

## 금강석의 니켈피복물이 수지결합제연마석에서 금강석알갱이의 유지에 주는 영향

김 호 남

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학자, 기술자들은 초정밀가공기술을 발전시키고 여러가지 현대적인 수치조종공작 기계, 유압기구, 측정계기를 만드는데서 나서는 과학기술적문제와 형단조화, 프레스화, 주물혁명, 용접혁명, 공구혁명을 하는데서 나서는 과학기술적문제를 성과적으로 풀어나가야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제11권 137페이지)

현재 기계공업, 금속공업부문에서 많이 리용하고있는 수지결합제금강석연마석은 연마석의 같이성능을 높이기 위하여 금강석알갱이들을 금속피복하여 리용하고있다. 금강석알갱이들의 금속피복은 여러가지 방법으로 할수 있다.[1—4] 전기화학적방법에 의한 금강석의 니켈도금은 공정이 간단하므로 공업적으로 많이 리용되고있다. 그러나 종전의 니켈도금에서는 전처리공정에서 가격이 비싼  $\text{PdCl}_2$ 을 리용하고있다.

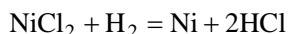
전기화학적도금방법으로 금강석을 금속피복한 경우 니켈피복물이 수지결합제연마석에서 금강석알갱이의 유지에 주는 영향에 대해서는 구체적으로 밝히지 않고있다.

론문에서는  $\text{PdCl}_2$ 을 쓰지 않는 새로운 화학도금방법과 금강석의 니켈피복물이 금강석알갱이의 유지에 주는 영향을 고찰하였다.

화학적방법에 의한 금강석의 니켈도금은 크게 전처리공정과 기본도금공정으로 나누어볼수 있다. 종전의 전처리공정에서는 금강석결면을 활성화하기 위하여  $\text{SnCl}_2$ 과  $\text{PdCl}_2$ 을 리용하였다.

새로운 방법에 의한 금강석결면의 화학도금방법은 다음과 같다.

결면을 깨끗이 세척한 금강석분말을 5질량%의  $\text{NiCl}_2$ 용액속에 넣고 충분히 교반한 후 분말을 꺼내 건조시켰다. 그다음  $600^\circ\text{C}$ 의 수소분위기속에서 20min동안 유지하였다. 이 과정에 금강석알갱이의 결면에서는 다음의 환원반응에 의하여 Ni가 석출되어 흡착되게 된다.



금강석결면에 흡착된 Ni원자들은 기본도금공정에서 환원반응이 일어나게 하는 촉매로 작용한다.

우와 같은 처리를 한 금강석분말을 표와 같은 니켈도금액에서 도금하였다. 도금액의 pH는 9이고 도금온도는  $90^\circ\text{C}$ 이다. 결과 누런색의 금강석알갱이들이 금속광택의 니켈로 피복되였다.

이로부터  $\text{SnCl}_2$ 과  $\text{PdCl}_2$ 을 리용하지 않는 새로운 방법으로 금강석결면을 니켈로 화학도금할수 있다는것을 알수 있다.

표. 니켈도금액의 조성과 함량

조성	함량/(g · 100mL <sup>-1</sup> )
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	3
$\text{C}_3\text{H}_4(\text{OH})(\text{COONa})_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	6
$\text{H}_3\text{BO}_3$	4
$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	3

다음으로 니켈피복물이 수지결합제금강석연마석에서 금강석알갱이의 유지에 주는 영향을 고찰하였다.

화학도금법으로 니켈피복한 금강석분말을 열처리하고 진공소결로(《HZSL-20》)에서 1Pa의 진공속에서 1h동안 유지한 다음 X선회절분석(《Rigaku-SmartLab》)을 진행하였다.(그림 1)

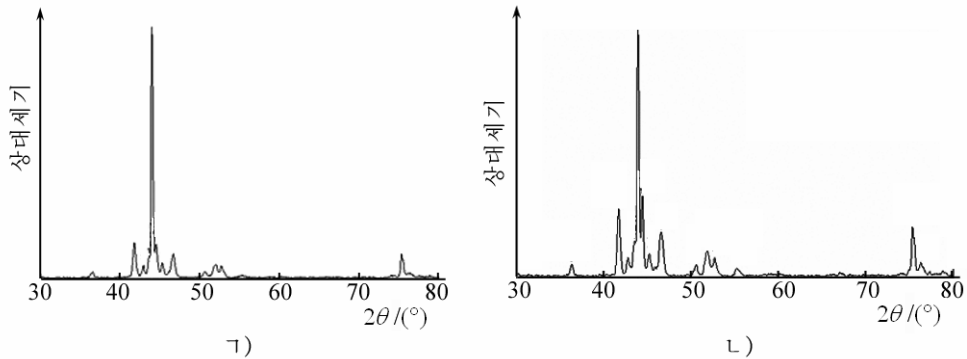


그림 1. 열처리한 니켈피복금강석분말의 XRD도형

γ), L)는 각각 열처리온도가 500, 750°C인 경우

그림 1에서 보는바와 같이 열처리에 의하여 니켈피복물에서 무정형상으로부터 Ni와 Ni<sub>3</sub>P결정제로의 상변화가 일어났지만 금강석과 니켈피복물사이에 어떤 탄화물도 생성되지 않았다.

EDS를 장비한 SEM(《JSM-6610A, JEOL》)으로 750°C에서 열처리한 금강석-니켈경계에서 니켈과 탄소원소들의 EDS분석을 진행하였다.(그림 2)

그림 2에서 보는바와 같이 750°C에서 열처리할 때 니켈도금층에 탄소원자들이 확산침투하여 약 3원자%의 탄소원자를 포함하는 고용체가 형성되며 탄소의 농도는 니켈도금층속으로 가면서 점차 작아진다. 이로부터 니켈피복한 금강석분말을 750°C에서 열처리하면 금강석과 니켈피복물사이에 야금학적인 결합이 이루어진다는 것을 알 수 있다.

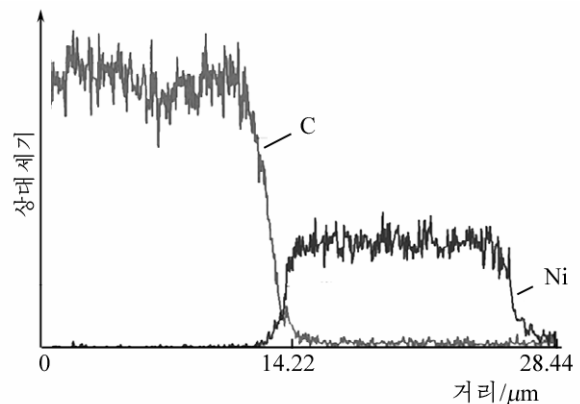


그림 2. 니켈과 탄소원소들의 EDS분석

금강석과 니켈피복물, 수지결합제로 된 계에서 금강석알갱이의 유지에 주는 금속피복물의 영향을 고찰하였다.

금강석연마석에서 금강석알갱이는 연마과정에 소재로부터 연마면에 평행으로 힘을 받으므로 힘의 방향으로 수지결합제를 압축하게 된다. 한편 금강석알갱이는 금속으로 완전히 둘러싸여져있고 수지결합제와 금속피복물사이의 화학적인 결합[2]에 의하여 연마힘의 방향으로 밀리우지 않게 하는 반대방향의 유지힘을 받게 된다. 다시말하여 수지결합제와 화학적결합을 이룬 니켈금속피복층에서 금강석알갱이는 연마힘에 의하여 밀리우지 않고 수지결합제속에 든든히 유지된다고 말할 수 있다.

금속피복물이 금강석알갱이의 유지에 주는 영향을 평가하기 위하여 다음과 같은 모의시험을 진행하였다. 모의시험에서는 금강석알갱이대신 화학적성질이 비슷한 흑연봉을 리용하였다. 전해도금방법으로 흑연봉에 관형태로 부분도금한것과 띠형태로 도금한 흑연봉에 납땜한 선에 의하여 흑연봉의 유지세기를 측정하였다.(그림 3) 여기서 납땜한 선의 당김힘은 수지결합제가 화학결합에 의하여 니켈피복물을 당기는것으로 볼수 있으며 고정틀에 의한 흑연봉의 당김은 연마과정에 소재로부터 금강석알갱이가 받는 힘으로 볼수 있다. 당김시험은 도금층에 납땜한 선을 당기면서 도금층이 떨어질 때의 힘을 떨어진 도금층의 자름면으로 나누어 평가하였다.

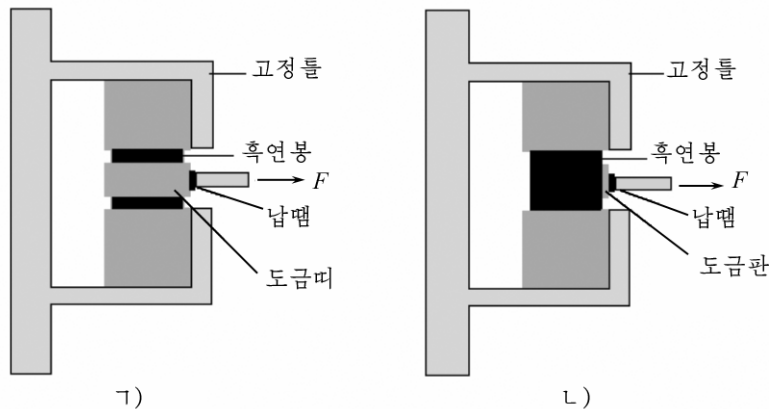


그림 3. 니켈도금한 흑연봉의 유지세기를 측정하기 위한 원리도

ㄱ) 띠도금, ㄴ) 부분도금

모의시험결과 약  $20\mu\text{m}$ 의 두께로 부분도금한 경우에 당김세기값은 약  $0.17\text{MPa}$ 이며 띠도금한 경우에 당김세기값은 약  $5\text{MPa}$ 로서 부분도금한 경우에 비하여 거의 30배나 크다. 결국 니켈도금한 금강석은 금속피복물의 기계력학적인 유지힘을 더 받는다.

화학도금법과 전기화학도금법에 의하여 니켈피복한 금강석알갱이들의 결면상태를 그림 4에 보여주었다.

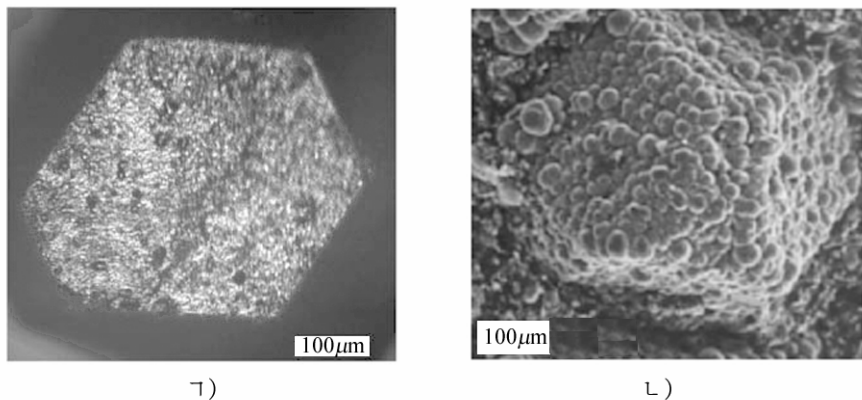


그림 4. 니켈피복한 금강석알갱이들의 결면상태

ㄱ) 화학도금한 금강석, ㄴ) 전기화학도금한 금강석

그림 4에서 보는바와 같이 화학도금한 금강석알갱이의 결면은 매끈하지만 전기화학

도금법에 의하여 니켈피복한 금강석알갱이들의 결면은 거칠고 울퉁불퉁하다. 이러한 결면 상태는 니켈피복물과 수지결합제사이의 접촉면적을 증가시키며 니켈피복물이 수지결합제 속에서 양카의 역할을 함으로써 금강석이 수지결합제속에 더 든든히 유지되게 한다. 한편 전기화학적방법에 의하여 피복률이 50% 되게 니켈피복한 금강석분말을 750℃에서 열처리하였을 때 니켈피복금강석수지연마석의 내마모성은 니켈피복하지 않은 연마석에 비하여 14배나 높았다.

## 맺 는 말

금강석의 새로운 화학도금방법을 확립하고 수지결합제금강석연마석에서 금강석알갱이의 니켈피복물이 금강석알갱이의 유지에 주는 영향을 밝혔다.

전기화학적방법에 의하여 니켈도금한 금강석분말을 750℃에서 열처리할 때 금강석과 니켈피복물사이의 기계력학적결합과 야금학적결합, 니켈피복물과 수지결합제사이의 화학적결합, 니켈피복층의 결면거칠음효과들에 의하여 금강석알갱이들이 수지결합제속에 든든히 유지된다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 60, 7, 53, 주체103(2014).
- [2] 김일성종합대학학보(자연과학), 60, 11, 37, 주체103(2014).
- [3] N. Yoshihara et al.; Int. J. Abrasive Technology, 1, 1, 136, 2007.
- [4] M. K. Tripathi et al.; Int. J. Electrochem. Sci., 8, 3454, 2013.

주체108(2019)년 6월 5일 원고접수

## Effects of Ni Coating of Diamond on the Retention of Diamond Grain in the Resin-Bonded Wheel

*Kim Ho Nam*

In the paper new electroless Ni plating method was established and the effects of Ni coating of diamond grain on its retention in the resin-bonded wheel were studied.

Key words: diamond, nickel, coating, retention