

ÖZET

KAPLI KESME ALETİ

Bir kaplı kesme aleti, bir substrat ve bir kaplama içerir. Kaplama, kristal $(Ti_xAl_yCr_z)N$ ve
5 amorf Si_3N_4 'ten oluşturulan bir nano-kompozit nano-katmana sahip en az bir adet
çoklu nano-katman içerir, burada $0.25 \geq x \geq 0.75$, $0.25 \geq y < 0.75$, $0.05 \geq z \geq 0.2$, $0.85 \geq x+y+z$
 ≥ 0.97 . Silikonun atom oranı, $1-x-y-z$ 'dir ve $1-x-z < 0.75$ ve nano-kompozit nano-katman
kalınlığı, 1 nm ila 100 nm aralığındadır.

İSTEMLER

1. Bir substrat (1) ve bir kaplama içeren bir kaplı kesme aleti olup; özelliği:
 5 kaplamanın, en az bir çoklu nano-katman (4) içermesidir, çoklu nano-katman (4), birçok nano-kompozit nano-katman (5) ve ikinci nano-katmanlar (6) içerir; nano-kompozit nano-katmanlar (5), bir amorföz Si_3N_4 matrisi içinde gömülü nano-kristal küpü $(\text{Ti}_x\text{Al}_y\text{Cr}_z)\text{N}$ 'den oluşur, burada $x=0.42$, $y=0.42$, $z=0.1$ ve $1-x-y-z=0.06$;
 10 metalik elementler içinde silikonun atomik oranı $1-x-y-z$ 'dir; ve nano-kompozit nano-katmanların (5) bir kalınlığı, 1 nm ila 100 nm aralığındadır ve ikinci nano-katman (6) kristaldir ve aşağıdakileri içerir:
 15 (a) Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla metalden oluşan bir metalik materyal; veya (b) aşağıdakileri içeren bir seramik materyal:
 20 (b1) Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Si, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla elementin bir borürü, karbürü, nitrürü veya oksitinin biri veya daha fazlası,
 (b2) elmas veya
 (b3) BN,
 25 burada ikinci nano-katmanın (6) bir kalınlığı, 1 nm ila 100 nm aralığındadır; burada çoklu nano-katman, ikinci nano-katmanlar ile dönüşümlü olarak istif edilen nano-kompozit nano-katmanlar içerir;
 30 substrat (1), yüksek hız çeliği, sert metaller, oksit seramikleri, karbür seramikleri, borür seramikleri, süper aşındırıcı materyaller, PcBN, PCD ve sermetler veya bunların kombinasyonlarından oluşan gruptan seçilir.
 35 2. İstem 1'e göre kaplı kesme aleti olup, özelliği çoklu nano-katmanın, farklı bileşimlerde en az iki nano-kompozit nano-katman içermesidir.
 3. İstem 1'e göre kaplı kesme aleti olup, özelliği çoklu nano-katmanın, en az $3\mu\text{m}$ 'lik bir kalınlığa sahip olmasıdır.

4. İstem 3'e göre kaplı kesme aleti olup, özelliği:

5 ikinci nano-katmanın, $(Ti_aAl_bMe_{1-a-b})(C_vN_{1-v})$ içermesidir, burada $0 \leq a \leq 1$,
 $0 \leq b < 0.75$ ve $0 \leq v \leq 1$; ve
 Me, Cr, Mo, V, Nb, Ta, Zr, Hf, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir metaldir.

10 5. İstem 3'e göre kaplı kesme aleti olup, özelliği çoklu nano-katmanın, farklı
 bileşimlerde en az iki adet ikinci nano-katman içermesidir veya
 burada çoklu nano-katman, ardışık nano-kompozit nano-katmanlar arasında iki
 veya daha fazla ikinci nano-katman içerir veya
 burada çoklu nano-katman, 50 ila 300 adet nano-kompozit nano-katman içerir.

15 6. İstem 1'e göre kaplı kesme aleti olup, özelliği:

20 kaplamanın ayrıca, substrat ve çoklu nano-katman arasında en az bir ara
 katman içermesidir; ve
 ara katman, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Si, Y ve Ru'dan oluşan gruptan
 seçilen bir veya daha fazla elementin bir borürü, karbürü, nitrürü veya oksitinin
 birini veya daha fazlasını içerir.

7. İstem 6'ya göre kaplı kesme aleti olup, özelliği:

25 en az bir ara katmanın, $(Ti_aAl_bMe_{1-a-b})(C_vN_{1-v})$ olmasıdır, burada $0 \leq a \leq 1$,
 $0 \leq b < 0.75$ ve $0 \leq v \leq 1$;
 Me, Cr, Mo, V, Nb, Ta, Zr, Hf, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir metaldir;
 ve
 ara katmanın bir kalınlığı, 0.5 μm ila 10 μm aralığındadır veya burada:
 ara katman ayrıca, bileşimleri farklı en az iki alt katman içerir; ve
 30 alt katmanların bir kalınlığı, 1 nm ila 500 nm aralığındadır.

8. İstem 6'ya göre kaplı kesme aleti olup, özelliği:

kaplamanın ayrıca, substrat ve ara katman arasında bir yapışma katmanı
 içermesidir, bir yapışma katmanı bileşimi, bir ara katman bileşiminden farklıdır;

yapışma katmanı, en az bir $(Me_wAl_{1-w})N$ katmanı içerir, burada $0.5 \geq w \geq 1$;
M, titanyum ve/veya kromiumdur; ve
yapışma katmanının bir kalınlığı, 0.1 μm ila 2 μm aralığındadır.

5 9. İstem 1'e göre kaplı kesme aleti olup, özelliği kaplamanın aşağıdakileri içermesidir:

birden fazla çoklu nano-katman ve çoklu nano-katmanlar arasında en az bir yardımcı katman,

en az bir yardımcı katman, aşağıdakileri içerir:

10

(a) Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla metalden oluşan bir metalik materyal; veya

(b) aşağıdakilerden oluşan gruptan seçilen bir seramik materyal:

15

(b1) Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Si, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla elementin bir borürü, karbürü, nitrürü veya oksitinin biri veya daha fazlası,

(b2) elmas,

(b3) elmas benzeri karbon ve

20

(b4) BN.

10. İstem 1'e göre kaplı kesme aleti olup, özelliği ayrıca bir üst katman içermesidir, üst katman, kaplamanın en dış katmanıdır ve aşağıdakileri içerir:

25

(a) Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla metalden oluşan bir metalik materyal; veya

(b) aşağıdakilerden oluşan gruptan seçilen bir seramik materyal:

30

(b1) Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Si, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla elementin bir borürü, karbürü, nitrürü veya oksitinin biri veya daha fazlası,

(b2) elmas,

(b3) elmas benzeri karbon ve

(b4) BN.

35

11. Bir kesme aleti substratının, en az bir çoklu nano-katman içeren bir kaplama ile kaplanmasına yönelik bir yöntem olup, özelliği yöntemin aşağıdaki adımları içermesidir:

- 5 a) bir nano-kompozit nano-katmanın, substrat üzerine bırakılması, nano-kompozit nano-katman, bir amorf Si_3N_4 matrisi içinde gömülü nano-kristal küpü $\text{Ti}_x\text{Al}_y\text{Cr}_z\text{N}$ 'den oluşur, burada $x=0.42$, $y=0.42$, $z=0.1$ ve $1-x-y-z=0.06$, burada:
- metalik elementler içinde silikonun atom oranı $1-x-y-z$ 'dir; ve
- 10 nano-kompozit nano-katmanın bir kalınlığı, 1 nm ila 100 nm aralığındadır;
- b) en az bir ikinci nano-katmanın, nano-kompozit nano-katman üzerine bırakılması, kristal olan, 1 nm ila 100 nm aralığında bir kalınlığa sahip ikinci nano-katman ve aşağıdakileri içerir:
- 15 (b1) Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla metalden oluşan bir metalik materyal; veya
- (b2) aşağıdakileri içeren bir seramik materyal:
- (b21) Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Si, Y ve Ru'dan oluşan
- 20 gruptan seçilen bir veya daha fazla elementin bir borürü, karbürü, nitrürü veya oksitinin biri veya daha fazlası,
- (b22) elmas veya
- (b23) BN; ve
- 25 c) adım a ve adım b'nin 50 ila 300 defa dönüşümlü olarak gerçekleştirilmesi.
- substrat, yüksek hız çeliği, sert metaller, oksit seramikleri, karbür seramikleri, borür seramikleri, süper aşındırıcı materyaller, PcBN, PCD ve sermetler ve bunların kombinasyonlarından oluşan gruptan seçilir, burada kaplama, 500 °C ve 600 °C arasındaki bir bırakım sıcaklığında bırakılır.
- 30
12. İstem 11'e göre yöntem olup, özelliği kaplamanın, en az 0.02 mbar olan bir nitrojen kısmi basıncı altında bir PVD tekniği ile bırakılmasıdır.
13. İstem 11'e göre yöntem olup, özelliği ayrıca aşağıdaki adımların bir veya daha
- 35 fazlasını içermesidir:

i) adımın (a)) gerçekleştirilmesinden önce, bir yapışma katmanının, substrat üzerine bırakılması, burada:

- 5 yapışma katmanı, en az bir $(Me_wAl_{1-w})N$ katmanı içerir, burada $0.5 \geq w \geq 1$;
M, titanyum ve/veya kromiumdur; ve
yapışma katmanının bir kalınlığı, $0.1 \mu m$ ila $2 \mu m$ aralığındadır; ve
ii) en az bir ara katmanın, yapışma katmanı üzerine bırakılması, ara katman, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Si, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya
10 daha fazla elementin bir borürü, karbürü, nitrürü veya oksitinin birini veya daha fazlasını içerir,
burada, tercihen:
en az bir ara katman, $(Ti_aAl_bMe_{1-a-b})(C_vN_{1-v})$ içerir, burada $0 \geq a \geq 1$, $0 \geq b < 0.75$ ve $0 \geq v \geq 1$;
15 Me, Cr, Mo, V, Nb, Ta, Zr, Hf, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir metaldir;
ve
ara katmanın bir kalınlığı, $0.5 \mu m$ ila $10 \mu m$ aralığındadır.

14. İstem 11'e göre yöntem olup, özelliği ayrıca aşağıdaki adımları içermesidir:

20

d) kaplı kesme aletinin, 20 dakika ila 180 dakika aralığında bir süre boyunca, $400^\circ C$ ila $1100^\circ C$ aralığındaki bir sıcaklıkta koruyucu bir nitrojen atmosferi içinde işleme tabi tutulması.

25

15. İstem 11'e göre yöntem olup, özelliği kaplamanın, birden fazla çoklu nano-katman içermesidir ve yöntem ayrıca aşağıdakileri içerir:

e) en az bir yardımcı katmanın, çoklu nano-katman üzerine bırakılması, en az bir yardımcı katman, aşağıdakileri içerir:

30

- (e1) Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla metalden oluşan bir metalik materyal; veya
(e2) aşağıdakilerden oluşan gruptan seçilen bir seramik materyal:

- (e21) Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Si, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla elementin bir borürü, karbürü, nitrürü veya oksitinin biri veya daha fazlası,
- (e22) elmas,
- 5 (e23) elmas benzeri karbon ve
- (e24) BN;

f) adımlar a-c'nin gerçekleştirilmesi; ve

g) adım e ve adım f'nin en az bir defa dönüşümlü olarak gerçekleştirilmesi.

TARİFNAME

KAPLI KESME ALETİ

BULUŞUN SAHASI

5

Mevcut buluş, bir amorföz Si_3N_4 matris içinde gömülü bir kristal $(\text{TiAlCr})\text{N}$ 'nin nano-kompozitinin en az bir nano-katmanını içeren bir kaplama ile kaplanan kesme aletleri ile ilgilidir.

10 BULUŞUN ALT YAPISI

Kaplı kesme aletlerinin ömrünü arttırmak, talaşlı imalat hızlarını arttırmak ve talaşlı işlenen yüzeyin kalitesini yükseltmek amacıyla sürekli olarak yeni kaplamalar geliştirilmektedir. Yüksek kesme hızında daha uzun alet ömrü, bakım ve personel

15 maliyetlerini azaltırken üretkenliği artırır. En az miktarda yağlayıcı ile veya kuru talaşlı imalata yönelik yüksek çalışma sıcaklıklarında sertliğini koruyan kesme aletlerinin kullanımı, maliyetleri azaltır ve çevre dostudur.

Kesme aletlerinin, $\text{M}_{1-a-b}\text{Al}_a\text{Si}_b(\text{B}_x\text{C}_y\text{N}_{1-x-y})$ 'den oluşan bir sert film ile kaplandığı bilinir

20 (US 2007/0184306), burada M, Ti ve Cr'ye işaret eder. Bu film içindeki Al atomik oranı (a) üst ve alt sınırları, sırasıyla 0.05 ve 0.5'tir. Buluşçulara göre altıgen faz veya amorföz faz varlığının, sert kaplama filminin sertliğini azaltması nedeniyle, bu sert kaplama filmi, altıgen kristallerden ve/veya amorföz fazdan yoksun bir kristal yapıya sahiptir.

25

Si içeren ve nispeten zengin Si'ye ve C, N, O, B'den seçilen en az bir element türüne sahip Ti, Al, Si ile bileşik haline getirilen bir amorföz bileşik fazından ve nispeten zayıf Si'ye, C, N, O, B'den seçilen en az bir element türüne sahip Ti, Al, Si ile bileşik haline getirilen bir kristal bileşik fazından oluşturulmuş en az bir katman ile kaplı bir kesme

30 aleti, JP2002337002'de açıklanır.

$\text{a-Si}_3\text{N}_4$ 'ün bir amorföz (a) matrisi yoluyla birbirine "yapıştırılan" nc-TiN, nc- $(\text{Al}_{1-x}\text{Ti}_x)\text{N}$ veya nc- $(\text{Al}_{1-x}\text{Cr}_x)\text{N}$ nano-kristal (nc) tanelerine sahip en az 1 μm 'lik iki fazlı nano-kompozit kaplamalar bilinir. (Veprek et al. Thin Solid Films 476 (2005) 1-29). $\text{a-Si}_3\text{N}_4$ 'ün

Si atomları, 101.7 ± 0.1 olan Si 2p bağlanma enerjisi gösteren nitrojene kovalent olarak bağlıdır. Amorföz Si_3N_4 matrisi, yığın SiN_x 'te olandan daha büyük bir kesme ve ayrılma mukavemetine sahiptir.

- 5 Bu kaplamanın bir avantajı, 40 GPa üzerindeki bir Vickers sertliğine (H_V) sahip olan artırılmış sertliktir. Süper sert ve termal olarak stabil nano-kompozitlerin tasarımına yönelik genel görüş, öz-örgütlenme yoluyla stabil bir nano-yapı oluşumu ile sonuçlanan, termodinamik olarak güç sağlanan bir spinodal faz birikimine dayalıdır. Bırakım sırasında bunu elde etmek amacıyla, nispeten yüksek bırakım sıcaklığında (500-
10 600°C) yeterli ölçüde bir yüksek nitrojen etkinliğine (kısmi basınç ≤ 0.02 mbar) ihtiyaç duyulur. Nitrojen, yüksek bir termodinamik itme kuvveti sağlar ve sıcaklık, faz birikimini elde etmek üzere, yayılım hızı kontrollü faz birikiminin, bırakım sırasında yeterince hızlı şekilde ilerlemesini temin eder. Stokiyometrik TiN ve Si_3N_4 'ün bir karma sisteminin Gibbs serbest enerjisine dair termodinamik hesaplamalar, faz birikiminin, yukarıda
15 açıklanan bırakım sıcaklığı ve nitrojen basıncı altında spinodal bir yapıda olduğunu gösterir (R.F. Zhang, S. Veprek / Materials Science and Engineering A 424 (2006) 128-137 ve S. Veprek et al. / Surface & Coatings Technology 200 3884 (2006) 3876-3885). Böylelikle, bu koşullarda bırakıldığında nano-kristal fazın, herhangi bir Si içeriğine sahip olmaması gerekir.

20

- nc-($\text{Al}_{1-x}\text{Ti}_x$)N/a- Si_3N_4 nano-kompozit kaplamalardaki bir diğer avantaj, ince a- Si_3N_4 matrisinin, Al bakımından zengin ($\text{Al}_{1-x}\text{Ti}_x$)N yarı kararlı katı solüsyonu, kübik c-TiN ve altıgen h-AlN'ye ayrışmasına ve kaplamanın eşlik eden yumuşamasına karşı stabilize etmesidir. Si içermeyen ($\text{Al}_{1-x}\text{Ti}_x$)N kaplamalarda, ($\text{Al}_{1-x}\text{Ti}_x$)N'nin, yaklaşık
25 700°C'lik sıcaklıklarda ayrışmaya başladığı bilinir. nc-($\text{Al}_{1-x}\text{Ti}_x$)N/a- Si_3N_4 nano-kompozit katmanları, 1200°C'ye kadar stabildir.

- Nano-kompozitlerin bir diğer önemli avantajı, 800°C'den fazla sıcaklıklara kadar yüksek oksidasyon direncidir. Bu, oksijenin, tane sınırları boyunca yayılımını engelleyen
30 yoğun ve güçlü a- Si_3N_4 matrisi ile ilgilidir. Ancak oksidasyon direncinin ölçülmesinde farklı modlar kullanılır, böylece yayınlanan "başlangıç oksidasyon sıcaklıkları" ve oksidasyonun kritik olduğu sıcaklıkları karşılaştırmak kolay olmaz. Örneğin, bir yöntemde (US2007/0184306), numune, 4° C/dakikalık bir hızda kuru havada ısıtılmıştır ve oksidasyona bağlı ağırlık artışı çizilmiştir. Numune ağırlığının artmaya başladığı

sıcaklık, oksidasyon başlangıç sıcaklığı olarak kabul edilmiştir. Bir diğer yöntem (Veprek et al Surface & Coatings Technology 202 (2008) 2063-5073), verilen bir sıcaklıktaki, örneğin 900° C havada bir saatten sonra, bir nano-kompozit kaplama üzerinde ve diğer bir kaplama, örneğin TiAlN üzerinde oluşan oksitin kalınlığının karşılaştırılmasıdır. Birincisine benzer olan bir diğer yöntem, yüksek oranda büyütmede (yaklaşık 1000X) oksitin ilk kez görülebildiği sıcaklığı, oksidasyon başlangıç sıcaklığı olarak alır.

Bilinen bir çok katmanlı kaplama, TiAlN'nin 3 - 5 µm kalınlığındaki daha sünek ve daha yumuşak bir alt katmanı üzerindeki 0.75 - 1.5 µm kalınlığındaki bir nano-kompozit AlCrSiN üst katmanına sahiptir. (S. Veprek et al, Surface & Coatings Technology 202 (2008) 2063-5073). Bırakım yöntemi, düzlemsel katotlar ile vakum ark kaplama teknolojisini kullanır. Bir diğer bırakım yöntemi, bir nc-(TiAl)N/a- Si₃N₄ nano-kompozite yönelik olarak vakum ark kaplama teknolojisini kullanır. Bu yöntemde, dönen katotlar, kaplama odasının merkezine veya bunun kapağına yerleştirilir. Bilinen diğer bırakım yöntemleri, dengesiz magnetron püskürtmeyi içerir.

CN101407905, bir kaplı sementte karbür kesme aletini açıklar, kaplama, titanyum esaslı bir bağlanma katmanı üzerine bırakılan TiAlMSiN'den oluşturulan bir nano kristal/amorfoz bileşimin bir katmanını içeren bir kompozit karma kristal yapı katmanını içerir. M, Ta, Nb, Zr, Cr, Hf ve W metal elementlerinin bir veya daha fazlasıdır. TiAlMSiN katmanının kalınlığı, en az 0.5 µm'dir.

US 2005/0186448 A1, bir kaplı kesme aletini açıklar.

25

Nano-kompozit kaplamaların bilinen bir dezavantajı, birkaç yüz ppm'lik seviyelerde dahi mevcut safsızlıkların, örneğin oksijenin, elde edilebilen azami sertliğin oldukça güçlü bir bozunmasına yol açmasıdır.

30 Bir diğer dezavantaj, nano-kompozit katman kalınlığının bir sınırıdır. Bu katmanların, yüksek basınç gerilmesine sahip olduğu ve bu nedenle yaklaşık 3µm'de daha kalın olmaları durumunda, pul pul olma eğiliminde oldukları bilinir.

Arttırılmış sertliğe sahip nano-kompozitlerin bir diğer dezavantajı, nispeten düşük

- tokluktur (Plasma Process. Polym. 2007, 4 219-228 Zhang et. al.). Tokluk, bir materyalin, kırılmaya yeterli deformasyon sırasında enerjiyi absorbe etme kabiliyetidir. Nano-kompozit kaplamalarda yüksek sertlik elde etmek amacıyla, genellikle plastik deformasyon önlenerek şekilde dizayn edilir ve tane sınırı ve kayma önlenir, böylelikle bir süneklik kaybına neden olunur. Süneklik, sert kaplamaların katastrofik arızayı engellemelerine yönelik oldukça önemli olan sertliktir.

BULUŞUN KISA AÇIKLAMASI

- 10 Mevcut buluş, istem 1'e göre bir substrat ve bir kaplama içeren bir kaplı kesme aletidir.

- Kaplama, nano-kompozit nano-katmanlar içeren en az bir çoklu nano-katman içerir. Nano-kompozit nano-katmanlar, bir amorf Si_3N_4 matrisi içinde gömülü kristal $(\text{Ti}_x\text{Al}_y\text{Cr}_z)\text{N}$ 'den oluşur. Nano-kompozit nano-katman kalınlığı, 1 nm ila 100 nm aralığındadır.

- Çoklu nano-katman ayrıca, ikinci bir nano-katman içerir, ikinci nano-katman, bir metalik veya seramik materyal içerir. Metalik materyal, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla metaldir. Seramik materyal şunlardır: (1) Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Si, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla elementin bir nitridi, karbürü, borürü veya oksitinin bir veya daha fazlası, (2) elmas veya (3) BN. İkinci nano-katman, kristaldir ve ikinci nano katmanın kalınlığı, 1 nm ila 100 nm aralığındadır.

- 25 Bazı düzenlemelerde, ikinci nano-katman, $(\text{Ti}_a\text{Al}_b\text{Me}_{1-a-b})(\text{C}_v\text{N}_{1-v})$ içerir, burada $0 \leq a \leq 1$, $0 \leq b \leq 0.75$ ve burada Me, Cr, Mo, V, Nb, Ta, Zr, Hf, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir metaldir, burada $0 \leq v \leq 1$.

- Bazı düzenlemelerde, çoklu nano-katman, farklı bileşimlerde en az iki nano-kompozit nano-katman içerir.

Bazı düzenlemeler ile uyumlu olarak, çoklu nano-katman, farklı bileşimlerde en az iki adet ikinci nano-katman içerir.

Çoklu nano-katman, ikinci nano-katmanlar ile dönüşümlü olarak istif edilen nano-kompozit nano-katmanlardan oluşur. Bazı düzenlemelerde, çoklu nano-katman, ardışık nano-kompozit nano-katmanlar arasında iki veya daha fazla ikinci nano-katman içerir.

5

İsteğe bağlı olarak, çoklu nano-katman, 50 ila 300 nano-kompozit nano-katman içerir.

Bazı düzenlemeler ile uyumlu olarak, kaplama ayrıca, substrat ve çoklu nano-katman arasında en az bir ara katman içerir. Ara katman, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Si, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla elementin bir borürü, nitürü, karbürü veya oksitinin biri veya daha fazlasıdır. En az bir ara katmanın kalınlığı, 0.5 μm ila 10 μm aralığındadır. Bazı düzenlemelerde, en az bir ara katman, $(\text{Ti}_a\text{Al}_b\text{Me}_{1-a-b})(\text{C}_v\text{N}_{1-v})$ içerir, burada $0 \leq a \leq 1$, $0 \leq b < 0.75$ ve $0 \leq v \leq 1$; burada Me, Cr, Mo, V, Nb, Ta, Zr, Hf, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir metaldir.

15

Buluşun bir diğer açısında, kaplama ayrıca, substrat ve ara katman arasında bir yapışma katmanı içerir. Yapışma katmanının bileşimi, ara katmanın bileşiminden farklıdır. Yapışma katmanı, en az bir $(\text{Me}_w\text{Al}_{1-w})\text{N}$ katmanı içerir, burada $0.5 \leq w \leq 1$ ve burada M, bir titanyum ve/veya kromiyumdur. Yapışma katmanı kalınlığı, 0.1 μm ila 2 μm aralığındadır.

20

İsteğe bağlı olarak, ara katman, bileşimleri farklı en az iki alt katmandır, her bir alt katmanın kalınlığı, 1 nm ila 500 nm aralığındadır.

Buluşun bir diğer açısında, kaplama, birden fazla çoklu nano-katman içerir ve ayrıca çoklu nano-katmanlar arasında en az bir yardımcı katman içerir. En az bir yardımcı katman, bir metalik veya seramik materyal içerir. Metalik materyal, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla metalden oluşur. Seramik katman, (1) Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Si, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla elementin bir borürü, karbürü, nitürü veya oksitinin biri veya daha fazlası, (2) elmas, (3) elmas benzeri karbon ve (4) BN'den oluşan gruptan seçilir.

30

İsteğe bağlı olarak, kaplamanın en dış katmanı, çoklu nano-katman içerir.

- Bazı düzenlemelerde, kaplı kesme aleti ayrıca, kaplamanın en dış katmanı olan bir üst katman içerir. Üst katman, bir metalik veya seramik materyaldir; burada metalik materyal, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla metali içerir; ve burada seramik materyal şunlardan oluşan gruptan seçilir: (1) Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Si, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla elementin bir borürü, karbürü, nitrürü veya oksitinin biri veya daha fazlası, (2) elmas, (3) elmas benzeri karbon ve (4) BN.
- 5
- 10 Tipik olarak, substrat, şunlardan oluşan gruptan seçilir: yüksek hız çeliği, sert metaller, oksit seramikleri, karbür seramikleri, borür seramikleri, süper aşındırıcı materyaller, PcBN, PCD ve sermetler veya bunların kombinasyonları.
- Buluş, istem 11'e göre bir substrat ve bir kaplama içeren bir kaplı kesme aleti
- 15 yapılmasına yönelik bir yöntem sağlar, kaplama, en az bir çoklu nano-katman içerir, yöntem, aşağıdaki adımları içerir:
- a)** bir nano-kompozit nano-katmanın, substrat üzerine bırakılması, nano-kompozit nano-katman, bir amorfoz Si_3N_4 matrisi içinde gömülü kristal $(\text{Ti}_x\text{Al}_y\text{Cr}_z)\text{N}$ 'den oluşur; burada $x=0.42$, $y=0.42$, $z=0.1$ ve $1-x-y-z=0.06$; metalik elementlerdeki silikonun atom oranı, $1-x-y-z$ 'dir ve burada nano-kompozit nano-katman kalınlığı, 1 nm ila 100 nm aralığındadır.
- 20
- b)** en az bir ikinci nano-katmanın, nano-kompozit nano-katman üzerine bırakılması, ikinci nano-katman, kristaldir ve 1 nm ila 100 nm aralığında bir kalınlığa sahiptir. İkinci nano-katman, (a1) Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla metalden oluşan bir metalik materyali; veya (a2) şunları içeren bir seramik materyali içerir: (a21) Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Si, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla elementin bir borürü, karbürü, nitrürü veya oksitinin biri veya daha fazlası; (a22) elmas veya (a23) BN; ve
- 25
- 30 **c)** adım a ve adım b'nin 50 ila 300 defa dönüşümlü olarak gerçekleştirilmesi.

Kaplama, en az 0.02 mbar olan bir nitrojen kısmi basıncı altında, 500°C'den daha fazla bir bırakım sıcaklığında bir PVD tekniği ile bırakılır.

İsteğe bağlı olarak, yöntem ayrıca, aşağıdaki adımların bir veya daha fazlasını içerir:

- 5 **i)** adımın **(a)**) gerçekleştirilmesinden önce, bir yapışma katmanının, substrat üzerine bırakılması, burada yapışma katmanı, en az bir $(Me_wAl_{1-w})N$ katmanı içerir, burada $0.5 \geq w \geq 1$ ve burada M, titanyum ve/veya kromiumdur; ve yapışma katmanının bir kalınlığı, $0.1 \mu m$ ile $2 \mu m$ aralığındadır; ve
- 10 **ii)** en az bir ara katmanın, yapışma katmanı üzerine bırakılması, ara katman, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Si, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla elementin bir borürü, nitrürü, karbürü veya oksitinin birini veya daha fazlasını içerir. Buluşun bazı düzenlemelerinde, ara katman, $(Ti_aAl_bMe_{1-a-b})(C_vN_{1-v})$ içerir, burada $0 \geq a \geq 1$, $0 \geq b < 0.75$ ve $0 \geq v \geq 1$, Me, Cr, Mo, V, Nb, Ta, Zr, Hf, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir metaldir; ve ara katmanın bir
- 15 kalınlığı, $0.5 \mu m$ ile $10 \mu m$ aralığındadır.

Bazı düzenlemeler ile uyumlu olarak, yöntem ayrıca aşağıdaki adımları içerir:

- 20 **d)** kaplı kesme aletinin, 20 dakika ile 180 dakika aralığında bir süre boyunca, $400^\circ C$ ile $1100^\circ C$ aralığındaki bir sıcaklıkta koruyucu bir nitrojen atmosferi içinde işleme tabi tutulması.

İsteğe bağlı olarak, kaplama ayrıca, birden fazla çoklu nano-katman içerir, yöntem ayrıca aşağıdaki adımları içerir:

- 25 **e)** en az bir yardımcı katmanın, çoklu nano-katman üzerine bırakılması; en az bir yardımcı katman, (e1) Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla metalden oluşan bir metalik materyal; veya (e2) şunlardan oluşan gruptan seçilen bir seramik materyal
- 30 içerir: (e21) Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Si, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla elementin bir borürü, karbürü, nitrürü veya oksitinin biri veya daha fazlası; (e22) elmas, (e23) elmas benzeri karbon ve (e24) BN;
- f)** adımlar a-c'nin gerçekleştirilmesi; ve
- g)** adım e ve adım f'nin en az bir defa dönüşümlü olarak gerçekleştirilmesi.

ŞEKİLLERİN KISA AÇIKLAMASI

Buluşun daha iyi anlaşılmasına yönelik olarak ve bunun nasıl uygulanabildiğini göstermek üzere, ekli şekillere referans bu noktada, bütünüyle örnek yoluyla yapılacaktır.

- Şekil 1A**, buluşun bir düzenlemesi ile uyumlu bir kesme aletinin kaplama katmanlarının şematik bir çapraz kesitidir.
- Şekil 1B**, buluşun bir düzenlemesi ile uyumlu bir kesme aletinin kaplama katmanlarının, alt katmanları gösteren şematik bir çapraz kesitidir.
- Şekil 2**, buluşun bir düzenlemesi ile uyumlu bir nano-kompozit katmanın bir XPS'sidir (x-ışını fotoelektron spektroskopisi).
- Şekil 3**, buluşun bir düzenlemesi ile uyumlu bir nano-kompozit katmanın bir XRD'sidir.
- Şekil 4**, buluşun bir düzenlemesi ile uyumlu nano-kompozit katmanın geçirimli elektron mikroskopisi (TEM) vasıtasıyla alınan bir fotomikrografıdır (2 nm bir ölçek ile).
- Şekil 5**, buluşun bir düzenlemesi ile uyumlu nano-kompozit katmanın taramalı geçirimli elektron mikroskopisi (STEM) vasıtasıyla alınan bir fotomikrografıdır (1 nm bir ölçek ile).
- Şekil 6**, buluşun bir düzenlemesi ile uyumlu olarak kaplanmış bir kesme aletinin, bir frezeleme uygulaması yoluyla arttırılmış bir alet ömrünü gösteren bir grafik.
- Şekil 7**, buluşun bir düzenlemesi ile uyumlu olarak kaplanmış bir kesme aletinin, bir tornalama uygulaması yoluyla arttırılmış bir alet ömrünü gösteren bir grafik.
- Şekil 8**, buluşun bir düzenlemesi ile uyumlu olarak kaplanmış bir kesme aletinin, bir frezeleme uygulaması yoluyla arttırılmış bir alet ömrünü gösteren bir grafik.

Bu noktada çizimlere detaylı biçimde spesifik referans ile birlikte, gösterilen detayların, örnek yoluyla ve yalnızca mevcut buluşun tercih edilen düzenlemelerinin tanımlayıcı şekilde irdelenmesi amaçlarına yönelik olduğu ve buluşun prensiplerinin ve kavramsal açılarının en kullanışlı ve en kolay anlaşılır açıklaması olduğuna inanılanı sağlama

amacıyla sunulduğu vurgulanır. Çizimler ile birlikte ele alınan açıklama, buluşun çeşitli formlarının pratikte nasıl düzenlenebileceğini, teknikte uzman kişilere açık hale getirir.

BULUŞUN DETAYLI AÇIKLAMASI

5

Mevcut buluş, nano-kompozit nano-katmanlara sahip bir çoklu nano-katman içeren bir kaplama ile kaplı bir kesme aletidir.

10

Kesme aleti, tek parça yekpare bir kesme aleti, bir uç tutucu ve buraya tutturulan bir kesici uçtan oluşan bir kesme aleti, bir uç tutucu veya bir kesici uç olabilir.

15

Kesme aletinin bir substratı, bir sert metal, yüksek hız çeliği, oksit, karbür veya borür seramikleri, bir süper aşındırıcı, PcBN, PCD veya bir sermet substratı veya bunların kombinasyonlarından yapılabilir.

20

Kaplamanın çoklu nano-katmanının nano-kompozit nano-katmanları, bir $a\text{-Si}_3\text{N}_4$ amorföz matrisine gömülü $nc\text{-(Ti}_x\text{Al}_y\text{Cr}_z\text{)N}$ 'nin bir nano-kristal fazına sahiptir. Nano-kristal fazı bileşenlerinin atom oranları, $x=0.42$, $y=0.42$, $z=0.1$ ve $1-x-y-z=0.06$ 'dır. Nano-kompozitin metalik elementlerinden silikon atom oranı, $1-x-y-z$ 'dir. Nano-kompozit nano-katman, yaklaşık 1 nm ile yaklaşık 100 nm aralığındaki bir kalınlığa sahiptir. Nano-kompozit nano-katmanlar, 500°C ve 600°C arasındaki bir bırakım sıcaklığında ve en az 0.02 mbar olan bir nitrojen kısmi basıncı altında bırakılır. Bu bırakım koşullarının, öz-örgütlenme yoluyla stabil bir nanoyapı oluşumu ile sonuçlanan, termodinamik olarak güç sağlanan bir spinodal faz birikimi meydana getirdiği bilinir.

25

30

Şekil 2, buluşun bir düzenlemesi ile uyumlu nano-kompozit nano-katmanın bir X-ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS) grafiğidir. XPS analizine yönelik olarak, numuneler, monokromatik X-ışınları ile ışınlanır (kullanılan X-ışını kaynağı, 1486.6 eV Al K α 'dır). Analiz öncesinde, numuneler, nano-kompozit nano-katmana kadar Ar iyonu püskürtme yoluyla püskürtülür. İnceleme spektrumları, 100eV'lik bir geçiş enerjisi ile kaydedilmiştir, buradan yüzeye kimyasal bırakım belirlenmiştir. Spektrumlar, standart (kaçış açısı $53\pm 30^\circ$) işletim modunda elde edilmiştir ve bağlanma enerjisinin bir fonksiyonu olarak ölçülen elektron sayısı olarak çizilmiştir. Şekil 2, iki pik gösterir: 101.66eV'de yüksek bir bağlanma enerjisi çizgisi (Pik A) ve 99.40eV'de daha düşük bir

bağlanma enerjisi çizgisi. Pik A, Si_3N_4 'e karşılık gelen Si-N bağları ile ilgilidir. Pik B'nin yorumlanması daha zordur. Bu, pozisyonu, TiSi_2 'den (*Towards the Industrialization of Superhard Nanocrystalline Composites for High Speed and Dry Machining*'de Veprek tarafından öne sürüldüğü üzere), Si-Si bağlarından veya Al, Cr ve/veya Ti metallerinin birine bağlı Si'den (örneğin TiSi_2) Si 2p sinyali ile çakışan Al KLL Auger sinyaline atfedilebilir veya alternatif olarak, kristal $(\text{TiAlCr})\text{N}$ 'ye sahip amorf Si_3N_4 'ün tane sınırlarında oluşan metalik bağlar olabilir. Buluşçular, Pik B'nin, Al KLL Auger sinyalinin bir sonucu olduğu veya alternatif olarak tane sınırlarında oluşan metalik bağları gösterdiği varsayımında bulunurlar.

10

Şekil 3, buluşun bir düzenlemesi ile uyumlu bir nano-kompozit nano-katmanın, bir parlatma açısında elde edilen bir XRD spektrumudur. 1 numaralı çizgiler, kübik AlTiCrN 'nin pikleridir. 2 numaralı çizgiler, kristal Si_3N_4 referans motifinin (33-1160) piklerinin görüldüğü yerlerdir. Şekil 3'te görülebildiği üzere, nano-kompozit katman içinde mevcut tek kristal fazı, bir kübik fazdır ve herhangi bir altıgen faz veya trigonal faz veya herhangi bir kristal Si_3N_4 fazı mevcut değildir.

Buluşçular, Şekil 2 ve Şekil 3'teki verileri birleştirerek, nano-kompozit nano-katmanın, bir kübik $(\text{TiAlCr})\text{N}$ fazına ve bir amorf Si_3N_4 fazına sahip olduğu sonucuna varmıştır.

20

Şekiller 4 ve 5, nano-kompozit katmandan, geçirimli elektron mikroskopisi (TEM) vasıtasıyla 2 nm bir ölçek ile ve taramalı geçirimli elektron mikroskopisi (STEM) vasıtasıyla 1 nm bir ölçek ile alınan fotomikrografları sırasıyla gösterir. Şekil 4'teki TEM fotomikrografı, düzenli kristal tanelerine ve amorf olan alanların bir nano-kompozit yapısını gösterir. STEM ve yüksek açılı bir dedektör ile birlikte, kontrastın direkt olarak atom sayısı ile ilgili olduğu atomik çözünürlük görüntülerinin oluşturulması mümkündür. Böylelikle Şekil 5'teki STEM fotomikrografı, koyu alanlardan daha büyük bir atom sayısına sahip olan açık alanların bir nano-kompozit yapısını gösterir. Açık alanlar, $\text{nc}-(\text{Ti}_x\text{Al}_y\text{Cr}_z)\text{N}$ tanelerine karşılık gelir ve açık alanları kuşatan koyu alanlar, daha hafif Si_3N_4 matrisine karşılık gelir.

Bir $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ matrisi tarafından kuşatılan nano-kristal taneler, $\text{nc}-(\text{Ti}_x\text{Al}_y\text{Cr}_z)\text{N}$ 'dir ($0.85 \geq x+y+z \geq 0.97$). Nano-kompozit nano-katman içinde titanyumun atom oranı, $0.25 \geq x \geq 0.75$ 'tir. Kromiumun atom oranı, oksidasyon direncinin ve kırılma tokluğunun

arttırılmasına yönelik olarak $0.05 \geq z \geq 0.2$ 'dir. Nano-kompozit nano-katman içinde alüminyumun atom oranı, $0.25 \geq y < 0.72$ 'dir. Alüminyum ve silikonun atom oranlarının toplamı, 0.75 üzerinde olduğunda, AlN'nin bir altıgen fazının oluşacağı bilinir. Nano-kompozit nano-katmanın metalik elementleri içinde silikonun atom oranı, $0.03 \geq 1-x-y-z \geq 0.15$ ve $1-x-z < 0.75$ 'tir. Nano-kompozit nano-katman içeren kaplamalar, yüksek sıcaklıklarda dahi yüksek sıcaklık direncine ve yüksek sertliğe sahiptir.

Şekil 1A, buluşun bir düzenlemesine göre bir çoklu nano-katman (4) ile kaplı bir substrata (1) sahip bir kesme aletinin şematik bir tasvirini gösterir. Nano-kompozit nano-katmanlar (5), bir çoklu nano-katman (4) oluşturmak üzere, kristal nano-katmanlar (6) ile birbiri ardına getirilir. Kristal nano-katmanlar (6), bir metalik veya seramik materyal içerir. Metalik materyal, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla metaldir. Seramik materyal, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Si, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla elementin bir borürü, bir karbürü, bir nitrürü, bir oksiti veya bunlardan herhangi bir kombinasyonu içerir. Bazı düzenlemelerde, seramik materyal, elmas veya BN olabilir. Kristal nano-katmanın bileşimi, nano-kompozit nano-katmanın bileşiminden farklıdır. Buluşun bazı düzenlemelerinde, ardışık nano-kompozit nano-katmanlar (5) arasında iki veya daha fazla kristal nano-katman (6) mevcuttur. Yapışıklığı arttıran bazı kristal nano katman (6) örnekleri, $(Ti_aAl_bMe_{1-a-b})(C_vN_{1-v})$ formülüne sahiptir, burada Me, Cr, Mo, V, Nb, Ta, Zr, Hf, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir metaldir, burada $0 \leq v \leq 1$. Kristal nano-katmanlar (6) içinde titanyumun atom oranı, $0 \leq a \leq 1$ 'dir. Kristal nano-katmanlar (6) içinde alüminyumun atom oranı, $0 \leq b < 0.75$ 'tir.

Nano-kompozit nano-katmanlar ve kristal nano-katmanlar, yaklaşık 1 nm ile yaklaşık 100 nm aralığındaki bir kalınlığa sahip olabilir. Çoklu nano-katman, yaklaşık 50 ile yaklaşık 300 adet nano-kompozit nano-katmana sahiptir.

Çoklu nano-katman, sert nano-kompozit nano-katman ile kristal nano-katmanın avantajlarını etkili bir şekilde kombine eder. Kaplamada artmış tokluğa yol açan hızlı darbe absorpsiyonunun arttırılması bir faydadır. Metal talaşlı imalat uygulamalarına yönelik kaplamalara yönelik olarak, tokluk olmaksızın yüksek sertlik kullanışlı değildir ve her iki nitelik, kesme aletlerine yönelik pek çok uygulamada önemlidir. Mevcut buluşa göre çoklu nano-katman, yukarıda tanımlanan bileşimlerden bir veya daha

fazlasının, farklı uygulamalarda gerek duyulduğu üzere, kaplamada çeşitli karakter özelliklerine yol açan kristal nano-katmanlarına sahip olabilir.

5 Mevcut buluşun bir diğer avantajı, kaplama kalınlığının, pullanma olmaksızın 3µm'den daha kalın olabilmesidir. Bu, çoklu nano-katman yapısı sayesinde ve nano-kompozit nano-katmanlardan daha düşük bir basınç gerilmesine sahip kristal nano katmanların varlığı sayesinde.

10 Alet ömrü, kesme hızı, kesik boyutları, alet açıları, alet şekli, soğutma maddesi, tırlama, vb. ile ilgilidir. Kesme hızı, alet ömrü üzerinde, açık arayla en büyük etkiye sahip değişkendir. Kaplamada daha yüksek ısı direnç, kesme aletine zarar vermeksizin daha hızlı RPM ile sonuçlanır. Buluşun kaplamaları, bu kaplamaların çoklu nano-katmanının, birlikte çoklu nano-katmanın yaklaşık olarak yarısı kadar eden kristal nano-katmanları içermesine rağmen, bilinen nano-kompozit kaplamalarda daha yüksek çalışma sıcaklığı
15 ve oksidasyon direnci sağlar. Yaklaşık 550°C azami çalışma sıcaklığı olan TiCN, yaklaşık 800°C olan TiAlN ile karşılaştırıldığında, buluşun azami bir çalışma sıcaklığı, yaklaşık 1100°C'dir.

Buluşun bazı düzenlemelerinde, Şekil 1A'da gösterildiği üzere, çoklu nano-katman ve
20 substrat (1) arasında, kaplamaya tokluk veren bir ara katman (3) mevcuttur. Ara katman (3), Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Si, Y ve Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir veya daha fazla elementin bir borürü, bir nitrürü, bir oksiti veya bunlardan herhangi bir kombinasyon olabilen bir seramik katmandır. Buluşun bazı düzenlemelerinde, ara katman (3), $(Ti_aAl_bMe_{1-a-b})(C_vN_{1-v})$ içerir, burada Me, Cr, Mo, V, Nb, Ta, Zr, Hf, Y ve
25 Ru'dan oluşan gruptan seçilen bir metaldir, burada $0 \leq v \leq 1$. Ara katman (3) içinde titanyumun atom oranı, $0 \leq a \leq 1$ 'dir. Ara katman (3) içinde alüminyumun atom oranı, $0 \leq b < 0.75$ 'tir. Ara katman (3), yaklaşık 0.5 µm ile yaklaşık 10 µm aralığında bir kalınlığa sahiptir.

30 Buluşun bazı düzenlemelerinde, Şekil 1A'da gösterildiği üzere, ara katman ve substrat arasında, yaklaşık 0.1 µm ile yaklaşık 2µm aralığında bir kalınlığa sahip bir yapışma katmanı (2) mevcuttur. Yapışma katmanı, $(M_wAl_{1-w}N)$ ($0.5 \leq w \leq 1$) formülüne sahiptir, burada M, titanyum ve/veya kromiumdur.

Şekil 1B, buluşun bir diğer düzenlemesine göre, yardımcı katmanlar (7i ve 7ii) ile birbirini izleyen üç adet çoklu nano-katman (4i, 4ii, 4iii) ile kaplı bir substrata (1) sahip bir kesme aletinin şematik bir tasvirini gösterir. Yardımcı katman, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Y ve Ru'dan seçilen metallerin bir veya daha fazlasının bir metalik katmanı olabilir. Diğer düzenlemelerde, yardımcı katman, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al, Si, Y ve Ru'dan seçilen bir veya daha fazla elementin bir borürü, karbürü, nitrürü, oksiti veya bunlardan herhangi bir kombinasyonu olabilir. Alternatif olarak, yardımcı katman, elmas benzeri karbon, elmas veya bor nitrür içerebilir. Kaplamanın en dış katmanı, Şekil 1A'da gösterildiği gibi çoklu nano-katman veya Şekil 1B'de gösterildiği gibi yardımcı katman (7iii) olabilir. Yardımcı katmanların (7i, 7ii, 7iii) tümü, benzer bir bileşim içerebilir veya alternatif olarak, bir veya daha fazla yardımcı katman, bileşimde çeşitlilik gösterebilir.

Buluşun bazı düzenlemelerinde, kaplama, iki adet çoklu nano-katmana veya üçten fazla çoklu nano-katmana sahip olabilir. Bazı düzenlemelerde, ardışık çoklu nano-katmanlar arasında iki veya daha fazla yardımcı katman mevcuttur. Buluşun bazı düzenlemelerinde, ara katman, Şekil 1B'de gösterildiği gibi, bileşimleri farklı en az iki ara alt katman (3i, 3ii) içerir.

Kesme aletleri isteğe bağlı olarak, nitrojen gibi oksidasyona karşı koruyucu bir atmosferde bir kaplama sonrası ısıtılardan geçebilir. Isıl işlem sıcaklığı, 400°C ve 1100°C arasında, tercihen 700°C ve 900°C arasındadır. Isıl işlem süresi, 30 dakika ve 180 dakika arasındadır. Bu işlem, nano-kompozit nano-katmanların spinodal faz birikimini daha fazla stabilize eder ve dayanıklı hale getirir.

Özellikle daha hızlı talaşlı imalat hızları veya talaşlı işlenebilirliği düşük olan iş parçaları gibi zorlayıcı koşullarda işlenirken, kaplı kesme aletlerinin ömrünü uzatma konusunda pek çok faktör katkıda bulunur. Bu faktörlerden birkaçı, yüksek aşınma direnci, yüksek kesme sıcaklıkları, darbe direnci, kaplamanın substrata tutunması ve tokluktur. İyileştirilmiş kaplamalar sergilemek üzere, sertlik, çalışma sıcaklığı ve aşınma miktarı gibi çeşitli kriterler kullanılmıştır. Bunlar, aşağıdaki örneklerde gösterilecektir.

Örnek 1

Kavramı kanıtlama yoluyla, Şekil 1A'ya referans ile, kesme aletinin substratı (1), sert metaldendir ve kaplama, bir PVD yöntemi ile bırakılır.

- 5 Semente karbürün üzerinin kaplanması, yuvarlak düzlemsel katot ile vakum ark kaplama teknolojisinin bilinen yönteminin kullanılması yoluyla aşağıdaki usulde gerçekleştirilmiştir.

- 10 İlk olarak, kaplama aparatının katotları, TiAl, AlTi ve AlTiCrSi hedefleri ve semente karbürden frezeleme uçlarının substratları, semente karbürden parmak frezeler ve semente karbürden tornalama uçları ile sağlanmıştır.

- 15 Kaplama aparatının vakum odasının boşaltılması ile, substratlar, bunun içindeki bir ısıtıcı yoluyla, 500° C'den fazla bir yüksek bırakım sıcaklığına ısıtılmıştır ve vakum odası, nitrojen gazı ile beslenmiştir. Vakum odası içindeki yüksek basıncın, 4 Pa'dan fazlasında tutulması ile, substratın yüzeyi üzerinde TiAlN'den bir yapışma katmanı (0.5 µm kalınlığında) oluşturmak üzere, ark deşarjı başlatılmıştır. Akabinde AlTiN'den ara katman (2.5 µm kalınlığında), yapışma katmanı üzerine bırakılmıştır. TiAlN'den (1) nano-kompozit nano-katmanlar ve (2) kristal nano-katmanlardan oluşan birbirini izleyen nano katmanların çoklu nano-katman kaplaması akabinde, sırasıyla TiAl ve AlTiCrSi hedeflerinin buharlaştırılması yoluyla bırakılmıştır. Substrata -30 V ila -300 V olan bir polarlama gerilimi uygulanmıştır, böylece substrat, kaplama prosesi sırasında, toprak potansiyeli bakımından bir eksi potansiyelde kalmıştır. Nano-katmanların tümü, 6 nm kalınlığındadır.

- 25 Kaplı kesme aletleri, koruyucu bir nitrojen atmosferi içinde, 400'den fazla ve 800 °C'ye kadar olan bir sıcaklıkta, en az 30 ve en fazla 120 dakika boyunca bir ısıtıl işleminden geçmiştir. Kesme aletleri akabinde, koruyucu nitrojen atmosferinde, kademeli olarak oda sıcaklığına soğutulmuştur. Bu noktadan sonra kaplama, Numune 1 olarak refere edilecektir. Numune 1 katmanlarının bileşimleri, Tablo 1'dedir.
- 30

Tablo 1

Katman	Kaplama filminin bileşimi (atom oranı)							Yapı Türü*	Kaplama kalınlığı [μm]	Çalışma sıcaklığı [°C]
	Al	Ti	Cr	Si	Al+Si	N				
Yapışma katmanı	0.50	0.50	0	0	0.50	1	c		0.5	
Ara katman	0.65	0.35	0	0	0.65	1	c		2.5	1100
Çoklu nano-katman	0.42	0.42	0.1	0.06	0.48	1	c+a		1.5	

(*c, bir kristal yapıdır ve a, bir amorföz yapıdır)

Örnek 2.

Karşılaştırmalı kaplamalar, Örnek 1’de açıklanan aynı substratlar üzerinde ve aynı koşullar altında hazırlanmıştır. Karşılaştırmalı Numune 2, yaklaşık 4 μm’lik bir kalınlığa sahip bir TiAlN tek katmanıdır. Karşılaştırmalı Numune 3, yaklaşık 4 μm’lik bir kalınlığa sahip bir (Ti,Al,Si)N katmanıdır. Karşılaştırmalı Numune 4, bir (Al,Ti,Cr,Si)N’nin, yaklaşık 4.5 μm’lik bir kalınlığa sahip bir nano-kompozit tek katmanıdır. Numuneler (2-4) analiz edilmiştir ve sonuçlar Tablo 2’dedir.

10

Tablo 2

Karşılaştırmalı Numune #	Kaplama filminin bileşimi (atom oranı)							Yapı Türü*	Kaplama kalınlığı [μm]	Çalışma sıcaklığı [°C]
	Al	Ti	Cr	Si	Al+Si	C	N			
Numune 2	0.48	0.52	0	0	0.48	0	1	c	4	850
Numune 3	0.42	0.54	0	0.04	0.46	0	1	c+a	4	950
Numune 4	0.39	0.30	0.19	0.12	0.51	0	1	c+a	4.5	1010

(*c, bir kristal yapıdır ve a, bir amorföz yapıdır)

Örnek 3

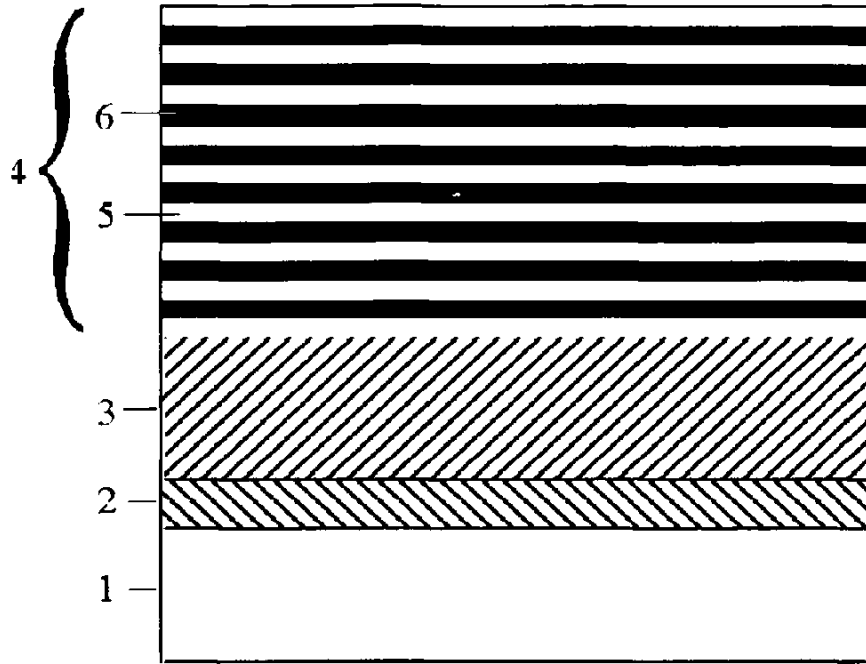
Numunelerin 1-4 alet ömrü test edilmiştir ve karşılaştırılmıştır. Kesme verileri, Tablo 3'te gösterilir. Şekil 6, paslanmaz çeliğin bir alın frezeleme uygulamasına yönelik Numune 1, Numune 3 ve 4'ü karşılaştırır. Şekil 7, Inconel alaşımının bir tornalama uygulamasına yönelik Numune 1 ve Numune 2 ve Numune 4'ü karşılaştırır. Şekil 8, sert çeliğin bir frezeleme uygulamasına yönelik Numune 1, Numune 2 ve Numune 4'ü karşılaştırır. Bu uygulamaların tamamında, Numune 1, önemli ölçüde iyileştirilmiş sonuçlar gösterir.

Tablo 3

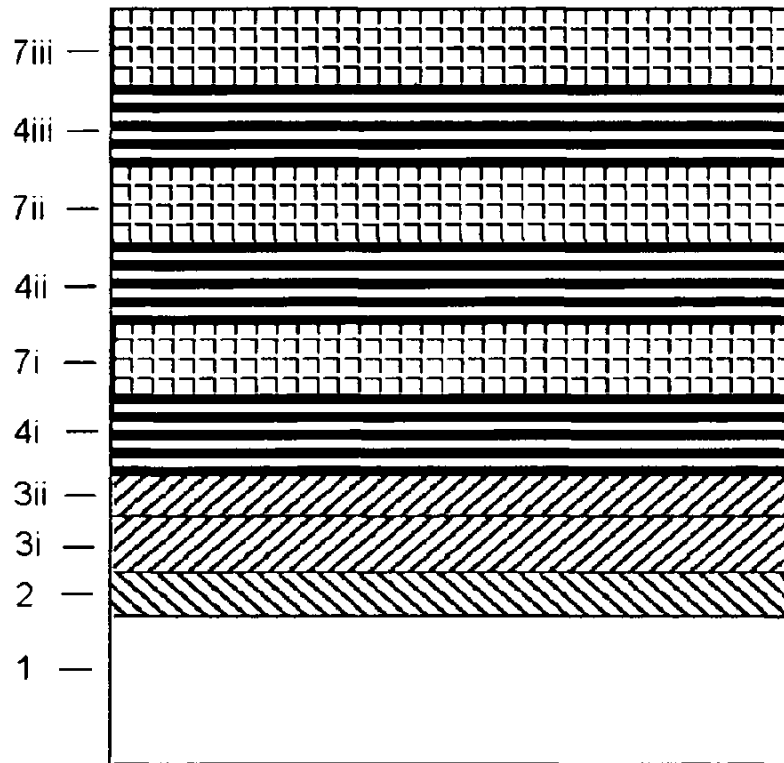
Şekil	Numuneler	Kesme hızı Vc [m/dakika]	Besleme Fz [mm/t]	Kesme derinliği Ap [mm]	İş parçası	Soğutma maddesi
6	1,3,4	100-200	0.12	4	Paslanmaz çelik	-
7	1,2,4	30-60	0.15	0.5	Inconel alaşımı	var
8	1, 2, 4	150-250	0.25	0.4	Sertleştirilmiş çelik	hava

10

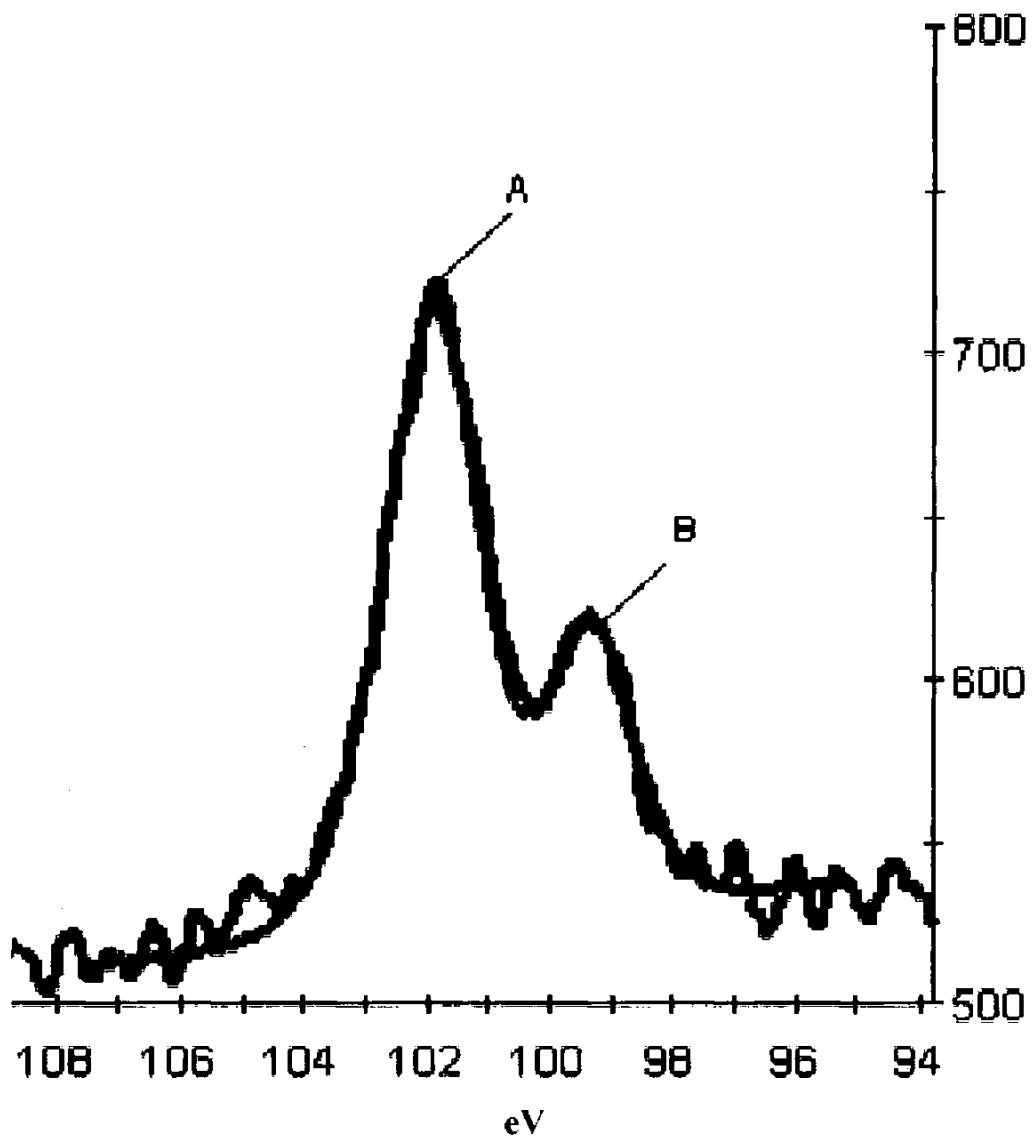
Mevcut buluş belirli derecede bir özelliğe göre açıklanmış olmasına rağmen, buluşun, bu noktadan sonra tanımlanan kapsamından ayrılmaksızın, çeşitli değişiklik ve modifikasyonların yapılabileceği anlaşılmalıdır.



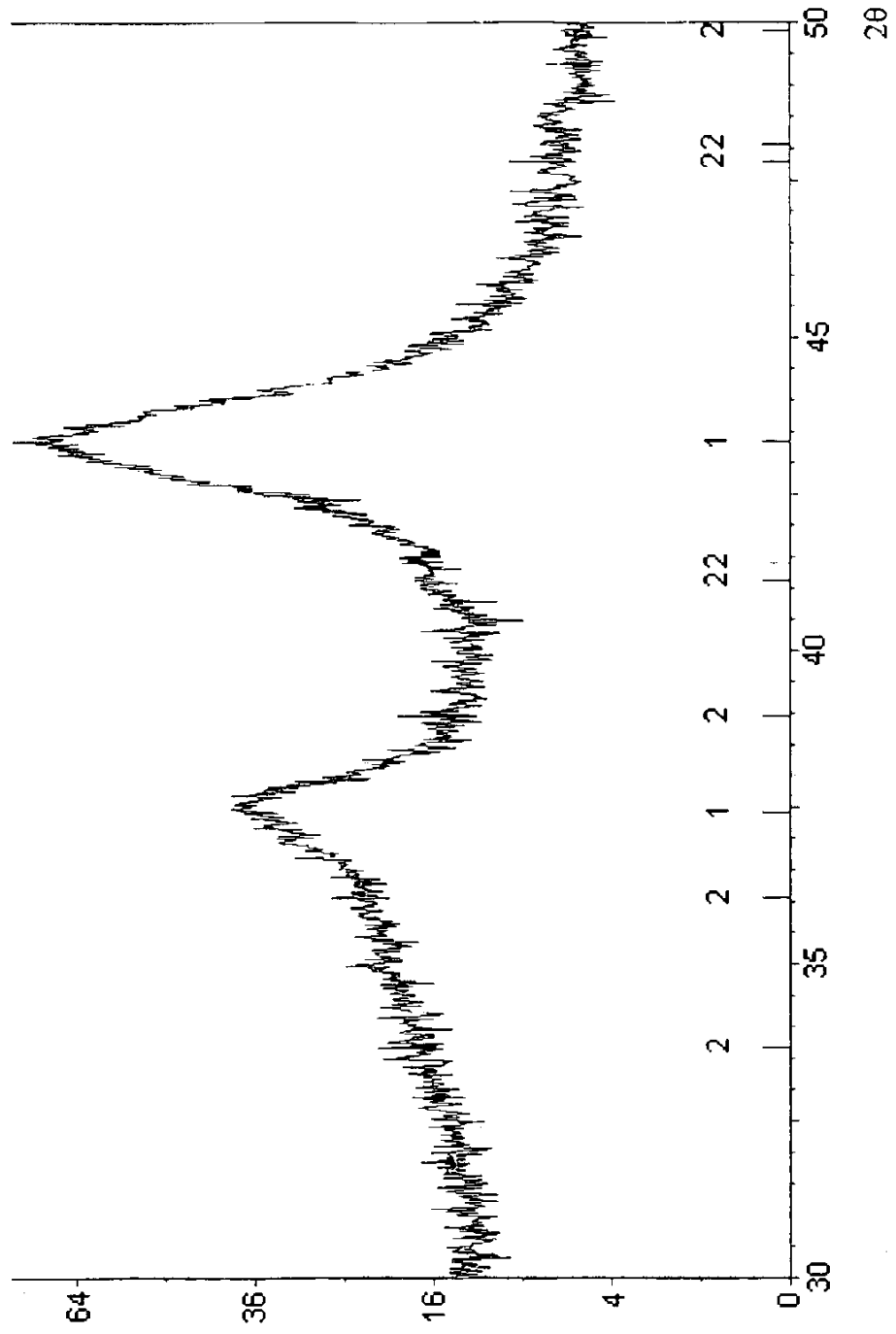
Şekil 1A



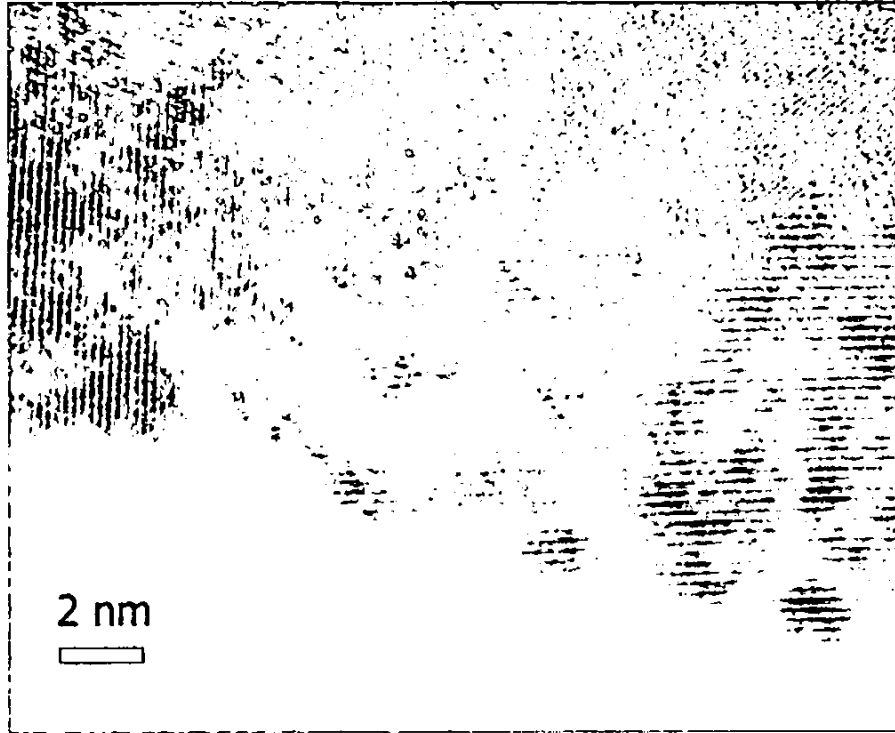
Şekil 1B



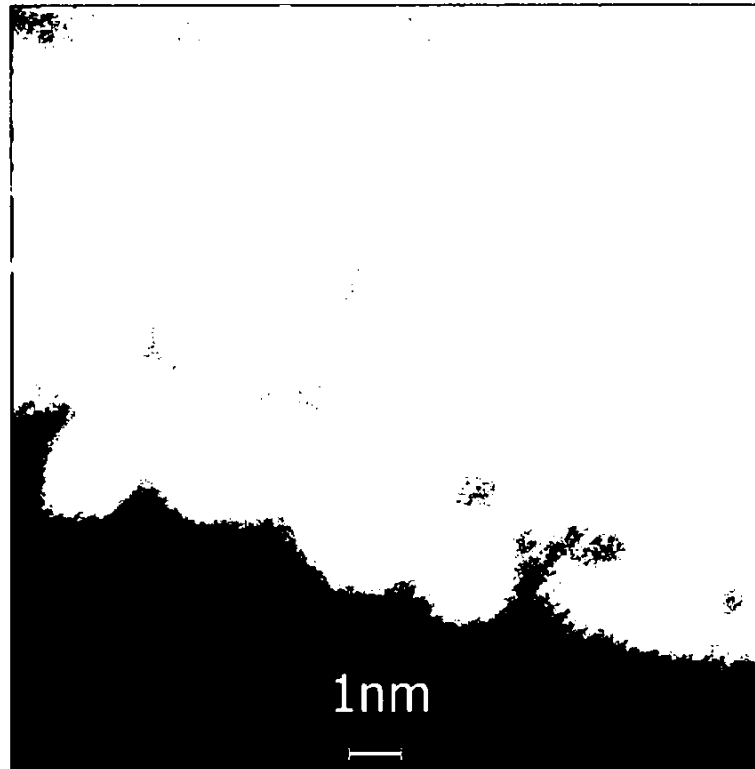
Şekil 2



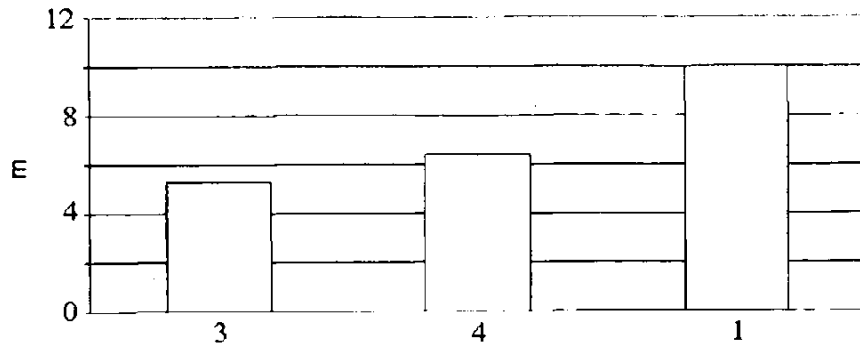
Şekil 3



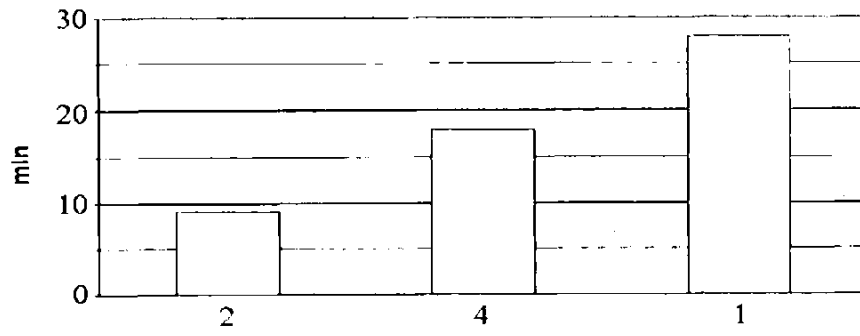
Şekil 4



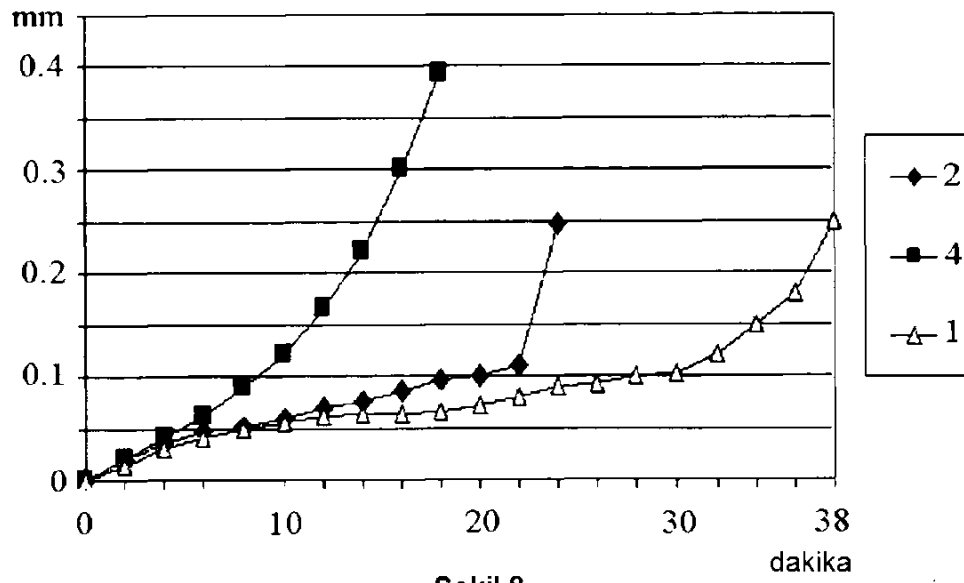
Şekil 5



Şekil 6



Şekil 7



Şekil 8