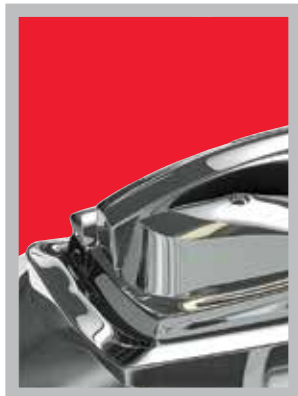


ASSAB

금형강 경면처리



표면 조도를 높이기 위해 노력하는 이유는?

플라스틱 및 금속 부품은 광택과 윤기 정도부터 완전히 달라 보이는 표면 기능성까지 다양한 표면 마감 방식으로 제조합니다. 이 브로셔는 공구강 경면성에 가장 큰 영향을 미치는 요소에 대해 설명하고 금형, 다이, 펀치, 금속 부품에 필요한 표면 조도를 얻는 방법에 관한 권장 사항을 알려드립니다.

용도와 요건에 따라 ‘고광택 연마’와 ‘기능성 연마’라는 두 가지 유형으로 표면 마감 방법을 분류할 수 있습니다.

고광택 경면처리

플라스틱 금형 공구는 특히 고품질 조도를 요구하며 극도의 투명도 및/또는 고광택을 목표로 할 때 더욱 그렇습니다. 이러한 경우 적절한 공구 재료를 선택하고 알맞은 표면 전처리 기술을 확립하는 것이 가장 중요합니다. 경면 처리로 거울처럼 반사되는 표면에 도달하려면 전처리 공정에 여러 연마 공정과 다이아몬드 연마 단계를 포함해야 하며 작업장 역시 청결해야 합니다. 적절한 작업 공구를 사용하면 공정이 훨씬

쉬워집니다.

높은 표면 조도를 갖추면 일시적인 과부하 또는 순수 피로로 인한 국부 부식, 파괴, 균열 위험을 줄일 수 있습니다.

또한 사출 성형의 경우처럼 공구 표면 조도는 생산성에 영향을 주기도 합니다. 여기서, 공구강 표면의 플라스틱 성분 이형력은 금형 표면에 대한 폴리머의 접착 특성에 좌우됩니다. 공구 표면의 매끄러움 향상은 더 높은 이형력을 만들고 최적의 공구강 및 올바른 전처리 전략을 적용하면 최종적으로 고착현상을 부분적으로 극복할 수 있습니다.

기능성 경면처리

냉간 작업 응용 대부분의 경우 고광택 공구 표면은 필요하지 않지만 공구 수명 연장을 위해 기능성 표면을 완성하는 것은 항상 장점이 있습니다. 윤활제를 사용하는 성형 작업에서 전처리 전략은 조대한 피크형성을 없애고 윤활 포켓으로 골 깊이 제어를 보존하는 것으로 구성되며, 이는 성형 동안 마찰 감소에 기여할 것입니다. 그러나 용도에 관련성을 두고 최종 공구강 표면 품질을 고려하는 것이 항상 중요합니다. 고품질 표면 코팅을

적용하려는 경우 코팅 공정 전에 공구 표면을 고광택 연마할 것을 항상 권장합니다.

극도로 중요한 경면처리 작업자

이 브로셔 작업 도중 수행한 테스트 결과에 따르면 경면처리 작업자의 숙련도, 경험, 기술이 원하는 표면 조도 달성에 매우 중요한 역할을 하는 것으로 나타났습니다.

표면 마감에 영향을 미치는 요인

금형강은 플라스틱 금형, 냉간 및 열간 작업, 엔지니어링 부품 많은 응용 분야에서 사용됩니다. 적절한 기능성을 갖추면서도 금형 또는 부품 제조 비용을 최소화하려면 엔지니어링 도면에서 필요한 표면 조도를 지정하는 것이 필수적입니다. 특히 플라스틱 금형 분야에서는 표면 마감 기능과 관련하여 재료 데이터를

내용

표면 조도를 높이기 위해 노력하는 이유는?	2
표면 마감에 영향을 미치는 요인	2
금형강 표면 전처리	4
지침	5
경면처리 문제 해결	8
표면 조도 및 품질 측정	9

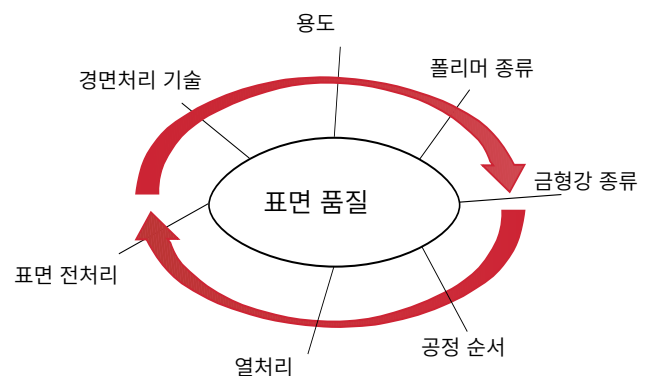
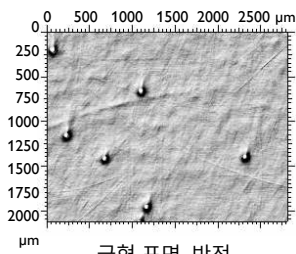


그림 1. 수많은 요인이 최종 제품 표면 조도에 영향을 미칩니다.

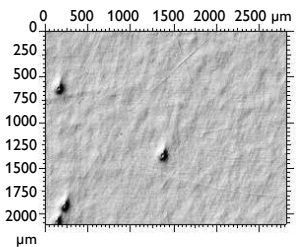
“ASSAB” 로고는 등록된 상표입니다. 이 정보는 현재의 지식을 기반으로 우리의 제품 및 그 사용에 대한 일반사항을 제공하기 위한 것입니다. 따라서 설명 된 제품 또는 특정 목적에 대한 적합성에 대한 보증의 특정 속성의 보증으로 해석되어서는 안됩니다. ASSAB 제품의 사용자는 ASSAB 제품 및 서비스의 적합성 여부를 스스로 판단 할 책임이 있습니다.

20210913판

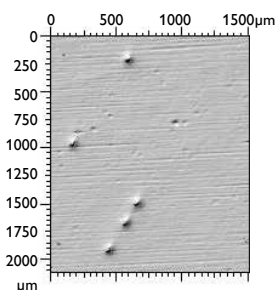
확보하는 것이 중요합니다. 하지만 최종 제품 표면 마감은 공구강 및 해당 표면 전처리 공정에서 결정될 뿐 아니라 해당 공정 자체가 결과에 큰 영향을 미친다는 점에 유의해야 합니다. 플라스틱 금형에서 재료마다 특성이 다르며 이는 그림 1과 그림 2에서 보듯이 최종 표면 조도에 반드시 영향을 미칩니다.



금형 표면, 반전



Makrolon AL2647
(중간 점도)



Bayblend T45
(점도 낮음)

그림 2. 사진은 폴리머마다 다른 재료 특성으로 인해 플라스틱 사출물에 복제된 공구 표면의 구멍/피트가 다르게 나타남을 보여줍니다. Bayblend 사출물은 표면 전체에서 피크가 눈에 보이지만 Makrolon 사출물은 피크가 더 적습니다.

금형강 품질

금형강 제조 공정

금형강은 서로 다른 응용 분야에서 사용할 수 있도록 다양한 합금 조합으로 제공합니다. 일반적인 제조 공정으로는 기존 잉곳주조(IC), 연속 주조(CC), 특수재용해법(ESR), 진공아크재용해법(VAR), 분말야금(PM)이 있습니다. 정련 공정과 분말야금 공정은 비금속 개재물 함량이 낮은 고균질 재료를 생산하는 반면 잉곳주조 재료는 일반적으로

권장 사항

반사성이 높고 광택이 있는 표면을 만들려면 ESR 재용해 또는 PM 강을 사용합니다.

하지만 우수한 관행에 따라 강 제조와 연마 모두를 수행한다면 전통적인 잉곳주조 강도 매우 우수한 표면 조도를 제공할 수 있습니다.

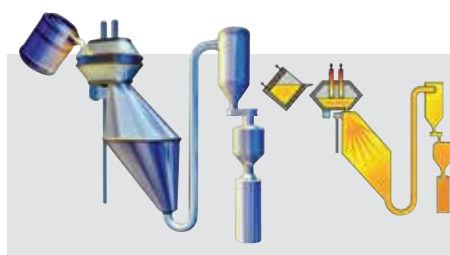
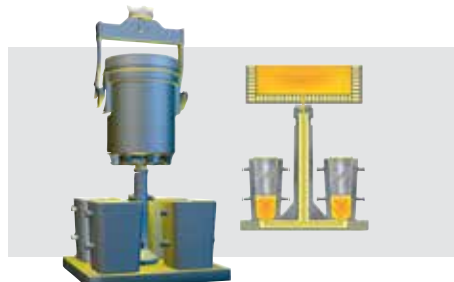


그림 3. 금형강의 제조공정 경로와 다양한 공정으로 생산된 강종 예

높은 편석 패턴을 가지며 더 많은 비금속 개재물을 함유합니다.

금형강 결함

생산 공정에서 발생하는 다양한 결함 유형을 강에서 발견할 수 있습니다. 제강 중에 탈산 공정 결과로 비금속 개재물이 형성됩니다.

또한 그 외에도 래들 또는 주조에서 내화물로부터 외인성 물질을 포획합니다. 일반적으로 응고 속도가 빠르면 개재물과 입자가 성장할 시간을 줄이고 편석 패턴을 줄이므로 유리합니다.

VAR, ESR과 같은 특수 정련 공정에서는 조건 제어하에 주조 잉곳을 재용해합니다. 강에서 비금속 산화물 개재물을 효과적으로 제거하고, ESR 공정의 기본 작업 슬래그를 통해 황화물도 대체로

기존 공정

ASSAB강종:
CALMAX
ASSAB XW-10
ASSAB 718 SUPREME
NIMAX
RAMAX HH
ASSAB 8407 2M
CORRAX

특수재용해법(ESR)

ASSAB강종:
STAVAX ESR
MIRRAX ESR
MIRRAX 40
ASSAB 8407 SUPREME
VIDAR 1 ESR
UNIMAX
DIEVAR

분말야금(PM) 공정

ASSAB강종:
VANADIS 4 EXTRA SUPERCLEAN
VANADIS 10 SUPERCLEAN
ELMAX SUPERCLEAN

줄이므로 고정정도의 금형강을 얻을 수 있습니다.

재용해 공정은 중력편석이 급격히 감소하고 보다 균일한 미세 조직을 형성하는 방식으로 주조 조직을 형성하여 경면처리 관점에서 유리합니다.

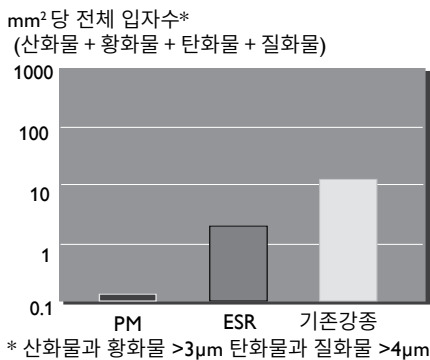
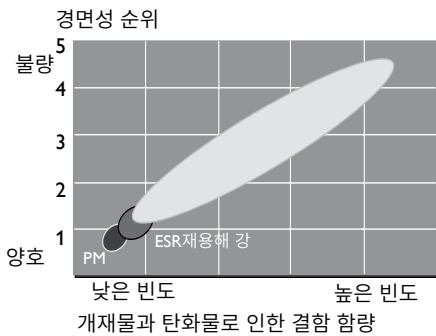


그림 4. 결함 함량이 낮을 수록 경면처리 관점에서 유리

열처리

열처리는 여러 가지면에서 경면성에 영향을 줄 수 있습니다. 열처리 동안 표면의 탈탄 또는 재침탄은 경도 변화를 유발하여 결과적으로 연마가 어려워질 수 있습니다.

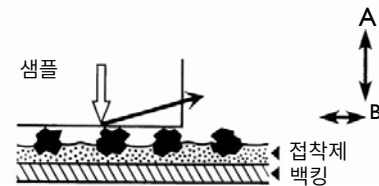
이를 피하려면 진공로 또는 잘 제어된 보호 가스 분위기 및 염욕으로 열처리 작업하는 것이 좋습니다. 오스테나이트 온도에서 유지 시간을 너무 길지 않게 하고 담금질 속도가 너무 느리지 않아야 결정성장과 결정립 석출을 피할 수 있습니다.

금형강 표면 전처리

다음 4 가지 용어는 금형강 표면 전처리와 관련하여 일반적으로 사용하는 것입니다. 이러한 방법의 필수 특성은 다음과 같습니다.

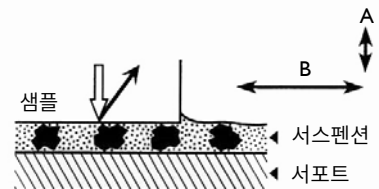
연삭 연마

연마재가 연삭 사포, 스톨, 디스크와 같은 캐리어에 단단히 붙어 있습니다.



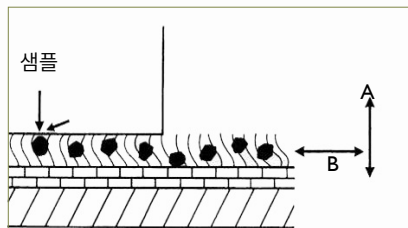
래핑

연마재가 부착되어 있지 않고 캐리어와 작업물 사이를 자유롭게



폴리싱

연마재가 캐리어에 다소 고정되어 있고 표면 플러그를 잘라내거나 갈아냅니다.



버핑

연마재가 유연한 캐리어(천 또는 가죽으로 만든 소프트 디스크)에 느슨하게 부착되어 있습니다. 이 단계는 거울과 같은 표면을 얻기 위해 수행하는 최종 경면 처리 단계에 들어갑니다.

초기 표면 제작

연삭 작업은 빠르고 성공적인 경면 처리의 기본임을 강조합니다. 황삭

작업으로 남은 자국을 연삭에서 제거하고 금속적으로 순수하고 기하학적으로 최적화된 표면을 얻습니다.

정삭 준비 단계는 시간이 많이 걸리고 비용도 많이 들지만 초기금형 표면을 적절히 제작하면 어느 정도까지는 제어할 수 있습니다. 일반적으로 시작 표면은 연삭, 밀링, 방전가공(EDM) 됩니다. Ra/Rz에서 보듯이 일반적인 초기 표면 거칠기 값은 앞의 두 가지 경우 약 0.5/5μm이고 EDM 표면은 경우 3/15μm 입니다. 최근 고속 가공 기술의 발전으로 Ra = 0.2μm 보다 우수한 표면 조도를 얻을 수 있게 되었고 EDM 분야 최신 기술을 사용하면서 Ra가 0.07μm 미만으로 낮아집니다. EDM 처리 후 연삭을 통해 미세 스파크 및 열영향층을 제거하는 것이 중요합니다. 그렇게 하지 않으면 공구 사용 중에 균열이 시작될 수 있습니다.

연삭을 위한 힌트

작업	표면 조도	
연삭	Ra 0.5 μm	Rz 5 μm
밀링	Ra 0.5 μm	Rz 5 μm
고속가공	Ra 0.2 μm	Rz 1.5 μm
EDM (방전가공)	Ra 3.0 μm	Rz 15 μm

표 1. 일반적인 초기 표면 거칠기 값 Ra, Rz

권장 사항

정삭 단계를 용이하게 하고 공구 치수 공차 손실 위험을 최소화하려면 초기 표면 조도는 최대 거칠기 값을 Ra/Rz = 0.5/5μm 로 해야 합니다. 그러면 첫 번째 전처리 단계에서 거친 연삭 매체를 사용할 필요가 없어집니다.

연마재 사양

연마재는 다음과 관련한 요건을 만족해야 합니다:

- 경도
- 날카로움
- 내열성
- 화학안정성

오늘날에는 다음 5 가지 주요 합성 연마재를 사용하여 위 요건을 어느 정도 만족하고 있습니다.

1. 다이아몬드 지정 SD
2. 산화알루미늄 A (SG)
3. 탄화실리콘 C
4. 탄화붕소 B4C
5. 입방정 질화붕소

연마재는 아래 표 2 에 일부 표시한 것처럼 특정 특성에 따라 응용 영역이 다릅니다.

표 2.

연마재	누프 경도	공기중 열안정성°C
다이아몬드	7000	650
산화알루미늄	2100	2000
탄화실리콘	2500	1200
탄화붕소	2900	2700
입방정 질화붕소 CBN	4700	1300

1. 다이아몬드

가장 경도가 좋은 재료로 알려졌으며 날카롭고 각진 구조를 가집니다. 우수한 표면 조도와 함께 빠른 재료 제거 및 최상의 평면성을 실현합니다. 단결정 다이아몬드와 다결정 다이아몬드로 나뉩니다. 단결정은 둥글고 절삭날이 많기 때문에 래핑에 가장 좋습니다. 천연 다이아몬드는 절단성이 더 좋고 인조는 경도가 더 좋으며 혼합물은 수명이 좋아 가장 바람직합니다.

2. 산화알루미늄(Al_2O_3)

경도가 비교적 좋고 날카로운 각진 구조를 가집니다. 매우 우수한 고광택 조도를 얻을 수 있기 때문에 최종 연마 단계에서 자주 사용하며 비교적 저렴합니다.

3. 탄화실리콘 (SiC)

괴상 구조 바늘이 있으며 거친 표면 마감에 사용됩니다.

4. 탄화붕소 (B_4C)

경도가 좋고 괴상 결정 구조를 가집니다. 중간 정도 표면 조도를 생성하며 재료를 빠르게 제거합니다.

5. 입방정 질화붕소 (CBN)

기본적으로 인조 다이아몬드와 같은 방식으로 생산하고 HSS 및 열처리된 고탄소 공구강과 같은 경도가 높은 소재를 연삭할 때 사용합니다.

권장 사항

다이아몬드 제품을 사용하면 열처리 강재 제거의 일관성과 재현성이 더욱 좋습니다. 작업 공구의 선형 움직임, 연삭 파일, 연마석을 통합한 정밀 수공구를 사용하면 전처리 과정의 번거로움이 줄어듭니다. 모범사례는 모든 전처리 단계에서 연삭흔에 수직으로 작업하고 이전 단계에서 생긴 모든 흠집이 완전히 제거되었는지 광학 검사로 확인하는 것입니다. 주의, 완벽한 최종 결과를 얻으려면 표면 아래까지 영향을 미친 심한 냉간 가공흔까지 제거해야 합니다.

지침

모든 유형의 강재에 적용할 수 있는 일반적 방법은 없으며 모든 단일 금형과 표면의 작은 변형에 맞게 경면 사상 기술을 조정하는 경험과 능력이 최종 결과를 크게 좌우합니다. 아래에 제시한 고광택 경면 사상 절차를 일반 지침으로 삼을 수 있습니다.

- 거칠기 Ra/Rz 가 최대 0.5/5 μ m 이하인 연삭 표면에서 시작할 것
- 첫 단계로 스톨/연마 사포를 사용하고 단계적으로 1200 메시까지 연삭할 것

- 15 μ m부터 작게는 1 μ m 입자의 다이아몬드 화합물로 가능한 한 단시간에 연마할 것

- 연마 표면에 “오렌지 필” 이 생길 위험이 있으므로 부드러운 캐리어 (펠트, 브러시, 천)를 사용할 때는 항상 주의할 것

Ra/Rz가 0.1/1 μ m에 근접하면 경면이 나타나기 시작하며 고광택 경면의 경우 최종 표면 거칠기 Ra/Rz는 0.005/0.04 μ m 미만이어야 합니다.

미세 연삭

미세 연삭의 경우 다이아몬드 경면 사상 단계 시작 전에 표면을 매끄럽게 해야 합니다. 작업 공구와 컴파운드 미디어를 날카로운 모서리와 불규칙한 모양을 갖는 작고 단단한 입자로 구성된 다양한 종류의 연마재 주위에 올립니다.

연삭 실습 요령

연삭 작업은 빠르고 성공적인 경면 사상 작업이 기본임을 강조합니다. 황삭 작업으로 남은 자국을 연삭에서 제거하고 청결하고 구조적으로 알맞은 표면을 얻습니다. 아래에 언급하는 실습 요령은 기계적 연삭과 스톨 수작업에 모두 적용할 수 있습니다.

- 표면에 열과 응력을 가하지 않아야 하므로 너무 압력을 가하지 말고 냉각제를 충분히 사용합니다.
- 경도가 큰 표면에는 부드러운 연마석이 있는 깨끗한 쾌삭성 연삭 공구만 사용합니다.
- 입자 크기를 바꿀 때마다 공작물과 경면 작업자의 손을 신중하게 세척하는 것이 매우 중요합니다. 거친 입자나 먼지가 다음 그라이딩 단계로 유입되지 않게 하기 위해서입니다.

- 더 미세한 입자 크기로 변경하는 경우 연삭 방향을 45°로 바꾸는 것이 좋습니다. 교차 연삭은 정말 간단하지만 효과는 매우 큼니다. 스톱 제거율을 높이고 이전 단계에서 생긴 흠집을 쉽게 감지할 수 있게 하며 치수정확도를 향상시킵니다. 그림 5 A-C.
- 모든 표면 구획에 동일 시간 작업할 수 있도록 이동 순서를 선택합니다. 회전 연삭 디스크를 사용하면 표면 중앙보다 가장자리에서 제거량이 적어질 위험이 있습니다.

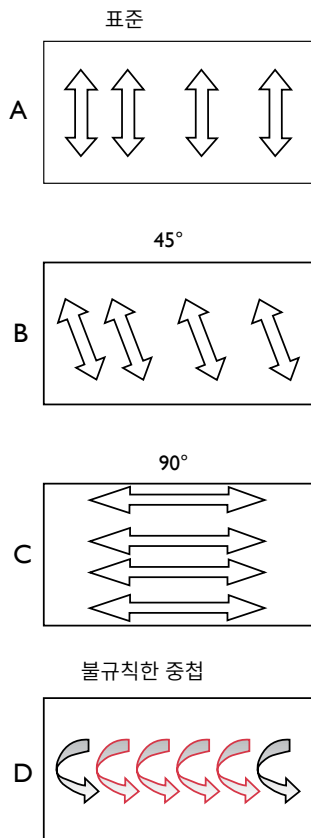


그림 5. 연삭 방향.

경면 사상 실습 요령

우선, 경면 사상 작업 모든 단계에서 청결은 아무리 강조해도 부족할 만큼 중요합니다.

- 각 경면 사상 공구는 단일한 연마제 등급에만 사용하고 방진 용기에 보관해야 합니다.
- 수동 경면 사상에서는 경면 사상 공구에 연마제를 도포해야 하고 기계 사상에서는 공작물에 연마제를 도포해야 합니다.
- 경면 사상 압력은 경면 사상 공구 경도와 연마제 등급에 따라 조정해야 합니다. 가장 미세한 입자 크기의 경우 사상 공구 무게만의 압력을 허용합니다.
- 경질 캐리어는 가능한 한 많은 단계에 사용하고 연질 캐리어는 가능한 한 짧은 시간 작업합니다.
- 모서리, 끝부분, 필렛에서 사상을 시작해야 하지만 뾰족한 모서리와 끝부분은 닳지 않도록 조심해야 합니다.
- 마무리 경면 사상 단계는 가능하면

금형 부품 이형 방향으로 수행해야 합니다.

- 연질 캐리어를 사용하면 연마제가 캐리어 안쪽으로 깊숙이 침투할 수 있습니다. 그럴 경우 같은 크기 연마제이더라도 표면이 더 미세해질 것입니다. 아래 그림 6 참조

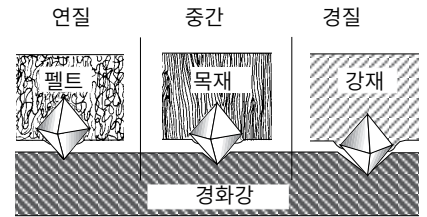
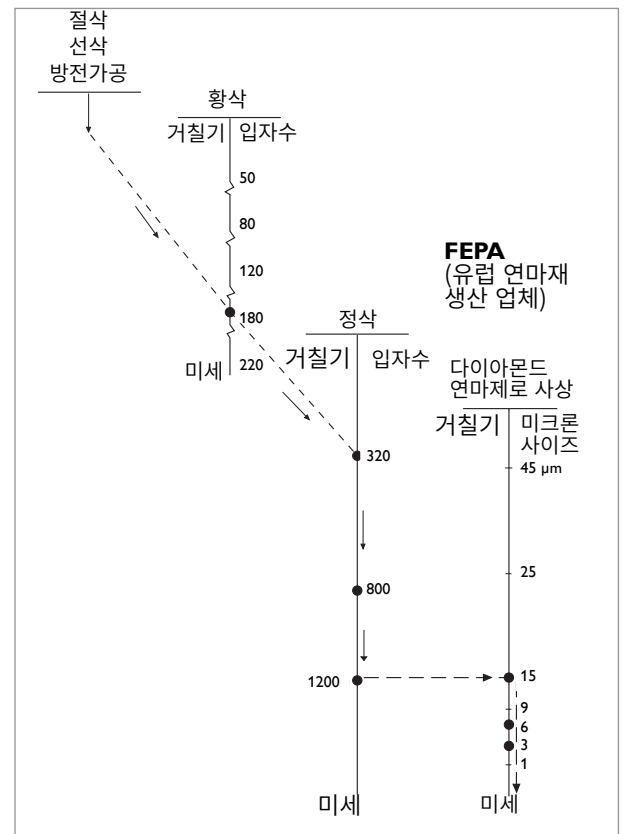


그림 6. 캐리어 경도는 다이아몬드 노출 정도와 제거율에 영향을 미침.

일반적인 경면 사상 순서

연삭 및 경면 사상 순서 선택은 작업자의 경험과 갖춘 장비에 따라 결정합니다. 공구재가 가진 특성도 순서에 영향을 줄 수 있습니다.

그림 7. 이 그림은 경면 사상 순서 선택 방법의 예를 보여줍니다.



고경면 경면 사상을 위한 다양한 경면 처리 방법

모든 경면 작업자는 고경면 사상에 대해 자체 절차를 가지고 있습니다. 표 3 의 데이터는 입증된 엄격한 작업 절차를 사용하여 동일한 최종 표면

조도에 도달하기 위해 다양한 수동 경면 처리 방법을 채택할 수 있음을 보여줍니다. 완성 표면 조도는 Ra 0.01 μm보다 작습니다.

단계	기술	공구 종류		윤활제
1	수작업	숫돌	320	유전체 오일
2	수작업	숫돌	400	유전체 오일
3	수작업	숫돌	600	유전체 오일
4	수작업	사포	400	건식
5	수작업	사포	600	건식
6	수작업	사포	800	유전체 오일
7	수작업t (선형)	황동 5 x 5 mm	DP 9 μm	유전체 오일
8	수작업 (선형)	목재 5 x 5 mm	DP 9 μm	유전체 오일
9	수작업 (선형)	목재 5 x 5 mm	DP 6 μm	연마 오일
10	수작업 (회전식)	경질 펠트 10 mm	DP 3 μm	연마 오일
11	수작업	면모포	DP 1 μm	연마 오일

표 3.

단계	기술	공구 종류		윤활제
1	연삭			
2	수작업	SiC 사포	K320	건식
3	수작업	SiC 사포	K800	건식
4	수작업	SiC 사포	K1500	건식
5	수작업	아크릴	D 유체 6 μm	연마 오일
6	수작업	아크릴	D 유체 3 μm	연마 오일
7	수작업	/면	D 유체 3 μm	연마 오일

표 4.

단계	기술	공구 종류		윤활제
1	왕복 가공 9500rpm 진폭 이동 0.2 mm	황동 캐리어 플라스틱 캐리어	DP W 15 μm	연마 오일
2	왕복 가공 9500rpm 진폭 이동 0.2 mm	황동 캐리어 플라스틱 캐리어	DP W 10 μm	연마 오일
3	왕복 가공 9000rpm 진폭 이동 0.2 mm	황동 캐리어 플라스틱 캐리어	DP W 5 μm	연마 오일
4	왕복 가공 7500rpm 진폭 이동 0.2 mm	황동 캐리어 플라스틱 캐리어	DP W 3 μm	연마 오일
5	선삭 공구	모포	DP W 1 μm	연마 오일

표 5.

표 3 과 표 4 는 Stavax ESR 및 Unimax 의 경면 처리 방법에 관한 특정 단계별 정보의 예를 보여줍니다.

각 사상 단계에서 연마된 표면에 깊은 자국이 생기는지 주의 깊게 관찰합니다. 이런 문제가 발생하면 즉시 압력을 낮추거나 연마유를 바르거나 다이아몬드 연마제를 추가해야 합니다.

경면 처리 문제 해결

경면 처리에서 가장 큰 문제는 소위 “오버폴리싱” 입니다. 이 용어는 과도하게 오래 사상하여 연마 표면이 오히려 더 나빠질 때 사용합니다. 표면을 과도하게 연마하면 나타날 수 있는 현상은 기본적으로 두 가지 있습니다. “오렌지 필” 과 “피팅” (핀홀) 이 그것입니다. 이러한 문제는 경질 공구에서 연질 공구(펠트/브러시)로 바꿀 때 종종 발생합니다.

경도가 높은 재질은 프리하든강재에 비교해 높은 연마 압력을 더 잘 견딜 수 있습니다. 결과적으로 경도가 낮은 재질은 “오버폴리싱” 되기 더 쉽습니다.

오렌지 필

일반적으로 “오렌지 필” 이라고 부르는 불규칙한 거친 표면 모양이 나타나는 이유는 다양합니다. 가장 일반적인 원인은 마지막 사상 단계에서 압력을 많이 가해 오래 연마하는 것입니다. 경도가 높은 재료는 프리 하든 또는 연화소둔 처리한 재료에 비해 “오렌지 필” 문제에 덜 민감합니다.

- 연마 표면에 “오렌지 필” 모양 징후가 보이면 연마를 중지합니다! 힘을 더 주어 더 오래 연마하겠다는 생각은 절대 금지입니다. 그러한 일련의 행동은 문제를 악화할 뿐입니다.
- 표면을 복원하려면 다음 단계를 따르는 것이 좋습니다. 연마 직전 최종 연삭 단계를 활용해 결함이 있는 표면층을 재연삭하여 제거합니다. 재연마할 실시 시 문제가 발생한 때보다 낮은 압력으로 시간을 줄여 작업합니다.

피팅

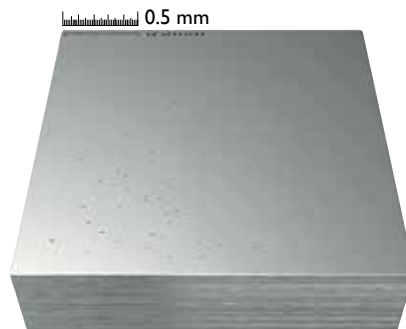
경면에서 발생할 수 있는 매우 작은 구멍(핀홀)은 일반적으로 비금속 개재물 또는 연마 공정 동안 표면에서 떨어져나온 경질 탄화물 때문에 발생합니다. 또한 비교적 연한 조직에 박힌 단단한 입자로 인해 구멍이 생길 수도 있습니다. 연마하는 동안 연한 조직은 경질 입자보다 더 빠른 속도로 제거될 것입니다. 연마함에 따라 경질 입자가 있는 기반이 점차 “앞아지”다가 한방의 연마로 경질 입자가 떨어져 나옵니다. 이 문제는 다이아몬드 연마제 입자 크기가 10 µm 미만이고 연질 연마 공구(펠트, 브러시)로 연마할 때 주로 발생합니다.

피팅이 생기면 다음 조치를 취해야 합니다.

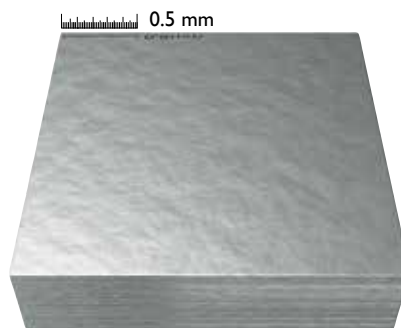
- 사상 직전 최종 연삭 단계를 활용해 표면을 조심스럽게 재연삭
- 경질 거친 입자 공구를 사용하여 연마 과정 반복하기

입자 크기가 10 µm 이하인 경우:

- 가장 연질인 연마 공구를 사용하지 말 것
- 사상 공정은 가능한 한 단시간에 제일 약한 힘으로 수행할 것



“피팅”



“오렌지 필”

표면 조도 및 품질 측정

경면 처리한 금형 표면은 전통적으로 육안 확인하고 기계식 형상측정 방법을 사용해 일반적으로 Ra, Rz, Rt 값으로 나타내기도 합니다.

그러나, 이러한 방법은 주관적일 뿐 아니라 고급 표면이나 나노미터

단위로 측정할 수 있는 첨단 미세 표면 측정 장치와 비교하면 불확실합니다. 더 높은 해상도를 갖춘 3D 장비를 사용하면 복잡한 형상의 금형에 대해 보다 정확한 표면 측정이 가능해 정량적인 표면 품질 관리가 가능합니다.

표면 조도 DIN/ISO 1302			표면 조도 SPI	
	조도 Ra, μm	조도 Rmax, μm		사용 연삭/연자 재료
N 1	0.025	0.1-0.3	A-1	3 μm 다이아몬드 연마제
N 2	0.05	0.3-0.7	A-2	6 μm 다이아몬드 연마제
N 3	0.1	0.75-1.25	A-3	15 μm 다이아몬드 연마제
N 4	0.2	1.5-2.5	B-1	600 그릿 사포
N 5	0.4	2-6	B-2	400 그릿 사포
N 6	0.8	6-10	B-3	320 그릿 사포
N 7	1.6	10-20	C-1	600 그릿 사포
N 8	3.2	20-40	C-2	400 그릿 사포
N 9	6.3	~60	C-3	320 그릿 사포
N 10	12.5	~125	D-1	건식 블라스트 글라스 비드 #11 사용 후 600 슛돌
N 11	25	~250	D-2	건식 블라스트 #240 산화알루미늄 사용 후 400 슛돌
N 12	50	~500	D-3	건식 블라스트 #240 산화알루미늄 사용 후 320 슛돌

표 6. 기계식 형상측정과 국제 표준으로 측정된 표면 조도 대략 비교

조도 매개변수로 표면 평가

표면 측정의 이점은 표면을 마이크로 스케일과 나노 스케일로 알 수 있고 표면을 정량적으로 평가 가능하다는 것입니다. 그러나 사용 가능한 2D 및 3D 매개변수(각각 R, S 매개변수)가 방대한데 어떤 것을 사용해야 하는지 어떻게 알 수 있을까요?

일반적으로 기계식 형상측정으로 얻은 2D 매개변수를 사용하여 표면 품질을 어느 정도까지 정량화하는 것이 가능합니다. 금형 실제 작업에서 가장 많이 사용하는 것은 측정된 표면의 평균 높이를 나타내는 Ra 값입니다. 그러나, 작은 결함이나 특정 텍스처를 “평균화” 해버리거나 감지하기 못하기 때문에, 금형 표면을 정확히 나타내기에는 다소 부족합니다. 그림 8 참조.

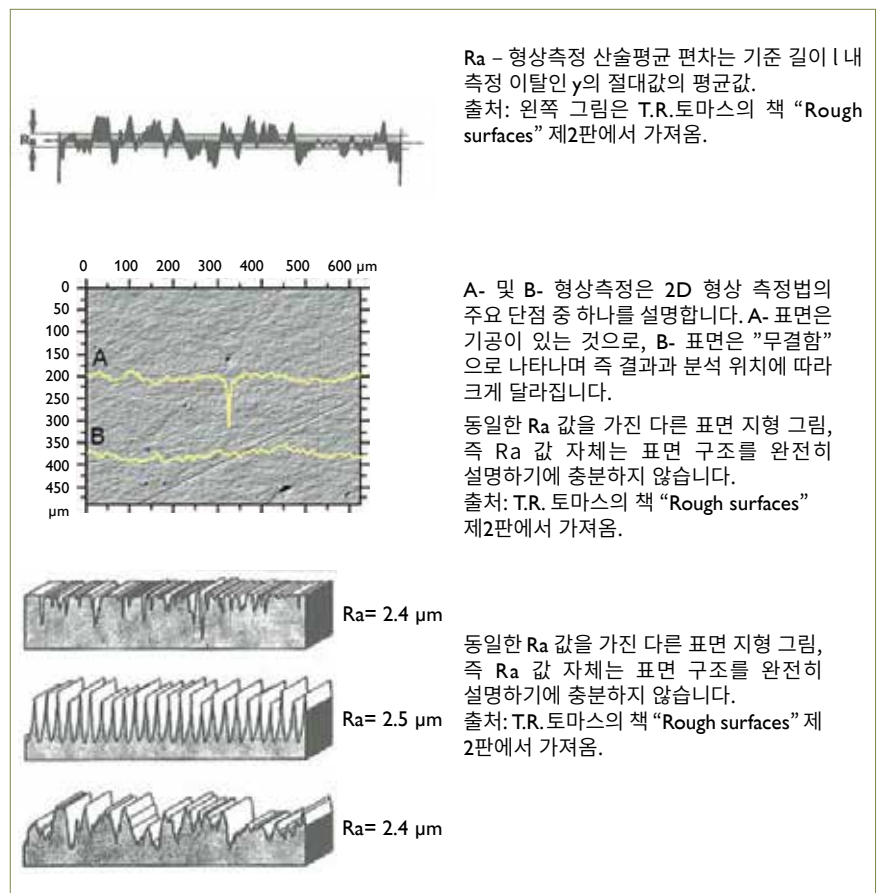
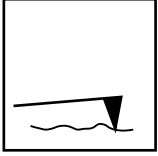


그림 8.

가공 표면 토폴로그피 정량화에 사용가능한 측정 장치 및 분석 기술

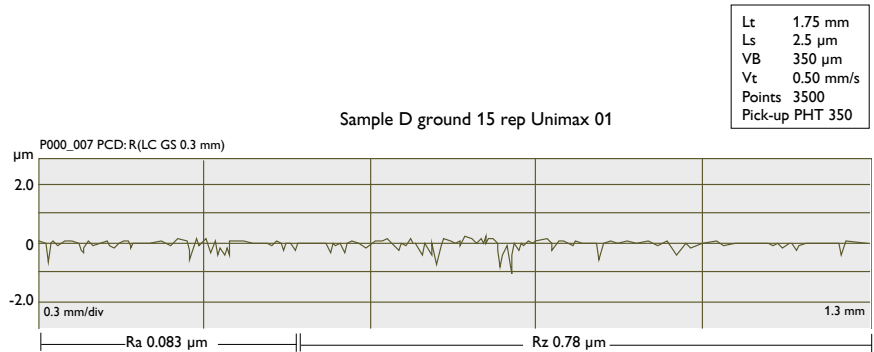
기계식 형상측정 (스타일러스)



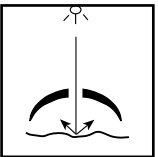
일반적인 결과
매개변수는
Ra(형상측정
산술평균값),
Rz (평균 높낮이차),
Rmax (또는 **Rt**, 최대

높낮이차)입니다.

주의: 대부분의 경우 **R**- 값이
기본값마다 필터링됩니다(실제 측정
길이 및 컷오프에 연결됨).



산란계(광택계)

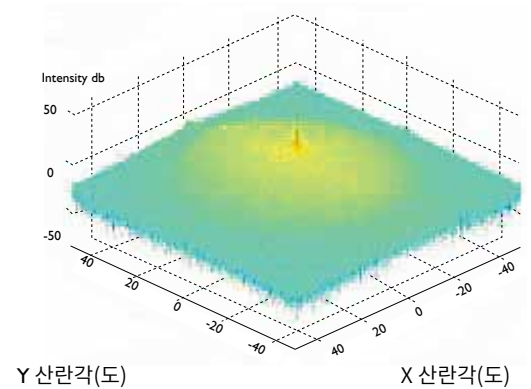


표면에 빛을 비추어
반사/산란된 빛을
감지합니다. 간단한
광택계는 정의된
각도에서 반사광을
측정하는 반면,

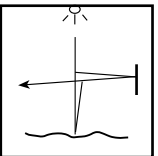
산란계는 전체 반사광을 포괄합니다.
산란 데이터는 측정 장치 검증을 통해

조도 데이터와 상관 관계를
확인해야 합니다.

일반적인 결과는예를 들면
평균 **rms**- 값, 확산 반사율
또는 정의된 각도에서의
반사광입니다.



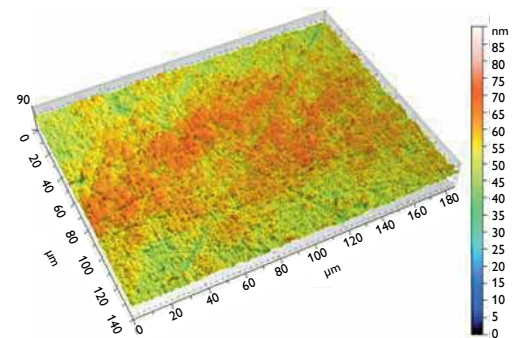
간섭계



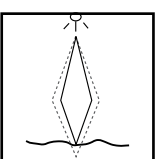
샘플과 기준
표면에서
각각 반사된 2
개의 반사광이
상호작용할 때
형성/발생하는

간섭 패턴을 활용하여 높이 편차를
감지합니다. 공간 해상도가 1μm
이하인 형상과 나노 이하의 높이를
감지할 수 있습니다. 이 기술은
진동에 민감하기 때문에 실험실에서
유리하지만 인라인 측정에 사용할
수 있는 새로운 장비가 제공되고

있습니다. 일반적인 결과는 3D
맵과 영역 표면 매개변수(예: **Ra**
및 **Rt** 각각에 해당하는 **Sa** 및 **St**)
입니다. 또한 면적, 부피, 기능
매개변수 등 다른 매개변수
계열도 얻을 수 있습니다.



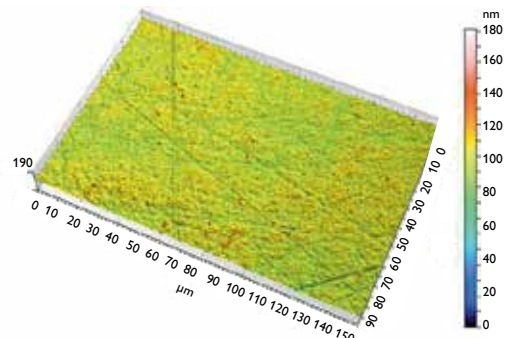
공초점 현미경



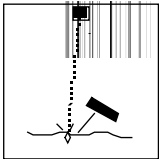
초점이 맞지 않는
지점을 제외하고
서로 다른 높이로
기록된 이미지
스택에 기반해 3D
맵을 만듭니다. 이

기술은 광학 차원 품질보다는 거친
표면에 사용하는 것이 좋습니다.

일반적인 결과는 3D 맵과
영역 표면 매개변수(예: **Ra** 및
Rt 각각에 해당하는 **Sa** 및 **St**)
입니다. 또한 면적, 부피, 기능
매개변수 등 다른 매개변수
계열도 얻을 수 있습니다.



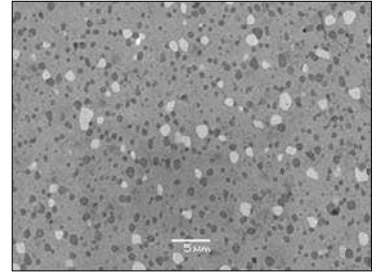
SEM/EDS



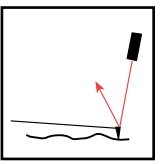
집속 전자빔으로 표면을 래스터 스캔합니다. 에너지 전자는 샘플 원자와 상호 작용하고 방향을

변경할 경우도 있습니다. 방출 전자는 다른 검출기로 “수집” 합니다. X선 분광계의 한 유형인 EDS는 원소 분석이 가능합니다.

일반적인 결과는 산란이 발생 (1차 전자는 에너지가 느슨함) 했을 때 표면 수 나노미터 내지는 수 μm 이내에서 발생하는 형상 대비(SE 기준), 화학적 대비 (BSE 기반), 위상 조성(X선 기준) 입니다.

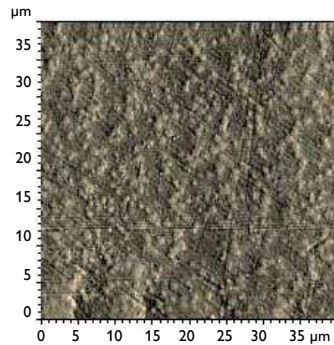


원자력 현미경



간단히 설명하면 극소 프로브 선단으로 작동하는 미세 측정기/침압기로 표면을 미세하게 터치해

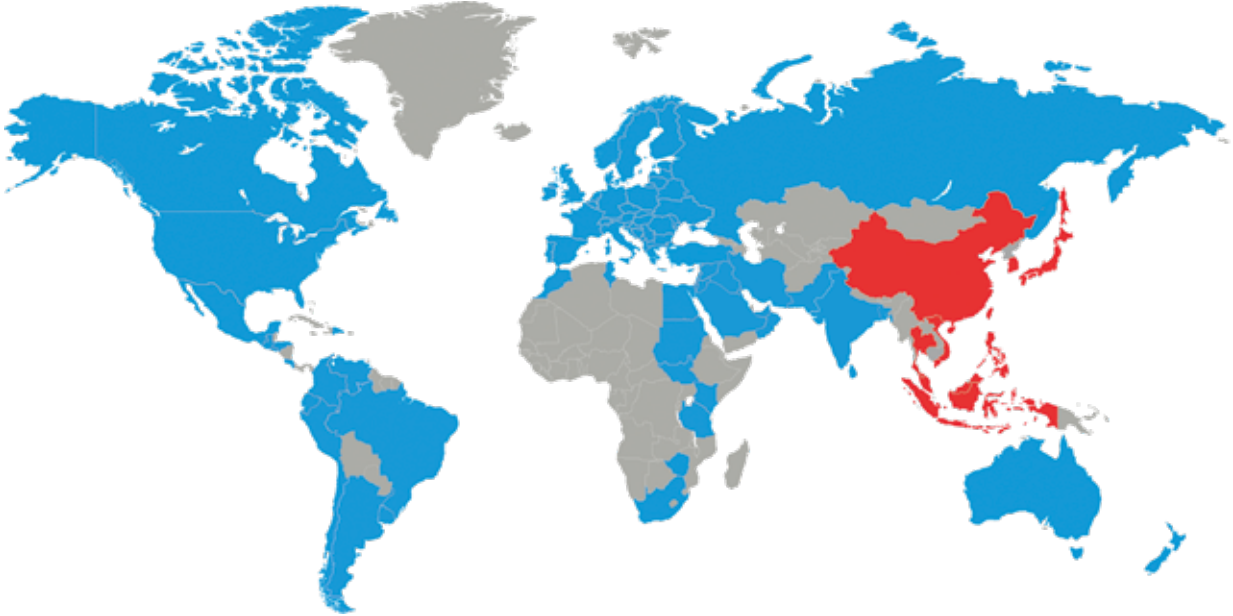
원자 수준에 가까운 3D 해상도를 얻습니다. 일반적인 결과는 3D 맵과 영역 표면 매개변수입니다.



측정 장치 및 일반 사양 선택

일반 사양/장치	광학 현미경	스타일러스	간섭계	공초점	SEM/EDS	원자력 현미경	광택계
해상도 (m)	xy: 10^{-7} z: 10^{-6}	xy: $10^{-6} - 10^{-4}$ z: 10^{-9}	xy: 10^{-6} z: 10^{-10}	xy: 10^{-4} z: 10^{-7}	xy: 10^{-9} z: 10^{-9}	xy: 10^{-10} z: 10^{-12}	-
측정 영역	μm -mm	μm -cm	μm	μm -mm	μm -mm	μm	μm -mm
높이 정보	아니요	아니요	예	예	아니요	예	가능
2D/3D	2D	2D	3D	3D	2D/3D	3D	-
구성 분석		아니요	아니요	아니요	예	아니요	아니요
유용성	우수	우수	중간	중간	불량	불량	우수
측정 시간	-	장	단	불량	장	장	단
작업물 크기	장치에 따라 다름	무제한	장치에 따라 다름 (주로 최대 2-10 kg)	장치에 따라 다름 (주로 최대 2-10 kg)	mm-cm	장치에 따라 다름	무제한
기타	청정도 제거용 표준 방법	표면 손상 위험, 깨지기 쉬운 스타일러스/픽업	진동에 민감	대형 심도 초점, 인조물 문제	진공 작업, 견고하고 전도성은 샘플 필요, 언더컷 이미지 처리	소음에 민감, 깨지기 쉬운 스타일러스/픽업	평균 조도 데이터만

표 7. 수치는 참고용으로만 제시



알맞는 강재를 선택하는 것은 매우 중요합니다. ASSAB기술자와 설비는 항상 최적의 강종 및 각 적용 분야에 있어 최선의 처리가 되도록 고객을 도울 준비가 되어 있습니다.

ASSAB 은 뛰어난 품질의 철강 제품을 공급뿐만 아니라 철강 특성을 향상시키는 최첨단 가공, 열처리 및 표면 처리 서비스를 제공하여 짧은 리드 타임으로 고객의 요구 사항을 충족시킵니다. 원스톱 솔루션 공급자로서 전반적인 접근 방식을 사용하여, 다른 금형 공구강 공급 업체보다 더 경쟁력이 있습니다.

ASSAB 및 Uddeholm 세계적인 기업입니다. 이것은 고객이 어디에 있든 고품질 금형 공구강 및 현지 지원을 사용할 수 있음을 보장합니다. 또한, 우리는 금형 재료의 세계의 선도적인 공급 업체로서의 위치를 가지고 있습니다.

자세한 내용은 www.assab.com를 방문하시기 바랍니다.

