 개선된 연마 단편(70)을 형성한다. 또한 다른 층에서 브레이징이 생략 되는 반면, 브레이징은 몇개의 층에 사용됨으로써, 연마 단편(70)을 맞추어 제조한다.

본원 발명의 관례적인 실험 및 방법의 시사로, 당업자는 본원 방법 발명의 원리에 따라 공구를 형성하는데 사용되는 초정밀연마재의 양을 감소시키는 동시에, 연장된 사용 수명에 걸쳐 연마 성능(즉, 컷팅, 드릴링, 그라인딩 등)을 최대화 하기 위하여 특별히 형성된 컷팅, 드릴링, 그라인딩, 연마 및 그 밖의 다른 유형의 연마 단편을 맞추어 사용할 수 있을 것이다.

이제 도 10A 내지 10D를 참조하면, 본원 발명의 원리에 따라 층들을 형성하는 한가지 방법을 도시하고 있다. 상기 도 1 내지 도 5와 관련하여 설명된 단편을 형성하는 것과 동일한 많은 원리들이 층상 단편의 형성에 대해 적용될 수 있다. 상기 방법의 첫 번째 단계는 초정밀연마 입자(20)에 결합될 매트릭스 지지 물질(104)의 시트(100)를 형성하는 것이다. 매트릭스 지지 물질(104)의 시트(100)는 코발트, 니켈, 철, 구리, 청동, 또는 다른 어떤 적절한 바인더와 같은 전통적인 분말로부터 형성될 수 있다. 또한 아래에서 상세하게 논의될 이유 때문에, 직경이 34 마이크론(400미리)을 초과하는 직경 같이 거친 분말을 사용하는 것이 매우 유리하다. 상기 거친 분말의 사용은, 입수할 수 있는 가장 고운 분말을 사용하는 것이 바람직하다는 현재의 시사점과는 일관되지 않지만, 다이아몬드 입자들을 제 위치에 고정하기 위하여 거친 분말과 브레이즈를 결합 시킴으로써 상당한 이점들이 달성될 수 있다.

일단 상기 매트릭스 지지 물질(104)의 시트(100)가 형성되면, 형판(110)은 도 10A에서 도시한 바와 같이 상기 시트의 상부에 놓여진다. 형판(110)은 하나의 연마입자(20) 보다는 크지만, 두개의 연마입자 보다는 더 작은 개구(114)를 함유하며, 이에 의하여 연마재의 단일 입자가 각각의 특정 지점에 배열되도록 한다. 상기 형판의 두께는 바람직하게는 연마 입자(20) 평균 높이의 1/3 내지 2/3이다. 그러나 원하는 지점에서 연마 입자를 자리잡게 하기 위해 적절한 수용(accommodation)이 만들어진다면, 그밖의 다른 두께도 사용될 수 있다.

형판(110)이 적절하게 위치된 후, 이후 각각의 개구(114)가 연마 입자를 수용하게 하기 위하여 연마 입자(20)의 층이 형판 위에 펼쳐진다. 형판(110)의 개구(114)로 떨어지지 않는 입자들은 형판을 자루 브러쉬 또는 몇몇 다른 유사한 방법으로 쓸어내면서, 기질을 기울임으로써(tilting) 제거된다.

도 10B에서 도시한 바와 같이, 강철판과 같은 일반적으로 평평한 표면(120)은 이후에 형판(110)의 개구(114)에 암주하는 입자(20) 위에 놓여진다. 상기 평평한 표면(120)은 입자들을 자리잡게 하기 위하여 매트릭스 지지 물질(104)의 유연한 시트(100)쪽으로 연마입자(20)를 적어도 부분적으로 눌러준다.

형판(110)을 제거한 후, 상기 평평한 표면(120)은 도 10C에서 도시한 바와 같이 매트릭스 지지 물질(104)의 시트(100) 쪽으로 연마 입자(20)를 단단하게 다시 눌러 주는데 사용된다. 평평한 표면(120)이 바람직하지만, 이 분야의 당업자는 일부 연마 입자(20)가 그밖의 다른 연마 입자 보다 매트릭스 지지 물질 시트(100)으로부터 바깥쪽으로 연장되는 것이 바람

직한 경우가 있을 것이라는 것을 인정할 수 있을 것이다. 이러한 상황에서, 윤곽에 따른 또는 다른 방법으로 모양지어진 표면을 일부 연마 입자(20)를 다른 입자들보다 매트릭스 지지 물질(104)의 시트(100)쪽으로 더 깊게 자리잡게 하는데 사용될 수 있다.

상기 시트(100)는 우선 공구 단편의 전구체를 형성하기 위하여 조립되고, 이후 상기 설명한 함침 및 소결기술을 사용하여 단단해지고 마감되며, 또는 개별적으로 단단해지고 마감되어 적절한 공구 단편 또는 전체 공구 바디를 형성하기 위하여 후속적으로 조립되고 결합될 수 있다. 전형적으로, 상기 시트(100)의 조립(assembly)은 프레스로의 냉간 압축과 같은 공지된 방법에 의하여 달성될 수 있다. 이렇게 형성되는 상기 "그린(green)" 바디는 위에서 설명된 바와 같이 소결 또는 함침으로써 최종 공구 제품을 형성하기 위하여 이후 경화 될 수 있다.

바람직하다면, 몇가지 미리 결정된 바람직한 패턴으로 총 전체에 분포된 다이아몬드 입자(20)를 갖는 편재된 층을 형성하기 위하여, 매트릭스 지지 물질(104)의 시트(100)의 다른 한쪽 면에 도 10A 내지 10C에 도시된 공정이 되풀이될 수 있다(도 10D). 이 공정은 다이아몬드 입자(20)로 편입되어 있는 다중 얇은 층 또는 시트(100)를 수득하기 위하여 대체로 여러번 반복될 수 있다. 물론, 각각의 시트(100)는 다이아몬드 입자(20)에 대한 동일한 분포를 가질 필요가 없으며, 각각의 시트에 있는 연마 입자의 농도가 동일할 필요도 없다.

도 10A 내지 10D에 설명된 방법이 많은 용도에 바람직하지만, 연마입자(20)를 매트릭스 지지 물질 시트(100)으로부터 바깥쪽으로 연장시키는 것이 바람직한 경우가 있다. 예를 들면, 몇몇 공구들은 단 하나의 연마재 층을 가질 수 있다. 이는 도 10A 및 10B에 도시된 단계들을 수행할 때 상기 형판(110)을 제 위치에 남겨두고, 일단 형판이 제거되면 매트릭스 지지 물질 쪽으로 입자를 추가적으로 놀려주지 않음으로써 간단하게 달성될 수 있다.

대안으로, 도 11A 내지 11C는 도 10A 내지 10D에서 논의되었던 방법에 대한 변화의 측면도를 도시한다. 도 11A 내지 11C에서 매트릭스 지지 물질(134)의 시트(130)는 초정밀연마 입자(20)의 횡단면 두께 또는 직경 미만의 두께가 되도록 형성된다. 상기 입자들을 상기 시트(130)쪽으로 누를 때, 상기 시트의 두께는 초정밀연마 입자(20)가 매트릭스 지지 물질(134)로부터 돌출되도록 한다. 이후 상기 논의된 방식으로 상기 시트(130)는 다이아몬드 브레이즈로 함침된다.

도 11A 내지 11C에 도시된 형판의 개구 간격은 일반적으로 균일하지만, 본원 발명의 한 양태에 따르면, 이러한 간격은 균일할 필요는 없으며, 임의의 바람직한 패턴에 따를 수 있다. 이와 같이, 간격의 변화는 매트릭스 물질(134)의 시트(130)의 다양한 부분에 상이한 농도를 촉진하기 위해 다양한 부분에 상이한 농도를 촉진하기 위해 제공될 수 있다. 특히, 개구의 크기 및 개구안에 다이아몬드 입자가 배치되는 순서를 제어함으로써, 상이한 크기의 입자를 단일 층에 제공할 수 있다.

또한 또다른 대안에서, 도 12A 내지 12C는 무정형의 브레이즈 합금 시트를 사용하여 초정밀연마재를 함유하는 층을 형성하는 방법의 측면도를 도시한다. 다시, 이미 논의된 바와 같은 유사한 방식으로, 도 12A는 얇은 기질 또는 매트릭스 지지 물질 시트(107)위에 배치되는, 미리 결정된 패턴으로 배열되는 복수의 개구(114)를 가진 형판(110)을 도시한다. 상기 초정밀연마 입자(20)는 이후 개구 안에 배치되고, 접착제 또는 이와 비슷한 것으로 제 위치에 고정된다. 이전과 같이, 평평한 표면은 다양한 공구 배열을 수용하도록 하기 위하여 윤곽지어 질 수 있다. 상기 형판(114)은 이후 제거될 수 있다. 무정형의 브레이징 합금 시트(106)은 이후 도 12B에 도시된 바와 같이 단일층 단편(15)를 형성하기 위하여 초정밀연마 입자(20) 위에 배치된다. 대안의 실시예에서, 무정형의 브레이징 합금 시트(106)은 그 위에 초정밀연마 입자가 배치되기에 앞서 기질 또는 매트릭스 지지 물질층 위에 배치될 수도 있다.

이후 도 12C에 도시된 바와 같이, 여러개의 단일층 단편(15)이 형성되고 단일의 다수-층의 전구체(18) 또는 그런 바디로 결합된다. 상기 단일층 단편(15)은 도 6A 내지 도 6D에서 논의된 바와 같은 접착제를 사용하여 고정되거나, 또는 전통적인(즉, 카바이드 형성자를 반드시 함유하지는 않는다) 브레이징 합금을 사용하여 브레이즈 될 수 있다. 이러한 전구체는 도 6B에서와 같은 농도 및/또는 입자 크기, 또는 다양한 배열, 또는 도 7B와 유사한 초정밀연마 그릿의 균일한 분포층으로 형성될 수도 있다. 본원 방법 발명은 일부 충돌은 완전히 초정밀연마 입자가 결여된 배열을 포함한다. 또한, 상기 매트릭스 지지 물질(107)은 상기 설명된 바와 같이 금속 층 또는 소결되지 않은 금속 분말이 될 수 있다. 생성된 공구 단편은 선택된 지지 물질의 유형에 따라 상이한 성질을 가지게 된다.

이후 전구체(18)는, 도 13에서 도시한 바와 같이 전체적으로 분포된 초정밀연마 입자의 바람직한 패턴을 가지는 결합된 다수-층의 공구를 형성하기 위하여, 진공 용광로에 배치되고 무정형의 브레이즈 합금 시트(106)을 녹여 초정밀연마 입자 및 금속층(107)에 결합하게 하는 충분한 온도로 가열된다. 도 13은 초정밀연마 입자(20)가 미리 결정된 삼차원적 패턴으로 배열되는 것을 특징으로 하는 경화된 초정밀연마 공구 단편(19)를 도시한다. (108) 및 (109)에 의하여 확인되는 부분은 일반적으로 각각 금속 및 브레이즈 합금층을 나타낸다. 점선은 설명의 목적만을 위한 것이며, 당업자는 실제 최종 공구 단편은 상이할 수 있다는 것을 인식할 것이다. 예를 들어, 브레이즈 합금 시트가 상기 입자의 직경보다 더 얇고, 상기 금속층이 경화 공정 동안 고체라면, 최종 공구는 입자간에 빈 공극을 가질 수 있다. 또한 상기 금속층이 소결되지 않은 분말로 형성된다면, 금속 분말 전체로의 브레이징 합금의 함침 때문에, 상기 경화 공정은 최종 공구가 훨씬 더 균질로 되게 할 것이다. 상기 금속층(107) 및 브레이즈 합금 시트(106)의 두께는 다양한 두께가 될 수 있다. 금속층(107) 및/또는 브레이징 합금층은 도 12A에 도시된 바와 같이, 초정밀연마 입자(20)의 직경 미만 이거나 사용되는 초정밀연마 입자의 직경 보다 더 두꺼울 수 있다.

가열 공정 동안, 상기 전구체 조립체(assembly)는 브레이즈 합금을 어느정도 유동할 수 있게 하도록 액상선 온도를 바로 초과하는 온도로 가열된다. 액상선 온도 근처에서 상기 브레이즈 합금 및 매트릭스 또는 금속층을 유지하는 것은 이들의 의도한 위치로부터 실질적인 이동을 방지하도록 돋는다.

전형적으로, 약 10분 내지 20분의 상대적으로 얇은 시간주기에 걸쳐 액상선 온도를 약 5°C 초과하는 온도가 바람직한 결과를 수득하는데 충분하다.

실시예

실시예 1

20(총 값의 5%)의 다이아몬드 농도를 가지는 혼합물을 형성하기 위하여 40/50 메쉬의 다이아몬드 그릿 (De Beers Company가 제조한 SDA-85+)을 철 분말 및 유기 바인더와 혼합하였다. 상기 혼합물은 톱단편의 모양을 형성하기 위하여 강철 몰드안에서 냉각 압축되었다. 상기 전구체를 흑연 몰드안에 배치하고, Nicrobraz LM 분말로 오버레이(overlay)한다. 상기 몰드을 진공하에서 약 1,050°C로 20분간 가열한다. 함침된 브레이즈는 단편을 형성하기 위하여 다이아몬드 및 매트릭스 분말에 결합된다. 이러한 단편 24개를 제조하고, 이들을 바람직한 허용오차로 다듬는다. 이러한 단편들을 14-인치 둘레의 강철 원형 톱날로 브레이즈한다. 상기 날은 전통적인 다이아몬드 톱날로 가능한 절단율보다 더 빠른 절단율로 화강암을 절단하는데 사용되었다. 또한 상기 브레이즈된 톱날은 전통적인 다이아몬드 톱날보다 더 긴 사용수명을 가졌다.

실시예 2

20(총 부피의 5%)의 다이아몬드 농도를 가지는 혼합물을 형성하기 위하여 40/50 메쉬의 다이아몬드 그릿 (De Beers Company가 제조한 SDA-85+)을 금속 분말과 혼합하였다. 다섯 가지의 상이한 비율의 코발트(약 1.5 μm 크기) 및 청동(약 20 μm 크기)을 매트릭스 분말로 사용하였다. 혼합물에 아크릴 바인더를 첨가하고(8 중량%), 케익을 형성하기 위하여 투입량을 혼합하였다. 이후 케익을 1mm 두께를 가지는 시트를 형성하기 위하여 두개의 스테인리스 강철 롤러사이에서 롤링하였다. 이러한 시트들을 길이 40mm 및 폭 15mm를 가진 모양의 톱단편으로 절단하였다. 전통적인 다이아몬드 톱단편을 제조하기 위하여 이러한 각각의 세가지 단편을 조립하고 전형적인 흑연 몰드에 배치하였다. 조립된 단편들을 프레스하고, 전기적 전류가 흑연 몰드를 통과하여 지나가도록 함으로써 가열하였다. 3분 동안 소결한 후, 상기 단편들을 1% 미만의 다공도를 가지는 9mm 높이로 경화하였다. 각각의 조성물의 24개의 단편들을 제조하였다. 이들을 직경 14인치의 원형 톱으로 브레이즈하였다. 이러한 5개의 날들을 화강암 절단에 사용하였고, 전통적인 방법에 의하여 만들어진 더 높은 다이아몬드 농도(예컨대, 23)을 가진 날과 동일하거나 더 나은 작업수행을 함을 발견하였다. 마모된 단편의 현미경 관찰은 비록 다이아몬드 입자들을 총상 매트릭스 안으로 이식하지 않았다 하더라도, 다이아몬드 입자들은 전통적인 방법에 의하여 제조된 단편들 보다 더 균일하게 분포되어 있음을 보여주었다. 총상 매트릭스에서의 입자의 분리는 전통적인 단편의 두꺼운 바디에서의 분리보다 상당히 덜하였다.

실시예 3

실시예 2와 같은 동일한 과정을 따랐으나, 각각의 단편에 더 얇은 층(0.4 mm)들을 사용하였다. 다이아몬드 농도를 15로 감소시켰으며, 입자들을 도 10A 내지 10D에 도시한 바와 같은 설명에 따라 명확하게 이식하였다. 다이아몬드 분포는 매우 향상되었다. 결과적으로, 이러한 날의 작업 수행은 20의 다이아몬드 농도를 가지는 전통적인 방법에 의하여 만들어진 날과 동일하거나 더 좋아졌다.

실시예 4

케익을 형성하기 위하여 약 100 메쉬의 철 분말을 Wall Colmonoy Company사가 만든 S-바인더와 혼합하였다. 이후 상기 케익을 두께 0.4mm의 시트를 형성하기 위하여 롤링하였다. 15의 다이아몬드 농도를 얻기 위하여 이러한 시트안에 40/50 메쉬 SDA-100+ 다이아몬드 그릿을 명확하게 이식하였다. 다이아몬드를 함유하는 이러한 시트를 길이 40mm 및 폭 9mm의 모양의 톱단편으로 절단하였다. 그룹으로 이러한 단편 8개를 조립하여, 흑연 몰드 안에 배치하였다. 24개의 그룹들을 수평적으로 배치하였으며, 또 다른 24개의 그룹을 흑연 몰드 안에 수직으로 배치하였다. Nicrobraz LM 분말 (-140 메쉬) (Wall Colmonoy Company제조)을 이러한 단편들의 상부에 첨가하였다. 이러한 샘플들을 진공 용광로 안에서(10^{-5} torr) 1050°C의 온도로, 수평적으로 배치된 단편은 20분간, 수직으로 배치된 단편은 30분간 가열하였다. 용융된 LM 합금(1000°C에서 액체상 점을 가지는 NI-CR-B-SI)을 이러한 단편들 안으로 함침시켜 다공도를 채웠다. 이러한 단편 위의 과잉의 LM 브레이즈를 전극 방전(EDG)으로써 그라인드 하였다. 이렇게 제조된 각각의 24개의 단편들을 14인치(직경)의 원형 톱날로 브레이즈하였다. 이러한 날들을 화강암을 절단하는데 사용하였으며, 전통적인 톱날 이상의 주목할 만한 향상을 보였다.

실시예 5

약 0.25mm의 층을 형성하기 위하여 Nicrobraz LM 분말을 아크릴 바인더와 혼합하여 롤링하였다. 도 10A 내지 10D에 설명된 바와 같은 방법에 따라 General Electric Company가 제조한 40/50 메쉬 MBS-960 다이아몬드 그릿을 이러한 금속 층들 안으로 명확하게 이식하였다. 이렇게 다이아몬드를 이식한 금속 층들을 적절한 크기로 절단하였고, 와이어 톱의 약 2,000 비드(진주)을 감쌌다. 이러한 비드들(직경 10mm, 길이 10mm)을 두 그룹으로 나누었다: 하나의 그룹은 280개의 결정(약 0.2 캐럿)을 함유한다. 이러한 비드들을 진공 용광로에서 1,000°C의 온도로 8분간 가열하였다. 이러한 비드들을 몇개의 와이어 톱에 설치하고, 대리석, 사문석 및 화강암을 절단하는데 사용하였다. 이러한 비드의 작업수행은 전통적인 비드보다 더 뛰어난 것으로 밝혀졌다. 전통적인 비드는 전형적으로 고온 압축 또는 전기도금을 사용하여 만든다. 이러한 전통적인 비드는 비드당 훨씬 더 많은 양(최고 1캐럿)의 다이아몬드를 함유할 수 있다.

실시예 6

실시예 5에 기술된 동일한 방법이지만, 예컨대, 원형 톱, 얇은 시트 코어 비트(thin-wall core bits), 및 굴곡 그라운더와 같은 다른 제품에 적용하였다. 이러한 제품각각은 유사한 초정밀연마 농도를 가지는 전통적인 전기도금된 다이아몬드 공구이상의 뛰어난 작업 수행을 보여주었다.

실시예 7

반죽(dough)를 형성하기 위하여 87 중량%의 -140 메쉬 Nicrobraz LM (미국 Wall Colmonoy 제조), 8 중량%의 -125 메쉬의 철, 및 5 중량%의 - 60 메쉬의 구리를 함유하는 금속 분말 혼합물을 3 중량%의 아크릴 바인더와 혼합하였다. 상기 반죽을 0.6mm 두께의 시트를 형성하기 위하여 두개의 롤러 사이에서 롤링하였다. 각각의 시트를 모양지어지도록 절단하고, 형판으로 써웠다. 다이아몬드와 다이아몬드 간의 거리가 약 2mm인 미리 결정된 패턴으로 금속층 안에 SDA- 100+

등급(남아프리카 De Beers 제조)의 30/40 메쉬(0.420 내지 0.595 mm) 다이아몬드 그릿을 명확하게 이식하였다. 직경 10mm 및 길이 10mm의 다이아몬드 비드를 형성하기 위하여, 세개의 층들을 함께 쌓아서 강철 슬리브 주위를 감쌌다. 금속을 경화하기 위하여 이러한 비드들을 진공 용광로에서 가열하였으며, 또한 다이아몬드를 제 위치 및 강철 슬리브 위에 브레이즈 하였다. 이러한 다이아몬드 비드 1,000개를 7 x 19 와이어를 함유하는 5mm 이상의 강철 케이블에 맞추었으며, 주입 몰딩에 의하여 형성된 플라스틱 코팅으로 이들을 일정한 간격으로 배치하였다. 상기 와이어 톱은 길이가 25m이며, 루프를 형성하기 위하여 말단과 말단을 연결하였다. 이러한 와이어 톱은 모든 단계의 화강암 블럭(길이 3.5m, 높이 1.8m)을 절단하는데 사용되었다. 달성된 수명은 소비된 다이아몬드 비드(0.5 캐럿)당 0.5 m² 절단 표면이었다. 이러한 절단 표면은 야금학적 분말 방법에 의하여 만들어진 전통적인 다이아몬드 비드에 의한 절단 표면의 두배이다.

실시예 8

본 실시예는 길이 20mm, 두께 5mm, 높이 7mm의 블럭을 형성하기 위하여 많은 다이아몬드로 편입된 층을 조립한 것을 제외하고는 실시예 7과 동일하다. 다이아몬드 단편들을 형성하기 위하여 이러한 블럭들을 진공 용광로에서 경화하였다. 각각의 단편은 약 8부피%의 다이아몬드를 함유하였다. 이러한 단편 30개를 4m 길이의 강철 프레임 위에 브레이즈 하고, 상기 프레임을 왕복식 톱 기계위에 설치하였다. 상기 톱은 야금학적 분말 방법에 의하여 제조된 전통적인 다이아몬드 단편보다 두배로 긴 수명으로 대리석 블럭을 절단하는데 사용되었다.

실시예 9

본 실시예는 직경 150mm의 코어 비트를 위한 약 길이 24mm, 두께 3.5mm인 단편들을 형성하기 위하여 다이아몬드를 이식한 층들을 조립한 것을 제외하고는 실시예 8과 동일하다. 이러한 단편들 내의 다이아몬드 함량은 약 4 부피%였다. 이러한 코어 비트 10개가 콘크리트를 드릴하는데 사용되었다. 이러한 코어 비트의 드릴 속도 및 수명은 야금학적 분말 방법에 의하여 만들어진 전통적인 다이아몬드 단편들보다 훨씬 더 빠르고, 길었다.

실시예 10

본 실시예는 단편의 모양이 원형 톱인 것을 제외하고는 실시예 9와 동일하다. 이러한 단편들을 직경 230 mm(40 mm × 8.5 mm × 2.4 mm의 단편 18개), 300 mm(50 mm × 8.5 mm × 2.8 mm의 단편 24개), 및 350 mm(50 mm × 8.5 mm × 3.2 mm의 단편 24개)인 원형 톱을 만들기 위하여 브레이즈 하였다. 이러한 톱은 뛰어난 작업 수행을 하면서 화강암, 아스팔트, 및 콘크리트를 절단하는데 사용되었다.

실시예 11

본 실시예는 상기 단편들을 그라인딩 훈을 컨디셔닝하기 위한 드레서로서 사용한 것을 제외하고는 실시예 8과 동일하다.

실시예 12

14/16 메쉬 (1.4 mm 내지 1.2 mm 크기) 다이아몬드 그릿들 (천연 다이아몬드 EMB-S, De Beers 제조)을 명확하게 이식한 시트의 단일층을 직경 20mm, 두께 8mm의 팔레트(pellet)위에 씌웠다. 이러한 많은 팔레트들을 진공 용광로에서 브레이즈 하였다. 이러한 팔레트 중 3000개 이상을 석재 및 목재 바닥을 그라인드 하는 바닥 그라인딩 기계위에 설치하였다. 상기 생성물은 전통적인 다이아몬드 그라인더보다 그라인딩 속도가 세배나 더 빠르다는 것을 보여준다.

실시예 13

명확하게 이식된 40/50 메쉬 (0.420 – 0.297mm 크기) ISD 1700 등급 (한국 일진 다이아몬드사 제조)의 다이아몬드 그릿을 함유하는 단일층을 프로필 훈(profile wheel)의 구부려진 표면 위에 놓고, 땀땀한 공구를 형성하기 위하여 진공 용광로에서 브레이즈 하였다. 다양한 직경의 프로필 훈(profile wheel) 중 100개 이상을 화강암 및 대리석 석판의 에지(edge)를 형성하는데 사용하였다. 이러한 프로필 훈은 전기도금 또는 소결방법에 의하여 만들어진 전통적인 다이아몬드 공구보다 세배 이상 빠르게 절단할 수 있었다.

실시예 14

본 실시예는, 단일층으로 된 다이아몬드 비드를 형성하기 위하여 강철 슬리브 주위를 다이아몬드를 이식한 층으로 감싼 것을 제외하고는 실시예 13과 동일하다. 이러한 비드를 100,000개 이상 제조하였다. 이것들은 뛰어난 성능으로 화강암 또는 대리석을 절단하는데 사용되었다.

실시예 15

본 실시예는, 다이아몬드 그릿이 80/100 메쉬이고, 다이아몬드를 이식한 층을 직경 4인치의 평평한 디스크 표면을 씌우는데 사용하였다는 것을 제외하고는 실시예 12와 동일하다. 이러한 디스크 4개를 제조하여 실리콘 웨이퍼를 연마하는 CMP(화학적 및 기계적 연마) 패드를 드레싱하는 컨디셔너로 사용하였다. 결과는 상기 CMP 효율은 전기도금 또는 브레이징에 의하여 만들어진 전통적인 컨디셔너보다 훨씬 향상되었으며, 컨디셔너는 더 오래가는 것으로 나타났다.

실시예 16

Wall Colmonoy의 Nicrobraz LM 분말을 브레이즈로 사용하였다. 상기 브레이즈를 철 분말(Fe), 구리 분말(Cu), 또는 다양한 비율의 철 및 구리 분말 중 하나와 혼합하였다(다음은 전체적인 혼합물의 중량%를 말한다): 90LM/IOSiC ; 90LM/

10WC ; 100LM ; 92LM/8Fe; 90LM/10Cu ; 82LM/8Fe/10Cu ; 80LM/20Cu ; 72LM/8Fe/20Cu ; 70LM/30Cu ; 및 60LM/40Cu. 상기 혼합물은 또한 모든 분말을 함께 접착하는데 사용되는 아크릴 바인더를 4 중량% 함유한다. 상기 혼합물은 시트를 형성하기 위하여 냉각 압축되고, 대부분의 유기 바인더를 태워 없애기 위해 공기중에서 30분간 400°C로 가열한다. 이후 상기 예비적 형성자를 10⁻⁵torr의 압력이 유지되는 진공 오븐에 배치한다. 12분간 1,010°C의 온도로 가열한다. LM이 완전히 용융되고, 고체 금속 분말에 함침된 후(또는 용융된 LM의 보조에 의하여 소결된 금속), 경화된 케익을 냉각시킨다. 냉각 후 경화된 케익을 오븐 밖으로 꺼내어 강도 및 내마모성에 대해 테스트 한다. 이러한 조성물들의 HRB 강도는 각각 140, 130, 120, 118, 116, 110, 108, 100, 100, 및 70인 것으로 밝혀졌다. 내마모성은 동일한 순서로 감소한다.

상기 그레이드 효율적으로 작업피스를 절단하기 위한 적절한 높이로 노출될 수 있기 위하여는 강도 또는 내마모성이 공구 내의 다이아몬드 마모율과 일치하여야 하기 때문에, 강도 또는 내마모성은 중요하다. 다이아몬드 입자와 같은 연마 물질이 무른 매트릭스에 결합될 때, 연마 물질은 과잉 노출될 수 있다. 결과적으로, 상기 연마 물질은 절단 작용을 하는 동안 손상되거나 제거되고, 그리하여 공구 수명을 감소시키게 된다.

이러한 실험들에 기초하여 92LM/8Fe 매트릭스에 결합된 다이아몬드는 콘크리트, 화강암, 및 사암과 같은 단단한 물질을 절단하는데 가장 적절하다고 측정되었다. 80LM/20Cu 매트릭스는 석회석 및 대리석과 같은 더 무른 물질을 절단하는데 적절하다.

30/40 메쉬 (SDA-100+, De Beers Company)의 다이아몬드 그릿들을 80LM/20Cu 매트릭스와 혼합하였다. 30의 다이아몬드 농도(약 8 부피%)을 함유하는 다양한 컷팅 공구들을 제조하였다. 공구들은 이후 각각 원형 톱날, 왕복식의 컷팅 쟁톱날, 및 강철 케이블로 브레이즈되는 원형 톱 단편, 갱(gang) 톱 단편, 및 와이어 톱 비드를 포함한다. 어느정도 임의적이라 하더라도, 이러한 공구들은 더 긴 수명 및 높은 절단율로 다양한 암석을 소ing하는데 사용되었다.

실시예 17

본 실시예는 용융 단계 없이 고체 브레이즈 분말을 함께 소결하는 실시예이다. 반죽을 형성하기 위하여 LM 분말을 다양한 비율의 Fe, Cu 또는 둘 모두 그리고 아크릴 바인더(4 중량%)와 혼합하였다. 이후 상기 반죽을 1mm 두께의 시트를 형성하기 위하여 강철 롤러를 사용하여 롤링하였다. 고정된 위치에 적절한 크기의 구멍을 함유하는 형판을 사용하여 SDA-100+의 30/40 (18 농도) 및 40/50 (22 농도) 다이아몬드 그릿들을 이러한 시트안에 명확하게 이식하였다. 이러한 시트들을 길이 40mm, 폭 8mm의 크기로 절단한다. 이러한 절단막들 중 5개를 30/40 메쉬 다이아몬드를 함유하는 삼중심 층으로 함께 쌓는다. 상기 접합체(assembly)는 400기압 및 900°C의 흑연 몰드 안에서 고온 압축된다. 냉각 후, 상기 단편은 원형 강철 날위에 브레이즈된다. 80LM/20Cu 및 80LM/10Fe/10Cu를 함유하는 매트릭스를 가진 상기 날들은 충분하게 작업을 수행하였다.

실시예 18

본 실시예에서는 단일층의 다이아몬드 형태가 패드 컨디셔너를 제조하기 위하여 기질위에 직접적으로 브레이즈된다. 전성의(malleable) 반죽을 형성하기 위하여 LM 분말을 4 중량%의 아크릴 바인더와 혼합하였다. 두께 0.2 mm의 층을 형성하기 위하여 상기 반죽을 두개의 강철 롤 사이에서 롤링한다. 일진 다이아몬드사가 제조한 IMD-H의 80/90 메쉬 다이아몬드 그릿을 상기 시트안에 이식하는데 사용하였다. 이식은 다이아몬드와 다이아몬드 간 거리가 0.7mm로 고정된 형판에 의하여 안내된다. 이후 다이아몬드를 이식한 LM 층을 두께 6.5mm의 크기로 나듬고, 6.5mm 두께의 평평한 스테인리스(316)판에 유기적 바인더를 사용하여 부착하였다. 이후 접합체(assembly)를 진공에서 10분간 1,010°C로 가열한다. 가열은 LM층을 녹여 기질에 결합하게 한다. 마감된 다이아몬드 디스크는 실리콘 웨이퍼를 화학적 및 기계적 평탄화(CMP)하는 동안 패드를 드레스하는 패스 컨디셔너로 사용된다. 상기 결과는 임의적으로 분포된 다이아몬드 그릿들을 함유하는 전통적인 다이아몬드 디스크와 비교할 때, 이러한 다이아몬드 디스크들은 수명이 두배로 길어진다는 것을 알려준다.

실시예 19

본 실시예는 상기 Nicrobraz LM 분말이 140 메쉬임을 제외하고는 실시예 18과 동일하다.

실시예 20

슬러리를 형성하기 위하여 325 메쉬의 Nicrobraz LM 분말을 Nicrobraz S 바인더와 혼합한다. 이후 얇은 코팅을 형성하기 위하여 상기 슬러리를 직경 20mm 및 두께 8mm의 등근 스테인리스 강철 팔레트 100개에 분사한다. 0.15mm의 두께가 달성될 때까지 상기 분사 공정을 반복하였다. 코팅을 건조한 후, 구멍 사이의 거리가 0.5mm인 사각 격자를 형성하기 위해 드릴된 구멍을 가진 형판을 기질위에 배치한다. 이후 미리 결정된 격자 패턴을 형성하기 위하여 100/120 메쉬 다이아몬드를 상기 기질위에 배치한다. 이후 부착된 다이아몬드 입자들을 표면에 남기면서 상기 형판을 제거한다. 이후 200°C 대기의 오븐에서 2시간동안 상기 바인더를 가열하여 제거한다. 이후 진공에서 1,005°C로 10분간 상기 접합체(assembly)를 가열한다. 가열 공정 동안, 상기 용융된 브레이즈는 다이아몬드를 습윤시키고, 기질에 접촉하기 위하여 모세관힘은 다이아몬드 입자를 아래로 잡아당긴다. 생성물은 습윤 기울기를 형성하도록 단단하게 브레이즈된 다이아몬드를 가진 다이아몬드 팔레트이며, 이러한 다이아몬드 결정들은 미리 결정된 격자 패턴을 형성한다. 상기 생성물 공구는 CMP 용도에서 사용하기에 상당히 적합하다.

실시예 21

본 실시예는 상기 슬러리가 Wall Colmonoy사가 공급하는 NICRO-SPRAY 제품으로 이미 제조된 제품이라는 점을 제외하고는 실시예 12와 동일하다.

실시예 22

본 실시예는 상기 슬러리가 NANBAU 수지(대만산)를 함유하는 메탄올 벤젠 수용액에 NICROBRAZ LN 분말을 부유시킴으로써(suspending) 제조된다는 것을 제외하고는 실시예 12와 동일하다.

실시예 23

상기 브레이즈는 Honeywell사가 제조한 약 0.001" 두께의 MBF-20 호일인 무정형의 브레이즈 합금 시트로 제공된다. 호일을 다양한 크기로 구멍뚫고, 둥근 스테인리스 강철 기질에 부착한다. 이후 80/90 메쉬 다이아몬드 입자를 미리 결정된 격자 패턴으로 배열하기 위하여 형판을 사용한다. 이후 상기 접합체(assembly)를 탈왁스 적용하고, 합금을 농이고 다이아몬드를 상기 기질에 결합하기 위하여 진공 용광로에서 가열한다. 최종 공구는 CMP 용도에서 패드 컨디셔너로 사용된다. 생성된 공구는 연마율을 전통적인 패드 컨디셔너보다 훨씬 더 오래 유지시킬 수 있음을 보여준다. 또한 반도체 웨이퍼에 대한 결점은 현저하게 감소시킨다.

실시예 24

상기 브레이즈는 Honeywell사가 제조한 0.002"의 두께를 가지는 MBF-20 호일인 무정형의 브레이즈 합금 시트로 제공된다. 중앙에 50mm의 구멍을 가지는 직경 100mm의 고리형 구획은 호일밖으로 뚫려진다. 이후 형판을 무정형의 브레이즈 환형 고리위에 배치하고, 상기 형판 표면위에 60/80 메쉬의 다이아몬드 입자들을 흘린다. 과잉의 다이아몬드를 제거하고, 이후 다이아몬드 입자 세트를 미리 결정된 패턴으로 낚겨두면서 상기 형판을 제거한다. 이러한 다이아몬드 입자들의 상부에 추가적인 환형 고리를 부착한다. 이러한 무정형의 합금-다이아몬드 무정형의 합금 샌드위치 6개를 매 두층사이의 두께가 0.1mm인 동일한 크기의 스테인리스 고리와 조립한다. 아크릴 접착제는 상기 접합체를 서로 부착하는데 사용된다. 이후 접착제를 날려버리기 위하여 최종 접합체를 200°C로 2시간 동안 가열한다. 이후 상기 접합체를 1,005°C의 진공 용광로에서 15분동안 가열한다. 생성된 공구는 표면 바로위 뿐 아니라 체적안에도 다이아몬드 배열을 함유하는 삼차원적 구조물이다. 이후 이러한 삼차원적 구조물을 그라인딩 훨로 사용하기 위한 손잡이를 가지는 쳇(chuck)에 설치한다. 이러한 그라인딩 훨은 다이아몬드 주위에 연결된 공극을 함유하는 독특한 특징을 가지고 있다. 이러한 공극들은 절단 부스러기를 제거하기 위한 통로로서 기능할 수 있다. 이러한 그라인딩 훨의 개방성을 자유로운 절단을 가능하게 하여 절단 속도가 전통적인 그라인딩 훨 속도의 두배가 된다. 매트릭스로 금속을 사용하는 전통적인 그라인딩 훨은 이러한 상호연결된 공극들을 함유하고 있지 않다.

산업상 이용 가능성

본원 발명의 절단 공구가 선행기술 절단 공구에 대하여 가지는 뛰어난 이점은 상기 공구가 사용되는 방식에 있다. 다이아몬드 톱은 전형적으로 각각 회전하는 동일한 방향에서의 회전에 의하여 작업 피스를 절단하는 원형 날의 형태로 제조하였다. 이러한 단일 방향적 거동은 "테일(tail)"을 형성하는 원인이 되며, 여기에서 돌아가면서 다이아몬드 앞부분의 매트릭스 물질은 마모되지만, 다이아몬드 입자 뒷부분의 매트릭스 물질은 상기 다이아몬드 입자에 의하여 보호된다. 만약 상기 톱 회전이 역으로 된다면, 상기 다이아몬드 입자는 매트릭스 없이 쉽게 부딪치게 된다.

그러나 원형톱은 상기 톱 직경의 1/2 미만의 깊이로 작업 피스를 절단만 할 수 있다. 더 두꺼운 작업피스를 절단하기 위하여, 프레임 또는 쟁틀이 전형적으로 사용된다. 이러한 톱들은 왕복적으로 움직이기 때문에, 상기 다이아몬드 입자들은 각 출면위에 튼튼하게 유지되어야 한다. 결과적으로 다이아몬드 매트릭스의 테일은 다이아몬드 입자들을 제 위치에 고정하도록 유지될 수 없다. 왕복하는 다이아몬드 톱을 화강암과 같은 단단한 암석을 절단하는데 사용하지 않았던 것은 이러한 이유 때문이다. 이들은 대리석과 같은 무른 물질의 절단에만 사용된다.

본원 발명은 다이아몬드를 브레이즈에 의하여 화학적으로 고정될 수 있게 한다. 그러므로 매트릭스 테일은 다이아몬드를 차지할 필요가 없다. 결과적으로, 본원 발명에 따라 제조된 공구들은 단단한 물질을 절단하기 위한 왕복식 톱에 사용될 수 있다. 이러한 난문제의 해결은 발전은 선행 기술의 한계로 인하여 이미 사용가능하지 않게 된 시장으로 다이아몬드 용도를 확장시킬 수 있다.

공구의 작업성능을 향상시키고, 제조 비용을 감소시킬 수 있는 것 이외에도, 본원 발명은 또한 더 쉬운 얇은 날 공구 제조 방법을 제공한다. 예를 들어, 전자 산업은 절점 더 큰 실리콘 웨이퍼(현재 직경 12 인치)를 사용하는 것을 필요로 한다. 그러므로 실리콘 결정을 얇게 자르는 더 얇은 톱날 및 더 촘촘한 구분을 가지는 더 얇은 다이싱 훨(dicing wheel)에 대하여 상당한 수요가 존재해 왔다.

본원 발명이 개시되기 전에는, 균일하게 분포된 다이아몬드 입자들을 함유하는 매우 얇은 날 공구를 제조하는 것은 현저하게 어려웠다. 본원 발명은 이러한 공구를 제조하는 대안적 방법을 제공한다. 예를 들어, 다이아몬드의 마이크론 분말, 금속 분말의 혼합물(예컨대, 청동 및 코발트) 및 적절한 바인더를 혼합함으로써, 상기 물질은 대부분의 다이싱 훨보다 더 얇은 0.1mm-두께보다 얇게 르링할 수 있다. 이러한 얇은 시트를 소성(firing)하고 공구위 고정체에 설치함으로써, 얇은 다이싱 훨을 만들 수 있다.

또 다른 방법으로, 상기 설명된 제어된 분포, 다중층의 초정밀연마 배열의 몇가지 이점이 형판을 사용하지 않고도 달성을 할 수 있음이 본원 발명에 따라서 발견되었다. 더욱 구체적으로, 상기 연마 입자들은 매트릭스 분말과 혼합될 수 있으며, 총상막의 구성요소로 만들어질 수 있다. 이러한 경우, 연마 입자의 분포는 여전히 어느정도는 임의적이다. 그렇다 하더라도, 상기 분포는 전통적인 연마 바디에서의 분포 보다는 전형적으로 더욱 균일하다. 배경 기술 부분에서 논의된 연마 입자 및 매트릭스 분말의 분리는 삼차원적 바디에서보다 실질적으로 이차원적인 시트에서 덜 광범위하다. 이는 변형 공정(deforming process, 예컨대, 르링)에 의해 만들어지는 시트에 대하여는 특히 사실이다. 이러한 경우, 연마 입자들은 르링의 전단가공 작용에 의하여 매트릭스 안에서 추가적으로 펼쳐진다.

본원 발명은 또한 연마 공구 제조에 관련되지 않는 다른 용도에도 적용될 수 있다. 예를 들어, 다이아몬드 입자들로 이식된 흑연 또는 금속 시트는 고압 및 고온 하에서 다이아몬드 성장을 위한 종자로서 사용될 수 있다. 산업적 다이아몬드는 전

형적으로 고압으로 흑연 및 금속 촉매(예컨대, Fe, Co, 또는 Ni 합금)의 교대층을 압축시키거나 촉매의 녹는점 이상으로 가열시킴으로써 제조할 수 있다. 이후 다이아몬드는 이러한 층들의 경계면위에 임의적으로 핵모양을 이룬다. 상기 형성된 다이아몬드 결정의 품질은 종종 비균일하게 분포된 성장 결정의 부딪힘에 의하여 나쁜 영향을 받는다. 그러므로 다이아몬드 합성의 수득율 및 비용은 균일하게 분포된 핵을 제조함으로써 실질적으로 향상될 수 있다. 본원 발명은 미리 결정된 패턴의 다이아몬드 종자를 가지는 흑연 또는 금속 촉매층을 제공할 수 있다. 만약 유기적 바인더가 이러한 층들을 제조하는 동안 도입된다면, 유기적 바인더는 압축으로 적재되기 전에 가열에 의하여 제거될 수 있다.

그러므로 향상된 작업성능을 가진 초정밀연마 공구를 제조하는 방법이 개시되어 있다. 상기 설명 및 실시예들은 본원 발명의 특징의 잠재적인 용도를 설명하기 위한 의도일 뿐이다. 당업자들은 본원 발명이 광범위한 효용 및 용도에 적용가능함을 쉽게 이해할 수 있을 것이다. 많은 변화, 변형 및 등가의 배열 뿐 아니라 여기서 설명한 것 이외에 본원 발명의 많은 실시예 및 적용들은 본원 발명의 범주 물질들에서 벗어남이 없이 본원 발명 및 본원 발명의 상기 설명으로부터 명백하거나 논리적으로 제안될 것이다. 따라서 본원 발명은 바람직한 실시예에 관련하여 여기에서 상세하게 설명되었지만, 이러한 개시는 본원 발명의 예시 및 대표예일 뿐이며, 단순히 본원 발명의 완전하고 실시 가능한 개시를 제공하기 위한 목적으로 된 것이다. 상기 개시는 본원 발명을 제한하거나 또는 그 밖에 이러한 다른 실시예, 적용, 변화, 변형 및 등가의 배열을 제외하고자 하거나 제한 또는 제외하는 것으로 해석되는 것은 아니며, 본원 발명은 여기에 첨부된 청구항 및 이의 균등물에 의하여만 제한된다.

상기-언급된 배열들은 본원 발명의 원리를 적용한 예시들이다. 수많은 변형 및 배열들은 본원 발명의 범주 및 원리를 벗어나지 않고 당업자에 의하여 고안될 수 있을 것이다, 첨부된 청구항은 이러한 변형 및 배열들을 뒷받침하고자 한 것이다. 그러므로 본원 발명은 현재 가장 실용적이고 바람직한 본원 발명의 실시예들로 간주되는 것과 관련하여 특별하고 상세하게 상기에 설명되었지만, 크기, 물질, 모양, 형태, 기능, 작동 방식, 조립 및 용도의 변화에 제한되지 않고 이들을 포함하는 수많은 변형이 당업자에게는 명백할 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

다음의 단계를 포함하는 초정밀연마 공구 제조 방법 :

- 기질을 제공하는 단계; 그리고
- 미리 결정된 패턴에 따라서 기질의 노출된 표면에 직접적으로 복수의 초정밀연마 입자들을 브레이징하는 단계.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 상기 브레이징 단계는 티타늄, 바나듐, 크롬, 지르코늄, 몰리브덴, 텅스텐, 망간, 철, 실리콘, 알루미늄 그리고 이들의 혼합물로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 물질을 포함하는 브레이징 합금을 사용하여 달성되는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법.

청구항 3.

제 2항에 있어서, 상기 브레이징 합금은 크롬, 망간, 티타늄, 실리콘 및 알루미늄으로 구성되는 그룹으로부터 선택된 물질의 2 내지 50 중량%를 포함하는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법.

청구항 4.

제 3항에 있어서, 상기 물질은 크롬인 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법.

청구항 5.

제 2항에 있어서, 상기 브레이징 합금은 무정형의 브레이즈 시트로서 제공되는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법.

청구항 6.

제 5항에 있어서, 브레이징 단계에 앞서, 다음의 단계들을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법 :

- 복수의 초정밀연마 입자들을 미리 결정된 패턴으로 상기 기질에 부착하는 단계; 그리고

b) 상기 무정형의 브레이즈 합금 시트를 초정밀연마 입자 위에 배치하여, 상기 초정밀연마 입자가 무정형의 브레이즈 시트과 노출된 표면의 사이에 위치되는 단계.

청구항 7.

제 5항에 있어서, 브레이징 단계에 앞서, 다음의 단계들을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법:

- a) 복수의 초정밀연마 입자들을 미리 결정된 패턴으로 무정형의 브레이즈 합금에 부착하는 단계; 그리고
- b) 부착된 초정밀연마 입자를 가지는 상기 무정형의 브레이즈 합금 시트를 상기 기질의 노출된 표면 위에 배치하여, 상기 초정밀연마 입자가 무정형의 브레이즈 시트과 노출된 표면 사이에 배열되는 단계.

청구항 8.

제 5항에 있어서, 브레이징 단계에 앞서, 다음의 단계들을 더 포함하는 초정밀연마 공구 제조 방법 :

- a) 상기 무정형의 브레이즈 시트를 기질의 노출된 표면에 배치하는 단계; 그리고
- b) 복수의 초정밀연마 입자를 미리 결정된 패턴으로 무정형의 브레이즈 합금 시트에 부착하여, 상기 무정형의 브레이즈 시트가 초정밀연마 입자와 상기 노출된 표면사이에 배열되는 단계.

청구항 9.

제 1항에 있어서, 상기 브레이징 단계는 초정밀연마 입자를 상기 기질에 직접적으로 브레이즈 하기에 충분한 1,100°C 미만의 온도로 상기 브레이징 합금 및 기질을 가열하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법.

청구항 10.

제 6항, 7항 또는 8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 부착단계에 앞서, 다음의 단계들을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법:

- a) 형판 안에 미리 결정된 패턴의 개구(aperture)를 가지는 형판을 제공하는 단계;
- b) 상기 초정밀연마 입자를 형판에 부착하는 단계에 앞서 무정형의 브레이즈 시트 또는 기질에 형판을 배치하는 단계;
- c) 상기 개구를 상기 초정밀연마 입자로 채우는 단계; 그리고
- d) 상기 형판을 제거하여, 상기 초정밀연마 입자가 미리 결정된 형판의 패턴에 따라 무정형의 합금 시트 또는 기질위의 위치에 남게되는 단계.

청구항 11.

제 10항에 있어서, 상기 초정밀연마 입자는 접착제를 사용하여 무정형의 브레이즈 시트 또는 기질에 부착되는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법.

청구항 12.

제 10항에 있어서, 각 개구는 하나의 초정밀연마 입자를 보유하도록 배열되는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법.

청구항 13.

제 12항에 있어서, 일부 개구들은 다른 개구들 보다 더 큰(large) 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법.

청구항 14.

제 2항에 있어서, 상기 브레이징 합금은 분말로서 제공되는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법.

청구항 15.

제 14항에 있어서, 상기 브레이징 단계에 앞서, 상기 기질의 노출된 표면에 미리 결정된 패턴으로 복수의 초정밀연마 입자를 부착하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법.

청구항 16.

제 15항에 있어서, 상기 부착단계에 앞서, 다음의 단계들을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법 :

- a) 슬러리를 형성하기 위하여 상기 분말 브레이징 합금을 캐리어제와 혼합하는 단계;
- b) 기질의 노출된 표면에 슬러리를 적용하는 단계;
- c) 형판 안에 미리 결정된 패턴의 개구를 가지는 형판을 제공하는 단계;
- d) 브레이징 합금에 상기 형판을 배치하는 단계;
- c) 초정밀연마 입자로 상기 개구를 채우는 단계; 그리고
- d) 상기 형판을 제거하여, 브레이징 단계 동안 상기 형판의 미리 결정된 패턴에 따라서 상기 브레이징 합금위의 위치에 초정밀연마 입자가 남는 단계.

청구항 17.

제 2항에 있어서, 상기 브레이징 단계에 앞서 다음의 단계들을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법 :

- a) 상기 기질의 노출된 표면에 미리 결정된 패턴으로 상기 초정밀연마 입자들을 부착시키는 단계; 그리고
- b) 상기 기질 및 상기 초정밀연마 입자에 브레이즈 합금을 적용하는 단계.

청구항 18.

제 17항에 있어서, 상기 부착 단계에 앞서, 다음의 단계들을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법 :

- a) 미리 결정된 패턴에 대응되는 복수의 개구를 가지는 형판을 제공하는 단계;
- b) 기질의 노출된 표면에 상기 형판을 배치하는 단계;
- b) 초정밀연마 입자들로 개구를 채우는 단계; 그리고
- c) 형판을 제거하여, 상기 브레이징 단계 동안 형판의 미리 결정된 패턴에 따라 노출된 표면의 위치에 초정밀연마 입자가 남는 단계.

청구항 19.

제 17항에 있어서, 상기 부착 단계에 앞서, 다음의 단계들을 더 포함하는 초정밀연마 공구 제조 방법 :

- a) 상기 미리 결정된 패턴에 대응되는 복수의 개구를 가지는 형판을 제공하는 단계;

- b) 이동판 위에 상기 형판을 배치하는 단계;
- b) 초정밀연마 입자들로 상기 개구를 채우는 단계;
- c) 상기 형판을 제거하여, 상기 형판의 미리 결정된 패턴에 따라 이동판위의 위치에 상기 초정밀연마 입자가 남는 단계; 그리고
- d) 상기 이동판을 사용하여 상기 기질의 노출된 표면에 상기 초정밀연마 입자들을 옮겨서, 상기 미리 결정된 패턴에 따라 기질의 노출된 표면에 상기 초정밀연마 입자들이 부착되는 단계.

청구항 20.

제 19항에 있어서, 상기 초정밀연마 입자들의 이동을 이동판으로 누르는 단계에 앞서, 노출된 표면에 접착제를 바름으로써 기질의 노출된 표면에 초정밀연마 입자가 부착되고, 이동판위의 위치에 초정밀연마 입자를 보유하는 힘보다 기질위의 상기 접착제가 더 강한 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법.

청구항 21.

제 18항 또는 제 19항에 있어서, 상기 브레이징 합금은 무정형의 브레이즈 시트로서 제공되는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법.

청구항 22.

제 18항 또는 제 19항에 있어서, 상기 브레이징 합금은 분말로서 제공되는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법.

청구항 23.

다음의 단계들을 포함하는 초정밀연마 공구 제조 방법:

- a) 노출된 표면을 가지는 기질을 제공하는 단계;
- b) 크롬, 망간, 티타늄, 실리콘 및 알루미늄으로 구성되는 그룹으로부터 선택된 물질의 2 내지 50 중량%를 갖는 무정형의 브레이즈 합금 시트를 제공하는 단계;
- c) 미리 결정된 패턴에 따라 상기 기질의 노출된 표면위에 복수의 초정밀연마 입자를 부착하는 단계;
- d) 상기 기질의 노출된 표면에 부착된 상기 초정밀연마 입자위에 무정형의 브레이즈 합금 시트를 적용하는 단계; 그리고
- e) 상기 기질의 노출된 표면에 직접적으로 초정밀연마 입자를 브레이즈하고 시트를 녹이는데 충분한 1,100°C 이하의 온도로 상기 무정형의 브레이즈 합금을 가열하는 단계.

청구항 24.

다음의 단계들을 포함하는 초정밀연마 공구 제조 방법:

- a) 노출된 표면을 가지는 기질을 제공하는 단계;
- b) 상기 기질의 노출된 표면위에 미리 결정된 패턴에 따라 복수의 초정밀연마 입자를 부착하는 단계;
- c) 크롬, 망간, 티타늄, 실리콘 및 알루미늄으로 구성되는 그룹으로부터 선택된 물질의 2 내지 50 중량%를 가지는 분말의 브레이징 합금을 상기 기질 및 상기 초정밀연마 입자에 적용하는 단계; 그리고
- d) 상기 합금을 녹이고 상기 기질의 노출된 표면에 직접적으로 상기 초정밀연마 입자를 브레이즈하는 데 충분한 1,100°C 이하의 온도로 상기 브레이징 합금을 가열하는 단계.

청구항 25.

다음을 포함하는 초정밀연마 공구 제조 방법:

- a) 매트릭스 지지 물질을 제공하는 단계; 그리고
- b) 무정형의 브레이징 합금 시트를 사용하여 상기 지지 매트릭스의 노출된 표면에 직접적으로 복수의 초정밀연마 입자를 브레이즈하는 단계.

청구항 26.

제 25항에 있어서, 상기 브레이징은 티타늄, 바나듐, 크롬, 지르코늄, 몰리브덴, 텅스텐, 망간, 철, 실리콘 및 알루미늄으로 구성되는 그룹으로부터 선택된 물질을 포함하는 브레이징 합금을 사용하여 달성되는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법.

청구항 27.

제 26항에 있어서, 다음을 더 포함하는 초정밀연마 공구 제조 방법:

- a) 상기 매트릭스 지지 물질의 노출된 표면위에 상기 초정밀연마 입자를 부착하는 단계; 그리고
- b) 상기 초정밀연마 입자에 상기 무정형의 브레이즈 시트를 적용하는 단계.

청구항 28.

제 27항에 있어서, 상기 초정밀연마 입자는 접착제를 사용하여 상기 매트릭스 지지 물질에 부착되는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법.

청구항 29.

제 27항에 있어서, 다음을 더 포함하는 초정밀연마 공구 제조 방법:

- a) 복수의 무정형의 브레이즈 시트를 제공하는 단계;
- b) 노출된 표면을 가지는 복수의 매트릭스 지지 물질을 제공하는 단계;
- c) 상기 복수의 매트릭스 지지 물질에 상기 초정밀연마 입자를 부착하는 단계;
- d) 복수의 개별적인 초정밀연마재 단편들을 형성하기 위하여 상기 초정밀연마 입자에 상기 복수의 시트를 적용하는 단계;
- e) 삼차원적 공구 전구물질을 형성하기 위하여 상기 개별적인 초정밀연마 단편들을 서로 인접하도록 배치하는 단계; 그리고
- f) 삼차원적 연마 공구 단편을 형성하기 위하여 상기 공구 전구물질을 경화하는 단계.

청구항 30.

제 29항에 있어서, 상기 부착단계는 미리 결정된 패턴으로 상기 초정밀연마 입자를 배치하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 제조 방법.

청구항 31.

다음을 포함하는 초정밀연마 공구 제조 방법:

- a) 복수의 무정형의 브레이즈 시트를 제공하는 단계;
- b) 노출된 표면을 가지는 복수의 매트릭스 지지 물질 층을 제공하는 단계;
- c) 상기 복수의 무정형의 브레이즈 시트위에 미리 결정된 패턴으로 상기 초정밀연마 입자를 부착하는 단계;
- d) 복수의 개별적인 초정밀연마 단편들을 형성하기 위하여 상기 매트릭스 지지 물질의 노출된 표면위에 초정밀연마 입자를 가지는 상기 복수의 무정형의 브레이즈 시트를 적용하는 단계;
- e) 상기 개별적인 초정밀연마 단편들을 미리 결정된 패턴에 따라 초정밀연마 입자의 삼차원적 배열을 가지는 공구 전구 물질로 조립하는 단계; 그리고
- f) 브레이즈 합금을 녹이고 상기 매트릭스 지지 물질을 소결하는데 충분한 온도로 상기 공구 전구물질을 가열함으로써 경화하는 단계.

청구항 32.

다음을 포함하는 초정밀연마 공구:

- a) 고체 금속 기질;
- b) 복수의 초정밀연마 입자; 그리고
- c) 상기 복수의 초정밀연마 입자를 상기 고체 금속 기질에 화학적으로 결합하는 무정형의 브레이즈 합금 시트.

청구항 33.

제 32항에 있어서, 상기 브레이징 합금은 티타늄, 바나듐, 크롬, 지르코늄, 몰리브덴, 텅스텐, 망간, 철, 실리콘 및 알루미늄으로 구성되는 그룹으로부터 선택된 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구.

청구항 34.

제 32항에 있어서, 상기 브레이징 합금은 크롬, 망간, 티타늄, 실리콘 및 알루미늄으로 구성되는 그룹으로부터 선택된 물질의 2 내지 50 중량%를 포함하는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구.

청구항 35.

제 32항에 있어서, 상기 미리 결정된 패턴은 격자인 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구.

청구항 36.

제 32항에 있어서, 상기 미리 결정된 패턴은 실질적으로 상기 초정밀연마 공구의 외부 가장자리를 따라서 위치하는 초정밀연마 입자로 구성되는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구.

청구항 37.

제 32항에 있어서, 상기 미리 결정된 패턴은 초정밀연마 입자의 내부 부분 농도보다 더 높은 초정밀연마 입자의 외부 부분 농도를 포함하는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구.

청구항 38.

제 32항에 있어서, 상기 미리 결정된 패턴은 균일한 격자인 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구.

청구항 39.

다음을 포함하는 초정밀연마 공구 전구체:

- a) 금속 지지 매트릭스;
- b) 상기 금속 지지 매트릭스와 접촉하도록 배치된 복수의 초정밀연마 입자; 그리고
- c) 상기 복수의 초정밀연마 입자와 접촉하도록 배치된 무정형의 브레이즈 합금 시트.

청구항 40.

다음을 포함하는 초정밀연마 공구 전구체:

- a) 금속 지지 매트릭스;
- b) 상기 금속 지지 매트릭스와 접촉하도록 배치된 무정형의 브레이즈 합금 시트; 그리고
- c) 상기 무정형의 브레이즈 시트위에 배치된 복수의 초정밀연마 입자.

청구항 41.

제 39항 또는 제 40항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 복수의 초정밀연마 입자는 미리 결정된 패턴에 따라 배열되는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 전구체.

청구항 42.

제 39항 또는 제 40항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 무정형의 브레이즈 합금 시트는 미리 결정된 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 전구체.

청구항 43.

제 39항 또는 제 40항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 공구 전구체는 CMP 패드 드레서로서 사용하기 위하여 배열되는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 전구체.

청구항 44.

제 39항 또는 제 40항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 초정밀연마 입자는 100 내지 350 마이크로미터의 크기를 가지는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 전구체.

청구항 45.

제 39항 또는 40항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 초정밀연마 입자는 상기 금속 지지 매트릭스 위의 미리 결정된 높이로 연장하는 것을 특징으로 하는 초정밀연마 공구 전구체.

요약

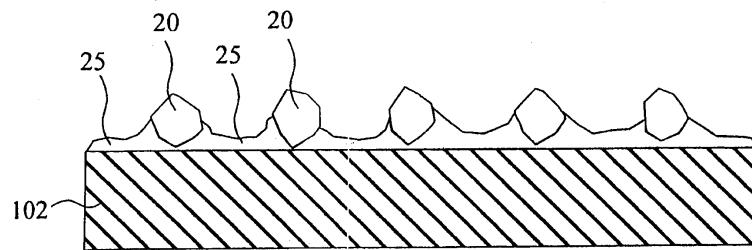
초정밀연마 공구들 및 그 제조 방법이 개시되고 설명되어 있다. 일 양태에서, 초정밀연마 입자들은 브레이즈 합금에 의하여 미리 결정된 패턴에 따라서 매트릭스 지지 물질에 화학적으로 결합되어 있다. 상기 브레이즈 합금은 분말, 얇은 시트 또는 무정형의 합금 시트로 제공될 수 있다. 미리 결정된 패턴으로 배열된 복수의 개구(aperture)를 가지는 형판(template)은 주어진 기질 또는 매트릭스 지지 물질에 초정밀연마 입자들을 배치하기 위해 사용될 수 있다.

대표도

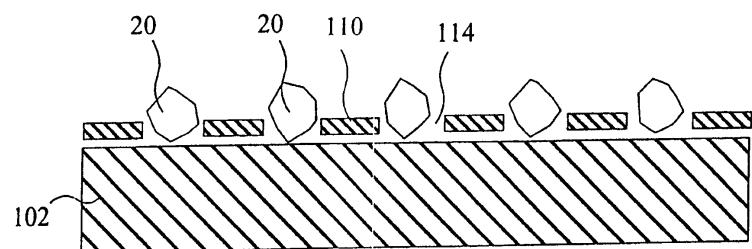
도 1

도면

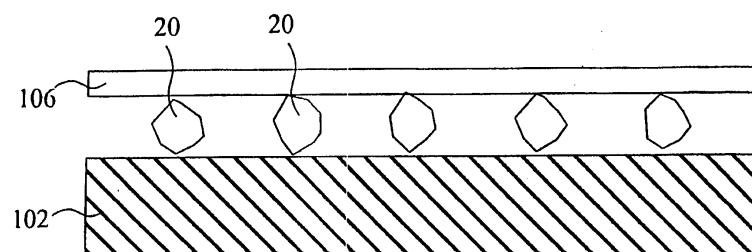
도면1



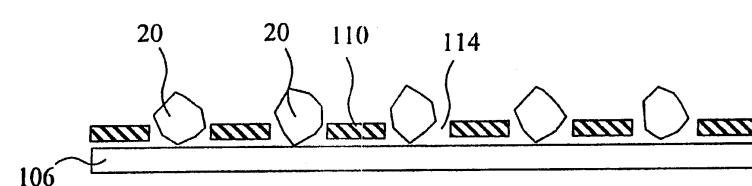
도면2



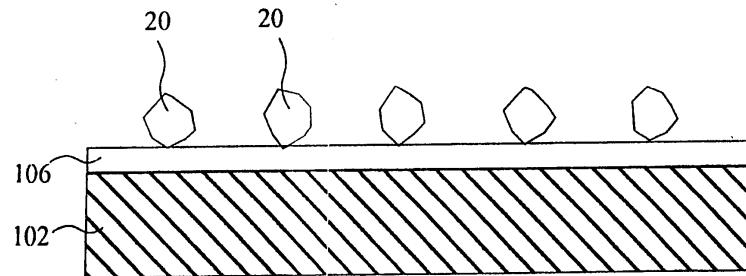
도면3



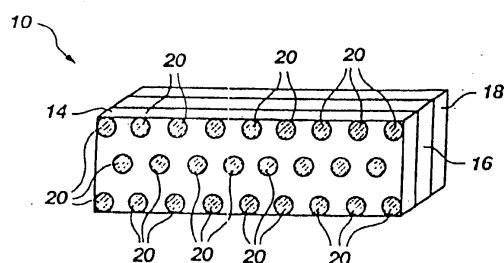
도면4



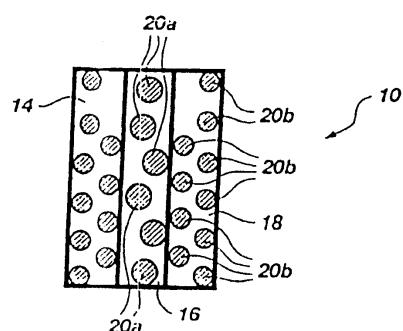
도면5



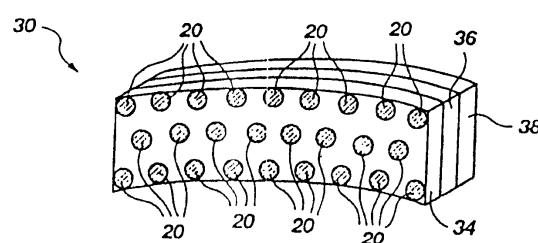
도면6a



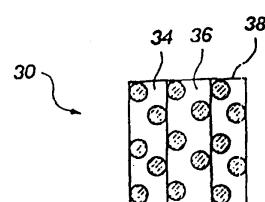
도면6b



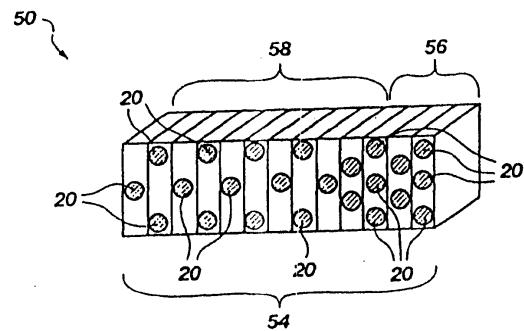
도면7a



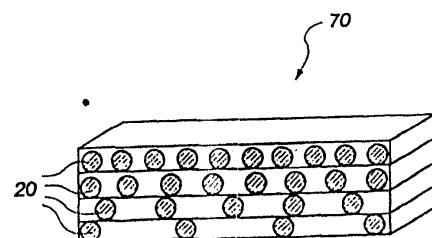
도면7b



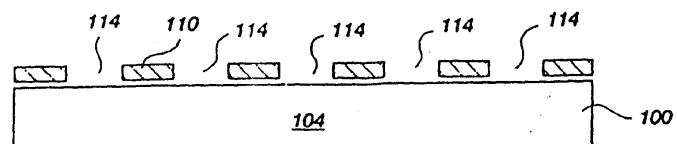
도면8



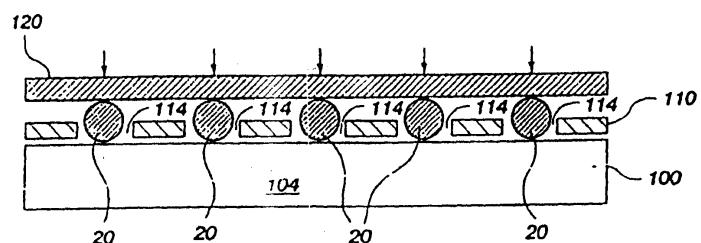
도면9



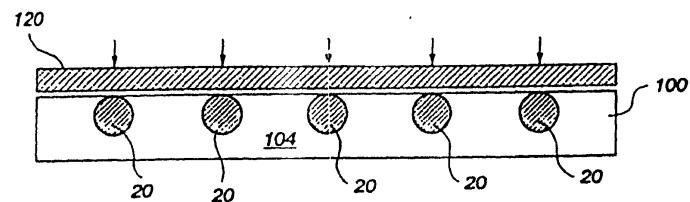
도면10a



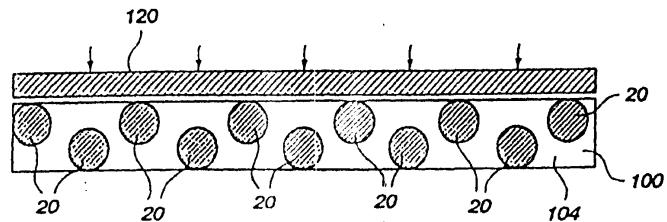
도면10b



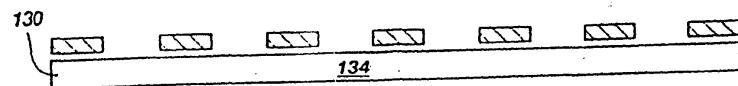
도면10c



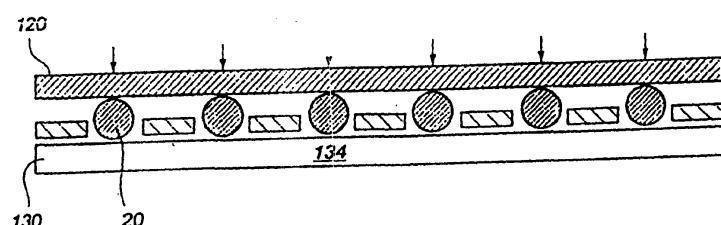
도면10d



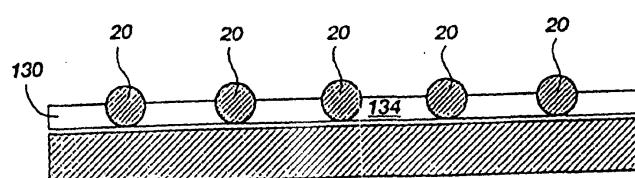
도면11a



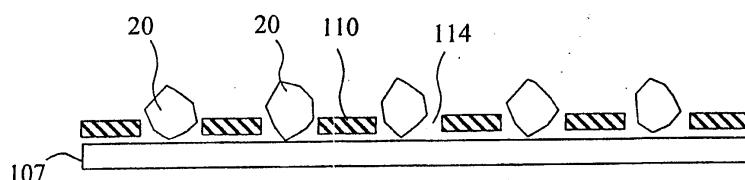
도면11b



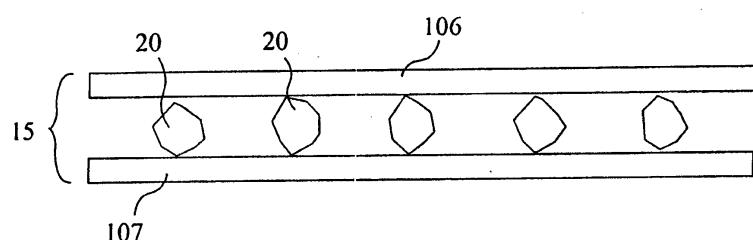
도면11c



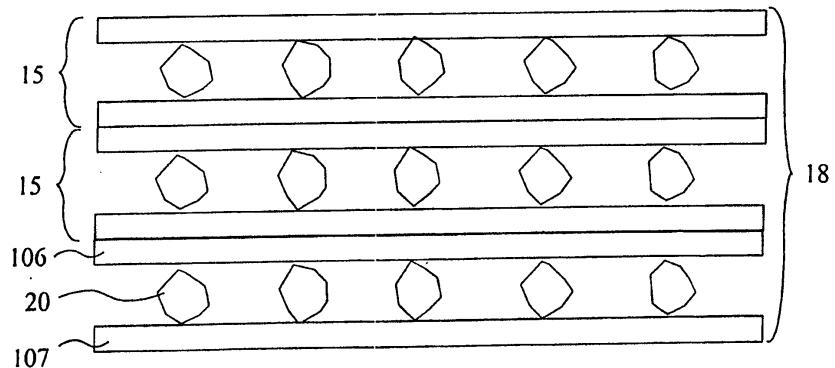
도면12a



도면12b



도면12c



도면13

