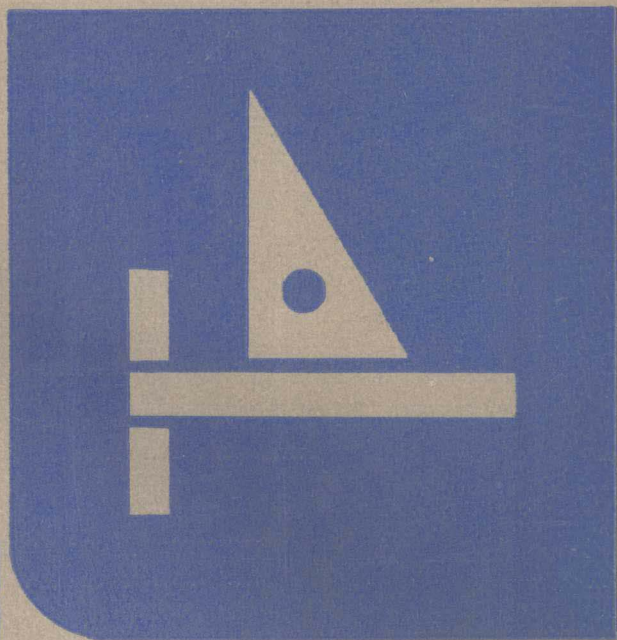
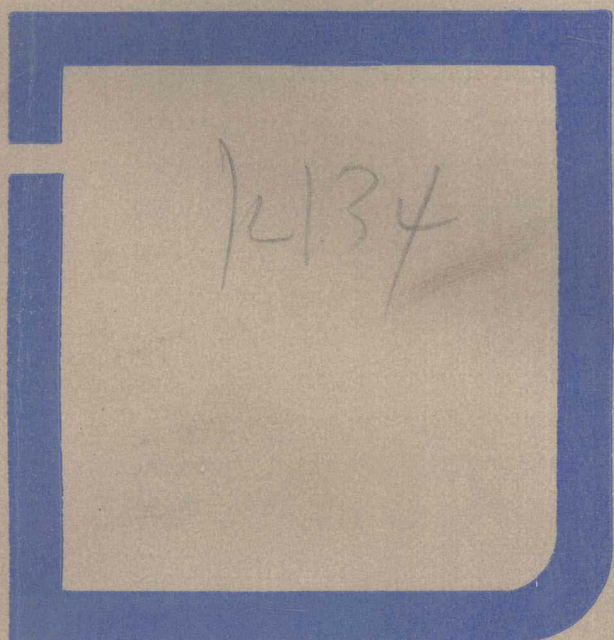


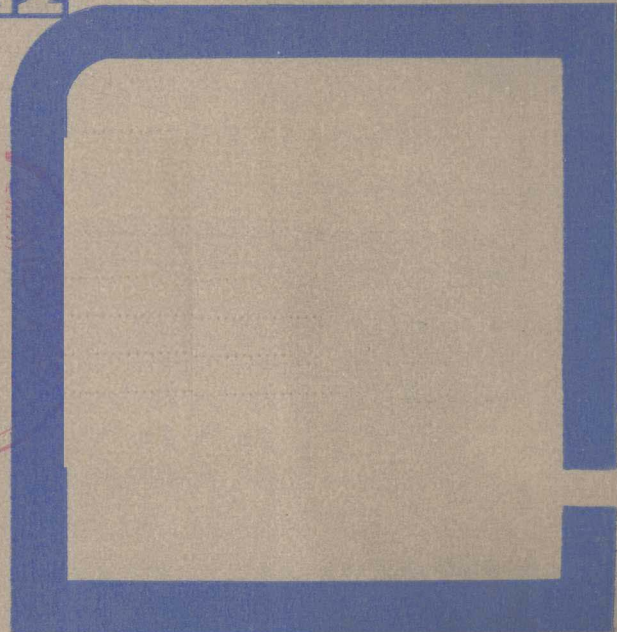
国外工业技术

INDUSTRIAL TECHNOLOGY FROM ABROAD



3

1982



15(2)

02

0387141-5

5

0387141-5

15(2)
02

T-11

国外工业技术(三)

《国外工业技术》编辑部 编

*

上海科学技术文献出版社出版
(上海武康路2号)

新华书店上海发行所发行
江苏宜兴南漕印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 5 字数 129,000

1982年12月第1版 1982年12月第1次印刷

印数: 1—3250

书号: 15192·224 定价: 0.55 元

《科技新书目》35-253

目 录

技术精华

用途越来越广的振动切削法.....	(1)
微波等离子表面处理法.....	(7)
最近的陶瓷功能材料.....	(13)
PTC 热敏电阻保护马达.....	(18)
工厂振动噪声防治技术.....	(20)
有毒气体测试技术.....	(28)
耦合线圈的磁电变换技术.....	(34)
空气计数器.....	(42)
热回收领域内的节能.....	(45)
食品工厂的小型节能锅炉.....	(51)
降低模具成本方法种种.....	(53)
生产线上用的电视显象 X 射线探伤法.....	(56)

工业动向

八十年代的非击打式打印技术.....	(59)
日本钢铁工业技术发展的动向——节能和设备维修.....	(65)
展望今后的技术.....	(69)

企业管理

研究开发生产率.....	(72)
改进质量控制的质量.....	(78)

设计参考

一种新的能精密定位和高速输送装置.....	(33)
无电气噪音的光导纤维测定温度装置.....	(41)
防止移动物体冲撞的装置.....	(52)
能感觉夹钳状况和重量的遥控机械手.....	(68)
无接头支点的电-空变换器.....	(80)

小改小革

比 ABS 和标准丙烯酸塑料更经济的 RSA.....	(12)
能节约 50% 能量的加热炉.....	(12)
多个零件一次焊接.....	(50)
自动配给器节约焊剂.....	(50)
最新光电探测器.....	(58)

用途越来越广的振动切削法

隈部淳一郎

振动切削是一种精密切削方法,它是以前二十万分之一秒的脉冲切削力波形作用于工件来进行切削的方法。这种作用时间短而有规则的脉冲切削力波形是通过使切削刀具的刀头以频率 f 、振幅 a 在切削方向上振动获得的,但必须使切削速度 v 保持 $v < 2\pi af$ 。因此,为要连续地发出脉冲切削力波形,必须使切削刀具振动。

1944~1945年发明了这种方法,在此期间为了设计、制造出切削刀具振动系统,以使使切削刀具刀头在定点位置以一定的频率和振幅进行超声波振动而作出了极大的努力。当时在尚未弄清振动切削机理情况下已把注意力集中在使切削刀具振动的切削装置和方法上,并起名为振动切削。特别是对电气工作者来说,以脉冲切削来解释比较容易理解。

在振动切削中,以频率 f 和振幅 a 的乘积表示的振动速度及以 $l_T = v/f$ 表示的 $1/f$ 都与振动切削的切削性有关。因此,虽然说过通过提高频率 f 可以提高切削效果,但是由于振幅 a 的减小是振动系统的一般规律,故单凭过去的技术要提高振动速度是难以实现的。

最近对包括振子在内的切削刀具振动系统所作的改进收到了一定效果,已能制造出速度 $v_0 = 2\pi af = 350 \text{ m/min}$ 的高速切削刀具振动系统。不过常用的切削速度是临界切削速度 $v_0 = 2\pi af = 100 \sim 200 \text{ m/min}$ 的三分之一左右。

在1962~1963年期间,美国空军,辛辛那提·米拉克龙公司也进行了有关振动切

削的研究工作。后来,日本进一步研究,并探明了振动切削的本质,用于精密机械零件、钟表、文具、汽车零件和飞机零件等加工。

下面将说明一下振动切削的要点,同时归纳一下振动切削的最近的基础研究成果和实用的成果。

1. 何谓振动切削

图1(a)的常用切削方法,它是一种使工件作高速旋转,并将车刀推压在工件上,给车刀以一定的静变位,利用重迭在工件上的车刀刀头的振动生成切屑的方法。它需要大功率的电动机。

将工件车成如图所示的形状所需的动能和使车刀刀头振动所需的能量都依靠安置在远离刀架的电动机轴的旋转能量来供给。这是常用切削机床的特点。

常用切削的切削力的波形是由在 $P_{平均}$ 的直流成分上迭加宽广范围频率和振幅下呈复杂波形的交流成分(以细实线表示的)而成。由这种既不规则、又是频率范围很宽的切削力引起的工件、切削刀具的弹性振动现象,因 $P_{平均}$ 和高速旋转而产生明显的切削热,给切削加工带来不良影响。

在这常用切削中,以实现稳定而有规则的 $P \pm p \sin \omega t$ 波形(在图上以粗线表示)为理想,并努力通过提高切削速度方法来实现。但是,在切削刀具中,有很多刀具不能进行高速切削。

图1(b)是振动切削。利用单独设置的超声波振荡器,使车刀以 $f = 25 \sim 50 \text{ kHz}$ 的频率、 $a = 10 \sim 25 \mu$ 振幅,即所谓超声波范围

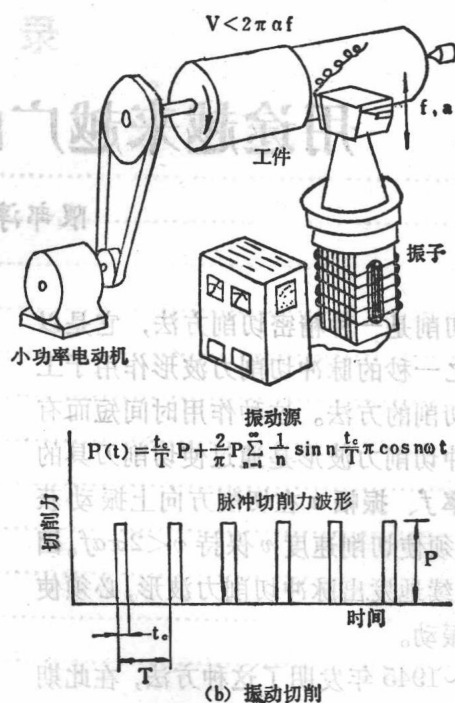
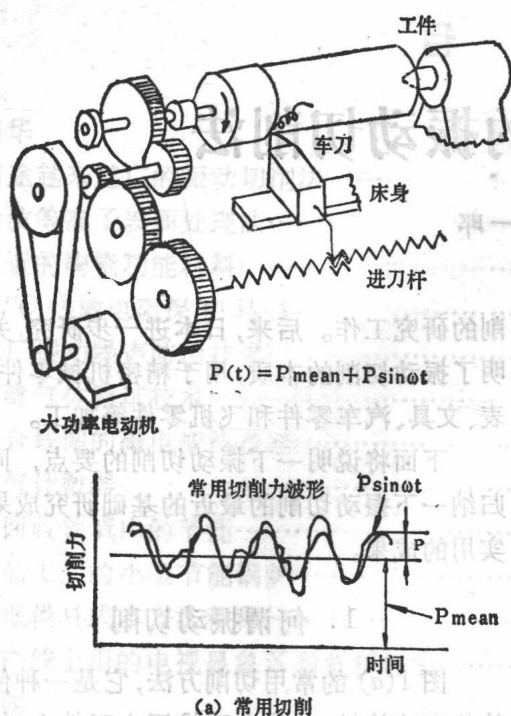


图1 振动切削与常用切削的区别

的频率和微小振幅在切削方向上一边振动，一边把整个切削长度按 $l_T = v/f$ 为单位均匀地切割成小裂纹的切削方法。

象这种使车刀振动而生成切屑的能源，由于单独备有超声波振荡器，并只要再使工件作圆周运动就行了，故只需要一个机床用的小功率电动机。振动切削是不能用常用切削法来说明的，它是巧妙地利用了车刀—工件振动系的过渡现象进行切削的，带来了图中公式所示的脉冲状切削力和切削热多的切削效果。

车刀的振动——一个周期在切削方向上切削的长度 $l_T = v/f$ 与切屑的断屑间隔成正比。速度越低就越易形成细小的切屑流。以低速切削形成宛如高速切削那样相同的切屑流，可以实现精密切削，做到既不发热，又无毛刺的效果。

由于这种振动切削不发热，所以也可精密切削硬度接近切削刀具的工业材料。这样就可实现理想的椭圆度 $\div 0$ ，圆柱度 $\div 0$ ，平行度 $\div 0$ ，平直度 $\div 0$ 的超精密切削加工。

2. 各种切削刀具的振动切削方法

即便切削阻力作用切削刀具的刀头也并不改变频率和振幅，而照样能输出足够功率，利用纵向超声波振子或扭曲超声波振子使切削刀具在切削方向上正确振动，按 $v < 2\pi af$ 的速度进行切削。具有代表性的切削工具的振动切削方法如图2所示。

此外，还有用固定磨粒及游离磨粒进行的振动磨削、振动抛光和用冲床、冲模进行的振动塑性加工。

切削速度低的切削刀具往往每个刀刃切削面积大、切削阻力大，例如丝锥、拉刀这类切削刀具，用较简单的装置获得的 30~100 Hz 左右的低频，比起磁致伸缩、电致伸缩振子产生的 20 kHz 以上的超声波带的频率容易利用大功率。

把超声波振荡器的电能转换成机械振动的振子有电流驱动的镍或铁氧体磁致伸缩振子和用电压驱动的陶瓷产生的电致伸缩振子。频率一般为 20~30 kHz，比这高的频率，

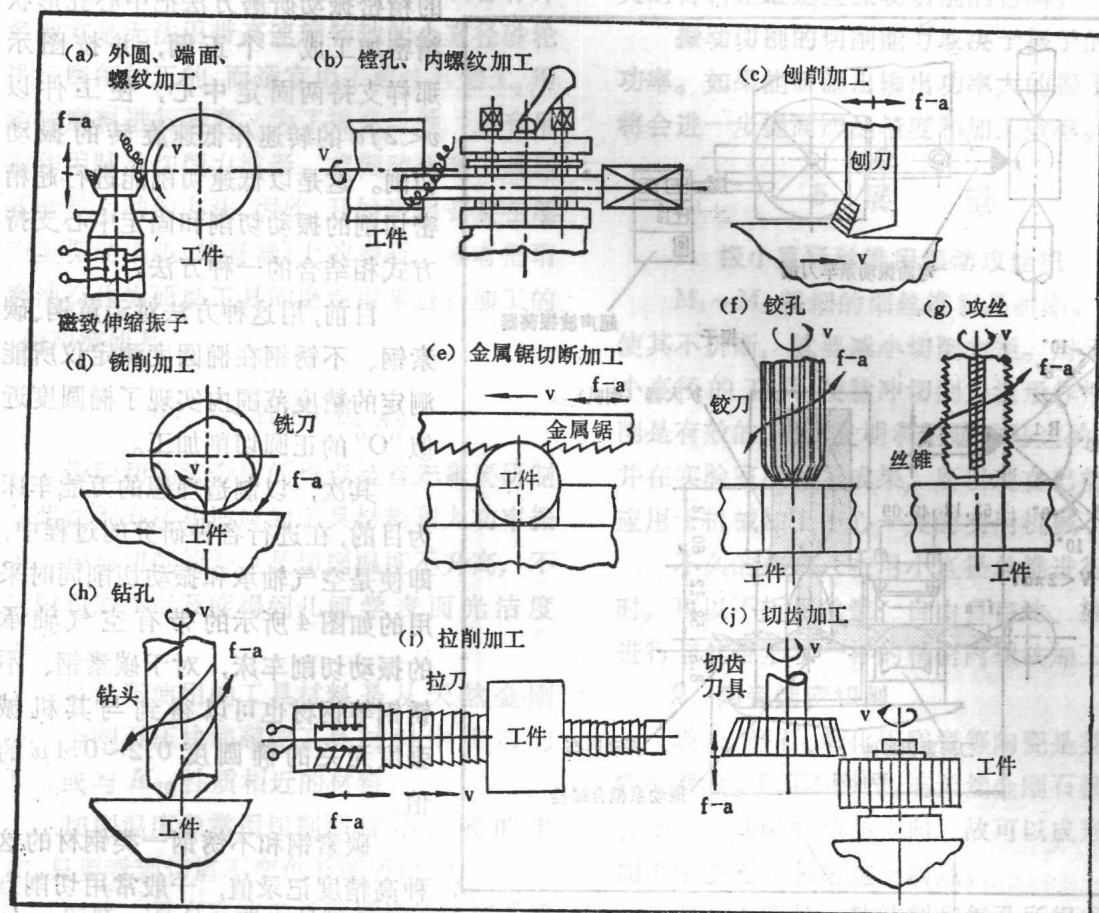


图2 各种切削刀具的振动切削方法

如果考虑到振幅输出和固定到切削刀具振动系统的刀架上的方法等问题时,则以提高频率的为佳,但从当今的技术来看 50 kHz 已是个极限了。

直接把切削刀具安装在该振子上,不仅振幅不够,而且振子内的一个振动节由于不能很好地固定在刀架上,就要利用设计成与振子频率谐振的放大振幅用的喇叭。

利用该喇叭所产生的振动节,把切削刀具振动系统牢固地固定在各台机床刀架上。如果固定方法不好,振动切削效果就不好。镍振子的能量转换效率比 Q 值高的其它振子差,但是它能够适应的切削条件范围宽,所以它仍是一种便于使用的振子。

从 1970 年开始能使用扭转振子。继 25 W 左右的铁氧体振子,最近 300 W 左右的铁氧体磁致伸缩振子开始实际应用了。同时也

已研制出连续使用时 150 W、20 kHz 的电子伸缩振子。今后将更进一步进行图 2(b)、(d)、(h) 的各种方法的开发研究,期待能迅速得到实用。

如果把目前市场上销售的紧固螺栓纵向电致伸缩振子 1 个所能发出的功率按振子种类列举的话,则为 20 kHz; $\phi 50$, 700 W, 30 kHz; $\phi 40$, 400 W, 40 kHz; $\phi 30$, 200 W, 50 kHz; $\phi 30$, 200 W。而紧固螺栓扭转振子为 20 kHz, $\phi 40$, 300 W。

图 2(a) 表示利用这些纵向振子的振动切削车床加工圆柱体、端面和螺纹的方法。这是利用最基本的纵向振动系统车刀进行的振动车削方法。

这种形式的振动系统的结构和操作虽然比较简单,但它需要制造专用车床。如果采用纵向振动系喇叭和振子驱动象图 3 那样的弯

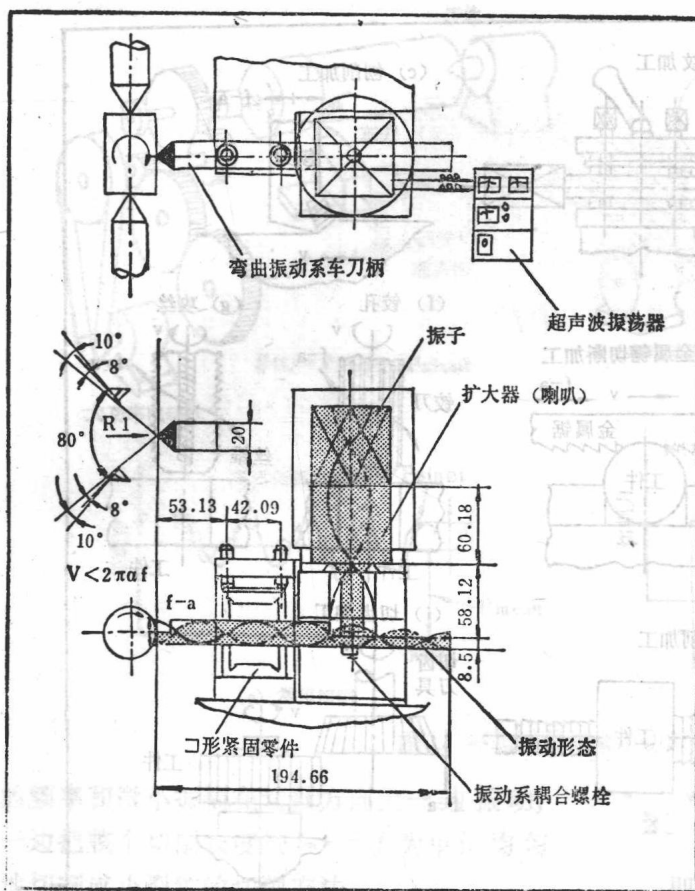


图3 两固定中心支持方式的椭圆度 ± 0 的振动车削

曲振动系统车刀柄的方法，则在已往的普通车床刀架上也可以仅添些垫片即可安装。这样就可以精密振动车削圆柱体一类零件。

如果把图3的振动切削装置安装到龙门刨床或牛头刨床的刀架上，则可以进行图2(c)的精密振动刨削。

象椭圆度 ± 0 ，圆柱度 ± 0 的车削加工和平直度 ± 0 ，平面度 ± 0 的刨削加工那样，对刀具刀头作理想运动时的形状来说，超精密切削理论和技术可以认为是切削加工的基础。

超精密切削的第一步——椭圆度 ± 0 的切削是用图3的振动车削方法来进行的。圆规针保持不同，如果不使铅笔在半径方向上移动，只是使其旋转，则可以画出一个正圆。

基于这种想法，对工件两端的中心孔用中心钻头和中心孔铰刀加工后，用最近开发

的精密振动研磨方法把中心孔形状精密加工成一个正圆，并按图示那样支持两固定中心，使工件以 $v < 2fa$ 的转速作低速旋转的振动切削。这是以低速切削能进行超精密密切削的振动切削和固定中心支持方式相结合的一种方法。

目前，用这种方法对于黄铜、碳素钢、不锈钢在椭圆度测定仪所能测定的精度范围内实现了椭圆度近似“O”的正圆切削加工。

其次，以制造理想的万能车床为目的，在进行各种研究的过程中，即使是空气轴承和振动切削同时采用的如图4所示的带有空气轴承的振动切削车床，对于碳素钢、不锈钢等钢材也可以得到与其机械强度无关的椭圆度 $0.2 \sim 0.4 \mu$ 的值。

碳素钢和不锈钢一类钢材的这种高精度记录值，一般常用切削方法是达不到的。

3. 振动切削应用的现状

最新成果是用振动切削精密螺纹加工车床切削不锈钢薄壁管的精密螺纹。该车床是“パイロット自来水笔平缘工厂”独自研制出来的。其成功地在不锈钢薄壁管内侧对过去难以切削的材料车出高精度螺纹。从而能以很低的价格制造金属制的自来水笔。

图5是为了使去毛刺、倒角和修整切削刀具刀刃简单而设想的“超声波振动金刚石手用油石”(申请:昭和34.11.21,公告:昭和36.11.27,实用新案申请公告:昭和36-31088,登记第582096号)。

如果采用此手用油石来人工整修超硬车刀和高速工具钢，其效率为过去手用油石的20倍和15倍左右。这种效率高、又简便的手用油石，在1965年前后已公开出售。

在金属模加工中,从金属模形状看有许多地方是无法用带高速旋转轴的小直径砂轮进行磨削加工的,而适宜用手用油石加工,用游离磨料进行研磨。为了提高工效,只有采取作用脉冲切削力波形、或振动研磨工具加速磨粒运动的办法。因此,开始采用安装在超声波振动喇叭(蜂音器)上的磨石,或者把珩磨油石作为研磨工具的磨粒用来进行加工的“超声波研具”。

4. 今后的焦点

振动切削法今后的焦点是首先需要研制与此切削方法相适应的工具材料和大功率振子。振动切削的特点是切削温度不升高,不沾附积屑瘤以及能得到几何学表面光洁度等。

目前所使用的工具材料是从天然金刚石、金刚石压块和超硬工具材料中挑选的 K_{10} 或与 K_{10} 性质相近的材料。

切削温度象常用切削那样不升高的事实,只要看到切屑不变色谁都明白。

因此,具有高速工具钢那样的机械性质的工具材料,特别是室温下硬度达最高值那

类的材料是最适宜振动切削的材料。

振动切削的切削能力取决于振子的输出功率。如果能研制出输出功率大的振子,那将会进一步提高产品精度和加工效率。

5. 展 望

1. 极小直径丝锥用振动攻丝机

$M_1 \sim M_3$ 粗细的细丝锥容易折断。为了使其不断,就要减小切削力矩。对于这种小直径的工具,使脉冲切削力波形作用的切削是有效的。由于发明利用脉冲马达的方法,并在实验室取得了成果,所以现在已能研制应用于机械加工中心一类的实用机械了。

不久的将来,在用小直径丝锥进行攻丝时,可以不折损丝锥、自由自在地、放心地进行与丝锥形状一样的精密内螺纹加工。

2. 陶瓷精密切削

玻璃、磨石、氧化铝陶瓷等陶瓷是类硬脆性材料,耐压而不耐拉。连天然金刚石都因有容易产生缺陷的结晶方向,故可以成形。在加工中要充分利用这一弱点。

磨石由磨粒、粘结剂和气孔所组成。氧化铝陶瓷也包含硬的 Al_2O_3 , 相当于磨石粘

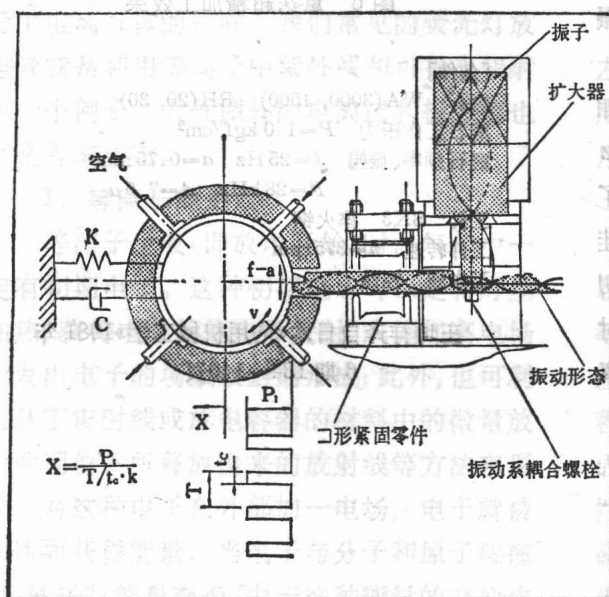


图4 带空气轴承的振动切削车床进行的精密车削

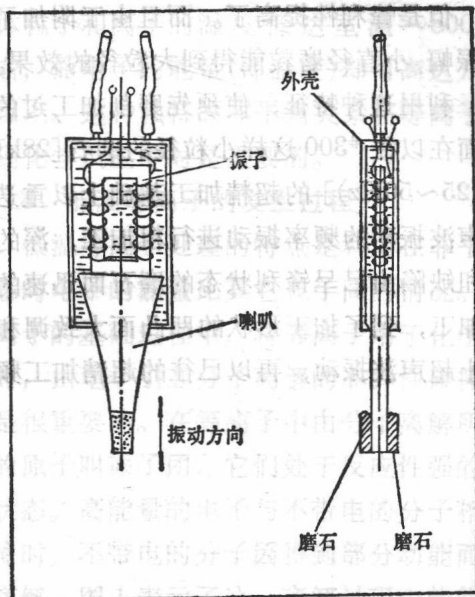


图5 超声波振动金刚石手用油石

结剂, 由 CaO , MgO , SiO_2 和气孔构成。这种粘结剂和气孔在提高产品性能方面是作为杂质处理的, 这是不利的一面, 但在加工时, 它又是应该充分利用的组成要素。

现在已发明一种精密切削和研磨陶瓷的方法, 它是将陶瓷作超声波振动, 使陶瓷内部产生应力应变, 当其产生的应力达到拉伸应力的 20~30% 时, 便促使容易断裂, 然后再用脉冲切削力波形来作用。

用这种方法时单使刀具振动时的切削量为切削刀具和氧化铝陶瓷都不作振动时的切削量的 1.5 倍。氧化铝陶瓷也作振动时的切削量实际可达 3 倍的切削效率。被认为是难以切削的陶瓷, 用附加超声波振动的方法也可轻快的切削了。今后要弄清边缘技术, 开辟走向实用的道路。

对于硬脆性材料, 如果也使工件作超声波振动的振动切削, 那么对其提高加工能率的现象作一介绍。

3. 重迭超精加工

如果使磨石作超声波振动 (28kHz), 则由于与振幅成正比的振动应力的作用, 会出现磨石结合度发生变化的现象。如果提高振幅, 磨粒就容易破碎和脱落, 使磨石加速磨损, 但是锋利性提高了。而且由于附加了振动振幅, 小直径磨粒能得到大粒径的效果。

利用这种特征, 使预先磨削加工过的加工面在以往 #300 这样小粒径的磨石 [28kHz + (25~50Hz)] 的超精加工基础上以重迭了超声波振动的频率振动进行粗加工, 深的洼穴和缺陷由已呈锋利状态的磨石面迅速的切削加工, 到了加工形状的凹凸面大致调和时停止超声波振动, 再以已往的超精加工频率

进行镜面加工。由于是小粒径的磨石, 马上会堵满孔, 在很短的时间里能加工成镜面一样。我们把这命名为“重迭超精加工”。

与过去的超精加工相比, 如图 6 那样, 如果假定为 $0.5 \mu R_{\max}$, 比过去的超精加工时间约可以缩短 1/2~1/5 进行镜面加工是它的特征。现在考虑的是要弄清磨石的防磨措施和应用于平面、孔面及其它形状的技术及其效果, 使其走向实用。

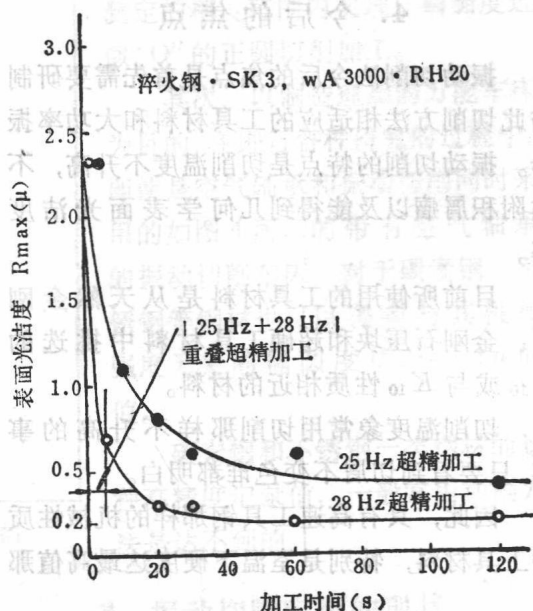


图 6 重迭超精加工效果

[条件]

磨石 WA(3000, 1500) RH(20, 30)
磨石工作压力 $P=1.0 \text{ kgf/cm}^2$
磨石频率、振幅 $f=25 \text{ Hz}$ $a=0.75 \text{ mm}$
 $F=28 \text{ kHz}$ $A=7.5 \mu$
工件 SK3 淬火钢
工件转速 $n=375 \text{ rpm}$
工作液 轻油

王坤祥译自日本《应用机械工学》1981 年
6 期 134~140 页

微波等离子表面处理法

广瀨昌彦 安井 毅

用低压气体放电所产生的等离子作用于固体表面,该固体表面就与等离子中的活性原子团和离子反应而发生变化。对这种现象过去虽已有所了解,但近来将其作为改善各种材料表面质量的新方法而进一步受到注意,各方面的研究都很活跃。本文想概述一下低温等离子处理方法基础的放电等离子现象及其在低温等离子处理法中的应用,并将该处理法的特点和本公司正在研究的微波等离子表面处理法及其实验结果一并作一介绍。

一、放电等离子现象的基础

在强电磁场或超高温条件下,气体是由离子、电子和不带电的粒子所构成,部分呈电离状态。这种状态称为等离子态。它最早是在1928年朗缪尔研究放电管电气特性时,对管中电离气体的称呼。我们常见的荧光灯放电管就是利用等离子中紫外线和可见光辐射的一个例子,大气圈外的电离层和极光等都是等离子态。

1. 等离子的生成

等离子生成(即放电开始)时,气体中一定有初期电子。这种初期电子可以是将灯丝加热,获得电子的热电子发射,或施加高电场激发出电子的场致放射而形成;此外,也可利用从宇宙射线或放电容器的材料中的微量放射性同位素所释放出来的放射线等方法来形成。对这种电子在外部加一电场,电子就被加速而获得能量,当电子与分子和原子碰撞时,就进行能量交换。由于这种能量的交换作用,不带电的分子和原子就电离成离子和电

子。由这种电离的电子再电离其它的不带电的粒子,从而产生电离的连锁反应而生成等离子。这种等离子呈活性状态,它能与电子碰撞而生成的原子和分子状基团。

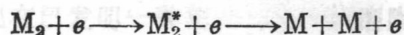
2. 低温等离子体的性质

根据电子所持有的能量和离子与未电离的不带电的粒子所持有的能量的关系,等离子可分成平衡等离子与非平衡等离子两类。前者也可称为“热等离子”,如电弧放电中所看到的那一种是气体压力较大时的等离子。由于电子与离子、气体粒子激烈地碰撞,所以能充分进行能量交换,形成保持能量大致相等的平衡状态。后者是气体压力较小时的等离子,因为碰撞机会少,所以质量小的电子主要受到来自外部电场的作用而被加速,形成电子的能量比离子和气体粒子大的非平衡状态。这种非平衡等离子也称为“低温等离子”。气体粒子和离子的温度低达室温 $\sim 800^{\circ}\text{K}$ 左右,而电子的能量(即温度)却可高达几万度以上。这种独特的非平衡关系在等离子应用到化学反应中时是重要的。

3. 低温等离子体的发生过程

低温等离子处理的特点是利用在非平衡状态时电子的能量比其它粒子高的情况。在等离子体的基础过程中,将等离子用于化学反应时,由电子引起分子离解的非弹性碰撞过程是很重要的。在等离子中由分子离解所生成的原子叫原子团,它们处于反应性强的活性状态。高能量的电子与不带电的分子相互碰撞时,不带电的分子因得到部分动能而发生离解。图1表示了这一离解过程中势能与分子的原子间距的关系。在这种由电子相互

碰撞引起的离解过程中,电子与分子一碰撞,分子一般就会被激发到比旋转能级和振动能级等更高的能态,但是如果电子的能量极大就会产生电子激发,由此而发生分子离解。



(M_2^* : 激发分子)

这种由电子碰撞所引起的离解过程,本质上与热离解过程不同。所谓热离解是指分子受热后,分子间振幅增大。若振动能大于离解能,键被切断而离解成原子。从图1也可知,一般由电子碰撞而引起离解的起始能也大于热离解能。其能量差成为离解后原子的动能。

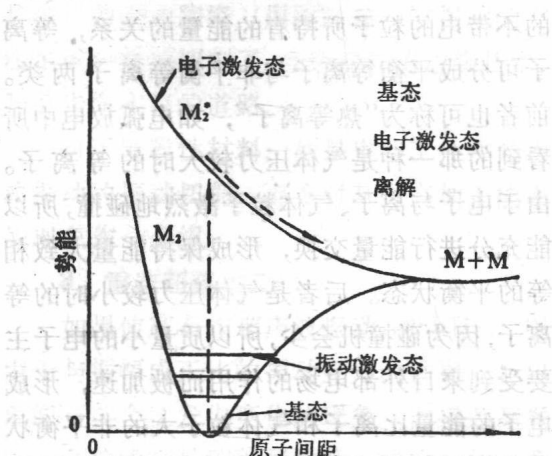
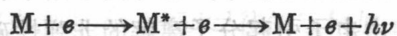


图1 电子碰撞引起的离解过程

以上仅说明生成低温等离子处理时起重要作用的原子团的离解过程,此外在等离子中还有激发、电离、复合、电子吸附、电荷移动等复杂过程。特别是激发,它是指处于基态的原子、分子受到电子碰撞跃迁到较高能级的状态。但这种状态并不稳定,会放出光后重新回到基态。



($h\nu$: 光能)

等离子体的发光主要是由上述过程所造成的。在这种激发态中我们把具有稳定而持久的能级叫做亚稳定态。这种亚稳定态在放电现象(特别是在电离过程)中起着重要作用。另一方面当等离子用于化学反应时,这种亚

稳定态可能具有能量载流子和生成原子团的催化剂的作用而引人兴趣。

二、低温等离子处理法的特点

(1) 经济而能量利用率高 由于它是把电能直接变成电子的能量而产生活性状态,因此不需要大量气体和试剂,也不需要加热的。采用加热方法时,要使气体活化就必须有高温,热耗就很大。

(2) 无公害 以渗氮处理为例,毋需氰化物和氨气,只要用氮氢混合气体就行了。在电子的能量作用下它就能生成活性氮和氢。

(3) 可在低温下处理 由于是与气体温度低的活性源起反应,所以在低温下就会发生表面反应。在塑料的表面改性时,不要升高基材温度就能对表面进行处理。但在金属渗氮那样向内部渗氮时就需有适当的处理温度。

(4) 能减少处理工序 因为这是干式工艺,所以就不需洗净、干燥等后处理工序。

(5) 可赋予表面某些特性 由于是与活性高的等离子起反应,所以有时能获得一些独特的性质。例如,用等离子聚合法来形成的有机物薄膜,与普通的聚合法相比,耐热性、耐药性和某些特殊性质(逆渗透膜特性等)都有所提高。但是有关这方面还有很多未知部分,有赖于今后进一步研究来发现其有趣的特性。

三、利用微波等离子体的表面处理

低温等离子处理所使用的放电形式主要是无极放电的射频放电方式,其频率主要是13.56 MHz。最近,用频率较高的2450 MHz的微波产生的放电方式,正开始用于这种等离子表面处理领域中。每种放电方式各有其特征,但微波放电方式具有产生活性源效率高、电磁波能量向外部发射损失少、处理操作简便、故障少等优点。这里,我们仅就尚处于

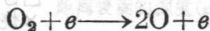
应用研究阶段的微波放电的两种等离子表面处理法略作介绍。

微波等离子处理装置的基本结构是：①微波振荡装置和输送微波的波导管，以及为了匹配而设的调谐器等微波电路；②等离子形成部分和处理室，形成部主要采用微波介质损耗小的石英玻璃制作；③输送和排放气体的排气装置主要用转子泵；④气体供给装置；⑤各种测定装置；用以测定压力、温度和功率等。其中，②的等离子形成部分和处理室有分成两部分的、也有合在一室的。

1. 分离法

本方法所用的装置如图2所示。此方法主要用于塑料表面的改性处理。现举适用于改善聚丙烯(PP)的涂饰性为例。

等离子是在石英管里生成的，这部分石英管穿过输送微波的波导管。被处理的聚丙烯置于等离子生成部分的下端，处理所用的气体是氧或氧氮混合气。生成的等离子发出淡粉红色辉光。在这种等离子体中由于电子的作用，存在着离解的活性原子态氧。



用转子泵将这种原子态的氧由等离子部输至分隔的处理容器中，并使其与容器内的聚丙烯表面反应。输来的原子态氧的温度大致接近室温，它可以在不影响聚丙烯基材温度的情况下进行表面处理。代表性的处理条件是：气体压力1~2 torr，气体流量约100 cc/min，微波功率1 kW，时间1 min左右。活性度高的原子态氧由于原子间的相互碰撞以及原子与容器壁的碰撞复合而形成分子，变得非活性化，因此应尽量提高输送速度。输送管道等最好使用不易发生复合的材料。具体地说，输送系统可用石英玻璃或者

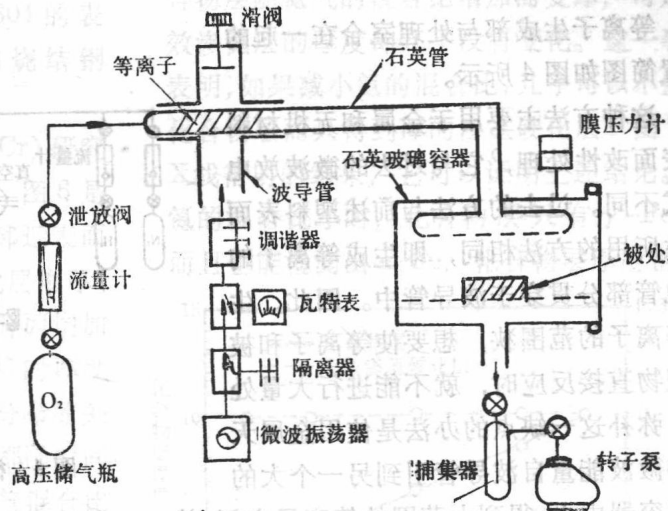


图2 微波等离子表面处理装置(I)

派莱克斯玻璃制成。为了提高输送速度，除使用转子泵外，还可而且在前级另加增压泵。

经上述处理过的聚丙烯的接触角如图3所示：未处理时为90°，处理后则可减小至30~40°。实际的涂饰的剥层试验其效果也很明显。从红外光谱和化学分析用电子扫描所作的表面分析也可以看到由氧化造成的极性基，此外也能在扫描电子显微镜的照片上看到表面的微小裂纹。

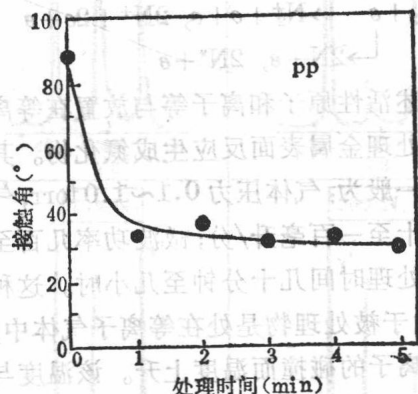


图3 聚丙烯的接触角与处理时间的关系

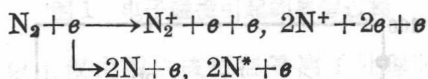
这种方法主要是为了减轻汽车零部件的重量和降低成本，作为改善采用聚丙烯时涂饰性的一种处理方法，各公司也都在进行研究。

2. 同室法

等离子生成部与处理室合在一起的装置简图如图4所示。

这种方法主要用于金属和无机材料的表面改性处理，它与过去的微波放电方式不同。过去的方法与前述塑料表面改性所用的方法相同，即生成等离子体的放电管部分贯穿于波导管中。因此，生成等离子体的范围狭，想要使等离子体和被处理物直接反应时，就不能进行大量处理。弥补这一缺点的办法是使用金属天线将微波能量自波导管引到另一个大的处理容器中去，得到大范围的等离子空间，就能进行大量处理。

例如，适用于金属材料的渗氮硬化处理。所用的气体主要是氮氢混合气。混入氢的主要目的是为了除去被处理金属表面的氧化物，以使其易于渗氮。经波导管输来的微波，由天线发射到容器中，在石英管与容器内壁之间生成等离子体。这种等离子体发出粉红色辉光。如氮的混合比大则发红光，如含氢多则发白光。这种等离子体中既有氮和氢的原子离子与分子离子，同时还有活性原子状态的氮和氢等。



上述活性原子和离子等与放置在等离子体中的被处理金属表面反应生成氮化物。其处理条件一般为：气体压力0.1~1.0 torr；气体流量几十至一百毫升/分；微波功率几百至三千瓦；处理时间几十分钟至几小时。这种方法中，由于被处理物是处在等离子体气体中，它受到等离子体的碰撞而温度上升。该温度与气体压力、微波功率甚至被处理物的放置位置都有关系。若气体压力增大，粒子间的碰撞就加剧，等离子体中心部收缩，温度也就上升。因此，由于与天线的距离不同，被处理物的温度也随之变化。微波功率主要会使等离子体的密度变化，因而对温度也产生影响。渗氮时

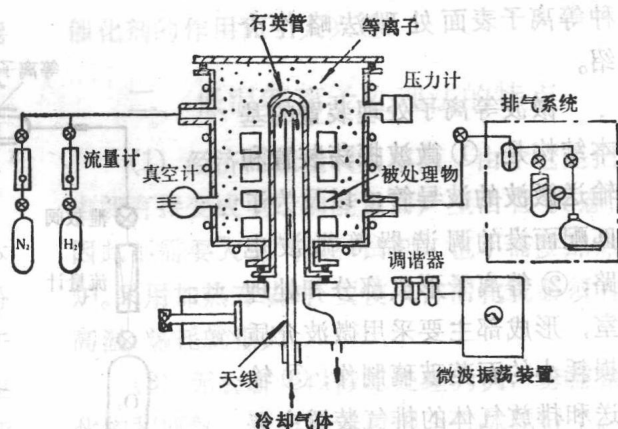


图4 微波等离子体表面处理装置(II)

被处理物的温度会直接影响渗氮扩散层的厚度。处理时间的长短也有同样的影响。因此，上述种种条件均须根据需渗氮的被处理物的材质、大小与形状等，妥善决定之。

现将使用该装置作钢材渗氮实验的结果简述如下。实验条件：使用氮氢混合气体；混合气体压力保持在0.15 torr；调节微波功率使被处理物温度为520~620°C；处理时间1~4 hr；混合气体中含氮量10~90%。其温度由红外测温计从容器外部测定。图5是五种钢材的硬度分布曲线。硬度是用显微威氏

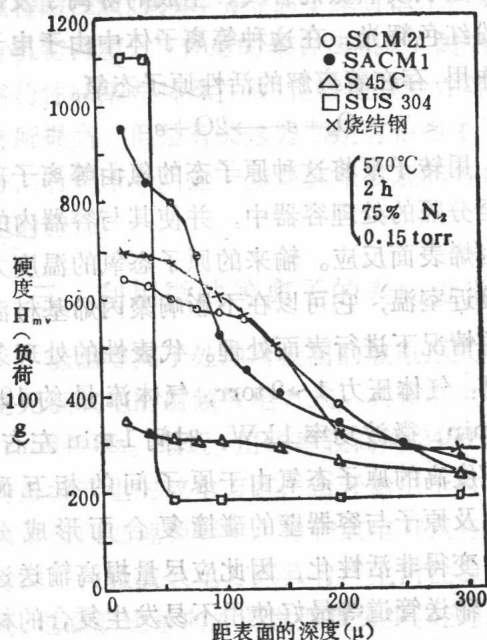


图5 各种钢材的硬度分布

硬度计测定的, 负荷为 100 g。SUS304 的表面硬度高, 但硬化层浅, SCM21 和烧结钢 (3%Cr) 等硬化层均很深。

从上述材质中选择烧结钢 (3%Cr) 研究了各种工艺参数对渗氮硬化的影响, 图 6 是被处理物温度与硬度分布的关系。邻近表面的硬度随温度的上升而减小, 但硬化层增厚。表面化合物层的厚度也随温度的上升而增加 (图中未标出), 在 75% 氮气、620°C 时厚度约 10 μ 。图 7 表示处理时间与硬度分布的关系, 此时的化合物层和渗氮硬化层都随时间的增加而变厚。图 8 表示不同的氮气混合比与化合物层以及有效渗氮层厚度的关系。这里所说的有效渗氮层厚度是指从表面到达比基材硬度仅高威氏硬度 50 处的深度。虽然化

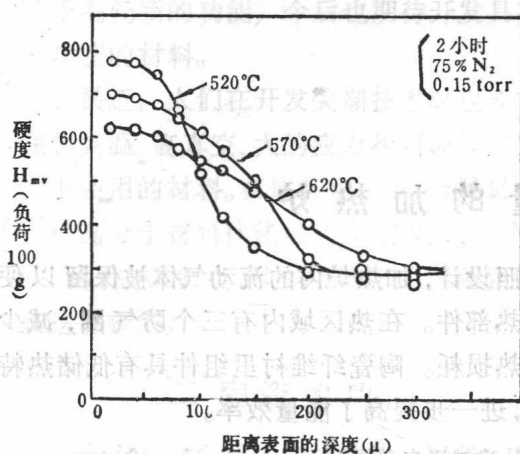


图 6 硬度分布与温度的关系

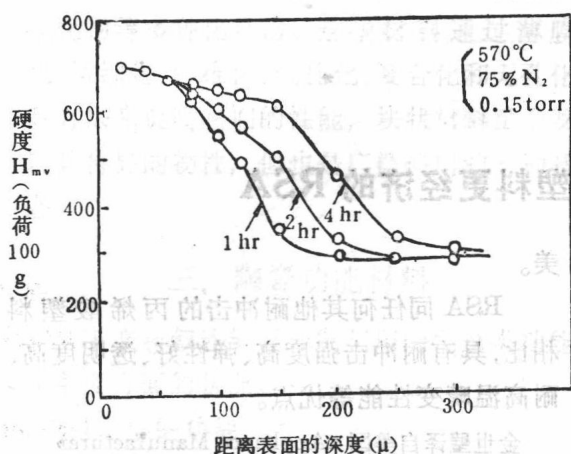


图 7 硬度分布与时间的关系

合物层随氮气的混合比增加而变厚, 可是有效渗氮层的厚度却几乎没有变化。这一事实表明, 如果减小氮的混合比, 几乎可以不生成化合物层而只得到厚的渗氮硬化层。图 9 是 X 线衍射的结果, 它可以证明上述结论。当氮的混合比小时, 化合物层只有 γ' - Fe_4N , 而且也能检测出 α -Fe, 化合物层厚度也薄。

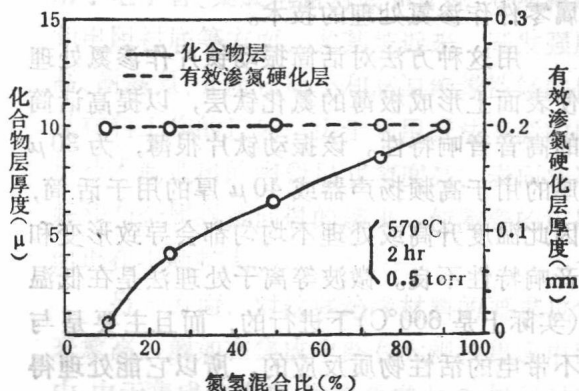


图 8 氮氢混合气体中由于氮氢混合比不同引起化合物层厚度与有效渗氮硬化层厚度的变化

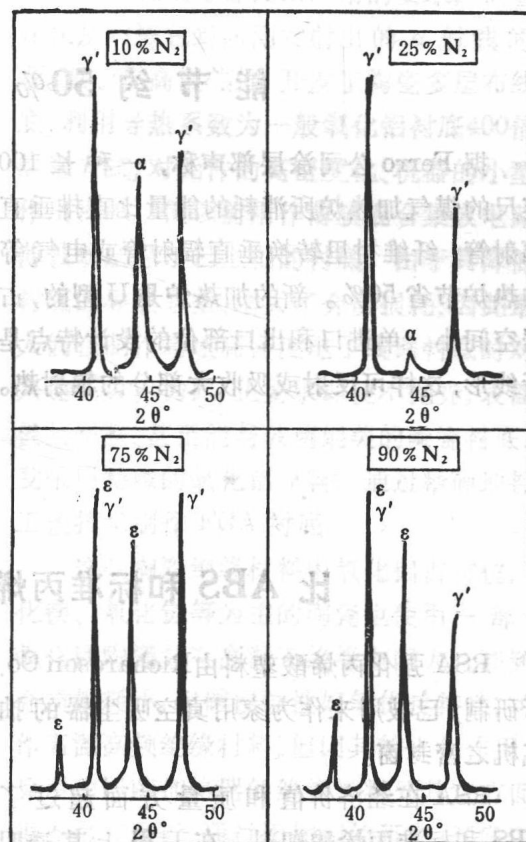


图 9 由于气体混合比不同引起 X 线衍射的变化

如果氮的混合比大,则化合物层是 γ' -Fe₄N和 ϵ -Fe₂-3N的混合层,其中 ϵ -Fe₂-3N的比也会相对增大。这一结果也表明表层可以是富于韧性的 γ' -Fe₄N单层,并且还能将渗氮硬化层处理得很厚。

根据上述各种实验,为了提高耐磨性和某些特性,正在研究适于利用这种方法对金属零件作渗氮处理的技术。

用这种方法对话筒振动钛片作渗氮处理使表面上形成极薄的氮化钛层,以提高话筒的高音音响特性。该振动钛片很薄,为30 μ 厚的用于高频扬声器或40 μ 厚的用于话筒,因此温度升高或处理不均匀都会导致形变和音响特性不良。微波等离子处理法是在低温(实际上是600 $^{\circ}$ C)下进行的,而且主要是与不带电的活性物质反应的,所以它能处理得

很均匀。这种处理过的振动钛片部分在音响话筒中已使用。

前面概述了低温等离子以及利用其进行材料表面处理的方法,今后有效地利用各种放电方式产生的不同特点的低温等离子处理法,将作为新的材料表面处理技术一定会得到广泛研究,并付诸实用。

为了进一步开发这种技术尚有若干问题。例如,需用最新的分析手段对处理过的材料物性和表面状态等的评价;放电等离子中的现象,生成活性源的机理以及活性源与固体表面的反应机理;使用这种方法进行批量生产的处理技术等都必须解决。

张觉民译自日本《工业材料》1981年
2月59~64页,黄炳堂校

能节约50%能量的加热炉

据Ferro公司涂层部声称,一种长100英尺的煤气加热炉所消耗的能量比直排垂直辐射管、纤维衬里转换垂直辐射管或电气等加热炉节省50%。新的加热炉是U型的,占据空间小。单进口和出口部位的设计特点是折线形,这样可反射或吸收大部分的辐射热。

按照设计,加热炉内的流动气体被保留以便预热部件。在热区域内有三个防气圈,减少了热损耗。陶瓷纤维衬里组件具有低储热特性,进一步提高了能量效率。

孙建越译自美国《Appliance Manufacture》
1981年3月49页

比ABS和标准丙烯酸塑料更经济的RSA

RSA强化丙烯酸塑料由Richardson Co.所研制,已被用来作为家用真空吸尘器的抽气机之密封窗。

RSA在经济价值和质量方面超过了ABS和标准丙烯酸塑料。在工程上其透明度和耐磨方面可同所有的热固性塑料媲美。

美。

RSA同任何其他耐冲击的丙烯酸塑料相比,具有耐冲击强度高、弹性好、透明度高、耐高温畸变性能等优点。

金世璧译自美国《Appliance Manufacture》
1981年3月

最近的陶瓷功能材料

奥田 博

一、前言

一般,陶瓷耐高温和化学性质稳定,显示出其作为耐高温材料、绝热材料等方面优异的性能,同时其在热、磁和光等功能方面也是极好的,因此正在开发利用这些功能制造许多机械。陶瓷能制成任意形状和大小,只要稍微调整一下其组成也就能自如地改变其特性,通过积极地利用晶界的性质,也可能赋予陶瓷新的功能,今后也期待开发具有特异功能的材料。

最近,人们在开发尖端技术时也要求能在超高温、高真空、大的应力和腐蚀等苛刻环境下使用的材料。在这些条件下,金属材料 and 有机高分子材料往往已达到它们的使用极限,因此,人们作了许多尝试,想用陶瓷来突破这些极限。

二、陶瓷的功能

陶瓷具有多种多样的功能,而具有这些功能的材料也有氧化物、碳化物、氮化物和硅化物等多种化合物。这些材料通过薄膜化、微细化、纤维化、气孔化、复合化和无孔化等方法来提高它们的性能,块状材料虽未发现其特异的物性,但也是广泛使用的一种状态。

三、陶瓷功能材料

下文将叙述最近开发利用陶瓷这类功能的主要方面的状况。

1. 电的功能

(1) 绝缘材料 陶瓷作绝缘材料已广泛

用于电子管、集成电路衬底和管壳、布线衬底和电阻衬底等方面。尤其是近来,开发强度高、耐高温、介质损耗小和高温绝缘性好的优良材料工作的进展,由于采用带法等新的成形技术制造出的陶瓷尺寸精度高、表面状况好和与金属封接问题的解决,使陶瓷的应用面正在不断扩大。

另一方面,对这些绝缘材料的要求也愈来愈高,例如在集成电路和大规模集成电路中,由于集成度提高,发热量增大,对提高衬底的散热性、元件和衬底的膨胀系数匹配和装配面的平整度等都提出严格的要求,而且还存在从陶瓷包封内侧发射出的 α 射线的问题。至于提高散热性,开发了陶瓷多层布线衬底,利用导热系数为一般氧化铝衬底400倍的热管方式,对元件的高密度化、机器的小型化作出贡献。但以前用作薄膜混合集成电路的薄玻璃层涂于已上釉的衬底,由于其降低了衬底的导热系数、增大了介质损耗,因此最近人们在制作高速高密度电子线路衬底时对其兴趣不大。为此,正要求即使不抛光,表面也极其平整、甚至能与玻璃媲美的陶瓷衬底,开发采用特殊的氧化铝原料,通过精确地控制工艺技术制作 FGA 衬底。

这些陶瓷绝缘材料中氧化铝占首位,氧化镁、氧化铍等为主的陶瓷也使用一部分。氧化镁陶瓷具有高温下绝缘电阻大、高频中介质损耗小,耐碱侵蚀性好等优良特性,可用作高温高频绝缘材料,但因其的水化作用,故除用作屏蔽加热器的绝缘材料外其它方面用得不多。最近,通过添加剂的研究,开发了几乎不会水化的氧化镁陶瓷。从电融氧化镁浇

铸块中切割的陶瓷用作磁流体发电机通道的高温绝缘壁,显示出其优良的特性。氧化铍陶瓷的热导率比金属还大,而且电阻高,其具有作电子材料中的绝缘材料的理想性质,因此试图用于高输出的集成电路衬底或组合件,但陶瓷的制造过程中氧化铍粉末的毒性问题正妨碍着其应用。

(2) 铁电材料 钛酸钡系陶瓷的介电常数非常高,通过改变添加物能使其的特性在宽范围内变化,具有制造较简单、且能大量生产的特点,故主要作为电容器材料而大量使用。这一系统的陶瓷通过添加物可制造出介电常数为4000~20000的电容器,一般随介电常数增大,其温度变化率也随之增大。为此,选择添加物,牺牲介电系数,以制作温度变化率小的电容器,用于各种民用仪器。把高密度的陶瓷电介质研磨成薄的镜面状,然后涂上金电极的微型电容器,额定电压为10~30kV;直流电压也高。

最近,随着电子仪器的集成化、超小型化,也强烈要求电容器元件小型化。为此,在用各种新的成形技术制作的电介质成形薄板上,用印刷或喷涂方法把白金、钯等高熔点金属粉末糊剂附在其上,然后具有电极结构的薄板几块至十几块相互重叠,加压烧成,最后制成迭层形电容器。这种迭层形BaTiO₃电容器中几微法的大容量电容器已付诸实用,其容量比也达5~10 μ F/cm³。此外,利用陶瓷的晶界性质,氧化处理经强还原法得到的半导体陶瓷且使表面成绝缘层,能制成尺寸小而静电容量大的半导体电容器。

(3) 压电陶瓷 压电体是利用在特定方向上加应力后,就会产生电荷,反之,施加电压后,会发生机械形变的现象的一种材料。以上现象的应用自锆钛酸铅(PZT)系压电陶瓷发现以来获得迅速发展。PZT陶瓷除具有优良的电压特性、温度特性和经时特性外,还有价廉且能批量生产,故大量用来制作压

电点火元件、压电蜂鸣器和压电变压器等。但是随着应用领域的不断扩大,对材料的要求也进一步提高,要求它们能在相当苛刻的条件下使用。开发了包括把第三种组分添加到PZT系统中的三种组分且数量众多的材料作为这类材料。人们将几乎有这种可能的元素组合,进行探索并制备,现在这些成果正在付诸实用。

压电陶瓷滤波器,尤其是弹性波滤波器具有小型、质轻、性能好且可靠性高的特点,用来制作在甚高频-超高频波段处理信号功能的元件已引人注目,进行大量研究,目前已实际应用。正开发PZT系统压电陶瓷,LiNbO₃、LiTaO₃等单晶,溅射ZnO薄膜之类压电薄膜制作元件衬底。压电陶瓷能用简单的结构制造水晶振子做不到的几百兆赫到几千兆赫的共振器,故它们可广泛应用于振荡器、识别器和分波器等。

(4) 半导体材料 一般陶瓷的电阻随温度升高而降低。利用这一特性制造负温度系数(NTC)热敏电阻,广泛应用于温度补偿、温度传感器。主要的NTC热敏电阻是以过渡金属氧化物为主的陶瓷、SiC系陶瓷。

最近,汽车工业要求采用随温度变化而输出变化大、加工方便、即使在1000℃以上特性也不变的材料制温度传感器,因此正在开发高温下性能很稳定的NTC热敏电阻。用于汽车的高温热敏电阻主要采用二氧化锆系统的离子导体和氧化钴-氧化铝系统的尖晶石型电子导体。

在钛酸钡中添加微量的钇、钡、钕等稀土元素氧化物,经高温处理制成半导体钛酸钡陶瓷,在居里温度以上电阻随温度升高而增大,这种陶瓷叫正温度系数(PTC)热敏电阻。这种热敏电阻具有通过改变组成,能使居里温度大幅度变化,随之电阻也发生大的变化的特性,故被用来作为电子元件的温度传感器、温度补偿装置、过热保护装置、限流器、定时器、消磁元件和发热元件等。这种热