

비철금속분말의 국내활용현황

((주)창성 정인범)

1. 서 론

최근 자동차, 가전분야를 비롯한 조립산업의 비약적인 발전에 따라 관련 부품산업도 크게 성장하였으며, 분말야금법에 의한 소결부품의 채용도 크게 증가하고 있다. 이에 따라 금속분말의 수요도 크게 늘어 1996년 기준 철분 약 20,000톤, 동계분 2,000톤 등으로 과거 10년전에 비해 약 10배 정도 증가되었다. 철분의 경우는 일부 용접봉용을 제외하고는 자동차관련부품을 중심으로한 분말야금용이 대부분을 차지하고 있는 반면, 동계를 비롯한 비철금속분말의 경우는 일반 분말야금용 이외에도 그 용도가 매우 다양하다. 용도별로는 먼저 전통적인 분말야금분야를 응용한 분야로 오일레스베어링, 메탈부시 및 베어링, 마찰부품, 기계부품, 전기접점재, 금속필터, 초경합금, 복합재료, 다이아몬드공구, 용집용재료 등이 있다.

분말야금이외의 분야를 대별하여 살펴보면 전자재료, 도전재료, EMI 재료, 불꽃재료, 용사용재료, 금속도료, 수지충진제, 용접봉재료, 건전지, 화학약품, 연

마제, 환원제, 추진제, 자성재료 등의 다양한 용도로 그 활용이 확대되고 있다.

본 고에서는 이러한 비철금속분말 중에서 동 및 동합금, 알루미늄 및 알루미늄합금분, 코발트분, 니켈분, 저용점분(주석, 납, 솔더, 아연), 귀금속분 등의 국내 활용현황에 대해서 간략하게 살펴보았다.

2. 각종 비철분말의 활용현황

2.1. 순동분

공업용 순도 99.5% 이상의 동분으로써, 그 제조방법에 따라 분사분, 전해동분, 편상동분으로 구분할 수 있으며, 표 1에 주요특성을 나타내었다. 분사분의 경우는 대부분 고압 수분사법에 의해 제조되며, 때로는 표면적을 넓게 하고 성형성을 개선하기 위하여 수분사 후 산화·환원 공정을 거치는 경우도 있다. 주된 용도는 먼저 오일레스 베어링의 주원료로 사용되는데 주석분말 10%와 혼합하여 혼합청동분이라 불리며 뒤에 상세히 설명하기로 한다. 두 번째 용도로

Table 1. Characteristics of Pure Cu Powder

품명	규격	표준화학 조성 (wt.%)	겉보기 밀도 (A.D., g/cc)	유동도 (F.R., 초/50g)	환원감량 (H. Loss,%)	표준입도 (wt.%)						
						+60	+80	+100	+140	+200	+325 (-200)	-325
분부	ACU-60	Cu 99.5 min	3.0-3.8	35 max	0.3 max	10 max		30 min		Bal	5 max	
환원	ACU-80	Cu 99.5 min	3.0-3.8	35 max	0.3 max		5 max	20 min		Bal	5 max	
동분	ACU-100	Cu 99.5 min	2.8-3.5	45 max	0.3 max			5 max	10-20	20-30	20-30	30-50
	ACU-140	Cu 99.5 min	2.8-3.5	45 max	0.3 max				5 max	10-20	20-40	40-60
	ACU-200	Cu 99.4 min	2.7-3.5	NA	0.3 max					10 max	20-30	80 min
	ACU-325	Cu 99.3 min	2.7	NA	0.3 max					3 max	Bal	
전해 동분	ECU-140	Cu 99.6 min	1.5-2.0	NA	0.3 max				3 max	10-30	30-50	40-60
	ECU-200	Cu 99.6 min	1.3-1.8	NA	0.3 max					3 max	20-40	60-80
	ECU-250	Cu 99.5 min	1.2-1.7	NA	0.4 max					1 max	5-20	80-95
편상 동분	FC-200	Cu 98.0 min, Lub 1.0 max	0.9-1.3	NA	NA					5 max	30-50	50-70
	FC-500	Cu 97.0 min, Lub 1.0 max	0.8-1.2	NA	NA						5 max	95 min

는 철계 소결품 제조시 2~5%의 수분사분을 첨가하여 기공을 채움으로써 고밀도화에 도움이 되도록 사용되고 있는데 ACU-140이 주된 규격으로 동의 편석을 최소화하는 것이 중요하다. 최근에는 철분 제조회사에서 철분에 동분을 확산접합(Diffusion Bonding)시킨 제품이 개발되어 시판되고 있으며, 그로 인해 철계 소결용의 순동분의 사용량이 철분의 사용량 증가에 못 미치는 편이다. 세번째 용도로는 순동의 양호한 열전도도를 응용한 자동차용 각종 마찰재의 원료로 ACU-60 규격의 굵은 분말이 사용되고 있다. 그 외에 전기접점재료 분야에 일부 용도가 있는데 진공차단기용 Cu-Cr 접점재가 소결법으로 제조되고 있으며, 아주 미세한 Cr분말과 ACU 규격의 동분말을 혼합·성형 및 진공소결·CIP 등의 여러 공정을 거쳐 제조되고 있으나 역시 편석분제가 민감하다. Cu-W계 접점용으로 순동분이 일부 사용되고 있으나 그 수요가 미미하다.

2.2. 전해동분

전해동분은 전기도금의 원리를 이용해서 제조되며 제조조건을 달리함으로써 입도, 모양 등을 달리하여 만들 수 있다. 분사법으로 제조된 분말보다 순도가 상대적으로 높고, 수지상(dendrite)의 모양으로 인해 비표면적이 크고, 성형성이 매우 우수한 동분말이다. 전통적으로 가분브러쉬용 동분말은 전해동분의 이러한 특성을 활용하여 사용되어 왔다. 가분브러쉬는 전기전도도와 기계적인 강도를 갖는 동 Skeleton으로 이루어져 있고, 그 사이에 분산된 흑연이 고체 윤활작용을 하도록 구성되어 있으므로 흑연과의 혼합도가 좋고, 높은 성형강도를 갖는데는 전해동분이 가장 유리하다. 오일레스베어링에 사용되는 동분말 중에서도 길이/직경 비가 큰 베어링이나 두께가 얇은 베어링 등의 경우는 성형후 소결시 뒤튕림이나 할로우 현상(베어링의 위, 아래부분 보다 가운데가 많이 수

축되는 현상)이 발생하는 경우가 자주 있다. 이는 주로 성형시 밀도편차가 존재해서 발생하는 것으로, 전해동분을 사용함으로써 최소화하는 것이 가능하다. 석재 절단용 다이아몬드공구에도 전해동분이 사용되어 좋은 효과를 얻기도 한다. 최근에는 10 μm 이하로 특수하게 제조된 전해동분이 개발되어 전자파차폐용이나 수지충진제, 도전성도료에 응용되기 시작하고 있으며 참고로 표 2에 특성을 나타내었다.

편상동분은 먼저 분사법에 의한 분말을 제조한 후 불밀법, 도쇄법의 방법으로 2차가공을 하여 편상(Flake)의 분말로 만든 것으로, 전자파차폐용도료, 도전성도료나 수지충진제 등에 응용되고 있으나 활용도는 아주 작은편이다.

2.3. 혼합청동분

혼합청동분은 오일레스베어링용 분말로써 순동분말 90%와 주석분말 10%를 적당한 첨가제와 함께 혼합하여 제조한다. 이때 사용되는 순동분말은 성형성을 갖도록 하였고(순동분·ACU-140상당), 주석분말은 공기분사법으로 제조하며 입자크기에 따라 베어링의 특성이 매우 민감하게 변하므로 특별한 관리가 필요하고 -325 mesh 분말을 사용한다.

청동계 오일레스베어링은 소결중에 주석이 저온에서 액상으로 잠시 나타났다가 합금화되면서 사라지는 전형적인 현이 액상소결과정을 겪게 되는데, 소결조건에 따라 오히려 치수 팽창이 일어나기도 하는 재료로써, 소결후의 최적의 기공도 유지, 베어링의 기계적 성질개선, 정밀한 치수 제어를 위해 소결업체별로 독자적인 소결조건을 관리하여야 한다. 특히 동과 주석의 밀도차와 입도차이로 인해 소결후 주석편석의 위험성이 크므로 이를 최소화하기 위해 혼합시 별도의 첨가제를 사용하게 되어 소결거동을 더욱 복잡하게 만든다.

청동계 베어링재질은 900Cu+10Sn을 기본으로, C,

Table 2. Characteristics of Fine Electrolytic Cu powder (Fukuda, Japan)

품 명	겉보기밀도 (g/cm ³)	유동도 (s/50g)	입도분포 (%)						
			+180 μm	+150 μm	+106 μm	+75 μm	+63 μm	+45 μm	-45 μm
FCC-115	0.7-1.2	-	-	-	-	-	<2	<10	>90
FCC-115A	-	-	-	-	-	-	<3	<10	>90
FCC-2000	1.2-2.0	TD(g/cm ³): 2.7-3.7, HL(%): <0.5,							
FCC-SP-99	2.5-3.0	TD(g/cm ³): 3.8-4.3, HL(%): <0.29, D ₅₀ (μm) <13							

Table 3. Characteristics of Oilless Bearing Materials

No.	합금계 (주요성분)	화학성분 (%)						소결특성		
		Cu	Fe	Sn	Pb	C	기타	밀도 (g/cm ³)	함유율 (wt.)	압축강도 (kg/mm ²)
1	Cu-Sn	Bal.	-	8~11	-	-	1>	6.4~7.2	18<	15<
2	Cu-Sn-Pb-C	Bal.	-	8~11	3>	3>	1>	6.4~7.2	18<	15<
3	Cu-Sn-C	Bal.	-	8~11	-	3>	1>	6.4~7.2	18<	15<
4	Cu-Sn-Pb	Bal.	-	3~5	4~7	-	1>	6.4~7.2	18<	15<
5	Cu-Sn-Pb-C	Bal.	MoS ₂ 1.5~5.5 Ni<3	7~11	1.5>	1.5>	1>	6.4~7.2	12<	15<
6	Cu-Sn-Pb	Bal.	MoS ₂ 1.5~2.5	7~11	1.5>	-	1>	6.4~7.2	18<	15<
7	Fe-Cu-C	5>	Bal.	-	-	2.0~0.8	1>	5.6~6.3	18<	25<
8	Fe-Cu-Pb	3>	Bal.	-	2>	-	1>	5.6~6.4	18<	20<
9	Fe-Cu-Pb-C	5>	Bal.	-	2~10	2.0~0.8	3>	(5.7~7.2)	18<	20<
10	Fe-Cu-Sn	48~52	Bal.	1~3	-	-	3>	6.2~7.0	15<	20<
11	Fe-Cu-C	14~20	Bal.	-	-	1~4	1>	5.6~6.4	18<	16<
12	Fe-Cu-Zn	18~22	Bal.	1~3	Zn 2~7	-	1>	5.6~6.4	18<	15<

Pb, MoS₂ 등의 고체 윤활제를 첨가하여 하중 및 작동 조건에 따른 베어링 윤활특성을 제어하고 있고, 때로는 Ni, Co, Zn 등의 첨가되어 모터 작동 초기의 베어링 마찰을 제어하기도 한다. 최근에는 원가절감 측면에서 상대적으로 유리한 동-철계 또는 연-철계의 베어링 재질이 개발되어 국내에서도 많이 사용되고 있는데, 동-철계의 경우 간혹 Sn, Zn 등의 합금원소를 첨가하기도 하고, 대개는 C, Pb 등의 고체 윤활제가 함께 사용되어 윤활특성을 만족시키기도 한다.

연-철계는 한때 원가 측면의 유리함 때문에 개발이 시도되었으나, 소결시 Pb의 비산에 따른 환경오염이 심각하여 현재는 거의 쓰이지 않는다. 표 3, 4에 오일레스베어링용 재질의 종류와 기본특성을 나타내었다. 소결업체별로 소결조건(소결료형태, 소결온도, 시간, 분위기)이나 소결후 정형공정 같은 후가공 공정이 다르기 때문에 각 업체별 규형특성에 맞는 원료분말의 공급이 필수적이며, 밀도, 함유율, 압축강도 이외에도 정형후의 내면조도의 제어를 위해 분말의 연

Table 4. Application Characteristics of Oilless Bearing Materials

No.	합금계 (주요성분)	한계PV값 kgf ·m/cm ² ·min	사용사의 특성													
			축 회 전				하 중				유향 고온 피질삭 고정성 방침력				치수 가격 집도	
			고속	저속	단속	습성	고하중	저하중	축동	유향	고온	피질삭	고정성	방침력		
1	Cu-Su	(1,000)	○	•	•	•	•	○	•	○	•	○	○	○	+	
2	Cu-Su-Pb-C	(1,000)	○	○	○	○	•	○	○	•	•	○	△	○	○	±
3	Cu-Sn-C	(1,000)	○	○	•	•	•	○	○	○	•	○	△	○	○	±
4	Cu-Sn-Pb	(200)	•	○	•	•	△	○	•	○	•	○	•	○	○	±
5	Cu-Sn-Pb-C	(3,000)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	++
6	Cu-Sn-Pb	(1,000)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	•	○	○	++
7	Fe-Cu-C	(2,000)	•	•	•	•	○	○	△	•	△	△	△	•	•	=
8	Fe-Cu-Pb	(1,500)	○	○	•	•	•	○	△	•	•	•	○	○	○	=
9	Fe-Cu-Pb-C	(2,000)	○	○	○	○	•	○	•	○	•	○	○	○	○	=
10	Fe-Cu-Sn	(1,500)	○	•	•	•	•	○	○	○	•	○	○	○	○	=
11	Fe-Cu-C	(1,500)	•	•	○	○	△	○	•	○	○	○	△	△	△	=
12	Fe-Cu-Zn	(1,000)	○	•	•	•	○	○	•	△	•	•	△	○	○	=

주 1) ○: 우수, ○: 양호, •: 가양, △: 부적합
 2) 한계PV 값에서 내경기공 조정할 경우, () 수치보다 작게 된다.
 3) (가격) ++: 고가, +: 보통, =: 저렴.

Table 5. Characteristics of Pre-alloyed Bronze Powders

규격	표준화화조성	겉보기밀도	유동도	입도분포
PAB-10	Cu90, Sn10	4.5~5.5	15 max	all -325 mesh
PAB-15	Cu85, Sn15	4.5~5.5	15 max	all -325 mesh
PAB-20	Cu80, Sn20	4.5~5.5	15 max	all -325 mesh
PAB-33	Cu67, Sn33	4.5~5.5	15 max	all -325 mesh

성도 매우 중요한 특성이 되고 있다. 특히, 음향기기, 컴퓨터용 정밀모터에 사용되는 오일레스베어링은 각종 치수의 정밀도 뿐 아니라 구동초기에 오일의 윤활 작용이 정상상태에 이르기 전에 발생하는 모터축과 베어링의 마찰을 가능한 한 낮추는 것이 무소음 및 수명제어에 필수적이므로, 이와 관련한 많은 시도들의 소재측면에서 행해지고 있다.

최근에는 동과 주석을 확산접합(Diffusion Bonding) 시킨 분말이 개발되어 주석편석의 최소화, 성형성의 개선을 통해 고품질 베어링을 가능케 하려는 시도도 적극 검토되고 있다. 국내 오일레스베어링분야는 자동차용이나 가전용의 경우는 비교적 활발한 신장세를 보이고 있으나 컴퓨터, 음향기기 OA기기용 소형 정밀 베어링의 경우는 일본, 대만으로부터 많은 수량을 수입하고 있으며, 그 사용량도 크게 증가하고 있으므로 소결업체의 분발이 요망된다.

2.4. 합금청동분

분말야금용 청동분의 앞에서 언급한 혼합청동분이 동계분말의 가장 전형적인 예라고 할 수 있으며, 한 때 이러한 오일레스베어링용 분말을 합금청동분으로 이용하고자 많은 시도들이 있었으나, 성형성, 기공도 제어, 압환강도의 한계로 인해 별다른 성과를 보지 못하고 있다. 오히려 다이아몬드 공구분야에서 합금

청동분의 응용이 활발하게 이루어지고 있다. 전통적으로 석재 절단용 다이아몬드공구 분야에서는 인조 다이아몬드의 결합재료 1 μ m급의 극미세 코발트분말이 사용되고 있으나, 코발트 가격의 폭등과 수급 불안으로 인해 코발트를 대체할 수 있는 많은 노력들이 있어 왔으며, 합금청동분도 그러한 시도로 인해 적용이 늘고 있다. 공구용 합금청동분의 주요특성을 표 5에 나타내었다.

합금청동분은 일부업체를 제외하고는 불활성가스 분사법으로 제조된 구형분말이 사용되며 대부분 325 mesh 이하의 미분을 사용하고, 미량성분의 변화에 따라 Hot Press시 소결특성이 매우 민감하게 변한다. 합금청동분의 또다른 용도는 테프론 등의 수지에서 filler용으로 사용되고 있는데 이 경우는 구형분과 불규칙분이 업체마다 제조공정에 따라 다르게 사용되며 다이아몬드공구용보다 다소 큰 입도의 것(-200 mesh)이 사용된다. 합금청동분의 세 번째 용도는 베탈필터이다. 필터용 합금 청동분은 구형분으로 89Cu+11Sn의 조성에 0.35%의 P가 첨가된 것이 표준조성으로, 80-160 μ m의 입도가 가장 많이 사용되고 있다.

2.5. 연청동, 켈멧트분

자동차, 선박용 엔진베탈베어링은 보통 steel-backed bearing으로써 스틸판에 Pb가 함유된 동합금분을 깔아서 소결한 후에, 압연공정, 프레스공정을 거쳐 제조된다. 베어링에 가해지는 구동하중에 따라 합금 조성이 결정되며 크게 연청동분, 켈멧트분, Pb가 함유되지 않은 합금청동분으로 나뉘어진다. 전형적으로 구형분말이 사용되므로 불활성 가스분사법으로

Table 6. Characteristics of Metal Bearing Materials

품명	규격	표준화화조성(%)	겉보기밀도 (A.D., g/cc)	유동도 (F.R. 초/50 g)	환원감량 (H ₂ Loss, %)	표준입도 (%)			
						+80	+140	+325	-325
Kelmet분	PAK-1	Cu 62.5, Pb 37.5	5.2-6.0	25 max	0.3 max	2 max	15-30	15-40	40-60
	PAK-2	Cu 65, Pb 35	5.2-6.0	25 max	0.3 max	2 max	15-30	15-40	40-60
	PAK-3	Cu 70, Pb 30	5.2-6.0	25 max	0.3 max	2 max	15-30	15-40	40-60
	PAK-4	Cu 75, Pb 25	5.2-6.0	25 max	0.3 max	2 max	15-30	15-40	40-60
연청동분	ALB-1	Cu 88, Sn 4, Pb 4, Zn 4 max	5.0-5.8	25 max	0.3 max	2 max	15-30	15-40	40-60
	ALB-3	Cu 80, Sn 10, Pb 10	5.0-5.8	25 max	0.3 max	2 max	15-30	15-40	40-60
	ALB-6	Cu 72.5, Sn 3.5, Pb 24.0	5.0-5.8	25 max	0.3 max	2 max	15-30	15-40	40-60
인청동분	PBP-3	Cu 92, Sn 8, P 0.5 max	5.0-5.8	25 max	0.3 max	2 max	15-30	15-40	40-60
	PBP-4	Cu 89, Sn 11, P 0.5 max	5.0-5.8	25 max	0.3 max	2 max	15-30	15-40	40-60

Table 7. Characteristics of Al Alloy Powders

	Chemical Composition (wt.%)					A.D. (g/cc)	Particle Size Distribution				
	Cu	Si	Mg	Lub.	All202		+50	+50 +100	-100 +	-200 +	-325
601AB	0.25	0.6	1.0	1.5	Bal	1.25	Trace	10-20	20-30	15-25	30-40
602AB	-	0.4	0.6	1.5	Bal	1.25					
201AB	4.4	0.8	0.5	1.5	Bal	1.30					
202AB	4.0	-	-	1.5	Bal	1.28					

제조되며, 소결 및 압연후 소결층의 Pb부위의 크기가 베어링 특성에 중요한 변수이므로, 분말의 입도분포, 산화도 등이 잘 관리되어야 한다.

또한 생산공정의 자동화에 따라 분말의 유동성, 걸보기밀도 등의 공정 변수들의 제어가 중요해지고 있다. 베어링 제조후 최종적으로는 LTC삼원도금(Lead-Tin-Copper)을 하여 윤활특성을 비롯한 베어링 특성을 만족시킬 수 있게 된다.

과거에는 대부분의 자동차용 엔진메탈베어링 재질로 동계가 사용되었으나 자동차경량화에 따라 일반 승용차용 엔진 메탈베어링은 대부분 Al계(Al-Sn합금)로 바뀌었으며, 상용차나 일부 고급 승용차 및 선박용에만 동계 베어링이 사용되고 있다.

2.6. 황동분

황동분은 국내에서는 소결품으로의 활용이 많지 않으며, Pb가 2% 함유된 2/8황동의 경우 냉장고 컴프레서용 Weight Balance의 자동차용 마찰재 등에 사용되고 있다.

2.7. 순알루미늄분

순알루미늄분은 제조방법에 따라 공기분사분과 불황성가스분, 플레이크분으로 나뉘어진다. 공기분사분은 주된용도가 철강산업에서 제강용 전로의 축로에 쓰이는 염기성 내화 벽돌의 첨가제로 쓰여서 내화물의 수명을 향상시킨다. 일반적으로 325 mesh 이하의 굵은 분말은 자동차용 마찰재의 원료로 사용되고 있다. 순알루미늄분은 미분화됨에 따라 자연발화에 의한 폭발의 위험도가 매우 커지므로 제조 및 취급에 극히 조심하여야 하며, 수분과 접촉하면 수소가스의

발생으로 더욱더 위험해지므로 주의를 요한다. 순알루미늄분말은 방위산업용원료로 일부 쓰이기도 한다.

2.8. 알루미늄합금분

소결법에 의해 분말야금공정의 장점을 살려 알루미늄합금부품을 제조하고자 많은 노력들이 있어 왔으나 큰 활용이 이루어지지 않고 있으며, 국내에서는 2,000계 및 6,000계의 알루미늄합금분(실제로는 혼합분임)이 소결용으로 일부 활용되고 있다.

표7에 국내에서 사용되는 미국 Alcoa사의 201, 601 Series의 분말특성을 나타내었다. 이 분말은 Al 1202 분말에 Cu, Mg, Si를 각각 분말상태로 첨가·혼합하여 제조한 것으로 알루미늄합금의 경우 강도의 증가로 인해 고밀도성형이 곤란하게 되어 소결시 치밀화가 어려워지므로, 순알루미늄분과 다른 합금원소분말을 혼합하여 제조함으로써 고밀도 성형을 가능케 하고, 소결공정에서 최종적인 합금화를 이룩하여 원하는 기계적인 성질을 만족할 수 있게 된다. 특히 상기분말은 소결후 기계 가공시 주·단조품에 비해 아주 우수한 가공성을 갖는 것으로 알려져 있다. 미국, 일본에서는 컴퓨터, OA기기관련 부품중에 Al소결품을 응용한 것이 활발하게 채택되고 있으나, 국내에서는 아직 활발하지 못하다.

이밖에 알루미늄합금분으로 Al-Si계는 브레이징용으로 오래전부터 사용되어 왔으며 Si 12%가 전형적인 조성이다. 분말야금용은 아니지만 Al-Mg합금분이 분쇄법에 의해 제조되어 사용되고 있는데, 주로 용접봉용 플럭스의 첨가제, 폭죽용 원료, 제강용 내화벽돌의 첨가제로 사용되고 있으며 Mg 50%가 표준적인 조성이다.

Table 8. Characteristics of Extra Fine Co Powders

Chemical Comp. wt.%	A.D. g/cm ³	T.D. g/cc	FSSS μm	Laser Analysis			α/β 상비
				10%	50%	90%	
99.8 up	1.0-1.3	1.9-1.3	1.2-1.5	4 μm	7 μm	10 μm	65:35

2.9. 코발트분

코발트분은 전형적인 화학적 방법에 의해 제조되는 분말로써, 1 μm 급의 극미세분의 제조가 가능함으로 인해서 활용도가 다양해졌다. 국내에서는 선진국과는 반대로 다이아몬드공구용이 초경합금용보다 훨씬 큰 수요를 나타내어 년 400톤의 총수요중 80%를 차지하고 있다. 전세계적으로 사용되는 공구용 코발트분은 사용하는 규격이 한가지로 단일화 되어 있는 점이 특이하다.

다이아몬드공구의 경우, 과거에는 다이아몬드와 금속분말을 혼합한 후 성형하여 수소 소결하는 Cold Press 방식에 의해 공구를 제조하였으나, 최근에는 흑연 모울드에서 직접 통전·가압 소결하는 Hot Press 방식으로 대부분 바뀌었으며, 이에 따라 다이아몬드 지립을 찾아 주는 결합재로써의 금속분말 Bond의 구성이 새롭게 설계되고 있다. 이러한 다이아몬드공구용 금속기지가 갖추어야 할 기본 성질을 대별하여 보면 다음과 같다.

- i) 다이아몬드지립의 양호한 보지력
- ii) 강도와 연성의 적절한 결합
- iii) 다이아몬드 크기/농도와 작업조건에 따른 마모율 제어
- iv) 높은 내식성

이러한 기본요구 성질을 바탕으로 피절삭재의 종류에 따라 수많은 금속 Bond가 개발되어 왔으며 각 공구제조업체 별 노우하우로 축적되고 있다. 또한 최근에는 코발트 가격의 상승으로 인한 원가절감을 위해 합금청동을 비롯한 코발트 이외의 금속분을 활용한 Bond의 개발·채용이 활발하게 진행되고 있다. 합금청동, 전해동분, 니켈, 주석, 은, 크롬, 망간, 텅스텐, 몰리브데늄 등의 다양한 금속분말들이 코발트와 함께 Bond를 구성하여 구성하여 최종적인 다이아몬드공구의 수명과 절미성을 결정하게 된다.

2.10. 저융점분

저융점분에는 주석분, 납분, 솔더분, 아연분이 포함된다. 주석분은 대개 공기분사법으로 제조되며, 200 mesh 이하의 입도로써 오일레스 베어링용 청동분의

원료로 쓰이고, 일부는 자동차용 마찰재의 원료로 쓰이고, 일부는 자동차용 마찰재의 원료, 다이아몬드 공구용 Bond원료로 사용되고 있다. 납분도 역시 공기분사법으로 제조되며, 주로 철계소결품의 첨가제나 연철계베어링의 원료로 사용되고 있다. 솔더분은 주로 전자용 솔더크림의 원료로 사용되는데, 최근 표준실장부품(SMD)의 급격한 증가로 인해 그 수요가 크게 늘고 있으나, 아직 국산화가 되지 않고 있는 실정이다. 특히 회로의 핏치 크기가 갈수록 미세화 됨에 따라 솔더분의 크기도 400 mesh급으로 미세화가 요구된다. 구형도, 엄격한 입도분포, 산화도제어 등의 까다로운 품질수준을 맞추어서 시급히 국산화가 되어야 할 품목이다. 아연분은 주로 알칼리 1차전지의 음극원료로써 사용된다. 요구입도는 -60+140 mesh로 비교적 굵은 분말이 사용되고, 전기특성제어를 위해 In, Bi, Pb가 약 500 ppm 정도로 미량 첨가되어 있으며, 표면특성의 제어가 매우 중요하다.

2.11. 귀금속분

귀금속분의 가장 전형적인 예는 은분이다. 은분은 도전성 페이스트의 제조에 사용되며 구상은분과 플레이크상은분의 두 종류가 있다. 저온경화형 페이스트에는 주로 플레이크상 은분이 사용되며, 고온소성형 페이스트에는 구상은분이 사용되고 용도에 따라 0.2-1.0 μm 의 입도가 적절히 선택되어야 한다. 국내에서는 페이스트의 개발이 활발하지 못해 그 사용량이 크지 않으나, 완제품 은페이스트의 수입은 전자부품산업의 발달에 따라 크게 늘고 있는 실정이다. 은분의 또다른 용도로는 다이아몬드 공구용과 전기접점용이 있으며 이러한 용도로는 1-3 μm 정도의 중간 크기 은분이 사용된다.

최근에 MLCC의 국산화에 따라 MLCC의 내부전극으로 사용되는 팔라디움의 수요가 크게 늘고 있다. 아직까지는 완제품 페이스트 상태로 수입하는 것이 대부분이나, MLCC의 치열한 가격 경쟁으로 인해 일가의 큰부분을 차지하는 팔라디움분의 국산화가 빠른 시일내에 이루어지는 것이 필요하다.