
化学気相成長による高品質ダイヤモンドの合成



单崇新

鄭州大学物理工程学院

- ◆ **ダイヤモンド、それは炭素元素からなる鉱物であり、地球上で発見された最も固い天然物質である。**
- ◆ **数千年前にはすでに人類はその存在を知り、石器の切断等に利用してきた。**
- ◆ **最高の硬度、低い摩擦係数、高い弾性率、高い熱伝導率、高い絶縁性、大きなバンドギャップ、高速な伝播速度を有するため、幅広い分野で利用される。**



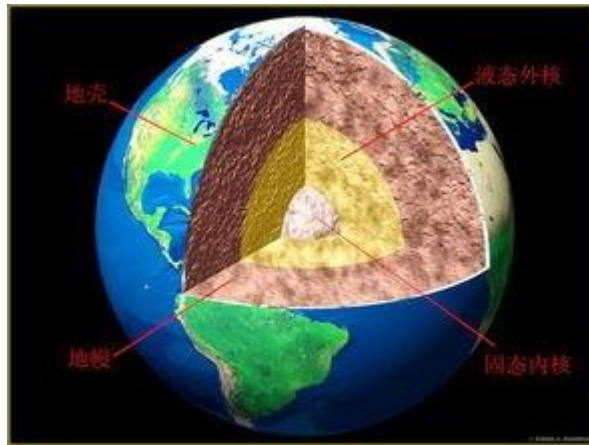
- ◆ 仕上げ加工を経て形成されたダイヤモンドは最高の硬度、高い屈折率と高い色調を一体化した宝石である。
- ◆ 人類に発見されてから、その輝きはヒトの目を奪い、その完全な品質と希少性から高貴と忠節の象徴と称され、宝石の王様とされている。
- ◆ 現代ではアクセサリーとして利用されるダイヤモンドは恒久的で、永続的に伝えることができるため、女性の最高の友となっている。



- ◆ アクセサリー以外でも、高い硬度、高い耐摩耗性、高い熱伝導率、低い熱膨張率及び高い化学的不活性等の優れた特性を有するため、ダイヤモンドは工業分野で最も優れたカッター材料となりつつある。
- ◆ 精密加工、鉱山採掘、石油掘削等の国の経済にとって重要な分野で利用され、要となる役割を果たす。
- ◆ ある一定のレベルで国家の工業生産水準を左右するため、「戦略物資」と呼ばれている。



- ◆ 天然のダイヤモンドは地下100－300km、5－700万気圧、1200－1800℃及び所定の含有量・比率の鉄族金属とグラファイト又は炭素という条件の下で数億年の「鍛錬」を経て形成され、偶発的な火山の噴火又はその他の地質学的変動によって地表付近にもたらされる。



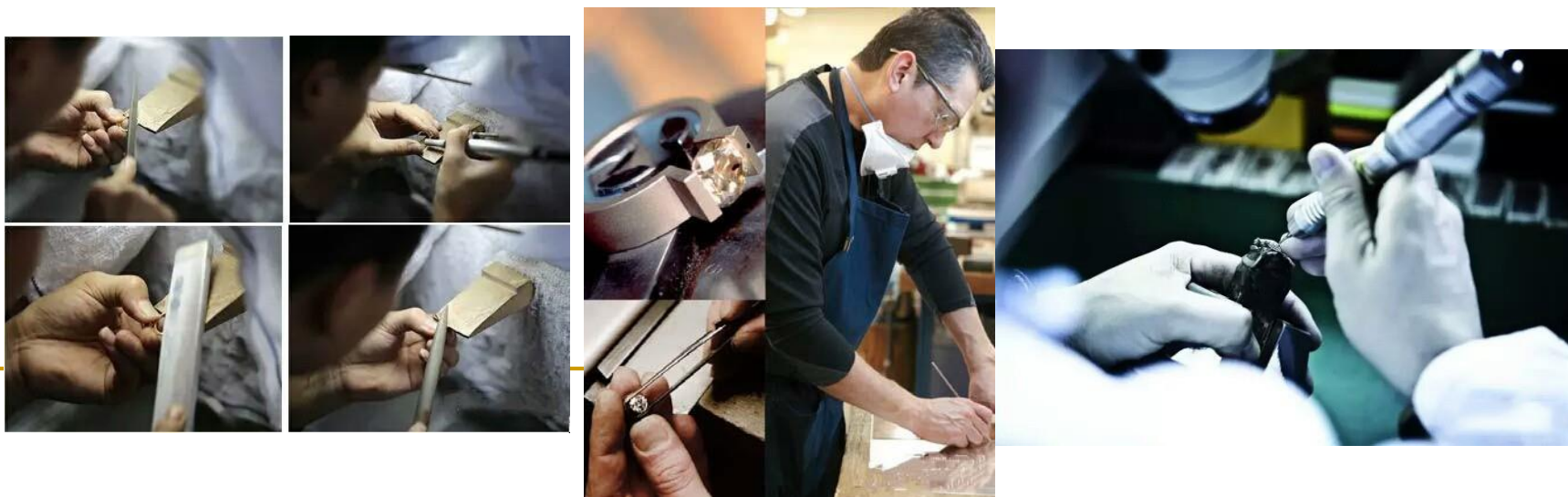
- ◆ ダイヤモンドの鉱床は発見が困難で、コストが膨大であり、数十年又は百年以上にわたる探索を行い、大量の資源を消費するものであって、取り返しがつかない環境破壊をもたらし、地球上に傷跡を残す可能性がある。

採掘したダイヤモンドのうち、平均してわずか20%が宝石グレードとされ、残りの80%は工業用にしかない。その20%の宝石グレードのダイヤモンドの価値は80%の工業用ダイヤモンドの5倍以上である。

また、1カラット(0.2g)の研磨されたダイヤモンドを得るために、約250トンの鉱石を採掘しなければならない。



- ◆ **ダイヤモンド鉱床の採掘は巨大な規模で、なおかつ細心の注意が必要とされる作業でもある。十分な量のダイヤモンドを含有する鉱石を採掘する必要があり、これ以上ないくらいに慎重になって、鉱石の中のダイヤモンドの原石を完全な形で確保しなければならない。不適切な採掘は巨大な経済的損失をもたらすため、露天掘りでも地下の掘削でも、きわめて大がかりな作業となり、必要な人手や物資の投入量は計り知れない。**
- ◆ **採掘した鉱石は慎重に破碎して選別し、鉱石の一粒ずつ細やかに分析した後にカッティング工程を決定することによって、その重量、純度及び様式を保証する。**



戦乱が発生すると、武装勢力の闘争資金獲得のために、現地の住民は採掘に駆り出され、塗炭の苦しみを味わうことになる。

近年、映画「ブラッド・ダイヤモンド」でその状況が生々しく描かれた。





-
- ◆ 実験室でダイヤモンドを合成できるならば、環境破壊を効果的に回避し、大量の人手や物資を投下する必要がなく、ダイヤモンドを血で汚すことを避けることができる。
 - ◆ 18世紀にフランスの化学者ラボアジェがダイヤモンドの組成が炭素であることを発見して以来、長年にわたり多くの試みがなされてきた。
 - ◆ 20世紀50年代に、ゼネラルエレクトリック社が人工ダイヤモンドの合成に成功したことを報告。発明者は信じることができず、驚きのあまり腰を抜かした。
 - ◆ 色彩は茶色がかっており、工業分野でのみ利用可能であったが、1971年にゼネラルエレクトリック社は高温高圧法(HPHT法)によってジュエリーグレードのダイヤモンドの生成に成功した。
-

- ◆ 後にHPHT法によるダイヤモンド合成は急速に発展し、中国河南省の人工合成ダイヤモンドの生産量は世界の50%以上を占めるようになった。
- ◆ 研磨用具、カッター、回転砥石等の方面で大量に用いられている。



-
- ◆ HPHT条件は、数万気圧、1500°Cの高温が必要であって、条件が過酷で、膨大なエネルギーを消費する。
 - ◆ 触媒を使用し、純度は低く、高品質のダイヤモンドを生成することは困難である。
 - ◆ より好適なダイヤモンド合成方法が探求されている。
-

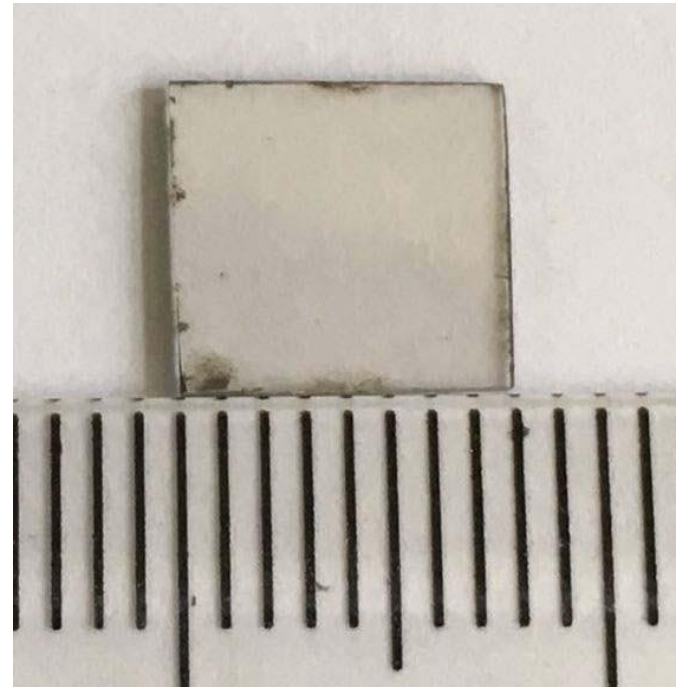
- ◆ 2000年ごろ、エレメントシックス社、カーネギー研究所、アポロ社がCVD法を用いたダイヤモンドの合成を開始したが、未だ市場での販売は行われていない。
- ◆ 2012年ジェメシス社はCVD法によってIIa型ダイヤモンドを製造し、これは世界でも2%の天然ダイヤモンドのみがこの純分を有するものである。しかし、こういった技術は少数の企業に握られている。



-
- ◆ 2016年、中国はCVD法でプロセス重量1.2カラット、カラーグレードF～G、純度SI1のカラット級ダイヤモンドの合成技術を自主開発した。



更にダイヤモンドの単結晶ウェハの合成プロセスを開発、ダイヤモンドの優れた光電特性を考慮すれば、工学ウィンドウ、電力電子デバイス、深紫外線光電検出デバイス、核放射線検出デバイス等の分野での大きな応用可能性と潜在性を秘めている。



中国科学報、科学網、中国教育網、東方今報等10社余りのメディアで報道された。

东方今报

“河南再出发”系列评论之七

简政放权释放“改革红利”

简政放权释放“改革红利”

河南再出发 简政放权释放“改革红利”

傲娇河南

《文办》变“武办” 当街耍野蛮

文化路街道办向被打发行员当面道歉

我国研究人员合成克拉级高品质钻石

2016-10-31 09:28:50 来源: 科学网 作者: 张煜

郑州大学单勇教授团队利用新方法合成的高品质相仿白钻钻石

日前,郑州大学单勇教授团队产亮杰博士等人合成出质量1.2克拉以上,颜色D级,净度SI1级的高品质相仿钻石。

据悉,钻石是经过加工的金刚石,地球上的天然钻石是在地球深处高温高压的特殊条件下(地表以下100-300千米,压力5-7百万大气压,温度1200-1800摄氏度)以及一定量及比例的铁族金属和石墨或碳条件下历经亿万年的“历练”而成的,再遇火山爆发或其它地质运动时带到地表附近。

目前,地球上已探明的钻石储量约为25亿克拉,但钻石矿床的探导往往耗资巨大,天然钻石的开采不仅会耗费大量资源,还可能对地球生态环境造成不可挽回的损失。

同时,部分偏远地区开采的钻石获得的利润投入到底竞争中,给当地人民带来了深重的灾难。而合成钻石可以在实验室进行,不会破坏生态,耗费能源有限,也没有“血钻”等道德原罪,是一种绿色的产业。因此,有人预计,人造钻石将逐渐成为奢侈品市场的主流。

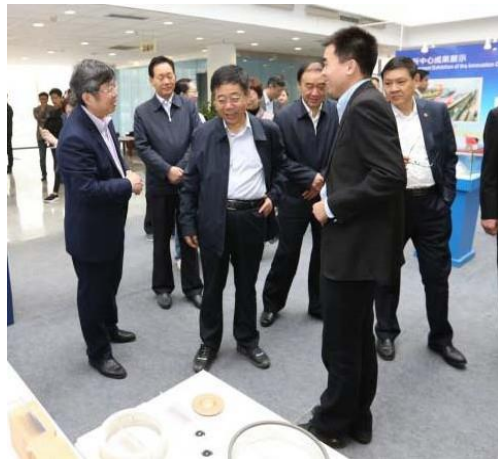
另据悉,人们近年来发现金刚石除了具有天然材料最高硬度的性质以外,还具有很大的禁带宽度。已知天然材料最高热导率,极高的击穿电压,较大的载流子饱和迁移率等特点,因此有望成为下一代电力电子器件的优异候选材料。

单勇介绍说,目前金刚石合成的主流技术是高温高压法,但该方法在合成的过程中,往往会因为杂质掺入进入到金刚石中,导致杂质较多,在电力电子器件等方面的应用面临障碍。

为此,产亮杰等人经过艰苦的探索,开发出化学气相沉积方法合成金刚石晶和克拉级钻石的工艺。该工艺合成温度不超过1000度,压力不到一万个大气压,同时在合成的过程中不使用催化剂,从而保证了合成金刚石的纯度以及钻石的颜色和净度,有望用于珠宝饰物、微波及太赫兹窗口、高能粒子探测器,以及电力电子器件等领域。

责任编辑:张煜

中国教育部、現地地方政府の指導部も大いに関心を寄せている。



ありがとうございました！

Prof. C. X. Shan

School of physics, Zhengzhou University, No. 75 Daxue Road, Zhengzhou
450052, China

Email: cxshan@zzu.edu.cn

Website: <http://www.researcherid.com/rid/F-7546-2017>
