

ÖZET

ÖZELLİKLE KURU TALAŞLI İMALAT İŞLEMLERİ ARACILIĞIYLA İNDİRGENMİŞ KRATER AŞINMASI SERGİLEYEN YÜKSEK PERFORMANSLI TAKIMLAR

5

Mevcut buluş, birbiriyle üst üste çökeltilmiş değişimli A- ve B-nanokatmanlarından oluşan en az bir, çok katmanlı film içeren bir kaplama sistemi ile ilgilidir ve söz konusu sistem, A-nanokatmanlarının esasen alüminyum krom bor nitrür içermesi ve B-nanokatmanlarının esasen alüminyum krom nitrür içermesi ile karakterize edilmektedir.

10

İSTEMLER

1. Birbiriyle üst üste çökeltilmiş değişimli A- ve B-nanokatmanlarından oluşan en az bir çok katmanlı film içeren bir substratın bir yüzeyinin üstüne çökeltilmiş bir kaplama sistemi olup, burada A-nanokatmanları alüminyum krom bor nitrür içermektedir ve B-nanokatmanları ise alüminyum krom nitrür içermektedir ancak bor içermemektedir, kaplama sistemi, A-nanokatmanlarının en yüksek bor içeriğine sahip bir bölge ve düşük bor içeriğine sahip bir bölgeye sahip olması, burada düşük bor içeriğine sahip bölgenin, B-nanokatmanlarına bitişik olan bölge olması, burada çok katmanlı filmde birbiriyle üst üste çökeltilen A-nanokatmanının kalınlığının ve bir B-nanokatmanının kalınlığının toplamı, 200 nm'den daha fazla olmaması, ve çok katmanlı filmde birbiriyle üst üste çökeltilen bir B-nanokatmanının kalınlığının bir A-nanokatmanının kalınlığına oranının, 2'den daha fazla olmaması, ve burada A-nanokatmanlarının element bileşimi, veya en yüksek bor içeriğine sahip A-nanokatmanları bölgesinde verildiği takdirde, $(Al_xCr_{1-x-z}B_z)N$ formülü ile belirlenmektedir, x ve z, yalnızca Al, Cr ve B elementlerinin hesaplama için göz önünden bulundurulması durumunda atom yüzdesi cinsinden sırasıyla Al derişimi ve B derişimi olmaktadır, x = -%'de 50 – 80 ve z = -%'de 3 – 30 ve $x+z \leq$ -%'de 90 olmaktadır, ve burada B-nanokatmanlarının element bileşimi, formül $(Al_yCr_{1-y})N$ ile belirlenmektedir, y, yalnızca Al ve Cr elementlerinin hesaplama için göz önünde bulundurulması halinde atom yüzdesi cinsinden Al derişimi olmaktadır, y = -%'de 50 – 80 olmaktadır.

25

2. İstem 1'e göre kaplama sistemi olup, aşağıdakiler ile karakterize edilmektedir

- x = -% 50 – 70 ve z = -% 10 – 20 ve $x+z \leq$ -% 80, ve/veya
- y = -% 60 – 70 olması.

30

3. Kaplama sisteminin 3.0 W/m.K'den daha düşük, tercihen 2.5 W/m.K'den daha düşük bir ısıl iletkenlik katsayısı sergilemesi **ile karakterize edilen**, önceki İstemler 1 ila 2'den herhangi birine göre kaplama sistemi.
- 5 4. Çok katmanlı filmde birbiriyle üst üste çökeltilen bir A-nanokatmanı kalınlığı ve bir B-nanokatmanı kalınlığının toplamının, 100 nm'den daha büyük olmaması, tercihen 50 nm'den daha büyük olmaması, daha tercihen 30 nm'den daha büyük olmaması **ile karakterize edilen**, önceki İstemler 1 ila 3'ten herhangi birine göre kaplama sistemi.
- 10 5. Çok katmanlı filmde birbiriyle üst üste çökeltilen bir B-nanokatmanı kalınlığının bir A-nanokatmanı kalınlığına oranının 1 olması **ile karakterize edilen**, önceki İstemler 1 ila 4'ten herhangi birine göre kaplama sistemi.
- 15 6. Kaplama sisteminin, substrat yüzeyi ile çok katmanlı film arasına çökeltilmiş bir temel katman içermesi **ile karakterize edilen**, önceki İstemler 1 ila 5'ten herhangi birine göre kaplama sistemi.
- 20 7. Temel katmanın element bileşiminin, esasen formül $(Al_wCr_{1-w})N$ ile belirlenmesi **ile karakterize edilen**, İstem 6'ya göre kaplama sistemi olup, burada:
- w, yalnızca Al ve Cr elementlerinin hesaplama için göz önünde bulundurulması durumunda atom yüzdesi cinsinden Al derişimidir, ve
- 25 - w = -% 50 – 80, tercihen -% 60 – 70 olmaktadır.
- 30 8. Kaplama sisteminin temel katmanın üstüne çökeltilmiş çok katman yapılı bir film içermesi, çok katman yapılı filmin, birbiriyle üst üste değişimli olarak çökeltilmiş C- ve D-katmanlarından oluşması, C-katmanlarının, AlCrN-katmanları olması, bor içermemesi, ve D-katmanlarının ise değişimli A- ve B-nanokatmanlarından oluşturulan çok katmanlı filmler olması **ile karakterize**

edilen, önceki İstemler 6 ila 7'den herhangi birine göre kaplama sistemi.

- 5 **9.** En azından çok katmanlı film kalınlığı veya eğer varsa, en azından temel katmanın kalınlığı boyunca alüminyum içeriğinin krom içeriğine olan bir sabit orana sahip olması **ile karakterize edilen**, önceki İstemler 1 ila 8'den herhangi birine göre kaplama sistemi.
- 10 **10.** Substratın kaplama sistemine sahip ara yüzeyde azot ile zenginleştirilmiş bir yayılım bölgeciğini içermesi **ile karakterize edilen**, önceki İstemler 1 ila 9'dan herhangi birine göre bir kaplama sistemi ile kaplı substrat.
- 15 **11.** En azından çok katmanlı filmin, katodik ark ve/veya magnetron sıçratma teknikleri, özellikle yüksek güç darbeleri magnetron sıçratma teknikleri gibi fiziksel buhar bırakımı teknikleri aracılığıyla çökeltilmesi, tercihen çok katmanlı filmin oluşturulmasına yönelik malzemenin, bir azot içeren atmosferde A-nanokatmanlarının üretilmesine yönelik alüminyum krom ve bor içeren en az bir hedefin, tercihen bir toz metalürjisi ile yapılan hedefin, ve B-nanokatmanların üretilmesine yönelik alüminyum ve krom içeren en az bir hedefin, tercihen bir toz metalürjisi ile yapılan hedefin, katodik ark iyon kaplama ile buharlaştırılması aracılığıyla sağlanması, en azından B içeren katmanların çökeltilmesi aracılığıyla, tercihen mutlak değer olarak 70 V'den daha düşük olmayan bir negatif polarlama geriliminin substratta uygulanması **ile karakterize edilen**, önceki İstemler 1 ila 9'dan herhangi birine göre bir kaplama sistemiyle bir substratın bir yüzeyinin kaplanmasına yönelik yöntem.
- 25 **12.** En az bir hedefin, A-nanokatmanları oluşturması için kullanılması ve bu hedefin, formül $(Al_iCr_{1-i})_{1-j}B_j$ ile verilen atom yüzdesi cinsinden bir element bileşimine sahip olması, ve en az bir hedefin B-nanokatmanlarını oluşturması için kullanılması ve bu hedefin, formül (Al_iCr_{1-i}) ile verilen atom yüzdesi cinsinden bir element bileşimine sahip olması **ile karakterize edilen**, İstem 11'e göre yöntem olup, burada:
- 30

- i, -%'de tercihen 50'den daha düşük değildir ve -%'de 80'den daha büyük değildir ve i, -%'de daha da tercihen 70 olmaktadır.

- j, -%'de tercihen 2'den daha düşük değildir ve -%'de 30'dan daha büyük değildir.

5

13. Temel katmanın fiziksel buhar bırakım teknikleri vasıtasıyla, tercihen reaktif katodik ark iyon kaplama teknikleri vasıtasıyla ve çökeltme süresinin en az bir kısmı esnasında substrata negatif polarlama geriliminin uygulanmasıyla çökeltilmesi **ile karakterize edilen**, önceki İstemler 6 ila 9'dan herhangi birine göre bir kaplama sistemi ile bir substratın bir yüzeyinin kaplanmasına yönelik önceki İstemler 11 ila 12'den herhangi birine göre yöntem.

10

14. Temel katmanın çökeltilmesi esnasında uygulanan negatif polarlama geriliminin, çökeltme esnasında değişmesi ve bir en düşük değerden ($U_{POLARLAMA_endüşük}$) bir en yüksek değere ($U_{POLARLAMA_enyüksek}$) kadar arttırılması, tercihen $U_{POLARLAMA_endüşük}$ 'ün mutlak değer bakımından $U_{POLARLAMA_enyüksek}$ 'in 4 katından daha büyük olmaması **ile karakterize edilen**, İstem 13'e göre yöntem.

15

20

15. Bir azot, veya bir azot/hidrojen veya bir azot/hidrojen/argon ortamında gerçekleştirilen kaplama bırakımından önce bir plazmalı dağlama adımının gerçekleştirilmesi aracılığıyla yayılım bölgeciğinin oluşturulması **ile karakterize edilen**, İstem 10'a göre bir kaplı substratın üretilmesine yönelik önceki İstemler 11 ila 14'ten herhangi birine göre yöntem.

25

TARİFNAME**ÖZELLİKLE KURU TALAŞLI İMALAT İŞLEMLERİ ARACILIĞIYLA
İNDİRGENMİŞ KRATER AŞINMASI SERGİLEYEN YÜKSEK
5 PERFORMANSLI TAKIMLAR**

Mevcut buluş, özellikle azdırma gibi kuru talaşlı imalat işlemlerinde faydalı olan ve karmaşık olmayan kaplama giderme süreçlerini kullanarak kesme takımından çıkarılabilen talaşlı işleme çalışmaları aracılığıyla kesme takımlarının krater aşınmasının indirgenmesine yönelik bir kaplama sistemi ile ilgilidir. İlaveten mevcut buluş, mevcut buluşa göre kaplama sistemiyle yüzeylerin kaplanmasına yönelik bir yöntem ile ilgilidir.

Önceki teknik

15 Kesme takımları, kuru veya ıslak talaşlı imalat işlemleri tarafından kullanıldıklarında çok farklı aşınma koşullarına maruz kalmaktadır.

Örneğin, yüksek kesme hızlarında kuru talaşlı imalat işlemleri aracılığıyla birinci aşınma işareti olarak sıklıkla gözlemlenmektedir. Özellikle, azdırma işlemi aracılığıyla krater aşınmasının kesme takımının kullanım ömrünü çarpıcı bir şekilde sınırladığı gözlemlenmiştir.

AlCrN-esaslı kaplamalar, günümüzde kuru talaşlı imalat işlemleri tarafından kullanılan kesme takımlarının kesme performansının ve kullanım ömrünün arttırılmasına yönelik iyi bilinen kaplama sistemleridir.

Ancak, önceki tekniğe göre AlCrN-esaslı kaplamaların kullanılması aracılığıyla elde edilen geçerli iyileştirmelere rağmen, her gün karşılanması gereken ve giderek artan gereksinimler oluşmaktadır.

AlCrN-esaslı kaplamaların diğer avantajı, örneğin AlTiN-esaslı kaplamaların ortadan kaldırılması için kullanılması gerekenlere kıyasla daha kolay, daha ucuz ve kesme takımı yüzeyi için sıklıkla daha az zararlı olan karmaşık olmayan kaplama giderme süreçleri aracılığıyla kesme takımlarından çıkarılabilmesinden oluşmaktadır.

Mevcut buluşun amacı

Mevcut buluşun amacı, önceki tekniğe kıyasla, krater aşınmasında ve sonuç olarak yanak aşınmasında çarpıcı bir azalmaya olanak sağlayan ve sonuç olarak özellikle azdırma işlemi aracılığıyla kuru talaşlı imalat çalışmalarında kullanılan kesme takımlarının kesme performansını ve kullanım ömrünü çarpıcı bir şekilde arttıran bir AlCrN- esaslı kaplama sisteminin sağlanmasıdır. İlave, mevcut buluşa göre sağlanan kaplama sistemi, karmaşık olmayan kaplama giderme süreçleri aracılığıyla kesme takımlarından çıkarılabilmesi gerekmektedir. İlave, mevcut buluşun bir amacı, kesme takımlarının kaplanması için uygulanabilen mevcut buluşa göre kaplama sisteminin üretilmesine yönelik bir yöntemin sağlanmasıdır.

Buluşun açıklaması

Mevcut buluşun amacına, alüminyum krom bor nitrür (Al-Cr-B-N) ve alüminyum krom nitrür (Al-Cr-N) nanokatmanlardan oluşan çok katmanlı film içeren bir kaplama sisteminin sağlanması aracılığıyla ulaşılmaktadır ve söz konusu çok katmanlı film, düşük ısı iletkenlik katsayısı, düşük aşınmalı yıpranma, yüksek sertlik ve mükemmel yapışma kuvvetinin belirli bir kombinasyonunu sergilemektedir.

Mevcut buluşa göre kaplama sisteminin tercih edilen yapılandırması, 3.0 W/m·K'dan daha düşük, tercihen 2.5 W/m·K'dan daha düşük bir ısı iletkenlik katsayısı sergilemesi ile karakterize edilmektedir.

Mevcut buluşa göre kaplama sisteminin tercih edilen bir yapılandırmasında, çok katmanlı film, değişen bir şekilde birbiriyle üst üste yerleştirilen Al-Cr-B-N ve Al-Cr-N nano katmanlardan oluşmaktadır. Al-Cr-B-N nano katmanları, element bileşimine $(Al_xCr_{1-x-z}B_z)N$ sahip olmaktadır, burada sırasıyla $x = \%$ 'de 50 – 80 ve $z = \%$ 'de 5 - 30 ve $x+z \leq \%$ 'de 90 tercihen $x = \%$ 'de 50 – 70 ve $z = \%$ 'de 10 – 20 ve $x+z \leq \%$ 'de 80 olmaktadır, burada x ve z , Al-Cr-B-N nano katmanında mevcut toplam Al, Cr ve B atomları miktarının atom yüzdesi cinsinden 100 atom yüzdesi şeklinde kabul edilmesi durumunda sırasıyla Al derişimi ve B derişimi olmaktadır. Al-Cr-N nano katmanları, element bileşimine $(Al_yCr_{1-y})N$ sahip olmaktadır, burada $y = \%$ 'de 50 – 80, tercihen $\%$ 'de 60 – 70 olmaktadır, ve y , her bir Al-Cr-N nano katmanında mevcut toplam Al ve Cr atomları miktarının 100 atom yüzdesi şeklinde kabul edilmesi durumunda atom yüzdesi cinsinden Al derişimi olmaktadır.

15

Mevcut buluşa göre kaplama sisteminin ilave tercih edilen yapılandırmasında, çok katmanlı filmde Al-Cr-N nano katmanlarının kalınlığının Al-Cr-B-N nano katmanlarının kalınlığına olan oranı $(\text{kalınlık}_{AlCrN} / \text{kalınlık}_{AlCrBN}), \leq 2$, tercihen yaklaşık 1'dir.

20

Mevcut buluşa göre kaplama sisteminin ilave tercih edilen yapılandırmasında, çok katmanlı filmde, birbiri üstüne yerleştirilmiş iki Al-Cr-N ve Al-Cr-B-N nano katmanlarının kalınlığı $(\text{kalınlık}_{AlCrN} + \text{kalınlık}_{AlCrBN}), \leq 200$ nm, tercihen ≤ 100 , daha tercihen ≤ 50 nm, özellikle yaklaşık 10 ila 30 nm olmaktadır.

25

Mevcut buluşa göre kaplama sisteminin daha fazla tercih edilen bir yapılandırması, çok katmanlı filmin altındaki temel katmanı içermektedir ve söz konusu temel katman, element bileşimine $(Al_wCr_{1-w})N$ sahip olmaktadır, burada $w = \%$ 'de 50 – 80, tercihen $\%$ 'de 60 – 70 olmaktadır ve w , temel katmanda mevcut toplam Al ve Cr atomları miktarının 100 atom yüzdesi şeklinde kabul edilmesi durumunda atom yüzdesi cinsinden Al derişimi olmaktadır. Temel katmanın

kalınlığının çok katmanlı filmin kalınlığına olan oranı ($\text{kalınlık}_{\text{temel_katman}} / \text{kalınlık}_{\text{çok-katmanlı_film}}$), tercihen 2 ile 5 arasında, daha tercihen 3 ve 4 olmaktadır.

- 5 Mevcut buluşa göre kaplama sistemleri, özellikle fiziksel buharlı bırakım (PVD) yöntemleri aracılığıyla üretilebilmektedir.

Mevcut buluşa göre kaplama sistemlerinin üretimi için özellikle avantajlı olan ise ark iyon kaplamalı (AIP) bırakım yöntemleridir.

- 10 Mevcut buluşa göre kaplama sistemlerinin üretimine yönelik tercih edilen kaplama yöntemi yapılandırması, substrat yüzeyleri üzerinde kaplamanın oluşturulmasına yönelik malzemenin, azot ortamında Al-Cr ve Al-Cr-B hedeflerin arkla buharlaştırılması aracılığıyla sağlandığı ark iyon kaplama yöntemidir.

- 15 Mevcut buluşa göre kaplama sistemlerinin üretimine yönelik ilave tercih edilen kaplama yöntemi yapılandırması, substratta bir yayılım bölgeciği oluşturmak amacıyla bir azot, veya azot/hidrojen veya azot/hidrojen/argon ortamında gerçekleştirilen kaplama bırakımından önce plazmalı dağlama adımını içermektedir.

20

Deney örnekleri:

- Azdırma takımları, mevcut buluşa göre ark iyon kaplama makinesinde kaplanmıştır. Substratlar, kaplama odacığına getirilmiş ve kaplama odacığı, 0.4 Pa'dan daha azı basınçla pompalanmış ve substratlar, sırasıyla argon veya argon/hidrojen ortamında kızdırılmış ve dağlanmış ve mevcut buluşa göre çok katmanlı film ve temel katmanından oluşan bir kaplama sistemi, substratların üstüne çökeltmiştir. Kaplama çökeltmesi için, atom yüzdesi cinsinden aşağıdaki element bileşimlerine sırasıyla sahip Al-Cr-B ve Al-Cr alaşımlı hedefler kullanılmıştır: $\text{Al}_{52}\text{Cr}_{28}\text{B}_{20}$ ve $\text{Al}_{50}\text{Cr}_{50}$ veya $\text{Al}_{52}\text{Cr}_{28}\text{B}_{20}$ ve $\text{Al}_{70}\text{Cr}_{30}$ veya $\text{Al}_{70}\text{Cr}_{20}\text{B}_{10}$ ve $\text{Al}_{50}\text{Cr}_{50}$ veya $\text{Al}_{70}\text{Cr}_{20}\text{B}_{10}$ ve $\text{Al}_{70}\text{Cr}_{30}$. Bazı vakalarda, ilk olarak
- 25
- 30

Al-Cr-N temel katmanı ve sonrasında çok katmanlı Al-Cr-B-N filmi çökeltilmiş ve diğer vakalarda ise yalnızca çok katmanlı Al-Cr-B-N filmi çökeltilmiştir. Temel katmanların çökeltilmesi için, yalnızca Al-Cr hedeflerden gelen malzemeler buharlaştırılmıştır. Al-Cr-B ve Al-Cr alaşımlı hedefler, kaplama odacığındaki substratların dönerek hareket etmesi aracılığıyla ilgili Al-Cr-B-N ve Al-Cr-N nano katmanlarının birbiriyle üst üste çökeltmek amacıyla kaplama makinesine stratejik olarak yerleştirilmiştir. Al-Cr-B-N ve Al-Cr-N hedeflerinin buharlaştırılmasına yönelik ark akımı, farklı katmanlarla ve/veya sırasıyla nano katmanlarla ilgili istenen kalınlık ilişkileri ve en verimli süreç ve aynı zamanda uygun mekanik özellikler elde etmek için bu doğrultuda seçilmektedir.

Mevcut buluş sahipleri, Al-Cr-B-N kaplamalarının Al-Cr-N kaplamalarına kıyasla daha düşük sıkıştırma gerilimi sergilediğini ve Al-Cr-B-N kaplamalarının bir dereceye kadar gözenekli olduğunu keşfetmiştir. İlaveten, Al-Cr-B-N kaplamalarındaki bor içeriğinin artırılması aracılığıyla, sıkıştırma geriliminde bir azalma gözlemlenmiştir. Ancak, aynı zamanda, çok düşük sıkıştırma gerilimleri de talaşlı imalat işlemlerinde uygulanmak için dezavantajlı olabilmektedir. Bu sebepten ötürü, mevcut buluş sahipleri, filmlerde sıkıştırma gerilimini arttırmak için substrata polarlama gerilimi uygulamıştır. Şaşırtıcı bir şekilde mevcut buluş sahipleri, Al-Cr-B-N katmanlarının çökeltilmesi esnasında, en az 70 V, ancak tercihen 70 V'den daha büyük substrat polarlama gerilimleri uygulanarak, özellikle yüksek yoğunluğa (gözeneklilik önlenerek), etkileyici bir şekilde düşük ısı iletkenlik katsayısına ve aynı zamanda uygun sıkıştırma gerilimine sahip özellikle ilginç Al-Cr-B-N katmanlarının üretilmesinin mümkün olduğunu keşfetmiştir. Sonuç olarak mevcut buluş sahipleri, polarlama gerilimi ve bor içeriğinin ayarlanması aracılığıyla yoğunluk, ısı iletkenlik katsayısı ve sıkıştırma gerilimiyle ilgili tanımlı uygulamalara yönelik en uygun özelliklere sahip Al-Cr-B-N katmanlarını çökeltilebilmiştir. Dolayısıyla, yaklaşık 2.0 W/m²·K'lık çok düşük ısı iletkenlik katsayısı sergileyen Al₅₂Cr₂₈B₂₀ hedeflerden Al-Cr-B-N katmanlarının çökeltilmesi mümkün olmuştur.

Mevcut buluş sahipleri, aynı zamanda mevcut buluşa göre Al-Cr-N temel katmanının çökeltilmesi aracılığıyla daha düşük değerden ($U_{\text{Polarlama_düşük}}$) daha yüksek değere ($U_{\text{Polarlama_yüksek}}$) kadar substrat polarlama geriliminin değiştirilmesi vasıtasıyla, özellikle iyi kaplama mekanik özellikleri ve yapışma kuvvetinin elde edilebildiğini keşfetmiştir. Substrat polarlama gerilimi, sürekli veya kademeli olarak arttırılabilmektedir.

Mevcut buluşa göre kaplama sisteminin çökertilmesine yönelik bir ilave kaplama yöntemi yapılandırması, kademeli veya aşamalı olarak daha düşük polarlama geriliminden daha yüksek polarlama gerilimine kadar çökeltme esnasında substrat polarlama gerilimi değiştirilerek temel katmanın çökertilmesini içermektedir. Örneğin, en az iki adımda ve tercihen burada $U_{\text{Polarlama_endüşük}} \leq 4 \cdot U_{\text{Polarlama_enyüksek}}$ olmaktadır.

Kesme takımı kullanım ömründe, mevcut buluşa göre kaplama sistemleri kullanılarak elde edilen çok etkileyici iyileştirme, bir örnek kesme testi sonuçlarının sunulması aracılığıyla daha fazla gösterilecektir.

Örnek kesme testi:

20

Modül $m_n = 2.557$ mm, basınç açısı $\alpha_{n0} = 17.5^\circ$ ve çapa $d_{a0} = 110$ mm sahip eş zamanlı frezelemeye yönelik PM-HSS azdırma bıçağı s390 (Böhler), aşağıdaki üç farklı kaplama sistemi ile kaplanmıştır:

- 25 - karşılaştırmalı kaplama 1: esasen $(Al_{70}Cr_{30})N$ 'den oluşan önceki tekniğe göre kaplama sistemi,
- karşılaştırmalı kaplama 2: $(Al_{70}Cr_{30})N$ ve Al-Cr-Si-W-N katmanlarını içeren çok katmanlı kaplamadan oluşan önceki tekniğe göre kaplama sistemi, ve
- mevcut buluş kaplaması: esasen azot içeren bir ortamda $Al_{70}Cr_{30}$
- 30 hedeflerinden çökertilten Al-Cr-N'den oluşan bir temel katman ve birbiriyle üst üste çökertilten Al-Cr-N ve Al-Cr-B-N nano katmanlarından oluşan çok

katmanlı filme sahip mevcut buluşa göre kaplama sistemi; Al-Cr-B-N katmanlarının çökeltilmesi için esasen azot içeren bir ortamda Al-Cr-N nano katmanları, $Al_{70}Cr_{30}$ hedeflerden çökeltilmiş ve Al-Cr-B-N katmanları ise $Al_{70}Cr_{20}B_{10}$ hedeflerden çökeltilmiştir. Al-Cr-B-N katmanlarının çökeltilmesi için, 70 V'den daha büyük bir polarlama gerilimi, substrata uygulanmıştır.

Yukarıda tarif edilen karşılaştırmalı kaplama 1, karşılaştırmalı kaplama 2 ve mevcut buluş kaplaması ile kaplanan kesme takımları, aşağıdaki kesme koşulları aracılığıyla 16MnCr5 (sertlik: 160 HB) vidalı azdırma ile test edilmiştir:

10

- kuru
- $V_c = 240$ m/dk
- $f_a = 4.8$ mm
- H_{cu} , SPARTA'ya göre maks = 0.25 mm

15

- Takım ömrü kriteri: krater aşınma derinliği (KT) veya yanak aşınması $VB_{maks} \geq 150$ μm

20

Şekil 1'de gösterildiği gibi, mevcut buluşa göre kaplamalar kullanılarak, önceki tekniğe ait kaplamalara kıyasla takım kullanım ömründe müthiş bir artışın elde edilmesi ve kesme performansının çarpıcı bir şekilde artırılması mümkündür.

Isıl iletkenlik, aşınmalı yıpranma mukavemeti ve sertlik:

25

Mevcut buluş kapsamında, farklı kaplama katmanlarının ısı iletkenlik katsayıları, önerilen ve Prof. David G. Cahill tarafından açıklanan ("Analysis of heat flow in layered structures for time-domain thermoreflectance" Rev. Sci. Instrum. 75, 5119 (2004)) ölçüm tekniğine göre ölçülmüştür.

30

İlaveten, aynı kaplama katmanlarının aşınmalı yıpranma katsayıları, DIN V ENV 1071'e göre kaloMAX NT tipi aşınmalı yıpranma test cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Bu yöntemle göre, bir bilya, kauçuk tekerleklerle sahip mil

tarafından hareket ettirilmektedir ve numune boyunca kaymaktadır. Numune tutucusunun yatay ekseni ve bilya boyutuna olan açısı, bilya ile numune yüzeyi arasında uygulanan yükü belirlemektedir. Bir bulamaç, bilyanın ortasına beslenmektedir ve temas alanına hareket ettirilmektedir ve bilya, numunede bir

5 krater oluşturmaktadır. Çıkarılan malzeme miktarı, krater çaplarının ölçülmesi aracılığıyla hesaplanmaktadır ve aşınma katsayısı, aşınma kraterinin hacmi, kayma mesafesi ve yükten hesaplanmaktadır. Bu ölçüm tekniğinin, nem ve sıcaklığa oldukça bağımlı olmasından dolayı, bu test, 30 mm'lik çapa sahip bir bilya, 1 μ m'lik tanecik boyutuna sahip alüminyum oksit parçacıklar içeren

10 bulamaç kullanılarak 20°C'lik oda sıcaklığında ve %39 nem oranına sahip bir iklimlendirilmiş odada ve 100 rpm'lik (dakikadaki devir sayısı) kayma hızında gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1'de, karşılaştırmalı kaplama 1, karşılaştırmalı kaplama 2, mevcut buluş

15 kaplaması, yani tek katmanlı Al-Cr-B-N kaplaması ve tek katmanlı Ti-Al-N kaplamasının ısı iletkenlik katsayıları, Vickers sertlik değerleri ve aşınma yıpranma katsayıları gösterilmektedir. Tek katmanlı Al-Cr-B-N kaplaması, esasen azot içeren bir ortamda ve 70 V'den daha büyük bir polarlama gerilimi kullanılarak, 52:28:20 atom yüzdesindeki element bileşimine sahip Al-Cr-B

20 hedeflerinden çökeltilmiştir. Tek katmanlı Ti-Al-N kaplaması, esasen azot içeren bir ortamda, 50:50 atom yüzdesindeki element bileşimine sahip Ti-Al hedeflerinden çökeltilmiştir.

Tablo 1'de gözlemlenebildiği gibi, mevcut buluş kaplaması, farklı kaplama

25 yapısına rağmen tek katmanlı Al-Cr-B-N kaplamasının film özelliklerine şaşırtıcı bir şekilde çok benzer olan çok iyi film özellikleri kombinasyonunu sergilemektedir.

Mevcut buluşa göre çökeltilen ve çok katmanlı Al-Cr-N/Al-Cr-B-N filmi içeren

30 ve/veya çok katmanlı Cr-Al-N/Cr-Al-B-N filmi ve temel Cr-Al-N katmanını içeren kaplamalar ise, tek katmanlı Al-Cr-B-N kaplamalarına kıyasla daha iyi

kesme performansı sergilemektedir.

Tablo 1: Ölçülen ısı iletkenlik katsayıları, Vickers sertlik değerleri ve aşınmalı yıpranma katsayıları

	Isıl iletkenlik katsayısı λ T = 50 İLA 200 °C'de [W/m·K]	Sertlik HV	Aşınmalı yıpranma katsayısı m ³ / (mN)
karşılaştırmalı kaplama 1	$2.5 < \lambda_{50-200^{\circ}\text{C}} < 3.2$	2600-3100	$1.10^{-15}-3 \cdot 10^{-15}$
karşılaştırmalı kaplama 2	$2.5 < \lambda_{50-200^{\circ}\text{C}} < 3$	2800-3200	$2.10^{-15}-3.5 \cdot 10^{-15}$
mevcut buluş kaplaması	$\lambda_{50-200^{\circ}\text{C}} < 2.5$	≥ 3300	$1.10^{-16}-9.10^{-16}$
Al ₅₂ Cr ₂₈ B ₂₀ hedeflerinden çöktirilen Al-Cr-B-N kaplaması	$\lambda_{50-200^{\circ}\text{C}} \cong 2$	$\cong 3400$	$\cong 3 \cdot 10^{-16}$
Ti ₅₀ Al ₅₀ hedeflerinden çöktirilen Ti-Al-N kaplaması	$\lambda_{50-200^{\circ}\text{C}} > 6.5$	2500-3000	$4.10^{-15}-8.10^{-15}$

Mevcut buluş bağlamında, her bir nano katmanın (A ve B) kalınlığı, tercihen 200
5 nm'den daha büyük olmamaktadır ve daha tercihen 100 nm'den daha büyük olmamaktadır.

Mevcut buluşa göre (Al_xCr_{1-x}zBz)N katmanlarındaki en yüksek bor derişimi, mümkün olduğu kadar düşük ısı iletkenlik katsayısına sahip katmanlar içeren bor
10 üretmek amacıyla -%'de 5'den daha düşük olabilmektedir, ancak -%'de 2'den daha düşük olmamaktadır. Mevcut buluşa göre düşük ısı iletkenlik katsayısına sahip bir kaplama, yüksek kesme hızlarında (Vc > 200 m/dk) kesme süreçleri sırasında ortaya çıkan yüksek sıcaklıklara maruz kalmış kesme takımlarındaki ısı yükün ortadan kaldırılması için çok avantajlıdır. Mevcut buluşa göre üretilen
15 kaplamaların bu özelliği, temel olarak çok yüksek ısı yüklerinden dolayı bu kesme takımı türlerinde krater aşınmasının oluşmasından dolayı, HSS azdırma bıçakları gibi yüksek hızlı çelikten yapılan kesme takımlarında krater aşınmasının ortadan kaldırılması için özellikle faydalıdır.

Mevcut buluş bağlamında, alüminyum krom bor nitrür (Al-Cr-B-N)
20 nanokatmanları, A-nanokatmanları olarak ifade edilecek ve alüminyum krom nitrür (Al-Cr-N) nanokatmanları ise B-nanokatmanları olarak ifade edilecektir.

Çok katmanlı film oluşturan A- ve B-nanokatmanlarının sırasıyla A- ve B-

nanokatmanlarını üretmek amacıyla AlCrB içeren hedeflerine ve AlCr içeren hedeflerine yüzeylerin değişimli olarak maruz kalacağı şekilde kaplanacak substrat yüzeylerinin kaplama odacığında döndürüleceği şekilde gerçekleştirilen PVD-reaktif süreci aracılığıyla üretilmesi durumunda:

5

- esasen $(Al_xCr_{1-x-z}B_z)N$ ve $(Al_yCr_{1-y})N$ formüllerine karşılık gelen bir element derişimine sahip A- ve B- nanokatmanları arasında, daha önceden tarif edildiği gibi, alüminyum krom bor ve azot içeren, ancak daha düşük bor derişimine sahip olan alanların bulunabileceği ve en olasılıkla bu alanlardaki bor derişiminin kademeli olduğu anlaşılmaktadır. Bu alanlarda, bor derişimi, -

10

%’de 3’ten daha düşük olabilmektedir. Ancak formüldeki $(Al_xCr_{1-x-z}B_z)N$ $z \geq 3$, tercihen $z \geq 5$ koşulu, en yüksek bor içeriğine sahip A-nanokatmanları alanı olarak ifade edilmektedir.

15

Mevcut buluşa göre kaplama sisteminin ilave tercih edilen yapılandırmasında, atom yüzdesi cinsinden alüminyum içeriğinin krom içeriğine olan oranı, esasen sırasıyla alüminyum krom bor nitrür ve alüminyum krom nitrür içeren değişimli A- ve B-nanokatmanlarından oluşan çok katmanlı filmin kalınlığı boyunca sabit tutulmaktadır. Mevcut buluşun mevcut yapılandırmasına göre kaplama sisteminin aynı zamanda alüminyum ve krom içeren bir temel katmanı içermesi durumunda temel katman, çok katmanlı filmdekiyle aynı alüminyum içeriğine krom içeriği oranına sahip olacak şekilde üretilmektedir.

20

Bazı kesme işlemlerine ilişkin olarak, aynı zamanda yaklaşık 0.25 veya daha yüksek, tercihen yaklaşık 0.5 veya daha yüksek temel katman kalınlığı ile çok katmanlı film kalınlığı oranına $(\text{kalınlık}_{\text{temel_katman}} / \text{kalınlık}_{\text{çok-katmanlı_film}})$ sahip mevcut buluşa göre kaplama sistemi ile kaplanmış kesme takımları kullanılarak da çok iyi kesme performansı elde edilebilmektedir.

25

30

Mevcut buluşa göre kaplama sisteminin tercih edilen ilave yapılandırması, kaplama sisteminin toplam kalınlığı boyunca A- ve B-nanokatmanlarından

yapılan birden fazla çok katmanlı film içermektedir.

Birden fazla çok katmanlı film içeren bu tercih edilen yapılandırmanın bir tercih edilen varyantında, kaplama sistemi, kesme takımının yüzeyine çökeltilmektedir ve kaplama sistemi, temel katmanın üstüne çökeltilen çok katmanlı yapıya sahip bir film ve substrat yüzeyinin üstüne çökeltilen alüminyum krom nitrürden yapılmış bir temel katmanı içermektedir; burada çok katmanlı yapıya sahip film, birbiriyle üst üste çökeltilen C- ve D-katmanlarından oluşturulmaktadır ve burada C-katmanları, bor içermeyen AlCrN katmanları olmaktadır ve D-katmanları ise değişimli A- ve B-nanokatmanlardan yapılan çok katmanlı filmlerdir.

Bu tercih edilen yapılandırmanın bir diğer tercih edilen varyantında, üstüne kaplama sisteminin çökeltildiği kesme takımı yüzeyi, azot ile zenginleştirilmiş bölgedir.

Mevcut buluşa göre kaplanacak takım substrat yüzeyinde azot ile zenginleştirilmiş bölgenin oluşturulması, takımlarda krater aşınmasının azaltılmasına çarpıcı bir şekilde katkı sağlamaktadır.

Mevcut buluşa göre kaplama sistemlerinin üretilmesine yönelik tercih edilen yöntem, A- ve B- nanokatmanlarının üretimine yönelik alüminyum, krom ve bor elementlerinin sırasıyla atom yüzdesinde bir element bileşimine ($Al_iCr_{1-i}B_j$ ve (Al_iCr_{1-i}) sahip hedeflerden geldiği bir PVD yöntemi olmaktadır ve burada:

- i , tercihen -%'de 50'den daha düşük değildir ve -%'de 80'den daha büyük değildir ve daha tercihen i , -%'de 70 olmaktadır.
- j , tercihen -%'de 2'den daha düşük değildir ve -%'de 30'dan daha büyük olmamaktadır.

Mevcut buluşa göre kaplama sistemine sahip kaplama substratları için, aynı zamanda magnetron sıçratma süreçleri, özellikle yüksek güç darbeleri magnetron

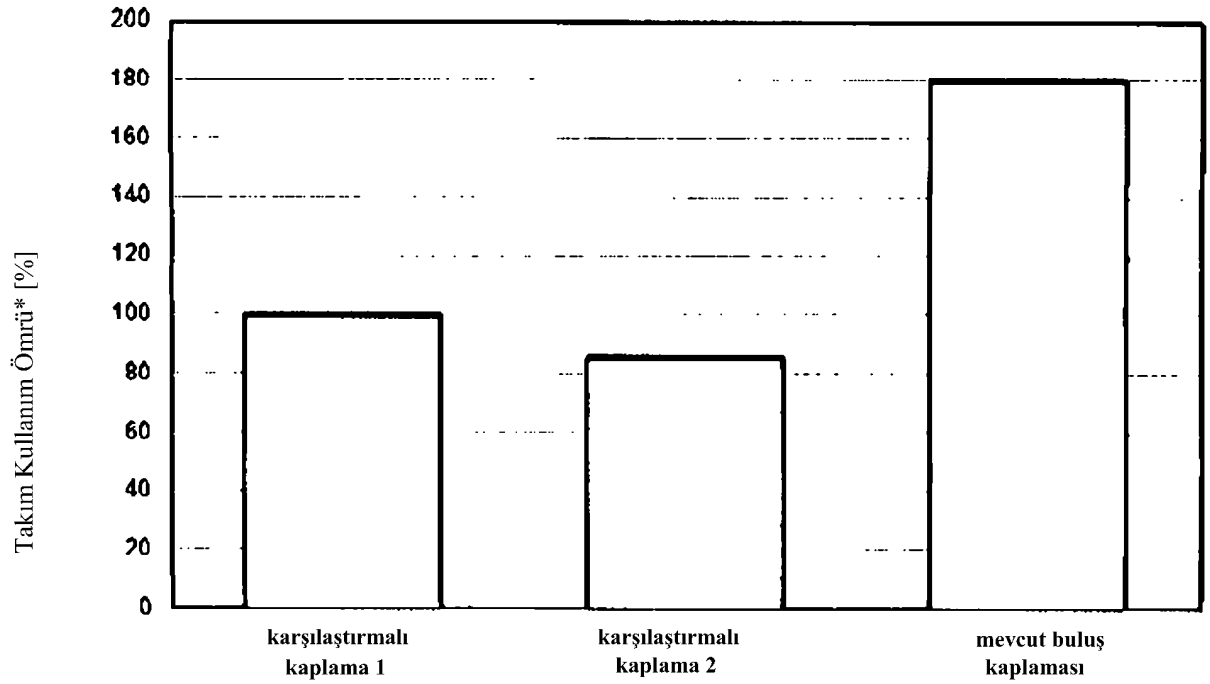
sıçratma (HIPIMS) teknikleri uygundur.

İlaveten, toz metalürjisi aracılığıyla yapılan hedefler, özellikle mevcut buluşa göre kaplama üretimi için uygundur.

- 5 Özellikle, kaplama sistemleri, kaplı substratlar ve mevcut buluşa göre kaplama sistemleriyle substratların kaplanmasına yönelik yöntemler, aşağıdaki İstemler 1 ila 15'te açıklanmaktadır.

Vidalı azdırma testleri aracılığıyla takım kullanım
ömrünün karşılaştırmalı sonuçları

Şekil 1



* %100 takım kullanım ömrü $\approx$ 16.6m olmuş ve bu takım kullanım ömrü değeri, karşılaştırmalı kaplama 1 ile kaplı takımlar aracılığıyla elde edilen takım kullanım ömrüne karşılık gelmektedir.