

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

| | | |
|---|-------------------------------------|--|
| (51) 。 Int. Cl. ⁷ B24D 3/00 | (45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자 | 2005년09월20일 10-0515552 2005년09월09일 |
|---|-------------------------------------|--|

| | | | |
|-------------|-------------------|-------------|-----------------|
| (21) 출원번호 | 10-2003-7010144 | (65) 공개번호 | 10-2003-0077601 |
| (22) 출원일자 | 2003년07월31일 | (43) 공개일자 | 2003년10월01일 |
| 번역문 제출일자 | 2003년07월31일 | | |
| (86) 국제출원번호 | PCT/US2001/045474 | (87) 국제공개번호 | WO 2002/62530 |
| 국제출원일자 | 2001년10월31일 | 국제공개일자 | 2002년08월15일 |

(30) 우선권주장 09/776,141 2001년02월02일 미국(US)

(73) 특허권자 다이아몬드 이노베이션즈, 인크.
 미합중국 오하이오 43085 워싱턴 헌트레이 로드 6325

(72) 발명자 맥홀제임스엠주니어
 미국오하이오주43085워닝톤리버스트리트6657

 데일리제임스에이치
 미국오하이오주43081-5055웨스터빌브릿지위터코트631

 야코부스마르쿠스
 미국오하이오주43220컬럼부스아파트먼트디마블헤드코트4680

 리엘다니엘알
 미국오하이오주43066포우웰콩코드로드9432

 폰둔전유르겐
 독일부에르쉬타트68642프랑켄슈타인스트리트16

(74) 대리인 김창세
 장성구

심사관 : 김상배

(54) 은-코팅 연마제, 은-코팅 연마제를 함유한 공구 및 그공구의 적용

요약

본 발명은 다이아몬드를 은-코팅 다이아몬드로 한정하고, 스트레이트 오일로 필수적으로 구성된 윤활제의 존재 하에 그라인딩을 수행하며, 30m/s 미만, 바람직하게는 20m/s 미만의 휠 속도에서 상기 그라인딩을 수행함에 의해 개선된, 다이아몬드 함유 수지 결합 그라인딩 휠을 사용하여 고화 카바이드 공작물을 플루트 그라인딩 하는 방법에 관한 것이다. 다이아몬드는 약 25 내지 75 중량%의 은으로 코팅된 것으로 한정하는 것이 바람직하다.

대표도

도 1

명세서

기술분야

본 발명은 은-코팅 연마제, 은-코팅 연마제를 함유한 공구 및 그 공구의 적용 방법에 관한 것이다.

배경기술

고화된(cemented) 텅스텐 카바이드는 가공하기 매우 어려운 재료이다. 드릴 및 엔드 밀(end mill)과 같은 라운드(round) 공구의 그라인딩은 그 마감부(finished part)에 종종 엄격한 공차가 요구되므로 더욱 많은 노력이 필요하다. 플루트(flute) 그라인딩에 있어서, 특별히 형상화된 그라인딩 휠(wheel)이 플루트의 요구 형상을 공작물(workpiece)에 적용하는데 사용된다. 그라인딩 작업 중에 휠이 마모되므로, 공작물로부터 절단된 플루트의 크기가 변하게 된다. 이러한 휠의 마모가 과도한 경우, 드레싱에 의해 그라인딩 휠을 재형상화하는 것이 필요하다. 드레싱은 휴지시간이 필요하고 기타 유용한 물질을 그라인딩 휠로부터 제거할 필요가 있기 때문에 비생산적이다. 높은 그라인딩 비(그라인딩 휠의 마모된 부피에 대한 제거된 공작물의 부피 비)를 갖는 그라인딩 휠은 장시간 동안 그 형상을 유지하고, 드레싱이 요구되는 정도로 휠의 형상이 나빠지기 전에 제거할 수 있는 재료의 양을 증가시킨다. 드레싱 사이의 시간 동안 그라인딩될 수 있는 플루트의 수에서 이루어지는 어떠한 개선사항은 직접적으로 공구제조업자에게 생산성으로 이어진다. 이러한 생산성은 휴지시간의 감소(노동력 절감) 및 그라운드 휠 당 가공 공작물의 증가(원료 절감)를 통해 실현된다.

초연마 그라인딩 휠을 구비한 그라운드 라운드 공구는 주로 표준 기술 및 휠의 빈번한 드레싱에 의존하여 마감부에 요구되는 형상을 유지한다. 미국 특허 제4,186,529 및 제4,115,95는 작업 방법 특허로서, 그라인딩 말단-절단 공구를 그라인딩하기 위한 프로그램에 의한 제어 방법을 개시하고 있다. 상기 발명은 치수 공차 손실을 보상하기 위하여 그라인딩 휠 마모 보상 프로그램을 이용한다.

미국특허 제4,403,001호는 다이아몬드에 은-코팅을 적용하는 방법에 관한 것이다. 미국특허 제4,521,222호는 다이아몬드 입자를 은-코팅하는 비전기적(electroless) 적용법 및 은-니켈 복합 코팅을 개시하고 있다. 이중 코팅된 다이아몬드 그릿을 구비한 수지-결합 그라인딩 요소는 고화 카바이드 공작물을 건식 및 습식 그라인딩하기 위한 것이다. 상기 특허들은 본 발명에서와 같은 라운드 공구의 그라인딩에서 은-코팅 연마제와 스트레이트 오일 냉각제의 조합 사용 및 낮은 휠 속도에 의해 얻을 수 있는 현저한 장점들을 개시하지 않았다.

발명의 요약

은-코팅 다이아몬드를 함유한 수지 결합 그라인딩 휠은 특정한 카바이드 그라인딩 용도에서 우수한 성능을 나타낸다. 뜻밖에도, 은-코팅의 온전한 장점은 특정한 그라인딩 조건하에서만 실현된다는 것이 밝혀졌다. 따라서, 다이아몬드-함유 수지 결합 그라인딩 휠을 이용하여 고화 카바이드 공작물을 플루트 그라인딩하는 것은, 다이아몬드를 은-코팅 다이아몬드를 포함하는 것으로 제한하고, 스트레이트 오일(straight oil) 윤활제의 존재 하에서 그라인딩을 수행하고, 약 30m/s(바람직하게는 약 20m/s) 미만의 휠 속도에서 그라인딩을 수행함으로써 개선된다. 다이아몬드는 약 25중량% 내지 75중량%의 은으로 코팅되는 것이 바람직하다.

도면의 간단한 설명

본 발명의 특성 및 장점을 온전히 이해하기 위하여, 첨부한 도면과 함께 후술하는 상세한 설명에 대한 참조가 필요하다.

도 1은 실시예 1의 표 3에 기재된 바와 같은 WC의 크립(creep) 그라운드에서 반경방향 휠 마모 대 그라인딩된 부피를 나타낸 그래프이다.

도 2는 실시예 1의 표 3에 기재된 바와 같은 WC의 크립 그라운드에서 비동력(specific power) 대 그라인딩된 부피를 나타낸 그래프이다.

도 3은 실시예 1의 표 3에 기재된 바와 같은 WC의 크립 그라운딩에서 표면 마감 처리 대 그라인딩된 부피를 나타낸 그래프이다.

도 4는 실시예 1의 표 3에 기재된 바와 같은 WC의 크립 그라인딩에 있어서 20 및 30m/s의 휠 속도에서 전체적인 그라인딩 비를 나타낸 그래프이다.

도 5는 은-코팅 다이아몬드 그라인딩 휠에 대하여 그라인딩 비 대 휠의 속도를 나타낸 그래프이다.

도 6은 실시예 2의 표 7에 기재된 바와 같은 WC의 크립 그라운딩에서 그라운딩 비 대 그라인딩된 부피를 나타낸 그래프이다.

도면은 이하에서 더욱 상세하게 설명될 것이다.

발명의 상세한 설명

수지-결합(예를 들면, 페놀 또는 폴리이미드 결합)된 그라인딩 휠의 은-코팅 다이아몬드(전형적으로, 은 25 내지 75 중량%)는 낮은 휠 속도(~20m/s) 및 스트레이트 오일 냉각제로 고화 카바이드(예를 들면, 고화 WC)를 그라인딩하는데 있어서 우수한 성능을 발휘한다. 증가한 휠 수명은 라운드 공구의 플루트 그라인딩과 같이 공작물의 치수 제어가 매우 중요한 그라인딩 작업에서 특히 유리하다.

임의의 은-코팅 다이아몬드 그릿이 본 발명에서 유용하지만, 바람직한 은-코팅 다이아몬드는 RVG-Ag50 다이아몬드(GE 초연마제, 워딩톤(Worthington), OH)이다. 상기 은-코팅 다이아몬드는 은 50중량%로 코팅된 취성의(friable) 불규칙 형상 결정인 다이아몬드 베이스 결정을 갖는다. 또한, 상기 제품은 결합 속에 결정을 기계적으로 유지하는 코팅 스파이크를 갖는다.

다이아몬드 입자는 천연 또는 인조제품일 수 있다. 인조 다이아몬드는 매우 흔하게 그라인딩 작업에 사용된다. 인조 다이아몬드는 공지된 바와 같이, 고압/고온(HP/HT) 공정에 의해 제조될 수 있다.

수지 결합 그라인딩 휠에 가장 흔히 사용되는 수지는 페놀-포름알데히드 반응 생성물이다. 그러나, 예를 들면, 멜라민 또는 요소 포름알데히드 수지, 에폭시 수지, 폴리에스테르, 폴리아미드 및 폴리이미드와 같은 다른 수지 또는 유기 중합체가 사용될 수 있다. 코팅된 다이아몬드의 농도 및 그러한 휠의 제작은 해당 업계에서 통상적이며 잘 알려져 있다.

그라인딩 휠은 디스크 형상 또는 컵 형상일 수 있고, 은 코팅 다이아몬드 입자를 함유한 그라인딩 요소의 성능에 부정적인 영향을 미치지 않고 실리콘 카바이드 또는 기타 2차 연마 입자의 2차적 분산을 함유할 수 있다. 수지 결합 그라인딩 휠의 전형적인 제조시, 과립화된 수지, 은 코팅 다이아몬드 연마제 입자 및 충전제의 혼합물을 몰드에 넣는다. 특정한 수지에 적합한 압력, 일반적으로는 수천 psi(pounds per square inch, 수만 kPa)을 가하고, 몰드를 충분한 온도로 가열하여 수지를 가소 변형시킨다(수지가 열-경화성인 경우 경화시킨다).

플루트 그라인딩되는 고화 금속 카바이드 기체는 통상적인 조성으로 되어 있고, 따라서, 임의의 IVB, VB 및 VIB족 금속을 포함할 수 있으며, 이는 코발트, 니켈, 철 또는 그들의 합금 결합체의 존재하에 가압 소결된다. 텅스텐 카바이드는 공구 제조업자들이 선호하는 메탈 카바이드이다.

카바이드 그라인딩 작업에서 사용되는 전형적인 냉각제는 오일계이다. 그러한 냉각 오일들은 수용성 또는 수불용성이다. 본 발명의 개발 중에 수행한 테스트는 본 발명에세 보고된 예상치 못한 장점을 달성하기 위하여 "스트레이트 오일"이 분명하게 바람직하다는 것을 밝혀냈다. 카바이드 그라인딩 산업에서 사용되는 용어인 "스트레이트 오일"은 미네랄 오일로 대표되는 수불용성 오일을 의미한다. 다양한 다른 석유계 오일 또한 산업에 사용되며, 본 명세서에 개시된 그라인딩 작업의 장점을 위하여 사용될 수 있다.

뜻밖에도, 카바이드 공작물을 스트레이트 오일을 사용하여 플루트 그라인딩할 때, 은-코팅 다이아몬드 연마제를 포함하는 수지 결합된 휠이 뛰어난 성능을 발휘하는 것으로 밝혀졌다. 그러한 성능은 연장된 휠 수명 및 감소한 에너지 투입으로 측정된다. 따라서, 그라인딩 비는 본 발명의 휠이 다른 금속으로 코팅된 다이아몬드를 함유한 휠보다 현저하게 높다. 게다가, 그러한 개선된 성능은 낮은 그라인딩 휠 속도에서 실현된다. 약 30m/s 이하에서 개선된 장점이 나타나기 시작하며, 약 20m/s에서 충실하게 나타난다. 실시예들은 그러한 개선된 그라인딩 성능을 충분히 설명할 것이다.

본 발명을 바람직한 실시 태양과 관련하여 기재하였으나, 당업자는 본 발명의 범주를 이탈하지 않고 다양한 변화가 가능하고, 그 균등물로 치환할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 또한, 본 발명의 본질적인 범위를 이탈함이 없이 특정한 상황 또는 재료를 본 발명의 사상에 적용시키기 위하여 다양한 수정을 할 수 있다. 그러므로, 본 발명을 수행하기 위하여 고안된 최적 양태로서 개시된 특정한 실시태양에 본 발명은 국한되지 않으며, 청구항의 범위에 포함되는 모든 실시태양들을 포함한다. 본 명세서에서, 별도로 지시하지 않는한 모든 단위는 미터법으로 표시되고, 모든 양 및 비율은 중량 기준으로 표시된다. 또한 본 명세서에 인용된 모든 문헌들은 명백하게 참조를 위하여 인용된다.

실시예

실시예 1

라운드 공구의 그라운드에 있어서, 은-코팅 연마제의 효율성을 연구하기 위하여, 2 세트의 그라인딩 실험을 수행하였다. 제 1 회 실험은 3개의 그라인딩 휠(Landis Gardner CITCO Operations사 제품)에 대해서 수행하였다. 실험의 목적은 RVG(표 3의 fn.1 참조) 다이아몬드상의 각각 다른 금속 코팅에 의해 유발되는 그라인딩 휠의 성능 변화를 결정하기 위한 것이었다. K420 등급의 텅스텐 카바이드를 공작물 재료로 사용하였고, 크립 피드 그라인딩 모드에서 실시하였다.

그라인딩 실험은 1A1 휠을 사용한 4-축 후프만(Huffman) 기계를 사용하여 수행하였다. 휠의 사양은 표 1과 같다.

표 1.

| 휠의 사양 | |
|---------------|---------------------------------|
| 휠 유형 | 1A1 |
| 연마제 | RVG-Ag50, RVG-D, RVG-Wplus |
| 휠 직경(d_s) | 177.8mm(7.0in.) |
| 휠 폭(b_s) | 6.55mm(1/4in.) |
| 메쉬 크기 | 200/230 |
| 농도 | 100 |
| 휠 제조사 | Landis Gardner CITCO Operations |
| 본드 유형 | 수지 |

그라인딩을 하기 전에, 휠 표면은 브레이크로 제어되는 조정 장치를 사용하여 정비하였다. 각 휠은 초벌 및 마감/조정 모드에서 실리콘-카바이드 휠(37C60-MVK)를 사용하여 조정하였다. 초벌 조정은 13 $\mu\text{m}/\text{pass}$ (0.0005 in/pass)의 인피드 (infeed) 증분을 사용하였고, 마감 조정은 2.5 $\mu\text{m}/\text{pass}$ (0.0001 in/pass)의 인피드 증분을 사용하였다. 조정 작업 완료 후, 휠을 0.2m/min(8 ipm)의 속도에서 연질 산화 알루미늄 스틱(9A240G9V82)으로 플런징하여(plunging) 드레싱하였다. 총 6.6cm³(0.4in³)의 드레싱 스틱을 다이아몬드를 노출시키는데 소모하였다.

표 2에 나타난 조건하의 각 휠에 의해 5개의 개별 실험을 수행하였다. 공작물 재료는 표 2에 기재된 바와 같이 K420등급 텅스텐 카바이드이었다. 각 그라인딩 실험을 하는 동안 그라인딩 동력(power)을 측정하여 개인용 컴퓨터에 저장하였다. Hommel-T4000 프로파일로미터(profilometer)를 사용하여 텅스텐 카바이드 쿠폰에서 발생한 휠 프로파일로부터 직경 방향 휠 마모 및 표면 마감을 측정하였다. 표 2는 그라인딩 실험 조건을 나타낸 표이다.

표 2.

| 그라인딩 실험 조건 | |
|---------------|---|
| 기계 | 4-축 Huffman Grinder HS-154, 14kW(18.7 hp) |
| 그라인딩 모드 | 크립 피드 그라인딩(업컷) |
| 휠 속도(V_s) | 20 m/s(3938 SFPM) |
| | 25 m/s(4920 SFPM) |
| | 30 m/s(5906 SFPM) |

| | |
|---------------------------------|---|
| | 40 m/s(7872 SFPM) |
| 테이블 속도(V_w) | 0.076 m/min(3 ipm) |
| 절삭 깊이(a_e) | 1.25 mm(0.050 in) |
| 절삭 폭(b_D) | 3.28 mm(0.129 in) |
| 공작물 재료 | Kennametal Tungsten Carbide Block K420, HRA 91.2 |
| 공작물 크기($l \times w \times h$) | 51.0mm × 19.5mm × 76.0mm(2in × 0.768in × 3.0in) |
| 비재료제거율(Q'_w) | 1.56mm ³ /mm/s (0.15in ³ /in/min) |
| 냉각제 | Castrol Ilogrind 600 Straight Oil |

그라인딩 비(G), 그라인딩 동력(P) 및 공작물 표면 마감(R_a)에 대한 모든 크립 피드 그라인딩 실험 결과는 표 3에 나타나 있다.

표 3.

| 다이아몬드 연마제 유형 ¹ | 그라인딩 부피 V_w [mm ³] | 휠 속도 [m/s] | 직경방향 휠 마모 Δ_{rs} [μm] | 그라인딩 비 [G] | 동력 P [kW] | 비동력 P' [kW] | 표면 마감 R_a [μm] |
|---------------------------|----------------------------------|------------|------------------------------|------------|-----------|-------------|------------------|
| RVG-D | 31015 | 20 | 34.8 | 486.5 | 1.9 | 0.6 | 0.22 |
| RVG-D | 31015 | 30 | 75.4 | 224.6 | 2.5 | 0.8 | 0.36 |
| RVG-Ag50 | 31015 | 20 | 21.9 | 773.1 | 2.9 | 0.9 | 0.17 |
| RVG-Ag50 | 31015 | 25 | 63.2 | 267.9 | 1.9 | 0.6 | 0.29 |
| RVG-Ag50 | 31015 | 30 | 73.0 | 232.0 | 2.6 | 0.8 | 0.27 |
| RVG-Ag50 | 12406 | 40 | 67.2 | 100.8 | 4.1 | 1.3 | 0.11 |
| RVG-Wplus | 31015 | 20 | 44.9 | 377.1 | 2.5 | 0.8 | 0.25 |
| RVG-Wplus | 31015 | 30 | 142.1 | 119.2 | 2.6 | 0.8 | 0.27 |

주 1 : RVG 다이아몬드(56 중량% 니켈 코팅(RVG-Wplus), 50 중량% 구리 코팅(RVG-D) 및 50중량% 은코팅(RVG-Ag50)); RVG 다이아몬드. "마켓 및 적용에 대한 GE의 가이드라인 참조" GE 초연마제, 미국 오하이오주 워딩톤).

도 1, 2 및 3은 직경방향 휠 마모, 그라인딩 동력 및 공작물 표면 마감에 대하여 실험을 진행하는 동안 각각의 휠의 성능을 나타낸 그래프이다. 도 4는 실험이 20 및 30m/s에서 수행되었을 때 각 다이아몬드 타입의 전체 그라인딩 비를 나타낸다. 도 5는 RVG-Ag50 그라인딩 휠을 20, 25, 30 및 40m/s의 속도로 실험하였을 때의 실험 결과를 나타낸다. 절삭 깊이(1.25mm[0.05in]) 및 횡단속도(traverse rate, 0.076m/min[3.0 ipm])은 모든 테스트에서 일정하게 유지되었다. 이와 같이 제조된 비재료제거율 Q'_w 는 1.56mm³/mm/s(0.15in³/in/min)이었다.

30m/s에서의 초기 실험은, 구리 및 은-코팅 결정이 본질적으로 동일한 결과를 나타냈으며, 이는 니켈 코팅 결정의 휠 수명의 약 2배였다. 20m/s의 휠 속도에서, RVG-Ag50을 함유한 휠은 773.1의 매우 우수한 그라인딩 비를 달성하였고, RVG-D 휠은 486.5이었으며, RVG-Wplus는 377.1이었다. 상기 결과들은 정확한 휠 속도 및 연마제 유형을 조화시킴으로써 휠 수명을 6배 이상 개선할 수 있음을 보여주었다.

도 3은 3개의 그라인딩 휠에 의해 얻은 공작물 표면 마감(R_a)을 비교한 것이다. 3개의 휠로 연마한 공작물들에 대한 조도(roughness value) R_a 는 0.11 내지 0.36μm범위였다. 일반적으로, 휠 속도가 크면 우수한 표면 마감을 얻을 수 있다. 그러나, 상기 시험에서 밝혀진 바와는, 낮은 휠 속도에서 다이아몬드 결정이 수지 결합 중에 오래 유지되었으며, 따라서 우수한 마감을 얻을 수 있었다.

상기 결과에 기초한 결론은 다음과 같다.

- 낮은 휠 속도 및 스트레이트 오일 냉각제와 조합하여 은-코팅 연마제를 사용하면 우수한 그라인딩 성능을 얻을 수 있다.

· 휠 속도가 조금만 변화하여도 그라인딩 비에 현저하게 영향을 미쳤다. RVG-Ag50을 포함하는 휠에 대하여, 휠 속도를 25에서 20m/s로 변화시키면 그라인딩 비는 267.9에서 773.1로 증가하였다.

· 20m/s의 시험에서 표면 마감(R_a)은 0.17 내지 0.25의 값을 나타내었고, 30m/s에서는 0.27 내지 0.36의 값을 나타냈다.

· RVG-Ag50을 사용하여 40m/s에서 실험한 경우, 휠 마모가 과도하였고, 매우 큰 동력을 필요로 하였다.

실시예 2

60 중량% 스파이크된 니켈 코팅(RVG-WS60), 표준 56 중량% 니켈 코팅(RVG-W), 50중량% 구리 코팅(RVG-D) 및 50 중량% 은 코팅(RVG-Ag50)을 사용하여 부가적인 실험을 하였다. K20F 등급의 텅스텐 카바이드를 공작물 재료로 사용하여 크립 피드 플루트 그라인딩 작업을 하였다. 그라인딩 실험은 WALTER Helitronic Power Production사의 그라인딩기를 사용하여 수행하였다. 휠 데이터, 공작물 사양, 그라인딩 조건 및 기계 사양은 아래와 같다. 표 4는 휠 데이터이고, 표 5는 공작물 사양이며, 표 6은 그라인딩 조건이다.

표 4.

| 휠 데이터 | |
|----------|----------------------------------|
| 휠 유형 | 1A1 |
| 휠 번호 | 6164, 6169, 6183, 6167 |
| 휠 크기(mm) | 100 × 15 × 5 |
| 연마제 유형 | RVG-WS60, RVG-W, RVG-D, RVG-Ag50 |
| 연마제 크기 | 230/270 |
| 농도 | 100 |
| 결합 | 폴리이미드, type W-plus 3060 |

표 5.

| 공작물 사양 | |
|------------|----------------------|
| 재료 | 텅스텐 카바이드 |
| 유형 | K20F, 90% WC |
| 크기 | φ 20 × 112mm |
| 그라인딩 길이 | 50mm |
| 플루트 수 | 3 |
| 제거된 재료/엔드밀 | 5.318cm ³ |
| 헬릭스 | 30 내지 35° |
| 경도(HRA) | 92 |

표 6.

| 그라인딩 조건 | |
|---------------------|---------------------------------------|
| 휠 속도(V_s) | 18m/s |
| 피드 속도(V_{ft}) | 80mm/min |
| 절삭 깊이(a_e) | 4.5mm |
| 냉각제 | 스트레이트 오일(Syntogrind HM, Fa. Oel Held) |
| 냉각제 유량(q_{kss}) | 120 l/min at 20 bar |

| | |
|----------------------|--------------------------|
| 그라인딩 모드 | 크립 피드 플루트 그라인딩 |
| 최대 재료(Q'_{wmax}) | 5.9mm ³ /mm/s |

그라인딩 작업 전에, 휠을 실리콘 카바이드 휠로 조정하고, 산화 알루미늄 스틱으로 드레싱하였다. 각각의 그라인딩 휠을 사용하여 4개의 엔드밀을 그라인딩하였다. 생산성을 향상시키기 위하여 짧은 주기를 선호하는 업계의 경향에 따라, 가혹한 조업 조건을 선택하였다. 그 결과 물질 제거율 Q'_{wmax} 가 5.9mm³/mm/s로 나타났다. 스트레이트 오일을 냉각제로 사용하였다. 각 그라인딩 실험을 하는 동안, 상대적인 스피들(spindle) 토크를 관찰하고 기록하였다. 다이아몬드 철판으로 그라인딩 휠 표면을 추적하여 직경 방향 휠 마모를 측정하였다. 기록된 데이터는 다음과 같다.

표 7.

| 휠 번호 | 6164 | | | 6169 | | | 6183 | | | 6167 | | |
|---|----------|----|-----|---------|-----|----|---------|----|----|-----------|----|----|
| 연마제 유형 | RVG-WS60 | | | RVG-W | | | RVG-D | | | RVG-Ag 50 | | |
| 연마제 크기 | 230/270 | | | 230/270 | | | 230/270 | | | 230/270 | | |
| 연마된 엔드밀 (각 3개 플루트) | 4 | | | 4 | | | 4 | | | 4 | | |
| | 플루트 번호 | | | 플루트 번호 | | | 플루트 번호 | | | 플루트 번호 | | |
| 그라인딩 스피들에서 측정된 토크(%) | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 엔드밀 1 | 65 | 65 | 65 | 60 | 65 | 65 | 60 | 65 | 70 | 60 | 65 | 65 |
| 엔드밀 2 | 65 | 65 | 65 | 70 | 105 | 75 | 54 | 54 | 70 | 65 | 70 | 75 |
| 엔드밀 3 | 70 | 70 | 70 | 75 | 75 | 80 | 120 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| 엔드밀 4 | 70 | 70 | 75* | 80 | 80 | * | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 80 |
| 제거된 재료(V_w) cm ³ | 21.271 | | | 19.500 | | | 21.271 | | | 21.271 | | |
| 휠 마모(ΔV_s) cm ³ | 0.179 | | | 0.162 | | | 0.204 | | | 0.130 | | |
| G-비율** | 119 | | | 120 | | | 104 | | | 163 | | |
| * : 공작물 파열 | | | | | | | | | | | | |
| ** : G-비율 = $V_w/\Delta V_s$ 이고, 여기에서 휠 마모 ΔV_s 는 휠의 삼각형 마모 면적과 휠의 원주를 곱하여 얻는다. | | | | | | | | | | | | |

그라인딩 비는 도 6에 도시되어 있다. 다이아몬드 코팅의 유형이 동력 소비 및 휠 마모(G-비율)에 의해 기술되는 그라인딩 거동에 직접적으로 영향을 미친다는 것이 밝혀졌다.

제 1 엔드밀 그라인딩에 있어서는 동력 소비에서 큰 차이가 없었다. 제 2 세트 엔드밀 그라인딩을 하는 동안, RVG-W 연마제를 함유한 휠은 동력 소모에서 현저한 피크(105%)를 나타냈으며, 이것은 그라인딩 휠을 다시 예리하게 하는 공정이 불안정함을 나타낸다. 유사한 효과가 또한 RVG-D(120%) 연마제를 함유한 휠에서도 관찰되었다. RVG-WS60 및 RVG-Ag50을 포함한 그라인딩 휠은 실험을 실시하는 동안 동력이 조금씩 일정하게 증가하여 공정이 더욱 안정적이었다.

실험한 모든 휠 중에서, RVG-Ag50을 함유한 휠이 가장 높은 G-비율 값(RVG-WS60 및 RVG-W보다 30% 높음)을 나타냈다. RVG-D를 포함한 휠은 가장 낮은 공구 수명을 나타냈다. 또한, RVG-WS60 및 RVG-W 연마제를 포함하는 휠은 각각 실험의 끝에서 달가닥 거리는 소음을 냈으며 제 4 엔드밀에서 공작물의 파열이 발생하였다.

이러한 효과의 원인은, 접선방향 그라인딩 힘(grinding force)과 직접적으로 연관된 비슷한 동력 소모에서, 공정의 수직 그라인딩 힘이 증가되어 소음 및 공작물 파열을 유발하기 때문이다.

실험한 모든 휠 중에서 RVG-Ag50 연마제를 포함한 휠이 코팅에 의한 휠 지형(topology)의 마찰 거동의 개선에 의해 연마 돌출 및 최소화된 휠 부하 성향/loading tendency 측면에서 가장 우수한 자유 절삭 특성을 나타내었다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

은-코팅 다이아몬드를 함유하는 수지 결합 그라인딩 휠을 사용하여 고화(cemented) 카바이드 공작물을 그라인딩 하는 방법으로서,

(a) 스트레이트 오일(straight oil)로 필수적으로 구성된 윤활제의 존재 하에 상기 그라인딩을 수행하며

(b) 30m/s 미만의 휠 속도에서 상기 그라인딩을 수행하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 다이아몬드가 약 25 내지 약 75 중량%의 은 코팅을 함유하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3.

제 2 항에 있어서,

상기 다이아몬드가 약 50 중량%의 은 코팅을 함유하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 스트레이트 오일이 미네랄 오일을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5.

은-코팅 다이아몬드를 함유하는 수지 결합 그라인딩 휠을 사용하여 고화 카바이드 공작물을 그라인딩 하는 방법으로서,

(a) 미네랄 오일로 필수적으로 구성된 윤활제의 존재 하에 상기 그라인딩을 수행하며,

(b) 30m/s 미만의 휠 속도에서 상기 그라인딩을 수행하되,

상기 은-코팅 다이아몬드가 약 25 내지 75 중량%의 은으로 코팅된 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6.

제 1 항 또는 제 5 항에 있어서,

상기 휠 속도가 약 20m/s인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7.

제 1 항 또는 제 5 항에 있어서,

상기 수지 결합 그라인딩 휠이 페놀-포름알데히드 반응 생성물, 멜라민 또는 요소 포름알데히드 수지, 에폭시 수지, 폴리 에스테르, 폴리아미드 또는 폴리이미드 중 하나 이상으로부터 형성된 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8.

제 7 항에 있어서,

상기 수지 결합 그라인딩 휠이 페놀-포름알데히드 반응 생성물 또는 폴리이미드 중 하나 이상으로부터 형성된 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9.

제 1 항 또는 제 5 항에 있어서,

상기 고화 카바이드 공작물이 코발트, 니켈, 철 또는 그들의 합금 중 하나 이상의 결합체의 존재하에 가압되고 소결된, IVB, VB, VIB족 금속 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 고화 카바이드 공작물이 WC를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11.

제 10 항에 있어서,

상기 WC 공작물이 코발트로 고화된 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12.

삭제

청구항 13.

삭제

청구항 14.

삭제

청구항 15.

삭제

청구항 16.

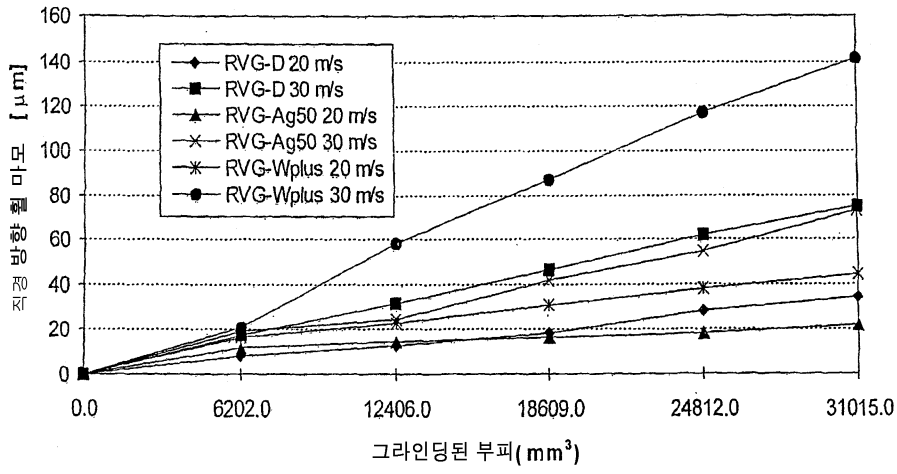
삭제

청구항 17.

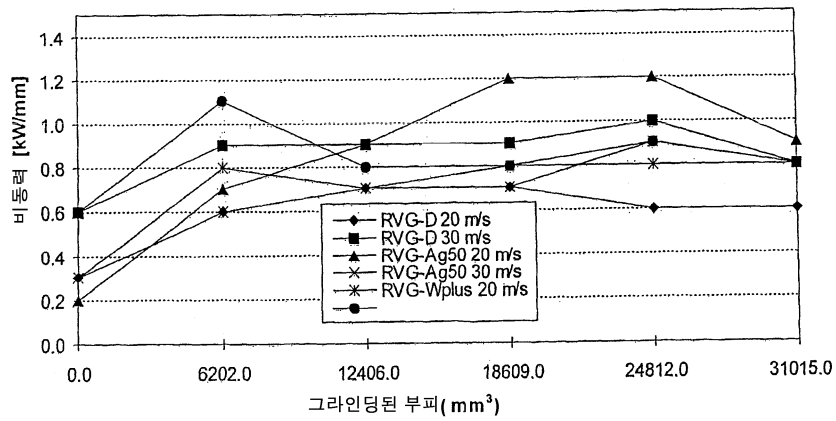
삭제

도면

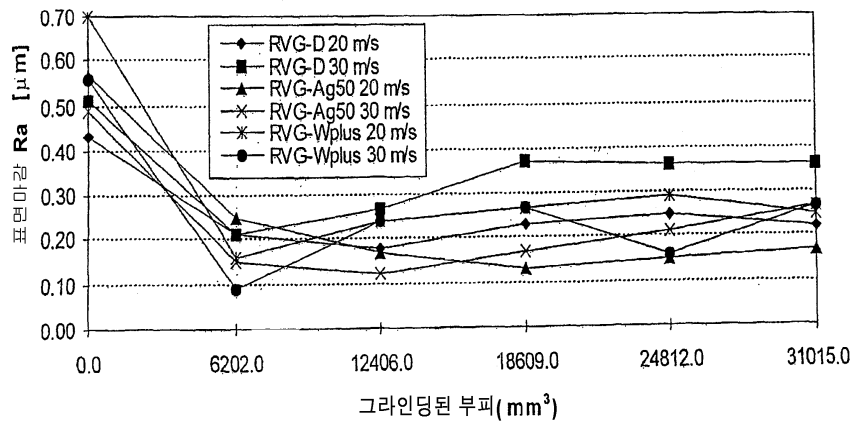
도면1



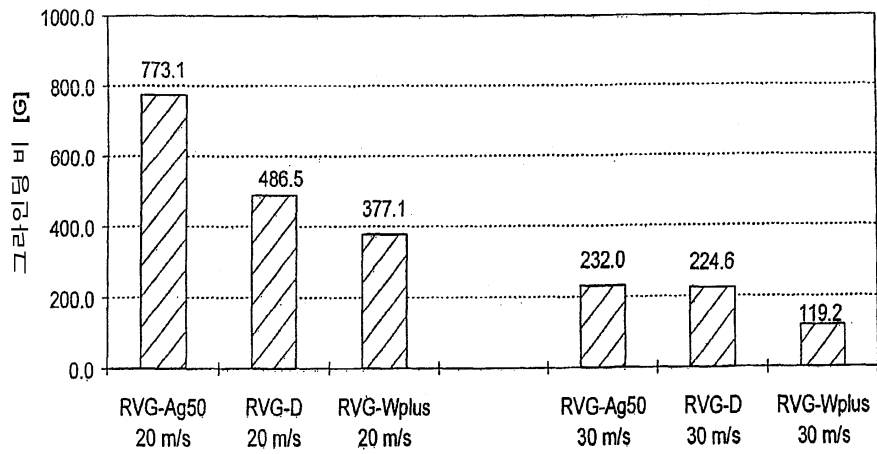
도면2



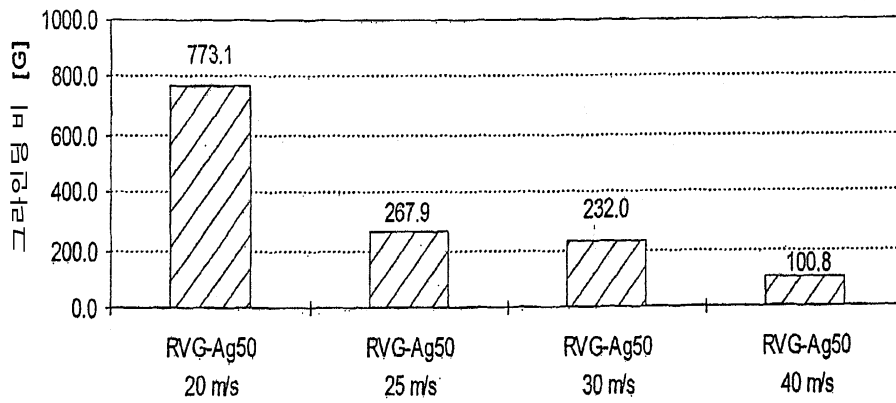
도면3



도면4



도면5



도면6

